

透水性铺装与城市生态及物理环境

王 波 李 成

(东南大学 建筑系 南京 210096)

摘 要: 介绍了透水性铺装的构造及其生态环保方面的优势,这些优势包括改善生态及热环境、光环境、防洪、吸声降噪和提高行车安全,利用系统论观点相应提出了对策和建议。

关键词: 透水性铺装 物理环境 系统论

PENETRATIVE PAVEMENT AND URBAN ECOLOGICAL AND PHYSICAL ENVIRONMENT

Wang Bo Li Cheng

(Architectural department of Southeast University Nanjing 210096)

Abstract: It s introduced the structure of penetrative pavement and its superiority in environmental and ecological protection. These virtues include absorbing noise、improvement in thermal and optical environment in urban area. Penetrative Pavement can also improve the safety of traffic and flood control in rainy day. By using System Theory, some advice is also suggested.

Keywords: penetrative pavement physical environment system theory

0 前 言

城市建设在创造人类生活空间的同时也改变着大自然原有的生态环境。城市化重要特征之一就是原有的天然植被不断被建筑物及非透水性硬化地面所取代,从而改变了自然土壤植被及下垫层的天然可渗透属性,城市硬化地面占整个城市区域面积相当的比例,因而,其生态效益的好坏对于城市生态环境起着至关重要的作用,选择生态效益良好的硬化地面铺装是改善城市广场及市区生态及物理环境的重要方面。传统的城市道路、广场的硬化地面设计主要关注其耐久性等技术性能指标及视觉美观方面的要求,因而大量的使用非透水性铺装作为铺装结构。但是非透水性铺装存在明显的生态环境缺陷,生态效益偏低。与非透水性铺装相比,透水性铺装很好地体现了“与环境共生”的理念,它在营造良好的城市声、光、热等物理及生态环境方面具有独特的优势。发挥城市绿化、水体及铺装的生态环境的综合效益,是改善城市人居环境的重要途径。

1 透水性铺装的生态及环境优势

透水性硬化路面及铺地(简称透水性铺装)的内部构造是由一系列与外部空气相连通的多孔结构形成骨架,同时又能满足路用及铺地强度和耐久性要求的地面铺装。透水性铺装包括透水性沥青铺装、透水性混凝土铺装及透水性地砖等;我国传统的用于园林铺地的鹅卵石地面铺装也是透水性铺装的一种。有些透水性地砖与绿化相结合,形成半绿化地面。透水性铺装由于其本身良好环境效益越来越受到人们的重视。

1.1 透水性铺装对于城市地下水资源保护的作用

传统的非透水性铺装片面强调硬化地面的防水防渗性能,该路面将自然降雨完全与路面下部土层及地下水阻断,

降雨只好通过城市排水系统管网排入江、河、湖、海等地表水源中,这就造成城市地下水源难以得到及时的补充,严重影响雨水的有效利用。同时不透水地面降雨时雨水是先通过地面的排水坡度或地表明沟排入下水道,雨水在进入下水道前要经过较长距离的地表径流才能进入城市地下排水系统。该过程使相对较清洁的雨水溶入大量的城市地表污染物,这种径流过程中产生的二次污染,通过城市排水系统进入周围地表自然水体,因而加重了这些自然水体的污染程度。透水性铺装通过本身与铺地下垫层相通的渗水路径将雨水直接渗入下部土壤,雨水通过土层的过滤还可以得到净化。因此,用透水性铺装代替不透水铺装可以有效缓解城市不透水硬化地面对于城市水资源的负面影响。日本属多雨国家,该国的单位面积年平均降雨量为 1 800 mm,是世界年平均降雨量的 2.5 倍,20 世纪 70 年代为解决“因抽取地下水而引起地基下沉”等问题,日本采取了“雨水的地下还原对策”,开发应用透水性沥青路面,20 世纪 80 年代初期日本建设省推行“雨水渗透计划”。日本透水性铺装主要应用于公园、广场、停车场、运动场及城市道路,1996 年初,仅东京都就铺设透水性地面及铺地 495 000m²,据统计,东京透水性铺装市区雨水流出率由 51.8%降低到 5.4%。20 世纪 90 年代以来,国际上流行使用诸如透水沥青路面、透水性地砖以及类似我国园林的鹅卵石铺地等透水路面覆盖城市硬化地面,此举对于提高城市市区雨水利用,保证市区地下水的有效补充具有重要意义。

江苏省博士后基金资助(2001)项目(编号:1660691015)。

第一作者:王 波 男 1965 年 4 月出生 河南科技大学建工系讲师二级注册建筑师,博士研究生

收稿日期:2002 - 01 - 15

1.2 透水性铺装对城市广场及市区声环境改善的作用

当声波打在透水性铺装表面上时,声波引起透水性铺装内部小孔或间隙的空气运动,紧靠孔壁表面的空气运动速度较慢,由于摩擦和空气运动的粘滞阻力,一部分声能就转变为热能,从而使声波衰减;同时,小孔中空气和孔壁的热交换引起的热损失,也能使声能衰减。由于城市高层建筑以及高架道路的不断增多,再加上穿过市区的飞机噪声,这些声源较高的噪声,从城市上空投射到透水性铺装表面上,根据上述原理,透水性铺装依靠其特有的吸声降噪机理对城市声环境起到明显的改善作用。普通的非透水性硬化广场地面只能将声波重新反射,起不到吸声降噪的作用。另一方面,透水性铺装的多孔结构能使其上行驶车辆的轮胎噪声降低,进而对降低交通噪声也是有利的。

西安公路交通大学基于我国常用的沥青混合料,对沥青路面材料的级配优化及改性进行实验研究,在满足行车强度及耐久性的前提下,确定了多孔沥青路面的吸声系数与孔隙率、厚度及频率的相互关系,并得出4 cm厚度多孔沥青路面在峰值频率500 Hz时,孔隙率 V_v 与吸声系数 α_v 之间经验公式:

$$\alpha_v = 1.655 V_v - 6.058$$

式中 α_v ——垂直吸声系数;

V_v ——材料的孔隙率, %。

该经验公式对于透水沥青路面的孔隙率优化选配具有参考价值。

1996年,我国先后在杭州——金华段高速公路和320国道上铺设透水性沥青试验路面,使用及测试证明,该种路面在降低噪声方面具有明显的优势。

对于多孔路面吸声降噪效果方面,比利时研究人员得出如下经验公式:

$$dL = 0.5 E V_v$$

式中 dL ——降低噪声值, dB;

E ——层厚, mm;

V_v ——孔隙率, %。

该公式计算厚度 E 为40 mm,孔隙率 V_v 为20%的多孔路面(该参数是实际应用的常规取值),其减噪量可达4 dB,这与国外报道的以及杭州——金华段高速公路透水性沥青试验路面的实测数据相吻合。

1.3 透水性铺装对于城市广场及市区热、湿环境的改善作用

透水性铺装由于自身一系列与外部空气及下部透水垫层相连通的多孔构造,雨过天晴以后,透水性铺装下垫层土壤中丰富的毛细水通过太阳辐射作用下的自然蒸发蒸腾作用,吸收大量的显热和潜热,使其地表温度降低,从而有效地缓解了“热岛现象”。所以,城市广场及市区中透水性铺装与城市水体蒸发及绿化体系的蒸腾作用一样都将影响城市广场及市区的温度,对改善城市市区的热环境及形成局地风都有明显的作用。

“城市干燥化”是城市热岛效应的连锁反应之一。北方城市在少雨季节常见的风沙起尘现象,究其原因就是地表的

湿度及蒸发量减少,空气及地表的湿度过小,空气日益干燥。该现象在缺水的北方城市尤其明显,这些城市如果使用透水性铺装,透水性铺装蒸发的水蒸气会增加空气的湿度,这对于缓解“城市干燥化”也是有利的,该增湿作用可以有效地减少城市地面的起尘及“沙尘暴”危害。

1.4 透水性铺装对于城市地表土壤生态环境的改善作用

不透水铺装严重地破坏了城市市区地表土壤的动植物生存环境,改变了大自然原有的生态平衡。包括城市广场、建筑、道路等设施在内的城市下垫层代替了大自然原有的森林、绿地和田野,形成了“城市荒漠”,野生动植物逐渐失去了其赖以生存的环境而不断减少以致濒临灭绝,可以说城市不透水硬化地面正是形成一系列城市地表生态环境危机的根源之一。联合国环境计划署(United Nations Environment Program,简称UNEP)制定的“人类环境宣言”和“生物多样性公约”正是针对上述危机而提出的世界范围的生态保护法规。透水性铺装兼有良好的渗水性及保湿性,它既兼顾了人类活动对于硬化地面的使用要求,又能通过自身性能接近天然草坪和土壤地面的生态优势以便减轻城市非透水性硬化地面对大自然的破坏程度,透水性铺装地面以下的动植物及微生物的生存空间得到有效的保护,因而很好地体现了“与环境共生”的可持续发展理念。

1.5 透水性铺装对于城市防涝的作用

我国城市基础设施发展严重滞后的状况使得暴雨时节城市排水设施不能有效满足排水及防洪的要求,市区硬化地面常常出现雨水蓄积和漫流现象,这种情况下非透水性铺装无疑会加重城市排水系统的压力,它是我国很多城市夏季产生城区内涝的重要因素。不透水地面只能依靠表面汇水系统及城市排水管网排除地表降雨,在暴雨时这种地面径流急剧增高,很快出现峰值,流量急升急降。而透水性铺装地面由于自身良好的透水性能的渗水能力,能有效地缓解城市排水系统的泄洪压力,径流曲线平缓,其峰值较低,并且流量也是缓升缓降,这对于城市防洪无疑是有利的。因此,铺装透水性地面不失为城市广场防涝的积极措施。

1.6 透水性铺装在改善光环境方面的作用

透水性铺装表面由于孔隙的存在使得投射到表面上的光线产生扩散反射,因而避免了光滑地砖或石材常出现的由定向反射而造成的眩光,雨天不透水地面聚集的水面同样会产生眩光,这种眩光在夜间的车灯照耀下特别严重,这是造成夜晚雨天行车交通事故多的重要原因之一。透水性铺装由于及时消除表面积水,因而克服了行车“漂滑”、“飞溅”、“夜间眩光”等不透水地面所带来的缺陷,对城市交通安全也是有利的。

2 城市绿化体系“绿量”及优化配置

城市绿化体系生态效益的大小是由“绿量”决定的,它是由绿化体系在三维空间中绿色植物所有的叶面面积的总和作为量化指标。城市绿化体系“绿量”可以综合反映该绿化体系生态效益的高低。北京市依照不同植物个体的叶面积与植物胸径、冠高的相关性,建立了计算不同植物个体绿量的回归模型,以计算绿化体系的叶面积总量——“绿量”,该

方法适用于计算类似城市广场及居住小区小块绿地的绿量,提出了乔木、灌木及草坪的适宜比例为4:3:3。与灌木和草坪相比较,乔木在净化大气、涵养水源、保持水土、防风固沙、调节气候、美化环境、吸收有害气体及电磁辐射等方面具有明显的优势,理应在广场绿化体系“绿量”的优化配置中占主导地位。

3 城市水体的环境效益

水的比热大,水在蒸发时将吸收包括显热和潜热在内的大量热量,是气温稳定的首要因素,城市中的河流、水池、雨水蒸汽、城市排水及土壤和植物中的水分都将影响城市的温、湿度,所以水体对改善城市的温、湿度及形成局地风都有明显的作用,同时由于水陆的热效应不同,导致水陆地面受热不均,引起局部热压差而形成白天向陆、夜间向江湖的日夜交替的“水陆风”,它改善了水体周围城区的夏季热环境质量。杭州西湖,南京玄武湖,上海黄浦江以及成都府南河改造工程都为所在城市邻近市区的气温及环境带来积极的影响,这些滨水区往往是市民留恋忘返的地方。城市广场中布置水体如果处理得当,在多雨季节可以有效的吸纳周围明沟和地面径流汇集的雨水。从而减轻暴雨时城市排水系统的压力。晴天时水体汇集的雨水可通过透水池底缓慢地渗透补充地下水或作为周围绿化的灌溉用水。城市广场中的水面及喷泉为广场增添了生机与活力,为市民带来了清凉与欢乐,有些喷泉如果布置合理,在太阳光的映射下还会呈现出美丽的彩虹。水体和人工瀑布相结合,成为广场造景的重要手段;水体与音乐喷泉和水幕电影相结合,更使广场平添无穷的魅力。广场的喷泉、跌水、溪流及人工瀑布也可营造宜人的水声环境。溪流潺潺、泉水叮咚可使人忘却城市的嘈杂与喧嚣,无锡寄畅园内的“八音涧”及意大利埃斯泰庄园(Villa d'Este)的“风琴喷泉”都可以作为营造人工声环境的范例。总之,城市水体对改善城市环境气候、水资源利用、丰富娱乐游憩等起着重要作用,是建设未来“山水城市”的重要保证。

4 城市生态物理环境的系统优化

城市生态及物理环境涉及自然条件、城市经济及社会发展等诸多因素,它是由相互作用和相互依赖若干要素组成的有机整体。绿化、水体及铺装是城市规划中与城市生态及物

理环境密切相关的三个要素,绿化、水体及铺装共同组成城市生态物理环境的物质体系。利用系统论观点,对城市生态物理环境系统进行研究,就应按照系统整体性原理,不仅要充分发挥三个要素的功能,更重要的是调整各要素的结构配置,优化整体功能。城市人口、交通规划以及产业布局等系统外部要素对于城市生态及物理环境同样起着重要的作用。因而同时要考虑三个要素与系统外部环境之间存在的动态相关性,在上述要素与周围环境的相互联系和相互作用中认识和改善系统配置,通过调整增加系统各要素之间的有序性,以便充分发挥各要素在整个系统优化方面的功能。优化城市铺装、绿化及水体配置,充分发挥绿化、水体及铺装三个要素的综合环境效益,直接关系到城市生态及物理环境的质量。

5 结语

(1) 利用透水性铺装改善城市生态及物理环境是贯彻“天人合一”思想,协调人地关系,实现社会、经济、环境协调发展的重要方面。

(2) 从城市绿化、水体及铺装三要素出发,以创建良好城市生态物理环境为目标,用系统论的观点优化城市绿化、水体及地面铺装三个要素的生态规划,并发挥其整体优势,在实践中不断地探索改善城市生态物理环境的可行性方案和措施,最后达到最优化的城市生态规划要素配置,这也是实现城市生态环境可持续发展的必由之路。

参考文献

- 1 柳孝图,林其标,沈天行.人与物理环境.北京:中国建筑工业出版社,1991(7)
- 2 柳孝图.城市物理环境与可持续发展.南京:东南大学出版社,1999(3)
- 3 王波,低噪声路面研究.[硕士学位论文].西安:西安公路交通大学,1995年4月
- 4 马光.环境与可持续性发展导论.北京:科学出版社,1999(6)
- 5 张玉芬,王波.升级配多孔沥青路面吸声性能试验研究.西安:西安公路交通大学学报,1996(3)
- 6 张玉芬.道路交通环境工程.北京:人民交通出版社,2001(1)
- 7 徐建达,陈析等.低噪声透水性沥青路面应用.公路,1998(1)
- 8 贝塔朗菲.一般系统论的历史和现状.北京:科学出版社,1980(3)
- 9 绿量——城市绿化评估的新概念.中国园林,1999(6)

(上接第14页)

是近几年来,随着大量建造高层建筑的丰富实践和计算机与计算技术的迅速发展而崛起的,共同作用前景是乐观的,它将会产生巨大的经济效益。

参考文献

- 1 熊仲明.高层建筑上部结构与桩筏基础和地基共同作用受力行为的分析与研究:[博士学位论文].西安:西安建筑科技大学,2000.5
- 2 孙永丽.黄土中群桩承台-桩-土共同作用的分析:[硕士学位论文].西安:西安建筑科技大学,1993.3
- 3 高大钊,魏道堃.上海软土工程性质的概率统计特征.见:中国土木工程学会第四届土力学及基础工程学术会议论文选集.北京:中国建筑工业出版社,1986.10