

JJF (浙)

浙江省地方计量技术规范

JJF (浙) 1158—2019

---

液压静力压桩机校准规范

Calibration Specification for Hydraulic Static Pile Pressing Machine

2019-03-18 发布

2019-03-28 实施

---

浙江省市场监督管理局 发布

# 液压静力压桩机校准规范

Calibration Specification for  
Hydraulic Static Pile Pressing  
Machine

JJF (浙) 1158—2019

归口单位：浙江省市场监督管理局

主要起草单位：浙江省计量科学研究院

参与起草单位：浙江省方正校准有限公司

本规范委托浙江省计量科学研究院负责解释。

本规范主要起草人： 王昊           (浙江省计量科学研究院)

                          杨莹           (浙江省计量科学研究院)

                          曹灏           (浙江省计量科学研究院)

参与起草人： 韦梅荣           (浙江省方正校准有限公司)

## 目 录

引言.....	II
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
4 概述.....	1
5 计量特性.....	2
6 校准条件.....	2
7 校准项目和校准方法.....	2
8 校准结果表达 .....	4
9 复校时间间隔.....	5
附录 A 液压静力压桩机校准记录.....	6
附录 B 液压静力压桩机校准证书内页 .....	7
附录 C 液压静力压桩机测量结果不确定度分析.....	8

# 引 言

本规范依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》进行编制。

本规范为浙江省地方计量技术规范的首次制定。

# 液压静力压桩机校准规范

## 1 范围

本规范适用于液压静力压桩机的校准。

## 2 引用文件

JJG 621-2012 液压千斤顶

JJG 139-2014 拉力、压力和万能试验机

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范。

## 3 术语和计量单位

### 3.1 压桩力 (press-pile force)

在压桩机压桩过程中，压桩机竖直施加在预制桩或钢管桩上，使桩贯入土（岩）层的力值。

### 3.2 校准方程 (calibration equation)

为了使压桩机能在一定负荷范围内连续使用，根据有限数量的校准数据建立起来的压桩机压力示值与压桩力之间的关系式，以压力示值为自变量，压桩力为应变变量（不得外推使用）。

### 3.3 内插误差 (interpolation error)

由校准方程求出的与压力示值相对应的压桩力直线拟合值和对应的校准点力值之间的相对误差。

### 3.4 爬行 (creep)

压桩机油缸空载运行时，出现的断续式移动现象。

### 3.5 负载效率 (load efficiency)

压桩机输出力值与理论力值之比。

## 4 概述

压桩机应用于预制桩或钢管桩的施工，施加压桩力机构由主、副压桩油缸组合、油泵及相应的油路和压力指示装置组成。压桩机的工作原理是油泵对主、副油缸供油，不同的主、副压桩油缸组合构成不同的压桩状态，通过自重反力，对夹桩箱或送桩器施加压力，将桩压入土（岩）层，通过与液压油缸连通的压力指示装置间接指示所施加的压桩力值。

根据施压传力方式不同，压桩机分为抱压式和顶压式两种。抱压式压桩机，其压桩过程是通过一套夹持机构抱住桩身侧面，由此产生摩擦传力来实现的；顶压

式的压桩过程则是通过从预制桩的顶端施压实现。

## 5 计量特性

1	2	3	4	5
示值重复性	内插误差	负载效率	相对分辨力	噪声

## 6 校准条件

被校压桩机应在实际使用状态下进行校准。

### 6.1 环境条件

校准应在(5~35)℃条件下进行。

### 6.2 测量标准及其他设备

a) 标准测力仪(以下简称测力仪): 准确度等级不低于0.5级。

b) 声级计: 1级(A计权网络)

## 7 校准项目和校准方法

事先打好试验桩, 该桩头应露出地面0.5m左右, 其单桩承载力应能承受最大压桩力且不发生明显沉降。

7.1 校准前检查: 通过目测或实际操作对操作适应性进行检查。

7.1.1 目视观察指示器, 表盘刻度与标记应清晰, 指针无松动和弯曲, 加载时指针走动平稳, 无停滞和跳动现象, 未加压时, 指针应位于零位或“缩格”内; 数字式指示器应显示正常, 无跳动。

7.1.2 各运动部分运动平稳, 无爬行、卡阻现象。

7.1.3 压桩机油泵加卸力应平稳, 无妨碍读数的压力波动, 无冲击和颤动现象。保压性能良好。

7.1.4 压桩机应与指示器、油泵及油路系统整体校准, 配套使用。

### 7.2 相对分辨力

#### 7.2.1 模拟指示器

目测检查模拟指示器的分辨力, 其可读能力一般为分度值的1/2、1/5或1/10, 若可读能力为1/10时, 刻线间距不应小于2.5mm; 分辨力等于可读能力与分度值的乘积。其相对分辨力 $\alpha$ 按下式计算:

$$\alpha = \frac{r}{f_0} \times 100\% \quad (1)$$

式中:  $r$ ——校准点示值分辨力;

$f_0$ ——校准点额定压力值。

#### 7.2.2 数字指示器

目测检查数字指示器的分辨力，在启动压桩机无负载的情况下，若示值的变动不大于一个增量，则分辨力 $r$ 为一个增量；若示值的变动大于一个增量，则分辨力为变动范围的一半加上一个增量。其相对分辨力 $\alpha$ 按下式计算：

$$\alpha = \frac{r}{f_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中： $r$ ——校准点示值分辨力；

$f_0$ ——校准点额定压力值。

### 7.3 示值重复性、内插误差及负载效率

7.3.1 将下承压垫、测力仪及上承压垫安放在试验桩上，各接触面应平滑，无锈蚀和杂物。应保证试验桩、测力仪及上下承压垫的轴心在同一条轴线上。

7.3.2 启动油泵，夹紧送桩杆，同时调整压桩机位置，使送桩杆的施力轴线与测力仪的受力轴线重合。如图 1。将压桩机加荷到额定压力，预压 2 次。

7.3.3 校准点的选取应满足客户要求，无特殊要求，从额定压力的 20% 开始至额定压力，均匀取不小于 5 个点。

7.3.4 确认压桩机的压桩状态，调节溢流阀，使压桩力稳定保持在相应的校准点，读取此时测力仪的示值。按递增顺序逐级、平稳施加压桩力，直到额定压力后，退回到初始点。重复本步骤测量 3 次。

图 1 校准示意图

1—送桩杆；2—上承压板；3—标准测力仪；4—下承压板；5—试验桩

### 7.3.5 有关技术指标的计算方法。

7.3.5.1 示值重复性  $R$  计算如下

$$R_i = \frac{X_{i\max} - X_{i\min}}{\bar{X}_i} \quad (3)$$

式中:  $X_{i\max}$  ——对应于第  $i$  个校准点测力仪 3 次示值的最大值;

$X_{i\min}$  ——对应于第  $i$  个校准点测力仪 3 次示值的最小值;

$\bar{X}_i$  ——对应于第  $i$  个校准点测力仪 3 次示值的算术平均值。

7.3.5.2 内插误差  $I$  计算如下

$$I_i = \frac{X_{ci} - \bar{X}_i}{\bar{X}_i} \times 100\% \quad (4)$$

式中:  $X_{ci}$  ——对应于第  $i$  个校准点由校准方程求出的与压力示值相对应的压桩力直线拟合值;

$\bar{X}_i$  ——对应于第  $i$  个校准点测力仪 3 次示值的算术平均值。

7.3.5.3 负载效率  $\eta$  计算如下

$$\eta_i = \frac{\bar{X}_i}{W_i} \times 100\% \quad (5)$$

式中:  $W_i$  ——对应于第  $i$  个校准点的压桩机输出压桩力, 可由压桩机压桩油缸的有效面积与对应于第  $i$  个校准点时压力示值计算得出。

$\bar{X}_i$  ——对应于第  $i$  个校准点测力仪 3 次示值的算术平均值。

7.3.6 根据实际校准结果, 在校准证书中给出以压力为自变量, 压桩力为变量的压力—力校准方程。

## 7.4 噪声

7.4.1 压桩机的噪声用声级计检验。启动压桩机使其处于正常的工作状态, 在加到最大压桩力时检测压桩机噪声。将声级计的传声器面向声源水平放置在距压桩机 1.0m 远, 距地面高度为 1.5m 的几个位置上进行测量。检测时围绕压桩机周围测量应不少于 6 个点, 以各测量点中测得的最大值作为压桩机的噪声。

7.4.2 测量压桩机的噪声时应先测量背景 (环境) 噪声, 其值应比压桩机噪声声压级至少低 10dB (A)。若相差小于 3dB (A), 则测量结果无效; 若相差 (3~10) dB (A) 时, 应按普通声级计使用说明书进行测试数据的处理。

## 8 校准证书或校准报告内容

校准结果应在校准证书上反映。校准证书应至少包括以下信息:

a) 标题: “校准证书或校准报告”;

- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点;
- d) 证书的唯一性标识, 每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期;
- h) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- i) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 对校准规范的偏离的说明;
- m) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识, 以及签发日期;
- n) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- o) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

## 9 复校时间间隔

用户可根据实际使用情况自主决定复校间隔, 复校时间间隔一般不超过 6 个月。

## 附录 A 液压静力压桩机校准记录

被检单位		样品标示号					
仪器名称	型号规格	生产厂家	出厂编号/ 指示装置编号				
校准所用计量器具	名称	测量范围	设备编号				
			不确定度/或准确度等级/ 或最大允许误差				
			证书编号				
技术依据		环境条件	温度: °C				
			地点				
1、校准前检查: _____ 相对分辨力 _____ 噪声: _____ dB(A)							
2、示值重复性、内插误差及负载效率							
压力示值 $P_i$ (MPa)	测力仪示值 $X_i$ (kN)			校准方程对应 力值 (kN)	内插误差 $i_i$ (%)	负载效率 $\eta$ (%)	示值相对扩展不确定 度 $U_{rel}$ ( $k=2$ )
	1	2	3				
说明	校准方程: (Y——压桩力(kN), X——压力表值 (MPa))						
校准	核验	校准日期	证书编号	备注:			

## 附录 B

## 液压静力压桩机校准证书内页格式

校准地点：\_\_\_\_\_ 环境温度：\_\_\_\_\_ °C

校准依据：

校准前检查：

校准项目和结果：

1、相对分辨力\_\_\_\_\_ 噪声：\_\_\_\_\_ dB(A)

2、示值重复性、内插误差及负载效率

测量范围：			指示装置编号：		
压力示值 (MPa)	测力仪示值 (kN)	示值重复性 $R$ (%)	内插误差 $li$ (%)	负载效率 $\eta$ (%)	示值扩展不确定度 $U$ ( $k=2$ )
校准方程：			备注：		

## 附录 C

## 液压静力压桩机压桩力值测量不确定度评定

## 1 概述

1.1 环境条件：常温

1.3 测量标准：0.3 级标准测力仪。

1.4 被测对象：液压静力压桩机

## 1.5 测量过程

在规定条件下，使用压桩机对标准测力仪施加负荷至测量点，可以得到与标准测力仪负荷示值相对应的压力表示值，该过程连续进行三次。

## 1.6 评定结果的使用

符合上述条件的规范化测量，一般可直接使用本不确定度的评定结果，其他可使用本不确定度的评定方法。

## 2 数学模型

$$\Delta P = \bar{p} - P$$

式中： $\Delta P$ ——与负荷  $F$  相对应的压桩机的压力示值误差；

$\bar{p}$ ——压力表三次示值的算术平均值；

## 3 输入量的标准不确定度评定

3.1.1 输入量  $\bar{p}$  的标准不确定度  $u(\bar{p})$  的评定

输入量  $\bar{p}$  的标准不确定度来源主要是压桩机的重复性，可以通过连续测量得到测量列，采用 A 类方法进行评定。

对于一台量程 5000kN 压力表测量上限  $P_{\max}=80\text{MPa}$  的压桩机，选择压桩机公称压力约 40% 处 2000kN 作为测量点，连续测量十次，得到测量列如表 1 所示：

表 1 单次测量值

序号 ( $i$ )	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
示值 (MPa)	29.65	29.75	29.60	29.80	29.70	29.65	29.75	29.70	29.80	29.80

其算术平均值 
$$\bar{p} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n P_i = 29.72\text{MPa}$$

单次实验标准差 
$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (P_i - \bar{P})^2}{n-1}} = 0.071\text{MPa}$$

实际测量情况，在重复条件下连续测量三次，以该三次测量值的算术平均值为测量结果，可得到

$$u(\bar{P}_1) = \frac{s}{\sqrt{3}} = \frac{0.071}{\sqrt{3}} \text{ MPa} = 0.041 \text{ MPa}$$

### 3.1.2 模拟式压力表分辨力导致 $u(\bar{P}_2)$ 的评定

0.4 级模拟式压力表分辨力为 1/10 的分度值, 所以  $u(\bar{P}_2) = 0.29 \delta x = 0.014 \text{ MPa}$

$$u_{\text{rel}}(\bar{P}_2) = \frac{0.014}{29.72} = 0.05\%$$

注: 被检器具的重复性带来的不确定度大于压力表分辨力的不确定度, 所以取被检器具重复性的不确定度。

由此可得压力表带来的相对标准不确定度为  $u_{\text{rel}}(\bar{P}) = \frac{0.041}{29.72} = 0.14\%$

### 3.2 输入量 $P$ 的标准不确定度 $u(P)$ 的评定。

输入量  $P$  的不确定度主要来源于标准测力仪。可根据检定证书给出的相对最大允许误差来评定, 即 B 类方法进行评定。

标准测力仪检定证书给出的相对最大允许误差为  $\pm 0.3\%$ , 估计为均匀分布, 取包含因子  $k = \sqrt{3}$ 。在测量点 140kN 处, 相对标准不确定度为

$$u_{\text{rel}}(P) = \frac{a}{k} = \frac{0.3\%}{\sqrt{3}} = 0.17\%$$

## 4 合成标准不确定度的评定

### 4.1 灵敏系数

$$\text{数学模型} \quad \Delta P = \bar{p} - P$$

$$\text{灵敏系数} \quad c_1 = \frac{\partial \Delta P}{\partial \bar{p}} = 1$$

$$c_2 = \frac{\partial \Delta P}{\partial P} = -1$$

### 4.2 标准不确定度汇总表

输入量的标准不确定度汇总于表 3

表 3 标准不确定度汇总表

分量相对标准不确定度 $u(x_i)$	相对不确定度来源	相对标准不确定度	$c_i$	$ c_i  \cdot u(x_i)$
$u_{\text{rel}}(\bar{P})$	被检器具的重复性	0.14%	1	0.14%
$u_{\text{rel}}(P)$	标准测力仪的不确定度	0.17%	-1	0.17%

### 4.3 合成标准不确定度的计算

输入量  $\bar{P}$  与  $P$  彼此独立不相关, 所以合成不确定度可按下式得到

$$u_{\text{crel}}^2(\Delta P) = \left[ \frac{\partial \Delta P}{\partial \bar{p}} \cdot u_{\text{rel}}(\bar{P}) \right]^2 + \left[ \frac{\partial \Delta P}{\partial P} \cdot u_{\text{rel}}(P) \right]^2 = [c_1 u_{\text{rel}}(\bar{p})]^2 +$$

$$[c_2 u_{rel}(p)]^2$$

$$u_{crel}(\Delta P) = \sqrt{(0.0014)^2 + (0.0017)^2} \approx 0.23\%$$

### 5 扩展不确定度的评定

取包含因子  $k=2$ ,

相对扩展不确定度为

$$U_{rel} = k \times u_{crel}(\Delta P) = 0.46\%$$

### 6 扩展不确定度的报告与表示

压桩机在 2000kN (约量程的 40%) 测量点测量结果的相对不确定度为

$$p = 29.72\text{MPa}, \quad U_{rel} = 0.46\%, \quad k = 2$$

### 7 该被校仪器该参量完整的不确定度评估

同理, 对该压桩机满量程的 20%、40%、60%、80%以及 100%测量点各测量十次, 求得相应的

相对扩展不确定度, 如下图所示:

压桩机测量点 (满量程)	相对不确定度分量 (%)			$u_{crel}(\Delta P)$	$U_{rel}$ ( $k=2$ )
	$u_{rel}(\bar{P}_1)$	$u_{rel}(\bar{p}_2)$	$u_{rel}(P)$		
20%	0.23	0.15	0.17	0.29	0.6
40%	0.14	0.05	0.17	0.23	0.5
60%	0.14	0.05	0.17	0.23	0.5
80%	0.13	0.04	0.17	0.24	0.5
100%	0.11	0.03	0.17	0.26	0.5

所以, 该被校压桩机的相对扩展不确定度为  $U_{rel} = 0.6\%$ ,  $k = 2$ 。

### 8. 其他规格压桩机该参量的不确定度评估

选取常用不同量程被校压桩机, 分别在各被校压桩机满量程的 20%、40%、60%、80%以及 100%测量点各测量十次, 按照上述方法求得相应的相对扩展不确定度, 针对同一型号被校压桩机取各点中最大相对扩展不确定度作为本型号被校压桩机的相对扩展不确定度。汇总后如下图所示:

被校常用压桩机规格型号	$U_{rel} (k=2)$ (%)
500 吨	0.6
600 吨	0.6
800 吨	0.7
1000 吨	0.8

### 9. 校准和测量能力 (CMC):

液压静力压桩机压桩力值的 CMC 为:

$$U_{rel} = 0.8\%, k=2。$$