



以专家的高度，
给您面对面的指导和帮助

专家课堂

——卓越公路工程师系列丛书

公路工程施工 试验检测实用手册

主编 ◎ 高久平

GongLu GongCheng ShiGong ShiYan JianCe ShiYong ShouCe



人民交通出版社

China Communications Press

专家课堂

——卓越公路工程师系列丛书

公路工程施工 试验检测实用手册

主编 ◎ 高久平



人民交通出版社
China Communications Press

内 容 提 要

本书主要介绍公路施工试验检测的内容与方法。全书分3篇:工地试验室建设与管理、工程材料试验、施工质量检测。第一篇介绍了工地试验室的组织机构、资质要求、工作内容以及质量管理体系的建立和运行。第二、第三篇以现行的国家和行业的标准、规范为依据,从我国的公路工程建设项目试验检测现状出发,注重实用,全面地介绍了公路工程建筑材料、工程实体有关的质量标准、试验检测方法。

本书可供从事公路建设、施工、监理、检测以及质量监督工作的技术人员使用,也可供参加试验检测工程师考试的备考人员以及高校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

公路工程施工试验检测实用手册 / 高久平主编. --
北京:人民交通出版社,2012.1
ISBN 978-7-114-09597-9

I. ①公… II. ①高… III. ①道路工程-工程施工-
试验-技术手册②道路工程-工程施工-检测-技术手册
IV. ①U415.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 004264 号

书 名:公路工程施工试验检测实用手册

著 者:高久平

责任编辑:王 霞(wx@ccpress.com.cn)

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.ccpress.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:北京市密东印刷有限公司

开 本:720×960 1/16

印 张:27.5

字 数:502千

版 次:2012年1月 第1版

印 次:2012年1月 第1次印刷

书 号:ISBN 978-7-114-09597-9

定 价:38.00元

(有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前言

试验检测是公路工程建设质量保证体系的重要手段,是公路工程质量控制和评定的重要基础数据来源。近几年,随着国民经济的迅速发展,公路建设高歌猛进。这对试验检测人员业务技能、工地试验室管理水平以及检测技术等提出了更高的要求。

本书的编著者遵循不断总结经验、不断进取的训诲,尽己所能,在总结试验检测工作基础上,吸取国内外公路试验检测管理经验,结合国内公路建设实际,将公路工程施工质量要求、质量控制体系、试验检测技术归纳在一起,编著了《公路工程施工试验检测实用手册》一书,力求满足从事公路建设、施工、监理、检测以及质量监督工作的技术人员实用需要,帮助其提高业务水平和检测能力。该书同时也可作为大、中专交通土建及桥隧专业师生的参考用书。

本书共分三篇。第一篇介绍工地试验室组织与建设、试验检测工作管理、工地试验室管理体系运行控制、工地试验室资质管理;第二篇介绍路基填筑材料、公路用粗(细)集料及矿粉、建筑石料、硅酸盐水泥、建筑钢筋、石油沥青、水泥混凝土、无机结合料、沥青混合料、砌筑砂浆等试验;第三篇介绍路基路面、桥涵基础、结构混凝土、桥梁结构荷载试验、隧道工程、交通安全设施、交(竣)工验收等质量检测。此外,本书内容涉及的规范、标准、规程及相关法规文件,在引用为参考资料时,已按新颁布的现行有效内容进行编写。

本书部分章节的内容在湖南省部分高速公路项目施工中试用过。根据有关单位的领导、专家意见和建议,做了多次修改。此次出版,又作了较大修改。在本书编写过程中得到了湖南省交通建设质量安全局胡翌刚、胡帆同志的大力支持,并提出很多宝贵意见,在此,特表示感谢。

由于编写的时间和作者的水平有限,书中不当之处,敬请读者提出宝贵意见。

作者于长沙

2011年8月28日

目 录

第一篇 工地试验室建设与管理

第一章 工地试验室的组织与建设	3
第一节 组织机构及职能	3
第二节 试验室资源配置	6
第三节 试验室工作制度	10
第二章 试验检测工作管理	16
第一节 试验检测方法 & 频率	16
第二节 试验检测工作流程	24
第三节 委托试验检测	31
第三章 工地试验室管理体系运行控制	39
第一节 仪器设备使用管理	39
第二节 试验样品管理	44
第三节 试验检测资料的质量控制	52
第四章 工地试验室资质管理与绩效考核	54
第一节 备案材料登记	54
第二节 信用评价办法	64
第三节 工地试验室绩效考核	69

第二篇 材料试验

第一章 路基填筑材料	73
第一节 填料分类及要求	73
第二节 试验项目和参数	75
第三节 常用参数的试验细则	75
第二章 公路工程用粗集料	93
第一节 技术指标及要求	93

第二节	试验项目和参数	97
第三节	常用参数的试验细则	98
第三章	公路工程用细集料	117
第一节	技术指标及要求	117
第二节	试验项目和参数	120
第三节	常用参数的试验细则	120
第四章	沥青混合料用矿粉	136
第一节	技术指标及要求	136
第二节	试验项目和参数	137
第三节	常用参数的试验细则	137
第五章	通用硅酸盐水泥	143
第一节	技术指标及要求	143
第二节	试验项目和参数	144
第三节	常用参数的试验细则	145
第六章	建筑钢筋	154
第一节	常用钢筋质量要求	154
第二节	试验项目和参数	155
第三节	常用参数的试验细则	156
第七章	公路工程用石料	166
第一节	技术指标及要求	166
第二节	试验项目和参数	167
第三节	常用参数的试验细则	167
第八章	沥青	177
第一节	沥青分类及技术要求	177
第二节	试验项目和参数	180
第三节	常用参数的试验细则	180
第九章	水泥混凝土	203
第一节	混凝土的分类及质量要求	203
第二节	试验项目和参数	208
第三节	常用参数试验细则	209
第十章	砌筑砂浆(孔道压浆料)	235
第一节	砌筑砂浆(孔道压浆料)的组成及技术要求	235
第二节	试验项目和参数	238

第三节	常用参数的试验细则	238
第十一章	无机结合料稳定材料	246
第一节	分类及技术要求	246
第二节	试验项目和参数	252
第三节	常用参数的试验细则	253
第十二章	沥青混合料	270
第一节	沥青混合料的分类及技术标准	270
第二节	试验项目和参数	275
第三节	常用参数的试验细则	277

第三篇 施工质量检测

第一章	路基路面	303
第一节	技术要求及质量标准	303
第二节	检测项目和参数	312
第三节	常用参数的检测细则	312
第二章	桥涵工程基础	341
第一节	技术要求及质量标准	341
第二节	检测项目和参数	344
第三节	常用参数的检测细则	345
第三章	结构混凝土	358
第一节	技术要求及质量标准	358
第二节	检测项目和参数	362
第三节	常用参数的检测细则	363
第四章	桥梁结构荷载试验	371
第一节	荷载试验目的和内容	371
第二节	荷载试验项目依据和检测参数	372
第三节	静载试验细则	374
第五章	隧道工程	384
第一节	施工质量要求	384
第二节	检测项目和参数	388
第三节	常用参数的检测细则	389
第六章	交通安全设施	395
第一节	护栏施工质量检测	395

第二节	交通标志施工质量检测	401
第三节	交通标线施工质量检测	404
第四节	视线诱导设施施工质量检测	406
第五节	隔离设施施工质量检测	409
第六节	防眩设施施工质量检测	411
第七章	交(竣)工验收检测	413
第一节	概述	413
第二节	交工验收检测	413
第三节	竣工验收检测	423
参考文献		429

第一篇 工地试验室建设与管理

第一章 工地试验室的组织与建设

工地试验室是工程质量控制和评定的重要基础数据来源,是公路工程建设质量保证体系的重要组成部分。公路工程建设项目的建设单位(通常称之为项目业主)、监理单位以及施工单位根据工程质量和安全管理需要,一般都会在工程现场设立工地试验室。

第一节 组织机构及职能

项目业主设立的工地试验室称之为中心试验室,监理单位设立的工地试验室称之为驻地监理试验室,施工单位设立的工地试验室称之为施工标段试验室。中心试验室、驻地监理试验室以及施工标段试验室之间一般采用比较明确的直线职能管理模式,见图 1-1-1。

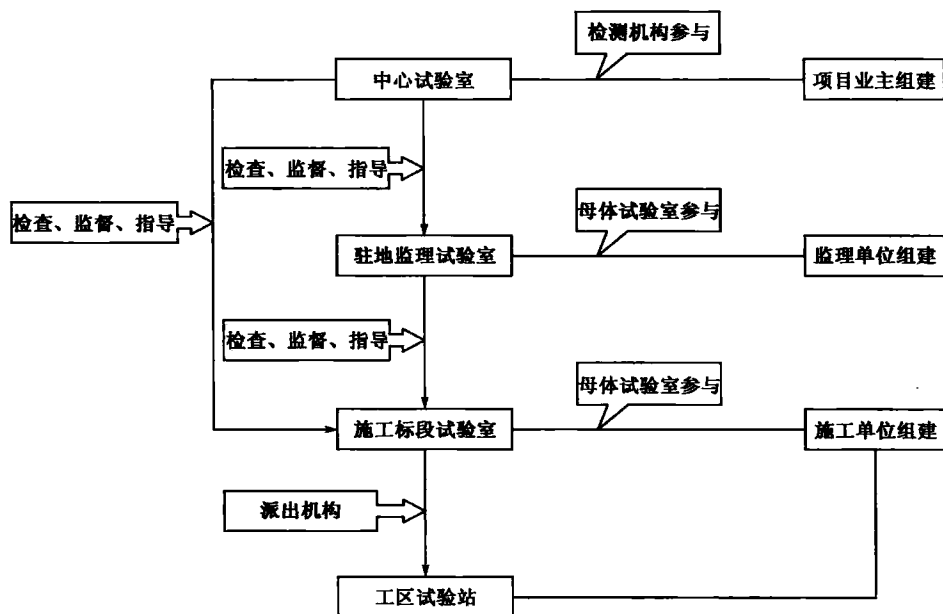


图 1-1-1 公路工程工地试验室机构关系图

一、工地试验室设立方式

建设项目业主可根据工程的建设规模、技术难度以及自身的资源条件,选择自行设立、合作设立或以全权委托的方式组建中心试验室。当采用合作设立或委托设立的方式时,社会检测机构的检测资质、人员素质和管理资源应满足一定条件,并在双方的合作协议或委托合同中对其加以约定。

驻地监理试验室一般由监理单位的母体试验室负责在工程现场设立,试验室的人员、设备以及驻地建设等,应按照业主招标文件以及合同要求加以配置。当监理单位的母体试验室的资质条件不具备要求时,也可委托第三方试验检测机构设立工地试验室,设立工地试验室的母体均应具有相应的公路、水运试验检测机构等级证书。

施工标段试验室可依托本单位中心试验室作为母体在工程现场自行设立,当本单位无中心试验室或其资源有限时,也可委托第三方试验检测机构设立工地试验室,设立工地试验室的母体均应具有相应的公路、水运试验检测机构等级证书。工地试验室的用房、人员、设备以及检测能力必须符合招标文件和合同文件的要求。为方便工作,在工程队或中心拌和站等试验检测工作较集中的地方,主要由试验室派出的工点试验站负责某一项或几项施工自检试验工作。

二、工地试验室的职责范围

各级工地试验室的职能不同,其职责范围也有区别,分别简单介绍如下。

1. 施工标段试验室的职责

(1)选定料源:主要指地方材料(包括土、砂石材料、石灰)等,按设计文件提供的料源,通过试验,选择符合技术标准要求、开采方便、运输费用低的料场供施工使用。

(2)试样管理:包括试样的采集、运输、分类、编号及保管。

(3)验收复检:指对已进场的各种材料(包括原材料、成品或半成品材料)按技术标准或试验规定,分批量进行有关技术性能试验,以决定是否准予使用或封存、清退。

(4)标准试验:指完成各种混合材料的配合组成设计试验,提出配合比例及相关施工控制参数。

(5)工艺试验:包括试验路铺筑、混合材料的预拌等过程中的试验工作,为施工控制采集有关的控制参数。

(6)自检试验:包括配合比、压实度、强度(包括各类试件的成型、养护和试验)、施工控制参数、分项或分部工程中间交工验收试验等。

(7)协助试验:指为驻地监理试验室提供其复核试验所需的一切材料(与现

场监理人员一同取样,每种材料取两份,一份留自己试验用,一份送驻地监理试验室)以及委托试验的送样任务。

(8)协助有关方面调查施工中出现的质量问题或质量事故,为调查处理提供真实齐全的试验数据、证据或信息,参与必要的试验检测工作。

(9)对试验资料进行整理分析,提出分析报告,随时掌握施工质量动态,供有关人员参考。

(10)参与现场科研试验工作,推广及应用新材料、新技术、新工艺。

2. 驻地监理试验室的职责

驻地监理试验室的主要职责是进行复核或平行试验,对所辖施工标段的工程质量实施全过程、全方位的监督管理。具体如下:

(1)对施工标段试验室进行评估和初步验收,以决定是否同意上报备案。评估和初步验收的对象包括试验室用房、设备到位及安装情况、衡器及测力设备检定校验情况、人员及其资质情况、规章制度及管理情况等。

(2)对各种原材料或商品构件,按施工标段提供的样品、产品合格证和试验报告等进行订货前的验证试验,以决定是否同意采购。

(3)对各种混合材料的配合比例、标准击实及所用原材料进行平行或复核试验,以决定是否同意批复使用。

(4)参与施工标段的有关工艺性的试验,包括各类试验路、混合材料预拌等过程中的试验工作,以决定是否同意正式开工。

(5)在工程实施过程中,按不低于每施工标段 20% 的频率,抽检工程所用原材料、成品或半成品。对影响工程质量的关键性指标,如路基路面压实度、混合料(混凝土、砂浆、无机结合料、沥青混合料)强度等进行全过程跟踪抽检试验。

(6)对已完工的分部及分项工程进行检测验收,以准确地评价工程内在品质,决定是否接收。

(7)对施工标段试验室的工作实施全面监督管理。监管内容包括质量保障体系管理、试样管理、试验工作管理、仪器设备管理、文献资料管理等。

3. 中心试验室的主要职责

中心试验室主要负责项目的试验、检测工作,制订中心试验室的工作计划、具体抽检频率和办法,审核驻地监理试验室和施工标段试验室的试验计划及试验数据月报表。

(1)指导和监督施工标段、驻地监理试验室的试验检测活动。重点对人员、设备的配备,试验检测的及时性、规范性,试验数据的真实性、准确性进行督查。

(2)按不低于监理频率的 10% 抽检重要工程原材料。原材料包括:水泥、钢筋、沥青、高性能混凝土用集料、路面用玄武岩碎石、混凝土用机制砂等。

(3)按不低于监理频率的 10%抽检重要成品、半成品以及工程实体质量。主要的抽检项目包括:路基 94 和 96 区压实度、水泥混凝土抗压(抗弯拉)强度、无机结合料无侧限抗压强度、沥青混合料马歇尔稳定度、结构混凝土的回弹强度及钢筋保护层厚度。

(4)复核监理处、承包人重要标准试验。复核的标准试验包括:路基不良填料的性能、C50(含 C50)以上混凝土配合比、特殊工艺要求混凝土(大体积混凝土、水下混凝土、高性能混凝土、喷射混凝土等)、大跨径(单跨 $\geq 50\text{m}$)预应力后张法孔道灌浆料配合比、路面水泥混凝土配合比、无机结合料配合比、沥青混合料配合比等。

(5)参与和监管对外委托的试验检测项目。如:材料见证取样送检、桥梁桩基检测、桥梁动静载检测、桥梁单片梁检测、隧道监控量测、路基沉降观测、台背回填钻芯检测、粉喷桩(碎石桩)检测、沥青路面材料及目标配合比试验、竣(交)工验收质量检测等。

(6)参与新技术、新材料、新工艺等研究项目的试验工作。

(7)定期巡视工地,掌握质量动态,及时发布工程质量信息,对质量数据和资料进行收集汇总,对不合格工程提出处理建议。

(8)负责对监理处、施工标段工地试验室进行绩效考评以及年度信用评价,组织本项目试验检测人员的培训学习,开展试验检测人员劳动竞赛活动和技术比武活动。

第二节 试验室资源配置

工地试验室的资源配置是指对试验检测人员、试验仪器设备、交通车辆、试验室驻地建设等方面的投入。交通车辆的配置主要满足工地试验室去现场抽取样品以及到工点开展检测工作需求,配置数量根据试验检测工作量确定。其他资源投入分述如下。

一、试验检测人员配备

工地试验室一般设试验室主任、试验检测工程师、试验检测员以及资料管理员 4 个工作岗位。相关岗位的资质要求是:

试验室主任应具有中级以上技术任职资格和试验检测工程师资格,必须熟悉并能指导试验检测工作,具有一定的组织、管理和工作协调能力,一般具有 5 年以上试验检测工作经验。

试验工程师按专业分为材料、道路、桥梁、隧道、交通安全设施、交通机电 6 类。试验工程师必须具有相应专业试验检测工程师资格,熟悉本专业的试验检

测工作,应具有处理和解决试验检测中遇到的技术问题的能力。

试验员按专业同样分为6类(同试验工程师),试验员必须具有相应专业试验检测员资格,应熟练掌握公路工程试验检测的标准、规范、规程及所用仪器设备的原理、性能和操作,具有法定计量单位的基本知识和出示准确试验报告的能力。

资料员应具有初级以上职称、3年以上试验检测工作经验,熟悉档案管理业务,具有一定的计算机知识并能熟练操作。

工地试验室试验检测人员数量至少5人以上,其中,设主任1人(如遇项目较大、人员多,可再设副主任1人)、资料员1人。试验工程师和试验员的数量就施工标段试验室而言,道路每公里设1人,特大桥4~5人、大桥3~4人、中桥1~3人,特长隧道4~6人、长隧道2~4人、中短隧道2~3人。驻地监理试验室人员原则上按施工标段试验室20%的数量配备,当有合同约定时除外。中心试验室人员数量,一般由项目业主根据项目规模和特点决定。

二、试验仪器设备配置

试验仪器设备配置主要根据工地试验室需要开展的试验检测项目确定。

1. 试验检测项目

公路工程施工工地试验室开展的主要试验检测项目和参数见表1-1-1。

主要试验检测项目及参数

表 1-1-1

序号	试 验 项 目	试 验 参 数
1	土工试验	颗粒级配、液限、塑限、最大干密度、最佳含水率、CBR
2	集料、石料	筛分、密度、含泥量、针片状含量、压碎值、磨耗、抗压强度
3	水泥试验	细度、凝结时间、安定性、胶砂强度
4	水泥混凝土、砂浆	稠度、坍落度、抗压(抗弯拉)强度、抗渗、含气量、配合比设计
5	沥青指标试验	针入度、延度、软化点、闪点、燃点、黏附性、薄膜烘箱和老化试验
6	沥青混合料试验	抽提试验、马歇尔试验、配合比设计
7	基层材料试验	击实、无侧限抗压强度、灰剂量、配合比设计、石灰有效钙镁含量
8	路基、路面	几何线性、压实度、厚度、平整度、弯沉、路面构造深度、摩擦系数
9	地基承载力	触探试验
10	钢筋	抗拉强度、屈服强度、伸长率、冷弯、焊接试验
11	结构混凝土强度	表面缺陷、回弹强度、芯样强度
12	隧道工程	断面尺寸、锚杆拉拔力
13	交通工程	外观及几何尺寸、反光标志(线)逆反射系数、标线涂层厚度、金属防腐性能、立柱(支撑)垂直度、标线抗滑性能、突起路标发光强度系数、色度性能(表面色)

2. 主要试验检测仪器设备配置

(1) 土工试验仪器设备: 标准筛、摇筛机、比重计、电子天平、烘箱、光电液塑限测定仪、自动击实仪、自动脱模机。

(2) 石、集料试验仪器设备: 标准筛、摇筛机、压碎值测定仪(水泥混凝土用和沥青路面用)、压力机、针片状规准仪、游标卡尺、电子天平、烘箱、切石机、磨平机。

(3) 水泥试验仪器设备: 电子天平、水泥净浆搅拌机、水泥标准稠度仪、雷氏夹、煮沸箱、水泥胶砂搅拌机、水泥胶砂振实台、标准恒温恒湿养护箱、电动抗弯拉试验机、压力机、负压筛析仪。

(4) 水泥混凝土、砂浆试验设备: 标准养护室、水泥混凝土搅拌机、水泥混凝土标准振动台、容量筒、压力机、抗弯拉试验夹具、水泥砂浆稠度仪、水泥砂浆分层度仪、坍落度筒、含气量测定仪。

(5) 无机结合料稳定材料试验设备: 压力机、电子天平、烘箱、滴定设备、直读式测钙仪。

(6) 沥青仪器试验设备: 针入度仪、延度仪、软化点仪、电炉、秒表、电子天平、烘箱、薄膜烘箱。

(7) 沥青混合料试验设备: 沥青混合料拌和机、马歇尔自动击实仪、浸水天平、烘箱、马歇尔稳定度仪、恒温水槽、沥青抽提仪。

(8) 钢筋试验仪器设备: 万能材料试验机、游标卡尺。

(9) 道路工程检测设备: 环刀、灌砂筒、取芯机、贝克曼梁、3m 直尺、摆式摩擦系数测定仪、人工铺砂仪。

(10) 结构混凝土检测设备: 回弹仪、取芯机、压力机、碳化深度测量装置、读数显微镜。

(11) 公路几何尺寸检测仪器: 全站仪、水准仪、钢尺。

(12) 地基承载力试验设备: 轻型动力触探仪。

(13) 隧道工程检测设备: 隧道断面仪、锚杆拉拔仪。

(14) 交通安全设施检测仪器: 几何测量量(刃)具、反光标志逆反射系数测试仪、反光标线逆反射系数测试仪、标线涂层厚度测试装置、摆式摩擦系数测定仪、突起路标发光强度系数测试仪、色彩色差仪(表面色)、磁性涂层测厚仪、超声波测厚仪。

三、驻地建设

工地试验室驻地建设包括选址、用房布置、建房和室内装修、水电安装、设备就位、各类标牌上墙等工作。本文就其选址、功能分区及环境要求进行介绍。

1. 选址原则

(1)交通便利。选址靠近施工现场,并利用国道、省道、县道以及乡镇主干道的交通条件。

(2)水、电、通信条件有保障。充分利用当地基础设施条件,特别要考虑市电 380V 动力电源、电话通信网、自来水供应等条件是否完善。

(3)方便工作联络。中心试验室应靠近建设项目业主指挥部;驻地监理试验室应依托监理处驻地设立;施工标段试验室应依托施工项目部或大型拌和场而建。

2. 试验室的功能分区及环境要求

(1)土工室。主要开展土的物理和力学性能试验,路面基层材料配合比设计试验,路基、路面基层材料施工现场抽检等。室内地面应坚硬、结实、抗振动,且便于土样等材料摊平风干。室内应砌筑 CBR 试验专用水槽、土工试验用操作平台、击实仪和路面强度仪等设备基础。

(2)集料室。主要开展水泥混凝土及沥青混合料用粗细集料的物理力学性质试验、浆砌工程用石料的技术性质试验。室内试验设备噪声源有筛分机、切石机、磨耗机等,要考虑隔声、降噪等措施,以保护建筑物、环境和工作人员的身心健康。

(3)水泥室。主要开展水泥物理力学性质试验。室内必须安装环境控制设备,以满足试验时的操作环境要求。试验操作平台应坚固、实用,以充分满足摆放水泥搅拌、振实、测定等小型设备的要求。

(4)混凝土室。主要开展混凝土配合比设计、混凝土技术性质试验、混凝土工程施工抽检。要求室内取水方便,排水应畅通。由于混凝土搅拌机、振动台工作噪声大,应尽量远离办公及居住场所,同时采取必要的降噪措施,如在混凝土振动台基座下设减震皮垫等。

(5)沥青室。主要开展沥青技术性能试验。室内应有良好的通风和采光条件,必须配置通风橱柜,并安装通风设备,朝向应避开东西向。

(6)沥青混合料室。主要开展混合料配合比设计、混合料技术性能试验、沥青路面工程施工抽检。对室内通风和采光的要求同沥青室。

(7)力学室。主要开展原材料或混合料的力学性能试验,如金属材料的机械性能试验、砂石材料的力学性能试验、混凝土的强度试验等。力学室要充分考虑设备的高度,室内地面应坚固、抗震动。

(8)养生室。用于强度试件的标准养生,如混凝土试件养生可控制在 $(20\pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度大于 95%。室内需要配置专用温度、湿度控制设备。

(9)样品室。用于摆放试验后留存的样品。