



国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

道路桥梁工程技术专业

筑路材料及试验检测

主 编 刘 志
副主编 韦锦兵
主 审 周德军



人民交通出版社
China Communications Press

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

筑路材料及试验检测

Zhulu Cailiao ji Shiyan Jiance

主 编 刘 志
副主编 韦锦兵
主 审 周德军

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是国家示范性高等职业院校重点建设专业教材,以工作任务驱动的方式,把学习内容和工作过程、技术理论知识和实践知识,专业能力、方法能力和社会能力进行整合。全书共分三个学习情境,分别为施工进场阶段常用材料及试验,路基、桥梁施工阶段的材料及试验,路面施工阶段的材料及试验。

本书是高等职业院校道路桥梁工程技术专业教学用书,也可作为路桥类工程技术人员的培训教材或自学用书。

图书在版编目(CIP)数据

筑路材料及试验检测/刘志主编.—北京:人民交通出版社,2010.9

国家示范性高等职业院校重点建设专业教材

ISBN 978-7-114-08644-1

I. ①筑… II. ①刘… III. ①道路工程-建筑材料-高等学校:技术学校-教材②道路工程-建筑材料-试验-高等学校:技术学校-教材 IV. ①U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167530 号

书 名:国家示范性高等职业院校重点建设专业教材
筑路材料及试验检测

著 者:刘志

责任编辑:戴慧莉

出版发行:人民交通出版社

地 址:(100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街3号

网 址:<http://www.ccpres.com.cn>

销售电话:(010)59757969、59757973

总 经 销:人民交通出版社发行部

经 销:各地新华书店

印 刷:北京牛山世兴印刷厂

开 本:787×1092 1/16

印 张:14

字 数:361 千

版 次:2010年9月第1版

印 次:2010年9月第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-08644-1

定 价:32.00 元

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

贵州交通职业技术学院教材编写委员会

主 任 唐 好

副 主 任 李 皖 卢正平 王永福

顾 问 张润虎

委 员 刘 焰 罗 筠 刘 志 陈文均 王 毅 张玉杰
王端祥 王爱红 周 青 邵世敏 李 毅 杨树枫
韦生根 张 平 周 华 许慧芳 曹云刚 蒋直泉
刘正发 周 勇 田兴强 杨明筑 肖志红 袁宗齐
吴 薇 安 军 李晓南(贵州汽车修理公司总经理)
庞 涛(贵阳市汽车维修管理处高级工程师) 罗洪波
(贵州省公路公司设备管理公司总经理) 王万海(贵
阳万通环保防水有限公司) 刘永强(贵州省建设工程
质量监督总站) 林永明(贵州省公路勘察设计院院长)
喻 红(广东省工程勘察院高级工程师)

序

《教育部关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》(教高[2006]16号)明确指出:“高等职业教育作为高等教育发展中的一个类型,肩负着培养面向生产、建设、服务和管理第一线需要的高技能人才的使命”。探索类型发展道路、构建高技能人才培养模式、开发特色教学资源,是高职院校的历史责任。

2007年,贵州交通职业技术学院被列为国家示范性高等职业院校建设单位。国家示范性院校建设的核心是专业建设,而课程和教材又是专业建设的重要内容之一。如何通过课程的建构来推动人才培养模式的改革和创新?教材编写工作又如何与学校人才培养模式和课程体系改革相结合?如何实现课程内容适合高素质技能型人才的培养?这均是学院示范性建设中的重要命题。

令人欣慰的是学院教师历经3年的不断探索和实践,为学院示范建设作出了功不可没的成绩。其中教材建设就是部分成果的体现,也是全体专业教师、一线工程技术人员共同的智慧结晶和劳动成果。在这些教材中,既有工学结合的核心课程教材,也有专业基础课程教材。无论是哪种类型的教材,在编写中,学院都强调对教材内容的改革与创新,强调示范性院校专业建设成果在教材中的固化,强调教材为高素质技能型人才培养服务,强调教材的职业适应性。因为新教材的使用,必须根植于教学改革成果之上,反过来又促进教学改革目标的实现,推进高职教育人才培养模式改革。

本教材与传统教材相比有如下三个方面的特点:

第一,该教材由原来传统知识体系的章节结构形式,改为工作过程的项目、模块结构形式;教材中的项目来源于岗位工作任务分析确定的工作项目所设计的教学项目,教材中的模块来源于完成工作项目的工作过程。

第二,教材的内容不再依据相关学科的理论知识体系,而来源于相应岗位的工作内容。教学内容的选取依据完成岗位工作任务对知识和技能的要求,建立在行业专家对相应岗位工作任务分析结果和专业教师深入行业进行岗位调研结果的基础上。注重学生实践训练、培养学生完成工作的能力。

第三,教材不再停留在对课程内容的直接描述,而是十分注重对教学过程的设计,注重学生对教学过程的参与。在教材的各个项目之前,一般都提出了该项目应该完成的工作任务,该任务可能是学习性的工作任务,也可能是真实的工作任务。

在这些教材的编写过程中,也倾注了相关企业有关专家的大量心血和辛勤劳动,在此谨向他们表示衷心的感谢!由于开发时间短,教学检验尚不充分,错误和不当之处难免,敬请专家、同行指教。

贵州交通职业技术学院教材编写委员会

2009.11.20

前 言

本教材以国家和交通运输部颁布的最新技术标准、规范和试验规程为依据,以充分体现任务引领、实践导向课程的设计思想,紧紧围绕不同施工阶段所涉及的筑路材料试验编写。在编写过程中,注重理论联系实际,将职业知识和职业意识教育相结合,强调现代教学技术手段与教学课件的综合运用和教学效果,力求使教材具有职业教育的特色以及具有针对性和可操作性,突出对学生的技术和技能的培养,注重学生综合素质的提高,充分体现高等职业教育的特点。

本书共分三个学习情境,分别是:施工进场阶段常用材料及试验,路基、桥梁施工阶段的材料及试验,路面施工阶段的材料及试验。

本书由贵州交通职业技术学院刘志主编,韦锦兵任副主编,杨婕、李琼参与编写,贵州交通职业技术学院试验检测中心周德军主审。具体分工是:引言、学习情境三由刘志和韦锦兵编写;学习情境一由杨婕编写;学习情境二由李琼编写。在教材的编写过程中,编者得到了贵州交通职业技术学院领导、老师和有关专家的指导和帮助,在此一并表示感谢。

由于编者学术水平和教学经验有限,教材中内容难免存在错误和疏漏,欢迎广大读者提出宝贵意见,以便修改和补充。

编 者

2010年5月

目 录

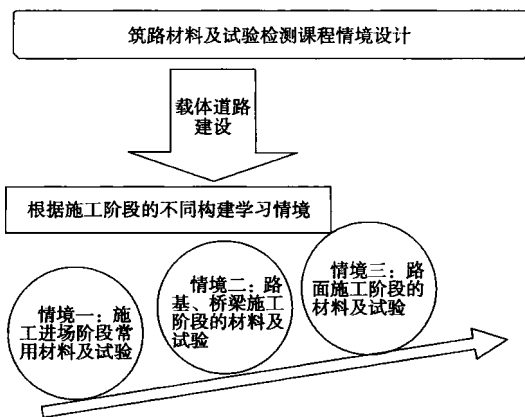
引言.....	1
学习情境一 施工进场阶段常用材料及试验.....	5
单元1 石料	5
单元2 集料	16
单元3 石灰、水泥	34
单元4 稳定土材料	57
单元5 钢材	66
小结	79
复习思考题	80
习题	80
学习情境二 路基、桥梁施工阶段的材料及试验.....	82
单元1 矿质混合料的组成设计	82
单元2 水泥混凝土	91
单元3 建筑砂浆	140
小结.....	149
复习思考题.....	149
习题.....	150
学习情境三 路面施工阶段的材料及试验.....	151
单元1 沥青材料	151
单元2 沥青混合料	175
单元3 新型材料的应用	207
小结.....	212
复习思考题.....	213
参考文献.....	215

引 言

《筑路材料及试验检测》是一门研究道路、桥梁和排水工程建筑所用材料组成、性能、技术标准、检验方法和应用的一门学科,它既是学习专业课的必备基础知识,又是一门实用的专业技术。

本教材主要针对道路工程专业,因此定名为《筑路材料及试验检测》。筑路材料是道路桥梁工程结构建筑的物质基础,其性能对这些结构物的使用性能、耐用性能起着关键性的作用,也与工程造价密不可分,道路材料费用在道路工程总造价中约占 40% ~ 70%。合理地选择和使用材料,充分发挥材料的性能,延长其使用寿命,同时确保经济合理,对道路工程施工具有一定的实用意义。

对《筑路材料及试验检测》课程的设计,是以实际工作任务为引领,以道路建设中各阶段涉及的材料为主线,贯穿课程的始终。将筑路材料及试验检测项目分解为:施工进场阶段常用材料及试验,路基、桥梁施工阶段的材料及试验,路面施工阶段的材料及试验,以此进行内容安排,让学生掌握每一阶段材料知识的应用过程。



(一) 筑路材料及试验检测的具体任务

序号	具 体 任 务
1	论述材料组成、结构、技术性质及其它它们之间的关系
2	论述材料的检验方法,利用试验评定其技术性质
3	通过学习本课程,可以使学生们掌握材料的性能,选择和鉴定材料并能够正确使用材料

(二) 道路材料及试验检测的研究对象与工程作用

道路材料试验检测的研究对象		
1	原材料	原材料包括砂石材料、胶结料类、钢材及工程聚合物材料
2	混合料	混合料包括水泥混凝土及砂浆、沥青混合料、无机结合料稳定材料及碎(砾)石混合料

续上表

道路材料试验检测的工程作用		
1	砂石材料	砂石材料包括人工开采的岩石或轧制的碎石、天然砂砾石及各种性能稳定的工业冶金矿渣(如煤渣、高炉渣和钢渣等)。尺寸较大的块状石料经加工后,可用于砌筑道路、桥梁工程结构物或铺筑基础;松散集料可应用于生产水泥混凝土或沥青混合料,也可直接用于道路基层、垫层或低级路面面层。一些具有活性的矿质材料或工业废渣,如粒化高炉矿渣、粉煤灰等经加工后可作为水泥原料
2	胶结料类	道路、桥梁结构物中的常用胶结料有水泥、沥青和石灰等,用于将松散的矿质集料胶结在一起,经捣实或压实后,成为具有一定强度的整体材料
3	钢材	钢材是重要的建筑材料,具有较高的强度和硬度,有一定的塑性和韧性,并能进行焊接、铆接和切割等工艺,因而广泛应用于建筑工程中。主要应用于桥梁结构及钢筋混凝土结构中
4	工程聚合物材料	用于路桥结构中的工程聚合物材料有塑料(合成树脂)、橡胶和纤维等。这些材料可以作为胶结料、填缝料、土工格栅,也可用于工程材料性能的改善,如聚合物水泥混凝土、改性沥青等
5	水泥混凝土及砂浆	水泥混凝土是道路、桥梁结构中使用较多的工程材料,主要由水泥与砂石材料组成。它具有较高的强度和刚度,能承受较繁重的车辆荷载作用,故主要用于桥梁结构和高等级道路面层结构。水泥砂浆主要由水泥和细集料组成,用于砌筑和抹平结构物中
6	沥青混合料	以砂石材料和沥青材料组成的各种沥青混合料,如沥青混凝土、沥青碎石等,具有较高的强度、柔韧性和耐久性,是高等级道路的面层结构及桥梁结构铺装层的重要材料
7	无机结合料稳定材料	以少量水泥、石灰(粉煤灰)稳定土或稳定碎(砾)石组成的混合料,具有一定的强度和扩散应力的能力,但不耐磨,耐久性较差,是高等级道路路面基层材料或低级路面面层常用的材料
8	碎(砾)石混合料	各种碎石或砾石混合料,具有一定的承载能力,但易松散、耐久性差,它是用于道路垫层或低级路面的基层或面层的材料

(三) 道路材料及试验检测的研究内容

道路材料试验检测的研究内容		
1	道路材料的组成与结构	材料的基本性质在很大程度上取决于材料的组成(化学组成、矿物成分)、结构等内部因素。由于近代测试手段的发展,对材料组成结构与性能之间的关系有了较深刻的认识。这对于合理使用材料、进一步改进和完善材料性质、发展新材料有重要意义
2	道路材料的物理性质	常用的基本物理性能指标为:物理常数(密度、孔隙率、空隙率)和吸水率等。材料的物理常数可用于计算材料用量、配合比设计,且能反映其内部组成和构造;既与其吸水性有关,又与其力学性质及耐久性关系密切
3	道路材料的力学性质	在行车荷载作用下,道路材料将承受较大的竖向力、水平力和冲击力以及车轮的磨损作用。本课程将研究道路材料的强度、变形行为、抗磨性能等力学性能,以及这些性能的影响因素及评价方法和指标,并进一步考虑在不同的温度和时间条件下这些力学性能的变化规律
4	道路材料的耐久性	裸露于自然环境中的结构物,将受到各种自然因素的侵蚀作用,如温度变化、冻融循环、氧化、酸碱腐蚀等。本课程将根据道路材料所处的结构部位、环境条件,综合考虑引起材料性质衰变的外界条件和材料自身的内在原因,从而全面了解道路材料抵抗破坏的能力
5	道路材料的工艺性	工艺性是指材料适合于按一定工艺要求加工的性能。所选择的材料或混合料能否在现行的施工条件下,通过必要操作工序、技术性能达到预期的目标,并满足使用要求,这也是选择材料和确定设计参数时必须考虑的重要因素
6	道路材料技术性质试验	在工程实践中,都是通过试验来检测筑路材料的技术性质是否符合技术要求。将来工作在公路建设一线的高职生,必须掌握试验原理与方法

(四) 道路材料的检验方法和技术标准

道路材料的检验方法和技术标准		
1	检验方法	室内、室外及模拟试验方法
2	检验内容	物理性质试验、力学性质试验、化学性质试验、工艺性质试验
3	质量检验的标准化与技术标准	目前,我国建筑材料的标准分为国家标准、行业标准、地方标准和企业标准四个等级。其中: GB →指国家标准; JTJ →交通部门基本建设方面的规范; JC →建材行业标准; SH →石油化工行业标准

(五) 道路材料及试验检测的学习内容、核心技能及学习后所具备的能力

1. 道路与桥梁工程技术专业学生学习本课程的主要内容

- (1)无机材料的性能、组成与构造、技术、标准、检验方法;
- (2)有机材料的性能、组成与构造、技术、标准、检验方法;
- (3)复合材料的性能、组成与构造、技术、标准、检验方法;
- (4)复合材料的组成设计。

2. 道路与桥梁工程技术专业学生学习本课程的核心技能

学 习 情 境	单 元 学 习
施工进场阶段常用材料及试验 核心技能: 1. 会做石料技术性质常规试验; 2. 会做集料技术性质常规试验; 3. 会做工程用土技术性质常规试验; 4. 会做石灰、水泥技术性质常规试验; 5. 会做钢材技术性质常规试验	单元1 石料
	单元2 集料
	单元3 石灰、水泥
	单元4 稳定土材料
	单元5 钢材
路基、桥梁施工阶段的材料及试验 核心技能: 1. 能够进行矿质混合料的配合比设计; 2. 会操作水泥混凝土技术性质常规试验仪器; 3. 能够进行水泥混凝土的配合比设计; 4. 能够进行砂浆配合比计算; 5. 能够进行无机结合料稳定类材料的配合比设计	单元1 矿质混合料的组成设计
	单元2 水泥混凝土
	单元3 建筑砂浆
路面施工阶段的材料及试验 核心技能: 1. 会做沥青技术性质常规试验; 2. 会做沥青混合料技术性质常规试验; 3. 能够进行沥青混合料的配合比设计	单元1 沥青材料
	单元2 沥青混合料
	单元3 新型材料的应用

3. 道路与桥梁工程技术专业学生学习本课程后应具备的能力

- (1)能说明道路桥梁工程常用原材料的类型、来源及用途；
- (2)能说明道路桥梁工程常用原材料的技术性质评价指标；
- (3)会操作道路桥梁工程常用原材料技术性质检验的仪器；
- (4)能说明道路桥梁工程常用混合材料的技术性质评价指标；
- (5)会操作道路桥梁工程常用混合材料技术性质检验的仪器；
- (6)能进行道路桥梁工程常用混合材料的组成设计；
- (7)能根据试验检测技术规范对常用原材料及混合材料的成品质量进行检查和控制。

施工进场阶段常用材料及试验

核心技能：

1. 会做石料技术性质常规试验；
2. 会做集料技术性质常规试验；
3. 会做石灰、水泥技术性质常规试验；
4. 会做稳定土技术性质常规试验；
5. 会做钢材技术性质常规试验。

单元1 石 料

学习目标

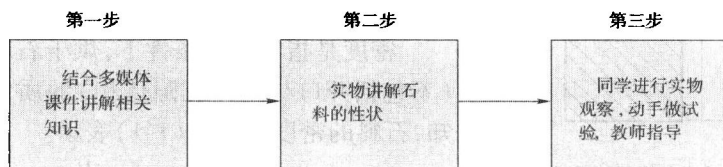
1. 学生能够掌握石料的各种技术性质；
2. 学生能够熟练掌握石料的真密度和毛体积密度的测定,正确地操作仪器、独立完成试验并会分析试验结果。

任务描述

准备4~5种岩石试样,装在托盘中,让学生观察岩石的性状,采用简易鉴别法,确定岩石的分类,并对岩石试样进行描述。

学习引导

本学习任务沿着以下脉络进行学习：



一、石料概述

天然石材是采自地壳,不经过加工或经过机械加工的天然岩石所制得的材料。

天然石材具有较高的抗压强度、耐久性、耐磨性,产源分布广,便于就地取材。但石材性质较脆,抗拉强度低、表观密度大、硬度较高、开采加工困难。

相关链接 块状石材常用于砌筑基础、桥涵、挡土墙、护坡等,经人工加工成不同粒径的碎石及自然条件作用形成的卵石广泛用做混凝土的集料,并且是生产各种建筑材料的原料,如:石灰石、天然石膏等是生产硅酸盐水泥、石灰、石膏等胶凝材料的原料。

(一) 岩石分类

根据生成条件,岩石可分为三大类,即岩浆岩、沉岩、变质岩。

1. 岩浆岩

岩浆岩又称火山岩,是由地壳内的岩浆冷凝而成。在地壳深处生成的称为深成岩,如花岗岩、正长岩等;由岩浆喷出地面后冷凝而成的称为喷出岩,如玄武岩、安山岩等。

2. 沉积岩

沉积岩又称水成岩,是岩浆岩经过风化作用后再经沉积胶结而成。它包括化学沉积,如石膏、石灰岩等;有机沉积,如贝壳岩、白垩等;机械沉积,如砂、砾石等。

3. 变质岩

变质岩是由岩浆岩、沉积岩经过高温、高压作用变质后形成的岩石。这种岩石比沉积岩更致密,如大理石、石英岩等。

(二) 石料的技术性质

由于天然石材生成条件不同,所以石材的组成结构、矿物成分会有所变化,因而同一类岩石,它的性质也可能有很大差别。为了保证工程质量,在使用时必须对石材进行性质检验和鉴定。

天然石料的技术性质可分为物理性质、化学性质与力学性质。

二、石料的物理性质

石料的物理性质包括:物理常数、与水有关的性质、气候稳定性等。

(一) 物理常数

石料的物理常数是石料矿物组成结构状态的反映。石料内部组成结构,主要是由矿质实体(V_s)、闭口孔隙(V_n)和开口孔隙(V_i)三部分组成。如图 1-1 所示为各部分的质量与体积的关系。

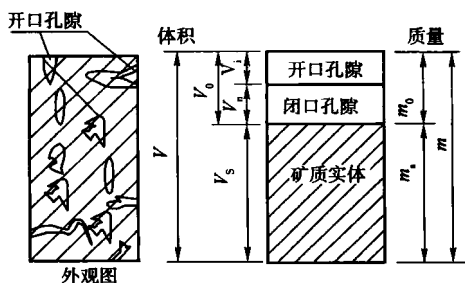


图 1-1 石料结构的质量与体积关系示意图

1. 密度

密度是指在规定条件下,烘干石料矿质单位体积(不包括开口与闭口孔隙体积)的质量。由图 1-1 可知,石料的密度可由式(1-1)表示。

$$\rho_1 = m_s / V_s \quad (1-1)$$

V_s ——石料矿质实体的体积, cm^3 。

$$\rho_1 = M/V_s \quad (1-1')$$

ρ_1 、 V_s 的意义同前。

[illegible]

石料密度试验

[illegible]

岩石的密度(颗粒密度)是选择建筑材料、研究岩石风化、评价地基基础工程岩体稳定性及确定围岩压力等必需的计算指标。

2) 仪器设备

(3) 砂浴、恒温水槽(灵敏度 $\pm 1^{\circ}\text{C}$)及真空抽气设备。

(4) 天平: 称量 0.001g。

(5)烘箱:能使温度控制在 $105 \sim 110^{\circ}\text{C}$ 。

(6)干燥器:内装氯化钙或硅胶等干燥剂。

(7) 锥形玻璃漏斗和瓷皿、滴管、中骨匙和温度计等。

取代表性岩石试样在小型轧石机上初碎(或手工用钢锤捣碎),再置于球磨机中进一步磨碎,然后用研钵研细,使之全部粉碎成能通过 0.315mm 筛孔的岩粉。

(1)用瓷皿称取石粉 100g,置于温度为 105~110℃的烘箱中烘至恒量,烘干时间一般为 6~12h,然后置于干燥器内冷却至室温(20℃±2℃)备用。

(2)用四分法取两份岩粉,每份试样从中称取 $15\text{g}(m_1)$,精确至 0.001g 。用漏斗灌入洗净烘干的密度瓶中,并注入试液至瓶的一半处,摇动密度瓶使岩粉分散。

(3) 当使用洁净水做试液时,可采用沸煮法或真空抽气法排除气体。当使用煤油做试液时,应采用真空抽气法排除气体。采用沸煮法排除气体时,沸煮时间自悬液沸腾时算起不得少

[illegible]

毛体积密度试验

[illegible]

岩石的毛体积密度(块体密度)是一个间接反映岩石致密程度、空隙发育程度的参数,也是评价工程岩体稳定性及确定围岩压力等必需的计算指标。根据岩石含水状态,毛体积密度可分为干密度、饱和密度和天然密度。

量积法适用于能制备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其他各类岩石;蜡封法适用于不能用量积法或直接在水中称量进行试验的岩石。

(1) 岩石加工设备:切石机、钻石机、磨平机及小锤等。

(3)烘箱:温度应控制在 105 ~ 110℃ 范围内。

(5)游标卡尺。

(1)测天然密度时,应取有代表性的岩石制备试件并称量;测干密度时,将试件放入烘箱,在 105~110℃下烘至恒重,烘干时间一般为 12~24h。取出试件置于干燥容器内冷却至室温后,称干试件质量。

(3) 取出饱和浸水试件,用湿纱布擦去试件表面水分,立即称其质量。

(5) 本试验称量精确至 0.01g。

石料毛体积密度的计算公式为:

$$\rho_d = m_d / (m_s - m_w) \times \rho_w$$

m_s ——试件强制饱和后的质量, g;