

元本检测 丛书

地基基础及基坑工程 检测手册

曾章海 王前华 蔡时标 主编

检测手册



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

元本检测丛书

地基基础及基坑工程 检测手册

曾章海 王前华 蔡时标 主编



上海交通大学出版社
SHANGHAI JIAO TONG UNIVERSITY PRESS

内容提要

本书共四章,汇集了15种检测类型。第一章讲述地基工程检测,主要涉及6种检测类型;第二章讲述桩基工程检测,主要涉及6种检测类型;第三章讲述基坑工程检测,主要涉及2种检测类型;第4章讲述建筑物沉降倾斜检测。各个章节分有理论与实例,全面系统地汇总了现今地基基础及基坑工程的不同检测方法和手段。

本书可供从事工程检测的广大生产一线工程技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

地基基础及基坑工程检测手册/曾章海,王前华,蔡时标
主编. —上海:上海交通大学出版社,2017

ISBN 978-7-313-18255-5

I. ①地… II. ①曾…②王…③蔡… III. ①地基—基础
(工程)—检测—技术手册②基坑工程—检测—技术手册
IV. ①TU4-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 318246 号

地基基础及基坑工程检测手册

主 编:曾章海 王前华 蔡时标

出版发行:上海交通大学出版社

邮政编码:200030

出 版 人:谈 毅

印 制:虎彩印艺股份有限公司

开 本:787mm×1092mm 1/16

字 数:506 千字

版 次:2018 年 1 月第 1 版

书 号:ISBN 978-7-313-18255-5/TU

定 价:128.00 元

地 址:上海市番禺路 951 号

电 话:021-64071208

经 销:全国新华书店

印 张:30.25

印 次:2018 年 1 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

告读者:如发现本书有印装质量问题请与印刷厂质量科联系

联系电话:0769-85252189

前 言

“十二五”时期,我国建筑业发展取得了巨大成绩。2015年,全国具有资质等级的施工总承包和专业承包企业完成建筑业总产值年均增长13.48%,建筑业年均增长8.99%;全社会建筑业实现增加值46547亿元,占当年国内生产总值6.79%。在“十二五”建设的基础上,根据国家“十三五”规划纲要,已将构筑现代基础设施网络、推进新型城镇化、优化城镇化布局和形态、建设和谐宜居城市等作为以后经济和社会发展的篇章,为应对建筑行业新形势下的新挑战和新机遇,住建部也编制发布了《建筑业发展“十三五”规划》。2016年,作为“十三五”的开局之年,全国具有资质等级的总承包和专业承包建筑业企业实现利润6745亿元,增长4.6%;全年全社会建筑业增加值49522亿元,比上年增长6.6%,占当年国内生产总值的6.66%。

虽然行业发展势头迅猛,但中国建筑业仍然“大而不强”,存在质量安全事故时有发生、市场违法违规行为较多等问题,部分问题已严重制约了建筑业的持续健康发展。

另外,随着我国经济、社会和建设的蓬勃发展,人类社会经济生产的持续发展和物质文化生活水平的不断提高,人们对建筑工程这一基础设施的要求也越来越高,而建筑工程的质量安全是其中最重要和最基本的需求。时有发生的质量安全事故,严重威胁到了人们的生命安全和财产安全。

建设工程质量检测是指依据国家有关法律、法规、工程建设强制性标准和设计文件,对建设工程的材料、构配件、设备,以及工程实体质量、使用功能等进行测试确定其质量特性的活动。工程质量检测可以有效保障工程质量,是工程质量安全管理的重要手段,“以检促建,以检保安”,为建筑质量安全保驾护航。

目前,地基基础及基坑检测资料和书籍已经非常多,但系统性全面地结合实

实际案例介绍各种检测方法、数据分析的书籍却较少,本检测手册丛书主要将各种检测类型的检测原理、检测过程以及数据分析,结合工程实测案例进行详细系统阐述。本书共四章,汇集了15种检测类型。第一章讲述地基工程检测主要涉及的6种检测类型;第二章讲述桩工程检测主要涉及6种检测类型;第三章讲述基坑工程检测主要涉及2种检测类型;第4章讲述建筑物沉降倾斜检测。各个章节分有理论与实例,全面系统的汇总了现今地基基础及基坑工程的不同检测方法和手段,有较强的实用性和可操作性。

本书编制过程中,得到温州大学孙林柱教授的大力支持,曾经过多次审核,提出宝贵意见,在此致以谢意。

本书涉及地基基础及基坑工程的各种检测类型,内容广泛,简明实用,对从事建设工程检测人员是一本非常实用的工具用书和参考手册,也是一本很好的专业性科普用书。

限于作者水平,对新规范的学习理解尚较肤浅,书中存在的错误与不妥之处,请广大读者不吝赐教。

目 录

第 1 章 地基工程检测	1
1.1 地基土和岩体荷载检测	1
1.2 复合地基荷载检测	29
1.3 竖向增强体荷载检测	62
1.4 水泥土钻芯法检测	80
1.5 轻型动力触探检测	100
1.6 十字剪切板试验检测	111
第 2 章 桩基工程检测	147
2.1 低应变法检测	147
2.2 高应变法检测	168
2.3 桩基静载试验检测	192
2.4 钻芯法检测	234
2.5 声波投射法检测	250
2.6 桩基钢筋笼长度检测	275
第 3 章 基坑工程检测	284
3.1 锚杆及土钉拉力检测	284
3.2 基坑监测	300

第 4 章 建筑物沉降倾斜检测	380
4.1 建筑物沉降倾斜检测原理	380
4.2 建筑物沉降倾斜检测案例	384
参考文献	474

第 1 章 地基工程检测

1.1 地基土和岩体荷载检测

1.1.1 地基土和岩体荷载检测原理

1. 适用范围

本方法适用于检测天然土质地基、岩石地基及采用换填、预压、压实、挤密、强夯、注浆处理后的人工地基的承压板下应力影响范围内的承载力和变形参数。

土(岩)地基荷载试验分为浅层平板荷载试验、深层平板荷载试验和岩基荷载试验。浅层平板荷载试验适用于浅层地基土、破碎、极破碎岩石地基的平板荷载试验;深层平板荷载试验适用于深层地基土和大直径桩的桩端土荷载试验,深层平板荷载试验的试验深度不应小于 5m;岩基荷载试验适用于完整、较完整、较破碎岩基荷载试验。

2. 试验依据标准

(1)中华人民共和国行业标准《建筑地基检测技术规范》JGJ340—2015。

(2)中华人民共和国行业标准《铁路工程地基处理检测技术规程》TB10106—2010。

(3)工程检测合同和设计、施工及勘察等相关资料。

3. 试验目的

确定土(岩)地基在承压板下应力主要影响范围内的承载力,并判定其承载力是否满足设计要求。

4. 试验原理

采用千斤顶加载,千斤顶的加载反力装置根据现场实际条件取(a 地锚法,b

堆载法, c 堆锚结合法), 荷载用联于千斤顶的压力表测定油压, 根据千斤顶率定曲线换算荷载, 地基沉降采用百分表或电子位移计测量。

5. 仪器设备

(1)反力系统: 根据现场实际条件可采用地锚横梁反力系统、压重平台反力系统(即堆载法)或地锚压重联合反力系统(即堆锚结合法), 反力系统一般由主梁、拉锚或主梁、工字钢、堆重物等组成。图 1.1 为沙包堆载—反力架装置。

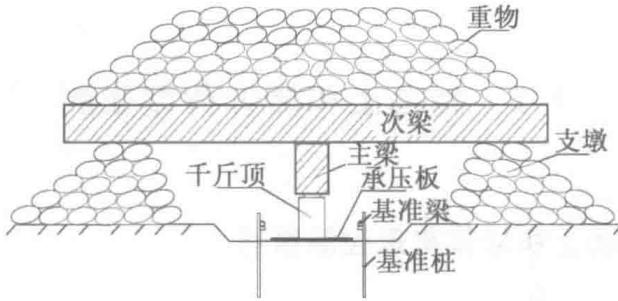


图 1.1 沙包堆载—反力架装置

(2)压力系统: 一般由千斤顶、油泵、压力表、压力传感器、高压油管、多通、逆止阀等组成。压力表和压力传感器必须按计量部门的要求, 定期率定方可使用。试验前, 需检查压力系统是否有漏油现象, 若有, 必须排除。必须保证测量压力的准确与稳定。

(3)量测系统: 主要包括沉降的量测仪表(百分表、机电百分表、电子位移计、自动采集仪、计算机等)、百分表夹具、基准桩(墩)和基准梁。在承压板 2 个正交方向对称布置 4 个位移测量仪表。固定或支承表分表的夹具和基准梁在构造上应确保不受气温、振动及其他外界因素影响而发生竖向变位。

6. 一般规定

(1)工程验收检测的平板载荷试验最大加载量不应小于设计承载力特征值的 2 倍, 岩石地基载荷试验最大加载量不应小于设计承载力特征值的 3 倍; 为设计提供依据的载荷试验应加载至极限状态。

(2)地基土载荷试验的加载方式应采用慢速维持荷载法。

(3)土(岩)地基载荷试验的承压板可采用圆形、正方形钢板或钢筋混凝土板。浅层平板载荷试验承压板面积不应小于 0.25m^2 , 软土地基、换填垫层和压实地基承压板面积不应小于 1.0m^2 , 强夯地基承压板面积不应小于 2.0m^2 。深

层平板载荷试验的承压板直径不应小于 0.8m。岩基载荷试验的承压板直径不应小于 0.3m。

(4)承压板应有足够刚度。应在拟试压表面和承压板之间用粗砂或中砂层找平,其厚度不超过 20mm。

(5)载荷试验的试坑标高应与地基基础设计基底标高一致。当设计有要求时,承压板应设置于设计要求的受检土层。

(6)试验前应采取措施,保持试坑或试井底岩土的原状结构和天然湿度不变。当试验标高低于地下水位时,应将地下水位降至试验标高以下,再安装试验设备,待水位恢复后方可进行试验。

(7)浅层平板载荷试验的试坑宽度或直径不应小于承压板边宽或直径的三倍。深层平板载荷试验的试井直径应等于承压板直径,紧靠承压板周围土的高度不应小于承压板直径。

(8)承压板、压重平台支墩边和基准桩之间的中心距离应符合表 1.1 规定。

表 1.1 承压板、压重平台支墩和基准桩之间的净距表

承压板与基准桩	承压板与压重平台支墩	基准桩与压重平台支墩
$>b$ 且 $>2.0\text{m}$	$>b$ 且 $>B$ 且 $>2.0\text{m}$	$>1.5B$ 且 $>2.0\text{m}$

注: b 为承压板边宽或直径, B 为支墩宽度。

(9)承压板、压重平台支墩和基准桩之间的净距表。深层平板载荷试验应采用合适的传力柱和位移传递装置,并应符合下列规定:

①传力柱应有足够的刚度,传力柱宜高出地面 50cm;传力柱宜与承压板连接成为整体,传力柱的顶部可采用钢筋等斜拉杆固定。

②位移传递装置宜采用钢管或塑料管做位移测量杆,位移测量杆的底端应与承压板固定连接,位移测量杆宜每间隔一定距离与传力柱滑动相连,位移测量杆的顶部宜高出孔口地面 20cm。

7. 现场检测

(1)进行土(岩)地基载荷试验时,应具备以下资料:

①要求委托方提供工程地质勘察资料、设计图纸和施工资料,包括提供试验点位及设计标高等基本资料。

②由委托方(或施工单位)填写我公司提供的工程概况表及检测工作确认表等表格。包括工程名称、地点、设计单位、施工单位、监理单位和建设单位名称等。

(2)正式试验前宜进行预压。预压荷载宜为最大加载量的5%，预压时间宜为5min。预压后卸载至零，测读位移测量仪表的初始读数并重新调整零位。

(3)试验加卸载分级及施加方式应符合下列规定：

①地基土平板载荷试验的分级荷载宜为最大试验荷载的 $1/8\sim 1/12$ ，岩基载荷试验的分级荷载宜为最大试验荷载的 $1/15$ 。

②加载应分级进行，采用逐级等量加载，第一级荷载可取分级荷载的2倍。

③卸载应分级进行，每级卸载量为分级荷载的2倍，逐级等量卸载；当加载等级为奇数级时，第一级卸载量宜取分级荷载的3倍。

④加、卸载时应使荷载传递均匀、连续、无冲击，每级荷载在维持过程中的变化幅度不得超过该级增减量的10%。

(4)地基土平板载荷试验的慢速维持荷载法的试验步骤应符合下列规定：

①每级荷载施加后按第10、20、30、45、60min测读承压板的沉降量，以后为每隔半小时测读一次。

②承压板沉降相对稳定标准：每1h内的承压板沉降量不超过0.1mm，并连续出现两次(由1.5h内的沉降观测值计算)。

③当承压板沉降速率达到相对稳定标准时，再施加下一级荷载。

④卸载时，每级荷载维持1h，按第10、30、60min测读承压板沉降量；卸载至零后，应测读承压板残余沉降量，维持时间为3h，测读时间为第10、30、60、120、180min。

(5)岩基载荷试验的试验步骤应符合下列规定：

①每级加荷后立即测读承压板的沉降量，以后每隔10min测读一次。

②承压板沉降相对稳定标准：每半小时内的沉降量不超过0.03mm，并在四次读数中连续出现两次。

③当承压板沉降速率达到相对稳定标准时，再施加下一级荷载。

④每级卸载后，隔10min测读一次，测读三次后可卸下一级荷载。全部卸载后，当测读半小时回弹量小于0.01mm时，即认为稳定，终止试验。

(6)当出现下列情况之一时，可终止加载：

①当浅层载荷试验承压板周边的土出现明显侧向挤出,周边土体出现明显隆起;岩基载荷试验的荷载无法保持稳定且逐渐下降。

②本级荷载的沉降量大于前级荷载沉降量的 5 倍,荷载与沉降曲线出现明显陡降。

③在某一级荷载下,24h 内沉降速率不能达到相对稳定标准。

④浅层平板载荷试验的累计沉降量已大于等于承压板边宽或直径的 6% 或累计沉降量大于等于 150mm;深层平板载荷试验的累计沉降量与承压板径之比大于等于 0.04。

⑤加载至要求的最大试验荷载且承压板沉降达到相对稳定标准。

8. 资料整理分析与成果分析

(1)土(岩)地基承载力确定时,应绘制压力—沉降($p-s$)、沉降—时间对数($s-\lg t$)曲线,必要时可绘制其他辅助分析曲线。

(2)土(岩)地基极限荷载可按下列方法综合分析确定:

①出现第 7.5 条第 1、2、3 款情况时,取前一级荷载值。

②出现第 7.5 条第 5 款情况时,取最大试验荷载。

(3)单个试验点的土(岩)地基承载力特征值确定应符合下列规定:

①当 $p-s$ 曲线上有比例界限时,取该比例界限所对应的荷载值。

②地基土平板载荷试验,当极限荷载小于对应比例界限的荷载值的 2 倍时,取极限荷载值的一半;岩基载荷试验,当极限荷载小于对应比例界限的荷载值的 3 倍时,取极限荷载值的 1/3。

③当第 4.3.5 条第 5 款情况,且 $p-s$ 曲线上无法确定比例界限,承载力又未达到极限时,地基土平板载荷试验取最大试验荷载的一半所对应的荷载值,岩基载荷试验取最大试验荷载的 1/3 所对应的荷载值。

④当地基承载力特征值需要按地基变形取值时,可按表 1.2 规定的地基变形取值确定,且所取的承载力特征值应不大于最大试验荷载的一半。当地基土性质不确定时,对应的变形值取 0.010 b ;对有经验的地区,可按当地经验确定对应变形值。

表 1.2 按相对变形值确定天然地基及人工地基承载力特征值表

地基类型	地基土性质	特征值对应的变形值 s_0
天然地基 人工地基	高压缩性土	0.015b
	中压缩性土	0.012b
	低压缩性土和砂性土	0.010b

注： s_0 为与承载力特征值对应的承压板的沉降量； b 为承压板的边宽或直径，当 b 大于 2m 时，按 2m 计算。

(4) 单位工程的土(岩)地基承载力特征值确定应符合下列规定：

① 同一土层参加统计的试验点应不少于三点，当满足其极差不超过平均值的 30% 时，取其平均值作为该土层的地基承载力特征值 f_{ak} 。

② 当极差超过平均值的 30% 时，应分析原因，结合工程实际综合分析判别。必要时可增加试验点数量。

(5) 土(岩)载荷试验应给出每个试验点的承载力检测值和单位工程的地基承载力特征值，并评价单位工程地基承载力特征值是否满足设计要求。

9. 报告内容

检测报告除应包括公司规定的常规内容外，还应包括下列内容：

- (1) 承压板形状及尺寸、试验点的平面位置图、剖面图及标高。
- (2) 荷载分级及加载方式。
- (3) 绘制压力—沉降($p-s$)、沉降—时间对数($s-\lg t$)曲线及对应的数据表。
- (4) 承载力特征值判定依据。
- (5) 每个试验点的承载力检测值。
- (6) 单位工程的承载力特征值。

附 A：基础检测项目概况表(见表 1.3)。

附 B：静载荷试验见证记录表(见表 1.4)。

附 C：静载试验原始记录表(见表 1.5)。

附 D：工程检测见证确认表(见表 1.6)。

表 1.3 基础检测项目概况表

编号:

项目名称	工程地点		检测性质		□委托	
建设单位	勘察单位					
施工单位	设计单位					
质量监督站	监理单位					
委托单位	联系人		联系电话			
结构型式	层数	层	桩型		总桩数(根)	
桩端持力层	桩砼强度等级		桩施工日期		年 月 日至 年 月 日	
地基类型	□水泥搅拌桩 □其他		地基承载力	$f_{ak} =$	kPa	
其他情况			桩径		mm	
试验点号	桩径 /mm	桩长 /m	成桩日期	桩类型	设计承载力 极限值	备注
委托方要求在 年 月 日时前提交检测报告			其他要求			

填表日期: 年 月 日

见证人:

资料提供人:

表 1.6 工程检测见证确认表

工程名称		监督号	
建设单位		施工单位	
监理单位		勘察单位	
设计单位		检测单位	
有无检测实施方案		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无	

经见证确认,检测单位于 年 月 日至 年 月 日在现场按检测实施方案进行了以下内容的检测:

1. 检测方法: 单桩竖向抗压静载试验 单桩竖向抗拔静载试验 单桩水平静载试验 高应变法 低应变法 钻芯法 声波透射法 其他:
2. 检测数量: 根桩
3. 检测部位:(可附图)

其他需要说明的问题	
-----------	--

见证人(签名):

见证单位(公章):

年 月 日

年 月 日

说明:①本表由见证单位填写,作为检测报告的附件。

②见证单位由监理单位担任,如无监理单位则由委托方担任。

③静载试验需另填写《静载荷试验见证记录表》。