

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024—2035年）

文 本

（征求意见稿）

栖霞市综合行政执法局

山东建大城乡发展有限公司

二〇二五年五月

目 录

第一章 总则1

第二章 排水（雨水）管网系统规划5

第三章 防涝系统工程规划8

第四章 雨水径流与资源化利用12

第五章 防涝系统非工程措施14

第六章 建设计划与投资估算15

第七章 效益分析18

第八章 管理规划19

第九章 保障措施与实施建议21

第十章 附则22

第一章 总则

第一条 为建立完善的城市排水防涝系统，提高栖霞市防灾减灾能力、保障人民群众的生命财产安全，满足栖霞市城镇化健康发展、建设生态文明社会的需要，根据《中华人民共和国城乡规划法》、《中华人民共和国防洪法》、《栖霞市国土空间总体规划（2021-2035 年）》和相关法律、法规，特制定《栖霞市城市排水（雨水）防涝专项规划》（2024-2035 年）。

第二条 指导思想

1. 严格贯彻执行国家和地方现行有关排水工程规划、建设、管理的法律、法规。全面贯彻“全面规划、合理布局、综合利用、保护环境、造福人民”的方针。
2. 贯彻执行国务院办公厅“关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知”和山东省人民政府办公厅“关于贯彻落实国办发〔2013〕23 号文件做好城市排水防涝工作的通知”，本着“雨污分流，雨水收集，提高标准”的规划原则进行规划。
3. 统筹兼顾、相互协调的原则，按照经济建设与环境建设相协调，做好保障水安全、保护水环境、恢复水生态、营造水文化，力求达到社会效益、经济效益、生态效益相统一。
4. 在城市总体规划的指导下，并结合城市防洪、道路、绿地、竖向、景观等其他各项专业规划的要求，充分做好与相关专业规划相衔接。
5. 按“低影响开发 LID”开发建设理念，充分考虑渗、滞、蓄、净、用、排并举。
6. 对排水工程方案应进行全面论证，做到保护环境，技术先进，经济合理，安全适用。
7. 规划积极采用经过鉴定的、行之有效的新技术、新工艺、新材料、新设备。

第三条 规划目标

根据《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）和《山东省人民政府办公厅关于贯彻落实国办发〔2013〕23 号文件做好城市排水防涝工作的通

知》（鲁政办发〔2013〕15 号）的精神，结合栖霞市城区的实际情况，确定本规划目标为：

1. 宏观目标

- （1）落实和深化《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》内容，以指导防洪排涝工程的建设与管理，为防洪排涝工程的建设与管理提供依据，使防洪排涝工程设施建设与经济发展和城市建设同步协调。
- （2）解决城市积水问题，提高城市排水防涝水平。
- （3）控制径流污染，降低雨水对栖霞市中心城区水体的污染。
- （4）推行雨水综合利用和管理，缓解用水矛盾。
- （5）调整建设理念，引导生态文明。

2. 微观目标

- （1）在规划期内逐步建设成完善的城市排水、防涝体系，使城区新建的雨水管渠设计重现期不低于 2 年，既有管线结合地区改建和道路建设时随之更新排水系统，使雨水管渠设计重现期不低于 2 年。发生小于 2 年一遇降雨时城区地面无明显积水。
- （2）城区内涝防治设计重现期不低于 30 年，发生小于 30 年一遇降雨时城区内不得出现内涝灾害。
- （3）发生超过城市内涝防治标准 30 年一遇的降雨时，城市运转基本正常，不得造成重大财产损失和人员伤亡。

第四条 规划依据

1. 国家相关法规及政策条例

- （1）《中华人民共和国土地管理法》（2020）
- （2）《中华人民共和国环境保护法》（2015）
- （3）《中华人民共和国防洪法》

- （4）《中华人民共和国水污染防治法》
- （5）《中华人民共和国河道管理条例》
- （6）《城市规划编制办法实施细则》（住建部 2018）
- （7）《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）
- （8）《住房城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城〔2013〕98 号）
- （9）《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）
- （10）《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）
- （11）《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项目中央预算内投资计划的通知》（发改办投资〔2021〕261 号）
- （12）其他有关法律、法规、技术规范与标准

2. 相关规范和标准

- （1）《室外排水设计标准》（GB50014—2021，2021 年版）
- （2）《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）
- （3）《城市排水工程规划规范》（GB50318—2017）
- （4）《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）
- （5）《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则（试行）》（建城〔2013〕88 号）
- （6）《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）
- （7）《城市水系规划规范》（GB 50513-2009[2016 年版]）
- （8）《防洪标准》（GB50201-2014）
- （9）《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）

3. 上位规划及相关规划

- （1）《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》
- （2）《栖霞市全域生态水系规划（2021—2035 年）》

第五条 规划期限

规划期限为 2024—2035 年；近期至 2028 年，远期至 2035 年。

至 2035 年，栖霞市中心城区城镇常住人口控制在 16 万人左右，并综合考虑旅游服务人口等服务需求，提高中心城区综合服务能力，按 20 万人配置相关基础设施容量。

第六条 规划范围

规划范围与《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》确定的中心城区范围保持一致：

中心城区包括庄园街道、翠屏街道、松山街道城镇开发边界及周边需要管控的区域，总面积 41.07 平方千米。

规划范围不作为市县间勘界和管辖的依据，领界地区开展空间开发保护利用活动时，应做好与相邻县（市、区）的协调衔接。

第七条 规划原则

- 1. 根据规划区域地形特点及水系分布，全面规划、合理布局、综合利用、保护环境。
- 2. 在保证排水安全的前提下，尽量利用现状排水设施，以提高工程效益。
- 3. 纵向序列相结合：与上游总体规划、防洪规划、排水规划，下游施工图、管网改造计划相结合，既保证规划上下一致性，又要保证规划的可实施性。
- 4. 横向序列相结合：与水网规划、道路交通规划、竖向规划相结合，在保证水环境安全的前提下，兼顾生态、蓄水、景观等功能的实现。
- 5. 全面性与重点性相结合：以规划范围为核心，重点对城市建设用地区域提出建设和改造方案；对规划区域外围做适当扩展与延伸，提出建设思路与实施建议。
- 6. 先进性与经济性相结合：突出理念和技术的先进性，规划标准适度超前；又要因地制宜，

充分考虑对现状排水防涝设施的继续利用。

7. 工程措施与非工程措施相结合：统筹考虑从源头到末端的全过程雨水控制与管理，既要有硬性工程措施保证规划的实现，又要引导城市建设理念的转变、应急管理的加强。

8. 近期与远期相结合：根据先急后缓的原则，对规划措施分期分批实施，有序推进，确保规划的实施落地。

第八条 规划标准

1. 雨水径流控制标准

根据低影响开发的要求，结合栖霞市城区地形地貌、气象水文、社会经济发展状况，综合考虑排水防涝需求、水环境容量、降雨规律分析、城市规划建设的可行性，将雨水径流控制标准分述如下：

城市开发建设过程中应最大程度减少对城市原有水系统和水环境的影响，新建地区的径流系数和综合径流系数的确定应以不对水生态造成严重影响为原则。旧城改造后的综合径流系数不能超过改造前，不能增加既有排水防涝设施的额外负担。

根据《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》中的城区各类建设用地布局规划，以及地块建筑密度控制要求，结合城区下垫面解析成果，参考《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》，采用城区综合径流系数为 0.61。

表 1-1 径流系数

地面种类	ψ
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85-0.95
大块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
干砌砖石或碎石路面	0.35-0.40
非铺砌土路面	0.25-0.35

公园或绿地	0.10-0.20
-------	-----------

表 1-2 综合径流系数

区域情况	ψ
城镇建筑密集区	0.60-0.70
城镇建筑较密集区	0.45-0.60
城镇建筑稀疏区	0.20-0.45

2. 雨水管渠、泵站及附属设施规划设计标准

城市管渠和泵站的设计标准、径流系数等设计参数应根据《室外排水设计规范（GB50014）》的要求确定。其中，径流系数应该按照不考虑雨水控制设施情况下的规范规定取值，以保障系统运行安全。

根据《栖霞市城市总体规划（2021—2035 年）》所确定的城市性质及栖霞市城区地形和气象特点，并参照周围相近城市所采用的标准，设计重现期按如下标准确定：中心城区采用 2～3 年，非中心城区采用 2～3 年，中心城区的重要地区采用 3～5 年，中心城区重要地区主要指行政中心、交通枢纽、学校、医院和商业聚集区等。

3. 径流总量控制目标

年径流总量控制率不低于 75%，参照烟台市的标准，对应的设计降雨量不小于 27mm，作为海绵城市—低影响开发设施的控制目标。

4. 城市内涝防治设计重现期

规划栖霞市中心城区内涝防治设计重现期按 30 年一遇设防，乡镇内涝防治设计重现期按 10 年一遇设防。

5. 城市防洪标准

按照《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》确定：规划中心城区防洪标准按 50 年一遇设防，乡镇防洪标准按 20 年一遇设防，山洪防洪标准按 10 年一遇进行设防。实现大型水

库达到 5000 年一遇校核洪水标准；中型水库达到 1000 年一遇校核洪水标准；小（一）型水库达到 300 年一遇校核洪水标准。骨干河道达到 50—100 年一遇的防洪标准，中小河道达到 10—20 年一遇的防洪标准。

市域推进山洪沟治理，根据实施计划定期对山洪沟进行安全排查，对影响行洪的山洪沟，按照 10—20 年一遇防洪标准进行治理。

第二章 排水（雨水）管网系统规划

第九条 排水体制

本规划确定栖霞市排水体制整体布局上采用雨污分流制。城区内雨水以河流为边界划分雨水系统排放分区，各区以“高水高排、低水低排、就近排放”为原则布置主干管。

第十条 设计暴雨强度

栖霞市就近采用烟台市暴雨强度公式作为计算公式：

$$q = \frac{1619.486 \times (1 + 0.958\lg P)}{(t + 19.481)^{0.932}}$$

式中：q——设计暴雨强度（L/S·ha）；

P——设计重现期（年）；

t——设计降雨历时， $t = t_1 + t_2$ ；

t_1 ——地面集水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺盖情况而定，一般采用 5～15min，根据栖霞市地形的特点，取 $t_1=15\text{min}$ ；

t_2 ——管渠内雨水流行时间（min）；

第十一条 管渠设计流量

$$Q = q \times \Psi \times F$$

式中：Q——雨水管渠设计流量（L/s）；

q——设计暴雨强度（L/s·ha）；

Ψ ——径流系数；

F——汇水面积（ha）；

第十二条 径流系数

根据栖霞市总体规划确定的各类用地比例，按照《城市排水工程规划规范》确定：城区各类用地相互穿插，无法独立区分，雨水径流系数必须综合考虑，因此，根据《栖霞市国土空间总体规划》确定的各类性质的用地，采用加权平均的方法，推求雨水径流系数。通过计算得出：本规划对于中心城区的综合径流系数取 $\Psi=0.61$ 。

表 2-1 Ψ 径流系数表

序号	用地名称	占建设用地的比例（%）	径流系数 Ψ
1	居住用地	21.17	0.7
2	公共设施用地	11.07	0.7
3	工业用地	20.47	0.7
4	仓储用地	3.27	0.8
5	市政公用设施用地	0.59	0.7
6	绿地	25.71	0.15
7	道路广场用地	17.81	0.9
8	对外交通用地	0.50	0.6
9	合计	100	0.61

第十三条 排水分区划分

依据雨水的汇集范围和排放出口和现状雨水管线的排水出路及现状地形条件，运用 GIS 流域分析工具，将栖霞市城区范围内雨水排放分区划分为九个分区。

表 2-2 雨水排放分区一览表

序号	分区名称	汇水总面积（km²）	排水出路
1	老城区西部区域（分区 1）	86.9	白洋河、城南河
2	老城区东部区域（分区 2）	106.8	白洋河、文水河、翠屏河
3	北部新城区域（分区 3）	41.2	白洋河、小清河
4	松山产业园第一区域（分区 4）	24.6	白洋河
5	松山产业园第二区域（分区 5）	5.1	白洋河
6	松山产业园第三区域（分区 6）	10.9	白洋河

7	松山产业园第四区域（分区 7）	9.7	白洋河
8	松山产业园第五区域（分区 8）	23.9	白洋河
9	松山产业园第六区域（分区 9）	17.5	长春湖水库

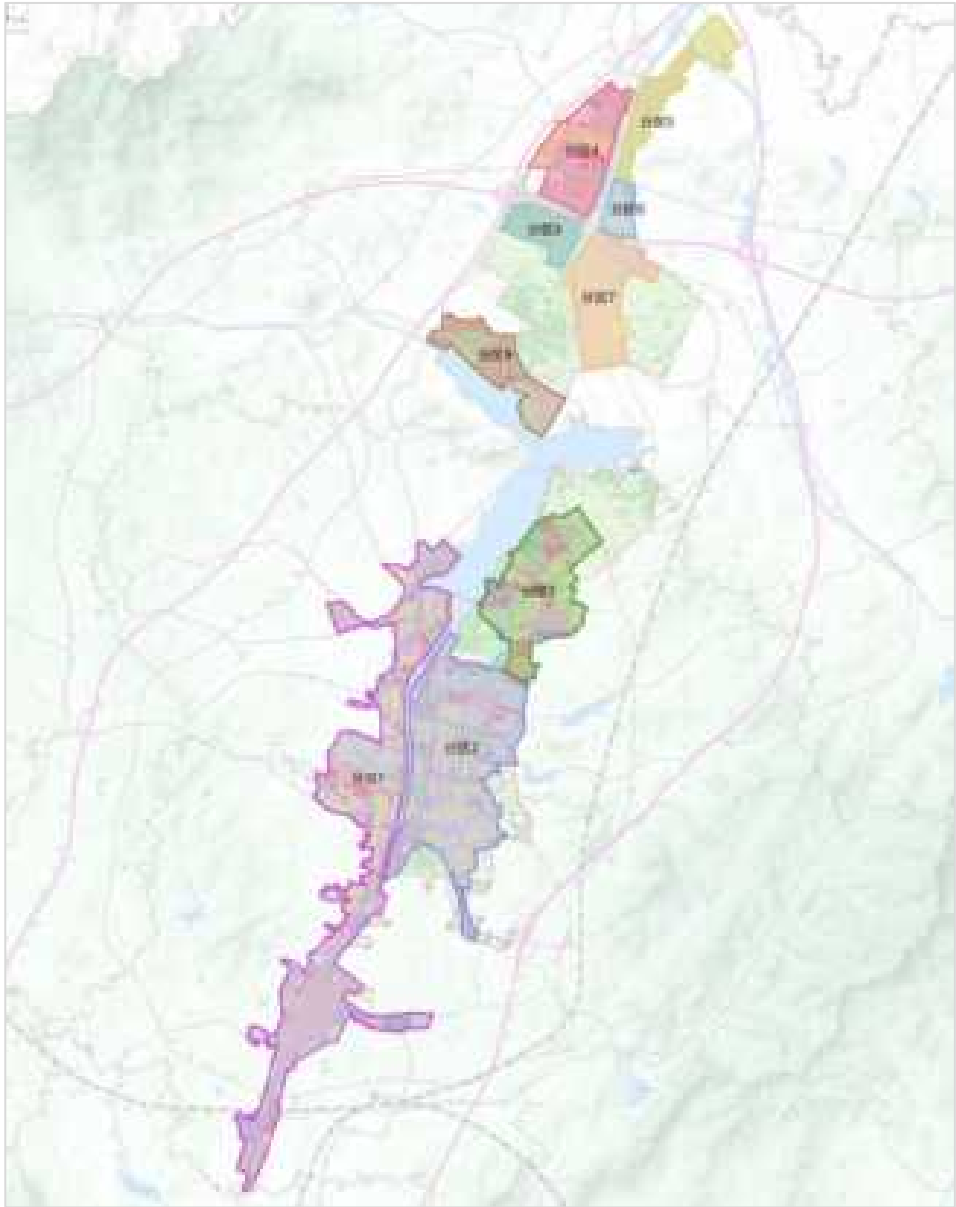


图 2-1 栖霞市中心城区雨水排放分区规划图

第十四条 雨水管道高程控制

根据栖霞市的实际情况，管道高程宜满足整条管道覆土均不小于 1.5m，为其他管道穿越创

造条件。控制管道最大埋深以不超过 5.5m 为宜，大部分雨水干管采用自流方式直接排入河流或明渠、暗渠，按照道路规划高程推算雨水管道设计管底高程，管道在排入渠道处，设计管底高程需能够满足雨水自流要求。

管道覆土要考虑到排水管线的出户，同时受车载、管道交叉等条件的限制。管道起点控制覆土厚度应根据各分区管道情况确定。但最小覆土厚度不应少于 0.7m。

第十五条 雨水管材选择

本规划考虑雨水排水管径、管线的距离、管材价格和使用寿命和安全性等综合因素后，当管道覆土≤3.5m 时规划采用承插式 II 级钢筋混凝土管。覆土>3.5m 及局部过路管段规划采用承插式 III 级钢筋混凝土管。

第十六条 其他附属设施规划

1. 雨水泵站

栖霞市地形特点为低山丘陵区，排洪沟、沟壑较多，地面坡度大，排水条件较为有利，雨水基本可以重力排入自然水体，无需设置雨水泵站。

2. 雨水口

针对栖霞市各片区的雨水口情况确定以下规划：

（1）对于新建城区，雨水口布点按照设计规范应严格计算所得，在道路路口、低洼点、单位或小区出入口适当增加雨水密度，不能凭经验进行一概而论。

（2）对于建成区，结合积水点情况，逐步进行布点优化，在积水严重的区域适当加密雨水口，提升其收水能力。雨水口形式可以根据实际情况选用平篦式或者联合式。

（3）短期内无法改造的雨水口，加强维护管理，防止雨水口蜕化为排污口，对于淤积严重的雨水口，及时清淤疏浚；对于损坏严重的雨水口，及时更换，避免安全事故。

（4）雨水口宜设污染物截留设施。

（5）地面坡度大的道路，特别是中心城区南部地面坡度较大的区域，雨水口选择时，建议选择平算式雨水口。

3. 检查井

规划范围内雨水检查井绝大部分为复合材料、混凝土、球墨铸铁井盖，同时还存在淤积、标识不清、位置不合理等问题。根据目前检查井存在的实际问题，本规划确定以下三点措施：

（1）对于新建区域，推行球墨铸铁三防井盖，检查井位置在设计阶段就要严格把关，避免与盲道、路沿石、镶边石等道路设施的冲突；

（2）对于建成区域，结合积水点改造，逐步进行井盖更换，逐步实现球墨铸铁三防井盖全覆盖；

（3）加强维护管理，及时清淤疏通，准确标识；对于损坏的雨水口，及时更换，避免安全事故。

4. 其它

此外，为了避免检查井盖损坏或缺失时发生行人坠落检查井事件，检查井应安装防坠落装置。检查井防坠装置在新建市政道路排水工程全面推行，老旧道路上的检查井随改造逐步完成安装。

第三章 防涝系统工程规划

第十七条 规划原则

- （1）城区防涝体系是建立在城市防洪体系之上，防涝规划应与防洪规划相衔接。
- （2）全面规划，综合治理，蓄、排兼顾，合理分担，分期分区实施；
- （3）合理确定城市用地竖向高程，优先考虑从源头降低城市内涝风险。
- （4）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。
- （5）充分利用干沟、干渠、河道及道路排水，建设地表涝水行洪通道。
- （6）合理划分排涝分区，做到高水高排，并尽量维持现状排涝分区，充分利用和发挥原有排涝设施的作用，使规划排涝系统与现状排涝系统合理地有机结合。

第十八条 城市用地布局规划

城市用地是用于城市建设和保证城市功能运转所必需的空间，既包括城市规划范围内的建设用地，也包括划入城市规划区的非建设用地。本规划综合考虑栖霞市城区内涝风险，为确保超过城市管网设计标准的雨水能够更加顺畅排出，减少内涝灾害损失，优先考虑从源头上降低城市内涝风险，提出针对栖霞市城市用地布局的合理建议，供总规或控规修编时参考。

（1）在城市用地布局之前要进行用地适用性评价。应对城市用地的地质条件、水文条件、气候条件和地形条件进行勘察，综合评价，尊重自然状态，趋利避害，城市建设与生态环境保护统筹发展。

（2）强调城市用地布局合理化。我国加速发展的城镇化城市建设的活动破坏了原有相对平衡的生态格局，栖霞市也不例外。因此必须探索适合栖霞市城市发展的土地有效利用方式，提升城市环境质量。根据相关研究，城市混合利用是近年来城市规划研究的热点，强调土地混合开发，有效引导城市土地与空间合理布局。

（3）加强城市生态化建设，保留城市天然水体等调蓄空间及排放通道，能够增强城市自然承载能力，提高城市长远发展的安全性。目前，国内许多城市已经出台了保护城市天然湖泊的地方性法规。城市建设时候尽量不要破坏城市天然水体。

（4）开发区在规划建设时，建议在确定地块性质时优先考虑在公园、广场、停车场、人行道等采用透水性铺装削减超标雨水量，从源头上降低开发区的内涝风险。

（5）老城区绿地较少，对内涝的缓冲能力不足。老城区为已建成区，也是栖霞市的中心地区，因此在空间允许的情况下，老城区市政基础设施改造时，建议在老城区主要干路两侧布置绿化带或增加分散式绿化，增大老城区的远期规划绿化率，加大雨水滞、渗能力。

第十九条 城市道路与竖向设计

1. 城市道路建设与防涝

（1）减少洼地

城市中的低洼地带容易成为城市内涝的重点区域，栖霞市中心城区很多积水点是在低洼地带，所以城市建设过程中减少洼地，限制城市下凹式立交、敞口式地下车库等工程的建设。

（2）控制沿河地势低洼区竖向高程

今后在建设沿河地势较低地区时，须控制竖向高程不低于该处河道 30 年一遇防洪水位并考虑一定的超高，同时如个别低洼地区受现状衔接困难等因素影响时，无法抬升地面高程，可视地区重要程度建设临时排涝泵站或在单位自建泵站，以避免内涝影响。

（3）合理的城市道路竖向设计

合理的城市道路竖向设计能够从源头上降低城市发生内涝问题的可能性，道路竖向规划应与排水系统相协调，制定有针对性的城市竖向控制标准。在设计城市道路竖向时，应该保留自然的顺水流方向的地面坡度条件，制定系统的城市竖向分区控制标准，合理确定城市雨水自排区和引导区，编制道路竖向规划，还应充分利用城市道路路面排放高强度暴雨径流。

第二十条 生态基础设施规划

本次规划栖霞市城区应立足于本地实际情况，重视城市生态系统的营造，与城市排水设施相辅相成。

栖霞市城区生态基础设施建设的核心是给城市生态留有余地，保证绿地系统和城市水系的整体化和生态化建设。城市绿地及水系不仅具有塑造城市景观和提供休闲游憩场所功能，在城市发生内涝灾害时，还能起到蓄水、减洪的作用。

栖霞市城市总体规划中应实行生态基础设施导向的城市发展途径，即由充足的城市绿地、渗水地面、水系等构成，充分发挥自然生态系统的渗、滞、蓄、排功能。

防止栖霞市中心城区的城市内涝，首先应加大城市绿化面积，充分发挥城市绿网的生态功能，增加渗水地面，降低地表雨水径流量；其次，在城市建设过程中应避免肆意占用天然湖塘和湿地等城市水系，重视保护与利用城市天然水系，在出现异常暴雨时，可以起到大规模的蓄水作用。

第二十一条 城市内河水系综合整治

依据《栖霞市国土空间总体规划（2021-2035 年）》和《防洪标准》（GB50202-2014）要求，并结合栖霞的实际，确定栖霞市中心城区骨干河道要达到 50 年一遇的防洪标准，中小河道要达到 20 年一遇的防洪标准。

此次规划河道综合治理主要包括四部分内容。①对栖霞市中心城区主要排涝行洪河道白洋河腾飞路上游干流段及其该区段的各支流清淤、拓宽。②开展调水工程，对杨础河部分河道疏淤、铺设连接管等工程设施，解决栖霞市城区河道季节性断流的问题、满足生态用水需求。③在城区河道段布设改造闸、堰、桥等设施，形成连续水面，满足景观需求。④修建湿地，增强蓄水、排涝、防洪能力，同时兼顾水生态、水环境和水景观功能。

第二十二条 雨水行泄通道

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。

本次规划在以沟渠、泄蓄构筑物的防涝体系基础上，排水区主要利用城市雨水干管、渠道、河道和道路作为超标雨水行泄通道。

1. 雨水干管行泄通道

1）民生路雨水干管（白洋河以西）是老城区民生路两侧的雨水行泄通道。该段现状雨水管道经压力流条件下核算，能满足 $P=30$ 年降雨地面积水 $\leq 15\text{cm}$ 的排放要求。该管道同时承担排水及排涝功能。

2）跃进路雨水干管（霞光路—商业街）段雨水管道设计坡度较小，不合理，本次规划经核算需对该段部分雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1200\text{mm}$ ，作为跃进路两侧的雨水行泄通道。

3）涌泉路雨水干管（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需对该段现状 $\text{DN}800\text{mm}$ 雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，作为涌泉路两侧的雨水行泄通道。

4）民生路雨水干管（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需对该段现状 $\text{DN}800\text{mm}$ 雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，作为民生路两侧的雨水行泄通道。

5）山城路雨水干管（霞光路—商业街）南侧现状雨水管道管径为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需改造，改造管道管径为 $\text{DN}1200\text{mm}$ ，作为山城路两侧的雨水行泄通道。

6）金岭路（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}500\text{—DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需对现状雨水管道进行改造。改造完作为金岭路两侧的雨水行泄通道。

7）栖霞市行政中心区域的雨水干管是该区域的雨水行泄通道。该区域规划雨水管道经压力

流条件下核算，能满足 P=30 年降雨地面积水≤15cm 的排放要求。该管道同时承担排水防涝功能。

8)松山片区雨水主干是该区域的雨水行泄通道。该区域规划雨水管道经压力流条件下核算，能满足 P=30 年降雨地面积水≤15cm 的排放要求。该管道同时承担排水防涝功能。

其他规划为雨水行泄通道的雨水管道，均需在压力流条件下核算，能满足 P=30 年降雨地面积水≤15cm 的排放要求。

根据栖霞市中心城区地形特点情况，对老城区范围内地形平坦、建设密度大的区域，为保证地面超标雨水能进入雨水行泄通道，道路沿线应适当增加雨水口的数量，雨水口及雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍—3 倍。

2. 道路行泄通道

结合中心城区地形、地势特点，将民生路（霞光路—商业街）、振兴路（霞光路—商业街）等与白洋河垂直方向的市政道路作为内涝发生时的行泄通道。当市政道路作为涝水行泄通道时，道路两侧小区开发时，地坪高程较市政道路高至少 30cm。

3. 沟渠河道行泄通道

栖霞市主要河道行泄通道为城区内沿路边沟及城区河道，为避免河水对雨水管道（尤其是雨水主干管）的顶托，本次规划结合管网资料以及洪水位资料，重新确定了河底控制点高程，确保管网与河道的有效衔接。同时，考虑到规划的可实施性，现状河道下游普遍较浅，城区段部分河道淤泥较多，个别河道连通性不足，建议对城区河道进行清淤疏浚及河堤恢复。

表 3-1 城区河道、泄洪沟治理统计表

序号	河道名称	治理方式	治理长度 (km)
1	白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）	调水工程、河道疏浚和堤防工程、建筑物工程、水生态工程	14.83
2	杨础河部分河道		

第二十三条 雨水调蓄空间

1. 雨水调蓄池

规划栖霞市中心城区应优先利用城市水系、湿地等作为临时雨水调蓄空间。同时在城市发展过程中与各类建设工程相结合，设置雨水调蓄专用设施，如人工蓄水池。建议通过在总体规划和控制性详细规划中新增“防洪排涝设施用地”用地属性来加以控制。

本次规划调蓄设施布置结合城市现状和规划公园绿地、广场、池塘的分布，公园绿地设置为下凹式绿地，雨季作为调蓄池，一方面能够减少城市的洪涝灾害，增加土壤水资源量和地下水资源量，减少绿地的浇灌用水；另一方面能够减少城市河湖的水质污染和淤积量，增加绿地的土壤肥力。结合栖霞市中心城区实际情况，在中心城区绿地等设置 7 处雨水收集模块，总体积 1100m³，详见下表：

表 3-2 雨水收集模块设置一览表

序号	公园绿地名称置	绿地面积 (ha)	雨水收集模块体积 (m³)
1	跃进公园	2.43	200
2	文化公园	4.61	300
3	民生公园	1.11	100
4	历史公园	1.83	100
5	行政公园	1.10	100
6	滨湖公园	1.33	100
7	湖湾公园	8.18	200
合计		20.59	1100

2. 其他低影响开发设施

结合城区道路、公园的建设和改造，建设低影响开发道路和公园。在道路建设过程中，采用透水铺装、透水性路面及下凹式绿地等措施，在公园建设过程中采用透水性路面、广场、下

凹式绿地、植草沟等技术措施增加公园的透水性、渗水性。通过低影响开发道路和公园的建设，充分截留、下渗雨水，降低城市径流系数。

第二十四条 与城市防洪河道的衔接

本次规划所保留的城区河道中，直接汇入白洋河的沟渠较多，河道设计需要与白洋河的防洪设施进行衔接。衔接情况如下：

规划排入白洋河及各支流的雨水管道的雨水排出口管内底高程，要高于白洋河及各支流的设计防洪标准洪水水位或规划水系洪水位，保障在最不利条件下不出现顶托，确保排水通畅。

第四章 雨水径流控制与资源化利用

第二十五条 雨水径流控制

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。

1. 雨水径流控制体系

根据《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》中的城区各类建设用地布局规划，以及地块建筑密度控制要求，结合城区下垫面解析成果，参考《海绵城市建设技术指南—低影响开发雨水系统构建》，确定栖霞市年径流总量控制率目标为 70%。

栖霞市海绵城市管控分区根据雨水系统排放分区，结合控制编制单元，以水系、河道、流域边界范围为依据，结合防洪排涝规划中雨水系统排放分区，同时参考栖霞市排水管网的走向为基础，结合栖霞市地形、水系、排水分区以及路网等资料，根据区内地形高低、汇水面积大小、现状雨水管网等因素，以明沟、暗渠、河流水系为边界，并充分考虑到控规编制单元的界限，将规划区具体细分为 9 个海绵城市建设管控分区。

表 4-1 海绵城市建设管控分区信息表

序号	分区名称	汇水面积（km²）	排水出路
1	老城东部区域（分区 1）	86.9	白洋河、城南河
2	老城西部区域（分区 2）	106.8	白洋河、文水河、翠屏河
3	北部新城区域（分区 3）	41.2	白洋河、小清河
4	松山产业园第一区域（分区 4）	24.6	白洋河
5	松山产业园第二区域（分区 5）	5.1	白洋河

6	松山产业园第三区域（分区 6）	10.9	白洋河
7	松山产业园第四区域（分区 7）	9.7	白洋河
8	松山产业园第五区域（分区 8）	23.9	白洋河
9	松山产业园第六区域（分区 9）	17.5	长春湖水库

第二十六条 径流量控制

结合城市公共绿化带、防护绿化带、湿地、广场、公园等景观需求，规划建设蓄滞洪、涝水的设施，在减轻城市洪涝灾害的同时，充分利用雨水资源。

合理布局下凹式绿地、植草沟、人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场，利用绿地、广场等公共空间蓄滞雨水。

（1）在白洋河、民生路文化广场等沿线等地质条件较好区域，应大力开发人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场等，大力提高可渗透地面面积，确保新建城区的硬化地面中，可渗透地面面积不低于 40%。

（2）综合考虑栖霞老城区与行政中心区等建成区的现状及城市发展，结合径流量控制技术，在实际的应用中，通过对有条件的小区进行屋顶改造、在新建小区修建下凹式绿地、渗透路面和渗井等促渗设施来从源头控制径流量，利用小区内调蓄容积和流量控制器将外排径流峰值限定在规定的范围内。

（3）松山片区属于工业园区，应确保待建区的综合径流系数 $\Psi \leq 0.60$ ；同时，应在确保安全情况下，适当布局下凹式绿地、植草沟、人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场等，以增加空间蓄滞雨水量。

第二十七条 径流污染控制

1. 控制技术所采取的策略与原则

（1）分区控制

由于城区功能布局、土地利用及人类活动的干扰程度不同，雨水径流污染的产生具有明显的区域性。因此，采取分区控制，对不同地区采取不同的控制措施。

（2）同城市景观建设结合

在雨水径流污染控制的过程中尽可能地与城市景观建设结合，以达到节约土地资源、降低工程造价的目的。

（3）控制降雨初期 20mm 污染径流

由于城市雨水径流污染排放的主要特征是初期径流污染严重，所以对初期径流污染的控制是最为有效和经济的。

（4）运用生态工程

城市雨水径流污染的产生是人类活动对自然水文生态过程作用的结果，是水文生态系统的失衡过程。通过采取或模拟自然的生态工程使城市水文生态达到良性循环，是雨水径流污染控制的主要措施。

（5）注重管理措施

城市雨水径流污染物的来源主要是地表的泥土、垃圾等，在卫生管理不善的旧城区这一问题特别突出。因此，从管理上入手，从雨水径流污染物产生的源头进行控制，可以大大地降低暴雨径流的污染负荷。

2. 径流污染控制技术

- （1）人工湿地净化技术
- （2）河滨带净化技术
- （3）径流促渗利用技术
- （4）城市道路径流污染的控制技术
- （5）小区雨水径流污染控制技术

（6）绿色基础设施建设

3. 径流污染控制技术的应用难点

- （1）不透水路面比例高，人类干扰强度高；
- （2）污染物量大面广，组成复杂，还有部分城市污水混入；
- （3）初期径流污染严重。

第五章 防涝系统非工程措施

第二十八条 超标雨水应对策略

针对积水风险较高的区域，相关防汛部门做好应急抢险准备。

重点防护区域发生较大积水时，在其出入口需要设置临时性挡水设施（如沙袋等）防止积水进入，并设置移动式临时强排车排除雨水，将积水应急排入周边河道或负荷较低的管道。

第二十九条 其他防涝系统非工程措施建议

（1）建立预警体系。水利、气象、漳卫南运河等部门应密切合作，加强气象预报、水情预测，提高暴雨预报的精度，使社会各方面能及早防范，最大限度地降低洪涝损失。

（2）加强信息化建设。建立城市排水防涝设施普查信息 GIS 平台，形成规范化的排水防涝设施普查数据库。

（3）利用当前最新的信息技术成果，构建城区防汛指挥决策系统，初步实现信息采集自动化、传输共享网络化、调度决策科学化，以提高防汛指挥决策的准确性，保证应急措施的有效性，尽可能减少潜在的安全隐患。

（4）完善栖霞市中心城区排水防涝数字化信息模块。通过在相关排水泵站、沟渠水位监控点、雨水主干管流量监测点设置无人值守的远程监控，形成信息化监控网络。

第六章 建设计划与投资估算

第三十条 内河水系治理

栖霞市“三河”整治工程计划治理范围为白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）和杨础河部分河道，长约 14.83km，计划总投资额 98102.42 万元。

栖霞市“三河”综合整治一污水管道迁改工程，铺设污水管网长度 17915 米，计划总投资额 6000.27 万元。具体建设内容详见下表 6-1。

表 6-1 城市内河水系治理建设一览表

序号	项目名称	河道/路段名称	治理方式	治理规模
1	河道工程	白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）	河道清淤，开挖底宽 50m ~ 100m，开挖边坡 1:2.5。	14.83km
		杨础河部分河道		
2	建筑物工程	白洋河城区段布设闸、堰共 8 座	改造、新建、拆除	/
		在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座		
		改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥		
3	水生态工程	支流 2 湿地工程	新建	93585.17m²
		支流 3 湿地工程	新建	53235.26m²
4	“三河”综合整治—污水管道迁改工程	白洋河（翠屏桥-庄园桥）	污水管道迁改	17.92km
		白洋河（庄园桥以北）		
		支流 1-5		

第三十一条 雨水管渠及其附属设施建设任务

栖霞市计划开展道路管网基础设施建设工程，规划确定改建排水管道 3.453km，新建雨水管道 72.742km，排水管渠 1.815km，计划总投资额约 136240 万元，具体建设内容详见下表 6-2。

表 6-2 计划雨水管渠建设工程统计表

项目名称	道路名称	建设规模	建设方式	管道长度(km)
------	------	------	------	----------

新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程	环湖路（滨湖新城段）	DN800-1800	改建	3.453
	文化路（滨湖新城段）	DN800-1800		
	观湖路	DN800-1800		
	迎祥路	DN800-1800		
	明霞路	DN800-1800		
	丹霞路	DN800-1800		
	圣霞路	DN800-1800		
	凤二路	DN800-1800		
		小计	3.453km	
栖霞市城市内涝综合治理工程项目	翠屏路	DN300-1000	新建	1.544
	翠屏路东延	DN300-1000		0.710
	民生路	DN300-1200		2.145
	民生路东延	DN300-1400		1.506
	金岭路	DN300-1400		2.358
	振兴路	DN300-1000		2.032
	庄园路	DN300-1000		2.288
	向阳路	DN300-600		2.096
	跃进路	DN300-1200		3.605
	文化路北延	DN300-1200		3.552
	文化路	DN300-1000		8.060
	迎宾路	DN300-1200		9.0381
	文水街	DN300-1400		0.689
	霞光路	DN300-800		5.575
	锦绣路	DN300-1000		0.854
	山城路	DN300-1200		2.565
	涌泉路	DN300-1000		1.036
	振兴路	DN300-1000		1.640
	烟青街	DN500-1000		1.0438

	小计	52.337km		
	铺设钢筋混凝土/浆砌片石矩形渠		新建	1.815
栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）	汾河路	DN600	新建	0.385
	西环山路	DN600		0.704
	德丰西路	DN600		0.215
	德丰东路	DN600-DN1000		0.891
	信邦西路	DN600		0.204
	信邦东路	DN600-DN800		0.737
	雅江路	DN800		0.369
	珠江路	DN800		0.435
	湘江路	DN600		0.33
	汉江路	DN600		0.352
	嫩江路	DN600		0.198
	小计	4.818km		
	栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目（雨水部分）	环湖路	DN800	新建
DN1000			0.374	
DN1800			0.242	
2200X2000			0.33	
文化路		DN800	0.704	
		DN1000	0.847	
		DN1200	0.253	
		DN1400	0.539	
观湖路		DN1000	0.88	
		DN1200	0.308	
迎祥路		DN800	0.506	
		DN1000	0.495	
		DN1200	0.242	
		DN1400	0.484	

	明霞路	DN800	15.587km	0.242
		DN1000		0.242
		DN1200		0.33
		DN1400		0.154
	圣霞路	DN1000		0.605
		DN1400		0.352
		DN1800		0.165
	丹霞路	DN1400		0.396
		DN1800		0.572
	凤二路	DN1200		0.297
		DN1400		0.264
	繁华路	DN600		0.528
		DN800		0.66
		DN1400		0.77
	腾飞路	DN600		1.034
		DN1000		0.22
		DN1400		0.528
凤翔路东延	DN1000	0.693		
山湖路	DN1000	0.55		
小计	15.587km			

第三十二条 信息平台建设工程

栖霞市建成排水信息化平台一处，计划投资 1200 万元。

表 6-3 信息平台建设工程一览表

序号	项目名称	工程投资（万元）
1	中心城区排水管网普查	300
2	城市排水系统信息化建设项目	400
3	水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	400
4	管理信息平台维护经费	100

第三十三条 栖霞市防汛设备

栖霞市养护作业车辆设备、市政工程作业车辆、设备更新。

表 6-4 栖霞市防汛设备更新统计表

序号	项目名称	建设内容	规模	长度(km)	计划投资额(万元)
1	栖霞市市政基础设施养护作业车辆设备更新项目	更新防汛排涝抢险、路灯安装维修、道路倾斜防滑等市政设施作业设备 8 台	排涝抢险车 2 台 高空作业车 2 台		522.6
2	栖霞市市政工程作业车辆、设备更新项目	更新市政工程作业车辆、设备 18 台。包括挖掘机 2 台、平地机 2 台、各型压路机 4 台、重型自卸货车 4 台、固定式稳定土拌和站 1 套、混凝土泵车 1 台、高空作业车 2 台、沥青摊铺机 2 台			1323.3
3	合计				1845.9

第三十四条 投资估算结果

栖霞市城市内涝治理工程主要包括城市内河水系治理、雨水管渠及其附属设施建设工程、信息平台建设工程、栖霞市防汛设备 4 个方面，总投资约 243388.59 万元，详见下表 6-5。

表 6-5 投资估算统计表

序号	项目名称	项目内容	规模	投资金额(万元)
1	城市内河水系治理任务	河道工程: 河道疏浚范围包括白洋河腾飞路上游干流段及该区段的各支流和杨础河部分河道, 清淤总长度 14.83km。	14.83km	98102.42
		建筑物工程: 白洋河城区段布设闸、堰共 8 座, 在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座, 改造腾飞桥、七里庄景观桥, 拆除新建庄园桥、南园桥。	/	
		水生态工程: 在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程, 共 2 处。	支流 2 湿地工程 93585.17m2、支流 3 湿地工程 53235.26m2。	

		“三河”综合整治—污水管道迁改工程: 包括白洋河(翠屏桥-庄园桥) 污水管道迁改、白洋河(庄园桥以北) 污水管道迁改、支流 1-5 污水管道迁改等, 铺设污水管网长度 17915 米。	17.92km	6000.27
2	雨水管渠及其附属设施建设任务	新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程	3.453km	50000
		栖霞市城市内涝综合治理工程项目	52.337km	80060
		栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程(雨水部分)	4.818km	1500
		栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目(雨水部分)	15.587km	4680
3	信息平台建设工程	中心城区排水管网普查	/	300
		城市排水系统信息化建设项目	/	400
		水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	/	400
		管理信息平台维护经费	/	100
4	栖霞市防汛设备	栖霞市市政基础设施养护作业车辆设备更新项目	/	522.6
		栖霞市市政工程作业车辆、设备更新项目	/	1323.3
5	合计	243388.59		

第七章 效益分析

第三十五条 经济效益

（1）本规划的实施，可以解决道路积水的问题，合理利用雨水资源，节约建设和运行雨水处理系统的资金和能源，节省巨额市政投资。雨水资源化利用工程可以减少需要政府投入的用于收集雨水的管线和扩建排涝设施的资金。市政设施滞后于城镇化进程、完善城市上游排水却增加了下游排水压力、河湖等自然水体在城市水系中调蓄功能的缺失等因素，是造成城市雨季积水的原因。有些城市解决此类问题的方法主要是修建雨水泵站加大雨水外排量，这需要投入大量资金用于修建和维护雨水泵站，需要耗费大量电能用于运行雨水泵站。本次规划确定对栖霞市中心城区雨水资源加以利用，将地面雨水就近收集利用或回灌地下，不仅可以减少雨季溢流污水，改善水体环境，同时可有效降低雨水径流量，减少内涝灾害；雨水蓄水池和分散的渗渠系统可降低城市洪水压力和节省封闭路面下的排水管网负荷。这是以最小的投资和能耗换取最大的工程效益，是创建资源节约型社会的一项实践。

（2）节省市政和居民用水开支。雨水利用的费用低廉，比较效益十分突出。使用 1m³ 的自来水费用（含污水处理费）为 2.5 元，而从运行管理和小区用水费用支出分析，投入收集 1m³ 雨水的年运行费用不足 0.10 元。

（3）规划的实施，能够有效减少雨洪灾害对社会公共财产造成的损害，减少对人们生活和工作造成的不便，以及减少对城市交通带来的困扰，所体现的间接经济效益是巨大的。

第三十六条 环境效益

按照本次规划中确定的目标、任务与实施途径，有计划地对栖霞市的雨水排放和利用整体推进。规划的实施，对于栖霞市城区降低涝灾风险以及生态城市建设将起到很大的推动作用，并将取得很好的生态环境效益。

（1）使水体恢复原有功能，成为新的城市景观，同时美化城市环境。在栖霞市不断加快的城镇化进程中，城市土地价格上涨，人们为了获得更大的市区土地面积，围填了部分市区内的天然水库、湖泊和河塘，天然河湖的景观遭到破坏。规划的实施，将有利于恢复河湖水体的原有的景观面貌，在此基础上完善和建设这些水体景观，对美化城市环境起到积极作用，并将恢复河湖水体调蓄雨水的自然功能，改善河湖水体的景观面貌，通过自然的方式来改造自然，这对环境友好型社会的创建和发展有着积极作用。

（2）水体中雨水的下渗，利于补给地下水，缓解地下水缺乏的现象。近些年的气候变迁和过量的地下、地表取水使得地下潜水水位下降明显，水质也呈现盐渍化趋势。积蓄和涵养雨水可以补充地下水，恢复地下潜水水位；同时雨水作为淡水水源可以稀释地下潜水的盐碱度，逐步改善地下水的水质状况。

（3）有利于控制城市雨水径流的非点源污染。降雨径流的水质污染是由于大气沉降物、生活垃圾、汽车漏油等问题造成的。雨水主要污染因子是 COD 和 SS。降雨初期径流携带了大量有机污染物质和悬浮物，而这部分污染物质都是通过非点源形式污染城市河道的，目前还没有有效手段进行控制。而大量雨水被集蓄以后，若能配套简单的处理设施，就可以大大减少降雨径流产生的非点源污染，改善城市河道水质状况。因此，城市雨水的集蓄有利于对雨水进行集中处理，减少了降雨初期径流造成的面源污染，减轻了城市河道水体污染。

第三十七条 社会效益

规划的实施使得城市在雨季时不再积水，改善了城市的水环境，提升了城市的整体形象，提高城市的宜居性。为栖霞市市民提供良好的人居环境，保证人民生活的高质量和高品位，进一步改善投资及旅游环境。

城市雨洪资源的利用和排放也是对栖霞市得天独厚的自然环境的有力支撑，是实现栖霞市构建和谐社会的战略举措。

第八章 管理规划

第三十八条 管理目标

保障栖霞市雨水管网、河道、堤防及附属建筑物等工程设施处于完备和有效状态，建立有效的运行机制，促进工程管理的正规化、制度化、规范化，努力提高现代化的管理水平，充分发挥市政工程的排水防涝作用。

第三十九条 管理体制

按照《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）要求，建立有利于城市排水防涝统一管理的体制机制，城市排水主管部门要加强统筹，做好城市排水防涝规划、设施建设和相关工作，确保规划能够落到实处。

除了有科学可行的规划设计外，更需要建立有效的管理体系，以保证规划的实施。雨洪治理的管理体系，应由多种手段组成：

- 1. 法规行政手段
- 2. 经济激励手段
- 3. 信息公开及宣传教育等其他手段

第四十条 信息化建设

建设排水防涝系统信息化平台，城市排水防涝管理部门可通过排水防涝信息管控平台实现远程查看全市排水防涝设施运行情况，出现城市内涝状况，可通过系统进行远程监控调动，科学应对涝情。具体来说，城市排水防涝四化将实现：

- （1）排水防涝信息可视化：基于地理信息平台，实现管网信息、人员设备物资分布情况可视化。
- （2）排水防涝监测实时化：通过安装视频监控、液位仪实现监测信息的实时化。

（3）排水防涝设施数字化：通过对重点积水区域市政排水管线及周边城市设施的采集入库，实现市政设施的数字化。

（4）排水防涝调度科学化：基于全面的数据，提供多种分析手段实现调度指挥科学化。城市排水防涝数字信息化管控平台主要包括城市排水防涝设施普查、设施管理，业务审批，养护管理，在线监控，应急调度，水力分析等功能。

第四十一条 日常管理

- （1）城市排水防涝设施的建设管理应当遵循统一规划、配套建设、统一管理的原则。
- （2）城市排水防涝设施的建设，应当符合城市排水系统规划和排水防涝设施所在地详细规划，遵守有关建设规范和技术标准。
- （3）城市排水防涝设施竣工后，按有关规定组织验收。未经验收或者验收不合格的排水防涝设施，不得交付使用。

第四十二条 应急管理

- 1. 完善城市排水防涝应急管理体制机制。加强中心城区各级政府的排水防涝相关机构建设，明确职责，配备必要的人员、装备，实现实体化运作和常态化管理。加强部门联动，推进资源整合和信息共享，建立统一指挥、功能齐全、反应灵敏、运转高效、部门联动、综合协调的应急机制。
- 2. 强化城市排水防涝综合预警监测能力建设。加强对城市排水防涝风险隐患的排查，建立分级、分类管理制度，落实综合防范和处置措施，并实行动态管理和监控。加强与新闻媒体的沟通和协调，充分利用广播、电视、互联网、手机短信等媒体和手段，及时发布城市排水防涝预警信息。
- 3. 加强城市排水防涝队伍建设。加强中心城区各部门之间的协作机制建设，理顺工作关系，做到应急联动，协同应对。加大投入，扩充功能，增加设备，加强培训和演练，提高城市排水

防涝的综合处置能力。

4. 深入开展城市排水防涝知识培训。通过广播、电视、网络等各种方式加强对社会公众预防、避险、自救、互救等城市排水防涝知识的普及，提高市民排水防涝意识。

第九章 保障措施与实施建议

第四十三条 建设用地保障

（1）充分认识排水防涝设施建设的重要意义。

栖霞市发展过程中应把排水防涝设施作为基础设施建设的优先领域，扎实做好排水防涝设施的用地保障工作。

（2）严格规划审核，强化国土空间规划的管控作用。

审核项目用地是否符合国土空间规划是办理建设用地预审、报批的重要审查环节。各级自然资源部门要把好规划审核关，凡列入国土空间规划重点建设项目的防涝工程，须按符合国土空间规划办理建设用地报批手续。

（3）开辟绿色通道，落实共同责任，主动为排水防涝项目建设服务。

开辟绿色通道，主动为防涝建设服务。各级规划、建设、自然资源等部门对防涝项目建设可开辟绿色通道，特事急办，主动为排水防涝设施建设服务。

（4）落实共同责任，预防并制止排水防涝设施建设违法违规用地行为。相关部门要切实加强对排水防涝项目用地的动态巡查工作，及时逐级上报，落实共同责任，制止违法用地行为，严禁搭车征地以及将防涝设施用地用于其他用途，坚持“少用地、用好地”，切实做到节约集约用地。

第四十四条 资金筹措保障

对于城市雨水排放与利用工程来说，政府一般是该行业的投资主体。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工程中来。

第四十五条 规划建议

（1）鉴于目前城市的快速发展，对于迫切需要该尽快实施的排水防涝项目，建议有关部门给予高度的重视和有力的支持，列入年度国民经济实施计划，落实工程资金来源。

（2）健全管理机构和经营机构，必须保障资金落实，同时加大行业管理力度，加强信息交流，在保证规划实施的总进度前提下，采用新技术、新产品，提高自动化程度，使栖霞市排水行业管理水平达到省内先进水平。

（3）加强雨水的收集和利用，采用合理的拦截措施及绿化，以涵养水源，逐步提高雨水的利用率。

（4）雨季前对管道进行清淤，对现有管网进行普查，打通断头或未连接管线等。

（5）应尽快建立城市排水防涝数字信息化。实现排水防涝设施及排水系统的系统化、科学化管理，加快排水各类信息传递和处理，提高排水管理自动化程度，确保排水防涝设施安全、高效运行，满足现代城市管理的要求。

（6）加强城市排水防涝规划的宣传力度，提高市民的思想意识，使大家自觉形成爱护排水防涝设施的良好习惯，确保排水防涝规划的指导性。

（7）加大基础设施建设投资，广拓投资渠道，使城市雨水设施建设跟上城市建设步伐，达到同时配套实施，既节省一次性工程投资，避免了重复开挖给市民的生活带来不便，又从根本上改善了城市环境，使城市建设走上良性循环的轨道。

（8）应根据城市建设发展实际情况，及时地进行规划调整，以满足城市快速发展对城市排水功能的需求，以防止城市排水防涝设施功能发展滞后，阻碍城市的快速发展。

总之，城市排水（雨水）防涝设施是城市基础设施，也是保障城市安全运转的主体设施，在优化城市环境，发展城市经济，提高人民生活水平，水资源再利用和完善城市功能工作中，发挥了功不可没的作用，它也是一个城市赖以生存和发展的必要条件，在城市基础设施中有举足轻重的位置。

第十章 附则

第四十六条 本规划由规划文本、规划图纸和规划说明书三部分共同组成，规划文本和规划图纸具有同等效力。

第四十七条 第二十四条 本规划依据上位规划、相关法律法规和栖霞市实际情况的变化，可进行相应调整。

第四十八条 第二十五条 本规划由栖霞市综合行政执法局负责解释。

附录：本规划文本用词说明

1. 为便于在执行本规范条例时区别对待，对要求严格程度不同的说明如下：

（1）表示严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”；

反面词采用“严禁”。

（2）表示严格，在正常情况均应这样做的：

正面词采用“应”；

反面词采用“不应”或“不得”。

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”或“可”；

反面词采用“不宜”。

2. 条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合.....的规定”或“应按.....执行”。

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024—2035年）

图 集

栖霞市综合行政执法局

山东建大城乡发展有限公司

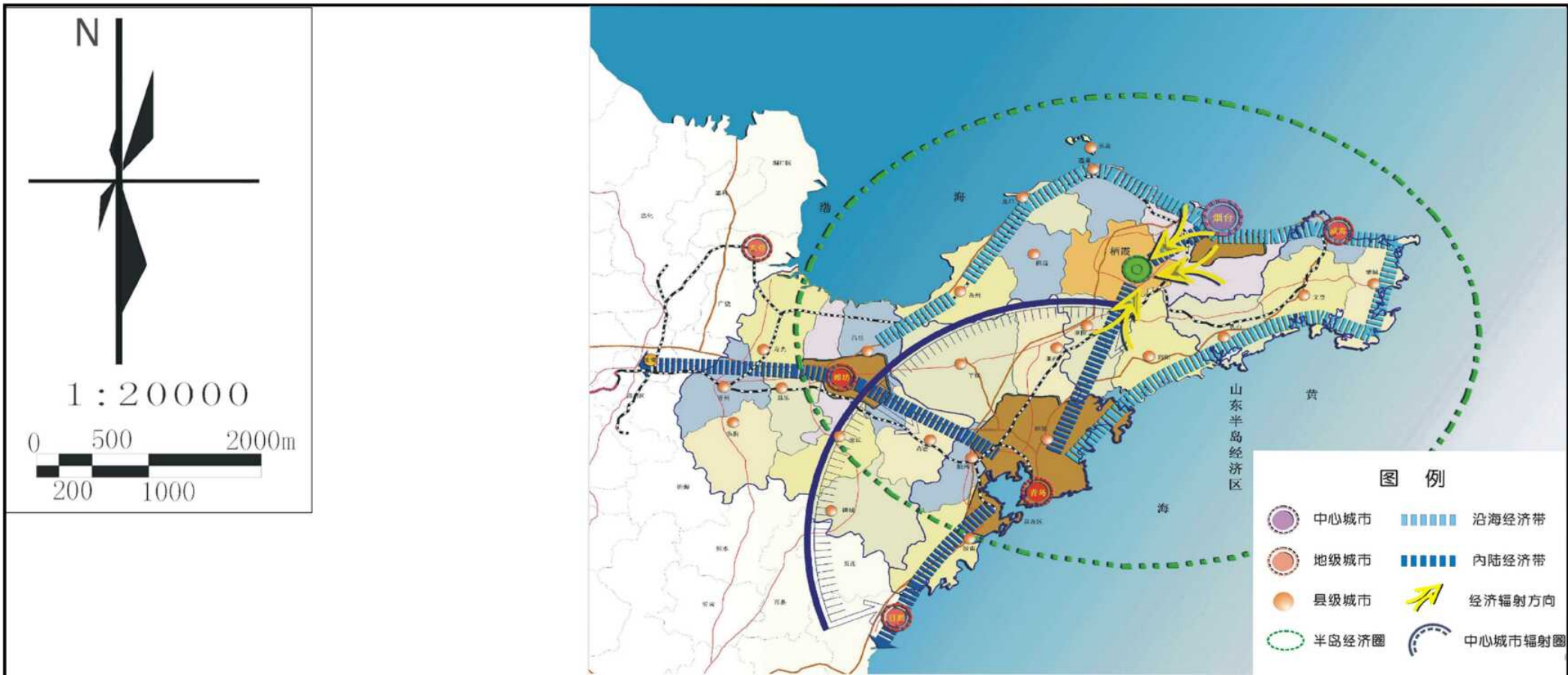
二〇二五年五月

图 纸 目 录

01	城市区位图	09	中心城区规划用地性质图
02	中心城区现状用地性质图	10	中心城区道路竖向规划图
03	中心城区现状水系分布图	11	中心城区内涝风险区划图
04	中心城区现状排水设施图	12	中心城区排水分区规划图
05	中心城区现状积水点分布图	13	中心城区排水管渠及泵站规划图
06	中心城区高程分析图	14	中心城区内河治理规划图
07	中心城区坡度分析图	15	中心城区防涝设施布局图
08	中心城区现状排水系统能力评估图		

栖霞市城市排水(雨水)防涝综合规划(2024-2035年)

城市区位图



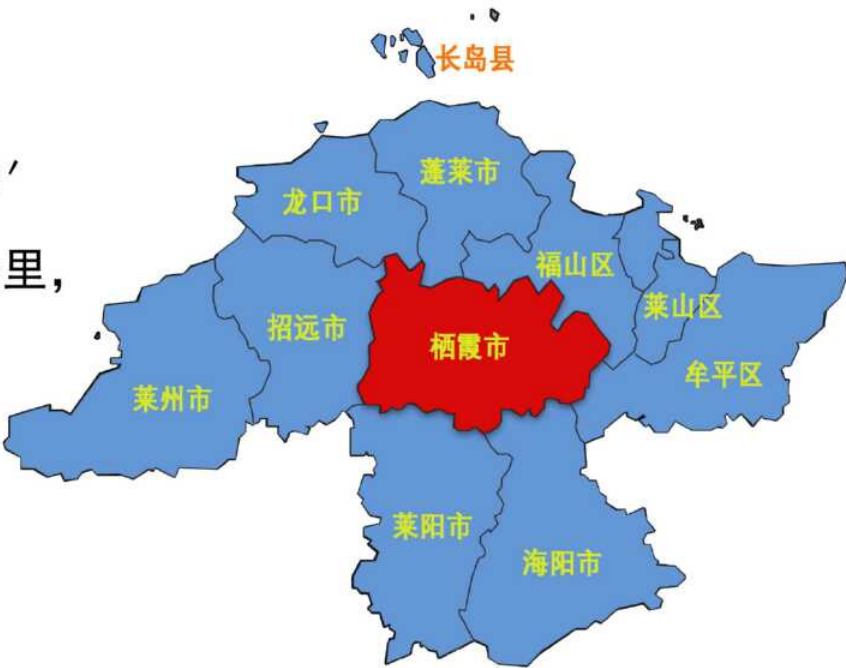
栖霞市在半岛经济区中的区位

栖霞市,地处中国华东地区、山东半岛东北部,东连威海,西接潍坊、青岛,南邻黄海,北濒渤海与辽东半岛对峙,与辽宁大连隔海相望,海岸线长 909 千米,有岛屿 63 个。



烟台市在山东省的区位

栖霞市地处胶东半岛中北部,地跨北纬 $37^{\circ} 05' \sim 37^{\circ} 32'$ 东经 $120^{\circ} 33' \sim 121^{\circ} 15'$ 。市域东西最大横距 63.45 公里,南北最大纵距 57.75 公里,总面积 1793.25 平方公里。栖霞市位于烟台市市域的几何中心,东临福山区、牟平区,西接招远市,南邻莱阳市、海阳市,北连蓬莱市、龙口市,是烟台市唯一的内陆市。



栖霞市在烟台市的区位

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区现状用地性质图

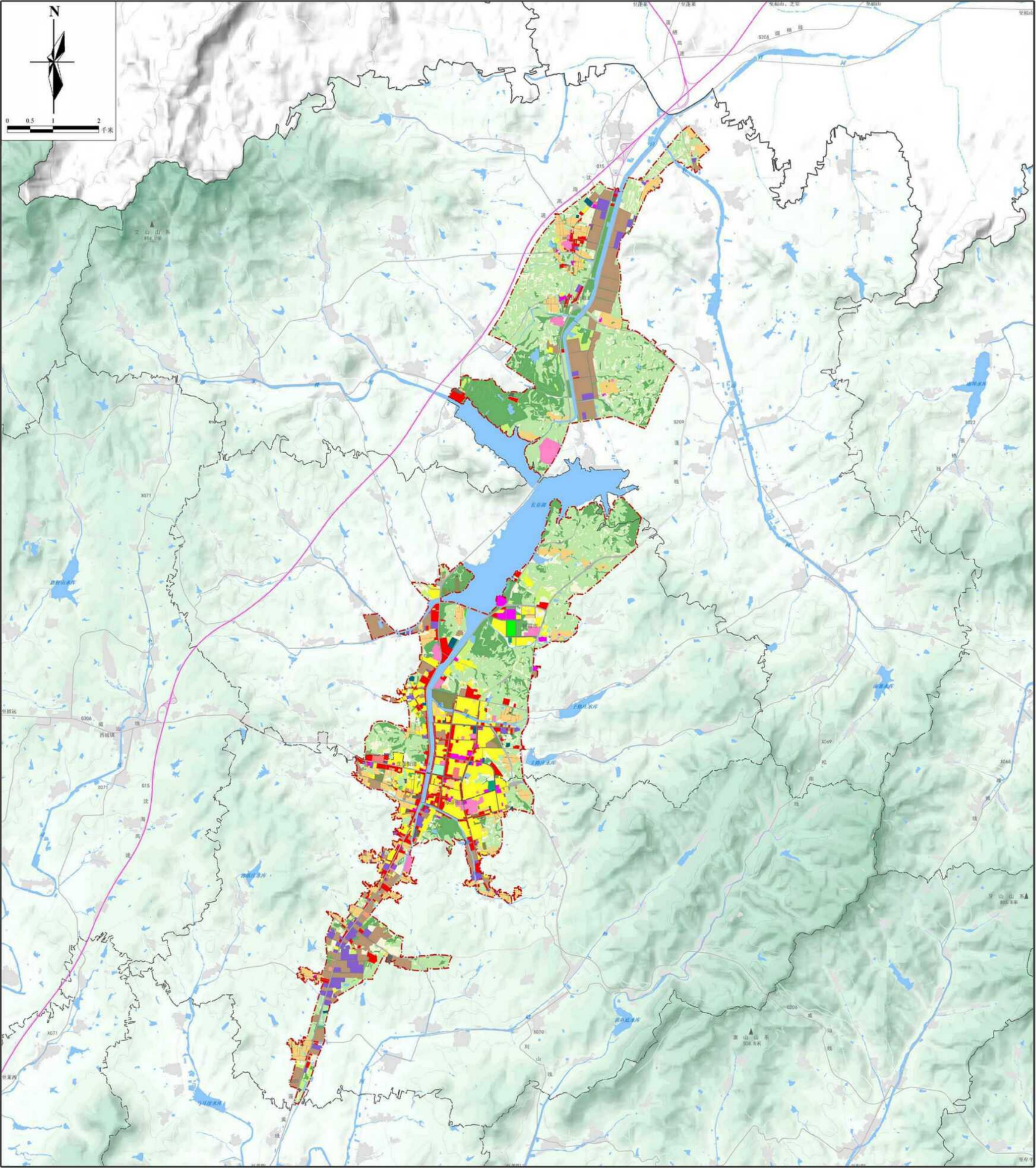


图
例

- | | | | |
|----------|---------|--------|---------|
| 耕地 | 科研用地 | 公路用地 | 中心城区范围 |
| 园地 | 文化用地 | 城镇道路用地 | 乡镇（街道）界 |
| 林地 | 教育用地 | 交通场站用地 | 高速公路 |
| 草地 | 体育用地 | 公用设施用地 | 一般公路 |
| 湿地 | 医疗卫生用地 | 公园绿地 | |
| 农业设施建设用地 | 社会福利用地 | 广场用地 | |
| 城镇住宅用地 | 商业服务业用地 | 特殊用地 | |
| 农村宅基地 | 工业用地 | 陆地水域 | |
| 机关团体用地 | 仓储用地 | 其他土地 | |

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区现状水系分布图

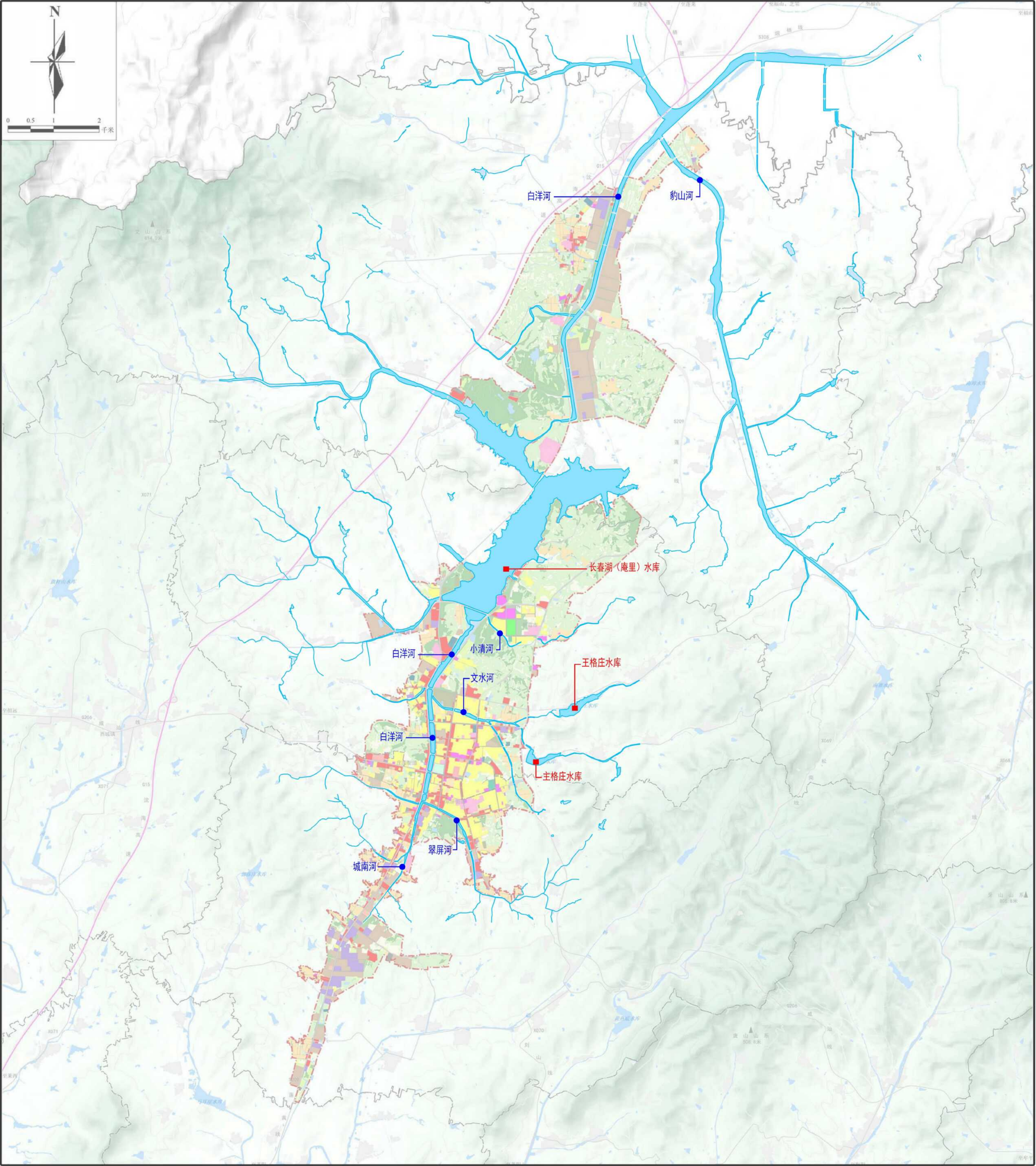


图
例



道路边线



河流



河流水系



水库

栖霞市城市排水(雨水)防涝综合规划(2024-2035年)

中心城区现状排水设施图

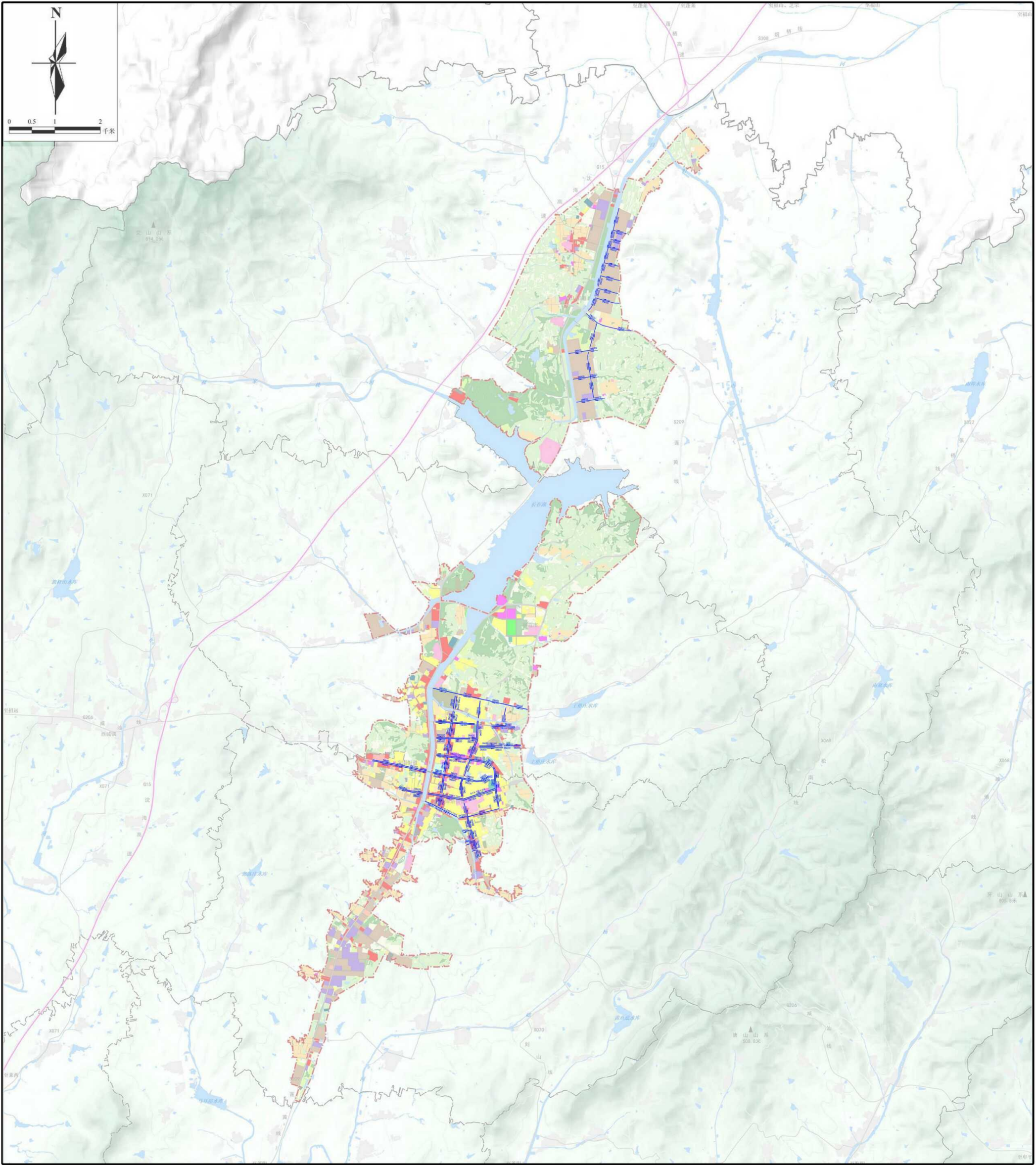


图
例

- 现状雨水管道
- 现状雨水管径 DN500
- 排水方向

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区现状积水点分布图

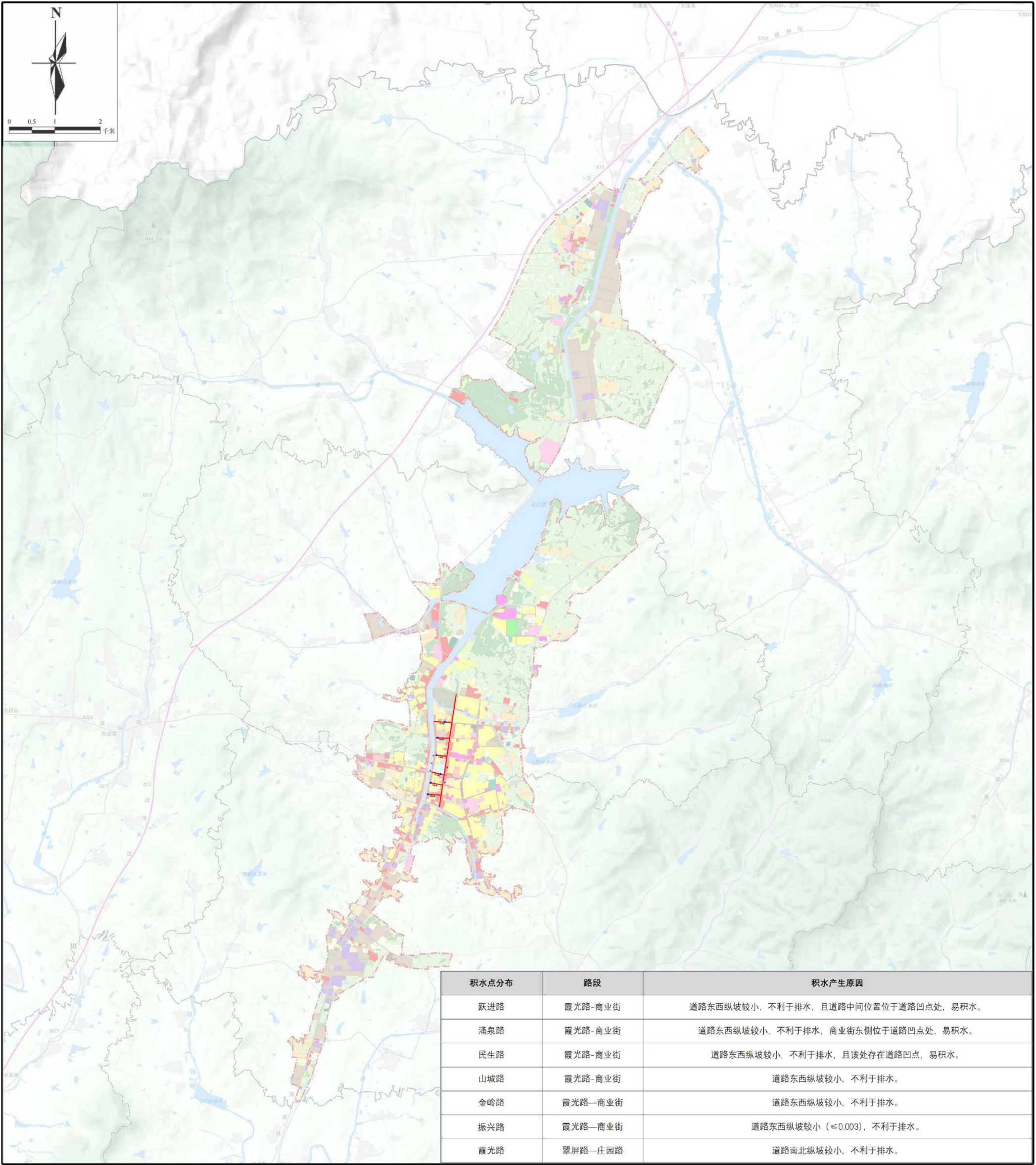


图
例

 现状积水路段

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区高程分析图

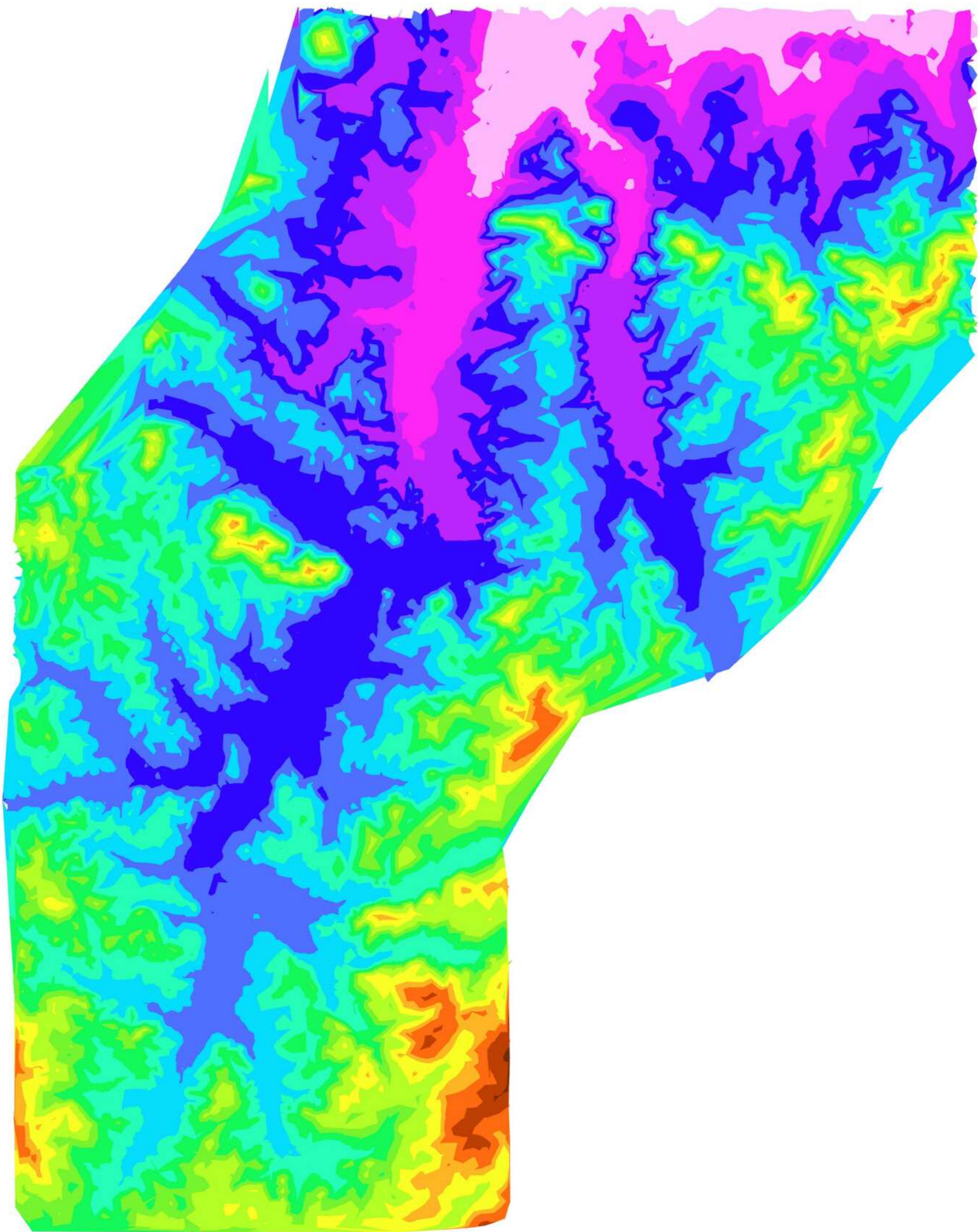


图
例

高程：450.5以上	高程：245.5-275.5	高程：165.5-185.5	高程：90.5-110.5
高程：350.5-450.5	高程：220.5-245.5	高程：145.5-165.5	高程：78.5-90.5
高程：300.5-350.5	高程：205.5-220.5	高程：125.5-145.5	高程：65.5-78.5
高程：275.5-300.5	高程：185.5-205.5	高程：110.5-125.5	高程：65.5以下

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区坡度分析图

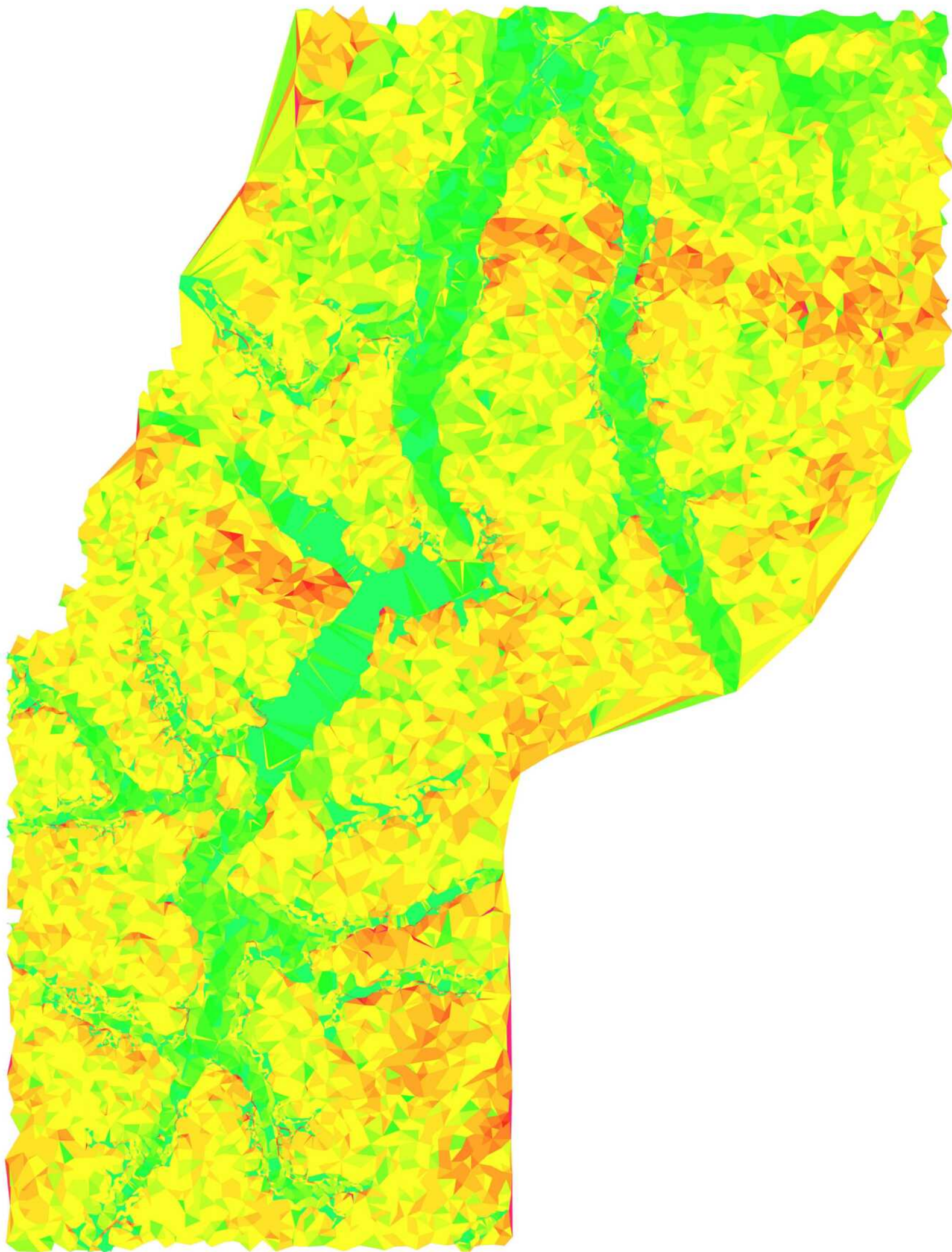


图
例

坡度：90.00%以上	坡度：30.00%-60.00%	坡度：3.00%以下
坡度：85.00%-90.00%	坡度：8.00%-30.00%	
坡度：60.00%-85.00%	坡度：3.00%-8.00%	

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区现状排水系统能力评估图

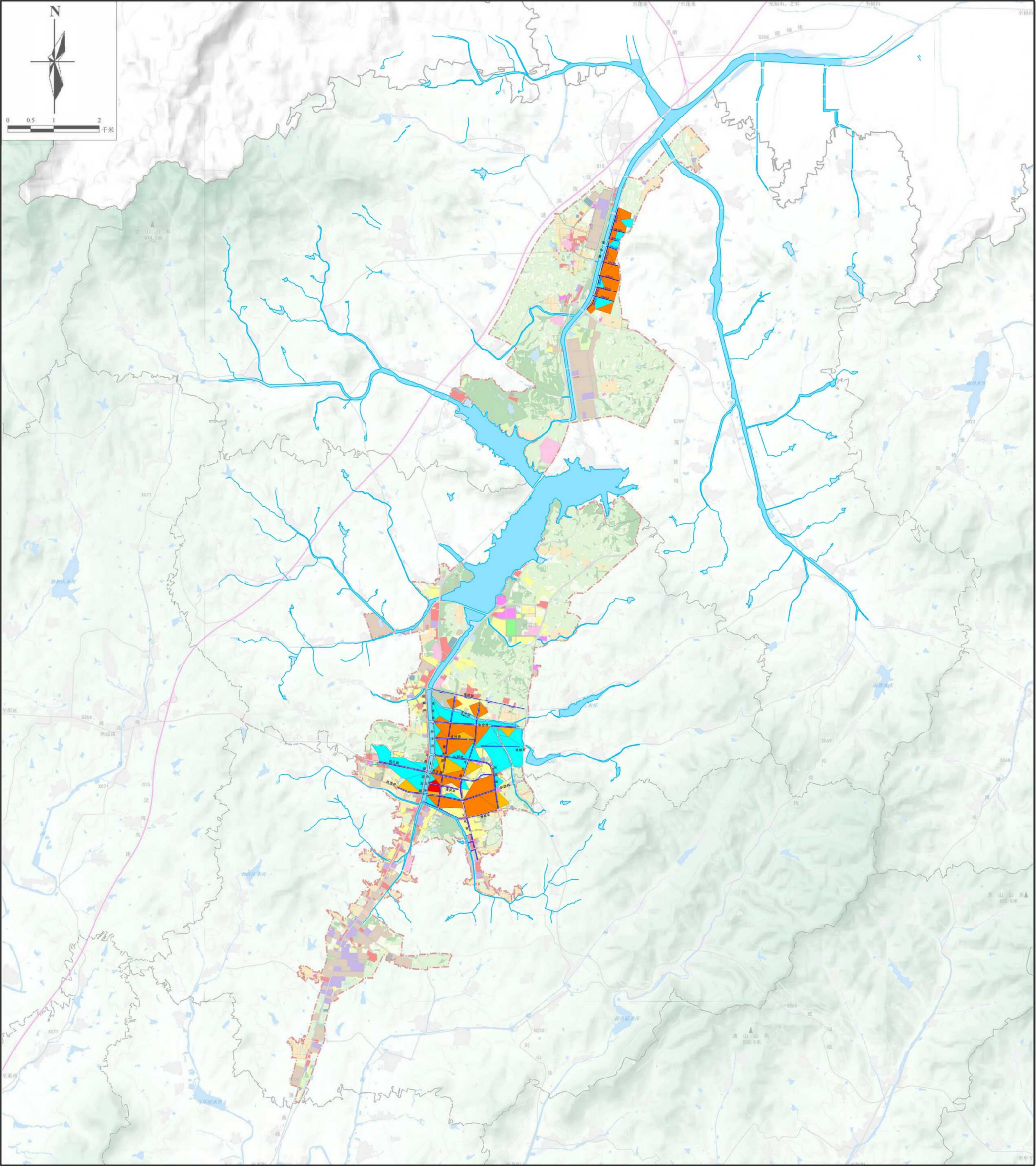


图
例



道路边线



河流水系



$P \leq 0.5$



$0.5 \leq P \leq 1$



$1 \leq P \leq 2$



$P > 2$

栖霞市城市排水(雨水)防涝综合规划(2024-2035年)

中心城区规划用地性质图

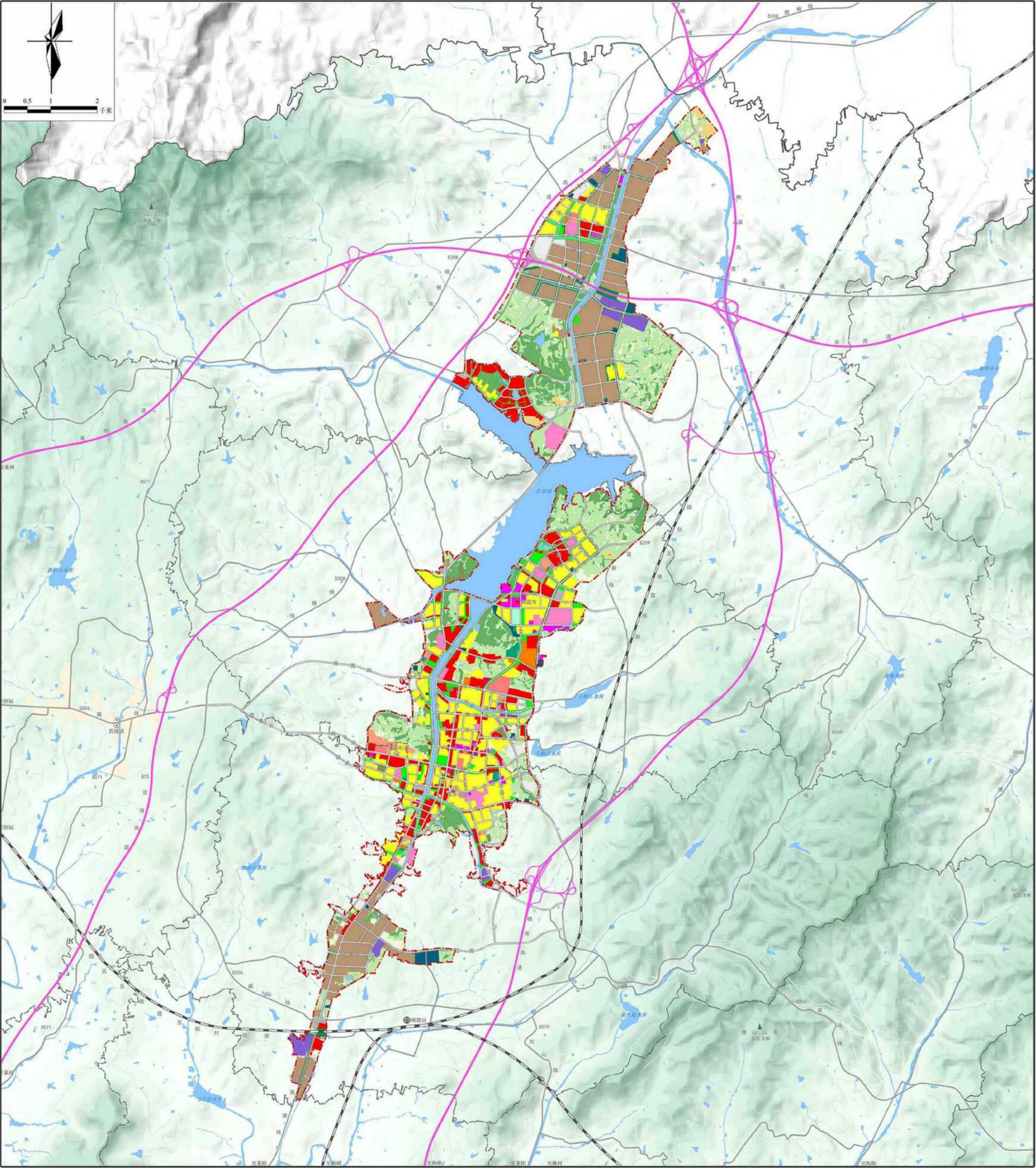


图
例

- | | | | | |
|----------|---------|--------|------------|------|
| 耕地 | 科研用地 | 交通运输用地 | 城镇发展区 | 铁路站场 |
| 园地 | 文化用地 | 公用设施用地 | 中心城区范围 | |
| 林地 | 教育用地 | 公园绿地 | 乡镇(街道)界 | |
| 草地 | 体育用地 | 防护绿地 | 本级政府驻地 | |
| 湿地 | 医疗卫生用地 | 广场用地 | 乡镇(街道)政府驻地 | |
| 农业设施建设用地 | 社会福利用地 | 特殊用地 | 普通铁路 | |
| 城镇居住用地 | 商业服务业用地 | 留白用地 | 高速公路 | |
| 农村居住用地 | 工矿用地 | 陆地水域 | 一般公路 | |
| 机关团体用地 | 仓储用地 | 其他土地 | 城市道路 | |

栖霞市城市排水(雨水)防涝综合规划(2024-2035年)

中心城区道路竖向规划图

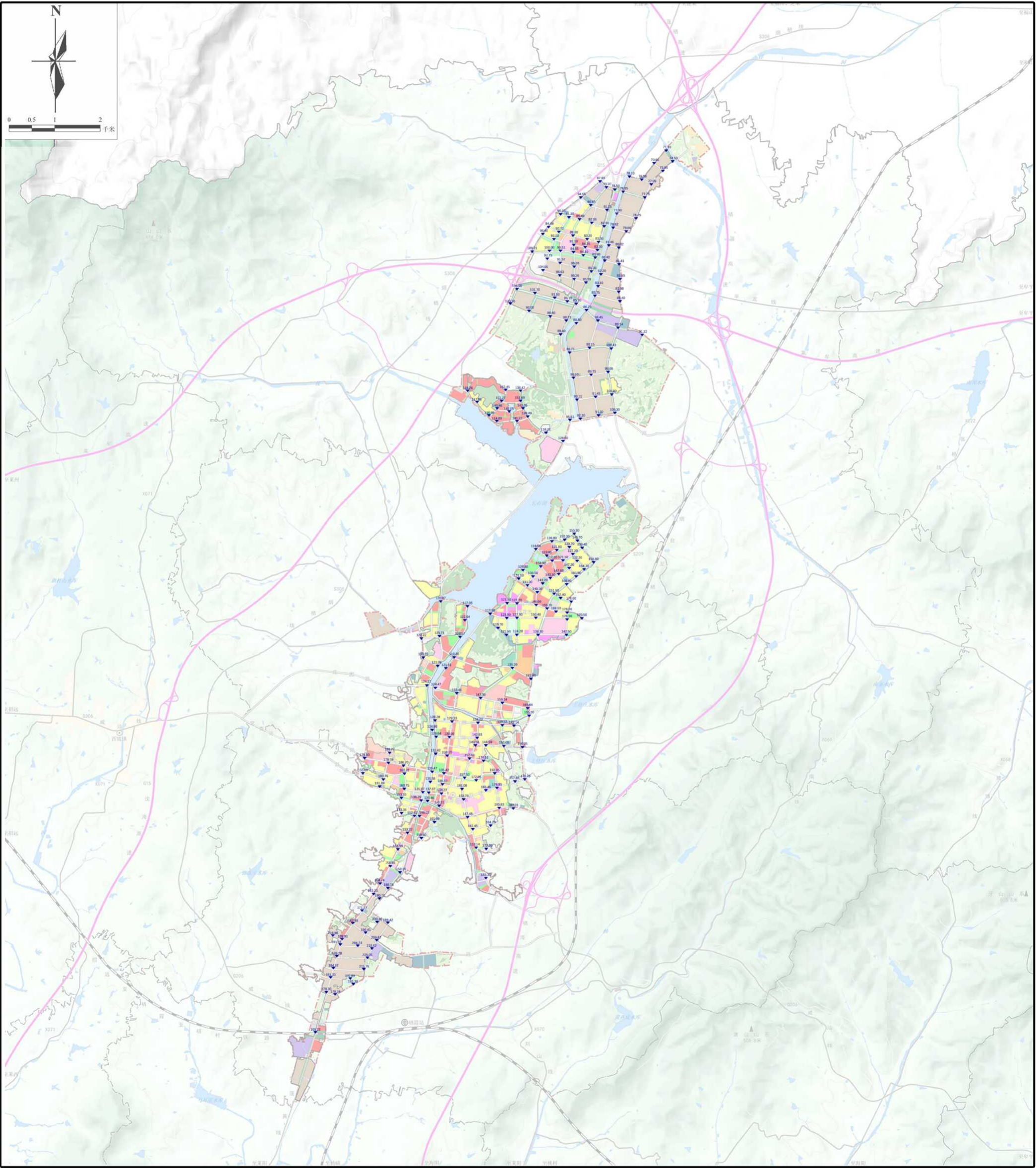


图
例

132.30 道路交叉点规划标高

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区内涝风险区划图

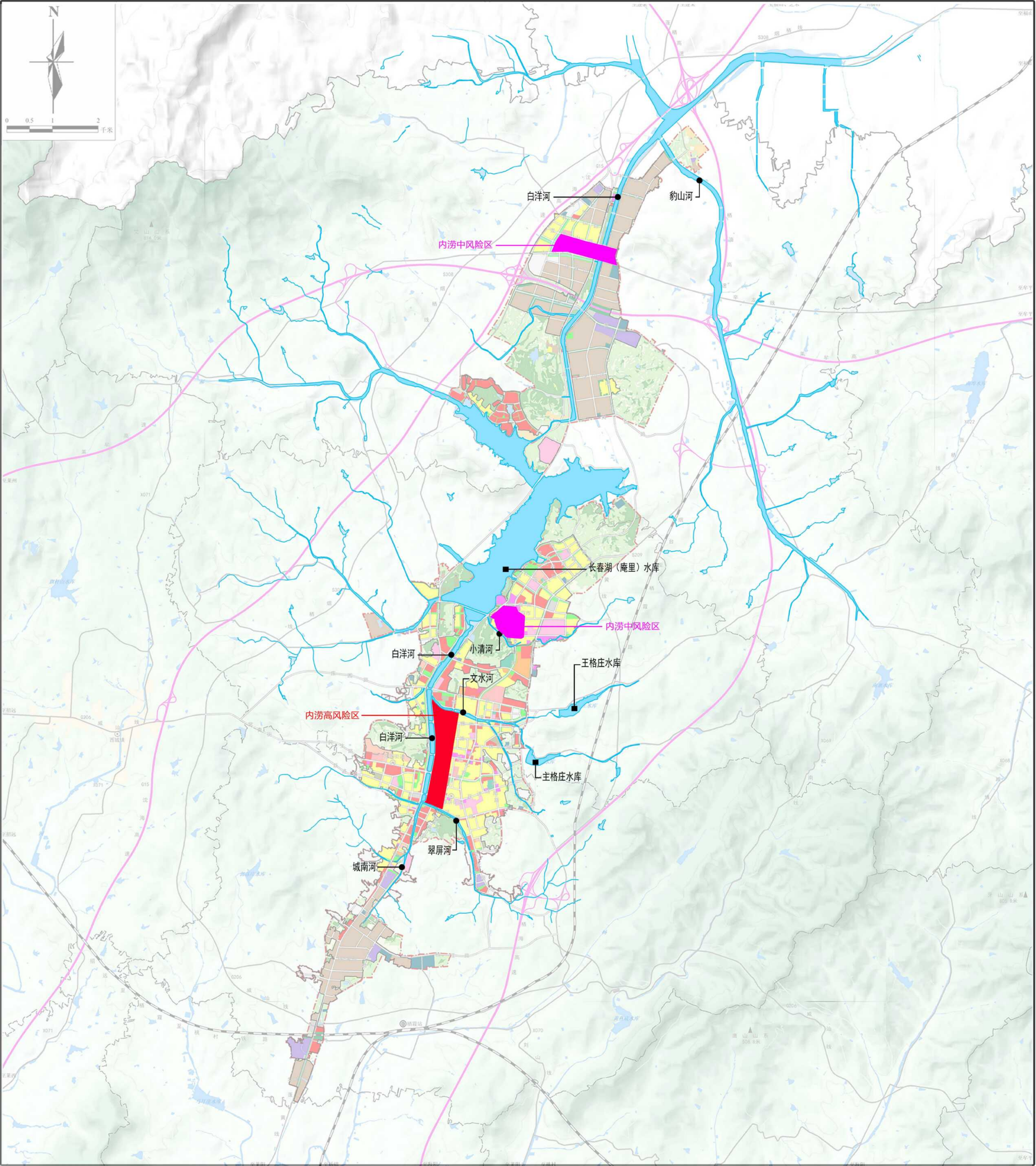


图
例

-  道路边线
-  河流水系
-  内涝高风险区
-  内涝中风险区

栖霞市城市排水(雨水)防涝综合规划(2024-2035年)

中心城区排水分区规划图

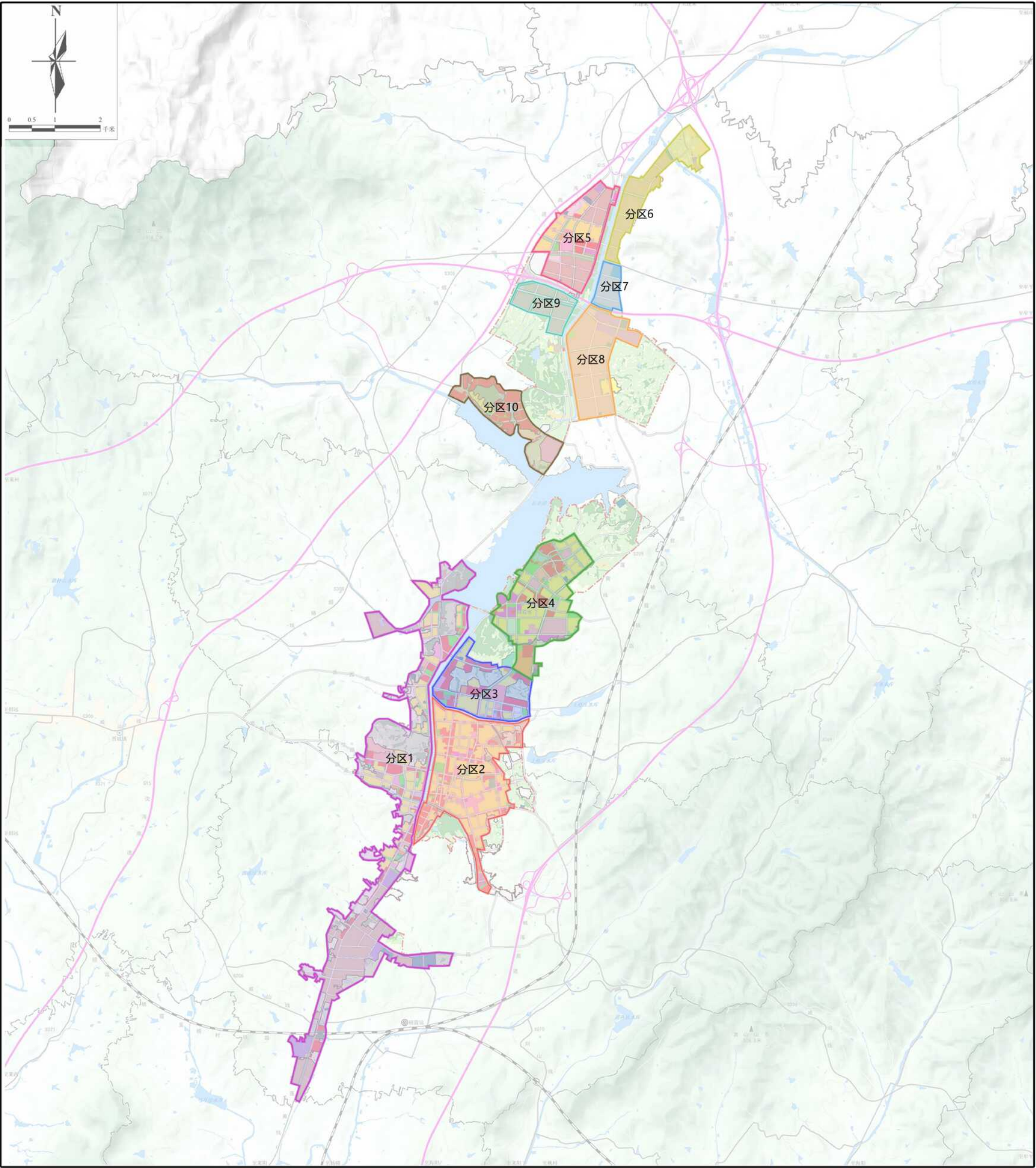


图
例

- | | | |
|-----|-----|------|
| 分区1 | 分区5 | 分区9 |
| 分区2 | 分区6 | 分区10 |
| 分区3 | 分区7 | |
| 分区4 | 分区8 | |

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区排水管渠及泵站规划图

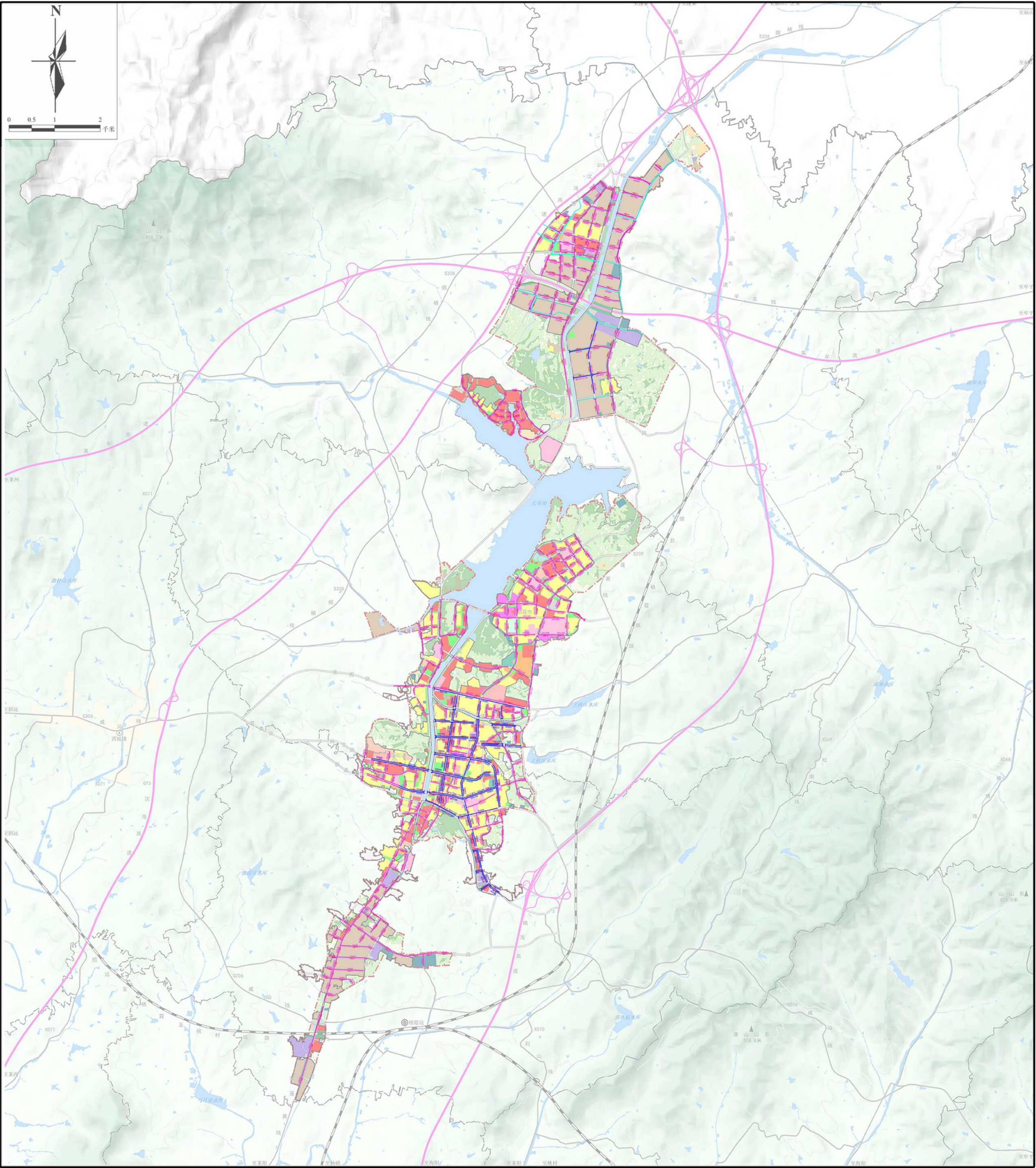


图
例

- | | | | |
|--|--------|--|--------|
| | 现状雨水管道 | | 规划雨水管径 |
| | 规划雨水管道 | | 排水方向 |
| | 现状雨水管径 | | |

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区内河治理规划图

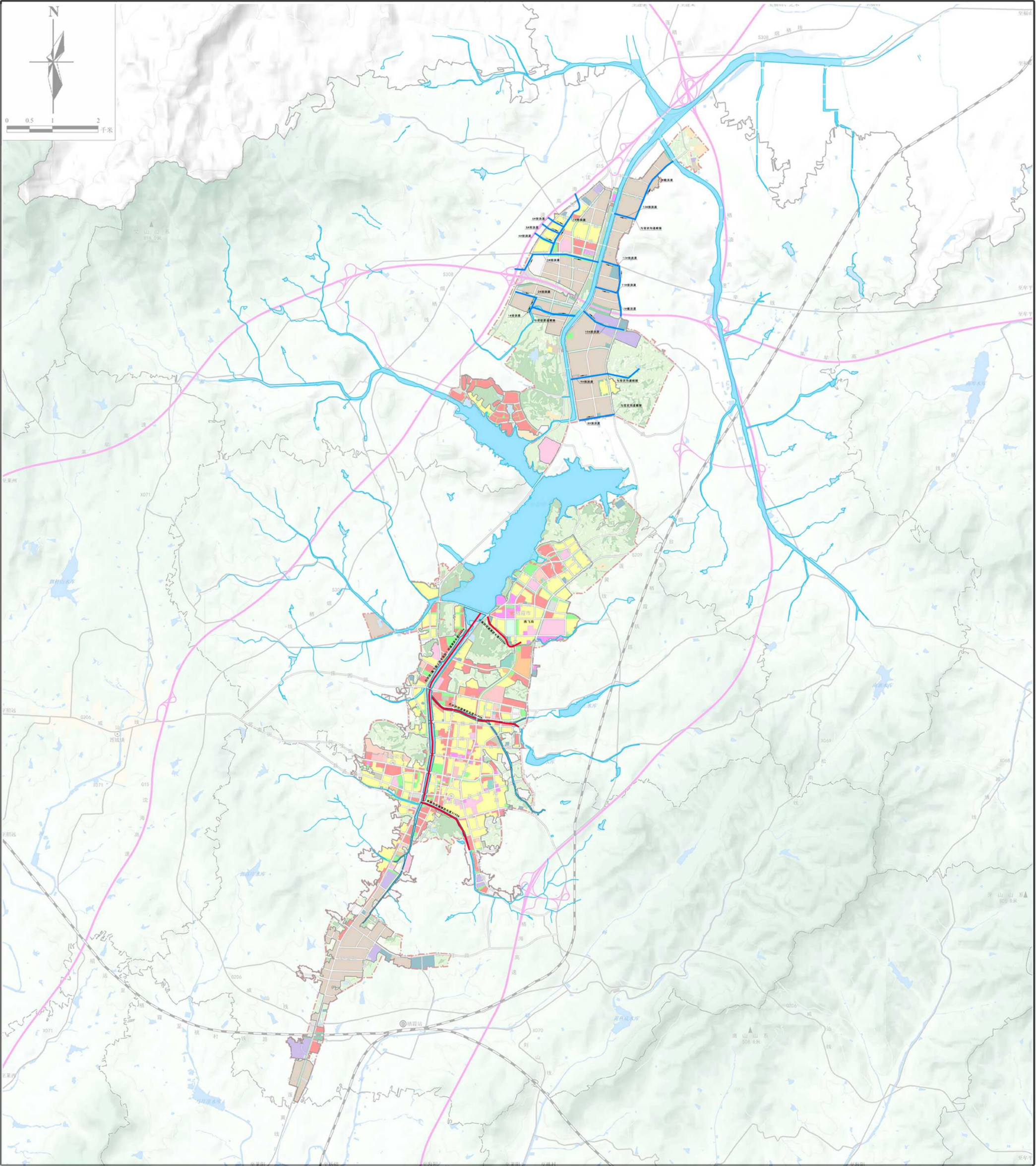


图
例



道路边线



规划截（排）洪沟



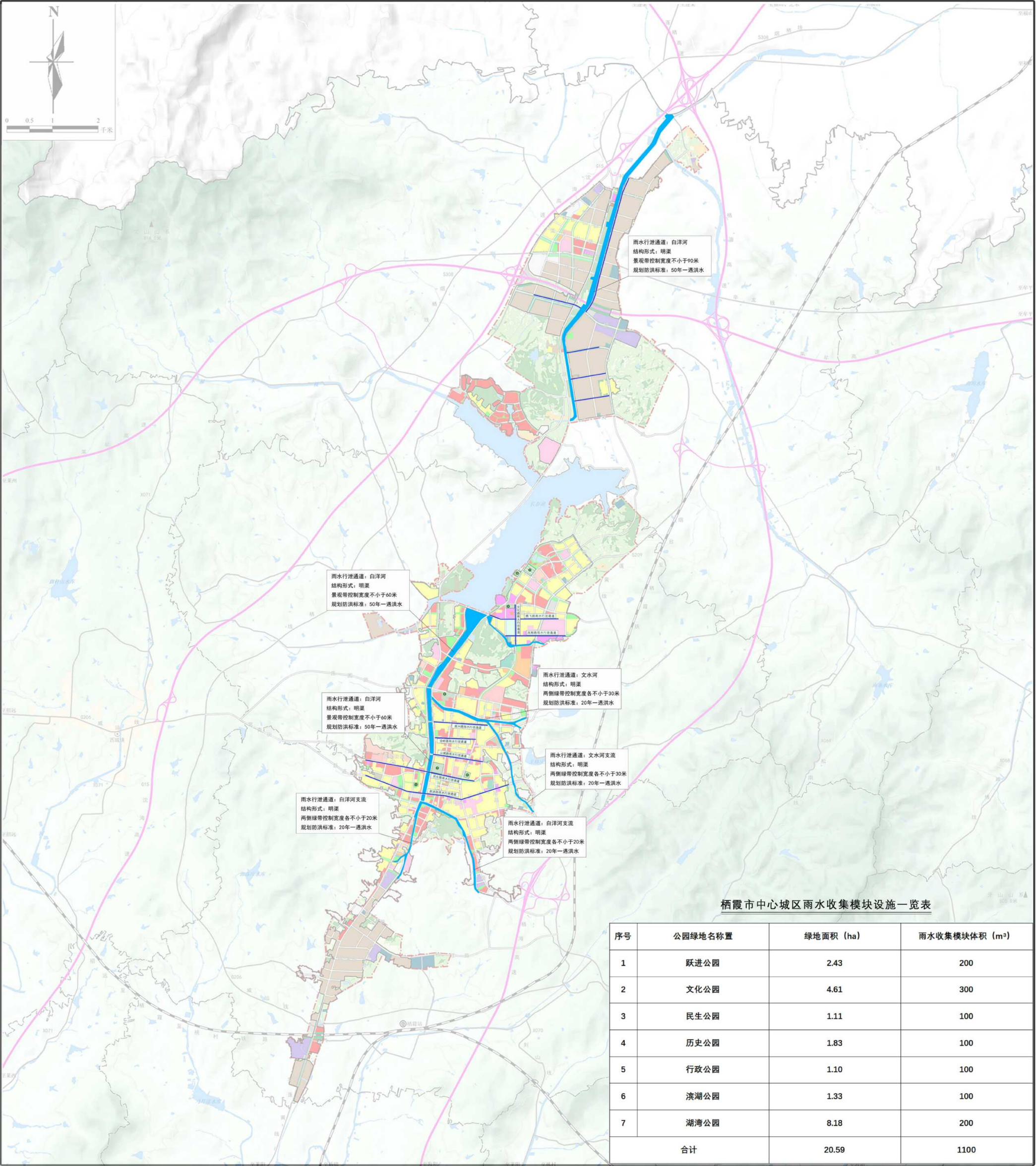
河流水系



河道清淤

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024-2035年）

中心城区防涝设施布局图



图例



道路边线



雨水收集模块



规划河道行泄通道



规划道路行泄通道

栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2024—2035年）

说明书

栖霞市综合行政执法局

山东建大城乡发展有限公司

二〇二五年五月

目 录

第一章 城市概况..... 1

1.1 编制背景1

1.2 城市概况1

1.3 经济社会概况3

1.4 与上位规划的衔接4

第二章 城市排水防涝现状与问题分析 7

2.1 城市水系7

2.2 城市雨水排水分区10

2.3 道路竖向10

2.4 历史内涝11

2.5 城市排水设施13

2.6 城市内涝防治设施16

2.7 城市内涝治理体系情况调查18

2.8 排水防涝现状存在的问题及成因分析19

第三章 城市排水能力及内涝风险评估21

3.1 降雨规律分析及下垫面解析21

3.2 城市现状排水防涝系统能力评估24

第四章 规划总论..... 32

4.1 规划依据32

4.2 规划原则32

4.3 规划指导思想33

4.4 规划范围33

4.5 规划期限和人口33

4.6 规划目标33

4.7 规划标准34

4.8 系统方案35

4.9 规划总体策略35

4.10 规划技术路线36

第五章 城市雨水径流控制与资源利用 37

5.1 海绵城市设想37

5.2 统筹有序建设海绵城市39

5.3 径流量控制41

5.4 初期雨水径流污染控制47

5.5 雨水资源化利用52

第六章 城市排水（雨水）管网系统规划 62

6.1 规划原则62

6.2 排水体制62

6.3 雨水排放出路62

6.4 雨水排水分区62

6.5 雨水管渠规划64

6.6 其他附属设施	65
第七章 城市防涝系统规划	69
7.1 规划原则	69
7.2 城市内涝分析及措施	69
7.3 积水点改造	71
7.4 平面与竖向控制	71
7.5 城市内河水系综合整治	73
7.6 城市防涝设施布局	75
7.7 城市雨水源头减排	77
7.8 与城市防洪衔接	80
第八章 建设规划	81
8.1 建设项目安排原则	81
8.2 建设项目安排	81
8.3 建设项目总投资	84
8.4 近期建设项目安排	84
8.5 远期建设项目安排	85
第九章 效益分析	86
9.1 经济效益	86
9.2 环境效益	86
9.3 社会效益	87
第十章 管理规划	88

10.1 管理目标	88
10.2 体制机制	88
10.3 信息化建设	88
10.4 日常管理	91
10.5 应急管理	91
第十一章 保障措施	99
11.1 加强规划指引	99
11.2 工程保障措施	99
11.3 资金筹措保障	99
11.4 组织措施	100
11.5 法规与政策保障	100
11.6 行政管理措施保障	101
11.7 其他	102

第一章 城市概况

1.1 编制背景

近年来，受全球气候变化影响，暴雨等极端天气频繁来袭，“水漫京城”“长沙观海”“武汉看瀑”“河南郑州 7·20”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。城市内涝不仅造成交通拥堵，影响市民出行，严重的还会给人民群众的生命财产造成巨大损失。然而受全球气候变化和城市“热岛效应”的影响，国内城市近年来极端天气事件明显增多，影响城市安全运行，对城市排洪防涝系统提出了严峻挑战。

面对我国频繁发生的城市洪涝灾害问题，2024 年 3 月 27 日，住房和城乡建设部办公厅下发建办城函〔2024〕106 号文—关于做好 2024 年城市排水防涝工作的通知。通知强调：各地要深入学习贯彻习近平总书记关于防汛救灾工作的重要指示批示精神，充分认识当前城市排水防涝工作的严峻形势，深刻总结经验教训，以“时时放心不下”的责任感、使命感，扎扎实实做好 2024 年城市排水防涝工作。

为全面开展城市内涝治理工作，合理进行栖霞市区排水防涝设施的规划布局，将传统的“防”与“排”的雨洪控制思路转变为“蓄”“滞”“渗”“净”“用”“排”等多种措施组合的城市排水理念，构建排水、防涝、防洪三个系统一体、协调的城市防洪防涝综合体系，确保城市各项设施的健康稳定发展，依据《中华人民共和国城乡规划法》、《中华人民共和国环境保护法》、《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）、《住房和城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城〔2013〕98 号）、《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》、栖霞市各相关规划及其他相关法规

条例，特制定本规划。

1.2 城市概况

1.2.1 区位条件

栖霞市地处胶东半岛中北部，地跨北纬 37°05′—37°32′，东经 120°33′~121°15′。市域东西最大横距 63.45 公里，南北最大纵距 57.75 公里，总面积 2044.5 平方公里。栖霞位于烟台市域的几何中心，东邻福山区、牟平区，西接招远市，南临莱阳市、海阳市，北连蓬莱市、龙口市，是烟台市唯一的内陆市。

栖霞城区位于市域中部，由庄园、翠屏两个办事处、松山的工业园区（开发区 C 区）组成。第七次全国人口普查户籍人口 504968 人，常住人口 435405 人，常住人口城镇化率 41.2%。

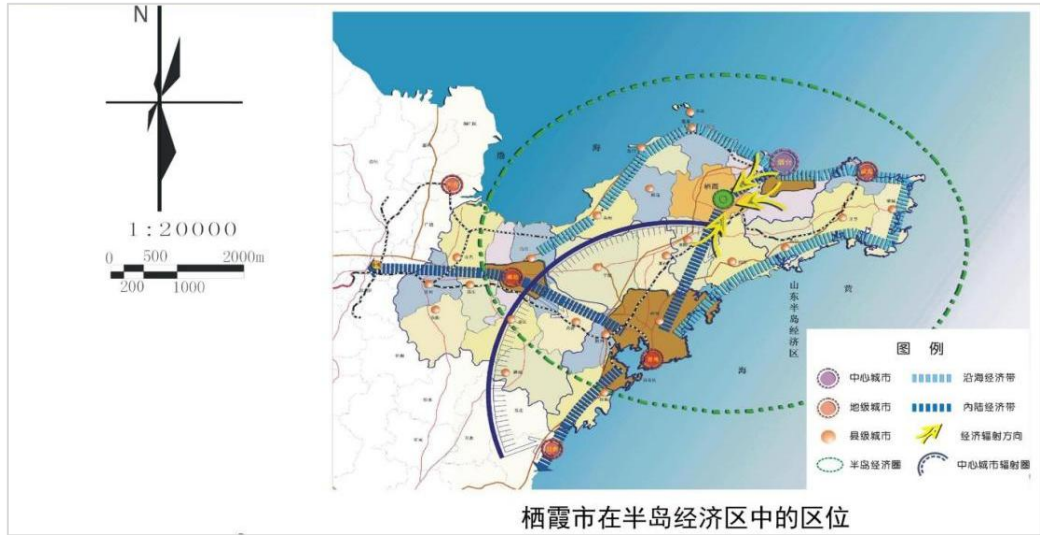


图 1-1 栖霞市区域位置示意图

1.2.2 自然地理

1.2.2.1 地形地貌

栖霞市地处山东半岛中部，是典型的低山丘陵区，区内群山起伏，丘陵连绵，境内大小山峰 2500 余座，素有“胶东屋脊”之称。境内地貌形态分为低山、丘陵、河谷平原三种类型。低山区主要由牙山和艾山山脉组成，海拔 300 米以上的低山区为 743.3 平方公里，占 36.84%；丘

陵区分布于低山区外围，呈北东—南西走向，主要由剥蚀低丘组成，沟宽谷阔，多呈“U”字形，丘底坡缓，起伏如波，海拔 100~300 米的丘陵区为 971.1 平方公里，占 48.13%；河谷平原主要由断陷盆地组成，地形平坦，海拔 100 米以下的平原区为 303.4 平方公里，占 15.03%，有“六山一水三分田”之说。

市境中东部与西北部为低山区。其地势特点是沟深谷狭，山峻坡陡，脉脉相连，多分布于唐家泊、庙后、桃村、亭口、蛇窝泊、松山、翠屏、苏家店等乡镇。

西部为典型丘陵区，其地势特点是沟宽谷阔，岗阜浑圆，丘低坡缓，起伏如波。丘陵间有小面积台地和丘谷平地，海拔高程在 100~200 米，主要分布于寺口、西城、杨础、观里等乡镇。

西南部为缓丘地带。地势特点是谷阔而浅，丘缓而平。海拔在 100~150 米。在官道镇形成东西两大洼地，丘陵地块大，阶差小，分布于官道、观里、杨础等乡镇及蛇窝泊的部分地域。

白洋河、清水河及清阳河等流域形成三大河谷冲积淤积平原区。白洋河平原区在市境北部。沿白洋河东西呈带状分布，地势平坦。面积为 67 平方公里，为市内最大的平原区，海拔为 40~60 米。蛇窝泊平原区在市境南部，由清水河上游两条主要支流冲积淤积而成，呈拐尺状分布，面积为 28 平方公里。平原区东西段地势较水平，南北段自河沿岸向东渐升起，呈现为倾斜平地，部分为阶地形势，海拔为 60~100 米。牙山前冲积倾斜平原区在市境东南部，由西南至东北带状分布于桃村镇东南部，地势由西向东渐趋低平，面积为 39 平方公里，海拔为 40~80 米。

1.2.2.2 工程地质

栖霞市区地质属三级构造单元，胶北隆起中部，太古界胶东群及下远古界粉子山群构成的四级构造单元栖霞复背斜。城区地质情况良好，地基承载力在 3 公斤/cm² 以上。城区主要是风化裂隙潜水含水层，风化度 10~40 米，地下埋深 5 米左右。

通过城区断层走向由西向东，主要有郭落庄断裂、杨础断裂。根据历史地震资料和现代地震资料的分析研究，并按国标 GB18306-2001《中国地震动参数区划图》，栖霞市区位于地震设

防烈度小于 7 度区。

栖霞市在地质构造上大部分地区处于鲁东隆起区之胶北隆起中部，该隆起自元古代形成以来，一直处于上升剥蚀环境中。在中生代构造运动中发生差异运动，胶北隆起继续上升，而市境南缘蛇窝泊及东缘桃村一带则发生凹陷，归属胶莱凹陷的边缘。故地层广泛出露太古界—元古界变质岩系，中生代侏罗系及白垩系地层则出露于东部及南部。市域的西北、东南边缘地带还分布有印支期及燕山期的中酸性、酸性岩浆岩。在区域构造上市境位于栖霞腹背斜核部，该构造占据了市境的 80% 面积。区内断裂构造发育，占主导地位的是北东向的新华夏系断裂构造体系。

第四系孔隙潜水含水层市域主要有河谷冲积平原潜水含水层和山涧谷地潜水含水层。河谷冲积平原潜水含水层其岩性上部为亚砂、亚粘土，下部为细砂、中粗砂夹杂少量卵石。含水层主要为中粗砂，砂层厚度为 4~6 米，地下水埋深 1~1.25 米，水位变化幅度 0.9 米，水质较好，为工农业用水较佳的地下水源。该含水层主要分布于清水河两岸的蛇窝泊一带及清阳河沿岸的桃村一带。山涧谷地潜水含水层其岩性为中粗砂夹砾石，厚度为 2~4 米，地下水埋深 1~2 米，水位变化幅度 1 米左右。为市域农业用水的主要地下水源。该含水层在栖霞市内分布广泛，以各大河流支流上游两侧地域为主。

构造裂隙潜水——承压含水层分石灰岩、大理岩构造裂隙承压水和变质岩、花岗岩构造裂隙潜水——承压水含水层两种类型。石灰岩、大理岩构造裂隙承压水含水层其岩性为破裂的石灰岩和大理岩组成，局部有溶洞出现。地下水埋深 10~30 米，浅部无水，中部水量丰富，断裂富水构造水量丰富，属承压水类型。主要分布于庙后、桃村北部一带的石灰岩、大理岩地区。变质岩、花岗岩构造裂隙潜水——承压水含水层包括构造裂隙含水层和构造裂隙承压水含水层两类。前者呈扇形展布的主要是岩脉富水构造，富水量与岩脉的岩性、地貌地形有关；后者呈条带状展布的主要是断裂富水构造，富水量与岩脉的岩性、地貌地形有关；后者呈条带状展布

的主要是断裂富水构造，富水量与构造性质及岩性有关。地下水埋深 5～10 米，浅部水量丰富。主要分布于胶东群的变质岩系和不同时期侵入的花岗岩类地区。

1.2.2.3 土壤

栖霞市特定的自然环境和气候条件，形成以棕壤土类为主以及褐土、潮土等共 3 个土类。棕壤是显碱性土壤，按土体发育程度及潜水影响，市内分布为棕壤性土（Aa）、典型棕壤（Ac）、白浆化棕壤（Af）、潮棕壤（Ae）4 个亚类，可利用面积 246.54 万亩，占总可利用面积的 88.6%。市内褐土土类分为褐土性土（Ba）和褐土（Bd）两个亚类，可利用面积 7.59 万亩，占可利用面积的 2.7%。潮土是隐域性土壤，市内只有潮土（Cb）一个亚类，可利用面积 24.27 万亩，占总可利用面积 8.7%。

市域土壤分布地域性特征突出，土壤随地形地貌变化而呈现出有规律的分布。垂直分布较简单，高处为棕壤性土，中下部为典型棕壤，最低处为潮棕壤和河潮土；水平分布较复杂，各土壤类型相间交错，分布零碎。

1.2.2.4 水文地质

栖霞虽为山丘区，但有极少部分河谷平原。地下水运动由山丘区向河谷平原运移。其埋深、动态变化及运动规律受地形、地貌、构造、岩性的控制。地下水的流向与地形坡度及河流的流向基本一致。地下水以大气降水补给，以开采、排泄消耗。按含水层成因可分三类：孔隙水、裂隙水、岩溶水。

1. 孔隙水

埋藏在第四系松散沉积物的空隙中，分布在河谷冲积层之中。其基本特征是分布均匀、连续、呈层状，有统一地下水位，水力联系好。水温 13℃~18℃，水位埋深 2～4 米。含水层由中、粗砂及砾石组成，从上至下其厚度递增，厚度 2～4 米，主要依靠大气降水及侧向补给。

2. 裂隙水

主要分布在栖霞中部十几个乡镇，埋藏在古老变质岩和岩浆岩的风化裂隙与构造裂隙之中。风化裂隙水的基本特征：一是裂隙密难以形成统一的地下水位，水力联系差，具有潜水自由水面，有山多高水多的特点；二是浅部循环；三是短途排泄以基流形式补给河水；四是雨季水量大，旱季水量小，随季节变化，受地形地貌影响明显，水位埋深 1～3 米。

构造裂隙水的基本特征：一是由于构造影响，裂隙发育，形成统一地下水位，水力联系好，具有承压水水面；二是浅、深部垂直和水平循环；三是以泉的形式排泄，水位、水量稳定，受地形地貌及季节影响较小，主要受构造的力学性质、岩性及汇水面积影响；四是张扭性断裂，脆性岩石，汇水面积大，水量大；反之，则小。水位埋深 5～20 米。

3. 岩溶水

分布在松山乡、中桥乡南部和大庄头乡、庙后乡北半部，埋藏在石灰岩和大理岩裂隙及溶洞之中。岩溶水的基本特征：一是水位埋深大，一般 10～30 米，水位变幅小为 5 米左右，具有统一的地下水位，有承压水位；二是水量大且稳定，气候影响小；三是深部循环，循环带一般为 50～120 米；四是岩溶水的富水性主要取决于构造力学性质，水量大小主要取决于岩性及岩溶发育程度。

1.3 经济社会概况

2022 年栖霞市生产总值（GDP）为 291.81 亿元，按可比价格计算，同比增长 4.0%。其中：第一产业实现增加值 63.73 亿元，同比增长 5.6%；第二产业实现增加值 64.45 亿元，同比增长 4.9%；第三产业实现增加值 163.64 亿元，同比增长 3.0%。三次产业占 GDP 的比重分别为 21.84%、22.08%和 56.08%。人均生产总值 67744 元，同比增长 4.7%。

年末总人口 42.90 万人，人口出生率为 3.42‰，人口死亡率 16.51‰，人口自然增长率-13.09‰。全年全体居民人均可支配收入为 28543 元，增长 5.6%，全体居民人均消费性支出 18465 元，减

少 0.3%。全年城镇居民人均可支配收入 40160 元，增长 4.1%。城镇居民人均消费性支出 25465 元，减少 2.9%。

农民收入稳步增长，生活水平不断提高。农民人均可支配收入 21392 元，增长 7.5%。农民人均生活消费支出 14155 元，增长 3.0%。

全年参加城镇职工基本养老保险 4.23 万人，城乡居民养老保险人数 10.19 万人。参加基本医疗保险 39.2 万人。参加失业保险人数 2.61 万人，参加工伤保险人数 2.98 万人；城镇登记失业人员 450 人。在岗职工平均工资 88189 元，增长 8.13%。

1.4 与上位规划的衔接

1.4.1 《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》

1. 城市性质

国家级重点生态功能区，烟台中部山区的重要节点城市，具有浓郁胶东山水文化特色的魅力山城和休闲旅游城市。

2. 城市职能

构建“两屏一心，双核六区”的国土空间总体格局。

“两屏”指牙山、艾山两大生态安全屏障，是鲁东低山丘陵区 and 烟台市域中部生态绿心的重要支撑。

“一心”指长春湖城市生态绿心。

“双核”指栖霞市中心城区和副中心城镇桃村镇，是带动引领全域发展的引擎。培育栖霞市中心城区与烟台市中心城区一体化发展区。推动桃村镇转型发展，全面融入区域发展格局。

“六区”指依据自然地理形成的小流域单元，划分 6 个特色农业区，分别为白洋河流域都市农业区、山东河一庙后河流域特色林果农业区、黄水河流域特色林果农业区、外夹河流域综

合农业区、漩河流域综合农业区、清水河—杨础河流域苹果特色农业功能区。按照流域单元特征明确农业发展和生态建设重点。

3. 城市总体布局

强化鲁东低山丘陵生态屏障作用，确保烟台“生态绿心”安全稳固，构建“两屏一心三廊，山林为基，水系为脉”的生态保护格局。

“两屏”指牙山、艾山两大生态安全屏障。进一步落实鲁东低山丘陵生态屏障和烟台生态绿心的要求，发挥该区域在水源涵养、调节局部气候、维持生物多样性方面的作用。

“一心”：长春湖城市生态绿心；“三廊”：牙山—艾山生态廊道、艾山—龙门口水库生态廊道、牙山—老寨山生态廊道。

“山林为基”：以山地丘陵林田景观为基，奠定全域生态本底；“水系为脉”：以白洋河、黄水河、清水河、杨础河、漩河、外夹河等多条水系为次要生态廊道。

4. 雨水工程规划

中心城区雨水管渠设计重现期为 2—3 年，其中党政军行政办公区、繁华商业区、不耐水浸泡的重点文物保护单位、重要基础设施等重要地区的雨水管渠设计重现期为 3—5 年。

中心城区地下通道和下沉式广场等雨水管渠设计重现期 10—20 年。

全面推进海绵城市建设，贯彻低影响开发理念，至 2035 年，中心城区降雨就地消纳率不低于 75%。

5. 防洪排涝规划

（1）行泄通道

规划以白洋河为主要行洪通道，加大行洪通道保护力度，保持河道畅通，充分发挥河道行洪功能，加强防洪堤防护岸等防洪工程建设，确保防洪安全。

（2）城市雨洪水蓄滞体

规划以长春湖及长春湖北侧滞洪区、白洋河作为中心城区雨洪水蓄滞体，做好防洪与排涝设施的统筹，有序实施雨洪调蓄利用工程建设，构建韧性防洪排涝系统。

（3）防洪堤规划

规划沿长春湖、白洋河河道两侧设置防洪堤，按照所确定的防洪标准进行建设，防洪堤长度约 64.5 公里。

（4）防洪排涝措施

中心城区防洪堤线两边预留不低于 50 米范围，作为防洪缓冲带，缓冲带内禁止建设永久性建筑物。

加强气象和洪水预报，建立防汛、报讯网络和警报系统。结合工程措施，安全渡汛，将洪水损失减至最小。

采用多种排水渠道，合理设定道路淹水高度，充分利用道路排水。

1.4.2 《栖霞市全域生态水系规划（2021--2035 年）》

1. 规划目标

立足栖霞市现状以及自然水系、水利工程基础，深入贯彻生态文明理念，坚持系统治理和综合施策，把握主要“水”矛盾，解决新老水问题，真正做到让绿水青山变成金山银山，助力栖霞市高质量发展。

到 2025 年，全域水系规划建设取得初步成效，水系网络进一步完善，水资源节约集约安全利用水平不断提高，水资源优化配置能力明显提升，水旱灾害防御能力显著增强，水生态环境持续改善，水网智慧化水平有效提高，水安全保障能力明显提升。

——防洪减灾。重要河湖防洪减灾体系进一步完善，重点防洪保护区、重要河段达到规划确定的防洪标准，重点城市和重点涝区防洪排涝能力明显提升，水旱灾害风险防范化解能力进一步增强。现有病险水库安全隐患全面消除，山洪灾害防御能力大幅增强。

——水生态保护。地下水位有所回升，地下水生态环境得到改善；重点地区水土流失得到有效治理，水土保持率达到 73%以上；重要河湖生态流量（水量）管理措施全面落实，基本生态流量（水量）达标率达到 90%以上，国控地表水考核断面达到或好于Ⅲ类水体比例达到 100%，重点河湖水生态环境明显改善。

——循环通畅。与上级水网实现互联互通，河湖水系水流连通性明显提高，骨干河道及中小河流水流畅通，泄洪、排水、输水和循环利用能力增强。

——调控有序。水资源调配能力进一步增强，全省水网骨干工程联合调度、丰枯调剂，有序调蓄河道径流，保障生活、生产、生态用水，发挥综合效益。

2. 防洪工程总体布局

本次规划立足栖霞市水系防洪现状，按照“洪涝兼顾、点一线一面相结合”的思路，梳理、优化栖霞市水系结构。点：完善配套防洪体系；线：明确河道治理工程；面：提升市域水利监管体系。

从点一线一面三个方面着手，通过“畅排、智控”等多种措施，构建栖霞市安全高效、措施协调的防洪体系。

畅排——通过实施河道防洪治理工程，切实提高河道防洪能力，减轻洪水灾害损失。

智控——通过现代化的信息采集、处理技术和通讯手段构建栖霞市防汛指挥调度系统，完善灾情预警预报系统，为防汛决策提供现代化的科学手段。

3. 防洪工程措施

（1）河道治理工程

在满足防洪、排涝等基本功能的前提下，充分考虑生态需求，贯彻生态理念，治理内容包括河道清淤疏浚、堤防和护岸工程、配套建筑物等。结合十四五规划重点水利基础设施建设项目安排，本次防洪规划治理河道主要为 54 条镇级以上河道，总长度为 626.62km。其余村级河

道以生态治理为主，主要措施为清淤疏浚和岸坡规整，在保障行洪安全的前提下，最大程度保留河道原生状态。

（2）水库工程

规划期内将对排查出的病险小水库逐步实施除险加固，同时对存在安全隐患的 360 座塘坝进行除险加固。保证人民生命财产安全。

（3）桥梁工程

本次在设计洪水分析的基础上，通过对已有桥梁的过流能力进行复核，并通过对桥梁安全性的调查，共需拆除重建板桥 68 座；需拆除 213 座阻洪的漫水桥，改造为板桥；另根据居民出行需求在必要位置规划新建板桥 56 座。

第二章 城市排水防涝现状与问题分析

2.1 城市水系

全市有大小河谷 3653 条，河流 114 条。主要有南下的清水河、杨础河、漩河及北去的白洋河、清阳河、黄水河等六大河系。境内河流属季风雨源型河流，水流量受降雨量影响。径流皆属山溪性，源高流急，速涨速退。夏季汛期常致山洪暴发成灾；冬春两季往往河涸流断。河流泥沙量大，汛期尤甚。洪水暴涨时，河水裹泥沙量可达 0.25~2.45 公斤/立方米，易导致库塘淤塞。

2.1.1 河流水系

栖霞市城区河道主要包括白洋河腾飞路上游干流段及该区段的各支流，各河流的水文资料如下：

1. 白洋河

白洋河是栖霞市的母亲河，又名清洋河，是栖霞境内最大的河流，发源于栖霞市城南大灵山，干流流经栖霞市城区的翠屏街道、庄园街道、松山街道，出境后，流经烟台市福山区的臧家庄镇、高疃镇、门楼水库、门楼镇，在福山城区入大沽夹河。流域面积 1170km²，流域内地形为南高北低，河谷多呈较宽阔的“U”字型，由冲积、冲洪积松散层形成堆河谷阶地，主要微地貌类型分为主河床及两侧的漫滩、阶地。主河床宽度一般 50~100m 左右，河道长 75km，河道干流长度 25km，干流比降 0.12‰。

白洋河属雨源型季节性间歇河流，河道比降大，源断流急，洪水的涨落急剧，在境内滞留时间短。一般年份，春季河道干涸，造成干旱，汛期水流湍急，冲刷严重，易给两岸农业生产和人民生命财产造成危害。白洋河（老城区段）已进行了整修，防洪标准达到 50 年一遇。

长春湖以上白洋河河道长 10.4km，流域面积 60.85km²。白洋河干流发源于栖霞市翠屏街道

大灵山村，在福山区只楚街道芝水村流入黄海。长春湖以上白洋河流经翠屏街道的大灵山、业家埠、老龙湾、南石岔、东南店、店西村、大雾滋芥、小雾滋芥等村。

（1）白洋河支流 1 河道长 3.7km，流域面积 5.33km²，发源于庄园街道的草芥村东部，向西流经草芥村、草庵村、栾家芥社区，在小卧龙村西汇入白洋河。

（2）白洋河支流 2（文水河）河道长 7.6km，流域面积 21.47km²，发源于庄园街道后芥村东北的草芥山南部，该河流向西先后有上宋家支流和主格庄支流汇入。上宋家支流起源于庄园街道的上宋家村东南，向西流经牟家、陈家，在王格庄村南汇入白洋河支流 2；主格庄支流起源于庄园街道的大流口村南，流经小流口、主格庄，在王格庄村西汇入白洋河支流 2。白洋河支流 2 由此经过庄园街道的邢家疃、古镇都，在古镇都村西汇入白洋河。

（3）白洋河支流 3（翠屏河）河道长 5.8km，流域面积 12.59km²，发源于栖霞市城南小灵山水库，河道向西流经翠屏街道的大灵山、业家埠、老龙湾、南石岔、东南店、店西村等村，在翠屏桥汇入白洋河干流。

（4）白洋河支流 4 河道长 9.3km，流域面积 8.41km²，发源于栖霞市城西南宋家村北部，河道向北流经翠屏街道的南七里庄村、五里后村、石家庄村、南林家庄村、南三里店村、南二里店村等村，在翠屏桥汇入白洋河干流。

（5）白洋河支流 5 河道长 3.5km，流域面积 6.98km²，发源于栖霞市城西双马石山东部，河道向东流经翠屏街道的大霞址、西三里店、西二里店、林家亭、枣行村等村，在枣行村东汇入白洋河干流。

2. 清水河

发源于牙山之阴，弯转西行，于刁崖后折南，经唐家泊南下，穿过钓鱼台峡谷天然石坝，形成急流瀑布。向南河床渐宽入蛇窝泊，在其西南与源于杨础的沙峨河等四条支流汇成一流，

南入莱阳境，与漩河、杨础河等汇成五龙河，注入南黄海，栖霞境内全长 40.5 公里，流域面积 353.95 平方公里，河沿岸在连家庄、蛇窝泊地域形成河谷冲积平原。

3. 漩河

原称观里河，主要发源地有三：一源出自寺口北境之山口一黄山岭，顺势南下，经寺口转邰家，东南行至龙门口水库，与缴沟河支流合流；一源出自雷山之阳与左家北乔北山，二流弯曲南下，在任留村交汇南行，入龙门口水库，与寺口支流合流。

4. 杨础河

杨础河的两条支流刘家河和榆林庄河在岔河村汇合流入。刘家河发源于栖霞市翠屏街道饽饽顶，全长 12.4km，流域面积 38.7km²，先后流经刘家河村、大、小河北村、汇入杨础河。榆林庄河发源于栖霞市翠屏街道郭落庄水库，全长 10km，流域面积 26.8km²，先后流经郭落庄村、榆林庄村汇入杨础河。

表 2-1 栖霞市主要河流概况汇总表

河流名称	境内长度 (公里)	发源地	流经及流归
白洋河	45.9	发源翠屏大灵山及郭落山	流经市区、松山、臧家庄，东入福山区内夹河
清水河	40.5	发源于牙山之阴	流经唐家泊、蛇窝泊，南入莱阳市五龙河
清阳河	35	二源：牙山之阳； 栖霞与海阳县界之榆山东麓	流经海阳之取水，牟平之埠西头，栖霞之桃村，北入福山外夹河
漩河	34.5	三源：一是寺口北境黄山岭； 二是任留北雷山之阳；三是小庄北之上岬北沟	三支流汇于龙门口水库，流经官道与观里交界地，南入莱阳市五龙河
黄水河	24	二源：一是寺口西境十字坡； 一是苏家店南境狼当顶	二支流交于苏家店百吉庄，北入龙口市王屋水库

山东河	22	二源：亭口镇林家庄西大天； 亭口镇南佛家西老庙顶	流经亭口、臧家庄，北入白洋河
庙后河	17	二源：庙后镇回龙乔村南老庙顶； 庙后镇黑乔村南赵树顶	流经庙后在福山区内入内夹河
大庄头河	13	二源：桃村镇唐家沟南虎鹿顶； 桃村镇上崖头村西小天	流经桃村，北入福山门楼水库
枣林河	12	源于亭口镇车乔南之攻险顶	流经亭口、臧家庄，北入白洋河
豹山河	13	二源：一是松山镇盘子涧南之梭之大顶； 一是客落邹家南雨顶	流经松山镇，北入白洋河
大楚流河	15	三源：一源牙山之东；二源牙山之阴； 三源清香崮	三支流汇入桃村镇卧龙，流经大楚留、楚留店，东入清阳河
桃村河	14	发源于牙山之阳	流经桃村镇营盘、接官亭、方格庄，东入清阳河
大柳家河	18	发源于蛇窝泊镇安子乔北之老庙顶	流经蛇窝泊镇道西、榆林、大柳家，在荷叶村南入清水河
唐山河	21	发源于翠屏上曲家北梭子大顶	流经翠屏栗林、黄燕底，蛇窝泊唐山头、朱留、前泥都，南入清水河
杨础河	26	二源：翠屏慕家庄北之郭落山； 翠屏北之饽饽顶	二流汇合于杨础镇东柳村东，经杨础镇杨家圈，南入清水河

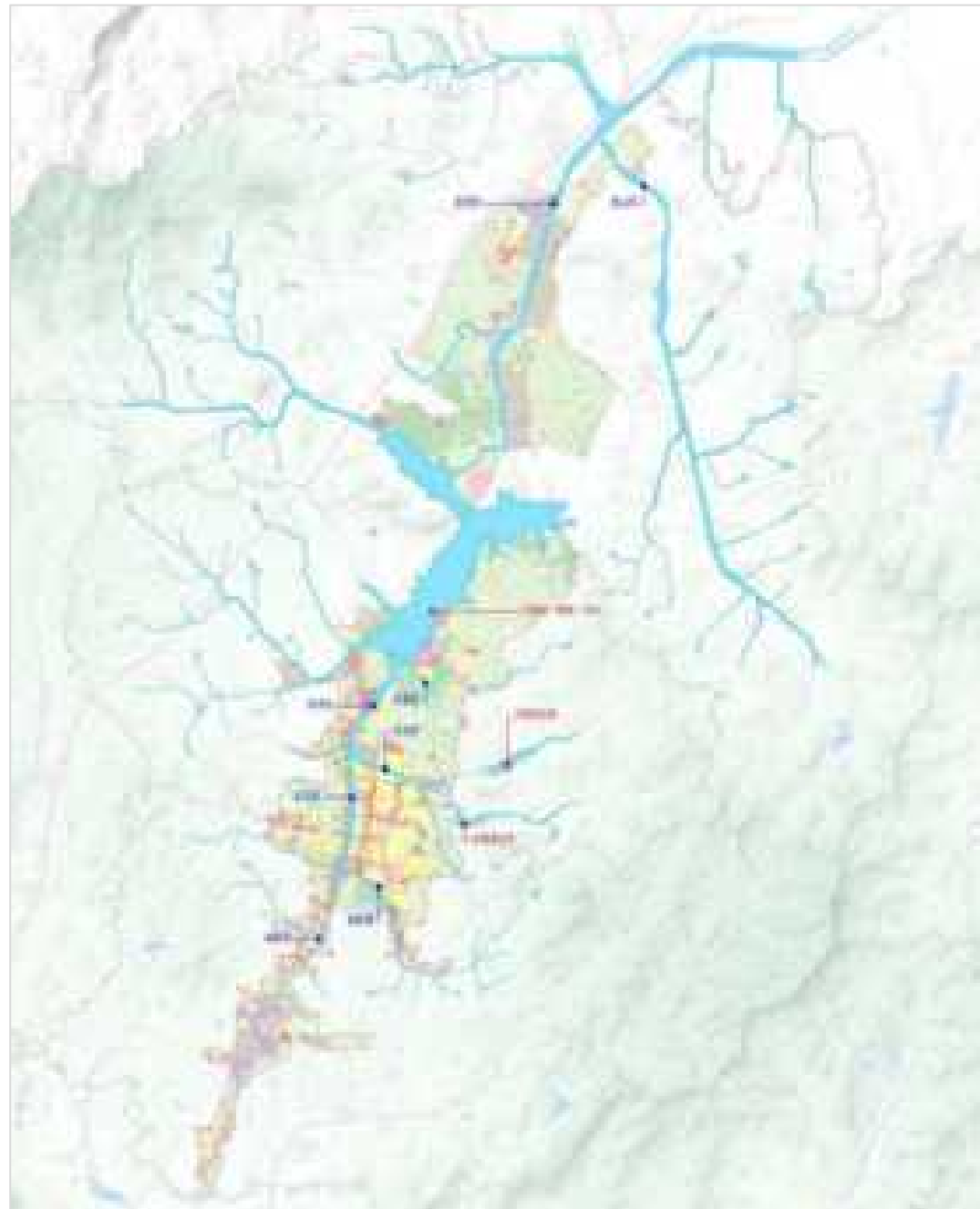


图 2-1 栖霞市水系分布图

2.1.2 水库、湖泊

现状对中心城区防洪有影响的水库主要有三座，分别是长春湖、王格庄水库和主格庄水库。

长春湖（庵里水库）是栖霞市主要水源地之一，位于栖霞市松山街道办事处庵里村南，大沽夹河流域。庵里水库控制流域面积为 150km^2 ，工程规模为中型，工程等别为Ⅲ等，大坝、溢

洪道、放水洞等主要建筑物级别为 3 级，次要建筑物为 4 级。除险加固初步设计批复防洪标准采用 100 年一遇洪水设计，2000 年一遇洪水校核。起调水位 114.94m ，设计洪水位 118.82m ，设计入库洪峰流量 $1474.5\text{m}^3/\text{s}$ ，最大下泄流量 $502.6\text{m}^3/\text{s}$ ；校核洪水位 120.36m ，校核入库洪峰流量 $2220.3\text{m}^3/\text{s}$ ，最大下泄流量 $881.8\text{m}^3/\text{s}$ ，水库总库容 7603万 m^3 ；调洪库容约 3533万 m^3 。兴利水位 114.94m ，兴利库容 3810万 m^3 。

除险加固后，水库已达到 100 年一遇防洪标准，为下游河道安全和烟台门楼水库防洪安全提供了一定的保障。

水库控制流域面积 150km^2 ，目前总调水量 $8\text{万 m}^3/\text{d}$ ，其中 $6\text{万 m}^3/\text{d}$ 向烟台开发区供水， $2\text{万 m}^3/\text{d}$ 是考虑生态补水，是一座防洪、城市供水、农业灌溉等综合运用的多年调节中型水库，总库容 7603万 m^3 ，兴利库容 3810万 m^3 ，死库容 260万 m^3 。

城区东部有 2 座小型水库，北侧为王格庄水库，南侧为主格庄水库。王格庄水库流域面积 6.2km^2 ，最大下泄流量 $172.30\text{m}^3/\text{s}$ ，50 年一遇洪水的最高水位为 172.22米 ，兴利库容 113.60万 m^3 。主格庄水库流域面积 7.0km^2 ，最大下泄流量 $203.24\text{m}^3/\text{s}$ ，50 年一遇洪水的最高水位为 174.42米 ，兴利库容 55.40万 m^3 。



图 2-2 长春湖水库现状图

2.2 城市雨水排水分区

栖霞市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。区内排水干管暗渠纵横交错连接，管网呈现环网结构体系，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升高，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。

栖霞城区根据地块处于白洋河水体的位置不同分为 I—V 排水分区。

I 区雨水系统是指直接排入白洋河的管道出口或先排入各现状沟道后，再排入白洋河的雨水管道系统，其流域范围包括白洋河以西、庄园路以南、文三公路以西，翠屏路—文化路—向阳路以北区域。

II 区雨水系统是指直接排入白洋河的管道出口或先排入各现状沟道后，再排入白洋河的雨水管道系统。

III 区雨水系统是指直接排入白洋河的管道出口或先排入各现状沟道后，再排入白洋河的雨水管道系统，其流域范围包括湖山路以北、盛世路以东、以南、文三公路以西区域。

IV 区雨水系统是指直接排入白洋河的管道出口或先排入各现状沟道后，再排入白洋河的雨水管道系统，其流域范围包括沈海高速以东、松一路以北、S802 以南、S209 以西区域。

V 区雨水系统是指直接排入白洋河的管道出口或先排入各现状沟道后，再排入白洋河的雨水管道系统，其流域范围包括白洋河以东、园南十二路以北、园北十路以西、以南区域。



图 2-3 栖霞市雨水系统分区图

2.3 道路竖向

城市道路划分为主干路、次干路和支路 3 类。至 2035 年，中心城区主干路网密度达到 2.71 千米/平方千米，城市道路网密度不低于 8 千米/平方千米。

规划“五纵十一横”的主干路体系，形成“带型方格网”道路骨架，逐步加密城市道路网，有效加强中心城区内各组团之间的可达性。城市次干路和支路系统重点保障步行、非机动车和城市街道活动的空间，避免引入大量通过性交通。

栖霞城区由老城片区、新城区和松山片区两部分组成，其中老城区基本上为现状道路，新城区和松山片区除部分道路已修建完成外其余均为规划道路。

老城区：庄园路、振兴路、金岭路、锦绣路、山城路、向阳路、民生路、涌泉路、跃进路、翠屏路、文化路、霞光路、商业街构成了老城区的现状道路路网骨架；在整个道路路网中，白洋河西侧跃进路、民生路道路整体走向为西高东低；白洋河东侧东西方向道路整体走向为东高

西低；南北向道路整体走向为南高北低。老城区最低处位于霞光路至商业街之间振兴路段，道路竖向标高为 128.28m—129.220m。

松山产业园区：园南一路—园南十二路、园北一路—园北十路、松一路—松七路构成了松山片区的整个道路路网结构。松山片区白洋河西侧整个道路走势为西高东低，南高北低；白洋河东侧整个道路走势为东高西低，南高北低。

新城区：依据区内已建成的盛世路—环湖路、仙霞路、腾飞路、迎祥路等道路构成了新城区的主干路路网结构。盛世路—环湖路、迎祥路整体走势北高南低；腾飞路整体走势东高西低；凤翔路整体走势东西高，中间低。道路竖向标高为 121.10m—178.10m。

2.4 历史内涝

2.4.1 城区积水风险点分布

根据现场调研及资料对接，栖霞市中心城区整体地势为南高北低、东西两边高中间低，自然坡降大都在 10%以上，地势条件有利于排水。但仍有个别点位处于地势凹点或坡度较小存在积水风险。

1. 栖霞市跃进路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小，不利于排水，且道路中间位置位于道路凹点处，易积水。



图 2-4 跃进路（栖霞百合大楼前）

2. 栖霞市涌泉路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小，不利于排水，商业街东侧位于道路凹点处，易积水。

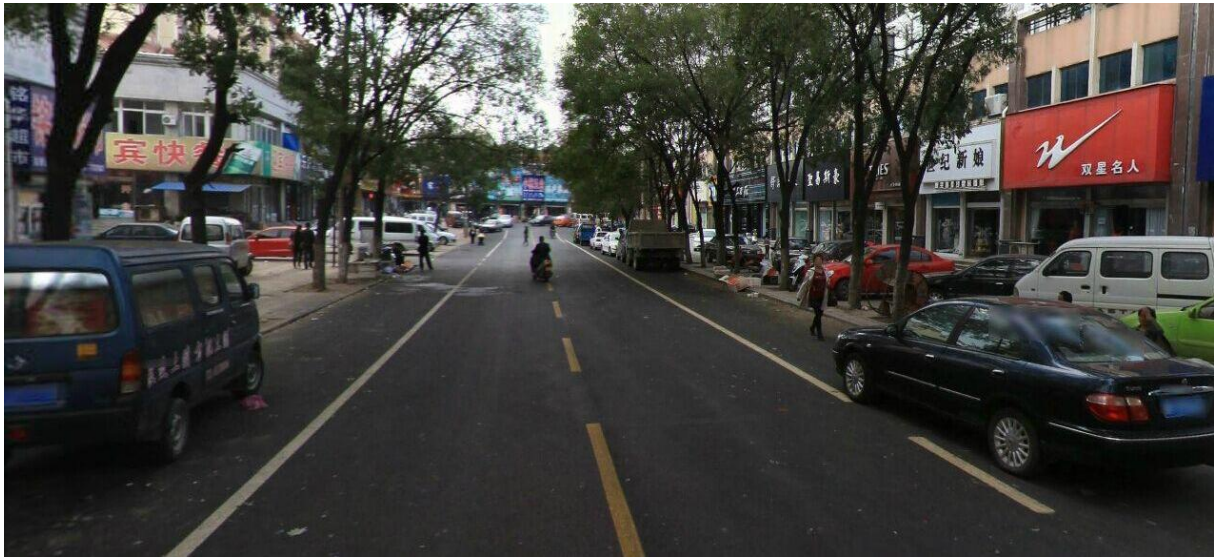


图 2-5 涌泉路（商业街东侧）

3. 栖霞市民生路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小，不利于排水，且该处存在道路凹点，易积水。



图 2-6 民生路（文化广场南侧）

4. 栖霞市山城路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小，不利于排水。



图 2-7 山城路（霞光路—商业街）

5. 栖霞市金岭路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小，不利于排水。



图 2-8 金岭路（霞光路—商业街）

6. 栖霞市振兴路（霞光路—商业街）道路东西纵坡较小（ ≤ 0.003 ），不利于排水。

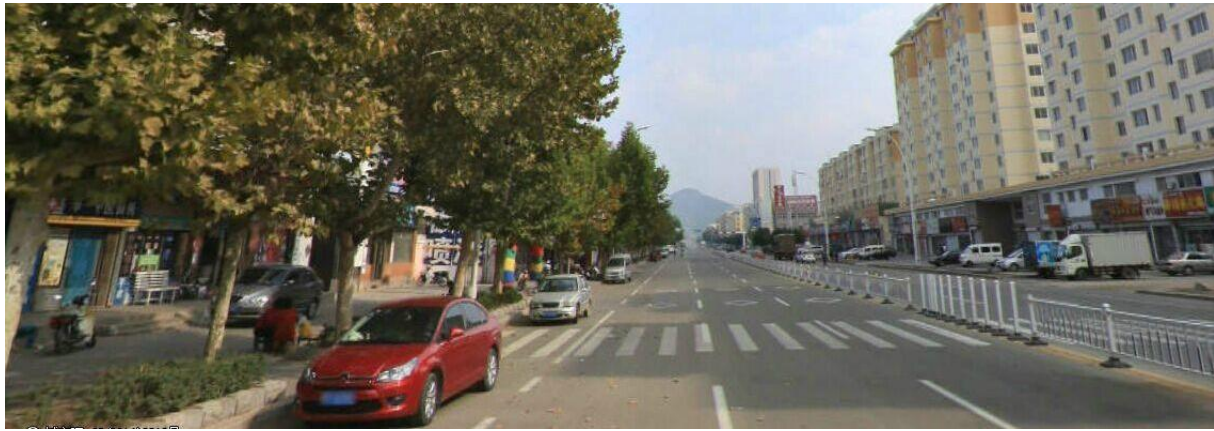


图 2-9 振兴路（霞光路—商业街）

7. 栖霞市霞光路（翠屏路—庄园路）道路南北纵坡较小，不利于排水。



图 2-10 涌泉路与霞光路交叉口产生积水



图 2-11 振兴路与霞光路交叉口产生积水



图 2-12 山城路（霞光路以东）

2.5 城市排水设施

2.5.1 排水体制

目前栖霞市中心城区的合流管道已经完成了雨污分流整改，城区道路排水已实现雨、污分流。

排水管渠已基本覆盖整个建成区。除局部地段外，基本能满足非汛期及汛期非暴雨时段雨污水收集、处理和排放的要求。

2.5.2 排水管渠

栖霞市老城区现状污水管网由以下几部分组成：滨河路污水主管：沿滨河路铺设，南起翠屏路，北至污水处理厂，沿线管径有 D800—D1000mm。

204 国道污水主管：沿 204 国道铺设，南起跃进路，北至污水处理厂，沿线管径有 D500—D800mm。

污水支管：各支管沿东西方向分别接入两根污水干管，管径有 D300—D600mm。

松山产业园的现状污水管网主要分布于白洋河东侧，由东向西汇入嵩山路污水干管，管径有 D300—D400mm。

表 2-2 栖霞市城区现状污水管道汇总表

序号	管线位置	管径	长度（米）	检查井规格	座数
1	栖霞市广场西路北段污水管网	DN600 砼	257.20	ø1000 砖砌井	8
		DN400HDPE	22.00		
2	庄园路北（霞光路－奇石馆东道） 污水管网	DN400HDPE	127.10	ø1000 砖砌井	4
3	栖霞市观湖路污水管网	DN500HDPE	181.80	ø1000 砖砌井	15
		DN400HDPE	222.60		
4	栖霞市丹霞路污水管网	DN400HDPE	1086.30	ø700 砖砌井	4
				ø1000 砖砌井	32
		DN800 砼	54.70	ø1250 砖砌井	1
5	白洋河污水管网（3428）	DN300HDPE	2261.40	ø700 钢筋砼井	264
		DN500 砼	17.00	方井	275
		DN110PVC	1150.10	2#化粪池	16
6	翠屏河污水管网（2596）	DN300HDPE	6.20	ø700 砖砌井	19
		DN300 砼	245.00	ø1000 钢筋砼井	54
		DN400 砼	584.10	砖砌异形井	13
		DN500 砼	935.60	ø1250 钢筋砼井	24
		DN600 砼	825.00	1#化粪池	7
7	主格庄至文水河污水管网（370）	DN300 砼	9.30	ø1000 钢筋砼井	20
		DN400 砼	13.90		
		DN400HDPE	8.60	ø700 砖砌井	2
		DN500 砼	338.60		
8	枣行河污水管网（513）	DN300HDPE	350.80	ø700 砖砌井	1
		DN500 砼	162.10	ø1000 钢筋砼井	15
9	民生路（迎宾路－中医院西加油站） 污水管网	DN400HDPE	847.80	ø1000 砖砌井	39
		DN500HDPE	525.10		
10	万家东道路污水管网	DN400HDPE	590.70	ø700 砖砌井	46
		DN200HDPE	6.60		
		PVC110	187.00		

		PVC200	23.40		
11	枣行小区污水管网	DN300HDPE	60.20	ø1000 砖砌井	20
		DN500HDPE	227.40	ø1250 砖砌井	4
		PE300	2.80		
12	奇石博物馆东道路污水管网	DN600 砼	253.70	ø1000 砖砌井	8
13	实验中学北门污水管网	DN500HDPE	150.00	ø1000 砖砌井	6
14	实验中学南门污水管网	DN300HDPE	54.70	ø1000 砖砌井	11
		DN500HDPE	258.50		
15	跃进西路（K2+570-K2+876.904） 污水管网	DN300HDPE	46.10	ø1000 砖砌井	22
		DN400HDPE	244.70		
		DN500HDPE	494.40		
16	翠屏路（文化路－岩土公司） 污水管网	DN300HDPE	68.20	ø1000 砖砌井	20
		DN500HDPE	866.70		
17	庄园路西（迎宾路－烟青街） 污水管网	DN300HDPE	9.00	ø1000 砖砌井	9
		DN400HDPE	255.70		
18	白洋河（振兴桥－南丁家沟桥） 污水管网（2271）	DN300 砼	335.40	ø1000 钢筋砼井	24
		DN500 砼	693.00		
		DN600 砼	1237.80	ø1250 钢筋砼井	36
		DN800 砼	5.00		
19	翠屏路（翠屏桥东－文化路）污水管网	DN500HDPE	1337.70	ø1000 砖砌井	4
20	翠屏路（向阳路-文化路-幸福茗苑东门）污 水管网	DN400HDPE	964	ø1000 砖砌井	
		DN600HDPE		ø1000 砖砌井	
21	棉纺厂东道路	DN300HDPE	31.80	ø700 砖砌井	3
		DN300 砼	198.70	ø1000 砖砌井	9
22	跃进路（滨河路－文化路）污水管网	DN300HDPE	18.50	ø1000 砖砌井	11
		DN400HDPE	294.10		
23	跃进路（商业街－向阳路）污水管网	DN400-600HDPE	1539	ø1000 砖砌井	
24	民生路（滨河路－文化路）污水管网	DN500HDPE	979.30	ø1000 砖砌井	10
25	文化路（翠屏路－老龙湾）污水管网	DN400HDPE	1093.60	ø1000 砖砌井	51
		DN500HDPE	305.90		

		DN600HDPE	289.00		
26	文化路（庄园路－翠屏路）污水管网	DN400-500HDPE	3160	ø1000 砖砌井	
27	烟青街污水管网	DN300HDPE	160.20	ø1000 砖砌井	34
		DN400HDPE	642.90		
28	名郡小区配套工程污水管网	DN400HDPE	262.90	ø1000 砖砌井	11
		DN400 砼	9.00		
29	国际广场南侧污水管网	DN400HDPE	56.70	ø1000 砖砌井	2
30	锦绣路污水管网	DN300HDPE	339.30	ø1000 砖砌井	12
		DN400HDPE	600.00	ø1000 砖砌井	
		DN800 砼	568.00	ø1000 砖砌井	25
31	市府北路污水管网	DN300HDPE	1005.30	ø1000 砖砌井	38
32	民生路（文化路－滨河路）污水管网	DN500HDPE	645.70	ø1000 砖砌井	38
33	腾飞路污水管网	DN400HDPE	100.10	ø1000 砖砌井	6
		DN500HDPE	2.00		
34	盛世路污水管网	DN300HDPE	498.50	ø1000 砖砌井	79
		DN400HDPE	1663.80		
		DN500HDPE	96.00		
35	迎宾路北段污水管网	DN300HDPE	170.10	ø1250 砖砌井	7
36	振兴路（文化路－文水河＋文水河－篮球训 练基地）污水管网	DN300HDPE	586.50	ø1000 砖砌井	23
		DN400HDPE	851.80		
		DN400-DN600	1154.00	ø1000 砖砌井	
37	民生路污水管网	DN300HDPE	464.70	ø1000 砖砌井	29
		DN500HDPE	876.40		
38	庄园路污水管网	DN300HDPE	931.30	ø1000 砖砌井	15
		DN400HDPE	593.30		
39	庄园路（滨河路－G206）污水管网	DN400HDPE	2150	ø1000 砖砌井	
40	山城路污水管网	DN400-500HDPE	1415.9	ø1000 砖砌井	28
41	跃进路东、向阳路北段、山城路东污水管网	DN300HDPE	2013.00	ø1000 砖砌井	62
42	向阳路（中线下方及东侧）污水管网	DN400HDPE	2930	ø1000 砖砌井	
43	腾飞西路（热电厂－漫水桥）污水管网	DN300 砼	743.40	ø1000 砖砌井	15

44	西山小区污水管网	DN500 砼	591.00	ø700 砖砌井	19
45	跃进路（霞光路－文化路）污水管网	DN300HDPE	36.52	ø1000 砖砌井	21
		DN400HDPE	532.54		
46	锦绣路污水管网	DN300HDPE	568.00	ø1000 砖砌井	13
47	腾飞西路（B-C 范家段）污水管网	DN300HDPE	450.60	ø1000 砖砌井	7
48	腾飞西路（B-D 吕家段）污水管网	DN300HDPE	429.20	ø1000 砖砌井	11
49	向阳小区污水管网	DN500 砼	1270.70	ø1000 砖砌井	40
50	金线岭小区污水管网	DN500 砼	7353.10	ø1000 砖砌井	288
51	文化路向北延伸至庄园路污水管网	DN500 砼	339.60	ø1000 砖砌井	6
				ø1000 石砌井	2
52	盛世路北延污水管网	DN500 砼	340.90	ø1000 砖砌井	5
53	行政中心东路、西路、后花园污水管网	DN600 砼	387.10	ø1000 砖砌井	9
54	迎宾路（腾飞路-洛河路）污水管网	DN300HDPE	3824.90	ø1000 砖砌井	226
		DN400HDPE	1497.50		
		DN500HDPE	2453.50		
55	金岭路（烟厂段＋商业街－文化路）污水管网	DN300-500HDPE	876.00	ø1000 砖砌井	
		DN500 砼	332.90	ø1000 砖砌井	6
56	东山小区污水管网	DN500 砼	329.90	ø1000 砖砌井	21
		DN800 砼	218.80		
		DN300 瓷管	127.90		
57	文水小区污水管网	DN500 砼	411.10	方井砖砌井	4
				圆井	5
58	枣行小区污水管网	DN800 砼	389.70	方井砖砌井	4
		DN300 瓷管	126.15	暗井	5
59	悦心亭西污水管网	DN1000 砼	134.20	方井砖砌井	4
60	霞光路（庄园路－翠屏路）污水管网	DN400HDPE	2469.00	ø1000 砖砌井	
61	凤翔路东延污水管网	DN500HDPE	500.00	ø1000 砖砌井	
62	迎宾路（太虚宫立交－南外环）污水管网	De160	7860	ø1000 砖砌井	

2.5.3 雨水管渠

由于栖霞市地形特点为三面环山，中间为排洪沟，沟壑纵横，地面坡度大，主城区雨水干管基本是东、西向布置，使雨水尽快排入自然水体。

栖霞老城区已经形成了较为完善的雨水管道排水管网系统，干管走向以东西向布置为主，管径有 **D400—D1400mm**；松山产业园雨水管道也主要分布于白洋河东侧区域，干管走向以东西向布置为主，管径有 **D400—D800mm**。

新城区还属于开发阶段，雨污水管网尚未形成规模。

表 2-3 栖霞市城区现状雨水管道汇总表

序号	道路名称	雨水管道			
		道路长度 (km)	管径 (mm)	管道长度 (m)	雨水口数量
1	文化路排水沟 789m	4.72	D≤300	1160	141
			300 < D≤1200	9091.5	
2	迎宾路	9.7	D≤300	2881.4	252
			300 < D≤1200	3580.9	
			雨水口与河道间雨水连接管	7860	/
3	长春湖壹号	0.69	D≤300	387	48
			300 < D≤1200	769	
4	腾飞路	3.1	D≤300	无	121
			300 < D≤1200	2485.6	
5	盛世路	2.155	D≤300	无	85
			300 < D≤1200	1278	
6	庄园路	3.2	D≤300	45	110
			300 < D≤1200	3177.5	
7	振兴路	2.55	D≤300	无	89
			300 < D≤1200	2348.6(4080.6)	
8	霞光路	2.55	D≤300	排水沟 2489m, 管道 9020m;	123
			300 < D≤1200		
9	滨河路	1.8	D≤300	排水沟（过道	73

			300 < D ≤ 1200	管) 1608m	
10	锦绣路	1	D ≤ 300	无	54
			300 < D ≤ 1200	1850	
11	山城路	1.35	D ≤ 300	603.6	78
			300 < D ≤ 1200	6505	
12	向阳路	1	D ≤ 300	排水沟 896m, 管道 2930.0m;	49
			300 < D ≤ 1200		
13	翠屏路	1.95	D ≤ 300	无	95
			300 < D ≤ 1200	2666.5	
14	民生路	5	D ≤ 300	排水沟 1425m, 管道 7791.7m;	138
			300 < D ≤ 1200		
			D > 1200		
15	跃进路	5.25	D ≤ 300	无	143
			300 < D ≤ 1200	5556	
16	金岭路	/	D ≤ 300	无	/
			300 < D ≤ 1200	1752	
17	凤翔路东延	/	D ≤ 300	无	/
			300 < D ≤ 1200	500	
18	嵩山路	/	300 < D ≤ 1000	8273	/
19	丹霞山路	/	300 < D ≤ 800	615	
20	黄山路	/	300 < D ≤ 1400	3627	
21	普陀山路	/	300 < D ≤ 500	706	

2.5.4 雨水口

通过现场踏勘，规划范围内的雨水口无论是形式、材料、组数都有很大不同。从结构形式上分，主要以平算式和立算式为主；从材料上看，主要以铸铁材料、钢筋混凝土、自制方钢焊接为主；从组数上看，多为单算或双算。

勘察过程中发现，规划范围内部分雨水口收水效果较差、部分雨水口损坏或堵塞，主要有以下几个方面的原因：

（1）设计、施工过程中道路施工不合理。路沿石与道路齐平，雨水沿路沿石收水效果差；雨水口设置在人行道下道口处，往往造成人行道积水，影响行人通行；个别道路雨水口位置选择不合理。

（2）日常管理疏忽。由于车辆的碾压和日积月累的损耗，多处雨水口破坏严重。

（3）部分自制雨水口由于网格间隙大，容易进入大型的杂物，且存在一定的安全隐患。

（4）污水随意倾倒。尤其在各小区和学校门口，许多流动摊贩或部分商户往往直接把垃圾和污废水倾倒雨水口，不仅造成河道水质污染，也容易造成管道的堵塞。

2.5.5 雨水检查井

检查井的设置位置为管道交汇处、转弯处、管径或者坡度变化处、跌水处以及支线管段上每隔一段距离处。通过对中心城区路段雨水检查井进行调研发现，城市道路路面上部分雨水检查井存在周边损坏的现象，是路面养护工作中的“顽疾”。主要存在以下病害问题：

（1）井圈周围沥青、混凝土路面出现开裂、起壳、脱落、下沉等；

（2）检查井井口倾斜、下陷；

（3）检查井井口凸出而井口周围出现不同程度的凹陷；

（4）井与周边路面高差大或者与纵横坡不一致；

（5）井盖倾斜或塌陷，井周路面出现明显的不均匀沉降；

（6）井盖凸出路面；这种现象主要是检查井和道路的不均匀沉降，其中道路的沉降量大于检查井沉降量。在所有这些病害中，经现场调查发现，以检查井沉降所造成的危害尤为严重。

这些病害不仅影响道路的使用功能及外观形象，还严重影响了道路的平整度，降低了道路通行的舒适性和安全性，严重时影响行车安全甚至会引起交通事故，同时也会缩短道路的使用寿命。

2.6 城市内涝防治设施

城市内涝防治设施是指城市雨水调蓄设施和蓄滞空间分布及容量情况。栖霞市中心城区雨水调蓄设施主要为长春湖及城区的主要河道。

2.6.1 河道防洪排涝能力

栖霞市城区的河道既承担防洪功能也承担排涝功能，主要防洪河道包括白洋河、翠屏河、文水河、豹山河、杨础河等。

表 2-4 栖霞市河道防洪、排涝标准统计表

序号	河道名称	河道长度（km）	规划防洪标准	规划排涝标准	现状是否满足防洪排涝标准
1	白洋河	45.00	50	30	否
2	翠屏河	7.05	20	20	否
3	文水河	4.70	20	20	否
4	豹山河	16.33	20	20	是
5	杨础河	27.69	20	20	是

2.6.2 河道防洪堤建设情况

1. 白洋河防洪堤

白洋河城区段右岸防洪堤全长 4443.27 米，左岸防洪堤全长 4852.36 米，防洪堤起点堤顶高程为 139.50 米，终点堤顶高程为 115.74 米，堤防高度最大值为 5 米，最小值为 4.5 米，堤顶最大宽度为 12 米，堤顶最小宽度为 10 米，堤防级别为 4 级，工程按 20 年一遇防洪标准设计，设计洪水位为 126.62 米，砌石结构。该工程于 2002 年 11 月建成。

白洋河栖霞段右岸防洪堤全长 27670.62 米，左岸防洪堤全长 27723.25 米，防洪堤起点堤顶高程为 80.30 米，终点堤顶高程为 43.97 米，堤防高度最大值为 5 米，最小值为 4.1 米，堤顶最大宽度为 7 米，堤顶最小宽度为 3 米，堤防级别为 4 级，工程按 20 年一遇防洪标准设计，设计洪水位为 58.05 米，土石混合结构。该工程于 2011 年 10 月建成。

2. 文水河防洪堤

右岸防洪堤全长 2016.72 米，左侧防洪堤全长 2204.12 米，防洪堤起点堤顶高程为 142.00 米，终点堤顶高程为 128.60 米，堤防高度最大值为 5 米，最小值为 3 米，堤顶最大宽度为 1.2 米，堤顶最小宽度为 0.84 米，堤防级别为 4 级，工程按 20 年一遇防洪标准设计，设计洪水位为 134.30 米，砌石结构。该工程于 2010 年 11 月建成。

3. 南岩子口河防洪堤

南岩子口河右岸防洪堤全长 2891.82 米，左侧防洪堤全长 2866.92 米，防洪堤起点堤顶高程为 123.40 米，终点堤顶高程为 115.70 米，堤防高度最大值为 4.5 米，最小值为 2.5 米，堤顶最大宽度为 6 米，堤顶最小宽度为 4 米，堤防级别为 4 级，工程按 20 年一遇防洪标准设计，设计洪水位为 118.57 米，土石混合结构。该工程于 2010 年 11 月建成。

4. 翠屏河防洪堤

翠屏河右岸防洪堤全长 798.48 米，左侧防洪堤全长 764.16 米，防洪堤起点堤顶高程为 145.30 米，终点堤顶高程为 139.50 米，堤防高度最大值为 5 米，最小值为 4.2 米，堤顶最大宽度为 8 米，堤顶最小宽度为 3 米，堤防级别为 4 级，工程按 20 年一遇防洪标准设计，设计洪水位为 141.40 米，砌石结构。该工程于 2010 年 11 月建成。

表 2-5 栖霞市河道防洪堤现状情况

序号	堤防名称	防洪标准	左岸防洪堤长度（m）	右岸防洪堤长度（m）	起点堤顶高程（m）	终点堤顶高程（m）
1	白洋河城区段防洪堤	20 年一遇	4852.36	4443.27	139.50	115.74
2	白洋河栖霞段防洪堤	20 年一遇	27723.25	27670.62	80.30	43.97
3	文水河防洪堤	20 年一遇	2204.12	2016.72	142.00	128.60
4	南岩子口河防洪堤	20 年一遇	2866.92	2891.82	123.40	115.70
5	翠屏河防洪堤	20 年一遇	764.16	798.48	145.30	139.50

2.6.3 河道防洪、排涝现状存在问题

1. 河道源短流急、天然存蓄能力弱

栖霞市城区内的河道为山洪型季节河道，现状河底比降陡，水流流速急，发生洪水时，洪水源短流急，水位暴涨暴落，河道天然涵蓄水源能力弱，而且径流量受季节影响差异较大，加之河道原有的拦蓄工程损毁严重，雨季过去，水量明显减少，工程性缺水问题十分突出，遇大旱及枯水季节则可发生断流现象，无法满足河道生态需水、涵养水源的要求。

2. 河道两岸绿化植被单一、杂乱

现状河道两岸植被生长茂盛，但多为自然生长，较为单一且杂乱，缺乏层次和季相变化。随着经济的发展，城区人民生活水平的不断提高，对生活环境和生存质量的要求不断提高，河道两岸现状植被越来越难以满足人民对生态河道“水清岸绿景美”的需求。



图 2-13 栖霞市现状下游河道



图 2-14 栖霞市现状中游河道



图 2-15 栖霞市现状上游河道

2.7 城市内涝治理体系情况调查

近年来，为摆脱城市内涝，栖霞市开展了一系列整治工作，主要包括：栖霞市在 2015 年编制完成《栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2015—2030 年）》，用于指导栖霞市城市内涝治理工作。结合城市道路建设稳步推进雨水管网建设，同时完成境内水系治理、城区河段改造。

积极推进海绵城市建设，成立栖霞市海绵城市建设工作领导小组，统筹部署全市海绵城市

建设工作，协调解决工作中重大问题。于 2016 年编制完成《栖霞市海绵城市专项规划》，用于指导栖霞市海绵城市建设。

2.8 排水防涝现状存在的问题及成因分析

对栖霞市中心城区排水防涝系统现状存在的问题及成因分析如下：

2.8.1 规划问题

在规划中重视宏观理念，对微观的排水细节考虑不够周全。规划中没有注意城市用地分类和地表径流的关系，在规划绿地、广场、停车场等用地时，很少考虑城市低影响开发的要求。一些道路竖向设计时，没有考虑到城市整体的排水需要，导致排水不畅。

2.8.2 城市层面

（1）栖霞市老城区、新城区和松山区已建成部分地面硬化率高，渗水蓄水能力不足。栖霞市现状地面基本采用混凝土或沥青硬化，原有绿地植被减少，导致地面的渗水能力下降，雨水地面径流不断增加，涝水汇流速度加快，城市河道来水峰高量大，这是导致栖霞市会产生内涝问题的原因之一。

（2）部分建筑物、构筑物挤占河道，部分河道盖板化，河涌过流断面存在“瓶颈”排涝能力下降。

（3）部分区域未连片统筹推进改造更新，形成低洼点。由于城市快速不均衡发展，开发建设未及时统筹推进周边地块的改造更新，导致部分地块形成低洼点。暴雨来临时，因市政雨水管或周边水渠水位过高难以自排形成内涝。

（4）不透水性地面增多，径流系数增加

城区现状地面基本采用混凝土或沥青硬化，铺成广场、商业街、人行道、停车场及社会活动场地。不透水面积的增加，导致汇水面积上平均径流系数增大，地面的渗水能力较差，相同

降雨形成的径流量增大，这也是导致城市内涝的原因之一。

（5）绿地不能有效截留、渗透部分水量

栖霞市中心城区大部分绿地高于路面，绿地不能有效截留、渗透部分雨水，导致雨水流向道路或其他低洼地带，造成雨水径流量增大。

（6）城区雨水调蓄能力未能得到充分利用

栖霞市中心城区现状排水防涝过于依赖管网排放，忽视下渗和蓄滞，雨水调蓄设施建设较少，现状水面的调蓄能力也未能得到充分利用。

2.8.3 河流水域层面

（1）栖霞市城区河道属季节性山区河道，枯水期基本断流，不能满足生态用水需求；部分河段河底淤积、杂草丛生、临河商业街建筑物占用河道，严重影响河道行洪，亟须进行系统的河道治理。

白洋河水系近年来一直未进行大规模治理，河道运行状况差，河道内杂草丛生，商业街建筑物侵占河道，严重地影响了河道的行洪排涝能力。根据栖霞市国土空间规划，白洋河城区段为中心城区板块，是栖霞市重点建设区域，规划城区白洋河防御 50 年一遇洪水，而现状白洋河城区临商业街等河段不满足 50 年一遇防洪标准，白洋河支流城区段河道行洪断面窄，部分河段防洪标准不足 20 年一遇，若白洋河城区临商业街等河段发生 50 年一遇洪水，将对两岸人民生命财产安全构成严重威胁。

（2）充分利用雨洪资源的需求迫切。杨础河流域与白洋河流域分别位于郭落山——翠屏山南北两侧，气候不同。白洋河下游庵里水库承担着向烟台技术经济开发区等用水户供水的重要任务，为了解决白洋河流域干旱年份水资源匮乏的问题，充分利用雨洪资源，从杨础河跨流域调水，是十分必要的。

2.8.4 设施层面

（1）现有雨水管渠设计标准偏低

栖霞城区的排水管网虽已雨污分流改造完成，但老城区雨水系统建设较早，大部分排水管渠只能满足一年一遇暴雨重现期排水需求，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）排水设施建设滞后于城市发展速度。

① 城区外围雨水系统尚未完善，雨水管网覆盖率不足；新城区及松山区雨水系统仅有目前的一些雨水管渠，雨水管网功能仅有“排”的简单设施，缺乏蓄、滞、净、用等配套设施。

② 由于城市建设的快速发展以及环境保护要求的提高，部分片区雨水接入下游现状雨水管道，而现状雨水管道修建时的服务范围未考虑该片区雨水接入，造成现状雨水管道不能满足雨水排水需要。

（3）河道排涝标准偏低

① 当前栖霞市中心城区采用的排涝标准偏低。防洪排涝河道的排涝标准为 3~5 年一遇，防洪标准为 20 年一遇。河道设计标准偏低已不能适应城市的发展要求。

② 部分城区内河现状存在河道被占用、河床淤积、断面变窄等问题，汛期排涝能力不足。

2.8.5 管理层面

（1）现有管渠维护投入不足

管理设施缺乏，管理手段落后。由于经费的不足，栖霞市排水管理设施还非常落后，还处在人力手工操作阶段，机械设备也是非常简单。通讯管理手段也非常落后，还不能像现在许多地区，排水设施管理都利用先进的通信手段，进行远程监控、统一调度、联动运行，协调工作。

另外，违章倾倒的垃圾在排水管道、河渠内淤积结块造成堵塞，严重影响了排水管道、河渠的排水能力和防洪能力。例如白洋河是城市主要雨水排泄干沟，部分淤积严重，坡度过缓（仅 0.005）。通过现场调查发现，现状雨水管道检查井、收水口均出现不同程度的淤积，部分雨水

口由于被杂物覆盖或设置不足，路面雨水来不及下泄，造成局部地区积水严重。

（2）排洪防涝多头管理、责任不明确

与许多城市一样，栖霞市也存在排水防涝管理混乱、责任不明的情况。栖霞市的排水管网，城区内排涝由栖霞市市政管理处来管理，而堤防、河渠的管理权归栖霞市水务局，因而造成多头管理，管理混乱现象；与此同时也意味着每个部门的资金来源方式各不相同，建设计划也不尽相同，最终造成建设标准不统一，多家单位协调困难，问题不能及时有效解决。

（3）管理维护不到位，用户接管不规范

排水许可制度建设虽取得了一定的成效，但尚存在政策不配套、责任不明确、宣传不到位、执行不彻底等问题。部分新建道路虽按照雨污分流制排水体制实施，但用户接管不规范，造成雨污混接现象严重，形成新的雨污合流管道，需对其进行改造。

（4）因流动摊贩或部分商户直接把垃圾和污废水倾倒雨水口，导致未经处理的污水被直接排入河道，使城区水系水质遭受污染。

2.8.6 政策法规及资金投入因素

（1）中心城区关于排水防涝方面的政策法规仍不足。

（2）中心城区排水资金投入相对较低，城市建设重地上、轻地下的观点仍然存在。

第三章 城市排水能力及内涝风险评估

3.1 降雨规律分析及下垫面解析

3.1.1 降雨规律分析

栖霞市属暖温带东亚大陆性季风性半湿润气候，光照充足，四季分明，气候宜人。多年平均年降水量为 691.7mm，地区分布不均，年际变率较大，其中 1964 年为百年罕见的暴雨年，年降水量达到 1392.0mm，降水量主要集中于当年 7 月，该月降水量达到 448.5mm。最早年发生在 1999 年，年降水量为 374.3mm。市区各地最大年降水量是最小降水量的 3.72 倍，最大年降水量比最小年降水量多 1017.7 毫米。

降雨量变化趋势是：历史上有一个较大的峰值时期是 20 世纪 60 年代中期；从 20 世纪 60 年代中期到 90 年代末这一时段，降水量波动减少；随后，进入 21 世纪后，降水量又波动着缓慢增加的趋势。在近 48 年降水变化中，降水量总体呈逐渐下降趋势。

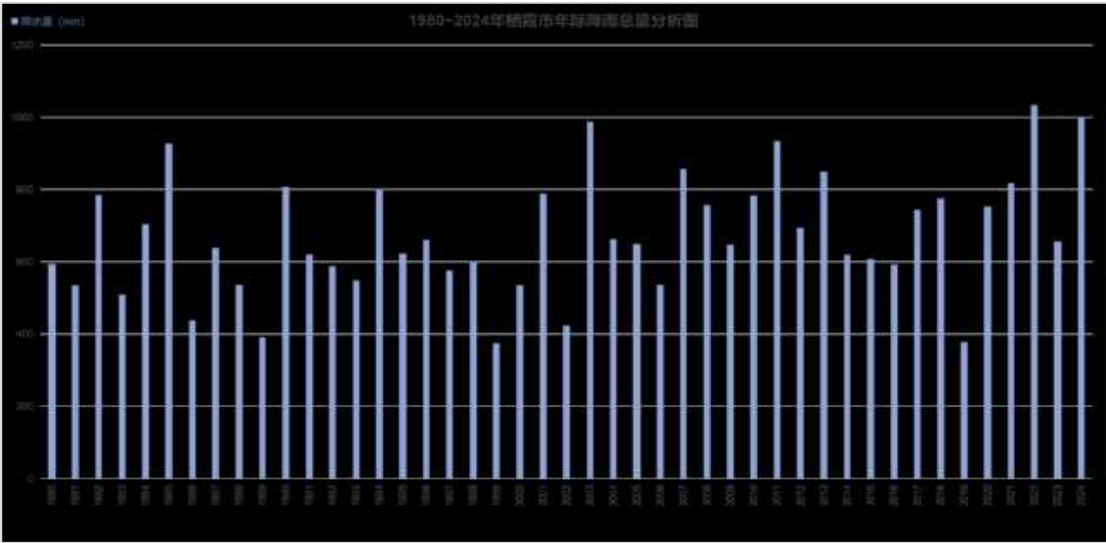


图 3-1 1980—2024 年栖霞市年际降雨总量分析图

年内分配不均。降水多集中于汛期（6—9 月），约占全年降水量的 70.64%。其中 7-8 月份降水量约占全年降水量的 48.87%，而 7~8 月份的降雨又往往集中在几次暴雨之中。春季降水强

度为 4.7 毫米/日，夏季降水强度为 19.3 毫米/日，秋季为 4.8 毫米/日，冬季为 1.1 毫米/日。

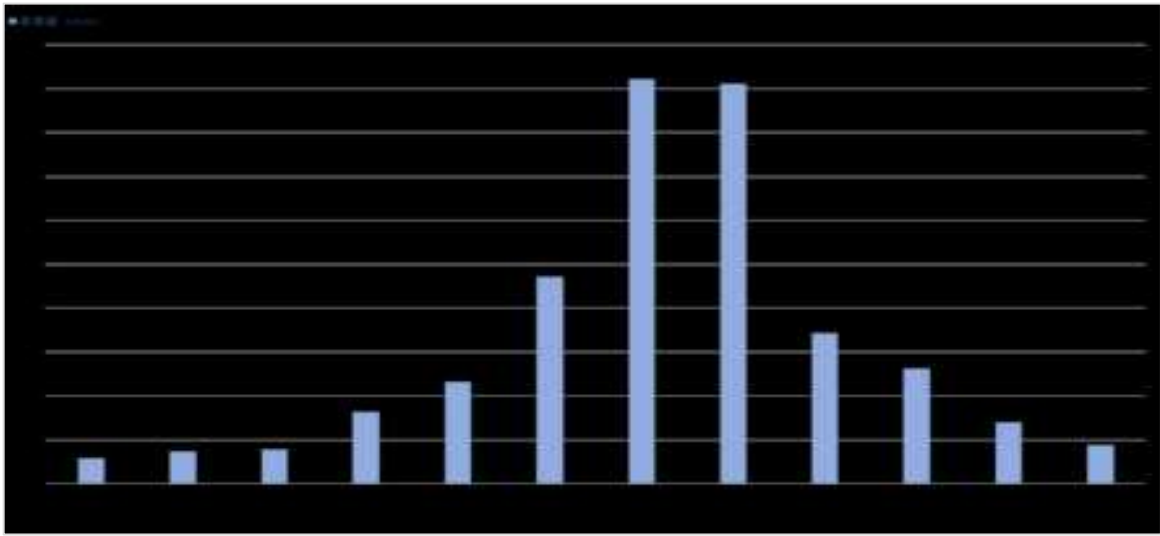


图 3-2 栖霞市多年逐月降雨总量分析图

而自 1986 年以来，屡见干旱，尤其是 1999—2000 两年旱情最重，1999 年降水总量 374.3 毫米，比正常年份减少 332.3 毫米（《栖霞市志》）；2000 年降水总量 451 毫米，比常年少 260 毫米。两年连续干旱，导致全市 114 条河道断流，210 座小型水库、818 座塘坝全部干涸，2800 眼机井吊空，3000 多眼机井出水不足。栖霞城区 8 万人口定时定量供水，176 个村庄、8 万多人、7600 头大牲畜饮水困难。全市有大小河谷 3653 条，河流 114 条。主要有南下的清水河、杨础河、漩河及北去的白洋河、清阳河、黄水河等六大河系。境内河流属于季风雨源型河流，水流量受降雨量影响。径流皆属山溪性，源高流急，速涨速退。夏季汛期常致山洪暴发成灾；冬春两季往往河涸流断。河流泥沙量大，汛期尤甚。洪水暴涨时，河水裹泥沙量可达 0.25—2.45 公斤/立方米，易致库塘淤塞。由于受地形的影响，栖霞市降雨量分布比较复杂，降雨中心在东部原大庄头一带，多年平均年雨量为 780 毫米，降雨最少的地区是西部的寺口，为 685.5 毫米，降雨量由原大庄头一带向寺口方向递减，另外由于西北部苏家店镇崮山经艾山向东南方向有一条降雨高值带。

3.1.2 暴雨强度公式

栖霞市暴雨强度公式采用 2015 年 8 月修订完成并由市政府批复的烟台市暴雨强度公式：

$$q = \frac{1619.486 \times (1 + 0.958\lg P)}{(t + 19.481)^{0.932}}$$

式中：

q——设计暴雨强度（L/S·ha）；

P——设计重现期（年）；

t——设计降雨历时， $t = t_1 + t_2$ ；

t_1 ——地面集水时间（min），视距离长短、地形坡度和地面铺盖情况而定，一般采用 5—15min，根据本次规划区域地形的特点，取 $t_1=15\text{min}$ ；

t_2 ——管渠内雨水流行时间（min）；

3.1.3 雨型分析

城市暴雨强度公式只是反映暴雨的极值情况，并不能描述一场暴雨的实际发生过程，实际上，一场降雨在时间分布上并不均匀，暴雨强度会随时间而发生变化。一场暴雨其降雨强度随降雨历时的变化过程也就是雨型，雨型是对降雨时程分布统计关系的一种描述，对径流曲线与调蓄计算均有重要的影响。

一般来说，设计暴雨雨型具有以下特点：

（1）表示暴雨平均强度与最强时段强度的规律性，雨峰时段内的平均强度与暴雨强度公式计算所得的强度相等，为同频率调值；

（2）反映的暴雨强度变化过程的整体趋势为先小后大而后再小；

（3）雨峰位置可由当地暴雨资料统计确定，从而使设计雨型能代表大多数暴雨的发生特点。

对国内外雨峰位置（雨峰系数 r）资料（见下表）的统计表明，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（ $r=0.25\sim0.40$ ）。很少达到降雨总历时的中点，强度始终很大或降雨结束时最大的雨型极为罕见。

表 3-1 国内外雨峰位置（雨峰系数 r）资料

地区	雨峰系数 r	地区	雨峰系数 r
美国芝加哥	0.375	北京	0.355
前苏联远东地区	0.35	上海	0.367
前苏联乌克兰地区	0.20	合肥	0.414
日本九州地区	0.50	锦州、长春	0.3-0.4
我国各大分区	0.3-0.4	武汉、开封	0.3-0.4

根据栖霞市现有历年各历时最大降雨量资料，本次规划决定选取芝加哥雨型作为栖霞市中心城区的设计雨型，因其可根据某一特定重现期的暴雨强度—历时公式推求得到，且雨型形状对任何历时的暴雨均适用。

根据我国多地的雨峰系数 r 资料，将栖霞市设计暴雨雨型的雨峰系数 r 确定为 0.35，由此得到 2 年、3 年、5 年和 10 年重现期下 30 分钟、1 小时、2 小时、3 小时等不同历时降雨量及设计雨型。

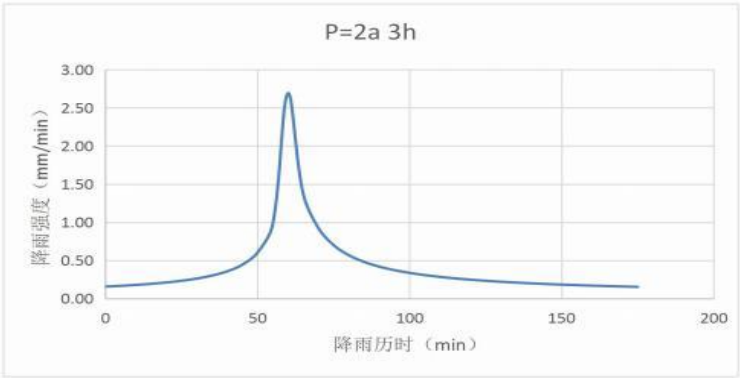


图 3-3 步长为 5min 的短历时（3h）设计雨型（P=2a）

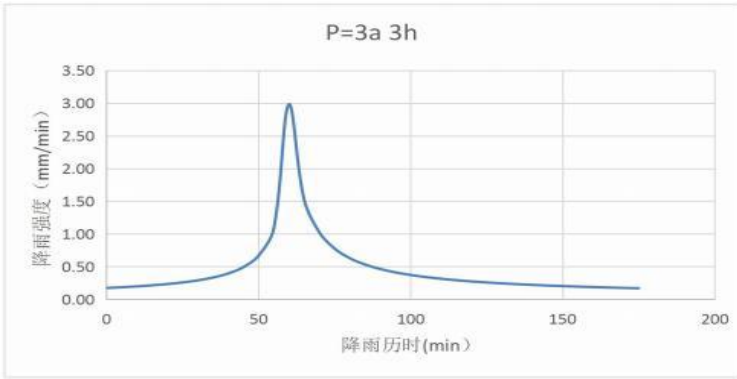


图 3-4 步长为 5min 的短历时（3h）设计雨型（P=3a）

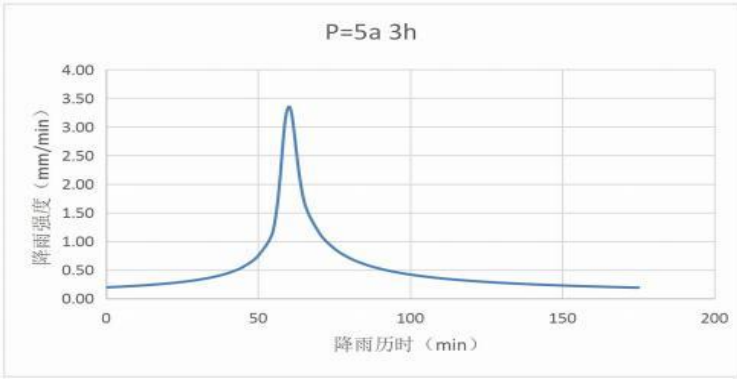


图 3-5 步长为 5min 的短历时（3h）设计雨型（P=5a）

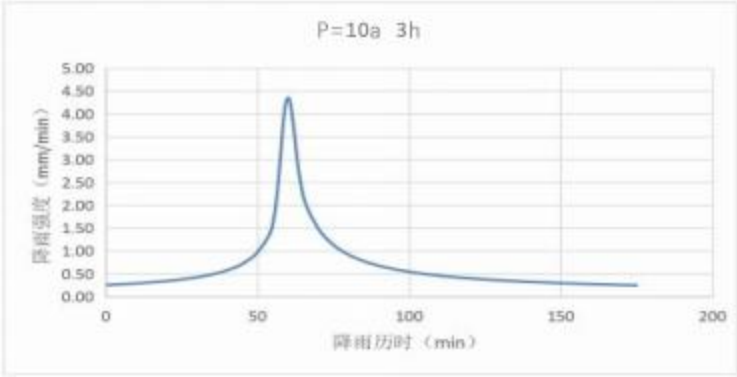


图 3-6 步长为 5min 的短历时（3h）设计雨型（P=10a）

3.1.4 下垫面解析

随着栖霞社会经济的快速发展，城市道路、广场、商业区和住宅区等不同形式下垫面比率越来越高，与城市开发前的农田和荒地相比，地面硬化程度急剧增加。尤其是老城区，由于建

设时间早，人口密度大，建筑物密集，城市绿地越来越少，硬化的不透水面越来越多。导致地表径流量增加，径流峰值提前，超标雨水随地势汇集到道路低洼处，城市内涝问题日益凸显。

根据栖霞城区的发展情况，依据地面透水特性，将地面类型划分为五种，规划区域内各区地面类型详见表 3-2。

表 3-2 栖霞市中心城区地表类型（下垫面）分析表

城区名称	地表类型（下垫面）面积统计（km ² ）					
	水体	绿地	道路广场	建筑	未开发用地	合计
栖霞市中心城区	606.04	327.33	750.35	2196.16	227.12	41.07

通过以上数据分析，栖霞市中心城区居住、商业、金融的面积占据绝大多数，绿地占地面积相对较小，栖霞市中心城区现状地面径流量较大。

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；新城区及松山片区按新的城市规划标准建设，建筑密度相对较低，地面硬化程度也相比较老城区低。

以往城外的行洪河道演变成城市的内河，行洪能力缩减。而市区原有的水面经过大规模改造，现存的河流水面也大幅度减少，极大降低了其雨洪水的通行能力，有时会造成白洋河东侧商业街处出现壅水现象，其调蓄雨水的能力也大幅降低。

《城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲》中要求城市新建城区的硬化地面中，可渗透地面面积不低于 40%，因此，栖霞市在规划过程中应适当优化用地性质，以达到防涝要求。

在相同降雨强度情况下，绿地的总滞水量百分比均高于裸土，1 年、3 年和 5 年一遇的雨强条件下分别高出不少。这就证明了绿地相对于裸土而言对雨水具有较高的滞水能力。同时，在绿地的试验结果中可以很明显地看出在中等或较小的降雨强度下，绿地的滞水能力体现得比较突出。这对于出现频率较多中小雨强来说，绿地能发挥较强的调蓄作用，在一定程度上能减少

城市雨水径流量,从而减缓城市洪涝灾害发生的几率。

3.2 城市现状排水防涝系统能力评估

3.2.1 排水系统评估

1.河道

庵里水库上游流经栖霞市中心城区范围的主要河流有白洋河及其 5 条支流，此外还包括杜家庄河、范家河、北林家庄河、徐家庄河、郝家楼河。庵里水库下游流经栖霞市中心城区范围的主要河流有清洋河及其一条支流。

根据《城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲》和《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》要求确定栖霞市中心城区内涝防治设计重现期按 30 年一遇设防，乡镇内涝防治设计重现期按 10 年一遇设防。

栖霞市城区河道属季节性山区河道，枯水期基本断流，不能满足生态用水需求；部分河段河底淤积、杂草丛生、临河商业街建筑物占用河道，严重影响河道行洪，亟须进行系统的河道治理。白洋河城区临商业街等河段不满足 50 年一遇防洪标准，白洋河支流城区段河道行洪断面窄，部分河段防洪标准不足 20 年一遇。需要对栖霞市白洋河干流段及各支流疏浚扩挖、断面整治，局部堤防建设等措施，使干流段满足 50 年一遇洪水标准、各支流河道满足 20 年一遇洪水标准；治理后同时可以满足栖霞市中心城区内涝防治设计重现期 30 年一遇，乡镇内涝防治设计重现期 10 年一遇的要求。

2.管网

根据目前收集到的资料，栖霞市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，现状管网与规划建设初期已经有一定差异，

存在诸多问题。

现状雨水管道如下图所示：



图 3-7 栖霞市中心城区现状雨水管网示意图

3.2.2 雨水管渠达标程度

栖霞市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 90%。

3.2.3 雨水管渠现状评估

按照住房和城乡建设部《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则》以及《城镇排水

管道检测与评估技术规程（CJJ181）》等国家有关标准规范的要求对栖霞市的排水管渠现状的评估情况，评估结果如下：

表 3-3 栖霞市现状雨水管渠排水能力

P<1a		1a≤P<2a		2a≤P<3a	
管长（km）	占比（%）	管长（km）	占比（%）	管长（km）	占比（%）
7.89	10	67.24	85	3.98	5

3.2.4 内涝风险评估

城市内涝成因分析与风险评估研究主要包括五个方面：

一是极端天气。在全球气候变化影响下，由于温度上升，可导致蒸发增强，水分循环加快，一旦形成降雨，产生暴雨的机会就愈大。

二是下垫面变化。随着城镇化快速推进，不透水面积大幅度增加，下垫面变化使得内涝的风险增加，外防洪水的压力叠加后更增加了内涝风险。

三是排水管道的完善程度。管网输水能力不足、不配套、破损严重、标准偏低等也是内涝发生的重要影响因素。

四是城市排水系统排水能力。在排水防涝设施普查的基础上，使用水力模型对城市现有雨水排水管网和泵站等设施采用城市规划控制标准进行评估，分析实际排水能力。

五是退水标准。现行室外排水设计标准、城市内涝防治技术规范等，一般是按城市类别、暴雨重现期、最大允许内涝水深或管道排放标准确定，同一城市的不同区域，也应根据区域的重要性选取退水标准。

3.2.4.1 评估方法

防御城市内涝灾害，仅仅考虑工程措施是不能完全抗拒内涝灾害的，而应该重视非工程措施的作用。城市内涝分析评估是一项以预防为主，防患于未然的重要非工程措施。是灾害管理

的重要组成部分。内涝灾害评估体系的建立，有助于建立健全有效的城市灾害管理机制，有助于城市居民防范灾害的风险意识，有助于提高城市内涝灾害风险管理水平，有助于城市保持可持续发展。

目前，城市内涝风险评估尚处在研究与探索中，评估的方法也很多，但用的较多的主要有以下三种方法：历史灾情数理统计评估法、指标体系评估法和情景模拟评估法。

（1）历史灾情评估法

基于历史灾情数理统计的内涝灾害评估法的理论基础是认为灾害风险评估由灾害危险性评估和脆弱性评估两部分组成，灾害风险评估是将危险性估算结果和脆弱性估算结果以一定的标准或方式进行叠加后产生的。基于历史灾情数理统计的内涝灾害评估法虽然思路清晰、计算简单，不需要详尽的地理背景数据，但要求有长时间序列的历史灾情数据资料，一般城市都难以获得。且这种方法评估结果是区域性风险，不能反映灾害风险的空间差异，不适合在城市这样小尺度区域的评估。

（2）指标体系评估法

基于指标体系的内涝风险评估法的理论基础是认为灾害风险是致灾因子、孕灾环境和承灾体的综合函数，灾害风险是由致灾因子危险性、承灾体的暴露性和脆弱性相互作用而构成的有机整体。

基于指标体系的内涝风险评估法虽然计算相对简单，可以宏观上反映区域风险状况，在目前灾害风险评估中也用的较多。但该方法的局限性在于，评估指标的选取往往受制于数据的可获取性，可能出现“以点代面”的现象。也不适合在城市这样小尺度区域开展，不能完全反映灾害风险在空间分布特性。

（3）情景模拟评估法（水利模型模拟）

基于情景模拟内涝风险评估法是借助于 GIS 技术、计算机技术和通信技术，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。基于情景模拟内涝风险评估法能直观的、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资料和排水资料要求高、计算复杂、工程量大。

3.2.4.2 内涝风险评估方法及指标确定

1. 评估方法的确定

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。

栖霞市目前既没有长时间序列的历史内涝资料，也缺乏完整的区域地理信息资料，排水资料的完整性和精度也不够，因此，本次规划只能在现有的条件下，采用指标体系评估法，对城市内涝风险做评估。

2. 指标体系评估方法解析

由于造成城市内涝的影响因子很多，使得确定防涝风险因素成为一个非常复杂的问题。防涝风险影响因素是度量站点防洪风险等级的特征参数，是风险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。

目前国内外提出的关于评价的方法很多，如专家评价法、经济分析法、运筹学和其他数学

方法。数学方法中应用较多的有多目标决策法，数据包络分析法、模型层次分析法、数理统计法和模糊综合评价法等。其中数理统计法又包含主要成分分析、因子分析、聚类分析和判别分析等。目前应用最为广泛的为模糊综合评价法（FCE）。该方法可对涉及模糊因素的对象系统进行综合评价，而且更加适宜于评价因素众多、结构层次多的对象系统。

指标的权重是分析指标之间数量关系的纽带。各因素在系统的变化中所起作用是不同的，应根据各因素的重要程度分别赋予其不同的权重，才能客观、准确地把握系统的特点，揭示其发展规律。常用的较为成熟的方法主要有层次分析法(AHP)和主成分分析法等。在进行洪灾风险评估综合评价时，目前常用的数学模型主要有模糊评判法、灰色关联度法和综合指数法等。鉴于评价指标体系的复杂性，一般采用两种以上的方法进行评价，然后综合对比，使结果更符合实际。由雨水引起的损失灾害是多方面的，各分效应又相互作用，构成一个复杂的系统，其内部具有模糊属性。因此建议优先用模糊评判法和层次分析法进行评判，再结合其它方法进行对比分析，使评判结果更具有可靠性。



图 3-8 风险评价方法体系图

本规划把模糊综合法和层次分析法结合起来，应用到规划片区洪涝风险评估的综合评价中，基本思路是分别针对自然风险、社会经济 2 个子系统的各层次因素指标，应用层次分析法确定各子系统相对该层次准则目标的权重系数，得到各准则层的评价结果，然后应用到内涝风险目标层系统，从而得到规划片区内涝风险的综合评价结果。

综合目标往往是一种定性概念，为了建立与定量指标的联系，就必然将综合目标分解为较为具体的目标，称之为“准则”，有时根据需要，还可将其再细分为次准则层。这些准则从侧面反映了被描述对象的系统结构特征和综合目标对它的要求。尽管它们仍是定性的，但相对而言，它们与定量指标间的相关关系较综合目标更为直接和简单，更便于进行研究和判断。

目前，构建评价指标体系通常的做法是将其分为 3 层，即“目标层—准则层—指标层”。为了使拟定的内涝影响因子能更加全面、真实地反映规划片区防涝现状的本质特征，这些特征不仅要体现出防涝本身所关注的安全性和可靠性等工程要素，而且要体现出可能发生涝灾时对周边社会经济的影响以及避洪技术、方案等非工程要素。

综上所述，结合规划片区内涝风险评价的概念，构建出的评价指标体系如图 4-3。

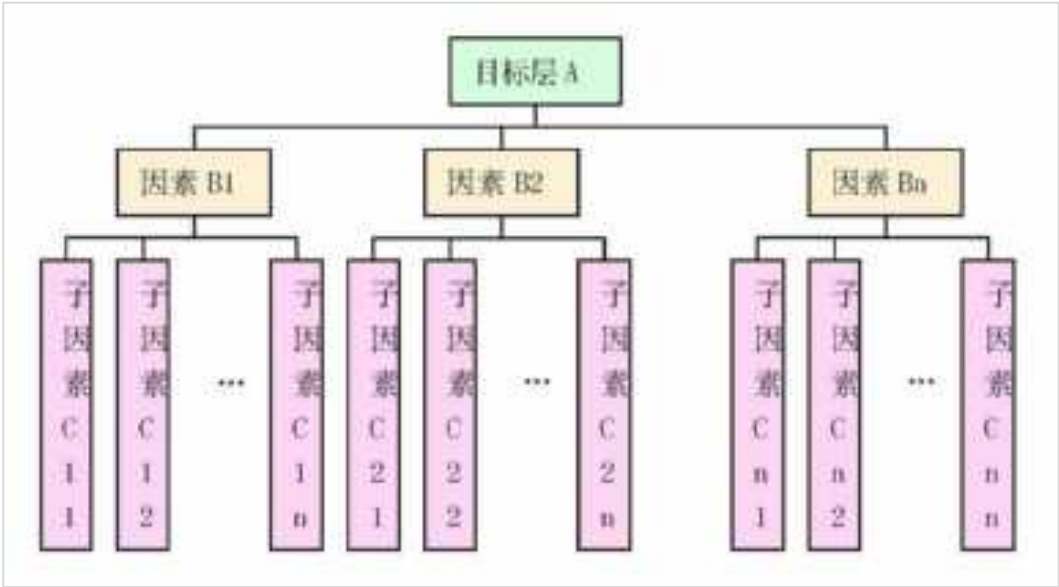


图 3-9 规划片区风险评价指标体系图

3.2.4.3 主要风险因子的识别

按指标体系理论，内涝灾害风险是由致灾因子危险性、承灾体的暴露性和脆弱性相互作用而构成的有机整体。内涝灾害风险构成元素影响因子主要包括危险性影响因子、暴露性影响因子和脆弱性影响因子。根据对比相关项目，查找有关资料，构成内涝灾害风险的因子 15 个，详见下表。

表 3-4 城市内涝灾害风险因子的识别表

类型	序号	风险因子	是否列入评价因子	备注
危险性影响因子	1	历史灾情	否	
	2	灾情次数	否	
	3	地形	是	并入 7
	4	历史降雨	否	
	5	地面坡度	是	并入 7
	6	地面高程	是	
	7	地面渗透性	是	并入 9
	8	水系	是	并入 9
	9	排水系统	是	
暴露性影响因子	10	人口密度	是	
	11	经济状况	是	
脆弱性影响因子	12	防灾意识	否	
	13	应急救灾能力	是	
	14	防灾抗灾能力	是	
	15	医疗救护能力	是	

针对栖霞市中心城区的实际情况和特点，为简化计算和评估的复杂性，本次规划拟选取对内涝灾害风险评估影响较大和空间分布有关的几个因子，作为风险评估的主要因子，将一些类似的影响因子进行合并处理，筛选和归纳出 6 个主要风险评估因子。并参照其他项目经验，确

定各评价因子的权重。详见表 2-13。

表 3-5 城市内涝灾害主要风险评估因子表

类型	序号	主要风险因子	所含因子	权重（%）
危险性影响因子	1	地面高程	地形、地面高程	25
	2	径流系数	地面坡度、地面渗透性	10
	3	排水系统	水系、排水系统	20
暴露性影响因子	4	人口密度	人口密度	20
	5	经济状况	经济状况	15
脆弱性影响因子	6	防灾抗灾能力	防灾意识、应急救援能力、防灾抗灾能力、医疗救护能力	10
合计				100

3.2.4.4 风险因子指标确定

按各风险因子可能产生的灾害风险的大小，将各风险因子划分成若干个风险区段，确定各因子的风险指数。

1. 地面高程

地面高程是产生内涝主要因子之一。根据栖霞市水文资料对内涝灾害的调查，栖霞市城区规划区整体地势为南高北低、东西两边高中间低，自然坡降大都在 10%以上，排水困难。为此，按照栖霞市地势特征和几个重要特种高程，将中心城区用地划分为 5 个的风险区段，并确定影响的风险指数。

（1）白洋河沿线

1）新城片区（栖霞市行政中心区域）

盛世路以东、湖山路以北、栖霞市行政中心沿线区域，地面坡度骤减，且地势平坦、地面坡度较缓，雨洪不易排出，且为政府驻地，为内涝中风险区。

2）老城片区

霞光路以东、白洋河以西、翠屏路以北、庄园路以南区域，由于地势平坦、地面高程较低，地形坡度较小，雨洪不易排出，易产生内涝；同时，根据对涝水流向等分析，结合地形、地势走向可看出，该区域为涝水的最终汇集区，内涝风险最大，为内涝高风险区。

（2）松山片区

西四路以东、西二路以西、松四路以北、松五路以南区域地面坡度骤减，且地势平坦、地面坡度较缓，雨洪不易排出，为内涝中风险区。

（3）其他区域

其他区域雨水均可沿地形、地势就近顺坡排放，不易形成内涝，为内涝低风险区。

2. 径流系数

径流系数是反映下垫面的一个重要的参数，它与地面硬化程度、渗透性、地面坡度等有关。规划根据径流系数的大小划分 5 区段，并确定相应的风险指数。

3. 排水系统

城市水系与排水系统也是城市内涝灾害最为重要的致灾因子之一，其覆盖率和排水标准是直接决定内涝灾害大小的关键因素。规划按排水系统标准划分 5 个风险区段，并确定相应的风险指数。

4. 人口密度

城市内涝灾害的直接后果就是对城市居民的生活、生产，乃至生命与财产带来威胁与破坏。城市人口居住密度也将与灾害可能造成的损失程度相关联。规划按人口密度标准划分 5 个风险区段，并确定相应的风险指数。

5. 经济状况

城市内涝灾害的直接后果就是对财产造成破坏与损失。而财产的损失程度又与土地利用性质相关联。规划按土地性质划分 5 个风险区段，并确定相应的风险指数。

6. 防灾抗灾能力

城市防灾抗灾能力也是决定灾害程度的主要因素之一。城市防灾抗灾能力主要反映在居民的防灾意识、政府应急救灾能力、防灾抗灾能力、医疗救护能力等。在一个城市城区范围内，居民的防灾意识、政府应急救灾能力、防灾抗灾能力可视为基本相同，在空间上变化不大。规划仅以医疗救护能力来代表城市防灾抗灾能力划分 5 个风险区段，并确定相应的风险指数。

表 3-6 内涝风险因子风险指数

风险因子	风险分级					
地面高程（米）	分级	190 以上	178.10—190.0	109.3—178.10	71.1—109.3	71.1 以上
	指数	10	8	7	4	1
径流系数	分级	大于 0.75	0.6—0.75	0.5—0.6	0.35—0.5	小于 0.35
	指数	10	8	6	4	2
排水系统 (重现期·年)	分级	小于 0.5	0.5—1	1—3	3—5	5 以上
	指数	10	8	6	4	2
人口密度 (万人)	分级	3 以上	3—2	2—1	1—0.5	0.5 以下
	指数	10	8	6	4	2
经济状况	分级	商业、金融	仓储、工业	公用、居住	办公、道路	绿地
	指数	10	8	6	4	2
防、抗灾能力	分级	医疗差	医疗较差	医疗一般	医疗较好	医疗好
	指数	10	8	6	4	2
注：商标中上限值为包含，下限值为不包含。						

3.2.4.5 内涝风险评估结果（内涝风险区划）

将风险评估范围划分为一个一个的单元格，再根据以上确定风险因素、风险指数和各风险因素的权重，对每个单元格进行风险指数计算，最后得出每个单元格的综合风险指数。参照相关项目并对照历史洪灾，再按综合指数进行风险区划。

表 3-7 各组团风险指数确定

风险因子		栖霞市行政中心区域	老城片区	松山片区
平均地面高程（m）	71.1-109.3			√
	109.3-178.10	√	√	
径流系数	> 0.75			
	0.60—0.75		√	√
	0.5—0.6	√		
	0.35—0.5			
	< 0.35			
排水系统 (重现期·年)	< 0.5			
	0.5—1			√
	1—3	√	√	
	3—5			
	5 以上			
人口密度 (万人)	3 以上	√		
	2—3		√	
	1—2			
	0.5—1			√
	< 0.5			
经济状况 (取主导用地性质)	商业、金融			
	仓储、工业			√
	公用、居住	√	√	
	办公、道路			
	绿地			
防、抗灾能力	医疗差			
	医疗较差			√
	医疗较好		√	
	分级医疗好	√		

表 3-8 各组团片区风险指数计算表

片区	综合风险指数
栖霞市行政中心区域	$7 \times 0.25 + 6 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 10 \times 0.2 + 6 \times 0.15 + 2 \times 0.1 = 6.65$
老城片区	$7 \times 0.25 + 8 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 6 \times 0.2 + 6 \times 0.15 + 4 \times 0.1 = 6.25$
松山片区	$4 \times 0.25 + 8 \times 0.1 + 6 \times 0.2 + 4 \times 0.2 + 8 \times 0.15 + 8 \times 0.1 = 5.8$

表 3-9 风险因子风险指数评估指标

风险评估等级	高风险	中风险	低风险
综合风险指数	6.5 以上	5.5—6.5	5.5 以下

对于上述影响内涝因素综合考虑，可以得出，栖霞市老城部分片区属于高风险区域，主要原因是该区域地势平坦、地面高程较低，地形坡度较小，雨洪不易排出，易产生内涝，同时，根据对涝水流向等分析，结合地形、地势走向可看出，该区域为涝水的最终汇集区。

新城片区（栖霞市行政中心区域）、松山片区均为内涝中风险区，主要原因均是由于地面坡度骤减，且地势平坦、地面坡度较缓，雨洪不易排出，且为政府驻地。

栖霞市除老城片区、新城片区和松山片区以外的其他区域雨水均可沿地形、地势就近顺坡排放，不易形成内涝，为内涝低风险区。

3.2.5 分区风险评估

在 GIS 评估阶段，规划的主要工作是根据规划所选择的危险因子即排水系统因子、高程因子、坡度因子、救灾体系因子、用地因子，将数据导入 GIS 中，根据前面规划确定的各项因子的因子风险指数，进行权重叠加，得出分析区域的内涝风险区划。为下一步的 SWMM 模拟评估做出准备。

在 SWMM 评估阶段，规划的主要工作是建立模型对前面 GIS 评估阶段做出的高风险区进行动态的模拟。首先，找到前面分析出的高风险区所处的雨水分区，根据现状掌握的资料，将分区的雨水系统各项组成元素（即排水管线、检查井、雨水排放口、雨水泵站等等）根据其实际

参数（如管径、标高等）建立起完整的排水系统模型，根据最新的暴雨强度公式，推求重现期在 5a、10a 下的降雨雨型，导入 SWMM 进行动态模拟，得出具体溢流检查井的位置，并提出解决的方法。

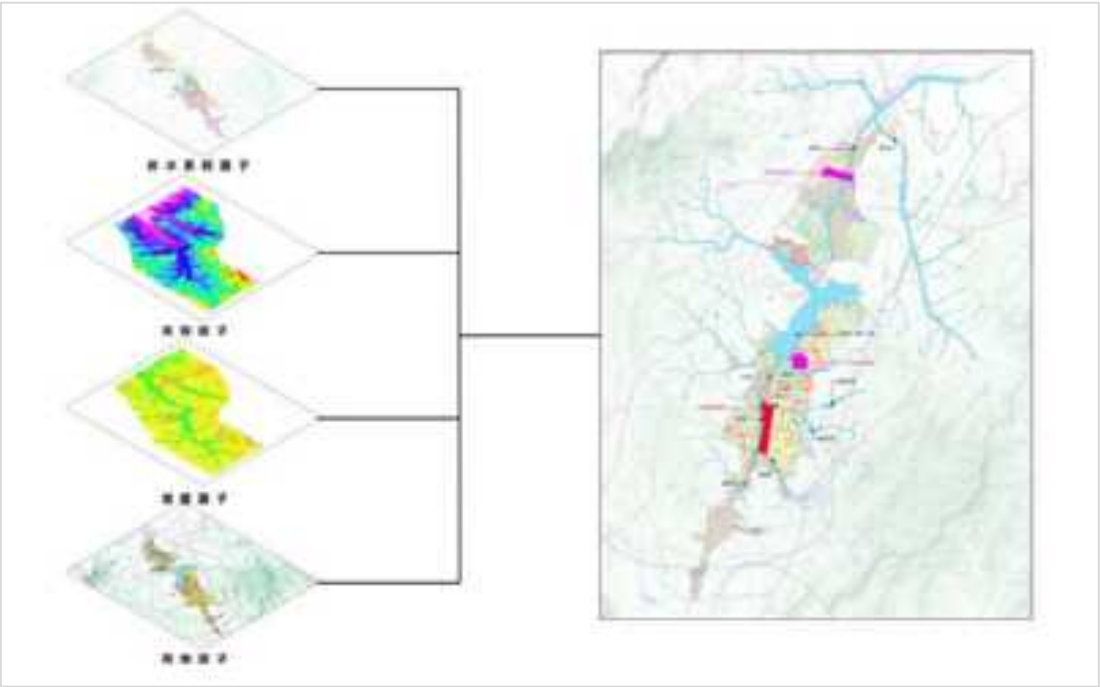


图 3-11 GIS 评估阶段

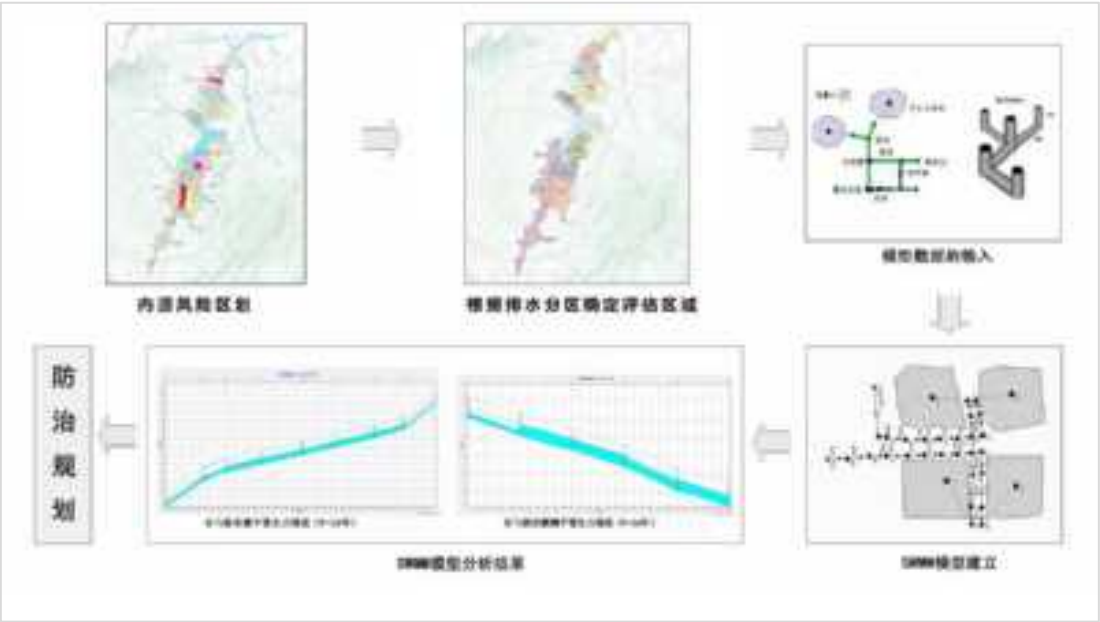


图 3-12 SWMM 评估阶段

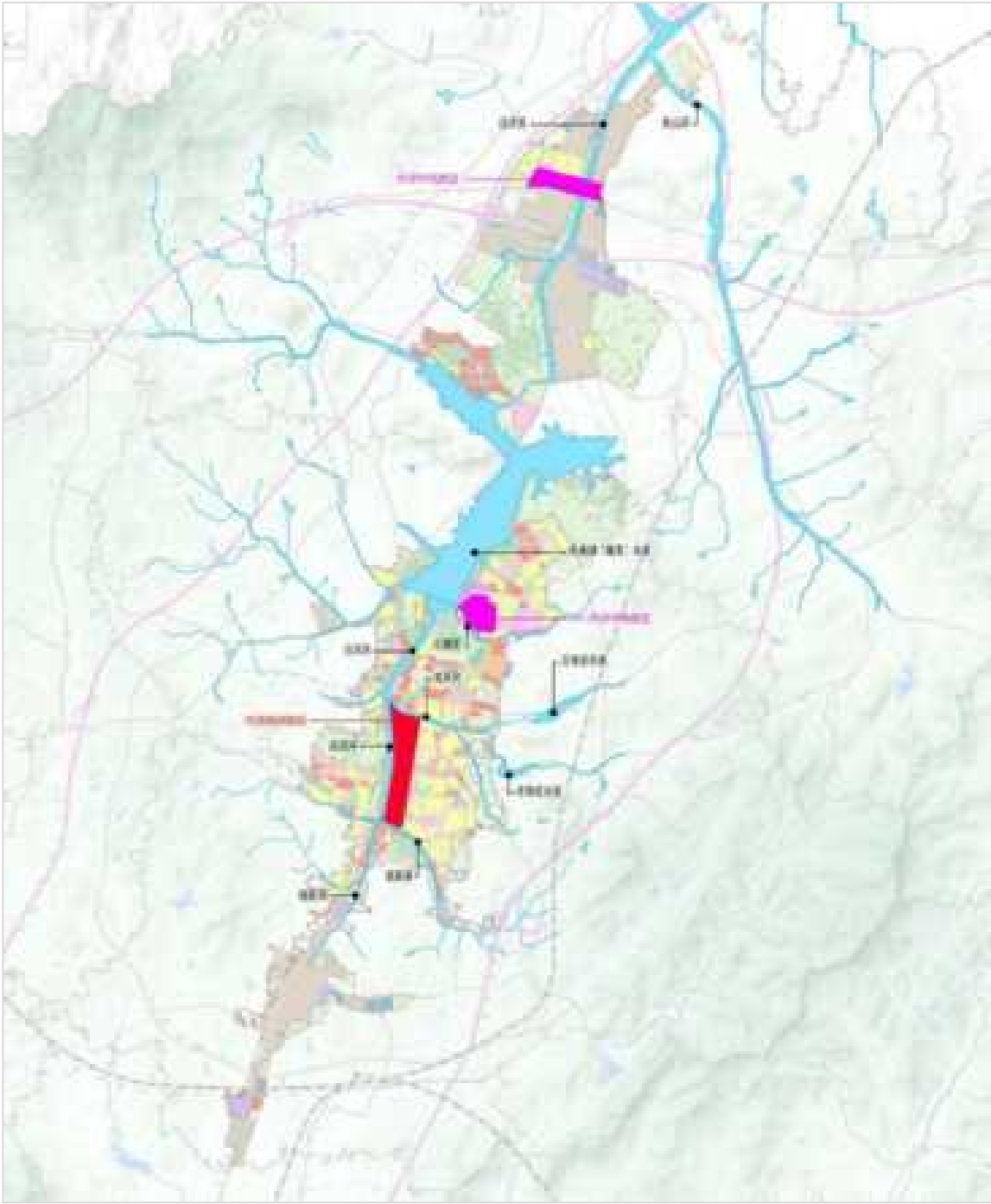


图 3-13 中心城区内涝风险评估图

第四章 规划总论

4.1 规划依据

4.1.1 国家相关法规及政策条例

- (1) 《中华人民共和国土地管理法》（2020）
- (2) 《中华人民共和国环境保护法》（2015）
- (3) 《中华人民共和国水法》
- (4) 《中华人民共和国防洪法》
- (5) 《中华人民共和国水污染防治法》
- (6) 《中华人民共和国水污染防治法实施细则》
- (7) 《中华人民共和国河道管理条例》
- (8) 《中华人民共和国水土保持法》
- (9) 《城市规划编制办法实施细则》（住建部 2018）
- (10) 《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23号）
- (11) 《住房和城乡建设部关于印发城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲的通知》（建城〔2013〕98号）
- (12) 《水污染防治行动计划》简称“水十条”（国务院常委会通过 2015 年 4 月 2 日出台）
- (13) 《国务院关于加强城市基础设施建设的意见》（国发〔2013〕36 号）
- (14) 《国务院关于印发水污染防治行动计划的通知》（国发〔2015〕17 号）
- (15) 《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）
- (16) 《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）

(17) 《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项目中央预算内投资计划的通知》（发改办投资〔2021〕261 号）

(18) 其他有关法律、法规、技术规范与标准

4.1.2 相关规范和标准

- (1) 《室外排水设计标准》（GB50014—2021，2021 年版）
- (2) 《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》（GB50400-2016）
- (3) 《城市排水工程规划规范》（GB50318—2017）
- (4) 《城镇污水处理厂污染物排放标准》（GB18918—2002）
- (5) 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）
- (6) 《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则（试行）》（建城〔2013〕88 号）
- (7) 《城市防洪工程设计规范》（GB/T 50805-2012）
- (8) 《城市水系规划规范》（GB 50513-2009[2016 年版]）
- (9) 《防洪标准》（GB50201-2014）
- (10) 《堤防工程设计规范》（GB50286-2013）

4.1.3 上位规划及相关规划

- (1) 《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》
- (2) 《栖霞市全域生态水系规划（2021—2035 年）》

4.2 规划原则

- 1. 根据规划区域地形特点及水系分布，全面规划、合理布局、综合利用、保护环境。
- 2. 在保证排水安全的前提下，尽量利用现状排水设施，以提高工程效益。
- 3. 纵向序列相结合：与上游总体规划、防洪规划、排水规划，下游施工图、管网改造计划相结合，既保证规划上下一致性，又要保证规划的可实施性。

4. 横向序列相结合：与水网规划、道路交通规划、竖向规划相结合，在保证水环境安全的前提下，兼顾生态、蓄水、景观等功能的实现。

5. 全面性与重点性相结合：以规划范围为核心，重点对城市建设用地区域提出建设和改造方案；对规划区域外围做适当扩展与延伸，提出建设思路与实施建议。

6. 先进性与经济性相结合：突出理念和技术的先进性，规划标准适度超前；又要因地制宜，充分考虑对现状排水防涝设施的继续利用。

7. 工程措施与非工程措施相结合：统筹考虑从源头到末端的全过程雨水控制与管理，既要有硬性工程措施保证规划的实现，又要引导城市建设理念的转变、应急管理的加强。

8. 近期与远期相结合：根据先急后缓的原则，对规划措施分期分批实施，有序推进，确保规划的实施落地。

4.3 规划指导思想

1. 严格贯彻执行国家和地方现行有关排水工程规划、建设、管理的法律、法规。全面贯彻“全面规划、合理布局、综合利用、保护环境、造福人民”的方针。

2. 贯彻执行国务院办公厅“关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知”和山东省人民政府办公厅“关于贯彻落实国办发〔2013〕23 号文件做好城市排水防涝工作的通知”，本着“雨污分流，雨水收集，提高标准”的规划原则进行规划。

3. 统筹兼顾、相互协调的原则，按照经济建设与环境建设相协调，做好保障水安全、保护水环境、恢复水生态、营造水文化，力求达到社会效益、经济效益、生态效益相统一。

4. 在城市总体规划的指导下，并结合城市防洪、道路、绿地、竖向、景观等其他各项专业规划的要求，充分做好与相关专业规划相衔接。

5. 按“低影响开发 LID”开发建设理念，充分考虑渗、滞、蓄、净、用、排并举。

6. 对排水工程方案应进行全面论证，做到保护环境，技术先进，经济合理，安全适用。

7. 规划积极采用经过鉴定的、行之有效的新技术、新工艺、新材料、新设备。

4.4 规划范围

规划范围与《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》确定的中心城区范围保持一致：

中心城区包括庄园街道、翠屏街道、松山街道城镇开发边界及周边需要管控的区域，总面积 41.07 平方千米。

规划范围不作为市县间勘界和管辖的依据，领界地区开展空间开发保护利用活动时，应做好与相邻县（市、区）的协调衔接。

4.5 规划期限和人口

规划期限为 2024—2035 年；近期至 2028 年，远期至 2035 年。

至 2035 年，栖霞市中心城区城镇常住人口控制在 16 万人左右，并综合考虑旅游服务人口等服务需求，提高中心城区综合服务能力，按 20 万人配置相关基础设施容量。

4.6 规划目标

根据《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）和《山东省人民政府办公厅关于贯彻落实国办发〔2013〕23 号文件做好城市排水防涝工作的通知》（鲁政办发〔2013〕15 号）的精神，结合栖霞市城区的实际情况，确定本规划目标为：

4.6.1 宏观目标

（1）落实和深化《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》内容，以指导防洪排涝工程的建设与管理，为防洪排涝工程的建设与管理提供依据，使防洪排涝工程设施建设与经济发展和城市建设同步协调。

（2）解决城市积水问题，提高城市排水防涝水平。

- （3）控制径流污染，降低雨水对栖霞市中心城区水体的污染。
- （4）推行雨水综合利用和管理，缓解用水矛盾。
- （5）调整建设理念，引导生态文明。

4.6.2 微观目标

- （1）在规划期内逐步建设成完善的城市排水、防涝体系，使城区新建的雨水管渠设计重现期不低于 2 年，既有管线结合地区改建和道路建设时随之更新排水系统，使雨水管渠设计重现期不低于 2 年。发生小于 2 年一遇降雨时城区地面无明显积水。
- （2）城区内涝防治设计重现期不低于 30 年，发生小于 30 年一遇降雨时城区内不得出现内涝灾害。
- （3）发生超过城市内涝防治标准 30 年一遇的降雨时，城市运转基本正常，不得造成重大财产损失和人员伤亡。

4.7 规划标准

4.7.1 雨水径流控制标准

根据低影响开发的要求，结合栖霞市城区地形地貌、气象水文、社会经济发展状况，综合考虑排水防涝需求、水环境容量、降雨规律分析、城市规划建设的可行性，将雨水径流控制标准分述如下：

城市开发建设过程中应最大程度减少对城市原有水系统和水环境的影响，新建地区的径流系数和综合径流系数的确定应以不对水生态造成严重影响为原则。旧城改造后的综合径流系数不能超过改造前，不能增加既有排水防涝设施的额外负担。

根据《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》中的城区各类建设用地布局规划，以及地块建筑密度控制要求，结合城区下垫面解析成果，参考《海绵城市建设技术指南—低影响

开发雨水系统构建》，采用城区综合径流系数为 0.61。

表 4-1 径流系数

地面种类	Ψ
各种屋面、混凝土或沥青路面	0.85-0.95
大块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
干砌砖石或碎石路面	0.35-0.40
非铺砌土路面	0.25-0.35
公园或绿地	0.10-0.20

表 4-2 综合径流系数

区域情况	Ψ
城镇建筑密集区	0.60-0.70
城镇建筑较密集区	0.45-0.60
城镇建筑稀疏区	0.20-0.45

4.7.2 雨水管渠、泵站及附属设施规划设计标准

城市管渠和泵站的设计标准、径流系数等设计参数应根据《室外排水设计规范（GB50014）》的要求确定。其中，径流系数应该按照不考虑雨水控制设施情况下的规范规定取值，以保障系统运行安全。

本规划雨水管渠、泵站及附属设施规划设计标准：

雨水管渠设计重现期，应根据汇水地区性质、城镇类型、地形特点和气候特征等因素，经技术经济比较后确定。根据《室外排水设计规范》中“雨水管渠设计重现期（年）”的规定。

表 4-3 雨水管渠设计重现期

	中心城区	非中心城区	中心城区的重要地区	中心城区地下广场通道和下沉式广场等
特大城市	3-5	2-3	5-10	30-50

大城市	2-5	2-3	5-10	20-30
中等城市和小城区	2-3	2-3	3-5	10-20

注：1 按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 雨水管渠应按重力流、满管流计算；3 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。

根据《栖霞市城市总体规划（2021—2035 年）》所确定的城市性质及栖霞市城区地形和气象特点，并参照周围相近城市所采用的标准，设计重现期按如下标准确定：

中心城区采用 2～3 年，非中心城区采用 2～3 年，中心城区的重要地区采用 3～5 年，中心城区重要地区主要指行政中心、交通枢纽、学校、医院和商业聚集区等。

4.7.3 径流总量控制目标

年径流总量控制率不低于 75%，参照烟台市的标准，对应的设计降雨量不小于 27mm，作为海绵城市一低影响开发设施的控制目标。

4.7.4 城市防洪标准

按照《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》确定：中心城区采用的城市防洪标准是按 50 年一遇设防，城区的排涝标准是 30 年一遇选取。城区主要河道白洋河等按 50 年一遇的防洪标准设计，文水河、翠屏河等中小河道 20 年一遇的防洪标准设计。市域推进山洪沟治理，根据实施计划定期对山洪沟进行安全排查，对影响的山洪沟，按照 10～20 年一遇防洪标准进行治理。

本次规划依据上述标准对栖霞市城区现状管网和河道的防洪排涝能力进行复核，对满足设计标准的予以保留使用，对不满足设计标准的进行重新设计。

4.8 系统方案

根据降雨、气象、土壤、水资源等因素，综合考虑渗、滞、蓄、净、用、排等多种措施组

合的城市排水防涝系统方案。

- 蓄：规划结合城市绿地、水系和湿地建设雨水调蓄设施，用于收集调蓄雨水；
- 滞：规划设置生物滞留、植被缓冲带等措施延缓雨水进入管道时间；
- 渗：规划加大雨水促渗。增加新建城区透水性地面的比例，新建道路绿地优先采用下凹式绿地，新建停车场，广场也都优先采用渗透式地面；
- 净：结合滨河绿地，修建生态护岸，并在有条件的河口地区新建人工湿地，净化初期雨水；
- 用：规划栖霞市城区应加强雨水资源化利用，主要用于道路浇洒和绿化、小区景观及绿化用水等。
- 排：接纳水体顶托严重或者排水出路不畅的地区，积极考虑河湖水系整治和排水出路拓展。

对白洋河、文水河、杨础河、翠屏河、南岩子河等内河水系进行综合治理，疏通。

当发生城市雨水管网设计标准以内的降雨时，降水通过雨水管渠排出，地面没有明显积水；发生城市内涝防治标准以内的降雨时，超过管网设计标准的雨水沿主要行泄通道排出，路面积水不超过 15cm，城市不出现内涝灾害；发生超过城市内涝防治标准的降雨时，城市运转基本正常，不造成重大财产损失和人员伤亡。

4.9 规划总体策略

以系统思维统筹协调区域流域生态环境治理与城市建设，衔接城市水资源综合利用和防灾减灾体系，整合优化防洪排涝工程布局与自然生态韧性，在全面评估栖霞市内涝风险本底的基础上，深度融合海绵城市理念，结合城市气候特征、降雨规律、地形地貌及河湖水系等自然禀赋，科学解析源头减排、管网调蓄、排涝协同、应急防控等多元措施在雨洪管理体系中的效能叠加机制与空间适配性。依托城市竖向分析与雨洪资源化需求，因势利导构建地形梯度衔接、河网弹性调蓄、管网智能联动的立体防洪排涝系统，立足全周期多目标平衡，形成与城市空间

形态、水文地质特征高度适配的城市排水（雨水）防涝综合规划，实现生态优先的可持续发展路径与极端天气情景下的城市韧性提升。



图 4-1 栖霞市城市排水防涝综合规划总体策略图

4.10 规划技术路线

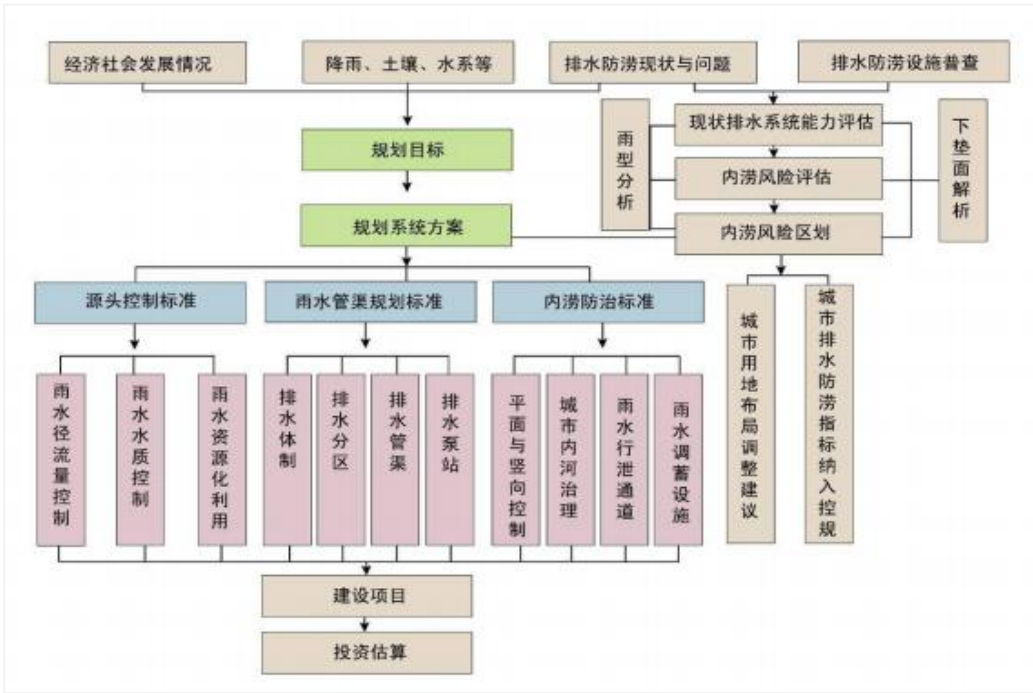


图 4-2 栖霞市排水防涝规划技术路线

第五章 城市雨水径流控制与资源利用

5.1 海绵城市设想

城镇化是保持经济持续健康发展的强大引擎，是推动区域协调发展的有力支撑，也是促进社会全面进步的必然要求。然而，快速城镇化的同时，城市发展也面临巨大的环境与资源压力，外延增长式的城市发展模式已难以为继，《国家新型城镇化规划（2014—2020 年）》明确提出，我国的城镇化必须进入以提升质量为主的转型发展新阶段。为此，必须坚持新型城镇化的发展道路，协调城镇化与环境资源保护之间的矛盾，才能实现可持续发展。党的“十八大”报告明确提出“面对资源约束趋紧、环境污染严重、生态系统退化的严峻形势，必须树立尊重自然、顺应自然、保护自然的生态文明理念，把生态文明建设放在突出地位”。建设具有自然积存、自然渗透、自然净化功能的海绵城市是生态文明建设的重要内容，是实现城镇化和环境资源协调发展的重要体现，也是今后我国城市建设的重大任务。

栖霞市城区是一个较缺水的城市，如何进行雨水综合利用和管理是栖霞市城区应对日益严峻的水环境形势提出的重要举措，具有十分深远的意义。中国城市转型发展时代已悄然开始，相应区域城市发展也开始从规模竞争向环境竞争方向转变，单一经济发展方式的城市将缺乏竞争力。栖霞市城区着力建设生态文明城市，着力建设更加优美的城市环境，将水系、生态走廊等与城市建设结合，突出城市特点，建设城市生态文明，是发展方式的超越和发展理念的升华。海绵城市与栖霞市城区生态文明建设理念不谋而合，而这也必将有力促进生态文明建设的步伐。

1. 海绵城市的本质——解决城镇化与资源环境的协调和谐

顾名思义，海绵城市就像一块海绵那样，能把雨水留住，让水循环利用起来，把初期雨水径流的污染削减掉。海绵城市的本质是改变传统城市建设理念，实现与资源环境的协调发展。在“成功的”工业文明达到顶峰时，人们习惯于战胜自然、超越自然、改造自然的城市建设模

式，结果造成严重的城市病和生态危机；而海绵城市遵循的是顺应自然、与自然和谐共处的低影响发展模式。传统城市利用土地进行高强度开发，海绵城市实现人与自然、土地利用、水环境、水循环的和谐共处；传统城市开发方式改变了原有的水生态，海绵城市则保护原有的水生态；传统城市的建设模式是粗放式的，海绵城市对周边水生态环境则是低影响的；传统城市建成后，地表径流量大幅增加，海绵城市建成后地表径流量能保持不变。因此，海绵城市建设又被称为低影响设计和低影响开发（Low impact design or development）。

2. 海绵城市的目标——让城市“弹性适应”环境变化与自然灾害

（1）保护原有水生态系统。通过科学合理划定城市的“蓝线”“绿线”开发边界和保护区域，最大限度地保护原有河流、湖泊、湿地、坑塘、沟渠、树林、公园草地等生态体系，维持城市开发前的自然水文特征。

（2）恢复被破坏水生态。对传统粗放城市建设模式下已经受到破坏的城市绿地、水体、湿地等，综合运用物理、生物和生态等的技术手段，使其水文循环特征和生态功能逐步得以恢复和修复，并维持一定比例的城市生态空间，促进城市生态多样性提升。我国很多地方结合点源污染治理的同时推行“河长制”，治理水污染，改善水生态，起到了很好的效果。

（3）推行低影响开发。在城市开发建设过程中，合理控制开发强度，减少对城市原有水生态环境的破坏。留足生态用地，适当开挖河湖沟渠，增加水域面积。此外，从建筑设计开始，全面采用屋顶绿化、可渗透的路面、人工湿地等促进雨水积存净化。

（4）通过种种低影响措施及其系统组合有效减少地表水径流量，减轻暴雨对城市运行的影响。

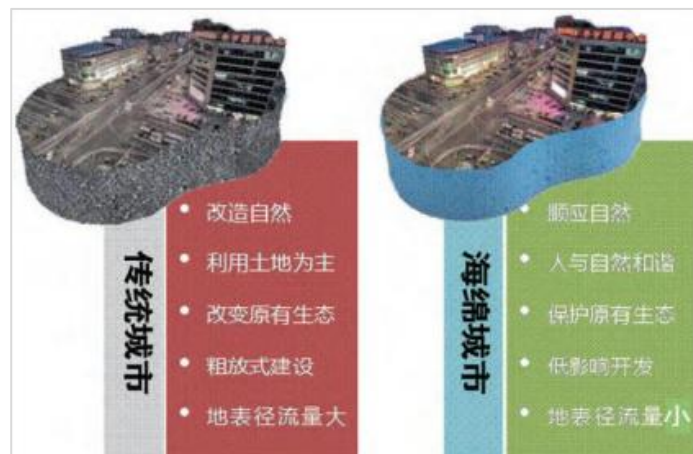


图 5.1-1 传统城市与海绵城市建设模式比较

3. 转变排水防涝思路

传统的市政模式认为，雨水排得越多、越快、越通畅越好，这种“快排式”的传统模式没有考虑水的循环利用。海绵城市遵循“渗、滞、蓄、净、用、排”的六字方针，把雨水的渗透、滞留、集蓄、净化、循环使用和排水密切结合，统筹考虑内涝防治、径流污染控制、雨水资源化利用和水生态修复等多个目标。具体技术方面，有很多成熟的工艺手段，可通过城市基础设施规划、设计及其空间布局来实现。经验表明：在正常的气候条件下，典型海绵城市可以截流 70% 以上的雨水。

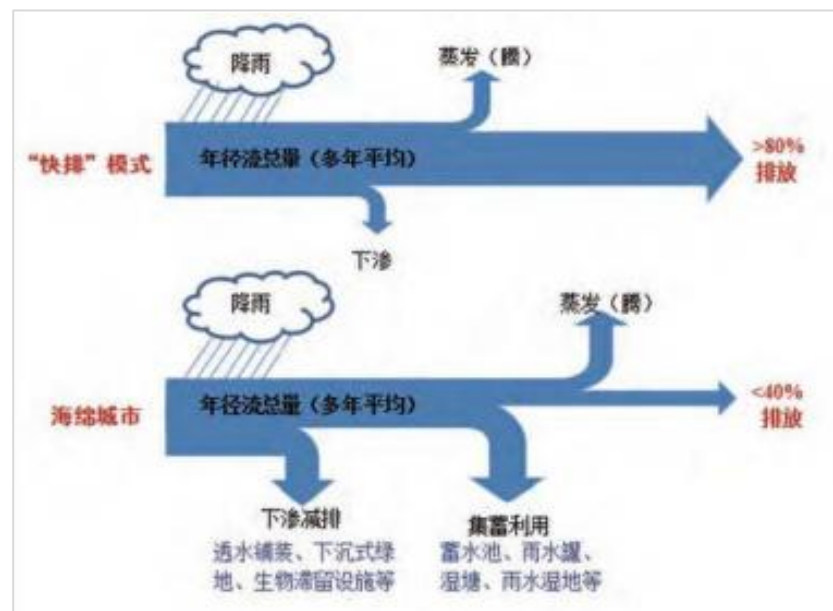


图 5.1-2 海绵城市转变排水防涝思路

4. 开发前后的水文特征基本不变

通过海绵城市的建设，可以实现开发前后径流总量和峰值流量保持不变，在渗透、调节、储存等诸方面的作用下，径流峰值的出现时间也可以基本保持不变。水文特征的稳定可以通过对源头削减、过程控制和末端处理来实现。习近平总书记在 2013 年的中央城镇化工作会议上明确指出：解决城市缺水问题，必须顺应自然，要优先考虑把有限的雨水留下来，优先考虑更多利用自然力量排水，建设自然积存、自然渗透、自然净化的海绵城市。由此可见，海绵城市建设已经上升到国家战略层面。

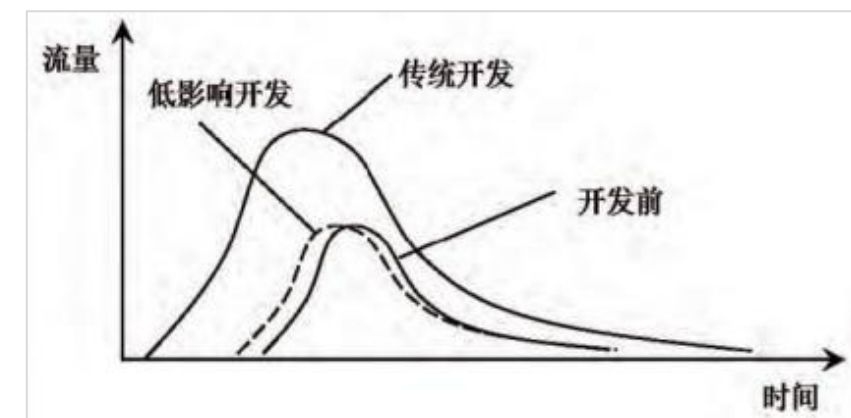


图 5.1-3 低影响开发水文原理示意图

从上述分析可知，低影响开发理念的提出，最初是强调从源头控制径流，但随着低影响开发理念及其技术的不断发展，加之我国城市发展和基础设施建设过程中面临的城市内涝、径流污染、水资源短缺、用地紧张等突出问题的复杂性。在我国，低影响开发的含义已延伸至源头、中途和末端不同尺度的控制措施。城市建设过程应在城市规划、设计、实施各环节纳入低影响开发内容，并统筹协调城市规划、排水、园林、道路交通、建筑、水文等专业，共同落实低影响开发控制目标。因此，广义来讲，低影响开发指在城市开发建设过程中采用源头削减、中途转输、末端调蓄等多种手段，通过渗、滞、蓄、净、用、排等多种技术，实现城市良性水文循环，提高对径流雨水的渗透、调蓄、净化、利用和排放能力，维持或恢复城市的“海绵”功能。

5. 海绵城市—低影响开发雨水系统构建途径

海绵城市—低影响开发雨水系统构建需统筹协调城市开发建设各个环节。在城市各层级、各相关规划中均应遵循低影响开发理念，明确低影响开发控制目标，结合城市开发区域或项目特点确定相应的规划控制指标，落实低影响开发设施建设的主要内容。设计阶段应对不同低影响开发设施及其组合进行科学合理的平面与竖向设计，在建筑与小区、城市道路、绿地与广场、水系等规划建设中，应统筹考虑景观水体、滨水带等开放空间，建设低影响开发设施，构建低影响开发雨水系统。低影响开发雨水系统的构建与所在区域的规划控制目标、水文、气象、土地利用条件等关系密切，因此，选择低影响开发雨水系统的流程、单项设施或其组合系统时，需要进行技术经济分析和比较，优化设计方案。低影响开发设施建成后应明确维护管理责任单位，落实设施管理人员，细化日常维护管理内容，确保低影响开发设施运行正常。低影响开发雨水系统构建途径示意图如下图所示。

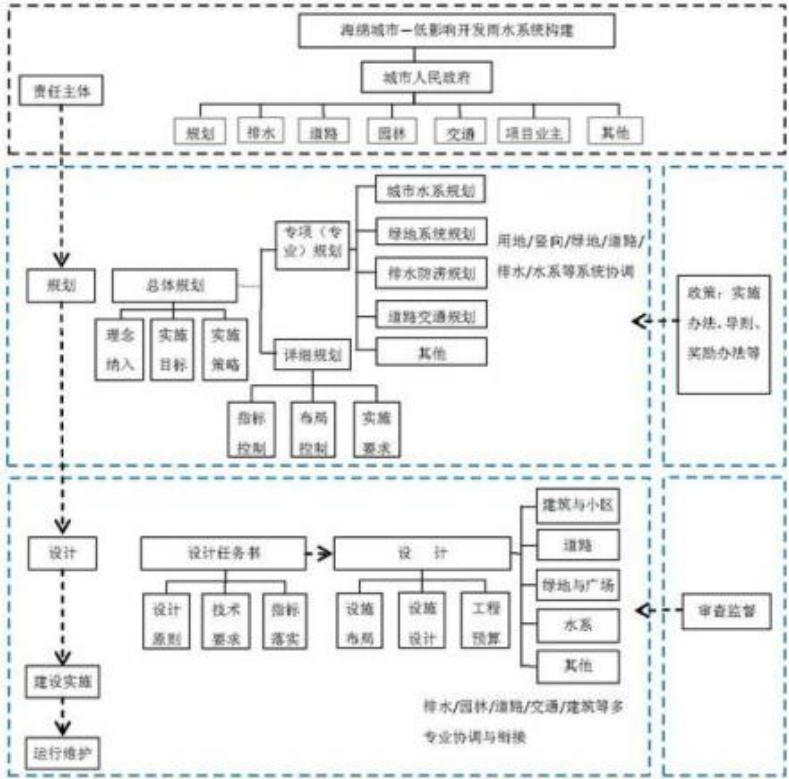


图 5-4 海绵城市—低影响开发雨水系统构建途径示意图

5.2 统筹有序建设海绵城市

5.2.1 海绵城市目标

海绵城市建设的规划指标包括水安全、水生态、水环境、水资源等各项指标。

通过构建海绵城市—低影响开发雨水系统，采用“绿色基础设施—灰色基础设施”“地上空间—地下空间”和“渗蓄—缓排设施”结合的工程措施与相关制度机制制定和规范标准的编制等非工程措施，正确处理水质与水量、分散与集中、生态与安全、景观与功能、灰色与绿色五个关系，综合实现水安全、水生态、水环境、水资源的多重目标。下表为栖霞市海绵城市规划指标体系：

表 5-1 栖霞市海绵城市规划指标体系

类别	指标	国家要求	目标值及要求
水生态	年径流总量控制率	不低于 70%	不低于 75%
	生态岸线恢复	达到蓝线控制要求，恢复岸线生态功能。	生态岸线恢复比例不低于 60%
	地下水位	年均地下水潜水位保持稳定，或下降趋势得到明显遏制，平均降幅低于历史同期。	优先利用地表水，涵养保护地下水，地下水作为备用水源。
	城市热岛效应	热岛强度得到缓解。	明显缓解
水环境	水环境质量	不得出现黑臭现象。海绵城市建设区域内的河湖水质不低于Ⅳ类标准；地下水水质不低于Ⅲ类标准，且优于海绵城市建设前。	河湖水质不低于Ⅳ类标准，地下水水质不低于Ⅲ类标准，且不劣于海绵城市建设前
	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	全面实行雨污分流制
水资源	污水再生利用率	不低于 20%	不低于 30%
	雨水资源利用率	根据当地情况而定	3%
	管网漏损率	不高于 12%	不高于 10%
水安全	城市暴雨内涝灾害防治	历史积水点彻底消除或明显减少，或者在同等降雨条件下积水程度显著减轻。城市内涝得到有效防范达到规定标准。	排水防涝标准：有效应对不低于 20 年一遇的暴雨；防洪标准：达到 50 年一遇。
	饮用水安全	饮用水水源地水质达到国家标准要求	集中式水源地达标率 100%

制 度 建 设	规划建设管控制度	建立海绵城市建设的规划（土地出让、两证一书）、建设（施工图审查、竣工验收等）方面的管理制度和机制。	完善各项制度建设
	蓝线、绿线划定与保护	在城市规划中划定蓝线、绿线并制定相应管理规定	完善各项制度建设
	技术规范与标准建设	制定较为健全、规范的技术文件，保障当地海绵城市建设顺利实施。	完善各项制度建设
	投融资机制建设	制定海绵城市建设投融资、PPP 管理方面的制度机制	完善各项制度建设
	绩效考核与奖励机制	1.须建立按效果付费的绩效考评机制，与海绵城市建设成效相关的奖励机制等；2.对于政府投资建设、运行、维护的海绵城市建设项目，须建立与海绵城市建设成效相关的责任落实与考核机制等。	完善各项制度建设
	产业化	制定促进相关企业发展的优惠政策等。	完善各项制度建设
显 示 度	连片示范效应	2020 年：20%；2030 年：80%	2020 年：25%； 2030 年：80%，形成整体效应。

5.2.2 建设主要方式

生态文明建设是中国特色社会主义的重要特征。习近平总书记指出，建设生态文明，关系人民福祉，关乎民族未来。习近平总书记还指出“我们既要绿水青山，也要金山银山，宁要绿水青山，不要金山银山，而且绿水青山就是金山银山”，强调良好生态环境是最普惠的民生福祉，保护生态环境就是保护生产力，应以系统工程思路抓生态建设。因此，我们应按照尊重自然、顺应自然、保护自然的理念，贯彻节约资源和保护环境的基本国策，在海绵城市建设中，应始终遵循生态文明的理念。

《栖霞市“十三五”城市建设与新型发展规划》中强调：生态文明是城市现代化发展的时代呼唤。该规划要求将生态文明理念深度融入城市发展的各个环节，确立生态环境保护作为评估与指导城市发展工作的首要基准。致力于转变城市发展范式，维护自然生态基底，旨在打造一个资源高效利用、环境和谐共生的绿色低碳城市。通过这一系列举措，推动栖霞市向资源节约型和环境友好型的现代化城市转型。由此，确立明确发展目标：

1. 解决水资源紧缺问题，保证主要河流的生态用水、战略储备地下水；全市环境污染和生态破坏问题得到基本解决，环境质量得到根本改善，所有水体达到水功能区划和水环境功能区划标准，城区、城镇空气质量优于国家二级标准；农业面源污染得到有效控制。绿化覆盖率达到 50%；森林覆盖率达到 65%；受保护地区面积达到国土面积的 21%；工业固体废物综合利用率 90%。

2. 加大力度推行河道综合整治与生态恢复，增强河道管理工作，加快面向农村新型社区的污水处理设施建设，将污水处理工程与河道治理工程结合，加强农田基质保护和饮用水源区保护，保护水生态系统，恢复流域生态环境。

3. 进一步实施河库串联、河道治理、建闸蓄水等水利工程，加大水资源的存蓄能力，不断增大优化统一联合调度。积极掌握企业用水情况和薄弱环节，挖掘企业节水潜力，杜绝企业多超计划用水现象，重点抓好高耗水行业节水。大力推广喷灌、滴灌和管道输水灌溉等先进实用的节水灌溉技术，发展现代旱作节水农业。鼓励城市建设中采用分散式或集中式的雨水收集利用系统。

4. 严控高污染企业向小城镇蔓延或转移，充分利用可利用的生态环境要素塑造环境亮点，开展街道与镇郊环境整治，治理环境盲点。编制城镇环境规划，提出生态环境建设指标体系，明确划分各环境功能区，并制订有效的水环境、大气环境、声环境、固体废物综合整治和生态环境保护与建设方案。

探索新型城市发展路径，是我国经济社会发展的重要战略部署。中央关于城市发展的工作会议明确指出，“构建能够自然蓄积、自然渗透、自然净化的海绵型城市”。栖霞市在推进海绵城市建设中，积极采纳低影响开发策略，将海绵城市建设作为关键切入点与核心动力，这标志着在生态文明建设与新型城市发展道路深度融合方面的一次有益探索与实践。通过这些努力，栖霞市正致力于打造一个更加生态友好、可持续发展的现代城市典范。

5.3 径流量控制

5.3.1 径流量控制的目标

构建低影响开发雨水系统，规划控制目标一般包括径流总量控制、径流峰值控制、径流污染控制、雨水资源化利用等。

栖霞市城区应结合水环境现状、水文地质条件等特点，合理选择其中一项或多项目标作为规划控制目标。鉴于径流污染控制目标、雨水资源化利用目标大多可通过径流总量控制实现，栖霞市城区低影响开发雨水系统构建可选择径流总量控制作为首要的规划控制目标。

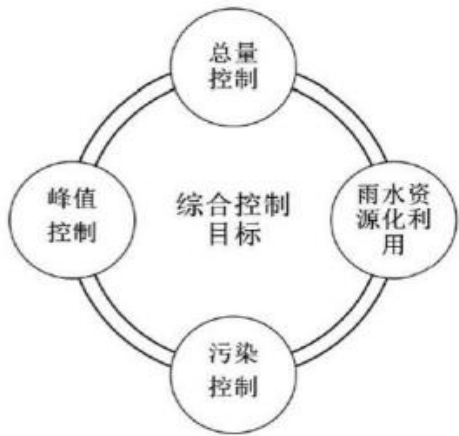


图 5.3-1 低影响开发控制目标示意图

5.3.2 径流量控制指标的确定

低影响开发雨水系统的径流总量控制采用年径流总量控制率作为控制目标。年径流总量控制率与设计降雨量为一一对应关系。

理想状态下，径流总量控制目标应以开发建设后径流排放量接近开发建设前自然地貌时的径流排放量为标准。自然地貌往往按照绿地考虑，一般情况下，绿地的年径流总量外排率为 15%~20%（相当于年雨量径流系数为 0.15-0.20），因此，借鉴发达国家实践经验，年径流总量控制率最佳 75%~85%。这一目标主要通过控制频率较高的中、小降雨事件来实现。

在确定年径流总量控制率时，需要综合考虑多方面因素。

1. 开发建设前的径流排放量与地表类型、土壤性质、地形地貌、植被覆盖率等因素有关，应通过分析综合确定开发前的径流排放量，并据此确定适宜的年径流总量控制率。
2. 要考虑当地水资源禀赋情况、降雨规律、开发强度、低影响开发设施的利用效率以及经济发展水平等因素；具体到某个地块或建设项目的开发，要结合本区域建筑密度、绿地率及土地利用布局等因素确定。

因此，在综合考虑以上因素的基础上，当不具备径流控制的空间条件或者经济成本过高时，可以选择较低的年径流总量控制目标。同时，从维持区域水环境良性循环及经济合理性角度出发，径流总量控制目标也不是越高越好，雨水的过量收集、减排会导致原有水体的萎缩或影响水系统的良性循环；从经济性角度出发，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。

《海绵城市建设技术指南》将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 α 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（ $60\% \leq \alpha \leq 85\%$ ）。栖霞市中心城区应参照此限值，因地制宜的确定本地区径流总量控制目标。栖霞市中心城区位于分区中的 IV 区，年径流总量控制率为 70%~85%，考虑到栖霞市的地形地貌、土壤性质、水资源情况，本次规划确定栖霞市中心城区海绵城市建设年径流流量控制目标为 $\alpha \geq 75\%$ 。

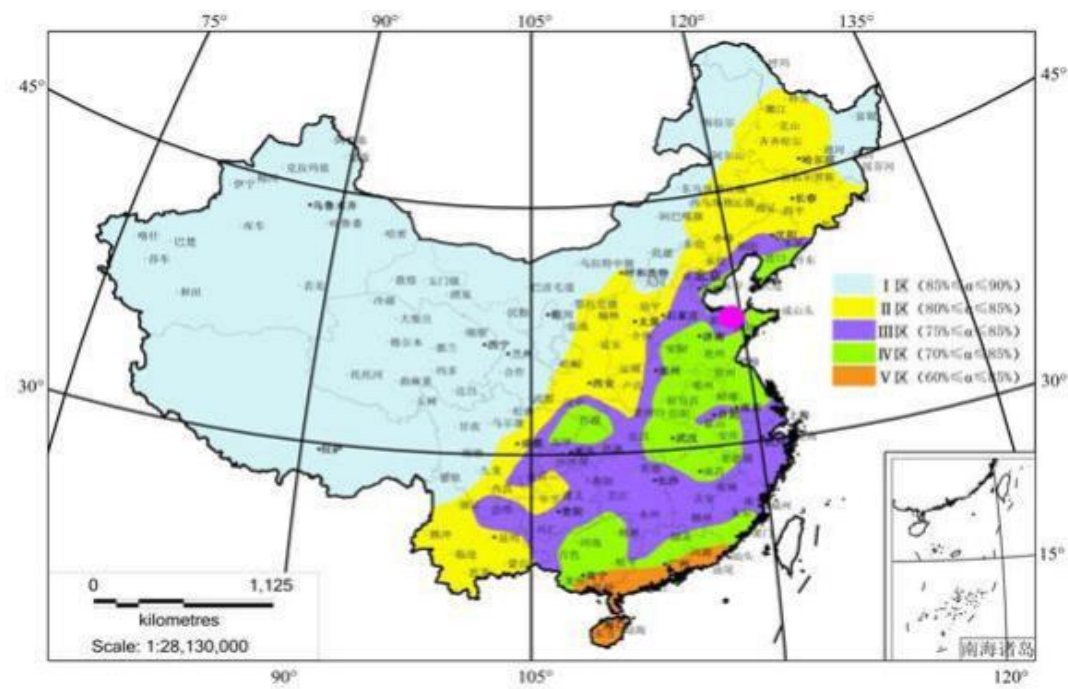


图 5.3-2 我国大陆地区年径流总量控制率分区图

5.3.3 城市雨水径流量控制方法与措施

1. 控制建设用地开发利用方式

城市开发建设过程中应最大程度减少对城市原有水系统和水环境的影响，应以不对水生态造成严重影响为原则。对于新建城区规划，需要控制用地类型、规模，尽可能的增加公园绿地等渗透性地面用地，尽量降低综合径流系数，一般宜按不超过 0.6 进行控制；对于旧城改造后的综合径流系数不能超过改造前。

2. 加强雨水渗透

(1) 透水铺装

透水铺装是指以各种人工材料铺设的透水地面。透水铺装的强度与传统铺装材料相差无几，与传统铺装材料的最大不同在于它不含细骨料，因此允许雨水径流的下渗。一般来说，透水性铺装可以分为两种类型：第一类是用本身可直接渗透水的透水材料如透水混凝土、透水沥青、透水水泥砖等铺设的路面；第二类透水地面则是采用普通材料如塑料、水泥等制作，但设有一

定比率的间隙，且间隙之间可种植草皮的多孔嵌草砖（草皮砖）、碎石地面等。

以透水砖人行道为例，基本结构一般由面层（透水砖）、找平层、基层、垫层（根据情况选定）等几部分构成。找平层一般采用粗、中砂或干硬性水泥砂浆（水泥与砂质量比以 1:5-7 为宜）找平，厚度约 20—30mm；基层可采用透水级配碎石、透水水泥混凝土或透水水泥稳定碎石基层，厚度以 150—300mm 为宜；垫层一般以天然沙砾为材料；当有停车或通车要求时应考虑将沙砾垫层改为透水级配碎石，以形成承载力较强的底基层。

透水铺装材料具有多孔隙的特点，能允许雨水入渗，补给地下水，减少雨水径流量，削减峰值流量，从而缓减城市排水系统压力。嵌草砖等模块式透水铺装还因植物的吸收、过滤和降解作用，能够有效净化雨水径流，广泛适用于停车场、广场、人行道、车行道等硬质地面区域的路面改造。

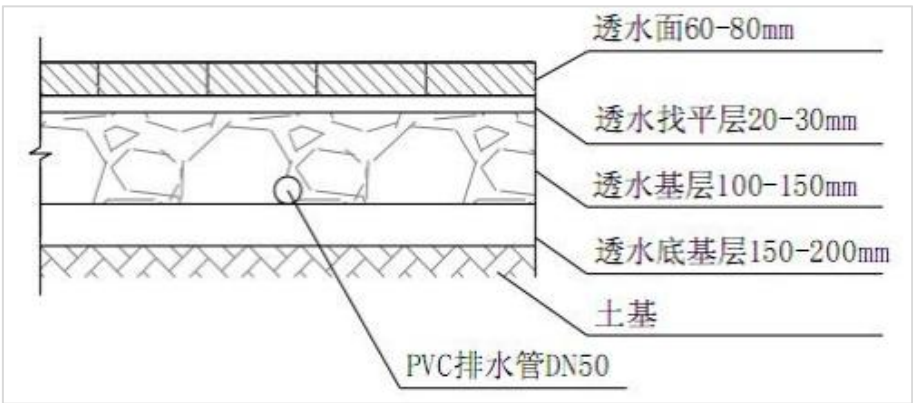


图 5.3-3 透水砖铺装典型结构示意图



图 5.3-4 透水铺装实景图

（2）绿色屋顶

绿色屋顶是指以绿色植被覆盖的建筑屋顶，又被称为屋顶花园，包括防水层、排水层、过滤层、种植土以及植物层等结构。通过植物的吸收和净化、微生物的降解作用，绿色屋顶能够减少进入落水管的雨水量，同时可削减峰值径流，净化水质，减轻大气污染和城市热岛效应，提高城市绿化率，美化城市景观等，适用于居住区、商业中心、工厂等地区，既可用于平屋顶，也可用于坡度较小的坡屋顶，对于那些屋顶坡面较陡的建筑物和年代较久远、承重能力受限的老建筑物宜慎重考虑绿色屋顶的使用。

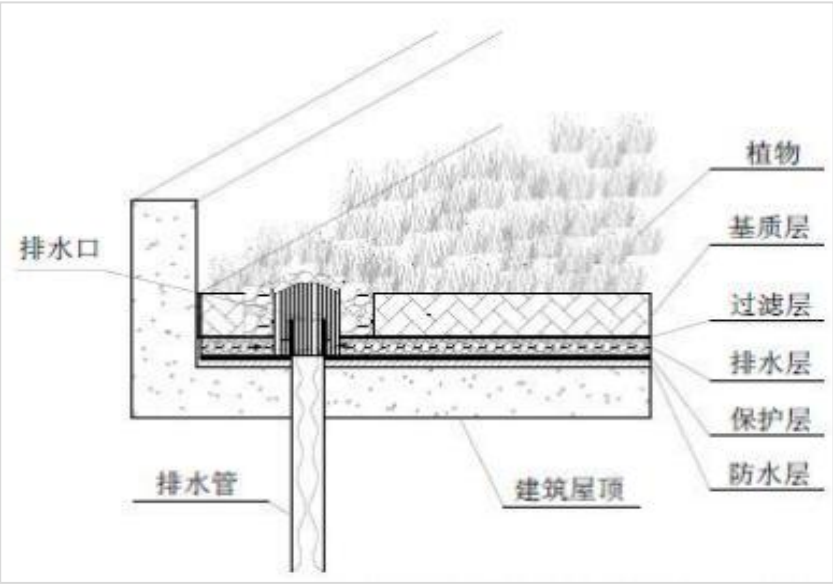


图 5.3-5 绿色屋顶典型构造示意图



图 5.3-6 绿色屋顶实景图

（3）下沉式绿地

下沉式绿地具有狭义和广义之分，狭义的下沉式绿地指低于周边铺砌地面或道路在 200mm 以内的绿地；广义的下沉式绿地泛指具有一定的调蓄容积，且可用于调蓄和净化径流雨水的绿地，包括生物滞留设施、渗透塘、湿塘、雨水湿地、调节塘等。下沉式绿地可广泛应用于城市建筑与小区、道路、绿地和广场内。对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，应采取必要的措施防止次生灾害的发生。

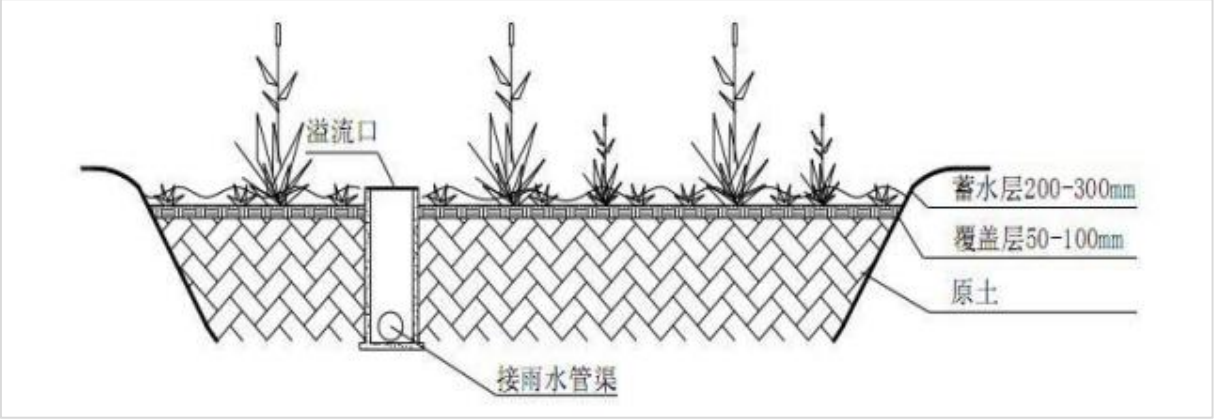


图 5.3-7 狭义的下沉式绿地典型构造示意图



图 5.3-8 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。

生物滞留设施主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地，以及城市道路绿化带等城市绿地内。对于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域，可采用底部防渗的复杂型生物滞留设施。生物滞留设施形式多样、适用区域广、易与景观结合，径流控制效果好，建设费用与维护费用较低；但地下水位与岩石层较高、土壤渗透性能差、地形较陡的地区，应采取必要的换土、防渗、设置阶梯等措施避免次生灾害的发生，将增加建设费用。

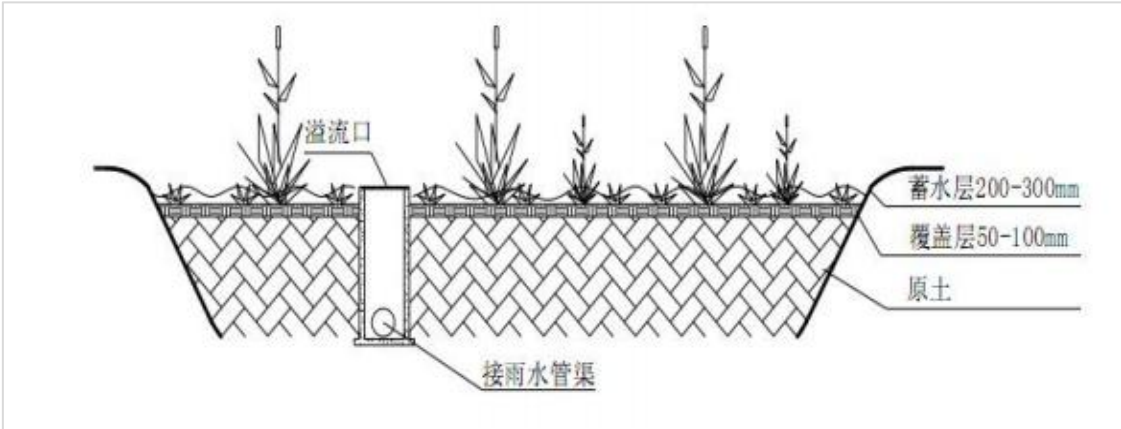


图 5.3-9 简易型生物滞留设施典型构造示意图



图 5.3-10 生物滞留设施实景图

(5) 渗透塘

渗透塘是一种用于雨水下渗补充地下水的洼地，具有一定的净化雨水和削减峰值流量的作用。渗透塘适用于汇水面积较大（大于 1h m^2 ）且具有一定空间条件的区域，但应用于径流污染严重、设施底部渗透面距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

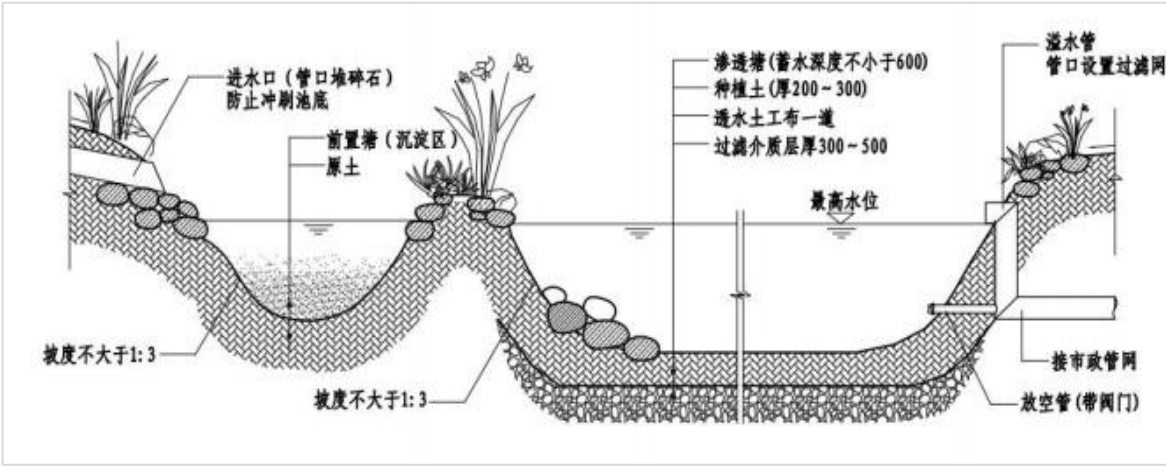


图 5.3-11 渗透塘典型构造示意图

(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。渗井主要适用于建筑与小区内建筑、道路及停车场的周边绿地内。渗井应用于径流污染严重、设施底部距离季节性最高地下水位或岩石层小于 1m 及距离建筑物基础小于 3m（水平距离）的区域时，应采取必要的措施防止发生次生灾害。

(7) 湿塘

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。湿塘适用于建筑与小区、城市绿地、广场等具有空间条件的场地。

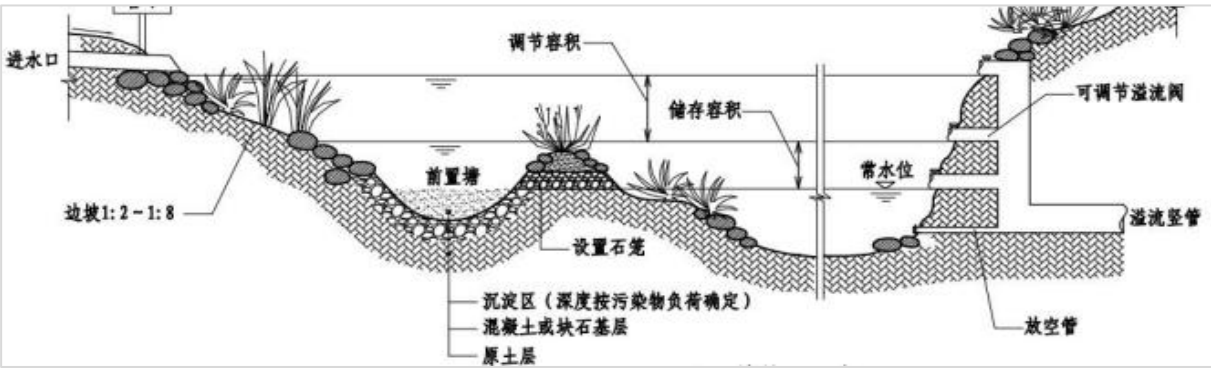


图 5.3-12 湿塘典型构造示意图



图 5.3-15 雨水湿地实景图



图 5.3-13 湿塘典型构造示意图

(8) 雨水湿地

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。

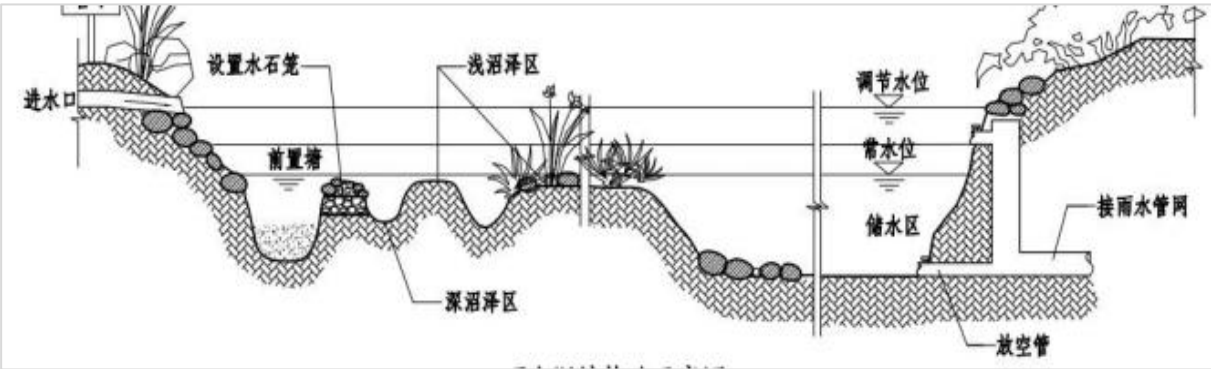


图 5.3-14 雨水湿地典型构造示意图

(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。蓄水池适用于有雨水回用需求的建筑与小区、城市绿地等，根据雨水回用用途（绿化、道路喷洒及冲厕等）不同需配建相应的雨水净化设施；不适用于无雨水回用需求和径流污染严重的地区。



图 5.3-16 蓄水池实景图

(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。适用于单体建筑屋面雨水的收集利用。

(11) 调节塘

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。调节塘适用于建筑与小区、城市绿地等具有一定空间条件的区域。

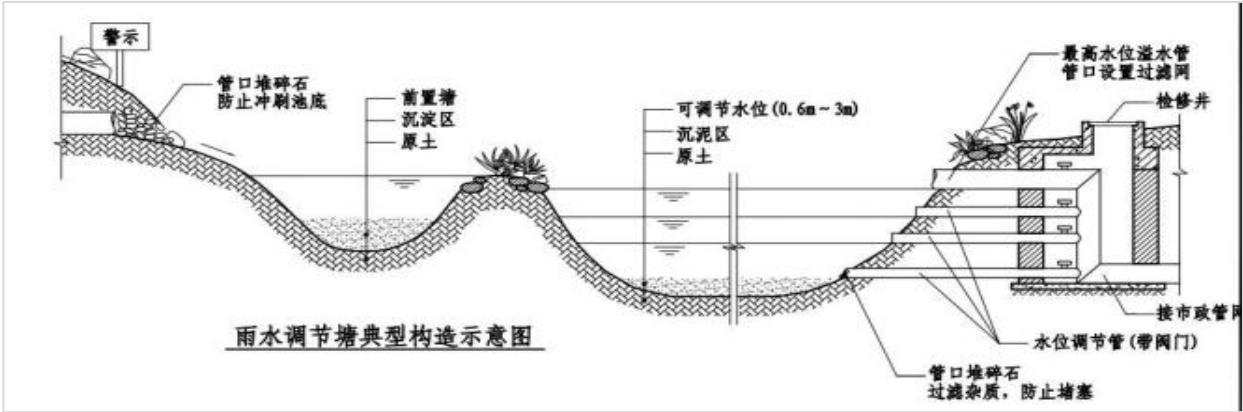


图 5.3-17 调节塘典型构造示意图

（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）。调节池适用于城市雨水管渠系统中，削减管渠峰值流量。

（13）植草沟

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。植草沟适用于建筑与小区内道路，广场、停车场等不透水性的周边，城市道路及城市绿地等区域，也可作为生物滞留设施、湿塘等低影响开发设施的预处理设施。

植草沟也可与雨水管渠联合应用，场地竖向允许且不影响安全的情况下也可代替雨水管渠。

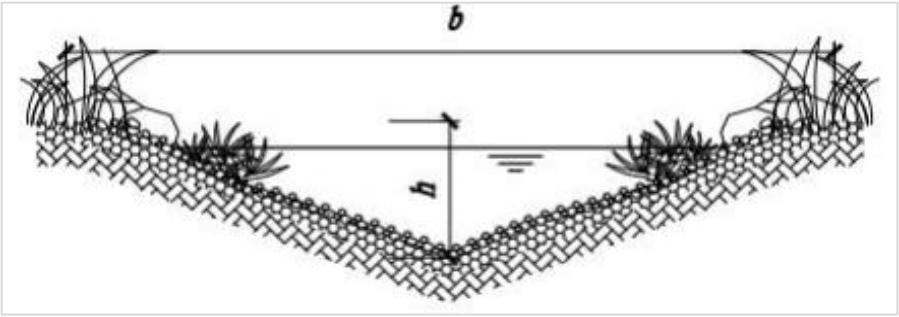


图 5.3-18 转输型三角形断面植草沟典型构造示意图

（14）渗管/渠

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/渠适用于建筑与小区及公共绿地内转输流量较小的区域，不适用于地下水位较高、径流污染严重及易出现结构塌陷等不宜进行雨水渗透的区域（如雨水管渠位于机动车道下等）。

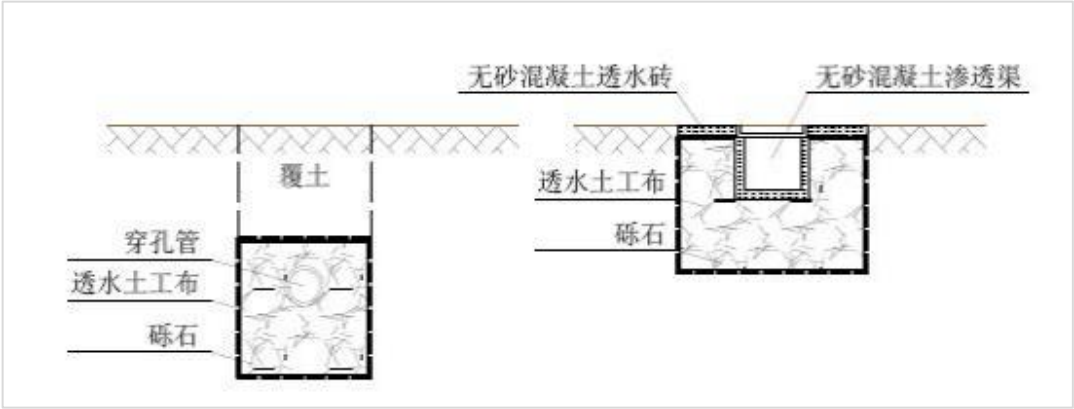


图 5.3-19 渗管/渠典型构造示意图

（15）植被缓冲带

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。植被缓冲带适用于道路等不透水面周边，可作为生物滞留设施等低影响开发设施的预处理设施，也可作为城市水系的滨水绿化带，但坡度较大（大于 6%）时其雨水净化效果较差。

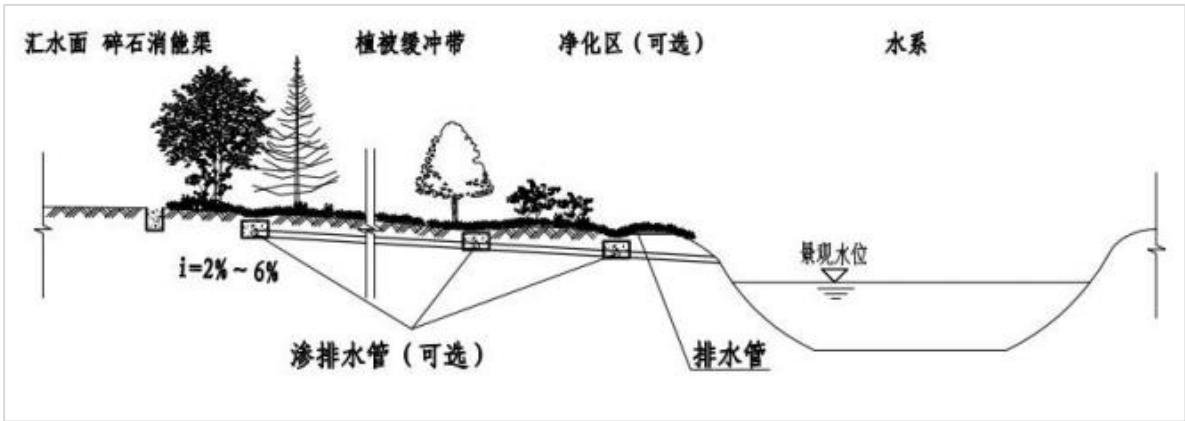


图 5.3-20 植被缓冲带典型构造示意图

5.3.4 栖霞市中心城区雨水径流控制规划

结合城区道路、公园的建设和改造，建设低影响开发道路和公园。在道路建设过程中，采用透水性铺装、透水性路面及下凹式绿地等措施，在公园建设过程中采用透水性路面、广场、下凹式绿地、植草沟等技术措施增加公园的透水性、渗水性。通过低影响开发道路和公园的建设，充分截留、下渗雨水，降低城市径流系数。

5.4 初期雨水径流污染控制

城市地表径流污染是指在降雨过程中雨水及其形成的径流流经城市地面（如商业区、居住区、停车场、街道等），聚集一系列污染物质（如原油、氮、磷、重金属、有机物质等）并直接排入水体而造成的水体非点源污染。

一般来说，每场降雨的水质出入较大，雨水水质不仅与降雨强度有关，也与屋面材料、空气质量、气温、两次降雨间隔时间等因素有关。而且初期径流水质较差，水质浑浊、色度大，故径流的污染主要是指初期雨水污染。城市初期雨水污染是由于雨滴在淋洗大气、冲刷城市路面、建筑物、废弃物等之后，携带氮氧化物、重金属、有机物以及病原体等污染物质进入地表水和地下水，加重城市水源的污染，从而影响水资源的可持续利用，加剧水资源短缺的面源污染。城市雨水径流污染的特点：晴天累积、雨天排放，具有随机性强、突发性强和径流量大的

特点。

5.4.1 初期雨水径流来源

1. 屋面雨水

经研究发现，屋面雨水的水质并非一般认为的有较好的水质，相反，其污染比较严重，主要与屋面材料、空气质量和气温等外部因素有关。屋面材料对径流水质有很大影响。对典型的坡顶瓦屋面和平顶沥青油毡屋面雨水径流的比较，后者的污染明显严重，其初期径流 COD 浓度可高达上千，且色度大，有异味，主要为溶解性 COD。坡顶瓦屋面由于易于冲刷，初期径流的 SS 浓度可能较高，取决于降雨条件和降雨时间，但色度和 COD 浓度一般均小于油毡屋面。如遇到暴雨，强烈的冲刷作用把继续在平顶屋面上的颗粒物体冲洗下来，则初期雨水中的 SS 也会达到较高浓度。两种屋面初期径流 COD 浓度一般相差 3-8 倍左右，随着气温升高差距增大。由于沥青为石油副产品，其成分较为复杂，许多污染物质可能溶解到雨水中，而瓦屋面不含溶解性化学成分。经过对华北地区多年水质资料分析发现，天然雨水中的 COD，SS 浓度均比较低，而且全年变化不大。但是屋面径流的雨水水质随季节不同，其浓度还是发生了一些变化，总的变化规律可以总结如下：

（1）每年 4 月-5 月初期雨水的污染物浓度主要是 COD，SS 浓度比较高，到了 5 月-6 月左右水质稍有改善；

（2）每年 7 月—8 月由于气温升高，黑色的沥青油毡在太阳的暴晒下变软，老化分解，导致径流雨水 COD 浓度升高；

（3）秋季雨水水质为全年比较好的时期。

2. 道路径流雨水

道路径流水质主要污染物为路面沉淀物和垃圾等，路面初期污染物浓度很高，但是在降雨过程中，雨水不断对路面造成冲刷，使道路表面污染物浓度不断变化。

根据中科院等有关科研单位研究的成果表明，道路径流雨水中 COD、SS 有很好的相关性，如城区主要道路径流雨水中 SS 的浓度约为 COD 浓度的 1-2 倍，COD 与 TN、TP 之间也具有一定的相关性，相关系数约为 0.85。

3. 绿地径流

绿地径流由于经过了土壤植物的渗析、过滤作用，径流初期浓度较高的污染物大部分被土壤和植物吸附，形成径流后一般水质较好，均高于地表水 V 类水体水质标准。通过对绿地径流的分析也说明，采用土壤渗析和植物处理初期雨水的污染物是有一定效果。

5.4.2 雨水初期径流污染问题

雨水径流，特别是初期径流具有一定的污染性。初期雨水由于冲刷降落至物体表面而被污染。如北京地区的屋面初期径流的 COD 通常为 200~1800mg/L（偶尔高达 3300mg/L），SS 为 400~800mg/L（偶尔高达 2000mg/L），而且其中酚、石油类含量也超过了《北京市地下水人工回灌水质控制标准》。而当降雨量（降雨时间）达到一定程度后，降落表面的污染物质基本被冲刷干净，雨水水质达到一个相对稳定的值。

在径流初期，主要污染物的浓度通常较高，水质浑浊，初期污染严重。对于沥青路面，COD 约为 50~250mg/L，SS 约为 10~300mg/L，TN 约为 30~50mg/L，TP 约为 1.0~1.5mg/L；对于混凝土路面，COD 约为 30~100mg/L，SS 约为 20~200mg/L，TN 约为 40~50mg/L，TP 约为 0.5~1.0mg/L。可以看出在同一场降雨过程中平顶油毡屋面的 COD 和 SS 浓度略小于瓦屋面 COD 浓度。二者水质一直呈中性，稳定在 7 左右。

而降雨的后期，二者的出水 COD 基本能小于 50mg/L，SS 小于 50mg/L。初期径流污染物浓度较高，有机污染物、悬浮固体、合成洗涤剂、酚、石油类和重金属铅，路面和屋面径流都超出了地下水人工回灌水质标准，如果直接回灌地下或排入水体必然造成污染，因此必须引起重视并采取相应的初期雨水控制措施。

对栖霞市雨水径流污染物而言，同是屋面，油毡屋面的有机污染物要比瓦屋面的高 2-3 倍；同为路面，混凝土路面要比沥青路面的污染物浓度更低。德国最近的研究报告将屋面雨水径流与路面雨水径流水质区分，以便针对不同的水质处理和利用。德国和美国的雨水水质相近，比我国的径流各污染物浓度低，一方面说明空气质量、汇水面污染程度的不同；另一方面，也表明我国城市雨水径流的污染更为严峻，控制更为重要。

5.4.3 初期雨水弃流

1. 弃流量的确定

降雨初期的雨水由于冲刷降落表面的污染物质，使得其中含有的污染物质大量增加。降雨初期雨水的水质较差，给雨水的利用带来一定的难度，因此考虑将降雨初期一定时间（或一定的降雨量）排放，而后再进行雨水的利用。

初期雨水的弃流量关系到对后续设施的影响以及渗透过程中对地下水可能造成的污染及对渗透装置的堵塞。因此，初期雨水的弃流量的合理确定关系到雨水收集利用系统的经济性和安全性。下表给出了北京市 1999—2000 年两个雨季的大量数据分析后得出的北京市降雨和平顶油毡屋面条件下的初期弃流量为 2mm 左右。

表 5-2 北京市初期弃流量估算表

日期	8 月 2 日	8 月 8 日	9 月 4 日	10 月 7 日
COD 稳定值（mg/L）	120	130	85	110
稳定值对应的降雨量（mm）	2	2	2	1.5

根据北京城区实测数据统计，对降雨量<10mm 的降雨，屋面径流污染物总量的 70%以上包含于 2mm 降雨量的初期径流中；而当降雨量>15mm 时，污染物质的 30%~40%包含于 2mm 降雨量的初期径流中。

表 5-3 上海市初期弃流量估算表

降雨历时\指标	COD(%)	BOD(%)
---------	--------	--------

15min	73%~87%	67%~94%
30min	54%~78%	43%~88%

1997 年对上海市三类降落表面的降雨径流监测实验数据表明，自产流开始到径流结束，污染物浓度基本呈下降趋势：径流水质中 COD 浓度在产流开始 15 分钟后是产流开始时刻的 73%~87%，BOD 为 67%~94%。在产流开始 30 分钟后，COD 浓度下降至 54%~78%，BOD 为 43%~88%。同时，根据实验结果，产流 30 分钟后径流水质基本上不再发生明显的变化。根据暴雨强度和时长估算，则产流 30min 时的降雨量在 1.5—2.5mm 之间，因此取初期弃流量 2mm 是可取的。

本次规划确定栖霞市中心城区初期雨水弃流量为 2mm。

2. 弃流方法

初期雨水具有较强的污染性。若采用清浊分流的措施，将初期污染严重、污染物含量较高的雨水弃流，而将弃流后的水质较好的雨水收集起来或直接回渗或经简单的处理后回渗，即可以节约处理过程的投资，还可以保证回灌雨水的水质，从而保证地下水不受污染。

（1）屋面雨水弃流

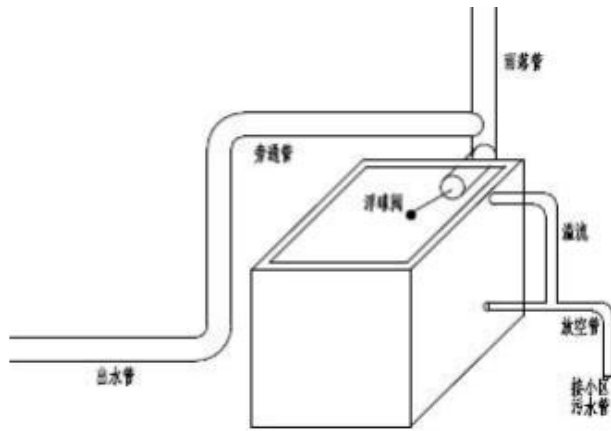


图 5.4-1 屋面雨水弃流方法一

上图是一种屋面雨水初期弃流装置的示意图。在该弃流装置内设有浮球阀，随着降雨的进行，水位逐渐升高，浮球阀逐渐关闭，当收集到需弃流的降雨量时，浮球阀完全关闭。弃流后

的雨水沿旁通管流至收集管道，进行利用。而对于已收集的初期弃流量，则排入小区污水管道。

对于初期弃流的放空可以有两种方式：

一种是如图所示，利用较小管径的管道来连接污水管道，这种方法从降雨开始就一直有雨水排入市政污水管道，但水量很小，当降雨结束后，放空管会慢慢将池中的雨水放空，该方法无需人工操作，方便使用，但是排入小区污水管道的雨水量会多于设置阀门的方法。

另外一种方法是在放空管上安装阀门，降雨结束后开启放空管上的阀门排空池中雨水。该方法可以精确控制雨水排入污水管道的量，但是由于每次降雨后需人工开启放空阀，增加了人工量，操作较为麻烦。

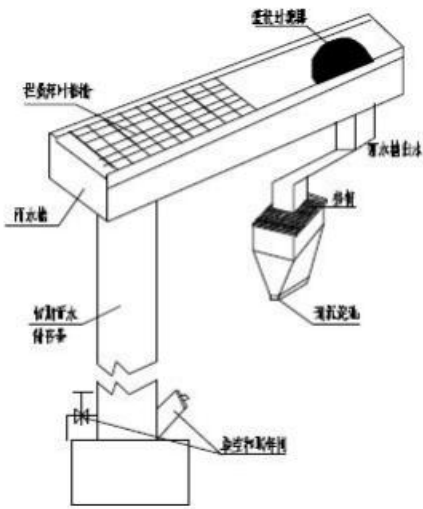


图 5.4-2 屋面雨水弃流方法二

上图也是一种屋面雨水的收集和弃流装置。不同的是它在屋面雨水槽上覆盖有拦截粗大漂浮物的格栅，而且在雨水槽中直接安装了过滤器，拦截细小的悬浮物质。雨水槽带有一定的坡度，坡向初期雨水的储存器。降雨时初期雨水先进入雨水储存器，到该储存器中充满初期雨水后雨水再从雨水槽的出口流出。和图 5.4-1 示意图相同，降雨结束后将初期雨水放空。不同的是，图 5.4-2 无需建造储存池，可以在雨水管中进行储存，当需弃流雨水量较多时可以通过加长雨水储存管的长度来实现。

（2）路面雨水弃流

屋面雨水相对来说较好收集。而路面雨水径流则由于较为分散，不易收集。本规划根据工程实践以及其他国家的经验，给出路面雨水弃流的设想。可采用窨井中设置收集储存、排放设施。原理与图 5.4-1 所示相同，设置初期雨水存储池，利用阀门、传感器、泵或自然排空来排除初期雨水。由于路面雨水径流情况差异较大，因此需根据具体情况来确定最终方法。

（3）弃流的可能性

初期弃流的雨水可以纳入市政污水管道进行处理。目前正在实施的苏州河道整治工程中已经提到了初期雨水的污染问题，通过在河道边设置初期雨水储存设施来减少排入河道的污染物质的量。根据估算，对于一个占地面积在 2.5 万平方米的小区来说，初期雨水的量大约在 50—100m³ 具有建造存储池的可能性。

5.4.4 初期雨水净化技术

1. 常用控制技术

（1）人工湿地净化技术

人工湿地是模仿天然湿地净化雨水，通过人工强化改造而成的一种低耗能的雨水处理技术。人工湿地对雨水的处理综合了物理、化学和生物的三种作用。系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成生物膜。污染的雨水流经生物膜时，大量的 SS 被填料和植物根系阻挡截留。有机污染物则通过生物膜的吸收、同化及异化作用而被去除。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使周围的环境中一次出现好氧、缺氧、厌氧状态，保证了雨水中的氮磷不仅能通过植物和微生物作为营养吸收，而且还可以通过硝化、反硝化作用将其除去。最后，人工湿地更换填料或收割栽种植物将污染物最终除去。

（2）湖滨带净化技术

湖滨带是水陆生态交错带的简称，是指介于湖泊最高水位线和最低水位线之间的水、陆交

错带，是湖泊水生生态系统与湖泊流域陆地生态系统间一种非常重要的生态过渡带。

利用湖滨带，在水底铺垫一定数量的填料，构建一个由多种群水生植物、动物和各种微生物组成并具有景观效果的多级天然生物—生态雨水净化系统，对雨水径流量进行生物与植物净化，净化后的水直接进入湖泊主体，有效的去除湖体内的富营养元素，并可以防止雨水径流造成的雨水径流污染。

（3）径流促渗利用技术

充分利用绿地渗水、过滤污染物的功能，对绿地基层进行改造，加大雨水的下渗量。在雨水径流污染控制的同时，削减或延缓城市地表径流量的产生，可以降低城市发生水涝灾害的风险。开发原位下渗净化技术，对表层土壤中掺加促渗材料以及土壤基层的改造，增加绿化地面与不透水地面的镶嵌、对排水沟渠和路边沟种植植物或底部铺设促渗砾石等材料，实现径流量削减和污染物净化，达到从源头上减少雨水径流量污染负荷的目的。

（4）草皮过滤

在道路两侧设置低于路面的草皮，也可以起到净化雨水的作用。通常这种草皮称为草皮缓冲带。对于草皮缓冲带来说，要想去除雨水中较重的颗粒，必须具有平坦的铺满草皮的表面。草皮缓冲带能够去除较大颗粒的物质和促进本地的渗透。在理想的条件下，草皮缓冲带可以去除悬浮物的 10%~20%。草皮缓冲带是 DCIA 系统的一个必不可少的部分。利用草皮缓冲带可以减缓径流，在一定的条件下还可以减少径流的量。

（5）城市道路径流污染控制技术

①城市道路径流污染组合控制技术

城市道路径流污染的控制是城市地表径流污染控制的重要部分。城市道路是城市不透水地表的主要组成，而且由于人类交通活动频繁，径流污染严重，特别是初期径流污染严重。因此充分利用道路红线范围内绿地控制径流污染尤为重要。结合城市道路布置的雨水排放系统由车

道边的雨水口收集路面雨水，通过设置在道路绿化分隔带、行道树绿带和路侧绿化带下设置砾石过滤层，降解初期径流污染，将得到过滤净化后的雨水再排到城市雨水管道或明渠。在宽度大于 30m 道路中可结合城市绿化隔离带、行道树绿带及路侧绿化带设置削减初期雨水污染的促渗设施。

②建设非封闭路面

最简单的渗透方法是尽可能减少封闭路面，建设非封闭路面。将雨水从封闭路面或屋顶引向非封闭路面。经过土壤渗透、过滤，既可减缓地表径流的地表强度，又可去除雨水中的污染物。非封闭路面可以选用渗透性强的混凝土和沥青混合材料经特殊设计的多孔路面。雨水可通过多孔路面渗入到下层的砾石基础，然后逐渐渗入到周围的土壤中。



图 5.4-3 非封闭式路面实景图

（6）小区雨水径流污染控制技术

①高花坛+低绿地+浅沟渗渠渗透技术

对于初期雨水可以采用弃流的方式，也可以采用净化的方式。利用各种净化方法去除初期雨水中大量的污染物质，使其水质达到回灌要求。如图 5.4-4 所示的高位花坛是一种净化方式。资料显示，人工拌和土（天然土和渣土的混合土）对屋面初期雨水有很好的净化作用。因此，通过在建筑物周围设置高位花坛，花坛中填入渗透性能好、净化能力强的人工拌和土，将屋面

雨水接入，作为雨水净化装置。为防止雨水冲刷花坛内植被和土壤，在雨落管出口处应设置减冲措施或在花坛内铺设卵石。高位花坛的尺寸可按建筑物的周围条件而定。每座花坛外壁布设 2—4 个穿孔排水管，管径 50mm，排水管与雨落管之间的间距应≥5m。

高位花坛建造和使用较为方便，同时具有美化环境的功能，但是运行一段时间后可能会导致花坛的堵塞，需定期使用高压水枪冲洗，以保证降雨时雨水渗透的顺畅性。同时由于降雨的瞬时性和急促性，花坛中没有存储空间，因此对于花坛中填充的土壤的渗透性有一定的要求。一般情况下土壤的渗透性要求不小于 1×10—4m/s，以保证花坛中雨水的渗透能力。

流经高位花坛（内填渗透性能好、净化能力强的人工混合土）进行渗透净化，而后与道路雨水一起通过低绿地流入渗透浅沟。雨量较大时，雨水沿着浅沟进入渗渠继续下渗。超过渗透能力的雨水排入市政管网。

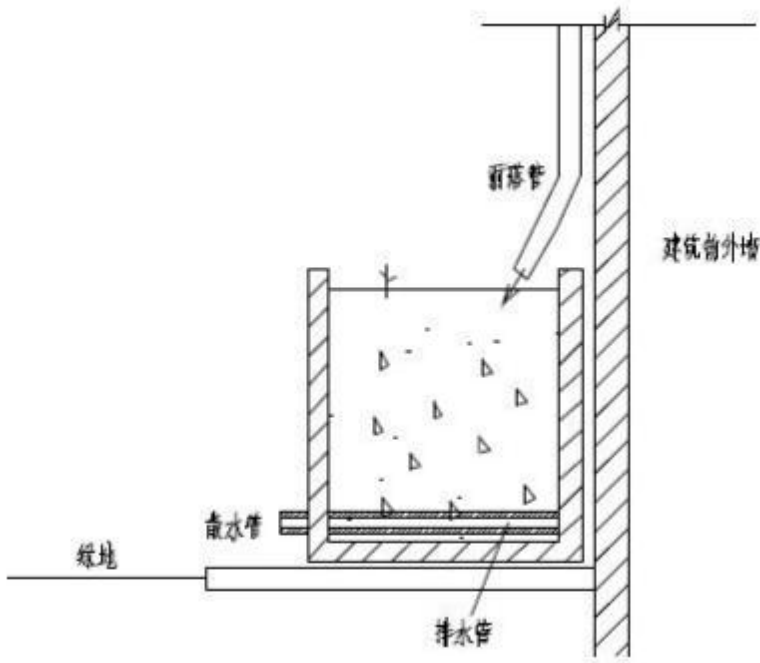


图 5.4-4 高位花坛净化屋面雨水装置

②人工渗透床下渗技术

渗透设施的另一应用方式是将屋面雨水经水落管收集后，集中到建筑物附近的人工渗透床，

以减少径流，补充地下水。

一般说来，雨水中污染物控制的方式见下表所示：

表 5-4 雨水中污染物控制方式

源头控制	输送途中控制	管网末端控制
绿色屋顶	穿孔管系统	湿塘
生物滞留	植草洼地	湿地
透水性路面	道路边沟	混合湿塘/湿地系统
渗水坑井	雨水管渠修复	水力分离器
庭院洼地		滞洪池/洞
雨水桶		流动平衡系统
落水管断开（至植被区）		渗水池
雨水集蓄利用系统		过滤
渗滤沟、渗滤池		生态机器

2. 规划控制措施

根据对栖霞市中心城区初期雨水污染的分析结果，本规划建议采用以下径流污染控制措施：

- （1）针对屋面雨水可以采用弃流的方式，也可以采用净化的方式；
- （2）针对道路雨水，根据道路具体情况，部分雨水通过白洋河、文水河、翠屏河截污箱涵

截流至污水处理厂处理，部分在管道末端建雨水蓄水池并配套建设雨水处理设施。

5.5 雨水资源化利用

现代城市雨水资源化是一种新型的多目标综合性技术，是在城市排水规划过程中通过规划和设计，采取相应的工程措施，将汛期雨水蓄积起来并作为一种可用资源的过程。它不仅可以增加城市水源，在一定程度上缓解水资源的供需矛盾，还有助于实现节水、水资源涵养与保护、控制城市水土流失和水涝、减少水污染和改善城市生态与环境等。雨水收集利用设施建设应当因地制宜，结合具体项目实际情况实施，优先考虑储存直接利用、入渗回补地下水或者综合利

用，改善区域生态环境。

5.5.1 雨水利用规划目标

雨水利用规划应结合城市建设、城市绿化和生态建设、雨水渗蓄工程、防洪工程建设，广泛采用透水铺装、绿地渗蓄、修建蓄水池等措施，在满足防洪要求的前提下，最大限度地将雨水就地截流、控污、利用或补给地下水，增加水源地的供水量，实现雨水资源的综合利用。

规划 2028 年栖霞市中心城区基本实现雨水利用措施，建成区内雨水径流总量控制率为 75%，雨水径流总 COD 削减量大于 60%，总氮大于 50%。

5.5.2 雨水利用基本形式

1. 新建区域

对于新建区域，在开发建设过程中宜采用低影响开发的理念。

- （1）以生态措施为主，优先考虑渗透和径流减排，兼顾污染控制；
- （2）在低地势处建设以防洪调蓄为主的多功能生态湖，同时兼顾雨水回用；
- （3）充分利用新建的调蓄池和地下空间，进行调控排放。

2. 建成区

建成区内，雨水排放管道系统均已建成，对原有雨水系统的改造难度较大，宜尽量利用现有设施进行雨水控制与利用。

- （1）单体建筑雨水控制与利用；
- （2）利用集中绿地，根据水量平衡适当建设雨水湿地、湿塘等直接利用系统；
- （3）分散式雨水渗透：渗井、透水铺装等；
- （4）雨水污染控制：雨水口的截污等。

3. 适用于栖霞市中心城区的雨水利用规划

表 5-5 栖霞市小区域的雨水利用范围及技术建议如下：

区域类型	适用技术	备注
住宅小区、学校、企事业单位	(1) 路面、硬化地面：设透水性铺装及雨水收集处理回用系统； (2) 屋面：收集后物化处理后回用； (3) 绿地：采用塘灌技术，补充地下水；	需要采取措施控制屋面及路面初期雨水径流污染。铺设的透水性路面的滤层可采用炉渣或人工土，根据成本选取。
大屋面公共建筑、广场	屋面及广场雨水经收集、物化处理后回用。	需要采取措施控制屋面及广场初期雨水径流污染。
城区内道路	迅速排放为主要目的，同时兼顾污染控制，故末端须截留至污水厂集中处理。	综合考虑道路两侧绿化、土壤入渗等方式

雨水利用工程的设计、建设，必须不增加建设区域内雨水径流量，并削减及控制雨水径流中的污染物排放。雨水利用应因地制宜，工程可采用就地入渗或贮存利用等方式。

（1）居住用地雨水的收集利用

将部分屋面汇集的雨水径流通过绿地或人工滤层净化后渗透地下或收集后存储利用，既涵养了地下水，又截流处理了部分雨水，减轻了雨洪负荷和雨水径流对受纳水体的污染，是一种有效的雨水利用方案。屋面沉积的污染物由于降雨的冲刷进入径流，使得初期雨水的污染负荷较大，因此要进行清浊分流，将初期 2mm 降雨形成的屋面径流分离出来，排入市政污水管道，以便简化对回用雨水的处理。国内北京已采用的“高花坛+低绿地+浅沟渗渠渗透”利用系统得到广泛的好评，即屋面雨水先流经高位花坛进行渗透净化，而后与道路雨水一起通过低势绿地，流入渗透浅沟；雨量较大时，雨水沿着浅沟进入渗渠继续下渗；超过渗透能力的雨水再排入集水坑塘或人工湖。

（2）道路雨水的收集利用

尤其是有机动车通行的路面径流，污染负荷较大，应考虑通过以下措施降低其污染程度，减轻对受纳水体的影响。

①绿地滞蓄雨水

道路绿地是城市道路中仅有的未硬化地面，宜考虑充分利用以蓄渗雨水。传统的城市竖向布置方式使得绿地高出路面，这降低了绿地的渗水效果，同时可能增加了绿地灌溉水量。通过对土壤的人工调配，并将绿化带做成低于路面，在下凹深度得当时，可以不影响景观质量与绿地管理，存储渗漏雨水。

②铺设生态型透水路面

在停车场、人行道、步行街等低荷载道路铺设生态型透水地面，可以有效地削减径流总量和洪峰流量，减少暴雨时产生的洪涝灾害，增加雨水下渗量。而且，经透水地面保存下来的雨水蒸发到空气中，可以增加城市的湿度和舒适感，减少夏季城市的燥热，维持正常的生态平衡。

③道路径流污染控制

对大气降尘严重、交通繁忙的路段，加强路面清扫，可减少随降雨进入地表径流中的污染物量。而且，道路清扫对减少排水系统污染负荷有着直接的作用，尤其是对于分流制系统。

另外，对于草皮/植被的养护，要求适当处置修剪后的树叶、碎草之类的杂物；对于宠物粪便的管理应制定具体的规定；商业区停车场、加油站之类高泄漏风险的场所应对原料进行恰当的储存和处置；在清扫分流制系统区域的车道和人行走道时应避免街道冲洗，宜采用湿真空抽吸等方式。

（3）大面积开发区雨水收集利用

开发商在进行开发区规划、建设或改造时，需将雨水径流滞留利用作为重要内容考虑。在大面积建筑开发区如商业广场、展厅等建设中，应结合开发区水资源实际，因地制宜，将雨水利用作为提升开发区品位的组成部分。尽量使径流排放量与开发之前保持不变。对实施雨水利用的项目，应给予表彰鼓励。

其次，大面积商业开发区具有相当规模的屋面面积，屋面雨水的收集、处理和利用是雨水直接利用的重点。为此，可采用如下方案：对建造绿色屋面的物业所有者进行奖励，对达到标

准的绿色屋面，其面积可以计入开发地块的绿地总面积，参加相关考核；对于展厅、公共场所等人员流动频繁的地方，雨水利用可先考虑构造水景观，屋面清洁雨水优先用于补充景观水体；对没有设置景观水体的大型建筑，考虑设置地下调蓄池存储利用。通过政策调控，鼓励开发商建造符合当地情况、可实施性好的雨水利用设施，以利用社会力量加快雨水利用的步伐。

（4）小区雨水收集利用

一些发达国家已发展出成熟的生态小区雨水综合利用系统，它是利用生态学、工程学、经济学原理，通过人工净化和自然净化的结合，进行雨水集蓄利用、渗透与园艺水景观等相结合的综合性设计，从而实现建筑、园林、景观和水系的协调统一，以及经济效益、社会效益和环境效益的统一。从区域尺度上讲，生态小区雨水利用是增加雨水就地资源化，减少雨水异地资源化的过程。

在栖霞市新建低密度居住区、文化休闲区等环境条件较好的新开发区域，应考虑采用包括屋面雨水利用、绿地蓄渗、渗透性铺面、建设绿色屋面等小区雨水综合利用系统。各种径流源头控制工程性措施具有各自的优缺点，使用时应根据适用条件与场合进行选择，尽量采用组合方式取长补短，以此形成适合于当地情况的技术措施控制体系。此外，应注重对相关工程性控制设施的日常维护，以便获得较好的应用效果，较低的使用成本。这需要在相关设施建成的同时，制定出具体的维护日程计划。

5.5.3 雨水利用技术方案

基于栖霞市自身的降雨及径流污染特征，分别就住宅小区、企事业单位以及大屋面公共建筑等单位类型进行分类，并根据规模的不同，确定各自的雨水利用形式。

1. 住宅小区及企事业单位

无论是住宅小区还是企事业单位，其汇水面的形式类似，都涵盖屋面、路面、草坪等类型，因此可以将住宅小区与企事业单位归为一类进行区域类型划分，并以总汇水面积作为关键控制

指标，可以根据面积的不同，从而采用不同的处理方式。

（1）新建小区或企事业单位

①用地面积小于 10000 m²

用地面积小于 10000 m²的住宅小区或企事业单位而言，进行雨水蓄集回用的单位建设成本和运行费用较高。宜采用雨水利用工程与小区绿化设计、景观设计、生态建设结合的设计理念，采用分散的收集入渗系统，补充地下水和景观水。推荐的雨水系统流程如图。

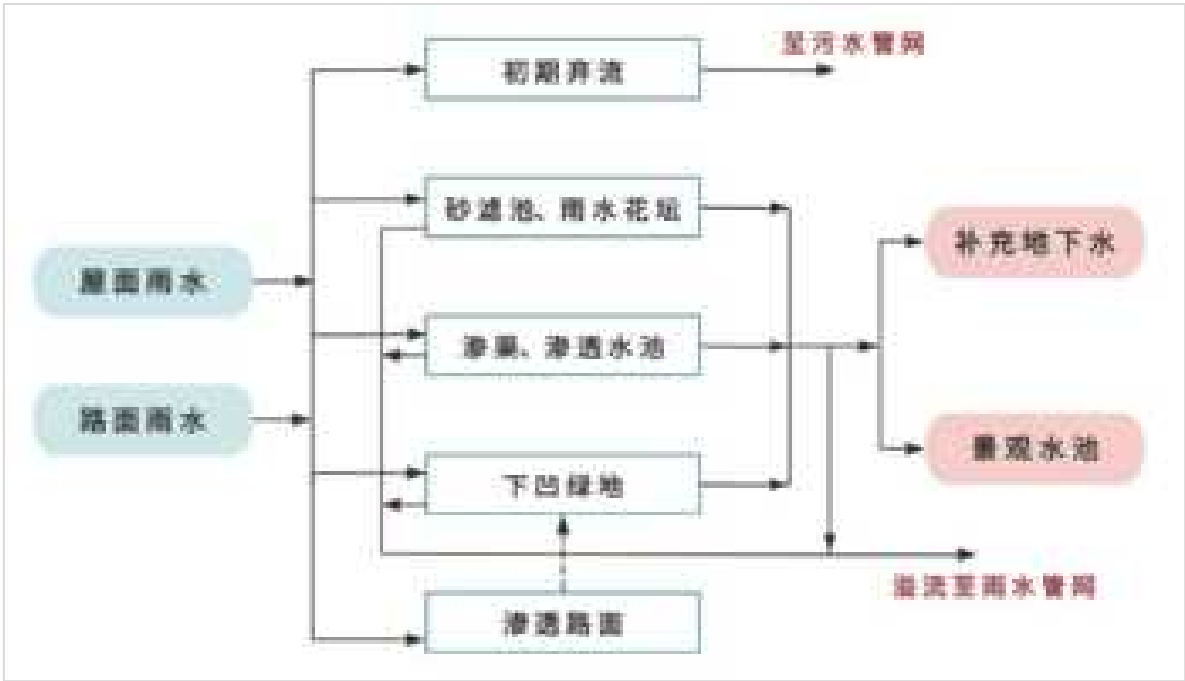


图 5.5-1 新建小区或企事业单位雨水处理流程一

屋面雨水初期 2mm 的污染物浓度较高，仅仅通过物化处理难以使水质达到回用标准，宜单独收集后排放至污水处理管网。瓦屋面的弃流雨水可直接进入渗渠、渗透水池等渗透设施，补充地下水，并宜在进入渗透设施前采用短时沉淀或下凹绿地、植草洼地等预处理措施；或进入砂滤池、雨水花坛等处理单元，出水用于向景观水池中补水或进行土地入渗，一般雨水花坛出水仍有较大的利用水头，方便高程布置。油毡屋面的径流污染程度略高，宜经过滤处理后再入渗或补充景观水。



图 5.5-2 渗透性铺装

绿地应在配合景观设计的条件下尽量做成下凹式，可接纳相邻道路、广场的雨水，增加雨水入渗量。可利用绿化景观建造渗透水池、生物滞留滤池等生物渗蓄处理单元。

路面、广场、停车场等硬化地面宜采用透水性铺装，直接过滤入渗，或收集后排入绿地入渗；或直接排至邻近绿地或植草洼地，利用绿地或洼地多余的净化及入渗能力。一般地，下凹绿地可接纳一倍于自身面积的外部雨水。停车场也可利用地面坡度，建造配套的沉淀-砂滤池或生物滤池，出水用于补充地下水或景观水。

小区内雨水管道支管可考虑采用渗透管渠的形式建在路旁绿地内，路面雨水首先进入绿地，超出消纳能力的雨水由绿地中的雨水口排入渗透管渠，同时起到渗透功能和排水功能。接入小区雨水支干管前须设检查井。为保证顺利排水，渗透管渠只宜在前端管段应用，支干管、干管仍应采用传统的雨水排水管道。雨水利用系统必须有溢流措施，以保证系统正常运行。

②用地面积大于 10000 m²

对于用地面积大于 10000 m²的新建小区或企事业单位，可同时进行雨水入渗和收集回用。

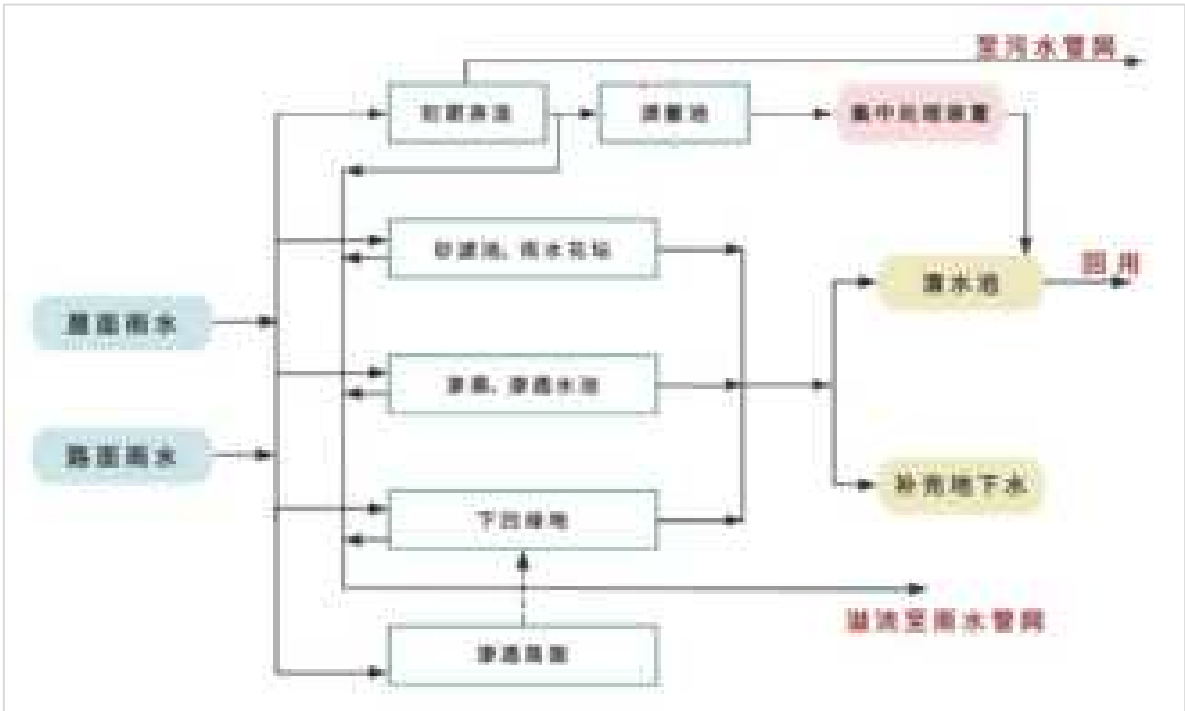


图 5.5-3 新建小区或企事业单位雨水处理流程二

屋面总体规模较大，雨水宜收集后统一处理；汇水面积很小、与主体建筑群较远的屋面雨水仍宜采用就地入渗或采用雨水花坛等小型处理单元处理后入渗或利用的方式。

雨水集中收集处理回用时，宜将调蓄池、集中处理装置、清水池等集中建设，宜布置在室外地下，也可建在建筑地下室内。处理回用系统应有溢流措施，溢流宜重力排出。系统应注意高程上的布置，减少提升环节。

在调蓄池前统一进行初期雨水弃流时，应保持各屋面到调蓄池雨水流行时间相近，否则应考虑分散弃流。当屋面总面积较大、初期径流成规模时，可对初期雨水进行单独收集处理。

集中处理一般经过调蓄沉淀、过滤、消毒几个步骤，为达到更好的出水水质，现较常采用预沉淀—混凝—沉淀—过滤—消毒，或沉淀—絮凝—过滤—消毒的工艺。目前，市场上已有较成熟的雨水集中处理设备。清水作为小区杂用水，用于绿化、道路冲洗、景观水补充等。

绿地、地面雨水宜就地入渗方式。

（2）已建小区或企事业单位

对于已建成小区或企事业单位，由于道路已经建成，故无法采取渗透路面，但仍可以对绿地或部分区域进行改造，通过下渗的方式补充地下水，或作它用。

①用地面积小于 10000 m²

对于用地面积小于 10000 m²的已建小区或单位，推荐采用的雨水利用形式以补充地下水为主，如图所示。

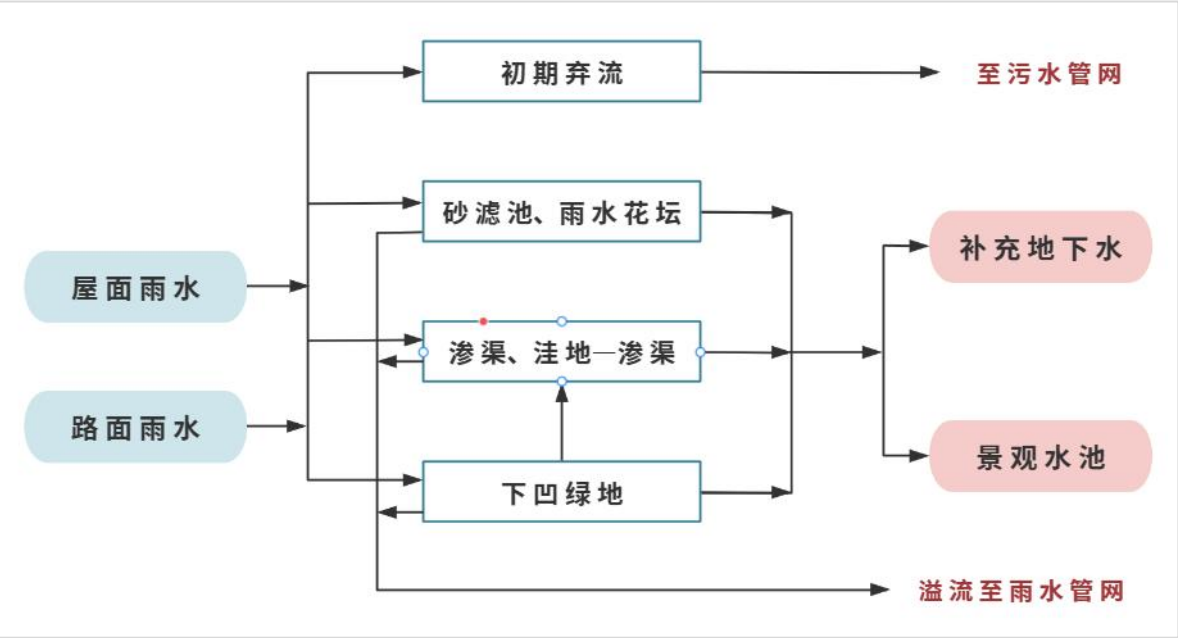


图 5.5-4 已建小区或企事业单位雨水处理流程一

建筑雨水管末端截流，初期雨水排入污水管网。有条件时可依建筑建造雨水花坛处理后期雨水，或在绿地中建植草洼地—砂滤系统处理屋面雨水，出水可用于补充景观水池，或进入入渗单元。当建筑周围绿地面积接近屋面面积时，可考虑改造绿地为下凹式，接纳弃流后的屋面雨水，注意绿地中应有溢流措施，绿地下凹部分应离开建筑基础至少 3m。

道路两侧绿地宜改成下凹式，接纳渗透雨水。道路雨水应采用多点分散进水的方式排入绿地。合流制地区，进水口边缘可稍高于路面，可起到一定弃除径流的作用；分流制地区进水口

的安排应使路面雨水顺畅进入绿地，让绿地同时发挥净化作用，减少进入雨水管网的污染物，控制对雨水的受纳水体的污染。

可改造部分绿地为洼地或洼地—渗渠组合的形式，增加雨水入渗量。当高程允许时，还可以通过洼地将后期雨水引入砂滤等处理设施，处理出水直接排入景观水体。

②用地面积大于 10000 m²

对于总面积大于 10000 m²的建成单位而言，建议首选对雨水采用下渗处理，以补充地下水。同时由于已建成雨水排水管道，对雨水的收集利用改造比较方便，可以通过对管道改造后实现雨水集中收集，并进一步处理后回用。

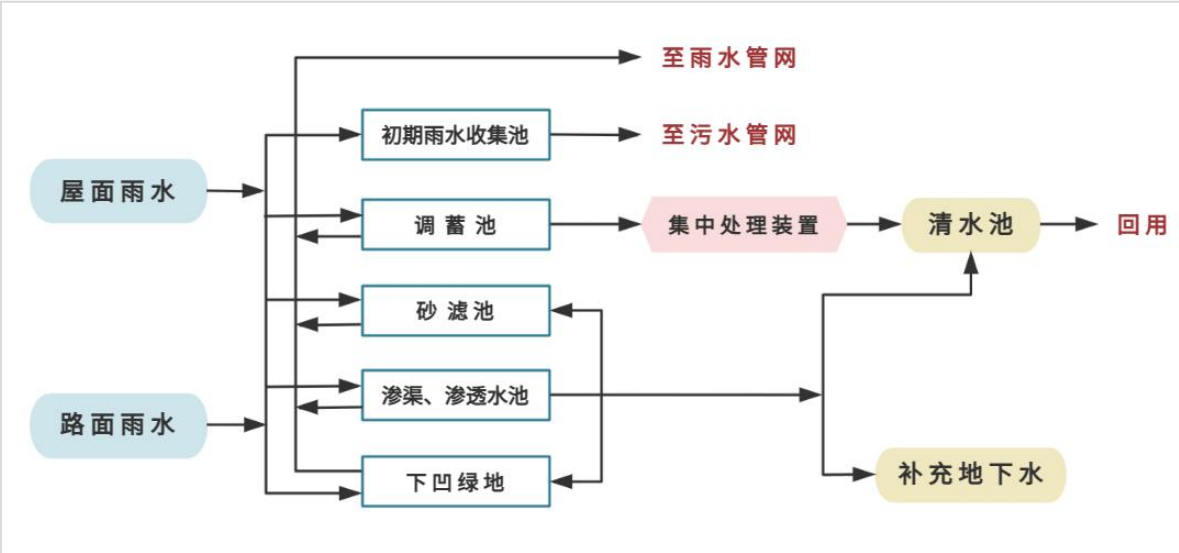


图 5.5-5 已建小区或企事业单位雨水处理流程二

可建设地下的雨水处理站处理利用原雨水管网收集的雨水。因水质较差的路面雨水也被管道收集，系统初期弃流量应放大。此时绿地无须改动，绿地径流一并纳入雨水管网，可增加处理回用系统的雨水量。

考虑路面雨水单独弃流处理时，改造绿地为下凹式以接纳路面径流，净化初期雨水。绿地下凹量宜较小，使后期路面雨水和绿地产生的径流随雨水管网进入处理回用系统。或采用入渗

的方式统一处理道路和绿地雨水，如在绿地配合建设砂滤—渗渠等较好的处理效果和入渗效果的利用单元，并单独设置溢流措施。

2. 大屋面公共建筑或广场

大屋面公共建筑或广场易于收集成规模的雨水，收集系统结构单一且水质均衡。建议处理流程如下图。

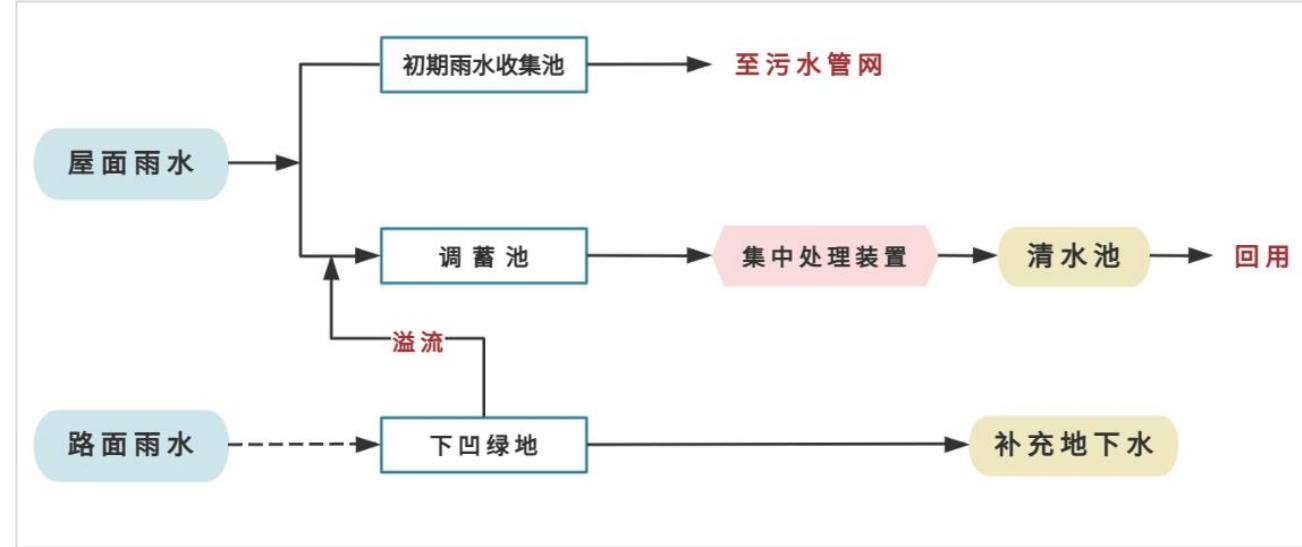


图 5.5-6 大屋面公共建筑雨水处理流程

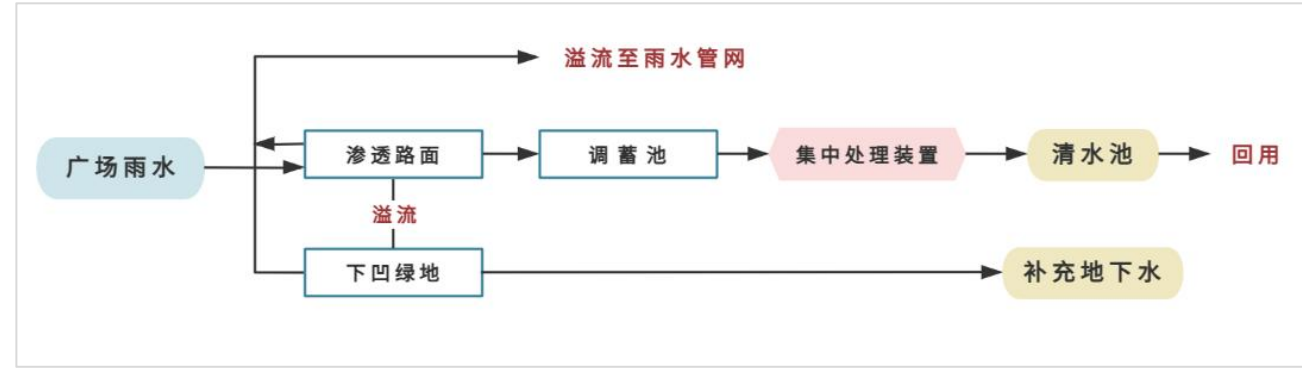


图 5.5-7 广场雨水处理流程

大屋面公共建筑可以通过雨落管收集到大量优质雨水，即使是已建的建筑，也可对雨落管后的部分进行改造，统一收集利用。新建项目可将调蓄池、集中处理单元、清水池统一建于地下室内，方便管理，且节约地面空间。已建项目可在室外建设雨水处理站；土地受限时，仍可

采用入渗方式或分散处理利用的方式。

大屋面建筑周边路面雨水宜就地入渗。

新建广场可采用带集水排水系统的渗透性铺装，无须设弃流设施；收集的雨水进入处理回用系统，清水可用于广场冲洗、绿化等。

已建广场可利用已建成的雨水排水系统，将广场雨水接入集中处理站进行处理回用。不适合建设雨水处理站而有较大可利用绿地面积时，可考虑将绿地改造为下凹式，接纳广场雨水，补充地下水。绿地土壤改用人工土，绿地下设砾石渗蓄层，可有效扩大雨水入渗能力。

5.5.4 分类项目建设指引

1. 城市水系项目

城市水系在城市排水、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，湿塘、雨水湿地等低影响开发末端调蓄设施也是城市水系的重要组成部分，同时城市水系也是超标雨水径流排放系统的重要组成部分。

城市水系的水质保障主要靠降低排水系统的污染为主，以提高水系本身的自净能力为辅，大部分的城市水系流速较低，近似湖泊，自净能力较弱。进入水系的雨水要尽可能通过岸线边的人工湿地、湿塘等进行净化。

栖霞市中心城区水系项目建设指引如下：

（1）应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，其建设应符合城市水系规划等相关规范的要求。

（2）位于蓄滞洪区的河道、湖泊、滨水低洼地区的海绵城市与低影响开发雨水系统建设，同时应满足《蓄滞洪区设计规范》（GB50773）中相关要求。

（3）规划建设新的水体或扩大现有水体的水域面积，应与海绵城市与低影响开发雨水系统的控制目标相协调，增加的水域宜具有雨水调蓄功能。

（4）应处理好城市滨水绿地、水面和周围用地之间的竖向高程关系，便于雨水进入水体。

（5）应结合城市滨水绿地设置植被缓冲带等滞、蓄和截污设施，防止城市水系污染。

（6）当城市水体与周围用地之间坡度太大时，可在进水口处设置消能措施，可结合实际情况设置台阶式绿地等设施。

（7）有条件的城市水系，可结合现状条件，建设亲水性的生态驳岸，并根据要求，选择栖霞市适宜的湿生和水生植物。

2. 建筑与小区项目

建筑屋面和小区路面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物滞留设施、渗井、湿塘和雨水湿地等。



图 5.5-8 建筑与小区低影响开发设施的选择与应用示意图

栖霞市中心城区建筑与小区项目建设指引如下：

（1）场地设计

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内原有的湿地、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物滞留设施、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《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。

5)有景观水体的小区，景观水体宜具备雨水调蓄功能，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。

6)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。

（2）建筑

1)屋顶坡度较小的建筑可采用绿色屋顶，绿色屋顶的设计应符合《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管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影响因素，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) 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。

(3) 小区道路

1) 道路横断面设计应优化道路横坡坡向、路面与道路绿化带及周边绿地的竖向关系等，便于径流雨水汇入绿地内低影响开发设施。

2) 路面排水宜采用生态排水的方式。路面雨水首先汇入道路绿化带及周边绿地内的低影响开发设施，并通过设施内的溢流排放系统与其他低影响开发设施或城市雨水管渠系统、超标雨水径流排放系统相衔接。

3) 路面宜采用透水铺装，透水铺装路面设计应满足路基路面强度和稳定性等要求。

(4) 小区绿化

1) 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。

2) 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。

3) 低影响开发设施内植物宜根据水分条件、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。建筑与小区是指根据用地性质和使用权属确定的建设工程项目使用场地和场地内的建筑，包括民用项目和工业厂区。新建、扩建和改建的工程，其下垫面都存在着不同程度的人为硬化，加重雨水流失，因此均要求按规范的规定建设和管理雨水综合利用系统。

3. 城市道路项目

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下图所示。



图 5.5-9 道路低影响开发设施的选择与应用示意图

栖霞市中心城区道路项目建设指引如下：

（1）人行道和非机动车道应采用透水铺装，非机动车道的透水铺装路面除应具有较好的透水、透气性之外，还应考虑其抗拉抗压的强度，其具体施工设计应符合相关规范要求。

（2）在人行道绿化带、分车带以及红线外绿地内设置生态滞留设施，使路面径流先汇入各生态滞留设施，其进水口的设置应根据场地的现状条件，在进水口处设置截污消能设施，应在生态滞留设施内设置雨水溢流设施，超量径流溢流入市政雨水收集系统。

（3）人行道绿化带宽度宜 $\geq 1.5\text{m}$ ，当考虑设置低影响开发设施时，应适当增加中央绿化分隔带和侧分隔带的宽度。处理好绿化带与路面的竖向高程关系，结合道路绿化带设置的低影响开发设施应采取相应的侧向防渗措施，防止径流雨水下渗对侧向道路路面及路基造成影响。

（4）城市道路路缘石的设置应利于道路雨水流入低影响开发设施中，其路缘石豁口的设置应结合路面汇水面的情况，在豁口处设置截污消能设施。当道路纵向坡度不利于道路雨水径流进入低影响开发设施时，应设置有效的挡水设施，以便于雨水径流进入低影响开发设施。

（5）道路雨水管渠系统应与道路低影响开发设施中的溢流系统紧密结合，雨水口横向连接管的管径和坡度应利于雨水的收集和排除。

（6）城市径流雨水行泄通道及易发生内涝的道路、下沉式立交桥区等区域的海绵城市与低影响开发雨水调蓄设施，应配建警示标志及必要的预警系统，避免对公共安全造成危害。

（7）城市道路海绵城市与低影响开发设施的竣工验收应由建设单位组织市政、园林绿化等部门验收，确保满足《城镇道路工程施工与质量验收规范》（CJJ1）相关要求，并对设施规模、竖向布置、进水口、溢流排水口、绿化种植等关键环节进行重点验收，验收合格后方可交付使用。

（8）城市道路海绵城市与低影响开发设施的雨水口宜设在汇水面的低洼处，顶面标高宜低于地面 10—20mm。

（9）城市道路海绵城市与低影响开发设施的雨水口负担的汇水面积不应超过其集水能力，且最大间距不宜超过 40m。

4. 绿地和广场项目

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转输，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 5.5-10 城市绿地与广场低影响开发雨水系统典型流程图

栖霞市中心城区绿地和广场项目建设指引如下：

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

（3）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。

（4）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。

（5）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。

（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）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）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、市政及周边水系的受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。

（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。应设清淤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。

第六章 城市排水（雨水）管网系统规划

6.1 规划原则

- （1）符合栖霞市总体规划要求，并和其他单项工程相互协调；
- （2）考虑栖霞市建设动态发展时序，增强规划实施的系统性；
- （3）充分结合原有排水设施、地形和规划水系等条件，从全局出发进行雨水工程规划。
- （4）合理划分排水区域，确定雨水设计标准，并充分利用和发挥现有雨水设施，最大可能节省工程投资。
- （5）城市雨水排水体系与城市防洪、防潮、排涝体系统一协调考虑。
- （6）雨水管道计算管径 $\leq 2000\text{mm}$ 采用圆管，管径 $> 2000\text{mm}$ 采用矩形断面箱涵。
- （7）为减少雨水支管横穿道路，规划红线宽度超过 40m 的城市道路采用双侧布管，红线宽度 $\leq 40\text{m}$ 的城市道路采用单侧布管。
- （8）雨水管道一般布置在人行道、绿化带和非机动车道下。
- （9）管道高程宜满足整条管道覆土均不小于 1.5m，为其他管道穿越创造条件。
- （10）各种不同直径的管道在检查井内相连接，采用水面平接或管顶平接。
- （11）市政道路上设置排水管道预留口，间距一般采用 90m—120m，雨水管预留管径不宜小于 800mm。
- （12）在管径和高程上适当留有余地。

6.2 排水体制

在城市和工业企业中通常有生活污水、工业废水和雨水。这些污水是采用一个管渠系统来排除，或是采用两个或两个以上各自独立的管渠系统来排除。污水的这种不同排除方式所形成的排水系统，称作排水系统的体制（简称排水体制）。排水系统的体制，一般分为合流制和分

流制两种类型。

通过近几年栖霞市雨污管网建设及雨污分流工程的实施，栖霞市中心城区已基本实现雨、污分流，排水体制整体布局上确定为雨污分流制。城区内雨水以河流为边界划分雨水系统排放分区，各分区以“高水高排、低水低排，就近排放”为原则布置主干管。

6.3 雨水排放出路

栖霞市中心城区雨水排放出路为白洋河及其支流，最终回流到白洋河。

6.4 雨水排水分区

6.4.1 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）根据雨水受纳水体、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。

6.4.2 雨水排放分区划分

规划区根据栖霞市区地形和水系的分割等特点，结合近期的城市建设、河道规划、市政排水通道分流等手段，根据《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》、《栖霞市城市排水（雨水）防涝综合规划（2015—2030 年）》与提高排水标准的要求，对部分不合理的雨水排水分区进行优化，达到有效化解或缓解内涝高风险区的目的。

根据自然分水线，结合栖霞市中心城区地形、水系和雨水排水现状对规划区进行汇水区域

的划分，充分利用各排水流域内的自然地形，遵循高水高排、低水低排、自排机排相结合的原则，使雨水最大程度地实现以最短距离、按重力流方式就近排入水体。

按照上述规划原则，将栖霞市老城区以白洋河为界划分为东西两个排放区域，北部新城作为 1 个排放区域，松山产业园区划分为 6 个排水区域，共划分 9 个雨水排放分区。

（1）老城东部区域：雨水收集范围西起白洋河，东至区界，北起繁华路，南至翠屏河，面积 9.57km²，汇水面积约 86.9km²。

（2）老城西部区域：雨水收集范围西起区界，东至白洋河，北起腾飞路，南至区界，面积 6.86km²，汇水面积约 106.8km²。

（3）北部新城区域：雨水收集范围西起环湖路，东至区界，北起云霞路，南至繁华路，面积 3.56km²，汇水面积约 41.2km²。

（4）松山产业园第一区域：雨水收集范围西起嵩山路，东至庐山南路，北起莱牟高速，南至武夷山路，面积 2.38km²，汇水面积约 24.6km²。

（5）松山产业园第二区域：雨水收集范围西起嵩山路，东至庐山路，北起五指山路，南至莱牟高速，面积 1.62km²，汇水面积约 5.1km²。

（6）松山产业园第三区域：雨水收集范围西起区界，东至庐山北路，北起豹山河，南至五指山路，面积 0.52km²，汇水面积约 10.9km²。

（7）松山产业园第四区域：雨水收集范围西起艾山路，东至恒山路，北起贺兰山路，南至区界，面积 2.30km²，汇水面积约 9.7km²。

（8）松山产业园第五区域：雨水收集范围西起艾山路，东至恒山路，北起贺兰山路，南至莱牟高速，面积 0.98km²，汇水面积约 23.9km²。

（9）松山产业第六区域：雨水收集范围东至环湖路，西至沈海高速的小镇区域，区域面积 1.85km²，汇水面积 17.50km²。

表 6-1 雨水排放分区一览表

序号	分区名称	汇水总面积（km²）	排水出路
1	老城区西部区域（分区 1）	86.9	白洋河、城南河
2	老城区东部区域（分区 2）	106.8	白洋河、文水河、翠屏河
3	北部新城区域（分区 3）	41.2	白洋河、小清河
4	松山产业园第一区域（分区 4）	24.6	白洋河
5	松山产业园第二区域（分区 5）	5.1	白洋河
6	松山产业园第三区域（分区 6）	10.9	白洋河
7	松山产业园第四区域（分区 7）	9.7	白洋河
8	松山产业园第五区域（分区 8）	23.9	白洋河
9	松山产业园第六区域（分区 9）	17.5	长春湖水库

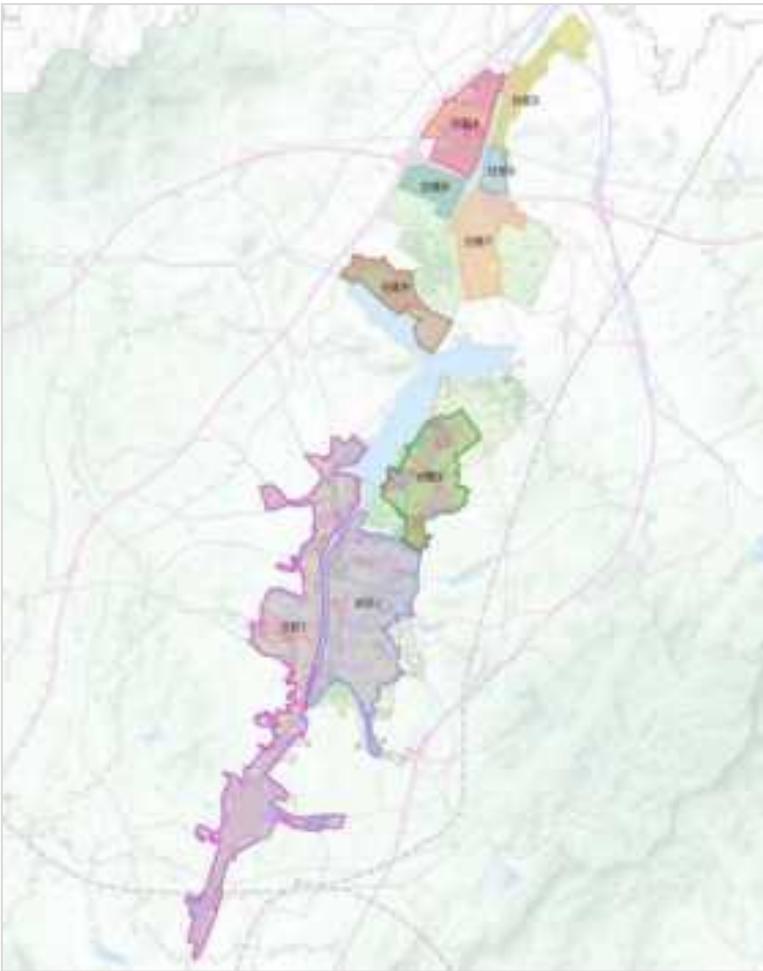


图 6-1 栖霞市中心城区雨水排放分区规划图

6.5 雨水管渠规划

6.5.1 设计参数的确定

1. 雨水管渠设计标准

雨水管渠设计重现期，应根据汇水地区性质、地形特点和气候特征等因素确定。依据《室外排水设计标准》（GB50014-2021）4.1.3 条规定，结合栖霞市地势情况和经济发展状况，本规划中确定栖霞市中心城区设计重现期不低于 2 年，重要地区设计重现期不低于 3 年。

2. 径流系数的确定

根据栖霞市国土空间总体规划确定的各类用地比例，按照《城市排水工程规划规范》确定：城区各类用地相互穿插，无法独立区分，雨水径流系数必须综合考虑。因此，根据《栖霞市国土空间总体规划（2021-2035）》确定的各类性质的用地，采用加权平均的方法，推求雨水径流系数，结果如下：

表 6-2 Ψ径流系数表

序号	用地名称	占建设用地的比例（%）	径流系数Ψ
1	居住用地	21.17	0.7
2	公共设施用地	11.07	0.7
3	工业用地	20.47	0.7
4	仓储用地	3.27	0.8
5	市政公用设施用地	0.59	0.7
6	绿地	25.71	0.15
7	道路广场用地	17.81	0.9
8	对外交通用地	0.50	0.6
9	合计	100	0.61

通过计算得出：本规划对于中心城区的综合径流系数取 Ψ=0.61。

3. 暴雨强度公式

栖霞市就近采用烟台市暴雨强度公式作为计算公式。

$$q = 1619.486(1 + 0.958\lg p)/(t + 11.142)^{0.698}(L/s \cdot ha)$$

式中：p——重现期（年），取 2~3 年；

t——径流时间（分钟）， $t=t_1+t_2$ ；

t1——地面集水时间，取 5~15 分钟

t2——管内雨水流行时间（分钟）

4. 雨水管道设计流量公式

雨水管道设计流量计算如下：

$$Q = q \times \phi \times F$$

式中：Q——雨水管道设计流量（L/s）；

q——设计暴雨强度（L/（s·ha））；

φ——设计径流系数；

F——设计汇水面积（ha）。

6.5.2 总体思路

（1）对于现状管网，一方面通过调整分区、多段联通、就近排河等措施尽可能利用现状管道；另一方面，通过清淤、疏通、维护、修复等措施，提高现状雨水管网的利用效率，使其正常发挥功能；

（2）对于改造管网，在径流系数无法减小和投资差别不大前提下，结合积水点改造尽量一步到位，实现本质提升。具体可采取单侧支管改造，弱化主支管概念（地势平坦区域）、打碎分区、打通瓶颈等多种措施组合；

（3）对于新建管网，结合低影响开发、严格控制径流系数；分层次、分批次进行雨水管网

规划新建，新建区域管网需满足《室外排水设计规范》重现期至少 2 年的要求；

（4）在规划标准方面，根据确定的各分区的水重现期等设计参数进行水力计算，根据计算结果进行雨水管网的改造与新建，尽量做到适度超前。

6.5.3 排水管道的选择

适用于栖霞市中心城区排除雨水的管道常用管材有钢筋混凝土管、玻璃钢管、塑料管等管材。将这几种管材进行综合的比较：

1. 钢筋混凝土管

钢筋混凝土管便于就地取材，制造方便。而且可以根据抗压的不同要求，制成无压管、低压管、预应力管等，所以在排水管道系统中得到普遍的应用。混凝土管和钢筋混凝土管除用作一般自流排水管道外，钢筋混凝土管和预应力钢筋混凝土管亦可用作泵站的压力管及倒虹管。接口方式通常有承插式。

缺点是承插接口的加工精度较难保证，管道渗量较多，单位管道重量较重，运输和安装不太方便，同时该管材配件种类很少。

2. 玻璃纤维增强热固树脂夹砂管（玻璃钢夹砂管）

玻璃钢管的特点是耐腐蚀性好，防污抗蛀，耐热性、抗冻性好，自重轻、强度高，运输安装方便，摩擦阻力小，输送能力强，工程寿命长，安全可靠。

玻璃钢管道的接头方式有多种，主要包括：承插胶接、平端对接、（活套）法兰连接、（带锁紧装置）O 形圈连接、螺纹连接等，可根据具体施工条件，灵活选择接头方式，从而提高了工程的可靠性。玻璃钢管内壁粗糙系数设计时一般取 $n=0.009$ ，管道水头损失小，使用寿命一般为 50 年以上。

缺点是玻璃钢管对管道基础及回填要求较严格，同时玻璃钢管的价格较高。

3. 钢带增强聚乙烯（HDPE）螺旋波纹排水管

钢带增强聚乙烯（HDPE）螺旋波纹管是以高密度聚乙烯为基体，用表面涂敷粘接树脂的钢带成型为波纹作为主要支撑结构，并与聚乙烯材料缠绕复合成整体的双壁螺旋波纹管。

它除了具有普通塑料管材所具有的耐腐蚀、内壁光滑、流动阻力小以外，还结合了钢材的高刚度、高强度；同时，钢带和塑料内外层之间粘接牢固，耐磨损、耐冲击、不渗漏、使用寿命长；与混凝土管相比较，管材重量轻，搬运、施工、安装方便；有多种连结方式满足不同工程的需要；在一定的条件下，可以冬季施工；管网施工、安装速度快等。因此广泛应用于排水、排污、农业灌溉、煤矿通风、化工、通讯电缆护套等领域，由于重量轻、运输安装方便，降低了施工人员的劳动强度，同时也降低了工程建设费用。

缺点是管材综合造价较高，尤其是对大管径管材。

通过综合的技术经济比较，本规划考虑雨水排水管径、管线的距离、管材价格和使用寿命和安全性等综合因素后，当管道覆土 $\leq 3.5\text{m}$ 时规划采用承插式 II 级钢筋混凝土管。覆土 $> 3.5\text{m}$ 及局部过路管段规划采用承插式 III 级钢筋混凝土管。

6.6 其他附属设施

6.6.1 雨水泵站

栖霞市地形特点为低山丘陵区，排洪沟、沟壑较多，地面坡度大，排水条件较为有利，雨水基本可以重力排入自然水体，无须设置雨水泵站。

6.6.2 雨水口

栖霞市中心城区部分道路或小区出现积水现象，根据现场调查雨水口的堵塞不畅、管道系统管理不善以及部分管道无雨水口是局部积水的主要原因。

雨水口主要有立算式、平算式及联合式雨水口三类。影响雨水口泄水能力的因素较多，如道路坡度、道路允许淹没深度、算子形式、雨水口数量、位置及高程等。



图 6-2 平算式单算、双算雨水口，立算式单算雨水口，合式雨水口

表 6-3 雨水口泄水能力对比

雨水口形式		灌水能力（L/s）
平算式雨水口	单算	20
	双算	35
	多算	15（每算）
联合式雨水口	单算	30
	双算	50
	多算	20（每算）

平算式雨水口水流通畅，但暴雨时易被树枝等杂物堵塞，影响收水能力；立算式雨水口不易堵塞，但有的城镇因逐年维修道路，路面加高，使立算断面减小，影响收水能力；联合式则

具有上述两种雨水口的优点。但从雨水口的收水能力来看，平箴式雨水口要大于立箴式。从雨水口材料来看，球墨铸铁材料雨水口虽然一次性投资较大，但是结合其使用年限综合考虑，其性价比要远胜于其他材料，在市政排水中的应用越来越广泛。

影响雨水口泄水能力的因素较多，如道路坡度、道路允许淹没深度、箴子形式、雨水口数量、位置及高程等。雨水口排水不畅在很大程度上是由于雨水口设置不合理造成的，主要包括以下几方面：

- （1）汇水面积内连接雨水管线的雨水口数量设置不当，主要表现为雨水口数量不足或雨水口间距较大等；
- （2）单个雨水口实际泄水能力较低，未达到雨水口设计泄水能力，如道路边沟过浅或道路横坡过小造成雨水口上水头高度不足，在一定程度上削弱了雨水口的排水能力；
- （3）雨水口收水能力差，即雨水口位置不当造成道路雨水径流无法快速汇入雨水口，如雨水口未设在道路最低点或转弯处等。

此外，雨水口箴形不合理、缺少防堵塞和底部清淤措施等也是雨水口设置中经常存在的问题。故在新城区等雨水系统设计和老城区雨水排放系统改造的同时，要注意雨水口的合理设计与规范施工，避免因雨水口设置不当而引起的城市内涝现象。

针对栖霞市各片区的雨水口的情况确定以下方案：

- （1）对于新建城区，雨水口布点按照设计规范应严格计算所得，在道路路口、低洼点、单位或小区出入口适当增加雨水密度，不能凭经验进行一概而论。
- （2）对于建成区，结合积水点情况，逐步进行布点优化，在积水严重的区域适当加密雨水口，提升其收水能力。雨水口形式可以根据实际情况选用平箴式或者联合式。
- （3）短期内无法改造的雨水口，加强维护管理，防止雨水口蜕化为排污口，对于淤积严重的雨水口，及时清淤疏浚；对于损坏严重的雨水口，及时更换，避免安全事故。

（4）雨水口宜设污染物截留设施。

（5）地面坡度大的道路，特别是中心城区南部地面坡度较大的区域，雨水口选择时，建议选择平算式雨水口。

6.6.3 检查井

规划范围内雨水检查井绝大部分为复合材料、混凝土、球墨铸铁井盖，同时还存在淤积、标识不清、位置不合理等问题。根据目前检查井存在的实际问题，本规划确定以下三点措施：

（1）对于新建区域，推行球墨铸铁三防井盖，检查井位置在设计阶段就要严格把关，避免与盲道、路沿石、镶边石等道路设施的冲突；

（2）对于建成区域，结合积水点改造，逐步进行井盖更换，逐步实现球墨铸铁三防井盖全覆盖；

（3）加强维护管理，及时清淤疏通，准确标识；对于损坏的雨水口，及时更换，避免安全事故。

此外，为了避免检查井盖损坏或缺失时发生行人坠落检查井事件，检查井应安装防坠落装置。检查井防坠装置在新建市政道路排水工程全面推行，老旧道路上的检查井随改造逐步完成安装。



图 6-3 检查井防坠落装置

6.6.4 排河口

排河口是城镇排水系统的最后一环，也是改造或者建设代价最小，但收效最明显的一环，因此规划排河口问题是首要解决问题。具体解决方案如下：

- （1）改造排河口缩径，标高冲突，截流井等，拆除闸门，阀门等阻水、限水设施；
- （2）排河口采用非淹没式，其底标高最好在水体最高水位以上，或者在常水位以上，以免水体水倒灌；
- （3）新建排河口要与河底高程、洪水水位线做好衔接，根据河道高程合理确定雨水管网和排河口的高程，避免对排河口造成顶托。

表 6-4 栖霞市城市建成区内河道雨洪口情况统计表

区市	河道名称	城市建成区内雨洪口数量（职责范围内）	雨洪口名称 （位置，逐个列出）	是否存在截流墙（闸）	是否存在污水溢流风险	雨洪口责任部门
栖霞市	白洋河	11 处	1.镇供销社西口 （市燃料公司桥，身北 20 米西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			2.印染纺厂西门桥口 （印染纺厂西门桥，西头身北东侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			3.枣行村西口（市迎宾路交警队大门口 往北 50 米道下面东侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			4.汽车站口 （市汽车总站跃进桥西首，身北西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			5.公路局东口 （市民生桥西头，身背西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			6.大通加油站口（市山城路大通加油站 桥西头，身背西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			7.谢家沟口（市迎宾路谢家沟口村碑 处，道下面西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			8.国际商场口（市二中对面，拱形景观 桥，桥西头身南西侧）	否	否	栖霞市市政养护中心

			9.乡镇企业口（市乡镇企业局十字路口往北 100 米河里东侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			10.翠屏东口（市翠屏路丝绸十字路口往西 100 米，河道北侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			11.悦心亭南口（市霞光路南首，丁字路口河道北侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
	文水河	2 处	1.王格庄桥口（市电业局十字路口往东王格庄桥西，身南东侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
			2.古镇都原中学口（S 形弯桥南头，桥身西边南侧）	否	否	栖霞市市政养护中心
	栾家沟河	0 处		否	否	栖霞市市政养护中心

6.6.5 监测设施

在构建城镇排水系统过程中，非工程措施同等重要。城市积水监测设施通过实时监测道路低洼处、排水泵站及重要地带的积水水位，并将信息通过 GPRS 或光纤网络远程传至城市内涝监控预警中心；也可通过情报板自动提示当前水位值或“允许通行”“谨慎通行”“禁止通行”等警示信息。这些有效措施协助市政管理部门及时进行排水调度，避免人员、车辆误入深水路段造成重大损失或人员伤亡。

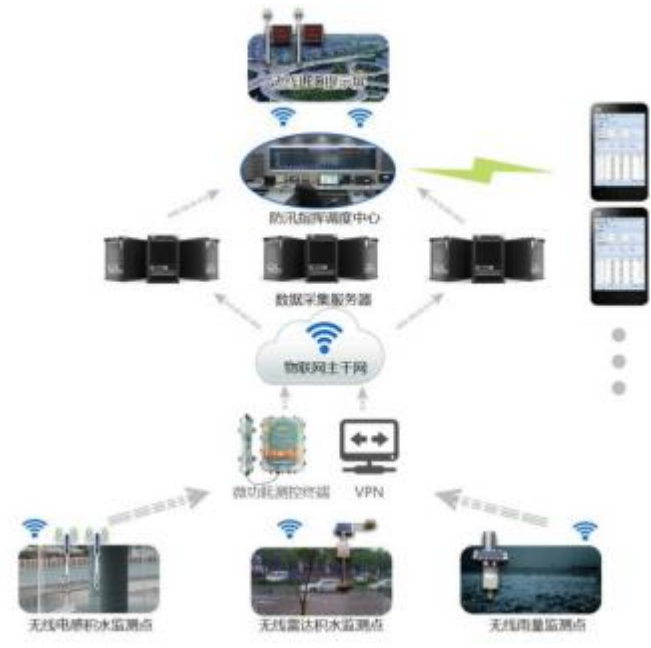


图 6-4 防汛排涝监控系统示意图

为了对积水点进行更为科学合理的管理，本规划共需设置立交桥积水监测设施 6 处，具体位置见下表。

表 6-5 积水点监测设施

编号	位置	备注
1	跃进路（霞光路－商业街）	
2	涌泉路（霞光路－商业街）	
3	民生路（霞光路－商业街）	
4	山城路（霞光路－商业街）	
5	金岭路（霞光路－商业街）	
6	振兴路（霞光路－商业街）	

针对上述积水风险，相关防汛部门做好应急抢险准备。

重点防护区域发生较大积水时，在其出入口需要设置临时性挡水设施（如沙袋等）防止积水进入，并设置移动式临时强排车排除雨水，将积水应急排入周边河道或负荷较低的管道。

第七章 城市防涝系统规划

7.1 规划原则

- （1）城区防涝体系是建立在城市防洪体系之上，防涝规划应与防洪规划相衔接。
- （2）全面规划，综合治理，蓄、排兼顾，合理分担，分期分区实施；
- （3）合理确定城市用地竖向高程，优先考虑从源头降低城市内涝风险。
- （4）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。
- （5）充分利用干沟、干渠、河道及道路排水，建设地表涝水行洪通道。
- （6）合理划分排涝分区，做到高水高排，并尽量维持现状排涝分区，充分利用和发挥原有排涝设施的作用，使规划排涝系统与现状排涝系统合理地有机结合。

7.2 城市内涝分析及措施

7.2.1 城市内涝原因分析

1. 暴雨量增多，雨强加大

《给排水设计手册》中的暴雨强度公式大多是上世纪七十年代编制，至今已沿用了几十年。与以往的雨量公式在同样条件下计算比较发现，新的雨量计算值明显大于七十年代的数值，即近几年来暴雨有逐步增大的趋势。究其原因可能与植被减少、树种单一、水土流失、生态恶化引起的降雨时空不均匀分布有关。

2. 局部地段排水建设标准偏低，降雨超过城市排水能力

当前大部分城市早期建设的排水系统执行的还是较低的标准，很多地级城市是 0.5~1 年的排水重现期标准，这就意味着，每年允许城市发生 1—2 次不严重的积水。近年各城市建设的排水系统标准有所提高，可达到 1~3 年的排水重现期标准，但在局部地段，遇到超强降雨，仍会发生较严重的积水。

3. 排水系统老旧

在城市发生的内涝中，老城区往往是受涝的重灾区。由于大部分城市的老城区仍在使用早年建设的排水管道系统，这些管道当年的设计标准和建设标准都较低，管沟规格小、雨水口少、管道破损淤塞严重，排水能力大打折扣，在遭遇强降雨时就不堪重负，再加上地面坑洼，雨水泄洪路径不畅，很容易形成成片积水。

作为市区泄洪的主要通道，现状河道多数建成年代较早，绝大多数建设于上个世纪 70 年代以前，随着城市的不断发展扩建，多数河道汇水区建设用地面积成倍增加，而河道的过水断面一直未改变，河道的泄洪能力远远不能满足正常的排涝泄洪需求。

4. 雨水调蓄能力下降

城市的河湖水面是调蓄雨洪的主要设施，当发生超过排水系统排水标准的降雨强度或降雨过程时，应采用河湖水面或蓄水设施暂时蓄存，降低雨洪峰值和延缓峰值到达时间，待降雨峰值过后再从调蓄设施缓缓排至排水系统或在调蓄设施中对集蓄的雨水加以利用。通过雨水调蓄设施可以有效地缓解排水系统的压力，并解决排水设施能力不足和设计标准偏低的问题。

然而在地价飞涨的今天，城市建设与河湖争地的问题日趋严重。一是城市原本不多的河流湖泊被填埋，降低了对雨水的调蓄能力，同时打破了原有的城市自然排水系统，延长了雨水的排河时间；二是城区地面大量硬化，使原来可以渗水的地面都变成了不渗水的水泥地，雨水只能通过雨水管道排除，增加了排水系统的压力；三是地面填高，洪水归槽，原来散流的雨水不得不排入人工整治后的河道，抬高了河道洪水位，又增加了城区排水的难度。

5. 排水系统管理不完善

对于城市雨水设施达不到设计标准的问题，一个重要原因是对排水设施长期疏于管理造成的。

7.2.2 城市内涝解决措施

1. 适当提高排水管渠的建设标准，加快改造旧的排水管渠

根据 2021 年版的《室外排水设计标准》（GB50014-2021），栖霞市中心城区采取 2~3 年的重现期标准，中心城区的重要地段采取 3~5 年的重现期标准。随着我国社会经济的发展，城市建设水平的提高，社会公众对城市排涝系统与城市建设水平不相称的状况关注度越来越高，要求提高排水设计标准的呼声越来越高。且在当前经济条件具备的情况下，城市建设和主管部门应考虑适当提高城市排水系统的设计标准，尤其是在一些容易发生积水的地段。

改造老旧的排水管渠，特别是旧城中的排水管渠，使这些排水管渠具备应有的排水能力，是城区防涝治涝的重要举措。改造老旧的排水管渠最好结合旧城改造系统地开展，通过市政专项规划按照系统性原则，统筹制定合理的排水方案，设计建设符合相应地区要求标准的排水设施，落实排水工程项目，形成较完善的排水系统。而在未改造之前，应做好现有排水管沟的疏通清理工作，充分发挥现有排水设施的作用。

2. 统筹城市平面和竖向与排水系统规划，全面提升城市排涝能力

城市的排水能力既有城市管道排水系统的本身功能的问题，也涉及城市整体平面和竖向的营造。提高排水管道的设计标准可以减轻城市内涝，但是排水标准和排水能力毕竟有限。超过排水管道设计标准的降雨将会有积水风险。合理的进行竖向控制规划和平面规划，对超过排水管道设计标准的雨水进行合理疏导，这样就可以减少或避免内涝。

由于城市建设涉及多个部门，迫切需要由规划、水利、城建、环保、城管、发改等部门相互协调联合编制用地竖向规划、排水系统规划等，改变以往城市基础设施建设中，就地块论地块，就路论路，就排水论排水的规划建设模式，使由不同部门分管的规划建设工作实现有机协调，从而彻底解决城市基础设施建设中网络系统性差，道路竖向与排水系统不协调，投资浪费等问题，通过系统合理的规划从源头上减少产生内涝的隐患。

3. 坚持生态为本、自然循环

充分利用山、水、林、田、湖等原始地形地貌对降雨的积存作用，充分发挥植被、土壤等自然下垫面对雨水的渗透作用，充分发挥湿地、水体等对水质的自然净化作用，努力实现城市水体的自然循环。

4. 推进海绵型建筑和相关基础设施建设

推广海绵型建筑与小区，因地制宜采取屋顶绿化、雨水调蓄与收集利用、微地形等措施，提高建筑与小区的雨水积存和蓄滞能力。推进海绵型道路与广场建设，改变雨水快排、直排的传统做法，增强道路绿化带对雨水的消纳功能，在非机动车道、人行道、停车场、广场等扩大使用透水铺装，推行道路与广场雨水的收集、净化和利用，减轻对市政排水系统的压力。结合雨水利用、排水防涝等要求，科学布局建设雨水调蓄设施。

5. 推进公园绿地建设和自然生态修复

推广海绵型公园和绿地，通过建设雨水花园、下凹式绿地、人工湿地等措施，增强公园和绿地系统的城市海绵体功能，消纳自身雨水，并为蓄滞周边区域雨水提供空间。加强对城市坑塘、河湖、湿地等水体自然形态的保护和恢复，禁止填湖造地、截弯取直、河道硬化等破坏水生态环境的建设行为。恢复和保持河湖水系的自然连通，构建城市良性水循环系统，逐步改善水环境质量。加强河道系统整治，因势利导改造渠化河道，重塑健康自然的弯曲河岸线，恢复自然深潭浅滩和泛洪漫滩，实施生态修复，营造多样性生物生存环境。

6. 注重城市排水设施的建设和养护，建立应急抢险机制

排水设施的管理应建立长效防范机制，首先水利、城建、城管等多个部门对整个城区排水防涝设施进行大排查，先从治理低洼地区等脆弱点入手，随后整体推开，尽快理顺标准，进行排水系统完善和改造工作。其次应加强排水管道的建设养护，制定排水管道养护疏通和设施维护的养护计划定期对排水管道的养护和设施完好情况进行常规检查及时发现排水设施存在的问

题，保证排水设施的安全运行和排水管理管道时时畅通，杜绝安全隐患。同时在适当提高排水标准的前提下，还应采取临时抢险、应急预案等“非工程措施”，来应对超过城市内涝标准的特大降雨。

7. 加强信息化管理，提高排水系统的管理效能。

建立和健全计算机网络和水情信息采集系统，对排水管网及防洪排涝设施进行实时监控、对汛期水位进行有效控制、对排涝设施进行合理调度，将水情信息及时录入中心城区决策网，随时进行处理。

7.3 积水点改造

1. 跃进路（霞光路—商业街）

原因分析：①存在道路凹点，地形平坦、坡度较小；②现状雨水管道坡度较小；③该段雨水口间距为 40m，雨水口间距偏大；④周边区域基本为硬化路面，综合径流系数大。

改造方案：①按规划实施改造现状雨水管道；②适当增加雨水口数量；③将汇水区域人行道及硬化地面改造为可渗透路面。

2. 涌泉路（霞光路—商业街）

原因分析：①霞光路以东地形坡度较大，霞光路以西地形坡度骤减，地势平缓；②现状排水管道管径偏小；③周边区域基本为硬化路面，综合径流系数大④该段采用单算雨水口，偏小。

改造方案：①按规划改造雨水管道；②将该段单算雨水口改造为双算或多篦；③将汇水区域人行道及硬化地面改造为可渗透路面。

3. 民生路（霞光路—商业街）

原因分析：①地形平坦、坡度较小，不利于排水；②现状雨水管道管径较小且采用单算雨水口，部分雨水口堵塞严重；③周边区域基本为硬化路面，综合径流系数大。

改造方案：①按规划改造雨水管道；②将该段单算雨水口改造为双算或多篦，清理堵塞雨水口；③尽快实施文化广场雨水蓄涝区，将现状广场部分改造为可渗透路面。

4. 山城路（霞光路—商业街）

原因分析：①东侧上游坡度较大，西侧下游坡度较小，地形平坦；②雨水口为单算；③周边区域基本为硬化路面，综合径流系数大。

改造方案：①按规划实施改造现状雨水管道；②将该段单算雨水口改造为双算或多篦；③将汇水区域人行道及硬化地面改造为可渗透路面。

5. 金岭路（霞光路—商业街）

原因分析：①地势平坦，坡度较缓；②雨水口为单算；③周边区域基本为硬化路面，地面径流量大。

改造方案：①按规划实施改造现状雨水管道；②将该段单算雨水口改造为双算或多篦；③将汇水区域人行道及硬化地面改造为可渗透路面。

6. 振兴路（霞光路—商业街）

原因分析：①地势平坦，坡度较缓；②雨水口为单算；③周边区域基本为硬化路面，地面径流量大。

改造方案：①按规划实施改造现状雨水管道；②加强管理，防止商户产生垃圾进入排水管道堵塞雨水口。

7.4 平面与竖向控制

7.4.1 城市用地布局规划

城市用地是用于城市建设和保证城市功能运转所必需的空间，既包括城市规划范围内的建设用地，也包括划入城市规划区的非建设用地。本规划综合考虑栖霞市城区内涝风险，为确保

超过城市管网设计标准的雨水能够更加顺畅排出，减少内涝灾害损失，优先考虑从源头上降低城市内涝风险，提出针对栖霞市城市用地布局的合理建议，供总规或控规修编时参考。

（1）在城市用地布局之前要进行用地适用性评价。应对城市用地的地质条件、水文条件、气候条件和地形条件进行勘察，综合评价，尊重自然状态，趋利避害，城市建设与生态环境保护统筹发展。

（2）强调城市用地布局合理化。我国加速发展的城镇化城市建设的活动破坏了原有相对平衡的生态格局，栖霞市也不例外。因此必须探索适合栖霞市城市发展的土地有效利用方式，提升城市环境质量。根据相关研究，城市混合利用是近年来城市规划研究的热点，强调土地混合开发，有效引导城市土地与空间合理布局。

（3）加强城市生态化建设，保留城市天然水体等调蓄空间及排放通道，能够增强城市自然承载能力，提高城市长远发展的安全性。目前，国内许多城市已经出台了保护城市天然湖泊的地方性法规。城市建设时候尽量不要破坏城市天然水体。

（4）开发区在规划建设时，建议在确定地块性质时优先考虑在公园、广场、停车场、人行道等采用透水性铺装削减超标雨水量，从源头上降低开发区的内涝风险。

（5）老城区绿地较少，对内涝的缓冲能力不足。老城区为已建成区，也是栖霞市的中心地区，因此在空间允许的情况下，老城区市政基础设施改造时，建议在老城区主要干路两侧布置绿化带或增加分散式绿化，增大老城区的远期规划绿化率，加大雨水滞、渗能力。

7.4.2 城市竖向设计

1. 减少洼地

城市中的低洼地带容易成为城市内涝的重点区域，栖霞市中心城区很多积水点是在低洼地带，所以城市建设过程中减少洼地，限制城市下凹式立交、敞口式地下车库等工程的建设。

2. 控制沿河地势低洼区竖向高程

今后在建设沿河地势较低地区时，须控制竖向高程不低于该处河道 30 年一遇防洪水位并考虑一定的超高，同时如个别低洼地区受现状衔接困难等因素影响时，无法抬升地面高程，可视地区重要程度建设临时排涝泵站或在单位自建泵站，以避免内涝影响。

3. 合理的城市道路竖向设计

合理的城市道路竖向设计能够从源头上降低城市发生内涝问题的可能性，道路竖向规划应与排水系统相协调，制定有针对性的城市竖向控制标准。在设计城市道路竖向时，应该保留自然的顺水流方向的地面坡度条件，制定系统的城市竖向分区控制标准，合理确定城市雨水自排区和引导区，编制道路竖向规划，还应充分利用城市道路路面排放高强度暴雨径流。

7.4.3 生态基础设施规划

城市建设需要权衡经济效益、社会效益和环境效益三者之间的关系，城市排水设施不可能完全按照最大的标准来设置。仅仅靠“灰色”排水设施（排水管网、泵站等），不能完全应对异常暴雨带来的内涝灾害，并且现有的排水管网也不可能全部重新改造。因此，栖霞市城区应立足于本地实际情况，重视城市生态系统的营造，与城市排水设施相辅相成。

栖霞市城区生态基础设施建设的核心是给城市生态留有余地，保证绿地系统和城市水系的整体化和生态化建设。城市绿地及水系不仅具有塑造城市景观和提供休闲游憩场所功能，在城市发生内涝灾害时，还能起到蓄水、减洪的作用。

栖霞市城市总体规划中应实行生态基础设施导向的城市发展途径，即由充足的城市绿地、渗水地面、水系等构成，充分发挥自然生态系统的渗、滞、蓄、排功能。

防止栖霞市中心城区的城市内涝，首先应加大城市绿化面积，充分发挥城市绿网的生态功能，增加渗水地面，降低地表雨水径流量；其次，在城市建设过程中应避免肆意占用天然湖塘和湿地等城市水系，重视保护与利用城市天然水系，在出现异常暴雨时，可以起到大规模的蓄水作用。

7.5 城市内河水系综合整治

城市内河自然水系是城市雨水管道和雨水排涝泵站的重要下泄通道，承担着城市排涝的重要功能，是城市雨水工程的重要部分。多年来随着城市化进程的加快，城市建设过程中水系被侵占和填埋现象非常严重，导致暴雨时雨水排除不畅，因河道阻水造成的内涝问题相当突出。因此，对城市内河水系进行疏浚、维修加固对提高城市的排涝能力，以及保持城市的自然生态环境等均具有重要的意义。

7.5.1 设计标准

依据《栖霞市国土空间总体规划（2021—2035 年）》和《防洪标准》（GB50202-2014）要求，并结合栖霞的实际，确定栖霞市中心城区骨干河道要达到 50 年一遇的防洪标准，中小河道要达到 20 年一遇的防洪标准。

7.5.2 城区河道综合治理

根据栖霞市城市发展和中心城区河流布局情况，对于干流河道满足 50 年一遇防洪标准，该区段各支流河道满足 20 年一遇洪水标准的要求，同时兼顾水生态、水环境和水景观建设。

此次规划河道综合治理主要包括四部分内容。①对栖霞市中心城区主要排涝行洪河道白洋河腾飞路上游干流段及其该区段的各支流清淤、拓宽。②开展调水工程，对杨础河部分河道疏淤、铺设连接管等工程设施，解决栖霞市城区河道季节性断流的问题、满足生态用水需求。③在城区河道段布设改造闸、堰、桥等设施，形成连续水面，满足景观需求。④修建湿地，增强蓄水、排涝、防洪能力，同时兼顾水生态、水环境和水景观功能。

1. 河道工程

河道疏淤范围包括白洋河干流及其支流城区段河道和杨础河部分河道，清淤总长度 14.83km。设计开挖底宽结合景观和建筑物宽度需要，开挖底宽 50m—100m，开挖边坡 1:2.5 如图 7-1 和

图 7-2，清淤长度及河道参数见表 7-1。

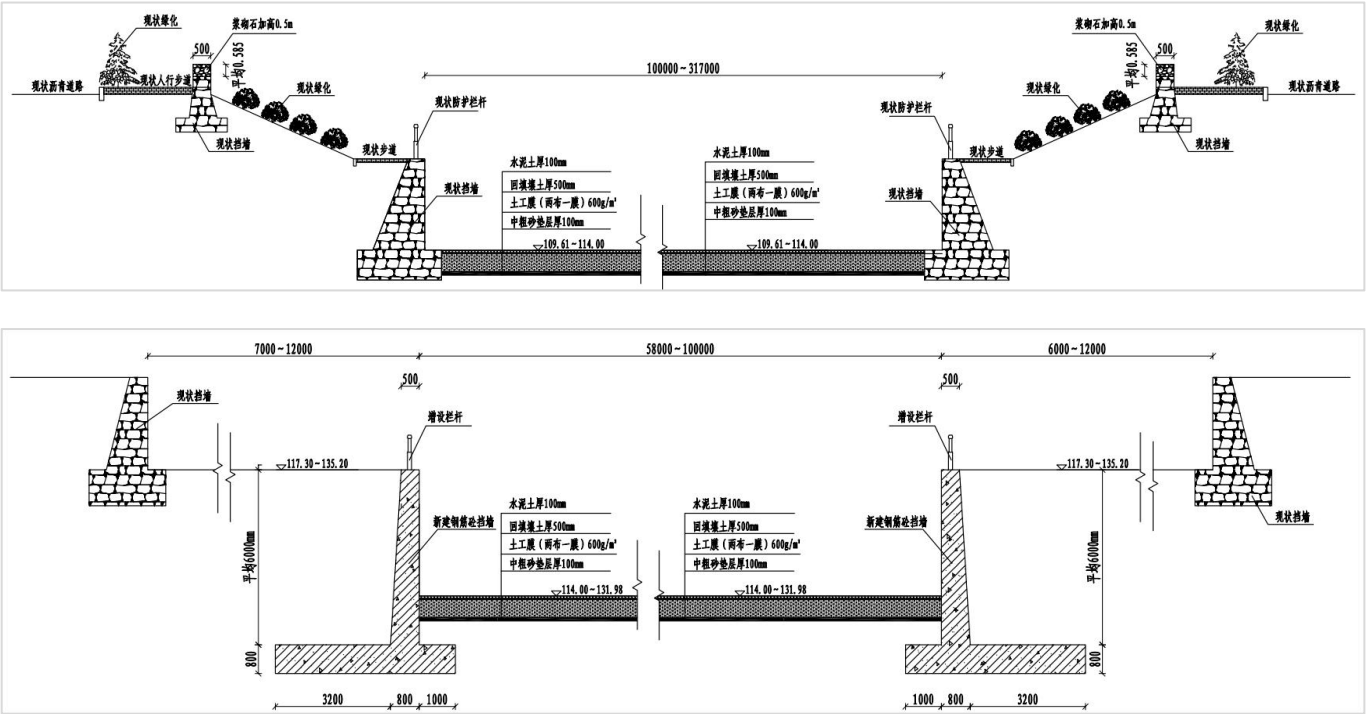


图 7-1 白洋河干流标准断面

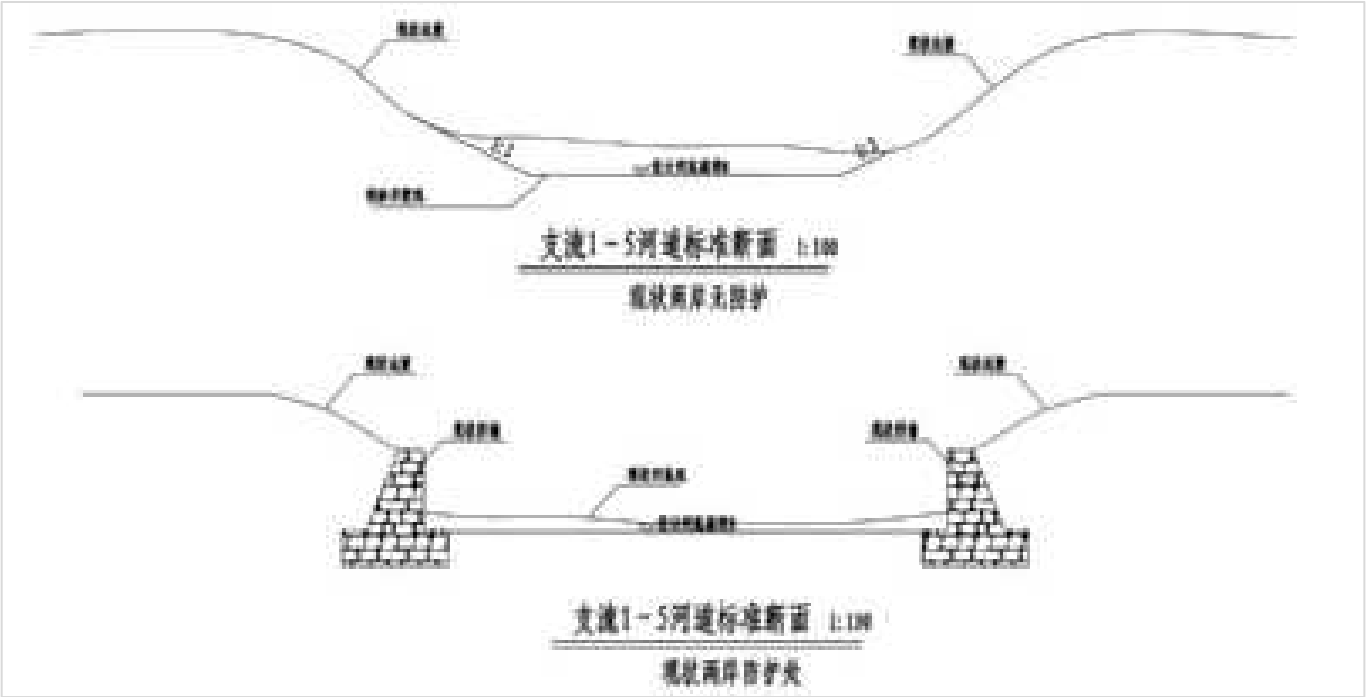


图 7-2 白洋河支流标准断面

表 7-1 白洋河河道清淤要素

序号	河道名称	河道长度 (m)	清淤底宽 (m)	设计比降 (‰)	设计底高程 (m)
1	白洋河干流及部分杨础河段	6228	58-317	3.5-7.3	109.61-131.98
2	白洋河支流 1	1606.79	9-18	8.61	112.8-128.27
3	白洋河支流 2-1	2473.32	11-34	8.891	121-146.68
4	白洋河支流 2-2	1429.91	6-24	16.716	130.78-155.31
5	白洋河支流 3	1246.19	15-32	7.57	134.3-146.17
6	白洋河支流 4	1161.18	28-39	8.897	134.52-144.91
7	白洋河支流 5	684.87	11-25	7.566	135.65-141.88

2. 调水工程

拟在庵里水库东岸、栖霞市审计局东北方向新建提水泵站，向上游河道各拦蓄建筑物输水，保证河道能长期蓄水；在杨础河上杨础镇岔河村西南修建拦河闸蓄水，沿十里庄河一迎宾南路铺设管道至白洋河支流 4 河道，与庵里水库取水管道衔接，并预留出水口，实现庵里水库和杨础河跨流域双向调水。

3. 附属建筑物工程

为形成连续水面，打造河道水景观，在白洋河城区段布设闸堰共 8 座，其中钢坝 4 座、合页闸 2 座、溢流堰 2 座；在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座。改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥，使其满足白洋河与其支流 2 的通航要求。

4. 水生态工程

在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程，共 2 处。

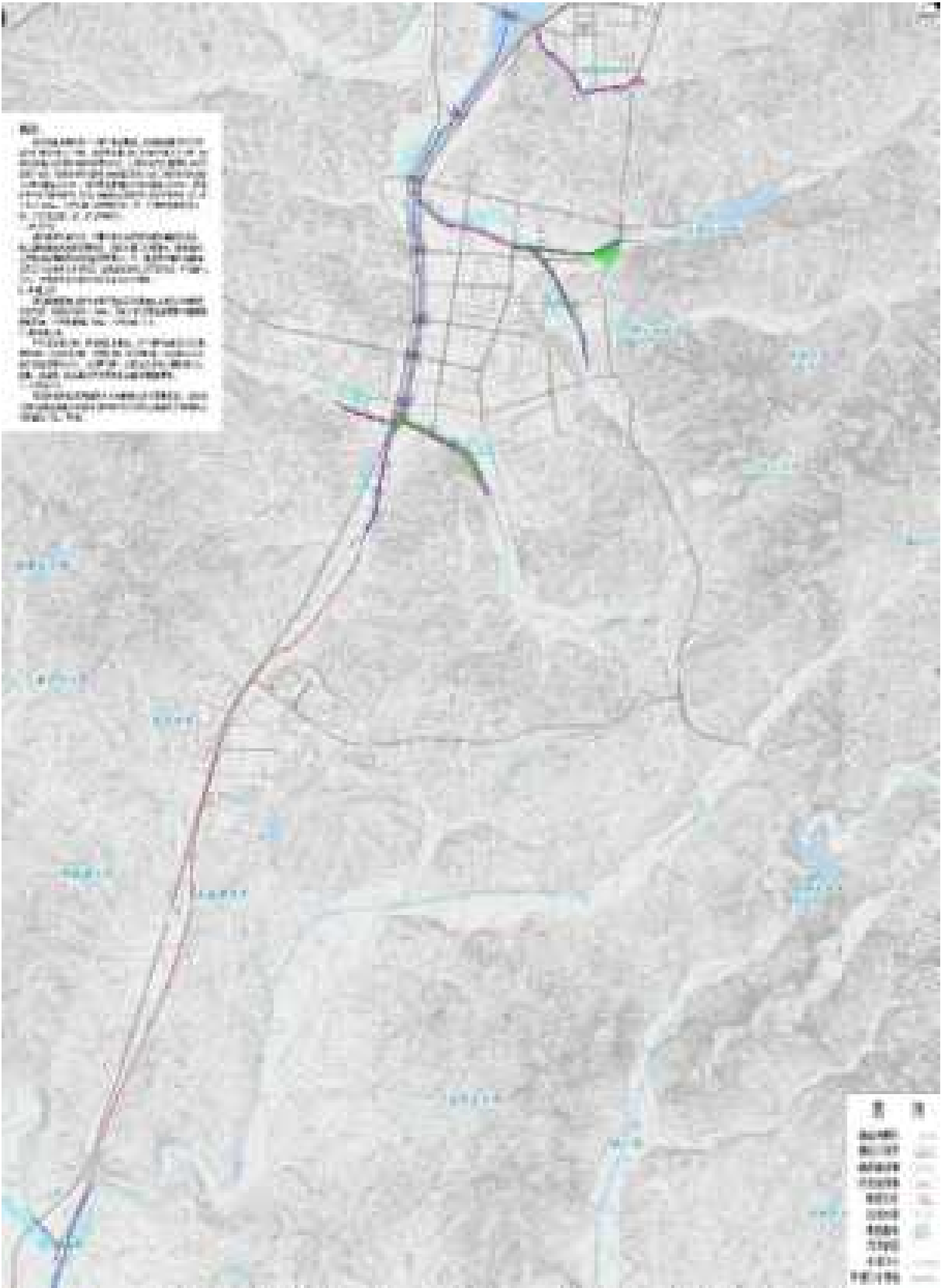


图 7-3 栖霞市城区河道综合治理示意图

7.6 城市防涝设施布局

7.6.1 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，涝水行泄通道主要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。与单纯的内河整治有所不同，内河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。另外，内河整治对象多指天然明渠，而涝水行泄通道则还包含箱涵等。

1. 规划原则

- （1）全面规划，综合治理，续排兼顾，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。

2. 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。

本次规划在以沟渠、泄蓄构筑物的防涝体系基础上，排水区主要利用城市雨水干管、渠道、河道和道路作为超标雨水行泄通道。

（1）雨水干管行泄通道

1）民生路雨水干管（白洋河以西）是老城区民生路两侧的雨水行泄通道。该段现状雨水管道经压力流条件下核算，能满足 $P=30$ 年降雨地面积水 $\leq 15\text{cm}$ 的排放要求。该管道同时承担排水及排涝功能。

2）跃进路雨水干管（霞光路—商业街）段雨水管道设计坡度较小，不合理，本次规划经核算需对该段部分雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1200\text{mm}$ ，作为跃进路两侧的雨水行泄通道。

3）涌泉路雨水干管（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管

道经压力流条件下核算需对该段现状 $\text{DN}800\text{mm}$ 雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，作为涌泉路两侧的雨水行泄通道。

4）民生路雨水干管（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需对该段现状 $\text{DN}800\text{mm}$ 雨水管道进行改造，改造为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，作为民生路两侧的雨水行泄通道。

5）山城路雨水干管（霞光路—商业街）南侧现状雨水管道管径为 $\text{DN}1000\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需改造，改造管道管径为 $\text{DN}1200\text{mm}$ ，作为山城路两侧的雨水行泄通道。

6）金岭路（文化路—商业街）现状雨水管道管径为 $\text{DN}500\text{—}\text{DN}800\text{mm}$ ，该段现状雨水管道经压力流条件下核算需对现状雨水管道进行改造。改造完作为金岭路两侧的雨水行泄通道。

7）栖霞市行政中心区域的雨水干管是该区域的雨水行泄通道。该区域规划雨水管道经压力流条件下核算，能满足 $P=30$ 年降雨地面积水 $\leq 15\text{cm}$ 的排放要求。该管道同时承担排水防涝功能。

8）松山片区雨水干管是该区域的雨水行泄通道。该区域规划雨水管道经压力流条件下核算，能满足 $P=30$ 年降雨地面积水 $\leq 15\text{cm}$ 的排放要求。该管道同时承担排水防涝功能。

其他规划为雨水行泄通道的雨水管道，均需在压力流条件下核算，能满足 $P=30$ 年降雨地面积水 $\leq 15\text{cm}$ 的排放要求。

根据栖霞市中心城区地形特点情况，对老城区范围内地形平坦、建设密度大的区域，为保证地面超标雨水能进入雨水行泄通道，道路沿线应适当增加雨水口的数量，雨水口及雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5 倍—3 倍。

（2）河道行泄通道

栖霞市主要河道行泄通道为城区内沿路边沟及城区河道，为避免河水对雨水管道（尤其是

雨水主管管）的顶托，本次规划结合管网资料以及洪水位资料，重新确定了河底控制点高程，确保管网与河道的有效衔接。同时，考虑到规划的可实施性，现状河道下游普遍较浅，城区段部分河道淤泥较多，个别河道连通性不足，建议对城区河道进行清淤疏浚及河堤恢复。

表 7-2 城区河道、泄洪沟治理统计表

序号	河道名称	治理方式	治理长度 (km)
1	白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）	调水工程、河道疏浚和堤防工程、建筑物工程、水生态工程	14.83
2	杨础河部分河道		

7.6.2 城市雨水调蓄设施

雨水调蓄是雨水调节和雨水储蓄的总称。雨水调节通常是对重现期较大暴雨事件的峰流量进行调节、滞流或削减；雨水储蓄主要指对雨水径流量进行储存、滞留或蓄渗以达到削减径流排放量、控制水质、收集或补充地下水等综合利用雨水资源的目的，一般主要针对重现期较小的降雨事件。

雨水调蓄设施可分为三大类，一是利用凹地、池塘、湿地等收集调蓄雨水，同时采取必要措施对集蓄的雨水进行净化处理，保持良好的生态景观效果；二是利用城市公园、下凹式绿地和下凹式广场、停车场等，作为临时雨水调蓄空间，这类场所底部一般采用渗水材料；三是结合规划设置雨水调蓄专用设施，如设置雨水调蓄池。

1. 雨水调蓄池

规划栖霞市中心城区应优先利用城市水系、湿地等作为临时雨水调蓄空间。同时在城市发展过程中与各类建设工程相结合，设置雨水调蓄专用设施，如人工蓄水池。建议通过在总体规划和控制性详细规划中新增“防洪排涝设施用地”用地属性来加以控制。

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面积，扩大水面率是雨水调蓄设施的首选。

本次规划调蓄设施布置结合城市现状和规划公园绿地、广场、池塘的分布，公园绿地设置为下凹式绿地，雨季作为调蓄池，一方面能够减少城市的洪涝灾害，增加土壤水资源量和地下水资源量，减少绿地的浇灌用水；另一方面能够减少城市河湖的水质污染和淤积量，增加绿地的土壤肥力。结合栖霞市中心城区实际情况，在中心城区绿地等设置 7 处雨水收集模块，总体积 1100m³，详见下表：

表 7-3 雨水收集模块设置一览表

序号	公园绿地名称置	绿地面积（ha）	雨水收集模块体积（m³）
1	跃进公园	2.43	200
2	文化公园	4.61	300
3	民生公园	1.11	100
4	历史公园	1.83	100
5	行政公园	1.10	100
6	滨湖公园	1.33	100
7	湖湾公园	8.18	200
合计		20.59	1100

2. 其他低影响开发设施

结合城区道路、公园的建设和改造，建设低影响开发道路和公园。在道路建设过程中，采用透水铺装、透水性路面及下凹式绿地等措施，在公园建设过程中采用透水性路面、广场、下凹式绿地、植草沟等技术措施增加公园的透水性、渗水性。通过低影响开发道路和公园的建设，充分截留、下渗雨水，降低城市径流系数。

7.6.3 超标洪水的排涝通道

排涝通道是指当降雨量超过内涝防治标准时，雨水排入受纳水体或蓄滞区的通道。

在以沟渠、泄蓄构筑的防涝体系基础上，排水区主要利用城市雨水干管、渠道和道路作为超标雨水排涝通道。

1. 现状沟道作为排涝通道

现状沟渠作为城市内涝时的行泄通道，应定期清淤，严禁因城市发展缩小沟渠断面尺寸，以确保洪水排放安全。

2. 市政道路作为排涝通道

结合中心城区地形、地势特点，将民生路（霞光路—商业街）、振兴路（霞光路—商业街）等与白洋河垂直方向的市政道路作为内涝发生时的行泄通道。当市政道路作为涝水行泄通道时，道路两侧小区开发时，地坪高程较市政道路高至少 30cm。

7.7 城市雨水源头减排

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。

7.7.1 径流控制体系

栖霞市海绵城市管控分区根据雨水系统排放分区，结合控制编制单元，以水系、河道、流域边界范围为依据，结合防洪排涝规划中雨水系统排放分区，同时参考栖霞市排水管网的走向为基础，结合栖霞市地形、水系、排水分区以及路网等资料，根据区内地形高低、汇水面积大小、现状雨水管网等因素，以明沟、暗渠、河流水系为边界，并充分考虑到控规编制单元的界限，将规划区具体细分为 9 个海绵城市建设管控分区。

表 7-4 海绵城市建设管控分区信息表

序号	分区名称	汇水面积（km²）	汇水出路
----	------	-----------	------

1	老城东部区域（分区 1）	86.9	白洋河、城南河
2	老城西部区域（分区 2）	106.8	白洋河、文水河、翠屏河
3	北部新城区域（分区 3）	41.2	白洋河、小清河
4	松山产业园第一区域（分区 4）	24.6	白洋河
5	松山产业园第二区域（分区 5）	5.1	白洋河
6	松山产业园第三区域（分区 6）	10.9	白洋河
7	松山产业园第四区域（分区 7）	9.7	白洋河
8	松山产业园第五区域（分区 8）	23.9	白洋河
9	松山产业园第六区域（分区 9）	17.5	长春湖水库

根据前文设置的目标值，栖霞市中心城区建成区年径流控制目标为 70%，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、滞蓄能力较强。

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。

7.7.2 径流量控制

结合城市公共绿化带、防护绿化带、湿地、广场、公园等景观需求，规划建设蓄滞洪、涝水的设施，在减轻城市洪涝灾害的同时，充分利用雨水资源。

合理布局下凹式绿地、植草沟、人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场，利用绿地、

广场等公共空间蓄滞雨水。

在白洋河、民生路文化广场等沿线等地质条件较好区域，应大力开发人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场等，大力提高可渗透地面面积，确保新建城区的硬化地面中，可渗透地面面积不低于 40%。

综合考虑栖霞老城区与行政中心区等建成区的现状及城市发展，结合径流量控制技术，在实际的应用中，通过对有条件的小区进行屋顶改造、在新建小区修建下凹式绿地、渗透路面和渗井等促渗设施来从源头控制径流量，利用小区内调蓄容积和流量控制器将外排径流峰值限定在规定的范围内。

松山片区属于工业园区，应确保待建区的综合径流系数 $\Psi \leq 0.60$ ；同时，应在确保安全情况下，适当布局下凹式绿地、植草沟、人工湿地、可渗透地面、透水性停车场和广场等，以增加空间蓄滞雨水量。

7.7.3 径流污染控制

城市雨水径流污染主要来自降水、城市地表和排水系统，是降水淋洗和冲刷地表各种污染物而形成的一种面状污染，是地表和地下水体的二次污染源。由于其污染负荷可能很高且难控制，是目前重要的环境污染问题之一。

1. 控制技术所采取的策略与原则

（1）分区控制

由于城区功能布局、土地利用及人类活动的干扰程度不同，雨水径流污染的产生具有明显的区域性。因此，采取分区控制，对不同地区采取不同的控制措施。

（2）同城市景观建设结合

在雨水径流污染控制的过程中尽可能地与城市景观建设结合，以达到节约土地资源、降低工程造价的目的。

（3）控制降雨初期 20mm 污染径流

由于城市雨水径流污染排放的主要特征是初期径流污染严重，所以对初期径流污染的控制是最为有效和经济的。

（4）运用生态工程

城市雨水径流污染的产生是人类活动对自然水文生态过程作用的结果，是水文生态系统的失衡过程。通过采取或模拟自然的生态工程使城市水文生态达到良性循环，是雨水径流污染控制的主要措施。

（5）注重管理措施

城市雨水径流污染物的来源主要是地表的泥土、垃圾等，在卫生管理不善的旧城区这一问题特别突出。因此，从管理上入手，从雨水径流污染物产生的源头进行控制，可以大大地降低暴雨径流的污染负荷。

7.7.4 径流污染控制技术

1. 人工湿地净化技术

人工湿地是模仿天然湿地净化雨水，通过人工强化改造而成的一种低能耗雨水处理技术，综合了物理、化学和生物的 3 种作用。系统成熟后，填料表面和植物根系将由于大量微生物的生长而形成生物膜。污染的雨水流经生物膜时，大量的 SS 被填料和植物根系阻挡截留，有机污染物则通过生物膜的吸收、同化及异化作用而被除去。湿地系统中因植物根系对氧的传递释放，使其周围的环境中依次出现好氧、缺氧、厌氧状态，保证了雨水中的氮磷不仅能通过植物和微生物作为营养吸收，而且还可以通过硝化、反硝化作用将其除去，最后人工湿地系统更换填料或收割栽种植物将污染物最终除去。

2. 河滨带净化技术

河滨带是水陆生态交错带的简称，是指介于湖泊最高水位线和最低水位线之间的水、陆交

错带，是湖泊水生生态系统与湖泊流域陆地生态系统间一种非常重要的生态过渡带。

利用河滨带，在水底铺垫一定数量的填料，构建一个由多种群水生植物、动物和各种微生物组成并具有景观效果的多级天然生物生态雨水净化系统，对雨水径流进行生物与植物净化，净化后的水直接进入湖泊主体，有效地去除湖体内的富营养元素，并可以防止雨水径流造成的雨水径流污染。

3. 径流促渗利用技术

充分利用绿地渗水、过滤污染物的功能，并对绿地基层进行改造，加大雨水的下渗量，在雨水径流污染控制的同时，削减或延缓城市地表径流的产生，可以降低城市发生水涝灾害的风险。开发原位下渗净化技术，对表层土壤中掺加促渗材料以及土壤基层的改造，增加绿化地面与不透水地面的镶嵌，对排水沟渠和路边沟种植植物或底部铺设促渗砾石等材料，实现径流量削减和污染物净化，达到从源头上减少雨水径流污染负荷的目的。

4. 城市道路径流污染的控制技术

（1）城市道路径流污染组合控制技术

城市道路径流污染的控制是城市地表径流污染控制的重要部分。城市道路是城市不透水地表的主要组成，而且由于人类交通活动频繁，径流污染严重，特别是初期径流污染严重。因此充分利用道路红线范围内绿地控制径流污染尤为重要。结合城市道路布置的雨水排放系统由车道边的雨水口收集路面雨水，通过设置在道路绿化分隔带、行道树绿带和路侧绿化带下设置砾石过滤层，降解初期径流污染，将得到过滤净化后的雨水再排到城市雨水管道或明渠，在宽度大于等于 30m 道路中可结合绿化隔离带、行道树绿带及路侧绿化带设置削减初期雨水污染的促渗设施。

（2）建设非封闭路面

最简单的渗透方式是尽可能减少封闭路面，建设非封闭路面。将雨水从封闭路面或屋顶引

向非封闭路面，经过土壤渗透、过滤，既可减缓雨水径流的地表强度，使地下水得到补充，又可去除雨水中的污染物。非封闭路面可采用渗透性强的混凝土和沥青混合材料经特殊设计的多孔路面，雨水可通过多孔路面渗入到下层的砾石基础，然后逐渐渗入到周围的土壤中。

5. 小区雨水径流污染控制技术

（1）高花坛+低绿地+浅沟渗渠渗透技术

这种方法采用了多种渗透设施，屋面雨水先流经高位花坛（内填渗透性能好，净化能力强的人工混合土）进行渗透净化，而后与道路雨水一起通过低绿地流入渗透浅沟；雨量较大时，雨水沿着浅沟进入渗渠继续下渗，超过渗透能力的雨水排入市政管网。

（2）人工渗透床下渗技术

渗透设施的另一应用方式是将屋面雨水经水落管收集后，集中到建筑物附近的人工渗透床，以减少径流，补充地下水。

6. 绿色基础设施建设

绿色雨水基础设施充分利用自然条件并应用人工模拟自然生态方式，通过一系列技术措施，控制城市雨水径流污染、减少洪涝灾害、科学利用雨水资源、保护城市水环境、促进城市良性水循环。

根据应用范围等因素，绿色雨水基础设施的主要技术措施可分为场地、居住小区、区域或流域等不同应用层次。针对不同的应用层次（或尺度）可采取不同的典型技术措施。

应用绿色雨水基础设施既可以是各类单项技术措施，也可以是多种技术措施的组合；针对社区、流域等更高层次应用时，更多的是多种技术措施的组合应用，同时实现多种效益。

7. 径流污染控制技术的应用

城市雨水径流污染晴天累积、雨天排放，具有随机性强、突发性强、污染径流量大的特点。因此对城市雨水径流污染控制的应用难点在于：①不透水路面比例高，人类干扰强度高；②污

染物量大面广，组成复杂，还有部分城市污水混入；③初期径流污染严重。

正是由于对城市雨水径流污染控制非常困难，因此采取先进、有效的径流污染控制措施就显得十分必要。雨、污分流系统（HydroSwitch）在径流污染控制方面取得一定成效，该系统能防止污染程度较重的初期雨水进入自然水体。

7.8 与城市防洪衔接

雨水径流的排放原则是就近排放，排放口标高应根据受纳水体洪水位标高确定。雨水出口管内底标高一般高于设计防洪标准洪水水位或规划水系水面，极端情况管底标高与设计高水位或规划水系水面持平，保障在最不利条件下不出现顶托，确保排水通畅。

根据栖霞市的人口规模、城市地位等因素，参考《城市防洪工程设计规范》（GB50805-2012）和《防洪标准》（GB50201-2014）对于不同等级的城市和乡村防护区都有不同的防洪防涝设计标准与之对应，结合栖霞市具体实际及相关专项规划，确定城市防洪标准为 50 年一遇。

规划排入排涝行洪河道白洋河及各支流的雨水管道的雨水排出口管内底标高，要高于白洋河及各支流的设计防洪标准洪水水位或规划水系水面，保障在最不利条件下不出现顶托，确保排水通畅。

第八章 建设规划

8.1 建设项目安排原则

排水防涝工程的实施与城镇建设是密切相关的，对栖霞市的经济发展和人民生活水平的提高以及对城镇环境的改善起到举足轻重的作用，为保证工程的顺利实施，尽快发挥排水工程的效益，在近期建设实施中应遵循以下原则：

- （1）近期工程的实施应符合国内基本建设项目建设和审批程序。
- （2）近期工程的实施应与城市总体规划、道路规划建设相协调。
- （3）雨水管网的建设应与道路建设同步进行，避免工序颠倒造成浪费。
- （4）雨水收集利用设施的建设应与居住小区的建设同步实施。
- （5）管网工程应先建主干管、干管，后建支管。
- （6）建立专门的机构作为项目执行单位负责工程的实施、组织、协调和管理。

8.2 建设项目安排

栖霞市城市内涝治理工程主要包括城市内河水系治理、雨水管渠及其附属设施建设工程、信息平台建设工程、栖霞市防汛设备 4 个方面。

8.2.1 城市内河水系治理任务

栖霞市“三河”整治工程计划治理范围为白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）和杨础河部分河道，长约 14.83km，工程主要包括调水工程、河道疏浚和堤防工程、建筑物工程、水生态工程 4 部分，计划总投资额 98102.42 万元。

栖霞市“三河”综合整治一污水管道迁改工程，包括白洋河（翠屏桥-庄园桥）污水管道迁改、白洋河（庄园桥以北）污水管道迁改、支流 1-5 污水管道迁改等，铺设污水管网长度 17915 米，计划总投资额 6000.27 万元。

1. 河道工程

河道疏浚范围包括白洋河腾飞路上游干流段及该区段的各支流和杨础河部分河道，清淤总长度 14.83km。设计开挖底宽结合景观和建筑物宽度需要，开挖底宽 50m～100m，开挖边坡 1:2.5。

2. 建筑物工程

为形成连续水面，打造河道水景观，在白洋河城区段布设闸、堰共 8 座，其中钢坝 4 座、合页闸 2 座、溢流堰 2 座；在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座。改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥，使其满足白洋河与其支流 2 的通航要求。

3. 水生态工程

在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程，共 2 处。

表 8-1 城市内河水系治理建设一览表

序号	项目名称	河道/路段名称	治理方式	治理规模
1	河道工程	白洋河（腾飞路上游干流段及该区段的各支流）	河道清淤，开挖底宽 50m～100m，开挖边坡 1:2.5。	14.83km
		杨础河部分河道		
2	建筑物工程	白洋河城区段布设闸、堰共 8 座	改造、新建、拆除	/
		在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座		
		改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥		
3	水生态工程	支流 2 湿地工程	新建	93585.17 m ²
		支流 3 湿地工程	新建	53235.26 m ²
4	“三河”综合整治—污水管道迁改工程	白洋河（翠屏桥-庄园桥）	污水管道迁改	17.92km
		白洋河（庄园桥以北）		
		支流 1-5		

8.2.2 雨水管渠及其附属设施建设任务

（1）新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程：2024 年栖霞市计划进行“四纵四横”8 条道路的管网改造工程，建设内容包括 DN800-1800 排水管道 3453 米，配套建设部分辅助工程，计划总投资额 50000 万元；（四纵：环湖路（滨湖新城段）、文化路（滨湖新城段）、观湖路、迎祥路；四横：明霞路、丹霞路、圣霞路、凤二路）；

（2）栖霞市城市内涝综合治理工程项目：对城区锦绣路、跃进路、金岭路、霞光路、山城路、民生路等 19 条道路实施雨水管网改造，铺设管网总长为 54.152 公里，其中：雨水管网铺设 DN500-DN1200 II 级钢筋混凝土管 52.337km，钢筋混凝土/浆砌片石矩形渠 1815 米；计划总投资额 80060 万元；

（3）栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）：对园区内汾河路、西环山路、德丰西路、德丰东路等 11 条道路铺设雨水管道 4.818km，计划总投资约 1500 万元。

（4）栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目（雨水部分）：对新城区内环湖路、文化路、观湖路、迎祥路等 12 条道路铺设雨水管道 15.587km，计划总投资约 4680 万元。

表 8-2 计划雨水管渠建设工程统计表

项目名称	道路名称	建设规模	建设方式	管道长度(km)
新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程	环湖路（滨湖新城段）	DN800-1800	改建	3.453
	文化路（滨湖新城段）	DN800-1800		
	观湖路	DN800-1800		
	迎祥路	DN800-1800		
	明霞路	DN800-1800		
	丹霞路	DN800-1800		
	圣霞路	DN800-1800		
	凤二路	DN800-1800		
	小计	3.453km		

栖霞市城市内涝综合治理工程项目	翠屏路	DN300-1000	新建	1.544
	翠屏路东延	DN300-1000		0.710
	民生路	DN300-1200		2.145
	民生路东延	DN300-1400		1.506
	金岭路	DN300-1400		2.358
	振兴路	DN300-1000		2.032
	庄园路	DN300-1000		2.288
	向阳路	DN300-600		2.096
	跃进路	DN300-1200		3.605
	文化路北延	DN300-1200		3.552
	文化路	DN300-1000		8.060
	迎宾路	DN300-1200		9.0381
	文水街	DN300-1400		0.689
	霞光路	DN300-800		5.575
	锦绣路	DN300-1000		0.854
	山城路	DN300-1200		2.565
	涌泉路	DN300-1000		1.036
	振兴路	DN300-1000		1.640
	烟青街	DN500-1000		1.0438
	小计	52.337km		
铺设钢筋混凝土/浆砌片石矩形渠		新建	1.815	
栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）	汾河路	DN600	新建	0.385
	西环山路	DN600		0.704
	德丰西路	DN600		0.215
	德丰东路	DN600-DN1000		0.891
	信邦西路	DN600		0.204
	信邦东路	DN600-DN800		0.737
	雅江路	DN800		0.369
	珠江路	DN800		0.435

	湘江路	DN600		0.33
	汉江路	DN600		0.352
	嫩江路	DN600		0.198
	小计	4.818km		
栖霞市新城区 基础设施道路 管网等建设项 目（雨水部分）	环湖路	DN800	新建	0.781
		DN1000		0.374
		DN1800		0.242
		2200X2000		0.33
	文化路	DN800		0.704
		DN1000		0.847
		DN1200		0.253
		DN1400		0.539
	观湖路	DN1000		0.88
		DN1200		0.308
	迎祥路	DN800		0.506
		DN1000		0.495
		DN1200		0.242
		DN1400		0.484
	明霞路	DN800		0.242
		DN1000		0.242
		DN1200		0.33
		DN1400		0.154
	圣霞路	DN1000		0.605
		DN1400		0.352
		DN1800		0.165
	丹霞路	DN1400		0.396
		DN1800		0.572
	凤二路	DN1200		0.297
		DN1400		0.264

	繁华路	DN600		0.528	
		DN800		0.66	
		DN1400		0.77	
	腾飞路	DN600		1.034	
		DN1000		0.22	
		DN1400		0.528	
	凤翔路东延	DN1000		0.693	
	山湖路	DN1000		0.55	
	小计	15.587km			

8.2.3 信息平台建设工程

栖霞市建成排水信息化平台一处，计划投资 1200 万元。

表 8-3 信息平台建设工程一览表

序号	项目名称	工程投资（万元）
1	中心城区排水管网普查	300
2	城市排水系统信息化建设项目	400
3	水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	400
4	管理信息平台维护经费	100

8.2.4 栖霞市防汛设备

栖霞市养护作业车辆设备、市政工程作业车辆、设备更新。

表 8-4 栖霞市防汛设备更新统计表

项目名称	建设内容	规模	长度 (km)	计划投资额 (万元)
栖霞市市政基础设施养护作业车辆设备更新项目	更新防汛排涝抢险、路灯安装维修、道路倾斜防滑等市政设施作业设备 8 台	排涝救险车 2 台； 高空作业车 2 台。		522.6
栖霞市市政工程作业车辆、设备更新项目	更新市政工程作业车辆、设备 18 台。包括挖掘机 2 台、平地机 2 台、各型压路机 4 台、重型自卸货车 4 台、固定式稳定土拌和站 1 套、混凝土泵车 1 台、高空作业车 2 台、沥青摊铺机 2 台			1323.3
合计				1845.9

8.3 建设项目总投资

8.3.1 投资估算说明

按照实事求是、节约集约、科学合理的原则，依据建设部颁布的《市政工程投资估算指标》，山东省住房和城乡建设厅、省发改委和财政厅颁布的《山东省建设工程概算定额》及同等类型工程项目投资情况，以各行业当地收费标准为主，省级和国家标准为辅，以同类型项目价格为参照，测算完成工程项目总投资和各子项目投资。

8.3.2 投资估算结果

栖霞市城市内涝治理工程主要包括城市内河水系治理、雨水管渠及其附属设施建设工程、信息平台建设工程、栖霞市防汛设备 4 个方面，总投资约 243388.59 万元。

表 8-5 投资估算统计表

序号	项目名称	项目内容	规模	投资金额 (万元)
1	城市内河水系治理任务	河道工程：河道疏浚范围包括白洋河腾飞路上游干流段及该区段的各支流和杨础河部分河道，清淤总长度 14.83km。	14.83km	98102.42
		建筑物工程：白洋河城区段布设闸、堰共 8 座，在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座，改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥。	/	
		水生态工程：在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程，共 2 处。	支流 2 湿地工程 93585.17 m ² 、支流 3 湿地工程 53235.26 m ² 。	
		“三河”综合整治—污水管道迁改工程：包括白洋河（翠屏桥-庄园桥）污水管道迁改、白洋河（庄园桥以北）污水管道迁改、支流 1-5 污水管道迁改等，铺设污水管网长度 17915 米。	17.92km	6000.27
2	雨水管渠及其附属设施建设任务	新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程	3.453km	50000
		栖霞市城市内涝综合治理工程项目	52.337km	80060
		栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）	4.818km	1500

		栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目（雨水部分）	15.587km	4680
3	信息平台建设工程	中心城区排水管网普查	/	300
		城市排水系统信息化建设项目	/	400
		水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	/	400
		管理信息平台维护经费	/	100
4	栖霞市防汛设备	栖霞市市政基础设施养护作业车辆设备更新项目	/	522.6
		栖霞市市政工程作业车辆、设备更新项目	/	1323.3
5	合计	243388.59		

8.4 近期建设项目安排

近期 2024—2028 年，栖霞市计划完成的项目为：城市内河水系治理任务，其中水生态工程的完成 121.47 亩；雨水管渠及其附属设施建设任务中的栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）任务；栖霞市防汛设备的全部任务；总投资约 97448.59 万元。

表 8-6 栖霞市近期项目安排表

序号	项目名称	项目内容	完成程度	投资金额 (万元)	备注
1	城市内河水系治理任务	河道工程：河道疏浚范围包括白洋河腾飞路上游干流段及该区段的各支流和杨础河部分河道，清淤总长度 14.83km。	全部完成	88102.42	
		建筑物工程：白洋河城区段布设闸、堰共 8 座，在白洋河各支流布设溢流堰共 54 座，改造腾飞桥、七里庄景观桥，拆除新建庄园桥、南园桥。	全部完成		
		水生态工程：在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程，共 2 处。	完成 121.47 亩		完成 121.47 亩
		“三河”综合整治—污水管道迁改工程：包括白洋河（翠屏桥-庄园桥）污水管道迁改、白洋河（庄园桥以北）污水管道迁改、支流 1-5 污水管道迁改等，铺设污水	全部完成	6000.27	

		管网长度 17915 米。			
2	雨水管渠及其附属设施建设任务	栖霞市民营产业园基础设施提升改造工程（雨水部分）	全部完成	1500	
3	栖霞市防汛设备	栖霞市市政基础设施养护作业车辆设备更新项目	全部完成	522.6	
		栖霞市市政工程作业车辆、设备更新项目	全部完成	1323.3	
4	合计	97448.59			

8.5 远期建设项目安排

远期 2028—2035 年，栖霞市计划完成的项目为：城市内河水系治理任务中水生态工程部分 98.76 亩；雨水管渠及其附属设施建设任务中的新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程、栖霞市城市内涝综合治理工程项目、栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目（雨水部分）；信息平台建设工程的全部任务；总投资约 145940 万元。

表 8-7 栖霞市远期项目安排表

序号	项目名称	项目内容	完成程度	投资金额（万元）
1	城市内河水系治理任务	水生态工程：在白洋河支流 3 翠屏御景小区西南漫水桥至翠屏桥段、白洋河支流 2 上游王格庄三桥至文化桥段以及其支流主格庄河下游段修建滨河湿地工程，共 2 处。	98.76 亩	10000
2	雨水管渠及其附属设施建设任务	新城区四纵四横道路管网基础设施建设工程	全部完成	50000
		栖霞市城市内涝综合治理工程项目	全部完成	80060
		栖霞市新城区基础设施道路管网等建设项目（雨水部分）	全部完成	4680
3	信息平台建设工程	中心城区排水管网普查	全部完成	300
		城市排水系统信息化建设项目	全部完成	400
		水务一体化平台数据采集管理中心建设项目	全部完成	400
		管理信息平台维护经费	全部完成	100
4	合计	145940		

第九章 效益分析

城市排水防涝综合规划的效益主要包括经济效益、社会效益、环境效益。经济效益是指防洪排涝工程防御洪涝泛滥，保护城市各部门和地区的经济发展，减免城市和人民财产损失等带来的经济效益；社会效益是指排水防涝工程在保障社会安定和促进社会发展中所起的作用，如果没有排水防涝工程，洪涝泛滥可能造成人员伤亡，工厂企业停产，居民流离失所；环境效益是指排水防涝工程减免因洪涝泛滥所带来的环境恶化、水质污染、疾病流行等所获得的效益。社会效益和环境效益，目前尚难以定量，因为减免人员伤亡，减免灾区人民精神上的痛苦及生产情绪的低落，是不易用货币表达的。

9.1 经济效益

雨水排放和资源化利用作为公益事业，具有巨大的直接和间接经济效益。

（1）本规划的实施，可以解决道路积水的问题，合理利用雨水资源，节约建设和运行雨水处理系统的资金和能源，节省巨额市政投资。雨水资源化利用工程可以减少需要政府投入的用于收集雨水的管线和扩建排涝设施的资金。市政设施滞后于城镇化进程、完善城市上游排水却增加了下游排水压力、河湖等自然水体在城市水系中调蓄功能的缺失等因素，是造成城市雨季积水的原因。有些城市解决此类问题的方法主要是修建雨水泵站加大雨水外排量，这需要投入大量资金用于修建和维护雨水泵站，需要耗费大量电能用于运行雨水泵站。本次规划确定对栖霞市中心城区雨水资源加以利用，将地面雨水就近收集利用或回灌地下，不仅可以减少雨季溢流污水，改善水体环境，同时可有效降低雨水径流量，减少内涝灾害；雨水蓄水池和分散的渗渠系统可降低城市洪水压力和节省封闭路面下的排水管网负荷。这是以最小的投资和能耗换取最大的工程效益，是创建资源节约型社会的一项实践。

（2）节省市政和居民用水开支。雨水利用的费用低廉，比较效益十分突出。使用 1m³ 的自

来水费用（含污水处理费）为 2.5 元，而从运行管理和小区用水费用支出分析，投入收集 1m³ 雨水的年运行费用不足 0.10 元。

（3）规划的实施，能够有效减少雨洪灾害对社会公共财产造成的损害，减少对人们生活和工作造成的不便，以及减少对城市交通带来的困扰，所体现的间接经济效益是巨大的。

9.2 环境效益

按照本次规划中确定的目标、任务与实施途径，有计划地对栖霞市的雨水排放和利用整体推进。规划的实施，对于栖霞市城区降低涝灾风险以及生态城市建设将起到很大的推动作用，并将取得很好的生态环境效益。

（1）使水体恢复原有功能，成为新的城市景观，同时美化城市环境。在栖霞市不断加快的城镇化进程中，城市土地价格上涨，人们为了获得更大的市区土地面积，围填了部分市区内的天然水库、湖泊和河塘，天然河湖的景观遭到破坏。规划的实施，将有利于恢复河湖水体的原有的景观面貌，在此基础上完善和建设这些水体景观，对美化城市环境起到积极作用，并将恢复河湖水体调蓄雨水的自然功能，改善河湖水体的景观面貌，通过自然的方式来改造自然，这对环境友好型社会的创建和发展有着积极作用。

（2）水体中雨水的下渗，利于补给地下水，缓解地下水缺乏的现象。近些年的气候变迁和过量的地下、地表取水使得地下潜水水位下降明显，水质也呈现盐渍化趋势。积蓄和涵养雨水可以补充地下潜水，恢复地下潜水水位；同时雨水作为淡水水源可以稀释地下潜水的盐碱度，逐步改善地下潜水的水质状况。

（3）有利于控制城市雨水径流的非点源污染。降雨径流的水质污染是由于大气沉降物、生活垃圾、汽车漏油等问题造成的。雨水主要污染因子是 COD 和 SS。降雨初期径流携带了大量有机污染物质和悬浮物，而这部分污染物质都是通过非点源形式污染城市河道的，目前还没有有

效手段进行控制。而大量雨水被集蓄以后，若能配套简单的处理设施，就可以大大减少降雨径流产生的非点源污染，改善城市河道水质状况。因此，城市雨水的集蓄有利于对雨水进行集中处理，减少了降雨初期径流造成的面源污染，减轻了城市河道水体污染。

9.3 社会效益

除上述的生态及经济效益之外，本规划的社会效益主要体现在以人为本，协调发展方面。规划的实施使得城市在雨季时不再积水，改善了城市的水环境，提升了城市的整体形象，提高城市的宜居性。为栖霞市市民提供良好的人居环境，保证人民生活的高质量和高品位，进一步改善投资及旅游环境。

城市雨洪资源的利用和排放也是对栖霞市得天独厚的自然环境的有力支撑，是实现栖霞市构建和谐社会的战略举措。

第十章 管理规划

10.1 管理目标

保障栖霞市雨水管网、河道、堤防及附属建筑物等工程设施处于完备和有效状态，建立有效的运行机制，促进工程管理的正规化、制度化、规范化，努力提高现代化的管理水平，充分发挥市政工程的排水防涝作用。

除了采取工程措施来达到排水防涝的目的外，还应加强防灾减灾的非工程措施，建立一个高效、可靠、及时的防汛指挥、调度系统。综合掌握水情、工情、灾情实况，并对发展趋势做出及时预报和预测，有效应用防洪和城市排涝系统，切实发挥系统合力，通过工程措施和非工程措施的协作配合，全面提高排水防涝能力和管理水平。

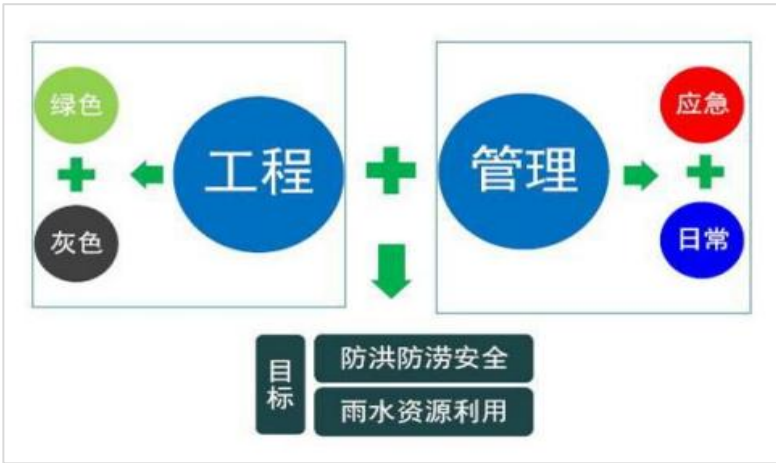


图 10-1 排水防涝系统的组成

10.2 体制机制

按照《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）要求，建立有利于城市排水防涝统一管理的体制机制，城市排水主管部门要加强统筹，做好城市排水防涝规划、设施建设和相关工作，确保规划的要求全面落实到建设和运行管理上。

除了有科学可行的规划设计外，更需要建立有效的管理体系，以保证技术的实施。雨洪治

理的管理体系，应由多种手段组成：

1. 法规行政手段

规划部门、水利部门、城建部门、城市管理部门需要及早开展政策方面的探索，建立统一的管理体制，进一步明确不同管理部门之间的职能及管理问责机制。目前排水系统的管理体制由众多部门参与，管网管辖区域存在部分交叉和重叠，可能导致部门之间分工权责不清晰，造成积水点或者堵塞管道的主管部门不明确，从而不能及时有效地防范和解决问题的现象。因此，城市排水防涝的统一管理机制须由政府牵头，制定相关的规章制度，明确各管理部门的职责及权限，更加高效的建设、运行和维护城市排水防涝系统。

2. 经济激励手段

可以研究试行将管道系统、雨水收集利用系统等公用设施进行商业化管理模式，与企业、公司合作，实行承包责任管理制度，通过国家鼓励和政策扶持等各方面来实现企业的运行和盈利。也可以通过对建立雨水收集利用系统且维护效果明显的个人或企业进行一定的奖励。

3. 信息公开及宣传教育等其他手段

对于城市排水防涝工作进展和完善程度的信息要进行公开化，提高公众的参与度，采纳和吸收合理的意见和建议。积极开展全民防治城市内涝宣传活动，努力提升居民的自身素质，杜绝向雨水口倾倒垃圾和污水的现象，培养民众的风险意识。

10.3 信息化建设

为进一步落实国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知精神，2013 年 7 月 12 日住房城乡建设部下发《关于印发城市防洪排涝综合规划编制大纲的通知》，通知要求，直辖市、省会城市和计划单列市及有条件的城市要尽快建立城市排水防涝数字信息化管控平台，实现日常管理、运行调度、灾情预判和辅助决策，提高城市排水防涝设施规划、建设、管理和

应急水平。其他城市要逐步建立和完善排水防涝数字化管控平台。

栖霞市正处在新型城镇化建设的关键时期，农村人口向城市转移和农村建设小城镇化，促进了排水防涝系统等基础设施的建设。在城镇化建设和小城镇建设中，同时进行给水排水管网系统信息化建设，可以避免信息流失和收集信息资料的困难，是进行排水防涝系统建设的最佳时机。

目前栖霞市排水防涝设施信息化建设相对滞后，河道、管网、泵站等基础资料不完整；水情、雨情信息采集和传输匮乏；工情、灾情信息采集和传输手段落后，实时性差；防洪排涝预警系统尚未建立；管理体制仅仅是汛期在上级的督促下临时组建的以相关单位领导分管部分工作的组织，缺乏统一的规划和管理，工作分工不明确，管理交叉等。这些问题的存在严重影响城市的正常运行和社会安全，因此，要不断提高人民群众的生活水平和城市基础设施的服务水平，就必须建立排水防涝数字化管控平台。

建设排水防涝系统信息化平台，对排水管网、排水排涝泵站、河湖水系等实施电子监控改造，实现与数字化城市管理平台对接，通过信息、数据、视频共享，对主要道路积水情况进行全面监测。提高城市数字化信息管理水平，建立实时雨情监测、评估、判断系统和降雨发布系统，实现雨情判断、预警监测、远程监控、风险评估等城市功能，大力提升城市排水防涝决策和应对水平。

系统建成后，城市排水防涝管理部门，可通过排水防涝信息管控平台实现远程查看全市排水防涝设施运行情况，出现城市涝情状况，可通过系统进行远程监控调动，科学应对涝情。具体来说，城市排水防涝四化将实现：

（1）排水防涝信息可视化：基于地理信息平台，实现管网信息、人员设备物资分布情况可视化。

（2）排水防涝监测实时化：通过安装视频监控、液位仪实现监测信息的实时化。

（3）排水防涝设施数字化：通过对重点积水区域市政排水管线及周边城市设施的采集入库，实现市政设施的数字化。

（4）排水防涝调度科学化：基于全面的数据，提供多种分析手段实现调度指挥科学化。

城市排水防涝数字信息化管控平台主要包括城市排水防涝设施普查、设施管理，业务审批，养护管理，在线监控，应急调度，水力分析等功能。



图 10-2 城市排水防涝信息化管控平台构成

1. 设施普查

按照住房和城乡建设部《城市排水防涝设施普查数据采集与管理技术导则（试行）》的要求，结合现状普查，加强普查数据的采集与管理，确保数据系统性、完整性、准确性。

排水防涝设施普查遵循以下原则开展工作：

（1）客观性原则：应按照普查数据采集要求，建立严格的质量控制和数据校核机制，准确真实地反映城市排水防涝设施现状，对于因历史遗留问题或不可抗力而无法普查的区域，可根据人工经验进行估计和简化处理，并进行标记；

（2）系统性原则：以城市排水防涝设施及接纳水体为系统整体，协调各分系统间的相互关系，建立准确完整的拓扑关系；

（3）动态性原则：应建立数据的动态反馈和更新维护机制，明确定期数据采集、更新与维护的工作要求，不断提高数据质量与完整度；有条件的地区应逐步建立和完善排水防涝设施在线监测系统，实现动态监控与管理；

（4）先进性原则：宜利用先进的探测技术、计算机技术、地理信息系统、监测和检测技术，提高数据采集与校核维护的工作效率和排水防涝设施的信息化管理水平；

（5）共享性原则：在普查工作中应充分利用和整合现有数据资源，普查成果应通过多种方式共享使用，提高数据的利用效率。

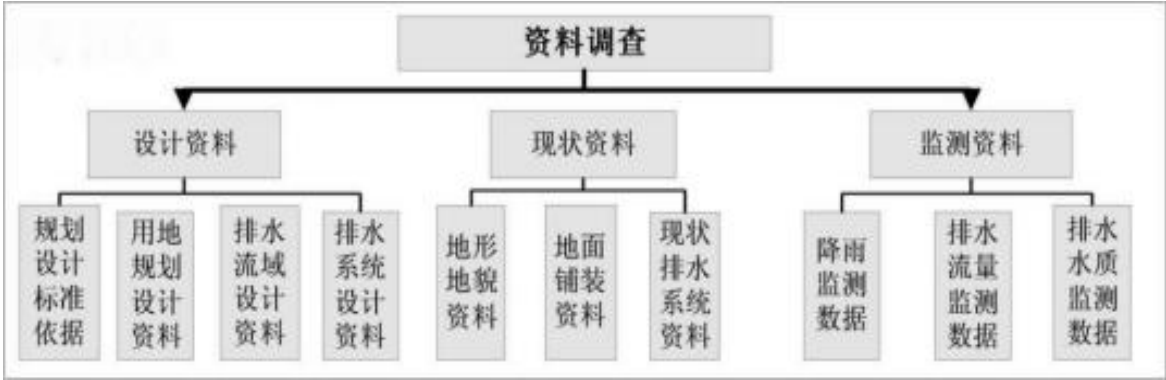


图 10-3 资料调查范围

2. 设施管理

设施管理主要目的为摸清排水设施家底，明晰权属，掌握排水管网资产状况并对排水防涝设施档案进行全面管理。管理内容除按国家标准普查的设施基本资料外，还包括如管道清障信息、管道检测信息、管道 CCTV 检测影像信息、工程档案信息等功能。

3. 业务审批

规范业务审批流程、实现电子化审批、结合 GIS 地图，在线查询排水管网等资料，快速、科学地给出处理意见，告别传统低效的纸质审批流程，大大提高涉水行政审批业务办理效率。提供全流程排水许可业务审批功能，从排水设施设计条件咨询开始，结合统一的城市排水防涝设施数据库与系统内置的国家及地方排水设施设计标准，系统能够快速得出排水设施设计咨询

意见，改变原来设计咨询查阅管线档案费时费力而且精度不高的问题，原设计咨询业务办理需时 10 个工作日，应用系统后当天即可出具设计咨询意见，大大提高审批效率。

4. 养护管理

提供科学管养管理能力，结合城市排水管养业务特性，提供基于道路和水系两种养护管理方式，规范养护流程，明晰管养主体，改变以往按养护计划申报养护经费方式，变被动养护为主动养护，结合移动巡查，及时发现井盖丢失等排水设施问题，大大提高城市排水设施养护水平。

5. 在线监控

提供排水防涝实时在线监控能力，通过视频、光纤宽带、物联网以及 SCALA 技术，实时监控河道水位、流量、降雨量、水闸、泵站、管网等设施工况，实现城市易涝点的管理，通过部署液位仪、液位尺、高清摄像头等方式，重点监控城市易涝点积水情况，结合城市防汛预案，实现智能化起排、泵闸联动等功能，为防涝指挥提供科学依据。



图 10-4 城区积水监控平台

6. 应急调度

提供精细化应急抢险调度能力，系统除了实现排水防涝应急传统的一网五库功能外（即应

急管理组织体系网，应急救援队伍库、应急物资储备和避险场所库、应急管理专家库、应急预案库和突发事件典型案例库），还根据防涝应急业务特点，提供应急班组管理制度，实现一雨一报，根据内涝程度，调度抢险队伍工作强度与设备物资使用情况，精细化管理每次抢险投入，既提高应急响应速度，同时节约抢险费用。建立完善与气象、交通运输、水利和公安等部门互联互通的信息共享机制，加强内涝灾害应对联动协调，形成防灾减灾工作合力。对气象部门发布的极端灾害天气预报，以及有关部门发布的重要汛情、险情，广播电视、通信、民防等部门和有关企业要主动配合。

7. 水力分析

提供科学、先进的城市级水力分析能力，更全面评估城市排水管网能力。水力分析模型综合 SWMM 等国内外专业排水分析模型，以城市排水设施数据为基础，结合管网监控数据，气象雨情状况，实现对城市汇水区智能划分、排水管网排水能力分析，为管网规划、防涝预测提供决策依据。加强排水防涝设施普查和城市交通干道、下穿式立交、地下空间等易淹易涝区调查，建立电子化信息档案。在摸清现状基础上，通过建立数学模型等手段，对城市排水设施排涝能力、运行状况、维护水平、超强暴雨下的应对能力等进行全面评估，为提高排水防涝和预警应急水平提供依据。

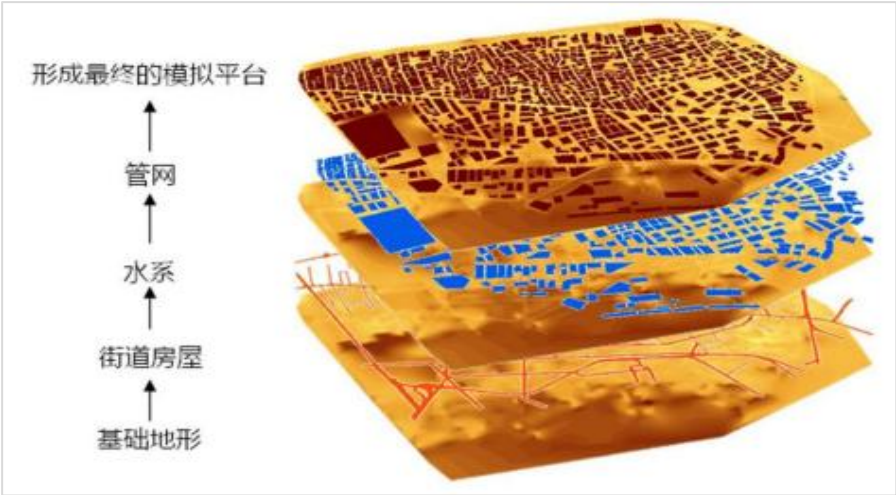


图 10-5 计算机水力模拟平台

10.4 日常管理

- （1）城市排水防涝设施的建设管理应当遵循统一规划、配套建设、统一管理的原则。
- （2）城市排水防涝设施的建设，应当符合城市排水系统规划和排水防涝设施所在地详细规划，遵守有关建设规范和技术标准。
- （3）新建、改建、扩建的排水设施应当实行雨污分流，雨水管道和污水管道不得混接。现有的排水设施未实行雨污分流的，应当按照雨污分流的原则逐步进行改造。
- （4）城市排水防涝设施竣工后，按有关规定组织验收。未经验收或者验收不合格的排水防涝设施，不得交付使用。

10.5 应急管理

我国城市排水防涝的主要任务是：根据城市的自然地理位置以及江河洪水的特性，在流域或水系防洪工程体系的框架下，通过建设必要的防洪、除涝、排水等设施，提高城市排水防涝标准，并采取非工程措施，改善和提高城市排水防涝管理水平，保障城市社会经济的正常运行和人民安居乐业；发生超过城市内涝防治标准的降雨时，应有应急预案对策，城建、水利、交通、园林、城管等部门应通力合作，必要时可采取停课、停工、封闭道路等避免人员伤亡和重大财产损失的有效措施，以保证社会稳定、人民生活与生产不发生大的动荡，使各类损失控制在最小的范围内。因此，强化防洪排涝应急管理，制定、修订相关应急预案，明确预警等级、内涵及相应的处置程序和措施，健全应急处置的技防、物防、人防措施势在必行。

10.5.1 制定应急管理机制的意义

为进一步加强城市遭遇突发性强降雨造成内涝的防御和应急处置工作，尽快建立城市防洪涝灾害统一指挥、分级负责、部门协作、反应迅速、协调有序、运转高效的应急管理机制与预防预警系统，使内涝灾害处于可控状态，保证防灾、抗灾、救灾高效有序进行，最大限度地减

少人员伤亡和灾害损失，保障城市经济社会安全稳定和可持续发展。

10.5.2 编制依据

- （1）《中华人民共和国水法》
- （2）《中华人民共和国防洪法》
- （3）《中华人民共和国防汛条例》
- （4）《中华人民共和国河道管理条例》
- （5）《国家突发性公共事件总体应急预案》
- （6）《国家防汛防旱应急预案》
- （7）行业有关法规、规章、规范、标准

10.5.3 组织指挥体系

栖霞市人民政府设立栖霞市中心城区防汛指挥部，城市内涝防治在防汛指挥部统一指挥下工作。考虑到城市内涝灾害危害性大，社会影响大，可在防汛指挥部之下设立城市防汛指挥部办公室，由市政府领导牵头，城管、气象、水利、住建、交通、供电、通讯等多部门参与等相关部门参与。气象部门必须及时向城市防汛指挥部办公室提供有关天气预报和实时气象信息；水利部门必须及时向城市防汛指挥部办公室提供有关水文预报；住建局等部门应当对地下排水管道、积水井全面清淤，对检查井进行检查维修，确保设计标准降雨能正常排水，对所有排涝泵站要求运行正常。交通部门应当及时运送防汛抢险人员和物资；电力部门应当保证防汛用电；通讯部门必须保证汛情和防汛指令的及时、准确传递，通信设施必须服从防汛工作需要，优先为防汛抗洪服务。

10.5.4 预防和预警

1. 预防、预警信息

预防预警信息包括气象信息、水文信息、防涝设施信息、历史灾情信息等。

（1）气象信息

主要包括：降水量及天气形势分析，预报中、短期降水量及天气形势、台风生成及走向趋势及其他相关气象信息。气象部门应做好灾害性天气的监测和预报工作，当可能发生灾害性天气时，要加强与上级和周边地区气象部门的会商，预报最新气象变化趋势，对重大气象灾害作出评估，并及时报送本级人民政府和防涝指挥机构。

（2）水文信息

主要包括：降水量、蒸发、水位、流量、水量及其变化趋势，以及洪峰水位、流量、预计出现时间等水文特征值。

（3）防涝设施信息

主要包括：城区的排涝泵站、内河、干渠及各类穿堤涵闸、拦水坝、地下排水管道系统应进行全面认真的汛前检查，对排涝泵站维修保养情况，泵站安全运行状况，内河各类排水建筑物进行维修保养情况等方面信息全面把握。保证城区内部河道在暴雨期间涝水能顺畅的向外河排泄，对地下排水管道、积水井全面清淤，对检查井进行检查维修，确保设计标准降雨能正常排水，对所有排涝泵站要求运行正常。

（4）历史灾情信息

主要包括：历史内涝灾害发生时间、地点、范围、程度、受灾人口以及群众财产、交通运输、邮电通信、水电设施等方面的损失，灾害对工农业生产、城乡生活、生态环境等方面造成的影响。同时结合内涝风险评估成果，对历史易涝点与立交桥下积水范围进行预测，并将预测分析成果在强降雨发生前报送市防办，市防办在收到城区易涝区与立交桥积水成灾分析预报成果后，将根据降雨强度与城区水情、工情综合分析，并视城区可能发生内涝灾害的严重程度，适时向防汛指挥部报告，同时部署防御突发性强降雨可能发生内涝灾害的有关准备。

2. 预警级别划分

根据栖霞市防涝工程现状及规划城市排水防涝标准，气象、水文、工程等信息资料分析汛情可能造成危害的程度，参照其他类似城市并按照《栖霞市防汛抗旱防台风应急预案》，将栖霞市城区内涝预警级别划分为四级。低到分别为一般（Ⅳ级）、较重（Ⅲ级）、严重（Ⅱ级）、特别严重（Ⅰ级）四级标准，分别用蓝色（Ⅳ级）、黄色（Ⅲ级）、橙色（Ⅱ级）和红色（Ⅰ级）表示。

（1）Ⅳ级（蓝色）预警

当符合下列条件之一时，经综合分析研判，可发布蓝色预警。

- ①收到大到暴雨天气预报，2 小时内降雨量将达到 30 毫米以上；
- ②6 小时内连续降雨量小于 50 毫米大于 30 毫米，且有可能出现短历时强降雨情况；
- ③城区部分道路、铁路地道桥、低洼地区出现短时积水。

（2）Ⅲ级（黄色）预警

当符合下列条件之一时，经综合分析研判，可发布黄色预警。

- ①收到暴雨预警天气预报，2 小时内降雨量将达 50 毫米以上；
- ②6 小时内出现 50 毫米暴雨天气，且有可能出现短历时强降雨情况；
- ③城区内主要排洪河道行洪，沟渠、坑塘已无调蓄空间，2 小时内出现 30 毫米强降雨天气，

可能造成城区严重积水；

- ④城区部分道路、铁路地道桥、低洼地区严重积水阻断交通。

（3）Ⅱ级（用橙色）预警

当符合下列条件之一时，经综合分析研判，可发布橙色预警。

- ①收到大暴雨预警天气预报，2 小时内降雨量将达到 80 毫米以上，城区部分区域可能出现严重内涝灾害；

- ②6 小时内出现 80 毫米大暴雨天气且降雨持续，并可能出现短历时强降雨天气，城区部分区域出现内涝灾害；

- ③城区内主要排洪河道行洪，沟渠、坑塘已无调蓄空间，2 小时内出现 50 毫米强降雨天气，可能造成城区内涝灾害。

（4）Ⅰ级（红色）预警

当符合下列条件之一时，经综合分析研判，可发布红色预警。

- ①收到特大暴雨预警天气预报，3 小时内降雨量将达到 100 毫米以上且降水持续，河道行洪重力排水难以实施，已形成严重内涝有可能形成洪涝灾害时；

- ②12 小时内出现 150 毫米降雨且降雨持续，城区部分低洼区域已经出现严重内涝并可能产生洪涝灾害，已波及群众生命财产安全；

- ③24 小时降雨达到 200 毫米并出现持续降雨天气，城区部分低洼区域出现严重内涝并可能产生洪涝灾害，已波及群众生命财产安全；

- ④持续降雨，城区已产生严重内涝，区域内主要河道泄洪并可能出现溢堤、溃堤等重大险情，可能造成城区严重洪涝灾害。

响应等级	响应条件	图示
I 级 （红色）预警	出现下列情况之一： 1、城市日降水量超过 400mm； 2、发生区域特大型洪涝灾害； 3、发生台风红色预警信号。	
II 级 （橙色）预警	出现下列情况之一： 1、城市日降水量超过 300-400mm； 2、发生区域严重洪涝灾害； 3、发生台风橙色预警信号。	
III 级 （黄色）预警	出现下列情况之一： 1、城市日降水量超过 200-300mm； 2、发生区域较大洪涝灾害； 3、发生台风黄色预警信号。	
IV 级 （蓝色）预警	出现下列情况之一： 1、城市日降水量超过 200-300mm； 2、发生区域较大洪涝灾害； 3、发生台风黄色预警信号。	

图 10-6 栖霞市中心城区内涝预警等级划分

3. 预防信息发布

栖霞市突发强降雨气象信息由栖霞市气象局发布。

（1）预警信息。汛情预警信息包括预警级别、起始时间、可能影响范围、警示事项、应采取的措施和发布机关等。

（2）发布程序。根据天气预报信息，由指挥直接下达，也可通过分管防汛副指挥、市区城防指按指挥的指令下达。

（3）发布方式。接到指挥指令后，市区城防指通过短信、无线对讲、电话等方式通知副指

挥、成员单位主要负责人，提出防汛工作要求。

4. 预防预警行为

预警信息发布后，各级防汛负责人及有关人员，立即到达各自岗位，做好各项应急准备。

思想准备。加强宣传，增强全民防涝自我保护意识，做好防大涝抗大灾的思想准备。

组织准备。建立健全各级防涝组织指挥机构，落实防涝责任人。

预备预案。修订完善各类预案和防御超标准涝水的应急方案，提高预案的可操作性。

物资准备。按照分级负责的原则，市防汛指挥部指应储备充足的防汛抢险物资。

通信准备。充分利用社会通信公网和防汛专网确保雨情、水情、工情、灾情等信息及指挥调度指令畅通，对灾害易发重点区域建立健全监测网络。

（1）蓝色预警应采取的行动：

接市防指启动蓝色预警通知后，城市防汛指挥部办公室主任主持会商，宣布启动蓝色预警，部署防汛相关工作，有关情况报告市区城防指总指挥并通报各成员单位。

市区城市防汛指挥部办公室将预警信息和市区城市防汛指挥部工作部署意见通知各成员单位。收集、汇总、整理市区预警工作开展情况，及时向市区城市防汛指挥部领导报告。

市区防汛指挥部各成员单位应按照职责分工，做好启动IV级应急响应的相关准备。组织做好本辖区、本单位的各项工作，对职责范围内的重点点位、区域进行值守。及时将预警工作开展情况上报市区城市防汛指挥部办公室。

市文化和旅游局应及时协调广播、电视媒体播报防汛预警信息。

24 小时专人值班，不得擅自脱岗，保持通讯、传输设备通畅，防汛人员随叫随到。

各成员单位防汛队伍保持待命状态。

市气象局及时向市区城防指提供准确的天气预报、天气形势分析和其他必要的气象资料。

（2）黄色预警应采取的行动：

接市防指启动黄色预警通知后，市区城防指副总指挥参加市防指会商，宣布启动黄色预警，部署防汛相关工作，根据险情、灾情严重程度，做好防汛队伍、物资调度准备工作，有关情况报告市区城防指总指挥并通报各成员单位。

市区城防指成员单位应按照职责分工，做好启动Ⅲ级应急响应的相关准备。

市文化和旅游局应及时协调广播、电视媒体播报防汛预警信息。

所有防汛人员全部到岗，集结待命；防汛车辆做好准备，随时投入防汛工作。

各成员单位防汛队伍处于集合状态。

市气象局及时向市区城防指提供天气变化情况。

教体部门要加强对校舍的安全检查；各街道要加强对危房、高空等构建筑物的防汛安全检查；市住建局要加强对在建建筑工程及建筑工地，特别是低洼地段的建筑工地的防汛安全检查。如有必要，及时转移人员，确保人身安全，特别是对校舍和中小學生。

（3）橙色预警应采取的行动：

接市防指启动橙色预警通知后，市区城防指总指挥参加市防指会商，宣布启动橙色预警，部署防汛相关工作，根据险情、灾情严重程度，做好防汛队伍、物资调度准备工作，有关情况报告上级防指并通报各成员单位。

市区城防指成员单位应按照职责分工，做好启动Ⅱ级应急响应的相关准备。

市文化和旅游局应及时协调广播、电视媒体播报防汛预警信息。

所有防汛人员全部到岗，集结待命；全部防汛车辆做好准备，随时启动抢险。

市气象局及时向市区城防指提供天气变化情况。

有关成员单位根据积水情况对地下通道、地下停车场、人防建筑等采取封控措施，并由产权单位视情况负责在入口设置围堰，防止雨水倒灌，确保安全。

教体部门要迅速组织对校舍内的人员撤离；各街道要加强对危房、高空等构建筑物内的人

员的安全撤离；市住建局要加强对在建建筑工程及建筑工地的人员的安全撤离。不愿撤离的要实施强制撤离，确保无人员伤亡。

电力、通讯、环卫、供水、燃气等公用企业要调集足够抢修人员和大型机械设备，随时准备出动。

（4）红色预警应采取的行动：

接市防指启动红色预警通知后，市区城防指总指挥参加市防指会商，宣布启动红色预警响应，部署防汛相关工作，根据险情、灾情严重程度，做好防汛队伍、物资调度准备工作，有关情况报告上级防指并通报各成员单位。

市区城防指成员单位应按照职责分工，做好启动Ⅰ级应急响应的相关准备。

市文化和旅游局应及时协调广播、电视媒体播报防汛预警信息。

各级各部门所有防汛人员和防汛车辆全部出动。必要时，市区城防指可抽调城区任何单位的车辆设备、物资材料等，以备防汛救灾之用。

市气象局及时向市区城防指提供天气变化情况。

教体部门要迅速组织对校舍内的人员撤离；各街道要加强对危房、高空等构建筑物内的人员的安全撤离；市住建局要加强对在建建筑工程及建筑工地的人员的安全撤离。不愿撤离的要实施强制撤离，确保无人员伤亡。教体部门负责通知中小学校停课，部分安全校舍在必要时可作为灾民临时栖身住所。

电力、通讯、环卫、供水、燃气等公用企业要加强巡查，调集人力物力，及时修复受损管道线路，必要时可向部队求援，在灾后六个小时内恢复正常生产，确保城区正常生产、生活供给。

民政、交通运输、商务等部门积极配合市区城防指采购、调拨、运输、分配抢险救灾物资。

交警部门安排充足警力做好上路执勤准备，加强指挥疏导，确保道路交通运输安全有序。

10.5.5 应急响应

1. 应急响应的总体要求

栖霞市发生突发性强降雨蓝色（IV）预警级别以上暴雨后，在栖霞市政府和市防汛指挥部领导的统一部署下，栖霞市防汛指挥部各成员单位依据各自的职责分工，需采取相应的应急响应行动，依靠工程与非工程措施，力争将内涝损失减少到最低程度，力保城市社会秩序基本稳定，并由栖霞市防汛指挥部通过新闻媒体向社会发布应急响应信息。

2. 应急响应级别

栖霞市市区城防指根据《栖霞市防汛抗旱防台风应急预案》，根据栖霞市汛情可能造成的影响程度、影响范围、人员及财产损失、突发性强降雨预警级别的划分等情况实行分级响应。应急响应级别由低到高划分为一般（IV级）、较重（III级）、严重（II级）、特别严重（I级）四个级别。

3. 应急响应启动

I、II级响应：市区城防指总指挥签发启动。

III、IV级响应：市区城防指副总指挥签发启动。

如遇紧急情况，可以先行启动，随后补签。当响应条件发生变化时，市区城防指及时调整响应等级。

4. 应急响应行动

（1）信息报送与处理

栖霞市遭遇突发性强降雨预警级别IV级以上，城市涝情、险情、灾情、工情等信息，分别由气象局、城管局、水利局等部门依据栖霞市中心城区防汛指挥部的统一部署填报相关材料并及时报送市防汛指挥部办公室，由市防汛指挥部办公室汇总后，根据灾情的影响程度，向市防汛指挥部和栖霞市人民政府汇报。

（2）会商与部署

栖霞市遭遇突发性强降雨后，由区防汛指挥部相关负责人主持召开气象局、综合执法局、水利局等相关部门主要负责人参加的栖霞市防涝灾害应急会商会议。由气象局通报城市突发性强降雨的雨情及可能发生更大强降雨的预测分析成果；由水利局通报栖霞市中心城区周边排洪河道的水情、工情以及水情的发展趋势；由综合行政执法局通报城市各立交桥、交通干线、低洼易涝区积水成灾情况与当前城市防涝重点存在的问题。栖霞市防汛指挥部依据上述相关单位的情况通报与急需解决的有关问题，全面部署城市现阶段应急响应的具体行动与要求，要求相关部门通力合作、各司其职、各负其责，采取工程与非工程措施，力争将涝灾损失减少到最低程度，力保城市经济社会发展不受影响，并做好应对可能发生更大暴雨、发生更严重洪涝灾害的一切准备。

（3）指挥和调度

栖霞市遭遇预警级别III、IV级突发性强降雨，将依据区防汛指挥部主持召开的城市防涝灾害应急会商与部署会议的要求，由区防汛指挥部统一指挥，并根据栖霞市防涝工程体系的具体情况，对综合、市水务局所属的各固定排涝泵站、排水泵站作出较为详细的调度指令，对相关单位汛前准备的应急排涝设备和抢险救灾队伍作出较为详细的调度指令。

栖霞市中心城区遭遇预警级别I、II级突发性强降雨，将依据栖霞市政府主持召开的城市防涝灾害应急会商与部署的会议要求，由市防汛指挥部统一指挥与调度，各部门需采取更加有力的工程与非工程措施，以减少城市洪涝灾害的损失。

5. 应急响应措施

（1）低洼易涝地区人员的物资转移措施

栖霞市中心城区遭遇预警级别IV级以上突发性强降雨，易涝区其重点防御措施是充分发挥现有防涝工程体系的功能，灵活调度城区固定排涝泵站，并适时架设临时排涝设施抢排易涝区、

立交桥下积水，力争不发生灾民与物资转移重大险情。因突发性强降雨强度较大，确需对易涝区灾民与物资进行转移时，在市防汛指挥部的统一指挥与调度下，依据属地管理、方便、快捷、安全的原则，并将灾民转移到高地安置，尽最大努力将内涝损失降低至最低程度。低洼区需组织转移安置的灾民数量，由受灾时实际发生的情况具体确定。

（2）确保排水管网通畅的措施

地下排水管网是城市建成区防治内涝灾害重要的工程措施之一。管网的通畅重点措施在于汛前的准备与检查工作是否充分，包括汛前对地下管网积水井的清淤、窨井盖的检查维修以及对地下排水管网的管理与监控。尤其需特别关注城市建设中桩基工程排污是否进入地下排水管道，造成排水管道的淤积与堵塞，应杜绝此类现象的发生。同时需通过地方电台、电视台等新闻媒体加强对市民进行宣传教育，全面提高广大市民对地下排水管道的保护意识。杜绝塑料袋、卫生用品等淤积物进入化粪池与地下管网，造成管道堵塞，确保地下排水管网的通畅。当发生突发性强降雨，造成排水管网临时不畅通时，由市综合行政执法局下属的城市排水管理处应急抢险抢修突击队具体负责抢通，确保地下排水管道通畅、交通干线基本不积水、交通秩序正常，从而减轻内涝损失。

（3）工程调度措施

栖霞市中心城区遭遇预警级别Ⅳ级以上突发性强降雨，其应急响应行动主要是依靠城市现有防涝排涝工程体系，充分发挥其工程效益。对城区低洼易涝区、交通干线、立交桥下积水仍不能有效排除的地区，依据市防汛指挥部的指挥与调度，由市综合行政执法局、市水务局调配临时应急排涝机泵，依据内涝风险分析成果，分别在风险大的区域架设临时排水机泵，全力抽排上述地区的积水，确保城市交通秩序正常，社会基本稳定，城市经济社会发展基本不受洪涝灾害的影响。

（4）交通临时管制与疏导措施

当道路低洼点排涝泵站与临时抢排设施全面开启后，仍不能有效减低低洼点、城区交通干线、低洼易涝区内积水时，市防汛指挥部将根据积水区受洪涝灾害的影响程度，下达交通临时管制指令，由市公安局交警支队对积水区实施临时交通管制疏导，确保积水区维持正常的交通秩序，力保人民的生命安全。

（5）调用排涝抢险（抢修）专业队伍

应急排涝抢险专业队伍的调用，依据栖霞市防汛指挥部成员单位的职责分工执行。市综合行政执法局、市水务局下属城市排水管理处应急排涝抢险、抢修队伍的调用根据市防汛指挥部的统一部署下达指令调用。当栖霞市中心城区发生预警Ⅰ、Ⅱ级突发性强降雨，其应急排涝设备不足、专业抢险技术人员缺乏时，市防汛指挥部可抽调市属或协调周边市县应急排涝设施和防洪抢险专家组，支援栖霞市中心城区的防洪排涝斗争。

（6）应急响应结束当栖霞市中心城区发生预警级别Ⅳ级以上突发性强降雨，通过以上应急响应行动和采取各类工程与非工程措施后，城市洪涝灾害基本消除，交通干线、低洼易涝区的积水已基本排除，城市交通秩序恢复正常，排洪河道堤防与穿堤建筑物安全隐患基本排除，易涝区社会秩序稳定，居民生活恢复正常，城市经济社会活动基本恢复正常。由栖霞市城市防汛指挥部办公室通过新闻媒体向社会发布栖霞市突发性强降雨预警响应行动结束。

10.5.6 应急预案

1. 通信与信息保障

随着栖霞市中心城区经济社会的快速发展，有线电信与无线电信也发展迅速。固定电话与手机已基本普及到每户家庭和城市居民。栖霞市防汛指挥部、市城市管理局、市水务局、市气象局防涝值班固定电话均向社会公布。同时栖霞市防汛指挥部各成员单位主要负责人都配有手机通信，正常情况下，栖霞市中心城区防涝的相关信息都由各责任单位防涝值班固定电话按规定报讯时间向市防汛指挥部办公室传送。若遭遇城市突发性强降雨等汛情，对城市防涝安全负

有主要责任单位的负责人，其手机要求 24 小时开机，以保证城市防涝突发性险情信息的畅通。

2. 供电与运输保障

依据栖霞市防汛指挥部成员单位的职责分工，栖霞市中心城区遭遇预警级别Ⅳ级以上突发性强降雨，城市抢险排涝工作主要由市城市管理局、市水务局具体负责。紧急情况下，当低洼易涝区需架设临时抢排机泵，其临时供电经市防汛指挥部下达指令，由栖霞市供电公司负责在短时间内供电，确保临时机泵正常运行；遭遇突发性险情所需应急防汛抢险物资的运输车辆，经市防汛指挥部下达指令，由市交通运输局负责调度落实，并协同市公安部门加强抢险应急交通道路交通秩序的维持，保障应急抢险运输车辆畅通。

3. 治安与医疗保障

依据栖霞市防汛指挥部成员单位的职责分工，当栖霞市中心城区发生严重内涝灾害，部分低洼易涝区因涝成灾，确需转移部分灾民时，易涝区与转移地的社会治安经市防汛指挥部下达指令，由市公安局及所属公安派出所共同负责，确保易涝区、转移地灾民人身安全，财产安全，社会稳定。易涝区、转移地与灾民的防疫消毒，疾病防治，伤员救护等医疗保障工作，由市卫生局具体负责，确保易涝区与转移地大灾之年无大疫，灾民尤其是转移灾民身心健康。

4. 物资与资金保障

栖霞市中心城区防洪涝灾害抢险物资的调拨由栖霞市防汛指挥部办公室具体负责，坚持就近使用优先原则，首先使用栖霞市防汛指挥部相关部门所储备的防汛物资。当遭遇严重内涝灾害，防汛指挥部所储抢险物资消耗较大，确需补充时，可由栖霞市防汛指挥部向市外调拨防汛抢险物资，以保障栖霞市城市防涝抢险的需要。

栖霞市中心城区防洪涝应急抢险所需经费应坚持以块投入为主的原则。确因内涝灾害严重，受灾范围较大，所需应急抢险经费较多时，由市防汛指挥部向栖霞市政府请示，由栖霞市政府根据受灾严重程度由市级财政批准下拨应急抢险救灾专项经费。财政部门需加强对下拨抢险救

灾经费的监管，确保抢险救灾经费专款专用，发挥应有的作用。

5. 社会动员保障

当栖霞市中心城区发生Ⅱ级以上预警级别重大突发性强降雨时，栖霞市防汛指挥部与市政府应通过新闻媒体向社会公布城市洪涝灾害的严重程度与实况，动员全社会力量投入应急抢险救灾工作中，要求广大居民积极参与投身到当前抗洪斗争中。抢险队伍由市城管局、市水务局按汛前准备要求组织。确需更多人力投入当前抗洪抢险救灾时，由栖霞市防汛指挥部会同栖霞市武装部紧急抽调民兵预备役成员投入最紧急易涝地区，参加栖霞市中心城区抗洪抢险救灾工作，尽最大努力减轻栖霞市中心城区的洪涝损失，确保人民生命安全。

第十一章 保障措施

栖霞市城市排水防涝综合规划是一项较为系统的、涉及面较广的规划。规划的实施不但关系到民生工程，更是关系到城市安全的大事，也是一项紧迫而又艰巨的任务，规划的顺利实施必须有一系列的保障措施和对策。

11.1 加强规划指引

1. 科学编制规划

编制城市总体规划、控制性详细规划以及道路、绿地、水等相关专项规划时，要将雨水年径流总量控制率作为其刚性控制指标。划定城市蓝线时，要充分考虑自然生态空间格局。建立区域雨水排放管理制度，明确区域排放总量，不得违规超排。

2. 严格实施规划

将建筑与小区雨水收集利用、可渗透面积、蓝线划定与保护等海绵城市建设要求作为城市规划许可和项目建设的前置条件，保持雨水径流特征在城市开发建设前后大体一致。在建设工程施工图审查、施工许可等环节，要将海绵城市相关工程措施作为重点审查内容；工程竣工验收报告中，应当写明海绵城市相关工程措施的落实情况，提交备案机关。

11.2 工程保障措施

1. 建设用地保障

栖霞市城市排水防涝综合规划中的项目用地要求纳入栖霞市中心城区城市用地规划，分期分年度实施的建设项目的用地指标要纳入城市年度用地指标，由于排水防涝工程是涉及城市安全工程，应优先考虑土地供应。

2. 防洪排涝规划、建设与市政建设同步进行

应处理好城市防洪排涝规划与城市建设发展规划之间的关系，在城市发展规划中注意防洪

排涝问题，明确城市防洪建设的方向、总体布局、建设规模、防洪标准及主要治理措施，防洪排涝设施与市政建设同步规划、同步实施；经济开发区、新兴工业区和城市新区的防洪规划，应与该区域的开发建设规划同步进行。其中，新城区开发和老城区改造必须考虑防洪能力的补偿，配套建设排水设施，内、外排水要统筹考虑；市政道路在规划建设中如果地势抬高，要考虑周围居民的排水问题，预留出水口或配套建设排涝泵站；城市开发区在开发过程中要做好水土保持和临时排水设施，避免因水土流失而淤塞河道、淤堵排水设施，降低过水能力，造成洪涝灾害。

3. 适当提高城市防洪排涝标准

城市防洪标准即城市防洪体系的综合抗洪能力，它既关系到城市安全，又体现国家的经济政策和技术政策，是城市防洪规划、设计、施工和运行管理的一项重要依据。防洪标准定得愈高，防洪效益也就愈高，所需的工程投资也就愈大。防洪标准定得愈低，城市防洪安全性和防洪效益也愈低。随着城市规模的扩大和固定资产的增加，发生同样大的洪水，同样的受灾面积造成的损失将成数倍增长。因此我国现行的城市防洪标准应根据国民经济发展状况予以适当提高。要确定城市防洪标准，必须综合考虑城市的规模、地理位置、地形在区域经济发展中的作用和地位，以及技术上的可靠性和经济上的合理性等诸多因素，按照城市防洪规范来确定。

目前，我国多数城市排涝标准偏低，随着城市规模的不断扩大，城市暴雨内涝灾害日趋严重。城市地下设施和城市网络系统的不断增加，内涝所造成的经济损失必然也不断增加，因此提高城市排涝标准已成为我国城市防洪建设中的紧迫任务。

11.3 资金筹措保障

城市排水防涝工程是民生工程，是完全公益性的事业，不产生直接经济效益。因此，仅限于政府公共财政投入肯定是不够的，要积极拓展投融资渠道，建立“政府主导、企业支持、社

会参与”的投入机制，形成多元化投资格局。政府要按《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）中要求“提高城市建设维护资金、土地出让收益、城市防洪经费等用于城市排水防涝设施改造、建设和维护资金的比例。”积极争取国家在城市排水防涝中的投入，要争取国家发展改革、财政、水利、环保等部门相关专项资金。还可制定规划投融资扶持政策，充分运用市场机制，利用财税、金融信贷、投资、价格等经济手段，鼓励各种所有制企业积极进行排水防涝规划工程建设。城市排水防涝工程是一项耗资巨大的工程，建设资金是规划能顺利实施最为重要的保障。

1. 政府加大资金投入

排水防涝设施必须规划逐步完善和提高，要建成海绵城市的建设及雨水资源化利用，少不了资金和制度的支持。规划栖霞市政府在安排财政预算时，优先安排城市排水防涝、雨水资源化利用等海绵城市设施建设项目，并纳入地方政府采购范围和政府保障重点，并且合理划分支出责任，调整支出结构，集中财力优先用于排水防涝设施、海绵城市试点项目建设。

2. 创新建设运营机制

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投资建设和运营管理。强化合同管理，严格绩效考核并按效付费。鼓励有实力的科研设计单位、施工企业、制造企业与金融资本相结合，组建具备综合业务能力的企业集团或联合体，采用总承包等方式统筹组织实施海绵城市建设相关项目，发挥整体效益。

3. 完善融资支持

各有关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，鼓励相关金融机构积极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中长期信贷支持，积极开展购买服务协议预

期收益等担保创新类贷款业务，加大对海绵城市建设项目的资金支持力度。将海绵城市建设中符合条件的项目列入专项建设基金支持范围。支持符合条件的企业通过发行企业债券、公司债券、资产支持证券和项目收益票据等募集资金，用于海绵城市建设项目。

4. 加大城市雨洪资源利用资金扶持力度

在城市雨洪资源利用过程中，要加大对城市雨洪资源利用资金的扶持力度。凡按标准建设雨洪利用工程并保证正常运行的新建小区，可免收防洪费。建设雨洪利用工程，但未达到标准的单位，可适当减收防洪费。同时，政府应设立专项资金，扶持雨洪资源利用产业的发展，通过各种优惠政策和利益机制调动开发商和企事业单位的积极性。

11.4 组织措施

栖霞市人民政府是排水防涝设施和海绵城市建设的责任主体，要把城市排水防涝设施和海绵城市建设提上重要日程，完善工作机制，统筹规划建设，抓紧启动实施，增强排水防涝设施和海绵城市建设的整体性和系统性，做到“规划一张图、建设一盘棋、管理一张网”。城建和城管部门要会同有关部门督促指导各地做好海绵城市建设工作，抓好海绵城市建设试点，尽快形成一批可推广、可复制的示范项目，在经验成熟后及时总结宣传、有效推开；发改部门要加大专项建设基金对海绵城市建设的支持力度；财政部门要积极推进 PPP 模式，并对海绵城市建设给予必要资金支持；水利部门要加强对海绵城市建设中水利工作的指导和监督。各有关部门要按照职责分工，各司其职，密切配合，共同做好排水防涝设施和海绵城市建设相关工作。

11.5 法规与政策保障

相关法规与政策的制定是实现城市防洪安全的重要保障。我国已经颁布实施了《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国防洪法》、《中华人民共和国防汛条例》、《中华人民共和国河道管理条例》、《蓄滞洪区使用补偿办法暂行规定》等一系列法律法规制度，对加强防洪

排涝管理发挥了重要作用。但是到目前为止，国家、省、市关于城市排水防涝的专项法规和标准仍然尚不健全。《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）中明确指出：健全法规标准，加快推进出台城镇排水防涝与污水处理条例，规范城市排水防涝设施的规划、建设和运营管理。要求住房和城乡建设部门要会同有关部门尽快制定和完善强制性城市排水标准，以及城市开发建设的相关标准。

为此，应注重以下几点：

- （1）加强防洪法规的执行和宣传力度，规范城市防洪行为；
- （2）充分依据相关法律法规，加强河道管理，拆除违章建筑，消除行洪障碍；
- （3）根据实际情况，制定颁布洪水保险法规、建立灾后补偿制度、城市河道治理投融资制度等相关规定，以适应新形势下城市防洪安全管理的需要；
- （4）因地制宜地制订、出台有关城市雨洪资源利用和海绵城市设施建设管理办法及相应的法律法规，明确城市雨洪资源利用的基本原则是“保证开发建设项目建成前后降水径流系数不能增加”；根据雨洪管理工作的需要适时制定有关鼓励和扶持雨洪利用的规范性档案，制定有利于雨洪发展的优惠政策。
- （5）在有条件的区域，规定新建小区，无论是工业、商业还是居民小区，均要设计雨洪资源利用设施。在法律、法规保障的前提下，规划实施还应该有一系列的政策予以支持。规划中确定的一系列指标要严格地贯彻到其他专业规划和详细规划中，在规划管理中要求强制执行。对于规划中鼓励或推荐的指标，要制定相应的激励政策。城市排水防涝规划能顺利实施，必须有健全的法律和可行的政策作保障。

11.6 行政管理措施保障

《国务院办公厅关于做好城市排水防涝设施建设工作的通知》（国办发〔2013〕23 号）中

要求“各地区要把城市排水防涝工作作为改善民生、保障城市安全的紧迫任务，切实落实城市人民政府的主体责任，加强排水防涝工作行政负责制，将其纳入政府工作绩效考核体系。明确城市排水、交通、气象、消防、园林绿化、市容、环卫、防洪等有关部门的职责，形成工作合力。”

1. 逐步建立城市洪涝灾害风险管理体制

随着我国现代化建设步伐的加快，对洪涝灾害等风险事件的有效应对成为保障社会可持续发展的重要前提。城市洪涝灾害风险区划是实行防洪排涝应急管理的前提，恰当的城市内部生命线系统规划与城市间网络联接保障机制将成为今后都市群洪涝灾害应急管理工作的重点与难点。城市内部的生命线系统是保障城市秩序正常运行的关键，是城市水灾脆弱性的重要内容之一，而城市之间的各种网络则是城市灾后内部相互救助的保障和水灾恢复能力的重要体现。在城市快速发展背景下的城市规划尤其应当注意规避洪涝灾害风险，如重视城市内部交通规划，避免部分交通要道出现大面积积水，适度恢复城市部分天然水道，减轻城市管网排涝压力等。

建立健全针对突发性洪涝灾害的预警制度，洪涝灾害风险征兆识别、预报与预警是城市洪涝灾害风险管理的必要前提。目前我国对洪涝灾害的监测和预报，特别是预报结果的传播和服务仍处于起步阶段。应建立健全预警制度，对发布内容、标准和流程进行规范，能够保证真实、准确、及时地发布洪涝灾害信息，提醒城市居民注意自己身边可能发生的灾害情况，使大家更好地防范洪涝灾害，又可以避免公众的盲目恐慌和各种谣言的流传。总之，应采用强制性和政策性相结合的方法，逐步建立符合我国国情的城市防洪排涝制度和补偿机制，完善城市防洪排涝的管理体系。

2. 建立和完善雨洪利用管理体系

城市雨洪资源利用不仅是水务部门和城建部门的任务，同时还牵涉气象、地质、水利、城市建设等其他众多部门，具体的实施需与城市建设、市政管理、节水、建筑设计、环保和园林

等相关部门通力合作。要有效推广城市雨洪资源利用，必须建立有力的领导组织机构，负责统一协调和管理包括防洪、蓄水、供水、用水、节水、排水、水资源保护与配置、污水处理和再生水利用等问题，负责工程的建设管理和监督。

3. 建立健全城市洪涝灾害应急管理体系

我国防汛工作现行的各级人民政府“行政首长负责制”与各有关部门的“防汛岗位责任制”，是适合我国国情的组织方式，今后需要继续完善《中华人民共和国防洪法》的配套法规，强化组织管理体系。加强专业机动抢险队的建设，并做好充分的物资准备。特别需要加强水灾应急管理的基础培训工作，全面提高应急指挥与管理的能力。

应建立健全防御洪涝灾害的应急管理体系，科学制定洪涝灾害应急预案。在洪涝灾害情景模拟（即主要通过计算机仿真技术，分析在给定的孕灾环境条件、致灾因子量级与承灾体脆弱状况下，洪涝灾害发生后可能会导致的破坏与损失状况）的基础上编制洪涝灾害应急预案，有助于减少水灾风险应急响应时间，使洪涝灾害应急管理工作规范化、程序化。由于应急预案的实施需要短期紧急调用大量人力、物力、财力，因此需要以立法的形式明确相关单位的责任义务与协调机制，以及应急预案的启动程序，提高快速反应决策能力。

实施栖霞市中心城区排洪防涝规划工作，栖霞市人民政府是规划实施落实的责任主体，栖霞市城市管理局是实施主体。为落实好本规划制定的各项任务及措施，实现栖霞市中心城区雨水防涝工程的目标。在实施主体单位栖霞市中心城区下设栖霞市中心城区排水防涝管理处，具体负责落实本规划涵盖的城市排水防涝内容，明确其他排涝设施管理部门的职能，设施统一并入城市排水防涝管理处管理。栖霞市各有关部门要切实履行各自职责，做到分工协作，密切配合。由栖霞市人民政府对规划工作负总责，栖霞市城市管理局、规划局、水利局、发改局等共同落实，完善有关部门共同实施本规划工作的协调机制。市城市管理局要加强统筹，指导监督城市排水防涝规划设施建设和相关工作。发改局要会同有关部门做好建设项目前期工作，积极

安排资金予以支持；水利部门要加强对堤坝等防洪设施规划、建设的指导和监督；其他有关部门要按照职责分工，各司其职，加强配合，共同做好城市排水防涝工作。责、权明确的组织机构和健全的管理机制是城市排水防涝规划能顺利实施的根本保障。

11.7 其他

排水防涝减灾需要全社会的广泛参与，共同承担防洪责任和风险。要通过宣传手册、展板、电视、广播、网络等多种渠道，对广大市民宣传教育，提高公众防灾减灾意识，普及洪涝灾害及其防御的常识，增强城市居民防御灾害和灾中自救的本领，鼓励社会各方面积极参与防洪减灾管理。