

# 贵州省地方计量技术规范

JJF (黔) XXXX-2023

## 混凝土氯离子电通量测定仪校准规范

Calibration Specification for Apparatus to Determine  
Chloride Coulomb Electric Flux of Concrete

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

贵州省市场监督管理局 发布



# 混凝土氯离子电通量 测定仪校准规范

JJF(黔) XXXX—2023

Calibration Specification for Apparatus to Determine  
Chloride Coulomb Electric Flux of Concrete

归口单位：贵州省市场监督管理局

主要起草单位：贵州省计量测试院

参加起草单位：北京数智意隆仪器有限公司

本规范主要起草人：

王嵘瑜（贵州省计量测试院）

陈光贵（贵州省计量测试院）

杜鸿程（贵州省计量测试院）

参加起草人：

王姝壹（贵州师范学院）

董 昱（贵州省计量测试院）

龚 雪（贵州省计量测试院）

杨 振（贵州省计量测试院）

祝玲玲（北京数智意隆仪器有限公司）

# 目 录

引 言.....	(II)
1 范围.....	(1)
2 引用文件.....	(1)
3 概述.....	(1)
4 计量特性.....	(2)
4.1 基本误差.....	(2)
4.2 输出电压稳定度.....	(2)
5 校准条件.....	(2)
5.1 环境条件.....	(2)
5.2 测量标准及其他设备.....	(2)
6 校准项目和校准方法.....	(3)
6.1 校准项目.....	(3)
6.2 校准方法.....	(3)
7 校准结果表达.....	(6)
8 复校时间间隔.....	(7)
附录 A.....	(8)
附录 B.....	(10)
附录 C.....	(12)

# 引 言

本规范依据 JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》、JJF1001-2011《通用计量术语及定义》进行编制。

本规范为首次制定。

# 混凝土氯离子电通量测定仪校准规范

## 1 范围

本规范适用于混凝土氯离子电通量测定仪（以下简称电通量仪）的校准。

## 2 引用文件

本规范引用了下列文件：

JG/T 261-2009 混凝土氯离子电通量测定仪

GB/T 50082-2009 普通混凝土长期性能和耐久性试验方法标准

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡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

电通量仪是用于测定混凝土电通量的试验仪器。其工作原理是在混凝土试件两端施加一定的直流电压，采集通过混凝土试件的电流值，对测得电流值进行面积积分，计算出固定时间内通过混凝土的电通量，根据测量的电通量值来反映混凝土的抗氯离子渗透性能。试验过程中通过测温探头同时监测试验槽中溶液的温度，防止试件温度过高影响氯离子的渗透能力。

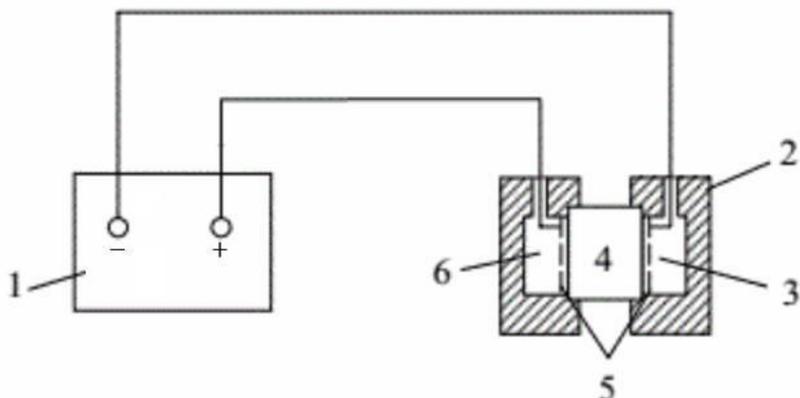


图 1 混凝土电通量试验装置示意图

1——电通量仪；2——试验槽；3——NaCl 溶液；4——混凝土试件；5——铜网；6——NaOH 溶液

## 4 计量特性

### 4.1 基本误差

表 1 基本误差

校准项目	最大允许误差
输出电压示值误差	$\pm 0.1V$
采样电流示值误差	$\pm 0.5mA$
温度示值误差	$\pm 0.3^{\circ}C$

注：1. 通常情况下，电通量仪的输出电压为 60V，对输出电压进行校准时，负载电阻选择 600 $\Omega$ ，对采样电流进行校准时，负载电阻分别选择 300 $\Omega$ 、600 $\Omega$ 、1500 $\Omega$ 。

2. 电通量仪输出电压校准点和负载电阻值可根据用户要求或仪器说明书中输出电压和采样电流的测量范围进行选择。

3. 以上指标不用于合格性判定，仅供参考。

### 4.2 输出电压稳定度

保持周围环境条件不变和输出电压不作调整，在 50min 内，每隔 5min 记录一次电压测量值，每个通道测得电压值的最大值与最小值之差作为输出电压稳定度。

## 5 校准条件

### 5.1 环境条件

#### 5.1.1 工作环境条件

温度：20 $^{\circ}C \pm 15^{\circ}C$ ；相对湿度： $\leq 85\%$ 。

#### 5.1.2 工作电源条件

供电的电源应满足电压：220V $\pm 22V$ ，频率：50Hz $\pm 0.5Hz$ 。

#### 5.1.3 其他条件

周围应无影响正常校准工作的外界电磁干扰。

### 5.2 测量标准及其他设备

校准时由标准器、配套设备及环境条件所引起的扩展不确定度（ $k=2$ ）不大于被校电通量仪最大允许误差绝对值的 1/3，标准器的测量范围应能覆盖电通量

仪的范围。校准时所需的标准器及配套设备如下：

#### 5.2.1 数字多用表

数字多用表在相应实际测量范围内的允许误差应不超过电通量仪输出电压和采样电流允许误差绝对值的 1/5。

#### 5.2.2 恒温槽

温度波动性 10min 内不大于 0.03℃，温度均匀性不大于 0.03℃。

#### 5.2.3 标准温度计

温度校准装置的扩展不确定度（ $k=2$ ）应不超过电通量仪温度允许误差绝对值的 1/3。

#### 5.2.4 负载电阻

阻值 300 Ω 电阻允许工作电流不小于 240mA；阻值 600 Ω 电阻允许工作电流不小于 120mA；阻值 1500 Ω 电阻允许工作电流不小于 50mA。

## 6 校准项目和校准方法

### 6.1 校准项目

表 2 校准项目一览表

序号	项目名称	校准方法
1	输出电压示值误差	6.2.2
2	采样电流示值误差	6.2.3
3	温度示值误差	6.2.4
4	输出电压稳定度	6.2.5

### 6.2 校准方法

#### 6.2.1 校准前准备

##### a) 外观检查

不能有影响工作性能的机械损伤，电通量仪上应标有产品名称、型号、生产厂家（商标）、出厂编号等。

##### b) 通电检查

电通量仪应具有实时显示端口电压、电流、试验历时等参数功能。

c) 按说明书规定接通电源，经过 30min 预热后，应能正常工作。

### 6.2.2 输出电压示值误差

电通量仪输出电压的校准应在带载（600 Ω）状态下进行。一般情况下电通量仪每个通道输出电压校准点应至少包括 60V 点，特殊情况下，可根据客户要求进行选择。用数字多用表对电通量仪每个通道的输出电压进行校准时，按图 2 进行接线。

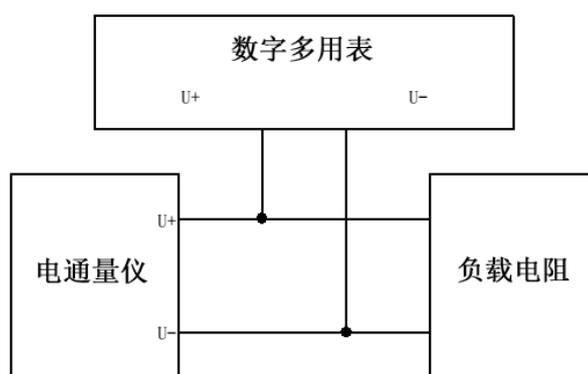


图 2 电通量仪的输出电压校准接线图

电通量仪的输出电压示值误差按式（1）计算：

$$\Delta V = V - V_0 \quad (1)$$

式中：

$\Delta V$  ——电通量仪输出电压示值误差，V；

$V$  ——电通量仪直流电压输出值，V；

$V_0$  ——数字电压表读数值，V。

### 6.2.3 采样电流示值误差

用数字多用表对电通量仪每个通道的采样电流进行校准时，按图 3 进行接线。一般情况下，电通量仪每个通道采样校准点应根据表 1 中规定的进行选择；校准点亦可根据用户要求进行选择，但不得少于 3 个校准点。电通量仪的采样电流示值误差按式（2）计算：

$$\delta_t = \frac{I - I_0}{I_0} \times 100\% \quad (2)$$

式中：

$\delta_t$ ——电通量仪采样电流示值相对误差，%；

$I$ ——电通量仪采样电流显示值，mA；

$I_0$ ——电通量仪采样电流显示值，mA。

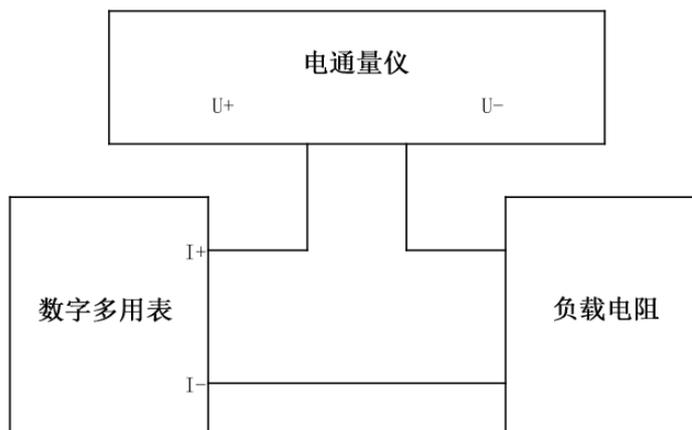


图 3 电通量仪的采样电流校准接线图

#### 6.2.4 温度示值误差

将电通量仪温度传感器与标准水银温度计（或标准铂电阻温度计）置入恒温槽中，待恒温槽温度达到设定点后，稳定 10min 后读取相应的温度值。读数时，每 5min 记录一次温度值，按以下顺序进行：

标准→被校 1→被校 2→……→被校 n→被校 n→……→被校 2→被校 1→标准循环两次，各记录标准温度计和被校电通量仪温度示值共四次。每个温度点校准完毕，恒温槽温度波动应符合 5.2.2 的要求。

电通量仪的温度示值误差按式（3）计算：

$$\Delta t_i = t_i - \bar{t}_v - x \quad (3)$$

式中：

$\Delta t_i$ ——电通量仪第 i 通道的温度示值误差，℃；

$t_i$  ——电通量仪第 i 通道四次温度显示值的平均值，℃；

$\bar{t}_v$  ——标准水银温度计（或标准铂电阻温度计）四次读数平均值，℃；

一般情况下，电通量仪温度的校准点应包括 5℃、25℃、50℃、95℃等 4 个温度点。在特殊情况下，可根据用户要求选择。

### 6.2.5 输出电压稳定度

按图 2 进行接线，调节电通量仪输出电压到 60V，负载电阻 600Ω，保持周围环境条件不变和输出电压不作调整，等输出稳定后读数，在 5min 内读取直流数字电压表的最大值和最小值。并按式（4）计算出电通量仪输出电压稳定度。

$$S_v = V_{\max} - V_{\min} \quad (4)$$

式中：

$S_v$  ——电通量仪输出电压稳定度，V；

$V_{\max}$  ——电通量仪输出电压最大值，V；

$V_{\min}$  ——电通量仪输出电压最小值，V；

## 7 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映，校准证书应至少包含以下信息：

- a) 标题“校准证书”；
- b) 实验室名称和地址；
- c) 进行校准的地点（如果与实验室的地址不同）；
- d) 证书的唯一性标识（如编号），每页及总页数的标识；
- e) 客户的名称和地址；
- f) 被校对象的描述和明确标识；
- g) 进行校准的日期；
- h) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- i) 本次测量所用的测量标准的溯源性和有效性的说明；

- j) 校准环境的描述;
- k) 校准结果及其测量不确定度的说明;
- l) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识;
- m) 校准结果仅对校准对象有效的声明;
- n) 未经实验室书面批准, 不得部分复制证书的声明。

校准原始记录格式见附录 B, 校准证书内页格式见附录 C。

## 8 复校时间间隔

建议复校的时间间隔为一年。由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身质量等诸多因素所决定, 因此, 送校单位也可以根据实际使用情况决定复校时间间隔。

## 附录A

### 电通量仪电压示值误差测量不确定度评定示例

#### A.1 概述

A.1.1 测量依据: JJF(黔) \*\*-2023 混凝土氯离子电通量测定仪校准规范

A.1.2 环境条件: 温度: 20.0℃ 湿度: 55%RH

A.1.3 测量标准:

标准器: 数字多用表

型号: 8808A

测量范围: DCV: (0~1000) V, DCI: (0~10) A

A.1.4 被测对象: 电通量仪, 第1通道输出直流电压: 60V。

#### A.2 数学模型

依据测量方法,

$$\Delta U = U_x - U_n \quad (\text{A.1})$$

式中:

$\Delta U_x$  —— 示值误差, V;

$U_x$  —— 电通量仪输出电压值, V;

$U_n$  —— 数字多用表读数, V。

#### A.3 各分量的标准不确定度评定

根据数学模型, 电通量仪输出试验电压示值误差的测量结果不确定度主要取决于  $U_x$  和  $U_n$  引入的不确定度。

##### A.3.1 测量重复性引入的不确定度分量 $u(U_x)$

用数字多用表作为标准器, 在直流电压 200V 量程对电通量仪的输出电压进行测量, 在重复性条件下进行 10 次重复测量, 得到测量数据如表 A.1 所示。

表 A.1 10 次重复测量数据

次数	输出电压实际值 (V)	次数	输出电压实际值 (V)
1	60.043	6	60.052
2	60.053	7	60.045
3	60.065	8	60.041
4	60.034	9	60.062
5	60.054	10	60.034

平均值  $\bar{U} = 60.048V$

$$\text{单次测量实验标准差 } s(U) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (U_i - \bar{U})^2}{n - 1}} = 0.011V$$

#### A. 3. 2 标准器引入的不确定度分量 $u(U_n)$

数字多用表的最大允许误差为  $\pm (0.015\% \text{ 读数} + 0.003\% \text{ 量程})$ ，当校准点为 60V 时，选择 200V 量程，可得该点最大允许误差为  $\pm 0.015V$ ，区间半宽度  $a = 0.015V$ ，按均匀分布估计，包含因子： $k = \sqrt{3}$ ，由标准器示值误差引入的不确定度：

$$u(U_n) = \frac{0.015V}{\sqrt{3}} = 0.009V$$

#### A. 4 标准不确定度汇总表

表 A. 2 标准不确定度汇总表

分量	不确定度来源	概率分布	不确定度分量 $u_i$
$u(V_x)$	测量重复性	正态	0.011V
$u(V_n)$	标准器最大允许误差	均匀	0.009V

参照标准不确定度汇总表，各分量不相关，合成标准不确定度如下：

$$u_c = \sqrt{u^2(V_x) + u^2(V_n)} = 0.015V$$

#### A. 5 扩展不确定度

$U = k \cdot u_c$ ，取  $k = 2$ ，由此得到电通量仪在 60V 点的校准结果扩展不确定度为：

$$U = 2 \times 0.015V = 0.030V, \quad k = 2$$

## 附录 B

## 校准原始记录

## 电通量仪校准原始记录格式

第 页 共 页

委托单位		原始记录编号	
单位地址		仪器名称	
仪器型号		出厂编号	
制造单位		校准依据	
环境温度	℃	相对湿度	%RH

## 校准用计量标准

名 称	型号规格	不确定度或准确度等级或最大允许误差	出厂编号	证书编号	有效期

## 一、校准前检查：

## 1.1 外观检查：

## 1.2 通电检查：

## 二、输出电压校准

输出电压 值/V	电压实际值/V					
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6

## 三、采样电流校准

负载电阻/ $\Omega$	采样电流/mA	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6
	示值						
	标准值						
	示值						
	标准值						
	示值						
	标准值						

## 四、温度校准

标准值/ $^{\circ}\text{C}$	温度显示值/ $^{\circ}\text{C}$					
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6

## 五、输出电压稳定度:

试验通道	试验电压/V	电压最大值/V	电压最小值/V	电压稳定度/V
1				
2				
3				
4				
5				
6				

电压校准结果的扩展不确定度： $U=$ ， $k=2$

电流校准结果的扩展不确定度： $U=$ ， $k=2$

温度校准结果的扩展不确定度： $U=$ ， $k=2$

校准员：

核验员：

日期：

## 附录 C

## 校准证书内页格式

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	℃	地 点		
相对湿度	%	其 它		
校准所依据的技术文件（代号、名称）：				
校准所使用的主要测量标准：				
名 称	测量范围	不确定度/ 准确度等级	证书编号	证书有效期至 (YYYY-MM-DD)

第 X 页 共 X 页

## 校准结果

### 一、校准前检查：

1.1 外观检查：

1.2 通电检查：

### 二、输出电压校准

输出电压 值/V	电压实际值/V					
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6

### 三、采样电流校准

负载电阻/ $\Omega$	采样电流/mA	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6
	示值						
	标准值						
	示值						
	标准值						
	示值						
	标准值						

### 四、温度校准

标准值/ $^{\circ}\text{C}$	温度显示值/ $^{\circ}\text{C}$					
	通道 1	通道 2	通道 3	通道 4	通道 5	通道 6

## 五、输出电压稳定度:

试验通道	试验电压/V	电压最大值/V	电压最小值/V	电压稳定度/V
1				
2				
3				
4				
5				
6				

电压校准结果的扩展不确定度:  $U=$  ,  $k=2$

电流校准结果的扩展不确定度:  $U=$  ,  $k=2$

温度校准结果的扩展不确定度:  $U=$  ,  $k=2$

## 说明:

根据客户要求和校准文件的规定, 通常情况下\_\_\_\_\_个月校准一次。

## 申明:

1. 仅对加盖“×××××校准专用章”的完整证书负载。
2. 本证书的校准结果仅对本次校准的计量器具有效。

校准员:

核验员:

