

DB

甘肃省地方标准

DB62/T25-3065-2013

备案号: J12415-2013

基桩承载力自平衡检测技术规程

Technical Code for self-Balanced Testing
of Foundation Pile Bearing Capacity

2013-04-15 发布

2013-08-01 实施

甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省质量技术监督局

联合发布

甘 肃 省 地 方 标 准

基桩承载力自平衡检测技术规程

DB62/T25—3065—2013

主编单位：甘肃省建筑科学研究院
中国建筑第七工程局有限公司

批准部门：甘肃省住房和城乡建设厅
甘肃省质量技术监督局

实施日期：2013年8月1日

2013 兰州

甘肃省住房和城乡建设厅 文件 甘肃省质量技术监督局

甘建标〔2013〕187号

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局 关于批准发布《绿色建筑评价标准》等 七项标准为甘肃省地方标准的通知

各市(州)建设局、质量技术监督局,兰州新区规划建设局,省有关厅局,省标准化研究院,各勘察、设计、施工、监理单位,施工图审查机构:

由甘肃省建筑科学研究院等单位分别主编的七项标准(详见下表),已经甘肃省住房和城乡建设厅,甘肃省质量技术监督局共同审定,现批准为甘肃省地方标准,自2013年8月1日起实施。

序号	标准名称	标准编号	主编单位
1	绿色建筑评价标准	DB62/T25-3064-2013	甘肃省建筑科学研究院、甘肃省建材科研设计院
2	基桩承载力自平衡检测技术规程	DB62/T25-3065-2013	甘肃省建筑科学研究院、中国建筑第七工程局有限公司

续表

序号	标准名称	标准编号	主编单位
3	泡沫玻璃建筑保温隔热技术规程	DB62/T25-3066-2013	甘肃土木工程科学研究院、甘肃建工工程承包有限公司
4	居民住宅用电一户一表建设与改造技术规程	DB62/T25-3067-2013	甘肃省电力公司
5	断热节能复合砌块墙体保温体系规程	DB62/T25-3068-2013	西北民族大学
6	城市园林绿地养护管理标准	DB62/T25-3069-2013	兰州市园林绿化局、兰州市园林科学研究所
7	兰州地区回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程	DB62/T25-3070-2013	兰州大学

上述标准由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理，并委托甘肃建筑标准图发行站出版发行。

甘肃省住房和城乡建设厅 甘肃省质量技术监督局

2013年4月15日

标准名称	标准编号	主编单位	批准日期
泡沫玻璃建筑保温隔热技术规程	DB62/T25-3066-2013	甘肃土木工程科学研究院、甘肃建工工程承包有限公司	2013年4月15日
居民住宅用电一户一表建设与改造技术规程	DB62/T25-3067-2013	甘肃省电力公司	2013年4月15日
断热节能复合砌块墙体保温体系规程	DB62/T25-3068-2013	西北民族大学	2013年4月15日
城市园林绿地养护管理标准	DB62/T25-3069-2013	兰州市园林绿化局、兰州市园林科学研究所	2013年4月15日
兰州地区回弹法检测泵送混凝土抗压强度技术规程	DB62/T25-3070-2013	兰州大学	2013年4月15日

前 言

为推进基桩承载力自平衡检测技术在我省混凝土灌注桩工程中的应用,提高检测质量,使全省自平衡检测工作有据可依,根据甘肃省住房和城乡建设厅《2011年甘肃省工程建设标准及标准设计编制计划》(甘建标[2011]112号文件)的要求,规程编制组经过广泛的调查研究,认真总结实践经验,参考有关国家标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程主要内容有:总则,术语和符号,基本规定,测试设备及其安装,现场检测,测试数据的分析与判定,试验后注浆的要求等。

鉴于自平衡测试技术在我省应用时间不长,有待于进一步完善和提高,希望各单位在执行本规程时,注意总结经验,积累资料。本规程由甘肃省工程建设标准管理办公室负责管理,甘肃省建筑科学研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见和建议,请寄送甘肃省建筑科学研究院《基桩承载力自平衡检测技术规程》编制组(地址:兰州市七里河区西津东路575号建工大厦19楼,邮编:730050)。

主 编 单 位: 甘肃省建筑科学研究院
中国建筑第七工程局有限公司

参 编 单 位: 张掖市建设工程质量检测中心
杭州欧感科技股份有限公司

主要起草人: 孙树勋 王公胜 王艳森 晏大玮 赵旭明
龙建设 焦安亮 练国平 刘金峰 孙伟红
白永宏 王 浩 马洪波 钱 刚 叶雨山

毋存粮 吴靖江 程秉坤 刘云 杨杰斐

肖娅婷 周国朝 马得英 杨云霞 白建普

周瑞福 连杰明

主要审查人：汪国烈 廖胜修 李德荣 许善芬 张豫川

马安刚 满吉昌

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	4
4	测试设备及其安装	5
4.1	荷载箱	5
4.2	荷载箱安装	6
4.3	加载系统	6
4.4	位移测试系统	7
4.5	注浆管	8
4.6	扩底措施	8
5	现场检测	9
5.1	试验加、卸载分级	9
5.2	试验加载方法	10
5.3	终止加载条件	10
5.4	检测数据记录	11
6	测试数据的分析与判定	12
6.1	自平衡法试验数据分析	12
6.2	Q_u^s 和 Q_u^x 的确定	12
6.3	单桩极限承载力的推定	12
6.4	单桩竖向极限承载力统计值的确定	13
6.5	单桩竖向抗压(拔)承载力特征值的确定	14

6.6 检测报告内容	14
7 工程桩试验后注浆的要求	15
7.1 注浆管应具备的性能	15
7.2 注浆材料	15
7.3 注浆施工及终止条件	15
附录 A 测试系统的安装	16
附录 B 基桩承载力自平衡法试验记录	19
本规范用词说明	21
引用标准名录	22
附:条文说明	23

1 总 则

1.0.1 为确保基桩承载力自平衡法检测工作质量,规范基桩承载力自平衡法的检测方法,为设计和施工验收提供可靠依据,使基桩质量检测工作符合技术先进、准确适用、安全可靠、经济合理的要求,制定本规程。

1.0.2 基桩承载力自平衡法检测技术适用于桩端持力层在粘土、粉土、砂土、碎石土、岩层中的大直径(桩身直径宜大于等于800mm)混凝土灌注桩,特别适用于单桩竖向承载力高、受场地及现场客观条件限制无法进行传统竖向静载试验的桩承载力试验检测。

1.0.3 根据岩土工程勘察报告进行估算,当桩的极限端阻力小于桩的极限侧阻力时,宜将荷载箱与钢筋笼连接并放置在桩身平衡点位置,测试单桩竖向抗压(拔)极限承载力;当桩的极限端阻力大于或等于桩的极限侧阻力时,宜在桩底放置下承压板为刚性板的荷载箱,测试桩端土层的极限承载力,推定单桩竖向抗压极限承载力。

1.0.4 湿陷性黄土场地,当设计有要求或需要准确判定桩端承载力、下段桩侧正摩阻力、上段桩侧负摩阻力等参数时,可将荷载箱与钢筋笼连接并放置在桩身中性点位置。

1.0.5 基桩承载力自平衡法检测,除执行本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 基桩 foundation pile

桩基础中的单桩。

2.1.2 荷载箱 loading box

自平衡法检测中放置于桩身平衡点或桩底位置的的专用加载装置。

2.1.3 自平衡法 self-balanced method

基桩静载试验的一种方法。在桩身平衡点处或桩底位置预先埋设荷载箱,试验时通过荷载箱对上、下段桩身施加荷载,使得桩身向上和向下互为反力以求达到力的平衡,从而求得单桩竖向极限承载力的一种试验方法。

2.1.4 平衡点 balanced point position

基桩桩身某一位置,该位置上段桩桩身自重及桩的极限侧阻力之和与下段桩桩的极限侧阻力及桩的极限端阻力之和基本相等。

2.1.5 自平衡法静载试验 self-balanced static load test

自平衡法静载试验是将荷载箱与钢筋笼连接并放置在桩身平衡点或中性点位置,通过荷载箱逐级加载,利用位移丝(棒)观测在荷载箱加载力作用下的上端(下端)桩体向上(向下)的位移,测试上、下段桩的极限承载力,确定单桩竖向抗压(拔)极限承载力的试验方法。

2.2 符 号

- D ——桩端直径,或荷载箱下承压板直径;
- Q_u^s ——荷载箱上段桩实测加载值;
- Q_u^x ——荷载箱下段桩(或下承压板)实测加载值;
- Q_{pk} ——推定桩的极限端阻力值;
- Q_u ——单桩竖向抗压(拔)极限承载力值;
- R_a ——单桩竖向抗压(拔)承载力特征值;
- γ ——荷载箱上段桩侧阻力修正系数;
- A ——荷载箱承压底板面积;
- S_s ——荷载箱上段桩体的位移(简称:上位移);
- S_x ——荷载箱下段桩体(或下承压板)的位移(简称:下位移);
- W ——桩身的自重;
- W_p ——有效堆载重量;
- ψ_p ——大直径灌注桩端阻力尺寸效应系数;
- A_p ——桩端面积。

3 基本规定

3.0.1 基桩承载力自平衡法检测技术,可用于为设计提供依据的试验桩测试和工程桩的验收检测。

3.0.2 为设计提供依据的试验桩检测数量按设计要求执行,在同一条件下不宜少于3根。

工程桩抽检数量,对单位工程内并在同一条件下不应少于总桩数的1%,且不应少于3根;当工程桩总数在50根以内时,不应少于2根。

对铁路、公路、港口、水利等工程,可按国家现行有关标准的规定执行。

3.0.3 检测基桩的成桩工艺和质量,应与工程桩一致,并执行相应的技术标准。检测桩的休止期应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106的规定。

4 测试设备及其安装

4.1 荷载箱

4.1.1 试验加载采用的专用荷载箱及其配套的压力表或压力感测器等,应经法定计量单位或有相应资质的检测单位标定或检定,并出具荷载箱率定曲线。荷载箱必须采用国家建筑工程质量监督检验中心认可的合格服务及供应商的产品。

4.1.2 荷载箱极限加载能力应大于计算加载值的 1.2 倍;荷载箱的位移行程应大于桩的计算变形量的 1.5 倍。

4.1.3 工程桩检测采用的荷载箱构造应能保证荷载箱打开后留下的空间有利于浆液的填充;采用水下灌注混凝土时,荷载箱外部形状设计应有利于桩底浮渣被排出。

4.1.4 自平衡法(荷载箱埋设于桩底位置)的荷载箱下承压板应采用刚性板。桩身直径大于或等于 1000mm,所使用的荷载箱直径不应小于 800mm,且不宜采用组合拼装的类型,以保证荷载施加的均匀性及桩端承载力推算的精确性。

4.1.5 对于埋设于桩身的荷载箱,当桩径小于或等于 1100mm 时,宜采用整体环形荷载箱结构。当桩径大于 1100mm 时,宜采用组合式荷载箱。



图 4.1.5-1 整体环形荷载箱



图 4.1.5-2 组合式荷载箱

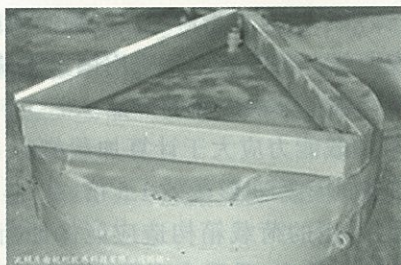


图 4.1.5-3 埋设于桩底的荷载箱

4.1.6 组合式荷载箱应在出厂前拼装完成，不得在现场拼装，以防止荷载箱位置安装不准确而造成加载力的偏心度过大。

4.2 荷载箱安装

4.2.1 荷载箱应水平放于试桩中心或桩端中心，荷载箱纵向中心线与桩身轴线夹角小于等于 5° 。

4.2.2 自平衡法静载试验的荷载箱应安设在平衡点，并与钢筋笼焊接在一起，荷载箱与上下钢筋笼连接处应有加强措施，并焊接锥形导正钢筋便于导管通过。自平衡法静载试验荷载箱安装可参照附录 A 中的图 A.0.1 进行。

4.2.3 自平衡法深层平板载荷试验的荷载箱的上承压板应与钢筋笼焊接在一起，下承压板应与试验土层充分接触或通过混凝土

找平层保证下承压板受力均匀。自平衡法深层平板载荷试验荷载箱安装可参照附录 A 中的图 A.0.2 进行。

4.3 加载系统

4.3.1 试验荷载通过高压油泵施加,荷载测量采用并联于荷载箱油路上的压力表或压力传感器测定油压,根据荷载箱的率定曲线换算荷载。

4.3.2 压力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。

4.3.3 试验用压力表、油泵、油管在施加最大荷载时的压力不应超过规定工作压力的 80%。

4.4 位移测试系统

4.4.1 测试位移可采用百分表或电子位移计测量,测量仪表应经法定计量单位检定。

4.4.2 自平衡法静载试验采用位移丝及位移护管用于检测桩顶位移、荷载箱上段桩位移和荷载箱下段桩位移。位移丝的变形量不大于 0.01mm,位移护管须承受 3MPa 以上的压强。位移护管采用整体盘管式结构。每条位移丝的护管,必须在出厂前整体制造,不得在现场采用接头分段连接的方式进行安装,以确保安装和检测质量。上位移丝宜固定在上承压板以上 20cm~50cm 的位置,下位移丝宜固定在下承压板以下 20cm~50cm 的位置。自平衡法静载试验位移传递系统安装可参照附录 A 中的图 A.0.1 进行。

4.4.3 自平衡法深层平板载荷试验的下位移丝宜固定在荷载箱下承压板结构上。自平衡法深层平板载荷试验位移传递系统安装可参照附录 A 中的图 A.0.2 进行。

4.4.4 上、下位移分别取二点或三点为一组进行测量,测量点应沿桩身的周长方向平均分布,取平均值为测量值,桩顶位移可直接

取桩顶中心点进行测量。

4.4.5 位移测试测量误差应不大于 0.1%FS,分辨力应优于或等于 0.01mm。

4.4.6 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,测试桩与基准桩之间的中心距离应不小于 4 倍桩身直径且大于 2.0m。

4.4.7 固定和支撑位移计(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。

4.4.8 采用位移丝装置时应设防风棚以确保不受风力扰动,且试验区周边不得有较大振动的施工以防扰动。位移丝与位移计的安装可参照附录 A 中的图 A.0.3。

4.5 注浆管

4.5.1 若在工程桩上进行试验,试验完毕后应在荷载箱处进行高压注浆,确保桩基安全。应在荷载箱周围安装注浆管,注浆管应采用符合《低压流体输送用焊接钢筋》GB/T 3092 的低压液体输送管,也可利用声测管作为注浆管,注浆管的构造及布置应保证试验结束后产生的空隙能被充分填充,注浆管数量应不少于 3 根,在通过荷载箱打开面时做相应处理,以避免渗漏堵塞或试验过程中无法断开,以至影响后期注浆。

4.6 扩底措施

4.6.1 在桩底放置下承压板为刚性板的荷载箱,当桩侧阻力提供的试验反力不足时,也可将桩端扩底进一步扩大,或适当增加嵌岩深度以提供足够的试验反力。

5 现场检测

5.1 试验加、卸载分级

5.1.1 试验最大加载量

1 为设计提供依据的试桩,应加载至破坏。最大双向加载值可按地质报告计算的单桩极限承载力的 1.2 倍~1.5 倍取值。

2 对工程桩抽样检测时,最大双向加载值不应小于设计要求的单桩承载力特征值的 2.0 倍。

3 自平衡法静载试验现场检测时如出现上段桩桩身自重及桩的极限侧阻力之和小于下段桩桩的极限侧阻力及桩的极限端阻力之和(即出现上段桩已达到破坏标准而下段桩尚未达到破坏标准)时,可根据现场实际情况在桩顶增加堆载配重,以确保试验最大加载量满足要求。

5.1.2 加载应分级进行,采用逐级等量加载;分级荷载宜为最大加载量或预估极限承载力的 1/10,其中第一级可取分级荷载的 2 倍加载;为确保自平衡检测的准确性,应在试验开始前预加荷载,预加荷载为第一级荷载,加载时间为 1h,卸载至零后,维持时间为 1h,方可进行正式试验检测。

5.1.3 卸载应分级进行,每级卸载量取加载时分级荷载的 2 倍,逐级等量卸载。

5.1.4 加载时应使荷载传递均匀、连续,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%。

5.2 试验加载方法

5.2.1 桩承载力自平衡检测应采用慢速维持荷载法。

5.2.2 慢速维持荷载法应符合以下规定：

1 每级荷载施加后按第 5min、15min、30min、45min、60min 测读位移值，以后每隔 30min 测读一次。

2 位移相对稳定标准：上、下位移每 1h 内的位移量均不大于 0.1mm，并连续出现两次（从分级荷载施加后第 30min 开始，按 1.5h 连续三次每 30min 的位移计算）。

3 当位移速率达到相对稳定标准，可施加下一级荷载。

4 卸载时，每级荷载维持 1h，按第 15min、30min、60min 测读位移量后，即可卸下一级荷载。卸载至零后，应测读残余位移量，维持时间为 3h，测读时间为第 15min、30min，以后每隔 30min 测读一次。

5.3 终止加载条件

5.3.1 分别测量荷载箱上、下位移，当出现下列情况之一时，可终止加载：

1 某级荷载作用下，位移量大于前一级荷载作用下位移量的 5 倍。但位移能相对稳定且上、下位移量均小于 40mm 时，宜加载至位移量超过 40mm。

2 某级荷载作用下，位移量大于前一级荷载作用下位移量的 2 倍，且经过 24h 尚未达到相对稳定标准。

3 已达到设计要求的最大加载量。

4 当荷载—位移曲线呈缓变型时，可加载至位移量 60mm~80mm；在特殊情况下，根据具体要求，可加载至累计位移量超过 80mm。

5 工程桩的验收性检测，应加载至设计要求的单桩极限承载

力 (即设计单桩承载力特征值 2 倍), 桩的总位移量不宜超过 40mm, 当测试中 $Q-s$ 曲线出现陡降段时, 应及时中止试验, 并查明原因。

5.4 检测数据记录

5.4.1 检测数据宜按附录 B 中的表 B.0.1 的格式记录。

6 测试数据的分析与判定

6.1 自平衡法试验数据分析

6.1.1 确定单桩竖向极限承载力时,应绘制 $Q_u^s-s_s$ 、 $Q_u^x-s_x$ 、 s_s-lgt 、 s_x-lgt 曲线,需要时也可绘制其他辅助分析所需曲线。

6.2 Q_u^s 和 Q_u^x 的确定

6.2.1 根据位移随荷载的变化的特征确定:对于陡变型 $Q_u^s-s_s$ 、 $Q_u^x-s_x$ 曲线,取其发生明显陡变的起始点对应的荷载值。

6.2.2 根据位移随时间的变化特征确定:上段桩取 s_s-lgt 曲线尾部出现明显向上弯曲的前一级荷载值,下端桩取 s_x-lgt 曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值。

6.2.3 出现第 5.3 条第 2 款情况,取前一级荷载值为极限承载力。

6.2.4 对缓变型 $Q_u^s-s_s$ 、 $Q_u^x-s_x$ 曲线,按位移值确定极限承载力值, Q_u^s 取对应于向上位移 $s_s=40\text{mm}$ 对应的荷载值; Q_u^x 可取 $s_x=0.05D$ 对应的荷载值。

6.3 单桩极限承载力的推定

6.3.1 荷载箱位于平衡点或中性点位置时,推定单桩竖向抗压极限承载力可按下列公式计算:

$$Q_u = \frac{Q_u^s - W_s - W_p}{\gamma} + Q_u^x \quad (6.3.1)$$

式中: Q_u ——单桩竖向抗压(拔)极限承载力值;

W_s ——上端桩桩身自重;

W_p ——有效堆载重量。当反力不足时,也可在桩顶增加堆载配重;

γ ——荷载箱上段桩侧阻力修正系数,根据荷载箱上部土的类型确定,粘性土、粉土取 0.8,砂土、碎石土取 0.7,岩石取 1.0,若上部有不同类型的土层, γ 取加权平均值。

6.3.2 单桩竖向抗拔极限承载力可按下列公式计算:

$$Q_u = Q_u^s \quad (6.3.2)$$

6.3.3 荷载箱位于桩底位置时,推定单桩竖向抗压极限承载力可按下列公式计算:

$$Q_u = \frac{Q_u^s - W - W_p}{\gamma} + Q_{pk} \quad (6.3.3-1)$$

$$Q_{pk} = \psi_p \times Q_u^s \times \left\{ \frac{A_p}{A} \right\} \quad (6.3.3-2)$$

式中: Q_u ——单桩竖向抗压(拔)极限承载力值;

Q_{pk} ——桩端极限阻力推定值;

W ——桩身自重;

A ——荷载箱承压底板面积;

A_p ——桩端面积;

ψ_p ——大直径灌注桩端阻力尺寸效应系数,按《建筑桩基技术规范》JGJ 94 中相关规定取值。

6.4 单桩竖向极限承载力统计值的确定

6.4.1 参加统计的测试桩不少于 3 根时,当满足极差不超过平均值的 30% 时,取其平均值作为单桩竖向抗压极限承载力。

6.4.2 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分析,必要时可增加测试桩数量。

6.4.3 测试桩数量少于 3 根时,应取低值。

6.5 单桩竖向抗压(拔)承载力特征值的确定

6.5.1 单桩竖向抗压(拔)承载力特征值可按下列公式计算:

$$R_a = \frac{1}{2} Q_u \quad (6.5.1)$$

6.6 检测报告内容

6.6.1 检测报告包含的内容应符合《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 的相关规定。

7 工程桩试验后注浆的要求

7.1 注浆管应具备的性能

7.1.1 注浆管应能承受 1.5MPa 以上静水压力, 管体强度应能保证在钢筋笼吊装和混凝土灌注过程中不至于破损。

7.2 注浆材料

7.2.1 注浆材料宜采用新鲜、性能稳定、强度等级不低于 42.5 的低碱硅酸盐水泥或低碱普通硅酸盐水泥, 浆液的水灰比宜为 0.5~0.8, 并掺入 7% 的膨胀剂和 1% 减水剂。

7.3 注浆施工及终止条件

7.3.1 注浆前应用泵送清水冲洗试验后留下的空隙, 直到相邻注浆管返回的水流变清澈, 方可进行灌浆; 当相邻注浆管返回的浆液与注入浆液浓度相差不大时, 封闭管头采用压力补浆, 压力 2MPa~4MPa, 建议持续 1h。

附录 A 测试系统的安装

A.0.1 自平衡法静载试验荷载箱（位于平衡点或中性点位置）及位移传递系统的安装示意图见图 A.0.1。

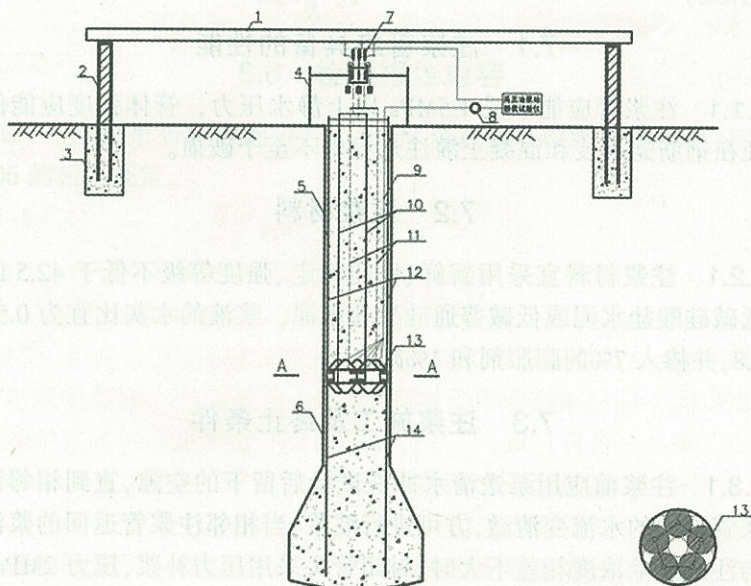
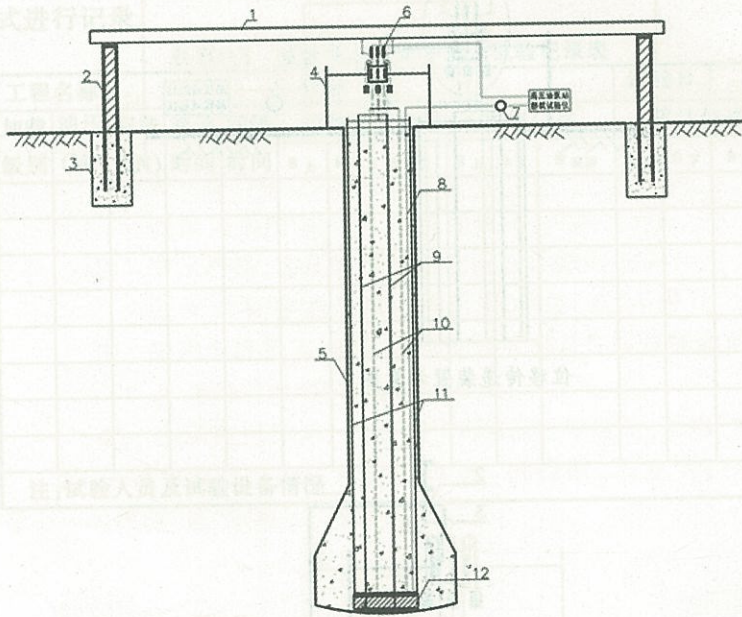


图 A.0.1 自平衡法静载试验系统

- 1-基准梁；2-基准桩；3-基准桩端加固体；
 4-位移测试支架；5-荷载箱上段桩体；6-荷载箱下段桩体；
 7-位移传感器；8-压力传感器；9-高压油管；10-下位移丝；
 11-上位移丝；12-上段桩钢筋笼；13-荷载箱；14-下段桩钢筋笼

A.0.2 自平衡法静载试验荷载箱(位于桩底位置)及位移传递系统的安装示意图见图 A.0.2。

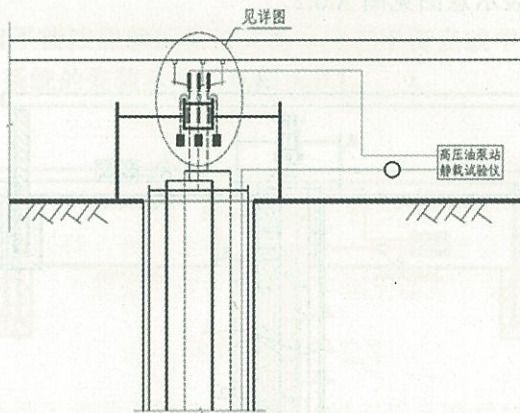


立面示意图

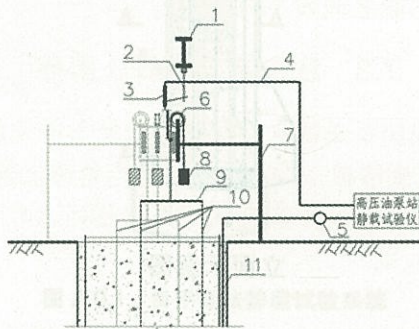
图 A.0.2 自平衡法深层平板荷载试验系统

- 1-基准梁; 2-基准桩; 3-基准桩端加固体;
 4-位移测试支架; 5-桩体; 6-位移传感器; 7-压力传感器;
 8-高压油管; 9-下位移丝; 10-上位移丝; 11-钢筋笼; 12-荷载箱

A.0.3 位移丝与位移计的安装示意图见图 A.0.3。



位移传递装置示意图



详图

图 A.0.3 位移丝与位移计的安装

- 1-基准梁；2-表座；
 3-位移传感器；4-位移传感器与静载测试仪连接线；
 5-压力传感器；6-位移丝转向滑轮；7-位移测试支架；
 8-配重块；9-位移传递杆；10-位移丝；11-高压油管

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的:
正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”。
- 2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:
正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”。
- 3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:
正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”。
- 4) 表示有选择,在一定条件下可以应这样做的,采用“可”。

2 规程中指定应按其它有关标准、执行时,写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《湿陷性黄土地区建筑规范》GB 50025
- 3 《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106
- 4 《建筑桩基技术规范》JGJ 94
- 5 《基桩静载试验自平衡法》JT/T 738

甘肃省地方标准

基桩承载力自平衡检测技术规程

DB62/T25-3065-2013

条文说明

1 总 则	27
2 术语和符号	29
3 基 本	30
4 测试设备及其要求	31
4.1 荷载箱	31
4.2 荷载箱试桩	32
4.3 加载系统	32
4.4 位移测量系统	32
4.5 桩顶管	33
4.6 平衡油缸	33
5 现场检测	36
5.1 其他检测方法和分类	36
5.2 检测加载方法	34
5.3 终止加载条件	34
6 测试数据的分析与判定	36
6.1 自平衡法试验数据整理	36
6.2 Q_s 和 Q_{sk} 的确定	36
6.3 单桩极限承载力的判定	36
6.4 单桩竖向极限承载力统计值的确定	37
6.5 单桩竖向抗压(拔)承载力特征值的确定	37
6.6 检测报告内容	37
7 工程桩试验用注液的要求	38
7.1 注浆管应具有的性能	38

目 次

1 总 则	27
2 术语和符号	29
3 基本规定	30
4 测试设备及其安装	31
4.1 荷载箱	31
4.2 荷载箱安装	32
4.3 加载系统	32
4.4 位移测量系统	32
4.5 注浆管	33
4.6 扩底措施	33
5 现场检测	34
5.1 试验加、卸载分级	34
5.2 试验加载方法	34
5.3 终止加载条件	34
6 测试数据的分析与判定	36
6.1 自平衡法试验数据分析	36
6.2 Q_u^s 和 Q_u^a 的确定	36
6.3 单桩极限承载力的推定	36
6.4 单桩竖向极限承载力统计值的确定	37
6.5 单桩竖向抗压(拔)承载力特征值的确定	37
6.6 检测报告内容	37
7 工程桩试验后注浆的要求	38
7.1 注浆管应具备的性能	38

7.2 注浆材料	38
7.3 注浆施工及终止条件	38

目 录

.....	目 录	1
.....	.....	2
.....	.....	3
.....	.....	4
.....	.....	4.1
.....	.....	4.2
.....	.....	4.3
.....	.....	4.4
.....	.....	4.5
.....	.....	4.6
.....	.....	2
.....	.....	2.1
.....	.....	2.2
.....	.....	2.3
.....	.....	2.4
.....	.....	2.5
.....	.....	2.6
.....	.....	2.7
.....	.....	2.8
.....	.....	2.9
.....	.....	2.10
.....	.....	2.11
.....	.....	2.12
.....	.....	2.13
.....	.....	2.14
.....	.....	2.15
.....	.....	2.16
.....	.....	2.17
.....	.....	2.18
.....	.....	2.19
.....	.....	2.20
.....	.....	2.21
.....	.....	2.22
.....	.....	2.23
.....	.....	2.24
.....	.....	2.25
.....	.....	2.26
.....	.....	2.27
.....	.....	2.28
.....	.....	2.29
.....	.....	2.30
.....	.....	2.31
.....	.....	2.32
.....	.....	2.33
.....	.....	2.34
.....	.....	2.35
.....	.....	2.36
.....	.....	2.37
.....	.....	2.38
.....	.....	2.39
.....	.....	2.40
.....	.....	2.41
.....	.....	2.42
.....	.....	2.43
.....	.....	2.44
.....	.....	2.45
.....	.....	2.46
.....	.....	2.47
.....	.....	2.48
.....	.....	2.49
.....	.....	2.50
.....	.....	2.51
.....	.....	2.52
.....	.....	2.53
.....	.....	2.54
.....	.....	2.55
.....	.....	2.56
.....	.....	2.57
.....	.....	2.58
.....	.....	2.59
.....	.....	2.60
.....	.....	2.61
.....	.....	2.62
.....	.....	2.63
.....	.....	2.64
.....	.....	2.65
.....	.....	2.66
.....	.....	2.67
.....	.....	2.68
.....	.....	2.69
.....	.....	2.70
.....	.....	2.71
.....	.....	2.72
.....	.....	2.73
.....	.....	2.74
.....	.....	2.75
.....	.....	2.76
.....	.....	2.77
.....	.....	2.78
.....	.....	2.79
.....	.....	2.80
.....	.....	2.81
.....	.....	2.82
.....	.....	2.83
.....	.....	2.84
.....	.....	2.85
.....	.....	2.86
.....	.....	2.87
.....	.....	2.88
.....	.....	2.89
.....	.....	2.90
.....	.....	2.91
.....	.....	2.92
.....	.....	2.93
.....	.....	2.94
.....	.....	2.95
.....	.....	2.96
.....	.....	2.97
.....	.....	2.98
.....	.....	2.99
.....	.....	3
.....	.....	3.1
.....	.....	3.2
.....	.....	3.3
.....	.....	3.4
.....	.....	3.5
.....	.....	3.6
.....	.....	3.7
.....	.....	3.8
.....	.....	3.9
.....	.....	3.10
.....	.....	3.11
.....	.....	3.12
.....	.....	3.13
.....	.....	3.14
.....	.....	3.15
.....	.....	3.16
.....	.....	3.17
.....	.....	3.18
.....	.....	3.19
.....	.....	3.20
.....	.....	3.21
.....	.....	3.22
.....	.....	3.23
.....	.....	3.24
.....	.....	3.25
.....	.....	3.26
.....	.....	3.27
.....	.....	3.28
.....	.....	3.29
.....	.....	3.30
.....	.....	3.31
.....	.....	3.32
.....	.....	3.33
.....	.....	3.34
.....	.....	3.35
.....	.....	3.36
.....	.....	3.37
.....	.....	3.38
.....	.....	3.39
.....	.....	3.40
.....	.....	3.41
.....	.....	3.42
.....	.....	3.43
.....	.....	3.44
.....	.....	3.45
.....	.....	3.46
.....	.....	3.47
.....	.....	3.48
.....	.....	3.49
.....	.....	3.50
.....	.....	3.51
.....	.....	3.52
.....	.....	3.53
.....	.....	3.54
.....	.....	3.55
.....	.....	3.56
.....	.....	3.57
.....	.....	3.58
.....	.....	3.59
.....	.....	3.60
.....	.....	3.61
.....	.....	3.62
.....	.....	3.63
.....	.....	3.64
.....	.....	3.65
.....	.....	3.66
.....	.....	3.67
.....	.....	3.68
.....	.....	3.69
.....	.....	3.70
.....	.....	3.71
.....	.....	3.72
.....	.....	3.73
.....	.....	3.74
.....	.....	3.75
.....	.....	3.76
.....	.....	3.77
.....	.....	3.78
.....	.....	3.79
.....	.....	3.80
.....	.....	3.81
.....	.....	3.82
.....	.....	3.83
.....	.....	3.84
.....	.....	3.85
.....	.....	3.86
.....	.....	3.87
.....	.....	3.88
.....	.....	3.89
.....	.....	3.90
.....	.....	3.91
.....	.....	3.92
.....	.....	3.93
.....	.....	3.94
.....	.....	3.95
.....	.....	3.96
.....	.....	3.97
.....	.....	3.98
.....	.....	3.99
.....	.....	4
.....	.....	4.1
.....	.....	4.2
.....	.....	4.3
.....	.....	4.4
.....	.....	4.5
.....	.....	4.6
.....	.....	4.7
.....	.....	4.8
.....	.....	4.9
.....	.....	4.10
.....	.....	4.11
.....	.....	4.12
.....	.....	4.13
.....	.....	4.14
.....	.....	4.15
.....	.....	4.16
.....	.....	4.17
.....	.....	4.18
.....	.....	4.19
.....	.....	4.20
.....	.....	4.21
.....	.....	4.22
.....	.....	4.23
.....	.....	4.24
.....	.....	4.25
.....	.....	4.26
.....	.....	4.27
.....	.....	4.28
.....	.....	4.29
.....	.....	4.30
.....	.....	4.31
.....	.....	4.32
.....	.....	4.33
.....	.....	4.34
.....	.....	4.35
.....	.....	4.36
.....	.....	4.37
.....	.....	4.38
.....	.....	4.39
.....	.....	4.40
.....	.....	4.41
.....	.....	4.42
.....	.....	4.43
.....	.....	4.44
.....	.....	4.45
.....	.....	4.46
.....	.....	4.47
.....	.....	4.48
.....	.....	4.49
.....	.....	4.50
.....	.....	4.51
.....	.....	4.52
.....	.....	4.53
.....	.....	4.54
.....	.....	4.55
.....	.....	4.56
.....	.....	4.57
.....	.....	4.58
.....	.....	4.59
.....	.....	4.60
.....	.....	4.61
.....	.....	4.62
.....	.....	4.63
.....	.....	4.64
.....	.....	4.65
.....	.....	4.66
.....	.....	4.67
.....	.....	4.68
.....	.....	4.69
.....	.....	4.70
.....	.....	4.71
.....	.....	4.72
.....	.....	4.73
.....	.....	4.74
.....	.....	4.75
.....	.....	4.76
.....	.....	4.77
.....	.....	4.78
.....	.....	4.79
.....	.....	4.80
.....	.....	4.81
.....	.....	4.82
.....	.....	4.83
.....	.....	4.84
.....	.....	4.85
.....	.....	4.86
.....	.....	4.87
.....	.....	4.88
.....	.....	4.89
.....	.....	4.90
.....	.....	4.91
.....	.....	4.92
.....	.....	4.93
.....	.....	4.94
.....	.....	4.95
.....	.....	4.96
.....	.....	4.97
.....	.....	4.98
.....	.....	4.99

1 总 则

1.0.1 随着高层建筑在我省的兴建,大直径大吨位灌注桩逐年增多,用传统静载法对大吨位桩基进行承载力测试非常困难,而且测试费用高昂,目前大多工程被迫从工程桩中选择较小吨位的基桩进行静载试验,而使大直径大吨位的处于关键承重部位的基桩得不到有效的承载力检验,给工程安全埋下隐患。基桩承载力自平衡检测法,在国际基础工程中有了广泛的使用,九十年代后传入我国,至今据不完全统计已经在30个省、市、自治区及港澳特区数千个建筑工程和数百座桥梁工程成功应用。与传统地静载荷试验相比,自平衡测试法试验吨位大,不受现场场地条件的限制,具有快捷、简便的特点,因此统一基桩承载力自平衡法检测技术方法,使其标准化、规范化,促进基桩检测技术进步,提高检测工作质量,为设计和施工验收提供可靠依据,确保工程质量,制定本标准。本标准适用于甘肃省新建、改建、扩建工程的大直径大吨位灌注桩的承载力检测。

由于自平衡法测试时需要在桩身或桩底预埋荷载箱,为了保证足够的操作空间和便于灌注混凝土的导管顺利通过,对进行自平衡法测试的最小桩径进行规定,规定桩身直径宜大于等于800mm。对于桩端持力层为粘性土、粉土、砂土、碎石土、岩层的大直径混凝土灌注桩均可以顺利安装荷载箱并完成荷载试验。对于单桩承载力高、受场地及现场客观条件限制无法进行传统静载试验的桩承载力检验,自平衡法测试有绝对的优势。

为确保基桩自平衡检测法在甘肃省应用的可靠性,在今后工作中,应进一步总结经验,长期研究,积累资料,根据数理统计的方

法提供传统载荷试验与自平衡检测法的结果保证率。

1.0.2 基桩自平衡检测法的原理是利用桩身反力的平衡实现对桩的加载,与周围土的类型和桩施工工艺影响较小。近几年的实践表明,自平衡检测法适用于粘性土、粉土、砂土、碎石土、岩层等地质情况中的人工挖孔桩、钻孔灌注桩等。尤其是对特殊环境如超高承载力、水上、坡地、基坑底、狭窄场地试桩等有明显优越性。

1.0.3 在工程实际测试中,要将荷载箱埋置在平衡点,先根据岩土工程勘察报告进行估算,当平衡点以上桩侧摩阻力和桩身自重的合力与该点以下桩侧阻力和桩端阻力的合力相等时,将荷载箱置于桩身平衡点上;当平衡点以上桩侧阻力和桩身自重的合力小于该点以下桩侧阻力和桩端阻力的合力相等时,将荷载箱置于桩端。

对于端承桩或摩擦端承桩来说,桩底实际上就是桩的平衡点。这两类桩的持力层非常好,桩侧摩阻力和桩身自重的合力相对较小,可采用缩小荷载箱面积以减小持力层的受力面积或增加扩底直径、增加嵌岩深度的措施创造平衡条件。

1.0.4 基桩自平衡检测法在大厚度湿陷性黄土地地基桩分解试验中有明显优势,可将荷载箱与钢筋笼连接并放置在桩身中性点位置,利用基桩自平衡分解试验结果,可准确判定桩端承载力、下段桩侧正摩阻力、上段桩侧负摩阻力等参数。

2 术语和符号

2.1.2~2.1.4 本定义中引入“平衡点”概念,平衡点是桩身的某一点,该点以上桩侧阻力和桩身自重的合力与该点以下桩侧阻力和桩端阻力的合力大小相等。荷载箱应放置在“平衡点”加载才能同时测出上段桩和下端桩的极限承载力。将荷载箱放置在平衡点技术上是合理的,投入上也是经济的,但在实际工程中平衡点的确定是一个困难而复杂的问题。在试验之前根据岩土工程勘察报告等资料和试桩经验来确定平衡点,存在一定的偏差是完全可能的,偏差的存在会造成上、下两段桩很少同时达到预先拟定的极限条件,即其中一段达到极限承载力,另一段可能还不能达到,由此判定的单桩极限承载力小于真实的极限承载力,故结果偏于保守。

建议重要工程有条件时先实测桩侧(端)阻力,根据实测情况确定平衡点位置,自平衡法静载试验现场检测时如出现上段桩桩身自重及桩的极限侧阻力之和小于下段桩桩的极限侧阻力及桩的极限端阻力之和(即出现上段桩已达到破坏标准而下段桩尚未达到破坏标准)时,可根据现场实际情况在桩顶增加堆载配重,以确保试验最大加载量满足要求。

3 基本规定

3.0.3 本条主要是针对桩的休止期和桩身强度提出的,同时强调测试桩成桩工艺和质量控制应执行工程桩的相关技术标准。

成桩后桩侧土体强度恢复需要一定的时间,休止期按《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106 相关条文要求;对于自平衡法静载试验,由于该法测试施加的力相当于传统静载法的一半,故对桩身强度要求可适当放宽,一般混凝土强度要求达到设计值的 60%以上就可满足该法测试强度要求;对于自平衡法深层平板载荷试验,则要求桩身混凝土强度达到设计强度。

4 测试设备及其安装

4.1 荷载箱

4.1.1~4.1.4 对试验用的荷载箱作出基本要求。加载用的荷载箱都是一种特制的油压千斤顶。它需要按照桩的类型,截面尺寸和极限承载力专门设计生产,使用前应经法定计量单位和有相应资质的检测单位按不小于 1.05 倍预估极限承载力进行检定,荷载箱极限加载能力应大于预估极限承载力的 1.2 倍。为了保证桩基的成桩质量及使用安全,要求荷载箱的构造应能保证荷载箱打开后留下的空间有利于水泥浆液的充分填充,埋设在桩身的荷载箱外部形状设计应有利于浮渣被排出,避免浮渣停滞在荷载箱的底部造成局部强度过低,加载过程中被荷载箱压碎或变形过大,导致试验失败,更可能影响桩的桩身质量,因此荷载箱下部应加置导流体,以便于浮渣被排出。为了减小荷载箱下承压板的变形量,要求当荷载箱埋设于桩底时其下承压板应采用刚性板。组合式荷载箱应在出厂前拼装完成,不允许在现场拼装,以保证荷载箱的水平性及加载的同步性。

鉴于自平衡荷载箱系基桩承载力自平衡法检测的关键设备,而且试验前一次性埋入,其过程控制具有不可逆性。尽管可以在埋设设备前,通过率定油压及加载力的线性关系等方法来预先测试部分性能,但是由于地下工程的隐蔽性和复杂性,本着从严的要求,本规程规定,荷载箱必须采用国家最高等级的建筑工程质量监督检验机构—国家建筑工程质量监督检验中心认可的合格服务及供应商的产品,以杜绝将不合格的自平衡荷载箱用于本地区的试

验。

从全国各地荷载箱检定情况来看,目前国内荷载箱的检定一般为单个荷载箱检定,在今后工作中,应解决荷载箱整体检定的问题,以确保自平衡检测结果的可靠性。

4.2 荷载箱安装

4.1.1~4.1.2 对荷载箱的安放及焊接作出规定。在平面上荷载箱应平放在试验桩中心或桩底端中心,以防产生偏心轴向力。荷载箱位移方向与桩身轴线夹角小于等于 5° ,荷载箱在桩身轴线上产生的力为荷载箱加载力的99.6%,其偏心影响很小,可忽略不计。自平衡法静载试验的荷载箱应安设在平衡点位置,并与钢筋笼焊接在一起,荷载箱与上下钢筋笼连接处应有加强措施,以防止桩身加载后局部破损;同时焊接锥形导正钢筋,便于清底导管和浇筑混凝土的导管从荷载箱中部顺利通过。自平衡法深层平板载荷试验的荷载箱的上承压板应与钢筋笼焊接在一起,为保证下承压板应与试验土层充分接触,可通过细石混凝土找平层保证下承压板受力均匀,亦可以采用其他确保荷载箱底部与试验土层充分接触的有效措施。

4.2.2 基桩钢筋笼与荷载箱连接处应设置加劲箍,并与荷载箱焊接连接等加强措施,以确保钢筋笼吊装及安置过程中荷载箱的安全。

4.3 加载系统

4.3.1~4.3.3 对加载系统的精密和系统的耐压性能提出要求。

4.4 位移测量系统

4.4.1 检测所用计量器具必须送至法定计量检定单位进行定期检定,且使用时必须在计量检定的有效期内,以保证基桩检测数据的准确可靠性和可追溯性。

- 4.4.2 本条对自平衡法静载试验位移测点安装位置进行规定。
- 4.4.3 本条对自平衡法深层平板载荷试验位移测点位置进行规定。
- 4.4.4 本条对位移测点数量及取值进行规定。
- 4.4.5 本条对位移测量精度进行规定。今后工作中,应测试“位移丝”的“温度线胀系数”,并对位移测试数据作相应修正,应进一步总结经验,长期研究,积累资料。
- 4.4.6 本条对基准梁提出具体要求。
- 4.4.7 主要为了减小位移测试系统被外界因素影响而提出的。

4.5 注浆管

4.5.1 自平衡法试验结束后,桩身在荷载箱位置会形成一段小的断层,因此,如试桩用作工程桩,应在荷载箱周围安装注浆管,注浆管的构造及布置应能保证试验结束后产生的空隙能被充分填充。

自平衡法试验中,荷载箱打开后,会对桩体有张拉作用,因此,当有声测管、注浆管和位移丝(棒)护管通过荷载箱位置时,应使用声测管、注浆管和位移丝(棒)护管在荷载箱部位设置伸缩结构,保证荷载箱顺利打开。同时在埋设时应使声测管、注浆管和位移丝(棒)护管得到可靠的密封处理,避免混凝土浇筑时水泥进入管内,导致试验失败或无法注浆补强。

桩身中的荷载箱节点,当用于工程基桩时应作有效可靠处理,使节点在拉、压、剪方面的长期承载能力不低于未安装荷载箱的桩段,使节点防锈抗腐等耐久性能不低于未安装荷载箱的桩段,应积累经验逐步有效解决荷载箱节点的长期安全性。

4.6 扩底措施

4.6.1 自平衡法深层平板荷载试验,当桩侧阻力提供的试验反力不足时,也可将桩端扩底进一步扩大,或适当增加入岩深度以提供足够的试验反力。

5 现场检测

5.1 试验加、卸载分级

5.1.1 工程桩抽样检测,当有条件时,宜加载至单桩承载力特征值的 2.2 倍~2.4 倍,这主要是基于以下考虑:3 根工程桩自平衡静载荷试验,如分十级加载,其中一根桩第十级破坏,另两根桩均满足设计要求,按评定原则极限承载力取 3 根桩的平均值,则单位工程的单桩竖向承载力特征值不满足设计要求。但如果有一根满足设计要求的桩的最大加载量取为单桩承载力特征值的 2.2 倍~2.4 倍,且试验证实其单桩竖向承载力不低于单桩承载力特征值的 2.2 倍~2.4 倍,则单位工程的单桩竖向承载力特征值满足设计要求。这样就可以避免不必要的工程处理,便于工程桩竖向承载力的评定。

自平衡检测时,当荷载箱上、下位移出现第 5.3.1 条第 1 款、第 2 款情况之一时,即可认为达到了破坏标准。

5.1.2~5.1.4 参考了《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 中加载分级规定。为确保荷载箱在自平衡检测时能够正常打开,不对测试结果造成影响,需要在正式测试工作开始前先预加荷载。

5.2 试验加载方法

5.2.1~5.2.4 参考了《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 中加载方法的规定。

5.3 终止加载条件

5.3.1 终止加载条件参考了《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-

2003 中相关规定。本条对自平衡法深层载荷试验和自平衡法静载试验的终止加载条件做了相同的规定，主要是因为自平衡法深层平板载荷试验刚性板下可能有沉渣存在，刚性板的 $Q-s$ 曲线的特性更接近于桩静载试验的 $Q-s$ 曲线，与传统的刚性板的 $Q-s$ 曲线会有一些的区别。

该条文中“在特殊情况下，根据具体要求，可加载至累计位移量超过 80mm”的原因是，非嵌岩的长(超长)桩和大直径(扩底)桩的 $Q-s$ 曲线一般呈缓变型，在桩顶沉降达到 40mm 时，桩端阻力一般不能充分发挥。前者由于长细比大、桩身较柔，弹性压缩量大，桩顶沉降较大时，桩端位移还很小；后者虽桩端位移较大，但尚不足以使端阻力充分发挥。特殊情况指非嵌岩的长(超长)桩和大直径(扩底)桩桩端阻力未充分发挥时，可考虑加载至累计位移量超过 80mm。

6 测试数据的分析与判定

6.1 自平衡法试验数据分析

6.1.1 为使曲线图结果直观、便于比较,同一工程的一批试桩曲线应按相同的位移纵坐标比例绘制。

6.2 Q_u^s 和 Q_u^x 的确定

6.2.1~6.2.4 Q_u^s 和 Q_u^x 的确定参考了《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 单桩竖向抗压极限承载力 Q_u 的确定方法。

6.3 单桩极限承载力的推定

6.3.1 荷载箱上段桩侧阻力修正系数

自平衡检测时,荷载箱上部桩身自重方向与桩侧阻力方向一致,故在判定桩侧阻力时应当排除。本法测出的上段桩的摩阻力方向是向下的,与常规静载试验所测桩摩阻力方向相反。传统方法加载时,侧阻力将是土层压密,而自平衡法加载时,上段桩侧阻力将使土层减压松散,故该法测出的桩摩阻力小于常规摩阻力,国内外大量的对比试验以证明了该点。

本规程对于粘性土、粉土、碎石土荷载箱上段桩侧阻力修正系数取 0.8,对于砂土取 0.7,对于岩石取 1.0,可满足工程要求,而且是偏于安全的。

6.3.2 对于竖向抗拔桩试验可直接取 Q_u^s 为单桩竖向抗拔极限承载力。

6.3.3 对于桩端为黏性土、粉土、砂土、碎石土的大直径桩端阻力

尺寸效应系数,按《建筑基桩检测技术规范》JGJ 94-2008 中相关规定取值,对于软岩可参考黏性土取值,对于硬岩尺寸效应系数可取 1.0。

6.4 单桩竖向极限承载力统计值的确定

6.4.1 引用《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 对单桩竖向极限承载力统计值的取值做出规定。

6.5 单桩竖向抗压(拔)承载力特征值的确定

6.5.1 引用《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 对单桩竖向极限承载力特征值的取值做出规定。

6.6 检测报告内容

6.6.1 按照《建筑基桩检测技术规范》JGJ 106-2003 相关规定要求检查报告包含的内容,避免检测报告过于简单,也有利于委托方、设计及检测部门对报告的审查和分析。

7 工程桩试验后注浆的要求

7.1 注浆管应具备的性能

7.1.1 为了保证试验后工程桩的安全对基桩进行灌浆,安装时应确保注浆管万无一失,因此从耐压性能和可靠性上对注浆管作出要求。

7.2 注浆材料

7.2.1 本条对注浆浆液的水灰比建议值为 0.5~0.8,并掺入 7%的膨胀剂和 1%减水剂。注浆初期用较稀的浆液,有利于浆液在桩侧土层扩散,注浆后期使用浆液,有利于桩身混凝土小断层的填充。

7.3 注浆施工及终止条件

7.3.1 注浆前一般要求对注浆管及空隙进行冲洗,把因荷载箱撑开、负压吸入的泥浆等杂质冲洗干净。