

土木工程实验与检测技术(上)

TUMU GONGCHENG SHIYAN YU JIANCE JISHU (SHANG)

◎ 张志恒 主编



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

土木工程实验与检测技术

(上)

主 编 张志恒
参 编 杨晓峰 宋百姓 王小波 熊 恩
晏冲为 吴 旦 秦至谦



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

土木工程实验与检测技术(上)/张志恒主编.
—长沙:中南大学出版社,2016.8
ISBN 978-7-5487-2344-8

I. 土... II. 张... III. 土木工程-工程结构-检测-高等学校-教材 IV. TU317

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第198650号

土木工程实验与检测技术(上)

TUMU GONGCHENG SHIYAN YU JIANCE JISHU (SHANG)

主编 张志恒

-
- 责任编辑 胡小锋
责任印制 易红卫
出版发行 中南大学出版社
社址:长沙市麓山南路 邮编:410083
发行科电话:0731-88876770 传真:0731-88710482
印 装 长沙印通印刷有限公司
-

- 开 本 787×1092 1/16 印张 28 字数 693千字
版 次 2016年8月第1版 印次 2016年8月第1次印刷
书 号 ISBN 978-7-5487-2344-8
定 价 55.00元
-

图书出现印装问题,请与经销商调换

前 言

本书以高等学校土木类各专业用土木工程教学大纲以及土木类相关专业国家和行业标准等为依据而编写的,分上、下两册。主要内容包括土木工程材料实验与检测、土力学室内实验与现场原位测试实验、岩石力学实验、测量实验与检测、建筑结构实验与检测、道路与桥梁工程材料实验与检测、路基路面工程现场实验与检测等;主要从基本概念、仪器设备及使用、实验步骤、实验记录与计算、检测相关规定等方面进行阐述。

本书由南华大学张志恒高级实验师担任主编,参加本书编写的有:张志恒(土木工程材料实验与检测、建筑结构实验与检测);杨晓峰、宋百姓(土木工程材料实验与检测);王小波(土力学室内实验与现场原位测试实验、岩石力学实验);熊恩、晏冲为(测量实验与检测);吴旦、秦至谦(道路与桥梁工程材料实验、路基路面工程现场实验)。

本书编写注重理论联系实际,编写人员均来自于南华大学土木工程实验教学中心和南华大学工程技术检测中心,具有多年的实验教学和工程检测实践经验;本书可作为土木工程类各专业的实验教学用书,亦可作为土木工程专业工程检测人员和试验人员参考用书。

本书在编写的过程中得到了南华大学土木工程学院柯国军教授的大力指导和支持,在此深表感谢!

由于编写时间仓促,本书内容还不够全面,例如:建筑节能实验与检测、钢结构实验与检测、建筑幕墙实验与检测等内容还未在本书中加入,争取在修订时进行补充。

由于新材料、新工艺、先进仪器设备等不断发展和提高,国家和行业标准的不断更新,加之编者水平有限,本书缺点和错误在所难免,敬请同行专家和读者批评指正。

编 者
2016年5月

目 录

第一篇 土木工程材料实验与检测

实验 1.1 材料的基本性质实验	(3)
1.1.1 密度实验	(3)
1.1.2 表观密度实验	(5)
1.1.3 孔隙率计算	(7)
1.1.4 吸水率实验	(8)
实验 1.2 水泥实验	(11)
1.2.1 水泥取样方法	(11)
1.2.2 水泥细度测定——筛析法	(12)
1.2.3 水泥密度测定	(15)
1.2.4 水泥比表面积测定——勃氏法	(17)
1.2.5 水泥净浆标准稠度用水量、凝结时间、安定性	(23)
1.2.6 水泥胶砂强度——ISO 法	(29)
1.2.7 水泥胶砂流动度	(33)
1.2.8 水泥胶砂耐磨实验	(34)
1.2.9 水泥胶砂干缩实验	(37)
1.2.10 水泥浆体流动度	(40)
1.2.11 水泥压浆液自由泌水率和自由膨胀率	(42)
实验 1.3 粗、细集料实验	(44)
1.3.1 骨料取样和缩分	(44)
1.3.2 细集料(砂)筛分	(48)
1.3.3 细集料(砂)表观密度、表观相对密度	(52)
1.3.4 细集料密度及饱和面干吸水率——坍落筒法(《公路工程集料试验规程》 JTG E42—2005)	(55)
1.3.5 细集料(砂)堆积密度、紧密密度和空隙率	(58)
1.3.6 细集料(砂)含水率	(60)
1.3.7 细集料(砂)含泥量	(61)

1.3.8	细集料(砂)泥块含量	(64)
1.3.9	人工砂压碎指标	(65)
1.3.10	粗集料(卵石、碎石等)筛分	(68)
1.3.11	粗集料(石)表观密度、表干密度、毛体积密度、吸水率	(72)
1.3.12	粗集料(石)堆积密度、紧密密度和空隙率	(75)
1.3.13	粗集料(石)含水率	(78)
1.3.14	粗集料(石)含泥量	(79)
1.3.15	粗集料(石)泥块含量	(81)
1.3.16	粗集料(石)针、片状颗粒总含量	(82)
1.3.17	粗集料(石)压碎指标	(84)
1.3.18	粗集料(石料)抗压强度	(87)
1.3.19	粗集料(石料)磨耗——洛杉矶磨耗	(89)
1.3.20	粗集料(石料)磨耗——道瑞磨耗	(92)
1.3.21	粗集料(石料)磨光	(94)
实验 1.4 水泥混凝土实验		(100)
1.4.1	混凝土拌合物制备和取样	(100)
1.4.2	混凝土拌合物稠度实验	(104)
1.4.3	混凝土拌合物表观密度	(109)
1.4.4	混凝土拌合物含气量实验	(111)
1.4.5	混凝土拌合物凝结时间实验	(116)
1.4.6	混凝土力学性能实验	(120)
1.4.7	混凝土耐久性能实验	(134)
实验 1.5 钢材实验		(148)
1.5.1	钢材取样	(148)
1.5.2	钢筋力学性能实验	(161)
1.5.3	钢筋弯曲性能实验	(172)
1.5.4	钢筋冲击性能实验	(181)
1.5.5	钢筋焊接接头性能实验	(183)

第二篇 土力学室内实验

实验 2.1 含水率实验		(195)
2.1.1	基本概念	(195)
2.1.2	烘干法	(195)
2.1.3	酒精燃烧法	(196)
2.1.4	记录及结果计算	(197)

2.1.5 检测相关	(197)
实验 2.2 密度实验	(198)
2.2.1 基本概念	(198)
2.2.2 环刀法	(198)
2.2.3 灌水法	(199)
2.2.4 灌砂法	(200)
2.2.5 记录及结果计算	(203)
2.2.6 检测相关	(205)
实验 2.3 土粒比重实验	(206)
2.3.1 基本概念	(206)
2.3.2 比重瓶法	(206)
2.3.3 浮称法	(207)
2.3.4 记录及结果计算	(208)
2.3.5 检测相关	(209)
实验 2.4 界限含水率实验	(210)
2.4.1 基本概念	(210)
2.4.2 液限实验(圆锥仪法)	(210)
2.4.3 塑限实验(搓滚法)	(211)
2.4.4 光电式液、塑限联合测定	(212)
2.4.5 说明和注意事项	(213)
2.4.6 记录及结果计算	(214)
2.4.7 检测相关	(215)
实验 2.5 固结实验	(216)
2.5.1 基本概念	(216)
2.5.2 标准固结法	(216)
2.5.3 说明和注意事项	(220)
2.5.4 记录及结果计算	(221)
2.5.5 检测相关	(222)
实验 2.6 直接剪切实验	(223)
2.6.1 基本概念	(223)
2.6.2 实验方法	(223)
2.6.3 不固结快剪试验	(224)
2.6.4 固结快剪试验	(225)
2.6.5 固结慢剪试验	(225)

2.6.6	说明和注意事项	(226)
2.6.7	记录及结果计算	(226)
2.6.8	检测相关	(227)
实验 2.7	土颗粒分析实验	(228)
2.7.1	基本概念及原理	(228)
2.7.2	筛析法颗粒分析实验	(228)
2.7.3	激光粒度仪法	(230)
2.7.4	说明和注意事项	(231)
2.7.5	记录及结果计算	(231)
2.7.6	检测相关	(232)
实验 2.8	击实实验	(233)
2.8.1	实验原理	(233)
2.8.2	击实实验	(234)
2.8.3	计算与实验成果	(235)
2.8.4	说明和注意事项	(236)
2.8.5	记录及结果计算	(236)
2.8.6	检测相关	(237)
实验 2.9	承载比 (CBR) 实验	(238)
2.9.1	基本概念	(238)
2.9.2	仪器设备	(238)
2.9.3	试样制备	(239)
2.9.4	操作步骤	(239)
2.9.5	承载比的计算	(240)
2.9.6	记录及结果计算	(241)
2.9.7	检测相关	(242)
实验 2.10	渗透实验	(243)
2.10.1	实验原理	(243)
2.10.2	实验方法	(243)
2.10.3	计算标准温度 20℃ 下的土样渗透系数	(246)
2.10.4	说明和注意事项	(246)
2.10.5	记录及结果计算	(247)
2.10.6	检测相关	(248)
实验 2.11	三轴剪切实验	(249)
2.11.1	实验原理	(249)

2.11.2	实验方法	(249)
2.11.3	主要仪器设备	(249)
2.11.4	试样制备和饱和	(250)
2.11.5	试验前仪器的检查	(251)
2.11.6	不固结不排水剪(UU)试验	(251)
2.11.7	固结不排水剪(CU)实验	(253)
2.11.8	固结排水剪(CD)实验	(255)
2.11.9	记录及结果计算	(256)
2.11.10	检测相关	(257)
实验 2.12	土样和试样制备	(258)
2.12.1	基本概念	(258)
2.12.2	原状土试样制备	(258)
2.12.3	扰动土试样的备样	(259)
2.12.4	试样饱和	(259)

第三篇 现场原位测试实验

实验 3.1	载荷实验	(263)
3.1.1	基本概念	(263)
3.1.2	浅层平板载荷实验	(263)
3.1.3	深层平板载荷实验	(266)
3.1.4	岩基载荷实验	(268)
3.1.5	复合地基静载荷实验	(268)
3.1.6	螺旋板载荷实验	(270)
3.1.7	记录及结果计算	(272)
3.1.8	检测相关	(272)
实验 3.2	单桩竖向静载荷实验	(273)
3.2.1	基本概念	(273)
3.2.2	实验设备	(273)
3.2.3	基本要求	(274)
3.2.4	现场检测	(275)
3.2.5	记录及结果计算	(276)
3.2.6	检测相关	(277)
实验 3.3	动力触探实验	(278)
3.3.1	基本概念	(278)

3.3.2	动力触探仪	(278)
3.3.3	标准贯入实验	(282)
3.3.4	影响动力触探的主要因素	(285)
3.3.5	记录及结果计算	(285)
3.3.6	检测相关	(286)
实验 3.4	静力触探实验	(287)
3.4.1	基本概念	(287)
3.4.2	仪器设备	(288)
3.4.3	测试系统要求	(288)
3.4.4	现场实验步骤	(289)
3.4.5	成果的计算	(290)
3.4.6	成果应用	(291)
3.4.7	影响静力触探成果的因素	(292)
3.4.8	记录及结果计算	(293)
3.4.9	检测相关	(293)
实验 3.5	十字板剪切实验	(294)
3.5.1	基本概念	(294)
3.5.2	实验原理	(294)
3.5.3	对十字板头传感器的标定	(295)
3.5.4	操作步骤	(296)
3.5.5	资料整理	(296)
3.5.6	成果应用	(297)
3.5.7	记录及结果计算	(298)
3.5.8	检测相关	(298)
实验 3.6	现场直剪实验	(299)
3.6.1	基本概念	(299)
3.6.2	在法向应力作用下抗剪断实验	(300)
3.6.3	无法向应力抗剪实验	(301)
3.6.4	记录及结果计算	(303)
3.6.5	检测相关	(303)
实验 3.7	旁压实验	(304)
3.7.1	基本概念	(304)
3.7.2	基本原理	(304)
3.7.3	仪器设备	(305)
3.7.4	仪器的标定	(305)

3.7.5	现场实验步骤	(306)
3.7.6	资料整理	(307)
3.7.7	成果应用	(308)
3.7.8	记录及结果计算	(310)
3.7.9	检测相关	(310)
实验 3.8	扁铲实验	(311)
3.8.1	基本概念	(311)
3.8.2	基本原理	(311)
3.8.3	仪器设备	(311)
3.8.4	仪器标定	(312)
3.8.5	测试步骤	(312)
3.8.6	资料整理与计算	(313)
3.8.7	成果应用	(313)
3.8.8	记录及结果计算	(314)
3.8.9	检测相关	(315)
实验 3.9	声波波速测试	(316)
3.9.1	声波基础知识	(316)
3.9.2	常用的声学参数及测量方法	(318)
3.9.3	室内岩块的波速测试	(320)
3.9.4	岩体跨孔波速测试	(322)
3.9.5	波速测试在岩土工程中的应用	(323)
3.9.6	记录及结果计算	(324)
3.9.7	检测相关	(324)
实验 3.10	基桩声波透射法检测	(325)
3.10.1	基本概念	(325)
3.10.2	仪器设备	(327)
3.10.3	声测管埋设要求	(327)
3.10.4	测试步骤	(327)
3.10.5	检测数据的分析与判断	(328)
3.10.6	记录及结果计算	(331)
3.10.7	检测相关	(332)
实验 3.11	基桩低应变检测	(333)
3.11.1	基本概念	(333)
3.11.2	仪器设备	(336)
3.11.3	对受检桩的要求	(337)

3.11.4	测试步骤	(337)
3.11.5	检测数据分析与判定	(338)
3.11.6	记录及结果计算	(339)
3.11.7	检测相关	(340)

第四篇 岩石力学实验

实验 4.1	岩石单轴抗压强度实验	(343)
4.1.1	基本概念	(343)
4.1.2	实验仪器设备	(343)
4.1.3	试样制备	(343)
4.1.4	实验步骤	(344)
4.1.5	资料整理	(344)
4.1.6	记录及结果计算	(345)
4.1.7	检测相关	(345)
实验 4.2	岩石抗拉强度实验	(346)
4.2.1	基本概念	(346)
4.2.2	实验仪器设备	(346)
4.2.3	试样制备	(347)
4.2.4	实验步骤	(347)
4.2.5	记录及结果计算	(348)
4.2.6	检测相关	(348)
实验 4.3	岩石直剪实验	(349)
4.3.1	基本概念	(349)
4.3.2	仪器设备	(349)
4.3.3	试样制备	(349)
4.3.4	实验步骤	(350)
4.3.5	试验成果整理	(351)
4.3.6	记录及结果计算	(352)
4.3.7	检测相关	(352)
实验 4.4	点荷载强度实验	(353)
4.4.1	基本概念	(353)
4.4.2	仪器设备	(353)
4.4.3	试样制备	(354)
4.4.4	操作步骤	(354)

4.4.5	资料整理	(355)
4.4.6	记录及结果计算	(356)
4.4.7	检测相关	(356)
实验 4.5	单轴压缩变形实验	(357)
4.5.1	基本概念	(357)
4.5.2	仪器设备	(357)
4.5.3	试样制备	(357)
4.5.4	操作步骤	(358)
4.5.5	资料整理	(358)
4.5.6	记录及结果计算	(360)
4.5.7	检测相关	(360)
实验 4.6	三轴压缩强度实验	(361)
4.6.1	基本概念	(361)
4.6.2	仪器设备	(361)
4.6.3	试样制备	(361)
4.6.4	操作步骤	(362)
4.6.5	资料整理	(363)
4.6.6	记录及结果计算	(364)
4.6.7	检测相关	(364)

第五篇 建筑结构实验与检测

实验 5.1	钢筋混凝土适筋梁破坏实验	(367)
5.1.1	基本概念	(367)
5.1.2	实验仪器设备	(368)
5.1.3	实验步骤	(368)
5.1.4	记录及结果计算	(369)
5.1.5	检测相关	(372)
实验 5.2	回弹法检测结构混凝土强度实验	(373)
5.2.1	基本概念	(373)
5.2.2	实验仪器设备	(373)
5.2.3	实验步骤	(374)
5.2.5	检测相关	(379)

实验 5.3 超声回弹综合法(对测法)检测结构混凝土强度实验	(382)
5.3.1 基本概念	(382)
5.3.2 实验仪器设备	(382)
5.3.3 实验步骤	(383)
5.3.4 记录及结果计算	(388)
5.3.5 检测相关	(390)
实验 5.4 混凝土中钢筋检测	(391)
5.4.1 基本概念	(391)
5.4.2 实验仪器设备	(391)
5.4.3 实验步骤	(391)
5.4.4 记录及结果计算	(393)
5.4.5 检测相关	(395)
实验 5.5 电阻应变片的粘贴技术	(398)
5.5.1 基本概念	(398)
5.5.2 实验仪器设备	(399)
5.5.3 实验步骤	(399)
5.5.4 记录及结果计算	(399)
实验 5.6 电阻应变计在电桥中的接法	(400)
5.6.1 基本概念	(400)
5.6.2 实验仪器设备	(403)
5.6.3 实验步骤	(404)
5.6.4 记录及结果计算	(406)
实验 5.7 机械式量测仪表及电测仪表的使用	(409)
5.7.1 基本概念	(409)
5.7.2 实验仪器设备	(409)
5.7.3 实验步骤	(410)
5.7.4 记录及结果计算	(410)
实验 5.8 结构的静荷载试验——六米钢桁架试验	(412)
5.8.1 基本概念	(412)
5.8.2 实验仪器设备	(414)
5.8.3 实验步骤	(414)
5.8.4 记录及结果计算	(414)

实验 5.9 单自由度系统自由衰减振动及固有频率、阻尼比的测定	(419)
5.9.1 基本概念	(419)
5.9.2 实验仪器设备	(420)
5.9.3 实验步骤	(420)
5.9.4 记录及结果计算	(421)
实验 5.10 单自由度系统受迫振动的幅频特性、固有频率及阻尼比的测定	(422)
5.10.1 基本概念	(422)
5.10.2 实验仪器设备	(424)
5.10.3 实验步骤	(425)
5.10.4 记录及结果计算	(425)
主要参考文献	(427)

第一篇

土木工程材料实验与检测

