

国 家 计 量 技 术 规 范

《勃氏透气仪校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规 范 编 制 组

2023 年 9 月

目 录

| | | |
|----|----------|---|
| 一、 | 任务来源 | 1 |
| 1、 | 任务来源 | 1 |
| 2、 | 人员分工 | 3 |
| 二、 | 项目背景 | 1 |
| 1、 | 目的意义 | 1 |
| 2、 | 国内外概况 | 2 |
| 三、 | 编制过程 | 2 |
| 1、 | 编制原则 | 2 |
| 2、 | 工作进程 | 3 |
| 四、 | 编制依据 | 3 |
| 五、 | 主要技术内容说明 | 4 |
| 1、 | 试验验证分析 | 8 |
| 2、 | 不确定度评定 | 8 |

一、任务来源

根据国家市场监督管理总局计量司2022年国家计量技术规范制修订的任务安排，我规范编写组承担《勃氏透气仪》校准规范的编制任务，由全国公路专用计量器具计量技术委员会归口。主要起草单位为贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司，参加起草的单位有国家道路与桥梁工程检测设备计量站、交通运输部公路科学研究所、中路高科交通科技集团有限公司。

本规范主要起草人及其主要负责的工作情况见表1。

表1 校准规范主要起草人员及其主要工作

| | | | | |
|---|-----|-----------------------|--------|---------------------------|
| 1 | 李斌 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 正高级工程师 | 负责调研工作的组织、规程的编写工作。 |
| 2 | 孟庆生 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 正高级工程师 | 负责外部协调、关键技术问题的把关。 |
| 3 | 杨成铭 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 高级工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，关键技术把关。 |
| 4 | 郭鸿博 | 国家道路与桥梁工程检测设备计量站 | 正高级工程师 | 负责技术指导、关键技术问题的把关。 |
| 4 | 窦光武 | 交通运输部公路科学研究所 | 高级工程师 | 负责组织、协调，参与规程编写工作。 |
| 5 | 刘越 | 交通运输部公路科学研究所 | 正高级工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，参与规程编写工作。 |
| 7 | 曹瑾瑾 | 中路高科交通科技集团有限公司 | 工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，参与规程编写工作。 |

二、项目背景

（一）目的意义

随着社会经济水平的持续发展和人们对生活质量要求的不断提高，工程建设规模与数量在总体上呈现出不断增长的趋势。水泥作为工程建设的重要基础原材料，是水泥混凝土中重要的粘结材料，对于水泥混凝土的质量有着关键性的影响，其中水泥细度则是

反应水泥质量的重要指标。

水泥细度是指水泥颗粒的分散度（水泥颗粒的粗细程度），水泥细度的变化会影响水泥的强度性能，是水泥企业生产中控制水泥质量的重要参数之一。水泥细度的检验方法有筛析法、比表面积测定法、颗粒级配等几种。根据GB 175-2007《通用硅酸盐水泥》规定硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥细度以比表面积来表示，所使用方法标准为GB/T 8074-2008《水泥比表面积测定方法 勃氏法》，勃氏透气法仪器构造简单、数据稳定，是实验室常用的一种方法。

水泥比表面积测定方法（勃氏法）是根据一定量的空气，通过具有一定空隙率和固定厚度的水泥层时，所受阻力不同而引起流速的变化来测定水泥的比表面积。在一定空隙率的水泥层中，空隙的大小和数量是颗粒尺寸的函数，同时也决定了通过水泥层的气流速度。该方法已经在科研探索中、水泥厂和矿粉厂等企业的产品质量控制中及预拌混凝土搅拌站的原材料检测、控制中得到广泛应用。

该设备大量应用在建筑、公路、铁路、水利等行业，对于仪器设备而言，校准是保证测量结果准确的主要手段，没有统一的校准规范就意味着实验室检测能力以及检测结果的公正性得不到稳定保障，还可能导致设备在使用过程中，随着时间的推移，出现计量性发生偏移，超出允许误差范围的情况，给检测工作带来不可忽视的严重后果。因此，为了保证勃氏透气仪测出的量值准确可靠，有必要制定相应的国家计量校准规范来对仪器进行校准，使出具的数据具有更好的可溯源性。

勃氏透气仪分为自动和手动两种，其中手动透气仪对试验操作的细节要求比较多，并且当自动与手动两种方法对同一样品结果产生争议时，以手动勃氏透气仪为准。勃氏透气仪适用于测定水泥及比表面积在 $2000\text{cm}^2/\text{g}$ 到 $6000\text{cm}^2/\text{g}$ 范围的各种粉状物料（如粉煤灰）的比表面积。其中手动勃氏透气仪由圆筒、穿孔板、捣器、U形压力计、抽气装置等组成。自动勃氏透气仪由透气圆筒、穿孔板、捣器、U形压力计、抽气装置、光电管、单片机等组成。

勃氏透气仪广泛应用于交通、建筑、水利、铁路等工程领域，然而因缺少国家计量技术规范，勃氏透气仪的量值溯源一直存在障碍。为规范该设备的量值溯源，有必要制定国家校准规范，对其计量特性提出通用要求，以解决目前存在的技术问题，满足计量需要。

（二）国内外现状

目前勃氏透气仪的校准依据主要参考产品依据来进行，但是在校准过程中，很多技术要求作为生产过程中的产品指标控制，许多技术要求并不适用于后续的校准工作。我国暂无现行的有效标准指导勃氏透气仪的校准工作，一些省份已有相关的地方校准规范，建材方面也有相关的行业标准，但是在计量特性上并不统一，所以本规范的起草有着重要意义。

三、编写过程及进度安排

（一）编制原则

本规范在编制过程中收集了相关的国家校准规范行业规范等有关资料，在此基础上依据JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》，结合工程建设中检测技术的实际需求进行了校准规范的编制。

（二）工作进程

2022年1月~2022年3月

1、组织指南编制工作组

1) 筹建编制组

2) 制（修）订工作大纲

3) 召开编制组成立会议

2022年4月~2022年5月

2、调查研究和试验验证

1) 收集整理有关文献技术资料

2) 总结工程经验和已有研究成果

3) 起草阶段

2022年6月~2022年9月

编制标准草案的征求意见稿及其编制说明和有关附件

2022年10月~2022年12月

邀请相关单位及专家进行讨论修改。

2023年1月~2023年2月

编制征求意见稿。

2023年3月~2023年6月

开展定向征求意见，覆盖生产厂家、校准机构、检测单位等。

2023年7月~2023年9月

针对各单位提出的修改意见对规范进行审查，对于各单位提出的意见整理归纳，考虑是否采纳，并给出理由。

本次定向征求发送“征求意见稿”的单位数 11 家，收到后回函并有建议或意见的单位 11 家，均有回函意见反馈，累计 42 条。其中 30 条采纳，未采纳意见均做了解释说明。

（三）人员分工

| 序号 | 人员 | 单位 | 职称 | 主要工作 |
|----|-----|-----------------------|--------|---------------------------|
| 1 | 李斌 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 正高级工程师 | 负责调研工作的组织、规程的编写工作。 |
| 2 | 孟庆生 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 正高级工程师 | 负责外部协调、关键技术问题的把关。 |
| 3 | 杨成铭 | 贵州省质安交通工程监控检测中心有限责任公司 | 高级工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，关键技术把关。 |
| 4 | 郭鸿博 | 国家道路与桥梁工程检测设备计量站 | 高级工程师 | 负责组织、协调，参与规程编写工作。 |
| 4 | 窦光武 | 交通运输部公路科学研究所 | 正高级工程师 | 负责技术指导、关键技术问题的把关。 |
| 5 | 刘越 | 交通运输部公路科学研究所 | 工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，参与规程编写工作。 |
| 7 | 曹瑾瑾 | 中路高科交通科技集团有限公司 | 工程师 | 参与调研工作，开展相关试验工作，参与规程编写工作。 |

四、编制依据

本规范主要依据 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编写，并在编写中引用和参考了以下有关文件：

JC/T 956-2014 勃氏透气仪

JJG（建材）107-1999 透气法比表面积仪检定规程

GB/T 8074-2008 水泥比表面积测定方法 勃氏法

JJF（建材）171-2020 勃氏透气仪校准规范

JJF 1059.1-2012 测量不确定度评定与表达

根据相关调研结果，大部分计量机构在校准过程中。主要参照现有的产品标准 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》进行测试工作，但是由于该标准主要对于产品生产有重要的指

导意义，在计量特性方面的描述过于繁琐，没有准确的对试验结果产生影响的计量特性做出规定。本规范在编写过程中，充分考虑仪器在使用过程中，主要影响试验结果的计量特性，并且做出大量的试验论证后，重新规定了勃氏透气仪的计量特性。

产品标准中对仪器的性能要求和检验方法更加侧重产品的标准化管理，而不是仪器计量性能的判定。例如产品标准中提到关于勃氏透气仪透气圆筒以及穿孔板的材质，是作为标准的技术要求提出的，均属于产品生产标准要求，从影响仪器计量性能要求和确保量值准确的方面考虑，是否将其全部列入必检项目仍有待商榷。因此，急需制定适用于管理和应用的勃氏透气仪计量技术规范，更加贴合实际需求。

规范在编制的过程中，应当遵循以下原则：

(一) 协调性原则，与现行的法律法规协调一致；

(二) 适用性原则，仪器设备规范中技术指标，符合当前的技术水平，技术指标的确定符合当前厂家所能达到的技术水平；

(三) 科学性原则，勃氏透气仪规范中关于仪器设备性能试验的内容，符合国家标准的相应要求；

(四) 溯源性原则，勃氏透气仪作为试验检测设备，属于计量器具，因此该仪器检测方法，参考国家量值溯源系统表，以量值溯源链的完整以及数据的准确可靠。

五、主要内容

目前勃氏透气仪的校准工作主要参考产品标准来进行，但在校准过程中，产品标准中的部分技术要求并不适合作为计量特性，我国暂无统一的标准指导勃氏透气仪的校准工作，所以起草编制相关计量规范是十分必要的。

按照 JJF 1071-2010 《国家计量校准规范编写规则》要求，本规范包括九个章节和三个附录：1 范围、2 引用文件、3 术语和计量单位、4 概述、5 计量特性、6 校准条件、7 校准项目与校准方法、8 校准结果、9 复校时间间隔，以及附录 A 勃氏透气仪校准记录表样式、附录 B 校准证书内页格式、附录 C 圆筒试料层体积的标定方法、附录 D 标准时间的测定、附录 E 勃氏透气仪测量不确定评定示例。

(一) 范围

本规范适用于勃氏透气仪的校准。本节内容遵循 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》进行编制。

(二) 引用文件

对编制规范过程中的参考规范陈列。

GB/T8074 水泥比表面积测定方法 勃氏法

JC/T956 勃氏透气仪

(三) 术语

对比表面积这一专业术语进行解释。

比表面积 specific area

单位质量的试样粉末所具有的总表面积，以平方厘米每克 (cm^2/g) 或平方米每千克 (m^2/kg) 来表示。

(四) 概述

经过广泛搜集相关资料文献，深入调研产品生产单位和使用单位，介绍了勃氏透气仪的应用领域，明确了勃氏透气仪组成，阐释了勃氏透气仪的工作原理。格式依据为 JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》。

勃氏透气仪分为手动和自动两种。由透气圆筒、穿孔板、捣器、压力计、抽气装置等组成，工作原理是根据一定量的空气通过具有一定空隙率和固定厚度的试样粉末层时，所受阻力不同而引起流速的变化来测定试样粉末的比表面积。

(五) 计量特性

产品计量特性的提出主要依据多种国内外现有产品的技术参数参考标准、征求意见、专家咨询、试验结果，并结合了目前工程应用需求和实际测量水平以及国内自主研发产品的技术水平。

1. 尺寸

尺寸误差参数是影响勃氏透气仪正常测量功能的基础参数，是勃氏透气仪各组成部分尺寸约定。

由工信部发布的行业标准 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》中对于仪器中的各部分组

成有着非常详细的描述，但是大部分为产品标准中的指标要求是作为厂家生产过程中的中材料、外观及性能等全部技术规定，并不完全适用于计量性能要求来指导该仪器的计量试验，因此本规范选择对于试料层体积有较为明显影响的尺寸参数作为计量特性。

例如检测规范 JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中提出了透气圆筒的技术要求要求：内径为 $12.70\text{mm} \pm 0.05\text{mm}$ ，由不锈钢支撑。圆筒内表面的光洁度 $\nabla 6$ ，圆筒上口边应与圆筒主轴垂直，圆筒下部锥度与压力计上玻璃磨口锥度一致，二者严密连接。在圆筒内壁，距离圆筒上口边 $55\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 处有一突出的宽度为 $0.5 \sim 1.0\text{mm}$ 的边缘，以放置金属穿孔板。该要求属于产品出厂材料要求，光洁度又是在成品仪器的后续校准中很难测量的参数，并且对测定样品的比表面积不产生影响，因此没有列入校准规范中的校准项目中，又例如：透气圆筒的内径是产品标准中的重要参数，JC/T 956-2014《勃氏透气仪》中规定透气圆筒的内径为 $12.70_0^{+0.05}\text{mm}$ ，故本规程与 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》中规定一致：透气圆筒内径应为 $12.70_0^{+0.05}\text{mm}$ 。

透气圆筒底部至顶部的距离在 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》中的规定如下：在内壁距离上口边 $55\text{mm} \pm 1\text{mm}$ 处有一突出的宽度为 $0.5\text{mm} \sim 1.0\text{mm}$ 的边缘，以放置穿孔板，JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中规定如下：在圆筒内壁，距离圆筒上口边 $55\text{mm} \pm 10\text{mm}$ 处有一突出的宽度为边缘，以放置穿孔板。经过试验论证考虑后，认为透气圆筒的深度是影响试料层体积的主要计量特性之一，故本规程规定：透气圆筒内底面至顶面的深度为 $(55 \pm 1)\text{mm}$ 。

穿孔板厚度同样是影响试料层体积的主要计量特性之一，故本规程规定：穿孔板厚度为 $(1.0 \pm 0.1)\text{mm}$ 。主要考虑穿孔板厚度对于试料层体积的影响。

当透气圆筒内径、底部至顶部的距离、穿孔板厚度尺寸确定以后，捣器底面与穿孔圆板之间的距离成为决定试料层厚度的关键因素，参照 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》中的规定：当捣器放入透气圆筒，捣器的支持环与圆筒上口边接触时，捣器底面与穿孔板间的距离为 $(15.0 \pm 0.5)\text{mm}$ 。JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中描述与 JC/T 956-2014《勃氏透气仪》一致，所以本规程参照以上标准，做出规定：当捣器放入圆筒时，支持环与圆筒上口边接触，这时捣器底面与穿孔圆板之间的距离为 $15.0\text{mm} \pm 0.5\text{mm}$ 。

综上，规范选取了勃氏透气仪的透气圆筒内径、底部至顶部的距离、穿孔板厚度、捣器底面与穿孔圆板之间的距离作为主要校准项目，参数要求主要参考了产品标准以及

公路混凝土试验检测规范。

2. 相对示值误差

相对示值误差在校准过程中，主要依据是符合 GSB 14-1511 要求的标准样品，重复测量三次，取单次测量值与标准值的偏差最大值相对误差作为测试误差，充分考虑了仪器在校准过程中的稳定性。

(六) 校准条件

本规范规定的校准环境室内清洁、无腐蚀性气体，无振动干扰；温度为 $(20\pm 5)^{\circ}\text{C}$ ，校准过程中温度波动不超过 2°C ；相对湿度小于 50%。能够满足校准工作正常开展。

结合勃氏透气仪尺寸、相对示值误差计量特性校准需求，根据校准用标准设备与被测设备的指标关系，形成了测量设备及辅助设备配置要求，对相应的测量范围、最大允许误差等进行了规定。

(七) 校准方法

本规范中的校准项目与方法主要考虑了仪器产品标准与实际使用过程中存在的情况，从而提出了相对应的校准方法，同时考虑了校准方法的可实施性与可溯源性。用游标卡尺对尺寸方面的计量特性进行校准工作，其十分具有可操作性，同时其精度能够满足要求。在仪器相对示值误差这一计量特性上充分考虑了工作环境对于仪器的影响，并且同时考虑手动式与自动式的仪器在这方面的统一。

六、试验验证

规范编写过程中，对勃氏透气仪计量性能所涉及的具体指标，选取了市场常见品牌设备进行了试验验证，见附件 1《勃氏透气仪校准试验验证报告》。结果表明规范编制条款制定合理，可操作性较强。

七、不确定度评定

对勃氏透气仪的校准结果分别进行了不确定度评定，规程见附件 2《勃氏透气仪校准测量不确定度评定示例》。

八、其他应予说明的事项

无

《勃氏透气仪校准规范》

试验验证报告

《勃氏透气仪校准规范》起草小组

一、 试验目的

通过对有代表性的计量器具进行试验的方法，验证所修订的《勃氏透气仪校准规范》的科学性、合理性和可行性。

二、 试验方法

在规程修订过程中，修订小组做了大量的试验，为规程的修订积累了充足的试验数据和经验，使规程得以顺利修订完成。现在，规程已基本修订完毕，为验证其科学性、合理性和可行性，选取市场应用广泛且最具代表性的全自动勃氏水泥比表面积测定仪和 Blaine 透气仪，以下均简称透气仪。依据修订后的校准规范逐条进行试验，并依据规程附录所提供的校准记录格式出具校准记录（见附录 A、附录 B），试验验证过程中记录了现场各试验图片（见附录 C）。

三、 数据分析

1、对规程中第 6 条的通用技术要求进行了逐条检查，被检透气仪完全符合要求。

通过检查认为，规程所规定的通用技术要求能够涵盖透气仪的主要技术要求，同时还包含了完整的计量法制标志和计量器具标识要求。通用技术要求完整、充分，操作简单易行。

2、按照规程要求对计量性能进行了逐项校准，被检透气仪完全符合要求。

通过计量性能校准认为，规程所规定的计量性能要求完整、充分，能够保证对透气仪各项计量性能的考核，通过校准后，能够保证透气仪的计量性能的准确可靠。规程中第 8 条规定的校准方法严谨可靠，且充分考虑了被检透气仪的特性，具有较强的可操作性。

四、 试验结论

经验证，本规程所规定的计量性能要求、通用技术要求及校准方法能够符合透气仪的校准要求，各项要求充分、合理，校准方法严谨、可行，规程具备了科学性、合理性和可行性。依据本规程对透气仪进行校准能够保证透气仪计量性能的准确可靠。

附录A 全自动勃氏水泥比表面积测定仪验证报告

自动勃氏水泥比表面积测定仪校准记录

表格编号: XXXXX-XX

记录编号: XXXXX-XX

第 1 页 共 2 页

送检单位: _____ / _____

制造厂家: _____ 北京富瑞电子科技有限公司 _____

型号规格: _____ FBT-6 _____

设备编号: _____ / _____

校准地点: _____ 贵州贵阳 _____

环境温度: _____ 21°C _____ 相对湿度: _____ 45%RH _____

| 序号 | 校准项目 | | 测值 (x_i) / 观察情况 | | | 测量结果 (\bar{x}) | | |
|----|--------|----------------------|----------------------------------|---------------------|------|--------------------|--------------------------------|------|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.71 | 12.70 | | 12.71 | | |
| | | 试料层体积, cm^3 | 1.889 | 1.887 | | 1.888 | | |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 1.01 | 1.01 | | 1.01 | | |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 3.13 | 3.17 | | 3.15 | | |
| | | 捣器与穿孔板距离 L_0 , mm | 透气圆筒内底面至顶面的深度 L_1 | 捣器底面至支持环下部的距离 L_2 | | 15.23 | | |
| | | | 55.12 | 39.89 | | | | |
| 4 | 标准时间 | | 标准时间 (s) | / | | | / | |
| | 仪器常数 | | 常数 k | 110.9 | | | | |
| 5 | 相对示值误差 | | 下降时间 (s) | 1 | 2 | 3 | 标准值 (cm^2/g) | 误差 |
| | | | | / | / | / | | |
| | | | 比表面积值 (cm^2/g) | 3652 | 3683 | 3649 | 3650 | 0.9% |

校准证书第 2 页

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 | 21 °C | 地点 | 贵州贵阳 |
| 相对湿度 | 45 % | 其他 | / |

校准使用的计量（基）标准装置

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|----|------|-------------------|-------------|------|
| / | / | / | / | / |

校准使用的标准器

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 校准/标准证书编号 | 有效期至 |
|------|------------|-------------------|---------------|------------------|
| 游标卡尺 | (0~300) mm | 0.01mm | 519022057 | 2021 年 04 月 06 日 |
| 电子秒表 | 9h | 精确度 0.01s | 519032413-003 | 2021 年 07 月 16 日 |
| 电子天平 | 500g | 0.001g | 419016209-001 | 2021 年 12 月 09 日 |

校准证书第 3 页

证书编号: ××××××—××××

校准结果

| 序号 | 校准项目 | | 测量结果 (\bar{x}) |
|----|--------|------------------------------|--------------------|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.71 |
| | | 试料层体积, cm ³ | 1.888 |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 1.01 |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 3.15 |
| | | 捣器与穿孔板距离 L ₀ , mm | 15.23 |
| 4 | 仪器常数 k | | 110.9 |
| 5 | 示值相对误差 | | 0.9% |

第 2 页 共 2 页

附录B 全自动勃氏水泥比表面积测定仪验证报告

全自动勃氏水泥比表面积测定仪校准记录

表格编号: XXXXX-XX

记录编号: XXXXX-XX

第 1 页 共 2 页

送检单位: _____ / _____

制造厂家: _____ 河北科析仪器设备有限公司

型号规格: _____ SZB-10

设备编号: _____ / _____

校准地点: _____ 贵州贵阳

环境温度: _____ 22°C

相对湿度: _____ 41%RH

| 序号 | 检定项目 | | 测值 (x_i) / 观察情况 | | | 测量结果 (\bar{x}) | | |
|----|-----------|----------------------|----------------------------------|---------------------|------|--------------------|--------------------------------|----|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.71 | 12.72 | | 12.72 | | |
| | | 试料层体积, cm^3 | 1.882 | 1.880 | | 1.881 | | |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 0.93 | 0.93 | | 0.93 | | |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 2.70 | 2.70 | | 2.70 | | |
| | | 捣器与穿孔板距离 L_0 , mm | 透气圆筒内底面至顶面的深度 L_1 | 捣器底面至支持环下部的距离 L_2 | | 15.13 | | |
| | | | 54.25 | 39.12 | | | | |
| 4 | 标准时间、仪器常数 | | 标准时间 (s) | / | | | / | |
| | | | 常数 k | 110.9 | | | | |
| 5 | 相对示值误差 | | 下降时间 (s) | 1 | 2 | 3 | 标准值 (cm^2/g) | 误差 |
| | | | 比表面积值 (cm^2/g) | 3659 | 3642 | 3665 | | |

校准证书第 2 页

证书编号：××××××—××××

校准机构授权说明：

校准环境条件及地点：

| | | | |
|------|-------|----|------|
| 温度 | 22 °C | 地点 | 贵州贵阳 |
| 相对湿度 | 41 % | 其他 | / |

校准使用的计量（基）标准装置

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|----|------|-------------------|-------------|------|
| / | / | / | / | / |

校准使用的标准器

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 校准/标准证书编号 | 有效期至 |
|------|------------|-------------------|---------------|------------------|
| 游标卡尺 | (0~300) mm | 0.01mm | 519022057 | 2021 年 04 月 06 日 |
| 电子秒表 | 9h | 精确度 0.01s | 519032413-003 | 2021 年 07 月 16 日 |
| 电子天平 | 500g | 0.001g | 419016209-001 | 2021 年 12 月 09 日 |

第 1 页 共 2 页

校准证书第 3 页

证书编号: ××××××—××××

校准结果

| 序号 | 校准项目 | | 测量结果 (\bar{x}) |
|----|--------|------------------------------|--------------------|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.72 |
| | | 试料层体积, cm ³ | 1.881 |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 0.93 |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 2.70 |
| | | 捣器与穿孔板距离 L ₀ , mm | 15.13 |
| 4 | 仪器常数 k | | 110.9 |
| 5 | 相对示值误差 | | 0.4% |

第 2 页 共 2 页

附录C Blaine透气仪验证报告

Blaine 透气仪校准记录

表格编号: XXXXX-XX

记录编号: XXXXX-XX

第 1 页 共 2 页

送检单位: _____ / _____

制造厂家: _____ 无锡市锡仪建材仪器厂

型号规格: _____ DBT-127

设备编号: _____ / _____

校准地点: _____ 贵州贵阳

环境温度: _____ 22°C 相对湿度: _____ 40%

| 序号 | 检定项目 | | 测值 (x_i) / 观察情况 | | | 测量结果 (\bar{x}) | | |
|----|--------|----------------------|----------------------------------|------------------------------|---|--------------------|--------------------------------|----|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.71 | 12.71 | | 12.71 | | |
| | | 试料层体积, cm^3 | 1.886 | 1.884 | | 1.885 | | |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 0.92 | 0.90 | | 0.91 | | |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 2.88 | 2.89 | | 2.88 | | |
| | | 捣器与穿孔板距离 L_0 , mm | 透气圆筒内底面至顶面的深度 L_1 55.87 | 捣器底面至支持环下部的距离 L_2 40.98 | | 14.89 | | |
| 4 | 标准时间 | | 标准时间 (s) | 142.92 | | / | | |
| | 仪器常数 | | 常数 k | / | | | | |
| 5 | 相对示值误差 | | 下降时间 (s) | 1 | 2 | 3 | 标准值 (cm^2/g) | 误差 |
| | | | 比表面积值 (cm^2/g) | / | / | / | / | / |

校准证书第 2 页

证书编号：××××××—××××

校准机构授权说明：

校准环境条件及地点：

| | | | |
|------|-------|----|------|
| 温度 | 22 °C | 地点 | 贵州贵阳 |
| 相对湿度 | 40 % | 其他 | / |

校准使用的计量（基）标准装置

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 计量（基）标准证书编号 | 有效期至 |
|----|------|-------------------|-------------|------|
| / | / | / | / | / |

校准使用的标准器

| 名称 | 测量范围 | 不确定度/准确度等级/最大允许误差 | 校准/标准证书编号 | 有效期至 |
|------|------------|-------------------|---------------|------------------|
| 游标卡尺 | (0~300) mm | 0.01mm | 519022057 | 2021 年 04 月 06 日 |
| 电子秒表 | 9h | 精确度 0.01s | 519032413-003 | 2021 年 07 月 16 日 |
| 电子天平 | 500g | 0.001g | 419016209-001 | 2021 年 12 月 09 日 |

第 1 页 共 2 页

校准证书第 3 页

证书编号: ××××××—××××

校准结果

| 序号 | 校准项目 | | 测量结果 (\bar{x}) |
|----|---------|------------------------------|--------------------|
| 1 | 透气圆筒 | 内径, mm | 12.71 |
| | | 试料层体积, cm ³ | 1.885 |
| 2 | 穿孔板 | 厚度, mm | 0.91 |
| 3 | 捣器 | 扁平槽宽度, mm | 2.88 |
| | | 捣器与穿孔板距离 L ₀ , mm | 14.89 |
| 4 | 标准时间, s | | 142.92 |
| 5 | 相对示值误差 | | / |

第 2 页 共 2 页

附录D 试验验证过程的图片

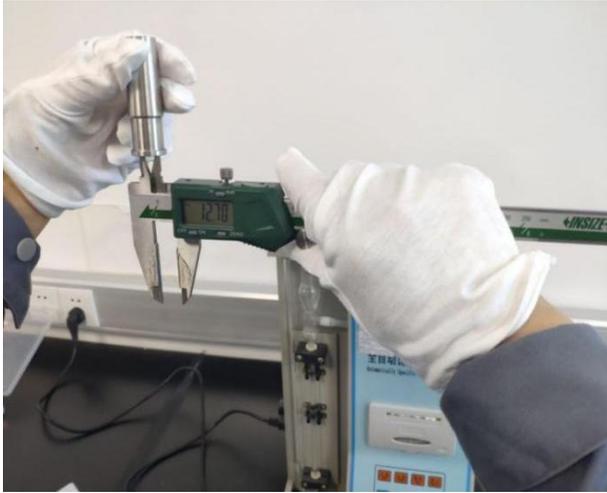


图 1 透气圆筒内径测量



图 2 穿孔板厚度测量



图 3 捣器扁平槽宽度测量



图 4 透气圆筒内底面至顶面的深度测量



图 5 捣器底面至支持环下部的距离测量



图 6 示值相对误差测量

国 家 计 量 技 术 规 范
《勃氏透气仪校准规范》

不确定度评定报告

规范起草组

2022 年 9 月

1.1 概述

1.1.1 测量依据

JJF XXXX-XXXX

1.1.2 环境条件

温度 20℃，相对湿度 48%。

1.1.3 测量标准

符合 GSB 14-1511 规定的水泥细度和比表面积标准样品，比表面积值为 3650 (cm²/g)。

1.1.4 测量标准

量程范围为 (0.1~999.9) s，精度为 0.1s 的全自动勃氏水泥比表面积测定仪。

1.1.5 测量方法

按照 JJF XX-XXXX 《勃氏透气仪校准规范》中的相关规定进行。

1.2 测量模型

勃氏透气仪的相对示值误差的测量模型为：

$$\delta = \left(\frac{s_1}{s_0} - 1 \right) \times 100\% \quad (1)$$

式中：

δ ——勃氏法比表面积测定仪相对示值误差；

s_1 ——样品比表面积测定值，cm²/g；

s_0 ——标准样品比表面积值，cm²/g。

根据对数关系公式 (1) 可写成如下：

$$\ln \delta = \ln s_1 - \ln s_0 \quad (2)$$

1.3 方差和灵敏系数

由 (1) 式的方差传播公式：

$$u_c^2(\delta) = c_1^2 u^2(T) + c_2^2 u^2(T_0) \quad (3)$$

式中：

$u_c(\delta)$ ——相对示值误差的测量不确定度；

$u(T)$ ——由勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度分量；

$u(T_0)$ ——由标准试样引入的不确定度分量。

$$c_1 = \partial \Delta T / \partial T = 1$$

$$c_2 = \partial \Delta T / \partial T_0 = -1$$

所以(2)式简化为

$$u_{c_2}(\Delta T) = u_2(T) + u_2(T_0) \quad (4)$$

其中令

$$u_c = u_c(\Delta T)$$

$$u_1 = u(T)$$

$$u_2 = u(T_0)$$

则(3)式转化为

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 \quad (5)$$

式中： u_c ——相对示值误差的测量不确定度；

u_1 ——由勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度分量；

u_2 ——由标准试样引入的不确定度分量。

1.4 不确定度来源

根据以上测量模型以及测量方法，其不确定度来源主要包括以下2个方面：

a) 勃氏透气仪的测量重复性引入的不确定度 u_1 ；

b) 标准试样引入的不确定度 u_2 。

1.5 测量重复性的标准不确定度 u_1 分析

该不确定度为勃氏透气仪的测量重复性引入的标准不确定度 u_1 。

按勃氏法比表面积测定仪的使用方法对标准值为的标准试样测量 10 次，测量结果示值数据如表 1 所示。由贝塞尔公式计算该次重复测量的实验标准差。

表 1 比表面积试验数据

| 标准试样比表面积值 (cm ² /g) | 测量次数 | 测量值 |
|-----------------------------------|----------------|--------|
| | 1 | 3652 |
| | 2 | 3671 |
| | 3 | 3645 |
| | 4 | 3637 |
| | 5 | 3650 |
| | 6 | 3655 |
| | 7 | 3652 |
| | 8 | 3654 |
| | 9 | 3652 |
| | 10 | 3654 |
| | \bar{S}_1 | 3652.2 |
| | 测量重复性 $S(S_1)$ | 8.53 |
| | u_1 | 0.23% |

$$S(S_1) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (S_{1i} - \bar{S}_1)^2}{n-1}} \quad (6)$$

式中：

$S(S_1)$ ——实验室标准偏差；

S_{1i} ——标准试样比表面积值，cm²/g；

\bar{S}_1 ——标准试样比表面积平均值，cm²/g。

重复过程引入的不确定度 u_1 的取值

$$u_1 = 0.23\%$$

1.6 标准试样引入的标准不确定度 u_2 分析

根据有证标准样品证书，标准试样的标称值为 3650 cm²/g，扩展不确定度 $U = 2, k = 2$ ，根据相对扩展不确定度为扩展不确定度除以所测结果的绝对值可得： $U_r = 0.05\%, k = 2$ ，

则相对标准不确定度 $u_2=0.025\%$ 。

1.7 测量不确定度汇总

| 序号 | 测量不确定度分量 | 标准不确定度 |
|----|----------------------------|--------|
| 1 | 勃氏透气仪的测量重复性引入的标准不确定度 u_1 | 0.23% |
| 2 | 标准试样引入的标准不确定度 u_2 | 0.025% |

1.8 合成标准不确定度的评定

各分量互不相关，合成标准不确定度为：

$$u_c^2 = u_1^2 + u_2^2 ; u_c = 0.23\%$$

1.9 扩展不确定度的评定

扩展不确定度 U 由合成标准不确定度 u_c 乘包含因子 k 得到，按专业具体情况和 JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》要求，取包含因子 $k=2$ ，则扩展不确定度为：

$$U = u_c \cdot k = 0.46\%$$

1.10 不确定度分析结果

根据以上分析，可将相对示值误差测试的扩展不确定度表述为如下所示：

$$U = 0.46\%, k = 2。$$