

益阳城市设计导则

（海绵城市专项）

中国城市科学规划设计研究院
天津市城市规划设计研究院
二〇一七年八月

项 目 名 称：益阳市中心城区城市设计导则

委托方（甲方）：益阳市规划局

承担方（乙方）：城市科学规划设计研究院有限公司

天津市城市规划设计研究院

城乡规划编制资质证书等级：甲 级

城市规划编制资质证书编号：（建）城规编第（141005）



编制单位：城市科学规划设计研究院有限公司

天津市城市规划设计研究院

益阳市规划局

院 长：	方 明	城市科学规划设计研究院院长		
项目负责人：	方 明	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	蔡岳成	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	董艳芳	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	沈 佶	教授级高级规划师	国家注册规划师	
技术负责人：	方 明	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	蔡岳成	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	朱雪梅	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	邓 琪	教授级高级规划师	国家注册规划师	
	马素明	高级建筑师	一级注册建筑师	
	李 欣	高级规划师	国家注册规划师	
	彭 靖	高级规划师	国家注册规划师（益阳市规划局）	
项目顾问：	李晓跃	益阳市规划局	局长	
	郭应龙	益阳市规划局	副局长	
	曹建交	益阳市规划局	副局长	
	温国兴	益阳市规划局	编制科科长	
	杨松茂	益阳市规划局	技术科科长	
项目组成员：	陈丹良	高级规划师	王思思	高级工程师
	于 迪	景观设计师	祝婉楠	助理规划师
	佟慧欣	规划师	吴洪文	助理工程师

院规划设计成果专用章：

规划设计编制完成时间：2017年8月

目录

一、益阳市中心城区水问题现状分析	1
1.1 现状分析	1
1.1.1 城市概况.....	1
1.1.2 水系.....	2
1.1.3 土壤.....	3
1.1.4 植被.....	3
1.1.5 排水系统.....	4
1.2 城市洪涝问题	5
1.2.1 城市内涝.....	5
1.2.2 城市洪灾.....	9
1.3 城市水污染问题	13
1.3.1 城市水系水质亟待提升.....	13
1.3.2 雨水径流污染较为严重.....	15
1.3.3 老旧小区合流制溢流影响大.....	16
1.3.4 生活污水及养殖业污染危害较重.....	17
1.3.5 污水处理厂处理率偏低，威胁河流水质.....	17
1.4 城市水生态环境问题	19
1.4.1 水生态系统功能退化、生物栖息地丧失.....	19
1.4.2 梓山湖生态恶化.....	19
1.4.3 河岸硬化严重.....	20
1.4.4 滨水景观不佳.....	21
二、益阳市海绵城市建设基础分析	22
2.1 海绵城市建设的需求分析	22
2.1.1 湖南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见.....	22
2.1.2 落实“四化两型”社会发展战略要求.....	22
2.1.3 长株潭一体化发展需求.....	23
2.1.4 环洞庭湖生态经济区.....	23
2.1.5 建设生态园林城市需求.....	23
2.1.6 黑臭水体治理需求.....	24
2.2 海绵城市建设拟解决的重点问题分析	25
2.2.1“一江一湖四溪多塘”水环境改善.....	25
2.2.2 解决城区积水内涝，减轻城市排水压力.....	26

2.2.3 增强城市雨水下渗，逐渐回升地下水	26
2.2.4 构建“水清岸绿景美的宜居山水城市”	26
2.3 海绵城市建设的可行性分析	26
2.3.1 健全的规划体系	26
2.3.2 完善的法律制度	28
三、益阳市海绵城市建设目标	29
3.1 益阳市海绵城市建设总体目标	29
3.2 益阳市海绵城市建设控制指标	29
3.2.1 水生态	29
3.2.2 水环境	30
3.2.3 水资源	30
3.2.4 水安全	31
3.3 各类用地径流总量控制率	31
四 益阳市海绵城市分区及建设要点	34
4.1 主城区提标改造及水文化保护示范区	34
4.2 梓山湖生态敏感保护示范区	36
4.3 鱼形山生态保护与修复示范区	38
4.4 沧水重工业区污染防控示范区	39
4.5 工业区综合整治示范区	41
五、益阳市典型用地雨水系统设计指引	44
5.1 海绵城市低影响开发雨水系统建设原则	44
5.2 道路雨水系统设计指引	44
5.2.1 道路雨水系统设计细则	45
5.2.2 主要工程措施	47
5.2.3 道路分级雨水系统构建示意	47
5.3 绿地雨水系统设计指引	50
5.3.1 绿地雨水系统设计细则	51
5.3.2 主要工程措施	52
5.3.3 绿地雨水系统构建示意	53
5.4 居住区雨水系统设计指引	54
5.4.1 居住区雨水系统设计细则	55
5.4.2 主要工程措施	57
5.4.3 居住区雨水系统构建示意	58

5.5 水系雨水系统设计指引	60
5.5.1 水系雨水系统设计细则	61
5.5.2 主要工程措施	62
5.5.3 水系雨水系统构建示意	64
5.6 其他用地雨水系统设计指引	64
5.6.1 其他用地雨水系统设计细则	67
5.6.2 主要工程措施	68
5.6.3 其他功能区雨水系统构建示意	68
六、益阳市海绵城市雨水设施选择与设计	70
6.1 雨水设施选择	70
6.2 雨水设施设计示意	72

一、益阳市中心城区水问题现状分析

1.1 现状分析

1.1.1 城市概况

益阳市位于湘中偏北跨越资水中下游，系由雪峰山余脉和湘中丘陵向洞庭湖平原过渡的倾斜地带。境内由南至北呈梯级倾斜，南半部位丘陵山区，属雪峰山余脉；北半部为洞庭淤积平原，一派“背靠雪峰观湖浩，半成山色半成湖”水乡景色。整个地势自西南向东北递降，朝南洞庭倾斜，从北往南俯瞰主城区，依次以“山、水、城、田”交相辉映，山水城田有机融为一体。

益阳市行政区内包括 3 县（安化、桃江、南县）、1 市（沅江）、3 区（资阳、赫山、大通湖区）和益阳高新区，总面积约为 12320km²。中心城区包括资阳区和赫山区两区，2015 年建设用地面积为 93km²，中心区人口为 83 万人。中心城区周边山体系统从南往北依次有寨子仑山脉、云雾山生态保护区、会龙山生态保护区三座青山为代表。

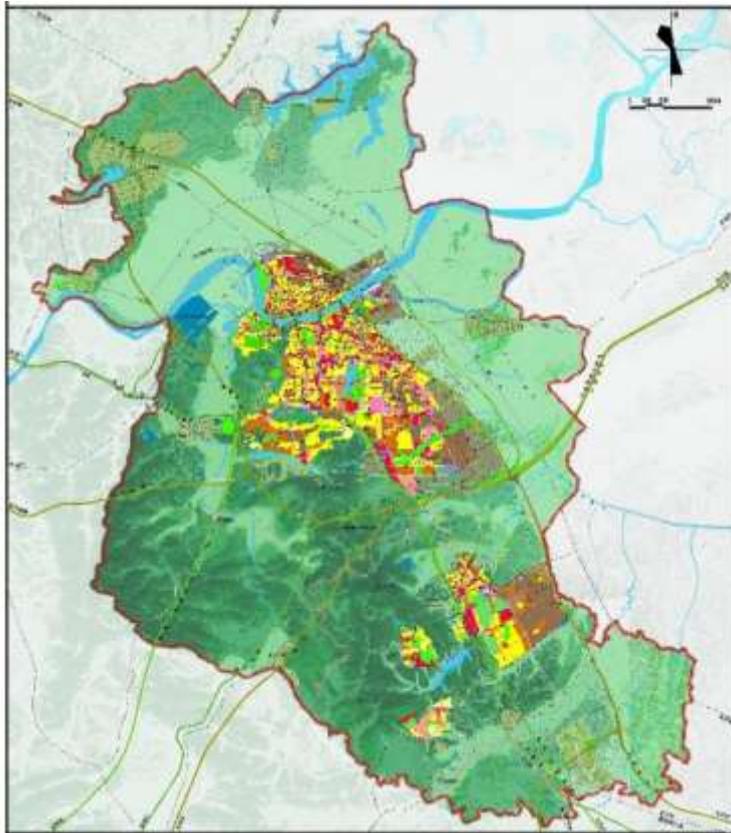


图 1-1 益阳市城区用地规划图

1.1.2 水系

益阳市境横跨洞庭湖区，是资水、沅水、澧水汇入长江的必经区域，水系发达，水资源（水能资源）丰富。西南部和中部山丘区，分布着资水水系，资水干流汇合众多支流，自西南流向东北注入南洞庭湖。东北部为平原，湖泊密布，与众多河流相互连接，吞吐三江（资水、沅、澧）三口（长江淞滋口、太平口、藕池口）之水，构成较为复杂的湖区水系。益阳水体系统以资江为主干，以洞庭湖水域为枢纽，西南一线，东北成网，水路四达。

中心城区范围内主要水系包括：资江、资江一级支流志溪河、平原型自然河兰溪河、田园风景新河，市区内还有秀峰湖、梓山湖、鹅洋池等湖泊水体。

表 1-1 益阳市境内主要河流分布情况

河流	境内流域面积 (km ²)	境内流经长度 (km)	河流坡降 (%)	发源地	流经地点	河口
资江	7855	239	0.397	广西城步县北青界山	武冈、洞口、隆回、冷水江、新化、安化、桃江、赫山、资阳区	资阳区甘溪港
伊水	1120	83.8	1.79	安化山溪界	安化县浮青、乐安、梅城、仙溪、田兴	安化县敷溪
沂溪	571	79.3	2.76	安化桂岩山	安化东山、大付坪、桃江泗里河、游河坪	桃江县马迹塘
獭溪	407	52.7	24.3	桃江柘木幽	桃江县响涛源、石牛江	桃江县桃花江镇
志溪河	626	65	1.06	宁乡新塘湾	宁乡界头塘、桃江灰山港、赫山区谢林港	赫山区李家洲
渠江	851	98.8	6.05	新化县分水界	安化胡家湾	安化县渠江口
洋溪	364	60.6	6.21	安化县钟鼓界	安化青山岭、燕舞场太桥、弯塘、石灰洞	安化县归化口

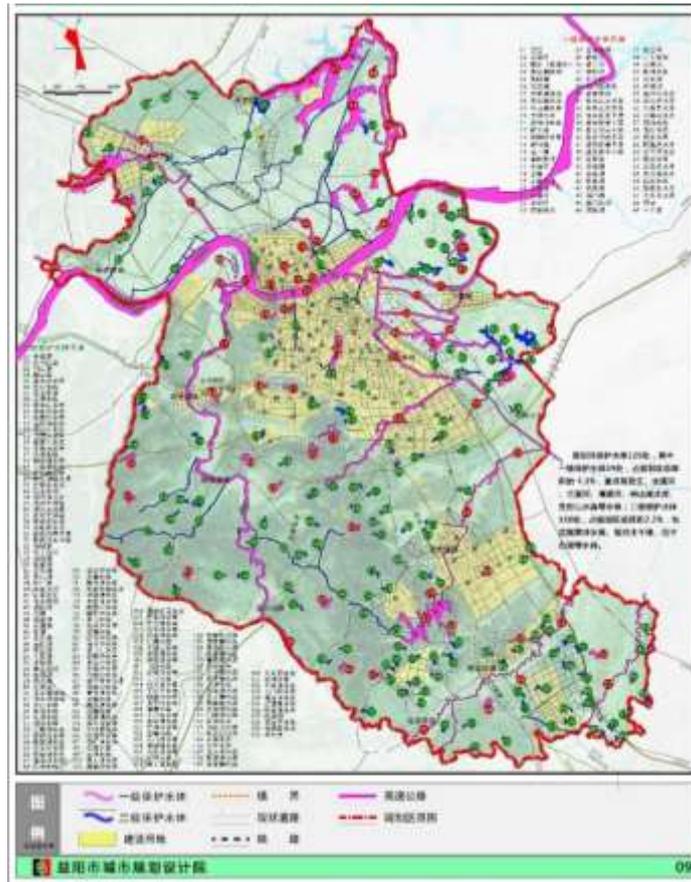


图 1-2 益阳市城区主要水系分布情况

1.1.3 土壤

益阳境内成土母质多种多样，有板页岩风化物、河流冲积物、砂岩风化物、第四纪红土风化物、石灰岩风化物、花岗岩风化物、紫色砂岩风化物。据 1980 土壤普查，全市土壤有 10 个土类、22 个亚类、91 个土属、300 个土种。土壤由红壤向黄红壤、黄壤变化。全市主要土类名称及分布情况为：红壤主要分布于中部和西南部，占土地总面积的 55.02% 水稻土遍布全市，其中湖区最多，且集中连片，占 22.47%。

1.1.4 植被

益阳地带性植被属中亚热带常绿阔叶林。植被类型以华东、华中区系为主，其构造较为复杂，均为次生植被。境内中部及西南部丘陵陆生植被发达，以常绿植被为主，其结构可分为乔木、灌木和草本 3 个层次。全市共有木本植物 103 科 338 属 1020 余种，其中国家一级保护树种 3 种、二级保护树种 15 种，优良乡土树种 250 余种。

目前，益阳市运用的城市绿化植物共有 217 种，其中本地树种 116 种，外来引进树种 101 种。在这些城市植物中，益阳市有最常用园林植物 86 种，常用园林植物中本地植物 30 种，如香樟、杜英、桧柏、蚊母、女贞、桂花、棕榈、酸橙、垂柳、石楠、水杉、池杉、楝树、复羽叶栎树、栀子、南天竹、小叶十大功劳、阔叶十大功劳、春杜鹃、六月雪、红继木、紫薇、木芙蓉、爬山虎、常绿地锦、马蹄草、本地狗牙根、麦冬、葱兰等。益阳市植被基础较好，在海绵城市建设过程中，有丰富的植物基数可供海绵设施选择，保证海绵城市建设的功能和景观效应的实现。



图 1-3 益阳市植被景观

1.1.5 排水系统

1) 排水体制选择

益阳市中心城区，新建城区采用雨、污水分流的排水系统。旧城的排水系统改建为合流制。城北片旧城区采用截流式合流制，新区长春经开区严格按雨污分流制系统实施。城南片，赫山北、赫山南片区、高新区寨子仑片区、东港片区、高新北片区采用雨污分流制排水系统，会龙山片区、桃花仑片区为现状合流制。

2) 雨水系统分区

城北片区按雨水流向和出水口分为两大片，即清水塘泵站片和接城堤泵站片；清水塘泵站片按主干管流域还可分为五一路片、金花湖路片、幸福渠片、资阳路片、山渠路片，共 5 片。

城南片区按地形可划分为 12 大排水片。即新安片、龙山港片、

秀峰湖片、大海塘片、罗溪渠片、龙光桥片、姚家湾片、中山村片、云雾山片、清溪河片、花门楼片、梓山湖片。



图 1-4 益阳市城市雨水管总规划图

1.2 城市洪涝问题

1.2.1 城市内涝

- 城市化进程加快，地表产流大大增加
- 特殊地理特征加大内涝风险
- 水系结构破坏，行洪能力大大降低
- 规划与设计标准偏低
- 科学化管理水平不高

➤ 原有生态系统排水能力减弱

1.2.1.1 益阳市中心城区内涝成因分析

➤ 城市化进程加快，地表产流大大增加

90年代以来，益阳市城市化速率逐年增加，伴随城市人口数量逐年攀升。城市化发展必然增加了地表不透水性，削弱了地表的下渗能力，增加了地表产流。另一方面，由于城市的快速发展，以往建设的城市排水系统标准难以负担如今的强降雨条件，造成排水不及时、低洼处积水严重等问题。从下图可以看出，益阳城市化率总体低于全国城市化率，但是益阳城市化率总体增长速度平稳，说明益阳市城市化率低于全国水平，在未来在相当长一段时间内，城市化进程将持续加快，并且达到或超越国家城市化率。届时，益阳城市建成区面积将会大大增加，下垫面硬化面积也会大幅提升。

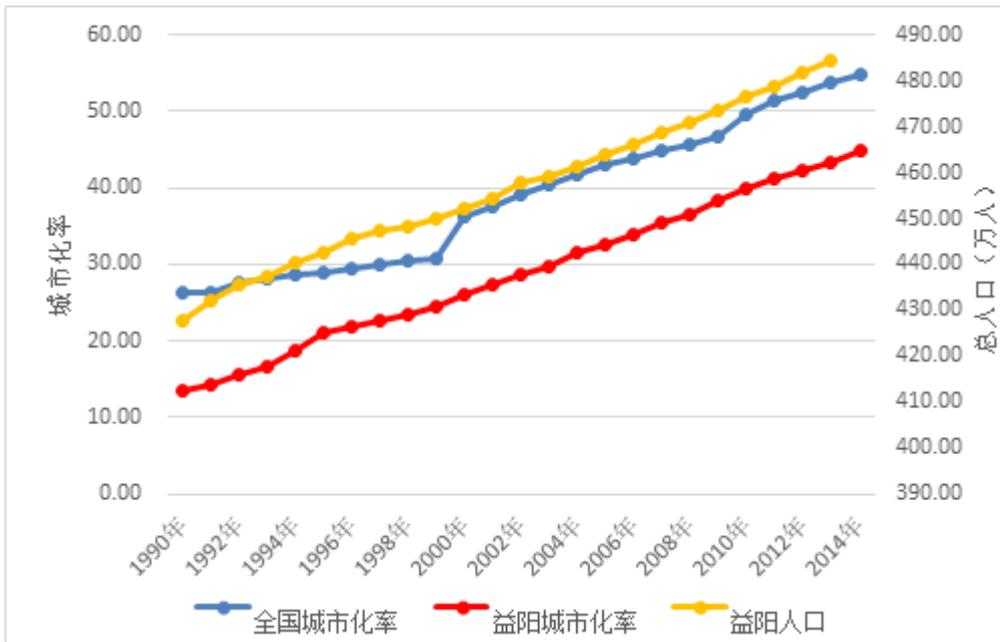


图 1-5 益阳市城市人口、城市化率与全国城市化进程

➤ 特殊地理特征加大内涝风险

益阳市中心城区内涝与益阳城市地理位置特征密切相关。益阳市中心城区地坪高程较低，平原地带河网纵横、湖泊棋布，水路经洞庭湖外通长江，内联湘、资、沅、澧水道。“背靠雪峰观湖浩，半成山色半成湖”，带来优势的同时，也埋下了水患的隐忧。

发源于西南部丘陵山区的雨洪在此汇入资江流向南洞庭湖。此外

资水上游流域宽阔，中下游流域狭长，山坡陡峻，雨水流程短，汇流迅速，一旦遭遇汛期强降雨或台风天气，将受到山洪和城区内河排水不畅的双重压力。

中心城区左岸为资阳区和右岸为赫山区，历年来受拓溪水库泄洪和拓溢区间暴雨洪水威胁。根据湖南省益阳市水文水资源勘测局数据显示：溪库区及拓益区间是湖南省有名的暴雨高值区，多年平均降雨量(1400~2000) mm，蒙公塘站实测最大 24h 暴雨为 468.2mm，年降雨集中在 4~7 月，尤以 5~6 月为甚，一场暴雨一般历时 3 天左右，受洞庭湖洪水顶托影响，益阳市区高洪历时维持在 7~15 天。

➤ 水系结构破坏，行洪能力大大降低

随着社会经济的发展，沿河建筑物和河中水工建筑物（码头、桥梁等）增多，不少河段被建、构筑物侵占部分行洪面积，如水体方面存在违章建筑物侵占志溪河道。此外益阳城市开发建设，导致水土流失较为严重，部分河道如清溪河等淤积严重、资江沿线侵占严重，挖沙船管理不规范，制约了河道的排洪能力。加上河床及资水尾间河道遭不同程度破坏，加之洞庭湖的泥沙逐年淤积，河床抬高，不少河道的行洪能力逐年降低。

撇开益阳市较为独特的区位特点、地理特征，造成建成区内涝水灾的原因，与住建部统计的 2008-2010 年全国 63%的大中城市出现内涝和水灾的原因，存在不少共同之处，主要是河堤、江堤及排水系统规划与设计标准偏低，城市排水系统科学化管理水平不高，原有生态系统排水能力减弱。

➤ 规划与设计标准偏低

由于历史和经济原因，城市早期建设的排水系统标准较低，很多省会城市是 1 年排水重现期标准，地级城市是 0.5-1 年排水重现期标准。当前，城市排水设施规划设计要求按照《城市排水规划规范》采取 1-3 年重现期标准，重要地段采取 3-5 年重现期标准。就益阳市而言，首先是部分原有的内河堤岸的规划、设计与建设标准过低。其次是城市排水系统规划与设计标准偏低。采用的设计重现期普遍为

0.5-3 年，且多按低限设计，至多抵御约 22-40mm/h 的短时期强降雨；排水方式为重力流且地坪坡度小，雨水排放口 90%在常水位以下，加上软土地基引起的不均匀沉降，容易造成早期建设的管道脱节、堵塞和排水不畅；河道排江方式为传统的重力式候潮排放，如果遭遇风暴潮顶托，外江水位居高不下加上内河水位持续高位，城区内涝便会产生。

➤ **科学化管理水平不高**

首先是“多头管理”，表现在城市防洪与排水系统多头管理，城市防洪排涝涉及水利、建设、规划、城市管理、气象等多个部门。众多的管理部门，容易导致资料分散、协调困难和职责不清等问题。其次是“意识不足”，表现在部分路段与小区排水不畅的原因是垃圾杂物堵塞后未得到有效清理所致，凸显民众对城市排水系统重要性的认识有待提高。城市建设工程对城市排水管网系统的影响破坏也时有发生，加剧了内涝程度与影响。再次是“预警欠缺”，表现在虽然对汛期暴雨的预警和防范水平已能有效控制人员和财产损失，但对城区内涝与平原地区水灾的准备不足，缺少相应预测、预警机制和应对措施。

➤ **原有生态系统排水能力减弱**

由于当时认知水平和经济条件，尤其是在大规模城市建设缺地情况下，一些城市内河被填平，一些河道被削弯取直，导致蓄水能力大幅度下降。与此同时，地面硬化、渗透性能好的生态路面大幅度减少，导致径流系数大幅度上升，雨水 90%以上形成径流，大大增加了河道的排水负荷。

1.2.1.2 中心城内涝水灾的不同分类及特征

由于益阳市特殊的地理位置和气候条件。中心城区特别是老旧城区积水问题较为严重。根据益阳市积水点筛查，目前主要存在积水点五处，主要原因有水流量大、排污涵管管径太小积水难以排放、地势低周围汇水在此汇集等原因造成。

表 1-2 益阳市中心城区内涝积水点列表

内涝点	积水原因
益阳大道西路口转盘	地势较低，金山北路、金山南路以及益阳大道 3 个

处	方向的积水全往此处排放，水流量大。加之此处的下水管网管径过小，雨水太大时，难以及时排放。
益阳大道与银城大道交汇处	由于排污涵管管径太小，水流量太大时，积水难以及时排放。
益阳医学高等专科学校与湖南城市学院附近	地势低，周围积水在此汇集
康复南路福中福路段	地势低洼，周围积水在此汇集
龙岭工业园紫竹路	地势低洼，周围积水在此汇集。

根据积水成因的差别，益阳市积水成因可分为“河水倒灌”、“河水漫堤”、“江水漫堤”、及“排水能力不足”等四类。

“河水倒灌”是指河水水面上涨超过地面海拔高程时，河水通过雨水管、电信管等倒灌进入城区地势较低处。这是中心城区大部分老旧小区受淹的原因。

“河水漫堤”是指河堤或挡墙高度不足或局部损坏，河水上涨到一定高度后漫过河堤或穿过挡墙进入城镇和平原，该情况会使强排效率下降乃至失效。

“江水漫堤”是指江水水位过高，漫过江堤进入城区。如资阳区部分堤防标准低且不连续常出现江水漫堤现象。

“排水能力不足”是指因排水管道管径偏小、损坏或堵塞，强排能力不足等原因造成的内涝。如特别是部分老旧区，排水管道管径偏小且有损坏和堵塞现象，排水能力严重不足，居民反映常常小雨即涝。

1.2.2 城市洪灾

- 降水丰富且集中，多暴雨
- 径流量大、集中且年内分布不均
- 资江流域的暴雨洪水多发，强度大，暴雨中心不固定

1.2.2.1 降水丰富且集中，多暴雨

益阳水资源丰富，全市多年平均降雨量 1478.8mm，多年平均蒸发量 903.0mm，降水年年偏丰、7 月多雨成灾、日照普遍偏少，春寒阴雨突出等特征。由于地处暴雨区，因此区内雨量充沛，暴雨强度大，出现次数多。在 7~8 月，暴雨中心稳定，主要发生在城区上游的柘

桃区间。5、6月份为梅雨季节，天气沉闷；7、8月份常在西太平洋副热带高压控制下，出现极端最高气温；秋季天气晴朗少雨；冬季受蒙古高压控制，多出现东北风，有雨雪。区内四季变化分明，湿热多雨，严寒期短，雨量充沛，雨量集中于春夏，具有副热带大陆季风性气候的特色。

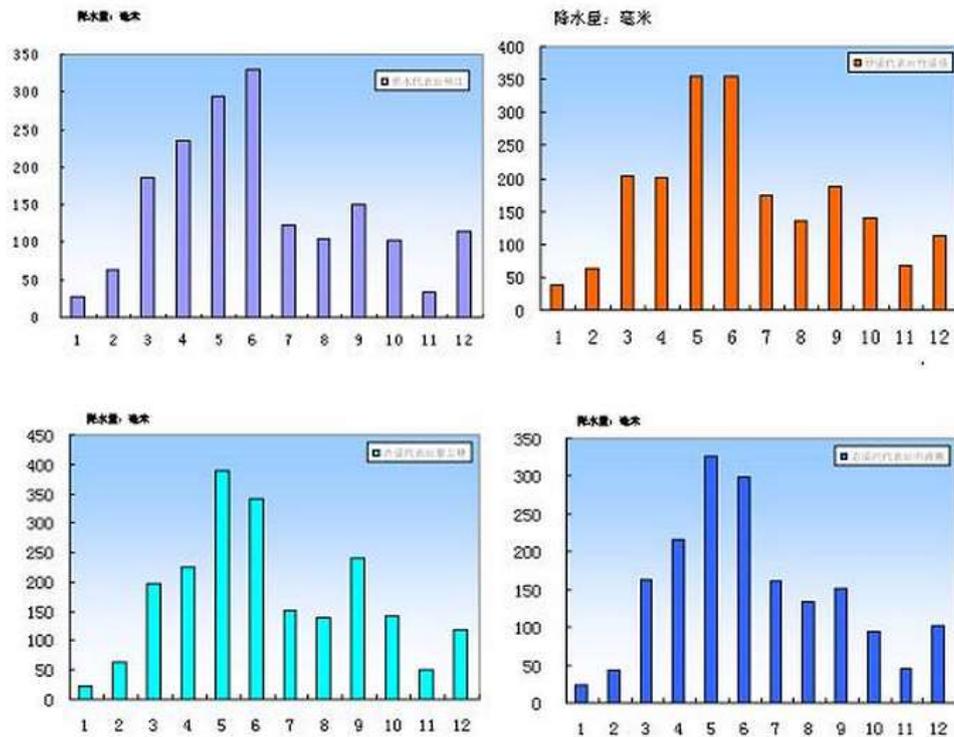


图 1-6 资水、沔溪、沂溪、志溪河代表站月降水量

1.2.2.2 径流量大、集中且年内分布不均

益阳市径流年内分配不均。径流量与降水相似，2010 年全市连续最大四个月径流量占全年径流量的 60% 以上，汛期（4~9 月）径流量占全年的 70%。径流系数较多年平均值偏大，全市年径流深为 962.6mm，年径流系数为 0.53。

表 1-3 2010 年各站最大、最小流量

站名	实测最大流量	出现时间	实测最小流量	出现时间
	(m ³ /s)		(m ³ /s)	
桃江(二)	5820	5.21 21:00	103	1.21 9:30
益阳(二)	6710	6.20 12:20	127	1.30 19:00
竹溪坡	1240	6.24 07:00	1.86	9.30 13:50
蒙公桥	239	6.24 04:00	1.20	12.31 04:00
青山	281	6.19 15:30	0.157	9.18 14:00

1.2.2.3 资江流域的暴雨洪水多发，强度大，暴雨中心不固定

资江流域是暴雨洪水的多发区，暴雨笼罩面积大，强度大，暴雨中心不固定，洪水灾害是资水流域地区的主要自然灾害。4-7 月常为多峰连续洪水，8-9 月洪水多为单峰，峰高，峰型尖瘦。资江为益阳市城区的主要河流，自西向东横贯市区。资江发源于郝水和夫夷水。郝水为西源，夫夷水为南源，郝水和资水干流共长 653Km，流域面积 28142Km²，年平均水量 218.7 亿 m³。据益阳市水文断面资料，资江最大流量 15300m³/s，最小流量 92.7m³/s，多年平均流量 750m³/s，最大流速 2.94m/s，最小流速 0.29m/s。

据湖南省水利厅关于水旱灾害的据统计：资水流经益阳区段平均 3 年发生一次洪水，每 10 年发生一次较大洪水。1918 年 5 月大水，仅益阳县就淹没稻田万亩，受灾人口 29.6 万人。1954 年尾闾地区大水，受灾面积 60.2 万亩，受灾人口 29.6 万人。新中国成立后，由于大力修建堤防、撇洪渠、排灌工程，又在干流上修建了拓溪水库，洪涝灾害已大为减轻。自六十年代至八十年代初，未出现特大洪水。但 1988 年-2003 年间相继出现多次大洪水，1995 年洪灾损失达 90 亿元，1996 年洪灾损失 195 亿元。山丘区河谷盆地的山洪灾害，除个别较大城市有堤防外，基本上属于没有堤防保障的自然面貌，以上游的武岗县到下游的桃江、益阳县，都有山洪灾害。1983 年特大山洪，造成损失 800 万元（1983 年价），桃江县 1950-2003 年的 54 年中有较大洪灾有 13 年，平均约 4.2 年一次。据 1980 年到 1998 年的资料统计，

资水流域洪灾给沿岸城镇造成的直接经济损失约 94.6 亿元，平均每年洪灾损失约 5 亿元，其中 1996 年达 67.6 亿元。

根据湖南省气象局提供的湖南省气象灾害灾情普查数据资料统计，益阳市近 30 年（1978-2007）洪涝灾害事件总次数为 219 年，年发生洪涝灾害次数达 7.3 次。

表 1-4 益阳市暴雨洪涝灾害历史灾情数据

地级市	洪涝灾害事件总次数（1978-2007）	年数	年发生频率
益阳市	219	30	7.3

1.2.2.4 洞庭湖区洪涝灾害

➤ 暴雨及以上降雨时有发生

益阳市每年 4—9 月汛期的大到暴雨或以上降雨时有发生，特别是处于洞庭湖或长江中下游系统性的降雨云带覆盖，湘、资、沅、澧的上涨，南洞庭湖的顶托，加上该地的集中降雨，使得防汛形势更加危急，内涝外洪明显。

➤ 洪涝灾害发生越来越频繁

洞庭湖区是我国重要的农业生产基地，是著名的“鱼米之乡”，也是我国洪涝灾害发生最频繁的地区之一。据记载，1525 年至 1851 年，大洪灾平均间隔 20a；1852 年至 1948 年，大洪灾平均间隔 5a。建国后，20 世纪 50 年代至 70 年代，每 5a 一次大水；80 年代，每 3~4a 一次大水；进入 90 年代，湖区大范围洪涝灾害发生相当频繁，有 6 年(1991, 1993, 1995, 1996, 1998, 1999 年)为大水灾。据统计，在 1991-2000 年的 6a 大洪涝灾害中，直接经济损失达 325.39×10^8 元，其中，农村灾损达 186.26×10^8 元，远大于城镇。

➤ 南洞庭湖顶托、湖水倒流，旱涝交替

南洞庭湖的顶托，以洞庭湖流入资水洪道为主，少数时候由资水流入洞庭湖。水资源年内分配不均造成旱、涝、洪灾害的基本原因，作物生长需水高峰期往往降水较少，枯水年份枯水季节部分分流河道流量过小，难以满足已有的引提水设施取水要求，而汛期大量水资源以洪水形式流失，难以有效利用。洞庭湖区既要应对丰水期频频出现的洪涝灾害，又要面临枯水期季节性缺水的严峻挑战。

➤ 人为破坏，加剧洪涝灾害风险

其中引起洞庭湖洪涝灾害严重的气候水文因素外，人为因素的干扰，是洞庭湖洪涝灾害加剧的主要原因：

1、植被破坏，水土流失严重，湖泊淤积加剧；

2、设施脆弱，防洪标准低；

3、社会发展中存在促使洪涝灾害增长的负效应；

4、存在体制不适的问题。长期形成的“舍南保北”的思想，增加了洞庭湖区的防洪压力。

1.3 城市水污染问题

➤ 雨水径流污染较为严重

➤ 老旧小区合流制溢流污染影响大

➤ 生活污水及养殖业污染危害较重

➤ 污水处理厂处理率偏低，威胁河流水质

1.3.1 城市水系水质亟待提升

1.3.1.1 河流水质状况

根据对资水流域益阳段大蚌溪、桃江、益阳、益阳二桥四个监测断面监测数据分析表明：1)资水流域益阳段部分监测断面已经受到污染，从上游到下游水质污染程度逐渐增加。主要污染物是粪大肠菌群、石油类、挥发酚、 NH_3 、TN、Tp，其中粪大肠菌群指标各监测断面均严重超标，污染非常严重。2)资水流域益阳段污染源主要来源于生活污染源、农业面源及有机污染物含量高的工业源。如兰溪河污染严重，水质有待进一步改善。



图 1-7 资江、志溪河、清溪河水水质污染较严重

此外，益阳城区河南康复路以东区域生产、生活废水直接排入兰

溪河，严重污染水资源，益阳城区东部地区的开发造成了严重的水土流失，导致清溪河道淤积与污染严重。

1.3.1.2 城市饮用水水源地水质

为保证饮用水源安全，较全面、及时地监控饮用水源地水质，益阳市每月对中心城区饮用水源地进行一次常规监测，龙山港断面为监测断面，断面水质符合III类水质标准，水质状况为良好，饮用水源地水质达标率 100%。

1.3.1.3 湖泊水质状况

城区内湖梓山湖片区环境问题日益突出，湖水水质存在日益变差的趋势，水量日益减少。2002年，梓山湖水质为III类水质标准，至2008年8月，梓山湖水质中的总氮、总磷的含量已经超过三类水质标准，相应的环境容量已达到极限值，湖水富营养化趋势加剧，存在爆发蓝藻的可能性。

1.3.1.4 地下水污染

根据对益阳城区水文站院、灯泡厂、卫生防疫站、长春站、龙光桥站几处邻近的地下水井进行采样分析，发现细菌总数、氨氮、挥发酚有超标现象，锌、锰、铁超过《地下水环境质量标准》(GB/T14848-93)III类水标准。根据监测结果分析，细菌总数、氨氮、挥发酚超标是受污染所致，锌、锰、铁超标可能与地质断层构造有关。作为饮用水须经除锌、锰、铁处理，工业生产可根据其生产要求进行相应处理后利用。

表 1-5 地下水超标物质含量统计

项目	挥发酚/ (mg·L ⁻¹)	氨氮/ (mg·L ⁻¹)	锌/ (mg·L ⁻¹)	锰/ (mg·L ⁻¹)	铁/ (mg·L ⁻¹)	细菌总数/ (个·L ⁻¹)
水文站院	0.002	0.1	0.9	0.2	0.5	80
灯泡厂	0.006	0.5	0.7	0.1	0.2	800
卫生防疫站	0.001	0.2	1.4	0.8	0.6	60
长春站	0.007	0.4	0.8	0.1	0.4	300
龙光桥	0.003	0.3	1.2	0.5	1.3	100
III类水标准	0.002	0.2	1.0	0.1	0.1	100

1.3.2 雨水径流污染较为严重

雨水径流污染指在降雨径流的淋溶和冲刷下，大气、地面或土壤中的污染物质扩散性地进入地表水和地下水中而造成的水环境污染。城市的商业区、居民区、工业区和街道等，含有大量不透水的地面，这些地表由于日常人类活动而累积有大量污染物，当遭受雨水冲刷时极易随径流流动，生成雨水径流污染。这些污染物的特点是面广、量大，从时间上看，污染物排放具有间断性，污染物的晴天积累，雨天排放；从空间上看，受排水系统影响，小尺度呈现出点源特征，而在较大尺度上出现为面源；从污染物的种类上看，有总悬浮物（TSS）、总氮（TN）、总磷（TP）、COD、大肠杆菌、石油烃类、重金属、农药等。

近年来随着城市环境基础设施建设和运行机制的改变，益阳市污水处理厂建设加快（详见 1.3.5 节），处理量逐年增加，城市污水处理率不断提高。同时随着政策法规的完善，管理能力的提高，排水系统基础建设的加强，城市面源污染所占的比例日益提高，对城市水系统构成严重的威胁。参考国际城市的经验，城市污水处理仅靠二级处理不能有效控制水体恶化。如日本东京都污水处理率达 95% 以上，河川水质虽明显改善，但东京湾富营养化仍有增长趋势。

现状调研表明，益阳市雨水系统的污染是较为严重的，在污水系统的污染得到有效控制之后，系统的全面的治理和控制雨水系统污染已成为改善水环境质量、提高生态景观环境的重要环节。

由于目前益阳市缺乏雨水径流污染的直接监测数据，因此采用距离益阳公里距离仅 74km 的长沙市相关监测数据，两座城市气候、水文条件类似。因此，长沙市的雨水径流污染情况对益阳市具有较大的参考价值。

根据负汶等人在长沙监测数据显示，常规污染指标中草地雨水的水质明显优于其他下垫面径流雨水水质；重金属污染中天然雨水水质优于下垫面径流雨水；天然雨水与各下垫面径流雨水的污染程度由高

到低一次为：校外道路雨水>校内道路>屋顶雨水>天然雨水>草地雨水。不同下垫面雨水径流中各污染物浓度不同，机动车道路雨水径流水质较差，SS、COD 浓度最高分别达到了 828mg/L、638.40mg/L，这主要取决于其路面污染程度。因此由于城市区域大部分面积以不同于自然林地的硬化地表存在，并且这些地表处于高强度的使用中，其产生的径流污染物较大，大大的提高了雨水径流污染的程度，由于目前益阳市的排水体制以分流制和合流制并存的状态存在，雨水直接排入水体，对水体造成的污染是非常巨大的。

表 1-6 不同下垫面雨水径流污染浓度 (mg/L)

项目	SS	COD	TP	TN	Pb	Zn	Cd
天然雨水	3~20.50	29~201	0~0.033	0.3~0.57	-	0.01~0.09	0~0.01
屋顶雨水	6~240	10~316	0.01~0.034	0.05~8.60	0.04~0.70	0.5~1.4	0.01~0.06
草地雨水	2~18.00	4~26.88	-	-	0.01~0.37	0~0.03	0~0.04
校内道路雨水	20~362.50	32~584.64	0.03~0.037	0.42~3.09	0.1~0.47	0.03~0.15	0.02~0.07
校外道路雨水	41~828.00	50~638.40	0.04~0.065	0.67~4.80	0.06~0.54	0.09~0.44	0.01~0.09

1.3.3 老旧小区合流制溢流影响大

目前益阳市中心城区城北片旧城区、城南片会龙山片区、桃花仑片区现状排水体制以合流制为主，存在合流制溢流，龙岭片区市政管网排水体制除益阳大道、梓山东路等为雨污分流外，其余基本为雨、污合流制。且益阳市汛期降水频繁，径流量大，加剧了合流制溢流的倍数，大部分城市污水、废水未经处理就直接排入水体，使新河、梓山湖水库等水体受到不同程度的污染，城区内大部分排水沟淤积严重，影响了市容市貌和城市居民身体健康。此外，雨水管网混接、乱接现象较为常见，部分区域排水管网和污水管网不完善，生活污水直接排入水体。对水环境污染影响较大。

此外有部分区域如中医药产业园片区等排水设施基础较差，排水分区不明确，排水涵及排水主管系统还未建成，除了沿近期建设的主干道周围的地区纳入市排水体系外，其它大部分地区随意排放，对区域内水系污染严重，现状排水问题迫切需要改善。



图 1-8 益阳市老城区合流制溢流排放口

1.3.4 生活污水及养殖业污染危害较重

益阳市区大量城镇居民生活污水的直接排放，是资水中粪大肠菌群超标的根源。益阳市每年大约 1000 万 t 畜禽粪便中只有约 200 万 t 经过处理，其他都是直接排放。

益阳市中心城区 2004 年用水量为 5730.22 万 t，污水排放总量为 3763 万 t，其中生活污水排放量达 3316.02 万 t，致使该年的粪大肠菌群严重超标。此外，粪大肠菌群超标还与农民习惯于直接在水体或土壤使用人畜粪便密切相关。

1.3.5 污水处理厂处理率偏低，威胁河流水质

益阳市中心城区共设 8 座污水处理厂，其中主城区共设 5 座污水处理厂，东部新区设 3 座污水处理厂。其中：

主城区：

(1) 已建城北污水处理厂日处理能力 4.0 万吨，规划远期原址扩建该厂，扩建后的城北污水处理厂日处理能力 7 万吨，污水处理达标后排入资江。

(2) 已建高新区污水处理厂日处理能力 5.0 万吨，污水处理达标后排入志溪河。

(3) 规划清溪河流域郝山污水处理厂远期日处理能力 7.0 万吨，污水处理达标后排入清溪河。

(4) 已建团洲污水处理厂日处理能力 10.0 万吨，保持其原规模。

(5) 于团洲污水厂东部新建污水处理厂，日处理能力3.0万吨。
东部新区：

(6) 已建黄腾岭污水处理厂位于区内东北部，鱼形山排渠北侧，处理规模4万立方米/日，按7公顷预留用地，服务范围是鱼形山水库排渠两侧的用地。

(7) 规划清水寺污水处理厂位于规划区东南部，长常高速公路西侧，远期规模6万立方米/日，按10公顷预留用地，服务范围为泉交河左支渠沿线的用地。

(8) 规划银发污水处理厂位于鱼形山水库北部，银发产业园南侧，规模2万立方米/日，按2公顷预留用地，服务范围主要是银发产业园。

表 1-7 益阳市主城区污水处理厂处理一览表

区位	污水处理厂	处理规模（万吨/天）	出水标准	状态
主城区	城北污水处理厂	4.0	一级 B	已建
	高新区污水处理厂	5.0	一级 B	已建
	郝山污水处理厂	7.0	一级 B	已建
	团洲污水处理厂	10.0	一级 B	已建
	团洲污水厂东部新建污水处理厂	3.0	一级 B	已建
东部新城	黄腾岭污水处理厂	4	一级 B	已建
	清水寺污水处理厂	6	一级 B	规划
	银发污水处理厂	2	一级 B	规划

城镇污水处理达标率近期应达到70%以上，污水处理厂水质控制为一级B类。虽然益阳市污水处理厂建设得到迅速发展，污水处理厂处理标准有待提高，污水处理率偏低。导致生活污水对城市水体环境影响较大。



图 1-9 益阳市城区污水处理厂处理分布情况

1.4 城市水生态环境问题

1.4.1 水生态系统功能退化、生物栖息地丧失

随着水利工程建设的进一步发展，干流、支流上的水利枢纽、沿江的节制闸及江湖排灌涵洞等工程相继建成，虽然极大地推动了工农业的发展，但却大大简化了水体作为生态系统自身的调控和平衡功能，水生态系统结构遭到破坏或摧毁，造成资江流域水生态系统功能退化，某些水生物栖息地丧失。如这种人为干扰对资江中洄游性鱼类洄游通道构成极大的障碍，使得洄游性鱼类不能抵达湖泊或支流的产卵场，对其繁殖不利，也造成幼鱼不能与其同回江河、湖泊或河口。久而久之，一些处于生殖洄游时期的鱼类大部分在干流即被捕捞，而一些幼鱼资源量又未能及时进行补充，使资源逐渐枯竭。

1.4.2 梓山湖生态恶化

梓山湖片区位于益阳市中心城区的中南部，以梓山湖为中心，是

益阳市中心地域，总用地面积 713.2hm²，其中陆地面积 623.15hm²，占 87.4%，湖水面 89.85hm²，占 12.6%。

目前，梓山湖水面面积 111.1hm²，水库集雨面积 16km²(其中外引 4km²)，总库容 1220 万 m³，正常库容 1070 万 m³。最大水面长 2600m，平均水面宽 580m，最大水深 18m。梓山湖公园的森林资源虽已在加强保护，但仍有乱砍乱伐、毁林开荒等现象存在，这些不但造成生态的不协调，同时影响植被景观。在整个湖区范围内，由于缺少监管，除高尔夫球场北面、湖体东面临水区、东面高压走廊带等地植被保留较好外，其他区域的植被均遭到了不同程度的破坏，特别是湖区南部迎宾路旁和环湖路的修建，导致大片森林遭到砍伐。另外，周边房地产开发强度过大，征占了大片的公园绿地，造成现有森林被分割成小块，破碎程度较高。如按地籍权属建设项目全部实施，区域整体生态功能将进一步弱化。森林破坏导致的主要生态问题如下：生物多样性：植被破坏造成周边水土流失加剧，山体裸露地增多，湖水面积逐步缩小，各种鸟类和昆虫比 10 年前减少了 1/2，生物多样性遭到较大破坏，使公园失去了生产氧气功能：开发过程中对原有山体的植被保护不够，导致森林遭受破坏严重。据分析，区内森林一年可释放的 O₂ 由 55107t 减至 17340 t，可供成年人呼吸的人数由 10.41 万人降至 3.28 万人。城市“绿心”和“空调机”的功能大大降低。调蓄功能：由于开发强度过大，山林面积锐减，生态整体功能日趋退化。据测算分析，梓山湖区域规划实施完成后，区内森林一年可调蓄水量由 1998 年前的 2620000m³ 减至 830000 m³。梓山湖的水源调蓄功能成倍下降，难保湖体水源供给和库容稳定。(3)湿地环境。梓山湖周边湿地资源较为丰富，但是西面高尔夫球球场的修建和西北面商住楼的开发，导致大片湿地被填埋。目前，湖区内尚有五片湿地，主要分部于湖区西南部、库尾南部、湖区东南面。

1.4.3 河岸硬化严重

益阳境内的资江、志溪河等多条河道沿江岸边带处于衰退状态、

岸边侵蚀、植被衰败、严重之处出现大面积崩塌。岸边带人工化严重，许多地方被石或混凝土堤岸所代替。原来完整的由陆地植物到浮游水生植物的水陆交错带系统被大大简化，岸边带植被的衰败加重了富营养化湖泊内藻类的疯长，而沿岸挖砂、植被破坏和水库拦砂等是人为河岸侵蚀的主要原因。



图 1-10 资江驳岸生态缺失

1.4.4 滨水景观不佳

一方面，资江作为益阳市城区的主要河流，横贯市区。其已建成滨江带亲水性差，周边建筑密集和无序开发对绿化生态用地的挤占，滨江建设混乱，没能带动周边城市地块发展，用地内大量的建筑规划起点低，开发无序，影响沿江的景观效果，土地集约化程度不高。

另一方面，滨江景观带缺乏对历史的传承与民族文化的展示，对滨江带已有的文化景点的保护与利用不够，曾经的“资江十景”：关濑惊湍，志溪帆落，会龙栖霞，裴亭云树，白鹿晚钟，庆洲渔唱，西湾春望，碧津晓渡，甘垒夜月，十洲分涨等或已踪迹全无，仅仅残存在字里行间任后人追忆；或因人为破坏，景色不复当年；城市建设杂乱无章，环境混乱，失去了应有的历史风貌和特色。

此外，中心城区主要水系的防洪工程功能单一，不能体现城市水利特色，大部分工程仅具有防洪或排涝功能，不成景观，不能与城市设施有机结合或者不能同周边环境相协调，缺乏多样性，没有体现城市水利特点与风貌。随着城市的快速发展，城市防洪工程与城市建设越来越不协调，矛盾同益突出，影响城市规划和发展，也影响当地的投资环境。

二、益阳市海绵城市建设基础分析

2.1 海绵城市建设的需求分析

2.1.1 湖南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见

2016年3月28日，湖南省人民政府发布了《湖南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》（湘政办发[2016]20号），意见明确要求通过海绵城市建设，加快水生态文明建设，强化水资源管理与保护，严格城市河湖水域空间管控，建设城市河湖水系连通和调蓄工程。综合采取“渗、滞、蓄、净、用、排”等措施，最大限度地减少城市开发建设对生态环境的影响，将70%的降雨就地消纳和利用，县以上城市年径流总量控制率在75%-85%。到2020年，城市建成区20%以上的面积达到目标要求；到2030年，城市建成区80%以上的面积达到目标要求。意见还明确“加强城市规划的综合调控引导、完善海绵城市建设制度标准、推广海绵型建筑与小区、推进海绵型道路和广场建设、加快公园绿地海绵体建设、提升城市排水防涝水平、保护和修复水生态系统、加强基础性研究工作”八个重点工作方向。益阳市推进海绵城市建设是落实国际及湖南省委的工作部署，牢牢把控城市建设的正确方针，将有力的推进益阳建设“水清岸绿景美的宜居山水城市”。

2.1.2 落实“四化两型”社会发展战略要求

按照建设新型工业化、农业现代化、新型城镇化、信息化、资源节约型、环境友好型的“四化两型”社会的战略要求。深入实施“工业强市、绿色发展、开放带动和城乡统筹”战略，以转变发展方式为主线，以融入长株潭都市区为路径，以新型工业化为动力，加快推进新型城镇化，构建城市长远发展骨架。海绵城市建设和海绵城市理念的普及有助于减缓城市内涝压力，控制径流面源污染，改善城市水生态环境，将大大减缓中心城区及下游南洞庭湖区的水环境问题，助力推动环境友好型和资源节约型的“四化两型”社会建设。

2.1.3 长株潭一体化发展需求

长株潭城市群区域规划（2008-2020）（2014年调整），长株潭城市群是以长沙、株洲、湘潭三市为依托，辐射周边岳阳、常德、益阳、衡阳、娄底五市的区域，总面积9.68万平方公里，人口4077万，分别占全省的45.7%和61%。湖南多年推进长株潭经济一体化，是“中国第一个自觉进行区域经济一体化实验的案例”，国家确定的“两型”社会建设综合配套改革试验区。益阳市海绵城市建设，将在改善城市环境品质，树立良好的示范效应方面为长株潭城市群发展建设提供生态基础设施保障和示范工程。

2.1.4 环洞庭湖生态经济区

益阳是环洞庭湖生态经济圈重要成员之一。环洞庭湖生态经济圈这一地区无论是地理气候、人文传统，还是资源分布、交通格局、产业基础，都具有同质性。按照“生态优先、综合治理、抱团发展、合作共赢”的原则，2014年，国务院同意《洞庭湖生态经济区规划》将环洞庭湖地区作为一个整体来规划建设，走生态发展之路。根据规划，洞庭湖生态经济区建设要以推进生态文明建设为主题，以创新体制机制为动力，立足保障生态安全、水安全、国家粮食安全，着力构建和谐人水新关系，加快提升区域整体实力和基本公共服务均等化水平，加快推进以人为核心的城镇化，加快推动发展方式转变。南洞庭湖位于益阳市境内，处于益阳中心城区下游。益阳中心城的水系污染和水量，对南洞庭湖的水质和防洪带来巨大的压力，影响着洞庭湖生态经济圈的健康良好发展。海绵城市的建设，符合环洞庭湖保障生态安全和水安全的发展战略需求。

2.1.5 建设生态园林城市需求

根据《益阳市创建园林城市工作方案》将围绕打造环境优美、宜居宜业的区域性生态中心城市，以中心城区园林绿化建设为重点，突出抓好景观、生态环境、市政建设，积极开展园林式小区和园林式庭

院创建,实现 2014 年创建省级园林城市、2017 年创建国家园林城市、2020 年创建国家生态园林城市的总体目标。生态园林城市建设涉及范围广,需要集中全市之力建设。任何一块短腿都不行,海绵城市建设,为城市应对城市自然灾害提供弹性,缓解城市水污染、水安全,改善水生态环境,提高水资源利用率。与生态园林城市建设相辅相成,实现良好的人居环境。

2.1.6 黑臭水体治理需求

随着 2015 年住建部发布《城市黑臭水体整治工作指南》,各城市开展了黑臭水体梳理和整治工作。目前益阳市黑臭河道有桃花仑渠等 16 条黑臭水体,均属于重度黑臭级别,总长度 53900m。黑臭水体的整治是改善城市水环境重要举措,满足居民对山青水绿的基本诉求。海绵城市的建设,将有助于推动黑臭水体的整治,并建立长效管理机制,防止水质污染反弹。

表 2-1 益阳市城市黑臭水体清单

编号	黑臭水体名称 (起始边界)	水体 类型	面积/长 度	所在 区域	黑臭级 别	责任 人	达标 期限	备注
1	桃花仑渠(桃花仑路-轻工路)	渠道	1200 m ² /600m	赫山区	重度	孙小华	2016 年	
2	茂林渠(天桥路-桃花仑路)	渠道	1000m	赫山区	重度	孙小华	2016 年	
3	罗溪渠(十洲路-兰溪河)	渠道	6000 m ² /1500m	赫山区	重度	王新春	2016 年	环保提供
4	卧龙渠(长张高速公路以北)	渠道	7000m	赫山区	重度	王新春	2016 年	环保提供
5	团洲渠(十洲路-东港路)	渠道	5200 m ² /1300m	赫山区	重度	刘松涛	2017 年	
6	新安渠(新安片区)	渠道	9200 m ² /4600m	赫山区	重度	刘松涛	2017 年	
7	龙山港渠(龙山港片区)	渠道	6500 m ² /1500m	赫山区	重度	刘松涛	2017 年	
8	月塘渠(马良)	渠道	2800m	资阳	重度	孙小	2017	

	路-山渠路)			区		华	年	
9	高桥渠（接城堤电力排灌站-白马山路延伸线）	渠道	1700m	资阳区	重度	孙小华	2017年	
10	双强化工厂排污渠（志溪河社区）	渠道	1500m	赫山区	重度	邓正安	2017年	
11	白马山渠（五一路-长张高速，经山渠路）	渠道	2200m	资阳区	重度	陈静彬	2018年	
12	幸福渠（白马山路-长乐街，经幸福渠路延伸线）	河流	9000m	资阳区	重度	孙小华	2019年	环保提供
13	接城堤明渠（接城堤电力排灌站-白马山路延伸线）	渠道	2500m	资阳区	重度	陈静彬	2020年	环保提供
14	南干渠（晓园路-桃花仑路）	渠道	6000m	赫山区	重度	王新春	2020年	环保提供
15	兰溪河（建成区段）	河流	1700m	赫山区	重度	王新春	2020年	
16	清溪河（团圆南路-桃花仑路）	渠道	9000m	赫山区	重度	邓正安	2020年	

2.2 海绵城市建设拟解决的重点问题分析

2.2.1 “一江一湖四溪多塘”水环境改善

重点保护益阳市中心城的资江、梓山湖、志溪河、兰溪河、清溪河、翠竹塘、五一塘等“一江一湖四溪多塘”的水环境质量，实现水环境质量的综合提升。益阳市海绵城市试点建设需加大城乡河道综合整治力度，统筹实施截污治污、清淤疏浚、护岸防洪、引水补源、绿化造景及恢复生态等措施，全面提升城乡水环境。

2.2.2 解决城区积水内涝，减轻城市排水压力

对于老旧小区，应结合道路或社区整改，逐步更新雨水管道，提高雨水排放能力，同时加快骨干河道、及沿江强排泵站建设，提高河网行洪能力；对于新建区，严格落实年径流总量控制率以及峰值流量控制目标的要求。

2.2.3 增强城市雨水下渗，逐渐回升地下水

益阳市地下水主要是管井开采。供水方式为集中供水和分散供水。集中供水主要是向城镇供水。分散供水主要供水对象是农村生活及小型厂矿企业用水。由于 2007 年，资水水质出现镉浓度升高问题，单位和个人的自备水井数量明显增加，有的甚至停用自来水，使地下水开采量急剧上升。此外由于益阳市夏季经常性出现高温干旱，地表水蒸发消耗较为严重，同时地表水远远不能满足工业需求，使得各企业纷纷打井开采地下水，而干旱时节地下水本身的补给不足，使得水圈水循环的平衡失调。使得出现“益阳市”岳家桥镇“天坑”岩溶塌陷事件。

2.2.4 构建“水清岸绿景美的宜居山水城市”

益阳市山体水体资源丰富，类型多样，是典型的山水城市。得天独厚的自然资源，为城市提供了良好的自然屏障，是城市可持续发展的魅力之源。因此，益阳市应结合海绵城市的建设理念、要求，优先保护自然生态条件，恢复和修复中心城区的山水资源，实现生态环境质量明显提升，构建水清岸绿景美的宜居山水城市。

2.3 海绵城市建设的可行性分析

2.3.1 健全的规划体系

1. 《益阳市城市总体规划（2004-2020 年）》2013 年修订版

益阳市于 2013 年对其总体规划进行修编，涉及修改相关条文 200 多条。其中不乏对生态环境保护、资源节约利用等方面的要求。如在

环境发展目标要求提到“以建设环境友好型社会为目标，以人为本，加大生态建设和环境保护力度，大力推广循环经济试点，积极倡导节能减排和清洁生产，建设生态良好、功能完善、生活舒适的生态山水城市。”在资源节约目标要求中强调“加强中水回用和雨水利用，提高水资源循环利用率，逐步完善资源节约利用的体制机制。”其次在市域生态环境保护规划章节中增加了生态保护区、生态控制区和生态引导区等生态分区的定义、范围等内容。

上述总规修订内容符合海绵城市建设的理念要求，为海绵城市建设打下了良好的规划基础。

2. 《益阳市绿地系统规划》

益阳市 2013 年编制了《益阳市绿地系统规划》，确定益阳市的绿地系统规划目标为“维护生态平衡，改善城市环境，美化城市景观，积极推进生态文明与绿色益阳的建设，湖、山、水、田、园、城有机结合，实现国家园林城市的发展要求，成为生态宜居的山水园林城市。”以湖南省园林城市、国家园林城市、山水生态园林城市为近中远期建设目标，对益阳市的绿地系统进行规划建设。良好的生态本地、绿地格局是实现海绵城市的重要条件，可以看出益阳市绿地系统规划之初就已经具备了与海绵城市衔接的基础。

3. 《益阳市山体、水体保护规划》

益阳市境内共有山体 256.6km²，规划共保护山体 256 座，包括梓山湖城市中央公园山体、云雾山生态公园山体、碧云峰生态郊野公园山体、会龙山生态公园山体等，规划对保护山体的名称、位置进行了界定，对保护范围的坐标进行了确认；共有水体 93.58km²，规划共保护水体 229 处，重点有资江、志溪河、兰溪河、清溪河、梓山湖水库、鱼形山水库等水体。

益阳市自然禀赋、得天独厚的山水条件为城市提供了良好的生态屏障，为城市除霾增秀；大分散、小集中的山水格局是建设海绵城市的良好根基。

2.3.2 完善的法律制度

益阳市出台了《益阳市水土保持管理办法》、《益阳市城市绿线管理办法》、《益阳市城市规划区内自然山体水体保护与利用管理办法》、《益阳市城区饮用水水源保护区管理办法(试行)》、《益阳市城市供水用水管理办法》、《益阳市梓山湖区域生态环境保护管理办法》等一系列的管理办法，这为益阳市绿线管理、水源保护、水土保持、供水用水管理、水系生态环境保护等顺利实现提供了法律制度保障。

三、益阳市海绵城市建设目标

3.1 益阳市海绵城市建设总体目标

针对益阳市水系统的突出问题，通过构建海绵城市低影响开发雨水控制利用系统，“绿-灰”结合、“岸上-水系”结合和“蓄-排”结合，综合实现水生态、水环境、水资源、水安全多重目标。近、中、远期目标如下：

(1) 从 2016 年起，益阳市中心城区、各类园区、成片开发区要全面落实海绵城市建设要求；

(2) 到 2020 年，城市建成区 20% 以上的面积达到目标要求，将 80% 的降雨就地消纳和利用；

(3) 到 2030 年，城市建成区 80% 以上的面积要达到海绵城市建设目标要求。

3.2 益阳市海绵城市建设控制指标

3.2.1 水生态

(1) 年径流总量控制率

根据住建部《海绵城市建设技术指南——低影响开发雨水系统构建（试行）》，参考常德、长沙等周边城市海绵城市建设目标，综合确定益阳市年径流总量控制率定为 80%，对应的设计降雨量为 26mm。其中，旧城改造区年径流总量控制率控制目标为 70%，对应设计降雨量为 19mm，且旧城改造后的综合径流系数不应超过改造前，不应增加既有或规划的排水防涝设施的额外负担；新建区年径流总量控制目标为 85%，对应设计降雨量为 31.6mm。

表 3-1 益阳市年径流总量控制率对应的设计降雨量值一览表

城市	不同年径流总量控制率对应的设计降雨量 (mm)				
	60%	70%	75%	80%	85%
益阳	13.7	18.5	21.8	26.0	31.6

注：因缺少降雨统计数据，故参考临近城市确定益阳市年径流总量控制率对应的设计

降雨量值。

(2) 水域面积率

参照《益阳市城市总体规划（2004-2020年）》2013年修订版，结合规划河网水系和现状分析，综合确定水域面积率，保持自然水域面积率不变。

(3) 水系生态岸线比例

中心城区 30%以上的岸线要达到生态岸线建设目标要求。

3.2.2 水环境

(1) 水功能区水质达标率

参照《益阳市城市总体规划（2004-2020年）》2013年修订版，2016年市域范围内水质达标率应达到 90%，2020年水质达标率应达到 100%。

(2) 径流面源污染控制

径流面源污染控制以 SS 为监测指标，结合益阳雨水径流污染情况，以雨水径流排水水质标准不大于地表水Ⅲ类水体标准限值为原则，确定年雨水径流污染负荷总量削减率不低于 60%（以 SS 计）。

(3) 黑臭水体达标率

根据《湖南省人民政府办公厅关于推进海绵城市建设的实施意见》，到 2020 年，益阳市城市建成区的黑臭水体控制在 10%以内。

3.2.3 水资源

(1) 雨水资源化利用率

根据《益阳市城市总体规划（2004-2020年）》2013年修订版，有关资源节约目标中提出的“加强中水回用和雨水利用，提高水资源循环利用率，逐步完善资源节约利用的体制机制。”从益阳市雨水资源利用的潜力分析、需求分析和工程效益分析三方面比较，确定雨水资源化利用率不低于 3%。

3.2.4 水安全

(1) 排水防涝标准

依据《室外排水设计规范 GB50014—2006（2014 版）》、《益阳市城市总体规划（2004-2020）（2013 年修订）》和益阳市排水专项规划的相关要求，城市排水防涝执行以下标准：

① 排水标准

通过海绵城市建设，一般地区排水管渠系统重现期全部达到 3 年一遇以上标准，重要地区达到 5 年一遇标准，地下通道和下沉式广场达到 20 年一遇标准。

② 防涝标准

城市内涝防治标准为有效抵御不低于 30 年一遇暴雨，并确保居民住宅和工商业建筑物的底层不进水，道路路面积水深度不超过 15cm。

(2) 防洪（潮）标准

根据《城市防洪工程设计规范（GB/T50805-2012）》、《益阳市城市总体规划（2004-2020）（2013 年修订）》的相关要求，益阳市防洪等级为 II 等城市，在防洪保护圈内，中心城区采用近期 100 年一遇控制（39.53 米，黄海高程），远期 200 年一遇控制，工程等级为二等，非中心城区采用近期 50 年一遇控制，远期 100 年一遇控制，工程等级为二等。

3.2.5 水文化

(1) 城市紫线内水系面积

城市紫线内水系面积不能减少，水系不被侵占。

(2) 古代水利设施保护

对古代水利设施进行保护和修复，不得拆除、破坏古代水利设施。

3.3 各类用地径流总量控制率

根据益阳市整体规划情况，将城市规划区总体目标按照城市用地

性质比例和特点进行分类分解，指导海绵城市建设工作。根据益阳市年径流总量控制率为 80%(26mm)，结合各类用地的性质及所占比例，分解得益阳市各类型用地年径流总量控制率如下表。

表 3-2 各类用地年径流总量控制率列表

用地代码	用地名称	2020 年规划用地面积 (hm ²)	年径流总量控制率	
R	居住用地	3616.58	80%	
A	公共管理与公共服务设施用地	881.47		
	其中	行政办公用地	118.81	82%
		文化设施用地	108.85	78%
		教育科研用地	442.26	84%
		体育用地	76.86	77%
		医疗卫生用地	98.61	82%
		社会福利用地	32.89	80%
	文物古迹用地	3.19	73%	
B	商业服务业设施用地	584.65	77%	
M	工业用地	2140.17	83%	
W	物流仓储用地	333.87	71%	
S	道路与交通设施用地	1523.68	73%	
	其中：城市道路用地	1420.11		
U	公用设施用地	274.97	78%	
G	绿地与广场用地	1562.83	93%	
	其中：公园绿地	1314.25		
H11	城市建设用地	10918.22		

由于各类用地在建设时序上的差异，使得建成区和规划区同类用地性质的建设强度和绿地率有差别，且对雨水系统的调节情况也出入较大。因此根据《益阳市城市总体规划 2004-2020》（2013 修订）中心城区用地平衡表，得到新、旧城区各用地面积为下表。

表 3-3 新、旧城区占地面积统计表

用地代码	用地名称	旧城区面积	新城面积
R	居住用地	2629.09	987.49
A	公共管理与公共服务	424.86	456.61

	设施用地		
其中	行政办公用地	118.81	0
	文化设施用地	9.58	99.27
	教育科研用地	216.49	225.77
	体育用地	28.63	48.23
	医疗卫生用地	43.68	54.93
	社会福利用地	4.48	28.41
	文物古迹用地	3.19	0
B	商业服务业设施用地	448.38	136.27
M	工业用地	1700.16	440.01
W	物流仓储用地	100.66	233.21
S	道路与交通设施用地	848.61	675.07
	其中：城市道路用地	603.54	816.57
U	公用设施用地	94.07	180.9
G	绿地与广场用地	757.91	804.92
	其中：公园绿地	665.91	648.34
H11	城市建设用地	7003.74	3914.48

通过计算得到新城区与旧城区的年径流总量控制率如下表：

表 3-4 新、旧城区年径流总量控制率列表

用地代码	用地名称	旧城区年径流总量控制率	新城区年径流总量控制率	
R	居住用地	77%	87%	
A	公共管理与公共服务设施用地			
	其中	行政办公用地	82%	84%
		文化设施用地	68%	79%
		教育科研用地	83%	85%
		体育用地	80%	75%
		医疗卫生用地	79%	84%
		社会福利用地	80%	80%
	文物古迹用地	73%	74%	
B	商业服务业设施用地	76%	80%	
M	工业用地	83%	84%	
W	物流仓储用地	62%	75%	
S	道路与交通设施用地	71%	75%	
	其中：城市道路用地			
U	公用设施用地	74%	80%	
G	绿地与广场用地	92%	94%	
	其中：公园绿地			
H11	城市建设用地			

四 益阳市海绵城市分区及建设要点

以问题导向为主、兼顾目标导向，将益阳市中心城区划分为5个海绵城市建设示范区：主城区提标改造及水文化保护示范区、梓山湖生态敏感保护示范区、鱼形山生态保护与修复示范区、沧水重工业区污染防控示范区、工业区综合整治示范区。依据各片区的现状问题，确定各个片区的控制目标、建设思路和建设方案。

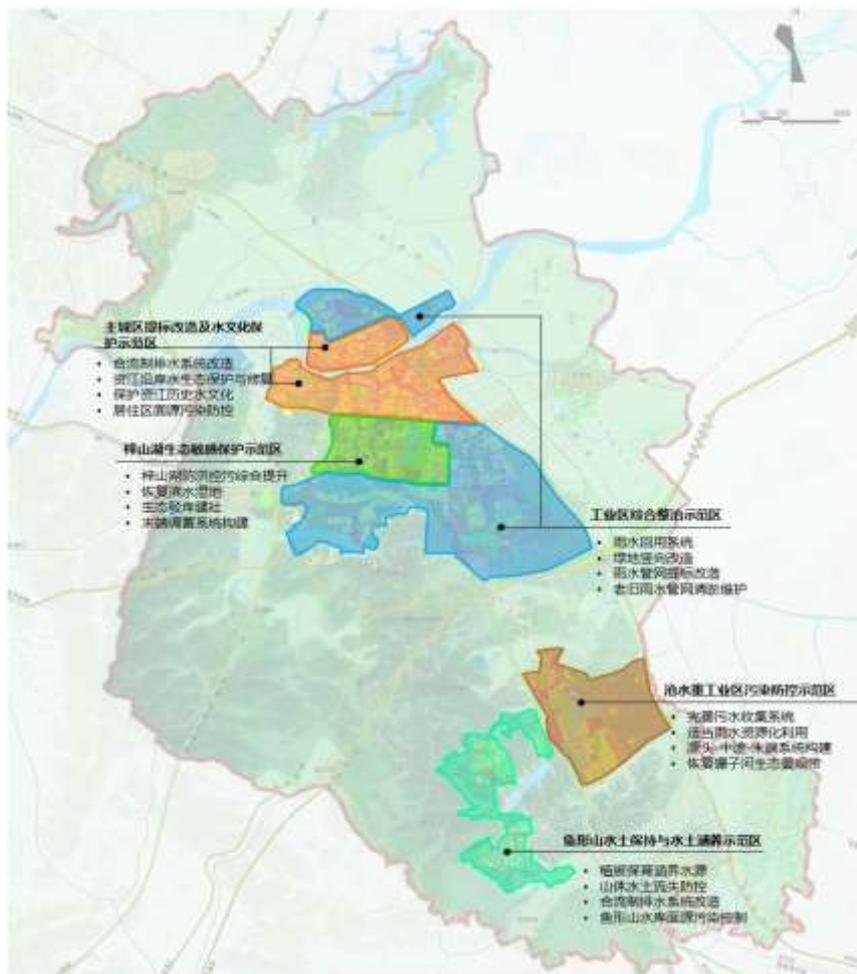


图 4-1 益阳市城区海绵城市示范分区

4.1 主城区提标改造及水文化保护示范区

(1) 主要问题分析

主城区内涝防治综合示范区包括资阳南片区、东港片区、桃花仑片区、会龙片区。该片区跨资江两岸，为益阳市中心城的主要建设区。现状老旧小区偏多，新建区域偏少。资江两岸土地利用结构不合理，

土地利用较为混杂，土地价值未得到充分利用，未能充分体现滨水独特性。现状绿化率较低，约为 25%-30%左右，且布局过于集中，致使系统性不强。现状的排水体制为雨污合流制，同时排水方向混乱，不成系统。雨污管合流对资江水质环境影响较大。另一方面，滨江现状工业用地较多，对资江及周边环境污染比较严重。

资江沿岸作为益阳中心城较重要的滨江风光带，拥有丰富的历史文化资源和人文景观资源，最能体现益阳市的亮点。但目前资江沿岸活力功能薄弱，总体效果与益阳市山水城市的景观要求相比仍有一定差距。现状岸线断面形式虽然满足防洪要求，但近水不亲水。

（2）建设目标

控制合流制溢流污染和居住区雨水径流污染，促进对资江沿岸水生态保护和修复，保护历史人文景观和水文化遗产。

（3）主要技术方案

针对以上问题，该区改造以合流制排水系统改造、资江沿岸水生态保护与修复、保护资江水文化遗产三大海绵城市建设目标。具体改造方案如下。

① 合流制排水系统改造

在合流制溢流口末端，建设截污纳管，并将污水经过提升泵站输入污水处理厂中进行集中处理。加强排水管网的疏浚与维护管理，防止雨污混接的情况出现。

② 资江沿岸水生态保护与修复

严格控制蓝线，防止侵占资江滩涂、滨河绿地的情况出现；对硬化驳岸进行逐步有计划的生态修复；建设滨河雨洪公园、植被缓冲带、滨河湿地等将周边汇水区的雨水净化后再排入资江。

③ 保护资江水文化遗产

梳理资江水文化遗产、并存档；挖掘水文化遗产对现代海绵城市建设的启示作用；逐渐保护和修复水文化遗产设施、普及水文化遗产理念。

④ 居住区面源污染防控

由于建筑小区是城市雨水径流的源头，水质污染较轻，便于雨水的收集回用。可结合小区建筑、公共绿地、宅旁绿地及景观水体等，构建包括绿色屋顶、下沉式绿地、植草花园、生态草沟、雨水调蓄塘等设施在内的城市雨水源头滞蓄控污系统。

4.2 梓山湖生态敏感保护示范区

(1) 主要问题分析

梓山湖地处益阳市主城区中心位置，北临城市老城区，西临益阳市的行政中心与商业中心，东靠龙岭工业园，总用地面积 7.12 平方公里，现状总人口约 8 千人，区内分布有梓山湖社区和大海塘村、明月村、毛家塘村、七里桥村、羊舞岭村、鸬鹚桥村等六个自然村。梓山湖四周均临城市主干道和快速路，对外交通联系十分便捷。梓山湖区适宜建设的用地不多，主要分布在区域的北部临益阳大道。

该区域现状面临的主要问题包括：

1) 缺乏排水工程设施

污水工程设施建设滞后，片区周边只有团圆路和龙洲路部分段污水能最终进入团洲污水处理厂；狮子山片排污干管还未修通，现状迎宾路以南高新区中小企业园的工业污水均直接汇入梓山湖；

2) 现状临湖人工驳岸岸线生硬，缺少美感

在湖体西北区域（即现有的别墅区和商贸区）、北部库坝以及西北面的湖心岛四周，驳岸已经全部被硬化，坚硬刚直的驳岸，既不生态，又不够美观。

3) 雨水径流污染风险大

片区内部新建小区如梓湖湾小区、紫龙郡小区的生活污水以及高尔夫球场的灌溉污水、片区内部居民的生活污水现状均随雨水汇入梓山湖；

4) 梓山湖水质日益变差

2002 年，梓山湖水质为 III 类水质标准，至 2008 年 8 月，梓山湖水质中的总氮、总磷的含量已超过 III 类水质标准，相应的环容量已达到

极限值，湖水富营养化趋势加剧，存在爆发蓝藻的可能性；

5) 梓山湖水量日益减少

1999年，梓山湖水库库容为750万立方米，2003年，水库库容仅为340万立方米。根据梓山村水库管理处水文雨水库调度资料分析，相同条件下的一次降雨过程，其入库水量较过去减少24%。说明由于城市建设、道路阻隔、片区内部开发建设活动等因素，导致梓山湖的集雨面积减少，汇入梓山湖的雨水也越来越少。

6) 城市建设用地吞噬绿地，绿地面积日益减少

1998年前，梓山湖区域林地面积为273.0公顷。2009年，该区域城市建设用地面积达到604.10公顷，占总用地面积的84.72%。其中绿地面积仅为191.27公顷。

规划区域绿地面积大幅度减少，将带来一系列问题：①城市生活的舒适度减少；②蓄水保土功能大大降低，难以确保梓湖水供给和库容量的稳定；③园林绿地面积的减少，降低了梓山湖公园的观赏休闲价值等。

表 3-2 益阳市梓山湖区域规划用地变化表（单位：公顷）

规划名称	规划总用地面积	规划绿地面积	水域面积	道路广场面积	开发用地面积
1996年版城市总规	641.52	273.00	83.7	52.04	231.90
2006年版城市总规	683.45	177.17	111.1	43.83	351.35
2008年版城市总规	683.45	145.50	111.1	40.50	386.35
2011版梓山湖区控规	712.98	142.80	112.05	73.04	385.09

(2) 建设目标

完善排水工程设施，控制雨水径流污染，提升梓湖水水质和强化梓山湖雨洪调蓄功能。

(3) 主要技术方案

①梓山湖防洪控污综合提升

在梓山湖的入湖口处设置前置塘、湿地或者一定宽度的植被缓冲

带，加强对进入水体的雨水径流的水质净化，减少水中泥沙含量和沿湖道路雨水径流对梓山湖水质的影响。

②恢复滨水湿地、生态驳岸建设

通过改造现状硬质驳岸，降低人为干预影响，恢复梓山湖的亲水性，采用环湖串联的设计修复湖边驳岸，使用浮桥、生态浮岛、生态驳岸等生态化手法将步道与自然融为一体。

③末端调蓄系统构建

统筹协调梓山湖与周边开发地块的竖向和排水防涝关系，将梓山湖作为片区内的雨水径流末端排放水体。同时，通过对梓山湖底泥进行清淤疏浚，增强湖体的调蓄与排涝功能；梓山湖公园内部分开放空间、广场改为具有调蓄功能的多功能调蓄设施。

4.3 鱼形山生态保护与修复示范区

(1) 主要问题分析

鱼形山地区隶属益阳东部新区，区域内部用地，多为一二类居住用地、文化教育用地及大面积绿地，并包括鱼形山水库。规划常驻人口 30 万以上、年旅游客流量流 1000 万人次以上，具有国际水准和可持续发展能力的生态宜居新区。

该区域内山体、水域面积大，城市开发建设片区较小，相较其他区域生态资源优势明显。但随着该区域近年来的城市开发建设强度不断增大，城市建设区域周围山体植物群落稳定性欠佳，削弱了鱼形山水库对洪水的收纳、缓冲、调蓄作用。该区现状排水体制以合流制为主，存在合流制溢流的问题。

(2) 建设目标

促进植被保护和水源涵养，控制水质污染，保护和修复鱼形山良好的生态环境，保证鱼形山水库水质。

(3) 主要技术路线

①植被保育涵养水源

首先禁止当地居民进入山体砍伐树木，加强防火宣传；同时严格

控制山体开发强度，保证植被的自然生态状况，使干扰最小化。

②山体水土流失防控

对该区域内山体林木进行良好的保育，增强区域整体的生态稳定性，减少坍塌、滑坡的现象发生；

随着山势，因地制宜的设置鱼鳞坑、小型雨水塘及拦蓄坝等设施，防止雨水径流对山体的冲刷，增加山体涵养水源的能力；

沿着山势建设排水沟渠、截洪沟等设施，对山体雨水径流进行拦截和导流，有效防止雨水径流携带大量泥沙进入水体，或导致泥石流、滑坡；

③合流制排水系统改造

通过合流主干管道将区内雨污水排至银发污水厂，雨、污水经提升、消压后进入截流管，晴天时将污水接入城市污水主干管至城市污水处理厂，而在雨天时，通过泵站和截流管道对进入城市合流制管道的雨、污水进行净化处理，将部分污水及初期径流雨水接入污水主干管至城市污水处理厂。

④鱼形山水库面源污染控制

根据水库周围雨水汇流区域的现状情况，在雨水径流集中排入的地方，结合湖岸自然地形，建设前置塘和雨水净化湿地；

在水库驳岸建设一定宽度的植被缓冲带，充分缓滞、净化雨水径流，确保进入鱼形山水库的水体水质，同时起到稳定驳岸，加强亲水性的作用。

4.4 沧水重工业区污染防控示范区

(1) 主要问题分析：

沧水铺新区位于益阳市赫山区沧水铺镇，益阳东部新区东北部。区内用地以电子加工业等一类工业用地，以及先进机械制造业等二类工业用地为主，结合城镇功能区配套建设商业、文化娱乐、居住、企业商品展销、高科技企业研发以及配套村民安置建设用地等。其中包括绿地率占 10%的生态化工业小区。

近几年城镇建设、工业发展速度较快，给环境带来了一定的影响。其主要污染来自于一村一品手工作坊式的塑料清洗造粒企业所带来的各种污染物，这些污染物对地表水、地下水、土壤、植被、生态环境影响较大。另一方面，现状区域无污水集中处理设施，部分新建小区建有化粪池，部分企业自行建有工业废水处理设施，但达标排放率仍很低。排水体制为雨污合流制，由于排水设施的相对滞后，市政排水设施不完善，排水管渠分散设计施工，缺乏管理维护，排水时有不畅，已建设的部分管道不尽合理。

水系、山体等自然环境在景观体系中的作用没有得到重视，四面的自然山体及碾子河这些自然景观没有很好的纳入景观体系进行组织。

（2）建设目标：

控制重工业区面源污染，提升雨水资源化利用，构建碾子河生态景观带。

（3）主要技术路线：

①完善污水收集系统

工业园内雨水排放充分利用地形，就近排入区内雨水管网。新建完善的污水收集系统，经泵站提升排入污水处理厂，集中处理后外排碾子河。建设初期结合村庄布点，新建较为完善的村级污水收集系统，村庄以小型污水处理构筑物为主，末期随着城市化进程的加速，提高镇区污水收集系统的服务范围，村级污水收集系统逐步纳入镇区污水收集系统。实行雨污分流的排水体制。

②部分工厂适当考虑雨水资源化利用

为减轻区域内污水处理厂的运行压力和排水管网建设压力，区域内有条件的工厂可考虑收集、回用雨水资源，实现雨水资源对生产冷却水、工业循环水的补给和使用。

③源头-中途-末端系统构建

合理统筹城市排水管渠和低影响开发系统、超标降雨蓄排系统的关系，在有条件的区域使用地表排水系统代替地下排水管渠的建设。

结合区域竖向系统、绿地系统、排水防涝系统和水系的关系，使用雨水花园、下沉式绿地等源头分散式设施，通过植草沟、植被缓冲带等中途传输型雨水设施，最终汇入碾子河及周边多功能调蓄开敞空间。提高绿地、土壤、植被等自然条件对雨水径流的控制能力。

④恢复碾子河生态景观带

保护和恢复建设碾子河，形成镇区内部的一条蜿蜒曲折、宽窄有致的生态绿带。以“排”、“蓄”、“滞”为目标，充分利用现状自然水体建设湿塘、雨水湿地等具有雨水调蓄功能的低影响开发设施；保留河道现状生态化驳岸，局部区域进行自然化改造，使之具有防洪、蓄水、生态等多重功能，雨季调蓄分洪，旱季输水互补。重建碾子河水体、滩地、滨河空间的生态连续性，修复其生物栖息、生态防洪、净化污染等功能，塑造显山、亲水的山水城市生态景观风貌。

4.5 工业区综合整治示范区

工业区综合整治示范区包含龙岭片区、清溪片区、高新区寨子仑片区、资阳北片区、东港片区。益阳市主要工业区都分布在该区域内，包括龙岭工业区、长春经开区、高新区东部产业园。龙岭工业园，主要布置一类与二类工业项目；长春经开区白马山路以西布置一类与二类工业，白马山路以东主要布置三类工业，适当布置二类工业；高新区东部产业园，控制工业用地面积 1000.86 公顷，工业用地涵盖第一类、第二类、第三类工业用地。区域内除了工业用地外，还有部分居住区、商业用地、教育用地等，涵盖了新建区、已建区和待建区。排水体制以雨污分流制为主体。

（1）主要问题分析

1) 部分区域排水管网埋设不规范，且经常出现堵塞，影响居民的正常生活。

2) 工业布局部分区域散乱，缺乏统一规划，部分工业区域基础设施建设滞后，厂房环境卫生较差，粉尘较多。且部分工业污水处理和固体废弃物处理不规范和随意堆砌，在下雨的时候，由于初期冲刷

作用,这些污染物直接融入的水体中,造成比较严重的雨水径流污染。此外,工业区地势较低,防洪能力较弱,存在内涝风险。

3) 部分居住区、公共设施用地由于已经建成,这部分区域人口密度大,来往车辆多,硬化面积高、绿化面积比较少,导致雨水污染较为严重,而又大部分是已经建成,海绵城市改造难度较大。

4) 该示范区内高校较为集中,譬如湖南城市学院位于该区域,餐饮业比较集中。餐饮业缺乏统一的规划,且基础设施滞后,导致油类物质和食物残渣对该区域水环境影响较大。

5) 该示范区部分区域属于城乡结合部,污水排水管网不完善;许多地区基本是村落和农田形态,基本无城市建设,自然生态本底较好。此外,由于农业活动和养殖业,导致农业面源污染和牲畜粪便成为污染水体的一个重要的原因。

6) 该示范区由于部分地势低洼、建设过程中对防洪缺乏足够的重视,内涝风险较高,如龙岭工业园紫竹路、益阳医学高等专科学校与湖南城市学院附近两个积水点,均是地势较低,周围汇水在这聚集造成的。

(2) 建设目标

控制工业区雨水径流污染以及农业面源污染,整治内涝积水点,提升水生态环境。

(3) 主要技术方案

本示范区主要目标是着眼于雨水径流污染防控和内涝整合治理,由于本区部分区域待开发,生态本底较好,应加强规划引领,发挥法定规划的作用,在各层级规划中纳入海绵城市建设理念,源头低影响开发系统+管渠系统+超标雨水排放系统。同时在已经建成的区域通过管网的提标改造、建设调蓄池、泵站及低影响开发系统来综合整治积水点。因地制宜的加强居住小区、学校、公共管理设施用地等的低影响开发系统改造。

① 工业区源头径流污染控制

充分利用工业区内绿地,建设雨水花园、植草沟、下沉式绿地、

调蓄池等雨水设施，将工业区内径流通过一系列雨水设施的过滤、下渗和净化作用；

在工业区内，建设雨水回用系统，增强雨水资源利用率，减轻市政给水压力；

停车场、路面等硬化地面优先采用透水铺装。

②老旧小区 LID 有机改造

对居住区内有条件的行道树可改造成生态树池；

结合地形地貌，对小区内原有绿地进行竖向改造，增加其下沉式绿地率；可将居住区内景观步道改造成透水铺装。

③内涝积水点蓄排综合治理

对部分雨水管网进行提标改造，并在积水点周围区域设置雨水调蓄池；

建设雨水泵站，完善老城区雨水强排系统；

对老城区雨水管网进行清淤、维护；

对有条件改造的绿地改造成具有调蓄功能的下沉式绿地或调蓄设施。

五、益阳市典型用地雨水系统设计指引

5.1 海绵城市低影响开发雨水设施建设原则

益阳市海绵城市建设低影响开发雨水设施建设原则应遵循问题导向、系统考虑、因地制宜等三个基本原则。

1) 问题导向

益阳市低影响开发雨水设施建设应以问题为导向，从现状面临的主要问题出发，针对缓解内涝、削减面源污染、恢复水生态等需求，选择具有针对性的单项设施或组合设施进行建设。

2) 系统考虑

益阳市低影响开发雨水设施的建设应依据总体目标、综合控制指标的设定，结合地块实际情况，统筹协调各类海绵体措施之间的关系，充分发挥海绵体功能，实现自净自渗、蓄泄得当、排用结合的城市良性水循环。

3) 因地制宜

益阳市属亚热带大陆性季风湿润气候，境内阳光充足，雨量充沛，地势以丘岗平原为主，土壤为红壤土，湿软且不透水性高，植物种类丰富。因此，益阳市低影响开发雨水设施的选择、建设和维护应充分考虑地域性，以益阳市的实际情况为根本，依据气象、水文、地形、地势、土壤等自然条件，对其进行规划、设计、施工和维护。

5.2 道路雨水系统设计指引

根据《益阳市综合交通体系规划》，城市规划范围内包括市际公路：长沙北横线（益阳段）城际干线和沧宁城际干线；市城公路：益阳市绕城高速公路、益阳市区分别往东部新区，往桃江、安化交通轴，往沅江、南县交通轴。按等级划分，中心城区内可分为主干道、次干道、支路三级，传统路面建设时地面标高高于路面标高。主次干道路网密度达到 $2.3\text{km}/\text{km}^2$ 以上，城市路网整体密度达到 $7.22\text{km}/\text{km}^2$ 以上。

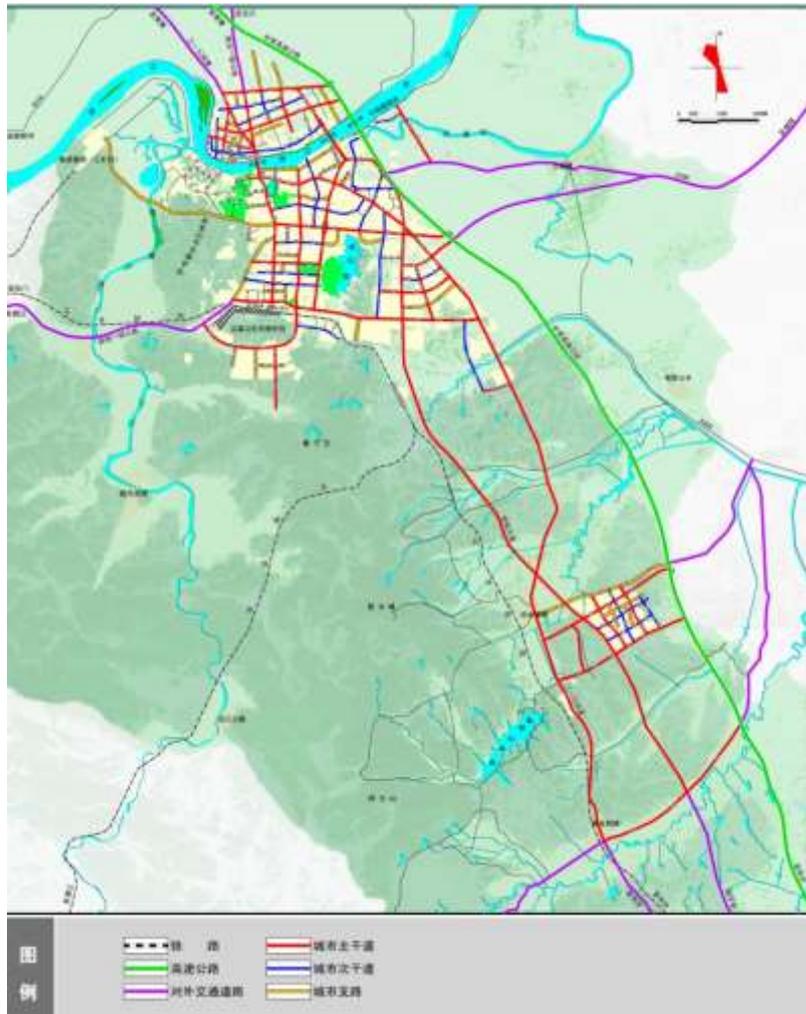


图 5-1 益阳市现状城市道路交通示意图

5.2.1 道路雨水系统设计细则

由于益阳市区降雨集中，城市道路产汇流时间较短、径流量大、悬浮颗粒物及 COD 等污染物含量较高，道路绿化带比例较低，其标高一般高于路面标高，而且与路面隔离。因此，根据益阳市本地道路实际情况，进行海绵城市建设与改造的要点如下：

(1) 新建、改建或扩建道路应结合红线内外绿地空间、道路纵坡及标准断面、市政雨水排放系统布局，合理布置低影响开发雨水设施，改善道路排水条件、控制污染径流。

(2) 应采用降低绿化带标高、路缘石开口改造等方式将道路径流引到绿化空间，并通过在绿化带内设置植草沟、雨水花园、下沉式绿地、渗滤树池等滞留设施净化、消纳雨水径流，并与道路景观设计

紧密结合。

(3) 针对城区内已建下穿式立交桥、低洼地等严重积水点进行改造，应建设雨水调蓄设施。

(4) 自行车道、人行道以及其他非重型车辆通过路段改造，应优先采用渗透铺装。

(5) 当道路红线外绿地空间有限或毗邻建筑或小区时，可结合红线内外的绿地，采用植草沟、生物滞留设施等雨水滞蓄设施净化、下渗雨水，减少雨水排放。

(6) 当道路红线外绿地空间规模较大时，可结合周边地块条件设置雨水湿地、雨水塘等雨水调节设施，集中消纳道路及部分周边地块雨水径流，控制径流污染。

(7) 道路雨水径流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雨水径流进行预处理，防止雨水径流对绿地环境造成破坏。

城市道路径流雨水应通过有组织的汇流与转输，经截污等预处理后引入道路红线内、外绿地内，并通过设置在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进行处理。低影响开发设施的选择应因地制宜、经济有效、方便易行，如结合道路绿化带和道路红线外绿地优先设计下沉式绿地、生物滞留带、雨水湿地等。城市道路低影响开发雨水系统典型流程如图 5-2 所示。

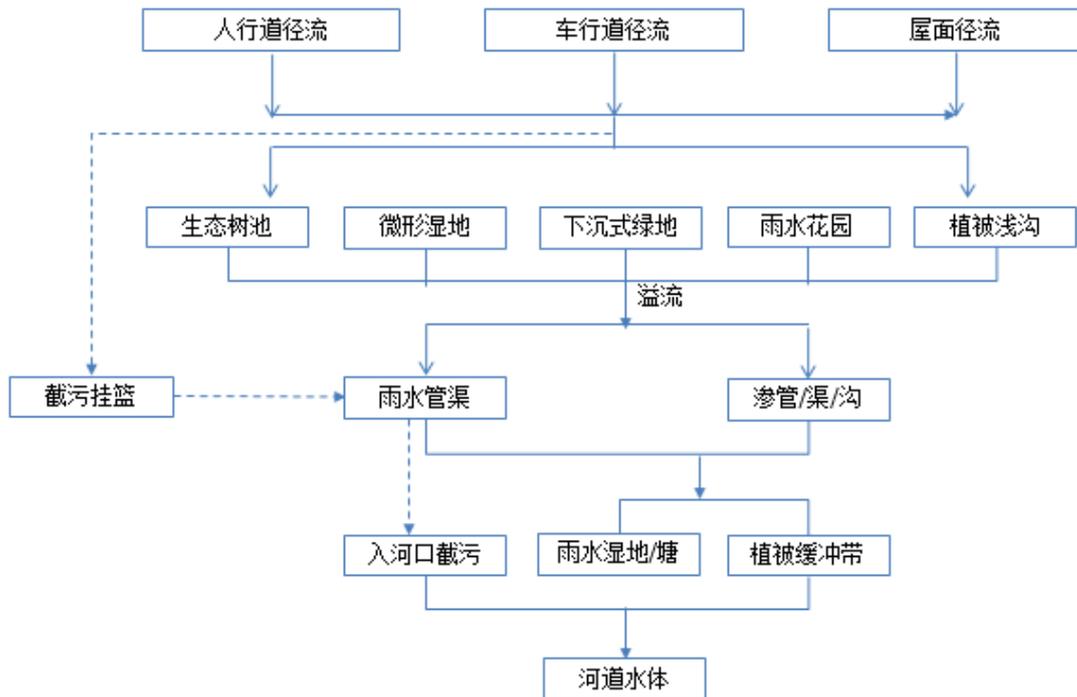


图 5-2 典型道路雨水控制流程图

5.2.2 主要工程措施

城市海绵型道路设计包括道路高程设计、绿化带设计、道路横断面设计、海绵设施与常规排水系统衔接设计等。城市道路低影响开发设施的选用，应根据项目总体布置、水文地质等特点进行设置，可参照选用如下：透水铺装、下沉式绿地、简易型、复杂型生物滞留设施（如：生物滞留带、雨水花园、生态树池等）、植草沟、截污雨水口、初期雨水弃流设施（池、井）、微形湿塘等。



图 5-3 雨水花园



图 5-4 透水铺装



图 5-5 植草沟

5.2.3 道路分级雨水系统构建示意

根据益阳市道路的主要特点，按主干道、次干道以及支路进行海绵城市建设或改造。

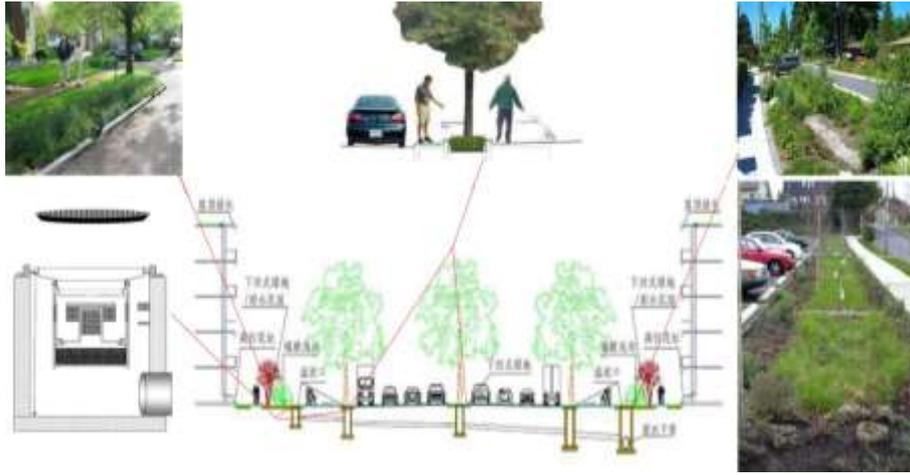


图 5-6 主干道海绵城市建设示意



图 5-7 次干道海绵城市建设示意

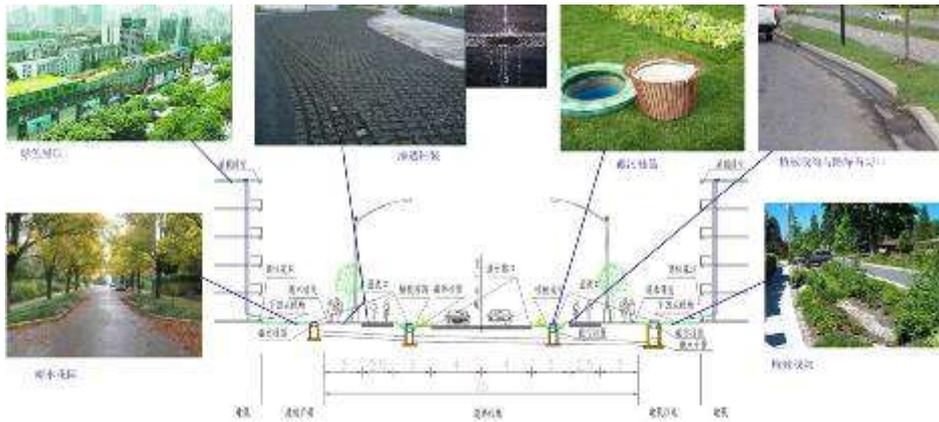


图 5-8 支路海绵城市建设示意



图 5-9 道路海绵城市建设效果示意

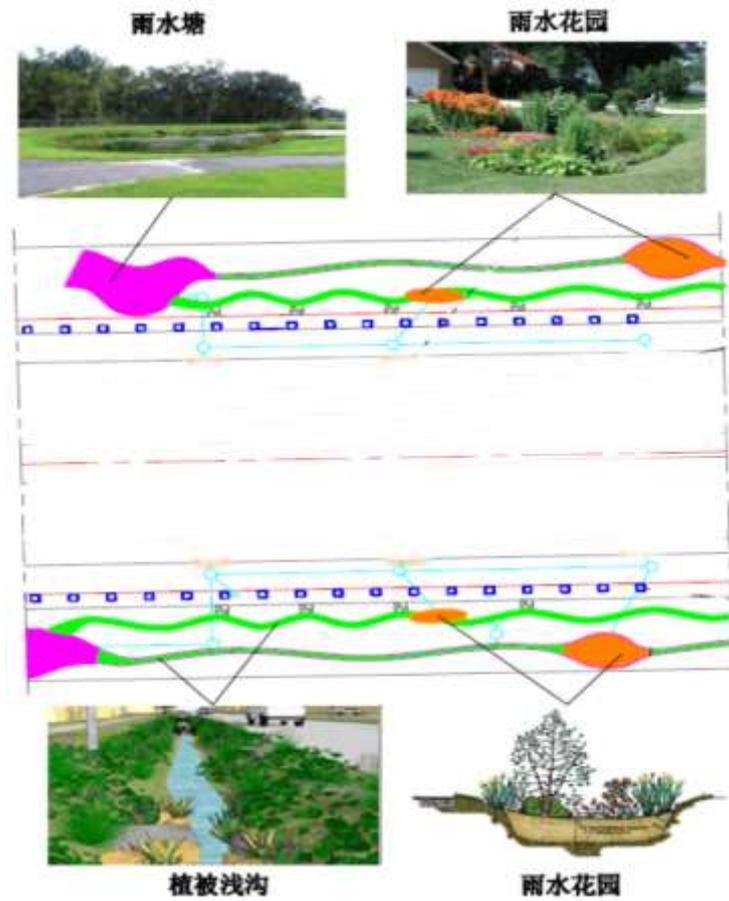


图 5-10 益阳大道海绵城市设施平面布局示意



图 5-11 益阳大道海绵城市建设布设示意

5.3 绿地雨水系统设计指引

益阳市中心城区已建成绿地面积共 3414.83hm²，已建成会龙山公园、秀峰公园等 3 个综合性公园，建新里社区公园等 14 个社区公园，益阳植物园、益阳科马提岩地质公园等 8 个专类公园，建有街头绿地 109 个。城区现状绿地率为 32.68%，绿化覆盖率为 37.23%，人均公园绿地（公共绿地）面积为 8.13 m²，初步建成了绿量较大、分布较好、功能较强、景观良好的城市园林绿地系统。

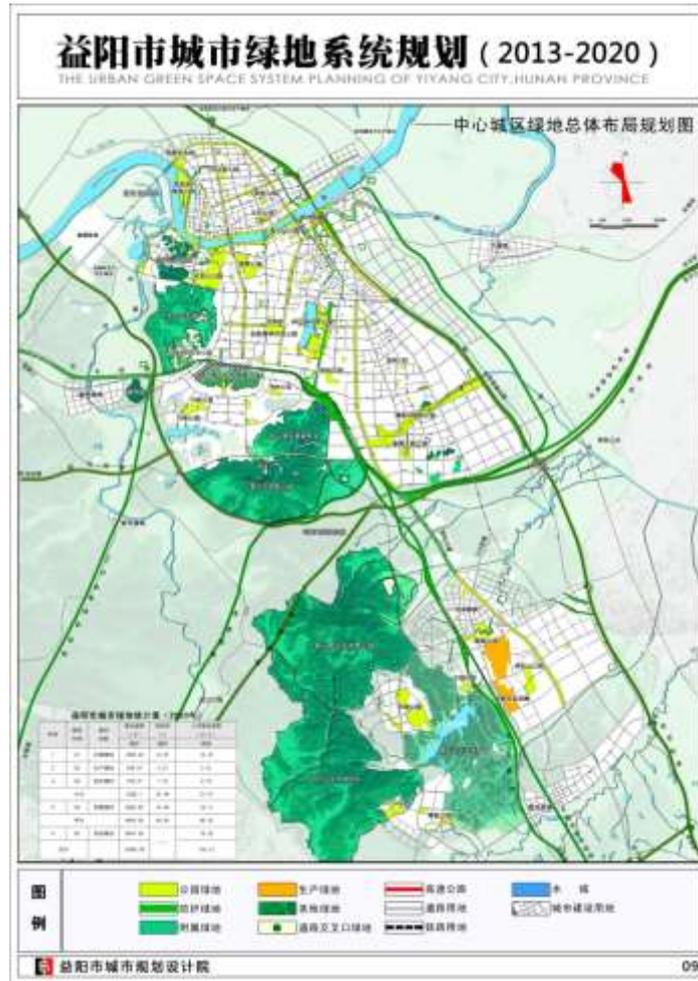


图 5-12 益阳市中心城区绿地总体布局规划图

5.3.1 绿地雨水系统设计细则

相对于其他用地，益阳市城市绿地建设低影响开发雨水设施的空间较为充足；应在保证其基本功能的前提下，承接、滞蓄和净化周边地块雨水径流。根据益阳市本地绿地与广场实际情况，进行海绵城市建设与改造要点如下：

(1) 合理均衡布局益阳城市绿地；在旧区改造中，充分利用河、湖、江沿岸和低洼地区布置中、小型雨洪调蓄绿地；在新区建设中，要结合竖向条件，建设大型雨洪调蓄绿地。

(2) 益阳市绿地与广场改造除了要消纳场地内部产流以外，应在合理范围内将周边汇水面（如道路、停车场、建筑与小区等）的雨水径流通过竖向设计，引入集中绿地或广场中的雨水控制利用设施。

(3) 充分利用场地内部绿化空间和景观水体建设大型调蓄设施，如将现有绿地改造为下沉式绿地，采用雨水塘以及雨水湿地等雨水滞留、调节设施滞留、净化及传输雨水径流。

(4) 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。

(5) 在确保径流水质的同时，建议将收集净化后的雨水用于绿地浇灌、道路浇洒和冲厕等。

(6) 雨水设施内植物宜根据设施水分条件、雨水径流水质等进行选择，宜选择耐淹、耐污能力较强的乡土植物。

城市绿地与广场雨水控制技术流程如下图所示：

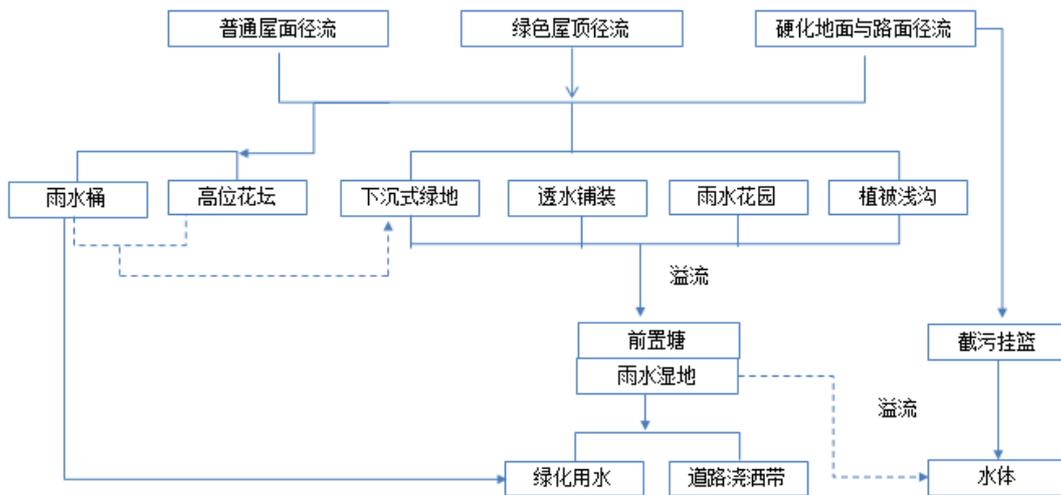


图 5-13 城市绿地低影响开发雨水系统典型流程示例

5.3.2 主要工程措施

城市绿地雨水控制利用主要涉及的技术措施：透水铺装、下沉式绿地、生物滞留设施、植草沟、生态驳岸、雨水塘、雨水湿地、蓄水池、景观水体、渗井（管）、旱溪等。



图 5-14 雨水湿地



图 5-15 旱溪

5.3.3 绿地雨水系统构建示意

益阳市绿地雨水控制与利用技术选择示意与效果如图 5-16 和图 5-17 所示。



图 5-16 绿地雨水控制利用措施规划示意图

量优良率达 98%；建筑废弃物资源化率达到 60%；生活垃圾无害化处理率达 100%；实现居民出门 500 米之内有一个公共绿地活动空间，绿化覆盖率达 60%以上；新建建筑节能达标率达到 100%；大力推广绿色建筑建设，污水再生利用率达到 30%。

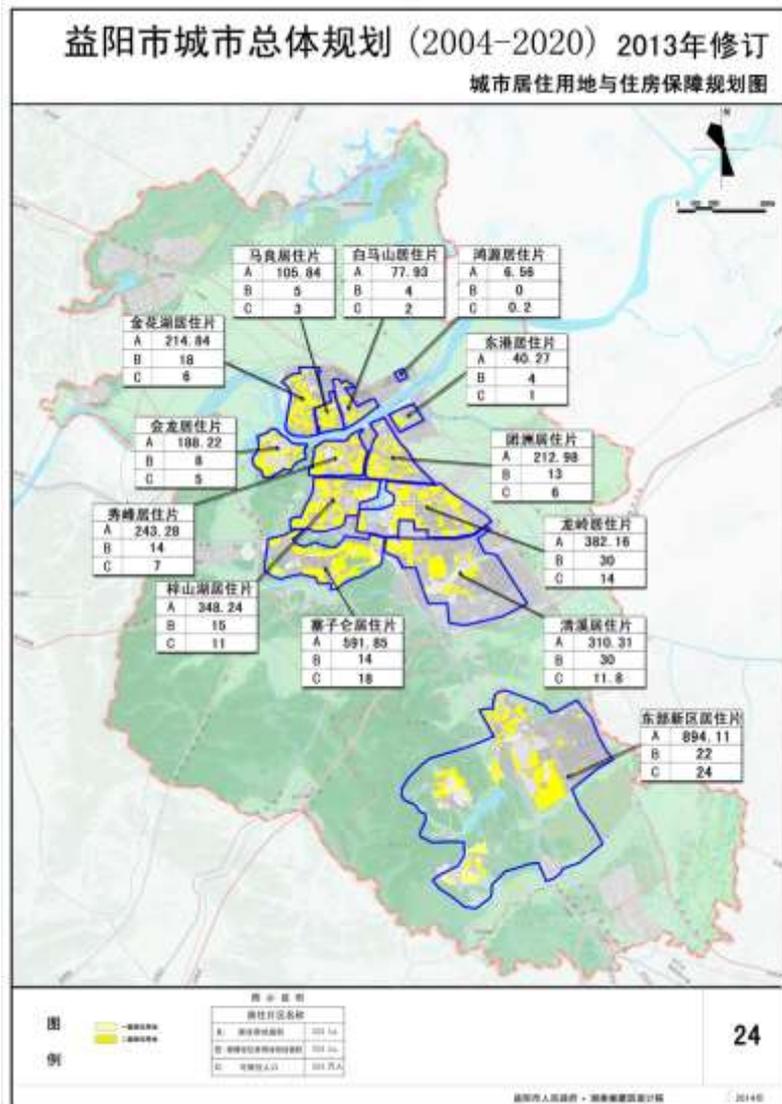


图 5-19 益阳市中心城区绿地总体布局规划图

5.4.1 居住区雨水系统设计细则

总体来看，益阳中心城区呈现以资江南北两岸向外扩展为主并且东南方向发展最快的建设模式。资江两边的建设用地逐年增加，沿城乡干道两边也发展比较迅速。益阳市东南部有高校区与开发区，其大规模建设及带来的一系列基础设施的配套建设、集聚效应促使城市建

设用地不断增大。

(1) 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内原有的湿地、坑塘、沟渠、植被等。

(2) 优先考虑雨落管断接方式，将建筑屋面、硬化地面雨水引入周边绿地的分散式雨水控制利用设施（如雨水花园、植草沟等）进行滞蓄、净化、收集回用。

(3) 平屋顶或坡度较缓（小于 15° ）的屋顶，绿化率较低、与雨水收集利用设施相连的老旧居住区可考虑采用绿色屋顶；对于建筑周围没有绿化空间的普通屋面可以选择雨水桶收集或者通过雨水口排入市政管道等改造方式，并且雨水口宜采用截污挂篮式。

(4) 住区无大容量汽车通过的路面、住区停车场、步行及自行车道应改造为渗透铺装。

(5) 景观水体补水、循环冷却水补水及绿化灌溉、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国家或湖南省绿色建筑的要求。

(6) 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。

(7) 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，为水生动植物提供栖息或生长条件，并通过水生动植物对水体进行净化，必要时可采取人工土壤渗滤等辅助手段对水体进行循环净化。

建筑与小区雨水控制技术路线如下图所示：

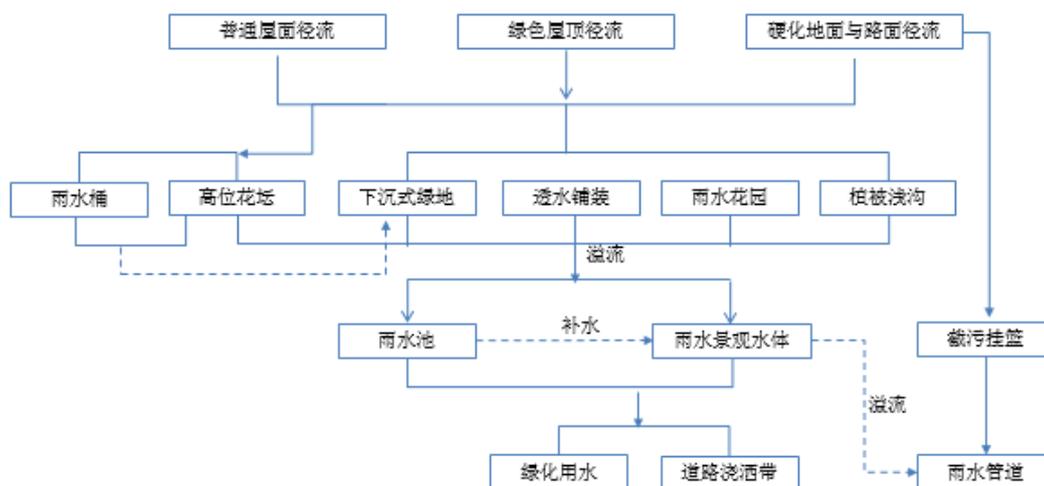


图 5-20 建筑与小区低影响开发雨水系统典型流程示例

5.4.2 主要工程措施

建筑屋面和小区路面雨水径流应通过有组织的汇流与运输，经截污等预处理后引入低影响开发设施。根据项目特点，可以分为老旧建筑小区改造、新建建筑小区建设。

① 老旧建筑与小区改造

对既有建筑雨水系统的改造应遵循因地制宜，根据项目具体条件、所在城市或区域的雨水系统和水环境的突出问题，在现有设施条件下进行必要、合理和高效的改造。可采取的措施包括雨水管断接、透水铺装、生物滞留等措施。



图 5-21 雨落管断接 图 5-22 雨水花园 图 5-23 雨水回收利用原理图

③ 新建建筑小区

新建、扩建的“海绵型”建筑与小区系统应在规划初期合理布置低影响开发雨水系统，并与景观、道路、建筑等系统有机结合。建设应采取入渗、滞蓄系统、收集回用系统以及调节系统之一或其组合，

可采用的低影响开发技术设施主要有：绿色屋顶、下沉式绿地、生物滞留带、渗井、雨水桶、景观水体、雨水储存模块、雨水调蓄池、雨水湿地、一体式净化设备、初期雨水弃流设施、浇灌回用、道路浇洒、景观水体、植草沟、渗透管、渠等。



图 5-24 植草沟 图 5-25 绿色屋顶 图 5-26 雨水桶 图 5-27 透水铺装

5.4.3 居住区雨水系统构建示意

对于老城区，由于改造难度大，因此，除宜根据棚户区改造同时进行外，还要因地制宜的采用雨水罐、下沉式绿地等进行改造，要避免大拆大建或设施使用率不高的情况出现。由于益阳本身多雨多河，新建的小区不少存在水景观，新建区则应根据有无景观水体采取不同的海绵城市建设方案。

(1) 有水景情况下

有水景时应优先利用水景收集调蓄区域内雨水，同时兼顾雨水渗透利用及其他措施。有水景情况下居住区雨水控制利用技术规划示意与效果分别如图 5-28 和图 5-29 所示。



图 5-28 有水景居住用地海绵城市建设示意图



图 5-29 有水景居住用地画面城市建设示意图

(2) 无水景情况下

若住区内无水景，应考虑雨水渗蓄利用和收集回用以削减雨水径流，并实现雨水的资源化。进行雨水系统设计时，优先考虑源头措施，经源头措施净化后，渗蓄利用回补地下水或收集后回用。无水景时住区雨水规划示意与效果如下。



图 5-30 无水景居住用地雨水控制利用平面规划示意图



图 5-31 无水景居住用地雨水控制利用平面规划示意图

5.5 水系雨水系统设计指引

益阳中心城区水系众多，主要水系包括：资江、资江一级支流志溪河、平原型自然河兰溪河、田园风景新河，市区内还有秀峰湖、梓山湖、鹅洋池等湖泊水体，此外还有众多小河小溪等小水系。

中心城区水系在城市排水、防涝、防洪及改善城市生态环境中发挥着重要作用，是城市水循环过程中的重要环节。城市水系设计应根据其功能定位、水体现状、岸线利用现状及滨水区现状等，进行合理保护、利用和改造，在满足雨洪行泄等功能条件下，实现相关规划提出的低影响开发控制目标及指标要求，并与城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统有效衔接。

将水系作为防止内涝，接受洪水的调蓄空间，一并设计，通过排水管网数学模型和水系模型确定两者的水位关系。应考虑水系的生态联通，鱼游通道，保护水系生态。

5.5.1 水系雨水系统设计细则

根据益阳市河道、湖泊的实际情况，进行海绵城市建设与改造要点如下：

(1) 在开发建设中严格保护城区现有河道、沟渠、湿地、湖泊，结合城区改造，适当恢复和增加河道、湿地，保护和提高水面率。

(2) 严格限制雨水直接排入河道、湖泊，有条件的雨水入口应退让到滨河绿化带内，经雨水塘、雨水湿地等设施后再进入河道。没有空间或空间不足的雨水排水口可选用截污网、旋流沉砂池等入河截污措施，降低河道的径流污染负荷。

(3) 在有条件河段、水体的滨水绿化带和驳岸带采用植被缓冲带、生态堤岸、雨水塘、人工湿地等处理措施，降低径流污染负荷。

(4) 通过源头、中途和末端雨水控制利用措施相结合，控制每年排入水体径流污染物总量不超过水体的自净能力。

(5) 沿资江进行生态隔堤建设，建设人工湿地及生态驳岸，逐步恢复水体自然净化功能。

(6) 充分结合景观功能，通过对小溪小河、池塘等小水系的海绵功能改造，为市民提供兼顾景观、游憩、生态、水文功能的多功能城市开放空间。

(7) 通过综合治理，优化布局水系空间结构，提高水系的防洪

排涝功能。

城市水系雨水控制技术路线如下图所示：

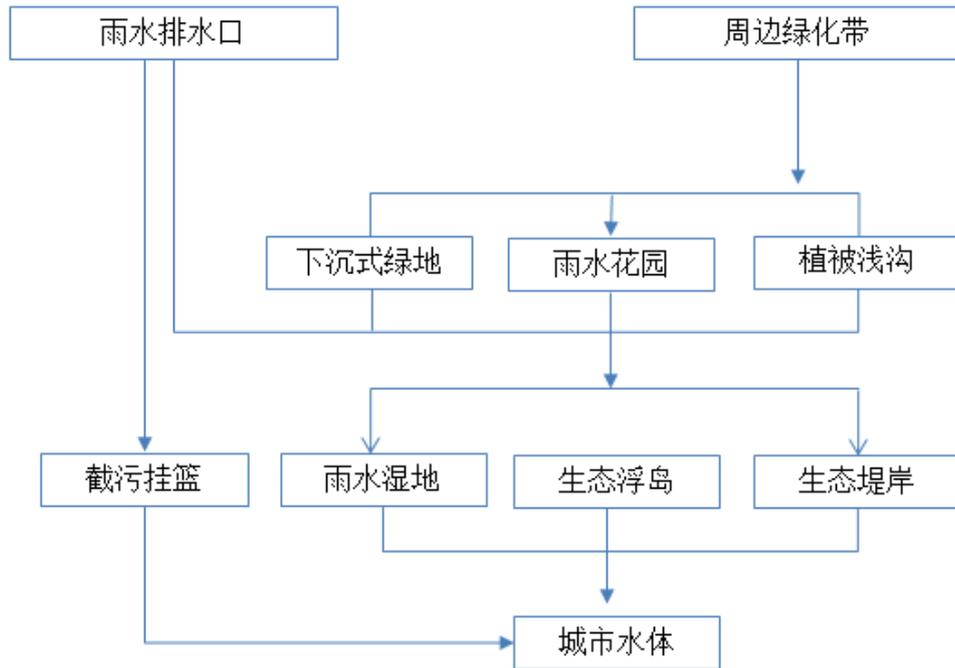


图 5-31 城市水系雨水控制技术路线图

5.5.2 主要工程措施

城市水系可分为如下四个组成部分：

①滨水带

滨水带绿地空间宜选择湿塘、雨水湿地、植被缓冲带等措施进行雨水调蓄、消减径流及控制污染负荷；滨水带步行道与慢行道应满足透水要求；滨水带内的建筑物应符合绿色建筑要求。

②驳岸

江河、湖泊、港渠的岸线平面曲线应具有自然性与生态性，其设计应依照安全性、稳定性、生态性为原则，并根据岸坡特点进行护坡护岸。如植生型砌石护岸、植生型混凝土砌块护岸等；自然驳岸；三维植被网植草护坡、土工织物草坡护坡、水生态植物护岸等。

③排水口

城市水系禁止新增污水排口，新增雨水排口应建设面源控制措施，

并进行水质监测，不超过受纳水体水质管理目标。城市水系排口应采用生态排口，包括一体式生态排口、漫流生态排口等。港渠、湖泊现有合流、混流排口整治设计中，应结合汇水范围内的源头海绵性改造措施，设置初期雨水调蓄池、截污管涵等工程措施进行末端污染控制。

④水体

规划新建的水体或扩大现有水域面积，应核实区域低影响开发的控制目标，并根据目标进行水体形态控制、平面设计、容积设计、水位控制及水质控制。

对于城市水体水质功能要求较高、内涝高风险区，可利用现有水体设计自然水体缓冲区等，缓冲区作为湿塘、前置塘、湿地、缓冲塘、渗透塘等。根据区域排水量、污染控制目标上游排水标高等，确定缓冲区的面积、容积，明确缓冲区水域竖向标高；自然水体缓冲区应设置水质污染风险防范措施，以防止发生上游污染事件后对主水域的水质造成破坏。



图 5-34 河边绿化带及生物滞留设施

5.5.3 水系雨水系统构建示意



图 5-33 兰溪河海绵城市建设示意

5.6 其他用地雨水系统设计指引

根据《益阳市城市总体规划（2004-2020）2013年修订版》，益阳市其他用地主要包括公共管理与公共服务设施用地、工业用地、物流仓储用地、公用设施用地等。到2020年，益阳市公共管理与公共服务设施用地规划总面积约为881.47公顷；工业用地规划总面积约为2140.17公顷，集中分布于工业区综合整治示范区，包括龙岭工业区、长春经开区、高新区东部产业园，工业用地涵盖第一类、第二类、第三类工业用地；物流仓储用地规划总面积约为333.87公顷，主要分布于主城区各大交通集散枢纽附近和资江沿岸。

表 5-1 益阳市中心城区城市其他建设用地平衡表

用地代码	用地名称		用地面积 (hm ²)		占城市建设用地比例 (%)		人均城市建设用地面积 (M ² /人)	
			2012年现状	2020年规划	2012年现状	2020年规划	2012年现状	2020年规划
A	公共管理与公共服务设施用地		424.86	881.47	12.59	8.07	6.15	8.09
	其中	行政办公用地	118.81	118.81	1.70	1.09	1.72	1.09
		文化设施用地	9.58	108.85	1.55	1.00	0.14	1.00
		教育科研用地	216.49	442.26	6.31	4.05	3.13	4.06
		体育用地	28.63	76.86	1.10	0.70	0.41	0.71
		医疗卫生用地	43.68	98.61	1.41	0.90	0.63	0.90
		社会福利用地	4.48	32.89	0.47	0.30	0.06	0.30
		文物古迹用地	3.19	3.19	0.05	0.03	0.05	0.03
B	商业服务业设施用地		448.38	584.65	8.35	5.35	6.49	5.36
M	工业用地		1700.16	2140.17	30.56	19.60	24.60	19.63
W	物流仓储用地		100.66	333.87	4.77	3.06	1.46	3.06

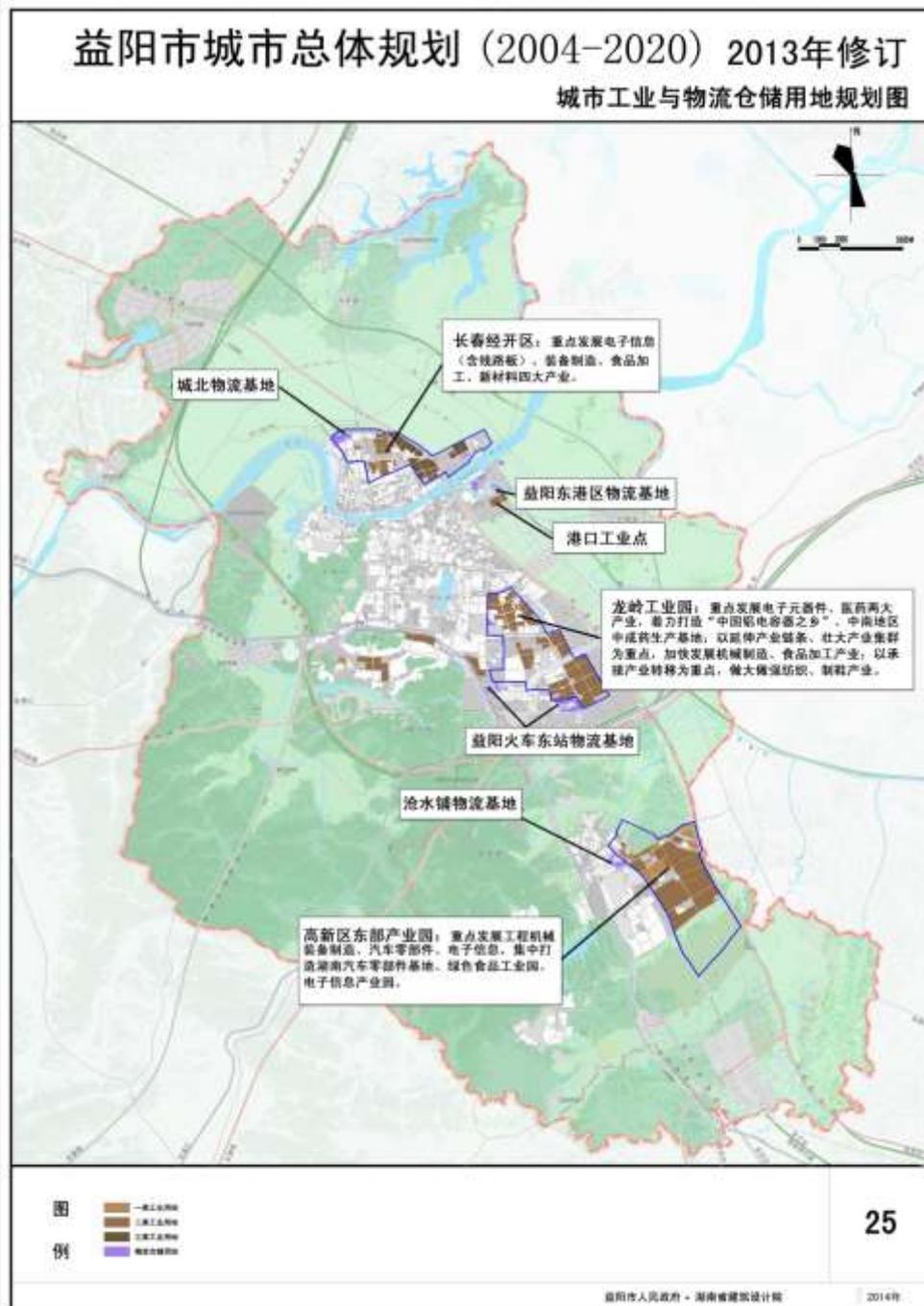


图 5-35 城市工业与物流仓储用地规划图

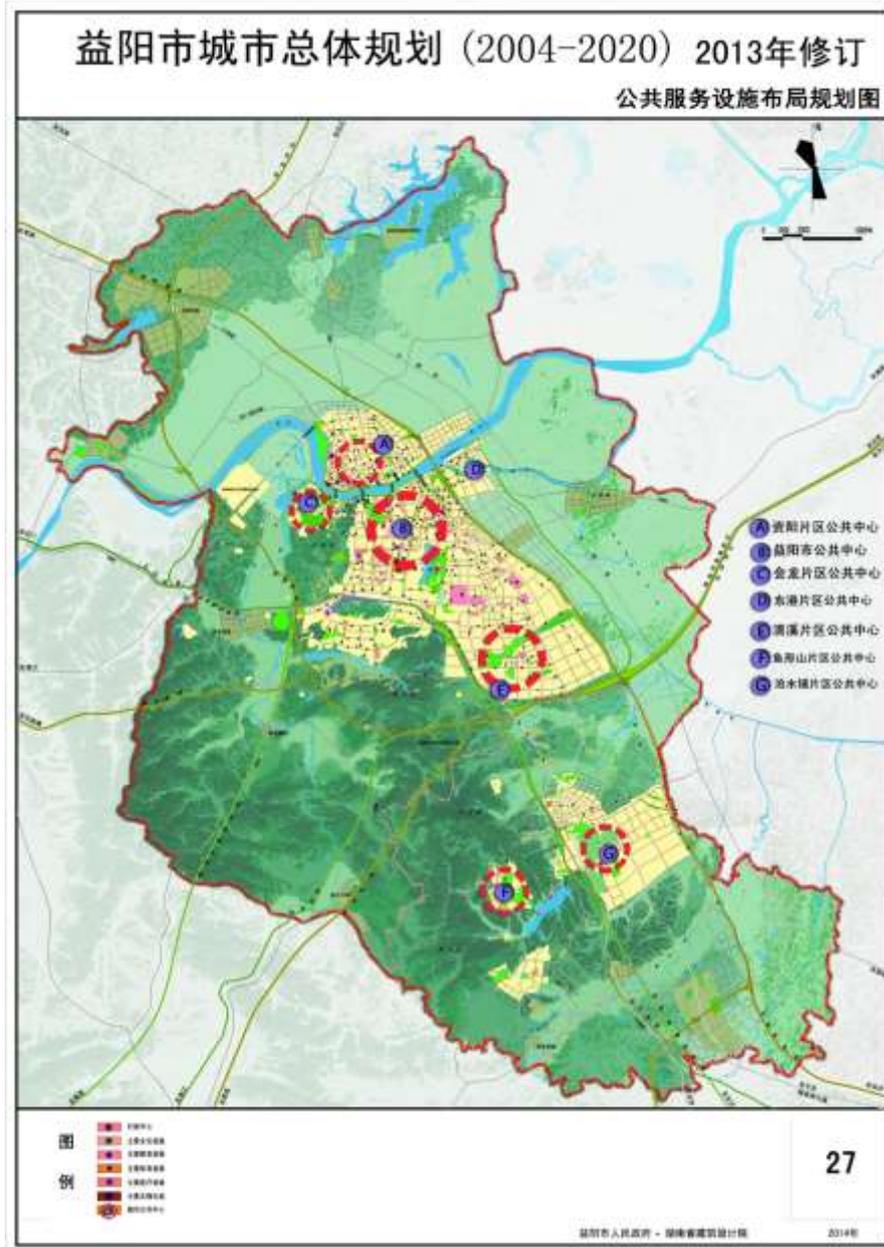


图 5-36 公共服务设施布局规划图

5.6.1 其他用地雨水系统设计细则

以公共管理与服务用地、商业服务业设施用地、公共设施用地为主的功能分区，是城市内居民活动和生活较频繁的区域，硬质场地最多，因此该地块雨水难以下渗，且有大量雨水容易汇集的地方，雨水流失较严重。

(1) 尽可能增加场地雨水源头下渗率，无大容量汽车通过的路面、停车场、广场、步行及自行车道应优先使用透水铺装。

(2) 因地制宜，构建包括绿色屋顶、下沉式绿地、雨水花园、生态草沟、小型雨水调蓄塘、蓄水池等设施在内的雨水源头滞蓄控污系统。

以工业用地、仓储物流用地为主的城市功能分区，绿化率低，有潜在的雨水径流污染风险，应重点考虑控制径流污染，减少径流外排，在有条件的地区可适度收集回用雨水。

(1) 可适当提高道路宽度，降低道路路网密度，最大限度地减少城市不透水铺装面积率。

(2) 建设透水铺装、雨水花园、植草沟、下沉式绿地、调蓄池等雨水渗、净设施，通过一系列雨水设施的过滤、下渗和净化作用，实现对雨水径流的安全、生态处置；

(3) 在规划范围内，建设雨水回用系统，增强雨水资源利用率，减轻市政给水压力。

5.6.2 主要工程措施

城市其他用地雨水控制利用主要涉及的技术措施：绿色屋顶、透水铺装、下沉式绿地、雨水花园、生态草沟、雨水调蓄塘、调蓄池、雨水湿地、雨水收集回用系统。



图 5-37 生态停车场



5-38 绿色屋顶

5.6.3 其他功能区雨水系统构建示意

其他用地雨水控制利用规划分别如图 5-37、5-38 所示。



图 5-37 商业设施用地雨水控制利用平面规划示意



图 5-38 公共管理与公共服务设施用地雨水控制利用平面规划示意

六、益阳市海绵城市雨水设施选择与设计

6.1 雨水设施选择

为确保海绵城市技术措施适合益阳市本地情况，本导则采用评分法对益阳海绵城市 LID 设施的适应性进行定量分析。从“设施适应性、设施可替代性、设施消耗土地面积”三个方面对各项措施进行综合评价。“设施适应性”作为主体指标，“设施可替代性”和“设施消耗土地面积”作为修正指标。

表 6-1 指标定义与分级

指标	定义	分类
设施适应性	设施能否适应于益阳地区或者在建成后根据当地水文地质条件能否发挥良好的海绵效果	适应：指设施适应益阳本地水文地质条件，并能很好的发挥作用；较适应：指设施需要经过一定的改良后能很好的发挥作用；不适应：指设施改良力度过大或不适应益阳水文地质条件
设施可替代性	设施发挥的效果与其它设施具有共性，或者其功能的发挥可用其它设施代替	不可替代：指该设施功能发挥独一无二，其它设施无论改良与否都不能发挥其大部分功能；较能替代：指该设施部分功能可以用其它设施替代；可替代：指设施能用一种或以上设施替代
设施消耗土地面积	设施建成中是否需要额外占用土地面积	消耗土地面积较少：是指该设施无需侵占城市建设用地（如雨水花园在绿线内建成后还是表现为绿地形式，即可视为不侵占城市建设用地；透水铺装的道路红线内建成后还是满足原有用地功能，即可视为不侵占城市建设用地）；消耗土地面积一般：单个设施能侵占城市建设用地面积 $\leq 4m^2$ ；消耗土地面积较大：单个设施侵占城市建设用地 $> 4m^2$

(2) 分数赋值

根据表 6-1，主体指标“设施适应性”权重最大。“设施可替代性”能保证特殊设施不被剔除，“设施消耗土地面积”是基于节省土地资

源和控制成本，因此“设施可代替性”较“设施消耗土地面积”权重较大。评分采用10分制，“设施适应性”占5分，“设施可替代性”占3分，“设施消耗土地面积”占2分。

(3) 专家评分

组织多位专家进行评分，综合每位专家的评分结果，对每个设施的得分取平均值。最后根据得分情况将设施列为“重点推荐”、“一般推荐”、“不推荐”。

(4) 设施评价与推荐

基于以上流程，益阳市源头低影响开发技术措施的综合得分和推荐等级如下表。初期雨水弃流设施、转输型植草沟、下沉式绿地、植被缓冲带、雨水罐、简易型生物滞留设施、干式植草沟、复杂型生物滞留设施、雨水湿地作为重点推荐设施，可广泛运用于益阳市雨水控制利用中。另外，由于益阳市地下水位较高，渗管/渠、渗井、渗透塘等不宜大规模运用。

表 6-2 益阳市雨水设施适应性打分表

设施名称	功能	推荐等级
初期雨水弃流设施	净	重点推荐
转输型植草沟	净、滞、排	重点推荐
下沉式绿地	渗、滞、净	重点推荐
植被缓冲带	净	重点推荐
雨水罐	蓄、用	重点推荐
简易型生物滞留设施	渗、滞、净	重点推荐
干式植草沟	净、滞、排	重点推荐
复杂型生物滞留设施	渗、滞、净	重点推荐
雨水湿地	蓄、净	重点推荐
绿色屋顶	渗、滞、净	一般推荐
透水砖铺装	渗、排	一般推荐
透水水泥混凝土	渗、排	一般推荐
湿塘	蓄、净	一般推荐
湿式植草沟	净、滞、排	一般推荐
透水沥青混凝土	渗、排	一般推荐
调节塘	渗、滞、蓄、净	不推荐
调节池	蓄	不推荐
人工土壤渗滤	净、渗	不推荐
渗管/渠	渗、排	不推荐

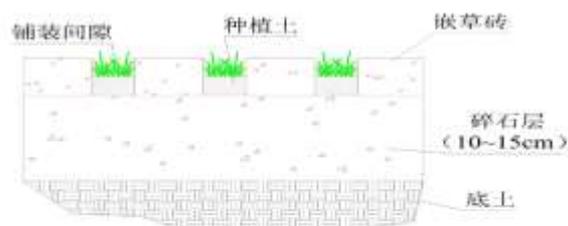
蓄水池	蓄	不推荐
渗井	渗、排	不推荐
渗透塘	渗、净	不推荐

6.2 雨水设施设计示意

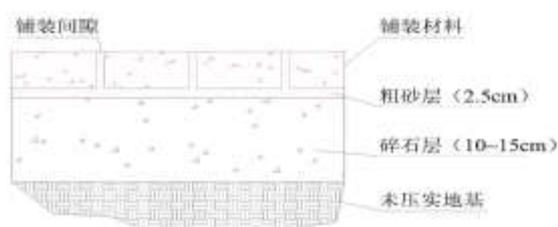
(1) 渗透铺装

渗透铺装是采用嵌草砖、透水砖/混凝土等透水材料替代传统混凝土、水泥、沥青等，铺设广场、停车场及人行道等硬化地面，使其在保持原有功能的前提下，提高雨水下渗能力，减小下垫面径流系数的雨水控制措施。

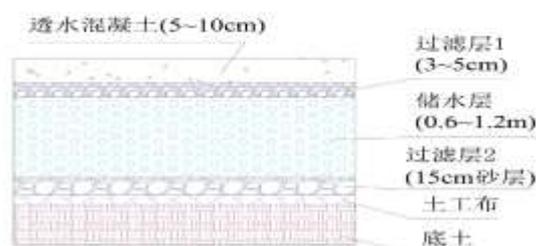
渗透铺装主要适用于广场、停车场、人行道以及交通较少的道路。主要有两种类型，一种是材料本身具有渗透性能，如透水混凝土、透水砖等，另一类是采用透水的形状制作与铺装形式，使铺面能够透水，如草坪砖、碎石卵石铺面等。



渗透铺装类型一



渗透铺装类型二



渗透铺装类型三

图 6-1 渗透铺装路面



图 6-2 渗透铺装实景图

(2) 绿色屋顶

绿色屋顶是以植物为主要覆盖物，配以植物生存所需要的营养土层、蓄水层（植被种植层）以及屋面植物根系阻拦层（保护层）、排水层、防水层（保护层）等共同组成屋面系统。

绿色屋顶适用应满足建筑物承重能力要求；尽量选用坡度较缓的屋顶，如坡度超过 15° 时需增加防滑、防冲蚀等设施；宜选择新建建筑，将屋顶绿化与荷载、防水等要求一起考虑；旧建筑如经过负荷核算符合承载条件，可采取简单绿化的做法，将各层厚度和荷载相应减小。

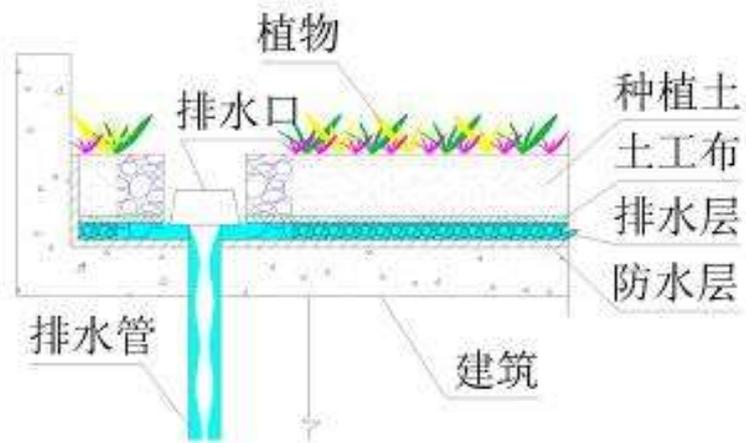
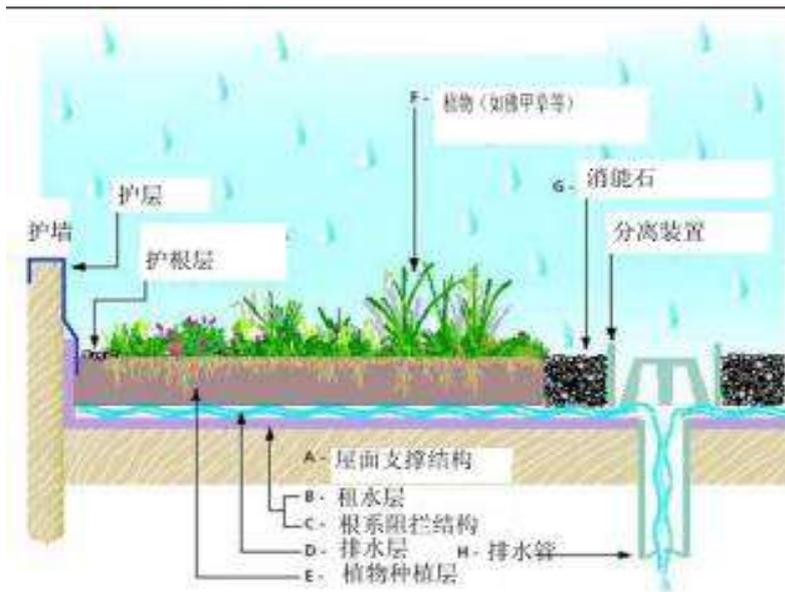


图 6-3 绿色屋顶典型构造示意图

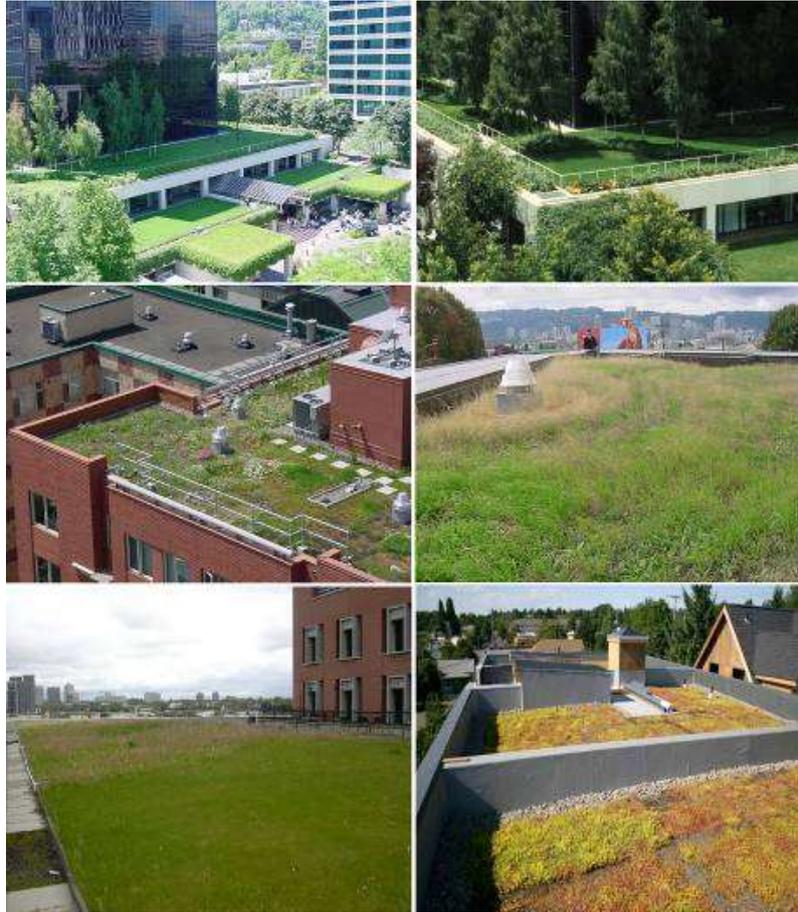


图 6-4 绿色屋顶实景图

(3) 下沉式绿地

下沉式绿地是比周边地面或道路低 5~20cm 左右的绿地，利用植被截流、土壤渗透原理，截流和净化小流量径流雨水的一种工程措施，下凹的空间可以短时间存蓄雨水，增加截流下渗量。

下沉式绿地能够削减雨水径流量、减少雨水外排；改善雨水径流水质，减少水体污染；下渗雨水，涵养地下水；增加渗透面积，减少热岛效应；低成本、低维护、可实施性强。

下沉式绿地可构建于建筑物、广场、停车场以及道路等不透水区域的周边绿地。

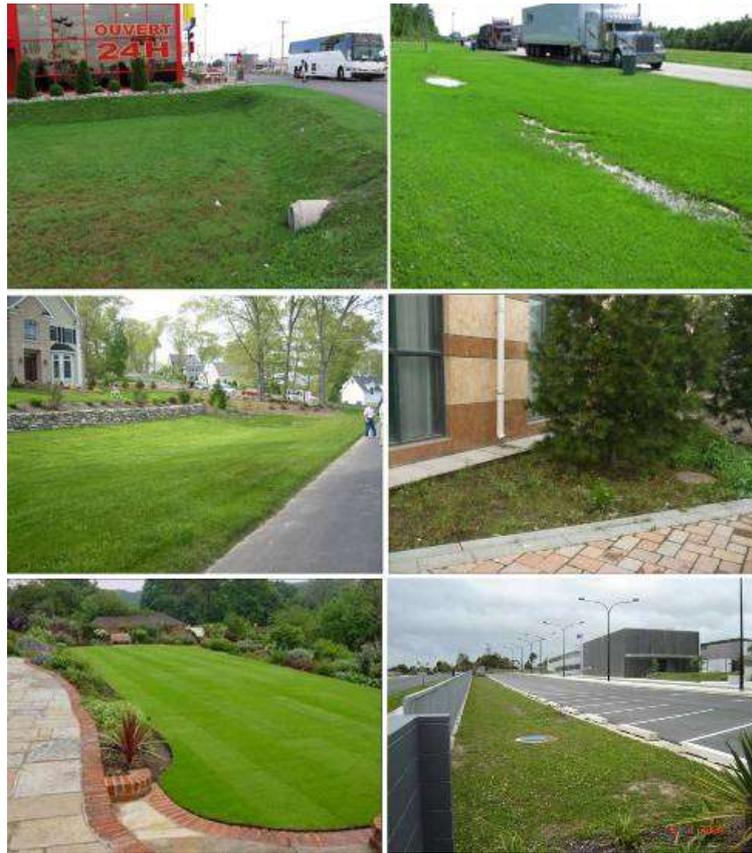


图 6-6 下沉式绿地实景图

(4) 生物滞留设施

生物滞留设施指在地势较低的区域，通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化径流雨水的设施。生物滞留设施分为简易型生物滞留设施和复杂型生物滞留设施，按应用位置不同又称作雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。

生物滞留设施应满足以下要求：

对于污染严重的汇水区应选用植草沟、植被缓冲带或沉淀池等对径流雨水进行预处理，去除大颗粒的污染物并减缓流速；应采取弃流、排盐等措施防止融雪剂或石油类等高浓度污染物侵害植物。

屋面径流雨水可由雨落管接入生物滞留设施，道路径流雨水可通过路缘石豁口进入，路缘石豁口尺寸和数量应根据道路纵坡等经计算确定。

生物滞留设施应用于道路绿化带时，若道路纵坡大于 1%，应设置挡水堰、台坎，以减缓流速并增加雨水渗透量；设施靠近路基部分

应进行防渗处理，防止对道路路基稳定性造成影响。

生物滞留设施内应设置溢流设施，可采用溢流竖管、盖篦溢流井或雨水口等，溢流设施顶一般应低于汇水面 100 mm。

生物滞留设施宜分散布置且规模不宜过大，生物滞留设施面积与汇水面面积之比一般为 5%-10%。

复杂型生物滞留设施结构层外侧及底部应设置透水土工布，防止周围原土侵入。如经评估认为下渗会对周围建（构）筑物造成塌陷风险，或者拟将底部出水进行集蓄回用时，可在生物滞留设施底部和周边设置防渗膜。

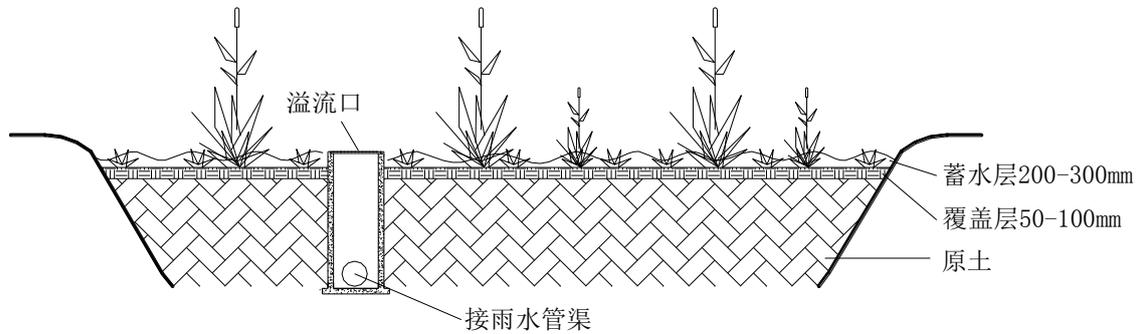


图 6-7 简易型生物滞留设施典型构造示意图

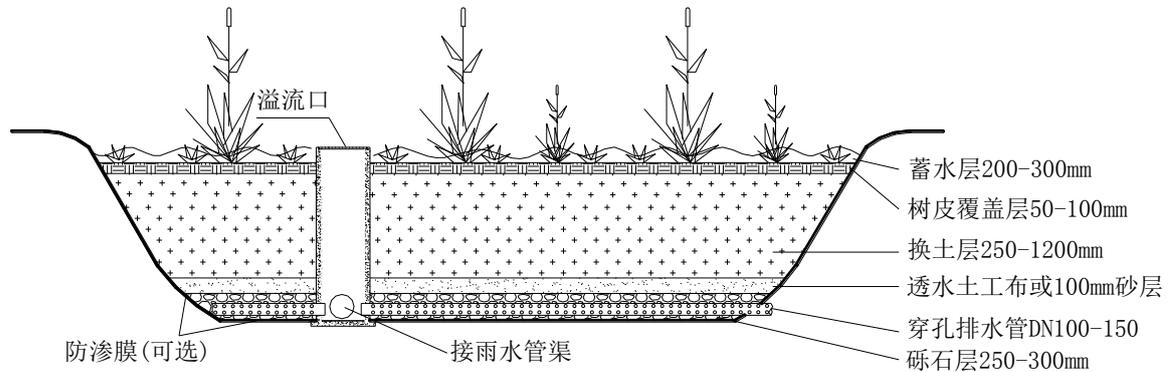


图 6-8 复杂型生物滞留设施典型构造示意图



图 6-9 生物滞留设施剖面图

(5) 渗透塘

雨水渗透塘是利用地面低洼地、水塘或地下水池，收集、暂时贮存进入的雨水，随后将其渗入地下的雨水渗透设施，雨水下渗过程中，池内土壤、过滤材料的过滤作用及附着生长的微生物去除水体中污染物。

渗透塘的特点如下：削减雨水径流量、减少雨水外排；净化雨水径流，增加渗透面积；下渗雨水，涵养地下水；低维护少、可实施性强。

渗透塘适用于对小区域的雨水径流进行水质、水量控制的离线式汇流控制设施，宜设置在公园、小区等污染不严重的地区，而尽量避免设置在污染严重的区域。



图 6-11 渗透塘实景图

(6) 渗井

渗井指通过井壁和井底进行雨水下渗的设施，为增大渗透效果，可在渗井周围设置水平渗排管，并在渗排管周围铺设砾（碎）石。

渗井应满足下列要求：

雨水通过渗井下渗前应通过植草沟、植被缓冲带等设施对雨水进行预处理。

渗井的出水管的内底高程应高于进水管管内顶高程，但不应高于上游相邻井的出水管管内底高程。

外层应采用土工布或性能相同的材料包覆。透水土工布宜选用无纺土工织物，单位面积质量宜为 $100\sim 300\text{g/m}^2$ ，渗透性能应大于所包覆渗透设施的最大渗水要求，应满足保土性、透水性和防堵性的要求。

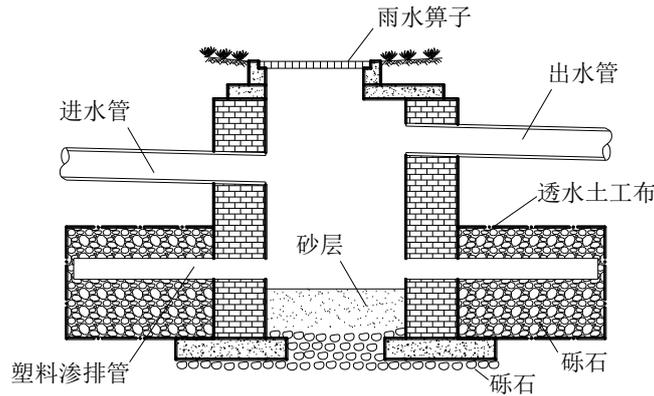


图 6-12 辐射渗井构造示意图

(7) 雨水塘

雨水塘是受纳、滞留和调蓄来自服务汇水面雨水径流的 BMPs 措施，调蓄的径流通过排放或下渗和蒸发作用释放调蓄空间，径流滞留期间通过沉淀和植物吸收作用去除径流中的 SS、COD、N、P 等污染物。

雨水塘的特点如下：控制峰流量，降低区域洪涝风险；减小雨水径流对下游设施的负荷冲击。净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；低维护少、可实施性强；营造良好生态环境。

雨水塘可应用于城乡接合部、新开发区、小区、商业区和工业区等功能区域，也可以设置在控制雨水径流量的区域。

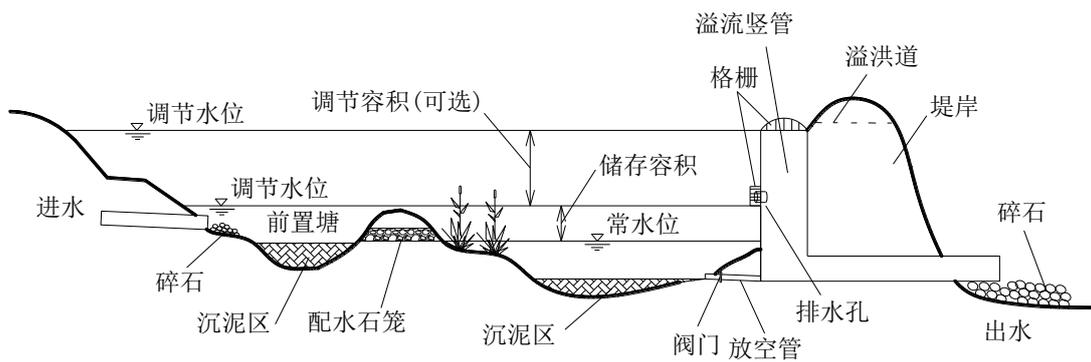


图 6-13 雨水塘典型构造示意

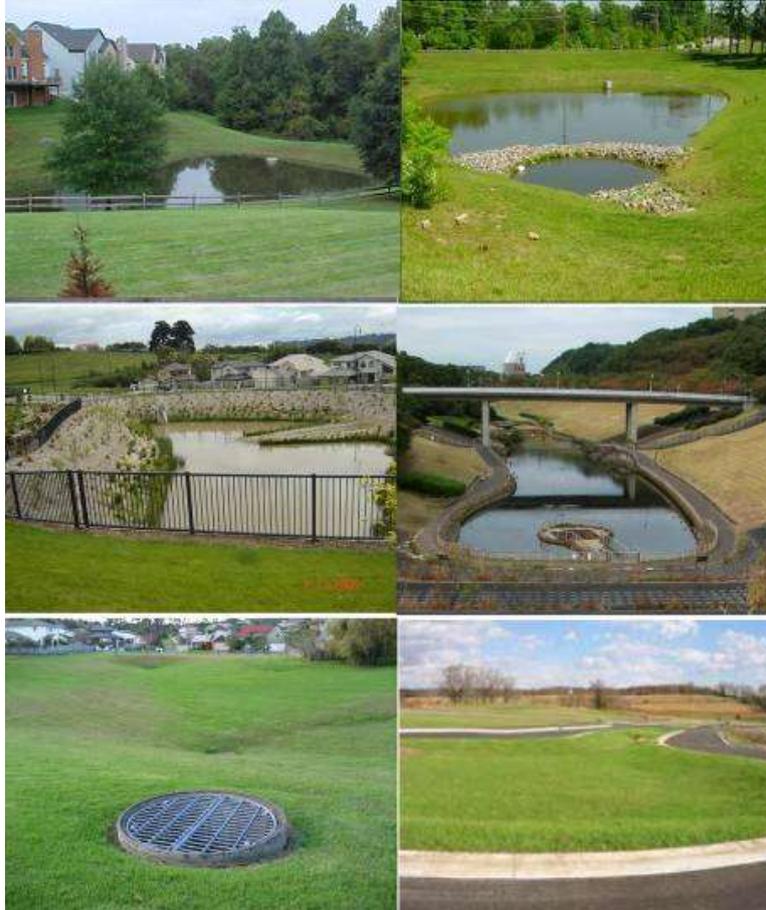


图 6-14 雨水塘实景图

(8) 雨水湿地

雨水湿地是一种通过模拟天然湿地的结构和功能，人为建造和监督控制的与沼泽地类似的区域，用于径流雨水水质控制和洪峰流量控制的雨水 BMP 设施。

雨水湿地的特点如下：净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；控制峰流量，降低区域洪涝风险；减小雨水径流对下游设施的负荷冲击。维护低、综合效益高；营造良好生态环境。

雨水湿地一般可分为在线式和离线式两类，对污染物有较好的去除效果和良好的生态景观效果。一般可应用于小区、商业区、开发区、公园、立交桥及道路周边等区域，也可以设置在控制雨水径流量的地区。

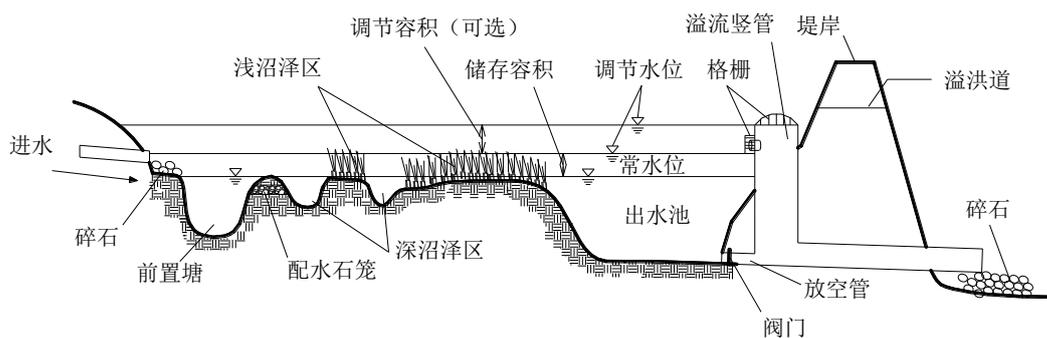


图 6-15 雨水湿地典型构造示意图



图 6-16 雨水湿地实景图

(9) 蓄水池

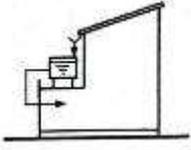
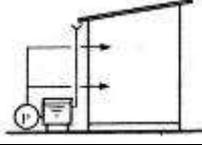
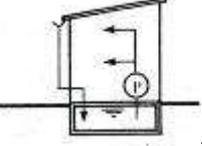
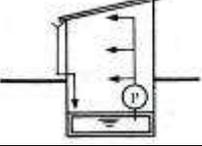
蓄水池指具有雨水储存功能的集蓄利用设施，同时也具有削减峰值流量的作用，主要包括钢筋混凝土蓄水池，砖、石砌筑蓄水池及塑料蓄水模块拼装式蓄水池，用地紧张的城市大多采用地下封闭式蓄水池。蓄水池典型构造可参照国家建筑标准设计图集《雨水综合利用》（10SS705）。

蓄水池宜设置在室外地下。室外地下蓄水池的人孔或检查口应设置防止人员落入水中的双层井盖。雨水蓄水池设在室外地下的益处是排水安全和环境温度低、水质易保持。水池人孔或检查孔设双层井盖

的目的是保护人身安全。

雨水蓄水池也可以设在其它位置，参见表 6-2。

表 6-2 雨水蓄水池设置位置

设置地点	图示	主要特点
设置在屋面上		1) 节省能量，不需要给水加压 2) 维护管理较方便 3) 多余雨水由排水系统排除
设置在地面		维护管理较方便
设置于地下室，能重力溢流排水		1) 适合于大规模建筑 2) 充分利用地下空间和基础
设置于地下室，不能重力溢流排水		必须设置安全的溢流措施

(10) 雨水罐

雨水罐也称雨水桶，为地上或地下封闭式的简易雨水集蓄利用设施，可用塑料、玻璃钢或金属等材料制成。



图 6-17 雨水罐实景图

(11) 调节塘

概念与构造 调节塘也称干塘，以削减峰值流量功能为主，一般由进水口、调节区、出口设施、护坡及堤岸构成，也可通过合理设计使其具有渗透功能，起到一定的补充地下水和净化雨水的作用。

调节塘应满足以下要求：

进水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀。应设置前置塘对径流雨水进行预处理。

调节区深度一般为 $0.6-3\text{ m}$ ，塘中可以种植水生植物以减小流速、增强雨水净化效果。塘底设计成可渗透时，塘底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层不应小于 1 m ，距离建筑物基础不应小于 3 m （水平距离）。

调节塘出水设施一般设计成多级出水口形式，以控制调节塘水位，增加雨水水力停留时间（一般不大于 24 h ），控制外排流量。

调节塘应设置护栏、警示牌等安全防护与警示措施。

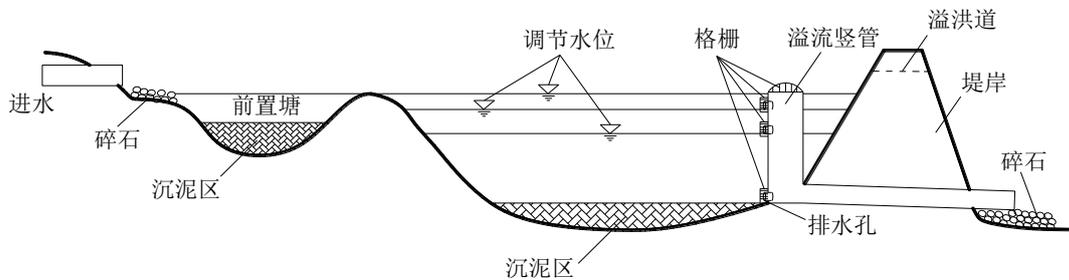


图 6-18 调节塘典型构造示意图

（12）调节池

调节池为调节设施的一种，主要用于削减雨水管渠峰值流量，一般常用溢流堰式或底部流槽式，可以是地上敞口式调节池或地下封闭式调节池，其典型构造可参见《给水排水设计手册》（第 5 册）。

调节池布置形式宜采用溢流堰式和底部流槽式，并应满足以下要求：调节池宜采用重力流自然排空，必要时可用水泵强排。排空时间不应超过 12 h ，且出水管管径不应超过市政管道排水能力；调节池应设外排雨水溢流口，溢流雨水应采用重力流排出；应设检查口并便于沉积物的清除。

溢流堰式调节池：调节池通常设置在干管一侧，有进水管和出水管。进水较高，其管顶一般与池内最高水位持平；出水管较低，其管底一般与池内最低水位持平。

底部流槽式调节池：雨水从上游干管进入调节池，当进水量小于

出水量时，雨水经设在池最低部的渐缩断面流槽全部流入下游干管而排走。池内流槽深度等于池下游干管的直径。当进水量大于出水量时，池内逐渐被高峰时的多余水量所充满，池内水位逐渐上升，直到进水量减少至小于池下游干管的通过能力时，池内水位才逐渐下降，至排空为止。

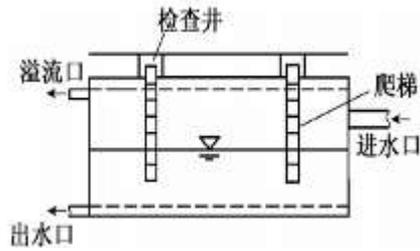


图 6-19 底部流槽式调蓄池

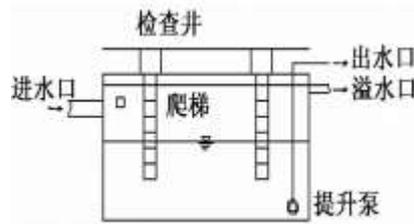


图 6-20 溢流堰式调蓄池

(13) 植草沟

概念与构造 植草沟指种有植被的地表沟渠，可收集、输送和排放径流雨水，并具有一定的雨水净化作用，可用于衔接其他各单项设施、城市雨水管渠系统和超标雨水径流排放系统。除转输型植草沟外，还包括渗透型的干式植草沟及常有水的湿式植草沟，可分别提高径流总量和径流污染控制效果。

植草沟应满足以下要求：

浅沟断面形式宜采用倒抛物线形、三角形或梯形。

植草沟的边坡坡度（垂直：水平）不宜大于 1:3，纵坡不应大于 4%。纵坡较大时宜设置为阶梯型植草沟或在中途设置消能台坎。

植草沟最大流速应小于 0.8m/s，曼宁系数宜为 0.2-0.3。

转输型植草沟内植被高度宜控制在 100-200 mm。

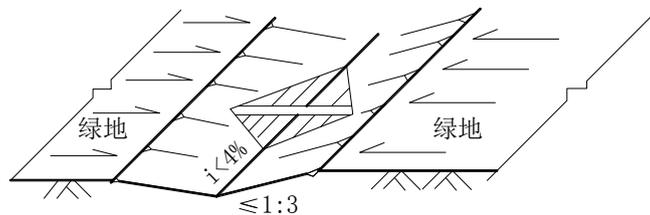


图 6-21 转输型三角形断面植草沟典型构造示意图

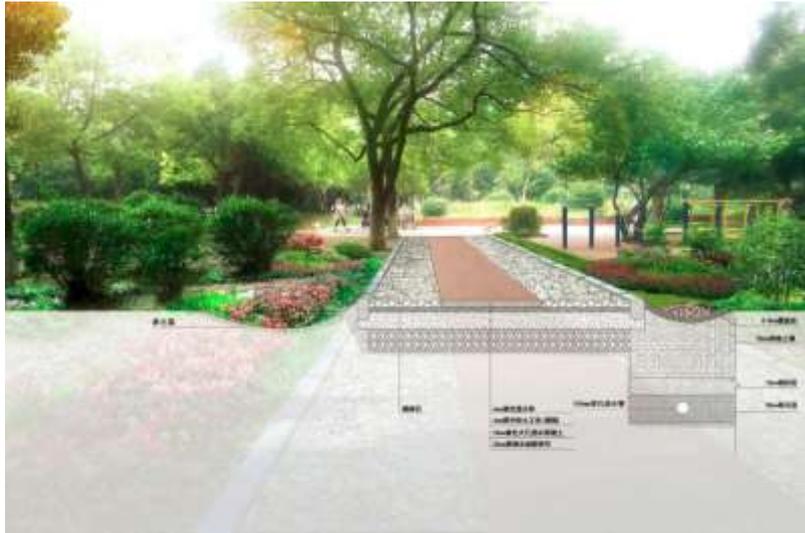


图 6-22 透水铺装及两侧植草沟

(14) 渗管/渠

概念与构造 渗管/渠指具有渗透功能的雨水管/渠，可采用穿孔塑料管、无砂混凝土管/渠和砾（碎）石等材料组合而成。

渗管/渠应满足以下要求：

渗管/渠应设置植草沟、沉淀（砂）池等预处理设施。

渗管/渠开孔率应控制在 1%-3%之间，无砂混凝土管的孔隙率应大于 20%。

渗管/渠的敷设坡度应满足排水的要求。

渗管/渠四周应填充砾石或其他多孔材料，砾石层外包透水土工布，土工布搭接宽度不应少于 200mm。

渗管/渠设在行车路面下时覆土深度不应小于 700mm。

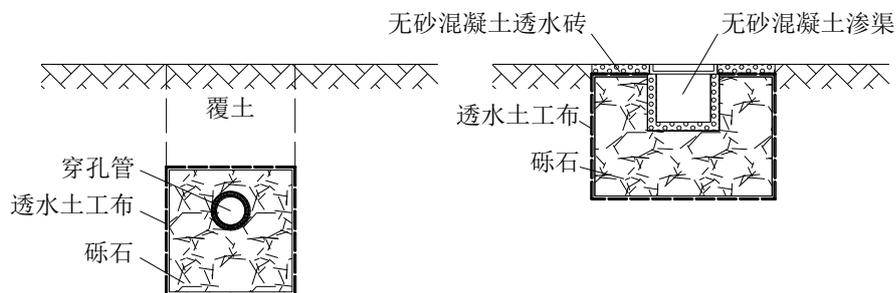


图 6-23 渗管/渠典型构造示意图

(15) 植被缓冲带

概念与构造 植被缓冲带为坡度较缓的植被区，经植被拦截及土

壤下渗作用减缓地表径流流速，并去除径流中的部分污染物，植被缓冲带坡度一般为 2%-6%，宽度不宜小于 2m。植被缓冲带典型构造如图 6-24 所示。

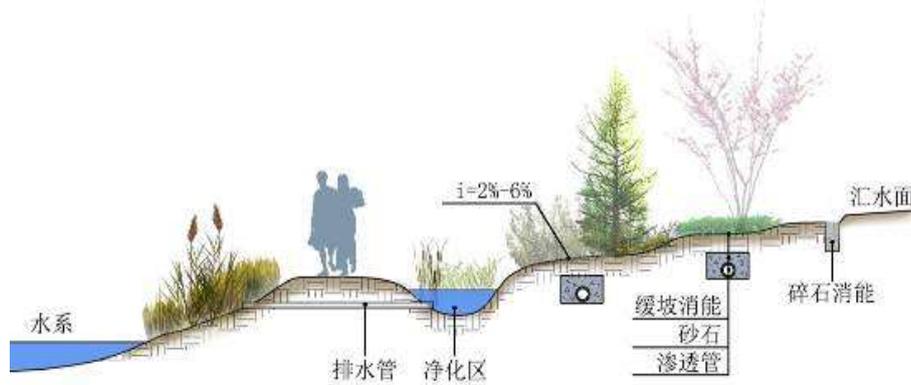


图 6-24 植被缓冲带典型构造示意图

(16) 初期雨水弃流设施

概念与构造 初期雨水弃流指通过一定方法或装置将存在初期冲刷效应、污染物浓度较高的降雨初期径流予以弃除，以降低雨水的后续处理难度。弃流雨水应进行处理，如排入市政污水管网（或雨污合流管网）由污水处理厂进行集中处理等。常见的初期弃流方法包括容积法弃流、小管弃流（水流切换法）等，弃流形式包括自控弃流、渗透弃流、弃流池、雨落管弃流等。

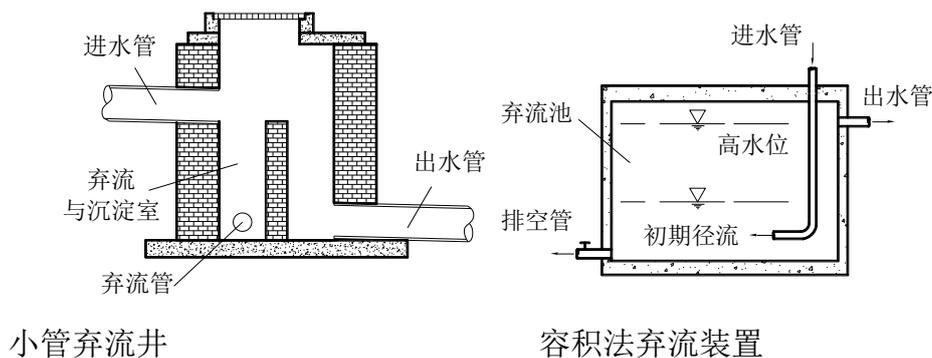


图 6-25 初期雨水弃流设施示意图

(17) 人工土壤渗滤

人工土壤渗滤主要作为蓄水池等雨水储存设施的配套雨水设施，以达到回用水水质指标。人工土壤渗滤设施的典型构造可参照复杂型生物滞留设施。

(18) 生态堤岸与护坡

①生态堤岸

生态堤岸又称自然堤岸，它与常用的硬化堤岸截然不同，而强调尽量利用自然条件达到植物等生态系统的平衡和自然修复，构建一个良性的生态系统。如在湖滨、河道范围内设置的用于雨水截污净化的终端生态技术措施，也可归入生态堤岸。

生态堤岸的特点如下：净化雨水径流，去除径流中 SS、N、P 和 COD 等污染物；与水体发生物质交换，增强水体自净能力；为生物提供栖息环境，为人们提供亲水环境；与水体结合，具有良好的景观效果；避免堤岸冲蚀，提高堤岸稳定性。

生态堤岸适用于一定规模的城市河湖水体和人工景观水体，尤其堤岸周边宽敞、坡度较小的地方



图 6-26 生态堤岸实景图

②生态护坡

随着技术进步，越来越多的新型生态护坡材料应用于城市生态水系工程中，目前，生态型护坡有如下型式可供选择。

草皮护坡

在边坡表面种植草皮，通过草皮的生长活动达到根系加筋、茎叶防冲蚀的目的，经过生态护坡技术处理，可在坡面形成茂密的植被覆盖，在表土层形成盘根错节的根系，可以大大减小暴雨径流对堤坡的冲刷侵蚀，增加土体的抗剪强度，减小孔隙水压力和土体自重，从而提高边坡的稳定性和抗冲刷能力。同时可防止水土流失、增强绿化面积，改善生态环境。但是，如果人群活动过于集中，将会对草皮护坡造成破坏，从而影响护坡的效果和美观程度。其一般适用于缓于 1:2 的边坡。



图 6-27 草皮护坡

三维植被网草皮护坡

三维植被网护坡是指利用活性植物并结合土工合成材料等工程材料，在坡面构建一个具有自身生长能力的防护系统，通过植物的生长对边坡进行加固的一门新技术：在边坡表面覆盖一层土工合成材料并按一定的组合与间距种植多种植物，通过植物的生长活动达到根系加筋、茎叶防冲蚀的目的，经过生态护坡技术处理，可在坡面形成茂密的植被覆盖，在表土层形成盘根错节的根系，有效抑制波浪、暴雨径流对堤坡的侵蚀，增加土体的抗剪强度，减小孔隙水压力和土体自重，从而大幅度提高边坡的稳定性和抗冲刷能力。同时可有效地防止水土流失、增强绿化面积，改善生态环境。其一般适用于缓于 1:2 的边坡。



图 6-28 三维土工网施工现场 三维土工网草皮护坡建成后
生态土工袋植草护坡

生态土工袋植草护坡是采用抗紫外线的生态袋作为护坡或挡墙的主要材料，属于一种柔性护坡，主要由生态袋、连接扣、绑扎带组成，根据边坡稳定的需要，也可加入土工格栅和辅助材料使其统一发挥作用。生态土工袋为植被提供了永久理想的环境，可以为植被提供根部保护，具有耐久性、透水不透土、不需做反滤层、可适应不均匀变形、抗冲刷能力强、可绿化性强、施工方便等特点。这种护坡型式可用于各种坡比的边坡防护。



图 6-29 生态袋施工现场 生态袋植草护坡建成后
加筋麦克垫护坡

加筋麦克垫护坡是将麦克垫（一种聚丙烯材料）通过挤压、粘结的方式，与六边形双绞合钢丝网面或土工格栅相结合而形成具有三维结构的复合土工网垫。其能够促进植被的生长并对表层土壤具有加筋作用，主要作用在于固定土体表层，防止水土流失，加速绿化，也可以用于流速较低的河道岸坡防护，具有抗冲防护、保土护种、永久加筋、施工便捷的优点。



图 6-30 加筋麦克垫施工现场 加筋麦克垫护坡建成后

格宾护垫护坡

由格宾网构成的薄箱体内装块石组成，常用于岸坡防护和河床护底等防冲刷工程，集柔韧性、透水性、环境亲和性、耐久性、施工便捷性、经济性、抗冲性等诸多优点于一身，厚度为 0.23m 的格宾护垫即可承受 3.6m/s 的水流流速，其承受极限流速可达 5.5m/s，正越来越多地用于城市河道整治工程中。其可以用于缓于 1:2 的水位变动区护坡。



图 6-31 格宾护垫护坡建成初期

格宾护垫护坡植被自然恢复后

格宾石笼生态挡墙

由格宾网构成的箱体内装块石组成，常用于挡墙、河道衬砌、堰体及海漫等支挡与冲刷工程，集柔韧性、透水性、环境亲和性、耐久性、施工便捷性、经济性、抗冲性等诸多优点于一身。



图 6-32 格宾石笼挡墙建成初期 格宾石笼挡墙植被自然恢复后

生态连锁块护坡

生态连锁块护坡是一种预制混凝土柔性护坡，耐冲刷，整体性好，而且能适应不均匀沉降的变化，消浪作用较普通混凝土护坡好，视觉效果也较好。生态连锁块护坡可做成开孔式，可在孔中填碎石或种草。



图 6-33 生态连锁块护坡建成初期 生态连锁块护坡植生后

绿化混凝土护坡

绿化混凝土护坡的基本结构为：内为无砂混凝土、外为普通混凝土复合结构。也可以按照设计形状确定。外保护层为 C20 混凝土，梯形断面。内生长基为无砂混凝土。其护砌及播种性能均较好，可使安全护砌与环境绿化有机结合起来，再造由水与草共同构成的水环境。这种护坡型式可用于各种坡比的边坡防护。



图 6-34 绿化混凝土护坡建成初期 绿化混凝土护坡建成一年后（缓坡）



图 6-35 绿化混凝土护坡建成一年后（陡坡）

植物纤维毯护坡

植物纤维毯是采用天然植物纤维（椰壳纤维、棕榈纤维、小麦秸秆、水稻秸秆等）与强化 PP 网结合的方式，经大型自动化生产流水线加工而成的毯状生态护坡材料。该材料广泛应用于河湖护岸、道路护坡、荒山治理等领域，具有抗水流冲刷、防止水土流失、涵养水分、促进植被生长等功能。



图 6-36 植物纤维毯护坡施工完成初期 植物纤维毯护坡复绿效果

通过对以上各种护坡型的分析比较，根据城市水系工程的特点和周边环境的要求，针对不同情况可选择不同的护坡型式。对不同情况可选择不同的护坡型式。