

海绵城市理念在北方地区市政道路设计中的应用

张孝, 刘旺, 罗琼

(呼和浩特市市政工程设计研究院有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010070)

摘要: 随着现代经济发展,城市化进程不断加快。为减少因土地硬化造成的城市雨水排水能力不足问题,促进城市雨水收集利用,“海绵城市”理念逐步应用在城市建设各行业中,而北方城市受气候因素影响,其海绵城市建设具有一定特殊性。市政道路作为城市交通运输载体,是连接各区块的重要组成部分。通过分析北方地区海绵道路建设特殊性,提出了北方地区海绵道路设计影响因素,总结了北方地区海绵道路设计要点,最终以呼和浩特市东站南路为例,介绍了北方地区海绵道路设计内容,以期为北方地区海绵道路设计和建设提供经验和借鉴。

关键词: 海绵城市;海绵道路;北方地区;市政道路设计

中图分类号: U412.37

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)03-0028-04

0 引言

为改善城市水循环,我国先后推出一批城市进行“海绵城市”试点建设,以期为其他城市提供可复制、可推广的经验和模式。然而,在试点城市中,北方城市相对较少,导致可供北方地区应用的海绵城市建设经验尤为稀缺。北方冬季气候寒冷,季节性冻土层达到1~3 m,许多标准的海绵做法和措施在北方尤其是严寒地区并不适用,需要在现有经验基础上探索一种北方地区特有的海绵城市建设模式。

城市市政道路既是城市交通运输的载体,又是海绵城市建设的重要组成部分。本文通过分析北方地区海绵城市道路建设的特殊性,总结了北方地区海绵道路设计的影响因素,提出了北方地区海绵道路设计要点,最终以呼和浩特市市政道路工程为依托,将“海绵城市”理念运用到市政道路工程建设中,以期为北方地区海绵城市道路建设提供参考。

1 海绵道路

海绵城市作为一种全新的城市建设理念,在实现各项调蓄水功能的同时,能够促进城市生态环境的发展,有利于城市水循环,是我国城市今后重要的发展方向。海绵道路是在满足基本功能的前提下,应用不同海绵技术措施,通过有组织的汇流与转输,经截污等预处理后引入道路红线内或红线外绿地内,

并通过设置在绿地内的以雨水渗透、储存、调节等为主要功能的海绵设施进行处理,改善城市道路和周边生态环境(见图1)。

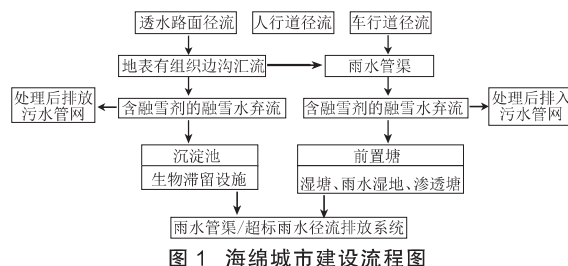


图1 海绵城市建设流程图

2 北方地区海绵道路建设的特殊性

由近年来的海绵城市建设经验可知,我国南北地区区间存在较大差异,北方地区寒冷干燥的气候特点给北方地区海绵城市,尤其是海绵道路建设带来重要影响。

(1)四季分明,年降水集中。北方地区一年四季分明,春季少雨干旱,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥。年降水量多在400~800 mm,降水集中在7—8月,多暴雨。

(2)道路冻胀翻浆病害普遍。北方冬季严寒的气候特点使道路冻胀翻浆病害普遍。在季节冻土地区,随着气温的下降,土体温度降到土中孔隙水结晶点时,导致土体发生冻胀。到了春季,随着气温的上升,冻结后的土体从上层开始融化,但冻土层下层尚未消融,水分无法下渗,使土体含水量增大,导致强度降低。一旦土体中的冰消融成水,而土体又未能完全排水固结,就会出现道路翻浆冒泥等现象。

(3)融雪剂的使用破坏了土壤结构。北方地区融

收稿日期: 2020-07-23

作者简介: 张孝(1988—),男,本科,工程师,从事道路工程设计工作。

雪剂的大量使用破坏了土壤结构,降低了土壤的渗透性,导致海绵设施中植被生存非常困难。并且融雪剂含有的氯化物可能会污染地下水,对环境产生不利影响。

(4)道路周边的绿色海绵体匮乏。海绵道路建设的基础为海绵体,包括城市水系和基础设施两类。目前北方城市城区内绿化率总体较低,且普遍缺少绿色海绵体。

3 北方地区海绵道路设计的影响因素

结合国内外海绵城市建设经验和北方地区海绵道路建设的特殊性,北方地区海绵道路设计需要考虑的因素较多,特别是气候条件、降雨量特点、土壤渗透性、路面结构是否抗冻,以及周边环境是否存在排水设施等。

3.1 海绵设施冻胀影响

北方严寒气候对道路使用造成的影响主要表现在两个方面:(1)海绵设施管道冻结将影响调蓄、净化效果,同时也对设施维修或更换带来负担。(2)长期的冻融循环将改变设施内部的孔隙度,从而降低海绵设施对污染物的去除效果。

3.2 土壤渗透性影响

冬季降雪量较大,路面渗透能力弱,容易产生冻胀破坏。同时积雪在冬季不能够全部融化,部分积雪会积存到春季并在短时间内融化,从而形成大量径流,而此时地面的表层土壤可能还未完全解冻,土壤渗透性降低,下渗量有限。

3.3 季节性降雨影响

北方地区受气候影响,存在明显季节性积水特征。道路市政管网的设计不应仅简单地通过增大雨水管径来解决城市积水,而应结合周边环境,充分利用透水铺装、下凹式绿地、雨水花园等海绵设施,减少地表径流总量,缓解市政管网的排水压力。

3.4 透水路面结构孔隙易堵塞影响

北方地区春季风沙较大,冬季气温较低。低温下的车辆发动机效率较低而产生较多污染物、冬季融雪剂的使用和春季风沙等,均易造成透水路面结构的孔隙堵塞。

3.5 周边海绵设施匮乏影响

海绵城市建设是系统工程,海绵道路功能的发挥离不开周边海绵设施的建设。然而,北方城市海绵设施普遍较少,多数城区道路周边无建设条件,造成

海绵道路设计和建设多为试点、示范工程,无法大规模推广。

4 北方地区海绵道路设计要点

通过北方地区海绵道路设计影响分析,北方地区海绵道路设计应结合北方地区气候、降雨等特点,针对性地选取海绵道路建设技术与经验,因地制宜、因势利导地展开海绵城市道路建设。

4.1 合理制定海绵道路设计目标

北方地区受气候影响,城市道路海绵城市控制目标应以削减地表径流与控制面源污染为主,以雨水收集利用为辅。北方地区机动车道雨水多以调蓄排放为主,人行道雨水多以入渗为主。

4.2 道路断面优化设计

通过断面优化,合理设置中分带和侧分带宽度,并充分利用道路纵断面,让积水能够在短时间内流入标高较低节点或侧分带内,进而进行统一的收集和处理。在道路两旁的绿化带处设置相应的排水管,下雨时,雨水可通过排水管实现绿化浇灌。待土壤湿度达到一定程度时,再通过管道排放到相应的地下排水系统中,以实现水资源的有效、合理利用。

4.3 透水铺装设计

受北方地区冻融影响,车行道透水设计应经过试验和经济性比选后,慎重选用。透水性人行道是海绵道路建设中重要的技术选择之一。透水性人行道是指能使降水通过空隙率较高、透水性能良好的道路结构层,直接渗入土基中,从而将雨水还原为土壤水的人行道^[1]。对于年降雨量较少、年际不均、风沙大的北方地区,透水路面的孔隙容易堵塞,一般优先考虑使用透水砖铺装和透水水泥混凝土铺装^[2]。

4.4 冻胀处理

北方地区可适当考虑增加管道壁厚和埋深以防冻胀。在设计时,需注重对海绵设施材料选取和管道保护,确保海绵设施的有效应用。同时,管道铺设完毕后,可用砂或砾石进行回填,粗粒度的材料不易发生冻胀。

5 呼和浩特市海绵城市道路设计应用

5.1 呼和浩特市概况

呼和浩特属典型的蒙古高原大陆性气候,四季气候变化明显,年温差和日温差均较大。气候主要特点为:春季干燥多风,冷暖变化剧烈;夏季短暂、炎热、少雨;秋季降温迅速,常有霜冻;冬季漫长、严寒、

少雪。年平均降水量为 335.2 ~ 534.6 mm,且主要集中在 7—8 月。

根据《国务院办公厅关于推进海绵城市建设的指导意见》(国办发[2015]75 号)和住建部《海绵城市建设指南》要求,呼和浩特市委、市政府高度重视海绵城市建设工作,于 2015 年和 2016 年两次申报海绵城市建设试点城市,始终按照海绵城市目标不断强化城市基础设施建设和管理,加大道路、绿地、水系等生态系统对雨水消纳和利用功能,努力将呼和浩特建设成为生态安全、美丽宜居的草原都市。

5.2 呼和浩特市海绵城市道路设计应用

5.2.1 项目概况

呼和浩特市东站南路规划为城市次干路,位于火车东客站南广场。本工程南起机场高速北辅路,北至车站南街,实施长度为 342.308 m,规划红线宽度 40 m,设计速度为 40 km/h。在进行路面承载能力计算时采用的路面设计荷载为 BZZ-100 标准车荷载,沥青路面的设计使用年限为 15 a。

东站南路是呼和浩特市火车东站与市区联系的重要通道,也是呼和浩特市路网中重要的集散通道之一。根据片区规划,东站南路两侧均为绿地,本工程基于火车东客站南广场片区绿地改造,设计为海绵型道路。

此次道路设计考虑到北方城市冬季气温低,道路存在冻融破坏这一客观条件,如果全部采用透水结构,一旦水在路基深处结冻,将对道路造成严重的冻融破坏,同时目前北方尤其是严寒城市车行道采用透水结构还不成熟,因此此次车行道设计不采用透水结构,人行道设计全部采用了环保型透水路面结构。

5.2.2 海绵道路设计方案

(1) 道路横断面设计

道路红线宽度为 40 m,横断面设置为单幅路形式,双向 4 车道。车行道两侧设置较宽设施带,便于收集车行道路面雨水。具体横断面布置形式为:5 m (人行道)+4 m (设施带)+3.5 m (非机动车道)+15 m (车行道)+3.5 m (非机动车道)+4 m (设施带)+5 m (人行道)=40 m (见图 2)。

(2) 道路纵、横坡设计

道路纵坡均大于 0.3%。

道路横坡设计为车行道单向 2% 三次抛物线路拱,横坡朝向外侧;人行道单向 1% 直线路拱,横坡朝

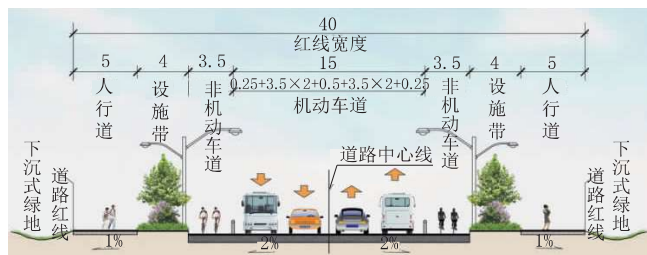


图2 东站南路横断面布置图

向外侧。

(3) 道路排水设计

本工程充分考虑海绵道路设计理念,在车行道两侧设置排水口,路面雨水通过道路横坡流向排水口汇入设施带内,继而通过设施带的过滤设施浇灌设施带内植物。当雨水高于设施带内的排水管口高度时,超标雨水通过人行道雨水管汇入道路两侧下沉式绿地中。人行道设置外侧坡度,将人行道上未下渗的雨水排入道路两侧下沉式绿地中。

东站南路排水断面设计图,见图 3。



图3 东站南路排水断面设计图

a. 下沉式绿化带

在进行绿化带中心标高设计时,依据两边路面的设计标高,将其标高低于两侧路面设计标高。并且在进行排水口的标高设计时,将其值定在绿化带的标高和路面标高两者的范围之内,从而使汇水区域的雨水能够流入绿化带内。待绿化带内土壤达到一定的湿润度后,剩余的雨水从相关的排水管排出。本工程设施带和道路两侧绿地都设计为下沉式,下沉式绿化带的地面标高设计为低于两侧路缘石 20~25cm,并在最低点设置卵石带(见图 4)。

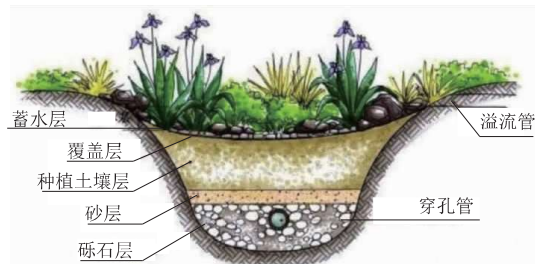


图4 下沉式绿地设计图

b. 排水口

在路段上,为引导雨水进入下沉式绿化带,在路

侧平均每隔 25 m 设置一处排水口,同步设置复合砂基拦污过滤槽,拦截进入绿化带的颗粒污染物。

在交叉口附近,布置双联立篦式雨水口,降雨量大时将雨水引入排水管道,防止交叉口积水过多。雨水口应设在道路汇水点处,立算式雨水口进水孔底面低于附近路面 100 mm。

(4)透水铺装结构厚度计算

为保证透水性,人行道路面结构满足透水、储水功能的要求,路面结构层总厚度的计算按下列公式进行透水结构厚度计算:

$$H=(0.1i-3600q)t/(60V)$$

式中: H 为透水铺装结构厚度(不包括垫层的厚度),cm; i 为地区设计降雨强度,mm/h; q 为土基的平均渗透系数,cm/s; t 为降雨持续时间,min; V 为透水铺装结构层的平均有效孔隙率,%。

经计算,该透水人行道无停车荷载的结构层厚度应不小于 35.5 cm。

(5)透水人行道路面结构层设计

为减少透水路面孔隙堵塞影响,本次透水人行道采用彩色混凝土面层,使用的无机色料应具有良好的耐高温、耐紫外线和耐久性等功能。综合考虑承载能力、透水储水能力和抗冻性的要求,东站南路透水性人行道路面结构设计具体见表 1。

6 结 语

本文通过分析北方地区海绵道路建设影响因

表 1 构层设计方案

厚度 /cm	材料
3	透水整体路面(色彩面层)粒径 3~5 mm
5	透水整体路面(色彩底层)粒径 10~20 mm
2	粗砂找平层
	透水土工布
30	级配碎石层
总厚:40 cm	

素,总结了北方地区海绵道路设计要点,并以呼和浩特市东站南路道路工程设计为例,在道路的纵横断面、路面材料和排水设施的设计等方面融入了海绵城市 and 海绵道路发展理念,促进城市雨水收集,降低洪涝灾害对城市的影响,提升整个城市的空间环境建设。

研究成果不仅为类似工程建设与相关技术标准的制定提供技术依据,而且为北方地区海绵城市的设计提供理论指导,以期为北方地区海绵城市建设提供借鉴。

参考文献:

[1] 张玉轻,付裕,等.透水性人行道在阜石路工程中的设计应用研究[J].市政技术,2009,27(4):329-331,335.
[2] 张宝芸,董雷.北方地区海绵城市道路系统设计探究——以大连市生态养老示范区为例[J].沈阳建筑大学学报(社会科学版),2019,21(4):346.

(上接第 27 页)

[5] 袁壮.城市中心区立体停车库设计研究[D].长沙:湖南大学,2010.

[6] 方创琳,马海涛.新型城镇化背景下中国的新区建设与土地集约利用[J].中国土地科学,2013(7):2,6-11.

[7] 李茜.《上海市城市总体规划(2016—2040)》草案公示[J].城市轨道交通研究,2016(9):9.

[8] 陈志龙,张平.城市地下停车系统规划与设计[M].南京:东南大学出版社,2014.

[9] 钱七虎.城市可持续发展与地下空间开发利用[J].地下空间,1998(2):69-74,126.

[10] 中国重型机械工业协会,停车设备管理委员会.机械式立体停车库[M].北京:海洋出版社,2001.

[11] 王梅.智能立体停车库的发展前景[J].城市公用事业,2013(2):1-5.

[12] 董玉荣,聂云峰.基于 NB-IoT 的智慧停车系统研究与设计[J].南昌航空大学学报(自然科学版),2017,31(3):95-99.