**国家计量技术规范**

**砂土相对密度仪校准规范**

**（征求意见稿）**

**编 写 说 明**

**规范起草组**

**2024年09月**

**目 录**

[一、任务来源 1](#_Toc14925)

[二、编制背景 1](#_Toc19189)

[三、编制过程 1](#_Toc13093)

[四、编写依据和编写原则 2](#_Toc19470)

[五、主要技术内容 4](#_Toc27926)

[六、其他应予以说明的事项 9](#_Toc26155)

# 一、任务来源

根据市监计量发[2023]56号“市场监督总局办公厅关于印发2023年国家计量技术规范项目制定、修订及宣贯计划的通知”，由江西省交通工程质量监督站试验检测中心牵头起草计划项目编号为MTC31-2023-01的国家计量技术规范《砂土相对密度仪校准规范》，主要起草单位为江西省交通工程质量监督站试验检测中心、江西省综合交通运输发展研究中心、交通运输部天津水运工程科学研究所。参加起草单位包括江西省检验检测认证总院计量科学研究院和江西省交通建设工程质量监督管理局。本规范由全国水运专用计量器具计量技术委员会归口管理。

# 二、编制背景

砂土相对密度仪是用于砂的相对密度试验的专用仪器。为了解土在自然状态或经压实后的松紧情况和土粒结构的稳定性，故需要砂土相对密度仪对无凝聚性土进行最大孔隙比（最小干密度）和最小孔隙比（最大干密度）进行试验测量，从而计算出砂的相对密度。该试验对于土质建筑物地基的稳定性，特别是在抗震稳定性方面，具有重要的意义。因此，制定砂土相对密度仪校准规范，进行砂土相对密度仪的量值溯源是十分有必要的。

通过调研砂土相对密度仪生产厂家和使用单位，了解国内砂土相对密度仪生产状况和使用情况，利用现有设备试验，制定控制砂土相对密度仪计量性能的校准项目、技术要求和校准方法，编制砂土相对密度仪校准规范。

# 三、编制过程

（一）工作进程

2023年4月，江西省交通工程质量监督站试验检测中心接受任务后确定了规范起草小组成员，初步拟定了工作计划，完成了人员、设备和参考资料的准备工作。

2023年5月至8月，规范起草小组调研砂土相对密度仪生产厂家和使用单位，了解国内砂土相对密度仪生产状和使用情况，提出合理科学控制砂土相对密度仪计量性能的校准项目、技术要求和校准方法，同时考虑选取现有的标准器满足校准要求。

2023年9月至12月利用标准器做实验，得到大量实验数据印证技术要求和校准方法的合理性，编写了规范草案稿，并向有关专家对起草组拟定的研制思路、流程以及校准设备等内容进行了咨询。

2024年1月至2024年4月，规范起草小组与南京宁曦土壤仪器有限公司等砂土相对密度仪生产厂家，选定多个不同规格型号多个批次设备进行试验验证。通过对试验情况进行归纳总结，结合国内相关技术资料，经过整理修改，编写了规范的征求意见稿初稿。

2024年5月至2024年6月，规范起草小组根据工作计划安排进行了征求意见稿咨询会，根据专家组反馈意见，对征求意见稿初稿进一步修改完善，最终形成了征求意见稿。

（二）人员分工

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 起草单位 | 起草人 | 项目分工 |
| 江西省交通工程质量监督站试验检测中心 | 朱 军 | 规范编写与统筹，主要负责第1至5章技术把关。 |
| 江西省综合交通运输发展研究中心 | 陈 露 | 资料搜集、校准方法研究，主要负责第6至8章技术把关。 |
| 江西省交通工程质量监督站试验检测中心 | 谭显峰 | 计量性能指标的试验验证，主要负责附录A至C的技术内容审查。 |
| 交通运输部天津水运工程科学研究所 | 陈允约 | 试验验证、前期调研，主要负责第1至4章的编写。 |
| 江西省检验检测认证总院计量科学研究院 | 胡志刚 | 资料搜集、协助编写，主要负责第5章的编写。 |
| 江西省交通建设工程质量监督管理局 | 刘 兵 | 协助进行试验验证，主要负责第6至8章的编写。 |
| 江西省交通工程质量监督站试验检测中心 | 王 磊 | 资料搜集、协助编写，主要负责附录A至C的编写 |

# 四、编写依据和编写原则

（一）编制依据

本规范引用下列文献：

JJG 196-2006 常用玻璃量器检定规程

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

GB/T 15406-2007 岩土工程仪器基本参数及通用技术条件

GB/T 50123-2019 土工试验方法标准

JTG 3430-2020 公路土工试验规程

JJG (地质) 1021-1994 砂土相对密度仪检定规程

使用本规范时，应注意使用上述引用文献的现行有效版本。

（二）编制原则

依据JTG 3430-2020《公路土工试验规程》及GB/T 15406-2007《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》，对砂土相对密度仪开展校准试验，反复进行重复性的实验，积累原始数据，分析砂土相对密度仪的计量特性，参考JJG (地质) 1021-1994《砂土相对密度仪检定规程》，对几家调研的厂家产品进行分析，合理地制定砂土相对密度仪的计量性能（包括量筒容积、长颈漏斗经管内径、击锤质量、金属容器尺寸、锤座底边直径、击锤落高的最大允许误差）、校准条件、校准项目和方法、校准结果的处理等，从而编写出适用于砂土相对密度仪的校准规范。在编制过程中起草组掌握以下几个原则：

1.校准项目和技术指标与JTG 3430-2020《公路土工试验规程》及GB/T 15406-2007《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》中要求一致，参考JJG (地质) 1021-1994《砂土相对密度仪检定规程》制定了尺寸的最大允许误差；

2.尽量使用现有设备；

3.要体现目前技术的先进性；

4.在实施时的可操作性和可行性。

（三）国内外标准技术文件的兼容情况

1.依据《国家计量校准规范编写规则》（JJF 1071-2010）的要求对砂土相对密度仪校准规范进行了编制，在内容、格式上与其保持一致，规程内容包括范围、概述、引用文件、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔。

2.依据《测量不确定度评定与表示》（JJF1059.1-2012）对相对密度仪的容积、长度、质量测量不确定度进行评定。

（四）与有关现行法律法规和强制性国家标准的关系

本规范不违反现行法律法规和强制性国家标准。

# 五、主要技术内容

按照JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》的要求起草本校准规范。在内容格式上与其保持一致，校准规范的具体内容有范围、概述、引用文件、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法、校准结果表达、复校时间间隔。计量性能要求与JTG 3430-2020《公路土工试验规程》及GB/T 15406-2007《岩土工程仪器基本参数及通用技术条件》中要求一致，参考JJG (地质) 1021-1994《砂土相对密度仪检定规程》制定了尺寸的最大允许误差。校准方法参考了JJG (地质) 1021-1994《砂土相对密度仪检定规程》及JJG 196-2006《常用玻璃量器检定规程》。

（一）范围

本规范适用于砂土相对密度仪（漏斗式最小干密度仪和锤击式最大干密度仪）的校准。

（二）概述

概述部分分三段表述砂土相对密度仪的分类概念、最小相对密度仪构造原理、最大干密度仪构造原理。

砂土相对密度仪（以下简称相对密度仪）是采用最小干密度仪和最大干密度仪分别测量砂砾土试样最小干密度和最大干密度，从而计算得出相对密度的仪器。

漏斗式最小干密度仪一般包括锥形塞、长颈漏斗、拂平器和量筒（量筒有500mL和1000mL两种规格），漏斗式最小干密度仪结构示意图见图1，其工作原理是：用小管径的长颈漏斗来控制砂样，使其均匀缓慢的落入量筒内，以达到很疏松的堆积。然后测读砂样体积，计算出最小干密度。

锤击式最大干密度仪一般由击锤、振动叉、金属容器（金属容器有250mL和1000mL两种规格）等组成。手动式最大干密度仪结构示意图见图2，电动式最大干密度仪结构示意图见图3。其工作原理是使用振动锤击法，将砂样分三次装入金属容器，开启机器进行振动锤击，直至砂样体积不变为止，称重，计算出最大干密度。

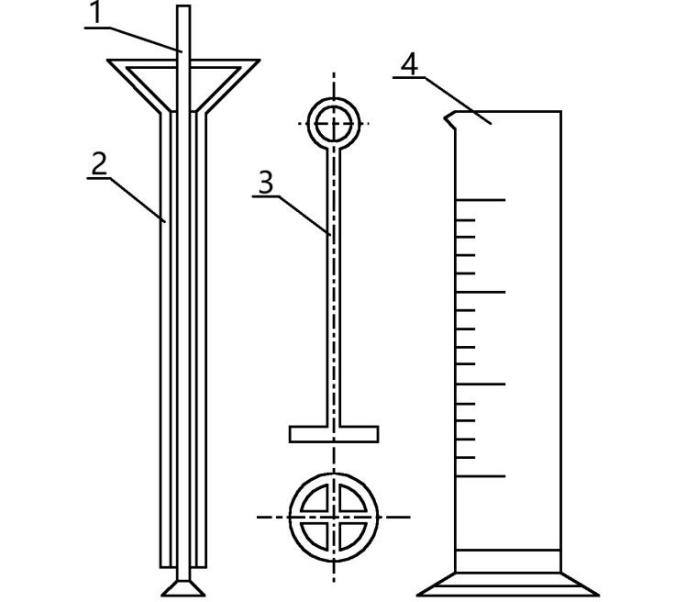


图1 漏斗式最小干密度仪结构示意图

1——锥形塞；2——长颈漏斗；3——拂平器；4——量筒。

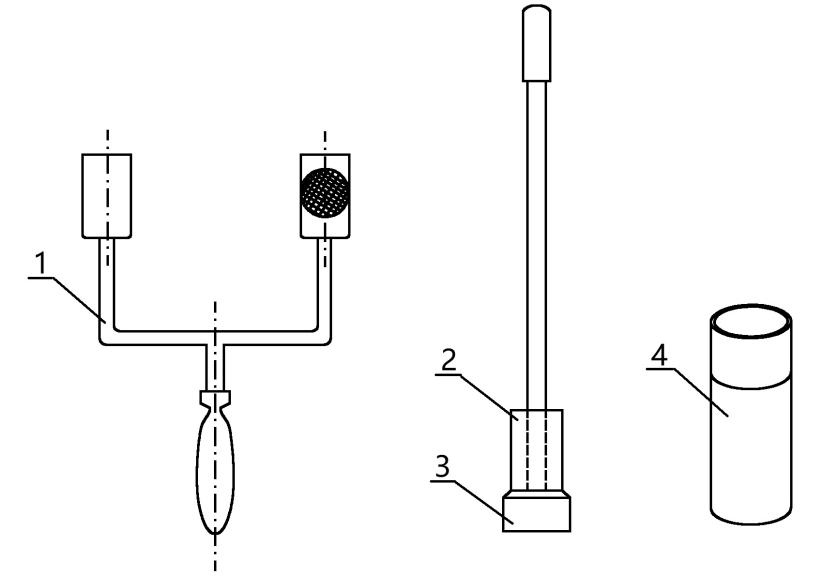


图2 手动式最大干密度仪结构示意图

1——振动叉；2——击锤；3——锤座器；4——金属容器。

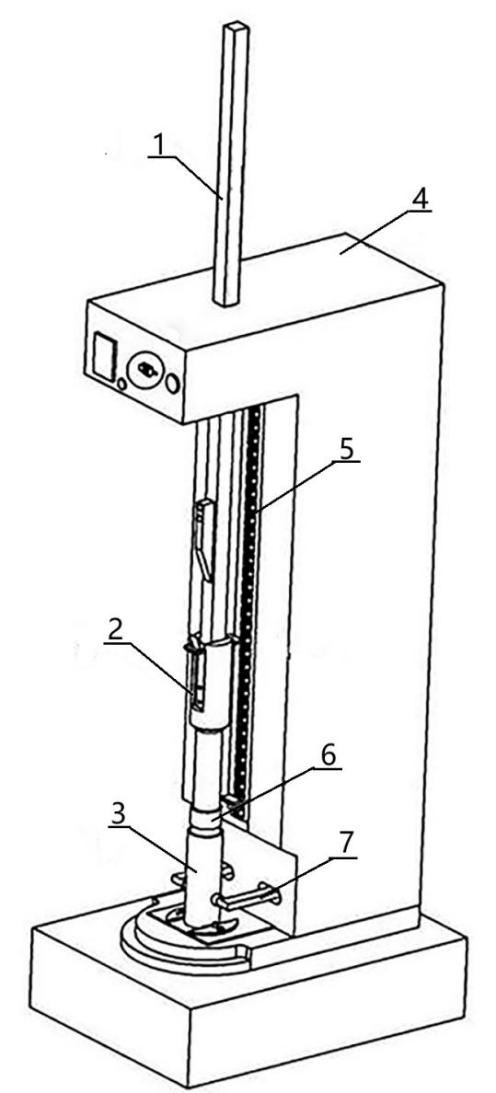


图3 电动式最大干密度仪结构示意图

1——导柱；2——击锤；3——金属容器；4——机身；5——链条；6——锤座器；7——振动叉。

（三）计量特性

1.漏斗式最小干密度仪技术要求见表1。

表1 漏斗式最小干密度仪计量特性要求

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 校准项目 | 单位 | 技术要求 |
| 量筒容积 | mL | 500.0 ± 2.0 |
| 1000.0 ± 4.0 |
| 长颈漏斗径管内径 | mm | 12.0 ± 0.1 |

依据GB/T 50123 土工试验方法标准、JTG 3430-2020 公路土工试验规程中对相对密度仪量筒容积的要求，参考JJG 196-2006 常用玻璃量器及JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程制定了量筒容积的技术要求；依据GB/T 50123 土工试验方法标准、JTG 3430-2020 公路土工试验规程中对相对密度仪长颈漏斗径管内径的要求，结合对大量不同型号、厂家设备的调研结果，制定了长颈漏斗径管下口内径的技术要求。

2.锤击式最大干密度仪技术要求见表2。

表2 锤击式最大干密度仪计量特性要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | | 单位 | 技术要求 |
| 金属容器尺寸 | 内径 | mm | 50.0 ± 0.1 |
| 100.0 ± 0.2 |
| 深度 | mm | 127.0 ± 0.2 |
| 锤座底边直径 | | mm | 50.0 ± 0.1 |
| mm | 100.0 ± 0.2 |
| 击锤质量 | | g | 1250.0 ± 2.5 |
| 击锤落高 | | mm | 150.0 ± 2.0 |

依据GB/T 50123 土工试验方法标准、JTG 3430-2020 公路土工试验规程中对相对密度金属容器尺寸、锤座底边直径、击锤质量、击锤落高的要求，参考JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程，结合对大量不同型号、厂家设备的调研结果，制定了相应参数的技术要求。

（四）校准条件

1.环境条件

校准环境条件应满足以下要求：

a）环境温度：20℃ ± 5℃；

b）相对湿度：不大于85%；

c）其他影响量：周围环境无影响其计量性能的振动和腐蚀性介质。

校准环境条件主要考虑电子天平、温度计、游标卡尺、钢直尺等标准计量器具正常工作所需环境。同时结合参考的技术规程，将温度规定为20 ℃ ± 5 ℃，相对湿度：不大于85%。

2.测量标准及其它设备

2.1电子天平

测量范围覆盖（0～2000）g；分度值不小于0.02 g，级。

2.2游标卡尺

测量范围覆盖（0～150）mm；最大允许误差 ± 0.03 mm。

2.3钢直尺

测量范围覆盖（0～300）mm；最大允许误差 ± 0.10 mm。

2.4温度计

测量范围覆盖（0～50）℃；分度值0.1 ℃；最大允许误差 ± 0.4 ℃。

根据设备量值溯源的需要，在校准设备的选取上，在测量范围上应能覆盖被校准对象的测量范围，在准确度上，须满足其最大允许误差小于被校准设备最大允许误差的1/3。

2.1本规范选用电子天平为测量范围覆盖（0～2000）g；分度值不小于0.02 g的C级电子天平，根据JJG 1036-2022《电子天平检定规程》，其在测量范围（400～2000）g时，其最大允许误差为±0.3 g。在量筒容积技术要求中，两种规格量筒容积分别为（500.00 ± 2.00）mL和（1000.00 ± 4.00）mL，经过密度公式计算，质量允许误差分别近似为±2 g和±4 g；在击锤质量技术要求中为（1250.00±2.50）g；选取的电子天平最大允许误差都满足被校参数最大允许误差的1/3。

2.2本规范选用的温度计作为试验过程中试验用水温度的测量设备，根据试验环境要求以及保证温度对试验用水密度的变化而引入的不确定度足够小，故选取测量范围覆盖（0～50）℃；分度值0.1 ℃；最大允许误差 ± 0.4 ℃的温度计，该计量性能的温度计经过试验计算，引入的标准不确定度为0.025mL。

2.3本规范选用的游标卡尺为测量范围覆盖（0～150）mm；最大允许误差 ± 0.03 mm，该设备测量参数最大允许误差为±0.10mm和±0.20mm，满足被校参数最大允许误差的1/3。

2.4本规范选用的钢直尺为测量范围覆盖（0～300）mm；最大允许误差 ± 0.10 mm，该设备测量参数最大允许误差为±2.0 mm，满足被校参数最大允许误差的1/3。

（五）校准项目和校准方法

1.校准项目

校准项目的确定综合考虑了GB/T 50123-2019 土工试验方法标准、JTG 3430-2020 公路土工试验规程中对相对密度仪的要求，参考了JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程。因此对主要影响测定仪实验过程及结果的技术指标开展校准。

2.校准方法

量筒容积使用电子天平进行校准，校准方法参考JJG 196-2006 常用玻璃量器进行制定。

长颈漏斗径管内径

用游标卡尺校准长颈漏斗下口内径，校准方法依据调研情况及设备实际情况进行制定。

金属容器尺寸

用游标卡尺校准金属容器的尺寸，校准方法参考JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程进行制定。

锤座底边直径

用游标卡尺校准锤座底边直径，校准方法依据调研情况及设备实际情况进行制定。

击锤质量

用电子天平校准击锤质量，校准方法参考JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程进行制定。

击锤落高

用钢直尺校准击锤落高，校准方法参考JJG (地质) 1021-1994 相对密度仪检定规程进行制定。

（六）校准结果表达

采用了通用的结果表达方式。对校准记录、校准报告或证书和校准结果不确定度评定进行了规范。

（七）复校时间间隔

相对密度仪是以容积、长度、质量作为最主要量值的测量仪器，目前对于类似机构、校准参数的设备，其校准周期一般建议为1年。同时依据JJF 1139-2005《计量器具检定周期确定原则和方法》，因此相对密度仪的复校间隔建议为1年。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。

# 六、其他应予以说明的事项

该规范在制定过程中不涉及专利。

该规范与现有国家计量技术规范无冲突。