

# 圩区城市雨水规划设计经验浅论

## ——以合庐产业新城为例

刘兵

合肥市规划设计研究院

**摘要：**合庐产业新城位于合肥市庐江县，规划范围包括同大镇、郭河镇及台创园核心区。把本次主要以台创园核心区为例，以保障城市排水防涝安全为首要目标，结合城市海绵城市建设、水生态系统建设，重点介绍圩区城市雨水规划设计的思路、方法、注意事项等，为圩区及低排区城市雨水管网规划设计提供参考经验。

**关键词：**雨水规划；雨水管网设计；城市排水防涝；海绵城市

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.08.001

### 前言

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》提出了“推进新型城市建设”、“建设韧性城市”、“建设源头减排、蓄排结合、排涝除险、超标应急的城市防洪排涝体系”、“因地制宜建设海绵城市”、“持续改善环境质量”、“深入打好污染防治攻坚战”、“深入开展污染防治行动”、“基本消除城市黑臭水体”等相关任务和要求，明确了城市雨水规划设计在城市建设中的系统性和重要性。

根据《城市排水（雨水）防涝综合规划编制大纲》及《室外排水设计标准》要求，排水工程设计应与水资源、城镇给水、水污染防治、生态环境保护、环境卫生、城市防洪、交通、绿地系统、河湖水系等专项规划和设计相协调。根据城镇规划蓝线和水面率的要求，应充分利用自然蓄水排水设施，并应根据用地性质规定不同地区的高程布置，满足不同地区的排水要求。

本次针对合庐产业新城特点，对在管网与河道、管网与竖向、管网与海绵、管网与水环境、管网基础处理等方面的措施经验进行介绍。

### 一、区域概况

合庐产业新城核心规划范围包括同大镇、郭河镇及台创园核心区。台创园核心区属巢湖流域，大部分面积属于庐北大圩圩区，区域主要水系有杭埠河、白石天河、小南河等。圩区高程为6.0m左右，区内主要由水系、圩堤进行划分，分布为村镇、农田、湿地、水系等，圩堤高度为11~13m左右。

区域位于江淮之间，冬寒夏热，春秋温和，属于暖温带向亚热带的过渡带气候类型，为亚热带湿润季

风气候，多年平均年降水量970.3mm，多年平均蒸发量893.7mm，属湿润区。

根据地质勘察报告，区域属河漫滩地貌单元，地层分布为粉土夹粉质黏土、淤泥质粉质黏土、粉质黏土等，地基含水量高，地基承载力较低。浅层地下水位于地面以下1m~2m左右。

### 二、问题与挑战

#### （一）水安全

**现状地面较低：**区域位于杭埠河、小南河、白石天河之间，雨水主要通过泵站排往杭埠河、小南河、白石天河，最终汇入巢湖。根据地形图，圩区高程为6.0m左右，巢湖湖底高程为5.0~6.0m，区段杭埠河、白石天河、小南河河底高程均高于现状地面高程，为“地上河”。区域排水主要靠排涝泵站向周边外河排水，排涝安全风险大。

**地形地势平坦：**现状圩区高程均在6.0m左右，经竖向规划调整，区域规划竖向高程在6.5m~8m左右，地面纵坡仍较小，雨水自排能力差。

**调蓄能力下降：**现状区域主要分布为村镇、农田、湿地、水系等，经统计，城市化后水面率由原来的10%左右下降到6%以下，原有农田、湿地大面积城市硬化，提升了径流系数。下垫面的改变造成区域汇水流量增大、汇水时间变短、调蓄能力下降。

#### （二）水环境

**外河水质要求高：**规划区外杭埠河及白石天河均设有国控水质考核断面，其中杭埠河为周边城镇取水水源地，白石天河下游为引江济淮通道，水质考核要求均在Ⅲ类水及以上。外河严格的水质管控也对区域水环境提出了更高的要求。

**水体污染源变化：**经水质调查取样分析，现状水体水质较好，指标基本位于Ⅱ~Ⅲ类水之间，部分田间沟塘水体流动性较差，水质指标基本位于Ⅳ~Ⅴ类水之间，主要污染物指标为TN、TP。经对现状污染源分析，点源污染主要包括城镇生活污水排放等；面源污染包括农田化肥农药、水产养殖等；内源污染主要为底泥的释放。区域城市化后，污染源主要为城市地表径流污染、管网混接风险污染、工业面源污染等，污染物指标也更多样化，给后续水环境控制带来一定风险和难度。

#### （三）水资源

现状下垫面基本为自然状态，农田下渗能力强，沟塘水系储水能力大，大部分降雨可滞留在田间沟塘、水系及表层地下水之间，干旱时可由于农田灌溉、养殖等，水资源平衡性较好。区域开发后，农田、水系灭失，取而代之的是大面积的地面硬化、城市建筑群等。降雨时水资源通过雨水管网、河道、泵站快速排出，以保证城市排水安全；干旱时，城市绿化、道路浇洒等又需向外界取水，城市化破坏了原有的水资源平衡。

### 三、总体思路

#### (一) 设计理念

本次围绕合庐产业新城水安全、水环境、水资源等需求，结合区域水文、地质及竖向的特点，将城市竖向、防洪排涝、水资源利用、海绵城市等统筹考虑，融合水系、竖向、防洪排涝、海绵等规划理念，构建完整的城市排水系统，助力合庐产业新城具有大湖圩区特色的可持续性生态新城。

#### (二) 设计目标

统筹气象降雨、地表径流、管道系统、城市河道、排涝泵站、海绵城市，以城市排水为主要目标，兼顾城市海绵城市建设、初期雨水污染管控、水资源平衡利用，协调各系统功能和规划设计标准，提高城市防灾减灾能力，构建与城市总体规划相适应的雨水系统：

- (1) 城市雨水管渠、河网及泵站保证设计标准以内的降雨时，地面不积水；
- (2) 城市排水防涝系统保证发生城市内涝防治标准（20年一遇24h）以内的暴雨时，城市不发生内涝灾害；
- (3) 发生超过城市内涝防治标准的降雨时，不造成重大财产损失和人员伤亡。
- (4) 城市雨水系统外排水质无明显恶化。

#### (三) 设计策略

##### 1. 因地制宜制定目标，明确设计参数

根据区域规划用地性质的不同，合理确定地块径流系数。对有条件建设海绵设施的城市道路，通过建设道路下凹式绿带、透水铺装、道路绿线内建设雨水湿塘等措施降低道路路面径流系数，提高雨水调蓄能力。同时要求地块内控制下沉式绿地建设比例、绿色屋顶覆盖比例、不透水下垫面径流控制比例以及人行道、停车场、广场透水铺装比例等指标，削减城市地表径流和峰值流量，将雨水系统的设计与海绵城市的“渗、蓄、滞、净、用、排”相结合。

##### 2. 合理衔接雨水管网与城市内河的关系

雨水系统建设中一项重要内容是要处理好城市排水设施、城市内河以及外部水系之间的关系，即在城市排水管网与内涝设施的规划设计或水力模型搭建过程中采用的重现期标准，需要与河道水位、泵站运行水位进行合理衔接，以保障排水通畅。本次通过SWMM软件进行管

网模型建立，并通过传统水力计算方法进行校核，以达到不同重现期排水系统相衔接的目的。

#### 3. 多专业融合引领设计，各专业设计细节衔接

本次虽然主要为城市雨水的规划设计，但在设计之前，与道路、竖向、海绵、景观、水环境等专业进行多次对接，明确设计界面及融合节点，确定各专业相关参数。在实际设计过程中依据以上成果对图纸进行细化，各专业间协同出图，以保障设计目标得到实现。

### 四、主要措施经验

#### (一) 雨水管网与河道水位、竖向衔接

##### 1. 管网与河道内涝水位衔接

规划排涝区为城排区，排涝标准为20年一遇最大24h暴雨不超过最高内涝水位，最高内涝水位主要影响地块的排水，内涝水位过高，地块排水不畅，内涝水位过低，则不经济，影响河底高程和河道调蓄空间。考虑雨水从地块到管网再到渠道，预留不小于1.0m的安全水头，控制最不利点最高内涝水位5.3m，排区最不利点至泵站前池的距离基本在2.5~3.5km，考虑排涝沟渠至泵站的沿程及局部水头损失，泵站前池最高内涝水位采用4.5m。

本次采用区域规划竖向最低点6.5m进行内涝水位校核，采用以下公式：

地面标高=河道规划涝水位+该处到河道排水距离×管道纵坡+管网安全超高0.5m。

本次区域规划竖向最低点至河道市政管网长度600m，管道纵坡0.001，经计算，最低地面标高为6.4m，最低点竖向标高满足规范要求。

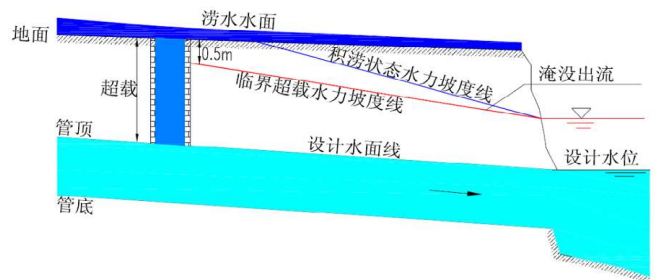


图1 内涝水位校核示意图

##### 2. 雨水管网与河底高程衔接

由于区域为圩区，区域属河漫滩地貌单元，地层主要为粉土夹粉质黏土、淤泥质粉质黏土等，地基承载力较低，抗冲能力差，土体边坡坍塌风险大。经岩土专业计算，结合区域开发经验，河道深度不宜过深，否则降雨时存在坍塌风险。考虑到区域地形平坦，本次片区河道河底高程统一规划为2.5m，通过河道水力坡度进行排水。

具体设计中采用以下公式校核雨水管网（考虑管顶平接）与河底高程之间的关系：

管网起端地面标高=河道规划河底高程+管网末端管

径+管网末端壁厚+该处到河道排水距离×管道纵坡+管网起端覆土0.7m。

该公式主要用于地势平坦区管道长距离排水校核，经计算当管网起端地面标高为6.5m时，末端管径2m，管道壁厚0.2m，管网坡度0.001时，雨水管网长度不应大于1100m，否则管网起端覆土不满足要求。该项为管道具体设计前的覆土校核，竖向高程条件有限时可采用检查井节点处雨水管管中平接、管底平接、雨水管网起端包管等措施进行处理。

### 3. 雨水管网与竖向规划衔接

雨水管网规划设计前应竖向规划充分沟通，确保竖向规划以河道为低点进行竖向规划；同时规划中应尽量采用单坡面，避免地形起伏人为的形成易涝点，同时造成雨水管道过深、过长。

## （二）雨水管网与海绵、水环境衔接

雨水管网主要承担雨水转输的任务，可作为海绵城市及水环境“源头削减”、“中途转输”、“末端治理”的桥梁，沟通各海绵设施之间的关系，以达到保障水环境安全、水资源平衡的目的。

### 1. 雨水管网与源头海绵设施衔接：

市政道路海绵主要利用道路分隔带，设置为下沉式绿带（溢流型）；地块海绵设施主要为绿色屋顶、雨水花园、透水铺装等。

当降雨量小于海绵城市设计降雨量时，雨水汇集至下凹绿地、雨水花园等海绵设施，经植物吸收、绿地存蓄、蒸发、下渗后，多余积水入渗至透水盲沟排至雨水管道。透水铺装下雨时渗入储水，多余积水经盲沟汇入雨水管道。

当降雨量大于海绵城市设计降雨量时，雨水汇集至下凹绿地、雨水花园等海绵设施，经调蓄后，经溢流式雨水口溢流至雨水管道。渗透铺装，小雨时渗入储水，急暴雨时雨水经坡面汇流至雨水口，最终经雨水口溢流至雨水管道。

### 2. 雨水管网与末端治理设施衔接：

末端治理设施主要采用生态滤池、湿地等措施，实现水质蓄留、净化，同时采用自然式的海绵措施还可满足城市景观需求。

生态滤池主要由分流构筑物、隔油沉砂池、生态滤池等组成，主要作用为对雨水进行末端处理、净化。通过分流构筑物的控制，分流构筑物可将初期雨水分流至污水管道进行处理；中雨时，雨水通过隔油沉砂池初步处理后进入生态滤池中经生物、过滤作用，处理后的清洁雨水排入河湖，对下游水生态系统进行补水，维护水资源平衡；大雨时，雨水经处理后直接溢流入河；超标雨水则经过分流构筑物溢流入河。集中式生态滤池主要采用自然植被，可较好的融入城市景观空间。

湿地主要设置在雨水入湖的末端，主要随河道生态

滨岸带建设。湿地承接雨水管网、绿色廊道等雨水，通过生物措施进行净化。湿地的建设主要作为城市生态系统的重要组成部分，承担着净化水质、维护生态多样性、景观提升等功能。

本次雨水管道末端均设置生态滤池、湿地等措施，对初期雨水进行截留、净化，保障雨水出水水质及水环境安全。

## （三）雨水管网基础处理措施

由于区域为圩区，区域属河漫滩地貌单元，地层主要为粉土夹粉质黏土、淤泥质粉质黏土等，地基承载力较低。雨水管网沉降时容易造成接口渗漏，而粉土及粉质黏土渗透性好，易造成水土流失，造成地面空洞。

本次管网基础处理措施主要随道路基础处理方式，采用水泥土搅拌桩处理，桩间采取120公分抛石挤淤使其管基承载力不小于120kPa。管网基础尽量浅埋，避开淤泥质粉质黏土层。

## 五、经验与启示

综上，针对以上区域特点，本次管网布置主要以“小管径”、“短管长”、“浅覆土”、“快入河”的原则进行规划设计，同时衔接城市河道、海绵设施、调蓄水体，形成完整的市政雨水排放、处理、调蓄利用体系。

雨水系统建设是一个复杂的系统工程，需要多专业融合、多规划协调，需要各设计单位及政府、企业紧密沟通、逐级完善，才能形成完善的城市雨水系统，推进新型城市、韧性城市建设。

## 参考文献

- [1] GB 50014-2021, 室外排水设计标准. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2021.
  - [2] 海绵城市建设技术指南. 中华人民共和国住房和城乡建设部, 2014.
  - [3] 合庐产业新城防洪排涝专项规划. 上海市政工程设计研究总院(集团)有限公司, 2021.
  - [4] 合庐产业新城白果路(牛金路—东外环)建设工程——(牛金路—星夜大道)段工程初步设计. 合肥市规划设计研究院, 2021.
  - [5] 合庐产业新城雨水专项规划(2021-2035). 合肥市规划设计研究院, 在编.
  - [6] 合庐产业新城水生态系统综合规划(2021-2035). 合肥市规划设计研究院、德国汉诺威水有限公司, 在编.
  - [7] 刘兵, 崔吉平. 合肥市空港国际小镇海绵体系规划方法与实践, 未来城市设计与运营, 2022. 7.
  - [8] 严飞. 海绵城市建设与流域综合规划衔接研究, 环境工程, 2020. 4.
- 作者简介：刘兵，男，1989年10月，安徽合肥，汉，大学本科，职称或职务：给排水工程工程师，研究方向：城市给排水规划、设计、海绵城市、水环境。