

全国高职高专园林类专业“十二五”规划教材



园林工程 施工技术

主编 肖创伟 赵晓平
主审 杨祖达



黄河水利出版社

全国高职高专园林类专业“十二五”规划教材

园林工程施工技术

主 编 肖创伟 赵晓平
副主编 王守富 竹 丽 杨 静
主 审 杨祖达

黄河水利出版社

· 郑州 ·

内 容 提 要

本教材系统地阐述了园林工程施工技术的基本原理与工作方法,注重培养学生的工程施工技能。在写法上力求简明扼要、重点突出、范例实用、图文并茂,注重直观,具有可操作性。教材结构按工程建设的先后顺序编写,内容充实全面。全书内容包括建筑工程材料、园林土方工程、园林道路工程、山石水景工程、园林水电工程、树木栽植工程、草坪建植工程、屋顶花园与垂直绿化工程等8章内容。

本书可供高职高专院校园林专业及相关、相近专业学生使用,也可供广大园林工作者阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

园林工程施工技术/肖创伟,赵晓平主编. —郑州:黄河水利出版社,2011.1

全国高职高专园林类专业“十二五”规划教材

ISBN 978 - 7 - 80734 - 965 - 5

I. ①园… II. ①肖… ②赵… III. ①园林 - 工程施工 - 施工技术 - 高等学校:技术学校 - 教材
IV. ①TU986.3

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第251398号

策划编辑:韩美琴 李洪良 马广州 0371 - 66024331 66023343

出版社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市顺河路黄委会综合楼14层 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371 - 66026940, 66020550, 66028024, 66022620(传真)

E-mail: hhslebs@126.com

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:11.75

字数:270千字

印数:1—4 100

版次:2011年1月第1版

印次:2011年1月第1次印刷

定价:24.00元

出版说明

近年来,随着社会的进步和人们生活水平的提高,人类对生存环境的质量要求越来越高,园林作为生态环境建设的重要组成部分和提高人类生存环境质量的重要凭借手段,越来越受到环境决策者和建设者的重视,特别是在城市,生态园林建设已成为解决社会快速发展所带来的环境问题的主要方式之一,因而以服务 and 改造室内外环境为基本内容的园林专业也随之迅速发展,新观念、新技术不断涌现,社会对园林工程专业高素质技能型人才的要求也不断提高。

为了配合全国高职高专园林类专业的教学改革与教材建设规划,按照国家对高职高专园林专业人才培养目标定位和市场对园林专业人才生态知识及实践技能的要求,在对现有园林工程专业教材出版情况进行深入调研并充分征求了各课程主讲老师意见的基础上,我社组织出版了这套“全国高职高专园林类专业‘十二五’规划教材”。教材的编写立足于高起点、出精品,本着知识传授与能力培养并重的原则,以培养园林高级专业技术人才为目标,着重加强职业教育的技能培养特色,重点突出实验、实训教学环节。

本系列教材的编写和出版得到了全国 20 多所园林类高职高专院校的大力支持,我们特别邀请了多所高等院校相关专业的老师对稿件进行了严格审查把关。正是由于他们的辛勤工作和无私奉献,才使得这些教材能够在最短的时间内付梓印刷,并有效保证了教材的整体水平和质量。在此,对推进此次教材编写与出版工作的各院校领导、参编和审稿的老师表示衷心的感谢和诚挚的敬意。

诚然,人才的培养需要教育者长期坚持不懈的努力,好的教材也需要经过时间的考证和实践的检验。希望各院校在使用这些教材的过程中提出改进意见与建议,以便再版时不断修改和完善。

黄河水利出版社

前 言

现代园林是城市建设的重要基础设施,具有生态服务、景观文化、休闲活动等重要功能。随着社会经济的日益发展和物质文化生活水平的不断提高,人们对人居环境质量的要求越来越高;倡导天人合一,建设人与自然和谐社会已成为当今人们的共识和社会发展的必然趋势,由此极大地促进了园林建设事业的蓬勃发展和园林工程技术的不断进步。与此同时,其对园林专业技术人才的需求也与日俱增,尤其是园林工程施工技术方面的人才需求尤为突出。为了满足园林工程施工技术高技能人才培养的需要,我们编写了这本《园林工程施工技术》教材。

本教材包括建筑工程材料、园林土方工程、园林道路工程、山石水景工程、园林水电工程、树木栽植工程、草坪建植工程、屋顶花园与垂直绿化工程等8章内容。

本教材在编写过程中力求概念明确,文字简练,内容充实,图文并茂,突出实用,结合生产实际,体现当代科技成果,贯彻最新标准和规范,使园林工程设计与施工得以有机结合。

本教材由华中农业大学杨祖达教授主审,由湖北生态工程职业技术学院肖创伟、赵晓平、王守富统稿。具体编写分工如下:绪论由河南农业职业学院朱永兴编写,第一章、第八章由黑龙江农垦农业职业技术学院赵晓平编写,第二章由王守富编写,第三章和第四章由长沙环境保护职业技术学院竹丽编写,第五章由王守富和武汉金地房地产开发有限公司肖锦波编写,第六章由湖北生物科技职业学院杨静编写,第七章由肖创伟和湖北生态工程职业技术学院何利华编写。

由于时间仓促,加之编者水平所限,不妥之处,恳请读者批评指正。

编 者

2010年10月

目 录

前 言

| | |
|-------------------------|------|
| 绪 论 | (1) |
| 1 园林工程施工技术的发展 | (1) |
| 2 园林工程施工的特点 | (2) |
| 3 现代园林工程发展趋势 | (3) |
| 第1章 建筑工程材料 | (4) |
| 1.1 钢 材 | (4) |
| 1.2 水 泥 | (6) |
| 1.3 砂 石 | (10) |
| 1.4 混凝土 | (14) |
| 1.5 砂 浆 | (17) |
| 1.6 墙体材料 | (19) |
| 1.7 石 材 | (21) |
| 1.8 气硬性无机胶凝材料——石灰 | (24) |
| 1.9 沥青及防水材料 | (26) |
| 1.10 木 材 | (30) |
| 第2章 园林土方工程 | (35) |
| 2.1 园林地形与表现 | (35) |
| 2.2 地形分析与竖向设计 | (42) |
| 2.3 土方工程与施工 | (49) |
| 第3章 园林道路工程 | (54) |
| 3.1 园路的基本功能 | (54) |
| 3.2 园路的基本类型 | (55) |
| 3.3 园路线形设计 | (56) |
| 3.4 园路结构 | (57) |
| 3.5 园路工程施工技术 | (61) |
| 3.6 园路工程技术要求 | (66) |
| 3.7 园路面层有关检验标准 | (67) |
| 第4章 山石水景工程 | (69) |
| 4.1 园林假山工程概述 | (69) |
| 4.2 假山设计与布局 | (73) |
| 4.3 假山置石的材料 | (76) |
| 4.4 假山叠石施工技术 | (82) |

| | | |
|-------------|-------------------------------|--------------|
| 4.5 | 塑石假山施工技术 | (87) |
| 4.6 | 水景分类 | (90) |
| 4.7 | 水体功能与作用 | (94) |
| 4.8 | 水景施工技术 | (95) |
| 4.9 | 水池工程 | (101) |
| 4.10 | 水景景观注意事项 | (104) |
| 4.11 | 水景景观项目实例——某小区小水池景观的施工过程 | (105) |
| 第5章 | 园林水电工程 | (107) |
| 5.1 | 园林给水工程 | (107) |
| 5.2 | 园林排水工程 | (110) |
| 5.3 | 园林灌溉工程 | (117) |
| 5.4 | 园林照明工程 | (120) |
| 第6章 | 树木栽植工程 | (127) |
| 6.1 | 树木栽植工程概述 | (127) |
| 6.2 | 乔灌木栽植工程 | (129) |
| 6.3 | 大树移植工程 | (137) |
| 6.4 | 大树移植技术范例 | (146) |
| 第7章 | 草坪建植工程 | (148) |
| 7.1 | 草坪坪床整理 | (148) |
| 7.2 | 草坪排灌设施 | (151) |
| 7.3 | 草坪种植施工 | (153) |
| 第8章 | 屋顶花园与垂直绿化工程 | (157) |
| 8.1 | 屋顶花园的基础知识 | (157) |
| 8.2 | 屋顶花园的安全要求 | (157) |
| 8.3 | 屋顶花园的防水处理 | (160) |
| 8.4 | 排(蓄)水材料和隔离过滤材料 | (163) |
| 8.5 | 种植基质层 | (167) |
| 8.6 | 植物选择与种植 | (171) |
| 8.7 | 垂直绿化的形式及适宜的绿化材料 | (172) |
| 8.8 | 垂直绿化的种植环境及采取的相应措施 | (174) |
| 8.9 | 栽植的要求 | (175) |
| 参考文献 | | (176) |

绪 论

长期以来,人们习惯于将“执技艺以为器物”的行业称为“工”;把“物之准”称为“程”。“程”还含有期限和进程、过程的词义。于是“工程”可理解为工艺过程。本课程研究的中心内容是如何在综合发挥园林的生态效益、社会效益和经济效益的前提下,处理园林工程施工与风景园林景观之间的关系,探索园林工程施工工艺过程;这要求园林施工人员具有良好的园林工程施工技术技能。

1 园林工程施工技术的发展

园林发展的历史,就是园林工程发展的历史,从有文字记载的殷周的囿算起,已有3 000多年的历史。公元前11世纪周文王筑灵台、灵沼、灵囿,让天然的草木滋生,鸟兽繁育,供帝王贵族狩猎游乐,它涉及土方工程技术、植物栽植技术。总体来说其园林工程技术还比较粗糙,没有形成自己的系统。春秋战国时期,已出现人造山,人造假山应该算园林工程中出现的第一个专属工程技术,从中可以看出园林施工开始由最初的简单粗放向专业化方向演变,技术要求越来越强。秦汉出现大规模的挖湖堆山工程,秦始皇统一中国,在营造宫室中的园林时“引渭水为池,筑为蓬、瀛”,说明此时园林湖池技术已经形成,并开始大面积使用;汉代上林苑的建章宫内建太液池,池内有“蓬莱、方丈、瀛洲”三山,这种“一池三山”之制成为后世池山的布置范例。汉代造山以土山为主,但在袁广汉园中已构石为山,且能高十余丈,足见掇山技术已有发展;从理水形式上,水景与雕塑结合,开始利用水景与其他园林要素配合,并且越来越重视水体在园林施工中的应用。魏晋到南北朝360余年间自然山水园得到发展,由单纯的模仿自然山水进而进行概括、提炼甚至于抽象化,不仅说明当时对自然山水艺术的认识,同时也说明土木石作技术、叠石堆山技术达到一定的水平。唐宋在文化和工程技术方面更为发达,写意山水园在此开始形成。而元、明、清的宫苑多采用集锦的方式,集全国名园之大成,以北京的颐和园、圆明园为代表,将筑山、理水和造园推向极致,同时在圆明园中开始吸收西方造园技艺。

中国园林经历代的画家、士大夫、文人和工匠创造、发展,其造园技艺独特而精湛,在园林工程技术方面取得了丰硕的成果。其一,掇山技术已经炉火纯青,到宋代已明显地形成一门专门技艺;其二,理水与实用性有机结合;其三,“花街铺地”在世界上独树一帜,冰裂纹、梅花、鹅卵石子地,其用材价格低廉、结构稳固、样式丰富多彩;其四,中国古代园林不仅积累了丰富的实践经验,还从实践中开始总结造园理论,如明代计成的《园冶》。

2 园林工程施工的特点

2.1 园林工程施工的综合性

园林工程是一门涉及广泛、综合性很强的学科,园林工程所涉及的不仅仅是简单的建筑和种植,更重要的是在建造的过程中,要遵循美学的特点,对所建工程进行艺术加工;园林施工人员必须要在看懂园林景观设计图纸的同时,理解景观设计师的意图,所建工程才能符合设计的要求,甚至还能使所建景观锦上添花;园林工程还涉及施工现场的测量技术、园林建筑及园林小品施工技术、园林植物的生长发育规律及生态习性、种植与养护技术等方面的知识,这也势必对园林工程技术人员提出更高的综合能力的要求。

2.2 园林工程施工的复杂性

我国的园林大多建设在城镇,或者在自然景色较好的山、水之间,由于城镇地理位置的特殊性和大多山、水地形的复杂多变,因此对园林工程建设施工提出了更高的要求。特别是在施工准备中,要重视工程施工场地的科学布置,以便尽量减少工程施工用地,减少施工对周围居民生活生产的影响;其他各项准备工作也要完全充分,才能确保各项施工手段得以运用。

从园林工程施工本身看,园林工程施工涉及的知识广泛,包括园林美学与园林艺术、土建和植物的种植与养护、气候、土壤及植物的病虫害防治等方面的知识,在施工过程中园林建造师还需要有一定的组织管理能力,才能使工程以较低成本、高质量地按期交工。

从园林工程施工人员管理上看,由于园林工程施工过程中,涉及施工队伍内部人员的管理,还涉及与建设单位、监理单位进行协调。因此,园林施工技术人员在园林工程的施工过程中,不仅要掌握熟练的园林施工技能,还要有相应的管理及社交能力,以保证施工的顺利进行。

2.3 园林工程施工的规范性

在园林工程施工中,要建设一个普通的、毫无特色的园林并不难,但要建成具有游览、观赏和游憩功能,既能改善人的生活环境,又能改善生态环境的精品工程,就必须用高水平工艺才能实现。因而,园林工程施工工艺总是比一般工程施工的工艺复杂,要求更严,标准也高。

2.4 园林工程施工的专业性

园林工程施工的内容繁多,且各种工程的专业性极强,因而施工技术人员的专业性也要强。不仅园林工程施工中亭、榭、廊等建筑的内容复杂各异,现代园林工程施工中的各类点缀小品的施工也具有各自不同的专业要求,如常见的假山、置石、水景、园路、栽植播种等工程施工,其专业性亦很强。这些都要求施工人员必须具备一定的专业知识和独门的专业施工技术技能。

3 现代园林工程发展趋势

3.1 设计要素的创新

由于科技的发展,新材料、新技术的应用,现代园林设计师具备了超越传统材料限制的条件,通过选用新颖的建筑或装饰材料,达到只有现代园林才能具备的质感、色彩、透明度、光影等特征,或达到传统材料无法达到的规模,这在一些具有创新或前卫精神的设计师身上已经开始反映出来。另外,科技的进步,使得一些传统材料的处理方式有所突破,并且使得园林及环境设计的设计要素在表现手法上更加宽广和自由。

3.2 形式与功能的结合

与传统园林的服务对象和装饰与观赏性不同,现代园林越来越大众化,如何使园林满足越来越多的使用功能已成为设计师们所关心与致力解决的基本问题之一。形式建立在功能之上,并且力求简明与合乎目的。多数设计师都会以形式与功能的有机结合为主要的原则。

3.3 传统园林的继承

由于传统园林在其形成过程中已树立和具备了社会的认可的形象和含义,借助于传统的形式与内容去寻找新的含义或形成新的视觉形象,既可以使设计与历史文化联系起来,又可以结合当代人的审美趣味,使设计具有现代感。

3.4 自然的精神的再现

大自然是海尔普林许多作品的重要灵感之源。在深深理解大自然及其秩序、过程与形式的基础上,他以一种艺术抽象的手段再现了自然的精神,而不是简单地移植或模仿。我们需要重新认识大自然,体验自然过程的抽象之道,并将这种抽象的自然过程移植到城市中。

3.5 生态理论的应用

早在1969年,麦克·哈格的《设计结合自然》就提出了综合生态规划的思想。这种将多学科知识应用于解决规划实践问题的生态决定论方法对西方园林产生了深远影响,现已广为普通设计师所理解、掌握并运用。在生态与环境思想的引导下,园林中出现了一些改善与恢复环境的工程技术措施,并被逐渐采用。在人与自然矛盾愈来愈突出的今天,园林工程中的生态方法将会被更为广泛地使用。

第 1 章 建筑工程材料

1.1 钢 材

1.1.1 结构钢材

结构钢材主要分普通碳素结构钢、优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢 3 类。

1.1.1.1 普通碳素结构钢

这类碳素钢中,碳的含量一般为 0.06% ~ 0.38%, 可用来制造大多数要求不高的机械零件和一般工程构件,如钢板、圆钢、方钢、工字钢、角钢、钢筋等。碳素结构钢牌号的表示方法如下:

| | | | |
|-----------------------------------|-----------------|---|--|
| Q | □□□ | □ | □ |
| | | | |
| “屈服点”中 “屈”字的汉 语拼音的第 一个字母 | 屈服强度数值 (MPa) | 质量等级 Q195、Q275 不分等级 Q215、Q255 分 A、B 级 Q235 分 A、B、C、D 级 | 脱氧方法 F—沸腾钢 b—半镇静钢 Z—镇静钢(可省略) TZ—特殊镇静钢(可省略) |

注:A 级要求保证化学成分和力学性能,B 级还要求做常温冲击试验,C、D 级另外要求做重要焊接结构试验。

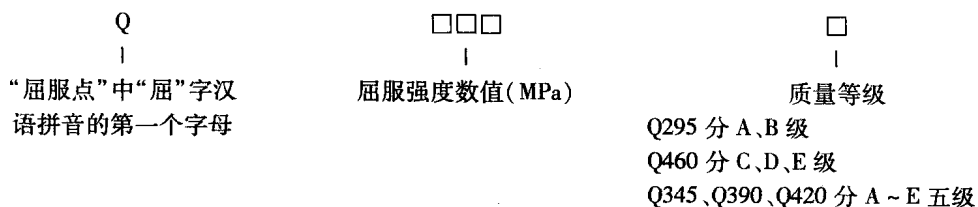
1.1.1.2 优质碳素结构钢

这类钢因有害杂质较少,其强度、塑性、韧性均比普通碳素结构钢好,主要用于较重要的机械零件。根据类别和含锰量的不同,其牌号表示方法如下:

| | | | |
|---------------------|--|--------------------------------------|------------------------------------|
| □□ | □ | Mn | □ |
| | | | |
| 钢中平均含碳量 (以万分之几计) | 脱氧方法 F—沸腾钢 b—半镇静钢 Z—镇静钢(可省略) TZ—特殊镇静钢(可省略) | 锰元素:含 Mn 量较高(0.70% ~ 1.00%)时标出 | 质量等级 (优质不标) A—高级优质 E—特级优质 |

1.1.1.3 低合金高强度结构钢

一般合金元素总量 < 3%。加入元素以锰为主,并辅以钒、钛、铌、硅、铜、磷等。低合金高强度结构钢的牌号表示方法如下:



1.1.2 钢筋

混凝土结构用的普通钢筋可分为热轧钢筋和冷加工钢筋两类。园林建筑工程一般使用热轧钢筋。

热轧钢筋是经热轧成型并自然冷却的成品钢筋,分为热轧光圆钢筋和热轧带肋钢筋。强度等级按照屈服强度(MPa)分为 235 级、335 级、400 级、500 级。园林建筑混凝土结构经常用到的只有 HPB235 和 HRB335 两种。

1.1.2.1 常用钢筋的规格、外形

常用的光圆钢筋直径型号(mm)有 6.5、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28 等;一般情况 6.5~10 mm 的光圆钢筋以盘条形式为出厂产品,便于运输和存放。10 mm 以上的光圆钢筋以直条形式出厂,按长度分定尺和不定尺,定尺长度为 6 m 和 9 m。

常用的带肋钢筋直径型号(mm)有 6、8、10、12、14、16、18、20、22、25、28、32 等。一般出厂产品都是直条,常见定尺长度为 6 m 和 9 m(见图 1-1、图 1-2)。

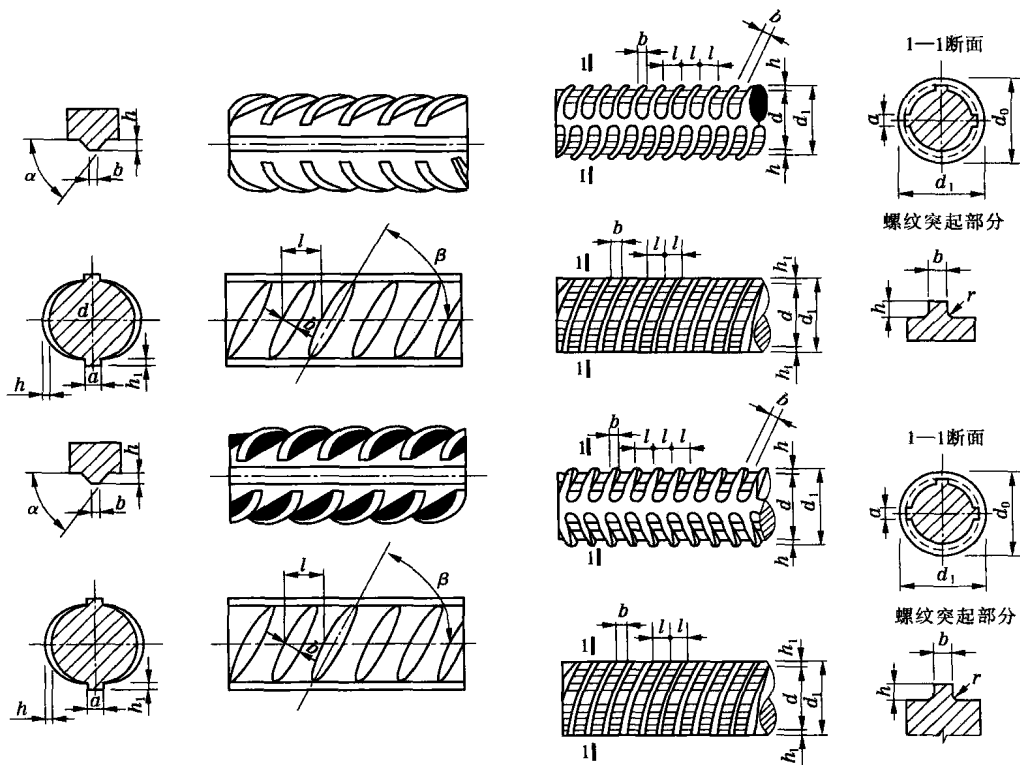


图 1-1 月牙肋钢筋表面及截面形状

图 1-2 等高肋钢筋表面及截面形状

1.1.2.2 热轧钢筋力学性能

热轧钢筋力学性能见表 1-1。

表 1-1 热轧钢筋力学性能

| 外形 | 强度等级 | 直径 d (mm) | 屈服点 σ_s (MPa) | 抗拉强度 σ_b (MPa) | 伸长率 δ_s (%) | 冷弯 | | 符号 |
|----|--------|----------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------|------|------|--------|
| | | | 不小于 | | | 弯曲角度 | 弯心直径 | |
| 光圆 | HPB235 | 6~28 | 235 | 370 | 25 | 180° | d | Φ |
| 带肋 | HRB335 | 6~32 | 335 | 490 | 16 | 180° | $3d$ | |
| | HRB400 | 6~32 | 400 | 570 | 14 | 180° | $4d$ | |

注:(1)钢筋实测抗拉强度与实测屈服点之比不小于 1.25。

(2)钢筋实测屈服点与表 1-1 定的最小屈服点之比不大于 1.30。

1.1.2.3 热轧钢筋其他性能

1) 钢筋锚固性能

钢筋混凝土结构中,两种性能不同的材料能够共同受力是由于它们之间存在着黏结锚固作用,这种作用使接触界面两边的钢筋与混凝土之间能够实现应力传递,从而在钢筋与混凝土中建立起结构承载所必需的工作应力。钢筋在混凝土中的黏结锚固作用主要有以下四种。

(1)胶结力:即接触面上的化学吸附作用。

(2)摩阻力:它与接触面的粗糙程度及侧压力有关,且随滑移发展其作用逐渐减小。

(3)咬合力:这是带肋钢筋横肋对肋前混凝土挤压而产生的,为带肋钢筋锚固力的主要来源。

(4)机械锚固力:是指弯钩、弯折及附加锚固等措施提供的锚固作用。

2) 钢筋冷弯性能

钢筋冷弯性能是考核钢筋的塑性指标,钢筋弯折、做弯钩时应避免钢筋裂缝和折断。低强的热轧钢筋冷弯性能较好,强度较高的稍差,冷加工钢筋的冷弯性能最差。

3) 钢筋焊接性能

钢材的可焊性是指被焊钢材在采用一定焊接材料、焊接工艺条件下,获得优质焊接接头的难易程度,也就是钢材对焊接加工的适应性。

1.2 水 泥

1.2.1 主要技术性能

1.2.1.1 真密度和堆积密度

普通水泥的真密度为 $3.0 \sim 3.15 \text{ g/cm}^3$,通常采用 3.1 g/cm^3 ;普通水泥的堆积密度为 $1000 \sim 1600 \text{ kg/m}^3$,通常采用 1300 kg/m^3 。

1.2.1.2 细度

细度是水泥颗粒的粗细程度。同样成分的水泥其细度越细,则凝结、硬化越快,早期强度也越高。水泥的细度用筛析法测定。以筛余物占总质量的百分数表示。标准筛有0.080 mm 边长的方孔筛和4 900 孔/cm² 筛两种。

1.2.1.3 标准稠度用水量

标准稠度用水量是指水泥净浆达到标准稠度时,所需的拌和水量,以占水泥质量的百分数表示。

1.2.1.4 凝结时间

凝结时间是指水泥加水拌和成净浆后,逐渐失去塑性的时间。自加水拌和至水泥净浆开始降低塑性的这段时间,称为初凝时间。从加水拌和至水泥净浆完全失去塑性的这段时间,称为终凝时间。按规定,水泥初凝不得早于45 min,终凝不得迟于12 h。国产水泥,初凝一般为1~3 h,终凝一般为5~8 h。

1.2.1.5 安定性

水泥在硬化过程中,体积要发生变化,体积变化的均匀性称为安定性。如果水泥中含有较多的游离石灰、游离氧化镁或石膏等,则水泥的安定性会较差,水泥试件在凝结硬化过程中就会出现龟裂、弯曲、酥脆,以致崩溃等不安全现象。

1.2.1.6 强度

强度是指试块单位面积能承受的最大数值指标,也是选用水泥的重要依据。水泥硬化后抗压强度高,抗折强度低。抗折强度为抗压强度的1/11~1/19。水泥强度以3 d和7 d强度增长最快,28 d强度接近最大值,所以要测定3 d、7 d、28 d的强度值,并以28 d的强度划分水泥标号,强度的单位为MPa,标号后带“R”者为早强型水泥,在相同标号的水泥中,带“R”和不带“R”主要区别是3 d强度不同。常用水泥的标号和各龄期的强度要求如表1-2、表1-3所示。

表1-2 常用水泥标号和各龄期的抗压强度要求 (单位:MPa)

| 水泥 标号 | 硅酸盐水泥 | | | 普通硅酸盐水泥 | | | 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质 硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥 | | |
|----------|-------|-----|------|---------|-----|------|--------------------------------|------|------|
| | 3 d | 7 d | 28 d | 3 d | 7 d | 28 d | 3 d | 7 d | 28 d |
| 275 | | | | | | | — | 13.0 | 27.5 |
| 325 | | | | 12.0 | — | 32.5 | — | 15.0 | 32.5 |
| 425 | | | | 15.0 | — | 42.5 | — | 21.0 | 42.5 |
| 425R | 22.0 | — | 42.5 | 21.0 | — | 42.5 | 19.0 | — | 42.5 |
| 525 | 23.0 | — | 52.5 | 22.0 | — | 52.5 | 21.0 | — | 52.5 |
| 525R | 27.0 | — | 52.5 | 26.0 | — | 52.5 | 23.0 | — | 52.5 |
| 625 | 28.0 | — | 62.5 | 27.0 | — | 62.5 | — | — | — |
| 625R | 32.0 | — | 62.5 | 31.0 | — | 62.5 | 28.0 | — | 62.5 |
| 725 | 37.0 | — | 72.5 | — | — | — | — | — | — |

表 1-3 常用水泥标号和各龄期的抗折强度要求

(单位:MPa)

| 水泥 标号 | 硅酸盐水泥 | | | 普通硅酸盐水泥 | | | 矿渣硅酸盐水泥、火山灰质 硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥 | | |
|----------|-------|-----|------|---------|-----|------|--------------------------------|-----|------|
| | 3 d | 7 d | 28 d | 3 d | 7 d | 28 d | 3 d | 7 d | 28 d |
| 275 | | | | | | | — | 2.5 | 5.0 |
| 325 | | | | 2.5 | — | 5.5 | — | 3.0 | 5.0 |
| 425 | | | | 3.5 | — | 6.5 | — | 4.0 | 6.5 |
| 425R | 4.0 | — | 6.5 | 4.0 | — | 6.5 | 4.0 | — | 6.5 |
| 525 | 4.0 | — | 7.0 | 4.0 | — | 7.0 | 4.0 | — | 7.0 |
| 525R | 5.0 | — | 7.0 | 5.0 | — | 7.0 | 4.5 | — | 7.0 |
| 625 | 5.0 | — | 8.0 | 5.0 | — | 8.0 | — | — | — |
| 625R | 5.0 | — | 8.0 | 5.5 | — | 8.0 | 5.0 | — | 8.0 |
| 725 | 6.0 | — | 8.5 | — | — | — | — | — | — |

1.2.1.7 水化热

水泥在水化作用时放出的热量,称为水化热。在水泥的矿物组成中,铝酸三钙放热量最多,放得最快,硅酸三钙次之,硅酸二钙放热量最少最慢,高标号水泥放热量较大。水化热主要在硬化初期放出,以后逐渐减少。

1.2.2 常用水泥的种类

常用的水泥有:硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥和复合硅酸盐水泥。

1.2.3 常用水泥的特性

常用水泥特性见表 1-4。

表 1-4 常用水泥特性

| 序号 | 水泥名称 | 特性 | 强度等级 |
|----|---------|--|--|
| 1 | 硅酸盐水泥 | 早期强度及后期强度较高,在低温下强度增长比其他种类的水泥快,抗冻、耐磨性都好,但水化热较高,抗腐蚀性较差 | 42.5、42.5R 52.5、52.5R 62.5、62.5R |
| 2 | 普通硅酸盐水泥 | 除早期强度比硅酸盐水泥稍低,其他性能接近硅酸盐水泥 | 32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R |
| 3 | 矿渣硅酸盐水泥 | 早期强度较低,在低温环境中强度增长较慢,但后期强度增长比较快,水化热较低,抗硅酸盐侵蚀性较好,耐热性较好,但干缩变形较大,析水性较大,耐磨性较差 | 32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R |

续表 1-4

| 序号 | 水泥名称 | 特性 | 强度等级 |
|----|-----------|--|--|
| 4 | 火山灰质硅酸盐水泥 | 早期强度较低,在低温环境中强度增长较慢,在高温潮湿环境中(如蒸汽养护)强度增长较快,水化热较低,抗硫酸盐侵蚀性较好,但干缩变形较大,析水性较大,耐磨性较差 | 32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R |
| 5 | 粉煤灰硅酸盐水泥 | 早期强度较低,水化热比火山灰水泥还低,和易性较好,抗腐蚀性好,干缩性也较小,但抗冻、耐磨性较差 | 32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R |
| 6 | 复合硅酸盐水泥 | 介于普通水泥与火山灰水泥、矿渣水泥以及粉煤灰水泥性能之间,当复掺混合材料较少(小于20%)时,它的性能与普通水泥相似,随着混合材料复掺量的增加,性能也趋向所掺混合材料的水泥 | 32.5、32.5R 42.5、42.5R 52.5、52.5R |

注:R系指早强型水泥。

1.2.4 常用水泥的选用及使用范围

常用水泥选用及使用范围见表 1-5。

表 1-5 常用水泥选用及使用范围

| 序号 | 水泥名称 | 水泥标准编号 | 基本用途 | 可用范围 | 不适用范围 | 使用注意事项 |
|----|-----------|--------------|---|--------------|---|-----------------|
| 1 | 硅酸盐水泥 | GB 175—1999 | 混凝土、钢筋混凝土和预应力混凝土的地上、地下和水中结构 | | 受侵蚀水(海水、矿物水、工业废水等)及压力水作用的结构 | 使用加气剂可提高抗冻能力 |
| 2 | 普通硅酸盐水泥 | GB 175—1999 | | | | |
| 3 | 矿渣硅酸盐水泥 | GB 1344—1999 | 混凝土和钢筋混凝土的地上、地下和水中结构以及抗硫酸盐侵蚀的结构 | 高温条件下的地上一般建筑 | 需早期发挥强度的结构 (1)受反复冻融及干湿循环作用的结构 (2)干燥环境中的结构 | 加强洒水养护,冬季施工注意保暖 |
| 4 | 火山灰质硅酸盐水泥 | GB 1344—1999 | | | | |
| 5 | 粉煤灰硅酸盐水泥 | GB 1344—1999 | 混凝土和钢筋混凝土的地上、地下和水中结构;抗硫酸盐侵蚀的结构;大体积水工混凝土 | | 需早期发挥强度的结构 | 加强洒水养护,冬季施工注意保暖 |

注:(1)蒸汽养护时用的水泥品种,宜根据具体条件通过实验确定。

(2)复合硅酸盐水泥选用应根据其混合材料的比例确定。

1.2.5 水泥的验收与保管

水泥进场时应对其品种、级别、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查,并应对其强度、安定性及其他必要的性能指标进行复验,其质量必须符合现行国家标准《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》等的规定。

入库的水泥应按品种、强度等级、出厂日期分别堆放,并树立标志。做到先到先用,并防止混掺使用。为了防止水泥受潮,现场仓库应尽量密闭。包装水泥存放时,应垫起离地约 30 cm,离墙亦应在 30 cm 以上。堆放高度一般不要超过 10 包。临时露天暂存水泥也应用防雨篷布盖严,底板要垫高,并采取防潮措施。

水泥储存时间不宜过长,以免结块降低强度。常用水泥在正常环境中存放 3 个月,强度将降低 10% ~ 20%;存放 6 个月,强度将降低 15% ~ 30%。为此,水泥存放时间按出厂日期起算,超过 3 个月应视为过期水泥,使用时必须重新检验确定其强度等级。

当在使用中对水泥质量有怀疑或水泥出厂超过 3 个月(快硬硅酸盐水泥超过 1 个月)时,应进行复验,并按复验结果使用。

水泥不得和石灰石、石膏等粉状物料混放在一起。

1.3 砂 石

1.3.1 砂

砂按其产源可分天然砂、人工砂。由自然条件作用而形成的,粒径在 5 mm 以下的岩石颗粒,称为天然砂。天然砂可分为河砂、湖砂、海砂和山砂。人工砂为经除土处理的机制砂、混合砂的统称。机制砂是由机械破碎、筛分制成的,粒径小于 4.75 mm 的岩石颗粒,但不包括软质岩、风化岩石的颗粒。混合砂是由机制砂和天然砂混合制成的砂。按砂的粒径可分为粗砂、中砂和细砂,目前是以细度模数来划分粗砂、中砂和细砂,习惯上仍用平均粒径来区分(见表 1-6)。

表 1-6 砂的分类

| 粗细程度 | 细度模数 | 平均粒径(mm) |
|------|-----------|-------------|
| 粗砂 | 3.7 ~ 3.1 | 0.5 以上 |
| 中砂 | 3.0 ~ 2.3 | 0.35 ~ 0.5 |
| 细砂 | 2.2 ~ 1.6 | 0.25 ~ 0.35 |

1.3.1.1 砂的技术要求

1) 颗粒级配

混凝土用砂按 0.630 mm 筛孔的累计筛余量可分为三个级配区(见表 1-7)。砂的颗粒级配应处于表中的任何一个区域内。

2) 砂的质量要求

砂的质量要求见表 1-8。