

ICS 93.010  
P22

# DB45

广西壮族自治区地方标准

DB45/T 564—2009

---

## 桩承载力自平衡法测试技术规程

Technical code for self-balanced measurement method  
of pile bearing capacity

2009-01-19 发布

2009-02-23 实施

---

广西壮族自治区质量技术监督局 发布



## 目 次

前 言 .....	II
1 范 围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	2
3 术语、定义和符号 .....	3
4 总 则 .....	5
5 测试设备及其安装 .....	6
6 现场检测 .....	9
7 测试数据的分析与判定 .....	11
8 试验后注浆的要求 .....	14
附录 A（资料性附录）测试系统的安装 .....	15
附录 B（资料性附录）桩承载力自平衡法试验记录 .....	18
条文说明 .....	19

## 前 言

为推进自平衡法测试技术在我区大直径大吨位混凝土灌注桩测试中的应用，使大直径大吨位灌注桩的承载力得到有效检验，制定本标准。

根据广西壮族自治区质量技术监督局《关于下达 2007 年第一批广西地方标准制定项目计划的通知》(桂质监函[2007]164 号)，由广西建设厅提出、广西壮族自治区建筑工程质量检测中心承担《桩承载力自平衡法测试技术规程》的编写工作。

在编写过程中，开展了专题研究，进行了广泛的调查分析，总结了近年来我国自平衡法测试经验，吸纳了该领域新的科研成果，以多种方式广泛征求了我区有关单位的意见，最后经审查定稿。

本标准的附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由广西壮族自治区建设厅提出。

本标准由广西壮族自治区建设厅归口。

本标准负责起草单位：广西壮族自治区建筑工程质量检测中心。

参加起草单位：杭州欧感科技有限公司。

本标准主要起草人员：周家斌、唐建平、程秉坤、林春伟、张经纬、杨卫军。

本标准参加起草人员：张小武、唐吉福、俸尚东、李梅、黄赞、顾胜、梁海、邓毅、蔡广祎、黄燕春、黄章福、钱伟、秦俭、廖泓、谢轶、黄安芳、蒋崇节、黄龙、卢才植、刘长伟。

本标准为首次发布。

## 1 范 围

本标准规定了桩承载力自平衡法测试技术规程的总则、术语和符号、测试设备及其安装、现场检测、测试数据的分析与判定。

本标准适用于广西壮族自治区新建、改建、扩建工程的大直径混凝土灌注桩的承载力检测。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 50007 建筑地基基础设计规范

JGJ 94 建筑桩基技术规范

JGJ 106 建筑基桩检测技术规范

### 3 术语、定义和符号

#### 3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

##### 3.1.1

###### 自平衡法静载试验

自平衡法静载试验是将荷载箱与钢筋笼连接并放置于桩身平衡点，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段（下段）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。

##### 3.1.2

###### 自平衡法深层平板载荷试验

自平衡法深层平板载荷试验是在桩底放置下承压板为刚性板的荷载箱，利用桩端阻力和桩侧阻力互为反力，通过荷载箱逐级加载，测试大直径桩桩端极限阻力，推定单桩竖向抗压极限承载力的试验方法。

#### 3.2 符号

本标准使用的符号如下：

$D$  ——荷载箱下承压板直径

$Q_{u上}$  ——荷载箱上段桩实测极限承载力值

$Q_{u下}$  ——荷载箱下段桩(或下承压板)实测极限承载力值

$Q_{pk}$  ——桩端极限阻力推定值

$Q_{pa}$  ——桩端阻力特征值推定值

$Q_u$  ——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

$\lambda$  ——桩侧抗拔-抗压阻力比

$A$  ——荷载箱承压底板面积

$s_{上}$  ——荷载箱上段桩体的位移（简称：上位移）

$s_{下}$  ——荷载箱下段桩体（或下承压板）的位移(简称：下位移)

$W$  ——桩身自重

$W_p$  ——有效堆载重量

$\psi_p$  ——大直径灌注桩端阻力尺寸效应系数

$A_p$  ——桩端面积



## 4 总 则

- 4.1 桩承载力自平衡法测试技术适用于桩端持力层在粘性土、粉土、砂土、碎石土、岩层中的大直径（桩身直径宜大于等于 800 mm）混凝土灌注桩，特别适用于单桩承载力高、受场地及现场客观条件限制无法进行传统静载荷试验的桩承载力检验。当埋设有桩身应力、应变测量元件时，尚可直接测定桩周各土层的极限侧阻力。
- 4.2 自平衡法试验分为：自平衡法静载试验和自平衡法深层平板载荷试验。
- 4.3 根据岩土工程勘察报告进行估算，当端阻力小于桩侧负摩阻力时，宜采用自平衡法静载试验测试单桩竖向抗压（拔）极限承载力；当端阻力大于或等于桩侧负摩阻力时，可采用自平衡法深层平板载荷试验测试桩端阻力，推定单桩抗压极限承载力。
- 4.4 自平衡法静载试验和自平衡法深层平板载荷试验根据各自的适用范围可用于试验桩的测试及工程桩承载力验收检测。
- 4.5 检测数量及桩的休止期应符合 JGJ 106 中关于静载试验的要求。测试桩的成桩工艺和质量控制应执行工程桩的相关技术标准。
- 4.6 采用桩承载力自平衡法测试基桩承载力，除执行本规程外，尚应符合国家现行有关标准、规范的规定。

## 5 测试设备及其安装

### 5.1 荷载箱

- 5.1.1 试验加载采用的专用荷载箱，应经法定计量单位或有相应资质的检测单位标定。
- 5.1.2 荷载箱极限加载能力应大于预估极限承载力的 1.2 倍。
- 5.1.3 荷载箱的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，荷载箱外部形状设计应有利于浮渣被排出。
- 5.1.4 自平衡法深层平板载荷试验的荷载箱下承压板应采用刚性板。

### 5.2 荷载箱安装

- 5.2.1 平面上荷载箱应平放于试桩中心或桩底端中心，荷载箱位移方向与桩身轴线夹角 $\leq 5^\circ$ 。
- 5.2.2 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.1 进行。
- 5.2.3 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.2 进行。

### 5.3 加载系统

5.3.1 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。

5.3.2 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。

5.3.3 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%。

### 5.4 位移测试系统

5.4.1 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。

5.4.2 自平衡法静载试验的上位移丝（棒）宜固定在上承压板以上 20 cm~50 cm 左右的位置，下位移丝（棒）宜固定在下承压板以下 20 cm~50 cm 左右的位置。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.1 进行。

5.4.3 自平衡法深层平板载荷试验的下位移丝（棒）宜固定在荷载箱下承压板结构上，可以不测量荷载箱上位移，但应测量桩顶位移以监测试验过程。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.2 进行。

5.4.4 上、下位移分别取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。

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

5.4.6 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 2.0 m。

5.4.7 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。

5.4.8 采用位移丝装置时应设防风棚以确保不受风力扰动。位移丝与位移计的安装可参照附录 A 中的图 A.3。

### 5.5 注浆管

若试桩用作工程桩，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，注浆管数量应不少于 3 根。

### 5.6 伸缩结构

声测管、注浆管和位移丝（棒）护管在荷载箱部位应做成伸缩结构，并进行可靠的密封处理。

### 5.7 扩底措施

当在工程桩上进行自平衡法深层平板载荷试验时，应将被测桩的桩端直径根据荷载箱面积适当增大，以抵消测试部位对桩端承载力的影响。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。

## 6 现场检测

### 6.1 试验加、卸载分级

6.1.1 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。

6.1.2 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。

6.1.3 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分级荷载的  $\pm 10\%$ 。

### 6.2 试验加载方法

6.2.1 为设计提供依据的桩承载力自平衡法试验应采用慢速维持荷载法。

6.2.2 对于工程桩的验收检测宜采用慢速维持荷载法。当有成熟经验或特殊时间要求时，也可采用快速维持荷载法。

6.2.3 慢速维持荷载法应符合下列规定：

- a) 每级荷载施加后按第 5 min、15 min、30 min、45 min、60 min 测读位移值，以后每隔 30 min 测读一次。
- b) 位移相对稳定标准：每 1h 内的位移量不超过 0.1mm，并连续出现两次（从分级荷载施加后第 30 min 开始，按 1.5 h 连续三次每 30 min 的位移量计算）。
- c) 当位移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 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 3 h，测读时间为第 15 min、30 min，以后每隔 30 min 测读一次。

6.2.4 快速维持荷载法应符合下列规定：

快速维持荷载法的每级荷载维持时间不应少于 1 h，是否延长维持荷载时间应根据位移收敛情况确定。

6.3 终止加载条件

当出现下列情况之一时，可终止加载：

- a) 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 40 mm。
- b) 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 24 h 尚未达到相对稳定标准。
- c) 已达到设计要求的最大加载量。
- d) 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 80 mm。

6.4 检测数据记录

检测数据宜按附录 B 中表 B.1 的格式记录。

## 7 测试数据的分析与判定

### 7.1 自平衡法试验数据分析

7.1.1 确定单桩竖向极限承载力时，一般应绘制  $Q_{u上}-s_{上}$ 、 $Q_{u下}-s_{下}$ 、 $s_{上}-lgt$ 、 $s_{下}-lgt$  曲线，需要时也可绘制其他辅助分析所需曲线。

7.1.2 当进行桩身应力、应变测定时，应整理出有关数据的记录表和绘制桩身轴力分布、侧阻力分布，桩端阻力-荷载、桩端阻力-沉降关系等曲线。

### 7.2 $Q_{u上}$ 和 $Q_{u下}$ 的确定

7.2.1 根据位移随荷载的变化的特征确定：对于陡变型  $Q_{u上}-s_{上}$ 、 $Q_{u下}-s_{下}$  曲线，取其发生明显陡变的起始点对应的荷载值。

7.2.2 根据位移随时间的变化特征确定：上段桩取  $s_{上}-lgt$  曲线尾部出现明显向上弯曲的前一级荷载值，下段桩取  $s_{下}-lgt$  曲线尾部出现明显向下弯曲的前一级荷载值。

7.2.3 当满足本标准第 6.3 条规定的终止加载条件时，取其对应的前一级荷载为极限承载力。

7.2.4 对缓变形  $Q_{u上}-s_{上}$ 、 $Q_{u下}-s_{下}$  曲线，按位移值确定极限承载力值， $Q_{u上}$  取对应于向上位移  $s_{上}=40\text{mm}$  对应的荷载值； $Q_{u下}$  可取  $s_{下}=0.05D$  的对应荷载值。（ $D$  为桩端直径；当为自平衡法深层平板载荷试验时， $D$  为荷载箱下承压板直径）。

### 7.3 单桩极限承载力的推定

7.3.1 自平衡法静载试验推定单桩竖向抗压极限承载力按式（1）计算：

$$Q_u = (Q_{u上} - W_{上} - W_p) / \lambda + Q_{u下} \quad \cdots \quad (1)$$

式中:

$Q_u$  ——单桩竖向抗压极限承载力;

$W_{上}$  ——上段桩桩身自重;

$W_p$  ——有效堆载重量。当反力不足时,可在桩顶增加堆载配重;

$\lambda$  ——桩侧抗拔—抗压阻力比,粘性土、粉土、碎石土取 0.8;对于砂土取 0.7。

7.3.2 单桩竖向抗拔极限承载力按式(2)计算:

$$Q_u = Q_{u上} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (2)$$

7.3.3 自平衡法深层平板载荷试验推定单桩竖向抗压极限承载力按式(3)计算:

$$Q_u = (Q_{u上} - W - W_p) / \lambda + Q_{pk} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (3)$$

式中:

$Q_{pk}$  ——  $Q_{pk} = \psi_p \times Q_{u下} \times (A_p / A)$ ;

$W$  ——桩身自重;

$A$  ——荷载箱承压底板面积;

$A_p$  ——桩底面积;

$\psi_p$  ——大直径桩端阻力尺寸效应系数,按 JGJ 94 中相关规定取值。

7.3.4 带扩底的大直径端承桩的单桩竖向抗压极限承载力按式(4)计算:

$$Q_u = Q_{pk} \quad \cdots \cdots \cdots \quad (4)$$

#### 7.4 单桩竖向极限承载力统计值的确定

7.4.1 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。



7.4.2 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确定，必要时可增加测试桩数量。

7.4.3 测试桩数量少于 3 根时，应取低值。

### 7.5 单桩竖向抗压（拔）承载力特征值的确定

单桩竖向抗压（拔）承载力特征值（kN）按式（5）计算：

$$R_a = Q_u / 2 \quad \dots\dots\dots (5)$$

### 7.6 检测报告内容

检测报告包含的内容应符合 JGJ 106 相关规定。

## 8 试验后注浆的要求

### 8.1 注浆管应具备的性能

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。

### 8.2 注浆材料

注浆材料宜用强度等级42.5以上的水泥，浆液的水灰比宜为0.5~0.8。

### 8.3 注浆施工及终止条件

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可终止灌浆。

附录 A  
 (资料性附录)  
 测试系统的安装

A.1 自平衡法静载试验荷载箱及位移传递系统的安装

自平衡法静载试验荷载箱及位移传递系统的安装示意图见图 A.1。

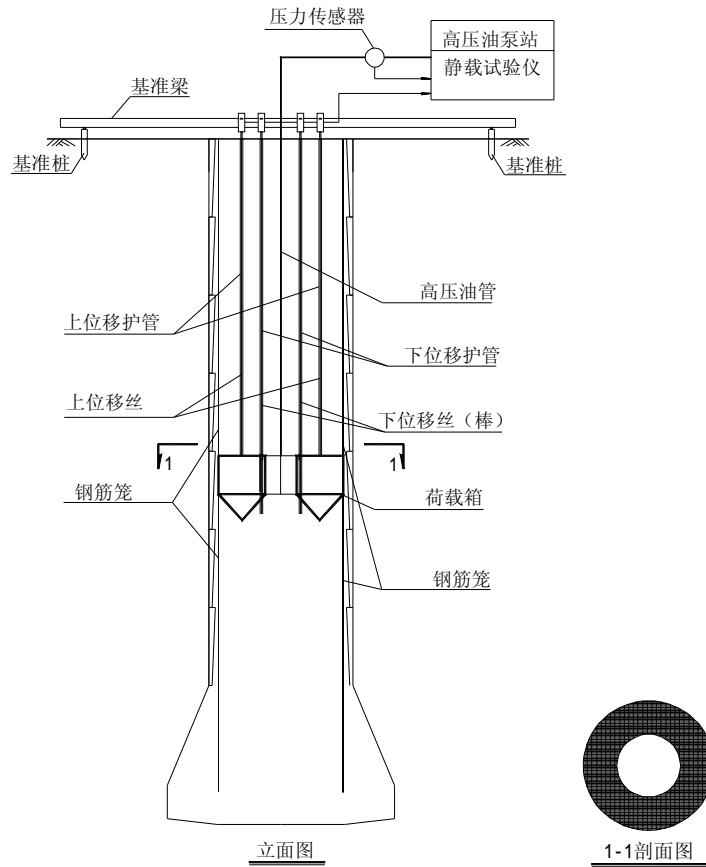
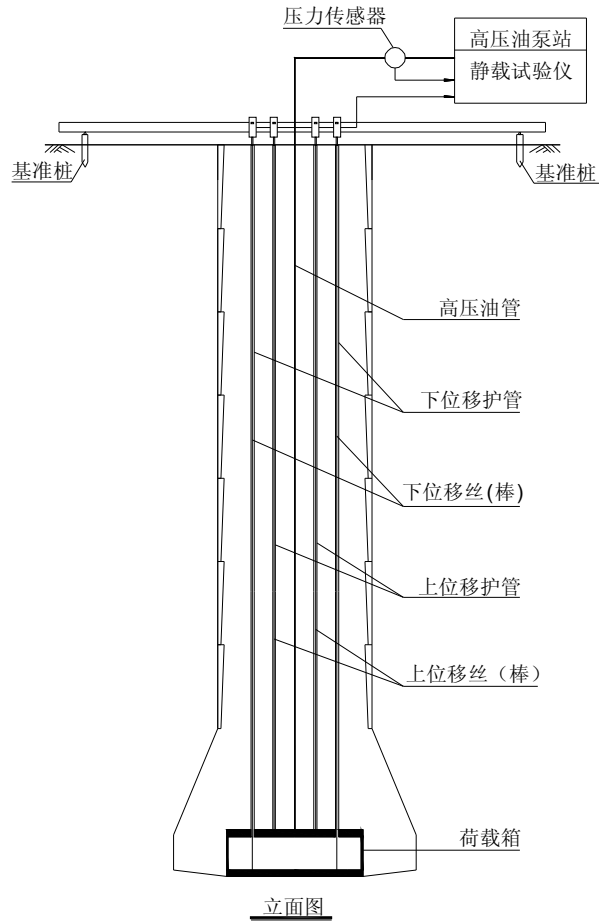


图 A.1 自平衡法静载试验荷载箱及位移传递系统的安装

A.2 自平衡法深层平板载荷试验荷载箱及位移传递系统的安装

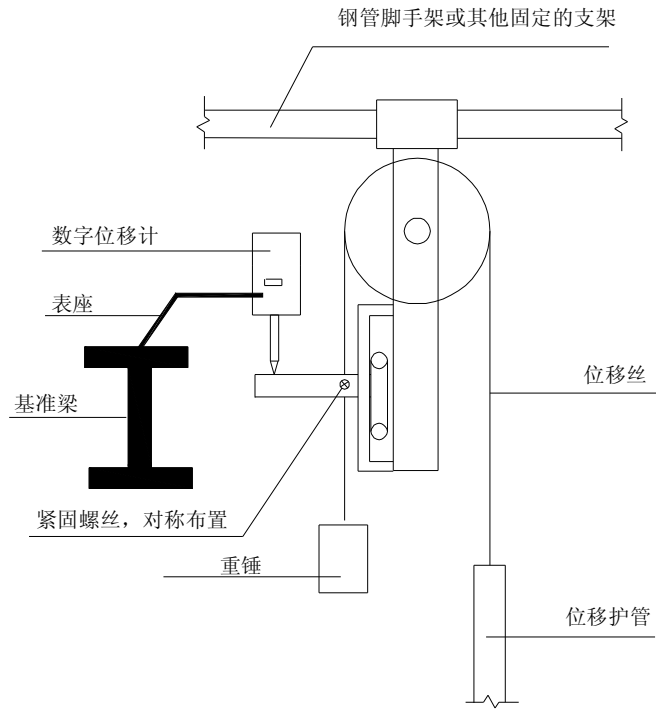
自平衡法深层平板载荷试验荷载箱及位移传递系统的安装示意图见图A.2。



图A.2 自平衡法深层平板载荷试验荷载箱及位移传递系统的安装

### A.3 位移丝与位移计的安装

位移丝与位移计的安装示意图见图A.3。



A.3 位移丝与位移计的安装

附录 B

(资料性附录)

桩承载力自平衡法试验记录

桩承载力自平衡法试验的现场检测数据宜按表 B.1 的格式进行记录。

表 B.1 桩承载力自平衡法试验记录表

工程名称					桩号						试验日期			
加载级别	油压 (MPa)	荷载 (kN)	测读	间隔时间	位移计读数			本级位移			累计位移			
					S <sub>上</sub>	S <sub>下</sub>	S <sub>桩顶</sub>	S <sub>上</sub>	S <sub>下</sub>	S <sub>桩</sub>	S <sub>上</sub>	S <sub>下</sub>	S <sub>桩顶</sub>	

测试:

记录:

校核:

广西壮族自治区地方标准  
桩承载力自平衡法测试技术规程

DB45/T 564—2009

条文说明

## 前 言

广西壮族自治区地方标准《桩承载力自平衡法测试技术规程》DB45/T 564—2009，经广西壮族自治区质量技术监督局 2009 年 1 月 15 日以第 1 号文公告批准、发布。

本标准由广西壮族自治区建筑工程质量检测中心负责起草，为了便于相关单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，《桩承载力自平衡法测试技术规程》编写组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄广西壮族自治区建筑工程质量检测中心。



# 桩承载力自平衡法测试技术规程

## 1 范 围

随着高层建筑在我区的兴建，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。桩承载力自平衡法测试自 1960 年发明以来，特别是在上世纪八十年代中期以来，在国际基础工程中得到广泛的使用，九十年代后期传入我国，至今据不完全统计已经在 21 个省市三百多个建筑工程和几十座桥梁工程成功应用。与传统静载荷试验相比，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，因此制定本标准，本标准适用于广西壮族自治区新建、改建、扩建工程的大直径混凝土灌注桩的承载力检测。

## 2 规范性引用文件

本标准的编制主要依据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007)、《建筑桩基技术规范》(JGJ 94)、《建筑基桩检测技术规范》(JGJ 106)。

### 3 术语、定义和符号

3.1.1 本定义中引入“平衡点”概念，平衡点是桩身的某一点，该点以上桩侧负摩阻力和桩身自重的合力与该点以下桩侧摩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段桩的极限承载力值。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，另一段可能还没有达到，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。

3.1.2 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，桩侧负摩阻力和桩身自重的合力相对较小，可采取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。将这种条件下的试验称为自平衡法深层平板载荷试验。

## 4 总则

4.1 本条是根据桩承载力自平衡法测试技术特点规定该法的适用条件。

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。

4.2、4.3 根据自平衡法试验原理将试验方法细分为两种方法，并规定这两种方法的适用条件。

将自平衡法试验分自平衡法静载试验和自平衡法深层平板载荷试验，主要是因为当把荷载箱置于桩端，其测试原理及数据整理过程更接近于深层平板载荷试验，将其称为自平衡法深层平板载荷试验概念更明确。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，当平衡点以上桩侧负摩阻力和桩身自重的合力比该点以下桩侧摩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，称为自平衡法静载试验；当平衡点以上桩侧负摩阻力和桩身自重的合力小于该点以下桩侧摩阻力和桩端阻力的合力相等时，将荷载箱置于桩端，称为自平衡法深层平板载荷试验。

4.4 本条为使测试桩具有代表性而提出的。

4.5 本条主要是针对桩的休止期和桩身强度提出，同时强调测试桩的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 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，一般混凝土强度达到设计强度的一半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。

由于进行自平衡法试验的桩均需要预埋设荷载箱，桩的施工工艺和质量是否还能达到现行有关标准、规范要求，实际操作中主要遇到以下几个问题：

1、在摩擦桩测试中，荷载箱埋设在桩身中段，试验后桩身在荷载箱处出现小断层，是否影响桩的承载力？压力灌浆后可以恢复其抗压承载能力，但是否会影响桩水平承载力？

2、端承型的钻孔灌注桩(冲孔灌注桩)测试中,荷载箱埋设在桩底,影响施工的二次清孔,是否会因桩底沉渣过大而影响基桩承载力,造成工程桩投入使用后沉降过大?

第一个问题:要求试验完成后对断层进行高压灌浆,灌浆不仅可以填充桩身在荷载箱处断层,还可以根据要求在该处形成一个扩大头,形成一个套箍,因此不会影响其竖向承载力。对于水平承载力,由桩受力特点可以知道,桩身的埋设荷载箱的位置基本都远处于反弯点以下,其承受的水平承载力几乎为零,因此其对桩水平承载力也没有影响。

第二个问题:可根据不同情况用不同措施解决。

对于冲孔灌注桩,一般沉渣颗粒较细,此类端承桩一般桩长较短,安放钢筋笼需要时间不长,多次试验表明桩底沉渣一般不会太厚。另外,试验时桩底所受压力一般都比建筑物自重荷载产生的压力大,因此认为桩底沉渣在试验时可被荷载箱充分压实,进行试验的桩不会因为沉渣而产生额外沉降,不影响工程桩安全。另外安放钢筋笼时箍筋会从孔壁土层削落部分泥沙,对于荷载箱面积与孔径相同的情况,一般被削落的泥沙都落在荷载箱面上,容易清除;对于荷载箱面积小于孔径相同的情况,可以制造如图 1 所示的构造,即在试验用的荷载箱外围多安装一个环形荷载箱,

两个荷载箱互相分离，环形荷载箱的作用有两个，第一是防止钢筋笼削落的泥沙沉入桩底，第二是试验完成后加载将环形部分沉渣压实。

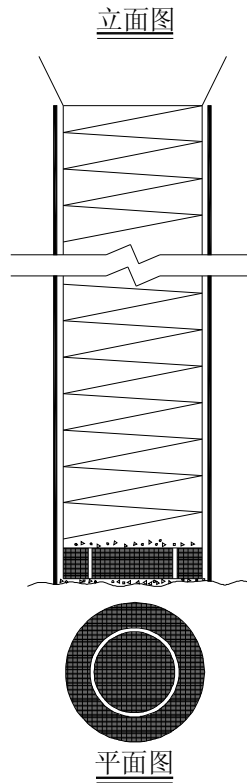


图 1 荷载箱形状示意图

对于钻孔灌注桩，可按图 2 所示的埋设方式，即在孔底中部超深位置安装荷载箱，使荷载箱顶面与原孔底面标高相同或略低，同时适当增加扩底面积(增加的面积基本与荷载箱面积相当)，

这样即可进行二次清孔，又保证桩底受力面积。

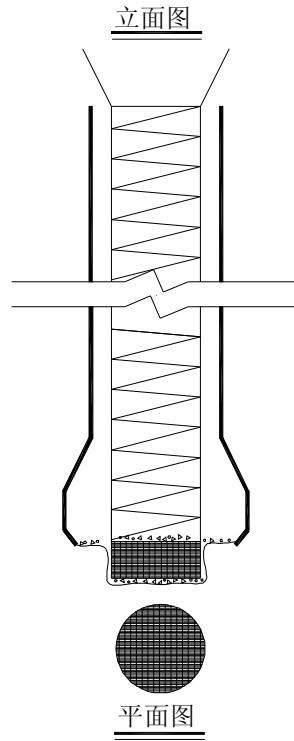


图 2 荷载箱形状示意图



## 5 测试设备及安装

### 5.1 荷载箱

5.1.1~5.1.4 对试验用的荷载箱作出基本要求。加载用的荷载箱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或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标定，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。为了减小荷载箱下承压板的变形量，要求自平衡法深层平板载荷试验的荷载箱下承压板应采用刚性板。

### 5.2 荷载箱安装

5.2.1~5.2.3 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 $\leq 5^{\circ}$ ，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。

### 5.3 加载系统

5.3.1~5.3.3 对加载系统的精度和系统的耐压性能提出要求。

### 5.4 位移测量系统

5.4.1 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之内，以保证基桩检测数据的准确可靠性和可追溯性。

5.4.2 本条对自平衡法静载试验位移测点安装位置进行规定。

5.4.3 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。考虑到在广西进行自平衡法深层平板载荷试验的桩长度普遍较短，桩身弹性压缩量小，故可不测量荷载箱上位移，可通过测

试桩顶位移来监控上段桩的情况，从而减轻现场工作量。但当桩长较长时，应考虑桩身弹性压缩，故应测量荷载箱上位移。

5.4.4 本条对位移测点数量及取值进行规定。

5.4.5 本条对位移测量精度进行规定。

5.4.6 本条对基准梁提出具体要求。

5.4.7、5.4.7 主要为了减小位移测试系统被外界因素影响而提出。

5.5 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。

5.6 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浆进入管内，导致试验失败或无法注浆补强。

5.7 本条是为了确保自平衡法深层平板荷载试验埋设的荷载箱不影响工程桩承载力而提出。当桩侧阻力提供的试验反力不足时，

DB45/T564—2009

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。

## 6 现场检测

### 6.1 试验加、卸载分级

6.1.1~6.1.3 参考了 JGJ106 中加载分级规定。

### 6.2 试验加载方法

6.2.1~6.2.4 参考了 JGJ106 中加载方法的规定。

6.3 终止加载条件参考了 JGJ106 中相关规定。本条对自平衡法深层平板载荷试验和自平衡法静载试验的终止加载条件作了相同的规定，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  $Q-s$  曲线的特性，与传统的深层平板载荷试验的  $Q-s$  曲线会有一些区别。

## 7 测试数据的分析与判定

7.1 同一工程的一批试桩曲线应按相同的沉降纵坐标比例绘制，使结果直观、便于比较。

7.2  $Q_{u上}$ 和  $Q_{u下}$ 的确定参考了 JGJ106 单桩竖向抗压极限承载力  $Q_u$ 的确定方法。

7.3 单桩极限承载力的推定

7.3.1 对于自平衡法静载试验推定单桩竖向抗压极限承载力由于涉及到上托力和下压力的关系，考虑到许多检测为验证性检测，仅按设计特征值的 2 倍加载，所测位移较小，未真正达到桩的极限承载力，土层承载力没有完全发挥，参考国内外研究成果，桩侧抗拔—抗压阻力比，粘性土、粉土、碎石土取 0.8，对于砂土取 0.7，上拔力转化成下压力采用简化转换法转化。

7.3.2 对于竖向抗拔桩试验可直接取  $Q_{u上}$ 为单桩竖向抗拔极限承载力。

7.3.3 对于桩端为黏性土、粉土、砂土、碎石类土的大直径桩端阻力尺寸效应系数，按 JGJ 94 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。

7.3.4 带扩底的大直径端承桩，由于受扩底的影响，上托力和下

压力的关系会相当复杂,因为此类桩型的桩侧阻力所占比例较小,因此推定单桩竖向抗压极限承载力时忽略桩侧摩阻力,对于工程偏安全。

7.4 本标准单桩极限承载力统计值的确定按 JGJ106 的规定执行。

7.5 《建筑地基基础设计规范》GB 50007 规定的单桩竖向抗压承载力特征值是按单桩极限承载力统计值除以安全系数 2 得到的。

7.6 按照 JGJ 106 相关规定要求检测报告包含的内容,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。

## 8 试验后注浆的要求

8.1 为了保证试验后能顺利地对基桩进行灌浆，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。

8.2 本条对注浆浆液的水灰比建议值为0.5~0.8。注浆初期用较稀的浆液，有利于浆液在桩侧土层扩散，注浆后期使用浓浆，有利于桩身混凝土小断层的填充。

8.3 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。