

# 揭阳市中心城区内涝治理系统化实施方案

揭阳市住房和城乡建设局

2022年12月

# 目 录

1. 规划背景与城市概况	1	3.4.2. 规划指标	31
1.1. 规划背景	1	3.5. 规划原则	31
1.2. 城市概况	1	3.6. 总体策略	32
1.2.1. 区位条件	1	3.7. 技术路线	32
1.2.2. 地形地貌	1	4. 系统治理方案	32
1.2.3. 地质水文	2	4.1. 区域流域治理措施	32
1.2.4. 自然资源	4	4.1.1. 流域生态保护与修复	32
1.2.5. 经济社会概况	4	4.1.2. 防洪提升工程	34
1.2.6. 上位规划概要	4	4.1.3. 排涝提升工程	36
1.2.7. 相关专项规划概要	5	4.1.4. 本次排水防涝规划与城市防洪设施的衔接	36
2. 现状问题分析	9	4.2. 城市层面治理措施	37
2.1. 现状调查	9	4.2.1. 城市排水出路和排水分区构建	37
2.1.1. 城市排水防涝现状	9	4.2.2. 城市竖向优化	38
2.1.2. 降雨规律分析与下垫面解析	17	4.2.3. 雨水削峰调蓄和行泄道建设	38
2.2. 能力评估与原因分析	23	4.2.4. 雨水源头减排	44
2.2.1. 排水系统总体评估	23	4.3. 设施提升改造措施	53
2.2.2. 现状排水能力评估	25	4.3.1. 排水管渠系统及其附属设施建设改造	53
2.2.3. 内涝风险评估	25	4.3.2. 易涝点积水整治	61
2.2.4. 内涝成因分析	27	4.3.3. 信息化平台建设	75
3. 目标和策略	30	4.4. 管理措施	76
3.1. 规划范围	30	4.4.1. 汛前管理措施	76
3.2. 规划期限	30	4.4.2. 汛时管理措施	76
3.3. 规划依据	30	4.4.3. 完善应急管理	77
3.3.1. 国家相关法规及政策条例	30	4.4.4. 系统化推进海绵城市建设举措	77
3.3.2. 相关规范和标准	30	4.5. 方案实施和效果评估	80
3.3.3. 相关规划及参考资料	31	4.5.1. 城市内涝治理总体效果	80
3.4. 规划目标和指标	31	4.5.2. 建设效益估算	80
3.4.1. 规划总目标	31	4.6. 建设任务和投资估算	81
		4.6.1. 大江大河大湖堤防建设与河道整治工程	81
		4.6.2. 排水管渠及其附属设施	82

4.6.3. 雨水源头减排建设工程.....	85
4.6.4. 雨水削峰调蓄工程.....	85
4.6.5. 城市内河水系治理.....	85
4.6.6. 行泄通道规划.....	86
4.6.7. 信息平台建设工程.....	86
4.6.8. 排水设施维护工程.....	86
4.6.9. 工程总投资.....	86
5. 保障措施.....	87
5.1. 组织保障.....	87
5.1.1. 建设用地.....	87
5.1.2. 海绵城市综合利用实施政策保障措施.....	87
5.1.3. 非工程防洪措施规划.....	87
5.1.4. 排水管管养措施.....	88
5.2. 资金筹措.....	89
5.3. 其他.....	89
5.3.1. 健全保障机制.....	89
5.3.2. 定期检查评估.....	89
5.3.3. 加强与有关规划的协调.....	89

图纸目录.....	90
-----------	----

## 1.2. 城市概况

### 1.2.1. 区位条件

揭阳市地处广东省东南部，东经 115°36'~115°37'，北纬 22°53'分~23°46'，北回归线从境内穿过，东接汕头、潮州，西连汕尾，南濒南海，北临梅州，是粤、闽、赣公路交通枢纽之一。揭阳市域总面积 5240 km<sup>2</sup>。至 2020 年底，揭阳市市域常住人口 558 万人。

揭阳市域现辖榕城区、揭东区和惠来、揭西 2 县，代管普宁市（县级）。全市共有 63 个镇、2 个乡、22 个街道。



图 1.2-1 区位图

### 1.2.2. 地形地貌

揭阳市境内由北向南依次分布着山地、丘陵、盆地、平原等地貌类型，构成北高南低的基地势，山地、丘陵、平地各占土地总面积的 20%、40%、40%。境内山地大多属于莲花山系。揭阳市境内还有三十岭山系，呈新月状。全市的山地海拔并不高，最高是揭西县的李望嶂，海拔 1222 米。境内平原属负地貌类型，主要分布于河流中下流，由河流冲积物和海相沉积物沉积而成，如榕江平原、练江平原。境内干流河流有榕江、龙江、练江。

## 1. 规划背景与城市概况

### 1.1. 规划背景

近年来，受全球气候变化影响，暴雨等极端天气频繁袭来，“水漫京城”、“长沙观海”、“武汉看瀑”等暴雨内涝频发，极端的天气对社会管理、城市运行和人民群众生产生活及生命财产安全都造成了巨大的影响，加之部分城市排水防涝等基础设施建设滞后、调蓄雨洪和应急管理能力不足，出现了严重的暴雨内涝灾害。

为保障人民群众的生命财产安全，进一步加强城市排水防涝设施的建设，国务院于 2021 年 4 月发布了《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发〔2021〕11 号），国家发改委、住建部于 2021 年 3 月出台了《国家发展改革委办公厅 住房城乡建设部办公厅关于编制城市内涝治理系统化实施方案和 2021 年城市内涝治理项目中央预算内投资计划的通知》（发改办投资〔2021〕261 号），广东省住房和城乡建设厅、广东省发展和改革委员会、广东省自然资源厅、广东省水利厅于 2021 年 7 月联合下发了《广东省住房和城乡建设厅 广东省发展和改革委员会 广东省自然资源厅 广东省水利厅关于征求〈广东省城市内涝治理五年实施方案（2021-2025 年）（征求意见稿）〉》（粤建城商〔2021〕118 号），这一系列的通知文件，要求各地在城市总体规划、国土空间规划和排水相关规划的基础上，与在编国土空间规划紧密对接，围绕“十四五”期末城市内涝治理取得明显成效的工作目标，按系统思维、整体推进、综合治理原则，编制揭阳市中心城区内涝治理系统化实施方案，因地制宜、因材施教，提升城市防洪排涝能力，用统筹的方式、系统的方法解决城市内涝问题，维护人民群众生命财产安全，为促进经济社会持续健康发展提供有力支撑。



图 1.1-1-1 2018 年超强台风“山竹”导致揭阳市区局部内涝

### 1.2.3.地质水文

#### 1.2.3.1.地质条件

揭阳市地质构造复杂，由于历次地壳运动褶皱、断裂和火山岩隆起的影响，形成了主要由花岗岩、沉积岩、片岩、玄武岩、河流冲积物、滨海沉积物六大种类，构成山地、丘陵、盆地和平原四大类地貌。

揭阳市地质年代最早是三叠系上统，继而侏罗系第四系。岩石主要有花岗岩、砂页岩及第四系列化冲积砂砾层出不穷等组成。经过大自然和人类活动的作用，构成复杂的土壤类型。土壤类型有：水稻土、南方山地草甸土、黄壤、红壤、菜园土、潮沙泥土、滨海盐渍沼渍土、海滨沙土、石质土等 10 多种土类，40 多个土属，70 多个土种。

#### 1.2.3.2.水文气象及水资源特征

##### (1) 雨量

揭阳市境内地形复杂，山区、丘陵、平原交错，降雨量受季风气候及地形强烈影响，降雨量地区分布不均，山区地带降雨量较大，莲花山脉南坡为暴雨高值区，向平原沿海降雨量逐步递减。全市多年平均降雨量 1961.5mm，降雨特点是春夏多锋面雨，夏秋多台风雨，季节性差别明显，在年内变化较大，四至九月降雨量占全年的 80~86%，多年平均连续最大四个月降水量大北山迎风坡出现在 6~9 月，其它地区则出现在 5~8 月，占多年平均年降水量的 60~70%。降雨量的年际变化也较大，最大年雨量是最小年雨量的 1.8~2.9 倍。

##### (2) 径流

降雨量是揭阳市地表径流的唯一来源，属雨水补给型，因此，地表径流量的变化与降雨量基本一致。揭阳市多年平均径流深 1248.6mm，高值中心达 1800mm（普宁、揭西莲花山脉东南迎风坡），平原地区 800~900mm，低值区是惠来县海岸地区 600mm。径流变差系数 0.25~0.38。全市多年平均本地河川径流总量 65.75 亿 m<sup>3</sup>，丰水年（P=10%）为 89.50 亿 m<sup>3</sup>，平水年（P=50%）64.387 亿 m<sup>3</sup>，偏枯年（P=75%）54.05 亿 m<sup>3</sup>；枯水年（P=90%）45.76 亿 m<sup>3</sup>，特枯年（P=95%）41.24 亿 m<sup>3</sup>，最小年为 42.08 亿 m<sup>3</sup>（1956 年）。另外，揭阳市多年平均入境水量为 21.19 亿 m<sup>3</sup>，变差系数为 0.26，年最大值与年最小值之比为 2.9，丰水年（P=10%）为 32.30 亿 m<sup>3</sup>，平水年（P=50%）21.39 亿 m<sup>3</sup>，偏枯年（P=75%）16.71 亿 m<sup>3</sup>，枯水年（P=90%）13.37

亿 m<sup>3</sup>，特枯年（P=95%）11.36 亿 m<sup>3</sup>，最小年为 10.87m<sup>3</sup>（1956 年）；出境水量多年平均值为 61.47 亿 m<sup>3</sup>，变差系数为 0.29，年最大值与年最小值之比为 3.5，其中榕江多年平均出境水量为 50.51 亿 m<sup>3</sup>，练江 4.85 亿 m<sup>3</sup>，惠来龙江等沿海诸河 6.11 亿 m<sup>3</sup>。

##### (3) 气温

揭阳市气象站多年平均气温 21.8℃，热月（7 月份）平均气温 28.5℃，冷月（1 月份）平均气温 14.0℃，最高气温 39.7℃（2005 年 7 月 18 日），极端最低气温-2.7℃（1955 年 1 月 12 日）。根据全市 5 个气象站资料统计，全市最高气温出现在揭阳市区，最高气温 39.7℃（2005 年 7 月 18 日），最低气温出现在揭阳市区，最低气温-2.7℃（1955 年 1 月 12 日）。无霜期多年平均在 321~325 天。全年日照总时数较高。

##### (4) 蒸发量

根据揭阳气象站资料统计，多年平均蒸发量 1494.4mm，最大年蒸发量 1897.4mm（1963 年），最小年蒸发量 1250.8mm（1997 年）。全市各地多年平均蒸发量为 1555mm。

##### (5) 台风

揭阳市滨临南海，属亚热带季风区，具有明显海洋性气候特点，是热带气旋经常影响和登陆的地区，每年均受台风影响，7~9 月 6 级以上强风占总数 83%。台风影响严重年份有 1960、1961、1969、1970、1975、1979、1980、1986、1991、2001 年，尤以 1961、1964 年最多，各有 7 个台风影响，建国以来遭受 12 级以上台风正面登陆并造成严重灾害的有 4 次。一年中台风出现最早时间是 1961 年 5 月 19 日，最迟时间是 1972 年 11 月 8 日。台风引起暴雨，对人民生命财产以及沿海堤围安全构成严重威胁，以至造成巨大损失。台风一般都带来暴雨，造成山区丘陵地带山洪暴发，平原地区积水成灾，但同时亦带来解除干旱，增加水库蓄水量，有利于工农业生产的一面。

##### (6) 泥沙

揭阳市河流含沙量较少，据东桥园站对榕江悬移输沙率观测资料的统计，多年平均含沙量为 0.2kg/m<sup>3</sup>（1956~2005 年），最大年含沙量出现在 1990 年，为 3.09kg/m<sup>3</sup>，多年平均年输沙模数为 266.4t/km<sup>2</sup>，多年平均年输沙量 53.7 万吨，最大年输沙量 119 万吨（1973 年）；北河多年平均年输沙量为 20.32 万吨。龙江磁窑站，多年平均含沙量 0.21kg/m<sup>3</sup>，多年平均年输沙模数为 341t/km<sup>2</sup>，多年平均年输沙量 28 万吨。

##### (7) 水质

揭阳市境内河网密布，水系发育，主要有榕江、龙江和练江三大水系，其中榕江流域面积最大。随着城市、工业的发展，人口递增，除龙江还保持较好的水质外，榕江中、下游已遭受

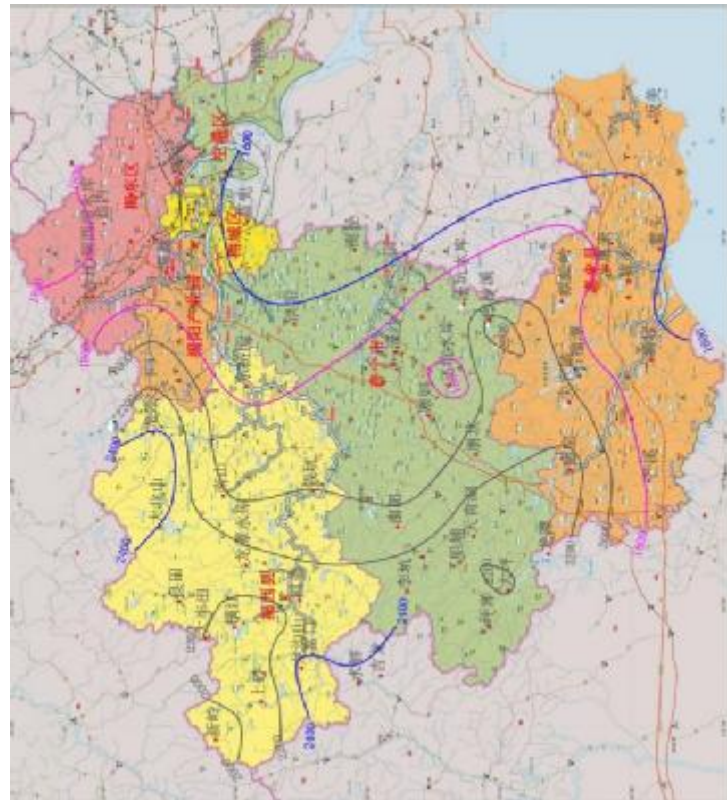


图 1.2-2 2019 年揭阳市降雨量分布图

#### ■ 降雨和径流时空分布不均

降雨和径流年内分配不均。2019 年全市平均降雨量 1956.1mm，其中 4~9 月雨量占全年雨量的 80~85%，尤其是 6~9 月占全年雨量的 50~60%，而 10 月至翌年 3 月却只占全年雨量的 15~20%，各雨量站多年平均降水量占多年平均年降水量的 60~68%。1963 年和 1977 年两次春旱，当年 1~3 月雨量仅占全年雨量的 3%左右。反之，夏秋季雨量集中，5~7 月雨量占全年的 50%左右。径流的主要来源是大气降水，其变化规律与降水一致，年径流量也相应集中在 6~9 月，代表站汛期（4~10 月）天然径流占年径流的比例为 70~85%。由于降雨和径流年内分配不均，故常出现冬春干旱，夏秋内涝，更增加了水资源开发利用的难度。

降雨和径流年际变化大。丰水年是枯水年的数倍。如榕江东桥园站，最大年降雨量 2465mm（1961 年），最小年降雨量 1160mm（1971 年），其比值 2.12 倍；东桥园站（集水面积 2016km<sup>2</sup>）多年平均流量 87.2m<sup>3</sup>/s，最大为 1961 年的 154.4m<sup>3</sup>/s，最小为 1983 年的 33.6m<sup>3</sup>/s。龙江磁窑站，

不同程度的污染，练江中、下游污染严重。根据揭阳市生态环境局 2021 年发布数据：榕江南河揭阳河段水质基本处于 III~IV 类水之间，水体受到轻度污染；一级支流北河以 IV 类水质为主，部分断面属于 V 类，水体受到轻度污染；二级支流枫江水质属于 V 类，水质控制目标为 IV 类。练江普宁河段属于劣 V 类水质，水体受到重度污染，但水质较往年有好转，水质控制目标为 V 类。龙江中、上游枯、丰水期的水质都基本符合地表水 III 类标准。

#### (8) 地下水

揭阳市是典型的山丘、平原混合区，地下水资源的贮存条件与分布规律以及水化学特征均受地貌、岩性、构造条件所控制，而气象、水文因素对区内地下水的补给和动态影响颇为显著。西北莲花山雨量充沛，地下水补给来源充足，地下水的形成和分布具有明显的水文地质带性，中低山区以构造裂隙水为主，丘陵台地以网状风化裂隙水为主，滨海平原以砂、砾石层孔隙水为主；地下水总的流向自北向南流，地下水交替循环条件自北向南由强变弱；水化学分带明显由淡向微咸、咸淡水交替和咸水过渡。区内较大水系是沿北向西向断裂发育的，在断裂带两侧常有较为丰富的构造脉状水。平原区第四系发育，普遍存在孔隙潜水与承压水，因所处地貌不同，故各具有独特的水文地质特性，河谷平原分布范围较窄，沉积物厚度不大，一般含孔隙潜水，水量中等至贫乏，水力坡度较大，循环交替强烈；三角洲平原沉积物厚度大，为海陆交互相沉积，形成多层含水结构，除孔隙潜水外，深部尚蕴藏着丰富的承压水，三角洲前缘及海湾地带富水性较差，由于地势平坦，地下水力坡度小，循环交替缓慢，水化学成分较复杂，且地带性明显，河口地带均为不能饮用的咸水；滨海平原砂堤、砂嘴中存有淡水透镜体，沿海带潮汐对地下水位和水量影响显著。区内岩石节理裂隙发育，以构造裂隙脉状水为主，南部丘陵、台地地势较缓，风化带较厚，以网状风化裂隙水为主。

揭阳市多年平均浅层地下水资源量为 15.93 亿 m<sup>3</sup>，与地表水重复水量为 14.77 亿 m<sup>3</sup>。中深层地下水分布，可开采量有待今后进一步研究论证。

#### (9) 水资源特点

揭阳市水资源开发利用情况调查评价成果表明，揭阳市多年平均水资源总量为 66.90 亿 m<sup>3</sup>，平均每平方公里年产水量 127.0 万 m<sup>3</sup>，多年平均地表水资源量占水资源总量比例为 98%。全市水资源特点为：

### 1.2.5.上位规划概要

#### 1.2.5.1.《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》（在编）

##### （1）规划期限

规划期限为 2020-2035 年，其中：近期为 2020-2035 年，中期为 2026-2030 年，远期为 2031-2035 年。

##### （2）城市发展定位

宜居宜业宜游的活力古城、滨海新城，沿海经济带上的产业强市。

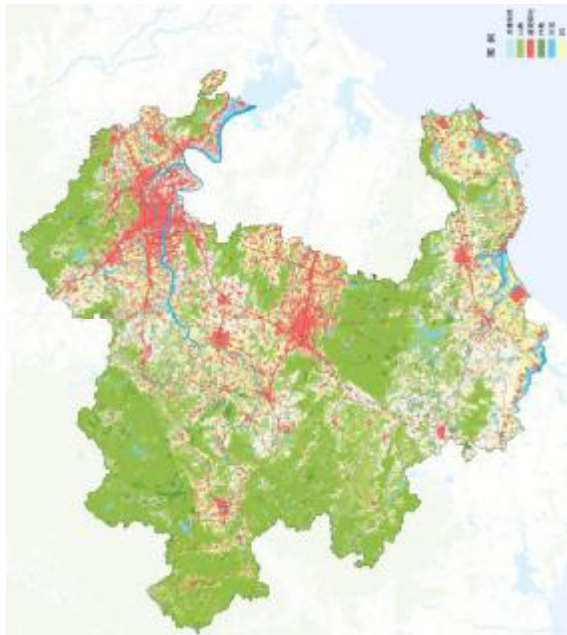


图 1.2-3 现状国土空间要素分布图（三调数据）

##### （3）城市空间开发格局

■ “一轴”揭普惠发展轴

揭阳市发展的中枢和主引擎，引导高端优质资源集聚。

■ “一带”即沿海经济带

依托功能区节点，主动融入粤港澳大湾区，打造广东沿海经济带的主战场。

■ “三板”即三大区域发展核心

最大年降雨量 3053mm(1968 年)，最小年降雨量 1207mm(1963 年)；磁窑站(集水面积 820km<sup>2</sup>)多年平均流量 35.5m<sup>3</sup>/s，最大为 1961 年的 64.3m<sup>3</sup>/s，最小为 2001 年的 15.4m<sup>3</sup>/s。降雨和径流年际变化大，常出现于旱年或内涝年，对工农业和生活用水有不同程度的影响。

降雨量和径流深在地理分布上差别大。地处莲花山脉东南迎风坡南阳山区的普宁李坑为省内四个高值雨区之一，处于中心闭合圈 2700mm，揭西大北山区和揭东北部山区为暴雨区，处于中心闭合圈 2400mm。境内各地降雨量和径流深因地理条件不同而异，其分布情况与地势趋向吻合。总的来说，山区为丰雨区，丘陵为多雨区，平原为适雨区，沿海降雨量较少。径流深地区分布规律与降雨分布规律相似。区域性产水差异使各地工农业和生活用水丰缺不均。

##### ■ 水资源较缺

据揭阳市年降雨、径流等要素综合分析，全市多年平均降雨量 1961.5mm，属于多水带，局部还属于丰水带，但由于人口稠密，按人均水资源量分析就显得缺乏。全市多年平均水资源总量为 66.90 亿 m<sup>3</sup>，人均占有量只有 1098m<sup>3</sup>，仅为全省人均的 52.3%，为全国人均的 40.2%。位于榕江下游的市区，人口密度较大，生活和生产用水量更多，本地水较紧缺，来自上游的过境客水 21.19 亿 m<sup>3</sup>，但由于大部分污染严重，难以利用，水资源的供需矛盾比较突出。

### 1.2.4.经济社会概况

2021 年，全市地区生产总值预计（下同）2228 亿元，比 2020 年增长 6.0%，五年年均（下同）增长 3.9%；固定资产投资 1075 亿元，年均增长 6.0%；规模以上工业增加值 530 亿元，年均增长 1.2%；农林牧渔业总产值 330 亿元，年均增长 4.2%；社会消费品零售总额 1055 亿元，年均增长 4.9%；地方一般公共预算收入 79.31 亿元，年均增长 1.45%。五年来，产业建设取得新进展。聚焦“一城两园”，聚力打造绿色石化、海上风电两大产业，中石油炼化一体化项目累计完成投资 493.44 亿元、国电投海上风电项目累计完成投资 125.15 亿元，同步引进吉林石化 ABS、中石油揭阳 LNG、广物巨正源、GE 等产业链重点项目。大力培育电商、直播、快递等新兴业态，快递业务量从全国城市排名第 15 位跃升到第 6 位，蝉联中国快递示范城市。注册市场主体净增 14.8 万多户，高新技术企业净增 134 家，新增注册商标 8.27 万件、专利授权 3.6 万件。

揭阳中心城区建设宜居宜游活力古城、粤东地区创新型产业强市、区域性综合交通枢纽；普宁城区打造商贸名城、创新之城，做大做强医药、纺织服装两大支柱产业；揭阳滨海新区做大做强“油、化、气、电、冷”五大产业，打造粤东城市群新城市中心。

■ “四廊”即四条经济走廊

四条经济走廊包括榕江创新提升走廊、揭西绿色经济走廊、G238-练江整治升级走廊和龙江美丽经济走廊，梳理整合流域功能，提升传统产业，培育新兴产业，修复生态环境。

■ “三区”即西部生态发展区、中部城镇发展区、南部滨海发展区。

■ “多点”即区域重要发展节点

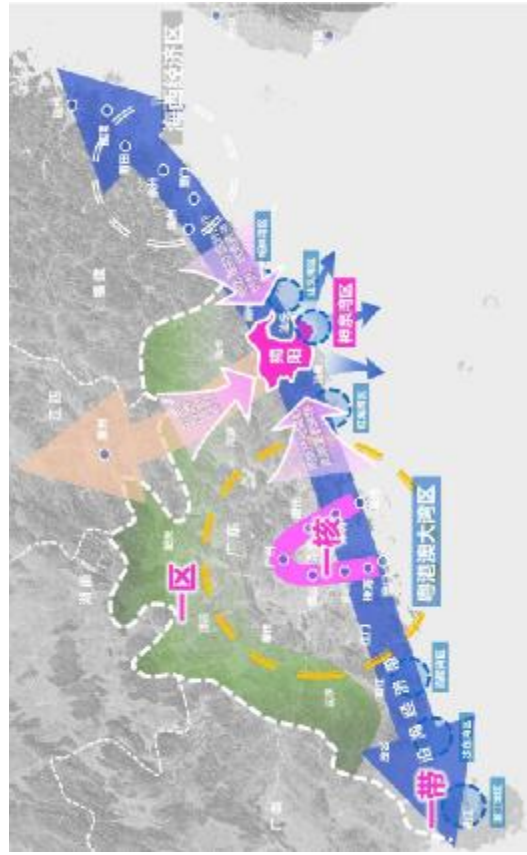


图 1.2-4 协同发展方向

(4) 规划人口

揭阳市域 2020 年人口规模为 558 万人。综合考虑市域资源环境承载能力和国土开发适宜性等因素，结合城市宜居水平，规划 2035 年揭阳市域常住人口规模为 655 万人左右。

1.2.5.2. 《揭阳市城市总体规划（2011-2035 年）》

(1) 规划范围

根据《揭阳市城市总体规划（2011-2035 年）》，本次规划范围主要为规划的揭阳市中心城区，包括榕城区、揭东区、揭阳产业转移工业园和榕城区（原空港经济区），是服务揭阳市

城乡发展的主中心，并承担粤东地区中心城区的部分职能。

(2) 城市人口规模

预测 2035 年规划常住人口 250 万人，其中城市人口为 195 万人，村庄人口为 55 万人。

(3) 建设用地规模

规划至 2035 年，规划区总建设用地规模控制在 291 km<sup>2</sup>，其中城市建设用地为 189 km<sup>2</sup>，村庄用地为 102 km<sup>2</sup>。

表 1.2-1 2035 年城市集中建设区城市建设用地平衡表

用地代码	用地名称	用地面积 (hm <sup>2</sup> )
<b>大类</b>		
R	居住用地	5752.44
	公共管理与公共服务设施用地	1387.91
A1	行政办公用地	208.05
A2	文化设施用地	186.79
A3	教育科研用地	666.36
A4	体育用地	100.55
A5	医疗卫生用地	142.03
A6	社会福利用地	19.10
A7	文物古迹用地	22.47
A9	宗教用地	42.57
B	商业服务业设施用地	2076.65
M	工业用地	2916.70
W	物流仓储用地	1003.74
	道路与交通设施用地	2844.74
S	城市道路用地	2711.99
U	公用设施用地	292.60
G	绿地与广场用地	2616.04
	公园绿地	1950.24
	城市建设用地	18890.82
H11		

注：引自《揭阳市城市总体规划（2011-2035 年）》。

1.2.6. 相关专项规划概要

1.2.6.1. 《广东省揭阳市流域综合规划修编报告》（2005~2030 年）

1) 本次流域综合规划修编的主要原则是：



(1) 坚持以人为本、人与自然和谐相处的原则。把维护广大人民的根本利益作为修编工作的出发点和落脚点，优先解决人民群众最关心、最直接、最现实的饮水安全、防洪安全。重视流域水资源和水环境的承载能力，维护河流健康，保障水资源可持续发展。

(2) 坚持全面规划、统筹兼顾、在保护的基础上进行综合治理。立足于流域整体利益和综合功能效益的发挥，统筹安排好各项任务，处理好区域内各乡镇、各用水行业之间的关系。

(3) 坚持强化综合管理的原则。根据揭阳市江河流域综合规划修编的要求，重点研究治理、开发和保护的重大布局，制定揭阳市水资源统一管理和优化调度方案，实现水资源的优化配置、全面节约、有效保护和综合利用。

(4) 坚持因地制宜、突出重点的原则。抓住揭阳市江河流域综合治理和水资源开发利用与保护的主要矛盾，按照轻重缓急，合理确定远近期的规划目标、任务和实施方案。

## 2) 规划期限

按照国家水利部和广东省对本次流域规划修编的统一部署，本规划修编基准年为 2005 年，近期规划水平年为 2020 年，远期规划水平年为 2030 年。

## 3) 防洪（潮）规划

防洪标准依据《防洪标准》（GB50201-94）、广东省水利厅《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水总字（1995）4 号）的规定，结合防洪保护地区的社会经济发展水平、防洪规划的体系和防护的对象来确定。

## 4) 江堤

(1) 揭阳市区位于榕江下游，常受洪潮灾害影响。榕江干流南河与支流北河从揭阳市区穿城而过，将揭阳市区分割成东山曲溪围、榕城渔湖围和梅仙围四个堤围，统称榕江大围，根据社会经济发展需求，近期防洪标准为 50 年一遇，远期通过上游水库联合优化调度以及堤防加固等措施，使得城区防洪标准达到堤库结合 100 年一遇。

(2) 榕江干流金凤联围、东园围、龙潭联围、坪上围、大溪围、钱坑围等防洪标准按重现期 20 年一遇设防，属 4 级堤防。

(3) 榕江各支流堤围防洪标准按重现期 20 年一遇洪水设防，属 4 级堤防。

## 5) 海堤

按防护对象的重要程度设防，如地都海堤、砲台海堤等，防潮标准按重现期 50 年一遇设防；

## 6) 蓄水工程

(1) 大(Ⅱ)型水库龙颈上库为 2 级工程，设计标准为 200 年一遇洪水，校核标准为 2000 年一遇洪水。

(2) 中型水库工程为 3 级工程，设计标准为 100 年一遇洪水，校核标准为 1000 年一遇洪水。

(3) 小(Ⅰ)型水库工程为 4 级工程，设计标准为 30~50 年一遇洪水，校核标准为 300~1000 年一遇洪水。

(4) 小(Ⅱ)型水库为 5 级工程，设计标准为 20~30 年一遇洪水，校核标准为 200~300 年一遇洪水。

## 7) 治涝规划

参照广东省水利厅《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水总字（1995）4 号）的规定，揭阳市区近期按 10 年一遇 24 小时最大设计暴雨 1 天排干，远期按 20 年一遇 24 小时最大设计暴雨 1 天排干；其他城镇及菜地按涝区 10 年一遇 24 小时暴雨所产生的径流量 1 天排干设计，农田按 3 天排干设计，鱼塘按 2 天排干设计。城市排涝如采用城建部门的短历时暴雨排涝标准，应与水利部门排涝标准相比较，互相参照对应采用。

## 1.2.6.2. 《广东省粤东沿海诸河综合规划修编报告》（报批稿）

### 1) 规划年限

规划基准年为 2005 年，近期规划水平年为 2020 年，远期规划水平年为 2030 年。

### 2) 防洪（潮）规划

揭阳市区位于榕江下游，常受洪潮灾害影响。榕江干流南河与支流北河从揭阳市区穿城而过，将揭阳市区分割成东山曲溪围、榕岭围、榕城渔湖围和梅仙围四个堤围，统称榕江大围，根据社会经济发展需求，近期防洪标准为 50 年一遇，远期通过上游水库联合优化调度以及堤防加固等措施，使得城区防洪标准达到堤库结合 100 年一遇。

### 3) 治涝规划

治涝：按广东省水利厅《广东省防洪（潮）标准和治涝标准（试行）》（粤水总字（1995）4 号）即 10 年一遇 24 小时暴雨所产生的径流量，城镇及菜地按一天排干设计，农田按三天排干设计，远期重要城市达到 20 年一遇 24 小时暴雨所产生的径流量 1 天排干。城市排涝如采用城建部门的短历时暴雨排涝标准，应与水利部门排涝标准相比较，互相参照对应采用。

## 1.2.6.3. 《揭阳市城市给排水专项规划》（2003-2020）

### 1) 规划年限

规划近期年限为 2003~2010 年，远期规划年限为 2011~2020 年。

2) 雨水工程规划

(1) 河涌整治规划

利用河涌调蓄，相对集中抽排——结合河涌整治规划，适当截弯取直，疏浚河道，把相通的河道作为雨水调蓄系统，城市雨水管道就近排入，建立大型排涝泵站，相对集中的抽排到外江。河涌至外江出口处均设闸。

(2) 雨水管道规划

■ 截流式合流制区域

基本上在旧城区原有管道基础上进行整改，近期保留现有的合流制管道，随着城市建设的发展不断完善空白区域的管道。现状管道普遍存在管径偏小，流量不足的问题，因此在规划远期必须对这些管道进行整改，最终符合规划标准。沿河岸敷设的截污管道，旱时截流污水，雨时过量雨水通过溢流口排入河道，溢流口应尽量溢入城内河涌，不宜穿堤，影响堤防安全，实在无可避免时，应征得利部门的同意并采取有效的安全措施。溢水口设止回阀（拍门阀），当外江水位比内城排涝水位低时，止回阀开启，雨水直排出江，当外江水位比内城排涝水位高时，止回阀关闭，城市雨水通过电排站，提排到外江。

■ 分流制区域

分流制雨水管道沿规划道路敷设，基本上与污水管同向排水，以城区规划河涌作为最终受纳水体。排水结合道路顺坡排放，采用重力流自排，由管道或渠箱收集后就近排入附近水体，设计中尽量利用现状及规划河涌，尽可能增加出口，分散出流，确保雨水能尽快排走。

(3) 排涝泵站规划

规划排涝泵站（雨水泵站）应结合河涌整治的最终成果进行，本次规划只给出规划河涌定线的初步设想方案，有关规划河涌具体断面情况及其集雨面积、规划泵站的规模及相关设计参数、占地情况等。

1.2.6.4. 《揭阳市排水（雨水）防涝综合规划（2014~2030 年）》

1) 规划年限

规划近期年限为 2014~2020 年，远期规划年限为 2021~2030 年。

2) 雨水工程规划标准

■ 雨水管渠、泵站及附属设施设计标准

根据国家规范要求，各类型城市的雨水管渠设计重现期（年）见下表：

表 1.2-2 《室外排水设计标准》关于雨水管渠设计重现期的建议

城 镇 类 型	城 区 类 型		
	中心城区	非中心城区	中心城区内 中心城地下通道 旧城区 和下沉式厂房等
特大城市和新大城市	3~5	2~3	5~10
大城市	2~5	2~3	5~10
中等城市和小城市	2~3	2~3	3~5
			10~20

注：1 表中所示设计重现期适用于采用年最大值法确定的暴雨强度公式。

2 雨水管渠按重力流、涵管计算。

3 特大城市指城区常住人口在 1000 万人以上的城市；大城市指城区常住人口在 500 万人以上 1000 万人以下的城市；中等城市指城区常住人口在 50 万人以上 100 万人以下的城市；小城市指城区常住人口在 50 万人以下的城市（以上包括本数，以下不包括本数）。

新建地区：雨水管渠设计重现期按 P=3 年；运用低影响开发技术实现雨水源头减量化，争取整体排水能力提高至 P=5 年。旧城区：雨水管渠设计重现期未能达到 2 年一遇重现期的管渠通过旧城改造，内涝整治等逐步将其排水能力提高至 P=2 年。中心城区的重要地区：雨水管渠设计重现期按 P=5 年。中心城区地下通道和下沉式广场：重现期按 P=20 年。

■ 城市内涝防治标准

根据国家规范要求，各类型的城市内涝防治设计重现期的建议值见下表：

表 1.2-3 关于内涝防治设计重现期的建议

城镇类型	重现期（年）	地面积水设计标准
特大城市	50-100	1、居民住宅和商业建筑物的底层不进水； 2、道路中一条车道的积水深度不超过 15cm。
大城市	30-50	
中等城市和小城市	20-30	

注：1、表中所列重现期设计暴雨强度公式时，均采用年最大值法；

2、特大城市指市区人口在 500 万以上的城市；大城市指市区人口在 100 万-500 万的城市；中等城市和小城市指市区人口在 100 万以下的城市。

因此规划内涝防治设计重现期取 30 年。在遇到各阶段重现期范围以内的暴雨时，揭阳中心城区地面积水的设计标准为：居民住宅和商业建筑物底层不进水；道路中一条车道的积水深度不超过 15cm。

### 1.2.6.5.《揭阳市海绵城市专项规划》

#### 1) 规划年限

规划期限为 2017-2035 年，其中近期至 2020 年，远期至 2035 年。

#### 2) 水生态指标

##### ■ 年径流控制率

揭阳市海绵城市低影响开发雨水系统的年径流总量控制率目标设定为 70%，对应的设计降雨量为 25.7mm。到 2020 年，中心城区建成区 20%以上面积年径流总量控制率达到 70%；到 2035 年，中心城区建成区 80%以上的面积年径流总量控制率达到 70%。

##### ■ 生态岸线比例

在不影响防洪安全的前提下，维持或恢复城市河湖水系生态岸线，达到蓝线控制要求，恢复其生态功能，到 2020 年中心城区生态岸线恢复比例应达到 20%以上；到 2035 年中心城区生态岸线恢复比例达到 60%以上。

#### 3) 水安全指标

##### ■ 内涝防治标准

中心城区内涝防治设计重现期取 30 年，地面积水设计标准为居民住宅和商业建筑物的底层不进水、道路中一条车道的积水深度不超过 15cm。

##### ■ 雨水管渠重现期设计标准

规划采用分区分类确定雨水管渠设计重现期标准。

新建地区：雨水管渠按 P=3 年设计重现期；运用低冲击开发技术实现雨水源头减量，争取整体排水能力提高至 P=5 年。

旧城区：结合旧城改造，将雨水管渠设计重现期逐步提高至 P=2 年。

中心城区的重要地区：雨水管渠重现期按 P=5 年设计。

中心城区地下通道和下沉式广场：雨水管渠重现期按 P=20 年设计。

##### ■ 城市防洪（潮）标准

稳固榕江防洪体系，东山曲溪围、榕城渔湖围、磐岭围、梅仙围防洪标准近期应达到 50 年一遇，远期应达到 100 年一遇；玉滘围、云路围防洪标准近期应达到 20 年一遇，远期应达到 50 年一遇；登岗围、砲台江堤防洪标准近期应达到 20 年一遇，远期应达到 50 年一遇；砲台海堤、地都海堤防潮标准近期应达到 50 年一遇，远期应达到 100 年一遇。

##### ■ 截洪渠设计标准

为尽量减少山丘洪水暴涨暴落带的巨大危害，规划区域防御山洪的工程设计标准取为 50 年一遇。

#### 4) 水环境指标

##### ■ 水环境质量

不得出现黑臭现象。中心城区河湖水系水质逐步实现不低于《地表水环境质量标准》IV 类标准，优于海绵城市建设前的水质。当城市内河水系存在上游来水时，下游断面主要指标不得低于来水指标。

##### ■ 城市面源污染控制

雨水径流污染、合流制管渠溢流污染得到有效控制。雨水管网不得有污水直接排入水体；非降雨时段，合流制管渠不得有污水直排水体；雨水直排或合流制管渠溢流进入城市内河水系的，应采取生态治理后入河，确保海锦城市建设区域内的河湖水系水质不低于地表 IV 类。

##### ■ 黑臭水体

加快城市黑臭水体治理，近期将黑臭水体控制率控制在 10%以内。

#### 5) 水资源指标

##### ■ 污水再生利用率

污水再生利用率指标近期为 2%，远期为 10%。

##### ■ 雨水资源化利用率

雨水资源化利用率远期不低于 3%。

##### ■ 管网漏损控制

供水管网漏损率近期达到不高于 12%，远期不高于 10%。

## 2. 现状及问题分析

### 2.1. 现状调查

#### 2.1.1. 城市排水防涝现状

##### 2.1.1.1. 城市水系

揭阳中心城区地处榕江中下游，河流均属榕江水系。榕江南北两河自西向东绕城而过，城中大小河流纵横交错，形成天然水网，形成两河四岸的天然地貌。清乾隆《揭阳县志》指出：榕江、北河“二水之流，类多小港，缕析丝分，不可纪极。合邑乡村，水皆绕城”。可见揭阳在历史上就是一处水路交通发达、溪河纵横、池塘遍布的特色水乡城镇。

城区内河网较为分散，并有众多的河涌连通南、北河，形成贯穿穿南北，普调潮洪雨水的水网，现状老城区内的河涌由于河道淤塞严重，已失去调节的能力，每逢大雨都会因排水不畅而产生内涝。新区由于现状开发量不大，现状河涌河道较为通畅，水质污染不大。



图 2.1-1 揭阳市水系分布图

表 2.1-1 榕江水系河流一览表

河流名称		支流级别	集水面积 (km <sup>2</sup> )	河长 (km)	平均坡降 (%)
干流	支流				
榕江	上砂水	1	134/134	32/32	4.9
	横江水	1	219/219	39/39	8.06
	龙潭水	1	101/101	30/30	12.40
	石肚水	1	102/102	25/25	16.90
	五经富水	1	719/426	76/32	14.80
	灰寮水	2	183/183	42/42	5.46
	洪阳河	1	189/189	24/24	8.81
	北河	1	1629/647	92/50	1.09
	新西河	2	110/110	25/25	1.14
	枫江	2	663/299	71/20	15.00
	车田水	2	119/119	28/28	1.81
					7.07

1) 榕江流域概况

榕江流域地处广东省东南部。榕江是独流出海的体系，发源于陆河县凤凰山，自西南流向东北，经揭西、普宁、揭东、揭阳市区、潮阳及汕头诸市县，至牛田洋注入南海。境内沿途汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水、五经富水、灰寨水、洪阳河、北河、新西河水、枫江、车田水等支流。流域集水面积 4408 km<sup>2</sup>。在本市境内集水面积 2800.87 km<sup>2</sup>。干流长 175km，境内干流长 133.7km。

榕江从三洲拦河闸以下为潮感区，潮位每天出现两次高潮和两次低潮，相邻两次高潮或低潮的潮位不等，涨落潮也不等，属不规则半日潮。

干流水质从上游至揭西河婆镇河段，基本符合国家地表水 II 类标准，其余河段水质基本处于 II~III 类之间，个别河段为 IV 类。



图 2.1-2 榕江新貌

2) 主要干、支流概况

(1) 榕江南河

南河属榕江干流，上游先后汇入上砂水、横江水、龙潭水、石肚水和五经富水，随后流入揭东区域，在神港处汇入自普宁的洪阳河，流向渐折向东南，在砲台双溪嘴与榕江北河汇合，最后在汕头港内的牛田洋入南海。流域集水面积 4408 km<sup>2</sup>，河流长度 175km，坡降为 0.493%

三洲拦河坝以下属潮感区，坡降平缓。

规划区内南河现状水质为 IV 类水体。

(2) 榕江北河

北河属榕江一级支流，发源于丰顺桐子洋，流域面积 1629 km<sup>2</sup>，河流长度 92km，坡降 1.14%，自西北向东南流经丰顺的汤坑、汤南及揭东的玉湖、新亨、锡场、东山、渔湖等十一个镇（街道），至砲台双溪嘴汇入榕江。北河主流为石角坝水，在汤坑以北有昔竹坑水和高沙水自西汇入。揭东区的新西河水库洪道在玉湖赤坎汇入北河。上游丰顺境内集水面积 601 km<sup>2</sup>，为狭谷地带，河床较陡，流速较急，而中游河槽弯曲狭窄。北河桥间以下属潮感区，地势平坦。

(3) 枫江

枫江属榕江二级支流，发源于潮安笔架山，流域面积 663 km<sup>2</sup>，河长 71km，坡降 0.00181，从潮安境内流经玉滘、登岗及砲台等五个镇至曲溪枫口汇入北河。

规划区内枫江现状水质为 IV 类水体。

3) 南、北河水文特征

(1) 年径流量

据南河东桥园水文站 1954 年至 1988 年观测资料统计，南河多年平均年径流量为 28.02 亿立方米，年最大径流量 48.65 亿立方米（1961 年），年最小 13.99 亿立方米（1956 年）。

据北河赤坎水文站 1968 年至 1988 年观测资料统计，北河多年平均年径流量 8.32 亿立方米，年最大 12.90 亿立方米（1983 年），年最小 5.54 亿立方米（1977 年）。

(2) 水位、流量特征值

据南河东桥园水文站 1954 年至 1988 年观测资料统计，北河赤坎水文站 1968 年至 1988 年观测资料统计，江河水位、流量特征见表：

表 2.1-2 榕江南北河水位、流量特征值表(摘录)

项目	河别		站别	
	南河	北河	东桥园水文站	赤坎水文站
水	统计年限 (年)		1954 至 1988	1968 至 1988
	多年平均水位 (m)		3.31	3.89
	多年平均高水位 (m)		7.53	8.03
	多年平均低水位 (m)		2.62	3.41
位	历史最高水位 (m)		10.15	10.74
	出现时间 (年)		1986.7.12	1970.9.14
历史最低水位	历史最低水位 (m)		2.29	2.98
	出现时间 (年)		1955.3.22	1971.12.14

项目	河别		站别	
	南河	北河	东桥园水文站	赤坎水文站
流	多年平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	87.3	26.5	
	多年平均最大流量 (m <sup>3</sup> /s)	1731.4	775.4	
量	多年平均最小流量 (m <sup>3</sup> /s)	5.66	1.83	
	最大年 平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	154	41	
量	出现时间 (年)	1961	1983	
	最小年 平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	44	18	
量	出现时间 (年)	1956	1971	
	历史 平均流量 (m <sup>3</sup> /s)	4830	3080	
量	出现时间 (年)	1970.9.14	1970.9.14	
	历史 最大洪流量 (m <sup>3</sup> /s)	0	0.04	
量	出现时间 (年)	1954.3.31	1977.5.11	
	历史 最枯流量 (m <sup>3</sup> /s)			

据榕城潮水位站 1976 年至 1987 年资料统计：

多年平均潮水位：-0.01m（珠基）

多年平均高潮水位：0.65m（珠基）

多年平均低潮水位：-0.68m（珠基）

多年平均最高潮水位：1.73m（珠基）

多年平均最低潮水位：-1.59m（珠基）

历史最高正常潮水位：1.36m（珠基）

历史最低潮水位：-1.66m（珠基）

#### 4) 河汉

河汉是中心城区内数量最多的水体，现状主要功能为灌溉、排水、防洪、更新池塘水体等，可谓水系统中的毛细血管，是联系各主要河流、保障水系统正常运行的重要环节。

揭阳旧城地处榕江南北河之间，堤防较低而很少受淹，主要原因就在于沟通南北河的河汉可以充分利用南北河洪峰到达时间不一致进行排水。旧城主要河汉有：大沟港、钓鳌桥溪、西城濠、玉浔溪（俗称南北浔）、东城濠、华龙桥港等，其中大沟港、华龙桥港因被榕干渠截断，其中段已淤塞。西城濠已被填塞，马山浔已经被盖板，东城濠已被填为小排水沟，钓鳌桥溪和玉浔溪保存较完整，但也有河道淤塞、水体污染严重等问题。

#### 5) 规划区内灌溉渠

中心城区引水灌溉渠主要有 3 条，为北灌渠、引榕干渠和南引总干渠。

北灌渠：原起于新西河水库，主要功能为灌溉。现大部分水道已被填盖，只有黄岐山大道以东、206 国道北侧存留部分水道，宽度约为 6 米，长度为 2.6 公里。西段的水道已淤塞，水质

已被严重污染，东段状况相对较好，从揭阳楼西侧与榕江北河相接。

引榕干渠：起于三洲拦河坝，止于渔湖，原主要功能为供水、灌溉等。现钓鳌桥以西为引榕干渠，宽度约 9 米，中心城区范围内长度为 5.3 公里；钓鳌桥以东为新溪干渠，东湖路以东位于道路一侧，景观价值较高。现主要功能为蓄水排洪和城市景观，在渔湖地区有部分灌溉功能，水质较差，宽度约 10 米，长度 15.4 公里。

南引总干渠：起于三洲拦河坝，止于汕头市潮阳区，原为普宁、揭阳、潮阳地区重要的灌溉工程。现由于仙梅片区城市的发展，灌溉功能降低，宽度约为 12 米，中心城区范围内长度为 10.7 公里。

### 2.1.1.2. 联围情况

堤防是防洪减灾体系的主体。全市堤防建设的重点是城镇防洪堤和重要海堤；对受洪、潮严重威胁，未形成封闭保护圈的城镇，还应新建堤防。榕江是粤东沿海独流入海的水系，揭阳市区位于榕江下游，经常遭受台风暴雨的袭击和洪、潮、涝的影响。**榕江干流南河与支流北河从揭阳市区穿城而过，将揭阳市区分割成东山曲溪围、磐岭围、榕城渔湖围和梅仙围四个堤围，统称榕江大围。**保护对象为揭阳市城区和部分城镇。大围堤线全长 149.575km，大围防护区总面积 239.02km<sup>2</sup>，捍卫人口 141 万人，捍卫耕地 24.66 万亩。现已建堤防（防洪能力已达到 50 年一遇）总长 149.575km，形成了较为完整的防洪保护体系。

表 2.1-3 榕江大围各堤围防洪（潮）工程现状表

围名称	长度（千米）
东山曲溪围	33.662
榕城渔湖围	43.128
磐岭围	39.459
梅仙围	33.326
合计	149.575

榕城区砲台海堤，位于榕江下游，工程等级为 IV 等，堤防工程级别为 4 级，防洪（潮）标准按 50 年一遇洪水设计，加固堤长 14.3 公里。

榕城区地都海堤，位于榕江下游，工程等级为 V 等，堤防工程级别为 5 级，防洪（潮）标准按 50 年一遇洪水设计，加固堤长 19.6 公里。

### 2.1.1.3. 水库情况

中心城区有中型水库一座，为南陇水库，集水面积 15.3km<sup>2</sup>，总库容 992 万 m<sup>3</sup>，有效灌溉面积 15000 亩，供水能力 360 万 m<sup>3</sup>。除南陇水库为中型水库，其余为小(Ⅱ)型水库，各水库特征值见下表：

表 2.1-4 主城区水库表

序号	水库名称	给水面积 (km <sup>2</sup> )	总库容 (万 m <sup>3</sup> )	有效灌溉面积 (亩)	最大实际灌溉 (亩)	供水能力 (万 m <sup>3</sup> )
1	凤内水库	1	32	1200	—	—
2	军民水库	0.4	23	800	—	—
3	磨内水库	1.3	48	1800	1200	—
4	南陇水库	15.3	992	15000	—	360
5	华美水库	0.6	32	400	400	—
6	罗坑水库	0.8	18	300	—	19
7	青年上库	0.4	18	—	—	22
8	青年下库	0.6	45	300	—	—
9	五十丘水库	0.3	36	400	400	—
10	红坑斗水库	0.16	10	500	—	48
11	坑内水库	0.4	11	500	1000	—
12	夏桥水库	0.32	13	200	200	30
13	大湖水库	0.7	28	400	400	72
14	后坑水库	0.36	13	300	300	—
15	池尾水库	0.61	37	1000	1000	—
16	大柯水库	0.17	15	400	400	—
17	高尾湖水库	0.58	16	500	500	—
18	鲤鱼脐水库	0.61	27	1300	1300	—
19	莲叶水库	1.26	77	2700	2700	72
20	马肚水库	0.43	16	300	300	—
21	水流河水库	3.05	76	2000	2000	73

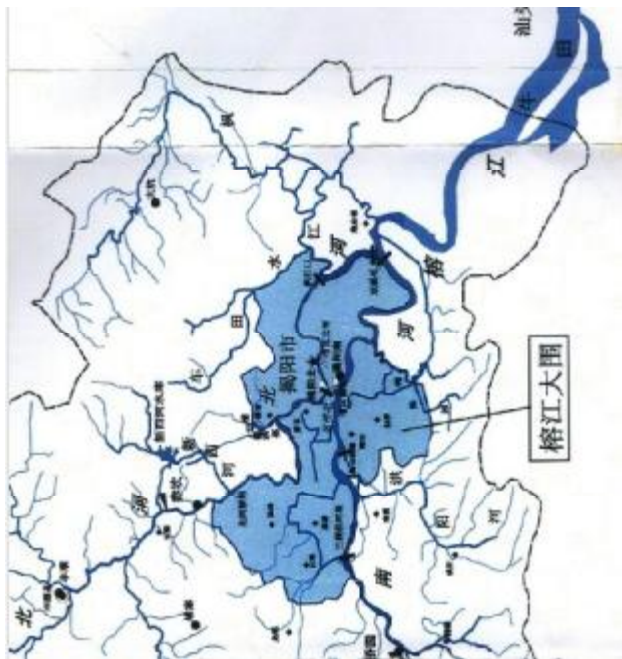


图 2.1-3 榕江大围地理位置示意图

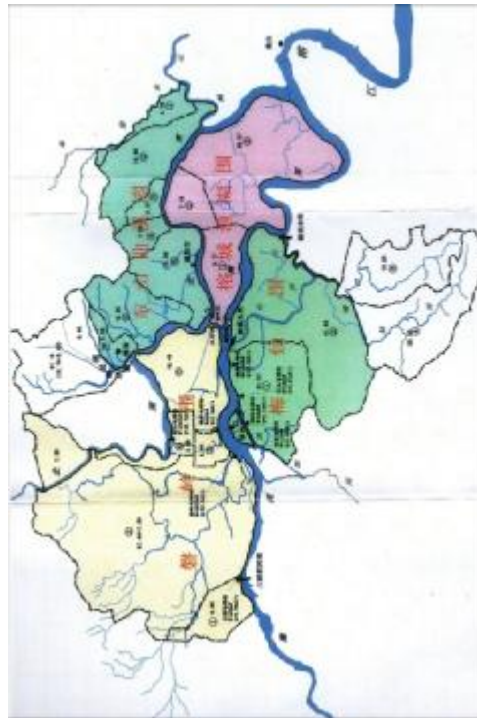


图 2.1-4 榕江大围排涝分区示意图

序号	水库名称	给水面积 (km <sup>2</sup> )	总库容 (万 m <sup>3</sup> )	有效灌溉面积 (亩)	最大实际灌溉 (亩)	供水能力 (万 m <sup>3</sup> )
22	象地水库	0.33	19	1200	1200	—
23	岩前水库	0.63	15	500	500	—

梅云排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 18.43km<sup>2</sup>，主要以榕江南河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

仙桥排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 10.16km<sup>2</sup>，主要以榕江南河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

曲溪排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 19.87km<sup>2</sup>，主要榕江北河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

磐东排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 19.23km<sup>2</sup>，主要榕江北河、榕江南河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

锡场排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 9.30km<sup>2</sup>，主要榕江北河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

渔湖排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 25.58km<sup>2</sup>，主要以榕江北河、榕江南河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

登岗砲台排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 15.55km<sup>2</sup>，主要以榕江北河和建设区内的小河涌为雨水排放水体。

地都排水分区：现状雨水管渠集水区域面积约 12.35km<sup>2</sup>，主要以榕江区内的小河涌为雨水排放水体。



图 2.1-5 揭阳市城区水利工程现状图

#### 2.1.1.4. 城市雨水排水分区

现状雨水管渠主要表现为两种主要的分区情况：

第一种管渠建设与分布呈环状管网体系结构，城市建设为老城区及依托老城发展的建设完善区。区内排水主干管暗渠纵横交错连接，管网呈环状管网体系，看上去增加了雨水流通排放的通道，实际上集水区域混乱无序，容易受下游水位顶托、或者管径变化引起管道流态不畅造成水位雍高，容易溢出地面受淹。

第二种管渠建设与分布呈支状管网体系结构，主要分布在周边原镇属地区的排水区内，集水区域明确清晰，但由于城市开发的急促，部分地区会出现下游建设不顾上游需要，所建的雨水管道管径偏小，导致上游城市化后，径流增大而突显下游管道管径不足的情况。



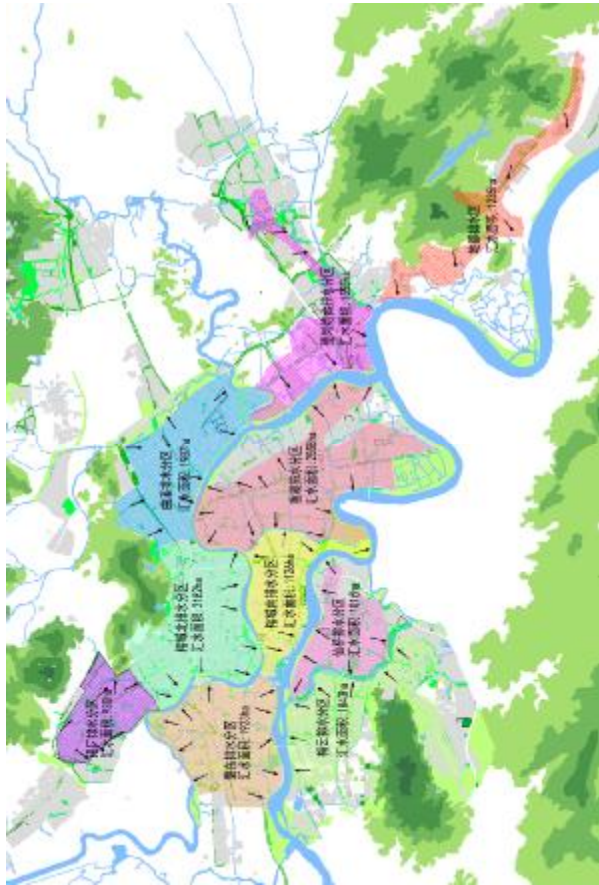


图 2.1-6 中心城区现状排水分区示意图

### 2.1.1.5. 道路竖向

现有的已建道路上基本为 2.1~2.9m（珠基，下同）。榕城区北部的建设道路标高大多在 2.5~2.7m 之间，现状建成道路基本上为平坡路面；榕城区道路建设标高大多在 2.1~2.7m 之间；磐东街道在环市西路以东的部分，少数按规划道路实施，其标高为 2.4~3.6m，多数仍为老城区，城市地面标高仅 1.5m 左右，环市西路以西的地区现状仅为农村用地，多为农田。

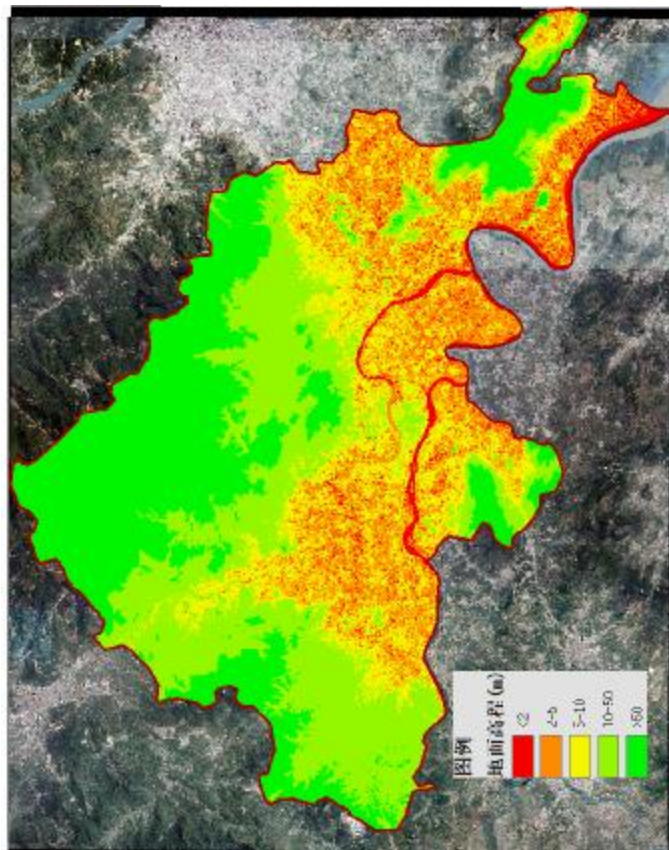


图 2.1-7 中心城区地面高程图

揭阳市属河网密集地区，现状竖向标高较低，规划区内没有完整的排涝管道体系，如榕城区内以南北窖为主要排水口，西马片区以西马路为中心，区内地势较低，经常积水，其中西湖小学附近标高仅 1.2m（珠基），而根据《揭阳榕江水面线洪潮水面线报告》可发现，现状水面线 2 年一遇也基本在 1.5m 以上，所以区内排水易受外江顶托，排水压力较大。

### 2.1.1.6. 城市雨洪调蓄设施

现状较大的排涝调蓄湖有南陇水库、中心城区西湖公园、东湖公园等其他规模较小，零星分布的水库，此类水库多用以供水为主要功能，调蓄能力有限。

西湖公园位于市区中部，南河北侧，是 1958 年的筑堤围造起来的一处以水域为主的风景区，目前，有大小湖塘 20 多个，连成 300 多亩的宽阔水面，总面积为 21.20 公顷，其中绿地面积为 7.05 公顷，水域 14.15 公顷。

### 2.1.1.7. 城市排水设施

#### 1. 管渠

揭阳市区原有排水管道主要为合流制管道，主要位于榕城区。近年来，随着榕城区、揭东区道路建设，以及雨污分流改造工程的推进，新建了雨水管道、雨水管渠。截至 2021 年，揭阳市中心城区范围内市政排水管渠总长度约为 301.3km，其中合流排水管渠约为 223.1km，约占 74%，分流雨水管渠约为 78.2km，约占 26%。

现状雨水管道建设标准重现期基本  $P=1-2$  年，按本次排水防涝规划标准：旧城区取  $P=2$  年，新城区取  $P=3$  年复核现状管道的达标情况，管道达标率仅占 10%。

#### 2. 城市内涝防治设施

##### (1) 现状电排站

近年来，各级政府除对除涝工作非常重视，修建电排站以及排涝闸等治涝工程，多布设在平原地带，在雨季，通过水泵排除低洼地带的积水，防止内涝发生；在旱季，通过水泵引水灌溉等，防止干旱发生。

##### (2) 水闸

揭阳市堤围上共设排水涵、闸 154 座，总净宽 852.6 米。其中，排水闸 98 座，净宽 734.26 米；排水涵 56 座，净宽 118.3 米。98 座规划排水涵中，已建成（保留）2 座、加固 37 座，重建 40 座、新建 19 座。56 座规划排水涵中，已建（保留）1 座、加固 32 座、重建 5 座、新建 18 座。

目前，揭阳中心城区内河涌汇入榕江汇流口处全部修建了闸门，从实地调研中看到闸门多为双向过水，即在内河涌水位过高时，可开闸放水，用以排涝；在外江水位过高时可挡闸防止内河涌水位过高，对有灌溉要求的河涌，还可通过闸门调度来相应抬高内河涌水位用以灌溉。



图 2.1-8 西湖公园

东湖公园位于榕江南河北岸、望江北路南侧，公园总用地面积 250 亩，其中陆地面积 120.5 亩，水域面积 99.7 亩，是揭阳市城市总体规划公共绿化用地，是城市设防景观工程的重要组成部分，其水体对城区的雨洪起到一定的调蓄作用。



图 2.1-9 东湖公园

因灾死亡 42 人，受伤 695 人；淹没鱼塘 6317 亩，淹没农田 39.82 万亩；失收水稻 2632.5 亩、甘薯 37470 亩、甘蔗 725 亩、花生 839 亩。同时，练江普宁降雨量 652mm(最大 24 小时 458mm)；龙江天青湖站 782mm (最大 24 小时 457mm)，惠来县日平均降雨量 245mm，山洪暴发，河水暴涨，暴雨水位达 2m (东陇防潮堤)，龙江河水位达 5.93m (隆江桥头)，15 日龙江堤军林段 3 次决口。惠来县江海堤围决口 1949 处，总长度达 64.88km；损坏涵闸 36 宗，受洪水淹没村庄 72 个共 8632 户，总人口达 41164 人；倒塌民房 1967 间、厂房仓库 229 间、畜舍 1090 间，农作物受灾面积达 18.11 万亩。

1985 年 6 月 23~25 日，受 8504 号太平洋强台风影响，部分地区雨涝成灾。25 日，榕江东桥园站洪峰水位 7.19m，北河赤坎站洪峰水位 8.07m。揭阳市区受浸农田达 9.8 万亩、淹没鱼塘 0.35 万亩。

1986 年 7 月 11 日，8607 号台风在陆丰县碣石湾登陆，对全市造成严重影响，受灾人口 78.92 万人，损坏房屋 4.36 万间，倒塌房屋 4191 间，受洪水围困 2.35 万人，全市受灾直接经济损失约 5 亿元。2001 年 04 号台风“尤特”给全市工农业生产 and 经济财产造成直接经济损失 7.83 亿元。

2008 年 7 月 8~9 日，受南海热带扰动云团北上影响，揭阳市各地普降大暴雨到特大暴雨，平均降雨量达到 262.6 毫米，此次特大暴雨已造成至少 1 人失踪、74387 名群众转移。此次强降雨造成揭阳市江河水位暴涨，昨日 12 时，榕江南河东桥园水文站实测流量达 3680 立方米/秒，部分水库水位因接近(超)防汛水位而提前预报，全市 20 宗大中型水库有 13 宗排洪。强降雨造成部分地区内涝积水严重，农作物受浸，部分堤围决口、割脚、崩塌。

2008 年 7 月 31 日，揭阳市区出现了强降雨，市区 5 小时累计降雨量达到 200 毫米，1 小时的降雨量达到 78 毫米，由于降雨强度大，造成市区大面积道路严重积水。

2013 年 9 月 22 日“天兔”过境揭阳，该市平均雨量 134 毫米，部分地区超过 260 毫米，最大风力 10 级，阵风 13 级，局部地区超过 14 级。强降雨后，揭阳榕江水位暴涨，村庄内涝，树木倒塌，市区主要街道多处浸水，大量机动车进水熄火，民众受困。

2018 年 9 月 16 日，“山竹”过境揭阳，揭阳市平均雨量 65 毫米。全市有 73 个测站雨量超过 50 毫米，其中有 8 个测站雨量超过 100 毫米，内陆地区出现 7-9 级阵风。揭阳境内的榕江、练江、龙江等主要江河和水库都在警戒水位以下，江河水库运行平稳。由于降雨强度大，造成市区多处道路严重积水。

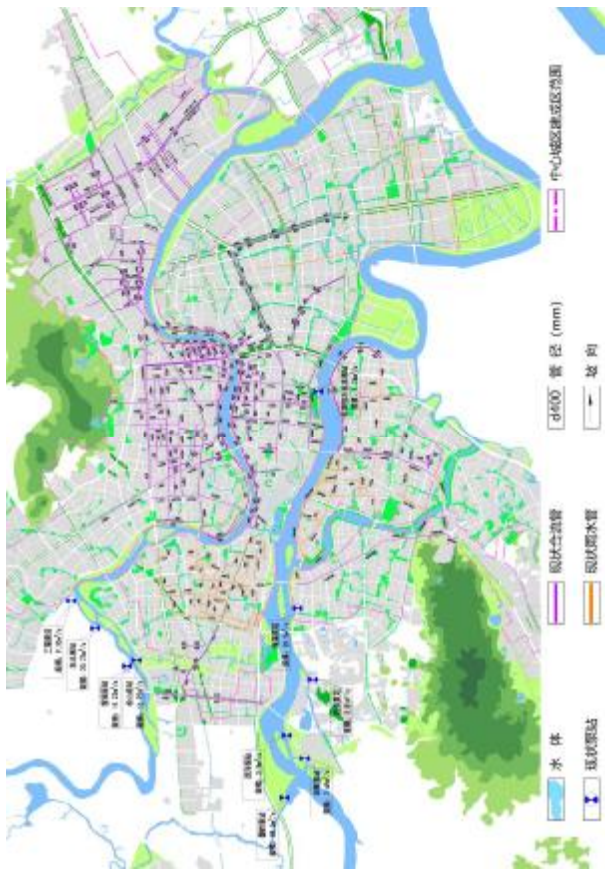


图 2.1-11 揭阳市中心城区现状排水设施分布图

### 2.1.1.8. 历史内涝

揭阳市位于粤东沿海，台风暴雨多，历史上洪（潮）、涝、旱、风等自然灾害严重。地处榕江及支流北河中下游的揭阳市区及揭东区，内涝灾害不仅发生率高，而且受灾区域主要是土地肥沃、人口密集、经济较发达的地区。

1970 年 9 月 13~15 日，受 7011 号太平洋强台风影响，榕江流域普降特大暴雨，最大支流北河流域平均 3 天降雨量 575mm，相当于 50 年一遇的暴雨频率；赤坎站 3 天降雨量 629.1mm，其中最大 24 小时降雨量 525.8mm。由于雨区面积广，降雨强度特大，导致榕江及其支流北河、新西河水，车田水均发生有水文观测以来的最大洪水。北河水位于 13 日 20 时开始上涨，14 日 15 时 30 分，赤坎站洪水突破 8.44m 的警戒水位。23 时，赤坎站最高洪峰水位达 10.74m，相应洪峰流量 2300m<sup>3</sup>/s。最大洪峰流量达 3080m<sup>3</sup>/s。北河两岸多数乡村水及门楣，榕城西门吊桥老火船头洪水位 2.22m，低处街道水深过膝，房屋大半浸水，工厂多受淹停产。在这次流域性的特大洪水中，揭阳市区、揭东区损失惨重，计倒塌房屋 5359 间，仓库 7 间，冲垮桥梁 98 座；

### 2.1.1.9. 现状内涝

根据现场调研，揭阳市中心城区现状共有 70 处易涝点，其中榕城区 56 处、揭东区 14 处，均对居民生活出行造成了较大影响。其中，大部分由于现状管道设计标准低，或原设计标高偏低，有一部分是由于外水顶托，还有部分是由于管理不及时。



图 2.1-12 揭阳市区内涝点分布图

### 2.1.2. 降雨规律分析与下垫面解析

#### 2.1.2.1. 水文气象特征

##### (1) 雨量情况

境内地形复杂，山区、丘陵、平原交错，降雨量受季风气候及地形强烈影响，降雨量地区分布不均，山区地带降雨量较大，莲花山脉南坡为暴雨高值区，向平原沿海降雨量逐步递减。全市多年平均降雨量 1961.5mm，降雨特点是春夏多锋面雨，夏秋多台风雨，季节性差别明显，

在年内变化较大，四至九月降雨量占全年的 80~86%。多年平均连续最大四个月降水量，大北山迎风坡出现在 6~9 月，其它地区则出现在 5~8 月，占多年平均年降水量的 60~70%。降雨量的年际变化也较大，最大年雨量是最小年雨量的 1.8~2.9 倍。

##### (2) 径流情况

降雨量是揭阳市地表径流的唯一来源，属雨水补给型，因此，地表径流量的变化与降雨量基本一致。全市多年平均径流深 1248.6mm，高值中心达 1800mm（普宁、揭西莲花山脉东南迎风坡），平原地区 800~900mm，低值区是惠来县海岸地区 600mm。径流变差系数 0.25~0.38。全市多年平均本地河川径流总量 65.75 亿  $m^3$ ，丰水年（ $P=10\%$ ）为 89.50 亿  $m^3$ ，平水年（ $P=50\%$ ）64.387 亿  $m^3$ ，偏枯年（ $P=75\%$ ）54.05 亿  $m^3$ ；枯水年（ $P=90\%$ ）45.76 亿  $m^3$ ，特枯年（ $P=95\%$ ）41.24 亿  $m^3$ ，最小年为 42.08 亿  $m^3$ （1956 年）。另外，揭阳市多年平均入境水量为 21.19 亿  $m^3$ ，变差系数为 0.26，年最大值与年最小值之比为 2.9，丰水年（ $P=10\%$ ）为 32.30 亿  $m^3$ ，平水年（ $P=50\%$ ）21.39 亿  $m^3$ ，偏枯年（ $P=75\%$ ）16.71 亿  $m^3$ ，枯水年（ $P=90\%$ ）13.37 亿  $m^3$ ，特枯年（ $P=95\%$ ）11.36 亿  $m^3$ ，最小年为 10.87  $m^3$ （1956 年）；出境水量多年平均值为 61.47 亿  $m^3$ ，变差系数为 0.29，年最大值与年最小值之比为 3.5，其中榕江多年平均出境水量为 50.51 亿  $m^3$ ，练江 4.85 亿  $m^3$ ，惠来龙江等沿海诸河 6.11 亿  $m^3$ 。

##### (3) 气温情况

揭阳市气象站多年平均气温 21.8℃，热月（7 月份）平均气温 28.5℃，冷月（1 月份）平均气温 14.0℃，最高气温 39.7℃（2005 年 7 月 18 日），极端最低气温 -2.7℃（1955 年 1 月 12 日）。根据全市 5 个气象站资料统计，全市最高气温出现在揭阳市区，最高气温 39.7℃（2005 年 7 月 18 日），最低气温出现在揭阳市区，最低气温 -2.7℃（1955 年 1 月 12 日）。无霜期多年平均在 321~325 天。全年日照总时数较高。

##### (4) 蒸发情况

根据揭阳气象站资料统计，多年平均蒸发量 1494.4mm，最大年蒸发量 1897.4mm（1963 年），最小年蒸发量 1250.8mm（1997 年）。全市各地多年平均蒸发量为 1555mm。

##### (5) 台风情况

揭阳市濒临南海属亚热带季风区，具有明显海洋性气候特点，是热带气流经常影响和登陆的地区，每年均受台风影响，7~9 月 6 级以上强风占总数 83%。台风影响严重年份有 1960、1961、1969、1970、1975、1979、1980、1986、1991、2001 年，尤以 1961、1964 年最多，各有 7 个台风影响，建国以来遭受 12 级以上台风正面登陆并造成严重灾害的有 4 次。一年中台风出现最早时间是 1961 年 5 月 19 日，最迟时间是 1972 年 11 月 8 日。台风引起暴雨，对人民生命财产

P=1%，2%两种成果，其余不列出。

表 2.1-6 榕江流域设计暴雨参数成果表

河名	项目	P=1%				P=2%			
		1	6	24	72	1	6	24	72
榕江	H <sub>i</sub>	53.8	97.0	185.0	260.0	53.8	97.0	185.0	260.0
	C <sub>si</sub>	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.3	0.4	0.4
南河	K <sub>tp</sub>	1.916	1.916	2.31	2.31	1.769	1.769	2.08	2.08
	H <sub>tp</sub>	103.1	185.8	427.4	600.6	95.2	171.5	384.8	540.8
南河	H <sub>i</sub>	52.4	110	220	290	52.4	110	220	290
	C <sub>si</sub>	0.28	0.3	0.4	0.45	0.28	0.3	0.4	0.45
上段	K <sub>tp</sub>	1.843	1.916	2.31	2.52	1.709	1.769	2.08	2.25
	H <sub>tp</sub>	96.6	210.8	508.2	730.8	89.6	194.6	457.6	652.5
南河	H <sub>i</sub>	57	91.9	180	280	57	91.9	180	280
	C <sub>si</sub>	0.29	0.3	0.4	0.45	0.29	0.3	0.4	0.45
中段	K <sub>tp</sub>	1.88	1.916	2.31	2.52	1.739	1.769	2.08	2.25
	H <sub>tp</sub>	107.2	176.1	415.8	705.6	99.1	162.6	374.4	630.0
南河	H <sub>i</sub>	52	89	155	210	52	89	155	210
	C <sub>si</sub>	0.28	0.34	0.35	0.4	0.28	0.34	0.35	0.4
下段	K <sub>tp</sub>	1.843	2.07	2.11	2.31	1.709	1.892	1.923	2.08
	H <sub>tp</sub>	95.8	184.2	327.1	485.1	88.9	168.4	298.1	436.8

注：暴雨均值 H<sub>t</sub>，变差系数 C<sub>vt</sub>，设计暴雨量 H<sub>tp</sub>。

### 2.1.2.3. 暴雨强度公式

暴雨强度公式是城市雨水排水系统规划与设计的重要依据，直接影响到排水工程的投资预算和安全性。采用揭阳市区暴雨强度公式：

$$q = \frac{1928.647(1 + 0.477LgP)}{(t + 9.608)^{0.642}}$$

式中：t—降雨历时（分钟）；

P—设计重现期

以及沿海堤围安全构成严重威胁，以至造成巨大损失。台风一般都带来暴雨，造成山区丘陵地带山洪暴发，平原地区积水成灾，但同时亦带来解除干旱、增加水库蓄水量，有利于工农业生产的一面。

#### (6) 水资源特点

降雨和径流年内分配不均。全市多年平均降雨量 1961.5mm，其中 4~9 月雨量占全年雨量的 80~85%，尤其是 6~9 月占全年雨量的 50~60%，而 10 月至翌年 3 月却只占全年雨量的 15~20%，各雨量站多年平均连续最大四个月降水量占多年平均年降水量的 60~68%。1963 年和 1977 年两次春旱，当年 1~3 月雨量仅占全年雨量的 3%左右。反之，夏秋季雨量集中，5~7 月雨量占全年的 50%左右。径流的主要来源是大气降水，其变化规律与降水一致，年径流量也相应集中在 6~9 月，代表站汛期（4~10 月）天然径流占年径流的比例为 70~85%。由于降雨和径流年内分配不均，故常出现冬春干旱，夏秋内涝，更增加了水资源开发利用的难度。

降雨和径流年际变化大。丰水年是枯水年的数倍。如榕江东桥园站，最大年降雨量 2465mm（1961 年），最小年降雨量 1160mm（1971 年），其比值 2.12 倍；东桥园站（集水面积 2016km<sup>2</sup>）多年平均流量 87.2m<sup>3</sup>/s，最大为 1961 年的 154.4m<sup>3</sup>/s，最小为 1983 年的 33.6m<sup>3</sup>/s。龙江磁窑站，最大年降雨量 3053mm（1968 年），最小年降雨量 1207mm（1963 年）；磁窑站（集水面积 820km<sup>2</sup>）多年平均流量 35.5m<sup>3</sup>/s，最大为 1961 年的 64.3m<sup>3</sup>/s，最小为 2001 年的 15.4m<sup>3</sup>/s。降雨和径流年际变化大，常出现干旱年或内涝年，对工农业和生活用水有不同程度的影响。

降雨量和径流深在地理分布上差别大。地处莲花山脉东南迎风坡南阳山区的普宁李坑为省内四个高值雨区之一，处于中心闭合圈 2700mm，揭西大北山区和揭东北部山区为暴雨区，处于中心闭合圈 2400mm。境内各地降雨量和径流深因地理条件不同而异，其分布情况与地势趋向吻合。总的来说，山区为丰雨区，丘陵为多雨区，平原为适雨区，沿海降雨量较少。径流深地区分布规律与降雨分布规律相似。区域性产水差异使各地工农业和生活用水丰缺不均。

### 2.1.2.2. 设计暴雨

设计暴雨按 1991 年省水利厅颁发的“广东省暴雨径流查算图表”和广东省水文局 2003 年“广东省暴雨参数等值线图”成果提供的 t=1h, 6h, 24h, 72h 暴雨等值线图，查出各河流域重心处的均值 H<sub>t</sub> 和 C<sub>vi</sub> 值，按公式 H<sub>tp</sub>=H<sub>t</sub>\*K<sub>tp</sub> (C<sub>s</sub>=3.5C<sub>vi</sub>)，算得各河流的 P=1%，2%，3.33%，5%，10%和 20%六种频率各历时点暴雨量 H<sub>tp</sub>，再做点面折算，得出各历时设计暴雨量 H<sub>tp</sub> 面，相应频率的设计暴雨参数（点暴雨）成果如下表所示，由于设计频率数据较多，表中只列出

雨水量计算公式：

$$Q = \psi \times F \times q$$

式中： $\psi$ —综合径流系数；

$F$ —汇水面积（ha）；

$q$ —雨水暴雨强度公式（L/s·ha）；

### 2.1.2.4. 设计雨型

#### (1) 采用的降雨模型

根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 中关于设计暴雨过程的说明，设计暴雨过程可按以下三种方法确定：

- 1) 设计暴雨统计模型。结合编制城市暴雨强度公式的采样过程，收集降雨过程资料和雨峰位置，根据常用重现期部分的降雨资料，采用统计分析方法确定设计降雨过程。
- 2) 芝加哥降雨模型。根据日记雨量资料统计分析城市暴雨强度公式，同时采集雨峰位置系数，雨峰位置系数取值为降雨雨峰位置除以降雨总历时。
- 3) 当地水利部门推荐的降雨模型。采用当地水利部门推荐的设计降雨雨型资料，必要时需做适当修正，并摒弃超过 24h 的长历时降雨。

形成暴雨径流过程的最主要降雨因素是暴雨的平均强度、暴雨最强时段的强度，以及暴雨强度的时间过程。暴雨强度公式是表示了平均强度与最强时段的规律，但并不描绘暴雨强度的时间过程，而不同的暴雨强度过程，即雨型，对径流曲线与调蓄计算均有重要的影响。故雨型的研究同暴雨公式的建立一样有着重要的作用，是现代城市雨洪和内涝防控管理的基础。

正如不同场次的降雨可以为暴雨调蓄设施带来不同的调蓄效率，雨型的差异也能够导致径流计算结果的不同。因此，作为调蓄计算和径流计算基础的雨型当然不能以某地某一场降雨的雨型为标准，更不宜以稀有雨型为标准，而必须在大量暴雨资料统计规律基础上选定当地最有代表性的雨型作为设计雨型。该雨型不可能符合于所有场次降雨过程特点，却能代表大多数场次的平均情况，概括了大多数暴雨强度过程的变化规律。

常用的雨型计算方法有芝加哥雨型，Pilgrim 雨型，Cordery 雨型，Huff 雨型等，国内较多采用芝加哥雨型。

由于缺少自计雨量的统计资料，本规划的水力模型采用芝加哥降雨模型进行模拟，对揭阳市建立步长 5 分钟的短历时（120min）的设计降雨模型。

## (2) 雨峰位置的确定

国内外大量统计资料表明，暴雨强度过程的雨峰位置多半在降雨总历时的前三分之一左右（ $r=0.25-0.4$ ），见下表，很少达到降雨的中点。强度始终或雨终时强度最大的雨极为少见。暴雨强度过程的形态，是先小、继大，最后又小的过程。

表 2.1-7 国内外地区雨峰位置

地区	r(降雨次数)	地区	r(降雨次数)
美国芝加哥	0.375(83)	北京	0.355(67)
前苏联远东地区	0.35(-)	上海	0.367(80)
前苏联乌克兰地区	0.20(-)	合肥	0.414(104)
日本九州地区	0.50(1050)	锦州、长春、牡丹江	0.3-0.4(483)
我国各大分区	0.3-0.4(-)	武汉、开封	0.3-0.4(-)

本次规划雨峰位置采用  $r=0.4$  进行计算。

## (3) 芝加哥降雨模型

芝加哥降雨模型算法：令模式雨型强度过程的总历时为  $t_0$ ，峰前的瞬时强度曲线为  $I_a$ ，相应的历时为  $t_a$ ，降雨累计量为  $H_a$ ，峰后的瞬时强度曲线为  $I_b$ ，相应历时为  $t_b$ ，降雨累计量为  $H_b$ ，总降雨量  $H_T = H_a + H_b$ 。令  $t_0 = 1$ ，强度高峰点的位置为  $r$  (位于 0—1 之间)，则

$$t_a = \frac{t_0}{r} = \frac{t_0}{(1-r)}$$

取暴雨公式  $i = \frac{A}{(T+b)^n}$  型，取雨峰时间坐标为 0 点，则雨峰前后的平均强度  $i_a$  与  $i_b$ ：

$$i_a = \frac{A}{\left(\frac{t_a}{r}\right)^n} = \frac{r^n A}{(t+r)^n} \quad (1)$$

当  $0 \leq t \leq t_a$  时

$$i_b = \frac{A}{\left(\frac{t}{1-r}\right)^n} = \frac{(1-r)^n A}{[t+b(1-r)]^n} \quad (2)$$

当  $0 \leq t \leq t_b$  时

因此得强度高峰前后的瞬时强度  $I_a$  与  $I_b$  为：

2.1.2.5. 重现期标准降雨过程分析

当  $0 \leq t \leq t_0$  时:

$$I_a = \frac{d}{dt} \left( \frac{r^n A}{(t+rb)^n} t \right) = \frac{(1-n)r^n A}{(t+rb)^n} + \frac{nb r^{n+1} A}{(t+rb)^{n+1}} \quad (3)$$

当  $0 \leq t \leq t_0$  时:

$$I_b = \frac{d}{dt} \left( \frac{(1-r)^n A}{[t+(1-r)b]^n} t \right) = \frac{(1-n)(1-r)^n A}{[t+(1-r)b]^n} + \frac{nb(1-r)^{n+1} A}{[t+(1-r)b]^{n+1}} \quad (4)$$

由上两式求得模式雨型降雨累积过程线, 如图 1, 算式如下:

当  $0 \leq t \leq t_0$  时:

$$H = \int_0^t I_a dt = H_r \left\{ r - \left( r - \frac{t}{T} \right) \left[ 1 - \frac{t}{r(T+b)} \right]^n \right\} \quad (5)$$

当  $t_0 \leq t \leq T$  时:

$$H = rH_r + \int_{t_0}^t I_b dt = H_r \left\{ r + \left( \frac{t}{T} - r \right) \left[ 1 + \frac{t-T}{(1-r)(T+b)} \right]^n \right\} \quad (6)$$

式中:

$$H_r = i_r \times t_0 = \frac{At_0}{(T+b)^n} \quad (7)$$

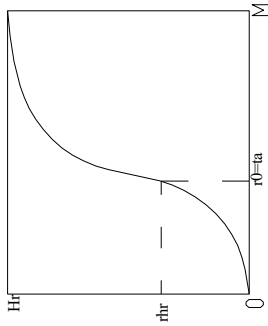


图 2.1-11 模式雨型降雨累积过程线

以此求得暴雨历时为  $T=120\text{min}$  (以  $5\text{min}$  为时间系列的间隔) 时的各重现期标准下的降雨特征。

(1) 重现期  $P=1$

总降雨量:  $61.469\text{mm}$

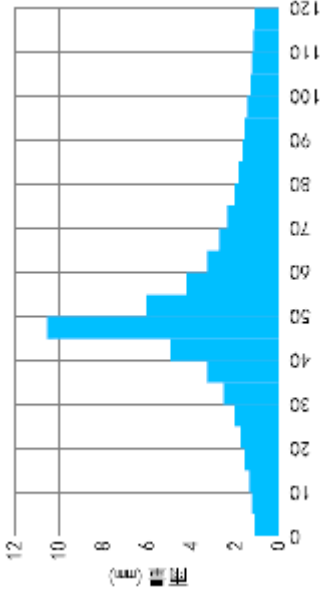


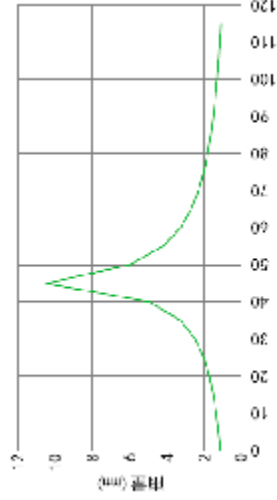
图 2.1-13 P=1 重现期降雨过程柱状图

时间 t (min)	雨量 I (mm)
0:00	1.111929
0:05	1.210249
0:10	1.334428
0:15	1.485951
0:20	1.766043
0:25	2.066730
0:30	2.401124
0:35	2.767958
0:40	3.165118
0:45	3.592247
0:50	4.049126
0:55	4.526446
1:00	5.023725
1:05	5.540640
1:10	6.077719
1:15	6.635538
1:20	7.213722
1:25	7.811925
1:30	8.430699
1:35	9.069606
1:40	9.728312
1:45	10.406482
1:50	11.103772
1:55	11.820042
2:00	12.555142

图 2.1-14 P=1 重现期降雨过程线及瞬时强度分布

(2) 重现期  $P=2$

总降雨量:  $72.687\text{mm}$



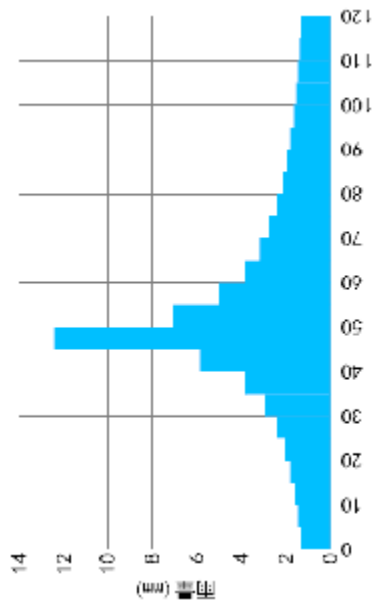


图 2.1-15 P=2 重现期降雨过程柱状图

时间	雨量 (mm)
0:00	1.314581
0:05	1.421901
0:10	1.530144
0:15	1.746818
0:20	2.017255
0:25	2.372981
0:30	2.816172
0:35	3.341817
0:40	3.952102
0:45	4.64467
0:50	5.42467
0:55	6.29670
1:00	7.26517
1:05	8.33475
1:10	9.50609
1:15	1.07291
1:20	2.12109
1:25	3.24511
1:30	4.44638
1:35	5.72405
1:40	7.07879
1:45	8.51081
1:50	1.01186
1:55	1.28079

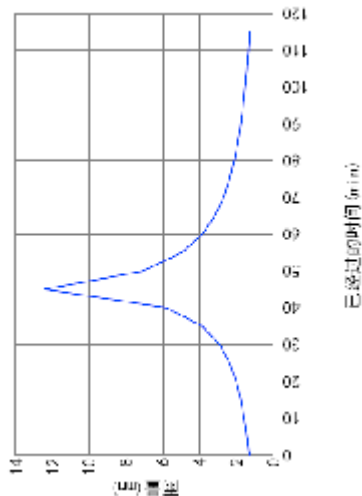


图 2.1-16 P=2 重现期降雨过程线及瞬时强度分布

(3) 重现期 P=3

总降雨量: 79.249mm

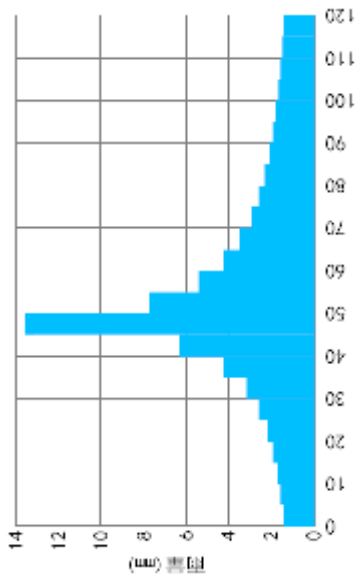


图 2.1-17 P=3 重现期降雨过程柱状图

时间	雨量 (mm)
0:00	1.433573
0:05	1.541893
0:10	1.750202
0:15	1.958512
0:20	2.166822
0:25	2.475131
0:30	2.883441
0:35	3.291751
0:40	3.700061
0:45	4.108371
0:50	4.516681
0:55	4.925001
1:00	5.333311
1:05	5.741621
1:10	6.149931
1:15	6.558241
1:20	6.966551
1:25	7.374861
1:30	7.783171
1:35	8.191481
1:40	8.600001
1:45	9.008311
1:50	9.416621
1:55	9.825001
2:00	10.233311

(4) 重现期 P=5

总降雨量: 87.517mm



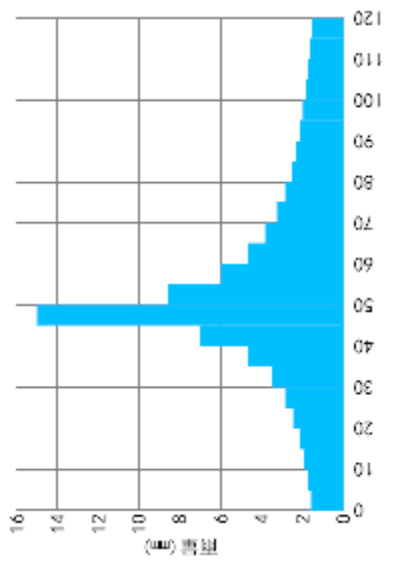


图 2.1-19 P=5 重现期降雨过程柱状图

时间	雨量 (mm)
0:00	1.882124
0:05	1.724131
0:10	1.900803
0:15	2.120173
0:20	2.422658
0:25	2.800803
0:30	3.011134
0:35	3.037400
0:40	3.029673
0:45	3.005550
0:50	2.990221
0:55	2.987068
1:00	2.997071
1:05	3.013227
1:10	3.037011
1:15	3.067052
1:20	3.098011
1:25	3.112339
1:30	3.119118
1:35	3.118374
1:40	3.108704
1:45	3.084131
1:50	3.046873
1:55	3.000001

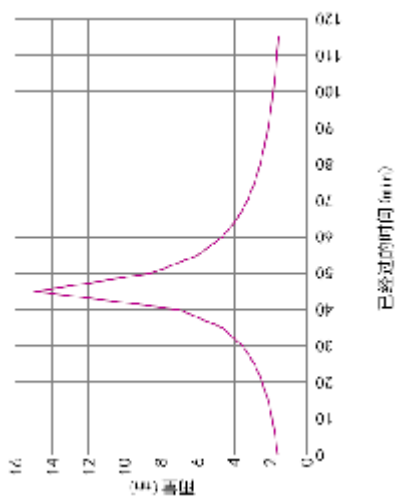


图 2.1-20 P=5 重现期降雨过程线及瞬时强度分布

(5) 重现期 P=10

总降雨量: 98.735mm

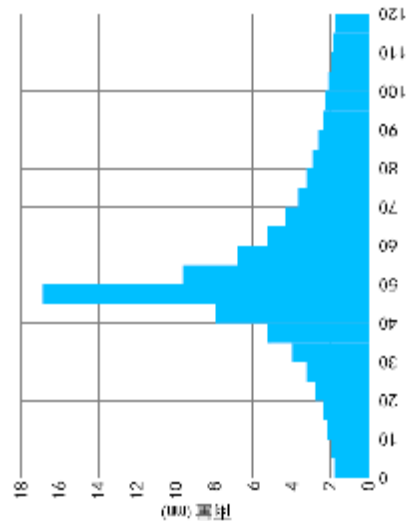


图 2.1-21 P=10 重现期降雨过程柱状图

时间	雨量 (mm)
0:00	1.758100
0:05	1.503151
0:10	2.143208
0:15	2.308011
0:20	2.493208
0:25	2.693208
0:30	2.904107
0:35	3.223208
0:40	3.553208
0:45	3.890208
0:50	4.234107
0:55	4.584107
1:00	4.939208
1:05	5.299208
1:10	5.664107
1:15	6.034107
1:20	6.409208
1:25	6.789208
1:30	7.169208
1:35	7.549208
1:40	7.929208
1:45	8.309208
1:50	8.689208
1:55	9.069208
2:00	9.449208
2:05	9.829208
2:10	10.209208
2:15	10.589208
2:20	10.969208
2:25	11.349208
2:30	11.729208
2:35	12.109208
2:40	12.489208
2:45	12.869208
2:50	13.249208
2:55	13.629208
3:00	14.009208
3:05	14.389208
3:10	14.769208
3:15	15.149208
3:20	15.529208
3:25	15.909208
3:30	16.289208
3:35	16.669208
3:40	17.049208
3:45	17.429208
3:50	17.809208
3:55	18.189208
4:00	18.569208
4:05	18.949208
4:10	19.329208
4:15	19.709208
4:20	20.089208
4:25	20.469208
4:30	20.849208
4:35	21.229208
4:40	21.609208
4:45	21.989208
4:50	22.369208
4:55	22.749208
5:00	23.129208
5:05	23.509208
5:10	23.889208
5:15	24.269208
5:20	24.649208
5:25	25.029208
5:30	25.409208
5:35	25.789208
5:40	26.169208
5:45	26.549208
5:50	26.929208
5:55	27.309208
6:00	27.689208
6:05	28.069208
6:10	28.449208
6:15	28.829208
6:20	29.209208
6:25	29.589208
6:30	29.969208
6:35	30.349208
6:40	30.729208
6:45	31.109208
6:50	31.489208
6:55	31.869208
7:00	32.249208
7:05	32.629208
7:10	33.009208
7:15	33.389208
7:20	33.769208
7:25	34.149208
7:30	34.529208
7:35	34.909208
7:40	35.289208
7:45	35.669208
7:50	36.049208
7:55	36.429208
8:00	36.809208
8:05	37.189208
8:10	37.569208
8:15	37.949208
8:20	38.329208
8:25	38.709208
8:30	39.089208
8:35	39.469208
8:40	39.849208
8:45	40.229208
8:50	40.609208
8:55	40.989208
9:00	41.369208
9:05	41.749208
9:10	42.129208
9:15	42.509208
9:20	42.889208
9:25	43.269208
9:30	43.649208
9:35	44.029208
9:40	44.409208
9:45	44.789208
9:50	45.169208
9:55	45.549208
10:00	45.929208
10:05	46.309208
10:10	46.689208
10:15	47.069208
10:20	47.449208
10:25	47.829208
10:30	48.209208
10:35	48.589208
10:40	48.969208
10:45	49.349208
10:50	49.729208
10:55	50.109208
11:00	50.489208
11:05	50.869208
11:10	51.249208
11:15	51.629208
11:20	52.009208
11:25	52.389208
11:30	52.769208
11:35	53.149208
11:40	53.529208
11:45	53.909208
11:50	54.289208
11:55	54.669208
12:00	55.049208
12:05	55.429208
12:10	55.809208
12:15	56.189208
12:20	56.569208
12:25	56.949208
12:30	57.329208
12:35	57.709208
12:40	58.089208
12:45	58.469208
12:50	58.849208
12:55	59.229208
13:00	59.609208
13:05	59.989208
13:10	60.369208
13:15	60.749208
13:20	61.129208
13:25	61.509208
13:30	61.889208
13:35	62.269208
13:40	62.649208
13:45	63.029208
13:50	63.409208
13:55	63.789208
14:00	64.169208
14:05	64.549208
14:10	64.929208
14:15	65.309208
14:20	65.689208
14:25	66.069208
14:30	66.449208
14:35	66.829208
14:40	67.209208
14:45	67.589208
14:50	67.969208
14:55	68.349208
15:00	68.729208
15:05	69.109208
15:10	69.489208
15:15	69.869208
15:20	70.249208
15:25	70.629208
15:30	71.009208
15:35	71.389208
15:40	71.769208
15:45	72.149208
15:50	72.529208
15:55	72.909208
16:00	73.289208
16:05	73.669208
16:10	74.049208
16:15	74.429208
16:20	74.809208
16:25	75.189208
16:30	75.569208
16:35	75.949208
16:40	76.329208
16:45	76.709208
16:50	77.089208
16:55	77.469208
17:00	77.849208
17:05	78.229208
17:10	78.609208
17:15	78.989208
17:20	79.369208
17:25	79.749208
17:30	80.129208
17:35	80.509208
17:40	80.889208
17:45	81.269208
17:50	81.649208
17:55	82.029208
18:00	82.409208
18:05	82.789208
18:10	83.169208
18:15	83.549208
18:20	83.929208
18:25	84.309208
18:30	84.689208
18:35	85.069208
18:40	85.449208
18:45	85.829208
18:50	86.209208
18:55	86.589208
19:00	86.969208
19:05	87.349208
19:10	87.729208
19:15	88.109208
19:20	88.489208
19:25	88.869208
19:30	89.249208
19:35	89.629208
19:40	90.009208
19:45	90.389208
19:50	90.769208
19:55	91.149208
20:00	91.529208
20:05	91.909208
20:10	92.289208
20:15	92.669208
20:20	93.049208
20:25	93.429208
20:30	93.809208
20:35	94.189208
20:40	94.569208
20:45	94.949208
20:50	95.329208
20:55	95.709208
21:00	96.089208
21:05	96.469208
21:10	96.849208
21:15	97.229208
21:20	97.609208
21:25	97.989208
21:30	98.369208
21:35	98.749208
21:40	99.129208
21:45	99.509208
21:50	99.889208
21:55	100.269208
22:00	100.649208
22:05	101.029208
22:10	101.409208
22:15	101.789208
22:20	102.169208
22:25	102.549208
22:30	102.929208
22:35	103.309208
22:40	103.689208
22:45	104.069208
22:50	104.449208
22:55	104.829208
23:00	105.209208
23:05	105.589208
23:10	105.969208
23:15	106.349208
23:20	106.729208
23:25	107.109208
23:30	107.489208
23:35	107.869208
23:40	108.249208
23:45	108.629208
23:50	109.009208
23:55	109.389208
00:00	109.769208

(6) 降雨过程分析

通过对各重现期标准下降雨过程的分析，其 P=1、2、3、5、10a 历时 120min 设计暴雨过程属尖瘦的单峰型设计雨型，降雨量较集中在雨峰的前后，而降雨量在雨峰前后的突然增速，这个时段容易引起流量瞬时增大、管内水流条件不佳、地面积水受淹从而产生内涝的情况。

下垫面类型	径流系数
公园或绿地	0.10-0.20

按照建筑密度和用地类型，选择建筑稠密的住宅小区—汇景蓝湾小区和建筑密度较小的办公小区—市政府、绿化率较高的公园—榕江公园和校区代表—揭阳第一中学北校区作为案例进行分析。

在揭阳市城区 1:2000 的地形图上，对上述 4 个区域的下垫面进行大致的分析，再结合现场踏勘进一步明确 4 个区域的下垫面性质。

综合径流系数的计算结果：根据面积分类计算结果作为区域面积加权权重，得出：

建筑稠密的住宅小区—汇景蓝湾小区：0.8

建筑密度较小的办公小区—市政府：0.5

绿化率较高的公园—榕江公园：0.3

校区代表—揭阳第一中学北校区：0.6

揭阳市中心城区现状不同用地类型的规划建设区规划综合径流系数可参考下值。

表 2.1-9 揭阳市中心城区已建成区综合径流系数表

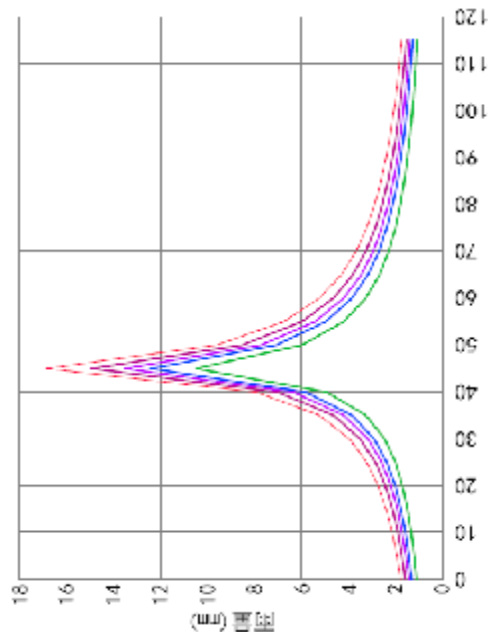
下垫面类型	径流系数 c
公园绿地	0.2 - 0.3
工业及集中居住区	0.60 - 0.80
集中办公及集中商业区	0.45 - 0.70
校园区	0.60 - 0.65

## 2.2. 能力评估与原因分析

### 2.2.1. 排水系统总体评估

#### 2.2.1.1. 雨水管渠覆盖程度

根据目前收到的资料，规划区雨水管道覆盖率不高，主要集中在榕城区，以榕江北河北岸最为密集，沿新阳路形成雨水主干管、支管相间的管网，管径多在 DN500-DN1800 为主，现状雨水管道如下图所示。



已经过的时间 (min)

图 2.1-23 各重现期降雨过程叠加图

#### 2.1.2.6. 下垫面解析

中心城区下垫面类型各不相同，总体来说，老城区建筑密度高，建筑、路面等不透水地面占的比例较大；新城区按新的城市规划标准建设，建筑密度相对较低，地面硬化程度也相对较低，老城区低。

各种不同种类下垫面的径流系数应依据实测数据确定，但由于缺乏资料，因此规划参照《室外排水设计标准》(GB50014-2021) 中相应值。

表 2.1-8 不同地面种类径流系数表

下垫面类型	径流系数
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85-0.95
大卵石铺砌路面或沥青表面各种的碎石路面	0.55-0.65
级配碎石路面	0.40-0.50
干砌碎石或碎石路面	0.35-0.40
非铺砌土路面	0.25-0.35

表 2.2-1 规划区内现状电排站装机情况表

涝片序号	涝区	涝片	泵站名称	设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	台数 (台)	总装机 (kw)	建设年代
1	揭阳市榕城区梅仙围涝区	榕城区厚洋涝片	厚洋泵站	3.3	2	220	2001
2	揭阳市榕城区梅仙围涝区	榕城区田尾涝片	田尾泵站	2.45	2	110	1978
3	揭阳市榕城区梅仙围涝区	榕城区梅溪涝片	梅溪泵站	20.5	6	1040	2000
4	揭阳市榕城区梅仙围涝区	榕城区石头涝片	石头泵站	3.81	3	195	1978
5	揭阳市揭东区锡场围涝区	揭东区前围涝片	前围泵站	19.22	6	1260	2007
6	揭阳市揭东区锡场围涝区	揭东区东仓涝片	东仓泵站	20.22	6	1080	2014
7	揭阳市揭东区锡场围涝区	揭东区锡中涝片	三锡泵站	9.35	3	465	2020
8	揭阳市揭东区磐东磐岭围	揭东区北河棉浦村	棉浦泵站	1.84	2	90	
9	揭阳市揭东区磐东磐岭围	揭东区潭角村	潭角泵站	1.53	1	65	
10	揭阳市地炮登围登岗涝区	榕城区登岗涝片	登岗泵站	36.5	6	1680	2021

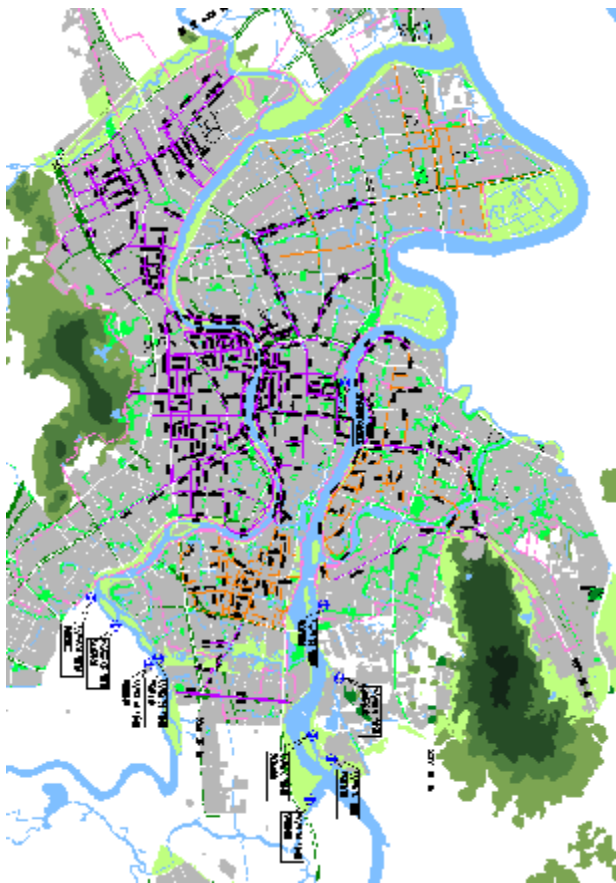


图 2.2-1 揭阳中心城区现状管网示意图

### 2.2.1.2. 雨水管渠达标程度

揭阳现状雨水管道建设标准均为重现期  $P=1\sim 2$  年,按本次排水防涝规划标准:旧城区取  $P=2$  年,新城区取  $P=3$  年复核现状管道的达标情况,管道达标率约 10%。

### 2.2.1.3. 现状电排站

目前现状电排站数量较少,流量不大。规划区内的现状电排站见下表:

### 2.2.1.4. 雨水管渠现状评估

中心城区雨水管网建设年代较早,标准不统一,随着城市化的发展,重现期  $P=1\sim 2$  年的设计标准已经无法满足城市发展的需要,而且现状留存资料不完整,现状排水管网普查缺少持续更新,数据偏老旧。此外,由于揭阳市属于沿海城市,河网密集,受河道冲刷,管网沉降等情况时有发生,现状管网与规划建设初期已经有一定差异,存在诸多问题。

## 2.2.3.内涝风险评估

### 2.2.3.1. 评估方法

城市内涝灾害风险分析评估要在摸清城市防洪、排涝、排水工程现状、主要排水通道对应的承泄水系，分析区域防洪涝存在问题的基础上完成的。

#### (1) 评估方法解析

由于造成城市内涝的影响因子很多，使得确定防内涝风险因素成为了一个非常复杂的问题，防内涝风险影响因素是度量区域防内涝风险等级的特征参数，是评价的基本尺度和衡量标准。指标体系是综合评价的根本条件和理论基础，指标体系构建成功与否决定了评价效果的真实性和可行性。在研究和确定评价指标时，要遵守客观性和准确性、代表性和普适性、适用性和可获性、机构性和系统性、综合性和可操作性的指导原则。

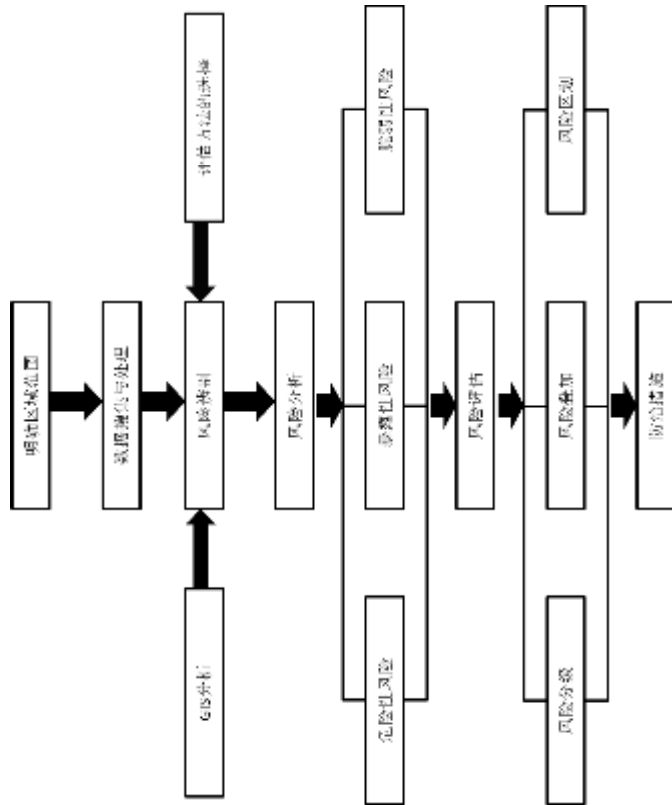


图 2.2-3 风险评估流程

目前，城市内涝风险评估尚处在研究与探索中，评估的方法主要有：历史灾情数理统计评

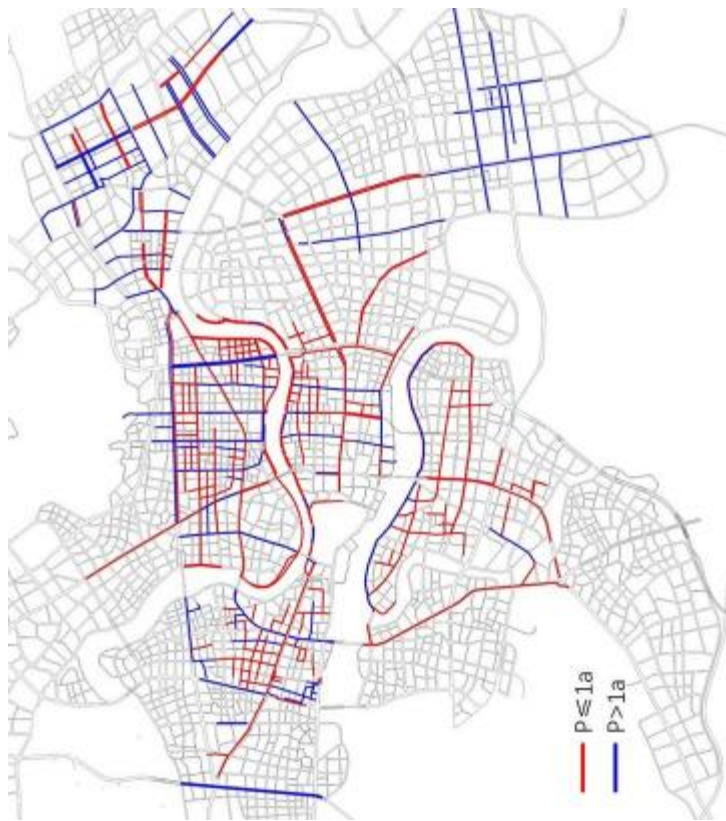


图 2.2-2 揭阳市中心城区现状排水管重现期评估结果平面图

### 2.2.2. 现状排水能力评估

在现状基础资料的基础上，使用水力模型对揭阳市城市现有雨水排水管网和排水设施进行评估，通过模型模拟降雨时管网的一维模型分析实际排水能力。

表 2.2-2 揭阳市中心城区现状排水能力评估

经评估排水能力小于 1 年一遇的管网 (km)	经评估排水能力 1-2 年一遇的管网 (包括 1 不包括 2, km)	经评估排水能力 2-3 年一遇的管网 (包括 2 不包括 3, km)	经评估排水能力 3-5 年一遇的管网 (包括 3 不包括 5, km)	经评估排水能力大于等于 5 年一遇的管网 (km)
53.5	36.5	10.2	0	0

水文资料及对内涝灾害的调查，以及揭阳市地形高程确定风险程度，高坡度及低洼地区的位置见下图：

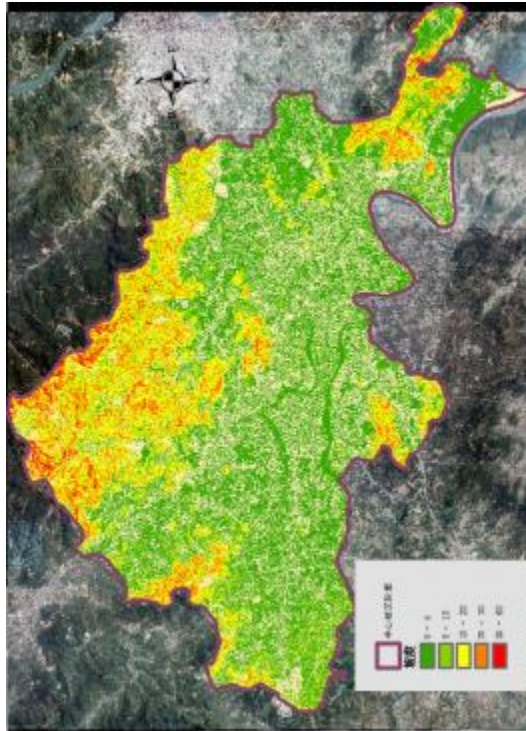


图 2.2-4 地形坡度情况

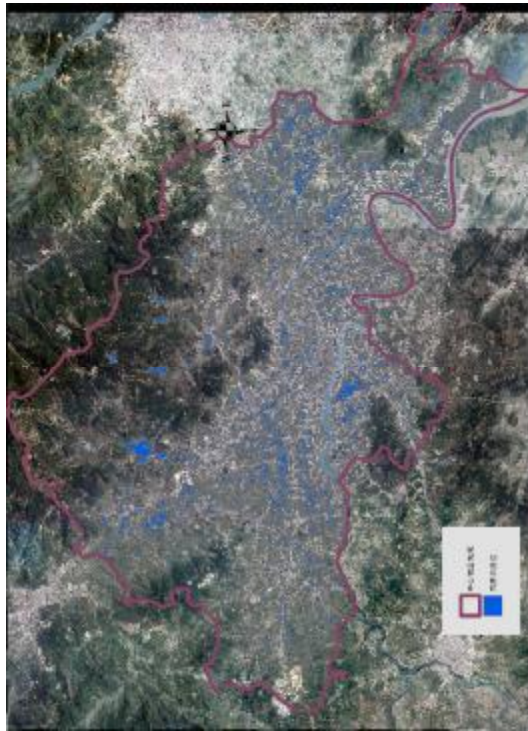


图 2.2-5 地势低洼易内涝地区

估法、指标体系评估法和情景模拟评估法。

(1) 历史灾情数理统计法：主要是利用数理统计的方法，对历史灾害的数据进行统计分析，找出灾害发展的规律，建立起灾害发生概率与其影响因素的统计模型，进而对未来灾害造成的可能损失进行预估。

(2) 指标体系法：主要是根据灾害系统的特点，研究者凭借经验选取一定的指标体系，然后通过一系列数学方法对原始指标进行处理，最后得到区域灾害风险的过程。该方法侧重于指标的选取记忆权重方法的优化，涉及的空间尺度范围较广。

(3) 情景模拟评估方法（水力模型模拟）

基于情景模拟内涝风险评估法是借助 GIS 技术、排水水力模型软件等，通过计算机技术和通讯技术建立地形模型降雨模型、排水模型和地面特征模型，模拟内涝在发生的情景、是一种高精度、可视化的、动态的内涝风险评估方法。

以上三种方法各有优缺点，历史灾情数理统计法计算简单不需要详尽的地理背景数据，但由于城市内涝灾害的观测数据较少且灾情数据难获取，在应用上具有一定的局限性。指标体系法在大尺度风险评估中应用较广泛，因为大尺度风险评估精度要求不高，但基于小尺度的研究由于其自身的精度局限性，应用较少。基于情景模型评估方法能直观、高精度地反映一定概率的致灾因子导致的灾害事件的影响范围与程度，能高精度地反映灾害风险的空间分布特征，但该方法对区域地理背景及排水资料要求高，计算复杂。

**本次研究是通过现状内涝点进行调查，并建立揭阳市中心城区的数字高程模型，通过模型计算来模拟揭阳市遭遇暴雨时潜在受灾区域。另外借鉴指标体系的思想，根据当地的老旧小区位置等情况，得到综合评价结果。**

### 2.2.3.2. 内涝风险评估状况

按照各风险因子可能产生的灾害风险大小，划分成若干个风险区段，确定风险程度。以下有风险区划分情况。

(1) 历年内涝点及涝灾水深点

历年内涝点是对现状调查资料获得的，是历年实际发生水浸的地方，也是实际存在涝灾风险的地方。经调查，揭阳市中心城区主要存在 70 处水浸黑点，详见内涝点分布图。

(2) 地形及地面高程

地面高程是影响内涝的主要因子之一。榕江是揭阳市中心城区排涝主要出口，根据揭阳市

(3) 排水系统

城市水系与排水系统是城市内涝最为重要的影响因素，其覆盖率和排水标准是直接决定内涝灾害大小的关键。本次根据调查的中心城区管网情况对现状排水系统划分并确定相应的风险程度，见排水系统分布图，各种标准下的排水系统风险程度见下表：

表 2.2-3 各种标准下的排水系统风险程度

风险因子	风险程度
0.5年一遇标准	高
1~2年一遇标准	中
2年一遇及以上标准	低

(4) 其他因子

城市内涝灾害的直接后果是对城市居民的生活、生产，乃至生命财产带来威胁，直接后果是对财产的破坏与造成损失，而财产的损失程度与土地利用性质相关。因此，城市人口居住密度和土地利用性质也将与灾害可能造成的损失程度相关。内涝风险区划同时考虑上述因子。

2.2.3.3. 内涝风险区划

结合城市区域的重要性和敏感性，对城市进行内涝风险等级进行划分，将风险评估范围划分成小单元格，再根据以上确定的风险因素、风险程度和各风险因素的权重进行风险区划。揭阳市地形整体上南高北低，低洼区域多位于榕江及其干支流河涌附近，还有些区域位于因城市建设而导致的相对低洼处。根据数字高程模型低洼地区，辅以坡度、排水系统等因子综合分析，确定了揭阳市中心城区内涝风险区范围，并根据历史内涝点进行校对修正，最终将揭阳市中心城区内涝风险区划分为三个风险区，各区域面积见下表：

表 2.2-5 防涝风险区划参数

风险程度	面积 (km <sup>2</sup> )
高风险区域	7.21
中风险区域	10.19
低风险区域	131.33

内涝高、中风险区位置见下图：

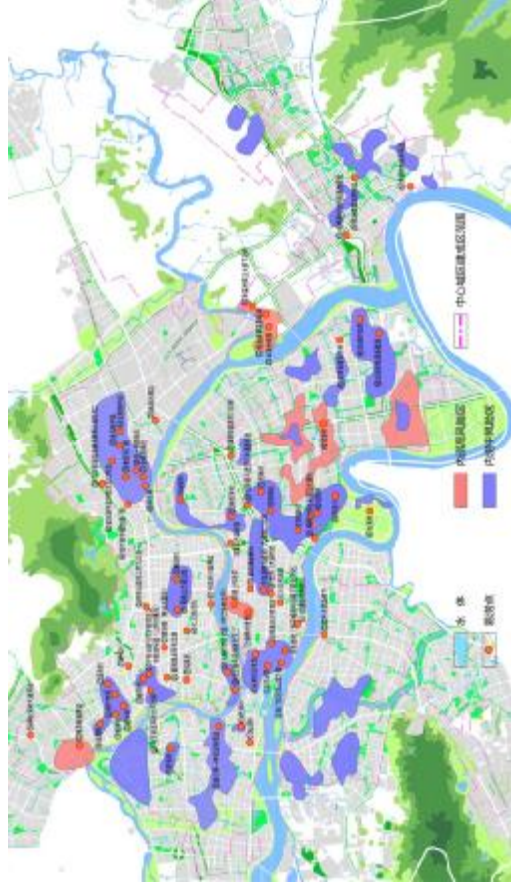


图 2.2-6 城市内涝风险区划图

2.2.4. 内涝成因分析

2.2.4.1. 区域流域层面

- (1) 河流汛期水位高于城市建成区，一旦发生暴雨，雨水不能自流入河，导致内涝。
- (2) 极端天气增多，城市内涝风险大增。短时强降雨或过量偏大的降水天气过程是引发揭阳市内涝的直接气象因素，随着城市化的发展，城市化诱发的“热岛效应”改变了城市及周围地区的温度场分布和次级环流，从而改变降雨的时空分布，在城区形成“雨岛”。极端雨强的强度及大于 10mm/h 降水的总时次数均有上升趋势，强降雨发生概率的提高加强了内涝灾害发生频率及强度。

2.2.4.2. 城市层面

- (1) 排水通道减少，雨水排放受限
- 因缺乏科学论证而盲目填水挖山，土地高强度开发，导致部分排洪功能的河道被填平，具有蓄水作用的湿地被开发，原有的自然水系遭到破坏。排水通道减少的情况下，降水未能及时

疏导排入水体，导致部分区域发生内涝。

(2) 城市硬化程度高，雨水径流量增加

地面硬化率高，渗水面积大幅度减少。揭阳市现状地面基本采用混凝土或沥青硬化，铺装成广场、商业街、人行道、停车场、社区活动场地。不透水面积增加，导致汇水面积上平均径流系数增大，地面的渗水能力降低，相同降雨形成的径流量增大，这也是导致揭阳市近年来内涝问题原因之一。

### 2.2.4.3. 设施层面

(1) 排水设施设计标准低，设施覆盖不全。

揭阳市中心城区内的雨水管道工程大部分是根据《室外排水设计标准》(GB50014-2021)》或更早的规范版本采用排涝标准。据调查，揭阳市目前普遍采取标准频范的下限。老城区的重点区域甚至比规范规定的下限还要低，有些甚至不到1年一遇，一旦降雨超标，路面就会产生积水。现有的排水系统只能应对小到中雨的降雨规模，遇到超出管渠设计标准的大雨、暴雨、特大暴雨势必造成内涝发生。

(2) 地下排水管网乱接现象严重。

经管线普查资料分析，地下雨水排水管道工程存在标高逆接的问题，排水方向与排水管道坡向相反，导致雨水在通过排水管道排水时，不能利用水力条件重力流顺坡排放，只能通过重力水头压力流强行排放，大大减低排水管道的排水能力，导致排水管网的排水能力不足。

### 2.2.4.4. 管理层面

管网维护管理不到位，设施管理缺乏统筹。城区排水管道部分存在淤积、堵塞现象，由于管护不到位，导致城市内部管渠和外围河流水系淤积、淤塞严重，过水能力大大降低。内河闸泵站由镇村负责开启关闭，缺少统筹专业指导，开关不及时导致内涝情况也时有发生。



图 2.2-6 揭阳市区内涝点分布图

通过实地考察以及各区相关部门反馈，建成区范围内总共发现内涝点 70 处，其中榕城区 56 处，揭东区 14 处，现状内涝成因情况如下表所示：

表 2.2-6 涝点成因分析表

序号	所属行政区	内涝点位置	内涝主要成因分析
1	榕城区	中山街道永革社区老厝	现状排水管道建设标准偏低，以合流管为主，部分支管淤塞  村内缺乏雨水支管、边沟，竖向低于市政道路，仅能依靠内河进行排涝  东湖路现状雨水管建设标准偏低雨污分流建设完成后雨水边沟不完善，且受榕江北河顶托影响。池塘水系不连通，调蓄后无法及时排泄
2	榕城区	中山街道店马社区	
3	榕城区	中山街道东门社区(马山溪下游)	
4	榕城区	新兴街道东郊村(东环城路与引榕干渠交界处)	
5	榕城区	新兴街道邱益元小学背面	
6	榕城区	新兴街道上义村老厝	
7	榕城区	榕华街道巷畔村老厝	
8	榕城区	榕华街道浦上村	
9	榕城区	榕华街道东湖路与进贤门大道路口北侧	
10	榕城区	榕东街道南厝村	

揭阳市中心城区内涝治理系统化实施方案

序号	所属行政区	内涝点位置	内涝点位置	所属行政区	内涝点位置	内涝主要成因分析
42	榕城区	砲台镇青溪前新乡周边	砲台镇砲台镇雷埔村	榕城区	地势低洼，缺少市政排水管道	
43	榕城区	溪南进贤门大道	进贤门大道附近、邱元元中学对面	榕城区	管理有待提升，导致局部内涝	
44	榕城区	进贤门大道附近、邱元元中学对面	进贤门大道附近、邱元元中学对面	榕城区	排水干管管径较小，向西排入同心路方向排水距离过长	
45	榕城区	进贤门大道附近、榕东中学附近	进贤门大道附近、潮阳妇女儿童医院前	榕城区	排水干管管径较小，向东排入西洋路方向排水距离过长	
46	榕城区	进贤门大道附近、溪南街顶多路段	进贤门大道附近、溪南街顶多路段	榕城区	路段排水依靠周边支路排放，周边支路未建设造成排水不畅	
47	榕城区	新群酒楼附近	东方首府前	榕城区	原排水路径封堵，现有排水路径过长，造成排水困难	
48	榕城区	近望江北路口	近望江北路口	榕城区	非机动车辆路面地基较软，地面沉降	
49	榕城区	揭阳大桥往东望江北路段	揭阳大桥往东望江北路段	榕城区	路段无排水设施；地块高程较低，易积水	
50	榕城区	揭阳大桥往东望江北路段、北国饭店西侧	揭阳大桥往东望江北路段、北国饭店西侧	榕城区	路段检查井和管道中淤泥较多	
51	榕城区	仙彭路与进贤门大道相接处	仙彭路与进贤门大道相接处	榕城区	主车道路面沉降	
52	榕城区	马牙路至环市北河大桥	马牙路至环市北河大桥	榕城区	排水管径较小，排水距离过长	
53	榕城区	新阳路至环市北路	新阳路至环市北路	榕城区	截污改造工程影响原有排水管道，造成排水延缓；原排水管道老化，管径偏小且淤堵	
54	榕城区	黄岐山大道沿线	黄岐山大道沿线	榕城区	路面地基较软，沉降严重；排水支管损坏，淤积严重	
55	榕城区	市政府对面周边	市政府对面周边	榕城区	缺少排水管道，道路内侧面沉降严重	
56	榕城区	仁义路沿线	仁义路沿线	榕城区	非机动车道排水支管塌陷	
57	榕城区	机场路与G206国道交接处	机场路与G206国道交接处	榕城区	非机动车道排水支管塌陷	
58	揭东区	锡东新溪周边	锡东新溪周边	揭东区	道路排水系统设计不完善，排水沟过浅且容易淤积杂物	
59	揭东区	善行桥一体化设施周边	善行桥一体化设施周边	揭东区	持续降雨以及外潮水位顶托，造成沿内河低洼处淹水。	
60	揭东区	曲溪河周边	曲溪河周边	揭东区	排水管道直排榕江北河，水位顶托	
61	揭东区	滨江路	滨江路	揭东区	排水管网缺失，排水通道过流不足	
62	揭东区	揭东深岭大道周边	揭东深岭大道周边	揭东区	管网设计标准低，管网长期缺少维护，排水管网被堵塞	
63	揭东区	金城路南段	金城路南段	揭东区	外围道路随着城市建设，地面标高日渐增高，但区内标高不变，形成低洼地	
64	揭东区	西一横路东段	西一横路东段	揭东区	排水分区面积大，排水通道过流不足	
65	揭东区	教育局门前	教育局门前	揭东区	路面低洼，地形复杂，排水管网不完善淤堵严重	
66	揭东区	金中路中快速门门前	金中路中快速门门前	揭东区	排水渠道过流能力较小，大雨时易溢水	
67	揭东区	乔西村	乔西村	揭东区	地势低洼，汇水面积较大，排水不畅易积水	
68	揭东区	金凤路与金沟路交叉口周边	金凤路与金沟路交叉口周边	揭东区		
69	揭东区	金沟街中段	金沟街中段	揭东区		
70	揭东区	北环大道五堆村段茵弟茶座前	北环大道五堆村段茵弟茶座前	揭东区		
	揭东区	北环大道与金新北路交叉口	北环大道与金新北路交叉口	揭东区		
	揭东区	北环大道与金山山路口西北段	北环大道与金山山路口西北段	揭东区		

序号	所属行政区	内涝点位置	内涝点位置	内涝主要成因分析
11	榕城区	榕东街道钟厝洋村	钟厝洋排洪沟、西林社区排洪沟和陆联浦等淤积较为严重，还未开展清淤工作	
12	榕城区	榕东街道西林村	由于通水净高问题，导致施工时人为将地埋标高降低了1.5m，造成了易涝点。	
13	榕城区	榕东街道西陈村	现状排水管道建设标准偏低，以合流管为主	
14	榕城区	榕东街道祠堂村	该村位于玉城河上游三个支流交汇处，极易受洪水顶托影响	
15	榕城区	仙桥街道榕华大桥南桥下	村内缺乏雨水支管、边沟，竖向低于市政道路，仅能依靠内河进行排涝	
16	榕城区	西马街道西郊村	村内缺乏雨水支管、边沟，竖向低于市政道路，且下游马牙路雨水管渠建设标准偏低	
17	榕城区	西马街道仙岩村老厝		
18	榕城区	东阳街道玉城村		
19	榕城区	东阳街道新苏村		
20	榕城区	东阳街道新林村		
21	榕城区	东阳街道茶叶市场		
22	榕城区	东阳街道蓝和村		
23	榕城区	东阳街道新阳村		
24	榕城区	东兴街道环市北路与马牙路交叉口非机道（山特大厦段）	东兴街道环市北路与马牙路交叉口非机道（山特大厦段）	
25	榕城区	东阳街道砂松村		
26	榕城区	东兴街道环市北路东山村入口处		
27	榕城区	东兴街道建阳路（移动大厦段）		
28	榕城区	东兴街道沿江路与凤翔路交叉口		
29	榕城区	东兴街道沟尾村		
30	榕城区	东兴街道玉浦村部分老厝（榕江华府之间）		
31	榕城区	东升街道新河村		
32	榕城区	渔湖街道仙阳村		
33	榕城区	渔湖街道阳美村		
34	榕城区	渔湖街道长菱村		
35	榕城区	团友村望江北路与发展大道交叉口旁老厝		
36	榕城区	凤联村张厝		
37	榕城区	凤联村赵厝		
38	榕城区	凤美街道东升村		
39	榕城区	砲台镇潮美李球场旁		
40	榕城区	砲台镇丰溪村胡厝		
41	榕城区	砲台镇丰溪枫口大桥下		



### 3. 目标和策略

#### 3.1. 规划范围

以揭阳市城市总体规划中心城区为研究范围，规划范围为中心城区榕城区、揭东区的城市集中建设区，规划面积 372km<sup>2</sup>。

#### 3.2. 规划期限

规划期限为 2021-2025 年。

#### 3.3. 规划依据

##### 3.3.1. 国家相关法规及政策条例

- 《中华人民共和国城乡规划法》（2015 年修正）
- 《中华人民共和国环境保护法》（2015）
- 《中华人民共和国水法》（修订）（2002）
- 《中华人民共和国防洪法》（2015）
- 《中华人民共和国水土保持法实施条例》（2011）
- 《中华人民共和国水污染防治法》（修订）（2008）
- 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》（2000）
- 《中共中央国务院关于进一步加强城市规划建设管理工作的若干意见》（中发〔2016〕6 号）
- 《住房和城乡建设部办公厅关于印发海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）的通知》（建办城函〔2015〕635 号）
- 《水利部关于推进海绵城市建设的指导意见的通知》（水规计〔2015〕321 号）
- 《国务院关于印发水污染防治行动技术的通知》（国发〔2015〕17 号）
- 《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》（国办发〔2015〕75 号）
- 《国务院关于深入推进新型城镇化建设的若干意见》（国发〔2016〕8 号）

- 《中共中央国务院关于加快推进生态文明建设的意见》
- 《广东省人民政府办公厅关于推进海绵城市实施意见》（粤府办〔2016〕53 号）
- 《国务院办公厅关于加强城市内涝治理的实施意见》（国办发〔2021〕11 号）
- 《国家发展改革委办公厅 住房城乡建设部办公厅关于编制城市内涝治理系统化实施方案和 2021 年城市内涝治理项目中央预算内投资计划的通知》（发改办投资【2021】261 号）
- 《广东省住房和城乡建设厅 广东省发展和改革委员会 广东省自然资源厅 广东省水利厅 关于征求<广东省城市内涝治理五年实施方案(20221-2025 年)>(征求意见稿)>(粤建城商〔2021〕118 号)》

##### 3.3.2. 相关规范和标准

- 《地面水环境质量标准》（GB3838-2002）
- 《室外排水设计标准》（GB50014-2021）
- 《城市给水工程规划规范》（GB50282-2016）
- 《城市排水工程规划规范》（GB50318-2017）
- 《建筑给水排水设计规范》（GB 50015-2019）
- 《建设与小区雨水利用工程技术规范》（GB50400-2016）
- 《城市水系规划规范》（GB50513-2016）
- 《城市工程管线综合规划规范》（GB50289-2016）
- 《防洪标准》（GB50201-2014）
- 《堤防工程设计规范》（GB 50286-2013）
- 《江河流域规划编制规范》（SL201-2015）
- 《水利水电工程水文计算规范》（SL278-2020）
- 《水利水电工程设计洪水计算规范》
- 《水利水电工程等级划分及洪水标准》（SL252-2017）
- 《水闸设计规范》（SL 265-2016）
- 《水利工程水利计算规范》（SL104-2015）
- 《水利建设项目经济评价规范》（SL72-2013）
- 《环境影响评价技术导则水利水电工程》（HJ/T88-2018）
- 《饮用水源保护区划分技术规范》（HJ/T338-2018）

## 3.4.2.规划指标

表 3.4-1 规划主要指标表

序号	具体指标	2025 年	指标性质
1	内涝防治标准	发生城市内涝防治标准（50 年一遇 24 小时，对应降雨量为 342mm/d）以内的暴雨时，减少中心城区发生内涝灾害（居民住宅和商业建筑的底层住户不进水、道路中一条车道的积水深度不超过 15cm）的次数和损失。	定量 (指导性)
2	排涝标准	城市排涝标准达到 20 年一遇 24 小时（对应降雨量为 289mm/d）暴雨不成灾；一般农田按 10 年一遇 24 小时（对应降雨量为 247mm/d）暴雨不成灾。	定量 (约束性)
3	城市防洪标准	榕江防洪体系的东山曲溪围、榕城海湖围、磐岭围、梅仙围近期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 100 年一遇防洪标准；玉滘围、云路围近期要求达到重现期 20 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准；登岗围、砲台江堤近期要求达到重现期 20 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准；砲台海堤、地都海堤近期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 100 年一遇防洪标准。	定量 (指导性)
4	易涝积水点整治	全面消除城区严重影响生产生活秩序的内涝积水点。老城区、低洼地区及城中村范围在雨停后能及时排干积水，新城区不再出现新内涝点。	定量 (指导性)
5	城市雨水管网设计重现	新建及改造地区：雨水管渠设计重现期按 P=3 年（对应降雨量为 53mm/d）；重要地区：雨水管渠设计重现期按 P=5 年（对应降雨量为 60mm/d）；中心城区地下通道和下沉式广场：雨水管渠设计重现期按 P=30 年（对应降雨量为 79mm/d）。	定量 (约束性)
6	径流总量控制率目标	径流总量控制率目标为 70%，建设改造后的雨水径流峰值和径流峰不应增大。	定量 (指导性)

## 3.5.规划原则

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届二中、四中、五中、六中全会精神，认真落实习近平生态文明思想和总体国家安全观，落实建设海绵城市、韧性城市要求，结合揭阳市中心城区的实际情况，因地制宜、提升城市防洪排涝能力，用统筹的方式、系统的方法解决揭阳市城市内涝问题，维护人民群众生命财产安全，为促进经

- 《广东省防洪(潮)标准和治涝标准》  
《海绵城市建设技术指南》——低影响开发雨水系统构建（试行）  
《海绵城市建设设计标准》（DN11/T1743-2020）  
《海绵城市建设专项规划与设计标准》  
《海绵城市专项规划编制暂行规定》（2016）

## 3.3.3.相关规划及参考资料

- 《揭阳市国土空间总体规划》（2020-2035 年）  
《揭阳市城市给排水专项规划》（2003-2020）  
《揭阳市城市排水（雨水）防涝综合规划》（2015-2030）  
《揭阳市海绵城市专项规划》（2018-2035）  
《广东省揭阳市流域综合规划修编报告》（2005~2030 年）  
《广东省粤东沿海诸河综合规划修编报告》（报批稿）  
《广东省揭阳市榕江大围达标加固工程（初步设计报告）》  
《揭阳市渔湖新区水系综合整治规划》  
《揭阳榕江水面线洪潮水面线报告》  
《揭阳市江河流域综合规划修编报告（报批稿）》

## 3.4.规划目标和指标

## 3.4.1.规划总目标

以改善揭阳市城区排水设施、提升城市排水防涝能力为导向，围绕“十四五”期末城市内涝治理取得明显成效的工作目标，建立完善有效的城市雨水防涝系统。

至 2025 年，揭阳市区基本形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系，城市排水防涝能力显著提升，实现小雨不积水，大雨不内涝，暴雨保功能，特大暴雨保安全的目标。



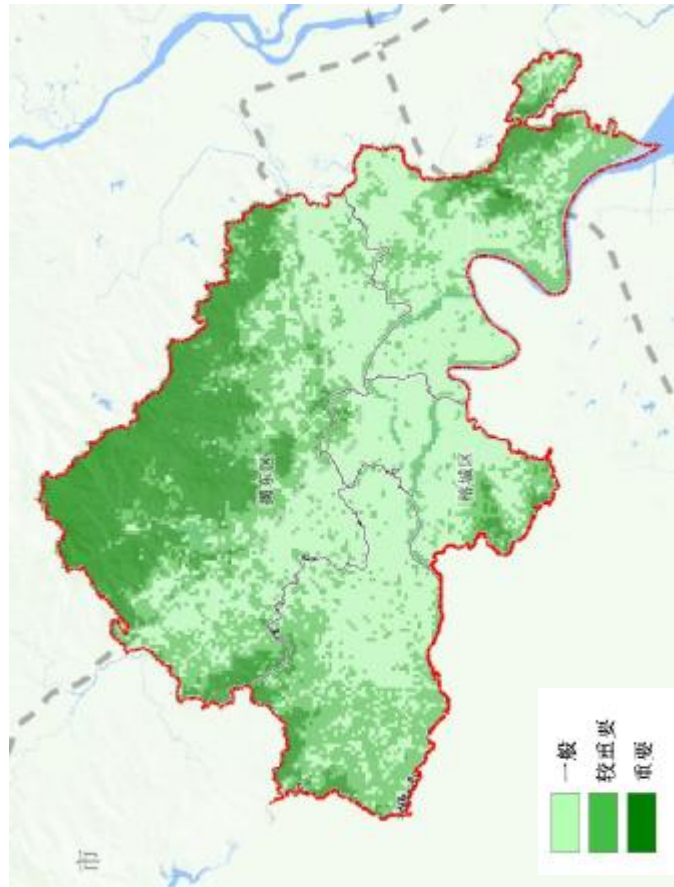


图 4.1-1 揭阳市生态保护重要性评价图

(1) 生态保障区划定

根据揭阳市生态保护重要性评价，将生态保护极重要区和生态保护重要区划为 4 个生态保障区，并在揭阳市中心城区用地布局中落实控制，实现底线管控，加强封山育林、水源涵养林建设。



图 4.1-2 揭阳市生态保障区

(2) 生态廊道控制

揭阳市中心城区的生态廊道主要为榕江南、北河，其次为仙桥河及古城内玉浔溪、猛水河、马山浔等河溪。结合沿河道的水环境整治、沿河截污工程、沿河岸水生态整治工程，开展水生生态保护 and 修复。

4.1.1.2. 水源涵养林建设要求

(1) 在水源涵养极重要区以及水土流失敏感区内实施退耕还林、封山育林、水源涵养林建设，理顺和调整水源沿线的污水排水通道，封闭排污口门，搬迁所有工厂，增加水生植物数量和种类，设立水质监测点，定时检测水体污染物含量，保证水质安全。

(2) 在揭阳市域水源涵养极重要区及水土流失敏感区规划建设水源涵养林，不仅能充分发挥水源涵养、净化水质、防止土壤侵蚀、生物多样性保护、美化环境等多种环境功能，还具有较高的生产功能。水源涵养林的建设范围不能只局限于水域周边，对水质要求较高的河段，其流域源头地区也必须提高植被覆盖率。水源涵养林建设的首要任务是尽快形成植被覆盖层，以便达到改善生态环境，减少地表径流，控制泥沙流失的目的。

依据不同的生长条件，选择适宜的品种组合。这个阶段宜选择在裸地植被初步恢复，多选择具有优良涵养性能的地带性适生品种，这些品种幼林期通常要求较高的水湿条件和适度的阴蔽环境。当侵蚀区裸露坡面植被恢复，残留植被的水热条件大为改善，植被改造的条件才较适

直。

对于不同地域，涵养林的建设有所偏颇。平地涵养林内部规划以现状生态型林地为主，进行局部林地结构调整，进行间植和混植。

#### 4.1.1.3.3.水源涵养林建设

供水水库是揭阳市的重要饮用水源地，在此片区区域规划建设水源涵养林，不仅能充分发挥水源涵养、净化水质、防止土壤侵蚀、生物多样性保护、美化环境等多种环境功能，还具有较高的生产功能。水源涵养林的建设范围不能只局限于水域周边，对水质要求较高的河段，其流域源头地区也必须提高植被覆盖率。水源涵养林建设的首要任务是尽快形成植被覆盖层，以便达到改善生态环境，减少地表径流，控制泥沙流失的目的。根据试验对比，选择速生林草结合，等高种植，效果较好。

(1) 在水源涵养极重要区以及水土流失敏感区内实施退耕还林、封山育林、水源涵养林建设，理顺和调整水源沿线的污水排水通道，封闭排污口门，搬迁工厂，增加水生植物数量和种类，设立水质监测点，定时检测水体污染物含量，保证水质安全。

(2) 在揭阳市域水源涵养极重要区及水土流失敏感区规划建设水源涵养林，不仅能充分发挥水源涵养、净化水质、防止土壤侵蚀、生物多样性保护、美化环境等多种环境功能，还具有较高的生产功能。水源涵养林的建设范围不能只局限于水域周边，对水质要求较高的河段，其流域源头地区也必须提高植被覆盖率。水源涵养林建设的首要任务是尽快形成植被覆盖层，以便达到改善生态环境，减少地表径流，控制泥沙流失的目的。

依据不同的生长条件，选择适宜的品种组合。这个阶段宜选择在裸地植被初步恢复，多选择具有优良涵养性能的地带性适生品种，这些品种幼林期通常要求较高的水湿条件和适度的阴蔽环境。当侵蚀区裸露坡面植被恢复，残留植被的水热条件大为改善，植被改造条件才较适宜。

#### 4.1.2.防洪提升工程

##### 4.1.2.1.规划区防洪设施现状

规划区重点防洪（潮）工程体系为榕江和沿海海堤，其次为内河涌等堤防。

洪区：榕江干流渔湖阳美闸上游为洪区，三洲拦河闸以下受潮汐影响。

湖区：北河从枫口至与榕江交汇处并接以下榕江河口段堤防属海堤。

规划区内榕江干支流上游降雨强度大，洪水汇流速度快、来势凶猛，下游受风暴潮顶托影响，中下游防洪突出矛盾是河道的泄洪能力与上游来水量不相适应。一般洪水可以经过河槽注入南海，但遇到大洪水，洪水水量超过河道安全泄量，造成洪水灾害。

**现状防洪设施情况如及问题：**规划区内江海堤围经不断加固，防洪（潮）能力有极大提升，市区主要堤围防洪标准达到 50 年一遇，局部地区（如：揭东榕江地都围段、榕江北河陂场围段）防洪（潮）能力仅处于基本达标。防山洪冲刷能力不强，内涝灾害偶有发生，制约了本市的经济社会发展。有的河床严重淤积，更有部分河段过量采砂，造成河床下降、河堤割脚，严重威胁堤岸、闸坝安全。规划区主要防洪设施防洪模式及用途如下表所示。

表 4.1-2 规划区现状防洪设施防洪模式及用途表

防洪设施名称	防洪模式	排水模式	用途
堤防	挡		挡洪挡潮
水闸	泄、挡	水头差重力排水	排水、挡洪潮
排洪渠	泄	重力排水为主	排洪
截洪沟	拦	重力排水	高水高排
内河涌	泄、蓄	缓冲式排水	排水滞洪
水库	蓄	重力溢流	蓄洪
排涝泵站	提	提排	排洪
分流闸	分	水头差重力排水	分流

##### 4.1.2.2.防洪提升方案

###### (1) 防洪工程总体策略

按照人水和谐、给洪水以出路的理念，合理安排河道、湖泊、蓄滞洪区，重点加强城区的防洪排涝能力建设，进一步提高堤防的防洪标准。加大山洪灾害防治力度，基本建成工程措施与非工程措施相结合的山洪灾害综合防治体系。构筑“上蓄下防、库堤结合、疏挡并举”的防洪减灾体系，把防洪提升工程体系建设工作从控制洪水措施的研究转向洪水管理方面的研究，

在努力防御洪水对人类危害的同时，规范人类的活动，给洪水留有出路，给水留有出路，建设人与自然和谐的综合防洪减灾体系。

### (2) 防洪标准

榕江大围防洪工程建设拟分四片防护。其中考虑到榕城北以东区域，为揭东区城区范围尚未设防，故将其纳入本次防洪范围，并与榕江西北岸榕城北合并，统称为东山曲溪围片区；将磐东以西的揭东区磐岭围堤段与保护市区磐东镇的堤段合并以构成封闭完整的磐岭围片区；将保护榕城老城区与经济开发试验区的防洪范围整合为榕城渔湖围片区；将位于榕江南河以南梅云、仙桥两片内的仙梅工业园区作为梅仙围防护片区。

根据《防洪标准》(GB50201)中相关原则，以及历次规划确定的设防标准，揭阳市各分片防洪标准选定为，榕江防洪体系的东山曲溪围、榕城渔湖围、磐岭围、梅仙围近期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 100 年一遇防洪标准；玉滘围、云路围近期要求达到重现期 20 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准；登岗围、砲台江堤近期要求达到重现期 20 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准；砲台海堤、地都海堤近期要求达到重现期 50 年一遇防洪标准，远期要求达到重现期 100 年一遇防洪标准。

### (3) 防洪工程布局

#### 1) 完善江河防洪体系建设

在完善现有防洪体系的基础上，同时开展新建防洪水库、水库水闸除险加固、排涝工程建设、河道综合整治，提高区域内防洪减灾能力建设。

#### 2) 中小河流治理

加强对中小河流治理进行堤防整治工程，对沿河两岸的堤防进行加固（包括穿堤水闸、排水涵等）、对河道进行清淤疏浚。

#### 3) 山洪灾害防治

加强山洪灾害防治建设，实施重点山洪沟防洪治理项目，扩大预警预报信息覆盖面，推动监测预警平台集约化应用，提升监测预警能力。



表 4.1-3 防洪排涝提升工程规划图

表 4.1-3 防洪提升工程规划项目一览表

序号	县(市、区)	项目名称	项目分类	主要建设内容
1	揭阳市	揭阳市榕江南河北河主河道清淤工程	城市防洪排涝能力建设	重点清淤河段为榕江南河三洲拦河闸至双溪嘴长 40 公里，北河桥闸至双溪嘴长 40 公里河段
2	榕城区	揭阳市榕城区仙桥河清淤疏浚工程	大河大河大湖堤防建设与河道整治	清淤疏浚河道 11.3 公里
3	榕城区	揭阳市榕城区洪阳河清淤疏浚工程	大河大河大湖堤防建设与河道整治	清淤疏浚河道 2.5 公里
4	榕城区	榕城区地都海堤加固工程	海堤建设	加固地都海堤 19.6 公里，沿线水闸加固
5	榕城区	榕城区砲台海堤加固工程	海堤建设	加固砲台海堤 14.3 公里，沿线水闸加固
6	揭东区	榕河北河锡场围堤防达标加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	加固堤防长 11.14 公里
7	揭东区	榕河北河玉湖围堤防达标加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	加固堤防长 6.3 公里
8	揭东区	玉湖镇中心排洪沟综合治理工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	整治河长 8.8 公里
9	揭东区	揭东区榕江北河月城寨内段除险加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	对长约 800 米座弯顶冲段进行除险加固

#### 4.1.3.排涝提升工程

##### 4.1.3.1.治涝标准

###### (1) 排涝标准

城市排涝标准达到 20 年一遇 24 小时暴雨不成灾；一般农田按 10 年一遇 24 小时暴雨不成灾。

###### (2) 内涝防治标准

发生城市内涝防治标准（50 年一遇 24 小时）以内的暴雨时，减少城市中心城区发生内涝灾害（居民住宅和商业建筑的底层住户不进水、道路中一条车道的积水深度不超过 15cm）的次数和损失。

#### 4.1.3.2.排涝提升工程规划

- (1) 已治理但尚未达标的涝区，规划续建配套排水涵闸和电排站，达到治涝标准。
- (2) 外江洪峰水位持续时间较短，又位于潮感区的，主要采取新建、扩建排水渠道，增设排水涵闸，扩大自流排能力。
- (3) 根据地形地势，自排不能解决的，规划在搞好截洪、切流或分小围工程的前提下，新建电排站。

表 4.1-4 排涝提升工程规划项目一览表

序号	县(市、区)	项目名称	项目分类	主要内容
1	揭东区	揭东区虎仔栏河闸重建工程	病险水闸除险加固工程	重建 5 孔总净宽 40 米的常规混凝土水闸
2	榕城区	枫江干流综合整治清淤工程	江河主要支流及独流入海河流治理项目	枫江干流揭阳市辖区内的 15.8km 河道实施环保清淤，疏浚河道内污染的淤泥，并对疏浚泥进行无害化处理及资源化利用
3	榕城区	榕城区登岗镇内河综合治理工程	中小河流治理工程	治理登岗镇河道 54 条，治理河道总长 33.149 公里
4	榕城区	榕城区榕江北河（溪南片内河）治理工程	中小河流治理工程	治理河长 10.6 公里，拟建护岸 7.4 公里，清淤疏浚 10.6 公里。防洪标准提高至 20 年一遇。
5	榕城区	榕城区登岗镇机场（上片）枫江整治工程	中小河流治理工程	治理河长 3.84km，20 年一遇
6	榕城区	榕城区登岗镇机场（下片）枫江整治工程	中小河流治理工程	治理河长 4.5km，20 年一遇

序号	县(市、区)	项目名称	项目分类	主要内容
7	榕城区	榕城区中漓溪（登岗片）整治工程	中小河流治理工程	治理河长 6.3km，20 年一遇

#### 4.1.4.本次排水防涝规划与城市防洪设施的衔接

##### (1) 内涝防治设置与河道防洪的衔接方法

城市内涝防治设施应保证能够在防洪设施最高设计水位下正常工作，内涝防治设施下泄水量不影响防洪设施的正常运行。统筹防洪水位和雨水排放口标高，保障在最不利条件下不出现顶托，确保城市排水通畅。

河道系统作为陆域排水防涝系统的下游边界条件，须保证高重现期长历时降雨排水防涝系统下泄水量的接纳与排除。河道排涝问题，除了涝水排除时间外，更关注河道最高水位，与短历时暴雨强度有一定关系，但由于河湖水体的调蓄能力，主要还与一定历时内的雨水量有关。河道设计应采用陆域排水防涝设施的水力计算成果作为上游边界条件。当河道调蓄能力较小时，河道设计就应尽量与上游排水防涝系统的排水标准相一致。在河道有一定调蓄能力情况下，河道排水能力可小于上游排水防涝系统最大排水流量，但应满足一定标准某种历时（如 24h）暴雨所形成涝水的要求，并使河道水位控制在允许的标高中下。

##### (2) 内涝防治设施与防洪措施的衔接内容

本次排水防涝规划主要包括对排水河涌的拓宽、疏浚，水闸建设及电排站建设等，与防洪设计相关的是水闸建设和河涌拓宽，及部分功能较多的电排站建设。

电排站不完全是排涝功能，也兼顾防洪和灌溉功能，现状规划区电排站数量较少，容量不大，难以满足未来城市发展的需要，应予以改造和新建。

现状排水河涌宽度较小，排水功能有限，应予以拓宽。

闸门建设也需要根据城市发展而扩建，现状单孔闸门较多，而且淤积现象严重，应予以整治。

##### (3) 雨水规划、排水防涝规划与防洪设施的衔接。

雨水规划是解决小区域面积（2km<sup>2</sup> 左右及以下）雨水通过雨水管网等设施排入河道，从地面集水（一般为 5~15 分钟）、雨水在管渠内流行至排入河道总历时一般在 2h 以内，影响产汇流的因素多为短历时暴雨。而河道排涝则是解决大区域降雨的排放问题，一般按最大 24h 暴雨产生的洪峰流量确定排涝工程的标准及规模。由于河道排涝按长历时降雨计算与雨水管网短历

时计算有所不同，因此两种计算方法确定的排涝、排水设施的规模是否相适应，需进一步复核，以保证雨水管网设计的小区域洪水能够顺利地由雨水管排入河道。

由于雨水管网与河道排涝在范围及计算方法上的不同，其相应标准之间只是有一个大致对应关系，而非绝对严格的对应关系。

结合规划中设计的雨水管网排水口设计高程，对照各河流的设计水面线，部分雨水管的排水口高程低于治理后低潮位，会发生淹没出流，不利于涝水排除，建议适当抬高雨水管的出口高程，使管网排水为自由出流，可适当减少排涝泵站的建设。

## 4.2. 城市层面治理措施

### 4.2.1. 城市排水出路和排水分区构建

#### 4.2.1.1. 排水分区原则

城市排水流域汇水区以地形作为划分的主要因素，同时考虑城市河道、行政区界等要素，划分若干个排水分区，反映排水的总体流向。其划分的主要原则为：

- (1) 充分利用地形和水系，以最短的距离依靠重力流排入附近水体。
- (2) 高水高排、低水低排，避免将地势较高、易于排水的地段与低洼地区划分在同一排水分区。
- (3) 根据雨水接纳水体、河道水系平面布局及其重要性进行划分。
- (4) 排水分区划分应适当考虑水利及行政管理要求。

#### 4.2.1.2. 排水分区划分

结合城市开发建设发展方向，本规划将规划区划分为 10 个排涝分区，分别为：榕城北排水分区、榕城南排水分区、渔湖排水分区、曲溪排水分区、磐东排水分区、锡场排水分区、梅云排水分区、仙桥排水分区、登岗排水分区和地都排水分区。规划区划分为 10 个排水分区如下图：

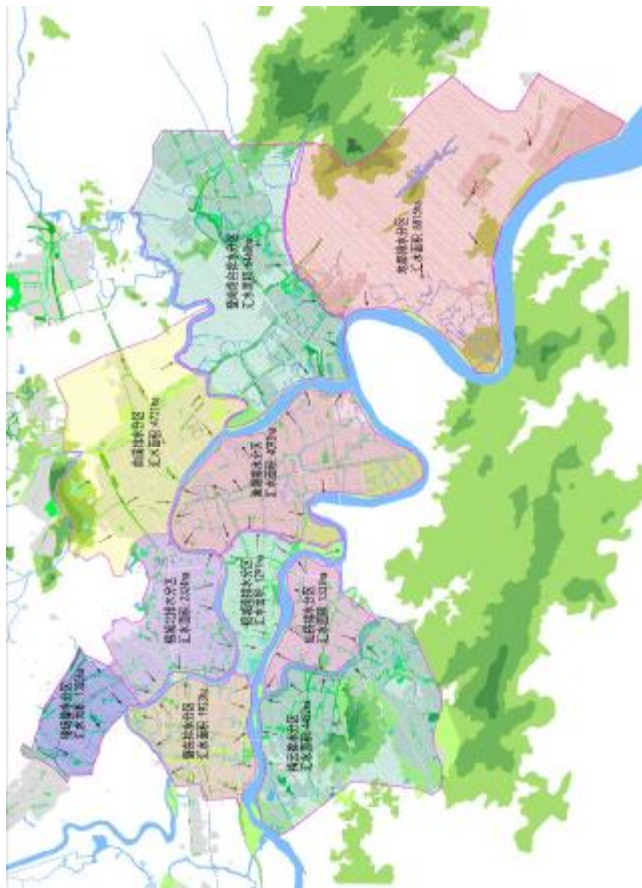


图 4.2-1 规划区排水分区示意图

各排水分区的汇水面积及集雨分区汇总详见表 4.2-1

表 4.2-1 各流域信息一览表

序号	流域名称	汇水面积 (公顷)
1	榕城北排水分区	2324
2	榕城南排水分区	1291
3	渔湖排水分区	4092
4	曲溪排水分区	4731
5	锡场排水分区	1355
6	磐东排水分区	1923
7	梅云排水分区	4452
8	仙桥排水分区	1331
9	登岗砲台排水分区	6460
10	地都排水分区	8815



#### 4.2.2. 城市竖向优化

##### 4.2.2.2. 各片区地块高程标高规划

结合规划河涌的控制水位，区域开发的程度，现状地形地貌，规划对中心城区划分为8个区，每个区的规划控制标高见下表：

表 4.2-2 各片区规划标高控制表

分区	用地改造类型	新建地区标高
榕城北片区	保留原地形	维持现状不变
榕城南片区	保留原地形	维持现状不变
渔湖片区	改造地形	洪水位+0.8m
磐东片区	利用原地形	维持现状，洪水位+0.8m
梅云片区	利用原地形	维持现状，洪水位+0.8m
仙桥片区	利用原地形	维持现状，洪水位+0.8m
登港砲台片区	利用原地形,改造地形	洪水位+0.8m
地都片区	利用原地形,改造地形	洪水位+0.8m

注：非水片区内洪水位为响应防洪标准对应的重现期水位，内河涌整治按照 20 年一遇标准，而榕江大围的东山曲溪围、榕城渔湖围、梅仙围、磐岭围，近期按重现期 50 年一遇洪水。

##### 4.2.3. 雨水削峰调蓄和行泄通道建设

###### 4.2.3.1. 城市涝水行泄通道

涝水行泄通道通常指大型箱涵、排水明渠、内河等，与内河涌有一定区别，涝水行泄通道优先保证城市排涝需求，形成“水流走廊”，利于涝水排放，使保护区不受涝灾影响，不同于单纯的内河涌整治，内河涌整治的目的和方法更广，目的不仅是保证涝水通畅，对有景观需求的河道还需进行景观整治，内河涌整治对象多指天然明渠，而涝水行泄通道则还包含箱涵等。

###### 4.2.3.2. 规划原则

- (1) 全面规划，综合治理，蓄排兼顾，合理分担，分期分区实施。
- (2) 充分利用现状湖泊、沟塘、河道、湿地等调蓄水体，做到排蓄结合。
- (3) 充分利用干沟、干渠、河道及道路排水，建设地表涝水行泄通道。

本次规划结合规划区的特点，总结出四种适合于本规划区的竖向改造类型，即适用于城镇开发建设用地的保留原地形、利用原地形、改造地形，以及适用于非城镇建设用地的保护地形。

###### (1) 保留原地形

保留原地形主要为稳定的现状建成区，规划期内没有改造意向，未来仍维持原地形，如榕城区等。

###### (2) 利用原地形

在规划区内的现状建成区，部分为旧村落、旧镇区，部分则为新建成的镇区及工业企业，要全部推倒重建的可能性不大。部分规划需要改造及重建的旧区，考虑排水及上下游的衔接问题，对于现状的地形也不会作大调整。对于这部分建成区，本次规划采用利用原地形，局部进行改造，如梅云片区、磐东片区和仙桥片区。

###### (3) 改造地形

现状用地地形平坦，部分地评标高低于排涝标准的设计排渠水位，属低洼地区，而且在总体规划中，该地块属于工业、居住、商业等用地，必须满足建设要求；或者现状地评标高能满足建设用地排涝要求，但其现状的地貌为水田、鱼塘等，土质较差、地下水水位较高的用地。本次规划，根据用地规划，对建筑、市政用地范围进行填土，抬高地评标高，即改变原有地形以满足用地要求。

另外，部分低矮山丘用地虽然满足规划排涝要求，但作为各组团中心的建设用地，需进行平整，并且作为组团内土源考虑。因此，这部分同样列为改造地形。

###### (4) 保护地形

作为保护地形区域首先是现状的地貌完善、植被茂盛、具有良好的自然生态性，其次是在各层规划中，对于该区域的描述为林地、生态湿地及农业等用地。这些用地一般不纳入城市建设用地，但对它的保护有利于水土的涵养。因此，在本次竖向规划中，对于这部分区域采取适当措施保护，尽可能减少对其破坏。

#### 4.2.3.3. 现状涝水行泄通道

行泄通道的设置应与涝水汇集路径、内涝风险区划、城镇用地布局等结合，以河网、水系为基础，主要利用城市干沟、干渠及河道作为涝水行泄通道。城市河道两侧宜布置为漫滩，以提高内涝期间的泄洪能力。

揭阳中心城区的涝水行泄通道主要通过市政管网进入排涝河涌，进而汇入外江（榕江），区域内榕城区人口密集，地面硬化范围大，排水干管主要沿黄岐山大道，新阳路，马牙路，望江北路等敷设，雨水支管汇入干管后，由干管汇入榕江、北河、南河等，在无排水管网地区，主要依靠内河涌进行排涝，老城区因城市发展过程中对水体进行了一定程度的侵占，以及部分河道淤积较大，因此行泄通道不畅。

#### 4.2.3.4. 规划涝水行泄通道

规划区涝水行泄通道根据 10 个排水分区进行规划，各个排水分区内的涝水沿行泄通道汇入榕江南河、榕江北河、枫江等大型外江河流，涝水行泄通道主干道出口位置均设置排涝闸门，现状基本建成，但闸门规模较小，闸门应与规划行泄通道的宽度一致，保证涝水可以及时排出。

##### (1) 榕城北排水分区行泄通道规划

本排水分区内河涌均排入榕江北河。区内无大型涝水行泄河涌，只有小型内河涌，现状河宽偏窄，约 5-15m，河涌两侧可供拓宽位置受限。部分河涌已经暗渠化。规划对本区河涌进行疏浚和拓宽整治。**拓宽整治：对东阳排洪沟全线进行拓宽整治；对淡浦河涌进行排查，对缩窄、堵塞处及时进行整改。清淤疏浚：对新河排水渠开展清淤工作。闸门改造：结合河道的整治重点建设闸门。**

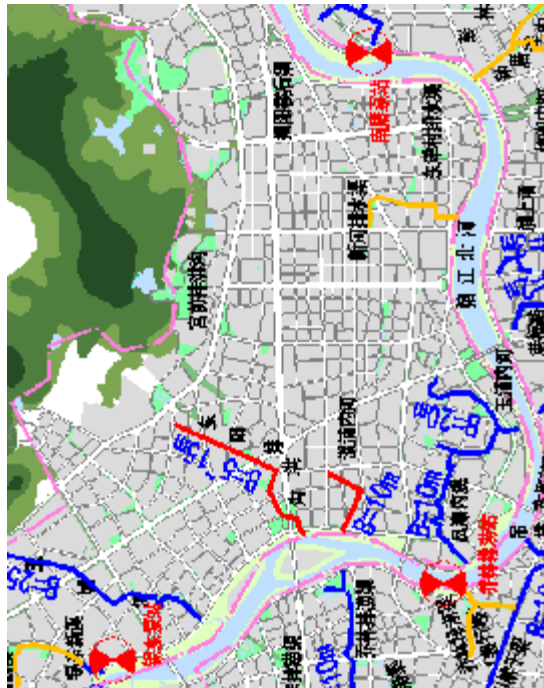


图 4.2-3 榕城北排水分区行泄通道

##### (2) 榕城南排水分区行泄通道规划

老城区原有沟通南北河的水系被截断、填埋或淤塞，导致排水压力较大，由于建成区密集，河涌可拓宽的可能性较小，两岸现状均有建筑物，因此行泄通道中内河涌的治理主要以疏浚为主，对行泄主干道拟清淤挖深至 2.5m，挖深吊桥河附近的内河涌，使其至少有 2-3m 深的行洪排涝水深，以进贤门大道为分界线，北部涝水经通道泄入榕江北河，南部涝水经通道泄入榕江南河，经明渠均匀流计算得到，糙率取 0.035，坡降取 0.0015 时，其最大排涝流量约为

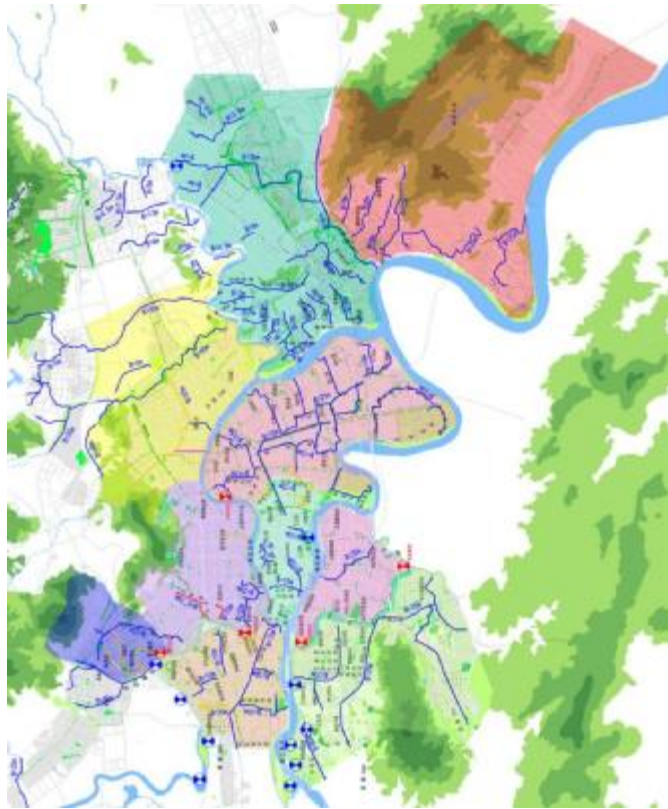


图 4.2-2 行泄通道示意图

40.48-50.96m<sup>3</sup>/s，区内涝水经过行泄通道排入榕江北河和榕江南河。

清流疏浚：对玉滔溪、上义涌、下义涌、钟厝洋排洪渠、陆联涌和西林社区排洪沟清淤。



图 4.2-4 榕城南排水分区行泄通道

(3) 梅云排水分区行泄通道规划

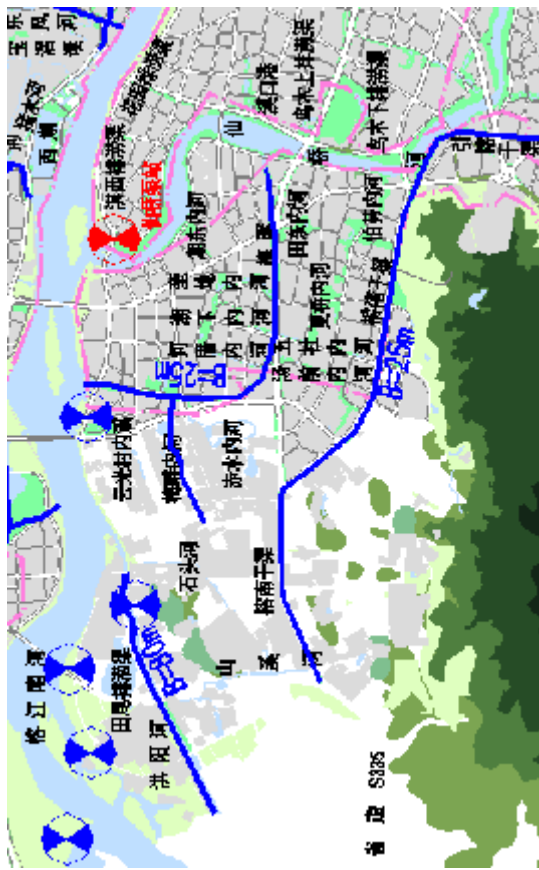


图 4.2-5 梅云排水分区行泄通道

此区域有较大型洪阳河，现状洪阳河河宽已经达到 100m，洪阳河部分河段宽度低于 50m，拟规划将洪阳河最小宽度拓宽至 80m，整治河段两侧有绿地，保障拓宽措施可行性，最大流量估算约为 251.38m<sup>3</sup>/s；除洪阳河外，其余小内涌两边也有绿地，有范围对其进行拓宽，此区域规划采用拓宽疏浚相结合，因为紧邻榕江干流，可适当加大本区域内行泄通道的宽度和深度，保证涝水及时排出，拓宽到至少 20 米，深度达到 2 米，涝水主要通过河涌排向仙桥河和榕江南河。

(4) 仙桥排水分区行泄通道规划

仙桥排水分区河网较少，仙桥河和榕江南河将其包围，但沿河竖向标高较低，易受涝水影响和外江顶托，承担任务较重，应该拓宽区域内水系，使行泄通道彼此连通，便于涝水向仙桥河或榕江南河排放，如果榕江南河水位较高，则涝水可顺势排入仙桥河，若仙桥河水位较高，则涝水可排入榕江南河，内河涌整治拓宽应达到 15 米以上，深度应达到 2.5 米，若取河床糙率为 0.035，河床比降取 0.0015，则流量约为 76.44m<sup>3</sup>/s。

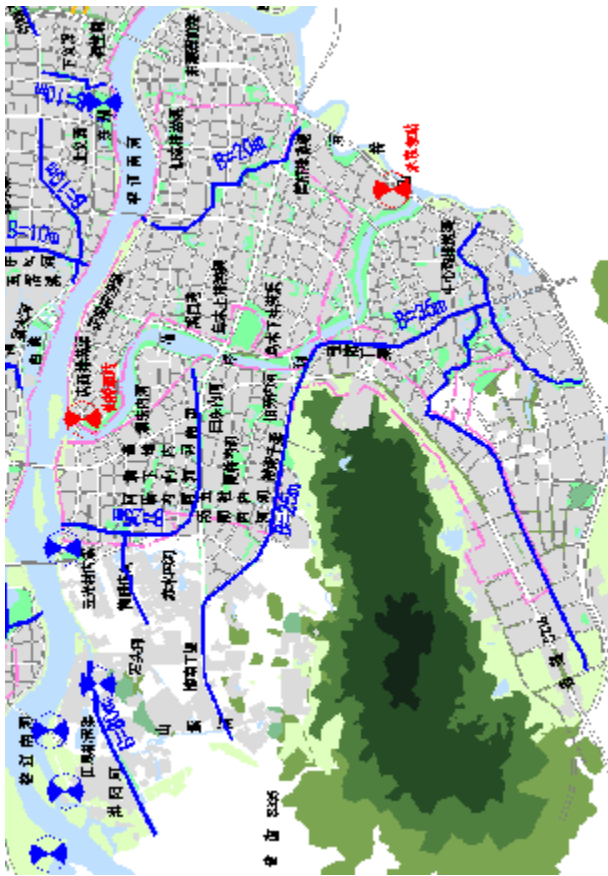


图 4.2-6 仙桥排水分区行泄通道

(5) 磐东排水分区行泄通道规划

此区域内有较多的小内河涌，河涌两侧居民楼较多，村庄密集，又有较多耕地，排涝压力

较大，但河涌拓宽的可能性较小，规划对小内河涌进行疏浚整治，棉港排涝渠是本排水片区最长的排涝渠，两侧有一定的滩涂和绿地，规划对其进行拓宽，至少达到 20m 宽度，疏浚深度为 2m 深，根据明渠均匀流计算公式得到流量约为 107.33m<sup>3</sup>/s；但是其余河涌涌长度较短，两侧没有足够的拓宽用地，只能对其进行疏浚，但必须保证现有河宽不再受到挤压和侵占，疏浚深度保证有 2m 深的行洪通道。



图 4.2-7 礮东排水分区行泄通道规划

(6) 曲溪排水分区行泄通道规划

曲溪排水分区内河排水通道较少，曲溪河承担了北部及东部大片区域的雨水排泄任务。曲溪河宽度基本满足行洪需求，但上游暗涵段因截面较小，难以满足行洪需求，尤其是北部山水汇集至金凤路暗渠，最终也汇入曲溪河，连续暴雨时行洪压力较大。由于原管涵扩建难度大，本次规划对北部排水进行分流，通过利用金凤路暗渠，在汇入曲溪河之前把上游来水引走，通过金凤路新建 2.4m×3.6m 排水通道，由北往南排入榕江北河曲溪段，减小曲溪河的汇水压力，并对原暗涵进行清淤疏浚。



图 4.2-8 曲溪排水分区行泄通道

(7) 锡场排水分区行泄通道规划



图 4.2-9 锡场排水分区行泄通道

锡场排水分区的内河涌泄入埔边排洪渠，最终汇入榕江北河。暴雨时，一方面受北部山水汇集影响，二方面受外水顶托影响，排水压力较大。现状锡东、锡西、后畲沟断面均较小，且

长时间没有进行清淤，河底淤泥堆积，严重影响了行洪过流能力。规划对主要的行洪通道进行清淤，保证有2m深的行洪通道，根据明渠均匀流计算公式得到流量约为25~45.16m<sup>3</sup>/s。

(8) 渔湖排水分区行泄通道规划

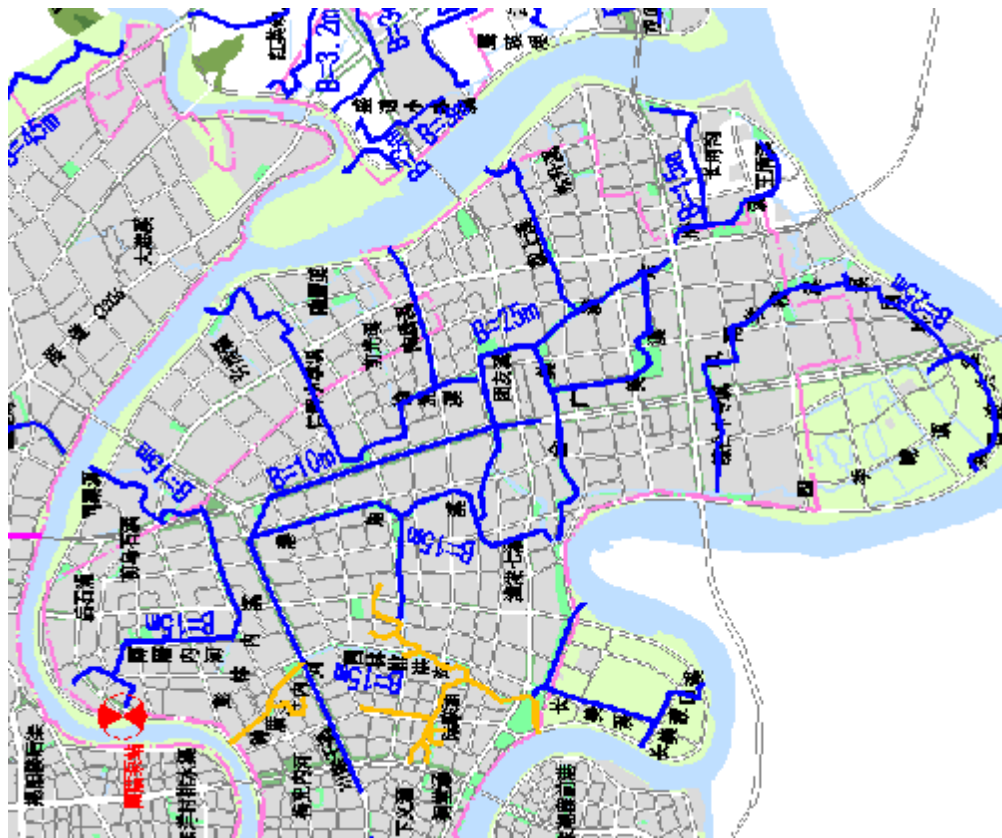


图 4.2-10 渔湖排水分区行泄通道

渔湖排水分区有较多的小型涝水行泄内河涌，历史上渔湖片区有众多的河涌，且彼此相连，是典型的南方水乡，但因城市化建设过程中对河道进行了大规模侵占和改造，导致现状河涌长度小，宽度窄。

本分区位于南河、北河交汇处，易受水位影响和顶托，规划整治后的内河涌，宽度不应小于15m宽度，2m~3m深，基本与现状河宽一致，以发展大道为界，西部涝水经行泄通道汇入榕江南河，东北涝水经行泄通道汇入榕江北河，计算后流量约为60.15m<sup>3</sup>/s，应加强河网连通性，若遇道路等无法连通地区，应通过暗渠或箱涵连接，避免截断河涌水系，此外，需根据联通水系的外江高程设置闸门的启闭，保证区域内水流顺畅。

(9) 登岗砲台排水分区行泄通道规划

排水分区内较大的现状河涌是中离溪，它是连接枫江和榕江的支流，河长27.5km，流域面积72km<sup>2</sup>。中离溪已于2009年列入全国重点地区中小河流近期治理项目，并于2012年进行了整治。区内其它内河涌汇入中离溪，应保证其有15米宽的河宽，部分河涌无法拓宽至15m时，应按照现状河宽进行整治，疏浚至1.5~2.5米深的行洪深度。

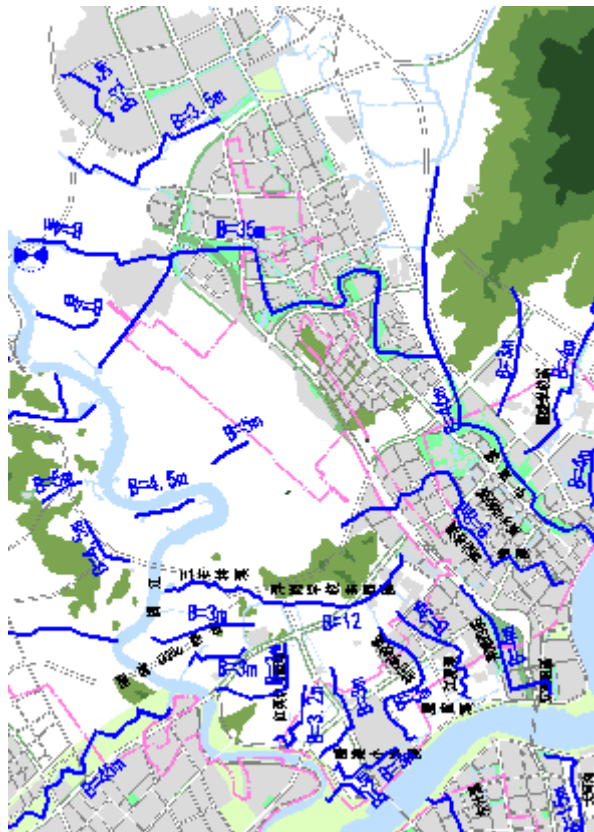


图 4.2-11 登岗砲台排水分区行泄通道

(10) 地都排水分区行泄通道规划

地都排水分区的小型河涌较多,现状河涌两岸为耕地,拓宽较为容易,主要涝水压力在 G206 国道西侧,规划对此行泄通道重点进行拓宽和疏浚,至少应达到 20 米宽度,水深 2m,排涝流量约为 93.56m<sup>3</sup>/s。

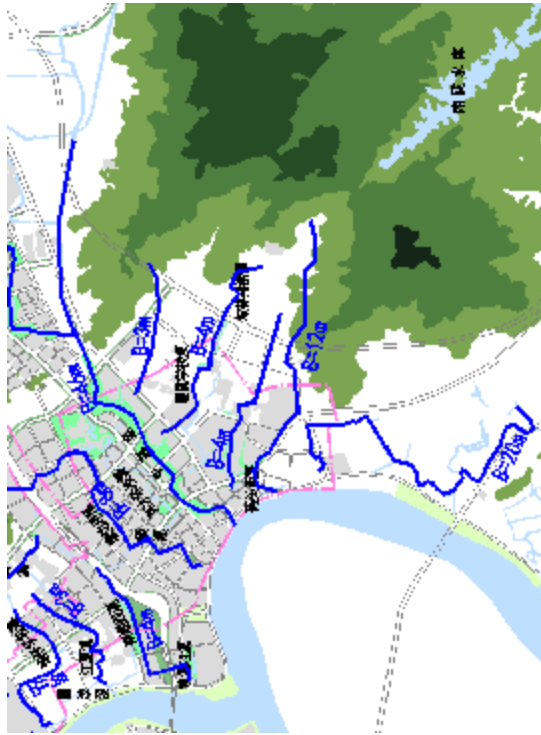


图 4.2-12 地都排水分区行泄通道

#### 4.2.3.5. 城市雨水调蓄设施

雨水调蓄设施中,以天然水体对雨水的调蓄能力和缓冲能力最强,任何工程类措施如下沉式绿地、绿色屋顶、雨水花园等对雨水的调蓄效果都不如天然水体理想,因此在有条件的地区增加水面积,扩大水面积是雨水调蓄设施的首选,揭阳市中心城区目前不具备建设大型雨水调蓄湖的条件,根据揭阳市城市总体规划用地布局图,规划雨水调蓄湖及湿地公园类型如下:

- (1) 保留现有南陇水库,以调蓄周边山洪;
- (2) 保留现有小型水库,以增加水面积,调蓄水量。
- (3) 保留并适当改造榕江西湖公园和东湖公园,可改造成湿地公园或增加调蓄湖面积。
- (4) 拟在榕江南河北侧,揭东区警东街道镇南路附近的河道边修建一座湿地调蓄公园,公园规划在原《控规》中公园绿地中,增加调蓄面积。

(5) 规划在榕江北河北侧,修建一座湿地调蓄公园,增加调蓄面积。

(6) 规划新建仙桥河湿地公园,位于仙桥河最大转弯处两岸,调蓄容积约为 4 万立方米。

(7) 改造紫阳山风景区原有湖泊,整治湖泊岸线,增加水体调蓄面积。

(8) 对中离溪进行整治改造,形成河道、湿地、景观三者结合的带状生态湿地公园,充分河道两岸绿地,将景观绿地与河道结合进行综合整治,河道规划为复式断面,主河槽两岸为湿地,一级亲水平台按照 5 年一遇洪水进行设计,二级平台则按照《堤防设计规范》进行设计,保证设计标准的洪水可漫过一级亲水平台,但不会漫过二级亲水平台,如此可充分将河道与两侧景观进行衔接,增加水体调蓄容积。枫江带状河道景观也如此。

(9) 新建榕江调蓄湖,位于地都排水分区内,面积约为 20 亩。

(10) 其他调蓄类低影响开发措施:

- 规划在新建公园绿地中增加调蓄类低影响开发设施一雨水花园、调蓄池等。因揭阳地下水水位高,且地势较低,采用下渗措施的雨水调蓄设施不甚理想,推荐采用“蓄、滞”等设施如调蓄池,调蓄池等。
- 湿塘指具有雨水调蓄和净化功能的景观水体,雨水同时作为其主要的补水水源。湿塘有时可结合绿地、开放空间等场地条件设计为多功能调蓄水体,即平时发挥正常的景观及休闲娱乐功能,暴雨发生时发挥调蓄功能,实现土地资源的多功能利用。湿塘一般由进水口、前置塘、主塘、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。

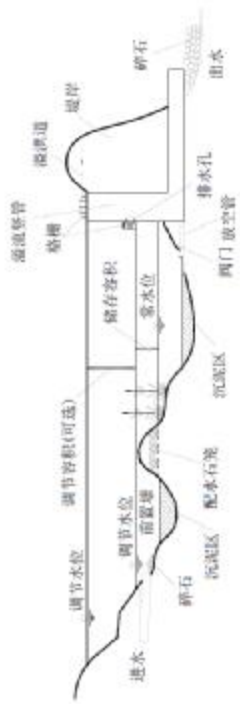


图 4.2-13 湿塘构造示意图

- 规划区内有较多的小型河涌,可增加雨水湿地的调蓄设施,雨水湿地利用物理、水生植物及微生物等作用净化雨水,是一种高效的径流污染控制设施,雨水湿地分为雨水表流湿地和雨水潜流湿地,一般设计成防渗型以便维持雨水湿地植物所需要的水量,雨水湿地常与湿塘合建并设计一定的调蓄容积。雨水湿地与湿塘的构造相似,一般由进水口、前置塘、沼泽区、出水池、溢流出水口、护坡及驳岸、维护通道等构成。



图 4.2-16 雨水调蓄设施布点图

#### 4.2.4.雨水源头减排

排水防涝系统需要综合考虑“蓄、滞、渗、用、排”等多种措施组合，构建从源头到末端的全过程控制雨水系统，其中基于构建海绵城市及低影响开发理念的雨水径流控制与资源化利用，是落实“蓄、滞、渗、用”的关键，重点从源头对雨水径流总量、径流峰值及径流污染进行控制。

本章的重点是根据海绵城市及低影响开发的要求，结合揭阳市中心城区的地形地貌、气象水文、社会发展等情况，提出适合本规划区的雨水径流控制标准，径流控制的方法、措施及相应设施的布局、径流污染控制的要求及雨水资源化利用的方式和措施。

#### 4.2.4.1.年径流控制率

根据揭阳市现状用地类型及降雨资料，揭阳市现状年径流总量控制率约为50%。根据《海绵城市建设技术指南》的要求，选取揭阳国家气象站（区站号59315）数据1988-2017年的日

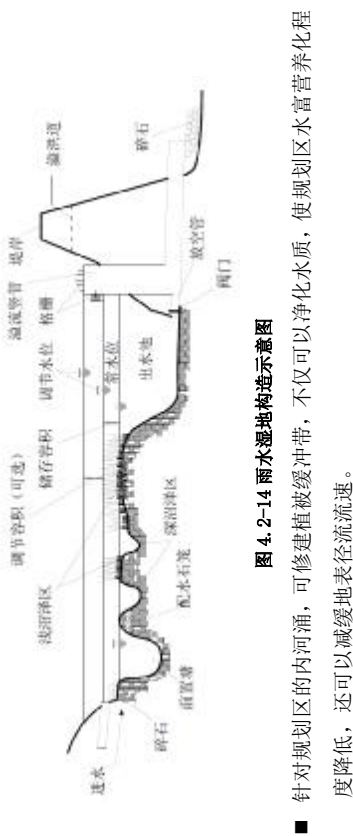


图 4.2-14 雨水湿地构造示意图

■ 针对规划区的内河涌，可修建植被缓冲带，不仅可以净化水质，使规划区水富营养化程度降低，还可以减缓地表径流流速。

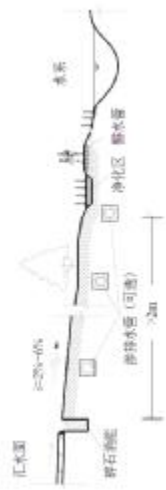


图 4.2-15 植被缓冲带典型构造示意图

规划区内具体调蓄设施情况如下表所示。

表 4.2-3 规划区雨水调蓄设施表

序号	名称	性质	集雨面积 (km <sup>2</sup> )	占地面积 (亩)	库容 (万 m <sup>3</sup> )	估算投资金额 (万元)
1	榕江西湖公园	现状保留	/	318	/	/
2	榕江东湖公园	现状保留	/	250	/	/
3	长美公园	新建	/	26	1.8	2000
4	中高溪带状河道景观湿地公园	新建	/	30	4	6000
5	仙桥河湿地公园	新建	/	左岸和右岸 2*15	4	2000
6	肇沟公园	新建	/	183	12	10000

降雨数据，按照《海绵城市建设技术指南》的要求通过 MATLAB 进行计算，确定揭阳市海绵城市低影响开发雨水系统的年径流总量控制率目标设定为 70%，对应的设计降雨量为 25.7mm。到 2020 年，揭阳市中心城区建成区 20% 以上面积年径流总量控制率达到 70%；到 2035 年，揭阳市中心城区建成区 80% 以上的面积年径流总量控制率达到 70%。

依据《海绵城市建设技术指南》，提出我国大陆地区大致分为五个区，并给出了各区年径流总量控制率  $\alpha$  的最低和最高限值，即 I 区 ( $85\% \leq \alpha \leq 90\%$ )、II 区 ( $80\% \leq \alpha \leq 85\%$ )、III 区 ( $75\% \leq \alpha \leq 85\%$ )、IV 区 ( $70\% \leq \alpha \leq 85\%$ )、V 区 ( $60\% \leq \alpha \leq 85\%$ )，揭阳市属于 V 区。

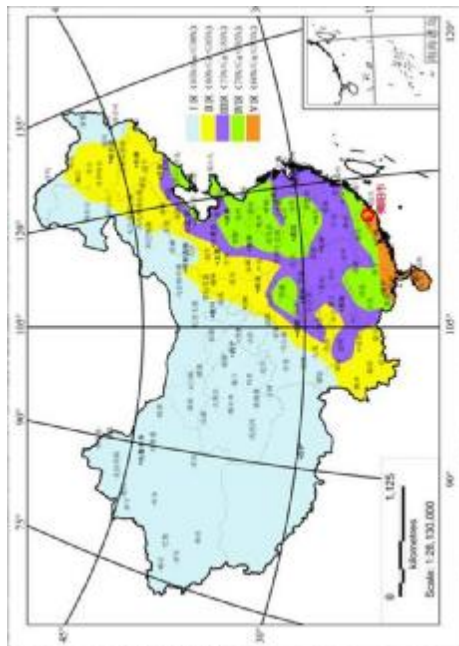


图 4.2-17 我国大陆地区年径流总量控制率分布图

通过对揭阳市 1988-2017 年连续日降雨数据资料进行统计分析，计算出年径流总量控制率对应的设计降雨量关系图。分别计算出揭阳市不同年设计降雨量对应的设计降雨量。综合计算及分析，达到海绵城市指南中要求的控制率 65~80% 对应的设计降雨量 22.4~37.1mm。为了避免投资效益及低影响开发设施利用效率不高，适当降低年径流总量控制率。

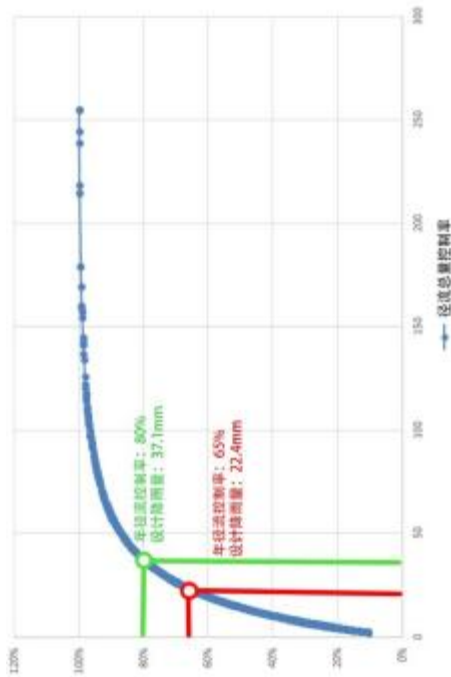


图 4.2-18 揭阳市“径流总量控制率-设计降雨”曲线

表 4.2-4 揭阳市年径流总量控制率与对应设计降雨量

年径流控制率	设计降雨量	年径流控制率	设计降雨量	年径流控制率	设计降雨量
50%	13.8mm	62%	20.1 mm	74%	29.3 mm
51%	14.2 mm	63%	20.7 mm	75%	30.3 mm
52%	14.7 mm	64%	21.4 mm	76%	31.4 mm
53%	15.2 mm	65%	22 mm	77%	32.5 mm
54%	15.6 mm	66%	22.8 mm	78%	33.7 mm
55%	16.2 mm	67%	23.4 mm	79%	35.1 mm
56%	16.7 mm	68%	24.2 mm	80%	36.3 mm
57%	17.2 mm	69%	24.9 mm	81%	37.7 mm
58%	17.7 mm	70%	25.7 mm	82%	39.2 mm
59%	18.3 mm	71%	26.6 mm	83%	40.8 mm
60%	18.9 mm	72%	27.4 mm	84%	42.4 mm
61%	19.5 mm	73%	28.3 mm	85%	44.2 mm



### (1) 行政区径流指标分解

城市	年径流总量控制率	设计降雨量
湛江	70%	32.1mm
佛山	70%	26.7mm
珠海	70%	28.5mm
深圳	70%	25mm

参考国内南方地区已经开展海绵城市建设的城市经验,为实现径流总量控制效益最优化,年径流总量控制率越高,当年径流总量控制率超过一定值时,投资效益会急剧下降,造成设施规模过大、投资浪费的问题。需要考虑降低影响开发设施建设的经济性,综合考虑以上因素确定揭阳市中心城区建成区的年径流控制率为 70%,设计降雨量为 25.7mm。

#### 4.2.4.2.径流控制体系

根据前文设置的目标值,揭阳市中心城区建成区年径流控制目标为 70%,对应设计降雨量为 25.7mm。根据建设下垫面生态本底,城市建设标准,新建改建比例,因地制宜地将年径流控制指标进行分解。

- 1) 农林用地比例、绿地率高的地区,雨水自然入渗和滞蓄能力相对较强,且建设下凹式绿地、植被草沟的条件较好;反之则雨水自然入渗和滞蓄能力较弱,没有太多空间建设下凹式绿地、植被草沟等海绵设施。
- 2) 水面率高的地区,整个区域对雨水径流的滞蓄能力较强,可在源头控制能达到的目标基础上适当提高目标值。
- 3) 规划建设用地比例高的地区,其对下垫面的改变程度较大,雨水入渗、滞蓄能力较低,反之则雨水入渗、滞蓄能力较高。

综上,对生态本底较好、规划建设用地比例较低的地区适当设定较高目标,反之则设定较低目标,整体达到年径流总量控制率 70%的目标。

本规划对各镇街的年径流总量控制率进行了解析,以便于各镇街下一步落实各自辖区的海绵城市建设相关要求。

表 4.2-6 行政区径流指标分解表

行政区	年径流总量控制率 (%)
榕城区	66%
榕城区 (原空港经济区)	72%
揭东区 (除原产业转移工业园以外)	69%
揭东区 (原产业转移工业园)	70%

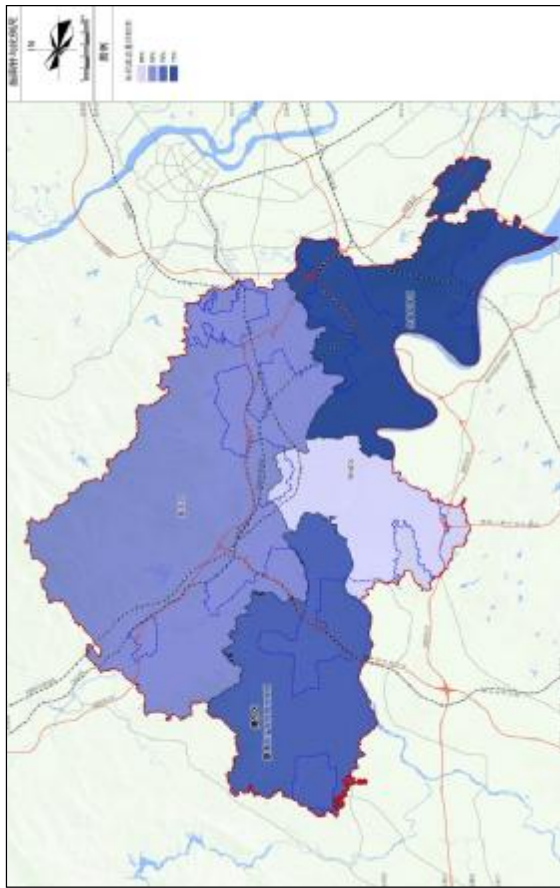


图 4.2-19 径流指标分解图

### (2) 管控分区径流指标分解

规划对各管控分区的年径流总量控制率进行了解析,以便于控规尺度落实海绵城市建设相关要求。

表 4.2-7 34 个径流分区控制方案表 (强制性)

序号	汇水面积(公顷)	年径流控制率目标(%)
1	551	76%
2	1372	73%
3	1049	71%
4	512	71%
5	1014	67%
6	362	69%
7	1249	65%
8	246	85%
9	444	74%
10	1556	74%
11	657	64%
12	1965	67%
13	2329	65%
14	2256	66%
15	759	76%
16	253	71%
17	1049	63%
18	3504	66%
19	1447	68%
20	309	64%
21	210	69%
22	256	84%
23	4309	71%
24	523	83%
25	609	80%
26	307	68%

序号	汇水面积(公顷)	年径流控制率目标(%)
27	789	67%
28	688	70%
29	858	68%
30	1354	65%
31	1330	67%
32	214	79%
33	406	65%
34	2430	76%
<b>总计</b>	<b>37164</b>	<b>70%</b>

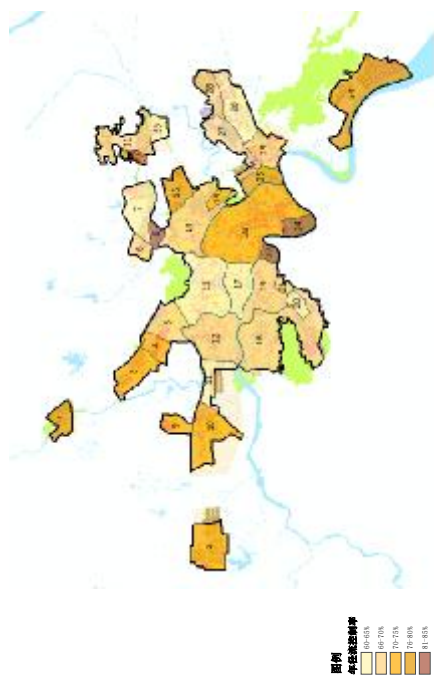


图 4.2-20 径流控制分布图

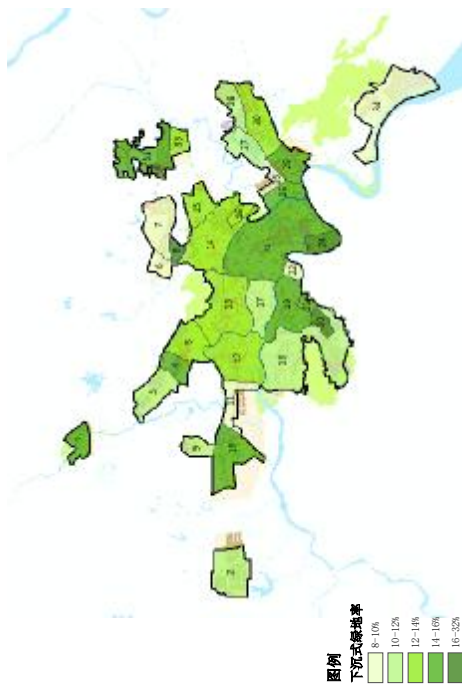


图 4.2-21 下沉式绿地率分布图

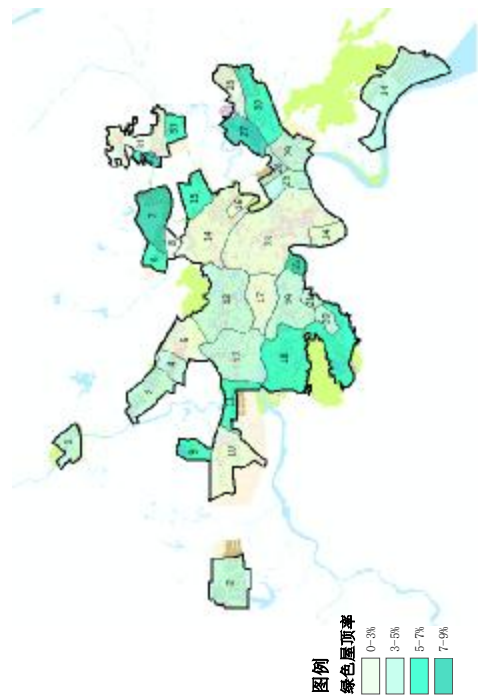


图 4.2-23 绿色屋顶率分布图

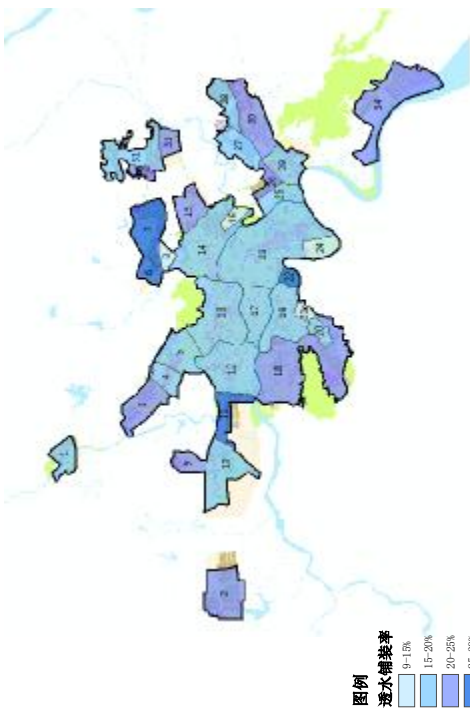
### (3) 弹性管控

为实现年径流控制目标，从新建和改建两个角度，对各类用地的径流控制目标及低冲击设施（主要考虑生态屋顶率、透水铺装率、下沉式绿地率）建设规模进行指引，此为指引性指标。鼓励利用当地坑塘、沟渠、风水塘等具有调蓄功能的生态文化基底进行径流消纳，以年径流控制总量为总体刚性目标，各类低冲击设施、生态调蓄设施之间弹性转换。通常，坑塘、风水池调蓄容积高于下沉式绿地调蓄容积，调蓄比例在 1:2-1:5 之间（即单位坑塘、风水池调蓄量为 2 至 5 个单位的下沉式调蓄容积）

表 4.2-8 各类用地低冲击设施建设指引率（不低于）（指引性）

引导性目标	居住用地		公共管理及商业用地		绿地		工业用地、物流仓储用地	
	新建	改建	新建	改建	新建	改建	新建	改建
年径流控制率	75%	40%	65%	40%	85%	80%	45%	35%
生态屋顶	—	—	15%	10%	—	—	—	—

图 4.2-22 透水铺装率分布图



#### 4.2.4.4. 雨水资源化利用

##### (1) 雨水资源化利用目标

利用雨水用作浇洒道路、绿化用水，居民冲厕用水，并从水资源可持续利用的角度，在水质可以满足标准时，将雨水用于补充城市景观水系，体现城市水生态系统的自然修复、恢复与循环流动，改善缺水城市的水源涵养条件，达到改善自然气候条件以及水生态循环的目的，规划雨水资源综合利用率达到 3%。

##### (2) 雨水资源化利用策略

针对城市水源单一且使用效率较低的情况，合理开发城市雨水作为浇洒道路、绿化用水，居民冲厕用水的水源。当水质可以满足标准时，通过渗透利用及集蓄利用两方面措施，将雨水用于补充城市景观水系，加强城市水生态系统的自然修复、恢复与循环流动，改善城市的水源涵养条件，以达到调节自然气候条件以及水生态循环的目的。综合考虑揭阳市中心城区年径流总量控制目标的要求，水资源供需、城市防洪和低风险影响开发改造的空间，确定雨水资源综合利用率的控制目标分为老城区和新规划区。老城区由于雨水资源化利用的实施困难，仅在小区或道路改造时建立雨水资源化利用设施；新规划区雨水集蓄来源于屋面雨水收集、路面与广场雨水收集，调蓄水面雨水收集。雨水利用方向为调蓄水面蒸发损耗、绿地浇灌用水及道路喷洒用水。

##### (3) 雨水资源化利用的实施途径

规划区雨水利用模式采用雨水集蓄直接利用。雨水集蓄利用从以下方面实施：

- 1) 内涝水的集蓄利用。根据城市内涝风险评估结果，针对可能存在的内涝点，结合解决淹水问题开展雨水利用。
- 2) 居住区、学校、场馆和企业事业单位的雨水集蓄利用。开展雨水集蓄利用，结合道路广场、公园、绿地的布局，规划雨水蓄水池、雨水地下回灌系统等工程设施，规划将收集的雨水用于校园、场馆、单位内部的景观水体补水、绿化、道路浇洒等，可节约城市大量水资源。
- 3) 湿地、水塘的雨水集蓄利用。结合规划区内景观湖体、天然洼地、坑塘、河流和沟渠以及规划人工湿地等，建立综合性、系统化的蓄水工程设施，把雨水径流洪峰暂存其内，再加以

率						
透水铺装率	30%	20%	50%	20%	40%	30%
下凹式绿地率	30%	30%	40%	30%	40%	20%

#### 4.2.4.3. 雨水源头减排建设工程

雨水源头减排主要是采用新建下凹式绿地、人工湿地和改造透水铺装等措施，建设工程总量约为 395.86 公顷。

表 4.2-9 低影响开发项目建设一览表

序号	项目名称	建设内容及规模	占地面积 (公顷)	投资 (万元)	建设年限
1	卢前片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	15.69	392.13	2022
2	马牙片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	19.31	482.70	2022
3	进安片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	32.56	813.95	2022
4	侨社片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	7.61	190.19	2022
5	飞燕片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	27.72	693.02	2022
6	榕湖片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	2.17	54.32	2022
7	新河社区改造项目	绿色屋顶、透水铺装、下凹式绿地、透水性停车场、可渗透地面	36.37	909.35	2025
8	榕江新城创智社区项目	绿色屋顶、透水铺装、下凹式绿地、透水性停车场、可渗透地面	164.53	4113.29	2024
9	榕城工业园改造项目	透水铺装、下凹式绿地	62.60	1564.92	2025
10	揭阳市体育中心项目	透水铺装、下凹式绿地、透水性停车场、可渗透地面	27.31	682.71	2023
	合计		395.86	9896.57	



4) 道路边缘石宜设计雨水通道,合理分散疏导进入绿化隔离带的水流,防止冲刷和水土流失,同时确保道路雨水径流能够顺利流入绿化带。

5) 大型立交绿地内宜采用雨水湿地、雨水花园、湿塘、蓄渗模块等设施,立交路段内的雨水应优先引导排到绿地或蓄渗模块内,有条件的可加以回用。

### (二) 绿地与广场海绵设计指引

城市绿地、广场及周边区域径流雨水应通过有组织的汇流与传输,经截污等预处理后引入城市绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施,消纳自身及周边区域径流雨水,并衔接区域内的雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统,提高区域内涝防治能力。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行,如湿地公园和有景观水体的城市绿地与广场宜设计雨水湿地、湿塘等。城市绿地与广场低影响开发雨水系统典型流程如下图所示。

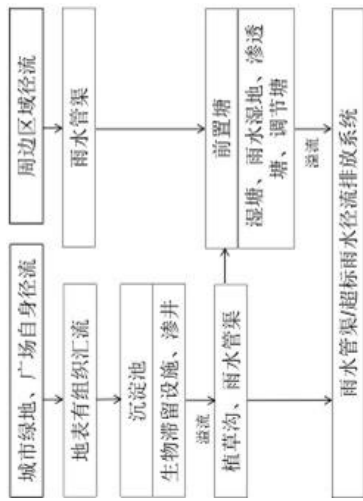


图 4.2-25 城市绿地与广场低影响开发雨水系统典型流程示例

(1) 城市绿地与广场应在满足自身功能条件下(如吸热、吸尘、降噪等生态功能,为居民提供游憩场地和美化城市等功能),达到相关规划提出的低影响开发控制目标与指标要求。

(2) 城市公园设计应结合区域城市组团设计、场地土壤及水文特质、现状及规划地形地势、周边场地、市政及周边水系的接纳能力等科学合理进行制定,保证绿地的生态安全及使用功能,优先选用低碳方式。设计应明确绿地与区域功能关系,明晰绿地内雨水流程,经过科学计算设置合理的布局、设施。

(3) 规划承担城市排水防涝功能的城市绿地与广场,其总体布局、规模、竖向设计应与城市内涝防治系统相衔接。

(4) 城市绿地与广场宜利用透水铺装、生态屋顶、植草沟等小型、分散式低影响开发设施消纳自身径流雨水。

(5) 城市湿地公园、城市绿地中的景观水体等宜具有雨水调蓄功能,通过雨水湿地、湿塘等集中调蓄设施,消纳自身及周边区域的径流雨水,构建多功能调蓄水体湿地公园,并通过调蓄设施的溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接。

(6) 城市绿地与广场内湿塘、雨水湿地等雨水调蓄设施应采取水质控制措施,利用雨水湿地、生态堤岸等设施提高水体的自净能力,有条件的可设计人工土壤渗滤等辅助设施对水体进行循环净化。

(7) 周边区域径流雨水进入城市绿地与广场内的低影响开发设施前,应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理,防止径流雨水对绿地环境造成破坏。

(8) 低影响开发设施内植物宜根据设施水分条件、径流雨水水质等进行选择,宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。

(9) 应限制地下空间的过度开发,为雨水回补地下水提供渗透路径。

(10) 下沉式广场应设有排水泵站及自控系统,广场达到最大积水深度时泵站可自行开启。应设淤积冲洗装置和车辆检修通道。应设置警示标识,并应有安全疏散措施。

(11) 城市公园绿地低影响开发雨水系统设计应满足《公园设计规范》(CJJ48)中的相关要求。

### (三) 建筑与小区海绵设计指引

建筑屋面和小区路面径流雨水应通过有组织的汇流与传输,经截污等预处理后引入绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的低影响开发设施。因空间限制等原因不能满足控制目标的建筑与小区,径流雨水还可通过城市雨水管渠系统引入城市绿地与广场内的低影响开发设施。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行,如结合小区绿地和景观水体优先设计生态屋顶、渗井、湿塘和雨水湿地等。建筑与小区低影响开发雨水系统典型流程如下图所示。

- 6) 小区道路径流雨水进入绿地内的低影响开发设施前，应利用沉淀池、前置塘等对进入绿地内的径流雨水进行预处理，防止径流雨水对绿地环境造成破坏。
- 7) 低影响开发设施内植物应根据水分条件、径流雨水水质等进行选择，宜选择耐盐、耐淹、耐污等能力较强的乡土植物。
- 8) 雨水花园的边线距离建筑基础至少 3m，距离有地下室的建筑至少 9m，透水铺装设置在地下室顶板上时，顶板覆土厚度不应小于 600mm，并应设置排水层。

9) 小区屋面具备设置生态屋顶的条件（坡度小于 15° 等）时，应因地制宜地确定生态屋顶的类型。根据种植基质深度和景观复杂程度生态屋顶一般可分为两类：一类生态屋顶一般种植草本植物、小型灌木和攀缘植物等，其土壤层和总体厚度较小，对屋顶结构强度要求较低（屋面静荷载不低于 140kg/m<sup>2</sup>），主要功能为削减雨水径流量；另一类生态屋顶一般栽种根系较深、耐旱耐水植物，其土壤层和总体厚度较大，对屋顶结构强度要求高（屋面静荷载不低于 250kg/m<sup>2</sup>），主要用于景观，设计较为复杂。生态屋顶的设计应符合《屋面工程技术规范》（GB50345）的规定，可参考《种植屋面工程技术规程》（JGJ155）。生态屋顶应设置屋面排水沟或排水管道等设施，用以排除超出生态屋顶容纳能力的雨水。生态屋顶的设置，除满足排水相关规范的要求外，还应满足建筑、结构等相关专业规范的要求。既有建筑设置生态屋顶设施，应校核屋顶的荷载和防水性能。

- 10) 生态屋顶自上而下由土壤层、过滤层、排水层、保护层、防水层和找平层组成，应符合下列规定：
  - 土壤层宜选择轻质、适宜植物生长的材料（如种植土、泥炭等），其铺设厚度应根据种植植物的类型确定。当种植乔木时，其厚度可超过 600mm；当种植其它植物时，其厚度不宜超过 150mm。
  - 过滤层应采用透水且能防止泥土流失的材料（如长丝土工布和玻纤毡等，其中长丝土工布的单位质量应不小于 300g/m<sup>2</sup>）。
  - 排水层宜采用卵石、碎石或具有储水能力的合成材料，孔隙率宜大于 25%，厚度宜为 100mm~150mm。
  - 保护层厚度应能防止被植物根系穿透，宜选择铝合金、高密度或低密度聚乙烯土工膜、聚氯乙烯，也可选择水泥砂浆等材料。

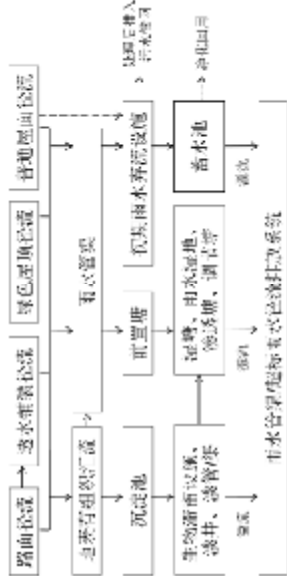


图 4.2-26 建筑与小区低影响开发雨水系统典型流程示意图

### (1) 场地海绵设计

- 1) 应充分结合现状地形地貌进行场地设计与建筑布局，保护并合理利用场地上原有的湿地、坑塘、沟渠等。
- 2) 应优化不透水硬化面与绿地空间布局，建筑、广场、道路周边宜布置可消纳径流雨水的绿地。建筑、道路、绿地等竖向设计应有利于径流汇入低影响开发设施。
- 3) 低影响开发设施的选择除生态屋顶、雨水罐、渗井等小型、分散的低影响开发设施外，还可结合集中绿地设计渗透塘、湿塘、雨水湿地等相对集中的低影响开发设施，并衔接整体场地竖向与排水设计。
- 4) 景观水体补水、循环冷却补水及绿化灌溉、道路浇洒用水的非传统水源宜优先选择雨水。按绿色建筑标准设计的建筑与小区，其非传统水源利用率应满足《绿色建筑评价标准》（GB/T50378）的要求，其他建筑与小区宜参照该标准执行。有景观水体的小区，景观水体应具备雨水调蓄功能，景观水体的规模应根据降雨规律、水面蒸发量、雨水回用量等，通过全年水量平衡分析确定。雨水进入景观水体之前应设置前置塘、植被缓冲带等预处理设施，同时可采用植草沟转输雨水，以降低径流污染负荷。景观水体宜采用非硬质池底及生态驳岸，为水生动物植物提供栖息或生长条件，并通过水生动物植物对水体进行净化，必要时可采用人工土壤渗透等辅助手段对水体进行循环净化。
- 5) 小区绿地在满足改善生态环境、美化公共空间、为居民提供游憩场地等基本功能的前提下，应结合绿地规模与竖向设计，在绿地内设计可消纳屋面、路面、广场及停车场径流雨水的低影响开发设施，并通过溢流排放系统与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

- 防水层宜选择对屋顶变形或开裂适应性强的柔性材料，如合成橡胶、复合防水涂料、改性沥青或高分子卷材等。

- 找平层由水泥砂浆铺成，厚度宜为 20mm~30mm。

11) 不具备设置生态屋顶条件的建筑，可不设土壤和植被层，仅在屋顶安装一个或多个带有溢流堰（孔）的雨水斗，下部和落雨管连接，从而延缓雨水进入雨水斗、落雨管和地下管道的过程。雨水斗的数量和布置，应根据单个装置的过水能力和设计屋顶积水深度确定。屋面雨水应优先考虑引入建筑周围绿地入渗。

### (2) 建筑海绵设计

1) 屋顶坡度较小的建筑可采用生态屋顶，生态屋顶的设计应符合《屋面工程技术规范》(GB50345) 的规定。

2) 宜采取雨落管断接或设置集水井等方式将屋面雨水断接并引入周边绿地内小型、分散的低影响开发设施，或通过植草沟、雨水管渠将雨水引入场地内的集中调蓄设施。

3) 建筑材料也是径流雨水水质的重要因素，应优先选择对径流雨水水质没有影响或影响较小的建筑屋面及外装饰材料。

4) 水资源紧缺地区可考虑优先将屋面雨水进行集蓄回用，净化工艺应根据回用水水质要求和径流雨水水质确定。雨水储存设施可结合现场情况选用雨水罐、地上或地下蓄水池等设施。当建筑层高不同时，可将雨水集蓄设施设置在较低楼层的屋面上，收集较高楼层建筑屋面的径流雨水，从而借助重力供水而节省能量。

5) 地下建筑的出入口及通风井等出地面构筑物的敞口部位应高于周边地坪不小于 300mm，并应采取防止被雨水淹没的措施。

6) 应限制地下空间的过度开发，为雨水回补地下水提供渗透路径。

7) 收集雨水及回用水管道严禁与生活饮用水管道连接。

## 4.3. 设施提升改造措施

### 4.3.1. 排水管渠系统及其附属设施建设改造

#### 4.3.1.1. 排水体制

城市排水体制应根据揭阳市国土空间规划、环境保护要求，当地的自然条件（地理位置、地形及气候）和废水接纳体条件，投资与经济条件，结合城市污水的水质、水量及城市原有排水设施情况，经过综合分析比较确定。本次规划尊重揭阳城市建设实际情况，规划榕城北为截流式合流制区；榕城老城区（钓桥河以东、莲花大道以西）为截流式合流制区，其余新建城区为分流制区，结合城市建设逐步完善。

目前揭阳市中心城区范围内合流制管道正在大力进行雨污分流改造，但因为施工质量不高及分期施工等因素，在强降雨时，城区内大部分管道仍为雨污混流。

#### 4.3.1.2. 总体方案

一方面，加强对现状管渠进行疏通、修复、贯通，充分发挥现状管渠的作用。另一方面，新建雨水管渠按重现期目标设计。新建及改造地区：雨水管渠设计重现期按 P=3 年；重要地区：雨水管渠设计重现期按 P=5 年；中心城区地下通道和下沉式广场：雨水管渠设计重现期按 P=30 年。

规划区内新建区域排水严格采用雨污分流制；市政道路规划雨水管最小管径采用 600mm；道路红线宽度超过 50m 的道路，宜在道路两侧布置雨水管；现状合流制排水管道逐步改造为分流制的雨水管道。

按照划分的集雨分区，现状合流制排水原则规划改造为雨水管道，分别对现状雨水管道、合流制排水管道按暴雨重现期为 2 年进行进行校核，对于不满足要求的现状管道和规划雨水管道，按暴雨重现期为 3 年及以上标准进行规划计算。



#### 4.3.1.3. 排水管渠及设施改造方案

##### (1) 榕城北排水分区

榕城北排水分区集雨面积 2324 公顷，本次规划共划分为 32 个雨水分区，区域雨水排入河涌后最终就近排往区域南侧的榕江北河。规划新建玉城村、玉埔村 2 座移动泵站。

榕城北排水分区位于榕江以北区域，为现状建成区，区域内现状建设分布以工业和居住用地为主，依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》该区域规划以居住和商业用地为主，规划雨水管道设计综合径流系数取 0.75。规划采用重力排水，雨水经雨水管道就近排入水体。流域现状排水以合流制雨水管为主，本次规划主要对区域内的内涝点进行雨水管道改造规划，使之达到解决内涝为最终目的，完善流域的雨水排放系统。

榕城北排水分区规划雨水管道尺寸为  $d1000 \sim B \times H=4.0 \times 2.0$ ，规划雨水管渠总长约 64.2km。

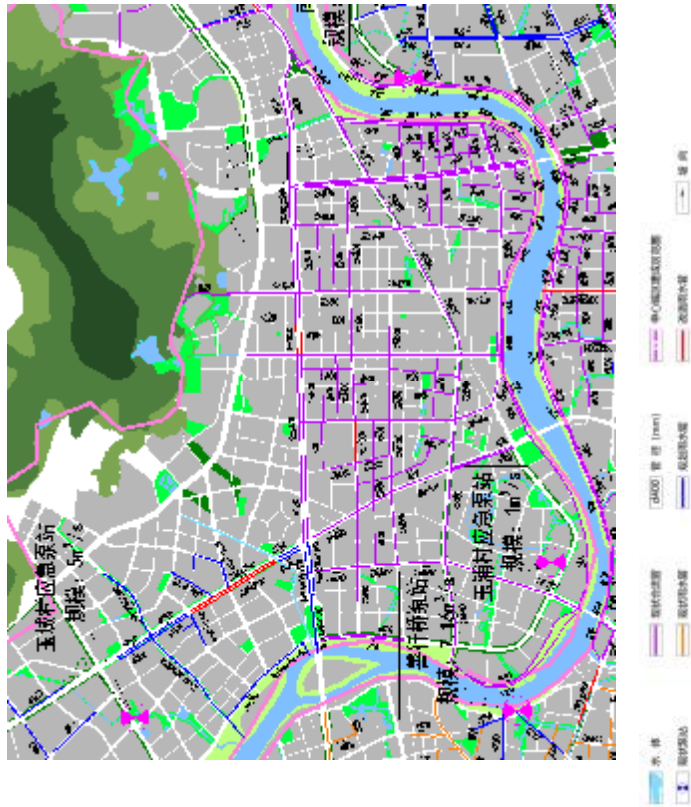


图 4.3-1 榕城北排水分区管网规划示意图

##### (2) 榕城南排水分区

榕城南排水分区集雨面积 1291 公顷，本次规划共划分为 15 个雨水分区，区域雨水排入河涌后最终就近排往榕江-北河和榕江南河，保留东湖排水合流泵站，新建南厝泵站。

榕城南排水分区位于榕江南河以北、榕江-北河以南区域，为现状建成老城区，区域内现状建设密集，以居住用地为主，并配有少量工业用地。依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》该区域规划以居住和商业用地为主，分区内多为城市改造区，规划雨水管道设计综合径流系数取 0.75。规划采用重力排水，雨水经雨水管道就近排入水体。流域现状雨水管道较少，本次规划主要对区域内内涝点进行整治，改造和新建区的雨水管道进行规划，最终完善流域的雨水排放系统。

榕城南排水分区规划雨水管道尺寸为  $d1000 \sim B \times H=2.5 \times 2.0$ ，规划雨水管渠总长约 32.2km。

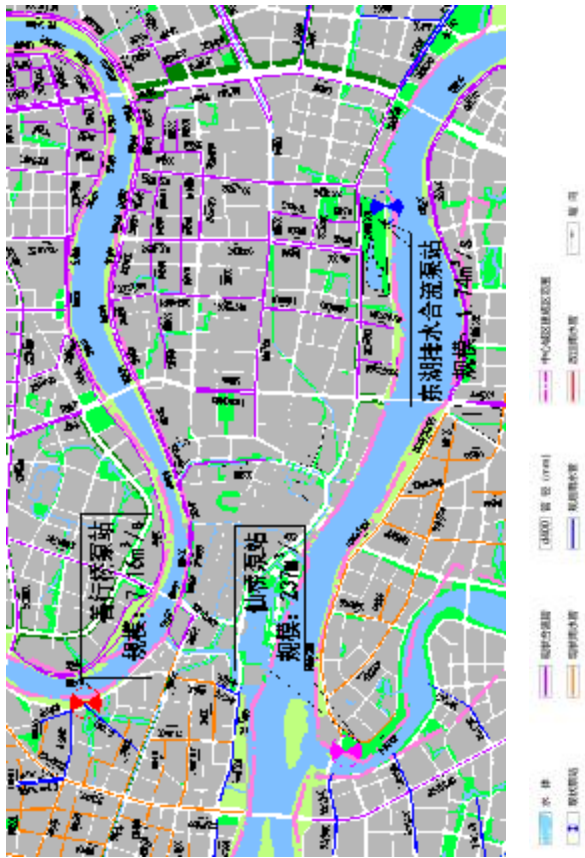


图 4.3-2 榕城南排水分区管网规划示意图



(5) 曲溪排水分区

曲溪排水分区集雨面积 4731 公顷，区域雨水排入河涌，河涌最终向西直接排入榕江北河曲溪段。

曲溪排水分区位于榕江北河以北、以东区域，为现状建成老城区，区域内现状建设密集，以居住用地为主。依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》该区域规划以居住和商业用地为主，并配有部分工业用地，分区内多为城市改造区，规划雨水管道设计综合径流系数取 0.75。规划采用重力排水，雨水经雨水管道就近排入水体。流域现状雨水管道较少，本次规划主要对区域内内涝点进行整治，增加渠箱直排榕江，减小曲溪河行洪压力，改造和新建区的雨水管道进行规划，逐步完成雨污分流建设，疏浚现状排水管网，最终完善流域的雨水排放系统。

曲溪排水分区规划雨水管道尺寸为  $d800\sim 3.6\times 2.4m$ ，规划雨水管渠总长约 15.18km，新建雨污分流管网 93.37km。

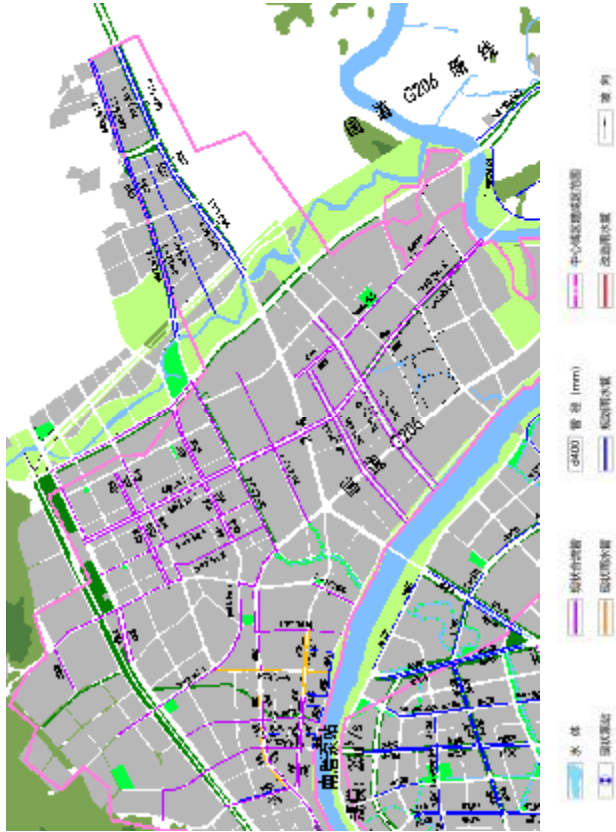


图 4.3-5 曲溪排水分区管网规划示意图

(6) 锡场排水分区

锡场排水分区集雨面积 1355 公顷，河涌最终向南直接排入榕江北河。区域雨水排入河涌后最终就近排往榕江北河。

锡场排水分区位于榕江北河以北、以东区域，为锡场老城区，区域内现状建设密集，以居住用地为主。依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》该区域规划以居住和商业用地为主，分区内多为城市改造区，规划雨水管道设计综合径流系数取 0.75。规划采用重力排水，雨水经雨水管道就近排入水体。流域现状雨水管道较少，本次规划主要对区域内内涝点进行整治，改造和新建区的雨水管道进行规划，逐步完成雨污分流建设，疏浚现状排水通道，最终完善流域的雨水排放系统。

锡场排水分区规划雨水管道尺寸为  $d800\sim 1.5\times 1.5m$ ，规划雨水管渠总长约 12.5km，新建雨污分流管网 20.55km。

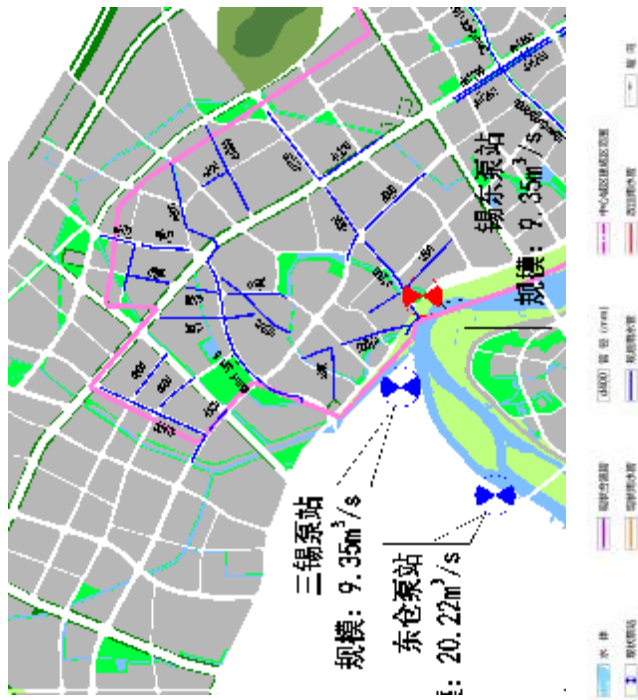


图 4.3-6 锡场排水分区管网规划示意图

(7) 磐东排水分区

磐东排水分区集雨面积 1923 公顷，区域雨水排入河涌后最终就近排往榕江北河和榕江南河。

磐东排水分区位于榕江南河以北、榕江北河以南，榕城南排水分区以西区域，区域内现状建设密度高，有城市和村庄用地，依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》该区域规划以居住用地为主，并配有少量工业用地和农业用地，建设区为新建区，规划雨水管道设计综合径流系数取 0.75。规划采用重力排水，雨水经雨水管道就近排入水体。流域现状以合流管道为主，本次规划主要对区域雨水管道进行规划，逐步完成雨污分流建设，最终完善流域的雨水排放系统。

磐东排水分区规划雨水管道尺寸为  $d800 \sim 2.8 \times 1.4m$ ，规划雨水管渠总长约 22.16km，新建雨污分流管网 58.5km。

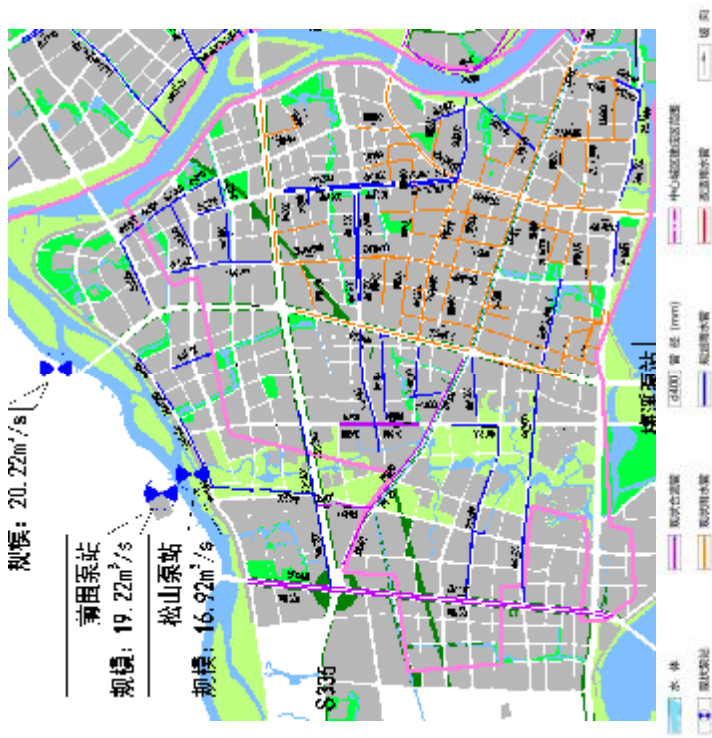


图 4.3-7 磐东排水分区管网规划示意图

(8) 渔湖排水分区

渔湖排水分区总集雨面积 4458 公顷，本次规划共划分为分 118 个雨水分区，区域雨水排入河涌后最终就近排往榕江北河和榕江南河，规划新增一座陆联涌泵站。

渔湖排水分区规划雨水管道尺寸为  $d1000 \sim d1500$ ，规划雨水管渠总长约 96.6km。根据资料统计和现场调研，目前渔湖排水分区区内主要有 7 处内涝点，其中有两个片区的内涝点属于系统性问题。

**陆联涌、长美溪片问题及治理：**

靠近陆联涌、长美溪的 3 处内涝点因为河涌上游榕城区硬化，暴雨时汇流增大，大量涝水涌入陆联涌，但由于陆联涌出口排泄不及时，涝水顺着北高南低的地势，从两涌相接处涌入长美溪，从而导致长美溪承载了上游大面积的涝水压力，使水位雍高，最终致使片区内雨水排泄不畅。

根据内涝原因，针对陆联河、长美溪片系统问题，采用分区排放的方式，在陆联河河口新建一座排涝站，对陆联河开展清淤疏浚，提升陆联河排涝能力；并在两涌相交处，增设闸门。避免上游排涝压力集中在长美溪。

**凤美街道片问题及治理：**

而位于凤美街道的 3 处内涝点则与管网建设不完善密切相关，容易因污水溢流而发生局部内涝。针对凤美街道 3 处内涝点，一方面完善雨污管网建设，减少雨水进入污水管，另一方面，增建合流污水调蓄设施，减少雨天因合流污水超过污水主管过流能力而溢流。

此外还有 1 处内涝点则由于城市建设的竖向不断抬高而导致地势低洼，另外一出内涝点则与人为管理有关。而对地势低洼地区，则需要根据国土空间规划等相关规划，完善老旧城区的雨水管网覆盖和更新，并在管网未完善前增设应急排水设施。此外，需建立建成区内涝管理方案，针对内涝点和内涝设施进行专人负责。

#### (9) 登岗砲台排水分区

登岗砲台排水分区集雨面积 6266 公顷，本次规划共划分为 137 个雨水分区，区域雨水排入河涌后最终排往区域西侧的榕江-北河。

登岗砲台排水分区位于榕江-北河以东、枫江以南，包括登岗镇和砲台镇。区域内现状建筑较为分散，多为村镇用地和工业用地。依据《揭阳市国土空间总体规划（2020-2035）》，该区域以居住、商业、工业、和交通用地为主，同时配置有少量都市农业用地，区域多为规划建设区，规划雨水管道设计综合径流系数一般地区取 0.7。登岗砲台排水分区规划雨水管道尺寸为  $d1000 \sim B \times H = 2.4 \times 1.8$ ，规划雨水管渠总长约 81.5km。

根据资料统计和现场调研，目前登岗砲台排水分区区内主要有 5 处内涝点，分别位于枫江下游，以及中离溪两岸。

#### 枫江下游片问题及治理：

砲台镇丰溪村的 3 处内涝点分别与外水顶托、排水设施不达标和地势低洼有关。根据内涝原因，针对丰溪村内涝点，需要检修老旧水闸并增设应急排水设施。

#### 中离溪片问题及治理：

而砲台镇青溪村和雷浦村（苏六娘故居）则均与地势低洼和排水不畅有关。对青溪村和雷浦村内涝点，需要结合城市更新改造，完善雨污管网建设，近期增设应急排水设施。此外，需从完善应急管理方面进行提升，针对内涝点和内涝设施进行专人负责。



图 4.3-8 龙湖排水分区管网规划示意图



图 4.3-9 登岗砲台排水分区管网规划示意图

#### (10)地都排水分区

地都排水分区位于榕江以东、登岗镇和砲台镇排水分区以南，包括地都镇。区域内现状建筑较为分散，多为村镇用地和工业用地。地都排水分区集雨面积 11219 公顷，本次规划共划分为 118 个雨水分区，区域雨水排入河涌后最终排往区域西侧的榕江。

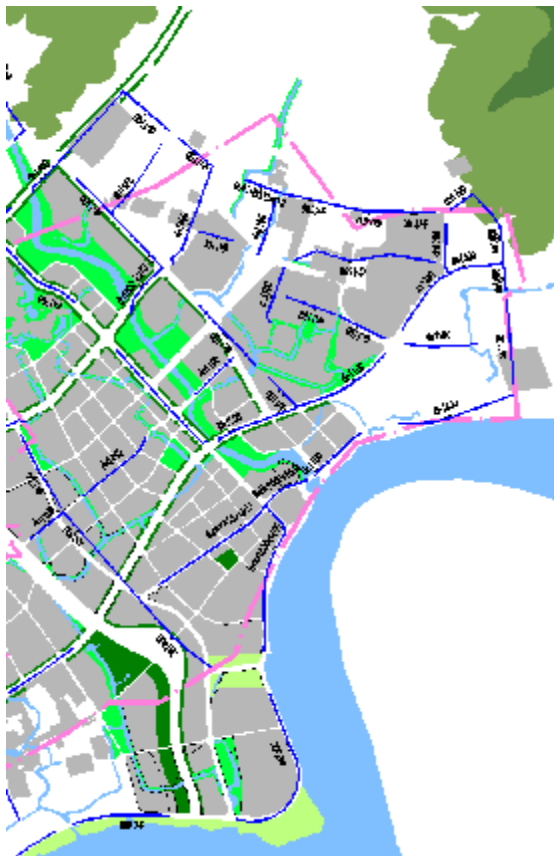


图 4.3-10 地都排水分区管网规划示意图

#### 4.3.1.4.工程设施汇总

为解决城市内涝问题，重点提升改造雨水排水管道 81.16 公里；改造、新建巷道雨水边沟 109.2 公里，扩建排涝泵站 3 宗、新建排涝泵站 6 宗、移动泵站 5 宗，完成雨污分流管网建设 420.22 公里。

##### (1) 雨水管网建设规划

雨水管网建设主要以内涝点排水管网改造为主，近期规划改造、新建雨水干支管渠 81.16 公里；改造、新建巷道雨水边沟 109.2 公里。

表 4.3-1 近期排水管网建设汇总表

序号	项目名称	项目位置	排水管渠管径	排水管渠长度 (公里)
1	中山街道雨水干支管完善	榕城区中山街道	d1200	1.92
2	中山街道易涝点雨水渠完善	榕城区中山街道易涝点	300x500	11
3	新兴街道雨水干支管完善	榕城区新兴街道	d1200	0.47
			1800x1500	0.29
			2000x1500	1.06
4	新兴街道易涝点雨水渠完善	榕城区新兴街道易涝点	300x500	10

新建泵站如下表所示，本次规划扩建排涝泵站 3 宗、新建排涝泵站 6 宗、移动泵站 5 宗，总装机容量约 11505KW。

表 4.3-2 近期新建排涝泵站汇总表

泵站名称	所在县区	设计流量 (m³/s)	装机容量 (KW)	工程费 (万元)	建设性质
梅溪电排站	榕城区	27.8	1040	320	扩建
榕城装机 500KW 以下 4 宗	榕城区	9.05	990	180	扩建
榕华大桥南移动泵站	榕城区	2	100	120	新建
玉浦村移动泵站	榕城区	1	50	60	新建
玉城村移动泵站	榕城区	5	250	300	新建
南晋电排站	榕城区	25	1040	1580	新建
仙桥电排站	榕城区	237	2980	3500	新建
永东电排站	榕城区	55	1400	2100	新建
锡东电排站	揭东区	9.35	465	1000	新建
善行桥电排站	揭东区	7.16	320	800	新建
六联河电排站	榕城区(原空港经济区)	25	1040	1580	新建
登岗镇官洪电排站工程	榕城区(原空港经济区)	--	总装机容量 1680kW	3000	扩建
丰溪村移动泵站	榕城区(原空港经济区)	1	50	60	新建
青溪村移动泵站	榕城区(原空港经济区)	2	100	120	新建

(3) 雨污分流建设

序号	项目名称	项目位置	排水管渠管径	排水管渠长度 (公里)
5	榕华街道雨水干支管完善	榕城区榕华街道	d1200 d1600 d1800-2500x2000	0.26 0.18 1.24
6	榕华街道易涝点雨水渠完善	榕城区榕华街道易涝点	300x500	6.6
7	榕东街道易涝点雨水渠完善	榕城区榕东街道易涝点	300x500	16.5
8	西马街道雨水干支管完善	榕城区西马街道	2500x2000	3.58
9	西马街道易涝点雨水渠完善	榕城区西马街道易涝点	300x500 d600-d1200	11 1.1
10	东阳街道雨水干支管完善	榕城区东阳街道	d1200 d1600 d1800 2500x2000	0.16 1.34 0.78 1.62
11	东阳街道易涝点雨水渠完善	榕城区东阳街道易涝点	300x500	16.5
12	东兴街道易涝点雨水渠完善	榕城区东兴街道	300x500	6.6
13	东升街道易涝点雨水渠完善	榕城区东升街道	300x500	11
14	曲溪街道雨水管网完善	揭东区曲溪街道	d800~3.6x2.4m	12
15	曲溪街道雨水管网改造	揭东区曲溪街道	d800~3.6x2.4m	3.5
16	锡场雨水管网完善	揭东区锡场镇	d800~1.5x1.5m	12.5
17	磐东街道雨水管网完善	磐东街道	d800~2.8x1.4m	22.16
18	淮湖街道易涝点雨水渠完善	榕城区团友村望江北路与发展大道交叉口旁老厝	300x500	10
19	砲台镇易涝点雨水渠完善	榕城区青溪村前新乡周边	300x500	10
20	进贤门大道周边管网完善	邱金元中学、榕东中学对面	d1500	1.9
21	临江南路	东方首府前	300x500	3.5
22	政通路	近望江北路路口	300x2500	0.8
23	仙彭路	与进贤门大道相接处	d1000-d2000	1.5
24	马牙路	马牙路至环市北河大桥	d1500-d2500	2.1
25	新阳路、黄岐山大道	新阳路、黄岐山大道及政府对面	d800-d2000	4.0
26	机场路	与 G206 国道交接处	d1200-d1500	2.0
27	北环大道	北环大道五堆村段卤弟茶座前等三处	d800-d2000	3.5

(2) 泵站建设规划

雨污分流建设项目如下表所示，本次规划涉及曲溪、磐东、锡场、东阳、渔湖等镇街，共  
 计管网建设 420.22km。

表 4.3-3 雨污分流建设项目汇总表

序号	所在县区	项目	建设内容	估算(万元)	建设年限
1		玉浦内溪次支管网建设	新建管网 22.8 公里, 管径 DN400—DN600, 接入揭阳市区污水处理厂。	9600.00	2022
2	榕城区	玉城河(西侧)次支管网建设	新建管网 7.4 公里, 管径 DN400—DN600, 接入揭阳市区污水处理厂。	3120.00	2022
3		新阳排洪沟次支管网建设	完善揭阳楼后渠周边截污, 在新阳排洪沟新建次支管网约 7.6 公里, 管径 DN300—DN600, 接入市区污水处理厂。	3192.00	2022
4		揭东区主城区污水主管网清淤、修复及次支管网完善项目	新建揭东主城区干支管网 93.37 公里, 管径 DN300~DN600。	69522	2023
5	揭东区	揭东区磐东片区管网完善及修复项目	新建市政管约 58.5 公里, 管径 DN300~DN800。	63294	2022
6		锡场镇干支管网完善工程	新建锡场镇污水干支管网 20.55 公里, 管径 DN500~DN800	14796	2025
7		溪南街道次支管网完善工程	新建管网 50 公里, 管径 DN300—DN800, 接入揭阳市区污水处理厂。	15000	2024
8		凤美街道次支管网完善工程	新建管网 50 公里, 管径 DN300—DN500, 接入揭阳市区污水处理厂。	15000	2023
9	榕城区(原空港经济	京冈街道次支管网完善工程	新建管网 40 公里, 管径 DN300—DN500, 接入揭阳市区污水处理厂。	12000	2023
10	榕城区(原空港经济	榕城区(原空港经济)中心镇区(渔湖)次支管网完善工程	新建管网 70 公里, 管径 DN300—DN600, 接入揭阳市区污水处理厂。	18000	2022
11		凤美街道新建合流污水调蓄设施	新建合流污水调蓄池, 泵站, 新建管网 0.6 公里	600	2022

(4) 闸门

目前, 现状内河涌与榕江交汇处等地都已修建闸门, 但考虑未来河涌需要拓宽, 则对闸门

也应做相应调整, 加固, 加宽。

(5) 城市内河水系治理

1) 内河水系

区域涝水能否快速排出, 内涝问题能否彻底解决, 其关键还在于天然水体和河涌、水道的调蓄及泄流能力, 因此内河水系综合治理是涝水排放的关键, 河道整治除对河道进行加宽和清淤疏浚外, 还应保证两岸岸线的治理, 两者应同步实施, 规划区内的内河治理总长度约为 22.01km, 多集中为两侧用地较密集, 排涝压力较大的河涌, 工程总投资约为 8010 万元。

表 4.3-4 城市内河水系综合治理

涝区	城市内河治理长度(km)	建设内容
榕城北排水分区	1.51	堤防加固、疏浚
	3.29	河道拓宽、堤防重建、疏浚
榕城南排水分区	9.57	堤防加固、疏浚
锡场排水分区	6.426	堤防重建、疏浚
磐东排水分区	1.214	堤防重建、疏浚
小计	22.01	/

2) 榕江南北河

规划对榕江南北河疏浚开挖深度 0.5m, 疏浚量约 582000m<sup>3</sup>, 疏浚费用约 50 元/m<sup>3</sup>, 费用约 2910 万元。

#### 4.3.2.易涝点积水整治

##### 4.3.2.1.总体概况

根据现场调研, 揭阳市中心城区现状共有 70 处易涝点, 其中榕城区共有 43 处, 揭东区 14



处，榕城区（原空港经济区）13处。

涝点整治方式主根据其产生的原因，分别对应不同的解决方式，主要包括4种：

- (1) 对于排水管网系统出现问题,如排水管因出现逆坡相接,导致排水不畅与产生内涝;排水管道管径小,排水能力不能满足排水要求的内涝点,提出改造排水管道的要求。
- (2) 对于由于外河水位高于排水管道出口水位,从而导致污水倒灌的情况,提出增设排水泵站,采取抽排的方式进行强排。排水泵站的规划详见排水设施规划图。
- (3) 对于排水管网满足排水要求,但由于河道的长期缺乏维护造成的河道堵塞,提出清疏要求,通过清疏整个排水渠系统保证排水系统的排水能力。
- (4) 对于多种情况构成的综合原因的内涝点,提出综合整治方案。

表 4.3-5 涝点整治方案一览表

序号	内涝点位置	所属行政区	内涝主要成因分析	内涝解决方案
1	中山街道永革社区老厝	榕城区		
2	中山街道店马社区	榕城区		
3	中山街道东门社区(马山窑下游)	榕城区		
4	新兴街道东郊村(东环城路与引榕干渠交界处)	榕城区	现状排水管道建设标准偏低,以合流管为主,部分支管淤塞	按规划重現期标准完善排水管道建设,疏通已堵塞的支管
5	新兴街道邵金元小学背面	榕城区		
6	新兴街道上义村老厝	榕城区		
7	榕华街道巷畔村老厝	榕城区	村内缺乏雨水支管、边沟,竖向低于市政道路,仅能依靠内河进行排涝	对村内雨水边沟、支管进行完善建设
8	榕华街道浦上村	榕城区		
9	榕华街道东湖路与进贤门大道路口北侧	榕城区	东湖路现状雨水管建设标准偏低	按规划重現期标准对雨水管进行重新建设
10	榕东街道南厝村	榕城区	雨污分流建设完成后雨水边沟不完善,且受榕江北河顶托影响,池塘水系不连通,蓄水后无法及时排泄。	对村内雨水边沟、支管进行完善建设,于南厝内河下游布置南厝电排站1座。整改疏通池塘连通水系。
11	榕东街道钟厝洋村	榕城区	钟厝洋排洪沟、西林社区排洪沟和陆联涌等淤积较为严重,还未开展清淤工作	对钟厝洋排洪沟、西林社区排洪沟和陆联涌开展清淤工作
12	榕东街道西林村	榕城区		
13	榕东街道西陈村	榕城区		
14	榕东街道祠堂村	榕城区		
15	仙桥街道榕华大桥	榕城区	由于通车净高问题,导致施	增设移动泵站

序号	内涝点位置	所属行政区	内涝主要成因分析	内涝解决方案
	南桥下		工人为将地坪标高降低了1.5m,造成了易涝点。	
16	西马街道西郊村	榕城区	现状排水管道建设标准偏低,以合流管为主	按规划重現期标准完善排水管道建设
17	西马街道仙潭村老厝	榕城区		
18	东阳街道玉城村	榕城区	该村位于玉城河上游三个支流交汇处,极易受洪水顶托影响	增设移动泵站
19	东阳街道新苏村	榕城区	村内缺乏雨水支管、边沟,竖向低于市政道路,仅能依靠内河进行排涝	对村内雨水边沟、支管进行完善建设
20	东阳街道新林村	榕城区		
21	东阳街道茶叶市场	榕城区	村内缺乏雨水支管、边沟,竖向低于市政道路,且下游马牙路雨水管道建设标准偏低	对村内雨水边沟、支管进行完善建设,同时按规划重現期规模对马牙路雨水管道进行扩建
22	东阳街道蓝和村	榕城区		
23	东阳街道新阳村	榕城区		
24	东兴街道环市北路与马牙路交叉处(非机道(山特大厦段))	榕城区	村内缺乏雨水支管、边沟,竖向低于市政道路,且东兴排洪沟过流断面过窄	对村内雨水边沟、支管进行完善建设,同时对东兴排洪沟进行宽度控制
25	东兴街道砂松村	榕城区		
26	东兴街道环市北路东山村入口处	榕城区	村内已有排涝泵站,但开启时村外水浸,主要是由于环市北路北侧“大管接小管”导致雍水。	对环市北路北侧局部段排水主管进行改造
27	东兴街道建阳路(移动大厦段)	榕城区	建阳路排水管道不达标	对建阳路排水主管进行改造
28	东兴街道沿江路与凤翔路交叉口	榕城区	路面地势低洼	对涝处地面进行改造
29	东兴街道沟尾村	榕城区	淡浦河涌下游正在新建阳光城楼盘,河涌疑似被缩窄或堵塞	对河涌缩窄、堵塞处进行整改
30	东兴街道玉浦村部分老厝(榕江华府之间)	榕城区	被榕江华府楼盘三面包围,竖向较楼盘地坪低0.5m~1m,排水不畅	设置应急排涝泵站
31	东升街道新河村	榕城区	村内地坪较市政道路低0.5m~1m,巷道内雨水管道简陋且新河排水渠尚未进行清淤。	对新河村内雨水边沟进行完善,同时对新河排水渠开展清淤工作
32	锡东新溪周边	揭东区		
33	善行桥一体化设施周边	揭东区	持续降雨以及外潮水位顶托,造成沿内河低洼处淹水。	对现状行洪通道进行必要清淤疏浚,有条件可新建排涝泵站进行强排工作。
34	曲溪河周边	揭东区		

揭阳市中心城区内涝治理系统化实施方案

序号	内涝点位置	所属行政区	内涝主要成因分析	内涝解决方案
58	进贤门大道附近、邱金元中学对面	榕城区	排水干管管径较小，向西排入同心路方向排水距离过长	改造排水干管，增大管径
	进贤门大道附近、榕东中学附近	榕城区	排水干管管径较小，向东排入西洋路方向排水距离过长	
59	进贤门大道附近、潮汕妇女儿童医院前	榕城区	路段排水依靠周边支路排放，周边支路未建设情况造成排水不畅	支路建设完成前增加应急排水设施
	进贤门大道附近、溪南街道顶乡路段	榕城区	原排水路径封堵，现有排水路径过长，造成排水困难	改造现状堵塞管道，恢复排水路径
60	新群酒楼附近	榕城区	非机动车道路面地基较软，地面沉降	在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管
61	东方首府前	榕城区	路段无排水设施；地块高程较低，易积水	在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管
62	近望江北路路口	榕城区	路段检查井和干管中淤泥较多	施工方清淤后移交市政管理
	揭阳大桥往东望江北路段、北国饭店西侧	榕城区	主干道路面沉降	施工方改造沉降路面，改造雨水井，增设排水设施后移交市政管理
63	仙彭路与进贤门大道相接处	榕城区	排水管径较小，排水距离过长	改造排水干管，增设雨水口，增大管径
64	马牙路至环市北河大桥	榕城区	截污改造工程影响原有排水通道，造成排水延缓；原排水管道老化，管径偏小且淤堵	改造该路段排水系统，增大管径
65	新阳路至环市北路	榕城区	路面地基较软，沉降严重；排水支管损坏，淤积严重	在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管，改造排水管

序号	内涝点位置	所属行政区	内涝主要成因分析	内涝解决方案
35	滨江路	揭东区	排水管道直排榕江北河，水位顶托	形成预警联动机制，加强闸门开关管理
36	揭东深岭大道周边	揭东区	排水管网缺失，排水通道过水不足	完善周边村内排水管网，增加排水通道
37	金城路南段	揭东区	管网设计标准低，管网长期缺少维护，排水管网被堵塞	按规范标准改造现状排水管网，对相关管网进行疏通清淤。
38	西一横路东段	揭东区	四周高，地势低洼	增加低洼处排水收集口设置，以及排水管网，做好疏导
39	教育局门前	揭东区	排水分区面积大，排水通道过流不足	新增金凤路箱涵对现有排水分区进行分流，减小原非洪通道压力。
40	金叶路中通快速门前	揭东区	外江水位顶托，陆联涌上游排水压力集中排至长美溪，致使水位雍高，村内污水难排出，且应急保障不到位	分区排放，加大陆联涌排涝能力，疏通现状堵塞的排水渠，新建挡水闸门，新建陆联涌排涝泵站
41	乔西村	揭东区	老唐内现状地势低洼，排水管网不完善	铺设排水管道，增加应急排水设施
42	金凤路与金沟街交叉口周边	榕城区（原空港经济区）	靠近污水厂进水主管，上游雨污合流导致雨天污水管过流压力大，合流污水溢流，造成局部内涝	完善雨污分流，减少雨水入渗，新建合流污水调蓄设施（建议选址于凤联村张厝北面空地）
43	金沟街中段	榕城区（原空港经济区）	地势低洼，排水不畅，受外江水顶托	建设强排泵站，增加应急排水设施
44	金新路中段	榕城区（原空港经济区）	地势低洼，排水不畅	将废弃道路改造为雨污调蓄空间
45	渔湖街道仙阳村	榕城区（原空港经济区）	地势低洼，缺少市政排水管道	按规划建设市政排水管道，并增设应急排水设施
46	渔湖街道阳美村	榕城区（原空港经济区）	管理不善，导致局部内涝	完善排水设施管理方案
47	渔湖街道长美村	榕城区（原空港经济区）		
48	团友村望江北路与发展大道交叉口旁老厝	榕城区（原空港经济区）		
49	凤联村张厝	榕城区（原空港经济区）		
50	凤联村赵厝	榕城区（原空港经济区）		
51	凤美街道东升村	榕城区（原空港经济区）		
52	砲台镇潮美李球场旁	榕城区（原空港经济区）		
53	砲台镇丰溪村胡厝	榕城区（原空港经济区）		
54	砲台镇丰溪枫口大桥下	榕城区（原空港经济区）		
55	砲台镇青溪前新乡周边	榕城区（原空港经济区）		
56	砲台镇砲台镇雷浦村	榕城区（原空港经济区）		
57	溪南进贤门大道	榕城区（原空港经济区）		

序号	内涝点位置	所属行政区	内涝主要成因分析	内涝解决方案
66	黄岐山大道沿线	榕城区	缺少排水管道，道路内侧沉降严重	在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管，改造排水管
67	市政府对面周边	榕城区	非机动车道排水支管塌陷	改造该路段排水系统
68	仁义路沿线	榕城区	非机动车道排水支管塌陷	改造该路段排水系统
69	机场路与G206国道交接处	榕城区	道路排水系统设计不完善，排水沟过浅且容易淤积杂物	改造排水主干管，增大管径
70	北环大道五堆村段 卤弟茶座前	揭东区	路面低洼，地形复杂，排水管网不完善淤堵严重	改造排水主干管，增大管径
	北环大道与金新北 路交叉口	揭东区	排水渠道过流能力较小，大雨时易溢水	对北环大道以北至牛岭山段西侧的排水管道渠进行改造，加大对道路两侧区域雨水的收集
	北环大道与金山 路交叉口西北段	揭东区	地势低洼，汇水面积较大，排水不畅易积水	改造排水主干管，增大管径



图 4.3-11 建成区现状易涝点分布情况

#### 4.3.2.2. 内涝点整治措施

##### (1) 中山街道内涝点(表 4.3-5 第 1~3 处内涝点)

建议：按规划重现期标准完善排水管道建设，疏通已堵塞的支管，同时对永革、店马和东门社区内街坊的雨水边沟进行完善建设。

(3) 榕华街道内涝点(表 4.3-5 第 7-9 处内涝点)

建议：按规划重现期标准完善东湖路排水管渠建设，疏通已堵塞的支管，同时对易涝点巷畔村、浦上村内雨水边沟、支管进行完善建设。

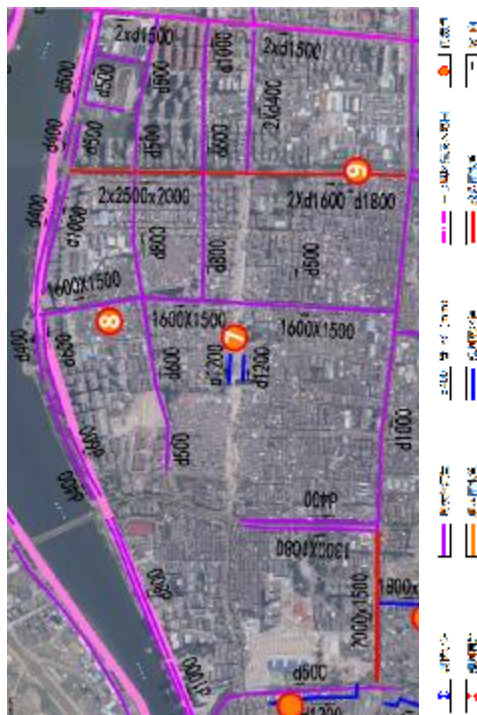


图 4.3-14 内涝点 7~9 所在片区管网布置图

(4) 榕东街道内涝点(表 4.3-5 第 10~14 处内涝点)

建议：对南厝村、钟厝洋村、西林村、西陈村和祠堂村内雨水边沟、支管进行完善建设，于南厝内河下游布置南厝电排站 1 座；并对钟厝洋排洪沟、西林社区排洪沟和陆联涌开展清淤工作。南厝村池塘水系不连通，蓄水后无法及时排泄，因此，计划整改疏通池塘连通水系。



图 4.3-12 内涝点 1~3 所在片区管网布置图

(2) 新兴街道内涝点(表 4.3-5 第 4~6 处内涝点)

建议：按规划重现期标准完善排水管渠建设，疏通已堵塞的支管，同时对东郊村、上义村内的雨水边沟进行完善建设。



图 4.3-13 内涝点 4~6 所在片区管网布置图

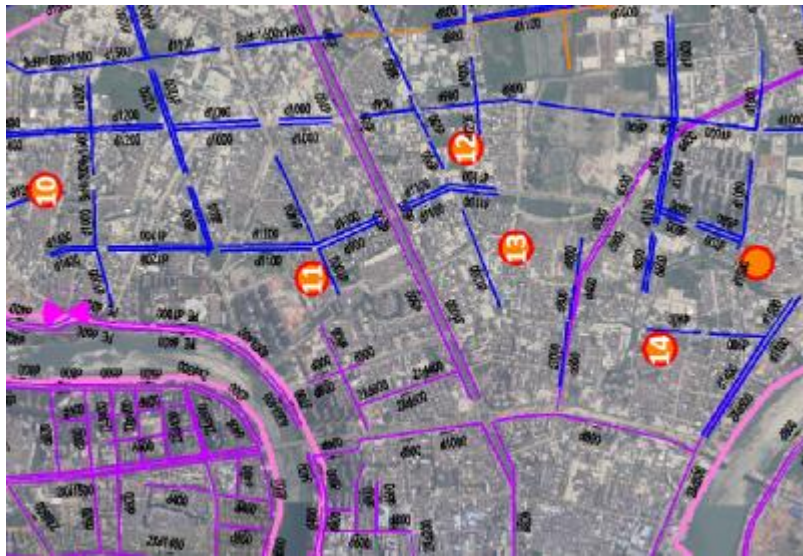


图 4.3-15 内涝点 10-14 所在片区管网布置图

(5) 仙桥街道内涝点(表 4.3-5 第 15 处内涝点)

建议：榕华大桥南端桥下主要是由于通车净高问题，导致施工时人为将地坪标高降低了 1.5m，造成了易涝点，建议增设榕华大桥南移动泵站。



图 4.3-16 内涝点 15 所在片区管网布置图

(6) 西马街道内涝点(表 4.3-5 第 16~17 处内涝点)

建议：按规划重现期标准完善排水管网建设，疏通已堵塞的支管，同时对西郊村、仙浔村内雨水边沟、支管进行完善建设。



图 4.3-17 内涝点 16-17 所在片区管网布置图

(7) 东阳街道内涝点(表 4.3-5 第 18-26 处内涝点)

建议：针对玉城村汇流处顶托现象增设应急排涝泵站，按规划重现期规模对马牙路等雨水

干支管渠进行扩建和完善建设，对玉城村、蓝和村、砂松村和新阳村等雨水边沟、支管进行完善建设，对东阳排洪沟进行拓宽，对环北路北侧局部段东山村入口处“双管接单管”“大管接小管”的问题进行整改。

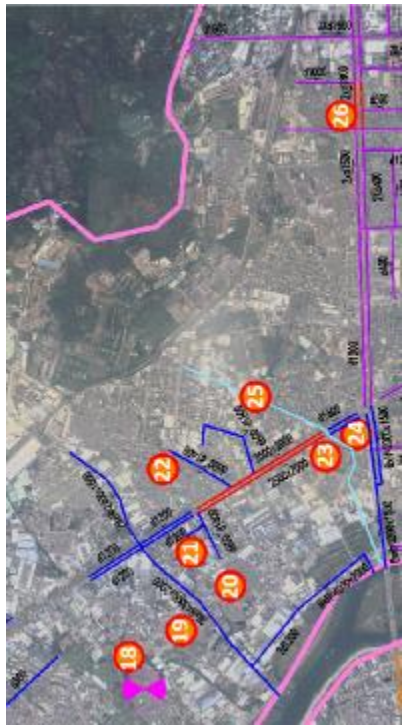
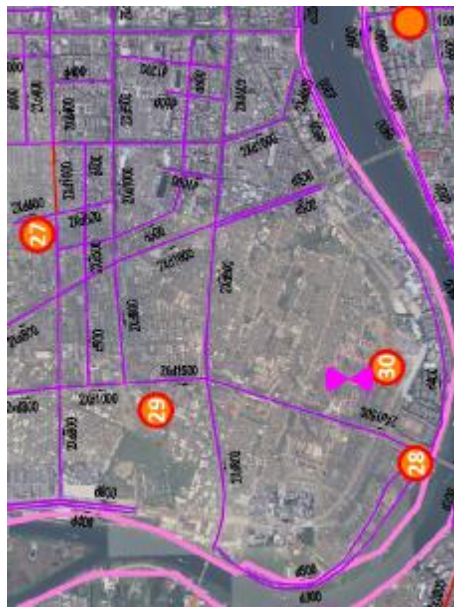


图 4.3-18 内涝点 18~26 所在片区管网布置图

(8) 东兴街道内涝点(表 4.3-5 第 27~30 处内涝点)

对因沉降等原因造成的地面低洼问题进行整改，对淡浦河涌缩窄、堵塞处进行整改，确保行泄通道宽度，在玉浦村旧厝内涝点设置应急排涝泵站。



(9) 东升街道内涝点(表 4.3-5 第 31 处内涝点)

对新河村内雨水边沟进行完善，同时对新河排水渠开展清淤工作。

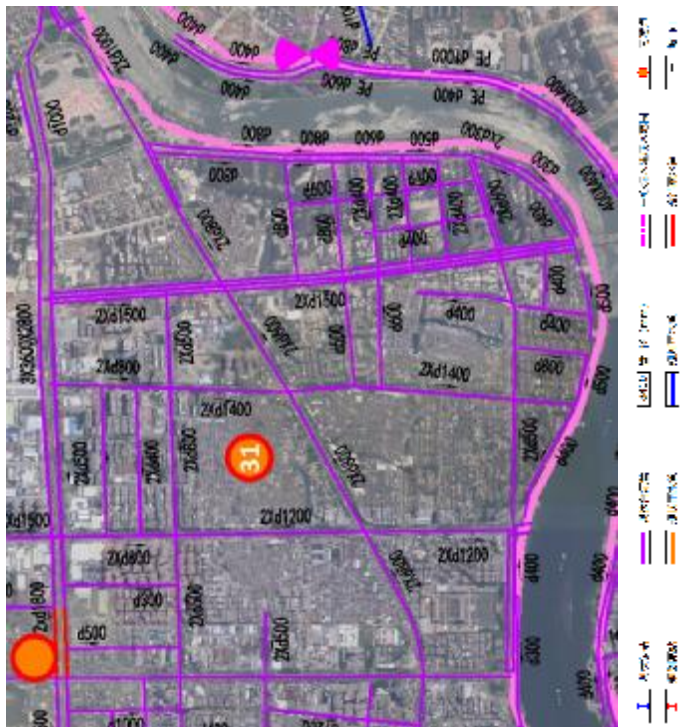


图 4.3-20 内涝点 31 所在片区管网布置图

(10) 金城路南段、西一横路东段、揭东教育局门前(表 4.3-5 第 37、38、39 处内涝点)

建议：按规划改造、建设内涝点周边排水管，对淤积的排水管、雨水口进行清淤。

建议：区内气象、水利以及城管部门，形成预警联动的体制机制，加强闸门开关管理。暴雨前提前开启水闸，以便行洪排水。

(13) 金凤路与金沟街交叉口周边、金沟街中段、金新路中段、曲溪河（表 4.3-5 第 34、42、43、44 处内涝点）

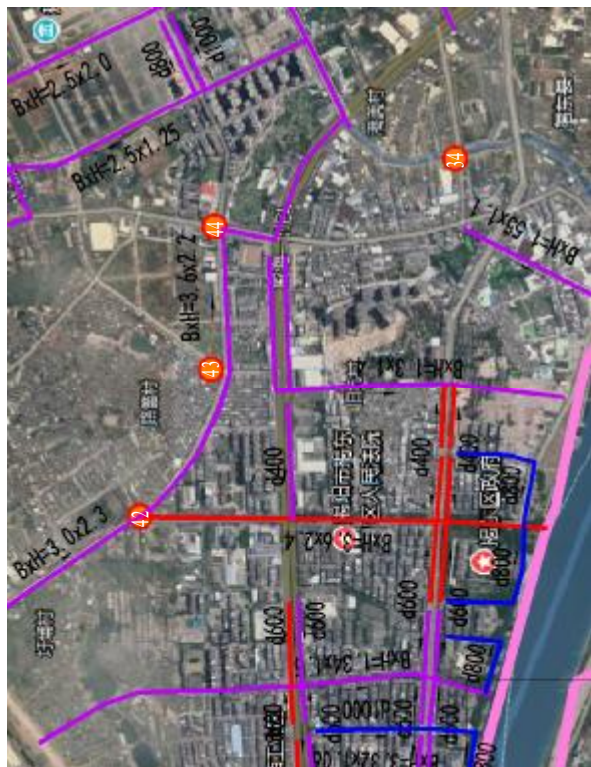


图 4.3-23 内涝点所在片区管网布置图

建议：规划将北部排水做分流，由金凤路改造暗渠直接连接至榕江排出，减小金沟街这一段以及曲溪河的汇水压力。并对原暗涵进行清淤疏浚。

(14) 乔西村（表 4.3-5 第 41 处内涝点）

建议：按规划改造、建设内涝点周边排水管，对低洼处进行道路竖向改造，并增设雨水口，对淤积的排水管、雨水口进行清淤。在竖向改造前，低洼处可根据实际情况，采取临时强排措施，通过增加水泵将片区雨水排至市政管道或周边水系。



图 4.3-21 内涝点所在片区管网布置图

(11) 金叶路中通过快门前（表 4.3-5 第 40 处内涝点）

建议：按规划改造、建设内涝点周边排水管，对低洼处进行道路竖向改造，并增设雨水口，对淤积的排水管、雨水口进行清淤。在竖向改造前，低洼处可根据实际情况，采取临时强排措施，通过增加水泵将片区雨水排至市政管道或周边水系。



图 4.3-22 内涝点所在片区管网布置图

(12) 揭东滨江路（表 4.3-5 第 35 处内涝点）



图 4.3-24 内涝点所在片区管网布置图

(15) 揭东深岭大道周边、锡东新溪周边 (表 4.3-5 第 32、36 处内涝点)

建议：按规划改造、建设内涝点周边排水管，对淤积的行洪通道、雨水口进行清淤。为应对潮位顶托造成淹水情况，新增泵站用强排方式解决内涝问题。



图 4.3-25 内涝点所在片区管网布置图

(16) 普行桥一体化设施周边 (表 4.3-5 第 33 处内涝点)

建议：按规划改造、建设内涝点周边排水管，对淤积的行洪通道、雨水口进行清淤。为应对潮位顶托造成淹水情况，新增泵站用强排方式解决内涝问题。





图 4.3-26 内涝点所在片区管网布置图

(17) 渔湖街道仙阳村、阳美村、长美村（表 4.3-5 第 45、46、47 处内涝点）

由于外江水位顶托，陆联涌上游排涝压力集中排至长美溪，致使水位雍高，村内涝水难排出，且应急保障不到位。

建议：采用分区排放。加大陆联涌排涝能力，疏通现状堵塞的排水渠，新建挡水闸门，新建陆联涌排涝泵站。

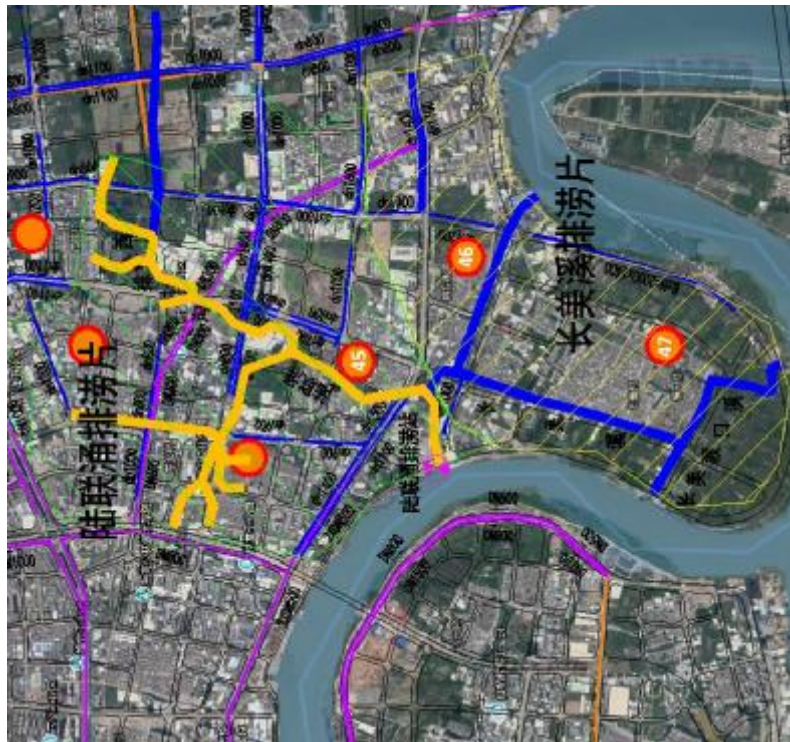


图 4.3-27 内涝点 45-47 所在片整治示意图

(18) 团友村望江北路与发展大道交叉口旁老厝（表 4.3-5 第 48 处内涝点）

由于老厝现状地势低洼，排水管网设计标准低，修缮不完善，造成排水不及内涝。  
建议：老厝内铺设排水管道，增加应急排水设施。

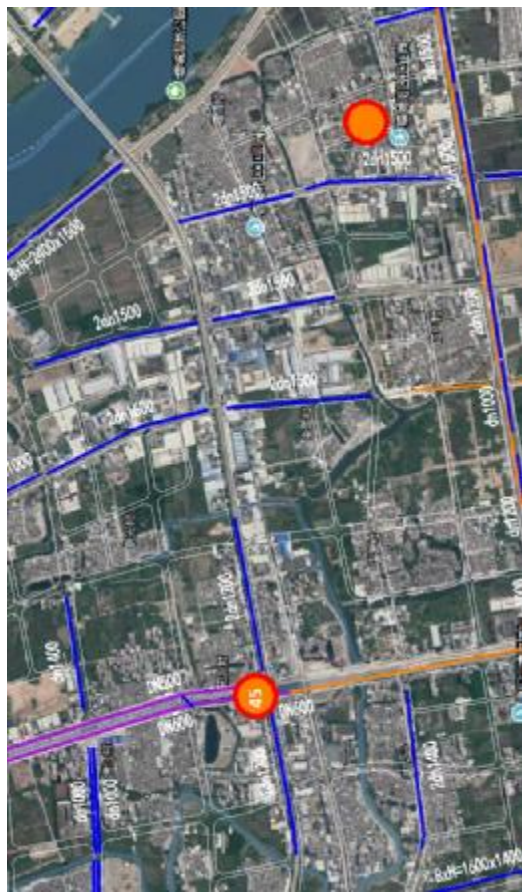


图 4.3-28 内涝点 48 所在片整治示意图

(19) 凤美街道片（表 4.3-5 第 49、50、51 处内涝点）

由于靠近污水厂进水主管，上游雨污合流导致雨天污水管过流压力大，合流污水溢流，造成局部内涝。

建议：一方面完善雨污分流改造，减少雨水入渗，另一方面，近期新建合流污水调蓄设施（建议选址于凤联村张厝北面空地），暴雨时启用暂时收集储存污水主干管的合流污水，错峰后再抽排入揭阳市区污水厂。

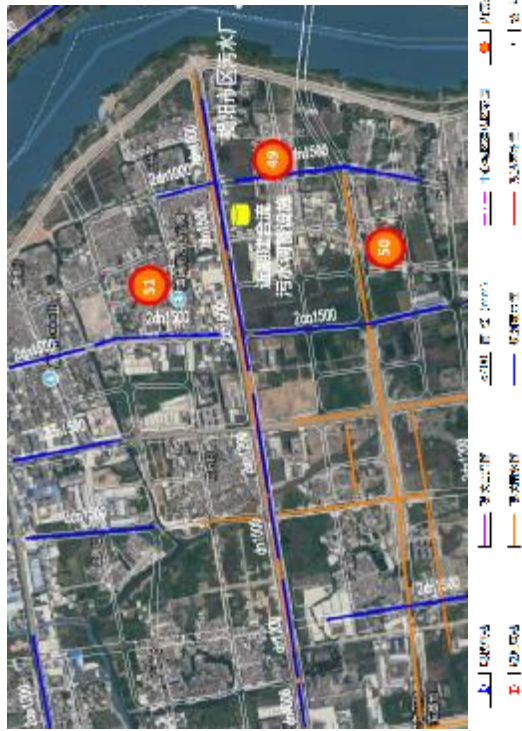


图 4.3-29 内涝点 49、50、51 所在片整治示意图

(20) 丰溪村（表 4.3-5 第 52、53、54 处内涝点）

由于地势低洼，排水不畅，受外江水顶托导致造成局部内涝。

建议：一方面建设强排泵站，增加应急排水设施，另一方面可将丰溪枫口大桥下废弃道路改造为雨污调蓄空间。



图 4.3-30 内涝点 52、53、54 所在片整治示意图

(21) 砲台镇青溪村、雷浦村周边 (表 4.3-5 第 55、56 处内涝点)

由于地势低洼，缺少市政排水管道造成局部内涝。

建议：一方面按规划建设市政排水管道，另一方面在青溪村内涝点增设应急排水设施。

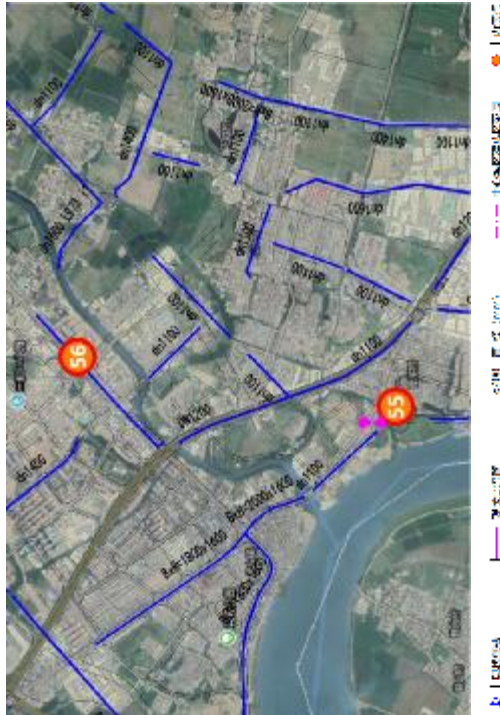


图 4.3-31 内涝点 55、56 所在片整治示意图

(22) 溪南街道进贤门大道周边 (表 4.3-5 第 57 处内涝点)

由于排涝设施管理不善，导致局部内涝。

建议：加强清淤检修维护。



图 4.3-32 内涝点 57 所在片整治示意图

(23) 进贤门大道周边 (表 4.3-5 第 58、59 处内涝点)

由于排水干管管径较小，排水设施未建设完成，以及排水路径封堵，导致局部内涝。

建议：完善排水干管建设，清理淤堵管道，建设完成前通过移动应急排水设施解决。



图 4.3-33 内涝点 58、59 所在片整治示意图

(24) 东方首府前 (表 4.3-5 第 60 处内涝点)

由于非机动车道路路面地基较软，地面沉降，导致局部内涝。

建议：在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管。



图 4.3-34 内涝点 60 所在片整治示意图

(25) 近望江北路路口 (表 4.3-5 第 61 处内涝点)

路段无排水设施; 地块高程较低, 易积水

建议: 在道路边缘最低点增加雨水口, 接入雨水管。



图 4.3-35 内涝点 61 所在片整治示意图

(26) 揭阳大桥往东望江北路段、北国饭店西侧及望江北路段 (表 4.3-5 第 62 处内涝点)

由于排水设施淤积严重, 以及路面沉降, 导致局部内涝。

建议: 清理管道淤积, 改造沉降路面, 增设排水设施后移交市政设施维护管理部门。



图 4.3-36 内涝点 62 所在片整治示意图

(27) 仙彭路与进贤门大道相接处 (表 4.3-5 第 63 处内涝点)

由于排水管径较小, 排水距离过长, 导致局部内涝。

建议: 改造排水干管、增设雨水口, 增大管径。

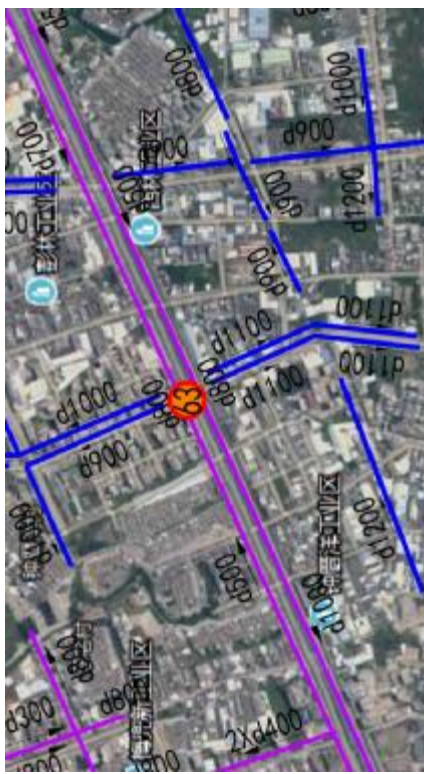


图 4.3-37 内涝点 63 所在片整治示意图

(28) 马牙路至环市北河大桥及新阳路至环市北路 (表 4.3-5 第 64、65 处内涝点)

路面地基较软, 沉降严重; 排水支管损坏且老旧, 淤积严重。

建议: 改造该路段排水系统, 增大管径, 改造排水管。

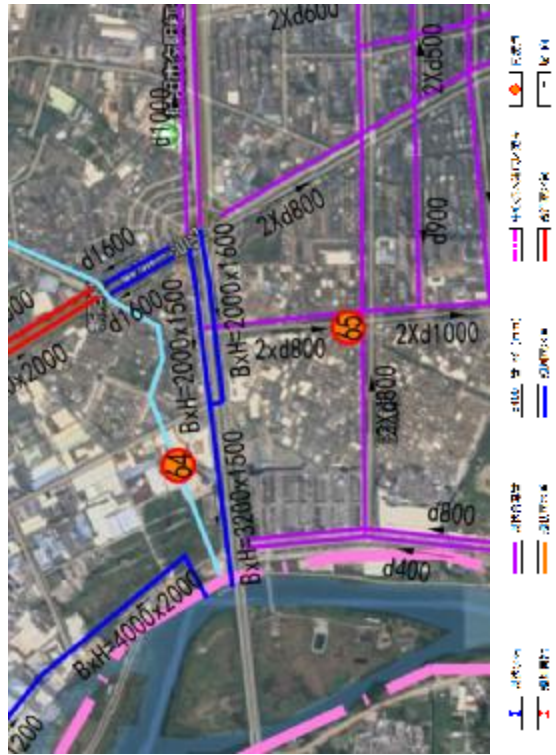


图 4.3-38 内涝点 64、65 所在片整治示意图

(29) 黄岐山大道沿线、仁义路沿线及市政府对面 (表 4.3-5 第 66、67、68 处内涝点)

缺少排水管道，道路内侧沉降严重，非机动车道排水支管塌陷。  
建议：在道路边缘最低点增加雨水口，接入雨水管，改造排水主管，完善排水系统。

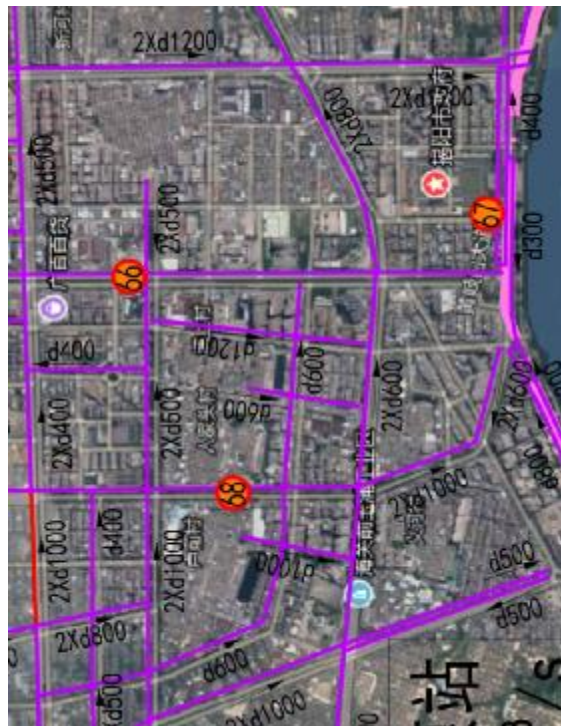


图 4.3-39 内涝点 66、67、68 所在片整治示意图

(30) 机场路与 G206 国道交接处 (表 4.3-5 第 69 处内涝点)

道路排水系统设计不完善，排水沟过浅且容易淤积杂物。

建议：改造排水主管，增大管径。

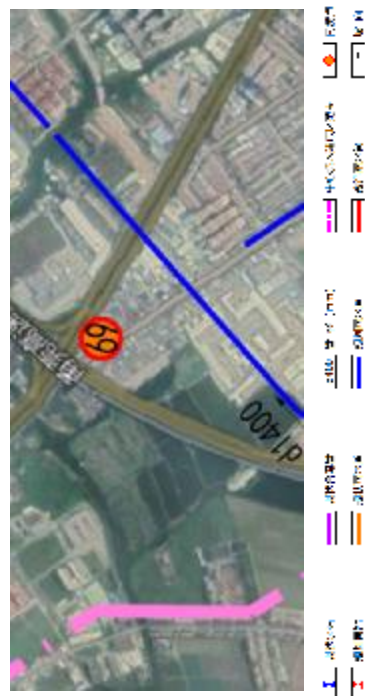


图 4.3-40 内涝点 69 所在片整治示意图

(31) 机场路与 G206 国道交接处 (表 4.3-5 第 70 处内涝点)

路面低洼，地形复杂，排水管网不完善淤堵严重，排水渠道过流能力较小。

建议：对北环大道以北至牛岭山段西侧的排水渠进行改造，加大对道路两侧区域雨水的收集，改造排水主管，增大管径。



图 4.3-40 内涝点 70 所在片整治示意图

### 4.3.3.1. 信息化平台建设

#### 4.3.3.1. 城市排水渠信息系系统

城市排水渠地理信息系系统是以采集、存储、管理、描述、分析地球表面及空间和地理分布有关的数据的信息系系统。建立城市排水渠信息系系统，可产生良好的效益，具有重要的实践意义。因此，本次建议揭阳市中心城区加快构建城区排水渠地理信息系系统，实现地下排水渠的科学化和自动化管理。具体包括如下内容：

对揭阳市中心城区范围内的雨水管网和污水管网及雨污合流管网进行普查，同步开展对现状污水提升泵站和易涝积水点、排水口进行数据采集；普查完成后，将为建立地下管网信息管

理系系统提供真实性、可行性、完整性的基础数据库。

建设管网 GIS 系系统全面建成并投入使用后，作为城市排水渠设施管理中重要的信息化工具，实现城市管网数据整合和数据动态管理有效解决管网信息的存储、管理、分析和应用等问题，也为管网改造、管网淤堵、易涝点积水、污水外溢等工作提供科学的数据支持，更好地服务于智慧化城市建设，让城市排水渠管理工作更上一个台阶，实现排水渠信息化、账册化管理，并进行动态更新，逐步建立以 5-10 年为周期的长效保障机制。

配合揭阳市智慧水利系系统，实现信息互通，联合调度，提升涉水设施的智慧化管理水平。

表 4.3-6 城市排水渠信息系系统建设项目

序号	项目名称	工程投资 (万元)
1	中心城区排水渠普查	5000
2	城市排水渠信息系系统信息化建设项目	11500
3	水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	2800
4	管理信息系系统平台维护经费	600

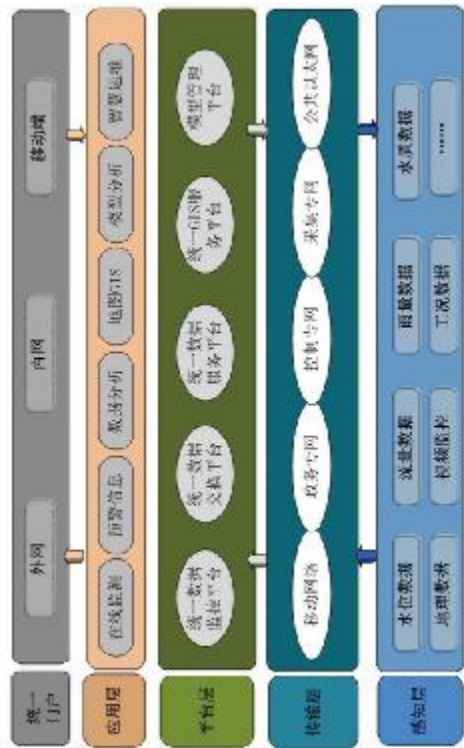


图 4.3-3 城市水信息系系统架构图

#### 4.4. 管理措施

##### 4.4.1. 汛前管理措施

###### (1) 加强宣传

加强宣传，引起全社会的重视，深入开展加强城市排水设施建设和管理的主题教育活动，充分利用电视、广播、网络、传单等媒体广泛宣传，汛前将排查出的易涝点主动向社会公布，增强群众安全意识，引导市民选择出行路线，有效躲避易涝积水路段，并做好防范工作，避免群众人身伤亡和财产损失。

###### (2) 加强维护

加强设施日常维护管理，规范开展排水管网和排水泵站设备维护工作。在每年冬、春两季对排水管网、泵站沉淀池和雨水井进行全面集中清掏；每年汛前，对所有排水防涝设施进行检查，对破损的雨污井盖、井圈、雨水篦子进行维护和更换，确保设施处于良好状态，并在易积水路段等设置监控设备、警示标识。

###### (3) 定期巡查

加强设施巡视检查，发现问题及时整改；对老旧管网、泵站机电设备、穿堤涵闸等险工弱段，要进行重点巡视，保证巡视周期，特殊部位要加强力量，做好防范。

##### 4.4.2. 汛时管理措施

###### (1) 强化疏导

成立防汛抢险道路交通安全管理应急指挥部，统筹县城汛期道路交通管理；二是对汛期道路路交通管理做到提前预警、及早准备、快速行动，切实做好应急处置工作，汛时快速组织警力对县城主要交通节点及易涝积水点维护交通秩序，做好交通疏导、救援前期工作。

###### (2) 加强配置

在人员方面加强值班值守，严格落实 24 小时领导带班、值班，加强应急值守，密切关注水情、雨情，及时报送信息，为领导防汛决策的准确性、及时性、高效性奠定基础；二是在设施方面强化配套应急响应设备，包括增设移动泵车、移动泵站、移动发电机等，最大限度减少超标降雨带来的内涝风险。

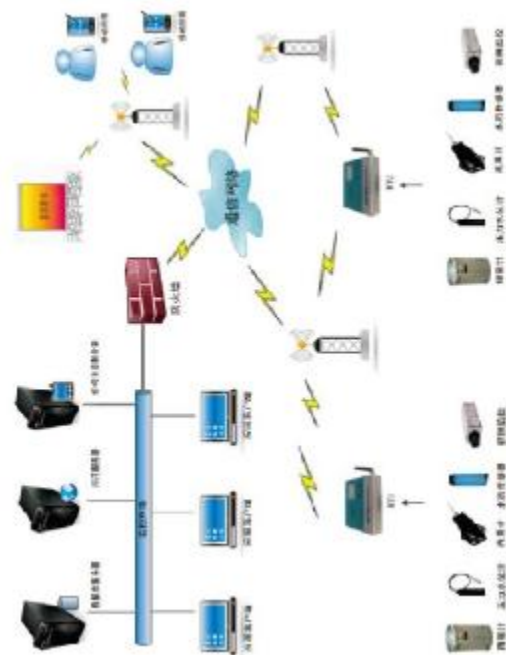


图 4.3-34 城市水利信息化系统拓扑图

##### 4.3.3.2. 城市综合管理信息平台

城市综合管理涉及城市建设、城管监察、市政、环保监控、治安监控、交通监控、消防监控、社区、物业管理等社会经济、生活的方方面面，建立“城市综合管理信息系统”其目的在于提高城市综合管理的服务能力和应急管理的指挥保障能力。系统以地理信息系统、视频监控、全球定位、遥感、图像处理等数字城市的核心技术，建立面向城市综合管理的信息基础平台，并在此基础上面向公安、城管、生态环境、交通、消防等核心城市管理部门建立图形图像可视化管理应用系统，最终目标是实现为城市综合管理提供全新管理模式的现代化的管理手段，实现城市管理各部门之间的互联互通和信息全面共享，相关部门和领导掌控城市建设发展态势提供及时、准确、全面的信息服务和决策支持，加强业务部门之间的业务协同，提高社会公众服务水平。

因此，结合揭阳市实际，本次建议加快推进城市综合管理信息平台建设，并在城区内的各雨水排放口、电排站、易涝积水点增设流量计、液位计、雨量计、水质自动监测、闸站控制、视频监控等智能化终端感知设备，提高城市河湖水系、闸站、管渠等联合调度能力。

#### 4.4.3. 完善应急管理

##### (1) 加强领导，完善机制

由市三防指挥部统一组织、指挥相关工作，加强各级部门防汛指挥机构建设，明确水务、住建、应急、公安、城管、交通运输、气象、行政审批、发展改革、财政等有关部门的职责，建立健全分工协作、齐抓共管，协调联运的长效机制。

##### (2) 预案演练，反应迅速

做好应急救援准备，及时修订防汛预案，并组织应急演练，增强应急预案的针对性和操作性。做好应急物资储备，应急救援队伍 24 小时随时待命，一旦发生险情，迅速反应、果断决策、有力指挥、科学施救，把损失减少到最低限度。

#### 4.4.4. 系统化推进海绵城市建设举措

##### 4.4.4.1. 设计管控：强化规划建设管控内容

为了保证海绵城市建设和管控要求能落实到规划建设的每一个阶段，结合揭阳市建设项目规划设计管理情况，融入海绵城市的建设要求。

##### (1) 城市规划编制中衔接细化海绵城市建设要求

在编制城市国土空间总体规划、城市国土空间详细规划、相关专项规划，落实海绵城市建设相关要求，使海绵城市建设内容成为城市规划编制的法定组成部分。

##### 1) 城市国土空间总体规划

应结合所在地区的实际情况，开展低影响开发的相关专题研究，在绿地率、水域面积率等相关指标基础上，增加年径流总量控制率等指标，纳入城市总体规划。具体要点如下：

- a. 提出年径流控制率指标。将雨水年径流总量控制率纳入城市总体规划，作为城市发展的重要控制指标之一。
- b. 保护水生态敏感区。应将海绵城市专项规划划定的生态控制范围，包括河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠、水源涵养区和水土保持区等纳入城市规划区中的非建设用地（禁建区、限建区）范围，划定城市增长边界和城市蓝线，合理确定城市空间增长边界和城市规模，防止城市无序化蔓延，提倡集约型开发模式，保障城市生态空间。
- c. 明确城市绿地功能。城市绿地系统规划中明确具有海绵城市功能的绿地功能，划入绿线，

作为城市重点生态空间。

##### 2) 城市国土空间详细规划

落实城市国土空间总体规划及相关专项规划等上级规划中提出的低影响开发控制目标及要求，结合开发管控指标，增加低影响开发专题研究，提出各地块的单位面积控制容积、下沉式绿地率及其下沉深度、透水铺装率、绿色屋顶率等控制指标。

- a. 明确各地块的低影响开发控制指标。控制性详细规划应在城市总体规划或各专项规划确定的低影响开发控制目标（年径流总量控制率及其对应的设计降雨量）指导下，根据城市用地分类（R 居住用地、A 公共管理与公共服务用地、B 商业服务业设施用地、M 工业用地、W 物流仓储用地、S 交通设施用地、U 公用设施用地、G 绿地）的比例和特点，利用水文计算与模型模拟指标进行分类分解，细化各地块的低影响开发控制指标，将年径流控制率、调蓄容积、透水铺装率、下沉式绿地率、绿色屋顶率、雨水收集回收率纳入控制性详细规划的管控指标。

表 4.4-1 控制性详细规划的海绵城市指标内容

序号	名称	类别
1	年径流控制率	强制性
2	调蓄容积	引导性
3	透水铺装率	引导性
4	下沉式绿地率	引导性
5	绿色屋顶率	引导性
6	雨水收集回收率	引导性

- b. 统筹各类型“灰、绿”设施的设置。统筹协调开发场地内道路、绿地、水系、雨水管网等设施的布局和竖向，使地块及道路径流有组织地汇入周边绿地系统和城市水系，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统相衔接，充分发挥低影响开发设施的作用。

##### 3) 修建性详细规划



修建性详细规划应按照控制性详细规划的开发控制要求，落实具体的低影响开发设施的类型、布局、规模、建设时序、资金安排等，确保地块开发实现低影响开发控制目标。开展低影响开发专题研究，细化、落实上位规划确定的低影响开发控制指标。可通过水文、水力计算或模型模拟，明确建设项目的控制模式、比例及量值（下渗、储存、调节及弃流排放），以指导地块开发建设。

(2) 建设项目开发管控落实海绵城市建设控制要求

结合自然资源局工作规程，完善现有管理程序，实现海绵城市项目全过程引导和控制。具体工作流程如下图：

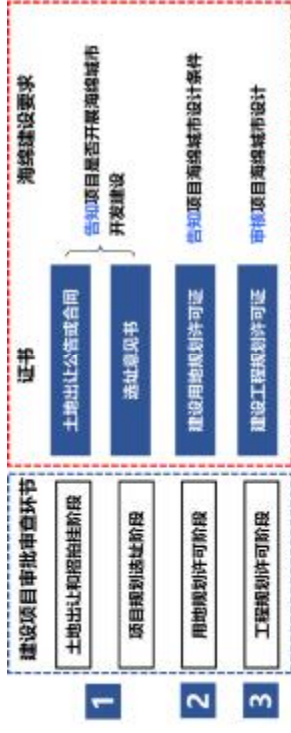


图 4.4-1 海绵城市项目全过程引导控制图

- 1) 土地出让或选址意见书阶段：建议针对揭阳市海绵近期建设示范区内项目及海绵近期建设项目，在土地使用权出让公告中提出是否开展海绵城市设施建设。
- 2) 用地规划许可阶段：建议根据项目建设指引，告知项目海绵城市建设条件。海绵城市建设条件的设定主要依据控制中海绵专章指引，对于已经编制的且没有海绵相关海绵指引内容的设计条件，可根据本专项规划中的分区控制指标和设计指引确定片区内海绵城市项目的设计条件。
- 3) 工程规划许可阶段：建议将项目设计符合海绵城市设计指引标准作为建设项目工程规划许可条件之一。设计单位应依据设计条件，在方案设计中深化各类海绵设施的下沉深度、调蓄容积、景观等，作为方案设计组成部分。自然资源局应审核海绵设施是否符合设计条件目标和指标要求，是否符合设计指引的要求。

#### 4.4.4.2. 监督维护：维护海绵城市日常运作

结合揭阳市城市规划管理的信息化建设，在未来规划管理平台建设中增加海绵城市管控与

检测信息平台功能。功能包括考核评估指标细化、综合监测方案、海绵城市信息化管理平台、监测考核技术咨询服务等功能，辅助海绵城市日常工作。

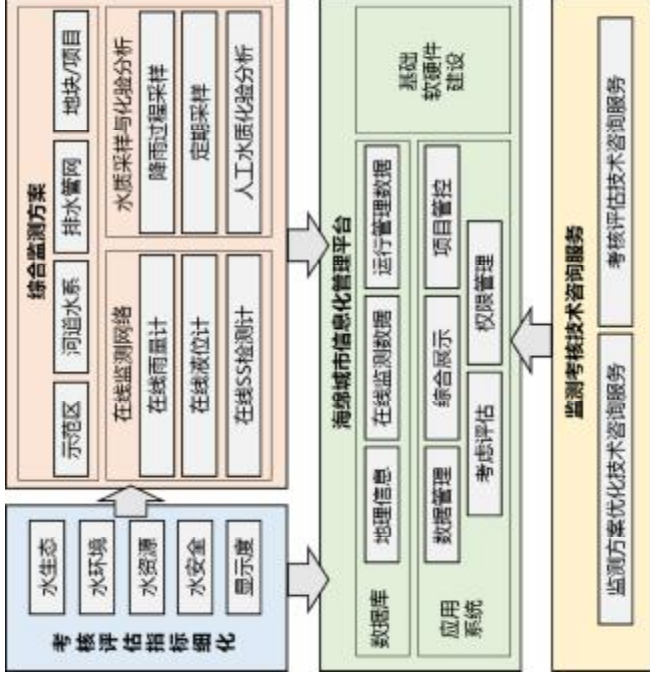


图 4.4-2 海绵城市管控与检测信息平台构架

#### 4.4.4.3. 加强组织领导：建立市领导牵头，多部门参与，多专业技术支撑的工作框架

揭阳市人民政府、各相关部门明确一名分管领导和一名业务主管对接、跟踪、服务“海绵城市”建设工作，对该项工作承担首问责任。项目业主要指定专人与市直有关部门对接。按海绵城市建设主要工作对各相关部门的主要任务建议详见下表：

表 4.4-2 揭阳市海绵城市建设工作分工建议表

部门	职责分工
发展和改革局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、负责将海绵城市建设相关工作纳入市国民经济和社会发展规划。</li> <li>2、负责海绵城市建设项目审批。</li> <li>3、配合市财政局开展海绵城市建设项目资金筹措模式研究。</li> </ol>
财政局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、指导和配合项目业主单位拓宽项目投资渠道，强化投入机制，统筹政府投资海绵城市建设项目资金；</li> <li>2、指导和配合项目业主单位做好海绵城市建设项目投资融资机制研究，包括政府补贴制度、绩效考评资金需求总额及分年度预算、资金筹措情况、长效投入机制及资金来源、奖励机制等；</li> <li>3、会同发展改革局指导和配合项目业主单位做好海绵城市建设项目 PPP 运作模式研究及投资、收益等财务收支预测；</li> <li>4、配合项目业主单位考核 PPP 公司海绵城市设施运营、管理和维护，依据考核结果，统筹拨付政府购买服务资金。</li> </ol>
自然资源局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、优先对海绵城市建设项目的土地供应。</li> <li>2、负责需要进行海绵城市建设的相关土地关要求纳入相关土地审批环节。</li> <li>3、负责将海绵城市理念及要求纳入总体规划、详细规划等法定规划，配合其他相关主管部门将海绵城市理念及要求纳入道路、绿地、水系等相关专项规划。</li> <li>4、负责会同其他相关部门划定城市蓝线、绿线和黄线，并出台相关政策。</li> <li>5、负责将海绵城市的建设要求落实到控规和开发地块的规划建设管控中。</li> </ol>
水利局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、根据部门职责，协助编制生态水网、排水防涝、水源配置等水利工程海绵相关规划、标准和政策文件。</li> <li>2、在水库、湖泊、河流等涉水项目，全面落实海绵城市建设理念。</li> </ol>
住房和城乡建设局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、指导、监督部门主管行业范围内的海绵城市建设项目的建设和管理。</li> <li>2、负责编制海绵城市相关施工、运行维护、验收的技术指南或政策措施。</li> <li>3、将海绵城市建设要求纳入开工许可、竣工验收等城市建设管控环节，加强对</li> </ol>

林业局	<p>项目的建设管理。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4、督促施工图审单位加强对项目海绵设施的审查。</li> <li>5、会同相关部门对竣工项目进行海绵城市建设专项验收并进行绩效评估。</li> <li>6、负责对海绵城市建设项目监管人员设计和设计、施工、监理等从业人员进行专业培训。</li> </ol> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、根据部门职责，协助研究森林公园、湿地公园海绵设施建设的相关规划、标准和政策文件。</li> <li>2、负责将海绵城市的建设理念及要求落实到森林公园、湿地公园建设项目中。</li> <li>3、海绵城市建设项目需征占用林地的，负责项目征占用林地审核审批工作。</li> </ol>
交通运输局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、负责公路项目中海绵城市相关设施的建设和管理工作。</li> <li>2、公路工程依据规划要求开展海绵城市建设。</li> </ol>
生态环境局	<ol style="list-style-type: none"> <li>1、加强对海绵城市建设中具体建设项目或相关规划环境影响报告书（或规划的环境影响篇章、说明）的组织审查。</li> <li>2、严格环境执法，加强对企业污染源监管。</li> <li>3、负责开展相关河湖水质的环境监测工作。</li> <li>4、探索城市面源污染监控、评估、削减等机制、标准和方法。</li> </ol>

#### 4.4.4.4. 拓宽融资渠道

揭阳市应区别海绵城市建设项目的经营性与非经营性属性，建立政府与社会资本风险分担、收益共享的合作机制，采取明晰经营性收益权、政府购买服务、财政补贴等多种形式，鼓励社会资本参与海绵城市建设建设和运营管理。

推广政府和社会资本合作（PPP）、特许经营模式，研究制定 PPP 模式配套政策，吸引更多社会资本用于解决海绵城市建设资金缺口。鼓励有条件的地区，整体打包海绵城市相关项目，引入资金与具备综合业务能力企业集团的联合体，采用总承包等方式统筹推进实施海绵城市建设相关项目，发挥整体效益。

#### 4.4.4.5.加大政府投入：争取国家和省资金扶持政策，加大政府信贷支持力度

加强与国家开发银行、农业发展银行等金融机构的对接，充分利用低成本、中长期的有关专项贷款等优惠政策。国家财政部、住房城乡建设部、水务部出台三部委在 2014 年 12 月联合发布《财政部 住房城乡建设部 水务部关于开展中央财政支持海绵城市建设试点工作的通知》（财建〔2014〕838 号）提出，决定开展中央财政支持海绵城市建设试点工作，提出了第一批海绵城市建设试点工作。明确中央财政对海绵城市建设试点给予专项资金补助，一共三年，具体补助数额分档确定。

各有方面要将海绵城市建设作为重点支持的民生工程，充分发挥开发性、政策性金融作用，鼓励相关金融机构主动加大对海绵城市建设的信贷支持力度。鼓励银行业金融机构在风险可控、商业可持续的前提下，对海绵城市建设提供信贷支持，积极开展购买服务协议预期收益等担保创新类贷款业务。研究出台支持海绵城市建设的规划土地、住房城乡建设管理、财政、水务、环保、交通、绿化等领域配套政策措施。

#### 4.4.4.6.加强项目管理和绩效考核：利用多元技术加强管控分区与项目的监督管理，加强对城市海绵城市目标体系的监督

结合住建部《海绵城市建设绩效评价与考核办法（试行）》具体内容要求，对生态、水环境、水资源、水安全和制度建设与执行情况考核。

绩效评价内容包括项目进展情况及设施运行情况，由项目实施情况由下而上核算海绵城市管控分区的控制指标。建立在线监测系统，为海绵城市建设的考核评估工作提供长期在线监测数据和计算依据。综合利用在线监测数据、设施分布图、数学模型等手段，评估低影响开发设施运行效果。建设海绵城市信息化综合管理平台，管理部门可查看海绵城市的建设数据，包括年径流总量控制率、设计降雨量、海绵设施数量和规模，也可通过地图操作查看具体某 LID 设施的空间布局、控制指标详情及设施的监测数据，为海绵城市考核评估提供全过程信息化支持。

制定《揭阳市海绵城市建设绩效评价与考核评估细则》，统一考核评估方法，让考核评估有据可依。

#### 4.4.4.7.宣传推广：加强公众参与，营造全民参与气氛

各区各有关单位要切实做好各项宣传工作，采取多种渠道、运用多种形式，鼓励社会积极参与、支持和配合海绵城市建设。加大信息公开力度，创新宣传方式，及时向社会公布海绵城市项目工作情况，畅通投诉建议渠道，建立有效的反馈机制、动态调整机制。邀请相关媒体和其他有影响力媒介报道海绵城市建设成果，举行各类活动进行追踪报道，加大宣传力度。举办知识竞赛，提高人民群众对海绵城市以及项目实际效益的认识，形成全社会参与建设、推广宣传的良好氛围。

#### 4.5.方案实施和效果评估

为有效体现城市内涝治理系统化实施方案建设对内涝治理总体效果、城市经济、社会和生活等方面所起到的影响，结合“十四五”规划及相关规划的数据情况，本次将对揭阳市中心城区内涝治理系统化建设进行效益评估。

#### 4.5.1.城市内涝治理总体效果

城市内涝治理的总体目标是形成“源头减排、管网排放、蓄排并举、超标应急”的城市排水防涝工程体系，使城市排水防涝能力显著提升，城市内涝治理工作取得明显成效，本次方案结合揭阳市实际情况，从区域流域治理、城市层面治理、设施提升改造等方面提出系统化治理措施，预计项目建设完成后，至 2025 年，揭阳市城市排涝标准将达到 30 年一遇 24 小时暴雨不成灾；一般农田按 10 年一遇 24 小时暴雨不成灾；城区内易涝积水点全面消除，城区内涝防治重现期达标面积达到 70%。

#### 4.5.2.建设效益估算

本项目以“海绵城市”建设理念为研究基础，进一步结合城市内涝治理系统的其他多方面因素进行的多元方案，因此，方案的实施效果将主要参照海绵城市建设经验进行估算。

##### (1) 经济层面

本次揭阳市内涝治理系统化建设总投资为 96.9 亿元，涉及流域生态保护与修复、削峰调蓄和行泄通道建设、源头减排、排水管渠系统及附属设施建设改造、易涝积水点整治、信息平台

## 4.6. 建设任务和投资估算

### 4.6.1. 大江大河大湖堤防建设与河道整治工程

表 4.6-1 大江大河大湖堤防建设与河道整治工程规划项目一览表

序号	项目名称	项目分类	主要建设内容及规模	工程投资 (万元)	实施年限	责任单位
1	揭阳市榕江南北河主河道清淤工程	城市防洪排涝能力建设	重点清淤河段为榕江南河三洲拦河闸至双溪嘴长 40 公里, 北河桥闸至双溪嘴长 40 公里河段	185000	2021	市水务集团
<b>榕城区</b>						
2	揭阳市榕城区仙桥河清淤疏浚工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	清淤疏浚河道 11.3 公里	4500	2021	榕城区人民政府
3	揭阳市榕城区洪阳河清淤疏浚工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	清淤疏浚河道 2.5 公里	1500	2022	榕城区人民政府
<b>揭东区</b>						
4	揭东区虎仔拦河闸重建工程	病险水闸除险加固工程	重建 5 孔总净宽 40 米的常规混凝土水闸	2778	2021	揭东区人民政府
5	榕河北河锡场围堤防达标加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	加固堤防长 11.14 公里	16000	2022	揭东区人民政府
6	榕河北河玉湖围堤防达标加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	加固堤防长 6.3 公里	21300	2022	揭东区人民政府
7	玉湖镇中心排洪	大江大河大湖	整治河长 8.8 公里	2400	2023	揭东区人民政府

建设等多项内容, 项目建设大部分为非营利性的设施项目, 本次规划建设建议可通过 PPP 模式引入社会资本投入, 并探索建立一种合理的雨洪处理收费机制, 保障经济层面 社会资本合理收益。

#### (2) 社会层面

1) 拉动社会投资。城市内涝治理系统化实施建设资金由中央资金、地方投资资金等组成, 扣除中央预算内资金补助外, 其他大部分资金由政府通过其他渠道解决, 参照其他项目工作的经验, 通过成立项目公司, 资本金按最低比例 30% 算, 其中财政投入占资本金的一半, 则地方政府投入比例为 15%, 约为 14.535 亿元, 其他 85% 可借助社会资本及其融资能力完成, 拉动约 83.365 亿元的社会投资。

2) 增加就业。按照 1 亿元投入增加 600 个就业岗位比例测算, 则本次城市内涝系统化治理建设将增加约 4.9 万就业岗位。

3) 减轻内涝灾害的损失。本次城市内涝治理系统化建设后, 通过增加雨水下渗、滞留与收集, 控制雨洪径流, 延迟洪峰时间, 缓解城市雨水危机, 并通过流域生态保护与修复、防洪标准的提高与工程建设等措施, 降低城市内涝风险, 减少内涝经济损失。

#### (3) 生态层面

1) 减少合流制溢流污染, 节省城市排水设施运行费用, 改善河流水环境。通过本次内涝治理系统化建设, 大力开展排水管网分流改造, 有效减少合流制溢流污染进入城市水系, 相应减少城市排水设施运行费用, 结合园林绿化、河道生态环境整治等, 保护城市河流湖泊水质, 改善城区河流水质, 提高居民的生活质量, 提高居民的生活质量, 改善城市生态品质。

2) 提升水资源利用效率, 缓解水资源短缺。通过海绵城市建设, 如下凹式绿地、调节塘、雨水湿地等调蓄设施, 吸收和储存雨水, 再通过植物、微生物等进行净化, 用于日常消防、灌溉、道路喷洒等, 富余雨水溢流至下沉广场形成景观水体或进入收集池等相关工程技术措施, 结合节水型社会建设, 可以缓解水质型水资源短缺问题。按自来水价格 2.5 元/立方米计算, 3% 水资源化利用率, 若按揭阳市城区日用水量 38 万吨/日计算, 到 2025 年节省水量约 2080.5 万吨, 节省水费 5201.25 万元。

3) 缓解城市热岛效应, 降低能源消耗。

4) 渗透补充地下水。通过增强对雨水下渗的作用, 截留雨水入渗回补地下水。

序号	项目名称	项目分类	主要建设内容及规模	工程投资(万元)	实施年限	责任单位
	(登岗片)整治工程	工程	年一遇			
15	榕城区地都海堤加固工程	海堤建设	加固地都海堤 19.6 公里, 沿线水闸加固	19600	2024	榕城区人民政府
16	榕城区砲台海堤加固工程	海堤建设	加固砲台海堤 14.3 公里, 沿线水闸加固	14300	2024	榕城区人民政府
	小计	---	---	364779.51		

#### 4.6.2.排水管渠及其附属设施

##### (1) 雨水管网建设规划

雨水管网建设主要以内涝点排水管网改造为主, 近期规划改造、新建雨水干支管渠 81.16km; 改造、新建巷道雨水边沟 109.2km, 共计投资 6.59 亿元。

表 4.6-2 近期排水管网建设规划工程表

序号	项目名称	项目位置	主要建设内容及规模	工程投资(万元)	实施年限	责任单位
1	中山街道雨水干支管完善	榕城区中山街道	d1200	479	2024	榕城区人民政府
2	中山街道易涝点雨水渠完善	榕城区中山街道易涝点	300x500	880	2023	榕城区人民政府
3	新兴街道雨水干支管完善	榕城区新兴街道	d1200 1800x1500 2000x1500	117 106 476	2023	榕城区人民政府 榕城区人民政府 榕城区人民政府
4	新兴街道易涝点雨水渠完善	榕城区新兴街道易涝点	300x500	880	2023	榕城区人民政府
5	榕华街道雨水干支管完善	榕城区榕华街道	d1200 d1600	66 65	2023	榕城区人民政府 榕城区人民政府

序号	项目名称	项目分类	主要建设内容及规模	工程投资(万元)	实施年限	责任单位
	沟综合治理工程	堤防建设与河道整治				
8	揭东区榕江北河月城寨内段除险加固工程	大江大河大湖堤防建设与河道整治	对长约 800 米座弯顶冲段进行除险加固	380	2024	揭东区人民政府
	<b>榕城区(原空港经济区)</b>					
9	枫江干流综合整治清淤工程	江河主要支流及独流入海河流治理项目	枫江干流揭阳市辖区内的 15.8km 河道实施环保清淤, 疏浚河道内污染的淤泥, 并对疏浚泥进行无害化处理及资源化利用	48437.51	2021	榕城区人民政府
10	榕城区登岗镇内河综合治理工程	中小河流治理工程	治理登岗镇河道 54 条, 治理河道总长 33.149 公里	37515	2024	榕城区人民政府
11	榕城区榕江北河(溪南片内河)治理工程	中小河流治理工程	治理河长 10.6 公里, 拟建护岸 7.4 公里, 清淤疏浚 10.6 公里。防洪标准提高至 20 年一遇。	2100	2021	榕城区人民政府
12	榕城区登岗镇机场(上片)枫江整治工程	中小河流治理工程	治理河长 3.84km, 20 年一遇	2976	2021	榕城区人民政府
13	榕城区登岗镇机场(下片)枫江整治工程	中小河流治理工程	治理河长 4.5km, 20 年一遇	2998	2021	榕城区人民政府
14	榕城区中溪	中小河流治理	治理河长 6.3km, 20 年一遇	2995	2021	榕城区人民政府

揭阳市中心城区内涝治理系统化实施方案

17	磐东街道雨水管网完善	磐东街道	新建 d800~2.8 x 1.4m 雨水管共计 22.16 公里	17728	2024	揭东区人民政府
18	渔湖街道易涝点雨水渠完善	榕城区团友村望江北路与发展大道交叉口旁老厝	300*500	800	2022	榕城区人民政府
19	砲台镇易涝点雨水渠完善	榕城区青溪村前新乡周边	300*500	800	2023	榕城区人民政府
20	进贤门大道周边管网完善	邱金元中学、榕东中学对面	d1500	1600	2023	榕城区人民政府
21	临江南路	东方首府前	300*500	300	2023	榕城区人民政府
22	政通路	近望江北路路口	3000*2500	876	2023	榕城区人民政府
23	仙彭路	与进贤门大道相接处	d1000-d2000	996	2023	榕城区人民政府
24	马牙路	马牙路至环市北河大桥	d1500-d2500	1424	2023	榕城区人民政府
25	新阳路、黄岐山大道	新阳路、黄岐山大道及政府对面	d800-d2000	2300	2023	榕城区人民政府
26	机场路	与 G206 国道交接处	d1200-d1500	800	2023	榕城区人民政府
27	北环大道	北环大道五堆村段卤弟茶座前等三处	d800-d2000	2540	2023	揭东区政府

(2) 泵站建设规划

6	榕华街道易涝点雨水渠完善	榕城区榕华街道易涝点	d11800~2500x2000	559	2023	榕城区人民政府
7	榕东街道易涝点雨水渠完善	榕城区榕东街道易涝点	300x500	528	2023	榕城区人民政府
8	西马街道雨水干管完善	榕城区西马街道	2500x2000	1320	2022	榕城区人民政府
9	西马街道易涝点雨水渠完善	榕城区西马街道易涝点	300x500	1969	2022	榕城区人民政府
10	东阳街道雨水干管完善	榕城区东阳街道	d600-d1200	220	2022	榕城区人民政府
				41		榕城区人民政府
				498		榕城区人民政府
				313		榕城区人民政府
11	东阳街道易涝点雨水渠完善	榕城区东阳街道易涝点	300x500	889	2022	榕城区人民政府
				1320		榕城区人民政府
12	东兴街道易涝点雨水渠完善	榕城区东兴街道	300x500	528	2022	榕城区人民政府
13	东升街道易涝点雨水渠完善	榕城区东升街道	300x500	880	2022	榕城区人民政府
14	曲溪街道雨水管网完善	揭东区曲溪街道	新建 d800~3.6 x 2.4m 雨水管共计 12 公里	9600	2023	揭东区人民政府
15	曲溪街道雨水管网改造	揭东区曲溪街道	改造 3.5 公里现状雨水管，管径在 d800~3.6 x 2.4m	3200	2022	揭东区人民政府
16	锡场雨水管网完善	揭东区锡场镇	新建 d800~1.5 x 1.5m 雨水管共计 12.5 公里	10000	2025	揭东区人民政府

新建泵站如下表所示，本次规划扩建排涝泵站3宗、新建排涝泵站6宗，移动泵站5宗，总装机容量约11505KW，造价估算约1.472亿元。

表 4.6-3 近期扩、新建排涝泵站一览表

序号	泵站名称	设计流量 (m³/s)	工程投资 (万元)	实施年限	责任单位
1	梅溪电排站 (扩建)	扩建泵站1座，设计流量27.8m³/s，装机容量1040KW	320	2022	榕城区人民政府
2	榕城装机500KW以下4宗(扩建)	扩建泵站1座，设计流量9.05m³/s，装机容量990KW	180	2022	榕城区人民政府
3	榕华大桥南移动泵站	新建泵站1座，设计流量2m³/s，装机容量100KW	120	2022	榕城区人民政府
4	玉浦村移动泵站	新建泵站1座，设计流量1m³/s，装机容量50KW	60	2022	榕城区人民政府
5	玉城村移动泵站	新建泵站1座，设计流量5m³/s，装机容量250KW	300	2022	榕城区人民政府
6	南厝电排站	新建泵站1座，设计流量25m³/s，装机容量1040KW	1580	2023	榕城区人民政府
7	仙桥电排站	新建泵站1座，设计流量237m³/s，装机容量2980KW	3500	2025	榕城区人民政府
8	永东电排站	新建泵站1座，设计流量55m³/s，装机容量1400KW	2100	2025	榕城区人民政府
9	锡东电排站	新建泵站1座，设计流量9.35m³/s，装机容量465KW	1000	2025	揭东区人民政府
10	善行桥电排站	新建泵站1座，设计流量7.16m³/s，装机容量320KW	800	2024	揭东区人民政府

11	六联河电排站	新建泵站1座，设计流量25m³/s，装机容量1040KW	1580	2022	榕城区人民政府
12	登岗镇官田电排站工程	在泵站内安装6台泵组，总装机容量1680KW，排涝标准提高至围内十年一遇最大24小时暴雨产生的径流量一天排干	3000	2022	榕城区人民政府
13	丰溪村移动泵站	新建泵站1座，设计流量1m³/s，装机容量50KW	60	2022	榕城区人民政府
14	青溪村移动泵站	新建泵站1座，设计流量2m³/s，装机容量100KW	120	2022	榕城区人民政府

### (3) 雨污分流建设

雨污分流建设项目如下表所示，本次规划涉及曲溪、磐东、锡场、东阳、渔湖等镇街，共计管网建设420.22公里，造价估算约22.41亿元。

表 4.6-4 新建污水管网项目一览表

序号	项目	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
1	玉浦内溪次支管网建设	新建管网22.8公里，管径DN400—DN600，接入揭阳市区污水处理厂。	9600	2022	榕城区人民政府
2	玉城河(西侧)次支管网建设	新建管网7.4公里，管径DN400—DN600，接入揭阳市区污水处理厂。	3120	2022	榕城区人民政府
3	新阳排洪沟次支管网建设	完善揭阳楼后渠周边截污，在新阳排洪沟新建次支管网约7.6公里，管径DN300—DN600，接入市区污水处理厂。	3192	2022	榕城区人民政府
4	揭东区主城区污水主管网清淤、修复及次支管网完善项目	新建揭东主城区干支管网93.37公里，管径DN300~DN600。	69522	2023	揭东区人民政府
5	揭东区磐东片区管网完善及修复项目	新建市政管约58.5公里，管径DN300~DN800。	63294	2022	揭东区人民政府
6	锡场镇干支管网完善工程	新建锡场镇污水干支管网20.55公里，管径DN500~DN800	14796	2025	揭东区人民政府
7	溪南街道次支	新建管网50公里，管径DN300	15000	2024	榕城区人民政府

序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
8	管网完善工程 凤美街道次支管网完善工程	—DN800, 接入揭阳市区污水处理厂。 新建管网 50 公里, 管径 DN300 —DN500, 接入揭阳市区污水处理厂。	15000	2023	榕城区人民政府
9	京冈街道次支管网完善工程	新建管网 40 公里, 管径 DN300 —DN500, 接入揭阳市区污水处理厂。	12000	2023	榕城区人民政府
10	榕城区(原空港)中心镇区(渔湖)次支管网完善工程	新建管网 70 公里, 管径 DN300 —DN600, 接入揭阳市区污水处理厂。	18000	2022	榕城区人民政府
11	凤美街道新建合流污水调蓄设施	新建合流污水调蓄池, 泵站, 新建管网 0.6 公里	600	2022	榕城区人民政府

#### 4.6.3. 雨水源头减排建设工程

雨水源头减排主要是采用新建下凹式绿地、人工湿地和改造透水铺装等措施, 造价估算约为 9896.57 万元。

表 4.6-5 低影响开发项目建设一览表

序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
1	卢前片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	392.13	2022	榕城区人民政府
2	马牙片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	482.70	2022	榕城区人民政府
3	进安片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	813.95	2022	榕城区人民政府
4	侨社片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	190.19	2022	榕城区人民政府
5	飞燕片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	693.02	2022	榕城区人民政府
6	榕湖片区改造项目	绿色屋顶、透水铺装	54.32	2022	榕城区人民政府
7	新河社区改造项目	绿色屋顶、透水铺装、下凹式绿地、透水性停车场、可渗透地面	909.35	2025	榕城区人民政府
8	榕江新城创智社区项目	绿色屋顶、透水铺装、下凹式绿地、透水性停车场、可渗透地面	4113.29	2024	榕城区人民政府
9	榕城工业园改造项目	透水铺装、下凹式绿地	1564.92	2025	榕城区人民政府
10	揭阳市体育中心项目	透水铺装、下凹式绿地、透水性	682.71	2023	榕城区人民政府

序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
	合计	停车场、可渗透地面	9896.57		

#### 4.6.4. 雨水削峰调蓄工程

规划新建长美公园, 枫江调蓄湖, 仙桥河湿地公园等调蓄设施, 公园改造过程可增加低影响开发措施, 如湿塘、调节池、调节塘等, 增加水面率, 造价估算约为 1.86 亿元, 此类项目应与内涝点改造和管线建设及低影响开发建设同步实施。

表 4.4-6 规划新建调蓄设施工程表

序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
1	长美公园	建设长美公园湿地公园做调蓄, 占地 26 亩, 调蓄容积 1.8 万 m <sup>3</sup>	2600	2022	榕城区人民政府
2	中高溪带状河道景观湿地公园	建设中高溪带状河道景观湿地公园做调蓄, 占地 30 亩, 调蓄容积 4 万 m <sup>3</sup>	3000	2023	榕城区人民政府
3	仙桥河湿地公园	建设仙桥河湿地公园做调蓄, 占地 30 亩, 调蓄容积 4 万 m <sup>3</sup>	3000	2024	榕城区人民政府
4	肇沟公园	建设肇沟公园做调蓄, 占地 183 亩, 调蓄容积 12 万 m <sup>3</sup>	10000	2025	揭东区人民政府

#### 4.6.5. 城市内河水系治理

##### (1) 内河水系

区域涝水能否快速排出, 内涝问题能否彻底解决, 其关键还在于天然水体和河涌, 水道的调蓄及泄流能力, 因此内河水系综合治理是涝水排放的关键, 河道整治除对河道进行加宽和清淤疏浚外, 还应保证两岸岸线的治理, 两者应同步实施, 规划区内的内河治理总长度约为 22.01km, 多集中为两侧用地较密集, 排涝压力较大的河涌, 造价估算约为 8010 万元。

表 4.4-7 城市内河水系综合治理

序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
----	------	---------	-----------	------	------



序号	项目名称	建设内容及规模	工程投资 (万元)	建设年限	责任单位
1	榕城北非水分区内河水系综合治理工程	治理内河涌 1.51 公里	302	2022	榕城区人民政府
2		治理内河涌 3.29 公里	1974	2022	榕城区人民政府
3	榕城南非水分区内河水系综合治理工程	治理内河涌 9.57 公里	1914	2023	榕城区人民政府
4	锡场非水分区内河水系综合治理工程	治理内河涌 6.426 公里	3213	2022	揭东区人民政府
5	磐东非水分区内河水系综合治理工程	治理内河涌 1.214 公里	607	2022	揭东区人民政府
	小计	22.01	8010		

## (2) 榕江南北河

规划对榕江南北河疏浚开挖深度 0.5m，疏浚量约 582000m<sup>3</sup>，疏浚费用约 50 元/m<sup>3</sup>，费用约 2910 万元。

## 4.6.6.行泄通道规划

整治内河涌长度约 40.62km，对榕江南北河进行疏浚约 58.2 万 m<sup>3</sup>，工程造价见内河水系综合治理，此处不再重复计算。

表 4.4-8 规划新建城市大型涝水行泄通道

城市大型涝水行泄通道	截面积 (m <sup>2</sup> )	设计流量 (m <sup>3</sup> /s)	单价
内河道整治 40.62km	/	/	600 (万/km) (包括河道拓宽、堤防重建、疏浚量、两侧景观等)；500 (万/km) (包括堤防重建、疏浚量、两侧景观等)；200 (万/km) (包括堤防加固和疏浚)；350 (万/km) (包括堤防建设和疏浚)

## 4.6.7.信息平台建设工程

表 4.4-19 信息平台建设工程

项目名称	工程投资 (万元)	建设年限
中心城区排水管网普查	5000	2022
城市排水系统信息化建设项目	11500	2022
水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	2800	2023
管理信息平台维护经费	600	2023-2024
小计	29900	

## 4.6.8.排水设施维护工程

表 4.4-10 排水设施维护工程

项目名称	工程投资 (万元)	建设年限
排水设施日常维护管理	3000	2022-2024
市政道路及内街内巷排水渠清淤	9600	2022-2024
排水管道结构性缺陷修复	3000	2022-2024
易积水点监控设备、警示标志	500	2023-2024
小计	16100	

## 4.6.9.工程总投资

表 4.4-11 工程总投资

项目名称	工程投资 (亿元)	备注
大江大河大湖堤防建设与河道整治工程	36.48	
排水管渠及其附属设施	30.47	含雨水管渠、泵站建设、雨污分流
雨水源头减排建设	0.99	
雨水削峰调蓄工程	1.86	
城市内河水系治理	1.09	
信息平台建设工程	1.99	
排水设施维护工程	1.61	市政道路及内街内巷排水管渠清、排水设施日常编制等费用
合计	74.49	

## 5. 保障措施

### 5.1. 组织保障

#### 5.1.1. 建设用地

##### (1) 关于旧城区的排水除涝设施用地落实

目前揭阳市中心城区大部分城市改造及优化主要以提高容积率为手段，一方面会产生新的市政需求压力，使供需矛盾更加突出，但另一方面也为解决市政设施落实难的问题提供了途径，这里面就包括了排水除涝设施的问题。为弥补历史欠账，也为项目本身的高强度开发提供支撑条件，城市更新项目配建的排水除涝满足自身需求外，还应兼顾周边地区的需求。为保障城市的可持续发展，城市更新项目必须按高标准要求配置排水除涝设施。

根据《揭阳市城镇老旧小区改造规划（2021-2025年）》旧城区的排水除涝设施，可通过老旧小区基础类改造工作进行落实。雨污分流的小区应进行雨污分流改造。对淤堵的排水管道予以疏浚清淤；对破损的、管径或坡度不符合规范的排水管道予以更换；对不满足使用要求的检查井和化粪池等排水设施进行疏通、清淤、修复或更换。与小区直接相关的城市、县城(城关镇)道路和公共交通、通信、供电、供排水、供气、停车库(场)、污水与垃圾处理等基础设施改造升级内容 应因地制宜综合考虑，并纳入老旧小区改造计划，且宜将老旧小区改造计划与行业改造计划有效对接，结合实施。

规划建议在推进老旧小区改造时，相关排水防涝基础设施采用的设计标准不应低于本规划制定的标准。

##### (2) 关于新区的排水除涝设施用地落实

在新区的规划建设，城市规划部门负责在编制城市控制性详细规划时，应根据本规划要求及相关水务建设部门的意见，确定道路、建设用地的规划高程，落实雨水、污水管（渠）的空间布局；落实水体规划控制蓝线，控制水体及排水设施用地。

在地势比较低洼的地区和曾经发生过内涝的地区，建议将建设地块雨水地表径流控制论证、建设地块排水工程设计方案或者初步设计，作为规划审批依据；在建设室外排水工程及公共排水工程规划许可时落实雨污分流要求，根据工作需要，编制相关河涌水系、排水规划。

#### 5.1.2. 海绵城市综合利用实施政策保障措施

综合径流系数的控制是通过控制各类城市用地（建筑小区）的雨水综合径流系数来实现的。对某一块拟出让的土地或改造用地，首先参照由揭阳市自然资源局组织编制的《揭阳市海绵城市专项规划》成果，根据用地分类及特征确定其雨水综合利用控制目标（该类用地的综合径流系数），揭阳市住建局提供该类用地的雨水综合利用设计要点，项目建设单位在进行方案设计或者初步设计阶段按雨水综合利用控制目标和设计要点进行设计，并核算综合径流系数。如达不到，则需修改设计方案，或采用雨水调蓄设施控制外排水量。设计完成后，雨水综合利用规划和该类用地综合径流系数应作为方案设计或初步设计的独立章节上报市自然资源局，自然资源局再对该用地的雨水综合利用措施和综合径流系数进行审核和确认，以作为建设项目规划许可证核发条件之一。

#### 5.1.3. 非工程防涝措施规划

在防涝与调度过程中,决策者面临的是比较复杂的决策问题。为了得到满意的决策效果,就必须进行多种方案、多种因素、多种环境条件下的分析,具体体现为量化的预测模型、预报与调度模型。

规划区防涝任务繁重,防御内涝灾害仅依靠防涝工程措施还不能满足防涝减灾的需要,只有把工程措施和非工程措施有机结合起来,才能构成完整的防涝体系,以防御可能发生的内涝灾害。因此,在建设防涝工程的同时,应加大力度落实防非工程措施。揭阳市非工程防涝措施规划以建设揭阳市三防指挥系统为重点,做好江河水库防洪调度、水情遥测、防洪通讯、计算机网络、防洪物料储备、防洪工作预案、防洪警戒防守、防汛抢险队伍、河道清障、水法律法规宣传、超标准洪水时的安全转移等非工程防涝措施建设。具体规划如下:

##### 防汛指挥系统

##### 1) 雨水工情测报系统

因揭阳市位于榕江下游,防洪压力较大,现状水文站和雨量站数量有待提高,规划加密布设雨量站和水文监测断面,完善信息传输系统建设,实现每条河流从源头到入海口的雨情、水情信息都能全面正确掌握和应用。建设完善工程运行状态监测与巡查上报系统。

##### 2) 计算机网络系统

将现有计算机网络扩充到县区、乡镇、水库、重点水文监测断面、重点水闸、重点排涝闸

站，为信息共享和视频监控、视频会议应用做好通道保障。

### 3) 应急通讯系统

建设覆盖全规划区各城区、乡镇、重点水文报汛站的应急通讯系统，建设重点村、屯应急通讯体系，建设全省防汛系统。

### 4) 视频监控视系统

建设覆盖水库、重点水文监测断面、重点水闸、重点排涝网站的视频监视系统，直观显示重点河流、水库、水闸、排涝网站实时水情画面。

### 5) 视频会议会商系统

建设到水库、县区、乡镇的视频会议系统，形成便捷、高效的会议会商体系，提高指挥调度工作效率。

### 6) 数据库系统

结合水利普查成果，建设全市水雨情数据库、工程数据库和社情数据库，使全市水雨情信息、河道、堤防、水库、电站、橡胶坝、排涝网站等工程信息，以及工程保护目标的社情信息都能全面准确掌握和应用。

### 7) 指挥调度应用软件系统整合开发集成

建设全市二、三维地理信息平台，开发建设河道、水库洪水预警预报与调度平台；在现有软件系统整合完善的基础上，开发集成总体的信息查询、洪水预报、工程调度等应用软件系统，形成基于数据汇集平台、应用支撑平台基础上的较完善的决策支持软件体系。

### (2) 洪水风险管理体系

1) 编制全市河流、水库、城市洪水风险图，全面掌握全省洪水风险情况，为防汛应急预案编制、确定洪水预警范围、拟定调度抢险转移方案、制定防洪排涝规划、开展洪水影响评价、进行内涝灾情评估、指导土地利用规划、推动洪水保险等各个方面提供技术支撑。

2) 开展预案体系建设研究，编制完善全市河流、水库防洪方案预案，加强预案的科学性和可操作性，规范应急管理，提高洪水灾害的反应与处置能力。

### (3) 防洪、防涝、防汛组织体系

1) 完善相关法律法规的制订，加强法制宣传教育工作，促进依法防汛。建设完善各级防汛责任体系、规章制度，使防汛工作规范化、制度化不断趋于完善。

2) 多方面、多种形式地开展防汛人员业务素质、工作能力的培养和锻炼，结合预案方案，开展防汛演习，使防汛队伍的战斗力不断加强和提高。

3) 强化应急分队队伍建设，完善覆盖全市的军地联合防汛抢险应急救援生分队和应急排涝分

队，新增、更新抢险设备。同时大力扶持各流域范围内多种形式的抢险队伍建设，建立专业队伍与群众相结合，地方民兵与各地军分区预备役相结合，以地域为主，相互兼顾的防汛抢险体系。并根据各自情况开展防汛抢险演练，提高抢险队伍应急响应抢险水平，做到“招之即来、来之能战、战之能胜”，为抗洪抢险救灾提供专业队伍保障。

4) 按照分级负责的原则，规划建设管理机构及职能、建设管理、质量控制、进度管理、资金管理、招标管理、档案管理、项目监督等。

5) 运行维护管理(含数据信息更新维护)体系。按照分级管理的原则确定管护人员和运行费用，规划运行维护管理体制、机构和职能、运行维护管理制度、岗位职责、运行维护费、设备更新费等。

防洪、防涝非工程措施是通过约束人类自身行为，以改善人与洪水关系，从而达到防洪减灾目的的一种措施。它是一种独立的防洪减灾策略思想，体现了人与自然的和谐共处的自然观和社会发展观。

## 5.1.4.排水管养措施

1. 排水管渠应定期检查、定期维护，保持良好的水力功能和结构状况。

(1) 排水管理部门应定期对排水户进行水质、水量检测，并应建立管理档案；

排放水质应符合国家现行标准《污水排入城市下水道水质标准》CJ 3082 的规定。

医院排水还应符合《医院污水排放标准》GBJ 48 的规定。

(2) 管渠维护必须执行国家现行标准《排水管道维护安全技术规程》CJJ 6 的规定。

(3) 排水管渠维护宜采用机械作业。

(4) 排水管渠应明确其雨水管渠、污水管渠或合流管渠的类型属性。

(5) 在分流制排水地区，严禁雨水混接。

(6) 污水管道的正常运行水位不应高于设计充满度所对应的水位。

### 2. 管道养护

(1) 排水管道应定期巡视，巡视内容应包括污水冒溢、晴天雨水口积水、井盖和雨水算缺损、管道塌陷、违章占压、违章排放、私自接管以及影响管道排水的工程施工等情况。

(2) 排水管理部门应制定本地区的排水管道养护质量检查办法，并定期对排水管道的运行状况等进行抽查，养护质量检查不应少于 3 个月一次。

(3) 管道、检查井和雨水口内不得留有石块等阻碍排水的杂物

3. 井盖的标识必须与管道的属性一致。雨水、污水、雨污合流管道的井盖上应分别标注“雨水”、“污水”、“合流”等标识。

4. 铸铁井盖和雨水箅宜加装防丢失的装置,或采用混凝土、塑料树脂等非金属材料制作。

## 5.2. 资金筹措

城市排水防涝是城市公用事业之一,它决定了政府必然是该行业产业化公益性、引导性、补贴性的投资主体。是政府对投资、建设、运营和服务等雨水排放与利用产业全程的参与和管理。

目前揭阳市排水防涝设施建设、运行和维护资金主要依靠政府的财政投入,政府负担较重。同时由于单一乏力的设施建设、运行和维护资金来源,难以满足对城市雨水排放和利用的要求。为促进揭阳市的可持续发展,建议鼓励社会资本参与与市政公用设施的建设,形成多元化的投资结构。对于大型城市排水防涝设施,其投资较大,建设周期较长,是确保在规划期内达到排水防涝实施效果的关键,不宜寄希望与利用社会资金进行建设大型的城市雨水排放设施,而应由政府投资建设和负责运营。

另外,当设施的经营能使投资者获取较高的回报,以及商业和政治风险较小时,这对投资者的吸引力是较大的。对于一些小型城市雨水利用设施,譬如新建小区的屋顶集蓄利用工程,可以由政府给予房地产开发商一些政策上的支持和一些土地、税收上的优惠措施,吸引他们成为这些雨水利用设施的投资者。

综上所述,对于城市雨水排放与利用事业来说,政府仍为投资主体,但也可以采取一些优惠政策(如贴息贷款、担保贷款、授予必要的土地、税收优惠、财政贴息等)来吸引社会资本参与到雨水排放与利用事业中来。

## 5.3. 其他

### 5.3.1. 健全保障机制

**强化政府主导:**揭阳市排水防涝综合规划必须纳入国民经济和社会发展规划,需要各级政府和相关社会共同推进,建立起以政府为主导,各有关部门分工负责,才能全力推进规划实施。揭阳已经设立市政维护处,作为项目执行单位,负责项目实施的组织、协调和管理。但仍需完善架构,并补充各个岗位的专业人员。

**加强政策保障:**在政策上扶持城市雨水管网、防涝设施、污水管网、污水处理设施等对生态环境建设和持续发展具有根本性影响的项目,各级政府要以政策为引导,加以扶持。建立政策保障体系,制定规划项目优先落实资金和审批制度,强化各类规划和项目建设管理制度,严禁建设不符合规划要求的项目,对超过污染物排放总量控制指标或尚未完成规划任务的地区实行区域限批,以经济激励促进规划实施。

### 5.3.2. 定期检查评估

建立完善规划实施的年度评估制度,即每年均对规划任务和项目进展情况、总量控制情况等进行分析评估,根据需要对规划任务进行梳理,对规划项目进行适时调整,提高规划的针对性、时效性和指导性。

### 5.3.3. 加强与有关规划的协调

排水规划应加强与道路规划、河道整治、防洪规划的协调。

道路设计高程与排水管网设计密切相关,道路竖向设计很大程度上决定排水管线的埋深,直接影响雨水污水管网的控制性高程,对排水分区、排水流向有着深远的影响。因此,道路竖向规划应与排水规划紧密衔接。河道整治及防洪沟渠的规划要充分考虑到规划区域排水分区、雨水量、雨水排放口高程等相关问题,保证雨水排放通畅,避免形成内涝,雨水管道规划应与河道整治及防洪规划同时开展,相互协调,统一规划。

## 图纸目录

1. 区位示意图
2. 现状水系图
3. 规划生态绿地分布图
4. 现状排水分区图
5. 现状易涝点分布图
6. 现状排水设施分布图
7. 易涝风险区与内涝点分布图
8. 土地利用现状图
9. 土地利用规划图
10. 规划排水分区图
11. 雨水调蓄设施规划图
12. 行泄通道规划图
13. 排水管网及设施规划图
14. 源头减排项目分布图
15. 易涝积水点整治方案图