

交通运输部计量检定规程
水运工程 氯离子扩散系数测定仪
(征求意见稿)
编制说明

规程起草组

2017年03月

目 录

| | |
|---------------------------------|---|
| 1 工作简况..... | 1 |
| 2 规程编制原则和规程主要内容编制依据..... | 2 |
| 3 主要试验（或验证）的分析、预期的经济效果..... | 3 |
| 4 规程先进程度、与有关的现行法律、法规和标准的关系..... | 4 |
| 5 重大分歧意见的处理经过和依据..... | 4 |
| 6 贯彻规程的要求和措施建议..... | 4 |
| 7 废止现行有关规程的建议..... | 4 |
| 8 其他应予说明的事项..... | 4 |
| 附录 1 氯离子扩散系数测定仪测量结果不确定度分析..... | 5 |

1 工作简况

1.1 任务来源

本检定规程是依据交通运输部 2016 年交通运输标准化计划立项进行编制的计划号是 JJG 2016-19，同时是 2015 年交通运输部标准计量质量研究项目《氯离子扩散系数测定仪计量标准技术研究》的课题研究成果。

1.2 协作单位

本检定规程协作单位为中交武汉港湾工程设计研究院有限公司。

1.3 主要工作过程

2015 年 03 月~2015 年 09 月，召开了《氯离子扩散系数测定仪计量标准技术研究》项目专家咨询会，根据专家的意见和建议，开展了相关技术调研，并成立《水运工程 氯离子扩散系数测定仪》检定规程修编小组；

2015 年 10 月~2017 年 03 月，广泛收集了国内外氯离子扩散系数测定仪的研究单位、生产单位、使用单位以及相关企业标准、行业标准、国家标准、国外标准的有关资料，就标准中关键技术指标的试验方法进行理论研究、试验分析与验证，同时编制组学习了由国家质量监督检验检疫总局发布的《国家计量检定规程编写规则》一书，根据我国目前的实际情况与特点，结合水运工程测量技术的实际需求进行编制，形成了中华人民共和国交通部行业检定规程 JJG（交通）XXX-XXXX《水运工程氯离子扩散系数测定仪》征求意见稿。

1.4 规程主要起草人及其主要工作

本规程主要起草人及其主要负责的工作情况见表 1：

表 1 规程主要起草人及其主要工作

| 序 号 | 姓 名 | 主要工作 |
|-----|-----|--------------|
| 1 | 栗克国 | 负责起草标准主要技术内容 |
| 2 | 曹玉芬 | 形式和内容审核 |
| 3 | 韩鸿胜 | 形式和内容审核 |
| 4 | 高 辉 | 参与部分内容起草 |
| 5 | 秦明强 | 参与部分内容起草 |
| 6 | 赵晖 | 参与部分内容起草 |

| | | |
|---|-----|---------|
| 7 | 窦春晖 | 形式和内容审核 |
| 8 | 李妍 | 形式和内容审核 |
| 9 | 吴晓雪 | 形式和内容审核 |

2 规程编制原则和规程主要内容编制依据

2.1 规程编制原则

(1) 在规程内容上, 根据国内外氯离子扩散系数测定仪的研究现状, 结合水运工程建设需求, 对氯离子扩散系数测定仪主要技术指标——测量范围、准确度和重复性给出了技术要求; 在规程编写形式上, 按照 JJF1002-2010《国家计量检定规程编写规则》的要求进行编制。

(2) 本规程编写时, 充分考虑各企业、使用单位各方面的意见和建议, 切实可行, 具有可操作性, 力求体现氯离子扩散系数测定仪在水运工程方面的应用特点。

2.2 规程主要内容编制依据

2.2.1 计量性能要求、通用技术指标、计量器具控制

计量性能要求、通用技术指标、计量器具控制的编制主要依据 GB/T50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》、JTS 257《海港工程高性能混凝土质量控制标准》和仪器性能现状调查结果、引用的相关标准和文献以及试验结果, 详细依据见表 2:

表 2 技术指标等内容编制依据

| 序号 | 标准内容 | 编制依据 |
|----|--|---|
| 1 | 5 计量性能要求 5.1 测量范围 测定仪测量范围要求如下: a) 电压: 应能稳定输出直流电压, 10V、15V、20V、25V、30V、35V、40V、50V 和 60V 直流电压; b) 电流: (0~500)mA; c) 温度: 5℃~90℃。 5.2 准确度 测定仪准确度要求如下: a) 电压最大允许误差: $\pm 0.1V$; | GB/T50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》、JTS 257《海港工程高性能混凝土质量控制标准》 |

| | | |
|---|--|---|
| | b) 电流最大允许误差: $\pm 0.5\text{mA}$; c) 温度最大允许误差: $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 。 5.3 重复性 在测量范围内, 重复性误差不大于最大允许误差的 0.3 倍。 | |
| 2 | 计量器具控制 (见规程正文) | GB/T50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》、JTS 257《海港工程高性能混凝土质量控制标准》 |

3 主要试验 (或验证) 的分析、预期的经济效果

3.1 试验分析

本规程中关于性能的试验方法主要参考了 GB/T50082《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》和 JTS 257《海港工程高性能混凝土质量控制标准》，并结合建工行业 JG/T 262《混凝土氯离子扩散系数测定仪》中的试验方法和仪器技术指标参数的规定，优化了关键技术指标的试验步骤，进一步阐明了技术指标的计算方法。

按照本规程给出的氯离子扩散系数测定仪检定方法，经过对使用单位的样机试验，本规程的各项技术指标合理，并具有一定的先进性。其次，对氯离子扩散系数测定仪测量结果不确定度的评定，主要内容就是评定检定氯离子扩散系数测定仪综合误差的不确定度，详细评定过程见附录 1。

3.2 预期经济效果

氯离子扩散系数测定仪广泛应用与水运工程部混凝土结构耐久性试验中，但是目前行业内缺乏相关计量检定规程。本规程的提出，不仅是填补了该产品的空白，同时也是进一步完善交通水运工程标准体系，提升水运工程氯离子扩散系数测定仪的计量技术水平，满足水运工程领域氯离子扩散系数测定仪的技术要求和量值溯源需求，为开展交通行业水运工程氯离子扩散系数测定仪的检定和校准服务提供技术支持与保障。

本规程覆盖了国内有关氯离子扩散系数测定仪相关产品标准、检定规程、以及校准规范，提出了更为先进、合理的技术指标、性能要求、试验方法和检验规则，并为建立氯离子扩散系数测定仪计量标准提供了技术支持。更为严格的检定

规程要求不仅保证了产品质量和工程质量，也将进一步推动我国氯离子扩散系数测定仪的生产和使用，为各相关领域的使用提供更多、更好的选择，具有较高的社会效果和经济效果。

4 规程先进程度、与有关的现行法律、法规和标准的关系

本规程在制定时，参考了国内外仪器生产厂家、代理商、使用单位和相关科研单位的客户建议 and 实际要求，与国外相关标准、技术文件对比，本规程的大部分内容与国外指标水平相近，能够满足用户的需求。与有关的现行法律、法规和标准的关系

本规程完全执行我国现行的法律、法规和强制性标准，全部符合国家计量检定规程的基本要求。

5 重大分歧意见的处理经过和依据

本规程修编过程中各参编单位无重大分歧意见。

6 贯彻规程的要求和措施建议

无

7 废止现行有关规程的建议

无

8 其他应予说明的事项

无

附录 1 氯离子扩散系数测定仪测量结果不确定度分析

氯离子扩散系数测定仪电压测量结果不确定度分析

- 测量环境：(20±5) °C，相对湿度不大于 85%
- 测量标准：2000 型数字多用表
- 被测对象：氯离子扩散系数测定仪第 1 通道 10V 输出值
- 测量方法：将氯离子扩散系数测定仪电压输出端与标准器对应端相接，采用直接法进行测量。

(1) 数学模型

$$\Delta U = U_A - U_0 \quad (1-1)$$

式中：

ΔU ——示值误差，V；

U_A ——氯离子扩散系数测定仪输出电压值，V；

U_0 ——标准数字多用表读数值，V；

(2) 合成标准不确定度及灵敏系数

$$c(U_A) = \frac{\partial \Delta U}{\partial U_A} = 1$$

$$c(U_0) = \frac{\partial \Delta U}{\partial U_0} = -1$$

由于各个输入量彼此独立，根据不确定度传播律，合成标准不确定度为：

$$u_c^2(\Delta U) = c^2(U_A)u^2(U_A) - c^2(U_0)u^2(U_0)$$

(3)标准不确定度分量的评定

(3.1)被测氯离子扩散系数测定仪电压重复性引入的不确定度分量 $u(U_A)$

表 1-1 氯离子扩散系数测定仪 10V 处 10 次测量结果 单位: V

| | | | | | | | | | | |
|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|
| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 测量值 | 9.98 | 9.98 | 9.99 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 10.00 | 9.99 | 9.99 | 9.99 |

采用测量不确定度 A 类评定方法进行评定, 根据公式:

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1-2)$$

$$u(U_A) = 0.008V$$

(3.2)数字多用表引入的不确定度分量 $u(U_0)$

经上级检定部门的校准结果, 在直流 10V 时, 得到不确定度分量 $u(U_0)$:

$$U = 7 \times 10^{-5}, k = 2$$

由于 $u(\quad)$ 分量小于 U 的 1/100, 因此数字多用表引入的不确定分量可忽略不计。

(4) 不确定度分量一览表

| 序号 | 来源 | 符号 | U | 灵敏系数 |
|----|---------|----------|-------|------|
| 1 | 电压测量重复性 | $u(U_A)$ | 0.008 | 1 |

| | | | | |
|---|----------------|----------|---|----|
| 2 | 数字多用表引入的不确定度分量 | $u(U_0)$ | 0 | -1 |
|---|----------------|----------|---|----|

(5) 合成标准不确定度

$$u_c = \sqrt{u^2(U_x) + u^2(U_a)} \quad (1-3)$$

$$= \sqrt{0.008^2}$$

$$= 0.008 \text{ V}$$

(6) 扩展不确定度

在氯离子扩散系数测定仪输出电压为 10V 时的扩展不确定度：

$$U = 0.02 \text{ V}, \quad k = 2。$$

氯离子扩散系数测定仪温度测量结果不确定度分析

- 测量环境：(20±5) °C，相对湿度不大于 85%
- 测量标准：恒温水槽、标准铂电阻
- 被测对象：氯离子扩散系数测定仪第 1 通道 25 °C 温度点
- 测量方法：将氯离子扩散系数测定仪第一通道的温度传感器置入恒温槽中，采用直接比较法进行测量。

(1) 数学模型

$$\Delta t = t_A - t_0 \quad (1-4)$$

Δt ——示值误差，°C；

t_A ——氯离子扩散系数测定仪温度显示值，°C；

t_0 ——标准铂电阻温度测量值，°C；

(2) 合成标准不确定度及灵敏系数

标准不确定度分量的评定

$$c(t_A) = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_A} = 1$$

$$c(t_0) = \frac{\partial \Delta t}{\partial t_0} = -1$$

由于各个输入量彼此独立，根据不确定度传播律，合成标准不确定度为：

$$u_c^2(\Delta t) = c^2(t_A)u^2(t_A) - c^2(t_0)u^2(t_0)$$

(3) 标准不确定度分量的评定

(3.1) 被测氯离子扩散系数测定仪温度重复性引入的不确定度分量 $u(t_A)$

将标准铂电阻作为标准器，在氯离子扩散系数测定仪第 1 通道 25℃ 温度点，对氯离子扩散系数测定仪的温度值进行测试，在重复条件下进行 10 次独立测量得到测量数如表 1-2。

表 1-2 氯离子扩散系数测定仪 25℃ 处 10 次测量结果 单位：℃

| 测量次数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 测量值 | 25.03 | 25.04 | 25.05 | 25.05 | 25.05 | 25.06 | 25.04 | 25.05 | 25.06 | 25.06 |

根据公式：

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (1-5)$$

可得： $u(t_A) = 0.010^\circ\text{C}$

(3.2) 温场不均匀性引入的不确定度分量 $u(t_1)$

恒温水槽温场稳定度的要求为低于 $\pm 0.02^\circ\text{C}$ ，该水槽经过校准，出具校准证书。估计其为均匀分布，采用不确定度的 B 类评定方法，则由恒温水槽的温场稳定度引入的不确定度分量为：

$$u(t_1) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012^\circ\text{C}$$

(3.3) 二等标准铂电阻引入的不确定度分量 $u(t_2)$

温度测量采用 6 位半数字万用表配合二等标准铂电阻温度计，二等标

准铂电阻需要一年后复检，暂作为二等标准铂电阻使用。根据二等标准铂电阻的要求，估计其误差为 $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ ，估计其为均匀分布，采用不确定度的B类评定方法，则由二等标准铂电阻引入的不确定度为：

$$u(t_2) = \frac{0.02}{\sqrt{3}} = 0.012^{\circ}\text{C}$$

(4) 不确定度分量一览表

| 序号 | 来源 | 符号 | U | 灵敏系数 |
|----|---------|----------|-------|------|
| 1 | 温度测量重复性 | $u(t_1)$ | 0.010 | 1 |
| 2 | 温场不均匀性 | $u(t_1)$ | 0.012 | -1 |
| 3 | 标准铂电阻 | $u(t_2)$ | 0.012 | -1 |

(5) 合成标准不确定度

$$\begin{aligned}
 u_c &= \sqrt{u^2(t_x) + u^2(t_0) + u^2(t_{02})} & (1-6) \\
 &= \sqrt{0.010^2 + 0.012^2 + 0.012^2} \\
 &= 0.02^{\circ}\text{C}
 \end{aligned}$$

(6) 扩展不确定度

在氯离子扩散系数测定仪第1通道 25°C 温度点时的扩展不确定度：

$$U = 0.04^{\circ}\text{C}, k=2$$