东南大学

硕士学位论文

城市水环境的生态规划与利用

姓名：彭克伟

申请学位级别：硕士

专业：建筑技术科学

指导教师：柳孝图

20030927

论文摘要

城市水环境作为城市生态系统的重要组成要素之一，对城市的选址、存在形式、演变进程、发展方向有着特殊的影响，加之目前我国正处于城市化加速推进阶段，对城市发展产生深远影响的城市水环境问题不断地以尖锐矛盾的形式出现在我们面前，对这些新问题的态度和解决的方法将直接关系到城市的未来，因此是一极具现实意义的研究方向，有必要对此进行深入的分析、总结。

本论文共分 7 章。首先，从分析、总结普遍存在于城市中的水环境问题着手，总结出了共性的几个方面：水资源严重短缺、水污染加剧、水质下降、水环境的生态调节作用逐步弱化、城市湿地遭到严重破坏、城市滨水景观的弱化乃至城市自身特色的丧失等。为了使研究具有一定的理论基础和创新，引入了“可持续发展理论”和“城市生态规划”思想，在此基础之上系统地重新审视城市水环境，并结合南京内秦淮河生态规划与利用以及南京奥体中心水环境规划两个具体的工程实例进行了分析，进行了正反两方面的探讨，提出切实可行的对策和改进措施。

城市水环境问题的解决取决于城市生态系统综合品质的改善和优化，除应将城市水环境作为一个子生态系统，并与城市自身特点结合外，还依赖于城市生态系统各组分生态效率、功能的提高和加强，这个过程将会涉及到城市的各个方面，因此需要社会各方达成共识并采取相应措施才会有效发挥城市水环境的作用并实现城市水环境健康、有序的发展。

在文章的最后构建了一新型的城市水环境观来指导知识经济时代下的中国城市水环境的生态规划和利用。

全文约 6 万字，图表 60 余幅。

【关键词】 城市水环境　生态规划　可持续发展

Abstract

Urban water environment is one of the most important elements of urban ecosystem. It greatly affects the form and the evolution procedure of city, even the direction of city development. Now our country is in an accelerative process of urbanism and many problems connecting with urban water environment faced with us. The consequences resulting from these problems will decide the future of city directly, so we have to analyze them and think out a better way to eliminate the negative effect on the development of the cities.

The dissertation includes 7 chapters. First, some contradictions are put forward: Shortness of water resource, water pollution, deterioration quality of water, the weakness capability to adjust the ecological environment and so on. They are the characteristics of urban water environment nowadays in China. In order to solve the matters mentioned above, we should make use of sustainable development theory and urban ecological planning, and then put forward feasible measures based on successful practices for improving water environment such as ecological planning and utilization of Qin Huai river in Nanjing and Nanjing Olympic Center water environment. For the problems existing in the above two objects, some doable measures are put forward in the dissertation.

Solution for the water environment matters depends on the integrated improvement of urban ecosystem. The process of urban water environment' s improvement will relate to every aspect of the city, so the society must come to an agreement.

As to improvement of urban water environment itself, it is very important to find the key point of urban water environment matters and to establish a new set of effective countermeasures.

The dissertation contains about 60 thousand words and 60 illustrations.

【Key words】 urban water environment, urban ecological planning, sustainable development

东南大学学位论文独创性声明

本人声明所呈交的学位论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包含为获得东南大学或其它教育机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

研究生签名：_____日　期：_____

东南大学学位论文使用授权声明

东南大学、中国科学技术信息研究所、国家图书馆有权保留本人所送交学位论文的复印件和电子文档，可以采用影印、缩印或其他复制手段保存论文。本人电子文档的内容和纸质论文的内容相一致。除在保密期内的保密论文外，允许论文被查阅和借阅，可以公布（包括刊登）论文的全部或部分内容。论文的公布（包括刊登）授权东南大学研究生院办理。

研究生签名：_____导师签名：_____日　期：_____

绪 论

0.1 中国城市水环境的现状

当前社会经济活动呈现加速发展态势，由于受到经济利益的驱使，人类经济活动的印迹逐渐蔓延到了这个星球的各个角落，人类对整个自然界进行着史无前例的开发和资源掠夺，一方面这会推动社会的发展和进步，但是同时也将人类置于一种的处境之中，如果人类的发展以破坏生存环境为前提，那么这代价未免太过高昂了。所以我们必须以理性的态度来权衡和把握发展和保护生存环境两者之间的关系，从而最终实现社会的可持续发展，使人类在这个蓝色星球上继续生存、繁衍。

在各种因素作用和影响下，社会经济活动及日常生活过程中不可避免地要消耗数量庞大的水资源，但是由于水资源不平衡的全球空间分布以及利用效率的低水平，使得有限的水资源难于满足人们日益增长需要，同时造成水资源的巨大浪费和破坏并产生消极的长远影响。这将不仅仅影响人们周围的物质世界，而且还会影响人们将来的生存方式和思维方法。到2025年如果按照每人每年1000m^{3}的用水量来计算，那么中国大部分地区将是非常缺水和缺水的地区(见图0－1)这种态势短期内很难得到遏制。

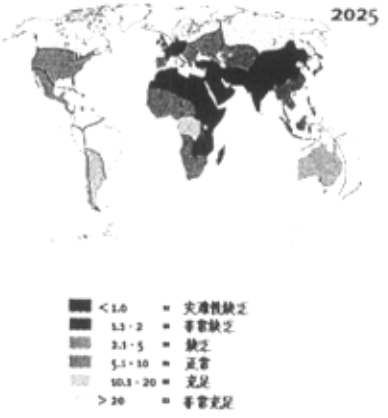


图0－1　2025年世界水资源形势图

就中国城市而言，城市GDP占全国经济总量百分比呈逐年上升趋势，与之相对应的则是惊人的耗水量和废水排放量。2001年，全国废水排放总量428亿t，比上年增加3.2%。其中工业废水排放量201亿t，占废水排放总量的46.8%；生活污水排放量228亿t，占废水排放总量的53.2%。但是我国的废水处理率一直很低，城市污水处理率一直小于15%，工业废水处理达标率也在70%以下。大部分废水未经任何处理或不达标就排放到江河湖泊等受纳水体。目前我国的江河湖库及近海海域已经普遍受到不同程度的污染，据全国2222个检测站的

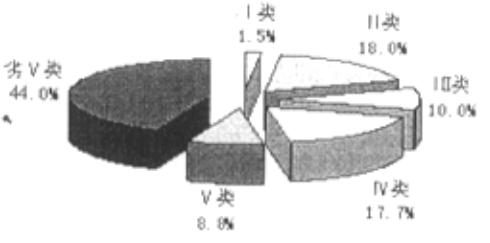


图0－2　2001年度七大水系水质类别比例

监测统计，2001年度七大水系监测的752个重点断面中，Ⅰ～Ⅱ类水质占29.5%，Ⅲ类水质占17.7%，Ⅳ类和劣Ⅴ类水质占52.8%。其中，七大水系干流154个国控断面中，Ⅰ～Ⅱ类水质断面占50.6%，Ⅲ类占26.0%，Ⅳ类和劣Ⅴ类占23.4%，各水系干流水质好于支流。2001年度七大水系污染由重到轻的顺序依次是：海河、辽河、淮河、黄河、松花江、长江和珠江。与上年相比，污染轻重顺序未变，污染程度相近(见图0－2)。在监测的138个城市河段中绝大部分受到不同程度的污染，符合II、III水质标准的仅占23%，符合IV类水质标准的占19%，符合Ⅴ类水质标准的占20%，超Ⅴ类水质标准的占到38%。1984－1995年仅仅10年时间，受到污染的河流长度整整增加了一倍多。在被监测的城市地下水中，50%受到污染。与此同时，大量陆源污染进入海洋，造成近海海域受到不同程度的污染。据监测，目前我国近岸海域超III类海水占53.4%，我国海域赤潮发生年频率已从1960年以前仅3次发展到1998年的22次。1999年7月13日，渤海再次发生大面积赤潮，面积竟达到6300km^2。由以上可见，我国的水环境尤其是城市的水环境已经处于相当严峻的形势了，如果继续发展下去就将会使城市生态系统发生根本性的变化，城市生存基础将更加脆弱，城市的自我适应和自我调节能力同时也会降低，抵御各种自然灾害和人为因素破坏的功能也会减弱。

0.2 中国城市所面临的主要水环境问题：

0.2.1 水资源严重短缺

这种情况有两种表现形式：其一为城市所在地区缺乏地面与地下水资源；其二为城市所在地水资源并不缺乏，但是由于水资源受到严重的污染、可供利用的清洁水资源严重不足，这即是所谓的“水质型缺水”。中国与世界主要生态资源比较（见表0-1）。在这种大的环境条件下，中国北方和某些沿海地区城市景况更糟，其周围可被利用的淡水资源已开发殆尽，城市的供水功能受到限制。许多城市地下水超量开采，造成水质逐渐恶化，地下水位大面积下降，甚至出现地面下沉，建筑物受到破坏，沿海地区城市引起海水入侵地下水等严重现象。1986年的建筑业年鉴显示，

表0-1　　中国与世界主要生态资源比较（1988）(表内资料根据1989年《中国统计年鉴》计算

项　　目	世界人均量	中国人均量
水（径流量×10^{4}m^3）	1.08	0.24
森林（ha）	0.79	0.11
土地面积（ha）	2.61	0.98
耕地面积（ha）	0.37	0.09
草地面积（ha）	0.76	0.29

当年因供水不足造成全国经济损失超过200亿元。近年来，全国缺水城市已达400多个，有“水都”之称的上海也已名列其中，1995年夏季缺水达$600\times10^4m^3$；位于长江中游的重庆市西部供水量仅占需求量的1/3，到2000年每天缺水达$100\times10^4m^3$；泉城济南市水资源开发利用量占水资源可利用量的96%，水资源后备严重不足，用水高峰期每天供水缺口达$15\times10^4m^3$。

目前，我国的工业和城市生活用水总量尚不及美国的1/4，但是城市用水已经面临着巨大的压力，在世界范围内如果都达到如今北美人口的消费水平，那么我们至少还需要两个地球来满足我们的需求（见图0-3）。而残酷的现实是我们只有一个地球。在今后的若干年内我国的经济还要以8%左右的速度增长，而现实却是水资源的极度短缺，这对我国城市的发展制约作用无疑是很明显的。淡水匮乏，供水紧张，这已是不争的事实。然而这并不是淡水资源问题的全部。更令人忧虑的是人们普遍缺乏节水以及高效、合理利用水资源的意识，仍在肆意地破坏、浪费挥霍极其宝贵而又有限的淡水资源。如果人们在思想上没有意识到淡水资源的重要性，那么水资源短缺只能愈演愈烈。

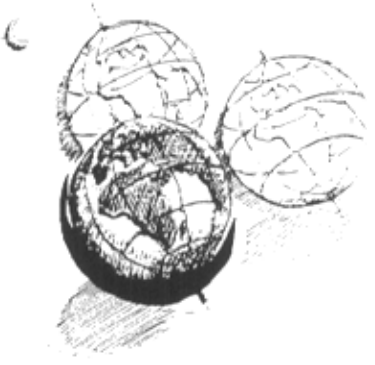


图0-3 我们还将需要两个地球

0.2.2 水污染加剧、水质下降

截至到1998年底，我国建成城市污水处理厂187座，但二级污水处理能力仅822万m^3/d，按此计算的城市污水二级处理率仅为14.1%。目前，我国城市平均每100万人有一座污水处理厂，与发达国家相比较差距较大，美国每一万人就有一座污水处理厂，英国和德国每0.7-0.8万人一座污水处理厂，不少发达国家的污水处理率达到85%以上。大量的污水未经处理就排放到环境中了（见图0-4），形成了各色各样的水污染，这不仅对城市人口造成损害，更由于城市水道会直接通向广大农村，对农村的生活和生产也带来不利的影响。城市污水中含有大量的有毒物质、致病微生物、耗氧废弃物、油类物质、有机和无机化学物、热流出物、放射性物质等，这不仅会造成大量的健康问题，还会殃及渔业和农业产。

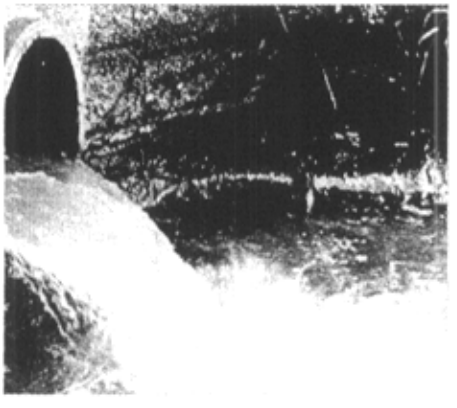


图0-4 未经处理的污水直接排放

中国科学研究院 1996 年发布的一份国情研究报告表明，全国 532 条主要河流中，有 436 条受到不同程度的污染，七大江河流经的 15 个主要城市河段中，有 13 个河段水质严重污染。80 年代初，约 1/5 的水井水质不符合饮用水质标准，而到了 80 年代后期这一类水井已增至 1/3，同时一半以上城市的地下水受到污染，所以导致一些城市连生活用水都很紧张，在某些城市出现了“卖水”这一新兴职业，图 0－5 所示为温州缺水时的情景。



图 0－5　温州缺水时的情景

水污染曾经是上海分布最广、最严重的污染，这直接导致苏州河终年恶臭，成了一条“死”河，在投入大量资金进行长期治理后，现已有很大改观；而黄浦江，一年有 288 天黑臭期，并且随着城市化进程的加快水质污染也在迅速蔓延，这就导致上海的饮用水源从苏州河转向黄浦江再转向长江。然而由于接受上游排放污水的影响，水质严重污染，远未达到国家Ⅲ类水体的要求。饮用水质低于全国平均水平，全市高血压、肺病及各类癌症的发病率均居全国之首。

长江流域每年仅干流 21 个主要城市就向长江排放 $63\times10^8m^3$ 污水，且每年的排放量以 3.3% 的速度增长。据调查，长江干流 21 个主要城市江段的污染带已超过 500km，占城市江段长度的 60%，长江南京段水质的恶化，也是一个触目惊心的例子，长江南京段每年接纳南京市排出的生活污水 $2.24\times10^8m^3$，比 10 年前增长了 32%，工业废水则更是高达 $6.7\times10^8m^3$，长江中污染物平均超标率石油类达 53.3%，大肠菌群达 32%；南京市的六个水源保护区只有两个合格，且水质呈逐年下降趋势。

全国绝大多数的城市都受到“水”问题的困扰，且有日益扩大的趋势，如果让这种情况继续下去，我们会面临有水而不能用的尴尬境地，这对我国经济的发展而言将是一道难以逾越的障碍。

0.2.3 水环境的生态调节作用逐步弱化

由于城市内大面积的水环境（城市湿地、河流、湖泊及城市周边海域……）被填埋或者用于他途而改变了其原有的肌理和功能，从而导致城市内总的蓄水量减少，而同期全球大气温度却呈逐步上升趋势，其中华北地区冬季平均气温比 20 世纪 80 年代上升了 2.1℃，气温上升必然导致蒸发量增加、地表径流减少。加之近年来受厄尔尼诺现象的影响，北方地区降水量异常偏少，这就加剧了城市水环境现有的种种矛盾。由于来水量减少，换水周期变长，不可避免地要出现水体的富营养化现象，水体自净能力逐步下降，水环境中的生物为争夺生存空间迫使原有的物种种类

和数量平衡被打破。此外，城市水环境对城市热环境、空气湿度的改变也有着重要的影响，据统计南京近 30 年来（1961－1992）夏季月平均气温呈现逐年上升趋势，而冬季也时常出现暖冬现象，这固然和全球变暖、城市增容、能量消耗增多有关，但是水环境作为调节城市热环境的一种积极、有效的生态手段却被忽视了：如果水环境分布合理且与建筑做到有机结合，不但可以使建筑周围的环境质量得到提升，而且可以使建筑自身为使用者提供的热舒适得到极大改善，而不是简单地依赖耗能的主动手段，达到所需的热舒适程度。在这一点上我们的古人做了许多有益和卓有成效的尝试，如传统的苏州水乡和威尼斯的水上城市等，它们的共同点就是以水为媒介达到人与周围环境的和谐共生，创造舒适、健康、生态的人居环境。所以要根据城市的自身特点，充分利用和保护现有水环境，做到有所为，有所不为，发挥水环境的生态调节作用。

0.2.4 城市湿地遭到严重破坏

滨水带（包括河流、湖泊、沼泽和稻田等）能形成湿地，从生态学角度讲这里是孕育万物的地方，城市湿地是维持一个城市生态平衡和物种多样性的重要保证，同时也是城市得以延续下去的生存基础。湿地是一种自然景观，一个自然综合体，是地球上具有重要环境功能的生态系统和多种生物的栖息地和孳生地，也是若干原材料和能源的地矿资源。从系统论观点来看，城市湿地是一个半开放的系统，一方面它是一个较独立的生态系统，它有其自身的形成、发展和演替过程，如独特的土壤形成过程（潜育化或泥炭化）和植被演替过程；另一方面它在许多地方又需要依赖相邻的地貌景观，和它们进行物质和能量的交换，同时也影响临近系统的活动。湿地与人类的生存、繁衍、发展息息相关，是自然界最富生物多样性的生态景观和人类最重要的生存环境之一，它不仅为人类的生产、生活提供多种资源，而且具有巨大的环境功能和效益，在抵御洪水、调节径流、蓄洪防旱、控制污染、调节气候、控制土壤侵蚀、促淤造陆、美化环境等方面有其它系统不可替代的作用，被誉为“地球之肾”，受到全世界范围的广泛关注。在世界自然资源保护联盟(IUCN)、联合国环境规划署(UNEP)和世界自然基金会(WWF)世界自然保护大纲中，湿地与森林、海洋一起并称为全球三大生态系统。然而，随着人口的急剧增加，为解决农业用地的扩张和发展经济，对湿地的不合理开发利用导致中国天然湿地日益减少，功能和效益下降；捕捞、狩猎、砍伐、采挖等过量获取湿地生物资源，造成了湿地生物多样性逐渐丧失；湿地水资源过度开采利用，导致湿地水质碱化，湖泊萎缩；长期承泄工农业废水、生活污水，导致湿地水污染，严重危及湿地生物的生存环境；森林资源的过度砍伐，植被破坏，导致水土流失加剧，江河湖泊泥沙淤积等等，使中国湿地资源已经遭受了严重破坏，其生态功能也严重受损。据统计：近 40 年来，全国湖泊围垦面积已超过五大淡水湖面积之和，失去调蓄容积 $325\times10^{8}m^{3}$，每年损失淡水资源约 $350\times10^{8}m^{3}$；沿海湿地围垦近 1/2；我国最大的沼泽集中分布区——三江平原，已有 300 万 ha 湿地变

为农田，目前仅有沼泽 104×10^4ha，如果不加以控制，这些沼泽湿地将丧失殆尽。因水资源的不合理利用，我国西部玛纳斯湖、罗布泊、居延海已变成盐碱荒漠！水污染更加重了湿地的破坏，全国 1/3 以上的河段受到污染，81.9%的主要河流受到不同程度的污染，鱼虾绝迹的河道长达5322Km，90%以上城市水域污染严重，50%重点城镇水源地不符合饮用水标准，湖泊富营养化现象加剧，这不仅加重水资源紧张形式，而且对渔业、农业及人民的生活健康带来危害。

0.2.5 城市滨水景观的弱化乃至城市自身特色的丧失

人类对水的向往由来已久，水环境、水空间是城市中可供休憩和游乐的场所，同时还具有独特的自然环境和情感特征，有着优越的亲水性和舒适性，是城市中重要的开放空间，同时也是城市的“窗口”和“门户”。城市中的水环境对于大多数以水系为依托而发展起来的具有悠久历史的城市自身而言，往往是当地传统建筑文化的承载地以及展现当地特色文化的窗口。由于城市中有了水的存在，城市有了灵性与生机，会赋予人更多的遐想空间和心灵的感受，从而提高了城市的可居住性。滨水环境的塑造是延续城市文化积淀、衔接历史文脉的有效手段，可以将城市的人文特质和城市环境有效的结合起来，将已有和未被完全发掘的城市特色进行加强和开发出来，从而形成区别于其他的独特的城市个性；与此同时，这也是新的商业价值的附着体，可以以此为依托开发旅游及其他经济活动。如上海的外滩，不仅是上海形象的象征，而且具有独特的旅游和商业价值(见图 0－6)。但是，当前有些城市对有限的水环境仅仅进行了最基本层面上的开发利用，虽然可以取得显著的眼前利益，但是从城市生态角度来看却是破坏了滨水区特有的生态平衡，造成该地区生态系统的异变。目前较流行的滨水景观处理方法就是简单地进行地面硬化、种植观赏性的花草树木等，这种做法我认为是不合理的，滨水地带一旦经过硬化，其原有的生态特征、环境要素都被彻底破坏了，对在生存于其中的各个物种而言是一场灭顶之灾，虽然表面上看起来很漂亮，但是实际上却是本地区的一种生态灾难，所以在进行滨水景观设计时要运用生态设计原则，对本地区环境作到最大程度的保护。正如“建筑是一个不断生长、延续、更新、完善的活的有机体”一样，城市滨水景观随着经济发展和技术提高，也需要不断的丰富和完善，以维持滨水区的活力，最充分的展示城市形象和轮廓。



图 0－6　独具魅力的上海外滩夜景

0.3 城市化进程产生的影响

在人类社会发展过程中，城市始终是一个地区政治、经济、文化、交通的中心。20 世纪下半叶，随着经济高速发展和人口的急剧增长，在世界范围内，城市化进程明显加快。据统计，1963 年世界总人口为 32.8 亿，至 2000 年已增至 61.8 亿，几乎增加了一倍。而在这新增加近一倍的人口数量中，2/3 集中在只占世界土地极小面积的城市中，城市人口占总人口的比例也由 1963 年的 35.2%增至 2000 年的 50.3%，其中发达国家城市人口的比例已将近 80%之多，城市化将引起

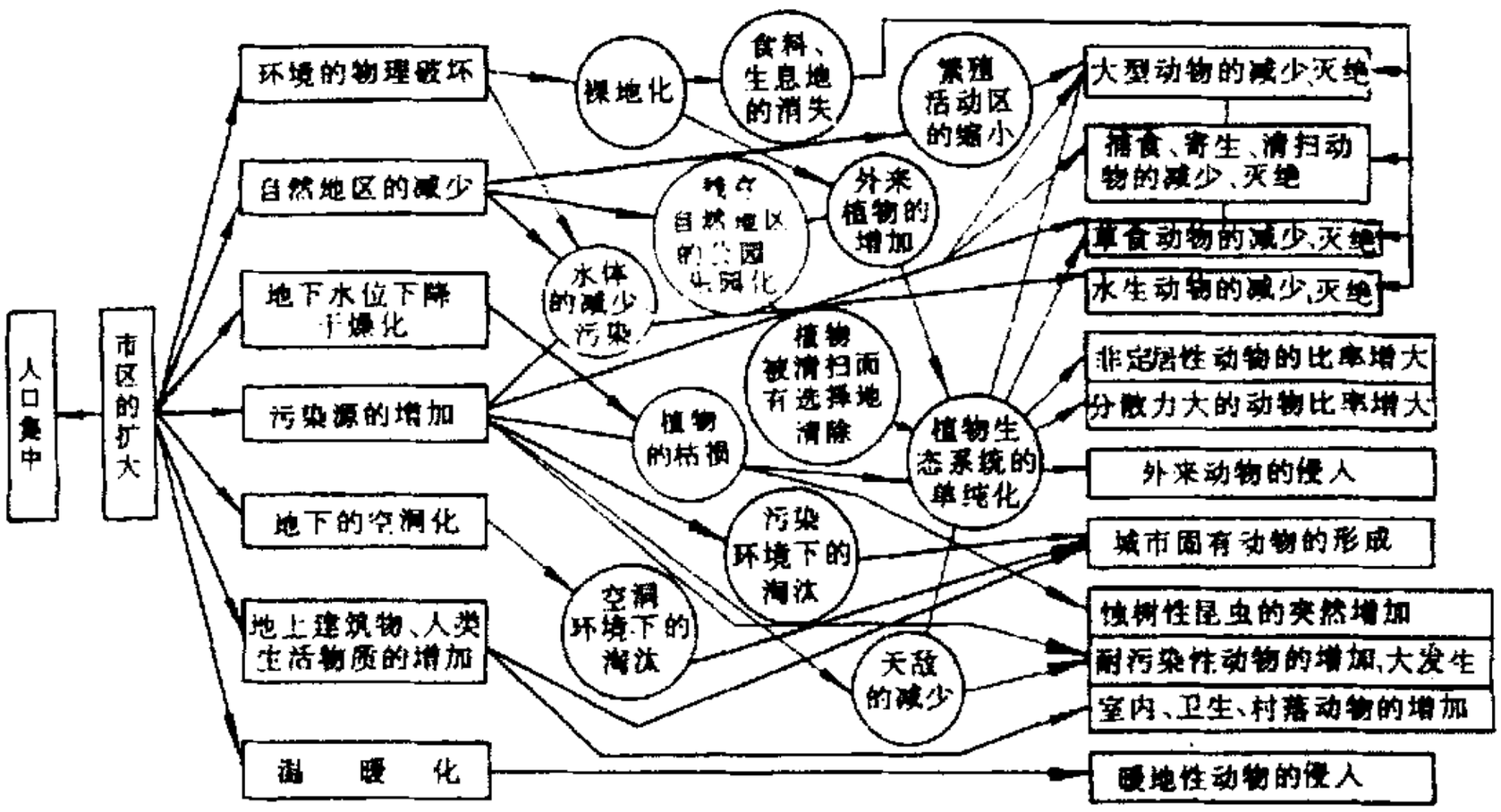


图 0－7　城市化引起环境变化及对动植物的影响

城市环境的巨变并对动植物产生深远的影响(如图 0－7)。城市化的初级阶段主要表现为农村劳动力向城市及其周边地区的快速转移和聚集，而城市化的高级阶段则主要体现在城市文明程度和现代化水平的提高，两个阶段交错衔接。同时，城市化及其文明程度的重要表现之一是人文和生态环境的优越性。因此，在城市化初期就必须在合理利用资源和保护生态环境方面首先做出努力，目前我国正处于由城市化初期向中期、后期演变的过程（如图 0－8），是一个承上启下的阶段，对城市未来具有决定性的影响，其作用和重要性不言而喻。城市化的进展使围绕以城市为中心的水资源供需矛盾、水污染防治和水环境改善、城市防洪排水等方面的问题日益突出。为此，联合国教科文组织水科学部所执行的水文计划将其工作重点转向“城市水问题”，并在一系列有关城市和环境的国际会议上，提请国际

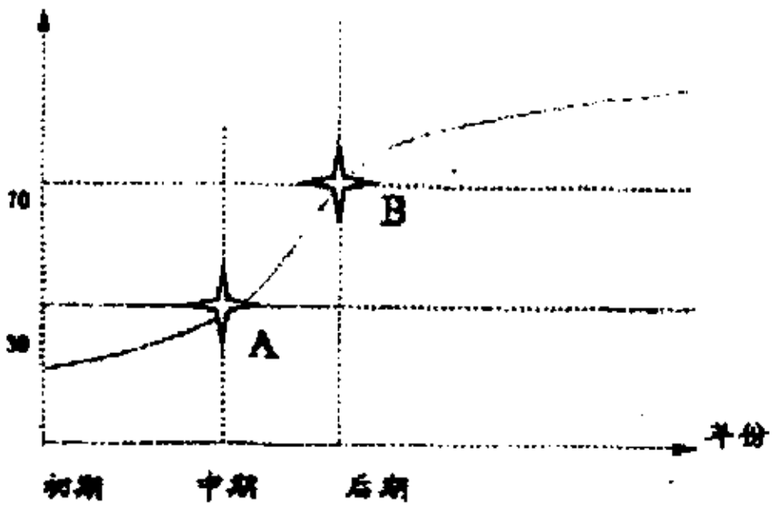


图 0－8　城市化进程中的“S”型曲线

社会和各国政府主管部门对城市水问题给予切实的关注。

从发达国家如日本来看，其城市化进程在20世纪60年代进入快速增长期，至1980年，日本全国城镇面积的60%是这20年中开发的。日本东京都所在的鹤见川流域中的城市化面积50年代末占流域面积的10%，60年代中期占20%，70年代中期猛增到占60%，这就带来了许多新的水环境问题。我国的城市化水平远远低于世界平均水平。1980年全国城镇入口为1.34亿，占总人口的13.6%，远低于世界平均值42.2%，也低于发展中国家平均值30%。截至2000年，我国城镇人口已占人口总数的30%，据预测，2020年我国城镇人口比例将达到50%~60%。也就是说，全国约有8亿人口居住在城镇当中。在快速大规模的城市化进程中，将不可避免地加剧人口、资源和生态环境的矛盾，并迫切需要加强城市水环境的研究。水是人类生存发展不可替代的资源，城市居民耗水量是农村的数倍，工业用水量就更大。因此城市化的发展首先要求供水量的保证，此外，城市防洪安全、水污染防治、交通需求以及城市生存环境的改善都和水密切相关。这种影响不仅表现在防洪、供水等传统城市水利方面，高密度的人口压力使得人们对改善生态环境的要求也越来越高，水环境建设和改善、城市水文化的保护和开发已开始引起有关方面的重视。水环境和水文化已成为体现城市景观、影响城市生存环境和城市景观改善的重要因素，并且是独特的城市风貌的载体。

在相当长的历史阶段中形成的水环境与城市发展之间的协调关系，受到人口压力和工业文明的双重挑战。在人类进入21世纪时，如果不能给城市水环境以足够的重视，将难免会在急剧增长的资源需求与发展的矛盾以及激烈的国际和国内竞争中落后。城市水环境问题的解决必然仰赖于科学技术研究，寻求妥善的解决办法，其中也包括城市水环境的历史研究。众所周知，城市的出现已有几千年的历史，城市河道、水域不仅是城市赖以生存的基础，而且它们随着社会政治、经济、交通、文化的发展而发展，其间常常隐含着生态环境、水文、社会学等的某种规律性和合理性，认真研究城市水环境的历史，借鉴国外城市经济发展中处理水环境的经验和教训，对认识当今中国城市水环境问题，有重要的价值。

自1990年以来，我国的国民生产总值连续以8%~11%的高速率增长，预计21世纪的头20年内我国的经济增长仍将以6%~9%的高、中速率稳定发展。这种发展势头与水环境安全保障之间的矛盾日益尖锐。因此如何妥善解决城市水环境问题，已经成为我国经济增长和社会稳定发展中的亟待解决的重大问题。

第一章 可持续发展和城市生态学概述

1.1 可持续发展概念

“可持续发展”这一概念是在80年代中期出现的。在前挪威首相布伦特兰夫人以及经济合作与发展组织的文章、文件和出版物中，都比较早地使用过这个概念。但到目前为止，对这个概念的确切含义及其完整的思想体系还没有一个统一的说法，不同的研究者，从不同的领域和角度，做出了不同的说明和概括。

可持续发展定义详释

当前，最具有代表性，也是影响比较大的可持续发展定义主要有这样几种：

1. 从自然属性下定义。最早是生态学家提出了自然资源与利用开发之间要有平衡性的问题，提出要保持生态平衡的连续性，即要求人们在对自然资源的开发利用程度上要注意保持平衡，不能突破这个平衡。在这个基础上，国际生态学联合会于1991年举行的关于可持续发展问题的专题讨论会上，将可持续发展定义为“保护和加强环境系统的生产和更新能力”，即从生物圈维护生态平衡的角度上说明可持续发展是寻求一种最佳的生态系统。这个定义关注的重点是人类生存的自然环境不受到破坏，能够得到持续利用。

2. 从社会属性下定义。联合国环境规划署和世界野生生物基金会等组织在1991年共同发表了《保护地球：可持续战略》，在其中将可持续发展定义为：“在生存于不超出维持生态系统承载力的情况下，改善人类的生活质量”，并且提出人类可持续生存的九条基本原则，在这九条基本原则中，特别强调了人类的生产方式与生活方式要与地球的承载力保持平衡，保护地球的生命力和生物多样性。同时，还提出了人类可持续发展的价值观和130个行动方案，着重讨论了可持续发展的最终目标是人类社会的全面发展，即要改善人类的生活质量，创造一个美好的生活环境。在这份报告中还提出尽管各个国家可以根据自己的国情来制定各自的发展目标，但是，只有包括了能够提高人类健康水平、改善人类生活质量，并创造出一个保障人们平等、自由、人权的环境等内涵的发展，才是真正的“发展”。

3. “可持续发展”作为21世纪全球性发展战略在1992年巴西世界环境与发展大会上得到全球大多数国家和地区政府的共同承诺和一致接受。它把实现人与自然和谐，实现国家与地区间发展机会的平等，实现人类发展的代际平等和保护资源与生态环境作为战略目标，标志着一种新的价值标准的基本形成与认同，并将引导21世纪全球社会的发展方向。“可持续发展”定义的中文意译为：满足当代人需求时，不危及后代人满足他们需求及选择其生活方式的可能性。它强调有效、有节地利用不可再生资源，维护可再生资源的良性循环，保护人类唯一生境——“生物圈”，

它有6个基本要点。

1）可持续发展战略是人类在21世纪唯一正确选择；

2）给当代和后代“人人平等”的发展机会和权利；

3）发展是主题，是硬道理；

4）环境保护是发展的组成部分；

5）建立合理的生活方式和生产模式；

6）环境权利和环境义务的平等统一。

“可持续发展”这一概念自产生以来也一直处于不断地发展和丰富之中，因而我们对于这一概念的认识也应该随着时代的发展而赋予它新的内容和思维方式。

1.2 城市生态学基本概念及其研究对象、内容

1.2.1 城市生态学基本概念

城市生态学是城市科学体系中的一门学科，也是人类学、生态学的学科分支，它以生态学为基础，以人为主体，研究城市居民与城市环境之间的相互关系。城市生态学作为一门独立的学科，已有三十多年的发展历史，在20世纪90年代，该学科作为多学科共同的热点领域，得以迅速发展，研究内容日新月异，涉及范围广泛而深入。

城市生态学(urban ecology)是以生态学（ecology）概念、理论和方法研究城市的结构、功能和动态调控的一门学科，既是一门重要的生态学分支学科，又是城市科学（urban science）的一个重要分支学科。城市生态学以整体的观点，把城市看成一个生态系统，除了研究它的形态结构以外，更多地把注意力放在全面阐明它的组分之间的关系及其组分之间的能量流动、物质代谢、信息流通和人的活动所形成的格局和过程。城市生态学采用系统思维方式，并试图用整体、综合有机体等观点去研究和解决城市生态环境问题。由于城市人口与城市环境（其他生物因素和非生物因素）相互作用形成复杂的网络系统，因而使城市体系的中心问题仍然是生物（人）与环境的问题，因此从生态学角度又可以把城市系统称为城市生态系统。这种关系是城市生态系统中最重要也是最容易遭到破坏的，如图1-1所喻示的那样，我们要想维持现有的生态关系，就必须首先处理好人与环境

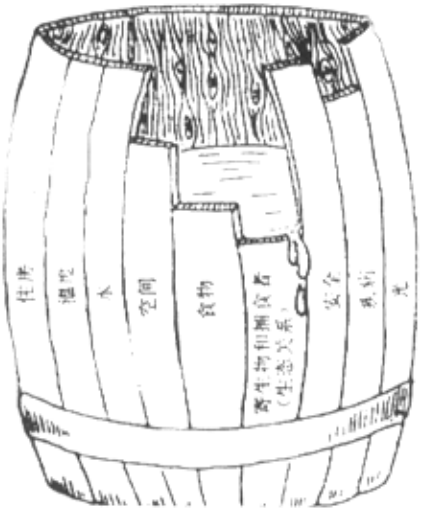


图1-1　城市生态安全要素关系图

的关系，这样才能把那块最短的木片加长，这就是“木桶”理论在生态学领域的真实写照。早在1925年麦肯齐（R.D.Mckenzie）把城市生态学定义为“城市生态学是研究人们的空间关系和时间关系如何受城市环境的影响与改变”，这一定义比较侧重于社会生态学内容。从那时起，随着城市生态学研究的发展，对城市生态学概念的理解也日益深化。如今，一般把城市生态学定义为：城市生态学是研究城市人类活动与城市环境之间关系的一门学科，城市生态学将城市视为一个以人为中心的人工生态系统，在理论上着重研究其发生和发展的动因，组合和分布的规律，结构和功能的关系，调节和控制的肌理；在应用上旨在运用生态学原理规划、建设和管理城市，提高资源利用效率，改善城市系统关系，增加城市活力。

1.2.2 城市生态学研究对象、内容

城市生态学的研究对象是城市生态系统。它利用生态学和城市科学的原理方法、观点去研究城市的结构、功能、演变动力和空间组合规律，研究城市生态系统的自我调节与人工控制对策。其研究目的是通过对系统结构、功能、动力的研究，最终对城市生态系统的发展、调控、管理及人类的其他活动提供建设性的决策依据，使城市生态系统沿着有利于人类利益的方向发展。

城市生态学的基本内容可归纳为城市生态系统的组成形态与功能、城市人口、生态环境、城市灾害及防范、城市景观生态、城市与区域持续发展和城市生态学原理的社会应用等七个方面。城市生态系统的组成形态与功能是研究城市生态系统的组成和组分之间的相互关系及其功能的内在变化规律；城市人口主要讨论研究城市的人口动态、分布与类别等内容的变化规律；城市生态环境主要讨论城市居民与自然环境系统和社会环境系统之间的相互作用规律、研究城市的形成、发展和演变与环境之间的规律；城市灾害及防范主要论述城市灾害类型、发生的规律和防范措施等内容的科学；城市景观生态主要论述城市景观类型、演变及其规划的科学；城市与区域持续发展主要论述城市的持续发展及城市与其所在区域持续发展的内容；城市生态学原理的社会应用主要研究如何把城市生态学原理应用于城市规划、建设和处理城市生态环境问题等。其中城市生态系统的组成形态与功能和城市生态环境是城市生态学的重点内容，即城市生态学的研究重点是城市代谢过程以及人流、物流、能量的转化、利用率等内容(见图1－2)。但应指出，城市生态学基本内容的划分，或多或少是人为的，但对城市生态学的教育、科研和社会实践是必要的。

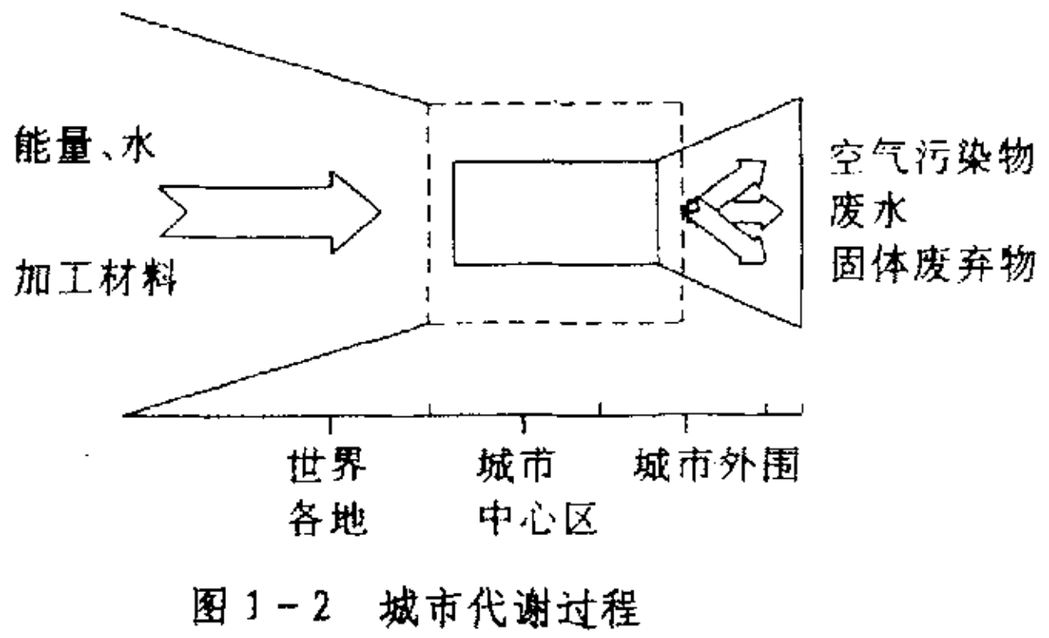


图1－2　城市代谢过程

1.3 城市生态规划概念、内容、目标和原则

1.3.1 城市生态规划概念

城市生态规划(urban ecological planning)是运用系统分析手段、生态经济学知识和各种社会、自然信息、经验，规划、调节和改造城市各种复杂的系统关系，在城市现有的各种有利和不利条件下寻找扩大效益、减少风险的可行性对策所进行的规划。包括界定问题、辨识组分及其关系、适宜度分析、行为模拟、方案选择、可行性分析、运行跟踪及效果评审等步骤。最终结果应给城市有关部门提供有效的可供选择的决策支持。

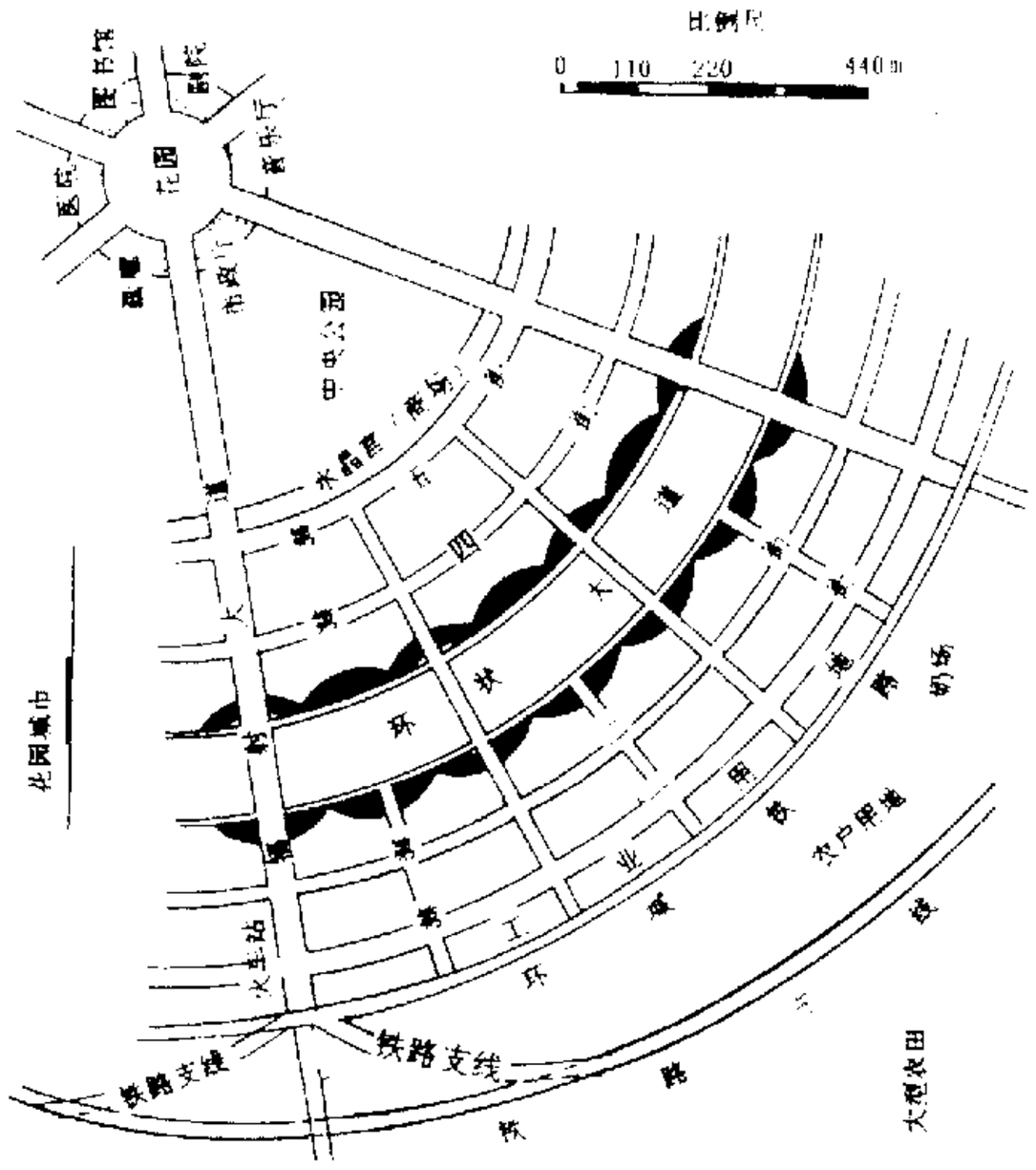


图 1－3　霍华德田园城市图

简言之，城市生态规划即是遵循生态学原理和城市规划原则，对城市生态系统的各项开发与建设做出科学、合理的决策，从而能动地调控城市居民与城市环境的关系。

城市生态规划在促进城乡持续发展上还是一种新的方法，但作为一种学术思想却有着较长的历史。例如古希腊哲学家柏拉图的“理想国”，古罗马建筑师维特鲁威的“理想城”，16 世纪中摩尔的“乌托邦”，欧文的“新协和村”以及霍华德的“田园城”（见图 1－3）等，所有这些设想都含有一定的生态规划的思想哲理。

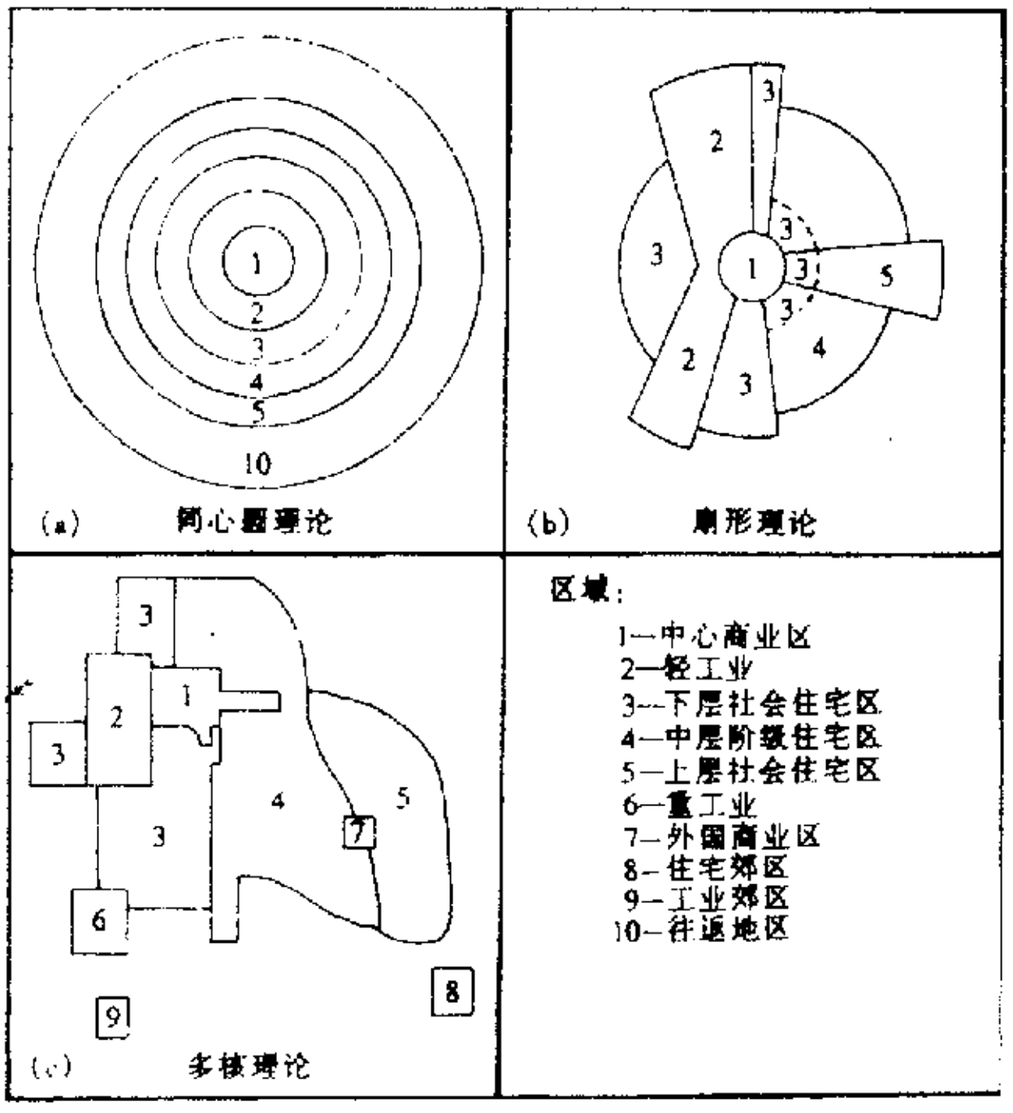


图 1－4　芝加哥学派的城市图解

玛希（1864）、鲍威尔（1897）和格迪斯（1915）关于生态评价、生态勘查和综合规划的理论被看作是奠定了 20 世纪生态规划的基础，而霍华德（1902）的“田园城”，沙里宁的“有机疏

散理论”和芝加哥人类生态学派关于城市景观、功能、绿化系统方面的生态规划则被认为是掀起了生态规划的第一个高潮（见图 1－4）。40 年代美国区域规划协会的规划工作带来了生态规划的第二个高潮，他们把主要工作集中在城乡最优单元、相互作用及自然保护上。近三十年来世界范围内的迅速城市化，以及各种生态危机的加剧，使得人们对生态规划有了更进一步的认识，生态规划的概念得到了进一步的明确。

1.3.2 城市生态规划内容

城市生态规划在内容上大致可以分成以下几个子规划：①适宜容量规划（包括资源容量、环境容量、人口容量）；②土地利用适度规划；③环境污染防治规划；④生物保护与绿化规划；⑤资源利用保护规划；⑥生态建设规划等。城市土地既是形成城市空间格局的地域要素，又成为人类活动及其影响的载体，它的利用方式成为城市生态结构的关键环节，同时决定了城市生态系统的状态和功能，因此城市土地成为联结城市人口、经济、生态环境、资源诸要素的核心；而通过对城市土地进行生态适度（urban ecological suitability）分析，确定对各种土地利用的适宜度，并根据选定方案调整产业布局，以调控系统内物质流、能量流和信息流的生态效用与经济功能，达到维持城市的生态平衡和经济高效之目的，便成为城市生态规划的首要内容。

1.3.3 城市生态规划目标

城市生态规划作为城市人类与自然关系调控的手段，首先应明确目标。城市生态规划的根本目标应是通过各组分之间的生态关系的协调达到城市栖境中人类与自然的和谐共生，促进城市的生态发展。具体而言，目标应包括如下几个方面：①致力于城市人类与环境的协调有序结构；②致力于城市经济、社会、生态的可持续发展；③致力于城市与区域发展的同步化。

1.3.4 城市生态规划遵循的原则

城市生态规划的研究对象是城市生态系统，它既是一个复杂的人工生态系统，又是一个社会-经济-自然复合生态系统，但它绝非三部分的简单相加，而是一种融合与综合，是自然科学和社会科学的交叉，又是时间（历史）和空间（地理）的交叉。因此进行城市生态规划，既要遵守三生态要素原则，又要遵守复合系统原则。

1. 自然原则，又称为自然生态原则。城市的自然及物理组分是其赖以生存的基础，又往往成为城市发展的限制因素。为此，在进行城市生态规划时，首先要摸清自然本地状况，通过城市人类活动对城市气候的影响、城市化进程对生物的影响、自然生态要素的自净能力等方面的研究，提出维护自然环境基本要素再生能力和结构多样性、功能持续性和状态复杂性的方案。同时依据城市发展总目标及阶段战略，制定不同阶段的生态规划方案。

2. 经济原则，又称为经济生态原则。城市各部门的经济活动和代谢过程是城市生存和发展的

活力和命脉，也是搞好城市生态规划的物质基础。因此城市生态规划应促进经济发展，而决不能抑制生产；生态规划应体现经济发展的目标要求，而经济计划目标受环境生态目标的制约。从这一原则出发进行生态规划，可以从城市高强度能流研究出发，分析各部门间能量流动规律、对外界依赖性、时空变化趋势等，并由此提出提高各生态区内能量利用高效的途径。

3. **社会原则**，又称为社会生态原则。这一原则存在的理论前提在于城市是人类聚集的结果，是人性的产物，人的社会行为及文化观念是城市演替与进化的动力。这一原则要求进行城市生态规划时以人类对生态的需求值为出发点，规划方案应被公众所接受和支持。

4. **系统原则**，又称为复合生态原则。由于城市乃区域环境中的一个特殊生产综合体，城市生态系统是自然生态系统中的一个特殊组分，因此进行城市生态规划，必须把城市生态系统与区域生态系统视为一个有机体，把城市内各小系统视为城市生态系统内相联系的单元，对城市生态系统和它的生态扩散区（如生态腹地）进行综合规划，如在城市远郊建立森林生态系统，这是实现城市生态稳定性的重要举措之一。

与此同时，城市生态规划要注意理顺与城市其他规划之间的关系，城市生态规划在我国整个规划体系中的地位与作用应有明确的规定与阐述。同时，城市生态规划的内容应有相当丰富的生态学内涵和意义，要有其独立的内涵，避免与其他规划相混淆。城市人类聚居地因其所处的地理位置和发展阶段的不同，会产生各种困扰城市的环境问题、交通问题、居住问题和生活质量问题。城市生态规划应将城市人居环境中存在的问题和困难作为突破口，将城市生态规划的制订作为提升城市人居环境质量的契机。因此，观念的更新、资金的投入以及先进技术手段的利用是城市生态规划必须具备的几个方面。

1.4 传统城市规划向城市生态规划的过渡及两者的结合

我国目前的城市规划以空间物质规划为主体，是针对人类聚居方式的研究，城市规划的主要职能是对城市土地资源进行合理配置，土地资源不仅是城乡居民生活、生产等活动的载体，同时也是众多自然生态因子的载体和相互作用的场所。但凭借传统城市规划理论方法无法彻底了解土地资源所赋予人类的全部属性，其作为规划指导思想缺乏系统生态观念的弊端已经开始显现。在当前环境恶化加剧、生态水平降低的现实面前，我们不能不反思传统规划理念与方法的苍白无力，甚至怀疑其是否与生态之道存在背离。与传统城市规划不同，城市生态规划更多的体现为生态理念和与土地用途相对应的资源利用方式的结合，从而被广泛地运用到国土、环境科学、城市规划等各个领域，这是通过生态理念渗透到规划的各个层次来展现其作用的一种方法体系，城市生态规划应该在目标、措施和任务方面像“楔”一样进入各个规划层次中。城市生态规划对单方面的自然生态到全方位的泛生态皆有涉足，是以人和环境的互动关系研究为基础的人类聚居环境研究

的学科和方法。城市规划和城市生态两者都是基于某一目标体系对现状改进的设想，同时两者以公众利益为主体的利益取向亦大致相同，这为两者结合创造了良好契机。从我国城市规划学科发展趋势看，从单一物质形态研究向社会经济生态综合研究已初见端倪，从作为一门专门的工程技术向政府行为和社会运动演进也在讨论之中，由此可见，城市规划的研究对象越来越复杂。如何解构如此复杂系统中的各种生态关系以便为生态规划提供科学、有力的依据一直是传统城市规划感到力不从心的地方。而城市生态规划的最终目的，就是要依据生态控制论原理去调节内部各种不合理的生态关系，提高系统的自我调节能力，在外部投入有限的情况下通过各种技术的、行政的和行为诱导的手法因地制宜地实现可持续发展。因此，辩识城市系统中各种局部与整体、眼前与长远、环境与发展、人与自然的矛盾冲突关系，寻找调和这些矛盾的技术手段、规划方法和管理工具便是当前最紧要的任务。所以，把城市规划引向城市生态规划是从系统、动态和多维的角度去研究城市发展规律的必然结果。

城市规划学科向社会、经济规划延伸或过渡的时期，范围亦从城市内部空间的研究扩展到区域空间层次，涵盖了城市与乡村全部的聚落空间。与之相对应，目前我国已开始着手从立法的角度讨论《城乡规划法》代替《城市规划法》的可能性。而城市生态规划从一开始就强调各种生态关系的系统性、关联性，提倡城乡一体的研究可能存在的自然流、经济流和社会流，以此奠定社会经济活动最适宜的自然基础。并且，从生态学观点看，城市本身就是一个不完整的生态系统，只有与周边区域与乡村环境统筹考虑才能实现各种生态流的循环与生态平衡，这与城市规划的作用对象扩大化趋势相符，相近的空间尺度亦为两者结合创造了共同的物质平台及提供了统一的研究对象。

1.5 研究城市水环境的生态规划与利用的必要性和可行性

1.5.1 研究的必要性

随着城市化的迅速发展、城市工业化水平的不断提高以及城市数量不断增加，这就造成了城市人口的急剧膨胀和人均资源消耗量的激增，如此以来有限的资源和日益增长的人均资源消耗就产生了不可调和的矛盾，就城市本身而言，城市的自身发展是以各种资源为基础和后盾的，缺乏某种基础资源不仅使城市的发展受到极大的限制，而且还可能导致城市的消亡和文明的衰落。

杰拉尔德·豪格等人在《科学》杂志上发表的论文，使我们看到了一幅因资源缺乏导致玛雅文明衰落的画卷，玛雅人的社会结构在水资源缺乏面前显得十分脆弱。他们的农业——主要是种植玉米——依赖水资源，而他们能够获得的水资源有限。专家估计，玛雅人储存的雨水、湖泊、河流的水以及地下水只能维持 18 个月的时间。更详细的研究表明公元 800－900 年之间是持续干旱的 100 年，在这干旱的 100 年中，公元 810 年、860 年和 910 年左右发生了三次最严重的旱灾、

持续时间分别为 9 年、3 年和 6 年。

这三次最严重的旱灾的发生时间，与玛雅人的主要城市被遗弃的时间相一致。我们或许可以想象这样一幕悲惨的情景：从公元 9 世纪初开始，降雨量就变得稀少起来。在几乎滴雨未降的大旱之年玛雅人赖以生存的水资源枯竭了，玉米的收成锐减，对食物的争夺加剧社会开始崩溃。玛雅人集聚的城市越大，对水资源的依赖也就越大，于是大城市首先被玛雅人放弃了，随后是中小城市。水资源的严重缺乏把整个玛雅文明推向灭亡的边缘，虽然玛雅文明最终灭亡的谜团还没有被解开，但是这一描述玛雅文明衰退的模型无疑是极具说服力的。

目前高密度的城市人口压力使人们对改善生态环境的要求也越来越高，城市水环境的建设和改善、城市水文化的保护和开发已开始引起有关方面的重视。现如今，水环境和水文化已成为体现城市特色，直接影响城市生存环境和城市景观的改善，以及城市独特风貌的载体。

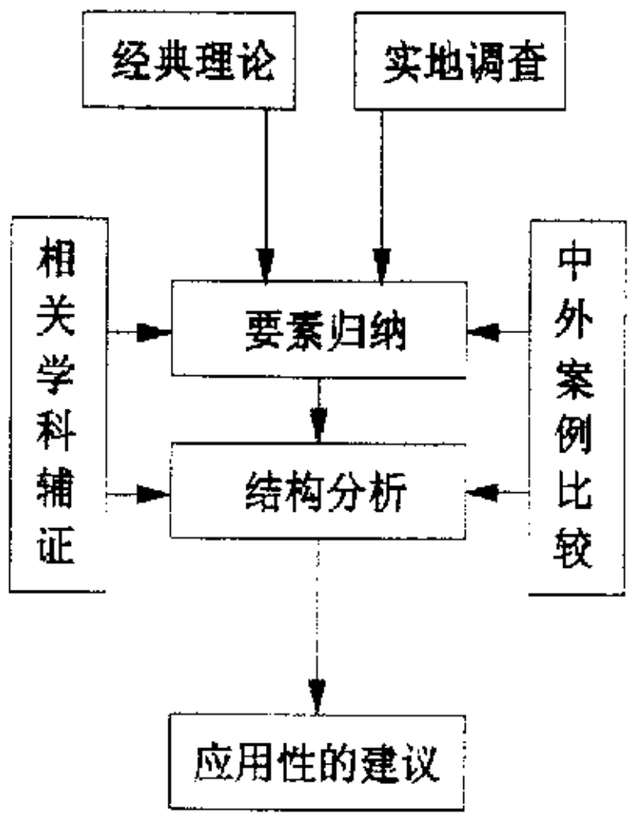
此外，城市防洪安全、水污染防治、交通需求以及城市小气候的改善都和水环境密切相关。随着社会的发展，又出现了许多前所未遇的与城市水环境密切相关的新情况、新问题。因此，解决城市水环境问题必然仰赖于科学技术研究，以寻求妥善的解决办法，其中也包括城市水问题的历史研究。众所周知，城市的出现已有几千年的历史，城市河道水域不仅是城市赖以生存的基础，而且它们随着社会政治、经济、交通、文化的发展而发展，其间常常隐含着生态环境、水文、社会学等的某种规律性和合理性，认真研究城市水环境问题的历史，借鉴国外城市经济发展中处理水环境问题的经验和教训，对认识和解决今天城市水环境问题具有重要的价值。

鉴于此，我们有必要将城市水环境作为城市生态规划的一个重要组成部分加以研究和利用，这不仅对身处这个时代的我们有裨益，而且对实现城市自身的可持续发展提供了良好的生态环境基础。除此以外，还可以在很大程度上改变旧的城市规划思想，从而为城市探寻到一条更好的发展道路，更好的发挥城市的功能和作用。

1.5.2 研究的可行性

由于城市水环境是一个有机整体，分布面广，影响力大，加上方案的实施难度大、见效缓慢，所以如果城市水环境的生态规划与利用的研究没有从一个切实可行的出发点着手，没有以成熟和具有前瞻性的理论作为开展研究的依托和基础的话，那么城市水环境的生态规划和利用就无从谈起。基于以上原因，本项研究将以生态学为基础，以“可持续”发展思想为引导，以生态规划为手段，从根本上寻求改变城市水环境现状实现其生态发展的道路。这将是一项系统集成和协作的工作，会涉及到与城市水环境的密切相关的方方面面，难度也会很大。但是这是一很有现实和长远意义的研究工作，相信会取得预期的成效。

前人在此领域已经做了许多研究工作并提出了一些较成熟和很有见地的理论，如生态学理论和生态规划理论以及可持续发展思想，并且在许多工程中进行了实践，国外历史名城在水环境的规划、保护与开发方面有许多成功的经验，值得我们学习和借鉴。国外许多城市利用滨江靠海的优势，突出水环境的作用而完成了出色的城市规划。如流经莫斯科市的莫斯科河，流经巴黎的塞纳河，穿越伦敦的泰晤士河等都以这些河流的妩媚景色和沿河两岸无数历史文化古迹交相辉映的美丽景观而引为骄傲。在文章的后面将会对美国圣·安东尼市和日本大阪市的城市水环境规划作一具体的介绍。



图Ⅰ－5　研究方法示意

所以在熟谙有关理论的基础上，采集相关资料、数据和在充分调研已实施项目的前提下，是能够提出更好的解决城市水环境的理论和方法(见图Ⅰ－5)。将城市水环境的生态规划和利用更好地融入到整个城市生态规划之中去，从而对改善城市生态环境，提高城市的居住舒适性和环境品质开辟一条新的道路。

第二章　城市水环境对城市生态特征的影响

2.1 城市水环境系统的组成要素及其特点

地球表面各种形态的水的总称为水圈。水是人类与其他生物生存必不可少的、最重要的物质，在地球上分布最广。其分布形态和总量百分比（见表 2－1）。

表 2－1　地球上水的分布形态和总量百分比

类型	水 量（亿 m^3）	占总水量（%）
淡水湖	125 000	0.01
河流	1250	0.0001
土壤水和渗流水	67 000	0.005
地下水	8 350 000	0.061
盐湖和内陆海	104 000	0.008
冰盖和冰川	29 000 000	2.41
大气水分	13 000	0.001
海洋	1370 000 000	97.3
其他形式的水	2 561 250	0.2049

地球上的热量输送和气候调节要靠水的作用，水是自然环境中最活跃的因素，也是参与地表物质能量转化与循环的重要介质因素（见图 2－1）。

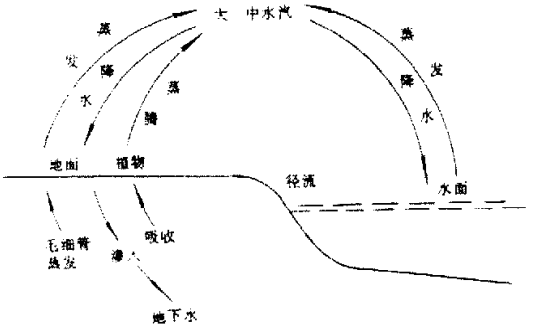


图 2－1　水循环示意图

城市水环境是一个城市所处的地球表层的空间中水圈的所有水体、水中悬浮物及融解物的总称。城市所处的水圈的水体又包括河流、湖泊、沼泽、水库、冰川、海洋等地面水及地下水等，所有这些构成一个城市的总体水资源。其中对城市经济系统和人类生活关系最密切的是具有一定质量和足够数量的淡水资源。

一般而言城市水环境是由以上因素中的几种构成。城市中的水环境并不是处于静止状态的，水以大气环流、海洋和河流排水等形式在地球上流动和再分配，通过蒸发、降雨、渗透等进行水分循环、不断往复，永无止境，使水圈内水量恒定不变，维持水分平衡，但是城市的水循环并不是自然界水循环的机械克隆，由于城市是一高度人工化的系统，因而其水循环有自己的显著特点

——一定程度上的人工循环（见图 2－2）。由于水分随大气循环，所以不仅调节了气候，而且净化了大气。城市水环境的各组成要素有其各自的特点和作用，对城市功能的正常运行及城市生态的保持和优化有着极其的重要性。

城市水环境系统的特点有以下几个方面：

1. 淡水资源的有限性特点

任何一个城市的淡水资源总量都是有限的。它的总量受以下两个方面的制约。首先是城市所处的地理纬度在很大程度上决定城市水资源的拥有量。长江以南地城市淡水资源量就比华北地区的北京、天津等城市相对充足的多。如北京市的地表水和地下水的主要来源于降雨（雪），该市位于中国东部沿海少雨地区的海河流域，年平均降雨量约为 640mm。典型的暖温带半湿润大陆性季风气候，决定了北京降雨年内分布不均匀，80%的降雨集中在 6－9 月。在北京市所在的这块面积为 16807km^{2}的土地上，年降水总量为 105×10^8t，其中蒸发掉约 50×10^8t，水利工程拦蓄的约为 $\times10^8$t；一部分形成径流流到下游地区，一部分深入地下补足地下水。北京地区地下水总量在 20 世纪 60 年代以前约为 30×10^8t，现在由于过量开采和气候干旱，只有 $20-25\times10^8$t；其次城市的淡水资源深受地表江河的影响，也就是说，深受过境径流水量的制约。这对江河下游的城市影响特别大。如天津地处海河流域最下游，历史上过境径流充沛，20 世纪 50 年代海河来水量年平均 99.4×10^8m^3。但是由于 60 年代以来上游支流修建了大量的水利工程层层拦蓄，使天津的海河仅为 50 年代海河来水量的 17%，到 80 年代初几乎断流，1980 年为 0.14×10^8m^3，1981 年为 0.337×10^8m^3。造成了 80 年代初天津市淡水资源的严重短缺。

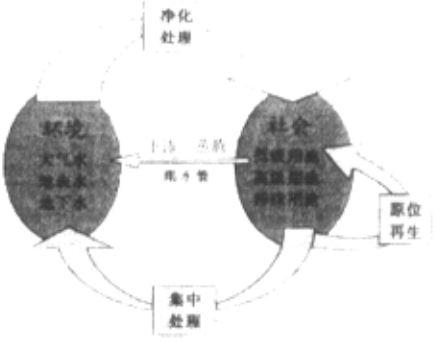


图 2－2　城市水循环示意图

2. 城市水环境的系统性特点

城市水环境系统性，是指组成城市水环境的各个方面相互影响、相互制约，结合而成的有机整体。特别是城市地表水和地下水、江河和湖泊等之间在水量上互补余缺，而且表现在水体的环境质量上相互影响。如果地面水或地下水的一部分受到严重污染，就会相互影响，导致城市整个水环境系统质量的恶化。城市水环境除了自成系统外，还同城市土地环境相互结合，成为城市自然环境系统。

3. 城市水环境系统的自净能力的有限性特点

每个城市的水环境系统都有一定的自净能力（self purification capacity）或环境容量，但这种自净能力是有一定限度的。不同城市的这种自净能力的大小是由城市生态系统的水环境子系统

的特点决定的。例如一个过境流量很大的江河边的城市（如武汉、南京等），排入江河适量的经过处理的污水后，经过大水量的江河的稀释和江河中的生物的净化，就能使下游水质仍能保持一定好的质量，过量的未经处理的污水直接排入江河，对河水的污染就会相当严重；例如中国的黄河，如今已有1/4的河段受到污染，有的支流的1/2河段受到严重污染。如果一个城市把污水排入市郊的一个水量不大、流动性较差的湖泊中去，由于这种湖泊的环境容量较小，就会很快使城市市郊的这些湖泊受到严重污染，昆明市郊的滇池和美国的五大湖（美国城市密集区）正是由于此种原因受到严重污染。

2.2 城市水环境与城市小气候

城市生态环境是在自然环境的基础上建立，按照人类的意志和需要，经过改造而成的适合于人类生存和发展的以人工下垫面为主的人工环境。在人类活动集中的城市区域内，人们赖以生存的环境品质对人们的影响越来越大。人类各种活动的结果不断积累导致环境改变，反过来环境又使城市小气候发生了显著的变化。

2.2.1 城市水环境与城市热岛效应

由于城市人工建筑物的大量增加，不透水地面覆盖率加大，植被减少，蒸发作用消耗的热量减少，越来越多的高层建筑造成近地表风速减小、扩散条件差，以及对热量的水平输送起减弱作用的一系列人为建设的影响，使得城市中心区局部小气候与郊区或自然山体形成的公园等小区明显差异，这种气温高于周围的现象称为“城市热岛效应”（UHI）（见图2-3），它是现代城市气候的主要特征之一。

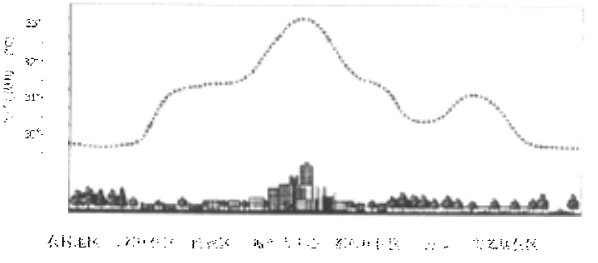


图2-3　城市热岛效应示意简图

城市热岛的形成条件是如下几个方面共同作用的结果，①城市下垫面的性质特殊，建筑物和构筑物的材质反射率小而能吸收较多的太阳辐射。②城市下垫面建筑材料的热容量、导热率比郊区农村自然条件下要大得多，造成城市下垫面储存的热量也多，夜间热量散出就会升高城市温度。③城市中不透水面积在50%以上，城市水环境面积相对更加少。城市降水之后，很快就通过排水管网流失，而农村则有大片的土壤可以储存水分，蒸发时则带走大量的热量。地面每蒸发1g水，则要吸收2500J的潜热。而城市则因为没有充足的水分用于蒸发导致城市比郊区气温高。④城市中有较多的人为热进入大气层，冬季高纬度地区需要燃烧大量的化石燃料采暖，这种人为热在莫斯科超过太阳辐射的3倍。⑤城市建筑密集，通风不良，不利于热量的散失。风速在6m/s以下时，城乡温差最明显，风速大于11m/s时，城市热岛效应不明显。

在这里我们主要讨论上述③对城市热岛的作用。由于城市中水环境面积不断减小，加之城市

中不透水面积所占比例较大，（上海市占到80%以上）所以虽然在雨水较多的南方、城市降水之后，雨水也会很快通过排水系统流失，没有多少降雨被保留下来、当城市吸收大量的太阳辐射时也就只有数量有限的水分来蒸发吸收热量，这对降低城市气温所起的作用也就

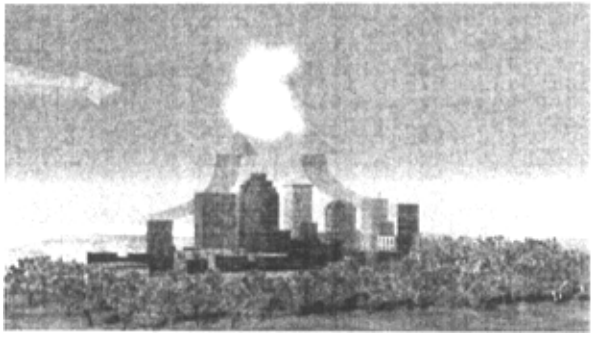


图 2-4　城市滨水区的降温原理

相当有限。如果城市当中有相当面积的水环境面积，且分布在适宜的地点，那么在炎热的夏季里通过水分蒸发可以吸收大量的热量、从而降低因吸收热量导致的较高的地表温度。在滨水地区，由于水陆下垫面的不同，对太阳辐射的吸收与反射程度亦不同，大面积的水体吸收和存储了大量的太阳辐射能、由于水体的热容大于陆地，其升温和降温速率都远远慢于陆地，从而在两者上部出现空气环流，产生我们通常在水边都能感到的凉爽、清新、湿润的“水陆风”。滨水区水、陆之间的这种空气环流过程通过把太阳辐射热转化为潜热，减弱了地面温度的骤变，发挥了天然空调器的作用。对于夏季和低纬度地区，这种气候过程正是滨水区区别于其它地区最为明显的气候优势，其作用原理见图 2-4。从而改变城市及建筑周围的热环境，达到在不增加空调能耗的情况下获得良好的室内和室外环境品质的目的。适量的增加城市水环境的面积和合理的分布水环境是使城市获得理想气候条件的生态途径之一。另一方面，无论是河流、水库、还是湖泊、海湾，朝向水面方向的滨水空间都呈开敞形式，正好适应并促进了水陆之间的空气交换过程。

2.2.2 城市水环境与城市空气湿度的调节

空气中的水分来源于各种水面、植物及其他载水体的蒸发。由于城市特殊的下垫面，大多为不透水层，且人工排水系统发达，地面较干燥、加之城市植被覆盖面积小、与地下水之间又有建筑物或地面铺砌所隔离，不能从地下得到水源。因此城市的自然蒸发、蒸腾量比郊区小，空气含



图 2-5　北京沙尘暴来临时的情景

水量少。再加上城市下垫面粗糙度大和热岛效应，空气层结构不稳定，其机械湍流、热力湍流都比较强，地面有限的水汽通过湍流不断上传扩散，使城区的绝对湿度和相对湿度都比郊区小，形成“城市干岛”。这在植物生长茂盛的季节和白昼比较明显。据广州市观测，白天市区相对湿度比郊区小 9%，全年平均市区比郊区小 3－5%。

之所以出现上述情况，很大程度上是因为城市中有限的水环境。土壤和环境中的水分被大量用于蒸腾作用，来降低环境的温度，并增加空气的湿度，使空气的湿度保持一定的水平，从而使人体处于一种舒适状态。如果城市中的水环境过于少或土壤含水量太少的话，那么空气中水蒸汽的含量将会处于严重缺乏状态，造成地面干燥起尘，进一步恶化就会形成沙尘暴天气(见图 2-5)。干燥的空气对于北方的城市来说是一很不利的气候因素，尤其是在春、秋两季，干燥的空气使人感觉很不舒服，还会引发各种呼吸道疾病，因而在城市中适宜地增加水环境面积对于改善城市空气湿度，减少与之有关的疾病的发生是有着重要关系的。

2.2.3 城市水环境对日照和空气污染的影响

城市中的凝结核很丰富，当近地层空气中的相对湿度接近和达到饱和时，水汽在凝结核上凝结，形成小水滴。这些小水滴伴随着城市空气中众多的烟尘，在适度湍流的支持下，悬浮在低空，使空气混浊和产生消光作用，影响视程。上海市 80 年代年平均晴天日数比郊县少 45.5 天，阴天日数比郊县多 29 天。水环境是通过对空气湿度的改变间接地对日照产生影响的。

如果城市空气中的水汽和烟尘、二氧化硫等大气污染物混合，它们就会悬浮于大气低层，不易扩散，这会加剧污染浓度，危害人体呼吸系统，造成伤亡。例如，1952 年英国伦敦烟雾事件死亡人数高达 4000 人。

综上所述，城市水环境对城市气候的影响是多方面的，有利有弊，不能一概而论，各种作用和影响并不是单独进行的，彼此相互交织在一起互相作用形成一复杂、多元的系统，从而对城市气候施加影响。

2.3 城市水环境与城市景观

城市陆域与水域相连的一定区域总称为城市滨水区（water front）(见图 2-6)。与城市的其他地域相比，它有着巨大的优势，它不仅是城市居民基本的生活空间，而且还是表现城市形象的重要节点，也是外来旅游者观光活动的场所。近现代以来，国外城市滨水区进行了大量的实践探索，如美国的巴尔的摩内港再开发，英国伦敦圣·凯瑟林码头区的整治，都是结合滨水区再开发，恢复环境景观，重塑城市形象的典范。在当今社会转型的情况下，滨水区景观的塑造是寻求新的商业价值的手段。“重新找回城市中‘灿烂阳光下的白帆船’，营造独特魅力的城市景观”以成为全人类共同关注的课题。

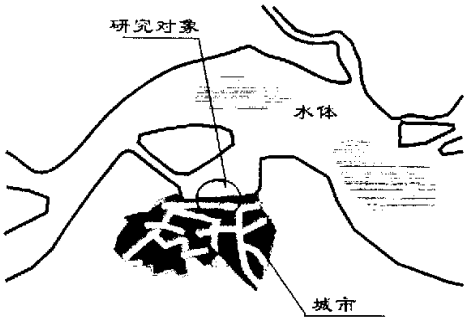


图 2-6　城市滨水区地理位置

滨水区对城市的作用有如下几点：

①为城市提供了一个天然的公共开放空间：水空间是喧嚣城市中可供各种游乐、休憩设施开发的空闲场所，同时还拥有独特的自然环境和情感特征，它以其优越的亲水性和舒适性满足着现代人的生活娱乐需要。滨水区城市中重要的开放空间，由于其所处特殊的边缘位置，往往具有城市“门户”和“窗口”的作用。同时也是城市中社会百态的缩影，各种社会活动不断在其中上演，体现了一种对环境的认同。形成了城市中一道独特的风景线。

②体现着城市传统文化的积淀：滨水区凭借其优越、独特的地理位置，起着水陆交通、客货集散的枢纽作用，这往往成为城市发展的萌芽地，对于大多数以水系为依托发展起来的具有悠久历史的城市来说，其滨水区多数凝聚着当地的传统建筑文化，是展现当地特色文化的窗口。

③提高了城市的可居住性：城市滨水区的自然因素使人与环境达到了和谐、平衡的发展，在社会层上，城市滨水区提高了城市可居住性，以水域为焦点往往构成了城市中最具活力的开放性社区，具有丰富的城市生活组织。同时，水域的清朗空气和景观通过一个绿色走廊渗透到城市中心地带，让城市居民意识到水的存在。



图 2-7　美国曼哈顿城市肌理

所以合理、有序的规划和利用城市中宝贵的水环境并结合城市景观，不但可以创造良好的生态环境效益，而且还可以带动一个城市的旅游业形成绿色产业，产生可观的经济和社会效益。美国的曼哈顿就很好地体现了上述观点(见图 2-7)，城市与水环境有着亲密的接触，凭借这一有利条件，形成了特有的城市肌理，并且深深地嵌入到当地居民的日常生活中，最终使城市滨水区成为城市形象、文化、历史、情感的最佳载体。

2.4 城市水环境质量对人及物种的影响

废水是人类在生产和生活活动中排出的使用过的水，在许多城市中这些废水没有经过处理或者只经过简单处理就排放到城市水系及周边水域，其中含有的大量有害物质对人体有不同程度的危害。

这类水中含有大量的有机物质，由于微生物分解或化学反应大量的消耗水中的氧气，从而危害鱼贝类的生存，改变生物群落结构，恶化水域环境。一般耗氧有机物较易于被微生物降解，而化学性质稳定的一些有机物如 DDT、多氯联苯，特别是高分子聚合物等，则不易被光解、氧化，

也不易被微生物降解，可以长期停留在环境中造成污染。

水中的无机物包括各种酸、碱和盐类，从而引起水质恶化，产生所谓“酸碱污染”。酸碱污染使环境酸碱度 pH 值过低或过高影响生物的正常生存、生长和繁殖。水体酸碱度（pH 值）小于 5 或大于 9 时，大部分水生生物就不能生存。环境的酸碱度直接影响生物体细胞酶的活性；环境酸碱度 pH 值改变还可增加某些物质的毒性。大气中的二氧化硫与水结合后形成酸雨，影响森林生长、鱼类洄游、腐蚀建筑物，使生态系统受害。酸、碱污染水体，使酸碱度 pH 值发生变化，破坏其自然缓冲作用，消灭或抑制细菌及微生物的生长，妨碍水体自净。

当水中含有过量的毒素如氰化物、砷、酚类，以及汞和铜等重金属离子时，就会出现毒害生物的作用，将水体中的细菌和动植物杀死，这就会抑制水体的自净作用。水体中的酚超标将严重影响水产品产量和质量，浓度高时引起鱼类大量死亡，甚至绝迹。震撼世界的日本公害病——水俣病，调查结果就是工厂将含汞废水排入水湾经过生化作用转变为甲基汞，通过食物链多次富集后，人们长期食用含高浓度有机汞的鱼类所致。此种病能通过父母遗传给子女，危害下一代。日本富山县神通川居民就因为因食用矿场的含镉废水污染的稻米而引起镉中毒，开始常感到腰、背双肩或膝关节疼，进而排泄氨基酸尿，多年后，逐渐不能行走，稍一用力，身体不同部位就会发生骨折，骨骼畸形，最后导致死亡。因为这种病的患者有无法忍受的骨痛感，由此称为“骨痛病”。

水环境的富营养化造成有机氮含量增加，经过微生物作用，可以硝化分解成硝酸盐，再经过还原成亚硝酸盐，它在人体中可以生成亚硝胺，有强烈的致癌作用。油类的污染可以导致鱼类大量死亡，使海滩丧失利用价值，风景区被破坏。企业排放过量的废热造成江河、湖泊局部水温升高，影响水生生物生态平衡，使地表水体自净能力下降，蒸发速率增加，污染沿途环境，危害渔业生产。未经处理的医院污水用来灌溉农田，也会造成各种危害，如使周围地区环境污染，蚊蝇大量繁殖，疾病流行。

城市水环境目前面临严峻的形势，处于十分危急的状态，如果城市水环境陷于一种失控、无序的状态，那么将是城市的灾难和最终末日。这将是水环境受到污染带给人类和生物物种的灾难性后果。

2.5 高效利用城市水资源减轻城市用水压力

水资源是维持城市正常运转的极其重要的物质要素之一，是生产、生活及各种经济活动得以进行的基础。目前全国的 600 多座大中城市中竟有 400 多座供水不足，每年因为缺水（包括水质型缺水）造成的经济损失相当巨大，1986 年因供水不足造成的经济损失就高达 200 亿元，到如今每年造成的损失早已经超过了 800 亿元，城市供水问题当前在世界范围内已成为一个特别尖锐突出的制约性问题。早在 1972 年于斯德哥尔摩举行的联合国人类环境会议上，许多国家的报告就

都提到城市缺水问题。在各国的报告中，没有其他生态环境问题所受到的重视更甚于这个问题了。而从1992年在里约热内卢举行的联合国人类环境发展大会上所反映出的情况表明，20多年来，城市供水问题非但没有缓和，而且更为加剧了。

因而，解决城市用水安全已成为当前城市面临的重要课题之一。我国工业企业生产技术水平均较低，对各种资源的消耗和浪费也很严重，80年代中期我国每万元工业产值耗水573m³，火电站每万度电耗水1162m³，在世界上都是偏高的；国外每吨钢新水耗用量的先进指标为4-10 m³，而我国的新水耗用量则高出10倍以上；水库和水渠的渗漏现象也是普遍地、严重的，农业灌溉基本都是采用大水漫灌、串灌的做法灌溉效率和效益都很低。

城市中有限的宝贵水资源的低效率利用是造成城市用水面临巨大压力的主要原因。所以，在工农业生产中采用高效节水的生产技术势在必行。加大废水处理，使水资源得以重复循环使用，提高利用效率。同时进行广泛的宣传以提高城市居民的节水意识、推广节水器具的使用，并辅以行政和经济手段比如：分行业、分用户制定水价，还要规定用水定额并在此基础上实行累进加价。事实上世界上不少国家都采用了类似的经济手段，据了解，在欧洲南部的一些国家、在土耳其、澳大利亚，都实行了水价累进加价的办法，结果很少有人超定额用水，效果极其明显。

2.6 城市水环境质量的评价

如果对城市中的水环境没有建立一个科学、系统的评价体系的话，那么就不能准确地掌握该城市水环境的实际情况，对这个城市整体水环境处于何种状态也就没有明确的概念和清醒的认识，也就无从对水环境进行有效的监督和治理。如此以来，将会陷于一种无序的、失去控制的境地，这对于整个城市生态环境而言，将会是一场毁灭性的灾难。城市中没有了可以利用的水资源，城市将会消亡。

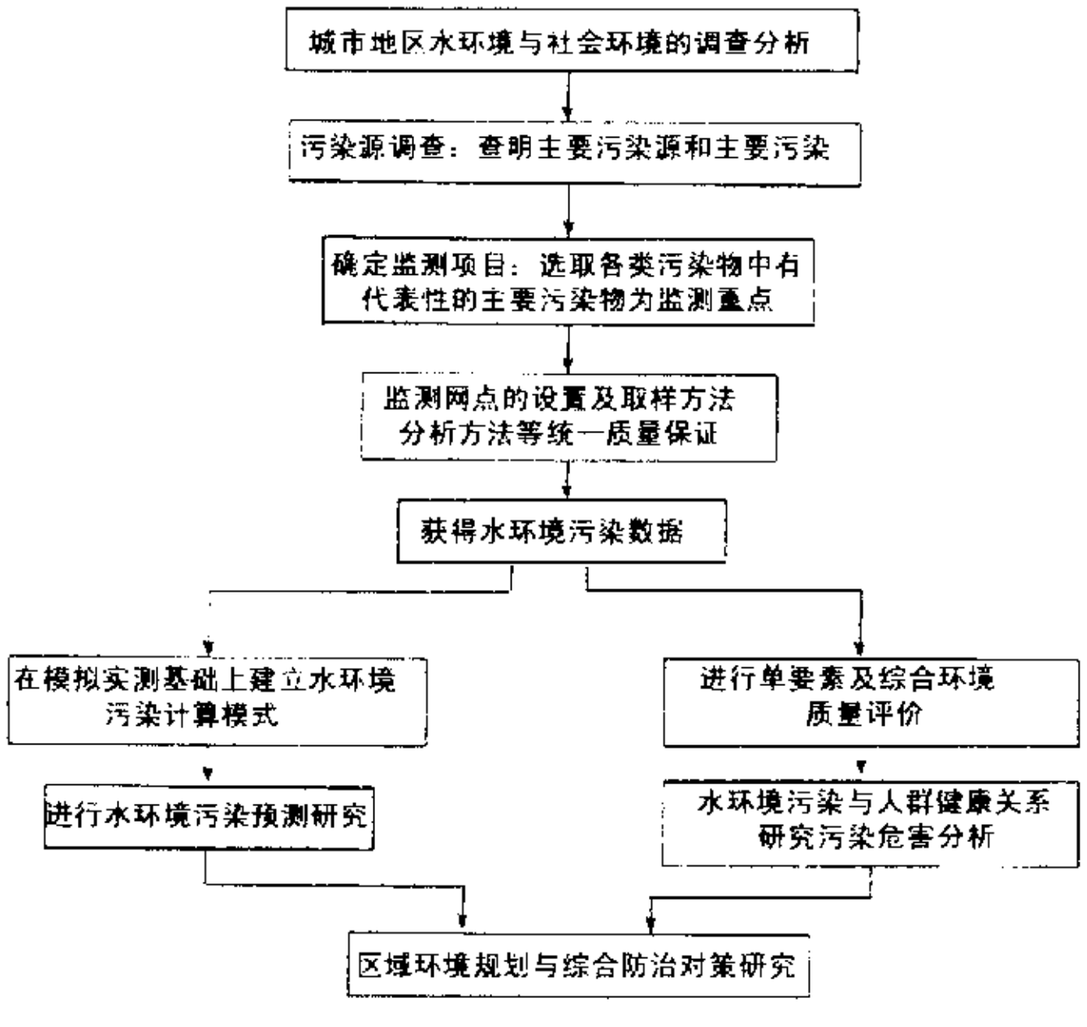


图2-8　城市水环境质量评价程序

因此，我们需要针对城市水环境建立一套能反映实际情况的评价体系，城市水环境质量评价是认识和研究城市环境的一个重要课题。鉴于当前社会生产力的高速发展，城市化速度突飞猛进，城市规模不断扩大，城市水环境的发展变化与越来越多的城市居民生产和生活甚至生命安全密切

相关。客观地认识和了解城市水环境质量的变化，对调控、建设城市生态环境具有无比重要的意义。从城市生态角度来看，城市水环境质量评价是为了促进城市生态系统的良性循环，保证城市居民有优美、清洁、舒适、安全的生活环境与工作环境。从社会经济角度来看，是为了用最小的代价获取最好的社会经济环境，取得最大的经济效益、社会效益与环境效益。城市水环境质量评价程序见图 2-8。

良好的城市水环境质量最起码应达到以下几点要求：

(1) 城市水体的受害和污染情况减少到不影响居民健康的程度，使居民因水环境质量而发生的患病率及死亡率下降。

(2) 使城市生物（包括栽培植物、驯养动物、野生动物及其他生物）有良好的生长环境。

(3) 为各类工业生产、交通运输、教学研究、风景旅游等各项社会经济活动的正常开展创造良好的环境条件。

(4) 水资源投入最少，效益最大化。

(5) 工业废水和生活污水得到及时的治理与处理。

(6) 城市水环境系统与其他生态系统能够进行正常的物质、能量和信息交换。

城市水环境质量评价包括回顾评价、现状评价和影响评价 3 类。回顾评价是通过各种手段获取某环境区域的历史环境资料，对该区域的环境质量发展演变进行评价。它包括对污染浓度变化规律、污染成因、污染影响水环境的程度的评估，对水环境治理效果的评估等。

环境现状评价是依据一定的标准和方法，着眼当前情况对区域内人类活动所造成水环境质量变化进行评价，为区域水环境污染综合防治提供科学依据。包括以下几个内容：①水环境污染评价②自然水环境评价③水环境的美学评价④社会环境质量评价。这里所指的水环境现状评价一般指前三项内容，所评价的范围可以按水环境功能、水环境自然条件、行政区等划分，评价过程中一般以国家颁布的水环境质量标准或水环境背景值为评价依据，它为水环境管理和水环境影响评价提供了基础材料。

水环境影响评价，又称为水环境影响分析，是指对建设项目、区域开发计划及国家政策实施后可能对水环境造成的影响进行预测和估计。

水环境质量评价步骤：水环境现状调查、水环境污染检测、模拟试验系统分析、综合评价、水环境预测、治理规划等几个步骤。

城市水环境质量评价所采用的方法很多，一般是根据评价的类型、评价时所建立的评价指标体系及评价的目的的不同而采用相应的评价方法。主要有以下几种：均权评价法、加权评价法、质量指标法和其他的评价指数。

城市水环境的质量评价体系虽然只是城市环境评价体系的一个组成部分，但是对于城市环境整体质量却有着至关重要的作用，是整个城市质量体系的基础和载体，因此，在城市中普遍建立水环境质量评价体系并做到实时监控和反馈机制是很有必要的。

第三章　城市水环境的定位与生态规划

3.1 城市水环境总体规划目标

3.1.1 根据水环境动能区的划分结果，确定各水域的环保目标

水环境规划首先应确定饮用水源的保护，这是水资源保护的重点。对于城市饮用水源的保护，主要体现在对取水口的保护上，即水环境功能区划定的饮用水源地设一级及二级保护

(1)一级保护区：以取水口为圆心，半径 100m 的区域，包括陆域。

(2)二级保护区：以一级保护区的边缘为起点，上游 1000m，下游 100m 的范围。

地表水环境功能按其环保目标可划分为：①自然保护区及源头水；②生态饮用水水源区；③水产养殖区；④旅游区（游泳功能区、景观功能区、划船功能区）；⑤工业用水区；⑥农业灌溉区；⑦排污口附近混合区。

3.1.2 水环境功能区的划分步骤

划分水域功能区要因地制宜，实事求是地采取定性、半定量与定量相结合的方法。

(1)综合性调查、搜集基础资料

包括水环境功能区类型、特点、存在地问题；各功能区水文地质特征及经济社会发展对水的供需平衡及水质的要求；各功能环境容量及环境总量控制状况；水环境功能分区的规划、要求、措施和发展方向。

(2)预测各水域纳污量及水质

(3)确定各功能区水体（水质）标准和目标

(4)划分水环境功能区

(5)决策评价

水环境质量功能区划分后要对功能区水质、目标可达性做出评价，若可行则由行政部门决策。批准的功能区划分方案应得出水环境功能区的范围（控制断面位置）、水质标准与保护等级、混合带的范围等。

3.1.3 根据水环境预测结果制定水环境规划

(1)水面调查、测定、汇总城市淡水资源

(2)确定城市可开采总量

(3)调查目前城市用水量

(4)根据城市的经济社会发展战略，预测城市用水量

(5)水资源供需平衡分析，制定水环境计划

3.1.4 制定合理利用和保护水资源的制度

(1)统一管理、控制污染、防止枯竭

(2)合理利用，降低万元产值耗水量

(3)限制冶金、化工和食品加工等污染行业的工业用水指标，调整工业结构，发展节水型企业提高工业用水循环利用率

(4)严格控制生活用水指标，大力提倡节约用水

总之，城市水资源总体规划目标的确定应当以促进城市的经济和社会的可持续发展为出发点，以科学、合理的用水政策为指导，为各级政府、行政部门制定城市远景发展目标提供决策依据和指导发展方向，以避免水资源、水环境成为制约城市发展的瓶颈。

3.2 城市水环境的定位

由于中国地理位置、及气候的特点，导致我国水资源分布不均，长江以南的水资源为全国的82%以上，而长江以北水资源则不足18%，处于严重缺水的形势。加之多年来经历了数次生态大破坏，使得对水资源的调控能力基本丧失。直接结果就是河川径流减少，80 年代地面水年均入海 $10\times10^{8}m^{3}$，仅为 50 年代的 1/20,因围湖造田，水土淤积，湖泊减少了 500 多个，湖面缩小 $1.88\times10^{4}km^{2}$,蓄水量减少 $513\times10^{8}m^{3}$。加之近年来城市化进程的不断加快，城市建设的盲目发展使城市水环境面临的形势更加严峻。

城市水环境定位往往是城市制定总体规划和发展规划中遇到的重要问题之一。城市水环境定位是指在社会经济发展的坐标系中综合确定城市水环境坐标的过程。在此，城市水环境定位涉及到城市经济、空间、文化等诸多因素。城市水环境的定位一般应遵循以下几条基本原则：①保持发展弹性，留有余地的原则，城市水环境定位应当是综合性和原则性的②突出城市的地域特色，注重个性发展的原则，城市水环境定位的关键是对于城市特色的把握，没有特色，缺乏个性，城市不会有持久吸引力③立足当前，把握未来趋向的原则④依托竞争优势，调整区域分工的原则⑤强调综合发展，提高职能层次的原则。

国内不同类型城市水环境定位主要受下列因素影响：水资源丰富程度；工业结构类型；城市区域的气候条件；城市居民的生活习惯及生活水平等。据此提出不同类型城市水环境规划方案。

3.3 建设良好城市水环境的对策和思路

3.3.1 提出切实可行的控制和管理对策

3.3.1.1 提高废、污水处理率，强化城市水资源的物质循环

要求废、污水处理率达到 100%，同时要对废、污水进行回收和综合利用，模拟自然生态系统，使上一生产环节的“废物”变为下一生产环节的“原料”，实现物质的循环利用。为此，应

大力发展生态型的产业，推行清洁生产，把相关的工业企业组成工业生产园区，形成理想的产业生态系统，(见图 3-1)使物质和能量都能得到最充分的利用。

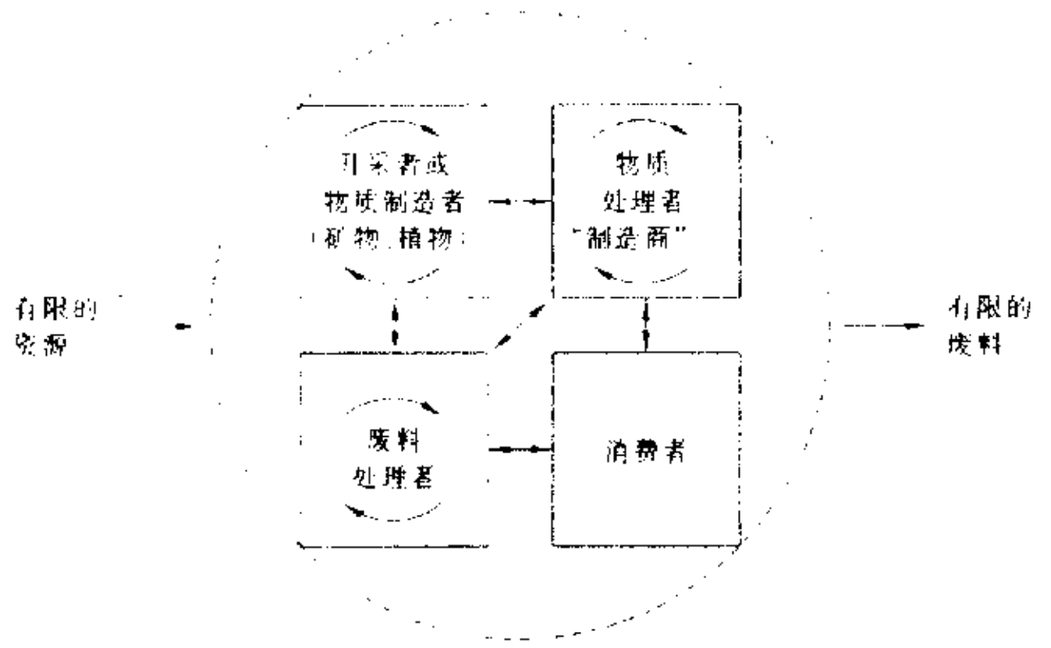


图 3-1　理想的产业生态系统

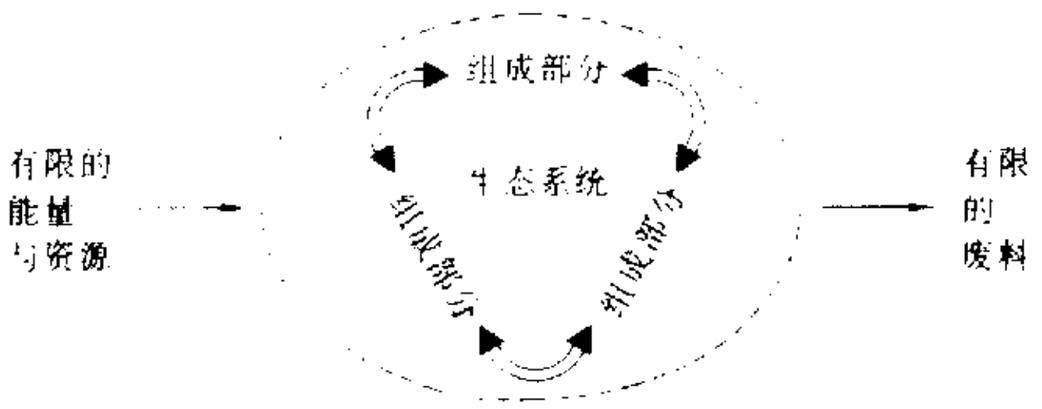


图 3-2　经济、清洁的生产过程示意图

3.3.1.2 推进清洁生产、ISO14000管理与循环经济

加强清洁生产工艺技术的开发应用、推行清洁生产的单位和示范工程、组织制定清洁生产方案、制定和完善清洁生产的政策法规和环境管理体系、结合 ISO14000 工作的开展制定清洁生产评价指标体系，逐步实行从终端治理向生产全过程污染控制的转变，实现单位经济产出的废水排放、资源和能源消耗的最小化(见图 3-2)。

3.3.1.3 建立快捷的信息流通系统

水环境数据的采集活动须制定和实施一个统一计划，避免不必要的重复或因各自方案和方法上的不同而造成所采集的数据相互间无法作比较分析。不仅城市所在区域的水环境数据采集活动按统一的计划进行，与之相关流域的数据采集也应该协调进行。数据积累得愈多，愈有可能揭示事物的客观本质，对于无时无刻变化的水环境更是如此。事物只能从多视角、多层次去观察和分析，才能全面把握。信息是水环境管理的基础，是决策的依据；没有这些信息，也就无科学管理可言。

3.3.2 有建设性的解决问题的思路和方法

3.3.2.1 加强水源保护

首先，要充分认识到保护水源的艰巨性；其次，要充实和完善水源保护法规，将水源保护思想融入规划；最后提倡能动地保护水源，关注生态毒性控制。

3.3.2.2 制定污染控制方针

削减污染负荷是长期的任务、实行总量控制渐进的方法来解决城市污水问题。包括分流制排水系统实现初期雨水的截流；城市污水外排量的控制；城市污水处理过程中产生的污泥无害化处理；城市污水脱氮、除磷处理。加强工业污染控制，真正地做到从工业生产全过程着眼，推进环

境管理体系国际标准(ISO1400),这是一主动型保护环境的思路，符合可持续发展的思想。

3.3.2.3 以规划指导河流整治

在当前河道普遍受到污染困扰的条件下，如果简单地采取分段治理，很难根本上解决水环境问题，因为被整治河段并不是孤立的，四面八方都有与之相毗邻的受污染的河段，所以即使这种做法见效也只是一种表面现象，属于治标不治本的办法。河道整治是一项系统工程，切记不作整体考虑的舍本逐末、急功近利的突击行为，所以应当制定出一个覆盖整个城市的河道整治规划，以指导整个城市的河道整治工作。规划需要相对稳定，但又并非一成不变。随着研究的深入和实际工作的进行，应及时分析总结经验和教训，每过几年进行一次调整和修订，使之不断完善和提高。

3.4 不同类型城市水环境的规划开发实例

不同类型城市中水环境的定位不尽相同，开发利用途径和方法各异，因地制宜地规划、开发城市水环境是基本的原则。这里主要探讨美国圣安·东尼市和日本大阪市的规划经验。从中我们会得到许多有益的启示，并将指导我们今后的工程实践。

3.4.1 美国圣安·东尼市——条运河的开发给城市带来的转机

仅有几百年历史的美国，对历史城市的保护极为重视。20 世纪 70 年代以来，美国入提出了历史城市的保护策略应体现“成本——效益”的价值观念，这个观念出发点是如果历史遗迹（址）的保护和开发，能获取经济效益的丰厚回报，将使保护获得持续的动力。在这个观念指导下的圣安·东尼市（San·tonio）运河的保护和利用取得了成功。虽然今天看来这个单纯以经济效益为保护取舍的标准的观念并不全面。

美国中南部与墨西哥接壤的德克萨斯州圣安·东尼市是一座历史名城，但到 20 世纪 60 年代仍是美国经济发展滞后的边陲城市。圣安·东尼市的重要历史遗迹有两处：位于市郊著名的阿拉蒙军事纪念广场，为当年反对殖民统治战争的美军司令部；一条运河横贯市区曾是军运的主要交通线。

20 世纪 60 年代制订城市规划时，就两种城市发展定位发生了分歧。一种意见是开辟市区商业区，形成以贸易为主的城市经济结构。其城市规划方案以市区商业会展建筑为中心，将污染严重的运河盖上水泥板，再在其上建停车场，以此刺激人们到城市中心区投资地产和商业。另一种意见认为美国高速公路系统已经形成，边贸经济难以有所作为，利用圣安·东尼市的地理优势和历史地位，发展以城市历史名胜和异族文化观光为主的旅游业，将提供城市发展的新的契机。据此，以旅游业为主的城市规划在圣安·东尼市的两处历史遗迹利用上做足了文章，即以运河为纽带，建立运河——阿拉蒙军事纪念广场观光带。运河按照历史面貌恢复，块石砌岸，南美风格的

石桥，两岸宜于散步的林荫道，富有墨西哥色彩的购物商店和多种风格的小餐馆，沿河带状公园和露天音乐厅；后来在带状公园和纪念地之间又修建了豪华的饭店，饭店底层设置开放的公共通道，将带状公园和广场联系起来。带有人工瀑布和潺潺溪水的公共通道与运河步行道相通，使这一地的景致出现了全新的观感，纪念广场地区成为城市有机组成的一部分，(见图 3-3) 沿运河的步行道丰富了人们到纪念地观光的内容，纪念广场和运河区成为当地的骄傲，整个城市既富有历史质感又环境优雅，所产生的全新效果竟轰动了世界建筑学界，被誉为 20 世纪 80 年代城市规划的杰作。圣安·东尼市的成功带来了巨大的经济利益，附近地产增值，旅游业税收成为地方主要财源。

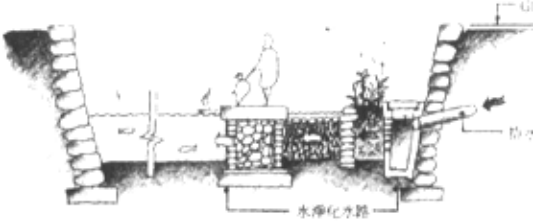


图 3-3　运河开发利用示意图

3.4.2 历史名城大阪的 21 世纪“新水城”规划

拥有大约 1350 年历史的难波宫殿的大阪，是日本历史上最古老的城市，也是日本经济最发达城市之一，它具有丰富的历史和传统特色。大阪是在湖泊、河流入海口、沼泽地区的开垦中发展起来的。大阪在土地利用、交通运输和工业等方面与水关系密切，使大阪成为河运和海运的枢纽，成为经济中心和商业中心，所以大阪也是著名的水城。换句话说，大阪是通过控制和利用水域而不断发展的。近年来大阪对水的关注又逐渐升温，人们重新发现，水使城市丰富多彩，水域是城市最美好的景观。大阪的河流在历史上不但具有交通和贸易的作用，而且为居民和游客提供了休闲的空间。人们喜欢水和滨水地区，在水边休息和娱乐是美妙的享受。由于水是大阪的“主要街道”，房屋都是临水而建，而城市桥梁更强调了景观多重性。流动的河流，沿河的房屋和众多桥梁在创造大阪景观中浑然一体。

1955 年后大阪市城市化以预想不到的速度迅速扩展，原城市近郊转为入口集中的商业和工业区，由于地下水超采，地面沉降，致使洪水威胁日益严重。此时，河道两岸高楼林立，道路桥梁密布，要重新恢复或扩大河床宽度已完全不可能了。这时防洪规划的主要工程措施为：改善河道，将梯形断面改成直立矩形断面，并加高岸墙。此后又在上、中、下游全面开辟蓄滞洪区和分流洪水措施。依靠防洪工程与非工程措施，部分地弥补了由于城市发展过程中忽视防洪环境所带来的洪水威胁。

传统的河流治理工程主要指防洪工程和通航工程。但是河流有更重要的功能：联系人类与自然。未来，传统的以防洪为主要目地的河道治理概念将发生根本的转变，今后的城市河流将更强调河流在自然生态环境中的纽带作用。这是 21 世纪理想的城市模式。大阪吸收了这一现代规划

理念，在“面向 21 世纪的大阪城市规划”中，将进一步突出“与自然共存”和“富有愉悦感”的未来城市规划主题，其内容主要有：

大阪的河流从前是作为交通运输线，用以联系内陆的城市和乡镇。运河的存在给城市创造了欣赏夜晚表演和乘船的习俗，其实这表明水对人们有共同的吸引力。大阪发展规划将致力河流的现代化功能开发，比如通过沿城市河流的步行道路建设、复兴水上交通、水上的公众活动，来建立社区之间、居民与游人之间的联系。

新的大阪城市规划有更多的滨河区域开放空间，开辟多个广场，以丰富的水上体育、文化和娱乐活动吸引世界各国的商人、企业家、游客，并丰富与其他国家城市之间的交流。

指导私人住宅设计，创造有吸引力的水边城镇景观。为形成与水关联的特色城镇景观，将结合滨水环境对私有房主提供美学指导。此外，通过鼓励机制使人们乐于接受与城镇景观协调的设计方案。城市桥梁也将设计得与周围城镇景观相协调(见图 4-4)。



图 4-4　住宅与滨水环境的结合

保护利用古代水利工程和古老建筑物。包括从前的抽水站、水门和城内的老桥等。延伸滨水区的线路。通过提高水质，修建了一条滨河散步道和提供水上旅游的航运路线。滨河散步道沿途有叠水、雕塑、斜坡和使人们能接触到河流景观。

水利纪念馆以一个具有历史意义的抽水站为主，使之重新工作，以有趣的方式向人们提供历史上大阪的供水系统工作的情形。

直到今天，大阪仍有占城市总面积 10%的水面。大阪的目标是充分发挥“水”的生态环境价值，创造一个在川世纪能与自然融洽共生的一座新水城，并以此特色来争取 2008 年奥运会申办权。

透过上述两个国家城市对所属城市水环境进行的规划和开发利用的成功经验，可以总结出它们成功的根本在于，因地制宜的将自身特点最大限度的开发和利用，形成自身特色，扬长避短，为促进城市生态良性发展提供有利的支持，同时美化城市景观并形成新的城市经济增长点。

第四章　城市水环境保护与生态利用

4.1 城市水环境污染综合整治

4.1.1 城市水环境污染综合整治内容

城市水环境污染综合整治是将现有各种技术手段综合运用于城市水环境污染的防治，以达到改善城市生态环境的目的。20 世纪 60 年代以前，水环境污染的防治手段基本上是在废水排放口或工厂设备出口截住废水进行处理后排入水体。随着城市污水特别是各种工业废水的增长，由于经济、技术和能源上的限制，单一的人工处理污水方法已不能从根本上解决污染问题，60 年代以来发展了水环境污染的综合防治。它是人工处理和自然净化、无害化处理和综合利用、工业循环用水和区域循环用水、无废水生产工艺等措施的综合运用，主要措施有：①减少废水和污染物排放量。包括节约用水；规定用水定额、重复利用废水、废水处理后再利用、发展不用水或少用水的工艺、制定物料定额、提高物料的回收利用率，采用无废少废技术改革工艺等；②发展区域性水污染防治系统。包括制定区域性水质管理规划，合理利用自然净化能力，实行排放污染物的总量控制，污水经处理后用于灌溉农田和回用于工业，建立污水库，进行污水的有控制稀释排放等；③综合考虑水资源规划、水体用途、经济投资和自然净化能力，运用系统工程，对水环境污染控制进行系统优化。

4.1.2 城市水环境污染综合整治宏观分析

水污染综合整治宏观分析就是在制定水污染综合整治对策时，对城市取水、用水、排水及水的再利用等各个环节进行系统的综合分析，根据城市的性质、特征和水文地质，条件，从宏观上确定城市水污染综合整治的方向和重点，从而为具体制定水污染综合整治措施提供依据。

4.1.2.1 水污染综合整治主要相关因素

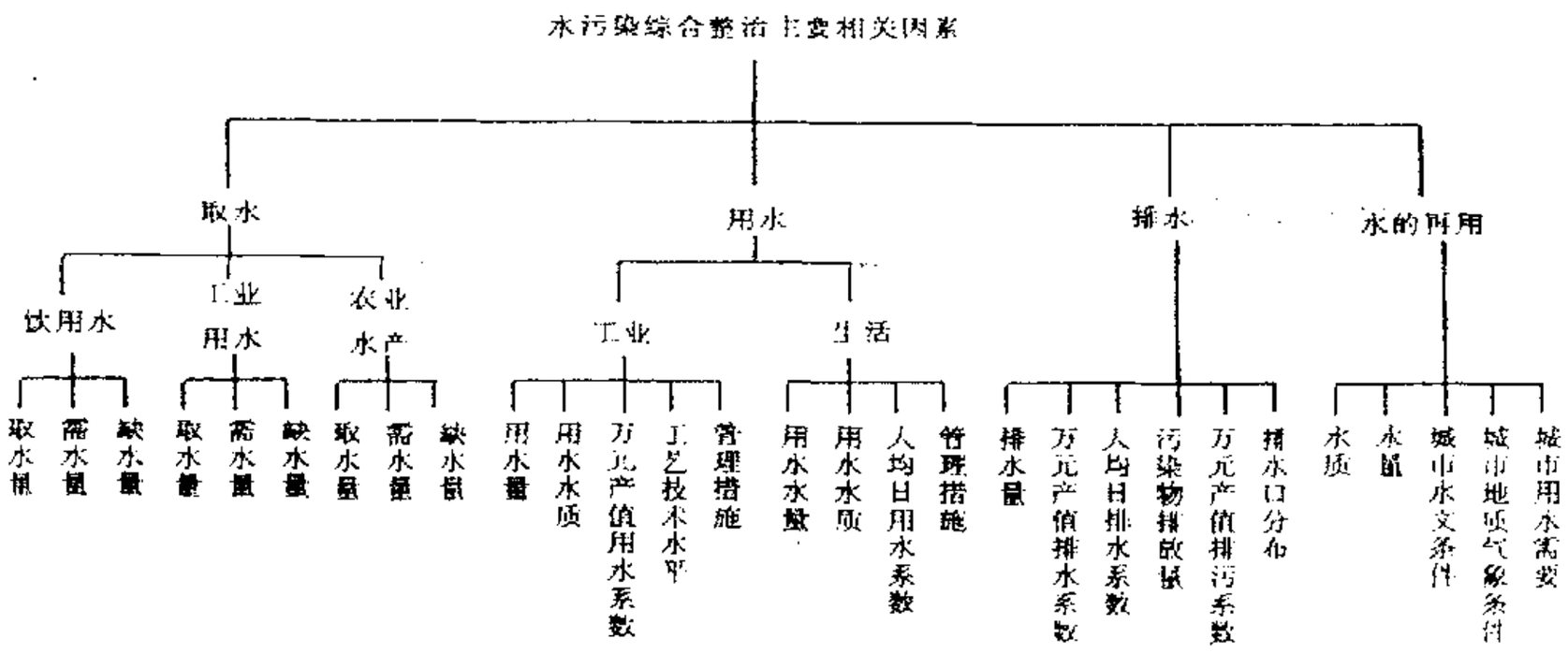


图 4－1　水污染综合整治主要相关因素

主要相关因素分析见图 4－1

4.1.2.2 确定水污染综合整治的方向和重点

通过主要相关因素的分析，可以明确水环境的主要问题和管理的薄弱环节，从而可从宏观上确定水污染综合整治的方向和重点。确定时要考虑以下两点：

(1)城市水资源供需情况及矛盾所在

我国大部分城市一方面水资源缺乏，另一方面水污染和水资源浪费又相当严重。针对这种情况，在制定水污染综合整治措施时，应该充分考虑水资源的合理利用和计划利用，解决目前存在的供需矛盾(或指出解决矛盾的方向和重点)。例如供需矛盾中水质差是主要问题时，应在规划中重点考虑如何提高水质等问题。若供需矛盾中属水量不足，则应从用水的各个环节入手。一方面节约用水、计划用水；另一方面采取废水回用、资源化等。

(2)城市工业废水和生活污水的取向分析　　，

城市工业废水和生活污水的取向问题是水污染综合整治的核心问题。在考虑工业废水和生活污水的取向时，应从以下几个方面分析：

①废水资源化的可行性

主要是从城市的性质(如是否缺水或严重缺水)，城市的水文、地理，气象条件(如水域条件，土地条件，气温条件等)，城市的经济社会条件(如投资承载力，社会需要)以及城市所处的流域条件和环境要求等，综合分析废水资源化的问题。

②合理利用水环境容量消除污染的可行性

如果城市所处的区域为水域丰富区，如靠近大江、大河、包括近海，则可以分析合理利用水环境容量大的优势，在近期环保投资困难的情况下，分析通过调整水污染源分布和污染负荷分布，利用水体自净消除污染的可行性。

③正确处理厂内处理与污水集中处理的关系

污水厂内处理与污水集中处理的关系可用图 4－2 表示。

从图 4－2 中可以看出，对一些特殊污染物，如难降解有机物和重金属应以厂内处理为主，而对大多数能降解和适宜集中处理的污染物，应该以集中处理为主。目前，从改善区域环境质量和节省投资来看，集中处理是污水处理的发展方向，但也不可忽视厂内分散处理的作用。

4.1.3 城市水环境污染综合整治宏观措施

水污染综合整治是指应用多种手段，采取系统分析的方法，全面控制水污染。水污染综合整治措施的内容非常丰富，这里仅介绍几种主要的措施。

4.1.3.1 合理利用水环境容量

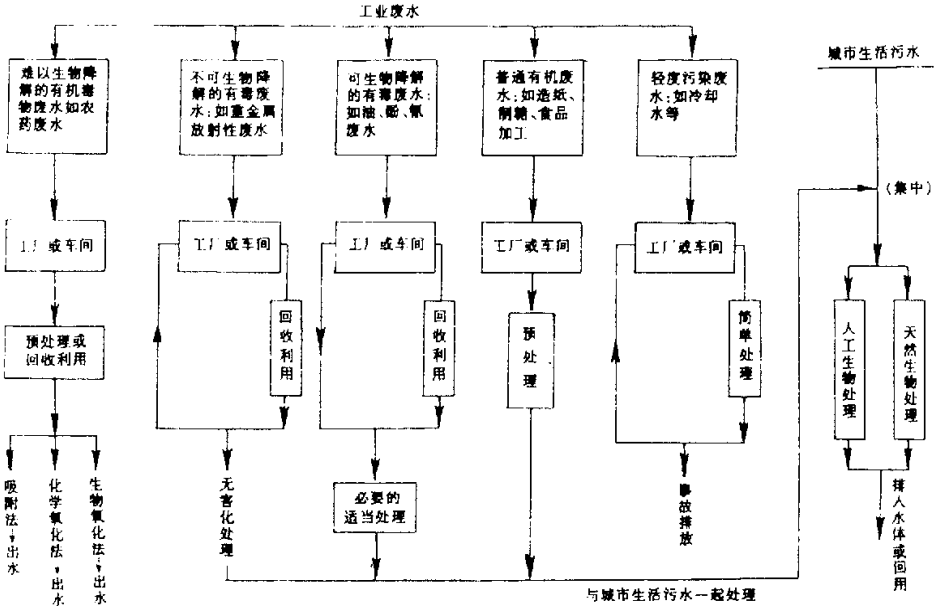


图 4－2　污水厂处理与几种处理的关系

水体遭受污染的原因有两个：一是因为水体纳污负荷分配不合理；二是因为负荷超过水体的自净能力(环境容量)。在水环境综合整治中，应该针对这两方面原因，分别采取对策。

1.科学利用水环境容量

就是根据污染物在水体中的迁移、转化规律，综合计算和评价水体的自净能力，在保证水体目标功能的前提下，利用水环境容量消除水污染。水污染自净除了利用水体本身的稀释净化作用外，还可利用水生植物的净化作用(如人工养殖凤尾莲等)、土壤对污染物的净化作用(如污灌，土地处理系统等)等。因此，在评价和应用水环境容量时，要考虑到这些相关因素，做到科学利用。但要注意：①不能超越容量；②要注意与区域下游地区的关系。

2.结合调整工业布局和下水管网建设，调整污染负荷的分布

由于历史的原因，污水就近排放、盲目排放的现象相当严重，这也是造成城市地面水污染的一个重要原因，尤其是上游污水的排放，对城市地面水水质影响就更大。因此，在调整城市工业布局和城市下水管网建设中，应该充分考虑这些因素，以保证城市水污染负荷的合理分布。如将水污染排放口下移或将取水口(尤其是饮用水源取水口)上移；或将污染负荷引入环境容量较大的水体，如合理利用大江、大河、近海海域的水环境容量等。

4.1.3.2 节约用水，计划用水，大力提倡和加强废水回用

一般都认为，综合防治水污染的最有效、最合理的方法是节约用水，在城市居民当中普遍建

立节水观念，形成良好的节水生活习惯是行之有效的方法(图 4－3)。此外，还有组织闭路循环系统，实现废水回用等综合手段。因此，全面节流、适当开源、合理调度，从各个方面采取节约用水措施，不仅关系到经济的持续、稳定发展，而且直接关系到水污染的根治。



图 4－3　　建立良好的节水习惯

经过妥善处理的城市污水，首先可用于农田灌溉、养鱼、养殖藻类等水生生物。其次可用作工业用水，如在电力工业、石油开采和加工工业、采矿业和金属加工工业，把处理后的废水用作冷却水、生产过程用水、油井注水、矿石加工用水、洗涤水和消防用水等。当水质不能满足某些工艺的要求时，可在厂内进行附加处理。此外，还可作为城市低质给水水源，用作不与人体直接接触的市政用水，如浇灌花草、喷泉、消防等。

对工业废水，首先要采取节流措施，即废水的循环利用。如回用造纸厂的白水，以减少洗涤水用量。煤气发生站排出的含酚废水，一般应通过处理封闭循环使用。各种设备的冷却用水都应循环使用。在某些情况下，废水可以顺序使用，即将某一设备的排水供另一设备使用。例如，锅炉水力冲灰系统可利用车间排出的没有臭味、不含挥发性物质的废水；回用钢厂冷却水来补充烟气洗涤水；用酸性矿山废水洗煤等等。酸和碱是工业上的重要物质，需求量大。所以，碱性和酸性废水常重复使用或转供他厂使用。食品工业废水和生活污水性质类似，经妥善处理后可以肥田。

此外，发展中水道，输送处理后符合相应水质标准的处理水作为低质给水，是解决城市供水紧张的重要途径之一，日本已在这方面开展研究和建设活动。我国某些城市，尤其是缺水或严重缺水的城市，有计划地建设中水道，是充分利用废水资源，解决长期供水紧张的战略性措施。

4.1.4 强化水污染治理

水污染治理技术很多，下面主要介绍城市污水和工业废水处理问题。

4.1.4.1. 城市污水处理

根据污水流量和受纳水体对有机污染物以 BOD_5(生化需氧量)计的允许排放负荷或浓



图 4－4　　三级污水处理厂

度来确定污水的处理程度和规模。目前有些污水处理厂是二级处理厂，仅能去除可以生物降解的有机物，而不能去除难以生物降解的有机物以及氮、磷等营养性物质，处理后的污水排入水体仍会造成污染。因此，最近也有少数污水处理厂增加除氮、除磷等处理设施。在一些缺水城市，有的还小规模地采取了三级处理系统(见图 4－4)，即将经过二级处理的水进行脱氮、脱磷处理，并用活性炭吸附或反渗透法去除水中的剩余污染物，用臭氧和液氯消毒，杀灭细菌和病毒，然后将处理水送入中水道，作为冲洗厕所、喷洒街道、浇灌绿化带、防火等水源。但是上述做法也存在不足，如果处理不到位，中水还是有一点异味，也不如自来水清澈，因此居民使用起来心理上有一定障碍，所以中水处理还需要进一步改进，中水的使用地点也需要进一步探讨。近年来，由氧化塘(或曝气湖)、贮存湖和污水灌溉田等组成土地处理系统作三级处理是经济、有效的代用方法，在有条件的地区颇受重视并得到实际应用。

4.1.4.2 工业废水处理

一些工业废水的成分和性质相当复杂，处理难度大，而且费用昂贵，必须采取综合防治措施。首先是改革生产工艺，用无毒原料取代有毒原料，以杜绝有毒废水的产生。在使用有毒原料的生产过程中，采用合理的工艺流程和设备，保证设备的妥善运行，消除逸漏、以减少有毒原料的耗用量和流失量。重金属废水、放射性废水，无机有毒废水和难以生物降解的有机有毒废水，应尽可能与其他废水分流并就地进行单独处理，要尽量采用封闭循环系统。流量大的无毒废水，如冷却水，最好在厂内经过简单处理后回用，以节省水资源消耗量，并减轻下水道和污水处理厂负荷。性质类似城市污水的工业废水可按规定排入城市污水混合处理。一些能生物降解的有毒废水，如酚、氰废水，可按规定排入城市污水混合处理。一般情况下，污水处理厂的规模越大，其单位基建费和运行费越低，处理水量和水质越稳定。

4.1.5 排水系统的体制规划(管网组合方式)

为及时地排除城市生活污水、工业废水和天然降水，并按照最经济合理的方案，分别把不同的污水集中输送到污水处理厂或排入水体，或灌溉土地，或处理后重复使用，需要建设排水管网系统。因此必须结合本地区的自然条件和社会条件，考虑地区各分片的污水收集方式；采用各种污水的分流制(生活污水、工业废水，雨水分别建管网系统)还是合流制(各种污水合建管网系统)；或两种体制适当结合的混合制；排放口位置的选择；近期建设和远期规划的结合；以及管径、坡降、管网附属构筑物，施工工程量，运行维护费等等，做出技术经济比较，以制定正确的排水系统统一规划。对于城市原有管道系统的扩建或改建，也需要结合已有设施，统一安排。

4.1.6 水域污染综合防治工程

许多湖泊、河流、水库和近海海域受到严重的污染，不仅恶化了水环境卫生条件，而且破坏

了水资源，因此，从20世纪60年代，水域污染综合防治工程便开始发展起来。这种防治工程根据城市和工矿区沿水系分布情况，分段(河川)或分区(湖、海)调查研究它们各自的自净能力和自净规律，确定它们的污染负荷，从而确定它们对污染物的去除程度，以修建相应的处理设施。这些设施包括大规模的区域性联合污水处理厂，以及在一些自净能力小或污染超负荷的区段修建调节水库或污水库，以增加枯水期的水流量或用以贮存污水。也可修建曝气设施，增加水体的溶解氧的自净能力，或者引附近水系的水进行稀释。水系统区域内的工业用水要采．取措施压缩用水量，实现循环用水，减少排污量。

4.1.7 饮用水的污染去除

在水源被城市污水、工业废水以及大气沉降、降水、农业废水等挟带的多种多样污染物污染的情况下，传统的城市给水处理工艺，已不能满足饮用水的水质要求，需采用更加有效的处理方法。现在美国已有 50 多座水厂用粒状活性炭滤池取代砂滤池，或者在砂滤池之后附加活性炭滤池，通过活性炭的吸附去除多种污染物，尤其是有机污染物。

4.1.8 综合整治，整体优化

水污染综合整治的发展方向，是按功能水域实行总量控制，优化排污口分布，合理分配污染负荷，实施排污许可证制度，定期进行定量考核。如不能一步到位，可以定出规划分步实施

要达到上述要求，必须技术措施与管理措施相结合；集中控制与分散治理相结合，各种方案合理组合，运用优化技术进行整体优化。

4.2　提高城市水环境生态承载能力

长期以来，人们都比较关注采用各种生物的、化学的方法治理水域内的污染问题，也常采用引入优质水进行污水稀释改善水质的水保措施，以提高水域的自身承载力。早在七十年代末至八十年代初，环保部门就率先组织对水环境保护开展了各类研究，并在与之有关的水环境容量、水环境功能区划、水污染控制理论方法等方面取得了一系列规划及科研成果，相关的法制法规建设也开始见有成效。

4.2.1 城市水域的纳污和自净能力

城市水域的纳污能力和自净能力在内涵意义上是有所区别的。一般而言，纳污能力是指依据水域的环境功能区划，在充分利用其环境容量的基础上水域能够承纳污染物的能力。而自净能力是指水域纳污之后，因其物理的、化学的、生物的各种特性，使污染物能被迁移、扩散出水域，或者在本域内迁移转换，使该水域的水质得到部分甚至完全恢复的能力。影响水体纳污和自净能力的因素多样，各种因素往往又是交互影响的，其过程也十分复杂。不同的水域，有其不同的物理形态、不同的本底水质状况，其自净能力必然不同。而对于不同的水域，又有其不同的环境功

能区划，即根据不同的使用目的，不同水域能够允许承纳的污染量或浓度是不同的。因此，充分合理地利用水体纳污、自净能力，对于提高水环境承载能力具有重要意义。针对不同类型水域的特点，科学合理地采用人工调控、工程的或非工程的措施来提高水体的纳污自净能力，改善水环境的品质是积极有效的，其中采用各类措施挖掘水域的水动力潜力，对于充分利用水域纳污能力和提高水域自净能力是相当有效的。

4.2.2 水环境承载力与水体自净能力

水环境承载能力观点的前提是水环境的资源观和价值观。水环境作为人类赖以生存的重要自然资源，具有两个方面的内涵意义。一是指水环境的单个要素，包括水体、河道及水循环空间以及它们的组合方式（水环境状态）；二是指与水环境污染相对应的水环境纳污能力。与此同时，以实体形式存在的水环境资源为区域人类生活和经济发展提供了不可替代的物质基础，其价值特性已经逐渐为社会各界公认。目前对水环境价值特性的认识和规律的把握虽然还远不如对其资源特性，但对水环境资源和价值两性的一体化表征已经奠定了对水环境承载能力的认识基础。因此，水环境承载力可以理解为在某一时期，某种状态或条件下，某地区的水环境所能承受的人类活动作用的阈值。不难看出，水环境承载能力是相对于一定时期，区域一定的社会经济发展状况和水平而言的。其目标是保护现实的或拟定的水环境结构不发生明显的不利于人类生存的方向性改变，以保障水环境系统功能的可持续正常发挥。以此为前提，对区域性的人类社会活动，特别是人类经济发展行为在规模、强度或速度上的限值。

根据水环境两个层次上的内涵意义，人类活动对水环境的影响可以体现在两个方面。一方面是人类活动对水环境单个要素及其组合状态的影响，如水量变化（水资源过度开发、地区缺水、河道断流问题等）、河道形态变化（河床泥沙淤积、河流改道、滩涂围垦、岸坡开荒问题等）、水循环空间变化（植被、森林破坏、水土流失问题等）。另一方面则是对水体水质的影响。水环境的资源属性决定了其使用过程中量和质的辨证统一。只有水质没有水量无法体现其价值，即量值上的缺水问题；而有了水量没有水质的保证，同样不能完成水的价值实现，即水质性缺水问题。两者辨证统一，缺一不可。因此，反映对人类活动特别是经济活动限制的水环境承载能力，体现在水环境承受对其单要素及其组合状态改变的能力，和水体保障其正常功能发挥的前提下接纳污染物的能力，即纳污能力。

纳污能力的定量化是水环境在一定功能目标下水体自净能力的科学认知过程。水环境功能目标是协调一定时期区域经济发展与水环境保护保持一定平衡的阶段性目标。它属于规划的范畴，并将随着区域社会经济的发展而不断调整。水体自净能力则是水介质拥有的、在被动接受污染物之后发挥其载体功能主动改变、调整污染物时空分布，改善水质质量以提供水体的再续使用。因

此，对水环境自净能力的科学认识和充分合理利用对水环境保护工作具有重要意义。

4.2.3 自然状态下的水体自净能力

由于地形、地貌和水文条件等的不同，不同的水域呈现出不同的水动力特征，表现出不同的纳污和自净特点。对同一水域而言，依照不同的环境功能区划，其纳污能力也各不相同。水域的动力特性是影响水域纳污和自净能力的直接的、重要的因素之一。

不同水域的纳污、自净特点按动力特征区分，可将水域流动分为河道径流型、湖泊水库环流型，和河口海湾感潮型三种主要类型。

1. 河道径流型的水域　其水流的主体流动方向是单向的。污染物排入水域后，总体趋势是随水流从上游向下游迁移，同时在空间扩散沉降。污染物在空间的扩散强度与流速的大小及梯度也有直接关系。随着河道中横向流速强度的不同，河道中污染带的宽度及其分布形式也会有所不同。

2. 湖泊水库环流型的水域　流动结构主要是以平面和立面环流的形式存在。对浅水型水域内的环流，其主要的外界驱动力是风。而对深水的水库和湖泊而言，除风之外，温度梯度及其变化往往也是形成立面环流的主要因素。由于该类水域相对而言与域外的交换较少（汛期等特殊情况除外），水域纳污之后污染物主要仍在域内滞留，尤其是进入环流区的污染物，往往不易被水流带走。另外，该类水域的流速一般较小，使污染物在该类水域内的扩散作用相对加强，与外域的交换相对较弱。对湖泊环流型水域而言，纳污和自净能力主要是体现在域内的迁移转化。

3. 河口海湾感潮型的水域　水体的流动方向往复变化，污染物在该类型水域中随着流向的不同而迁移转换。在该类型水域中，余流的强度和方向是确定污染物最终迁移方向的因素，因而对该类水域而言，纳污和自净能力主要也是体现在与域外水体的交换能力上。

4.2.4 影响纳污和自净能力的因素及其相互关系

影响水域纳污和自净能力的因素是多样而且十分复杂。如水域中流速、流向、流动结构各不相同将直接对污染物迁移、扩散方向和强度带来影响。同时，水体本身的组分决定了生物和化学进程对水域纳污和自净能力的作用。如湖泊中的挺水生物往往对吸收排入水体中的营养盐有明显效果，但这些挺水生物过多，又会导致水体中溶解氧的大量减少，反过来造成水体中的生态破坏。另一方面，如果该水域的水动力特性很活跃，如向外域的迁移、扩散能力强，或浅水湖泊中的风力对水体的强烈扰动等又会增加水体中的溶解氧，对增加水域的自净能力有益。在水域床底长期积累的底质污染，即内源污染积累对水域的纳污和自净能力也有不可忽视的间接影响。例如，在浅水水域中受风的扰动造成波浪掀沙，吸附在沙粒中的污染物就会随之对水体造成二次污染等等。总之，物理的、生物的、化学的，或直接的、间接的各种因素对水域纳污和自净能力的影响是交互作用的复杂过程。而水动力特性在其中起着不可忽视的重要作用。

4.2.5 依据水环境功能区划合理安排水体纳污

为科学合理地发挥水域的使用功能，并保护水环境，我国自 20 世纪 70 年代末、80 年代初开始在一些重要水域实施水环境功能区划，即结合水域不同区域水体的使用目标，确定区域水体的水质标准，分析研究各区水体的环境容量，从而对水域纳污实施总量控制。这实际上体现了充分利用水环境承载能力对水域中承纳污染物总量的分区控制管理。

但限于认识及研究手段方面的诸多原因，许多水域的水环境功能区划线条很粗，未能真正体现既能充分利用水域各区的环境容量，又能达到可持续利用保护水环境的目的。特别是对水动力能够提高水域的纳污和自净能力的潜力认识不足，因而出现诸如排污口位置安排不妥、排放量控制不合理等问题，既加大了局部水域的环境污染，又浪费了水域整体上的环境容量。为此，在进一步科学合理地实施水环境区划的基础上，应当对水域内各部分水体的纳污和自净能力进行动态分析和研究，并特别关注水域的水动力特性影响，合理安排水体纳污位置、纳污量和纳污水期等，以达到因地制宜、高效安全保护水环境，合理发挥水域环境功能的根本目的。

4.2.6 科学利用自然状态下水域的纳污和自净能力

自然状态下的不同水域，因其物理的、生物的、化学的条件不同，其纳污和自净能力也各不相同。对排污口进行科学选址，并因地制宜地对排污量实施控制，是科学利用自然状态下水域的纳污和自净能力的重要内容。以河道径流型水域为例，虽然在此类水域中水流的主要流向指向下游，但各断面的流速分布是不均匀的，沿空间方向的流速梯度也不相同，因而在不同的部位安排排污口，其污染带的范围及向域外迁移扩散的效果必不相同。极端而言，若将排污口安排在有局部环流存在的区域，则该部分水域的水质会很快被破坏，即它的纳污能力会远低于直接将污染物排放到流速大且方向单一的部位（当然，作为一条河流，应当从整体上对上下游的水环境区划进行安排，并认清不同水域间的交换特性，兼顾上下游的利益）。在我国许多热电站和核电站的建设前期，都要对承纳热、核排放的水域进行审慎研究，在选址时尽可能地避开水动力交换弱、自净能力差的区域。不少热电站设计时还经常利用流速沿垂向分布的不同及浮力流的特性，合理安排取、排水口的高程和部位，达到科学利用自然状态下的水域的纳污和自净能力的目的。因此，向被污染的水域引入优质水源进行稀释以改善水质的水质保护措施，还应当相当注意在充分研究该水域水动力特性的基础上，科学选取合理安排进、出水口，以确保引入的优质水能够有效利用，发挥其最大的效益。

4.2.7 小结

基于对水域纳污和自净能力及其影响因素的分析以及国内外实例的分析，认识到挖掘水体的水动力潜力是提高水体纳污和自净能力的一条安全有效而节约的途径。

水体动力特征对水域纳污与自净能力有不可忽略的重要影响。自然状态下的水体自净由水体自身的物理生化特性决定，通过污染物的物理、化学、生物等迁移转化过程实现。在科学利用水体自然纳污能力的基础上，可通过人工调控改变水体的自净能力，最大限度地利用水体环境容量改善水环境，实现经济增长与水环境保护的协调发展。在采用工程与非工程措施调整改善水质的实施过程中，应当充分重视水动力特性及其变化对自净能力提高的重要影响，结合实际水域的具体特征，因地制宜选择有效方法，提高水体自净能力，合理安排水体纳污，达到水环境可持续开发利用的目的。

4.3　城市污水资源化及生态利用

城市污水是水量稳定、供给可靠的一种潜在水资源。因此，城市污水的再生利用是开源节流、减轻水体污染程度、改善生态环境、解决城市缺水问题的有效途径之一。

随着我国经济的发展，原始资源型缺水问题日益突出。而目前全国城市污水排放量大约为 $414\times10^8 m^3/a$，城市污水处理率和二级处理率分别仅达 30%和 15%，污水回用率则更低。根据"十五"计划纲要的要求，到 2005 年我国城市污水集中处理率要达到 45%。如果污水回用率平均达到 20%，那么"十五"末期污水回用量可达到 $40\times10^8 m^3/a$，这可解决全国城市缺水量的一半以上。同时可以取得良好的生态环境效益(见图 4－5)。

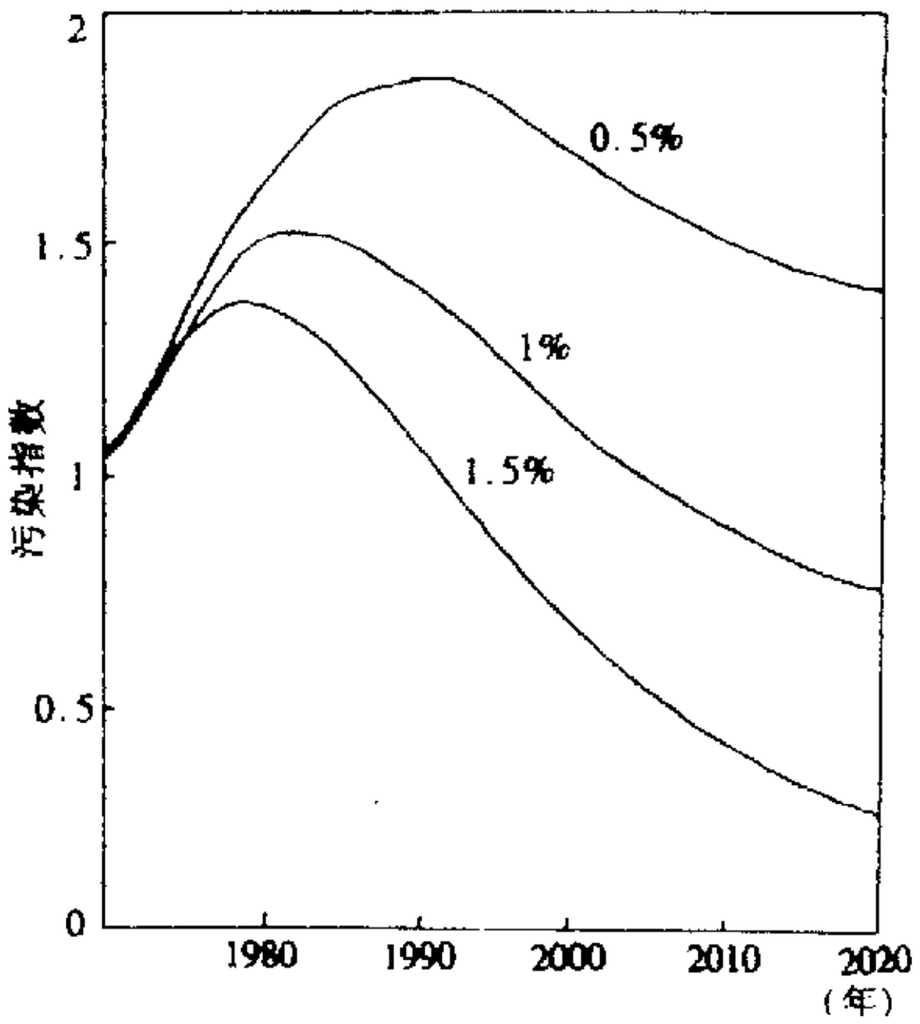


图 4－5　污染治理和环境效益关系

污水再生利用产生的经济、社会和生态效益主要体现在：降低给水处理和供水费用；减少城市污水排放及相应的排水工程投资与运行费用；改善生态与社会经济环境，促进工业、旅游业，水产养殖业、农林牧业的发展；改善生存环境，促进和保障人体健康，减少疾病(特别是致癌、致畸、致基因突变)危害；增加可供水量，促进经济发展并避免因缺水而造成的损失等。

早在 1950 年，美国污水研究者俱乐部就利用模型进行了污水深度处理试验研究，1965 年将其成果用于加利福尼亚的南塔湖污水处理厂，处理能力达 $2.84\times10^4 m^3/d$。目前，美国城市污水回用量达 $260\times10^4 m^3/d$，其中 62%的再生水用于农业灌溉，30%用于工业，其余用于城市设施和地下水回灌。经典的工程范例：马里兰州巴尔的摩市的伯利恒钢铁厂将处理后的城市污水作为冷却水，回用水量达 $1.48\times10^8 m^3/a$，自 1942 年建成以来一直稳定运行，说明城市污水回用于工业是稳定可靠的；加州橘子县的海水入侵屏障工程将城市污水经过二级处理后，再经化学净化、氨解析、混

合滤料过滤、活性炭过滤、氯化、反渗透等处理后注入地下水层，这表明人工控制海水入侵是可行的，而且城市污水经过多级处理后可达到饮用水水质标准；佛罗里达州圣彼得堡的城市污水通过净化进入双管布水系统，供住宅、办公楼的消防用水和空调冷却水以及绿化用水。

虽然我国早在20世纪50年代就开始采用污水灌溉的方式回用污水，但真正将污水深度处理后回用于城市生活和工业生产则是近20年才发展起来的。最先采用污水回用的是大楼污水的再利用，然后逐渐扩大到缺水城市的各行各业。1990年我国将“污水净化与资源化技术研究”列入“八五”国家科技攻关计划，组织了城市污水资源化和土地处理与稳定塘系统的科技攻关并建立了示范工程，研制成套技术设施并推广应用，其中部分研究成果已经应用于天津纪庄子污水处理厂的改造工程中。又如太原市北郊污水处理厂将深度处理后的污水回用于太原钢铁工业冷却水，大庆乘风庄污水处理厂的二级处理水经深度处理后直接注入地下作为石油开采用水。1982年青岛就将中水回用为市政及其他杂用水，从而缓解了水资源短缺。北京市于1984年开始进行中水回用工程示范，并在1987年出台的《北京市中水设施建设管理试行办法》中明确规定：凡建筑面积超过$2\times10^4m^2$的旅馆、饭店和公寓以及建筑面积超过$3\times10^4m^2$的机关科研单位和新建生活小区都要建立中水设施。引滦入津工程虽然暂时缓解了天津市的水荒，但是其代价高昂，基建投资高达500元/m^3。纪庄子污水处理厂建成投产后，其二级处理水的基建费用比引滦工程低，水价也比引滦水便宜。实践证明，在我国开展污水再生利用的研究和应用是符合国情的，是必要而且可行的。

目前我国尚未建立城市污水再生利用规划指标体系。在城市建设总体规划中，虽然进行了城市的供水及排水规划，但在水资源的综合利用方面缺乏统一的规划，尤其是城市污水再生利用规划，这势必会造成重复建设和决策失误。因此，城市污水再生利用应纳入城市总体规划以及城市水资源合理分配与开发利用计划，在综合平衡、科学论证的基础上，针对城市实际情况进行总体规划，确定其应有的位置和作用。在再生水水质、使用用途、处理程度、处理流程、输水方式的选择上，要综合平衡、远近结合，既要满足功能要求和用水水质需求，又要因地制宜、经济合理。过高的目标与要求，将可能适得其反。

农业化城市是天然朴素的物质循环，人与环境和谐统一；工业城市水资源是以“大量开采，大量制造，大量消费，大量污染，大量处理”的模式运行，例如城市供水从几十或几百公里，甚至几千公里以外引水，如“南水北调”工程，我觉得只能解决阶段性的水短缺，如此大规模的建设对沿途生态环境产生的不利影响短期内是显现不出来的，有较长的潜伏期以及不确定性。城市污水又引到城市外几十公里进行工厂化处理排放，对水资源是极大的浪费。因此，目前城市污水处理模式已进入“两难境地”，一方面污水增加，政府资金短缺，建不了污水处理厂；另一方面，污水厂运行费用高，即使建了污水处理厂，也用不起。

在生态城市中，应走可持续发展的生态化之路，即“适量开采，适量制造，合理消费，无污染，分散处理”之路。污水处理模式由“双损”局面变为“双赢”。“双损”　即河流和近海被严重地污染，生态系统遭到破坏，同时营养物被白白浪费，城市绿地得不到营养；“双赢”即污水变为绿地和植物的营养源泉，污水又得到了生态的净化，河流和近海没有遭受污染。中国及发展中国家要建设生态城市，城市水环境治理模式完全应该跨越工业化城市污水处理模式，直接进入生态化城市污水处理模式见（图 4－6）。

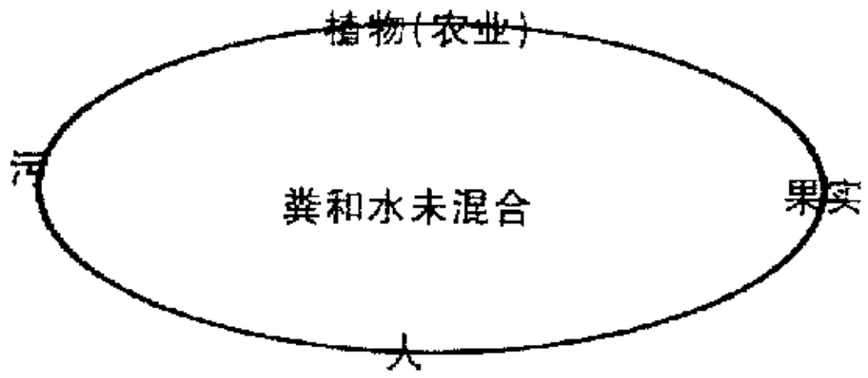


图 4－6　不同时代不同的城市水循环的方式

水环境的生态处理技术包括好氧处理、厌氧处理、厌氧－好氧组合处理；利用细菌、藻类、微型动物的生物处理；利用湿地、土壤、河湖等自然净化能力处理等。以下重点介绍几种针对城市大面积水体的修复技术。

1. 生物膜法处理技术　生物膜法是指用天然材料（如卵石）、合成材料（如纤维）为载体，在其表面形成一种特殊的生物膜，生物膜表面积大，可为微生物提供较大的附着表面，有利于加强对污染物的降解作用。其反应过程是：1〕基质向生物膜表面扩散；2〕在生物膜内部扩散；3〕微生物分泌的酵素与催化剂发生化学反应；4〕代谢生成物排出生物膜。生物膜法具有较高的处理效率。它的有机负荷较高，接触停留时间短，减少占地面积，节省投资。此外，运行管理时没有污泥膨胀和污泥回流问题，且耐冲击负荷。主要工艺方法有生物廊道、生物滤池、生物接触氧化池等。生物膜法对于受有机物及氨氮轻度污染水体有明显的效果。日本、韩国等都有对江河大水体修复的工程实例。

2. 人工湿地处理技术　人工湿地是近年来迅速发展的生物－生态治污技术，可处理多种工业废水，包括化工、石油化工、纸浆、纺织印染、重金属冶炼等各类废水，后又推广应用为雨水处理。这种技术已经成为提高大型水体水质的有效方法。人工湿地的原理是利用自然生态系统中物理、化学和生物的三重共同作用来实现对污水的净化。这种湿地系统是在一定长宽比及底面有坡度的洼地中，由土壤和填料（如卵石等）混合组成填料床，污染水可以在床体的填料缝隙中曲

折地流动，或在床体表面流动。在床体的表面种植具有处理性能好、成活率高的水生植物（如芦苇等），形成一个独特的动植物生态环境，对污染水进行处理。人工湿地的显著特点之一是其对有机污染物有较强的降解能力。废水中的不溶性有机物通过湿地的沉淀、过滤作用，可以很快地被截留进而被微生物利用；废水中可溶性有机物则可通过植物根系生物膜的吸附、吸收及生物代谢降解过程而被分解去除。随着处理过程的不断进行，湿地床中的微生物也繁殖生长，通过对湿地床填料的定期更换及对湿地植物的收割而将新生的有机体从系统中去除。湿地对氮的去除是将废水中的无机氮作为植物生长过程中不可缺少的营养元素，可以直接被湿地中的植物吸收，用于植物蛋白质等有机氮的合成，同样通过对植物的收割而将它们从废水和湿地中去除。人工湿地对磷的去除是通过植物的吸收，微生物的积累和填料床的物理化学等几方面的共同协调作用完成的。由于这种处理系统的出水质量好，适合于处理饮用水源，或结合景观设计，种植观赏植物改善风景区的水质状况。其造价及运行费用远低于常规处理技术。英、美、日、韩等国都已建成一批规模不等的人工湿地。

3. 土地处理技术　土地处理技术是一种古老、但行之有效的水处理技术。它是以土地为处理设施，利用土壤－植物系统的吸附、过滤及净化作用和自我调控功能，达到某种程度对水的净化的目的。土地处理系统可分为快速渗滤、慢速渗滤、地表漫流、湿地处理等几种形式。国外的实践经验表明，土地处理系统对于有机化合物尤其是有机氯和氨氮等有较好的去除效果。德、法、荷兰等国均有成功的经验。

4.4 推行数字化水环境管理

数字化水环境管理是指采用计算机技术、通信网络技术、微电子技术、计算机辅助设计技术和 3S（GIS、GPS、RS）等一系列高新技术对水环境综合管理的技术手段进行更新改造。数字化水环境管理不应该局限于纯粹的技术环节，其更重要的意义在于通过采用现代化的技术手段，促进水环境管理方式的变革、提高工作效率、增强工作的有效性。

利用现代信息技术实现环境信息的公开，体现社会发展的进步。发达国家环境管理经历了行政手段、经济手段、公众参与三个发展时期，应该意识到，水环境质量的保护与治理，不应只是专业技术人员和管理者的事情，还要积极引导和促进公众的广泛参与。因此，采用现代信息技术使公众及时准确了解水环境状况，成为水环境管理发展的新趋势。一方面，通过信息手段，使公众及时了解周边环境质量状况、监督污染物治理、积极参与环境管理；另一方面，可以通过信息手段，推进环保教育，提高公众自觉保护水环境的意识，建立环保绿色的生活方式。这些都应该成为重要的管理手段。

第五章　内秦淮河水环境的生态规划与利用

5.1 秦淮河流域概况与历史沿革

秦淮河是一条历史悠久的天然河流，全长 110 km，流域面积达 2631km^2。早在 1600 年前，即六朝时期，秦淮河两岸就已是南京的繁华地段，有了“十里秦淮、六朝金粉”之说。据有关资料记载，秦淮河是由溧水河、句容河流经南京市江宁县（现为江宁区）西九村汇合而成，北流 34km，至南京市三汊河流入长江，全流域地势周高中低，为一完整的山间盆地。上游水系支流多，中游河床开阔，下游与南京护城河合一，自东向西横贯市区南部至西水关流出汇入长江。

秦淮河有内、外秦淮河之分，内秦淮河位于南京市城南、城东地区，沿途流经秦淮、建邺、白下、玄武四区，主、支流全长 252 km，汇水面积 24.7 km^2，内秦淮河主流分为南段、中段、东段及北段。支流包括进香河（已覆盖）、珍珠河、九华山沟（大部分已覆盖）、香林寺沟、清溪河、玉带河及明御河等。

南京的秦淮河不仅是一条流淌千年，记录着古城金陵喜怒哀乐的历史见证河，也是一条文化含金量很高的观光河。南京的市民无不为秦淮河丰富的历史文化而骄傲。这里的牌楼，这里的文庙，这里的两岸河房，这里的雕栏画槛、碧水船舫，无不证明秦淮河是一幅绚丽的画卷，是一首常年流淌的诗篇，是一曲发人深省、耐人寻味的歌……。尤其现在的水西门公园段、集庆门大桥段、武定门公园段，是南京三处风景优美的旅游、休闲亮点。而秦淮河畔的夫子庙又是南京城中闻名遐尔、游人如织的地方。难怪有人说，到了南京城不逛夫子庙，不细读、细品秦淮河，将会成为你心中一大缺憾（见图 5－1）。



图 5－1　南京夫子庙秦淮风光

据史料记载，早在 20 世纪 20～30 年代，这条河就受到了严重的污染，不少河段的秦淮河水不仅改变了颜色，而且散发出令人作呕的气味。风流的秦淮河已经变成了一条遍体鳞伤的河。在国民党统治时期，秦淮河水不仅变了色，秦淮河的文化也变了味。当时的政府为了增加“花捐”的收入，公然推翻了“禁娼令”使之成为“人肉市场”，成为吸毒、嫖娼的藏污纳垢之地。解放后，人民政府对秦淮河治理投入了大量资金，强化了管理，终于恢复了秦淮河部分河段及景点的昔日风采，尤以夫子庙地区更成为南京人津津乐道的旅游亮点，成为该市经济、文化、休闲、娱乐中心。近年来由于市区人口的不断增加，城市不断扩张，而同期的相关城市规划并没有跟上，

结果导致沿河两岸的工厂不断增多，人口不断增长。内秦淮河流域水环境逐渐发生了变化，由一般的景观、农业、航运用水向城市污水演变，加之人们的环境意识淡薄、以及环保治理遗留的历史欠账太多，因此秦淮河的不少河段事实上已经成为南京市民的“排污道”，成了长江以南、与古城金陵极不协调的“龙须沟”。经现场考察，大部分河面上散发着腐臭气味、漂浮着污秽杂物。尤以秦淮河北段最为严重，数不清的大小排放口向河面倾吐着滚滚污水，污水湍急地流淌在河面上汇聚成一团团白沫（见图5－2）；河的东岸面向老城的一侧，满目皆是低矮破的民宅，至凤台桥折而东流的河道北岸东西十长巷更是层层叠叠地居住着900余户“老南京”，几乎家家都向河道伸出一根白色塑料管，成了各家的“下水道”…看到这一组组“镜头”，人们无不痛心地说：“这条‘母亲河’的容颜憔悴了。”外地游客也发出同样地感叹：“这条本应成为南京人民引以为骄傲的河，今天却成了这座历史文化名城的忧患。



图5－1　秦淮河上随处可见的污水排放口

对秦淮河的规划治理早在70多年前就进行过。1927年，国民党政府奠都南京，南京的首都建设由此拉开了序幕。国民党政府于1928年1月成立了首都建设委员会，下设国都设计专员办事处，负责制定首都建设计划，当时有人提出以“大柏林、大伦敦、大纽约、大东京”为蓝本，主张在金陵古城外择地，重新建设一个新都市。1929年12月，一部详细而精美的南京建设规划——《首都计划》正式公布。

在这部规划中，城区将大规模向外扩展，即可安置新中央政府，又能容纳近200万人口。南京与外界的相连的铁路网将进一步拓展，并计划建立一个规模很大的飞机场。还详细规划现代污水排泄系统、饮用水系统及电力系统。城市的美化也列入其中。首先，要建成12座公园。其次，树木将按照巴黎风格排列于大街两旁，街道路灯则做成中国灯笼的形状，“令人讨厌且危险的工业”将从市中心迁至长江北岸。再次，设计了一个复杂的汽车专用道与主干道系统，一条沿秦淮河的“环形林荫大道”亦将围绕新首都。

《首都计划》中《水道之改良》方案是由当时的建设部长孙科提交的。他对国民党政府规划的信心在广东得到验证，在那里他作为广州市长倡导兴建了现代排水系统与公用事业。他在提案中写道：“首都河道纵横，水运便利，惟历年淤积。当江水低落时，就呈干涸之现象，既不便于通航，而对于卫生亦有窒碍。拟请依照国都设计技术专员办事处水道改良之计划，着手整理护城

河。秦淮河因两岸历为靠岸居民所侵占，浅窄更甚，不便运输。且城内亦无需用该河为转运货物之必要。只宜因利乘便，取为市民游乐及雨水宣泄之用，并将两岸辟为林荫大道，恢复其昔日美丽之风景。”

《水道改良》分为内、外秦淮河两个部分，采用不同的治理方法。在内秦淮河的治理中：拆除背河而建的房屋，与河岸距离不足的建筑也要拆去。房屋拆除之后，两岸辟为林荫大道。林荫大道之宽度，各处因其交通情形与原状况而定，不需完全一致。道路两旁铺草植树，恢复昔日之美丽。这样既可以串联起沿岸的公园，也可以保存名胜古迹。至于河水深度的保持，方案中也有较为详细的描述。

外秦淮河的治理，主要从方便运输的角度考虑。特别是当气候干燥，河水较浅时，应设法补救。补救的方法主要又两种：一为设闸蓄水，一为浚深河床。设闸方法的取舍，需结合秦淮河上游的情形而定。至于浚深河床，只要经济允许，即可着手实施。查河底高度，高于标尺零点之数，不在两尺以下，加以人工锹浚。此项工程虽然艰巨，但必须做。至于外秦淮河靠近城墙沿岸，应该筑堤。堤的宽度，以100英尺（30.48m）为适合。该岸之堤上可建筑货栈，方便货物转运入城。经过综合治理以后的秦淮河，将会对改善南京的卫生条件、促进商业河旅游业的繁荣，起到积极的作用。

从1928年到1937年，南京无论在城市布局还是在社会风貌等方面都有所改观，基本上突破了自明清以来的城市格局，初步呈现出现代都市的轮廓。但由于这一时期，国民政府为了打内战的需要，将许多原来用于公益事业发展的经费挪用为军费开支，使得当时《首都计划》大部分没有完成，多数建设项目无力实施。特别是“秦淮河治理计划”的落空，不能不说是一件憾事。

时过境迁，历史早已翻开新的一页但是秦淮河水域的治理始终是人们关注的焦点。人们依然渴望能乘着秦淮画舫，去看六朝金粉、观洪湖灯船，去文德桥赏月，领略朱自清、俞平伯笔下的诗情画意。

5.2 内秦淮河功能与现存问题

秦淮河的主要功能可概括为饮用水、工业用水、航运、农田灌溉和景观用水，具体功能分区如下：

（1）乌剎桥一洋桥河段为乡镇居民饮用水源段，执行 GB383888III类标准；

（2）天生桥一乌剎桥及洋桥一七桥瓮两个河段水体主要为工业用水，其次为航运和农业灌溉，执行GB383888IV类标准；

（3）七桥瓮一三汉河口河段主要为一般景观用水、农业用水，其次是航运，执行GB383888V类标准；

（4）内秦淮河段主要是景观用水．执行GB383888Ⅴ类标准。

内秦淮河水体现状功能为景观用水，执行 GB383888 标准中的Ⅴ类标准。目前，内秦淮河水质状况劣于Ⅴ类标准，主要污染物是有机物，表现为典型的城市污水污染特征。根据监测结果（见表 5－1），内秦淮河全年大部分时段呈现黑臭状态，局部河段污染严重（南段夫子庙段、中段及北段浮桥段）。综合污染指数已达 81.5。主要超标项目为氨氮、生化需氧量、石油类、溶解氧、非离于氨、高锰酸盐指数等。

目前向内秦淮河流域排污的单位总数为 866 个，其中工矿企业 154 个，饮食、服务行业 712 个。共接纳排放的废水总量 7778 万 t／a。其中 COD、六价铬、氰化物、石油类、SS、氨氮的年排放量分别为 33713t、447kg、130 kg、991t、1197t、44621t。各段污染物情况见表 5－2。

表 5－1　内秦淮河水质监测及评价结果　　mg/L

	溶解氧	高锰酸盐指数	生化需氧量	非离子氨	亚硝酸盐氮	挥发酚	氰化物	石油类
浓度范围	0.60～9.94	4.22～39.50	0.40～47.80	0.011～0.600	0.002～0.362	0.001～0.074	0.002～0.011	0.25～9.80
最劣值断面	文德桥	浮桥	文德桥	浮桥	文德桥	浮桥	铁窗棂	文德桥
评价标准	≥2	≤10	≤10	≤0.2	≤1.0	≤0.1	≤0.2	≤1.0

表 5－2　各河段污染物情况

类别	项目	东段	中段	南段	北段	合计
工业废水	废水(万 t／a)	190	94	274	5	563
	COD(t／a)	290	200	967	9	1468
	排放口个数	30	23	97	4	154
餐饮污水	废水(万 t／a)	262	349	283	198	1092
	COD(t／a)	792	1056	858	594	3300
	排放口个数	186	248	202	139	775
生活污水	废水(万 t／a)	3041	710	1010	1362	6123
	BOD_5(t／a)	961	1858	2645	3567	16031
	COD(t／a)	14374	3355	4776	6440	28945
	NH_3-N(t／a)	2211	516	735	991	4453

根据近几年的污染调查和分析，内秦淮河主要的水环境问题归纳如下：

（1）生活污水直接排入造成河水污染　内河共接纳废水为 7778 万 t／a。其中工业、餐饮及居民的废水分别为占总废水量的 7.2%、14.1%及 78.7%。内河接纳的 COD(化学需氧量)总量为 337131／ a，其中工业、餐饮及居民排入的 COD 量分别为总量的 4.4%、9.78%及 85.9%，使内河水质日趋恶化。

（2）秦淮河流域的生态基础十分脆弱，生物链比较简单，水体的自净能力已经不具备了，只能靠人工换水、冲淤加以维持，费用较大，效果维持时间较短。

（3）不利的水动力条件加剧水质污染　每年 3 至 10 月的汛期，为防止外秦淮河河水倒灌入城，

将关闭内河通外河的西水关闸和铁窗棂闸，导致内河河水走向因南段河底高程最低，而使内河水全部流入南段，由西水关泵至外秦淮河。因此，这期间南段污染最为严重，加之内河流速较小，污水长时间回荡停留在河道中，污染物降解扩散速度极慢，加之气温较高，河流复氧能力较差，极易使河水变黑发臭，严重影响夫子庙河段景观。

（4）底泥对水质的污染　南京市基础建设的发展，使内河水体中悬浮物浓度增高，最终导致河底积累大量的沉积物。淤泥中的有机物在细菌的作用下，消耗水体中的溶解氧，并产生甲烷、硫化物等臭味物质使内河水体黑臭。

（5）沿河陆域布局不合理　沿河岸分布众多的居民楼、垃圾堆放点、各种各样的违章建筑以及夫子庙一带的流动饮食摊点，不仅给人以零乱破旧的感觉，而且沿河的居民经常向内河倒垃圾，使部分河道的水面上形成大量的漂浮垃圾。

5.3 内秦淮河生态规划与综合整治

秦淮河水环境综合整治，是南京市新一轮城市建设的重点工程。自 1986 年起南京市政府共投资 5.58 亿元，对内秦淮河进行综合整治，到 1996 年末，已完成一、二期 5 个工程、32 个项目（部分项目见表 5－3）。从整治的效果来看：（1）南京市环保局严格管理沿河工业废水污染源，工业污染源已大部分得到治理，造成内河污染的主要原因已由工业废水转变成为生活污水。（2）内河南段的夫子庙河道的上游建橡皮坝，对防止中段污水进入南段起到一定的作用，该河段通过清淤、冲自来水等措施，水质短期有所改善。但由于上游污水的不断流入，夫子庙段整治后水质仍时有黑臭。（3）污水截流管的铺设，对已截流的河段水质改善起到一定的作用，但存在着截流不完全的问题，目前还有污水入河。（4）江心洲污水处理厂因整体的污水管网配套问题未能正常运转，现其实际外理能力仅为 6 万 t/d。

表 5－3　部分完成项目名称

序号	综合整治工程
1	疏浚、改道桥涵闸一清淤 60m
2	内河的各段均有部分河道进行驳岸、护岸，共计（20－30）km。
3	改造西水关泵站，规模达 22.5 m^3/s；新建凤台路、棉花堤及大中桥三座污水泵站
4	对内河的南段污水进行截流，铺设污水截流管 30 km
5	新建 26 万 t／d 的江心洲污水处理厂
6	对沿河的 448 家企业的工业废水污染源进行控制，使工业废水入河量大幅度减少。
7	内河南段的上游建橡皮坝，下游建拦污闸，并对该河道进行冲污。

为了使秦淮河的水环境走上良性发展道路，进一步发挥其生态效益，更好地利用其独特的旅游资源，改善城市投资环境，从而拉动城市经济增长，南京市对秦淮河进行了一次大规模的规划与综合整治，在此有必要对本次规划做一探讨。

此次规划是南京新一轮城市建设的重点针对项目，也是旧城改造的一号工程。规划的目的就是进一步有效地保护母亲河，展示古都自然风貌，提升人居环境，把秦淮河建成“流动的河、美丽的河、繁华的河”，从而为南京城市生态环境建设打下良好的基础、为经济发展提供优质的外部环境。

此次的秦淮河规划方案是经规划、水利、园林、文物等方面共同讨论评审，并根据专家意见认真修改后的概念性国际优选总体规划方案，以及入江口、中华门、运粮河口等重点段落规划方案。

此次规划的目标：把秦淮河建成“流动的河、美丽的河、繁华的河”

规划原则：统一规划、分期实施；远近结合、标本兼治；突出重点、兼顾一般；条块分工、各司其职；严格管理、依法建设

建设思路：按照“建设与开发并重”的建设方针，把秦淮河建成展示南京历史文化资源、体现山水城林特色、吸引国内外游客的景观长廊。

美丽的河：改善水质、改造堤岸、改造沿线景观；

流动的河：解决水源、提升水位、开辟水上游览；

繁华的河：展示资源、改善设施、吸引人流。

通过防洪工程，消除洪涝隐患；

通过调水工程，实现碧水长流；

通过环保工程，达到河青岸绿；

通过景观工程，展示山、水、城、林；通过安居工程，调整土地利用，实现人与自然和谐共生根据《南京城市总体规划》中确定的“要充分发挥山、水、城、林交融一体气度恢弘的城市特色，从整体上综合考虑保护环境风貌、城市格局、文物古迹、建筑风格和挖掘历史文化内涵”的要求，为实现把秦淮河打造成“美丽的河、流动的河、繁华的河”这一目标。南京市建委、规划局于2002年10月面向国内外进行了规划方案的征集，2003年1月完成方案评审任务，澳大利亚BAZO公司的2号方案获得总体优秀奖，（图5－3、4、5）见同年6月概念性方案深化工作完成。在一些重要的节点与河段采用了有针对性的方案设计，如在入河口风貌区采用的是引入整体绿地系统，强调景观的网络与系统。对滨水用地进行多功能开发利用，使其对城市发展起到带动作用。强调水系、绿化的可持续发展性、生态性及公众的参与性。进而塑造城市形象（见图5－7）。

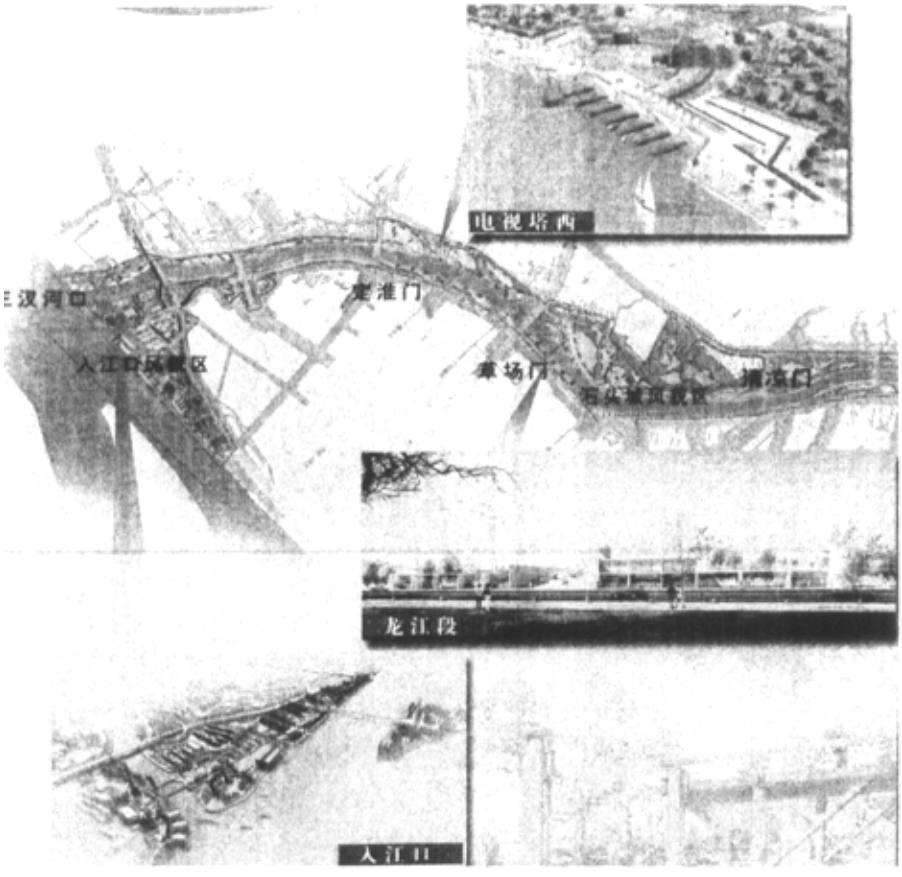


图 5－3　南京秦淮河规划方案



图 5－4
南京秦淮河规划方案

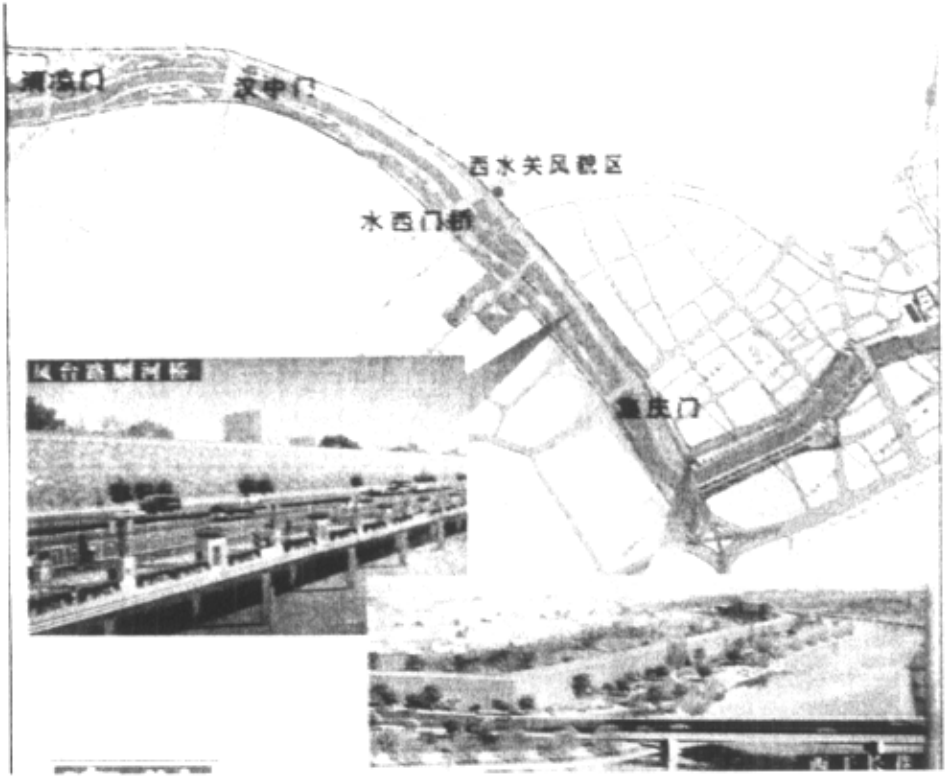


图 5－5　南京秦淮河规划方案

为了使这一区段的堤岸形式不至于过分单调，因此设计了 3 种形式，融生态、美化、民众参与于一体（见图 5－6）

在石头城景区试验段不仅向市民展示了规划后的实际效果，而且为秦淮河环境综合整治与建设、管理提供了宝贵的实践经验。该区段已于 4 月底向市民开放，该段的实际效果及市民对此的反应均是相当不错的，这从一个侧面说明该试验段的规划建设是成功的。（见图 5－8）。

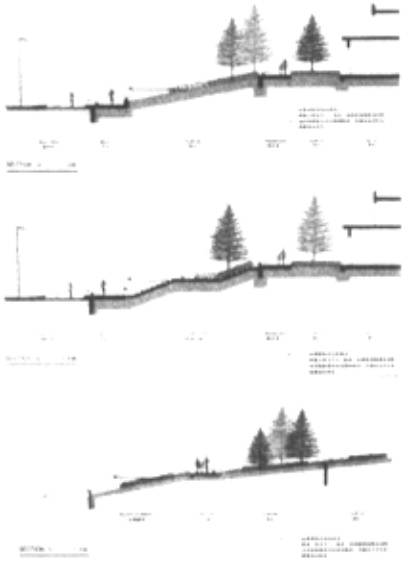


图 5－6　南京秦淮河入河口堤岸形式

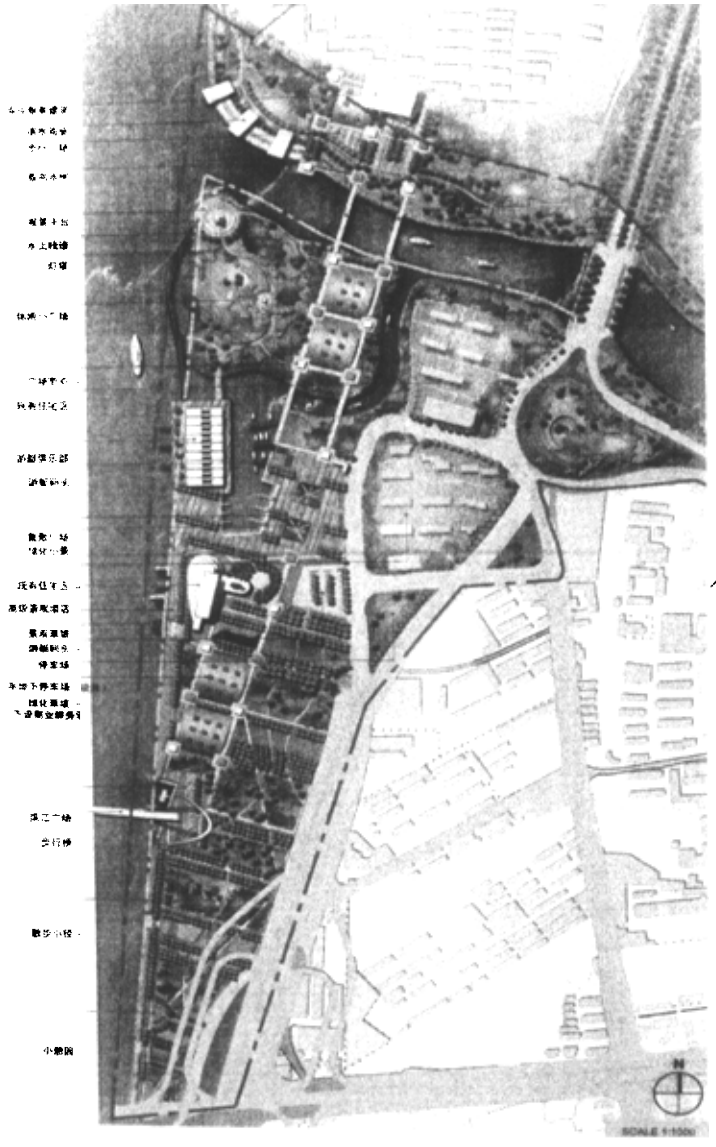
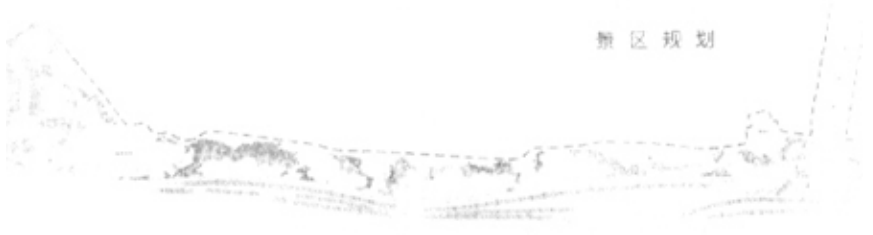


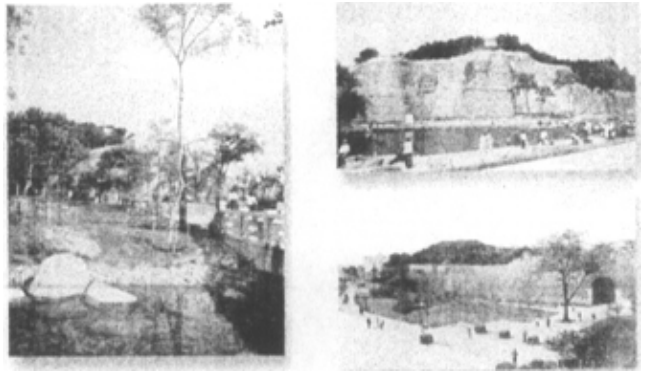
图 5－7
入河口风貌区规划方案

此外，对中华门风貌区也进行了重点规划，着重打造大中华门地区，力图把此处塑造成南京市最具活力的城市空间之一，与此同时充分发掘当地历史文化资源，结合附近的商业街、城市小品、自然景观、酒吧等，创造出“浆声灯影里的秦淮河”。堤岸的设计形式有四种类型以满足不同区段的实际需要（见图 5－9）。

对运粮河口风貌区的规划采用分级控制的手法，即：生态保护区、生态控制区、生态展示区三个区域，不断降低人类经济活动对自然环境的不利影响，与此同时创造出南京市优良的居住、办公区域（见图 5－10）。



建成后实景



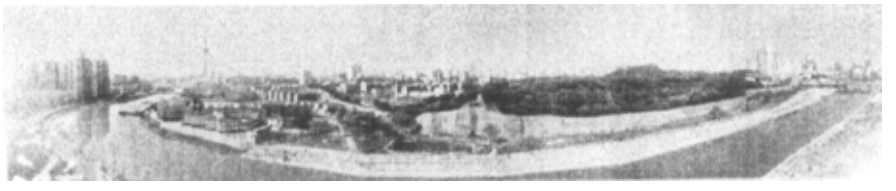


图 5－8　石头城景区试验段实际效果

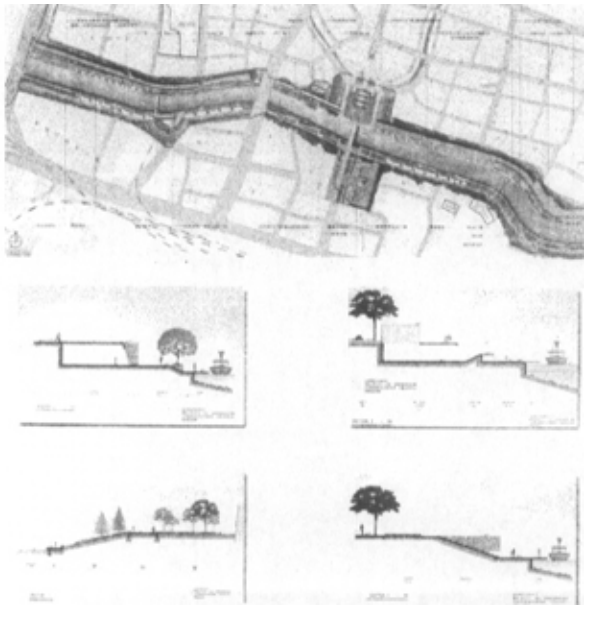


图 5－9
中华门风貌区规划

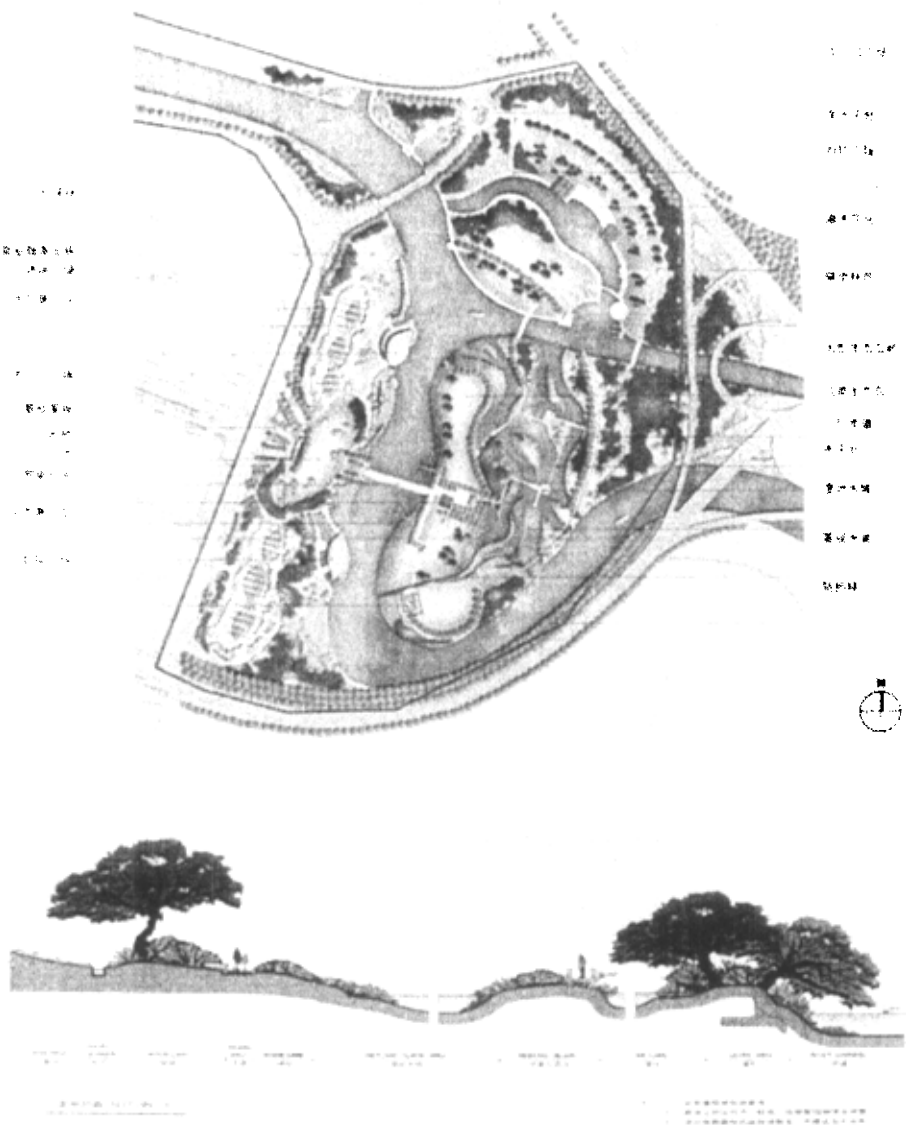


图 5－10　运粮河口风貌区规划

5.4 小结

这次不仅将生态、可持续因素融入了内秦淮河的整体规划之中，而且有重点地对部分河段和重要节点进行了景观生态规划与设计，使景观不再仅仅停留于观赏和美化层面上，对当地的自然生态平衡和调节将起到一定的积极作用，这是与以往景观设计区别较大的地方。相信随着相关规划的逐步实施，效果会越来越明显。

通过剖析内秦淮河水环境规划与利用这一实际工程，我认为在如下几个方面对今后的工作有指导和借鉴意义，同时也是这次规划值得总结的几点：

1. 通过整体规划将使内秦淮河流域景观呈现出一派新气象，改善、提升了城市形象，并在继承“秦淮风貌”的基础上形成了南京特有的地域文化景观。

2. 将内秦淮河全流域作为一完整的体系来参与重建、改善城市生态系统。整体性、系统性有所加强。

3. 以城市水环境的改善为契机，将其作为各种经济活动的载体，在取得经济效益的同时又可以将部分收入投入到水环境的改善河保持，从而实现良性发展。

上述几点我认为是此次规划取得成功的关键所在，但同时也有一些方面我认为没有考虑到或者不到位，例如：

1. 在大规模建设的同时，忽视了对一些地域现有生态水环境的保护和有效利用。

2. 内秦淮河流域的治理存在不同步、交叉影响的弊端，水环境的利用还有较大的空间。

3. 秦淮河流域内的大多数景观功能较单一，生态效益较差。

对上述问题的改进意见及相应的技术措施在结语中有较详细的叙述。内秦淮河水环境的规划、利用，从侧面有力证实了城市水环境只有走生态、可持续发展道路，才能有效地改善城市生态，提升人居环境品质。

第六章　南京奥体中心水环境规划分析

6.1 奥体中心简介

南京奥体中心位于河西地区，东临江东南路，西临上新河路、北临纬八路，南临青石埂路，经四西路穿过奥体中心用地。其中纬八路及江东南路为现有道路，青石埂路及上新河路为规划道路，正在做市政建设。南京奥体中心占地面积 80 多 ha，一期中心为圆形的 6 万人体育场，周围有体育馆、游泳馆、网球中心、训练场等建筑（见图 6－1、2、3、4、5、6）；二期有媒体中心、棒球场、门球场、垒球场等建筑。奥体中心工程总投资达 30 多亿元，其中仅场馆建设就将耗资 20 多亿。建成后的奥体中心无论在设施、功能都将在国内处于领先地位。

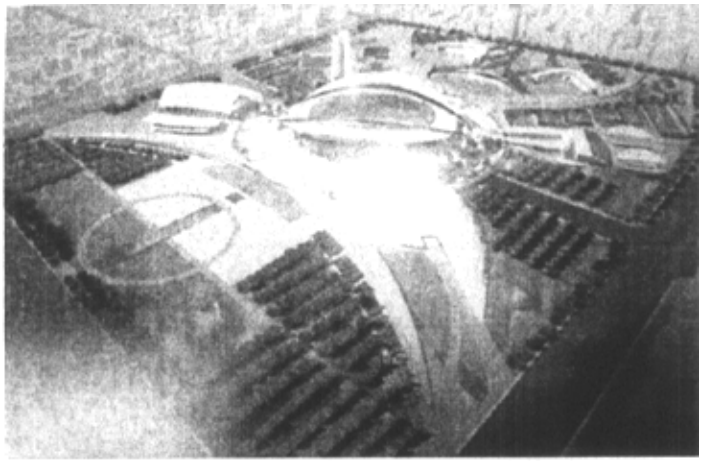


图 6-1　南京奥体中心总体规划示意图



图 6-2　南京奥体中心 6 万人体育场

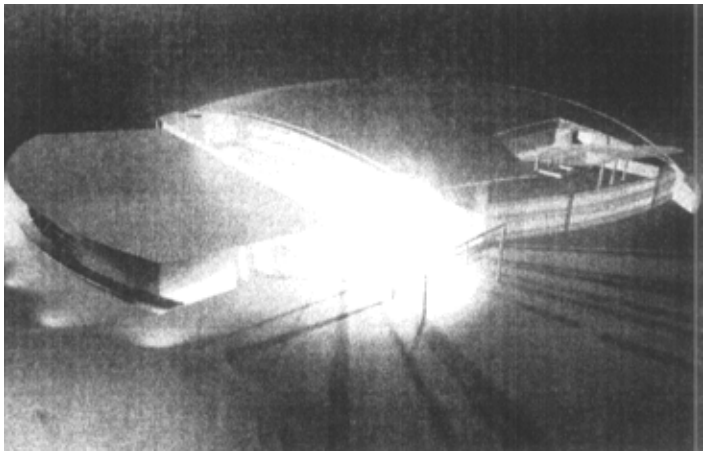


图 6-2　南京奥体中心体育馆

6.2 奥体中心规划设计理念

南京奥林匹克体育中心主体规划的原则和理念聚焦于强烈的粘连性、综合型和连续性，因此，规划设计赋予每个相互邻接的体育场馆以特性，并将它们粘连完整，放置在公共开放空间。南京奥林匹克体育中心只是这个宏大项目的第一部分，因此需要一个一体化、非常完善的方案。于是就体育中心内部制定的建筑模式和语言，会超越当地的自身存在。因此，有必要将很多重要因素置于体育中心的规划之内。

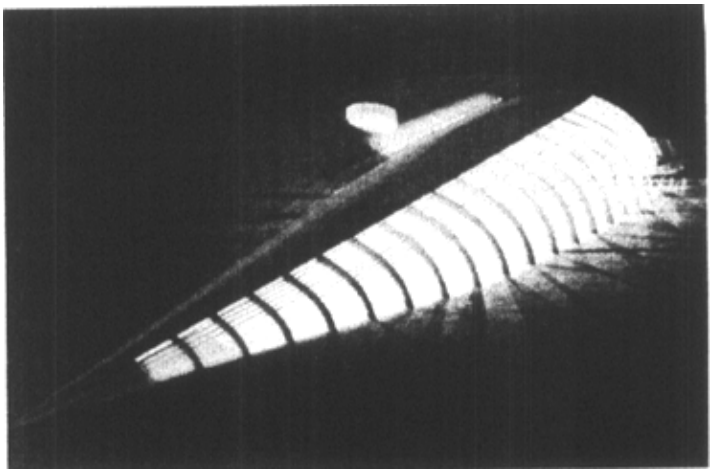


图 6-3　南京奥体中心游泳馆

· 尊重与当地有重要视觉关系的东方远景紫金山和南京大屠杀纪念馆

· 将主体育场作为体育中心的关键，赋予它最大的吸引力

· 有意识地构建多样化的人行步道和视觉途径，将体育馆、媒体中心、游泳馆处理为第二比例层次

· 创建一个将运动员和观众提升到符号化高度的平台，同时注意这个平台的实用功能

· 用主体育场构建贯穿南北的地理轴线和视觉轴线，体现出传统的中国思想内涵，并与周围的场馆建立密切的联系

· 确立体育中心的设施采用灵活多变的，适应市场变化、发展以及多功能原则，通过建筑自身功能的“弹性”保证其可持续发展过程中有最大的经济收益。

此外体育中心的外围环境建设同样极具特色，针对南京城依山傍水的特点，提出了室外水景的概念，使得场馆的外部建设在具备了较

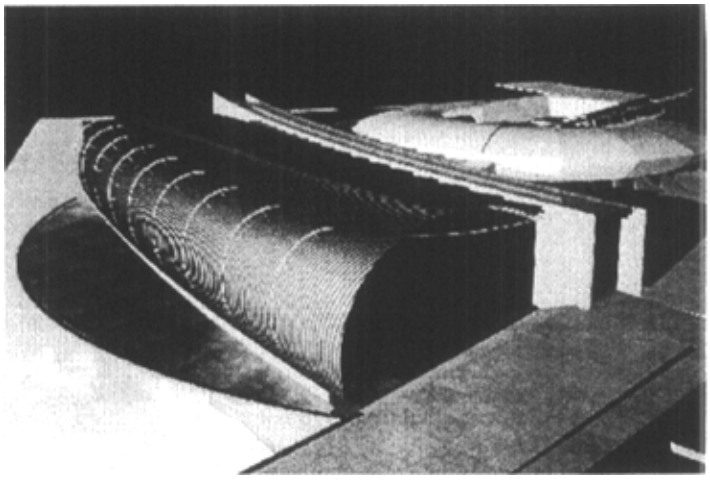


图 6-5　南京奥体中心网球中心

强现代气息的同时，还具备古朴的园林特色。对于各个场馆外形的设计也是独具匠心，南京奥体中心沿用了悉尼奥运会场馆的设计思想，体育馆像一只打开的扇贝，非常具有流动性和动态感，而游泳馆则是一只沙滩上的贝壳，给人的感觉十分别致。建成后的南京奥体中心除了成为北京奥运会前国内最具规模、功能最全、技术标准最高的综合性大型体育建筑群外，还将成为环境最美的体育公园之一。

建立在初步设计方案基础上的修改方案依然沿用“体育公园”这一主题，保留了原方案中自由、浪漫、园林化色彩，但在建筑布局上秉承了中华民族“天圆地方”的传统理念，极具对称美。提出了为南京人创建一个“人民家园”的理念。不论当时是否进行体育竞赛或者文化活动，它都会是一个具有强大吸引力的场所。这个开放性的空间需要关照和尊重周边环境，需要与历史名城南京的地位相适应，并且为它增添光彩。 体育场馆的周围散落着草坪、绿地、整齐匀称的步道、室外水景空间，加上外围配套的餐馆、大型超市等，市民可在里面玩一整天。从更高层次上说，这个集体育、娱乐、商务、文化为一身的奥体中心还将为河西的持续发展发挥作用。奥体中心本身就是一个体育公园，其中的绿地、草坪、林荫小道、水面都是市民健身休闲的好去处，而设计规划中为公共艺术、城市雕塑、街头表演、露天市场等参与性娱乐项目和欣赏性娱乐项目创造的博大空间更是休闲的地方。“建筑健康的、提高生活质量的、无愧于下一代的建筑物和社区环境。”这是南京奥体中心的环境规划原则。

本方案结合了许多富有创意的设计，能够有效降低能源花费，充分体现了贴近自然和可持续发展的国际环保潮流，可以称得上是一个名副其实的“绿色”体育中心。这一点，仅仅从几个细节之处就可见一斑。

为了节约用水和利于水资源的再利用，奥体中心在采用低流管线和节水器具的同时，通过巧妙的设计，可以将雨水进行收集，再次用于卫生间冲刷和庭院灌溉。

充分利用阳光调节室内温度也是这套方案的一个独具特色的亮点，其最典型的代表要数建筑在体育中心区精华位置的游泳馆。这一建筑使用大面积的玻璃墙面和屏幕，经过过滤的阳光可以进入游泳馆内。冬季利用太阳能可以提高水温，夏季调整可移动墙面的开放程度则可以调节室温，使得游泳馆能够全年开放。这样一个利用太阳能调整水温和室温的开放性环境，降低了能源消耗。此外，建筑外部的椭圆形外观和用来反射日光射线的可移动天窗，也都有助于散热。

设计方案还提出了采用优化环境建筑系统、栽培植物和美化环境以及预先规划建筑材料的回收和循环利用等设计理念。实际施工时将挑选在建筑和维修中污染程度小、废弃物少、无毒害性的并且可恢复的材料资源，并将采用江苏当地的植物资源美化环境，并注意寻求恢复或提供野生动物回归环境的方式。

6.3 奥体中心水环境规划剖析

6.3.1 水环境规划设计理念

在整体规划中明确提出了水环境的主题设计，特别强调了与场地北向的天然水线的联系，与此同时保持场地上原有的水环境并加以强化和利用，通过精心设计成为一个主题因素，将游泳馆放置在场地北侧加强此区域与水的连贯性和延续性。场地中规划的水环境面积 56694m²（包括景观河道、景观水道、水池），占基地总面积（861606 m²）的 6.58%。（见图 6-6）



图 6-6　南京奥体中心水环境鸟瞰

东侧广场 160000 m²，其中水面和绿化有 18000 m²，硬地面由彩石混凝土和普通混凝土铺装地面组合，东北侧由乔木、水面、草地规则组合而成。在中部江东南路通向体育场的轴线上有 20m × 220m，共 4400m² 景观水道，期间分布着几组 20m 高的音乐喷泉。

场地北侧是景观水道区，北侧的向阳河疏浚后宽度达到 30-40m，长度约 800m。总面积约 24000m²。水道迂回在草坡、绿地、乔木灌木丛中，分割、穿插城市道路、停车场，并延伸到网球中心，和游泳馆连成一体，与东部的 5 条水道相连。从而构成一个分布均匀、合理、重点突出的水环境系统。

水面、硬地、绿化的交错反复出现不断改变着视觉感受，建筑物的视觉冲击与自然景观的舒缓产生兴奋与回归自然的恬静，水环境是其中重要的组成部分，不仅是连接各种环境的纽带，也是各区域最和谐的过渡与缓冲带。

在如此大规模的建筑群中，水环境的规划和设计是极其重要的。良好的水环境不仅可以为奥体中心提供优美的水景观，而且对改善和优化当地的生态环境有着积极的作用，此外对于营造场馆四周良好的小气候与物理环境无疑也是最佳的选择。

6.3.2 水环境的营造及实现

奥体中心规模庞大，场馆众多，比赛及日常维护时都需要大量的用水，因此稳定、充足的供

水是保证各场馆正常运转的前提，同时也是保持奥体中心水环境特色的基础。

奥体中心采用二路供水，并形成环状，一路从青石坡路 DN600 市政给水管上引一根 DN300 的给水管，另一路从江东南路 DN500 市政给水管上引一根 DN300 的给水管，各场馆用水均从该环线上接入，体育场日用水设计值 779m³/d，体育馆为 610m³/d，游泳馆为 957m³/d，网球馆为 200m³/d，日常灌溉 600m³/d（取自向阳河）。由上述可知，奥体中心每天耗水大约 3150m³/d，那么每年的耗水量将是一个惊人的数字。为了节约有限的城市水资源，体育场及训练馆喷灌、网球场及跑道地面的冲洗、室外草坪灌溉、道路浇灌等用水均取自向阳河上游，为了避免上述用水有异味，经过一系列的处理才投入使用，过程如下（见图 6-7）

向阳河 → 变频水泵 → 砂石罐 → 网式过滤器 → 各喷灌点

图 6-7　南京奥体中心河水利用图解

在设计中还包括将自然降水储存和利用的方案，这样就大大限制了破坏自然水系和降低使用昂贵城市供水的需求，这是符合生态设计要求的。同时采用低流管线、节水器具，将收集的自然降水用于卫生间的冲洗及庭院的浇灌，这些用水同样需要经过图 6-7 所示的一系列处理过程。在体育场底层设立了四个大容积天蓬雨水收集器，用于在干旱时体育场的自然压力浇灌，当储存的雨水超标时就排放进入下水系统，同时定期利用游泳馆的循环水进行场地内植被浇灌。在体育场建设工地用于喷灌的管道已经铺设完毕见图 6-8



图 6-8　南京奥体中心体育场喷灌系统

奥体中心的排水设计也是经过精心设计的。在这一区域内施行雨、污分流设计，污水由各场馆收集后，经化粪池预处理后有组织地自北向南排放至青石坡路的城市污水管网，再向西南按市政要求接入江心洲污水处理厂。据了解，奥体中心之所以没有设计污水处理与回收利用设施是因为奥体中心排出的污水中含有的是能降解和适宜集中处理的污染物，从改善区域环境质量和节省投资回报角度来看，污水集中处理是奥体中心污水处理现阶段较好的选择，但从长远来看未必是最佳的选择，这一点在结语的建议中有所说明。各场馆天蓬有组织地排入场地雨水管网，地表水由明沟、阴井向北侧有组织地通

过5个雨水口排入向阳河，网球中心雨水就近排入附近水体。

在建设工地现场拍摄地一些相关图片见图6-9、10、11。在工地现场我还发现一个随处可见的现象，从地基渗透出的地下水被随便排掉了，开始我还以为只是个别现象，随之在各个工地上都看到了类似的现象。在询问现场施工的工人时，他们告诉我这些排水管从施工时就开始排水，排出的水直接就排入市政下水系统，白白浪费掉了（见图6-12），我大概估算了一下，仅这一处每小时的排水量就在 $10m^3$ 左右，一昼夜就会排掉 $240m^3$ 的地下水，那么整个工地有多少个这样的排水管呢，一昼夜下来又有多少地下水被浪费掉呢？其实这些地下水完全可以被收集起来用作现场的施工用水，或者用于市政浇灌、道路撒水等用途或者排入向阳河。其实这是一个很有代表性的问题，南京现在有3000多个建筑工地，如果每个工地都像奥体中心这样白白浪费如此大量的宝贵的地下水资源，那么整个南京市一年下来不知要白白失去多少地



图6-9　南京奥体中心体育场内景

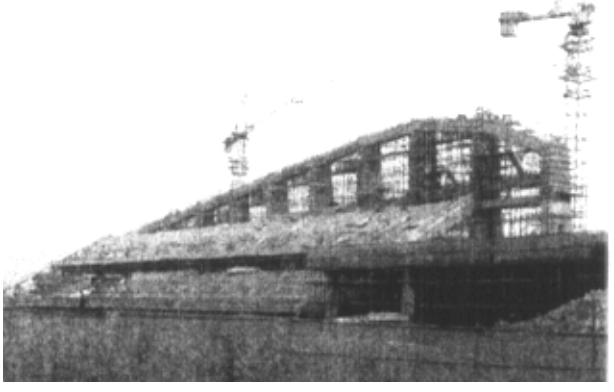


图6-10　南京奥体中心游泳馆现场

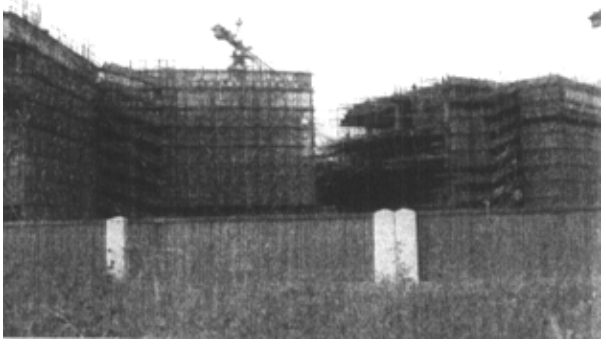


图6-11　南京奥体中心体育馆现场

下水资源，因此有必要针对施工工地建立相关的规定和办法，减少因施工带来的地下水的浪费，以提高其利用效率。

正是因为生态规划设计深入到了奥体中心的各个方面，加之人们的生态环保意识的增强，所以我们有理由对奥体中心的未来有着美好的期待，希望她真正成为我们心中的绿色家园，如同图 6-13 所示的那样成为南京市民的体育花园。相信随着各种新理念和新技术在南京奥体中心的体现和应用，生态、环保优势将会进一步凸现出来，建成后将成为国内体育建筑规划设计的典范。



图 6-12 南京奥体中心施工现场浪费掉的地下水资源



图 6-13 南京奥体中心未来展望

6.4 小结

南京奥体中心在规划设计之初就提出了创建“人民家园”的理念，在实际中采用了许多先进而富有创意的设计以期实现“绿色”体育中心，并明确提出加强水环境设计以改善这一区域的生态环境，加之各种新技术手段的应用，奥体中心在生态、环保方面与传统的体育建筑规划设计已有了本质区别。

通过对南京奥体中心水环境规划以及实地调研所掌握的资料分析，我认为奥体中心应该在以下两个方面有所改进，才能更好地体现其生态与环保特性以及减小对该区域水环境的压力。

1.现有场馆与周围水环境的结合以及利用水环境来改善周边物理环境特性方面考虑较少，造成现有水环境的作用比较单一，没有将水环境的特性加以充分利用。

2.奥体中心运行以后，每天所产生的污水将大大加重城市污水处理负担，如此大规模的建筑群中没有设计中水利用设施，这不但会造成水资源利用效率的低下，而且也有悖于生态、可持续发展的理念。

对于上述两方面问题的思考在结语中还有相应地的阐述。

第七章　建立新型的城市水环境观

21 世纪，以知识为基础的知识经济正在蓬勃兴起，知识经济的到来，将对人类社会产生广泛、深刻的影响。知识经济是促进人与自然协调、可持续发展的经济，它将促使人们重新认识自然资源的地位及作用，从而对自然资源的开发、利用、保护、配置方式进行及时的调整。本章结合城市水环境的特点，就知识经济条件下建立何种城市水环境观总结了如下几点看法。

7.1 城市水环境可持续发展观

水环境是城市经济发展的基础，知识经济条件下也不例外。在知识经济中，最主要的问题是如何依赖于知识和智力资源合理开发和利用城市水环境，使其更有效地支持工业、农业及其他产业经济的可持续发展。要做到这一点，必须用可持续发展的观点看待城市水环境问题。

城市水环境可持续发展观要求人们从人类社会与自然界这个大系统出发去观察和对待水资源问题，因为水资源是这一系统的重要组成部分。知识经济条件下，实现经济可持续发展的关键在于协调人与自然的关系。对水资源的认识，历来都是以对人与自然关系的认识为基础的。过去，我们一直认为人类是自然的主人和所有者，人类可以通过自己的力量去征服自然、统治自然、支配自然中的一切事物。这种认识所支配的资源观实际上是征服主义观念。由于这种资源观的存在，使人与自然这个大系统不断遭到破坏。人与自然不能协调发展，使得经济不能持续发展。在水资源的开发利用方面，表现为对水资源采取了耗竭式的占有和使用方式，随意地乱采和破坏水资源；在水资源保护方面，表现为缺乏主动性。水资源量和质的平衡不断遭到破坏，水资源危机不断出现，同时，带来一系列生态问题，影响经济持续发展。实际上，人与水资源只是人与自然这个大系统中的一个子系统，只有从可持续发展的角度来看待水资源问题，人类才能有效地利用和保护水资源。知识经济条件下，水资源的可持续发展观，要求我们正确处理水与生态、环境、经济发展的关系。水资源在为经济建设服务、促进经济发展的同时，应以不破坏生态环境为前提。在水资源开发利用与管理方面，要以科学知识为指导，根据经济发展需要，系统地进行法制建设和体制建设，系统地推进水资源合理开发与科技进步。对各地区水资源应进行系统分析，扬长避短、互通有无、优势互补、统筹规划，以实现水资源的优化配置与合理使用。在水资源开发、利用方面，要尽可能克服片面追求经济效益的思想，在追求经济效益的同时，应更加重视社会效益、环境效益和生态效益。树立水资源可持续发展观，应将水资源系统看成一个有机的整体，要从对水量、水质、水能的分别管理以及对水的供、用、排的多家管理转变为对水资源的统一规划、统一调度、统一管理。

7.2 水环境资源的动态评价观

水资源是一个矛盾的统一体，在知识经济条件下，要求我们结合实际用动态评价的方法正确处理以下几个方面的问题：

7.2.1 水资源的有限性与无限性

从物质性角度而言，不论从全球还是从一个国家、一个地区来看，水资源都是有限的。但是，水资源系统是开放的，水资源作为一种可再生资源，会得到自然界的不断补充。在传统经济条件下，由于水资源的不合理开发以及人为破坏，水资源的再生量远远不能满足人类的需求，水资源的有限性表现得尤为突出。在知识经济条件下，由于科学技术发展的无限性，人类认识、利用水资源的潜在能力是无限的。因此，水资源又具有相对无限的特点，如海水淡化技术的广泛应用，将使水资源的无限性表现得更加充分。既不能乐观地认为水资源取之不尽、用之不竭，也不能悲观地片面夸大水资源短缺，而应该利用知识经济时代出现的新技术、新知识，科学、合理、综合、高效地利用现有水资源。同时，积极开发尚未利用的水资源，并始终注意到利用水资源所带来的社会、环境等问题。

7.2.2 水资源的量与质

水资源品质的优劣，既在于其天然的存在条件及形成条件，又在于现实的技术经济水平和管理水平，既受自然因素的影响，又受人为因素的影响。我国有相当多的水资源储存条件不理想，也有相当多的水资源由于遭到人为破坏，造成水资源质量的下降，减少了可供开发利用的水资源量。知识经济时代的到来，为我们开发利用这些水资源提供了技术条件。我们可以通过科技的投入，改变水资源不利的存在条件和人类对水资源的不利影响，增大水资源的可开采量，提高水资源的质量。在提高水资源质量的同时，也就增加了水资源的数量。水资源有优劣，所以我们必须改变过去十分简单地以总量、人均量来反映水资源的状况，建立新的指标体系，对水资源的量与质进行全面评价。

7.2.3 水资源的有用性与有害性

水资源只有通过一定的技术经济措施进入人类生产和生活之中，才是有用的。水资源遭到抛弃、污染和破坏，或不被人类所利用，则被认为是无用的。水资源用于灌溉、养殖、发电、城市供水等是有用的，而以洪涝的形式存在则是有害的。水资源的这种双重性，要求人们利用现代新技术、新工艺最大限度地开发水资源的有用性，最大限度地防御水资源的有害性，这就要求我们采用最适宜的技术进行高效开发和利用。随着科学技术的发展，水资源开发利用的深度和广度将进一步加大，水资源的利用率会进一步提高，水资源的污染和破坏会不断减轻，洪涝灾害不断降低，水资源的有害成分也将减少，有用成分不断提高。现代科学技术能使水资源从有害变有利。

7.2.4 全面、多元化的住区水环境建设

随着我国城市建设的飞速发展以及国人生活水平的不断提高，人们对居住环境和生活用水方面的要求也愈加苛刻，从而推动了住区水环境呈现全面、多元化的发展态势。自上世纪８０年代末，欧美一些发达国家就已开始探索住宅建筑可持续发展的道路，各种类型的绿色生态住宅粉墨登场，很多国家也研究制定了相应的技术评估和产品认定体系。然而在我国，健康住区的概念较为模糊，技术标准缺乏统一性，尤其在住区水环境方面更缺少完善而系统的评价标准及建设实施方案。

住区水环境作为城市水环境的重要组成部分，其优劣对城市水环境品质、城市生态环境、居民主观感受、住区景观等均有直接的影响，它同时也是生态住区评价体系的一个重要组成方面。良好的住区水环境不仅可以营造宜人的滨水景观，还可以极大地改善住区的生态、物理环境特性，从而为形成良好的人居环境品质创造条件。

我认为住区水环境的全面、多元建设可以从以下几个方面来进行：

1. 总体考虑　以合理规划小区水环境、改善小区水环境为目标，集成国际领先的高新技术，对小区水资源进行合理规划。可根据小区的不同特点、不同水质、开发商的不同需求进行专项研究和全面评价，从而为住区居民选择、推荐最佳的住区水环境建设、水处理方案及设备。

2. 优质供水　结合多年来在城市给水领域的丰富经验，针对不同住区的需求提供各种经济、灵活、运行稳定而又管理简便的小区饮用水技术方案和施工与运营管理。优质供水采用最前沿的饮水净化技术——膜过滤技术，在去除有害物质的同时保留对身体有益物质；此外还结合先进的电磁活化、无附加产物的紫外线物理灭菌、生物活性炭过滤吸附等技术；将制水、贮水、供水和清洗单元有机集成一体，实现了一键开机，方便用户的操作及维护；并可提供远程数据接口的系统方案，同建筑智能化的需要相接轨，其主要设备包括：中央净水机、紫外线净水仪、水箱水处理仪、超净水箱以及除铁、除锰、除氟过滤器等。

3. 污水处理与回用　污水回用是环保的基本要求，多元污水处理与回用方案包括回用技术方案、工程的总包、分包及中水成套处理设备的提供，可对中小型生活污水处理站及社区的生活污水进行处理回用，化废水为资源。本着高质高用、低质低用的原则，针对不同水质、水量和需求确定不同定制工艺；采用多元自控技术，便于操作维护；能有效去除有害物质达到回用标准，且水质优良稳定。其主要设备有膜生物反应器、物化成套设备、接触氧化成套设备等。

4. 雨水资源化利用　实现雨水资源化，该技术适用于分散住宅、建筑群区等各种生态小区的雨水收集、渗透或综合利用。它根据不同地区的气候、水质以及不同的建筑特点，采用不同处理工艺，满足用户的使用要求；由分散式径流过滤器、集中径流式过滤器等系列化设备处理过的雨

水可作为绿化、洗车及补充景观水源、回灌地下水的良好资源。

5. 营造水艺景观　将中水回用技术与景观艺术结合，一方面可提高景观用水的水质，另一方面可改善小区用水分配。依据小区地形特点及水质情况，提出合理规划水景方案和设置景观循环水处理设施，其技术先进、规划合理可靠、水质完全达到《景观娱乐用水水质标准》（GB 12941－1991）；此外还可提供各种喷水系统和水质监控系统设施。

7.3 水环境资源开放发展观

知识经济是全球一体化的经济。要适应经济的对外开放，必须从微观到宏观，从局部到整体，建立开放式水资源开发、管理、配置体系。我国地区之间经济发展很不平衡，这与地区之间水资源的分配不均有很大关系。我国东南地区年降雨量在 1600mm 以上，而西北地区年降雨量不足 400mm，地区之间水资源量差别非常大。我国西北地区经济发展相对落后是与西北地区水资源的严重短缺分不开的。随着西部地区的开发，我国水资源实现地区之间的合理调配和动态交流成为必然。以水资源的开放发展观为指导，有利于打破因地区经济封锁、部门和产业系统的经济封闭等原因而形成的封闭的水资源系统，实现水资源动态优化治理配置。

用开放发展的观点看待水资源问题，还必须树立大水资源观，应把地球上的所有水均看成资源。因为在知识经济时代，过去我们无法开发利用的水通过高科技手段完全可以被开发利用。如海水淡化技术、咸水灌溉技术、深层地下水开采技术以及降雨控制技术，使过去无法利用的海水、咸水、深层地下水、洪水等成为资源。水资源是由本土条件决定其布局的，靠从国外进口之类的办法不能改变水资源布局的基本状况，我们必须充分珍惜每一滴水。同时，通过高科技合理、科学、高效地利用水资源，使之用量大大减少。在知识经济时代的今天，我们在进行水资源评价时，应该充分考虑高科技对水资源的影响。

水资源的开放发展观是知识经济条件下非常重要的观念，是水资源可持续发展的理论基础。经济可持续发展的基础要求实现水资源的可持续发展。在这个发展过程中，要求水资源与经济协调发展，人、技术、水资源和环境要达到动态平衡。知识经济是以新知识、新技术为依托的，知识经济条件下水资源的开发、利用、优化配置离不开新知识、新技术。新知识、新技术本身是一个动态发展的概念，不断有新知识、新技术产生，也就促使水资源不断地得到更深层次的开发和利用，以满足经济发展新的需求。知识经济的兴起，带来了投资方式的变化，产业内容的变化，效率标准的变化，生产方式的变化等。这些变化，必然带来水资源开发利用的深度和广度、水资源管理的方式方法、管理的重点等变化。对水资源来讲，这些变化应该是正向的、发展的。

7.4 城市水环境安全观

7.4.1 水环境安全的内涵

水环境安全是水域生态和人类发展协调的过程。由于自然的原因，如水资源时空分布不均导致的干旱与洪涝灾害，降雨变化等导致的断流等等都属于自然型的水环境安全。对于人类系统而言，人类在利用水资源的过程中，不顾及水环境承载力，过度开发，挤占生态用水，破坏生态环境，造成了水环境的破坏，引起水量短缺、水质污染等问题，属于人为型的水环境安全。

7.4.2 水环境安全的特性

7.4.2.1 全球性

淡水是一种基础资源，对所有生命支撑系统和人类本身以及经济活动的存在起实质性作用。近年来，人类对水的消耗以空前的速率增长，全球用水量增加了近十倍。人类开发水资源的同时，也给水环境造成了巨大的压力。水量短缺、水质污染等水环境问题不是一个局部性的问题，也无法以人为划定的疆界为限，涉及几乎所有国家和全人类的安全，必须通过国际协作来确保。

7.4.2.2 综合性

水环境成为影响人类生存与发展以及国家安全的重要因素，而且来自水环境的威胁已经开始在全球范围内出现，水环境安全也已成为国家安全、经济安全的重要组成部分。因此，水环境安全问题的研究不可避免的融入了政治、经济等因素，成为一个全球性的综合性问题。

7.4.2.3 动态性

水环境是一个完整的生态系统，所有自然系统的平衡都只是一种相对稳定状态．水量、水质等情况的变化都是围绕着中稳定状态在自然波动，只是在不同的时段偏离在不同的平衡位置。一旦施加的外力或自然因素使水质、水量、生态的偏离超出了这个平衡阈值，水环境就极可能处于危险状态，不再保障水环境安全了。因而，水环境生态系统的动态性决定了水环境安全的动态特点。

7.4.2.4 系统性

水环境包括地表水环境和地下水环境，是二者的统一体，具有一定的系统性。不顾水环境的承载力，过量开采地下水或过量开发地表水，都会造成水环境这个整体的破坏，都是不足取的，应该将其看成一个完整的系统，平衡利用系统组分。

7.4.2.5 两重性

水环境安全兼具有自然和人为两重性，水环境安全既是自然的水环境安全，又是人类生存环境的水环境安全，是自然属性与社会属性的有机结合。人类从关注其社会属性，注重对自身生存的安全保障开始，慢慢地关注其自然属性，在保护水环境的自然生态系统上有所探索，探求合理的生态用水量，将水环境的自然属性与社会属性共同考虑，力求达到可持续利用的境界。

结语

城市水环境的生态规划与利用是在我国经济迅速发展、城市化加速推进这一时代背景下选择的研究课题。在理论指导并不十分完善的情况下，城市的发展在特定历史时期内是缺乏秩序的，正如当前的城市建设，在取得成效的同时，诸多遗憾也随之产生，而城市建设本不应当以破坏城市生态为代价，为了避免此类现象的频繁发生，故针对城市水环境与城市规划建设之间的关系本文著者作了这一较深入研究。

在中国大量的滨水城市中，滨水地带不仅是城市的发源地，也是城市各类活动的集中地，极具代表性。一个好的滨水城市意象带来的不仅仅是局部形象的改善，重要的是它改变了人们对城市的印象，给城市带来新的发展机遇，促进城市的全面发展。对于那些均布于水体两岸的大型城市而言，水环境不仅有益于城市生态系统内部的循环和代谢，而且会推动城市整体健康地发展。

从大量的国内外实例可以看出，城市水环境的规划、开发、利用，最终目的是为了改善城市生态环境，提高城市生态位，促进城市各个系统之间的沟通，营造优良的人居环境并对当地经济和社会发展提供优质的发展空间。然而，由于理论指导的不尽完善以及实践经验的欠缺，许多实际工程项目的最终效果并非如预期的那样，总存在一些需要改进与优化的方面，下面就内秦淮河的生态规划与利用以及南京奥体中心水环境规划分别提出几点优化措施：

内秦淮河水环境现阶段的规划与利用，不论从方案本身还是已实施部分河段所取得的实际效果来看，都是比较成功且富有成效的，对南京城市生态环境的改善与有机重组都起到了有益的作用。但是，在一些方面还是有改进和优化的余地，好好总结这些方面的经验、教训对以后的规划设计无疑更具有指导性、针对性。

1. 内秦淮河水环境规划范围内人造构筑物数量、规模应控制在合理的范围内

在现有的规划以及实施方案里，秦淮河入河口区域内建设了大量的人造构筑物，极大地改变了这一地区原有的地形、地貌、以及生态环境特征。虽然规划中也体现了保护该区域生态多样性与完整性的思想及多种手段、措施，但是本文著者认为该地区的基本生态特征已经被破坏了，尽管在规划设计中引入整体绿地系统，但这里的区域生态系统不能仅仅只有绿地一项，原有生态系统的复杂性和多样性的不复存在注定会使该区域的生态系统走向简单化，变得更加脆弱，最初的各种设想则只能是停留在表面的层次上。因此强烈建议在保护原有生态环境的基础上有选择地修建人造构筑物，控制对该区域生态环境产生较大负作用的建设工程数量，并通过有效的生态建筑设计手段使建筑与周围环境融为一体，从而实现该区域水环境的生态、可持续发展。

2. 应对内秦淮河全流域进行同期、全面的治理

导致内秦淮河流域生态基础脆弱的主要原因已由工业废水转变成为生活污水。内河南段夫子庙河道上游修建的橡皮坝对于防止中段污水进入南段起到一定的作用，加之该河段通过清淤、冲自来水等措施，水质可以短期内有所改善，但由于上游污水的不断流入，夫子庙段整治后水质仍时有黑臭。这充分说明了区域性、阶段性的水环境治理只能取得短时间的成效，不能从根本上改善内秦淮河水环境的现状，只能是阶段性地维持相对较好的水环境。如果要从根本上改变现状我认为可以采取如下措施和手段：

· 加强城市生活污水处理力度，杜绝生活污水流入内秦淮河，全面展开污水截流管的铺设

· 采用高科技手段进行生态治理：生物膜法处理技术、人工湿地处理技术、土地处理技术等

· 进一步提高江心洲污水处理厂污水处理能力

3. 使该区域内的众多人造景观兼具美化与改善生态环境的功能

在内秦淮河水环境规划中包括了众多大规模的景观设计，这些景观设计极大地改变了当地的风貌，对美化城市形象有着积极的作用，但是这些景观在设计中最关注的是视觉效果，赋予景观的往往是单一的美化环境的功能，在结合、利用、改善、优化当地生态环境方面则很少涉及或作用甚微，之所以提出这一点是因为这一区域内的景观规模大、数量多，如果能将地域的环境特征更多地融入到景观设计之中，那么最终取得的效果无疑是最佳的。因此，有机结合当地的水环境特点，因地制宜地进行设计并将该区域内自然生长的各种植被组织到景观之中去，尽量保持当地环境的自然属性，才是最恰当的设计构思。

奥体中心水环境规划设计中采用了许多生态、环保的设计手段，代表了当今时代的潮流与趋势，比如在采用低流管线和节水器具的同时，通过巧妙的设计，收集雨水用于卫生间的冲刷和庭院灌溉等措施、手段。但我认为如果能在以下几个方面有所改进的话，奥体中心的整体效果会更接近理想状态。

1. 加强水环境与各场馆的有机结合以改善其周边物理环境特性

在现今的奥体中心规划设计中，我认为只有游泳馆与周围水环境有着较好的结合，因而可以获得较好的物理环境特性。在总平面上可以看到其形体与周边水环境衔接的很自然，没有过多的人工痕迹，同时它还是连接场地北向自然水系与内部水环境的重要纽带，通过它将内、外水环境联为一体。场地中其他水环境因为总平面构图的需要被设计成规则的几何形状，因此，其余场馆与水环境的结合很牵强，也不能很好地组织周围的水环境来改善场馆的温、湿度、自然通风等物理特性。建议在二期的规划设计中将当地的风向与建筑、水环境、植被结合起来进行考虑，利用现有的自然条件来改善建筑周围的物理环境特性，使建筑本身具备更强的生态、可持续发展的能力。

2. 建议在二期的规划中增加中水利用设计

在奥体中心一期的规划设计中没有利用中水的措施，我觉得是极不应该的。奥体中心一期的日用水量就达到 3150m^3/d，按照现有的设计，厨房洗涤污水经隔油处理后与各场馆收集的污水汇合以后，经化粪池预处理后有组织地自北向南排放至青石埂路的城市污水管网，再向西南按市政要求接入江心洲污水处理厂进行处理。在日耗水量如此大的体育建筑群中，中水回收、利用却没有设计到其中，只是简单地将污水排入城市污水管网，造成了水资源利用效率低下、占用大量的南京城市污水处理资源、使污水处理费用增加等一系列问题。因此建议在各场馆周边结合环境设计采用国产小型埋地式污水处理系统和油水分离设施，就地解决污水处理问题，这套设备同时还可以提供两种等级的中水用于厕所冲洗、植被浇灌等。

此外，在城市化加速推进的过程中，住区水环境对城市水环境的影响越来越大，城市中分布着越来越多的住区，其规模逐渐扩大，由点向面地拓展开来，它们直接对城市水环境品质、城市生态环境、居民主观感受、住区景观等产生作用、影响，对此本文从几个方面提出了切实可行的改善住区水环境建设的措施、意见。

综上所述，不同类型城市中、不同区域内的水环境规划、设计方法、途径、步骤以及内容都不尽相同，这是由城市自身条件所决定的，不应该有什么固定的模式。因此主张创造性地结合城市特点来改变城市面貌，前提之一就是不破坏城市生态系统的基础特征。基于上述思想本文提出了城市水环境的定位、开发以及城市水环境的保护与生态利用的方法和原则，并提出建立新型的城市水环境观。城市的发展是开放、动态的过程，城市水环境的研究过程也是如此。本文在前人的研究基础之上，进行了有限的思考、研究，力求提出一点新的见解，希望对我国现阶段城市水环境的生态规划与利用有所贡献。

参考文献

【1】 沈清基编著 城市生态与城市环境 同济大学出版社， 1998

【2】 陈传宏、田保国主编 21世纪初期中国环境保护与生态建设科技发展战略研究 中国环境科学出版社， 2001

【3】 唐恢一编著 城市学 哈尔滨工业大学出版社，2001

【4】 吴良镛等编 发达地区城市化进程中建筑环境的保护与发展 中国建筑工业出版社，1999

【5】 柳孝图主编 城市物理环境与可持续发展 东南大学出版社 1999

【6】 国家环境保护总局监督管理司编 中国环境影响评价 化学工业出版社， 2000

【7】 周霞 从天人合一的思想看我国传统民居的可持续发展 华中建筑 1998

【8】 杨柳 山水城市与中国城市的可持续发展 重庆建筑大学学报 1998年6月

【9】 黄仕军 论天人合一中的生态智慧及现代性转换 齐鲁学刊 2002年

【10】 陈勇 城市的可持续发展 重庆建筑大学学报 1997年4月

【11】 可持续发展全新的发展 中国环境科学出版社 刘铁生 苏国杰编著 1999年

【12】 中小城镇可持续发展的生态整合方法 气象出版社 王如松 迟计 欧阳志云 2001年6月

【13】 21世纪中国人口与资源、环境可持续发展 山西经济出版社 周毅著 1997年12月

【14】 城市生态环境学 科学出版社 杨士鸿等1997年6月

【15】 中国环境影响评价 化学工业出版社 国家环境保护总局监督管理司 2000年1月

【16】 生态型城市与上海生态环境建设 上海社会科学院出版社 沈国明 主编 2001年1月

【17】 环境影响评价与环境规划 中国环境出版社 程胜高 张聪成 1999年9月

【18】 城市生态学 杨小波 吴庆书等编著 科学出版社 2000年8月

【19】 陈雁等 内秦淮河水环境整治方案探讨 江苏环境科技 2000年9月第13卷第3期

【20】 宗良纲等 南京秦淮河水环境质量现状评价 南京林业大学学报 第24卷增刊

【21】 哲颖 秦淮河之歌 城市环保

【22】 孙成仁等 可持续设计：从概念到实施 新建筑 2002年第1期

【23】 李养龙等 城市化发展面临的水文问题 山西水利科技 2000年11月第4期

【24】 黄皓等 城市缺水问题的对策探讨 工程与技术 2001年11月

【25】 沈清基 城市人居环境的特点与城市生态规划的要义 规划师 2001年第6期

【26】 刘贵利 城市生态规划编制内容浅析 规划师 2001年第6期

【27】 黄光宇 城乡空间生态规划理论框架试析 规划师 2002年第4期

【28】 彭晓娟 论城市滨水区景观的塑造 规划师 2002年第3期

【29】 周魁一　论水环境在城市规划中的地位　海河水利　2001年第3期

【30】 杜鹏飞等　面向可持续发展的城市水环境基础设施建设　城市环境与城市生态　1997年9月10卷 第3期

【31】 吴宝娜　浅谈滨水环境设计　桂林工学院学报　2002年7月第22卷 第3期

【32】 俞孔坚　湿地及其在高科技园区的营造　中国园林　2001年第2期

【33】 金广君　图解城市设计 黑龙江科学技术出版社，1999

【34】 Ann Brenn , Dick Rick Rigby . Waterfronts : Cities Reclaim Their Edge . McGraw - Hill, Inc , Washing D. C. 1994

【35】 HKIA Journal, Issue No. 19, The Official Journal Of The Hong Kong Institute Of Architects, 1999

【36】 Jonathan Barnett, An Introduction To Urban Design, Harper&Row Publishers, 1981

【37】 K. Lynch. The Image of City MIT Press, 1960

【38】 K. Lynch. A Theory of good City from Cambridge, MA MIT Press, 1981

【39】 部 分 资 料 来 自 www.Njfzm.com　www.sina.com.cn　www.abbs.com www.far2000.com 等网站以及南方周末等报纸。

- 致谢 -

出于兴趣，我时常不自觉得沉迷于自己所选定的研究题目之中，然而阅历、自身积累尚浅，时间一久便惊觉自己的认识原来是如此片面与肤浅，于是便幢憬着对此项研究深层次的思考，终于在经历了一系列的相关工作之后，我踏上了论文写作的漫漫征程。

及至真正着手论文，方才深感一字一句如此难以下笔。前辈们的论断对我的研究无疑是很具帮助的，然而也使我常有无法超越的怅然。同时面对艰涩难懂的外文资料，倍加感到这是一段如此艰难的历程。

所幸一直有导师柳孝图先生的悉心指导。在攻读先生研究生期间所取得的点滴成绩，都离不开先生对我的教诲。先生严谨的治学态度、辩证的思维方式和务实的实践观点，对我的为人处世、论文研究以及将来的发展都产生了极大的影响。本文的顺利完成，首先要归功于先生在文章选题、提纲拟定、资料收集、写作过程中给予我的指导和帮助。在整个论文工作过程中，先生对我进行了多次启发与指导，提供了大量相关资料，为我的研究思路提出了建设性意见，为最终论文的完成奠定了基础。

自开题准备至今，历时一年有余。值此全文完稿之际，衷心感谢贺镇东老师、方华老师、戴航老师、赵和生老师对本文选题或写作过程中给予的指导。

感谢众多同门师兄、弟，学友和系资料室老师给予我的无私帮助。同样感谢南京图书馆、金陵图书馆那些素不相识的工作人员的支持和帮助。

感谢我的父母多年来对我学习和生活的关心和支持。

感谢我的女友陶华在我整个论文写作过程中的默默关心和支持。

二零零三年八月于东南大学文园

彭支伟

城市水环境的生态规划与利用

作者：彭克伟
学位授予单位：东南大学

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

相似文献(4条)

1. 期刊论文 范中亮.王剑楠.许佳.史杰.FAN Zhong-liang.WANG Jian-nan.XU Jia.SHI Jie 浅析水环境对城市可持续发展的影响 -水资源与水工程学报2009,20(2)

基于可持续发展理论和"城市生态规划"思想,在分析城市水环境现状以及面临的主要问题的基础上,剖析了城市水环境中城市河流对城市可持续发展的意义和影响.并提出:①结合城市发展进行高标准的河流防洪工程建设;②进行河流大规模的生态治理,开展"河流生态恢复"工程;③将河流工程与景观建设结合起来,改善城市环境;④河流工程与城市建设相互依赖、相互促进.

2. 学位论文 王建伟 沈阳市水环境生态规划研究 2007

沈阳市是我国著名的工业重镇，大量的人口与工业企业，促使水资源供应与需求问题日益突出，人类与水环境生态平衡关系遭到破坏，河流自净功能丧失殆尽，地下水下降，对下游农业生产、人们的身心健康造成极为不利的影响。本文从生态学的角度出发，研究有利于改善沈阳市水环境，建设一个生态的、健康的水系，提升市民生活质量和人居环境质量，节约和高效利用水资源，有效的保护水环境自然生态良性循环，促进水资源持续开发和利用，保证沈阳市社会经济可持续发展。

文章主要由五部分组成：

第一部分是绪论，介绍了文章的选题背景、研究内容与方法。

第二部分是基础研究，阐述了国内外城市生态规划的研究、城市水环境规划研究及城市水环境生态规划研究中的应用，分析研究中存在的不足，指出沈阳市水环境生态规划研究应从“理论-实证”着手。

第三部分是对城市水环境生态规划的思考，概述了城市水环境的生态功能及生态特性，介绍了城市水环境生态规划理念以及水环境生态规划标准。

第四部分是全文的重点，即沈阳市水环境生态规划研究，包括沈阳市水环境基本概况、沈阳市水环境生态规划指标体系、沈阳市水环境生态规划导则和沈阳市水环境生态规划研究内容。

第五部分是结论，总结沈阳市水环境生态规划研究成果的作用、意义及进一部工作方向。

3. 期刊论文 陈卫.徐丽丽.CHEN Wei.XU Li-Li 城市湿地公园人工过滤系统的构建——以长广溪湿地公园为例 -湿地科学与管理2009,5(1)

城市化进程的加快,大面积不透水铺装的应用,导致城市水环境受到严重冲击,降雨径流成为水体恶化的主要污染源.湿地公园作为城市景观生态规划的绿色网络构建设施之一,能够提高城市透水面积,引入控制降雨径流的BMPs设施,消减城市非点源污染物,保护河流、湖泊等城市敏感区域.重点介绍了长广溪湿地公园的建设中,融入的4种水质过滤净水系统的设计和施工,包括沉淀过滤系统、平行过滤系统、生物过滤系统和重力过滤系统等.长广溪湿地有效地降低了流入长广溪的悬浮物(SS)和COD负荷,发挥了湿地公园净化过滤水体的功能的同时,营造景观多样性,改善长广溪生态环境.

4. 学位论文 施晓清 城市生态安全评价与管理研究 2005

生态安全是关系人类社会生存与发展的重大课题。当今，生态环境的破坏已严重威胁着人类社会的可持续发展，生态安全已成为科学研究倍受关注的热点问题。城市生态安全是生态安全的一个重要方面，研究还处于起步阶段，尚无成熟的理论体系和评价管理方法。本文在吸取现有的国内外相关研究成果的基础上，对城市生态安全的概念，评价和管理理论、方法以及应用问题进行了研究。

论文扼要阐述生态安全产生的历史背景，分析总结了国内外有关生态安全的研究进展，讨论了生态安全的内涵和特征。在此基础上，针对城市发展的生态环境基础问题，提出了城市生态安全的概念，论述了城市生态安全研究的重要意义，探讨了城市生态安全的内涵，给出了城市生态安全的定义：支持城市持续发展和保障居民生活富足健康所需的自然生态环境和自然资源处于某一目标阈值范围内的一种城市发展状态。

运用系统论，探讨了城市生态安全研究的理论基础，包括城市生态安全的整体性，城市生态安全的层次性，城市生态安全的开放性，城市生态安全的稳定性，城市生态安全的突变性，城市生态安全的自组织性，城市生态安全的目的性，城市生态安全的动态性。

分析了城市化进程的生态环境胁迫，包括对水环境的胁迫，对土壤环境的胁迫，对大气环境的胁迫，对资源供给的影响，对人体健康的影响。在此基础上，辨析了城市生态安全的影响因子。

在城市生态安全的影响因子以及城市生态系统的特征分析的基础上，本文运用层次分析的方法，借鉴组合结构概念模型，构建了城市生态安全的指标体系。该指标体系由资源和生态环境两方面的23个指标组成，体现了城市生态安全的主要方面，全面地反映了城市生态安全的状态特征。

根据城市生态安全的系统论，分析了城市生态安全的时空尺度，结合城市生态安全的特征，提出了将模糊综合状态评价和趋势分析相结合的城市生态安全的动态评价方法。内容包括城市生态安全评价原则，研究边界的确定，指标数据的收集和处理，层次分析方法对城市生态安全评价指标的赋权，模糊综合状态评价模型，评价标准和评价等级。城市生态安全趋势分析方法。基于状态评价和趋势分析的城市生态安全动态评价方法。

系统地探讨了城市生态安全预警管理机制，包括：城市生态安全的监测方法，城市生态安全预警方法，以及城市生态安全管理机制。

以北京市为例，开展了城市生态安全评价和管理方法的实证研究。根据评价结果，对北京市生态安全提出了全面推进城市生态安全建设的十项策略：全面实施城市生态规划；构建城市物质循环系统；因地制宜开发土地资源；改善城市水环境质量，提高水资源的利用效率；加强大气环境质量问题的整治；强化城市固体废弃物的管理；严格控制和预防水土流失、沙化等生态灾害；建立北京生态安全监测、评估和预警管理机制；逐步完善城市生态安全的政策法规和监督管理体系；增强全社会生态安全参与意识。促进北京市生态安全状况的改善。

本论文的工作为建立城市生态安全的评价与管理机制，保障城市的生态安全，提供了科学的方法和依据。有利于协调城市发展与生态环境保护的关系，促进城市的持续发展。为国家的生态建设提供了支持。

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Thesis_Y645074.aspx
授权使用：三江学院图书馆(sjxytsg)，授权号：a9566758-fab4-4104-85ff-9ea8008f182e
下载时间：2011年3月16日