佛山市高明区水资源综合规划

报 告 书

佛山市高明区国土城建和水务局

中　　山　　大　　学

二〇一一年十月

目　录

前　言 1
1 总论 2
1.1 目的意义 2
1.2 总体思路 3
1.3 指导思想和基本原则 4
1.4 规划范围和水平年 4
1.5 规划目标与任务 5
1.6 规划依据 6
1.7 技术路线 7
2 水资源调查评价 9
2.1 高明区自然地理概况 9
2.2 降水 12
2.3 蒸发能力及干旱指数 28
2.4 地表水资源量 30
2.5 地下水资源量 40
2.6 水资源总量 48
2.7 水资源可利用量 52
2.8 水资源演变情势分析 56
3 水资源开发利用调查评价 58
3.1 供水基础设施和供水能力 58
3.2 供水量及其变化趋势 66
3.3 用水情势分析 68
3.4 用水耗水量 76
3.5 水资源开发利用情况 76
3.6 水资源开发利用存在问题 77
4 经济社会指标及水资源需求预测 78
4.1 经济社会指标分析及预测 78
4.2 水资源需求预测 88

5 节约用水规划 98
5.1 现状用水与节水水平分析 98
5.2 节水标准与节水潜力 105
5.3 节水目标与节水措施 109
6 水资源与水生态环境保护规划 115
6.1 水污染源调查评价 115
6.2 水质现状及水环境问题分析 128
6.3 水功能区划 130
6.4 水污染物总量控制方案 135
6.5 水资源与水生态环境保护措施 154
7 水资源优化配置及供水规划 164
7.1 水资源开发利用程度与前景分析 164
7.2 未来供水形势分析 167
7.3 水资源合理配置思路 168
7.4 水资源供需“一次平衡”分析 175
7.5 供水工程规划 183
7.6 规划方案的可供水量估算 190
7.7 水资源供需“二次平衡”分析 191
7.8 城镇供水工程规划 195
7.9 应急备用水源规划方案 201
8 水资源开发利用布局与工程方案 215
8.1 总体布局思路及其原则 215
8.2 工程布局与方案 218
8.3 投资匡算 231
9 水资源可持续利用非工程保障措施 241
9.1 进一步推进水务管理制度建设 241
9.2 进一步加强水资源法制化管理 257
9.3 进一步推进水资源管理系统化建设 261
9.4 水务科技发展与高素质人才队伍建设 264

10 规划实施效果评价与保障措施 271
10.1 规划实施效果评价 271
10.2 水系统总体效益评价 276
10.3 规划实施保障措施 279
11 结论与建议 283
11.1 结论 283
11.2 建议 286

附图 287

前　言

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源，是经济社会可持续发展和维系生态平衡的重要基础，保护水资源，遏制水资源的无度开发，控制水污染成为城市可持续发展的首要问题。自高明撤市为区以来，社会经济呈现持续、高速发展态势，城市化进程不断加快，同时生态环境破坏等问题日益突出。

为了实现区域水资源与经济社会和环境协调发展，高明区委、区政府明确将区域水资源综合规划列入了“十二五”专项规划中，为此，佛山市高明区国土城建和水务局委托中山大学水资源与环境研究中心编制佛山市高明区水资源综合规划。

编制单位于2010年11月完成了《佛山市高明区水资源综合规划》报告书编制工作。该规划以街道、镇为规划计算单元，对高明区的水资源及其开发利用、保护等现状进行评价；预测了规划水平年水资源需水量；结合区域用水效率和节水潜力分析，制定了节水目标和节水措施；复核了原有的地表水功能区划分方案和河流纳污能力，确定了主要污染物总量控制方案，提出了以水源地保护为核心、以水库、高明河为重点的水资源与水生态环境保护方案；提出了合理的优化的水资源配置方案；制定了水资源开发利用的总体布局与实施方案，并提出了水资源可持续利用的非工程保障措施，同时对规划实施方案进行了效果评价。

高明区国土城建和水务局于2010年12月24日在高明主持召开了专家评审会，并于2011年1月就《高明区水资源综合规划》（送审稿）征求了各相关部门及镇（街）的意见，编制单位根据各相关部门、镇（街）和专家评审意见，对规划报告进行了补充完善，最终形成了《佛山市高明区水资源综合规划报告书（报批稿）》。该规划完成了高明区 “十二•五”水资源专项规划的任务要求，其成果可作为高明区下一阶段水资源的开发利用、节约、保护和管理依据。

1 总论

1.1 目的意义

佛山市高明区地处广东省中部，珠江三角洲西翼，东北隔西江与南海区、三水区相望，南与鹤山市相邻，西南与新兴县相连，西北与高要市接壤。全境位于东经 112° 22'~112° 55'、北纬 22° 38'~23° 01'之间。高明区下辖一街三镇，包括荷城街道、杨和镇、更合镇和明城镇，全区总面积 960.21 km^2。2009 年全区常住人口 35.42 万人，暂住人口 8.24 万人。

自 2002 年 12 月高明撤市为区以来，随着行政区划调整趋于合理、工业园区规划建设初见成效和招商引资措施的逐步到位，社会经济呈现持续、高速、协调发展态势，城市化进程不断加快，区政府所在地荷城以“园林化”城市为标准，城市功能和基础设施日趋完善，被誉为西江之畔的明珠；全区在城市建设中高度重视规划的指导作用，《佛山市高明区城市发展总体规划（2004－2020）的原则性意见》把高明区总体定位为“山林水都”，确定走组团式、集约化的发展道路，形成东部、中部和西部三大组团的发展模式，以推动佛山市“西江组团”的建设进程。2003 年以来，高明实施了跨越式发展战略，以工业园区为突破口，坚定不移走新型工业化道路，以科学发展观为统筹，推进产业优化调整。2003~2009 年，高明经济一直保持着一个较高的增长态势，地区生产总值年均增速达 20%以上。以当年价计，2009 年全区国民生产总值达到 352.06 亿元，第一、第二、第三产业分别占国民生产总值的 3.6%、78.9%和 17.5%，工业所占比重达到 76.8%，高明已成为一个以工业为主导的“新兴产业之城”。

水资源是基础性的自然资源和战略性的经济资源，是经济社会可持续发展和维系生态平衡的重要基础。“十一五”期间，高明区委、区政府在加快经济发展的同时，高度重视水利事业，在水资源开发利用和保护管理方面取得显著成效，为区域经济社会可持续发展奠定了重要基础。创新管理体制，设立区水务局，理顺水务管理体制，初步形成了“一龙管水、团结治水、合力兴水”的水务一体化管理的新格局，为今后科学制定实施区域水资源开发、利用和保护规划，统筹城乡水资源管理，改善水生态系统和水环境，构建了有效的运行机制；加大水资源开发、利用和保护投入，初步形成了具有一定抗风险能力的防灾减灾体系和水资源供给体系。

但随着经济社会的发展，由于快速的工业化和城市化，不仅导致对水资源量的需求剧增，而且导致污水排放大量增加、水环境生态恶化。高明区地处西江下游干流右岸，

地势呈由西江沿岸向西逐渐升高度趋势，境内唯一河流高明河自西向东汇入西江。高明的西部地区，由于地势高且距离西江较远，其供水主要依靠当地的河流高明河水源，而目前高明河地表水资源开发利用率已达到30%以上，随着西部城镇化和工业园区的加快建设，单靠当地河流水源将难以满足持续增长的用水需求，水资源供需矛盾将日益突出。另外，由于经济社会的高速发展，人类活动的加剧，污染排放大量增加，河流水质尤其是流经城区的高明河下游河段污染严重，深步、西坑等水库生态健康呈现的退化趋势，区域水资源的开发、利用和保护面临新的挑战。

未来五年是珠江三角洲地区实现全面建设小康社会奋斗目标承上启下的关键时期，也是高明加快建设“新兴产业之城、岭南山林水都”的重要时期。国务院批复的《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》（以下简称《纲要》）提出了“到2012年率先建成全面小康社会，到2020 年率先基本实现现代化”的发展目标，提出了“建设人水和谐的水利工程体系”。“十二五”经济和社会发展规划应充分体现全面建设小康社会的新要求，按照统筹兼顾原则，实现经济发展与社会和谐的有机统一；按照创新驱动的要求，实现科技创新与制度创新、管理创新；按照绿色发展的要求，实现经济效益与社会效益、生态效益的有机统一。这对区域水资源开发、利用和保护工作提出了新的更高要求。

为贯彻落实高明区委、区政府有关“十二五”规划编制工作的部署，配合《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》的实施，更好地满足区域经济社会发展对水资源的需求，以及区域水务一体化管理的实施对水资源调配、水环境与生态保护等方面提出的新要求，以水资源可持续利用保障区域经济社会可持续发展，迫切需要开展本区域的水资源综合规划编制工作。通过编制水资源综合规划，从科学发展的战略高度看待水资源，推进区域水资源的合理开发、优化配置、高效利用、全面节约、有效保护和科学管理，实现水资源与经济社会和环境协调发展，为区域经济社会可持续发展提供水安全保障。

1.2 总体思路

在对区域水资源及其开发利用、保护等现状进行调查评价的基础上，充分协调利用好西江这一“外源”，通过高明河、中型水库这些“内源”挖潜、控污和引“外源”补水，改善“内源”不足，合理调配生活、生产和生态用水，为区域社会经济的良性发展提供水安全保障；通过合理布局水源体系，控制入河污染源排放，科学谋划水资源利用

和保护，以安全的供水体系、优良的水环境生态和水文化特色，支撑区域经济社会可持续发展及高明 “岭南山林水都”建设。

1.3 指导思想和基本原则

1.3.1 指导思想

以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，以科学发展观统领经济社会发展的全局，围绕全面建设小康社会的宏伟目标，全面规划，统筹兼顾，树立和落实以人为本、人水和谐的科学治水观，优化水资源配置，全面建设节水防污型社会，不断提高水资源利用效率和效益，科学管理水资源，实现水资源的可持续利用，为区域国民经济和社会可持续发展提供水资源的安全支撑和保障。

1.3.2 基本原则

（1）坚持水资源开发利用与经济社会协调发展的原则。水资源开发利用与经济社会发展的目标、规模、水平和速度相适应，并适当超前。

（2）坚持科学发展、全面规划和统筹兼顾的原则。妥善处理 “外源”与“内源”、流域与区域、开发与保护、建设与管理、近期与远期等各方面的关系。

（3）坚持人水和谐、水资源可持续利用的原则。以水资源承载力优化本区产业布局，强化河涌水环境生态系统建设；统筹协调生活、生产和生态用水，强化水资源的保护与节约。

（4）坚持科学治水，努力实现水利现代化的原则。科学配置水资源，加强水资源人才队伍建设，并用先进的信息技术和手段管理水资源。

（5）坚持区域一体化、因地制宜、突出重点的原则。遵循《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》和区域经济社会发展对一体化的水资源安全保障需求，确定适合本地实际的水资源开发利用模式，尤其是城市安全供水配置，界定各类用水的优先次序。

（6）依法治水。制定并依据有关水资源管理的法规、政策与制度，规范和调节水事活动。

1.4 规划范围和水平年

规划范围为佛山市高明行政区域内的全部地区，包括荷城街道、杨和镇、更合镇和明城镇，总面积 960.21km^2。

规划基准年为 2008 年，现状年为 2009 年，规划水平年为 2015 年、2020 年。

1.5 规划目标与任务

1.5.1 规划目标

以保障区域经济社会发展的水资源安全及维护河流生态环境健康为核心，以建设区域一体化的水资源优化配置体系和水生态保护保障体系为目标，通过查清区域水资源现状，分析水资源承载能力，提出水资源合理开发、高效利用、优化配置、全面节约、有效保护、综合治理、科学管理的布局和方案，作为今后一定时期内区域水资源开发利用、保护与管理活动的重要依据和准则，促进区域人口、资源、环境生态和经济的协调发展，以水资源的可持续利用支撑经济社会的可持续发展。具体目标为如下：

到 2015 年，城镇污水处理率达到 80%以上；工业废水全部达标排放；水环境污染与生态破坏得到基本遏制，彻底消除城区主要水体黑臭现象，流经城区水体水质基本达到 V 类，部分河段恢复到 IV 类水质，逐步恢复水体的生态功能；病险水库改造加固和灌区配套建设及整治工程基本完成，基本实现蓄、引、提、排、灌、供、用水体系的合理配置；全民节水意识得到提高，基本形成合理的水资源价格体制和水资源综合管理体制，促进水资源利用与经济社会发展协调。

到 2020 年，城镇污水处理率达到 90%以上；水功能区水质全面达标；引导工业企业进园区，废水集中处理，有效削减污染负荷；节约用水成为全民的共识，基本建成完善的节水管理体制；建立较为完善的水资源调控体系和供水安全保障体系，具有较为完备的水资源工程和非工程措施；基本实现水生态环境系统的良性循环和区域水资源的可持续利用。

1.5.2 规划任务

（1）水资源及开发利用现状评价。目的是摸清区域水资源量、水质以及水资源开发利用现状的“家底”。分析区域外部水源水量水质状况以及内部河流水库水环境生态现状，分析区域现状水资源开发利用水平及主要水资源问题。

（2）经济社会指标与水资源需求预测。目的是掌握未来经济社会发展对水资源量的需求。根据产业结构调整，结合区域国民经济发展计划及城市发展规划，预测各水平年经济社会指标及与之相适应的生活、生产和生态环境需水量。

（3）制定节约用水规划。在对现状水资源利用效率分析的基础上，评估提高水资源利用效率和节水的潜力。根据经济社会发展要求，确定节水目标，制定实现这些目标

的节水措施。

（4）制定水资源与水生态环境保护规划。根据区域经济社会发展对水生态改善以及水资源保护的要求，确定水资源保护及水污染控制目标；以区域水环境容量为基础，制定实现这些目标的水资源保护、水污染控制和水生态环境改善方案。

（5）制定水资源合理配置方案。根据区域经济社会发展和水环境生态改善对水资源的要求及水资源的实际条件，进行各规划水平年水资源供需分析；在水资源节约和保护的基础上，综合协调“外源”和“内源”，建立水资源配置的宏观指标体系，制定水资源合理配置方案，提出供水工程规划方案以及备用水源规划方案。

（6）提出水资源开发、利用、治理、配置、节约和保护的布局与措施的实施方案。在水资源合理配置和节约、保护的基础上，统筹区域水资源的开发利用和综合治理等措施，提出与经济社会发展相适应、与水资源保护和水生态建设相协调的水资源开发利用布局和水环境治理实施方案，包括节水、供水、水资源与水生态环境保护的现有工程改造和新增工程规划，并对各类水资源工程实施方案进行实施效果评价。

（7）制定水资源可持续利用的非工程保障措施。建立适应科学发展和社会主义市场经济体制、符合区域经济社会发展要求的水务一体化管理制度、政策法规体系、科技与人才发展计划。

1.6 规划依据

- ✧ 《中华人民共和国水法》
- ✧ 《中华人民共和国城乡规划法》
- ✧ 《中华人民共和国环境保护法》
- ✧ 《中华人民共和国水污染防治法》
- ✧ 《中华人民共和国水土保持法》
- ✧ 《中华人民共和国河道管理条例》
- ✧ 《取水许可和水资源费征收管理条例》（国务院令第 460 号）
- ✧ 《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》
- ✧ 《广东省 21 世纪议程》
- ✧ 《广东省饮用水源水质保护条例》
- ✧ 《广东省跨行政区域河流交接断面水质保护管理条例》
- ✧ 《广东省珠江三角洲水质保护条例》

- ✧ 《关于统筹全省水资源保护及开发利用问题的若干意见》（粤府〔2008〕13 号）
- ✧ 《广东省节水灌溉技术研究与示范推广》
- ✧ 《广东省一年三熟农田灌溉研究》（2000 年）
- ✧ 《广东省用水定额》（2007 年）
- ✧ 《广东省水资源综合规划技术大纲》（2002 年）
- ✧ 《关于加强我省水资源保护工作的若干意见》（粤水资源〔20098〕1 号）
- ✧ 《佛山市城市总体规划（2005-2020 年）》
- ✧ 《佛山市污水处理厂规划纲要》（2005 年）
- ✧ 《佛山市珠江水环境综合整治实施方案》（2003 年）
- ✧ 《佛山市供水系统专项规划（2006-2020 年）》（2007 年）
- ✧ 《佛山市水资源综合规划》（2006 年）
- ✧ 《佛山市饮用水源保护规划》（2007 年）
- ✧ 《佛山市应急备用水源保障规划》（2010 年）
- ✧ 《佛山市高明区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》（2006 年）
- ✧ 《佛山市高明区城市发展规划（2004-2020 年）的原则性意见》
- ✧ 《高明城镇体系规划（2002-2020 年）》
- ✧ 《佛山市排涝规划Ⅳ片区》（2007 年）
- ✧ 《佛山市高明区中心城区市政专项规划》（2006 年）
- ✧ 《高明区荷城城市提升行动计划（2010-2015 年）》(2010 年)
- ✧ 《广东省佛山市高明区小型农田水利工程建设规划（2006-2015 年）》（2007 年）
- ✧ 《广东省高明市江河流域综合规划专题报告》（2000 年）
- ✧ 《高明区水资源公报》（2000~2009 年）

其它地方性法规、条例、标准、城市规划、社会经济发展计划等。

1.7 技术路线

以街道、镇为规划计算单元，通过对区域近几十年来降雨、蒸发和径流等水文资料、近几年与用水关联的经济社会发展指标、供用水基础设施及供水能力、污染源排放情况及水环境监测资料等的调查收集分析，对高明区的水资源及其开发利用、保护等现状进行评价；在此基础上，结合区域经济社会发展情况，预测规划水平年水资源需水量；结合区域用水效率和节水潜力分析，制定节水目标和节水措施；复核原有的地表水功能

区划分方案和河流纳污能力，确定主要污染物总量控制方案，提出以水源地保护为核心、以水库、高明河为重点的水资源与水生态环境保护方案；根据区域水资源状况，以及现有供水水源和供水设施分析计算各水平年供、需水平衡状况，提出合理的供配水方案；依据水资源合理配置与供水方案，制定水资源开发利用的总体布局与实施方案，统筹安排水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护等，并提出水资源可持续利用的非工程保障措施，同时对规划实施方案进行效果评价。具体技术路线见图 1-7-1。

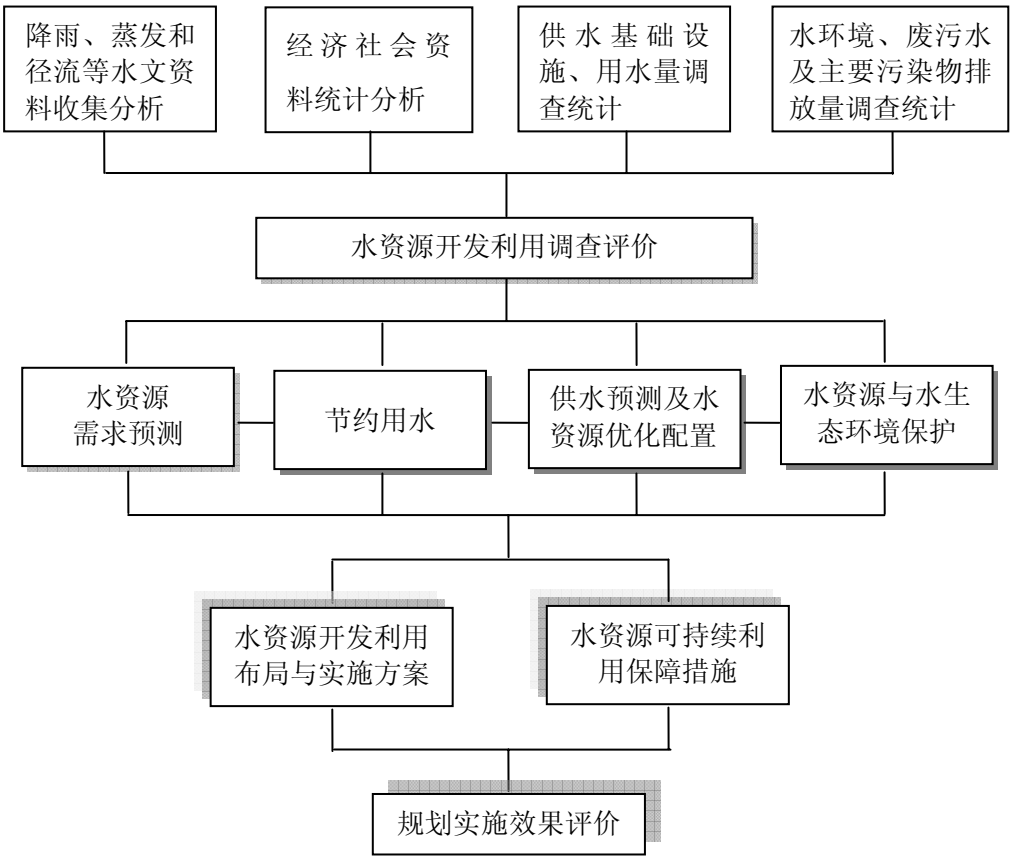


图 1-7-1　技术路线图

2 水资源调查评价

2.1 高明区自然地理概况

2.1.1 地形地貌

佛山市高明区位于东经 112° 22’ 34”～112° 55’ 06”、北纬 22° 38’ 46”～23° 01’ 05”之间。处于西江下游右岸，广东省中南部，珠江三角洲西北部，北与高要市接壤，西与新兴、高要相连，南与鹤山市相邻，东以西江为界与南海、三水相望。

高明区东西两端相距 55km，南北两端相距 38km，西、南部和中、北部的部分地区为低山、丘陵及台地，东部和东北部为广阔的冲积平原。更合、杨和及明城镇大部分地区为低山丘陵台地；荷城街道和明城、杨和镇近江部分地区为冲积平原。高明地势由西向东倾斜，区境内三面环山，多为海拔 400m 以下的低矮山岗和丘陵，少数为 400m～700m，个别为 800m 以上。南部杨梅的皂幕山为高明区第一峰，主峰海拔 805m，高程 805.2 m，次为黄茅壁 786.4 米和老香山 699 m，其他山丘高程一般为 50～350 m。中部地势开阔，山高多在 100 m 以下，地面在 10～20 m 之间。东部平原，一般地面高程都在 10 m 以下。

2.1.2 河流水系

区内河流众多，西江干流从高明边境通过，高明河贯穿整个高明区，属西江一级支流，是高明的母亲河。高明河主要支流有 15 条，其中流域面积 100 ㎢ 以上的二级支流有杨梅河和更楼河两条，其它较小的支流多在高明河的中上游汇入。集水面积超过 100 ㎢ 的河流主要概况如表 2-1-1，高明区水系分布见附图 1。

表 2-1-1　　高明区河流概况表

水　系	河　名	流域面积 (km^2)	多年平均流量 (m^3/s)	主河道天然落差 (m)	主河道长度 (km)	平均坡降 (‰)
西　江	高 明 河	1033	27.36	446	82.4	0.45
高明河	支流更楼河	114	3.04	136	17.84	3.25
高明河	支流杨梅河	191	5.60	569	39.43	3.88

（1）高明河

高明河又名沧江河，是西江下游右岸的一级支流，流域面积 1033 km^2，总河长为 80.78km，平均坡度 0.00045，发源于本区西部合水镇的托盘顶（高程 484 米）。全河横

贯高明东西，干流流经合水、更楼、新圩、明城、人和、西安、三洲等地，在海口村附近流入西江。

目前干流未建有骨干蓄水工程，已建的一批中小型蓄水工程均分布在有关支流，总控制面积为 316.08 km^2。引水工程主要有明城附近的陂闸峰岗陂，总集水面积 492km^2。上游有蛇塘陂和良村陂等。明城以下直到西江边，地势平坦，河涌交错，为堤围区，堤线长达 71.75 km。河口附近建有大型沧江水闸一座。

（2）更楼河

更楼河发源于更楼镇的鬼顶岗（高程 458m），集雨面积 114km^2，河长 17.84km，总落差 447.3m，河道平均坡降 0.00325，在白石桥附近汇入高明河。

更楼河流域地势开阔，坡度较缓，耕地集中。上游筑有中型水库深步水水库一座，控制面积 30.94 km^2，占该流域面积的 27.1%,总库容 1540 万 m^3，是全区最大一宗蓄水骨干工程。支流屏山水建有小（一）型福山水库，大幕水建有小（二）型以下塘库十多宗。

（3）杨梅河

杨梅河发源于皂幕山（高程 805.2m）,流域面积 191km^2，河长 39.43km，总落差 805.2m，河道平均坡降 0.00388,在人和镇下沙附近汇入高明河。主要支流有吉岭水、大布水。两支流在杨梅座角桥附近汇合后称沙水，在高桥下附近再汇入杨梅河。杨梅河在高桥以上又称石水。

杨梅河地形比较复杂，上中游坡度较陡，水力资源较丰富，宜于进行梯级开发，兴建小水电工程。上游建有中型蓄水工程西坑水库一宗，集雨面积 10.5 km^2，总库容 1030 万 m^3，是全区第二大蓄水工程。小（一）型大水坑水库一宗，集雨面积 8.88 km^2，总库容 279 万 m^3。另在中游有小（二）型三亩石水库一宗。

2.1.3 水文气象和水资源特征

（1）雨量

高明区内设有合水、高明（现称明城）、板村、西坑等 4 个雨量站。平原区以高明站（原明城站）统计年限较长，以其为代表。据 1959~2008 年资料统计，多年平均降雨量为 1656mm ，最大降雨量为 2001 年的 2527.8mm ，最小年降雨量为 1991 年的 944mm，两者相差达 2.68 倍。2009 年为平水偏枯年，全区平均降雨量 1540.3mm。

丘陵区以合水站统计年限较大，以其为代表。据 50 年资料统计，最大降雨量为 1961 年的 2427mm，最小年降雨量为 1984 年的 1033mm，两者相差 2.35 倍。降雨量年内分

配不均匀，汛期（4～9 月）多年平均降雨量占全年降雨量的的 80.4～82.6%，而非汛期（10 月至翌年 3 月）只占全年降雨量的不到 20%。而由于本区由山丘和平原构成，降雨在空间的分布不是很均匀，西坑站多年平均雨量要比其它三站明显偏大。雨量变差系数 Cv 在 0.21 ～0.28 之间。

（2）蒸发量

本区缺乏气象站，蒸发量是借用马口站的。据马口站 1981 年～2008 年资料统计，多年水面平均蒸发量（E601 蒸发皿）1007.8mm，一般夏秋高温期蒸发量大，冬春蒸发量小。干旱指数（多年平均蒸发量与多年平均降雨量之比）为 0.69。

（3）地表径流

降水是本区地表径流的唯一来源，多年平均径流深 834.6mm，年产水量 7.84 亿 m^3。丰水年（P=10%）径流量为 10.01 亿 m^3，平水年(P=50%)径流量 7.72 亿 m^3，枯水年(P=90%)径流量 5.82 亿 m^3。年际与年内分配不均的特点与降雨量相似。西江多年平均过境客水量为 2273.5 亿 m^3。

（4）地下水资源

根据表 2-5-4 地下水资源量计算成果，高明区多年平均浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3，其中山丘区多年平均浅层地下水资源量为 1.81 亿 m^3，占 83.8%；平原区多年平均浅层地下水资源量为 0.39 亿 m^3，占 18.0%；两者之间的重复计算量为 0.04 亿 m^3。本区平均浅层地下水资源数量补给模数为 26.5 $m^3/a.km^2$。

（5）水资源总量

高明区本地多年平均水资源总量为 7.92 亿 m^3，其中地表水资源量为 7.84 亿 m^3，浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3，地表水和地下水重复计算量为 2.08 亿 m^3。按 35.42 万常住人口计算，多年平均的人均水资源量为 2236 m^3，比全省人均水资源量（2118 m^3）略高，本地水资源量相对比较丰富。

（6）气温

本区位于北纬 23°30’以南，多年平均气温为 21.6℃,低温月在 1 月，平均 12.8℃,高温月在 8 月，平均 28.2℃,绝对最低为 0℃(1961 年 1 月 9 日),绝对最高为 36℃（1962 年 8 月 28 日）。多年平均日照时数为 1797.8 小时,年平均太阳辐射量为 104.08 千卡/厘米 2。无霜期年平均为 364.1 天，年平均霜日只有 1.6 天。

（7）台风

高明区纬度较低，距海岸线约 100 公里左右。发源在太平洋或南海海面的台风，如

在惠阳地区至湛江地区以东的范围登陆，对本区有一定影响，其中以在珠江口一带登陆的台风威胁较大。据统计，解放以来对高明区造成严重影响的台风有 55 次，平均每年 1.08 次。

2.1.4 土壤地质特征

高明区老香山、鬼顶岗、皂幕山、鸡笼山等主要山脉所在的山丘区（西部及西南地区），其地质除部份为沙砾岩外，成土母质较普遍为黑云母花岗岩。以上岩系在暖湿气候条件下风化强烈，无机盐类淋溶大，铁、铝质易于沉积，因而形成较厚的风化层和厚层赤红壤。一般在山地顶部分布沙场砾岩，风化破裂后生成碎屑石质土，中层坡地顶部分布沙砾岩，风化破裂后生成碎屑石质土，中层坡地为粗骨赤红壤土，下层为薄层赤红壤土，谷地多红、黄色沙壤土，酸性反应较强。

中部较高的鹿洞山，地质属泥盆纪紫红色沙页岩，其断层间有石灰岩。东北部的凌云山属侏罗纪泥质页岩，并夹有较厚的煤层，其他较低的山丘，母质除粉砂岩或泥质页岩之外，还零星分布着第三纪的红色沙砾岩。由流域中部渐次向中下游东部延伸的开阔台阶地和沿河谷地一带，主要为宽谷冲积和现代河流冲积层，广泛分布着棕黄色沙壤土或棕黑色粘壤土，一般呈弱酸性或中性反应。

高明河流域中下游明城以下及东北部西江沿岸平原堤围区，大部份为河流沉积物，部分过去是沼泽土，底部有泥炭层。广泛分布着棕黑色粘壤土和含腐植质的黝黑色粘土，土质多呈中性或微碱性反应。

2.2 降水

2.2.1 资料收集与站点选用

本次收集的高明区境内高明站、合水站、西坑站、板村站的降水实测资料为气象，水文部门整编或刊印资料。4 个雨量站的基本情况见表 2-2-1，位置见附图 2，其测站位置合理，站点覆盖高明区各个镇，能够较为准确地反映各区的降雨情况；观测时间长、连续性较好，观测精度符合水文资料整编规范的要求，经审查认为可靠性强、质量较好。

本次采用序列年限为 1959～2008 年，长达 50 年，其中板村站 1981 年，合水站 1960 年、1996 年、1997 年缺测，年份为 4 年。利用地理内插法对板村站 1981 年，合水站 1960 年、1996 年、1997 年逐月雨量进行插补后资料系列较完整，符合评价所需资料要求。

表 2-2-1　　高明区年降雨选用站情况表

站码	雨量站名称	所在河流	设站年份	测站地址	东经	北纬
81320120	高明	高明河	1944	高明区明城镇峰江水闸	112°41′	22°51′
81320080	合水	高明河	1956	高明区更合镇香山	112°27′	22°45′
81320140	西坑	西坑水库	1958	高明区杨和镇西坑水库	112°46′	22°42′
81321320	板村	泗合水	1957	高明区更合镇板村	112°33′	22°39′

2.2.2 系列代表性分析

对资料系列代表性进行分析，以便分析不同长度系列统计参数的稳定性以及对1959～2008 年同步期系列年降雨量的代表性进行评价，并为水资源合理配置提供有代表性的基础资料。

同步期系列的代表性分析，主要是通过分析统计参数均值$\overline{X}$和变差系数 C_v的稳定性并进行评价。均值$\overline{X}$采用算术平均值方法计算，即均值：

$$\overline{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i \qquad (2\text{-}2\text{-}1)$$

其中：X_i为年降水量；n 为系列年数。

变差系数 C_v用矩法计算值作为初值，计算公式为：

$$C_V=\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(K_i-1)^2}{n-1}} \qquad (2\text{-}2\text{-}2)$$

其中：K_i为模比系数，$K_i=X_i/\overline{X}$。

然后再固定均值和 C_s=2C_v，采用皮尔逊III型理论频率曲线对 C_v计算值进行适线调整，适线时尽量照顾平、枯水年的大部分点据，尽可能使理论频率曲线与经验点据配合较好，从而确定 Cv 适线值。

按以上计算方法得到各代表站 1959~2008 年、1959~1979 年、1971～2008 年、1979~2008 年 4 个系列的多年平均降水量$\overline{X}$、C_v值以及不同频率（P=10%、20%、50%、75%、90%、95%、97%）的年降水量值，计算成果见表 2-2-2～表 2-2-4。

表 2-2-2　　高明区选用雨量站年降水量特征值（1959～2008 年系列）

雨量站	最大值		最小值		平均年降水量（mm）				1959～2008 年 C_v 值
	年降水量	出现年份	年降水量	出现年份	1959～2008 年	1959～1979 年	1971～2008 年	1979～2008 年	
高明	2527.8	2001	942.2	1991	1656.3	1730.7	1645.0	1598.9	0.203
合水	2425.7	1961	1031.9	1984	1605.1	1693.5	1594.8	1541.8	0.205
西坑	3038.0	1973	843.2	1996	1843.7	2081.2	1795.0	1672.7	0.262
板村	2557.4	1981	1050.5	1977	1641.7	1641.5	1654.5	1639.0	0.214

表 2-2-3　高明区雨量站各月或年降水量统计表

站名	实测年份	年数	多年平均降水量（mm）												
			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
高明	1959~2008	50	39.7	65.0	76.7	165.6	249.7	265.4	213.0	258.1	180.2	69.6	45.2	28.1	1656.3
合水	1959~2008	50	36.1	60.9	76.7	156.1	239.0	262.2	199.8	245.3	191.0	71.3	41.6	25.1	1605.1
西坑	1959~2008	50	36.7	62.5	78.2	174.4	271.2	323.5	250.0	287.2	217.8	74.1	45.1	23.0	1843.7
板村	1959~2008	50	34.9	59.2	73.2	173.4	239.2	278.8	205.2	254.6	190.1	67.4	41.2	24.4	1641.7

根据表 2-2-4 结果，对 4 个测站分析不同序列的均值和变差系数与长序列的均值与变差系数比值，成果见表 2-2-5。统计出 4 个雨量站的长短序列均值、变差系数比值变化范围如表 2-2-6。长短序列比值均值在 0.95~1.05、Cv 在 0.90~1.10 范围，即长短序列均值相对误差±5%、变差系数相对误差±10%作为短序列统计参数稳定性的要求，从各站上列长度序列比值的变化范围来看，各站均值及变差系数达到稳定序列的年数约为 30 年。30 年序列统计参数与同期长序列统计参数比值的变化范围，均值为 0.91~1.00，而变差系数为 0.91~1.05，在允许范围内。

综上所述，此次评价选用的 4 个站点，以 50 多年的序列作为同步期序列，其统计参数可认为有一定的代表性。

表 2-2-4　高明区长序列雨量站各统计年限年降水量特征值对比

雨量站名称	统计年限	年数	统计参数			不同频率年降水量（mm）						
			均值(mm)	Cv	Cs/Cv	10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
高明	1959～2008	50	1656.3	0.21	2	2114.8	1939.8	1632.1	1410.4	1229.1	1128.6	1066.5
	1959～1979	21	1730.7	0.21	2	2209.8	2026.9	1705.3	1473.7	1284.3	1179.3	1114.4
	1971～2008	38	1645.0	0.21	2	2100.4	1926.5	1620.9	1400.8	1220.7	1120.9	1059.2
	1979～2008	30	1598.9	0.22	2	2063.0	1884.9	1573.2	1349.7	1167.9	1067.5	1005.6
合水	1959～2008	50	1605.1	0.22	2	2071.0	1892.2	1579.2	1354.9	1172.4	1071.6	1009.5
	1959～1979	21	1693.5	0.24	2	2230.7	2022.7	1661.1	1404.6	1197.9	1084.8	1015.4
	1971～2008	38	1594.8	0.21	2	2036.2	1867.7	1571.4	1358.0	1183.4	1086.7	1026.9
	1979～2008	30	1541.8	0.2	2	1947.8	1793.5	1521.3	1324.1	1162.2	1072.0	1016.1
西坑	1959～2008	50	1843.7	0.28	2	2528.4	2258.2	1795.7	1474.4	1220.7	1084.2	1001.6
	1959～1979	21	2081.2	0.25	2	2769.6	2501.7	2038.0	1710.7	1448.4	1305.4	1218.0
	1971～2008	38	1795.0	0.31	2	2534.8	2238.9	1737.8	1395.2	1128.9	987.7	902.9
	1979～2008	30	1672.7	0.27	2	2271.3	2036.2	1632.3	1350.1	1126.3	1005.3	931.8
板村	1959～2008	50	1641.7	0.23	2	2140.3	1948.1	1612.8	1373.7	1180.2	1073.7	1008.3
	1959～1979	21	1641.5	0.24	2	2162.3	1960.6	1610.1	1361.5	1161.2	1051.5	984.3
	1971～2008	38	1654.5	0.23	2	2157.1	1963.4	1625.5	1384.5	1189.4	1082.1	1016.2
	1979～2008	30	1639.0	0.23	2	2136.8	1945.0	1610.2	1371.5	1178.2	1072.0	1006.6

表 2-2-5　高明区各雨量站长短序列均值和变差系数比值表

雨量站	长序列统计参数				长短序列统计参数之比			
	n=50（1959～2008）		n=38（1971～2008）		n=30（1979～2008）		n=21（1959～1979）	
	$\overline{X}_N$	C_{VN}	$K_{\overline{X}}$	K_{Cv}	$K_{\overline{X}}$	K_{Cv}	$K_{\overline{X}}$	K_{Cv}
高明	1656.3	0.21	0.99	1.00	0.97	1.05	1.04	1.00
合水	1605.1	0.22	0.99	0.95	0.96	0.91	1.06	1.09
西坑	1843.7	0.28	0.97	1.11	0.91	0.96	1.13	0.89
板村	1641.7	0.23	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	1.04

表 2-2-6　$K_{\overline{X}}$、K_{Cv} 变化范围表

序列	$K_{\overline{X}}=\frac{\overline{X}_n}{\overline{X}_N}$	$K_{cv}=\frac{C_{vn}}{C_{vN}}$	统计站数
n=38（1971~2008 年）	0.97~1.01	0.95~-1.11	4
n=30（1979~2008 年）	0.91~1.00	0.91~-1.05	4
n=21（1959~1979 年）	1.00~1.13	0.89~1.09	4

2.2.3 单站年降水量统计参数分析

2.2.3.1 统计参数的计算

高明区选用站点的 1959～2008 年降水系列为同步期资料系列，系列均值采用算术平均法计算；C_V 值采用矩法计算；分别统计出选用站年降水量的最大值，最小值以及 1959~2008 年，1959～1979 年，1971～2008 年，1979～2008 年四个系列的年降水均值和 1959~2008 年的 C_V 值，结果见表 2-2-2。

首先用矩法计算变差系数 C_V 设为初始值，然后固定均值和 $C_S = 2C_V$，采用皮尔逊Ⅲ型理论频率曲线进行适线调整 C_V 值，计算 1959~2008 年、1959~1979 年、1971～2008 年和 1979~2008 四个系列的统计参数（均值、Cv、Cs/Cv）及不同频率（P=10%、20%、50%、75%、90%、95%、97%）的年降水量，成果见表 2-2-4、表 2-2-5。

2.2.3.2 统计参数的合理性分析

重点分析比较选用站点的同步期系列（1959～2008 年）与 1959~1979 年系列的计算成果（均值 $\bar{X}$、Cv 值）。高明、合水、西坑、板村四个雨量站的均值相对差($(\overline{X}_{50}-\overline{X}_{21})/\overline{X}_{50}$ ×100%)分别为-4.5%、-5.5%、-12.9%、0.009%。其中小于±5%的共 2 站，占分析选用站的 50%，其中相对差小于±3%的有 1 站，占 25%。相对差分布有 3 个为负值，为明显的地区性负值分布。

高明区选用站点的 Cv 值的变化较大，Cv 值变化值小于±10%的站有 3 个，占分析选用站的 75%，Cv 值变化负值的占 50%，正值的占 25 %，说明大部分站点随着系列的延长，离散程度减少。

2.2.4 年降水量计算

以选用雨量站 1959～2008 年的年降水量系列为基础，采用泰森多边形法计算高明区 1959～2008 年的年降水量系列，结果见表 2-2-7。

分析高明区年降水量特征值，统计包括 1959～2008 年、1959～1979 年、1971～2008 和 1979～2008 年四个不同年段降水量的年均值、Cv 值及不同频率（P=10%、20%、50%、75%、90%、95%、97%）的年降水量，结果见表 2-2-8。

表 2-2-7　　高明区逐月降水量序列　单位：mm

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
1959	4.0	170.1	148.6	168.9	255.5	358.6	267.2	252.2	147.5	0.9	0.3	18.5	1792.2
1960	33.3	5.4	78.7	40.0	276.5	202.2	164.1	516.1	183.2	44.1	56.3	9.4	1609.4
1961	10.8	95.2	65.0	576.6	194.7	281.5	322.0	296.8	437.0	13.3	90.3	28.2	2411.4
1962	7.8	38.5	35.2	108.0	290.6	344.4	130.1	118.1	268.7	32.9	121.5	1.3	1497.1
1963	7.7	14.1	28.6	10.7	73.7	227.3	329.5	95.0	227.8	59.8	56.2	32.7	1163.1
1964	63.5	17.8	81.0	80.7	372.3	249.2	153.7	336.1	356.2	147.4	2.9	2.1	1863.0
1965	8.3	76.8	61.0	378.1	194.0	390.9	236.7	105.3	509.1	113.3	193.2	22.8	2289.5
1966	3.0	40.2	129.5	269.2	112.0	487.4	379.4	129.8	8.8	49.9	8.1	25.8	1643.1
1967	41.6	100.7	38.0	123.0	205.5	206.5	58.4	497.3	49.1	9.2	76.8	14.6	1420.7
1968	12.9	106.6	117.3	117.9	303.8	241.8	180.9	290.9	122.1	17.0	14.0	23.2	1548.4
1969	167.2	50.5	76.9	164.9	260.2	246.1	242.2	130.6	87.3	59.1	11.7	2.0	1498.6
1970	47.2	12.5	48.9	110.3	331.5	269.8	176.3	376.9	253.1	166.1	4.1	24.8	1821.5
1971	30.3	14.0	8.4	170.5	295.7	368.8	272.9	166.9	113.3	40.7	0.0	131.8	1613.3
1972	27.3	44.4	24.6	169.3	425.1	272.8	187.6	322.0	182.1	106.7	191.0	50.0	2002.9
1973	89.8	11.5	31.6	199.9	334.0	214.0	263.0	526.5	299.8	60.2	29.7	0.0	2059.9
1974	22.6	39.6	57.2	169.0	242.5	401.5	324.8	151.5	75.4	135.5	22.5	44.1	1685.9
1975	73.0	96.8	136.7	120.5	355.3	335.0	188.5	388.1	181.8	363.2	14.8	39.6	2293.2
1976	6.4	25.0	83.7	169.8	243.3	240.9	292.6	358.8	325.2	139.5	0.0	11.5	1896.8
1977	23.1	6.4	20.9	51.2	166.2	189.0	243.3	208.9	242.6	52.9	0.2	33.7	1238.3
1978	23.0	28.4	69.8	223.4	359.8	392.6	122.6	469.5	147.8	204.1	50.0	2.0	2093.0
1979	33.6	73.0	98.0	148.9	209.6	176.1	191.1	330.8	278.7	0.0	0.4	0.3	1540.3
1980	7.9	69.8	77.6	310.9	408.2	129.6	232.9	241.7	33.8	55.2	0.1	0.1	1568.0
1981	24.3	29.7	153.6	284.0	203.7	332.0	353.7	163.5	357.2	167.8	71.6	0.7	2141.8
1982	3.2	60.1	86.4	225.1	256.0	138.6	200.0	222.4	85.2	18.5	181.4	37.6	1514.4
1983	188.2	366.1	211.4	170.5	283.7	191.1	66.7	176.2	252.5	149.4	0.6	4.2	2060.5
1984	10.8	4.4	15.4	155.9	215.7	247.6	91.1	187.2	76.7	0.1	24.6	7.8	1037.2
1985	19.6	211.7	100.7	198.2	206.2	159.7	105.3	387.7	207.3	25.4	4.7	6.2	1632.7
1986	0.1	61.3	57.9	109.9	218.7	302.7	223.3	202.0	95.1	43.4	34.6	37.6	1386.6
1987	5.1	23.3	120.9	158.5	239.5	207.3	286.5	180.6	216.8	46.4	43.8	0.8	1529.5
1988	20.4	48.3	98.6	113.6	211.7	207.3	248.5	231.1	36.9	199.3	119.6	59.2	1594.3
1989	107.6	7.9	99.0	200.8	626.8	163.3	141.5	102.2	64.9	7.7	0.6	48.6	1571.0
1990	80.9	244.3	33.9	132.7	237.1	212.9	132.3	48.9	135.2	17.4	142.8	0.0	1418.3
1991	42.1	5.0	90.6	27.8	108.7	226.7	244.7	147.7	48.6	19.9	13.8	30.6	1006.1
1992	63.8	159.5	123.3	223.3	203.5	240.0	205.0	107.9	159.2	10.0	7.0	48.4	1550.6

续表 2-2-7

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
1993	38.8	13.8	23.8	188.2	292.8	357.8	72.8	197.1	377.6	48.6	202.6	2.7	1816.6
1994	1.8	76.8	72.3	51.3	160.0	243.9	321.3	244.4	154.1	3.1	0.3	134.8	1464.2
1995	40.0	59.8	81.6	150.3	91.8	289.5	277.8	381.5	91.3	285.4	4.4	6.7	1760.1
1996	5.0	81.2	92.8	157.6	230.9	140.1	193.0	197.8	312.7	7.0	1.8	1.6	1421.4
1997	56.9	92.9	86.8	254.3	204.1	336.1	260.4	250.9	183.5	86.3	10.8	23.5	1846.5
1998	48.6	73.9	30.9	171.1	469.9	397.1	150.1	135.0	95.9	38.6	19.3	6.5	1636.9
1999	28.0	0.2	42.7	158.6	152.4	244.0	190.8	402.6	227.5	19.7	23.7	71.2	1561.3
2000	14.3	24.6	51.7	397.4	176.2	146.7	335.5	88.0	92.8	140.3	84.4	54.1	1605.8
2001	80.8	109.4	81.6	211.1	308.0	361.6	464.8	330.8	256.1	20.7	13.1	112.9	2350.8
2002	53.8	13.3	158.7	23.1	184.6	124.1	232.4	506.9	369.9	138.3	55.1	60.3	1920.2
2003	17.9	18.2	91.6	35.1	118.0	379.4	107.8	378.1	233.2	7.2	43.6	0.1	1430.2
2004	58.1	63.3	52.6	120.2	172.0	166.5	204.6	244.8	71.9	0.0	7.5	0.0	1161.4
2005	8.6	42.4	85.1	98.6	248.6	378.2	139.4	302.0	167.0	1.2	1.4	0.1	1472.5
2006	11.7	74.2	67.8	80.6	317.8	373.0	287.2	313.6	196.3	38.9	97.3	29.4	1887.7
2007	27.1	28.4	30.9	179.7	201.9	271.8	90.8	308.9	129.8	20.9	2.0	11.3	1303.4
2008	109.4	39.7	70.5	121.3	224.3	609.8	142.4	206.8	172.7	82.6	50.9	12.3	1842.9
平均	38.2	63.4	76.6	165.6	249.5	273.5	214.6	259.1	188.0	70.3	44.1	26.6	1669.5

表 2-2-8　高明区年降水量特征值

统计年限	年数	统计参数			不同频率年降水量(mm)						
		均值(mm)	Cv	Cs/Cv	10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
1959～2008	50	1669.5	0.21	2	2131.6	1955.2	1645.0	1421.6	1238.9	1137.6	1075.0
1959～1979	21	1761.0	0.22	2	2272.2	2076.1	1732.7	1486.6	1286.3	1175.8	1107.6
1971～2008	38	1655.7	0.21	2	2114.0	1939.0	1631.4	1409.8	1228.6	1128.2	1066.1
1979～2008	30	1601.1	0.20	2	2022.7	1862.5	1579.8	1375.1	1206.9	1113.2	1055.2

综合考虑地形，测站位置、覆盖范围等因素。荷城街道、明城镇采用高明雨量站资料，杨和镇采用高明站和西坑站雨量的平均值，更合镇采用合水站与板村站雨量的平均值，统计高明区各镇（街道）1959~2008 年长系列年降水量均值、Cv 值及不同频率（P=10%、20%、50%、75%、90%、95%、97%）的年降水量。结果分别见表 2-2-9。

表 2-2-9　高明区各镇（街道）年降水量特征值

行政区	统计年限	年数	统计参数			不同频率年降水量(mm)						
			均值(mm)	Cv	Cs/Cv	10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
荷城街道	1959～2008	50	1656.3	0.21	2.0	2114.8	1939.8	1632.1	1410.4	1229.1	1128.6	1066.5
杨和镇	1959～2008	50	1750.0	0.23	2.0	2281.6	2076.7	1719.2	1464.4	1258.0	1144.6	1074.8
明城镇	1959～2008	50	1656.3	0.21	2.0	2114.8	1939.8	1632.1	1410.4	1229.1	1128.6	1066.5
更合镇	1959～2008	50	1623.4	0.21	2.0	2072.7	1901.1	1599.6	1382.3	1204.7	1106.2	1045.3
合计	1959～2008	50	1669.5	0.21	2.0	2131.6	1955.2	1645.0	1421.6	1238.9	1137.6	1075.0

2.2.5 降水量的空间分布

根据各行政区多年平均年降水量的统计结果（表 2-2-9），高明区的降雨空间分布如图 2-2-1 所示。从各行政区降雨量比较来看，杨和镇雨量比较丰沛，更合镇降雨量相对较小。荷城街道和明城镇接近高明平均值。

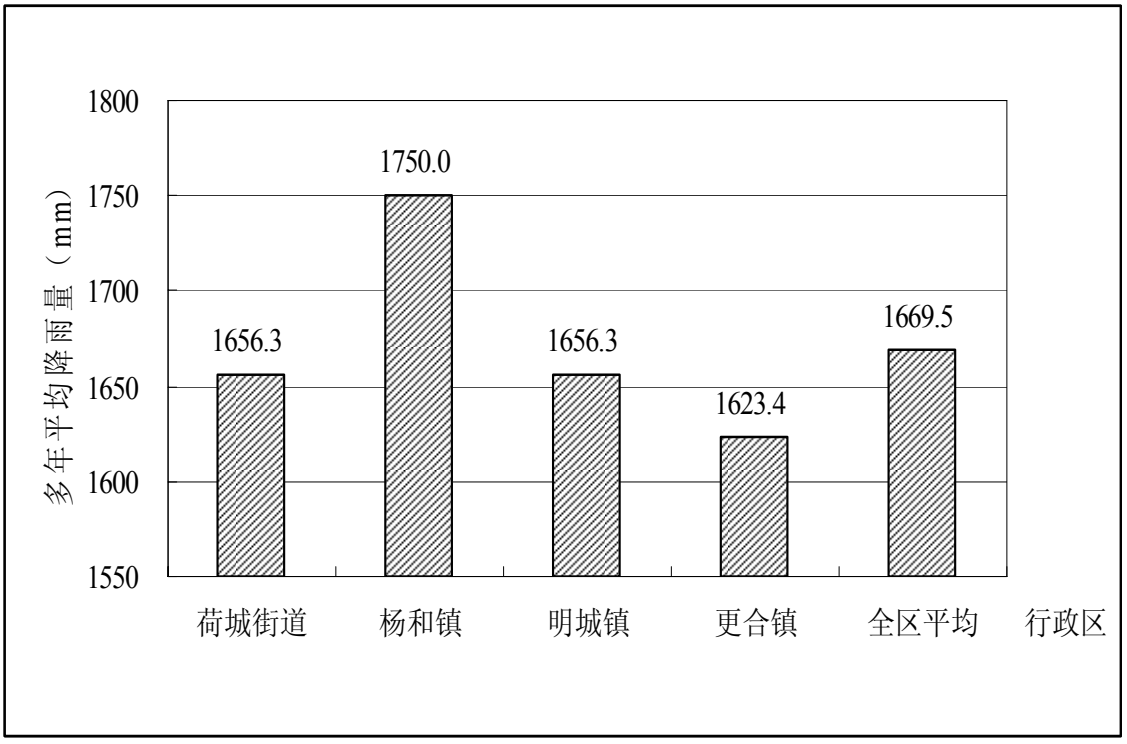


图 2-2-1　高明各行政区的多年平均降雨量比较分析

2.2.6 降水量的年内变化

高明西、北部以低山、丘陵为主，东部和东北部为冲积平原。形成西、北面环山，西南向东北走向由高至低的狭长地形。高明区属亚热带气候区，日照充足、雨量充沛、气候温和而湿润。由于地势较为平坦，大气动力条件差，及受季风影响，降水量年内分配很不均匀。

2.2.6.1 降水量的多年平均月分配

区内高明、合水、西坑、板村 4 个雨量站的多年月平均降水量及连续最大四个月降水量统计情况见表 2-2-10。

表 2-2-10 高明区各站多年平均降水量及月分配（1959～2008 年）

站名	多年平均降水量月分配（mm）													连续最大四个月		
	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年	降水量（mm）	占年降水量(%)	出现月份
高明	39.7	65.0	76.7	165.6	249.7	265.4	213.0	258.1	180.2	69.6	45.2	28.1	1656.3	986.2	59.5	5~8
合水	36.1	60.9	76.7	156.1	239.0	262.2	199.8	245.3	191.0	71.3	41.6	25.1	1605.1	946.3	59.0	5~8
西坑	36.7	62.5	78.2	174.4	271.2	323.5	250.0	287.2	217.8	74.1	45.1	23.0	1843.7	1131.9	61.4	5~8
板村	34.9	59.2	73.2	173.4	239.2	278.8	205.2	254.6	190.1	67.4	41.2	24.4	1641.7	977.7	59.6	5~8

从表 2-2-10 中可以看出，高明区降水冬春少、夏秋多、汛期雨量集中。多年平均连续最大四个月降雨量，全部的测站都出现在 5～8 月份，其雨量占全年降雨的 59.0~61.4%。多年平均汛期（4～9 月）降雨量占全年降雨量的的 80.4~82.6%，而非汛期（10 月至翌年 3 月）只占全年降雨量的不到 20%。

2.2.6.2 典型年的降水月分配

高明区共选用 4 站进行典型年降水月分配的分析工作。分析计算不同频率 P=10%、20%、50%、75%、90%、95%、97%（按适线的频率）典型年和多年平均降水量月分配，结果见表 2-2-11。

表 2-2-11　高明区各站典型年降水量月分配表　（单位：mm）

雨量站名称	降水量															汛期	
	典型年	出现年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	起止月份	降水量
高明	丰水年P=10%	1978	16.5	25.5	56.7	232.8	360.1	459.1	92.7	459.9	126.7	193.1	46.9	2.1	2072.1	4～9	1731.3
	偏丰年P=20%	1973	85	3	35	175	285	179	269	544	275	60	26	0	1936	4～9	1727.0
	平水年P=50%	1966	0.2	27.8	132.4	281.7	104.6	525.3	358.6	126.9	2.9	37.2	3.9	23.3	1624.8	4～9	1400.0
	偏枯年P=75%	1962	8.2	23	47.1	107.7	275.5	338.4	118	113.3	245.5	29.9	135	0.7	1442.3	4～9	1198.4
	枯水年P=90%	1977	23.2	4.7	19.7	36.7	188.1	210	248	222.1	222	62.9	0	34.2	1271.6	4～9	1126.9
	枯水年P=95%	2004	58.5	63	63	120	166.5	176	180.5	262.5	61.5	0	6	0	1157.5	4～9	967.0
	特枯年P=97%	1963	9.5	16.5	31.3	9.5	83.1	227.3	303.7	54.1	172.5	68.7	51.8	31.2	1059.2	4～9	850.2
	多年平均		39.7	65.0	76.7	165.6	249.7	265.4	213.0	258.1	180.2	69.6	45.2	28.1	1656.3	4～9	1332.0
合水	丰水年P=10%	1978	39.3	35.1	86.6	145.3	417.4	309.1	130.4	484.2	158.2	195.7	55.2	1.8	2058.3	4～9	1644.6
	偏丰年P=20%	1973	96	22	30	192	266	137	259	437	322	63	32	0	1856	4～9	1613.0
	平水年P=50%	2005	9.5	48	105.5	108.5	289	453.5	129	261.5	168.5	1	3	0.5	1577.5	4～9	1410.0
	偏枯年P=75%	1999	35.2	0	57.9	191.5	140.2	224.2	161	316.8	141.3	19.8	15.1	52.8	1355.8	4～9	1175.0
	枯水年P=90%	2007	27.5	30	37	168	205	261.5	96.5	263.5	121	27	2.5	14	1253.5	4～9	1115.5
合水	枯水年P=95%	2004	54	59.5	8.5	116	132.5	128	243.5	188.5	105	0	15.5	0	1051	4～9	913.5
	特枯年P=97%	1984	9.1	4.7	22.9	175.7	200.9	168.9	73	246.7	89.1	0	36	4.9	1031.9	4～9	954.3
	多年平均		36.1	60.9	76.7	156.1	239.0	262.2	199.8	245.3	191.0	71.3	41.6	25.1	1605.1	4～9	1293.5
西坑	丰水年P=10%	1981	18.1	37.8	134	257	248.7	511.3	462.1	252.3	336.7	195.5	95.2	1.1	2549.8	4～9	2068.1
	偏丰年P=20%	1961	11.9	52.4	86.1	579.4	168.3	160.9	315.5	380.5	428	62.4	51.5	9.2	2306.1	4～9	2032.6

续表 2-2-11

雨量站名称	降水量															汛期	
	典型年	出现年份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	全年	起止月份	降水量
	平水年P=50%	1999	26.5	1.2	52.9	174.8	199.1	274.6	231.3	497.3	258.1	7.3	25.1	61	1809.2	4～9	1635.2
	偏枯年P=75%	2005	9	52	105	72.5	283	389	127	244.5	162.5	0.5	0.5	0	1445.5	4～9	1278.5
	枯水年P=90%	1994	3.2	89	48	37.1	80.4	232	307.3	186.6	162.2	12.4	0	94.1	1252.3	4～9	1005.6
	枯水年P=95%	1995	39.5	60.1	37.7	68.1	65.7	260	237.7	213.3	30	97.8	6	2.7	1118.6	4～9	874.8
	特枯年P=97%	1991	49	9.5	70.9	22.1	85.8	221.2	264.3	189.4	54.5	32.2	14.1	31	1044	4～9	837.3
	多年平均		36.7	62.5	78.2	174.4	271.2	323.5	250.0	287.2	217.8	74.1	45.1	23.0	1843.7	4～9	1524.1
板村	丰水年P=10%	2008	104.5	30.5	48.5	114.5	221.5	784.5	169.5	269	263.5	68.5	64	8.5	2147	4～9	1822.5
	偏丰年P=20%	1973	94	16	20	229	345	232	159	398	312	56	40	0	1901	4～9	1675.0
	平水年P=50%	1996	2	59.2	58.3	148.9	206.6	167.8	238.1	262.7	428.8	24.7	3.8	1.7	1602.6	4～9	1452.9
	偏枯年P=75%	1974	22	31	67	179	188	243	234	64	130	167	20	32	1377	4～9	1038.0
	枯水年P=90%	1984	16.2	6.9	28.5	220.1	224.4	224.7	41.4	262.1	94.7	0	43.2	6.7	1168.9	4～9	1067.4
	枯水年P=95%	1977	22.5	4	24.5	47.2	136.4	163.6	212.1	206.6	181.3	24.3	0	28	1050.5	4～9	947.2
	特枯年P=97%	1977	22.5	4	24.5	47.2	136.4	163.6	212.1	206.6	181.3	24.3	0	28	1050.5	4～9	947.2
	多年平均		34.9	59.2	73.2	173.4	239.2	278.8	205.2	254.6	190.1	67.4	41.2	24.4	1641.7	4～9	1341.3

选取典型年时，除考虑其年降水量与设计值一致以外，还依据其降水年内分配对农业需水和径流调节不利原则，选取月分配不均匀，且丰水年汛期雨量比较大、枯水年的枯水期雨量较少的年份。同时由于枯水年（设计频率 P=95%）与特枯年（设计频率 P=97%）的设计年降水量差值仅为 55~90mm，导致有少部分站点的枯水年和特枯年选用的典型年为同一年。

不同雨量站的丰、枯年型年降水量变化差值相差不大，丰水年（P=10%）与特枯年（P=97%）的差值均在 930～1600mm 之间。各站不同丰、枯年型的降水年内分配，与

平水年比较，丰水年主要是汛期降水分配偏多，而枯水年主要是枯水期降水分配偏少。

另外，降水的年内分配也因降水丰、平、枯年的不同而有明显差异，与降水多年平均月分配比较，一般情况为同一地区平水年的降水月分配与多年平均降水月分配大体一致，而丰水年则是汛期降水分配偏多，枯水年则是枯水期降水分配偏少。

2.2.7 降水量的年际变化

降水的年际变化可选取长系列的代表站来分析其降水趋势和年际变化规律，同时还通过各站年降水量的丰枯极值比、变差系数 Cv 的变化来分析不同站年降水量的年际变化。

2.2.7.1 降水量年际变化

降水量年际变化主要分析依据是各雨量站 1959~2008 年同步期降水系列，主要通过年降水量变差系数 Cv、丰枯极值比来分析分区降水量年际变化。

年降水量变差系数 Cv 值，反映年降水量相对变化幅度的大小。Cv 值大，表明年降水量的年际变化剧烈；Cv 值小，表明年降水量的年际变化和缓。年降水量丰枯极值比也能够反映年降水量的多年变化的幅度。通常年降水量变差系数 Cv 值大的区域，年降水量丰枯极值比也大；反之就小。

可从单站系列和来分析本区年降水量的年际变化幅度。用矩法估算和分析各雨量站 1959~2008 年系列的 Cv 值结果见表 2-2-4。

从单站来看，高明、合水、西坑、板村 4 个代表雨量站的 Cv 值变化范围为 0.21~0.28。其中，年际变化幅度最小的是高明站。离散程度最大的是西坑站。丰枯极值比的变化范围为 2.3~3.6，比值最小的是合水站，最大的是西坑站。

2.2.7.2 降水量的年际变化规律

采用滑动平均法来分析降水量变化趋势，并通过提取时间系列振荡周期的功率谱分析方法分析年降水量的周期变化，来综合反映本区降水的年际变化规律。

（1）滑动平均趋势分析

滑动平均是趋势拟合技术的最基本的方法，用确定时间系列的平滑值来显示变化趋势。对高明区 1959~2008 年年平均降雨序列进行滑动平均趋势分析，得到的趋势曲线如图 2-2-2～图 2-2-6 所示。

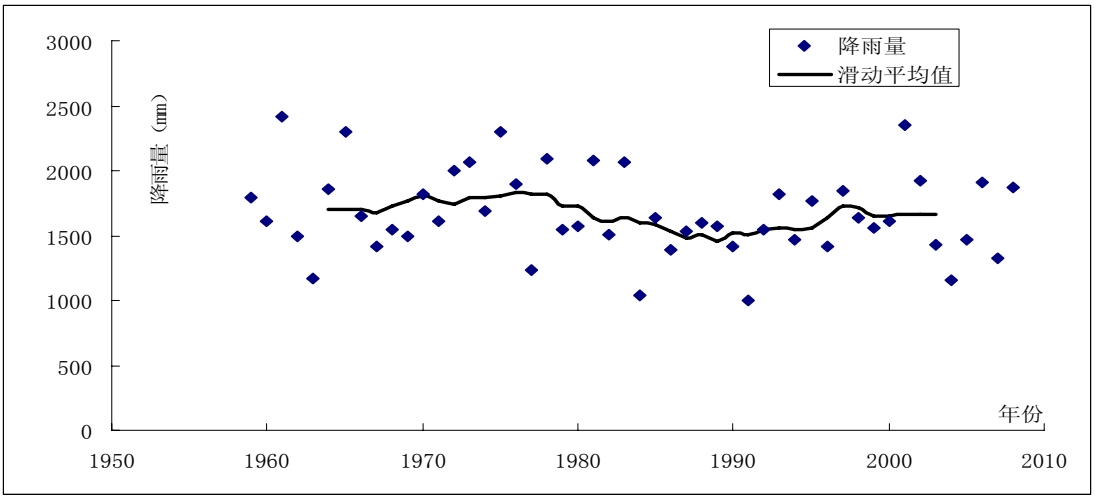


图 2-2-2 高明区年平均降水序列趋势图

从图中我们可以看到，高明区降水一直存在小幅波动，1980-1997 年的降水相对较少，1999 年出现较高值，之后又有所下降。

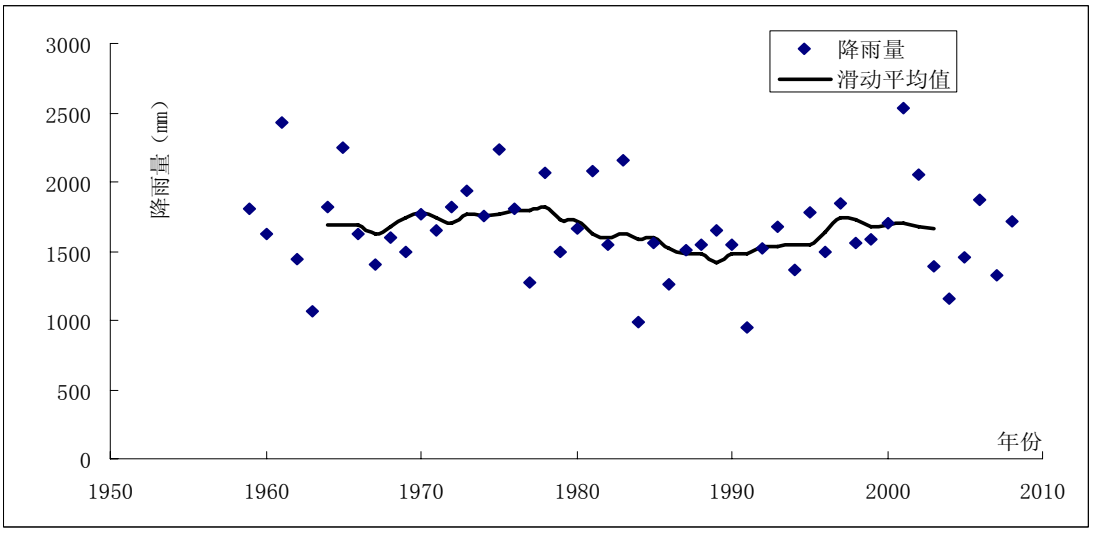


图 2-2-3 荷城街道年平均降水序列趋势图

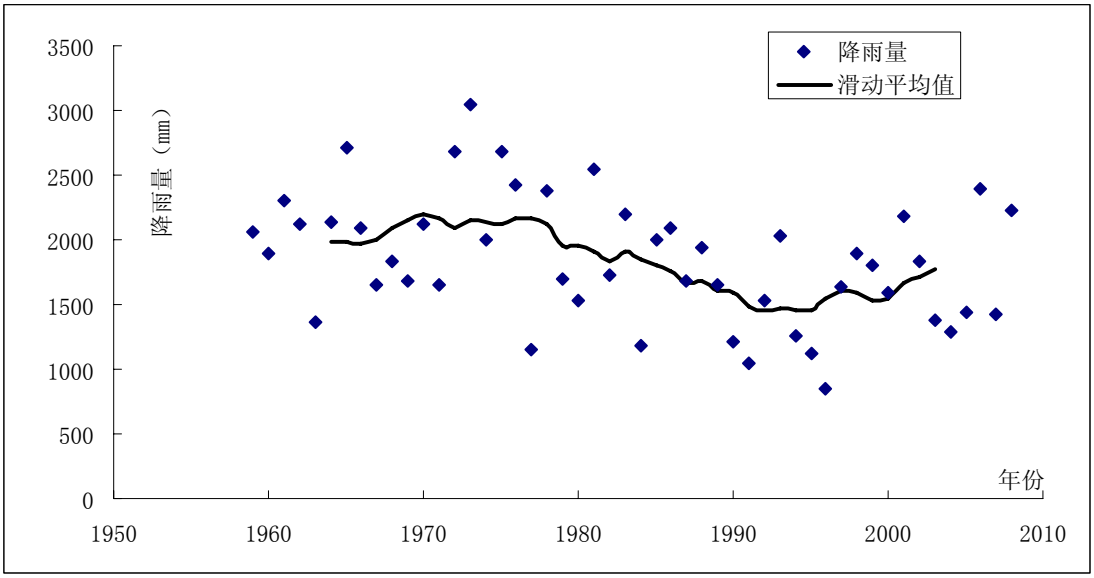


图 2-2-4 杨和镇年平均降水序列趋势图

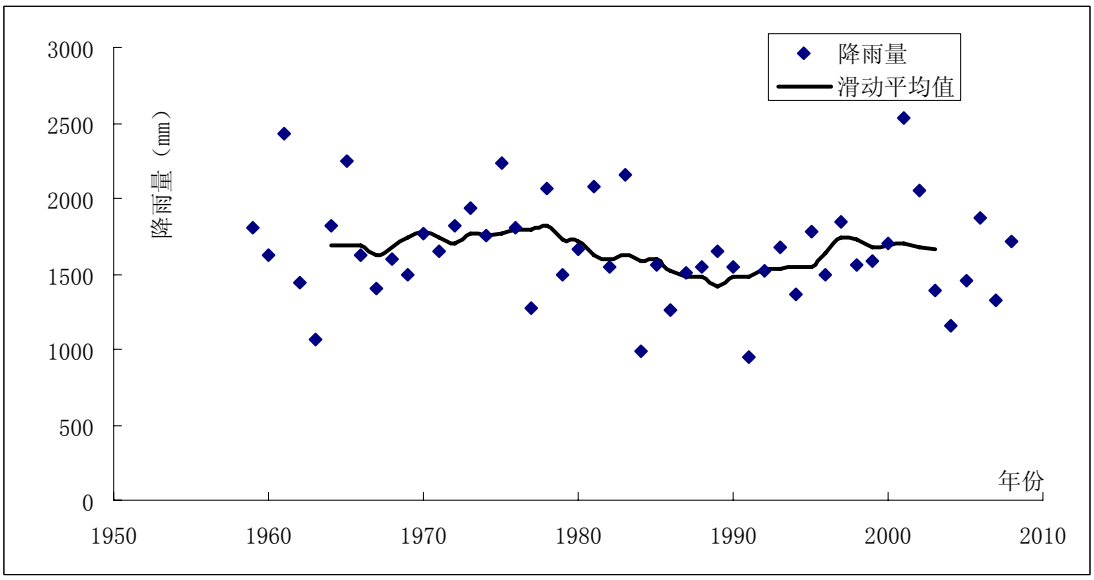


图 2-2-5 明城镇年平均降水序列趋势图

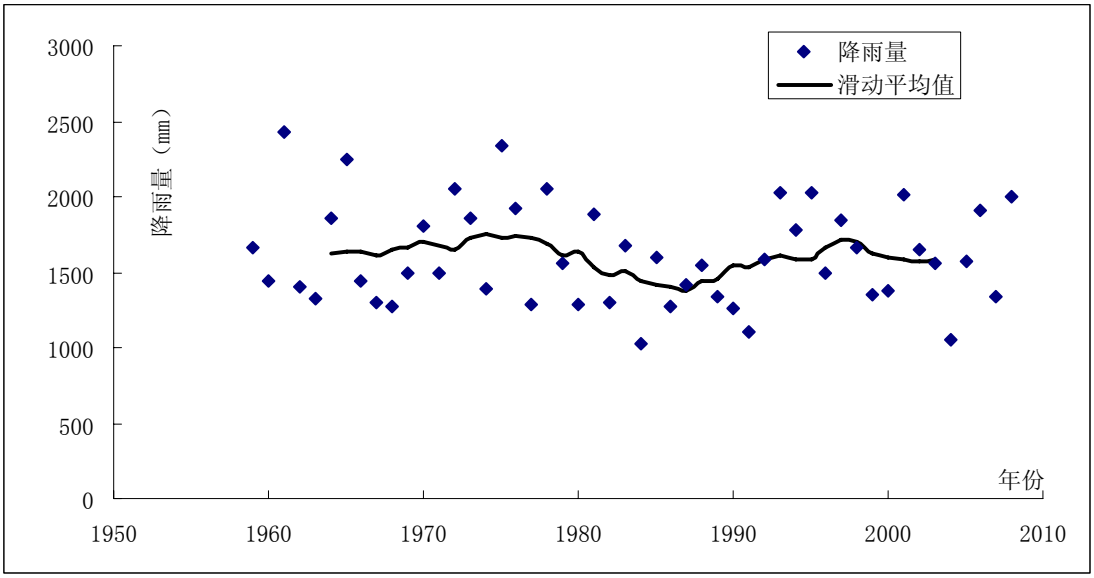


图 2-2-6 更合镇年平均降水序列趋势图

（2）周期性分析

水文现象的时程变化既具有随机性又具有周期性。通常可用时间序列分析方法中的波谱分析来判断其周期性。波谱分析的计算方法主要有两种，这里采用的是离散功率谱估计方法。

对任意以周期 T 变化的时间函数 $x(t)$，在满足狄氏条件下，可以展成如下的傅里叶级数：

$$x(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty}(a_k \cos\frac{2\pi k}{T}t + b_k \sin\frac{2\pi k}{T}t) \tag{2-2-3}$$

令 $\omega_k = \frac{2\pi k}{T}$，则有

$$x(t) = a_0 + \sum_{k=1}^{\infty}(a_k \cos\omega_k t + b_k \sin\omega_k t) \tag{2-2-4}$$

其中：k 为谐波的波数，ϖ_k 称为第 k 个谐波的圆频率。

$$\begin{cases} a_0 = \frac{1}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t)dt \\ a_k = \frac{2}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t)\cos\varpi_k t dt \\ b_k = \frac{2}{T}\int_{-\frac{T}{2}}^{\frac{T}{2}} x(t)\sin\varpi_k t dt \end{cases} \tag{2-2-5}$$

其中：a_k，b_k称为傅氏系数。

对一实测时间序列$x_t(t=1,2,\Lambda\ ,n)$，（3-5）式变为：

$$\begin{cases} a_k=\dfrac{2}{n}\sum_{t=1}^{n}x_t\cos\dfrac{2\pi k}{n}(t-1) \\ b_k=\dfrac{2}{n}\sum_{t=1}^{n}x_t\sin\dfrac{2\pi k}{n}(t-1) \end{cases}, \qquad (2\text{-}2\text{-}6)$$

k的取值为 1，2，…，$\left[\dfrac{n}{2}\right]$（[ ]表示取为整数部分）。不同波数 k 的功率谱值S_k^2为：$S_k^2=\dfrac{1}{2}(a_k^2+b_k^2)$。

周期值与波数的关系为：$T_k=\dfrac{n}{k}$。以波数为横轴，离散功率谱估计值S_k^2为纵坐标作功率谱图，由于功率谱图已经显示不同频率振动的功率大小，同时也是方差贡献的大小，因而可以从谱曲线中的功率谱值最大来确认主要振动及其对应的周期．但这一确认是否有统计意义还需作显著性检验．这里采用根据方差进行检验的 F 检验法。

设第 k 波为最大的谐波分量，则第 k 波的回归方差σ_k^2为$\dfrac{1}{2}\left(a_k^2+b_k^2\right)$（自由度为 2）与剩余方差$\sigma^2-\sigma_k^2$(其中$\sigma^2$为序列方差，自由度为$N-2-1$)之比服从 F 分布。即在假设$H_0$：$E(a_k)=E(b_k)=0$的情况下，统计量

$$F_k=\frac{\dfrac{1}{2}\left(a_k^2+b_k^2\right)/2}{\left(\sigma^2-\dfrac{1}{2}a_k^2-\dfrac{1}{2}b_k^2\right)/(n-2-1)} \qquad (2\text{-}2\text{-}7)$$

遵从分子自由度为 2，分母自由度为$n-2-1$的F分布，确定一显著性水平α (例如，通常取α =0.05)，查分子自由度为 2 和分母自由度$n-2-1$为的F_α之值，大于F_α之值则被认为是显著的。

对本区各站的 1959~2008 年年降雨序列进行离散功率谱估算，分析其周期，然后通过 F 检验（取α =0.05）验证周期的显著性，计算结果见表 2-2-12。结果表明，高明区除西坑站外其他各站年降雨存在显著周期，高明、坂村、合水站的周期分别为 4.6、2.8、2.8 年。

表 2-2-12　各雨量站年降雨量周期分析计算表

雨量站	k	a_k	b_k	S_k^2	F_k	F_α	T_k
高明	11	-96.32	151.09	16052.58	3.87	3.44	4.55
西坑	1	52.14	332.11	56506.78	7.43	3.44	50
坂村	18	91.20	-155.51	16250.21	3.56	3.44	2.78
合水	18	104.38	-140.46	15312.52	3.77	3.44	2.78

2.2.8 降水等值线图的绘制

降水等值线图是降水量地区分布的直观反映，也是分析降水量地区分布的主要依据。本次规划绘制了高明区多年平均年降水量等值线图（1959～2008 年系列）。

为了绘制多年平均年降水量等值线图，特补充了高明周边三个雨量站的雨量资料，这三个站点分别是高要站、西樵站和四堡站，与原来 4 个站点一起，绘制高明区绘制多年平均年降水量等值线图。底图为 1：3000 地图，包括主要河流、流域边界、行政区界、等高线等图层。

多年平均年降水量等值线线距为 100mm。采用 Arcview 软件中的空间分析模块自动生成等雨量线图。首先根据分析雨量站的多年平均年降雨量，通过距离权重法插值，得到降雨量的连续表面；然后，由等值线分析作出以 1600mm 为基线、间距为 100mm 的降雨量等值线图。

因等值线的走向受多种因素影响，故在自动生成的等雨量线图基础上再进行手工勾绘。手工勾绘应在了解本区的水汽来源、降水成因、降水分布趋势和量级变化的基础上进行，勾绘时主要考虑大部分点据，由于地形对降水的影响较大，山区降水量等值线的勾绘考虑降水量与地形的相应变化，要求等值线与大尺度的地形分水岭走向一致。结果见附图 3。

2.3 蒸发能力及干旱指数

蒸发能力是指充分供水条件下的陆面蒸发量，可近似用 E601 型蒸发器观测的水面蒸发量代替；干旱指数是反映气候干湿程度的指标，等于年蒸发能力与年降水量的比值。

2.3.1 基础资料的收集

由于高明区境内没有蒸发站，拟采用临近区域马口水文站的蒸发资料来代替。马口

水文站情况见表 2-3-1。调查收集 1983～2008 年马口站蒸发资料，由于蒸发观测有的年份使用 80cm 口径蒸发皿或改进后的 E601 观测皿进行,所以要把这些蒸发皿转换为 E601 观测皿的蒸发值，本次评价必须解决蒸发皿之间的折算系数选用问题。

表 2-3-1　选用水文站情况表

站码	水文站名称	所在河流	设站年份	测站地址	东经	北纬
81320020	马口	西江	1953	三水区金本镇马口村	112°48′	23°7′

2.3.2 蒸发能力的分析计算

根据相关资料对比， Eφ80 与 E601 蒸发皿的年折算系数取 0.78 比较合适。同时，因为各月份 Eφ80 与 E601 蒸发皿的折算系数分析缺少对比观测资料，本次评价一致采用年折算系数作为各月份 Eφ80 与 E601 蒸发皿的折算系数。E601= Eφ80*K

马口站 1983～2008 年平均水面蒸发量月分配见表 2-3-2。

表 2-3-2　马口站多年平均水面蒸发量（E601 蒸发皿）及月分配表

站名	蒸发量（mm）	多年平均月蒸发量（mm）											
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
马口	1007.8	62.4	46.9	49.0	58.9	81.2	83.9	112.9	113.2	110.5	114.4	94.2	80.3

从表中可以看出，马口站 1983～2008 年多年平均蒸发量 1007.8mm，多年平均月蒸发量的最大值出现在 10 月，蒸发量 114.4mm。

2.3.3 干旱指数的分布

干旱指数等于年蒸发能力与年降水量的比值。这里采用 E601 型蒸发器的蒸发值作为蒸发能力来计算。干旱指数的精度取决于降水量和蒸发资料的可靠性和一致性。因此，要求采用降水量和蒸发量资料质量较好且尽可能是同一观测场的观测值。但由于缺乏本地蒸发资料，故采用马口站长系列蒸发资料结合本地多年平均降雨量资料，计算高明区干旱指数。结果见表 2-3-3。

表 2-3-3　高明区各年干旱指数

年份	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991
干旱指数	0.53	0.99	0.62	0.78	0.66	0.66	0.67	0.71	1.08
年份	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
干旱指数	0.65	0.50	0.58	0.50	0.78	0.47	0.59	0.70	0.67
年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	/
干旱指数	0.34	0.45	0.78	0.94	0.71	0.54	0.84	0.53	/

2.4 地表水资源量

地表水资源量是指河流、湖泊等地表水体中由当地降水形成的可以逐年更新的动态水量，用天然河川径流量即还原后的多年平均天然河川年径流量表示。通过选用1959~2008 年同步期实测年径流系列,经过还原计算和天然年径流量一致性分析与处理，得到系列一致性较好、反映下垫面实际情况下的天然年径流量系列，作为评价地表水资源量的基本依据。

地表水资源量评价主要是分析径流的时空变化规律，以便为水资源开发利用提供参考依据。

2.4.1 基础资料

2.4.1.1 基础资料的收集

分析地表水资源量最重要的基础资料是单站实测径流资料。收集本区及相邻市有关的水文站经过整编后的历年年、月流量资料，并搜集第一次水资源调查评价的原始计算和成果资料。为做径流的还原计算，还搜集了本区水利工程的基本情况资料，各区历年耕地面积，灌溉面积，灌溉定额及田间渗漏分析资料，大中型水库历年蓄水变量和蒸发资料，跨流域引水工程历年引出，引入水量，大中城市工业用水及城市生活用水的典型调查资料等。高明区没有水文站，对西江过境径流量的计算采用马口水文站资料，马口水文站基本情况见表 2-3-1。

2.4.1.2 年径流资料审查

（1）年径流系列代表性分析

因为年径流资料系列长的站点很少且系列长度也不是很长，难以满足代表性分析的要求。鉴于降雨与径流有很好的相关性，所以年径流系列的代表性分析采用年降水系列的代表性分析成果，不再单独进行年径流资料系列代表性分析。

（2）年径流系列一致性分析

马口站位于思贤滘下游，西江通过思贤滘与北江沟通，西北江径流交互影响，水文条件复杂，难以确定马口站控制的流域面积，无法用对马口站的资料进行一致性分析。

（3）年径流系列还原分析计算

流域内由于受人类活动的影响，如兴修各种水利工程和工农业及城镇生活用水等，故水文站断面测得的径流量并未能完全代表该地天然河川径流量。为了使河川径流的计算成果能基本反映天然情况，使资料具有一致性，以便采用水文统计方法分析河川径流的特征值及其时空分布自然规律，需要对测站以上因用水消耗，水库调蓄，跨流域调水，及分洪，决口等人类活动影响消耗和增加的水量进行还原计算。

按部颁《全国水资源综合规划技术细则》要求，对最近十年平均用水消耗量小于同期平均实测径流量的 5%，不作该项水量的还原计算。根据本区过境河川径流量较大，用水消耗量占河川径流量的比例一般较小且用、耗水量的大户—农业耗水量近年来变化不大，为简化工作量，一些位于河流上、中游山区、工农业和城镇生活用、耗水量变化不大的选用站点可直接采用原有成果，即用 1956～1979 年系列进行分析，当 1956～1979 年平均还原用耗水量小于同期平均实测径流量的 5%时，不作还原计算。

根据上述要求，马口站的实测年径流不作还原计算，直接视为天然年径流，详见表 2-4-1。

表 2-4-1　马口站多年长系列天然径流量　　单位：亿 m^3

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
1959	36.4	52.5	126.0	157.7	371.6	640.6	416.1	365.6	246.7	124.3	74.2	64.5	2676.3
1960	58.4	34.4	83.2	100.4	256.2	197.1	318.7	396.8	204.4	117.2	73.0	94.0	1933.7
1961	51.7	55.1	113.2	304.4	277.9	453.3	239.9	465.8	352.3	208.6	163.9	103.1	2789.4
1962	108.7	51.6	50.2	101.6	310.7	464.8	514.0	251.0	201.0	117.3	82.8	54.6	2308.3
1963	36.9	41.7	61.6	88.9	101.2	66.9	214.1	218.0	97.2	71.8	115.5	96.7	1210.6
1964	77.4	68.6	95.5	156.5	250.0	376.4	295.5	449.7	270.0	152.4	103.9	56.5	2352.5
1965	47.5	36.9	53.3	268.4	318.3	324.8	301.4	310.2	116.8	196.5	224.4	94.2	2292.6
1966	68.5	60.5	55.1	163.0	166.1	476.6	637.5	218.5	136.5	94.0	96.2	51.7	2224.2
1967	41.2	54.9	57.4	158.3	256.3	229.4	209.4	570.9	264.2	114.9	100.3	80.8	2138.0
1968	64.5	57.2	89.3	244.7	245.9	577.1	777.0	482.7	299.5	143.6	104.4	65.6	3151.4
1969	58.0	58.7	70.9	120.6	279.4	315.6	326.7	467.8	193.1	104.9	85.1	53.0	2133.8
1970	45.0	46.9	58.5	193.3	318.0	298.1	572.9	438.3	254.5	203.9	89.6	104.9	2624.0
1971	66.4	58.5	58.2	130.9	273.1	457.1	346.1	493.3	302.7	144.1	98.3	65.9	2494.7
1972	49.4	43.5	43.6	135.7	337.0	282.2	147.0	206.6	183.3	172.0	151.8	118.5	1870.8

续表 2-4-1

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年
1973	137.1	79.0	87.3	245.8	513.8	492.4	401.4	400.9	427.1	192.8	104.2	71.9	3153.7
1974	53.5	69.0	53.6	108.4	219.9	324.0	691.6	295.1	243.3	173.5	84.3	56.1	2372.2
1975	61.7	83.7	137.4	187.4	517.8	397.2	242.0	218.0	192.4	148.3	88.6	68.7	2343.2
1976	52.4	43.6	59.2	169.3	311.0	360.1	514.6	325.2	227.4	186.4	162.1	74.6	2486.0
1977	63.1	57.1	50.3	116.6	169.8	487.5	417.4	379.2	185.7	173.6	131.4	64.7	2296.4
1978	81.9	55.1	81.3	156.8	454.7	490.2	263.5	247.1	232.3	169.9	122.5	70.9	2426.3
1979	57.6	69.0	74.8	169.3	340.1	349.5	474.2	463.7	449.6	125.9	68.4	51.7	2693.9
1980	45.3	40.4	82.8	195.1	358.1	248.8	340.4	385.4	255.2	115.6	77.9	49.6	2194.5
1981	53.0	52.2	98.6	267.9	377.7	360.0	430.2	304.4	186.1	194.2	141.0	80.2	2545.4
1982	61.0	75.0	101.0	168.7	394.3	399.1	211.1	353.7	222.2	178.5	160.2	155.5	2480.4
1983	176.9	165.4	389.6	196.2	331.4	486.4	231.2	266.7	311.5	193.5	112.4	65.7	2927.1
1984	60.2	51.7	59.2	215.0	325.6	360.9	292.3	248.7	204.6	179.2	74.0	58.9	2130.3
1985	52.3	101.3	161.8	203.4	226.6	338.8	276.1	214.5	435.9	126.9	97.5	76.0	2311.2
1986	44.9	45.4	56.0	119.5	249.7	394.4	429.0	357.8	231.0	127.6	109.6	67.1	2232.1
1987	52.9	42.0	67.1	118.5	244.0	312.6	356.7	287.5	211.5	156.8	126.8	74.2	2050.8
1988	53.4	53.1	103.1	116.3	217.4	173.9	284.1	308.5	470.8	110.4	102.1	55.6	2048.8
1989	64.8	62.5	72.4	139.1	230.0	306.7	256.7	124.6	109.9	65.4	45.4	32.3	1509.9
1990	40.8	74.4	166.8	243.1	232.2	372.8	379.5	192.1	84.2	123.0	112.1	57.2	2078.3
1991	54.6	52.1	58.9	81.8	142.7	308.8	311.3	323.1	122.4	73.1	51.3	51.7	1631.8
1992	89.8	92.3	141.9	204.8	339.3	330.7	434.6	175.4	91.3	60.9	42.6	34.7	2038.3
1993	39.1	26.3	67.4	106.7	344.6	393.2	417.5	363.8	271.8	134.9	82.2	58.8	2306.2
1994	50.5	42.0	68.5	128.4	226.8	596.1	596.6	628.2	242.4	221.4	84.3	117.1	3002.3
1995	79.7	88.5	107.1	143.8	163.9	336.2	289.0	319.5	240.8	252.6	82.4	67.9	2171.4
1996	48.1	38.7	56.6	213.9	183.3	239.3	520.0	420.6	223.5	110.4	74.8	53.0	2182.2
1997	48.7	47.9	80.1	237.3	281.3	297.2	663.3	430.3	206.2	238.4	118.8	94.6	2744.0
1998	91.2	85.4	190.8	166.0	275.1	540.6	586.5	251.1	130.1	80.6	57.3	53.9	2508.4
1999	44.1	36.9	48.1	92.4	187.9	244.2	469.2	301.0	320.1	147.8	135.4	69.8	2097.0
2000	46.7	37.0	70.0	179.5	256.6	382.5	249.8	233.9	151.1	172.7	91.0	56.0	1926.8
2001	49.9	48.0	88.0	160.7	250.7	445.1	543.5	344.7	220.9	111.5	113.1	77.3	2453.3
2002	59.0	54.3	87.1	78.7	278.4	337.7	410.2	499.6	196.1	153.2	136.8	127.2	2418.3
2003	126.2	77.2	97.7	123.3	222.8	328.7	247.4	203.3	195.7	77.4	63.9	56.2	1819.9
2004	50.3	40.9	52.5	60.3	184.9	197.2	454.8	241.8	188.4	51.7	42.5	41.0	1606.2
2005	54.6	50.4	67.1	89.6	248.8	618.5	283.2	193.2	112.0	71.6	58.5	48.7	1896.2
2006	42.1	32.4	79.1	109.4	223.6	426.8	467.4	402.8	136.3	86.1	83.2	70.8	2160.0
2007	65.5	55.3	83.4	86.9	140.2	330.1	230.0	221.5	222.3	78.2	58.7	53.2	1625.3
2008	66.8	78.2	88.4	152.6	215.3	581.9	388.5	306.5	225.3	166.3	242.9	92.5	2605.3
平均	62.6	58.5	89.0	157.5	272.8	375.0	387.4	331.4	226.0	139.9	102.1	71.2	2273.5

2.4.2 单站年径流量分析计算

单站年径流统计分析是地表水资源量分析、径流等值线图编制、径流时空分布规律分析的基础。单站年径流分析包括：年径流还原分析、年径流一致性分析和年径流统计

参数的分析计算。

2.4.2.1 年径流量统计参数的计算与分析

利用选用马口站的 1959～2008 年同步期径流系列按日历年进行统计分析计算，得到选用水文站点的年径流量特征值。

径流系列的均值，一律采用算术平均值，即均值 $\overline{X}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}X_i$ (X_i ：径流系列变量；n：系列年数)，径流变差系数 Cv 首先用矩法计算初始值，然后固定均值和 $C_S=2C_V$，采用皮尔逊 III 型理论频率曲线进行适线调整 C_V。并得到不同频率的天然年径流量。适线时照顾大部分点据，主要按平、枯水年份的点据趋势定线，对系列中的特大、特小值不作处理，尽可能使理论频率曲线与经验点据配合较好。计算结果见表 2-4-2。

马口站的多年平均径流量为 2273.5 亿 m^3,径流变差系数 Cv 为 0.19。

2.4.2.2 径流的年内分配及多年变化

马口站不同设计频率及多年平均径流的年内分配，详见表 2-4-3。

由表中可以看出，汛期（4～9 月）多年平均径流量占全年径流量的 77.0%。

年径流的多年变化一般指年径流年际间的变化幅度和多年变化过程。年际变幅通常用年径流变差系数 Cv 值、实测最大年径流与最小年径流的比值来表示。

表 2-4-2　马口站天然径流特征值（1959～2008 年系列）

水文站名称	河流	天然年径流量（亿 m^3）							
		最小		最大		多年平均	Cv		Cs/Cv
		最小值	出现年份	最大值	出现年份	径流量	计算	采用	
马口	西江干流	1210.6	1963	3153.7	1973	2273.5	0.19	0.19	2.0
		不同频率年径流量							
		10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%	
		2815.4	2602.5	2225.4	1951.0	1724.3	1597.7	1518.9	

表 2-4-3　马口站不同设计频率及多年平均径流的年内分配

典型年	出现年份	项目	天然年径流量（亿 m³）													汛期	
			1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	全年	起止月份	天然径流量
丰水年（P=10%）	1961	水量	51.7	55.1	113.2	304.4	277.9	453.3	239.9	465.8	352.3	208.6	163.9	103.1	2789.4	4~9	2093.7
		%	1.8	2.1	4.0	11.1	9.8	16.5	8.5	16.4	12.8	7.4	6.0	3.6			75.1
偏丰年（P=20%）	1970	水量	45.0	46.9	58.5	193.3	318.0	298.1	572.9	438.3	254.5	203.9	89.6	104.9	2624.0	4~9	2075.2
		%	1.7	2.0	2.2	7.5	12.0	11.6	21.6	16.5	9.9	7.7	3.5	3.9			79.0
平水年（P=50%）	1966	水量	68.5	60.5	55.1	163.0	166.1	476.6	637.5	218.5	136.5	94.0	96.2	51.7	2224.2	4~9	1798.3
		%	3.0	3.0	2.4	7.5	7.4	21.8	28.2	9.7	6.2	4.2	4.4	2.3			80.7
偏枯年（P=75%）	2000	水量	46.7	37.0	70.0	179.5	256.6	382.5	249.8	233.9	151.1	172.7	91.0	56.0	1926.8	4~9	1453.4
		%	2.4	2.1	3.6	9.5	13.1	20.2	12.8	11.9	8.0	8.8	4.8	2.9			75.5
枯水年（P=90%）	1991	水量	54.6	52.1	58.9	81.8	142.7	308.8	311.3	323.1	122.4	73.1	51.3	51.7	1631.8	4~9	1290.1
		%	3.3	3.5	3.6	5.1	8.6	19.3	18.8	19.5	7.6	4.4	3.2	3.1			78.9
枯水年（P=95%）	2007	水量	65.5	55.3	83.4	86.9	140.2	330.1	230.0	221.5	222.3	78.2	58.7	53.2	1625.3	4~9	1231.0
		%	4.0	3.7	5.0	5.4	8.5	20.6	13.9	13.4	13.9	4.7	3.7	3.2			75.7
特枯年（P=97%）	2004	水量	50.3	40.9	52.5	60.3	184.9	197.2	454.8	241.8	97.4	51.7	42.5	41.0	1515.2	4~9	1236.4
		%	3.3	3.0	3.4	4.1	12.1	13.3	29.7	15.8	6.6	3.4	2.9	2.7			81.4
多年平均(1959~2008)		水量	62.6	58.5	89.0	157.5	272.8	375.0	387.4	331.4	226.0	139.9	102.1	71.2	2273.5	4~9	1750.2
		%	2.7	2.8	3.9	7.1	11.8	16.8	16.8	14.4	10.1	6.1	4.6	3.1			77.0

2.4.3 地表水资源量分析计算

地表水资源量的推算是根据评价区域的气候及下垫面条件，并综合考虑自然地理气候条件、水文站点的分布、资料系列的年限和质量等情况选用不同的方法。山丘区地表水资源量计算主要采用代表站法和降雨径流关系法，平原区地表水资源量计算采用地面分类计算法，即水量平衡法。本次评价采用的是径流系数法，由于缺乏径流资料，本次规划利用上游西坑水库的降雨来水资料确定高明河的径流系数，经过对西坑水库降雨来水量资料分析，近几年西坑水库的降雨径流系数大约为 0.56，根据高明河的特点，确定对高明河径流量计算时采用 0.50 的径流系数，由此根据高明区各镇（街道）降雨量和集水面积可以计算出高明区各镇（街道）及高明全区的地表水资源量， 年径流量内容包括计算 1959~2008 年同步期天然年径流系列、统计参数、平均年径流量和不同频率（除 P=20%、50%、75%、95%外，根据灌溉设计及城市供水保证率还增加了 10%、90%、97%频率）的设计年径流量。其结果详见表 2-4-4 和表 2-4-5。

统计参数及不同频率设计年径流量的计算方法同单站计算。高明区及各镇街道行政区天然年径流量（地表水资源量）特征值（统计参数和不同频率天然年径流量）计算结果见表 2-4-6 和表 2-4-7。

表 2-4-4　高明区各镇（街道）年降雨径流序列计算结果　单位：万 m^3

年份	各行政区							
	荷城街道		杨和镇		明城镇		更合镇	
	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量
1959	1802.6	15967.1	1933.6	20892.2	1802.6	15571.1	1620.2	31773.0
1960	1617.1	14338.1	1753.0	18760.7	1617.1	13982.4	1478.2	28531.3
1961	2428.7	21482.8	2367.4	28109.2	2428.7	20949.9	2421.8	42748.6
1962	1442.3	13337.8	1779.9	17451.9	1442.3	13007.0	1284.9	26540.9
1963	1059.2	10362.2	1214.7	13558.4	1059.2	10105.1	1269.0	20619.6
1964	1817.9	16597.3	1977.6	21716.8	1817.9	16185.6	1816.0	33026.9
1965	2241.3	20397.5	2473.9	26689.2	2241.3	19891.5	2185.7	40589.0
1966	1624.8	14638.1	1858.0	19153.3	1624.8	14275.0	1494.6	29128.4
1967	1408.0	12656.8	1529.2	16560.9	1408.0	12342.9	1364.6	25185.8
1968	1598.0	13794.7	1718.5	18049.7	1598.0	13452.5	1325.0	27450.0
1969	1495.0	13351.3	1585.0	17469.5	1495.0	13020.1	1387.5	26567.7
1970	1770.0	16228.0	1948.0	21233.5	1770.0	15825.4	1784.0	32292.0
1971	1649.0	14372.5	1653.7	18805.7	1649.0	14016.0	1526.0	28599.8
1972	1820.0	17844.1	2254.0	23348.1	1820.0	17401.4	2087.5	35507.9
1973	1936.0	18351.7	2487.0	24012.3	1936.0	17896.4	1878.5	36517.9
1974	1757.0	15020.0	1879.0	19653.0	1757.0	14647.5	1384.5	29888.4

续表 2-4-4

年份	各行政区							
	荷城街道		杨和镇		明城镇		更合镇	
	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量	年降雨量	年径流量
1975	2238.0	20430.3	2463.6	26732.0	2238.0	19923.5	2195.1	40654.1
1976	1801.8	16898.4	2110.6	22110.7	1801.8	16479.2	1817.5	33626.0
1977	1271.6	11031.9	1212.1	14434.7	1271.6	10758.2	1164.9	21952.3
1978	2072.1	18646.4	2227.2	24397.9	2072.1	18183.8	1971.3	37104.4
1979	1494.7	13722.4	1599.5	17955.1	1494.7	13382.0	1560.9	27306.1
1980	1661.2	13969.4	1598.7	18278.3	1661.2	13622.9	1439.4	27797.7
1981	2073.6	19081.6	2311.7	24967.4	2073.6	18608.3	2221.4	37970.5
1982	1550.4	13491.7	1650.1	17653.3	1550.4	13157.1	1348.1	26847.2
1983	2157.3	18356.9	2174.6	24019.2	2157.3	17901.6	1856.9	36528.5
1984	986.4	9240.2	1087.7	12090.4	986.4	9011.0	1100.4	18387.1
1985	1556.4	14545.7	1779.2	19032.3	1556.4	14184.8	1643.1	28944.4
1986	1261.7	12353.0	1679.4	16163.4	1261.7	12046.6	1350.8	24581.3
1987	1512.5	13626.5	1594.4	17829.6	1512.5	13288.5	1548.9	27115.4
1988	1541.2	14203.4	1740.0	18584.5	1541.2	13851.1	1545.4	28263.3
1989	1654.9	13996.3	1656.4	18313.4	1654.9	13649.1	1357.7	27851.1
1990	1547.6	12635.4	1378.3	16532.8	1547.6	12322.0	1229.0	25143.2
1991	942.2	8963.1	993.1	11727.8	942.2	8740.8	1138.7	17835.7
1992	1517.1	13814.5	1524.6	18075.6	1517.1	13471.8	1660.7	27489.4
1993	1672.0	16184.1	1853.1	21176.1	1672.0	15782.6	2027.9	32204.7
1994	1368.9	13044.8	1310.6	17068.5	1368.9	12721.2	1760.4	25957.8
1995	1781.4	15680.3	1450.0	20516.9	1781.4	15291.3	2005.7	31202.2
1996	1496.3	12663.2	1169.8	16569.2	1496.3	12349.1	1549.5	25198.5
1997	1839.9	16450.1	1737.0	21524.1	1839.9	16042.0	2028.5	32733.9
1998	1564.1	14582.8	1731.3	19080.9	1564.1	14221.0	1675.8	29018.3
1999	1589.7	13909.5	1699.5	18199.9	1589.7	13564.4	1402.1	27678.4
2000	1703.1	14306.1	1649.8	18718.9	1703.1	13951.2	1417.4	28467.7
2001	2527.8	20943.5	2353.9	27403.6	2527.8	20424.0	2071.5	41675.5
2002	2057.9	17107.3	1943.4	22384.1	2057.9	16683.0	1681.8	34041.8
2003	1390.0	12741.9	1380.8	16672.1	1390.0	12425.8	1532.8	25355.0
2004	1157.5	10347.2	1224.8	13538.8	1157.5	10090.5	1142.8	20589.8
2005	1460.0	13118.4	1452.8	17164.8	1460.0	12793.0	1473.8	26104.4
2006	1869.5	16817.8	2090.6	22005.3	1869.5	16400.6	1670.3	33465.7
2007	1322.5	11612.2	1332.8	15194.0	1322.5	11324.1	1238.8	23107.0
2008	1708.5	16418.2	1927.0	21482.4	1708.5	16010.9	2032.0	32670.5
平均	1656.3	14873.5	1750.0	19461.2	1656.3	14504.5	1623.4	29596.7

表 2-4-5　高明区年降雨径流序列计算结果　　单位：万 m^3

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
1959	188.9	7992.7	6983.7	7935.3	12002.9	16847.4	12551.6	11847.5	6929.5	40.2	13.4	870.3	84203.5
1960	1565.9	253.1	3698.3	1880.9	12989.4	9498.3	7712.0	24248.7	8605.9	2070.7	2646.8	442.2	75612.4
1961	506.6	4474.3	3055.2	27091.3	9145.8	13224.5	15128.9	13942.8	20530.7	622.8	4241.1	1326.6	113290.6
1962	367.9	1807.3	1652.0	5076.1	13651.4	16180.0	6114.0	5549.3	12623.4	1546.8	5707.5	62.0	70337.7
1963	363.7	660.8	1342.4	503.4	3464.1	10679.9	15479.1	4461.0	10703.1	2810.2	2639.9	1537.7	54645.3
1964	2982.4	836.8	3804.8	3792.9	17491.5	11707.7	7219.1	15792.2	16734.5	6926.9	137.7	100.0	87526.6
1965	390.8	3608.6	2867.7	17764.3	9115.7	18364.3	11119.3	4948.4	23918.9	5323.1	9075.8	1070.3	107567.2
1966	140.8	1886.3	6083.5	12649.4	5261.1	22897.6	17826.9	6096.6	414.8	2346.4	380.9	1210.5	77194.8
1967	1956.8	4728.9	1784.0	5777.4	9654.5	9703.0	2744.4	23365.7	2305.6	434.5	3606.1	685.5	66746.4
1968	606.4	5010.5	5510.9	5538.9	14271.4	11358.5	8499.6	13668.8	5736.3	796.6	657.4	1091.5	72746.9
1969	7857.2	2372.1	3610.7	7747.0	12226.4	11563.8	11378.1	6135.3	4100.4	2774.8	548.2	94.6	70408.5
1970	2219.3	587.9	2296.0	5180.7	15576.1	12675.6	8281.1	17708.3	11891.7	7802.6	194.5	1165.1	85579.0
1971	1425.5	658.2	394.8	8009.6	13892.1	17327.9	12819.3	7839.5	5321.9	1912.0	0.0	6193.2	75794.1
1972	1282.8	2084.0	1156.8	7952.5	19972.7	12818.3	8815.8	15128.0	8554.4	5011.0	8974.9	2350.2	94101.4
1973	4219.4	539.5	1483.4	9389.8	15692.1	10054.2	12355.9	24736.6	14085.0	2829.1	1393.3	0.0	96778.3
1974	1063.9	1860.6	2686.1	7938.5	11391.1	18861.2	15257.5	7116.6	3540.8	6365.5	1056.6	2070.4	79208.9
1975	3428.9	4545.8	6420.8	5662.9	16691.1	15739.4	8857.7	18235.3	8540.8	17065.5	693.0	1858.6	107739.9
1976	302.4	1172.9	3931.6	7977.1	11429.9	11320.1	13749.0	16856.8	15278.0	6554.3	0.0	542.0	89114.2
1977	1083.4	299.0	983.1	2404.1	7808.5	8877.9	11432.8	9814.8	11395.9	2483.6	9.1	1584.8	58177.1
1978	1078.4	1335.0	3277.8	10498.0	16903.5	18443.9	5761.7	22056.1	6941.6	9590.0	2350.5	96.1	98332.5
1979	1579.2	3427.3	4602.1	6997.1	9845.1	8273.3	8976.8	15541.1	13092.0	0.0	18.3	13.2	72365.6
1980	372.4	3281.3	3644.8	14608.2	19177.5	6091.1	10942.1	11357.5	1588.9	2594.0	3.8	6.7	73668.4
1981	1142.0	1394.9	7218.5	13344.6	9569.4	15598.4	16617.7	7681.3	16783.3	7883.3	3361.9	32.3	100627.7
1982	148.8	2823.2	4061.3	10573.4	12028.9	6510.1	9394.6	10449.9	4004.7	868.2	8521.3	1764.9	71149.3
1983	8840.4	17200.8	9931.0	8009.7	13328.0	8978.1	3132.1	8279.3	11863.5	7017.6	28.2	197.5	96806.2
1984	507.1	204.7	724.2	7326.6	10132.3	11631.6	4278.7	8796.1	3602.5	3.0	1154.8	366.9	48728.6

续表 2-4-5

年份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
1985	922.6	9945.5	4733.4	9313.1	9685.4	7501.6	4945.6	18215.2	9737.3	1194.9	221.5	291.2	76707.2
1986	4.0	2881.1	2721.8	5165.0	10272.9	14220.1	10490.8	9491.3	4466.9	2039.0	1624.7	1766.7	65144.3
1987	238.0	1094.5	5680.4	7447.5	11251.9	9738.5	13461.8	8486.5	10186.4	2179.4	2056.4	38.8	71860.0
1988	956.9	2269.6	4630.4	5337.9	9946.9	9737.2	11674.3	10855.3	1733.6	9362.2	5617.8	2780.0	74902.2
1989	5056.6	372.9	4649.8	9434.8	29448.6	7669.9	6650.1	4801.2	3050.1	361.5	30.3	2284.1	73809.9
1990	3800.1	11475.8	1593.1	6234.8	11137.8	10004.1	6215.4	2298.6	6349.7	815.4	6706.9	1.7	66633.4
1991	1976.2	235.3	4256.6	1306.1	5105.4	10652.9	11495.0	6939.9	2282.7	932.7	647.1	1437.7	47267.5
1992	2996.8	7491.9	5794.4	10488.8	9559.0	11276.8	9629.1	5068.2	7479.5	467.7	327.1	2271.9	72851.2
1993	1824.8	647.3	1116.6	8841.2	13755.6	16810.0	3418.7	9262.0	17739.1	2283.7	9520.2	128.3	85347.4
1994	86.2	3607.3	3396.7	2408.0	7519.0	11459.7	15096.5	11483.2	7241.8	145.9	15.4	6332.4	68792.1
1995	1878.9	2807.5	3833.2	7059.3	4315.0	13599.8	13053.4	17922.4	4290.9	13409.9	207.0	313.5	82690.8
1996	232.7	3814.4	4360.5	7403.7	10847.3	6580.1	9067.5	9294.0	14692.9	327.1	86.0	73.8	66780.1
1997	2673.2	4364.5	4076.6	11947.1	9590.4	15791.2	12233.3	11788.8	8620.9	4052.4	506.4	1105.4	86750.1
1998	2281.1	3471.2	1452.4	8037.8	22077.1	18658.3	7053.6	6342.9	4504.3	1813.0	905.8	305.5	76903.0
1999	1317.5	7.3	2008.0	7452.6	7160.3	11461.3	8962.5	18914.9	10686.6	923.3	1112.2	3345.6	73352.1
2000	674.0	1156.5	2427.5	18669.1	8277.2	6890.1	15760.7	4133.8	4359.5	6589.7	3965.6	2540.1	75443.9
2001	3795.4	5138.5	3835.8	9915.9	14472.2	16989.2	21834.9	15542.8	12030.5	973.0	614.3	5304.0	110446.6
2002	2525.9	625.1	7457.4	1083.2	8670.7	5828.9	10917.7	23814.6	17378.0	6496.0	2587.8	2830.8	90216.2
2003	841.9	854.1	4305.8	1650.7	5546.0	17822.9	5063.7	17764.6	10955.0	336.5	2047.5	6.1	67194.7
2004	2730.2	2973.8	2470.0	5646.8	8080.7	7821.7	9614.5	11501.3	3376.3	0.0	351.1	0.0	54566.2
2005	405.1	1991.2	3996.0	4633.9	11678.4	17768.4	6549.3	14187.6	7844.7	55.8	65.9	4.5	69180.7
2006	548.8	3487.4	3184.2	3785.3	14929.9	17524.0	13493.5	14735.7	9221.2	1825.3	4570.6	1383.3	88689.4
2007	1274.2	1332.5	1452.4	8443.8	9484.9	12768.6	4266.4	14513.0	6100.0	979.8	92.2	529.6	61237.3
2008	5140.8	1865.3	3314.4	5700.1	10537.5	28651.4	6692.1	9717.2	8113.8	3879.8	2391.2	578.3	86581.9
多年平均	1796.1	2979.1	3599.1	7780.7	11721.3	12849.1	10081.7	12174.6	8830.6	3302.3	2073.7	1247.7	78436.0

表 2-4-6　高明区年降雨径流量特征值

行政区	计算面积（km^2）	统计年限	年数	统计参数			不同频率年径流（万 m^3）						
				均值	Cv(适线)	Cs/Cv	10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
高明	960.21	1959～2008	50	78436.0	0.21	2	100146.6	91857.3	77286.0	66789.2	58205.3	53446.5	50503.6
		1959～1979	21	82736.7	0.22	2	106752.2	97539.1	81405.8	69843.3	60434.4	55239.7	52036.2
		1971～2008	38	77787.9	0.21	2	99319.1	91098.3	76647.5	66237.4	57724.4	53004.9	50086.3
		1979～2008	30	75223.1	0.20	2	95032.6	87505.3	74222.6	64604.8	56701.2	52301.5	49573.4

表 2-4-7　高明区各镇（街道）年降雨径流量特征值

行政区	统计年限	年数	统计参数			不同频率年径流量(万 m^3)						
			均值	Cv(适线)	Cs/Cv	10%	20%	50%	75%	90%	95%	97%
荷城街道	1959～2008	50	14873.5	0.21	2	18990.4	17418.5	14655.4	12665.0	11037.2	10134.8	9576.8
杨和镇	1959～2008	50	19461.2	0.21	2	24848.0	22791.3	19175.9	16571.5	14441.7	13260.9	12530.8
明城镇	1959～2008	50	14504.5	0.21	2	18519.3	16986.4	14291.9	12350.8	10763.4	9883.4	9339.2
更合镇	1959～2008	50	29596.7	0.21	2	37788.9	34661.1	29162.8	25202.0	21963.0	20167.3	19056.8
高明区	1959～2008	50	78436.0	0.21	2	100146.6	91857.3	77286.0	66789.2	58205.3	53446.5	50503.6

2.4.4 过境水资源量分析计算

本区过境水量相当丰富，是该地区内可利用水资源的重要组成部分，成为工农业及城市生活用水的主要水源，因而在进行本区水资源评价时也需评价这部分水量。入境水量和当地产水量，经本区开发利用、损失消耗后流出境外的水量，即为该地区的出境水量，又成为下游地区的入境水量。

由于马口站距离高明区比较近，所以采用马口流量作为高明区入境流量，根据前面计算结果（见表 2-4-3），高明区多年平均入境客水量 2273.5 亿 m^3，主要来自西江；出境水量约为马口站入境水量加上本地产水量减去本地耗水量，由此计算得到高明区多年平均出境水量为 2280.1 亿 m^3。由此可见，佛山市高明区的过境水资源总量非常丰富。

2.5 地下水资源量

由于水域面积不用计算地下水资源，所以佛山市高明区地下水资源评价计算面积共 817km^2，分为山丘区和平原区两部分，其中按山丘区地下水资源的评价方法进行评价的面积为 671 km^2，主要是一般山丘区，占总评价面积的 82.13%；其余面积 146 km^2 按平原区地下水资源的评价方法进行评价。

根据高明区的地下水资源开发利用的实际情况，对近期下垫面条件下多年平均浅层地下水资源数量及其时空分布特征进行全面评价，本次地下水资源量计算对象是与大气降水和地表水体直接有水力联系的浅层地下水，重点评价矿化度小于 2.0g/l 的淡水资源。

2.5.1 浅层地下水评价计算方法

本次地下水资源量计算评价方法采用水均衡法，求出评价区多年平均的各项补给量、排泄量，各项补给量的总和为总补给量，各项排泄量的总和为总排泄量。根据水均衡原理建立多年平均的水均衡方程：

总补给量=总排泄量　　（2-5-1）

平原区总补给量=降水入渗补给量+山前侧向补给量+河道渗漏补给量+水库（湖泊、闸坝）蓄水渗漏补给量+渠系渗漏补给量+渠灌田间入渗补给量+井灌回归补给量+越流补给量+人工回灌补给量

平原区总排泄量=潜水蒸发量+河道排泄量+浅层地下水实际开采量+侧向流出量+越流排泄量

山丘区总排泄量=河川基流量+河床潜流量+山前侧向流出量+未计入河川径流山前

泉水出露总量+潜水蒸发量+浅层地下水实际开采量净消耗量

根据本区的具体情况，平原区的总排泄量较难估算，以估算总补给量作为平原区的地下水资源量。

山丘区则以估算山丘区的总排泄量作为地下水资源量，山丘区的总排泄量公式中排泄项目亦作了简化。

2.5.2 山丘区浅层地下水资源的计算

根据本区山丘区地下水资源丰富，对浅层地下水开发利用甚少的实际情况，对山丘区地下水资源量计算进行简化，山丘区以估算多年平均地下水总排泄量作为地下水资源量。因此本区山丘区地下水资源量计算公式简化为：

山丘区地下水资源量=山丘区地下水总排泄量=河川基流量

本次评价计算山丘区地下水资源量，以本区各镇或街道为均衡计算区，将均衡计算区的面积乘以所采用的基流模数求得该均衡计算区的地下水资源量。

由于计算单元内无水文站控制，故直接用类比法移用邻近或地质、地形、气候条件相类似计算单元的径流代表站的基流模数系列；

均衡计算区的基流模数确定后，按照面积加权平均法的原则，利用下式计算各均衡计算区 1959~2008 年河川基流量系列：

$$R_{gj} = \sum M_{0基i}^{j} \cdot F_i \qquad (2\text{-}5\text{-}2)$$

其中：R_{gj} 为计算分区 j 年的河川基流量（万 m^3）；

$M_{0基i}^{j}$ 为计算分区选用水文站 i 控制区域 j 年的河川基流模数或未被选用水文站所控制的 i 区域 j 年的河川基流模数（万 m^3/km^2）；

F_i 为计算分区内选用水文站 i 控制区域的面积或未被水文控制站所控制的 i 区域的面积（km^2）。

高明区山丘区长系列年平均浅层地下水资源成果见表 2-5-1。

2.5.3 平原区浅层地下水资源的计算

高明区平原区属于珠江三角洲平原，是一般平原区，采用平原区地下水资源的计算方法进行评价。

表 2-5-1　高明区山丘区长系列年平均浅层地下水资源成果

年份	山丘区						
	一般山丘区		岩溶山区		合计		
	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	河川基流量模数（万 $m^3/a\cdot km^2$）
	F_1	(1)	F_2	(2)	$F_3=F_1+F_2$	(3)=(1)+(2)	(4)=(3)/F_3
1959	671	20130.0	0	0	671	20130.0	30.0
1960	671	16775.0	0	0	671	16775.0	25.0
1961	671	24156.0	0	0	671	24156.0	36.0
1962	671	15097.5	0	0	671	15097.5	22.5
1963	671	13420.0	0	0	671	13420.0	20.0
1964	671	18788.0	0	0	671	18788.0	28.0
1965	671	25296.7	0	0	671	25296.7	37.7
1966	671	15768.5	0	0	671	15768.5	23.5
1967	671	13420.0	0	0	671	13420.0	20.0
1968	671	12749.0	0	0	671	12749.0	19.0
1969	671	13889.7	0	0	671	13889.7	20.7
1970	671	16439.5	0	0	671	16439.5	24.5
1971	671	14292.3	0	0	671	14292.3	21.3
1972	671	20130.0	0	0	671	20130.0	30.0
1973	671	24491.5	0	0	671	24491.5	36.5
1974	671	17446.0	0	0	671	17446.0	26.0
1975	671	22814.0	0	0	671	22814.0	34.0
1976	671	25162.5	0	0	671	25162.5	37.5
1977	671	11407.0	0	0	671	11407.0	17.0
1978	671	19794.5	0	0	671	19794.5	29.5
1979	671	18452.5	0	0	671	18452.5	27.5
1980	671	17243.5	0	0	671	17243.5	25.7
1981	671	21615.8	0	0	671	21615.8	32.2
1982	671	17930.3	0	0	671	17930.3	26.7
1983	671	24439.6	0	0	671	24439.6	36.4
1984	671	16852.7	0	0	671	16852.7	25.1
1985	671	23492.4	0	0	671	23492.4	35.0
1986	671	16623.8	0	0	671	16623.8	24.8
1987	671	15402.7	0	0	671	15402.7	23.0
1988	671	15631.6	0	0	671	15631.6	23.3
1989	671	20042.8	0	0	671	20042.8	29.9

续表 2-5-1

年份	山丘区						
	一般山丘区		岩溶山区		合计		
	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	计算面积 (km^2)	河川基流量（万 m^3）	河川基流量模数（万 $m^3/a\cdot km^2$）
	F_1	(1)	F_2	(2)	$F_3=F_1+F_2$	(3)=(1)+(2)	(4)=(3)/F_3
1990	671	13601.8	0	0	671	13601.8	20.3
1991	671	14932.8	0	0	671	14932.8	22.3
1992	671	17568.2	0	0	671	17568.2	26.2
1993	671	17467.9	0	0	671	17467.9	26.0
1994	671	19893.8	0	0	671	19893.8	29.6
1995	671	19437.0	0	0	671	19437.0	29.0
1996	671	17176.5	0	0	671	17176.5	25.6
1997	671	17784.4	0	0	671	17784.4	26.5
1998	671	18132.4	0	0	671	18132.4	27.0
1999	671	12878.1	0	0	671	12878.1	19.2
2000	671	13474.4	0	0	671	13474.4	20.1
2001	671	23387.0	0	0	671	23387.0	34.9
2002	671	25472.9	0	0	671	25472.9	38.0
2003	671	17246.4	0	0	671	17246.4	25.7
2004	671	13400.4	0	0	671	13400.4	20.0
2005	671	20006.6	0	0	671	20006.6	29.8
2006	671	19037.1	0	0	671	19037.1	28.4
2007	671	12006.7	0	0	671	12006.7	17.9
2008	671	17749.7	0	0	671	17749.7	26.5
多年平均	671	18068.2	0	0	671	18068.2	26.9

2.5.3.1 平原区浅层地下水资源量的计算

平原区地下水资源量可以通过计算总补给量或总排泄量的途径获得。但本区平原区的总排泄量较难估算，以估算总补给量作为平原区的地下水资源量。本区平原区的总补给量可近以计算分区内水稻田水稻生长期（含泡田期）和旱作期（含旱地全年）的多年平均降雨入渗补给量和灌溉入渗补给量之和代替，即：

$$W_{平原}=Q_{总补}=Q_1+Q_2+Q_3+Q_4 \qquad (2-5-3)$$

其中：Q_1 为水稻田水稻生长期降水及灌溉入渗补给量；Q_2 为旱地降水入渗补给量；Q_3 为水稻田水稻旱作期的降水入渗补给量；Q_4 为旱地和水稻田水稻旱作期的灌溉入渗补给量。各项补给量的计算方法分述如下：

（1）水稻田水稻生长期降水及灌溉入渗补给量

计算公式为：

$$Q_1=10^{-1}\cdot\varphi\cdot T\cdot F_{水田} \qquad (2\text{-}5\text{-}4)$$

其中：Q_1为水稻生长期降水与灌溉入渗补给量（万m^3/a）；φ为水稻生长期入渗率（mm/d）；T为水稻生长天数（d）；$F_{水田}$为计算区内水田面积（km^2）。

（2）旱地降水入渗补给量

计算公式为：

$$Q_2=10^{-1}\cdot P_{旱地}\cdot\alpha\cdot F_{旱地} \qquad (2\text{-}5\text{-}5)$$

其中：Q_2为旱地降水入渗补给量（万m^3/a）；$P_{旱地}$为旱地面积上的年降水量（mm/a）；α为降水入渗系数（无因次）；$F_{旱地}$为旱地面积（km^2）。

（3）水稻田旱作期降水入渗补给量

计算公式为：

$$Q_3=10\text{-}1\cdot P\text{田旱}\cdot\alpha\cdot F\text{水田} \qquad (2\text{-}5\text{-}6)$$

其中：Q_3为水稻田旱作期降水入渗补给量（万m^3/a）；P田旱为水稻田旱作期雨量，由年雨量扣除早、晚稻生长期雨量求得（mm/a）；α为降水入渗系数（无因次）；F水田为水田面积（km^2）。

（4）旱地和水稻田旱作期灌溉入渗补给量

计算公式为：

$$Q_4=1.5\times10^{-1}\cdot\beta_{渠}\cdot(I_{旱}F_{旱}+I_{田旱}F_{田旱}) \qquad (2\text{-}5\text{-}7)$$

其中：Q_4为旱地和水稻田旱作期灌溉入渗补给量（万m^3/a）；$\beta_{渠}$为渠灌田间入渗补给系数（无因次）；$I_{旱}$、$I_{田旱}$ 为旱地、水稻田旱作期毛灌溉定额（立方米/亩）。

各项补给量的估算需要确定有关参数，和各类土地类别的比例。土地类别的比例以广东省国土资源厅所提供的近期的资料进行统计分析计算。

各补给项的计算需要选定的有关参数，主要包括给水度μ值、降水入渗补给系数α值、灌溉入渗补给系数β值、水稻生长期入渗率Φ值等参数，此次评价采用参数根据第一次评价使用值和水规总院提供参考值确定。

本区两种类型平原区地下水资源计算选用参数见表2-5-2。

表 2-5-2 高明区平原区地下水资源计算参数表

参数 / 分区岩性	给水度 μ	降水入渗补给系数 α	灌溉入渗补给系数 β	潜水蒸发系数 C	水稻生长期地下渗漏总量 ΦT`	渠灌田间入渗补给系数 $\beta_{渠}$
亚砂土	0.036	0.115	0.115	0.15	400	0.115
亚粘土	0.025	0.103	0.103	0.10	302	0.103
备注			同 α		Φ取 3～4mm/d	同 α

2.5.3.2 潜水蒸发量的计算

一般在水稻生长期潜水蒸发量近似按零处理；只计算旱地和水稻田旱作期的潜水蒸发量作为地下水的潜水蒸发量。

水稻田旱作期潜水蒸发量计算公式为：

$$\varepsilon_{田旱}=10^{-1}\cdot\varepsilon_{0田旱}\cdot C\cdot F_{水田} \qquad (2\text{-}5\text{-}8)$$

其中：$\varepsilon_{田旱}$为水稻田旱作期潜水蒸发量（万 m^3/a）；$\varepsilon_{0田旱}$为水稻田旱作期的水面蒸发量（mm/a）；C 为潜水蒸发系数（无因次）；$F_{水田}$为水稻田面积（km^2）。

旱地潜水蒸发量的计算公式为：

$$\varepsilon_{旱地}=10^{-1}\cdot\varepsilon_{0旱地}\cdot C\cdot F_{旱地} \qquad (2\text{-}5\text{-}9)$$

其中：$\varepsilon_{旱地}$为旱地面积上的潜水蒸发量(万 m^3/a)；$\varepsilon_{0旱地}$为旱地面积的水面蒸发量(mm/a)；$F_{旱地}$ 为旱地面积（km^2）。

评价区的潜水蒸发量为两者之和即：

$$\varepsilon=\varepsilon_{田旱}+\varepsilon_{旱地} \qquad (2\text{-}5\text{-}10)$$

2.5.3.3 平原区浅层地下水资源的计算

平原区浅层地下水资源除了计算地下水资源量和潜水蒸发量以外，还应计算地下水资源数量模数、平原区的降水入渗补给量和平原区的降水入渗补给模数这三个指标。

地下水资源数量模数等于平原区地下水资源量除以平原区内水田和旱地的计算面积之和求得。即：

$$M_{数量}=W_{平原}/F \qquad (2\text{-}5\text{-}11)$$

其中：$W_{平愿}$为计算分区的地下水资源量；F 为计算分区内水田和旱地的计算面积之和。

平原区的降水入渗补给量包括水稻田降水入渗补给量、旱地降水入渗补给量之和，

其中均衡计算区的旱地降水入渗补给量 Q_2 和水稻田旱作期的降水入渗补给量 Q_3 已计算求得；水稻田水稻生长期降水入渗补给量，根据计算求得的水稻田水稻生长期降水及灌溉入渗补给量 Q_1 和水稻田水稻生长期降水量与灌溉量之间的比例关系，分别确定均衡计算区的水稻田水稻生长期降水入渗补给量和渠灌田间入渗补给量。即：

$$Q_{降水补给}=Q_1*(\frac{P_r}{p_r+Q_{灌}})+Q_2+Q_3 \qquad (2\text{-}5\text{-}12)$$

其中：Q_1 为水稻田水稻生长期降水及灌溉入渗补给量；Q_2 为旱地降水入渗补给量；Q_3 为水稻田水稻旱作期的降水入渗补给量；P_r 为水稻田水稻生长期降水量；$Q_{灌}$ 为水稻田水稻生长期灌溉量。

平原区的降水入渗补给模数等于平原区降水入渗补给量除以平原区内水田和旱地的计算面积之和求得，即：

$$M_{降水入渗}=Q_{降水补给}/F \qquad (2\text{-}5\text{-}13)$$

其中：$Q_{降水补给}$ 为计算分区的降水入渗补给量；F 为计算分区内水田和旱地的计算面积之和。

本区平原区多年平均浅层地下水资源量计算成果见表 2-5-3。

表 2-5-3　高明区平原区浅层地下水多年平均各项补给量、潜水蒸发量及资源量　单位：万 m^3

计算面积(km^2)			水稻田补给量							
			生长期				旱作期			
水稻田	旱地	合计	降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计	降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计
				补给量	其中：由河川基流量形成的			补给量	其中：由河川基流量形成的	
F_1	F_2	$F=F_1+F_2$	(1)	(2)	(3)	(4)=(1)+(2)	(5)	(6)	(7)	(8)=(5)+(6)
136	10	146	883.5	596.6	147.4	1480.1	94.9	151.4	37.4	246.3

旱地补给量				降水入渗补给量	降水入渗补给模数	地下水资源量	地下水资源量模数	水稻田旱作期	旱地	全区合计
降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计							
	补给量	其中：由河川基流量形成的								
(9)	(10)	(11)	(12)=(9)+(10)	(13)=(1)+(5)+(9)	(14)=(13)/F	(15)=(4)+(8)+(12)	(16)=(15)/F	(17)	(18)	(19)=(17)+(18)
1582.2	612.1	151.2	2194.2	2560.6	17.5	3920.6	26.9	128.4	1026.6	1155.0

2.5.4 浅层地下水资源量的计算

高明区浅层地下水资源量的计算分区，由平原区和山丘区共同构成。各项补给量、排泄量、地下水资源量，以及地下水资源量与地表水资源量间重复计算量的计算，首先分别对构成计算分区的平原区、山丘区的各项补给量、排泄量进行计算。包括：平原区部分的近期条件下多年平均降水入渗补给量、渠灌田间入渗补给量、潜水蒸发量以及由河川基流量形成的渠灌田间入渗补给量；山丘区部分的1956~2008年逐年的河川基流量。

然后采用下列公式，对计算分区近期条件下多年平均年地下水资源量进行计算：

$$Q=Rg+Pr_{平}+Q_{灌平}-Q_{基补} \qquad (2\text{-}5\text{-}14)$$

其中：Q为计算分区近期条件下多年平均年地下水资源量；Rg为山丘区1980~2000年逐年河川基流量年均值；$Pr_{平}$为平原区近期条件下多年平均年降水入渗补给量（为水稻田水稻生长期、旱作期及旱地3项降水入渗补给量之和）；$Q_{灌平}$为平原区近期条件下多年平均渠灌田间入渗补给量（为水稻田水稻生长期、旱作期及旱地3项渠灌田间入渗补给量之和）；$Q_{基补}$为平原区由河川基流量形成的近期条件下多年平均渠灌田间入渗补给量（为水稻田水稻生长期、旱作期及旱地3项由河川基流量形成的渠灌田间入渗补给量之和）。

最后采用下列公式，对计算分区近期条件下多年平均年地下水资源量与地表水资源量间的重复计算量进行计算：

$$Q_{重}=Rg+Q_{水生}+Q_{水旱}+Q_{旱地}-\frac{P_{r水旱}}{Q_{水旱}}\cdot E_{水旱}-\frac{P_{r旱地}}{Q_{旱地}}\cdot E_{旱地}-Q_{基补} \qquad (2\text{-}5\text{-}15)$$

其中：Pr水生＋Q灌水生＝Q水生，Pr水旱＋Q灌水旱＝Q水旱，Pr旱地＋Q灌旱地＝Q旱地；

Q重为计算分区近期条件下多年平均年地下水资源量与地表水资源量间的重复计算量；

Q水生为计算分区水稻田水稻生长期近期条件下多年平均地下水补给量（其中，Pr水生、Q灌水生分别为水稻田水稻生长期近期条件下多年平均年降水入渗补给量和渠灌田间入渗补给量）；

Q水旱、Q旱地分别为水稻田旱作期、旱地近期条件下多年平均地下水补给量；

Pr水旱、Pr旱地分别为水稻田旱作期、旱地近期条件下多年平均降水入渗补给量；

Q灌水旱、Q灌旱地分别为水稻田旱作期、旱地近期条件下多年平均渠灌田间入渗补给量；

E 水旱、E 旱地分别为水稻田旱作期、旱地近期条件下多年平均潜水蒸发量；

Rg、Q 基补分别为山丘区 1980~2000 年逐年河川基流量年均值和平原区由河川基流量形成的近期条件下多年平均渠灌田间入渗补给量。

本区多年平均浅层地下水资源量计算成果见表 2-5-4。根据表 2-5-4 地下水资源量计算成果，高明区多年平均浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3，其中山丘区多年平均浅层地下水资源量为 1.81 亿 m^3，占 83.8%；平原区多年平均浅层地下水资源量为 0.39 亿 m^3，占 18.0%；两者之间的重复计算量为 0.04 亿 m^3。本区平均浅层地下水资源数量补给模数为 26.5 $m^3/(a \cdot km^2)$。

2.6 水资源总量

2.6.1 水资源总量概念

某个区域内的水资源总量是指当地大气降水形成的地表和地下的产水量，地表产水量以地表径流 Rs 表示，地下产水量由降水入渗补给地下水量 Up，则水资源总量 W 基本表达式为：

$$W=Rs+Up=R+Up-Rg \qquad (2\text{-}6\text{-}1)$$

其中：R 为河川径流量（即地表水资源量）；Rg 为河川基流量。

地表水和地下水是水资源的两种表现形式，它们之间互相联系又互相转化，河川径流中包括一部分地下水排泄量，地下水补给量中又有一部分来源于地表水体中的下渗补给。

2.6.2 水资源总量的计算方法

水资源总量的评价是以地表水资源量和地下水资源量评价成果为基础。在地表水资源量评价中把河川径流量（包括河川基流量在内）作为地表水资源量；在地下水资源量评价中把地下水的总补给量或总排泄量作为地下水资源量。因此，在计算水资源总量时，不能简单地将地表、地下两种水资源量相加作为水资源总量，而应扣除它们互相转化的重复水量。

根据高明区的实际情况，按近期的下垫面条件、水资源开发利用情况和地表水与地下水的转化关系，计算各分区 1956～2008 年的水资源总量系列。

表 2-5-4　高明区多年平均浅层地下水资源量计算成果　　单位：面积 km^2，水量万 m^3，模数万 $m^3/a\cdot km^2$

行政区		山丘区					平原区								
		一般山丘区		合计				补　给　量							
								水稻田							
								生长期				旱作期			
名称	地下水计算面积	计算面积	河川基流量	计算面积	河川基流量	河川基流量补给模数	计算面积	降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计	降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计
									补给量	其中：由河川基流量形成的			补给量	其中：由河川基流量形成的	
荷城街道	152	123	3317.3	123	3317.3	26.9	29	169.8	114.7	28.3	284.5	18.2	29.1	7.2	47.3
杨梅镇	210	179	4820.1	179	4820.1	26.9	31	174.5	117.8	29.1	292.3	18.7	29.9	7.4	48.6
明城镇	159	122	3275.2	122	3275.2	26.9	37	232.0	156.7	38.7	388.7	24.9	39.8	9.8	64.7
更合镇	297	247	6655.7	247	6655.7	26.9	50	307.1	207.4	51.2	514.5	33.0	52.6	13.0	85.6
合计	817	671	18068.2	671	18068.2	26.9	146	883.5	596.6	147.4	1480.1	94.9	151.4	37.4	246.3

行政区	平原区							降水入渗补给量	降水入渗补给量模数	地下水资源量	地下水资源量模数	地下水资源量与地表水资源量间重复计算量
	补　给　量				潜水蒸发量							
	旱地				水稻田旱作期	旱地	合计					
	降水入渗补给量	渠灌田间入渗		合计								
		补给量	其中：由河川基流量形成的									
荷城街道	503.9	194.9	48.1	698.8	24.7	327.0	351.6	4009.2	26.4	4264.3	28.1	4019.0
杨梅镇	188.8	73.0	18.0	261.8	25.4	122.5	147.9	5202.1	24.8	5368.3	25.6	5270.2
明城镇	697.6	269.8	66.7	967.4	33.7	452.6	486.4	4229.7	26.7	4580.8	28.9	4241.5
更合镇	191.9	74.3	18.3	266.2	44.6	124.5	169.2	7187.8	24.2	7439.5	25.1	7332.5
合计	1582.2	612.1	151.2	2194.2	128.4	1026.6	1155.0	20628.7	25.2	21652.9	26.5	20863.2

2.6.2.1 山丘区水资源总量系列计算

在评价区内地下水评价类型区为单一山丘区时，地下水资源量系列为地下水总排泄量系列。由于高明区山丘区的各项排泄量都比较小，地下水基本上以基流形式排泄，其他排泄量很小，而且河川基流量已包含在河川径流量中，加之水文地质资料缺乏，所以将山丘区河川径流量系列近似作为水资源总量系列。计算公式为：

$$W_i = R_i \qquad (2\text{-}6\text{-}2)$$

其中：W_i为逐年的水资源总量；

R_i为逐年的河川径流量。

2.6.2.2 平原区水资源总量系列计算

平原区水资源总量以河川径流量系列为基础，采用以下公式计算：

$$W_i=R_i+Q_{不重复} \qquad (2\text{-}6\text{-}3)$$

$$Q_{不重复}\approx（E_{旱}+Q_{采耗}）\times（Up_{旱}/Q_{旱总补}） \qquad (2\text{-}6\text{-}4)$$

其中：W_i为逐年的水资源总量；

R_i为逐年的河川径流量；

$Q_{不重复}$为地下水资源量与河川径流间的不重复量，各年都采用近期年均值；

$E_{旱}$为平原区旱地和水田旱作期的潜水蒸发；

$Q_{采耗}$为平原区浅层地下水开采净消耗量，由于南方平原区浅层地下水开采量小，$Q_{采耗}$可忽略不计；

$U_{p旱}$为平原区旱地和水田旱作期的降水入渗补给量；

$Q_{旱总补}$为平原区旱地和水田旱作期的总补给量，即降水入渗补给量与灌溉入渗补给量之和。

2.6.3 水资源总量计算结果

在地表水资源量和地下水资源量计算成果的基础上，采用上述方法计算高明区1959~2008年的水资源总量系列，成果详见表2-6-1。

根据计算，高明区1959-2008年本地多年平均水资源总量为7.92亿m^3。其中地表水资源量为7.84亿m^3，浅层地下水资源量为2.16亿m^3，地表水和地下水重复计算量为2.08亿m^3。2009年高明年降水总量14.79亿m^3，地表水资源量6.95亿m^3，地下水资源量2.4亿m^3，水资源总量7.23亿m^3，入境水量1704.2亿m^3，出境水量1709.5亿m^3。

表 2-6-1　高明区水资源总量系列　　面积单位：km^2；水量单位：万 m^3

年 份	计算面积			天然年径流量			平原区地下水与河川径流量不重复量	水资源总量		
	山丘区	平原区	合计	山丘区	平原区	全区		山丘区	平原区	全区
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(4)	（9）=（5）+（7）	（10）=（6）+（7）
1959	671	269	940	60107.0	24096.5	84203.5	789.7	60107.0	24886.2	84993.2
1960	671	269	940	53974.4	21638.0	75612.4	789.7	53974.4	22427.7	76402.1
1961	671	269	940	80870.2	32420.4	113290.6	789.7	80870.2	33210.1	114080.3
1962	671	269	940	50209.1	20128.6	70337.7	789.7	50209.1	20918.3	71127.4
1963	671	269	940	39007.4	15637.9	54645.3	789.7	39007.4	16427.6	55435
1964	671	269	940	62479.1	25047.5	87526.6	789.7	62479.1	25837.2	88316.3
1965	671	269	940	76784.7	30782.5	107567.2	789.7	76784.7	31572.2	108356.9
1966	671	269	940	55103.9	22090.9	77194.8	789.7	55103.9	22880.6	77984.5
1967	671	269	940	47645.6	19100.8	66746.4	789.7	47645.6	19890.5	67536.1
1968	671	269	940	51928.9	20818.0	72746.9	789.7	51928.9	21607.7	73536.6
1969	671	269	940	50259.7	20148.8	70408.5	789.7	50259.7	20938.5	71198.2
1970	671	269	940	61088.8	24490.2	85579	789.7	61088.8	25279.9	86368.7
1971	671	269	940	54104.1	21690.0	75794.1	789.7	54104.1	22479.7	76583.8
1972	671	269	940	67172.4	26929.0	94101.4	789.7	67172.4	27718.7	94891.1
1973	671	269	940	69083.2	27695.1	96778.3	789.7	69083.2	28484.8	97568
1974	671	269	940	56541.7	22667.2	79208.9	789.7	56541.7	23456.9	79998.6
1975	671	269	940	76907.9	30832.0	107739.9	789.7	76907.9	31621.7	108529.6
1976	671	269	940	63612.4	25501.8	89114.2	789.7	63612.4	26291.5	89903.9
1977	671	269	940	41528.5	16648.6	58177.1	789.7	41528.5	17438.3	58966.8
1978	671	269	940	70192.7	28139.8	98332.5	789.7	70192.7	28929.5	99122.2
1979	671	269	940	51656.7	20708.9	72365.6	789.7	51656.7	21498.6	73155.3
1980	671	269	940	52586.7	21081.7	73668.4	789.7	52586.7	21871.4	74458.1
1981	671	269	940	71831.0	28796.7	100627.7	789.7	71831.0	29586.4	101417.4
1982	671	269	940	50788.5	20360.8	71149.3	789.7	50788.5	21150.5	71939
1983	671	269	940	69103.1	27703.1	96806.2	789.7	69103.1	28492.8	97595.9
1984	671	269	940	34783.9	13944.7	48728.6	789.7	34783.9	14734.4	49518.3
1985	671	269	940	54755.9	21951.3	76707.2	789.7	54755.9	22741.0	77496.9
1986	671	269	940	46501.9	18642.4	65144.3	789.7	46501.9	19432.1	65934
1987	671	269	940	51295.8	20564.2	71860	789.7	51295.8	21353.9	72649.7
1988	671	269	940	53467.4	21434.8	74902.2	789.7	53467.4	22224.5	75691.9
1989	671	269	940	52687.7	21122.2	73809.9	789.7	52687.7	21911.9	74599.6
1990	671	269	940	47564.9	19068.5	66633.4	789.7	47564.9	19858.2	67423.1
1991	671	269	940	33740.9	13526.6	47267.5	789.7	33740.9	14316.3	48057.2
1992	671	269	940	52003.4	20847.8	72851.2	789.7	52003.4	21637.5	73640.9

1993	671	269	940	60923.5	24423.9	85347.4	789.7	60923.5	25213.6	86137.1
1994	671	269	940	49105.9	19686.2	68792.1	789.7	49105.9	20475.9	69581.8

续表 2-6-1

年 份	计算面积			天然年径流量			平原区地下水与河川径流量不重复量	水资源总量		
	山丘区	平原区	合计	山丘区	平原区	全区		山丘区	平原区	全区
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)=(4)	（9）=（5）+（7）	（10）=（6）+（7）
1995	671	269	940	59027.2	23663.6	82690.8	789.7	59027.2	24453.3	83480.5
1996	671	269	940	47669.6	19110.5	66780.1	789.7	47669.6	19900.2	67569.8
1997	671	269	940	61924.8	24825.3	86750.1	789.7	61924.8	25615.0	87539.8
1998	671	269	940	54895.7	22007.3	76903	789.7	54895.7	22797.0	77692.7
1999	671	269	940	52360.9	20991.2	73352.1	789.7	52360.9	21780.9	74141.8
2000	671	269	940	53854.1	21589.8	75443.9	789.7	53854.1	22379.5	76233.6
2001	671	269	940	78840.1	31606.5	110446.6	789.7	78840.1	32396.2	111236.3
2002	671	269	940	64399.0	25817.2	90216.2	789.7	64399.0	26606.9	91005.9
2003	671	269	940	47965.6	19229.1	67194.7	789.7	47965.6	20018.8	67984.4
2004	671	269	940	38951.0	15615.2	54566.2	789.7	38951.0	16404.9	55355.9
2005	671	269	940	49383.2	19797.5	69180.7	789.7	49383.2	20587.2	69970.4
2006	671	269	940	63309.1	25380.3	88689.4	789.7	63309.1	26170.0	89479.1
2007	671	269	940	43713.0	17524.3	61237.3	789.7	43713.0	18314.0	62027
2008	671	269	940	61804.7	24777.2	86581.9	789.7	61804.7	25566.9	87371.6
多年平均	671	269	940	55990.0	22446.0	78436	789.7	55990.0	23235.7	79225.7

2.7 水资源可利用量

水资源可利用量是从资源的角度分析可能被消耗利用的水资源量。根据水利部水规总院 2004 年 4 月下发水总研 8 号文《水资源可利用量估算方法（试行）》，本次规划仅要求估算多年平均情况下的地表水资源量可利用量和水资源可利用总量，本次水资源可利用量是在不考虑水质影响的情况下进行分析估算的。

根据高明区的流域水系特点和水资源条件，水资源可利用量可分为当地自产水资源可利用量和西江入境水可利用量两部分考虑。

2.7.1 当地自产水资源可利用量

2.7.1.1 当地自产地表水资源可利用量分析计算

本次评价中地表水资源可利用量是指在可预见的时期内，在统筹考虑河道内生态环境和其它用水的基础上，通过经济合理、技术可行的措施，在流域（或水系）地表水资

源量中，可供河道外生活、生产、生态用水的一次性最大水量（不包括回归水的重复利用）。

高明区有两座中型水库。对于但中小型水库控制区，其水资源可利用量可由来水量扣除弃水量得到。但由于高明区中小型水库控制流域面积不大，且缺乏实测长序列调节资料，故采用如下方法估算：

$$W_{地表水资源可利用量}=W_{地表水资源量}-W_{生态需水量}-W_{洪水弃水} \quad (2\text{-}7\text{-}1)$$

其中：$W_{生态需水量}=W_{地表水资源量}\times 25\%$；

$W_{洪水弃水}=W_{地表水资源量}\times 25\%$。

经计算，高明区当地地表水可利用量为 39173 万 m^3，占境内地表水资源量的 50%。

2.7.1.2 地下水资源可开采量分析计算

地下水资源可开采量指在可预见的时期内，通过经济合理、技术可行的措施，在不致引起生态环境恶化条件下允许从含水层中获取的最大水量。

高明区内的山丘区均为一般山丘区，采用 1980～2008 年地下水开采相对稳定时期所对应的多年平均实际开采量作为可开采量。平原区多年平均浅层地下水资源可开采量采用可开采系数法计算得到，计算公式为：

$$Q_{可开采}=\rho.Q_{总补} \quad (2\text{-}7\text{-}2)$$

其中：$Q_{可开采}$ 为平原区地下水可开采量；ρ 为可开采系数；$Q_{总补}$ 为平原区地下水总补给量。

根据调查高明区地下水开采量并不多，每年约 300 万 m^3，主要集中在杨和镇、更合镇等地区，可作为高明山丘区地下水可开采量，平原区可开采系数 ρ 取 0.5，由表 2-5-4 得 $Q_{总补}$ 为 3921 万 m^3，由此可得高明区地下水资源可利用量为 2260 万 m^3，占境内地下水资源总量的 10.44%。

2.7.1.3 当地水资源可利用总量分析

当地水资源可利用总量的计算，采取自产地表水资源可利用量与浅层地下水资源可开采量相加再扣除两者之间重复计算量的方法估算。

$$Q_{总}=Q_{地表}+Q_{地下}-Q_{重复} \quad (2\text{-}7\text{-}3)$$

其中：$Q_{总}$ 为水资源可利用总量；$Q_{地表}$ 为地表水资源可利用量；$Q_{地下}$ 为浅层地下水资源可利用量；$Q_{重复}$ 为地下水可利用量与地表水可利用量的重复计算量。

在山丘区浅层地下水即为河川基流，全部与地表水重复；平原区重复量主要为浅层地下水的渠系渗漏和渠灌田间入渗补给量的开采利用部分，采用下式估算：

$$Q_{重复}=\rho(Q_{渠}+Q_{田}) \quad (2\text{-}7\text{-}4)$$

其中：$Q_{渠}$为渠系渗漏补给量；$Q_{田}$为田间地表水灌溉入渗补给量；ρ为可开采系数，是地下水资源可开采量与地下水资源量的比值。

$Q_{田}$为 1360 万 m^3，$Q_{渠}$按 $Q_{田}$的 15%估算，ρ取 0.5，则平原区重复量为 1564 万 m^3，西江过境水资源量作为独立可利用的水量单元，不参与本地水资源可利用总量的计算。高明区本地水资源可利用总量的计算成果见表 2-7-1。

表 2-7-1　高明区多年平均当地水资源可利用总量表　　单位为万 m^3

计算区域	地表水可利用量	浅层地下水可开采量	重复计算量	水资源可利用总量	水资源总量	水资源可利用率(%)
高明区	39173	2260	1564	39869	79226	50.3%

2.7.2 入境水资源可利用量分析计算

入境的地表水资源量中包含不可以被利用水量与不可能被利用水量，可利用量可由入境地表水资源量减去不可以被利用水量和不可能被利用水量推算得到。

不可以被利用水量是指不允许利用的水量，以免造成生态环境恶化甚至被破坏的严重后果，以及不能保证河道内正常的航运、水力发电等生产活动，即必须满足的河道内生态环境及生产用水量。不可能被利用水量是指受种种因素和条件的限制，无法被利用的水量。主要包括：超出工程最大调蓄能力和供水能力的洪水量；在可预见时期内受工程经济技术性影响不可能被利用的水量；以及在可预见的时期内超出最大用水需求的水量等。

因此，入境地表水资源可利用量的计算可用下式表示：

$$W_{地表水资源可利用量}=W_{地表水资源量}-W_{河道内需水量外包}-W_{洪水弃水} \quad (2\text{-}7\text{-}5)$$

其中：$W_{地表水资源可利用量}$为计算区入境地表水资源可利用量；$W_{地表水资源量}$为计算区入境地表水资源量；$W_{河道内需水量外包}$取河道内生态需水量和生产需水量两者中最大值；$W_{洪水弃水}$为汛期不能控制的洪水量。

在入境地表水资源量分析过程中，两项最重要的水量分析即河道内需水量和汛期下泄洪水量分析，其中河道内总需水量包括河道内生态环境与生产需水量。由于南方河流汛期河道内生态环境及生产需水量与汛期下泄的洪水量具有兼容性，汛期一般不考虑河

道内生态环境及生产需水量。因此对于入境地表水资源可利用量分析，只需考虑扣除非汛期河道内生态及生产需水量。

（1）河道内需水量

河道内需水量包括河道内生态环境需水量和河道内生产需水量。河道内生态环境需水量主要包括：1）维持河道基本功能的需水量（包括防止河道断流、保持水体的一定的稀释能力与自净能力、河道冲沙输沙以及维持河湖水生生物生存的水量）；2）河口生态环境需水量（包括冲淤保港、防潮压咸及河口生物需水等）。河道内生产需水量主要包括航运、水力发电、旅游、水产养殖等部门的用水。

由于河道内需水量具有基本不消耗水量、可满足多项功能以及水量重复利用等特点，因此应在河道内各项需水量中，选择最大的作为河道内需水量。

高明区西江入境水的河道内需水量计算成果见表 2-7-2。

（2）汛期难于控制利用的洪水量计算

汛期难于控制利用的洪水量（即洪水弃水量）由各水系的控制节点分析计算。根据河海大学水资源环境学院 2003 年发表的“水资源可利用量研究”成果中提到，为确定河道的洪水弃水量，可根据径流量在全年的月分配不同，以最大月流量与最小月流量的比值为基准，采用不同的汛期弃水系数（见表 2-7-3）来确定弃水量。

表 2-7-2　高明区西江入境水的河道内需水量计算成果

计算内容	西江
维持基本功能需水量（m^3/s）	1630
河口生态需水量（m^3/s）	1750
生产需水量（m^3/s）	1500
河道内需水量（m^3/s）	1850
非汛期河道内需水总量（亿 m^3）	290

表 2-7-3　径流最大月与最小月倍比值与汛期弃水系数关系表

倍比值	2~3	3~4	4~10	10~15	15~25	>25
弃水系数	10%	20%	30%	40%	50%	70%

通过对马口站径流资料分析，计算多年平均径流最大月与最小月比值分别是 14.2 和 6.2，根据表 2-7-3 选用汛期弃水系数分别为 40%。

《广东省水资源综合规划》中采用的方法是：将流域控制站汛期的天然径流量减去流域调蓄 W 调蓄和耗用的最大水量 W 耗用，剩余的水量即为汛期下泄洪水量 W 泄。其结果表明西江的汛期弃水量分别占地表水资源量的 60%。

综合上述两种方法的结果，取这两种方法的均值，则西江的弃水系数分别取为 50%。计算出高明区入境洪水总弃水量为 1137 亿 m^3。

高明入境水量主要为西江入境水量，因此，西江入境水量即为高明入境水量。通过上面计算得到高明区入境水资源可利用量为 845 亿 m^3，计算成果见表 2-7-4。

表 2-7-4　高明区入境水可利用量计算成果表　　单位为亿 m^3

计算区域	入境地表水资源量	非汛期河道内生态需水量	汛期难于控制利用的洪水量	入境地表水资源可利用量	入境地表水可利用率（%）
西江	2273	291	1137	845	37.2%

2.7.3 水资源可利用总量

高明区水资源可利用总量等于本地自产水资源可利用量和西江入境水可利用量两部分之和。根据前面计算，本地自产水资源可利用量约为 4 亿 m^3，西江入境水可利用量为 845 亿 m^3，由此可得高明区水资源可利用总量为 849 亿 m^3，高明区水资源可利用量中过境水量非常丰富。

2.8 水资源演变情势分析

由于高明区大多数的当地水资源量来源于大气降水补给，境内水资源总量同降水量变化规律基本一致。降水量的年际变化规律详见 2.2.7 节。

以前面计算的结果，根据不同序列统计出的高明区水资源量变化情况见表 2-8-1。由此可以看出，全区各阶段水资源总量相对稳定，变化范围在 7.60 ~8.35 亿 m^3 之间，变化差值在 1.0 亿 m^3 之内，变幅为 12.2%。地表水资源量也比较稳定，变化趋势与水资源总量相同，变化范围为 8.2~9.2 亿 m^3 之间，变化差值在 1.0 亿 m^3 之内，变幅为 12.2%。

与降水的多年均值变化趋势比较可以发现，佛山市高明区水资源总量多年平均值的变化与降水一致，相对比较稳定，且与地表水资源量的变化同步。

表 2-8-1 佛山市高明区水资源量及降雨多年均值变化　单位：mm

项目	1959～2008 年均值	1959～1979 年		1971～2008 年		1979～2008 年	
		均值	相对变化（%）	均值	相对变化（%）	均值	相对变化（%）
地表水资源量	78436	82736.7	5.48%	77787.9	-0.83%	75223.1	-4.10%
水资源总量	79225.7	83526.4	5.43%	78577.6	-0.82%	76012.8	-4.06%
降雨量	1669.5	1761	5.48%	1655.7	-0.83%	1603.2	-3.97%

3 水资源开发利用调查评价

3.1 供水基础设施和供水能力

高明区供水以地表水为主，地表水供水设施包括蓄水、引水、提水工程。供水工程现状分布见附图 4。

3.1.1 地表水供水基础设施调查统计

（1）蓄水工程

根据 2000 年《佛山市水资源开发利用情况调查评价》统计，高明区原有蓄水工程 507 宗，其中中型水库 2 宗，小型水库 67 宗，山塘 438 宗。

近年来，由于区内少量山塘废弃及部分山塘转为渔塘，2009 年现有蓄水工程 448 座，其中中型水库 2 宗，小型水库 67 宗，山塘 379 宗。其总库容为 6945 万 m^3，总兴利库容 4681 万 m^3，现状年供水达 11752 万 m^3，设计年供水达 12242 万 m^3。

2 宗中型水库分别为更合镇的深步水水库和杨和镇的西坑水库，其总库容为 2570 万 m^3，兴利库容 1478 万 m^3，现状年供水 3556 万 m^3，设计年供水 3600 万 m^3。67 宗小型水库总库容为 3717 万 m^3，兴利库容 2764 万 m^3, 现状年供水 7378 万 m^3，设计年供水 7781 万 m^3。

高明区山塘 379 宗，其总库容为 658 万 m^3，兴利库容为 439 万 m^3，现状年供水达 818 万 m^3，设计年供水 861 万 m^3。高明区中小蓄水工程详细信息见表 3-1-1 至表 3-1-5。

（2）引水工程

高明区引水工程（即水陂）规模相对较小，引水水源主要为高明河和西江。根据 2000 年的统计，本区原有小型引水工程 140 宗，总引水规模 9.5 m^3/s。高明区各街（镇）主要引水工程情况见表 3-1-6。

表 3-1-1　2009 年高明区蓄水工程统计

工程规模	宗数	总库容 (万 m^3)	兴利库容 (万 m^3)	现状供水能力 (万 m^3)	设计供水能力 (万 m^3)
中型	2	2570	1478	3556	3600
小型	67	3717	2764	7378	7781
山塘	379	658	439	818	861
合计	448	6945	4681	11752	12242

表 3-1-2　2009 年高明区各街(镇)蓄水工程情况

行政区	工程规模	数量(宗）	总库容(万 m^3)	兴利库容(万 m^3)
荷城街道	中型	0	0	0
	小型	11	694	494
	山塘	13	42	28
	小计	24	736	522
杨和镇	中型	1	1030	798
	小型	10	883	662
	山塘	21	75	50
	小计	32	1988	1510
明城镇	中型	0	0	0
	小型	13	718	487
	山塘	105	243	162
	小计	118	961	649
更合镇	中型	1	1540	680
	小型	33	1422	1121
	山塘	240	298	199
	小计	274	3260	2000
合计	-	448	6945	4681

表 3-1-3　2009 年高明区中型水库主要特征表

行政区	水库名称	集水面积(km^2)	总库容(万 m^3)	兴利库容(万 m^3)
更合镇	深步水水库	30.94	1540	680
杨和镇	西坑水库	10.5	1030	798

表 3-1-4　2009 年高明区小（一）型水库主要特征表

行政区	水库名称	集水面积(km^2)	总库容(万 m^3)	兴利库容(万 m^3)
荷城街道	荷村水库	5.04	142	102
	孔堂水库	3.32	164	120
杨和镇	大沙水库	5.00	302	202
	大水坑水库	8.88	279	243
明城镇	潭黎水库	8.47	215	120
更合镇	福山水库	5.54	273	242
	板村水库	3.12	137	107
合计		39.37	1512	1136

表 3-1-5　2009 年高明区小（二）型水库主要特征表

行政区	水库名称	集水面积(km^2)	总库容(万 m^3)	兴利库容(万 m^3)
荷城街道	洁净水库	0. 39	36	11
	黎峡坪水库	0.87	54	42
	伦涌水库	1.55	120	85
	荫岗	3.14	68	47.5
	罗塘坑	0.46	29	25
	南坑	0.49	15	11
	横江	0.66	28	22
	珠江	0.98	20.4	15.5
	江背	0.45	17.8	13.2
	小计	8.99	388.2	272.2
杨和镇	百步梯水库	1.58	67	52
	珠坑水库	0.7	18	10
	三亩石水库	49.62	65	37.4
	塔花山水库	2.1	32	25
	大坑洞水库	1.95	50	41
	焦坑水库	0.84	24	21
	蒔和坑水库	0.3	18	14
	茶场水库	0.8	28	16.2
	小计	57.89	302	216.6
明城镇	尖峰坑水库	1.86	35	29
	官迳水库	4.63	89	60
	仁坑水库	2.3	77	45
	高田水库	1.25	28	17
	飞马山水库	0.75	60	49
	横岗水库	0.52	22	15
	里江水库	1	15	10
	茶地（下）	1.09	70	58
	茶地（上）	1.43	35	27
	西陂	0.84	21	16
	东陂	1.02	27	20
	陈村	1.51	24	21
	小计	18.2	503	367

续表 3-1-5

行政区	水库名称	集水面积(km^2)	总库容(万 m^3)	兴利库容(万 m^3)
更合镇	大洞水库	0.84	95	85
	业山水库	0.57	99	88
	黄塘水库	0.65	13	8
	竹坑水库	0.82	30	19
	凤嘴水库	0.8	37	26
	水井水库	0.58	43	29
	草坑水库	0.87	41	24
	香山水库	1.2	31	19
	文坑水库	0.65	19	15
	千岁水库	0.12	13	11
	黄金坑水库	1.88	81	63
	陇村水库	0.15	18	14
	横村水库	0.5	15	12
	勒边水库	0.3	53	42
	细塘尾水库	0.4	28	24
	尖峰坑水库	0.39	30	24
	塔枧坑水库	0.39	28	24
	分水坑水库	0.26	30	24
	长坑氹库	0.25	16	13
	新围长坑水库	0.25	26	19
	中山塘水库	0.52	25	19
	大幕竹坑水库	0.2	14	11
	白石长坑水库	1.29	35	22
	里洞水库	0.65	20	12
	响水坑水库	1.79	27	17
	草塘坑水库	0.51	23	16
	天湖水库	0.48	15	9
	独岗水库	0.2	15	10
	若坑水库	3.07	51.3	42.8
	笋坑水库	0.9	24.5	19.9
	停步水库	0.26	16	10.5
	小计	21.74	1011.8	772.2
合计		106.82	2205	1628

表 3-1-6　2009 年高明区主要引水工程

行政区	工程名称	引自河流	引入河涌	设计引水流量（m^3/s）
荷城街道	西村陂	西安河	西村渠	0.3
	西头窦	西江	秀丽立渠	0.5
	上泰和站	西江		2.7
杨和镇	罗塘坡	杨梅河	罗塘陂涌	0.4
	独江坡	高明河	独岗涌	0.1
	六塘坡	高明河	禄堂涌	0.1
	金衩陂	杨梅河	/	0.1
	其他 29 宗	杨梅河	/	1.3
明城镇	峰江陂	高明河	城北渠	1.3
	城北站	高明河	/	0.4
	其他 17 宗	高明河	/	1.2
更合镇	良村陂	高明河	/	0.1
	蛇塘陂	高明河	/	0.2
	歌乐陂	歌乐坑	歌乐陂灌渠	0.1
	其他 83 宗	高明河	/	3.5
合计	141 宗	/	/	12.3

2009 年全区主要河道外引水工程 141 宗，均为小型。其总引水规模为 12.3 m^3/s，现状年供水达 8536 万 m^3，设计年供水能力 11565 万 m^3。全区水陂主要位于更合镇，共有 85 宗。其中荷城街道、杨和镇、明城镇、更合镇的设计引水流量分别为：3.5 m^3/s、2.0 m^3/s、2.9 m^3/s、3.9 m^3/s。各引水工程以上泰和站引水流量最大，达 2.7 m^3/s。

高明区主要河道内引水工程有富湾灌溉泵站。按区政府提出的《五年再造新荷城行动计划》要求，富湾灌溉泵站已动工，其设计引水流量为 10m^3/s，主要用于河道内冲污。

（3）提水工程

根据统计，高明区现有主要提水工程 32 宗。其中自来水 4 宗，工业自备水源（含火电）28 宗。全区提水总规模达 12.20 m^3/s，其中自来水提水规模 3.60 m^3/s，工业自备水提水规模 2.78 m^3/s。

全区共有 4 宗水厂，分别为：高明水厂、合水水厂、富湾水厂及杨梅水厂。其取水水源主要为西江和高明河。各水厂供水情况详见表 3-1-7。

表 3-1-7　2009 年高明区自来水厂供水情况

自来水厂名称	提水规模(万 m^3/d)	设计年供水能力(万 m^3)	实际供水量（万 m^3)	其中(万 m^3）		水源地	水质类别
				工业	生活		
高明水厂	20	6600	5940	4752	1188	西江	II
富湾水厂	2.5	825	743	594	149	西江	II
合水水厂	3.6	1188	1069	855	214	高明河合水段	II
杨梅水厂	5	1650	1485	1188	297	高明河杨梅段	III
合计	31.1	10263	9237	7389	1847	/	/

高明水厂和富湾水厂位于高明区荷城街道，取水水源为西江，设计年供水能力分别为 6600 万 m^3、825 万 m^3，水质标准均为 II 类水， 2009 实际供水量分别为 5940 万 m^3，743 万 m^3。

合水水厂也是高明供水总公司下属单位，位于更合镇黄湾河畔，1989 年起投入使用。其取水水源位于高明河合水段，现状提水规模 3.6 万 m^3/d，设计年供水能力为 1188 万 m^3，水质标准为 II 类，2009 实际供水量为 1069 万 m^3。

杨梅水厂位于杨和镇桂村，1995 年起投入使用。其取水水源位于高明河杨梅段，设计年供水能力约为 1650 万 m^3， 2009 实际供水量为 1485 万 m^3。水源水质标准为 III 类。

高明区的工业自备水（含火电）年供水能力 9054 万 m^3，现状年实际提水总量 7930 万 m^3。区内的企业自备水水源主要位于荷城街道，2009 年荷城街道实际提水量为 7750 万 m^3，占全区企业自备水水源提水总量的 97.7%。全区各街（镇）的企业自备水提水详细情况见表 3-1-8。

表 3-1-8　2009 年高明区企业自备水统计

行政区	企业名称	批准提水能力(万 m^3)	2008 年实际提水量(万 m^3)
荷城街道	佛山市高明祥泽纺织印染有限公司	50	12.63
	佛山市高明金鸿印染厂	21	0.43
	佛山市高明区洗水厂	30	10.45
	佛山市高明针织厂	46	19.04
	佛山市高明今力染整有限公司	150	73.47
	佛山市高明恒威染整洗水有限公司	13	17.09
	佛山市高明嘉如纺织实业有限公司	6	3.94
	佛山市高明区兴源染整厂	19	17.14
	佛山市高明区浦东洗水厂	50	27.61
	佛山市高明新高聚塑胶化工有限公司	30	24.08
	佛山市高明日畅纸业有限公司	45	36.86
	佛山市高明江高造纸有限公司	20	14.12
	广东省佛山监狱	25	17.73
	佛山市中油高富石油有限公司	9	28.61
	佛山市高明区东盈纺织有限公司	120	101.77
	广东溢达纺织有限公司(纺织厂)	23	13.62
	佛山市高明高力发水泥有限公司	3	0.24
	佛山市骏鸿纺织印染有限公司	600	2.85
	佛山市高明区碧桂园房地产开发有限公司	8	28.37
	广东溢达纺织有限公司(热电厂)	7300	7300
	小计	8568	7750.05
杨和镇	佛山市高明碧露矿泉水厂有限公司	3	2.29
	佛山市葳林家具有限公司	6	3.33
	佛山市高明 亚髻山天然净水有限公司	2	2.93
	佛山市高明 三千尺矿泉水厂有限公司	3	3.83
	佛山市骏有饮料有限公司（皂幕山泉）	5	1.15
	小计	19	13.53
明城镇	佛山市高明盈夏纺织有限公司	115	103.46
	小计	115	103.46
更合镇	佛山市高明誉山泉有限公司	2	1.71
	刘玲纺织染整有限公司	350	61.48
	小计	352	63.19
合计		9054	7930.23

3.1.2 地表水供水设施供水能力分析

截至2009年统计，全区地表水现状供水能力55077万m^3，设计供水能力60809万m^3，其中蓄、引、提水量分别为11751万m^3、8536万m^3、34790万m^3。各街镇地表水供水设施情况见表3-1-9和表3-1-10。

表3-1-9　2009年高明区蓄水工程和引水工程情况

行政区	工程规模	蓄水工程					引水工程			
		宗数	总库容(万m^3)	兴利库容(万m^3)	现状年供水能力（万m^3）	设计年供水能力（万m^3）	宗数	引水规模（m^3/s）	现状年供水能力（万m^3）	设计年供水能力（万m^3）
荷城街道	中型	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型	11	694	494	1247	1315	3	3.5	2215	3001
	山塘	13	42	28	52	54	0	0	0	0
	小计	24	736	522	1299	1370	3	3.5	2215	3001
杨和镇	中型	1	1030	798	1425	1443	0	0	0	0
	小型	10	883	662	1880	1983	33	2	1384	1876
	山塘	21	75	50	93	98	0	0	0	0
	小计	32	1988	1510	3399	3524	33	2	1384	1876
明城镇	中型	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	小型	13	718	487	1485	1566	19	2.9	2237	3031
	山塘	105	243	162	302	318	0	0	0	0
	小计	118	961	649	1787	1884	19	2.9	2237	3031
更合镇	中型	1	1540	680	2131	2157	0	0	0	0
	小型	33	1422	1121	2765	2916	86	3.9	2700	3657
	山塘	240	298	199	371	390	0	0	0	0
	小计	274	3260	2000	5267	5464	86	3.9	2700	3657
合计		448	6945	4681	11752	12242	141	12.3	8536	11565

表 3-1-10　2009 年高明区提水工程情况

行政区	提水工程											
	数量			提水规模 (m^3/s)			现状供水能力 (万 m^3)			设计供水能力 (万 m^3)		
	小计	其中		小计	其中		小计	其中		小计	其中	
		自来水	自备水		自来水	自备水		自来水	自备水		自来水	自备水
荷城街道	22	2	20	10.18	2.34	2.72	29018	6683	7750	30624	7425	8568
杨和镇	6	1	5	1.12	0.52	0	3181	1485	14	3362	1650	19
明城镇	1	0	1	0.07	0	0.04	198	0	103	209	0	115
更合镇	3	1	2	0.84	0.38	0.02	2393	1069	63	2807	1188	352
合计	32	4	28	12.2	3.24	2.78	34790	9238	7930	37002	10263	9054

全区拥有一定规模的供水基础设施，这可为本区经济持续发展提供有利保障。但本区现有的蓄、引、提水工程多建于五六十年代，近年来虽然投入大量资金，对病险工程进行更新改造，但供水设施老化影响供水工程效益正常发挥仍有存在。同时，本区供水工程规模都较小，尤其是西部地区缺乏骨干调蓄工程。这些工程又远离西江，无法直接利用过境水资源，供水能力不足，遇到干旱年份需依靠东部的供水工程，“东水西送”增加了本区的供水成本。

随着本区经济的发展，水污染问题严重。本区东部地区的荷城街道紧靠西江，高耗水行业因而多聚于此，造成工业、生活供水过于集中，大量工业废水和生活污水排入河涌后，易造成局部的水质性缺水，从而限制取水工程设施能力的有效发挥。

3.1.3 地下水供水现状

高明区目前没有大型地下水供水工程，地下水供水量比较小。根据《高明区水资源公报》统计，2009 年全区只有 300 万 m^3 的供水来自地下水供水，其中有 200 万 m^3 为浅层地下水，约有 100 万 m^3 为深层地下水，采用地下水供水的行政区主要是杨和镇和更合镇。

3.2 供水量及其变化趋势

3.2.1 供水量

供水量是指各种水源工程向用户提供的包括用水输水损失在内的供水量，即毛供水量。依据《高明区水资源公报》统计，2009 年全区总供水量 57482 万 m^3，其中地表水

57182 万 m^3，地下水 300 万 m^3，地表水占总供水量 99.5%，地下水占 0.5%。地表水供水中，以提水和蓄水为主；2009 年全区蓄水、引水、提水量分别为 11389 万 m^3、8274 万 m^3、37519 万 m^3，各占地表水总供水量的 19.9%、14.5%、65.6%，占全区总供水量比例分别为 19.8%、14.4%、65.3%。

3.2.2 供水变化趋势

近年来，高明区确立“工业立区”的发展战略，全区紧紧围绕沧江工业园进行规划和建设，提出建设“山林水都”的现代化城市，构建“和谐高明、富裕高明、活力高明、绿色高明”的新城市，在工业和社会经济快速发展的新形势下，对全区供水提出了更高的要求。

据统计，在 2000～2004 年期间，全区总供水量变化不大，而自 2005 年以后高明区总供水量一直呈稳定增长趋势，2006~2009 年全区总供水量平均增长 5.9%。

在地表水总供水中，近年来提水供水量增长趋势较为明显，2001～2009 年的年平均增长 10.4%，提水供水在总供水量中的所占比重也呈增加的趋势。蓄水供水和引水供水稍有起伏，引水供水总体仍呈增长的趋势。供水变化详细情况见表 3-2-1、图 3-2-1 和图 3-2-2。

表 3-2-1　高明区历年供水量

年份	供水量（万 m^3）					占总供水量百分比(%)			
	地表水			地下水	合计	地表水			地下水
	蓄水	引水	提水			蓄水	引水	提水	
2000	13100	5300	15372	90	33862	38.69	15.65	45.40	0.27
2001	12900	5150	17162	80	35292	36.55	14.59	48.63	0.23
2002	13500	5100	17420	120	36140	37.35	14.11	48.20	0.33
2003	10639	4800	15601	140	31180	34.12	15.39	50.04	0.45
2004	11454	4500	19264	213	35431	32.33	12.70	54.37	0.60
2005	12600	5430	27470	250	45750	27.54	11.87	60.04	0.55
2006	12400	7080	26520	300	46300	26.78	15.29	57.28	0.65
2007	12250	9100	30150	300	51800	23.65	17.57	58.20	0.58
2008	11751	8536	34790	300	55377	21.22	15.42	62.82	0.54
2009	11389	8274	37519	300	57482	19.81	14.39	65.27	0.52

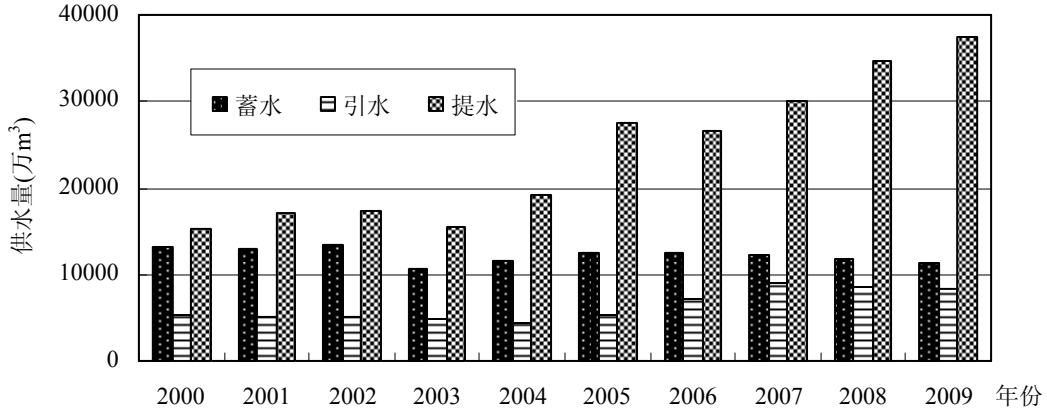


图 3-2-1　2000~2009 年高明区地表水供水量

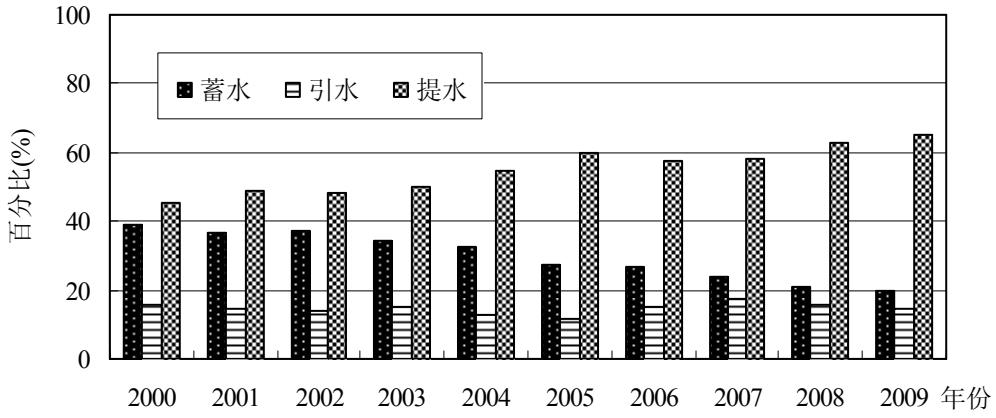


图 3-2-2　2000~2009 年高明区地表水供水比例

3.3 用水情势分析

3.3.1 总用水量及用水结构

2009 年高明区总用水量为 57482 万 m^3，按“原口径”统计，工业、农业、综合生活用水量分别为 25455、25530、6497 万 m^3，分别占总用水量的 44.3%、44.4%、11.3%。

按“新口径”统计，其中居民生活、生产、生态用水量分别为 3827、53135、520 万 m^3，所占总用水量比例分别为 6.7%、92.4%、0.9%。

按行政区统计，全区各街（镇）用水量以荷城街道最多，为 23900 万 m^3，占高明区总用水量的 41.6%。其次依次是更合镇、明城镇、杨和镇，用水量为 12798 万 m^3、10476 万 m^3、10308 万 m^3，所占比例分别为 22.3%、18.2%、17.9%。详见表 3-3-1 和图 3-3-1、图 3-3-2。

表 3-3-1　　2009 年高明区用水量统计　单位：万 m^3

行政区	用水量（原口径）			用水量（新口径）			合计（万 m^3）
	工业	农业	生活	生活	生产	生态	
荷城街道	14657	6219	3024	1925	21713	262	23900
杨和镇	4576	4704	1028	501	9739	68	10308
明城镇	2718	6666	1092	600	9795	81	10476
更合镇	3504	7941	1353	801	11888	109	12798
合计	25455	25530	6497	3827	53135	520	57482

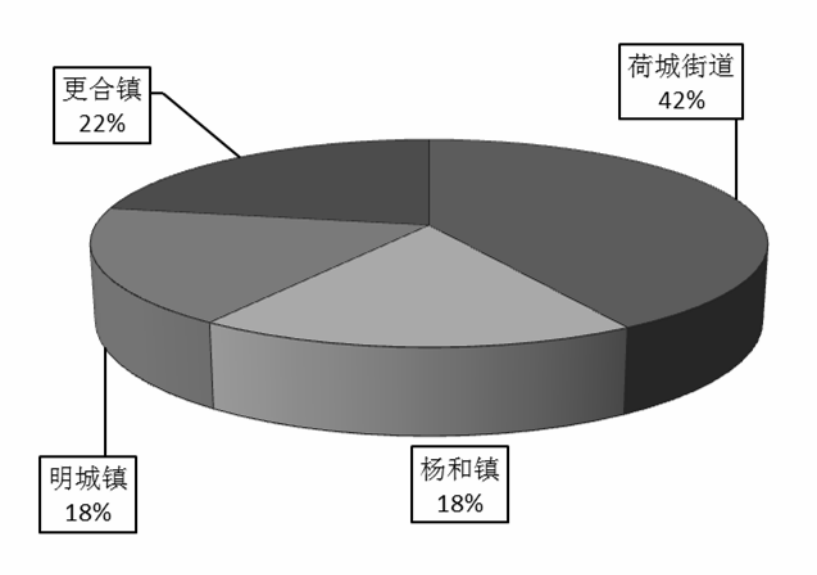


图 3-3-1　2009 年高明区各街（镇）用水比例

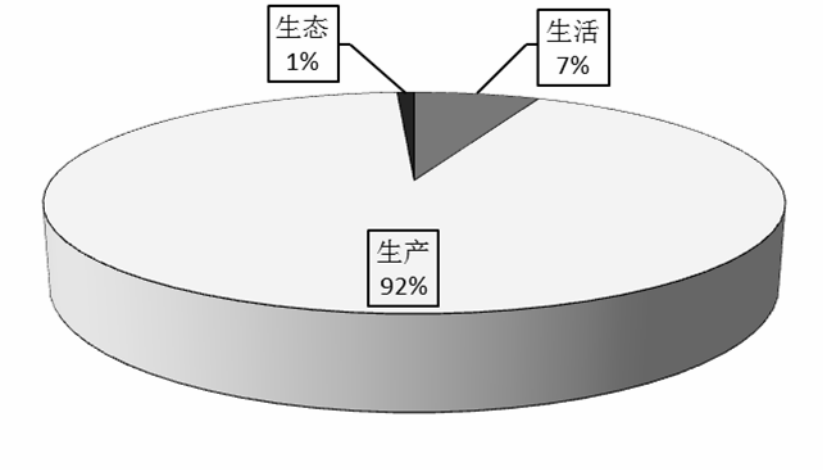


图 3-3-2　2009 年高明区用水比例（按新口径）

3.3.2 用水结构详况

（1）城镇综合生活用水

2009 年高明区城镇综合生活用水总量为 6497 万 m^3，其中城镇居民生活用水 3827 万 m^3，占 58.9%；城镇公共用水 1209 万 m^3，占 18.6%；城镇环境用水 520 万 m^3，占 8.0%；牲畜用水 942 万 m^3，占 14.5%。

根据高明区的人口规模、行业发展情况，对区内街（镇）各行业用水量经过综合分析，现状年各街（镇）的城镇生活用水情况详见表 3-3-2。

表 3-3-2　2009 年高明区各街（镇）生活用水情况

行政区	用水量(单位：万 m^3)							
	城镇公共	生活用水			生态环境			合计
		居民生活	牲畜	小计	园林绿化	环境卫生	小计	
荷城街道	707	1925	131	2056	211	50	261	3024
杨和镇	217	501	243	744	55	13	68	1028
明城镇	122	600	288	888	66	16	82	1092
更合镇	163	801	280	1081	88	21	109	1353
合计	1209	3827	942	4769	420	100	520	6497

（2）工业和建筑业用水

高明区近年重工业及民营工业发展较快，建筑业也稳步发展，全区用水量呈增长的趋势。2009 年高明区工业总用水量为 25455 万 m^3，其中火电用水量 7300 万 m^3，占 28.7%；一般工业用水量 17255 万 m^3，占 67.8%；建筑业用水量 900 万 m^3，占 3.5%。依据各街镇工业类型及工业增加值产值可得各街（镇）工业用水量，详见表 3-3-3。

表 3-3-3　2009 年各街（镇）工业和建筑业用水情况

行政区	用水量(单位：万 m^3)			
	火电用水	一般工业用水	建筑业用水	合计
荷城街道	7300	7042	315	14657
杨和镇	0	4396	180	4576
明城镇	0	2493	225	2718
更合镇	0	3324	180	3504
合计	7300	17255	900	25455

（3）农业用水

2009 年全区农业用水总量为 25530 万 m^3，其中农田灌溉用水 18380 万 m^3，占 72.0%；林牧渔用水量 7150 万 m^3，占 28.0%。在农业各项用水中，以水田灌溉用水量最多，为 17746 万 m^3；果林灌溉用水最少，仅为 407 万 m^3。现状年各街（镇）农业用水量详见表 3-3-4。

表 3-3-4　2009 年高明区各街（镇）农业用水情况

行政区	用水量(万 m^3)						
	农田灌溉			林牧渔			合计
	水田灌溉	旱地用水	小计	果林灌溉	鱼塘补水	小计	
荷城街道	3443	202	3645	52	2522	2574	6219
杨和镇	3439	75	3514	87	1103	1190	4704
明城镇	4790	280	5070	67	1529	1596	6666
更合镇	6074	77	6151	201	1589	1790	7941
合计	17746	634	18380	407	6743	7150	25530

3.3.3 用水量变化趋势

（1）总用水量变化情况

根据水资源公报统计，2000~2009 年全区各年总用水量为 3.39 亿 m^3、3.53 亿 m^3、3.51 亿 m^3、3.12 亿 m^3、3.54 亿 m^3、4.55 亿 m^3、4.61 亿 m^3、5.15 亿 m^3、5.54 亿 m^3、5.75 亿 m^3，2009 年总用水量比 2000 年净增 2.36 亿 m^3，2001~2009 年总用水量年平均增长 6.0%。此期间用水变化分两个明显的阶段，第一阶段是 2000~2004 年，期间的总用水量净增 0.15 亿 m^3，年均增长率仅为 1.1%，属于较缓慢增长。第二阶段 2005~2009 年的年均增长率达 10.2%，总用水量快速增加，原因是期间工业园区建设，工业化、城镇化发展迅速，工业和城乡用水量增速快。全区用水量变化详见图 3-3-3。

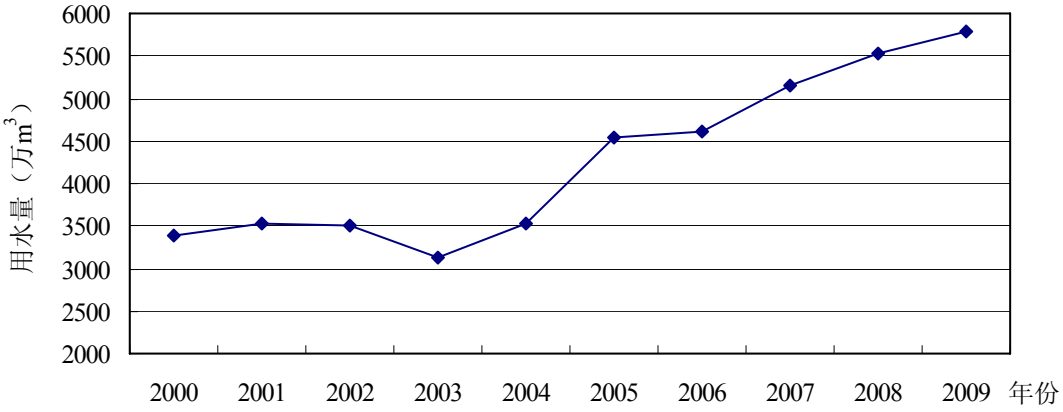


图 3-3-3　高明区总用水量变化趋势

（2）各类用水量变化状况

①城乡生活用水量变化状况

2000~2009 年全区城乡生活用水量分别为 0.24、0.29、0.31、0.32、0.46、0.48、0.56、0.60、0.63、0.70 亿 m^3，期间城乡生活用水量净增 0.46 亿 m^3，2001~2009 年的平均增长率为 12.6%，这期间由于本区经济快速发展，外来人口涌入，常住人口增速较快、服务行业繁荣、城市配备、基建设施的进一步完善，促使城乡生活用水量快速增长。

②工业用水量变化状况

2000~2009 年全区工业用水量分别为 0.48、0.58、0.54、0.66、0.83、1.60、1.72、2.16、2.45、2.54 亿 m^3，期间工业用水量净增 2.06 亿 m^3，2001~2009 年平均增长 20.3%。2000~2004 年期间用水量净增 0.35 亿 m^3，2001~2004 年间，年均增长率为 14.7%，属稳定增长；2005~2009 年平均增长率达 25.1%，此期间工业用水量快速增加，一方面是自 2005 年以来兴建的火力发电厂，每年有 7300 万 m^3 的水资源被用作冷却水；另一方面主要是因为近年来本区确立了工业化的发展战略，工业园区占地面积迅速增大，工业增加值增长速率加快，造成工业用水需求量增长。

③农业用水量变化情况

2000~2009 年全区农业用水量分别为 2.67 亿 m^3、2.67 亿 m^3、2.66 亿 m^3、2.64 亿 m^3、2.26 亿 m^3、2.47 亿 m^3、2.32 亿 m^3、2.39 亿 m^3、2.46 亿 m^3、2.55 亿 m^3。其中，2000 年到 2009 年期间九年期间全区农业用水量减少约 0.12 亿 m^3，年均递减 0.9%。农业用水与当年天然来水量有一定关系，同时，还因为本区工业园区占地面积迅速增大，挤占

农田面积，耕地面积逐年有所减少。本区的东部平原区不少原来用于农业的蓄水工程，现已转变为水环境、水景观功能。因此，近年来全区农业用水量呈下降趋势。

（3）用水结构变化趋势

2000年全区用水量中，农业用水占78.7%，工业用水占14.1%，城乡生活用水占7.2%；2009 年在全区总用水量中，农业用水占 44.4%，工业用水占 44.3%，城乡生活用水占11.3%。

从2000~2009年全区用水结构变化，是由2000年的以农业用水为主，转变到2009年的农业、工业用水并重，城乡生活除个别年份有所波动外，总体持续上升。

由此可以预见，随着本区工业的进一步发展，未来全区水资源消耗量增长最快的将集中在工业用水和城乡生活用水方面。详见表3-3-5和图3-3-4、3-3-5。

表3-3-5　2000~2009年高明区用水结构变化情况

年份	用水量（万 m^3）				用水构成(%)		
	农业	工业	城乡生活	总用水量	农业	工业	城乡生活
2000	26665	4767	2430	33862	78.7	14.1	7.2
2001	26665	5771	2854	35290	75.6	16.4	8.1
2002	26570	5434	3134	35138	75.6	15.5	8.9
2003	26406	6564	3209	31179	84.7	5.0	10.3
2004	22578	8320	4550	35448	63.7	23.5	12.8
2005	24655	16000	4800	45455	54.2	35.2	10.6
2006	23235	17230	5600	46065	50.4	37.4	12.2
2007	23900	21600	6000	51500	46.4	41.9	11.7
2008	24587	24530	6260	55377	44.4	44.3	11.3
2009	25530	25455	6497	57482	44.4	44.3	11.3

注：资料来源于《高明区水资源公报》

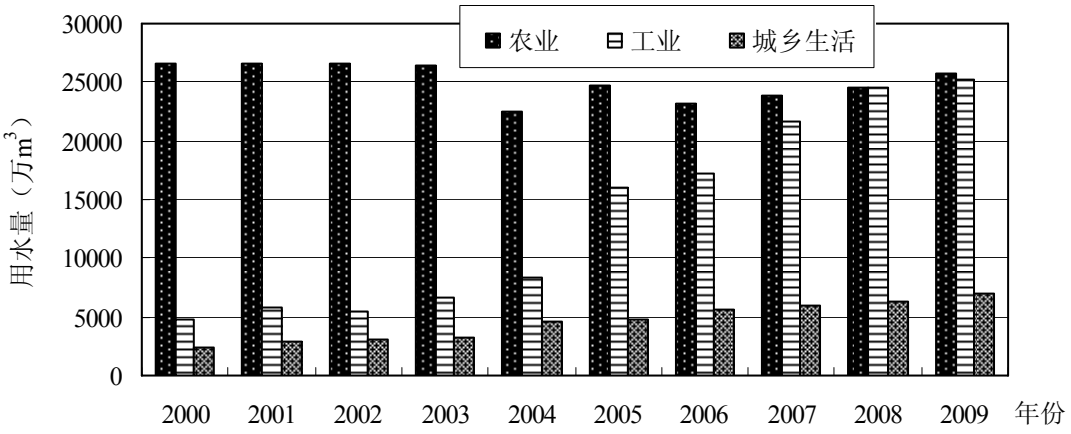


图 3-3-4　2000~2009 年高明区分类用水量（原口径）变化趋势

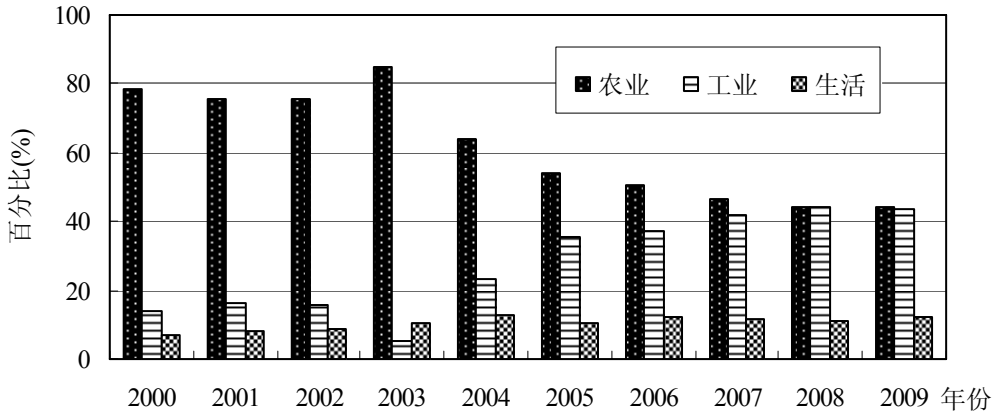


图 3-3-5　2000~2009 年高明区用水结构变化趋势

3.3.4 用水指标和用水效率分析

（1）现状年用水指标

通过对 2002 年、2005 年、2009 年的数据进行统计，人均总用水量、居民生活用水量均呈上升趋势，这主要是因为：①高明区近年来工业发展很快，特别是食品、纺织、造纸、石化、化学、冶金这些高用水行业发展迅速；②全区工业用水、农业用水并重的变化趋势，决定了本区的农业用水依然会占有较大的比例。上述指标中以居民生活用水指标增长较大，较全市、全省平均水平偏高，这说明居民生活用水尚有较大节水潜力。

与全省用水指标相比，2009 年本区的人均总用水量用水指标远高于广东省的平均水平，本区的万元 GDP 用水量、居民生活用水、农田灌溉用水指标均超出本市及全省水平，说明本区的水资源仍有很大的节水空间。高明区 2002 年、2005 年、2009 年社会经济指标见表 3-3-6，本区、市和全省用水指标详见表 3-3-7。

表 3-3-6　高明区各年社会经济指标

年份	人口（万人）	GDP（万元）	第二产业增加值（万元）			农田面积（亩）	第三产业增加值（万元)
			工业	建筑业	小计		
2002	32.21	758775	378027	17136	395163	202000	261803
2005	34.83	1597683	1020637	47700	1068337	201000	405582
2009	35.42	3520654	2704447	72534	2776981	201314	616997

注：　人均总用水量和居民生活用水指标所用人口为常住人口；GDP 为当年价。

表 3-3-7　　各行政区用水指标对比

行政区	年份	人均总用水量（m^3/人）	万元 GDP 用水量（m^3/万元）	人均居民生活用水量（L/d）	工业增加值用水量（m^3/万元）	农田灌溉（m^3/亩）	第三产业增加值用水量（m^3/万元）	建筑业（m^3/万元）
高明区	2002	1091	463	188	/	908	15	/
	2005	1305	285	208	/	831	19	/
	2009	1623	163	296	89	913	20	124
佛山市	2009	577	79	240	56	805	/	/
广东省	2009	486	129	219	80	785	/	/

注：高明区指标中的 GDP 按当年价计算

（2）用水效率分析

用水效率以弹性系数表示，即结合 GDP、第二产业增长速度，分析总用水、第二产业的弹性系数。各种弹性系数计算公式如下：

总用水弹性系数=总用水量年均增长率/GDP 年均增长率；

第二产业用水弹性系数=第二产业用水年均增长率/工业总产值年均增长率。

高明区 2001～2004 年、2005～2009 年、2001~2009 年之间总用水弹性系数分别为 0.06、0.46、0.30。总用水量增长率小于 GDP 增长率。2000~2004 年间，GDP 和总用水基本呈较缓慢的增长，所以总用水弹性系数较小；但 2005~2009 年期间，随着高明区经济的迅速发展，高用水行业增多，造成用水量骤增，总用水弹性系数增长很大，为 2001~2004 年 7.7 倍。

高明区 2001～2004 年、2005～2009 年、2001～2009 年之间第二产业用水弹性系数分别为 0.40、0.67、0.55。由于高明区的工业多为高耗水行业，且水重复利用效率较低，因此第二产业用水效率相对较低，说明本区的第二产业生产有着较大的节水空间。本区用水效率见表 3-3-8。

3.4 用水耗水量

本项统计中，第二产业耗水包括一般工业耗水、火电耗水和建筑业耗水；城乡生活耗水包括居民生活耗水、第三产业耗水、牲畜耗水和生态耗水；农业耗水包括农田灌溉耗水和林牧渔耗水。

2009 年高明区总用水耗水量为 16497 万 m^3，综合耗水率为 28.7%。从各行业上来看，第二产业耗水、城乡生活耗水、农业耗水分别为 4276 万 m^3、1897 万 m^3、10340 万 m^3，分别占总耗水量的 25.9%、11.5%、62.7%。第二产业、城乡生活、农业耗水率分别为 16.8%、29.2%、40.5%。各类行业的耗水量详见表 3-4-1。

表 3-3-8　　高明区用水效率（第二产业包括火电、一般工业和建筑业）

年份	2001～2004 年	2005～2009 年	2001～2009 年
总用水量年均增长率（%）	1.2	10.2	6.1
GDP 年均增长率（%）	17.9	22.2	20.3
总用水弹性系数	0.06	0.46	0.30
第二产业用水量年均增长率（%）	14.9	25.1	20.5
第二产业总产值年均增长率（%）	37.3	37.7	37.5
工业用水弹性系数	0.40	0.67	0.55

表 3-4-1　　2009 年高明区各行业耗水统计表　　单位：万 m^3

类别	行政区	第二产业				城乡生活					农业				合计
		火电	一般工业	建筑业	小计	第三产业	生活耗水		生态环境	小计	农田灌溉		林牧渔	小计	
							居民生活	牲畜			水田	旱地			
耗水量	荷城街道	219	2010	220	2449	141	387	66	212	806	1023	145	1459	2628	5882
	杨和镇	0	621	126	747	43	100	112	55	310	1051	55	984	2090	3148
	明城镇	0	351	157	508	25	118	129	65	336	1398	201	991	2590	3434
	更合镇	0	469	126	595	33	161	149	88	431	1850	56	1140	3046	4073
	合计	219	3451	630	4276	242	765	456	420	1897	5324	457	4575	10340	16497
耗水率%		3.0	20.0	70.0	16.8	20.0	20.0	48.4	80.8	29.2	30.0	72.1	64.0	40.5	28.7

3.5 水资源开发利用情况

水资源开发利用程度分析是对本地主要水系的地表（包括过境客水）、地下水资源问题等各项指标进行分析，从而反映各水系水资源开发利用情况。

根据计算，高明区本地多年平均水资源总量为 7.92 亿 m^3。其中：地表水资源量为 7.84 亿 m^3，浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3，地表水和地下水重复计算量为 2.08 亿 m^3。现状年高明河流域供水量为 29018 万 m^3，地表水开采率高达 36.6%，本区地表水开发利用率较高，增加开发的潜力不大。但本区有丰富的地下水，其现状开发率不足 1.4%，地下水的开发利用尚有一定空间。

3.6 水资源开发利用存在问题

（1）水资源调蓄能力不足

高明上游只有两宗中型水库，缺少大型蓄水工程，水资源调蓄能力不足。再加上部分河涌水质污染的原因，所以高明区的供水水源以过境的西江水为主。然而，过于依赖西江水就使得全区的供水水源具有很强的脆弱性：即一旦西江上游水源发生污染，不能从西江取水，将严重影响全区城乡的生活用水并危及全区的社会稳定和经济发展。因此，有必要开发本区的水库水作为饮用水源或后备水源。

（2）用水方式粗放，水资源浪费严重。

生活用水方面，随着城市化的不断扩大、城市人口不断增加，2009 年全区居民生活用水指标为 296L/（d·p），高出全省平均居民生活用水量的 35.3%。再加之自来水输水管网的跑、冒、滴、漏，水资源浪费较为严重。因此，生活用水还有较大的节水潜力。

工业用水方面，高明区现有工业用水大户大部分是直用直排，工业用水浪费较为严重。2009 年全区万元 GDP 产值用水量、工业增加值用水指标分别为 163 m^3/万元、89m^3/万元，均超过全省平均水平。

农业方面，2009 年全区农田灌溉用水超过一般工业的用水，达 18381 万 m^3，占总用水量的 32.0%。然而农业节水灌溉技术落后，渠系渗漏严重。目前全区的渠系利用系数介于 0.5~0.55 左右，有相当数量的水被渗漏掉。

（3）地下水开发水平尚待提高

高明区内多年平均地下水资源蕴藏量丰富，为 2.16 亿 m^3。然而，近年来全区对地下水的利用仅占总供水量的 0.5%~0.7%之间，且所占总供水量的比例呈逐年下降趋势。全区除荷城街道一带平原区浅层地下水含氰化物量稍高不能作为饮用水外，其余地区的地下水均可作为各类用途用水。目前高明区地下水开发利用量很少，且以浅层地下水为主。因此，地下水的作用没有得到充分发挥。

4 经济社会指标及水资源需求预测

4.1 经济社会指标分析及预测

4.1.1 人口

（1）人口现状

2009 年高明区人口总户数 80667 户，户籍总人口 29.31 万人，其中：荷城街道户籍总人口 14.75 万人，占全区 50.3%；更合镇户籍总人口 6.16 万人，占全区 21.0%。年末常住人口 35.42 万人，2009 年高明区人口基本情况具体见表 4-1-1。

表 4-1-1　2009 年高明区人口基本情况　单位：人

行政区	荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	合计
年末总户	41975	9920	11928	16844	80667
年末户籍	147476	38503	45513	61637	293129

（2）人口变化趋势

自 2004 年开始，高明区取消农业人口统计，为保持数据的一致性，将 2000~2003 年的农业人口并入城镇人口进行分析。

根据《高明统计年鉴》，2000~2005 年间，高明区户籍人口稳步增长。2001~2005 年间，户籍人口年平均增长率为 0.8%；常住人口增长迅速，年平均增长率为 3.0%。分镇（街）来看，明城镇的户籍人口增长较为迅速，达 7.1%；荷城街道的户籍人口则在 2004~2005 年有较大的减少。

2005~2009 年间，高明区的户籍人口并无明显变化，保持在 29.0 万人左右。2006~2009 年间，户籍人口年平均增长率为 0.09%；常住人口变化也不大，约为 35.0 万人，年平均增长率为 0.4%。人口的分布有所调整，荷城街道户籍人口有所下降，年平均增长率为 -0.9%；杨和镇、明城镇和更合镇户籍人口则有所增加，年平均增长率分别为 1.5%、1.7%、0.6%。

高明区 2001~2009 年间的户籍人口年均增长率 0.5%，常住人口年均增长率为 1.8%，2000~2009 年高明区人口变化情况具体见表 4-1-2。

（3）人口发展预测

根据《佛山市高明区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》（2006 年）及《高明城镇体系规划（2002-2020 年）》，结合《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》战略部署，以及考虑当地资源的承载力、人口政策和产业结构调整等因素，预测高明区 2010~2015 年，2016~2020 年常住人口年均增长率分别为 1.6%、 1.2%，2015 年、2020 年人口分别达到 39.02、41.38 万。高明区各镇（街）人口预测成果具体见表 4-1-3。

表 4-1-2　2000~2009 年高明区人口变化情况　单位：万人

年份	户籍人口					常住人口
	荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	小计	
2000	15.77	3.33	3.02	5.88	28.01	30.12
2001	15.89	3.36	3.01	5.91	28.17	31.17
2002	16.08	3.40	3.02	5.99	28.48	32.21
2003	16.09	3.57	3.09	6.10	28.85	33.37
2004	16.34	3.59	3.09	6.11	29.12	34.53
2005	15.30	3.63	4.26	6.02	29.20	34.83
2006	15.39	4.31	3.66	6.05	29.41	35.11
2007	14.99	3.73	4.40	6.06	29.17	35.25
2008	14.67	3.80	4.47	6.13	29.07	35.14
2009	14.75	3.85	4.55	6.16	29.31	35.42

表 4-1-3　高明区各镇（街）人口预测成果　单位：万人

年份	类型	荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	合计
2009	人口	17.82	4.64	5.55	7.40	35.42
2015	人口	19.48	5.15	6.45	7.94	39.02
2020	人口	20.63	5.55	6.95	8.26	41.38
2010~2015	年均增长率	1.5%	1.8%	2.5%	1.2%	1.6%
2016~2020	年均增长率	1.2%	1.5%	1.5%	0.8%	1.2%

4.1.2 国民经济发展

4.1.2.1 国民经济发展现状

2009 年的高明区国民经济继续快速增长，综合实力进一步增强。按可比价格计算，2009 年全区生产总值 332.39 亿元，比 2008 年上升 8.1%。按常住人口计算，人均地区

生产总值 9.38 万元，其中：第一产业、第二产业、第三产业各占地区生产总值的 3.1%、80.1%、16.8%，分别比 2008 年上升 3.3%、19.9%、15.0%。第二产业继续成为拉动区内经济发展的主要动力。

高明区的工业形成以纺织、家具制造、电器机械及器材制造业、金属冶炼、化工等为主的门类较齐全的工业体系，其中，高用水行业有：食品、纺织。

按当年价格计算，2009 年全区工业总产值 1328.98 亿元，同比增长 14.5%；规模以上工业总产值 1293.77 亿元，占工业总产值的 97.4%，同比增长 14.2%。各镇（街）中，荷城街道的工业总产值最大，为 776.43 亿元，占全区的 58.4%，其次是杨和镇，为 244.37 亿元，占全区 18.4%。2009 年高明区的建筑业总产值为 9.31 亿元，比 2008 年增长-7.6%。

由于缺乏各镇（街）的地区生产总值统计数据，为了了解各区的地区生产总值情况，以各镇（街）第一、二、三产业总产值的比例划分各镇（街）的第一、二、三产业的地区生产总值。2009 年高明区各镇（街）的地区生产总值（按可比价）具体见表 4-1-4。

表 4-1-4　2009 年高明区各镇（街）地区生产总值　单位：万元

类型		荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	合计
第一产业增加值		25142	16388	20064	41931	103525
第二产业增加值	工业	1494936	477967	259529	366929	2599361
	建筑业	36530	11680	6342	8966	63518
	小计	1531466	489646	265871	375896	2662879
第三产业增加值		320598	102503	55658	78690	557449
地区生产总值		1877206	608537	341592	496517	3323853

4.1.2.2 国民经济发展指标变化分析

（1）地区生产总值

高明区在 2001~2005 年间经济发展较快，按可比价计算，2000 年的地区生产总值为 63.11 亿元，2005 年达 157.22 亿元，2001~2005 年平均增长率 20.0%。2006~2009 年经济发展进一步提高，年均增长率达 20.6%。第二产业中的工业发展尤为迅速，2001~2005 年、2006~2009 年间的年均增长率分别为 27.0%、26.3%；第一产业在 2001~2005 间发展较为平缓，2006~2009 年间发展较快，年均增长率分别为 2.7%、7.7%。人均地区生产总值相应也有较大的提高，2000、2005、2009 年分别为 2.10 万元、4.51 万元、9.35 万元。2000~2009 年高明区国民经济主要指标具体见表 4-1-5。

表 4-1-5　2000~2009 年高明区国民经济主要指标　单位：万元

年份	地区生产总值	第一产业	第二产业			第三产业	人均地区生产总值
			工业	建筑业	合计		
2000	631144	67554	309488	22694	331150	205065	2.10
2001	712561	71945	351269	21786	368901	242797	2.29
2002	795218	75542	400797	17559	420179	269504	2.47
2003	945515	80150	494985	19315	521442	313434	2.83
2004	1218769	76223	717233	26191	755047	362329	3.53
2005	1572211	77061	1020623	37166	1068392	405809	4.51
2006	2043875	79450	1444181	45974	1496817	453694	5.82
2007	2540536	78655	1888989	50433	1947360	501786	7.21
2008	3074049	95173	2370681	55729	2426410	552466	8.75
2009	3323853	103525	2599361	63518	2662879	557449	9.35

（2）工业总产值

2001~2003 年，高明区的工业发展较为平缓，工业总产值年均增长率为 20.0%；自 2004 年开始，高明区的工业发展迅速，2005 年的工业总产值达到 405.82 亿。在 2006~2009 年间，工业持续高速发展，2009 年的工业总产值约为 2005 的 3 倍，年均增长率 34.5%，全区规模以上工业总产值所占比例逐年上升，2005 年为 94.9%，2009 年达到 97.4%。

2000~2009 年间，高明区的工业行业结构有所调整，高用水行业工业产值占工业总产值的比例增加，2000 年、2005 年、2009 年分别为 47.5%、54.1%、60.0%。纺织业、橡胶制品业、塑料制品业、有色金属冶炼等的产值有较大增长。

高明区各镇（街道）的工业发展速度较为均衡，工业产值都维持较大的增长。从年均增长率来看，明城镇发展较快，2001~2009 年的年均增长率为 38.5%。2000~2009 年高明区各镇（街道）工业总产值增长情况见图 4-1-1。

建筑业主要包括建筑工程和安装工程。高明区建筑业发展稳中有进，2000 年、2005 年、2009 年产值（当年价）分别为 5.94 亿元、8.86 亿元、9.30 亿元。2001~2005 年、2006~2009 年间建筑业产值的年均增长率分别约为 8.3%、1.2%。2000~2009 年高明区建筑业产值见表 4-1-6。

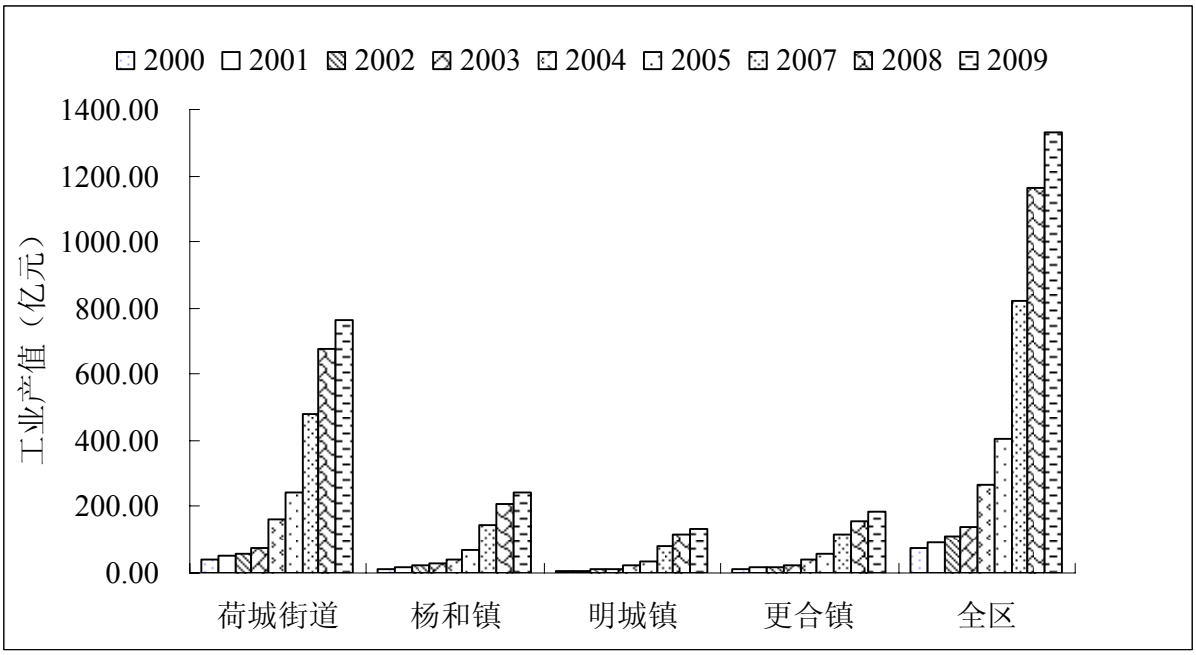


图 4-1-1　2005~2009 年高明区各镇（街）工业产值变化

表 4-1-6　2000~2009 年高明区建筑业产值　　单位：万元

年份	建筑工程	安装工程	合计
2000	59086	279	59365
2001	62055	1900	63955
2002	64663	271	64934
2003	77469	1346	78815
2004	67702	20210	87912
2005	80560	7993	88553
2006	78255	15177	93432
2007	97338	182	97520
2008	84886	15626	100512
2009	78517	14471	92988

4.1.2.3 国民经济发展指标预测

国民经济发展预测的总思路为：依据高明区的区域国民经济和社会发展计划中相关的经济社会发展目标，结合 2000~2009 年高明区的实际经济社会发展状况，按照《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》提出的新要求，对规划水平年的经济社会指标进行预测。

具体思路为：根据 2001~2009 年高明区 GDP 年均增长率，依据相关的经济社会发展目标，结合各镇（街）实际情况，预测各镇（街）不同规划阶段的 GDP 年均增长率，由此计算规划水平年各镇（街）的 GDP；再根据 2009 年的产业结构，结合相关规划，确定规划水平年各镇（街）的产业结构比例目标，以分解计算各镇（街）第一、二、三产业的 GDP；最后汇总计算高明区全区的 GDP 和各产业的 GDP 及其产业结构比例。

从高明区国民经济发展变化分析中可看出，2004~2009 年高明区的经济快速发展，但随着地区生产总值的基数逐渐增大，且考虑经济发展的不确定性，高明区的经济发展速度将放缓，并趋于稳定。依据《佛山市高明区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》（2006 年），初步拟定 2010~2015 年荷城街道、杨和镇、明城镇、更合镇的地区生产总值年均增长率分别为 13.0%、11.4%、12.2%、10.1%；2016~2020 年分别为 9.0%、8.0%、8.5%、7.5%。在产业结构方面，伴随产业结构的调整，规划水平年高明区第一产业比重持续下降，第三产业比重逐渐增加。规划水平年高明区国民经济发展预测成果见表 4-1-7。

表 4-1-7　高明区各镇（街）国民经济发展预测成果　单位：亿元

水平年	行政区	第一产业	第二产业			第三产业	合计
			工业	建筑业	小计		
2009	荷城街道	2.51	149.49	2.22	151.72	32.06	186.29
	杨和镇	1.64	47.80	1.27	49.07	10.25	60.96
	明城镇	2.01	25.95	1.59	27.54	5.57	35.11
	更合镇	4.19	36.69	1.27	37.96	7.87	50.03
	全区	10.35	259.94	6.35	266.29	55.74	332.39
2015	荷城街道	5.23	232.66	9.69	242.35	140.17	387.76
	杨和镇	3.08	75.52	3.49	79.00	34.10	116.18
	明城镇	3.15	43.42	2.70	46.12	20.76	70.03
	更合镇	7.12	57.83	2.22	60.06	21.80	88.97
	全区	18.58	409.43	18.10	427.53	216.84	662.94
2020	荷城街道	7.46	310.24	17.90	328.14	261.02	596.62
	杨和镇	3.67	95.60	5.53	101.13	65.91	170.71
	明城镇	3.69	56.87	4.05	60.92	40.70	105.31
	更合镇	10.22	74.08	3.19	77.28	40.23	127.73
	全区	25.03	536.79	30.68	567.46	407.87	1000.36

4.1.3 农业发展及土地利用

（1）农业发展及土地利用现状

2009 年高明区耕地面积 20.13 万亩，其中：水（旱）田面积、旱地面积分别为 18.51、1.62 万亩，果园面积 2.13 万亩，鱼塘面积 7.12 万亩。全区有效灌溉面积 16.56 万亩。高明区牧渔业发展良好，2009 年全区共饲养牲畜 52.99 万头。2009 年高明区农业发展及土地利用情况具体见表 4-1-8。

表 4-1-8　2009 年高明区农业发展及土地利用情况　面积单位：亩

行政区	耕地面积			有效灌溉面积	果园面积	鱼塘面积	牲畜（头）			
	水田	旱地	小计				水牛	羊	生猪	小计
荷城街道	35587	4334	39921	36044	2728	26625	11	50	74505	74566
杨和镇	36547	1935	38482	29320	4557	11640	980	0	135600	136580
明城镇	48606	6940	55546	37351	3485	16140	750	185	161436	162371
更合镇	64336	3029	67365	62907	10554	16770	2380	50	153977	156407
合计	185076	16238	201314	165622	21324	71175	4121	285	525518	529924

按可比价格，2009 年农林牧渔业总产值 27.13 亿元，农、林、牧、渔、农林牧渔服务业产值占总产值的比例分别为 26.6%、2.5%、40.6%、25.7%、4.6%。畜牧业约占农林牧渔业总产值的一半，而在畜牧业中，养猪业的产值约占畜牧业总产值的一半，为 50.1%。各镇（街）中，更合镇和荷城街道的农业产值较高，分别占全区的 40.5%、24.3%。

（2）农业发展及土地利用变化分析

2000~2008 年期间，高明区的总耕地面积有减少的趋势，2000 年、2005 年、2008 年分别为 20.23 万亩、20.10 万亩、19.87 万亩，2009 年有所增加，为 20.13 万亩。其中：水（旱）田减少，2000、2005、2009 年的面积分别为 19.23 万亩、18.74 万亩、18.51 万亩；部分的水（旱）田转变为旱地，因此旱地面积有所增加。全区的有效灌溉面积呈波动状态，2005 年为 18.87 万亩，2009 年为 16.56 万亩，其余年约 18.20 万亩。

2000~2005 年期间，高明区的果园面积较为稳定，但 2006~2009 年逐渐减少，2000 年、2005 年、2009 年分别为 3.78 万亩、4.05 万亩、2.13 万亩。鱼塘面积总体上有增大的趋势，2000 年、2005 年、2008 年分别为 6.90 万亩、7.27 万亩、7.36 万亩，但 2009 年减小为 7.12 万亩。禽畜养殖业在 2001~2006 年间稳步发展，饲养牲畜总头数逐年上升，但 2007 年急剧下降到 45.98 万头，2009 年回升到 52.99 万头。2000~2009 年高明区农业发展及土地利用变化情况具体见表 4-1-9。尽管高明区的耕地面积有所下降，但农业产

值有所增加。由于《高明统计年鉴》中，2001~2005 年与 2006~2009 年的产值采用不同标准，为保持数据一致，仅分析 2006~2009 年的数据。

表 4-1-9　2000~2009 年高明区农业发展及土地利用情况

年份	耕地面积（亩）			有效灌溉面积（亩）	果园面积（亩）	鱼塘面积（亩）	牲畜（头）				
	水田	旱地	小计				水牛	黄牛	羊	生猪	小计
2000	192339	9978	202317	182994	37845	68985	10477	35	2940	457488	470940
2001	192577	9918	202495	183180	37523	68985	10139	35	2665	498666	511505
2002	191138	9829	200967	180856	37913	69120	9685	10	980	523034	533709
2003	191138	9829	200967	181070	31200	71610	8450	10	1980	583420	593860
2004	191138	9829	200967	181493	38723	70506	7247	10	3486	602040	612783
2005	187358	13609	200967	188668	40487	72732	7072	0	2906	689521	699499
2006	185952	13609	199561	181960	29059	72139	6971	0	1644	705129	713744
2007	185722	13609	199331	181860	24553	71602	5314	0	1573	452933	459820
2008	185059	13609	198668	181197	21508	73565	5314	0	616	487628	493558
2009	185076	16238	201314	165622	21324	71175	4121	0	285	525518	529924

2006~2009 年，高明区的农业产值年均增长率为 6.7%；渔业增幅较小，为 3.4%；林业、牧业发展较快，产值年均增长率分别为 29.5%、12.6%；农林牧渔服务业飞速发展，产值年均增长率为 72.8%；农林牧渔业总产值年均增长率为 9.5%。2005~2009 年高明区各镇（街）农林牧渔业总产值变化情况具体见图 4-1-2。

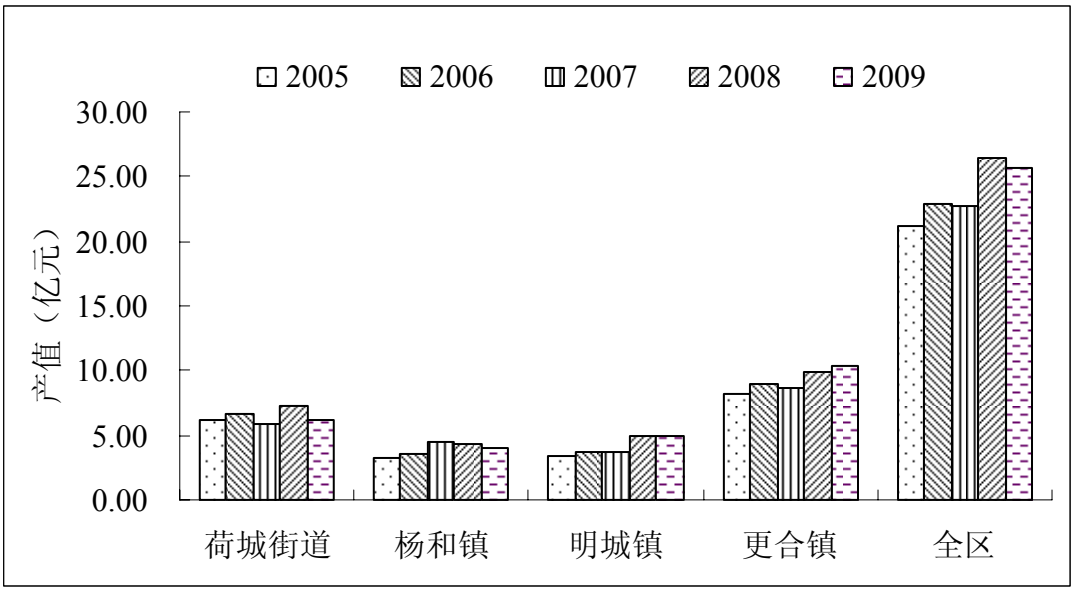


图 4-1-2　2005~2009 年高明区各镇（街）农林牧渔业总产值变化

各镇（街）中，更合镇是高明区农林牧渔业总产值的主要贡献地区，2005 年和 2009 年占全区的比例分别为 38.7%、40.5%。荷城街道的农林牧渔业也较为发达，2005 年和 2009 年的产值分别占全区的 26.1%、24.3%。

在农林牧渔业中，更合镇的畜牧业发达，产值占该镇农林牧渔业总产值的一半以上，2005 年和 2009 年分别为 58.0%、51.9%；种植业的产值分别占该镇农林牧渔业总产值的 26.0%、31.1%。与更合镇不同，荷城街道内的渔业较为发达，产值占该街道农林牧渔业总产值的一半，2005 年、2009 年分别为 46.7%、47.8%，

（3）农业发展及土地利用预测

随着国民经济的快速发展，工业用地不断增加，农业用地结构进行调整，虽然自 2000 年以来，高明区的耕地面积逐年减少，但根据国家关于耕地面积保护的政策，高明区积极推进土地整理和复垦，近两三年耕地面积较为稳定。依据《高明区土地利用总体规划》（1997~2001 年）、《佛山市高明区国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》（2006 年），经综合分析，预测 2015、2020 年高明区的耕地面积分别保持在 18.7 万亩、17.9 万亩左右。随着灌溉工程的建立和完善，有效灌溉面积占耕地面积的比例将增大，预测 2015、2020 年的有效灌溉面积分别为 17.5、17.2 万亩。

随着经济社会的发展和居民生活水平的提高，蔬菜、水果和鱼类产品的需求量也将有所增加，但城市用地也在扩张。预测 2015、2020 年的果林面积和鱼塘补水面积基本

与2009年持平，分别约为2.1万亩、7.3万亩。畜禽养殖业对环境的影响较大，随着高明区城市化的进一步加快，饲养的牲畜总数应有一定程度的减少，但是，考虑到高明区，尤其是西部的更合镇，在佛山市内属于牲畜饲养条件较好的地区，为当地和其他地区提供禽畜产品。预测2015、2020年的牲畜总数分别为34.9万头、27.5万头，荷城街道的牲畜总数有所减少，而更合镇的降幅较小。

在农业生产布局中，各镇（街）宜因地制宜，积极发展具有区域特色的农业支柱产品和主导产品，形成现代农业生态园，如：富湾现代化都市农业生产示范区、西安综合农业生产示范区、合水绿色食品标准化生产示范区等。

各规划水平年高明区农业生产预测成果见表4-1-10。

表 4-1-10　2015 年、2020 年高明区农业生产预测成果

行政区	水平年	耕地面积（亩）			有效灌溉面积（亩）	水果面积（亩）	鱼塘面积（亩）	牲畜（头）		
		水田	旱地	小计				大牲畜	小牲畜	合计
荷城街道	2009	35587	4334	39921	36044	2728	26625	11	74555	74566
	2015	32013	4117	36130	36130	2895	24198	0	29032	29032
	2020	30412	4117	34530	34530	2895	24198	0	17419	17419
杨和镇	2009	36547	1935	38482	29320	4557	11640	980	135600	136580
	2015	34720	1705	36425	33511	5000	15780	1210	83265	84475
	2020	32984	1790	34774	33035	5000	15780	1210	62449	63659
明城镇	2009	48606	6940	55546	37351	3485	16140	750	161621	162371
	2015	46176	5700	51876	47726	3500	16236	503	91689	92192
	2020	43867	5700	49567	47089	3500	16236	503	63492	63995
更合镇	2009	64336	3029	67365	62907	10554	16770	2380	154027	156407
	2015	61119	1816	62935	57900	10113	17351	2808	141370	144178
	2020	58063	1907	59970	56972	10113	17351	2808	127274	130082
合计	2009	185076	16238	201314	165622	21324	71175	4121	525803	529924
	2015	174028	13338	187366	175267	21508	73565	4521	345356	349877
	2020	165326	13515	178841	171625	21508	73565	4521	270634	275155

4.2 水资源需求预测

4.2.1 生活需水

生活需水是对城乡居民生活需水进行预测，基本思路是：根据高明区现状年（2009 年）的城乡居民生活用水情况，分析制定规划水平年 2015 年和 2020 年各镇（街）的城乡居民生活用水净定额，结合人口发展预测成果计算城乡居民生活净用水量，再根据水利用系数，计算城乡居民生活毛用水量。

2009 年高明区居民生活用水量 0.38 亿 m^3。按当年全区的常住人口 35.42 万人计算，高明区城乡居民生活用水毛定额为 296 L / (p·d)，按水利用系数为 0.88 计算，净定额为 260 L / (p·d)。依据《广东省用水定额（试行）》（2007 年），对于 20~50 万人口的城市，居民生活用水净定额为 180 L / (p·d)，因此，现状年高明区的居民生活用水净定额偏高较严重。

随着高明区经济的发展和社会的建设，居民生活用水量将增大，但城镇供水管网漏失率的下降，节水器具的推广，人们节水意识的提高等将使居民生活用水定额下降。拟定 2015 年、2020 年高明区居民生活用水净定额分别为 210 L / (p·d)、200 L / (p·d)；水利用系数分别为 0.89、0.90；毛定额分别为 236 L / (p·d)、222L / (p·d)。高明区各镇（街）经济发展状况不同，故所拟定的用水定额有所区别。

根据上述预测参数，高明区 2015 年、2020 年生活需水量分别为 3358、3345 万 m^3，预测成果具体见表 4-2-1。

表 4-2-1　规划水平年高明区各镇（街）生活需水预测成果

水平年	行政区	用水人口（万人）	净定额（升/人日）	年净用水量（万 m^3）	水利用系数	毛定额（升/人日）	年毛用水量（万 m^3）
现状年	荷城街道	17.82	260	1691	0.88	296	1925
	杨和镇	4.64	260	440	0.88	296	501
	明城镇	5.55	260	527	0.88	296	600
	更合镇	7.4	260	702	0.88	296	801
	合计	35.42	260	3360	0.88	296	3827
基准年	荷城街道	17.82	220	1431	0.88	250	1626
	杨和镇	4.64	220	373	0.88	250	423
	明城镇	5.55	220	446	0.88	250	506
	更合镇	7.4	220	594	0.88	250	675
	合计	35.42	220	2844	0.88	250	3230
2015	荷城街道	19.48	212	1507	0.89	238	1694
	杨和镇	5.15	208	391	0.88	236	444
	明城镇	6.45	208	490	0.88	236	556
	更合镇	7.94	206	597	0.90	229	664
	合计	39.02	210	2991	0.89	236	3358
2020	荷城街道	20.63	202	1521	0.91	222	1671
	杨和镇	5.55	200	405	0.90	222	450
	明城镇	6.95	200	507	0.90	222	563
	更合镇	8.26	195	588	0.89	219	661
	合计	41.38	200	3021	0.90	222	3345

4.2.2 生产需水

生产需水预测的基本思路是：根据现状年用水量推出现状用水净定额，经过一定的合理性分析，参照相关研究成果，拟定规划水平年的用水净定额，结合经济指标预测成果，计算净需水量，再根据水利用系数，计算毛需水量。

生产需水分城镇生产和农村生产两部分进行，其中：城镇生产需水包括工业、建筑业、第三产业需水；农村生产需水包括农田灌溉、林果地需水、鱼塘补水和牲畜用水。

（1）城镇生产

2009 年高明区工业增加值（生产法）为 3568855 万元（当年价），工业总用水量为

2.55 亿 m^3，全区的工业（含火电）万元增加值用水量为 89m^3/万元，其中：国有及规模以上工业用水量为 1.75 亿 m^3，规模以下工业用水量 0.07 亿 m^3，火电工业用水量 0.73 亿 m^3。

2009 年高明区建筑业、第三产业的增加值分别为 72534 万元、616997 万元（当年价）；用水量分别为 0.09 亿 m^3、0.12 亿 m^3；万元增加值用水量分别为 124m^3/万元、20 m^3/万元。现状城镇供水利用系数为 0.88，2009 年工业、建筑业、第三产业万元增加值用水净定额分别为 78 m^3/万元、109m^3/万元、18 m^3/万元。现状年工业、第三产业万元增加值用水定额稍微偏大，建筑业万元增加值用水定额偏大较严重，调整后基准年的值分别定为 60m^3/万元、12 m^3/万元、12 m^3/万元。

随着经济社会的发展，节水工艺技术将得到发展、提高和推广，规划水平年的工业、建筑业、第三产业万元增加值用水将减少。结合现状用水定额和《佛山市水资源综合规划》，初步拟定在节水条件下，高明区 2015、2020 年的工业（含火电）万元增加值用水净定额分别为 50 m^3/万元、45 m^3/万元；建筑业万元增加值用水量净定额分别为 12.0 m^3/万元、11.0m^3/万元；第三产业万元增加值用水净定额分别为 8.0 m^3/万元、6.5 m^3/万元；城镇供水利用系数分别为 0.89、0.90。

火电的水利用系数与一般工业的不同，需将规划水平年火电的净需水量划分出来，以计算毛需水量。考虑到高明区将对火电规模进行严格控制，2015 年、2020 年火电毛用水量均取现状年的值 0.73 亿 m^3，火电水利用系数取 0.95，则火电净需水量为 0.69 亿 m^3，且主要在荷城街道。各规划水平年高明区各镇（街）城镇生产毛需水预测成果见表 4-2-2。

（2）农村生产

2009 年高明区农田灌溉用水量 1.83 亿 m^3，水（旱）田、旱地的灌溉用水量分别为 1.77 亿 m^3、0.06 亿 m^3。根据当年耕地面积可知，全区水（旱）田、旱地灌溉用水毛定额分别为 959m^3/亩和 351m^3/亩。现状年的农田灌溉水利用系数为 0.55，则全区水（旱）田、旱地灌溉用水净定额分别为 527m^3/亩和 215m^3/亩。根据水田和旱地的比例，可以计算出农田灌溉用水毛定额为 913m^3/亩，结合水利用系数，得农田灌溉用水净定额为 502m^3/亩。经调整，基准年 90%降水频率下的农田灌溉用水净定额为 490 m^3/亩。

进行农田灌溉需水预测时，按照 50%、75%、90%、95%不同降水频率分别进行预测。依据《广东省一年三熟农田灌溉研究》成果中不同降水频率之间的灌溉定额比例关系，以及基准年的灌溉用水情况，拟定不同降水频率下的亩均灌溉水量，具体见表 4-2-3。考虑经济社会技术进步，2015 年、2020 年综合灌溉水利用系数分别取 0.60、0.65。

表 4-2-2　2015 年、2020 年高明区城镇生产毛需水预测成果 单位：万 m^3

年份	镇（街道）	第二产业				第三产业	合计
		工业	其中：火电	建筑业	小计		
现状年	荷城街道	14342	7300	315	14657	707	15364
	杨和镇	4396	0	180	4576	217	4793
	明城镇	2493	0	225	2718	122	2840
	更合镇	3325	0	180	3505	163	3668
	全区	24556	7300	900	25456	1209	26665
基准年	荷城街道	10193	7263	31	10224	461	10685
	杨和镇	3259	0	18	3277	142	3418
	明城镇	1769	0	22	1792	80	1871
	更合镇	2502	0	18	2519	107	2626
	全区	17723	7263	89	17812	790	18602
2015	荷城街道	13071	0	131	13201	1260	14461
	杨和镇	4243	0	47	4290	307	4597
	明城镇	2439	0	36	2475	187	2662
	更合镇	3249	0	30	3279	196	3475
	全区	23002	7300	244	23245	1949	25195
2020	荷城街道	15512	0	219	15731	1885	17616
	杨和镇	4780	0	68	4847	476	5323
	明城镇	2843	0	50	2893	294	3187
	更合镇	3704	0	39	3743	291	4034
	全区	26839	7300	375	27214	2946	30160

表 4-2-3 高明区不同降水频率下的农田灌溉净定额 单位：m^3/亩

年份	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
现状年	368	435	502	545
基准年	359	425	490	532
2015	359	425	490	532
2020	359	425	490	532

根据以上确定的农田灌溉净定额、水利用系数和有效灌溉面积的预测成果，可计算出不同降水频率条件下，不同规划水平年的高明区农田灌溉毛需水量，预测成果具体见表 4-2-4。

表 4-2-4　高明区不同降水频率下的农田灌溉需水预测成果 单位：万 m^3

水平年	行政区	P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
现状年	荷城街道	2671	3157	3645	3956
	杨和镇	2575	3044	3514	3813
	明城镇	3717	4393	5072	5504
	更合镇	4507	5328	6151	6675
	合计	13470	15922	18382	19948
基准年	荷城街道	2390	2829	3262	3539
	杨和镇	2304	2727	3145	3412
	明城镇	3326	3937	4539	4925
	更合镇	4034	4774	5505	5973
	合计	12055	14268	16451	17849
2015	荷城街道	2163	2561	2953	3495
	杨和镇	2007	2375	2739	3241
	明城镇	2858	3382	3900	4616
	更合镇	3467	4104	4732	5600
	合计	10495	12422	14323	16952
2020	荷城街道	1909	2259	2605	3340
	杨和镇	1826	2161	2492	3195
	明城镇	2603	3081	3552	4555
	更合镇	3149	3727	4298	5510
	合计	9486	11228	12946	16600

到 2015 年和 2020 年，由于农田有效灌溉面积的减少和综合渠系水利用系数的提高，高明区农田灌溉毛需水量将有所减少。在降水频率为 90%的情况下，2015 年、2020 年农田灌溉毛需水量分别为 1.43 亿元 m^3、1.29 亿 m^3，且伴随着荷城街道城市化加快，其农田灌溉需水将有较明显的下降，而更合镇的农业发展则较为稳定，农田灌溉需水占了较大的比例。

根据《佛山市高明区 2009 年水资源公报》，2009 年全区的鱼塘用水量为 6741 万 m^3，依据鱼塘的面积，得鱼塘用水毛定额为 947m^3/亩，现状水利用系数为 0.55，则现状鱼塘用水净定额为 521m^3/亩，经调整，以 483 m^3/亩作为规划水平年的鱼塘用水净定额。由于资料的限制，林果地灌溉净定额参考《佛山市水资源综合规划》（2006 年），取为 104m^3/（亩·年）。基准年的水利用系数取 0.6，2015 年、2020 年高明区林果地灌溉和鱼塘用水的水利用系数分别取 0.60、0.65。参考《佛山市高明区 2009 年水资源公报》，2015 年、2020 年高明区的大牲畜和小牲畜用水毛定额取固定值，分别为 100 L/（头·日）、50 L/（头·日）。

2015 年、2020 年高明区林牧渔畜毛需水量预测成果见表 4-2-5。

表 4-2-5　2015 年、2020 年高明区林牧渔畜毛需水量预测成果 单位：万 m^3

年份	行政区	林牧渔		牲畜			合计
		林果地	鱼塘	大牲畜	小牲畜	小计	
现状年	荷城街道	52	2522	0	131	131	2706
	杨和镇	87	1103	4	239	243	1432
	明城镇	67	1529	3	285	288	1883
	更合镇	201	1589	9	272	280	2070
	合计	407	6742	15	927	942	8091
基准年	荷城街道	47	2145	0	136	136	2329
	杨和镇	79	938	4	247	251	1268
	明城镇	60	1300	3	295	298	1659
	更合镇	183	1351	9	281	290	1824
	合计	370	5735	15	960	975	7079
2015	荷城街道	50	1950	0	53	53	2053
	杨和镇	87	1271	4	152	156	1515
	明城镇	61	1308	2	166	167	1536
	更合镇	175	1398	10	258	268	1842
	合计	373	5927	16	628	645	6945
2020	荷城街道	46	1800	0	32	32	1878
	杨和镇	80	1174	4	114	118	1372
	明城镇	56	1208	2	116	118	1381
	更合镇	162	1291	10	232	243	1695
	合计	344	5472	16	494	510	6326

4.2.3 生态需水

（1）河道外需水

河道外生态环境需水包括城镇生态环境美化用水和生态环境修复用水。其中，城镇生态环境美化用水包括城镇绿化和环境卫生用水。根据《全国水资源综合规划技术细则之需水预测补充说明》（2005 年），在计算城镇绿化用水时，需要浇水的绿化面积指城镇公共绿地及需要灌溉的风景林地，不含单位附属绿地及居住区绿地。绿地面积占城镇面积的比例一般不超过 20%，人均绿地面积一般为 3~8m^2。

2009 年高明区的园林绿地面积为 775.9 万 m^2，以当年常住人口计算，人均园林绿地面积约为 22m^2。现代化目标要求城市人均绿地面积为 10m^2，但高明区是广佛经济圈里的“山林水都”，有较好的旅游资源，高明区将加强城市绿化建设，以建设成一个绿

色生态旅游休闲城市。综合分析，预测2015年、2020年全区的人均绿地面积分别取25m^2、28m^2。结合规划水平年常住人口的预测值，可推算2015年、2020年高明区园林绿地面积分别为975万m^2、1159万m^2。

环境卫生面积主要指能够洒水的铺装道路、广场面积。2009年高明区的清洁保扫面积为341.94万m^2，以此数据作为2009年高明区环境卫生面积，则人均环境卫生面积约为10 m^2。参考《高明城镇体系规划（2002-2020）》，拟定2015年、2020年高明区人均环境卫生面积分别取20 m^2、23m^2，结合规划水平年常住人口预测结果，2015年、2020年高明区的环境卫生面积分别为780万m^2、952万m^2。

依据《广东省用水定额调查研究》（2004 年）及《佛山市水资源综合规划》（2006年），拟定规划水平年高明区城镇绿化和环境卫生的年用水定额分别为4745m^3/ 万m^2、2555m^3/ 万m^2，2015年、2020年高明区的城镇生态环境美化年需水量分别为662万m^2、793万m^2。2015年、2020年高明区城镇生态环境美化需水量预测成果具体见表4-2-6。

表4-2-6　2015年、2020年高明区城镇生态环境美化需水量预测成果　单位：万m^3

年份	行政区	城镇生态环境美化		
		园林绿地	环境卫生	合计
现状年	荷城街道	210.8	51.0	261.8
	杨和镇	54.9	13.3	68.2
	明城镇	65.6	15.9	81.5
	更合镇	87.5	21.2	108.7
	合计	418.8	101.3	520.2
基准年	荷城街道	210.8	51.0	261.8
	杨和镇	54.9	13.3	68.2
	明城镇	65.6	15.9	81.5
	更合镇	87.5	21.2	108.7
	合计	418.8	101.3	520.2
2015	荷城街道	231.1	99.5	330.6
	杨和镇	61.1	26.3	87.4
	明城镇	76.5	33.0	109.4
	更合镇	94.2	40.6	134.8
	合计	462.9	199.4	662.3
2020	荷城街道	274.0	121.2	395.3
	杨和镇	73.7	32.6	106.3
	明城镇	92.3	40.8	133.1
	更合镇	109.8	48.6	158.4
	合计	549.8	243.2	793.0

城镇生态环境修复用水主要包括天然湖泊湿地补水、生态林地建设需水和地下水人工回补需水。由于高明区地处亚热带季风气候区，降水量充沛，水土保持主要通过生物和工程措施防止水土流失，不需要从河道内取水，因此不参与河道外需水预测的计算。

（2）河道内需水

高明区内主要河流为高明河，河流注入西江。河道内需水主要指河流基本的生态环境需水量，用以维持水生生物的正常生长。对于常年性河流而言，维持河流的基本生态功能不受破坏，就是要求年内各时段的河川径流量都能维持在一定的水平上，不出现诸如断流等可能导致河流生态环境功能破坏的现象。通常采用以下两种计算方法：

1）以河流年平均流量推荐值的百分数为基础确定生态基流。在法国规定最小生态基流不应小于多年平均流量的 1/10，即使对多年平均流量大于 80m^3/s 的河流，最低流量的下限也不得低于多年平均流量的 1/20。表 4-2-7 是保护水生生态等有关环境资源的河流流量状况标准。

表 4-2-7 环境资源的河流流量状况标准

流量级别及其对生态的有利程度	生态基流占年平均流量的百分比（3~10 月）	生态基流占年平均流量的百分比（4~9 月）（%）
最大	200	200
最佳范围	60~100	60~100
极好	40	60
非常好	30	50
好	20	40
中或差	10	30
差或最小	10	10
极差	0~10	0~10

2）以河流最小月平均实测径流量的多年平均值作为河流的基本生态环境需水量，计算公式为：

$$W_b = \frac{T}{n}\sum \min(Q_{ij}) \times 10^{-8}$$

式中：Q_{ij} 为第 i 年第 j 月的河流月平均流量 m^3/s；T 为常数，将时间转化为秒，其值为 31.536×10^6s；n 为统计年数；W_b 为河流的基本生态环境需水量亿 m^3。

鉴于高明区没有水文站，采用 1959~2008 年区域内的实测降雨量，采用径流系数法

计算径流量后，以河流最小月平均径流量的多年平均值作为河流的基本生态环境需水量，高明河的生态环境需水量约为 3317.4 万 m^3。

4.2.4 河道外总需水

河道外总需水包括生活需水、生产需水和河道外生态环境需水。在降水偏枯（90%）条件下，高明区 2015 年河道外经济社会总需水量 5.05 亿 m^3，其中：荷城街道 2.15 亿 m^3、杨和镇 0.94 亿 m^3、明城镇 0.88 亿 m^3、更合镇 1.08 亿 m^3；全区 2020 年河道外经济社会总需水量 5.36 亿 m^3，其中：荷城街道 2.42 亿 m^3、杨和镇 0.98 亿 m^3、明城镇 0.88 亿 m^3、更合镇 1.08 亿 m^3。2015 年、2020 年高明区河道外总需水预测成果具体见表 4-2-8。

与现状年的 5.75 亿 m^3 相比，规划水平年的需水量变化不大，稍有下降。因为在规划期，虽然随着人口的增长，居民生活水平的提高，经济的发展，高明区的需水量，尤其是城镇生产需水量会有一定幅度的增长，但是，居民生活、农业、工业企业、第三产业可通过采取相应的节水措施，提高水资源的利用效率，使节约的水量满足社会经济发展对水资源的需求。总而言之，规划期内高明区水资源需求的增长主要可通过节水来解决。

表 4-2-8　2015 年、2020 年高明区河道外总需水预测成果（单位：万 m^3）

水平年	镇（街道）	生活需水	城镇生产	农村生产									河道外生态	合计			
				农田灌溉				林牧渔畜	小计								
				P=50%	P=75%	P=90%	P=95%		P=50%	P=75%	P=90%	P=95%		P=50%	P=75%	P=90%	P=95%
现状年	荷城街道	1925	15364	2671	3157	3645	3956	2706	5377	5863	6351	6662	262	22928	22027	23902	24213
	杨和镇	501	4793	2575	3044	3514	3813	1432	4007	4476	4946	5245	68	9369	11638	10308	10607
	明城镇	600	2840	3717	4393	5072	5504	1883	5600	6276	6955	7387	82	9122	10920	10477	10909
	更合镇	801	3668	4507	5328	6151	6675	2070	6577	7398	8221	8745	109	11155	28591	12799	13323
	合计	3827	26665	13470	15922	18382	19948	8091	21561	24013	26473	28039	520	52573	36170	57485	59051
基准年	荷城街道	1626	10685	2390	2829	3262	3539	2329	4719	5158	5591	5868	262	17292	16568	18164	18441
	杨和镇	423	3418	2304	2727	3145	3412	1268	3572	3995	4413	4680	68	7481	9505	8322	8589
	明城镇	506	1871	3326	3937	4539	4925	1659	4985	5596	6198	6584	82	7444	9057	8657	9043
	更合镇	675	2626	4034	4774	5505	5973	1824	5858	6598	7329	7797	109	9268	24757	10739	11207
	合计	3230	18602	12055	14268	16451	17849	7079	19134	21347	23530	24928	520	41486	26966	45882	47280
2015	荷城街道	1694	14461	2163	2561	2953	3495	2053	4216	4614	5006	5548	331	20702	21100	21492	22034
	杨和镇	444	4597	2007	2375	2739	3241	1515	3522	3890	4254	4756	87	8650	9018	9382	9884
	明城镇	556	2662	2858	3382	3900	4616	1536	4394	4918	5436	6152	109	7721	8245	8763	9479
	更合镇	664	3475	3467	4104	4732	5600	1842	5309	5946	6574	7442	135	9583	10220	10848	11716
	合计	3358	25195	10495	12422	14323	16952	6945	17440	19367	21268	23897	662	46655	48582	50483	53112
2020	荷城街道	1671	17616	1909	2259	2605	3340	1878	3787	4137	4483	5218	395	23469	23819	24165	24900
	杨和镇	450	5323	1826	2161	2492	3195	1372	3198	3533	3864	4567	106	9077	9412	9743	10446
	明城镇	563	3187	2603	3081	3552	4555	1381	3984	4462	4933	5936	133	7867	8345	8816	9819
	更合镇	661	4034	3149	3727	4298	5510	1695	4844	5422	5993	7205	158	9697	10275	10846	12058
	合计	3345	30160	9487	11228	12946	16600	6326	15813	17554	19272	22926	792	50110	51851	53569	57223

5 节约用水规划

5.1 现状用水与节水水平分析

5.1.1 现状用水情况调查与分析

根据 3.3 节的用水情势分析可知，2004~2009 年高明区总用水量不断攀升，年平均增长率约 10.2%；从用水结构来看，2000 年用水以农业用水为主，2009 年转变为工业用水与农业用水并重，都约占 44%，城乡生活用水比 2000 年增加较大。

（1）农业

目前，农业仍是高明区的第一用水大户。根据《佛山市高明区水资源公报》， 2009 年达 2.55 亿 m^3，占全区总用水量的 44%，其中：农田灌溉用水 1.84 亿 m^3，占总用水量的 32%；林牧渔业用水 0.71 亿 m^3，占总用水量的 12.3%。因此，农业节水在高明区节水工作中具有举足轻重的作用。随着高明区经济的快速发展，城镇化的进一步加快，农业用水与工业用水、生活用水，以及与生态用水的矛盾将会进一步加剧。进一步加强和做好农业节水工作更显得有不同寻常的意义。

近些年来，由于各级政府的关心和社会经济发展的需要，高明区农业节水工程建设取得了一定的成绩，但总体上，高明区农业用水效率比较低，采用喷灌、滴灌等先进节水措施的灌溉面积小。喷灌、滴灌面积很小，目前只有 60 亩，约占有效灌溉面积的 0.3%，而有些发达国家喷灌、滴灌占灌溉面积的 80%以上。2009 年节水灌溉工程面积情况如表 5-1-1 所示。

表 5-1-1　2008 年高明区灌溉情况调查统计

有效灌溉面积（亩）	喷灌、滴灌面积（亩）	灌溉渠道长度（km）	硬底化渠道长度（km）
181197	60	1200	10

高明区农业用水方面主要存在以下问题：①灌溉渠系淤积、失修；城市建设扩张影响灌溉渠系的正常运行，部分甚至成为污水排放渠系；②部分水闸、电灌站的工程及设备老化，效率降低，安全性差；③一些蓄水山圩存在安全隐患，只能控制运用，降低了蓄水灌溉能力；④尚未能广泛推广节水灌溉技术。

（2）工业

工业是高明区国民经济的主要增长点，也是高明区的第二用水大户。2009 年全区工业用水量占总用水量的 43%。随着区域内工业化的进一步发展，工业用水将保持较高比例。根据对高明区工业行业用水情况调查（见表 5-1-2），依据《广东省用水定额》（以下简称《定额》），对高明区的主要行业用水指标进行分析。

① 饮料制造业

由于区位优势，高明区内分布着较多的软饮料制造企业，以生产矿泉水、山泉水为主。本次调查涉及包括佛山市高明区三千尺矿泉水厂有限公司、佛山市高明区亚髻山天然净水有限公司、佛山市高明誉山泉有限公司等共 6 家软饮料制造企业。《定额》规定纯净水单位产品取水定额是 2.1~2.9m^3/m^3，重复利用率为 21%。部分企业单位产品取水量达到定额标准，如三千尺矿泉水厂有限公司单位产品取水量为 1.5~2.1 m^3/m^3。但高明誉山泉单位产品取水量为 42 m^3/m^3，与规定有一定差距。此外，高明三千尺矿泉水厂有限公司的重复用水率较低，为 7.8%。

② 纺织业

由于生产工艺水平、管理水平等的差距，高明今力染整有限公司、佛山市高明金鸿印染厂、佛山市高明针织厂等 8 家企业的重复用水率相差较大。广东溢达纺织有限公司是香港溢达集团下集纺织、梭织、染纱、后整及制衣一条龙生产的大型纺织企业，有棉纺厂、织布厂、制衣厂等，公司拥有国外的纺、织、染、整、制衣等全套先进的生产设备和管理人才，是最具活力和最先进的全球化纺织机服装制造商之一，其重复利用率较高，达 49.7%。对于广东高明区洗水厂，由于主要出口欧洲的高档衣料洗水对质量要求特别高，且洗水次数多，一般不能用重复水，重复利用率为 0。在调查的八家企业中，佛山市高明区浦东洗水厂单位产品取水量较大，为 5.53m^3/打，而《定额》规定为 1.05~2.1 m^3/打。

③ 造纸业

造纸业是典型的用水大户和废水大户，是节水工作的重要对象。本次项目调查了佛山市高明江高造纸有限公司和佛山市高明日畅纸业有限公司，分别生产瓦楞纸和生活用纸，用水量较大。两间公司单位产品取水量分别为 62m^3/t、60m^3/t，而《定额》规定瓦楞纸、生活用纸 A 级标准分别为 25m^3/t、30 m^3/t，B 级分别为 40 m^3/t、50 m^3/t，单位产品取水量比定额偏高较多；水的重复利用率分别为 38.9%、36.1%。

④ 塑料制品业

本次主要调查了生产 PVC 塑料、PE 塑料以及其他塑料的佛山市高明区金泽塑料有限公司。通过分析可以发现，塑料生产用水相对较简单，主要为冷却水、锅炉用水和职工生活用水。设备的冷却水一般在机器内和冷却塔之间封闭循环，没有污染，重复利用率较高，达 83.5%，也是高明区各工业行业中重复利用率最高的行业。佛山市高明区金泽塑料有限公司生产 PVC 塑料的单位产品取水量为小于《定额》规定的 10.3~16.4 m^3/t，重复利用率接近于《定额》规定的 85%。

⑤ 非金属矿物制品业

非金属矿物制品业分为水泥制造业和玻璃及玻璃制造业两大类分别。

本报告调查了佛山市高明区红河建材有限公司、佛山市高明高力宝水泥有限公司、佛山市高明旋江水泥有限公司等共 8 家企业，其单位产品取水量与《定额》较为接近，在 1m^3/t 以下；重复利用率偏小，在 7.4~36.1%之间。

佛山市高明鹏业玻璃马赛克厂的产品是玻璃马赛克，单位产品取水量与《定额》较为接近，为 0.13m^3/m^2，重复利用率偏小，为 38.1%。

⑥ 火力发电

高明区火力发电指广东省溢达纺织有限公司热电联供项目，其单位产品取水量偏高，为 2182 m^3/万 KWh，而《定额》规定装机容量在 300 万 KW 以下单位产品取水量为 1300~2000 m^3/万 KWh，装机容量在 300 万 KW 以上为 1000~1600 m^3/万 KWh。

调查分析各行业用水现状，高明区工业用水存在的主要问题有：

①区内高耗水行业较多，产值占全区工业总产值的 68%；工业废水排放达标率为 99.2%，尚未实现完全达标排放。

②部分企业生产工艺落后，技术措施跟不上，企业节水有待进一步推广深化。

③部分企业的管理水平落后，仍处于粗放型生产阶段。供水、用水、排水管理不善，跑、冒、滴、漏的现象严重，损失了较大一部分的水资源。

④工业用水水价偏低。据高明区物价局文件明价[2004]29 号文，2009 年高明区工业用水基本水价 1.28 元/m^3，污水处理费和水资源费分别为 0.45 元/m^3、0.04 元/m^3，工业用水综合水价为 1.77 元/m^3。该水价未能真正体现水的价值，水费支出占企业总支出中的比例有限，形成不了压力，不利于节水。

表 5-1-2　　高明区行业用水指标调查统计表

中类编码	中类	企业名称	产品名称	小类代码	单位产品取水量	单位产品用水量	单位	万元产值取水量(m^3/万元)	万元产值用水量(m^3/万元)	重复利用率（%）
139	其他农副食品加工	佛山市高明区木棉淀粉有限公司	木茨淀粉	1391	12.97	/	m^3/吨	60.11	/	/
153	软饮料制造	佛山市高明区福山矿泉水有限公司	矿泉水	1532	2.29	2.29	m^3/立方米	276.72	276.72	/
153	软饮料制造	佛山市高明区亚髻山天然净水有限公司	瓶装饮用水	1532	1.06	1.06	m^3/立方米	350	350	/
153	软饮料制造	佛山市高明三千尺矿泉水厂有限公司	350ml支装水	1532	2.09	2.27	m^3/立方米	8.17	8.85	7.7
153	软饮料制造		600ml支装水	1532	1.47	1.59	m^3/立方米	11.66	12.65	7.8
153	软饮料制造		五加仑矿泉水	1532	1.75	1.91	m^3/立方米	27.67	30	7.8
153	软饮料制造	佛山市高明誉山泉有限公司	誉山泉18.9l	1532	41.61	41.61	m^3/立方米	200.13	200.13	/
153	软饮料制造		誉山泉330ml	1532	41.62	41.62	m^3/立方米	200.98	200.98	/
153	软饮料制造	佛山市高明誉山泉有限公司	誉山泉600ml	1532	41.61	41.61	m^3/立方米	199.73	199.73	/
153	软饮料制造		誉山泉1500ml	1532	41.62	41.62	m^3/立方米	199.76	199.76	/
153	软饮料制造	佛山市高明碧露矿泉水厂有限公司	矿泉水	1532	1.06	1.06	m^3/立方米	157.32	157.32	/
171	棉、化纤纺织及印染精加工	佛山市高明今力染整有限公司	棉、化纤印染	1712	178	178	m^3/吨	437.39	437.39	/
171	棉、化纤纺织及印染精加工	佛山市高明金鸿印染厂	印花布	1712	5.64	5.64	m^3/百米	216	216	/
171	棉、化纤纺织及印染精加工	祥泽纺织印染有限公司	涤纱	1712	80	100	m^3/吨	190	237.5	20
171	棉、化纤纺织及印染精加工		棉纱	1712	160	200	m^3/吨	180	225	20
171	棉、化纤纺织及印染精加工	佛山市高明针织厂	涤、棉布	1712	99.87	141.97	m^3/吨	359.86	511.49	29.6
171	棉、化纤纺织及印染精加工	广东溢达纺织有限公司特纺纱厂	纯棉纱	1712	54	107.45	m^3/吨	24.54	48.84	49.7
176	针织品、编织品及其制品制造	佛山市高明区浦东洗水厂	服装洗水	1761	5.53	7.3	m^3/打	818.71	1074.76	23.7
176	针织品、编织品及其制品制造	佛山市高明区洗水厂	服装洗水	1761	0.34	0.34	m^3/打	87.45	87.45	0

续表 5-1-2

中类编码	中类	企业名称	产品名称	小类代码	单位产品取水量	单位产品用水量	单位	万元产值取水量（m^3/万元）	万元产值用水量（m^3/万元）	重复利用率（%）
176	针织品、编织品及其制品制造	高明区高纺有限公司	毛毯	1762	964.76	975.18	m^3/万条	13.16	13.33	1.1
222	造纸	佛山市高明江高造纸有限公司	瓦楞纸	2221	62.3	102.27	m^3/吨	297.32	488.66	38.9
222	造纸	佛山市高明日畅纸业有限公司	生活用纸	2223	59.88	93.56	m^3/吨	65.64	102.87	36.1
251	精炼石油产品的制造	佛山市中油高富石油有限公司	燃料油	2511	0.13	0.83	m^3/吨	0.38	2.41	84.3
251	精炼石油产品的制造		沥青	2511	0.15	0.92	m^3/吨	0.36	2.18	83.7
302	塑料板、管、型材的制造	佛山市高明区金泽塑料有限公司	PVC 塑料	3020	0.2	1.24	m^3/吨	/	/	83.5
302	塑料板、管、型材的制造		PE 塑料	3020	0.07	0.42	m^3/吨	/	/	83.5
309	其他塑料制品制造	佛山市高明区金泽塑料有限公司	其他塑料	3090	0.12	0.71	m^3/吨	/	/	83.4
311	水泥、石灰和石膏的制造	佛山市高明宝山水泥有限公司	水泥	3111	0.43	0.67	m^3/吨	21.51	33.59	36.1
311	水泥、石灰和石膏的制造	佛山市高明高力宝水泥有限公司	水泥	3111	0.1	0.12	m^3/吨	4.68	5.56	15.9
311	水泥、石灰和石膏的制造	佛山市高明高力发水泥有限公司	水泥	3111	0.1	0.12	m^3/吨	6.83	8	14.7
311	水泥、石灰和石膏的制造	佛山市高明红河建材有限公司	水泥	3111	0.25	0.27	m^3/吨	10.99	11.87	7.4
311	水泥、石灰和石膏的制造	佛山市高明旋江水泥有限公司	水泥	3111	0.43	0.69	m^3/吨	23.29	37.32	37.6
313	砖瓦、石材及其他建筑材料制造	佛山市高明吉利陶瓷有限公司	耐磨砖	3132	0.04	0.06	m^3/平方米	41.74	58.74	28.9
314	玻璃及玻璃制品制造	佛山市高明鹏业玻璃马赛克厂	玻璃马赛克	3141	0.13	0.21	m^3/平方米	137.22	221.67	38.1
316	耐火材料制品制造	佛山市高明新高聚塑胶化工有限公司	防火板	3169	0.03	0.05	m^3/张	12	22.51	46.7
441	电力生产	广东省溢达纺织有限公司	火力发电	4411	2181.82	3285.45	m^3/万KWh	6599.75	9938.13	33.6
443	热力生产和供应	广东省溢达纺织有限公司	蒸汽	4430	1.2	1.2	m^3/吨	109.1	109.1	/

注：表格中“/”表示无资料。

（3）生活

自 2004 年取消了农业人口统计后，高明区实现了全区人口城镇化。总体上，高明

区居民生活用水量在总用水量中所占比重不大，2009 年约 11.3%，但居民生活用水对水的质量和水量保证率要求最高，并且随着人们生活水平的不断提高和城镇人口的增多，生活用水总量和所占的比重将越来越大。因此，大力开展居民生活节水工作意义重大。生活用水方面主要存在以下几个问题：

①在水资源较丰富的地区，容易给居民造成“不需要节水”的错觉，居民节水意识比较薄弱。

②未能全面推广生活节水器具。

③仍存在明漏、暗漏、无计量的用水等现象。

④水价偏低，未能通过经济杠杆作用使人们对水资源的价值有充分的认识。据高明区物价局文件明价[2004]29 号文，2009 年高明区居民生活用水水价 1.43 元/m^3。《全国节水规划纲要及其研究》中指出，发达国家 20 世纪 90 年代的水价为 0.33～2.05 美元/m^3，多数国家在 0.72 美元/m^3 以上，其中以德国水价高居榜首，1995 年已达 2.05 美元/m^3。可见，水价与发达国家的差距很大。水价偏低则不足以对浪费水的现象形成约束。

5.1.2 现状节水水平分析

2009 年区内人均总用水量 1623m^3，万元 GDP 用水量 163m^3/万元，均高于同年广东省、佛山市的用水指标值，尤其是人均总用水量，约为佛山市的 2.7 倍，广东省的 3.2 倍。

2009 年高明区农田灌溉用水定额为 913m^3/亩，高于全省的 789m^3/亩和佛山市的 805m^3/亩，农业用水浪费较严重，节水水平较低。

2009 年高明区工业万元增加值（含火电）用水量 89m^3/万元，而全省、佛山市分别是 80 m^3/万元、56 m^3/万元，工业用水重复利用率约为 15.28%，其中造纸业的重复利用率较高，为 30.2%，与当前全国平均水平 46%较为接近。但总体上，高明区工业重复用率低。

2009 年，高明区居民生活人均用水定额为 296L/d，高于同年广东省和佛山市的定额。管网漏失率、节水器具普及率对生活供用水产生很大的影响，2009 年高明区城镇供水管网漏失率为 12%。2009 年高明区建筑业和第三产业万元增加值用水量分别为 124 m^3/万元、20 m^3/万元，建筑业用水指标值严重偏大，表明存在用水浪费的现象，现状节水水平低。

2009 年高明区主要用水指标与全省、全市的对比情况见表 5-2-1。

表 5-2-1　2009 年主要节水指标对比分析

指标类型	指标子类型	广东省	佛山市	高明区
综合用水与节水指标	人均总用水量（m^3/人）	486	577	1623
	万元 GDP 用水量（m^3/万元）	129	79	163
农业用水与节水指标	农田灌溉定额（m^3/（亩·年））	789	805	913
	林果地灌溉定额（m^3/（亩·年））	/	/	/
	鱼塘补水定额（m^3/（亩·年））	/	/	947
	节水灌溉面积率（%）	80	/	0.03
	灌溉水利用系数	0.6	/	0.55
工业用水与节水指标	工业万元增加值用水量（m^3/万元）	80	56	89
	工业用水重复利用率（%）	79	/	15.28
生活用水与节水指标	人均居民生活用水量（L/d）	219	240	296
	城镇供水管网漏失率（%）	12	11	12.2
	节水器具普及率（%）	81	80.5	/
建筑业和第三产业用水与节水指标	建筑业万元增加值用水量（m^3/万元）	/	/	124
	第三产业万元增加值用水量（m^3/万元）	/	/	20

注：表格中“/”表示无资料。

据统计，近年来高明区的人均居民生活用水量有明显的增加；万元 GDP 用水量、万元工业增加值（含火电）用水量则有一定的下降；农田灌溉亩均用水量与天然降水情势有较大的相关性，难以判断其变化的趋势。高明区人均总用水量呈明显的增大趋势，2002 年为 1091m^3，2005 年增大为 1305 m^3，2009 年进一步增大为 1623 m^3。近年来，高明区的人口变化不大，而工业产值增加较快，工业用水量随之增大，故人均总用水量增大。近年来高明区主要用水指标变化情况具体见表 5-2-2。

表 5-2-2　近年来高明区主要用水指标变化情况

年份	人均总用水量（m^3）	万元 GDP 用水量（m^3）	工业万元 GDP（含火电）用水量（m^3）	农田灌溉亩均用水（m^3）	居民生活人均用水（L/d）	建筑业万元增加值用水量（m^3）	第三产业万元增加值用水量（m^3）
2002	1091	463	/	908	188	/	15
2005	1305	285	/	831	208	/	19
2009	1623	163	89	913	296	124	20

注：表中“/”表示无资料。

5.1.3 节水问题分析

节约用水对缓解城市缺水，特别是干旱年份与高峰期用水的紧张状况，保障人民生活、保证生产都具有重要作用，而目前民众普遍还没有意识到水危机的存在，政府和相关部门尚未采取全方位的措施来促进节水工作的开展，使节水工作进展缓慢，节水效果不是很明显，节水工作与社会经济的发展要求还相距甚远。高明区现状节水工作存在的主要问题有：

① 大多数民众还没有意识到水危机的存在，节水意识淡薄。

②与节水相关的设施还不够完善。农业灌溉基本上还是大水漫灌，渠系水利用系数不高，节水灌溉工程面积还很小；工业用水重复利用率偏低；城市供水管网有待进一步更新、修缮，未在居民家中、事业单位和公共场所大面积普及节水器具。

③尚未有正式的类似节水办公室这样的管理机构，有关节水规章还不完善，且实施力度不大。

5.2 节水标准与节水潜力

5.2.1 节水指标

参考《节水型社会建设“十二五”规划技术大纲》，按照综合用水、农业、工业和生活用水四个方面定出节水工作的主要指标，具体指标如下：

（1）综合用水与节水指标：人均总用水量、万元 GDP 用水量。

（2）农业用水与节水指标：灌溉水利用系数、节水灌溉面积占有效灌溉面积的比例、农田、林果地灌溉定额和鱼塘补水定额。

（3）工业用水与节水指标：工业万元增加值用水量、工业用水重复利用率。

（4）生活用水与节水指标：人均居民生活用水量、城镇供水管网漏失率、节水器具普及率、建筑业万元增加值用水、第三产业万元增加值用水量。

以《广东省用水定额（试行）》、《节水型企业目标导则》、《节水灌溉技术规范》及《广东省一年三熟灌溉定额》等为依据，参考《广东省节水型社会建设“十二五”规划》和《广东省灌溉规划（2000～2015 年）》等相关规划，结合现状用水节水水平，确定规划水平年的各项节水指标值，具体见表 5-2-3。

表 5-2-3　规划水平年高明区节水指标值

指标类型	指标子类型	现状年	2015 年	2020 年
综合用水与节水指标	人均总用水量（m^3/人）	1623	1294	1295
	万元 GDP 用水量（m^3/万元）	163	76	54
农业用水与节水指标	农田灌溉定额（m^3/（亩·年））	913	817	754
	林果地灌溉定额（m^3/（亩·年））	180	173	160
	鱼塘补水定额（m^3/（亩·年））	947	805	743
	节水灌溉面积率（%）	0.03	5	10
	灌溉水利用系数	0.55	0.6	0.65
工业用水与节水指标	工业万元增加值用水量（m^3/万元）	89	56	50
	工业用水重复利用率（%）	15.28	50	70
生活用水与节水指标	人均居民生活用水量（L/d）	296	236	222
	城镇供水管网漏失率（%）	12	11	10
	节水器具普及率（%）	60	75	90
	建筑业万元增加值用水量（m^3/万元）	124	13.5	12
	第三产业万元增加值用水量（m^3/万元）	20	9	7

5.2.2 节水潜力分析

节水潜力即由于采取各种节水措施，在规划水平年用水效率和节水水平的情况下，实现国民经济总量和人口目标的用水量，比现状用水水平下该国民经济总量和人口的需水量所减少的水量。

节水潜力的主要计算思路为：分析现状用水效率下的用水定额和规划水平年的用水效率指标，确定两者的差值，结合国民经济发展预测成果，计算在充分考虑节水的条件下比现状条件下减少的用水量即为节水潜力的最大节水量。考虑到高明区现状年的建筑业万元增加值用水量不合理，如果直接采用将导致节水潜力估算过大，因而在计算建筑业节水潜力时，采用 18m^3/万元作为现状用水指标。对于其他的指标，则进行细微的调整。具体如下：农田灌溉毛定额调为 892 m^3/（亩·年），第三产业万元增加值用水量调为 18m^3/万元。

（1）农业节水潜力

根据发达国家的经验，灌溉技术的改进，可以使灌溉水利用系数由 0.50 提高到 0.70~0.80。高明区现状年灌溉水利用系数约为 0.55，预测 2015 年、2020 年高明区的灌

溉水利用系数分别达到 0.60、0.65，农业节水具有较大的潜力。林果地灌溉和鱼塘补水也主要是通过提高水利用系数挖掘节水潜力。规划水平年高明区农林牧渔节水潜力估算成果具体见表 5-3-1。

表 5-3-1　规划水平年高明区农业节水潜力估算成果 定额单位： m^3/（亩·年）

行政区	水平年	农田灌溉毛定额	林果地灌溉毛定额	鱼塘补水毛定额	水利用系数	现状条件下农业需水量（P=90%）	节水条件下农业需水量（P=90%）	农业节水潜力（万 m^3）
荷城街道	基准年	891	189	879	0.55	/	/	/
	2015	817	173	805	0.6	5401	4950	451
	2020	754	160	743	0.65	5258	4448	811
杨和镇	基准年	891	189	879	0.55	/	/	/
	2015	817	173	805	0.6	4467	4095	373
	2020	754	160	743	0.65	4425	3743	682
明城镇	基准年	891	189	879	0.55	/	/	/
	2015	817	173	805	0.6	5746	5267	479
	2020	754	160	743	0.65	5689	4813	876
更合镇	基准年	891	189	879	0.55	/	/	/
	2015	817	173	805	0.6	6875	6302	573
	2020	754	160	743	0.65	6792	5747	1046
合计	基准年	891	189	879	0.55	/	/	/
	2015	817	173	805	0.6	22489	20613	1876
	2020	754	160	743	0.65	22165	18751	3414

（2）工业节水潜力

工业是高明区国民经济发展的主要支柱，随着工业迅速发展，工业用水将日益增多。目前，高明区高耗水行业纺织、软饮料制造、造纸等所占比重仍偏大，高附加值的节能环保型产品、产业不多。因此，通过调整产业结构等，可以降低万元增加值用水量，达到节水效果。此外，推行清洁生产工艺，采用新设备、新材料、新技术，改进工艺流程可降低工业产值耗水率；提高工业用水重复利用率可较大幅度地降低工业用水量。

经估算，2015 年、2020 年，高明区的工业用水指标若达到预测的节水指标值，分

别可节水 1.34 亿 m^3、2.09 亿 m^3。可见，高明区工业节水潜力大。规划水平年高明区的工业节水潜力具体见表 5-3-2。

表 5-3-2　规划水平年高明区工业节水潜力估算成果

行政区	水平年	工业万元 GDP 用水量（m^3/万元）	重复利用率（%）	现状条件下需水量（万 m^3）	节水条件下需水量（万 m^3）	节水潜力（万 m^3）
荷城街道	基准年	89	15.28	/	/	/
	2015	56	50	20707	13071	7636
	2020	50	70	27611	15512	12099
杨和镇	基准年	89	15.28	/	/	/
	2015	56	50	6720	4243	2476
	2020	50	70	8508	4780	3728
明城镇	基准年	89	15.28	/	/	/
	2015	56	50	3863	2439	1424
	2020	50	70	5061	2843	2218
更合镇	基准年	89	15.28	/	/	/
	2015	56	50	5146	3249	1896
	2020	50	70	6593	3704	2889
全区	基准年	89	15.28	/	/	/
	2015	56	50	36435	23002	13433
	2020	50	70	47773	26839	20934

（3）生活节水潜力

高明区现状生活用水指标偏高，需采取有效的生活节水措施。高明区居民生活用水的节水潜力主要体现在以下几个方面：①实行计划用水和定额管理。②推行节水器具。已有资料表明：节水型龙头比传统龙头节水约 35%；6L 的便器水箱比 9L 的节水 33%；节水型洗衣机比非节水型的节水约 50%。③改造城市供水管网，降低管网漏失率。目前高明区的城镇供水管网漏失率约 12%，漏失率如果降低 1%，则 2009 年由于管网漏失率的下降可节水约 0.02 亿 m^3。

如果高明区的居民生活用水定额和管网漏失率下降到规划水平年的指标值，则 2015 年、2020 年全区居民生活节水潜力分别约为 0.08 亿 m^3、0.11 亿 m^3。

分析高明区的建筑业和第三产业的现状用水水平与规划水平年节水指标值实现条件下用水水平的差距，2015 年、2020 年建筑业节水潜力分别约为 81 万 m^3、184 万 m^3；2015 年、2020 年第三产业节水潜力分别约为 0.20 亿 m^3、0.44 亿 m^3。规划水平年高明

区居民生活和城镇公共用水节水潜力估算成果具体见表 5-3-3。

表 5-3-3　规划水平年高明区居民生活和城镇公共用水节水潜力估算成果

行政区	水平年	城镇供水管网漏失率（%）	人均居民生活用水量（L/d）	建筑业万元增加值用水量（m^3/万元）	第三产业万元增加值用水量（m^3/万元）	现状条件下需水量（万 m^3）	节水条件下需水量（万 m^3）	节水潜力（万 m^3）
荷城街道	基准年	12	296	18	18	/	/	/
	2015	11	238	13.5	9	4802	3087	1715
	2020	10	222	12	7	7249	3770	3479
杨和镇	基准年	12	296	18	18	/	/	/
	2015	11	236	13.5	9	1233	798	435
	2020	10	222	12	7	1886	992	894
明城镇	基准年	12	296	18	18	/	/	/
	2015	11	236	13.5	9	1119	779	340
	2020	10	222	12	7	1556	906	651
更合镇	基准年	12	296	18	18	/	/	/
	2015	11	229	13.5	9	1290	890	400
	2020	10	219	12	7	1674	990	684
合计	基准年	12	296	18	18	/	/	/
	2015	11	236	13.5	9	8444	5554	2891
	2020	10	222	12	7	12365	6658	5708

5.3 节水目标与节水措施

5.3.1 节水目标

为贯彻落实党中央和国务院关于节水的指导方针和任务要求，全国节约用水办公室和有关部门编制了《全国节约用水规划纲要及其研究》，提出我国今后节水发展的总体方向与目标。参考这一总体方向和目标，结合高明区的实际情况，按照水资源供需协调、综合平衡、保护生态、厉行节约、合理开源的原则，确定不同规划水平年合理的节水目标。

总体节水目标为：逐步提高全民节水意识；在全区范围内建成健全的节水管理体系、法制体系和技术推广服务体系，建立起适应社会主义市场经济体制的节水运行机制和节水产业；节水灌溉农田工程达到《节水灌溉技术规范》（SL207-98）要求，其他农业用水效率也有较大幅度的提高；工业高耗水行业按节水型企业的要求进行改造，达到节水目标；居民生活和第三产业用水全面使用节水器具和设备；生态用水得到较大改善；初步建成节水型社会。

在总体目标的指导下，农业、工业、生活三个方面具体目标如下。

农业：农业节水应与农业产业结构调整、农村地区小城镇建设以及生态环境建设相协调。对已有的灌区进行以节水为中心的改造与配套设施续建，建设节水增效示范项目和节水增效示范区；新增节水灌溉面积，逐步形成综合的高效节水灌溉体系，进一步提高灌溉水利用系数，2020 年达到 0.65，使农作物产量在保证完成国民经济计划指标的情况下，灌溉用水总量逐步下降。

工业：将节水重点放在火力发电、造纸、纺织、饮料制造等高用水工业；在工业增加值继续增长的情况下，通过产业结构战略调整、工业园区建设、企业技术改造等控制用水量的增长；提高工业用水重复利用率，减少工业万元增加值用水量，2020 年工业万元增加值毛用水量降到 50 m^3/万元，工业用水重复利用率达到 70%，使未来工业用水增长需求主要靠节水解决。

居民生活、建筑业和第三产业：推广节水器具，减少输配水和用水环节的跑、冒、滴、漏，到 2020 年节水器具普及率达到 90%，管网漏失率降到 10%左右，将用水定额的增长控制在与经济发展水平和生活水平相适应的用水标准内，人均居民生活用水量下降到 222L/d，建筑业、第三产业万元增加值用水量分别降到 12 m^3/万元、7m^3/万元，使城市节水水平有明显提高和改善。

5.3.2 节水措施

5.3.2.1农业节水措施

节水措施不局限于工程建设，还配以制度节水、管理节水等非工程措施建设，不断推进农业节水科技成果的生产力转化，加强田间节水技术的宣传普及。

（1）工程措施

1）农田标准化建设和渠道防渗建设

通过农田标准化建设实现耕地园田化、灌排系统化、管理科学化、运行网络化、服务社会化。通过标准化整治排灌沟渠和在农田推广渠系防渗技术减少水的渗漏，节约灌溉用水。

2）灌溉工程建设

灌溉工程可以分为骨干工程和田间配套工程，二者协调一致是提高灌溉水利用系数的关键。保证资金的投入，改造原有灌溉工程、更新设备，提高灌溉水利用系数。另外，经常及时地对现有的山塘水库进行加固维修，有条件的水库进行扩建，并完善各蓄水工程的配套。新建、改建、加固引水涵闸，整治田间渠系，提高引水、配水能力。

3）发展喷灌、滴灌、微喷灌

喷、滴、微喷灌技术比传统的灌溉方式可以大幅度降低灌溉用水定额，不但可以节水，还可以通过喷、滴、微喷灌系统给药给肥，可以通过计算机对灌溉进行自动控制，在一些发达国家得到广泛应用，是农业灌溉的一个发展方向，但相对成本较高，尚不适宜大范围推广，对于发展势头良好的花卉、蔬菜、果树等高附加值作物，可考虑采用喷灌或微灌技术；可有计划地在旱地、高扬程灌区推广喷、滴灌，管灌等节水灌溉技术。

4）建立鱼塘节水示范区

高明区鱼塘面积较大，可建立鱼塘节水示范区，加强对鱼塘用水管理，把池塘的排水用于灌溉。

（2）非工程措施

1）推广科学合理的灌溉方式

按照作物生长期需水状况进行科学灌溉，在作物生长期内优化分配有限的灌溉水量；加大土壤的调蓄能力，增加降雨的有效利用，改变传统的漫灌方式。

2）优化农业产业结构

推行种植效益大、耗水低的作物，积极发展高质、高产、高效农业和特色农业，如种植粉葛、生姜等土特产和优质水果。将农、林、牧、渔和生态旅游结合起来，坚持农、林、牧、渔、旅游、生态农业综合可持续发展的战略。

3）改革灌区管理制度，规范农业取用水管理和供水水费的收取

灌区管理制度的改革应以取用水管理制度的改革为突破口。长期以来，由于缺乏配套的农业取用水量计量设施，农业取用水处于低收费甚至是免收水费的状态，要使农业节水工程建设效益能够充分体现，必须使农业用水逐步实现全面的计量收费。应该推进农业用水计量设施的建设，以灌区~渠系~用水户三级建设计量收费系统，安装水表IC卡等先进的计费控制系统，实行先交费后用水。同时，应按照《水利工程供水价格管理办法》的有关规定，充分发挥经济杠杆的作用，合理确定灌溉供水水价，不断完善该水价制度和水费计收制度，切实加强农业用水水费的收取。

4）建立多元化节水灌溉长效投入机制

加快推进节水灌溉投入机制建设，尽快形成与大中型灌区重要农业基础设施定位相适应的，以政府投入为主导、农户投入为基础，社会投入为补助的多元化节水灌溉长效投入机制。

5）完善有关政策和扶持发展用水户协会等群众性组织

扶持发展用水户协会等群众性组织，调动灌区管理者和农民节水的积极性。根据实际情况，出台管理办法，组织章程等规范文件，推动用水户协会等群众用水合作组织的建设，尽快在有条件的灌区建立用水户协会，以便用水户参与灌溉管理，加强水费征收及灌区末级渠道工程的管理维护。

5.3.2.2 工业节水

敦促企业，尤其是高耗水企业向节水的深度和广度进军，结合工程措施和非工程措施，将重点放在“工艺节水”和“管理节水”。

（1）工程措施

①提高工业用水重复利用率

提高重复利用率一般可在生产工艺条件基本不变的情况下进行，故较易实现。重点加强工业冷却水的循环利用，大力发展循环用水系统、串联用水系统和回用系统，提高工业用水重复利用率。

②推广工艺节水

在经济能力可承受的条件下，大力推广工业节水新技术、新工艺、新材料、新设备，改造落后的生产工艺和设备；对高耗水的工业企业，增加节水技术改造的资金投入；大力发展循环用水系统、串联用水系统和回用水系统技术，发展外排废污水处理后回用于循环冷却水系统的技术；推进企业用水网络集成技术的开发与应用，优化企业用水网络系统。

③建设生态型工业园区

以沧江工业区为依托，建设具有特色的生态型工业园区。作为较新规划的工业园区，要科学地统筹规划，制定项目入园指南。在严格执行项目入园要求的同时，认真抓好工业园区的建设，优化工业布局，充分考虑工业用水的合理、综合利用和治污回用，实现废水资源化和零排放。

（2）非工程措施

①调整产业结构

限制造纸制浆等重污染行业的发展，坚决淘汰和禁止对环境和资源破坏严重，违反国家有关规定的企业、项目和产品。降低万元工业增加值用水量，提高水的生产效率。

②全面推行计划用水和用水定额管理

完善用水计量体系，定期对企业进行水量平衡测试，整治跑、冒、漏、滴现象。相

关部门定期对用水企业进行用水检查，使管理部门和用水企业负责人对节水情况心中有数、并积极采取措施，努力实现节水目标，把用水量控制在计划内和定额内。对逾期未完成水量平衡测试的企业处以罚款，适当减少其计划用水量。

③制定节水型的水价政策

实行超定额累进加价制度，还可考虑根据季节等因素适时适度地提高水价，以控制工业用水的不合理增长。

④加强工业企业用水管理

建立主要用水企业的用水档案，核查各企业的工业用水重复利用率、万元增加值用水量等指标，以便对企业进行考核并进行必要的奖惩。对照相关的节水技术标准，对不达标的工业企业限期进行技术改造，未能在限期内通过整改验收的，处以罚款，并核减超过标准的那部分水量。

⑤加强节水宣传教育

引导企业增加节水投入，建立促进企业节水的奖励机制，对节水效果好的企业给予政策优惠或一定的奖励资金。

（3）高耗水行业节水措施

针对高明区主要高耗水行业的特殊性，对其中三个行业制定具体节水措施。

纺织：逐步令分散的纺织企业聚集于高明区内的工业园区，确保对其进行取、排水管理；推广逆流漂洗、印染废水深度处理回用、溴化锂冷却、高效节水型助剂等先进节水技术。

造纸：关闭污染大、产值小的造纸厂；推广废纸造纸、制浆封闭筛选、中浓技术、高效沉淀过滤设备白水回收等先进节水技术。

火电：推广循环冷却水高浓缩技术、将一次循环改为二次循环，工业废水进行深度处理后全部回用；采用浓浆输灰、干除灰、冲灰水回收利用等节水技术，以“零排放”为目的进行节水改造和清洁生产改造。

5.3.2.3 生活节水

包括居民生活和公共设施（建筑业、第三产业）用水的节水措施。居民生活节水的核心思路是减少水的损失和浪费。

（1）工程措施

①全面推广节水器具

佛山市禅城区拥有“中国建陶第一镇”的美称，生产卫生洁具的企业众多，高明区应利用毗邻禅城区这一优势，大力普及节水器具，提高节水器具普及率。对在用的非节水器具，有计划地淘汰更新；对于新建的居民区、公共场所、政府和企事业单位等，通过采取一定的鼓励措施或制定地方强制性标准等实现。主要推行的节水器具包括：节水型水龙头，如非接触自动控制式、延时自闭、停水自闭、脚踏式、陶瓷磨片密封式等节水型水龙头；节水型便器系统，如 6L 的两档式便器和带有非接触式控制开关装置的便器；节水型淋浴设施，如 IC 卡自动感应淋浴器；节水型洗衣机等。

②加快城市供水管网技术改造，降低输配水管网漏失率

研究确定城镇自来水管网漏失率的控制标准和检测手段，并明确限定达标期限。在调查研究的基础上，建立完备的供水管网技术档案，以便了解管网的限期达标使用期限，到期之前进行改造更新，以降低输配水管网漏失率。

③建立污水回用系统。

在加快污水处理厂建设的同时，选取荷城街道为试点，建立污水回用系统，力争 2020 年全区污水回用量达到 3%左右。

（2）非工程措施

①开展节水文化建设，提高全民节水意识

通过互联网、电视、收音机、路边广告牌等渠道加大节水宣传力度。寻找合适渠道，如策划电视节目，或者在居民小区开小型讲座，授以居民基本的节水小技巧，鼓励居民养成一水多用的良好习惯，如将洗菜、淘米后的水用于浇花草，将洗过衣服的水用于冲厕等；在社区、单位等地方营造节水氛围，以交流会的形式，鼓励居民交流节水小经验，使节水成为居民社区或者单位的一种“新时尚”；利用问卷调查、网上调查和设立参与热线电话等多种方式，调动全区广大干部和群众的参与热情和积极性，把节约用水变成广大干部群众共同的自觉行动，调动全社会共同参与、群策群力、共同推进节水型社会建设。

②进一步推进水价改革，结合实际情况适当提高水价，实行阶梯式水价

2010 年 8 月，高明区公布了两套水价改革方案，水价自 2004 年以来首次作出调整，居民生活用水涨幅约为 0.23 元/m^3。涨后的水价约为 1.66 元/m^3。此次水价改革体现了高明区政府和相关部门对水资源的重视，但这个幅度是否合适，是否合理体现了水资源的价值，是否对节水起到行之有效的促进作用，需要进行跟踪、调查和分析。

6 水资源与水生态环境保护规划

近几年来随着对环保的重视，高明区水环境整治力度不断加大，但就全区整体水系水环境生态而言，由于经济社会高速发展，废污水和污染物排放量逐步增加，区域水环境生态问题仍然比较突出。本规划将根据建设水质安全、环境优美、生态健康的水生态环境体系建设要求，以《广东省水功能区划》和《佛山市水资源综合规划》为基础，复核高明区原有的地表水功能区划分方案及纳污能力，制定主要污染物总量控制方案，提出以水污染控制、河涌水生态环境整治为重点的水资源与水生态环境保护方案。

6.1 水污染源调查评价

高明区地表水体污染主要来源于生活、工业和农业生产，其中农业污染包括农村生活固体废弃物、化肥农药流失、水产养殖污染、水土流失、和畜禽养殖污染等。根据高明区地表水体污染特点及各类污染源性质，生活和工业污染源的调查评价因子选为COD和氨氮，农业污染源的调查评价因子为COD、氨氮、总磷和总氮。

6.1.1 生活污染源调查评价

生活污水排放量以生活用水量为基础，采用排污系数法进行估算：

$$q = Q_y \cdot \alpha \tag{6-1-1}$$

式中：q 为区域的废污水排放量，万 m^3；Q_y 为区域的用水量，万 m^3；α 为废污水排放系数。根据近几年高明区水资源公报，生活污水排放系数取为0.60。

COD和氨氮排放量的估算公式为：

$$W_i = 10^{-2} \times qC_i - 10^{-2} \times \eta q(C_i - C_{io}) \tag{6-1-2}$$

式中：W_i 为区域中污染物 i 的排放量，t；C_i 为区域中污染物 i 的排放浓度，mg/L；C_{io} 为污水处理厂污染物 i 的出水浓度，mg/L；η 为污水处理率；其他符号同上。

根据污水处理厂枯季进水浓度调查，生活污染源COD和氨氮排放浓度分别取为200 mg/L、18 mg/L。污水处理厂的处理工艺不同，处理后尾水中COD、氨氮的浓度也会有较大差别。根据现行污水处理厂处理工艺，将处理后的生活污水 COD、氨氮的浓度分别取为30mg/L、2mg/L。

目前，高明区已建污水处理厂6座（见附图4），设计处理能力为17万 m^3/d，其中：中心城区第一污水处理厂（荷城污水处理厂）为10万 m^3/d、中心城区第二污水处理厂

（三洲污水处理厂）2 万 m3/d、中心城区第三污水处理厂（西安污水处理厂）3 万 m3/d、杨和镇第一污水处理厂一期为 1 万 m3/d、明城镇第一污水处理厂为 0.5 万 m3/d、更合镇第一污水处理厂 0.5 万 m3/d。在这 6 座污水处理厂中，中心城区第一污水处理厂以处理生活污水为主，中心城区第二污水处理厂和第三污水处理厂以处理工业园区内的污水为主，杨和镇第一污水处理、明城镇第一污水处理厂和更合镇第一污水处理厂处理也处理少部分工业污水。除明城镇和更合镇第一污水处理厂外，其他污水处理厂年平均日处理能力均满足设计能力要求。

基于上述方法，结合现状年生活用水情况、截污管网和污水处理建设情况，估算 2009 年全区生活污水排放量为 4206.9 万 t，COD 和氨氮的排放量分别为 4480.4t、387.0t。在各个行政中，荷城街道生活污水、COD、氨氮排放量最大，其生活污水排放量占全区生活污染源排放总量的 46.6%；杨和镇的排放量最小，占排放总量的 15.5%。各街镇生活污水排放情况详见表 6-1-1。

表 6-1-1　2009 年生活污染源排放情况

行政区	污水排放量（万 t）	COD(t)	氨氮(t)
荷城街道	1959.0	2086.3	180.2
杨和镇	653.0	695.4	60.1
明城镇	689.3	734.1	63.4
更合镇	905.6	964.5	83.3
合计	4206.9	4480.4	387.0

6.1.2 工业污染源调查评价

（1）重点排污企业排污情况

根据高明区环境统计资料，2009 年重点工业污染源 132 家，分布见附图 5，废水排放量为 1911.4 万 t，COD 和氨氮排放量分别为 1165.5t、65.61t，各区重点企业排污情况详见表 6-1-2。从地域分布来看，重点工业废水排放量的主要集中在荷城街道，它的废水排放量占高明区废水排放量的 91.87%；杨和镇和更合镇分别为 3.63%、3.56%；明城镇废水排放量最小，仅占高明区总排放量的 0.94%。COD 排放量最大的地区是荷城街道，占高明区 COD 总排放量的 91.62%；其次更合镇、杨和镇 COD 排放量分别占总排放量的 3.94%、3.50%；明城镇 COD 排放量占总排放量的 0.95%。荷城街道氨氮排放量最大，占高明区氨氮总排放量的 89.09%；更合镇第二，占总排放量的 6.29%；杨合镇第三，占

高明区氨氮总排放量的 4.50%；而明城镇氨氮排放量占高明区总排放量的 0.14%。

表 6-1-2　2009 年重点工业污染源排放情况

行政区	企业个数	工业产值	废水排放量（万 t）	COD(t)	氨氮(t)
荷城街道	74	1504880.4	1756.0	1067.8	58.4
杨和镇	29	428327.6	69.4	40.8	3.0
明城镇	18	121067.6	17.9	11.0	0.1
更合镇	11	160356.2	68.1	45.9	4.1
合计	132	2214631.8	1911.4	1165.5	65.6

从行业上分，2009 年重点工业废水排放主要集中于纺织服装业、食品制造业、非金属矿物制品业，这些行业废水排放总量均超过 100 万 t。各行业废水及其污染物排放情况见表 6-1-3。

采用等标污染负荷法计算高明区前十位排放大户的等标污染负荷比，见表 6-1-4。由表可知，广东溢达纺织有限公司、佛山市海天（高明）调味食品有限公司、佛山市高明今力染整有限公司三者 COD 的污染负荷比之和为 74.6%；氨氮污染负荷比排在前三位的企业是广东溢达纺织有限公司、佛山市海天（高明）调味食品有限公司和高明顺成陶瓷有限公司，三者的污染负荷比为 79.6.%。由此可知广东溢达纺织有限公司、佛山市海天（高明）调味食品有限公司是高明区企业中主要的污染源。

（2）工业污染源排放量估算

鉴于资料原因，工业污染源污染物排放量采用万元工业产值法进行估算。根据 2009 年重点污染企业排放数据统计，废水排放系数为 0.59，万元工业产值污染物排放系数见表 6-1-2。由 2009 年的工业用水量、万元工业产值推算出全区的工业废水排放量为 11126.2 万 t， COD、氨氮的排放量分别为 5565.4t、318.9t。各街镇的工业污染源排放情况详见表 6-1-5，荷城街道的工业污染源排放量最大，废水排放量占了全区工业废水排放总量的 41.2%，COD、氨氮排放量分别占全区排放总量的 86.5%、82.6%；明城镇工业染源排放量最小，废水、COD、氨氮排放量只占全区排放总量的 14.8%、1.9%和 0.3%。

表 6-1-3　2009 年主要行业工业废水及污染物排放情况

行业名称	废水排放量(万 t)	COD（t）	氨氮（t）
纺织服装业	1281.8	827.46	46.14
食品制造业	215.2	116.00	5.48
非金属矿物制品业	135.7	77.79	4.31
金属制品业	66.3	45.88	3.56
黑色金属冶炼及压延加工业	56.5	38.30	2.55
造纸及纸制品业	35.9	18.98	0.63
石油加工、炼焦及核燃料加工业	28.1	8.47	0.05
通信设备、计算机及其他电子设备制造业	27.1	13.56	1.41
电气机械及器材制造业	24.7	5.83	0.07
有色金属冶炼及压延加工业	18.1	5.98	0.88
家具制造业	8.5	1.87	0.32
交通运输设备制造业	5.4	1.38	0.02
化学原料及化学制品制造业	4.2	2.80	0.13
塑料制品业	3.6	0.91	0.02
农副食品加工业	0.3	0.28	0.02
木材加工	0.0	0.02	0.00
合计	1911.4	1165.51	65.58

表 6-1-4　2009 前十位工业污染源排排放情况

企业详细名称	COD		氨氮	
	等标污染负荷	污染负荷比	等标污染负荷	污染负荷比
广东溢达纺织有限公司	579.80	0.547	355.63	0.633
佛山市海天（高明）调味食品有限公司	119.36	0.113	54.58	0.097
佛山市高明今力染整有限公司	92.24	0.087	13.85	0.025
佛山市盈夏纺织有限公司	69.87	0.066	30.18	0.054
佛山市盈进染织有限公司	50.26	0.047	5.83	0.010
高明顺成陶瓷有限公司	45.17	0.043	36.87	0.066
佛山市诚德特钢有限公司	43.39	0.041	33.68	0.060
佛山市高明基业冷轧钢板	23.20	0.022	12.32	0.022
佛山市高明安华陶瓷洁具有限公司	19.46	0.018	0.91	0.002
佛山市高明汇益纺织实业有限公司	17.98	0.017	18.11	0.032
合计	1060.73	1	561.96	1

表 6-1-5　2009 年工业污染源排放情况

行政区	废水排放量(万 t)	COD(t)	氨氮(t)
荷城街道	4579.2	4811.6	263.3
杨和镇	2778.1	198.2	14.3
明城镇	1644.4	106.8	0.9
更合镇	2124.6	448.8	40.4
合计	11126.2	5565.4	318.9

6.1.3 农业面污染源调查估算

（1）估算方法

农村生活固体废弃物的估算：农村生活固体废弃物包括生活垃圾和农作物秸秆。根据佛山市水资源综合规划，农村生活固体废弃物产生量按0.9kg/(p·d)来估算，生活固体废弃物中总氮占0.21％、总磷占0.22％，氨氮按总氮的10%计算。

化肥农药流失量估算：化肥有效成分以氮、磷计时，采用氮肥磷肥折纯量计算。总氮的流失系数为氮肥有效成分的 35%，总磷流失系数采用磷肥有效成分的 15%，氨氮流失量为总氮流失量的 10%。农药以有机氯、有机磷计算，有机磷占农药量的比例为 0.034，有机氯为 0.02。农药流失量占农药有效成分的 25%估算。

水产养殖污染负荷估算：高明区水产养殖的种类主要包括四大家鱼（青鱼、草鱼、鲢鱼、鳙鱼）以及罗非鱼、鲫鱼、鲶鱼、鳜鱼，根据《第一次全国污染源普查水产养殖污染源产排污手册》，COD、氨氮、总氮、总磷的排放系数分别取为为 33.520 g/kg、0.517 g/kg、3.353 g/kg、0.615 g/kg。

水土流失污染负荷估算：采用如下经验公式估算

$$W = \sum A_i E_i \qquad (6\text{-}1\text{-}3)$$

式中：W 为面源输出总量（t/a）；A_i 为第i种土地利用面积（km^2）；为第i种土地利用类型污染物输出率（t/ km^2·a）。根据佛山市水资源综合规划，不同土地利用类型情况下，地表径流的污染物浓度，见表6-1-6。

畜禽养殖业污染物流失量估算：采用单位畜禽养殖排泄量来估算畜禽养殖污染物的排放量。各类牲畜排放量和粪便污染物中污染物含量见表6-1-7、表6-1-8。对畜禽养殖废渣的处理方式不同，其污染物排放量也有差异。根据调查，高明区畜禽养殖产生的粪便处理主要是集中收集运移和作植物肥料，尿的处理主要包括鱼塘作饲料和部分直接排

入水沟。根据畜禽养殖产生的污染物处理途径及猪粪尿性质，畜禽养殖污染物流失量按排泄量的12%计算。

表 6-1-6　不同土地利用类型污染物面积输出率 单位：t/(km^2·a)

土地利用类型	COD	NH_3-N	TN	TP
农业为主（耕地和园地）	12	0.3	1.5	0.06
林业为主(林地和牧草地）	—	0.3	0.8	0.05

表 6-1-7　畜禽粪便排放量 单位：kg/(只·d)

畜禽种类	猪	牛	鸡/鸭	羊	大牲畜
排泄量	3.5	25	0.10	2	10

注：大牲畜包括驴、马、骡子；牛包括奶牛、肉牛。

表 6-1-8　畜禽粪便污染物含量

项目	猪	牛	鸡 / 鸭	大牲畜	羊
总氮（%）	0.56	0.35	1.6	0.35	1.22
总磷（%）	1.68	0.44	0.54	0.04	0.26
COD（%）	3.90	2.40	3.90	2.40	3.90
NH_3-N(%)	0.021	0.014	0.015	0.014	0.046

（2）农业污染源污染物排放量

根据高明区统计年鉴及高明区水利统计资料，2009 年高明区农药化肥施用量、水土流失面积及畜禽养殖和水产养殖规模详见表 6-1-9。按照上述方法，农业污染源污染物排放量估算结果见表 6-1-10。2009 年全区农业污染源 COD 的排量为 9157.0t、氨氮排放量为 332.7t、总氮排放量为 4905.3 t、总磷排放量为 3032.8。

在农业污染源中，COD 排放量最大的是畜禽养殖 7163.9t/a，其次是水产养殖 1840.7 t/a，这两项 COD 排放量占总排放量的 98.3%%。氨氮排放量最大的是化肥的流失，为 249.9 t，占氨氮总排放量的 75.1%。2009 年高明区总耕地面积 201314 亩，相当于 13420.9 公顷，平均化肥施用量达 2.66 吨/公顷，是发达国家为防止化肥污染而设置 0.225 吨/公顷的安全上限的 11.82 倍。农药有机磷、有机氯的流失量有 2.4t/a、1.4t/a。化肥总氮、总磷的排放量分别占总排放量的 51.0%、31.8%，畜禽养殖总氮、总磷的排放量分别占总

排放量的 42.2%、63.1%。结果表明化肥的使用和畜禽养殖是氮、磷的主要来源。

从地域上来看，农业污染源 COD 排放量最大的是更合镇，为 4411.9t，占高明区排放总量的 48.2%；氨氮排放量最大的是荷城街道，其次是更合镇，分别占总排放量的 35.3%、27.8%。

表 6-1-9　2009 年农业面源污染情况调查表

行政区	化肥施用量(t)					农药施用量(t)	水产养殖产量（t）
	化肥施用量	其中					
		氮肥	磷肥	钾肥	复合肥		
荷城街道	14271	5954	3974	2107	2236	70	19911
杨和镇	6183	2515	1360	952	1356	62	8756
明城镇	6651	1842	2756	853	1200	62	12784
更合镇	8600	2920	1720	1130	2830	82	13464
合计	35705	13231	9810	5042	7622	276	54915

行政区	禽畜种类及数量						流失土地面积（km^2）	
	水牛(头)	羊（只）	猪（头）	三鸟(只)			人为侵蚀	自然侵蚀
				鸡	鸭	鹅	耕地和园地	林地
荷城街道	11	115	74505	809705	300571	719486	1.50	0.30
杨和镇	980	0	135600	468748	159343	292224	5.2	4.3
明城镇	750	385	161436	2325700	361397	236986	3.1	3
更合镇	2380	262	153977	16088959	1092628	39902	2.9	14.6
合计	4121	762	525518	19693112	1913939	1288598	12.70	22.20

表6-1-10　2009 年面源污染排放量估算成果

行政区	农村固体废弃物(t)				化肥流失量(t)				水产养殖(t)			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
荷城街道	/	3.2	31.8	33.3	/	99.9	999.0	385.3	667.4	10.3	66.8	12.2
杨和镇	/	2.2	22.0	23.1	/	43.3	432.8	166.9	293.5	4.5	29.4	5.4
明城镇	/	2.4	23.8	25.0	/	46.6	465.6	179.6	428.5	6.6	42.9	7.9
更合镇	/	3.5	35.1	36.8	/	60.2	602.0	232.2	451.3	7.0	45.1	8.3
合计	/	11.3	112.7	118.1	/	249.9	2499.4	964.0	1840.7	28.4	184.1	33.8
行政分区	畜禽养殖流失量(t)				水土流失(t)				合计(t)			
	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷	COD	氨氮	总氮	总磷
荷城街道	758.7	3.6	192.4	235.2	18.0	0.5	2.5	0.1	1444.1	117.5	1292.3	666.2
杨和镇	993.7	5.1	184.7	375.7	62.4	2.9	11.2	0.5	1349.6	58.0	680.1	571.6
明城镇	1485.7	7.2	346.8	488.6	37.2	1.8	7.1	0.3	1951.4	64.6	886.1	701.4
更合镇	3925.8	16.6	1348.5	815.4	34.8	5.3	16.0	0.9	4411.9	92.6	2046.7	1093.6
合计	7163.9	32.6	2072.3	1915.0	152.4	10.5	36.8	1.9	9157.0	332.7	4905.3	3032.8

6.1.4 陆域水污染源构成分析

2009年高明区各类污染源污染负荷比情况见表6-1-11、图6-1-1。全区生活污染源、工业污染源和农业污染源COD的排放比例分别为23.3%、29.0%和47.7%，COD的排放量以农业污染源为主，其次是工业污染源和生活污染源；氨氮的比例分别为37.3%、30.7%和32.0%，三类污染源的贡献率相差较小，其中生活污染源的贡献率稍高。

表 6-1-11　2009 年高明区污染源构成情况

行政区	排放量（t）		生活污染源所占百分比（%）		工业污染源所占百分比（%）		农业污染源所占百分比（%）	
	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮	COD	氨氮
荷城街道	8342.0	561.0	25.0	32.1	57.7	46.9	17.3	20.9
杨和镇	2243.1	132.4	31.0	45.4	8.8	10.8	60.2	43.8
明城镇	2792.4	128.9	26.3	49.2	3.8	0.7	69.9	50.1
更合镇	5825.3	216.3	16.6	38.5	7.7	18.7	75.7	42.8
合计	19202.8	1038.6	23.3	37.3	29.0	30.7	47.7	32.0

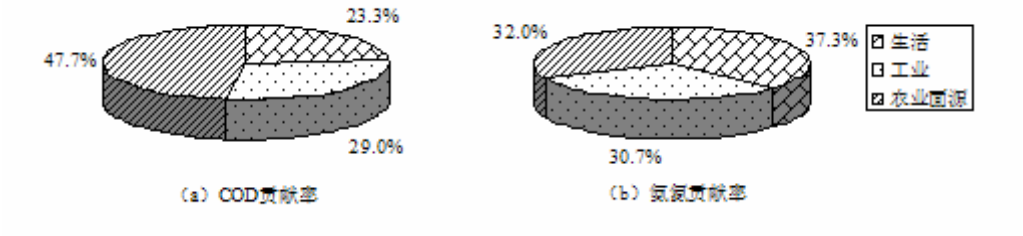


图 6-1-1　2009 年高明区各类污染源构成比例：（a）COD；（b）氨氮

由于各街镇的经济社会发展情况和产业结构不同，其污染构成有所不同。由图 6-1-2 可以看出，荷城街道污染负荷以工业污染排放为主，其次是生活污染源和农业污染源。其它三个镇，农业污染源 COD 排放量要高于生活和工业污染源的排放量；但对氨氮来说，农业和生活污染负荷比例较大，工业污染源的贡献比较小。

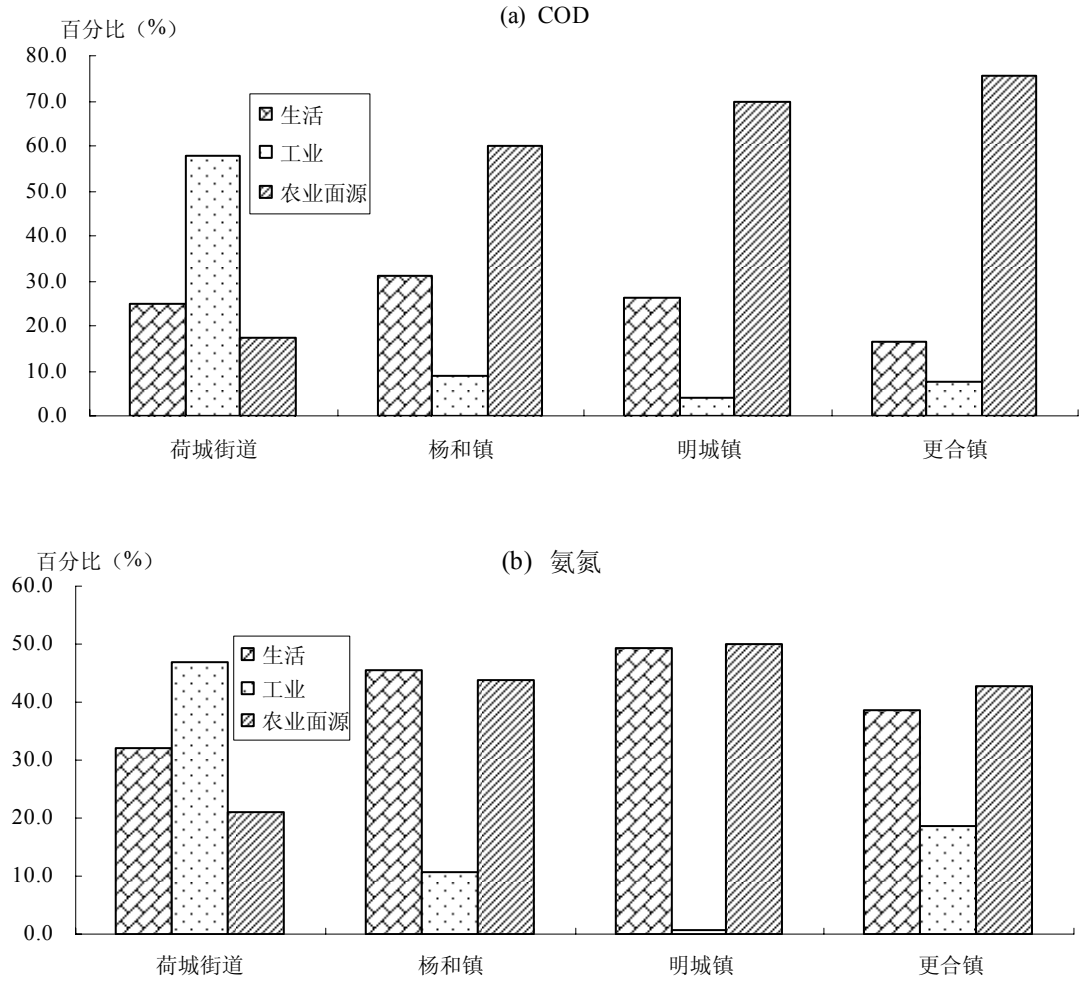


图 6-1-2　2009 年各街镇污染源构成比例：（a）COD；（b）氨氮

6.1.5 点污染源入河排污量调查分析

（1）入河排污口调查分析

入河排污口系指直接排入河流的排污口。经调查，高明区内的废污水及其污染物大多先排入沟渠、支涌后通过涵闸入河，部分工业排放口为暗管入河，生活污水处理厂尾水都直接排入河流。由于区内排污口众多，除实际调查的入河量比较大的排污口外，其它排污口以村镇为单位，根据重点污染企业废污水排放去向及区域排水系统进行概化。本次概化的入河排污口 17 个，实际调查的排污口 20 个，共 37 个排污口，各入河排污口属性见表 6-1-12、分布见附图 6。

表 6-1-12　高明区入河排污口情况

行政区	个数	入河方式			污水性质			污水排放方式	
		明渠	暗管	涵闸	工业	生活	混合	连续	间歇
荷城街道	22	/	15	7	6	2	14	15	7
杨和镇	6	/	6	/	/	1	5	6	/
明城镇	3	1	2	/	/	1	2	3	/
更合镇	6	/	6	/	/	2	4	6	/
合计	37	1	29	7	6	6	25	30	7

（2）污染物入河量估算

由入河排污口进入水功能区水域的废污水量和污染物量，统称为废污水入河量和污染物入河量。水功能区对应的陆域范围内的污染源所排放的污染物，仅有一部分能最终流入水域，进入河流的污染物量占污染物排放量的比例即为污染物入河系数：

$$入河系数=\frac{污染物入河量}{污染物排放量} \qquad (6\text{-}1\text{-}4)$$

入河系数大小与污水的入河方式、距离、温度等多种因素相关。根据《广东省水环境容量核定与总量分配实施工作方案》，按污染源排放距入河排污口距离 L 确定入河系数：L 小于 1km，入河系数取 1.0；L 在 1~10km 之间，取 0.9；L 在 10 ~20km 之间，取 0.8；L 在 20~40km 之间，取 0.7；L 大于 40km，取 0.6。明渠入河的修正系数取 0.75，暗管入河取 0.95，直接入河取 1.0。广东省内的温度修正系数取 0.9。

综合考虑入河方式、距离、温度等因素，废污水入河系数统一取 0.75；对通过暗管排入河流时 COD、氨氮的入河系数取为 0.85；对进入沟渠、支涌后再通过涵闸排入河流的取 0.65，对污水处理厂等直排口入河系数取 0.9。对沿河两岸居民比较集中的村镇，以村镇为单位，对其废污水的排放进行概化。对概化的各街镇排污口，依据排污口收纳的陆域范围与水功能区的距离，取入河系数为 0.55~0.7。根据调查，高明河流域上游地区的农村居民生活污水多为分散排放，枯水期很难进入河流，入河系数取为零。

经估算，2009 年全区废污水入河量为 12127.6 万 t，COD 入河量为 6799.8t、氨氮入河量为 486.0t，在 COD 入河量中，工业占 52.4%，生活占 47.6%；氨氮入河量中，工业占 42.5%，生活占 57.5%。各排污口及水功能区废污水及污染物入河量详见表 6-1-13。

表 6-1-13　2009 年高明区排污口废污水及污染物入河量

序号	排污口	所在功能区	行政区	废污水（万 t）	COD(t)	氨氮(t)
1	吉田村概化排污口	沧江明城饮用农业用水区	更合镇	81.4	69.3	6.0
2	更合镇概化排污口			502.1	177.5	15.6
3	更合镇第一污水处理厂排污口			164.3	165.2	14.3
4	歌乐概化排污口			336.0	101.2	8.9
5	新圩工业园排污口			468.9	127.4	11.2
6	明城镇概化排污口		明城镇	506.8	147.1	11.1
7	明城河涌排污口	沧江荷城工业农业用水区	明城镇	1106.6	252.1	18.3
8	明城镇第一污水处理厂排污口			164.3	165.2	14.3
9	杨和镇概化排污口		杨和镇	758.8	108.3	8.8
10	上大沙概化排污口			579.2	86.0	7.0
11	中心城区第二污水处理厂排污口		荷城街道	741.8	304.8	23.5
12	中心城区第三污水处理厂排污口			1103.6	558.3	44.7
13	大茶电排站			93.8	45.0	3.8
14	七星岗电排站			75.0	36.0	3.0
15	三洲鸭仔窦			112.5	54.0	4.5
16	三洲电排站			112.5	54.0	4.5
17	下泰和电排站排污口			123.2	284.1	13.3
18	下泰和中窦排污口			107.3	331.6	13.7
19	佛山市高明今力染整有限公司排污口			73.5	49.9	0.8
20	佛山市盈夏纺织有限公司排污口			54.4	37.7	1.8
21	高明顺成陶瓷有限公司排污口			37.5	24.4	2.2
22	佛山市高明祥泽纺织印染有限公司排污口			10.4	6.0	0.2
23	更楼概化排污口	更楼河更合农业用水区	更合镇	747.5	256.0	22.5
24	人和镇概化排污口	杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	313.3	23.4	1.9
25	杨梅镇概排污口			611.5	38.1	3.0
26	杨和镇第一污水处理厂排污口			328.5	303.2	26.2
27	河东概化排污口			36.7	20.9	1.8
28	三洲概化排污口		荷城街道	117.7	255.3	13.3
29	西安河概化排污口	西安河景观农业用水区	荷城街道	294.5	780.1	36.9
30	秀丽河概化排污口	秀丽河景观用水区	荷城街道	128.1	120.2	10.4

续表 6-1-13

序号	排污口	所在功能区	行政区	废污水（万 t）	COD(t)	氨氮(t)
31	中心城区第一污水处理厂排污口	西江干流水道饮用渔业用水区	荷城街道	1263.9	1148.7	98.4
32	广东溢达纺织有限公司排污口			630.2	260.9	17.8
33	上秀丽电排站			110.2	44.1	3.7
34	佛山市高明区发电厂排污口			25.5	10.2	0.9
35	广东省佛山监狱排污口			13.7	18.3	1.6
36	荷城工业概化排污口			80.4	207.2	8.6
37	富湾概化排污口			112.2	128.0	7.9
合计				12127.6	6799.8	486.0

根据水功能区与陆域对应范围，由表6-1-13与表6-1-1、表6-1-5中的生活、工业污染源排放数据，可推出水功能区各行政区污染物入河量与污染物排放量的对应关系，详见表6-1-14。

表 6-1-14　2009 年高明区点源污染物排放量与入河量关系

水功能区	行政区	排放污染物总量		入河污染物总量		入河系数	
		COD(t)	氨氮(t)	COD(t)	氨氮(t)	COD	氨氮
沧江明城饮用农业用水区	更合镇	986.7	86.3	640.6	56.0	0.65	0.65
	明城镇	226.4	17.1	147.1	11.1	0.65	0.65
沧江荷城工业农业用水区	明城镇	614.6	47.3	417.3	32.5	0.68	0.69
	杨和镇	298.9	24.2	194.3	15.7	0.65	0.65
	荷城街道	2553.2	159.8	1785.7	115.9	0.70	0.73
更楼河更合农业用水区	更合镇	426.6	37.4	256.0	22.5	0.60	0.60
杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	594.6	50.2	385.6	32.8	0.65	0.65
	荷城街道	364.7	19.0	255.3	13.3	0.70	0.70
西安河景观农业用水区	荷城街道	1114.5	52.7	780.1	36.9	0.70	0.70
秀丽河景观用水区	荷城街道	176.8	15.2	120.2	10.4	0.68	0.68
小计		7357.1	509.2	4982.4	347.1	6.66	6.70
西江干流水道饮用渔业用水区	荷城街道	2688.8	196.7	1817.4	138.9	0.68	0.71
合计		10045.8	705.9	6799.8	486.0	0.68	0.69

6.2 水质现状及水环境问题分析

6.2.1 水质现状评价

（1）饮用水源地水质状况

近几年，高明区饮用水源水质状况优良，水质达标率为 100%。富湾、高明水厂取水水源西江干流高明河段、合水水厂取水水源高明河上游黄湾河水质为Ⅱ类，杨梅水厂取水水源杨梅河支流沙水河及西坑、大水坑和三亩石 3 个水库水质为Ⅱ类，所有水源地水质均符合饮用水的水质要求。

（2）江河水质状况

根据高明区水资源公报和广东省水资源质量状况通报，2009 年高明区河流水质状况见表 6-2-1。高明河明城以上河段为Ⅱ～Ⅲ类水质，下游流经城区河段为Ⅴ～劣Ⅴ类水质，主要超标因子为氨氮和 COD，属有机污染类型；支流更楼河水质为Ⅱ类，杨梅河水质为Ⅲ类，西安河水质为Ⅳ类，主要污染因子为氨氮和 COD。根据 2010 年 11 月对秀丽河下六村、东水闸断面水质采样分析，秀丽河下六村断面为Ⅲ类水质，东水闸断面为劣Ⅴ类水质，主要超标因子为氨氮和 COD。

表 6-2-1　2009 年高明区河流水质状况

河流	断面名称	目标类别	水质类别	主要污染物
高明河干流	合水良村	Ⅱ	Ⅱ	/
	明城沧江新桥	Ⅲ	Ⅲ	/
	三洲上社	Ⅲ	Ⅳ	COD
	沧江水闸	Ⅲ	Ⅳ	COD
	西岸大桥	Ⅲ	Ⅴ～劣Ⅴ	氨氮、DO、COD
高明河支流	杨梅河	Ⅲ	Ⅲ	氨氮
	更楼河	Ⅱ	Ⅱ	/
	西安河	Ⅳ	Ⅳ	COD、氨氮

（3）水库水质状况

为了解高明区水库水质现状，课题组和佛山市水文分局于 2010 年 11 月 1 日，分别对西坑、深步 2 宗中型水库和潭黎水库、福山水库、荷村水库、大沙水库、坂村水库、孔堂水库等 5 座小（一）型水库进行了采样分析，坂村水库由于工程原没有蓄水就没采样，分析因子包括高锰酸盐指数、氨氮（NH_3-N）、总磷（TP）、总氮（TN）、叶绿素等，

监测结果见表 6-1-2。从表中可知，7 宗水库高锰酸钾指数、氨氮（NH_3-N）、总磷的含量都在Ⅱ类标准限值之内，超标因子为 TN，应该主要来源于农业面源的污染。以单项指标来评价，西坑水库基本为Ⅱ类水体，孔堂水库为Ⅲ类水体，深步、福山和荷村等水库为Ⅳ类水体，潭黎和大沙水库为Ⅴ类水体。

表 6-1-2 高明区水库水质监测结果

水库名称	氨氮	总氮	总磷	高锰酸盐指数	叶绿素
西坑水库	0.06	0.51	<0.01	3.2	8.3
深步水库	0.04	1.26	0.083	8.4	54.3
潭黎水库	0.1955	1.72	<0.01	3.1	19.3
福山水库	0.5946	1.23	<0.01	5.0	24.2
荷村水库	0.0581	1.40	<0.01	1.6	4.0
大沙水库	0.0075	1.70	<0.01	4.8	41.5
孔堂水库	0.05	0.63	<0.01	4.4	20.0

6.2.2 水环境问题分析

近几年来，在高明经济社会加速发展的过程中，由于快速的工业化和城市化所带来的废污水陡然增加，也给水环境造成了威胁。根据相关的水环境监测数据来看，2000年以后，高明河水质呈明显的下降趋势；尤其2004年以后，干流下游河段、部分支流水质已超过Ⅳ类水体标准，特别在枯水期间下游三洲桥至沧江水闸河段水质水质为Ⅴ类，还会发黑，季节性水质污染严重。引起高明河局部河段及部分支流水质恶化的原因，概括起来主要有以下几个方面：

（1）废污水排放量不断增加，但投入不足，污水处理系统等基础设施建设滞后

近几年来，高明区国民经济持续高速发展，在快速的工业化和城市化过程中，废污水排放量也陡然增加，从2003年的几千吨到2009年的1亿多吨。虽然目前各街镇和工业园区的污水处理厂都已建成投产，但除中心城区第一污水处理厂外，大部分污水厂由于集污管网没有同步建设，均存在处理量低、减排效果不明显的情况，如中心城区第二污水处理厂，现处理能力为2万t/d，主要处理三洲片区32.35km^2内的工业污水，但污水管网收集率只有50%左右。另外，流域部分企业污染治理水平较低，废水也不能做到稳定达标排放。大量未经处理的生活污水和不达标排放的工业废水直接排放入河，是导致水体水质污染的根本原因之一。

（2）农村面源污染突出，已成为河流水库水质污染的重要来源

长期以来，工业、生活废污水的治理一直是水污染防治的重点，却没有很好地重视农村面源污染，致使农业面源污染日趋严重，已成为汛期河流、水库水质污染的主要原因。据统计，2009年高明河流域内耕地平均化肥施用量达2.66吨/公顷，农药施用量为20.58千克/公顷，化肥施用量是发达国家为防止化肥污染而设置0.225 吨/公顷的安全上限的11.82倍。在雨季，化肥农药流失的N、P元素将通过降雨径流进入水体而产生面源污染。近几年，流域内畜禽养殖业发展迅速，养殖量大，分布区域较广，畜禽粪便污染环境的问题也越来越严重，已成为生态环境新的污染源。

（3）产业结构不甚合理，结构型污染严重

自2003年实施跨越式发展战略以来，高明工业发展迅猛，据统计，2009年有企业1701家，工业总产值达1160.19亿元，其中规模以上的企业522家，工业总产值为1132.97亿元。在这些规模以上的企业中，纺织、造纸、化工、非金属矿物制造、金属加工等污染行业的企业有198家，由于产业和产品结构不合理，结构性污染严重。

（4）流域生态系统退化、水源涵养能力受损也是水环境状况恶化的原因之一

在经济利益的驱动下，在过去几年，沧江河流域内速生桉种植面积不断扩大。据统计，2004年高明区速生桉种植面积只有15万亩，到2009年增加达到了29.97万亩，占全区林业用地总面积的42.7%，比2004年翻了近一番。由于过度的种植速生桉树种和采用不科学的超强度抚育措施，使林地表土松化，不仅容易造成水体流失和土壤营养成份的流失而产生面源污染，而且还会影响林地的水源涵养能力，减少河流的生态基流量，从而降低河流的环境承载能力，致使水环境状况进一步恶化。

（5）环境意识薄弱，加上环境执法和监督能力不足，部分企业偷排、漏排和超标排放等环境违法行为时有发生，在一定程度上加剧了河流水质的污染。

6.3 水功能区划

高明区境内河流众多，主要河流有高明河，其支流有 15 条，其中集雨面积在 100 km^2 以上的有更楼河和杨梅河。还有西江干流流经本区。区内有西坑、深步 2 座中型水库、7 座小（一）型水库和 60 座小（二）型水库。这些河流水库在区域经济社会供水中发挥了重要的作用。但于 2007 年 4 月 25 日获广东省人民政府批准实施的《广东省水功能区划》只对高明区境内的高明河、西坑水库和深步水库的功能进行了划定，并没有把一些重要的水体（如杨梅河、更楼河、西安河、秀丽河及小（一）型水库）纳入水功能区划

管理中。同时，由于经济社会的迅速发展、城镇规模的不断扩大、城市总体规划及产业布局的调整，个别水体的功能定位已不能满足区域发展的要求，区域内的水体环境也不能充分体现“岭南山林水都”这一城市风貌。为加强水资源的保护和管理，以水资源的可持续利用支撑经济社会的可持续发展，有必要根据区域水资源开发利用现状、水资源保护和经济社会发展要求，对原有的水体功能区划分方案进行调整、补充和完善。

6.3.1 区划方法

水功能区划方法，按照水利部颁发的《中国水功能区划（试行）》，采用两级体系，即一级区划和二级区划。一级功能区划是从宏观上解决水资源开发利用与保护的问题，主要协调地区间用水关系，长远上考虑可持续发展的需求，对二级功能区划分具有宏观指导作用；二级区划主要协调市内用水部门之间的关系。一级区分为保护区、缓冲区、开发利用区和保留区四类；二级区划分是在一级划分的基础上，对开发利用区进行功能区划，具体包括饮用水源区、工业用水区、农业用水区、渔业用水区、景观娱乐用水区、过渡区和排污控制区七类。

根据水域不同使用功能对水质的不同要求，结合水域现状水质，确定水功能区水质保护目标。各类水功能区执行的水质标准如下：

①饮用水源区的水质目标不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准；

②渔业用水区的水质保护目标不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅲ类标准，并遵照《渔业水质标准》（GB11607-89）。

③工业用水区的水质目标不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅳ类标准；

④农业用水区的水质目标不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准，并遵照《农田灌溉水质标准》（GB5084-92）；

⑤景观娱乐区的水质目标不低于《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅴ类标准，并遵照《景观娱乐用水水质标准》（GB12941-91）。

⑥过渡区的设定是为了相邻功能区顺利衔接而划定的水域，其下游断面水质不低于下游相邻水域功能区的水质保护目标；

⑦排污控制区内污染物浓度可以超Ⅴ类水质标准，但必须保证通过过渡区后达到下游的功能区水质要求。

当同一水域具有多种功能时，按最高功能划分水质类别；当现状水质优于功能区相应的水质类别时，以现状水质为水质目标。

6.3.2 区划方案

（1）河流水功能区划方案

在《广东省水功能区划》（2007）中，西江高明段全长 17.48km 被划为Ⅱ类水质功能区，主要功能包括饮用、渔业；高明河被定为Ⅲ类水质功能区，功能为工业用水。对高明河，流域内尤其是上游地区农业发达，工业用水主要集中在下游的荷城区，上游支流、高要－高明跨界河流保安水入黄湾河处有合水水厂取水口，取水规模为 36000m^3/d，为更合镇近 6 万人口供水。鉴于高明河上游为城镇饮用水源地，并担负两岸的农业用水，下游经过高明城区，其水体已成为城市景观的重要组成部分。为此，将高明河的功能进行调整，将高明河上游托盘顶～明城河段的主导功能定为饮用、农业用水，下游明城～海口河段定为工业、农业、景观用水。两段的水质目标维持不变，仍定为Ⅲ类。但鉴于下游明城～海口河段部分水体现状水质为Ⅴ类，在近期内难以达标，为此，将其水质目标分阶段来实施，2015 年达到Ⅳ类水质要求，2020 年到Ⅲ类水质要求。

更楼河流域内耕地集中，上游的中型水库深步水库、小（一）型福山水库及十多宗小（二）型以下塘库，都供两岸农田用水，更楼河的主导功能为农业用水。杨梅河上游的西坑水库、三亩石水库和支流沙水河为杨梅水厂的取水水源地，取水规模为 5 万 m^3/d，为杨和、明城两镇 4 万多人口供水。除承担城镇生活供水外，杨梅河也担负两岸的农业用水。杨梅河的主要功能为饮用、农业用水。

西安河北起富湾镇西江边的富湾圩，向南流经富湾、西安，至高明河西水闸处汇入高明河，全长 16km。秀丽河北起富湾镇官棠村海尾塘，由北向南流经富湾、西安和荷城，至高明河东水闸止，汇入高明河，全长 10.65km。西安河和秀丽河是高明区塑造“岭南山林水都”的主要水道，都具有城市水域旅游景观功能，西安河还具有农业用水功能。

高明区主要河流的水功能区划详见表 6-3-1、表 6-3-2 和附图 7。根据河流的开发利用现状和区域发展需求，本次规划新增了杨梅河、更楼河、西安河和秀丽河 4 个一级开发利用区，在这 4 个新增开发利用区中分别划定了一个二级区，新增河流区划总长度 83.92km。

表 6-3-1 高明区河流水功能一级区划方案

序号	水功能一级区名称	河流	范围		长度(km)	水质现状	水质目标	备注
			起始范围	终止范围				
1	高明河开发利用区	高明河	更合托盘顶	荷城海口	82.4	Ⅱ~Ⅴ	按二级区划	
2	更楼河开发利用区	更楼河	更合鬼顶岗	更合白石桥	17.84	Ⅱ		
3	杨梅河开发利用区	杨梅河	杨和皂幕山	杨和下沙	39.43	Ⅲ		
4	西安河开发利用区	西安河	富湾富湾圩	荷城西水闸	16	Ⅳ		
5	秀丽河开发利用区	秀丽河	富湾海尾塘	荷城东水闸	10.65	Ⅲ~Ⅴ		
6	西江干流水道肇庆、佛山、江门开发利用区	西江	肇庆永安贝水	江门下东	54	Ⅱ		佛山境内长 35km，其中高明段 17.48km

表 6-3-2 高明区河流水功能二级区划方案

序号	水功能二级区名称	所在水功能一级区	范围		长度(km)	主导功能	水质现状	水质目标	
			起始断面	终止断面				2015 年	2020 年
1	高明河明城饮用农业用水区	高明河开发利用区	更合托盘顶	高明明城	57.4	饮用、农用	Ⅱ~Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
2	高明河荷城工业农业用水区		高明明城	荷城海口	25	工用、农用、景观	Ⅳ~Ⅴ	Ⅳ	Ⅲ
3	更楼河更合农业用水区	更楼河开发利用区	更合鬼顶岗	更合白石桥	17.84	农用	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ
4	杨梅河杨和饮用农业用水区	杨梅河开发利用区	杨和皂幕山	杨和下沙	39.43	饮用、农用	Ⅲ	Ⅲ	Ⅲ
5	西安河景观农业用水区	西安河开发利用区	富湾富湾圩	荷城西水闸	16	景观、农用	Ⅳ	Ⅳ	Ⅳ
6	秀丽河景观用水区	秀丽河开发利用区	富湾海尾塘	荷城东水闸	10.65	景观	Ⅲ~Ⅴ	Ⅳ	Ⅳ
7	西江干流水道佛山饮用渔业用水区	西江干流水道肇庆、佛山、江门开发利用区	三水马口	顺德古劳	35	饮用、渔业	Ⅱ	Ⅱ	Ⅱ

（2）水库水功能区划方案

水库是高明区农业供水系统中的主要骨干工程，所有中小型水库都具有农田灌溉功能，其中西坑、深步、大水坑、三亩石等水库还是重要的饮用水源地。在确保水库水质的前提下，对一些具有旅游、娱乐价值的水库也可开发成为观光、度假、疗养和水上娱乐等综合旅游区，供人民娱乐、休闲、旅游。

《广东省水功能区划》对西坑、深步 2 宗中型水库的功能进行了划分，将这 2 宗水库都定为饮用农业用水区。在此基础上，本次规划根据水库现状使用功能，以及未来区域发展对水资源量的需求和保护要求，对 7 宗小（一）型水库及具有饮用功能的三亩石、官迳等小（二）型水库的功能进行划定，新增了 9 个水库一级开发利用区，在此基础上，划定了 9 个二级水功能区，其中 4 个为饮用农业用水区、5 个为农业景观用水区。高明区水库水功能区划详见表 6-3-3 、附图 8。

表 6-3-3 佛山市高明区水库水功能区划方案

序号	水功能二级区名称	所在水功能一级区名称	水库名称	集雨面积(km^2)	总库容（万 m^3）	兴利库容（万 m^3）	功能排序	水质现状	水质目标
1	西坑水库饮用农业用水区	西坑水库开发利用区	西坑水库	10.5	1030	798	饮用、农用	Ⅲ	Ⅱ
2	深步水水库饮用农业用水区	深步水水库开发利用区	深步水水库	30.94	1540	680	饮用、农用	Ⅲ	Ⅱ
3	大水坑水库饮用农业用水区	大水坑水库开发利用区	大水坑水库	8.88	279	243	饮用、景观	Ⅲ	Ⅲ
4	潭黎水库饮用农业景观用水区	潭黎水库开发利用区	潭黎水库	8.47	215	120	饮用、农用	Ⅴ	Ⅲ
5	福山水库农业景观用水区	福山水库开发利用区	福山水库	5.54	273	242	农用、景观	Ⅳ	Ⅳ
6	荷村水库农业景观用水区	荷村水库开发利用区	荷村水库	5.04	142	102	农用、景观	Ⅳ	Ⅳ
7	大沙水库农业景观用水区	大沙水库开发利用区	大沙水库	5	302	202	农用、景观	Ⅴ	Ⅳ
8	坂村水库农业用水区	坂村水库开发利用区	坂村水库	3.12	137	107	农用	/	Ⅲ
9	孔堂水库农业景观用水区	孔堂水库开发利用区	孔堂水库	3.32	164	120	农用、景观	Ⅲ	Ⅲ
10	三亩石水库饮用农业用水区	三亩石水库开发利用区	三亩石水库	60	65	37.4	饮用、农业	Ⅱ	Ⅱ
11	官迳水库饮用农业用水区	官迳水库开发利用区	官迳水库	5	89	/	饮用、农业	/	Ⅲ

6.4 水污染物总量控制方案

设某环境水体在保证达到水质保护目标的前提下，其水体纳污能力为 W_c，相应于该水域的污染源排放量为 W_s，处理削减量为 W_t。总量控制的要求为：

$$\sum W_s - W_t \le W_c \tag{6-4-1}$$

如果上式中的“≤”不成立，说明受纳水体的水质已经超标。为了使受纳水体水质逐渐得到改善并恢复到环境目标要求，就需要削减进入水体的污染负荷。

6.4.1 水功能区纳污能力计算

纳污能力是指对确定的水功能区，在满足水域功能要求的前提下，在给定的水质目标值、设计水量、排污口位置及排污方式下，功能区水体所能容纳的最大污染物量，以t/a 表示，采用 COD 和氨氮作为水质保护的污染物控制指标。

6.4.1.1 纳污能力计算模型

根据高明区境内河流几何形态特征和污染物稀释混合特性，采用不同的水质模型计算纳污能力。对高明河、更楼河和杨梅河，采用狭长型单向河流一维衰减模式计算其纳污能力。在忽略影响相对较小的离散作用，污染物衰减过程可采用一级动力方程式描述时，其控制方程式为：

$$u\frac{dc}{dx} = -Kc \tag{6-4-2}$$

积分解得：

$$C = C_0 \cdot e^{-Kx/u} \tag{6-4-3}$$

式中：C_0、C 分别为初始断面、控制断面污染物浓度，mg/L；K 为降解系数，1/s；u 为河流断面平均流速，m/s；x 为排污口下游断面距控制断面纵向距离，m。

假定污水量 Q_E 与河道流量相比可以忽略不计，则起始断面的污染物浓度 C_0 可用下式估算：

$$C_0 = (C_R Q_R + W)/Q_R \tag{6-4-4}$$

式中：Q_R 为上游来水流量，m^3/s； C_R 为上游来水水质目标，mg/L；W 为该计算河段污染物排放量，g/s。

根据控制断面处的水质保护目标，对式 6-4-4)式进行反解，即可求出该河段的纳污能力为：

$$W = Q_R \cdot (C_s \cdot e^{kx/u} - C_R) \tag{6-4-5}$$

在实际计算时，由于每一个水功能区内可能存在多个污染源（排放口），而规划水平年排污口的位置还具有不确定性。为方便计算，通常需要根据排污口位置，将河段内的多个排污口概化为一个集中排污口，相当于一个集中点源。假设该集中点源的实际自净长度为河段长的一半，设河段长度为 L，则污染物自净长度为 L/2。假定污水量与河道流量相比可以忽略不计，则对于下游控制断面，其污染物浓度为：

$$C_{x=L} = C_R \exp(-\frac{kx}{u}) + \frac{W}{Q_R}\exp(-\frac{kx}{2u}) \tag{6-4-6}$$

根据控制断面处的水质保护目标，对上式进行反解，即可求出该河段的纳污能力：

$$W = [C_S - C_R \exp(-\frac{kx}{u})]\exp(\frac{kx}{2u})Q_R \tag{6-4-7}$$

对西安河、秀丽河，由于河流小，流速慢，只考虑混合稀释的作用，可采用零维混合稀释模型计算。在不计废水排放量的情况下，水域纳污能力计算公式为：

$$M = (C_s - C_0)Q_R \tag{6-4-8}$$

6.4.1.2 计算单元

由于纳污能力计算模型中河流流量、流速等参数都是常数，而天然河流的上述参数是沿程变化的；此外，如果河流的长度较大，当以控制断面达标为约束条件反算纳污能力时，必然出现长距离的超标河段。为了避免长距离的河段超标以及反映河流参数的沿程变化，将河道参数沿程变化较大或空间距离较长的河流分割成若干个计算单元。划分计算单元的基本原则为：

（1）有较大的支流汇入或河道发生分流，导致河段流量等参数发生突变；

（2）有较大的入河排放口汇入；

（3）有重要的饮用水源吸水口；

（4）计算单元长度不超过 15km。

根据上述原则，将高明河划分为 8 个计算单元，杨梅河划分为 2 个计算单元，更楼河、西安河和秀丽河各自为一个计算单元。计算单元的计算断面详见附图 9。当一个水功能区划分为多个计算单元时，各个计算单元的水质目标均采用本功能区水质目标。

6.4.1.3 设计条件

（1）设计流量：采用近 10 年最枯月平均流量，由于高明河流域没有水文控制站，其设计流量将根据区域降雨量通过水文学方法产生。

（2）设计流速：通过河道地形图计算出计算河段的过水断面面积，然后根据计算河段的设计流量计算设计流速。

（3）水质参数：水质参数直接采用《佛山市生物截污工程参数－水质模型研究》（2010）中的值，COD 和氨氮的降解系数分别取为 $0.1d^{-1}$、$0.05d^{-1}$。

6.4.1.4 水功能区纳污能力

根据上述计算方法和参数，在设计水文条件和 2020 年水质目标情况下，高明区境内河流 COD 的纳污能力为 1937.3 t/a，氨氮的纳污能力为 55.1 t/a，各水功能区纳污能力详见表 6-4-1。

表 6-4-1　高明区境内水域 COD、氨氮纳污能力

水功能二级区名称	行政区	设计流量(m^3/s)	COD		氨氮	
			水质目标(mg/L)	纳污能力(t/a)	水质目标(mg/L)	纳污能力(t/a)
高明河明城饮用农业用水区	更合镇	1.43	20	467.8	1	11.7
	明城镇		20	97.3	1	2.4
	小计		/	565.1	/	14.1
高明河荷城工业农业用水区	明城镇	1.74	20	227.0	1	5.7
	杨和镇		20	145.6	1	3.6
	荷城街道		20	331.4	1	8.3
	小计		/	704.0	/	17.6
更楼河更合农业用水区	更合镇	0.31	15	145.2	0.5	2.4
杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	0.44	20	250.0	1	6.2
	荷城街道		20	83.3	1	2.1
	小计		/	333.3	/	8.3
西安河景观农业用水区	荷城街道	0.21	30	100.0	1.5	6.7
秀丽河景观用水区	荷城街道	0.19	30	89.7	1.5	6.0
合计		/	/	1937.3	/	55.1

纳污能力最大的是高明河荷城工业农业用水区，COD、氨氮的纳污能力分别 704.0t/a、17.6t/a，各占总纳污能力的 36.3%、32.0%。西安河景观农业用水区、秀丽河景观用水区的 COD 纳污能力较小，分布只有 100 t/a、89.7t/a，两者仅占 COD 总纳污能力的 9.8%。更楼河更合农业用水区 NH_3-N 纳污能力最小，为 2.4t/a，仅占氨氮总纳污能力的 4.3%。

由于资料原因，西江干流高明河段的纳污能力，以《佛山市生物截污工程参数－水质模型研究》中西江干流的水环境容量为基础，按流经高明区的西江河段长度，同时扣除富湾、高明水厂饮用水源一、二级保护区所对应的那部分容量，将高明西江河段的COD、氨氮的纳污能力分别取为 7773.0t/a、142.0 t/a。

6.4.2 污染物排放量与入河量预测

由于农业污染源多为分散的随机排放，它所占用的水环境容量是难以再分配，总量控制方法中考虑的污染源也是定常的连续排放。因此，预测时只考虑生活、工业污染源。

（1）排放量预测方法

采用排污系数法。废污水排放量预测以规划水平年需水量为基础，乘以排放系数：

$$q = \alpha Q_y \qquad (6\text{-}4\text{-}9)$$

式中：q 为规划水平年排水量，万 t/a；Q_y 为规划水平年需水量，万 t/a；α 为废污水排放系数。生活污水排放系数取为现状值 0.6；现状年工业废水排放系数为 0.59，考虑随着科技的进步、生产工艺的改进，工业废水排放系数会有所降低，规划水平年工业废水排放系数取为 0.55。

污染物排放量预测公式为：

$$M=10^{-2}\times C\times q \qquad (6\text{-}4\text{-}10)$$

式中：M 为规划水平年污染物排放量，t/a；C 为污染物排放浓度，mg/l；其他符号意义同前。

预测时生活污染源暂不考虑经污水处理厂的处理，工业污染源也不考虑其它新措施，只考虑现状年原有的处理水平。因此，生活和工业污染源污染物排放浓度均取为现状浓度。

（2）污染物入河量预测方法

规划水平年污染物排放量乘以相应的入河系数即为规划水平年污染物入河量。鉴于规划水平年入河排污口排放量的不确定性，为便于计算，以区域工业、生活污染源预测结果为基础，结合区域排污口、排水系统现状及水功能区与陆域的对应关系，将规划水平年各行政区的排放量、入河量分解到相应的水功能区。

（3）预测结果

规划水平年废污水及污染物排放量见表 6-4-2。2015 年全区废污水、COD 和氨氮的排放总量分别为 12739.4 万 t、12513.6t、977.9t；2020 年全区废污水排放量为 15510.0

万 t、COD 排放量为 15454.0t、氨氮排放量为 1181.9t。从行政区来说，按照污染物排放量大小排序依次是荷城街道、 更合镇、 杨和镇和明城镇。

表 6-4-2 各水平年高明区工业、生活污染源排放量

行政分区	水平年	工业污染源排放量			生活污染源排放量			合计		
		废水（万 t）	COD（t）	氨氮（t）	污水（万 t）	COD（t）	氨氮（t）	废污水（万 t）	COD（t）	氨氮（t）
荷城街道	2009	4579.2	4811.6	263.3	1959.0	2086.3	180.2	6538.2	6898.0	443.5
	2015	3246.1	3892.8	212.9	2002.5	4005.1	360.5	5248.6	7897.9	573.4
	2020	4637.1	5560.8	304.2	2389.9	4779.7	430.2	7026.9	10340.5	734.4
杨和镇	2009	2778.1	198.2	14.3	653.0	695.4	60.1	3431.1	893.6	74.4
	2015	2359.5	180.1	13.0	596.9	1193.7	107.4	2956.4	1373.9	120.5
	2020	2666.4	203.6	14.7	690.4	1380.8	124.3	3356.8	1584.4	139.0
明城镇	2009	1644.4	106.8	0.9	689.3	734.1	63.4	2333.7	841.0	64.3
	2015	1361.3	94.7	0.8	611.8	1223.7	110.1	1973.1	1318.4	110.9
	2020	1591.2	110.7	0.9	664.7	1329.4	119.6	2255.8	1440.1	120.6
更合镇	2009	2124.6	448.8	40.4	905.6	964.5	83.3	3030.2	1413.4	123.7
	2015	1803.5	407.9	36.7	757.8	1515.7	136.4	2561.3	1923.5	173.1
	2020	2058.7	465.6	41.9	811.8	1623.5	146.1	2870.4	2089.1	188.0
合计	2009	11126.2	5565.4	318.9	4206.9	4480.4	387.0	15333.2	10045.8	705.9
	2015	8770.3	4575.4	263.5	3969.1	7938.2	714.4	12739.4	12513.6	977.9
	2020	10953.3	6340.6	361.7	4556.7	9113.4	820.2	15510.0	15454.0	1181.9

2015 年、2020 年 COD 的入河量分别为 8422.7t、10442.2t，氨氮的入河量分别为 668.5t、810.6t。在各行政区中，荷城街道的污染物入河量最大，明城镇的污染物入河量最小。从水功能区来看，污染物入河量最大的是高明河荷城工业农业用水区，2015 年、2020 年 COD 的入河量分别为 2796.4t、3833.6t；氨氮的入河量分别为 218.6t、292.4t。由于西江干流是珠江三角洲重要的水源地，水质目标为Ⅱ类。依据国家相关法规和广东省饮用水源水质保护条例，为保护饮用水源地水质，不准新建、扩建排污口。因此，各规划水平年污染物入河量维持现状，COD、氨氮的入河量分别为 1699.0t、128.6t。规划水平年污染物入河情况详见表 6-4-3 和表 6-4-4。从入河量预测结果来看，规划水平年生活污染源的入河量略高于工业污染源的入河量。

表 6-4-3　各水平年高明区污染物排放量与入河量预测结果

行政区	水平年	废污水						COD						氨氮					
		排放量(万 t/a)			入河量(万 t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)		
		工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计
荷城街道	2009	4579.2	1959.0	6538.2	3746.9	1674.9	5421.8	4811.6	2086.3	6898.0	3119.6	1639.2	4758.8	263.3	180.2	443.5	173.8	141.6	315.4
	2015	3246.1	2002.5	5248.6	2464.8	1659.3	4124.1	3892.8	4005.1	7897.9	2481.0	2918.6	5399.6	212.9	360.5	573.4	137.7	264.6	402.3
	2020	4637.1	2389.9	7026.9	3508.0	1949.8	5457.8	5560.8	4779.7	10340.5	3638.7	3453.9	7092.7	304.2	430.2	734.4	202.6	313.5	516.0
杨和镇	2009	2778.1	653.0	3431.1	2083.6	544.5	2628.0	198.2	695.4	893.6	108.0	471.9	579.9	14.3	60.1	74.4	7.8	40.8	48.6
	2015	2359.5	596.9	2956.4	1769.6	447.6	2217.3	180.1	1193.7	1373.9	118.0	786.5	904.4	13.0	107.4	120.5	8.6	71.3	79.9
	2020	2666.4	690.4	3356.8	1999.8	517.8	2517.6	203.6	1380.8	1584.4	133.3	909.7	1043.0	14.7	124.3	139.0	9.7	82.5	92.2
明城镇	2009	1644.4	689.3	2333.7	1233.3	544.4	1777.7	106.8	734.1	841.0	65.7	498.8	564.5	0.9	63.4	64.3	0.5	43.1	43.6
	2015	1361.3	611.8	1973.1	1020.9	458.9	1479.8	94.7	1223.7	1318.4	63.9	828.3	892.3	0.8	110.1	110.9	0.5	75.5	76.1
	2020	1591.2	664.7	2255.8	1193.4	498.5	1691.9	110.7	1329.4	1440.1	74.7	899.9	974.6	0.9	119.6	120.6	0.6	82.0	82.7
更合镇	2009	2124.6	905.6	3030.2	1593.4	706.6	2300.1	448.8	964.5	1413.4	269.3	627.3	896.6	40.4	83.3	123.7	24.2	54.2	78.4
	2015	1803.5	757.8	2561.3	1352.6	568.4	1921.0	407.9	1515.7	1923.5	258.7	967.7	1226.4	36.7	136.4	173.1	23.3	87.0	110.3
	2020	2058.7	811.8	2870.4	1544.0	608.8	2152.8	465.6	1623.5	2089.1	295.3	1036.6	1331.9	41.9	146.1	188.0	26.6	93.2	119.8
合计	2009	11126.2	4206.9	15333.2	8657.2	3470.4	12127.6	5565.4	4480.4	10045.8	3562.6	3237.2	6799.8	318.9	387.0	705.9	206.4	279.6	486.0
	2015	8770.3	3969.1	12739.4	6607.9	3134.2	9742.1	4575.4	7938.2	12513.6	2921.6	5501.1	8422.7	263.5	714.4	977.9	170.1	498.5	668.5
	2020	10953.3	4556.7	15510.0	8245.1	3574.9	11820.1	6340.6	9113.4	15454.0	4142.1	6300.1	10442.2	361.7	820.2	1181.9	239.4	571.2	810.6

表 6-4-4　各水平年水功能区污染物排放量与入河量预测结果

水功能区		行政区	水平年	废污水			COD						氨氮					
				入河量(万 t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)		
一级	二级			工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计
高明河开发利用区	高明河明城饮用农业用水区	更合镇	2009	1035.7	516.8	1552.5	291.7	695.0	986.7	175.0	465.6	640.6	26.3	60.0	86.3	15.8	40.2	56.0
			2015	879.2	414.3	1293.5	265.1	1104.9	1370.0	173.1	721.3	894.3	23.9	99.4	123.3	15.6	64.8	80.4
			2020	1003.6	443.8	1447.4	302.6	1183.5	1486.1	197.5	772.6	970.1	27.2	106.5	133.7	17.8	69.5	87.2
		明城镇	2009	370.0	136.8	506.8	32.0	194.3	226.4	20.8	126.3	147.1	0.3	16.8	17.1	0.2	10.9	11.1
			2015	306.3	116.2	422.5	28.4	309.9	338.4	18.5	201.5	219.9	0.2	27.9	28.1	0.2	18.1	18.3
			2020	358.0	126.3	484.3	33.2	336.7	369.9	21.6	218.9	240.4	0.3	30.3	30.6	0.2	19.7	19.9
	高明河荷城工业农业用水区	明城镇	2009	863.3	407.5	1270.8	74.8	539.8	614.6	44.9	372.5	417.3	0.6	46.6	47.3	0.4	32.2	32.5
			2015	714.7	342.7	1057.3	66.3	913.7	980.0	45.5	626.9	672.3	0.6	82.2	82.8	0.4	57.4	57.8
			2020	835.4	372.3	1207.6	77.5	992.7	1070.1	53.2	681.0	734.2	0.6	89.3	90.0	0.4	62.4	62.8
		杨和镇	2009	1208.5	129.6	1338.1	114.9	184.0	298.9	74.7	119.6	194.3	8.3	15.9	24.2	5.4	10.3	15.7
			2015	1026.4	100.4	1126.8	104.5	267.8	372.2	67.9	174.0	242.0	7.6	24.1	31.6	4.9	15.6	20.6
			2020	1159.9	116.1	1276.0	118.1	309.7	427.8	76.7	201.3	278.1	8.5	27.9	36.4	5.6	18.1	23.7
		荷城街道	2009	2426.4	219.0	2645.4	2285.6	267.6	2553.2	1573.0	212.7	1785.7	136.7	23.1	159.8	97.6	18.4	115.9
			2015	1355.9	243.1	1599.0	1641.0	1084.3	2725.3	1133.3	748.8	1882.1	96.4	99.5	195.9	69.0	71.2	140.2
			2020	2327.7	356.0	2683.8	2695.1	1390.1	4085.2	1861.3	960.0	2821.3	160.7	127.1	287.8	115.0	90.9	205.9
更楼河开发利用区	更楼河更合农业用水区	更合镇	2009	557.7	189.8	747.5	157.1	269.6	426.6	94.3	161.7	256.0	14.1	23.3	37.4	8.5	14.0	22.5
			2015	473.4	154.0	627.4	142.7	410.8	553.5	85.6	246.5	332.1	12.8	37.0	49.8	7.7	22.2	29.9
			2020	540.4	165.0	705.4	162.9	440.0	602.9	97.8	264.0	361.8	14.7	39.6	54.3	8.8	23.8	32.6

续表 6-4-4

水功能区		行政区	水平年	废污水			COD						氨氮					
				入河量(万 t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)			排放量(t/a)			入河量(t/a)		
一级	二级			工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计	工业	生活	合计
杨梅河开发利用区	杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	2009	875.1	414.9	1290.0	83.2	511.4	594.6	33.3	352.3	385.6	6.0	44.2	50.2	2.4	30.4	32.8
			2015	743.2	347.2	1090.5	75.7	926.0	1001.6	50.0	612.4	662.5	5.5	83.4	88.8	3.7	55.7	59.3
			2020	839.9	401.7	1241.6	85.5	1071.1	1156.6	56.5	708.4	765.0	6.2	96.4	102.6	4.1	64.4	68.5
		荷城街道	2009	53.6	64.1	117.7	276.3	88.4	364.7	193.4	61.9	255.3	11.4	7.6	19.0	8.0	5.3	13.3
			2015	22.1	81.9	104.0	212.4	356.2	568.6	148.7	249.3	398.0	9.0	32.6	41.6	6.3	22.8	29.1
			2020	38.0	119.9	157.9	348.9	456.7	805.5	244.2	319.7	563.9	15.0	41.6	56.6	10.5	29.1	39.6
西安河开发利用区	西安河景观农业用水区	荷城街道	2009	187.7	106.8	294.5	967.1	147.4	1114.5	677.0	103.1	780.1	40.0	12.7	52.7	28.0	8.9	36.9
			2015	77.5	136.5	214.0	743.5	593.7	1337.1	520.4	415.6	936.0	31.4	54.3	85.8	22.0	38.0	60.1
			2020	133.0	199.9	332.9	1221.0	761.1	1982.1	854.7	532.8	1387.5	52.4	69.4	121.8	36.7	48.6	85.3
秀丽河开发利用区	秀丽河景观用水区	荷城街道	2009	0.0	128.1	128.1	0.0	176.8	176.8	0.0	120.2	120.2	0.0	15.2	15.2	0.0	10.4	10.4
			2015	0.0	163.8	163.8	0.0	712.4	712.4	0.0	484.4	484.4	0.0	65.2	65.2	0.0	44.3	44.3
			2020	0.0	239.8	239.8	0.0	913.3	913.3	0.0	621.0	621.0	0.0	83.3	83.3	0.0	56.6	56.6
西江干流开发利用区	西江干流水道饮用渔业用水区	荷城街道	2009	1079.2	1157.0	2236.2	1282.6	1406.2	2688.8	676.1	1141.2	1817.4	75.1	121.6	196.7	40.3	98.6	138.9
			2015	1009.2	1034.1	2043.3	1295.9	1258.6	2554.5	678.6	1020.5	1699.0	76.1	108.8	184.9	40.4	88.2	128.6
			2020	1009.2	1034.1	2043.3	1295.9	1258.6	2554.5	678.6	1020.5	1699.0	76.1	108.8	184.9	40.4	88.2	128.6
合计			2009	8657.2	3470.4	12127.6	5565.4	4480.4	10045.8	3562.6	3237.2	6799.8	318.9	387.0	705.9	206.4	279.6	486.0
			2015	6607.9	3134.2	9742.1	4575.4	7938.2	12513.6	2921.6	5501.1	8422.7	263.5	714.4	977.9	170.1	498.5	668.5
			2020	8245.1	3574.9	11820.1	6340.6	9113.4	15454.0	4142.1	6300.1	10442.2	361.7	820.2	1181.9	239.4	571.2	810.6

6.4.3 污染物排放控制量与入河控制量

根据水功能区的纳污能力和污染物入河量，综合考虑功能区的水质状况、地方的技术经济条件和经济社会发展，确定规划水平年污染物进入水功能区的最大数量，即污染物的入河控制量，入河控制量除以入河系数则为排放控制量。

按照可持续发展的原则，遵循水功能区的水质保护目标，以纳污能力为基础、保护和改善饮用水源区水质为核心，综合考虑河流的水质状况、污染物排放基数、经济发展水平和削减能力，兼顾流域上、下游的用水需求，确定水功能区污染物入河控制量。具体确定方法如下：

（1）现状年，由于规划时间上该水平年已经过去，因此不作为总量控制的依据，也不作为措施实施的依据，其污染物的削减量只反映水功能区现状入河量与纳污能力之间存在的差异。因此，以纳污能力作为控制量。

（2）开发利用区是指具有满足工农业生产、城镇生活、渔业和娱乐等多种需水要求的水域。高明区内所有河流水功能区均为开发利用区。该区内的水资源开发利用活动必须服从水功能二级区的要求，入河控制量确定原则为：①对开发利用区中的饮用水源区，为保障城乡居民生活用水安全，应维持或逐步改善这类功能区的水质，规划水平年入河控制量取纳污能力与污染物入河量中的较小者；②对开发利用区中的其他水功能区，其水质以满足生产需要为原则，为充分利用水体的纳污资源，以纳污能力作为入河控制量。

（3）对现状污染较严重的高明河荷城工业农业用水区，由于水质目标分阶段达到，以各阶段相应目标的纳污能力作为各规划水平年的控制量。

2015 年、2020 年高明区 COD 的排放控制量分别为 5929.0t、5448.7t，入河控制量分别为 3947.6t、3621.9t；氨氮的排放控制量分别为 277.5t、264.6t，入河控制量分别为 191.3t、182.4t。荷城的 COD、氨氮控制量最大，明城的控制量最小。规划水平年高明区 COD、氨氮的排放控制量与入河控制量见表 6-4-5。

表 6-4-5　各水平年高明区污染物入河量控制量与排放控制量

行政区	水平年	COD 量(t/a)					氨氮量(t/a)				
		排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	排放控制量	排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	排放控制量
荷城街道	2009	6898.0	4758.8	8543.1	2587.5	3793.2	443.5	315.4	169.1	166.0	235.1
	2015	7897.9	5399.6	8543.1	2469.1	3668.0	573.4	402.3	169.1	155.7	223.5
	2020	10340.5	7092.7	8360.5	2286.6	3403.6	734.4	516.0	163.8	150.4	216.1
杨和镇	2009	893.6	579.9	468.4	468.4	721.5	74.4	48.6	11.6	11.6	17.8
	2015	1373.9	904.4	468.4	468.4	714.0	120.5	79.9	11.6	11.6	17.6
	2020	1584.4	1043.0	396.7	396.7	603.7	139.0	92.2	9.8	9.8	14.8
明城镇	2009	841.0	564.5	397.1	397.1	592.6	64.3	43.6	9.9	9.9	14.6
	2015	1318.4	892.3	397.1	397.1	588.4	110.9	76.1	9.9	9.9	14.5
	2020	1440.1	974.6	324.4	324.4	480.7	120.6	82.7	8.1	8.1	11.9
更合镇	2009	1413.4	896.6	613.0	613.0	962.6	123.7	78.4	14.0	14.0	21.9
	2015	1923.5	1226.4	613.0	613.0	958.7	173.1	110.3	14.0	14.0	21.8
	2020	2089.1	1331.9	614.3	614.3	960.7	188.0	119.8	14.0	14.0	21.9
合计	2009	10045.8	6799.8	10021.6	4065.9	6069.9	705.9	486.0	204.7	201.6	289.5
	2015	12513.6	8422.7	10021.6	3947.6	5929.0	977.9	668.5	204.7	191.3	277.5
	2020	15454.0	10442.2	9695.9	3621.9	5448.7	1181.9	810.6	195.8	182.4	264.6

6.4.4 规划水平年污染物削减方案

以水功能区为单元，将规划水平年污染物入河量与入河控制量比较，如果污染物入河量超过水功能区的入河控制量，则入河量与入河控制量之差即为入河削减量；规划水平年水功能区相应陆域的污染物预测排放量与排放控制量之差，即为该水功能区陆域污染物排放削减量，从而分别形成以水功能区为单元和以行政区为单元的污染物削减方案，详见表 6-4-6 和表 6-4-7。

2009 年、2015 年、2020 年全区 COD 入河量分别需要削减 2757.9t、4475.1t、6820.3t，相应的陆域排放量分别要求削减 4012.9t、6584.6t、10005.3t，排放削减率分别为 39.9%、52.6%、64.7%；NH_3-N 入河量分别需要削减 284.4t、477.2t、628.3t，相应陆域排放量分别要求削减 416.4t、700.4t、917.3t，排放削减率分别为 59.0%、71.6%、77.6%。

从行政区来看，各规划水平年污染物排放削减任务最大的是荷城街道，现状年 COD、NH_3-N 分别需要削减 3104.7t、208.4t；规划水平年 2015 年、2020 年 COD 的排放削减量分别为 4229.9t、6936.9t，排放削减率分别为 53.6%、67.1%；NH_3-N 的排放削减量分别为 349.9t、518.3t，削减率分别为 61.0%、70.6%。2015 年、2020 年 COD 排放削减量最小的是杨和镇，2015 年、2020 年分别需要削减 659.9t、980.7t；氨氮排放削减量最小的是明城镇，分别需要削减 43.0t、96.4 t。虽然 2015 年、2020 年明城氨氮需要削减的量比较小，但削减率较高，分别为 86.9%、90.1%

从水功能区来说，除西江干流佛山饮用渔业用水区不需削减外，其它水功能区 COD、NH_3-N 都需要削减。高明河荷城工业农业用水区 COD、NH_3-N 入河量需要削减的量最大，2015 年、2020 年 COD 分别要求削减 1803.0t、3129.3t，削减率分别为 64.5%和 81.6%，其中：荷城街道就需削减 1385.0t、2489.8t，削减率达到 73.6%、88.3%；2015 年、2020 年 NH_3-N 入河量分别要削减 193.6t、274.7t，削减率分别为 88.6%和 93.9%，其中：荷城街道需削减 127.7t、197.6t，削减率达到 91.1%、96.0%；其次是西安河景观农业用水区，2015 年、2020 年 COD 入河量分别要求削减 836.0t、1296.6t，削减率达到 89.3%、93.4%；NH_3-N 入河量分别要求削减 53.4t、79.2 t，削减率达到 88.9%、92.8%。

表 6-4-6　各水平年高明区污染物总量控制方案

行政区	水平年	COD 量(t/a)							氨氮量(t/a)						
		排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量	排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量
荷城街道	2009	6898.0	4758.8	8543.1	2587.5	2171.3	3793.2	3104.7	443.5	315.4	169.1	166.0	149.4	235.1	208.4
	2015	7897.9	5399.6	8543.1	2469.1	2930.5	3668.0	4229.9	573.4	402.3	169.1	155.7	246.6	223.5	349.9
	2020	10340.5	7092.7	8360.5	2286.6	4806.1	3403.6	6936.9	734.4	516.0	163.8	150.4	365.6	216.1	518.3
杨和镇	2009	893.6	579.9	468.4	468.4	135.6	721.5	209.0	74.4	48.6	11.6	11.6	37.0	17.8	56.6
	2015	1373.9	904.4	468.4	468.4	436.1	714.0	659.9	120.5	79.9	11.6	11.6	68.3	17.6	102.9
	2020	1584.4	1043.0	396.7	396.7	646.3	603.7	980.7	139.0	92.2	9.8	9.8	82.4	14.8	124.2
明城镇	2009	841.0	564.5	397.1	397.1	167.4	592.6	248.4	64.3	43.6	9.9	9.9	33.7	14.6	49.7
	2015	1318.4	892.3	397.1	397.1	495.2	588.4	730.0	110.9	76.1	9.9	9.9	66.1	14.5	96.4
	2020	1440.1	974.6	324.4	324.4	650.2	480.7	959.3	120.6	82.7	8.1	8.1	74.6	11.9	108.7
更合镇	2009	1413.4	896.6	613.0	613.0	283.6	962.6	450.8	123.7	78.4	14.0	14.0	64.4	21.9	101.8
	2015	1923.5	1226.4	613.0	613.0	613.4	958.7	964.8	173.1	110.3	14.0	14.0	96.2	21.8	151.3
	2020	2089.1	1331.9	614.3	614.3	717.6	960.7	1128.3	188.0	119.8	14.0	14.0	105.7	21.9	166.2
合计	2009	10045.8	6799.8	10021.6	4065.9	2757.9	6069.9	4012.9	705.9	486.0	204.7	201.6	284.4	289.5	416.4
	2015	12513.6	8422.7	10021.6	3947.6	4475.1	5929.0	6584.6	977.9	668.5	204.7	191.3	477.2	277.5	700.4
	2020	15454.0	10442.2	9695.9	3621.9	6820.3	5448.7	10005.3	1181.9	810.6	195.8	182.4	628.3	264.6	917.3

表 6-4-7　各水平年水功能区污染物总量控制方案

水功能区		行政区	水平年	COD 量(t/a)							氨氮量(t/a)						
一级	二级			排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量	排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量
高明河开发利用区	高明河明城饮用农业用水区	更合镇	2009	986.7	640.6	467.8	467.8	172.8	720.6	266.1	86.3	56.0	11.7	11.7	44.3	18.0	68.3
			2015	1370.0	894.3	467.8	467.8	426.5	716.7	653.3	123.3	80.4	11.7	11.7	68.7	17.9	105.4
			2020	1486.1	970.1	468.0	468.0	502.2	716.9	769.3	133.7	87.2	11.7	11.7	75.5	17.9	115.8
		明城镇	2009	226.4	147.1	119.1	119.1	28.0	183.3	43.1	17.1	11.1	3.0	3.0	8.1	4.6	12.5
			2015	338.4	219.9	119.1	119.1	100.8	183.3	155.1	28.1	18.3	3.0	3.0	15.3	4.6	23.5
			2020	369.9	240.4	97.3	97.3	143.1	149.7	220.2	30.6	19.9	2.4	2.4	17.4	3.7	26.8
	高明河荷城工业农业用水区	明城镇	2009	614.6	417.3	277.9	277.9	139.4	409.3	205.3	47.3	32.5	6.9	6.9	25.6	10.1	37.2
			2015	980.0	672.3	277.9	277.9	394.4	405.1	574.9	82.8	57.8	6.9	6.9	50.8	9.9	72.9
			2020	1070.1	734.2	227.1	227.1	507.1	331.0	739.1	90.0	62.8	5.7	5.7	57.1	8.1	81.9
		杨和镇	2009	298.9	194.3	218.4	218.4	0.0	335.9	0.0	24.2	15.7	5.4	5.4	10.3	8.4	15.8
			2015	372.2	242.0	218.4	218.4	23.6	335.9	36.3	31.6	20.6	5.4	5.4	15.1	8.4	23.3
			2020	427.8	278.1	145.7	145.7	132.4	224.1	203.7	36.4	23.7	3.6	3.6	20.0	5.6	30.8
		荷城街道	2009	2553.2	1785.7	497.1	497.1	1288.6	710.8	1842.4	159.8	115.9	12.4	12.4	103.5	17.1	142.7
			2015	2725.3	1882.1	497.1	497.1	1385.0	719.8	2005.5	195.9	140.2	12.4	12.4	127.7	17.4	178.5
			2020	4085.2	2821.3	331.4	331.4	2489.8	479.9	3605.2	287.8	205.9	8.3	8.3	197.6	11.6	276.2
更楼河开发利用区	更楼河更合农业用水区	更合镇	2009	426.6	256.0	145.2	145.2	110.8	242.0	184.7	37.4	22.5	2.4	2.4	20.1	3.9	33.5
			2015	553.5	332.1	145.2	145.2	186.9	242.0	311.5	49.8	29.9	2.4	2.4	27.5	3.9	45.9
			2020	602.9	361.8	146.3	146.3	215.4	243.9	359.1	54.3	32.6	2.4	2.4	30.2	3.9	50.3

续表 6-4-7

水功能区		行政区	水平年	COD 量(t/a)							氨氮量(t/a)						
一级	二级			排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量	排放量	入河量	纳污能力	入河控制量	入河削减量	排放控制量	排放削减量
杨梅河开发利用区	杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	2009	594.6	385.6	250.0	250.0	135.6	385.6	209.0	50.2	32.8	6.2	6.2	26.7	9.4	40.8
			2015	1001.6	662.5	250.0	250.0	412.5	378.0	623.6	88.8	59.3	6.2	6.2	53.2	9.2	79.6
			2020	1156.6	765.0	251.0	251.0	513.9	379.6	777.0	102.6	68.5	6.2	6.2	62.4	9.2	93.4
		荷城街道	2009	364.7	255.3	83.3	83.3	172.0	119.1	245.7	19.0	13.3	2.1	2.1	11.3	2.9	16.1
			2015	568.6	398.0	83.3	83.3	314.7	119.1	449.6	41.6	29.1	2.1	2.1	27.1	2.9	38.7
			2020	805.5	563.9	83.7	83.7	480.2	119.5	686.0	56.6	39.6	2.1	2.1	37.6	2.9	53.7
西安河开发利用区	西安河景观农业用水区	荷城街道	2009	1114.5	780.1	100.0	100.0	680.2	142.8	971.7	52.7	36.9	6.7	6.7	30.2	9.5	43.1
			2015	1337.1	936.0	100.0	100.0	836.0	142.8	1194.3	85.8	60.1	6.7	6.7	53.4	9.5	76.3
			2020	1982.1	1387.5	90.9	90.9	1296.6	129.8	1852.3	121.8	85.3	6.1	6.1	79.2	8.7	113.2
秀丽河开发利用区	秀丽河景观用水区	荷城街道	2009	176.8	120.2	89.7	89.7	30.6	131.9	45.0	15.2	10.4	6.0	6.0	4.4	8.8	6.4
			2015	712.4	484.4	89.7	89.7	394.8	131.9	580.5	65.2	44.3	6.0	6.0	38.4	8.8	56.4
			2020	913.3	621.0	81.5	81.5	539.5	119.9	793.4	83.3	56.6	5.4	5.4	51.2	8.0	75.3
西江干流开发利用区高明段	西江干流水道饮用渔业用水区	荷城街道	2009	2688.8	1817.4	7773.0	1817.4	0.0	2688.8	0.0	196.7	138.9	142.0	138.9	0.0	196.7	0.0
			2015	2554.5	1699.0	7773.0	1699.0	0.0	2554.5	0.0	184.9	128.6	142.0	128.6	0.0	184.9	0.0
			2020	2554.5	1699.0	7773.0	1699.0	0.0	2554.5	0.0	184.9	128.6	142.0	128.6	0.0	184.9	0.0
合计			2009	10045.8	6799.8	10021.6	4065.9	2757.9	6069.9	4012.9	705.9	486.0	204.7	201.6	284.4	289.5	416.4
			2015	12513.6	8422.7	10021.6	3947.6	4475.1	5929.0	6584.6	977.9	668.5	204.7	191.3	477.2	277.5	700.4
			2020	15454.0	10442.2	9695.9	3621.9	6820.3	5448.7	10005.3	1181.9	810.6	195.8	182.4	628.3	264.6	917.3

6.4.5 削减方案可达性分析

削减方案体现了为实现水域功能区水质目标而对污染物排放量所作的限制。为实现削减方案，根本途径是治理污染源，以减少污染物的排放量。根据高明区河流污染来源，污染源排放情况和治理现状，结合区域水系分布及水文水特点，规划水平年污染物削减目标可通过“减排、增容”等综合措施实现。具体措施包括：（1）加快城镇污水处理厂建设，完善污水截排管网系统；（2）严格控制工业废污水的排放，将工业废污水引入集中污水处理系统进行集中处理；（3）充分利用外源西江水，通过水利工程调度，将清洁的西江水引入高明河流域，人工提升枯水期河流的水环境容量。

为保护受纳水体水体，经污水处理厂处理后的 COD、氨氮浓度应达到《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918－2002）和广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）的要求。国家规定的城镇生活污水处理厂水污染物最高允许排放浓度见表 4-3-5，而广东省《水污染物排放限值》（DB44/26-2001）规定“城镇污水处理厂污水排入地表水Ⅲ类功能水域时 COD 浓度为 40mg/l、氨氮浓度为 10mg/l”。采用的处理工艺不同，污水处理厂尾水中污染物的浓度也不同，为简化计算，结合高明区现有污水处理厂二级处理工艺和尾水出水浓度，规划水平年处理后的 COD、氨氮的浓度分别取为 30mg/L、2mg/L。

表 4-3-5 城镇生活污水处理厂水污染物最高允许排放浓度（日均值） 单位：mg/l

污染物	一级标准		二级标准	三级标准
	A 标准	B 标准		
COD	50	60	100	120①
氨氮（以 N 计）	5（8）	8（15）	25（30）	/

注：括号外数值为水温大于 12°C 时的控制指标，括号内数值为水温小于等于 12°C 时的控制指标。当污水处理厂出水引入稀释能力较小的河湖作为城镇景观用水和一般回用水等用途时，执行一级标准的 A 标准；城镇污水处理厂出水排入 GB3838 地表水Ⅲ类功能水域（划定的饮用水水源保护区和游泳区除外）水域时，执行一级标准的 B 标准；城镇污水处理厂出水排入 GB3838 地表水Ⅳ、Ⅴ类功能水域执行二级标准。

根据污水处理系统规划方案（见 6.5.2）及规划水平年城镇污水处理率，2015 年、2020 年全区可分别减少 COD 排放量 5582.5t、8119.6t，氨氮排放量减少 531.1t、776.3t。规划水平年城镇污水处理厂工程实施后各水功能区的治理量详见表 6-4-8，行政区见表 6-4-9。

由表 6-4-8 可知，至 2020 年，除高明河荷城工业农业用水区、西安河景观农业用水区、秀丽河景观用水区、杨梅河杨和饮用农业用水区不能实现削减目标外，西江干流水道饮用渔业用水区、高明河明城饮用农业用水区和更楼河开发利用区 COD 的治理量均能达到削减要求，实现削减目标。氨氮的削减压力较大，除西江干流水道饮用渔业用水区的排放量能达到控制量的要求外，更楼河更合农业用水区和杨梅河杨和饮用农业用水区基本能实现削减方案，而高明河明城饮用农业用水区、高明河荷城工业农业用水区、西安河景观农业用水区和秀丽河景观用水区则均达不到削减要求。

从行政区来看，实施城镇污水处理工程后，到 2020 年，杨和、更合和明城 COD 的处理量均能达到削减的要求，但荷城不能实现削减目标，COD 还需进一步削减 2996.5t，需进一步削减 29.0 %。2020 年只有明城的氨氮治理量基本达标削减的要求，荷城、杨和、更合氨氮则需进一步削减。要实现氨氮的控制目标，2020 年全区还需进一步削减氨氮 190.7t，其中：荷城需要进一步削减 141.5t，更合削减 39.2t，杨和削减 9.9t。

为实现水质控制目标，在污水处理系统建设的基础上，应充分利用水利工程，通过水资源环境调度，人工提升区域水环境承载能力。通过在建的富湾泵站，引西江水入西安河，开挖“三横一纵”新河涌（西秀一涌、西秀二涌、西秀三涌、西秀四涌），贯通西安河和秀丽河，使西安河、秀丽河成为流速较快的活水。按枯水期引 $10m^3/s$ 的西江清洁（Ⅱ类水质）流量计算，可分别提升 COD、氨氮环境容量 4730t/a、315t/a，这将有效改善西安河、秀丽河和高明河荷城段的水环境质量，实现荷城的水污染控制目标。

通过实施污水处理厂处理工程减排、工业废水达标排放和人工提升水环境容量后，全区基本上可以实现 COD 的控制目标，但氨氮的排放仍对部分河段的水环境产生一定压力，尤其是高明河上游地区氨氮的处理量与削减目标还有一定的差距。为实现水污染物控制目标，达到水功能区水质要求，一方面应加快废污水处理设施建设，对新建的污水处理厂，采用除磷脱氮工艺，对污水进行深度处理，减少氨氮的排放量；深化工业污染源的治理，推行清洁生产, 至 2015 年，所有企业 COD 和氨氮排放量在现状基础上进一步削减 10%。另一方面，加强废污水排放的监督管理，严格控制污染物的排放。

表 6-4-8　各水平年水功能区污染物治理量与削减量　单位：t/a

水功能区		行政区	水平年	COD							氨氮						
				排放量	排放控制量	陆域治理量			削减量	削减率	排放量	排放控制量	陆域治理量			削减量	削减率
一级	二级					工业	生活	合计					工业	生活	合计		
高明河开发利用区	高明河明城饮用农业用水区	更合镇	2009	986.7	720.6	/	/	/	266.1	27.0	86.3	18.0	/	/	/	68.3	79.1
			2015	1370.0	716.7	0.0	595.7	595.7	57.6	4.2	123.3	17.9	0.0	56.1	56.1	49.3	40.0
			2020	1486.1	716.9	115.7	703.8	819.5	0.0	0.0	133.7	17.9	11.6	66.2	77.8	38.0	28.4
		明城镇	2009	226.4	183.3	/	/	/	43.1	19.0	17.1	4.6	/	/	/	12.5	73.2
			2015	338.4	183.3	0.0	124.1	124.1	31.0	9.2	28.1	4.6	0.0	11.7	11.7	11.9	42.2
			2020	369.9	149.7	50.7	240.1	290.8	0.0	0.0	30.6	3.7	5.1	22.6	27.7	0.0	0.0
	高明河三洲工业农业用水区	明城镇	2009	614.6	409.3	/	/	/	205.3	33.4	47.3	10.1	/	/	/	37.2	78.7
			2015	980.0	405.1	0.0	372.3	372.3	202.6	20.7	82.8	9.9	0.0	35.0	35.0	37.8	45.7
			2020	1070.1	331.0	152.1	720.4	872.5	0.0	0.0	90.0	8.1	15.2	67.8	83.0	0.0	0.0
		杨和镇	2009	298.9	335.9	/	/	/	0.0	0.0	24.2	8.4	/	/	/	15.8	65.4
			2015	372.2	335.9	38.2	121.8	160.0	0.0	0.0	31.6	8.4	3.8	11.5	15.3	8.0	25.2
			2020	427.8	224.1	68.0	149.6	217.6	0.0	0.0	36.4	5.6	6.8	14.1	20.9	9.9	27.3
		荷城街道	2009	2553.2	710.8	/	/	/	1842.4	72.2	159.8	17.1	/	/	/	142.7	89.3
			2015	2725.3	719.8	292.1	1041.7	1333.9	671.6	24.6	195.9	17.4	29.2	98.0	127.3	51.3	26.2
			2020	4085.2	479.9	502.5	1320.9	1823.4	1781.8	43.6	287.8	11.6	50.3	124.3	174.6	101.6	35.3
更楼河开发利用区	更楼河更合农业用水区	更合镇	2009	426.6	242.0	/	/	/	184.7	43.3	37.4	3.9	/	/	/	33.5	89.5
			2015	553.5	242.0	0.0	397.1	397.1	0.0	0.0	49.8	3.9	0.0	37.4	37.4	8.5	17.1
			2020	602.9	243.9	49.6	469.2	518.8	0.0	0.0	54.3	3.9	5.0	44.2	49.1	1.2	2.2

续表 6-4-8

水功能区		行政区	水平年	COD							氨氮						
				排放量	排放控制量	陆域治理量			排放削减量	削减率	排放量	排放控制量	陆域治理量			排放削减量	削减率
一级	二级					工业	生活	合计					工业	生活	合计		
杨梅河开发利用区	杨梅河杨和饮用农业用水区	杨和镇	2009	594.6	385.6	/	/	/	209.0	35.2	50.2	9.4	/	/	/	40.8	81.2
			2015	1001.6	378.0	344.1	690.0	1034.1	0.0	0.0	88.8	9.2	34.4	64.9	99.4	0.0	0.0
			2020	1156.6	379.6	611.9	848.0	1459.9	0.0	0.0	102.6	9.2	61.2	79.8	141.0	0.0	0.0
		荷城街道	2009	364.7	119.1	/	/	/	245.7	67.4	19.0	2.9	/	/	/	16.1	84.6
			2015	568.6	119.1	58.4	347.2	405.7	43.9	7.7	41.6	2.9	5.8	32.7	38.5	0.1	0.3
			2020	805.5	119.5	100.5	440.3	540.8	145.2	18.0	56.6	2.9	10.1	41.4	51.5	2.2	3.9
西安河开发利用区	西安河景观农业用水区	荷城街道	2009	1114.5	142.8	/	/	/	971.7	87.2	52.7	9.5	/	/	/	43.1	81.9
			2015	1337.1	142.8	233.7	463.0	696.7	497.6	37.2	85.8	9.5	23.4	43.6	66.9	9.3	10.9
			2020	1982.1	129.8	402.0	587.1	989.1	863.2	43.5	121.8	8.7	40.2	55.3	95.5	17.7	14.5
秀丽河开发利用区	秀丽河景观用水区	荷城街道	2009	176.8	131.9	/	/	/	45.0	25.4	15.2	8.8	/	/	/	6.4	42.3
			2015	712.4	131.9	0.0	463.0	463.0	117.5	16.5	65.2	8.8	0.0	43.6	43.6	12.8	19.7
			2020	913.3	119.9	0.0	587.1	587.1	206.4	22.6	83.3	8.0	0.0	55.3	55.3	20.0	24.0
西江干流开发利用区	西江干流水道饮用渔业用水区	荷城街道	2009	2688.8	2688.8	/	/	/	0.0	0.0	196.7	196.7	/	/	/	0.0	0.0
			2015	2554.5	2554.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	184.9	184.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			2020	2554.5	2554.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	184.9	184.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合计			2009	10045.8	6069.9	/	/	/	4012.9	39.9	705.9	289.5	/	/	/	416.4	59.0
			2015	12513.6	5929.0	966.7	4615.9	5582.5	1621.8	13.0	977.9	277.5	96.7	434.4	531.1	189.1	19.3
			2020	15454.0	5448.7	2053.1	6066.4	8119.6	2996.5	19.4	1181.9	264.6	205.3	571.0	776.3	190.7	16.1

表 6-4-9　各水平年高明区污染物治理量与削减量　单位：t/a

行政区	水平年	COD							氨氮						
		排放量	排放控制量	陆域治理量			削减量	削减率（%）	排放量	排放控制量	陆域治理量			削减量	削减率（%）
				工业	生活	合计					工业	生活	合计		
荷城街道	2009	6898.0	3793.2	/	/	/	3104.7	45.0	443.5	235.1	/	/	/	208.4	47.0
	2015	7897.9	3668.0	584.3	2314.9	2899.2	1330.6	16.8	573.4	223.5	58.4	217.9	276.3	73.6	12.8
	2020	10340.5	3403.6	1005.1	2935.3	3940.4	2996.5	29.0	734.4	216.1	100.5	276.3	376.8	141.5	19.3
杨和镇	2009	893.6	721.5	/	/	/	209.0	23.4	74.4	17.8	/	/	/	56.6	76.1
	2015	1373.9	714.0	382.4	811.7	1194.1	0.0	0.0	120.5	17.6	38.2	76.4	114.6	8.0	6.6
	2020	1584.4	603.7	679.9	997.6	1677.6	0.0	0.0	139.0	14.8	68.0	93.9	161.9	9.9	7.1
明城镇	2009	841.0	592.6	/	/	/	248.4	29.5	64.3	14.6	/	/	/	49.7	77.2
	2015	1318.4	588.4	0.0	496.4	496.4	233.6	17.7	110.9	14.5	0.0	46.7	46.7	49.7	44.8
	2020	1440.1	480.7	202.8	960.5	1163.3	0.0	0.0	120.6	11.9	20.3	90.4	110.7	0.0	0.0
更合镇	2009	1413.4	962.6	/	/	/	450.8	31.9	123.7	21.9	/	/	/	101.8	82.3
	2015	1923.5	958.7	0.0	992.8	992.8	57.6	3.0	173.1	21.8	0.0	93.4	93.4	57.8	33.4
	2020	2089.1	960.7	165.3	1173.0	1338.3	0.0	0.0	188.0	21.9	16.5	110.4	126.9	39.2	20.9
合计	2009	10045.8	6069.9	/	/	/	4012.9	39.9	705.9	289.5	/	/	/	416.4	59.0
	2015	12513.6	5929.0	966.7	4615.9	5582.5	1621.8	13.0	977.9	277.5	96.7	434.4	531.1	189.1	19.3
	2020	15454.0	5448.7	2053.1	6066.4	8119.6	2996.5	19.4	1181.9	264.6	205.3	571.0	776.3	190.7	16.1

6.5 水资源与水生态环境保护措施

6.5.1 饮用水源地保护对策

高明区饮用水源地包括西江高明河段、高明河合水河段以及杨梅河的沙水河、西坑水库、大水坑水库和三亩石水库。为确保饮用水源地的水质达标，必须加强以下几个方面的措施：

（1）加强水源保护区管理

严格执行国家和地方有关饮用水源地保护的标准和法规，全面清理饮用水源一级保护区内所有的排污口及与供水无关的建设项目。禁止在饮用水水源防护区内新建畜禽养殖场，对原有养殖业限期搬迁或关闭，暂时不能搬迁的要求采取防治措施，严格按照《畜禽养殖业污染物排放标准》执行。

对饮用水源一级保护区推进标志标准化建设，并进行定期检查，依据制度每年对树立的保护标志周边进行除草，油漆翻新等维护。

（2）推进饮用水源地防护设施建设

西江干流高明河段是高明的主要水源地，其两岸人类活动频繁。为保护水源地水质，应设置围网，防止生活垃圾、固体废弃物等污染物直接倒入饮用水源地中，同时也能有效限制水源保护区内的开发行为；在水厂的吸水口设置围油栏和高水压的流动式水枪或射水装置，以隔阻可能出现的油污和水上漂浮物，切实有效保障吸水点吸水安全。加强对过往船舶尤其是化学品船、油船、油污水接收处理船监管，防止饮用水源受到污染。

合水水厂、杨梅水厂取水水源地为其上游黄湾河及杨梅河，西坑、大水坑和三亩石取水口均在杨梅河上游地区，应加强其上游的水源涵养林建设，实施蓄水水库的“绿区”和流域沿江“绿带”建设，防止水土流失造成泥沙对河流、水库的淤积，减少污染物入河量，促进生态平衡，达到保护水源的目的。

（3）完善饮用水源地水质监测

对饮用水源的水质实施在线监控，不断提高监测水平，实时把握饮用水源地水质变化情况，做到能够迅速发现问题，及时有效的处理突发事故，将突发事故对饮用水水源造成的污染减到最小。在线监测可以同步跟踪污染源动态变化情况，为制定相关政策、顺利开展水源地管理工作提供依据。

6.5.2 控污治污措施

6.5.2.1 工业污染控制措施

（1）实现工业污染源全面达标，严格控制污染物的排放

对于自行处理废水的企业，其工业废水排放严格执行广东省地方标准《水污染物排放限值》（DB44/26-2002）中的一级标准，实现工业污染源全面达标。

加强对工业污染大户的排污监管，重点抓好纺织印染、化工、造纸、冶炼、食品制造等污染严重行业的深化治理。提高对重点控制企业的自动实时远程监控能力，加大对向高明河排污的水污染企业的关、停、并、转、迁、治力度。强化对污染源的监督管理，杜绝偷排污染物行为，确保污染源持续稳定达标排放，对到期限仍不能全面达标的企业坚决实施关闭或停业整顿。

（2）实行清洁生产，提高水资源的重复利用

积极开展纺织行业、塑料行业清洁生产审核，对陶瓷厂等高能耗、高污染的企业进行升级改造，建设和推广一批改用清洁生产技术和低能耗的企业。同时，以循环经济理念建立工业生态产业链，将传统的“资源-废物”单向线性工业生产模式转变为“资源-产品-再生资源”循环经济模式，提高水资源的重复利用率，最大限度的减少废物排放，实现环保-经济的协同发展。

（3）建立完善“区域限批”和“企业限批”制度

对未完成污染物削减指标、环境污染严重、环境违法行为突出、城镇污水处理设施建设严重滞后的镇（街道）一律实行“区域限批”；对未完成减排任务、未安装在线监控设备、违法排污、减排项目建设进展缓慢的企业，实行“企业限批”。

（4）调整产业布局，优化产业结构，引导企业进工业园区

要将转变发展方式、着力调整调整产业结构、优化产业布局引导企业向工业园区集中。鼓励园区内企业之间的多级串联用水及污水回用，合理利用有限的空间资源，在园区内建立雨污分流制的排水系统，发挥工业集群优势，提高水资源利用效率，使大部分工业废水集中处理后排放。

- 调整和优化工业结构，大力发展第三产业

综合运用产业政策、技术政策，完善法规、强制性行业标准和规范，对第二产业全面实行结构优化和产业升级。培育发展汽配、生物制药、新能源和新材料等新兴产业，推进海天、中油高富等重大基地重点项目建设，不断提高高新技术产业增加值在工业中的比重；关闭、搬迁污染严重、纳税贡献小的纺织行业企业，

升级改造轻工建材（如陶瓷）等优势传统产业，大幅度降低高污染行业企业比重。

大力发展第三产业，加快形成服务内容丰富、服务对象配套、服务功能协调的现代服务业体系，制定行业规划和完善市场机制，促进以生活服务为主体的传统第三产业改造、提升、转型，大力发展以现代物流、商贸业、金融服务业和总部经济发展等为重点的现代服务业。

- 优化产业空间布局

根据珠三角区域经济一体化和广佛同城化产业发展定位与布局发展的战略要求，进一步优化产业空间布局，在转变经济增长方式、推进产业转型升级的同时，着力调整工业产业布局，引导布局分散的建材制造、金属加工、纺织印染、合成革、塑料加工、食品加工、家具制造等污染严重的企业向园区集中，工业废水集中处理后排放，合理利用有限的空间资源，发挥工业集群优势，提高资源利用效率，发展循环经济，走资源节约型和环境友好型的可持续发展之路。

6.5.2.2 污水处理及纳污管网建设

高明区现有污水处理厂 6 座，污水处理设计总能力 17 万 m^3/d。虽然各污水处理厂都已投产，但是由于纳污管网建设滞后，明城镇和更合镇第一污水处理厂收纳的污水量都远未达到设计要求；另外，现有的污水处理规模也不能满足未来城市发展的要求。根据污水处理设施现状、规划水平年废污水排放情况，提出如下污水处理系统建设方案：

（1）规划到2015年新建中心城区第四污水处理厂、杨和镇第二污水处理厂和更合镇第二污水处理厂，扩建中心城区第二和第三污水处理厂、杨和镇第一污水处理厂和明城镇第一污水处理厂。到2015年，全区有污水处理厂9座，污水设计处理能力达到31万m^3/d。

（2）2020年进一步扩建中心城区第二、第三和第四污水处理厂，杨和镇第一和第二污水处理厂，明城镇第一污水处理厂和更合镇第一污水处理厂；新建更合镇第三污水处理厂。至2020年，全区有污水处理厂10座，污水设计处理能力达到53万m^3/d。

（3）以新建和扩建的污水处理厂为中心，不断扩大截污范围，特别是加快节点性工程的建设速度，充分发挥截污工程和污水处理厂的作用。同时，完善配套污水纳污管网的铺设及相关提升泵站建设，提高污水处理率，并结合区域用水（工业、绿化等）情况鼓励尾水回用，实现尾水的资源化再利用。

污水处理工程规划布局见附图 10。

6.5.2.3 跨界污染控制措施

高明河地跨高明和高要，西江高明河段也在高要下游。由于上游高要市工业发展迅速，产生的工业废水对下游水质有严重影响。为保护高明河及西江高明河段水质，上游高要的工业废水排放应严格执行广东省《水污染物排放限值》标准，同时也应严格执行《广东省跨行政区域河流交接断面水质保护管理条例》，确保入境水质达到规定标准。

6.5.2.4 面源污染控制措施

随着点源污染得到了有效控制和治理，农业面源污染问题逐步凸显出来。农业面源是由大范围分散污染造成的，无法采取集中治理的方法加以解决，但可以根据其污染特点采取针对性的措施减轻其危害。

（1）控制化肥农药的施用

①调整农业产业结构和耕作方式，发展生态农业，鼓励和发展无公害农副产品，指导、引导农民科学使用化肥、农药，推广使用生物农药和农家肥，控制和减少化肥、农药的使用量。到 2020 年，蔬菜、水果、茶叶等生产区和 75%的农田生产区使用高效、低毒、低残留化学农药和生物农药。

②推广配方施肥、精确施肥和平衡施肥，控制氮肥施用量，平衡氮、磷、钾比例，提高肥料利用效率，控制化肥污染。大力推广有机肥和秸杆还田。到 2020 年，平均化肥用量（折纯量）由现在的 2.68 吨/公顷减少到 1.3 吨/公顷以下，80%的蔬菜、水果、粮食作物生产区实施平衡施肥。

③建立缓冲过滤带，有效截留污染物。在农田与水体之间建立缓冲过滤带可以有效的防治面源污染。所谓缓冲带就是植被带。合理的种植草地和林地，同时能有效地截留来自农田的养分和泥沙，减少农田径流对水体的污染；采取合理的间作套种，利用不同的农作物对营养元素吸收的互补性，减少养分元素的流失和对水体的污染。另一方面，在高明河岸边按照不同的功能种植不同的植物带，充分发挥植物带的生态净化功能，保持水土，控制养分的流失量。

（2）农村生活污染的治理

随着生活水平的不断提高，农村生活污水、垃圾逐年增加。但农村地区，由于经济条件和技术水平的限制，生活污水不经收集、随意排放，生活垃圾无人管理，对环境造成一定的污染。

①以村为单元，修建生活污水暗排沟收集农村生活污水，建设小型的分散污水处理设施，如氧化塘、人工湿地等。充分利用当地的自然净化条件，将原有的纳污鱼塘或坑塘改造成高效的氧化塘。氧化塘投资运行成本低、管理维护比较简单，同时它们还可发挥一定的景观效果，随着未来城镇化的发展，集中式污水处理厂的建成，氧化塘也可以很方便的改造为城郊绿地的一部分。

规划在近期选定人口较为密集、生活污水产生量较多的更合镇蛟塘村进行氧化塘建设试点。根据蛟塘村现状年常住人口估算，规划氧化塘的处理规模为689m^3/d。在远期，根据试点实施效果，进行相应的改进并进一步推广。根据高明区农村人口估算，规划氧化塘的处理规模为 11000 m^3/d。

②每村配备垃圾收集桶，分类收集农村生活垃圾，将收集的有机生活垃圾运送到发酵处理池，与农作物秸秆混合发酵，产生沼气、有机肥；采用物业化服务模式，有专人负责全村生活垃圾收集和堆沤有机肥施用等，建设物业站，对于较偏远、交通不便的广大山区，可以设置垃圾转运站，定期进行收集、处理。

（3）禽畜养殖的治理

①严格管理禽畜养殖

合理规划布局养殖区域，严格按照规划的禁养区、限养区、准养区范围及要求推进相关养殖场、点的清理、搬迁和污染治理。禁止在城镇居民区内进行畜禽养殖，已养殖的在规定的限期内实行搬迁或关停。对非禁养区内经营规模禽畜养殖业的实行限期治理，超过限期、污水处理仍不能实现达标排放的实行停产整顿或关闭。

②建立和推广符合环保要求的规范化养殖模式

加强对准养区的管理，对养殖场、养殖小区、养殖专业户分别提出规范化的管理要求，建立和推广符合环保要求的生产方式和养殖模式。推行种植、养殖、沼气三位一体的模式、变水冲清粪为干法清粪、实行“清污分流，粪尿分离”等，制定相应的管理法规，加强监督和管理，使养殖单位逐步符合环保标准。

③推广畜禽粪便资源化技术，建设粪便资源化利用工程

建立以畜禽粪便为原料的微生态肥料生产厂；根据高明区养殖业的发展现状、发展规划和空间分布，在适当的地理位置，建立规模化有机肥厂，使高明区畜禽粪便处理率和资源化水平达到一个新的水平。加强沼气的普及推广工程，大力推广和扶植利用畜禽粪便发展沼气的工作，扶植畜禽粪便商品化项目，生产绿

色商品肥料、生产食用菌培养料、无土栽培基质、花卉营养土等。

（4）水产养殖污染治理

①推广池塘循环水养殖技术，对鱼塘进行简单改造，构建养殖池塘—湿地系统或污水养鱼塘（氧化塘），提高其纳污和自净能力，实现养殖水的循环利用，减少污染排放。

②推广生态养殖模式，依据“物质循环利用，能量多级转换”的生态学原理，推广生态农业立体养殖模式，如“鸡—猪—鱼”模式，减少饵料投放，保护水质。

6.5.3 河涌综合整治方案

随着区域经济社会快速发展，人民生活水平不断提高，人们对生活质量、居住环境的要求也随之提高，城区河涌的功能能也发生了变化，城区河涌不仅要具有防洪排涝等基本功能，还要求具有景观、休闲、旅游等多种功能。由于各种原因，高明区内河涌大部分存在萎缩、淤积、污染、涌障等的问题。为了使河涌的水资源功能、环境功能、生态功能得到充分发挥，有必要根据城市建设对水生态、水环境、水景观、水安全的要求，进行综合整治。

从创建高明“山林水都”、体现 “青山、碧水、蓝天、绿地”的角度出发，以“水”为灵魂，理顺主干河涌体系。在保障排涝安全的前提下，河涌整治应考虑河道、河涌、人工调蓄湖等水体的有机连通，通过水资源环境调度工程，河涌清淤、拓宽，保持城市水体“水满、水清、水活”，彰显“山林水都”的气息。

（1）开挖“三横一纵”新河涌

在荷城中心城区现有排水渠系基础上，规划开挖“三横一纵”新河涌，即西秀一涌、西秀二涌、西秀三涌、西秀四涌；西安河以西、秀丽河以东以及富湾圩一带另开挖若干条支涌。新开挖的河涌与西安河、秀丽河及西江连通，形成“田”字形水网，并与在建的富湾泵站、规划建设的 6 个调蓄湖形成可引、可蓄、可排、可调、可控的城市水系。根据《佛山市排涝规划Ⅳ片区》，规划建设的 6 个调蓄湖分别为秀丽丽湖（分秀丽东湖、秀丽西湖）、明湖（分日湖、月湖）、富湾湖、明富湖、西安湖、三洲湖，规划湖面积合计 288.14 万 m^2。

（2）水资源环境调度工程

为改善城市水体水环境质量，治污控污是根本，但在水量丰富的潮汐河网区，通过水利工程进行水资源环境调度也是一种有效的措施。

在西江西岸的荷城街道富湾村新建富湾泵站，设计引水流量为 10.0m^3/s，在

枯水期引洁净的西江水入西安河，通过新开挖的西秀一涌、西秀二涌、西秀三涌和西秀四涌，贯穿西安河和秀丽河，使中心城区的水体变清、变活，人工提升城区水体水环境承载力。

（3）河涌清淤、拓宽及两岸景观建设工程

规划到2015年清淤、扩建河涌34.8km，并实施秀丽河两岸景观绿化工程。清淤、扩宽河涌包括：富湾引排水渠（富湾泵站至西安河明富湖段）、西安河明富湖至西安电排站段，大沙二站主涌及储水塘抽淤，三洲一涌和三洲主涌。

到2020年清淤、扩宽河涌43.4km，清淤、扩宽河涌有：荷城西秀五涌，杨和镇大沙一涌、大沙四涌、大沙六涌、大沙七涌、大沙八涌、大沙九涌、大沙十涌，明城镇崇步二涌、陶筑一涌，更合镇荔枝涌、瑶村水等。河涌综合整治工程规划布局见附图11。

6.5.4 水库水资源保护对策

经水质现状调查，西坑和孔堂水库为Ⅲ类水体，深步、福山和荷村等水库为Ⅳ类水体，潭黎和大沙水库为Ⅴ类水体。水质超标因子为TN，应主要来源于农业污染。水库水资源保护对策主要有：

（1）加强管理力度，严格禁止在西坑、三亩石等具有饮用功能水库库区内发展污染性产业；在对水库水体进行严格保护的前提下，可在具有景观功能的水库流域内开发生态型休闲度假产品，建设旅游设施与旅游项目，但禁止污水直接排入水库。

（2）优先扶持高效水土保持型的植被系统，扩大水库周边生态公益林面积，提高森林涵养水源和蓄水能力，减少暴雨径流，控制水土流失；在受纳水体的岸边按照不同的功能种植不同的植物带，充分发挥植物带的生态净化功能。

（3）发展无污染的绿色产业和生态农业，改造与修建暴雨径流汇集与缓冲的沟渠系统等工程，控制农业面源污染。

6.5.5 生态环境保护措施

加强生态环境保护和建设，重视生态环境用水，不仅是区域自然生态系统的需要。同时，由于生态系统有涵养水源、保持水土、调蓄洪水、降解污染、补充地下水等功能，也是保障经济社会持续、健康发展的水生态环境的需要。

（1）营造生态林

严格按照《佛山市高明区桉树种植暂行规定》，严禁在公益生态林区内种植

桉树。在公益生态林区内，逐渐减少桉树的种植面积，调整为以针阔混交、乡土阔叶混交等生态林建设，营造水土保持的生态林，防治水土流失，提高土壤的抗蚀能力。开展林分改造项目，每年减少 3000 亩桉树的栽种，规划到 2015 年林分改造作业面积 5.7 万亩；到 2020 年，生态林改造规模达到 7.2 万亩。

（2）严格执行水土保持方案报告制度和开发项目“三同时”制度，防止人为的水土流失现象。加强饮用水源地的保护。确保杨梅水厂、更合水厂、深步水库、西坑水库等水源保护区域及后备水源的保护。强化与周边地区的区域合作，确保饮用水安全。

6.5.6 地下水保护措施

高明区属山间平原地貌，地下水资源丰富，多年平均地下水资源量为21652.9万 m^3，地下水类型为孔隙水。虽然在高明区现状供水系统中，地下水占的比例很小，仅为0.5%，主要用作农村生活用水水源，但在遭遇特别干旱年份或突发性污染事件时，地下水对解决高明区饮用水安全问题能发挥重要的作用，地下水一直都是高明区重要的备用水源。

近些年来，随着高明区城镇化和工业园区建设的加快，经济社会加速发展，也带来了生活、工业和农业等点、面污染源大量排放污染物，一方面污染了地表水，另一方面随降雨径流、灌溉水下移、下渗等也对地下水构成威胁。为防止地下水污染，保障高明区地下水资源可持续开发利用，必须重视地下水的保护。

（1）健全地下水管理法律法规体制，控制开采地下水

虽然高明区部分地下水有轻微的污染，但总体来说水质较好，开采潜力指数高。目前，高明区地下水开采量较少，对于西部缺水的更合镇，地下水丰富，在特殊干旱期可以适当加大地下水资源的开采。同时为防止无序过度开采地下水，区政府应依据高明区地下水特性实际情况，建立和完善适合高明区地下水特性的水资源管理法律法规体系和管理体制，建立保护机制，建立凿井审批、取水许可等监督管理制度，严格监控高明区地下水的开发利用，做好预防为主，促进地下水资源的可持续利用。

（2）控制地表污染源，防止地下水污染

高明区地表污染源主要来自工业污染、生活污染和农业污染等，针对这些情况，建立相应的污染控制措施。在工业生产中，应强调污水废渣厂内治理，强力推行清洁生产，尤其对于工业污水排放最大的荷城街道，要加大对废污水处理、

排放的监控力度，加快污水处理厂的建设。生活污水应经过集中处理再进行排放。在农业生产中，应控制农药、化肥等的使用，防止因污水灌溉而引起的地下水的污染，对于农村散养和农村生活面源，主要依靠环保宣传，提高农民的环保意识，尽量将散养畜禽的粪便和生活污水有效收集用于农作物肥料或进入沼气池。

（3）提高地下水的自净作用

地表水与地下水存在互为补给排泄关系，地表水通过地表植被、土壤和岩石等进入地下含水层时，由于含水层的过滤、吸附等自净能力，可降低水中污染物的浓度，即地下水的自净作用。为提高地下水自净和防污能力，一方面要加强现状地表植被土壤的生态保护，另一方面可以考虑建设生态保护工程来提高地下水的自净作用，如在高明河下游污染较严重的河段修建护岸工程、种植草皮等，增强河流与地下水相互调节。

（4）建立地下水水质及水量动态监测系统

由于地下水的污染具有积累性、滞后性和潜在性，且难以发现，容易被忽视，而一旦出现污染又很难治理。因而，对地下水的保护应做到预防为主。开展地下水水量水质调查评价；建立地下水动态监测系统，对地下水实施动态监控，及时了解掌握地下水水质、水量状况及动态变化，为地下水资源的保护与污染防治提供基础。

6.5.7 政策保障措施

（1）明确责任，共同推进水环境达标整治工作

实施水污染总量控制，根据排污总量控制要求，将总量控制指标和削减目标，分解到各镇、各河段、各企业。从区政府相关职能部门到镇街、村（居）、企业，层层建立责任制，明确其减排任务，并将其完成情况纳入镇街级政府党政领导政绩考核和区级相关职能部门绩效评议指标体系中。

（2）加快制度建设

建立完善“区域限批”和“企业限批”制度。对未完成主要污染物削减指标、环境污染严重、环境违法行为突出、城市污水处理设施建设严重滞后的镇（街道）一律实行“区域限批”；对未完成减排任务、未安装在线监控设备、违法排污、减排项目建设进展缓慢的企业，实行“企业限批”。

（3）建立健全水功能区管理机制

严格执行《水功能区管理办法》；建立水功能区管理的相关技术标准；落实

相关地、市水功能区的管理、保护责任，建立水资源保护与排污总量控制实时监控管理系统。

（4）加快能力建设

加大对监测机构、队伍、设备和技术方面的投入力度，尽快提高统一、科学、高效的全流域监测、预报和应急管理能力。建立流域水污染事故预警和应急处理体系，建立水污染事故处理会商机制以及相应的信息管理系统和决策支持系统，提高对突发水污染事故的处理能力。

（5）强化社会监督，鼓励公众参与

提高公众的资源忧患意识和环境保护意识，增强保护水资源的自觉性。有关部门和地方政府要及时发布关于水资源和水环境保护工作信息，依法保障公众的环境知情权。加强对举报违法排污行为的支持力度，利用电视、广播、报纸和建立专门网站，拓宽公众参与和舆论监督渠道。

7 水资源优化配置及供水规划

高明区地处广东丰水区，过境水量大，区域水资源总量丰富。但同时水资源也存在时空与区域分布不均匀等特点，如本区西部更合镇由于无过境水利用，又没有大型蓄水设施，该区域大量需水完全依靠当地自产水资源解决，属于资源性缺水地区。另一方面，高明区本地水利工程基础设施存在老化和配套欠完整的现象。因此，根据水资源可持续利用的理念，在遵循社会、经济及环境供水有效性与安全性，区域和用户间的分水公平性等原则的基础上，提出高明区水资源配置的合理方案，对高明区总体规划布局具有重要的现实意义。

7.1 水资源开发利用程度与前景分析

7.1.1 水资源开发利用程度与潜力分析

高明区由于大部分区域（尤其是西部的更合镇）距离西江较远，难以利用丰富的西江客水资源，本地水资源开发程度已经较高。现状年高明河流域供水量为29018 万 m^3，地表水开采率高达 36.6%，全区水资源综合利用消耗率为 28.7%，但是其地下水开采率还较低，不到 1.4%，此外，高明区西部水库众多，水库水资源比较丰富，再加上西江丰富的过境水资源，因此本区未来水资源的开发重点为充分利用西江的过境水，对区内的中小型水库进行优化调度，适当开发地下水源工程。总体上，通过优化调整供水水源总体布局，本区水资源开发利用还有一定的潜力。

7.1.2 现状蓄水工程的控制能力

截至 2009 年底，高明区共建有蓄水工程 448 宗，总库容 6945 万 m^3，占全区本地地表水资源量的 8.9%，其中：中型水库 2 宗，总库容 2570 万 m^3，占全区本地地表水资源量的 3.3%；小型水库 67 宗，总库容 3717 万 m^3，占全区本地地表水资源量的 4.7%；塘坝 379 宗，总库容 658 万 m^3，占全区本地地表水资源量的 0.8%。

从表 7-1-1 可以看出，高明区蓄水工程的总蓄水库容为 6945 万 m^3，占全区本地地表水资源量的 8.9%，控制集水面积 219.6 km^2，占全区总面积的 22.9%。但全区蓄水工程分布很不均匀，荷城街道和明城镇较少，对当地地表水资源调控能力较差；杨和镇和更合镇蓄水工程较多，控制集雨面积分别占各自镇面积的

36.7%、20.9%，总库容分别占本地地表水资源量的 10.2%、11.0%，对当地地表水资源有一定的调控能力。总体上，高明区现状蓄水工程对本地水有一定的调控能力，但仍可适当增加工程，以增强对本地水资源的调控能力。

表 7-1-1 2009 年高明区蓄水工程控制能力

行政区	行政区面积(km^2)	总库容（万 m^3）	占地表水资源量比值（%）	控制集水面积(km^2)	占区域总面积比值（%）
荷城街道	178.58	736	4.9%	23.30	13.0
杨和镇	246.27	1988	10.2%	90.47	36.7
明城镇	186.45	961	6.6%	32.88	17.6
更合镇	348.91	3260	11.0%	72.96	20.9
合计	960.21	6945	8.9%	219.60	22.9

7.1.3 现有工程供水能力与利用效率

高明区的水系特点和自然地理条件，决定了本区东部以引提水工程为主，西部以蓄水工程为主的供水工程格局，具体工程见本规划“水资源开发利用调查评价”统计结果。2009 年全区地表水供水工程设计年供水能力为 60809 万 m^3，其中蓄水、引、提水工程分别为 12242 万 m^3、11565 万 m^3、37002 万 m^3；地下水供水工程全年供水能力为 300 万 m^3，本区各类水源工程的现状年设计供水能力达到 61109 万 m^3。各分区的现状供水量和设计供水能力见表 7-1-2。

为了在一定程度上反映现状供水工程的实际运行状态和工程的完好程度等，引入工程利用效率概念，对于地表水供水工程采用现状供水能力与设计供水能力的比值来表示。对表 7-1-2 中数据进行分析可知，全区蓄、提工程的利用效率分别为 96.0%、94.0%，表明蓄水、提水工程利用效率已经较高，引水工程利用效率为 73.8%，有待提高。可见，高明区未来蓄、引、提工程需新建扩建，以满足经济社会发展对水资源的需求和增加供水的可靠性。

表 7-1-2　2009 年高明区供水工程供水能力与利用效率

行政区	现状供水量（万 m^3）						设计供水能力（万 m^3）						工程的实际利用效率（%）					
	蓄水	引水	提水	地下水	污水回用	小计	蓄水	引水	提水	地下水	污水回用	小计	蓄水	引水	提水	地下水	污水回用	小计
荷城街道	1299	2215	29018	/	/	32532	1370	3001	30624	0	/	34995	94.8	73.8	94.8	/	/	93.0
杨和镇	3399	1384	3181	154	/	8118	3524	1876	3362	154	/	8916	96.5	73.8	94.6	100	/	91.0
明城镇	1787	2237	198	/	/	4222	1884	3031	209	0	/	5124	94.9	73.8	94.7	/	/	82.4
更合镇	5267	2700	2393	146	/	10506	5464	3657	2807	146	/	12074	96.4	73.8	85.3	100	/	87.0
合计	11752	8536	34790	300	/	55378	12242	11565	37002	300	/	61109	96.0	73.8	94.0	100	/	90.6

7.2 未来供水形势分析

（1）供水水量形势分析

高明区现状用水量为 57482 万 m^3，根据本规划“水资源开发利用调查评价”结果，高明区 2009 年实际供水量为 57482 万 m^3，其中地表水 57182 万 m^3，地下水 300 万 m^3，分别占总供水量的 99.5%、0.5%。本区各类水源工程的现状年设计供水能力达到 61109 万 m^3，现状年供水工程及水资源量可以满足现状需水要求。

根据本规划之“需水预测”结果，2015 年、2020 年高明区多年平均需水量分别为 4.67 亿 m^3、5.01 亿 m^3，分别与本区多年平均本地水资源量、多年平均本地水资源可利用量、多年平均水资源可利用量（考虑客水）、现状工程设计供水能力、现状需水量及现状供水量的倍数关系见表 7-2-1。

表 7-2-1 高明区未来供水形势分析

指标	2015 年	2020 年
多年平均本地水资源量	79225.7	79225.7
多年平均需水量	46655	50110
规划水平年多年平均需水量/多年平均本地水资源量	0.59	0.63
规划水平年多年平均需水量/多年平均本地水资源可利用量	1.17	1.26
规划水平年多年平均需水量/多年平均水资源可利用量（含客水）	0.01	0.01
规划水平年多年平均需水量/现状工程设计供水能力	0.76	0.82
规划水平年多年平均需水量/现状年需水量	0.84	0.91
规划水平年多年平均需水量/现状年供水量	0.84	0.91

从表 7-2-1 中分析可得出，高明区本地水资源丰富，但是可利用量较低，各水平年多年平均需水量分别是本区多年平均水资源可利用量的 1.17 倍、1.26 倍，二者存在着一定的差距，必须充分合理利用水量丰富且水质良好的西江过境水。若考虑客水的可利用量后，各水平年多年平均需水量均约占总可利用量的 1%左右。由于规划水平年需水预测是考虑了节水措施，所以现状供水工程基本能满足规划水平年需水要求，但考虑随着工程运行年限增长，逐步老化损坏，供水能力降低，所以，从长远来看，仍需提高现有水资源工程效率、适当新建水源工程及采取强化节水措施。

综上所述，高明区虽现有供水工程能满足未来各规划水平年经济社会对供水

的要求，但考虑供水工程随使用时间延长，工程设施不断老化及损坏，供水能力难于保持现状水平，加上部分地区实际存在工程型缺水情况；此外，为了使供水安全可靠，供水工程应有一定的储备能力。因此，在规划的未来 10 年中，本区在更新、配套、完善现有工程的基础上，需要适当扩建、增建少量供水工程。

（2）供水水源地水质形势分析

目前全区饮用水源水质达标率均为 100%，其中高明水厂、合水水厂和富湾水厂水源地水质均达到 II 类，杨梅水厂为 III 类。根据目前高明区的水污染治理力度和控制措施，未来饮用水源地水质能够保持稳定达标。

7.3 水资源合理配置思路

水资源优化配置是指在流域或特定的范围内，遵循高效、公平和可持续利用的原则，对各种可利用水源，通过工程与非工程措施，在时间与空间尺度上，对不同区域和不同用水部门进行的需求控制、增加供给和保障生态环境安全活动的集合。高明区水资源合理配置以流经本区的西江、高明河及西坑、深步等中小水库为主要供水水源、联同区内主要水厂、水闸和泵站，共同构成高明区水资源配置系统。

通过分析区域水资源利用过程中的供、用、耗、排水规律，在比较各种合理抑制需求、有效增加供给和切实保护水资源的各种措施及其组合方案的基础上，对水资源在时间和区域上进行区域一体化合理配置，以实现水资源开发利用与经济社会建设以及生态环境保护之间的协调，总体思路详见图 7-3-1。

7.3.1 水资源配置系统概化

以流域为主体，根据水系连贯性及各镇（街道）水资源与需水特征，结合水功能区划，系统安排设置水源地，将高明区划分为荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇四个需水单元区，以西江干流高明段、高明河、杨梅河、更楼河为主要取水水源，共同构成高明区水资源配置系统。高明区水资源配置网络节点图见图 7-3-2 所示。

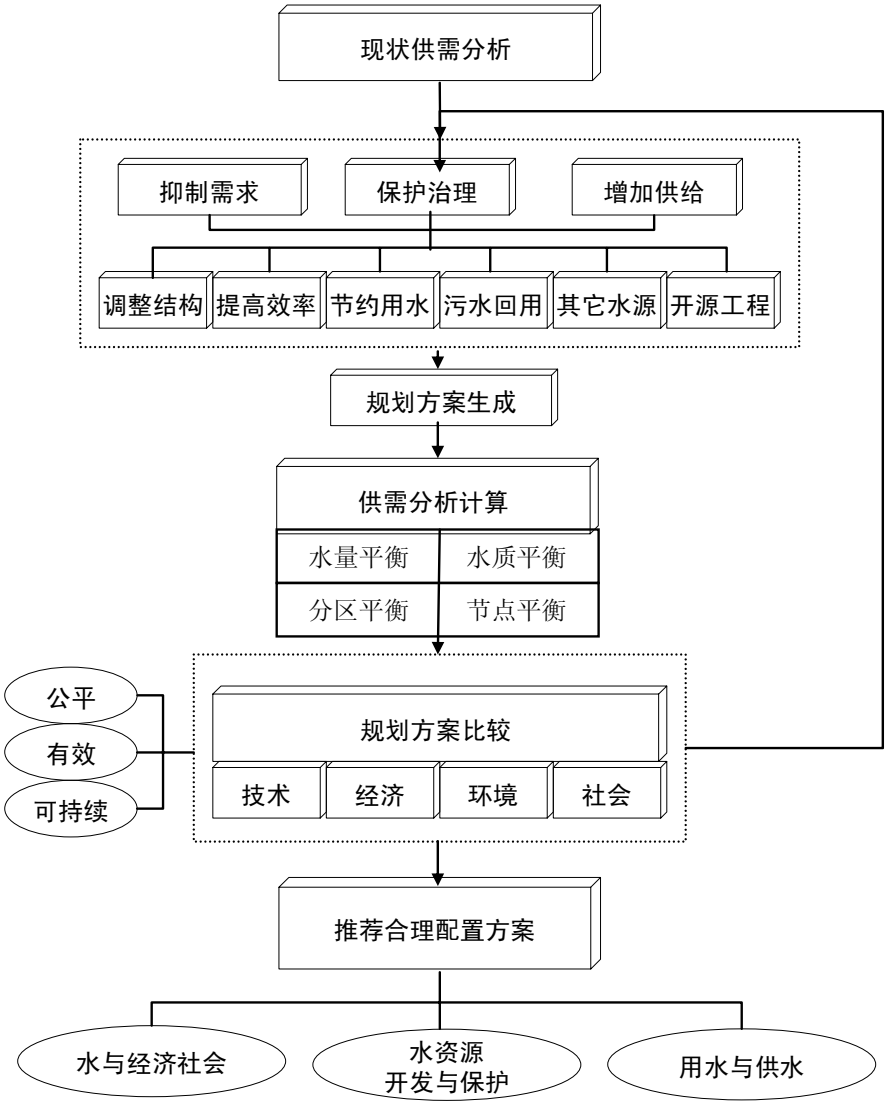


图 7-3-1　水资源优化配置总体思路图

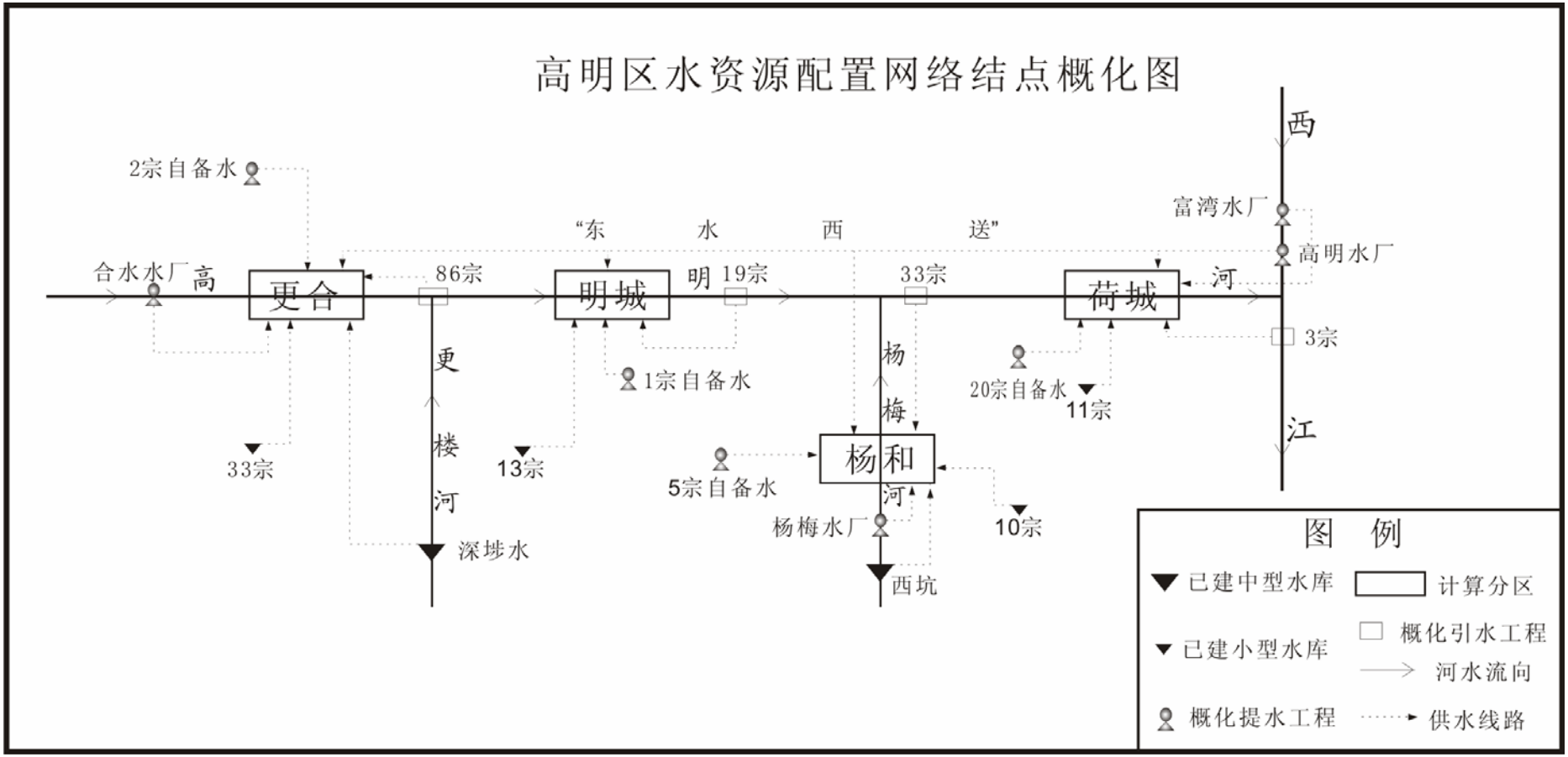


图 7-3-2 高明区水资源配置概化结点网络图

荷城街道

荷城街道是高明区委、区政府驻地，总面积 178.58 km^2。据统计，荷城街道现有户籍人口 146731 人，经济较发达，工业总产值是全区最大，为 678.11 亿元，占全区的 58.45%，耕地面积 39904 亩。该区域水资源配置特点是：蓄水工程少，主要依靠引、提水工程从过境西江源取水，解决该区河道外需水要求。自来水供水系统较完善，建有高明水厂、富湾水厂，提水工程设计供水能力已到达 30624 万 m^3/a，基本上能满足当地需水要求。

杨和镇

杨和镇位于高明区中部，总面积 246.27km^2。据统计，杨和镇现有户籍人口 37982 人，工业总产值为 207.95 亿元，耕地面积 38171 亩。该区域水资源配置特点是：主要利用西坑水库、本地小型水库及塘坝、引提水等水利工程措施，从高明河、杨梅河和地下水取水，现有工程基础较薄弱，现状工程设计供水能力仅为 8916 万 m^3/a，造成本区域一定的工程性缺水，在枯水年份还产生资源性缺水。生活用水主要由杨梅水厂和高明水厂供给，基本可以得到保证。

明城镇

明城镇是高明区中心腹地，总面积 186.45 km^2。据统计，明城镇现有户籍人口 44730 人，工业总产值为 117.20 亿元，耕地面积 54606 亩。该区域水资源配置特点是：缺乏大型水利设施，主要依靠本地小型水库及塘坝、引提水等水利工程措施从高明河取水，但是当地水资源有限，又无法从西江干流取水，现有供水工程设计供水能力仅为 5124 m^3/a，资源性缺水和工程性缺水问题并存。生活用水主要依靠高明水厂“东水西送”来满足。

更合镇

更合镇位于高明区西部，总面积 348.91 km^2。据统计，更合镇现有户籍人口 61287 人，工业总产值为 156.93 亿元，耕地面积 65987 亩。该区域水资源配置特点是：本区域水库众多，无引水工程，主要依靠深步水水库（中型水库）、本地小型水库及塘坝、引提水等水利工程措施，从高明河和地下水取水，由于无法从西江取水，现有工程供水能力仍不足，现状供水工程设计供水能力仅为 12074 万 m^3/a，缺水较明显。生活用水主要由本地合水水厂和高明水厂“东水西送”（供到原新圩镇）供给。

高明区水资源调配按照生活、生产、生态的主要方面分为四级：人畜生活用

水、工业用水、农业用水及其它用水（航运、生态和环境用水等）。其中生活用水优先保证，生态和环境用水同时考虑；第二满足工业用水，其中重要工业用水优先满足；第三满足农业用水，其中流域内农业用水优先满足；最后考虑航运等其它用水。

按地表水水系（包括过境水）结合供水单元、行政区划及河道内外行业供需水等因素将整个水资源系统划分为 3 个层次：最高层为整个高明区范围内的水资源供需协调；第二层为 4 个行政区域和 4 个取水单元（西江干流高明段、高明河、杨梅河、更楼河），在各个计算分区上按照上下游水量传递关系进行来水配置；第三层为河道内外用水行业（生活、工业、农业、环境、生态、航运等），即各行政区获得的配水再向各个行业进行分配。整个配水过程通过逐层优化、反馈协调来实现。

7.3.2 水资源合理配置模型方法

7.3.2.1 多目标分析总结构

水资源合理配置系统是一个包括多水源、多用户，需要满足近、远期不同用户不同供水保证率要求的大系统，结构比较复杂，影响因素和决策变量很多。拟采用大系统“分解协调”理论作为技术支持，进行递阶分析。递阶模型如示意图 7-3-3。

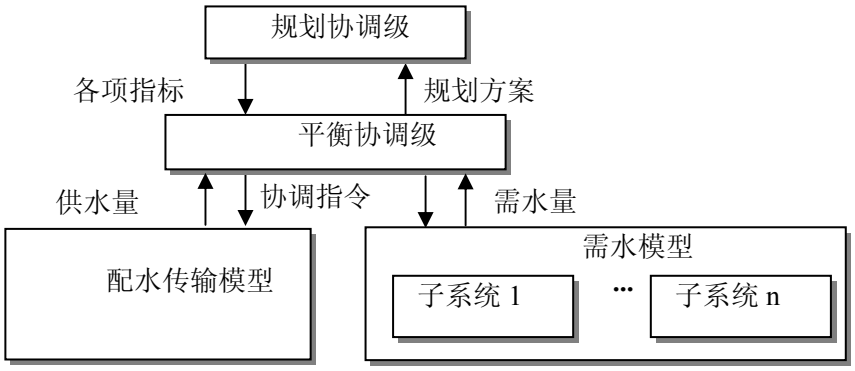


图 7-3-3　水资源合理调配系统递阶框架图

把一个规模较大的复杂系统分解成许多“独立”的子系统，分别建立子模型，然后根据子系统模型的性质以及子系统的目标和约束条件，采用不同的优化技术求解。子系统之间用耦合变量进行信息传递。信息的传递由高一级系统控制和耦合，以使全系统达到最优。这种分散处理的方法使规划人员可以分析和了解下层

子系统的行为，并把所得到的信息传递到为数较少的上层系统中。这种分解和多级最优化的分析方法在解大规模复杂的水资源规划问题时非常有用，它突出的优点是使系统的模型更为逼真，在一个系统模型内可以使用多种模拟技术和最优化技术。

首先，将整个水资源系统分解为需水子系统和供水子系统作为递阶模型的第一级。供水子系统的输出之一—供水量即为需水子系统的输入，而需水子系统向供水子系统提出需水要求，后者据此考虑向需水子系统供水。第二级平衡协调级，依关联预估法原理先预估供水变量 qt，它是库群调度函数(表、图)、配水规则及需水过程的函数。供、需水子系统分别运行得到的有关信息反馈给协调级，后者再按要求的目标修改配水系数和用户供水权重等加以调整，如此反复迭代，直至协调级的目标被优化为止。因此，预估关联变量是本模型的协调变量。第三级是规划决策级。得到最终优化配水决策方案。

7.3.2.2 水资源合理配置决策要素

（1）合理配置水平年：基准年为 2009 年，水资源合理配置水平年为 2015 年、2020 年。

（2）供水设计保证率：生态、环境、农业 90%，工业和生活 97%。

（3）决策时段：月，以水文年划分。

（4）决策变量：时段内水资源系统各节点（分区、分级）供水量。

（5）状态变量：时段初各取水节点河段流量。

7.3.2.3 多目标分析模型

多目标分析模型的功能是根据预估的供水变量结合各子系统其他可利用的水资源量，在各子系统和各用户间进行优化分配。如此可得各子系统水资源供需平衡指标，包括各子系统生活、工业和农业等用户需水的满足程度：供水保证率 $p_n=\left(p_n^d,p_n^i,p_n^a\right)$ 和缺水率 $VD_n=\left(vd_n^d,vd_n^i,vd_n^a\right)$，将这些指标反馈到协调级，在整个水资源系统内进行协调。据此，可建立如下水资源合理配置多目标分析模型：

总目标—供水净效益最大：
$$\max\left\{\sum_{n=1}^{P}\sum_{1}^{T}w_d S_{nt}^d+w_i S_{nt}^i+w_a S_{nt}^a\right\} \tag{7-3-1}$$

$$S_{nt}^d+S_{nt}^t+S_{nt}^a=S_{nt} \tag{7-3-2}$$

$$S_{nt}=\xi_n q_{nt}\beta_n \tag{7-3-3}$$

水质满足要求 β_n=1，反之 β_n=0 (7-3-4)

分目标 1—总需水目标保证：
$$Q_{nt}^{u} + R_{nt} + W_{nt} - Q_{nt}^{d} + G_{nt} \le DE_{nt} \quad (7\text{-}3\text{-}5)$$
$$DE_{nt}^{d} + DE_{nt}^{i} + DE_{nt}^{a} = DE_{nt} \quad (7\text{-}3\text{-}6)$$
$$\underline{DE_{nt}^{d}} \le S_{nt}^{d} \le DE_{nt}^{d} \quad (7\text{-}3\text{-}7)$$
$$\underline{DE_{nt}^{i}} \le S_{nt}^{i} \le DE_{nt}^{i} \quad (7\text{-}3\text{-}8)$$
$$\underline{DE_{nt}^{a}} \le S_{nt}^{a} \le DE_{nt}^{a} \quad (7\text{-}3\text{-}9)$$

分目标 2—防洪目标保证：$V_{tj} \le VF_{tj}$，$Z_{nt} \le Z_{n,\max}$ (7-3-10)

分目标 3—生活用水目标保证

分目标 4—生态环境用水量目标保证：$q_{nt} \in [VE_{nt,\min}, VE_{nt,\max}]$ (7-3-11)

分目标 5—工业总产值、重点产业用水目标保证

分目标 6—农业产量目标保证

分目标 7—河道流量发电、航运目标保证：$QL_{nt} \in [QT_{nt,\min}, QT_{nt,\max}]$ (7-3-12)

分目标 8—废污水处理回用量最大目标保证：$W_{nt} \pm \varepsilon = W_{nt,\max}$ (7-3-13)

以上各式中，$S_{nt}^{d}, S_{nt}^{i}, S_{nt}^{a}$ 分别为 t 时段第 n 子系统的城市生活、工业和农业的净供水量；w_d, w_i, w_a 分别为城市生活、工业、农业供水量的综合效益权重，可根据各用户的相对重要性或各用户单位供水量的净效益而设定，计算结果如不满足所要求的供水保证率，可加以调整；T 为运行期的总时段数，采用同步资料，以月为单位时段；S_{nt} 为时段 t 第 n 子系统的总净供水量；q_{nt} 为时段 t 第 n 子系统的可利用水量；ξ_n 为第 n 子系统的供水有效利用系数，Q_{nt}^{u} 为时段 t 上游子系统流入子系统 n 的水量；Q_{nt}^{d} 为时段 t 第 n 子系统流入下游子系统的水量，不包括未经处理的污水；R_{nt}, W_{nt} 分别为时段 t 第 n 子系统的区间可利用地表及地下水量、废污水处理回用量；$DE_{nt}, DE_{nt}^{d}, DE_{nt}^{i}, DE_{nt}^{a}$ 分别为 t 时段第 n 子系统的总需水量及城市生活、工业、农业应满足的需水量；$\underline{DE_{nt}^{d}}, \underline{DE_{nt}^{i}}, \underline{DE_{nt}^{a}}$ 分别为 t 时段第 n 子系统城市生活、工业、农业应满足的需水量下限；V_{tj}、VF_{tj} 分别为第 j 水库时段 t 的蓄水量和防洪限制库容；Znt、Zn, max 分别为第 n 子系统时段 t 河道水位及防洪限制水位；$VE_{nt,\min}$、$VE_{nt,\max}$ 分别为第 n 子系统在 t 时段的最小与最大生态环境及压咸需水量；QL_{nt} 为第 n 子系统通航河道在 t 时段的流量；

$QT_{nt,\min}$，$QT_{nt,\max}$分别第 n 子系统通航河道在 t 时段的允许最小与最大航运流量；$W_{nt,\max}$为时段 t 第 n 子系统废污水最大处理量；±ε为目标约束的正负偏差变量。

7.3.2.4 配置方法思路

根据“二次平衡”分析的水资源配置思路，在多次供需反馈并协调平衡的基础上完成水资源的合理配置。“一次平衡”分析是考虑人口的增长、经济的发展，城镇化程度和人民生活水平的提高，在现状水资源开发利用格局和发挥现有供水工程潜力情况下的水资源供需平衡分析。若“一次平衡”有缺口，则在此基础上进行“二次平衡”分析，即考虑强化节水、挖潜配套以及合理提高水价、调整产业结构、合理抑制需求和保护生态环境等措施进行水资源供需分析。

上述配置方案作为理论计算结果，决策者可根据经验和现有水情、水质监测网提供的数据，人工调整决策参数重新进行水资源配置方案决策，或直接校正水资源配置决策结果。同时，对上述优化（或人工校正）的合理配水方案重新进行分单元区供需平衡计算，分别分析工程性（来水与需水配置）和资源性（来水与耗水配置），据此采取相应工程及非工程措施，再进行供需平衡计算，再根据缺水情况调整工程和非工程措施，直至各单元区达到供需平衡，最终给出维持生态环境良性循环前提下的水资源配置方案，给出规划水平年各用水户、各行业的配水方案，给出配水方案下的单元区和行业缺水量、缺水分布、供水保证率，给出配水方案下规划水平年各单元区工程性和资源性缺水量，缺水情况下给出各单元区、各行业水资源配置的优先程序。特枯年不能平衡时，由应急措施解决。

7.4 水资源供需“一次平衡”分析

7.4.1 基准年供需平衡分析

基准年供需分析的目的是摸清水资源开发利用的现状和存在的主要问题，分析水资源供需结果、利用效率和工程布局的合理性，提出现状水资源供需分析中的供水满足程度，余缺水量，缺水程度，缺水性质，缺水原因及其影响，水环境状况等指标以及现状工程布局合理性等问题。

以水资源配置模型为基础，考虑河道内用水要求，运用 1956 年~2009 年长系列各水库逐月入库流量过程、各区间天然径流过程以及客水资源，采用河库联合调度的原则，分析基准年 4 个行政分区水资源供需水量平衡关系，得到各行政

区多年平均和95%来水频率供需平衡分析结果，分别见表7-4-1和表7-4-2。

表7-4-1　　基准年供需平衡分析结果（多年平均）　　单位：万m^3

项目		区域	荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	全区
资源性供水	供水量	生活	1918	496	585	801	3800
		城镇生产	14727	4600	2716	3515	25558
		生态	262	68	80	110	520
		农业	4921	4197	5317	6324	20759
		合计	21828	9361	8698	10750	50637
	缺水量	生活	0	0	0	0	0
		城镇生产	0	0	0	0	0
		生态	0	0	0	0	0
		农业	0	0	0	0	0
		合计	0	0	0	0	0
		缺水率(%)	0	0	0	0	0
	月时段保证率(%)	生活	100	100	100	100	/
		城镇生产	100	100	100	100	/
		生态	100	100	100	100	/
		农业	100	100	100	100	/
	水量保证率(%)	生活	100	100	100	100	10
		城镇生产	100	100	100	100	100
		生态	100	100	100	100	100
		农业	100	100	100	100	100
工程性供水	供水量	生活	1918	496	585	801	3800
		城镇生产	14727	4600	2672	3515	25514
		生态	262	67	76	110	515
		农业	4921	4136	4926	6324	20307
		合计	21828	9299	8259	10750	50136
	缺水量	生活	0	0	0	0	0
		城镇生产	0	0	44	0	44
		生态	0	1	4	0	5
		农业	0	61	391	0	452
		合计	0	62	439	0	501
		缺水率(%)	0	0.66	5.05	0	0.99
	月时段保证率(%)	生活	100	100	100	100	/
		城镇生产	100	100	92.31	100	/
		生态	100	92.31	92.31	100	/
		农业	100	92.31	84.62	100	/
	水量保证率(%)	生活	100	100	100	100	100
		城镇生产	100	100	98.38	100	99.83
		生态	100	99.09	94.51	100	99.04
		农业	100	98.54	92.65	100	97.82

表 7-4-2　　基准年供需平衡分析结果（95%来水频率）　　单位：万 m^3

项目		区域	荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	全区
资源性供水	供水量	生活	1918	496	585	789	3788
		城镇生产	14621	4576	2716	3394	25307
		生态	257	66	77	104	503
		农业	5782	5182	6687	7930	25581
		合计	22578	10319	10065	12216	55179
	缺水量	生活	0	0	0	12	12
		城镇生产	106	24	0	121	251
		生态	5	2	3	6	17
		农业	392	214	344	467	1417
		合计	502	241	348	606	1697
		缺水率(%)	2.18	2.28	3.34	4.73	2.98
	月时段保证率(%)	生活	100	100	100	92.31	/
		城镇生产	92.31	92.31	100	92.31	/
		生态	92.31	92.31	92.31	92.31	/
		农业	84.62	84.62	84.62	84.62	/
	水量保证率(%)	生活	100	100	100	98.49	99.68
		城镇生产	99.28	99.48	100	96.55	99.02
		生态	98.08	96.46	95.65	94.49	96.74
		农业	93.65	96.03	95.10	94.44	94.75
工程性供水	供水量	生活	1918	491	546	768	3723
		城镇生产	14503	4194	2324	3167	24188
		生态	255	61	64	90	471
		农业	5659	4460	5519	6620	22259
		合计	22335	9206	8454	10646	50640
	缺水量	生活	0	5	39	33	77
		城镇生产	224	406	392	348	1370
		生态	7	7	16	20	49
		农业	514	936	1512	1776	4739
		合计	746	1354	1959	2177	6235
		缺水率(%)	3.23	12.82	18.81	16.98	10.96
	月时段保证率(%)	生活	100	92.31	84.62	84.62	/
		城镇生产	84.62	84.62	76.92	76.92	/
		生态	84.62	84.62	76.92	76.92	/
		农业	76.92	69.23	61.54	69.23	/
	水量保证率(%)	生活	100	98.91	93.30	95.92	97.97
		城镇生产	98.48	91.17	85.57	90.09	94.64
		生态	97.15	90.04	80.41	82.19	90.48
		农业	91.67	82.66	78.49	78.85	82.45

分析表 7-4-1 和 7-4-2，可以得出以下结论：

（1）高明区多年平均水资源丰富，枯水年份存在资源性和水质性缺水。按多年平均水资源量，高明区各分区供水能全部得到满足，主要原因是高明区当地水

资源多年平均值为 79225.7 万 m^3，基准年高明区河道外需水量为 50638 万 m^3，当地水资源量大于总需水量，此外高明区多年平均过境水量达到 2273.5 亿 m^3，过境水数量较大，现状供水主要来自西江，对西江的依赖性较大。但在 95%来水频率，全区需水量为 56876 万 m^3，资源性供水量 55179 万 m^3，资源性缺水量为 1697 万 m^3，缺水率为 2.98%。主要原因是高明区西部引取西江客水资源较困难，东部水质遭受严重污染，致使在枯水年份易产生资源性缺水或水质性缺水。主要表现在：

来水频率 95%特枯年份，更合镇、明城镇和杨和镇资源性缺水量分别为 606、348 、241 万 m^3，缺水率分别达 4.73%、3.34%和 2.28%，农业缺水严重，月时段保证率仅为 84.62%。据调查，目前高明区内地下水资源蕴藏量为 2.16 亿 m^3，除原富湾、西安、三洲一带平原区浅层地下水含氰化物稍高，不能作饮用水外，其余地区的地下水可作为各类用途用水。但地下水现状开采率还较低，不到 1.4%。因此，对于枯水期适当开发更合镇、明城镇和杨和镇当地地下水，是该区水资源开发利用急需解决的问题。

而东部的荷城街道，在来水频率 95%特枯年份，资源性缺水量为 502 万 m^3，缺水率为 2.18%，主要表现农业缺水，主要原因是由于工业废水、生活污水、农业废水大部分未经处理直接排入河涌，严重污染水质，枯水期间下游三洲桥至沧江水闸部分水质发黑、有异味，造成下游局部水质性缺水，导致区内部分耕地、鱼塘不能就地取水，灌溉用水只能过度依赖从西江提水。随着社会经济的高速发展，需水量的不断增大，水质污染日趋严重，虽然西江水量丰富，但是区内局部地区水质性缺水将成为该区水资源开发利用的主要问题。

（2）特枯水年，水资源供需矛盾突出，全区工程性缺水问题突出。近些年来，高明区兴建了一批蓄引提水工程，蓄水补枯，以丰补欠，使城乡供水和农业灌溉供水有了一定的保障，但部分地区仍存在工程性缺水，特枯水年全区工程性缺水明显。基准年高明区多年平均供水工程供水量为 50136 万 m^3，缺水量为 501 万 m^3，工程性缺水率达 0.99%，多年平均缺水最严重的为明城镇，工程性缺水率达 5.05%。

在特枯干旱年（95%来水频率），河道外需水量增大，来水量减少，水资源供需矛盾突出，工程性缺水明显增加，全区需水量为 56876 万 m^3，工程性供水量 50640 万 m^3，工程性缺水量为 6235 万 m^3，工程性缺水率达 10.96%，较多年

平均工程性缺水严重，荷城街道、杨和镇、明城镇、更合镇工程性缺水率分别达3.23%、12.82%、18.81%、16.98%，可见在枯水年高明区西部工程性缺水严重。对于缺水严重的更合镇，其生活、工业、生态环境和农业的工程性缺水量分别为33 万 m^3、348 万 m^3、20 万 m^3 和 1776 万 m^3，共缺水 2177 万 m^3，各用户工程性供水月时段保证率仅为 84.62%、76.92%、76.92%、69.23%，各类用水供水远未达到设计供水保证率，农业缺水严重。

全区工程缺水主要原因是：①区内缺乏大型蓄水工程，小型水库在地域上分布不均（主要集中在更合镇），蓄水能力相对不足，引水工程和山塘失管失修，效益下降，农业供水月时段保证率低，全区供水水源以西江过境水为主。虽然高明区“东水西送”工程已经初步建好，但是西部地区（更合镇全部和明城镇部分）由于供水线路较长，再加上地势较高，送水成本较大，供用水仍较为紧张；而乡村供水设备简陋，主要用山溪水和地下水，供水数量和质量保证率低。②工程配套设施不齐全，影响工程效益的发挥，部分工程灌溉效益只达到工程设计能力的60%左右，个别更低于 40%。③水资源浪费严重，节水措施缺乏。目前高明区节水灌溉技术落后，渠系水利用系数一般在 0.5~0.55 左右，低于国家标准，渠系渗漏严重，农业用水浪费严重；工业用水重复率低（仅为 3%），加上工业和生活的自来水输水管网的设计和维护存在缺陷，造成跑、冒、滴、漏的现象，工业和生活用水浪费也比较严重。

综上所述，对于解决现阶段高明区资源性缺水问题，应当在充分利用西江的过境水基础上，特枯年份加大地下水的开采。现阶段高明区解决工程性缺水的主要对策是重视供水工程维修养护，减少水资源浪费，再辅以兴建蓄、引、提水工程，提高供水能力。

7.4.2 规划水平年供需平衡分析

按照水资源“一次平衡”思路，在现状供水条件与各规划水平年正常需水增长的情况，河道外用水量采用本规划“需水预测”成果，供水工程以现状工程设计供水规模为基础，不包括新建水源工程、现有工程挖潜，以 1959～2009 年高明区月长系列资料为样本，根据水资源合理配置模型进行计算，得出多年平均和95%来水频率下规划水平年 2015 年、2020 年“一次平衡”分析结果，见表 7-4-3 和 7-4-4。

表 7-4-3　规划水平年“一次平衡”分析结果（多年平均）

水平年	供水类型	行政区	需水量（万 m^3）	供水量（万 m^3）	缺水量（万 m^3）					缺水率（%）	月时段保证率（%）			
					生活	城镇生产	生态	农业	合计		生活	城镇生产	生态	农业
2015	资源性供水	荷城街道	20702	20702	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		杨和镇	8650	8650	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		明城镇	7721	7721	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		更合镇	9583	9583	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		全区	46656	46656	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	20702	20702	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		杨和镇	8650	8650	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		明城镇	7721	7721	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		更合镇	9583	9583	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		全区	46656	46656	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
2020	资源性供水	荷城街道	23469	23469	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		杨和镇	9077	9077	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		明城镇	7867	7867	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		更合镇	9697	9697	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		全区	50110	50110	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	23469	23469	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		杨和镇	9077	9077	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		明城镇	7867	7867	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		更合镇	9697	9697	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100
		全区	50110	50110	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/

表 7-4-4　规划水平年“一次平衡”分析结果（95%来水频率）

水平年	供水类型	行政区	需水量（万 m^3）	供水量（万 m^3）	缺水量（万 m^3）					缺水率（%）	月时段保证率（%）			
					生活	城镇生产	生态	农业	合计		生活	城镇生产	生态	农业
2015	资源性供水	荷城街道	22034	21670	0	0	4	360	364	1.65	100	100	92.31	84.62
		杨和镇	9884	9722	0	16	2	144	162	1.64	100	92.31	92.31	92.31
		明城镇	9479	9224	0	13	3	240	256	2.70	100	92.31	92.31	92.31
		更合镇	11716	11211	3	101	5	397	505	4.31	92.31	92.31	92.31	84.62
		全区	53112	51827	3	130	13	1141	1287	2.42	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	22034	21416	0	124	12	482	618	2.81	100	92.31	92.31	84.62
		杨和镇	9884	8989	4	206	7	678	895	9.06	92.31	92.31	92.31	76.92
		明城镇	9479	8158	13	198	11	1099	1321	13.93	92.31	92.31	92.31	69.23
		更合镇	11716	10585	6	181	10	935	1131	9.66	92.31	92.31	92.31	69.23
		全区	53113	49148	22	709	40	3194	3965	7.47	/	/	/	/
2020	资源性供水	荷城街道	24900	24365	0	112	5	417	534	2.15	100	92.31	92.31	84.62
		杨和镇	10446	10243	0	20	2	181	204	1.95	100	92.31	92.31	92.31
		明城镇	9819	9537	0	14	3	265	282	2.87	100	92.31	92.31	84.62
		更合镇	12058	11393	3	133	7	522	666	5.52	92.31	92.31	92.31	84.62
		全区	57223	55538	3	280	17	1386	1685	2.95	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	24900	23370	8	688	46	788	1530	6.14	92.31	84.62	84.62	76.92
		杨和镇	10446	9320	5	282	15	826	1127	10.79	92.31	84.62	84.62	69.23
		明城镇	9819	8415	10	267	21	1106	1404	14.30	84.62	76.92	76.92	69.23
		更合镇	12058	10601	7	233	19	1198	1457	12.09	84.62	76.92	76.92	69.23
		全区	57223	51706	29	1470	101	3918	5517	9.64	/	/	/	/

7.4.3“一次平衡”水资源供需平衡结果分析及总结

分析表 7-4-3 与表 7-4-4，对比基准年供需平衡结果，可得出以下结论：

（1）从多年平均来水频率情况来看，到规划水平年 2015 和 2020 年，高明区的供水都可以得到满足，不存在资源性和工程性缺水问题。主要原因是高明区本地多年平均水资源丰富，同时加上“东水西送”工程的实施，全区能较好的利用丰富的西江过境水资源。但是值得注意的是，上述配置方案均是立足于各区间水质均能达到供水要求，随着社会经济的发展，需水量的增大，水体遭受污染的潜在威胁将不断增加，高明区水资源规划工作的重心应以节水减污、保护水源地、促使各类供水水质达标为主。

（2）在特枯水年，河道外需水量增大，河道内来水量减少，2015 和 2020 年水平年，资源性和工程性缺水严重。2015 年，高明区河道外需水量 53112 万 m^3，资源性和工程性缺水量分别为 1287 万 m^3、3965 万 m^3，缺水率分别达 2.4%、7.5%；2020 年，高明区河道外需水量 57223 万 m^3，资源性和工程性缺水量分别为 1685 万 m^3、5517 万 m^3，缺水率分别达 3.0%、9.6%；资源性缺水最严重的在更合镇，工程性缺水最严重的在明城镇，说明现状水利工程在地域上分布不均匀。

（3）与基准年对比，至规划水平年 2015、2020 年，虽需水量变化不大，但依靠现有工程供水条件，枯水年工程性缺水仍严重。规划水平年 2015 年，特枯水年高明区工程性缺水量 3965 万 m^3，缺水率为 7.47%，荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇缺水量分别为 618 万 m^3、895 万 m^3、1321 万 m^3 和 1131 万 m^3，缺水率分别为 2.8%、9.1%、13.9%和 9.7%，农业缺水严重，各分区农业缺水分别为 482 万 m^3、678 万 m^3、1099 万 m^3 和 935 万 m^3，时段保证率分别为 84.6%、76.9%、69.2%、69.2%。至规划水平年 2020 年，特枯水年高明区工程性缺水量增至 5517 万 m^3，缺水率为 9.6%，荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇缺水量分别为 1530 万 m^3、1127 万 m^3、1404 万 m^3 和 1457 万 m^3，缺水率分别为 6.1%、10.8%、14.3%和 12.1%，全区各类用水保证率大幅下降，特别是农业生产保证率已降低至较低的程度。表明现有供水条件已明显不能保障需水要求，需进一步采取措施，提高现有工程的供水能力，缓解未来的工程性缺水现象，保障河道外需水要求。

（4）在“一次平衡”分析结果中，比较 2015 和 2020 年需水和供水的变化情况，可发现在枯水年高明区工程性供水增长幅度明显跟不上需水增长的要求。在枯水年，高明区需水量由 2015 年的 53112 万 m^3 增加至 2020 年的 57223 万 m^3，

需水量增加值为 4111 万 m^3，资源性供水量从 51827 万 m^3 增加至 55538 万 m^3，资源性供水量增加值为 3711 万 m^3，增长幅度与需水增长幅度基本相同，工程性供水量从 49148 万 m^3 增加至 51706 万 m^3，供水量增量仅为 2558 万 m^3，表明在用水需求增大的情况下，资源性供水相应随之增大，而现有工程的供水量并未同步增大，表现为高明区缺乏具有调控能力的大型供水工程，高明区以工程性缺水为主。

基准年和规划水平年“一次平衡”分析结果表明，在现有水利工程布局和需水条件下，规划水平年 2015 年和 2020 年，不仅在枯水年份或枯水季节将出现工程性缺水，而且河道内生态环境需水保证率将有所降低。因此，要实现未来水资源供需基本平衡以及维持和改善生态环境，必须采取开源、节流和挖潜三方面措施。

7.5 供水工程规划

7.5.1 规划总体思路

为建立水资源安全供给保障体系，并兼顾生态环境安全保障体系，满足高明区可持续发展的需要，在全区水资源调查评价和开发利用现状调查评价的基础上，从战略的高度，整体研究全区的供水布局。

高明区位于珠江三角洲西北部，西江过境客水量大，水资源丰富。随着本区城镇化和工业园区建设的加快，经济社会加速发展，水资源需求也不断增加，而来水量相对稳定，水资源供需矛盾日益突出，水环境污染对供水的威胁也已突显，推广节水措施，加强水质保护、水环境保护，合理调控供需关系，是除建设供水工程提高供水能力外解决本地水资源供需平衡的另一努力方向。

基于对本区各镇（街道的发展特点以及今后对水资源量需求方面的考虑，以水资源供需一次平衡计算结果为基础依据，以填补各镇（街道）工程性缺水量为目的，立足于充分利用本地已建的各类水源工程，以充分利用西江客水资源和增加当地水资源的调蓄能力为主攻方向，构建一个既能充分利用本地水资源，又能更好发挥过境水的优势，辅以允许范围内的地下水利用等多水源供水系统，以保障本区不同来水频率、不同水平年的供水安全。

7.5.2 规划方案

7.5.2.1 蓄水工程除险加固

高明区水库众多，现有的一些水库已经运行了多年，设施老化，存在着安全

隐患，只能控制运用，原有的蓄水灌溉能力已明显降低。为了人民群众的生命财产安全，以及更好地发挥水库应有的各项功能，有必要对所有的病险水库进行加固、改造。《佛山水资源综合规划》和《佛山市高明区水利发展“十一五”规划》均提出了对所有病险水库进行加固改造，根据这两个规划，全区所有病险水库除险加固在2006年全部完成。据调查，2009年全区中小型水库基本除险加固完成，尚未完成的西坑水库也于2010年年底完工。因此本规划不再进行水库除险加固规划及相关经费预算。

此外，高明区还有379宗山塘，其总库容为658万m^3，兴利库容为439万m^3，现状年供水达818万m^3，设计年供水861万m^3，这些山塘对于解决高明区干旱期的田地灌溉用水起着重要作用。目前全区山塘尚未进行除险加固，为此，规划对现有的山塘全面进行加固维修。据调查，山塘除险加固平均每宗约20万元。

高明区山塘主要集中在西部的更合镇和明城镇，占全区山塘数量的91%，对田地灌溉用水作用大。通过对全区的山塘进行加固改造，不仅可以降低山塘运行的风险，而且可以保证它们原有功能的正常发挥，供水安全有较好的保障。全区山塘除险加固规划情况见表7-5-1。

表7-5-1 高明区山塘除险加固工程规划表

行政区	宗数	总库容(万m^3)	兴利库容(万m^3)	现状年供水能力（万m^3）	加固后供水能力（万m^3）	加固工程投资（万元）	加固建设年限
荷城街道	13	42	28	52	52	260	2016～2020
杨和镇	21	75	50	93	93	420	2016～2020
明城镇	105	243	162	302	302	2100	2016～2020
更合镇	240	298	199	371	371	4800	2009～2015
合计	379	658	439	818	818	7580	/

7.5.2.2 灌区工程续建配套

据统计，目前高明区万亩以上的中型灌区有2宗（深步水水库灌区、西坑水库灌区），设计灌溉总面积4.5万亩，有效灌溉面积3.45万亩，200亩以上、万亩以下的小型灌溉区有84宗，有效灌溉总面积9.78万亩，灌区内的小型农田水

利工程为高明区抗旱夺丰收、防汛保平安做出了应有的贡献。但是这些工程都在上世纪六、七十年代建成，设计标准低、损毁严重，渠系配套差，抗御连续干旱的能力不足，部分工程灌溉效益只达到工程设计能力的 60%左右，个别更低于40%，工程效益未能完全发挥。同时，节水灌溉技术尚未能引起广泛的重视及推广，目前高明区渠系水利用系数一般在 0.5~0.55 左右，低于国家标准，渠系渗漏严重，农业用水浪费严重。因此，有必要对缺水灌区工程进行续建配套，以增加更多的供水，提高灌溉水利用效率和提高供水保证率。

高明区灌区分小型自流灌区、小型扬水灌区、小型水源灌区三类，灌区续建配套工程主要包括取水枢纽（水陂、泵站等）、固定渠道（含排水沟）续建配套、节水改造以及小型农桥（涵闸）等建筑物建设、闸坝维修及塘坝清淤等。进行工程续建配套后，全区将新增灌溉面积 39267 亩，灌溉保证率也将基本达到 90%。高明区灌区配套工程详细情况见表 7-5-2。

表 7-5-2 高明区灌溉工程配套情况表

行政区	灌区类型	数量	灌溉面积(亩)		灌溉保证率（%）		年可供水量（万 m^3）	改造新增主要效益			
			设计	有效	设计	实际		新增灌面积（亩）	改善灌排面积（亩）	增节水能力（万 m^3）	增产能力（kg）
荷城街道	自流灌区	8	18420	15360	90	75	540.0	3060	5376	25.6	2373605
	扬水灌区	18	26690	23696	90	70	/	2994	9478	80.4	2806676
杨和镇	自流灌区	19	21960	19374	/	/	13254.0	2586	4010	27.2	1944712
	扬水灌区	7	2310	2079	90	75	/	231	1470	8.8	301350
明城镇	自流灌区	43	28130	22146	90	75	1091.0	6384	7750	152.1	4554116
	扬水灌区	14	6220	4743	90	75	/	1477	1714	2.5	1045293
	水源灌区	10	7320	/	90	/	857.3	5220	/	/	2998368
更合镇	自流灌区	99	51071	47241	90	75	4581.0	3830	47236	232.9	7621113
	扬水灌区	89	35220	32925	90	75	/	2335	32925	139.1	5120080
	水源灌区	12	11150	/	90	/	945.5	11150	/	/	5596500
全区	自流灌区	169	119581	104121	/	/	19466.0	15860	64372	437.9	16493546
	扬水灌区	128	70440	63443	/	/	/	7037	45587	230.7	9273399
	水源灌区	22	18470	/	/	/	1802.8	16370	/	/	8594868
	合计	319	208491	/	/	/	/	39267	/	/	34361813

7.5.2.3 蓄水工程规划

根据水资源供需“一次平衡”计算结果的供水缺口分析，未来缺水主要在西部的明城镇和更合镇。虽然西部地区有新建水库的地形条件，但考虑征地和移民的现实问题，因此在本规划期内暂不考虑新建水库，主要加强对现有蓄水工程的管理和维护，确保水库正常蓄水运行以缓解西部地区紧张的农业用水问题和保障居民生活用水。

7.5.2.4 引水工程规划

引水工程是确保春耕期间灌溉用水的主要水源工程。近些年，高明区大兴农田水利工程建设，据调查目前高明区引水工程建设已较完善，共有引水工程 141 宗，总引水规模为 12.3m^3/s，现状年供水达 8536 万 m^3，设计年供水能力 11565 万 m^3，基本保证了灌溉用水的安全，因此规划不新建引水工程。但考虑随使用时间延长，工程设施不断老化及损坏，供水能力难于保持现状水平，加上部分地区引水工程实际已经存在涌道淤塞等问题，严重影响到春耕抗旱用水。因此规划对全区引水工程分期进行维修加固，以增强灌溉用水的安全可靠。

高明区的主要引水工程位于更合镇，规划在近期（2009-2015 年）优先对更合镇 86 宗水陂进行维修加固，总投资 2375 万元，以提高其农业灌溉用水安全。其余 55 宗，规划在远期（2016-2020 年）进行维修加固，详细情况见表 7-5-3。

表 7-5-3　高明区引水工程维修加固规划表

行政区	宗数	设计引水流量(m^3/s)	总投资（万元）	实施年限
荷城街道	3	3.5	50	2016～2020
杨和镇	33	2.0	300	2016～2020
明城镇	19	2.9	175	2016～2020
更合镇	86	3.9	2375	2009～2015
合计	141	12.3	2900	/

7.5.2.5 提水工程规划

（1）电灌（含抗旱站）

高明区历来属干旱区，尤其在干旱期，需要依靠抗旱站从高明河、杨梅河和更楼河抽水灌溉，以缓解旱情，抗旱站对高明区抗旱夺丰收作用非常大。为维持机组正常运行，保证供水效率，每年均需对这些抗旱站进行维修。据调查，杨和

镇抗旱站维修 2009～2015 年每年至少投入 18 万元，2016～2020 年每年投入 20 万元。因此，本次规划考虑对这些电灌工程（含抗旱站）每年投入相关经费进行维修，其它镇的维修投资参照杨和镇推算，详细情况见表 7-5-4。

表 7-5-4　高明区在建及规划电灌工程情况

行政区	宗数	维修投资（万元）	
		2009～2015 年	2016～2020 年
杨和镇	9	126	100
明城镇	3	91	72
更合镇	135	123	98
合计	147	340	270

（2）自来水厂

目前高明全区有水厂 4 间，分别为高明水厂、合水水厂、富湾水厂和杨梅水厂。根据《高明供水五年规划》（2010 年下半年至 2015 年上半年），在市政供水系统中，自来水占 83%，企业自备水占 17%。根据本规划“水资源需求预测”，到 2015、2020 年，高明区对市政供水的总需水量，包括生活需水、第二产业（不含火电）和第三产业，为 21252 万 m^3、26217 万 m^3，因此到 2015、2020 年，全区要求由自来水供给的水量分别达到 17639 万 m^3、21760 万 m^3，现有水厂规模达不到供水要求，需对现有水厂进行扩建。规划到 2015、2020 年，全区自来水总设计年供水能力分别为 17688 万 m^3/a、21978 万 m^3/a，各水厂规划水平年扩建情况详见表 7-5-5。高明区自来水供水系统规划详见 7.8 节城镇供水工程规划。

（3）自备水

近些年，高明区工业发展迅速，不少工厂为保证生产用水，均配有自备水，用于工厂生产和工人生活，在一定程度上缓解了自来水供水系统的供水压力。根据高明区供水总公司制定的《高明供水五年规划》（2010 年下半年至 2015 年上半年），在未来规划水平年，高明区需继续保持一定规模的自备水，到 2015 年企业自备水占市政供水系统中的 17%。根据本规划“水资源需求预测”，到 2015、2020 年，高明区市政供水的总需水量，包括生活需水、第二产业（不含火电）和第三产业，分别为 21252 万 m^3、26217 万 m^3。因此，规划到 2015、2020 年，企业自备水总供水量分别为 3613 万 m^3、4455 万 m^3。此外，据调查，高明区荷

城街道现有一火电厂，设计年提水能力 7300 万 m^3，在规划水平年保持现状规模，到 2015、2020 年，高明区企业自备水（含火电）总设计供水量分别为 10913 万 m^3、11755 万 m^3，各镇（街道）规划水平年自备水供水量见表 7-5-6。

表 7-5-5　高明区自来水厂扩建规划情况表

行政区	自来水厂	2015 年			2020 年		
		日供水能力（万 m^3/d）	年供水能力（万 m^3/a）	规划内容	日供水能力（万 m^3/d）	年供水能力（万 m^3/a）	规划内容
荷城街道	高明水厂	25	8250	由 20 万 m^3/d 扩建到 25 万 m^3/d	30	9900	由 25 万 m^3/d 扩建到 30 万 m^3/d
	苏村水厂	20	6600	新建	28	9240	由 20 万 m^3/d 扩建到 28 万 m^3/d
杨和镇	杨梅水厂	5	1650	维持现状	5	1650	维持现状
更合镇	合水水厂	3.6	1188	维持现状	3.6	1188	维持现状
合计		53.6	17688	/	66.6	21978	/

注：规划年设计供水能力按 330 天计算

表 7-5-6　高明区自备水规划情况表

行政区	自备水供水量（万 m^3）	
	2015 年	2020 年
荷城街道	8805	9338
杨和镇	857	981
明城镇	547	638
更合镇	704	798
合计	10913	11755

规划到 2015 年全区提水工程供水能力将达到 46286 万 m^3，比现状增加 9284 万 m^3；2020 年将达到 51418 万 m^3，比 2015 年增加 5132 万 m^3，比现状增加 14416 万 m^3。

7.5.2.6 地下水及其他水源利用

（1）地下水供水

高明区大部分地区为山丘区，以矿化度不大于 1g/L 的浅层地下水资源可开采量作为地下水可供水量。在 1956～2009 年间，高明区地下水资源量相对稳定，多年平均地下水资源量为 21652.9 万 m^3，其中更合镇地下水资源量最大，为 7439.5 万 m^3。

高明区西部山丘区基岩较为发育，地下水类型以基岩裂隙水和岩溶水为主，地下水资源丰富。根据《高明区应急安全备用水资源规划》（2008 年），总体上高明区地下水水质可以满足开采要求，高明区地下水开发利用潜力较大。为解决高明区西部地区干旱期的缺水问题，规划对地下水开采规模扩大 1146 万 m^3，到 2015、2020 年，全区地下水设计年供水能力分别达到 550、1446 万 m^3。

（2）其他水源供水

其他水源供水包括污水处理再利用、集雨工程等供水工程。高明区规划新建的蓄、引、提工程的供水可满足未来规划水平年城市生产及生活的需水要求。在现状技术水平条件下，其他水源供水成本远高于蓄、引、提的供水成本，因此本次供水工程规划暂不考虑其他水源供水。

高明区供水工程现状及规划水平年的设计供水能力见表 7-5-7~表 7-5-9。

表 7-5-7　2009 年高明区地表和地下供水工程设计供水能力　单位：万 m^3

行政区	蓄水	引水	提水			地下水	小计
			小计	其中：自来水	其中：自备水		
荷城街道	1370	3001	30624	7425	8568	0	34995
杨和镇	3524	1876	3362	1650	19	154	8916
明城镇	1884	3031	209	0	115	0	5124
更合镇	5464	3657	2807	1188	352	146	12074
全区	12242	11565	37002	10263	9054	300	61109

表 7-5-8　规划水平年高明区增加的地表和地下供水工程供水能力　单位：万 m^3

行政区	蓄水		引水	提水						地下水		小计	
				2015 年			2020 年						
	2015 年	2020 年		小计	其中：自来水	其中：自备水	小计	其中：自来水	其中：自备水	2015 年	2020 年	2015 年	2020 年
荷城街道	0	0	0	7662	7425	237	4822	4290	532	0	0	7662	4822
杨和镇	0	0	0	838	0	838	124	0	124	0	50	838	174
明城镇	0	0	0	432	0	432	90	0	90	100	696	532	786
更合镇	0	0	0	352	0	352	95	0	95	150	150	502	245
全区	0	0	0	9284	7425	1859	5132	4290	842	250	869	9534	6028

表 7-5-9　规划水平年高明区地表和地下供水工程供水能力　单位：万 m^3

行政区	蓄水		引水	提水						地下水		小计	
				2015 年			2020 年						
	2015 年	2020 年		小计	其中：自来水	其中：自备水	小计	其中：自来水	其中：自备水	2015 年	2020 年	2015 年	2020 年
荷城街道	1370	1370	3001	38286	14850	8805	43109	19140	9338	0	0	42657	47480
杨和镇	3524	3524	1876	4200	1650	857	4324	1650	981	154	204	9754	9928
明城镇	1884	1884	3031	641	0	547	732	0	638	100	796	5656	6443
更合镇	5464	5464	3657	3159	1188	704	3253	1188	798	296	446	12576	12820
全区	12242	12242	11565	46286	17688	10913	51418	21978	11755	550	1446	70643	76671

7.6 规划方案的可供水量估算

根据各规划水平年需水增长情况，以 1956～2009 年高明区长系列来水资料为样本，结合规划的工程规模，计算出各规划水平年多年平均和 95%来水频率下高明区各镇（街道）可供水量，见表 7-6-1 和表 7-6-2。

表 7-6-1　规划水平年高明区可供水量（多年平均）　单位：万 m^3

水平年	行政区	地表水源可供水量			地下水	污水回用	总可供水量	需水量	供水满足程度
		蓄水	引水	提水					
2015	荷城街道	751	2692	17260	0	0	20702	20702	100.0%
	杨和镇	1632	1729	5135	154	0	8650	8650	100.0%
	明城镇	664	2574	4383	100	0	7721	7721	100.0%
	更合镇	2987	3256	3044	296	0	9583	9583	100.0%
	合计	6034	10251	29822	550	0	46656	46656	100.0%
2020	荷城街道	974	2913	19583	0	0	23470	23469	100.0%
	杨和镇	2681	1689	4502	204	0	9076	9077	100.0%
	明城镇	541	1869	4661	796	0	7867	7867	100.0%
	更合镇	2916	3225	3111	446	0	9698	9697	100.0%
	全区	7112	9695	31858	1446	0	50110	50110	100.0%

表 7-6-2　规划水平年高明区可供水量（95%来水频率）　单位：万 m^3

水平年	行政区	地表水源可供水量			地下水	污水回用	总可供水量	需水量	供水满足程度
		蓄水	引水	提水					
2015	荷城街道	1062	2460	18018	0	0	21539	22034	97.8%
	杨和镇	3232	1717	3936	154	0	9039	9884	91.4%
	明城镇	1272	2353	4517	100	0	8242	9479	87.0%
	更合镇	3921	3073	3457	296	0	10747	11716	91.7%
	全区	9487	9603	29928	550	0	49567	53113	93.3%

续表 7-6-2

水平年	行政区	地表水源可供水量			地下水	污水回用	总可供水量	需水量	供水满足程度
		蓄水	引水	提水					
2020	荷城街道	1076	2745	20226	0	0	24047	24900	96.6%
	杨和镇	3374	1712	4265	204	0	9554	10446	91.5%
	明城镇	1023	1834	5246	796	0	8899	9819	90.6%
	更合镇	3783	3067	3790	446	0	11086	12058	91.9%
	全区	9256	9358	33526	1446	0	53586	57223	93.6%

7.7 水资源供需“二次平衡”分析

“一次平衡”分析结果表明，高明区缺水性质主要表现为工程性缺水，在规划水平年内，通过兴建供水工程等措施，可解决供水缺口问题。为了解规划工程实施后高明区的供需水平衡状况，需要进行“二次平衡”分析，即考虑节水、挖潜配套以及水生态环境保护等措施后进行水资源供需平衡分析。

7.7.1 “二次平衡”水资源供需平衡结果

以“需水预测”成果作为水资源配置的需水方案，以规划后的各水平年的供水工程作为供水方案，以水资源配置模型为基础，考虑河道内用水要求，运用1956 年~2009 年长系列各水库逐月入库流量过程、各区间天然径流过程以及客水资源，分析得出高明区 4 个行政分区水资源供需水量平衡结果见表 7-7-1 和表 7-7-2。从表 7-7-1 可以看到，在多年平均来水条件下，到规划水平年 2015 和 2020 年，高明区的供水都可以得到满足，不存在资源性和工程性缺水问题。

特枯来水 95%情况下，2015 年高明区需水量 53112 万 m^3，资源性供水量 51827 万 m^3，资源性缺水量 1287 万 m^3，缺水率 2.4%；工程性缺水量 3546 万 m^3，缺水率 6.7%，较“一次平衡”工程性缺水率 7.5%，特枯水年工程性缺水有所缓解。2020 年高明区需水量 57223 万 m^3，资源性供水量 55538 万 m^3，资源性缺水量 1685 万 m^3，缺水率 3.0%；工程性缺水量 3637 万 m^3，缺水率 6.4%，较“一次平衡”工程性缺水率 9.6%，特枯水年工程性缺水有所缓解。

表 7-7-1　规划水平年“二次平衡”分析结果（多年平均）

水平年	供水类型	分区	需水量（万 m^3）	供水量（万 m^3）	缺水量（万 m^3）					缺水率	月时段保证率			
					生活	工业	生态	农业	合计		生活	工业	生态	农业
2015	资源性供水	荷城街道	20702	20702	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		杨和镇	8650	8650	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		明城镇	7721	7721	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		更合镇	9583	9583	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		合计	46656	46656	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	20702	20702	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		杨和镇	8650	8650	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		明城镇	7721	7721	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		更合镇	9583	9583	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		合计	46656	46656	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
2020	资源性供水	荷城街道	23469	23469	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		杨和镇	9077	9077	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		明城镇	7867	7867	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		更合镇	9697	9697	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		合计	50110	50110	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	23469	23469	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		杨和镇	9077	9077	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		明城镇	7867	7867	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		更合镇	9697	9697	0	0	0	0	0	0	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
		合计	50110	50110	0	0	0	0	0	0	/	/	/	/

表 7-7-2　规划水平年“二次平衡”分析结果（95%来水频率）

水平年	供水类型	分区	需水量（万 m^3）	供水量（万 m^3）	缺水量（万 m^3）					缺水率	月时段保证率			
					生活	工业	生态	农业	合计		生活	工业	生态	农业
2015	资源性供水	荷城街道	22034	21720	0	0	4	310	314	1.42%	100.00%	100.00%	92.31%	92.31%
		杨和镇	9884	9722	0	16	2	144	162	1.64%	100.00%	92.31%	92.31%	92.31%
		明城镇	9479	9199	0	13	28	240	281	2.96%	100.00%	92.31%	84.62%	92.31%
		更合镇	11716	11186	0	101	33	397	530	4.53%	100.00%	92.31%	84.62%	84.62%
		合计	53112	51827	0	130	65	1091	1287	2.42%	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	22034	21539	0	158	5	331	495	2.24%	100.00%	92.31%	92.31%	84.62%
		杨和镇	9884	9040	0	194	10	640	844	8.54%	100.00%	92.31%	84.62%	76.92%
		明城镇	9479	8242	0	186	25	1027	1237	13.05%	100.00%	92.31%	84.62%	76.92%
		更合镇	11716	10746	0	155	14	801	970	8.28%	100.00%	92.31%	84.62%	76.92%
		合计	53112	49567	0	693	53	2799	3546	6.68%	/	/	/	/
2020	资源性供水	荷城街道	24900	24365	0	112	6	416	534	2.15%	100.00%	92.31%	92.31%	92.31%
		杨和镇	10446	10243	0	20	4	179	204	1.95%	100.00%	92.31%	92.31%	92.31%
		明城镇	9819	9537	0	14	8	260	282	2.87%	100.00%	92.31%	84.62%	84.62%
		更合镇	12058	11393	0	133	10	522	666	5.52%	100.00%	92.31%	84.62%	84.62%
		合计	57223	55538	0	280	28	1378	1685	2.95%	/	/	/	/
	工程性供水	荷城街道	24900	24046	0	333	9	512	854	3.43%	100.00%	92.31%	92.31%	84.62%
		杨和镇	10446	9555	0	223	12	656	892	8.53%	100.00%	92.31%	76.92%	76.92%
		明城镇	9819	8898	0	184	14	722	920	9.37%	100.00%	92.31%	76.92%	76.92%
		更合镇	12058	11087	0	156	14	803	972	8.06%	100.00%	92.31%	76.92%	76.92%
		合计	57223	53586	0	895	48	2693	3637	6.36%	/	/	/	/

7.7.2 配置结果分析总结

（1）供需平衡结果分析

根据“一次平衡”分析结果可知，至 2020 年，多年平均需水都能得到满足，但在枯水年，工程性缺水较严重。在枯水年，2020 水平年高明区河道外需水量增加至 57223 万 m^3，若依靠现有工程条件供水，高明区工程性缺水量达到 5517 万 m^3，缺水率达到 9.64%，其中，荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇的工程性缺水量分别为 1530 万 m^3、1127 万 m^3、1404 万 m^3、1457 万 m^3，缺水率分别为 6.14%、10.79%、14.30%和 12.09%，各类用水保证率大幅下降，特别是农业生产保证率已降低至较低的程度。因此，为满足高明区未来经济社会发展的需水要求以及生态环境用水，必须采取开源、节流和挖潜三方面措施。

根据本规划配水思路，在强化节水条件下，通过适当加固、配套、扩建、新建高明区现有水利供水工程，不同水平年高明区河道外多年平均需水都能得到满足，在特枯年份缺水也有所缓解。至 2020 水平年，高明区多年平均需水都能得到满足，枯水年份工程性缺水量为 3637 万 m^3，缺水率为 6.4%，其中，荷城街道、杨和镇、明城镇和更合镇的工程性缺水量分别为 854 万 m^3、892 万 m^3、920 万 m^3、972 万 m^3，缺水率分别为 3.4%、8.5%、9.4%、8.1%，较“一次平衡”枯水年份工程性缺水有所缓解。通过适当加固、配套、扩建、新建现有水利供水工程，整合、归并，理顺城市供水设施等措施，适当的地下水开采利用，规划水平年多年平均高明区资源性与工程性供水可以满足河道外需水要求，枯水年份仍存在一定的资源性与工程性缺水。

（2）供水结构分析

高明区各水平年工程性供水量呈递增趋势，多年平均来水条件下，2015 年至 2020 年工程性供水总增量为 3454 万 m^3，增加率为 7.4%；特枯来水条件下，2015 年至 2020 年工程性供水总增量为 4019 万 m^3，增加率为 8.1%。高明区未来规划的供水设施主要由蓄、引、提水及少量地下水构成。其中，在枯水年份，蓄水、引水工程供水占总供水量的比重呈下降的趋势，分别由 2015 年的 19.14%、19.4%下降到 2020 年的 17.3%、17.5%；提水工程有所增加，所占总供水总量比重增大，地下水供水量略有增加。

表 7-7-3 规划水平年各类供水工程供水情况

水平年	来水频率	工程供水量(万 m^3)						供水结构(%)				
		地表水工程			地下水工程	非传统水源	合计	地表水工程			地下水工程	非传统水源
		蓄水工程	引水工程	提水工程				蓄水工程	引水工程	提水工程		
2015年	多年平均	6033	10251	29822	550	0	46656	12.93%	21.97%	63.92%	1.18%	0.00%
	95%	9487	9603	29928	550	0	49567	19.14%	19.37%	60.38%	1.11%	0.00%
2020年	多年平均	7111	9695	31858	1446	0	50110	14.19%	19.35%	63.58%	2.89%	0.00%
	95%	9256	9358	33526	1446	0	53586	17.27%	17.46%	62.57%	2.70%	0.00%

7.8 城镇供水工程规划

城镇供水工程主要是指自来水供水系统。作为城市主要基础设施，自来水供水系统是城市发展的命脉，对城市的发展起着举足轻重的作用。居民的日常生活、工业生产的发展、公共以及环境卫生都需要有自来水的供给支持。近年来高明区紧紧围绕沧江工业园进行建设，城市化进程不断加快，《佛山市高明区城市发展总体规划（2004-2020）的原则性意见》将高明总体定位为“山林水都”，确定走组团式、集约化的发展道路，形成东部、中部和西部三大组团的发展模式，推动“西江组团”的建设进程。未来高明区的供水压力将显著增大，现有的自来水供水系统将难于适应城市的发展。因此，必须从全区层面出发，统筹考虑扩建自来水供水规模及输水管网布设，以实现合理利用水资源及提高供水系统的安全性。

参考佛山市规划局编制的《佛山市供水系统专项规划（2006-2020 年）》，按照“全局规划，分步实施”的原则，从确保供水安全、优质供水等方面的考虑，以西江为主要供水水源，高明河、山塘水库水、地下水为辅助水源，进行统一集中供水，确保备用水源，最终建成覆盖全区的环状供水网络。

7.8.1 水源系统规划

（1）现状饮用水源状况

高明区现状主要水源为西江干流、高明河以及水库蓄水。西江水量充沛，且目前西江干流高明段多年来水质基本保持稳定，水质达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准，符合水功能饮用水源一级保护区和二级保护区的要求。高明河托盘顶至峰江水闸水质达到Ⅱ类标准，峰江水闸至杨梅河口达到Ⅲ类标准，杨梅河口至沧江水闸水质为Ⅳ类标准。根据广东省水利厅环境监测中心编

制的《广东省水资源质量状况通报》显示，高明河水质呈逐年下降趋势，枯水期间下游三洲桥至沧江水闸部分水质较差，造成下游局部水质性缺水。

本区水库、山塘等蓄水工程水质总体良好，特别是西坑水库水质全年基本达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）Ⅱ类标准，符合饮用水要求。深步水水库由于对外发包，发展养殖业，造成一定水质污染，其水质全年基本为Ⅲ类，个别时段为Ⅳ类。

高明区现状主要水厂供水水源情况见表 7-8-1，从表中可以看到，目前各水厂水源水质良好，都达到Ⅱ~Ⅲ类水质标准，水源地均属饮用水源保护区。

表 7-8-1　　高明区主要水厂现状取水水源情况

水厂名称	取水口位置	设计供水规模（万 m^3/d）	水质现状	是否为饮用水源保护区
高明水厂	西江干流	20	II	是
富湾水厂	西江干流	2.5	II	是
合水水厂	高明河合水段	3.6	II	是
杨梅水厂	高明河杨梅段	5	III	是

（2）水源规划

高明区主要河流有西江和横贯东西的高明河及其 15 条支流。西江水量充沛，水质优良，适宜作为地表取水水源，近几年随着高明区供水总公司“东水西送”工程的建设，西江优质的自来水源已经供到了原西安、三洲、人和、明城以及原新圩等镇街，基本解决了当地用水问题。高明河流域面积有限，秋冬季水量很少，而且近年来随着两岸工业发展，造成污染，使得水质很不稳定，作为地表水源难以得到保障。高明区水库众多，随着水库农业用水比例不断减少，水库供水向生活用水转变是本区不可多得的优质水源，可作为西江水源地重要补充。此外，高明区地下水资源丰富，部分地区的地下水经适当处理后也可作为饮用水水源。

综合考虑，规划高明区以西江为主要供水水源，高明河、山塘水库水、地下水为辅助水源。

7.8.2 水厂建设规划

（1）高明水厂

高明水厂位于高明区荷城街道，取水口设在西江边扶丽坦，以西江干流为水源，水量丰富，现状设计供水能力 20 万 m^3/d。高明水厂除对荷城街道供水外，还通过“东水西送”工程，与杨梅水厂和合水水厂联网，对全区进行供水，尤其在枯水期，西部更合镇、明城镇和杨和镇来水很少时，生活工业用水基本都靠高明水厂抽取西江水供给。

根据“需水预测”结果，为满足高明区未来日益增长的需水要求，扩建高明水厂，到 2015 年和 2020 年，规划取水规模由现状的 20 万 m^3/d 分别扩大到 25 万 m^3/d、30 万 m^3/d，年供水能力将分别到达 8250 万 m^3/a、9900 万 m^3/a。

（2）苏村水厂

富湾水厂位于高明区荷城街道，现状日供水能力 2.5 万 m^3/d，基本能够解决原富湾镇的用水。根据富湾片总体规划，富湾将建设成为以加工制造业为主体的外向型制造产业基地，未来将是高明区用水增长比较快的区域。为满足规划水平年的需水，必须扩大富湾片区的现有规模。由于富湾水厂取水水源受到化工厂、油码头、三水恒益电厂的影响，取水安全性较低，为确保供水安全，规划新建苏村水厂，到 2015 年新建规模为 20 万 m^3/d，2020 年制水规模达到到 28 万 m^3/d。2015 年、2020 年苏村水厂供水能力将分别达到 6600 万 m^3/a、9240 万 m^3/a。在苏村水厂建设完工后，可在适当的时间关闭富湾水厂。

根据用地及水源条件，苏村水厂水源方案有两个，一个是来自佛山第二水源，另一个是直接取自西江。方案一的水质条件和取水水源安全性较高，但直接从佛山第二水源输送原水给苏村水厂，不仅增加了工程投资及原水管道穿过西江的施工难度，而且增加了原水输送的成本。方案二在苏村附近新建水厂，离现状高明水厂相距不到两千米，从区域位置上来看，两个水厂相当于一个水厂。而且水厂上游约 4.5 公里的石化工业区，会对高明水厂和苏村附近设置的新水厂取水安全构成威胁，一旦出现问题，将影响高明区大部分地区的用水安全。在初步设计阶段，根据技术经济两个方面的对比分析，再确定合适的新建水厂方案。

（3）杨梅水厂

杨梅水厂位于杨和镇桂村，1995 年起投入使用。其取水水源位于高明河杨梅段，受水区域包括杨和镇和明城镇。现状设计年供水能力为 1825 万 m^3， 2009 实际供水量约 1650 万 m^3。

杨梅河有沙水和石水两条支流来水，石水水源上游的大水坑水库、西坑水库

和三亩石水库是杨梅水厂的主要水源，而沙水河为补充水源。西坑水库和大水坑水库的蓄水沿石水河流至三亩石水库，在金钗陂通过约 3km 的引水渠将原水送至杨梅水厂净化处理，其中三亩石水库作为贮水、备用、应急水库。

目前杨梅水厂设计取水规模已由 2006 年的 1 万 m^3/d，扩建至 2009 年的 5 万 m^3/d，扩建工程已经完成，新增年最大取水总量为 1460 万 m^3，取水设计保证率为 97%。根据《佛山市高明区供水有限公司杨梅水厂扩建工程水资源论证报告书》论证结果，考虑水厂水源地来水状况，规划到 2015 和 2020 年水平年，仍保持现状取水规模。

（4）合水水厂

合水水厂位于更合镇黄湾河畔，1989 年起投入使用。其取水水源位于高明河合水段，受水区域主要是更合镇。水厂原规模为 0.5 万 m^3/d。

据调查，合水水厂设计取水规模已由 2005 年的 0.5 万 m^3/d，扩建至 2009 年的 3.6 万 m^3/d，扩建工程已经完成，新增年最大取水总量为 1131.5 万 m^3/a，取水设计保证率为 97%。根据《佛山市高明区供水有限公司合水水厂扩建工程水资源认证报告书》论证结果，考虑水厂水源地来水状况，规划到 2015 和 2020 年水平年，仍保持现状取水规模。

高明区水厂建设规划情况见表 7-8-2。

7.8.3 管网配套建设

高明水厂目前有三条输水管：1 条 DN1000 和 2 条 DN600，能满足输送现有 20 万 m^3/d 自来水的要求。荷城主城区内主管比较完善，但荷富路、明富路、合和大道没有主管，新增的供水能力也需要铺设新的管网输送。规划建设的管道工程情况见表 7-8-3。

苏村水厂建成后，需新建富湾片供水干管，并与高明水厂的供水管网联网，以更好确保全区供水安全。其配套管网建设需根据苏村水厂的具体方案再定。

表 7-8-2　高明区自来水厂建设规划情况表

行政区	水厂名称	现状规模		2015			2020		
		日供水能力(万 m^3/d)	年供水能力(万 m^3/a)	日供水能力(万 m^3/d)	年供水能力(万 m^3/a)	规划内容	日供水能力(万 m^3/d)	年供水能力(万 m^3/a)	规划内容
荷城街道	高明水厂	20	6600	25	8250	规模由 20 万 m^3/d 扩建到 25 万 m^3/d	30	9900	规模由 25 万 m^3/d 扩建到 30 万 m^3/d
	苏村水厂	2.5	825	20	6600	新建 20 万 m^3/d	28	9240	由 20 万 m^3/d 扩建到 28 万 m^3/d
杨和镇	杨梅水厂	5	1650	5	1650	保持现状规模	5	1650	保持现状规模
更合镇	合水水厂	3.6	1188	3.6	1188	保持现状规模	3.6	1188	保持现状规模
合计		31.1	10263	53.6	17688		66.6	21978	

表 7-8-3　管道工程建设方案

序号	工程名称	工程线路	工程量	作用	概算	完成时间
1	杨西大道主管	从杨梅水厂经杨西大道联通云峰水库	18000mDN800,另加5000mDN1000 的引水管	将杨梅与主管联通，提高杨梅水厂的利用率，提高供水的安全性	4850 万元（其中 2000 万元已于 2009 年完成）	2015 年底
2	高明水厂出水管	从高明水厂经怡乐路、三合路到明城	9000mDN1200 +9000mDN1000	把高明水厂的水送至明城，解决明城水压偏低，用水较难的问题	6870 万元	2010 年底完成 20%，其余 2015 年完成
3	明富路主管	从富湾水厂出发，经明富路联通明城工业园	10000mDN800 +10000mDN600	解决盈富产业园用水难、水压不够的问题	4300 万元	2010 年底完成 10%，其余 2015 年底完成
4	合和大道主管	从杨和对川经合和大道至小洞不锈钢基地	12000mDN800 +10000mDN600	解决王老吉等合和沿线工厂的用水问题	4600 万元	2015 年底
5	荷富路主管	从跃华路加油站经荷富路联通富湾水厂	11000mDN800	解决荷富路两边企业和单位的用水难题	2200 万元	2012 年底
6	西江新城配套管网	西江新城内	2000mDN400 +10000mDN300	配合西江新城的建设，解决新城的生产、生活、消防用水	1680 万元	与市政工程配套，2010 年底完成 20%，其余 2015 年底完成
合计					22500 万元	

7.9 应急备用水源规划方案

在特枯水年（97%来水频率）以及遭遇突发性水污染事故时，需根据水文情势分析和水资源调配推荐方案，制定特殊干旱年旱情和突发性污染事故应急情况下的供水方案。以水库和地下水作为应急水源，以就近供水为原则，制定特枯水情况下应急供水方案；以靠近突发性水污染地的水源应优先使用为原则，根据突发污染事故的位置和可能危害程度，制定调用水源方案。

7.9.1 备用水源规划

考虑目前高明河及其更楼河、杨梅河等支流的水量和水质状况，尤其是河流缺乏蓄水工程调蓄，枯水期水量少的情况。随着水库供水中农业用水的份量不断减少，水库水源利用由农业用水向生活用水转变，高明区应当在继续利用西江入境水资源的前提下，考虑开发利用高明部分水库水源作为应急备用水源，在西部区域干旱情况下加大地下水的开采。根据高明区水资源特点，结合开发利用现状，本次规划备用水源从以下三方面进行。

（1）西坑水库供水工程

西坑水库和大水坑水库集水面积为 19.38km^2，两个水库合计总库容为 1309 万 m^3，兴利库容为 1041 万 m^3，将两水库水源沿石水河引至三亩石水库，再经过杨梅水厂处理后通过新铺管道并入供水主干管网。根据备用水源点距离供水（区域）点距离相对较近的原则，规划将西坑水库和大水坑水库作为杨和镇和荷城街道的应急水源。

（2）西江应急供水工程

在特枯情况下，加大“东水西调”供水规模，设置应急高扬程抽水泵站，抽取西江水到高明水厂处理后供西部地区，以解决西部地区主要用水需求。

（3）西部地下水源开采

高明区多年平均浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3。高明区西部山丘区地下水丰富，地下水类型为基岩裂隙水和岩溶水为主。为解决西部更合镇特殊干旱期的缺水情况，应适当开采地下水作为备用水源。

据调查，除原富湾、西安、三洲一带平原区浅层地下水含氰化物量稍高，不能作饮用水外，其余地区的地下水均可作为各类用途用水。各镇在枯水期地表水严重短缺时，均需要加大地下水的开采力度，作为应急水源之一。

7.9.2 特枯水年情况下各镇供水方案

在特枯水年（97%来水频率）情况下，规划建设西坑水库应急工程，在西江特低水

位时设临时高扬程泵站抽取西江水，并考虑开采地下水供应各区的城镇供水。荷城街道、杨和镇的应急水源为西坑水库和当地的小一、小二型水库，利用杨梅水厂，将水库水经过处理后通过新铺管道并入供水主干管网，实现联网应急供水。明城镇和更合镇的应急水源为潭黎、官迳水库及当地小一、小二型水库。

为了分析建立应急备用水源后水资源供需结果和工程的合理性，为此对各镇（街道）进行特枯水年供需平衡分析。以 2020 年为水平年，首先保证生活用水，再考虑工业用水、农业用水以及第三产业用水要求，对 P＝97％的特枯干旱年，分为四个分区（荷城街道、明城镇、杨和镇和更合镇），逐月进行供需水量平衡分析。其中各月需水量的分配系数采用《佛山市水资源综合规划》的成果。

7.9.2.1 荷城街道

（1）需水量

荷城街道在水平年 2020 年特枯水条件下各月的需水量见表 7-9-1。在水平年 2020 年（P=97%），荷城街道城镇总需水量为 19287.0 万 m^3。其中每月的生活需水量为 139.3 万 m3，工业需水量为 1310.9 万 m^3，第三产业需水量为 157.1 万 m^3。在特枯水年，为保证生活需水，需要短期牺牲河道内生态环境需水量和农业需水量（极端干旱期一般不长）。

表 7-9-1　2020 年荷城街道需水量　　单位：万 m^3

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
生活	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	1671
工业	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	1310.9	15731
第三产业	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	157.1	1885
合计	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	1607.3	19287.0

（2）供水方案

在特枯年（降雨频率为 97%）的情况下，荷城街道考虑西坑水库供水工程、当地小一、小二型水库；同时参照高明水厂和苏村水厂（富湾水厂）到 2020 水平年的供水规模，在西江特枯水低水位下，设置应急高扬程水泵抽取西江水，至高明水厂和苏村水厂（富湾水厂）处理后对荷城街道进行供水，以及应急开采地下水。

在此方案下，2020 水平年荷城街道供水总量（P=97%）为 16333.4 万 m^3，其中高明水厂和（设置临时高扬程抽水泵抽取西江水 12775 万 m^3，西坑水库供水量为 1317.1

万 m^3，其它水库为 1641.3 万 m^3，开采地下水为 600 万 m^3。荷城街道在 2020 年各月可供水量（P=97%）见表 7-9-2。

表 7-9-2　2020 年（P=97%）荷城街道可供水量　单位：万 m^3

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
西坑水库	77.3	114.8	84	116.9	113.3	97.8	117.4	134.9	125.9	131.8	92	111	1317.1
其它水库	94.9	105.9	116.8	161.3	164.9	180.4	160.8	143.3	152.3	120.4	139.1	101.2	1641.3
苏村水厂	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	851.7	10220
高明水厂	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	212.9	2555
地下水	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	600
合计	1286.8	1335.3	1315.4	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1366.8	1345.7	1326.8	16333.4

（3）供需平衡分析

在此方案下，2020 水平年荷城街道供需平衡分析结果见表 7-9-3。从表中可以看出，荷城街道生活用水可以保证；在供水量较多的 4~9 月份，工业缺水率为 14.7%，第三产业缺水率为 13.6%；其它供水量相对较少的月份，工业缺水率为 16.5%~21.9%，第三产业缺水率为 15.6%~21.5%。由此可知，在特殊干旱年，在牺牲农业用水的基础上，还要牺牲部分工业用水和第三产业用水来保证生活和重要工业、重要产业用水。

表 7-9-3　2020 年荷城街道（P=97%）供需平衡分析结果　单位：万 m^3

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
供水量	生活	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3	139.3
	工业	1024.2	1064.7	1048.1	1117.8	1117.8	1117.8	1117.8	1117.8	1117.8	1095.0	1075.7	1058.1
	第三产业	123.3	131.3	128.0	135.7	135.7	135.7	135.7	135.7	135.7	132.5	130.7	129.4
	合计	1286.8	1335.3	1315.4	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1392.8	1366.8	1345.7	1326.8
缺水量	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	工业	286.7	246.2	262.8	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	193.1	215.9	235.2	252.8
	第三产业	33.8	25.8	29.1	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	21.4	24.6	26.4	27.6
	合计	320.5	272.0	291.9	214.5	214.5	214.5	214.5	214.5	214.5	240.5	261.6	280.5
缺水率（%）	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	工业	21.9	18.8	20.0	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	14.7	16.5	17.9	19.3
	第三产业	21.5	16.4	18.5	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	13.6	15.6	16.8	17.6
	合计	19.9	16.9	18.2	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	13.3	15.0	16.3	17.5

总体上，特枯水期荷城街道应急水源主要依赖于高明水厂和苏村水厂设置临时高扬程抽水泵抽取西江水，西坑水库和本地水库供本街道城镇用水。同时，加大地下水开采力度，调整产业结构，加强节约用水是缓解本街道特枯水期城镇供水问题的必要手段。

7.9.2.2 杨和镇

（1）需水量

杨和镇2020年枯水条件下各月的需水量见表7-9-4。在水平年2020年（P=97%），杨和镇总需水量为5773.0万m^3。其中每月的生活需水量为37.5万m^3，工业需水量为403.9万m^3，第三产业需水量为39.7万m^3。在特枯水年，为保证生活需水，需要短期牺牲河道内生态环境需水量和农业需水量（极端干旱期一般不长）。

表7-9-4　2020年杨和镇需水量　　单位：万m^3

需水量	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
生活	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	450
工业	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	403.9	4847
第三产业	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	39.7	476
合计	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	481.1	5773.0

（2）供水方案

在特枯年（降雨频率为97%）的情况下，杨和镇如果仅考虑从西坑水库以及当地小一、小二型水库供水，各月可供水量见表7-9-5。与表7-9-4中需水量相比，可明显看出，杨和镇缺水严重。所以，在特枯水年考虑高明水厂供水和开采地下水，此二项水源仅供城市用水。参照高明水厂到2020水平年的供水规模，在西江特枯水低水位下，设置应急高扬程水泵抽取西江水量，至高明水厂处理后，对杨和镇的年供水为2920万m^3，同时应急开采地下水200万m^3，优先满足生活用水。

表7-9-5　2020年（P=97%）供应杨和镇可供水量（水库）　单位：万m^3

月份	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	合计
西坑水库	31.3	36.1	30.2	28.7	27	19.2	29	37.7	33.2	39.4	28	38.8	378.6
其它水库	140.8	135	151.7	163.4	165.1	172.9	163.1	154.4	158.9	141.7	160.1	138.3	1845.4
合计	172.1	171.1	181.9	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1	192.1	181.1	188.1	177.1	2224.0

（3）供需平衡分析

在此方案下，2020 水平年杨和镇供需平衡分析结果见表 7-9-6。从表中可以看出，杨和镇生活用水可以保证；各月份工业缺水率为 6.6%~11.4%，第三产业缺水率为 5.7%~9.7%。由此可知，在特殊干旱年，在牺牲农业用水的基础上，杨和镇的生活、工业和第三产业用水能得到较好满足。

表 7-9-6　2020 年杨和镇（P=97%）供需平衡分析结果　单位：万 m^3

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
供水量	生活	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5	37.5
	工业	358.7	357.8	367.9	377.2	377.2	377.2	377.2	377.2	377.2	367.1	373.6	363.3
	第三产业	35.9	35.8	36.5	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	37.4	36.5	37.0	36.3
	合计	432.1	431.1	441.9	452.1	452.1	452.1	452.1	452.1	452.1	441.1	448.1	437.1
缺水量	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	工业	45.2	46.1	36.0	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	26.7	36.8	30.3	40.6
	第三产业	3.8	3.9	3.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	3.2	2.7	3.4
	合计	49.0	50.0	39.2	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	29.0	40.0	33.0	44.0
缺水率（%）	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	工业	11.2	11.4	8.9	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	6.6	9.1	7.5	10.1
	第三产业	9.5	9.7	8.0	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	8.0	6.7	8.5
	合计	10.2	10.4	8.1	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	8.3	6.9	9.1

总体上，杨和镇应急水源主要依赖于西坑水库，同时必须由高明水厂设置临时高扬程抽水泵适当抽取西江水供本镇城镇用水，并加大开采地下水力度，方能基本解决本镇特枯水期城镇供水问题。

7.9.2.3 明城镇

（1）需水量

明城镇在水平年 2020 年特枯水条件下各月的需水量见表 7-9-7。在水平年 2020 年（P=97%），明城镇总需水量为 8530.4 万 m^3，每月的生活需水量为 46.9 万 m^3，工业需水量为 241.1 万 m^3，第三产业需水量为 24.5 万 m^3，各个月的农业需水量见表 7-9-7，其中 9 月份需水最大，而 11 月份需水量最少。农业用水需水量为 4780.4 万 m^3，占总需水量的 56%，可见明城镇农业用水占有相当大的比重，在特枯水期的供需平衡需考虑农业用水。

表 7-9-7　2020 年明城镇需水量（P=97%） 单位：万 m^3

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
生活	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	563
农业灌溉	576.7	200.2	154.9	347.8	567.1	329.5	300.2	391.6	826.6	461.1	143.0	481.6	4780.4
工业	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	241.1	2893
第三产业	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	24.5	294
合计	889.2	512.7	467.4	660.3	879.6	642.0	612.7	704.1	1139.1	773.6	455.5	794.1	8530.4

（2）供水方案

在特枯年（降雨频率为 97%）的情况下，明城镇如果仅考虑从潭黎、官迳水库库和当地小一、小二型水库供水，各月可供水量见表 7-9-8。与表 7-9-7 中需水量相比，可明显看出，明城镇严重缺水。所以，在特枯水年考虑高明水厂设置临时高扬程抽水泵抽取西江水供水和开采地下水，此二项水源仅供城市用水。参照高明水厂到 2020 年供水规模，在西江特枯水低水位下，设置应急高扬程水泵抽水，至高明水厂处理后，对明城镇的年供水为 2372 万 m^3；同时应急开采地下水 500 万 m^3，优先满足生活、工业、第三产业用水。

表 7-9-8　2020 年（P=97%）明城镇可供水量（水库） 单位：万 m^3

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
潭黎、官迳水库	59.5	76.1	41.7	24.1	18.7	10.7	24.8	35.6	41.5	75.9	26.1	78.7	513.4
其它水库	73.7	55.2	89.4	108	114.5	121.2	107.1	96.7	92.9	56.7	105	54	1074.4
合计	133.2	131.3	131.1	132.1	133.2	131.9	131.9	132.3	134.4	132.6	131.1	132.7	1587.8

（3）供需平衡分析

在此方案下，2020 水平年明城镇供需平衡分析结果见表 7-9-9。从表中可以看出，明城镇生活用水能完全保证；各月份工业缺水率为 1.9%~9.7%，第三产业缺水率为 0.4%~8.2%，农业缺水仍比较严重，缺水率为 80.0%~91.4%。

明城镇应急水源主要依赖于潭黎、官迳水库，同时必须由高明水厂设置临时高扬程抽水泵适当抽取西江水供本镇城镇用水，并加大开采地下水力度，牺牲少量的农业用水方能基本解决特枯水期城镇供水问题，但农业缺水仍较严重并难以解决。

表 7-9-9　2020 年明城镇（P=97%）供需平衡分析结果　单位：万 m^3

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
供水量	生活	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9	46.9
	农业灌溉	115.5	21.5	14.4	57.0	112.7	52.3	44.5	68.8	185.1	85.9	12.2	88.8
	工业	235.4	223.7	219.0	229.7	235.6	229.1	228.9	230.1	236.5	232.3	217.8	235.3
	第三产业	24.3	23.4	22.5	23.8	24.3	23.8	23.7	24.0	24.4	24.3	22.5	24.2
	合计	422.2	315.6	302.8	357.4	419.5	352.1	344.0	369.8	492.9	389.4	299.4	395.2
缺水量	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	农业灌溉	461.1	178.7	140.6	290.8	454.4	277.2	255.8	322.9	641.5	375.2	130.8	392.8
	工业	5.7	17.4	22.1	11.4	5.5	12.0	12.2	11.0	4.6	8.8	23.3	5.8
	第三产业	0.2	1.1	2.0	0.7	0.2	0.7	0.8	0.5	0.1	0.2	2.0	0.3
	合计	467.0	197.2	164.7	302.9	460.1	289.9	268.8	334.3	646.2	384.2	156.0	398.9
缺水率（%）	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	农业灌溉	80.0	89.2	90.7	83.6	80.1	84.1	85.2	82.4	77.6	81.4	91.4	81.6
	工业	2.4	7.2	9.2	4.7	2.3	5.0	5.1	4.6	1.9	3.6	9.7	2.4
	第三产业	0.8	4.5	8.2	2.8	0.8	2.8	3.3	2.0	0.4	0.8	8.2	1.2
	合计	52.5	38.5	35.2	45.9	52.3	45.2	43.9	47.5	56.7	49.7	34.3	50.2

7.9.2.4 更合镇

（1）需水量

2020 年更合镇在特枯水条件下各月的需水量见表 7-9-10。2020 年（P=97%），更合镇总需水量为 10478.7 万 m^3，每月的生活需水量为 55.1 万 m^3，工业需水量为 311.9 万 m^3，第三产业需水量为 24.3 万 m^3，各个月的农业需水量见表 7-9-10，其中 9 月份需水最大，而 11 月份需水量最少。农业用水需水量为 5783.7 万 m^3，占总需水量的 55.1%，可见更合镇农业用水占有相当大的比重，在特枯水期的供需平衡需考虑农业用水。

表 7-9-10　2020 年更合镇需水量（P=97%）　单位：万 m^3

需水量	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
生活	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	661
农业灌溉	713.4	277.2	191.8	413.4	667.4	392.2	358.3	464.1	968.1	550.7	183.7	603.3	5783.7
工业	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	311.9	3743
第三产业	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	24.3	291
合计	1104.6	668.5	583.1	804.6	1058.7	783.4	749.5	855.4	1359.4	941.9	575.0	994.5	10478.7

（2）供水方案

在特枯年（降雨频率为 97%）的情况下，更合镇如果仅考虑从潭黎、官迳水库和当

地小一、小二型水库供水，各月可供水量见表 7-9-11。与表 7-9-10 中需水量相比，可明显看出，更合镇严重缺水。所以，在特枯水年考虑高明水厂设置临时高扬程抽水泵抽取西江水供水和开采地下水，此二项水源仅供城市用水。参照高明水厂到 2020 年供水规模，在西江特枯水低水位下，设置应急高扬程抽水泵，至高明水厂处理后，对更合镇的年供水为 1095 万 m^3；同时应急开采地下水 600 万 m^3，优先满足生活、工业、第三产业用水。

表 7-9-11　2020 年（P=97%）更合镇可供水量（水库） 单位：万 m^3

月份	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	合计
潭黎、官迳水库	72.7	73.4	35.7	24.8	28.8	16.9	18.8	63.5	55.5	58.3	18.3	70	536.7
其它水库	358.0	202.1	203.4	291.4	378.5	290.5	276.9	277.0	463.2	312.1	215.0	321.1	3589.2
合计	430.7	275.5	239.1	316.2	407.3	307.4	295.7	340.5	518.7	370.4	233.3	391.1	4125.9

（3）供需平衡分析

在此方案下，2020 水平年更合镇供需平衡分析结果见表 7-9-12。从表中可以看出，更合镇生活用水能完全保证；各月份工业缺水率为 0.9%~7.9%，第三产业缺水率为 0.2%~5.2%，农业缺水率为 61.3%~89.7%。可见，在牺牲部分农业用水，生活、工业和第三产业用水基本可以得到满足。

表 7-9-12　2020 年更合镇（P=97%）供需平衡分析结果　单位：万 m^3

项目		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月
供水量	生活	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1	55.1
	农业灌溉	276.1	54.8	20.3	120.9	251.7	110.4	93.0	147.6	409.5	189.3	18.9	218.1
	工业	309.1	300.0	290.1	305.6	309.0	304.9	304.5	305.8	310.2	309.7	287.4	309.0
	第三产业	24.0	24.0	23.2	24.2	24.2	24.2	24.1	24.2	24.2	24.2	23.0	24.0
	合计	664.3	433.9	388.7	505.8	640.0	494.6	476.7	532.7	799.0	578.3	384.4	606.2
缺水量	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	农业灌溉	437.2	222.4	171.5	292.5	415.7	281.8	265.3	316.5	558.7	361.3	164.8	385.2
	工业	2.8	11.9	21.8	6.3	2.9	7.0	7.4	6.1	1.7	2.2	24.5	2.9
	第三产业	0.3	0.3	1.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1.3	0.3
	合计	440.3	234.6	194.3	298.8	418.6	288.8	272.8	322.7	560.4	363.6	190.6	388.3
缺水率（%）	生活	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	农业灌溉	61.3	80.2	89.4	70.8	62.3	71.9	74.0	68.2	57.7	65.6	89.7	63.8
	工业	0.9	3.8	7.0	2.0	0.9	2.2	2.4	2.0	0.6	0.7	7.9	0.9
	第三产业	1.0	1.0	4.3	0.2	0.2	0.2	0.6	0.2	0.2	0.2	5.2	1.0
	合计	39.9	35.1	33.3	37.1	39.5	36.9	36.4	37.7	41.2	38.6	33.1	39.0

更合镇应急水源主要依赖于谭黎、官迳水库、当地小一、小二型水库和地下水开采；同时，由高明水厂设置临时高扬程抽水泵适当抽取西江水供本镇城镇用水，可基本解决本镇特枯水期城镇供水问题，但农业缺水仍难以解决。

通过以上对各镇（街道）特枯水年供需平衡分析，可以看到，总体上，在上述应急水源下（地表水源和地下水源），特枯水年（期）各镇城市用水（生活、工业和第三产业）基本满足，农业缺水依然严重。表明特枯水期必须牺牲大部分农业用水以保证生活等用水需求。特枯水期地表水严重短缺时，各镇必须加大地下水的开采量（全区特枯水年总地下水开采量要达到 1900 万 m^3）；还需要利用高明水厂增设高扬程泵抽取西江特枯水期低水位水量（全区特枯水年总抽水量要达到 19842 万 m^3）。为缓解特枯水期水资源供需矛盾，必须保证“东水西送”工程设施的正常运行，同时加强节水和水资源保护显得尤其重要。

7.9.3 特枯水年水资源利用应急预案

7.9.3.1 应急方案的启动条件

高明区是易发生旱情的地区，1954 年 12 月~1955 年 3 月高明区干旱持续时间达 120 天，相当于 70 年一遇的大旱。而高明区易发生旱情的地区主要是更合镇和明城镇。主要原因是更合镇的 3 个灌区和工业园区的大量需水完全依靠当地自产水资源量解决，使得在枯水期出现供水不足。

将干旱灾害分为轻度干旱（Ⅳ级）、中度干旱（Ⅲ级）、严重干旱（Ⅱ级）和特大干旱（Ⅰ级）四个等级（农业旱情和城市干旱等级划分见表 7-9-13 和表 7-9-14），相应的也将特殊干旱期水资源应急分为四个等级，干旱达到相应等级就执行相应的应急预案。

表7-9-13 农业旱情等级划分标准　　单位：天

项目	特大干旱Ⅰ	严重干旱Ⅱ	中度干旱Ⅲ	轻度干旱Ⅳ
春旱	≥60	35-59	25-34	20-25
秋旱	≥90	70-89	45-69	35-45

表7-9-14　城市干旱等级划分指标

评价指标		特大干旱Ⅰ	严重干旱Ⅱ	中度干旱Ⅲ	轻度干旱Ⅳ
主要指标	缺水率（%）	＞31	＞20	11～20	5～10
参考指标	水库蓄水量（河道来水量）距平值（%）	＜-80	-51～-80	-31～-50	-10～-30
	地下水埋深下降值（m）	＞3.0	2.0～3.0	1.0～2.0	0.5～1.0

7.9.3.2 组织领导形式及有关部门职责

高明区国土城建和水务局内干旱特别工作组受区“三防”办公室领导，在区委和区政府的政策法规的指导下，通过佛山市“三防办”和广东省“三防办”的协调和管理，实施干旱灾害和风险评估、干旱预警、特殊干旱应急方案编制及其落实等，以便高效应对干旱威胁。高明区干旱风险管理组织结构如图 7-9-1 所示。

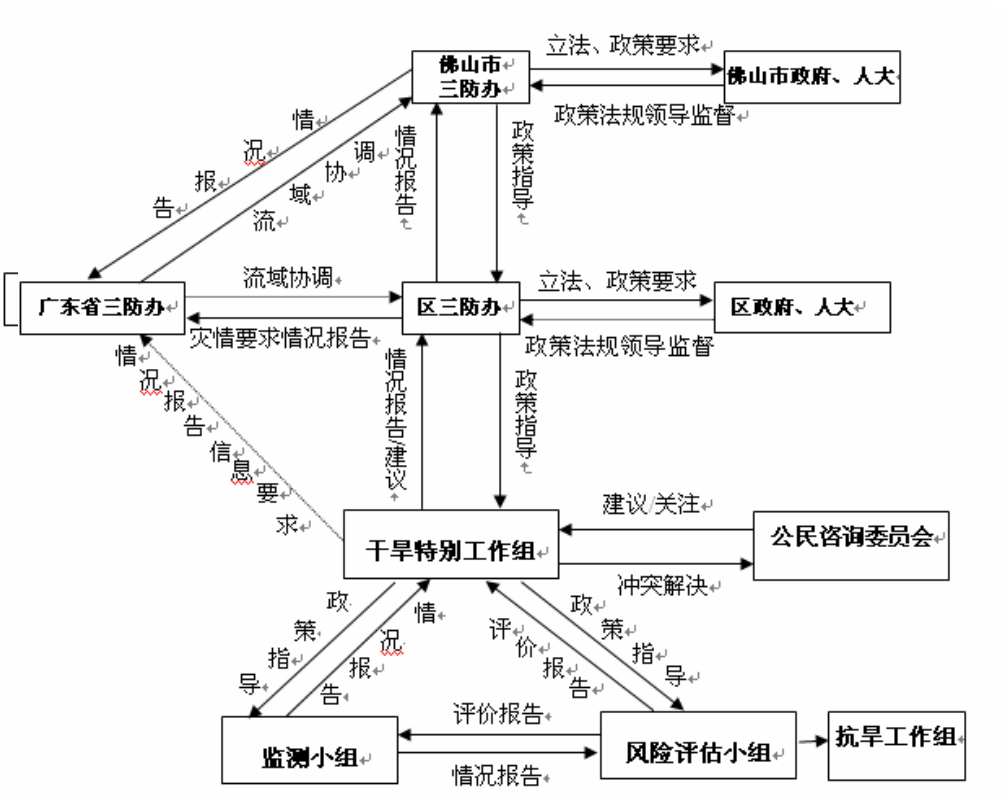


图 7-9-1　干旱风险管理组织结构

发生干旱灾害，高明区政府通过区三防办公室统一领导和组织指挥救灾，有关部门各司其职，通力合作。

7.9.3.3 应急反应行动

（1）轻度干旱启动Ⅳ级应急预案

① 组织措施

高明区三防办公室发布旱情通报，通报旱情，包括降水量和未来天气变化、土壤墒情、受旱面积、作物受旱程度、河道来水及塘库蓄水，并提出抗旱防旱的具体要求。

高明区三防办公室发布防旱抗旱工作通知，并向区政府提交抗旱决策和建议。通过新闻媒体向社会发布旱情、抗旱信息。

② 应急对策

检修受旱地区的抗旱设备，制定具体抗旱方案。

加强节水管理，要大力宣传提高全民节水意识，通过节约用水缓和部分地区的缺水矛盾，提高水资源利用效率。

下达西坑水库、深步水水库等蓄水、供水计划及重点工程抗旱任务。水库蓄水原则是既不能过于保守，求安全，忽视经济社会对水资源的需求，也不能盲目强调洪水资源化，忽视安全。

（2）中度干旱启动III级应急预案

① 组织措施

建议高明区政府召开电话会议或现场会议，进一步明确各相关部门的抗旱职责和具体任务。

高明区三防办公室发抗旱紧急通知，提出抗旱对策的具体要求。

② 应急对策

利用一切水利设施，早引多灌，争取抗旱主动权。做到防抗并举，春旱冬防，夏旱春防，秋旱夏防。西坑水库等作好应急供水预案并提前 5 天开闸放水。

抗旱服务队全力以赴投入抗旱一线，帮助群众检修提水机械，启动所有设备，扩大抗旱灌溉面积，解决人畜饮水困难。

做好人工增雨准备工作。

推广旱作农业新技术，提高天然降水的有效利用率。如深耕、耙耱保墒，留茬少耕，地膜、麦草覆盖等。

调整配水计划，如原来农业用清水的，在可能的情况下改用城市中水。

（3）严重干旱启动II级应急预案

① 组织措施

高明区政府发抗旱救灾紧急通知，召开电话会议，要求各级领导把抗旱救灾作为头等大事，深入一线，检查指导，发现问题，总结经验，帮助群众解决抗旱中的实际困难。

高明区政府派抗旱工作组，督促指导各区抗旱工作。工作组由区政府牵头，抽调有关局、科领导，实行分片包干，做到下去有任务，回来有汇报。对带有普遍性的突出问题，高明区政府召开有关局、科领导研究，提出解决办法。

检查各成员单位抗旱职责完成情况。

② 应急对策

水源统一调度，统一管理。对西江的来水进行优化配置，蓄水、引水统一计划，科

学安排。实行跨流域、跨灌区临时调水，尽量满足高明的灌区抗旱用水。灌区的抗旱用水由区统一调配。

高明区农业管理部门大力推广应用抗旱剂、节水设备等科技产品。

高明区财政管理部门及时下拨抗旱经费。遇到严重干旱，灌区抽水耗费高，设备维修量大，区财政筹措抗旱资金，下拨到抗旱一线。确保油、电费补贴、抗旱服务队设备购置、水利工程抢修等应急需要。

抗旱服务队设备统一调配使用。

实施人工增雨计划。高明区政府责令区气象局随时掌握天气变化，准备好飞机及药物，开展人工增雨。

（4）特大干旱启动Ⅰ级应急预案

① 应急原则

实行重点抗，重点保。规划对高明区用水户的用水进行重新分配，改变用水优先顺序，优先保证城市和农村人民生活，兼顾关系国计民生的基本粮食生产、重要工矿企业，以及对人类生存环境起决定性影响的生态环境用水等。在保证最低生活用水需求的情况下，采取经济杠杆适当抑制需求，合理确定应急期的基本用水量及供水政策。

适当超采地下水。利用地下水含水层多年调节能力强的特点，适当增加地下水开采量。但这一原则应建立在地下水没有严重超采，并在丰水年和平水年注意养蓄地下水的基础之上。

② 组织措施

高明区委、区政府联合召开电话会议，发出抗旱救灾工作通知。把抗旱救灾作为压倒一切的中心工作。全党动员、全民参与、全力以赴。实行地方行政首长抗旱目标责任制，严明抗旱纪律，确保政令畅通，一般不开与抗旱无关的会议，参加抗旱分工的领导出外需请假，集中精力抓好抗旱。

派出抗旱检查组，深入受旱地区检查指导抗旱救灾工作。

高明区三防办公室不定期召开成员会议，研究部署抗旱救灾工作。

密切监测旱情、及时分析旱情变化发展趋势，随时掌握旱情灾情及抗旱工作情况，及时分析旱情灾情对经济社会发展的影响，适时向社会通报旱情信息。

加强旱情灾情及抗旱工作的宣传，动员社会各方面力量支援抗旱救灾工作。

③ 应急对策

拦截地面水，挖掘地下水。在西江高明段修建临时坝、堰拦截和抬高水位，架设临

时泵抽水；在西坑等水库旁建临时泵站，抽水灌溉。在地下水位浅的地方发动群众打中、浅井利用地下水进行灌溉。

保水地，弃旱地，加大水地投入。特大干旱年份降水奇缺，旱作农业生产受到严重威胁，造成严重减产，甚至绝收。应当放弃旱地，把抗旱的重点放在水地上，加强水地作物管理，确保旱地减产水地补。

调整供水方式，实行定时限量供水，限制高耗水企业用水，强化对自备水供水单位的监督管理。

高明区交通管理部门要做好应急期有关物资的调运工作，确保运输线路畅通。各有关单位的运水车辆应服从统一调度，完成分配的送水任务。各级水行政、城建主管部门应根据本行政区城镇、农村人畜饮水任务供应状况，配备必要的送水运输工具，解决应急人畜饮水困难。

使用价格杠杆。临时性提高水价，限制或暂停高耗水工业用水，以减少用水。

报请珠江水利委员会协调统一调配珠江流域水资源，跨区调水缓解旱情。

7.9.3.4 其他应急对策补充

要求干旱区内及邻近所有水库山塘作好蓄水准备，以便统一调度和应付未来干旱情势。各镇的灌区和水库等作好应急供水预案并在全区统一生活、生产、生态用水调配下适时开闸放水。

建立应急供水秩序，按照“三先三后”原则，即“先生活后生产，先地表水后地下水，先节水后引水”的原则进行应急供水。在应急供水期间，对灌溉用水实行停供，对工业部门实行限供、停供，对城镇生活用水实行限时限量和分片轮流供水，对第三产业用水（如洗车、桑拿等）原则上实行停供。

7.9.4 突发污染事故下的供水方案

由于本地水资源和过境水同时受到污染的几率极小，本次规划只考虑本地水资源受到污染（如区内水库、河流受到污染）和西江高明段受到污染时的两种情形。

当高明河流域内的杨梅水厂或更合水厂水源受到污染时，高明区用水由高明水厂供应。高明水厂到 2015 年、2020 年供水规模分别可达到 25 万 m^3/d、30 万 m^3/d，而城乡生活用水规模基本维持在 9.2 万 m^3/d 左右，高明水厂完全能满足全区的生活用水和部分重要产业用水。

当西江高明段受到污染时，考虑西坑水库和潭黎水库、官迳水库供水工程，合水水

厂和杨梅水厂通过主干供水管道反供高明全区，同时应急开采地下水。到 2020 年水平年高明区每天的生活需水量为 9.17 万 m^3，工业（不含火电）需水量为 53.53 万 m^3，第三产业需水 8.07 万 m^3。三个水库供水工程总库容 2309 万 m^3，总兴利库容 1816 万 m^3。如完全满足高明区的 15 天生活用水，三个水库供水工程需保留 137 万 m^3 的库容。如完全满足高明区的 30 天生活用水，三个水库供水工程需保留 275 万 m^3 的库容。如完全满足高明区的 15 天生活用水和满足 50%的第三产业用水，三个水库供水工程需保留 198 万 m^3 的库容。如完全满足高明区的 15 天生活用水、满足 20%的工业用水和满足 50%的第三产业用水，三个水库供水工程需保留 359 万 m^3 的库容。如完全满足高明区的 30 天生活用水和满足 50%的第三产业用水，三个水库供水工程需保留 396 万 m^3 的库容。如完全满足高明区的 30 天生活用水、满足 20%的工业用水和满足 50%的第三产业用水，三个水库供水工程需保留 717 万 m^3 的库容。西江高明段受到污染时高明区供水预案详见表 7-9-15。

此外，由于突发性污染事故的持续时间一般较短，所以在短时间内可以牺牲部分工业、第三产业和农业用水，来保障全区的生活用水和重要工业用水。

表 7-9-15 西江高明段受到污染时高明区供水预案

情景		供水方案					
序号	供水要求	备用水源水库库容要求（万 m^3）	各镇（街道）供水量（万 m^3）				
			荷城街道	杨和镇	明城镇	更合镇	合计
1	完全满足全区 15 天生活用水	137	69	18	23	27	137
2	完全满足全区 30 天生活用水	275	137	37	46	54	275
3	完全满足全区 15 天生活用水、满足 50%的第三产业用水	198	107	28	29	33	198
4	完全满足全区 15 天生活用水、满足 20%的工业用水和满足 50%的第三产业用水	359	175	68	53	64	359
5	完全满足全区 30 天生活用水、满足 50%的第三产业用水	396	215	57	58	66	396
6	完全满足全区 30 天生活用水、满足 20%的工业用水和满足 50%的第三产业用水	717	350	135	105	127	717

8 水资源开发利用布局与工程方案

本次规划依据水资源优化配置方案，制定满足新形势下高明区经济社会发展要求的水资源开发利用的总体布局与实施方案，统筹安排水资源的开发、利用、治理、配置、节约、保护等，重点制定城镇供水规划实施方案及水资源与水生态环境保护实施方案。

8.1 总体布局思路及其原则

坚持“全面规划、统筹兼顾、标本兼治”的原则，与城市建设、国土整治、防洪除涝、生态环境保护相协调，根据高明区的自然特点、水资源条件和经济社会发展目标要求制定区域总体布局方案，因地制宜，大中小工程相结合，提高用水效率，合理利用地表水与地下水资源；统筹考虑开源、节流、保护、治污的工程措施，建设骨干性的水资源利用和环境生态改善工程；在考虑高明区现有工程的除险加固、改建、扩建和挖潜配套的基础上进行拟建工程的合理布局，以充分发挥现有工程的效益。

8.1.1 水资源开发布局原则

（1） 按照高明区现代化建设的发展目标，工程布局建设要全面规划、统筹兼顾、标本兼治、综合治理、讲求效益、突出重点。总体布局坚持开源节流治污并举，工程与非工程措施相结合。要求节水优先、保护为本、经济合理、技术可行、环境改善。

（2）科学合理开发利用地表水和地下水，积极开发利用多种水源；对全区水资源进行优化配置，统一调配生活、生产、生态用水，优先满足城乡生活用水，基本满足国民经济建设用水，基本满足粮食安全生产用水，努力改善生态环境用水；采取工程和非工程措施相结合，对供水、节水、水资源保护、治污等方面进行统筹安排，实现水资源高效利用、有效保护、可持续利用的目标。

（3）依据本规划水资源合理配置方案，分析高明区各分区水资源可持续利用的发展方向和各类水资源开发利用措施的技术经济条件，从需要与可能的角度提出流域和区域水资源开发利用的总体布局。同时，要根据水资源开发利用总体布局实施的技术可行性和经济合理性，调整本地区水资源的配置方案。

（4） 通过高明区供水网络系统和水资源分区系统的耦合，供水与用水节点和分区系统的有机组合，对有效抑制需求、增加供给措施和生态环境保护措施的有机组合，形成高明区水资源安全供给的保障体系。

8.1.2 节水

明确节水方向，拟定节水目标、确定节水重点，采取工程和非工程节水措施，制定高明区节水项目布局及实施方案。

（1）结合产业结构调整，提高水的利用效率。

（2）实行用水总量控制与定额管理相结合，建立用水定额和节水标准体系。

（3）实施水资源有偿使用，建立合理的水价形成机制。

（4）全面推广节水和普及节水新技术、新工艺、新设备。

（5）加强节水的投入产出效益分析，选择适用的先进节水技术与合理方案。

（6）节水灌溉紧密结合农业产业结构调整和农业节水综合措施，促进农业增产，农民增收。

8.1.3 水资源与水生态环境保护

分析计算各规划水平年污染物排放量、入河量、纳污能力、控制量、削减量等，提出排污总量控制方案和污水处理方案，拟订水生态环境保护工程措施和非工程措施。

（1）严格执行总量控制计划。

（2）优先治理中心城区水环境污染，强化水资源与生态环境保护。

（3）结合水利和排涝工程建设，进行水资源环境优化调度和河涌综合整治，改善城区水环境状况。

（4）加强水生态环境保护措施。

8.1.4 供水体系

结合高明区各规划水平年供需水预测、水资源分布特点和合理配置成果，合理布局蓄、引、提水工程，建立水资源有效供给保障体系。

（1）优先开发利用当地水资源，充分利用西江过境水。

（2）合理开发利用地下水。在特枯水年如出现资源性缺水，应将地下水开发作为补偿调节水源，提出地表地下水联合运用方案。

（3）通过蓄水工程除险加固、灌区续建配套改造和引水工程维修等工程措施，提高农业用水效率和供水保证率。

（4）综合水环境与生态评价、水资源保护及水污染防治以及水资源合理配置结果，提出城镇供水规划实施方案。

水资源开发利用布局与实施方案制定流程见图 8-1-1。

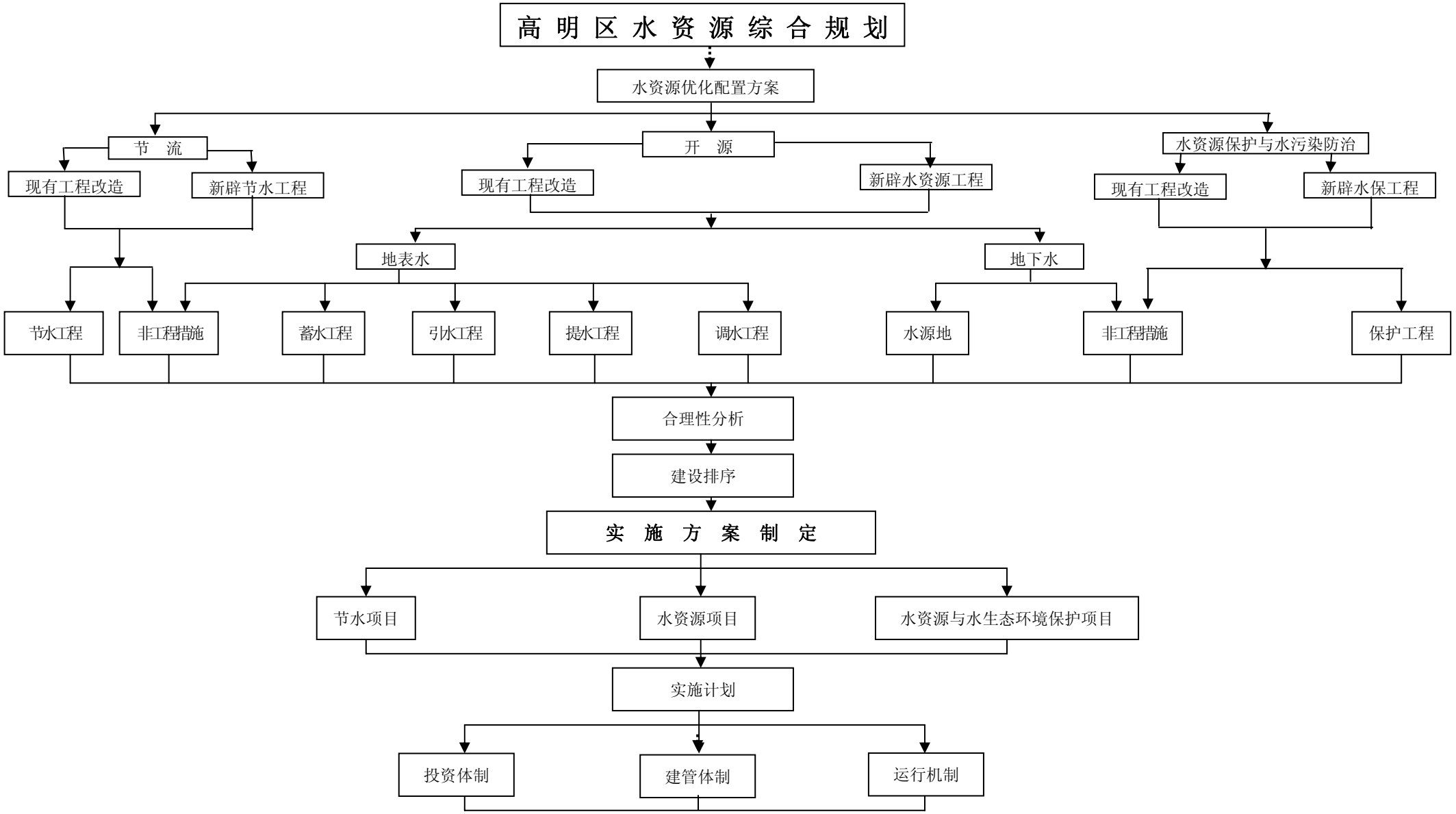


图 8-1-1 “水资源开发利用布局与工程方案”流程图

8.2 工程布局与方案

8.2.1 节约用水

（1）农业

目前高明区农田灌溉的输水渠道存在渗漏损失较大等问题，渠道防渗是高效，省力地提高渠系水利用系数的重要途径，规划对输水渠道进行硬化，减少渗漏损失。规划到 2015、2020 年，分别硬化渠道 60 km、120 km。

与传统的地表灌溉相比，喷灌可节水 30%～50%，可使水的利用率达到 80%，且灌溉均匀，质量高，滴灌更为节水。规划到 2015 年推广喷灌 0.53 万亩、滴灌 0.35 万亩，主要用于蔬菜、花卉等经济作物。规划到 2020 年，喷灌、滴灌发展到 1.03、0.69 万亩，主要在蔬菜、花卉生产基地应用。

通过以上节水工程措施，到 2015 年，高明区节水灌溉面积率达到 5%，灌溉水利用系数由原来的 0.55 提高到 0.60；到 2020 年，节水灌溉面积率达到 10%，灌溉水利用系数提高到 0.65。

（2）工业

工业节水重点放在火力发电、化工、造纸、冶金、纺织、食品等高用水工业，主要通过“工艺节水”和“管理节水”来实现。

“工艺节水”通过引进先进工艺、更新设备以减少水的消耗、提高水的利用效率。大力推广工业节水新技术、新工艺、新材料、新设备，改造落后的生产工艺和设备，特别是高耗水的工业企业，增加节水技术改造资金的投入；大力发展循环用水系统、串联用水系统和回用水系统，推进企业用水网络集成技术的开发与应用，优化企业用水网络系统；发展和推广蒸汽冷凝水回收再利用技术，发展闭式回收系统；发展外排废污水处理后回用于循环冷却水系统的技术。

“管理节水”主要通过调整产业结构以降低单位工业增加值用水量，提高水的生产效率；建设具有特色的生态型沧江工业园区，实现废水资源化和零排放；全面推行计划用水和用水定额管理，制定节水型的水价政策，建立主要用水企业的用水档案，加强工业企业节水宣传教育，以控制工业用水的不合理增长，达到节水效果。

规划到 2015 年，高明区工业万元增加值用水量由现在的 89m^3/万元降低到 56m^3/万元，工业用水重复利用率由现在的 15%升高到 50%。到 2020 年，工业万

元增加值用水量降低到 50 m^3/万元，工业用水重复利用率达到 70%。

（3）生活

包括居民生活和公共设施（建筑业、第三产业）用水的节水措施。生活用水方面实行计划用水和定额管理制度，实施阶梯水价收费，将用水定额和用水量控制在与经济社会发展和居民生活条件相适应的范围内。制定城市供水管网档案，以便于了解管网的限期达标使用期限，到期之前对其进行改造更新，以降低输配水管网漏失率。同时大力普及节水器具，提高节水器具普及率，对在用的非节水器具，应有计划的淘汰更新；对于新建的居民区、公共场所、政府和企事业单位等，可通过采取一定的鼓励措施和制定地方强制性标准等实现。主要推行的节水器具包括：节水型水龙头，如非接触自动控制式、延时自闭、停水自闭、脚踏式、陶瓷磨片密封式等节水型水龙头；节水型便器系统，如 6L 的两档式便器和带有非接触式控制开关装置的便器；节水型淋浴设施，如 IC 卡自动感应淋浴器；节水型洗衣机等。通过互联网、电视、收音机、路边广告牌等渠道加大节水宣传力度，提高群众节水意识。

规划到 2015 年，高明区人均居民生活用水量定额由现在的 296 L/d 下调到 236 L/d，节水器具普及率达到 75%，管网漏失率控制在 11%以下，建筑业万元增加值用水量降低到 13.5m^3/万元，第三产业万元增加值用水量降低到 9 m^3/万元。到 2020 年，人均居民生活用水量定额下调到 222 L/d，节水器具普及率达到 90%，管网漏失率控制在 10%以下，建筑业万元增加值用水量降低到 12m^3/万元，第三产业万元增加值用水量降低到 7 m^3/万元。

上述高明区农业、工业、生活节水工程实施方案详见表 8-2-1。

表 8-2-1 高明区节水工程规划方案　单位：灌溉定额 m^3/亩，灌溉面积万亩，用水定额 m^3/万元，节水量万 m^3

行政区	水平年	农业											工业			生活									合计
							灌溉面积			节水量	节灌率(%)	灌溉水利用系数	节水量	重复利用率(%)	万元增加值用水定额	城镇生活			建筑业		第三产业		小计		
		有效灌溉面积	农田灌溉毛定额	林果地灌溉毛定额	鱼塘补水毛定额	硬化渠道(km)	喷灌	滴灌	小计							节水量	节水器具普及率(%)	管网漏失率(%)	节水量	万元增加值用水定额	节水量	万元增加值用水定额	节水量		
荷城街道	基准年	36044	891	189	879	/	/	/	/	/	/	0.55	/	15	89	/	65	12	/	124	/	20	/	/	
	2015	36130	817	173	805	18	0.16	0.11	0.26	451	5	0.6	7636	50	56	410	75	11	44	13.5	1262	9	1715	9802	
	2020	34530	754	160	743	36	0.31	0.21	0.52	811	10	0.65	12099	70	50	558	90	10	107	12	2814	7	3479	16389	
杨和镇	基准年	29320	891	189	879	/	/	/	/	/	/	0.55	/	15	89	/	65	12	/	124	/	20	/	/	
	2015	33511	817	173	805	12	0.11	0.07	0.18	373	5	0.6	2476	50	56	113	75	11	16	13.5	307	9	435	3284	
	2020	33035	754	160	743	24	0.21	0.14	0.34	682	10	0.65	3728	70	50	150	90	10	33	12	711	7	894	5304	
明城镇	基准年	37351	891	189	879	/	/	/	/	/	/	0.55	/	15	89	/	65	12	/	124	/	20	/	/	
	2015	47726	817	173	805	12	0.11	0.07	0.18	479	5	0.6	1424	50	56	141	75	11	12	13.5	187	9	340	2243	
	2020	47089	754	160	743	24	0.21	0.14	0.34	876	10	0.65	2218	70	50	188	90	10	24	12	439	7	651	3745	
更合镇	基准年	62907	891	189	879	10	0.006	/	/	/	/	0.55	/	15	89	/	65	12	/	124	/	20	/	/	
	2015	57900	817	173	805	18	0.16	0.11	0.26	573	5	0.6	1896	50	56	194	75	11	10	13.5	196	9	400	2869	
	2020	56972	754	160	743	36	0.31	0.21	0.52	1046	10	0.65	2889	70	50	232	90	10	19	12	434	7	684	4619	
合计	基准年	165622	891	189	879	10	0.006	/	/	/	0.03	0.55	/	15	89	/	65	12	/	124	/	20	/	/	
	2015	175267	817	173	805	60	0.53	0.35	0.88	1876	5	0.6	13433	50	56	858	75	11	81	13.5	1951	9	2891	18198	
	2020	171625	754	160	743	120	1.03	0.69	1.72	3414	10	0.65	20934	70	50	1126	90	10	184	12	4397	7	5708	30057	

8.2.2 水资源与水生态环境保护体系

8.2.2.1 城镇污水处理系统建设方案

目前高明区地表水体污染以有机污染为主，城镇生活和工业污水占了较大的比例。所以，按照污染物削减计划要求和污水处理现状，应大力建设污水截留处理系统，包括污水收集管道系统，提高工业废水、生活污水处理率，削减污染物的入河量，这是改善河流水质的重要措施之一。

（1）污水处理目标

- 2015 年城镇污水处理率达到 80%以上。
- 2020 年城镇污水处理率达到 90%以上。

（2）污水处理规划方案

- 近期新建中心城区第四污水处理厂、杨和镇第二污水处理厂和更合镇第二污水处理厂，扩建中心城区第二和第三污水处理厂、杨和镇第一污水处理厂和明城镇第一污水处理厂。到2015年，全区有污水处理厂9座，新增污水处理能力14万m^3/d，污水设计处理能力达到31万m^3/d。
- 远期进一步扩建中心城区第二、第三和第四污水处理厂，杨和镇第一和第二污水处理厂，明城镇第一污水处理厂和更合镇第一水处理，新建更合镇第三污水处理厂。至2020年，全区有污水处理厂10座，污水设计处理能力达到53万m^3/d，比2015年新增处理能力22万m^3/d。
- 以新建和扩建的污水处理厂为中心，不断扩大截污范围，特别是加快节点性工程的建设速度，充分发挥截污工程和污水处理厂的作用。同时，完善配套污水纳污管网的铺设及相关提升泵站建设，提高污水处理率，并结合区域用水（工业、绿化等）情况鼓励污水回用，实现污水的资源化再利用。
- 规划 2015 年新建污水管网长度 136.7km，2020 年新建污水管网长度 170.3km。

高明区城镇污水处理系统建设实施方案详见表8-2-2。

表8-2-2 高明区城镇污水处理系统建设方案

序号	行政区	污水处理厂名称	现状规模（万 m^3/d）	规划后		2015 年		2020 年		污水厂位置	服务范围	最终排入水体
				总规模（万 m^3/d）	新增管网（km）	新增规模（万 m^3/d）	新建管网（km）	新增规模（万 m^3/d）	新建管网（km）			
1	荷城街道	中心城区第一污水处理厂	10	10	20	0	20	0	0	荷城高明大道南侧	西江西岸、秀丽河东岸及西岸地区	西江
2		中心城区第二污水处理厂	2	7	26.2	2	11.7	3	14.5	新三桥附近	沧江工业园（东园）杨梅河以东、高明河以南的区域	高明河
3		中心城区第三污水处理厂	3	9	64.7	3	9.7	3	55	下泰和围	沧江工业园（东园）高明河以北秀丽河西岸的地区、富湾地区	高明河
4		中心城区第四污水处理厂	/	5	59.4	2	48	3	11.4	富湾	西江新城、富湾地区	西安河
5	杨和镇	杨和镇第一污水厂	1	8	30.5	2	10.5	5	20	石头庙	杨和镇中小型企业园区及杨梅片区	杨梅河
6		杨和镇第二污水厂	/	6	27.8	3	7.8	3	20	下围	杨和镇人和片区	高明河
7	明城镇	明城镇第一污水处理厂	0.5	4	37.3	0.5	13.3	3	24	岗边	明城镇明城镇中心旧城区、西部、东北部和南部	高明河
8	更合镇	更合镇第一污水处理厂	0.5	1	15.4	0	6	0.5	9.4	合水大桥附近	更合镇合水片区	高明河
9		更合镇第二污水处理厂	/	1.5	19.7	1.5	9.7	0	10	白石	白石片区	高明河
10		更合镇第三污水处理厂	/	1.5	6	/	/	1.5	6	小洞	小洞开发区	高明河
合计		/	17	53	307	14	136.7	22	170.3	/	/	/

8.2.2.2 河涌综合整治方案

虽然河涌污染治理的根本措施是污染源的治理，但是在污染源没有得到根本治理之前，通过河网水流的科学调度尽量提高水体环境容量，对于改善河涌水质是一项快速有效的措施。

（1）新开挖“三横一纵”新河涌

在荷城中心城区现有排水渠系基础上，近期规划开挖“三横一纵”新河涌，分别为西秀一涌 6.452 km、西秀二涌 4.118 km、西秀三涌 4.622 km、西秀四涌 6.276 km。远期于西安河以西、秀丽河以东以及富湾圩一带另开挖若干条支涌，包括秀一涌 2.8 km、秀二涌 3.6 km，西一涌 2.534 km、西二涌 3.306 km、西三涌新建扩建 6.482 km。这些新开挖的河涌与西安河、秀丽河相连通，并与规划建设的富湾泵站及秀丽丽湖（分秀丽东湖、秀丽西湖）、明湖（分日湖、月湖）、富湾湖、明富湖、西安湖和三洲湖等 6 个调蓄湖形成可引、可蓄、可排、可调、可控的城市水网。

（2）水资源环境调度工程

近期在西江西岸的荷城街道富湾村新建富湾泵站，设计引水流量为 10.0m^3/s，在枯水期引洁净的西江水入西安河，通过新开挖的河涌贯穿秀丽河，使西安河和秀丽河的水变清、变活，人工提升城区水体的水环境承载能力。

（3）河涌清淤、拓宽及两岸景观建设工程

规划到 2015 年清淤、扩建河涌 34.77km，主要工程包括：富湾引排水渠（富湾泵站至西安河明富湖段）6.49 km、西安河明富湖至西安电排站段 6 km，三洲主涌清淤 4 km，三洲一涌扩宽及清淤 4.28 km，大沙二站储水塘抽淤约 38000m^3、主河涌 13 km 日常管理；并对秀丽河两岸 11km 进行景观绿化，建设秀丽河两岸挡墙及亲水平台。

到2020年清淤、扩建河涌43.379km，主要工程有：荷城西三涌扩建5.450km、西秀五涌清淤、扩宽3.43 km；杨和镇大沙一涌、大沙四涌、大沙六涌、大沙七涌、大沙八涌、大沙九涌、大沙十涌等7条河涌清淤、扩宽，总长19.322km；明城镇崇步二涌、陶筑一涌等清淤、扩宽长4.803km；更合镇荔枝涌、瑶村水整治，共清淤、扩宽10.374km。

8.2.2.3 农村生活污染治理方案

针对目前高明农村地区生活污水不经收集、随意排放，生活垃圾无人管理的现状，对环境造成一定的污染，规划对农村生活污染逐步进行治理。

以村为单元，修建生活污水暗排沟收集农村生活污水，建设小型的分散污水处理设施，如氧化塘、人工湿地等，每村配备垃圾收集桶，分类收集农村生活垃圾。充分利用当地的自然净化条件，将原有的纳污鱼塘或坑塘改造成高效的氧化塘，氧化塘投资运行成本低、管理维护比较简单，同时它们还可发挥一定的景观效果，随着未来城镇化的发展，集中式污水处理厂的建成，氧化塘也可以很方便的改造为城郊绿地的一部分。规划近期（2015 年），在更合镇蛟塘进行氧化塘建设试点，规划氧化塘的处理规模为 689m^3/d；远期（2020 年），根据试点实施效果，在全区推广，规划氧化塘的处理规模为 11000 m^3/d。

8.2.2.4 生态建设方案

生态系统有涵养水源、保持水土、调蓄洪水、降解污染、补充地下水等功能，也是保障经济社会持续、健康发展的水生态环境的需要。规划加强高明区生态环境保护和建设，重视生态环境用水。

严格控制桉树的种植面积，调整为以针阔混交、乡土阔叶混交等生态林建设。逐渐开展林分改造项目，每年减少 3000 亩桉树的栽种，以营造水土保持的生态林，同时严格执行水土保持方案报告制度和开发项目“三同时”制度，防止人为的水土流失现象。规划到 2015 年，改造林分作业面积 5.7 万亩；到 2020 年，生态林规模达到 7.2 万亩。

水资源与水生态环境保护工程方案详见表 8-2-3。

表 8-2-3 高明区水资源与水生态环境保护工程规划方案

序号	工程名称	污水处理系统建设工程				河涌综合整治工程			
		2015 年		2020 年		2015 年		2020 年	
		新建规模(万 m^3/d)	管网长度(km)	新建规模(万 m^3/d)	管网长度(km)	工程名称	工程规模	工程名称	工程规模
1	中心城区第一污水处理厂	0	20	0	0	富湾泵站	设计引水流量 $10m^3/s$	秀一涌	新开挖渠道长 2.8 km
2	中心城区第二污水处理厂	2	11.7	3	14.5	西秀一涌	新开挖渠道长 6.452km	秀二涌	新开挖渠道长 3.6 km
3	中心城区第三污水处理厂	3	9.7	3	55	西秀二涌	新开挖渠道长 4.118 km	西一涌	新开挖渠道长 2.534km
4	中心城区第四污水处理厂	2	48	3	11.4	西秀三涌	新开挖渠道长 4.622 km	西二涌	新开挖渠道长 3.306km
5	杨和镇第一污水处理厂	2	10.5	5	20	西秀四涌	新开挖渠道长 6.276 km	西三涌	新开挖渠道长 1.032km,扩建 5.450km
6	杨和镇第二污水处理厂	3	7.8	3	20	富湾引排水渠	富湾泵站至西安河明富湖段开挖渠道长 6.89km	西秀五涌	清淤、扩宽渠道长 3.430km
7	明城镇第一污水处理厂	0.5	13.3	3	24	西安河明富湖至西安电排站段	清淤渠道长 6km	大沙围内河涌	清淤、扩宽渠道长 19.322km
8	更合镇第一污水处理厂	0	6	0.5	9.4	秀丽河两岸景观绿化	建设秀丽河两岸挡墙及亲水平台，总长 11 km	崇步二涌	清淤、扩宽渠道长 1.767km
9	更合镇第二污水处理厂	1.5	9.7	0	10	三洲一涌	清淤、扩宽渠道长 4.28 km	陶筑一涌	清淤、扩宽渠道长 3.036km
10	更合镇第三污水处理厂	0	0	1.5	6	三洲主涌	清淤、扩宽渠道长 4 km	荔枝涌	清淤、扩宽渠道长 1.561km
合计		14	136.7	22	170.3	大沙二站	储水塘清淤量约 $38000m^3$，主河涌 13 km 日常管理	瑶村水	清淤、扩宽渠道长 8.813km
氧化塘建设工程（m^3/d）		689	/	11000	/	合计	整治河涌长 66.638km	合计	整治河涌长 56.651km
生态林营造工程(万亩)		5.7	/	1.5	/				

8.2.3 供水体系

根据高明区水资源特性和用水结构特点，坚持以人为本，树立全面、协调、可持续的发展观，紧紧围绕沧江工业园进行规划建设，将本区建设成“山林水都”的现代化都市，构建“和谐高明、富裕高明、活力高明、绿色高明”的新城市为目标，以建设节水型社会为主导，以水资源有效保护为基础，立足于充分利用本地已建的各类水源工程，以充分利用西江客水资源和增加当地水资源的调蓄能力为主攻方向，构建一个既能充分利用本地水资源，又能更好发挥过境水的优势，辅以允许范围内的地下水利用等多水源供水系统，通过水资源优化配置和科学管理，实现水资源的合理开发和高效利用，协调好生活、生产、生态环境用水之间的关系，确保供水安全和环境安全，以水资源的可持续利用保障经济社会的可持续发展。

（1）山塘水库除险加固

经过多年规划建设，目前高明区小（二）型以上水库除险加固已基本完成，蓄水工程供水能力得到提高。但据调查，高明区还有 379 宗山塘，主要集中在西部的更合镇和明城镇，占全区山塘数量的 91%，目前这些山塘尚未进行除险加固，因此规划对现有的山塘分期全面进行除险加固。

规划在 2009～2015 年期间，对更合镇 240 宗山塘进行除险加固；在 2016～2020 年期间，对荷城街道 13 宗山塘、杨和镇 21 宗山塘、明城镇 105 宗山塘进行除险加固。通过对全区的山塘进行加固改造，不仅可以降低山塘运行的风险，而且可以保证它们原有功能的正常发挥，供水安全有较好的保障。

（2）灌区工程续建配套

高明区灌区分小型自流灌区、小型扬水灌区、小型水源灌区三类，共 319 宗。灌区续建配套工程主要包括取水枢纽（水陂、泵站等）、固定渠道（含排水沟）续建配套、节水改造以及小型农桥（涵闸）等建筑物建设、闸坝维修及塘坝清淤等。进行工程续建配套后，高明区综合灌溉水利用系数将不断提高，2015 年、2020 年高明区的灌溉水利用系数分别达到 0.60、0.65，新增灌溉面积 39267 亩，灌溉保证率也将基本达到 90%。

（3）引水工程维修加固

引水工程是确保高明区春耕期间灌溉用水的主要水源工程，据调查目前高明区引水工程建设已基本完成，共有引水工程 141 宗，总引水规模为 12.3m^3/s，现

状年供水达 8536 万 m^3，设计年供水能力 11565 万 m^3，基本保证了灌溉用水的安全，因此规划不新建引水工程。但考虑随使用时间延长，工程设施不断老化及损坏，供水能力难于保持现状水平，加上部分地区引水工程实际已经存在涌道淤塞等问题，严重影响到春耕抗旱用水。因此规划对全区引水工程分期进行维修加固，以增强灌溉用水的安全可靠。

近期（2009～2015 年）优先对更合镇 86 宗水陂进行维修加固；远期（2016～2020 年）对其余 55 宗进行维修加固。

（4）电灌工程维修

高明区共有电灌站和抗旱站 147 宗（含临时泵站），主要分布在更合镇（135 宗），抗旱站对高明区抗旱夺丰收发挥了非常大作用。为维持机组正常运行，保证供水效率，每年均需对这些抗旱站进行维修。本次规划考虑对全区 147 宗电灌工程（含抗旱站）每年投入相关经费进行维修。

（5）城镇供水系统规划

城镇供水工程主要是指自来水供水系统。作为城市主要基础设施，自来水供水系统是城市发展的命脉，对城市的发展起着举足轻重的作用。随着高明区“山林水都”的现代化都市，构建“和谐高明、富裕高明、活力高明、绿色高明”的新城市目标的确立，未来高明区的供水压力将显著增大，为此本次规划从全区层面出发，统筹考虑扩建自来水供水规模及输水管网布设，以实现合理利用水资源及保障和提高供水系统的安全性。

- **水源规划**

高明区主要河流有西江和横贯东西的高明河及其 15 条支流。西江水量充沛，水质优良，适宜作为地表取水水源。高明河近年来随着两岸工业发展，造成污染，使得水质很不稳定，作为地表水源难以得到保障。高明区水库众多，随着水库农业用水比例不断减少，水库供水向生活用水转变是本区不可多得的优质水源，可作为西江水源地重要补充。此外，高明区地下水资源丰富，部分地区的地下水经适当处理后也可作为饮用水水源。综合考虑，规划高明区以西江为主要供水水源，高明河、山塘水库水、地下水为辅助水源。

- **自来水厂建设**

高明水厂位于高明区荷城街道，除对荷城街道供水外，还通过“东水西送”工程，与杨梅水厂和合水水厂联网，对全区进行供水，尤其在枯水期，西部更合

镇、明城镇和杨和镇来水很少时，生活工业用水基本都靠高明水厂抽取西江水供给。规划到2015年和2020年，高明水厂制水规模规划由现状20万m^3/d分别扩大到25万m^3/d、30万m^3/d，年供水能力将分别到达8250万m^3/a、9900万m^3/a。

苏村水厂承担原富湾水厂的供水，规划至2015年和2020年，制水规模分别达到20万m^3/d，28万m^3/d，年供水能力将分别达到6600万m^3/a、9240万m^3/a。

位于杨和镇的杨梅水厂，受水区域包括杨和镇和明城镇；位于更合镇的合水水厂，只对更合镇供水。根据《佛山市高明区供水有限公司杨梅水厂扩建工程水资源论证报告书》和《佛山市高明区供水有限公司合水水厂扩建工程水资源认证报告书》论证结果，对杨梅水厂和合水水厂扩建，目前已经完工，设计取水规模分别为5万m^3/d、3.6万m^3/d。根据论证结果，考虑水厂水源地来水状况，规划到2015和2020年水平年，两个水厂仍保持现状取水规模。

规划到2015年，高明区自来水总供水能力达到17688万m^3/a，比现状年设计供水能力增加7425万m^3/a；2020年自来水总供水能力达到21978万m^3/a，比2015年增加4290万m^3/a，比现状年设计供水能力增加11715万m^3/a。此外规划到2015年新铺设管网106km，扩大供水范围。

（6）地下水及其他水源利用

高明区地下水资源量丰富，全区多年平均地下水资源量为21652.9万m^3，其中更合镇最多，为7439.5万m^3。2009年，全区地下水开采量为300万m^3。为解决高明区西部地区干旱期的缺水问题，规划地下水开采规模扩大1146万m^3/a，到2015、2020年，全区地下水设计年供水能力分别达到550、1446万m^3。

针对高明区水资源较丰富，规划新建的蓄、引、提工程的供水可满足未来规划水平年城市生产及生活的需水要求，并且考虑在目前技术水平条件下，集雨工程和污水回用成本较高。因此，供水工程规划暂不考虑雨水利用和污水回用。

以上规划供水工程实施方案详见表8-2-4。

表 8-2-4 高明区供水工程规划方案

行政分区	2015 年												
	工程除险加固维修			新建水库				水厂扩建				新建管网 (km)	地下水工程
	山塘 (宗数)	引水工程 (宗数)	电灌站 (宗数)	水库名称	总库容 (万 m^3)	兴利库容 (万 m^3)	新增设计供水能力 (万 m^3)	水厂名称	日供水能力 (万 m^3/d)	供水能力 (万 m^3/a)	规划内容		新增开采量 (万 m^3)
荷城街道	/	/	/	/	/	/	/	高明水厂	25	8250	制水规模由 20 万 m^3/d 扩大到 25 万 m^3/d	61	0
								苏村水厂	20	6600	制水规模由 2.5 万 m^3/d 扩大到 20 万 m^3/d		
杨和镇	/	/	9	/	/	/	/	杨梅水厂	5	1650	保持现状规模	45	0
明城镇	/	/	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	100
更合镇	240	86	135	/	/	/	/	合水水厂	3.6	1188	保持现状规模	/	150
合计	240	86	147	/	/	/	/	/	53.6	17688	/	106	250

续表 8-2-4

行政分区	2020 年												
	工程除险加固维修			新建水库				水厂扩建				新建管网 (km)	地下水工程
	山塘 (宗数)	引水工程 (宗数)	电灌站 (宗数)	水库名称	总库容 (万 m^3)	兴利库容 (万 m^3)	新增设计供水能力 (万 m^3)	水厂名称	日供水能力 (万 m^3/d)	供水能力 (万 m^3/a)	规划内容		新增开采量 (万 m^3)
荷城街道	13	3	/	/	/	/	/	高明水厂	30	9900	制水规模由 25 万 m^3/d 扩大到 30 万 m^3/d	/	0
								苏村水厂	28	9240	制水规模由 20 万 m^3/d 扩大到 28 万 m^3/d	/	
杨和镇	21	33	9	/	/	/	/	杨梅水厂	5	1650	保持现状规模	/	50
明城镇	105	19	3	/	/	/	/	/	/	/	/	/	696
更合镇	/	/	135	/	/	/	/	合水水厂	3.6	1188	保持现状规模	/	150
合计	139	55	147	/	/	/	/	/	66.6	21978	/	/	896

8.3 投资匡算

8.3.1 方法依据

（1）节水

参考《广东省节水型社会建设“十二五”规划》，确定高明区各行业相应的单位节水量投资，结合规划水平年节水量，估算节水规划总投资。

规划水平年 2015 年、2020 年高明区的单位节水量投资采用同一值，农业、工业、城镇生活和城镇公共的单位节水投资分别取为 2.40 元/m^3、1.80 元/m^3、2.80 元/m^3。

节水工程投资详见表 8-3-1。

（2）水资源与水生态环境保护

①城市污水处理设施投资匡算采用建设部 1996 年《全国市政工程投资估算指标》中的单价指标，参考已建污水厂的投资金额，污水处理厂的单位投资 1300～3000 元/m^3/d，管网投资按 200～400 万元/km 计算。

②河涌整治投资匡算根据经验，参考《佛山市防洪排涝规划》有关工程的投资估算，单位投资为 800 万元/km。

③参考《佛山市农业与农村环境保护规划》氧化塘投资指标 500 元/（m^3•d）。

④根据经验估算，生态林营造单位投资为 600 万元/亩。

水资源与水生态环境保护工程投资详见表 8-3-2。

（3）供水

①水库、引水工程、电灌（抗旱站）的新建和维修投资按照《广东省水利水电工程概预算定额(2006 年)》中相关规定，并参考实际调查结果进行估算。山塘进行除险加固，按每宗投资 20 万元计算；引水工程（水陂）维修加固，每宗投资约 25 万元；抗旱站维修，据调查杨和镇抗旱站维修每年至少投入 18 万元，规划杨和镇 2009～2015 年每年投入 18 万元，2016～2020 年每年投入 20 万元，其它镇（街道）参照杨和镇，按照规模进行换算。

②自来水厂扩建，参考《高明供水五年规划》中投资估算，单位投资 1200 元/m^3，管网投资按 0.14～0.38 万元/m 计算。

③地下水开采工程，参考《广东省水资源综合规划总报告》中地下水投资估算，高明区地下水开采单位投资 0.39 万元/万 m^3。

供水工程投资详见表 8-3-3。

8.3.2 投资方案

基于上述估算方法，至 2020 年全区水资源开发利用总投资为 470639 万元，其中：节水工程投资 98633 万元，水资源与水生态环境保护工程投资 295369 万元，供水工程投资 76637 万元。水资源开发利用工程投资汇总详见表 8-3-4，工程方案汇总详见表 8-3-5。

高明区水资源开发利用工程分阶段投资详见表 8-3-6。在 2009～2015 年期间，水资源开发利用总投资为 241404 万元，其中：节水工程投资 36775 万元，水资源与水生态环境保护工程投资 147516 万元，供水工程投资 57113 万元。2016～2020 年投资 229235 万元，其中：节水工程投资 61858 万元，水资源与水生态环境保护工程投资 147853 万元，供水工程投资 19524 万元。

水资源开发利用工程多属公益性工程，其建设资金一般由财政统筹安排。对一些经营性工程，如自来水厂的扩建由企业自筹资金；污水处理系统的建设属于政府提供公共服务的范畴，可采用 BOT 或 BT 等模式，以社会投资及外资为主。

表 8-3-1 节水工程投资明细表

行政区	水平年	农业											
		工程措施									非工程措施投资(万元)	合 计	
		硬化渠道		灌溉工程						小计(万元)			
				喷灌		滴灌		合计					
		长度(km)	投资(万元)	面积(万亩)	投资(万元)	面积(万亩)	投资(万元)	面积(万亩)	投资(万元)			节水量(万 m^3)	投资(万元)
荷城街道	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	18	810	0.16	80	0.11	63	0.26	143	953	130	451	1083
	2020	36	1620	0.31	155	0.21	124	0.52	279	1899	47	811	1945
杨和镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	12	540	0.11	53	0.07	42	0.18	95	635	260	373	895
	2020	24	1080	0.21	103	0.14	83	0.34	186	1266	370	682	1636
明城镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	12	540	0.11	53	0.07	42	0.18	95	635	514	479	1149
	2020	24	1080	0.21	103	0.14	83	0.34	186	1266	837	876	2103
更合镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	18	810	0.16	80	0.11	63	0.26	143	953	423	573	1375
	2020	36	1620	0.31	155	0.21	124	0.52	279	1899	611	1046	2510
合计	2009	10	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	60	2700	0.53	265	0.35	210	0.88	475	3175	1327	1876	4502
	2020	120	5400	1.03	515	0.69	414	1.72	929	6329	1865	3414	8194

续表 8-3-1

行政区	水平年	工业		生活								合计	
				城镇生活		建筑业		第三产业		小计			
		节水量(万 m^3)	投资(万元)	节水量(万 m^3)	投资(万元)	节水量(万 m^3)	投资(万元)	节水量(万 m^3)	投资(万元)	节水量(万 m^3)	投资(万元)	节水量(万 m^3)	投资(万元)
荷城街道	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	7636	13745	410	1149	44	122	1262	3532	1715	4803	9802	19630
	2020	12099	21779	558	1562	107	301	2814	7879	3479	9742	16389	33466
杨和镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	2476	4458	113	316	16	44	307	859	435	1219	3285	6571
	2020	3728	6711	150	420	33	93	711	1989	894	2502	5304	10849
明城镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	1424	2562	141	396	12	34	187	523	340	953	2243	4664
	2020	2218	3992	188	526	24	68	439	1228	651	1822	3744	7916
更合镇	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	1896	3414	194	544	10	28	196	549	400	1121	2870	5910
	2020	2889	5200	232	648	19	54	434	1214	684	1916	4619	9627
合计	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	2015	13433	24179	858	2404	81	228	1951	5464	2891	8096	18200	36775
	2020	20934	37682	1126	3156	184	515	4397	12311	5708	15982	30056	61858

表 8-3-2 水资源与水生态环境保护工程投资明细表　单位：万元

序号	名称	污水处理系统投资				河涌综合整治投资			
		2015 年		2020 年		2015 年		2020 年	
		污水厂（万元）	管网（万元）	污水厂（万元）	管网（万元）	名称	投资（万元）	工程名称	投资（万元）
1	中心城区第一污水处理厂	0	6000	0	0	富湾泵站	4930	秀一涌	5600
2	中心城区第二污水处理厂	3000	1530	4500	4350	西秀一涌	8157.71	秀二涌	7200
3	中心城区第三污水处理厂	4500	5550	4500	19250	西秀二涌工程	8236	西一涌	2027
4	中心城区第四污水处理厂	3000	6240	4500	2280	西秀三涌工程	9244	西二涌	2645
5	杨和镇第一污水处理厂	3000	7000	6500	7000	西秀四涌工程	12552	西三涌	5186
6	杨和镇第二污水处理厂	4000	3120	6000	8000	富湾引排水渠（富湾泵站至西安河明富湖段）	5764.89	西秀五涌	2744
7	明城镇第一污水处理厂	1500	6810	4500	8400	西安河明富湖至西安电排站段	9980.36	大沙围内河涌	15458
8	更合镇第一污水处理厂	0	2900	1500	2820	秀丽河两岸景观绿化工程	9897	崇步二涌	1414
9	更合镇第二污水处理厂	3000	4380	0	3000	三洲一涌扩宽及清淤工程	6420	陶筑一涌	2429
10	更合镇第三污水处理厂	0	0	4500	1800	三洲主涌清淤工程	3200	荔枝涌	1250
小计		22000	43530	36500	56900	大沙二站储水塘抽淤工程	150	瑶村水	7050
面源污染治理氧化塘建设投资		34.4	/	550	/	小计	78531.96	小计	53003
营造生态林投资		3420	/	900	/				

表 8-3-3　供水工程规划投资明细表

行政分区	水平年	蓄水工程	引水工程维修	提水工程				地下水		总投资合计(万元)
		山塘加固	新增投资(万元)	电灌站维修	水厂扩建					
		新增投资(万元)		新增投资(万元)	新增供水量(万 m^3)	新增投资(万元)	管道投资（万元）	新增供水量(万 m^3)	新增投资(万元)	
荷城街道	2009									
	2015				7425	27000	15050			42050.0
	2020	260	50		4290	15600				15910.0
杨和镇	2009									
	2015			126			7450			7576.0
	2020	420	300	100				50	19.5	839.5
明城镇	2009									
	2015			91				100	39.0	130.0
	2020	2100	175	72				696	271.4	2618.4
更合镇	2009									
	2015	4800	2375	123				150	58.5	7356.5
	2020			98				150	58.5	156.5
合计	2009									
	2015	4800	2375	340	7425	27000	22500	250	97.5	57112.5
	2020	2780	525	270	4290	15600	0	896	349.4	19524.4

表 8-3-4 高明区水资源开发利用与保护投资汇总表

行政分区	水平年	节水工程		水资源保护工程			供水工程									总投资合计(万元)
							蓄水工程	引水工程维修	提水工程				地下水		小计(万元)	
		节水量（万 m^3)	节水投资(万元）	污染物入河削减量		新增投资(万元)	山塘加固	新增投资(万元)	电灌站维修	水厂扩建						
				COD 量(t/a)	氨氮量(t/a)		新增投资(万元)		新增投资(万元)	新增供水量(万 m^3)	新增投资(万元)	管道投资（万元）	新增供水量(万 m^3)	新增投资(万元)		
荷城街道	2009	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/
	2015	9802	19630	2899.2	276.3	108202				7425	27000	15050			42050	169882
	2020	16389	33466	3940.4	376.8	65056	260	50		4290	15600				15910	114432
杨和镇	2009	/	0	/	/	/									0	
	2015	3285	6571	1194.1	114.6	18410			126			7450			7576	32557
	2020	5304	10849	1677.6	161.9	43332	420	300	100				50	19.5	840	55021
明城镇	2009	/	/	/	/	/									0	
	2015	2243	4664	496.4	46.7	9450			91				100	39	130	14244
	2020	3744	7916	1163.3	110.7	17135	2100	175	72				696	271.4	2619	27670
更合镇	2009	/	/	/	/	/									0	
	2015	2870	5910	992.8	93.4	11454	4800	2375	123				150	58.5	7357	24721
	2020	4619	9627	1338.3	126.9	22330			98				150	58.5	156	32113
全区	2009	/	/			/										
	2015	18200	36775	5582.5	531	147516	4800	2375	340	7425	27000	22500	250	97.5	57113	241404
	2020	30056	61858	8119.6	776.3	147853	2780	525	270	4290	15600	0	896	349.4	19525	229235
	合计	48256	98633	13702.1	1307.3	295369	7580	2900	610	11715	42600	22500	1146	446.9	76637	470639

表 8-3-5 高明区水资源开发利用与保护规划工程汇总表

行政分区	水平年	节水														
		农业						工业			居民生活和城镇公共用水					合计
		灌溉定额（m^3/亩）			灌溉水利用系数 (%)	节水灌溉面积率 (%)	节水量 (万 m^3)	万元 GDP 用水量 (m^3/万元)	重复利用率 (%)	节水量 (万 m^3)	城镇供水管网漏失率 (%)	人均居民生活用水量（L/d）	建筑业万元增加值用水量 (m^3/万元)	第三产业万元增加值用水量 (m^3/万元)	节水量 (万 m^3)	节水量 (万 m^3)
		农田	林果地	鱼塘												
荷城街道	基准年	891	189	879	0.55	0.03	/	89	15.28	/	12	296	124	20	0	
	2015	817	173	805	0.6	5	451	56	50	7636	11	238	13.5	9	1715	9802
	2020	754	160	743	0.65	10	811	50	70	12099	10	222	12	7	3479	16389
杨和镇	基准年	891	189	879	0.55	0.03	/	89	15.28	/	12	296	124	20	0	
	2015	817	173	805	0.6	5	373	56	50	2476	11	236	13.5	9	435	3284
	2020	754	160	743	0.65	10	682	50	70	3728	10	222	12	7	894	5304
明城镇	基准年	891	189	879	0.55	0.03	/	89	15.28	/	12	296	124	20	0	
	2015	817	173	805	0.6	5	479	56	50	1424	11	236	13.5	9	340	2243
	2020	754	160	743	0.65	10	876	50	70	2218	10	222	12	7	651	3745
更合镇	基准年	891	189	879	0.55	0.03	/	89	15.28	/	12	296	124	20	0	
	2015	817	173	805	0.6	5	573	56	50	1896	11	229	13.5	9	400	2869
	2020	754	160	743	0.65	10	1046	50	70	2889	10	219	12	7	684	4619
合计	基准年	891	189	879	0.55	0.03	/	89	15.28	/	12	296	124	20	0	
	2015	817	173	805	0.6	5	1876	56	50	13433	11	236	13.5	9	2891	18200
	2020	754	160	743	0.65	10	3414	50	70	20934	10	222	12	7	5708	30056

续表 8-3-5

行政分区	水平年	水资源与水生态环境保护								供水工程							
		城市污水处理			内河涌治理			农村生活污水治理	生态林	工程加固维修			水厂扩建			管网建设(km)	地下水工程
		座数	新增处理规模(万 m3/d)	新建管网长度(km)	引水量(m^3/s)	整治长度(km)	抽、清淤量(m^3)	氧化塘规模（m3/d）	面积(万亩)	山塘	引水工程	电灌站	宗数	新增日供水能力(万 m3/d)	新增年供水能力(万 m^3/a)		新增开采量(万 m^3)
										宗数	宗数	宗数					
荷城街道	2009	3															
	2015	4	7	89.4	10	53.638							2	22.5	7425	61	
	2020	4	9	80.9		22.152		5484		13	3		2	13	4290		
杨和镇	2009	1															
	2015	2	5	18.3		13	38000					9				45	
	2020	2	8	40		19.322		1475		21	33	9					50
明城镇	2009	1															
	2015	1	0.5	13.3								3					100
	2020	1	3	24		4.803		1846		105	19	3					696
更合镇	2009	1															
	2015	2	1.5	15.7				689		240	86	135					150
	2020	3	2	25.4		10.374		2195				135					150
合计	2009	6															
	2015	9	14	136.7	10	66.638	38000	689	5.7	240	86	147	2	22.5	7425	106	250
	2020	10	22	170.3		56.651		11000	7.2	139	55	147	2	13	4290		896

表 8-3-6 高明区水资源开发利用与保护规划工程分阶段投资表

行政区	工程类型	总投资（万元）	阶段投资（万元）	
			2009~2015 年	2016~2020 年
荷城街道	节水工程	53096	19630	33466
	水资源与水生态环境保护工程	173258	108202	65056
	供水工程	57960	42050	15910
	小计	284314	169882	114432
杨和镇	节水工程	17420	6571	10849
	水资源与水生态环境保护工程	61742	18410	43332
	供水工程	8415	7576	839
	小计	87577	32557	55020
明城镇	节水工程	12580	4664	7916
	水资源与水生态环境保护工程	26585	9450	17135
	供水工程	2748	130	2618
	小计	41913	14244	27669
更合镇	节水工程	15537	5910	9627
	水资源与水生态环境保护工程	33784	11454	22330
	供水工程	7513	7357	156
	小计	56834	24721	32113
合计	节水工程	98633	36775	61858
	水资源与水生态环境保护工程	295369	147516	147853
	供水工程	76637	57113	19524
	合计	470639	241404	229235

9 水资源可持续利用非工程保障措施

9.1 进一步推进水务管理制度建设

9.1.1 水务管理体制现状及存在的问题

9.1.1.1 水务管理体制现状

高明区水资源总量较多，但时空和区域分布不均，部分地区水利基础设施建设滞后，水资源管理较为薄弱。在全球气候变化和经济发展的双重因素作用下，高明区的工程性缺水和季节性缺水的负面效应进一步放大，水资源供求矛盾加剧。2010 年 2 月高明区水务局的成立，实现了高明区水行政管理体制从工程建设为主的工程水利，向资源优化配置、环境生态平衡的资源水利转变；从城乡水资源分割管理向城乡水务一体化管理转变。

2010 年 6 月高明区根据大部制的改革方案，组建区国土城建和水务局，将区水务局的职责划入区国土城建和水务局，其中包括供水、排水、污水处理、河道整治监督管理的职责，标志着高明区初步形成了“一龙管水、团结治水、合力兴水”的水务一体化管理新格局，对高明区供、用、耗、排、污水统一管理提出了新要求。

目前，国土城建和水务局的水务行政组织设置，主要是局内办公室、计划财务股、水政水资源股、工程管理股、建设股 5 个股室，机电股、三防办公室两个挂靠机构和沧江泵站工程管理处、十三围工程管理处、深步水水库工程管理处、西坑水库工程管理处、高明区污水处理站 5 个直属机构，详见图 9-1-1。

9.1.1.2 高明区水务管理体制存在的问题分析

根据高明区水务管理体制现状，与其他城市统一高效的水务管理体系相比较，可以看出高明区水务管理体制存在一些问题。主要表现在：

（1）城乡水务管理分离

高明区城市化程度不高，区内各镇（街道）经济发展还相对滞后，全区的城乡用水结构中，农业用水比重高，城镇生活用水和工业用水比重仍然较低，区内中心镇可实现供水、排水和污水处理等水务高度统一管理，但三防、城镇供水和农业供水仍保留分离管理的模式。

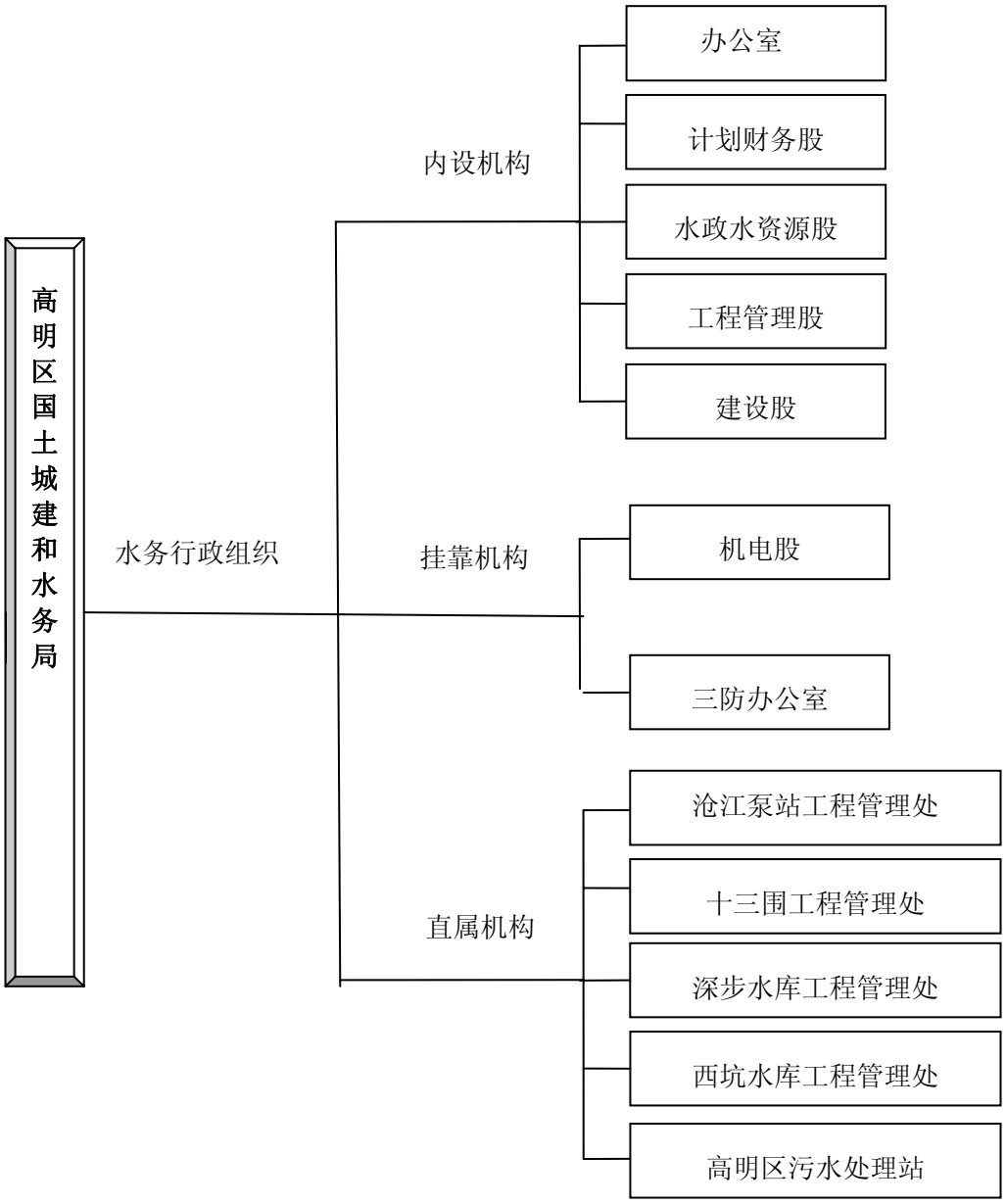


图 9-1-1　高明区国土城建与水务局水务组织架构图

（2）政策法规不建全，水务社会管理和公共服务较为薄弱

法规、政策不健全、不配套，操作性不强，水资源统一管理和保护力度不够。由于节水法规空白造成大部分地市的节约用水工作处于无部门管理的状态。水利法制执法中还存在着有法不依、执法不严的情况。水务管理方式缺乏公众和社会的共同参与和监管评价。

（3）科学管理水平及人才素质有待于进一步提高

水务基础管理不完善，管理水平较低，水管单位仍然存在管理粗放，水平低下的情况。水管单位人员结构不合理，人才拥有量偏低，技术管理人才严重缺乏，且引进和培养高素质水利专业人才加入基层水利单位的机制还没有完全建立，基层工作人员知识不够全面和专业技术水平不够高的情况仍然较普遍。

（4）水资源管理信息化建设滞后

水务工程自动化监测体系不完善，大部分水务工程尚未设立自动监测系统，信息采集不能满足“三防”和水资源管理的需要。各信息系统建设缺乏相互照应，衔接不够。

信息管理和决策支持系统建设滞后，除了初步建成“三防”信息系统和日常办公自动化系统外，其它如水资源管理、水土保持管理、水利（水务）工程自动化监控与管理等决策支持系统尚未建立。

9.1.2 实施取水总量监控与管理

自 2006 年《取水许可和水资源费征收管理条例》颁发以来，经过高明区水务主管部门的努力，取水许可已在全区范围内实施，取水许可申请管理日益完善。但同时也存在着取水许可审批没有充分考虑水资源和水环境条件，审批水量科学依据不够充分，计划用水指标还存在随意性，以及基础工作相对薄弱等问题。为进一步加强水资源管理，根据新的《中华人民共和国水法》第四十七条“国家对用水实行总量控制和定额管理相结合的制度”和珠江三角洲区域一体化的要求，从维持水资源可持续利用、节水减污出发，结合本地情况，从以下几个方面，制定针对高明区取水用户的取水总量的监控和管理措施。

9.1.2.1 制定取水许可总量控制指标

制定合理的取水许可总量控制指标是科学实施取水许可管理制度提供定量化的技术支撑，也是区内流域将取水许可总量控制指标分配到各行业提供基础和依据。

高明区的取水许可总量控制指标制定范围为工业用水、农业用水、生活用水以及总用水量年度取水许可总量控制指标。根据《高明区水资源综合规划》供需预测成果，按照《取水许可和水资源费征收管理条例》的相关规定，结合高明区近几年实际用水量与已发放的许可水量现状，在充分考虑节水和利用效率为原则下，确定区内总用水量年度取水许可总量控制指标。同时根据水厂取水量和自备水源取水量的情况，确定年月水厂取水量及自备水源取水户取水总量指标。

9.1.2.2 实行严格的取水许可审批

（1）取水许可审批要以总量控制与定额管理为基础

高明区取水许可审批要以总量控制与定额管理为基础，在制定的年度取水许可总量及水厂取水量控制指标下，首先要确定高明区内取水许可的总量是否超过总量控制的总量，看清其与计划用水总量关系如何。对颁发的取水许可进行控制，以达到总量控制范围。同时，严格落实《广东省取水许可制度与水资源费征收管理办法》，摸清现状许可取水的水源、取水地点、取水量、取水方式、节水方式及污水处理措施。同时，取水许可审批时还要根据用水定额指标对取水用户提出的取水申请认真核定，提出节水目标，严把取水许可审批、发证关；对发证后确认不按章使用，问题严重的，考虑按照有关规定予以吊销。

（2）取水许可审批要考虑水环境状况

高明区有关部门在审批取水许可申请时，要考虑水环境承载能力，充分考虑取水户退水水质和退水水域的水功能区划、水域纳污能力、排放总量控制指标等因素。对超过当地水环境承载能力以及退水水质不达标的取水许可申请，一律不予审批。

应根据高明区水质状况，针对不同取水户的取水用途，合理调配水资源，做到优水优用，分质供水。

同时根据当地的水资源条件，通过供水水源结构的调整，保障取水户正当的取水权益。

（3）建设项目的取水许可审批要进行充分的水资源论证

对于新建、改建、扩建的建设项目，取水许可审批要在水资源规划的基础上，结合当地的水资源条件，进行充分的水资源论证。对耗水量大、排污量大、污染严重的建设项目，未通过水资源论证的，一律不予审批。

9.1.2.3 实行取水量实时监控管理

（1）加强取水计量监控管理

2007 年，高明区开展取水计量稽查。2009 年，全区在册登记取水用户 41 户，取水计量设施安装率达 90%以上。针对高明区取水计量设备现状，水务主管部门应继续深入各取水用户，做好宣传发动工作，重点督促未按时安装取水计量设施用户。对取水计量设施应定期进行检定或者核准，由检测计量技术机构出具检测合格证书，并在计量器具上加盖检测合格印，检测不合格的，发给检测结果通知

书，限期整改。检测结果纳入取水许可年审的考核指标，检测不合格又不及时更换或维修的将不予年审。

（2）严格执行取水总量控制指标

对全区的取水户加强取水计量实时监控管理，对超过取水总量控制指标的，一律不再审批新增取水。水务主管部门要严格管理，直管用水单位的取水总量控制计划执行情况，并采用阶梯水价等措施保证用水计划的落实。在遇特殊干旱年份，水源特别紧缺时，按照优先保证城乡人民生活用水和重点区域重点行业用水，兼顾其他行业用水的原则，确定科学的用水次序，优化调配水资源，强化水资源管理力度。

（3）规范取水秩序

实行日常监督与年度审验相结合，促进取水许可年审规范化、制度化。在日常监督中，高明区要对各取、退水口做好监测网点规划；做好用水计量工作，杜绝无计量取水，为做好基础监控工作，要对各取水户取水计量方式进行摸底，并完善信息化监测系统建设以不断提高监控水平。在年度审验中，高明区要制定年审计划，明确年审关于取水总量及退水量、退水水质情况内容，通过年审逐步建立取用水统计制度，以保证取水总量达到区域总量控制目标。

对在日常监督和年度审验中不合格的取水户，如取水量超过取水申请时，可考虑超标缴纳高额水价办法；对节水措施不落实，防止水污染措施不落实的用户应限制其取水等，以保障取水规范。

9.1.3 加强入河排污口管理与监控

加强入河排污口监督管理对保护水资源、防止水污染起着至关重要的作用。实施入河排污口监督管理，是改善水环境、保护水资源、促进水资源可持续利用的重要措施之一。目前高明区入河排污口监督管理工作尚处于起步阶段，结合高明区污染物排污现状，通过监督管理入河排污口，促进污染源的治理，逐步实现限制排污总量的要求。

9.1.3.1 实施水功能区污染排放总量控制

水功能区的纳污能力是水污染防治的基础之一，核定全区内水功能区的纳污能力，提出限制排污总量意见，是水务管理机构履行河流代言人的重要职责之一。严格实施水功能区管理制度，对不同水体功能制订不同的排污标准，提出地区限制排污总量意见，对污染物实行总量控制，并将控制目标分解到各街镇、各企业，

发放排污许可证，明确各用水户的退水水质要求，从根本上治理污染源，削减排污量。

9.1.3.2 推进入河排污口的法制化管理

入河排污口的设置与变更必须符合区域水资源综合规划及水资源保护规划，符合水功能区划的要求，服从于水功能区水质管理目标及污染物总量控制管理目标。废污水排放必须符合国家标准或地方标准，符合有关入河排污口设置技术规范要求。

入河排污口设置或变更必须依照规定程序向水行政主管部门提出申请，经批准后方可实施。设置或变更排污口必须实行“三同时”制度，治污工程和排污工程的设计、施工和运行三个环节均应接受水行政主管部门的监督检查。在设置或变更工程完工后，应向水行政主管部门申请竣工验收。只有经验收合格后，方可使用。

建立入河排污口信息库，为入河排污口的监督管理提供基础。加强排污口监测管理，从源头上监控污染物的排放。

9.1.4 实施用水效率控制与管理

水资源是一种非常有限而又极其宝贵的战略性资源。随着高明区经济社会的不断发展，区域用水量将不断增长，在水资源总量没有增加的情况下，需要通过用水效率控制，以保障社会经济发展对水资源的需求。

（1）明晰水权，合理配置水资源

水资源的所有权属于国家，明确水权是指确定各取水户或用水户对水资源的使用权、经营权。在水权分配上应贯彻水源地优先、生活用水优先、保障粮食安全优先、水效益优先、投资能力优先、用水现状优先的基本原则，同时也要考虑生态和社会稳定等因素。高明区水务主管部门应对全区水资源现状、水工程现状、国民经济现状、各行业各部门用水现状进行详细调查，按照公开、公平、系统、有效的原则，建立各行业用水指标体系，做好水资源配置工作，科学确定各行业用水户用水总量。在此基础上严格执行取水许可申请审批程序，给各取水户发放取水许可证并通过准确的计量设施进行管理。

（2）开展用水定额管理，推行计划用水

用水定额管理制度是建设节水型社会的核心制度之一。高明区水务主管部门要科学核定用水定额，建立科学的用水体系，分类对待生活用水、工商业用水、

机关事业单位学校用水，实施不同的用水定额。将用水定额管理作为提高用水效率与效益的突破点，通过用水定额管理确定用水户的临时水权，将用水定额管理作为实现水权管理、用水总量控制的基础手段。

在用水定额基础上，对全区各用水单位实施计划用水，对其下达全区年度用水计划，不得随意增加用水量。不得超计划用水，不足部分从节约用水中解决。对超计划用水者，超定额累进加价收取水资源费和水费。

（3）推进用水计量管理

强化用水终端的计量工作，推进用水终端的计量监督管理，全面落实安装用水计量表到用水户，推广应用先进取水计量设施。要做好年度用水统计及水资源管理年报工作，确保统计数据的准确性和可靠性，健全用水统计、评价和考核制度。

（4）制定科学的水价机制，提高用水效率

水价是刺激用水效率、克服浪费的最有效的措施，即使在不十分完善的高明区水市场条件下，水价仍然是配置水资源的重要手段。近几年，高明区区不断调整基本水价，2010 年 9 月 1 日，高明区再次调整自来水价格，调整后现平均价格为 1.585 元/m^3，水资源费和污水处理费还需进一步调整。跟佛山市其它区如禅城、顺德、南海等相比高明区区水价还是偏低，特别是在特枯水年等用水紧缺年份，应适当提高水价，如按当年来水频率与平水年比作后做参照，按比例提高水价，以充分发挥水价对用水效率的调节作用，以保障特枯水年用水。

针对高明区水价现状，建议制定超定额累进加价征收水资源费和水费的办法，建立节约用水和用水定额管理的长效机制。对超定额用水收取加价水费，加价部分由财政部门实行收支两条线管理，统一安排用于节水工作。节约用水工作实行居民生活用水和单位用水分类管理。居民生活用水定额由佛山市高明区水务行政主管部门根据节约用水规定和全区水资源及用水状况制订，报佛山市政府批准后公布执行。用水单位的行业用水定额执行国家和省制订、公布的标准，国家和省尚未制订用水定额的行业，由各市有关行业主管部门制订。

（5）加强科学技术推广，倡导节约用水

高明区应积极推进水资源开发利用、节约用水等方面的科学技术研究工作。加快科技成果转化，积极推广现已运用的先进技术。在农业生产中大力推广控灌、喷灌、滴灌等节水灌溉技术，降低农业用水定额，运用新材料、新工艺、新设备，

提高渠道水的利用系数；在工业生产中积极研究推广节水工艺和节水设备，提高工业用水重复利用率，降低工业用水指标；在城镇生活中大力推广节水器具和中水回用系统，提高水资源利用效率。

在全区范围内加强节约用水宣传教育，在公共服务场所设立节约用水宣传标牌，使社会各界和公众不断了解、掌握水资源法律法规，了解水资源信息和节水知识，从而树立水的忧患意识和法制观念，让关心水、珍惜水、保护水成为每个公民的自觉行为，为建成节水型社会和有效管理水资源创造良好的社会环境。

9.1.5 制定科学合理的水价

9.1.5.1 高明区水价现状及其弊端

（1）水价现状

2010 年 8 月 19 日，高明区发展规划和统计局公开召开调整自来水价格暨居民用水实行阶梯式计量水价听证会，组织社会各有关方面的听证参加人对《关于调整自来水价格暨居民用水实行阶梯式计量水价方案》的必要性和可行性进行公开听证，并最终确定自来水价格调整方案和居民用水实施阶梯式计量水价方案分别表 9-1-1 和表 9-1-2，并于 2010 年 9 月 1 日执行（即从 2010 年 10 月抄表收费）。考虑到水价调整后对低收入群体影响大，特推出针对经民政、社会保障部门确认并持有效合法证件的低保户、低收入家庭、革命烈士遗属、残疾军人优抚对象的优惠政策。优抚对象每月每户用水量在 26 立方米（含 26 立方米）以内(第一级水量基数)，按每立方米 0.75 元的优惠水价计收水费；超过 26 立方米的，按居民生活用水阶梯式计量水价计收。

表 9-1-1 调整自来水价格方案

水价 / 分类	2009年水价 (元/ m^3)	2010年水价 (元/ m^3)	升幅 （%）	调升额 (元/ m^3)
居民生活用水(含消防、环卫、绿化)	1.03	1.26	22.3	0.23
工业用水(含种养业、农产品加工、行政事业)	1.32	1.65	25.0	0.33
经营用水(含临时建筑、饮食服务业等)	1.57	1.92	22.3	0.35
特种用水	1.89	3.03	60.3	1.14
趸售水价(南海西岸)	1.085	1.46	34.6	0.375

表 9-1-2 高明区居民用水阶梯式计量水价方案

户（4 人及以下）为单位的居民用水量（m^3/(户·月)）		水价标准（元/ m^3）
第一级水量基数	26 m^3 以内的部分（含 26 m^3）	1.26
第二级水量基数	26-35 m^3 部分（含 35 m^3）	1.89
第三级水量基数	35 m^3 以上部分	2.52
每户人口 5 人及以上的用户和总表计量的集体宿舍用户的用水量(m^3/(户·月))		水价标准（元/ m^3）
第一级水量基数	7 m^3 以内的部分（含 7 m^3）	1.26
第二级水量基数	7－10 m^3 部分（含 10 m^3）	1.89
第三级水量基数	10 m^3 以上部分	2.52

高明区现行的水价标准按佛山市高明区发展规划和统计局文件明发改[2010]28 号文件实施，具体价格见表 9-1-3。

9-1-3 高明区现行水价

用水分类	基本水价 (元/ m^3)	污水处理费 (元/ m^3)	综合水价 (元/ m^3)
居民生活用水(含消防、环卫、绿化)	1.26	0.8	2.06
工业用水（含种养业、农产品加工、行政事业)	1.65	0.90	2.55
经营用水(含临时建筑、饮食服务业等)	1.92	0.90	2.82
特钟用水	3.03	0.90	3.93
趸售水价(南海西岸)	1.46	0.90	2.36

注：(1)基本水价按明发改[2010]28号于2010年9月执行，新增与自来水价格有关的收费，如水资源费、价格调节基金等，按国家、省、市有关文件规定执行，顺加入基本水价中收取。
(2)污水处理费中荷城标准从2008年12月1日执行（明价[2008]75号）。更合、明城、杨和，三个镇从2009年10月1日至2010年12月31日，居民、其他均分别调为0.80元和0.90元。
（资料来源：佛山市高明区发展规划和统计局）

（2）现行水价的弊端

①阶梯水价推行困难

从资源节约和供水的公益性出发，采用阶梯水价是一种促进节水、相对体现公平合理的好方法，但是真正实施起来却困难重重。阶梯水价的实施必须有技术条件和社会管理条件作保证。技术上主要是计量仪要安装到位，抄表到户是实行阶梯水价的前提，但目前，高明区的取水计量设施近一半还未达到一户一表，各户用水量难以界定。社会管理主要是户籍人口的确定，而如何有效的确定各户人口存在困难。

②水资源费过低

在现有的水价体系中，水资源费是水价的一个重要组成部分，正确分析水价中水资源费存在的问题，是改革水资源费的基础和依据。目前，高明区水价体系中关于水资源费方面主要存在问题为水资源费过低，计价形式单一，难以有效调控，不利于节约用水。高明区水资源费征收标准见表 9-1-4。

表 9-1-4 高明区水资源费征收标准

收费项目			收费标准	计算单位
城乡生活取用水			0.12	元/m^3
生产、经营取用水			0.12	元/ m^3
核电、火力、抽水蓄能发电取用水			0.005	元/ m^3
水力发电取用水		大中型	0.007	元/（KWh）
		小型	0.005	元/（KWh）
地下水	公共供水管网覆盖区域	超采区、限采区	2.00～4.00	元/ m^3
		一般区域	1.00～2.00	元/ m^3
	公共供水管网未覆盖区域	超采区、限采区	0.50～4.00	元 m^3
		一般区域	0.25～2.00	元/ m^3

③水价体系不完备

高明区现行水价为居民用水实施阶梯式计量水价，但工业用水仍实行的是单一水价，缺乏灵活性，水价的针对性不强。用多用少一个价，紧时缺时一个价，不能有效地发挥价格的调控作用，极易造成水资源浪费。

鉴于上述原因，高明区应加强在技术上的投入，做好用户数据的采集统计工作；其次，及时调整水价及水资源费，使之与经济发展水平相符合，并灵活采用阶梯水资源费、阶梯式水价、两部制水价、季节性水价和分时水价的管理手段，促进水资源保护和合理利用。

9.1.5.2 科学合理的水价形成机制

（1）制定水价的原则

水是一类特殊的商品，与其他部门产品相比，水产品的生产与消费具有基础性作用，关系国计民生，是一种兼有社会公益性的资源型商品。水的供应与消费，一般都具有固定的关系，供给的价格弹性很小，用户几乎没有选择的余地。通常由政府划定供水营业区域，授权某一供水企业垄断经营是世界各国通行的做法。

基于供水的这些特点,在确定水商品的价格与收费体系时，应遵循：

①成本补偿原则，制定合理的水价首先要考虑对生产成本的补偿，对其成本核算和定价实施监督；

②合理利润原则，制定和调整水价，要考虑投资成本的回收，要建立一种既能吸引投资，又能约束企业粗放经营行为的价格形成机制，鼓励供水单位主动降低成本，提高效率，以促进供水业健康发展；

③反映市场变化，及时调整价格原则，根据水的供求关系和成本变化及时调整水价；

④公平合理原则，各类用户水价水平差别应建立在因用水特性不同而产生差别的供水成本基础之上，且以公众所承受的范围为限；

⑤可持续发展原则，水价必须保证水资源在代际之间的可持续开发利用；

⑥按照“同城生活、同城便利”原则，逐步实现供水价格“同城同价”。

（2）水价的构成

根据全成本定价理论，水价应该由三部分组成，即资源水价、工程水价和环境水价。

资源水价是体现水资源价值的价格，它包括天然水资源价格，水资源前期费用，水资源涵养与保护费用，水资源宏观管理费用。

资源水价是水价确定中最活跃的部分，是政府宏观调控的重要手段，政府可以通过人为提高或降低资源水价的方式，对水价水平进行调节，从而达到对水资源供求关系的调节，进而达到优化配置水资源的目的。

商品水市场与其它绝大多数商品的市场条件相比，具有显著的垄断性、区域性和严格的计划性特点。它不是由众多的水生产者参与市场竞争，并由此自由竞争形成商品水的市场价格。因此，它无法采用被广泛采用了的市场价格核算法进行天然水资源价格的核算。与其它绝大多数自然资源价格的核算相比，是天然水资源价格核算的最大难点。

采用国际通用的支付意愿法计算天然水资源价格。首先采用间接法来获取供水市场价格的近似估算值。这个近似估算值就是消费者支付意愿或愿付价格，设其为 Pj。然后计算供水系统的边际费用 C，则水的资源价格 PT 的间接估算值为：

$$PT=Pj-C$$

(a)消费者的支付意愿或愿付价格 Pj

用经验法估算供水项目水作为产出物的影子价格，就是用消费者支付意愿来估算。根据国际经验，对工业用户，通常以边际销售收入，即单位供水量可增加的销售收入的 2.5-3.5%作为消费者支付意愿。对居民的生活用水，一般以家庭收入的 1-2%作为生活用水的支付意愿。其一般式可表示为：

$$Pj= Xj•Bj /Wj$$

式中：Bj 为第 j 供水行业的销售收入或年人均收入；Wj 为第 j 供水行业的用水量或年人均用水量；Xj 为第 j 供水行业的支付意愿系数，工业用户一般为 2.5-3.5%，生活用水一般为 1-2%。

(b)供水系统的边际费用 C

这里所指的供水系统应包括以下几部分；供水工程系统、输水工程系统、城市自来水净配水系统和排水系统（不包括雨水排水部分）。

设这些系统的总投资量为 K，年运行费为 U，流动资金占用量为 X，供水系统年总供水量为 W，社会折现率或资金的机会成本为 i，供水系统的经济寿命为 n，则边际费用可表示为：

$$C=\left[K\frac{(1+i)^n i}{(1+i)^n-1}+U+Xi\right]/W$$

式中 n 采用 30 年；对于社会折现率 i 国家规定全国各行业、各地区都统一采用 12%，但考虑到水利建设项目的特殊性，特别是具有属于社会公益性质的建设项目，具有政治效益、社会效益、环境效益、地区经济发展的效益等很难用货币表示的效益，使得这些项目中用货币表示的效益比实际发挥的效益要小。因此，对属于或兼有社会公益性质的项目，《水利建设项目经济评价规范》规定可采用一个略低的社会折现率进行计算，如必要时可按 7%的社会折现率进行计算。考虑到供水工程的政治、社会、经济效益等，本次测算中的社会折现率均统一取 7%；如果投资有一个工程，则 K 需考虑资金的时间价值而计算其终值。当 n 足够大时，上式可简化为：

$$C=\frac{Ki+U+Xi}{W}=\frac{[(K+X)i+U]}{W}$$

(c)水资源价格估算值 Ptj

已知消费者支付意愿或愿付价格 Pj 和水系统的边际费用 C，则水资源价格

估算值即可由下式求出：

$$Ptj=Pj-C$$

式中的 Ptj 不仅包括天然水资源价格，而且包括水资源前期基础工作费用，单位为元/ m3。

（3）合理的水价计价模式

水价计价模式为：

$$P=Pwr + Ppc + Pec + E + T$$

式中，P 为全成本水价；Pwr 为资源水价；Ppc 为工程水价；Pec 为环境水价；E 为利润，利润率可取为 8%；T 为税收，税率取为 6%。

根据资料估算，高明区供水资源成本为 0.57 元/m^3，工程成本为 1.16 元/ m^3，环境成本为 0.96 元/ m^3，故全成本水价为：

$$P=(0.57+1.16+0.96)*1.08*1.06=3.07 \text{ 元/ m3}$$

高明区供水成本和全成本水价计算结果见表 9-1-5。

表 9-1-5　高明区供水成本和全成本水价计算

水 价 计 算 项 目	价格
消费者愿付水价(元/ m^3)	1.74~3.48
供水边际费用(元/ m^3)	1.97
水资源价格(元/ m^3)	0.57
供水工程水价(元/ m^3)	1.16
污水处理费(元/ m^3)	0.8
水环境保护费(元/ m^3)	0.16
环境水价(元/ m^3)	0.96
全成本水价(元/ m^3)	3.07
容量水价(元/ m^3)	0.37
水量水价(元/ m^3)	2.7

（4）水价类型

国内外水价大致可以分成三种类型，即阶梯式水价，两部制水价、季节性水价和分时水价。

①阶梯式水价

所谓阶梯式水价就是在合理核定居民用水及各类企业用水等基本用水量的

基础上，给用户制定一个用水定额，在定额以内的用水，执行一个较低的水价，而超过定额的用水，则执行一个较高的水价，用量越大，价格就越高，其中对公共服务用水、居民基本生活用水实行低价，对合理工业生产用水实行中价，对营运用水实行高价。对于超定额用水阶梯加价，主要目的是促进节水和减少污染量，以保护短缺的水资源。

②两部制水价

目前，我国在部分地区和供水企业实行的两部制水价有两种不同的内涵：一是基本水价与计量水价相结合的两部制水价；二是容量水价与计量水价相结合的两部制水价。

(a)基本水价与计量水价相结合的两部制水价

实行基本水价与计量水价相结合的两部制水价的目的是保证供水工程在任何运行状况下满足管理人员工资和维修管理费用的需要，保证供水工程正常运行，它是根据水利工程供水生产特点制定的。

计量水费按实际用水量乘计量基价计收。基本水费在一定用水量范围内不管是否用水都要缴纳，其中农业灌溉用水按有效灌溉面积计收，一般不与供水量挂钩；工业及城镇生活用水一般与供水量挂钩，按保证供水量计收。

(b)容量水价与计量水价相结合的两部制水价

国家发展计划委员会、建设部计价格[1998]1810 号文《城市供水价格管理办法》中提出在城市逐步试行容量水价与计量水价相结合的两部制水价和阶梯式计量水价，前者用于城市非居民生活用水，后者用于城市居民生活用水。容量水价用于补偿供水的固定资产成本，计量水价用于补偿供水的运营成本。两部制水价的计算式如下：

两部制水价（费）＝容量水价（费）＋计量水价（费）

容量水费＝容量基价每户容量基数

计量水费＝计量基价实际用水量

③季节性水价

即在不同季节实行不同的水价，季节性水价体系主要在水的季节性需求和供给变化较大的地区应用，可达到调节供需平衡，提高水的利用效益的作用。

④分时水价

即在一天不同时间段内实行不同水价，在用水高峰期时段实行较高的水价，

在用水低谷时段实行较低的水价。实行分时水价可达到降低用水量峰值的目的，从而降低供水工程的规模和工种造价。但此水价的实施需要安装分时计量水表，造成成本较高，实施的难度较大。

9.1.5.3 水价改革建议措施

（1）提高用水计量设施普及率

根据高明区用水计算设施普及现状，高明区应采取各种措施提高居民用水计量设施的普及率，为居民用水阶梯水价的全面实施创造基础条件。

（2）增大水资源费的征收标准，理顺收费主体，加强征管力度

根据高明区用户的承受能力，以及水资源作为生产资料和生活资料所产生的效益差异，结合高明区水资源现状，对不同的用水户采取不同的水资源费。对于生活用水，根据其公益性，可以进行重点倾斜；对于其它用水户，水资源作为生产资料，其水资源费依照市场进行调整，拉开档次，有利于产业结构的调整，有利于节水型社会的建立。而在同一用户中，采用阶梯式水资源费，就是在一定范围的水资源量内采用基本价，超过定额采取更高的价格，既保证其基本的用水量，同时有利于促进用水户节约用水。

（3）逐步推进阶梯式水价、两部制水价和分时水价等水价模式

水价的调整在高明区采用分步走的办法逐步实施，在居民生活用水实施阶梯水价的基础上，逐年增加资源成本的含量，水价采取逐步调整的作法。建议在每次调价前，根据以往物价上涨指数对上述水价进行调整。2015 年和 2020 年水价调整，一方面考虑到高明区的经济增长率达 20%左右，居民收入将增加；另外一方面考虑过去高明区自来水公司水价调整年增长率均在 5%左右，同时考虑香港目前水价最高 9 元/ m3，北京水价近期将达 6 元/ m3 等，高明区 2015 年和 2020 年基本水价调整在 2010 年的基础上按年增长率 5%计算，不同规划水平年的基本水价建议方案见表 9-1-6、居民用水阶梯式计量水价建议方案见表 9-1-7、工业用水水量水价建议方案见表 9-1-8。

编制两部制水价和分时水价执行规划，深入宣传水价政策，提高群众水价意识，积极支持水价改革，推动水利事业发展。

表9-1-6　高明区水价建议方案　　单位：元 / m^3

用水分类	2015年	2020年
居民生活用水(含消防、环卫、绿化)	2.62	3.36
工业用水（含种养业、农产品加工、行政事业)	3.25	4.15
经营用水(含临时建筑、饮食服务业等)	3.6	4.59
特种用水	5.02	6.40
趸售水价(南海西岸)	3.01	3.84

表9-1-7 高明区居民用水阶梯式计量水价建议方案　　单位：元 / m^3

用水量级	2015 年	2020 年
第一级水量基数	2.62	3.36
第二级水量基数	3.73	4.68
第三级水量基数	4.84	6.01

表9-1-8 高明区工业用水水量水价建议方案　　单位：元 / m^3

用水量级	2015 年	2020 年
定额内水价	3.25	4.15
定额外水价	4.88	6.23

（4）完善公共参与机制，运用公共权力进行价格规则

高明区有必要在价格形成过程中进一步完善公众参与机制。高明区国土城建和水务局要严格按照《政府信息公开条例》规定的内容、程序和方式，及时、准确地向社会公开政府信息，确保公民的知情权、参与权、表达权、监督权。要以便利公众知悉的方式，公告有关信息。其次是程序性制度的完善，包括调查公众意见、征询咨询专家意见、召开座谈会、举行论证会和听证会。只有建立合理的公共参与机制才能在水价的形成制定过程让多元利益的冲突与妥协得以在规范化、有序化的框架中进行，让不同的异议声音得以有效的表达。

（5）建立用水奖惩制度

高明区水管部门可以适当采用必要的经济奖惩制度，对积极保护水资源及计划用水、节约用水方面做出贡献的人员给予经济奖励，而对那些破坏水资源，不按计划用水，任意浪费水资源以及超标排污等行为实行严厉地经济制裁。

（6）鼓励使用再生污水，合理确定再生污水价格

城市污水再生回用既能减少水环境污染，又可以缓解水资源紧缺矛盾，是贯彻可持续发展战略的重要措施。为鼓励使用再生污水，高明区应制定合理的再生污水价格，在推广初期可以选择一些小区开展再生水应用建设试点，并不断推进污水处理技术，提高再生水利用水平。

9.2 进一步加强水资源法制化管理

9.2.1 现行法规的内容及存在的问题分析

9.2.1.1 水政策法规建设现状

（1）国家水法律法规政策体系建设

经过十多年的水政策法规体系的建设，国家先后颁布了《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国水土保持法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国水污染防治法》，为我国水利事业的改革和发展提供了重要的法律保障。

相继实施的行政法规，包括有国家的《河道管理条例》、《防汛条例》、《水土保持法实施条例》、《取水许可和水资源费征收管理条例》、《水文条例》、《抗旱条例》、《大中型水利水电工程建设征地补偿和移民安置条例》、《水污染防治法实施细则》、《水利产业政策》、《水利建设基金筹集和使用管理暂行办法》、《水利工程水费核订、计收和管理办法》等。国务院部门规章也相继配套。

国家法律法规政策体系的建立和发展，使防洪工作法治化，强化依法管理水资源，重视水土保持和水资源保护，强化水工程建设和水工程管理，加快了水利产业化进程。

（2）广东省水政策法规的建设

广东省在国家颁布的水法律法规政策的基础上已相继出台一批地方性规章和规范性文件。如《广东省河道堤防管理条例》、《广东省河口滩涂管理条例》、《广东省河道采砂管理条例》、《广东省水资源管理条例》、《水利旅游项目管理办法》、《广东省水利工程管理条例》、《广东省东江西江北江韩江流域水资源管理条例》、《广东省水利工程水费核订、计收和管理办法》、《广东省取水许可制度与水资源费征收管理办法》、《广东省水库大坝安全管理实施细则》、《水利事业费管理办法》、《广东省人民政府关于搞好水利工程安全达标建设的通知》等。

（3）佛山市水政策法规体系建设现状

佛山市在国家和广东省的法律法规基础上，结合本区域的实际，先后制定颁行了多项地方配套规范性文件，包括《佛山市水利建设基金筹集和使用管理暂行办法》、《佛山市区城市供用水管理规定》、佛山市《关于贯彻〈广东省取水许可制度和水资源费征收管理办法〉的通知》、《关于思贤窖至五斗桥、紫洞至扬滘饮用水源保护区管理规定》、《佛山市水利局实施行政许可程序的管理办法(试行)》、《佛山市水利局行政许可办事指南（试行)》、《佛山市水利局行政执法案件审理委员会工作规则》、《佛山市水利局工作规则》、《佛山市水利局社会救援工作制度》等，强化水资源保护和管理；制订了《佛山市中小型水利工程质量监督实施办法》、《佛山市水利工程施工招标投标工作细则》、《佛山市水利工程建设预防职务犯罪工作制度》、《佛山市水利工程管理体制改革实施方案》等，加强工程项目的建设管理；制定了《佛山市水利局行政执法案件审理委员会工作规则》、《佛山市水利信息化建设管理暂行办法》、《佛山市水利行业管理工程规程》等规范佛山市水行政管理。这些水政策法规的建设对规范佛山市高明区水利事业的发展起了重要的作用。

（4）高明区水政策法规体系建设现状

高明区也根据当地的实际情况，相继制定了一系列水政策。如《高明市取水许可制度与水资源征收管理细则》、《高明市水土保持实施办法》、《高明市水利工程施工、质量监督及验收程序实施办法》、《高明市电排站运行值班制度》、《高明市电排站安全操作规程》、《佛山市高明区中型水库管理规定》、《佛山市高明区小型水库管理规定》、《佛山市高明区抗旱工作应急预案》、《佛山市高明区防御暴雨工作应急预案》、《佛山市高明区防御热带气旋工作应急预案》、《高明区水利局挂钩联系工作制度》、《关于高明区各镇（街道）必须规划和建设污水处理系统的议案》等办法和规章制度，使高明区水务管理工作制度化、规范化。

9.2.1.2 现行水政策法规存在的问题

随着经济、社会的快速发展，高明区防洪除涝减灾任务越来越繁重，水污染也越来越突出，水质型缺水造成水资源供需矛盾、水生态环境恶化，水资源管理尚不统一，水工程运行机制尚未达良性循环。其中一条重要原因是水法规政策尚不能规范到水事活动的各个方面。近年来，高明区加强水法规宣传，严厉打击违法采砂、运砂等水事违法行为，取得不俗成绩。但高明区水法规体系总的来说建设滞后，整个管理体系还不完善，具体表现为：

（1）水资源统一管理和保护力度不够

高明区城乡供水相分离，在水资源分割管理的体制下，水源地不管供水，供水的不管排水，排水的不管治污，治污的不管回用，这种状况加剧了全区用水紧张局面和生态系统恶化。城乡水资源统一管理模式未纳入法制轨道，显露出水资源管理职能交叉、权责不清等问题。

（2）规范、政策不健全、不配套

高明区在 2010 年 2 月成立水务局，对涉水事务职能进行重组，推行了水资源统一管理模式，但统一的水资源的开发、利用、治理、配置、节约和保护等方面规范、政策还未成体系，不够完备，与经济社会发展的需要不相适应。

由于节水法规空白造成大部分地市的节约用水工作处于无部门管理的状态，有关水权、水市场和水价体制的法规体系亦尚未建立。

（3）执法队伍不健全，执法力度不够

从管理职能上看，水行政主管部门负责本辖区水资源开发、利用、水利工程保护等统一管理和监督工作，实行的是流域管理和行政区域管理相结合的管理体制，而水行政执法队伍在实际工作中，由于政出多门、各自为政，当利益与行政执法行为发生冲突时，放弃了纠正违法行为而追求利益成为最终决策目标。多层次行政执法部门对监察对象均有管理权时，又会出现两种情况：一是受地方保护主义影响或其他政府部门干预；二是怕承担责任而放弃监督检察权，出现能管不管、管而不实的现象，因而使行政管理职能受到影响，导致滥用职权、滥罚滥没现象屡有发生。

目前，高明区水政执法队伍存在人员配备不足、素质不高的问题。高明区水政监察队伍基本情况见表 9-2-1，由于诸多方面原因，水政执法工作权威性不高，执法队伍专职人员数量过少，加上制度未完善，执法力度不大，以至于个别单位和个人根本不服从水行政执法人员的管理和处罚，有些水事案件当事人拒不配合调查，就无法进行下去，即使已作出行政处罚决定，有些违法当事人拒不执行，只能申请人民法院强制执行，但目前法院执行难也是一个普遍存在的问题，所以，最后的结果就是案件没有执行，还助长了违法者的嚣张气焰。

表 9-2-1 2009 年高明区水政监察队伍基本情况统计表

队伍情况（支）				人员情况（人）									
行政性质	事业性质			工作方式		性别结构		年龄结构			文化程度		
	全额拨款	差额拨款	自收自支	专职	兼职	男性	女性	29 岁以下	30-45 岁	46 岁以上	中专以下	大专	本科以上
1	√	/	/	10	31	39	2	5	28	8	5	30	6

注：(1)专职是指在水政机构、水政监察队伍专门从事相应具体水行政执法工作的水政监察人员。兼职是指在水资源管理、河道管理、水土保持、节水管理等相关业务部门和基层单位（乡镇水利站等）兼职从事水行政执法工作的水政监察人员以及兼任水政监察队伍主要领导职务的单位领导。

(2)兼职中有 30 人属水利会人员。

（4）公众参与机制不健全

在城市水务市场化之前，是由政府相关部门以及国有企业在从事水务设施的建设、维护和运营，它们事实上在履行着公务职能，因此应该遵守行政程序法的要求。而市场化之后，具有市场上自然垄断地位的水务运营企业，相当于是在以民间团体的角色来履行公共职能，为了防止其垄断权力的滥用，因此在水务特许经营过程中，应该引入公众参与机制，让公众享有知情权和建议权，保证公众能够对城市水务特许经营的实施情况予以监督。公共参与机制不健全是高明区水资源管理体制的薄弱环节。只有建立和完善公众参与机制，正确引导公众积极而有序地参与水务特许经营的实施，才能真正有利于维护公民的权利，有利于涉水事务的管理。

9.2.2 加强水资源法制化管理

9.2.2.1 修订和完善的政策和规范性文件

针对高明区现有的水务政策法规体系现状，为了保证高明区水资源的可持续利用，除了对现有的水务政策、规范进行修订外，还须制定以下几方面的水政策和规范：（1）高明区水资源一体化管理实施办法；（2）高明区供排水管理实施办法；（3）高明区节水用水规定；（4）高明区水务信息化建设政策；（5）水利工程一体化管理政策。

9.2.2.2 加大水法规宣传

高明区水务管理工作者应向市民大力宣传水务法规、政策，使市民了解、熟悉主要的水法规、政策，提高全民的水法规意识，营造和改善依法制水的软环境，提高公众参与度。每年可充分利用“世界水日”“中国水周”等契机对广大民众

认真、深入、扎实地开展普法教育和水法规宣传活动，开展法制宣传教育，形成以法制水，依法管水的氛围。可以结合水事违法案件，借用现代新闻传媒对社会影响大、群众较为关心的水事违法案件予以暴光，并对案件的查处跟踪报道，采用“以案释法”的宣传方式，在执法中宣传，在宣传中执法，增强宣传效果。

9.2.2.3 强有力的水执法队伍建设，强化执法力度

水政策法规的落实，除了全民积极配合外，还需要有优秀的执法队伍作为保障。这就要求高明区所有的水务管理工作者加强学习，提高个人的法律意识和管理水平，同时要加强执法队伍与执法体系的建设，提高水政监察人员的执法水平和执法能力。

提高执法人员素质，加强执法人员的培训入手，不断提高其政治素质、业务素质、法律素质，完善执法人员参加法律学习的相关制度，确保水政执法人员依法办事，做到有法必依、执法必严、违法必究。同时也要不断改善执法装备和条件，保障执法办案经费，提高水政执法装备的信息化水平，才能有效推动全区水行政执法工作，促进高明区水行政管理工作健康有序发展。以推行行政执法责任制和和评议考核为重点，加强制度建设，规定水行政执法机构和执法人员相应的责、权、利，把法定的权利和义务进行分解、量化、细化，明确执法范围、权限、程度、标准和责任，制定配套考核标准和奖惩办法。另外，健全和落实错案追究和行政赔偿等制度，促进水政监察队伍树立严格执法、文明执法的责任心，依靠制度规范行政执法行为。

9.3 进一步推进水资源管理系统化建设

已经进入信息时代的全球科技正在突飞猛进地发展着，科技进步势必对水资源的科学管理有积极的促进作用。新时期，高明区水务管理部门的一项重要工作就是要以科技进步支撑水资源管理，促使水资源管理的数字化、网络化与信息化，采用遥测遥感技术，建立水资源数据库和信息系统。目前，高明区以信息技术为支撑，初步完成水利信息网络、三防指挥系统、水资源实时监测管理系统、水利政务信息系统、水利工程实时监控系统、水环境监测网络及水环境信息决策支持系统的建设，并强化行政审批人员对行政审批业务系统的操作，促进电子政务建设，在一定程度上促进了高效的水管理。

9.3.1 加强水资源监测系统建设

水资源监测工作是水资源开发利用、管理和保护工作的基础，同时也是水利建设和经济社会发展的基础。社会经济的不断发展和国家治水思路的转变对水资源监测工作提出了更高的要求。为了给水资源的开发利用、配置、节约、保护提供强有力的技术支撑，高明区水务主管部门须进一步推进水资源监测系统建设。

基于高明区水源地、取水口、入河排污口等的统一管理，全面建设和完善高明区原水、污水、自来水的水资源监测系统，自动监测辖区内的排水、供水、取水、水资源状况等一系列重要管理数据，为决策者提供翔实的实时数据。

9.3.1.1 进一步扩充水文信息采集系统

全区范围内需进一步完善扩充水文信息采集系统，增设水位雨量遥测站、水质自动监测站，建设重点河湖断面的水量水质自动监测站和重点控制工程自动监测监控系统，运用现代传感技术、自动测量技术、自动控制技术、计算机应用技术以及相关的专用分析软件和通信网络，实现对各监测点水量、水质情况的远程监控，对数据自动采集、存储。

9.3.1.2 建设取用水在线监测系统

高明区全部用水户，除自来水公司外，其他主要是工矿企业直接引用地表水或地下水，缺乏先进的计量设施。高明区需对辖区内主要用水户建立取用水实时监测，对管理决策者提供用水户取用水监测数据。

9.3.1.3 完善水环境监测网络

为做好水污染突发事件的防范，提高高明区应对水污染突发事件的能力，迅速、有序、高效地组织水污染突发事件的应急反应行动，确保人民群众用水安全，区水务局应进一步完善全区水环境监测信息网络。在全区主要河流、各重点城镇和工业园区的主要入河排污口附近设立监测点，对辖区内各水功能区的地表水、地下水水环境质量及污染趋势进行在线监测。

9.3.1.4 建立水利工程实时监控系统

水利工程实时监控系统工是确保水利工程质量安全和廉洁文明施工的监控平台，也是工程建设各相关责任主体强化内部管理的重要载体。水利工程实时监控系统对加强水利在建工程建设全过程监管，保证施工、监理人员和项目业主驻现场负责人等履职到位，节约工程管理成本，保障工程建设进度，推进安全管理措施落实和提高工作效益发挥了重要作用。高明区需建立水利实时监控系统，以

实现对辖区内河涌、堤围、水闸、电排站等水利设施进行全方面的管理。

9.3.2 加快水资源管理系统建设

已经进入信息时代的全球科技正在突飞猛进地发展着，科技进步势必对水资源的科学管理有积极的促进作用。新时期水务管理部门的一项重要工作就是要以科技进步支撑水资源管理，促使水资源管理的数字化、网络化与信息化，采用遥测遥感技术，建立水资源数据库和信息系统。

在全区域水利信息化基础设施基础上，建设以水资源管理业务为重点，以水源、取水、输水、供水、用水、耗水和排水等水资源开发利用主要环节的监测以及大江大河行政边界控制断面、地下水超采区监测为基础，以国家电子政务外网和国家防汛指挥系统骨干网为依托，以水资源业务应用系统为核心的水资源管理系统，形成支撑区域水资源管理体系的工作业务平台和决策支持环境，从而为各级水行政主管部门更好地履行水资源管理职责，实现水资源优化配置、高效利用和科学保护目标提供支撑。

9.3.2.1 建立完善的水利信息系统

（1）完善基础数据库

高明区应完善基础数据库，建起全区工情、水质、水资源、水环境、建设管理、水利规划等数据库，建立水利数据中心，对数据进行规范、对数据的格式进行统一、以便于不同系统之间信息交换和共享。其中，数据库要求建立在对相关实时信息采集系统的数据抽取和整合的基础上。将分散存储在各个实时系统、异构平台的各类数据库中的数据进行采集、格式转换、加载和引用，实现数据的整合和抽取，为水资源综合管理和各水务管理部门资源共享提供数据基础。

同时，通过对全区河流、水库、湖泊、机电排灌站、跨河工程、治河工程、穿堤建筑物、水闸、水文站、水质监测站、地下水监测站、堤防、海塘、蓄滞（行）洪区、灌区、城市防洪工程、水电站等工程的基础参数分析，提高高明区防汛、抗旱决策的科学性、主动性。

（2）建立水资源管理系统

高明区应建立起水资源理信息系统平台。在全区水利信息化基础上，建设起以水资源管理业务为重点，以水源、取水、输水、供水、用水、耗水和排水等水资源开发利用主要环节的监测为基础，以国家电子政务外网和国家防汛指挥系统骨干网为依托，以水资源业务应用系统为核心的水资源管理系统，形成支撑区域

水资源管理体系的工作业务平台和决策支持环境，从而为水行政主管部门更好地履行水资源管理职责，实现水资源优化配置、高效利用和科学保护目标提供支撑。

9.3.2.2 进一步改进三防水利信息系统

2000 年以来，高明区加大水利信息化建设，建立起“高明区三防水利信息化网络系统”，实现不同级的三防应用系统之间和单位内部应用系统间的相互联系。高明区应进一步改进防汛抗旱指挥信息系统，为全区防洪除涝防风暴潮的管理和决策提供技术平台；修订完善各类防灾预案，增强应急反应能力；建成一支专业防灾机动抢险队；加强物资储备库建设；规定灾害预警级别，向社会公众发布灾害警示；健全社会动员机制，建立“三防”减灾社会保障制度。

9.3.2.3 建立水环境信息决策支持系统

为配合三防水利信息系统和水资源管理系统建设，基于全区水源地、取水口、入河排污口等的统一管理，高明区应建立起水环境信息管理系统。该系统主要为辖区内水环境监测管理服务，对监测资料进行数据管理、统计分析、信息查询、数据查询、水环境质量评价、水环境质量信息发布、水环境质量整体评述等，满足全区取水总量控制、入河排污总量控制、河道内生态需水维持等最小流量要求。

9.4 水务科技发展与高素质人才队伍建设

9.4.1 高明区水务科技发展规划

9.4.1.1 水务科技发展现状及存在问题

（1）高明区水务及水务科技发展现状

“十一五”期间，高明区科技事业和高新技术产业得到了较大发展，科技投入在整个高明区经济发展投入中比例有些增加，区水利及水务科技的发展也逐渐引起社会的重视。近三年来，水利投入分别是：2006 年 0.1768 亿元；2007 年 0.195 亿元 ；2008 年 0.2586 亿元，约占全区 GDP 的 0.08%左右，详见表 9-4-1。1998～2008 年内，全区水利投入共 3.0462 亿元，占当年 GDP 的 0.08~1.3%。按照《佛山市水资源综合规划》，2001～2020 年传统意义上的水利建设（不含城市供水、治污等）投入资金约为全区 GDP 的 0.8%，若在今后 10 年内水利投入超过目前全区的 GDP 的 0.5%，并达到占 GDP 的 1%左右的合理比例，则高明区的水利建设资金更加丰裕，水利现代化建设大有可为。按《佛山市水利现代化规划纲要》中科技投入占水利投入 3%计算，水利科技事业将会有很大的发展。

表9-4-1　1998~2008年高明区水利投入资金表　单位：亿元

年份	水利投入	GDP	水利投入占GDP百分率(%)
1998	0.4696	35.84	1.31
1999	0.4278	50.35	0.85
2000	0.3416	63.1144	0.54
2001	0.405	71.2561	0.57
2002	0.4187	79.5218	0.53
2003	0.4029	94.5515	0.43
2004	0.308	121.8769	0.25
2005	0.2088	157.2211	0.13
2006	0.1768	204.3875	0.09
2007	0.195	254.0536	0.08
2008	0.2586	307.4049	0.08
合计	3.0462	1439.578	0.21

注：水利投入数据源于高明区年鉴和佛山年鉴，GDP数据源于高明区统计年鉴(可比价格)。

高明区坚持“科教兴水”发展战略，不断提升水利科技含量，水务技术创新和其他科学先进技术在水务上的应用取得了可喜成果，使得高明区在水务科技建设方面取得了长足的进步。

高明区水利科技在三防信息化建设中得到很好的推广和应用，初步建立了“高明区三防水利信息化网络系统”以及水利信息公众网；初步建成高明区水利系统虚拟局域网；建立了相关专业资料数据库；建成了多个水利工程集群控制试点；初步完成了三防沙盘触发多媒体系统的开发；2007 年以来，新建 14 个水雨情测报站，使全区水雨情测报站分布合理，并与南京水文自动化技术有限公司合作，开发了一套水雨情信息系统，并能通过国土城建与水务局的网站对全区各水雨情遥测站点的水雨情信息进行实时查询。

（2）高明区水利科技发展存在问题

高明区在水利科技等方面，取得了一些成绩，但也不可避免地存在一些问题，主要体现在以下几个方面：

①水利科技投入低，不利于水利科技的发展

近几年，高明区水利投入的资金占当年 GDP 的比例有呈下降的趋势，水利投入增加频率与全区 GPD 增长频率不相符，科技投入不利于全区水务科技发展。

②科技创新科研能力薄弱

与科研院所、大专院校的合作尚处于起步阶段，科技投入少，科技推广力度

不足，对有创新能力的人才吸引不足，特别是水利人才；水利发展基础较差、起点较低，对水利人才重视度不够；另外，可提供的实验设备落后，管理思想、科技意识还未能跟上社会快速发展的步伐，管理体制不完善。这些都对水利自主科研能力有较大影响。

9.4.1.3 水务科技发展规划

根据高明区水务科技的发展现状以及存在问题，在以后的水务科技建设中，要按照高明区水务现代化建设和经济社会发展的要求，实施“科技兴水”战略。

（1）切实加大水利投入，建立健全多元化投入机制

任何水事活动都需要有投入来实施，水利现代化建设和管理更离不开稳定充裕的资金支持。发达国家的实例证明合理的水利投入与 GDP 程一定比例有助于水务科技的发展，促进国民经济的提高。高明区在现有的投入基础上需广纳资金，切实加大水利投入。

加大水利投入要在充分发挥公共财政作用的同时，按照国家、集体、社会投入相结合的原则，建立多元化、多渠道、多层次的水利投入机制，使水利的投资总量有显著增加。在积极争取上级水利资金的同时，高明区对水利的投入要随地方财政的增长同步增加。加强水利建设基金和水资源费、水土流失防治费及水土保持设施补偿费等行政事业收费的征收管理。

（2）加大科技投入，确保科研顺利进行

科研投入是科技进步的基础条件，要采取各种切实有效的措施，多方开辟经费渠道，提高水利科技投入在水利投入中的比例，加大对水务科技工作的支持力度。而对于水务科技的一些基础性研究工作，或应用基础研究工作，为公益性研究，应以政府投入为主，因而必须予以科研经费保障。高明区经济在 2000~2008 年间获得较快发展，按可比价计算，2000 年的地区生产总值为 63.11 亿元，2005 年达 157.22 亿元，年均增长率 20.0%；2005~2008 年经济发展进一步提速，年均增长率达 25.1%。按《高明区水利现代化规划纲要》中的高明区及各镇经济社会指标和水利科技投入，即以 2008 年高明区 GPD 为基数，前 2 年按 25%、以后按 20%左右的经济增长率、水利占 GDP 的 0.5~1%和水利科技投入占水利投入的 3%计算，可以得到不同水平年高明区及各镇水利科技投入经费见表 9-4-2。

表 9-4-2 高明区及各镇水利科技投入 单位：亿元

行政区	2009 年 GDP	2010 年水利科技投入	2015 年水利科技投入	2020 年水利科技投入
荷城街道	187.721	0.041~0.082	0.102~0.204	0.255~0.509
明城镇	60.854	0.013~0.026	0.032~0.064	0.080~0.160
杨和镇	60.854	0.008~0.015	0.019~0.038	0.047~0.095
更合镇	49.652	0.010~0.021	0.026~0.052	0.064~0.128
合计	332.385	0.072~0.144	0.179~0.358	0.446~0.892

增加水务科技方面的投入，实现资金来源多元化。政府投入将是资金的主要来源，各级水务、三防部门应根据分期建设内容争取政府支持，另外，可以通过工程建设市场化的方式，通过市场化运作募集社会投资。

（3）加强与科研院所合作，联合攻关

广泛与有关高校和研究机构建立合作研究制度，建立模式化的水利研发基地，结合高明水利发展的实际和要求制定细致的水利研究计划，为高明区“科技兴水”建构起稳定有效的联合研究模式。充分利用科研院所的综合科技力量和信息，实现高明区水务科技事业跨越式发展。

（4）完善水务科技技术体系

开展战略性、前瞻性的基础研究和实用的新型技术研发，努力建设以解决高明区水问题、具有特色的水务科技技术体系，制定分阶段的科技实施计划和方案。

1）开展各类基础研究，如：

① 防洪排涝方面：防洪排涝的新方法、城市化水文效应研究、洪水灾害应急抢险技术；

②水资源安全和优化配置方面：区域水资源承载力、蓄水量预测、水资源安全风险研究、水资源调度管理研究；

③水环境与生态保护方面：河流生态修复、水环境治理的长效机制；

2）加强应用研究

① 提高预警预报方面。开展现代防洪防风防旱减灾保障体系的理论研究。综合工程措施及非工程措施，引进供水风险分析理论，开展流域防洪防风防旱规划理论的研究。重视洪水成因及预报方法的研究，探索其成因及演变规律，开发不同尺度的预报模型。制定分阶段的防洪除涝新技术、开展防洪除涝系统仿真实

验；

② 水利设施建设方面。要紧紧围绕水利的重大问题开展科技攻关，制定分阶段的水利现代化建设新材料、新模型实验等研究计划和方案。开发研制高强、高性能混凝土，高性能防水、密封、抗冲磨、抗气蚀、防酸雨、耐老化等新型防护材料；

③ 水资源利用方面。重视水的资源特性及环境特性的双重特性相结合问题，坚持水量与水质的统一，探讨其理论基础和定量分析方法。重视水资源利用的有效性问题，建立水资源开发的科学评估体系。在水土保持保持及生态环境建设技术方面，要开展典型地区的水土保护综合治理技术研究。制定分阶段的节水实验、污水处理与回用实验等研究计划和方案。

（5）制定水务科技规划

高明区应该组织编制水务科技规划，为区内水务科技的发展提供依据。同时积极引进高新技术改造水利传统行业，特别要重视水资源与水环境的监控及其自动化管理系统和防洪信息系统的建设，早日实现对堤围闸门、泵站、水环境的远程监控，实时收集运行及水位信息。

9.4.2 高明区水务人才队伍建设计划

9.4.2.1 水务系统人才现状分析

在水务事业不断发展的过程中，高明区的水务人才发挥了重要的作用，是推动高明区水务事业发展的主导力量。2007 年以来，高明区开展水管体制改革，2008 年水务直属单位和水利所完成水管制度改革，推进全员聘用制改革，开展竞争上岗，调动了水务队伍的工作积极性，促进了水利队伍知识化、年轻化。加强水务队伍建设，实施“科教兴水”战略。但是由于政府统一管理水务的职能未能转换，长期以来重建轻管的惯性影响导致水法规体系建设方面的人才较缺乏，工程技术人才，复合型的高级管理人才不足。高明区水利人才结构不合理学历偏低，特别是镇以下高学历人员不足；相比整个佛山地市中高明区中高级水利技术人员数量是最少的，总量也是最少的，整个水利职工队伍知识结构不高，未能满足基层水利建设和管理的需要。

9.4.2.2 水务系统人才队伍存在的主要问题

（1）人才学历结构存在不合理，人才职称偏低

高明区水务人才队伍存在人才总量不足，学历结构不合理，总体人才职称偏

低等问题。

（2）人才专业结构有待完善

受人才学历结构的影响，水利所高中学历及以下无专业人才偏多外，高明区内人才专业结构分布不全面，长期以来重建轻管的惯性影响导致水法规体系建设方面的人才较缺乏，只着重工程技术人才，复合型的高级管理人才不足。

（3）人才分布不合理，对人才工作的认识不足

人才分布不合理，多集中在区属单位，基层单位专业人员比重较小，职工队伍知识结构未能满足基层水利建设和管理需要。区内对人才的培训投入较少，对人才政策的贯彻落实还未完全到位，对人才资源开发工作重视不够。

（4）人才培训工作，计划性不强

人才培训教育方面缺乏系统性，对培训内容、方式和周期的指导和引导不够。对技术人员培训多，对管理人员培训少；学历教育进行得多，岗位继续教育举办得少；重视举办培训班，忽视对学员学习效果的有效考查。

9.4.2.3 水务人才队伍建设规划

（1）吸引优秀人才，优化人才结构

根据《佛山市水资源综合报告》，到规划 2020 年，学历结构方面，硕士研究生以上学历人员达到 6%，本科以上学历人员达到 40%以上，专科以上学历人员达到 50%以上，中专以上学历人员达到 85%以上；专业技术人员结构方面，中高级以上职称人员达到 45%以上；年龄结构方面，36-55 岁的人员应占总人员的 25%左右，35 岁以下占 65%左右；并合理调整专业结构比例，使党政人才、专业技术人才和经营人才的比例在 12%、55%和 10%左右，达到此结构比较满足水务系统对高层次人才需求。

结合高明区水务人才现状，高明区要坚持以引进本科学历以上毕业生为主要渠道，多学科、多专业引进各类人才，为水务人才队伍不断输入新鲜血液，优化和调整人员结构。重点引进紧缺人才、高层次人才和复合型人才，充实高素质的业务技术骨干和学科带头人。

高明区要重视对科技创新带头人的培养和使用，增加不同层次知识结构人才的数量，努力为他们的成长创造良好的环境和条件，紧跟水利科技发展趋势，加快人才培养步伐，使水务系统人才结构合理，整体队伍素质适应现代化水利的需要。

（2）注重基层人才建设

高明区人才分布不合理，多集中在区属单位，基层单位专业人员比重较小，并且存在人员老化、人才不足、素质偏低等问题。高明区可阶段性地对调配人才，建立与完善农村水利人员从业资格制度，引进农村水利人才，逐步淘汰低素质、非专业人员，充实专业技术力量。并可以把区属单位优秀人才阶段性地安排到基层单位，以弥补职工队伍知识结构未能满足基层水利建设和管理需要的情况。

（3）强化人才培训体系

由于区内水务系统低学历、无专业特长的老水利人才居多，但水务系统人才规模决定了高明区短期内也不可能大量引进人才，因此，强化人才培训对高明区水务人才队伍的建设就显得十分关键。高明区需要对基层水利人员及区属单位内学历偏低的如专科、高中等人才进行水务专业知识的培训，改善职工队伍知识结构；对基础好、有发展潜力的中青年干部加强管理知识培训，并鼓励参与继续教育；对系统内一般员工还要进行普法教育、思想学习、岗位技能等培训。如可以选派优秀工作者到先进水务发展地区、开展培训班等，通过各种形式使每年接受各类培训教育的职工超过职工总人数的 30%。

（4）建立有效的人才激励机制

高明区要建立创新人才激励机制，采取优惠的待遇引进创新人才、留住人才、激励人才的科技动力机制。建立健全以考核评价为基础，与岗位责任风险和工作业绩相挂钩，短期激励与中长期激励相结合的薪酬激励机制，设立人才奖励基金，坚持社会和业内认可的原则，对在发展水务事业中做出突出贡献的科技人员和经营者，要给予荣誉和物质上的奖励。对水务企业，积极推行技术入股和科技人员持股经营制度。

10 规划实施效果评价与保障措施

10.1 规划实施效果评价

高明区水资源综合规划实施效果评价就是综合评价规划方案实施后对提高高明区水资源合理开发利用程度，改善水生态环境等方面所起的作用及其所产生的经济效益、社会效益和生态效益。

随着高明区经济高速发展，人民生活水平不断提高，全区对水资源量的需求，对水质的要求也越来越高，需要有足够供应能力的取水供水系统，提供高质量的水，还需要有优美的生活、娱乐、旅游、休闲环境。本次规划实施后，可以完善全区供水、用水、节水和水资源环境保护等体系，缓解经济社会发展引起的水资源压力，改善水生态环境，保障区域经济活动和社会活动持续稳定地进行，促进高明区经济社会快速发展。

10.1.1 供水系统规划实施效果评价

（1）经济效益评价

各水平年规划的改、扩、新建供水工程使高明区 2015 年、2020 年分别新增供水能力 7675 万 m^3、5186 万 m^3，相应的工程投资分别为 57113 万元、19524 万元。根据高明区物价局资料，2010 年居民生活用水价格 1.66 元/m^3，假设新增供水的水价全部以 1.66 元/m^3 计算，规划的改、扩、新建供水工程运行产生的直接经济效益见表 10-1-1。

表 10-1-1　高明区供水工程建设的经济效益

水平年	新增供水量（万 m^3/a）	相应总投资（万元）	净收益（万元）	益费比
2015	7675	57113	63702.5	1.12
2020	5186	19524	43043.8	2.20

规划对大型灌区进行综合整治，搞好渠系的配套、改造、防渗，对灌区现有的蓄、引、提等各类水源工程进行除险加固、改建、扩建和续建，并新建一批蓄、引、提水工程，扩大灌溉面积，可实现农业的旱涝保收，增加农作物的产量，产生可观的经济效益。

高明区西部山丘区基岩较为发育，地下水类型以基岩裂隙水和岩溶水为主，

地下水资源丰富，总体上水质满足开采要求，但本次规划考虑到加大开采地下水可能会带来生态问题，因此暂时不建议加大地下水开采，既保护了地下水资源又节约了开采资金。

（2）社会效益评价

新增蓄水、引水、提水、供水设施，可以有力保障高明区丰水、枯水期的居民、农业、工业供水用水安全。本规划确定了高明区以西江为主要供水水源，高明河、山塘水库水、地下水为辅助水源的基本思路，具体规划了蓄水工程的除险加固重点地区，蓄水、引水、提水工程建设规模以及高明水厂、杨梅水厂和更合水厂扩建规模和苏村水厂的新建，并规划了应急备用水源以应对突发状况。规划的有效实施能够切实保证居民的用水安全，使居民安居乐业，有利于社会安定。

（3）生态环境效益评价

供水系统规划方案实施后，保证了高明区的供水水源和河道外生态环境用水；暂时不加大开采地下水，避免了地下水降落漏斗出现的可能性，维持了水资源与环境生态的协调发展。

10.1.2 节约用水规划实施效果评价

（1）经济效益评价

规划水平年2015、2020年高明区的年节水总量分别达到18200万m^3、30056万m^3，节水总量非常显著。

节水的直接经济效益主要产生于节约的自来水水费、水资源费和相应的排水设施使用费、污水处理设施建设费。通过节水，可以节约当前给水系统的运行和维护费用，减少水厂的建设数量，降低水厂建设的投资；减少污水的排放和受纳水体的污染，从而减少污水处理厂的建设数量或延缓污水处理构筑物的扩建，节约建设资金和运行费用。假设节水的直接经济效益包括城市综合水费、节约单位水量的城市给水基础设施建设费、节约单位水量的城市排水设施建设费、污水处理设施建设费和减少污染排放的社会效益五部分。参考高明区现行水价、污水处理费和相关资料。高明区各规划水平年的节水效益参数值见表10-1-2，规划水平年节水效益见表10-1-3。

表10-1-2　节水效益参数值表　　单位：元/m^3

水平年	城市综合水费	城市给水基础设施建设费	城市排水设施建设费	污水处理设施建设费	减少污水排放的社会效益
2015	1.80	8.00	4.00	0.70	2.00
2020	2.00	9.00	5.00	0.80	3.00

表 10-1-3　节水直接效益分析表　单位：万元，万 m^3

行业	水平年	投资	节水量	节约水费	节约的供水设施费	节约的排水设施费	污水处理费	社会效益	总效益	益费比
生活	2015	8096	2891	5205	23131	11566	2024	5783	47708	5.9
	2020	15982	5708	11416	51371	28539	4566	17124	113016	7.1
农业	2015	4502	1876	3376	15006	/	/	/	18383	4.1
	2020	8194	3414	6828	30727	/	/	/	37555	4.6
工业	2015	24179	13433	24179	107463	53731	9403	26866	221642	9.2
	2020	37682	20934	41869	188410	104672	16748	62803	414502	11.0
合计	2015	36777	18200	32760	145600	65297	11427	32648	287732	7.8
	2020	61858	30056	60113	270508	133212	21314	79927	565073	9.1

由表 10-1-3 可以看出，规划水平年生活、农业、工业节水规划实施的直接经济益费比均大于 4.0，节水规划方案实施的直接经济效益显著，在工业方面表现尤为突出。

其次，节约用水从根本上减少了污水排放量，进而减少了水资源保护和修复费，根据《广东省行业用水定额（试行）》研究报告，废污水导致的水资源保护及受污染水体修复处理费按照 1.2 元/m^3 计算，节水规划实施后各规划水平年减少的水资源保护及污染水体修复费分别为 2.30 亿元、2.56 亿元，效益显著，具体见表 10-1-4。

（2）社会效益评价

加强节水宣传，推广应用节水器具和设施，有利用在全社会形成节约用水的氛围，有利于建设资源节约型社会，实现经济社会的可持续发展，体现了科学发展观。节约用水一方面给高明区产生了显著的经济效益，另一方面大大缓解了水资源的供需矛盾，缓解行业间的用水纠纷，增进团结，社会效益显著。不同行业节余的水可以互相转换，例如可以把农业节余的水，转供给工业及城市生活用水，

缓解城市用水压力；推行节水灌溉，可以促进农业结构调整，提高作物产量和品质，为推进农业产业化经营创造条件，同时可增加农民收入，稳定和发展农村经济，使农民安居乐业，有利于社会稳定。

表 10-1-4 高明区节水规划实施行业节水减污费

水平年	项目	农业	工业	生活	合计
	减污率	50%	80%	80%	/
2015	减污量（万 m^3）	938	10746	2313	13997
	处理费（万元）	/	12896	2776	15671
2020	减污量（万 m^3）	1707	16748	4566	23021
	处理费（万元）	/	20097	5480	25577

注：减污率指减少的废污水量占节水量的百分比。

（3）生态环境效益评价

节水带来的生态环境效益主要体现在减少水体污染，保证生态系统，包括水生生态系统和岸边生态系统的良性发展。通过农业、工业、城镇生活、建筑业和第三产业节约用水，从根本上减少河道取水量，维持河道生态健康；农业用水减少避免了漫灌引起的农药和化肥流失导致的水体污染；工业、城镇生活、建筑业和第三产业用水减少相应地减少了废水的排放量，从而使河道的生态需水量和水质得到保证，保护了河道水环境，利于鱼虾回归。节水还能促进农业结构调整，扩大蔬菜、花卉苗木的种植面积，可使高明区成为佛山市重要的蔬菜基地，成为花的世界，鸟的乐园。

10.1.3 水资源与水生态环境保护规划

（1）经济效益评价

本次规划提出了饮用水源地保护对策、水库水资源和生态环境保护对策、工业污染和农业面源污染的控污减排措施、污水处理厂建设及其管网建设规划、城市河涌综合整治规划，可为高明区带来较为显著的经济效益。但迄今为止，有关水资源保护和污染控制的经济效益研究不多，难以具体量化。例如通过饮用水源地和水库水资源保护、城市内河涌整治、控污减排等措施保护生态环境，营造安全、优美的生态环境，满足人们的环境需要和供水安全需求，并带来商机等所产生的价值难以量化。另外，一个项目往往既有直接的经济效益，也有间接经济效

益，这都给经济效益评价带来一定困难。本规划仅对经济效益评价原理和方法都比较成熟的污水处理厂建设进行经济评价。

规划提出的污水处理厂建设总投资为 15.893 亿元，其中 2010～2015 年投入 6.553 亿元，2016～2020 年投入 9.34 亿元。根据高明区物价局的资料，现行污水处理费为 0.55 元/m^3，污水处理成本约为 0.75 元/m^3，规划水平年的污水处理费和污水处理成本分别按 0.65 元/m^3、0.75 元/m^3（包括大修、折旧、适当利润、药品、电费等）计算。对规划水平年污水处理系统建设的经济评价见表 10-1-5。

污水处理系统的建设属于政府提供公共服务的范畴，其投资属于公益性投资，其运行属于公益性行为。因此，从表 8-1-5 可以看出，各规划水平年污水处理系统虽然有污水处理费的收入，但是仍无法抵消运行费用，污水处理系统的净资金流量均为负值。污水处理系统的运行经费来源，一是依靠政府采取财政补贴的方式从制度上和机制上给以保证；二是发挥价格杠杆作用，促进节约用水，减少废污水排放，保护和合理利用水资源，必要时运用污染者负担原则，在考虑市民承受能力的基础上提高污水处理费。实际工作中，结合前二者，统筹规划，稳步实施，逐步达到污水处理厂“保本微利”的要求。否则，污水处理厂失修、停产则会造成严重的经济和生态环境损失。

表 10-1-5　高明区污水处理系统建设经济评价

水平年	污水处理规模（万 m^3/d）	效益（万元/年）	工程投资（万元）	净资金流量（万元/年）	评价
2015	31	7355	65530	-1132	非盈利
2020	53	12574	93400	-1935	非盈利

注：净资金流量为污水处理费扣除污水处理成本。

（2）社会效益评价

在高明区加强农田径流污染控制，完善饮用水源水质监测体系，在全区扩建新建污水处理厂和实施污染物总量控制方案可以防止水源地被污染，保障全区的集中式饮用水源地水质合格，从而保障居民身体健康和维持社会稳定；内河涌整治，引水增容，河道疏浚等可以改善高明区的水环境，使水道、河涌两岸可以成为、居民休闲、游人旅游的场所，并营造良好的投资环境，有利用于高明区开发水体景观旅游，成为珠江三角洲的后花园，可以增加区内居民第三产业的收入，

提高其生活水平；有利于将高明建设成宜居的“山林水都”，增强高明区的城市魅力，提高其知名度，吸引人才，促进经济社会的发展。另外，工业污染、面源污染治理措施实施后，可以避免污染物、有毒物质在河涌两岸的粮食、蔬菜中积累，从而保证粮食、蔬菜的质量，保障居民的饮食安全。

（3）生态环境效益评价

到 2020 年，高明区规划的污水处理厂总座数为 10 座，总处理能力为 53 万 m^3/d，城镇污水处理率达到 90%以上，可以显著减少 COD、氨氮、总磷等污染物对水体的污染，改善了河道水环境，有利于水生生物的正常生长，让鱼、虾回归自然，使水生生态系统、近岸陆地生态系统得以良性循环，且能美化城镇景观。此外，规划提出通过截污、清淤、引水增容、生态修复等方式，重点整治对高明河水质影响大的内河涌，使高明河“水满、水清、水活”且“可引、可蓄、可调”，将显著改善高明区，尤其是荷城街道的内河涌水环境，将高明区建设成生态优美的城市，实现建设成“水林山都”的城市发展目标。

10.2 水系统总体效益评价

（1）水资源与经济社会发展之间的协调

高明区地处西江下游，区内河流众多，西江干流从高明边境通过，母亲河高明河贯穿全区，属于亚热带季风气候区，多年平均降雨量为 1656mm ，区内水资源量比较丰富，人均水资源量为 2324 m^3，比全省人均水资源量 2118 m^3 要高，开发利用潜力较大。

高明区水资源综合规划方案考虑了高明区的区位优势和经济社会发展目标，结合本区水资源的具体条件和供水工程的实际现状，提出了未来十年供水工程的规划方案，通过理顺城市供水设施，整合供水工程，加固、配套、扩建、新建供水工程，能行之有效地利用西江水、高明河水等水源，有效解决高明区局部性的水质型缺水问题和西部的工程型缺水问题。规划基于现实和城市发展要求，最大限度地挖掘农业、工业、生活和城镇生活的节水潜力，通过实施强化节水措施，使规划水平年的需水量增长主要通过节水得到满足。规划实施后，2015 年、2020 年高明区河道外总需水量分别为 50483 万 m^3、53569 万 m^3，从多年平均来水频率情况看，规划水平年高明区的供水可以得到满足，将不存在资源性和工程性缺水问题。

总体上，高明区水资源综合规划方案实施后，区内水资源与经济社会发展之间的协调程度比较好。

（2）水资源开发利用与生态环境保护之间的协调

一般情况下，河道内生态环境用水包括冲沙、防凌、冲淤、稀释净化、保护河湖湿地等用水以及维持生态环境所需的基本径流量。根据高明区的具体情况，西江、高明河是区内河道外供水的主要水源。为保障西江干流、高明河河道生态环境的良性循环，河道内用水必须考虑维持生态环境的基本径流量、污染物稀释用水以及保证下游河道防潮压咸等生态环境供水需求。规划水平年高明区河道生态环境供水保证率达到 100%，能满足河道内生态环境需水要求，实现水资源开发利用与生态环境协调发展的水资源利用模式，保证河流的生态健康。

（3）环境影响初步评价

高明区水资源综合规划以“生态河流、健康河流”理念为指导，制定规划方案，可以显著改善区内的水源供应，提高供水保障率，保证供水水质，规划同时还注重了对生态环境的影响。因此，将给全区发展带来很大的经济效益、社会效益和生态效益，同时，规划的实施也会产生一些不利的影响。

有利影响：供水系统建设保障了居民的用水需求，有利于地区经济社会的可持续发展；节水规划有效引导人们节约用水，有利于建设资源节约型社会；以水污染总量控制为手段，通过污染源治理、内河涌综合整治等措施，营造安全、优美的水生态环境，为建设高明“山林水都”特色城市奠定基础。总体来说，高明区水资源综合规划的实施能够满足高明区社会、经济和生态环境协调发展的和谐社会、节水型社会建设的要求，保障高明区城市水资源的可持续发展。高明区现状年和规划水平年节水型社会建设评价指标对比见表 10-1-6。

不利影响：规划方案中水资源地保护、供水工程建设、污水处理厂建设、污染源治理、内河涌综合整治、节水建设等项目的投资巨大，而且，各类工程规划相辅相成，互相制约，如果一个规划方案的实施进度滞后或者不实施，其他规划方案将会面临徒劳或者效益不明显的风险。例如，节水规划方案不实施或者进度滞后，则在节水基础上所规划的改建、扩建、新建供水工程的供水能力将不能满足全区用水需求，从而造成新建供水工程过程中人力、物力和资源的浪费。

表 10-1-6　高明区现状年和规划年节水型社会建设评价指标对比

类别	指标	2000~2009年	2010~2015年	2016~2020年
综合性指标	GDP年均增长率（%）	20.3	11.6	8.6
	人均总用水量（m^3/p）	1623	1294	1295
	万元GDP用水量（m^3/万元）	163	76	54
节水管理	管理体制与管理机构	不完善	初步完善	基本完善
	制度法规	未健全	未健全	初步建立和实施
	用水总量控制与定额管理两套指标体系的建立与实施	不健全	不健全	已建立和实施
	促进节水防污的水价机制	未形成	初步建立	基本形成
	节水投入保障	投入不充分	投入较充分	投入有保障
	节水宣传	节水意识不足	节水意识提高	较强的节水意识
生活用水	人均居民生活用水量（L/d）	296	236	222
	节水器具普及率（%）	/	90	100
生产用水	灌溉水利用系数	0.55	0.6	0.65
	节水灌溉工程面积率（%）	0.03	5.00	10.00
	农田灌溉亩均用水量（m^3/亩）	913	817	754
	工业万元增加值用水量（m^3/万元）	89	56	50
	工业用水重复利用率（%）	15.28	50.00	70
	自来水厂供水损失率（%）	12	11	10
	第三产业万元增加值用水量（m^3/万元）	124	13.5	12
生态用水	城市生活污水处理率（%）	55	85	90

规划方案中的各类新建工程占用土地，改变了土地利用方式，如果管理不当，相应的防护设施滞后，将会加重水土流失和出现新的水土流失，破坏陆地生态环境，污染河流水环境。

为避免不利影响出现的可能性或减轻其影响，建议各规划方案的实施顺序按照 “在节约用水的前提下，加强水资源保护，适时适度地广开水源”，同时注重“规划实施过程管理”的原则，首先实施节水规划和水资源保护规划，并加紧对荷城街道内河涌的水环境整治工作。

总之，《高明区水资源综合规划》紧紧围绕以生态环境、社会、经济的综合

效益最优为原则，以合理开发利用水资源、营造安全优美的水生态环境为目标，提出了与全区经济社会发展相协调的节水规划、供水规划和水资源保护规划。以水资源开发利用、社会经济发展和水环境保护并重，水环境保护优先为原则，促进水资源效益、环境效益、经济效益和社会效益的协调统一。规划中的大部分内容，符合上一级的规划和相关政策法规的要求，并与其它重要的相关规划和具体水利工程的设计报告保持了一定的一致性和协调性。规划方案实施过程中产生的不利影响采取一定措施后可以减少或避免。

10.3 规划实施保障措施

为确保规划的实施和落实、促进规划目标的实现，从资金筹措、政策法规、管理组织、公众参与四方面提出相应的保障措施。

10.3.1 资金保障

完善城镇供用水系统，建设节水工程，开展水资源保护和水生态环境保护属于公益事业，应列为公共财政支出的一部分，以政府为主导，保证资金的投入。区政府在自力更生，加大区、镇街两级财政每年专项资金投入的同时，积极向佛山市申请建设资金补贴。此外，要充分发挥市场机制的作用，开拓筹资思路，多渠道、多层次筹措资金，做好资金安排工作，保障相应的投入，确保建设资金、日常维护管理经费等的落实。可通过 BOT 或 BT 等模式吸引社会资金和外国资金。也可考虑按照“谁投资、谁经营、谁受益”的基本政策，引入社会资金，让部分不涉及城市命脉的涉水市政工程建设走社会化道路。

10.3.2 政策法规保障

水资源是基础的自然资源，在社会经济发展中起“脖颈”作用，高明区水资源综合规划对高明区经济社会的可持续发展具有重要的指导意义。应将规划中的具体建设内容、指标目标纳入到国民经济和社会发展计划中的建设内容和远景规划中，对于规划中提出的重点建设工程项目，应列入国民经济和社会发展的综合投资计划中，切实做到水资源的开发、利用和保护工程的建设贯穿于社会经济发展的全过程。

另外，现行的国民经济核算指标体系不能够较好地反映经济活动对水资源消耗的影响。要研究并试行把水资源开发、利用和保护成本纳入国民经济核算体系，使有关统计指标能够充分地体现水资源的经济价值，较准确地反映水资源在经济

发展中付出的代价，引导人们从单纯追求经济增长逐步转到注重经济、资源、环境的协调发展。

本规划必须在专家充分论证的基础上，由区政府常务会议讨论研究后，报请高明区人民代表大会进行审议，并在批准后正式颁布实施，以确保规划的法律地位，使其成为规划期内高明区水资源利用的各项工作的纲领性文件。

依照法定程序，制定和完善一系列与规划相配套的具体规定和政策，使规划的实施有法可依，有章可循。

佛山市在国家和广东省颁布的水法律法规政策的基础上相继制定颁布了多项地方配套规范性文件，如《佛山市水利建设基金筹集和使用管理暂行办法》、佛山市《关于贯彻（广东省取水许可制度和水资源费征收管理办法）的通知》等。高明区国家、省、市的法律法规的指导下，结合当地实际情况，加强宣传、切实落实相关法律法规。同时，根据实际工作中出现的问题，尽快提出修订和完善地方水政策法规的意见和建议。

10.3.3 组织管理保障

建立水资源开发、利用和保护的目标责任制，区政府主要领导对其负总责，将水利建设的内容逐项分解，下达到各区有关部门，落实具体的部门和个人。将本规划建设任务的完成情况作为考核领导干部的重要内容，签订目标责任书，建立跟踪考核制，定期进行工程建设进度检查，使规划在基层切实得到落实。对重点区域、重点工程实行项目管理，要明确权、责、利，实现指标到人，措施到位，确保建设工作卓有成效地开展。

（1）明确管理权限，责权分明

建立以党政一把手为首，由分管相关工作的有关部门、重大工程项目的负责人参加的建设领导小组组织本规划的实施，协调解决建设过程中产生的重大问题，确定各阶段的重点任务。建立工作通报制度和交流制度，加强各单位之间的联系、配合，形成分工合作、良性互动的工作运行机制。

相关部门做好规划实施的评估和检查。规划实施的同时要对各项考核指标进行动态监测，评估规划实施的成效，并根据实际情况和社会经济发展趋势进行规划的调整和补充，以更好地发挥其纲领作用。同时对各部门负责内容的具体实施情况进行检查，予以督促，保障规划各项内容落实到位。

（2）制定奖惩规定，赏罚分明

鼓励在水资源的开发、利用和保护的先进单位和主要责任人，对有利于水资源保护的建设项目提供相应的税收优惠和政策优惠；对不利于水资源可持续发展的建设项目，在土地、税收、金融等政策上严格控制，限制其发展。

（3）建立健全、动态的水资源管理机制，尤其应加强节水管理机制建设

运行水资源统一管理体制，统一由政府管理。建设项目的资金投入要充分发挥政府的主导作用，以政府投入为主，但是对于部分水资源开发利用项目，可以通过多渠道筹集资金，吸引社会资金投入，建立资金投入多元化体系，减轻政府的财政负担。

改革水价，用市场经济调节手段，充分利用价格机制来调节节约用水。另外，可以参考其他地方的经验，实行阶梯水价等经济形式。

建立用水统计制度。各级统计主管部门应把用水统计纳入统计体系。各级水行政主管部门应协同统计主管部门做好各行业的用水统计工作。

取水、用水设施都必须安装符合国家技术标准的计量设施。用水单位应建立用水统计档案，按期上报统计主管部门。

强化用水器具、设备的生产质量监管，实行节水产品标示制度。对工农业节水设备和生活节水产品推行节水标签，对产品实行认证和市场准入，整顿节水设备、器具的市场，扩大节水产品的市场份额。

在本规划公布实施后，开展用水动态管理方面的研究，把用水定额与年度用水计划申报、审批及累进加价制度结合，真正达到供水总量控制与用水定额控制的目的。

10.3.4 公众参与保障

充分利用报刊、广播、电视和网络等宣传媒体，对公众进行有关水资源开发利用和保护、饮用水源地保护、节约用水、污水先处理后排放等方面的宣传教育，使单位和市民明确自己的责任和义务；大力推行节能减排的低碳生活方式，把保护水资源作为社会主义精神文明建设的重要组成部分，使全社会树立起水资源可持续发展的思想，动员全区人民共同参与。节约用水是全社会的共同事业，加强节水引导，增强全社会的节水意识，只有广大群众和社会各界人士认识到节约用水的目的和意义，才能真正做到自觉节约用水，形成节约用水光荣，浪费水可耻的社会氛围，最终形成人人用水，人人管水，人人节水，时时节水的良好局面。

充分发挥各级人大代表，政府委员的法律和民主监督作用，进一步加大新闻

媒体、社会各界及群众的舆论监督力度，表扬先进典型，揭露违法行为，完善有奖举报制度，建立水资源保护问题公众听证会制度等公众参与活动，充分调动广大人民群众参与水资源保护、饮用水源地保护与建设的积极性，使全社会都来关心、支持和监督水资源保护及其相关建设工作。

11 结论与建议

11.1 结论

根据高明区委、区政府有关“十二五”规划编制工作的部署，配合《珠江三角洲地区改革发展规划纲要（2008-2020 年）》的实施，编制了高明区水资源综合规划，本规划从科学发展的战略高度看待水资源，推进区域水资源的合理开发、优化配置、高效利用、全面节约、有效保护和科学管理，实现水资源与经济社会和环境协调发展，为高明区经济社会可持续发展提供水安全保障。

（1）水资源特征及可利用量

高明区当地水资源量和过境客水较为丰富，且可利用潜力较大。多年平均本地水资源总量为 7.92 亿 m^3。其中地表水资源量为 7.84 亿 m^3，浅层地下水资源量为 2.16 亿 m^3，地表水和地下水重复计算量为 2.08 亿 m^3。按 35.42 万常住人口计算，人均水资源量为 2236 m^3，比全省人均水资源量 2118 m^3 略高。

高明区水资源可利用总量为 849 亿 m^3，其中西江入境水可利用量为 845 亿 m^3，本地自产水资源可利用量约为 4 亿 m^3。

（2）供用水现状

2009 年全区总供水量 57482 万 m^3，其中地表水 57182 万 m^3，地下水 300 万 m^3，地表水占总供水量 99.5%，地下水占 0.5%。地表水供水中，以提水和蓄水为主；2009 年全区蓄水、引水、提水量分别为 11389、8274、37519 ，各占地表水总供水量的 19.9、14.5、65.6%。占全区总供水量比例分别为 19.8、14.4、65.3%。

2009 年高明区总用水量为 57482 万 m^3，按“原口径”统计，工业、农业、综合生活用水量分别为 25455、25530、6497 万 m^3，分别占总用水量的 44.3%、44.4%、11.3%。按“新口径”统计，其中居民生活、生产、生态用水量分别为 3827、53135、520 万 m^3，所占总用水量比例分别为：6.7%、92.4%、0.9%。

城镇综合生活用水中，城镇居民生活用水 3827 万 m^3，占 58.9%；城镇公共用水 1209 万 m^3，占 18.6%；城镇环境用水分别 520 万 m^3，占 8.0%；牲畜用水 942 万 m^3，占 14.5%。

工业用水中，火电用水量 7300 万 m^3，占 28.7%；一般工业用水量 17255 万 m^3，占 67.8%；建筑业用水量 900 万 m^3，占 3.5%。

农业用水中，农田灌溉用水 18380 万 m^3，占 72.0%；林牧渔用水量 7150 万

m^3，占 28.0%。在农业各项用水中，以水田灌溉用水量最多，为 17746 万 m^3；果林灌溉用水最少，仅为 407 万 m^3。

2009 年高明区总用水耗水量为 16498 万 m^3，综合耗水率为 28.7%。从各行业上来看，工业耗水、城乡生活耗水、农业耗水分别为 4277 万 m^3、1897 万 m^3、10339 万 m^3，分别占总耗水量的 25.9%、11.5%、62.7%。工业、城乡生活、农业耗水率分别为 16.8%、29.2%、40.5%。

2009 年高明河流域供水量为 29018 万 m^3，高明河地表水开采率为 33.7%，本地地下水开采率不足 1.4%。

（3）水资源需求预测

考虑到高明区未来经济社会技术条件的改变，水利用系数不断提高，同时加强节约用水和水资源保护，通过水资源合理配置，预测出在降水偏枯（90%）条件下的区域水资源需求：到 2015 年和 2020 年，高明区河道外的毛需水量分别为 5.05 亿 m^3、5.36 亿 m^3。其中，生活需水量分别为 3358 万 m^3、3345 万 m^3；农村产业生产需水量分别为 21268 万 m^3、19272 万 m^3；城镇生产需水中，第二产业生产需水分别为 23245 万 m^3、27214 万 m^3 ，第三产业生产需水分别为 1949 万 m^3 、2946 万 m^3；生态环境需水量分别为 662 万 m^3、793 万 m^3。

（4）水资源合理配置

基准年和规划水平年“一次平衡”分析结果表明，在现有水利工程布局和需水条件下，规划水平年 2015 年和 2020 年，不仅在枯水年份或枯水季节将出现工程性缺水，而且河道内生态环境需水保证率将有所降低。

在特枯水年（来水频率为 95%），2015 和 2020 年水平年，高明区资源性和工程性缺水严重。2015 年，高明区河道外需水量 53112 万 m^3，资源性和工程性缺水量分别为 1287 万 m^3、3546 万 m^3，缺水率分别达 2.4%、6.7%；2020 年，高明区河道外需水量 57223 万 m^3，资源性和工程性缺水量分别为 1685 万 m^3、3637 万 m^3，缺水率分别达 3.0%、6.4%；资源性缺水最严重镇是更合镇，工程性缺水最严重的镇是明城镇，说明现状水利工程在地域上分布不均匀。

因此，要实现未来水资源供需基本平衡以及维持和改善生态环境，必须采取开源、节流和挖潜三方面措施。

（5）水资源可持续利用工程布局

高明区水资源开发主要以地表供水工程供水为主，水资源合理开发主要任务

包括山塘加固改造、灌区配套工程建设和整治等工程等。水资源可持续利用充分考虑顺应建设节水型、资源节约型、环境友好型社会的时代要求，从维护生态系统的良性循环，立足于现状工程维护加固挖潜，提高用水效率。为全区提供一个更加安全、和谐的水资源保障及应急的水源战略储备，既尽可能满足经济社会发展对供水需求，保证维持水资源与生态环境良性循环。

根据高明区现状用水水平、用水结构等实际情况，坚持提高水资源利用效率，节水减污优先的思路，通过推广节水灌溉新技术、工业节水新工艺和生活节水器具的使用，不断提高灌区渠系水利用系数、工业用水重复利用率和降低城镇供水管网漏失率，到2020年灌溉水利用系数提高达到0.65，灌溉用水总量逐步下降，工业万元GDP毛用水量降到50 m^3/万元，工业用水重复利用率达到70%，人均居民生活用水量下降到222L/d，建筑业、第三产业万元GDP用水量分别降到12 m^3/万元、7m^3/万元。

综合考虑高明区水体环境现状，结合全区未来经济发展及污染源状况，为实现各水功能区水质目标，通过工业污染源治理、城镇污水处理系统建设、水资源环境调度工程和河涌清淤等措施，各水功能区实施污染物达标排放和总量控制。到2020年，城镇污水处理率达到90%以上，污水处理厂规模达到53万 m^3/d；工业污染源全面达标；COD入河控制量为3621.9t，相应的陆域排放量控制量为5448.7t；NH_3-N入河控制量为182.4t，相应的陆域排放量控制量为264.6t。

（6）水资源可持续利用非工程措施

分析高明区现状水资源开发利用与管理中存在的问题，结合工程措施的制定，逐步完善人水和谐的城乡水务一体化管理。加强取水总量、入河排污总量和用水效率的管理；加强水资源管理系统化建设；完善水资源管理政策法规体系；加强防洪除涝、城乡供水、污水治理、节约用水等水资源工程的建设和运行的统一管理；分步实施阶梯水价和两部制水价；推动水务科技发展和高素质人才队伍建设。

（7）投资估算

至2020年，全区水资源开发利用总投资470639万元，其中：节水工程投资98633万元，水资源与水生态环境保护工程投资295369万元，供水工程投资76637万元。近期（2009～2015年）总投资241404万元，其中：节水工程投资36775万元，水资源与水生态环境保护工程投资147516万元，供水工程投资57113万

元；远期（2016～2020 年）总投资 229235 万元，其中：节水工程投资 61858 万元，水资源与水生态环境保护工程投资 147853 万元，供水工程投资 19524 万元。

11.2 建议

（1）立足于现状供水工程维护和挖潜，扩建、新建西江自来水工程，加大“东水西送”水量，加快塘坝加固改造、灌区配套工程建设和整治等，优化城镇供水体系，解决高明区工程性缺水问题，提高全区供水保证率，全面保障高明区饮用水安全。

（2）做好节水规划，加快开展全区用水定额的调查制定、节水器具使用与规划、节水型社会建设规划和实施方案等工作，通过加快推进节水，减少供水、耗水及排污量。

（3）加快城镇污水处理系统建设，推进中心城区水环境综合整治，加强农业污染源治理和生态环境保护，贯彻执行水功能区水质目标的要求。

（4）进一步完善水资源统一管理，借助高明区机构大改革之机，促进水务管理与水务（供水、排水）企业的协调，强化有关规划对企业行为的约束和指导作用；完善取水总量控制和用水计量制度、水价管理制度、入河排污总量控制和废污水排放管理制度、水利资金融投资机制等法规政策；强化监管，实现政府宏观调控和企业微观运营的有效统一。

（5）严格产业准入制，调整产业结构和布局，优化用水结构，建立本区域与水资源承载力相适应的经济结构体系。

附图

附图 1　高明区水系分布图

附图 2　水文、气象站分布图

附图 3　高明区多年平均降雨等值线图

附图 4　高明区水务工程现状分布图

附图 5　高明区重点工业污染源分布图

附图 6　高明区入河排污口分布概化图

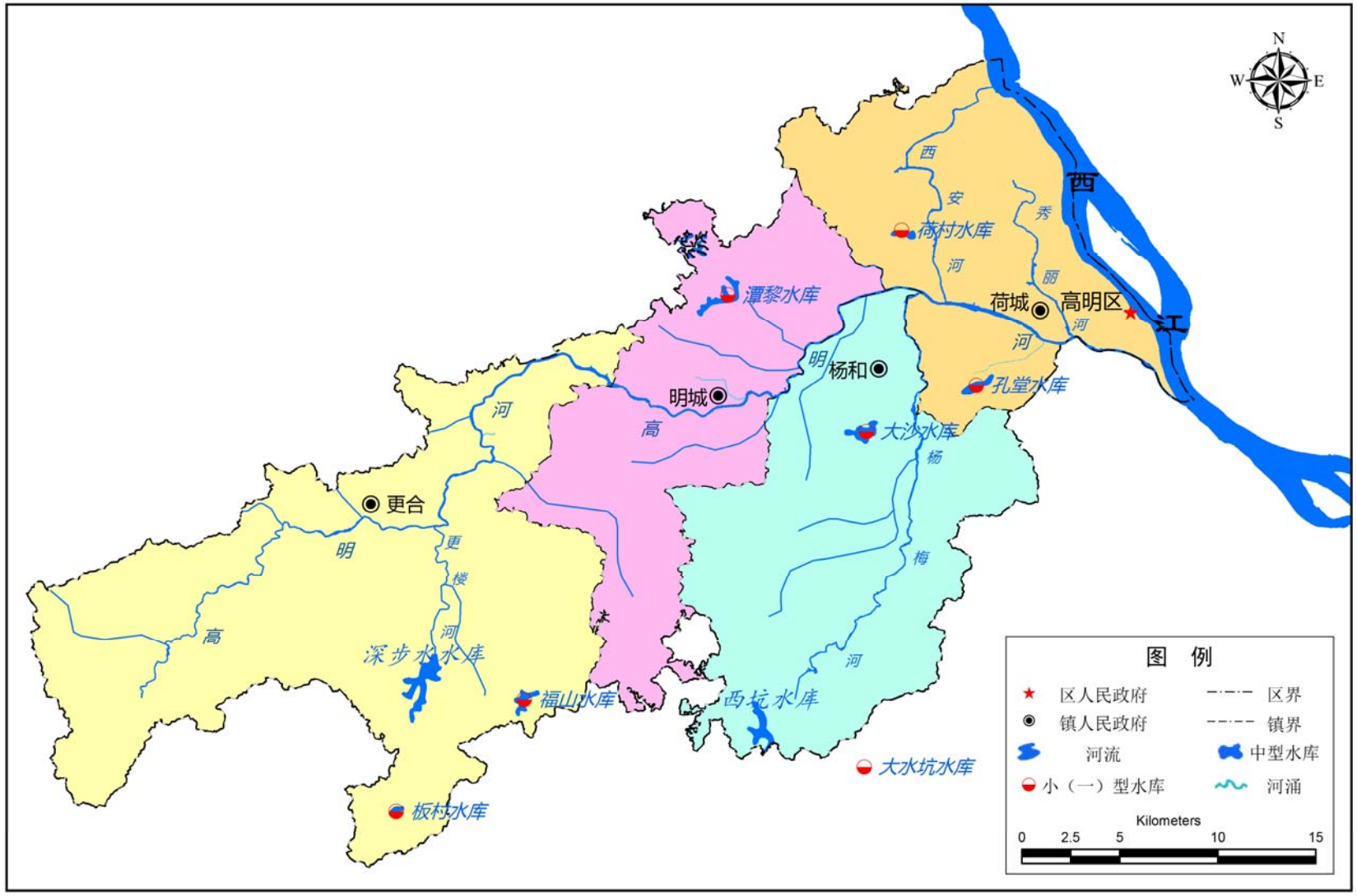
附图 7　高明区河流水功能区分布图

附图 8　高明区水库水功能区分布图

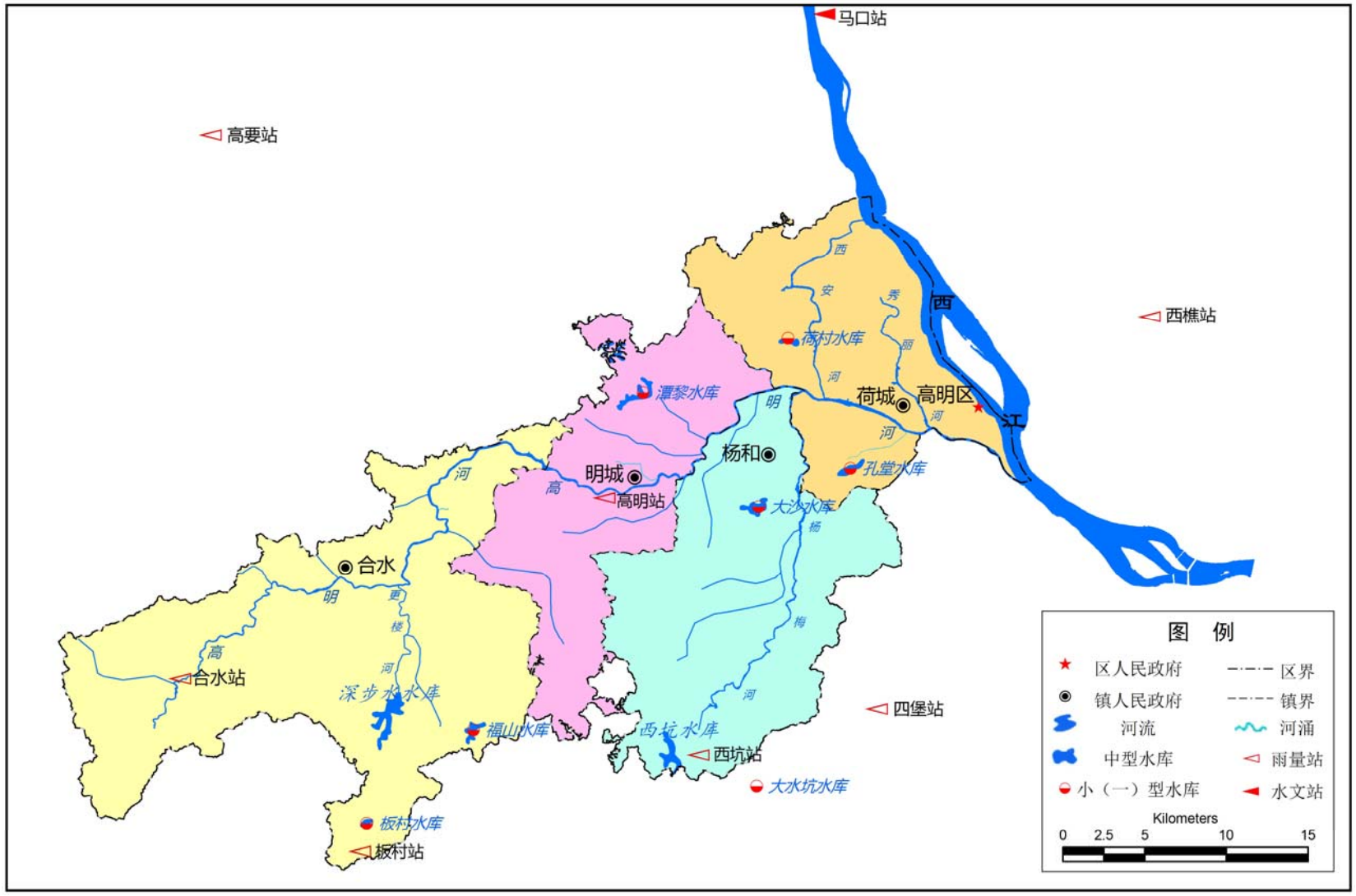
附图 9　纳污能力计算控制断面分布图

附图 10　高明区水务工程规划布局图

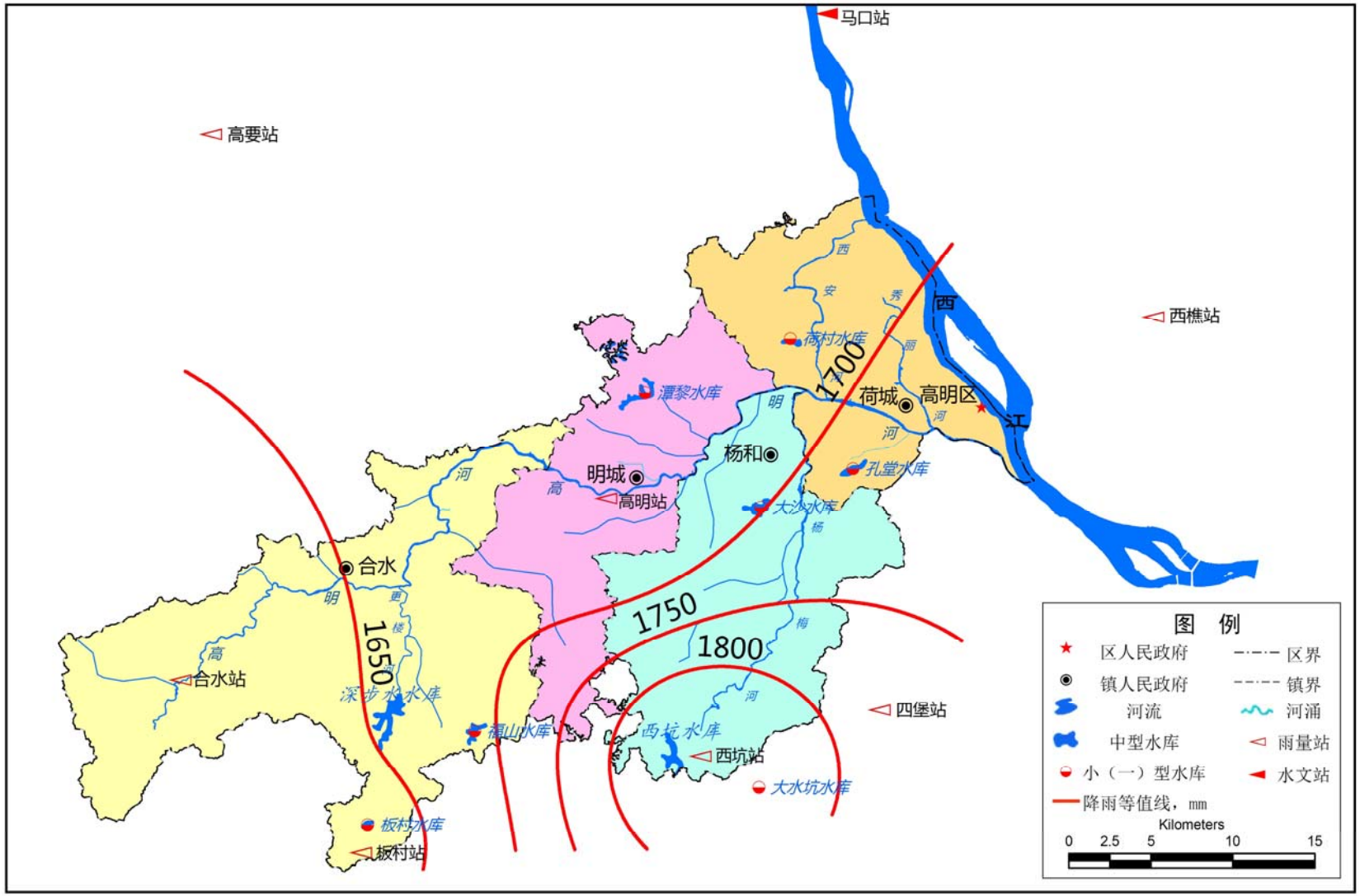
附图 11　高明区河涌整治工程布局图



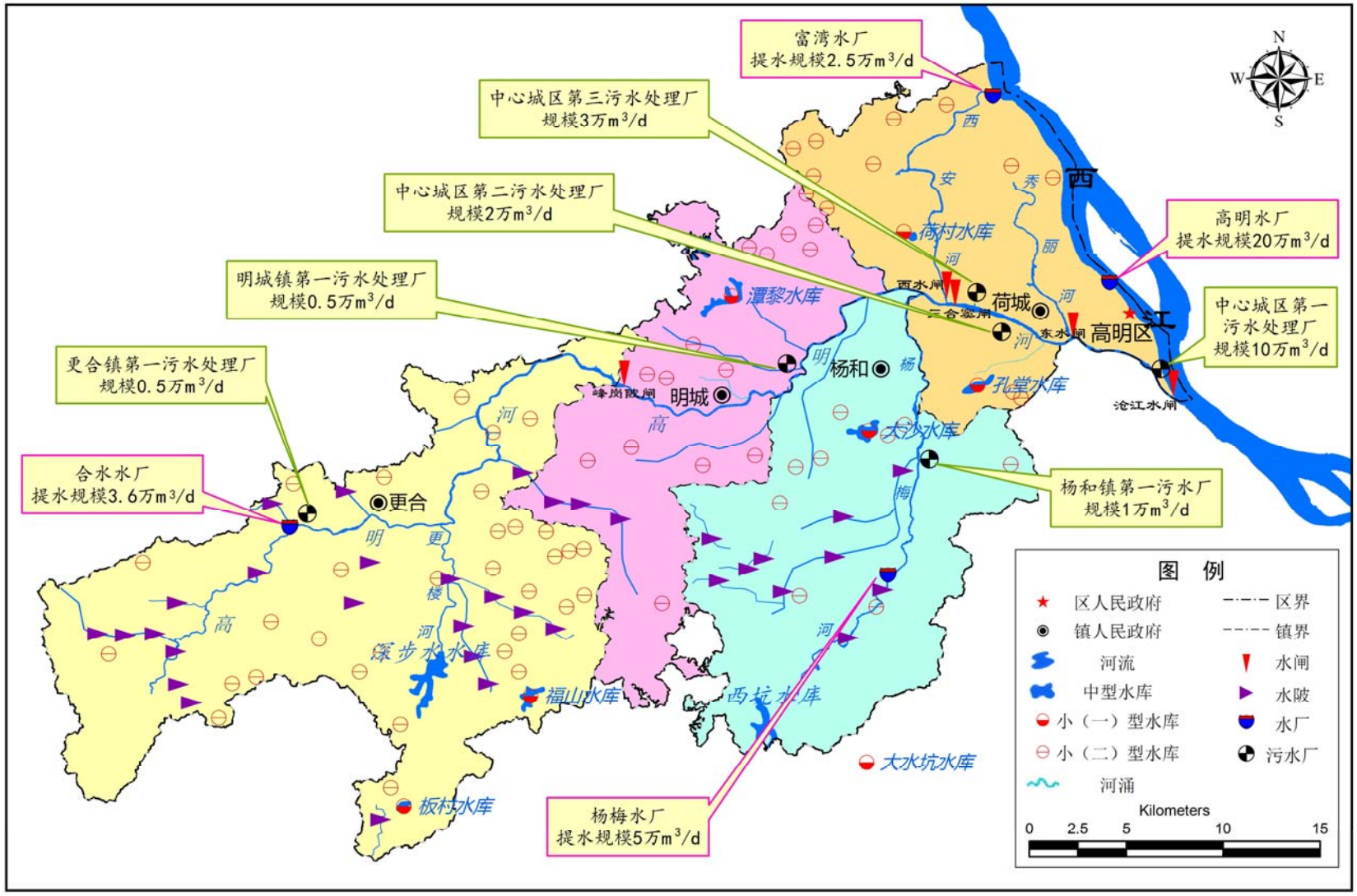
附图 1　高明区水系分布图



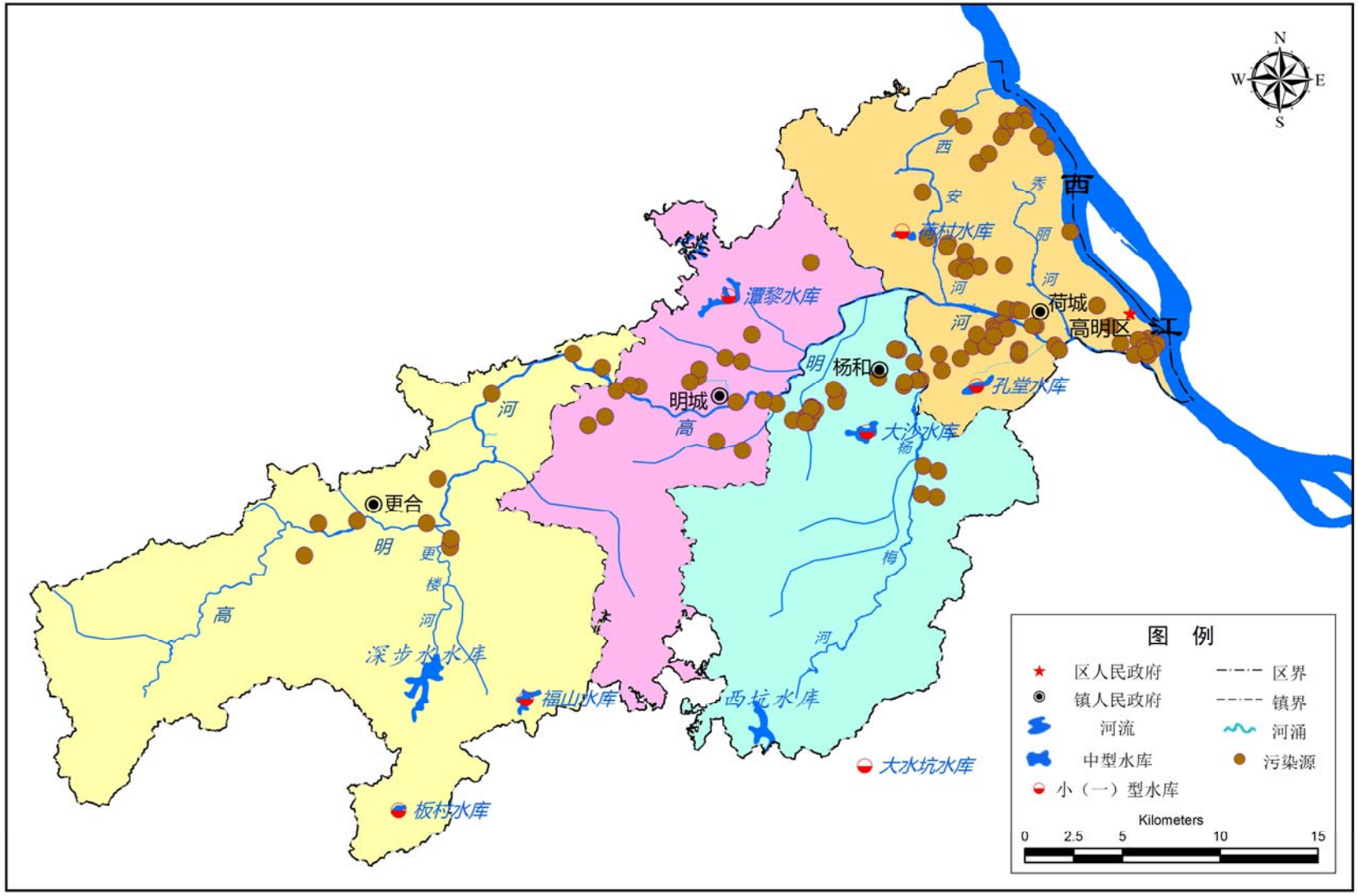
附图 2　水文、气象站分布图



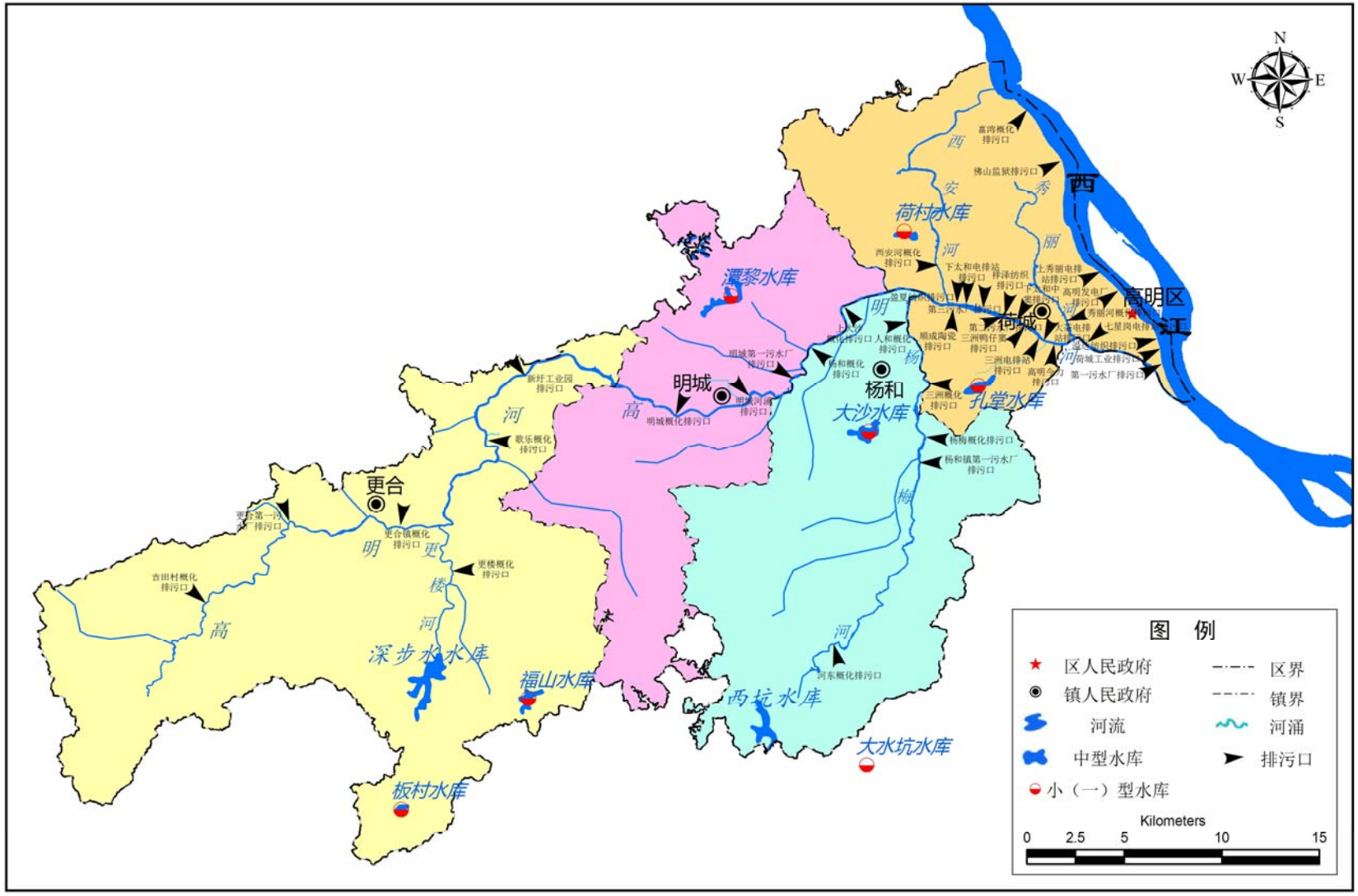
附图 3　高明区多年平均降雨等值线图



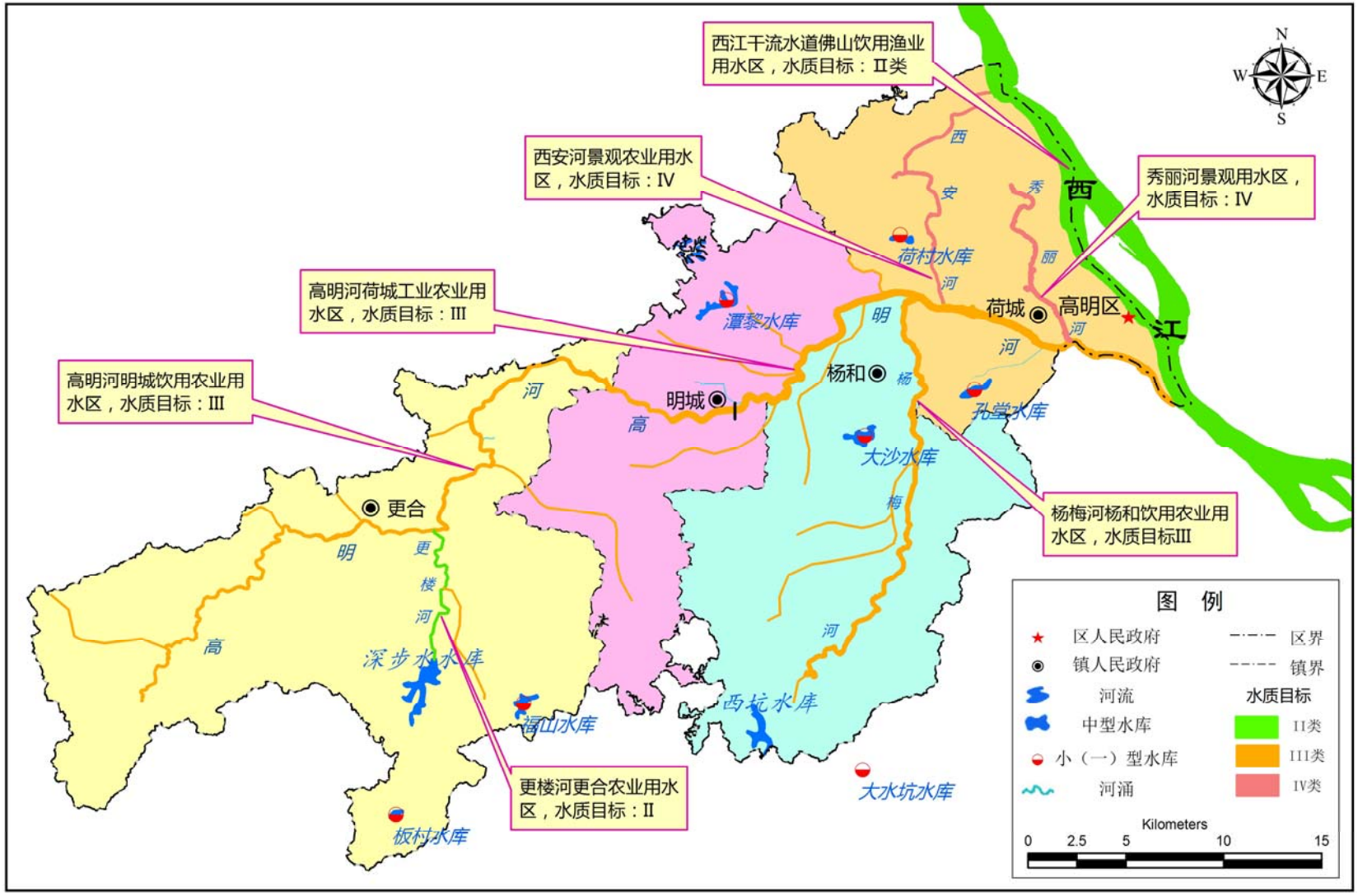
附图 4　高明区水务工程现状分布图



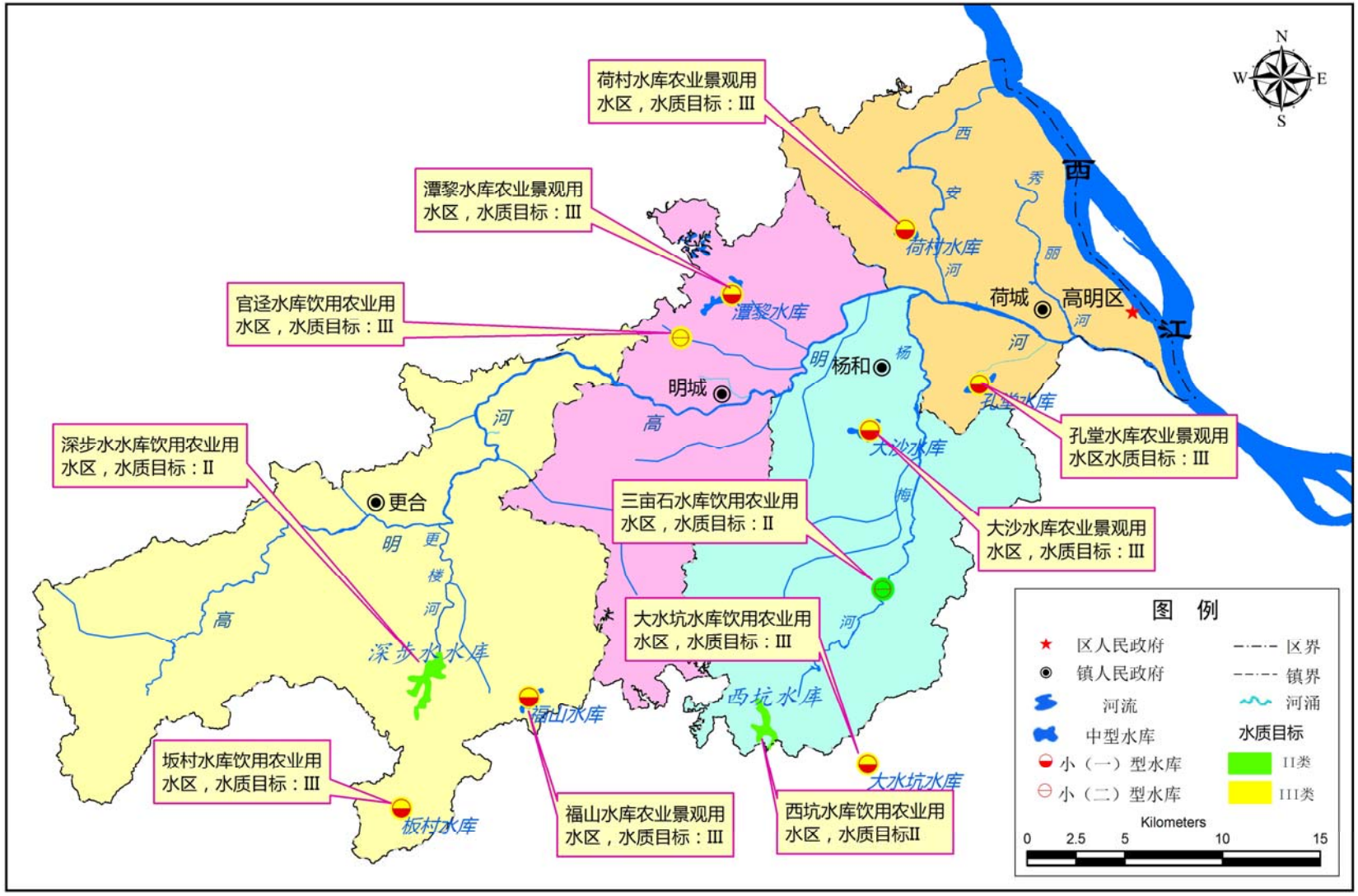
附图 5　高明区重点工业污染源分布图



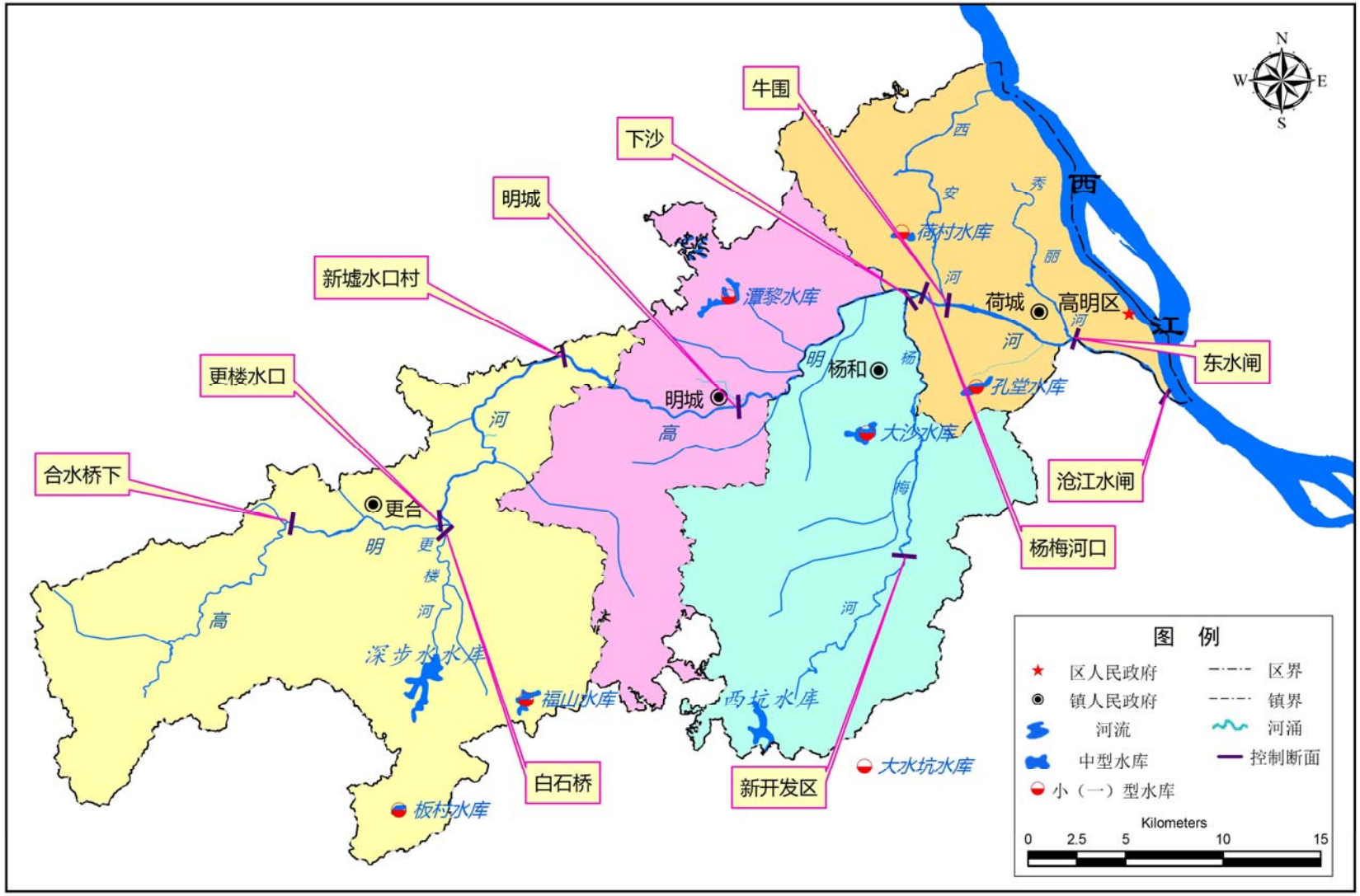
附图 6　高明区入河排污口分布概化图



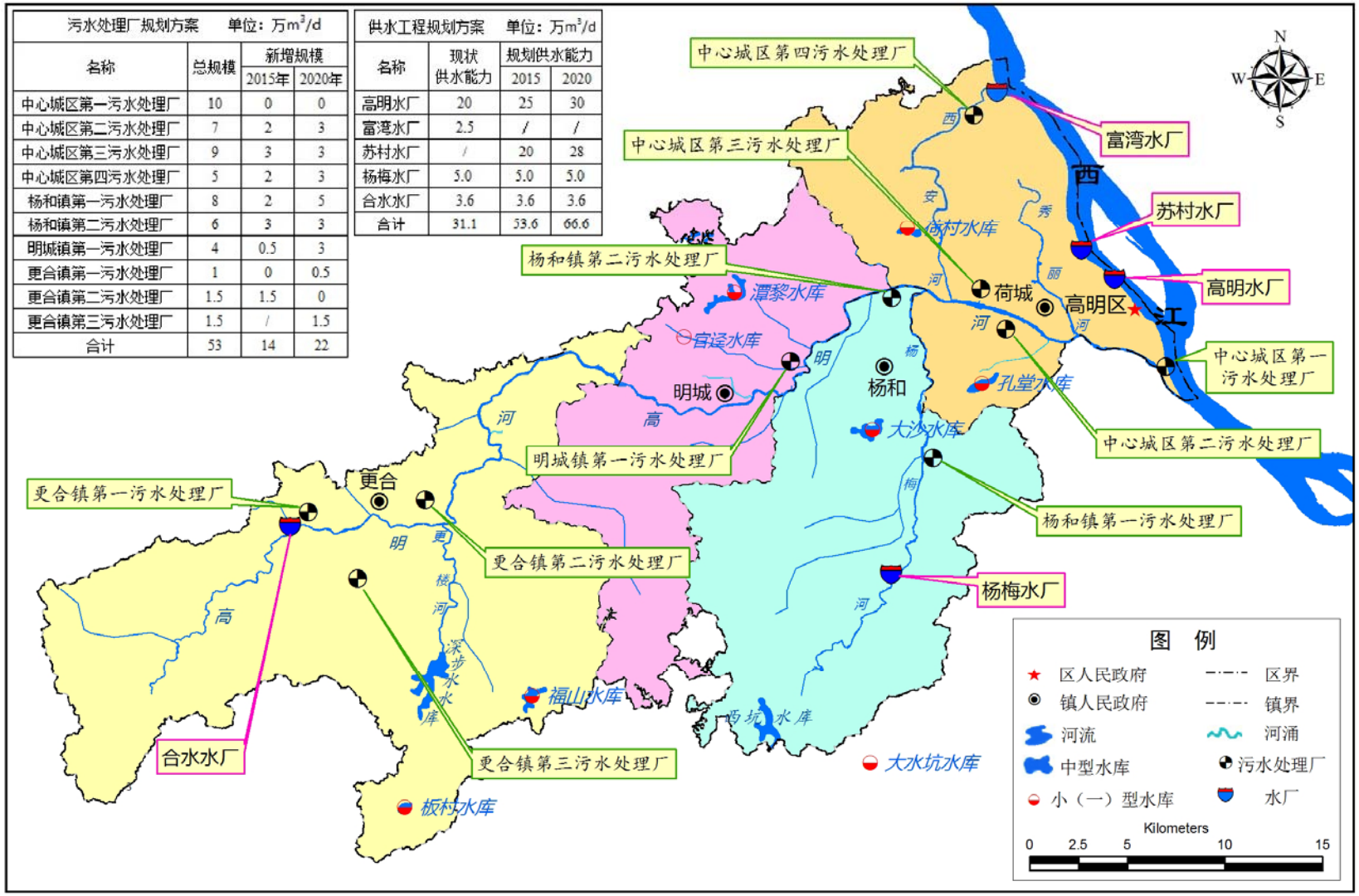
附图 7　高明区河流水功能区分布图



附图 8　高明区水库水功能区分布图



附图 9　纳污能力计算控制断面分布图



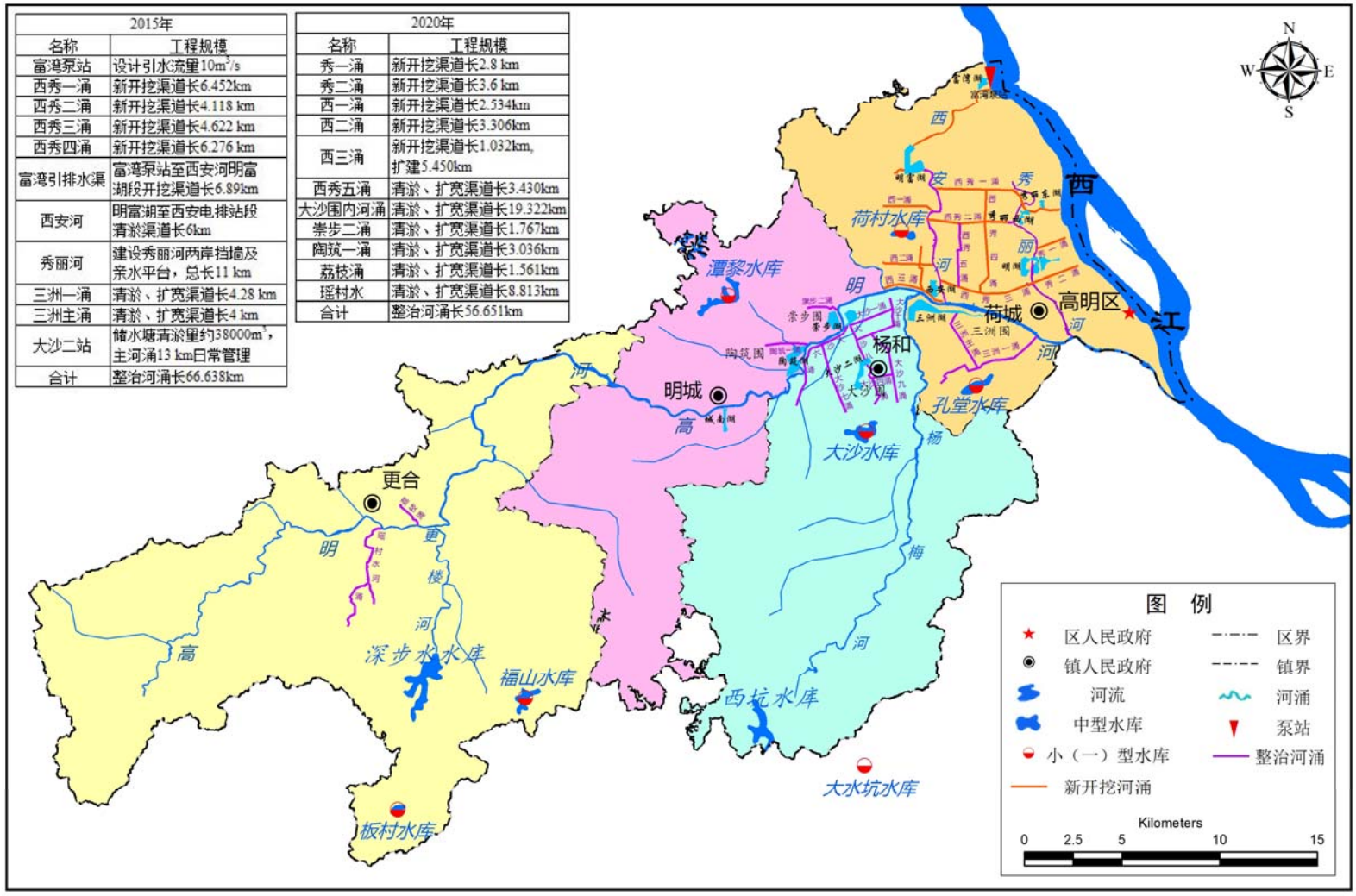
污水处理厂规划方案 单位：万m^3/d

名称	总规模	新增规模	
		2015年	2020年
中心城区第一污水处理厂	10	0	0
中心城区第二污水处理厂	7	2	3
中心城区第三污水处理厂	9	3	3
中心城区第四污水处理厂	5	2	3
杨和镇第一污水处理厂	8	2	5
杨和镇第二污水处理厂	6	3	3
明城镇第一污水处理厂	4	0.5	3
更合镇第一污水处理厂	1	0	0.5
更合镇第二污水处理厂	1.5	1.5	0
更合镇第三污水处理厂	1.5	/	1.5
合计	53	14	22

供水工程规划方案 单位：万m^3/d

名称	现状供水能力	规划供水能力	
		2015	2020
高明水厂	20	25	30
富湾水厂	2.5	/	/
苏村水厂	/	20	28
杨梅水厂	5.0	5.0	5.0
合水水厂	3.6	3.6	3.6
合计	31.1	53.6	66.6

附图 10　高明区水务工程规划布局图



附图 11　高明区河涌整治工程布局图