

山东省建设工程质量检测从业人员考核培训教材

建设工程质量检测技术

1234

王金玉 主编

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

山东省建设工程质量检测从业人员考核培训教材

建设工程质量检测技术

(第 3 册)

王金玉 主编

中国矿业大学出版社

目 录

第 1 册

第一章 概论	1
第一节 建设工程质量检测的历史、现状及发展	1
第二节 建设工程质量检测的特点和意义	3
第三节 建设工程质量检测机构及人员的管理	5
第二章 建设工程质量检测基础知识	10
第一节 建筑材料的基本性质	10
第二节 法定计量单位及其应用	16
第三节 数理统计与抽样技术	20
第四节 误差分析与数据处理	33
第五节 测量不确定度原理与应用	39
第三章 建设工程质量检测管理知识	45
第一节 基本术语	45
第二节 管理体系的建立	48
第三节 管理体系的运行	51
第四节 体系文件的编制	52
第五节 内部审核及管理评审	59
第六节 资质认定评审流程	63
第四章 工程材料检测	68
第一节 水泥	68
第二节 钢筋及连接	95
第三节 砂、石	147
第四节 混凝土	186
第五节 砂浆	249
第六节 简易土工	271
第七节 混凝土外加剂	311
第八节 沥青、沥青混合料	339
第九节 预应力钢绞线和锚夹具	378

第2册

第十节 墙体材料·····	393
第十一节 金属结构材料·····	455
第十二节 预制混凝土构配件·····	499
第十三节 防水材料·····	515
第十四节 建筑门窗·····	560
第十五节 管网材料及配件·····	600
第十六节 电气材料·····	644
第十七节 装饰装修材料·····	672
附录·····	746
中华人民共和国计量法·····	746
中华人民共和国计量法实施细则·····	749
中华人民共和国标准化法·····	755
实验室和检查机构资质认定管理办法·····	757
山东省实验室资质认定管理办法·····	762
建设工程质量检测管理办法·····	770
山东省建筑工程质量检测管理规定·····	775
中华人民共和国依法管理的计量器具目录·····	782

第3册

第五章 地基基础工程检测·····	785
第一节 桩基承载力静载检测·····	785
第二节 桩基承载力高应变检测·····	806
第三节 桩身完整性检测·····	830
第四节 地基及复合地基承载力检测·····	864
第五节 锚杆承载力检测·····	881
第六节 建筑基坑监测·····	890
第七节 基础施工监测·····	909
第六章 主体结构工程检测·····	930
第一节 混凝土材料力学性能现场检测·····	931
第二节 混凝土外观质量及缺陷检测·····	970
第三节 混凝土中钢筋的检测·····	993
第四节 混凝土结构构件荷载试验·····	1006

第五节 后置埋件的力学性能检测	1038
第六节 砌体工程现场检测	1041
第七节 建筑变形监测	1073
附录 回弹法检测砌筑砂浆强度山东地区测强曲线简介	1089
第七章 建筑幕墙工程检测	1128
第一节 建筑幕墙基本知识	1128
第二节 建筑幕墙物理性能检测	1136
第三节 建筑用硅酮结构密封胶检测	1163
第四节 幕墙热循环性能及检测	1170
第五节 幕墙动态水密性能及检测	1173
第八章 钢结构工程检测	1177
第一节 概述	1177
第二节 钢材的力学性能	1179
第三节 钢结构焊接工程	1205
第四节 紧固件连接工程	1227
第五节 钢结构变形监测	1234
第六节 钢结构涂装工程	1239
第七节 钢结构性能的静力荷载检验	1245

第 4 册

第九章 建筑节能检测	1247
第一节 保温隔热材料	1247
第二节 粘结与增强材料	1297
第三节 建筑幕墙玻璃、外窗及隔热型材	1316
第四节 节能工程现场检测	1328
第五节 采暖散热器及风机盘管	1339
第十章 室内环境检测	1358
第一节 室内空气中有害物质	1358
第二节 土壤中氡浓度及土壤表面氡析出率	1369
第三节 人造板及饰面人造板中有害物质	1373
第四节 胶粘剂中有害物质	1380
第五节 涂料中有害物质限量	1392
第六节 无机非金属建筑材料和装修材料放射性	1403
第七节 水性处理剂游离甲醛含量测定	1407
第八节 其他材料有害物质限量	1407

第十一章 智能建筑检测	1414
第一节 通信网络系统	1414
第二节 信息网络系统	1422
第三节 建筑设备监控系统	1429
第四节 火灾自动报警及消防联动系统	1434
第五节 安全防范系统	1453
第六节 综合布线系统	1470
第七节 系统集成、电源与接地系统	1492
第九节 环境与住宅(小区)智能化系统	1497
第十二章 市政道路检测	1505
第一节 土工试验	1505
第二节 土工合成材料	1544
第三节 无机结合稳定材料	1563
第四节 道路工程用粗细集料	1611
第五节 路面砖与路缘石	1650
第六节 石料	1663
第七节 路基路面检测	1670
第八节 桥梁橡胶支座检测	1697
第九节 桥梁伸缩装置检测	1707
第十节 桥梁检测	1712
参考文献	1734

第五章 地基基础工程检测

第一节 基桩承载力静载检测

一、概述

地基是指支承基础的土体或岩体,基础是指将结构所承受的各种作用传递到地基上的结构组成部分,桩基础是设置于岩土中的桩和连接于桩顶端的承台组成的基础或由柱与桩直接连接的单桩基础。

(一) 基桩分类

(1) 按承载性状分类:可分为摩擦型桩和端承型桩,摩擦型桩又细分为摩擦桩和端承摩擦桩,在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载主要由桩侧阻力承受;端承型桩又细分为端承桩和摩擦端承桩,在承载能力极限状态下,桩顶竖向荷载主要由桩端阻力承受。

(2) 按成桩方法分类:可分为非挤土桩、部分挤土桩、挤土桩。非挤土桩有:干作业法钻(挖)孔灌注桩、泥浆护壁法钻(挖)孔灌注桩、套管护壁法钻(挖)孔灌注桩;部分挤土桩有:冲孔灌注桩、钻孔挤扩灌注桩、搅拌劲芯桩、预钻孔打入(静压)预制桩、打入(静压)式敞口钢管桩、敞口预应力混凝土空心桩和 H 型钢桩;挤土桩有:沉管灌注桩、沉管夯(挤)扩灌注桩、打入(静压)预制桩、闭口预应力混凝土空心桩和闭口钢管桩。

(3) 按桩径(设计直径 d) 大小分类: $d \leq 250 \text{ mm}$ 为小直径桩; $250 \text{ mm} < d < 800 \text{ mm}$ 为中等直径桩; $d \geq 800 \text{ mm}$ 为大直径桩。

近几年随着跨海大桥的建设,桩长 $70 \sim 80 \text{ m}$,甚至超 100 m 的超长桩也普遍使用,故工程界又按桩施工长度 L 划分为: $L \leq 10 \text{ m}$ 为短桩; $10 \text{ m} < L < 50 \text{ m}$ 为中长桩; $L \geq 50 \text{ m}$ 且长径比 $L/D \geq 50$ 为超长桩。近几年在工程桩施工过程中,随着工艺的改进和技术发明,按照工艺特点又出现长螺旋钻孔压灌桩、挤扩支盘桩、后注浆灌注桩、预应力混凝土管桩、载体桩等。

(二) 基桩静载检测分类

基桩承载力静载检测包括单桩竖向抗压承载力检测、单桩竖向抗拔承载力检测、单桩水平承载力检测。静载试验是检测基桩承载力的一种最直观、最可靠的传统方法。静载试验方法主要是维持荷载法,可分为慢速维持荷载法和快速维持荷载法,为设计提供依据的用慢速维持荷载法,为工程验收的可用快速维持荷载法。

(三) 基本规定

1. 检测开始时间

承载力要求:受检桩混凝土龄期达到 28 d 或设计强度。

土的休止时间要求:承载力检测前的休止时间除应符合承载力要求规定外,尚不应少于

表 5-1-1 规定的时间。

表 5-1-1		休止时间		
土的类别	休止时间/d	土的类别		休止时间/d
砂土	7	黏性土	非饱和	15
粉土	10		饱和	25

注:对于泥浆护壁灌注桩,宜适当延长休止时间。

2. 试验仪器设备性能指标要求

(1) 位移测量仪表(机械式、电感式、容栅式百分表)的测量误差不大于 0.1%F.S,分辨率优于或等于 0.01 mm;量程宜采用 0~30 mm 或 0~50 mm。

(2) 荷载测量仪表:荷重传感器、千斤顶、压力表或压力传感器的量程不应大于最大试验荷载的 2.5 倍,也不应小于最大试验荷载的 1.2 倍。

① 压力表准确度等级应优于或等于 0.4 级(即压力表的示值误差不大于 0.4%);压力表的量程主要有 25 MPa、40 MPa、60 MPa、100 MPa,应根据千斤顶的配置和最大试验荷载要求,合理选择压力表。

② 压力传感器:一般要求传感器的测量误差不应大于 1%,压力量程一般为 60 MPa。

(3) 千斤顶:千斤顶的测量误差不宜大于 0.5% F.S,最大试验荷载对应的千斤顶出力宜为千斤顶量程的 30%~80%。当采用两台及两台以上千斤顶加载时,千斤顶型号、规格应相同且应并联同步工作。测量范围:按千斤顶型号不同分为 6 500 kN、5 000 kN、3 200 kN、2 000 kN、1 000 kN、600 kN、450 kN。活塞行程分为 25 cm、22 cm、20 cm。

(4) 试验用油泵、油管的工作压力,在试验荷载达到最大试验荷载时,不应超过额定工作压力的 80%。

(5) 自动数据采集仪,其荷载测量系统和位移测量系统的性能指标应满足原测试系统的误差要求。

二、单桩竖向抗压承载力检测

(一) 检测目的

单桩竖向抗压静载试验的目的:确定单桩竖向抗压极限承载力;判定竖向抗压承载力是否满足设计要求;通过桩身内力及变形测试,测定桩侧、桩端阻力;验证高应变法的单桩竖向抗压承载力检测结果。

(二) 抽检数量

(1) 对单位工程内且在同一条件下的工程桩,当符合下列条款之一时,应采用单桩竖向抗压承载力静载试验进行验收检测:

- ① 设计等级为甲级的桩基;
- ② 地质条件复杂、桩施工质量可靠性低;
- ③ 本地区采用的新桩型或新工艺;
- ④ 挤土群桩施工产生挤土效应。

抽检数量不应少于总桩数的 1%,且不少于 3 根;当总桩数在 50 根以内时,不应少于 2 根。

注:对上述①~④款规定条件外的工程桩,当采用竖向抗压静载试验进行验收承载力检测时,抽检数量宜按本条规定执行。

(2) 对于端承型大直径灌注桩,当受设备或现场条件限制无法检测单桩竖向抗压承载力时,可采用钻芯法测定桩底沉渣厚度并钻取桩端持力层岩土芯样检验桩端持力层。抽检数量不应少于总桩数的 10%,且不应少于 10 根。

(三) 现场检测

1. 试验前准备工作

(1) 试验前应明确:试验项目、试验方法、数量、最大试验加载量、试验日期、地点及特殊要求等。

(2) 了解试验现场情况:包括试桩的位置、道路、场地平整、水、电源及障碍物。

(3) 应按规范规定收集必要的资料:

① 收集被检测工程的概况、岩土工程勘察资料、桩基设计图纸、施工记录;了解施工工艺和施工中出现的异常情况。

② 进一步明确委托方的具体要求。

③ 检测项目现场实施的可行性。

2. 仪器设备的安装

(1) 反力装置

① 加载反力装置可根据现场条件选择锚桩横梁反力装置、压重平台反力装置、锚桩压重联合反力装置,并应符合下列规定:

- 加载反力装置能提供的反力不得小于最大加载量的 1.2 倍;
- 应对加载反力装置的全部构件进行强度和变形验算;
- 应对锚桩抗拔力(地基土、抗拔钢筋、桩的接头)进行验算,采用工程桩作锚桩时,锚桩数量不应少于 4 根,并应监测锚桩上拔量;
- 压重宜在检测前一次加足,并均匀稳固地放置于平台上;
- 压重施加于地基的压应力不宜大于地基承载力特征值的 1.5 倍。

② 受检桩、锚桩(或压重平台支墩)和基准桩之间的中心距离应符合表 5-1-2 的要求。

表 5-1-2 试桩、锚桩(或压重平台支墩边)和基准桩之间的中心距离

反力装置 \ 距离	试桩中心与锚桩中心 (或压重平台支墩边)	试桩中心与基准桩中心	基准桩中心与锚桩中心 (或压重平台支墩边)
锚桩横梁	$\geq 4(3)d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4(3)d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4(3)d$ 且 > 2.0 m
压重平台	$\geq 4d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4(3)d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4d$ 且 > 2.0 m
地锚装置	$\geq 4d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4d$ 且 > 2.0 m	$\geq 4d$ 且 > 2.0 m

注:① d 为受检桩或锚桩的设计直径或边宽,取其较大者;如受检桩或锚桩为扩底桩时,受检桩与锚桩的中心距不应小于 2 倍扩大端直径;括号内数值可用于工程桩验收检测时多排桩设计桩中心距离小于 $4d$ 的情况。

② 对大直径桩静载试验,当基准梁长度达到 12 m 或以上时,其基准桩与受检桩、锚桩(或压重平台支墩边)之间的距离仍不能满足上述要求时,应对基准桩位移进行监测。位移测量仪表的分辨率宜达到 0.1 mm。

③ 桩帽设计示意图见图 5-1-1。

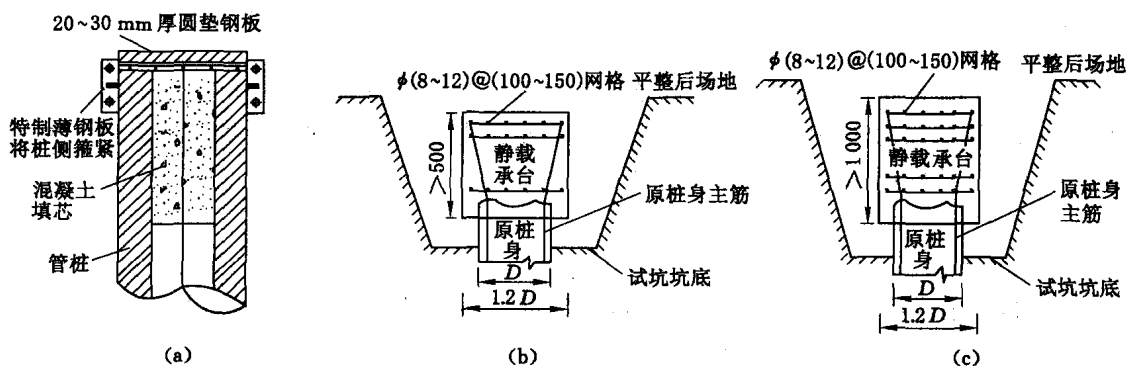


图 5-1-1 桩帽设计示意图

(a) 管桩静载试验桩桩头处理示意图; (b) 小吨位静载试验桩桩帽设计示意图;

(c) 大吨位静载试验桩桩帽设计示意图

说明:

- 桩帽要与原桩严格对中;
- 桩帽用 C30 混凝土浇筑, 要求厚度不少于 500 mm, 嵌入原桩身 200 mm 左右, 桩帽顶面要求水平、平整;
- 原桩身上部要凿去浮浆, 直到设计强度;
- 当桩帽以承压为主时, 钢筋网格可按图示配置构造钢筋, 当桩帽承受较大的弯矩时, 应按计算确定承台的厚度和钢筋数量;
- 桩帽一般为方形 $1.2D \times 1.2D$, 且不小于 $500 \text{ mm} \times 500 \text{ mm}$, 并考虑千斤顶的数量和安装要求。

④ 锚桩横梁反力装置。

锚桩横梁反力装置(俗称锚桩法)是大直径灌注桩静载试验最常用的加载反力系统, 由试桩、锚桩、主梁、次梁、锚笼(或挂板)、千斤顶等组成(图 5-1-2)。

加载装置的安装应严格按照主梁→次梁→加载架的顺序进行, 架设时应由检测项目负责人现场指挥, 经检查认可后进行下一工序。

⑤ 压重平台反力装置。

压重平台反力装置(俗称堆载法)由重物、工字钢(副梁)、主梁、千斤顶等构成(图 5-1-3)。

a. 安装支承墩。支承墩的宽度: 应根据支承墩底部的地基土承载力和最大试验荷载综合确定, 压重施加于地基的压应力不宜大于地基承载力特征值的 1.5 倍, 宽度一般不应小于 1.0 m, 必要时应对支墩地基土进行处理。支承墩与试桩净距离应满足规范要求。

b. 安装堆载平台。

c. 安装载重物。载重物堆放时应保持整齐、平稳、防止倾斜及滑落, 堆载量应一次性堆载到最大试验荷载的 1.3 倍。

(2) 荷载测量系统

① 安装液压千斤顶。

② 安装荷载测量仪表: 荷载量测可用放置在千斤顶上的荷重传感器直接测定, 或采用并联于千斤顶油路的压力表或压力传感器测定油压, 根据千斤顶率定曲线换算荷载。

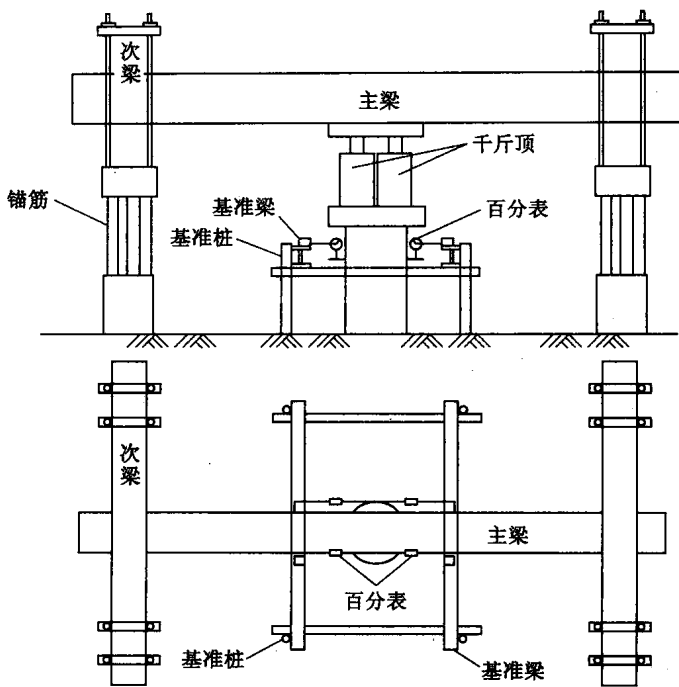


图 5-1-2 锚桩试验装置示意图

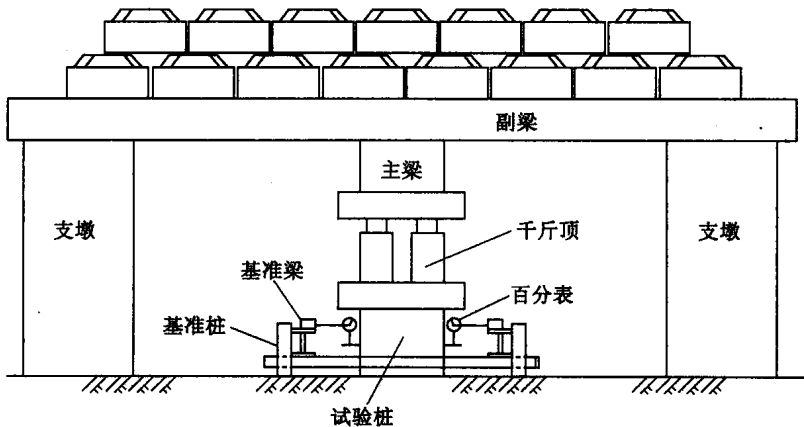


图 5-1-3 压重平台反力试验装置示意图

(3) 沉降测量系统

① 基准桩。

基准桩的安装距离按表 5-1-2 执行,基准桩应有足够的人土深度,一般不小于 1 m,以保证基准桩在试验过程中牢固稳定。

② 基准梁。

基准梁的一端应固定在基准桩上,另一端应简支于基准桩上,以减少温度变化引起的基准梁挠曲变形。并应采取有效遮挡措施,以减少温度变化和刮风下雨、振动及其他外界因素的影响,尤其在昼夜温差较大且白天有阳光照射时更应注意。

③ 百分表和位移传感器。

沉降测定平面宜在桩顶 200 mm 以下位置,最好不小于 0.5 倍桩径;当试验桩设置有桩帽时,沉降测定平面则宜设在桩帽顶面。测点应牢固地固定于桩身,即不得在承压板上或千斤顶上设置沉降观测点,避免因承压板变形导致沉降观测数据失实。直径或边宽大于 500 mm 的桩,应在其两个方向对称安置四个百分表或位移传感器,直径或边宽小于等于 500 mm 的桩可对称安置两个百分表或位移传感器。

(4) 系统检查

在所有试验设备安装完毕之后,应进行一次系统检查。其方法是对试桩施加一较小的荷载进行预压,其目的是消除整个量测系统和被检桩本身由于制造、安装、桩头处理等人为因素造成的间隙而引起的非桩身沉降;排除千斤顶和管路中之空气;检查管路接头、阀门等是否漏油等。如一切正常,卸载至零,待百分表显示的读数稳定后,并记录百分表读数,即可开始进行正式加载。

(5) 其他

应明确测试区域范围,悬挂警示标牌。

3. 检测步骤和方法

(1) 根据试桩要求或验收要求确定最大试验荷载。

(2) 确定荷载分级:每级加载为预估极限荷载的 $1/10 \sim 1/15$,计算每级荷载的大小。

(3) 根据千斤顶的标定曲线计算好各级荷载下油压表读数。

(4) 确定试验加载方式:

用于指导设计和有争议的桩基工程的静载试验应采用慢速维持荷载法,其他工程桩的检验可采用快速维持荷载法。

① 慢速维持荷载法的试验步骤应符合下列规定:

a. 每级荷载施加后按第 5、15、30、45、60 min 测读桩顶沉降量,以后每隔 30 min 测读一次;

b. 试桩沉降相对稳定标准:每 1 h 内的桩顶沉降量不超过 0.1 mm,并连续出现两次(由 1.5 h 内的沉降观测值计算);

c. 当桩顶沉降速率达到相对稳定标准时,再施加下一级荷载;

d. 卸载时,每级荷载维持 1 h,按第 5、15、30、60 min 测读桩顶沉降量,卸载至零后,应测读桩顶残余沉降量,维持时间为 3 h,测读时间为第 5、15、30 min,以后每隔 30 min 测读一次。

② 快速维持荷载法的试验步骤应符合下列规定:

a. 每级荷载施加后按第 20、30、40、50、60 min 测读桩顶沉降量;

b. 试桩沉降相对稳定标准:加载时每级荷载维持时间 1 h,稳定标准 0.1 mm/20 min 连续出现两次;

c. 当桩顶沉降不收敛,应保持本级荷载观察收敛情况;

d. 卸载时,每级荷载维持 15 min,按第 5、15 min 测读桩顶沉降量,卸载至零后,应测读桩顶残余沉降量一次,维持时间为 1 h 后再测读一次。

(5) 试验加载。

① 加载应分级进行,采用逐级等量加载;其中慢速维持荷载法第一级荷载可取分级荷载的 2 倍,快速维持荷载法第一级荷载和第二级荷载可取分级荷载的 2 倍,以后的每级荷载取为分级荷载。采用快速维持荷载法时,加载时每级荷载维持时间 1 h,可加下一级荷载;

采用慢速维持荷载法时,在每级荷载作用下,每 1 h 内的桩顶沉降量不超过 0.1 mm,并连续出现两次(由 1.5 h 内的沉降观测值计算)时,可加下一级荷载。

② 终止加载。

当出现下列情况之一时,可终止加载:

- a. 某级荷载作用下, 桩顶沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的 5 倍。

注:当桩顶沉降稳定且总沉降量小于 40 mm 时,宜加载至桩顶总沉降量超过 40 mm。

- b. 某级荷载作用下,桩顶沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的 2 倍,且经 24 h 尚未达到稳定标准。

- c. 当达不到极限荷载,已达到最大试验荷载,桩顶沉降速率达到相对稳定(收敛)标准。

- d. 当荷载—沉降曲线呈缓变型时,可加载至桩顶总沉降量 60~80 mm。

(6) 试验卸载。

当加荷程序执行完成后,加载转为卸载。卸载应分级进行,逐级等量卸载,每级卸载量取分级荷载的 2 倍。其中第一级卸载量可视情况取分级荷载的 2~3 倍。

(7) 重新试验。

施加荷载未达到最大试验荷载,当出现下列情况之一而被迫终止加载时,试验结果不得作为验收依据,应重新进行试验:

- ① 由于加载系统漏油等原因,无法施加荷载;
- ② 已达加载反力装置的最大试验荷载;
- ③ 当工程桩作锚桩时,锚桩上拔量已达到允许值;
- ④ 桩头未加固致使桩头混凝土压裂,荷载加不上去。

4. 数据记录

单桩竖向抗压静载试验记录表如表 5-1-3 所列。

表 5-1-3

单桩竖向抗压静载试验记录表

工程名称

桩号和桩径

试验日期

试验编号

千斤顶编号和型号

百分表编号

压力表编号

[illegible]

试验记录

检测组长

校对

页次

(1) 记录工程概况,内容包括工程名称、工程地点、委托单位、兴建单位、承建单位、设计单位、勘察单位、桩基施工单位、结构形式、层数、工程桩总数、混凝土设计强度等级、桩型、持力层、桩径、设计桩长、单桩设计承载力、试验最大荷载量。

(2) 记录千斤顶、百分表和压力表的型号、规格和编号。

(3) 加载前记录百分表数据。

(4) 每级加载后,慢速维持荷载法:每级荷载施加后按第 5、15、30、45、60 min 测读桩顶沉降量,以后每隔 30 min 测读一次;快速维持荷载法:每级荷载施加后按第 20、30、40、50、60 min 测读桩顶沉降量。

(5) 每级卸载后隔 15 min 测读一次残余沉降,读两次后,隔 30 min 再读一次,快速法为 15 min,卸载至零后,维持时间为 3 h(快速法为 1 h),测读时间为第 5、15、30 min,以后每隔 30 min 测读一次。

(6) 记录受检桩试验前后表观情况及试验异常情况。

(7) 原始数据在书写时或统计时发生错误,检测人员应在该数据上划上双横线,然后在上重新书写数据,并签名。

(8) 试验完毕后检测人员必须在记录上签名,并由检测负责人校核签名。

(9) 自动数据采集仪,按以上原则进行记录。

5. 异常情况处理

(1) 如发生漏油情况,先对系统进行检查,轻微的要经常进行补载,严重的要更换配件,以保证试验数据的准确性。

(2) 如试验装置发生倾斜,应重新合理分布堆载重物,严重的应卸载重新安装(或吊装)。

(3) 当桩静载试验加载中,桩身突然下沉过大时,应首先检查加载设备、沉降测试系统有无异常。确定是桩身破坏的,应在原始记录中详细说明。

(4) 在桩静载试验中,中途因故停止试验后,恢复试验时,应先加载至前一级荷载,稳定后继续进行试验。同时应在原始记录中,详细说明试验中断原因、起止时间和处理过程等。

(四) 参数控制关键点

1. 试验结果的正确应用

对静载试验资料分析中有一些情况值得注意,就单桩竖向承载力而言,有以下两种情况值得注意:

一种是经过静载试验后桩的承载力提高了,承载力不合格的桩经过静载试验后该桩竖向承载力提高了,可能满足设计要求。例如桩底有沉渣,静载试验将沉渣压实,桩端阻力能正常发挥;预制桩沉桩时因挤土效应而使桩上浮,静载试验消除了上浮现象;基桩沉降偏大,但压力能稳定,等等。当然,按规范确定该桩极限承载力不满足设计要求(这个承载力代表的是这一类桩的承载力),但可能不需要对该桩本身进行工程处理。

另一种情况是经过静载试验后桩的承载力明显降低了,原本承载力略低于设计要求的桩,例如静载试验第九级或第十级加载时发生桩身破坏或持力层夹层破坏,千斤顶油压值降到很低,按照规范,虽然这根桩极限承载力可以定得很高(这个承载力代表的是这一类桩的承载力),经过设计复核可能满足使用要求,但该桩本身几乎成为废桩。

2. 支墩下沉,压重平台压到千斤顶的现象

采用压重平台反力装置时,试验前压重全部由支承墩承受,若地基承载力不够,支承墩可能产生较大的下沉,严重时会造成试验前压重平台压到千斤顶的现象,桩已承受了竖向抗压荷载,而桩的沉降未及时记录。在这种情况下继续试验,那么,前几级荷载对应的桩沉降量非常小,原始记录实际上是不真实的记录,会影响对试验结果的判断。

3. 边堆载边试验

为了避免主梁压实千斤顶,或避免支承墩下地基土可能破坏而导致安全事故等,采用边堆载边试验,只要桩的试验荷载满足规范要求——每级荷载在维持过程中的变化幅度不得超过分级荷载的 10%,应该说试验结果是可靠的。在实际操作中应注意两个问题,一是试验过程中继续吊装的荷载一部分由支承墩承担,一部分由受检桩来承担,桩顶实际荷载可能大于本级要求的维持荷载值,若超过规范规定的 10% 时,应适当卸荷,以保证每级荷载在维持过程中的变化幅度不得超过分级荷载的 10%;二是根据吊装速度,控制试验开始的时间,一般应在堆载量大于应堆载量的 50% 后开始试验,确保试验过程中桩顶的堆载量不小于试验荷载的 120%。

4. 偏心问题

试验过程中应观察并分析桩偏心受力状态,偏心受力主要由以下几个因素引起:一是制作的桩帽轴心与原桩身轴线严重不重合;二是支墩下的地基土不均匀变形;三是用于锚桩的钢筋预留量不匹配,锚桩之间承受的荷载不同步;四是采用多个千斤顶,千斤顶实际合力中心与桩身轴线严重偏离。桩是否存在偏心受力,可以通过四个对称安装的百分表或位移传感器的测量数据分析获得。到底允许偏心受力多大而不影响试验结果,要结合工程实践经验确定。显然,不同桩径、不同配筋情况、不同桩型、不同桩身设计强度、甚至不同地质条件,抵抗偏心力矩的能力是不同的。一般说来,四个不同测点的沉降差,不宜大于 3~5 mm,偏心弯矩抵抗能力强的桩,不应大于 10 mm。

5. 安全问题

安全问题必须引起我们足够的重视。除了前面介绍的边堆载边试验存在安全隐患外,我国大部分地区采用堆载法,常用堆重重物为砂包或混凝土块,采用砂包配重的试验架多为散架,整体稳定性较差,也存在许多安全隐患。除尽可能地将砂袋重叠稳妥堆放外,高度不宜超过 5 m,混凝土块高度不宜超过 8 m,如果桩周地表土承载力较低,要随时注意堆重重物倾斜,尤其是下雨天。采用锚桩法时,除对桩的抗拔承载力严格验算外,还应对锚筋进行力学试验,使用时留有足够的安全储备,即使存在少许不均匀受力,钢筋也不会产生断裂。采用人工读数,必须保证进出通道顺畅。应确立试验区范围,悬挂警告标志。

(五) 检测数据分析与判定

1. 绘制有关曲线和图表

绘制竖向荷载—沉降($Q-s$)、沉降—时间对数($s-\lg t$)曲线,需要时也可绘制 $s-\lg Q$ 、 $\lg s-\lg Q$ 等其他辅助分析所需曲线,并整理荷载沉降汇总表。

2. 单桩竖向抗压极限承载力确定

单桩竖向抗压极限承载力 Q_u ,可按下列方法综合分析确定:

(1) 根据沉降随荷载变化的特征确定:对于陡降型 $Q-s$ 曲线,取其发生明显陡降的起始点所对应的荷载值。

(2) 根据沉降随时间变化的特征确定:取 $s-\lg t$ 曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值。

(3) 如果在某级荷载作用下,桩顶沉降量大于前一级荷载作用下沉降量的 2 倍,且经 24 h 尚未达到稳定标准,在这种情况下,取前一级荷载值。

(4) 对试验桩,如果因为已达加载反力装置或设计要求的最大加载量,或锚桩上拔量已达到允许值而终止加载时,桩的竖向抗压极限承载力取为不小于实际最大试验荷载值。

(5) 对工程桩,当达不到极限荷载,已达到最大试验荷载,桩顶沉降速率达到相对稳定(或收敛)标准,桩的竖向抗压极限承载力取大于或等于最大试验荷载值;有条件时荷载施加高出一级,即最大试验荷载为预估极限承载力的 1.1 倍。

(6) 对于缓变型 $Q-s$ 曲线可根据沉降量确定:对直径小于 800 mm 的桩,宜取 $s=40$ mm 对应的荷载值;对直径大于或等于 800 mm 的桩,可取 $s=0.05 d$ (d 为桩端直径)且 s 不大于 80 mm 对应的荷载值。

当桩长大于 25 m 时,宜考虑桩身弹性压缩量,但竖向抗压极限承载力对应的总沉降量不得大于 80 mm。

3. 试验桩的单桩竖向抗压极限承载力统计值

桩竖向抗压极限承载力统计值按以下方法确定:

(1) 成桩工艺、桩径和单桩竖向抗压承载力设计值相同的受检桩数不小于 3 根时,可进行单位工程单桩竖向抗压极限承载力统计值计算。

(2) 参加统计的受检桩试验结果,当满足其极差不超过平均值的 30% 时,取其平均值为单桩竖向抗压极限承载力。

(3) 当极差超过平均值的 30% 时,应分析极差过大的原因,结合工程具体情况综合确定。必要时可增加受检桩数量。

(4) 对桩数为 3 根或 3 根以下的柱下承台,桩数 50 根以内的抽检桩应取最小值。

4. 试验桩的单桩竖向抗压承载力特征值

单位工程同一条件下单桩竖向抗压承载力特征值 R_a 应按单桩竖向抗压极限承载力统计值的一半取值。

三、单桩竖向抗拔承载力检测

(一) 检测目的

单桩竖向抗拔静载试验的目的是:确定单桩竖向抗拔极限承载力;判定竖向抗拔承载力是否满足设计要求;通过桩身内力及变形测试,测定桩的抗拔摩阻力。

(二) 抽检数量

竖向抗拔承载力检测抽检数量不少于总桩数的 1%,且不少于 3 根。

(三) 现场检测

1. 试验前准备工作

(1) 试验前应明确:试验项目、试验方法、数量、最大试验加载量、试验日期、地点及特殊要求等。

(2) 了解试验现场情况:包括试桩的位置、道路、场地平整、水、电源及障碍物。

(3) 应按规范规定收集必要的资料:① 收集被检测工程的概况、岩土工程勘察资料、桩

基设计图纸、施工记录;了解施工工艺和施工中出现的异常情况。② 进一步明确委托方的具体要求。③ 检测项目现场实施的可行性。

(4) 受检桩的桩头处理:试验过程中,应保证不会因桩头破坏而终止试验,因此,一般应对桩头进行处理。

① 预应力管桩:

a. 植筋处理:根据计算确定植筋数量、长度和混凝土强度等级,见图 5-1-4。

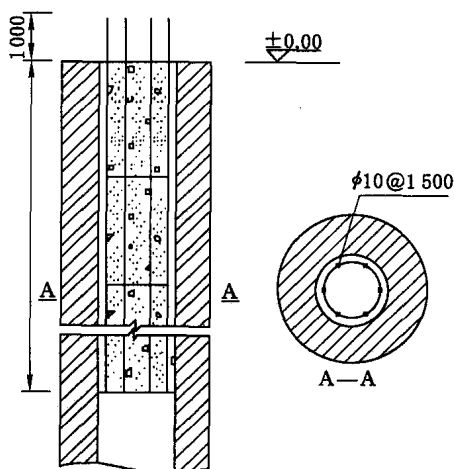


图 5-1-4 管桩抗拔静载试验桩头处理示意图

b. 桩头应用夹具箍紧,防止拉裂桩头。

② 混凝土灌注桩:

受检桩顶部宜作处理,预留出足够主钢筋长度。

(5) 结构计算:

① 按试验要求选用荷载装置,重大的试验项目要绘出结构图。

② 凡选用的钢梁(包括主梁、次梁)螺杆、花篮等都应进行结构计算,确保试验时能安全操作。

③ 确定反力桩的数量及位置,要根据施工及地质资料,计算出反力桩的抗压承载力,确保反力桩在试验时安全使用,不出现过大的沉降量。

(6) 桩帽顶部露出试坑地面的高度不宜小于 600 mm,试坑地面宜与桩承台底设计标高一致。

(7) 必要时开挖操作坑道,坑道要求稳固、不塌方。

2. 仪器设备的安装

(1) 反力装置

① 可根据现场情况确定千斤顶的加载反力装置。

抗拔试验反力装置宜采用反力桩(或工程桩)提供支座反力,也可根据现场情况采用地基土(支承墩)提供支座反力,反力架系统应具有不小于 1.2 倍的安全系数。

采用反力桩(或工程桩)提供支座反力时,反力桩顶面应平整并具有一定的强度,为保证反力架的稳定性,应注意反力桩顶面直径(或边长)不小于反力架的梁宽。