

国家计量技术规范

《冻融试验机校准规范》

编制说明

(征求意见稿)

规范编制组

2026年4月

目 录

一、任务来源	1
二、编制背景	1
(一) 制定目的	1
(二) 制定意义	1
(三) 国内外概况	2
三、编制过程	3
(一) 编制原则	3
(二) 工作进程	3
(三) 人员分工	4
四、编制依据	4
(一) 范围	5
(二) 引用文件	5
(三) 术语	5
(四) 概述	5
(五) 计量特性	6
(六) 校准条件	6
(七) 校准项目和校准方法	6
(八) 校准结果	7
(九) 复校时间间隔	7
(十) 附录	7
六、其他应予说明的事项	7

一、任务来源

根据“市场监管总局办公厅关于印发 2025 年国家计量技术规范制定、修订及宣贯计划的通知”（市监计量发〔2025〕45 号），由交通运输部公路科学研究所、徐州市检验检测中心、中建研科技股份有限公司、天津市交通科学研究院、中路高科交通科技集团有限公司、山东省交通科学研究院、无锡市检验检测认证研究院等单位主持承担国家计量技术规范《冻融试验机校准规范》的制定工作。计划编号为：MTC30-2025-11。

二、编制背景

（一）制定目的

混凝土快速冻融试验设备适用于测定混凝土试件在水冻水融条件下，以经受的抗冻融循环次数来表示混凝土抗冻性能，应用领域为公路、高铁、桥梁、隧道、工业与民用建筑等各种混凝土工程的耐久性的检测，是各类相关实验室、高速公路和混凝土搅拌站及科研院校的必备设备之一。

随着混凝土快速冻融试验设备检测项目不断拓展到建筑相关的各个领域，混凝土快速冻融试验设备结果准确可靠直接影响到工程质量、安全和环境保护，对混凝土快速冻融试验设备的质量控制也显得尤为重要。但是目前针对该类设备还没有出台有关对应的计量技术规范，各使用单位无法实现量值溯源，无法对此类产品进行量值的统一，严重影响了检测试验结果的可靠性和真实性。为更好的贯彻执行计量法，确保此类仪器测量结果的一致性，满足这类仪器的量值溯源需求，亟需制定混凝土快速冻融试验设备校准规范。

（二）制定意义

本规范制定的意义主要表现为：

（1）促进量值统一：校准规范可为计量机构提供有效的计量依据，将大大促进冻融试验机的量值统一和准确可靠。

（2）规范产品生产：制定校准规范可以为生产商在产品设计和制造阶段提供校准依据，有助于规范产品生产行为，提高系统的质量和性能。

（3）方便用户使用：校准规范的制定可以为社会提供科学统一的校准方法，

保障了不同厂家产品在计量性能方面的可比性，有利于用户客观认识备选产品，并做出理性选择。

（三）国内外概况

混凝土抗冻性试验方法在评估混凝土抗冻性能方面扮演着至关重要的角色，其意义不言而喻。随着国内外对混凝土抗冻问题的研究日益深入，这种试验方法也受到了越来越多的关注。混凝土抗冻试验主要包括慢冻法、快冻法、单面冻融法（盐冻法）等三种方法。快冻法是目前国内外混凝土抗冻性试验中使用最为广泛的方法，是评价混凝土抗冻耐久性的主要方法。美国材料和试验协会(ATSM)发布的 ATSM C666 《混凝土快速冻融耐久性的标准试验方法》详细介绍了快速冻融条件下混凝土抵抗能力的测试方法。加拿大的混凝土抗冻性规范主要采用 ASTM C666/C666M-03 的标准，同时，该标准也被翻版为 CSA-A23.2，具体规定了混凝土在快速冻融条件下的抗冻性测试方法。在欧洲，混凝土抗冻性规范主要遵循 EN 206 标准，该标准详细规定了混凝土在耐久性方面的要求，包括抗冻性。国际材料试验协会(RILEM)在 RILEM TC 4-CDC 1977 标准中也明确了快冻法的试验方法。俄罗斯通过使用氯化钠溶液进行快冻测试，并制定了相关标准，如 GOST 1006.0 《混凝土防冻性测定方法一般要求》、GOST 1006.1 《混凝土防冻性基本测定法》，以及 GOST 1006.2 《多次冻融条件下测定抗冻性能的快速试验方法》等。日本的混凝土抗冻性试验规范也值得关注，其试验方法采用快冻法，相关的标准号为 JIS A 1148 《混凝土耐冻结性和耐融化性的实验方法》。

国内在抗冻性试验方面，主要编制了 GB/T 50082-2024 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》、JG/T 243-2009 《混凝土抗冻融试验设备》和 JTG 3420-2020 《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》等规程、标准，对该设备组成、材料、使用条件、试验方法和检验规则等作了规定，为国内的混凝土抗冻性试验提供了明确的标准和指导。

在市场保有量方面，国内的保有量是全球最高的，这得益于中国庞大的基础设施建设规模和相关的检测要求，全国范围内的保有量预计在数万台，主要分布在建设工程质量检测机构、各大高校及科研院所、大型施工企业的中心实验室、商品混凝土搅拌站、水利、交通、核电等专业工程实验室等。国内厂家主要集中

在科研仪器制造基础较好的地区，如河北、上海、江苏、广东等地，主要厂家包括天津港源试验仪器厂、北京耐尔得智能科技有限公司、苏州东华试验仪器有限公司、上海荣计达仪器科技有限公司、无锡建仪仪器机械有限公司等。除少数大型生产厂家，市场上多为中小型厂商或贸易型公司，设备市场价从几千到十万不等，行业集中度低，厂商水平参差不齐，导致市场秩序混乱，亟需出台相关标准规范，提升混凝土快速冻融试验设备的准确性和可靠性，促进仪器设备的迭代更新。

三、编制过程

（一）编制原则

本规范由全国公路专用计量器具计量技术委员会提出并归口，将致力于服务“安全、便捷、高效、绿色、经济”的交通运输高质量发展目标。规范的编制原则如下：

（1）科学性

规范的编制，应在理论分析及试验验证的基础上，科学规定冻融试验机的相关计量技术指标及校准方法。

（2）继承性

相关计量特性和校准方法应优先考虑 GB/T 50082-2024《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中明确规定的技术要求和实验参数，同时综合考虑 JGT 243-2009《混凝土抗冻实验设备》、JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》等不同行业的应用要求。

（3）适用性

规范的编制应充分考虑国内市场大多数仪器设备的校准需求，对国产设备和进口设备的技术特点具有共同的适用性，从而促进设备校准的标准化、一致性和互操作性，满足不同厂商和用户的实际操作要求。

（二）工作进程

2025年5月规范制定计划下达，编制组立即着手进行任务分工，正式启动编写工作。

2025年5月~2025年7月进一步进行资料搜集，汇总分析国内外与冻融试验机相关的产品标准、试验检测规程、计量技术规范等进行分析，调研国内生产厂家、行业检测机构。

2025年8月~2026年1月，在草案稿的基础上进一步完善，形成征求意见稿初稿，组织编制组进行内部讨论，明确需要进一步确认计量要求和校准方法等技术内容，并初步进行必要的试验验证。

2026年2月~2026年3月，定向征求意见，面向相关厂家、检测机构等发放征求意见稿，收集书面反馈并形成汇总表。

2026年4月~2026年5月，挂网征求意见。

（三）人员分工

人员	单位	分工
刘越	交通运输部公路科学研究所	统筹开展规范编制工作。
朱本龙	徐州市检验检测中心	负责规范的理论分析，校准方法的研究。
邓高峰	中建研科技股份有限公司	负责规范的理论分析，校准方法的研究。
冯伟	天津市交通科学研究院	负责部分试验验证工作。
郭鸿博	中路高科交通科技集团有限公司	负责规范的理论分析，校准方法的研究。
朱园园	山东省交通科学研究院	负责部分试验验证工作。
卢菊	无锡市检验检测认证研究院	负责校准方法研究及标准文本修改。

四、编制依据

GB/T 50082-2024 混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JJF 1101-2018 环境试验设备温度、湿度参数校准规范

JGT 243-2009 混凝土抗冻实验设备

JTG 3420-2020 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

五、主要技术内容的论据

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、4 概述、5 计量特性、6 校准条件、7 校准项目和校准方法、8 校准结果、9 复校时间间隔，以及附录 A 冻融试验机校

准记录表式样、附录 B 冻融试验机校准证书信息及内页式样、附录 C 冻融试验机温度传感器示值误差测量不确定度评定示例等。

（一）范围

本规范适用于测量范围为（-18~5）℃混凝土快速冻融试验机的校准。

根据 GB/T 50082-2024《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中要求，混凝土抗冻试验主要包括慢冻法、快冻法、单面冻融法（盐冻法）等三种方法。快冻法是目前国内外混凝土抗冻性试验中使用最为广泛的方法，是评价混凝土抗冻耐久性的主要方法，因此本规范主要研究混凝土快速冻融试验机。测量范围主要指的是试件中心温度应控制在（-18~5）℃。

（二）引用文件

列出了本规范所引用的技术文件的有效版本。

参照 JG/T 243《混凝土抗冻试验设备》，在概述中描述了混凝土快速冻融试验机的组成结构及示意图。

（三）术语

（1）冻融循环 cycle of freezing and thawing

试件中心温度从最高温度下降至最低温度，再上升至最高温度的完整过程。

（2）第一次循环 first cycle

从室温开始下降，到第一次冻-融转换过程结束的不完整循环。

“冻融循环”说明了冻融试验机用来测试混凝土抗冻性能的试验过程，主要是反复冷冻和融解的过程，一次完整的冻融循环应该包括降温 and 升温两个阶段。

“第一次循环”说明了当设备启动处于室温时，试验中心温度并不满足一次完整循环的条件，即试件中心温度处于5℃，因此不算做一次完整的循环，应当与后续的循环区分开来。

（四）概述

简要说明了混凝土快速冻融试验机的工作用途、原理和结构。

冻融试验机（以下简称试验机）主要用于测试混凝土的抗冻性能。试验机通过模拟混凝土试件在水中反复冷冻和融解的过程，并以经受的快速冻融循环次数

表示混凝土抗冻性能。试验机由冷凝器、压缩机、蒸发制冷器、加热器、橡胶试件盒、冻融箱、循环泵、膨胀阀、电磁阀、过滤器、自控系统等组成。

(五) 计量特性

根据实际需求，给出了冻融试验机的主要计量参数：温度示值误差、温度均匀度。

(1) 温度示值误差:不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$

依据JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中要求温度传感器测量范围负 $20\sim 20^{\circ}\text{C}$ ，允许偏差为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ；JGT 243-2009《混凝土抗冻实验设备》中要求温度传感器分度值不应大于 0.2°C 。GB/T 50082-2024《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中要求温度传感器应在 $(-20\sim 20)^{\circ}\text{C}$ 范围内测定温度，且测量精度应为 0.1°C 。上述标准规范中均规定试件中心温度控制在 $18^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ 和 $5^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，按照计量工作通用的三分之一传递原理，传感器的允许误差应不大于被测参数控制允许误差的三分之一。本次试件中心温度控制允许偏差为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ ，折算后温度传感器示值允许误差应不大于 $\pm 0.6^{\circ}\text{C}$ ，因此结合相关试验验证，综合考虑确定温度示值误差不超过 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。

(2) 温度均匀度: $\leq 2^{\circ}\text{C}$

依据GB/T 50082-2024《混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》中要求“运转时冻融箱内各点温度的极差不得超过 2°C ”；JTG 3420-2020《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》中要求“满载运行时冻融箱各点温度的极差不得超过 2°C ”；JGT 243-2009《混凝土抗冻实验设备》中要求“满载运行时冻融箱内的温度极差不应超过 2°C ”。三项核心标准针对冻融箱温度均匀度的要求完全一致，均限定满载/正常运转工况下箱内温度极差 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ ，该指标为行业通用且统一的技术要求，因此结合相关试验验证，综合考虑确定温度均匀度 $\leq 2^{\circ}\text{C}$ 。

(六) 校准条件

对冻融试验机的校准环境条件、校准设备提出了详细的技术要求。

(七) 校准项目和校准方法

对冻融试验机的校准项目和校准方法提出了详细的技术要求。

(八) 校准结果

依据JJF 1071—2010《国家计量校准规范编写规则》要求对校准结束后应出具报告的数据形式及格式等进行了规定。

(九) 复校时间间隔

建议冻融试验机的复校时间间隔为12个月。

由于复校时间间隔的长短是由冻融试验机的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸因素所决定的，因此，建议送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。

(十) 附录

附录A给出了冻融试验机校准记录表式样；

附录B给出了冻融试验机校准证书信息及内页式样；

附录C给出了冻融试验机校准不确定度评定示例。

六、其他应予说明的事项

无。

《冻融试验机校准规范》起草小组

2026年4月