

高技能人才培养创新示范教材

筑路材料及试验检测

ZHULU CAILIAO JI SHIYAN JIANCE



主 编 王潘劳 姚浩刚
主 审 毛 刚



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

高技能人才培养创新示范教材

Zhulu Cailiao ji Shiyan Jiance 筑路材料及试验检测

主编 王潘劳 姚浩刚

主审 毛 刚



人民交通出版社股份有限公司
China Communications Press Co., Ltd.

内 容 提 要

本书是高技能人才培养创新示范教材,主要内容包括:公路工程用土检测,公路工程无机结合料材料检测,公路工程沥青及沥青混合料材料检测,公路工程水泥及水泥混凝土材料检测,金属材料检测,橡胶支座与石料检测,土工合成材料检测。

本书可作为中职院校公路工程施工类相关专业全日制学生培养教学用书,还可供相关专业在职人员培训及参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

筑路材料及试验检测 / 王潘劳, 姚浩刚主编. —北京: 人民交通出版社股份有限公司, 2017. 12
高技能人才培养创新示范教材
ISBN 978-7-114-14227-7

I. ①筑… II. ①王… ②姚… III. ①筑路材料—材料试验—教材 IV. ①U414

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 239337 号

书 名: 筑路材料及试验检测

著 作 者: 王潘劳 姚浩刚

责任编辑: 戴慧莉

出版发行: 人民交通出版社股份有限公司

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpress.com.cn>

销售电话: (010)59757973

总 经 销: 人民交通出版社股份有限公司发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京市密东印刷有限公司

开 本: 787 × 1092 1/16

印 张: 14.25

字 数: 319 千

版 次: 2017 年 12 月 第 1 版

印 次: 2017 年 12 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-14227-7

定 价: 36.00 元

(有印刷、装订质量问题的图书由本公司负责调换)



前言 Preface

为贯彻落实《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010—2020年)》精神,按照《国家高技能人才振兴计划》的要求,深化职业教育教学改革,积极推进课程改革和教材建设,满足职业教育发展的新需求,着重高技能人才的培养,依据公路工程施工与养护专业的教学计划和课程标准,我们组织行业专家及一线教师编写了这套补充教材。

本套教材适用于公路工程施工类专业高级工和技师层次全日制学生培养及社会在职人员培训,具有以下特点:

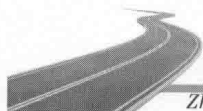
(1)本套教材开发基于实际工作岗位,通过提炼典型工作任务,形成专业课程框架、教学计划及课程标准,切合职业教育教学的特点,符合培养技能型人才成长的规律。

(2)本套教材在编写模式上部分实践性较强的课程采用了任务引领型模式进行编写,有利于任务驱动式教学方法的使用,便于培养学生自我学习、收集信息、解决问题等方面的核心能力。

(3)本套教材在内容选取方面打破了传统教材的学科知识体系的结构,但也考虑了知识和技能的连贯性与整体性,同时保持了知识和技能选取的先进性、科学性与实用性。

《筑路材料及试验检测》是公路施工与养护专业重要课程。本教材由试验检测人员直接参加编写,按照公路工程施工流程设置任务,提供了较多现阶段公路工程施工与检测中的最新技术,也提出了行业对专业人才的职业要求,为学生走上职业岗位提供有力的技能保障。

本书由浙江公路技师学院王潘劳、姚浩刚担任主编,毛刚担任主审。具体



编写分工如下:浙江公路技师学院姚浩刚编写模块一、模块四的任务一和任务六;浙江公路技师学院洪新兰编写模块二;浙江公路技师学院王潘劳编写模块三;浙江公路技师学院高亚丽编写模块四的任务二至任务五;浙江公路技师学院检测中心姜建俭编写模块五、模块六;浙江公路技师学院赵婷编写模块七。全书由姚浩刚对技术内容把关,并负责统稿工作。

由于编者水平有限,书中不足之处敬请读者批评指正。

编 者

2017 年 10 月 9 日



目 录

Contents

模块一 公路工程用土检测	1
任务一 组建土建工程工地试验室	1
任务二 明确路基填筑材料技术要求	9
任务三 土的物理性能检测	12
任务四 工程用土鉴别	17
任务五 土的路用性能检测	30
模块二 公路工程无机结合料材料检测	36
任务一 明确无机结合料稳定材料原材料技术要求	36
任务二 粗集料技术性能检测	45
任务三 细集料技术性能检测	56
任务四 无机结合料稳定材料性能检测	64
任务五 无机结合料稳定材料组成设计	80
模块三 公路工程沥青及沥青混合料材料检测	91
任务一 明确沥青混合料原材料技术要求	91
任务二 沥青技术性能检测	101
任务三 沥青混合料技术性能检测	113
任务四 热拌沥青混合料组成设计	121
模块四 公路工程水泥及水泥混凝土材料检测	130
任务一 明确公路桥涵水泥混凝土原材料技术要求	130
任务二 水泥技术性能检测	139
任务三 水泥混凝土拌合物技术性能检测	156
任务四 硬化水泥混凝土技术性能检测	165



任务五 普通水泥混凝土配合比设计	173
任务六 水泥砂浆技术性能检测	188
模块五 金属材料检测	192
任务一 钢筋技术性能检测	192
任务二 钢绞线技术性能检测	200
任务三 锚具技术性能检测	204
模块六 橡胶支座与石料检测	208
任务一 橡胶支座技术性能检测	208
任务二 石料技术性能检测	211
模块七 土工合成材料检测	215
任务 土工合成材料技术性能检测	215
参考文献	221

模块一 公路工程用土检测

任务一 组建土建工程工地试验室



学习目标

1. 能按照《公路工程工地试验室标准化指南》和《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行现场标准化工地试验室建设。

2. 依照标准化工地试验室的相关要求,并结合工程实际,对项目部工地试验室进行标准化建设,编制工地试验室建设方案并及时上报。



建议学时

2 学时。



任务描述

××高速公路复线第8合同段,起止桩号为YK353+640(ZK353+630)(龙沙互通起点)~K356+700,路线长度3.06km。为创造良好的检测环境,该公司项目部按照《公路工程工地试验室标准化指南》和《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求,结合该工程的实际,对项目部工地试验室进行标准化建设,编制工地试验室建设方案,并及时上报。



理论知识

一、项目概况

该项目为6车道高速公路项目,设计速度100km/h。第8合同段位于潮滩亚区,地形略有起伏,向海洋方向倾斜,上部分布软土层,中部为砂卵石层,下伏基岩。受潮汐影响,该区时有露出水面。本合同段所处地主要为海积平原区,特殊性岩土为软土,岩性为淤



泥、淤泥质黏土、淤泥质黏土夹粉砂。工程施工主要内容为路基、桥梁、互通立交等。

1. 路基工程

(1) 路基挖方与填筑工程:路基挖方 63.2 万立方米,填方 19.9 万立方米,高液限土基处理 6 万立方米。

(2) 排水工程:排水沟 4475m, $\phi 100$ 钢筋混凝土管 5m。

(3) 防护工程:植草护坡 35319m^2 , 砌片石护坡 3755m^3 , 六角空心块护坡 18.6m^3 , C20 片石混凝土挡墙 11279.7m^3 , M7.5 浆砌片(块)石挡土墙 146.28m^3 , 检修踏步 140m^3 , 栏杆扶手 362m, 挖方平台 553.4m^3 , 框架锚杆 4163m。

2. 桥涵工程

互通立交主线设有特大桥 1159m/1 座,大桥 1471m/2 座,匝道设有大桥 1392.8m/5 座,联络通道桥 60m/1 座,通道、涵洞共 148m/6 道。桥梁基础采用钻孔灌注桩和人工挖孔桩,下部结构采用桩柱式桥墩。

二、工地试验室一般规定

(1) 工地试验室是指公路工程建设从业单位在工地现场为质量控制和检验工作需要而设立的临时试验室。工地试验室建设应满足《公路水运工程试验检测管理办法》(交通部令 2005 年第 12 号)的有关规定,由取得“公路水运工程试验检测机构资质等级证书”的试验检测机构授权设立,且授权的试验检测项目和参数不得超出其等级证书核定的业务范围。母体试验检测机构对工地试验室的试验检测行为及结果承担责任。

(2) 施工、监理单位应在工程正式开工前,根据合同承诺,经授权在工程现场设立与工程内容相适应的工地试验室。不具备设立试验室条件的施工、监理单位和有需要设立工地试验室的建设单位,可委托取得“等级证书”和“计量认证证书”的第三方试验检测机构在工地现场设立。

(3) 工地试验室应经有认证资格的单位组织认定合格,批准后方可正式开展试验检测工作。



任务实施

试验室建设方案

1. 建设目的

工地试验室是工程项目部质量管理的部门,试验检测工作是控制工程施工质量的有效保障手段,客观准确的试验检测数据是反映工程项目实体质量和指导现场施工的重要依据。工地试验室的试验检测数据是工程实体质量最基础的数据,其真实性、准确性极其重要。建设标准化工地试验室,促进工地试验室规范化管理,将有效提高试验检测数据的准确性。

2. 建设要求

工地试验室主要担负该合同段建筑工程原材料的检测及合理使用,通过工地试验检测与监督检查,对结构物与构件成品、半成品的质量进行检验,以保证工程施工和产品质量

量。试验室检测人员按照浙江省标准化管理要求,项目规模 1 亿~5 亿元的量检测人员 5~8 人,目前该项目考虑检测人员 5 人,其中检测工程师 2 人,检测员 3 人。所有人员均在母体试验室注册,考虑到该项目混凝土用量较大(达到 24 万立方米)另加辅助工 2~3 人,满足试验检测人员持证上岗规定及现场检测的要求。

3. 试验室场地要求

按照《公路工程工地试验室标准化指南》和《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》进行规划建设,采用独立院子建设,试验室总占地面积为 820m²,建筑面积为 320m²,设置办公室和各功能室。办公室 3 间(含资料室 1 间);功能室为力学室、水泥室、混凝土室、集料室、养护室、样品室和留样室等,各室配置相应的空调,满足试验环境要求,布局合理,仪器设备摆放科学。试验室各操作室需装配三相四线开关 12 个,两相插座 24 个,灯开关 13 个。试验室总的电功率为 30kW,主要在标养室、力学室、集料室。主线采用 10mm² 的铜芯线,各个功能室采用 6mm² 铜芯线,办公室、资料室、会议室采用 4mm² 铜芯线。

4. 功能室设计要求

办公室和各功能室应设置醒目门牌,尺寸为 28cm×10cm,金底红字。办公桌、资料柜等布置摆放要合理,各功能室电源插头应高出地面 130cm 以上,各种设备保证“一机一闸”,防止冲洗时进水漏电,操作台的高度应控制在 70~90cm,台面宽度为 60~80cm,总长度约 20m,台面宜采用光洁、耐磨的瓷砖,台下隔柜的宽度不小于 60cm,柜门采用双开式柜门,各功能室的操作规程等框图应墙上,制作尺寸为高 60cm×宽 40cm,蓝底白字,仪器使用及维修记录用竖放硬面夹挂在相应的仪器后面,离地 150cm。集料采用隔仓存放,隔墙高为 60cm,宽和深分别为 60cm 和 80cm,仓后墙 120cm 高处贴材料标识牌。水泥室里的沸煮箱用外箱罩住,外箱上接一直径大于 8cm 的塑料管通向室外。地面上要设置环形水槽,便于室内水排向室外,水槽断面尺寸为宽 8cm×深 5cm。试件养护架要有一定的刚度(建议采用 4×4mm 角钢),每个养护架应用大写英文字母编号。工地试验室建设方案如图 1-1~图 1-8 所示。

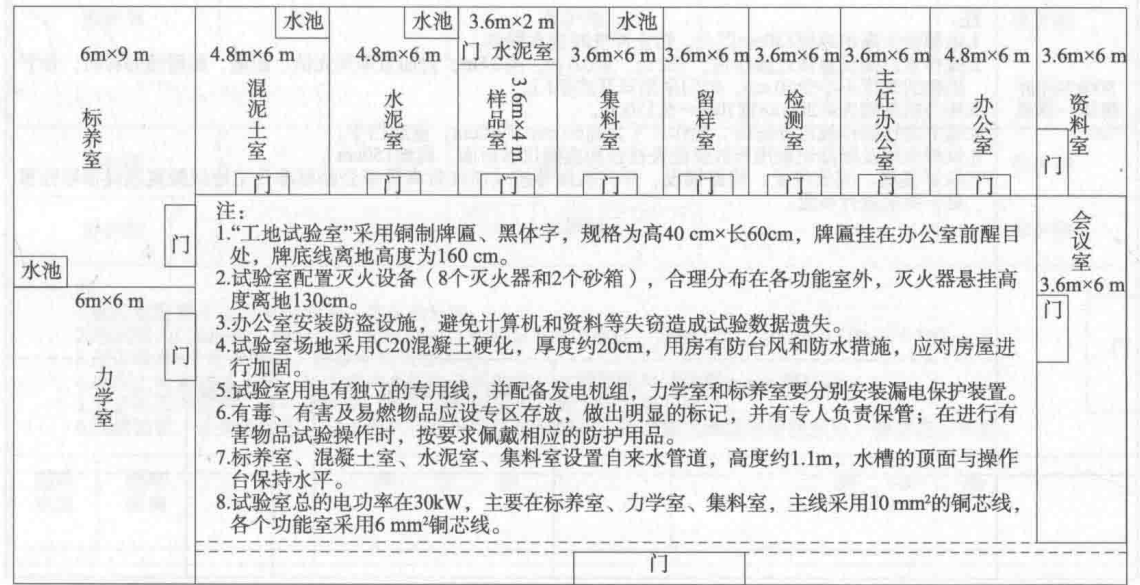


图 1-1 工地试验室总体操作间布置图



标养室 控制箱		一层钢筋打点机； 二层各规格冲头、夹具	
控制器			
		1000kN万能试验机	
2000kN 压力试验机			
			控制器
控制器			
300kN抗折 抗压一体机			门
	注： 1.电源插头高出地面130cm以上，防止冲洗时进水漏电。 2.操作室左侧设整体式操作台，长2 m，宽0.6 m，高0.8m，台面宜采用光洁、耐磨、耐腐蚀的材料，台下隔柜的宽度不小于60 cm，柜门采用双开式柜门。 3.压力机基础为高20cm×宽70cm×长110cm。 4.墙上悬挂操作规程等框图，制作尺寸为高60 cm×宽40cm，蓝底白字。 5.仪器使用及维修记录用竖放硬面夹挂在相应的仪器后面，离地150cm。 6.仪器基底、摆放位置、线路铺设、开关插座等按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。		
	100kN万能试验机	控制器	

图 1-2 力学室(操作室尺寸:6m×6m)

坍落筒	含气量测定仪	氯离子测定仪	水池	泄水口	
					混凝土搅拌机
					振动台
门					砂浆稠度仪
					砂浆分层度仪
					砂浆搅拌机
混凝土试模摆放区		注：本功能室总功率约7.5kW，设整体式操作台，长2.4m，宽0.6m，高0.8m。混凝土操作区用白铁皮铺底，中间设泄水槽排水，排水口外面设置沉淀池。所有仪器均采用“一机一闸”，高度为1.3m。			

图 1-3 水泥混凝土室(操作室尺寸:4.8m×6m)

养 护 架					
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
养护架		养护架		养护架	
注： 1.标养室配置全自动温湿设备，功率约5kW。 2.地面采用C20混凝土硬化，厚度约20cm。水池采用两级沉淀，水池尺寸为100cm×100cm×100cm。 3.室内设置4个温湿度表，悬挂于室内墙体上。 4.地面上设置循环水槽，便于室内水排向循环池内，水槽断面尺寸为宽8cm×深5cm。 5.养护架采用角钢，有一定刚度，每个养护架用大写英文字母进行编号。 6.线路铺设、开关插座等，按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。					门
循环水池	循环水池	养 护 架		养 护 架	

图 1-4 标准养护室(操作室尺寸:6m×9m)

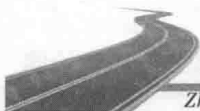


水池	胶砂振实台		标准养护箱 恒温养护箱
胶砂搅拌机			
净浆搅拌机			负压筛析仪
雷氏夹测定仪			跳桌
标准稠度测定仪			
恒温水浴			
煮沸箱	注： 1.电源插头高出地面130cm以上，防止冲洗时进水漏电。 2.操作室左侧设整体式操作台，长5.4m，宽0.6m，高0.8m，台面宜采用光洁、耐磨、耐腐蚀的材料，台下隔柜的宽度不小于60cm，柜门采用拉双开式柜门。 3.墙上悬挂操作规程等框图，制作尺寸为高60cm×宽40cm，蓝底白字。 4.仪器使用及维修记录用竖放硬面夹挂在相应的仪器后面，离地150cm。 5.水池上沿与操作台等高。 6.煮沸箱用外箱罩住，外箱上接一直径大于8cm的塑料管通向室外。 7.仪器基底、摆放位置、线路铺设、开关插座等，按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。 8.跳桌基础为400mm×400mm×700mm，胶砂振动台基础高400mm，宽500mm，长1500mm，采用C20混凝土，整个混凝土基础下方设一层厚约5mm的天然橡胶弹性铺垫。		
		门	

图 1-5 水泥室 1(操作室尺寸:4.8m×6m)

	电子天平	比表面积仪
门		
	注： 1.电源插头高出地面130cm以上，防止冲洗时进水漏电。 2.操作室左侧设整体式操作台，长3m，宽0.6m，高0.8m，台面宜采用光洁、耐磨、耐腐蚀的材料，台下隔柜的宽度不小于60cm，柜门采用双开式柜门。 3.墙上悬挂操作规程等框图，制作尺寸为高60cm，宽40cm，蓝底白字。 4.仪器使用及维修记录用竖放硬面夹挂在相应的仪器后面，离地150cm。 5.仪器基底、摆放位置、线路铺设、开关插座等，按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。	

图 1-6 水泥室 2(操作室尺寸:3.6m×2m)



钢筋钢纹线 波纹管样品架	矿粉 粉煤灰 样品架		水泥外加剂 样品架
集料仓	注： 1.集料采用隔仓存放，隔墙高为60cm，宽60cm，深80cm，仓后墙120cm高处贴材料标识牌。 2.材料和样品标签采用长6cm、宽4cm的白底黑字，桶装和瓶装样品直接正面粘贴，袋装样品直接粘贴在相同尺寸的硬板上，然后用细铁丝绑扎于袋口处。 3.线路铺设、开关插座等，按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。		
集料仓			
集料仓			
集料仓			
集料仓			
		门	

图 1-7 样品室(操作室尺寸:3.6m×4m)

水池		烘箱
静水天平		摇筛机
电子天平		电子秤
针片状规准仪	注： 1.电源插头高出地面130cm以上，所有设备“一机一闸”，防止冲洗时进水漏电。 2.操作室左侧设整体式操作台，长5.4m，宽0.6m，高0.8m，台面宜采用光洁、耐磨、耐腐蚀的材料，台下隔柜的宽度不小于60cm，柜门采用双开式柜门。 3.墙上悬挂操作规程等框图，制作尺寸为高60cm，宽40cm，蓝底白字。 4.仪器使用及维修记录用竖放硬面夹挂在相应的仪器后面，离地150cm。 5.水池上沿与操作台等高。 6.仪器基底、摆放位置、线路铺设、开关插座等，按《浙江省高等级公路标准化工地试验室建设指导性意见》要求进行布置。	
标准筛		
	门	

图 1-8 集料室(操作室尺寸:3.6m×6m)



思考与练习

一、填空题

1. 施工、监理单位应在工程正式开工前,根据合同承诺,经授权在_____设立与工程内容相适应的_____。不具备设立试验室条件的施工、监理单位和有需要设立工地试验室的建设单位,可委托取得“等级证书”和“计量认证证书”的_____在工地现场设立。
2. 工地试验室的_____是工程实体质量最基础的数据,建设标准化工地试验室,促进工地试验室_____,将有效提高试验检测数据的准确性。
3. 为创造良好的检测环境,项目部按照_____和_____要求,并结合工程实际,对项目部工地试验室进行标准化建设。

二、综合题

有一条双向6车道高速公路,设计速度120km/h,全长14.7km。主线路面采用沥青混凝土路面,路面结构为:4cmAC-13C 细粒式沥青混凝土+6cmAC-20C 中粒式沥青混凝土+8cmAC-25C 粗粒式沥青混凝土+32cm 水泥稳定碎石(基层)+20cm 低剂量水泥稳定碎石(底基层),请根据该工程的特性,编写工地试验室建设方案,组建路面工地试验室。

任务二 明确路基填筑材料技术要求



学习目标

1. 能描述土的概念和三相组成。



2. 能描述公路路基工程对土的技术要求。



建议学时

2 学时。



任务描述

××高速公路复线第8合同段,起止桩号为YK353+640(ZK353+630)(龙沙互通起点)~K356+700,路线长度3.06km。该工地试验室已建成,相关仪器(土工试验仪器)设备已经到位,并已通过临时资质认定。该合同段建设中需要从取土场取土进行路基填筑,按《公路路基施工技术规范》(JTG F10—2006)要求,进行相关试验,判定土样是否符合要求。



理论知识

一、项目概况

该项目为6车道高速公路项目,设计速度100km/h。该合同段位于潮滩亚区,地形略有起伏,向海洋方向倾斜,上部分布软土层,中部为砂卵石层,下伏基岩。受潮汐影响,该区时有露出水面。该合同段所处地线主要为海积平原区,特殊性岩土为软土,岩性为淤泥、淤泥质黏土、淤泥质黏土夹粉砂。路基挖方63.2万 m^3 ,填方19.9万 m^3 ,高液限土基处理6万 m^3 ,现处于路基施工前期备料阶段。

试验员需对该土进行试验检测工作,其内容包括天然含水率、液限、塑限、标准击实试验、CBR试验等,必要时应做颗粒分析、相对密度、有机质含量、易溶盐含量、冻胀和膨胀量等试验,检测后根据试验结果判定土样是否符合要求。

二、土的定义

土是由地壳岩石经风化、剥蚀、搬运、沉积,形成由固体矿物、液态水和气体组成的一种集合体。它包括土壤、黏土、砂、岩屑、岩块和砾石等。土的特征是颗粒和颗粒之间的黏结强度低,甚至没有黏结性。因此根据土粒之间有无黏结性,大致可将土分为砂类土和黏质土两大类。

三、土的三相组成

土体是由固体土粒、液体水和填充在空隙中的气体三部分组成。土中的固体矿物颗粒(固相)构成土的主体部分,它是土的骨架,骨架之间存在大量孔隙,孔隙中填充着液体水(液相)和气体(气相)。因此土也被称为三相体。

自然界土体的三相比例不是一成不变的,随着环境的变化,土的三相比例也将发生相应的变化,土体三相比例不同,土的状态和工程性质也随之各异,见表1-1。