

海绵城市理念下市政道路排水设计研究

黄焕娣 王秀景

辽宁城市建设设计院有限公司

摘要:在我国城市化进程不断加快的背景下,人们对排水问题的也愈发重视,城市排水问题日益凸显,不仅与人们的生活质量息息相关,更与城市经济发展密不可分。海绵城市理念是通过规划和建设使城市在应对自然环境变化和自然灾害时可以像海绵一样富有弹性,促进城市良性水文循环,减少市政管网防洪排涝的压力,提升城市排水系统的综合能力。基于此,本文将海绵城市理念在市政道路排水设计中的重要作用出发,分析当前市政道路排水系统中存在的不足之处,重点探讨海绵城市理念在市政道路排水中的设计思路,旨在妥善解决市政道路排水问题,促进城市可持续发展。

关键词:海绵城市;市政道路;排水设计;设计研究

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.19.056

引言:在我国大力落实绿色可持续发展理念的过程中,许多新兴技术与新型理念应运而生,其中海绵城市理念对提升城市水资源利用率和抗洪排涝能力有着非凡意义。以往的市政道路排水系统采用了外排模式,将雨水快速排放,最后进行末端处理,不仅造成了严重的水资源浪费,还大幅提升了市政管网的抗洪排涝压力,不利于水资源保护和城市的有序运行。海绵城市理念的出现改变了这一现状,可以实现对雨水的吸收和储存,并运用先进的技术净化雨水,有效提升水资源利用率。

一、海绵城市理念在市政道路排水设计中的重要作用

(一) 有益于改善城市自然生态环境

在我国各行各业蓬勃发展的过程中,对自然生态环境造成了一定程度的破坏,导致城市自然生态环境问题日益严峻,与城市化建设产生了一些矛盾,制约着城市的可持续发展。随着现代社会的发展与社会精神文明的进步,生态文明建设正在被大力推进,生态文明理念也逐渐深入人心,我国作为水资源严重短缺的国家,要将水资源可持续利用作为发展目标,通过海绵城市理念的应用缓解水资源短缺现象,预防生态退化,减少环境污染。近年来我国有关部门也在积极宣传和推广海绵城市建设,各个城市在结合各地区实际发展情况的前提下制定出有效政策,并因地制宜地开展海绵城市建设,在改善城市自然生态环境的同时促进人与自然是和谐相处。

(二) 有益于提升水资源利用成效

海绵城市建设理念可以使雨水经过渗透储存和传输净化等一系列流程控制径流总量和峰值,模拟自然环境吸收储存与蒸发雨水的模式,将市政道路排水系统与自然界的雨水循环规律保持高度一致,由此可见,通过研发和应用海绵城市理念可以提升市政道路排水系统运行

效率,使得市政道路排水系统的储水能力和排水能力可以更好地满足现代化城市需求。

(三) 有益于提高城市排水系统质量

城市排水系统在对人们的生活产生了极大影响的同时,对我国的经济发展和社会稳定起到了非常重要的作用。水是人类生存发展中不可或缺的宝贵资源,而城市排水系统恰恰是为人们生活提供保障的重要基础设施。近年来,城市一体化建设被持续推动,对我国城市排水的设计规划也提出了更高的要求,部分城市在遭遇大到极端天气时往往会暴露出城市排水设施不完善的问题,市区内大面积积水给市民的生活和出行造成了极大不便,因此,提高城市排水工程建设水平刻不容缓,要着重对其重难点进行解决,为提升市民日常生活舒适度,加快城市整体运行效率而努力。

二、当前市政道路排水系统中存在的不足之处

(一) 排水设施陈旧,维护难度较高

据相关调查研究显示,如今市政排水系统管道直径较窄,已无法满足城市的实际排水需求,在长期的运行过程中缺少定期的维护工作,导致排水设施老化现象严重。与此同时,部分以往的排水系统规划科学性不足,在不同时期都出现搭接混乱现象。例如,将原本的雨水落水管改造成生活污水管,造成雨水落水管中混入生活污水,打乱了市政道路原有的排水系统。另外,一些城市工厂由于各种原因,将原本设计规划好的污水管作为废水管,导致生产车间中流出的生产废水进入城市的污水系统,严重破坏城市水资源,或是将原本的废水管私自搭接成污水管,使生产过程中产生的污水流入原本的雨水系统,进一步造成了雨污水混流。

(二) 雨污合流严重,水资源利用不当

通常大多数工程项目都采用水泥混凝土材料进行施工,在遭遇降水后会多余水分全部排出,导致了水资源利用不当,不利于缓解城市水资源压力,特别是对于我国严重干旱地区,降水量常年不足,如果不能合理利用雨水,将会加大水资源匮乏程度。除此之外,许多城市存在排水设施严重老化现象,雨水污水系统合流情况严重,进一步提升了施工改造的难度,需要投入更多的改造成本。

(三) 适应能力差,极端天气应对能力差

在温室效应和热岛效应加剧的今天,全球极端天气发生概率直线上升,短时间强降雨和局部强降雨等极端天气一旦发生,将会对城市排水系统造成巨大威胁,特别是对于我国降水较为集中的长江中下游地区,如果排水系统性能不足,极易引发城市内涝灾害,为人们的出

行带来诸多不便,严重时甚至还会引发供电中断和通讯中断。

三、海绵城市理念在市政道路排水中的设计思路

(一) 行车主干道基础部分

海绵城市理念下,市政道路行车主干道部分建议采用透水路面代替非透水性路面,并做好道路表面的坡度设计,原因是非透水性路面即使可以提升车辆在市政道路上行驶的安全性,但容易导致道路大面积积水,如果采用透水路面形式可以有效减少道路表层积水,并且市政道路表面的坡度设计可以将雨水收集起来,提升雨水利用率。如今大多数海绵城市道路横坡坡度设计控制再1.0%至1.5%之间。

(二) 城市绿化带排水系统部分

当下,城市不断向前发展在很大程度上破坏了自然生态环境的稳定,对其造成了巨大的污染与负面影响,自然生态环境的严重失衡势必会引发自然灾害,将会对人们的生命财产安全造成巨大威胁。比如说,我国水资源历来呈现南多北少、东多西少的分布情况,如今南方洪涝、北方干旱的情况愈演愈烈,南方地区降水将逐渐增加,对城市排水系统中的防洪排涝系统提出了更高的要求。因此,市政排水系统工程要将绿化带排水系统设计作为重要环节,做好顶层设计,保证再出现降雨后可以将雨水流入绿化带内,最终将雨水汇集于雨水口位置。通常绿化带的高度设计要精确控制在十五公分以上,二十公分以下,雨水口的高度要控制在绿化带土壤高度以上,路面高度以下,并严格按照城市实际需求与规范要求蓄水层、覆盖层、种植层和砂砾层,并且要将溢流管安装于蓄水层,将穿孔管安装于砂砾层,借助于缓冲滞蓄或水体过滤等形式有效过滤雨水,保证雨水可以经过地下土层进入地下水体,从而满足倒流系统要求和渗入标准,将部分雨水储存于绿地中,多余降水被溢流系统消除,避免出现洪涝灾害。

(三) 城市道路人行道部分

为同时满足城市人行道路的舒适性和安全性,建议采用透水铺装作业方式进行人行道设计施工,将雨水自然流入地下水中,有效调节人行道路面的湿度和稳定性,降低人行道积水现象发生概率。比如采用透水砖进行人行道路的铺设。与此同时,在进行市政道路人行道设计时,需要全面考虑到土壤区域的渗水性,如果渗水性较差,将会影响雨水的渗透率,因此,还需要在结构层内设置排水管道并进行人行道坡度设计。

(四) 市政道路路面与结构内部排水部分

市政道路宽度设计直接影响排水系统性能,因此要加强路面宽度与结构内部排水设计。首先来说路面宽度,路面宽度市政部分结合城市实际情况进行方案设计,而不是为了盲目提升排水能力随意进行调整和改变的。如果市政路面结构的宽度较大,需要在道路两边分别设置雨水口,减少雨水在路面上的停留时间,提升路面排水效果,大大避免了路面积水情况的出现。而如果

市政路面结构宽度不足,可以采用单坡排水点形式,借助于市政道路横向管道实现排水。基于海绵城市设计理念,市政路面的通透效果大幅提升,但缺点在于容易产生裂缝,也会对路面排水造成不利影响,所以还需要再设计和施工过程中选择合适的路面施工材料和路面结构,将路面坡度的作用最大化,提升排水效果,改善城市环境。

(五) 市政道路路基排水部分

应在充分了解市政路基、路面结构的前提下选择最合理的路面排水方案,如果市政道路原本路基结构的透水性不足,在正式开展施工规划前需要通过晾晒或碾压的方式对路基结构进行处理,如果通过上述方式仍然无法提升排水效果,可以采用换填方式,如果路基地质条件较差,可以采用真空处理提升提升路基的强度性能。

(六) 附属设施设计部分

市政道路附属设施设计部分包括路缘石和路肩两部分。第一,路缘石是市政道路排水系统中的重要组成部分,可以将其分为立缘石和平缘石两种不同类型,立缘石比周围地表高度略微高出一部分,雨水漫流后会集中在雨水口附近,但需要特别注意的是,如果无法利用立缘石使雨水顺利流入绿化带内,可以对立缘石进行打孔,或者采用隔式立缘石方式。平缘石与周围地面高度一致,可以保证雨水顺利流入绿化带和雨水口当中,减少路面积水。第二,路肩边沟。路肩边沟施工建设大多采用水泥混凝土材料,但这种施工材料不仅美观性较差,还常常引发雨水堵塞,为有效解决这一现象,可以运用植草沟,将生命力较强的植被种植于地表沟渠,有效收集雨水,并提升雨水净化效果。

(七) 衔接带设计部分

可以将衔接带作为连接市政路面和绿化带的纽带,在对这部分进行设计时,需要全面考虑区域内的气候条件和绿化带形式,选择合适的施工技术和衔接方式,科学运用源头渗透、中途渗透以及末端储存等技术,通过植草沟和调节塘对雨水进行收集。为进一步提升雨水水质,对于我国降水量较大的地区可以运用截污净化技术,而降水量较少的地区首先需要考虑的是雨水的回收率和利用率。

四、海绵城市理念在市政道路排水中的设计案例

某城市道路为南北向城市次干道,道路红线为40米,道路下垫面包括8580m²沥青路面、7800m²绿地、4680m²透水铺装;该道路定位为海绵城市道路,同时打造东西两侧景观带。根据规划,该片区年径流总量控制率为80%,此市政道路年径流总量控制率为65%,对应降雨量18.7mm;经计算,海绵城市设施渗透调蓄雨水总容积需达到300m³,方能满足年径流总量控制率要求。

(一) 年径流总量控制率计算

(1) 低影响开发设施以径流总量和径流污染为控制目标进行设计时,设施具有的调蓄容积一般应满足“单位面积控制容积”的指标要求。设计调蓄容积一般

采用容积法进行计算:

$$V=10H\psi F$$

式中: V -设计调蓄容积, m^3 ; H -设计降雨量, mm ;

ψ -综合雨量径流系数;

F -汇水面积, hm^2 。

(2) 以渗透为主要功能的设施规模计算, 对于生物滞留设施、渗透塘、渗井等顶部或结构内部有蓄水空间的渗透设施, 设施规模应按照以下方法进行计算:

a. 渗透设施有效调蓄容积按下式进行计算 $V_s=V-W_p$

式中: V_s -渗透设施的有效调蓄容积, 包括设施顶部和结构内部蓄水空间的容积, m^3 ;

V -渗透设施进水量, m^3 ; W_p -渗透量, m^3 。

b. 渗透设施渗透量按下式进行计算: $W_p=KJAst_s$

式中: W_p -渗透量, m^3 ; K -土壤(原土)渗透系数, m/s ;

J -水力坡降, 一般可取 $J=1$; A_s -有效渗透面积, m^2 ;

t_s -渗透时间, s , 指降雨过程中设施的渗透历时, 一般可取 $2h$ 。

(二) 具体海绵措施

(1) 生物滞留设施

在道路地势较低的区域, 通过植物、土壤和微生物系统蓄渗、净化作用减小雨水径流。

滞留式绿化带生物和生态树池设置种植土, 种植土的上部设有陶粒, 种植土的下部依次设有过滤土层和砾石, 砾石的底部设置管径为 $DN150$ 的穿孔排水管, 穿孔管的下部可增设一定厚度的砾石调蓄层, 砾石应洗净且粒径不小于穿孔管的开孔孔径。

(2) 下沉式绿地

在绿化带实施时设计下沉式绿地进行雨水收集。较普通绿化而言, 下沉式绿地利用下沉空间充分蓄集雨水, 增加了雨水入渗时间。具有渗蓄雨水、削减洪峰流量、减轻地表径流污染等优点。下沉式绿地汇集周围道路、建筑物等区域产生的雨水, 下凹深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性确定, 一般下凹 $10\sim 25cm$ 左右, 雨水溢流口设置在下沉式绿地中, 保证暴雨时径流的溢流排放, 溢流口高程高于绿地 $5\sim 10cm$, 且低于硬化地面高程。

下凹绿地面积计算:

道路下垫面分布包括 8580 平米沥青路面、 7800 平米绿地、 4680 平米透水铺装;

根据容积法对该条道路所需调蓄水量进行计算:

$$V=10H\psi F$$

综合雨量径流系数 = $(8580 \times 0.8 + 4680 \times 0.15 + 7800 \times 0.08) / (8580 + 7800 + 4680) = 0.389$

经计算下凹绿地调蓄容积为 $154m^3$, 下凹绿地设计深度为 $15cm$, 下凹绿地面积为 $1026m^2$ 。

(3) 透水铺装

绿地范围内通过调整绿地竖向, 并对人行道、景观园路采用透水性铺装材料, 透水铺装具有多孔结构, 从

源头将雨水留下来然后“渗”下去。从而避免地表径流, 减少下游市政管网压力, 同时涵养地下水, 补充地下水水源, 通过土壤净化水质, 改善城市微气候。此道路透水铺装面积为 $0.47ha$ 。

(4) 路牙石开口

对生态设施周围环境进行竖向调整, 利用坡度进行区域内的雨水蓄调。坡度设定角度为 $5^\circ \sim 10^\circ$ 较为适当, 可以确保雨水形成自流, 进入雨水调蓄系统当中。在生态调蓄池附近的路牙石设置标准要参考降雨量, 确定具体的开口数量。选择适合的开口宽度, 同时在开口位置设置相应的缓冲带, 减慢流速, 防止出现异物堵塞问题。雨水可以通过侧石过水孔进入到绿化带, 这些雨水可以用于市政道路植物的灌溉, 同时还能达到涵养地下水的效果, 实现了雨水资源的综合利用。

(5) 初期雨水弃流设施

初期雨水一般指地面 $10\sim 15mm$ 厚已形成的地表径流的降水, 因降雨初期雨水溶解了空气中大量的汽车尾气、工业废气和酸性气体使其含有较多污染物, 若经雨水管道直接排入河道, 给水环境造成污水, 需经收集并处理后才能排放。初期雨水可通过弃流井收集, 收集后的初期雨水排至污水管道, 后进入污水处理厂进行处理排放。

结束语: 综上所述, 随着社会主义现代化进程步伐的不断加快, 我国城市人口不断壮大, 各地工业以迅猛态势不断发展, 城市总用水量呈逐年递增趋势, 导致城市水资源匮乏和利用率不足等状况愈演愈烈。为有效维护城市生态环境和谐稳定, 促进城市可持续发展, 市政道路排水工程必须要进行科学合理的规划设计, 解决城市水资源开发与利用问题。基于海绵城市理念, 可以在改善城市自然生态环境的同时提升水资源利用成效, 促进城市排水系统质量的提升。

参考文献

- [1] 王旭阳, 耿适为, 王冬, 董志虎. 海绵城市理念下市政道路排水设计及关键问题探讨[J]. 给水排水, 2022, 58(S1): 569-573.
- [2] 黄韬, 郭海鸥. 基于海绵城市视角下的市政道路排水设计思路[J]. 智能建筑与智慧城市, 2022(04): 169-171.
- [3] 秦成龙, 虞潮洋. 海绵城市理念在市政道路排水施工中的应用分析[J]. 智能建筑与智慧城市, 2021(09): 166-167.
- [4] 姚坤发. 海绵城市理念视域下的市政道路排水设计研究[J]. 砖瓦, 2021(09): 65-66.
- [5] 李芳. “海绵城市”理念下市政道路景观设计研究——以R市A大道为例[J]. 绿色科技, 2021, 23(11): 72-73+80.
- [6] 王伟, 刘珊. 基于海绵城市的城市市政道路排水系统规划设计[J]. 工程技术研究, 2020, 5(15): 217-218.