

设计资格等级：
设计证书编号：

****市城防延长段工程 初步设计报告**

****市水利水电勘测设计院有限公司**

2008 年 8 月

****市城防延长段工程 初步设计报告**

批 准：

核 定：

审 查：

校 核：

报告编写人：

概算编制人：

****市水利水电勘测设计院有限公司**

2008 年 8 月

目 录

1 综合说明.....	1-1
1.1 绪言.....	1-1
1.2 水文.....	1-5
1.3 地质.....	1-8
1.4 工程任务和规模.....	1-9
1.5 工程布置及主要建筑物.....	1-10
1.6 机电及金属结构.....	1-11
1.7 施工.....	1-12
1.8 工程永久占地.....	1-13
1.9 环境保护.....	1-13
1.10 水土保持.....	1-14
1.11 工程管理.....	1-14
1.12 设计概算.....	1-15
1.13 经济评价.....	1-15
1.14 结论及建议.....	1-16
1.15 附表.....	1-16
2 水文.....	2-1
2.1 概述.....	2-1
2.2 流域概况.....	2-1
2.3 气象.....	2-3
2.4 水文基本资料.....	2-3
2.5 径流.....	2-4
2.6 洪水.....	2-4
2.7 施工洪水.....	2-9
2.8 排涝流量.....	2-10
2.9 泥沙.....	2-14
2.10 关键断面的水位流量关系.....	2-14
3 工程地质.....	3-1
3.1 概述.....	3-1
3.2 区域地质条件.....	3-2
3.3 九陂河左、右两岸堤防延长段工程地质条件.....	3-4
3.4 东陂河左、右两岸堤防延长段工程地质条件.....	3-9
3.5 星子河左堤延长段工程地质条件.....	3-13
3.6 三江河左、右两岸堤防延长段工程地质条件.....	3-14
3.7 连江河右堤延长段工程地质条件.....	3-21
3.8 水质分析试验结果.....	3-21
3.9 料场地质.....	3-21
3.10 结论及建议.....	3-23
4 工程任务和规模.....	4-1

4.1 自然及社会经济情况和防洪要求.....	4-1
4.2 防洪河道与堤防工程.....	4-3
4.3 治涝工程.....	4-13
5 工程布置及建筑物	5-1
5.1 设计依据.....	5-1
5.2 工程布置.....	5-3
5.3 建筑物型式.....	5-7
5.4 建筑物设计计算.....	5-9
6 机电及金属结构.....	6-1
6.1 机组.....	6-1
6.2 接入电力系统方式.....	6-3
6.3 电气主接线.....	6-4
6.4 主要机电设备.....	6-4
6.5 机电设备布置.....	6-6
6.6 防雷接地.....	6-7
6.7 金属结构.....	6-7
6.8 通风.....	6-8
6.9 消防.....	6-8
6.10 附图附表.....	6-8
7 施工组织设计.....	7-1
7.1 施工条件.....	7-1
7.2 施工导流.....	7-2
7.3 建筑材料的选择与开采.....	7-4
7.4 主体工程施工.....	7-5
7.5 施工交通.....	7-6
7.6 施工总布置.....	7-6
7.7 施工总进度.....	7-8
7.8 主要技术供应计划.....	7-8
7.9 附件.....	7-9
8 工程永久占地.....	8-1
8.1 工程概况及区域社会经济概况.....	8-1
8.2 设计依据.....	8-2
8.3 工程占地范围及主要实物指标.....	8-2
8.4 补偿投资.....	8-3
9 环境保护设计.....	9-1
9.1 设计依据.....	9-1
9.2 环境影响综合评价.....	9-1
9.3 环境保护措施.....	9-2
10 水土保持设计.....	10-1

10.1 设计依据.....	10-1
10.2 水土流失预测.....	10-2
10.3 水土保持措施.....	10-3
10.4 水土保持投资.....	10-4
10.5 方案实施进度安排.....	10-5
10.6 效益分析.....	10-5
11 工程管理设计.....	11-1
11.1 管理机构.....	11-1
11.2 管理运行费用.....	11-2
11.3 主要管理设施.....	11-2
11.4 工程管理.....	11-3
12 设计概算.....	12-1
12.1 编制说明.....	12-1
12.2 设计概算表.....	12-2
12.3 年度投资计划及资金来源.....	12-2
13 经济评价.....	13-1
13.1 工程概况.....	13-1
13.2 评价依据与基本参数.....	13-1
13.3 国民经济评价.....	13-1
13.4 国民经济评价指标.....	13-4
13.5 财务分析.....	13-5
13.6 综合评价.....	13-6

1 综合说明

1.1 绪言

1.1.1 工程地理位置

**市位于广东省的西北部，北江支流连江上游，星子河、东陂河、三江河交汇处，北纬 $24^{\circ} 37'$ 至 $25^{\circ} 12'$ ，东经 $112^{\circ} 7'$ 至 $112^{\circ} 46'$ 之间。东西宽 68km，南北长 65km，全市现总面积 2663km^2 ，人口 50 万。

市城区依山傍水，自然环境优美，是全市的政治、经济、文化中心，人口规模和经济发展居全市首位。1994 年撤县设市标志着地位的提升，有条件恢复为三连一阳的中心，发展成为中等城市。由于良好的区位优势，**历来是粤、湘、桂三省交界邻近各县的经济交流中心和物资集散地。

连江又名小北江，是北江的第一大支流，位于广东省西北部，东经 $112^{\circ} 5' \sim 113^{\circ} 55'$ ，北纬 $23^{\circ} 55' \sim 25^{\circ} 12'$ 之间。连江流域东接乳源、英德、佛冈等县市，西连广西贺县，北邻湖南省江华、蓝山、临武等县，南界**市及广宁、怀集等县市。

连江源于湘粤边境的南岭山脉，流域面积 10061km^2 ，干流总长 275km，河道平均坡降为 0.765%。连江源头为星子河，在**与东陂河、保安水、三江河汇合后始称连江。河流流向自西北向东南，沿程北纳青莲水、波罗河、黄洞河、竹田水、南汇同灌水、花坑河、七拱水、水边水等二级支流；先后流经连南、连山、阳山、英德等市境，于连江口汇入北江。

1.1.2 工程任务、兴建缘由

2004 年，根据**市经济社会发展要求，以及省委省政府对城乡水利防灾减灾工程建设的部署，**市城市防洪工程列入省城乡水利防灾减灾工程建设实施计划，**市委托我院进行《**市城市防洪工程可行性研究报告》的设计编制工作。随后上报了上级主管部门，2004 年 10 月**市水利局以清水政[2004]29 号文件，**市发展计划局以清计农[2004]161 号文件分别对该可研报告进行了审查和批复。

批复意见中同意建设防洪堤总长为 30.3km：包括星子河堤 7.13 km，连江干堤 9.86 km，东陂河堤 1.96 km，三江河堤 7.26 km，九陂河堤 1.59 km，白水坑河堤 2.0 km，其它支堤 0.5 km；新建涵闸 12 座，泵站 5 座，工程保护**市城区。防洪标准为 50 年

一遇，堤防级别为 3 级；排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

城防工程在审批同意建设后，随后完成了初步设计、施工图设计等有关建设程序，目前已经进入施工阶段，正在加紧实施，已建设完成约 10.5 km 的防洪堤。城防工程的建成，将使**市城区防洪标准达到 50 年一遇。

但是，以上对城防工程的规划设计过程中，拟定城防保护范围的时候，重点是保护**市中心城区。防洪堤的布置范围为：星子河左堤起点于上游石马村，终点与连江干堤左堤连接；右堤起点于三古滩村，终点与东陂左堤连接。东陂河堤、三江河堤则都是起点于 107 国道，利用 107 国道形成闭合下游与连江干堤连接，连江干堤终点则至下游**水泥厂，与两岸山体闭合。

实际上经过现场查勘，发现 107 国道下现有很多交通涵洞，使东陂河堤、三江河堤上游起点不能完全闭合，从而导致**市整个防洪体系不完善。

另一方面，从以上防洪堤布置范围来看，星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游以及连江干流下游均有相当大的一部分规划城区未纳入城防的保护范围内。这是因为当时布置堤线，重点是为了保护**市中心城区，当时的**市经济发展状况，尚不能全面实施城市周边的规划区的防洪工程。

但是**市经过近几年的快速发展，经济又上了一个新的台阶。特别是城市化进程的不断加快，使上述区域的开发建设提到**市进一步发展的议事日程上。星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游以及连江干流下游这些规划为城市发展建设的用地，正在逐步开发建设。

星子河上游规划为教育、学校建设用地，以后**市将主要的教育资源集中到该区，以达到集中资源的优势；东陂河 107 国道以上规划为工厂、工业用地。目前已有建滔集团科技园等大型公司和企业进驻；三江河 107 国道以上则规划为湟川工业区，承担着经济发达的珠江三角洲产业结构调整和部分产业转移的任务，随着珠三角产业的调整和转移，该区开发建设将不断加快；九陂河上游规划为城南工业园区，连江干流下游规划为湟川三峡观光旅游区。也就是说，上述规划区将成为**市新兴的，高科技的聚集地，对**市进一步拓展城市空间，加快城市建设，完善功能布局，并在经济上能够腾飞，具有非常重要的作用。

因此，对上述区域的防洪保障体系建设，成为当前重要和迫切的任务。目前上游这些河段两岸均没有建设防洪堤，两岸土地高程远低于 50 年一遇的洪水位，甚至有

些地方高程不足一年一遇，几乎是年年都要被洪水淹没，人民的生命财产安全受到洪水的严重威胁。根据省城乡水利防灾减灾会议精神，**市城区防洪标准应全面达到 50 年一遇防洪标准。延长**城防星子河上游堤段，保护新规划的学校园区，延长东陂河上游堤段，三江河上游堤段，九陂河上游堤段，连江干流下游堤段，保护新兴的高新科技园和观光旅游区，完善整个**市防洪排涝体系已经变得刻不容缓了。

1.1.3 工程总体布局及建设情况

1) 原**城防工程布局及建设情况

2004 年受**市委托，我院对**城防工程进行了规划和设计，在整个工程布局上，布置有星子河堤，东陂河堤，连江河堤，三江河堤，九陂河堤和白水坑河堤，堤长合计 30.3km，新建涵闸 12 座，泵站 5 座，总装机 2295kw。防洪标准为 50 年一遇，排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

①星子河左堤起点于星子河上游三板桥村，下游在交汇处与连江干堤连接，左堤长 3.34km。右堤起点于星子河上游三古滩村，下游在东陂河口交汇处与东陂河左堤连接，右堤长 3.79km。

②东陂河左堤起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，下游在交汇处与星子河右堤连接，左堤长 1.06km。右堤亦是起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，下游在交汇处与连江干流右堤连接，右堤长 0.90km。

③三江河，同东陂河一样，三江河两岸河堤原来起点亦均在三江河上游 107 国道处，下游在河口与连江干堤右堤连接，左堤长 3.66km，右堤长 3.60km。

④九陂河在江夏圳处将九陂河裁弯取直，裁直段取名为九陂改河，将九陂河水由裁直段直接汇入三江河。九陂河左堤长 0.57km，右堤长 1.02km。

⑤连江干流两岸防洪堤起点在东陂河口交汇处，分别连接星子河左堤和东陂河右堤。终点至下游马面滩，左岸长 5.0 km；右岸长 4.86 km。

⑥白水坑河堤合计长 2.0km。

2004 年清远院编制的《**市城市防洪工程可行性研究报告》及《**市城市防洪工程初步设计报告》经上级主管部门审查批复后，工程按 50 年一遇的防洪标准进入施工建设阶段。

目前在批复的 30.3 km 堤长整治范围内，星子河堤，东陂河堤，连江河堤，三江河堤，九陂河堤和白水坑河堤正在按 50 年一遇的防洪标准进行施工建设中。经过近 3

年的施工建设，有部分堤段已经完成达标加固，约有 10.5km，取得较快的进度。

2) 延长段工程布局

已批复的堤段维持原设计（本报告中“原设计”指“2004 年我院完成的**城防可研设计”）的布局不变，堤线在原设计的基础上适当延长，延长星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游和连江干流下游等堤段，将城区周边的规划区纳入到整个城市防洪体系中来，同时使原未闭合的**城防工程得以闭合。防洪标准为 50 年一遇，排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

具体为星子河左堤延长 1.24km；东陂河左堤延长 0.77km，右堤延长 1.75km；三江河左堤延长 3.85km，右堤延长 6.30km；连江干流右堤延长 0.61km；九陂河左堤延长 1.21km，右堤延长 1.16km；合计延长 16.89km。

根据防洪堤延长段布置，工程需增加建设涵闸 6 座，泵站 2 座，合计装机 520kW。

延长段工程建筑物具体布置详本报告第 5 章。

1.1.4 可研报告审批主要结论

2003 年**市城市防洪工程纳入省城乡水利防灾减灾工程建设实施计划，目前已完成约 10.5km 防洪堤建设任务。随着**市经济社会的快速发展，**市城区空间进一步拓展，为完善规划城区范围内防洪工程体系，建设**市城防延长段工程是必要的。

同意本延长段工程任务是防洪、排涝。工程规模为：新建防洪堤总长 16.89km，新建排水涵闸 6 座，新建泵站 2 座及配套工程管理设施等。

1.1.5 初步设计报告编制依据和过程

城防延长段工程经过设计招标，我院中标。随后，我院与市签订了编制延长段工程初步设计报告合同书，并成立了项目设计组，编写了设计大纲；同时，组织有关专家、设计组技术人员进行现场察看、收集相关资料；按照初设阶段的要求和可研阶段的审查意见，我们补充了相应建筑物的地质勘察工作，对工程布置作了进一步的阐述和论证，对工程建筑物进行优化设计，并进一步复核其结构稳定性和安全性，包括对防洪堤堤身断面结构优化设计，堤顶路面改为半柔性沥青混凝土路面，堤身与堤基接触面增设接合槽，按反滤要求做好迎水坡干砌石垫层设计，完善背水坡坡面、坡脚排水系统设计等；对各排水涵闸重新复核设计排水流量和闸孔尺寸，复核地基应力和渗透稳定，完善基础处理和防渗设计方案；对排涝泵站补充说明泵站的稳定、应力、变形、渗流等计算方法和成果，并根据计算结果进一步做好基础处理设计。补充排水

涵闸、泵站出口的水力计算，复核消能防冲设计等。本报告于 2008 年 8 月完成。

本初设报告按照《水利水电工程初步设计报告编制规程》(DL5021-93)来编制，编制过程中紧密结合广东省城乡水利防灾减灾会议精神，并参照执行国家《防洪标准》(GB50201-94)、《堤防工程设计规范》(GB50286-98)、《城市防洪工程设计规范》(CJJ50-92)和粤水电总字[1995]4 号文《广东省防洪(潮)标准和治涝标准》等。

1.1.6 高程系统说明

本报告高程系统采用 H85 (1985 年国家高程基准)。

1.2 水文

1.2.1 流域概况

**市位于广东省的西北部，北江支流连江上游，星子河、东陂河、三江河在市区内交汇。

连江又名小北江，是北江的第一大支流，连江源于湘粤边境的南岭山脉，流域面积 10061km²，干流总长 275km，河道平均坡降为 0.765‰。连江源头为星子河，在**与东陂河、保安水、三江河汇合后始称连江。河流流向自西北向东南，沿程北纳青莲水、波罗河、黄洞河、竹田水、南汇同灌水、花坑河、七拱水、水边水等二级支流；先后流经连南、连山、阳山、英德等市境，于连江口汇入北江。

1.2.2 气象

**市属于中亚热带季风性湿润气候区，夏季多吹东南风，冬季盛行东北风，全年日照时间长，四季气候变化明显。多年平均气温 19.4℃，最高气温 39.8℃，最低气温 -9.9℃，每年最高温度出现在 7~8 月，最低温度出现在 1~2 月，最冷月(1 月)和最热月(8 月)的平均温差达 20℃。市区由于地势低，夏季炎热，间有雷暴，冬季寒冷，偶有飘雪。

**市降雨量年内分配特点：干湿季分明，雨量集中。非汛期一般由 10 月至翌年 3 月，降雨主要是北方冷气流南下而形成的冷锋雨，由于气流干冷，故降雨少，一般只有 400mm~500mm 左右，约占全年总量的 30%，其中 12 月最少，只占年雨量的 3%左右。4 月~9 月为汛期，降雨主要集中在这个季节，雨量介于 1000mm~1400mm，雨量多且集中，占全年的 70%左右，其中前汛期(4 月~6 月)主要为锋面雨，降雨量约占全年雨量的 48%，后汛期(7 月~9 月)以台风雨和热带辐合带降雨为主，降雨量

占全年 20%，是由于随着副热带高压的继续北抬，受副热带气旋活动的盛期，常带来大暴雨，7 月份发生的大洪水，多由热带气旋暴雨造成。

1.2.3 径 流

东陂河和三江河没有实测流量资料，凤凰山站有 1959 年 4 月～2002 年 3 月共 43 年的径流系列，多年平均流量为 $45\text{m}^3/\text{s}$ ，见表 1-1。

表 1-1 凤凰山站各月多年平均流量表 流量单位： m^3/s

月 年	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	汛 (4~9)	枯(10~3)	年
多年平均	85	102	101	45	41	27	20	15	12	16	25	45	67	22	45
占全年百分比 (%)	15.8	19.5	18.5	8.6	7.77	5.05	3.71	2.67	2.38	3.12	4.32	8.50	75.2	24.7	100

1.2.4 洪水

1.2.4.1 洪水特性

**市地处南岭山脉中段的南侧，总的地势表现为周围高、中部低。由于地形强烈切割，沟谷纵横，河道多属幼年期河流，比降大，落差显著，洪水均表现为峰高量大的特点。

根据实测资料统计，年最大洪峰流量主要发生在汛期 4 月～9 月，占全年的 70%，其中 4 月～6 月最大，占 48%。

1.2.4.2 设计洪水

星子河和马面滩的设计洪水采用凤凰山站、高道站作为设计依据站，由凤凰山站、高道站设计洪水面积内插得到。东陂河和三江河设计洪水采用广东省综合单位线法计算东陂河和三江河的设计洪水，设计洪水成果见表 1-2。

表 1-2 设计洪水成果表 单位： m^3/s

河流	50 年一遇设计流量	2 年一遇设计流量
星子河	2191	881
三江河	1479	425
东陂河	1446	501
马面滩	3513	1545

注：2 年一遇设计洪水是为确定堤防亲水平台高程而计算的。

1.2.4.3 洪水遭遇和组成

由于星子河、东陂河和三江河洪水发生时间、大小各不相同，采用了以马面滩为控制断面的办法，即马面滩的设计洪水为 50 年一遇，对上游三条江，采取了一江与马面滩同频，其余两江相应的办法。各种洪水组成情况见表 1-3。

表 1-3 50 年一遇设计洪水组合成果 单位：m³/s

河流（断面）	马面滩、星子河 50 年一遇，其他河流相应	马面滩、东陂河 50 年一遇，其他河流相应	马面滩、三江河 50 年一遇，其他河流相应
星子河	2191	1324	1348
东陂河	579	1446	686
三江河	743	743	1479
马面滩	3513	3513	3513
**站	2770	2770	2034

1.2.4.4 洪水水面线

原城防工程设计根据河道洪水计算成果已经对星子河，东陂河，连江干流，三江河，九陂河等相应河段进行了水面线的计算，该水面线已得到上级主管部门的审查批复，本延长段工程对以上水面线校核后直接采用。

对原设计未有推算水面线的延长河段，起推水位采用已知断面的 50 年一遇的的洪水位，洪水则采用相应河段 50 年一遇的洪峰流量。各河段洪水水面线详见第 4 章。

1.2.4.5 施工洪水

施工期为每年枯水期（10 月～次 3 月），根据高道站 1954 年 4 月～2002 年 3 月共 48 年、凤凰山站 1959 年 4 月～2002 年 3 月共 43 年的年枯水期洪水系列计算枯水期设计洪水。采用与设计洪水相同的方法，进行施工洪水遭遇和组成分析，成果见表 1-4。

表 1-4 施工洪水计算成果表

河涌	星子河	东陂河	三江河	连江干流(马面滩)
洪峰流量(m ³ /s)	501	279	235	897

1.2.4.6 排涝流量

河流及防洪堤将**市区划分为东、南、西、北 4 大片。

原设计城东片布置有：涵闸 2#，4#和 12#；泵站 2#和 3#。城北片布置有：涵闸 1#，3#和 5#；泵站 1#。城西片布置有：涵闸 6#和 8#；泵站 4#。城南片布置有：涵闸 7#，9#，10#和 11#；泵站 5#。

延长段工程需增加涵闸及泵站，布置如下：

城西片增加：涵闸 13# 和 14#；泵站 6#。

城南片增加：涵闸 15#，16#，17# 和 18#；泵站 7#。

城东片和城北片不用增加涵闸和泵站，经复核计算，原设计排涝工程能满足本工程要求，

本报告不再对原设计的排涝工程进行详细设计（具体请参阅原设计报告），只对延长段排涝分区范围内新增加的排涝工程进行详细设计，延长段工程增加的涵闸及泵站排涝流量计算见表 1-5。

表 1-5 排涝流量计算表

泵站、涵闸名称	设计暴雨量 H_{24p} (mm)	径流系数	集雨面积 (km^2)	堤围单位长度渗漏量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}$)	堤围长度 (km)	计算排涝流量 (m^3/s)	备注
6# 泵站	152.78	0.9	3.72	0.05	2.77	6.06	
7# 泵站	152.78	0.9	3.37	0.05	3.39	5.54	
13# 涵闸	152.78	0.9	6.62	0.05	—	10.54	
14# 涵闸	152.78	0.9	3.91	0.05	—	6.22	
15# 涵闸	152.78	0.9	3.5	0.05	—	5.57	
16# 涵闸	152.78	0.9	0.64	0.05	—	1.02	
17# 涵闸	152.78	0.9	1.49	0.05	—	2.37	
18# 涵闸	152.78	0.9	0.13	0.05	—	0.21	

1.2.5 泥沙

连江没有实测泥沙资料，参照高道站资料，悬移质多年平均输沙模数为 $300 \text{ t}/\text{km}^2 \sim 320 \text{ t}/\text{km}^2$ 。

1.3 地质

1.3.1 区域地质

本区在地质结构上位于粤桂隆起区内印支期南北走向茶亭至江坪断裂带的东侧外缘及南北向保安至水竹塘大向斜的东翼，区内小断裂较发育，呈北东走向，未发现大的断层、断裂等不良的地质构造。总体上看区域内地层较稳定。

根据《中国地震动参数区划图》(GB1830-2001)，**市城市防洪工程所在区域地震加速度小于 $0.05g$ ，相当于广东省地震速度区划图(1990 年，1:180 万)小于 VI 度地

震区。

1.3.2 工程地质条件

九陂河左堤 0+200~1+100 及右堤 0+200~1+160 地势较低, 表层 0.5m~1.0m 耕植层以下分别为厚 3.6m~4.2m 及 2.5m~5.4m 的淤质粘土; 星子河左堤延长段表层 0.5m 耕植土下为厚 2.3m~3.0m 的冲积粘土及三江河右堤 3+200~3+700 表层冲积粘土厚 1.5m~4.8m。由于其含水率大, 孔隙比大, 承载力低, 填土后沉降变化大。在这些部位兴建防洪堤应考虑对堤基冲积淤质粘土、粘土层进行清除、排水固结或控制填土进度等方法处理。东陂河右堤延长段 1+000~1+750 现有堤防堤身填土、三江河左堤 1+600~3+850 堤身填土和三江河右堤 1+200~3+200、3+900~4+500 和 4+700~6+300 堤段堤身填土均为粉土质砂, 填土松散, 含砂量大, 局部夹含粗砂、细砾, 透水性较强, 在利用现有堤身进行培厚加高时, 应根据堤身挡水情况决定是否采取防渗措施处理。东陂河左、右堤防延长段堤基及三江河右堤延长段 4+500~4+700 堤基均为粉土质砂和卵砾石, 前者砾砂含量大, 透水性较强, 接近或超过 $5.00 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 后者为较深厚的强透水层, 渗透系数大于 $1.00 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。在这些部位修筑防洪堤时, 应根据运用水位要求、历时长短决定是否对堤基采取防渗措施处理。

1.4 工程任务和规模

原城防工程设计通过对星子河, 东陂河, 三江河, 九陂河以及连江干流等河段两岸的整治, 使**市城区防洪标准达到 50 年一遇以上, 排涝标准达到 10 年一遇 24 小时暴雨量一天排干的标准。已批复立项防洪堤总长 30.3km。

随着**市经济的快速发展, 星子河上游, 东陂河上游, 三江河上游, 九陂河上游以及连江干流下游这些城市周边的规划区, 正在逐步开发建设, 这样原城防工程未能够将这部分城区纳入保护范围; 另一方面, 原设计的防洪体系不完善, 需要延长相应堤段, 才能实现防洪体系的完全闭合, 综上所述, 必须延长原城防工程。

城防延长段工程直接保护城市周边的规划区, 星子河上游学校园区, 东陂河上游工业园区, 三江河上游, 九陂河上游的湟川高新科技园区, 城南工业园区, 连江干流下游湟川三峡观光旅游区等。同时工程作为**城防体系不可缺少的组成部分, 与正达标建设的**城防工程一起共同保护整个**城区。

防洪标准: 本工程延长后扩大原城防工程规模, 防洪标准同原城防工程, 即为 50 年一遇。

原设计城防工程防洪堤总长 30.3km，包括星子河左堤（0+000~3+340.461）：3.34km，星子河右堤（0+000~3+789.786）：3.79km；东陂河左堤（0+000~1+061.280）：1.06km，东陂河右堤（0+000~0+900.046）：0.90km；三江河左堤（0+000~3+660）：3.66km，三江河右堤（0+000~3+600）：3.60km；连江干流左堤（0+000~5+000）：5.0km，连江干流右堤（0+000~4+860.220）：4.86km；九陂河左堤（0+000~0+570.417）：0.57km，九陂河右堤（0+000~1+020.830）：1.02km；加上白水坑河堤 2.0km 和其他支堤 0.5km。

延长段工程增加堤长 16.89km，包括星子河左堤延长段（0+000~1+238）：1.24km；东陂河左堤延长段（0+000~0+767）：0.77km，东陂河右堤延长段（0+000~1+745）：1.75km；三江河左堤延长段（0+000~3+849）：3.85km，三江河右堤延长段（0+000~6+296）：6.30km；连江干流右堤延长段（0+000~0+614）：0.61km；九陂河左堤延长段（0+000~1+209）：1.21km，九陂河右堤延长段（0+000~1+160）：1.16km；

原设计城防工程加上延长段工程增加的堤长，整个**城防防洪堤合计总长 $30.3+16.89=47.19$ km。

1.5 工程布置及主要建筑物

1.5.1 原设计工程布置和主要建筑物型式

原城防工程布置有星子河堤，东陂河堤，连江河堤，三江河堤，九陂河堤和白水坑河堤。

1) 星子河左堤起点于星子河上游三板桥村，下游在交汇处与连江干堤连接，左堤长 3.34km。右堤起点于星子河上游三古滩村，下游在东陂河口交汇处与东陂河左堤连接，右堤长 3.79km。

2) 东陂河左堤起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，下游在交汇处与星子河右堤连接，左堤长 1.06km。（实际上经过现场查勘，发现 107 国道沿线均有不少交通涵洞，是不能够利用其形成封闭的。从这个意义上说，亦应当延长堤段至上游山体闭合。）右堤亦是起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，下游在交汇处与连江干流右堤连接，右堤长 0.90km。

3) 三江河，同东陂河一样，三江河两岸河堤原来起点亦均在三江河上游 107 国道处，下游在河口与连江干堤右堤连接，左堤长 3.66km，右堤长 3.60km。

4) 九陂河在江夏圳处将九陂河裁弯取直，裁直段取名为九陂改河，将九陂河水由裁直段直接汇入三江河。九陂河左堤长 0.57km，右堤长 1.02km。

5) 连江干流两岸防洪堤起点在东陂河口交汇处,分别连接星子河左堤和东陂河右堤。终点至下游马面滩,左岸长 5.0 km;右岸长 4.86 km。

6) 白水坑河堤合计长 2.0km。

堤防采用直墙复式土堤,临河侧设置砼挡土墙,既可适应山区洪水暴涨暴落的特性,又可减少防洪堤的高度。挡土墙顶设亲水平台与均质土堤连接形成复式断面。挡土墙高度根据亲水平台高程确定。均质土堤内外坡均可采用草皮护坡,使堤外、堤内有绿,景观休闲兼具,亲水近绿宜人,取得较理想的生态效果。

1.5.2 延长段工程布置和主要建筑物型式

城防工程延长后,从整个城市防洪体系布局来看,东陂河左堤(包含延长段)和星子河右堤连接,共同保护城北区;东陂河右堤(包含延长段)和连江干流右堤以及三江河左堤(包含延长段)连接,共同保护城西区;星子河左堤(包含延长段)和连江干流左堤连接,共同保护城东区;三江河右堤(包含延长段),九陂河堤(包含延长段),与连江干流右堤一起共同保护城南区。

延长段主要布置在河流上游,地势比较开阔,可以考虑为土堤形式,这样造价相对低,施工简单,亦比较美观,体现人水和谐的中心思想。堤顶结合交通要求,拟定宽度同前阶段城防设计,为 7m 宽,铺沥青砼路面。两边设路缘石。迎水坡坡比 1:2.5,洪水位以下干砌石护坡,厚 0.3m,从以往经验看,这种护坡造价较低,防冲刷效果理想,施工、管理上也方便;洪水位以上植草护坡;迎水坡脚设护脚齿墙,经过计算埋深 1.5m,墙宽 0.6m。背水坡 1:2.0,植草护坡,坡脚亦设齿墙,宽 0.4m,埋深 0.6m。

1.6 机电及金属结构

6# 泵站装机容量 $2 \times 130\text{kW}$,7# 泵站装机容量 $2 \times 130\text{kW}$,水泵均为立式轴流泵,根据机组安装要求,主厂房分为水泵层和电动机层,电气设备布置在电动机层。电机自耦降压综合起动柜、电容补偿屏布置在主泵房下游侧。本泵站为城市排涝泵站,在主泵房右侧设高压配电房,配电房地面高程与主泵房地面高程相同。10kV 高压设备、主变压器分别布置在高压室、变压器室,10kV 进线采用高压电力电缆,电缆首端设隔离开关。

由于本工程泵站电动机单机容量小,机组台数少,主变压器故障机率极小,为简化电气主接线,减少设备投资,推荐 6#、7# 泵站均采用二机一变的主接线方式,变压

器高压侧采用负荷开关+熔断器组合电器作变压器保护及投、切用，低压侧用电力电缆引到主机房配电屏。（详见电排-电-01）

每台机组设一面自藕降压综合起动柜，0.4kV 母线设一套并联电容补偿装置。

各个泵站均在进水池入口处设置拦污栅，并修建一工作桥，以方便清除污物。拦污栅布置在工作桥墩之间。

为了检修方便及安全运行，各个泵站各配一块检修闸门，闸门为平面钢闸门；水泵出口设逆止拍门；出水池中每根出水管口设一个防洪门，配螺杆启闭机。

各个泵站主厂房内各设一台 3t 电动单梁桥式起重机。电排站水泵检修闸门槽正上方各装设一台 5t 移动式电动葫芦作移动检修闸门用。

因泵站厂房结构简单，设备少，年利用小时很低，所以厂房内采用二氧化碳灭火器作为消防设备，电动机层配置 5 个二氧化碳灭火器，主变压器下设贮油坑，旁边设一个消防砂箱。

1.7 施工

本工程所在地为**市城区---**镇，位于广东省的西北部、**市中南部。107 国道清连一级公路、323 国道及省道 114 线等交通干线贯穿**市城区，构成了四通八达的交通网络，为工程的实施提供了便利的对外交通运输条件。

水泥：可从市区附近的建宝、红阳等水泥厂采购。钢筋、钢材：从连江市购买。石料：**城区附近有丰富的石料可供使用。按施工工作面远近从附近石料场购买。土料：筑堤土料采用疏浚河道的砂卵石及附近土料场开采。砂：连江是天然的采砂场，本工程所需的砂料均从采砂场购买。劳动力：本工程由专业施工队伍施工，民工由当地解决。

本工程临时建筑物（围堰）为 5 级建筑物。根据水利部《水利水电工程施工组织设计规范 SDJ338—89》，导流建筑物洪水标准重现期按 10~5 年一遇设计。本工程有实测 41 年资料，工程地域并非暴雨中心，采用常用的土围堰，失事后不会造成大的损失，故本工程临时建筑物选择 5 年一遇洪水标准设计。

本延长段工程防洪堤总长 16.89km，修建涵闸 6 座，排涝泵站 2 座。**城防延长段的主要工程量为土方明挖 96320.1m³，石方明挖 138m³，土方填筑 1866539m³，混凝土 8310m³，模板 3972m²，钢筋 254t。

延长段主体工程施工期为 2 年，时间为 2008 年 10 月至 2010 年 9 月。工程各阶

段施工内容及进度计划见附表 7-1。

1.8 工程永久占地

1.8.1 原设计城防工程占地及补偿

原城防工程设计已经完成征地、拆迁以及补偿等工作，其指标如下。

(1) 永久占地

工程永久占地根据对连江流域星子河、东陂河、**干流、三江河、九陂河进行综合整治需要，经过调查，原城防工程永久征地范围内主要实物指标为：

农用地：水田 860.0 亩。

拆除房屋（含厂房）：框架结构 19410m²，砖混结构 6908 m²，共计 26318m²。

占用煤场：25472 m²，占用水泥场：5930 m²，共计 31402m²。

(2) 临时占地

根据施工专业所提供资料，临时占地 420 亩。

(3) 占地拆迁补偿投资： 2589.52 万元。

1.8.2 延长段工程增加的工程占地及补偿

延长段工程整治范围包括星子河延长段，东陂河延长段，三江河延长段，连江干流延长段，九陂河延长段和穿堤建筑物涵闸和泵站。

经过调查，延长段工程永久占地共计 414.31 亩，其中河滩地 303.95 亩，鱼塘 81.45 亩，林地 28.91 亩。临时占地 75.99 亩。没有房屋拆迁。

占地拆迁主要实物指标见第 8 章表 8-1。

根据广东省国土资源厅文件《关于实施广东省征地补偿保护标准的通知》（粤国土资发〔2006〕149 号）进行补偿，本延长段工程征地补偿投资概算为 514.89 万元；增加的占地中没有房屋拆迁，不用进行拆迁房屋补偿。

1.9 环境保护

城市堤防基本沿河势走向布置，不改变河岸岸坡和河道形状，对河道的水质、水生生物、河势、水文气象等均无长期不利影响。工程完成后，将会形成滨江绿化带，极大的改善**市城市环境和景观，提高周边群众的生活质量。

市城市防洪工程属非污染工程，工程完成后可有效的提高市的防洪能力和排涝能力，改善**市的城市环境，其有利影响是主要的、长期的。虽然施工过程中可能

产生粉尘、噪声和局部范围的水体污染，但这些不利影响均是暂时的，而且可通过采取措施加以防治，不会对环境造成长期的不利影响，因此，本工程的环境影响评价是可行的。

根据施工组织设计，参照广东省物价局粤价函[1996]64 号文的标准，该工程的环境保护投资为 3.7 万元。

1.10 水土保持

水土保持是保护、改良和合理利用水土资源，防止水土流失，保护生态环境的重要措施。**城防工程施工，将改变工程周围局部地形地貌，易造成人为水土流失。为控制和减免因工程施工造成的水土流失，必须坚持预防为主方针，制定切实可行的水土保持方案。本区的水土流失主要包括人为水土流失和自然水土流失。近年来，连江流域投入了较大的人力、物力、财力进行水土流失的防治工作，并取得了一定的成效。总体看来，连江流域的水土保持情况较好。

本区属于广东省水土流失重点预防保护区，对在建和拟建项目一定要注重水土保持工作。根据本工程项目的特点，采用类比法对工程施工期的水土流失进行预测。本工程施工过程中扰动地表面积 22.83hm^2 ，经测算，本工程项目施工期可能造成水土流失量约 8574.8 t。

根据“谁开发，谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，工程项目区范围内的水土流失防治责任全部由**市城防管理所承担。水土保持工作由**市城市防洪工程指挥部具体负责。责任范围为：项目建设区：包括工程占地范围和管理范围。直接影响区：建设区沿河两岸各 40m 的区域。

上述水土保持方案的实施，能有效地控制水土流失，改善生态环境，对保证下游工农业生产和当地群众生活的正常运作有着很大的作用。方案实施后，水土流失控制率达 90%，植被恢复率达 90%以上。

本工程水土保持方案具有较好的社会效益、环境效益和经济效益。水土保持方案概算投资为 78.9 万元。

1.11 工程管理

原城防工程和本延长段工程同属保护**城区的防洪工程，应纳入统一管理。原城防工程根据有关文件，已成立**市堤防工程管理所（股级），具体负责城市防洪堤以及排涝工程的管理与维护工作。管理所纳入市行政事业性编制，隶属**市水利局领导，

负责工程的日常管理工作，业务上接受市水行政主管部门的领导。

本延长段工程管理机构仍为**市堤防工程管理所，管理所设正、副主任各 1 名。会计、出纳和后勤共 3 人，负责堤防工程维护费的收支和管理，工程技术人员共 10 名（原为 6 人，延长段工程增加 4 人），行政人员及司机 2 名，总编制 17 名。排涝站各设 2 名合同制工人，负责平时的维护与管理工作，其设备的检修与调试工作由工程管理所专职技术人员负责。这样延长段工程共增加管理人员 8 人(包括排涝站运行合同工 4 人)，每年增加运行费用 133.5 万元，增加管理用房 320 m²。

根据《广东省水利工程管理条例》第三章第十五条的规定，**市城区防洪体系工程的管理范围包括堤防、节制闸、排涝站等工程设施及职工生产、生活区（包括生产及管理用房、职工住宅及其他文化、福利设施等）。经**市人民政府批准，确定**市城区防洪体系工程的管理范围如下：（1）河堤：从内、外坡堤脚算起每侧 20m。（2）涵闸：涵闸上游 50m 及两侧宽度 30m。（3）排涝站：工程建设用地范围及周边各 50m。（4）生产、生活区

依照《广东省水利工程管理条例》第三章第十六条的规定，经**市人民政府批准，本工程的保护范围为在工程管理范围边界外延 200m。

1.12 设计概算

本工程设计概算编制依据为《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（试行），定额依据为《广东省水利水电建筑工程概算定额》（试行）和《广东省水利水电设备安装工程概算定额》（试行）。人工工资按六类区取 28.76 元/工日直接进入单价计算，企业利润率统一取 7%。主要材料价格参考**市建设局文件《**市 2008 年上半年建筑工程人工、材料材料参考价》。次要材料价格参照广东省水利厅公布的次要材料预算价格粤水造价[2008]1 号。其他各种费率的取值按《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（试行）执行。编制过程采用《广东省水利水电概预算程序》（2006V3.00 版）。

延长段工程设计概算总投资 10425.18 万元。其中建筑工程费为 7815.83 万元，机电设备及安装工程费 182.48 万元，金属结构设备及安装工程费 68.68 万元，临时工程费为 501.99 万元，独立费用为 790.73 万元，基本预备费为 467.99 万元。专项工程投资 597.49 万元。

1.13 经济评价

本项目性质为社会公益性，基本没有财务收入，经济评价以国民经济评价为主。国民经济评价指标：经济内部收益率 EIRR 为 12.46%>8%；当社会折现率 $i_s=8\%$ 时，经济净现值为 4502 万元>0，经济效益费用比为 1.435>1，从国民经济敏感性分析指标可知，此项目有一定的抗风险能力，所以本项目在经济上合理可行。

1.14 结论及建议

结论：**城防工程保护着**市区，城防工程延长、扩大规模后，可以进一步完善**市城市防洪工程体系，闭合其防洪缺口，消除防洪工程中存在的隐患，使防洪工程尽早发挥效益。从环境保护角度分析，没有制约工程的因素；从国民经济评价分析，各项指标均能达到要求。设计方案经过充分的理论计算分析，技术可靠，且经济合理，故项目建设可行。

建议：由市政府统一组织协调各部门、各专业之间的关系，全力以赴搞好城防建设；进一步做好勘测、勘察等工作，为施工图设计提供更详细的资料；**城区是一座山清水秀的山水园林式旅游城市，建议业主加强工程建设管理，保护生态环境，减少环境污染和水土流失，工程竣工后，迅速组织力量，恢复景观。本工程投资较大，除申请省级以上投资补助外，要多渠道、多方位筹集资金，加强项目资金管理，严格控制工程造价，确保城防工程建设顺利进行。

1.15 附表

**城防延长段工程综合特性表

序号	名 称	单位	指 标	备 注
一	水 文			
1	流域面积	km ²	10061	
2	利用水文系列年限	年	43	
3	多年平均年径流量	亿 m ³	30.9	
4	多年平均流量	m ³ /s	98	连江干流
5	正常运用（设计）洪水标准及流量（p=2%）	m ³ /s	3513	马面滩
6	正常运用（设计）洪水标准及流量（p=2%）	m ³ /s	2191	星子河
7	天然水位			
	实测最低水位	m	87.02	水位站资料

	实测最高洪水位	m	96.00	
	调查最高洪水位	m	95.97	
二	工程效益指标			
1	防洪效益			整个**城防
	保护城市	座	1	**市城区
	保护人口	万人	12	
	保护城市面积	km ²	12	
三	工程主要特性			
	堤防级别		3	
	地震烈度		<VI	
	防洪标准		50 年一遇	
	排涝标准		10 年一遇 24 小时 暴雨 1 日排干	
四	工程占地拆迁			
1	2004 年城防可研报告			
	工程永久占地	亩	907.1	
	临时占地	亩	420	
	拆迁房屋	m ²	26318	
	搬迁人口	人		
2	延长段工程增加的			
	工程永久占地	亩	414.31	
	临时占地	亩	75.99	
	拆迁房屋	m ²	0	
	搬迁人口	人	0	
六	施工			
	延长段工程			
1)	主要工程数量			
	土方明挖	m ³	96320.1	
	石方明挖	m ³	138	
	土石方填筑	m ³	1866539	

	混凝土	m ³	8310	
2)	主要建筑材料			
	钢筋	t	254	
	钢材	t		
	模板	m ²	3972	
	木材	m ³		
	水泥	t		
3)	所需劳动力			
	总工日	万工日		
	高峰工人数	人	2334	
	平均高峰人数	人	1850	
4)	施工临时房屋	m ²	3700	
5)	施工动力及来源			
	供电	kW	500	**镇供电所
6)	施工导流			
	导流标准		枯水期 5 年一遇	
	导流流量	m ³ /s	897	连江干流(马面滩)
	导流流量	m ³ /s	501	星子河
	导流流量	m ³ /s	279	东陂河
	导流流量	m ³ /s	235	三江河
7)	施工期限			
	准备期	月	2	
	施工期	年	2	
七	经济指标			
	延长段工程投资			
1	静态总投资	万元	10425.18	
2	总投资	万元	10425.18	
	建筑工程	万元	7815.83	
	临时工程	万元	501.99	

	机电设备及安装工程	万元	82.48	
	金属结构设备及安装工程	万元	68.68	
	独立费用	万元	790.73	
	专项工程投资	万元	597.49	
3	主要经济指标			整个城防工程
	经济内部收益率	%	12.46	
	经济净现值	万元	4502	is=8%
	经济效益费用比		1.435	is=8%

2 水文

2.1 概述

2003 年,根据**市经济社会发展要求以及省委省政府对城乡水利防灾减灾工程建设的部署和要求,**市城市防洪工程列入了省城乡水利防灾减灾工程建设实施计划。受**市水利局委托,我院编制完成了《**市城市防洪工程可行性研究报告》(2004 年 7 月完成)和《**市城市防洪工程初步设计报告》(2004 年 11 月完成),上述报告对**市城市防洪工程体系进行了详细的规划和设计,对**城防工程范围内的星子河,东陂河,三江河,九陂河以及连江干流进行了洪水等相关水文计算,其计算成果得到上级主管部门的审查通过。

在本延长段工程可行性研究阶段,拟直接参考并采用以上水文资料及成果,并对其推导过程进行了摘述,同时补充、增加了延长段水面线,区域排涝计算等相关水文计算。其推导方法、过程以及成果通过了上级主管部门的审查。

本初步设计阶段,根据审查批复意见,以及按照规程对本阶段的深度和精度要求,对本工程的水文计算作了进一步的分析和论证,对各排水涵闸、泵站排涝流量进行了复核计算,并考虑到各排水涵闸的抢排功能,在满足过流设计排涝流量的基础上,适当增大各排水涵的闸孔尺寸。

2.2 流域概况

**市区位于连江上游,地理位置为东经 $112^{\circ} 20'$, 北纬 $24^{\circ} 47'$, 坐落在星子河、东陂河、三江河交汇处。

连江又名小北江,是北江的第一大支流,位于广东省西北部,位于东经 $112^{\circ} 5' \sim 113^{\circ} 55'$, 北纬 $23^{\circ} 55' \sim 25^{\circ} 12'$ 之间。流域东接乳源、英德、佛冈等县市,西连广西贺县,北邻湖南省江华、蓝山、临武等县,南界**市及广宁、怀集等县市。

连江源于湘粤边境的南岭山脉,流域面积 10061km^2 ,干流总长 275km ,河道平均坡降为 0.765% 。连江源头为星子河,在**与东陂河、保安水、三江河汇合后始称连江。河流流向自西北向东南,沿程北纳青莲水、波罗河、黄洞河、竹田水、南汇同灌水、花坑河、七拱水、水边水等二级支流;先后流经连南、连山、阳山、英德等县、市境,于连江口汇入北江。连江各主要支流的河流长度、流域面积及平均坡降见表 2-1。

表 2-1

连江主要支流特征表

河流名称	河口地点	河流长度 (km)	流域面积 (km ²)	河道平均坡降 (%)
大园水	连县星子河	45	186	12.36
黄桥水	连县干路头	45	358	5.62
保安水	连县大洛洞	59	393	6.19
东陂河	连县大弯圩	72	823	3.93
三江河	连县**镇	64	680	6.23
同冠水	阳山同冠口	57	655	4.09
花坑河	阳山花鸡咀	29	160	20.9
七拱河	阳山水口圩	61	845	2.84
青莲水	阳山青莲镇	85	1221	5.28
波罗河	英德大弯圩	75	991	5.8
黄洞河	英德财安寺	50	394	8.9
竹田水	英德沙口头	45	302	5.1
水边水	英德水口围	78	837	1.8

本工程整治连江流域的河流有星子河、东陂河、三江河、连江干流（小北江）、九陂河等。连江干流马面滩拦河坝以上集雨面积为 3260km²，干流河长 116km。星子河集雨面积 1620km²，河长 95km，平均坡降 3.6‰；东陂河属连江一级支流，集雨面积 823km²，河长 72km，平均坡降 3.93‰。三江河集雨面积 680km²，全长 64km，平均坡降 6.23‰。

（1）星子河

星子河是连江的源头水，贯穿**东南。该河发源于湖南省的三姐妹岭，流经大路边、星子、麻步，在**镇大塘湾汇入连江，全流域集雨面积 1620km²（其中境内 1606km²），河长 95km，平均坡降 3.6‰。属下大于 100km²的一、二级支流有潭源洞水、步津水、朝天桥水、保安水、带田水。其中潭源洞水建有一座大型水库（潭岭水库，集雨面积 142km²，库容 1.77 亿 m³），步津水建有一座中型水库（上兰靛水库，集雨面积 48.8km²，库容 0.15 亿 m³）。

另外，星子河在建的水库有红岩水库（控制集雨面积 50km²，库容 0.13 亿 m³），计划兴建的水库有爬船洞水库（控制集雨面积 26km²，库容 0.11 亿 m³）。

（2）东陂河

东陂河属连江一级支流，位于**市的西北部，自北向南。该河发源于都庞岭，流

经丰阳、东陂、西岸，在**镇大塘湾汇入连江，全长 72km，平均坡降 3.93‰，天然落差 283m，集雨面积 823km²，属下大于 100km² 的支流有冲口水、大龙水，上游无中型以上水库。

(3) 三江河

三江河发源于连南县的超微山(高程 1592m),在**镇大墩村汇入连江，全长 64km，平均坡降 6.23‰，集雨面积 680km²，该河在**市范围内大于 100km² 的支流有车田水。车田水源出水足塘，在**镇大墩村汇入三江河，全长 24km，平均坡降 3.06‰，集雨面积 140km²，**城区规划从新寨村上侧 500m 处改河流入三江河。三江河上游无中型以上水库。

2.3 气象

市属于中亚热带季风性湿润气候区，夏季多吹东南风，冬季盛行东北风，全年日照时间长，四季气候变化明显。多年平均气温 19.4℃，最高气温 39.8℃，最低气温 -9.9℃，每年最高温度出现在 7~8 月，最低温度出现在 1~2 月，最冷月(1 月)和最热月(8 月)的平均温差达 20℃。市区由于地势低，夏季炎热，间有雷暴，冬季寒冷，偶有飘雪。镇设有气象站一个。

**市降雨量年内分配特点：干湿季分明，雨量集中。非汛期一般由 10 月至翌年 3 月，降雨主要是北方冷气流南下而形成的冷锋雨，由于气流干冷，故降雨少，一般只有 400mm~500mm 左右，约占全年总量的 30%，其中 12 月最少，只占年雨量的 3%左右。4 月~9 月为汛期，降雨主要集中在这个季节，雨量介于 1000mm~1400mm，雨量多且集中，占全年的 70%左右，其中前汛期(4 月~6 月)主要为锋面雨，降雨量约占全年雨量的 48%，是由于孟加拉低槽不断加强，西南槽较活跃，副热带高压西伸北抬，是广东省西南季风最活跃时期，它与南面的冷空气遭遇，常造成暴雨或大暴雨，这类暴雨雨面较广，持续时间较长。后汛期(7 月~9 月)以台风雨和热带辐合带降雨为主，降雨量占全年 20%，是由于随着副热带高压的继续北抬，受副热带气旋活动的盛期，常带来大暴雨，7 月份发生的大洪水，多由热带气旋暴雨造成。

2.4 水文基本资料

连江干流有凤凰山站、**站、高道站，基本情况见表 2-2。凤凰山水文站建于 1958 年 5 月，主要负责观测水位、流量、降雨量。该站距离市区 5km，属星子河流域，集雨面积 1556km²；**市水位站（连县（三））于 1952 年 1 月设立，只负责观测水位和

降雨量，没有观测流量。高道站始建于 1954 年 4 月，站址设在英德市西牛镇小湾村，下距连江口水位站 21.5km，汇流面积 9007km²，占连江总流域面积的 89.5%，观测项目有水位、流量、悬移质泥沙。本次水文分析主要应用凤凰山、高道水文站的刊布资料。

表 2-2 连江流域主要水文、水位测站一览表

河 名	站 名	站址地址	坐 标		集水面 积 (km ²)	观测项目				
			东经	北纬		水位	流量	泥沙	降雨	蒸发
星子水	凤凰山	连县**镇凤凰山村	112° 22′	24° 50′	1556	√	√		√	√
连 江	连县（三）	连县**镇	112° 22′	24° 47′		√			√	
连 江	高 道	英德西牛镇高道	113° 10′	24° 09′	9007	√	√	√	√	√

2.5 径流

东陂河和三江河没有实测流量资料，凤凰山站有 1959 年 4 月～2002 年 3 月共 43 年的径流系列，多年平均流量为 45m³/s，见表 2-3。

表 2-3 凤凰山站各月多年平均流量表 流量单位：m³/s

<div> <div>月</div> <div>年</div> </div>	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	汛 (4~9)	枯(10~3)	年
多年平均	85	102	101	45	41	27	20	15	12	16	25	45	67	22	45
占全年百分比 (%)	15.8	19.5	18.5	8.6	7.77	5.05	3.71	2.67	2.38	3.12	4.32	8.50	75.2	24.7	100

2.6 洪水

2.6.1 暴雨洪水特性

2.6.1.1 暴雨特性

连江流域的暴雨多发生在每年 4 月~9 月，暴雨中心位于连江上游。

每年 4~6 月份，由于孟加拉低槽不断加强，太平洋亚热带高压西伸北抬，是西南季风最活跃的时期，与南下的冷空气遭遇常造成大雨或暴雨，这种锋面类暴雨笼罩面较广，持续时间较长，是主汛期。7~9 月份是热带气旋活动盛期，随着副热带高压的继续北抬，也常带来大雨或暴雨，但此类暴雨范围较小，持续时间也较短，称为后

汛期。

2.6.1.2 洪水特性

**市地处南岭山脉中段的南侧，总的地势表现为周围高、中部低，形成一个由中围环绕的丘陵盆地,地面高程一般介于 100m~1700m 之间,由于地形强烈切割，沟谷纵横，河道多属幼年期河流，比降大，落差显著，洪水均表现为峰高量大的特点。

根据实测资料统计，年最大洪峰流量主要发生在汛期 4 月~9 月，占全年的 70%，其中 4 月~6 月最大，占 48%。

2.6.2 历史洪水与重现期的确定

本次计算采用的历史洪水由《中华人民共和国广东省洪水调查资料(第二册)北江区》（全国雨洪办审查通过）中摘录，直接引用如表 2-4。

表 2-4 凤凰山、高道站历史洪水成果表 流量单位：m³/s

年 份	凤凰山	高 道	备 注
1915 年	2310	7350	调查，凤凰山可靠，高道较可靠
1916 年	2100		调查，较可靠
1931 年		7900	调查，较可靠
1982 年		7540	实 测

历史洪水重现期凤凰山站 1915 年历史洪水是 1915 年以来第一位洪水，从 1915 年起算，计算至 2002 年，重现期 N=88；高道站 1915 年历史洪水为 1877 年以来的第一位洪水,计算至 2002 年,重现期 N=126。

2.6.3 设计洪水

（1）星子河和马面滩设计洪水

星子河和马面滩的设计洪水采用凤凰山站、高道站作为设计依据站，由凤凰山站、高道站设计洪水面积内插得到。

（a）洪峰系列

按年流量最大值独立取样，凤凰山站具备 45 年实测洪峰流量系列：1958 年~2002 年，此外还有 1915 年、1916 年两场历史洪水；高道站具备 49 年实测洪峰流量系列：1954 年~2002 年，此外还有 1931 年、1915 年两场历史洪水，1982 年洪水作特大值处理。

（b）洪水参数计算

频率曲线线型选用 P-III型曲线。

洪峰系列的统计参数，用矩法进行初步估算，最后经与 P-III型曲线适线选定。凤凰山的统计参数为： $Q_m=949\text{m}^3/\text{s}$ ； $C_v=0.46$ ； $C_s=3C_v$ ；高道站的统计参数为： $Q_m=3920\text{m}^3/\text{s}$ ； $C_v=0.34$ ； $C_s=3C_v$ 。成果详见表 2-5。

表 2-5 凤凰山、高道站设计洪水成果表 流量单位： m^3/s

项 目	凤凰山	高道
N	88	126
系列	1915~2002	1877~2002
A	2	3
L	0	1
N	45	49
系列	1958~2002	1954~2002
均值	949	3920
C_v	0.46	0.34
C_s/C_v	3	3
频率 P (%)	设 计 值	
0.1	3160	10000
0.2	2920	9410
0.33	2750	8940
0.5	2610	8580
1	2370	7960
2	2130	7320
3.33	1950	6830
5	1790	6420
10	1530	5710
20	1260	4930
50	852	3700

(c) 成果合理性分析

对二站的洪峰 C_v 值、洪峰均值模数、百年洪峰模数（见表 2-6）进行比较，各值均从上游至下游呈减小趋势，符合一般流域的特性，因此认为本次设计成果合理可用。

表 2-6 凤凰山、高道站洪水参数及洪模数比较表

项 目	凤凰山	高 道
集水面积 (km ²)	1556	9007
洪 峰 Cv	0.45	0.33
洪峰均值模数(m ³ /s.km ²)	0.6	0.44
百年洪峰模数(m ³ /s.km ²)	1.52	0.88

由于本次计算的马面滩和星子河的星子河 23 断面位于凤凰山站和高道站之间，采用该两站为控制，用面积系数比法计算马面滩和星 23 断面的设计洪水是合理的，在 50 年一遇洪水和 2 年一遇洪水时，面积系数比法的 n 值分别等于 0.703 和 0.836，马面滩和星子河设计洪水见表 2-7。

表 2-7 设计洪水成果表 单位: m³/s

河流	50 年一遇设计流量	2 年一遇设计流量
星子河	2191	881
三江河	1479	425
东陂河	1446	501
马面滩	3513	1545

注：2 年一遇设计洪水是为确定堤防亲水平台高程而计算的。

(2) 东陂河和三江河设计洪水

(a) 基本资料

本集水区域位于北江上游分区，采用北江上游设计雨型、暴雨低区定点定面关系曲线、汇流参数 $m \sim \theta$ 关系图中的高丘区关系线、广东省综合单位线滞时 $m1 \sim \theta$ 关系图中的大陆低区关系线、广东省综合单位线Ⅲ号无因次单位线 $ui \sim xi$ 。采用参数具体见表 2-8。

表 2-8 综合单位线法、推理公式法计算参数表

河流名称	集水面积 (km ²)	河长 (km)	坡降 J	集水区域特征参数 θ	单位线滞时 $m1(h)$	汇流参数 m	计算时段 Δt	平均后损率 f (mm)	3 天平均损失率 f_{3d} (mm)
东陂河	823	72	0.00393	443.6	14	1.3	3	3.4	1.5
三江河	680	64	0.00623	336.9	10	1.2	3	3.45	1.55

(b) 设计暴雨

设计暴雨采用最新的《广东省暴雨参数等值线图》，具体表 2-9。

表 2-9 设计暴雨计算表

项目	t (小时)			
	1	6	24	72
$H_T(\text{mm})$	60.7	118.6	150	195.4
C_{VT}	0.37	0.4	0.46	0.49
K_{TP}	1.712	1.775	1.903	1.967
$H_{TP}(\text{mm})$	103.92	210.52	285.45	384.35
东陂河 α_t	0.663	0.762	0.844	0.885
三江河 α_t	0.684	0.78	0.857	0.898
东陂河 $H_{TP\text{面}}$ (mm)	54.82	109.36	168.79	231.45
三江河 $H_{TP\text{面}}$ (mm)	56.56	111.95	171.39	234.85

(c) 设计洪水

采用推理公式法和广东省综合单位线法分别计算东陂河、三江河设计洪水，结果见表 2-10。由于两种方法设计洪峰流量差值 20% 以内（如采用两种方法计算，东陂河 50 年一遇洪峰流量分别为 $1397\text{m}^3/\text{s}$ 和 $1446\text{m}^3/\text{s}$ ，综合单位线法成果大 3%；三江河 50 年一遇洪峰流量分别为 $1447\text{m}^3/\text{s}$ 和 $1479\text{m}^3/\text{s}$ ，综合单位线法成果大 2%），经综合分析，采用综合单位线法计算成果，见表 2-10。

表 2-10 东陂河、三江河采用推理公式法和综合单位线法设计洪水成果比较表

时间 (h)	东陂河洪水过程 (m^3/s)		三江河洪水过程 (m^3/s)	
	推理公式法	综合单位线法	推理公式法	综合单位线法
1	291.58	50.32	359.56	47.62
2	408.85	60.19	359.47	42.08
3	526.12	81	359.37	37.13
4	643.39	96.6	359.27	34.68
5	760.66	105.06	359.17	41.5
6	888	104.32	443.45	61.84
7	1015.33	98.1	586.37	76.14
8	1142.66	104.89	729.29	84.64

9	1269.99	132.19	872.21	81.96
10	1397.32	223.99	1015.13	69.39
11	1323.81	476	1158.05	72.16
12	1250.3	915.52	1300.96	95.59
13	1176.8	1446.1	1447.32	122.91
14	1103.29	1444.53	1346.46	288.39
15	1029.78	1084.15	1245.61	744.62
16	956.27	741.23	1144.75	1479.26
17	882.76	505.26	1043.89	1478.76
18	809.25	355.35	943.04	992.34
19	735.74	264.68	842.18	598.55
20	662.24	204.94	741.32	373.16
21	588.73	164.99	640.47	249.78
22	515.22	134.61	539.61	183.12
23	441.71	106.39	438.75	138.33
24	368.2	82.06	337.9	100.23
25	294.69	61.8	237.04	69.04

2.6.4 洪水遭遇和组成

由于星子河、东陂河和三江河洪水发生时间、大小各不相同，采用了以连江干流马面滩为控制断面的办法，即马面滩的设计洪水为 50 年一遇，对上游三条江，采取了一江与马面滩同频，其余两江相应的办法。各种洪水组成情况见表 2-11。

表 2-11 50 年一遇设计洪水组合成果 单位：m³/s

河流（断面）	马面滩、星子河 50 年一遇，其他河流相应	马面滩、东陂河 50 年一遇，其他河流相应	马面滩、三江河 50 年一遇，其他河流相应
星子河	2191	1324	1348
东陂河	579	1446	686
三江河	743	743	1479
马面滩	3513	3513	3513
**站	2770	2770	2034

2.7 施工洪水

施工期为枯水期（10 月～次 3 月），根据高道站 1954 年 4 月～2002 年 3 月共 48

年、凤凰山站 1959 年 4 月～2002 年 3 月共 43 年的年枯水期洪水系列计算枯水期设计洪水。径流系列各项的经验频率用数学期望公式计算，统计参数用矩法公式初算，再经与 P-III 型曲线适线，确定凤凰山站、高道站径流统计参数，计算了枯期 5 年一遇设计洪水，成果见表 2-12，根据面积系数比法（n 值取 0.867），计算马面滩和星子河 23 施工洪水。

表 2-12 凤凰山站、高道站枯水期设计洪水成果表

频率（%）	高 道	凤凰山
10	3030	694
20	2220	484

由于没有三江河和九陂河枯水期降雨资料，无法通过综合单位线法和推理公式法计算施工期洪水，所以，也近似采用面积系数比法（n 值取 0.867）计算三江河和九陂河枯水期洪水，成果见表 2-13。

表 2-13 施工洪水计算成果表

河道	星子河	东陂河	三江河	连江干流(马面滩)
洪峰流量(m³/s)	501	279	235	897

2.8 排涝流量

2.8.1 设计排涝标准

根据《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水电总字〔1995〕4 号），以及主管部门对本工程可研报告的批复，本工程排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨产生的迳流量一天排干。

对本工程中的抢排涵闸，根据其实际运行情况，在满足过流计算排涝流量的基础上，可适当增大闸孔尺寸，以增加抢排时间，减轻电排站的抽排压力。

2.8.2 排涝分区

原 2003 年城防工程设计，根据**市区地形条件，结合**市市政建设和排水规划，工程沿星子河、连江干流等整治河段两岸，设置了涵闸 12 座，编号为 1#~12#涵闸；泵站 5 座，编号为 1#~5#。

本报告在原设计的基础上延长防洪堤，扩大城防规模，排涝标准不变，排涝工程布置将结合原设计统一整体考虑。星子河上游延长段左岸，由于延长长度不大，增加

的排涝面积很少，经过计算复核，原设计排涝工程已能满足本工程排涝要求，本工程不用再增设涵闸和泵站。星子河上游右岸堤段不予延长，不用增设涵闸和泵站。

东陂河上游延长段左岸，延长长度也是不大，增加的排涝面积很少，经过计算复核，原设计排涝工程已能满足本工程排涝要求，本工程不用再增设涵闸和泵站。东陂河上游延长段右岸沿麻地坪村有一条排水渠，可在渠口增设一座涵闸，顺延编号为 13 #涵闸。这一区域地势较高，按高水高排的原则不再增设泵站。

三江河上游两岸延长堤段均比较长，根据现场勘查，两岸土地均比较低，其中左岸现有一条环山截洪渠，可在渠口设一座涵闸，编号为 14 #涵闸，低洼处设泵站一座，编号为 6 #泵站。右岸设涵闸 2 座，分别编号为 15 #和 16 #涵闸。低洼处设泵站一座，编号为 7 #泵站。

九陂河上游延长段左岸现有埂背冲排水渠，渠口设一座涵闸，编号为 17 #涵闸，右岸在刘屋村处设一座涵闸，编号为 18 #涵闸。

综上所述，延长段工程共增设涵闸 6 座，泵站 2 座。

从城防工程布置来看，防洪堤将**市区划分为东、南、西、北 4 大片：星子河左堤（包含延长段）和连江干流左堤连接，保护城东片；东陂河左堤（包含延长段）和星子河右堤连接，保护城北片；东陂河右堤（包含延长段）和连江干流右堤以及三江河左堤（包含延长段）连接，保护城西片；三江河右堤（包含延长段），九陂河堤（包含延长段），与连江干流右堤一起共同保护城南片。

城东片布置有：涵闸 2 #，4 #和 12 #；泵站 2 #和 3 #。

城北片布置有：涵闸 1 #，3 #和 5 #；泵站 1 #。

城西片布置有：涵闸 6 #，8 #，13 #和 14 #；泵站 4 #和 6 #。

城南片布置有：涵闸 7 #，9 #，10 #，11 #，15 #，16 #，17 #和 18 #；泵站 5 #和 7 #。

其中 1 #~12 #涵闸，1 #~5 #泵站为原设计已经批复的工程。13 #~18 #涵闸，6 #、7 #泵站为延长段需增加的排涝工程。

2.8.3 排涝流量计算

原 2003 年城防工程设计已经对 1 #~12 #涵闸，1 #~5 #泵站排涝流量进行了计算，本报告将其摘述下来，与延长段新增的 6 座涵闸，2 座泵站排涝流量计算过程列在一起。

a) 地理参数量算

在 1/万地形图上量算各排水分区的面积，成果见表 2-14。

表 2-14 排水分区地理参数表

序号	名称	集水面积(km ²)	序号	名称	集水面积(km ²)
原城防工程设计(摘述)	1 1#泵站	3.16	延长段增加	18 6#泵站	3.72
	2 2#泵站	2.32		19 7#泵站	3.37
	3 3#泵站	6.59		20 13#涵闸	6.62
	4 4#泵站	4.47		21 14#涵闸	3.91
	5 5#泵站	4.35		22 15#涵闸	3.50
	6 1#涵闸	0.35		23 16#涵闸	0.64
	7 2#涵闸	2.17		24 17#涵闸	1.49
	8 3#涵闸	2.07		25 18#涵闸	0.13
	9 4#涵闸	2.32			
	10 5#涵闸	1.09			
	11 6#涵闸	4.47			
	12 7#涵闸	4.35			
	13 8#涵闸	—			
	14 9#涵闸	3.57			
	15 10#涵闸	—			
	16 11#涵闸	1.86			
	17 12#涵闸	6.59			

b) 暴雨参数的选取

采用《广东省水文图集》直接查求**市区暴雨参数，详见下表 2-15。由于各片涵闸、泵站排水面积均小于 10km²，点面折算系数为 1，故不再列出。

表 2-15 暴雨参数表

项目	1/6 小时	1 小时	6 小时	24 小时	3 天
Ht(mm)	18	43	69	104	136
Cvt	0.3	0.35	0.4	0.35	0.35
Kp	1.402	1.469	1.535	1.469	1.469
Htp 点(mm)	25.24	63.17	105.92	152.78	199.78
at	1	1	1	1	1
Htp 面(mm)	25.24	63.17	105.92	152.78	199.78

c) 推求设计排涝流量

计算公式： $Q = k \times F \times H_{24p} / T + Q_{\text{渗}}$

式中： Q —设计排涝流量 (m^3/s)；

k —径流系数

F —流域面积, (km^2)；

H_{24p} —设计暴雨量 (mm)；

T —排水时间, 按 24×3600 计 (s)；

$Q_{\text{渗}}$ —堤围渗漏量 (m^3/s)。

$Q_{\text{渗}} = q \times L$ ；

q —为单位长度渗漏量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}$)，取 0.05；

L —为堤围长度 (km)。

表 2-16 原 2003 年城防工程设计排涝流量计算表 (摘述)

泵站、涵闸名称	设计暴雨量 H_{24p} (mm)	径流系数	集雨面积 (km^2)	堤围单位长度渗漏量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}$)	堤围长度 (km)	计算排涝流量 (m^3/s)	备注
1 # 泵站	152.78	0.9	3.16	0.05	5.62	5.31	
2 # 泵站	152.78	0.9	2.32	0.05	2.3	3.81	
3 # 泵站	152.78	0.9	6.59	0.05	5.23	10.75	
4 # 泵站	152.78	0.9	4.47	0.05	6.09	7.42	
5 # 泵站	152.78	0.9	4.35	0.05	3.43	7.09	
1 # 涵闸	152.78	0.9	0.35	0.05	—	0.56	
2 # 涵闸	152.78	0.9	2.17	0.05	—	3.45	
3 # 涵闸	152.78	0.9	2.07	0.05	—	3.29	
4 # 涵闸	152.78	0.9	2.32	0.05	—	3.69	
5 # 涵闸	152.78	0.9	1.09	0.05	—	1.73	
6 # 涵闸	152.78	0.9	4.47	0.05	—	7.11	
7 # 涵闸	152.78	0.9	4.35	0.05	—	6.92	
8 # 涵闸	152.78	0.9	—	0.05	—	1.5	引水流量
9 # 涵闸	152.78	0.9	3.57	0.05	—	5.68	
10 # 涵闸	152.78	0.9	—	0.05	—	1.5	引水流量
11 # 涵闸	152.78	0.9	1.86	0.05	—	2.96	
12 # 涵闸	152.78	0.9	6.59	0.05	—	10.49	

表 2-17 延长段增加排涝工程设计排涝流量计算表

泵站、涵闸名称	设计暴雨量 H_{24p} (mm)	径流系数	集雨面积 (km^2)	堤围单位长度渗漏量 ($\text{m}^3/\text{s}/\text{km}$)	堤围长度 (km)	计算排涝流量 (m^3/s)	备注
6# 泵站	152.78	0.9	3.72	0.05	2.77	6.06	
7# 泵站	152.78	0.9	3.37	0.05	3.39	5.54	
13# 涵闸	152.78	0.9	6.62	0.05	—	10.54	
14# 涵闸	152.78	0.9	3.91	0.05	—	6.22	
15# 涵闸	152.78	0.9	3.5	0.05	—	5.57	
16# 涵闸	152.78	0.9	0.64	0.05	—	1.02	
17# 涵闸	152.78	0.9	1.49	0.05	—	2.37	
18# 涵闸	152.78	0.9	0.13	0.05	—	0.21	

2.9 泥沙

连江没有实测泥沙资料，参照高道站资料，悬移质多年平均输沙模数为 $300 \text{ t}/\text{km}^2 \sim 320 \text{ t}/\text{km}^2$ 。

目前，**市城区河段淤积大量的砂、砾、卵石，主要是其上游人为活动（如修建公路、兴建水利水电工程等）造成的水土流失，每年洪水从上游河道冲刷带来沉淀的，这也是连江上游沿河两岸洪灾的原因之一。

2.10 关键断面的水位流量关系

由于本次水文计算，连江干流、三江河、东陂河及星子河是从马面滩电站作为起推水位进行水面线的推求。因此需计算出该断面的水位流量关系，现根据**市水利局所测的河床断面，对马面滩电站进行过流能力的计算，计算的成果见表 2-18。

表 2-18 马面滩拦河坝断面水位流量关系表

水位(m)	89.25	90.20	91.20	92.20	92.80	93.50
流量(m^3/s)	1551.5	2000	2500	3000	3387.7	4000

3 工程地质

3.1 概述

3.1.1 工程概况

市城市防洪达标工程一、二期工程经审查批复后堤段合计总长 30.3km，包括星子河堤 7.13km，连江干堤 9.86km，东陂河堤 1.96km，三江河堤 7.26km，九陂河堤 7.13km，白水坑河堤 2.0km，其它支堤 0.5km；新建涵闸 12 座，泵站 5 座，工程保护 **市城区。防洪标准为 50 年一遇，堤防级别为 3 级。为适应 **市城市发展的需要，市城市规划发展范围扩大，新规划堤防总长 47.19km，延长段总长 16.89km，具体为星子河左堤延长 1.24km；东陂河左堤延长 0.77km，右堤延长 1.75km；三江河左堤延长 3.85km，右堤延长 6.30km；连江干流右堤延长 0.61km；九陂河左堤延长 1.21km，右堤延长 1.16km。在可行性研究设计阶段的 2007 年 11 月对延长段进行地质勘察，重点对区域地质、土料及在拟布置穿堤建筑物部位进行了钻探。根据省水利厅粤水规计[2008]42 号文《关于**市城防延长段工程可行性研究报告的审查意见》，要按规范补充地质勘察工作。因此，本次延长段工程地质勘察根据《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）的有关规定，在利用可研段勘察成果基础上，按初步设计阶段的技术要求进行补充勘察。

3.1.2 地质勘察钻孔布置及完成的工作量

根据《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005），初步设计阶段的地质勘察沿堤纵剖面钻孔间距 100m~500m，横剖面间距为纵剖面 2~4 倍，根据实际情况，本次**市城防延长段工程地质勘察沿堤纵剖面地质钻孔间距为 200m~400m。横剖面间距为 1000m~1500m，横剖面一般布置在兴建涵闸、泵站等穿堤建筑物部位、堤防急转弯迎流顶冲部位和目前地面低洼排水沟出口部位。横剖面上的钻孔间距为 10m~30m。共布置地质纵剖面 8 个，横剖面 15 个，地质钻孔 87 个，其中利用可研阶段横剖面 5 个，地质钻孔 20 个，土料场调查 4 个。本次补充地质勘察野外工作于 2008 年 6 月 10 日开始，至 2008 年 7 月 31 日结束。两次勘察共完成地质钻孔总进尺 1046.6m，其中粘土、砂卵石层 881.4m，岩层 166.2m，取原状土样 76 组，扰动土样 53 组，岩样 25 组，注水试验 262 段，标准贯入试验 389 次。

野外施工、资料整理及报告编写按《堤防工程地质勘察规程》（SL188-2005）中的有关规定和要求进行，勘察成果可作为拟建工程设计及工程施工的依据。勘察工作量满足初步设计阶段要求，完成工作量见表 3-1。

表 3-1 勘察完成工作量表

工程延长段	完成钻孔 (个)	进尺 (m)	标准贯入试验 (组)	取样 (组)	注水试验 (段)
九陂河左堤延长段 1.21km	6	74.85	19	13	20
九陂河右堤延长段 1.21km	5	64.15	19	11	17
东陂河左堤延长段 0.77km	3	25.5	11	3	9
东陂河右堤 1.75km	10	105.9	57	18	32
星子河左堤延长段 1.24 km	5	64.2	29	7	9
三江河左堤延长段 3.85km	23	311.0	87	46	77
三江河右堤延长段 6.30km	32	359.6	92	50	90
连江河右堤延长段 0.61 km	3	31.8	6	3	6

3.2 区域地质条件

3.2.1 地形地貌

市城区防洪工程位于连江上游的盆地，盆地内连江上游干流星子河、支流东陂河及三江河在此汇合。地势总体上东高西低，盆地内四周丘陵较高，河床及其一级阶地最低，是典型的侵蚀性丘陵低山区。区域东北侧、东侧、东南侧丘陵高程分别为 124.00m~313.00m 、 122.00m~654.00m 、 120.30m~468.50m ， 东 侧 则 为 125.00m~209.00m。河床及其一级阶地高程为 80.00m~90.20m。星子河及连江两岸防洪堤内侧多为居民区，东陂河、三江河及九陂河两岸堤内以农田、耕地为主。区域内四周丘陵植被一般，灰岩区植被较少，基岩裸露。

3.2.2 地层及岩性

拟建的**市城区防洪工程区域出露的地层为人工填(Q^{ml})、第四系全新统冲积层

(Q^{al})、石炭系大塘阶测水段砂页岩(C_1dc)、石炭系大塘阶石磴子段灰岩(C_1ds)。

(1) 人工填土(Q^{ml})

现代人工填土广泛分布于盆地内连江两岸堤内地表，且基本上覆盖了一级阶地。总厚度为 2m~5m。为灰色、灰黄色粘土、粉土、粘土质砂和粉土质砂。

(2) 第四系全新统冲积层(Q^{al})

含河床及一级阶地冲积层(Q^{al})和洞穴堆积层(Q^{al})。前者广泛分布于河床及两岸(部分被除数人工填土所覆盖)。表层为灰色、灰黑色冲积粘土、粉土、粘土质砂和粉土质砂，厚 2m~3m；以下为厚 5m~2m 冲积卵砾石层，以中砾为主，部分为粗砾和卵石。洞穴堆种冲积层(Q^{al})广泛分布于一级阶地和山脚之间的盆地。以冲积粘土质砂和粉土质砂为主，总厚度为 3m~10m。

(3) 第四系残积层(Q^{el})

区域内盆地四周的丘陵出现砂页岩、灰岩风化的残积土，前者为黄褐色粘土质砂和粉土质砂，后者为黄色粉土，在第四系全新统冲积层以下部分地段为砂岩、砂页岩和灰岩残积土。

(4) 下第三系丹霞群砂岩(E_{dn})

九陂河的第四系全新统冲积层(Q^{al})或第四系残积土(Q^{el})为下第三系丹霞群砂岩(E_{dn})。为砖红色泥质粉砂岩，间含砾岩和页岩。总厚度大于 310m。

(5) 石炭系大塘阶测水段砂页岩(C_1dc)

出露于区域的西北侧东陂河右岸及区域的南侧三江河右岸以南。灰白色、灰黄色、灰紫色、灰黑色砂岩、砂质页岩、粉砂岩互层，夹炭质页岩及劣质煤层，局部夹灰岩。厚 25m~123m。

(6) 石炭系大塘阶石磴子段灰岩(C_1ds)

深灰色、灰黑色灰岩、偶夹燧石灰岩、钙质页岩及白云质灰岩。厚 276m~490m。广泛出露于区域的东侧紧张状态侧和西侧。构成**市区域防洪工程覆盖层以下的主要基岩。

3.2.3 地质构造

本区在地质结构上位于粤桂隆起区内印支期南北走向茶亭至江坪断裂带的东侧外缘及南北向保安至水竹塘大向斜的东翼，区内小断裂较发育，呈北东走向，未发现大的断层、断裂等不良的地质构造。总体上看区域内地层较稳定。

3.2.4 地震动参数

根据《中国地震动参数区划图》(GB1830-2001)，**市城市防洪工程所在区域地震加速度小于 0.05g，相当于广东省地震速度区划图(1990 年，1:180 万)小于 VI 度地震区。

3.3 九陂河左、右两岸堤防延长段工程地质条件

3.3.1 九陂河左堤延长段工程地质条件

九陂河左堤延长段 1.21km。在 0+150 处布置 17[#]涵闸，该部位在 2007 年 10 月可研阶段已布置了勘察横剖面，本次勘察在其上游沿堤纵剖面布置 3 个地质钻孔，连同横剖面的中间钻孔组成勘察纵剖面。规划堤线在 0+000~0+200 处地势稍高，表层为 1.0m~1.5m 人工填土，高程为 97.00m~99.00m，；0+200~1+150 处地势较低，高程为 94.00m~96.00m，表层为冲积层，目前堤线范围内大部分为农田，种植水稻、玉米。

(1) 人工填土(Q^{ml})

分布于 0+000~0+200 和 1+100~1+210，地表高程为 97.00m~99.00m，表层人工填土厚 1.0m~1.5m，为灰色、深灰色粘土，可塑，稍密。注水试验渗透系数为 $2.35 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。在 0+200~1+100 堤段表层 0.6m~0.8m 为耕植土，灰黑色，软塑，含植物根。

(2) 冲积层(Q^{al})

分布于 0+200~1+100，即堤段的中间部位，总厚度为 4.3m~5.2m。自上至下由粘土、中砾组成。

①粘土。层厚 0.4m~1.6m，灰黑色粘土、淤质粘土，软塑、均匀，标准贯入试验击数为 3 击。天然含水率为 23.3~29.5%，地基承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。注水试验渗透系数为 $2.11 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。该层取原状土样 3 组，砂粒、粉粒、粘粒含量分别为 2.9%、54.1%和 42.3%，液限、塑限和塑性指数分别为 38.8%、22.3%和 16.8，均为低液限粘土。物理性质指标含水率、湿密度、干密度、土粒比重、孔隙比、饱和度、液限、塑限和塑性指数分别为 22.7~29.5%、1.85~2.00g/cm³、1.44~1.63g/cm³、

2.61~2.65、0.614~0.817、86.7~97.3%、32.0~46.0%、1.83~25.2%和 13.7~20.8。力学指标固结快剪 c 、 ϕ 值分别为 15~29kPa 和 13.9~23.0 度。

②中砾。层厚 3.6m~4.2m。灰褐色、灰黑色，以棱角形为主，磨园度差，直径 10~20mm 占 40~50%，其余为粗砂、中细砂和少部分粉粘粒。其中 0+800 的九左 2 孔层底以上为 0.8m 厚的淤泥质中砾。中密至密实，标准贯入试验 4 次，平均击数为 29.8 击。承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。注水试验 2 段，渗透系数为 2.11×10^{-2} cm/s~ 3.44×10^{-2} cm/s。该层取扰动砾试样 2 组，试验结果表明，有效粒径不均匀系数、曲率系数分别为 2.369mm~2.125mm、7.36~7.87 和 1.2~1.53，均为级配良好的中砾。

(3) 残积层(Q^{el})

分布连续，层厚 0.8m~2.9m。为灰褐色、砖红色粘土，可塑至硬塑，密实，较均匀，粉粘粒含量大。标准贯入试验 5 次，平均击数为 25.5 击。承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。注水试验渗透系数 2 段平均为 3.42×10^{-4} cm/s。

(4) 强风化砂岩(E_{dn})

强风化泥质粉砂岩，砖红色、灰褐色，层状，含全风化，岩质软，标准贯入试验击数大于 50 击，承载力特征值 f_a 可取 600kPa。现场注水 4 段，渗透系数为 1.09×10^{-4} cm/s~ 9.67×10^{-4} cm，4 段平均为 4.07×10^{-4} cm。

3.3.2 左堤 0+150 横剖面工程地质条件（17#涵闸）

(1) 人工填土(Q^{ml})

现状堤顶高程为 97.00m，堤身人工填土厚 1.5m，为灰色、深灰色粘土，均匀，中下层可塑。稍密。注水试验渗透系数为 2.35×10^{-3} cm/s。

(2) 残积层(Q^{el})

分布连续，层厚为 2.9m~4.55m。灰褐色、灰黄色粘土，均匀，可塑至硬塑，粉、粘粒含量较大。注水试验渗透系数为 3.71×10^{-4} cm/s~ 8.11×10^{-4} cm/s，3 段平均为 6.36×10^{-4} cm/s。标准贯入试验 6 次，击数为 15~27.2 击，平均 19.7 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 280kPa。该层取原状土样 4 组，颗分试验统计结果详见表 3-2，物理力

学性质指标详见表 3-3。

(3) 强风化砂岩(E_{dn})

残积土层底板以下为强风化砂岩，层厚变化较大。为 0.6m~6.4m，砖红色、红褐色粉砂岩、泥质粉砂岩。含少量全风化土，岩质软硬不均，较易钻进。标准贯入试验击数大于 50 击。在该层取长柱状岩样 2 件，抗压强度变化较大，为 12MPa~19.3MPa，平均 17.6MPa。从偏安全角度考虑地基承载力特征值 f_a 可取 600kPa。该层现场注水试验 2 段，渗透系数为 4.37×10^{-4} cm/s ~ 4.65×10^{-4} cm，平均为 4.51×10^{-4} cm。

(4) 弱风化砂岩(E_{dn})

砖红色、红褐色间灰白色粉砂岩、泥质粉砂岩，节理裂隙较发育，芯样以长柱状为主，但在 ZK2 孔 6.15m 的弱风化层以下出现强风化夹层，含全风化土，较易钻进。该层取岩样 3 件，抗压强度为 29.7MPa~50MPa，平均值为 40MPa。因此在连续的弱风化层承载力特征值 f_a 可取 10MPa。该层注水试验渗透系数为 8.24×10^{-5} cm/s ~ 1.39×10^{-4} cm，4 段平均为 8.51×10^{-5} cm。

3.3.3 九陂河右堤延长段工程地质条件

九陂河右堤延长段 1.16km，在 0+500 处布置 18[#]涵闸，于 2007 年 10 月可研阶段布置了勘察横剖面，本次勘察分别在该剖面上游 1+200 处及下游 0+200 处沿堤纵剖面布置 2 个地质钻孔，连同横剖面的中间钻孔组成纵剖面。规划堤线在 0+000~0+2000 地势较高，目前为种植竹、树木的坡地，地表高程为 96.00m~97.00m，其余堤段地势较低，目前种植水稻和玉米，地表为冲积层，高程为 94.50m~95.00m。

(1) 人工填土(Q^{ml})

堤段表层为厚 0.5m~1.0m 的耕植层，为深灰色、灰黑色含有机质的粘土，0+200~1+160 堤段软塑，其余部位可塑。含大量植物根。

(2) 冲积层(Q^{al})

0+200~1+160 堤段表层耕植层以下冲积层总厚度为 4.9m~5.7m，自上至下由粘土和中粗砾组成。

①淤质粘土。层厚 2.2m~5.4m，深灰色、灰黑色，软塑，夹含少量中细砾。标准

贯入试验击数为 3 击。天然含水率为 26.5~56.5%，7 组平均为 30.7%，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 60kPa。该层现场注水试验 4 段，渗透系数为 $5.96 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 1.03 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均为 $8.20 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

②中粗砾。层厚 0.7m~2.3m，中密至密实，灰色、灰黄色，直径 20~50mm 占 40~50%，以棱角形为主，磨圆度差，夹含少量粉粘粒。标准贯入试验为 23.9 击。承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。注水试验渗透系数为 $1.98 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

(3) 残积层(Q^{el})

除横剖面 ZK5 孔外，其余部位 4 个钻孔冲积层或表层耕植土以下为残积土层。层厚 1.0m~4.0m。为砖红色、灰褐色粘土，可塑至硬塑，密实。标准贯入试验为 20.6~27.6 击。4 次平均为 23.8 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 280kPa。注水试验 2 段渗透系数平均为 $4.19 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 6.06 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均为 $2.41 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

(4) 强风化砂岩(E_{dn})

砖红色、灰褐色泥质粉砂岩，层状，含全风化土。该层注水 7 段，渗透系数为 $1.47 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 8.09 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均为 $3.62 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。标准贯入试验击数大于 50 击，承载力特征值 f_a 可取 600kPa。

3.3.4 右堤 0+500 横剖面工程地质条件（18#涵闸）

九陂河右堤延长段在 0+500 的 18#涵闸处布置地质横剖面，地质钻孔 3 个。

(1) 冲积层(Q^{al})

分布连续，层厚为 4.65m~6.7m，其中表层 0.9m~1.0m 为种植水稻的耕植土。以下为淤质粘土、粘土，灰黑色至深灰色，软塑，均匀。标准贯入试验击数为 2~6 击，7 次平均为 3.7 击。该层取原状土样 7 组，颗分试验统计结果和物理力学性质指标统计结果详见表 3-2 和表 3-3。其中天然含水率为 24.2%~56.5%。6 组平均为 31.4%。承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 60kPa。该层现场注水试验 3 段，渗透系数为 $5.96 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 1.03 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均为 $8.18 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。ZK4 孔和 ZK5 孔淤质粘土以下为中粗砾，层厚 0.6m~1.1m，渗透系数为 $3.27 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

(2) 残积层(Q^{el})

见于 ZK4 和 ZK6 孔，层厚 2.1m~2.55m，砖红色、灰褐色粘土，可塑至硬塑，较密实，标准贯入试验击数为 20.6~22.3 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 280kPa。

注水试验 2 段，渗透系数为 $4.19 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 6.06 \times 10^{-4} \text{cm}$ ，平均为 $5.13 \times 10^{-4} \text{cm}$ 。

(3) 强风化砂岩 (E_{dn})

砖红色、灰褐色粉砂岩、泥质粉砂岩，节理裂隙发育，芯样短柱状、碎块状。风化厚度变化大，在 ZK5 孔层厚为 5.9m，在 ZK4 孔层厚大于 12.2m。该层现场注水 5 段，渗透系数为 $1.47 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 8.09 \times 10^{-4} \text{cm}$ ，平均为 $4.41 \times 10^{-4} \text{cm}$ ，承载力特征值 f_a 可取 600kPa。

表 3-2 **市城市防洪达标工程九陂河左右延长段原状土样颗分试验统计结果

堤段名称	土 层		项 目	砾 石 (>2mm)	砂 粒 (2~0.075mm)	粉 粒 (0.075~0.005mm)	粘 粒 (<0.005mm)	统计组 数(组)
九陂河 左堤	冲积 土	粘土	范围(%)	0~2.1	0~8.6	52.8~56.5	30.2~45.6	3
			平均值(%)	0.7	2.9	54.1	42.3	
九陂河 左堤	残积 土	粘土	范围(%)	0~3.2	1.6~15.7	53.1~60.6	32.2~38.4	4
			平均值(%)	0.9	6.5	57.5	35.1	
九陂河 右堤	冲积 土	粘土	范围(%)	0~14.3	3.0~37.7	39.3~69.3	25.0~35.0	7
			平均值(%)	2.3	13.0	53.9	30.8	

表 3-3 **市城市防洪达标工程九陂河左右延长段原状土样物理力学指标统结果

堤段名称	土层	项 目	含水率 W ₀ (%)	湿密度 ρ ₀ (g/cm ³)	干密度 ρ _d (g/cm ³)	土粒 比重 G _s	孔隙 比 e ₀	饱和 度 S _r (%)	液限 W _L (%)	塑限 W _p (%)	塑性 指数 I _p	固结快剪		室内垂直 渗透系数 K _v (cm/s)
												c (kpa)	φ (度)	
九陂河左堤	冲积土	范围	22.7 ~ 29.5	1.895 ~ 2.00	1.44 ~ 1.63	2.61 ~ 2.65	0.614 ~ 0.817	86.7 ~ 97.3	32.0 ~ 46.0	18.3 ~ 25.2	13.7 ~ 20.8	15 ~ 29	13.9 ~ 23.0	1.79×10 ⁻⁷ ~ 8.40×10 ⁻⁴
		平均值	26.3	1.90	1.51	2.63	0.748	92.7	38.8	22.3	16.8	20.3	10.7	3.92×10 ⁻⁴
		组数(组)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
九陂河左堤	残积土	范围	16.8 ~ 28.0	1.95 ~ 2.05	1.52 ~ 1.76	2.65 ~ 2.73	0.510 ~ 0.776	87.3 ~ 98.4	35.5 ~ 45.0	16.7 ~ 23.4	18.3 ~ 21.6	10 ~ 35	12.6 ~ 22.2	2.57×10 ⁻⁷ ~ 1.43×10 ⁻³
		平均值	23.5	2.01	1.63	2.70	0.665	95.4	40.4	25.6	20.0	23.0	18.4	2.89×10 ⁻⁴
		组数(组)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
九陂河右堤	冲积土	范围	24.2 ~ 56.5	1.65 ~ 2.02	1.05 ~ 1.61	2.61 ~ 2.74	0.699 ~ 1.476	76.5 ~ 99.9	32.9 ~ 56.0	18.0 ~ 25.8	14.6 ~ 30.2	8 ~ 25	9 ~ 25.4	5.33×10 ⁻⁶ ~ 9.84×10 ⁻⁴
		平均值	30.7	1.89	1.45	2.67	0.862	94.6	38.7	18.3	17.8	15.4	14.5	2.34×10 ⁻⁴
		小值 平均值	/	/	/	/	/	/	/	/	/	10.5	9.5	/
		组数(组)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7

(4) 弱风化砂岩(E_{dn})

ZK5 孔进入弱风化砂岩深 1.1m 后终孔。砖红色弱风化泥质粉砂岩，节理少，芯样完整，短柱状、长柱状，岩质稍硬。注水试验渗透系数为 $9.69 \times 10^{-4} \text{cm}$ 。该层岩样 1 件，抗压强度为 24.8MPa，承载力特征值 f_a 可取 7MPa。

3.3.5 工程地质条件述评

九陂河左堤延长段目前地表作物为竹子、水稻和玉米，表层 0.6m~0.8m 为耕植土，以下在地势较低的 0+200~1+100 堤段为冲积层，其中上层为厚 0.4m~1.6m，含水率较大承载力较低的淤质粘土，以下为厚 3.6m~4.2m，较密实的中砾。九陂河右堤沿长段在地势较低的部位 0+200~1+160 表层 0.5m~1.0m 耕植层以下也为冲积层，其中上层淤质粘土厚 2.50m~5.4m，下层的中砾厚 0.7m~2.3m。因此，在这些部位兴建防洪堤应考虑对堤基冲积层淤质粘土层进行清除、排水固结或控制填土速率等方法处理。

3.4 东陂河左、右两岸堤防延长段工程地质条件

3.4.1 东陂河左堤延长段工程地质条件

东陂河左堤延长段长 0.77km，沿规划堤线纵向布置 3 个地质钻孔。规划堤线目前地表为低矮的机耕路，顶宽 1.5m，高 1.0m，顶高程为 88.90m~90.60m，堤内为水田、耕地，地表为第四系冲积层。自上至下工程地质条件如下：

(1) 人工填土(Q^{ml})

分布连续，层厚 1.0m~1.2m，为灰色粉土质砂，十分松散，含大量细砂和少量细砾，注水试验渗透系数达 $3.83 \times 10^{-3} \text{cm/s} \sim 8.69 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，3 段平均为 $6.46 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。属中等透水，接近强透水。标准贯入试验击数为 3~5 击。

(2) 冲积层(Q^{al})

分布连续，由粉土质砂和卵砾石层组成，总厚度大于 7.0m。

① 粉土质砂

分布连续，层厚为 1.5m~1.8m，灰色、深灰色，软塑，夹含少量细砾。注水试验渗透系数为 $9.27 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 2.47 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，3 段平均为 $1.62 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。属中等透水，标准贯入试验 2 次平均为 4 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。

② 卵砾石

分布连续, 层厚大于 5.5m, 灰色、灰黑色, 直径 60mm~30mm, 占 30~60%, 次园状, 其余为粗砂、中细砂, 中密。注水试验渗透系数达 $1.43 \times 10^{-2} \text{cm/s} \sim 4.99 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, 3 段平均达 $3.43 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, 属强透水。标准贯入试验击数为 17.5~20.5 击, 8 次平均为 18.9 击, 承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 200kPa。

3.4.2 东陂河右堤延长段工程地质条件

东陂河右堤延长段长 1.75km, 在 0+500 处布置 13[#]涵闸, 该部位在 2007 年 10 月可研阶段已布置了勘察横剖面, 本次勘察在沿堤纵剖面上间距 200m~400m 补充地质钻孔, 并在 1+200 处补充 1 个横剖面, 共补充地质钻孔 7 个。规划堤线在 0+000~1+000 为地表耕植土, 作物为竹子和水稻, 未有现成堤防, 地表高程为 92.00m~93.00m。1+000~1+750 沿河岸修建了宽 2m 机耕路, 路内侧为水田, 地表高程为 92.80m~93.00m。

(1) 人工填土(Q^{ml})

1+000~0+750 堤段表层人工填土厚 1.0m~1.5m, 灰色、深灰色, 为含砂低液限粘土, 可塑, 含砂量大, 粘性差。标准贯入试验击数为 5 击。透水性较强, 注水试验渗透系数为 $1.49 \times 10^{-3} \text{cm/s} \sim 4.67 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 3 段平均为 $3.14 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。该层取原状土样 1 组, 颗分试验及物理力学性质试验结果详见表 3-4 和表 3-5。

(2) 冲积层(Q^{al})

分布连续, 总厚为 7.3m~10.2m, 其中上层为厚 1.3m~2.9m 的粘土质砂或含砂低液限粘土, 下层为粗砂卵砾石层, 厚 5.8m~8.2m。

①粘土质砂或含砂低液限粘土。灰色、深灰色, 软塑至可塑, 砂粒含量大, 粘性差。标准贯入试验击数为 3.8~6 击, 7 次平均 5.1 击, 天然含水率 23.3~34.2%时, 承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。该层取原状土样 7 组, 颗分试验统计结果及物理力学性质试验指标统计结果详见表 3-4 和表 3-5。现场注水试验 6 段, 渗透系数为 $1.88 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 2.11 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 平均为 $8.60 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

②卵砾石。分布连续, 层厚 5.8m~8.2m, 灰色, 卵砾石直径 60~20mm, 占 50~60%, 次园状, 其余为粗砂和中细砂, 在东右 6 孔含部分粘粒、粉粒; 在 0+000~0+750 堤段, 层顶以下为厚 0.6m~3.6m 的中砂。该层取扰动砾砂试样 5 组, 60~40mm、40~20mm、

20~10mm、10~5mm、5~2mm 的砾石平均占 25.5%、26.7%、8.1%、5.3%和 5.3%，粗砂（2~0.5mm）、中砂(0.5~0.25mm)、细砂(0.25~0.075mm)占 10.9%、6.0%和 7.7%，有效粒径 D_{10} 、不均匀系数 C_u 和曲率系数 C_c 分别为 0.724mm、71.5 和 0.88，为级配良好的粗砾和不良的中砾。中密，标准贯入试验击数为 21~25.8 击，17 次平均为 24.3 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 250kPa。注水试验渗透系数为 $6.96 \times 10^{-2} \text{cm/s} \sim 9.07 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，10 段平均为 $7.96 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

表 3-4 **市城市防洪达标工程东陂河延长段原状土样颗分试验统计结果

堤段名称	土 层		项 目	砾 石 (>2mm)	砂 粒 (2~0.075mm)	粉 粒 (0.075~0.005mm)	粘 粒 (<0.005mm)	统计组 数(组)
东陂河 右堤	人工 填土	粘土	范围(%)	1.0	31.7	44.1	23.2	1
			平均值(%)	1.0	31.7	44.1	23.2	
东陂河 右堤	冲积 土	粘土、粘 土质砂	范围(%)	0	15.3~75.7	10.9~31.4	4.4~31.8	7
			平均值(%)	0	57.0	26.5	16.5	

表 3-5 **市城市防洪达标工程东陂河延长段原状土样物理力学指标统结果

堤段名称	土层	项 目	含水率 W ₀ (%)	湿密度 ρ ₀ (g/cm ³)	干密度 ρ _d (g/cm ³)	土粒 比重 G _s	孔隙 比 e ₀	饱和 度 S _r (%)	液限 W _L (%)	塑限 W _p (%)	塑性 指数 I _p	固结快剪		室内垂直 渗透系数 K _v (cm/s)
												c (kpa)	φ (度)	
东陂河右堤	人工填土	范围	34.7	1.75	1.30	2.58	0.986	90.8	33.5	20.5	13.0	12	20.3	4.11×10 ⁻²
		平均值	34.7	1.75	1.30	2.58	0.986	90.8	33.5	20.5	13.0	12	20.3	4.11×10 ⁻²
		组数 (组)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
东陂河右堤	冲积土	范围	3.7 ~ 34.2	1.28 ~ 1.95	1.20 ~ 1.63	2.61 ~ 2.67	0.630 ~ 1.228	9.1 ~ 90.2	27.0 ~ 32.2	11.2 ~ 19.3	11.6 ~ 15.7	5 ~ 16	18.8 ~ 28.8	2.37×10 ⁻⁵ ~ 1.05×10 ⁻³
		平均值	16.1	1.64	1.39	2.66	0.936	56.7	21.2	15.3	13.2	9.8	25.1	4.60×10 ⁻⁴
		组数 (组)	7	7	7	7	7	7	7	7	7	4	4	4

(3) 残积层(Q^{el})

在 0+000~0+750 卵砾石层以下灰岩风化的残积土，0+750~1+750 为砂岩风化的残积土。层厚 2.2m~2.8m。黄色、灰褐色粘土，可塑至硬塑，粉、粘粒含量大，砂岩风化残积土夹含少量砾石。标准贯入试验击数为 24.3~26.7 击。5 次平均为 25.9 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。现场注水试验 5 段，渗透系数为 $5.65 \times$

$10^{-5}\text{cm/s}\sim 1.33\times 10^{-4}\text{cm}$ ，平均为 $8.45\times 10^{-5}\text{cm}$ 。

(4) 全风化砂岩(C_1dc)

0+750~1+750 残积土层以下为全风化砂岩，红褐色，半岩半土状，岩质软，较易钻进。标准贯入试验击数为 35~40 击。承载力特征值 f_a 可取 400kPa。注水试验 3 段，渗透系数为 $7.86\times 10^{-5}\text{cm/s}\sim 1.06\times 10^{-4}\text{cm}$ ，平均为 $9.34\times 10^{-5}\text{cm}$ 。

3.4.3 右堤 0+500 横剖面工程地质条件（13#涵闸）

东陂河右堤延长段在延 0+500 拟建 13#涵闸处布置地质横剖面，地质钻孔 3 个。

(1) 冲积层(Q^{al})

分布连续，层厚为 8.4m~8.9m，自上至下依次为粘土质砂、中砂和卵砾石。

①粘土质砂

分布连续，层厚为 1.2m~2.4m，灰色，松散、均匀，较干。该层取原状土 3 组，颗分试验统计结果及物理力学性质指标详见表 3-4 和表 3-5。注水试验 2 段，渗透系数为 $3.68\times 10^{-2}\text{cm/s}\sim 4.10\times 10^{-2}\text{cm}$ 。

②中砂

分布连续，层厚为 1.7m~3.6m，灰色，松散至中密，夹含少量砾石，注水试验渗透系数为 $2.33\times 10^{-2}\text{cm}$ 。标准贯入试验击数为 9~11.5 击，5 次平均为 10 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 150kPa。

③卵砾石

分布连续，层厚 4.35m~4.45m，中密，卵石直径 2cm~6cm，个别 7cm~8cm，次园状，含部分中粗砂和少量粉粘粒。该层注水 3 段，渗透系数为 $5.22\times 10^{-2}\text{cm/s}\sim 9.07\times 10^{-2}\text{cm}$ ，3 段平均为 $7.44\times 10^{-2}\text{cm/s}$ 。标准贯入试验 8 次，击数为 19.3~23.2 击，平均为 21.1 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 250kPa。

(2) 残积层(Q^{el})

层厚为 2.2m~2.3m。黄色粘土，可塑至硬塑，均匀，粉、粘粒含量较大。注水试验渗透系数为 $5.22\times 10^{-5}\text{cm/s}\sim 9.07\times 10^{-5}\text{cm/s}$ ，2 段平均为 $7.15\times 10^{-5}\text{cm/s}$ 。标准贯入试验击数为 17.5~20 击，3 次平均 19 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。

(3) 弱风化灰岩(C_1ds)

ZK8 孔和 ZK9 孔残积层以下为弱风化灰岩，灰色、灰白色，中上部节理较发育，节理面灰褐色，中下层节理少，芯样完整，岩质坚硬。

3.4.4 工程地质条件述评

东陂河右堤延长段 0+000~1+000 地表耕植土层 0.5m~0.8m 以下为冲积土层，1+000~1+750 堤段表层 1.0m~1.5m 人工填土以下为冲积土层，以下均为冲积粘土质砂和卵砾石层。其中人工填土层较松散，透水性较强，渗透系数达 $3.14 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，卵砾石层厚达 5.8m~8.2m，渗透系数达 $7.96 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，属强透水层，且上层覆盖的粘土质砂透水性较强，因此，在兴建防洪堤时应根据运用水位要求、历时长短决定是否采取防渗措施。

3.5 星子河左堤延长段工程地质条件

星子河左堤延长段长 1.24km。布置沿堤勘察纵剖面 1 个，垂直堤轴线横剖面 1 个，地质钻孔共 5 个。规划堤线地势较低，高程为 91.50m~92.00m。目前均为水田，表层 0.5m 耕植土以下冲积土层。冲积土层由连续分布厚 2.0m~2.5m 粘土和厚度超过 9.8m~11.0m 的卵砾石层组成。

3.5.1 粘土(Q^{al})

分布连续，层厚 2.0m~3.0m，其中表层 0.5m 为耕植土。灰黑色、黑色粘土，软塑。标准贯入试验击数为 3~5.8 击，5 次平均为 3.8 击，天然含水率为 24.8m~30.5%，平均为 27.3%，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。注水试验 4 段，渗透系数为 $7.99 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ~ $1.73 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。平均为 $1.53 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水层。该层取原状土样 3 组，颗分试验统计结果及物理力学性质试验指标统计结果详见表 3-6 和表 3-7。

表 3-6 **市城市防洪达标工程星子左堤河延长段原状土样颗分试验统计结果

堤段名称	土 层		项 目	砾 石 (>2mm)	砂 粒 (2~0.075mm)	粉 粒 (0.075~0.005mm)	粘 粒 (<0.005mm)	统计组 数(组)
星子河 左堤	冲积土	粘土	范围(%)	0	8~17.0	51.1~58.3	30.2~33.7	3
			平均值(%)	0	12.1	55.6	32.3	

表 3-7 **市城市防洪达标工程星子河左堤延长段原状土样物理力学指标统计结果

堤段名称	土层	项目	含水率 W_0 (%)	湿密度 ρ_0 (g/cm ³)	干密度 ρ_d (g/cm ³)	土粒 比重 G_s	孔隙 比 e_0	饱和 度 S_r (%)	液限 W_L (%)	塑限 W_p (%)	塑性 指数 I_p	固结快剪		室内垂直 渗透系数 K_v (cm/s)
												c (kPa)	ϕ (度)	
星子河左堤	冲积土	范围	24.8	1.79	1.37	2.59	0.696	88.9	33.0	18.0	15.0	19	17.4	3.30×10^{-5}
			~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~	~
		平均	30.5	1.95	1.56	2.65	0.888	99.1	40.0	22.3	17.7	27	21.5	7.04×10^{-4}
			27.3	1.90	1.49	2.62	0.764	94.1	36.4	19.7	16.5	21.5	19.9	2.65×10^{-4}
		组数 (组)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

3.5.2 卵砾石(Q^{al})

连续分布，层厚大于 9.8m~11.0m，灰色、灰褐色、灰黑色，直径 60~2mm 砾石占 60~80%，其余为粗砂和中细砂，中密至密实，标准贯入试验 26 次，击数为 25.8~30.1 击，平均为 28.9 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。现场注水试验 5 段，渗透系数为 5.41×10^{-2} cm/s~ 9.15×10^{-2} cm。平均为 7.86×10^{-2} cm/s，属强透水层。

3.5.3 工程地质条件评述

该堤段所处位置较低，表层 0.5m 耕植土以下为含水率较大、承载力较低的粘土，进行清基处理时，对粘土层进行排水固结或控制填土速率等方法进行处理。由于粘土层分布连续，厚达 2.0m~3.0m，且透水性较弱，其下为强透水的卵砾石层，从渗流角度看属典型的二元结构，对防渗十分有利。

3.6 三江河左、右两岸堤防延长段工程地质条件

3.6.1 三江河左堤延长段工程地质条件

三江河左堤延长段长 3.85km。可研阶段布置纵、横地质剖面各 1 个，仅布置地质钻孔 5 个。本次初设阶段地质勘察补充 3 个横剖面，补充地质钻孔 18 个。该堤从 0+000~0+300 规划堤线地表未有现成防洪堤，目前地势较低，为水稻田；0+300~0+500 河岸上为居民区，地势稍高；0+500~1+400 规划堤线近公路，地势较高；1+400~1+600 地势较低，为排水沟出口，未有现成防洪堤，在该部位兴建 14[#]涵闸和 6[#]电排站；1+600~3+850 已有低矮的防洪堤。

(1) 人工填土(Q^{ml})

1+600~3+850 堤段现状防洪堤顶高程为 94.50m~95.50m，堤段人工填土厚

1.5m~4.0m。为灰色、灰黄色粉土质砂，含大量细砂，较松散，无粘性。标准贯入试验击数为 4~6 击。注水试验渗漏水量大，推求的渗透系数为 $1.86 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ~ $5.93 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，4 段平均达 $3.87 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水。

0+300~1+400 规划堤段现状地表高程为 94.70m~96.60m，表层人工填土厚 1.1m~5.6m，，由于为公路边及近居民区，填土为灰色、灰黄色粘土，夹含部分砾石、碎砖块、瓦砾等。中密，标准贯入试验击数为 6~16 击。注水试验渗透系数为 $1.96 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ~ $6.21 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，5 段平均达 $3.17 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水。

(2) 冲积层(Q^{al})

分布连续，总厚为 4.0m~16.0m，自上至下依次为粉土质砂、淤质粘土、中细砂、淤质细砂和卵砾石。

① 粉土质砂、淤质粘土

规划堤线人工填土层以下或个别部位地表为冲积粉土质砂、淤质粘土，分布广泛连续，其中淤质粘土分布于 1+050~1+400 堤段。粉土质砂厚 0.8m~5.5m，灰色、深灰色，含大量细砂，含水率大，软塑，标准贯入试验击数为 3~6 击，13 次平均为 4.8 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。现场注水渗透系数为 $4.14 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $3.45 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，12 段平均为 $1.40 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水。

淤质粘土层厚 1.1m~2.9m，灰色、灰黑色，软塑，夹含少量砾砂，含水率大，标准贯入试验击数为 4~5 击，3 次平均为 4.7 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。现场注水渗透系数为 $3.11 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $7.49 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，3 段平均为 $3.88 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

② 淤质细砂和中细砂

见于三左 1 和三左 6 孔，层厚 1.5m~5.6m，灰色、灰黑色，饱和，夹含部分细砾。标准贯入试验击数为 6~8 击，3 次平均为 7 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 150kPa。注水渗透系数为 $4.88 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ~ $6.22 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，2 段平均为 $5.55 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

③ 卵砾石

分布连续，0+000~1+400 堤段卵砾石层较薄，层厚为 2.7m~6.0m，1+600~3+850 堤段卵砾石层较厚达 7.5m~10.6m，部分堤段 11.5m 仍未揭穿卵砾石层。卵砾石灰色、灰黑色，次园状，大部分直径 60mm~20mm，占 30~60%，其余为粗砂、中细砂，中

密。标准贯入试验击数为 21~28 击, 40 次平均为 25.4 击, 承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 280kPa。现场注水渗透系数为 $2.17 \times 10^{-2} \text{cm/s} \sim 9.07 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, 平均为 $5.09 \times 10^{-2} \text{cm/s}$, 属强透水。

(3) 全风化砂岩(E_{dn})

0+000~0+500 冲积卵砾石层以下为全风化砂岩, 层厚 0.3m~1.3m, 红褐色、砖红色, 半岩半土状, 密实, 岩质软, 易钻进。标准贯入试验击数为 32~34 击, 2 次平均为 33 击, 承载力特征值 f_a 可取 400kPa。现场注水 2 段渗透系数为 $7.25 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 9.67 \times 10^{-5} \text{cm/s}$, 平均为 $8.46 \times 10^{-5} \text{cm/s}$, 属弱透水。

(4) 强风化砂岩(E_{dn})

0+000~0+500 全风化砂岩以下为强风化泥质粉砂岩, 红褐色、砖红色, 节理裂隙较发育, 芯样短柱状、碎块状, 夹含少量全风化土, 岩质较软, 标准贯入试验击数大于 50 击, 承载力特征值 f_a 可取 600kPa。现场注水渗透系数为 $4.9614 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 6.49 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 2 段平均为 $5.73 \times 10^{-4} \text{cm/s}$, 属中等透水。

3.6.2 三江河左堤 1+550 横剖面工程地质条件 (14#涵闸和 6#电排站)

该部位地势较低, 地表高程为 92.50m~93.00m, 布置三右 9、三右 10 和三右 11 共 3 个地质钻孔组成横剖面。表层为冲积层, 以下为强风化灰岩。

(1) 冲积层(Q^{al})

自上至下为粉土质砂、粗砂和卵砾石、粘土质砂组成, 总厚为 7.0m~14.5m。

① 粉土质砂

分布连续, 层厚 1.0m~3.0m。灰色, 软塑, 含大量细砂, 夹含部分砾砂, 粘性差。标准贯入试验击数为 4~5 击, 3 次平均 4.7 击, 承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。

现场注水 3 段, 渗透系数为 $1.07 \times 10^{-3} \text{cm/s} \sim 2.65 \times 10^{-3} \text{cm/s}$, 平均为 $1.93 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ 。

② 粗砂、卵砾石

近江边三左 9 孔、三左 10 孔表层粉土质砂以下卵砾石层, 厚 4.8m~6.0m, 三左 11 孔粉土质砂以下为厚 6.0m 粗砂。卵砾石直径 60mm~20mm, 灰色、灰黑色, 次圆状, 占 30~60%, 其余为中粗砂。标准贯入试验击数为 22~23 击, 4 次平均为 22.3 击,

承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 250kPa。三右 11 孔的粗砂呈灰色，中密，夹含少量细砾，饱和，标准贯入试验击数为 16.3~16.9 击，3 次平均为 16.6 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 200kPa。粗砂、卵砾石层注水 3 段，渗透系数为 $2.65 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ~ $8.66 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，3 段平均为 $5.48 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，属强透水。

③ 粘土质砂

三左 9 孔卵砾石以下为粘土质砂，灰黄色，可塑，夹含部分卵砾石和中细砂。可塑，层厚 8.2m。标准贯入试验击数为 12.3~12.8 击，3 次平均为 12.5 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 200kPa。

(2) 强风化灰岩 (C_1ds)

灰色、灰黑色碳质灰岩，含少量节理，层状，岩芯短柱状。岩质较软，承载力特征值 f_a 可取 800kPa。层底取岩样 2 件，单轴抗压强度为 18.4MPa~25.4MPa，平均为 21.9MPa。层底承载力特征值 f_a 可取 6.6MPa。现场注水 2 段渗透系数为 $1.82 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $3.47 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

3.6.3 三江河左堤延长段工程地质条件评述

三江河左堤延长段长 3.85km，规划堤段地势起伏较大，公路边处地势较高，排水沟出口处地势较低。1+600~3+850 堤段可利用现有堤防进行清基处理后进行培厚加高兴建，但应注意堤身填土为粉土质砂，砾砂含量大，透水性中等至较强，防渗性能较差，应根据堤身挡水时间长短决定是否采取防渗措施处理。规划堤线堤基表层为含水率较大、承载力较低的粉土质砂或淤质粘土，新建防洪堤时应对表层进行清基、排水固结处理。

3.6.4 三江河右堤延长段工程地质条件

三江河右堤延长段长 6.30km，可研阶段布置纵、横地质剖面各 1 个，仅布置地质钻孔 6 个，本次初设阶段地质勘察补充横剖面 5 个，补充地质钻孔 26 个。该防洪堤延长段堤线较长，从 0+000~0+250 为低矮的机耕路；0+250~1+200、3+200~3+900 及 4+500~4+700 未有防洪堤，规划堤线地势较低，目前为水稻田；1+200~3+200、3+900~4+500 及 4+700~6+300 已有低矮的防洪堤，堤身上为树木、杂草，不通行人，

堤内均为水田、耕地和居民村。

(1) 人工填土(Q^{ml})

见于 0+000~0+250、1+200~3+200、3+900~4+500 及 4+700~6+300 堤段。现状堤顶高程为 95.60m~101.50m，堤身填土厚 1.0m~3.7m，为灰色、灰黄色粘土、粉土质砂。粘土分布在 0+000~0+250 堤段，其余部位为粉土质砂，前者可塑，中密，含少量细砂，标准贯入试验击数为 6~8 击，3 次平均为 6.7 击，注水试验 3 段，渗透系数为 $7.39 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $8.29 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $6.83 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ；后者较松散，无粘性或粘性差，含大量细砂和少量细砾，标准贯入试验击数为 4~8 击，7 次平均为 5.6 击，现场注水试验 9 段，渗透系数为 $1.05 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ~ $9.17 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均 $5.43 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水至强透水。

(2) 冲积层(Q^{al})

分布连续，总厚为 4.0m~14.0m，自上至下由粉土质砂、粘土和卵砾石组成。

① 粉土质砂、粘土

分布较广，堤基人工填土层以下或规划堤线堤基表层为粉土质砂或粘土，厚度 0.8m~6.7m。其中粉土质砂分布在 3+500~5+800 堤段，层厚 1.0m~2.5m，灰色、深灰色，含大量细砂，夹含少量细砾，粘性差，标准贯入试验击数为 4~7 击，8 次平均为 5.6 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。现场注水 7 段，渗透系数为 $2.97 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $8.11 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，平均为 $2.33 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，属中等透水。粘土层分布在 0+500~3+500 及 5+800~6+300 堤段，层厚 0.8m~6.7m，灰色、灰黄色，可塑至软塑，标准贯入试验击数为 4~6 击，15 次平均为 5.3 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 100kPa。现场注水 14 段，渗透系数为 $9.07 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ~ $8.25 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，平均为 $3.17 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，属中等透水。

② 卵砾石

分布连续，层厚变化大，其中 0+000~1+200、3+000~3+400 及 4+400~4+800 较薄，厚为 3.6m~5.5m，其余部位厚达 7.9m~14.0m，中上层卵砾稍小 40mm~20mm，占 30~40%，中下层卵砾石直径达 60mm~30mm，次园状，灰色、灰黑色，占 30~60%，其余为中粗砂，中密。标准贯入试验击数为 18.7~23.7 击，75 次平均为 21.4 击，承载

力特征值的经验值 f_{ak} 可取 250kPa。现场注水 26 段，渗透系数为 $1.62 \times 10^{-2} \text{cm/s} \sim 7.74 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，平均为 $4.29 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ ，属强透水。

(3) 残积土 (Q^{el})

0+000~0+500 堤段卵砾石层以下为厚 0.5m~0.7m 的粘土，红褐色、砖红色，密实，硬塑，粉粘粒含量较多，标准贯入试验击数为 28~30 击，2 次平均为 29 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 300kPa。

(4) 弱风化砂岩 (E_{dn})

0+000~0+500 堤段残积土层以下为弱风化砂岩，红褐色、砖红色，为泥质粉砂岩，含少量节理，岩芯完整，短柱状、长柱状。该孔在 10.0m~10.2m 取岩样 1 件，实测抗压强度为 5.35MPa，承载力特征值 f_a 可取 1500kPa。现场注水渗透系数为 $4.15 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 6.4903 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，2 段平均为 $5.09 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水。

(5) 强风化灰岩 (C_1ds)

1+000~1+400 堤段卵砾石层以下为强风化灰岩，灰黑色，夹含全风化，含节理，岩芯碎块状、层状，岩质较软，较易钻进。该层标准贯入试验击数大于 50 击，承载力特征值 f_a 可取 600kPa。现场注水 2 段，渗透系数为 $5.65 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 2.61 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，平均为 $1.59 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ ，属中等透水。

(6) 弱风化灰岩 (C_1ds)

三右 18、三右 19、三右 20 孔及三右 15 孔及三右 25 孔卵砾石层以下为弱风化灰岩，灰色、青灰色，节理少，岩芯完整，长柱状、短柱状，岩质较坚硬。该层分别在三右 15、三右 20、三右 25 孔取岩样 1 件，实测单轴抗压强度为 50.7MPa~54.8MPa，3 组平均 53.6MPa。承载力特征值 f_a 可取 16MPa。现场注水 3 段，渗透系数为 $6.22 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 8.82 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，平均为 $7.64 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ ，属弱透水。

3.6.5 三江河右堤 3+400 工程地质条件（15#涵闸和 7#电排站）

(1) 冲积层 (Q^{al})

分布连续，层厚为 5.5m~10.8m，自上至下依次为粘土、卵砾石组成。

① 粘土

分布连续,层厚为 1.5m~4.8m,深灰色、灰色,软塑至可塑,标准贯入试验 5 次,击数为 5~6 击,平均为 5.7 击,承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 120kPa。该层注水试验 6 段,渗透系数为 $4.29 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 4.34 \times 10^{-4} \text{cm}$ 。平均为 $1.33 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

② 中砾

分布连续,层厚为 3.2m~9.3m,灰色、灰黄色,含泥质,卵砾石直径 20mm~60mm,以棱角形为主,含部分细砾、粗砂。中密。该层在 ZK15 孔 6.5m~6.7m 处取扰动试样 1 组,砾石占 74.3%,砂粒占 21.3%、粉粒占 4.4%,为级配良好的中砾。标准贯入试验击数为 20.6~23 击,7 次平均为 21.8 击,承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 250kPa。注水试验 8 段,渗透系数为 $2.61 \times 10^{-2} \text{cm/s} \sim 8.61 \times 10^{-2} \text{cm}$ 。平均为 $5.37 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。

(2) 强风化灰岩(C_1ds)

其余钻孔揭露冲积卵砾石层以下为强风化灰岩,层厚 0.3m~4.1m。灰黄色,节量发育,岩芯碎块状,含少量全风化土,岩质软。注水试验 2 段,渗透系数为 $4.34 \times 10^{-4} \text{cm/s} \sim 7.22 \times 10^{-4} \text{cm}$ 。平均为 $5.78 \times 10^{-4} \text{cm/s}$ 。

(3) 弱风化灰岩(C_1ds)

ZK15~ZK17 孔钻入弱风化层 1.2m~3.2m 后终孔,灰色间灰白色,含硅质,岩质坚硬,节理少,芯样完整,长柱状。现场注水 4 段,渗透系数为 $4.29 \times 10^{-5} \text{cm/s} \sim 1.06 \times 10^{-4} \text{cm}$,平均为 $7.73 \times 10^{-5} \text{cm/s}$ 。

3.6.6 三江河右堤延长段工程地质条件评述

三江河右堤延长段规划堤线总长 6.3km。0+000~0+250、1+200~3+200、3+900~4+500 和 4+700~6+300 可利用现有防洪堤清基处理后培厚加高兴建,但应注意 1+200~3+200、3+900~4+500 和 4+700~6+300 堤段现有堤身填土砾砂含量大,填土较松散,透水性较强,防渗性能较差,应根据堤身挡水时间长短决定是否采取防渗措施处理。堤基人工填土层以下为粉土质砂或粘土层,含水率较大时,承载力较低,应采用排水固结等措施处理。由于堤基粉土质砂或粘土层以下为强透水的卵砾石层,个别部位如 4+500~4+700 粉土质砂砾砂含量大,渗透系数达 $2.47 \times 10^{-3} \text{cm/s} \sim 8.11 \times 10^{-3} \text{cm}$,接近强透水,该部位堤基也应根据运用水位要求、历时长短决定是否采取防渗措施处

理。

3.7 连江河右堤延长段工程地质条件

连江河右堤延长段长 0.61km。沿规划堤线纵向布置 3 个地质钻孔。规划堤线地表为水田、耕地，河岸为毛竹，未有防洪堤。地表为第四系冲积层(Q^{al})，由表层粘土及以下卵砾石层组成，总厚度大于 9.6m。

3.7.1 粘土

分布连续，层厚为 4.0m~4.7m，灰色，可塑至软塑，夹含少量细砾。标准贯入试验击数为 4.8~5.8 击，3 次平均为 5 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 150kPa。注水试验 3 段，渗透系数为 5.13×10^{-4} cm/s~ 8.05×10^{-4} cm/s。平均为 6.67×10^{-4} cm/s。属中等透水。

3.7.2 卵砾石

分布连续，层厚大于 4.6m，灰色、灰黑色，次园状，直径 60mm~30mm，占 30~60%，其余为粗砂、中细砂，夹含少量泥质。中密。标准贯入试验击数为 17.3~20.6 击，7 次平均为 19.1 击，承载力特征值的经验值 f_{ak} 可取 200kPa。注水试验 3 段，渗透系数为 3.77×10^{-2} cm/s~ 5.10×10^{-2} cm/s。平均为 4.50×10^{-2} cm/s。属强透水。

3.8 水质分析试验结果

勘察期间分别在九陂河、东陂河和三江河取水样 1 组进行水质全分析。根据《水利水电工程地质勘察规范》(GB50287-99)及《岩土工程勘察规范》(GB50021-2001)环境水对混凝土腐蚀的评价及对钢筋混凝土结构中钢筋的腐蚀性评价可知，三个河段水对混凝土及钢筋混凝土结构中的钢筋均无腐蚀性。

3.9 料场地质

3.9.1 土料

在九陂河左、右堤延长段、东陂河左、右堤延长段、三江河左堤延长段和三江河右堤延长段分别布置土料场 1 个，调查情况详见表 3-8。4 个土料场地质储量丰富，完全满足可研设计价段 3 倍用量的要求。且运距较近。为 4~7km。

表 3-8 土料场规划情况

堤段	位置	可开采土层 深(m)	储量 (10 ⁴ m ³)	运距 (km)
九陂河左、右堤延长段	10 [#] 涵闸上游 150m 右岸	2~3	120	4
东陂河左、右堤延长段	**第六中学至**江砖厂	2~4	160	5
三江河左堤延长段	月光岭北侧	3~4.5	250	5
三江河右堤延长段	15 [#] 涵闸下游右侧山体	3~4	300	7

在每个土料场剖面 2m~4.5m 范围内取扰动土样 1 组进行室内试验,液限、塑限、塑性指数、颗分试验统计结果及击实试验结果详见表 3-9。根据堤防设计规范,2 级堤防及高度大于 6m 的 3 级堤防压实度取 0.92,按压实度 0.92 重塑土进行剪切试验和渗透试验,试验结果详见表 3-10。

表 3-9 土料场扰动土样颗分和击实试验统计结果表

堤段	液限 W _L (%)	塑限 W _p (%)	塑性 指数 I _p	砾石 (%)	砂 粒 (%)	粉 粒 (%)	粘 粒 (%)	击实试验	
								最优含水 率 W _{op} (%)	最大干密度 ρ _{dmux} (g/cm ³)
九陂河左、右堤延长段	49.5	30	19.5	0	3	51.8	45.2	25.9	1.49
东陂河左、右堤延长段	33.5	19	14.5	0.7	10.9	57	31.4	19.9	1.638
三江河左堤 延长段	60.5	32	28.5	0	2.3	40.6	57.1	26.7	1.471
三江河右堤 延长段	1.471	31.2	15.9	0	3.7	41	55.3	26.3	1.48

表 3-10 土料场重塑土（压实度取 0.92）剪切试验和渗透试验结果

堤段	固结快剪		渗透系数 k(cm/s)
	c(kPa)	φ (度)	
九陂河左、右堤延长段	14	20	2.61×10 ⁻⁶
东陂河左、右堤延长段	15	17.1	2.58×10 ⁻⁶
三江河左堤延长段	25	17.2	3.42×10 ⁻⁶
三江河右堤延长段	22	19.5	3.09×10 ⁻⁶

3.9.2 河砂

河砂从小北江城南大桥下游 200m 处近左岸的滩地中开采，该部位为河漫滩地，地形平坦，铲除地表 0.5m~1.0m 杂草后，以下为 5m~6m 厚的砂砾石层，主要由粗砂、细砂、中砾组成，无漂石，泥质含量少，砂砾石占 95%以上。砾石岩性主要为石英砂岩和灰岩，这些砾石绝大部分呈弱至微风化，较坚硬至坚硬，以次圆、次棱角状为主。地质储量丰富，达 $400 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足本工程细骨料有量 3 倍以上要求。平均运距为 6km。

3.9.3 石料

本工程所在区域石料非常丰富，根据地理位置、运输的需要拟规划四个石料场，均为石炭系大塘阶灰岩，灰至灰黑色，弱至微风化，是理想的筑堤材料。各料场可开采剖面深度为 5m~10m，总储量达 $700 \times 10^4 \text{m}^3$ ，平均运距为 3km~5km（详见表 3-11）。

表 3-11 **市城区防洪工程石料场调查表

石料场编号	位置	地点	储量（ 10^4m^3 ）	平均运距（km）
I	三江河左岸	月光岭	150	5
II	星子河左岸	廖屋	150	5
III	小北江左岸	南津尾	200	3
IV	小北江右岸	**造纸厂下游 100m	200	3

3.10 结论及建议

本次**市城市防洪达标工程延长段地质勘察根据《堤防工程地质勘察规范》（SL188-2005）中的初步设计阶段的技术要求，在可研阶段勘察的基础上，对九陂河左、右堤防延长段、东陂河左、右堤防延长段、星子河左堤延长段、三江河左、右堤延长段及连江河右堤延长段进行补充地质勘察，提出了各堤段岩土层的物理力学指标，同时对天然建筑材料进行了储量质量调查。结果表明九陂河左堤 0+200~1+100 及右堤 0+200~1+160 地势较低，表层 0.5m~1.0m 耕植层以下分别为厚 3.6m~4.2m 及 2.5m~5.4m 的淤质粘土；星子河左堤延长段表层 0.5m 耕植土下为厚 2.3m~3.0m 的冲积粘土及三江河右堤 3+200~3+700 表层冲积粘土厚 1.5m~4.8m。由于其含水率大，孔隙比大，承载力低，填土后沉降变化大。在这些部位兴建防洪堤应考虑对堤基冲积淤

质粘土、粘土层进行清除、排水固结或控制填土进度等方法处理。东陂河右堤延长段 1+000~1+750 现有堤防堤身填土、三江河左堤 1+600~3+850 堤身填土和三江河右堤 1+200~3+200、3+900~4+500 和 4+700~6+300 堤段堤身填土均为粉土质砂，填土松散，含砂量大，局部夹含粗砂、细砾，透水性较强，在利用现有堤身进行培厚加高时，应根据堤身挡水情况决定是否采取防渗措施处理。东陂河左、右堤防延长段堤基及三江河右堤延长段 4+500~4+700 堤基均为粉土质砂和卵砾石，前者砾砂含量大，透水性较强，接近或超过 $5.00 \times 10^{-3} \text{cm/s}$ ，后者为较深厚的强透水层，渗透系数大于 $1.00 \times 10^{-2} \text{cm/s}$ 。在这些部位修筑防洪堤时，应根据运用水位要求、历时长短决定是否对堤基采取防渗措施处理。

4 工程任务和规模

4.1 自然及社会经济情况和防洪要求

4.1.1 自然及社会经济情况

**市位于广东省西北部，五岭南麓，北江支流连江上游，全市总面积 2663 km²，总人口 50 万。其中市区面积 12 km²，人口 12 万。

1994 年 4 月经国务院批准撤县设市，辖**等 20 个镇和三水、瑶安 2 个瑶族乡。市境东北与湖南省宜章县相接，东南与阳山县交界，西南与连南县毗邻，西北与湖南省江华县、蓝山县接壤，北面是湖南省临武县，历来是粤、湘、桂三省（区）边境的商贸中心和中原通往南粤的交通要冲。

近年来,**市经济建设快速发展，取得了丰硕成果。2005 年全年实现国内生产总值（GDP）38.91 亿元，比 2004 年增长 24.5%，其中第一产业增加值 9.56 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 16.07 亿元，增长 51.1%；第三产业增加值 13.28 亿元，增长 16.8%。农业产业结构调整取得新的突破，初步建成了“810”农业产业工程和优良品种引进示范工程；工业改革力度加大，大力发展了一批外向型、资源型企业；市政建设日新月异，市区面积从建市前 1993 年的 3.5 km²扩大到现在的 12 km²，市区高楼林立，功能齐全，一个文明安全、环境优美的现代化山区旅游城市初步形成。

市境内交通便利，投资环境日臻完善。国道 107 线、323 线，省道 114 线贯穿境内南北 82 km，清连一级公路南通广州，北接湖南，南下至广州市 247 km，现开通的市外、省外客车班线有 44 条。连江河可通航 100 吨货船至广州、珠海、江门等地。全市电力充裕，程控电话、移动电话覆盖城乡，开办了图文传真、特快专递等电信业务，信息网络发展迅猛。

展望未来,**市的奋斗目标是：到 2009 年，全市完成国内生产总值(GDP)达到 27 亿元，预算内财政收入达到 2 亿元，市区面积和人口分别达到 15 km²和 15 万人，城镇居民年均收入达到 11000 元，农村人均收入达到 6000 元，社会各项事业全面发展，把**建设成为能够辐射带动粤、湘、桂三省(区)边陲地区的区域经济文化中心。

4.1.2 防洪现状及防洪要求

2003 年，根据**市经济社会发展需求，以及省委省政府对城乡水利防灾减灾工

程建设的部署和要求，**市城市防洪工程列入省城乡水利防灾减灾工程建设实施项目。受**市水利局委托，我院对**市城市防洪工程体系进行了详细的规划和设计，并编制了《**市城市防洪工程可行性研究报告》（2004 年 7 月完成）和《**市城市防洪工程初步设计报告》（2004 年 11 月完成），经上级主管部门审查和批复，同意建设**市城市防洪工程，建设防洪堤总长为 30.3km：包括星子河堤 7.13 km，连江干堤 9.86 km，东陂河堤 1.96 km，三江河堤 7.26 km，九陂河堤 1.59 km，白水坑河堤 2.0 km，其它支堤 0.5 km；新建涵闸 12 座，泵站 5 座，工程保护**市城区。防洪标准为 50 年一遇，堤防级别为 3 级；排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干。

经立项批复后**市城市防洪工程目前正在加紧建设实施。

在以上设计阶段拟定防洪工程保护范围的时候，重点是保护**市中心城区。防洪堤具体布置为：星子河左堤起点于上游石马村，终点与连江干堤左堤连接；右堤起点于三古滩村，终点与东陂左堤连接。东陂河堤，三江河堤则都是起点于 107 国道，利用 107 国道形成闭合（实际上实施过程中经过现场查勘，发现 107 国道下现有很多交通涵洞，不能够形成闭合），下游与连江干堤连接，连江干堤终点则至下游**水泥厂，与两岸山体闭合。这样东陂河堤，三江河堤上游不能完全闭合，导致**市整个防洪体系不完善。

另一方面，从以上防洪堤布置来看，星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游以及连江干流下游均有相当大的一部分规划城区未纳入城防的保护范围内。这是因为当时布置堤线，重点是为了保护**市中心城区，当时的**市经济发展状况，尚不能全面实施城市周边的规划区的防洪工程。

但是**市经过近几年的快速发展，经济又上了一个新的台阶。特别是城市化进程的不断加快，使上述区域的开发建设提到**市进一步发展的议事日程上。星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游以及连江干流下游这些规划为城市发展建设的用地，正在逐步开发建设。

星子河上游规划为教育、学校建设用地，以后**市将主要的教育资源集中到该区，以达到集中资源的优势；东陂河 107 国道以上规划为工厂、工业用地。目前已有建滔集团科技园等大型公司和企业进驻；三江河 107 国道以上则规划为湟川工业区，承担着经济发达的珠江三角洲产业结构调整和部分产业转移的任务，随着珠三角产业的调整和转移，该区开发建设将不断加快；九陂河上游规划为城南工业园区，连江干流下

游规划为湟川三峡观光旅游区。也就是说，上述规划区将成为**市新兴的，高科技的聚集地，对**市进一步拓展城市空间，加快城市建设，完善功能布局，并在经济上能够腾飞，具有非常重要的作用。

因此，对上述区域的防洪保障体系建设，成为当前重要和迫切的任务。目前上游这些河段两岸均没有建设防洪堤，两岸土地高程远低于 50 年一遇的洪水位，甚至有些地方高程不足一年一遇，几乎是年年都要被洪水淹没，人民的生命财产安全受到洪水的严重威胁。根据省城乡水利防灾减灾会议精神，新规划的城区防洪标准应达到相应标准以上。延长**城防星子河上游堤段，保护新规划的学校园区，延长东陂河上游堤段，三江河上游堤段，九陂河上游堤段，连江干流下游堤段，保护新兴的高新科技园和观光旅游区，完善整个**市防洪排涝体系已经变得刻不容缓了。

根据以上要求，必须延长扩大城防规模。目前已批复立项的城防工程正在建设，而新增的延长堤段是整个防洪体系重要的组成部分，必须尽快实施，所以**城防延长段工程是十分必要，也是十分迫切的。

4.2 防洪河道与堤防工程

4.2.1 防洪保护对象及防洪标准

防洪保护对象：原设计城防工程保护**市城区，本城防延长段工程则直接保护新规划的城区，星子河上游学校园区，东陂河上游工业园区，三江河上游，九陂河上游的湟川高新科技园区，城南工业园区，连江干流下游湟川三峡观光旅游区等。同时工程作为**城防体系不可缺少的组成部分，与正达标建设的**城防工程一起共同保护整个**城区。

防洪标准：经批复本工程防洪标准为 50 年一遇，本阶段仍采用此标准。

4.2.2 防洪工程的总体布局及规模

城防延长扩大规模后，已批复的堤段维持原设计的布局不变，堤线在原设计的基础上适当延长，延长星子河上游，东陂河上游，三江河上游，九陂河上游和连江干流下游等堤段，使原未闭合的城防工程得以闭合，并将城区周边的规划区纳入到整个城市防洪体系中来。

1) 星子河

原左堤起点于星子河上游三板桥村，桩号为星子河左堤 0+000，下游在交汇处与

连江干堤连接，桩号为 3+340.461，左堤长 3.34km。本工程将其向上游延长，至楼子下村的高台地上，形成闭合，本延长段直接保护规划校园区，起点桩号星子河左堤延 0+000，终点桩号星子河左堤延 1+238，延长段长 1.238km；

原右堤起点于星子河上游三古滩村，桩号为星子河右堤 0+000，下游在东陂河口交汇处与东陂河左堤连接，桩号为 3+789.786，右堤长 3.79km。从右堤起点往上走，地势逐渐抬高，地面高程基本达到 50 年一遇洪水标准，本工程不再延长右堤，保持原布置和长度。

2) 东陂河

原左堤起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，桩号为东陂河左堤 0+000，下游在交汇处与星子河右堤连接，桩号为 1+061.280，左堤长 1.06km。实际上经过现场查勘，发现 107 国道沿线均有不少交通涵洞，是不能够利用其形成封闭的。从这个意义上说，亦应当延长堤段至上游山体闭合。本工程将东陂河左堤从 107 国道开始向上游延长，至栗山的高台地上，形成闭合，国道处桩号为东陂河左堤延 0+000，终点桩号为东陂河左堤延 0+767，延长段长 0.77km，直接保护建设中的建滔等大型企业工业园区。

原右堤亦是起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，桩号为东陂河右堤 0+000，下游在交汇处与连江干流右堤连接，桩号为 0+900.046，右堤长 0.90km。本工程将东陂河右堤从 107 国道开始向上游延长，至满竹洞村的山地上，形成闭合，国道处桩号为东陂河右堤延 0+000，终点桩号为东陂河右堤延 1+745，延长段长 1.75km，同左堤一样也是直接保护两岸建设中的建滔等大型企业工业园区。

3) 三江河

同东陂河一样，三江河两岸河堤原来起点亦均在三江河上游 107 国道处，此前已经说明，公路沿线的交通涵洞使城防工程并没有真正闭合。从这个意义上说，亦应当延长三江河两岸防洪堤使其能够闭合。

107 国道邵村大桥处原三江河堤桩号分别为三江河左堤 0+000 和三江河右堤 0+000，下游在河口与连江干堤右堤连接，桩号分别为三江河左堤 3+660 和三江河右堤 3+600，左堤长 3.66km，右堤长 3.60km。

本工程从 107 国道处将两岸河堤向上游延长，国道处桩号分别为三江河左堤延 0+000 和三江河右堤延 0+000。左堤一直延长至上游三合塘村，利用村后的山地来闭

合，桩号为三江河左堤延 3+849，左堤延长段长 3.85km；右堤向上游延长至水湃塘村，利用右岸的山地来闭合，桩号为三江河右堤延 6+296，右堤延长段长 6.30km；延长段两岸河堤共同保护规划的湟川高新科技园区。

4) 九陂河

原设计在江夏圳处将九陂河裁弯取直，裁直段取名为九陂改河，将九陂河水由裁直段直接汇入三江河。九陂河左堤 0+000~0+570.417,长 0.57km，九陂河右堤 0+000~1+020.830,长 1.02km。

本工程在裁弯取直处向上游延长九陂河两岸河堤，左堤延长至邓屋，桩号九陂河左堤延 0+000~ 1+209，长 1.21 km。右堤延长至江夏圳背后山坡形成闭合，桩号九陂河右堤延 0+000~ 1+160，长 1.16 km。延长段两岸河堤共同保护规划的城南工业园区。

5) 连江干流

连江干流两岸防洪堤起点在东陂河口交汇处，分别连接星子河左堤和东陂河右堤。终点至下游马面滩，左岸桩号为连江干流左堤 0+000~5+000，长 5.0 km；右岸桩号为连江干流右堤 0+000~4+860.220，长 4.86 km。

左堤终点地形为较高的山体，能够防御 50 年一遇洪水，本工程不用延长。右堤终点下游有一片较低的台地，高程约 92.0m，低于 50 年一遇洪水位，该片现规划为湟川三峡观光旅游区，须延长右堤以保护该旅游区。右堤延长段桩号 0+000~0+614，长 0.61 km。

6) 白水坑河

原城防工程还布置有白水坑河堤，左堤桩号为白左 0+000~1+000；右堤桩号为白右 0+000~1+000，两岸河堤合计长 2.0km，其布置合理，本工程不用延长其堤段。

城防工程延长扩大规模后，从整个城市防洪体系布局来看，东陂河左堤（包含延长段）和星子河右堤连接，共同保护城北区；东陂河右堤（包含延长段）和连江干流右堤以及三江河左堤（包含延长段）连接，共同保护城西区；星子河左堤（包含延长段）和连江干流左堤连接，共同保护城东区；三江河右堤（包含延长段），九陂河堤（包含延长段），与连江干流右堤一起共同保护城南区。

这样不仅使原城防工程得到闭合和完善，而且将城市重要的新兴工业园，科技园等开发区纳入城防的保护范围。工程布置简单，施工实施方便，经济和技术上均可行。

原城防工程防洪堤总长 30.3km，包括星子河左堤（0+000~3+340.461）：3.34km，

星子河右堤（0+000~ 3+789.786）：3.79km；东陂河左堤（0+000~1+061.280）：1.06km，东陂河右堤（0+000~ 0+900.046）：0.90km；三江河左堤（0+000~3+660）：3.66km，三江河右堤（0+000~ 3+600）：3.60km；连江干流左堤（0+000~5+000）：5.0km，连江干流右堤（0+000~4+860.220）：4.86km；九陂河左堤（0+000~0+570.417）：0.57km，九陂河右堤（0+000~1+020.830）：1.02km；加上白水坑河堤 2.0km 和其他支堤 0.5km。

延长段工程增加防洪堤总长 16.89km，包括星子河左堤延长段（0+000~1+238）：1.24km；东陂河左堤延长段（0+000~0+767）：0.77km，东陂河右堤延长段（0+000~1+745）：1.75km；三江河左堤延长段（0+000~3+849）：3.85km，三江河右堤延长段（0+000~ 6+296）：6.30km；连江干流右堤延长段（0+000~0+614）：0.61km；九陂河左堤延长段（0+000~1+209）：1.21km，九陂河右堤延长段（0+000~1+160）：1.16km；

原城防工程与延长段工程防洪堤总长合计 $30.3+16.89=47.19$ km。

表 4-1 防洪堤建设规模表 单位：km

		原设计城防工程	延长段增加堤长	整个城防工程合计
星子河	左堤	3.34	1.24	4.58
	右堤	3.79		3.79
东陂河	左堤	1.06	0.77	1.83
	右堤	0.90	1.75	2.65
三江河	左堤	3.66	3.85	7.51
	右堤	3.60	6.30	9.90
连江干流	左堤	5.00		5.00
	右堤	4.86	0.61	5.47
九陂河	左堤	0.57	1.21	1.78
	右堤	1.02	1.16	2.18
白水坑河	左堤	1.00		1.00
	右堤	1.00		1.00
其他支堤		0.50		0.50
总长		30.3	16.89	47.19

4.2.3 设计洪水水面线推算

4.2.3.1 原城防工程设计洪水水面线成果

原城防工程以设计暴雨洪水洪峰流量为水文上边界，以马面滩的设计频率相应水

位为水文下边界，根据**市水利局所测河床断面，计算了马面滩水位～流量关系，见表 4-2。

表 4-2 马面滩水位流量关系成果表

水位（m）	88.92	89.99	90.94	91.94	92.94	93.54	94.24
流量（m ³ /s）	1023.6	1551.5	2000	2500	3000	3387.7	4000

根据“94.6”洪水调查水位和马面滩、连江干流城南大桥、连江干流菜园坝大桥、连江干流连阳大桥、星子河良江桥、星子河双车拦河陂、三江河元村桥、三江河清连一级公路、三江河邵村桥、**水文站的水位流量关系，采用一维恒定流数学模型，进行糙率率定。用概化地形、缩小行洪断面的处理办法考虑了桥梁的阻水作用，经计算，良江桥、城北大桥阻水作用较小，连阳大桥、城南大桥等阻水作用比较大，其中，城南大桥因桥墩较多（达 7 孔，每孔宽约 2m）导致水位上升约 8cm。

表 4-3 分段糙率表

河段	星子河	连江干流	东陂河	三江河
平均糙率	0.0362	0.0307	0.0378	0.0395

表 4-4 “94.6”洪水计算与实测水位验证表

断面位置	计算水位（m）	查测水位（m）	差值（m）
良江桥	97.86	97.89	-0.03
城北桥	96.54	96.49	0.05
连阳桥上侧	96.17	96.09	0.08
**水位站	96.04	96.00	0.04
城南桥上侧	95.86	95.70	0.16
**六中	97.01	96.76	0.25

根据洪水遭遇与组成情况，分别计算了三种洪水组合的 50 年一遇水面线，再取最大值作为外包值，水面线成果见表 4-5～表 4-7。

表 4-5 星子河和连江干流水面线计算成果表

断面	间距 (m)	水面线 (m)		
		50 年一遇	2 年一遇	枯水期(10 月~3 月) 5 年一遇
星子河 27	0	99.55	97.18	96.33
星子河 24	545	99.37	96.86	96.01
星子河 22	1051	99.17	96.47	95.69
星子河 19	1565	98.83	96.13	95.40
星子河 17	2022	98.76	95.92	95.20
星子河 14	2594	97.80	95.02	94.41
星子河 11	3043	97.73	94.68	93.83
星子河 9	3496	97.23	94.10	93.41
星子河 7	3902	97.21	93.95	93.21
星子河 4	4539	96.57	93.53	92.88
星子河 2	4910	96.32	93.31	92.69
星子河 1	5210	95.59	92.81	92.30
连江干流 25	5210	95.57	92.81	92.30
连江干流 23	5695	95.56	92.30	91.57
连江干流 20	6272	95.49	92.21	91.36
连江干流 18	6684	95.29	92.04	91.18
连江干流 15	7192	95.03	91.60	90.64
连江干流 12	7791	94.93	91.38	90.07
连江干流 10	8188	94.84	91.25	89.87
连江干流 7	8795	94.70	91.00	89.45
连江干流 5	9210	94.52	90.84	89.32
连江干流 2	9797	94.10	90.49	89.04

表 4-6

东陂河水面线计算成果表

断面	间距（m）	水面线（m）		
		50 年一遇	2 年一遇	枯水期(10 月～3 月) 5 年一遇
东陂河 7	0	96.97	94.07	93.07
东陂河 5	470	96.45	93.78	92.90
东陂河 3	891	95.63	93.22	92.51
东陂河 1	1240	95.53	92.81	92.30

表 4-7 三江河水面线计算成果表

断面	间距（m）	水面线（m）		
		50 年一遇	2 年一遇	枯水期(10 月～3 月) 5 年一遇
三江河 31	0	96.59	94.58	94.14
三江河 28	547	96.28	94.09	93.58
三江河 26	932	95.56	93.67	93.20
三江河 23	1533	94.98	92.82	92.18
三江河 21	1929	94.83	92.57	91.44
三江河 18	2535	94.62	92.01	90.73
三江河 15	3142	94.60	91.61	90.45
三江河 11	3515	94.61	91.56	90.46
三江河 1	4085	94.60	91.48	90.43

4.2.3.2 推求延长段水面线

在原城防工程设计水面线计算成果的基础上来推求延长段的水面线，起推水位即用相应断面 50 年一遇的洪水位，洪水则采用相应河段 50 年一遇的洪峰流量。推算方程及方法同以上。

a) 基本方程

一维恒定流数学模型的基本方程可由水力学能量方程建立（忽略局部水头损失）：

$$\frac{d}{dx}\left(Z + \frac{v^2}{2g}\right) = -\frac{n^2 Q^2}{F^2 R^{3/4}}$$

一维汉口连接方程为：

$$\sum_{i=1}^n Q_i = 0$$

$$Z_{i1} = Z_{i2} = \dots = Z_{ij} = \dots = Z_{in}$$

式中： Q_i 为各汉口的流量，各汉口的流量（入流为正值、出流为负值）总和为 0，流进为+，流出为-； Z_{ij} 为第 I 个汉口第 J 个河段水位。

b) 边界条件

星子河和连江干流：星子河 27 断面，24 断面均位于延长段起点上游，连江干流 1 断面位于延长段终点下游，也就是说，星子河和连江干流延长段水面线成果原城防工程设计阶段已经计算，本阶段直接采用。

东陂河：东陂河 7 断面位于延长段 0+400 的位置，50 年一遇洪水位 96.97m，东陂河 50 年一遇洪峰流量为 $1446\text{m}^3/\text{s}$ ，延长段上游有一座满竹洞拦河陂，按实用溢流堰流量公式向上推算洪水位。

三江河：三江河 31 断面位于延长段 0+350 的位置，50 年一遇洪水位 96.59m，三江河 50 年一遇洪峰流量为 $1479\text{m}^3/\text{s}$ 。其中三江河延长段现有 3 座小陂头，坭潭陂（2+500 处），沙子岗陂（3+900 处）和钱屋陂（5+400 处）。按实用溢流堰流量公式计算。

九陂河：九陂改河汇入口改在三江河右堤 2+100 处，按三江河 50 年一遇洪水位为起推水位。

c) 河段糙率

沿用原设计的取值，见表 4-3。

d) 计算结果

见表 4-8，从计算结果来看，东陂河延长段水面线坡降比下游段略有增大，延长段水面线坡降约为 2.3%，下游段约为 1.8%，这是因为上游段河床比降较大，而且下游段江面较为宽阔，是合理的。满竹洞拦河陂上下游水位差 0.34m。

三江河延长段水面线坡降与下游段基本相同，这是因为三江河上下游河床比降以及断面均变化不大。坭潭陂，沙子岗陂，钱屋陂壅水分别为 0.31m，0.25m，0.29m。水面线计算结果合理。

九陂河延长河段不大，延长河段与下游段水面线坡降基本相同，成果合理。

表 4-8

延长段工程水面线计算成果表

断面		间距 (m)	左岸桩号	右岸桩号	50 年一遇 洪水位 (m)	备注
东陂河	断面 7	0	延 0+400	延 0+400	96.97	起推断面
	断面 8	380	延 0+760	延 0+800	97.73	
	断面 9	890	—	延 1+300	99.01	
	断面 10	1100	—	延 1+500	99.87	满竹洞陂
三江河	断面 31	0	延 0+350	延 0+350	96.59	起推断面
	断面 32	650	延 0+650	延 0+650	97.37	
	断面 33	825	延 0+800	延 0+850	97.58	
	断面 34	1700	延 1+800	延 1+600	98.63	
	断面 35	2550	延 2+500	延 2+600	99.65	坵潭陂下游
	断面 36	2700	延 2+800	延 2+600	100.14	坵潭陂上游
	断面 37	3100	延 3+200	延 3+000	100.62	
	断面 38	3800	延 3+800	延 3+800	101.46	沙子岗陂下游
	断面 39	4000	—	延 4+000	101.95	沙子岗叟上游
	断面 40	4600	—	延 4+600	102.67	
	断面 41	5400	—	延 5+400	103.63	钱屋陂下游
	断面 42	5450	—	延 5+450	103.98	钱屋陂上游
	断面 43	5800	—	延 5+800	104.40	
	断面 44	6200	—	延 6+200	104.88	
九陂河	断面 1	0	0+400	0+850	95.03	汇入口
	断面 2	250	0+150	0+600	95.78	
	断面 3	400	0+000	0+450	96.23	
	断面 4	825	延 0+400	延 0+000	97.51	
	断面 5	1425	延 1+000	延 0+600	99.31	
	断面 6	1925	—	延 1+100	100.81	

说明：星子河及连江干流水面线见表 4-5

4.2.4 堤顶高程的确定

根据《堤防工程设计规范》(GB50286-98)规定，堤顶高程应按设计洪水位加堤顶超高确定。堤顶超高应按下式计算确定。

$$Y=R+e+A$$

式中：Y—堤顶超高（m）；

R—设计波浪爬高（m），按《堤防工程设计规范》附录 C 计算确定；

e—设计风壅增水高度（m）；

A—安全加高（m），按《堤防工程设计规范》(GB50286-98) 表 2.2.1 选取。

波浪爬高：

公式：

$$R_p = \frac{K_\Delta K_V K_p}{\sqrt{1+m^2}} \sqrt{HL}$$

式中： k_Δ —斜坡的糙率及渗透性系数，

k_v —经验系数，

k_p —爬高累积频率换算系数，

m—斜坡坡率，

H—堤前波浪的平均波高（m），

L—堤前波浪的波长（m）。

波浪的平均波高和波长按下列公式计算

公式：

$$\frac{gH}{V^2} = 0.13th \left[0.7 \left(\frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right] th \left\{ \frac{0.0018 \left(\frac{gF}{V^2} \right)^{0.45}}{0.13th \left[0.7 \left(\frac{gd}{V^2} \right)^{0.7} \right]} \right\}$$

$$\frac{gT}{V} = 13.9 \left(\frac{gH}{V^2} \right)^{0.5}$$

式中：

T—平均波周期（s）；

V—计算风速，取多年平均最大风速；

F—风区长度，

d—水域的平均水深，

g—重力加速度。

根据本工程的断面型式，计算各种工况堤顶加高见表 4-9。

表 4-9 堤顶超高计算成果表

运行工况	设计水位 (m)	波浪爬高 R (m)	风壅增水 高度 (m)	安全加高 A (m)	堤顶加高 Y (m)
不允许越浪	见水面线 计算成果	0.55	0.21	0.7	1.50
允许越浪	见水面线 计算成果	0.72		0.4	1.20

根据计算成果，按不允许越浪设计，综合选取堤顶加高为 1.5m，即堤顶高程按设计洪水位计算水面线加 1.5m 确定。当局部地段原地面高程超过或略低于设计堤顶高程时，为使堤面高程整齐划一，以不破坏现状为原则，采取局部加高或降低防浪墙（花池）的方法，使该段堤顶高程与前后段的堤顶高程平顺过渡衔接。

4.3 治涝工程

4.3.1 治涝标准

根据《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水电总字 [1995] 4 号），以及主管部门对本工程可研报告的批复，本工程排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨产生的迳流量一天排干。

4.3.2 治涝工程总体布局

原城防工程设计阶段，根据**市区地形条件，结合**市市政建设和排水规划，工程沿星子河、连江干流等整治河段两岸，设置了涵闸 12 座，编号为 1#~12# 涵闸；泵站 5 座，编号为 1#~5#。

本阶段在以上设计的基础上延长城防堤段，从城防工程布置来看，防洪堤将**市区划分为东、南、西、北 4 大片：

星子河左堤（包含延长段）和连江干流左堤连接，保护城东片；

东陂河左堤（包含延长段）和星子河右堤连接，保护城北片；

东陂河右堤（包含延长段）和连江干流右堤以及三江河左堤（包含延长段）连接，保护城西片；

三江河右堤（包含延长段），九陂河堤（包含延长段），与连江干流右堤一起共同保护城南片。

根据城防排涝分区以及延长段工程的布置，须增加涵闸 6 座，泵站 2 座，顺延原

设计的编号分别为：13#~18#涵闸和6#、7#泵站。新增加的涵闸和泵站具体布置在本报告第2章已有详细设计，本节不再重复，其排涝流量计算成果见表4-10和表4-11。

原设计已经对1#~12#涵闸，1#~5#泵站排涝流量进行了计算，本报告将其摘述下来，与延长段新增的6座涵闸，2座泵站排涝流量计算过程列在一起。

表 4-10 原设计水 闸、泵站编号一览表（摘述）

排水分区	涵闸、泵站编号	所在堤段桩号	涵闸设计过闸或泵站抽水流量 (m ³ /s)
城东片	2# 泵站	星子河左堤 2+650	3.81
	3# 泵站	连江干流左堤 3+550	10.75
	2# 涵闸	连江干流左堤 0+100	3.45
	4# 涵闸	连江干流左堤 2+800	3.69
	12# 涵闸	连江干流左堤 3+400	10.49
城北片	1# 泵站	东陂河左堤 0+800	5.31
	1# 涵闸	星子河左堤 1+200	0.56
	3# 涵闸	星子河左堤 2+200	3.29
	5# 涵闸	东陂河左堤 1+050	1.73
城西片	4# 泵站	连江干流右堤 1+800	7.42
	6# 涵闸	三江河左堤 3+660	7.11
	8# 涵闸	三江河左堤 3+100	1.5
城南片	5# 泵站	三江河右堤 3+300	7.09
	7# 涵闸	三江河右堤 3+400	6.92
	9# 涵闸	连江干流右堤 4+100	5.68
	10# 涵闸	九陂河右堤 0+300	1.5
	11# 涵闸	九陂河左堤 0+500	2.96

表 4-11 延长段工程水 闸、泵站编号一览表

排水分区	涵闸、泵站编号	所在堤段桩号	涵闸设计过闸或泵站抽
------	---------	--------	------------

			水流量 (m ³ /s)
城西片	6# 泵站	三江河左堤延 1+650	6.06
	13# 涵闸	东陂河右堤延 0+200	10.54
	14# 涵闸	三江河左堤延 1+600	6.22
城南片	7# 泵站	三江河右堤延 3+800	5.54
	15# 涵闸	三江河右堤延 3+900	5.57
	16# 涵闸	三江河右堤 1+800	1.02
	17# 涵闸	九陂河左堤延 0+500	2.37
	18# 涵闸	九陂河右堤延 0+500	0.21

4.3.3 泵站特征水位

根据《泵站设计规范》(GB50265-97)、《广东省防洪(潮)标准和治涝标准》，并结合连江的雨洪特点，来选取泵站各特征内、外水位。

设计外江水位：根据干流洪水和区间洪水遭遇分析成果，泵站设计时按区域最大 24 小时暴雨与外江 10 年一遇的洪水遭遇组合，排涝标准为 10 年一遇 24 小时暴雨所产生的迳流量一天排干，所以取外江 10 年一遇洪水的最大日均水位作为设计上水位。

最高运行外水位：取 50 年一遇外江洪峰水位。

最低运行外水位：取排水期外江最低水位。

平均外水位：取多年平均外江洪峰水位。

设计内水位：取涝区内 90% 面积不受涝高程推算到站前的相应水位。

最高运行内水位：按排水区允许最高涝水位的要求推算到站前的水位。

最低运行内水位：考虑排涝要求的最低抽排水位。

平均内水位：取以设计内水位相同的水位。

工程泵站特征水位见表 4-12 和表 4-13。

表 4-12 原设计泵站特征水位一览表(摘述)

	外水位			内水位		
泵站名称	最高	最低	设计	最高	最低	设计
1#泵站	95.59	90.90	93.88	92.34	90.40	91.50
2#泵站	96.98	92.60	94.71	93.01	92.10	92.50
3#泵站	94.71	90.50	92.21	90.62	89.00	90.10
4#泵站	95.05	90.20	92.77	91.03	89.70	90.00
5#泵站	95.05	89.10	92.77	92.24	88.60	89.60

表 4-13 延长段增加泵站特征水位一览表

	外水位			内水位		
泵站名称	最高	最低	设计	最高	最低	设计
6#泵站	98.39	97.20	97.82	97.00	95.50	95.90
7#泵站	101.22	99.95	100.79	99.90	98.00	98.80

4.3.4 泵站装机容量

本报告摘述原设计泵站装机容量见表 4-14。

延长段工程根据设计排涝流量和特征水位，初选各泵站装机容量，见表 4-15。

表 4-14 原设计泵站装机规模表（摘述）

泵站名称	1# 泵站	2# 泵站	3# 泵站	4# 泵站	5# 泵站	合计
装机容量 (kw)	310	260	720	540	465	2295

表 4-15 延长段工程泵站装机规模表

泵站名称	6# 泵站	7# 泵站	合计
装机容量 (kw)	260	260	520

5 工程布置及建筑物

5.1 设计依据

5.1.1 工程等别和建筑物级别

本延长段工程可行性研究阶段，参考国家《防洪标准》（GB50201—94）、《堤防工程设计规范》（GB50286-98）、《城市防洪工程设计规范》（CJJ50-92）和《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水电总字〔1995〕4号），并紧密结合广东省城乡水利防灾减灾会议精神，设计标准拟定同前期已批复立项建设的城防工程，即设计防洪标准为50年一遇，堤防级别为3级，设计排涝标准为10年一遇24小时暴雨产生的迳流量一天排干。

该拟定的标准已得到上级主管部门的审查批复，所以本阶段仍采用可行性研究阶段的论证结果：设计防洪标准为50年一遇，堤防级别为3级，设计排涝标准为10年一遇24小时暴雨产生的迳流量一天排干。

5.1.2 设计基本资料

5.1.2.1 可行性研究报告审查批复意见

2003年**市城市防洪工程纳入省城乡水利防灾减灾工程建设实施计划，目前已完成约10.5km防洪堤建设任务。随着**市经济社会的快速发展，**市城区空间进一步拓展，为完善规划城区范围内防洪工程体系，建设**市城防延长段工程是必要的。

同意本延长段工程任务是防洪、排涝。工程规模为：新建防洪堤总长16.89km，新建排水涵闸6座，新建泵站2座及配套工程管理设施等。

根据可行性研究报告的审批意见，本初步设计阶段按照新的要求和标准对工程的布置作进一步的阐述和论证，对工程建筑物进行优化设计，并进一步复核其结构稳定性和安全性，包括对防洪堤堤身断面结构优化设计，堤顶路面改为半柔性沥青混凝土路面，堤身与堤基接触面增设接合槽，按反滤要求做好迎水坡干砌石垫层设计，完善背水坡坡面、坡脚排水系统设计等；对各排水涵闸重新复核设计排水流量和闸孔尺寸，复核地基应力和渗透稳定，完善基础处理和防渗设计方案；对排涝泵站补充说明泵站的稳定、应力、变形、渗流等计算方法和成果，并根据计算结果进一步做好基础处理设计。补充排水涵闸、泵站出口的水力计算，复核消能防冲设计等。

5.1.2.2 其他设计参数和资料

(1) 水面线计算成果, 各涵闸、泵站设计排涝流量

水面线以及各涵闸、泵站设计排涝流量在本报告第 4 章已有推算过程及成果, 水面线计算成果见表 4-8, 各涵闸、泵站设计排涝流量见表 4-11。

(2) 地震设防烈度

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2001), 本工程区地震动峰值加速度为 $0.05g$, 相应地震基本烈度为 6 度, 按照《堤防工程设计规范》(GB50286-98)、《水工建筑物抗震设计规范》(SL/T191-96)以及有关规范, 本工程建筑物可不考虑地震设防。

(3) 地基特性及采用的设计指标

①地基特性

本工程建设场址地层岩性自上至下岩土层依次为人工填土、冲积土、残积土和灰岩。

②地基土层设计力学参数表

人工填土 (Q^{ml}): c 、 ϕ 值分别为 $25kPa$ 和 15°

堤基残积土 (Q^{el}): c 、 ϕ 值分别为 $26kPa$ 和 16°

残积土层地基允许承载力: $200kPa$ 。

③均质土堤的填筑土料

用于土坝填筑的土料的主要物理力学指标如下:

控制干密度 $\gamma_{ds}=1.55g/cm^3$

渗透系数 $K=0.66 \times 10^{-4}cm/s$; $C=11.5kPa$, $\phi=18.4^\circ$

(4) 安全系数和允许应力

①均质土堤

本工程堤防为 3 级堤防, 根据《堤防工程设计规范》(GB50286—98) 的规定, 堤防的稳定安全系数为:

a) 抗滑稳定安全系数

正常运用条件 $[K] \geq 1.20$

非常运用条件 I $[K] \geq 1.10$

非常运用条件 II $[K] \geq 1.10$

b) 允许渗透水力比降

参照我国现行相关设计规范，并根据类似工程经验确定堤防允许渗透水力比降
 $[K] \leq 0.5$

②护岸挡墙

a) 非岩基（摩擦公式）抗滑稳定安全系数

基本组合 $[K] \geq 1.25$

特殊组合 I $[K] \geq 1.10$

特殊组合 II $[K] \geq 1.05$

b) 基底应力

在各种荷载组合下，平均基底应力不大于地基允许承载力，最大基底应力不大于地基允许承载力的 1.2 倍。非岩地基基底应力的最大值与最小值之比应 ≤ 2 。

5.2 工程布置

5.2.1 堤线布置

堤线布置原则上应与河势流向相适应，并与大洪水的主流线大致平行；堤线力求平顺，各堤段平缓连接，不得采用折线的急弯；并尽可能利用现有堤防和有利地形，修筑在地质条件较好的河岸和滩地上；堤线布置在占压耕地、拆迁房屋等建筑物少的地带，避开文物遗址，利于防汛抢险和工程管理。

1) 星子河

原左堤起点于星子河上游三板桥村，桩号为星子河左堤 0+000，下游在交汇处与连江干堤连接，桩号为 3+340.461，左堤长 3.34km。本工程将其向上游延长，至楼子下村的高台地上，形成闭合，本延长段直接保护规划校园区，起点桩号星子河左堤延 0+000，终点桩号星子河左堤延 1+238，延长段长 1.238km；

原右堤起点于星子河上游三古滩村，桩号为星子河右堤 0+000，下游在东陂河口交汇处与东陂河左堤连接，桩号为 3+789.786，右堤长 3.79km。从右堤起点往上走，地势逐渐抬高，地面高程基本达到 50 年一遇洪水标准，本工程不再延长右堤，保持原布置和长度。

2) 东陂河

原左堤起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，桩号为东陂河左堤 0+000，下游在交汇处与星子河右堤连接，桩号为 1+061.280，左堤长 1.06km。实际上经过现场

查勘，发现 107 国道沿线均有不少交通涵洞，是不能够利用其形成封闭的。从这个意义上说，亦应当延长堤段至上游山体闭合。本工程将东陂河左堤从 107 国道开始向上游延长，至栗山的高台地上，形成闭合，国道处桩号为东陂河左堤延 0+000，终点桩号为东陂河左堤延 0+767，延长段长 0.77km，直接保护建设中的建滔等大型企业工业园区。

原右堤亦是起点于东陂河上游 107 国道千斤洞大桥处，桩号为东陂河右堤 0+000，下游在交汇处与连江干流右堤连接，桩号为 0+900.046，右堤长 0.90km。本工程将东陂河右堤从 107 国道开始向上游延长，至满竹洞村的山地上，形成闭合，国道处桩号为东陂河右堤延 0+000，终点桩号为东陂河右堤延 1+745，延长段长 1.75km，同左堤一样也是直接保护两岸建设中的建滔等大型企业工业园区。

3) 三江河

同东陂河一样，三江河两岸河堤原来起点亦均在三江河上游 107 国道处，此前已经说明，公路沿线的交通涵洞使城防工程并没有真正闭合。从这个意义上说，亦应当延长三江河两岸防洪堤使其能够闭合。

107 国道邵村大桥处原三江河堤桩号分别为三江河左堤 0+000 和三江河右堤 0+000，下游在河口与连江干堤右堤连接，桩号分别为三江河左堤 3+660 和三江河右堤 3+600，左堤长 3.66km，右堤长 3.60km。

本工程从 107 国道处将两岸河堤向上游延长，国道处桩号分别为三江河左堤延 0+000 和三江河右堤延 0+000。左堤一直延长至上游三合塘村，利用村后的山地来闭合，桩号为三江河左堤延 3+849，左堤延长段长 3.85km；右堤向上游延长至水湃塘村，利用右岸的山地来闭合，桩号为三江河右堤延 6+296，右堤延长段长 6.30km；延长段两岸河堤共同保护规划的湟川高新科技园区。

4) 九陂河

原设计在江夏圳处将九陂河裁弯取直，裁直段取名为九陂改河，将九陂河水由裁直段直接汇入三江河。九陂河左堤 0+000~0+570.417,长 0.57km，九陂河右堤 0+000~1+020.830,长 1.02km。

本工程在裁弯取直处向上游延长九陂河两岸河堤，左堤延长至邓屋，桩号九陂河左堤延 0+000~1+209，长 1.21 km。右堤延长至江夏圳背后山坡形成闭合，桩号九陂河右堤延 0+000~1+160，长 1.16 km。延长段两岸河堤共同保护规划的城南工业园区。

5) 连江干流

连江干流两岸防洪堤起点在东陂河口交汇处，分别连接星子河左堤和东陂河右堤。终点至下游马面滩，左岸桩号为连江干流左堤 0+000~5+000，长 5.0 km；右岸桩号为连江干流右堤 0+000~4+860.220，长 4.86 km。

左堤终点地形为较高的山体，能够防御 50 年一遇洪水，本工程不用延长。右堤终点下游有一片较低的台地，高程约 92.0m，低于 50 年一遇洪水位，该片现规划为湟川三峡观光旅游区，须延长右堤以保护该旅游区。右堤延长段桩号 0+000~0+614，长 0.61 km。

6) 白水坑河

原城防工程还布置有白水坑河堤，左堤桩号为白左 0+000~1+000；右堤桩号为白右 0+000~1+000，两岸河堤合计长 2.0km，其布置合理，本工程不用延长其堤段。

这样，城防工程延长扩大规模后，从整个城市防洪体系布局来看，东陂河左堤（包含延长段）和星子河右堤连接，共同保护城北区；东陂河右堤（包含延长段）和连江干流右堤以及三江河左堤（包含延长段）连接，共同保护城西区；星子河左堤（包含延长段）和连江干流左堤连接，共同保护城东区；三江河右堤（包含延长段），九陂河堤（包含延长段），与连江干流右堤一起共同保护城南区。

原城防工程防洪堤总长 30.3km，包括星子河左堤（0+000~3+340.461）：3.34km，星子河右堤（0+000~3+789.786）：3.79km；东陂河左堤（0+000~1+061.280）：1.06km，东陂河右堤（0+000~0+900.046）：0.90km；三江河左堤（0+000~3+660）：3.66km，三江河右堤（0+000~3+600）：3.60km；连江干流左堤（0+000~5+000）：5.0km，连江干流右堤（0+000~4+860.220）：4.86km；九陂河左堤（0+000~0+570.417）：0.57km，九陂河右堤（0+000~1+020.830）：1.02km；加上白水坑河堤 2.0km 和其他支堤 0.5km。

城防工程扩大规模后，增加堤长为 16.89km，包括星子河左堤延长段（0+000~1+238）：1.24km；东陂河左堤延长段（0+000~0+767）：0.77km，东陂河右堤延长段（0+000~1+745）：1.75km；三江河左堤延长段（0+000~3+849）：3.85km，三江河右堤延长段（0+000~6+296）：6.30km；连江干流右堤延长段（0+000~0+614）：0.61km；九陂河左堤延长段（0+000~1+209）：1.21km，九陂河右堤延长段（0+000~1+160）：1.16km；

原城防工程与增加段工程防洪堤总长合计 $30.3+16.89=47.19$ km。

5.2.2 泵站及涵闸布置

原 2003 年城防工程设计，根据**市区地形条件，结合**市市政建设和排水规划，工程沿星子河、连江干流等整治河段两岸，设置了涵闸 12 座，编号为 1#~12#涵闸；泵站 5 座，编号为 1#~5#，布置见表 5-1。

本阶段在以上设计的基础上延长城防堤段，从城防工程布置来看，防洪堤将**市区划分为东、南、西、北 4 大片，结合各片地形、地质条件，泵站和涵闸宜布置在地势低洼、主排水沟出口处，排水通畅的地方。延长段工程需增加 6 座涵闸，2 座泵站，顺延原设计的编号，涵闸编号为 13#~18#，泵站为 6# 和 7#。

涵闸 13# 和 14#，泵站 6# 布置在城西片延长段，涵闸 15#，16#，17# 和 18#；泵站 7# 布置在城南片延长段，具体见表 5-2。

表 5-1 原设计水 闸、泵站编号布置一览表（摘述）

排水分区	涵闸、泵站编号	所在堤段桩号	涵闸设计过闸或泵站抽水流量（m³/s）	泵站装机（kw）
城东片	2# 泵站	星子河左堤 2+650	3.81	260
	3# 泵站	连江干流左堤 3+550	10.75	720
	2# 涵闸	连江干流左堤 0+100	3.45	
	4# 涵闸	连江干流左堤 2+800	3.69	
	12# 涵闸	连江干流左堤 3+400	10.49	
城北片	1# 泵站	东陂河左堤 0+800	5.31	310
	1# 涵闸	星子河左堤 1+200	0.56	
	3# 涵闸	星子河左堤 2+200	3.29	
	5# 涵闸	东陂河左堤 1+050	1.73	
城西片	4# 泵站	连江干流右堤 1+800	7.42	540
	6# 涵闸	三江河左堤 3+660	7.11	
	8# 涵闸	三江河左堤 3+100	1.5	
城南片	5# 泵站	三江河右堤 3+300	7.09	465
	7# 涵闸	三江河右堤 3+400	6.92	
	9# 涵闸	连江干流右堤 4+100	5.68	
	10# 涵闸	九陂河右堤 0+300	1.5	
	11# 涵闸	九陂河左堤 0+500	2.96	
泵站装机合计				2295

表 5-2 延长段工程水 闸、泵站编号布置一览表

排水分区	涵闸、泵站编号	所在堤段桩号	涵闸设计过闸或泵站抽水流量 (m ³ /s)	泵站装机 (kw)
城西片	6# 泵站	三江河左堤延 1+650	6.06	260
	13# 涵闸	东陂河右堤延 0+200	10.54	
	14# 涵闸	三江河左堤延 1+600	6.22	
城南片	7# 泵站	三江河右堤延 3+800	5.54	260
	15# 涵闸	三江河右堤延 3+900	5.57	
	16# 涵闸	三江河右堤 1+800	1.02	
	17# 涵闸	九陂河左堤延 0+500	2.37	
	18# 涵闸	九陂河右堤延 0+500	0.21	
泵站装机合计				520

5.3 建筑物型式

5.3.1 防洪堤

本工程延长的防洪堤主要布置在河流上游，从地形图上可以看到，在河流上游地势比较开阔，经过现场勘察，河流两岸多为河滩地，岸坡比较平缓，防洪堤高度不大，因地制宜可以考虑采用造价相对较低的均质土堤形式，这样取材方便，施工简单，岸坡亦比较自然和美观，体现人与水和谐的中心思想。

防洪堤堤顶结合交通要求，采用堤路结合的形式，堤顶宽度与已批复的原城防工程一致，为 7m 宽；路面结构采用沥青混凝土结构，为半柔性结构；因为本工程的防洪堤堤身高度不大，临水侧不设防浪墙，堤顶高程即为洪水位加总超高，这样有利于堤顶排水以及能够更加灵活地与堤内开发区的地面排水系统规划布置相结合。堤顶两侧设浆砌石路缘，路缘顶平堤顶，宽 0.40m。迎水坡坡比 1: 2.5，洪水位以下采用干砌石护坡，冲砂回填，表面用砂浆勾平缝，干砌石厚 0.3m，干砌石与土质堤身接合面设 0.1m 厚的瓜米石反滤、疏水垫层，从以往经验看，这种护坡造价较低，防冲刷效果理想，能很好地适应堤身的不均匀沉降，施工、管理上也方便；洪水位以上采用植草护坡；迎水坡脚设护脚齿墙，经过计算埋深 1.5m，墙宽 0.6m。背水坡 1: 2.0，植草护坡，坡脚亦设齿墙，宽 0.4m，埋深 0.6m。

根据以往实践经验，堤身高度不大的土堤，堤顶及背水坡受雨面积较小，采用植草护坡，能够较好的防止雨水的冲刷，保护土堤的安全，本工程土堤背水坡采用植草

护坡，不用设排水沟。

堤身与堤基接触面按规范设接合槽。本延长段工程布置的防洪堤,采用均质土堤形式,高度较小,地基应力较小,且比较均匀,所以对堤基承载力要求较小,同时能够与堤基有效地结合,堤基不用特别处理。防洪堤布置在上游较为宽阔、平缓的河滩地上,有利于防止洪水对堤脚以及堤身的冲刷,河岸堤线较为平顺,不存在迎流顶冲,易形成险段的情况。在河道转弯处,根据水流冲刷的角度和力度,本工程验算了护坡结构和堤脚齿墙结构的强度和安全性,护坡干砌石厚 0.3m,齿墙埋深 1.5m 能满足本工程安全要求。

5.3.2 泵站

根据城区排涝要求，延长段工程共布置 2 座泵站，编号为 6# 和 7# 泵站，按照设计排涝流量以及各特征水位、特征扬程，初选泵站的装机容量（见本报告第 2 章及第 4 章），6# 泵站装机 260kw，7# 泵站装机 260kw，总装机 520 kw。

1) 6#泵站

6# 泵站布置三江河延长段左岸坭潭村附近，对应堤段桩号为三江河延长段左岸 1+650，排城西片涝水。设计排涝流量 $6.06\text{m}^3/\text{s}$ ，设计扬程 3.10m ，装机 260kW 。共布置水泵机组 2 台，水泵型号为 900ZLB-125，配套电机 2 台，型号为 JSL-138-12，每台额定功率 130kW 。

6#泵站采用堤后式布置，根据水泵的布置安装要求，主厂房长 8.4m，宽 6.5m，副厂房长 8.4m，宽 5.0m。泵房结构为湿室型，泵站出水方式为压力水箱型式，后接穿堤压力涵管，单机单管。

2) 7#泵站

7# 泵站布置三江河延长段右岸沙子岗村附近，对应堤段桩号为三江河延长段右岸 3+400，排城南片涝水。设计排涝流量 $5.54\text{m}^3/\text{s}$ ，设计扬程 3.20m ，装机 260kW 。共布置水泵机组 2 台，水泵型号为 900ZLB-125，配套电机 2 台，型号为 JSL-138-12，每台额定功率 130kW 。

7#泵站采用堤后式布置，根据水泵的布置安装要求，主厂房长 8.4m，宽 6.5m，副厂房长 8.4m，宽 5.0m。泵房结构为湿室型，泵站出水方式为压力水箱型式，后接穿堤压力涵管，单机单管。

表 5-3 泵站工程参数表

泵站、涵 闸名称	排涝 流量 (m ³ /s)	设计 扬程 (m)	水泵 型号	电机 型号	装机 容量 (kW)
6# 泵站	6.06	3.4	900ZLB-125 (2 台)	JSL-138-12 (2 台)	260
7# 泵站	5.54	3.2	900ZLB-125 (2 台)	JSL-138-12 (2 台)	260
总装机容量：520 kW					

5.3.3 排涵闸

本工程各排涵闸为穿堤建筑物，功能均为排涝，由于排涵闸位于防洪堤上，排涵闸兼具防洪功能。

经计算，本工程各排涵闸设计排涝流量不大，闸孔尺寸较小，可采用穿堤涵闸的形式，排涵闸主要由闸室、穿堤箱涵、出口消力池、上游连接段和启闭机管理楼等 5 部分组成。这种穿堤涵形式，布置紧凑，涵身整体性好，强度高，能承受较大的内、外压。而且结构为轻型结构，地基应力小，应力均匀，比较适合布置在河岸的土质地基上。

5.4 建筑物设计计算

本工程建筑物设计计算主要为土堤稳定计算，堤脚防冲计算，堤坡防护计算，涵闸设计计算，泵站设计计算等。

根据审查意见，本阶段重新复核各排水涵闸地基应力和渗透稳定，进一步完善基础处理和防渗设计方案。补充说明泵站稳定、应力、变形、渗流等计算，进一步做好基础处理设计。

5.4.1 土堤稳定计算

1) 计算断面选取

根据延长段的堤身结构，结合其地质条件，选取具有代表性的地质情况为计算断面。

2) 计算工况

正常运行工况：

- 设计洪水位稳定渗流期背水堤坡；

•设计洪水位骤降期临水堤坡；

非常运行工况：

•施工期（无水情况）临水、背水堤坡。

计算时堤顶荷载为汽-20（单列）。

3)计算参数的选择

采用北京理正软件设计研究所 2001 年 3 月编写的《边坡稳定设计软件 3.0 版》进行计算。根据《堤防工程设计规范》（GB 50286-98），设计洪水位骤降期稳定的计算的强度指标采用固结快剪指标，施工期的稳定计算的强度指标采用三轴仪不排水剪（或直剪仪快剪）指标。稳定渗流期计算时由于没有或缺乏直剪仪慢剪及三轴仪固结排水剪指标，故采用固结快剪指标。土堤结构稳定分析的有关地质参数按照《**市城防工程地质勘察报告》选取。

4)计算结果

稳定渗流：

设计洪水位稳定渗流期背水堤坡出溢点的渗透比降： $i=0.447$

设计洪水位稳定渗流期背水堤坡坡脚点的渗透比降： $i=0.500$

抗滑稳定安全系数：

根据渗流计算成果计算得堤坡抗滑稳定安全系数见表 5-4

5) 安全分析

根据以上计算结果，土堤渗透稳定、抗滑稳定均满足规范要求，本工程土堤结构安全、合理。

表 5-4 堤坡抗滑稳定分析计算成果表

计算条件	序号	工 况	K	K _允
正常运用条件	1	设计洪水位骤降期临水坡稳定计算	1.21	1.2
	2	设计洪水位稳定渗流期背水坡稳定计算	1.28	
非常运用条件	3	施工期（无水情况）临水坡稳定计算	1.71	1.1
	4	施工期（无水情况）背水坡稳定计算	1.55	

5.4.2 堤脚防冲计算

(1)水流平行于岸坡时的冲刷计算，计算公式采用《堤防工程设计规范》

GB50286-98 中的 D.2.2-1

$$h_B = h_p + \left[\left(\frac{V_{cp}}{V_{允}} \right)^n - 1 \right]$$

式中 h_B —局部冲刷深度 (m), 从水面起算

h_p —冲刷处的水深 (m), 以近似设计水位最大深度代替

V_{CP} —平均流速 (m/s)

$V_{允}$ —河床面上允许不冲流速 (m/s)

n —与防护岸坡在平面上的形状有关, 一般取 $n=1/4$

将各数据代入得:

$$h_B = h_p + \left[\left(\frac{V_{cp}}{V_{允}} \right)^n - 1 \right] = 5.0 + \left[\left(\frac{4.0}{0.7} \right)^{0.25} - 1 \right] = 5.55 \text{ (m)}$$

堤脚浆砌石齿墙护砌深度 $h = h_B - h_p = 5.55 - 5.0 = 0.55 \text{ (m)}$

(2)河道转弯处, 水流斜冲岸坡时的冲刷计算, 计算公式采用《堤防工程设计规范》GB50286-98 中的 D.2.2-2

$$\Delta h_p = \frac{23tg \frac{\alpha}{2} V_j^2}{\sqrt{1+m^2} g} - 30d$$

Δh_p ——从河底算起的局部冲深 (m);

α ——水流流向与岸坡交角 (度), $\alpha=45^\circ$;

m ——防护建筑物迎水面边坡系数, $m=0.5$;

d ——坡脚处土壤计算粒径 (cm), $d=0.7$;

V_j ——水流的局部冲刷流速, $V_j=5 \text{ m/s}$ 。

$$\text{则 } \Delta h_p = \frac{23tg \frac{\alpha}{2} V_j^2}{\sqrt{1+m^2} g} - 30d = \frac{23tg \frac{45}{2} 5^2}{\sqrt{1+0.5^2} * 9.8} - 30 * 0.7 = 0.74(m)$$

由计算可知, 三江河河道的最低冲刷深度在河床底以下 0.74m, 本工程设计堤脚浆砌石齿墙护砌深度 1.5m, 大于计算值, 满足防冲要求。

5.4.3 堤坡防护计算

干砌石护坡的护面厚度计算公式采用《堤防工程设计规范》GB50286-98 中的 D.3.1

$$t = K_1 \frac{r}{r_b - r} \frac{H}{\sqrt{m}} \sqrt[3]{\frac{L}{H}}$$

式中 K_1 —系数，对一般干砌石可取 0.266

r_b —块石的重度

r —水的重度

H —计算波高

L —波长

m —斜坡坡率 ($1.5 \leq m \leq 5.0$)， $m = \text{ctg } \alpha$ ， α 为斜坡坡角

代入数据得 $t = 0.23 \text{ m}$ ，本工程设计干砌石护坡厚 0.3m，大于计算值，满足厚度要求。

5.4.4 堤基处理

堤身与堤基接触面按规范设接合槽。本工程堤基多为人工填土、冲积层和残积层为主。布置的防洪堤，采用均质土堤形式，高度较小，地基应力较小，且比较均匀，所以对堤基承载力要求较小，同时能够与堤基有效地结合，堤基不用特别处理。临水侧齿墙为 M7.5 浆石，齿墙外回填块石护脚。

5.4.5 穿堤涵闸

(1) 排水流量及过水断面尺寸

涵闸排水流量在第 2 章已经计算，涵闸结构型式采用钢筋混凝土穿堤涵洞，涵长约 40m，参考类似工程经验，水力计算参照灌区水工建筑物丛书《涵洞》（水力电力出版社）中水力设计一章进行。计算假定为：内水位为设计水位（参考电排站特征水位），外水位比内水位低 0.5m，计算涵洞的过流能力。同时，考虑到城防涵闸均为抢排闸，可适当扩大闸孔尺寸，有利于涝水抢排。排涝流量相差不大的涵闸可按相同的规格进行设计。

涵闸断面尺寸见表 5-5。

表 5-5

涵闸过流能力计算表

涵闸名称	设计排 涝流量 (m ³ /s)	计算排 涝流量 (m ³ /s)	孔数	单孔净宽 (m)	单孔净高 (m)	备注
13 # 涵闸	10.54	11.23	2	2.5	2.5	
14 # 涵闸	6.22	7.47	1	3.0	3.0	
15 # 涵闸	5.57	5.96	1	2.5	2.5	
16 # 涵闸	1.02	2.05	1	1.5	1.5	
17 # 涵闸	2.37	3.82	1	2.0	2.0	
18 # 涵闸	0.21	1.53	1	1.2	1.2	

(2) 穿堤涵地基应力计算

本工程涵闸采用拍门形式，不用设闸室，只计算涵身的地基应力。

公式如下：

$$\sigma = \frac{\Sigma G}{A}$$

σ —地基应力

ΣG —闸室垂直力合力，包括铅直土压力，满水重，涵身结构自重，堤顶活荷载等。

计算结果见表 5-6。

表 5-6 穿堤涵地基应力计算成果表

闸室型	计算情况	应力 σ (kPa)	备注
13 # 涵闸	设计洪水位	107.1	
14 # 涵闸	设计洪水位	110.0	
15 # 涵闸	设计洪水位	100.1	
16 # 涵闸	设计洪水位	106.5	
17 # 涵闸	设计洪水位	109.2	
18 # 涵闸	设计洪水位	86.2	

根据以上计算成果，地基应力最大 $\sigma_{\max}=110.0\text{kPa}$ ，最小 $\sigma_{\min}=86.2\text{kPa}$ 。根据地质条件分析，初选箱涵基础采用天然基础。

(4) 消能防冲计算

涵闸排水采用底流消能，在闸室后布置一个挖深式的消力池，消力池后即为外江河床，因而不设护坦和海漫，直接在消力池尾槛后开挖面回填大块石，冲砂夯实以防止被流水淘空。

消能计算工况应选择最不利工况，经过分析，涵闸在泄水时比较不利的工况有 2 种，工况一：闸上设计水位为除涝水位，闸门局部开启，控泄 50%设计流量，闸下水位为汛期最低水位。工况二：闸上设计水位为除涝水位，闸门全开，泄 100%设计流量，闸下水位为汛期最低水位。

消力池计算程序采用《水利水电工程设计计算程序集 V3.0》中的“D-3 消能计算”程序，计算结果见表 5-7。由计算结果可以看到，排涵闸计算所得的消力池尺寸较小。为了稳定水跃，取得更好的消能效果，根据以往实践经验，以及结合现场实际地形，本工程消力池尺寸取值比计算值稍大，满足安全要求，同时符合实际情况。

表 5-7 各排水涵闸消力池计算表

涵闸名称	100%设计排涝流量 (m³/s)	50%设计排涝流量 (m³/s)	工况一		工况二		设计取值		备注
			池深 (m)	池长 (m)	池深 (m)	池长 (m)	池深 (m)	池长 (m)	
13#涵闸	10.54	5.27	0.52	5.63	0.62	6.86	0.7	8	
14#涵闸	6.22	3.11	0.41	4.66	0.53	5.98	0.7	7	
15#涵闸	5.57	2.79	0.39	3.87	0.48	4.56	0.7	6	
16#涵闸	1.02	0.51	0.22	2.69	0.28	2.97	0.7	6	
17#涵闸	2.37	1.19	0.26	3.23	0.37	3.34	0.7	10	根据实际地形调整
18#涵闸	0.21	0.11	0	0	0	0	0.5	6	

(5) 渗透稳定计算

各涵闸为涵洞型式，均埋置于土堤内，且涵洞长度比较长，抗渗稳定性比较好，本工程只验算涵闸防渗长度和渗流坡降。

渗透稳定计算工况取最不利工况：涵闸关闸挡洪时，闸前水位为外江 50 年一遇洪水位，闸后水深假定为 0.3m。根据涵闸附近堤段实际开挖情况，地基为河床式砂卵石或砂壤土，地基允许渗径系数 C 在 5~3 范围，本工程取 C=5。各涵闸的渗透稳定计算见表 5-8。

表 5-8 各排涵闸渗透稳定计算表 单位：米

涵闸名称	13 # 涵闸	14 # 涵闸	15 # 涵闸	16 # 涵闸	17 # 涵闸	18 # 涵闸
闸前后水位差 ΔH	2.62	2.73	2.54	2.36	2.56	1.4
地基允许渗径系数 C	5	5	5	5	5	5
要求闸基防渗长度 $L=C*\Delta H$	13.1	13.65	12.7	11.8	12.8	7
闸基实有防渗长度	24.72	25	18.7	25.19	15.34	15
渗流坡降 J	0.106	0.109	0.136	0.094	0.167	0.093
闸基允许渗流坡降 [J]	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17

从表 5-8 可以看出，各涵闸的防渗长度和渗流坡降均满足规范要求。本工程要求箱涵回填土全部采用粘土，箱涵设 1~2 道截渗环，以避免在箱涵与回填土结合部位形成渗流通道，同时增加涵闸的防渗长度，提高抗渗稳定性。

5.4.6 泵站工程

(1) 泵房稳定计算

公式如下：

$$K_c = \frac{\Sigma Gf}{\Sigma F}$$

K_c —抗滑稳定安全系数 $K \geq 1.25$

ΣG —泵房垂直力合力

f —底板与地基摩擦系数 取 $f=0.2$

ΣF —泵房水平力合力

(2) 泵房地基应力计算

公式如下：

$$\sigma_{\min}^{\max} = \frac{\Sigma G}{A} \left(1 + \frac{6e}{L} \right)$$

σ_{\max} 、 σ_{\min} —地基最大、最小应力

ΣG —泵房垂直力合力

e —垂直力合力重心到底板形心距离

L —泵房长度

计算结果见表 5-9。

表 5-9

泵房稳定应力计算成果表

闸室型	项目 计算情况	应力 (kPa)		抗滑稳定 系数 Kc	备注
		σ_{\max}	σ_{\min}		
6# 泵房	设计洪水位	158.6	126.7	1.84	
7# 泵房	设计洪水位	155.3	126.9	1.72	

根据以上计算成果，所有的抗滑稳定安全系数 $Kc \geq [Kc] = 1.25$ ，满足设计要求。
地基应力最大 $\sigma_{\max} = 158.6 \text{ kPa}$ ，最小 $\sigma_{\min} = 126.7 \text{ kPa}$ 。根据地质条件分析，初选泵房基础采用天然基础。

(3) 防渗及防冲

本工程泵站采用堤后式布置，不存在渗透稳定问题，泵站渗透稳定满足安全要求。
泵站出水口两侧设浆砌石翼墙，底板采用厚 400mm 浆砌石衬砌，满足防冲要求。

6 机电及金属结构

6.1 机组

6.1.1 特征水位

延长段工程共布置 2 个泵站，编号为 6#、7#，具体位置详见第 5 章。根据《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水电总字[1995]4 号）、《泵站设计规范》（GB/T50265-97）的有关规定及水文计算成果，各电排站特征水位如下表：

表 6-1 泵站特征水位一览表

泵站名称	外水位（m）			内水位（m）		
	最高运行水位	最低运行水位	设计水位	最高运行水位	最低运行水位	设计水位
6# 泵站	98.39	97.20	97.82	97.00	95.50	95.90
7# 泵站	101.22	99.95	100.79	99.90	98.00	98.80

6.1.2 扬程

6# 泵站：

1) 设计扬程

设计外江水位： 97.82m

设计进水池水位： 95.90m

水头损失：根据初步计算，设计扬程工况的总水头损失取 0.85m。

设计扬程=97.82-95.9+0.85=2.77m

取设计扬程为 2.77m。

2) 最高扬程

设计外江最高运行水位： 98.39m

进水池最低运行水位： 95.50m

水头损失：根据初步计算，最高扬程工况的总水头损失取 0.75m。

最高扬程=98.39-95.50+0.75=3.64m

取最高扬程为 3.64m。

7# 泵站：

1) 设计扬程

设计外江水位：100.79m

设计进水池水位：98.80m

水头损失：根据初步计算，设计扬程工况的总水头损失取 0.75m。

设计扬程=101-98.8+0.75=2.74m

取设计扬程为 2.74m。

2) 最高扬程

设计外江最高运行水位：101.22m

进水池设计运行水位：98.00m

水头损失：根据初步计算，最高扬程工况的总水头损失取 0.65m。

最高扬程=101.22-98.00+0.65=3.87m

取最高扬程为 3.87m。

两个泵站设计扬程和最高扬程见下表

表 6-2 泵站扬程计算表

泵站名称	设计扬程 (m)	最高扬程 (m)	排涝流量 (m ³ /s)
6# 泵站	2.77	3.64	6.06
7# 泵站	2.74	3.87	5.54

6.1.3 机组型号及台数

根据泵站设计排水流量，设计扬程，最高扬程，选择的水泵在平均扬程时应在高效区运行，同时在最高扬程、最低扬程下水泵应能安全稳定运行。以此选择合适的水泵型号和电动机型号。

表 6-3 泵站机组选用表

泵站、涵闸名称	排涝流量 (m ³ /s)	设计扬程 (m)	水泵型号	电机型号	装机容量 (kW)
6# 泵站	6.06	2.77	900ZLB-125 (2 台)	JSL-138-12 (2 台)	260
7# 泵站	5.54	2.74	900ZLB-125 (2 台)	JSL-138-12 (2 台)	260

6#泵站水泵主要参数见下表:

表 6-4 900ZLB-125 型水泵工作性能表

工 况	扬程 (m)	流量 (m ³ /s)	效率 (%)	轴功率 (kW)	叶轮直径 (mm)	转速 (r/min)	叶片 角度
水泵最小扬程	2.20	3.34	79.7	90	850	485	+4°
设计扬程	2.77	3.2	82.5	105.4			
设计最高扬程	3.64	2.92	82.7	126			

配套电机型号: JSL-138-12 130Kw

泵站设计流量:

$$Q=2 \times 3.2=6.4\text{m}^3/\text{s} > 6.06\text{ m}^3/\text{s}$$

7#泵站水泵主要参数见下表:

表 6-5 900ZLB-125 型水泵工作性能表

工 况	扬程 (m)	流量 (m ³ /s)	效率 (%)	轴功率 (kW)	叶轮直径 (mm)	转速 (r/min)	叶片 角度
水泵最小扬程	2.06	3.12	79.7	79	850	485	+2°
设计扬程	2.74	2.93	83.3	94.5			
设计最高扬程	3.87	2.58	82.5	118.7			

配套电机型号: JSL-138-12 130Kw

泵站设计流量:

$$Q=2 \times 2.93=5.86\text{m}^3/\text{s} > 5.54\text{ m}^3/\text{s}$$

6.2 接入电力系统方式

1) 6# 泵站

泵站运行方式由外江水位和堤内需要排出的水量决定, 当外江水位低于 95.9m 时, 自流排涵闸门常开, 堤内的水自流排入外江, 水泵不投入运行。当外江水位达到 95.9m 时关闭自流排涵闸门, 开始由水泵把堤内积水排入外江, 视水量决定投入水泵运行台数。本电排站装机容量 260kW, 主变压器容量 315kVA, 由**110kV 安峰变电站供电, 电压等级 10kV, 输电距离 2.5km。

2) 7# 泵站

泵站运行方式由外江水位和堤内需要排出的水量决定, 当外江水位低于 98.8m

时，自流排涵闸门常开，堤内的水自流排入外江，水泵不投入运行。当外江水位达到 98.8m 时关闭自流排涵闸门，开始由水泵把堤内积水排入外江，视水量决定投入水泵运行台数。本电排站装机容量 260kW，主变压器容量 315kVA，由**110kV 安峰变电站供电，电压等级 10kV，输电距离 2.5km。

6.3 电气主接线

6.3.1 主接线方案

由于本工程泵站电动机单机容量小，机组台数少，主变压器故障机率极小，为简化电气主接线，减少设备投资，推荐 6#、7#泵站均采用二机一变的主接线方式，变压器高压侧采用负荷开关+熔断器组合电器作变压器保护及投、切用，低压侧用电力电缆引到主机房配电屏。（详见电排-电-01）

每台机组设一面自藕降压综合起动柜，0.4kV 母线设一套并联电容补偿装置。

6.3.2 厂用电

泵站不设专用站用变，泵站开机排涝时站用电取自主变压器低压侧；泵站不排涝时站用电由 380/220V 市电供电。两个站用电电源用双投刀闸转换。

6.4 主要机电设备

6.4.1 6#泵站

6.4.1.1 厂内起重设备选择

根据厂家提供资料，机组最重部件重约 2.3 吨，根据机电设备的安装要求，在厂房内装设一台 3t 电动单梁桥式起重机作设备安装和检修用。

6.4.1.2 主要电气设备

1) 主变压器

型 号：S11-M-315/10

额定容量：315kVA

额定电压：10±5%/0.4kV

阻抗电压：Ud%=4

连接组别：D_yyn11

2) 10kV 箱型固定式高压开关设备

型 号：HXGN20-12

负荷开关：ZFN-12/630

熔断器：SFLAJ-10

3) 高压隔离开关

型 号：GW9-10/630

4) 避雷器

型 号：HYSW5-17/50

5) 电动机控制保护设备

采用自耦变压器降压综合起动柜， PGL 屏型， JJ1 控制接线（详见电排-电-04）。

控制电机功率：155kW

6) 电容补偿柜

型 号：PGJ1-2

补偿容量：120kvar

7) 低压配电屏

PGL 系列。

6.4.1.3 继电保护方案

继电保护采用常规继电保护，主要配置如下：

1) 电动机：

采用一台 DZ20 型保护电动机用自动空气开关作为电动机电流速断保护，采用电流互感器+热继电器构成电动机过载保护。

2) 变压器：

315kVA 主变压器采用高压负荷开关+熔断器组合电器作保护。

6.4.2 7#泵站

6.4.2.1 厂内起重设备选择

根据厂家提供资料，机组最重部件重约 2.3 吨，根据机电设备的安装要求，在厂房内装设一台 3t 电动单梁桥式起重机作设备安装和检修用。

6.4.2.2 主要电气设备

1) 主变压器

变压器容量：

变压器主要参数：

型 号：S11-M-315/10

额定容量：315kVA

额定电压：10±5%/0.4kV

阻抗电压：Ud%=4

连接组别：D,yn11

2) 10kV 箱型固定式高压开关设备

型 号：HXGN20-12

负荷开关：ZFN-12/630

熔断器：SFLAJ-10

3) 高压隔离开关

型 号：GW9-10/630

4) 避雷器

型 号：HYSW5-17/50

5) 电动机控制保护设备

采用自耦变压器降压综合起动柜， PGL 屏型， JJ1 控制接线（详见电排-电-04）。

控制电机功率：155kW

6) 电容补偿柜

型 号：PGJ1-2

补偿容量：120kvar

7) 低压配电屏

PGL 系列

6.4.2.3 继电保护方案

继电保护采用常规继电保护，主要配置如下：

1) 电动机：

采用一台 DZ20 型保护电动机用自动空气开关作为电动机电流速断保护，采用电流互感器+热继电器构成电动机过载保护。

2) 变压器：

315kVA 主变压器采用熔断器作保护。

6.5 机电设备布置

6.5.1 6# 泵站

6# 泵站装机容量 $2 \times 130\text{kW}$ ，水泵为立式轴流泵，根据机组安装要求，主厂房分为水泵层和电动机层，电气设备布置在电动机层。电机自耦降压综合起动柜、电容补偿屏布置在主泵房下游侧。本泵站为城市排涝泵站，在主泵房右侧设高压配电房，配电房地面高程与主泵房地面高程相同。10kV 高压设备、主变压器分别布置在高压室、变压器室，10kV 进线采用高压电力电缆，电缆首端设隔离开关。（详见电排-电-02）

6.5.2 7# 泵站

7# 泵站装机容量 $2 \times 130\text{kW}$ ，水泵为立式轴流泵，根据机组安装要求，主厂房分为水泵层和电动机层，电气设备布置在电动机层。电机自耦降压综合起动柜、电容补偿屏布置在主泵房下游侧。本泵站为城市排涝泵站，在主泵房右侧设高压配电房，配电房地面高程与主泵房地面高程相同。10kV 高压设备、主变压器分别布置在高压室、变压器室，10kV 进线采用高压电力电缆，电缆首端设隔离开关。（详见电排-电-03）

6.6 防雷接地

1) 防雷

防直击雷，泵站机电设备全部布置在室内，直击雷防护措施按建筑物防雷要求考虑，主副厂房屋面圈梁钢筋焊接闭合，利用厂房角柱主筋作引下线与接地网连接。

防雷电侵入波，10kV 进线电缆两端各设一组避雷器，铠装钢皮两端接地，电缆沟内电缆支架可靠接地。低压配电系统采用三相四线，保护接地，低压母线设避雷器。

2) 接地

接地装置以敷设人工接地网为主，并充分利用泵房基础钢筋、水箱涵管钢筋等自然接地体。人工接地网敷设在进水前池、泵房基础槽坑、出水涵管底部，接地装置由水平接地体、垂直接地体组成，高、低压，防雷共用接地装置，接地电阻不大于 4Ω 。主泵房电机层、配电房敷设接地干线，设备外壳、工作接地点用接地支线直接与接地干线可靠连接。接地体、接地线规格、连接方式应符合规范要求。

6.7 金属结构

6.7.1 拦污栅

各个泵站均在进水池入口处设置拦污栅，并修建一工作桥，以方便清除污物。拦污栅布置在工作桥墩之间。

6.7.2 闸门及拍门

为了检修方便及安全运行，各个电排站各配一块检修闸门，闸门为平面钢闸门；水泵出口设逆止拍门；出水池中每根出水管口设一个防洪门，配螺杆启闭机。

6.7.3 起重设备

各个电排站主厂房内各设一台 3t 电动单梁桥式起重机。电排站水泵检修闸门槽正上方各装设一台 5t 移动式电动葫芦作移动检修闸门用。

6.8 通风

电排站位于粤北山区，因为是排涝泵站，只在雨季时才会开机，水泵为立式轴流泵，发电机层通风散热条件较好，电动机功率较小，机组台数也不多，所以主、副厂房以自然通风为主，另在每个变压器室设置一台排风扇作通风用。

6.9 消防

因电排站厂房结构简单，设备少，年利用小时很低，所以厂房内采用二氧化碳灭火器作为消防设备，电动机层配置 5 个二氧化碳灭火器，主变压器下设贮油坑，旁边设一个消防砂箱。

6.10 附图附表

6.10.1 附图

- 1) 泵站电气主接线图（电排-电-01）；
- 2) 6 号泵站电气设备布置图（电排-电-02）
- 3) 7 号泵站电气设备布置图（电排-电-03）
- 4) 电动机自耦降压综合起动柜电气原理图（电排-电-04）

6.10.2 附表

表 6-6

6#、7#泵站主要设备表

编号	名称	型号规格	单位	数量	
				6#	7#
1	水泵	900ZLB-125 +4° (+2°) n=485r/min	台	2	2
2	电动机	JSL137-12 130kW	台	2	2
3	起重机	DL-3 跨度 5m, 起升高度 9m	台	1	1
4	电机自耦降压 综合起动屏	PGL (改) 宽×高=800×2200mm	面	2	2
5	低压进线屏	PGL2-03 (改)	面	1	1
6	站用电配电箱	JXF-5060/30	面	1	1
7	主变压器	S11-M-315/10 10±5%/0.4 Uk=4% D.yn11	台	1	1
8	高压开关柜	HXGN20-12	台	1	1
9	高压开关柜	HXGN20-12		1	1
10	隔离开关	GW9-10/630	组	1	1
11	避雷器	HYSW5-17/50	组	1	1
12	高压交联电缆	YJV22-8.7/10kV-3×25	米	50	50
13	低压电力电缆	VV-0.6/1kV-3×120+1×70	米	100	100

7 施工组织设计

7.1 施工条件

7.1.1 工程条件

(1) 工程地理位置及对外交通

本工程所在地为**市城区---**镇，位于广东省的西北部、**市中南部，东经 112° 20', 北纬 24° 47'。107 国道清连一级公路、323 国道及省道 114 线等交通干线贯穿**市城区，构成了四通八达的交通网络，为工程的实施提供了便利的对外交通运输条件。

(2) 工程布置、规模及型式

原城防工程布置有星子河堤，东陂河堤，连江河堤，三江河堤，九陂河堤和白水坑河堤，堤段总长 30.3 km：其中星子河左堤长 3.34km，右堤长 3.79km；东陂河左堤长 1.06km，右堤长 0.90km；三江河左堤长 3.66km，右堤长 3.60km；九陂河左堤长 0.57km，右堤长 1.02km；连江干流左岸长 5.0 km，右岸长 4.86 km；白水坑河堤长 2.0km。

堤防采用直墙复式土堤，临河侧设置砼挡土墙，既可适应山区洪水暴涨暴落特性，又可减少防洪堤的高度。挡土墙顶设亲水平台与均质土堤连接形成复式断面。挡土墙高度根据亲水平台高程确定。均质土堤内外坡均可采用草皮护坡，使堤外、堤内有绿，景观休闲兼具，亲水近绿宜人，取得较理想的生态效果。

增加延长段工程后，原已批复的堤线布置及型式仍维持原设计不变，从整个城市防洪体系布局来看，东陂河左堤和星子河右堤连接，共同保护城北区；东陂河右堤和连江干流右堤以及三江河左堤连接，共同保护城西区；星子河左堤和连江干流左堤连接，共同保护城东区；三江河右堤，九陂河堤，与连江干流右堤一起共同保护城南区。

延长堤段主要布置在河流上游，地势比较开阔，可以考虑为土堤形式，这样造价相对低，施工简单，亦比较美观，体现人水和谐的中心思想。堤顶结合交通要求，拟定宽度同前期城防工程，为 7m 宽，采用沥青砼路面，两边设置路缘石。迎水坡坡比 1：2.5，洪水位以下干砌石护坡，厚 0.3m，从以往经验看，这种护坡造价较低，

防冲刷效果理想，施工、管理上也方便；洪水位以上植草护坡；迎水坡脚设护脚齿墙，经过计算埋深 1.5m，墙宽 0.6m。背水坡 1: 2.0，植草护坡，坡脚亦设齿墙，宽 0.4m，埋深 0.6m。

7.1.2 自然条件

**市属于中亚热带季风性湿润气候区，多年平均气温 19.4℃，最高气温 39.8℃，最低气温-9.9℃。多年平均降雨量 1560mm，年降雨分配主要集中在 4~9 月，雨量占全年的 70%左右，其中前汛期(4~6 月)主要为锋面雨，降雨量约占全年雨量的 48%，后汛期(7~9 月)以台风雨和热带辐合带降雨为主，降雨量占全年 20%。

7.1.3 建筑材料、劳动力及物资供应条件

水泥：可从市区附近的建宝、红阳等水泥厂采购。

钢筋、钢材：从连江市购买。

石料：**城区附近有丰富的石料可供使用。按施工工作面远近从附近石料场购买。

土料：筑堤土料采用疏浚河道的砂卵石及附近土料场开采。。

砂：连江是天然的采砂场，本工程所需的砂料均从采砂场购买。

劳动力：本工程由专业施工队伍施工，民工由当地解决。

7.1.4 风、水、电、通讯条件

风：主要是石料开采用风，由石料卖方自行解决。

水：生活用水可用城区供水网络供水，施工用水可分别从各河段中抽水解决。

电：工程施工范围均在城市规划区内，用电可就近拉线解决。

通讯：工程区位于**市内，可灵活采用各种通讯方式。

7.2 施工导流

7.2.1 导流建筑物等别

根据国家《防洪标准 GB50201-94》、《堤防工程设计规范 GB50286-98》及广东省水利厅粤水电总字[1995]4 号文关于《广东省防洪（潮）标准和治涝标准》（试行）通知，结合《**市城区总体规划》（1996~2015 年），本工程防护对象为中等城市，其临时建筑物（围堰）为 5 级建筑物。

7.2.2 导流建筑物洪水标准

根据水利部《水利水电工程施工组织设计规范 SDJ338—89》，导流建筑物洪水标准重现期按 10~5 年一遇设计。

本工程有实测 41 年资料，工程地域并非暴雨中心，采用常用的土围堰，失事后不会造成大的损失，故本工程临时建筑物选择 5 年一遇洪水标准设计。

7.2.3 导流时段及流量

根据施工进度安排，本延长段工程主体建筑物将在第一年 10 月~次年 9 月完成，相应导流时段为第一年 10 月~次年 9 月。

导流时段内星子河、东坡河、三江河及连江干流河段 5 年一遇洪水水面线见第 2 章。

穿堤涵闸，泵站等建筑物，位于河岸边防洪堤上，导流时段洪水水面线可直接采用外江 5 年一遇洪水水面线。

7.2.4 导流方式

根据**市城区河段的地形、地质及水工建筑物布置情况，采用河道堤防工程常规的分段导流方式。

对于穿堤涵闸，泵站等防洪堤上的交叉建筑物，当选址在原排水渠道上时，可填筑临时围堰，并在选址旁开挖导流明渠导流；当选址不在原排水渠道上时，侧可以利用原排水渠道导流，可不填筑围堰。

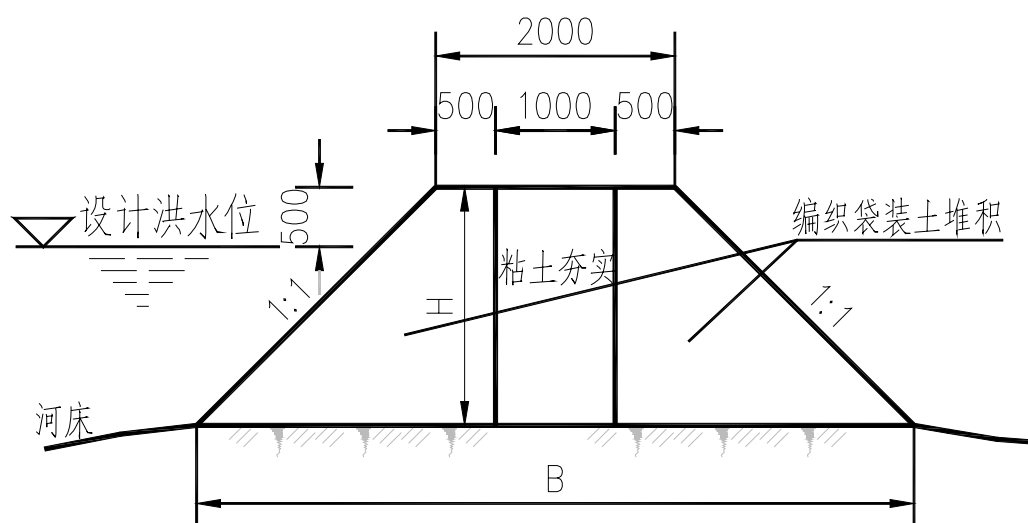
7.2.5 导流建筑物设计及施工

7.2.5.1 围堰设计

根据河道水文特性，设计流量情况下围堰处的水深为 0.1~4.9m 之间，部分堤段现堤脚高于设计洪水位，根据其围堰线长、水深较浅、流速较小的情况，采用编织袋装土堆积，堰顶宽 2m，边坡 1:1，堰顶设计高程在设计水位上超高 0.5m。选址在原排水渠道上的穿堤涵闸，泵站等交叉建筑物，亦采用以上编织袋装土堆积围堰结构。其结构如下图 8-1。

图 7-1 围堰结构图

单位：mm



7.2.6.2 围堰施工

围堰施工以人工为主、机械为辅，编织袋所装土料直接利用主体工程开挖料，人工装土填筑。粘土料从土料场拉运，人工铺填，机械夯实。

围堰拆除：拆除料全部用于填筑防洪堤，采用 1 m^3 挖掘机配 8t 自卸汽车运输，人工剔除编织袋方法进行。

7.3 建筑材料的选择与开采

7.3.1 石料

工程区石料非常丰富，根据地理位置、运输的需要拟规划四个石料场(见表 7-1)，均为石炭系大塘阶灰岩，灰至灰黑色，弱至微风化，是理想的筑堤材料。各料场可开采剖面深度为 5~10m，总储量达 $700 \times 10^4\text{m}^3$ ，平均运距为 3~5km。本工程所需石料可按施工工作面的远近从以上四个石料场购买。

石料场见表 7-1。

表 7-1 **市城区防洪工程石料场调查表

石料场编号	位置	地 点	储量(10^4m^3)	平均运距(km)
I	三江河左岸	月光岭	150	5
II	星子河左岸	廖屋	150	5
III	小北江左岸	南津尾	200	3
IV	小北江右岸	**造纸厂下游 100m	200	3

7.3.2 砂料

从小北江城南大桥下游 200m 处近左岸的滩地中开采，该部位为河漫滩地，地形平坦，铲除地表 0.5~1.0m 杂草后，以下为 5~6m 厚的砂砾石层，主要由粗砂、细砂、中砾组成，无漂石，泥质含量少，砂砾石占 95%以上。砾石岩性主要为石英砂岩和灰岩。这些砾石绝大部分呈弱至微风化，较坚硬至坚硬，以次圆、次棱角状为主。地质储量丰富，达 $400 \times 104 \text{m}^3$ ，可满足本工程细骨料用量 3 倍以上要求。平均运距为 6km。本工程所需砂料从当地采砂场购买。

7.4 主体工程施工

7.4.1 土方开挖

土方开挖施工战线长，工程量相对分散，易于开展机械化作业。计划采用 1m^3 挖掘机挖土,5T、8T 自卸车运土。

7.4.2 防洪堤土方填筑

堤体的填筑采取碾压填筑方式，采用机械化施工，应首先进行清基工作，清基范围包括堤身及压载的基面，堤体的填筑应分层施工，层厚应根据碾压机械和碾压试验来确定。工程施工需要的施工机械包括挖掘机，推土机和运输汽车，以及碾压机械。同时土方施工时，施工道路大多在国道、街道，务必注意交通安全与控制环境污染。

7.4.3 护坡工程施工

护坡工程施工主要为浆砌石齿墙工程，干砌石护坡工程和草皮护坡工程，主要采用人工施工，材料采用机械运输。该部分工程用砂浆量小，砂浆拌和可用人工搅拌，施工时使用同一品牌水泥。施工的技术要求按照有关规程规范进行。干砌石护坡需进行水力冲砂充填，故需备用 20kW 柴油发电机二台，若干台小型抽水机。施工用水可从河中抽取。工程必须在汛期前完成，以便工程安全渡汛。

7.4.4 泵站、涵闸施工

泵站与涵闸施工方法基本相同，采用挖掘机开挖基坑，开挖到位后，先浇筑砼垫层，再浇筑砼底板和机墩（或者砌筑闸墩）。电机层以下结构施工完成后，再开挖进水池和出水管土方，并进行电机层以下的土方回填，进水池衬砌、出水管施工，

再浇筑电机层排架（或启闭台）。施工时，注意泵站出水管、公路箱涵与浆砌石防护墙的衔接，并做好箱涵与闸室的分缝止水。待电机层排架（包括吊车梁）达到设计强度后，进行设备安装，最后进行泵房与启闭室的装修。

7.5 施工交通

7.5.1 对外交通运输

107 国道清连一级公路、323 国道及省道 114 线等交通干线贯穿**市城区，构成了四通八达的交通网络，为**市城区防洪工程的实施提供了便利的对外交通运输条件。

7.5.2 场内交通运输

本工程施工范围均在城区边上，交通便利，连江干流左右岸、星子河左岸现已有城区道路贯通，星子河右岸及东陂河左右岸也已有乡村公路贯通。对于河堤施工各个工作面的材料供应，大部分可利用现有的城区道路、乡村公路运至，少量的需修建临时施工道路。三江河和九陂河除部分堤段有公路外，大部分需新建施工道路。各堤段施工道路汇总见表 7-2。

表 7-2 各堤段施工道路汇总表

工 区	I 工区	II 工区
新建(km)	3.8	4.2

7.6 施工总布置

7.6.1 施工总布置原则及分区

施工总布置原则：①工程区位于城区，人口稠密，河床两岸建筑物众多，工程施工不得影响当地人民的正常生活；②施工布置应尽量少占耕地和已有建筑物用地；③施工总布置与城区规划结合起来，废渣弃于指定位置，不得破坏城区已有景致。

根据工程分布、工程量大小，本着便于工程施工和管理的原则，将本工程分为二大工区：

I 工区：包括星子河段、东陂河段堤防工程和连江干流段堤防工程，以及 13#涵闸。

II 工区：包括九陂河段和三江河段堤防工程， 14#、15#、16#、17#、18#五座

涵闸及 6#、7#两座排涝泵站工程。

7.6.2 营地布置

工程指挥部设在连洲城内，位置由业主自行选择。各个工区营地布置在河道边即方便施工又方便生活之处。I 工区营地布置在星子河右岸靠近城北大桥处，II 工区营地布置在连江右岸靠近南门大桥处，III 工区营地布置在三江河左岸。各工区营地临时占地面积见表 7-3。

表 7-3

施工营地临时占地一览表

工 区	I 工区	II 工区
建筑面积 (m ²)	1200	1500
占地面积 (m ²)	9000	9500

7.6.2 施工工厂布置

(1) 砼拌和站

本工程砼主要使用在涵闸和泵站，防洪堤砼路面，砼用量沿河岸分布变化不大。砼采用砼拌和站集中供应。各工区砼拌和站设在营地附近，I 工区和 II 工区各设 0.75 m³ 砼拌和站一个。

(2) 机械修配厂、汽车维修保养系统

本工程汽车修配和保养考虑在连洲市城内进行。

(3) 钢木综合加工系统

各工区钢木综合加工系统和营地、砼拌和楼（站）的布置连在一起，以尽量减少临时占地。每个工区设一处钢木综合加工系统。

各施工工厂、仓库建筑面积及占地面积见表 7-4。

表 7-4

施工工厂及仓库设施面积一览表

工 区	I 工区	II 工区
建筑面积 (m ²)	500	500
占地面积 (m ²)	5000	5000

7.6.3 工程渣场规划

本工程弃渣主要为开挖淤泥和建筑垃圾，弃渣量相对较少。对于开挖的淤泥弃

于城外荒地，对于建筑垃圾要求深埋地下。

7.7 施工总进度

工程进度安排的总原则是在不影响当地群众、市民生产、生活的基础上，尽快发挥工程防洪效益。延长段工程筹建期为 2008 年 6 月至 2008 年 7 月，期间主要完成组建工程筹建处，工程的地质钻探、施工图设计和有关征地工作；工程准备期为 2008 年 8 月至 2008 年 9 月，主要完成前期准备工作，包括工程施工招投标、监理招投标、临时工棚、临时仓库、临时交通道路设施等；主体工程分 2 年进行，施工期为 2008 年 10 月至 2010 年 9 月。具体施工安排如下：

第一期（2008 年 10 月-2009 年 9 月），完成星子河，东陂河，连江干流河堤延长段的施工，完成 13#涵闸的施工。

第二期（2009 年 10 月-2010 年 9 月），完成九陂河，三江河堤延长段的施工，完成 14#、15#、16#、17#、18#五座涵闸及 6#、7#两座排涝泵站工程的施工。

7.8 主要技术供应计划

7.8.1 主要技术指标

本工程主要技术指标如下：

高峰土方开挖强度：8.1 万 m³/月

高峰土方填筑强度：13.1 万 m³/月

高峰砼浇筑强度：1.33 万 m³/月

高峰施工人数：2334 人

7.8.2 主要施工设备

本工程主要施工设备需要量见表 7-5。

表 7-5

主要施工机械设备表

序号	机 械 名 称	规格	单位	数量
1	挖掘机	1m ³	台	7
2	挖掘机	2m ³	台	6
3	装载机	2m ³	台	9
4	自卸汽车	5T、8T	台	15
5	自卸汽车	12T	台	26
6	砼搅拌车	6m ³	辆	7
7	推土机	74KW	台	5
8	自行振动碾	YZK07	台	5
9	蛙式夯机	2.8KW	台	15
10	拌和站	0.75m ³	座	2
11	水泵		台	30
12	砂浆搅拌机	0.4m ³	台	30

7.9 附件

附表

**城防延长段工程施工总进度表(附表 7-1)。

附表 7-1

**城防延长段工程施工总进度表

工程项目		第一期（2008 年 10 月~2009 年 9 月）											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
星子河, 东 陂河, 连江 干流河堤 延长段	清除表土及土方开挖												
	浆砌石齿墙												
	堤身土方填筑												
	内、外护坡												
	浆砌石防浪墙												
	浆砌石防路缘												
	堤顶泥结石路面												
	绿化美化												
1#~9#,12#, 13# 十一 座涵闸以 及 1#~5# 五座泵站	土方工程												
	砌石工程												
	砼浇筑												
	厂房建筑装修												
	机电安装调试												
工程项目		第二期（2009 年 10 月~2010 年 9 月）											
		10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9
九陂河, 三 江河堤延 长段	清除表土及土方开挖												
	浆砌石齿墙												
	堤身土方填筑												
	内、外护坡												
	浆砌石防浪墙												
	浆砌石防路缘												
	堤顶泥结石路面												
	绿化美化												
10#、11#、 14#~18#七 座涵闸以 及 6#、7#两 座泵站	土方工程												
	砌石工程												
	砼浇筑												
	厂房建筑装修												
	机电安装调试												

8 工程永久占地

8.1 工程概况及区域社会经济概况

**市区位于北江支流的连江上游，东经 $112^{\circ} 20'$ ，北纬 $24^{\circ} 47'$ ，坐落在星子河、东陂河、三江河交汇处。

连江又名小北江，是北江的第一大支流，位于广东省西北部，东经 $112^{\circ} 5' \sim 113^{\circ} 55'$ ，北纬 $23^{\circ} 55' \sim 25^{\circ} 12'$ 之间。流域东接乳源、英德、佛冈等县市，西连广西贺县，北邻湖南省江华、蓝山、临武等县，南界**市及广宁、怀集等县市。

连江源于湘粤边境的南岭山脉，流域面积 10061km^2 ，干流总长 275km ，河道平均坡降为 0.765% 。连江源头为星子河，在**与东陂河、保安水、三江河汇合后始称连江。河流流向自西北向东南，沿程北纳青莲水、波罗河、黄洞河、竹田水、南汇同灌水、花坑河、七拱水、水边水等二级支流；先后流经连南、连山、阳山、英德等市境，于连江口汇入北江。

**市 2005 年全年实现国内生产总值（GDP）38.91 亿元，比 2004 年增长 24.5%，其中第一产业增加值 9.56 亿元，增长 4.0%；第二产业增加值 16.07 亿元，增长 51.1%；第三产业增加值 13.28 亿元，增长 16.8%。农业产业结构调整取得新的突破，初步建成了“810”农业产业工程和优良品种引进示范工程；工业改革力度加大，大力发展了一批外向型、资源型企业；市政建设日新月异，市区面积从建市前 1993 年的 3.5 km^2 扩大到现在的 12 km^2 ，市区高楼林立，功能齐全，一个文明安全、环境优美的现代化山区旅游城市初步形成。

市境内交通便利，投资环境日臻完善。国道 107 线、323 线，省道 114 线贯穿境内南北 82 km，清连一级公路南通广州，北接湖南，南下至广州市 247 km，现开通的市外、省外客车班线有 44 条。连江河可通航 100 吨货船至广州、珠海、江门等地。全市电力充裕，程控电话、移动电话覆盖城乡，开办了图文传真、特快专递等电信业务，信息网络发展迅猛。

市城防工程是一以城市防洪为主，结合排涝、环境美化、城市发展、旅游景观等的综合整治工程，位于市区。工程通过对连江流域**河段的星子河、东陂河、连江干流、三江河等河段的综合整治，改善**市的防洪排涝条件，提高两岸堤防的防洪标准，改善城市景观。

8.2 设计依据

- (1) 广东省实施《中华人民共和国土地管理法》办法；
- (2) 《水电工程水库淹没处理规划设计规范》(DL/T 5064-1996)；
- (3) 1:1000 地形图；
- (4) 国家、地方有关政策、法规文件；
- (5) 有关设计文件、图纸。

8.3 工程占地范围及主要实物指标

8.3.1 原设计城防工程占地

原城防工程设计已经完成征地、拆迁以及补偿等工作，现对其指标列于下面。

(1) 永久占地

工程永久占地根据对连江流域星子河、东陂河、**干流、三江河、九陂河进行综合整治需要，经过调查，原城防工程永久征地范围内主要实物指标为：

农用地：水田 860.0 亩。

拆除房屋（含厂房）：框架结构 19410m²，砖混结构 6908 m²，共计 26318m²。

占用煤场：25472 m²，占用水泥场：5930 m²，共计 31402m²。

(2) 临时占地

根据施工专业所提供资料，临时占地 420 亩。

(3) 占地拆迁补偿投资： 2589.52 万元。

8.3.2 新增加堤段工程占地

延长段工程整治范围包括星子河左堤延长段（0+000~1+238）：1.24km；东陂河左堤延长段（0+000~0+767）：0.77km，东陂河右堤延长段（0+000~1+745）：1.75km；三江河左堤延长段（0+000~3+849）：3.85km，三江河右堤延长段（0+000~ 6+296）：6.30km；连江干流右堤延长段（0+000~0+614）：0.61km；九陂河左堤延长段（0+000~1+209）：1.21km，九陂河右堤延长段（0+000~1+160）：1.16km；

经过调查，延长段工程永久占地共计 414.31 亩，其中河滩地 303.95 亩，鱼塘 81.45 亩，林地 28.91 亩。临时占地 75.99 亩。没有房屋拆迁。

占地拆迁主要实物指标见表 8-1。

表 8-1

新增加堤段工程占地拆迁明细表

项目 \ 延长堤段		星子河堤	东陂河堤	九陂河堤	三江河堤	连江干堤	涵闸及泵站	合计
临时占地（亩）		9.75	11.05	8.45	39	0.98	6.76	75.99
永久占地（亩）		29.01	61.77	27.91	263.25	8	24.37	414.31
永久占地	其中河滩地	20.34	49.15	7.33	199.08	5.8	22.25	303.95
	水田	0	0	0	0	0	0	0
	旱地	0	0	0	0	0	0	0
	菜地	0	0	0	0	0	0	0
	鱼塘	5.5	7.3	17.56	48.89	2.2	0	81.45
	林地	3.17	5.32	3.02	15.28	0	2.12	28.91
拆迁户数（户）		0	0	0	0	0	0	0
拆迁人口（人）		0	0	0	0	0	0	0
拆迁房屋	面积（m ² ）		0	0	0	0	0	0
	结构	框架	0	0	0	0	0	0
		混合	0	0	0	0	0	0
		砖木瓦	0	0	0	0	0	0

8.4 补偿投资

8.4.1 拆迁房屋补偿投资

城防新增加堤段范围内没有房屋拆迁，不用进行拆迁房屋补偿。

8.4.2 征地补偿投资

永久占地中占用河滩地的部分，仅对其中的菜地和鱼塘进行青苗补偿，不进行征地补偿，在计算征地补偿时，应扣除河滩地的部分。临时征地按青苗补偿标准进行补偿。

本延长段工程征地补偿投资概算为 514.89 万元，详见表 8-2。

(1) 土地补偿单价

根据广东省国土资源厅文件《关于实施广东省征地补偿保护标准的通知》（粤国土资发〔2006〕149 号），**市城区范围内为七类补偿标准，耕地建设用地 2.6 万元/亩，园地建设用地 2.0 万元/亩，林地建设用地 0.8 万元/亩，养殖水面建设用地 2.7 万元/亩。

(2) 其他费用

其他费用包括：技术培训费、勘测规划设计费、实施管理费、监理监测费等，

根据《河流水电规划编制规范》DL/T5042-95 和《水电工程水库淹没处理规划设计规范》(DL / T5064—1996) 有关规定, 本阶段取值如下: 技术培训费针对农村移民而言, 按农村移民投资的 0.5%计; 勘测规划设计费按直接费的 2.5%计; 实施管理费按直接费的 3%计; 监理监测评估费按直接费的 1%。

(3) 预备费

预备费包括基本预备费和价差预备费两项, 基本预备费按淹没处理直接费及其他费用之和乘以费率计列, 初设阶段其费率按 10%计。

(4) 有关税费金

有关税费包括指耕地占用税、耕地复垦费、森林植被恢复费等, 其计费标准按广东省有关文件规定。其中耕地占用税为 4000 元/亩; 森林植被恢复费为 2000 元/亩; 耕地复垦费为 13334 元/亩。根据国土资源部、国家经贸委、水利部的国土资发(2001) 355 号文规定, 作如下调整。

a) 耕地占用税

根据 1987 年 9 月 8 日 广东省人民政府颁布的《广东省耕地占用税征收管理实施办法》第五条规定:人均耕地 0.5 亩以上不足 0.7 的, 按 4000 元/亩计(即 6.0 元/m²); 工程占用耕地主要在**市区, 人均耕地 0.56 亩, 耕地占用税按 4000 元/亩计(即 6.0 元/m²)。

b) 耕地开垦费

根据广东省实施《中华人民共和国土地管理法》以及国土资发 355 号文实行占用耕地补偿制度的有关规定, 地级以上市辖区内, 耕地开垦费按 20 元/m², 县辖区内 10 元/m², 本工程耕地开垦费即按 6667 元/亩。

c) 征地管理费

征地管理费为土地部门办理征地手续所需要的费用, 费率按直接费的 1%计。

d) 征地定界勘测费

征地定界勘测费为勘测定界埋桩所需要的费用, 费率为征地费的 2%计

e) 森林植被恢复费

根据粤财综[2003] 18 号转发财部、国家林业局关于印发《森林植被恢复费征收使用管理暂行办法》的通知, 用材林林地、经济林地、薪炭林林地、苗圃地, 按 6.0 元/m²计(即 4000 元/亩); 疏林地、灌木林地, 按 3.0 元/m²计(即 2000 元/亩),

本工程所占用的林地为。

(4)总投资 514.89 万元。

表 8-2 延长段工程征地补偿投资概算表

项 目	数量单位	单价(万元)	数量	投资(万元)
一、农村移民补偿费				911.32
(一) 耕地			262.76	683.18
1.水田	亩	2.6	0	0
2.旱地	亩	2.6	0	0
(二) 其他农用地	亩		110.36	243.04
1.菜地	亩	2	0	0
2.鱼塘	亩	2.7	81.45	219.92
3.林地	亩	0.8	28.91	23.13
(三) 未利用地	亩		303.95	121.58
1、河滩地	亩	0.4	303.95	121.58
(四) 青苗补偿	亩		490.3	57.18
1.菜地、鱼塘	亩	0.2	81.45	6.29
2.河滩地	亩	0.1	303.95	30.4
3.林地	亩	0.1	28.91	2.89
4.临时用地	亩	0.1	75.99	7.6
二、其他费用				29.53
(一)、勘测规划设计费	(一)*2.5%			10.54
(二)、实施管理费	(一)*3%			12.65
(三)、技术培训费	一*0.5%			2.11
(四)、监理监测评估费	(一)*1%			4.22
一~二合计				451.32
三、预备费		(一~二合计) *10%		45.13
四、静态总投资				496.46
四、有关税费				18.44
(一)、耕地占用税	亩	0.4	0	0
(二)、耕地开垦费	亩	0.667	0	0
(三)、征地管理费	(一)*1%			4.22
(四)、征地定界勘测费	(一)*2%			8.44
(五)、森林植被恢复费	亩	0.2	28.91	5.78
五、总投资				514.89

原设计城防工程已批复占地拆迁补偿费用 2589.52 万元，新增加堤段工程占地拆迁补偿费用 514.89 万元，则整个**城防工程占地拆迁补偿费用 3104.41 万元。

详见《**市城防延长段工程征地移民专题报告》。

9 环境保护设计

9.1 设计依据

9.1.1 规程规范

- (1) 《水利水电工程可行性研究报告编制规程》(DL5020-93);
- (2) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》(SL204-98);
- (3) 《水利水电工程制图标准水土保持图》(SL73.6-2001);
- (4) 《水土保持监测技术规程》(SL277-2002);
- (5) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-96)。

9.1.2 采用标准

- (1) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002) 的 II 类标准;
- (2) 《环境空气质量标准》(GB3095-1996);
- (3) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);
- (4) 《广东省水污染物排放限值》(DB44 /26-2001);
- (5) 《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996);
- (6) 《建筑施工场界噪声限值》(GB12523-90)。

9.2 环境影响综合评价

9.2.1 工程对环境的有利影响

市区外受星子河、九陂河、三江河洪水威胁,内受涝水影响,现状基本不设防,不能满足未来城市发展的需要。工程设计防洪标准采用 50 年一遇,设计排涝标准采用 10 年一遇年最大 24 小时暴雨 1 天排完,工程完成后将会提高该区域的防洪排涝能力,为市经济发展和居民生活提供安全保障。

城市堤防基本沿河势走向布置,不改变河岸岸坡和河道形状,对河道的水质、水生生物、河势、水文气象等均无长期不利影响。工程完成后,将会形成滨江绿化带,极大的改善**市城市环境和景观,提高周边群众的生活质量。

9.2.2 工程对环境的不利影响

a)大气环境

本工程土方量较大，施工期间会产生粉尘，在一定范围内影响大气环境。

b)水环境

工程施工期间会在一定程度上影响附近河道的水质，主要有建设围堰时造成的水体混浊和施工人员的生活污水，据了解，工程附近没有原水取水口，不会影响居民生活。

c)水生物

工程施工对河道内水生物影响较大，但由于修建堤防的河道范围较小，水生动物可游到没有修建堤防的河段继续生存，待本工程完工后，水生动物可重新游回，被破坏的水生植物可以重新恢复。

d) 噪声

工程施工期间会暂时性产生机械噪声，影响附近居民生活。

e)固体废弃物

施工期间会产生一些弃土弃渣，施工人员产生的生活垃圾，对城市环境将会造成一定的影响。这些废弃物一般不具有毒性，根据城市规划的要求，一些临江低洼地块需要填高，因此，产生的弃土弃渣可直接填埋在地势低洼处。对于施工人员产生的生活垃圾应进行集中管理，在指定地点设置垃圾桶，配置运输车，安排专人负责定时收集垃圾，收集到的垃圾应根据广州市有关规定进行集中填埋。

f)其他

三江河裁弯取直后，将占用少量农田，影响当地群众生活，但只要生产、生活安置合理，赔偿标准合适，资金到位及时，对当地群众的生活影响是不大的，裁弯取直后的旧河段可作人工湖，配合城市美化设施，可以提高市民的生活质量。

总之，**市城市防洪工程属非污染工程，工程完成后可有效的提高**市的防洪能力和排涝能力，改善**市的城市环境，其有利影响是主要的、长期的。虽然施工过程中可能产生粉尘、噪声和局部范围的水体污染，但这些不利影响均是暂时的，而且可通过采取措施加以防治，不会对环境造成长期的不利影响，因此，本工程的环境影响评价是可行的。

9.3 环境保护措施

9.3.1 施工期污废水处理措施

本工程施工期间施工人员产生的生活污水可通过排污管排入**市排污管网，

不需考虑其处理。工程施工工区产生的污废水也须经过处理后排放。施工机械维修及冲洗每天产生含油废水，可通过排污管排入市政排污管网。

将施工工区内的砼系统冲洗废水收集后统一进行处理，在排水口附近设处理系统，净化达标后排入河道。

排放标准：为《广东省水污染物排放限值（DB44/26-2001）》二级标准（BOD5 ≤30mg/L，SS≤100mg/L，石油类≤10mg/L）。

9.3.2 噪声保护措施

由于施工区接近**市区，为消减工程施工产生的噪声对城区的影响，应加强施工管理，采取以下防噪措施：

- (1) 车辆途经居民区需适当减速，车速控制在 40km/h 以下，并遵守禁鸣喇叭的交通规定，施工公路应定时维护保持平坦顺畅，减少因汽车震动引起的噪声。
- (2) 个人卫生防护：在噪声较强的作业点，施工人员可戴个人防噪声用具（如耳塞等），高噪音岗位应严格控制每岗的工作时间。

9.3.3 大气保护措施

本项目施工地段执行《环境空气质量标准（GB3095-1996）》二级标准，其取值见表 9-1。

表 9-1

环境空气质量标准

参数	日平均浓度（mg/m ³ ）	年平均浓度（mg/m ³ ）
TSP	0.3	0.2

- 本工程施工期应采取的防尘措施有：
- (1) 施工运输道路在无雨天气应每天定期洒水两次，保持工地有一定的湿度，使粉尘对居民区基本无影响；
 - (2) 施工场地设洗车场，定期清洗进出施工场地的车辆；
 - (3) 运输车辆在经过居民区时应控制速度，以控制扬尘的影响；
 - (4) 运输散状物料应使用专用运输散体材料的车辆；
 - (5) 施工场地和居住区不容许随意焚烧废物和垃圾。

9.3.4 固体废弃物处理

施工期间会产生一些弃土弃渣一般不具有毒性，可根据城市规划的要求，将产生的弃土弃渣直接填埋在地势低洼处。对于施工人员产生的生活垃圾应进行集中管理，在指定地点设置垃圾桶，配置运输车，安排专人负责定时收集垃圾，集中处理。

9.3.5 环境保护投资

根据施工组织设计，参照广东省物价局粤价函[1996]64 号文的标准，初步估算该工程的环境保护投资为 3.7 万元，各项费用见表 9-2。

表 9-2 **市城市防洪工程环保费用表

项目	费用（万元）
施工期间粉尘、噪声检测费	0.3
污水处理	1.8
粉尘、噪声防治费	0.8
卫生防疫费	0.3
垃圾处理费	0.5
合计	3.7

10 水土保持设计

10.1 设计依据

10.1.1 法律、法规及文件

- (1) 《中华人民共和国水土保持法》（1991 年 6 月 29 日）
- (2) 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（国务院，1993 年 8 月 1 日）
- (3) 广东省实施《中华人民共和国水土保持法》办法（广东省人大通过，1993 年 9 月 16 日）
- (4) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）
- (5) 《水土保持综合治理 技术规范》（GB/T16453-1996）
- (6) 《水土保持监测技术规程》（SL277-2002）
- (7) 《**市中心城市总体规划（1996 年～2015 年）》（广东省城乡规划设计研究院）。
- (8) 《土壤侵蚀分类分级标准（SL190—96）》。

10.1.2 采用的技术标准及规定

- (1) 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204—98）；
- (2) 《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190—96）；
- (3) 水利部司局函保监[2001]15 号关于印发《规范水土保持方案编报程序，编写格式和内容的补充规定》的通知；
- (4) 《水土保持监测技术规程》（SL277—2002）；
- (5) 《水土保持综合治理 效益计算方法》GB/T 15774—1995；
- (6) 《水土保持综合治理 技术规范》GB/T 16453—1996；
- (7) 《水利水电工程制图标准 水土保持图》SL73.6—2001。
- (8) 《广东省水利水电工程设计概（估）算、施工招标标底编制办法及费用标准》。

10.1.3 技术资料

主要参考的技术资料为《**市城防工程延长段初步设计报告》（**市水利水电勘测设计院有限公司，2008 年 8 月）。

10.2 水土流失预测

在工程基本建设期，堤基开挖、施工场地的平整、土（石）料开采、弃土（渣）等施工活动将破坏工程建设区内的地表植被，使土壤的抗蚀性下降，水土流失加剧；生产运行期，工程建设活动终止、人为扰动减轻，随水土保持方案的实施、水保工程效益的发挥，新增水土流失得到有效控制，故仅对工程建设期的水土流失进行预测。

根据工程建设区内各施工工区水土流失特点、施工工艺等生产活动的不同，将项目区分成以下分区预测，即：土料场、弃渣场、施工道路区、施工营造布置区等。

水土流失预测内容主要包括以下几个方面：施工扰动原地貌、地表植被及土地面积；损坏的水保设施的面积；工程弃渣量；新增水土流失量；可能造成水土流失危害。

（1）施工扰动原地貌、植被及土地面积

工程施工扰动地表面积 32.69hm^2 ，其中永久占地 27.62hm^2 ，临时占地 5.07hm^2 ，工程征占地情况详见本报告第 9 章工程永久占地部分。

（2）损坏水土保持设施面积、数量

工程施工破坏的水土保持设施部分为具水土保持功能的林草植被，经统计，本工程施工破坏的水土保持设施的面积为 22.83hm^2 ，依据《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》，须缴纳水土保持补偿费的水土保持设施的面积为 1.37hm^2 。

（3）工程弃渣

本工程共动土石方量 193.68万 m^3 ，总回填土方约 179.81万 m^3 ，其中堤线开挖 9.55万 m^3 ，开挖土石方经回填利用、远运利用后，还需向土料场借土方约 173.25万 m^3 ，石料场开挖 4.32万 m^3 ，可见该堤防建设填方远大于挖方，经土石方平衡计算后工程弃土 1.37万 m^3 ，基本无弃石、渣。

（4）新增水土流失预测

工程新增的水土流失主要集中在施工期，预测方法选用类比法，工程在施工期防治责任范围总的水土流失量为 8749.4t ，可能造成新增水土流失量约 8574.8t 。

10.3 水土保持措施

工程对各工区分别采取水土保持措施，需要采取防护措施的分区有：

(1) 土料场

在三江河和九陂河防治区设置 2~3 个取土场，永久占地 3.65hm^2 ，临时占地 0.65hm^2 ，取土 173.25 万 m^3 ，布设情况见工程布置图。

取土场的水土保持措施包括：削坡开级、护坡工程、排水工程、土地整治和植物护坡。排水工程采用“上截下排”的方式进行布设，对开挖坡面高度大于 12m 的，在开挖边缘外侧 5m 处设置梯形截水沟，坡脚采用矩形排水沟，并平顺地与自然沟相衔接；将表层土剥离堆放至安全地带，并进行临时防护；按照设计开挖线进行削坡开级；分类进行综合护坡。

削坡开级遵循“逐级放坡”地方式进行有序取土，施工时按照“自上而下阶梯式分段交替开挖”地原则进行取料。取土场均为山坡型取土场，当取土场削坡高度小于 12m 时，边坡削为直线坡型；当削坡高度大于 12m 以上时，边坡削为阶梯状，沿高度方向每增加 10m 设置一平台，平台宽 4m。

工程护坡主要采用 M7.5 浆砌石护坡，厚度 30cm，底部、顶部设置齿墙，增加抗滑性。基础底部、斜坡设置 20cm 厚沙砾石垫层。护坡道排水沟为矩形，宽 0.4m，深 0.4m，底厚 0.1m，边墙厚 0.1m，用 C20 混凝土浇注；坡脚排水沟用 M7.5 浆砌石衬砌，底宽 0.6m，高 0.6m，厚 0.25m。

取土结束后，平台及顶面平整后造林种草。

(2) 弃渣场

通过现场调查、勘测、内业量算，并与业主单位沟通后，本次工程的弃渣场主要分布在九陂河右岸，为低洼型弃渣场，永久占地 0.35hm^2 ，临时占地 0.09hm^2 。

弃渣主要为清除表土的土料，该土料表层含有大量混杂物，不能直接用于堤身填筑。部分表土就近用编织袋装填，并用于临时水土保持防护工程，不能利用的废弃部分就近堆放，再通过 5 吨自卸汽车运到弃渣场集中填埋。经过土石方调配后，总计弃渣 1.37 万 m^3 ，均为弃土。

由于弃渣场地势低洼，在填埋初期不需要任何工程措施，只需要填埋过程中压实即可。填埋后期，弃渣的高度将高于周边地势，此时需要在渣场上部大于 5m 处布设 M7.5 浆砌片石矩形排水沟；渣场底坡采用 M7.5 浆砌石挡渣墙，坡脚

2m 处设矩形排水沟；斜坡采用浆砌石护坡；渣面平整后造林种草。见弃渣场结构图。

(3) 施工临时布置区

临时防护措施包括堤防施工区临时防护，施工服务区临时防护，施工便道临时防护，根据主体工程施工进度安排，一般堤防的施工期小于 1 年，因此仅进行临时拦挡措施设计，不进行永久工程设计，未及时清运余土采用雨季临时遮挡措施即可。临时防护措施主要是：坡脚采用塑料编织袋装料围护，宽度 0.6m，高度 0.6m，编织袋应分层错缝填筑；设置必要的临时排水沟，排水沟断面为梯形，底宽 0.5m，高 0.5m 内坡比 1: 1。

(4) 水土保持植物措施设计

取土场：平台及顶面上栽种桉树 $2.0 \times 2.0\text{m}$ ，林下种草（狗牙根），播种量为 $80\text{kg}/\text{hm}^2$ 。在顶面截水沟两侧种植两行灌木（簕杜鹃），株距 1.0m。

弃渣场：弃渣场堆渣结束经土地整治后，在平面上形成乔、灌、草混交，充分发挥植物固土、保水的功能，恢复土地生产力。

堤身防护：堤防填筑后，迎水坡下部采用干砌石护坡，上部采用草皮护坡；背水坡全部采用草皮护坡。由于堤身的护坡工程属于主体工程项目，不记入水土保持投资。

10.4 水土保持投资

1) 编制原则

水土保持工程作为主体工程的重要组成部分，费用估算的编制依据、价格水平年、费用记取等与主体工程一致，不能满足要求部分，选用水利行业标准；主要材料价格、工程单价等与主体工程一致；植物措施单价依据当地市场价格水平确定；水土保持工程投资按估算阶段编制；编制格式及要求执行水利部水总〔2003〕号文规定。

2) 编制依据

依据《水土保持工程概（估）算编制规定和定额》；广东省人民政府（1995）95 号文《广东省水土保持补偿费征收和使用管理暂行规定》；本水土保持方案水土保持工程设计、图纸。

3) 编制过程

采用《广东省水利水电概（估）算程序》（2006v3.0）进行编制。

水土保持方案概算投资 78.90 万元。

由于本项目建设期短，故水土保持方案投资全部在城防工程竣工之前完成。

详见《**市城防延长段工程水土保持专题报告》。

10.5 方案实施进度安排

根据水土保持法律中的“三同时”原则，水土保持工程应与主体工程同时进行。时间安排为 2008 年 10 月~2010 年 9 月。

10.6 效益分析

10.6.1 效益分析原则和方法

水土保持是维系社会可持续发展的事业，因此，必须首先考虑国家生态建设总体规划，坚持可持续发展的原则。具体地讲就是先考虑方案实施地基础与生态效益，其次才是方案实施的社会效益和经济效益。

效益分析按《水土保持综合治理—效益分析方法》（GB/T15774-1995）进行。

10.6.2 效益评价

(1) 保土效益

通过采取工程措施和生物措施相结合地综合措施后，共布设浆砌石挡土墙 450m³，浆砌石护坡 850m³，绿化面积 3.65hm²。根据水土流失预测结果，如果堤防建设中不采取水土保持措施，将会造成新增水土流失量 8574.8t。本方案设计实施后，新增水土流失量将大大减少，堤防建设过程中产生地弃土弃渣得到有效地拦挡，随着水土保持措施效益地发挥，植被郁闭度将不断恢复，堤防建设区水土流失侵蚀模数将大大降低。

(2) 生态效益

本方案实施后水土保持防治责任范围内的生态环境将得到明显改善，共布设生物措施面积 3.65hm²，全部弃土弃渣和裸露地面都得到拦挡，使生态环境得到明显的恢复，减少下游泥沙淤积量，保障下游生产安全，促进生态环境的建设，加快地方经济发展。

(3) 社会效益

通过实施本水土保持方案的工程措施和生物措施，基本杜绝了弃土弃渣对**市区和下游河道的不利影响，保证了下游人民生命和生产安全。通过实施覆土还

原、土地平整等措施，维持了土地的生产力，有效的利用和保护了土地资源。给相关的工程提供了良好的榜样，使群众和业主了解水土保持的重要性。

综上所述该水土保持方案的实施具有较好的社会效益、生态效益和经济效益，方案是经济可行的。

11 工程管理设计

11.1 管理机构

11.1.1 机构设置及隶属关系

根据《堤防工程管理设计规范》(GB50286-98)结合水利部颁发的《水利工程管理单位编制定员试行标准》(SLJ705-81 的)有关规定,本工程建设、管理由**市水行政主管部门组织实施。根据连府[1999]56 号文《关于成立**市河道堤防工程管理的通知》,**市城市防洪工程建成后,专门成立**市堤防工程管理所(股级),具体负责城市防洪堤以及排涝工程的管理与维护工作。管理所纳入市行政事业性编制,隶属**市水利局领导,负责工程的日常管理工作,业务上接受市水行政主管部门的领导。

管理所的主要任务是:负责工程的管理与维护,确保工程安全,充分发挥工程效益。主要工作内容包括:

- (1) 贯彻执行有关水行政部门的指示;
- (2) 根据气象及水文情报,及时掌握雨情、水情,做好工程的调度运用和工程防汛工作;
- (3) 掌握各建筑物的运行性态,采取相应的处理措施;
- (6) 监测水质、掌握工程管理区内水土保持情况;
- (7) 对工程进行养护修理、检查观测,特别是对堤段的变形、渗漏和涵闸等设施进行定期观测检修,随时掌握工程动态,消除工程缺陷;
- (8) 其它应进行的工作。

11.1.2 人员编制

**市堤防工程管理所(股级),具体负责城市防洪堤以及排涝工程的管理与维护工作,管理所设正、副主任各 1 名。会计、出纳和后勤共 3 人,负责堤防工程维护费的收支和管理,工程技术人员共 10 名(原为 6 人,延长段工程增加 4 人),行政人员及司机 2 名,总编制 17 名。排涝站各设 2 名合同制工人,负责平时的维护与管理工作,其设备的检修与调试工作由工程管理所专职技术人员负责。这样延长段工程共增加管理人员 8 人(包括排涝站运行合同工 4 人)。

当发生大洪水或排涝任务较重时，可临时增加排涝站及节制闸工作人员。此外，堤防工程沿线每 1000 米配备一名群众护堤员，担负经常性的维修养护和护堤任务。

11.1.3 资产权属关系

工程建成后，其固定资产属**市堤防工程管理所拥有。

11.2 管理运行费用

11.2.1 运行管理所需费用

(1)工资标准按每人每年 1.2 万元计算，延长段增加工程管理人员为 8 人(包括排涝站运行合同工 4 人)，工资=9.6 万元。

(2)职工福利费按工资总额的 14%计算，为 1.34 万元。

(3)排涝站年平均电费：参考 94 年**洪水过程，估算年抽排时间为 280 小时，电费为 14.56 万元。

(4)维护修理费按工程直接费的 1%计算，约为 120 万元。

(5)其他费用（办公费、差旅费等）每年按增加 8 万元计算。

则延长段工程每年所增加运行费用=9.6+1.34+14.56+100+8=133.5 万元

11.2.2 费用来源

市城防工程属社会公益项目，堤防工程的管理运行费用由市堤防工程管理所在其收费中负担，不足部分按《广东省水利工程管理条例》第一章第九条“防洪排涝、农业灌排、水土保持、水资源保护等以社会效益为主、公益性较强的水利工程，其运行管理费用的差额部分按财政体制由各级财政核实后予以安排。”的规定由**市财政给予补贴。

11.3 主要管理设施

11.3.1 工程管理范围

工程建成后，**市堤防工程管理所负责堤防工程保护区及职工生产生活区的管理和维修。根据《广东省水利工程管理条例》第三章第十五条的规定，**市城区防洪体系工程的管理范围包括堤防、节制闸、排涝站等工程设施及职工生产、

生活区（包括生产及管理用房、职工住宅及其他文化、福利设施等）。经**市人民政府批准，确定**市城区防洪体系工程的管理范围如下：

- （1）河堤：从内、外坡堤脚算起每侧 20m。
- （2）涵闸：涵闸上游 50m 及两侧宽度 30m。
- （3）排涝站：工程建设用地范围及周边各 50m。
- （4）生产、生活区

11.3.2 工程保护范围

依照《广东省水利工程管理条例》第三章第十六条的规定，经**市人民政府批准，本工程的保护范围为在工程管理范围边界外延 200m。

11.3.3 管理用房

原设计工程设置有堤防工程管理所，作为工程管理的专门机构，管理用房按 40m²/人考虑，规划建筑面积 520 m²。

延长段工程增加管理人员 8 人，也按 40m²/人考虑，增加管理用房 320 m²。

11.4 工程管理

11.4.1 管理运用原则

市城区防洪工程堤线长，工程涉及范围广、内容多，且堤防沿线和其他部门、单位等相互交错，在工程管理上有一定的难度。根据《广东省水利工程管理条例》的有关规定，为保障堤防安全和管理工作的需要，必须明确城市防洪工程管理处的工程管理范围和工程保护范围。经市人民政府的批准，堤防管理所应在依法划定工程管理和保护范围，明确边界，树立界碑，领取土地使用证书，保障工程管理工作的顺利进行。

任何单位和个人不得移动和破坏所设界桩，不得侵占工程管理范围内的土地和水域，国家建设需要征用管理范围内的土地应当征得有管辖权的水行政主管部门（即**市水利局）同意。

依据《广东省水利工程管理条例》第二十一条的规定，在本工程管理和保护范围内新建、扩建和改建的各类建设项目，其可行性研究报告在按国家和省规定的基本建设程序报建批准前，其中的工程建设方案应当经水行政主管部门（即**市水利局）审查同意。需要征用土地的，在**市水利局对该工程设施的位置和界

限审查批准后，建设单位方可依法办理用地、开工手续；工程设施应当接受**市水利局的检查监督，竣工验收应当有**市水利局参加。

其他方面应当依照有关的法律、法规及《广东省水利工程管理条例》的规定严格执行。

11.4.2 工程管理办法

- 1、认真贯彻执行有关管理通则和上级部门的指示；
- 2、建立健全岗位责任制，制定奖惩制度；
- 3、对工程认真检查观测，及时分析研究，随时将工程动态报告上级部门，及时进行养护修理，消除工程缺陷、维护工程完整和设备完好，确保工程安全及发挥工程效益；
- 4、及时掌握水情、雨情及水文、气象预报，做好工程的调度运用和防汛工作；
- 5、因地制宜，利用水土资源，开展综合经营。

11.4.3 工程调度运用

结合山区洪水涨落较快的特点，当外江水位未超过规划区不涝水位时，利用节制闸排泄区内降水；当外江水位超过规划区内堤后地面高程或排涝站起排水位时，节制闸立即关闭以防止洪水倒灌，排涝站则开机抽水排涝。

11.4.4 工程观测

城市防洪工程直接关系到城区和人民生命财产的安全，为及时掌握汛期工程各部位的工作情况和形态变化，防止事故发生，保证工程安全运行，堤防工程管理部门应做好工程观测及维护工作。结合本工程规模较小且均为浆砌或混凝土堤身的实际，本工程不设渗流、位移等观测项目，只在城南大桥以上沿堤线每 500m 设简单的水位观测标尺，掌握洪水水位变化。同时，管理所应定期巡查河堤线进行表面观测，发现异常情况及时处理。为方便管理及工程维护，管理单位已配备 S3 水准仪、J2 经纬仪各一套，照相机一部。为便于整理和保存工程观测、管理资料，提高办事效率，管理单位已配备两台电脑及打印机。本延长段工程不用增加该部分的投资。

本排水泵房设在河卵石堆积层上，由于地基的变形常引起建筑物发生沉降和

位移，因此，沉降观测是不可少的观测项目。在泵房外侧立柱面设沉降标点进行水准观测，其起测点为泵房附近城区内不受建筑物影响的岩基或基准水准点；本工程规模较小，不设位移观测项目，仅在泵房外侧铅直混凝土墙面与两侧混凝土防洪堤外侧交汇处设点进行相对位移观测。

11.4.5 交通及通讯

**市城区防洪堤工程均为路堤结合方式，堤后交通道路的设计标准完全可满足汛期防洪抢险物资全天候运输的要求，本工程无须设置专门的防汛专用道路。

为保障正常维护管理和汛期防汛抢险工作的正常进行，应根据防洪抢险需要设置一定的交通和通信设施。

堤防管理单位应为工作人员提供一定的工作和生活设施，为堤防工程管理工作创造必要的条件。由于**城区防洪工程堤线较长、范围广，为方便堤防巡查与维护，保障堤防管理工作的顺利进行，根据堤防管理工作需要并参照《堤防工程管理设计规范》SL171-96 中表 5.4.1 “管理单位车船数量配置表”的有关规定和**市其他单位用车情况，已购置两台防汛抢险越野车、两台载重车，为方便职工进行堤防巡查，另购 5 辆摩托车。本延长段工程不用增加该部分的投资。

根据防洪抢险工作的需要并结合本工程堤线较长的实际，管理单位除配置两部车载电话及一定数量的移动电话外，还应有至少一套以上的无线对讲机设备，以保证紧急通信的可靠性。

12 设计概算

12.1 编制说明

12.1.1 工程概况

2003 年底**市城市防洪工程列入广东省城乡水利防灾减灾工程项目，2004 年 7 月我院完成了《**市城市防洪工程可行性研究报告》。2004 年 9 月，省专家组对该报告提出了咨询意见。2004 年 10 月**市水利局和**市发展计划局先后对该可研报告进行了审查批复，批复文号分别为清水政[2004]29 号和清计农[2004]161 号。批复意见中同意工程按 50 年一遇的防洪标准进行设计，堤防工程主要建筑物级别为 3 级；同意截洪排涝工程按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干的标准设计；同意防洪堤建设总长为 30.3km。

根据**城市规划和建设发展要求，需要扩大城市防洪规模，具体为星子河左堤延长 1.24km；东陂河左堤延长 0.77km，右堤延长 1.75km；三江河左堤延长 3.85km，右堤延长 6.30km；连江干流右堤延长 0.61km；九陂河左堤延长 1.21km，右堤延长 1.16km；合计延长 16.89km。扩大规模后需增加泵站 2 座，穿堤涵闸 5 座。

本概算只对增加规模的部分（增加堤长 16.89km，泵站 2 座，穿堤涵闸 5 座）进行编制，概算总投资 10425.18 万元。

本工程的主要效益是社会效益，工程的建成不但减少了**县城人民群众的洪水灾害所产生的巨大经济损失，也改变**县城的环境面貌，促进**县城的工农业和旅游业迅速发展。

12.1.2 编制依据

1、本工程设计概算编制依据为《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（试行），定额依据为《广东省水利水电建筑工程概算定额》（试行）和《广东省水利水电设备安装工程概算定额》（试行）。

2、人工工资按六类区取 28.76 元/工日直接进入单价计算，企业利润率统一取 7%。

3、主要材料价格参考**市建设局文件《**市 2008 年上半年建筑工程人工、

参考价》。次要材料价格参照广东省水利厅公布的次要材料预算价格粤水造价[2008]1号。

4、其他各种费率的取值按《广东省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（试行）执行。

5、编制过程采用《广东省水利水电概预算程序》（2006V3.00版）。

6、工程勘测设计收费按国家计委、建设部公布的《工程勘察设计收费管理规定》通知（计价格[2002]10号文）进行计算。

12.2 设计概算表

本概算只对增加规模的部分（增加堤长 16.89km，泵站 2 座，穿堤涵闸 5 座）进行编制，概算总投资 10425.18 万元。**城防延长段的主要工程量为土方明挖 96320.1m³，石方明挖 138m³，土方填筑 1866539m³，混凝土 8310m³，模板 3972m²，钢筋 254t。

详见《**城防延长段工程初步设计设计概算书》。

12.3 年度投资计划及资金来源

本工程总工期为两年，根据施工组织设计，年度投资计划如下：第一年为 4700 万元，第二年为 5725 万元。

本工程投资的资金来源如下：省防洪工程专项补助 200 万元/km，其它部分为业主自筹资金。

13 经济评价

13.1 工程概况

2003 年底**市城市防洪工程列入广东省城乡水利防灾减灾工程项目，2004 年 7 月我院完成了《**市城市防洪工程可行性研究报告》。2004 年 9 月，省专家组对该报告提出了咨询意见。2004 年 10 月**市水利局和**市发展计划局先后对该可研报告进行了审查批复，批复文号分别为清水政[2004]29 号和清计农[2004]161 号。批复意见中同意工程按 50 年一遇的防洪标准进行设计，堤防工程主要建筑物级别为 3 级；同意截洪排涝工程按 10 年一遇 24 小时暴雨一天排干的标准设计；同意防洪堤建设总长为 30.3km。

根据**城市规划和建设发展要求，需要扩大城市防洪规模，具体为星子河左堤延长 1.24km；东陂河左堤延长 0.77km，右堤延长 1.75km；三江河左堤延长 3.85km，右堤延长 6.30km；连江干流右堤延长 0.61km；九陂河左堤延长 1.21km，右堤延长 1.16km；合计延长 16.89km。扩大规模后需增加泵站 2 座，穿堤涵闸 5 座。

延长段工程设计概算总投资 10425.18 万元。

本工程的主要效益是社会效益，工程的建成不但减少了**县城人民群众的洪水灾害所产生的巨大经济损失，也改变**县城的环境面貌，促进**县城的工农业和旅游业迅速发展。

13.2 评价依据与基本参数

本工程项目是以防洪为主要目标的纯水利项目，总体效益以社会效益为主，故本工程的经济评价以国民经济评价为主，评价项目的经济合理性。

经济评价的编制依据为：水利部 1995 年 6 月 2 日发布的《小水电建设项目经济评价规程》（SL16-95）和国家发改委、建设部 2006 年颁发的《建设项目经济评价参数》。本阶段经济评价中的投入物和产出物的价格可按现行价格进行。

13.3 国民经济评价

本项目静态总投资为 10425.18 万元，分二年实施。由《规范》知，堤防建筑物运行期为 30~50 年，本工程为除险加固工程运行期取 30 年，则计算期为 35

年

1、概算费用计算

①工程静态总投资的计算

由设计概算可知，静态总投资 10425.18 万元。

②项目国民经济评价总投资

项目国民经济评价总投资=（工程静态总投资—基本预备费—计划利润—税金）×（1+基本预备费率）≈10200 万元

③回收固定资产余值

年折旧率取 1.9%，回收固定资产余值≈10200-30×1.9%×10200≈4386 万元

④各年投资分配额

根据施工组织设计,各年投资分配额为：第一年约 4600 万元，第二年约 5600 万元。

2 年运行费及费用来源

(1)工资标准按每人每年 1.2 万元计算，延长段增加工程管理人员为 8 人(包括排涝站运行合同工 4 人)，工资=9.6 万元。

(2)职工福利费按工资总额的 14%计算，为 1.34 万元。

(3)排涝站年平均电费：参考 94 年**洪水过程，估算年抽排时间为 280 小时，电费为 14.56 万元。

(4)维护修理费按工程直接费的 1%计算，约为 100 万元。

(5)其他费用（办公费、差旅费等）每年按增加 8 万元计算。

则延长段工程每年所增加运行费用=9.6+1.34+14.56+100+8=133.5 万元

市城防工程属社会公益项目，堤防工程的管理运行费用由市堤防工程管理所在其收费中负担，不足部分按《广东省水利工程管理条例》第一章第九条“防洪排涝、农业灌排、水土保持、水资源保护等以社会效益为主、公益性较强的水利工程，其运行管理费用的差额部分按财政体制由各级财政核实后予以安排。”的规定由**市财政给予补贴**市城防工程属社会公益项目，堤防工程的管理运行费用由**市堤防工程管理所在其收费中负担，不足部分按《广东省水利工程管理条例》第一章第九条“防洪排涝、农业灌排、水土保持、水资源保护等以社会效

益为主、公益性较强的水利工程，其运行管理费用的差额部分按财政体制由各级财政核实后予以安排。”的规定由**市财政给予补贴

2、工程效益计算

本工程的主要效益是防洪效益和社会效益。

a) 防洪效益

本工程项目的防洪效益采用“有无对比法”计算：某年的洪水，未建本工程时的洪灾损失为 A，本工程建成后在同样洪水情况下的灾害可减少到 B，则本项目的防洪效益等于 A-B。

**市历年的洪灾损失情况，在报告中已有详细说明。现根据第一期工程所保护对象计算其洪灾损失，对工程保护范围内几场有代表意义的洪水灾害损失进行了调查，并将洪灾损失统一调整到 2001 年价格水平，结果见表 13-1。根据表 13-1 数据，采用内插的办法，可计算各级频率洪灾损失。

表 13-1 工程保护范围内历史洪灾损失表 单位：万元

年份	1994	1980	1995	1996
洪水频率（%）	1.18	10.1	22.6	25.8
洪灾损失（2001 年价）	1980	2315	2030	1830

本工程建成后，可免除 50 年一遇以下洪灾，即工程的效益为免除 50 年一遇及以下的洪水灾害损失值，采用洪灾损失频率曲线法计算，工程建成前多年平均洪灾损失约为 A=1500 万元，工程建成后多年平均洪灾损失为 B= 0 万元，即工程多年平均防洪效益约为 A-B=1500 万元。

b) 社会效益

工程具有显著的社会效益，从以下几个方面说明：

1) 本工程建设是落实党中央“三个代表”的指示和广东省支持发展山区经济建设的结果。

在“三个代表”和广东省支持发展山区经济建设的精神指导下，兴建防洪、排涝工程，改善山区人民的生产、生存条件具有非常重要的意义。

2) 保持社会稳定

据目前了解的情况，工程保护范围是**市城区，工程后，可以减少洪水、涝水灾害损失，保持社会稳定发展。

3) 提高人民生活质量

本次工程采用高标准、新技术、新的城市环境理念设计，工程完成后，**市区从现状大部分区域对洪水不设防提高到 50 年一遇防洪标准标准，从现状所有城区对涝灾不设防提高到 10 年一遇 24 小时暴雨 1 天排干的排涝标准，保障了市民生产、生活的安全；采用新技术、新的城市环境理念设计的防洪堤是城市的一部分，与城市公用设施有机地结合，集休闲、景观功能为一体，为城市居民提供了舒适的生活环境。

4) 保障经济可持续发展

工程保护范围是不仅包括了现状城区，而且包括了未来城市新的发展用地，对**市产业布局调整和促进经济发展有重要的作用，防洪（潮）排涝措施建设完善后，可以为**市经济可持续发展提供安全保障。

13.4 国民经济评价指标

本工程是以防洪效益主的工程，按“规范”新建防洪、治涝、灌溉、城镇供水等工程的正常运行期 30—50 年。所以取本工程的正常运行期为 30 年，据施工组织设计，工程的建设期为 2，故工程的计算期为 32 年。以工程建设的第一年为计算期的起点，社会折现率 $is=8\%$ 。

①经济内部收益率（EIRR）

$$\sum_{t=1}^n (B-C)_t (1+EIRR)^{-t} = 0$$

式中：EIRR——经济内部收益率；

B——年效益，万元；

C——年费用，万元；

n——计算期， $n=32$ 年；

t——计算期各年的序号，基准点的序号为 0；

$(B-C)_t$ ——第 t 年的净效益，万元。

将以上计得的各年的费用和效益代入上式，经试算得经济内部收益率 $EIRR=12.46\% > \text{社会折现率 } is=8\%$ 。

②经济净现值（ENPV）

$$ENPV = \sum_{t=1}^n (B - C)_t (1 + i_s)^{-t}$$

将各年的费用和效益代入上式，计算得经济净现值 $ENPV=4502$ 万元 >0 。(见表 13-2)

③经济效益费用比（EBCR）

$$EBCR = \frac{\sum_{t=1}^n B_t (1 + i_s)^{-t}}{\sum_{t=1}^n C_t (1 + i_s)^{-t}}$$

将各年的费用和效益代入上式计算得 $EBCR=1.435>1$ (见表 12-2)。

13.5 财务分析

①项目总投资

由于本工程不存在贷款问题，即贷款利息为零，由总概算表可知，工程概算总投资 10425.18 万元。其中建筑工程费为 7815.83 万元，机电设备及安装工程费 182.48 万元，金属结构设备及安装工程费 68.68 万元，临时工程费为 501.99 万元，独立费用为 790.73 万元，基本预备费为 467.99 万元。专项工程投资 597.49 万元。

②年运行费

(1)工资标准按每人每年 1.2 万元计算，延长段增加工程管理人员为 8 人(包括排涝站运行合同工 4 人)，工资=9.6 万元。

(2)职工福利费按工资总额的 14%计算，为 1.34 万元。

(3)排涝站年平均电费：参考 94 年**洪水过程，估算年抽排时间为 280 小时，电费为 14.56 万元。

(4)维护修理费按工程直接费的 1%计算，约为 100 万元。

(5)其他费用（办公费、差旅费等）每年按增加 8 万元计算。

则延长段工程每年所增加运行费用=9.6+1.34+14.56+100+8=133.5 万元

财务收支平衡分析

堤防工程的管理运行费用由**市堤防工程管理所在其收费中负担，不足部分按《广东省水利工程管理条例》第一章第九条“防洪排涝、农业灌排、水土保持、水资源保护等以社会效益为主、公益性较强的水利工程，其运行管理费用的差额

部分按财政体制由各级财政核实后予以安排。”的规定由**市财政给予补贴。

市堤防工程属社会公益项目，堤防工程管理运行费用主要由市财政承担。不足部分主要由工程建成后每年的商铺出租费、受益区堤防防护费补贴。从而能够保证工程建成后的管理和正常运行，所以财务分析可行。

13.6 综合评价

工程完成后，防洪排涝能力得到提高，为城市发展提供了安全保障，社会效益显著。工程还有利于**市区环境的改善与美化，工程后，城区的面貌也将大为改观，具有显著的环境效益。从国民经济指标上看，项目经济指标合理，经济效益合理，同时财务分析可行。综上所述，本工程是必要和可行的，越早实施获益越大。

表 13-2 国民经济效益费用流量表 万元

序号	项目	年份								
		建设期	运行期							合计
		1	2	3	4	5	6	...	32	
1	效益流量 B	0	0	1500	1500	1500	1500	...	5886	49386
1.1	项目各项功能的效益	0	0	1500	1500	1500	1500	...	1500	45000
1.1.1	防洪效益			1500	1500	1500	1500	...	1500	45000
1.2	回收固定资产余值							...	4386	4386
1.3	回收流动资金							...		0
1.4	项目间接收益							...		0
2	费用流量 C	4600	5600	133.5	133.5	133.5	133.5	...	133.5	14205
2.1	固定资产投资(含更新改造投资)	4600	5600					...		10200
2.2	流动资金							...		0
2.3	年运行费			133.5	133.5	133.5	133.5	...	133.5	4005
2.4	项目间接费用							...		0
3	净效益流量	-4600	-5600	1366.5	1366.5	1366.5	1366.5	...	5752.5	35181
4	累计净效益流量	-4600	-10200	-8833.5	-7467	-6100.5	-4734	...	35181	
评价指标	经济内部收益率:	10.2%								
	经济净现值 (is=8%)	¥4502	万元							
	经济效益费用比 (is=8%)	1.435								