

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2023.12.009

江苏省海绵城市设施通用图集的编制及思考

吴 薇^{1,2}, 朱晓娟^{1,2}, 陈天放³, 陈燕秋³, 吴 捷^{1,2}

(1. 镇江市规划勘测设计集团有限公司, 江苏 镇江 212000; 2. 镇江市海绵城市设计研究院, 江苏 镇江 212000; 3. 江苏省城镇供水安全保障中心, 江苏 南京 210000)

摘 要: 通过总结国家海绵城市建设试点中的设计工作经验,结合江苏省海绵城市建设实际情况,开展了江苏省海绵城市设施通用图集编制工作。图集分为海绵设施及植物配置两部分,海绵设施部分对现有技术进行提炼总结,体现了各类设施的具体构造、做法及材料要求等;植物配置内容重在体现设施内植物种植要求,包括植物配置示例、常用覆盖料性状表及常用植物性状表。图集将具体详细的技术内容转换为标准性的图纸,有助于提高设计和施工效率,对推动江苏省乃至全国的海绵城市建设工作具有积极的作用。

关键词: 海绵城市; 海绵城市设施通用图集; 标准设计

中图分类号: TU992 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4602(2023)12-0055-07

Compilation and Reflection of General Atlas of Sponge City Facilities in Jiangsu Province

WU Wei^{1,2}, ZHU Xiao-juan^{1,2}, CHEN Tian-fang³, CHEN Yan-qiu³, WU Jie^{1,2}

(1. Zhenjiang Urban Planning and Design Institute, Zhenjiang 212000, China; 2. Zhenjiang Sponge City Design Institute, Zhenjiang 212000, China; 3. Security Support Center for Urban Water Supply of Jiangsu Province, Nanjing 210000, China)

Abstract: By summarizing the design experience in the national sponge city construction pilot projects, and combining the actual situation of the sponge city construction in Jiangsu Province, the compilation of the general atlas of sponge city facilities in Jiangsu Province was carried out. The atlas is divided into two parts: sponge facilities and plant configuration. The section of sponge facilities refined and summarized the existing technologies, including the specific structure and practices of various facilities, material requirements and so on. The part of plant configuration focused on the requirements of planting in facilities, including plant configuration examples, tables for commonly used mulch material properties, and tables for commonly used plant properties. The specific and detailed technical content is converted into standard drawings, which improves the design and construction efficiency, and plays a positive role in promoting the sponge city construction in Jiangsu Province and even the whole country.

Key words: sponge city; general atlas of sponge city facilities; standard design

自2015年来,我国开展了一系列海绵城市建设试点工作,30个国家试点城市、80余个省级试点城市进行了海绵建设的探索和实践,并编发了一系列海绵城市建设国家建筑标准设计图集^[1]。已经出版

的国家或行业标准图集中,有的侧重于宏观的海绵方案总体设计(如15MR105),有的偏重于单一海绵设施标准做法(如15MR205)。江苏省海绵城市试点共计二批14座城市,各城市也相继编制了海绵城

市建设图集,但市级层面的图集大多为试行或未正式发布,应用范围较小。

调研发现,由于技术标准不完善,江苏省海绵城市建设中存在设计要求不明确、施工流程不规范、验收无依据等现象。标准编制滞后于工程建设,缺乏相应的标准设计^[2-3],限制了海绵城市推进,需要总结试点的工程实践经验及设施运行情况编制标准图集,使海绵城市建设全域化开展更加规范和高效。为加快推进江苏省海绵城市建设,指导相关设计人员进行海绵城市建设工程设计,同时规范相关海绵城市建设适用设施的施工,编制了此图集。

1 图集编制过程及框架

1.1 图集编制过程

本图集编制过程主要包括:①前期调研,收集国内相关图集、省级试点城市的建设资料,总结经验;②初拟成果,将现有技术加以梳理、提炼、总结,转换为设计施工人员相对容易理解的语言,形成初稿;③征求意见,对省内各建设主体、设计单位征求意见;④专家审查,通过初稿、送审稿两个阶段审查,根据意见对图集进行修改完善;⑤出版对接,根据省标准设计及出版社要求对图集格式进行修改整理,最终出版印刷。

1.2 图集整体框架

图集整体框架如图1所示。

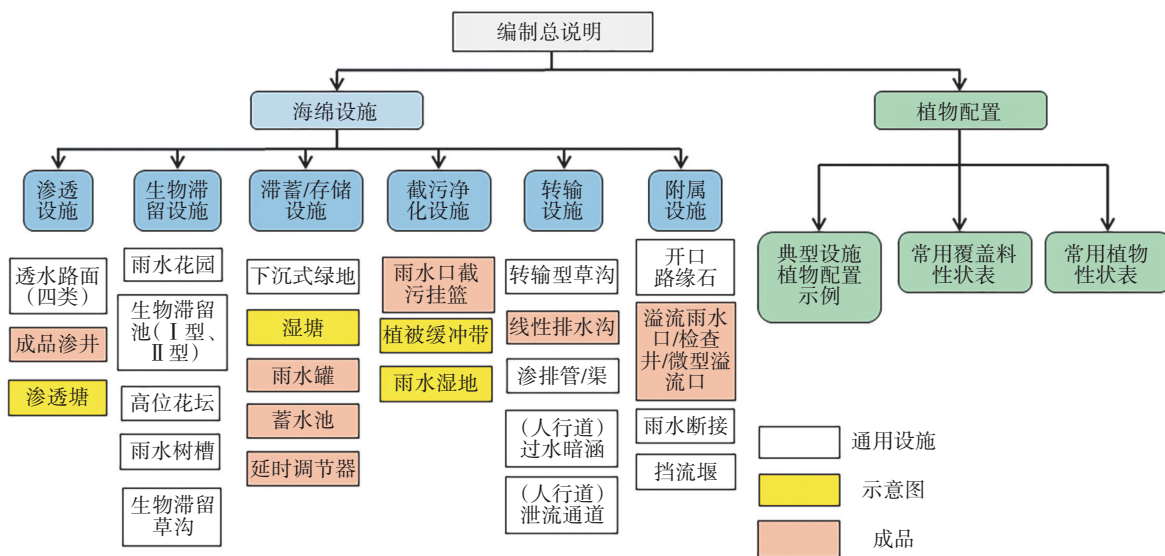


图1 图集框架

Fig.1 Atlas framework

本图集整体分为海绵设施和植物配置两大部分。海绵设施重在体现各类设施的具体构造、做法及材料要求等;植物配置重在体现设施内植物种植要求,包括植物配置示例、常用覆盖料性状表及常用植物性状表。

国家和地方标准图集中有些按照建设场所进行分类,该分类方式需侧重方案设计,对特定场所推荐特定设施,存在交叉的情况较多。本图集结合海绵城市六字方针“渗、滞、蓄、净、用、排”,按照设施功能类型分类。其中,“用、排”类设施以传统灰色设施为主,现有图集已较为全面。因此,本图集重点表达绿色雨水设施体现绿色优先的原则。根据主要功能,绿色雨水设施分为渗透设施、生物滞

留设施、滞蓄/存储设施、截污净化设施、转输设施及附属设施,共计6大类28种设施。

除转输、附属设施的特性较为明确外,大部分海绵设施兼具渗透、滞留、存储、净化多重功能。图集中按重点发挥作用进行归类。以滞蓄/存储类设施为例,这类设施具有一定的存储空间,能临时滞蓄雨水并使其延缓排放,同时还有削减峰值流量的作用,图集中列入了下沉式绿地、湿塘、雨水罐、蓄水池及延时调节器。其中,湿塘与渗透塘在实际应用中易混淆,湿塘具有雨水调蓄和净化功能,并以雨水为主要补水水源,分常水位和调蓄水位,底部做防渗处理,因此归为滞蓄/存储类。而渗透塘底部需进行换填,更强调其渗透功能,归为渗透类。

标准做法有三类:第一类为通用设施,如透水铺装、生物滞留设施等,表达具体通用做法,供设计人员按需选用;第二类是成品,如雨水罐、延时调节设施等,提出关键技术参数,方便选购和施工;第三类是示意图,如渗透塘、湿塘等,重点提出设施主要流程和关键要素,以便景观深化设计。

本图集针对目前海绵设计与景观设计割裂的常见问题,添加了植物配置部分。植物配置部分主要包括典型设施植物配置示例,常用覆盖物性状和江苏省各区划推荐植物性状采用附表形式体现。

2 针对编制难点开展的相关研究

2.1 海绵设施种类繁多,概念不清晰

图集对一些易混淆设施的名称和构造进行了界定,主要体现在生物滞留设施分类中。雨水花园为生物滞留类最常用的,是以灌木和草本等植被为主、全部下凹或局部下凹的小面积绿地,用于收集自身及周边区域的雨水,能够暂时滞留雨水并利用土壤和植物净化雨水,同时具备一定的美学效果。雨水花园面积较小,适用于多种场地,可通过更换种植土,并在碎石层中增设盲管以提高雨水径流处理能力。雨水花园标准做法见图2。

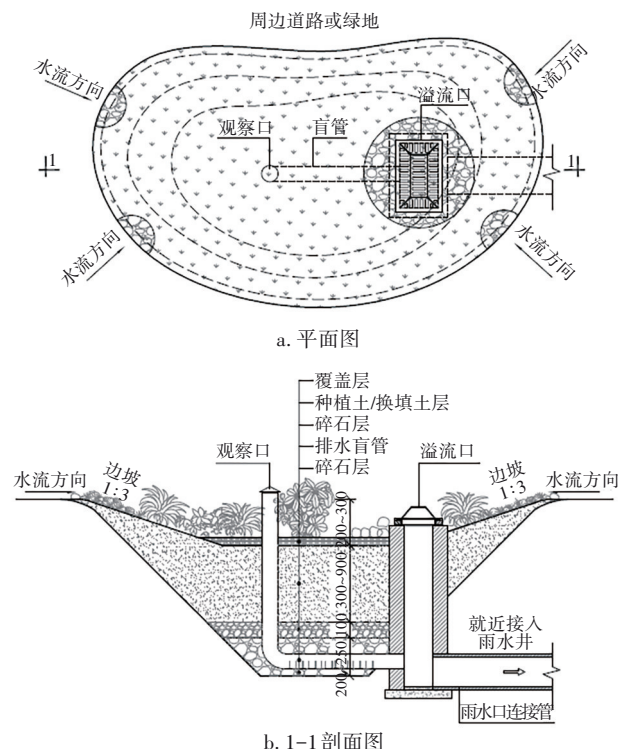


图2 雨水花园标准做法

Fig.2 Standard practice for rain garden

与雨水花园类似的一系列设施,做法如下:

① 生物滞留池。与雨水花园原理基本相同,但生物滞留池具有围挡结构,可设置在空间有限、对周围土体抗渗要求较高的场所。生物滞留池(I型)主要用于道路人行道处或周边有车辆荷载影响的硬质铺装范围内,生物滞留池(II型)主要用于无车辆荷载影响的绿地内。标准做法见图3。

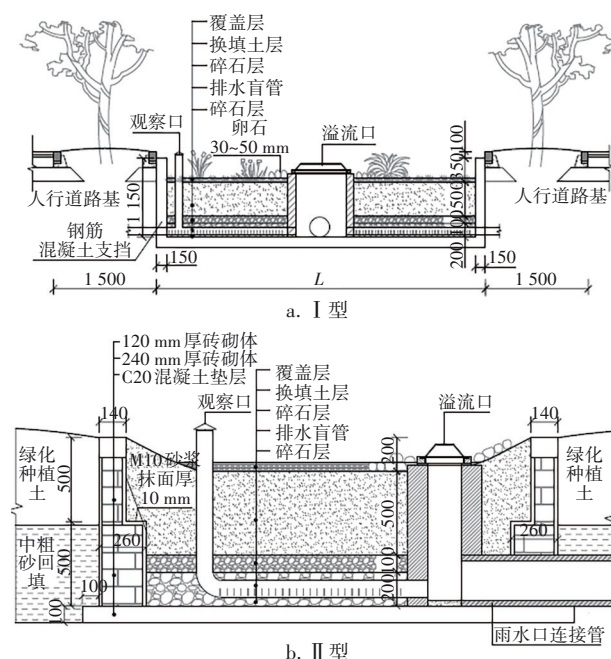


图3 生物滞留池标准做法

Fig.3 Standard practice for bio-retention ponds

② 高位花坛。高位花坛是一种高出地面且具有围挡结构的设施,适用于建筑物周边,用来承接和处理建筑雨落水管出水,对屋面雨水进行蓄积、滞留与净化。具体做法见图4。

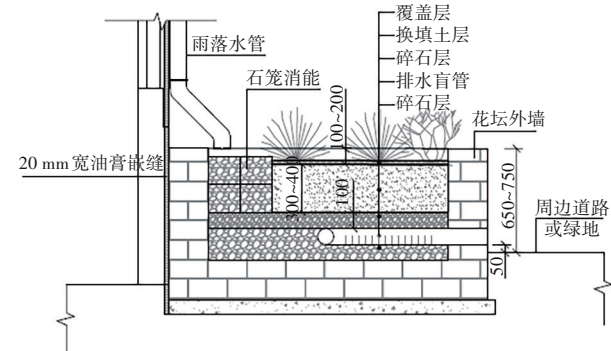


图4 高位花坛标准做法

Fig.4 Standard practice for high flowerbeds

③ 雨水树槽。雨水树槽是一种利用生物滞留的原理对道路或周围硬质铺地的雨水径流进行蓄滞、过滤的设施,主要适用于人行道行道树之间

的带状空间。具体做法见图5。

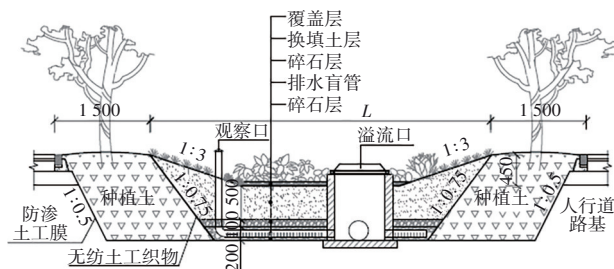


图5 雨水树槽标准做法

Fig.5 Standard practice for storm water tree troughs

④ 生物滞留草沟。生物滞留草沟表面类似于植草沟,但包含了地表下填充过滤材料的渗流渠,具有净化雨水和削减水量的功能。雨水花园通常为点状、块状,而生物滞留草沟为带状,常被用于道路绿化分隔带等空间。具体做法见图6。

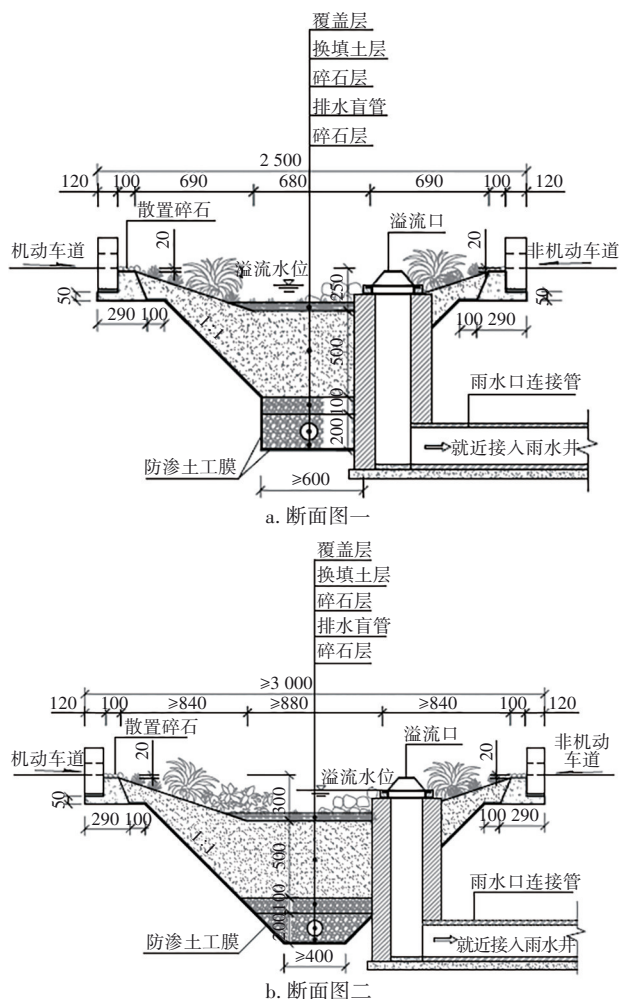


图6 生物滞留草沟标准做法

Fig.6 Standard practice for biological retention in grass ditches

2.2 关键技术参数无明确要求,缺乏技术支撑

海绵城市自全国试点建设以来,发展较快,但基础科研相对滞后,关键设计技术参数缺乏依据,大部分设计图纸照搬照抄,随意性较大。本图集对一些关键技术及参数进行了深入研究,以下举例具体说明。

① 缝隙透水型砖铺装路面相关技术要求 缝隙透水型砖铺装路面标准做法见图7。

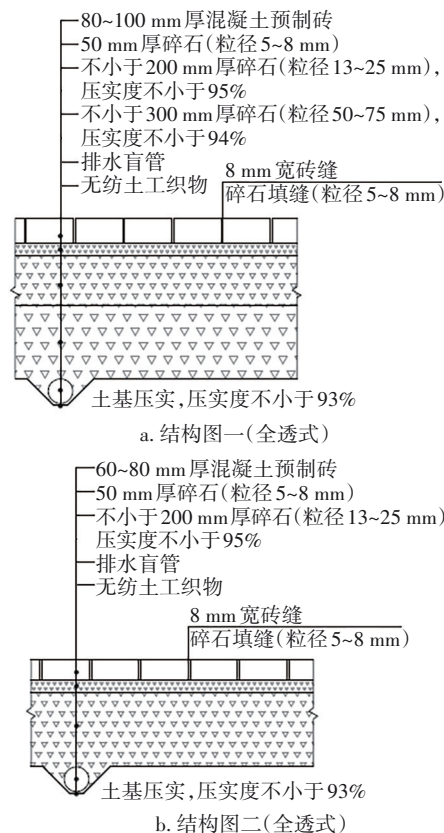


图7 缝隙透水型砖铺装路面标准做法

Fig.7 Standard practice for gap permeable brick paving

镇江市作为全国首批海绵城市试点之一,在老城区海绵城市改造中借鉴了美国EPA推荐的结构透水铺装,并根据镇江的实际应用情况进行了改进,实施效果较好,也在江苏省内进行了大面积的推广应用。然而,现有大多数缝隙透水型砖铺装路面缺乏设计依据,与现行规范图集透水铺装找平层、基层等要求存在一定差异。为此,在句容市海绵城市课题资金资助项目中开展了找平层、基层材料及结构性能研究,对其进行了下渗量校核、下渗性能恢复试验。研究表明,缝隙宽度为8 mm的砖铺装缝隙透水系数可达 $1.1 \times 10^{-1} \text{ mm/s}$,单位铺装最大1 h承接雨量约 $0.042 \text{ m}^3/\text{m}^2$,铺装下部碎石空间约

0.15 m³/m²,这为下渗雨水提供了足够的储蓄空间,铺装表面不会产生径流^[4]。该铺装型式的研究结果不仅被收录于本图集,还被纳入《缝隙透水路面技术规程》(T/CECS 875—2021)。

② 生物滞留设施相关技术要求

a. 结构层做法相关要求

生物滞留设施自上而下通常分为蓄水层、覆盖层、种植土/换填土层、碎石层。

蓄水层深度应根据植物耐淹性能、土壤渗透性能、雨水停留时间来确定,宜为100~200 mm,并应设100 mm的超高(高位花坛可无超高)。在实际设计中,易将蓄水层深度与设施下凹深度混淆,图集对此进行了纠正。由于高位花坛高于地面,一般内部不设置溢流设施,可直接溢流至周边道路或绿地。

覆盖层在一般设计中易被忽略,是精细化设计的一部分。目前,一些发达城市已愈加重视景观中的裸土覆盖,一方面可防止介质板结及水分流失,同时也可防止夏季阳光直射导致温度过高,影响植物生长。图集中要求覆盖层厚度为50~75 mm,可采用有机或无机覆盖料。

种植土/换填土层厚度根据实施条件、植物类型等综合确定,过浅不利于植物种植,过深则不利于实施且投资过高。因此厚度宜为300~900 mm。

碎石层厚度宜为300~350 mm,分级设置利于结构稳定及雨水过滤。上层碎石粒径5~10 mm,厚100 mm;下层碎石粒径30~50 mm,厚200~250 mm。若碎石层底部原状土渗透系数小于36 mm/h,则需要在碎石层中设置盲管排水,盲管管底距离底部50~100 mm。值得注意的是,本图集在种植土/换填土层与碎石层之间未设透水土工布,这是由于结构层之间非长期稳定过水,若污染物长期在透水土工布处积累并释放,反而易造成出水水质恶化。

图集明确路面径流可经过开孔路缘石或平路缘石进入生物滞留设施,并在标准图中水流方向进入处示意了碎石过滤带,一方面起到防冲刷作用,另一方面可对较大颗粒进行初步拦截。

b. 土壤介质技术要求

换填层是生物滞留设施的关键部分,下渗速率及土壤配比为关键设计参数。各地原状土质条件不同且缺乏相对标准的科研理论基础,目前没有统一要求,性能参差不齐,很大程度上决定了运行应用效果。国外相关研究起步较早,如纽约州设计手

册中指出,换填土土壤配比应包括50%~70%的砂和50%~30%的表土(有机质含量平均为5%);美国低影响开发和可持续雨水管理手册指出,原土渗透系数不小于25.4 mm/h;美国北卡罗莱纳州要求渗透系数为25~150 mm/h等。《江苏省雨水花园建设与运行维护指南》中要求,现状土壤渗透系数大于36 mm/h时可直接建设雨水花园。综合相关研究成果及省内实际应用情况,本图集要求生物滞留设施种植土稳定渗透系数不应小于36 mm/h,换填土稳定渗透系数不应小于70 mm/h,不得含有如杂草种子、树根等其他杂质。

换填层具备良好且稳定的渗透性能是发挥海绵设施水质净化作用的前提,其中砂含量又是决定渗透性能的重要因素。大量的换填土配比试验研究表明,当砂含量<30%时,渗透系数<20 mm/h,不满足海绵设施对渗透性能的要求。室外试验中,砂含量为50%时,渗透系数可稳定在100 mm/h左右,并且利于植物正常生长。因此,图集要求换填土应由一定比例的砂和种植土拌和而成,砂含量不宜小于50%。

2.3 景观配置尚无体系,需要典型示例

植物在保障海绵设施长期稳定发挥生态功能、减少土壤冲刷、净化径流污染、展现良好景观方面发挥着重要作用。然而在海绵城市试点建设过程中,很多给排水设计人员不懂植物配置,景观设计人员缺乏水文知识及相关的实践经验,通常简单选择水生植物栽植于海绵设施内,导致在已建成的很多试点项目中,景观效果不好,影响成效。

图集明确了植物选择的原则:①具有干湿交替的耐受性;②茎叶繁茂,景观效果好;③本土或经驯化的引进植物品种;④根系发达,设施内污染物去除效果好;⑤对海绵设施周边建(构)筑物基础影响较小。同时提出海绵设施内绿化应结合整体景观要求,建议在边界部分或溢流口周边种植植株茂盛的草本类及灌木类植物进行遮挡,柔化生硬边界及相关附属设施。

附录列出了常用覆盖物性状、生物滞留设施内推荐植物性状,以附表形式清晰表达了70种植物的适用地区、生态习性、生物学习性及观赏习性,并对典型设施植物配置进行示例,方便设计人员选用。当海绵设施内采用普通绿化种植土时,土壤渗透率应满足《绿化种植土壤》(CJ/T 340—2016)中不小于

5 mm/h的要求,设计人员应注意核算其渗透率是否满足设计要求,常规的景观设计即可满足种植要求。但生物滞留类海绵设施结构功能不同,所采用的换填土渗透系数大于常规种植土,导致种植条件存在一定的差异,景观设计人员易存在认知错误,因此本图集重点示例表达生物滞留类设施内的植物配置。雨水花园植物配置示例见图8。

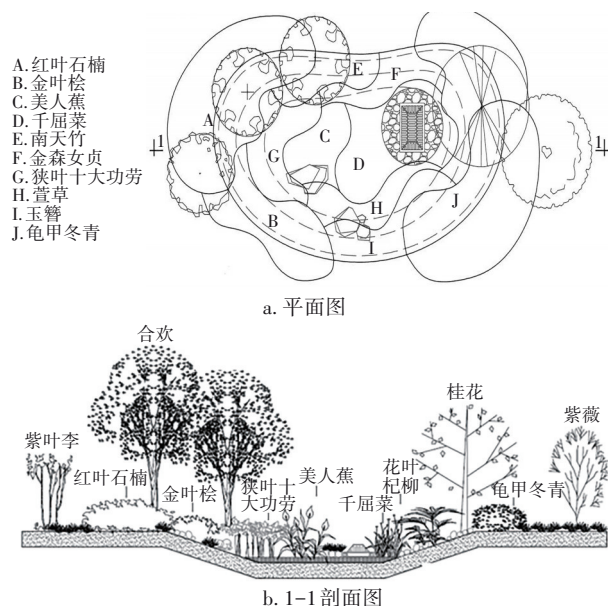


图8 雨水花园植物配置示例

Fig.8 Sample of rain garden plant configuration

3 图集主要特点

3.1 规范性、标准性

标准设计图集与规范不同,规范是原则性的内容,标准设计图集解决的是具体怎么做的问题^[5]。本图集体现了各单项设施的标准做法,将具体详细的技术内容转换为标准性的图纸,大大提高了设计和建设效率。

3.2 适用性、完整性

图集对所选海绵设施的一些错误进行了纠正,确保纳入内容在省内具有成功的实践经验且是江苏省海绵城市建设中普遍适用的,尽可能纳入常见做法。例如,针对开孔路缘石,列出了7种做法,包括花岗岩、混凝土两种材质,基本覆盖了省内各类做法,可根据各地习惯做法及景观效果选用;附录中选取了11种覆盖物、70种植物,对其特性及应用范围详细列表,起到了工具书的作用。部分开口路缘石标准做法见图9。

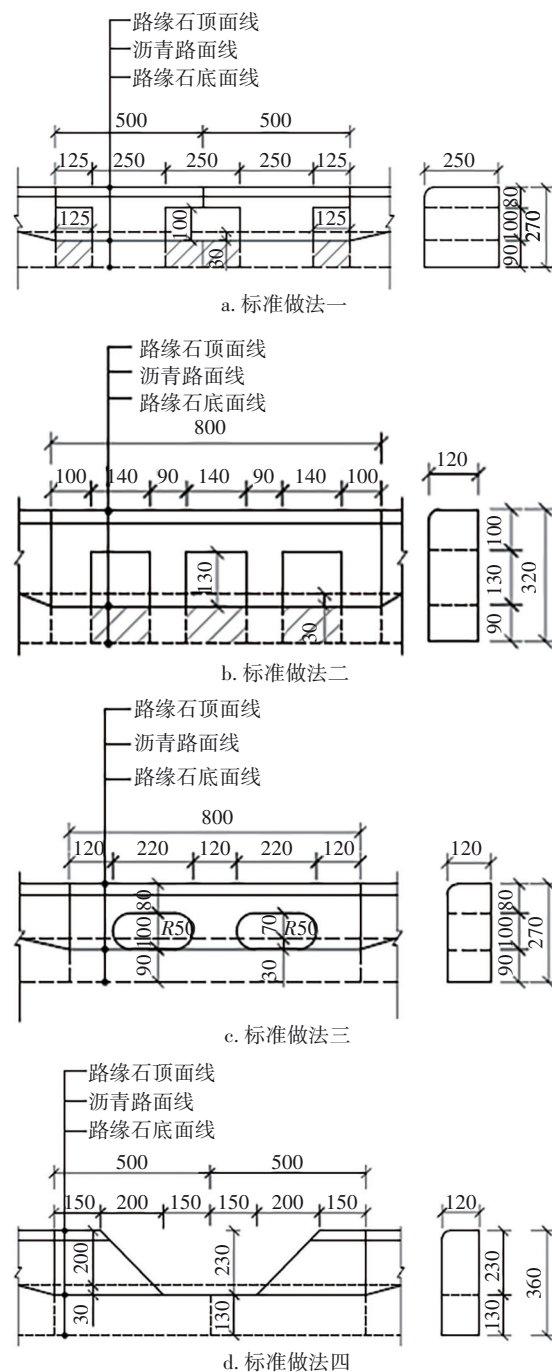


图9 开口路缘石标准做法

Fig.9 Standard practice for open kerbs

3.3 简洁性、创新性

部分单项设施国家相关图集中已有相应内容,例如国家建筑标准设计图集《种植屋面建筑构造》(14J206)中对种植屋面各类做法的介绍较为详尽,钢筋混凝土蓄水池的做法可参考《矩形钢筋混凝土蓄水池》(05S804)等,本图集中不再重复。潜流/垂直流雨水湿地等设施无法标准化,需要设计人员特

殊设计的设施,则不纳入本图集。

一些新型产品如延时调节器、截污挂篮等适于绿化空间较少、污染物较重的情况,且在省内有多应用,故将其纳入图集。截污挂篮做法见图 10。

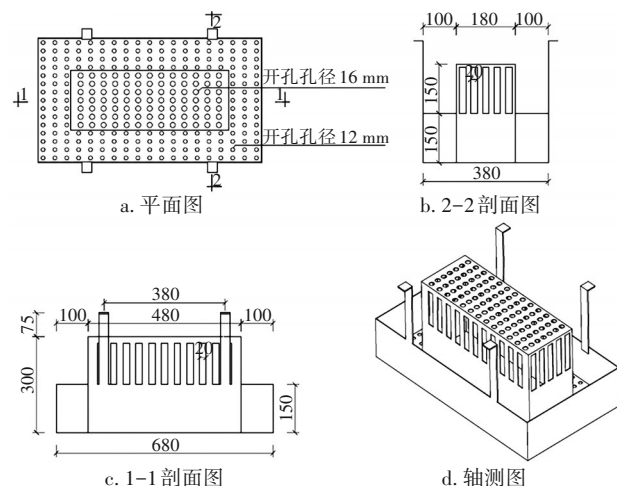


图 10 截污挂篮标准做法

Fig.10 Standard practice for decontamination hanging baskets

4 关于图集应用及思考

海绵城市建设是一个动态发展的过程。我国海绵城市建设经过近年来大范围的试点推广,各地已有了一定的设计及工程经验,但大多是借鉴国外经验,缺乏科研总结及相应的管理体系,有诸多问题有待解决。江苏省工程建设标准设计在省内工程建设中应用广泛,是行业内重要的技术资源。本图集作为设计标准,自实施以来,得到了业内的普遍认可,设计人员在实践中进行了应用参考,对保证工程质量、提高设计效率、节约资源、促进行业技术进步发挥了积极的作用。

目前,国家已开展系统化全域推进海绵城市建设示范工作,前期已形成的经验标准可更好地进行推广应用。但标准设计图集只是标准体系中的一小部分,仅提供了标准化的做法。结合典型试点城市海绵建设现状及面临的问题,要求科研设计人员协同相关专业,积极开展理论技术研究,在实践中总结经验,进一步研究更新,以更好地适应全域推

广建设。

参考文献:

- [1] 王琪. 典型海绵试点城市建设经验与启示[J]. 绿色建筑, 2019(1): 37-41.
WANG Qi. Development and achievement of sponge city [J]. Green Building, 2019(1): 37-41(in Chinese).
- [2] 王连接, 王开春, 黄勤钲, 等. 海绵城市建设地方标准体系构建初探[J]. 给水排水, 2019, 45(12): 47-51.
WANG Lianjie, WANG Kaichun, HUANG Qinzhen, et al. Research on local standard system of sponge city [J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45(12): 47-51(in Chinese).
- [3] 史志广, 由阳, 杨柳. 技术标准在海绵城市建设中的支撑作用[J]. 给水排水, 2019, 45(4): 63-71.
SHI Zhiguang, YOU Yang, YANG Liu. The supporting role of technical standards in the sponge city construction [J]. Water & Wastewater Engineering, 2019, 45(4): 63-71(in Chinese).
- [4] 朱晓娟, 刘静, 吴薇. 缝隙式透水铺装镇江海绵城市建设中的应用研究[J]. 中国给水排水, 2017, 33(20): 1-4.
ZHU Xiaojuan, LIU Jing, WU Wei. Application of slotted permeable pavement in the construction of sponge city: taking Zhenjiang as an example [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(20): 1-4(in Chinese).
- [5] 王岩松, 张弛. 海绵城市建设国家建筑标准设计体系解读[J]. 建设科技, 2016(3): 53-54.
WANG Yansong, ZHANG Chi. Interpretation of national building standard design system for sponge city construction [J]. Construction Technology, 2016(3): 53-54(in Chinese).

作者简介: 吴薇(1987-), 女, 辽宁朝阳人, 硕士, 高级工程师, 主要从事给水排水及海绵城市建设相关研究设计工作。

E-mail: 517975200@qq.com

收稿日期: 2022-01-06

修回日期: 2022-01-26

(编辑: 丁彩娟)