

天津市地方计量技术规范

JJF (津) XXXX-2026

直流电量测量变送器校准规范

D.C. Electrical Quantities Measuring Transducers

(报批稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

天津市市场监督管理委员会 发布

直流电量测量变送器 校准规范

D.C. Electrical Quantities Measuring
Transducers

JJF(津) XXXX-2026

归口单位：天津市电磁计量技术委员会

主要起草单位：天津市计量监督检测科学研究院

参加起草单位：中国石化销售股份有限公司天津石油分公司

天津工业职业学院

浙江涵普电力科技有限公司

本规范委托天津市电磁计量技术委员会负责解释

本规范主要起草人：

刘 宇 （天津市计量监督检测科学研究院）
曹立颖 （天津市计量监督检测科学研究院）
王 静 （天津市计量监督检测科学研究院）

参加起草人：

柳云秀 （天津市计量监督检测科学研究院）
李彩萍 （天津市计量监督检测科学研究院）
宋庆振 （中国石化销售股份有限公司天津石油分公司）
王 宏 （天津工业职业学院）
曹 达 （浙江涵普电力科技有限公司）

目 录

引言	(II)
1 范围	(1)
2 引用文件	(1)
3 术语和计量单位	(1)
4 概述	(1)
5 计量特性	(1)
5.1 基本误差	(2)
5.2 自热影响	(2)
5.3 纹波含量	(2)
5.4 工频耐压试验和绝缘电阻试验	(2)
6 校准条件	(2)
6.1 环境条件	(2)
6.2 测量标准及其他设备	(3)
7 校准项目和校准方法	(3)
7.1 校准项目	(3)
7.2 校准方法	(4)
8 校准结果表达	(9)
8.1 校准记录	(9)
8.2 校准结果的处理	(9)
9 复校时间间隔	(9)
附录 A 变送器理论输出值计算公式	(10)
附录 B 校准原始记录格式	(11)
附录 C 校准证书内页格式	(15)

引 言

JJF1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF1001《通用计量术语及定义》和 JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑本规范制定工作的基础性系列规范。

本规范参照 IEC 60688-2024《交流电量和直流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器》进行制定。

本规范为首次发布。

直流电量测量变送器校准规范

1 范围

本规范适用于输出信号可以是模拟信号或数字信号的，具有电量输入和输出、用于测量直流电量的测量变送器的校准。

直流电量包括：直流电压、直流电流和直流功率。

2 引用文件

本规范引用了下列文件：

IEC 60688：2024 交流电量和直流电量转换为模拟量或数字信号的电测量变送器
(Electrical measuring transducers for converting AC and DC electrical quantities to analogue or digital signals)

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于该规范。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 术语和计量单位

直流电量测量变送器 d.c. electrical quantities measuring transducer

将直流电压、直流电流、直流功率等直流电参量，变换为模拟信号或数字信号的测量变送器。

4 概述

直流电量测量变送器(以下简称变送器)，是一种将被测直流电量（电压、电流、功率等）转换成模拟信号或数字信号的装置。它一般由信号采集电路、信号处理和转换电路和信号输出电路三部分组成。变送器的原理示意图如图 1 所示。

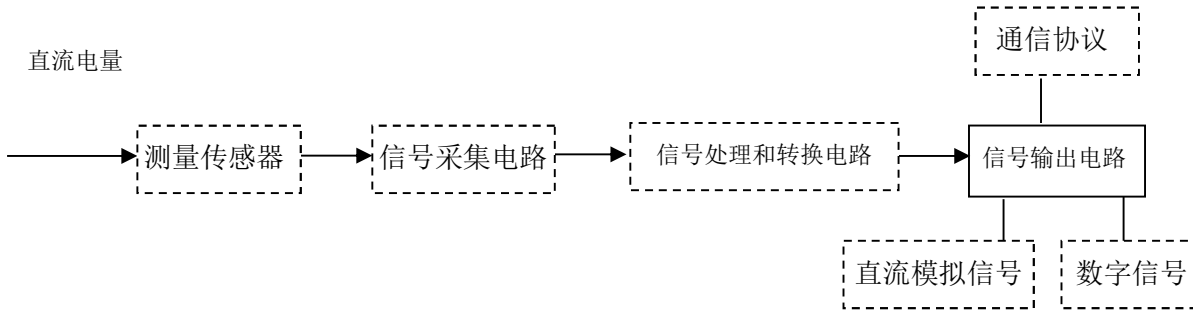


图 1 直流电量测量变送器原理示意图

5 计量特性

5.1 基本误差

基本误差不应超过表 1 规定的最大允许误差。

表 1 以引用误差表示最大允许误差和准确度等级的关系

变送器的准确度等级	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
最大允许误差	$\pm 0.1\%$	$\pm 0.2\%$	$\pm 0.5\%$	$\pm 1.0\%$

5.2 自热影响

在校准温度下,被校变送器不通电放置至少 4h。通电后依次施加所有输入标称量,在 (1~3) min 和 (30~35) min 之间测定输出值误差。两次测量误差的差,不应超过最大允许误差的 100%。

5.3 纹波含量

当变送器输出为直流模拟信号时,纹波含量不应超过变送器最大允许误差的两倍。

5.4 工频耐压试验和绝缘电阻试验

试验电压施加于变送器的各输入端(并联)和外壳之间;所有输入端子(并联)与所有输出端子(并联)之间;各输入线路端子组之间。在参比条件下,被校变送器应承受 50Hz (或 60Hz) 正弦波 2kV 有效值电压历时 1min 的工频耐压试验。绝缘电阻不应低于 20M Ω ,测量时所用绝缘电阻测试仪或兆欧表的额定电压为 1kV。对于工作电压低于 50V 的辅助电路,额定电压为 500V。

6 校准条件

6.1 环境条件

影响量的校准条件和误差不应超过表 2 中的规定。

表 2 影响量的校准条件和允许偏差

影响量		参比条件 (另有标志除外)	校准允许偏差 (适用于单一参比值) ①
环境温度		23℃	$\pm 1^\circ\text{C}$
位置		任意	—
输出负载	固定输出负载变送器	额定值 ②	$\pm 1\%$
	可变输出负载变送器	额定范围的平均值 ②	
辅助电源	交流电压	额定值	$\pm 2\%$
	直流电压	额定值	$\pm 1\%$
	频率	额定值	$\pm 1\%$
	畸变因数	≤ 0.05	—
外部磁场		全无	直流~65Hz, 40A/m 任一方向 ③
注: ①当标志参比范围时, 不允许超过标志的参比范围。 ②对于带固定负载的变送器应为所带的实际负载值。 ③40A/m 接近地磁场强度的最高值。			

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 校准所使用标准器的准确度等级应符合表 3 的要求。

6.2.2 直流数字标准表的电压输入电阻不应小于 $10\text{M}\Omega$ 。

6.2.3 直流数字标准表的输入偏置电流不应大于 1nA 。

6.2.4 功率源输出功率应能够提供给变送器在电压和电流量程所消耗的功率值。

6.2.5 校准时，输出负载应满足表 3 规定条件，可提供使用者调整使用的变送器，按厂家要求预调零位（非稳零），辅助电源预热工作回路不预热。4h 后在额定负载下预热 30min。

6.2.6 耐电压测试仪准确度等级不低于 5 级，试验电压为正弦波，输出电压不低于 2kV 。

6.2.7 绝缘电阻表准确度等级不低于 10 级，额定电压不低于 1kV 。

6.2.8 负载电阻的阻值和功率应符合产品说明书的要求。

6.2.9 可调精密电阻箱应能覆盖变送器标称负载电阻的（10%~100%）

表 3 校准所使用的标准器

变送器准确度等级	0.1 级	0.2 级	0.5 级	1.0 级
标准功率源准确度等级	0.02 级	0.05 级	0.1 级	0.2 级
直流标准表 ^① 准确度等级	0.02 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
直流数字标准表 ^② 准确度等级	0.01 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
交流数字标准表 ^③ 准确度等级	0.02 级	0.02 级	0.05 级	0.1 级
功率源功率稳定度/（%/3min）	0.01	0.02	0.05	0.1
注：①直流标准表即直流标准电压表、直流标准电流表、直流标准功率表； ②直流数字标准表即直流数字电压表、直流数字电流表。 ③交流数字标准表即直流数字电压表、直流数字电流表。				

7 校准项目和校准方法

7.1 校准项目

变送器的校准项目见表 4。

表 4 校准项目一览表

序号	校准项目	校准方法条款
1	外观检查	7.2.1
2	绝缘电阻试验 ^①	7.2.2
3	工频耐压试验 ^①	7.2.3
4	基本误差	7.2.4
5	纹波含量	7.2.5
6	自热影响	7.2.6
①仅适用于首次校准。		

7.2 校准方法

7.2.1 外观检查

外壳无损坏破裂，外露部件无松动，内部电路不得外露。铭牌信息应包括产品名称、制造厂名、出厂编号、型号、准确度等级等。应有完整的接线图或使用说明书，输出为数字信号的变送器还应提供配套的显示设备或软件。

7.2.2 绝缘电阻试验

变送器的各输入端（并联）和外壳之间；所有输入端子（并联）与所有输出端子（并联）之间；各输入线路端子组之间。选用电压为1kV的兆欧表或绝缘电阻测试仪测量其绝缘电阻值。

7.2.3 工频耐压试验

将标准设备和不宜进入该项试验的设备断开，不试验的电路接地。变送器的各输入端（并联）和外壳之间；所有输入端子（并联）与所有输出端子（并联）之间；各输入线路端子组之间。在参比条件下，施加 50Hz（或 60Hz）正弦波 2kV 有效值电压，历时 1min。

7.2.4 基本误差

7.2.4.1 总述

校准时由最大校准点向最小校准点顺序校准，每个校准点至少测量两次，取两次测量的平均值作为测量结果。各校准点误差的最大值作为变送器的基本误差。对于具有多种输出信号的变送器，应分别对每种输出信号进行校准，取不同输出信号误差的最大值，作为变送器的基本误差。校准点基本误差按照公式(1)或公式(2)计算。

当变送器的输出为直流模拟信号（电压或电流）时，各校准点误差以引用误差的形式表示：

$$\gamma_a = \frac{B_{xa} - B_{ra}}{A_{fa}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

γ_a ——被校直流模拟信号输出变送器的引用误差；

B_{xa} ——被校直流模拟信号输出变送器的输出值，mA 或 V；

B_{ra} ——被校直流模拟信号输出变送器的理论输出值(理论输出值计算公式见附录 A)，mA 或 V；

A_{fa} ——被校直流模拟信号输出变送器的输出引用值（通常为变送器直流模拟信号输出的量程），mA 或 V。

当变送器的输出为数字信号，并通过显示设备显示与输入量为同一参量时，各校准点误差以引用误差的形式表示：

$$\gamma_d = \frac{B_{xd} - B_{rd}}{A_{fd}} \times 100\% \tag{2}$$

式中：

γ_d ——被校数字信号输出变送器的引用误差；

B_{xd} ——被校数字信号输出变送器在显示设备显示的测量值；

B_{rd} ——施加至被校数字信号输出变送器输入信号的标准值；

A_{fd} ——被校数字信号输出变送器的输出引用值（通常为变送器的量程）。

7.2.4.2 电压变送器

校准电压变送器时，校准点按表 5 选择。

表 5 被校电压变送器校准点选择

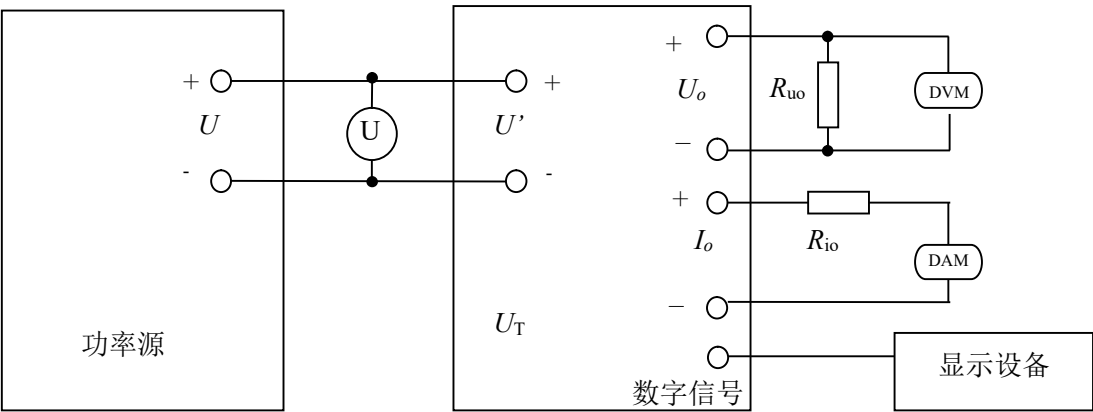
校准点	$100\%U_b$	$80\% U_b$	$60\%U_b$	$40\%U_b$	$20\%U_b$	0
注： U_b 为电压变送器的标称电压。						

a) 采用直流标准电压表校准

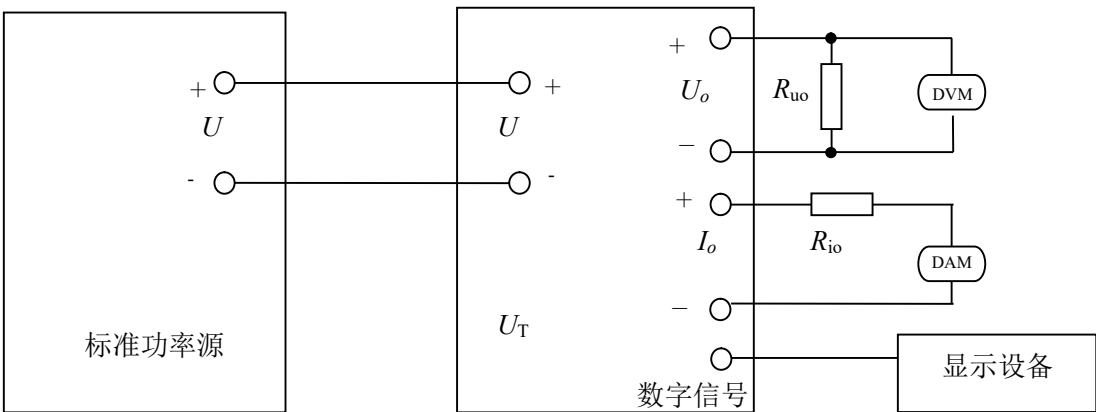
按图 2（a）接线。U 为直流标准电压表。

b) 采用标准功率源校准

按图 2（b）接线。



（a）采用直流标准电压表校准接线图



(b) 采用标准功率源校准接线图

图 2 电压变送器校准接线图

注：①DVM 为直流/交流标准数字电压表；DAM 为直流/交流标准数字电流表；显示设备是将数字信号转换为与输入量为同种量并显示出来的辅助设备。

② U_T 为被校电压变送器； R_{u0} 为变送器电压负载电阻； R_{i0} 为变送器电流负载电阻。

7.2.4.3 电流变送器

校准电流变送器时，校准点按表 6 选择。

表 6 被校电流变送器校准点选择

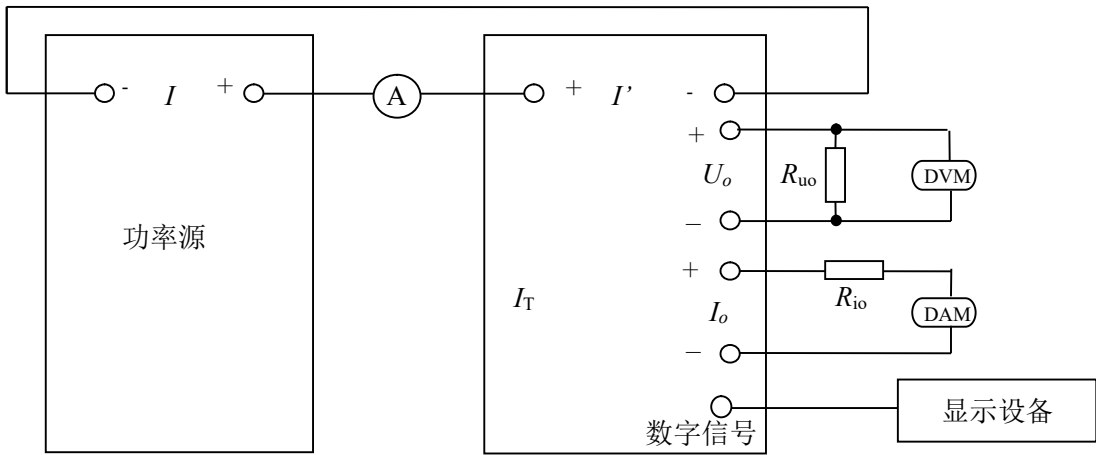
校准点	$100\% I_b$	$80\% I_b$	$60\% I_b$	$40\% I_b$	$20\% I_b$	0
注： I_b 为电流变送器的标称电流。						

a) 采用直流标准电流表校准

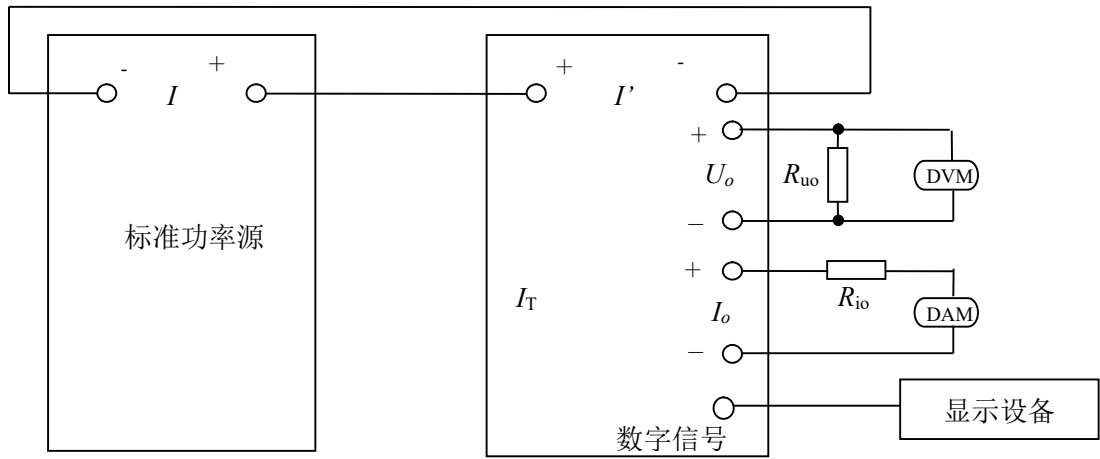
将标准功率源、标准电流表与被校变送器按图 3 (a) 接线。

b) 采用标准功率源校准

将标准功率源与被校变送器按图 3 (b) 接线。



(a) 采用直流标准电流表校准接线图



(b) 采用标准功率源校准接线图

图 3 电流变送器校准接线图

注： I_T 为被校电流变送器；A 为标准直流电流表。

7.2.4.4 功率变送器

校准时，对电压输入端施加标称电压值，通过调节输入端电流改变校准点。校准点按表 7 选择。

表 7 功率变送器校准点选择

输入电压	$100\%U_b$					
电流校准点	$100\%I_b$	$80\%I_b$	$60\%I_b$	$40\%I_b$	$20\%I_b$	0

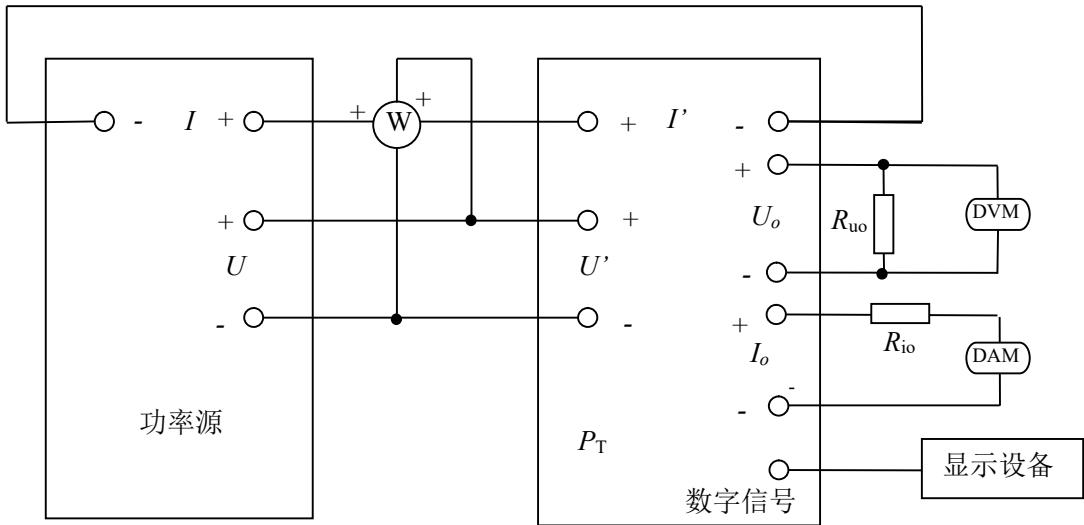
注： U_b 为功率变送器的标称电压， I_b 为功率变送器的标称电流。

a) 采用直流标准功率表校准

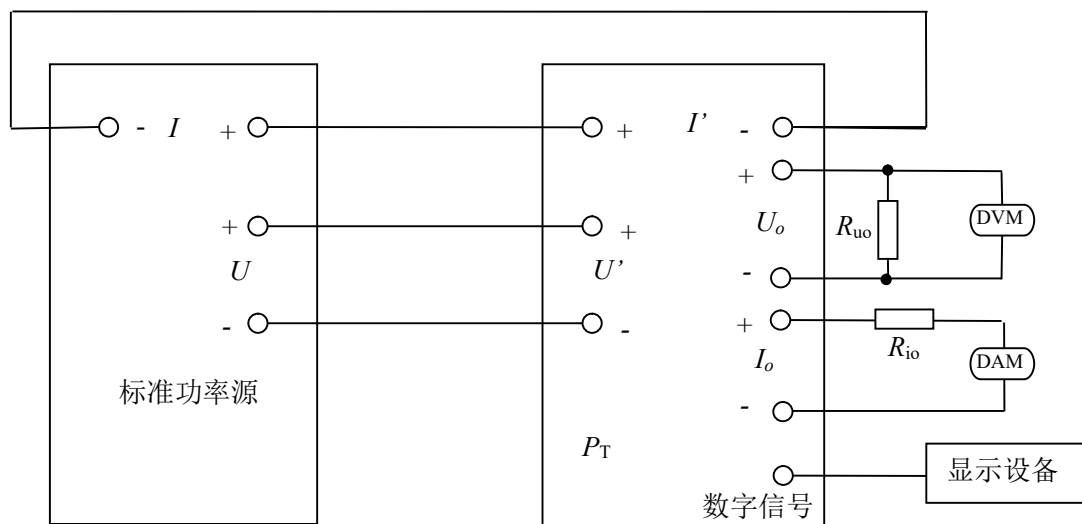
将功率源、直流标准功率表与被校变送器按图 4 (a) 接线。

b) 采用直流标准功率源校准

将标准功率源与被校变送器按图 4 (b) 接线。



(a) 采用直流标准功率表校准接线图



(b) 采用标准功率源校准接线图

图 4 直流功率变送器校准接线图

注： P_T 为被校直流功率变送器；W 为标准功率表。

对于双向输出的直流功率变送器，还应校准其反向输出时的基本误差。

7.2.5 纹波含量（仅对输出直流模拟信号变送器）

在校准条件下，对变送器施加输入标称值，使用交流标准表测量输出端交流信号有效值后再折算成峰峰值（峰峰值=有效值 $\times 2\sqrt{2}$ ）。峰峰值测量与变送器输出引用值之比即为纹波含量值。

7.2.6 自热影响

变送器在表 3 和表 4 规定的条件下至少断电 4h 不加激励。对变送器施加所有输入标称值，记录（1~3）min 内变送器输出值 B_r 。在（30~35）min 记录变送器输出值 B_T 。

对于双向输出的变送器，还应测定它在反向输出时的自热影响。方法是改变激励符号或极性，具体顺序同前。

误差 δ_j 计算公式如公式(3)：

$$\delta_j = \left| \frac{B_r - B_T}{A_f} \right| \times 100\% \quad (3)$$

式中：

δ_j —— 误差；

B_r —— （1~3）min 内变送器输出值；

B_T —— （30~35）min 变送器输出值；

A_f —— 被校变送器的输出引用值（通常为变送器的量程）。

8 校准结果表达

8.1 校准记录

校准记录格式见附录 B。

8.2 校准结果的处理

校准证书由封面和校准数据组成。校准证书内页格式见附录 C。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，如果与校准结果的有效性和应用有关时，应说明被校对象的接收日期；
- h) 如果与校准结果的有效性应用有关时，应对被校样品的抽样程序进行说明；
- i) 校准所依据的技术规范的标识，包括名称及代号；
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明；
- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- p) 未经实验室书面批准，不得部分复制证书的声明。

9 复校时间间隔

建议复校时间间隔为 1 年，用户可根据使用情况自行确定。

附录 A

变送器理论输出值计算公式

以输出 4mA~20mA 为例：

A.1 对电压、电流、功率变送器，被校定变送器的理论输出值 B_r 按式 (A.1) 计算

$$B_r = \frac{O_{\max} - O_0}{I_{\max} - I_0} \times (I_x - I_0) + O_0 \quad (\text{A.1})$$

式中：

$O_{\max}$ ——被校定变送器的最大输出值，mA；

O_0 ——被校定变送器的最小输出值，mA；

$I_{\max}$ ——被校定变送器的最大输入值，V、A、W；

I_0 ——被校定变送器的最小输入值，V、A、W；

I_x ——被校定变送器的实际输入值，V、A、W。

A.2 对于双向功率变送器和多段输出变送器，应在每个方向功率和每段输出独立计算理论输出值。

附录 B

校准原始记录格式

B.1 电压变送器和电流变送器校准原始记录

校准证书编号：

第 页 共 页

委托单位：		委托单位地址：	
仪器名称：	型号规格：	出厂编号：	
制造单位：		校准地点：	
校准依据：		环境温度：℃；相对湿度：%	

校准用主要计量标准器具：

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

1. 外观检查：

2. 绝缘电阻试验：

校准点	实测值	测量不确定度

3. 工频耐压试验：

校准点	是否能够承受所施加的电压

4. 基本误差：

校准点	变送器输出值			变送器理论输出值 (输入信号标准值)	测量不确定度
	1	2	平均值		

5. 纹波含量：

实测值	测量不确定度

6.自热影响:

测量时间	输出值	测量不确定度

校准人员:

核验人员:

B.2 功率变送器校准原始记录

校准证书编号：第 页 共 页

委托单位：		委托单位地址：	
仪器名称：	型号规格：	出厂编号：	
制造单位：		校准地点：	
校准依据：		环境温度：℃；相对湿度：%	

校准用主要计量标准器具：

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

1. 外观检查：

2. 绝缘电阻试验：

校准点	实测值	测量不确定度

3. 工频耐压试验：

校准点	是否能够承受所施加的电压

4. 基本误差：

正向输入：

标称电压：		标称电流：	测量不确定度
校准点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	

反向输入:

标称电压:		标称电流:	测量不确定度
校准点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	

5. 纹波含量:

实测值	测量不确定度

6. 自热影响:

测量时间	输出值	测量不确定度

校准人员:

核验人员:

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 他	
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/最大允许误差	校准/校准证书编号	有效期至

C.1 电压变送器和电流变送器

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

1. 外观检查:

2. 绝缘电阻试验:

校准点	实测值	测量不确定度

3. 工频耐压试验:

校准点	是否能够承受所施加的电压

4. 基本误差:

校准点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	测量不确定度

5. 纹波含量:

实测值	测量不确定度

6. 自热影响:

测量时间	输出值	测量不确定度

C.2 功率变送器

证书编号 XXXXXX-XXXX

校 准 结 果

1. 外观检查：

2. 绝缘电阻试验：

校准点	实测值	测量不确定度

3. 工频耐压试验：

校准点	是否能够承受所施加的电压

4. 基本误差：

正向输入：

标称电压：		标称电流：	测量不确定度
校准点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	

反向输入：

标称电压：		标称电流：	测量不确定度
校准点	变送器输出值	变送器理论输出值 (输入信号标准值)	

校 准 结 果

5. 纹波含量:

实测值	测量不确定度

6.自热影响:

测量时间	输出值	测量不确定度

以下空白

