

景观工程设计技术丛书



景观建设工程材料与施工

JINGGUAN JIANSHE GONGCHENG CAILIAO YU SHIGONG

程正渭 杜娟 张群 编著



化学工业出版社

—景观工程设计技术丛书



景观建设工程材料与施工

JINGGUAN JIANSHE GONGCHENG CAILIAO YU SHIGONG

程正渭 杜娟 张群 编著



化学工业出版社

·北京·

本书根据目前园林景观行业的工程现状和社会需求,较为全面地介绍了近年景观建设工程中广泛使用的材料、施工工艺,包括最新材料及环保材料的应用与施工。全书内容包括概论、景观建设工程基本材料、景观绿化植物材料、景观工程材料与施工等,理论与实践相结合,注重适用与实效,可操作性强。

本书可供景观建设工程设计、施工组织管理等相关人员阅读参考,也可作为大专院校景观相关专业师生的教学参考书和教材。

图书在版编目(CIP)数据

景观建设工程材料与施工/程正渭,杜娟,张群编著.
北京:化学工业出版社,2009.2
(景观工程设计技术丛书)
ISBN 978-7-122-04567-6

I. 景… II. ①程…②杜…③张… III. ①景观-建筑
材料②景观-建筑工程-建筑学 IV. TU986

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 004749 号

责任编辑:刘兴春
责任校对:徐贞珍

文字编辑:张林爽
装帧设计:张辉

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装:三河市延风印装厂

720mm×1000mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 392 千字 2009 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:38.00 元

版权所有 违者必究

序

快速的城市化发展是中国社会发展的巨大机遇，它呈现在人们面前的是快速出现的城市新区、层出不穷的新的建设项目，并由此而推动人们对于居住环境质量追求，促使我国的城市化建设必须顺应城市生态化的趋势。为进一步推动我国城市的可持续发展，进一步改善人居环境，建设部提出了建设国家“生态园林城市”的更高目标。同时，我国城镇绿化和生态区域建设也发展迅速，一大批世界文化与自然遗产、国家级地质公园、森林公园、水利风景区，以及公路、河道、铁路绿色网络系统正在建设之中。

中国是公认的“世界园林之母”，风景园林文化是中华文化的重要组成部分。风景园林文化和科技源远流长，在几千年的发展过程中不仅为人类社会做出了杰出贡献，所提出的“天人合一”、“人与自然和谐共生”等理念至今仍为世界所推崇和追求。在现代化建设的进程中，我们更应突出中国特色，光大中华国粹，继往开来，与时俱进，将现代科技与优秀传统文化有机结合，为促进人与自然的和谐发展、为世界科学和文化建设做出更大贡献。

景观工程远远不同于一般民用建筑和市政等工程，它具有科学的内涵和艺术的外貌。每项工程各具特色、风格迥异，工艺要求也不尽相同，而且工程项目内容丰富，类别繁多，工程量大小也有天壤之别；同时还受地域差别和气候条件的影响。景观工程是城市环境建设的重要组成部分，景观的布置与营造要进行细致而周全的设计，它需要调查和了解景观所处的环境条件，经过周详地考虑和研究，从艺术和技术等多方面构思，从而决定景观的形式及内容，最终产生服务于大众的景观作品。

由于景观工程涉及建筑学、工程学、地理学、艺术学、社会学、生物学、心理学等多个学科，其理论研究与实践一直处于相对落后状态。可以明显地看到，景观设计师在实际的造型能力、设计能力、创新能力、表达能力等方面存在诸多的缺陷与不足。景观设计行业普遍存在理论僵化、设计空洞、脱离实际、盲目模仿、生搬硬造等问题，如生态理念流于纸面、场地功能混淆不清、景观形象千篇一律、工程设计粗制滥造等，这些问题严重影响着我国风景园林事业的健康发展。保护和建设秀美山川，加强自然环境和人工环境建设与管理，改善人居环境，传承和弘扬中华优秀传统文化，促进人与自然的和谐发展，是我国风景园林事业的奋斗目标，

也是风景园林设计师不可推卸的历史重任。在此背景下化学工业出版社联系了山东建筑大学、山东大学及山东农业大学等高校相关专业的专家、学者组织编写了《景观工程设计技术丛书》(共10本);参加本丛书编写的作者都是长期从事教学工作和相关科研的专家、学者,有着丰富的实践经验和深厚的理论基础。他们从实际出发,注重理论与实际相结合,进行科学、系统地论述;同时展示了大量的实际设计案例及优秀作品,具有较高的学术价值和实用价值。相信读者可以从中获得许多有益的技术知识和应用实践经验。

南京林业大学教授、
风景园林学院院长、建设部风景园林专家

王浩

2009年1月

前 言

材料是景观的物质基础，是表达景观设计思想的物质载体。在景观建设工程中，材料的角色无疑具有举足轻重的作用，景观材料的性能、品种、规格、质量直接影响景观的效果、实用性、艺术性、坚固性、耐久性及经济性等。因此，在现代景观的设计和建设过程中，充分利用和发挥材料丰富的属性来促进景观建设的发展，正确掌握材料与景观设计间的相互关系和相互影响，合理地选择和应用材料的种类和形式，是解决问题的关键所在。

本书考虑目前园林景观行业的工程现状和社会需求，根据国家已颁布的各项标准、规范和操作规程，较为全面地介绍了近年景观建设工程中广泛使用的材料、施工工艺，包括最新材料及环保材料的应用与施工。全书内容包括概论、景观建设工程基本材料、景观绿化植物材料、景观工程材料与施工等。

本书理论与实践相结合，注重适用与实效，具有很强的实用性、可操作性和指导性，可以作为景观建设工程设计、施工组织管理等相关人员的参考书和工作指南，也可作为大专院校景观相关专业师生的教学参考书和教材。

本书在编著过程中，参考了一些相关著作和资料，并得到一些领导、编辑及有关人员的大力支持，在此一并表示衷心感谢！

由于时间仓促，编者水平有限，书中难免有疏漏之处，恳请各位专家和读者批评指教，并提出宝贵的修改意见。

编著者
2009年1月

目 录

第一章 概论	1
第一节 景观建设工程材料的分类	1
一、景观建设工程材料的概念	1
二、景观建设工程材料的分类	1
三、景观建设工程材料的技术标准	2
第二节 景观建设工程材料的基本性质	3
一、材料的物理性质	3
二、材料的力学性能	7
第三节 景观建设工程材料的应用与发展趋势	8
一、传统材料的继承与扬弃	8
二、新材料、新工艺的不断涌现	9
三、材料与现代科技的有机融合	9
第二章 景观建设工程基本材料	10
第一节 胶凝材料	10
一、水泥	10
二、石灰	19
三、建筑石膏	22
四、水玻璃	24
第二节 混凝土	26
一、混凝土分类	27
二、普通混凝土	27
三、其他混凝土	34
第三节 建筑砂浆	38
一、砌筑砂浆	39
二、抹面砂浆	42
三、特种砂浆	46
第四节 墙体材料	47
一、墙体砖材	47
二、墙体砌块	52
三、墙用板材	55
第五节 金属材料	57

一、建筑钢材	58
二、铝及铝合金	62
三、铜及合金	65
第六节 石材	65
一、石材的基本特征	66
二、砌筑用石材	68
三、饰面石材	69
四、人造石材	73
第七节 木材	74
一、木材的基本性质特征	75
二、木材及其制品	76
三、木材的防护	80
第八节 防水材料	80
一、防水卷材	81
二、防水涂料	84
三、密封防水材料	86
四、刚性防水材料	87
第九节 其他类型材料	88
一、建筑玻璃	88
二、建筑涂料	95
三、建筑塑料	96
四、建筑陶瓷	102
第三章 景观绿化植物材料	104
第一节 乔木	104
一、乔木的主要类型	104
二、乔木的配置方式及在园林中的应用	107
第二节 灌木	108
一、灌木的种类	108
二、灌木在园林中的应用	109
第三节 草坪和地被植物	112
一、草坪和地被植物的含义及分类	112
二、园林中常用的草坪草种和地被植物	113
三、草坪和地被植物的功能作用	114
四、草坪和地被植物在园林中的配置及应用	116
第四章 景观工程材料与施工	120
第一节 景观道路、铺地工程材料与施工	120
一、景观道路工程材料与施工	120

二、景观铺地工程材料与施工	133
第二节 山石景观工程材料与施工	134
一、假山工程材料与施工	134
二、塑山与塑石工程材料与施工	150
第三节 水景工程材料与施工	154
一、驳岸、护坡工程材料与施工	154
二、水池工程材料与施工	160
三、流水工程材料与施工	167
四、落水工程材料与施工	169
五、喷泉工程材料与施工	173
第四节 景观建筑小品材料与施工	178
一、景观建筑材料与施工	178
二、景观小品材料与施工	180
三、仿古建工程材料与施工	199
第五节 景观种植材料与施工	228
一、乔、灌木栽植施工技术	229
二、花坛施工技术	234
三、草坪种植施工技术	238
四、大树移植技术	241
五、反季节种植技术	252
第六节 景观照明工程材料与施工	255
一、景观照明基本知识	255
二、景观照明灯具类型	256
三、景观照明施工	258
第七节 景观给排水工程材料与施工	263
一、给水管材与施工	263
二、排水管材与施工	271
三、排水管道铺设	276
四、喷灌材料与施工	283
参考文献	287

第一章 概 论

第一节 景观建设工程材料的分类

一、景观建设工程材料的概念

景观建设工程材料是指在景观工程建设中使用的材料的统称，包括建造基础、梁、板、柱、墙体、屋面、地面以及室内外装饰工程所用的材料。在景观建设工程中，材料的性能、质量和价格直接影响到景观的适用、安全、经济和美观性。

二、景观建设工程材料的分类

景观建设工程材料品种繁多，可从不同的角度来进行划分。根据材料来源，可分为天然材料及人造材料；根据使用部位，可分为承重材料、屋面材料、墙体材料和地面材料等。目前，常见的是根据组成物质的化学成分和按使用功能划分。

按照化学成分不同，将景观建设工程材料分为无机材料、有机材料和复合材料三大类（见表 1-1）。

按使用功能将景观建设工程材料分为结构材料、围护材料和功能材料三大类。

（1）结构材料指构成建筑物受力构件和结构所用的材料，如梁、板、柱、基础、框架等构件或结构使用的材料。结构材料要求具有足够的强度和耐久性，常用的有砖、石、钢筋混凝土、钢材等。

（2）围护材料是用于建筑物围护结构的材料，如墙体、门窗、屋面等部位使用的材料。围护材料不仅要求具有一定的强度和耐久性，还要求同时具有保温隔热或防水、隔声等性能。常用的围护材料有砖、砌块、混凝土和各种墙板、屋面

表 1-1 景观建设工程材料按化学成分分类

分 类			举 例
无机材料	金属材料		铁、钢、不锈钢、铝和铜及其合金
	非金属材料	天然石材	砂、石子、砌筑石材、装饰板材
		烧土制品	砖、瓦、陶瓷、琉璃制品
		玻璃及熔融制品	玻璃、玻璃纤维、矿棉、岩棉
		胶凝材料	石灰、石膏、水泥
		混凝土及硅酸盐制品	砂浆、混凝土、硅酸盐制品
有机材料	植物材料		竹材、木材、植物纤维及其制品
	沥青材料		石油沥青、煤沥青、沥青制品
	合成高分子材料		塑料、涂料、胶黏剂、合成高分子防水材料
复合材料	无机非金属材料与有机材料复合		玻璃纤维增强塑料、聚合物混凝土、沥青混凝土
	金属材料与无机非金属材料复合		钢筋混凝土、钢纤维增强混凝土
	金属材料与有机材料复合		彩色夹心复合钢板、塑钢门窗材料

板等。

(3) 功能材料主要是担负建筑物使用过程中所必需的建筑功能的材料，如防水材料、防潮材料、绝热材料、吸声隔声材料、采光材料和室内外装饰中使用的各种涂料、镀层、贴面、各色瓷砖、具有特殊效果的玻璃等材料。

三、景观建设工程材料的技术标准

材料的技术标准主要内容有产品规格、分类、技术要求、检验方法、验收规则、包装及标志、运输与储存等。我国景观建设工程材料的技术标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准等，分别由相应的标准化管理部门批准并颁布。国家标准和行业标准属于全国通用标准，是国家指令性技术文件，各级生产、设计、施工等部门必须严格按照执行，不得低于此标准。地方标准是地方主管部门发布的地方性技术文件。凡没有制定国家标准、行业标准的产品应制定企业标准，而企业标准所制定的技术要求应高于类似（或相关）产品的国家标准。各级标准均有相应的代号，如表 1-2 所列。

表 1-2 各级标准代号

标准种类	代号	表示内容	表示方法
国家标准	GB	国家强制性标准	由标准名称、部门代号、标准编号、颁布年份等组成，例如：《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB175—1999）；《建筑用砂》（GB/T14684—2001）
	GB/T	国家推荐性标准	
行业标准	JC	建材行业标准	
	JGJ	建筑工程行业标准	
	YB	冶金行业标准	
	JT	交通标准	
	DL	电力标准	
地方标准	DB	地方强制性标准	
	DB/T	地方推荐性标准	
企业标准	QB	适用于本企业	

第二节 景观建设工程材料的基本性质

材料在景观建设工程中所起的作用,从根本上来讲就是材料性质在工程中的具体表现,如结构材料应具有一定的力学性质;屋面材料应具有一定的防水、保温、隔热等性质;地面材料应具有较高的强度、耐磨、防滑等性质;墙体材料应具有一定的强度、保温、隔热等性质。所以正确选择和合理使用景观工程材料必须以其性质为依据,掌握材料的基本性质是正确选择与合理使用材料的基础。

一、材料的物理性质

1. 材料的密实度与孔隙率

材料体积(自然状态)内固体物质的充实程度称为材料的密实度。

在建筑工程材料中,除了钢材、玻璃及沥青等极少数材料可认为不含孔隙外,绝大多数材料内部都存在孔隙。孔隙按常温、常压下水能否进入分为开口孔隙和闭口孔隙。开口孔隙是指在常温、常压下水可以进入的孔隙;闭口孔隙是指在常温、常压下水不能进入的孔隙。

孔隙率是指材料内部孔隙体积占材料在自然状态下体积的百分率,分为总孔隙率(简称孔隙率)、开口孔隙率和闭口孔隙率。

材料内部所有孔隙的体积与材料在自然状态下体积的百分率称为材料的孔隙率。

材料内部开口孔隙的体积与材料在自然状态下体积的百分率称为材料的开口孔隙率。由于水可进入开口孔隙,工程中常将材料在吸水饱和状态下所吸水的体积,视为开口孔隙的体积。

材料内部闭口孔隙的体积与材料在自然状态下体积的百分率称为材料的闭口孔隙率。

散粒材料在堆积状态下,颗粒间空隙的体积占堆积体积的百分率称为空隙率。

2. 材料的密度、表观密度和堆积密度

(1) 密度 密度是材料的基本物理性质,与材料的其他性质存在着密切关系。其是指材料在绝对密实状态下,单位体积的质量。密度用下式表示:

$$\rho = m/V$$

式中, ρ 为密度, g/cm^3 ; m 为材料在干燥状态下的质量, g ; V 为材料在绝对密实状态下的体积, cm^3 。

材料在绝对密实状态下的体积是指不包括材料孔隙在内的固体实体积。

为了测定有孔材料的密实体积,通常把材料磨成细粉(粒径小于 0.2mm)以便去除其内部孔隙,干燥后用李氏瓶(密度瓶)通过排液体法测定其密实体积。材

料磨得越细，细粉体积越接近其密实体积，所测得的密度值也就越精确。

工程中常用的散粒状材料，如砂、石等材料内部有些与外部不连通的孔隙，使用时既无法排除，又没有物质进入，在密度测定时直接用排水法测出的颗粒体积（材料的密实体积与闭口孔隙体积之和，但不包括开口孔隙体积）与其密实体积基本相同，并按上述公式计算，这时所求得的密度称为视密度。

（2）表观密度 表观密度是指多孔固体材料在自然状态下单位体积的质量。表观密度用下式表示：

$$\rho_0 = m/V_0$$

式中， ρ_0 为表观密度， kg/m^3 或 g/cm^3 ； m 为材料的质量， kg 或 g ； V_0 为材料在自然状态下的体积， m^3 或 cm^3 。

材料在自然状态下的体积是指构成材料的固体物质体积与全部孔隙体积（包括闭口孔隙体积和开口孔隙体积）之和。对于形状规则的体积可以直接量测计算而得（比如各种砌块、砖）；形状不规则的体积可将其表面蜡封以后用排水法或排油法测得。

当材料孔隙内含有水分时，其质量和体积均有所变化，因此测定材料表观密度时，必须注明其含水状态。一般情况下，表观密度是指气干状态下的表观密度，而在烘干状态下的表观密度，称为干表观密度。

（3）堆积密度 堆积密度是指粉状、颗粒状材料在堆积状态下单位体积的质量。堆积密度用下式表示：

$$\rho_0' = m/V_0'$$

式中， ρ_0' 为堆积密度， kg/m^3 ； m 为材料质量， kg ； V_0' 为材料的堆积体积， m^3 。

材料的堆积体积包括颗粒体积（颗粒内有开口孔隙和闭口孔隙）和颗粒间空隙的体积。砂、石等散粒状材料的堆积体积，可通过在规定条件下用所填充容量筒的容积来求得，材料堆积密度大小取决于散粒材料的视密度、含水率以及堆积的疏密程度。在自然堆积状态下称松散堆积密度，在振实、压实状态下称为紧密堆积密度。除此之外，材料的含水程度也影响堆积密度，通常指的堆积密度是在气干状态下的，称为气干堆积密度，简称堆积密度。

在景观建设工程中，计算材料的用量经常用到材料的密度、表观密度和堆积密度等数据，常用材料的密度参数见表 1-3。

3. 材料的热物理性质

（1）导热性 材料传导热量的性质称为材料导热性。导热性大小可以用热导率 λ 表示，用下式表示：

$$\lambda = Qd/[A(T_1 - T_2)t]$$

式中， λ 为热导率， $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ； Q 为传导的热量， J ； d 为材料的厚度， m ； A 为传热面积， m^2 ； $T_1 - T_2$ 为材料两侧的温度差， K ； t 为传热时间， s 。

材料的热导率越小，则材料的隔热保温性越好。影响材料热导率的因素主要有

表 1-3 常用建筑材料的密度、视密度、表观密度和堆积密度数值

材料名称	密度/(g/cm ³)	视密度/(g/cm ³)	表观密度/(g/cm ³)	堆积密度/(g/cm ³)
钢材	7.85	—	7850	—
水泥	3.2	—	—	1200~1300
花岗岩	2.6~2.9	—	2500~2850	—
石灰岩	2.4~2.6	—	2000~2600	—
普通玻璃	2.5~2.6	—	2500~2600	—
烧结普通砖	2.5~2.7	—	1500~1800	—
建筑陶瓷	2.5~2.7	—	1800~2500	—
普通混凝土	2.6~2.8	—	2300~2800	—
普通砂	2.6~2.8	2.55~2.75	—	1450~1700
碎石或卵石	2.6~2.9	2.55~2.85	—	1400~1700
木材	1.55	—	400~800	—
塑料	1.0~2.6	—	20~50	—

以下几个方面。

① 材料的组成与结构 通常金属材料、无机材料、晶体材料的热导率分别大于非金属材料、有机材料、非晶体材料。

② 材料的孔隙率 孔隙率越大,即材料越轻,热导率越小。细小孔隙、闭口孔隙比粗大孔隙、开口孔隙对降低热导率更为有利,因为减少或降低了对流传热。

③ 含水率 材料含水或含冰时,会使热导率急剧增加。因为水和冰的热导率分别是空气的 20 倍和 80 倍。

④ 温度 温度越高,材料的热导率越大(金属材料除外)。

上述因素一定时,材料的热导率为常数。

对墙体或其他围护结构来说,其传热能力常用传热系数来表示,即热导率与材料层厚度的比值。材料的热导率越小,材料层或维护结构的传热系数越小,保温隔热性越好。增加材料层的厚度也可降低传热系数,但会增加材料的用量和园林构筑物的自重。

传热系数的倒数称为热阻。热阻越大,则材料层抵抗热流通过的能力越大,保温隔热性越好。

(2) 热容量 材料的热容量是指材料受热时吸收热量、冷却时放出热量的性质。单位质量材料在温度变化 1℃ 时,材料吸收或放出的热量称为材料的比热容,又称热容量系数。

(3) 材料的耐燃性 材料抵抗燃烧的性质称为耐燃性。在景观建设中,其是影响建筑(构筑)物防火和耐火等级的重要因素。建筑材料按其燃烧性质分为 4 级:① 不燃性材料(A 级);② 难燃性材料(B1 级);③ 可燃性材料(B2 级);④ 易燃性材料(B3 级)。

4. 与水有关的性质

(1) 材料的亲水性与材料的憎水性 材料与其他介质接触的界面上具有表面能,每种材料都力图降低这种表面能至最小,以取得稳定。当材料与水接触时,如果材料与空气接触面上的表面能大于材料与水接触面上的表面能,即材料与水接触

后，其表面能降低，则水分就能代替空气而被材料表面吸附，表现为水可以在材料表面上铺展开，亦即材料表面可以被水所润湿或浸润。此种性质称为材料的亲水性，具备这种性质的材料称为亲水性材料。若水不能在材料的表面上铺展开，即材料表面不能被水所润湿或浸润，则称为憎水性，此种材料称为憎水性材料。

(2) 材料的吸水性 吸水性是材料在水中吸收水分的性质，用质量吸水率或体积吸水率来表示。两者分别是指材料在吸水饱和状态下，所吸水的质量占材料绝干质量的百分率，或所吸水的体积占材料自然状态体积的百分率。

吸水率主要与材料的孔隙率，特别是开口孔隙率有关，并与材料的亲水性和憎水性有关。孔隙率大或体积密度小，特别是开口孔隙率大的亲水性材料具有较大的吸水率。多孔材料的吸水率一般用体积吸水率来表示。

材料的吸水率可直接或间接反映材料的部分内部结构及其性质，即可根据材料吸水率的大小对材料的孔隙率、孔隙状态及材料的性质做出粗略的评价。

(3) 材料的吸湿性 吸湿性是材料在空气中吸收水蒸气的性质。材料吸湿或干燥至与空气湿度相平衡时的含水率称为平衡含水率。建筑材料在正常使用状态下，均处于平衡含水状态。

材料的吸湿性主要与材料的组成、孔隙含量，特别是毛细孔的含量有关。

材料吸水或吸湿后，可削弱材料内部质点间的结合力或吸引力，引起强度下降。同时也使材料的体积密度和导热性增加，几何尺寸略有增加，而使材料的保温性、吸声性下降，并使材料受到的冻害、腐蚀等加剧。

(4) 材料的耐水性 材料长期在水的作用下，保持其原有性质的能力称为材料的耐水性。

对于结构材料，耐水性主要指强度变化，对装饰材料则主要指颜色的变化、是否起泡、起层等，即材料不同，耐水性的表示方法也不同。

材料的耐水性主要与其组成在水中的溶解度和材料的孔隙率有关。溶解度很小或不溶的材料，则软化系数一般较大；若材料可微溶于水，且含有较大的孔隙率，则软化系数较小或很小。

(5) 材料的抗渗性 抗渗性是指材料抵抗压力水或其他液体渗透的性质。渗透系数越大，材料的抗渗性越差。

材料的抗渗性与材料内部的孔隙率，特别是开口孔隙率有关，并与材料的亲水性和憎水性有关。开口孔隙率越大，大孔含量越多，则抗渗性越差。

景观构筑物地下部分及水工建筑等，因经常受压力水的作用，所用材料应具有一定的抗渗性。对于防水材料则应具有很好的抗渗性。

材料的抗渗性与材料的耐久性（抗冻性、耐腐蚀性等）有着非常密切的关系。一般而言，材料的抗渗性越高，水及各种腐蚀性液体或气体越不易进入材料内部，则材料的耐久性越高。

(6) 材料的抗冻性 抗冻性是材料抵抗冻融循环作用，保持其原有性质的能力。对结构材料主要指保持强度的能力，并多以抗冻标号来表示。抗冻标号用材料在吸水饱和状态下（最不利状态），经冻融循环作用，强度损失和质量损失均不超

过规定值时所能抵抗的最多冻融循环次数来表示。如 F25、F50、F100、F150 等，分别表示在经受 25 次、50 次、100 次、150 次的冻融循环后仍可满足使用要求。

影响材料抗冻性的主要因素有：材料的孔隙率和开口孔隙率（一般情况下，孔隙率越大，特别是开口孔隙率越大，则材料的抗冻性越差）、孔隙的充水程度和材料本身的强度。

为提高材料的抗冻性，在生产材料时常有意引入部分封闭的孔隙，如在混凝土中掺入引气剂。这些引入的闭口孔隙可切断材料内部的毛细孔隙，当开口的毛细孔隙中的水结冰时，所产生的压力可将开口孔隙中尚未结冰的水挤入到无水的封闭孔隙中，即这些封闭的孔隙可起到卸压的作用。

二、材料的力学性能

1. 材料的受力变形

材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，能完全恢复到原来状态的性质，称为材料的弹性，材料的这种变形称为弹性变形。明显具备这种特征的材料称为弹性材料。

材料在外力作用下产生变形，当外力取消后，材料仍保持变形后的形状的性质称为材料的塑性。将这种变形称为塑性变形。具有较高塑性变形的材料称为塑性材料。

材料在恒定荷载下，随时间而缓慢增长的不可恢复的变形称为徐变变形，简称徐变。徐变属于塑性变形。作用的外力越大，则徐变越大，最后使材料趋于破坏。受力初期，材料的徐变速度较快，后期逐步减慢直至趋于稳定。晶体材料（如岩石）的徐变很小，而非晶体材料及合成高分子材料（如木材、塑料等）的徐变较大。

2. 材料的强度

材料在外力或应力作用下，抵抗破坏的能力称为材料的强度，并以材料在破坏时的最大应力值来表示。

材料的破坏实际上是固体材料内部质点化学键的断裂。固体材料的强度决定于各质点间的结合力，即化学键力。对无缺陷的理想化固体材料（包括不含晶格缺陷），其理论强度，即材料所能承受的最大应力，是克服固体材料内部质点间结合力形成两个新的表面所需的力。实际材料内部常含有大量的缺陷，如晶格缺陷、孔隙、微裂纹等。材料受力时，在缺陷处形成应力集中，导致强度降低。

材料的实际强度常采用破坏性试验来测定，根据受力形式分有抗压强度、抗拉强度、抗折强度、抗剪强度等。

3. 材料的脆性与韧性

脆性是材料在荷载作用下，在破坏前无明显的塑性变形，而表现为突发性破坏的性质。

脆性材料的特点是塑性变形很小，且抗压强度与抗拉强度的比值较大（5~50

倍)。无机非金属材料多属于脆性材料。

韧性又称冲击韧性,是材料抵抗冲击振动荷载的作用,而不发生突发性破坏的性质;或是在冲击振动荷载作用下,吸收能量、抵抗破坏的能力。材料的冲击韧性用具有一定形状和尺寸的试件(具有U形或V形缺口),在一次冲击作用下冲断时所吸收的功来表示,称为冲击吸收功;或用断口处单位面积所吸收的功来表示,称为冲击韧性值。韧性材料的特点是变形大,特别是塑性变形大,抗拉强度接近或高于抗压强度。木材、建筑钢材、橡胶等属于韧性材料。有冲击振动荷载时须考虑材料的韧性。

4. 材料的硬度与耐磨性

硬度是材料抵抗较硬物体压入或刻划的能力。木材、钢材、混凝土、矿物材料等建筑材料多采用钢球或钢锥(圆锥或角锥)压入法来测定。矿物材料有时也用刻划法(又称莫氏硬度)测定,并划分有10级,由小到大为滑石1、石膏2、方解石3、萤石4、磷灰石5、正长石6、石英7、黄玉8、刚玉9、金刚石10。

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力,以磨损前后单位表面的质量损失,即磨损率。

耐磨性是材料表面抵抗磨损的能力。材料的耐磨性用磨损率(B)表示,其用下式表示:

$$B = (m_1 - m_2) / A$$

式中, B 为材料的磨损率, g/cm^2 ; m_1 、 m_2 分别为材料磨损前、后的质量, g ; A 为试件受磨损的面积, cm^2 。

材料的硬度愈大,则材料的耐磨性愈高。

第三节 景观建设工程材料的应用与发展趋势

景观材料是景观建设的基础,合理运用景观材料是建设优质工程的前提。近年来,景观材料领域有许多新进展,景观材料的应用与发展出现了一些新的趋势。

一、传统材料的继承与扬弃

传统园林中常使用的材料,如石材、水、土、植物等,在现代景观工程建设中不但依然焕发着旺盛的生命力,而且在景观中应用的领域也越来越广泛。

我国园林中应用石材有着悠久的历史,从掇山、置石到园林建筑的营造、石材的应用都比较广泛。除了继承和保留的掇山、置石的功能外,现代工程技术的发展使石材还广泛应用到各种建筑、道路、小品等构筑物的面层装饰,以及根据需要加工制作成各种景观小品。铺装和花坛的面层材料运用,经过加工处理后的不同色彩和质感的花岗岩板材,使整个环境显得整洁、优雅。因地制宜选用当地石材进行加工和处理,可形成各种园林景观小品。同时,随着钢筋混凝土等现代工程材料的出