



贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) XXXX-2020

静载试验仪校准规范

Calibration Specification for Static Load Tester

(报批稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布

静载试验仪校准规范

Calibration Specification for
Static Load Tester

JJF(黔) XXXX—2020

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：武汉中岩科技股份有限公司

本规范委托贵州省计量测试院负责解释

本规范主要起草人：

陈光贵（贵州省计量测试院）

王嵘瑜（贵州省计量测试院）

王庆举（贵州省计量测试院）

参加起草人：

杨 鑫（武汉中岩科技股份有限公司）

吴凯华（贵州省计量测试院）

蒋贵芳（贵州省计量测试院）

谢 鑫（贵州省计量测试院）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语	(1)
4 概述	(1)
4.1 组成	(1)
4.2 原理	(1)
5 计量特性	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 校准装置	(2)
7 校准项目和校准方法	(2)
7.1 校准项目	(2)
7.2 校准方法	(3)
8 校准结果表达	(5)
8.1 校准原始记录	(5)
8.2 校准结果的处理	(5)
9 复校时间间隔	(6)
附录 A 静载试验仪示值误差校准的不确定度评定示例	(7)
附录 B 静载试验仪校准原始记录格式	(11)
附录 C 校准证书内页格式	(12)

引 言

本规范依据 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》和 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，并参考了 JJG 860-2015《压力传感器(静态)》、JJG 875-2019《数字压力计》、JJF 1305-2011《线位移传感器校准规范》和 JT/T 574-2004《水运工程 桩基静载仪》进行编制。

静载试验仪校准规范

1 范围

本规范适用于静载试验仪（以下简称静载仪）的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JJG 860-2015 压力传感器(静态)

JJG 875-2019 数字压力计

JJF 1305-2011 线位移传感器校准规范

JT/T 574-2004 水运工程 桩基静载仪

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 位移传感器 displacement sensor

能感受长度尺寸变化并转化成可用输出信号的器件。

3.2 压力传感器 pressure transducer

能感受压力信号，并能按照一定的规律将压力信号转换成可用的输出电信号的器件或装置。

4 概述

4.1 组成

静载仪是一种静载荷试验的测试分析仪器，主要用于建筑工程中桩基或地基的承载力检测。静载仪通常由显示单元（主机）、数据采集单元、控制单元、数据传输模块、荷载测量装置（包含压力传感器）、位移测量装置（包含位移传感器）等组成。

4.2 原理

静载仪工作时通过千斤顶对桩基施加荷载，桩基或地基由于受到荷载的作用

产生位移,此时静载仪上的荷载测量装置以及位移测量装置将同步测试出桩基承受的荷载和位移变化,并根据采集到的位移数据与荷载数据得到桩基或地基在受力后的位移随加载力值的变化情况,也就是桩基的静荷载。

5 计量特性

静载仪的计量性能见表 1。

表 1 静载仪计量性能

测量参数	测量范围	分辨力	示值误差	回程误差	零位漂移
压力	(0~70) MPa	0.01 MPa	$\leq \pm 1.0\%FS$	$\leq 1.0\%FS$	在 1 h 内不得大于最大允许误差绝对值的二分之一。
位移	(0~50) mm	0.01 mm	$\leq \pm 0.05$ mm	≤ 0.02 mm	/

注：以上技术指标不用于合格性判定，仅供参考。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 供电电源：电压：(220±22) V，频率：(50±1) Hz。

6.1.2 环境温度：(20±2)℃。

6.1.3 相对湿度：45%~75%。

6.1.4 周围环境无影响仪器正常工作的机械振动和电磁场干扰。

6.2 校准装置

校准用设备与计量器具的技术指标见表 2。

表 2 校准用设备与计量器具

标准器名称	技术要求
量块	测量范围 (0~50) mm, 准确度级别不低于 3 级
数字式压力计	上限应与静载仪压力测量上限相适应, 准确度等级不低于 0.1 级

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

校准项目一览表见表 3。

表 3 校准项目一览表

序号	校准项目	
1	压力	示值误差
		回程误差
		零位漂移
2	位移	示值误差
		回程误差

7.2 校准方法

7.2.1 校准前准备

7.2.1.1 预热

静载仪应在校准环境条件下放置 4 h 后再进行校准。校准前，应按照说明书要求将静载仪安装连接好，调整到工作状态，并通电预热。预热时间应符合说明书要求，对说明书中未有明确要求的，一般预热 30 min。

7.2.1.2 外观及功能检查

a) 静载仪应有铭牌，铭牌上应标明静载仪名称、型号、规格、制造厂名称或商标、出厂编号等信息。

b) 静载仪的外形结构应完好，紧固部件无松动。表面不应有明显的凹痕、外伤、裂缝和变形等现象。

c) 静载仪所有开关、接插件和按键都应接触可靠，定位准确；各部位开关、按键操作应灵活可靠。

d) 静载仪的状态显示应正确，显示数字及图像应清晰、稳定，应具备位移、压力参数的示值清零与率定功能。

7.2.2 压力的校准

7.2.2.1 调整数字式压力计与静载仪的压力传感器，使两者的受压点处于同一水平面上，校准点不少于 5 点（含零点），所选取的校准点应均匀分布在全量程范围内。

7.2.2.2 零位漂移测量在 1 h 内每隔 15 min 读数一次。

7.2.2.3 示值误差与回程误差测量，需平稳升压或降压，在各校准点应等待压力值稳定后再读数。示值误差按照公式（1）计算。

$$\Delta P = \frac{P_r - P_s}{P_n} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

ΔP ——静载仪压力测量各校准点示值误差，%FS；

P_r ——静载仪压力测量各校准点升、降行程示值平均值，MPa；

P_s ——标准器压力测量各校准点的标准示值，MPa；

P_n ——静载仪压力测量的上限值，MPa；

回程误差按照公式（2）计算。

$$\Delta P_h = \left| \frac{P_u - P_d}{P_n} \right| \times 100\% \quad (2)$$

式中：

ΔP_h ——静载仪压力测量回程误差，%FS；

P_u ——静载仪压力测量各校准点升行程示值，MPa；

P_d ——静载仪压力测量各校准点降行程示值，MPa；

P_n ——静载仪压力测量的上限值，MPa；

7.2.3 位移的校准

7.2.3.1 选取的校准点应不少于 6 个点（不含零点），所选取的校准点应均匀分布在全量程范围内。

7.2.3.2 设置静载仪位移部分相关参数，将静载仪的位移示值清零，并利用量块逐个校准点递增标准位移值，待各校准点保持稳定后记录相应正行程示值，直至测量上限后逐点递减标准位移值，待各校准点保持稳定后记录相应反行程示值，每个校准点进行 2 次重复测量。静载仪配置多个位移传感器时，应对每个位移传感器按照上述方法分别进行校准。示值误差按照公式（3）计算。

$$\Delta Y = Y - \bar{Y} \quad (3)$$

式中：

ΔY ——静载仪位移示值误差，mm；

Y ——静载仪位移测量各校准点正、反行程示值平均值，mm；

Y_i ——标准器位移测量各校准点的标准示值，mm；

回程误差按照公式（4）计算。

$$\Delta Y_h = |Y_u - Y_d| \quad (4)$$

式中：

ΔY_h ——静载仪位移测量回程误差，mm；

Y_u ——静载仪位移测量各校准点正行程示值平均值，mm；

Y_d ——静载仪位移测量各校准点反行程示值平均值，mm；

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准原始记录格式见附录 B。

8.2 校准结果的处理

校准证书内页格式见附录 C。校准结果应在校准证书或校准报告上反映，校准证书或校准报告应至少包括以下信息：

- a) 标题：“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），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，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；

h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；

- i) 校准所依据的技术规范的标识, 包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;
- k) 校准环境的描述;
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- m) 对校准规范的偏离的说明;
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明;
- p) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明;

校准证书内页格式见附录 C。

9 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定的, 因此, 送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。建议复校时间间隔不超过 12 个月。

附录 A

静载试验仪示值误差校准的不确定度评定示例

A.1 压力示值误差测量结果的不确定度评定

A.1.1 概述

A.1.1.1 评定依据

JJF(黔) XXXX-2020《静载试验仪校准规范》。

A.1.1.2 环境条件

温度：(20±2)℃，相对湿度：45%~75%；

A.1.1.3 校准用标准

数字式压力计：测量范围：(0~70)MPa，准确度：0.1级。

A.1.1.4 被校对象

桩基静载荷测试分析仪：测量范围：(0~70)MPa。

A.1.1.5 校准方法

调整数字式压力计与被校静载仪的压力传感器，使两者的受压点处于同一水平面上，平稳升压或降压到校准点，等待压力值稳定后再读数。静载仪压力升、降行程示值平均值与数字式压力计标准压力示值之差，除以静载仪压力测量满量程再乘100%，即得压力示值误差。

A.1.2 测量模型

依据测量方法，测量模型如公式(A.1)。

$$\Delta P = \frac{P_r - P_s}{P_n} \times 100\% \quad (\text{A.1})$$

式中：

ΔP ——静载仪压力测量各校准点示值误差，%FS；

P_r ——静载仪压力测量各校准点升、降行程示值平均值，MPa；

P_s ——标准器压力测量各校准点的标准示值，MPa；

P_n ——静载仪压力测量的上限值，MPa。

A.1.3 不确定来源

不确定度来源主要为数字式压力计准确度引入的标准不确定度和测量重复性引入的标准不确定度。

A.1.4 标准不确定度评定

A.1.4.1 数字式压力计准确度引入的标准不确定度分量 u_1

数字式压力计为 0.1 级，其最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ ，即半宽为 0.1%，属于均匀分布， $k = \sqrt{3}$ ，则数字式压力计准确度引入的标准不确定度：

$$u_1 = \frac{0.1\%}{\sqrt{3}} = 0.0577\%$$

A.1.4.2 测量重复性引入的标准不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定，选测量点为 50 MPa，重复测量 10 次，测量结果如表 A.1 所示。

表 A.1 压力重复性测量结果

测量次数	1	2	3	4	5	平值值/MPa
示值/MPa	49.93	49.76	49.76	49.82	49.87	49.840
测量次数	6	7	8	9	10	
示值/MPa	49.78	49.96	49.85	49.92	49.75	

由贝塞尔公式可得 $s(x_i) = 0.0780$ MPa，则测量重复性引入的标准不确定度：

$$u_2 = \frac{0.0780}{\sqrt{10}} \times 100\% = 0.1114\%$$

A.1.5 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的，则其合成标准不确定度为：

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.125\%$$

A.1.6 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$ ，则其扩展不确定度：

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.125\% = 0.25\%$$

A.2 位移示值误差测量结果的不确定度评定

A.2.1 概述

A.2.1.1 评定依据

JJF(黔)XXXX-2020《静载试验仪校准规范》。

A.2.1.2 环境条件

温度：(20±2)℃，相对湿度：45%~75%。

A.2.1.3 校准用标准

量块：测量范围：(0~50)mm，准确度：3级。

A.2.1.4 被校对象

桩基静载荷测试分析仪：测量范围：(0~50)mm。

A.2.1.5 校准方法：

将被校静载仪的位移示值清零，使用量块作为标准位移值，待示值保持稳定后记录相应正行程示值和反行程示值。静载仪位移正、反行程示值平均值与量块的标准值之差，即得位移示值误差。

A.2.2 测量模型

依据测量方法，测量模型如公式(A.2)。

$$\Delta Y = Y - Y_i \quad (\text{A.2})$$

式中：

ΔY ——静载仪位移示值误差，mm；

Y ——静载仪位移测量各校准点正、反行程示值平均值，mm；

Y_i ——标准器位移测量各校准点的标准示值，mm。

A.2.3 不确定来源

不确定度来源主要为量块准确度引入的标准不确定度和测量重复性引入的标准不确定度。

A.2.4 标准不确定度评定

A.2.4.1 量块准确度引入的标准不确定度分量 u_1

用3级量块，量值50mm，其最大允许误差为±1.6 μm，即半宽为1.6 μm，

属于均匀分布, $k = \sqrt{3}$, 则量块准确度引入的标准不确定度:

$$u_1 = 0.00093 \text{ mm}$$

A.2.4.2 测量重复性引入的不确定度分量 u_2

采用 A 类方法评定, 选测量点 50 mm, 重复测量 10 次, 测量结果如表 A.2 所示。

表 A.2 位移重复性测量结果

测量次数	1	2	3	4	5	平均值/mm
示值/mm	49.99	49.98	50.00	49.97	50.00	49.989
测量次数	6	7	8	9	10	
示值/mm	49.99	49.98	49.99	49.98	49.99	

由贝塞尔公式可得 $s(x_i) = 0.0095 \text{ mm}$ 。

在实际测量中是以 2 次测量的平均值作为测量结果, 则测量重复性引入的标准不确定度:

$$u_2 = 0.0067 \text{ mm}$$

A.2.5 合成标准不确定度

以上各项标准不确定度分量是互不相关的, 则其合成标准不确定度:

$$u_c = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.0068 \text{ mm}$$

A.2.6 扩展标准不确定度

取包含因子 $k=2$, 则其扩展不确定度:

$$U = k \times u_c = 2 \times 0.0068 = 0.014 \text{ mm}$$

附录 B

静载试验仪校准原始记录格式

编号 _____

委托单位: _____ 联系信息: _____

设备名称: _____ 型号、规格: _____ 出厂编号: _____

制造单位: _____

校准环境条件及地点: _____ 温度: _____ °C 相对湿度: _____ %

校准所依据的技术文件(代号、名称): _____

主标准器 名称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差		证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)			
外观及功能性的检查:								
分辨力:								
压力测量 校准	传感器出厂编号:							
零位漂移	min	0	15	30	45	60		
	零点示值 (MPa)							
校准点 (MPa)	静载仪压力显示值 (MPa)			示值误差 (% FS)	回程误差 (% FS)			
	示值 (升)	示值 (降)						
位移测量 校准	通道号: _____ 传感器出厂编号: _____							
校准点 (mm)	静载仪位移显示值 (mm)						示值误差 (mm)	回程误差 (mm)
	正行程 (mm)			反行程 (mm)				
	1	2	平均值	1	2	平均值		

测量结果不确定度:

校准: _____ 核验: _____ 校准日期: _____

附录 C

校准证书内页格式

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准机构授权说明：				
校准环境条件及地点：				
温 度	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度或准确度等级或最大允许误差	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

证书编号 XXXXXX-XXXX

校准结果

外观及功能性的检查:			
分辨力:			
压力传感器出厂编号			
	示值误差	回程误差	零位漂移
压力			
位移传感器出厂编号			
	示值误差	回程误差	
位移			

测量结果不确定度:

以下空白

说明:
根据客户要求和校准文件的规定, 通常情况下_____个月校准一次。

声明:
1. 仅对加盖“XXXXX 校准专用章”的完整证书负责。
2. 本证书的校准结果仅对本次所校准的计量器具有效。

