

中华人民共和国工业和信息化部建材计量技术规范

JJF(建材) XXX－XXXX

**混凝土抗冻融试验装置校准规范**

**Calibration Specification for Freeze-thaw Testing Apparatus of Concrete**

××××－××－××发布 ××××－××－××实施

中华人民共和国工业和信息化部发布

混凝土抗冻融试验装置

## JJF（建材）XXX—XXXX

校准规范

Calibration Specification for Freeze-thaw Testing Apparatus of Concrete

归 口 单 位： 中国建筑材料联合会

主要起草单位： 北京建筑材料检验研究院有限公司

北京市计量检测科学研究院

参加起草单位：苏州市东华试验仪器有限公司

泰安磐然测控科技有限公司

北京金隅混凝土有限公司

本标准委托全国建材工业计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人： 赵彦玲（北京建筑材料检验研究院有限公司）

吴 健（北京市计量检测科学研究院）

参加起草人：王毅成（苏州市东华试验仪器有限公司）

徐震震（泰安磐然测控科技有限公司）

张全贵（北京金隅混凝土有限公司）

王璇熙（北京建筑材料检验研究院有限公司）

郑国庆（北京建筑材料检验研究院有限公司）

崔文娣（北京建筑材料检验研究院有限公司）

目录

[引言 II](#_Toc4936)

[1范围 1](#_Toc21574)

[2引用文件 1](#_Toc22405)

[3概述 1](#_Toc8068)

[4计量特性 3](#_Toc27709)

[5校准条件 3](#_Toc2590)

[5.1环境条件 4](#_Toc3529)

[5.2测量标准 4](#_Toc28305)

[6 校准项目和校准方法 4](#_Toc15825)

[6.1 校准项目 4](#_Toc7293)

[6.2校准方法 5](#_Toc30628)

[6.3 数据处理 6](#_Toc11103)

[7 校准结果表达 8](#_Toc143)

[8 复校时间间隔 8](#_Toc12295)

附录 A [证书信息 9](#_Toc21211)

[附录 B 混凝土抗冻融试验装置校准证书内页参考格式 10](#_Toc20739)

附录 C 混凝土抗[冻融试验装置校准原始记录表参考格式 11](#_Toc16187)

附录 D [温度示值误差校准结果的测量不确定度评定示例 12](#_Toc10285)

# 引言

本规范依据JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》和JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》的要求，以GB/T50082-2009《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》和JG/T243-2009《混凝土抗冻试验设备》为技术基础进行制定。

本规范为首次发布。

混凝土抗冻融试验装置校准规范

1范围

本规范适用于混凝土抗冻融试验装置的校准，混凝土抗冻融试验装置包括快速冻融试验装置，慢速冻融试验装置和单边冻融试验装置。

2引用文件

本规范引用了下列文件：

GB/T 50082-2009 普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准

JG/T 243-2009 混凝土抗冻试验设备

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；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概述

混凝土抗冻融试验装置是符合JG/T 243-2009要求的设备，常用于评价混凝土抗冻性能，主要由冻融箱、加热冷却系统、自动控制及数据存储系统等组成。按照GB/T 50082-2009试验要求通过控制冻融箱内温场来控制试块的温度在冻、融温度范围内波动，冻融试验装置按冻融形式分为快速冻融试验装置，代号为K；慢速冻融试验装置，代号为M；单边冻融试验装置，代号为D。各装置原理图分别如下：



图1 快速冻融试验装置系统原理图

1--冷凝器； 2--压缩机； 3--蒸发制冷器； 4--加热器；5--橡胶试件盒 6--冻融箱；

7--循环泵； 8--膨胀阀； 9--电磁阀； 10--过滤器；11--贮液罐； 12--自控系统



图2 慢速冻融试验装置系统原理图

1--加热器； 2--压缩机； 3--冷凝器； 4--存储器；5--风扇马达；6--空气冷却器；

7--混凝土试件； 8--冻融箱； 9--电机水泵； 10--放水电磁阀；11--备用水箱；

12--控制系统



图3 单边冻融试验装置系统原理图

1--冷凝器； 2--压缩机； 3--蒸发制冷器； 4--加热器；5--试件容器

6--冻融箱； 7--循环泵； 8--膨胀阀； 9--电磁阀； 10--过滤器；

11--贮液罐； 12--自控系统

4计量特性

混凝土抗冻融试验装置计量特性有温度示值误差、温度均匀度、升（降）温速率示值误差、冷冻过程时间示值误差，融化过程时间示值误差。计量特性技术要求见表1：

表1 混凝土抗冻融试验装置计量特性技术要求

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 计量特性 | 快速冻融试验装置 | 慢速冻融试验装置 | 单边冻融试验装置 |
| 温度示值误差/℃ | ±1  （校准点：-18，5） | ±1  （校准点20,-20） | ±0.5  （校准点20,-20） |
| 温度均匀度/℃ | 2  （校准点：-18，5） | 2  （校准点20,-20） | 1  （校准点20,-20） |
| 升（降）温速率示值误差/（℃/h） | / | / | ±0.5 |
| 冷冻过程时间示值误差/min | ±2 | ±10 | / |
| 融化过程时间示值误差/min | ±2 | ±10 | / |
| 冷冻(融化)过程时间是指：温度测量装置检测到允差范围内一个冷冻（融化）循环过程所需要的时间。 | | | |

5校准条件

5.1环境条件

室内机组:环境温度处于（10～25）℃之间；

室外机组: 环境温度处于（-20～40）℃*；*不被雨淋和水浸。

5.2计量标准器具

计量标准器具技术要求见表2

表2计量标准器具技术要求

|  |  |
| --- | --- |
| 名称 | 计量标准器具技术要求 |
| 多通道温度巡检仪 | 1、具有至少4通道  时间和温度记录存储功能  2、温度技术要求：  分辨力:不低于0.01℃  最大允许误差:±0.15℃  3、时间技术要求：  最大允许误差：0.1s  4、温度测量范围（-50～50）℃ |

6 校准项目和校准方法

6.1 校准项目

混凝土抗冻融试验装置校准项目见表3。

表3 混凝土抗冻融试验装置校准项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 校准项目 | 快速冻融试验装置 | 慢速冻融试验装置 | 单边冻融试验装置 |
| 温度示值误差 | + | + | + |
| 温度均匀度 | + | + | + |
| 升（降）温速率示值误差 | - | - | + |
| 冷冻过程时间示值误差 | + | + | - |
| 融化过程时间示值误差 | + | + | - |
| 注：“+”表示应校准，“-”表示不校准。 | | | |

6.2校准方法

6.2.1 外观检查

校准前，检查混凝土抗冻融试验装置外观良好，仪表显示正常，整机处于正常工作状态。

6.2.2 校准前准备

调整并确认混凝土冻融试验装置冻融温度显示值与设定值的控制偏差值以及温度极差应符合JG/T 243-2009要求，按GB/T 50082-2009要求，确认多通道温度巡检仪温度传感器与被校混凝土抗冻融试验装置自带的温度传感器能放置于混凝土抗冻融试验装置相同位置。

6.2.3 校准方法

K：1#为冻融试验装置内试块自带传感器，温度测量传感器共计4支，编号分别为2#、3#、4#、5#，其中1#、2#传感器预埋入中心试块，2#，3#、4#、5#传感器为分别与冻融试验装置自带温度传感器捆扎并置于箱体内相同位置，各传感器位置见图4。开启冻融试验装置,设置好试件中心位置（1#传感器所在位置）最高点和最低点的温度。在满容量条件下，启动设备运转6次循环，设定采集时间间隔不大于10s，自第2次循环开始，记录所有传感器时间-温度值。



图4 快速冻融实验中与防冻液接触的传感器布置示意图

M：温度测量传感器共计3支，编号分别为1#、2#、3#， 3路传感器分别与冻融试验装置自带传感器捆扎置于介质内一组对角位置与中心位置，各传感器位置见图5，在满容量条件下，启动设备运转6次循环，设定采集时间间隔不大于10s，自第2次循环开始，记录所有传感器时间-温度值。



图5 慢速冻融实验中与温度介质接触的传感器布置示意图

D：温度测量传感器共计3支，编号为1#、2#、3#，传感器分别与单边冻融试验装置内自带温度传感器捆扎后置于中心容器盒底部和边角两个试件盒的底部，各传感器位置见图6，在满容量条件下，启动设备运转6次循环，设定采集时间间隔不大于10s，自第2次循环开始，记录所有传感器时间-温度值。



图6 试件盒在单边冻融试验装置中的位置示意图以及与防冻液接触的传感器布置示意图

6.3 校准结果处理

6.3.1 温度示值误差

按照6.2.3的实验步骤，读取冻融循环过程中6次完整循环内的测量数据，取（2-6）次循环的最高（最低)温度的算术平均值为示值，按照以下公式（1）,公式（2）计算温度示值误差。

*T*l=*S*min*-**t*min  (1)

*T*h=*S*max-*t*max (2)

*T*l--冻融试验装置试验箱中心位置温度最低值的示值误差，℃；

*T*h--冻融试验装置试验箱中心位置温度最高值的示值误差，℃；

*t*min –设定最低温度达到后，多通道温度巡检仪中心位置传感器的温度最低示值，℃；

*t*max --设定最高温度达到后，多通道温度巡检仪中心位置传感器的温度最高示值，℃；

*S*min --抗冻融试验装置中心位置传感器设定最低温度显示值，℃；

*S*max --抗冻融试验装置中心位置传感器设定最高温度显示值，℃；。

6.3.2 温度均匀度

按照6.2.3的实验数据，读取冻融箱内传感器在(2-6)次循环内的测量数据，根据公式（3）～公式（6）计算温度均匀度，

*△Ti*ul=*ti*maxl-*ti*minl (3)

*△Ti*uh=*ti*maxh-*ti*minh (4)

*T*ul=max(*△Ti*ul) (5)

*T*uh=max(*△Ti*uh) (6）

*T*ul  --冷冻时的温度均匀度，℃；

*T*uh --融化时的温度均匀度，℃；

*△T*iul --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最低温度的极差，℃；

*t*imaxl --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最低温度的最大值，℃；

*T*iminl  --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最低温度的最小值，℃；

*△T*iuh --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最高温度的极差，℃；

*t*imaxh --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最高温度的最大值，℃；

*t*iminh --第*i*次循环中介质内各传感器测得的最高温度的最小值，℃。

6.3.3 冷冻过程时间示值误差

读取冻融循环过程中6次完整循环内的测量数据，取（2-6）次循环的冷冻过程时间的算术平均值为示值，冷冻过程时间示值误差计算如公式（7）所示

*△t*d=*t*e–*t*s (7)

*△*d：冷冻过程时间示值误差，h；

*t*s：多通道温度巡检仪测得的冷冻过程时间，h；

*t*e：混凝土抗冻融试验装置测得的冷冻过程时间，h。

6.3.4融化过程时间示值误差

读取冻融循环过程中6次完整循环内的测量数据，取（2-6）次循环的融化过程时间的算术平均值为示值，融化过程时间示值误差计算如公式（8）所示

*△t*r= *t*e–*t*s (8）

*△t*r：融化过程时间示值误差，h；

*t*s：多通道温度巡检仪测得的融化过程时间，h；

*t*e：混凝土抗冻融试验装置测得的融化过程时间，h。

6.3.5 升/降温速率示值误差

读取冻融循环过程中6次完整循环内的测量数据，取（2-6）次循环的融化过程的升（降）温速率算术平均值为示值，升（降）温速率和升（降）温速率示值误差计算如公式（9）、公式（10）所示。

*v* =|*T*2-*T*1|/*t* （9）

*△v*=*v*e–*v*s （10）

*v*：升（降）温速率，℃/h；（备注：建议由电子数据直接计算）

*T*2： 在一个冻融循环过程中，巡检仪测得的冻融箱内中心位置在融化（冷冻）过程中升（降）温之后达到的温度最大(小)值，℃；

*T*1：在一个冻融循环过程中，巡检仪测得的冻融箱内中心位置在融化（冷冻）过程中升（降）温之前的温度最小（大）值，℃；

*t* ：在一个冻融循环过程中，巡检仪测得的融化（冷冻）过程所使用的时间,即*t*r（*t*d），h；

*△v*：升/降温速率示值误差；

*v*s：多通道温度巡检仪测试升/降温速率示值，计算方法参照公式（9）；

*v*e：混凝土抗冻融试验装置升/降温速率值为装置设定的升降温速率值。

7 校准结果表达

经校准的冻融试验设备应出具校准证书，校准证书内容见附录A。

8 复校时间间隔

建议复校间隔时间为一年。

注：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。

附录A

证书信息

校准后应出具校准证书，证书中至少应包括以下信息：

1. 1 . 标题：“校准证书”；
2. 2 . 实验室名称和地址；
3. 进行校准的地点；
4. 证书的唯一性标识（如编号）、每页及总页数的标识；
5. 委托单位名称；
6. 设备的名称、制造商、型号规格、编号；
7. 进行校准的日期；
8. 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
9. 本次校准所用测量标准的溯源性及有效期说明；
10. 校准环境的描述；
11. 校准结果及其测量不确定度的说明；
12. 校准证书或校准报告签发人签名或等效标识；
13. 校准人和核验人签名；
14. 校准结果仅对该被校对象有效的声明；
15. 未经校准实验室书面批准，不得部分复制校准证书

附录 B 混凝土抗冻融试验装置校准证书内页参考格式（K）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 计量所依据的技术规范 |  | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | | |
| 计量标准考核证书 | 计量标准装置名称 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 本次校准所使用的计量标准器信息 | | | | |
| 计量标准器名称 | 计量标准器编号 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 溯源性说明 |  | | | |
| 校准地点 |  | | | |
| 校准环境 |  | 冻融试验装置类型 |  | |

校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 外观检查结果 | |  |
| 校  准  数  据 | 校准项目 | 校准结果 |
| 温度示值误差 | *T*l： *T*h： |
| 温度均匀度 | *T*ul： *T*uh： |
| 冷冻时间示值误差 | *△t*d： |
| 融化时间示值误差 | *△t*r |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度 | | *U=* ℃；*k*＝2 |

……………………以下空白………………

混凝土抗冻融试验装置校准证书内页参考格式（M）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 计量所依据的技术规范 |  | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | | |
| 计量标准考核证书 | 计量标准装置名称 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 本次校准所使用的计量标准器信息 | | | | |
| 计量标准器名称 | 计量标准器编号 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 溯源性说明 |  | | | |
| 校准地点 |  | | | |
| 校准环境 |  | 冻融试验装置类型 |  | |

校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 外观检查结果 | |  |
| 校  准  数  据 | 校准项目 | 校准结果 |
| 温度示值误差 | *T*l： *T*h： |
| 温度均匀度 | *T*ul： *T*uh： |
| 冷冻时间示值误差 | *△t*d： |
| 融化时间示值误差 | *△t*r |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度 | | *U=* ℃；*k*＝2 |

……………………以下空白………………

混凝土抗冻融试验装置校准证书内页参考格式（D）

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 计量所依据的技术规范 |  | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | | |
| 计量标准考核证书 | 计量标准装置名称 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 本次校准所使用的计量标准器信息 | | | | |
| 计量标准器名称 | 计量标准器编号 | 准确度等级/最大允许误差 | | 有效期至 |
|  |  |  | |  |
| 溯源性说明 |  | | | |
| 校准地点 |  | | | |
| 校准环境 |  | 冻融试验装置类型 |  | |

校准结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 外观检查结果 | |  |
| 校  准  数  据 | 校准项目 | 校准结果 |
| 温度示值误差 | *T*l： *T*h： |
| 温度均匀度 | *T*ul： *T*uh： |
| 升温速率示值误差 | *△V*（升温） |
| 降温速率示值误差 | *△V*（降温） |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度 | | *U=* ℃；*k*＝2 |

……………………以下空白………………

附录 C

混凝土抗冻融试验装置校准原始记录表参考格式（K）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准依据 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | 计量标准器名称 | |  | | | | | | | | | | 编号 | | | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 准确度等级 | |  | | | | | | | | | | 有效期至 | | | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 溯源性说明 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准条件 | | | 校准地点 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准环境 | | 温度： ℃ | | | | | | |  | | | | | | | | | | 湿度： RH | | | | | | | | | | |
| 校  准  过  程 | 基本  信息 | | 证书编号 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准样品名称 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 客户名称/地址 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 制造单位 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 型号规格 | |  | | | | | | | | | | 样品编号 | | | | | | |  | | | | | | | | | | |
| 温度示值误差（中心位置）/℃ | | | | *t*min： | | | | | | | | | | *S*min： | | | | | | | | | | *T*l： | | | | | | | |
| *t*max | | | | | | | | | | *S*max： | | | | | | | | | | *T*h： | | | | | | | |
| 温度均匀度/℃ | | | 传感器编号 | # | | | | | | # | | | | | | | # | | | | | | | | | | # | | | | |
| 最低温度 |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |  |  |  |
| 最高温度 |  |  |  |  | |  |  | |  |  | |  |  |  |  | |  | | |  | |  | |  |  |  |  |  |
| 冷冻过程时间示值误差/h（适用时） | | | | *t*s *t*e  *△t*d | | | | | | | | | | 融化过程时间示值误差/h（适用时） | | | | | | | | *t*s *t*e  *△t*r | | | | | | | | | |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度*U*/℃,*k*＝2 | | | | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 不确定度分量信息表 | | | | 测量重复性引入 *：* | | | | 测量标准器误差引入： | | | | | | 温度传感器测量滞后性引入 | | | | | | | | 混凝土抗冻融试验装置显示值引入 | | | | | | | | | |
| 接收日期 | | 年 月 日 | | | 校准日期 | | | | | | | | | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 发布日期 | | 年 月 日 | | | 校准员 | | | | | | | | | |  | | | | | 核验员 | | | | | | |  | | | | | |

混凝土抗冻融试验装置校准原始记录表参考格式（M）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准依据 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | 计量标准器名称 | |  | | | | | | | 编号 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 准确度等级 | |  | | | | | | | 有效期至 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 溯源性说明 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准条件 | | | 校准地点 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准环境 | | 温度： ℃ | | | | | | | | | | | | | 湿度： RH | | | | | | | | |
| 校  准  过  程 | 基本  信息 | | 证书编号 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准样品名称 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 客户名称/地址 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 制造单位 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 型号规格 | |  | | | | | | | 样品编号 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 温度示值误差（中心位置）/℃ | | | | *t*min： | | | | | | | *S*min： | | | | | | | | | *T*l： | | | | | |
| *t*max | | | | | | | *S*max： | | | | | | | | | *T*h： | | | | | |
| 温度均匀度/℃ | | | 编号 | # | | | | | | # | | | | | | | | # | | | | | | | |
| 最低温度 |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | | |  | | |  | |  |  |  |
| 最高温度 |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | | |  | | |  | |  |  |  |
| 冷冻过程时间示值误差/h（适用时） | | | | *t*s *t*e  *△t*d | | | | | | | 融化过程时间示值误差/h（适用时） | | | | | | | | *t*s *t*e  *△t*r | | | | | | |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度*U*/℃,*k*＝2 | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 不确定度分量信息表 | | | | 测量重复性引入 *：* | | | 测量标准器误差引入： | | | | 温度传感器测量滞后性引入 | | | | | | | | 混凝土抗冻融试验装置显示值引入 | | | | | | |
| 接收日期 | | 年 月 日 | | | 校准日期 | | | | | | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | |
| 发布日期 | | 年 月 日 | | | 校准员 | | | | | | |  | | | | | 核验员 | | | | | |  | | | |

混凝土抗冻融试验装置校准原始记录表参考格式（D）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 校准依据 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准用计量标准装置 | | | 计量标准器名称 | |  | | | | | | | 编号 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 准确度等级 | |  | | | | | | | 有效期至 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 溯源性说明 | | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准条件 | | | 校准地点 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准环境 | | 温度： ℃ | | | | | | | | | | | | | 湿度： RH | | | | | | | | |
| 校  准  过  程 | 基本  信息 | | 证书编号 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 校准样品名称 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 客户名称/地址 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 制造单位 | |  | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 型号规格 | |  | | | | | | | 样品编号 | | | | | |  | | | | | | | | |
| 温度示值误差（中心位置）/℃ | | | | *t*min： | | | | | | | *S*min： | | | | | | | | | *T*l： | | | | | |
| *t*max | | | | | | | *S*max： | | | | | | | | | *T*h： | | | | | |
| 温度均匀度/℃ | | | 编号 | # | | | | | | # | | | | | | | | # | | | | | | | |
| 最低温度 |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | | |  | | |  | |  |  |  |
| 最高温度 |  |  |  | |  |  |  | |  |  |  |  | | |  | | |  | |  |  |  |
| 升温速率示值误差℃/h（适用时） | | | | *v*s *v*s *△v* (升温) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 降温速率示值误差℃/h（适用时） | | | | *v*s *v*s *△v* (降温) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 温度示值误差校准结果的测量不确定度*U*/℃,*k*＝2 | | | | | | | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | |
| 不确定度分量信息表 | | | | 测量重复性引入 *：* | | | 测量标准器误差引入： | | | | 温度传感器测量滞后性引入 | | | | | | | | 混凝土抗冻融试验装置显示值引入 | | | | | | |
| 接收日期 | | 年 月 日 | | | 校准日期 | | | | | | | 年 月 日 | | | | | | | | | | | | | | |
| 发布日期 | | 年 月 日 | | | 校准员 | | | | | | |  | | | | | 核验员 | | | | | |  | | | |

附录 D

温度示值误差校准结果的测量不确定度评定示例

D.1 校准方法

使用多通道温度巡检仪与被校的混凝土抗冻融试验装置的温度传感器相互捆扎或放置于相近位置（不影响相同温度测量）同时进行测量，通过比较法，得出混凝土抗冻融试验装置的温度示值误差。

D.2 校准环境

被校的混凝土抗冻融试验装置室内机组环境温度保持在（10～25）℃的范围内；室外机组所处环境温度保持在（-20～40）℃*；*不被雨淋和水浸。

D.3 计量标准及主要技术指标

多通道温度巡检仪（传感器为工作用A级铂电阻温度计）。

D.4 校准对象

混凝土抗冻融试验装置

D.5 校准过程

多通道温度巡检仪与被校的混凝土抗冻融试验装置的温度传感器相互捆扎同时测量冻融试验装置内部的各位置温度。

D.6 数学模型

*T*=*S-t*

*T* ：混凝土抗冻融试验装置冻融循环过程中指定位置的温度示值误差/℃；

*t* ：多通道温度巡检仪在指定位置进行温度测量时的温度测量值/℃；

*S* ：被校的混凝土抗冻融试验装置的温度显示值/℃。

D.7 测量不确定度分量

（1）校准用计量器具的重复性引入的标准不确定度分量，

校准用计量器具多次测量产生的重复性引入的不确定度分量，将混凝土抗冻融试验装置设置为-18℃，重复测量10次，测得的温度值依次为-18.01℃，-18.12℃，-18.07℃，-18.08℃，-18.13℃，-18.10℃，-18.02℃，-18.04℃，-18.07℃，-18.01℃，由贝赛尔公式可知由此引入的标准不确定度分量：

=0.04℃

（2）多通道温度巡检仪最大允许误差引入的不确定度分量，

已知多通道温度巡检仪最大允许误差为±0.15℃，由此引入的不确定度分量

= *U*/*k*=0.15/=0.09℃。

（3）温度传感器测量滞后性引入的标准不确定度分量，

由于传感器之间温度的传播滞后性所引入的测量不确定度分量，估计为0.3℃，按照均匀分布计算：

=0.3/=0.17℃

（4）测量标准分辨力引入的标准不确定度分量，

已知测量标准分辨力为0.01℃，不确定度分量取半宽度为0.005℃，服从均匀分布，则由分辨力引入的标准不确定度分量为：

=0.005/=0.003℃

（5）混凝土抗冻融试验装置显示值引入的标准不确定度分量，

已知混凝土抗冻融试验装置显示最小值为0.2℃，不确定度分量取半宽度为0.1℃，服从均匀分布，则由分辨力引入的标准不确定度分量为：

=0.1/=0.058℃

D.8 不确定度汇总一览表

表 D.1 不确定度汇总一览表

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 标准不确定度分量/℃ | 不确定度来源 | 不确定度分量/℃ |
|  | 测量重复性引入 | 0.04 |
|  | 测量标准器误差引入的不确定度 | 0.09 |
|  | 温度传感器测量滞后性引入 | 0.17 |
|  | 标准器分辨力引入 | 0.003(可忽略) |
|  | 混凝土抗冻融试验装置显示值引入的标准不确定度分量 | 0.058 |

D.9 合成标准不确定度，

＝0.21℃

D.10 扩展不确定度，

=*k*=0.5℃，*k*=2