



透水性铺装与生态回归

——城市广场生态物理环境优化

王波 著

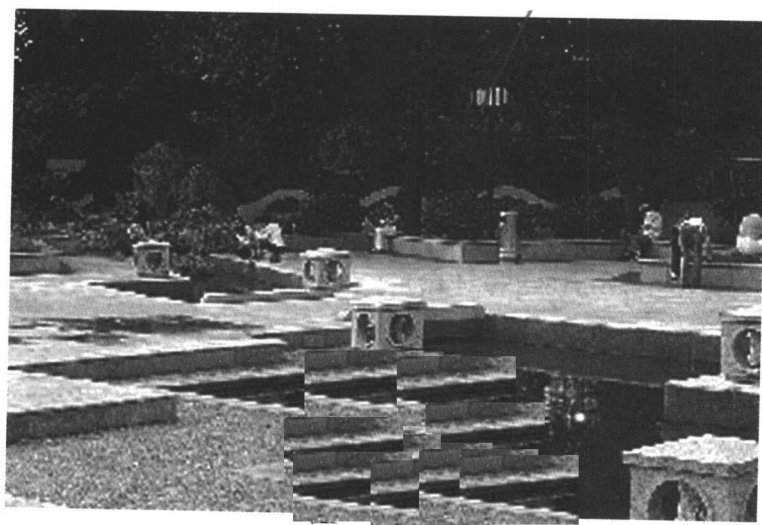
石油大学出版社

本书获“中国建设银行厦门分行——厦门大学青年教师培养基金”资助

透水性铺装与生态回归

——城市广场生态物理环境优化

王 波 著



石油大学出版社

内 容 提 要

该书针对非透水性铺装的环境生态缺陷,通过透水性铺装的蒸发降温、吸声降噪的实验研究,借鉴了古今中外城市地面铺装的经验教训,分析探讨了透水性铺装在改善城市热、声、光环境质量,涵养地下水、综合利用雨水,缓解城市淡水资源缺乏的矛盾及城市防洪等生态环境方面的优势,与城市广场绿化配置、水体布局等生态物理要素相结合,研究分析了城市广场应用透水性铺装,改善其生态物理环境的可行性和措施,提出了推广应用透水性铺装的技术、策略、城市广场生态物理环境优化设计导则及相关的评价体系。该书的出版,对改变传统不透水铺装理念,指导当今中国城市规划、设计、建设和通过透水性铺装实现生态回归等方面有着重要的现实意义。该书可供城市规划设计和生态环境保护专业的师生、相关科技人员和领导决策参考。

图书在版编目(CIP)数据

透水性铺装与生态回归——城市广场生态物理环境优化/

王波著. —东营:石油大学出版社,2004.9

ISBN 7-5636-1964-X

I. 透… II. 王… III. ①透水—铺装—与生态回归:

②城市—广场—物理环境—优化 IV. TU984.18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061071 号

透水性铺装与生态回归——城市广场生态物理环境优化

王 波 著

责任编辑:李少云(电话 0546-8392787 13396477208)

封面设计:李 涛(电话 0546-8393146)

出版者:石油大学出版社(山东 东营 邮编 257061)

网 址: <http://www.hdpu.edu.cn/~upcpress>

电子信箱:lishaoyun3146@sohu.com

印刷者:石油大学印刷厂

发行者:石油大学出版社(电话 0546-8391797)

开 本:185×260 1/16 印张:8 字数:240 千字

版 次:2004 年 10 月第 1 版第 1 次印刷

印 数:1—1000 册

定 价:36.00 元

前 言

城市化的重要特征之一,就是原有的天然土壤植被不断被建筑物及非透水性硬地面所取代,从而改变了自然土壤植被及下垫层的天然可渗透属性。城市地面铺装占整个城区面积相当大的比例,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。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。透水性铺装类似天然土壤,被誉为“可吸收的地面铺装”,它是实现硬化地面铺装生态回归的重要措施。

本书针对传统非透水性铺装的环境生态缺陷,探讨透水性铺装 in 改善城市热、声、光环境质量以及涵养地下水,有效利用雨水资源,缓解城市淡水资源缺乏的矛盾及城市防洪等生态环境方面的优势。通过开展透水性铺装的蒸发降温、吸声降噪的实验研究,探讨透水性铺装的环境效益指标,以此为透水性铺装的环境效益优化设计及其推广应用提供借鉴。城市广场作为市民休闲娱乐的主要户外空间,其生态物理环境质量直接影响城市广场的使用和自身及其相邻地区环境质量。城市广场绿化体系、水体布局及地面铺装等要素对于城市广场的生态物理环境质量及使用效果起决定作用。本书针对南京典型城市广场夏季热舒适性相关指标(温度、湿度、太阳辐射等)进行逐日逐时的跟踪测试,并选择透水性铺装与其他相邻界面进行表面温度对比测试分析。结合城市广场生态物理环境质量公众评价的询访调查,将客观测量结果与询访调查结果作相关性比较。在分析探讨相关影响因素的前提下,用模糊数学建立地面铺装品质及环境效益和城市广场生态物理环境质量的综合评价模型。该模型可用于地面铺装品质及城市广场生态物理环境质量评估。综合上述研究成果,结合透水性铺装应用于城市广场地面铺装的前景,对城市广场绿化体系、水体布局及地面铺装等要素进行广场生态物理环境优化分析,并提出相关优化设计原则及措施。

本书力求在以下几方面提出作者自己的见解和设想:

(1)通过模拟热辐射作用及通风条件下透水性铺装与透水性地砖蒸发降温的试验研究,初步探讨了不同孔隙率透水性混凝土及透水性地砖蒸发降温的变化规律;试验结果为透水性混凝土与透水性地砖蒸发降温的孔隙率优化设计提供了参考依据。

(2)通过透水性混凝土及透水性地砖吸声降噪的试验研究,初步探讨了不同孔隙率透水性混凝土及透水性地砖吸声性能的变化规律,并得出透水性混凝土孔

隙率与平均吸声系数的回归方程。该回归方程可用于对不同孔隙率规格的透水性混凝土吸声能力大小的预测评估;试验结果为透水性混凝土与透水性地砖吸声降噪的孔隙率优化设计提供了参考依据。

(3) 研究探讨透水性铺装对涵养地下水、有效利用雨水资源、满足地表植物生长需求、净化水体及城市防洪等生态环境方面的优势及应用前景。

(4) 用模糊数学建立针对地面铺装品质及环境效益和城市广场生态物理环境质量的综合评价方法。

(5) 结合城市广场生态物理环境质量模糊评价,对城市广场绿化配置、水体布局及地面铺装进行生态物理环境优化设计研究,并提出城市广场生态物理环境优化设计的相关原则及措施。

本书可供城市规划及设计专业的师生和相关科技人员等参考。由于水平所限,书中不当之处敬请读者批评指正。

作 者

2004 年 8 月

目 录

绪 论	(1)
1. 城市化进程与城市生态物理环境	(1)
2. 透水性铺装的生态环境效益	(3)
3. 国内外透水性铺装的研究状况	(5)
4. 城市广场的发展概况	(5)
5. 城市广场生态物理环境的优化设计	(7)
第一章 透水性铺装与城市物理环境	(8)
1.1 透水性铺装及其特点	(8)
1.2 城市地面铺装与城市热岛效应	(9)
1.3 多孔透水性铺装在改善城市声环境方面的作用	(13)
1.4 透水性铺装与城市光环境及交通安全	(14)
1.5 本章小结	(19)
第二章 透水性铺装蒸发降温试验研究	(20)
2.1 概 述	(20)
2.2 透水性混凝土铺装蒸发降温试验研究	(21)
2.3 透水性地砖蒸发降温试验研究	(24)
2.4 本章小结	(29)
第三章 透水性铺装吸声性能试验研究	(30)
3.1 多孔混凝土和多孔陶瓷材料的吸声机理	(30)
3.2 我国多孔沥青混凝土吸声性能研究	(30)
3.3 多孔混凝土及多孔陶瓷材料吸声性能试验研究	(31)
3.4 本章小结	(39)
第四章 透水性铺装与城市防洪体系	(40)
4.1 城市的水分平衡方程与地表径流的产生	(40)
4.2 透水性铺装对城市防洪的作用	(42)
4.3 建立可持续的城市防洪体系	(45)
4.4 透水性铺装的施工、维护与保养	(49)
4.5 本章小结	(50)
第五章 透水性铺装与城市水资源利用	(51)
5.1 透水性铺装与雨水资源利用	(51)
5.2 城市景园水资源的可持续利用	(55)
5.3 城市景园人工湿地的开发利用	(58)

5.4	多孔透水性材料在净化水体方面的应用	(59)
5.5	南京奥体中心广场水环境规划分析	(60)
5.6	本章小结	(64)
第六章	地面铺装品质及环境效益模糊评价	(65)
6.1	概 述	(65)
6.2	建立模糊评价的数学模型	(65)
6.3	地面铺装质量品质及环境效益评价因素的模糊评价	(67)
6.4	本章小结	(69)
第七章	南京鼓楼广场夏季热环境指标测试分析与公众调查	(70)
7.1	概 述	(70)
7.2	南京鼓楼广场热环境指标的测试分析	(70)
7.3	南京鼓楼广场公众询访调查统计分析	(72)
7.4	本章小结	(77)
第八章	乔木的生态效益与城市广场的“亲和力”	(78)
8.1	概 述	(78)
8.2	城市广场的“绿量”和“亲和力”	(78)
8.3	乔木的生态环境优势	(79)
8.4	乔木种植与透水性铺装	(82)
8.5	本章小结	(85)
第九章	城市广场绿化及水体的优化配置	(86)
9.1	概 述	(86)
9.2	城市广场绿化体系生态环境效益及优化配置	(86)
9.3	城市广场水体布局生态环境效益及优化配置	(94)
9.4	城市广场声环境的优化	(97)
9.5	城市广场水资源的可持续利用	(101)
9.6	本章小结	(102)
第十章	城市广场生态物理环境模糊评价及优化设计	(103)
10.1	概 述	(103)
10.2	城市广场生态物理环境的模糊评价	(103)
10.3	城市广场生态物理环境优化设计的原则及相关技术措施	(106)
10.4	透水性铺装的推广应用	(109)
10.5	本章小结	(112)
后 记		(114)
参考文献		(115)

绪 论

1. 城市化进程与城市生态物理环境

在漫长的人类发展进程中,人类从原始群居、氏族公社开始,从固定村落居民点到真正意义上的城市的出现,城市的发生、发展,是伴随着人类文明发展的一种物质环境体现^[1]。工业革命导致城市化进程的迅猛发展,20 世纪中期以后这种发展势头席卷全球。各先进工业国的城市化水平普遍发展到 70%~80%以上,到 80 年代世界平均城市化水平已超过 40%,1990 年为 45%,预测 2025 年将达到 65%。在人类历史发展史上,城市化是不以人的意志为转移的客观规律,是每个国家社会发展的必然历史进程。考察世界城市化进程,可以把城市化分为发生、发展、成熟三个阶段。城市人口比重在 20%~70%之间为发展阶段,城市化进程呈现加快发展的趋势。1995 年底,我国城市化水平为 28.85%;进入 21 世纪,社会发展使我国城市化进入了快速发展的历史阶段。据推测,在 21 世纪中叶,我国人口数将稳定在 16 亿左右,城市化水平达到 55%,城市人口将逐步达到 8.8 亿,比以前的 3.6 亿净增 5 亿多^[1]。城市化是个综合的概念,狭义的概念是近代产业发展导致农村地域变为城市地域的质变过程;广义的理解是地域的城市要素逐渐增加的过程^[2]。城市化水平是反映一个国家或地区的现代化和发达程度的重要标志。改革开放以后,我国经济的迅猛发展,掀起了中国历史上前所未有的城市化发展热潮。下面对城市化地区的特点作以介绍。

1.1 城市是非农业人口高密度聚居的区域

在数千年的发展演变过程中,城市是非农业人口高密度聚居的区域,同时又是高强度的经济活动区域。人口从第一产业向第二产业的转移集中,既是城市化的结果,也是城市化最重要的标志^[2]。城市的划分,世界上虽没有统一的标准,但大都以人口多少为依据。依照我国 1980 年颁布的《城市规划定额指标暂行规定》,城市按人口规模分为以下四类:

- (1) 特大城市,是指人口在 100 万以上的城市;
- (2) 大城市,是指人口在 50 万以上,不足 100 万的城市;
- (3) 中等城市,是指人口在 20 万以上,不足 50 万的城市;
- (4) 小城市,是指人口不足 20 万的城市^[3]。

考虑到中国人口基数的庞大及城市化水平的不断提高,以及城市人口的快速增长,1994 年以后,国家又调整了城市规模的划分标准及等级类型,增加了一个新的城市规模类型——城市人口在 200 万以上的超大型城市,城市规模分级体系于是变成了五级制。表 1 所示为中外城市人口规模划分标准对比^[4]。

一个国家或地区的城市化水平,同该国或该地区的经济、社会发展水平是密切相关的。城市化水平可以从数量和质量两方面来衡量,而基本的还是数量指标,其中最广泛应用的是城市

人口占总人口的百分比,即^[2]:

$$\text{城市化水平} = \frac{\text{城市人口}}{\text{总人口}} \times 100\%$$

城市人口在总人口中所占比例的增高,意味着城市化水平的提高,它是城市生态物理环境变化的决定因素。

表 1 中外城市人口规模划分标准对比

单位:万人

国家	超大城市	特大城市	大城市	中等城市	小城市
中国	>200	100~200	50~100	20~50	<20
前苏联	>100	25~100	10~25	5~10	<5
美国			>10	2.5~10	<2.5

注:资料来源于肖勤福等译《城市与经济发展》,江西人民出版社,1991年。

1.2 城市是高强度的经济活动地区

我国古老的城市概念具有防卫和交易的两种含义。“城”指用墙垣包围起来的地区,强调统治阶级的防御与安全。“市”则指进行交易的场所。时至今日,虽仍有少数军政功能的城市,但绝大多数城市的形成和发展与经济因素的关系最为密切。城市主要是生产、交换、消费的集中地,是生产力的空间存在形式。它是生产力的发展、社会劳动分工加深、生产资料所有制建立的结果,是整个社会发展历史过程的体现。总之,城市交通发达,工业生产、商品流通和消费水平很高,使得生产资料、生活资料和能源使用都高度集中,高速运转,是人类高强度经济活动的地域。城市中的工业、商业和交通运输业的高强度经济活动,使城市生态环境发生了巨大的改变^[5]。

1.3 城市是特殊性质的下垫面

广义的城市下垫面包括市区建筑物、构筑物 and 地面铺装。由于城市的发展,城市下垫面原有的自然环境发生了根本的变化。人工建筑物、构筑物高度集中,以水泥、沥青、砖石、陶瓦和金属板等这些坚硬密实、干燥而不透水的材料作为建筑材料,代替了原来疏松和植物覆盖的土壤或空旷的荒地。城市化水平还可以体现为土地利用的变化率,即一定时间内非城市用地(如农田、草原、山地、森林、海滩等)转变为城市用地的比率^[1]。在城市化的地区,人类活动对气候的影响,首先是通过下垫面性质的改变来体现的。下垫面是城市气候形成的重要因素,它与空气间存在着复杂的物质交换和能量交换,同时又是下层空气运动的边界面。它对局部地区气候的影响非常敏感^[5]。

当今中国城市化进程不断发展,城市建设的速度、规模和范围是历史上前所未有的。环境的污染、人口的激增、资源的锐减、生态的失衡等也随之而来。在我国经济繁荣,城市发展给人们带来希望的同时,也使人们感到它正面临着许多危机。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物理环境。城市化的重要特征之一,就是原有的天然下垫面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。传统的非透水性铺装片面强调硬化地面的防水防渗性能。此种地面铺装将自然降雨完全与其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位难以得到及时的补充,严重影响雨水的有效利用。对于不透水铺装,降雨时雨水

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,因此加重了这些自然水体的污染程度。我国城市基础设施发展严重滞后的现状,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,因此不透水铺装无疑会加重城市排水系统的防洪压力。它是我国很多城市夏季产生城区内涝的重要因素。另外,不透水铺装雨天表面积水,机动车通行时产生的“飘滑”、“飞溅”及“眩光”现象也会增加城市交通的安全隐患。综上所述,当今盛行的不透水铺装越来越不适应城市生态物理环境可持续发展的要求。

城市硬化地面占整个城市区域面积相当大的比例,因而其生态效益的好坏对于城市生态物理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有效措施。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方面的要求,因而大量的使用不透水铺装作为铺装结构。但是不透水铺装存在明显的生态环境缺陷,生态效益偏低。与不透水铺装相比,透水性铺装在营建良好的城市声、光、热等物理及生态环境方面具有独特的优势。从地面铺装入手,充分发挥透水性铺装的生态环境优势是改善城市人居环境的重要途径^[6]。

2. 透水性铺装的生态环境效益

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^[6]。图1为透水性铺装与不透水铺装对比示意图,从图中可以看出透水性铺装保留了土壤的渗透过滤属性,对原有的生态物理环境影响较小。概括地讲,透水性铺装的生态环境效益主要表现在^[7]以下几个方面。

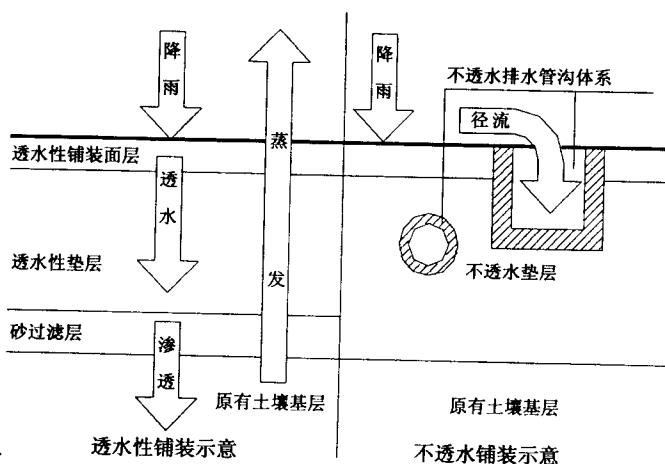


图1 透水性铺装与不透水铺装对比示意图

2.1 透水性铺装对于城市地下水资源保护的作用

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,增强了土壤层滤水过程中的水质净化作用。雨水通过透水过滤净化,从而有效地补充地下水,以便缓解

不透水铺装对于城市水资源的负面影响。

2.2 透水性铺装 in 改善城市声、光环境方面的作用

透水性铺装依靠其特有的多孔结构,通过摩擦和空气运动的粘滞阻力,将部分声能转变为热能,从而起到吸声降噪的作用^[8]。另一方面,透水性铺装表面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常出现的由定向反射造成的眩光。同时该铺装能及时消除路面表面积水,因而克服了路面行车“飘滑”、“飞溅”、“夜间眩光”等缺陷,这对城市的交通安全很是有利。

2.3 透水性铺装 in 缓解“热岛效应”方面的作用

在城市中,工厂企业和居民要燃烧大量的燃料,燃烧过程中,有大量热能排放到大气中,造成了市区的温度比郊区高,这个现象称为城市热岛效应。透水性铺装及下垫层土壤中雨天滞留的水分通过太阳辐射作用下的蒸发作用,吸收大量的显热和潜热,使其近地层空气温度和地表温度均得到降低,从而有效地缓解“热岛效应”。“城市干燥化”是城市热岛效应的连锁反应。北方城市在少雨季节常见的风沙起尘现象,原因之一就是地表的蒸发量减少,空气的湿度过小,空气日益干燥。该现象在缺水的北方城市尤其明显。解决这一问题的对策之一,就是对道路及铺地进行保湿透水性地面铺装。这些城市如果使用透水性铺装,透水性铺装地面蒸发的水蒸气会增加空气的湿度。该增湿作用可以有效地减少城市路面起尘现象。

2.4 透水性铺装对于铺装地表土壤生态环境的改善作用

透水性铺装兼有良好的渗水保湿及透气性。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铺装对地表生态的破坏程度。采用透水性铺装,由于雨水可以渗透到地下,补充了地下水位,既保护了水资源又有利于绿色植物的生长,而其良好的透气性能又可为铺装层下的好氧和兼氧微生物的栖息创造了一个良好的生存环境,使土壤层中生物种群丰富,生态效应优越。透水性铺装以下的动植物及微生物的生存空间由于得到有效的保护,因而很好地体现了“与环境共生”的可持续发展理念。

2.5 透水性铺装对于城市防涝的作用

透水性铺装由于自身的透水能力,能有效的缓解城市排水系统的泄洪压力。雨天地表径流曲线平缓,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。

2.6 透水性铺装在水体净化及减少地表径流方面的作用

透水性铺装可以过滤下渗雨水,减少地表径流对水体的污染^{[9][10]}。放置在水中的多孔透水性材料利用自身的多孔结构在水中可形成适于水生动植物生长的良好空间环境,这些水生动植物可以有效地净化污水^{[11][12]}。

综上所述,推广应用透水性铺装,充分发挥透水性铺装所特有的生态环境优势,是改善城市生态物理环境、实现地面铺装生态回归的重要途径。

3. 国内外透水性铺装的研究状况

法国为了改善公园林阴道上树木的灌溉难题最早提出透水路面的设想。欧洲的其他国家,如比利时、荷兰、意大利以及后来的美国和日本对于此项技术都产生了浓厚的兴趣,纷纷效仿并开展了这方面的研究^[13]。80年代初,美国出现了专门的“透水性混凝土搅拌站”,1991年,在佛罗里达州还成立了“透水性混凝土路面材料协会”。1987年,日本研究者申请了透水性混凝土路面材料专利。他们采用高分子树脂和微细骨料包裹单粒级粗骨料制备透水性混凝土,为了增加美感,在制品面层中还加入彩石或染料。在法国,60%的网球场是用透水性混凝土或砖铺建的。德国提出了一项要把城市80%的地面改为透水地面的计划。德国城市铺设透水地面的区域包括:人行道、步行街、自行车道、郊区道路和郊游步行路、露天停车场、房舍周边庭院和街巷的地面、特殊车道及公共广场等。鉴于透水性地面铺装的上述优点,比利时研究人员对多孔透水性地面铺装的吸声降噪效果得出如下经验公式^[14]:

$$dL = 0.005 H \cdot V_v$$

式中: dL ——降低噪声值(dB(A)); H ——层厚(mm); V_v ——孔隙率(%)。

该公式计算厚度 $E=40$ mm 时,孔隙率为 20% 的多孔透水性地面铺装(该参数是实际应用的常规取值),其减噪量可达 4dB(A),这和国内外报道的实验数据相吻合^[15]。

我国透水性铺装应用由来已久。我国传统的园林、庙宇、宅院、街道的铺装大都采用透水铺装。北京故宫及天坛的千年松柏周围的地面都是透水的,只是到了近现代人们把这一生态环境效益良好的传统做法渐渐忘却了。20世纪70年代,我国北京园林局为了抢救古树,曾研制了一些具有透水、透气性能的砌块,用于铺装皇家园林的广场和道路。我国对于多孔透水性铺装的研究处于起步阶段,西安公路交通大学20世纪90年代初主持开展了《低噪声路面研究》。此项研究初步确定符合路用要求的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,并得出一定厚度多孔沥青路面铺装峰值频率 500 Hz 时孔隙率 V_v 与吸声系数 α 的回归方程^[16]。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,该种路面在雨水涵养、降低噪声、改善路面光环境方面具有明显的优势^[17]。

目前,国内外比较关注对于透水性铺装材料的路用性能研究,但对于透水性铺装的热、声、光等物理环境量化效应及相关性研究并不多。东南大学材料系与日本爱知工业大学合作进行的“减少环境负荷的多孔混凝土研究”,内容涉及多孔质材料的透水性、强度、水质净化机理及植物生长型混凝土等内容^[18]。开展透水性铺装在城市生态物理环境方面优势的量化效应的系统研究,能够深化和拓展透水性铺装的研究领域。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、实现地面铺装生态回归的重要方面。此项研究不仅能够提供用于评价透水性铺装环境效益的量化指标,而且还为透水性铺装环境效益的优化设计提供依据。此项研究必将有助于促进透水性铺装在我国的研究开发及推广应用。

4. 城市广场的发展概况

城市广场主要起源于古代人们的庆典与祭祀活动,而广场一词的出现以及广场成为城市中重要的外部空间,则可追溯到公元前的古希腊。古希腊广场最初用于议政和市场(Forum),

是人们进行户外活动和社交的“城市的起居室”。从古罗马时代开始,广场的使用功能逐步由宗教集会、市场扩大到礼仪、纪念和娱乐等,广场也开始固定为某些公共建筑前附属的外部场地(Plaza)。中世纪意大利的广场功能和空间形态进一步拓展,它作为城市的“心脏”,在高密度的城市中心区创造出具有视觉、空间和尺度连续性的公共空间,形成与城市整体互为依存的城市公共中心广场(Square)雏形。巴洛克时期,城市广场空间最大限度上与城市道路连成一体,广场不再单独依附于某一建筑物,而成为整个道路网和城市动态空间序列的一部分。城市广场是集政治聚会、休闲娱乐、景观欣赏于一体的大型公共空间。为满足多种城市生活需要而建设的城市广场,以建筑、道路、山水、地形等围合,由多种软、硬质景观构成的,采用步行交通手段,形成具有一定的主题思想和规模的结点(Nodes)型城市户外公共活动空间。其中,城市社会生活包括政治、文化、商业、休憩等多种活动;主题思想则指表现城市风貌和文化内涵及城市景观环境等多重目的;结点型是指城市空间中的核心型空间形态^[19]。

我国古代城市发展的显著特点就是封建生产关系始终占统治地位,中国古代城市都是封建社会型的城市。与儒家思想结合的封建礼教和等级观念支配着城市的规划思想。中国封建社会中城市的发展有两大类型:一类为主要由于经济地位的原因在原地不断发展扩建的城市,布局灵活多变,有一定的自发性;另一类是按照统治阶级的意图,从政治、军事统治的要求出发而新建的城市,一般多体现整体规划的意图,布局方正规则。这两类城市同时并存、同时发展变化,形成两种类型的广场:一类是由院落空间发展而形成的,主要存在于前一类城市,另一类是结合交通、贸易、宗教活动之需的城市空地,主要出现在后一类城市中。中国古代的广场与欧洲和现代的城市广场观念上有一定的差距,只能称之为似广场。第一类广场的平面布局手法充分体现了中国传统建筑类型讲求轴线对称的特征,通常是利用广场空间的变化衬托主体建筑的庄严神圣、至高无上的磅礴气势。第二类广场大体有四种:①庙宇前广场:型制通常是规整的,主体为寺庙山门,用照壁、牌坊等非建筑小品围隔空间,只供步行,不通过车马;②商业广场:常常在交叉路口或街道空间扩大处,因不拘礼制而呈现自然形状,也无一定的方向主次;③交通广场:这是与桥、河埠、城门相连的集散空间,因多与河流、街道相连而显得空间视野开阔。这类广场常常是进入城区的前奏,所以还常有旗杆、拱门、石坊或建筑以显示其标志作用;④市俗广场:包括宗祠前广场、钟鼓楼前广场、滨水广场等^[19]。

现代城市广场概念要广义得多,大到形成一个城市的中心或一个公园;小到一块空地或一块绿地等,均可列为城市广场系列。按城市广场的性质分为:市民广场、建筑广场、纪念广场、商业广场、市场广场、生活广场及交通广场等。按历史时期分类有古代广场、中世纪广场、文艺复兴时期广场、17、18世纪广场及现代广场;按形态分类有规整形广场、不规整形广场及广场群。按广场构成要素分析可分为建筑广场、雕塑广场、水上广场、绿化广场等。按城市广场空间围合程度可分为封闭型广场、半封闭型广场和开敞型广场;按建筑物的位置可分为岛式广场和周边式广场;按设计地坪标高可分为地面广场、高架广场和下沉式广场。现代城市广场作为户外开放空间,其使用进一步贴近市民生活,广场作为体现所在城市“环境”及“人文”的重要载体,不单单是一个城市外在的形象工程,她应该是一个具有良好生态物理环境并体现“人文关怀”的场所^[20]。

5. 城市广场生态物理环境的优化设计

随着城市经济和社会的发展,市民的注意力从以往的“吃”、“穿”、“住”方面转移到对于“环境”的关注。毋庸讳言,我国城市生态环境目前呈现恶化趋势,这与人们日益提高的对生活环境的期望值产生极大的反差。人们生活在被喻为“钢筋砼森林”的城市中,不得不饱受环境污染之苦。城市确实需要一个缓解城市环境及生态压力的缓冲器——城市广场。国际建筑师联合会第十四次会议宣言指出:“经济规划、城市规划、城市设计和建筑的共同目标应当是探索并满足人的各种需求”。满足人类生存和发展的需求,不仅是城市发展的最终目标,而且是人类社会进步的根本动力。城市广场应该是一个展示城市风采的“窗口”,一个吸引市民和外来宾客的“客厅”,一个市民能舒展筋骨、放松神经、呼吸新鲜空气、体验大自然情趣和生机的场所,一个使人们流连忘返的最富有魅力的外部空间。社会的进步使人们的生活发生了巨大的变化,追求高品质的精神生活成为人们的一种时尚。越来越多的人渴望走出封闭拥挤的办公和居住环境,城市广场应该成为人们休闲、娱乐、散步及景观欣赏的好去处。城市广场生态物理环境质量不仅关系到城市广场本身的使用效果,而且对于周边市区都会产生辐射和带动作用。

然而,现实的广场规划设计大多偏重几何构图,单纯追求所谓“开阔舒展”和“雄伟壮丽”等视觉景观效果,对于如何创造宜人的城市广场声、光、热等物理环境重视不够,使广场缺乏良好的生态物理环境,生态效益偏低,进而严重影响了城市广场的使用效能及其对市民应有的“亲和力”。城市广场规划设计由于缺乏诸如绿化、水体、地面铺装等要素的环境效应的量化评估,规划设计中绿化配置、水体布局及铺装选择存在着很大的盲目性和随意性,缺乏科学合理的设计原则及措施来指导城市广场生态物理环境的优化设计。建筑师和规划师对于广场规划方案的推敲只能停留在视觉构图的美化和创新上,这势必影响城市广场生态物理环境质量的改善和提高。

近年来城市广场的建设热潮在全国迅速兴起,各级领导和广大市民对此表现出巨大的热情。高质量高品质的城市广场对于提高城市的品位、改善市民的生活能够起到积极的作用^[20]。城市环境整合的责任,应由城市规划、城市设计、城市管理、建筑、景观绿化、交通、市政工程等专业共同完成。这里城市设计应该起主导作用,力求使城市形态要素建立有机和谐的关系。建筑师和其他的工程师是具体实施城市环境的设计者。他们不能仅局限在自己的设计范围,要研究更大的环境,使自己设计形成的环境很好地镶嵌在城市环境中,促进城市环境的整合^[21]。城市具有复杂的空间结构,市内建筑、道路、广场、绿地、水体都对地表能量产生影响^[22]。

城市广场生态物理环境优化设计作为城市设计的重要组成部分,是一个复杂的系统工程。城市广场生态物理环境相关的规划要素——绿化体系、地面铺装及水体布局——共同组成城市广场生态物理环境要素体系。该体系与广场周围建筑、城市道路、周围市民日常活动及宏观城市气候等相互作用,构成了环境系统发展变化的根据和条件。利用系统论原理,在系统和外部环境的相互作用和相互联系中认识和改善系统功能,在充分发挥每个要素的功能的同时,更重要的是调整要素的组成形式,建立合理的结构体系,使城市广场生态物理环境要素体系由较低的结构转变为较高的结构,从无序趋向有序,从而使城市广场生态物理环境规划要素系统整体功能得到优化,并在此基础上提出城市广场生态物理环境的优化设计原则及措施,借此对城市广场生态物理环境优化设计工作的开展提供借鉴^[23]。这方面的研究在以往的城市规划研究中常常被忽视。

第一章

透水性铺装与城市物理环境

1.1 透水性铺装及其特点

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的环境效益越来越受到人们的重视。

透水性铺装的特点,是其上的降水可以通过本身与铺装下垫层相通的渗水路径渗入下部土壤。因此要求铺装面层结构具有良好的透水性,只有这样才能保证该铺装体系的透水要求^[1]。面层的透水性构造主要有两种方式,一种是现浇透水性面层,另一种是透水性地砖面层。透水性铺装构造示意图见图 1-1。现浇透水性面层,是通过材料的特殊级配使该面层具有相互连通的多孔结构。该多孔结构是雨水下渗

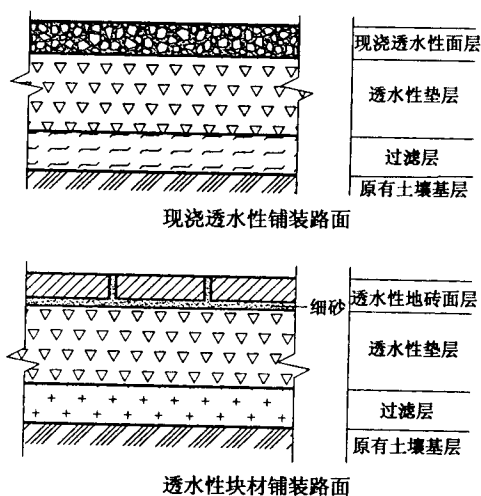


图 1-1 透水性铺装构造示意图

和下垫层蓄水蒸发的通道。目前应用于杭州—金华高速公路上的开级配多孔透水性沥青混凝土路面就属于现浇透水性面层。由于多孔结构会降低骨料之间的粘结强度进而降低该路面的强度及耐久性等路用性能指标,因此,如何解决多孔开级配透水性沥青混凝土构造与满足路用性能之间的矛盾,是此项技术的关键。通过特殊添加剂改善和提高现浇透水性面层粘结材料(沥青或水泥砂浆)的粘结强度是此项技术的常规做法。目前沥青混凝土改性添加剂主要包括抗剥剂、SBS、SBR、EVA 和石灰等^[2]。

透水性地砖面层的透水性能,可以采用两种途径加以实现,一种是透水性地砖本身具备良好的多孔透水构造,再加上地砖接缝的透水通道,两者共同构成该面层的透水体系。以矿渣废料、陶瓷废料及废玻璃等为原料通过烧结等工序生产的陶瓷透水砖就属于这种情况。此种地砖内部构造呈连贯微孔结构,该铺装表面的积水通过与外界空气贯通的微孔通道以及地砖接缝渗透到地砖内部及下部垫层,以实现透水全过程。此种铺装地砖通过半熔融烧结工艺,很好地解决了地砖孔隙透水与强度及耐久性等路用性能之间的矛盾,完全满足广场及园林地面铺装的路用性能指标的要求,郑州碳化硅陶瓷有限公司研制开发的“郑陶牌”环保型陶瓷广场透水砖就属于这类产品。

另一种透水方式,是完全依靠地砖接缝或地砖之间预留空隙来实现透水目的。此种地砖本身不透水或透水能力有限。天津爱尔建材有限公司生产的“爱尔”粉煤灰透水砖就属于这类产

品。粉煤灰透水砖以矿渣、煤矸石、粉煤灰等废渣为原料,添加特殊的胶凝材料和粘结剂,通过加压成型及蒸养等工序生产的,属于免烧型透水砖。免烧型透水砖与烧结透水砖相比能够节省能源。该类地砖本身的孔隙率及透水性能并不很高,其透水性能主要是通过预留透水接缝来实现。透水接缝宽度是依靠砖侧面的凸棱来保证的,凸棱尺寸可根据实际需要进行调整。图 1-2 所示为不同类型透水地砖产品及铺装试样外观形式示意。

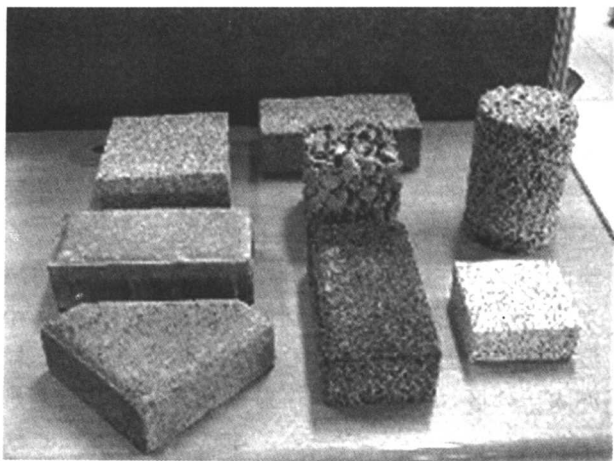


图 1-2 透水地砖产品及装试样外观实录

上述两种地砖的生产原料很好地体现了节约资源、变废为宝的环保理念。从透水性地砖的发展方向来说,开发本身透水性良好的透水性地砖产品,更能体现透水性地砖的“透水”特点,是今后发展的方向。透水性地砖按形状可分为矩形砖、方形砖、缺角砖、嵌角砖、三角砖、菱形砖、梯形砖、互锁砖等,拼装地砖的接缝或缺角砖的缺角处可以作为植草绿化的空间,嵌角地砖不同的拼装形式对应不同的绿化比例。通过不同的拼装可以创造出多种植草效果,大大地丰富了园林景观设计效果。图 1-3 所示为中山陵景区停车场嵌角砖透水铺装示意。



图 1-3 中山陵景区停车场嵌角砖透水性铺装实录

1.2 城市地面铺装与城市热岛效应

1.2.1 建筑物-空气-地面铺装系统的能量平衡方程

城市具有复杂的立体结构。市内建筑、道路、广场、绿地、水体都对地表能量平衡产生影响。对于城市下垫层来说,建筑物-空气-地面铺装系统(building-air-ground volume)的能量平衡方程如下^[3]:

$$Q_N + Q_F = Q_H + Q_E + \Delta Q_S + \Delta Q_A \quad (1-1)$$

式中: Q_N ——净辐射(W/m^2);

Q_F ——人为热(W/m^2);

Q_H ——下垫层与空气间显热交换(简称地-气显热交换)(W/m^2);

Q_E ——下垫层与空气间潜热交换(简称地-气潜热交换)(W/m^2);

ΔQ_s ——下垫面内部储热量的变化(W/m^2);

ΔQ_A ——热平流量的变化(W/m^2);

人为热的来源包括人类活动和生产活动以及生物新陈代谢所产生的热量。在城市中由于人口密度大,在工业生产、家庭炉灶、汽车、摩托车等排放的热量,远比郊区为大。这是城市气候中一宗额外的热量收入。热平流量 Q_A 是指下垫面水平方向流动的热量,四周环境相同时,通常假定进入的平流能量与支出的平流能量相等, ΔQ_A 项可以忽略不计。从式(1-1)可以看出下垫面的净辐射 Q_N 是由太阳总辐射 Q 、下垫面反射率 α 、大气逆辐射 $Q_L \downarrow$ 和地面辐射 $Q_L \uparrow$ 四项来决定的。到达城市下垫面的太阳总辐射比郊区小,但其下垫面的反射率 α 亦比郊区小。在短波辐射收支上,城市与郊区的差别不大。城市中大气逆辐射虽比郊区大,但地面长波辐射城市亦大于郊区,因此在长波辐射收支上,城、郊的差别亦不大^[3]。城区建筑物材料如密集的混凝土、石料、钢材等的比热容 c 、导热系数 λ 和热导纳 $\mu(\mu = \sqrt{\lambda c})$ 都比郊区干燥土壤高,因此城区的储热量 ΔQ_s 比郊区大。城市比郊区在白天能够蓄积较多热量的另一个重要原因是建筑群密集,在太阳辐射下,吸热面和储热面较多,而郊区土壤表面则为植被或枯枝落叶层所覆盖,其储存的热量仍较少,据 Seller 的估计:城市下垫面储存的热量 ΔQ_s ,其平均值相当于地净辐射的 15%~30%,郊区下垫面有农作物、森林和草覆盖着,其平均 ΔQ_s 相当于当地净辐射的 5%~15%,而裸露地面约为 25%~30%^[4]。城市下垫面白天吸收太阳辐射能,并将这部分热量储存起来,日落后再将热量向四周释放。由于城市下垫面(以混凝土和石材为主)的比热容 c 和导热系数 λ 明显高于乡村下垫面(以天然土壤和植被为主)的热容量 c 和导热系数 λ ,因此,城市下垫面的蓄热量也明显高于乡村下垫面。日落后,通过长波辐射,城市下垫面地表向上部空气辐射较多的热量,地表温度的降低也相对较慢,这是造成夏季城市夜间气候相对炎热的重要因素,是城市热岛效应在夏季夜间的具体表现^[3]。

1.2.2 地面铺装与城市热岛效应

地面铺装吸收了净辐射和人为热,一部分储存在下垫面内部,其余的部分则通过湍流交换方式将显热(又称可感热)输送给空气(通常夏季城市地面温度高于气温),另一部分则通过蒸散(包括从湿润的地面蒸发和从地表植被蒸腾),下垫面的水分将潜热输送给空气(当地面有露水凝结时,则地面从空气获得潜热)。城市下垫面向空气潜热输送量的大小主要取决于下垫面可供蒸发的水分量的大小。

由于下述原因城市中可供蒸发的水分比郊区少,其下垫面向大气提供的潜热因此小于郊区。据美国芝加哥、洛杉矶等 10 个大城市统计,市内住宅、工厂及公共建筑占全市总面积的 50%,人工铺设的道路约占全市总面积的 22.7%。这两者都是不透水的,它们总计占全市总面积的 72.7%,上海不透水面积更是高达 80%以上,世界上的主要城市不透水面积大都在 50%以

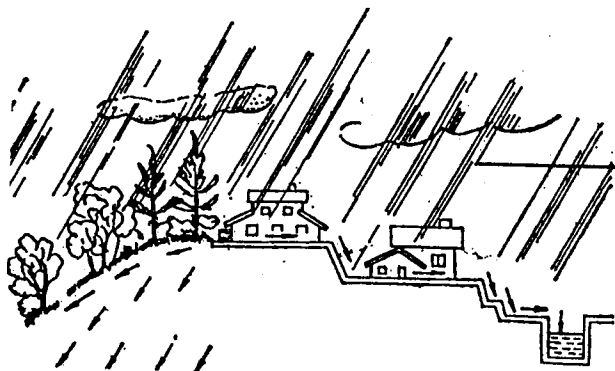


图 1-4 城市与郊区雨天下垫面渗、排水示意图