

普通高等职业教育“十二五”规划教材

范  
兵  
主  
编

GONGCHENG CAILIAO SHIYAN

# 工程材料试验



黄河水利出版社

普通高等职业教育“十二五”规划教材

# 工程材料试验

主 编 范 兵

副主编 高 燕

主 审 王东亮

黄 河 水 利 出 版 社

· 郑 州 ·

## 内 容 提 要

本书为普通高等职业教育“十二五”国家级规划教材。全书共六个单元,主要介绍砂石材料试验、水泥试验、水泥混凝土材料试验、沥青材料试验、沥青混合料试验、建筑钢材试验。

本书既可作为交通土建专业、道路桥梁工程技术专业、工程检测与工程监理专业教材,也可作为工程施工、工程监理与试验检测等相关专业人员学习参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

工程材料试验/范兵主编. —郑州:黄河水利出版社,  
2011.9

普通高等职业教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5509-0114-8

I. ①工… II. ①范… III. ①工程材料-材料试  
验-高等学校-教材 IV. ①TB302

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 181352 号

---

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:hhslcbs@126.com

承印单位:郑州市海华印务有限公司

开本:787 mm × 1 092 mm 1/16

印张:19.25

字数:469 千字

版次:2011 年 9 月第 1 版

印数:1—3 000

印次:2011 年 9 月第 1 次印刷

---

定价:38.00 元

# 前言

工程材料是道桥、建筑等专业的主干课程之一。近年来,由于工程建设领域科学技术的快速发展,工程材料的研究也进入了突飞猛进的发展阶段,许多材料的检测标准、规范,特别是复合材料的配合比设计都发生了一定程度的变化。为了使学生的学习内容贴近生产实际,体现高等职业教育的特点和优势,满足新技术、新工艺、新规范的要求,我们编写了此书。

本书在介绍变得日益先进的传统建筑材料的同时,还介绍了当前具有广泛应用价值和前景的新型工程材料。在编写中,力求做到理论联系实际,注重科学性、实用性和针对性,采用了国家和交通部发布的最新标准和规范,如《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)、《公路工程集料试验规程》(JTG E42—2005)、《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG E30—2005)、《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)、《公路水泥混凝土路面施工技术规范》(JTG F30—2003)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204—2002)、《普通混凝土配合比设计规程》(JGJ 55—2000)、《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTJ 052—2000)等。

本书具有以下特点:

(1)贯彻了交通部发布的最新的行业标准和规范,保证了实效性,使教学与实际紧密结合。

(2)为了突出高等职业教育的特点,本书的编写人员以双师型教师为主,并吸收了部分企业的技术人员参加教材的编审工作,使教材更贴近实际,更能反映公路工程建设中最新的技术、工艺和方法。

(3)本书以够用、实用为原则,将理论知识与实际操作融为一体。基础理论知识,以讲清概念、强化应用为重点;专业课加强了针对性和实用性,强化了实践教学,重点培养学生的动手能力和思维方法。

(4)本书每单元前有“学习目标”,每个试验后有“工作计划表”、“任务工单”、“任务评价表”,更利于学生学习和复习。

(5)本书以学生好学、教师上课方便为宗旨,将教学改革成果引入到教材中,并将陆续配备电子教案、学习指导等,力争为一线教师提供较全面的立体化教材。

(6)在教材内容的选取上,以三年制教学为主,也充分考虑了两年制教学的要求,可供三年制和两年制教学使用。

本书由郑州交通职业学院组织编写,具体编写分工如下:千银敏编写第1章,高燕编写第2章,孙小菊编写第3章,韩娟编写第4章,范兵编写第5章,沈寒峰编写第6章。本书由范兵担任主编,由高燕担任副主编,由郑州交通职业学院交通工程系主任王东亮担任主审,在此表示感谢。

由于我国工程材料的快速发展,新材料、新工艺不断出现,且由于编写时间仓促和编者水平有限,不妥与疏漏之处恳请读者批评指正。

编者

2011年6月

# 目 录

## 前 言

|                                    |       |
|------------------------------------|-------|
| 单元1 砂石材料试验 .....                   | (1)   |
| 学习任务1 岩石单轴抗压强度试验 .....             | (1)   |
| 学习任务2 集料密度试验 .....                 | (18)  |
| 学习任务3 集料筛分试验 .....                 | (41)  |
| 学习任务4 集料的压碎值试验 .....               | (54)  |
| 单元2 水泥试验 .....                     | (62)  |
| 学习任务1 水泥细度试验 .....                 | (68)  |
| 学习任务2 水泥标准稠度用水量、凝结时间、体积安定性试验 ..... | (75)  |
| 学习任务3 水泥胶砂强度试验 .....               | (89)  |
| 单元3 水泥混凝土材料试验 .....                | (98)  |
| 学习任务1 水泥混凝土拌和物的拌和与取样方法 .....       | (99)  |
| 学习任务2 水泥混凝土拌和物稠度试验 .....           | (110) |
| 学习任务3 水泥混凝土强度试验 .....              | (121) |
| 学习任务4 砂浆强度试验 .....                 | (155) |
| 单元4 沥青材料试验 .....                   | (166) |
| 学习任务1 沥青针入度试验 .....                | (166) |
| 学习任务2 沥青延度试验 .....                 | (179) |
| 学习任务3 沥青软化点试验 .....                | (192) |
| 单元5 沥青混合料试验 .....                  | (204) |
| 学习任务1 沥青混合料试件制作方法 .....            | (205) |
| 学习任务2 沥青混合料高温稳定性试验 .....           | (230) |
| 学习任务3 压实沥青混合料密度试验 .....            | (254) |
| 单元6 建筑钢材试验 .....                   | (267) |
| 学习任务1 钢筋的拉伸试验 .....                | (267) |
| 学习任务2 建筑钢材冷弯试验 .....               | (282) |
| 学习任务3 建筑钢材硬度试验 .....               | (290) |
| 参考文献 .....                         | (299) |

# 单元 1 砂石材料试验

## 学习目标

1. 能描述砂石材料的基本性质。
2. 能掌握砂石材料的物理性质的基本测定方法。
3. 能掌握砂石材料的力学性质的试验方法。
4. 了解砂石材料的化学性质。
5. 能正确地操作砂石材料各种物理性质试验。

## 任务描述

岩石是组成地壳的基本物质,是由造岩矿物在地质作用下按一定的规律聚集而成的自然体。按岩石的形成条件可将岩石分为岩浆岩、沉积岩、变质岩三大类,不同类型的岩石,其结构构造也不同。工程中常用的岩石类型有花岗岩、玄武岩、辉长岩、石灰岩、砂岩、石英岩、片麻岩等。

岩石材料是道路与桥梁建筑中用量最大的一种材料,其由岩石风化或加工而成,可直接用于道路与桥梁工程的结构材料,亦可加工成各种尺寸的集料,作为水泥混凝土和沥青混合料的集料。

## 学习任务 1 岩石单轴抗压强度试验

### 相关知识

岩石的技术性质主要从物理性质、力学性质和化学性质三方面进行评价。

#### 1 物理性质

岩石的物理性质包括物理常数(如真实密度、毛体积密度、孔隙率)、水理性(吸水率、保水率等)和耐候性(抗冻性和坚固性)。

##### 1.1 物理常数

岩石的物理常数是反映岩石矿物组成、结构状态的参数。岩石的内部结构主要由矿质实体和孔隙(包括与外界连通的开口孔隙和不与外界连通的闭口孔隙)组成。岩石各部分质量与体积的关系如图 1-1 所示。

##### 1.1.1 真实密度

真实密度是指石料在规定试验条件((105±5)℃烘干至恒重,温度(20±2)℃)下单位真实体积(不含开口孔隙和闭口孔隙的体积)的质量,用 $\rho_i$ 表示,其表达式为

$$\rho_i = \frac{m_s}{V_s} \quad (1-1)$$

式中  $\rho_t$ ——岩石的真实密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;  
 $m_s$ ——岩石矿质实体的质量,  $\text{g}$ ;  
 $V_s$ ——岩石矿质实体的体积,  $\text{cm}^3$ 。

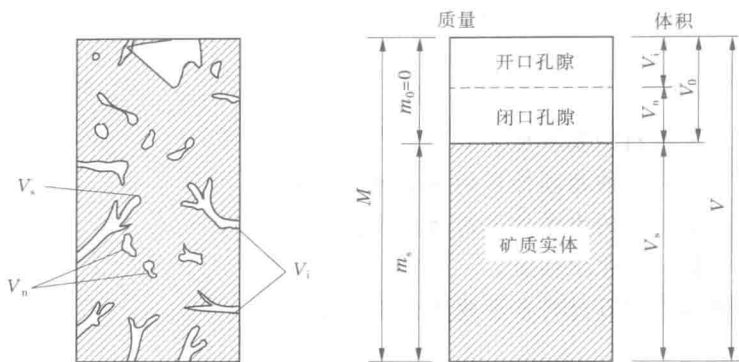


图 1-1 岩石组成结构示意图

由于测定岩石的密度是在空气中称量的,所以岩石中的空气质量近似为零,矿质实体的质量就等于岩石的质量,即  $m_s = M$ ,故式(1-1)又可改写为式(1-2)

$$\rho_t = \frac{M}{V_s} \quad (1-2)$$

岩石真实密度的测定方法按我国现行《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)采用密度瓶法。

### 1.1.2 毛体积密度

毛体积密度是指石料在规定试验条件下,单位毛体积(包括矿质实体和孔隙的体积)的质量,用  $\rho_h$  表示,其表达式为

$$\rho_h = \frac{m_s}{V_s + V_n + V_i} \quad (1-3)$$

式中  $\rho_h$ ——岩石的毛体积密度,  $\text{g}/\text{cm}^3$ ;  
 $V_n$ ——岩石中闭口孔隙的体积,  $\text{cm}^3$ ;  
 $V_i$ ——岩石中开口孔隙的体积,  $\text{cm}^3$ 。

由于  $m_s = M$ ,岩石的矿质实体体积与孔隙的体积之和即为岩石的毛体积,故式(1-3)又可改写为式(1-4)

$$\rho_h = \frac{M}{V} \quad (1-4)$$

式中  $V$ ——岩石的毛体积,  $\text{cm}^3$ ;  
 $M$ ——岩石的质量,  $\text{g}$ 。

岩石毛体积密度的测定方法按我国现行《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)采用蜡封法、量积法、水中称量法三种方法。量积法适用于能制成规则试件的各类岩石,水中称量法适用于除遇水崩解、溶解和干缩湿胀外的各类岩石,蜡封法适用于不能用量积法或水中称量法进行试验的岩石。

### 1.1.3 孔隙率

孔隙率是指石料孔隙体积占其总体积的百分率。石料孔隙率的大小可反映其组成结构

状况,也可以间接反映其强度,其表达式为

$$n = \frac{V_0}{V} \times 100 \quad (1-5)$$

式中  $n$ ——岩石的孔隙率(%);

$V_0$ ——岩石的孔隙(包括开口孔隙和闭口孔隙)的体积, $\text{cm}^3$ 。

岩石的孔隙率也可以由毛体积密度和真实密度计算求得。由式(1-5)得

$$n = \left(1 - \frac{\rho_h}{\rho_i}\right) \times 100 \quad (1-6)$$

岩石的物理常数(真实密度、毛体积密度、孔隙率)不仅能反映岩石的内部组成结构状态,而且能间接地反映岩石的力学性质(如相同矿物组成的岩石,孔隙率越低,其强度越高)。

## 1.2 水理性

### 1.2.1 吸水性

石料的吸水性是指石料在规定的条件下吸收水分的能力,与孔隙率的大小及孔隙特征有关。吸水性用吸水率和饱水率两个指标表示。

#### 1.2.1.1 吸水率

在室内常温( $20 \pm 2$ )℃和标准大气压条件下,石料试件最大吸水质量占烘干( $105 \pm 5$ )℃干燥至恒重)石料试件质量的百分率称为吸水率。

#### 1.2.1.2 饱水率

石料在室内常温( $20 \pm 2$ )℃和真空抽气(抽至真空度为残压 2.67 kPa)后的条件下,石料试件最大吸水质量占烘干石料试件质量的百分率称为饱水率。

测定方法:直接浸水法和真空抽气法。

### 1.2.2 透水性

岩石能被水透过的性能称为岩石的透水性。它主要取决于岩石空隙的大小、方向及其相互连通的情况。

## 1.3 耐候性

道路与桥梁都是暴露于大自然的建筑物,经常受到自然因素的影响。所以,用于道路与桥梁建筑的岩石必须具有抵抗大气自然因素作用的能力,这种能力就称为岩石的耐候性。

评价岩石的耐候性的方法按照《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)有抗冻性试验和坚固性试验。

岩石的抗冻性是指岩石在饱水状态下,抵抗多次冻结和融化作用而不发生显著破坏,同时也不严重降低强度的性质。岩石的抗冻性试验通常采用直接冻融法。

如无条件进行冻融试验,也可用坚固性简易快速测定方法,这种方法是用饱和硫酸钠溶液进行多次浸饱与烘干循环后来测定的。

## 2 力学性质

在结构工程中,岩石具有一定的抗压强度、抗剪强度和抗折强度,还应具备如抗磨耗、抗冲击和抗磨光等力学性能。

## 2.1 单轴抗压强度

我国现行《公路工程岩石试验规程》(JTG E41—2005)中规定,将岩石制备成标准试件,经吸水饱和后,在单轴受压并按规定加载的条件下,达到极限破坏时,单位面积承受的荷载称为岩石的单轴抗压强度。按式(1-7)计算

$$R = \frac{P}{A} \quad (1-7)$$

式中  $R$ ——岩石的单轴抗压强度,MPa;

$P$ ——试件破坏时的荷载,N;

$A$ ——岩石试件的受力截面面积, $\text{mm}^2$ 。

## 2.2 磨耗性

磨耗性是指岩石抵抗撞击、剪切和摩擦等综合作用的性能,用磨耗损失表示。

岩石的磨耗性测试是采用洛杉矶磨耗试验。将规定质量且有一定级配的试样和一定质量的钢球置于洛杉矶磨耗试验机中,以  $30 \sim 33 \text{ r/min}$  的转速转动至要求次数停止后,取出试样过筛并称量。岩石的磨耗损失采用式(1-8)计算

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100 \quad (1-8)$$

式中  $Q$ ——岩石的磨耗损失(%);

$m_1$ ——装入试验机圆筒中的岩石试样质量,g;

$m_2$ ——试验后在  $1.7 \text{ mm}$  筛上洗净烘干的岩石试样质量,g。

## 3 化学性质

在道路工程中,通常按照  $\text{SiO}_2$  含量将岩石划分为酸性、中性、碱性,按克罗斯的分类法:岩石化学组成中  $\text{SiO}_2$  含量大于  $65\%$  的岩石称为酸性岩石,如花岗岩、石英岩等; $\text{SiO}_2$  含量为  $52\% \sim 65\%$  的岩石称为中性岩石,如闪长岩、辉绿岩等; $\text{SiO}_2$  含量小于  $52\%$  的岩石称为碱性岩石,如石灰岩、玄武岩等。

## 4 任务过程

### 岩石单轴抗压强度试验

#### (1) 目的和适用范围。

单轴抗压强度试验是测定规则形状岩石试件单轴抗压强度的方法,主要用于岩石的强度分级和岩性描述。

本方法采用饱和状态下的岩石立方体(或圆柱体)试件的抗压强度来评定岩石强度(包括碎石或卵石的原始岩石强度)。

在某些情况下,试件含水状态还可根据需要进行选择天然状态、烘干状态或冻融循环后状态。试件的含水状态要在试验报告中注明。

#### (2) 仪器设备。

①压力试验机或万能试验机。

②钻石机、切石机、磨石机等岩石试件加工设备。

③烘箱、干燥器、游标卡尺、角尺及水池等。

(3) 试件制备。

①建筑地基用的岩石试验,采用圆柱体作为标准试件,直径为 $(50 \pm 2)$  mm、高径比为2:1,每组试件共6个。

②桥梁工程用的石料试验,采用立方体试件,边长为 $(70 \pm 2)$  mm。每组试件共6个。

③路面工程用的石料试验,采用圆柱体或立方体试件,其直径或边长和高均为 $(50 \pm 2)$  mm,每组试件共6个。

有显著层理的岩石,分别沿平行层理方向和垂直层理方向各取试件6个。试件上、下端面应平行和磨平,试件端面的平面度公差应小于0.05 mm,端面对于试件轴线的垂直度偏差不应超过0.25°。对于非标准圆柱体试件,试验后抗压强度试验值要进行换算。

(4) 试验步骤。

①用游标卡尺量取试件尺寸(精确至0.1 mm)。对于立方体试件,在顶面和底面上各量取其边长,以各个面上相互平行的两个边长的算术平均值计算其承压面面积;对于圆柱体试件,在顶面和底面分别测量两个相互正交的直径,并以其各自的算术平均值分别计算底面面积和顶面面积,取其顶面面积和底面面积的算术平均值作为计算抗压强度所用的截面面积。

②试件的含水状态可根据需要选择烘干状态、天然状态、饱和状态、冻融循环后状态。试件烘干状态、饱和状态、冻融循环后状态应符合相关条款的规定。

③按岩石强度性质选定合适的压力机。将试件置于压力机的承压板中央,对正上、下承压板,不得偏心。

④以0.5~1.0 MPa/s的速率进行加荷直至破坏,记录破坏荷载及加载过程中出现的现象。抗压试件试验的最大荷载记录以N为单位,精度为1%。

(5) 结果整理。

①岩石的抗压强度按下式计算

$$R = \frac{P}{A}$$

式中  $R$ ——岩石的抗压强度,MPa;

$P$ ——试件破坏时的荷载,N;

$A$ ——试件的截面面积,mm<sup>2</sup>。

岩石的软化系数按式(1-9)计算

$$K_p = \frac{R_w}{R_d} \quad (1-9)$$

式中  $K_p$ ——软化系数;

$R_w$ ——岩石饱和状态下的单轴抗压强度,MPa;

$R_d$ ——岩石烘干状态下的单轴抗压强度,MPa。

②单轴抗压强度试验结果应同时列出每个试件的试验值及同组岩石单轴抗压强度的平均值;有显著层理的岩石,应分别列出垂直层理方向与平行层理方向的试件强度的平均值。计算值精确至0.1 MPa。

软化系数计算值精确至0.01,3个试件平行测定,取算术平均值;3个值中最大值与最小值之差不应超过平均值的20%,否则应另取第4个试件,并在1个试件中取最接近的3个

值的平均值作为试验结果,同时在报告中将4个值全部给出。

### ③试验记录。

单轴抗压强度试验记录应包括岩石名称、试验编号、试件编号、试件描述、试件尺寸、破坏荷载、破坏形态。

## 任务实施

### 1 任务相关知识描述

岩石单轴抗压强度试验的主要内容如下:

- (1) 试验目的。
- (2) 试验适用范围。
- (3) 试验仪器设备。
- (4) 试验方法步骤。
- (5) 试验结果计算。

### 2 信息资料收集与分组

- (1) 试验仪器工具准备。
- (2) 试验材料准备。
- (3) 试验技术准备。
- (4) 安全操作注意事项。
- (5) 分组并产生组长,明确任务。

### 3 制定计划

- (1) 以小组讨论的方式制定岩石单轴抗压强度试验计划。
- (2) 与学生讨论工作计划并最终定稿。
- (3) 填写工作计划表(见表1-1)。

### 4 实施计划

- (1) 学生按既定工作计划完成检查并填写任务工单(见表1-2)。
- (2) 教师监控学生操作过程,及时更正学生的错误。

### 5 检查结果

- (1) 检查学生是否填写完整任务工单。
- (2) 回答学生所提出的问题。
- (3) 学生以小组讨论方式进行工作评估。

## 评价反馈

- (1) 对小组工作进行综合评价。
- (2) 提出改进意见和注意事项。
- (3) 填写任务评价表(见表1-3)。

表 1-1 岩石单轴抗压强度试验工作计划表

|                                |  |     |     |     |
|--------------------------------|--|-----|-----|-----|
| 姓名：                            |  | 学号： | 班级： | 组别： |
| 任务名称                           |  |     |     |     |
| 个人<br>工作<br>实施<br>计划           |  |     |     |     |
| 小组<br>其他<br>计划<br>特色<br>点      |  |     |     |     |
| 辅导<br>教师<br>意见                 |  |     |     |     |
| 个人<br>工作<br>实施<br>计划<br>定<br>稿 |  |     |     |     |

表 1-2 岩石单轴抗压强度试验任务工单

|       |                                                                                                                                                                                 |       |     |
|-------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----|
| 姓名:   | 学号:                                                                                                                                                                             | 班级:   | 组别: |
| 评价等级: |                                                                                                                                                                                 | 教师签字: | 成绩: |
|       |                                                                                                                                                                                 | 日期:   | 学时: |
| 任务名称  | 岩石单轴抗压强度试验                                                                                                                                                                      |       |     |
| 能力目标  | 1. 能够说出任务目的和适用范围;<br>2. 能够准备任务所需仪器和材料;<br>3. 能够独立操作任务过程;<br>4. 能够正确取得任务结果;<br>5. 能够做好仪器保养。                                                                                      |       |     |
| 任务准备  | 相关仪器设备和任务试样的准备                                                                                                                                                                  |       |     |
| 信息获取  | 1. 任务目的和适用范围(15 分)<br>目的: _____<br>_____<br>_____<br>适用范围: _____<br>_____<br>_____<br>2. 任务所需仪器设备(15 分)<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____<br>_____ |       |     |

续表 1-2

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| 任务<br>操作<br>与要<br>点 | 3. 任务准备(15 分) |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     | 4. 任务步骤(40 分) |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     | 5. 结果整理(15 分) |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |
|                     |               |

表 1-3 岩石单轴抗压强度试验任务评价表

| 评价内容            | 评价指标                                   | 评价等级 |    |    |
|-----------------|----------------------------------------|------|----|----|
|                 |                                        | 自我   | 小组 | 教师 |
| 专业能力            | A. 具有安全、文明生产和环境保护的相关知识和技能。(10 分)       |      |    |    |
|                 | B. 高质量地完成工作任务,操作娴熟,任务工单得 85 分以上。(10 分) |      |    |    |
|                 | C. 任务工单中数据真实,步骤完整,能用来描述整个过程。(10 分)     |      |    |    |
|                 | D. 具备了独立完成工作任务的能力。(10 分)               |      |    |    |
| 社会能力            | A. 具有良好的职业道德,遵守实验室管理规定。(5 分)           |      |    |    |
|                 | B. 具有较强的口头和书面表达能力,良好的人际交流沟通能力。(10 分)   |      |    |    |
|                 | C. 具有良好的团队合作精神和客户服务意识。(10 分)           |      |    |    |
|                 | D. 具有良好的心理素质和克服困难的能力。(5 分)             |      |    |    |
| 方法能力            | A. 能够制定完善的工作计划。(5 分)                   |      |    |    |
|                 | B. 能够借助网络、文件资料等手段查找所需信息。(10 分)         |      |    |    |
|                 | C. 能够独立完成任务。(5 分)                      |      |    |    |
|                 | D. 能够检查评估工作任务,并能从个案中寻找共性。(10 分)        |      |    |    |
| 辅导教师关于此次任务的改进意见 |                                        |      |    |    |
|                 |                                        | 总评   |    |    |

## 粗集料磨耗试验(洛杉矶法)

### (1) 目的和适用范围。

①测定标准条件下粗集料抵抗摩擦、撞击的综合能力,以磨耗损失(%)表示。

②本方法适用于各种等级规格石料的磨耗试验。

### (2) 仪器设备。

①洛杉矶磨耗(隔板式)试验机:圆筒内径(710±5)mm,内侧长(510±5)mm,两端封闭,投料口的钢盖通过紧固螺栓和橡胶垫与钢筒紧闭密封。钢筒的回转速率为30~33 r/min。

②钢球:直径约4.68 mm,质量为390~445 g,大小稍有不同。

③电子秤:感量5 g。

④标准筛:符合要求的标准筛系列以及筛孔为1.7 mm的方孔筛一个。

⑤烘箱:能使温度控制在(105±5)℃范围内。

⑥容器:搪瓷盘等。

### (3) 试验准备。

①将不同规格的集料用水冲洗干净,置烘箱中烘干至恒重。

②对所使用的集料,根据实际情况按表1-4选择最近的粒级类别,确定相应的试验条件。按规定准备集料,筛分。其中,水泥混凝土用集料宜采用A级粒度。对用于沥青路面及各种基层、底基层的粗集料,表1-4中的16 mm筛孔也可用13.2 mm筛孔代替。对非规格材料,应根据材料的实际粒度,从中选择最接近的粒级类别及试验条件。

### (4) 试验步骤。

①分级称量(精确至5 g),称取总质量( $m_1$ ),装入磨耗试验机圆筒中。

②选择钢球,使钢球的数量及总质量符合表1-4的规定。将钢球加入圆筒中,盖好筒盖,紧固密封。

③将计数器调整到零位,设定要求的回转次数:对于水泥混凝土集料,回转次数为500 r,对于沥青混合料集料,回转次数应符合规范要求。开动磨耗机,以30~33 r/min的转速转动至要求的回转次数。

④取出钢球,将经过磨耗后的试样从投料口倒入接收容器(搪瓷盘)中。

⑤将试样用1.7 mm的方孔筛过筛,筛去试样中被撞击磨碎的细屑。

⑥用水冲净留在筛上的碎石,置(105±5)℃烘箱中烘干至恒重(通常不少于4 h),准确称量( $m_2$ )。

### (5) 结果整理。

①按下式计算粗集料洛杉矶磨耗损失,精确至0.1%

$$Q = \frac{m_1 - m_2}{m_1} \times 100$$

式中  $m_1$ ——装入试验机圆筒中的岩石试样质量,g;

$m_2$ ——试验后在1.7 mm筛上的洗净烘干的岩石试样质量,g。

②试验报告应记录所使用的粒级类别和试验条件。粗集料的磨耗损失取两次平行试验结果的算术平均值为测定值,两次试验的差值应不大于2%,否则需重做试验。

表 1-4 粗集料洛杉矶试验条件

| 粒度类别 | 粒级组成 (mm)   | 试样质量 (g)   | 试样总质量(g)     | 钢球数量 (个) | 钢球总质量(g)   | 转动次数 (r) | 适用于粗集料 |          |
|------|-------------|------------|--------------|----------|------------|----------|--------|----------|
|      |             |            |              |          |            |          | 规格     | 公称粒径(mm) |
| A    | 26.5 ~ 37.5 | 1 250 ± 25 | 5 000 ± 10   | 12       | 5 000 ± 25 | 500      |        |          |
|      | 19.0 ~ 26.5 | 1 250 ± 25 |              |          |            |          |        |          |
|      | 16.0 ~ 19.0 | 1 250 ± 10 |              |          |            |          |        |          |
|      | 9.5 ~ 16.0  | 1 250 ± 10 |              |          |            |          |        |          |
| B    | 19.0 ~ 26.5 | 2 500 ± 10 | 5 000 ± 10   | 11       | 4 850 ± 25 | 500      | S6     | 15 ~ 30  |
|      | 16.0 ~ 19.0 | 2 500 ± 10 |              |          |            |          | S7     | 10 ~ 30  |
|      |             |            |              |          |            |          | S8     | 15 ~ 25  |
| C    | 9.5 ~ 16.0  | 2 500 ± 10 | 5 000 ± 10   | 8        | 3 330 ± 20 | 500      | S9     | 10 ~ 20  |
|      |             |            |              |          |            |          | S10    | 10 ~ 15  |
|      | 4.75 ~ 9.5  | 2 500 ± 10 |              |          |            |          | S11    | 5 ~ 15   |
|      |             |            |              |          |            |          | S12    | 5 ~ 10   |
| D    | 2.36 ~ 4.75 | 5 000 ± 10 | 5 000 ± 10   | 6        | 2 500 ± 15 | 500      | S13    | 3 ~ 10   |
|      |             |            |              |          |            |          | S14    | 3 ~ 5    |
| E    | 63 ~ 75     | 2 500 ± 50 | 10 000 ± 100 | 12       | 5 000 ± 25 | 1 000    | S1     | 40 ~ 75  |
|      | 53 ~ 63     | 2 500 ± 50 |              |          |            |          | S2     | 40 ~ 60  |
|      | 37.5 ~ 53   | 2 500 ± 50 |              |          |            |          |        |          |
| F    | 37.5 ~ 53   | 5 000 ± 50 | 10 000 ± 75  | 12       | 5 000 ± 25 | 1 000    | S3     | 30 ~ 60  |
|      | 26.5 ~ 37.5 | 5 000 ± 25 |              |          |            |          | S4     | 25 ~ 50  |
| G    | 26.5 ~ 37.5 | 5 000 ± 25 | 10 000 ± 50  | 12       | 5 000 ± 25 | 1 000    | S5     | 20 ~ 40  |
|      | 19 ~ 26.5   | 5 000 ± 25 |              |          |            |          |        |          |