

何宏福. 城市雨水排水系统专业规划——以浦东新区金桥副中心核心区为例[J]. 净水技术, 2023, 42(8):143-149.

HE H F. Professional planning of urban rainwater drainage system——Case of Jinqiao sub-center core area of Pudong New District [J]. Water Purification Technology, 2023, 42(8):143-149.

城市雨水排水系统专业规划——以浦东新区金桥副中心核心区为例

何宏福*

(上海市浦东新区规划设计研究院, 上海 200127)

摘要 在浦东新区引领区建设的背景下,文中以浦东新区金桥副中心核心区雨水排水专业规划编制为例,从“多规合一”的角度对该地区的雨水排水专业规划编制思路进行讨论,强调规划编制过程中应注重近远期结合,深化对区域现状排水基底条件及规划边界条件分析。与此同时,还应加强与区域控详规划和海绵城市建设规划的衔接,从而确保相关排水设施用地尽早落实。排水方案最终采取“灰绿”设施相结合的蓄排方式,并因地制宜制定低影响开发策略,在契合水务行业发展对雨水排水系统提标、控污的要求的同时,还同步解决了相关排水设施的用地需求。本次规划编制的思路对推动后续排水项目审批建设具有一定的前瞻性和引领性,供业内人士交流探讨。

关键词 引领 雨水排水规划 多规合一 提标 控污

中图分类号: TU992 文献标识码: A 文章编号: 1009-0177(2023)08-0143-07

DOI: 10.15890/j.cnki.jsjs.2023.08.017

Professional Planning of Urban Rainwater Drainage System——Case of Jinqiao Sub-Center Core Area of Pudong New District

HE Hongfu*

(Shanghai Pudong New Area Planning and Design Institute, Shanghai 200127, China)

Abstract Under the background of the construction of the leading area in Pudong New District, taking the preparation of the rainwater drainage professional planning in the core area of Jinqiao sub center of Pudong New Area as an example, the preparation ideas of the rainwater drainage professional planning in this area from the perspective of "multi-plan integration" was discussed in this paper. It emphasized that the planning process should pay attention to the combination of short-term and long-term, and deepen the analysis of the regional current drainage base conditions and planning boundary conditions. At the same time, it was also necessary to strengthen the connection with regional detailed planning and sponge city construction planning, so as to ensure the early implementation of relevant drainage facilities. Finally, the drainage scheme adopted the storage and drainage mode of combining "grey green" facilities, and developed a low impact development strategy according to local conditions. While meeting the requirements of the development of the water industry on the standard raising and pollution control of the rainwater drainage system, it also simultaneously solved the land demand of relevant drainage facilities. The idea of this planning preparation is forward-looking and leading to promote the approval and construction of subsequent related projects, and it is available for the exchange and discussion of the industry.

Keywords leading rainwater drainage planning integrated multi-plan upgrading pollution control

上海高质量的有序发展离不开科学的城市规划,浦东新区作为社会主义现代化建设的引领区,随着地区城镇化的高度发展,排水矛盾日益突出,其对

城市排水安全提出了更高的要求。根据浦东新区2035年规划,现状排水系统设计标准与国家上海市要求尚存在较大差距,因此,如何根据不同地区的现状排水基底,编制科学、有效的排水专业规划显得尤为重要。通常排水专业规划是由水务部门牵头组织编制,而相关排水设施的用地规划需规土部门协

[收稿日期] 2022-01-12

[通信作者] 何宏福(1991—),男,硕士,研究方向为市政给排水规划设计,E-mail:ihongfu@163.com。

调完成,另外海绵城市的建设规划是由建交委牵头负责,这就导致了排水的规划与建设之间存在滞后和脱节的问题,关键原因在于排水设施的用地难以得到及时解决。笔者摒弃常规排水专业规划仅在水务条线下讨论技术方案的编制思路^[1-2],尝试在地区开展控详规划调整契机下,从规土条线出发,同步考虑水务部门对排水提标的要求以及建交委对海绵城市建设的需求,以“多规合一”的规划编制思路为导向,积极引导排水系统由“灰色”直排向“灰绿”相结合的蓄排方式转变,提前引导布局相关“灰绿”设施的用地,提升排水专业规划编制的引领性和落地性,逐步引领浦东新区绿色低碳高效城市排水体系的打造^[3-4]。

1 规划区域概况

根据《上海市浦东新区国土空间总体规划(2017—2035)》,金桥城市副中心位于南北科创走廊,定位为以商务办公、文化休闲、会议展示、创意研发、生态游憩为主要功能的城市副中心。启动金桥城市副中心区域规划调整的动因可归纳为外在驱动和内在诉求两大方面:外在驱动是指“十四五”期间浦东推进2万亿建设目标,推进金色中环发展,金桥副中心是其中“3+5”重点区域之一;内在诉求是自身转型升级需求。

为了适应金桥城市副中心核心区的建设发展,根据市政府批复的《浦东新区Y00-1201单元(金桥副中心核心区)控制性详细规划局部调整》,对该区域开展雨水排水专业规划编制研究,为后期雨水系统达标建设提供规划依据。规划范围如图1所示。



图1 规划范围

Fig. 1 Planning Scope

2 现状排水系统评估

2.1 现状及周边排水系统

本次规划所在地区雨污水系统建设于20世纪90年代,现状雨污水系统主要依托《金桥出口加工区雨污水管道系统图》进行建设。

本次金桥城市副中心核心区所在地区位于金桥一期雨水强排系统范围内。该系统原规划为强排模式,服务范围:北起杨高中路、南至川桥路、西起马家浜、东至曹家沟,服务面积约为4.89 km²。原规划暴雨重现期 $P=1$ a,综合径流系数取0.6,雨水主管沿川桥路、宁桥路、新金桥路、金皖路敷设,经位于新金桥路东陆路西北角的金桥1#雨水泵站(现状规模为22.4 m³/s)提升后排入曹家沟。周边主要涉及的金桥二期、金桥生活区系统(图2),其设计暴雨重现期均为1年一遇,综合径流系数均为0.6。



图2 周边排水系统范围

Fig. 2 Scope of Surrounding Drainage System

2.2 现状排水能力评估

对设计暴雨重现期1年一遇、3年一遇和5年一遇,采用芝加哥雨型,选取降雨历时2 h,对金桥一期及周边排水系统积水情况进行模拟,系统积水分布和深度的结果如图3所示。整体来说,随着降雨强度的加大,系统积水区域明显增大,积水深度基本都在0.5 m以内,随着模拟重现期的提高,积水范围显著增加,且主要集中在系统上游区域。

根据InfoWorks ICM模型软件对管道负荷的模拟情况,当暴雨重现期大于1年一遇时,西北侧浙桥路、新金桥路等上游管道充满度接近1,出现管道至少有一端的水位超过了管内顶,主要是因为现状雨水管起始管径偏小。东南侧金湘路、川桥路等上游管道充满度大于1,管段峰值流量大于管段的最大过流能力,开始出现压力流的情况,主要是因为河道

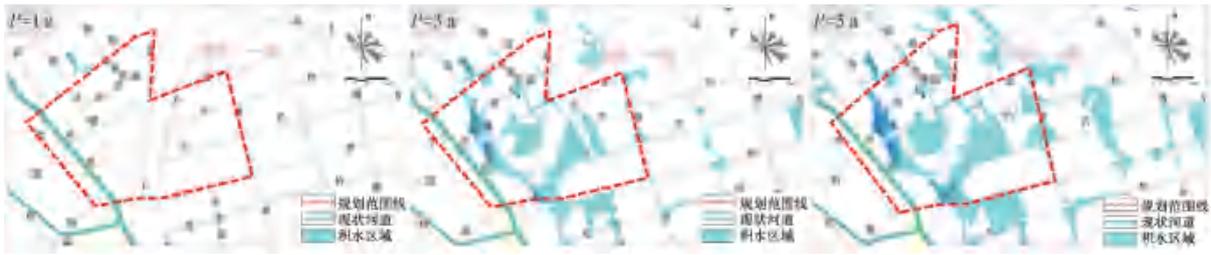


图3 排水系统不同重现期下积水风险模拟

Fig. 3 Simulation of Waterlogging Risk under Different Return Periods in Drainage Systems

分布在西侧,东南侧路网密度偏低,部分上游管线汇水面积偏大。

3 规划雨水系统提标制约因素

3.1 边界条件分析

现状金桥一期和二期雨水系统均已建成,泵站均无扩容改造空间,在此背景下通过优化该地区及周边的排水分区和新建泵站来达到排水重现期由1年一遇提升到5年一遇的标准。

根据金桥副中心地区及周边近远期的项目建设规划,对该片区雨水系统布局改造的制约因素主要包括:轨道交通、地下环路及隧道、高架立交、高压走廊、河道水系、现状雨水干网等。该区域涉及4条轨道交通,分别为北侧现状轨道交通9#线、南侧在建的轨道交通14#线以及东西两侧规划的轨道交通26#和21#线。雨水系统改造的干管走向应充分考虑与轨道交通线位、站点竖向和平面的相对关系。根据金科路地下化和中央公园地下环路方案,雨水系统应采取多片区分散收集的原则,避免规划的雨水管道与地下道路及敞开段在竖向上产生矛盾。雨水系统改造在杨高路段应避开高架桩基以及南侧现状高压走廊的保护范围;规划范围区域西侧紧贴马家浜,其他3个方位无现状及规划河道,因此,规划新建泵站应靠近马家浜设置,以解决排水出路的问题。雨水系统的提标改造为了能对现有的雨水管道进行充分的利用,规划雨水截流干管应尽量设置在排水分区系统边界,以保障现有的雨水管线能顺流接入。规划引导建设项目分布如图4所示。



图4 规划引导建设项目分布

Fig. 4 Distribution of Planning Guided Construction Projects

3.2 规划衔接分析

区域排水系统专业规划编制的同时应参照上位的海绵城市建设规划,并对接同层次的海绵城市建设规划,但往往排水专业规划与海绵城市建设规划编制牵头部门不一致,导致规划编制存在脱节现象,相关绿色调蓄设施落地存在滞后性^[5]。在当前“提标控污”双重目标要求下,这就要求水务、建交、规土等部门加强联动,明确责任主体,保障区域水安全、提升区域水环境。

根据《上海市海绵城市建设指标体系(试行)》要求和《浦东新区海绵城市建设规划(2018—2035年)》引导,本次规划范围属于浦东片174单元,年径流总量控制率不小于67%,年径流污染控制率不小于46.9%。

规划范围内各类建设用地绿地率指标控制如表1所示。

表1 各类建设用地绿地率指标

Tab. 1 Index of Green Space Rate of Various Construction Land

用地类别	绿地率	集中绿地率	透水铺装率	单位硬化面积蓄水量	下凹式绿地率	绿色屋顶率	雨水资源利用率
居住用地(新建)	35%	10%	70%	250 m ³ /hm ²	10%	30%	5%
公共建筑用地(新建)	35%	10%	70%	250 m ³ /hm ²	10%	30%	5%
道路用地(新建)	15%	/	50%	/	/	/	/
公共绿地(新建)	47%	/	50%	/	10%	50%	10%

注:1 hm² = 10 000 m²,表格中各用地指标均为下限值。

根据区域控详规划调整方案,落实相关雨水泵站及绿色调蓄设施用地控制要求,为相关排水设施建设提供用地支撑。

4 规划方案

根据上海发展对城市排水安全性提出的新要求,上海主城区(含中心城)及新城,至2035年排水系统设计重现期应达到5年一遇标准;分流制强排系统初期雨水截流应达到 ≥ 5 mm的标准。本文规划方案着重从提标和控污两个方面进行讨论。

4.1 控详规划及排水上位规划分析

4.1.1 控详规划

控规调整范围总用地面积为1.47 km²,区域现状建成度较高,现状主要以工业用地为主,建设用地

占比达42.9%。根据区域的规划功能定位,规划调整后主要以公共设施用地为主,建设用地占比达41.9%,区域总体开发强度提升,较调整前规划建筑量增加约50万m²。

规划道路系统路网密度较现状大幅度提升,规划范围内现状地面段金科路规划调整为隧道下穿形式,并以金科路为对称新增地下环路,加强道路两侧贯通。规划用地调整对比如图5所示。

4.1.2 排水上位规划

根据《浦东新区雨水排水规划(2020—2035)》,主城区(含中心城)及新城雨水基本采用分流制强排系统,管道设计暴雨重现期为5年1遇。图6为浦东新区规划排水模式和排水标准规划。

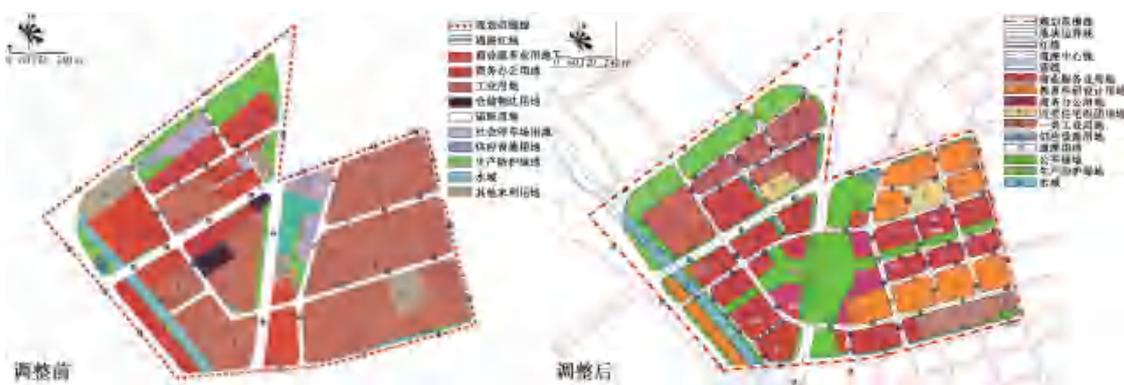


图5 规划用地调整对比

Fig. 5 Comparison of Planned Landuse Adjustment

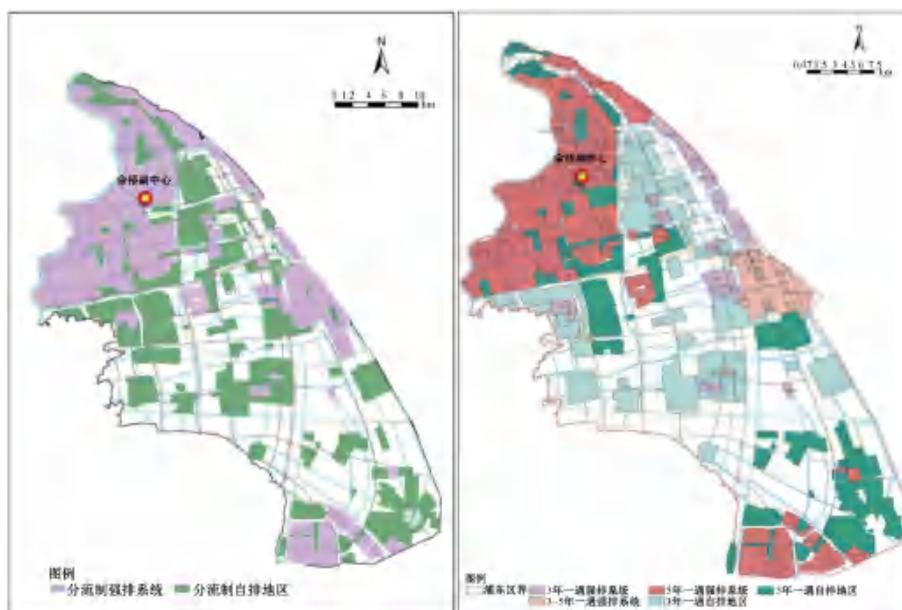


图6 浦东新区规划排水模式和排水标准规划

Fig. 6 Planning of Rainwater Drainage Mode and Drainage Standard in Pudong New District

4.2 规划基础资料收集

区域排水专业规划编制时需搜集上位的排水系统专业规划、水系和水利专业规划等作为依据,还应参照区域的海绵城市专项规划合理布置雨水设施。同时,还应搜集规划区内已建排水设施及管线资料,充分利用已建排水管道,采用经济有效、切合实际的规划方案,针对性地解决区域排水现状存在的问题。

该区域排水专业规划修编以《金桥副中心核心区控制性详细规划局部调整》为设计基础,上位排水专业规划主要依据《浦东新区城镇雨水排水规划(2020—2035年)》,同时参照了《浦东新区海绵城市建设规划(2018—2035年)》,编制时还搜集了区域相关的排水系统专业规划和已建、在建排水设施及管线的相关资料,为规划编制提供有力支撑。

4.3 规划范围和研究范围确定

城市排水工程规划范围,应与相应层次的城市规划范围一致^[4]。本次排水系统专业规划的范围与控详细规划的范围基本一致,考虑到原排水分区以马家浜为界,优化本次规划范围为:东至金湘路、南至川桥路、西至马家浜、北至杨高中路-金科路-新金桥路,规划用地面积为1.34 km²。

金桥副中心地区建设年代较早且建成度较高,该地区已编制过雨水排水专业规划,雨水系统已基本建成,由于城市建设的时序性,该区域控详细规划修编分期启动,这就要求本次排水分区的研究范围需和周边现状建成的排水系统进行统筹研究。

4.4 排水体制确定

城市新建地区和旧城改造地区的排水系统应采用分流制^[6]。根据该地区雨水排水上位规划,浦东地区雨污排水系统结合道路系统规划实施得较为完善。因此,浦东新区基本采用雨污分流的排水体制,本次规划修编区域位于浦东金桥城市化地区,仍采用雨污分流的排水体制。

4.5 雨水排水模式和规划标准的确定

4.5.1 雨水排水模式

根据《上海市城镇雨水排水规划(2020—2035年)》,城市化地区的排水模式主要分为2种,即城市小区强排水模式和城市自流排水模式。强排模式主要适用于水面率低、开发强度较高地区,中心城区基本都采用这种排水模式。自排模式则主要适用于河面率较高且河网分布均匀、地面高程相对较高的地区。

本次规划范围内雨水采用强排模式,原因主要

有2点。①根据区域水系规划,规划范围内水域面积约为0.05 km²,规划河面率为3.21%。规划范围内仅有一条南北向的马家浜,距离规划范围外东侧的曹家沟约为2.5 km,水面率较低且河网间距不满足自排要求。②规划范围内河道的最高控制水位为3.75 m,大部分的地块现状地面高程为3.9~4.4 m,地面与水面高差较小,不利于雨水自流排放。

4.5.2 规划标准

雨水管渠采用的设计管径由雨水设计流量确定。雨水流量的计算应遵循《室外排水设计规范》中所规定的雨水流量计算公式,如式(1)^[7]。

$$Q = q \times \Psi \times F \quad (1)$$

其中: Q ——雨水设计流量, L/s;
 q ——设计暴雨强度, L/(s·hm²);
 Ψ ——径流系数, 采用0.5;
 F ——汇水面积, hm²。

上海地区设计暴雨强度如式(2)~式(3)。

$$q = \frac{1\ 600(1 + 0.846 \lg P)}{(t + 7.0)^{0.656}} \quad (2)$$

$$t = t_1 + t_2 \quad (3)$$

其中: P ——设计重现期, a;
 t ——降雨历时, min;
 t_1 ——地面集水时间, $t_1 = 5 \sim 15$ min, min;
 t_2 ——管内雨水流行时间, min。

现状地区径流系数较高,本次控规所在地区(金沪系统范围)将整体开发改建,建议本次控规调整地区结合地块开发改建等,实施海绵城市、低影响开发措施,降低地区径流系数,控制地区综合径流系数为0.50。

根据雨水排水上位规划及《上海城镇排水管道设计规范》(DG/TJ 08-2222—2016)本次规划范围内雨水排水设计暴雨重现期采用5年一遇标准,如表2所示。

表2 雨水管渠设计暴雨重现期
 Tab. 2 Storm Recurrence Interval Design for Rainwater Drainage Pipelines

区域范围	雨水管渠设计重现期/a
主城区及新城	≥5
其他区域	≥3
地下通道和下沉式广场等	30~50

4.6 雨水管网布局

根据区域现状已建强排系统管网布局以及上述对边界条件分析,结合现状与规划路网情况,采用多系统联合提标、复合系统重新拆分的改造思路,将现状的金桥一期和金桥二期 2 个强排分区划分成 3 个强排分区,科学合理解决了现状强排分区排距过长,起始排管管径偏小的问题。本次规划范围位于新增的金沪强排分区内(图 7)。



图 7 规划排水分区调整

Fig. 7 Adjustment of Planned Drainage Zoning

金沪强排系统只有西面临河,考虑到地下环路和金科路隧道对排水系统的阻隔,经深入分析本系统雨水总管沿金湘路、川桥路、金沪路敷设,远期金科路西侧雨水分散分片收集后汇入东侧雨水总管,结合雨水总管走向,规划新增雨水泵站临马家浜设置于金科路和锦绣东路交叉位置,雨水泵站应增设初雨调蓄池以逐步达到控污的目的。

雨水管渠的走向宜充分顺应地形趋势,尽可能顺坡排水;管道布置时应充分考虑规划地块地面高程、规划区域内的河道常水位、最高控制水位、规划泵站内相关设计标高等^[8]。雨水管网布局尽量缩短最不利排水点到泵站的距离,减小管道埋深,增强规划的合理性和可实施性。图 8 为雨水系统布置方案。

4.7 管网排水能力校核

本次模型模拟采用 InfoWorks ICM 软件,模拟规划区域内已建雨水管按照相关资料数据输入管径、标高、泵站等内容,其他规划雨水管按照规划方案输入模型。模型初设条件设定为泵站集水井最初水位为水泵停泵水位。采用芝加哥设计雨型作为上海市短历时设计雨型,120 min 雨型的雨峰位置系数 $r =$



图 8 雨水系统布置

Fig. 8 Layout of Rain Water Systems

0.405,模拟工况 $P = 5 a, 2 h$ 降雨历时总降雨量为 76.4 mm,最大 1 h 降雨量为 58.1 mm。

考虑周边多系统联合提标的涉及范围,绘制节点和管道状态主题图。

节点状态:圆点表示节点无积水,圆圈的圈数越多表示积水越严重。

管道状态:管道运行情况采用最大负荷值(surcharge rate)来表示,当该值 < 1 时,表示管道未超负荷,管道内水位低于管内顶,此时负荷值用水深/管径的比值来计算;当该值 $= 1$ 时,表示管道至少有一端的水位超过了管内顶,但是管段峰值流量 \leq 管段的最大过流能力(重力流);当该值 $= 2$ 时,管道超负荷,表示管道至少有一端水位超过管内顶,且管段峰值流量 $>$ 管段的最大过流能力(重力流)。

本模型中导入了现状保留管道和规划拟建管道,未设置任何调蓄设施,泵站排水能力为规划规模。图 9 为规划管网 5 年一遇降雨情况下最不利时刻的模拟结果,结果显示,规划区域内所有节点都没有积水产生,管道的排水能力能满足地块最不利时刻的排水需求,整体满足地块 5 年一遇的排水需求。

4.8 海绵城市建设与低影响开发

结合排水上位规划要求,规划至 2035 年本次规划所在金沪系统强排系统灰色调蓄初期雨水量为 0.93 万 m^3 ,绿色调蓄指标 8.93 万 m^3 。根据上位海绵城市相关建设指标的规划控制,充分发挥建筑、道路、绿地和水系等生态系统对雨水的吸纳、蓄渗和缓释作用,有效缓解城市开发增加不透水面积造成的径流总量、径流峰值与径流污染等对环境造成的不



图9 5年一遇降雨情况下最不利时刻模拟结果
Fig. 9 Simulation Results of Most Unfavorable Time under Condition of 5-Year Recurrence Rainfall

良影响。

①源头减排:强化蓄排,充分利用城市道路绿色设施、建筑地块绿色设施、滨河景观带绿色设施、相关公建用地绿色设施等,确保上述各类用地绿地率建设指标,逐步实施源头减排。

②雨水管渠:按照排水上位规划的要求,充分利用现状雨水管网,按照新的排水规范要求新建雨水管网体系,确保雨水管渠“灰色”设施的托底功能。

③排涝除险:各地块内部亦应按照规范建设相应的雨水收集管渠;市政雨水管网埋深应严格按照设计标高实施,确保河道和管网竖向标高的科学性;曹家沟、马家浜上述河道的疏浚应纳入水利建设计划,与地区开发同步建设。

④超标应急:规划范围内深挖金桥副中心中央公园的调蓄功能、增加分散绿色调蓄设施,重点确保金科路隧道的排水安全;周边河道应按照规划蓝线尽快实施,拓宽河道,打通断头河,提升河道调蓄能力。

⑤区域因地制宜采取低影响开发措施,与此同时,应加强相关职能部门的联动,明确地块、道路、河道、绿化等建设责任主体,形成合力确保规划科学落地。

5 结语

较常规排水专业规划编制的内容,在浦东引领区打造的背景下,本文意在强调在规划编制过程中“多规合一”的重要性,科学有效提升规划的引领性和实操性。(1)应加强排水规划技术方案与区域控详规划或专项规划的衔接,为排水设施落地提供法定支撑。(2)多部门联动,加强与海绵城市专项规

划的衔接。(3)深化技术方案对排水边界条件的研究,重视规划方案近远期的衔接,确保项目的经济性和周期性。

参考文献

- [1] 席旭军. 小城镇市政排水系统专项规划的探讨[J]. 净水技术, 2014, 33(s1): 25-29.
XI X J. Discussion on planning of municipal drainage system for small towns[J]. Water Purification Technology, 2014, 33(s1): 25-29.
- [2] 朋四海, 徐连军, 胡昊. 自排雨水排水系统强排改造技术研究[J]. 中国市政工程, 2021(2): 42-45.
PENG S H, XU L J, HU H. Research on forced drainage reform technology of self-draining rainwater drainage system[J]. China Municipal Engineering, 2021(2): 42-45.
- [3] 时珍宝. 浅析上海市智慧排水信息化系统规划与建设[J]. 净水技术, 2020, 39(s1): 235-238.
SHI Z B. Brief analysis of the planning and construction of intelligent drainage information system in Shanghai[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(s1): 235-238.
- [4] 祝成. “新基建”在城市给水排水工程规划设计中的应用探索[J]. 中国建设信息化, 2021(19): 66-68.
ZHU C. Exploration on the application of "new infrastructure" in the planning and design of urban water supply and drainage engineering[J]. Informatization of China Construction, 2021(19): 66-68.
- [5] 何宏福. 依据海绵城市建设规划的雨水系统改造方案探讨[J]. 净水技术, 2020, 39(11): 159-163.
HE H F. Discussion on rainwater system reconstruction in terms of sponge city construction planning[J]. Water Purification Technology, 2020, 39(11): 159-163.
- [6] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 城市排水工程规划规范: GB 50318—2017[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2017.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code of urban wastewater engineering planning: GB 50318—2017[S]. Beijing: China Construction Industry Press, 2017.
- [7] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 室外排水设计规范: GB 50014—2021[S]. 北京: 中国建筑出版传媒有限公司, 2022.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of outdoor wastewater engineering: GB 50014—2021[S]. Beijing: China Construction Publishing Media Co., Ltd., 2022.
- [8] 马洪涛, 周凌. 关于城市排水(雨水)防涝规划编制的思考[J]. 给水排水, 2015, 41(8): 38-44.
MA H T, ZHOU L. Discussion on issues about urban drainage system and local flood control planning[J]. Water & Wastewater Engineering, 2015, 41(8): 38-44.