



团 体 标 准

T/ZZB 2305—2021

工程桩自平衡法静载试验用荷载箱

Load cell of static loading test of working piles with self-balanced
method



2021 - 08 - 26 发布

2021 - 09 - 26 实施

浙江省品牌建设联合会 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语、定义和符号	1
4 分类、结构形式、型号和规格、工作介质	2
5 基本要求	5
6 技术要求	5
7 试验方法	7
8 检验规则	9
9 标志、包装、运输和贮存	10
10 质量承诺	11



前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由浙江省品牌建设联合会提出并归口管理。

本文件由浙江省标准化研究院牵头组织制定。

本文件主要起草单位：浙江欧感机械制造有限公司。

本文件参与起草单位（排名不分先后）：浙江省工程物探勘察设计院有限公司、杭州通莫机械制造有限公司。

本文件主要起草人：毛宇新、练国平、余子英、王双双、朱雪平、赵竹占、位玉双、练晓玲、王磊、雷珊珊、符磊、张自平、冯校楠、张萧虎。

本文件评审专家组长：李博斌。

本文件由浙江省标准化研究院负责解释。



工程桩自平衡法静载试验用荷载箱

1 范围

本文件规定了工程桩自平衡法静载试验用荷载箱（以下简称荷载箱）的术语、定义和符号、分类、结构形式、型号和规格、工作介质、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标识、包装、运输和贮存、质量承诺。

本文件适用于交通及市政工程、工业及民用建筑、水利及港航工程等领域对工程桩进行自平衡法静载试验的荷载箱。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法
- GB/T 700 碳素结构钢
- GB/T 825 吊环螺钉
- GB/T 3098.1 紧固件机械性能 螺栓、螺钉和螺柱
- GB/T 3274 碳素结构钢和低合金结构钢热轧厚钢板和钢带
- GB/T 3452.1 液压气动用O形橡胶密封圈 第1部分：尺寸系列及公差
- GB/T 3452.2 液压气动用O形橡胶密封圈 第2部分：外观质量检验规范
- GB/T 3766 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB/T 9065.1 液压软管接头 第1部分：O形圈端面密封软管接头
- GB/T 9065.2 液压软管接头 第2部分：24° 锥密封端软管接头
- GB/T 10708.1 往复运动橡胶密封圈结构尺寸系列 第1部分：单向密封橡胶密封圈
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- JB/T 5943 工程机械 焊接件通用技术条件
- JB/T 6996 重型机械液压系统 通用技术条件
- JB/T 8727 液压软管 总成
- JJG 621 液压千斤顶检定规程
- JJF（浙）1159 基桩自平衡法静载试验用荷载箱校准规范
- JT/T 875—2013 基桩自平衡法静载试验用荷载箱
- ASTM D 8169/D 8169M-18 自平衡法桩基竖向抗压静载试验规范（Standard Test Methods for Deep Foundations Under Bi-Directional Static Axial Compressive Load）

3 术语、定义和符号

3.1 术语和定义

JT/T 875—2013中界定的术语、定义适用于本文件。

3.2 符号

下列符号适用于本文件：

A_h ——荷载箱净面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；

A_p ——桩的截面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；

D ——荷载箱外径，单位为毫米（ mm ）；

d ——导管孔径，单位为毫米（ mm ）；

d_y ——加载单元内径，单位为毫米（ mm ）；

F_r ——额定输出推力，单位为千牛（ kN ）；

F_l ——理论输出推力，单位为千牛（ kN ）；

F_i ——实际输出推力，单位为千牛（ kN ）；

H ——荷载箱高度，单位为毫米（ mm ）；

h ——荷载箱行程，单位为毫米（ mm ）；

P_n ——额定压力，单位为兆帕（ MPa ）

P_e ——检验压力，单位为兆帕（ MPa ）

ρ ——有效面积比；

η ——加载单元的负载效率。

4 分类、结构形式、型号和规格、工作介质

4.1 分类

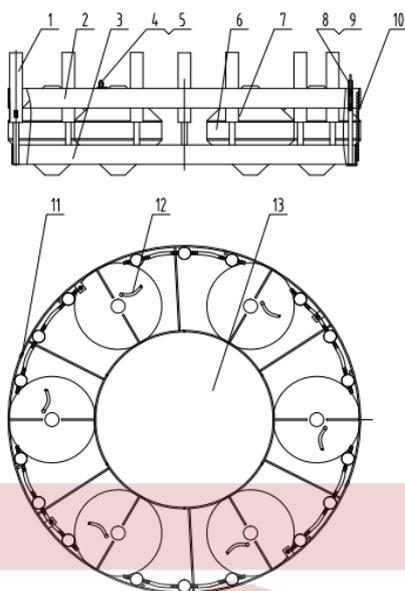
按荷载箱形式可分为：

- a) 桩间荷载箱，代号 CH；
- b) 桩端荷载箱，代号 BH。

4.2 结构形式

4.2.1 桩间荷载箱

桩间荷载箱由加载单元、上下连接板、上下位移杆、上下位移护管、进油管、导流体、钢筋笼连贯性附件、荷载箱附件、导管孔等组成，桩间荷载箱结构示意图见图1。



标引序列说明:

1——钢筋笼连贯性附件；2——上连接板；3——下连接板；4——上位移护管；5——上位移杆；6——加载单元；7——导流体；8——下位移护管；9——下位移杆；10——拉杆；11——吊环螺钉；12——进油管；13——导管孔。

图1 桩间荷载箱结构示意图

4.2.2 桩端荷载箱

桩端荷载箱有加载单元、上下连接板、上下位移杆、位移护管、进油管、连接螺栓等组成，桩端荷载箱结构示意图见图2。

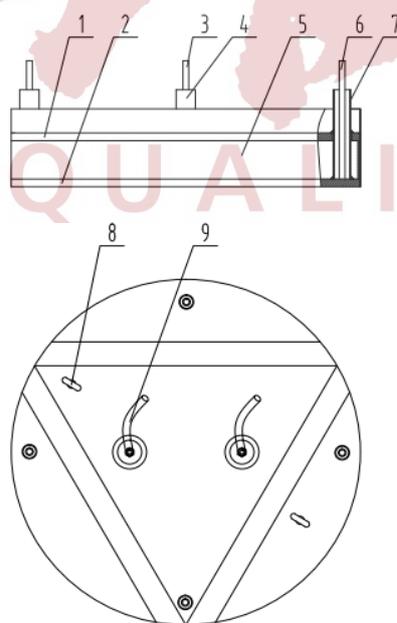


图2 桩端荷载箱结构示意图

标引序列说明:

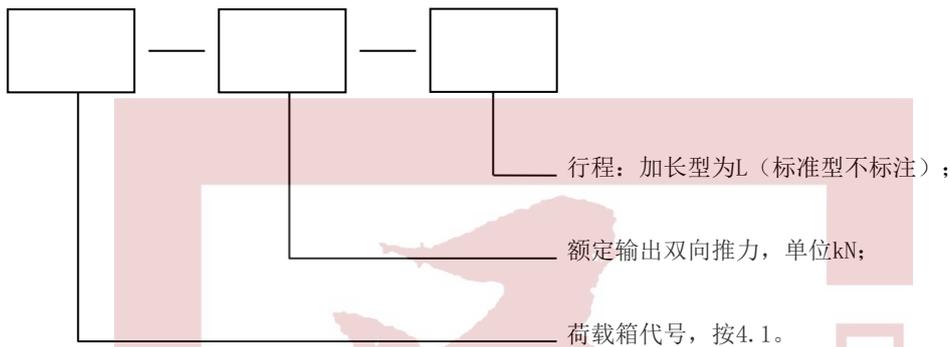
1——上连接板; 2——下连接板; 3——上位移杆; 4——下位移护管; 5——加载单元; 6——下位移杆; 7——下位移护管; 8——吊环螺钉; 9——进油管。

图2 (续)

4.3 型号和规格

4.3.1 型号

荷载箱型号由荷载箱代号、额定输出推力和行程组成, 标示方法如下:

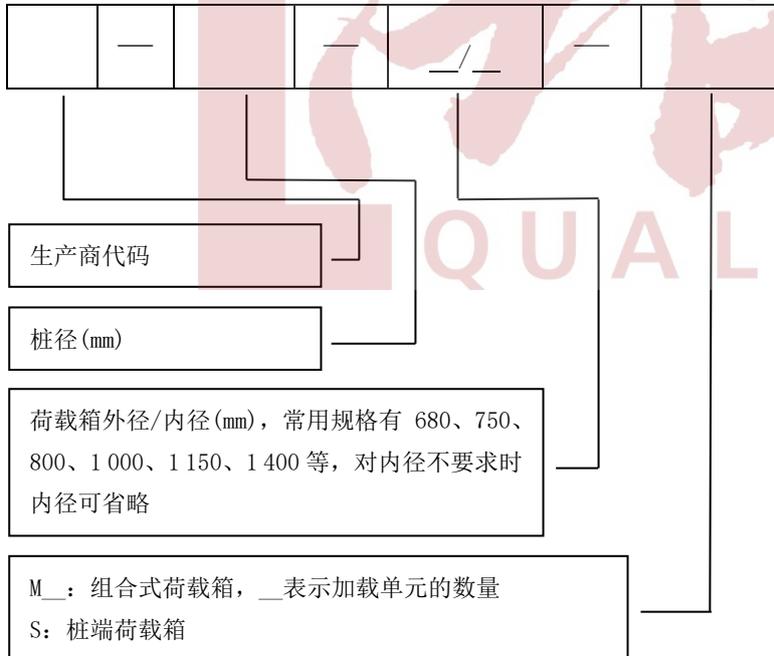


示例1: 标准型输出双向推力为 15 000 kN 的桩间荷载箱, 其代号表示为: CH-15 000;

示例2: 加长型输出双向推力为 120 000 kN 的桩间荷载箱, 其代号表示为: CH-120 000-L。

4.3.2 规格

荷载箱规格由生产商代码、桩径、荷载箱外径/内径、加载单元类型数量等组成, 表示方法如下:



示例1: SC-1 000-800/440-M4 表示桩径 1 000 mm, 组合式荷载箱外径 800 mm, 内径 440 mm, 4 个加载单元组成;

示例2: SC-1 000-800/0-S 表示桩径 1 000 mm, 桩端荷载箱外径 800 mm, 内径 0 mm, 1 个加载单元组成。

注: 特殊规格可根据实际要求更改。

4.4 工作介质

工作介质为水或黏度不低于46号的抗磨液压油。

5 基本要求

5.1 设计研发

- 5.1.1 应采用计算机辅助仿真软件对荷载箱结构的强度和刚性进行分析、校核和设计优化。
- 5.1.2 应具备为不同客户提供整体产品设计方案及调整设备结构和工艺参数的能力。

5.2 原材料

- 5.2.1 采用填料密封方式的荷载箱加载单元，应选择O形或Y形橡胶密封圈，其尺寸系列及公差应分别符合GB/T 3452.1、GB/T 10708.1的规定。
- 5.2.2 液压软管应采用高压钢丝编织胶管（两层或四层钢丝缠绕）；软管接头采用扣压式，工作压力为63MPa，应符合JB/T 8727和GB/T 9065的规定。
- 5.2.3 荷载箱加载单元上的导流体应采用GB/T 700—2016中强度不低于Q235C热轧钢板。

5.3 工艺与装备

- 5.3.1 应配备能对荷载箱进行表面处理的抛丸机和符合环保要求的喷漆房。
- 5.3.2 应在切割及焊接工序中配置等离子除尘设备和焊烟过滤设备。
- 5.3.3 采用结构密封的荷载箱加载单元，应采用机器人自动焊接。

5.4 检验检测

- 5.4.1 应配备不小于60MN的荷载箱整体校准力标定装置。具备校准过程远程操控、视频监控、自动采集，完成荷载箱自动校准的装置。
- 5.4.2 应开展负载效率、有效面积比、荷载性能、耐压性能等所有出厂检验项目的检测。

6 技术要求

6.1 外观

- 6.1.1 上、下连接板的切割面应平滑；边角打磨无毛刺、飞边；钻孔后应倒角或打磨孔口无锐角。
- 6.1.2 液压软管连接应有护套封闭保护，保护套点焊牢固后内部填满泡沫剂。
- 6.1.3 产品表面经抛丸处理，无铁屑、浮锈和油污。
- 6.1.4 荷载箱附件焊接处应均匀饱满、连续、无气孔夹渣、无漏焊和缺焊。
- 6.1.5 加载单元表面（包括焊接处）不应有裂纹，满足焊缝密封性要求。

6.2 力学性能

6.2.1 检定（校准）率

荷载箱检定（校准）率应为100%，每级检定（校准）推力值不应小于10kN，加载分级数不少于五级。当整体检定（校准）受限制时，组成荷载箱的加载单元应为同规格，相同油压时的推力相对误差小于3%。

6.2.2 负载效率

荷载箱负载效率 η 值应不小于0.95。

6.2.3 示值重复性

荷载箱加载单元检定示值重复性应不大于2.5%。

6.2.4 启动压力

荷载箱加载单元空载启动压力应小于额定压力的4%。

6.2.5 有效面积比

钻孔灌注桩荷载箱其值应为 $45\% < \rho \leq 60\%$ (荷载箱放桩底时 $45\% < \rho \leq 100\%$)，挖孔灌注桩荷载箱应为 $45\% < \rho \leq 100\%$ 。

6.2.6 荷载性能

荷载箱的极限输出推力不应小于额定输出推力的1.3倍。加载到1.3倍额定输出推力后，保持负载30 min不应出现泄漏、压力减小值大于4%等异常现象。

6.2.7 耐压性能

荷载箱在检验压力下持荷2 h，不应出现泄漏、压力减小值大于4%等异常现象。

6.2.8 检验压力

荷载箱检验压力通常情况下不应小于额定压力。

6.2.9 打开压力

荷载箱打开压力应小于额定压力的8%。

6.3 工艺性能

6.3.1 行程

荷载箱有效行程应不小于100 mm，加长型有效行程应不小于160 mm。

6.3.2 结构和几何尺寸

荷载箱导管孔直径不宜小于400 mm。

6.3.3 上、下位移杆位置

上、下位移杆应在荷载箱圆周方向均匀布置。

6.3.4 拉杆

荷载箱上、下连接板间焊接保护拉杆，应均匀对称布置，拉杆允许总拉力应为荷载箱额定输出推力的3%~8%，且不小于荷载箱和桩身钢筋骨架重的二倍。

6.3.5 吊环螺钉

荷载箱设有吊环螺钉，应均匀对称布置，吊环螺钉承载力应大于荷载箱重的二倍，应符合GB/T 825的规定。

6.3.6 荷载箱附属件

荷载箱附属件包括声测管、注浆管、导线管和导流体等，数量、布置和尺寸应符合设计图的要求。

6.3.7 荷载箱附属件抗渗压力

荷载箱附属件中管类与上下连接板之间采用密封连接，抗渗压力应大于2 MPa。

6.3.8 钢筋笼连贯性附件强度

钢筋笼连贯性附件连接荷载箱上部钢筋笼和下部钢筋笼，注浆后其连接强度应不低于钢筋笼主筋的连接强度。

6.3.9 荷载箱导流体倾角

导流体锥体倾角应在 $60^\circ \pm 5^\circ$ 。

6.3.10 荷载箱加载通道

荷载箱必须设置有加载介质进出的管线，以确保注浆液注入的通道畅通。注浆通道的内通径应不小于6 mm。

6.3.11 导流体填充物强度

荷载箱导流体应预先填充介质，且填充物的固化强度应不低于桩身混凝土强度。

7 试验方法

7.1 外观

7.1.1 产品质量外观，用目测法检测。

7.1.2 焊缝密封性试验按JB/T 5943—2018规定的试压方法进行。

7.2 力学性能

7.2.1 检定（校准）率

荷载箱的加载单元检定（校准）按JJG 621或JJF(浙) 1159进行；荷载箱宜整体检定（校准）。

7.2.2 负载效率

按照JT/T 875对荷载箱加载单元进行负载效率检测，负载效率 η 按式(1)计算：

$$\eta = F_i/F_1 \quad \dots\dots\dots(1)$$

其中实际推出力以检定推出力为准，理论输出推力 F_1 按式(2)计算：

$$F_1 = \frac{\pi d_y^2 p_n}{4} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

F_1 ——理论输出推力, 单位kN;

F_i ——实际输出推力, 单位kN;

d_y ——加载单元内径, 单位mm;

P_n ——额定压力, 单位MPa;

7.2.3 示值重复性

按照7.2.1对荷载箱加载单元进行检定(校准)。

7.2.4 启动压力

荷载箱空载往复运动2次后, 无爬行、跳动时, 记录荷载箱开始移动时的瞬间压力为荷载箱启动压力。

7.2.5 有效面积比

通过钢卷尺测量荷载箱的尺寸, 并计算荷载箱净面积, 有效面积比 ρ 按式(3)计算:

$$\rho = \frac{A_h}{A_p} \times 100\% \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

A_h ——荷载箱净面积, 单位 mm^2 ;

A_p ——桩的截面积, 单位 mm^2 ;

7.2.6 荷载性能

荷载箱的加载单元和上、下连接板组装完成后, 连接好液压管, 将整体放在力标定装置中通过加载泵加载试验, 按荷载箱额定压力的20%、40%、60%、80%、100%、130%分六级等速加载, 加载速度约5 MPa/min。

7.2.7 耐压性能

耐压性能试压与荷载箱性能试验方式相同, 将荷载箱总成逐步加载。

7.2.8 检验压力

通过标准压力传感器或者压力表测定。

7.2.9 打开压力

荷载箱焊接完成后(位移杆及荷载箱附件除外), 按同一型号随机抽取其中一台进行打开试验, 荷载箱放置在力标定装置中保留10mm-20mm间隙, 然后通过加载泵进行慢速加载试验, 加载速度约1MPa/min, 记录打开时的瞬间最大压力。

7.3 工艺性能

7.3.1 行程

用钢直尺测量荷载箱的最大行程。

7.3.2 结构及几何尺寸

采用钢直尺、钢卷尺测量荷载箱的导管孔直径。

7.3.3 上、下位移杆位置

目测位移杆布置位置。

7.3.4 拉杆

采用游标卡尺测量拉杆的直径和目测拉杆布置位置。

7.3.5 吊环螺钉

目测吊环螺钉型号及其布置。

7.3.6 荷载箱附属件

荷载箱附件数量用目测，尺寸用钢卷尺测量。

7.3.7 荷载箱附属件抗渗压力

荷载箱附件抗渗压力试验时，管口封闭后，用加载泵注水加压。

7.3.8 钢筋笼连贯性附件强度

对钢筋笼连贯性附件在试验机上进行拉拔强度试验，应按GB/T 228.1进行检测。

7.3.9 荷载箱导流体倾角

采用量角器测量导流体锥体倾角。

7.3.10 荷载箱加载通道

采用游标卡尺测量加载通道的内通径。

7.3.11 导流体填充物强度

荷载箱导流体填充物强度应按GB/T 50107规定进行检测。

8 检验规则

8.1 检验分类

8.1.1 检验分出厂检验和型式检验。

8.1.2 出现下列情况之一时应进行型式检验：

- a) 新产品定型鉴定时；
- b) 投入批量生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，影响产品性能时；
- c) 正常生产时，每两年进行一次检验；
- d) 产品停产一年后，恢复生产时；
- e) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；

8.2 检验项目

出厂检验和型式检验的检验项目按表1规定进行。

表1 产品检验项目

检验项目	技术要求	试验方法	出厂检验	型式检验
外观	6.1	7.1	+	+
检定（校准）率	6.2.1	7.2.1	+	+
负载效率	6.2.2	7.2.2	+	+
示值重复性	6.2.3	7.2.3	+	+
启动压力	6.2.4	7.2.4	-	+
有效面积比	6.2.5	7.2.5	+	+
荷载性能	6.2.6	7.2.6	+	+
耐压性能	6.2.7	7.2.7	+	+
检验压力	6.2.8	7.2.8	+	+
打开压力	6.2.9	7.2.9	-	+
结构和几何尺寸	6.3.2	7.3.2	+	+
上、下位移杆位置	6.3.3	7.3.3	+	+
拉杆	6.3.4	7.3.4	-	+
吊环螺母	6.3.5	7.3.5	+	+
荷载箱附属件	6.3.6	7.3.6	+	+
荷载箱附属件抗渗压力	6.3.7	7.3.7	-	+
钢筋笼连贯性附件强度	6.3.8	7.3.8	-	+
荷载箱导流体倾角	6.3.9	7.3.9	+	+
荷载箱加载通道	6.3.10	7.3.10	+	+
导流体填充物强度	6.3.11	7.3.11	-	+

注：“+”为必做，“-”为不做，

8.3 检验要求

- 8.3.1 荷载箱 100%进行出厂检验，经厂内质量检验部门检验合格并附合格证后方可出厂。
- 8.3.2 荷载箱出厂检验中耐压性能检验同时做好视频记录和纸质记录，做到有据可查，同时方便客户追踪。
- 8.3.3 产品型式检验采用随机抽样的方式，抽样对象为经厂内质量检验部门检验合格且为评定周期内的产品。型式检验应从出厂检验合格的产品中进行抽检，抽检的数量为 1 台。

8.4 判定

- 8.4.1 出厂检验若有不合格项，可对不合格项进行修复并重新检验，所检项目全部合格后判定为合格。出厂检验合格的应有合格证。
- 8.4.2 型式检验若有不合格项，取双倍数量样品对不合格项进行检验，仍出现不合格情况，判定本次型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

每套出厂的荷载箱在显著位置均应设有铭牌，注明产品名称、型号、规格、额定输出荷载、额定压力、出厂编号、生产日期、重量等。

9.2 包装

需要时可用木箱包装、表面喷防锈油或喷漆，每套荷载箱出厂时应保持外观整洁。包装箱内应有下列技术文件：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱单。

9.3 运输

荷载箱配备吊环等吊运装置，高压油管顺序盘绕在荷载箱上。装、卸过程中采取防护措施，正面向上，注意防滑，避免碰撞，保护高压油管及位移护管等重要部件，运输过程中注意防雨。

9.4 贮存

产品应存储在通风良好、防雨、防潮的地方，避免与腐蚀性化学物品、易燃易爆物品一起存放。

10 质量承诺

10.1 产品交付后，企业提供 6 个月质保服务。

10.2 客户对产品质量有诉求时，应在 12 小时内作出响应，48 小时提供服务和解决方案。

10.3 制造商应建立质量可追溯体系。

