1 依据标准

1.1 《建筑桩基检测技术规范》（JGJ106-2003，J256-2003）

1.2 《建筑桩基技术规范》(JGJ94-2008)

1.3 《建筑地基基础设计规范》(GB50007-2002)

1.4 《建筑地基基础工程施工质量验收规范》（GB50202-2002）

2 适用范围

2.1 桩基的极限承载力；

2.2 测定桩的分层侧阻力和端阻力或桩身截面的位移量；

2.3 为设计提供依据。

3 仪器设备及要求

3.1 超高压油泵站和油压千斤顶及与二者相连的高压油管。

3.2 荷载和沉降量测仪表：测力环或者轮辐压力传感器量测荷载；百分表或容栅式位移传感器量测沉降。荷载和沉降量测仪表均应经过计量标定。传感器的测量误差不应大于 1%，压力表精度应优于或等于 0.4 级。

3.3 钢梁、基准梁。

4 试验的准备工作

4.1 收集被检工程的岩土工程勘察资料、桩基设计图纸和施工记录，了解施工工艺和施工中出现的异常情况。

4.2 根据调查结果和确定检测目的，选择检测方法，制定检测方案。

4.2.1 试验加载装置的选择：试桩所承受的荷载一般由油压千斤顶施加。加载及反力装置可根据现场实际条件取下列三种形式之一。

⑴锚桩横梁反力装置(图 4.2.1)：锚桩数量、锚桩长度和横梁尺寸均应按 1.2～1.4 倍预估试桩破坏荷载进行设计，锚桩按抗拔桩的有关规定计算确定。采用工程桩作锚桩时，锚桩数量不得少于 4 根，并应对试验过程锚桩上拔量进行检测。

⑵压重平台反力装置：压重量不得少于预估试桩破坏荷载的 1.2 倍，压重应在试验开始前一次加上，并均匀稳固放置于平台上。

⑶锚桩压重联合反力装置：当试桩最大加载重量超过锚桩的抗拔能力时，可在横梁上放置或悬挂一定重物，由锚桩和重物共同承受千斤顶加载反力。

4.2.2 荷载与沉降的量测仪表：荷载可用放置于千斤顶上应力环、应变式压力传感器直接测定。试桩沉降一般采用百分表测量。直径或边宽大于 500㎜ 的桩，应在桩的 2 个正交直径

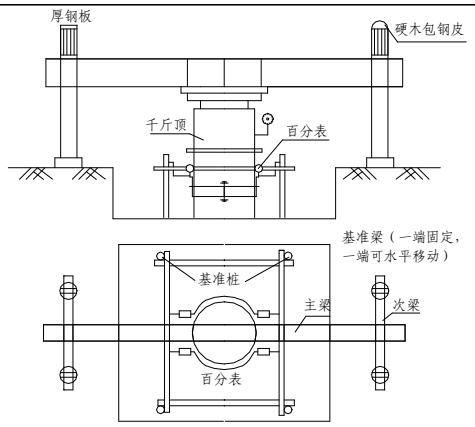

图5.2.1 垂直静载试验装置示意

方向对称安置 4 个百分表，直径或边宽小于 500mm 的桩可对称安置 2 个百分表。沉降测定平面宜在桩顶 200mm 以下位置，侧点应牢固地固定于桩身。基准梁应具有一定的刚度，梁的一端应固定在基准桩上，另一端应简支于基准桩上。固定和支承位移计（百分表）的夹具及基准梁应避免气温、振动及其他外界因素的影响。

4.2.3 试桩、锚桩(压重平台支墩)和基准桩之间的中心距离符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 试桩、锚桩（或压重平台支墩边）和基准桩之间的中心距离

距离 / 反力装置	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	≥4(3)D 且＞2.0m	≥4(3)D 且＞2.0m	≥4(3)D 且＞2.0m
压重平台	≥4D 且＞2.0m	≥4(3)D 且＞2.0m	≥4D 且＞2.0m
地锚装置	≥4D 且＞2.0m	≥4(3)D 且＞2.0m	≥4D 且＞2.0m

注：1、D 为试桩、锚桩或地锚的设计直径或边宽，取其较大者。

2、如试桩或锚桩为扩底桩或多支盘桩时，试桩与锚桩的中心距尚不应小于 2 倍扩大端径直径。

3、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。

4、软土场地堆载重量较大时，宜增加支墩边与基准桩中心和试桩中心之间的距离，并在试验过程中观测基准桩的竖向位移。

4.2.4 试验加载方式选择：试验加载方式一般采用慢速维持荷载法(逐级加载，每级荷载达到相对稳定后加下一级荷载，直至试桩破坏，然后逐级卸载到零)。当考虑结合实际工程桩的荷载特征或为缩短试验时间，也可采用多循环加、卸载法(每级荷载达到相对稳定后卸载到零)和快速维持荷载法(一般采用每一小时加一级荷载)。

4.3 砼桩头处理要求：

4.3.1 混凝土桩应先凿掉桩顶部的破碎层和软弱混凝土。

4.3.2 桩头顶面应平整，桩头中轴线与桩身上部的中轴线应重合。

4.3.3 桩头主筋应全部直通至桩顶混凝土保护层之下，各主筋应在同一高度上。

4.3.4 距桩顶 1 倍桩径范围内，宜用 3～5mm 钢板围裹或距桩顶 1.5 倍桩径范围内可设置箍筋，间距不宜大于 100mm。桩顶应设置钢筋网片 2～3 层，间距 60～100mm。

4.3.5 桩头混凝土强度等级宜比桩身混凝土提高 1～2 级，且不得低于 C30。

4.4 其它注意事项

4.4.1 在试验设备、仪器仪表的运输过程中应确保其不损伤，以保证现场测试数据的准确无误。

4.4.2 现场吊装安置加载设备时，应采取必要的安全措施，保证设备的安放位置正确和人员设备的安全。

4.4.3 反力架的安装和焊接要牢固可靠，对于不符合要求的反力装置不能进行正式试验加载工作。

4.4.4 反力钢梁在试验中严禁超载，以免发生人员和仪器损坏。

4.4.5 试验现场必须搭起能防雨、遮阳的临时帐篷或设施，以保护仪器设备。

4.4.6 高压油泵等仪器设备应按照就近、方便、安全的原则安放。

4.4.7 测试现场所接电源必须符合临时架设电源线路的要求，禁止乱扯电源、电线，防止漏电、触电等事故发生。

5 试验规定和要求

5.1 开始试验的时间：见附录一

5.2 千斤顶、油泵的安置和检查

5.2.1 千斤顶应平放于试桩中心。当采用两个或两个以上千斤顶同时工作时，应选择型号、规格相同的千斤顶，千斤顶的合力应与试桩轴线重合。

5.2.2 千斤顶加载系统主要包括千斤顶、高压油泵及油路三个部分。试验前应检查千斤顶、油泵工作是否正常，油路是否漏油。

5.3 压力传感器和百分表的安装要求：

5.3.1 压力传感器安装在千斤顶的上面，其受力中心线应与千斤顶中轴线重合。

5.3.2 百分表应安装固定在支承于相对不动基准桩上的基准梁上，百分表的安装应使表轴线平行于被测位移的方向，不得倾斜。

5.4 温度对沉降量的影响，主要由于温度变化会使基准梁产生变形，为消除这种影响，可采取下列几种方法：

5.4.1 基准梁宜采用刚度较大的型钢制作，且一端固定在基准梁上，另一端简支在基准桩上，可自由伸缩。

5.4.2 用一百分表支在基准梁跨中附近某一相对不动体上，对基准梁的变形进行监测，以

便对桩顶沉降量值进行修正。

5.4.3 利用围护物将试验场地围护起来，防止基准梁受阳光直射及减少温差。

5.5 慢速维持荷载法按下列规定进行加、卸载和沉降观测。

5.5.1 荷载分级：每级荷载值约为单桩承载力设计值的 1/10，其中第一级可取分级荷载的 2 倍。

5.5.2 测读桩沉降量的间隔时间：每级加载后，隔 5、10、15min 各测读一次，以后每隔 15min 读一次,；累计一小时后每隔半小时读一次。

5.5.3 稳定标准：在每级荷载作用下，每一小时内的桩顶沉降量不超过 0.1mm，并连续出现两次。

5.5.4 终止加载条件：当出现下列情况之一时，即可终止加载：

⑴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:当桩顶沉降能相对稳定且总沉降量小于 40mm 时，宜加载至桩顶总沉降量超过 40mm。

⑵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 24h 尚未达到相对稳定。

⑶已达到设计要求的最大加载量。

⑷当工程桩作锚桩时，锚桩上拔量已达到允许值。

⑸当荷载-沉降曲线呈缓变型时，可加载至桩顶总沉降量 60～80mm；在特殊情况下，可根据具体要求加载至桩顶累计沉降量超过 80mm。

5.5.5 卸载观测的规定：每级荷载维持 1h，按第 15、30、60min 测读桩顶沉降量后，即可卸下一级荷载。卸载至零时，应测读桩顶残余沉降量，维持时间为 3h，测读时间为第 15、30min，以后每隔 30min 测读一次。

6 试验过程

6.1 在前述试验准备工作完成后，即可开始正式试验。

6.1.1 安装好所有传感器，连接好油路控制系统，检查电源是否正常；

6.1.2 打开主机电源，仪器自动进入测试分析系统，约过 30 秒仪器处于正常工作状态后，可进行下一步工作：

6.1.3 进入主菜单，再进入“设置”菜单，输入参数，完毕后返回主菜单；

6.1.4 进入“测试、控制参数”菜单，输入参数，完毕后返回主菜单；

6.1.5 进行仪器自检，如自检出错，则根据不同错误，采取不同措施后重新自检，直至自检正常为止；

6.1.6 查看传感器伸长状态，测量试桩的传感器剩余长度应在 45mm 左右为宜，测量锚桩的

传感器剩余长度应在 15mm 左右为宜；

6.1.7 开油泵试机，直至正常；

6.1.8 仪器自检 30 分钟后开始试验。

6.2 各种加载方式下的试验过程：

6.2.1 慢速维持荷载法：按照 5.5 节的规定，逐级加载、观测沉降，每级荷载下的桩顶沉降达到相对稳定后再加下一级荷载，直到满足试验加载终止条件；然后逐级卸载、观测沉降，直到卸载为零。

2.6.2.2 多循环加、卸载法：每级荷载下的桩顶沉降达到相对稳定后，再卸载到零；然后进行下一循环，直到满足试验加载终止条件。

6.2.3 快速维持荷载法：每级荷载维持一小时后，再施加下一级荷载，直到满足试验加载终止条件，然后分级卸载到零。

6.3 试验过程中应注意记录现场天气变化情况。对试验过程中出现的各种意外或异常情况，应及时向试验负责人反映，并向建设单位和设计人员及时协商处理。

7 试验资料的整理

7.1 单桩竖向抗压静载试验概况：整理成表格形式(见原始记录表)，并应对成桩和试验过程中出现的异常现象作补充说明。

7.2 单桩竖向抗压静载试验记录表(见原始记录表)。

7.3 单桩竖向抗压静载试验荷载—沉降汇总表(见原始记录表)。

7.4 绘制有关试验成果曲线：为确定单桩的极限荷载，一般绘制 Q—s(按整个图形比例横:竖 = 2:3，取 Q、s 的坐标比例)，(s—lgt，s—lgQ)曲线，以及其辅助分析所需曲线。

7.5 当进行桩身应力、应变和桩底反力测定时，应整理出有关数据
的记录表和绘制桩身轴力分布图、计算不同土层的分层侧摩阻力分布和端阻力值。

8 单桩承载力的确定

8.1 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：

8.1.1 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对应的荷载值。

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

8.1.3 出现 5.5.4 条第⑵款情况，取前一级荷载值。

8.1.4 对于缓变型 Q-s 曲线可根据沉降量确定，取其 s=40mm 对应的荷载值；当桩长大于 40m 时，宜考虑桩身弹性压缩量；对值径大于或等于 800mm 的桩，可取 s=0.05D（D 为桩端

直径）对应的荷载值。

注：当按上述四款判定桩的竖向抗压承载力未达到极限时，桩的竖向抗压极限承载力应取最大试验荷载值。

8.2 单桩竖向抗压极限承载力统计值的确定应符合下列规定：

8.2.1 参加统计的试桩结果，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。

8.2.2 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，必要时可增加试桩数量。

8.2.3 对桩数为 3 根或 3 根以下的柱下承台，或工程桩抽检数量少于 3 根时，应取低值。

9 试验报告的内容

9.1 见附录二。

9.2 除附录二的内容外，还应包括下列内容：

9.2.1 受检桩桩位对应的地质柱状图；

9.2.2 受检桩及锚桩的尺寸、材料强度、锚桩数量、配筋情况；

9.2.3 加载反力种类，堆载法应指明堆载重量，锚桩法应有反力梁布置平面图；

9.2.4 加卸载方法，荷载分级；

9.2.5 7.4 要求绘制的曲线及对应的数据表；与承载力判定有关的曲线及数据；

9.2.6 承载力判定依据；

9.2.7 当进行分层摩阻力侧试时，还应有传感器类型、安装位置，轴力计算方法，各级荷载下桩身轴力变化曲线，各土层的桩侧极限摩阻力和桩端阻力。

●