



安徽省地方计量技术规范

JJF (皖) 180—2024

灌砂仪校准规范

Calibration Specification for Sand - cone Density Apparatus

2024-01-15 发布

2024-03-01 实施

安徽省市场监督管理局 发布

灌砂仪校准规范

Calibration Specification for Sand - cone Denisty

Apparatus

JJF (皖) 180-2024

归口单位：安徽省几何量计量技术委员会

主要起草单位：安徽省计量科学研究院

安徽省长江计量所（九一〇所）

本规范委托安徽省几何量计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

李祥瑞（安徽省计量科学研究院）

马 琳（安徽省计量科学研究院）

李 丹（安徽省计量科学研究院）

徐光洁（安徽省长江计量所（九一0所））

徐存知（安徽省计量科学研究院）

目 录

引言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
5 校准条件.....	(3)
6 校准项目和校准方法.....	(4)
7 校准结果表达.....	(6)
8 复校时间间隔.....	(6)
附录 A 储砂筒内径测量结果的不确定度评定示例.....	(7)
附录 B 校准证书内容及内页格式.....	(10)

引 言

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》、JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1094-2002《测量仪器特性评定》共同构成支撑本校准规范制定的基础性系列规范。

本规范为首次制定。

灌砂仪校准规范

1 范围

本规范适用于灌砂仪、灌砂法密度试验仪的校准。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 50123 – 2019 土工试验方法标准

JTG 3450 – 2019 公路路基路面现场测试规程

凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本规范。

3 概述

灌砂仪、灌砂法密度试验仪是公路工程常用的测定基层（或底基层）、砂石路面及路基土等各种材料压实层密度和压实度的检测仪器。灌砂仪主要由灌砂筒、标定罐和基板三部分组成，灌砂筒尺寸分为 $\phi 100\text{ mm}$ 、 $\phi 150\text{ mm}$ 、 $\phi 200\text{ mm}$ 三种规格，其结构如图1所示。灌砂法密度试验仪由漏斗、漏斗架、防风筒、套环组成，其结构如图2所示。

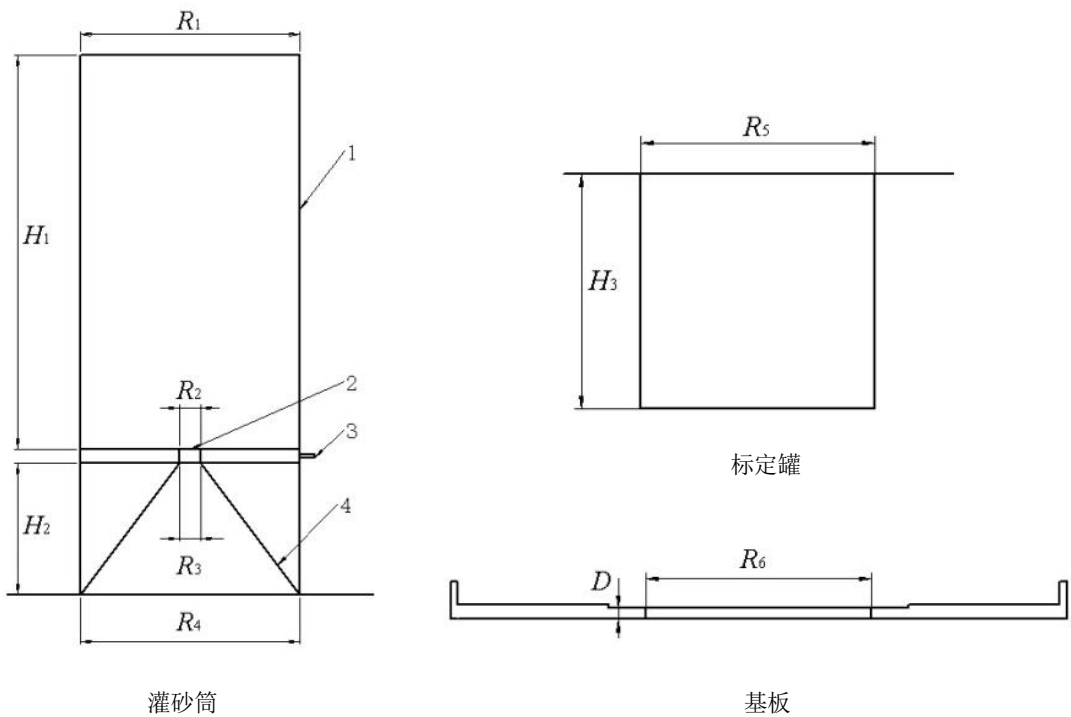


图 1 灌砂仪结构示意图

1—储砂筒；2—流砂孔；3—流砂孔开关；4—倒置圆锥漏斗

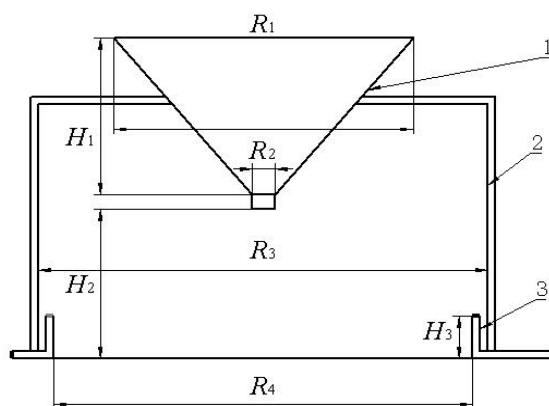


图 2 灌砂法密度试验仪结构示意图

1—漏斗；2—防风筒；3—套环

4 计量特性

4.1 灌砂仪基本尺寸

4.1.1 灌砂筒基本尺寸

灌砂筒基本尺寸及要求见表 1。

4.1.2 标定罐基本尺寸

标定罐基本尺寸及要求见表 1。

4.1.3 基板基本尺寸

基板基本尺寸及要求见表 1。

表 1 灌砂仪基本尺寸

(mm)

项目		规格		
		$\phi 100$	$\phi 150$	$\phi 200$
灌砂筒	储砂筒内径 R_1	100 ± 0.8	150 ± 1.0	200 ± 1.2
	储砂筒深度 H_1	270 ± 1.2	270 ± 1.2	350 ± 1.2
	流砂孔直径 R_2	10 ± 0.1	15 ± 0.1	20 ± 0.1
	漏斗上口直径 R_3	10 ± 0.1	15 ± 0.1	20 ± 0.1
	漏斗下口直径 R_4	100 ± 0.8	150 ± 1.0	200 ± 1.2
	漏斗深度 H_2	90 ± 0.8	90 ± 0.8	170 ± 1.2
标定罐	标定罐内径 R_5	100 ± 0.8	150 ± 1.0	200 ± 1.2
	标定罐深度 H_3	150 ± 1.2	150 ± 1.2	150 ± 1.2
基板	中孔直径 R_6	100 ± 0.8	150 ± 1.0	200 ± 1.2
	底板厚度 D	≥ 1.0 (铁) ≥ 1.2 (铝合金)	≥ 1.0 (铁) ≥ 1.2 (铝合金)	≥ 1.0 (铁) ≥ 1.2 (铝合金)

4.2 灌砂法密度试验仪基本尺寸

4.2.1 漏斗基本尺寸

漏斗基本尺寸及要求见表 2。

4.2.2 防风筒基本尺寸

防风筒基本尺寸及要求见表 2。

4.2.3 套环基本尺寸

套环基本尺寸及要求见表 2。

表 2 灌砂法密度试验仪基本尺寸 (mm)

项目		基本尺寸
漏斗	漏斗上口直径 R_1	200 ± 1.2
	漏斗下口直径 R_2	15 ± 0.1
	漏斗深度 H_1	110 ± 0.8
	漏斗底部距套环底部距离 H_2	100 ± 1.0
防风筒	套环内径 R_3	300 ± 2.5
套环	套环内径 R_4	270 ± 1.2
	套环高度 H_3	30 ± 0.8

注：以上所有指标不用于合格性判别，仅供参考。

5 校准条件

5.1 环境条件

校准时环境温度：(20±10)℃，相对湿度：不大于 80%。

5.2 测量标准及其他设备

测量标准及设备见表 3。允许使用满足测量不确定度要求的其它测量设备。

表3 测量标准及其他设备

序号	名称	技术要求
1	游标卡尺	测量范围：(0~300) mm，MPE：±0.04 mm
2	深度卡尺	测量范围：(0~500) mm，MPE：±0.05 mm
3	专用通止规	通规基本尺寸： 9.9 ^{+0.01} ₀ mm、14.9 ^{+0.01} ₀ mm、19.9 ^{+0.01} ₀ mm； 止规基本尺寸： 10.1 ⁰ _{-0.01} mm、15.1 ⁰ _{-0.01} mm、20.1 ⁰ _{-0.01} mm；
4	深度卡尺（宽面）	测量范围：(0~300) mm，MPE：±0.04 mm (尺框测量面长度不小于 200 mm)
5	平板	测量范围：(300×400) mm，1 级

6 校准项目和校准方法

目力观察校准对象,应无明显锈蚀、变形情况。开关应转动顺畅,灌砂仪打开时流砂孔与储砂筒底部、漏斗顶端圆孔无错位遮挡,关闭时不应有缝隙。

6.1 灌砂仪基本尺寸

6.1.1 灌砂筒基本尺寸

6.1.1.1 储砂筒内径

使用游标卡尺在储砂筒圆周上均匀分布的三个位置分别测量其内径,取三次测量结果的平均值作为储砂筒内径校准结果。

6.1.1.2 储砂筒深度

使用深度卡尺在储砂筒圆周上均匀分布的三个位置分别测量其深度,取三次测量结果的平均值作为储砂筒深度校准结果。

6.1.1.3 流砂孔直径

将灌砂筒放在平板上并固定,将开关打开。选取对应规格的专用通止规校准。

6.1.1.4 漏斗上口直径

将灌砂筒放在平板上并固定,将开关打开。选取对应规格的专用通止规校准。

6.1.1.5 漏斗下口直径

使用游标卡尺在漏斗下口圆周上均匀分布的三个位置分别测量其直径,取三次测量结果的平均值作为漏斗下口直径校准结果。

6.1.1.6 漏斗深度

使用深度卡尺(宽面)在漏斗下口圆周上均匀分布的三个位置分别测量其深度,取三次测量结果的平均值作为漏斗深度校准结果。

6.1.2 标定罐基本尺寸

6.1.2.1 标定罐内径

使用游标卡尺在标定罐圆周上均匀分布的三个位置分别测量其内径,取三次测量结果的算术平均值作为标定罐内径校准结果。

6.1.2.2 标定罐深度

使用深度卡尺在标定罐圆周上均匀分布的三个位置分别测量其深度,取三次测量结果的平均值作为标定罐深度校准结果。

6.1.3 基板基本尺寸

6.1.3.1 基板中孔直径

使用游标卡尺在基板中心孔圆周上均匀分布的三个位置分别测量其直径，取三次测量结果的平均值作为基板中孔直径校准结果。

6.1.3.2 底板厚度

使用游标卡尺在基板中心孔圆周上均匀分布的三个位置分别测量其厚度，取三次测量结果的平均值作为基板底板厚度校准结果。

6.2 灌砂法密度试验仪基本尺寸

6.2.1 漏斗基本尺寸

6.2.1.1 漏斗上口直径

使用游标卡尺在漏斗上口圆周上均匀分布的三个位置分别测量其直径，取三次测量结果的平均值作为漏斗上口直径校准结果。

6.2.1.2 漏斗下口直径

将灌砂法密度试验仪漏斗部分拆下，使用深度卡尺在漏斗下口圆周上均匀分布的三个位置分别测量其直径，取三次测量结果的平均值作为漏斗下口直径校准结果。

6.2.1.3 漏斗深度

使用深度卡尺在漏斗上口圆周上均匀分布的三个位置分别测量其深度，取三次测量结果的平均值作为漏斗深度校准结果。

6.2.1.4 漏斗底部距套环底部距离

将灌砂法密度试验仪放置在平板上，关闭开关，使用深度卡尺（宽面）测量漏斗上口至开关位置的深度 h_1 ，打开开关，测量漏斗上口至套环底部的距离 h_2 ，则漏斗底部距套环底部距离如公式（1）所示：

$$H_2 = h_2 - h_1 \quad (1)$$

在漏斗上口圆周上均匀分布的三个位置测量，取三次测量结果的平均值作为漏斗底部距套环底部距离校准结果。

6.2.2 防风筒基本尺寸

6.2.2.1 防风筒内径

使用游标卡尺在防风筒内圆周上均匀分布的三个位置分别测量其内径，取三次测量结果的平均值作为防风筒内径校准结果。

6.2.3 套环基本尺寸

6.2.3.1 套环内径

使用游标卡尺在套环内圆周上均匀分布的三个位置分别测量其内径，取三次测量结果的平均值作为套环内径校准结果。

6.2.3.2 套环高度

使用深度卡尺在套环内圆周上均匀分布的三个位置分别测量其高度，取三次测量结果的平均值作为套环高度校准结果。

7 校准结果表达

校准后的灌砂仪、灌砂法密度试验仪，出具校准证书。校准证书应给出校准值及测量不确定度。

8 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。建议不超过 1 年。

附录 A

储砂筒内径测量结果的不确定度评定示例

A.1 概述

A.1.1 测量仪器：游标卡尺，MPE：±0.04 mm。

A.1.2 测量对象：Φ 200 mm 灌砂仪储砂筒内径。

A.1.3 测量方法：使用游标卡尺在储砂筒圆周上均匀分布的三个位置分别测量其内径，取三次测量结果的平均值作为灌砂筒内径校准结果。

A.2 测量模型：

$$R = \frac{R_1 + R_2 + R_3}{3} \quad (\text{A.1})$$

式中

R ——储砂内径，mm；

R_1 、 R_2 、 R_3 ——游标卡尺测量灌砂筒内径三次测量结果，mm。

A.3 灵敏度系数

依

$$u_c^2(y) = \sum \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 \cdot u^2(x_i)$$

$$u_c^2(R) = c_1^2 u^2(R_1) + c_2^2 u^2(R_2) + c_3^2 u^2(R_3) \quad (\text{A.2})$$

式中，灵敏系数，

$$c_1 = 1/3 \quad c_2 = 1/3 \quad c_3 = 1/3$$

A.4 标准不确定度评定

A.4.1 读数引入的标准不确定度 u_1 A.4.1.1 测量重复性引入的标准不确定度 u_{11}

用游标卡尺对灌砂筒内径进行测量，在重复性条件下连续测量 10 次，得到校准结果 (mm)：

199.46	199.52	199.40	199.38	199.40
199.44	199.38	199.42	199.34	199.48

由贝塞尔公式得单次实验标准差 $s = 0.058$ mm

因此重复性引入的不确定度分量为：

$$u_{11} = s = 0.058 \text{ mm}$$

A.4.1.2 游标卡尺分辨力引入的标准不确定度 u_{12}

游标卡尺分辨力为 0.02 mm，区间半宽为 0.01 mm，设为均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_{12} = \frac{0.01 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.006 \text{ mm}$$

测量重复性引入的标准不确定度与分辨力引入的标准不确定度互相包含，二者取其较大者作为读数引入的标准不确定度，则：

$$u_1 = \text{MAX}(u_{11}, u_{12}) = 0.058 \text{ mm}$$

A.4.2 游标卡尺示值误差引入的标准不确定度 u_2

游标卡尺示值误差为 $\pm 0.04 \text{ mm}$ ，符合均匀分布，取 $k = \sqrt{3}$ ，则：

$$u_2 = \frac{0.04 \text{ mm}}{\sqrt{3}} = 0.023 \text{ mm}$$

A.4.3 储砂筒第一次测量结果的标准不确定度 $u(R_1)$

$$u(R_1) = \sqrt{u_1^2 + u_2^2} = 0.062 \text{ mm}$$

A.4.3 储砂筒第二次、第三次测量结果的标准不确定度 $u(R_2)$ 、 $u(R_3)$ 三次测量方法一致，则：

$$u(R_2) = u(R_3) = u(R_1) = 0.062 \text{ mm}$$

A.5 标准不确定度分量汇总

标准不确定度符号	标准不确定度来源	标准不确定度结果	灵敏系数	不确定度结果
$u(R_1)$	u_1	读数引入的标准不确定度	1/3	0.021 mm
	u_{11}	测量重复性引入的标准不确定度		
	u_{12}	游标卡尺分辨力引入的标准不确定度		
	u_2	游标卡尺示值误差引入的标准不确定度		
$u(R_2)$	同 $u(R_1)$		1/3	0.021 mm
$u(R_3)$	同 $u(R_1)$		1/3	0.021 mm

A.6 合成标准不确定度

三次独立测量使用同一游标卡尺，互相之间强相关，则

$$u_c = u(R_1) + u(R_2) + u(R_3) = 0.063 \text{ mm}$$

A.7 扩展不确定度

取 $k=2$, $U = k \times u_c = 0.126 \text{ mm} \approx 0.13 \text{ mm}$

附录 B

校准证书内容及内页格式

B.1 校准证书至少包括以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果不在实验室内进行校准）；
- d) 证书或报告的唯一性标识（如编号），每页及总页的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准日期，如果与校准结果的有效性应用有关时，应说明被校对象的接受日期；
- h) 如果与校准结果的有效性和应用有关时，应对抽样程序进行说明；
- i) 对校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用计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。

B.2 校准证书内页格式见表 B.1、表 B.2

表B.1 灌砂仪校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件		温 度： 相对湿度：	℃ %	地 点： 其 它：
序号	校准项目		校准结果 (mm)	不确定度
1	灌砂筒	储砂筒内径		
2		储砂筒深度		
3		流砂孔直径		/
4		漏斗上口直径		/
5		漏斗下口直径		
6		漏斗深度		
7	标定罐	标定罐内径		
8		标定罐深度		
9	基板	中孔直径		
10		底板厚度		

校准员：

核验员：

表B.2 灌砂法密度试验仪校准证书内页格式

证书编号：

校准环境条件		温 度： 相对湿度：	℃ %	地 点： 其 它：
序号	校准项目		校准结果 (mm)	不确定度
1	漏斗	漏斗上口直径		
2		漏斗下口直径		
3		漏斗深度		
4		漏斗底部距套环底部距离		
5	防风筒	防风筒内径		
6	套环	套环内径		
7		套环高度		

校准员：

核验员：

注：校准证书的内容应符合 JJF1071《国家计量校准规范编写规则》的要求。由于各实验室对校准证书有自己的设计，本附录仅建议与校准内结果相关部分的内页格式。其中的部分内容可以由于实验室的证书格式不同而在其他部分表述。

