



图书在版编目(CIP)数据

海绵城市景观工程图集/俞孔坚,张锦等著. —北京:中国建筑工业出版社,2017.8 ISBN 978-7-112-21143-2

I. ①海··· II. ①俞···②张··· III. ①城市景观—景观设计—中国—图集 IV. ①TU—856

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第207161号

责任编辑:郑淮兵 马 彦 责任校对:焦 乐 王雪竹

海绵城市景观工程图集

俞孔坚 张锦 等著

中国建筑工业出版社出版、发行(北京海淀三里河路9号) 各地新华书店、建筑书店经销 北京土人城市规划设计有限公司制版 北京顺诚彩色印刷有限公司印刷

开本: 880×1230毫米 横1/16 印张: 23 字数: 590千字

2017年8月第一版 2017年8月第一次印刷

定价: 158.00 元

ISBN 978-7-112-21143-2

(30706)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

编委会

主 编: 俞孔坚 张 锦

编委会成员: 张志文 刘德华 魏 烨 庞 伟 彭德胜

张慧勇 邵 飞 王树祥 张梦月 孙家良 封显俊 苏 欣 黄锦宜 李 瑾 张亚奇

李全冬 曹明宇 吴 本 俞伏敏 杨峥嵘

郑 晖 乔龙飞 龙伟湛 闫 斌 石 春

吴 頔 徐兴中 王玉瑜 林 里 龚 瑶 贾 军 曾 真 丛 鑫 刘向军 边文光

张 媛 李江涛 金 磊 陈 娆 王书芬

刘 杰 吴晓丹 俞宏前 方 渊 李 青

陈 希 班明辉 周 鹏 王 欣 朱 峰

林国雄 张 喻 郑军彦 俞文宇 杨学宾 刘倩颖 刘玉杰 陈 梦 王 冬 潘克宁

邱 宇 李向华 刘昌林 宁维晶 文航舰

作者简介

俞孔坚

美国艺术与科学院院士 哈佛大学设计学博士 罗马大学名誉博士 北京大学建筑与景观设计学院院长 国家教育部长江学者特聘教授 国家中组部"千人计划"专家

1997年回国后创办了北京大学建筑与景观设计学院,和具有500多人规模的国际知名甲级规划设计院一土人设计(Turenscape)。发表著作25部,论文300余篇。他提出城市建设需要一场"大脚革命",并开创了生态安全格局、"反规划"理论和方法,并系统地应用于国土、区域和城市的规划设计实践;通过建立生态基础设施来综合解决生态环境问题,包括城市防洪和雨洪管理、"海绵城市"建设和城市生态修复;他领导的团队实验设计了一系列可复制的工程范例,在中外200多个城市推广,这些设计作品以生态性和艺术性的完美结合享誉国际,曾12度获全美景观设计奖,4次获世界建筑节全球最佳景观奖,3次获国际建筑奖,并获ULI全球杰出奖和第十届中国美展金奖等国内外重要奖项。他60余次被国际景观设计师联盟,美国景观设计师协会等国际大型会议邀请作为大会的主旨演讲人。曾任Aga Kahn世界建筑奖评委和指导委员会委员,世界建筑节奖终审委员会委员。国际知名专家及主流媒体对其作品的独立评论达1000多篇次。他成为国家建设部、国家国土资源部、国家文物局、北京市等政府专家顾问。任国家建设部海绵城市技术委员会副主任,被中央组织部、中央宣传部、中央统战部联合授予"留学回国人员成就奖",被国务院侨办授予"首届华侨华人专业人士杰出创业奖"。

前言

北京土人城市规划设计有限公司(以下称"土人设计"Turenscape)由美国艺术与科学院院士、美国哈佛大学博士、北京大学建筑与景观设计学院教授俞孔坚创办于1998年初。土人设计从成立之初就将景观设计定位于以解决城乡生态环境问题作为核心任务和目标的科学和艺术。关于海绵城市和生态治水的理论研究和实践,一直是土人设计在国际同行中获得高度认同并在国际上屡屡获得大奖的核心竞争力之一。

早在1999年设计的中山岐江公园中,土人设计就水位变化的对湖岸设计提出了弹性策略一栈桥的生态堤岸(俞孔坚,胡海波, 李健宏,2002):2000年,在北京中关村生命科学园规划设计中,采用了人工湿地收集雨水和净化中水的绿地系统,被称为大地生 命的细胞(俞孔坚,张东等,2001: 俞孔坚,李迪华,孟亚凡):2002年,在对浙江台州永宁江进行生态修复中,提出"与洪水为 友"的理念,大胆尝试了将水泥防洪堤砸掉,并用更具适应性的生态防洪堤和乡土野草护坡取而代之,河床底部也恢复了深潭浅 滩的动植物栖息地(俞孔坚,刘玉杰,刘东云,2005)。这一策略在2010年设计并于2014年建成的金华燕尾洲公园中,得到更大胆 的应用(俞孔坚,俞宏前,宋昱,周水明,2015);2003年,在沈阳建筑大学的校园设计中,通过校园雨水收集,来灌溉校园稻田 (俞孔坚, 韩毅, 韩晓晔, 2005); 在2005年的秦皇岛汤河公园二期设计中, 作者探讨了用最少的干预, 避免水泥堤坝工程, 通过 引入一条红飘带(500米长的座凳),而将河漫滩完整保留,并成功地将荒野的自然河道转变为市民热爱的城市公园(俞孔坚,陈 晨, 牛静, 2007)。2005年, 在进行北京国际关系学院的整体校园景观改造中, 系统运用了生态雨洪管理的理念和技术, 对建筑四 周的散水、道路两侧的绿地、以及校园内部的广场和停车场都进行了可渗透的生态设计。同期,中共中央党校的东部园区进行了 生态改造,引入了绿色海绵和生态雨洪管理的理念,砸掉了其中水系的水泥硬化水岸,恢复了滨水生境,并引入大量可渗透的活 动场地(俞孔坚, 石春, 尤文元, 2007): 2007年的天津桥园湿地系统, 通过简单的填挖方, 形成泡状生态海绵体, 收集雨水, 在 解决城市内涝的同时,进行城市棕地的生态修复,发挥综合的生态系统服务(俞孔坚,石春,文航舰,2006);类似的绿色海绵工 程也在秦皇岛滨海生态修复中得到成功应用(俞孔坚,凌世红,刘向军,2009)。在2010年上海世博会后滩公园中,将景观作为生 命系统,实验设计了加强型人工湿地净化系统,利用20年一遇的河漫滩,将黄浦江的劣五类水净化为三类水,同时营造了一个具 有多种生态系统服务功能的城市开放空间(俞孔坚, 2010)。2007年设计的辽宁司法干部学院、2009年开始设计的六盘水明湖湿地 公园和水城河生态修复,都采用了让水流慢下来的雨洪管理措施,起到了非常好的效果(俞孔坚,张慧勇,文航舰,2012:中国美 术家协会环境设计艺术委员会, 2014)。

2012年8月25日,中央电视台《新闻调查》用了近一个小时时间,播出了《会呼吸的河道》,系统介绍了土人设计的秦皇岛护城河公园、迁安三里河公园等多个案例(中国城市科学研究会,2012),详细介绍了将水泥硬化的河道修复为城市绿色海绵系统的生态理念;同年10月,哈尔滨市群力国家城市湿地公园获得2012年度ASLA杰出奖(俞孔坚,2012),并在央视《新闻联播》中播出了颁奖新闻和国际同行对其所作的高度评价。这两个在黄金时段播出的央视节目,时值北京7.21洪涝灾害之后,作为重要舆情,立即引起了全国和中央领导人的关注,这对"海绵城市"理念引起中央决策层的注意,起到了关键性的作用。2016年12月10日,在三亚召开"城市双修"工作现场会,土人设计完成的三亚水系规划和主要道路设计、东岸湿地公园和红树林湿地公园等,成为海绵城市建设和生态修复范例,向全国推广。而在将近20年的历程中,土人设计创新设计了一系列海绵城市技术模块,并拥有15项相关发明专利和使用新型专利,在全国200多个城市的近2000多个项目中的得到广泛应用。本图集是集土人设计近20年的"海绵城市"景观设计的一些技术探索之集成,在俞孔坚首席设计师的主持下,历经三年的酝酿、通过反复筛选、优化和多名经验丰富的高级工程师的审查,终于编制完成。目的是希望土人设计将近20年的探索,能给全国的同行提供借鉴,也希望获得同行的批评指正,以便共同为中国的海绵城市建设,为城市生态修复和营造美丽的人居环境,建立起一套能将科学与艺术相结合的技术体系。

本图集内容主要针对景观工程设计行业的相关人群使用,适用于景观初步设计和施工图设计,具有较高的参考价值。

本图集主要分为两个章节和一个附录共三部分。第一章"海绵城市景观工程设计图"主要归纳土人设计多年来具有代表性的海绵城市设计案例的节点详图,包括正在建设中的和研究中的节点详图;第二章"海绵城市对应建成实景"主要针对第一章的内容,呈现出海绵城市设计案例建成后的实景效果;"附录"部分主要摘自海绵城市设计中常用的国家规范标准的数据,为设计师提供方便快捷的查阅方式。

由于本图集的海绵设施节点详图取自实际工程中的施工图,并不一定适用于案例以外的地区的工程项目,其中,部分海绵设施(透水砾石地面、透水页岩地面、透水砂砾地面、砾石沟、生态岛、生态驳岸、爆氧设施、溢流堰、净化堰)是根据土人设计多年经验编写的,并未列入住建部出版的《海绵城市建设技术指南一低影响开发雨水系统构建(试行)》中,在进行海绵城市相关数据计算时,仅作为参考,切忌盲目照搬。此外,本图集在编制过程中,仍有大量项目正在实施建设中,也有极少部分节点详图是在研究阶段,并未应用在实际工程项目中,所以并非所有节点详图都有对应的实景照片。所以本图集属于参考性质图集,不承担同行业设计师因参照本图集中的案例而引起的任何责任。

Forwards

Turenscape was founded in early 1998 by Yu Kongjian, an academician of the American Academy of Arts and Sciences, a Harvard University doctoral degree holder and a professor of Peking University's College of Architecture and Landscape Architecture. Since its inception, Turenscape has defined landscape architecture as the science and art with the core mission and goal of solving ecological and environmental issues in urban and rural areas. Its theoretical study and practice in sponge city development and ecological water training have been one of its core competitiveness that enables the company to win high international recognition and awards as well.

Early in the 1999 when designing the Qijiang Park in Zhongshan City, Turenscape proposed a resilient strategy to address the impact of water level change upon lake shores - the ecological embankment of bridges (Yu Kongjian, Hu Haibo, Li Jianhong, 2002). In the planning and design of Zhongguancun Life Science Park in Beijing in 2000, the green land system that collects rainwater with artificial wetlands and purifies reclaimed wastewater has been dubbed "the cells of land life" (Yu Kongjian, Zhangdong, et al. 2001; Yu Kongjian, Li Dihua, Meng Yafan). In 2002 when an ecological recovery program was carried out to the Yongning River in Taizhou, Zhejiang Province, the concept of "making friends with flood" was proposed, the concrete breakwater dismantled and replaced by ecological levees and grassed slopes that have high adaptability, and the riverbed restored to deep waters and shallow beaches that serve as the habitat for wild animals and plants (Yu Kongjian, Liu Yujie, Liu Dongyun, 2005). Such strategy was applied in a bolder manner to the Yanweizhou Park in Jinhua City that was designed in 2010 and completed in 2014 (Yu Kongjian, Yu Honggian, Songyu, Zhou Shuiming, 2015). In designing the campus of Shenyang Jianzhu University in 2003, rainwater was collected to irrigate the rice paddy fields (Yu Kongjian, Han Yi, Han Xiaove, 2005). When designing the second phase of Tanghe Park in Qinhuangdao City in 2005, to minimize intervention and avoid concrete embankment, a Red Ribbon (a 500-meter bench) was introduced, and the floodplain completely reserved, to successfully transform the deserted natural river into a popular urban park (Yu Kongjian, Chen Chen, Niu Jing, 2007). In 2005 when comprehensively rebuilding the campus landscape of University of International Relations, the concepts and technologies of ecological rainwater management was systematically used to conduct the permeable ecological design to the water apron around the buildings, the green belts along roads, the squares inside the campus and the parking lots. During the same period of time when an eco-renovation was conducted to the Party School of the Central Committee of CPC, the concepts of green sponge and ecological rainwater management were adopted to remove the hardened concrete waterfronts, to restore the riparian habitat and to construct a lot of permeable areas (Yu Kongjian, Shi Chun, You Wenyuan, 2007). In the Tianjin Qiaoyuan wetland system designed in 2007, through simple excavation and filling, the bubble-shaped ecological sponges were created to collect rainwater, addressing urban water-logging, ecologically rehabilitating urban brown lands while providing integrated ecosystem services (Yu Kongjian, Shi Chun, Wen Hangjian, 2006; Yu, 2010). Similar green sponge project was successfully applied in the coastal ecological restoration in Qinhuangdao (Yu Kongjian, Ling Shihong, Liu Xiangjun, 2009). In 2010 in the Houtan Park of Shanghai Expo, landscape as a life system was experimented and designed with an enhanced artificial wetland purification system that made use of the floodplain to improve the water quality of Huangpu River from Grade V to Grade III while creating an urban open space with multiple ecosystem services and functions (Yu Kongjian, 2010). In the design of Liaoning Administrators College of Police and Justice in 2007 as well as the Minghu Wetland Park and Shuicheng River ecological restoration project in Liupanshui in 2009, rainwater management measures were taken to slow down the flow, and the results were excellent (Yu Kongjian, Zhang Huiyong, Wen Hangjian, 2012; Environmental Design Committee of China Artists Association, 2014).

On August 25, 2012, the one-hour-long The Rivers That Breathe was broadcast in China Central Television's program News Probe, introducing systematically the Moat Park in Qinhuangdao, Sanlihe Park in Qian'an and other cases that have been designed by Turenscape (Chinese Society for Urban Studies, 2012) and detailing the ecological concept of restoring the hardened concrete river channels into urban green sponge system. In October that year, the Qunli Wetland Park in Harbin was granted the 2012 ASLA Award of Excellence (Yu Kongjian, 2012), which was covered in Xinwen Lianbo, a news program of China Central Television, with high opinion from the international counterparts. These two news programs were broadcast in prime time right after the serious July 21 flood in Beijing, drawing wide concerns from the whole country and the leaders of the central government as important public opinion, and thus playing a key role in attracting the attention of the central policy-makers to the concept of "sponge city". On December 10, 2016 at the working meeting of "ecological restoration and urban refurbishment" in Sanya, the planning on water system and design of main roads of Sanya, the Dong'an Wetland Park and the Mangrove Wetland Park, which had all been designed by Turenscape, was recommended to the whole country as the example in sponge city development and ecological restoration. During two decades of development, Turenscape has developed a series of technical modules on sponge city that, with 15 patents in invention and utility model, have been widely applied in more than 2000 projects in over 200 cities in China. This collection of drawings is the agglomeration of technical explorations Turenscape has conducted in "sponge city" landscape design in the past two decades. With Prof. Yu Kongjian (as chief designer) in charge and three years of contemplation, repeated selection, optimization and review by many senior engineers with rich experience, the compilation was finally completed. With 20 years of Turenscape's exploration, it was aimed at providing reference value to and receiving criticisms and corrections from the professionals of the same occupation in China so that a technical system combining science and art can be established to guide urban ecological restoration and the creation of beautiful human settlement.

Main target readers of this collection are professionals in the industry of landscape engineering design. It has high reference value for primary landscape design and construction drawing design.

The collection consists of two chapters and one appendix. The first chapter, Facilities of Sponge City, summarizes the node details of the typical sponge city design cases, under construction or in study, that Turenscape has done in the past years. The second chapter, Real Photos of Sponge City, presents the real scenery of the completed cases from Chapter One. In the Appendix, national codes and standards related to sponge city design are provided to serve as a quick look-up for designers.

Since the node details in this collection are the construction drawings of real projects, they might not be applicable for projects other than the cases presented in this book. Among them, some sponge facilities (permeable gravel ground, permeable shale ground, permeable sand and gravel ground, gravel ditch, ecological island, ecological revetment, oxidative burst facility, overflow weir, and purification weir) are presented here based on years of Turenscape experience, and are not included into the *Technical Guidebook on Sponge City Development* published by China's Ministry of Housing and Urban-Rural Development. When doing data calculation of sponge city, this collection is only for reference and not for blindly copying. In addition, when this collection is being compiled, many projects are still under construction, while some node details are still in the research phase, and have not been applied to real construction. As a result, not all node detail drawings have their corresponding real photos. This collection of drawings is only for reference, and thus we are not responsible for any consequences caused by any designer's reference to the cases presented in this book.

编制说明

- 1. 编制依据
 - (1) 现行国家设计规范。
 - (2) 海绵城市建设技术指南一低影响开发雨水系统构建(试行)。
 - (3) 土人设计景观工程项目施工图纸。
- 2. 设施计算

海绵城市各设施规模计算请依据《海绵城市建设技术指南一低影响开发雨水系统构建(试行)》中的公式进行。

3. 尺寸单位

本图集设计图中未注明的尺寸均以毫米(mm)为单位,高程均以米(m)为单位。

- 4. 索引方法
- A: 详图名称 B: 剖切类型

 - C: 详图类型 D: 所在页码



目 录

第一章 海绵城市景观工程设计图

透水地面/3 下沉绿地/19 生物滞留设施/23 生态塘/27 人工湿地/39 渗透井/55 植草沟/砾石缓冲沟/65 渗透渠/71 生态岛/75 生态岛/75 生态驳岸/85 爆氧设施/97 溢流堰/113 净化堰/129

第二章 海绵城市对应建成实景

上海市后滩公园/151 衢州市鹿鸣公园/159 金华市燕尾洲公园/167 哈尔滨市群力国家城市湿地公园/175 天津市桥园公园/183 六盘水市明湖湿地公园/193 迁安市三里河生态廊道/207 武汉市伊托邦港景观/215 秦皇岛市植物园/229 宜昌市运河公园/237 北京市台湖东石公园/243 澧县城头山遗址公园/255 宿迁市三台山森林公园/263 胶南市市民广场/277 天津市武清商务区/285 北京市中央党校景观/295 淮安市白马湖入口区景观/301 合肥市兴庐科技产业园/307 北京市大兴天堂河景观/315 镇江市华润新村居住区景观/323 迁安市世纪城居住区景观/329 抚州市文昌里滨河景观(建设中)/335 淮安市中国移动呼叫园区(建设中)/335 洛阳市中国移动呼叫园区(建设中)/336 重庆市张家溪绿溪谷乐园(建设中)/336 重庆市嘉陵江滨江生态公园(建设中)/337

附录

附录F1: 低影响开发设施比选一览表/340

附录F2: 各类用地中低影响开发设施选用一览表/342

附录F3: 径流系数一览表/344

附录F4: 城镇污水处理厂污染物排放标准/345

附录F5: 景观环境用水水质控制指标/346

附录F6: 土壤渗透系数/347

附录F7: 海绵城市绿化种植土壤技术要求/348 附录F8: 地表水环境质量标准技术要求/352

附录F9: 土工合成材料的分类/353

参考文献/354

土人设计著作系列/355

第一章 海绵城市景观工程设计图

				v
				¥
			Ť	
8.				;
				*
		@		

透水地面

透水地面又称透水铺装和透水路面,是由人工将材料制成具有透水功能或天然材料通过人工铺砌后具有透水功能的地面。

一、功能分类

1. 透水砖地面

透水砖地面是使用有一定厚度和孔隙率的材料,并以透水砖作为道路面层的路面。其中,也包括具有透水功能的植草砖。

透水砖地面具有较强的通过下渗雨水补充地下水源的功能,对削减峰值流量和净化雨水也有较好的效果。建造和维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流总量有着较强的控制效果,对径流峰值和径流污染也有一定的控制效果。

2. 透水混凝土地面

透水混凝土地面又称无砂混凝土地面和多孔混凝土地面,是由粗骨料、增强剂、水泥基胶结料和水经配比拌合而成的具有连续孔隙蜂窝状结构的混凝土地面。

透水混凝土地面对削减峰值流量和净化雨水有一定的效果。建造费用较高,但维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流总量控制、径流峰值和径流污染有一定的控制效果。

3. 透水沥青地面

透水沥青地面是由高黏度改性沥青混合料制成大孔隙蜂窝状沥青路面,根据不同的荷载要求选择路表水横向排出或直接诱入路基内。

透水沥青地面对削减峰值流量和净化雨水有一定的效果。建造费用较高,但维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流总量控制、径流峰值和径流污染有一定的控制效果。

4. 透水砾石地面

透水砾石地面是由一定厚度的砾石直接散铺在透水基层上,砾石之间无任何粘结材料固定,强调它的透水性和随机性。

透水砾石地面具有较强的通过下渗雨水补充地下水源的功能,对削减峰值流量和净化雨水也有较好的效果。建造

和维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流总量和径流峰值有着较强的控制效果,对径流污染也有一定的控制效果。

5. 透水页岩地面

所谓透水页岩地面并非页岩本身透水,而是通过不规则形状的页岩与页岩之间的较大缝隙(可填充砾石或者植草)进行下渗透水直至土基。

透水页岩地面具有较强的削减峰值流量的功能,对补充地下水源也有较好的效果。建造和维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流峰值有着一定的控制效果。

6. 透水砂砾地面

透水砂砾地面是由一定厚度的中砂或者粗砂铺在透水基层上,砂砾与透水基层之间一般铺设反滤作用的无纺土工织物。主要用作儿童娱乐的沙坑。

透水砂砾地面具有较强的净化雨水功能,对补充地下水源也有较好的效果。建造和维护费用较低。在低影响开发雨水系统目标控制中,对径流污染有着较强的控制效果,对径流总量和径流峰值也有一定的控制效果。

二、适用范围

透水砖地面、透水混凝土地面和透水沥青地面主要用于公园、广场、步行街、居住区、停车场和非机动车道等轻型荷载的车行和人行地面铺装。

透水砾石地面和透水页岩地面主要用于公园、广场、居住区等入口或活动场地区域的地面铺装。

透水砂砾地面主要用于公园和居住区等儿童活动较多的场地地面铺装。

三、结构设计

- 1. 一般设计
- (1) 透水地面设计需要考虑以下因素:

- ①当地降雨强度。
- ②地面结构的透水能力及储水能力。
- ③路基的渗透能力。
- (2) 土基为软土(淤泥与淤泥质土)、未经处理的人工杂土、湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、粉性土、常年冻土和液化土等不适合铺设透水地面。对满足不了路基要求的土质应置换土壤,置换土壤采用一般性黏土或砂性土。如果满足不了下渗要求,可结合雨水收集系统做路面内部的排水设计。
- (3)透水地面设计应满足当地2年一遇的暴雨强度下持续降雨60分钟,表面不应产生径流的透(排)水要求。合理使用年限官为8~10年。
- (4) 透水地面一般分为表面排水和内部排水,虽然从透水地面性质而言无需路面排水,但考虑到暴雨时能及时排出短时集聚的降雨,地面应设计排水坡度,横坡度宜为1%~2%,基层横坡度应与面层横坡度相同。
- (5)透水路面在长时间储水状态下,结构内储水由于重力作用,会沿道路纵坡的方向以一定速度向道路低点运动,因此当雨水不能有效渗入土基,起不到回灌作用时,内部可采用穿孔集水管对雨水进行收集回收利用,管径应由给排水专业根据汇水区域雨水量进行水力计算。
- (6)透水地面下应减少埋设管线,防止由于路基的不均匀沉降而给埋设的管线带来隐患。
- (7) 北方冬季积雪后路面非常光滑,行人容易滑倒,所以透水砖、透水混凝土和透水沥青路面需要做防滑要求,详见本节"表1透水地面设计参数要求"。

2. 结构层设计

(1) 透水面层

透水砖地面、透水混凝土地面和透水沥青地面面层应 表面平整、抗滑和耐磨,不同类型道路根据具体设计要求 可选择不同厚度、抗压强度和抗折强度的面层材料。

透水砾石地面和透水砂砾地面面层粒径要均匀,其厚度要适中,严格控制尖锐石子的含量,防止影响脚感舒适程度和儿童摔倒碰伤。

透水页岩地面页岩表面质感要求自然,边缘可保留开凿后的效果,可圆润可尖角,符合乡村自然风格,切忌人工制成机切面。

(2) 透水找平层

在透水砖地面中,面层与基层之间应设置找平层,可采用中砂、粗砂或干硬性水泥砂浆,厚度为20~30mm,其透水性能不宜低于面层。

(3) 透水基层

透水基层分为透水顶基层和透水底基层。当用作临时车行道路时,根据需要设置底基层。透水基层具有两种作用,一是可以作为暂时的储水层,二是具有力学强度,可以参与地面的结构承载,材料优先选用透水级配碎石、透水混凝土(无砂大孔混凝土)和透水水泥稳定碎石,粘结剂选用终凝时间较长(6h以上)的硅酸盐水泥。

(4) 透水垫层

在土基渗透性较好的路面结构中可以不设置该层,设计时在垫层与土基之间设置无纺土工织物,起到隔离作用,同时相当于反滤层,防止土基中大颗粒物体进入透水基层。

(5) 诱水土基

当透水地面为全透水结构时,雨水直接通过地面各个结构层向路基渗透,湿陷性黄土、膨胀土、盐渍土、粉性土、常年冻土、液化土等土基因雨水直接渗入而不稳定,地面结构会因此而受损,所以在设计时应考虑土基类型。

透水地面的土基应具有一定的透水性,土基顶面距离地下水位宜大于1m。当土基、土壤透水系数及地下水位高程等条件不满足要求时,宜增加路面排水设施。

四、维护管理

真空吸附法: 通过真空泵的真空吸附原理将阻塞空隙中

的颗粒吸出, 但是管理费用较高。

高压水流冲洗法:利用高压水枪冲洗透水地面的面层,将阻塞其空隙的颗粒冲走,管理人员要控制好水压,防止因水压过大将透水地面冲坏。

1. 透水砖地面

透水砖表面会因颗粒物堵塞透水砖缝隙,所以透水面层透水系数将会降低,因此,为加强透水砖地面的使用寿命,从施工开始就应注意保护。

2. 透水混凝土地面

在北方地区,冬季透水混凝土路面结冰造成冻胀,人 工除冰不当会造成透水地面的破坏,应采取防结冰措施。 严禁使用易造成透水混凝土路面阻塞的相关防冻措施。

在透水混凝土地面出现裂缝、坑槽和集料脱落面积较大时,必须进行重新修整。维修前先清理透水混凝土表面脱落的杂质,再进行透水混凝土的修补。

3. 透水沥青地面

透水沥青地面达到寿命后,地面可能被各种杂质所堵塞,须对表面或者基层清理和修补,路面被破坏处可以使用常规的不透水沥青混合料修补。在维护时,禁止在其表面铺筑密封物或者砂。如果针对难以修复的透水沥青,则需

要整体铣刨表面和基层, 甚至需要重新修建。

4. 透水砾石地面

透水砾石地面在使用过程中,因为是散铺,砾石不被固定,所以会被行人在行走或驻足的过程中踢飞,使得砾石表面形成坑洼,影响美观。管理人员可用板状物横向将砾石推平,恢复透水砾石平整的表面。

秋季树叶会自由落入砾石层中,当被行人踩踏时,会 将树叶踩入砾石底部,所以管理人员要及时清理。

5. 透水页岩地面

透水页岩地面石材间的缝隙会积攒落叶或其他杂物, 从美观角度看,树叶也是自然界的一部分,缝隙被填满落 叶形成落叶带,也是一种设计美,管理人员可以根据需要 决定是否进行清理。

6. 透水砂砾地面

透水砂砾地面主要用在儿童娱乐的沙坑中,使用人群是儿童。根据以往经验,儿童在玩耍时会将垃圾留在沙坑中,如纸屑和饮料瓶等。在管理过程中,可在儿童活动区周围设置警示牌,督促家长将自己用完的垃圾及时清理,并在沙坑区域周边多放置垃圾桶,给家长提供清理垃圾的最短距离。