



中华人民共和国机械行业标准

JB/T 10202—2000

带转换器热电偶

Thermocouple with converter

2000-08-15 发布

2000-10-01 实施

前 言

本标准附录 A 和附录 B 都是标准的附录。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会提出并归口。

本标准主要起草单位：北京自动化仪表二厂、上海工业自动化仪表研究所。参加起草的单位有：沈阳仪器仪表工艺研究所、上海自动化仪表三厂、沈阳测温仪表厂、重庆长江仪表厂、深圳谊成实业发展有限公司、重庆川仪股份有限公司仪表十七厂、杭州春江仪表有限公司、天长市仪表厂、浙江乐清市华东仪表厂、温州红旗仪表厂、乐清市伦特电子仪表有限公司、肇庆自动化仪表有限公司、天津德塔控制系统有限公司、天津欧迪控制技术有限公司、河南思达自动化仪表有限公司、淄博仪表厂、天津市中环温度仪表厂。

本标准主要起草人：常江、张继培、游伯坤。

本标准委托上海工业自动化仪表研究所负责解释。

1 范围

本标准规定了带转换器热电偶的定义、产品分类、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和贮存。

本标准适用于可拆卸的装配式或不可拆卸的铠装式带转换器热电偶,以及附加现场显示(指示)功能的带转换器热电偶(以下统称“仪表”)。

2 引用标准

下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效,所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 2829—1987 周期检查计数抽样程序及抽样表(适用于生产过程稳定性的检查)

GB 3836.1—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第1部分:通用要求

GB 3836.2—2000 爆炸性气体环境用电气设备 第2部分:隔爆型“d”

GB 3836.4—1983 爆炸性环境用防爆电气设备 本质安全型电路和电气设备“i”

GB 4208—1993 外壳防护等级(IP代码)

GB/T 15464—1995 仪器仪表包装通用技术条件

GB/T 16839.1—1997 热电偶 第1部分:分度表

GB/T 16839.2—1997 热电偶 第2部分:允差

GB/T 17212—1998 工业过程测量和控制 术语和定义

GB/T 17214.1—1998 工业自动化仪表工作条件 第1部分:气候条件

GB/T 17614.1—1998 工业过程控制系统用变送器 第1部分:性能评定方法

GB/T 17626.3—1998 电磁兼容 试验和测量技术 射频电磁场辐射抗扰度试验

JB/T 5582—1991 铠装热电偶

JB/T 7386.1—1994 工业自动化仪表术语 温度仪表

JB/T 9233.11—1999 工业自动化仪表通用试验方法 外界磁场影响

JB/T 9238—1999 工业热电偶技术条件

3 定义

本标准采用 GB/T 17212、JB/T 7386.1 和下列定义。

3.1 转换器

将输入信号转换成标准化信号的装置。

3.2 带转换器热电偶

接线装置内装有转换器,与热电偶一体,输出直流 4mA ~ 20mA 标准化信号的热电偶。

3.3 带转换器带显示热电偶

国家机械工业局 2000-08-15 批准

2000-10-01 实施

4 产品分类

4.1 型式

4.1.1 仪表按功能分为:

- 带转换器热电偶;
- 带转换器带显示热电偶。

4.1.2 仪表按显示方式分为:

- 数字显示(液晶或发光两极管);
- 模拟指示(指针式)。

4.1.3 仪表按转换器类别分为:

- 隔离式;
- 非隔离式。

4.1.4 仪表按输出与输入信号关系分为:

- 与热电偶检测的温度成线性关系;
- 与热电偶毫伏信号成线性关系。

4.1.5 仪表按防护型式分为:

- 防溅水型;
- 防喷水型。

4.1.6 仪表按防爆型式分为:

- 隔爆型“d”;
- 本质安全型“i”。

4.2 基本参数

4.2.1 测量范围

仪表的极限测量范围见表1。

表1

热 电 偶 类 型	分 度 号	极 限 测 量 范 围 ℃
铂铑10%/铂	S	0~1600
铂铑30%/铂铑6%	B	0~1800
镍铬/镍硅(或镍铝)	K	0~1300
镍铬硅/镍硅	N	0~1300
镍铬/铜镍	E	0~800
铁/铜镍	J	0~600
铜/铜镍	T	-200~+300
注:制造厂生产的仪表,其测量范围可在上述规定的极限测量范围内进行分档,或与用户协商确定;但最小量程:S型和B型不小于600℃;K型和N型不小于400℃;E型和J型不小于300℃;T型不小于100℃。		

4.2.2 输出信号与传输方法

仪表输出信号为直流 4mA~20mA, 负载电阻 250Ω, 传输导线电阻不大于 100Ω(在标准供电电压条件下)。

仪表输出信号传输方式为二线制。

4.2.3 精确度

热电偶允差等级:热电偶允差应符合 GB/T 16839.2 的规定。

转换器精确度等级: 0.2, 0.5 和 1.0 级。

显示器(附加功能)精确度等级:模拟指示为 2.5 级, 数字显示为 0.5 级。

4.2.4 电源

仪表标准供电电压为直流 24V, 允差为 $\pm 10\%$, 纹波小于 1.0%。

4.2.5 正常工作大气条件

仪表正常工作大气条件见表 2。

表 2

安 装 场 所 等 级	温 度 ℃	相 对 湿 度 %	大 气 压 力 kPa
Cx1	- 25 ~ + 55	5 ~ 95	86 ~ 106
Cx2	- 25 ~ + 70		
Cx3	- 40 ~ + 80		
注 1 表中安装场所等级,系指GB/T 17214.1所规定的非标准场所等级。 2 安装场所各项要求允许仅对仪表主要部件之一的转换器进行试验。			

5 技术要求

5.1 基本误差

仪表的基本误差应不超过由热电偶允差和转换器基本误差限两部分的合成误差。

仪表的基本误差可用绝对误差或引用误差的形式表示。

5.1.1 输出与热电偶检测的温度成线性关系

5.1.1.1 仪表的基本误差限(Δt_p)直接以被测变量(温度)表示:

$$\Delta t_p = \Delta t_R + \Delta t_C = \pm [C_t + A\% (t_U - t_L)] \quad (1)$$

式中: Δt_R ——热电偶 t 温度时的允差,其值为 C_t , $^{\circ}\text{C}$;

Δt_C ——以被测变量表示的转换器基本误差限, $^{\circ}\text{C}$;

A ——转换器精确度等级指数;

t_U ——仪表测量范围的上限值, $^{\circ}\text{C}$;

t_L ——仪表测量范围的下限值, $^{\circ}\text{C}$ 。

5.1.1.2 仪表的基本误差限(δt_p)以被测变量(温度)的量程百分数表示:

$$\delta t_p = \delta t_R + \delta t_C = \pm \left[\frac{C_t}{t_U - t_L} \times 100\% + A\% \right] \quad (2)$$

式中: δt_R ——以被测变量的量程百分数表示的热电偶 t 温度时的允差, %;

δt_C ——以被测变量的量程百分数表示的转换器基本误差限, %。

5.1.2 输出与热电偶(mV)信号成线性关系

5.1.2.1 仪表的基本误差限(ΔV_p)以被测变量所对应的热电偶(mV)信号表示:

$$\Delta V_p = \Delta V_R + \Delta V_C = \left[C_v \frac{dV}{dt} + A\% (V_U - V_L) \right] \quad (3)$$

式中: ΔV_R ——以热电偶(mV)信号表示的热电偶 t 温度时的允差, mV;

ΔV_C ——以热电偶(mV)信号表示的转换器基本误差限, mV;

$\frac{dV}{dt}$ —— 热电偶 t 温度时, 热电势随温度的变化率(塞贝克系数), $\text{mV}/^{\circ}\text{C}$;

V_U —— 仪表测量范围的上限值所对应的热电偶分度表中的热电势, mV ;

V_L —— 仪表测量范围的下限值所对应的热电偶分度表中的热电势, mV 。

5.1.2.2 仪表的基本误差限(δV_F)以热电偶(mV)信号的量程百分数表示:

$$\delta V_F = \delta V_R + \delta V_C = \pm \left[\frac{C_t \frac{dV}{dt}}{V_U - V_L} \times 100\% + A\% \right] \quad (4)$$

式中: δV_R —— 以热电偶(mV)信号量程百分数表示的热电偶 t 温度时的允差, %;

δV_C —— 以热电偶(mV)信号量程百分数表示的转换器基本误差限, %。

5.2 绝缘电阻

仪表输出接线端子与外壳之间的绝缘电阻应不小于 $50\text{M}\Omega$;

5.3 绝缘强度

仪表输出接线端子与外壳之间, 应能承受频率为 50Hz , 电压有效值为 500V 的绝缘强度试验, 无击穿及飞弧现象。

5.4 热响应时间

当温度出现阶跃变化时, 仪表的电流输出信号变化至相当于该阶跃变化某个规定的百分数所需的时间, 通常以 τ 表示。

采用 50% 、 90% 或 10% 的响应百分数, 对应的热响应时间分别用 $\tau_{0.5}$ 、 $\tau_{0.9}$ 或 $\tau_{0.1}$ 表示。

仪表的热响应时间(一般以 $\tau_{0.5}$ 表示)应在使用说明书上明示, 并符合制造厂在使用说明书上提供的数值。

下述两种极端的情况:

当转换器的阶跃响应稳定时间不大于热电偶热响应时间($\tau'_{0.5}$)的 $1/5$ 时, 则可用热电偶的热响应时间作为仪表的热响应时间($\tau_{0.5}$)。

当热电偶的热响应时间($\tau'_{0.5}$)不大于转换器阶跃响应稳定时间的 $1/2$ 时, 则可用转换器的阶跃响应稳定时间作为仪表的热响应时间($\tau_{0.5}$)。

5.5 外壳防护等级

应按制造厂技术规范或与用户协商确定的符合 GB 4208 规定的防护等级。

5.6 外观

- 各部分装配正确, 连接可靠, 零部件无缺损;
- 内外各接线端标志明显;
- 紧固件无松动及滑牙现象;
- 表面无明显的划痕和显著锈蚀, 涂层、镀层无剥落现象;
- 铭牌上内容完整, 字迹清晰;
- 隔爆型仪表的防松装置可靠、有效。

6 试验方法

6.1 试验条件

6.1.1 环境条件

试验推荐采用下述环境条件:

温度: $15^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$;

相对湿度: $45\% \sim 75\%$;

大气压力: $86\text{kPa} \sim 106\text{kPa}$;

机械振动: 小到可以忽略不计;

磁场：除地磁场外，应使其他外界磁场小到可以忽略不计。

6.1.2 电源和负载

直流稳压电源 24V，允差 $\pm 1\%$ ；

负载为 250Ω ，允差 $\pm 0.01\%$ 。

6.2 仪表基本误差试验

6.2.1 总则

a) 在通常情况下，仪表的基本误差试验应整机进行，当对试验数据有异议或仲裁时，则允许对热电偶感温元件和转换器分别按 GB/T 16839.1, JB/T5582, JB/T9238 和本标准附录 A (标准的附录) 规定的分度表、技术要求和试验方法进行。

b) 仪表的试验线路见图 1 (图中的可变电阻为模拟传输导线的电阻)。所采用的测试仪器和设备组成的测量系统基本误差限应不超过被试仪表基本误差限的 $1/4$ 。

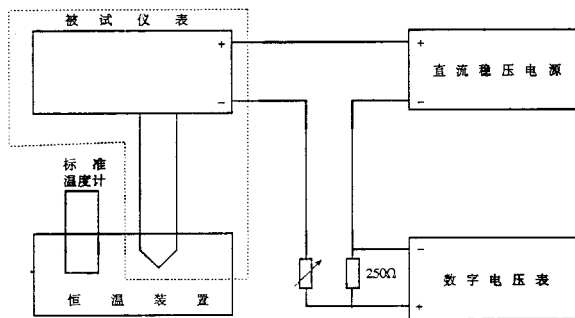


图 1

c) 试验应在上述推荐的环境条件下进行，试验前允许对被试仪表进行预热和预调。

6.2.2 测试方法

a) 检验温度点不少于五个，试验点应按温度量程线性分隔确定；对不具有线性化功能的仪表，试验点应按温度量程所对应的热电偶热势值线性分隔确定，但优先选用该附近的整百度或整十度点，且检验温度点中应包括测量范围的上限、下限和量程的 50% 附近的三个点；

b) 对不具有参比端温度补偿功能的仪表应在热电偶感温元件回路中串联一个参比端温度补偿器或用数据处理方法修正室温造成的影响；

c) 测量顺序是先测量范围下限的温度，然后自下而上依次测量。在每个试验点上，待恒温装置的温度足够稳定后方可进行测量；

d) 分别读取标准温度计的示值和相对应的仪表输出值（其值可直接从输出负载的数字电流表中读取或在与输出负载并接的数字电压表上读取，再折算成相应的输出电流值）。

6.2.3 数据处理

仪表的基本误差可按下述方法进行计算。

6.2.3.1 输出与热电偶检测的温度成线性关系

a) 基本误差 (Δt) 直接以被测变量 (温度) 表示：

$$\Delta t = t_s - t_n = \left[t_L + \frac{t_u - t_L}{16} (t_v - t_L) \right] - t_n \quad (5)$$

式中： t_s —— 被试仪表输出读数折算成的温度值， $^{\circ}\text{C}$ ；

t_n —— 标准温度计的示值, °C;

I_s —— 仪表实测输出电流值, mA。

- b) 基本误差(δt)以被测变量(温度)的量程百分数表示:

$$\delta t = \frac{t_s - t_n}{t_u - t_L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(6)$$

6.2.3.2 输出与热电偶(毫伏)信号成线性关系

- a) 基本误差(ΔV)以被测变量所对应的热电偶(mV)信号表示;

$$\Delta V = V_s - V_o = \left[V_L + \frac{I_s - 4}{16} (V_u - V_L) \right] - V_o \quad \dots\dots\dots(7)$$

式中: V_o —— 被试仪表输出读数折算成的热电偶热势值, mV;

V_s —— 标准温度计示值所对应热电偶分度表中的热势值, mV。

- b) 基本误差(δV)以热电偶(mV)信号的量程百分数表示:

$$\delta V = \frac{V_s - V_o}{V_u - V_L} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(8)$$

注:以上算式仅适用于具有热电偶参比端温度补偿器件情况下测得的数据处理;在无热电偶参比端温度补偿器件的情况下,最简便的修正方法是上述式中的 V_o 减去室温所对应热电偶分度表中的热势值作为标准温度计示值所对应的室温环境条件下热电偶的热势值。

6.3 绝缘电阻试验

- a) 用额定直流电压为 500V 的兆欧表测量;

b) 兆欧表接在仪表输出接线端子与外壳之间,在施加全试验电压且兆欧表示值稳定后,记下读数,然后将兆欧表测量端互换重复上述试验;

- c) 取最小值作为测量结果。

6.4 绝缘强度试验

- a) 试验时设定的报警泄漏电流为 1mA;

- b) 在仪表输出接线端子与外壳之间施加试验电压,持续 1min,观察有无击穿及飞弧现象。

6.5 热响应时间试验

按 JB/T 5582 或 JB/T 9238 规定的检验要求和方法测试仪表的电流输出信号变化至相当于该温度阶跃变化 50% 所需的时间。当对两种极端情况下的仪表热响应时间试验时,则可分别进行热电偶的热响应时间测试和按本标准附录 A(标准的附录)规定的试验方法进行转换器的阶跃响应稳定时间的测试。

6.6 外壳防护等级试验

按 GB 4208 规定的试验方法进行外壳防护等级的试验。

6.7 外观检查

仪表的外观用目测法和用适当的工具进行检查。

7 检验规则

每台仪表出厂前都要进行出厂检验,各种型式的仪表均应定期抽样进行型式检验。

凡用于存在电磁兼容环境和爆炸性环境的仪表,应分别进行附加型式检验[见附录 B(标准的附录)]。

7.1 出厂检验

仪表出厂应进行以下项目的检验:

- 外观;
- 基本误差(不少于一个检验温度点);
- 绝缘电阻;
- 绝缘强度。

7.2 型式检验

仪表应按本标准的全部要求进行型式检验。

7.2.1 抽样

仪表的型式检验推荐以下两种抽样方法。

7.2.1.1 随机抽取不少于三台仪表。

7.2.1.2 按 GB/T 2829 规定的方法选用下述抽样方案：

- a) 适用判别水平Ⅲ；
- b) 不合格质量水平： $RQL = 65$ ；
- c) 判定数组： $A_1 = 0, R_1 = 1$ 。

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

每台仪表均应有铭牌，仪表铭牌上应标明：

- a) 产品型号；
- b) 测量范围及分度号；
- c) 热电偶允差等级；
- d) 转换器基本误差限；
- e) 制造日期或出厂编号；
- f) 制造厂名或厂标。

防爆仪表除上述规定的内容外，还应标明：

- a) 铭牌上的右上方有明显的标志“Ex”；
- b) 防爆标志；
- c) 防爆合格证号。

8.2 包装

采用 GB/T 15464 中规定的普通木箱包装。

8.3 贮存

仪表应贮存在环境温度 $5^{\circ}\text{C} \sim 35^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不大于 75% 的通风良好的室内，且空气中不应含有对仪表有腐蚀作用的有害物质。

附录 A
(标准的附录)
转换器的技术要求和试验方法

当仪表可拆卸,并需对热电偶和转换器分别进行考核时,其转换器的技术要求和试验方法应符合下述规定。

A1 技术要求

A1.1 与精确度有关的技术指标

转换器与精确度有关的技术指标应不超过表 A1 规定。其技术指标应包括参比端温度补偿的误差。

表 A1

条 文 号	项 目 名 称	技 术 指 标			
		单 位	精 确 度 等 级		
			0.2级	0.5级	1.0级
A1.1.1	基本误差	%	± 0.2	± 0.5	± 1.0
A1.1.2	端基一致性误差		± 0.2	± 0.5	± 1.0
A1.1.3	回 差		0.2	0.25	0.5
A1.1.4	重复性误差		0.1	0.2	0.35
注:表中以百分号为单位的指标值,均为对应量程的百分数。					

A1.2 与影响量有关的技术指标

转换器与影响量有关的技术指标见表 A2。

表 A2

条文号	项 目 名 称		技 术 指 标			
			单 位	精 确 度 等 级		
				0.2级	0.5级	1.0级
A1.2.1	电源变化影响	下限值与量程变化量	%	≤ 0.1	≤ 0.25	≤ 0.5
A1.2.2	电源反向保护		-	无 损 坏		
A1.2.3	共模干扰(交流:电压有效值250V,50Hz;直流50V)	下限值与量程变化量	%	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 1.0
A1.2.4	串模干扰	电压有效值	mV	≥ 5		
A1.2.5	接地影响	下限值与量程变化量	%	≤ 0.1	≤ 0.25	≤ 0.5
A1.2.6	输出负载变化影响	下限值与量程变化量	%	≤ 0.1		
A1.2.7	环境温度影响	下限值与量程变化量(含参比端温度补偿误差)	%/10℃	≤ 0.4	≤ 1.0	≤ 2.0
		下限值与量程变化量(无参比端温度补偿)		≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 1.0
A1.2.8	相对湿度影响	下限值与量程的残余变化量	%	≤ 0.2	≤ 0.5	≤ 1.0
		目检有无跳火花痕迹等损坏现象		无 损 坏		

表 A2 (完)

条 文 号		项 目 名 称		技 术 指 标			
				单 位	精 确 度 等 级		
					0.2级	0.5级	1.0级
A1.2.9	机械振动影响 f: 10Hz ~ 150Hz s: 0.15mm a: 19.6m/s ²	第一、三阶段试验时下限值与量程变化量	%	≤0.2	≤0.5	≤1.0	
		下限值与量程的残余变化量		≤0.2	≤0.5	≤1.0	
		对机械结构影响	-	无损坏、无松动			
A1.2.10	长期漂移	下限值与量程变化量	%	≤0.4	≤0.5	≤1.0	
A1.2.11	倾跌影响	下限值与量程变化量	%	≤0.2			
		对机械结构影响		无 损 坏			
注							
1 表中以百分号为单位的指标值均为对应量程的百分数。							
2 残余变化量系指试验前与试验后的变化量。							

A1.3 其他技术指标

A1.3.1 绝缘电阻

转换器输入输出端子与外壳之间绝缘电阻值应不小于 $50\text{M}\Omega$;

隔离型转换器的输入与输出端子之间的绝缘电阻值也应不小于 $50\text{M}\Omega$ 。

A1.3.2 绝缘强度

转换器输入输出端子与外壳之间, 应能承受频率为 50Hz , 电压有效值为 500V 的绝缘强度试验, 无击穿及飞弧现象。

隔离型转换器的输入与输出端子之间也应能承受频率 50Hz , 电压有效值为 500V 的绝缘强度试验, 无击穿及飞弧现象。

A1.3.3 输入开路和短路影响

a) 转换器经输入开路与短路试验后的输出稳态变化量应不大于基本误差限绝对值的 $1/2$, 恢复时间应不超过 3min ;

b) 当输入开路时, 转换器应给出断线报警信号。

A1.3.4 输出开路影响

转换器经输出开路试验后的输出稳态变化量应不大于基本误差限绝对值的 $1/2$, 恢复时间应不超过 3min 。

A1.3.5 阶跃响应

转换器的阶跃响应稳定时间应不大于 10s 。

A2 试验方法

除以下规定的试验方法外, 其他试验均按 GB/T 17614.1 规定进行。

A2.1 与精确度有关的技术指标试验方法

A2.1.1 试验线路

转换器的一般试验按图 A1 或图 A2 接线(图中的可变电阻为模拟传输导线的电阻), 具有热电偶参比端温度补偿器件的转换器推荐采用图 A1 接线。

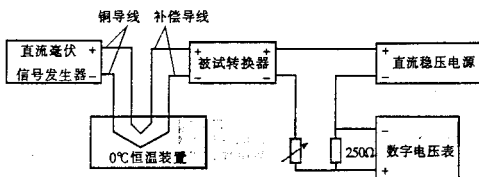


图 A1

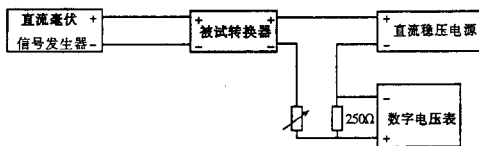


图 A2

A2.1.2 测试仪器

- 电源：直流稳压电源 24V，允差 $\pm 1\%$ ；
- 负载：250 Ω ，允差 $\pm 0.01\%$ ；
- 数字电压表：精确度优于 0.05 级，分辨力优于 10 μ V。

A2.1.3 测试方法

- 输出与热电偶检测的温度成线性关系的仪表，试验点应按温度量程线性分隔确定；不具有线性化功能的仪表，试验点应按温度量程所对应热电偶热电势值线性分隔确定；
- 图 A1 仅适用于具有热电偶参比端温度补偿器件的仪表，试验时从对应分度表中查取各试验点的热电势值作为输入信号；当具有热电偶参比端温度补偿器件的仪表采用图 A2 接线时，可以对应分度表中查取各试验点的热电势值减去室温所对应的热电势值作为输入信号进行各项试验。

A2.2 绝缘电阻试验

将转换器输入输出端子短接，用额定直流电压为 500V 的兆欧表测量短接点与外壳之间的绝缘电阻值，待兆欧表示值稳定后读数。再将兆欧表测量端互换，重复上述试验，取最小值作为测量结果。

对隔离型转换器，还应将输入、输出端子分别短接，再用上述方法测量输入端子与输出端子之间的绝缘电阻值。

A2.3 绝缘强度试验

将转换器输入输出端子短接，试验时设定的报警泄漏电流为 1mA，在短接点与外壳之间施加电压有效值为 500 V 的试验电压，保持 1 min，观察有无击穿及飞弧现象。

对隔离型转换器，还应将输入、输出端子分别短接，用上述方法在输入端子与输出端子之间重复上述试验，观察有无击穿及飞弧现象。

附录 B
(标准的附录)
附加型式检验

B1 技术要求

B1.1 电磁兼容性

B1.1.1 外界磁场影响

仪表置于磁场强度 400A/m, 频率为 50Hz 的交流磁场中, 在最不利的磁场方向和相位时, 仪表输出变化应不大于基本误差限的绝对值。

B1.1.2 射频干扰

当仪表受到频率为 27MHz ~ 1000MHz, 试验电场强度为 3 级 (10V/m) 或由制造厂与用户间协商的试验等级的射频干扰时, 仪表输出变化应不大于基本误差限绝对值的 1/2。

B1.2 防爆

B1.2.1 防爆型式

隔爆型仪表“d”或本质安全型仪表“i”。

B1.2.2 防爆性能

仪表按采用的防爆型式, 其防爆性能除符合 GB 3836.1 中有关的通用要求外, 还须符合 GB 3836.2 或 GB 3836.4 的防爆等级要求。

B2 试验方法

B2.1 电磁兼容性试验

B2.1.1 外界磁场影响试验

本试验按 JB/T 9233.11 规定的试验方法, 测量和计算仪表输出的变化量。

B2.1.2 射频干扰试验

本试验按 GB/T 17626.3 规定的试验方法, 在规定的频率范围和场强严酷等级的电磁场辐射时, 测量和计算仪表输出的变化量。

B2.2 防爆试验

仪表应在国家指定的机构进行防爆性能检验, 取得该机构发给的防爆合格证书。