

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2025.12.012

市政道路生物滞留带设计要点及多专业协同研究

陈 杰

(上海市政工程设计研究总院<集团>有限公司, 上海 200092)

摘 要: 生物滞留带是市政道路海绵城市建设中最为常见的一种做法,受绿地空间、设施布局等多方因素影响,其设计是目前海绵城市建设的难点之一。针对当前设计中普遍存在的设施选用随意、专业间不协调的问题,提出市政道路生物滞留带类型选择、汇水单元划分、断面形式、进水口、预处理设施、溢流井和植物配置等7个设计要点,并提出以排水专业为主体,道路、电气、园林绿化、结构和给水等5个相关专业在各个设计流程中的多专业协同模式,可为类似工程的设计提供参考。

关键词: 海绵城市; 生物滞留带; 市政道路; 多专业协同模式

中图分类号: TU992 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2025)12-0076-08

Key Considerations in Design of Municipal Road Bioretention Swale and Multi-disciplinary Collaboration

CHEN Jie

(Shanghai Municipal Engineering Design Institute <Group> Co. Ltd., Shanghai 200092, China)

Abstract: Bioretention swale represents one of the most widely adopted practices in the development of sponge cities within municipal road infrastructure. Influenced by a variety of factors, including green space distribution and facility layout, its design currently represents one of the key challenges in the construction of sponge cities. This paper proposed seven critical design considerations in response to the prevalent issues in current designs, such as arbitrary selection of facilities and lack of coordination among disciplines. These included the selection of bioretention swale types for municipal roads, catchment units division, cross-sectional forms, inlet design, pre-treatment facilities, overflow wells, and vegetation arrangement. Furthermore, it was emphasized that the drainage discipline should serve as the core, while a multi-disciplinary collaborative model involving five related fields (road engineering, electrical engineering, landscape architecture, structural engineering, and water supply engineering) was proposed. This method provides valuable references for similar projects.

Key words: sponge city; bioretention swale; municipal road; multi-disciplinary collaboration model

国务院办公厅于2015年10月11日印发的《关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发〔2015〕75号)中提出“到2030年,城市建成区80%以上的

面积达到海绵城市目标要求”。规划的城市道路与交通设施用地面积应占城市规划建设用地面积的15%~25%^[1],是海绵城市目标达成的重要管控对

基金项目: 格尔木市海绵城市建设技术标准图集B课题(K2024K015B)

象。利用市政道路侧分带建设生物滞留带是目前市政道路雨水径流管控的主要措施,受绿地空间、设施布局等多方因素影响,其设计是目前海绵城市建设的难点之一。黄丽萍等^[2]对部分市政道路生物滞留带进行调研,总结了其在设计过程中存在的问题,主要包括设施选用随意和专业间不协调。

市政道路生物滞留带的设计涉及排水、道路、园林绿化、电气、结构及给水等多个专业。住房和城乡建设部于2022年4月18日印发的《关于进一步明确海绵城市建设工作有关要求的通知》(建办城〔2022〕17号)明确强调项目设计中要加强多专业协同,避免海绵城市设计由排水专业“打补丁”。结合实际工作经验总结归纳了市政道路生物滞留带的设计要点,并对设计过程中多专业协同模式进行研究,以期为今后类似工程提供参考。

1 设计要点

1.1 分类与类型选择

根据雨水径流组织方式,市政道路生物滞留带

可以分为在线式和离线式;根据侧分带是否全段下凹,可以分为整体下凹式和分段下凹式,其示意图图1。不同类型生物滞留带的比选见表1。

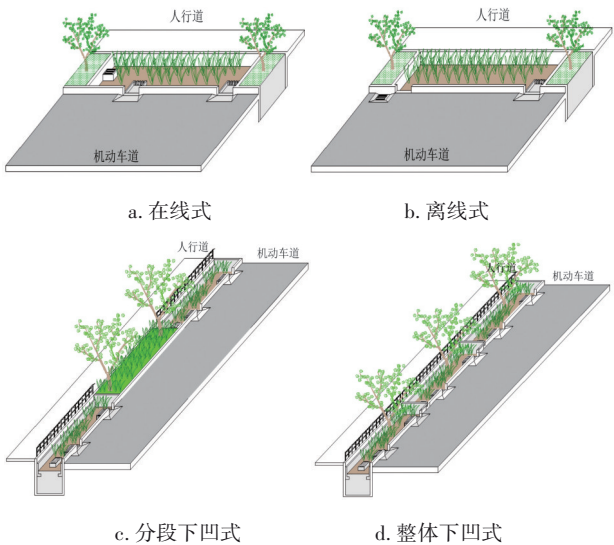


图1 生物滞留带分类示意

Fig.1 Schematics of bioretention swale classification

表 1 不同类型生物滞留带的比选

Tab.1 Comparison of different types of bioretention swale

生物滞留带类型	径流组织方式	特征	优缺点	适用场景
在线式	在径流路径上,汇水面径流全部流入,超量径流溢流排放	①溢流井设置在生物滞留带内,汇流路径上一般不再设置排水设施;②生物滞留带进水口的设计流量应大于溢流井的排水能力;③溢流井上游1 m范围内建议设置1处进水口;④市政道路无绿化带区域以及排水薄弱点应根据汇水条件加强雨水口的布置,如市政道路交叉口、地块出入口、车站、竖向凹曲线附近等区域	优点:路面雨水口少,景观效果较好; 缺点:道路排水效果受生物滞留带内部运维情况影响,排水安全性差,对路缘石开口的数量和能力要求高,对景观影响较大	适用于小规模等级和竖向排水条件较好的市政道路
离线式	设置在径流路径的旁路,仅截流或分流一定量的汇水面径流,超量径流沿原路径超越排放	①溢流井设置在汇流路径下游,雨水径流优先进入生物滞留带,生物滞留带内可不再设置溢流设施;②市政道路无绿化带区域以及排水薄弱点应根据汇水条件加强雨水口的布置,如市政道路交叉口、地块出入口、车站、竖向凹曲线附近等区域	优点:道路的排水效果不受生物滞留带内部运维情况影响,排水安全性高,对路缘石开口的数量和能力要求低,对景观影响小; 缺点:路面同时存在路缘石开口和雨水口,对景观效果有一定影响	适用于大规模等级和竖向排水条件一般的市政道路
整体下凹式		绿化带(除局部区域)整体全段下凹作为生物滞留带	优点:蓄水空间大; 缺点:对道路景观有一定影响,对统筹绿化带内乔木、路灯、信号杆、指示牌等设施的布局和高度的要求高	适用于绿化带内乔木、路灯、信号杆、指示牌等设施影响小以及海绵城市建设指标要求高的市政道路
分段下凹式		绿化带根据竖向条件以及内部乔木、路灯、信号杆、指示牌等设施的分布情况分段下凹设置生物滞留带	优点:分段下凹可以提升道路整体景观,减少绿化带内乔木、路灯、信号杆、指示牌等设施的布局和高度的协调工作量; 缺点:蓄水空间少	适用于绿化带内乔木、路灯、信号杆、指示牌等设施影响大,道路景观要求高的市政道路;也适用于无绿化带,人行道树池间的下凹设计

1.2 汇水单元

生物滞留带的主要功能是承担道路雨水径流的收集、滞蓄和排放,相当于传统道路排水设计中的雨水口。根据《室外排水设计标准》(GB 50014—2021)5.7.3条“雨水口间距宜为25~50 m”,为避免增加建设成本并保持与传统道路排水设计的一致性,生物滞留带汇水单元长度建议与传统的雨水口设计保持一致。

对于分段下凹式生物滞留带,可沿线在汇水单元长度处设置。对于整体下凹式生物滞留带,沿汇水单元长度位置设置1处分隔挡水堰,挡水堰的堰顶标高可与路缘石齐平,从而确保各汇水单元之间的雨水径流管控互不干扰;受纵坡影响,最终蓄满水状态时,蓄水面与生物滞留带底部存在一定夹角。当道路纵坡较大时,为了保证蓄水效率,可以通过在汇水单元内设置过流挡水堰,进一步划分分隔单元,并采用阶梯状雨水生物滞留带(生物滞留带底纵坡<道路纵坡)的方式,保障下凹空间得到充分利用。

生物滞留带汇水单元划分见图2。

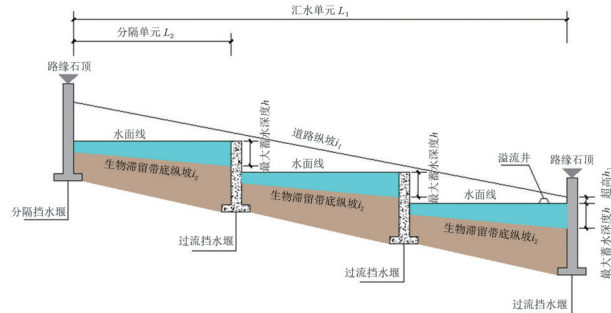


图2 生物滞留带汇水单元划分示意

Fig.2 Schematics of catchment units division for bioretention swale

过流挡水堰的堰顶标高可以与水面线齐平,或高于水面线,并采用打孔或锯齿堰的形式确保过流能力。

汇水单元的相关计算如下式所示:

$$i_2 \leq i_1 \quad (1)$$

$$L_2 \leq h/i_2 \quad (2)$$

$$N \geq L_1/L_2 \quad (3)$$

$$H \geq h_1 + h \quad (4)$$

式中: i_1 、 i_2 分别为道路纵坡、生物滞留带底纵坡; L_1 、 L_2 分别为汇水单元长度、分隔单元长度,m; N 为分隔单元数; H 为最大下凹深度,m; h 为生物滞留

带最大蓄水深度,一般为0.1~0.2 m; h_1 为超高,对于在线式生物滞留带,一般为0.05~0.10 m,对于离线式可不设置。

陈汝春^[3]对重庆市悦来新城内道路生物滞留带的设计实践进行总结,提出当道路纵坡 $\leq 2\%$ 时,生物滞留带纵坡同道路坡度;当 $2\% < \text{道路坡度} < 7\%$ 时,为保证生物滞留带充分发挥对雨水的过滤、储存等作用,采用阶梯状雨水生物滞留带;当道路坡度 $\geq 7\%$ 时,坡度大、雨水流速快,生物滞留带收水功能较小。因此,当道路纵坡较大时,生物滞留带的分隔和分段应根据进水口的收水效率和生物滞留带的蓄水效率综合分析确定。

生物滞留带的有效调蓄容积应考虑纵坡、断面形状、植物侵占等多种因素,其计算见下式:

$$W = \kappa \cdot B \cdot L \cdot h \quad (5)$$

$$\kappa = 0.5 \cdot (1 - \gamma) \cdot m \cdot (2 - \frac{L}{h} i_2) \quad (6)$$

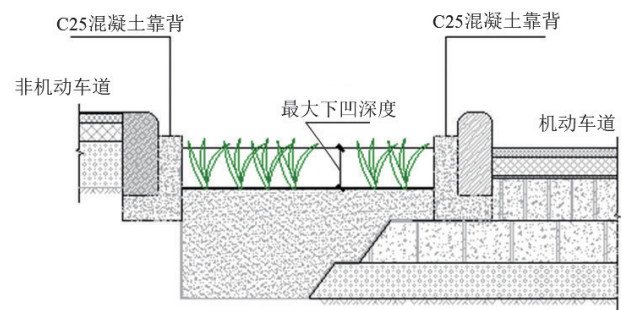
式中: W 为有效调蓄容积, m^3 ; κ 为折减系数,建议不低于0.7; B 为下凹宽度,m; L 为下凹段长度,m; γ 为植物影响造成的无效体积分数; m 为生物滞留断面形状系数,是实际下凹断面的面积与整体下凹断面面积的比值,整体下凹式生物滞留带取1。

1.3 断面形式

① 断面形状

生物滞留设施的断面形状主要取决于绿化带的净宽,根据实际工程经验,当绿化带的净宽 $< 2 \text{ m}$ 时,由于蓄水空间有限,且考虑到土体的坍塌侵占蓄水空间,生物滞留带的断面形状建议采用整体下凹的矩形;当绿化带的净宽 $\geq 2 \text{ m}$ 时,生物滞留带的断面形状可以根据景观效果设置成弧形或其他形式。此外,为避免弧形边坡土体的坍塌,边坡可以种植根系发达的植物,也可以采用草石隔离带将蓄水空间与边坡土体进行硬隔离。

生物滞留带断面形状见图3。



a. 整体下凹的矩形

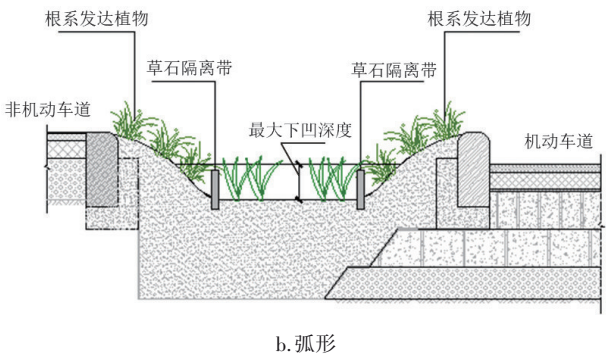


图3 生物滞留带断面形状示意

Fig.3 Schematics of cross-sectional shapes of bioretention swale

② 路缘石靠背

对于断面形状为整体下凹的矩形生物滞留带,道路路缘石的靠背将整体暴露在外,应结合景观效果进行优化设计。通常采用混凝土和石笼两种形式,具体见图4。

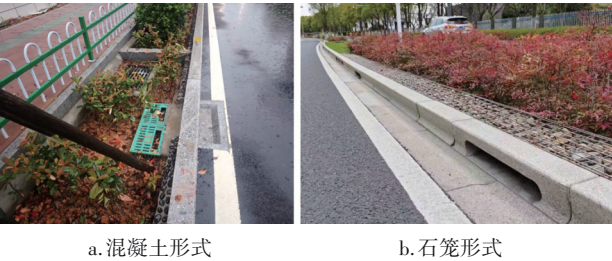


图4 生物滞留带路缘石靠背形式示意

Fig.4 Schematics of curbstone back forms for bioretention swale

③ 断面结构

生物滞留带的断面结构主要包括蓄水层、种植土层、隔离层(透水土工布)、碎石排水层和防渗层,往往会受到乔木树球、路灯基础、指示牌基础以及信号杆基础的影响。以乔木树球为例,市政道路行道树乔本土球直径约 80~120 cm,树穴深度约 90~110 cm。考虑到道路基础的放坡侵占,在结构层内敷设路灯线、信号线以及穿孔盲管的排管往往难度较大。因此,对于净宽较窄的生物滞留带,可以通过设置水泥混凝土挡墙避免道路基础放坡造成的对结构空间的侵占,并贴两侧挡墙分别布置路灯线、信号线以及穿孔盲管。对于分段下凹式生物滞留带也可以将两侧挡墙与底部共同浇筑,或采用预制成品构建。另外,考虑到碎石排水层具有一定的保水能力,有利于植物生长,穿孔盲管可以布置在其顶部。紧邻人行道和非机动车道一侧有高差,存

在行人跌落风险,应设置人行护栏。生物滞留带断面布局见图5。

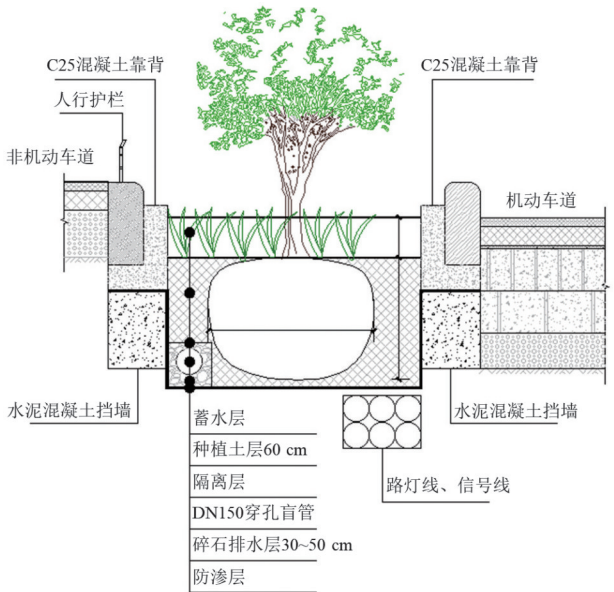


图5 生物滞留带断面布局

Fig.5 Cross-sectional layout of bioretention swale

此外,对于分段下凹式生物滞留带,乔木、路灯基础、指示牌基础和信号杆基础的布置应尽可能避开生物滞留带区域;对于整体下凹式生物滞留带,可以通过优化汇水单元和分隔单元,优化平面布置和乔木树球、路灯基础、指示牌基础和信号杆基础的顶面标高,确保不阻水。如果路灯基础、指示牌基础和信号杆基础与穿孔盲管冲突,应预留好盲管穿越的孔洞。

1.4 进水口

生物滞留带的进水通常通过路缘石开口实现,根据进水方式分为分散式进水和集中式进水两种,具体见图6。

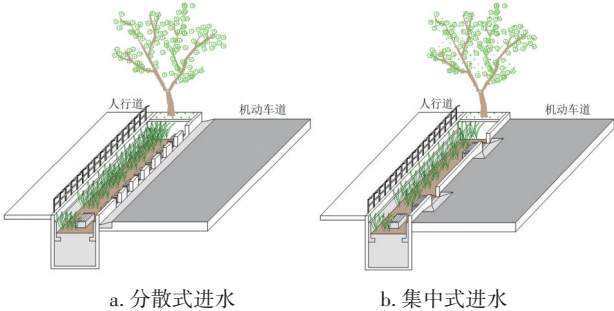


图6 生物滞留带进水口形式示意

Fig.6 Schematics of inlet forms of bioretention swale

分散式即在生物滞留带沿程均匀密集布置路

缘石开口的进水方式,集中式为在生物滞留带集中一处或多处布置路缘石开口的进水方式。

生物滞留带两种进水方式比选如表2所示。

表2 生物滞留带进水方式比选

Tab.2 Comparison of inlet methods for bioretention swale

进水方式	优缺点	适用场景
分散式	优点:收水能力强;缺点:对道路的整体景观影响较大	适用于在线式和分段下凹式生物滞留带
集中式	优点:对道路的整体景观影响较小;缺点:收水能力有限	适用于离线式和整体下凹式生物滞留带

根据实践经验,在路缘石开口处设置格栅极易造成杂物淤积,后续的运维难度较大。因此,建议路缘石开口处不设置格栅,将杂物直接汇集到后续的预处理设施集中收集和清理。

路缘石开口的进水方式与立算式雨水口类似,GB 50014—2021中5.4.7条规定“立算式雨水口进水处路面标高应比周围路面标高低5 cm”。梁小光等^[4]采用HEC-22方法对路缘石开口进行了收水能力计算,结果表明,下凹5 cm路缘石开口的收水能力明显大于不带下凹的路缘石开口。对于集中进水的生物滞留带的进水口,建议设置导流槽,导流槽处下凹5 cm。

常用的导流槽做法有3种,第一种为路缘石开口处道路面层摊铺时人工辅助找坡的方式;第二种为路缘石开口处通过切割拼接或倾斜安装路平石的方式;第三种为路缘石开口处采用异形定制的路平石的方式。张敬玉等^[5]进行了1:1路缘石开口的物理模型实验,结果表明,路缘石开口下凹宽度是影响收水能力的重要因素,推荐取值0.3~0.5 m。

生物滞留带的进水口尺寸是决定其收水能力和市政道路排水能力的重要设施,目前设计中应用最多的是将生物滞留带进水口近似概化为宽顶堰模型进行设计计算^[6],但这种方法未考虑开口处纵向的水流流速,在大纵坡道路计算时误差较大。李小宁等^[7]对国内外路缘石开口的水力计算方法进行比较,发现HEC-22方法具有更高的准确性,可以用来指导生物滞留带进水口的设计。对于单向纵坡段路缘石开口,收集全部偏沟流量所需开口长度的计算见下式:

$$L_T = 0.817Q^{0.42}S_L^{0.3}\left(\frac{1}{nS_x}\right)^{0.6} \quad (7)$$

式中: L_T 为收集全部偏沟流量所需开口长度,m; Q 为偏沟流量, m^3/s ; S_L 为道路纵坡; S_x 为道路横坡; n 为路面粗糙系数。

当路缘石开口下凹时,需将横坡 S_x 用等效横坡 S_e 代替,其计算见下式:

$$S_e = S_x + \frac{a}{W}E_0 \quad (8)$$

式中: a 为下凹深度,m; W 为下凹宽度,m; E_0 为正面拦截百分比。

偏沟流量采用推理公式法计算,如下式所示:

$$Q = q\Psi F \quad (9)$$

式中: q 为暴雨强度, $L/(s\cdot hm^2)$; Ψ 为综合径流系数; F 为汇水面积, hm^2 。

暴雨强度的计算见下式:

$$q = \frac{1\,600(1 + 0.846 \lg P)}{(t + 7.0)^{0.656}} \quad (10)$$

式中: P 为设计重现期,取5 a; t 为设计降雨历时,取5 min。

取 $S_x=1.5\%$, $S_L=0.3\%$, $n=0.015$, $a=0.05$ m, $W=0.3$ m,汇水单元长度30 m,单幅机动车道宽度3.5 m,年径流总量控制率对应设计降雨量15 mm,计算得到不同路幅条件下,在线式和离线式生物滞留带在一个汇水单元内的最小路缘石开口长度(见表3),路缘石开口间距可以根据生物滞留带的平面分布均匀布置。

表3 一个汇水单元内路缘石开口长度

Tab.3 Length of the curbstone opening within a single catchment unit

路幅	汇水面积/ m^2	在线式生物滞留带			离线式生物滞留带		
		设计流量/ $(L\cdot s^{-1})$	开口长度(下凹5 cm)/m	开口长度(不下凹)/m	设计流量/ $(L\cdot s^{-1})$	开口长度(下凹5 cm)/m	开口长度(不下凹)/m
单幅	105	7.07	0.83	2.76	0.29	0.17	0.73
双幅	210	14.14	1.26	3.69	0.59	0.24	0.97
三幅	315	21.21	1.62	4.32	0.89	0.28	1.15

注:对于在线式生物滞留带,路缘石开口的设计流量按照汇水单元内雨水管渠设计重现期计算流量的1.5倍计;对于离线式生物滞留带,设计流量按照年径流总量控制率对应设计降雨量折算的2 h降雨历时内平均降雨强度对应计算流量的1.5倍计。

1.5 预处理设施

市政道路车行道的雨水径流含有较多的泥沙和悬浮污染物,《园林绿化工程项目规范》(GB 55014—2021)8.0.5条规定“未经净化处理的行车

道初期径流雨水不得直接排入道路绿带”。因此,收集车行道雨水径流的生物滞留带进水口必须设置预处理设施。常见的预处理设施包括沉泥井、沉泥槽、成品截污框等形式,具体见图 7。其中对于沉泥井式的预处理设施,为避免井内长时间积水,其底部可以做成透水形式。

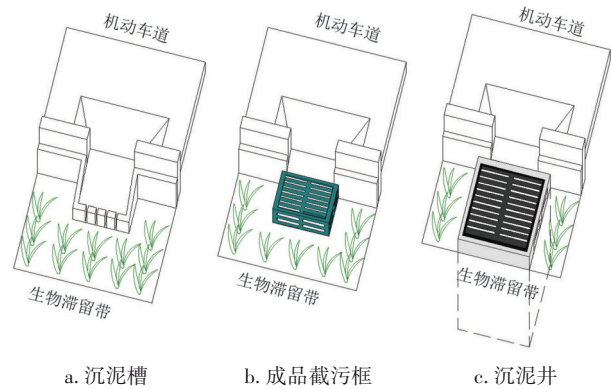


图 7 生物滞留带预处理设施示意

Fig.7 Schematics of pre-treatment facilities for bioretention swale

此外,目前在预处理设施内放置卵石的做法也较为常见,但由实践经验可知,放置卵石的预处理设施积泥后容易出现板结,清理难度较大,对运维要求较高,建议在径流污染较轻的路段使用。各种预处理设施的优缺点和适用场景见表 4。

表 4 生物滞留带预处理设施比选

Tab.4 Comparison of pre-treatment facilities for bioretention swale

预处理设施	优缺点	适用场景
沉泥井	优点:处理效果好,运维简单; 缺点:占地大,景观效果一般,造价高	适用于径流污染严重以及绿化带宽的路段
沉泥槽	优点:处理效果好,运维简单; 缺点:景观效果一般	适用于景观效果要求不高的路段
成品截污框	优点:施工简单便捷、占地小、景观效果好;缺点:处理效果一般,运维难度较大	适用于径流污染小、绿化带较窄的路段

目前预处理设施的规模大多根据经验确定,可以参考雨水塘的前置塘容积计算方法,即按照总调蓄容积的 10%~15% 进行设计。范永孟等^[8]参考国外经验提出了沉砂池尺寸的计算方法,见下式:

$$V_s = A_c R L_0 F_c \quad (11)$$

$$R = 1 - \left[1 + \frac{1}{n} \frac{v_s}{Q'/A_f} \right]^{-n} \quad (12)$$

式中: V_s 为有效容积, m^3 ; A_c 为汇水面积, hm^2 ; R 为泥沙去除率,一般取值 80%; L_0 为汇水区域内的产沙负荷,无资料时可取 $0.6 m^3/(hm^2 \cdot a)$; F_c 为泥沙沉积物清淤周期, a ; v_s 为泥沙沉降速率,粗砂(粒径 1 mm)的沉降速率为 $0.1 m/s$; Q' 为设计进水量, m^3/s ; A_f 为沉砂池有效面积, m^2 ; n 为湍流系数,可根据水力效率 λ 按 $n=1/(1-\lambda)$ 确定,一般不小于 0.5。

1.6 溢流井

溢流井主要承担生物滞留带的排水功能,对于在线式生物滞留带,溢流井通常布置于生物滞留带内的低点。为了避免在线式生物滞留带内淤堵等不利因素影响排水能力,建议在溢流井的上游 1 m 范围内布置进水口以缩短径流路径,溢流井的溢流面标高应满足最大蓄水深度的要求。

溢流井的功能和雨水口类似,其设计流量应参考雨水口的设计要求。GB 50014—2021 中 5.7.2 条规定“雨水口和雨水连接管流量应为雨水管渠设计重现期计算流量的 1.5~3.0 倍”。溢流井的排水能力主要受算子形式影响,排水能力可以按照堰流和孔口出流的形式计算^[9],具体见下式:

$$Q_w = C_w P H^{1.5} \quad (13)$$

$$Q_0 = C_0 A \sqrt{2gH} \quad (14)$$

式中: Q_w 为堰流计算流量, m^3/s ; C_w 为堰流综合流量系数,取 $1.66 m^{0.5}/s$; P 为堰宽, m ; H 为算前水深, m ; Q_0 为孔流计算流量, m^3/s ; C_0 为孔流综合流量系数,取 0.67; A 为过水面积, m^2 。

考虑到算子易被路面垃圾和杂物堵塞,计算时需考虑 0.5 的堵塞系数。此外,需要注意的是,为提高排水安全性,市政道路无绿化带区域以及排水薄弱点应根据汇水条件加强雨水口的布置,如市政道路交叉口、地块出入口、车站、竖向凹曲线附近等区域。目前市场上的溢流井算子形式较多,关于不同算子在不同淹没水深下排水能力的报道较少,需进一步研究。以最为常见的 750 mm×450 mm 的平算雨水口为例,算前水深以 50 mm 计,按堰流和孔流计算所得流量分别为 22 和 30 L/s,取 22 L/s。

1.7 植物配置

生物滞留带中会存在短时的积水,一般在 12~24 h 以内,此外,结构层加强了渗排措施,土壤的保水性变弱,大部分时间处于干旱状态,因此,在植物的选择方面应考虑采用耐旱和短时耐湿的品种。

与此同时,考虑到景观效果,应优先选取生长较高、叶面宽大以及四季常绿的地被类植物。

时涉及道路、电气、园林绿化、结构以及给水等相关专业。

2 多专业协同模式

生物滞留带设计通常以排水作为主体专业,同时涉及道路、电气、园林绿化、结构以及给水等相关专业。不同设计阶段各专业的主要设计内容和交接要点如表5所示。

表5 不同设计阶段各专业的主要设计内容和交接要点

设计阶段	主要设计流程 (排水专业)	主要设计内容(排水专业)	各专业交接要点
方案设计	确定生物滞留带类型	根据道路的基本信息、横断面情况、景观效果确定生物滞留带的类型	道路专业:提供道路基本信息、横断面等信息;绿化园林专业:复核道路景观整体风格
	确定生物滞留带断面形式	①确定生物滞留带断面形状;②与各相关专业研究断面结构,包括断面结构层材质和厚度、断面排管情况、竖向交叉处理方式;③确定路缘石靠背形式	道路专业:研定道路基础侵占绿化带处理方式;电气专业:研定信号线和路灯线排线;绿化园林专业:研定乔木树球尺寸和标高、路缘石靠背形式;结构专业:研定路灯、信号杆、指示牌基础尺寸和埋深
	核算生物滞留带的规模	根据海绵城市建设目标要求核算生物滞留带的规模,如不满足,返回第一步;直至满足要求后,进入下一阶段	
初步设计和施工图设计	确定进水口、预处理设施、溢流井等形式和构造做法	①综合比较确定进水口、预处理设施、溢流井的形式和材质;②结合道路的断面形式和水力计算确定设施尺寸规模;③根据生物滞留带的断面形式确定设施的标高	道路专业:复核路缘石开口形式并研定人行护栏的布置;绿化园林专业:复核各设施做法的景观效果并优化
	划分生物滞留带的汇水单元并确定平面布局	①综合考虑道路纵坡情况,路灯、信号杆、指示牌基础的平面布局划分汇水单元和分隔单元,并确定分隔挡水堰和过流挡水堰的平面布局;②结合乔木树球、路灯、信号杆、指示牌、消火栓和给水管线的布局确定进水口、预处理设施、溢流井的平面布局,确保排水顺畅;③市政道路无绿化带区域以及排水薄弱点应根据汇水条件加强雨水口的布置,如市政道路交叉口、地块出入口、车站、竖向凹曲线附近等区域	道路专业:研定指示牌的平面布置;电气专业:研定路灯、信号杆、设备箱和电源箱的平面布置;绿化园林专业:研定乔木的平面布置并研定植物种类;结构专业:研定路灯、信号杆、指示牌基础的平面布置和标高;给水专业:研定消火栓、阀门井及支管的布局
	确定生物滞留带与排水系统的衔接关系	根据生物滞留带的溢流井以及道路雨水口的布局,明确其与市政道路排水系统的衔接关系	

3 结语

① 市政道路生物滞留带根据不同的分类方式可以分为在线式、离线式、整体下凹式和分段下凹式等4种,设计时应根据道路的等级、设计参数、海绵城市建设目标以及景观要求因地制宜选取。

② 生物滞留带汇水单元长度建议与传统的雨水口设计保持一致,并根据道路纵坡情况,结合进水口的收水效率和生物滞留带的蓄水效率综合分析确定生物滞留带的纵坡和分隔单元,其有效调蓄容积应考虑纵坡、断面形状、植物侵占等多种因素,经综合计算后确定。

③ 生物滞留设施的断面形状应根据绿化带的净宽合理选择整体下凹的矩形或者弧形等其他形式,并应采取草石隔离带等有效防止坍塌的技术措施。生物滞留带的断面结构应综合考虑乔木树

球、路灯基础、指示牌基础以及信号杆基础的影响,合理布局。

④ 对于集中式生物滞留带的进水口建议设置导流槽,导流槽处下凹5 cm,采用HEC-22方法计算开口长度,并结合进水口的形式确定布置间距。

⑤ 挡水堰、挡墙、进水口、预处理设施、溢流井等是生物滞留带内的重要设施,应根据水力计算选定规模,并建议加强预制成品的构建和产品的研发,统一设计标准确保实施质量,并加强不同产品性能的测试研究,为设计提供依据。

⑥ 生物滞留带的设计应以排水为主体专业,道路、电气、园林绿化、结构和给水等5个相关专业在各个设计流程中应加强专业协同,确保平面不冲突、竖向保顺畅、景观相协调。

参考文献:

- [1] 住房和城乡建设部. 城市综合交通体系规划标准: GB/T 51328—2018[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2019.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development. Standard for Urban Comprehensive Transport System Planning: GB/T 51328—2018 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2019(in Chinese).
- [2] 黄丽萍, 宋仁杰, 何越, 等. 海绵试点城市道路生物滞留带的问题分析及设计优化[J]. 中国给水排水, 2023, 39(8): 89–96.
HUANG Liping, SONG Renjie, HE Yue, *et al.* Problem analysis and optimal design of bioretention swale near municipal roads in pilot sponge cities [J]. China Water & Wastewater, 2023, 39(8): 89–96 (in Chinese).
- [3] 陈汝春. 重庆海绵城市道路低影响专项设计探讨[J]. 城市道桥与防洪, 2018(5): 173–176.
CHEN Ruchun. Exploration of low impact development design for sponge city roads in Chongqing [J]. Urban Roads Bridges & Flood Control, 2018(5): 173–176(in Chinese).
- [4] 梁小光. 海绵城市建设中路沿石开口水力计算及设计优化[J]. 中国给水排水, 2018, 34(2): 42–45.
LIANG Xiaoguang. Hydraulic calculation and design optimization of curb opening in sponge city construction [J]. China Water & Wastewater, 2018, 34(2): 42–45 (in Chinese).
- [5] 张敬玉, 王建龙, 涂楠楠, 等. 低影响开发城市道路豁口前变坡方式对雨水径流截流能力的影响[J]. 给水排水, 2020, 46(3): 94–98.
ZHANG Jingyu, WANG Jianlong, TU Nannan, *et al.* Influence of slope changing mode in front of low impact development urban road curb inlet on the interception capacity of stormwater runoff [J]. Water & Wastewater Engineering, 2020, 46(3): 94–98(in Chinese).
- [6] 毛绪昱, 黄丽萍. 基于海绵城市理念的山地城市道路低影响开发设计[J]. 中国给水排水, 2016, 32(10): 81–85.
MAO Xuyu, HUANG Liping. Design of municipal roads in mountainous city using low development impact technology based on sponge city concept [J]. China Water & Wastewater, 2016, 32(10): 81–85 (in Chinese).
- [7] 李小宁, 王建龙, 赵梦圆, 等. 道路-生物滞留带豁口水力特征及设计方法研究[J]. 中国给水排水, 2019, 35(8): 1–8.
LI Xiaoning, WANG Jianlong, ZHAO Mengyuan, *et al.* Research on hydraulic characteristics and design method of road biologic-retention curb inlet [J]. China Water & Wastewater, 2019, 35(8): 1–8(in Chinese).
- [8] 范永孟, 陈人瑜, 陈垚. 生物滞留设施进水系统设计方法研究[J]. 给水排水, 2021, 47(S1): 246–252.
FAN Yongmeng, CHEN Renyu, CHEN Yao. Study on design of inlet system of bioretention facility [J]. Water & Wastewater Engineering, 2021, 47(S1): 246–252 (in Chinese).
- [9] 姚飞骏. 雨水口的流量计算方法探讨[J]. 中国给水排水, 2013, 29(14): 45–48.
YAO Feijun. Discussion on calculation method of flow rate at rainwater inlet [J]. China Water & Wastewater, 2013, 29(14): 45–48 (in Chinese).

作者简介:陈杰(1990–),男,江苏扬州人,硕士,工程师,主要从事市政工程规划设计、海绵城市建设、水环境治理领域相关工作。

E-mail:1066834839@qq.com

收稿日期:2024-10-10

修回日期:2024-11-05

(编辑:沈靖怡)