



中华人民共和国国家标准

GB/T 30429—2013

工业热电偶

Industrial thermocouple assemblies

2013-12-31 发布

2014-08-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
工 业 热 电 偶
GB/T 30429 --2013

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 26 千字
2014年4月第一版 2014年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1 18722 定价 18.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国机械工业联合会提出。

本标准由全国工业过程测量和控制标准化技术委员会(SAC/TC 124)归口。

本标准起草单位：上海工业自动化仪表研究院、重庆仪表材料研究所、中国计量科学研究院、上海计量测试技术研究院、上海自动化仪表股份有限公司、重庆川仪十七厂有限公司、浙江伦特机电有限公司、乐清华东仪表厂、安徽蓝德(集团)股份有限公司、肇庆自动化仪表有限公司、安徽天康(集团)股份有限公司、常州双环热工仪表有限公司、宁波奥崎自动化仪表设备有限公司、河南思达自动化仪表有限公司。

本标准主要起草人：范铠、石明根、郑玮、张立新、郑伟、宋平、曹红、吴加伦、吴兴华、王方高、吴珏、段付江、吴春林、孙炯、董晓舟。

工业热电偶

1 范围

本标准规定了工业热电偶的分类、技术要求、试验方法、检验规则、包装和标志。

本标准适用于分度表和允差符合 GB/T 16839.1 和 GB/T 16839.2 的可拆卸的、主要用于氧化气氛的工业热电偶。对于其他型式的工业热电偶,可参照采用本标准的全部或部分条文。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 2423.3 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Cab:恒定湿热

GB/T 2423.10 电工电子产品环境试验 第2部分:试验方法 试验 Fc:振动(正弦)

GB 3836(所有部分) 爆炸性环境

GB 4208 外壳防护等级(IP代码)

GB 12476(所有部分) 可燃性粉尘环境用电气设备

GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件

GB/T 16839.1 热电偶 第1部分:分度表

GB/T 16839.2 热电偶 第2部分:允差

GB/T 25480 仪器仪表运输、贮存的基本环境条件及试验方法

GJB 2716 舰船用热电偶和热电阻通用规范

3 术语和定义

GB/T 16839.1 和 GB/T 16839.2 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

可拆卸工业热电偶 industrial thermocouple assembly

热电偶组件可以从保护管中取出的工业热电偶(以下简称“热电偶”)。

3.2

热电极组件 thermocouple element

由一对或多对热电极与绝缘物组成的组件。

3.3

绝缘物 insulation material

用来防止热电极之间和(或)热电极与保护管之间短路的零件或材料。

3.4

保护管 protective tube

用来保护热电极组件免受环境有害影响的管状物。

3.5

补偿导线 extension or compensating cables

一对与热电偶配用的导线。若与所配用的热电偶正确连接,就把该热电偶的参比端移至此对导线

的输出端。

3.6

检验温度点 temperature points for verification

为了检验热电偶是否符合允差要求而选择的试验温度。

3.7

极限温度 limiting temperature

热电偶的最高适用温度和最低适用温度。其中最高适用温度称为上限温度,最低适用温度称为下限温度。

3.8

绝缘电阻 insulation resistance

对于具有一对热电极的热电偶,指热电极与保护管之间的电阻值;对于具有多对热电极的热电偶,指各对热电极之间的电阻值。

3.9

热响应时间 thermal response time

在温度出现阶跃变化时,热电偶的输出变化至相当于该阶跃变化的某个规定百分数所需的时间,通常以 τ 表示。

4 分类

4.1 按结构分类

4.1.1 工业热电偶按整体结构分为:

- a) 可拆卸工业热电偶:热电偶组件可以从保护管中取出。
- b) 不可拆卸工业热电偶:热电偶组件与保护管形成一体,难以从中取出。不可拆卸工业热电偶又分两种:
 - 实体工业热电偶;
 - 铠装工业热电偶。

注:铠装工业热电偶我国另外制定了国家标准和行业标准。
- c) 柔性电缆热电偶:用有机或无机纤维材料绝缘的热电偶,在测量端附近可有一节金属材料保护的工作段。

4.1.2 工业热电偶按参比端结构分为:

- a) 参比端到端子为止,或经不可拆卸的补偿导线延伸。使用时需选用某种参比端补偿方式;该结构适用于允差较大的产品。
- b) 参比端可不间断地延伸至 $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ 恒温器。该结构适用于精确度要求较高的产品。

工业热电偶按其他局部结构(如,工作端型式、安装结构型式、接线盒防护结构型式等)还可以有各种详细分类。

4.2 按用途分类

工业热电偶按用途分为:

- a) 通用工业热电偶;
- b) 舰船用热电偶;
- c) 防爆型工业热电偶;
- d) 其他特殊用途工业热电偶。

5 技术要求

5.1 外观

热电偶的外观应符合下列要求：

- a) 热电极测量端的焊接应光滑、牢固，无气孔和夹灰等缺陷，无残留助焊剂等污物；
- b) 各部分的装配正确，连接可靠，零件无损缺；
- c) 无断路、短路；
- d) 保护管内无残留污物及金属废屑；
- e) 在恰当部位正确地标明极性；
- f) 外表涂层均匀、牢固；
- g) 无显著锈蚀和凹痕、划痕。

5.2 允差

热电偶的允差应符合 GB/T 16839.2 的规定。

注：对于带有不可拆卸的补偿导线的热电偶，按本标准评价的对象是热电极—补偿导线组件。除非制造商另有规定，热电极与补偿导线连接部位的温度在产品规定许可的范围内。

5.3 绝缘电阻

5.3.1 常温绝缘电阻

热电偶的常温绝缘电阻应符合以下规定：

- a) 对于长度超过 1 m 的热电偶，它的常温绝缘电阻值与其长度的乘积应不小于 $100 \text{ M}\Omega \cdot \text{m}$ ，见式(1)：

$$R_t \cdot L \geq 100 \text{ M}\Omega \cdot \text{m} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

R_t ——热电偶的常温绝缘电阻值，单位为兆欧(M Ω)；

L ——热电偶的长度，单位为米(m)。

- b) 对于长度等于或不足 1 m 的热电偶，它的常温绝缘电阻值应不小于 $100 \text{ M}\Omega$ 。

5.3.2 上限温度绝缘电阻

热电偶的上限温度绝缘电阻值应不小于表 1 的规定。

表 1 上限温度绝缘电阻

上限温度 t_m °C	试验温度 t °C	电阻值 M Ω
$100 \leq t_m < 300$	$t = t_m$	10
$300 \leq t_m < 500$	$t = t_m$	2
$500 \leq t_m < 850$	$t = t_m$	0.5
$850 \leq t_m < 1\ 000$	$t = t_m$	0.08
$1\ 000 \leq t_m < 1\ 300$	$t = t_m$	0.02
$t_m \geq 1\ 300$	$t = 1\ 300$	0.02

5.4 热电动势稳定性

热电偶(允差等级为3级的T、E、K、N型除外)应置于上限温度维持250 h,试验前后最高检验温度点热电动势的变化量(换算成温度的变化量)应不超过表2的规定。

表2 热电动势稳定性

热电偶类型 代号	允差等级		
	1	2	3
S、R	1 °C或 $[1+0.003(t_{max}-1100)]^{\circ}\text{C}$	1.5 °C或 $0.0025 t_{max}$	
B		1.5 °C或 $0.0025 t_{max}$	4 °C或 $0.005 t_{max}$
T	0.5 °C或 $0.004 t_{max}$	1 °C或 $0.0075 t_{max}$	
J、E、K、N	1.5 °C或 $0.004 t_{max}$	2.5 °C或 $0.0075 t_{max}$	

注： t_{max} ——最高检验温度点,单位为摄氏度°C。在同栏给出的两个允许值中取其中较大值。

5.5 热响应时间

热电偶的热响应时间应符合制造者在使用说明书上提供的数值。

5.6 运输环境影响

热电偶应能经受GB/T 25480规定的自由跌落试验和冲击试验。

6 试验方法

6.1 外观

外观的检查用目检法和适当的仪表、设备进行。

6.2 允差

6.2.1 检验温度点

应按表3规定选取检验温度点,必要时可以补充其他合适的检验温度点。检验温度应在热电偶的适用范围内。

表3 检验温度点

热电偶类型	代号	允差等级	检验温度点 ^a
铂铑10%/铂 铂铑13%/铂	S	1	419.527 °C、660.323 °C、1 084.62 °C
	R	2	660.323 °C、1 084.62 °C
铂铑30%/铂铑6%	B	2	660.323 °C、1 084.62 °C、1 400 °C、1 600 °C
		3	1 100 °C、1 400 °C
铁/铜镍(康铜)	J	1,2	在适用温度范围内每200 °C(含上限温度)
铜/铜镍(康铜)	T	1,2	在适用温度范围内每100 °C(含上限温度)
		3	-195.799 °C、-78.464 °C

表 3 (续)

热电偶类型	代号	允差等级	检验温度点 ^a
镍铬/铜镍(康铜)	E	1	在适用温度范围内每 200 °C(含上限温度)
镍铬硅/镍硅	N	2	在适用温度范围内每 300 °C(含上限温度)
镍铬/镍铝(硅)	K	3	-195.799 °C、-78.464 °C
^a 实际的检验温度值允许偏离范围在±10 °C以内。			

6.2.2 检验设备

6.2.2.1 标准温度计

标准温度计的不确定度(以下置信水平均指 95%)应不超过被检验热电偶允差的 1/3。

推荐使用下述标准温度计:

- 标准铂电阻温度计,使用温度范围-196 °C~+961.78 °C;
- 标准铂铑 10%/铂热电偶,使用温度范围 300 °C~1 100 °C;
- 标准铂铑 30%/铂铑 6%热电偶,使用温度范围 1 100 °C~1 600 °C。

6.2.2.2 恒温装置

用比较法进行允差检验时,使用的恒温装置为:

- 精密恒温装置:沿插管方向 100 mm 工作区域内各插管任意两点的温度差不超过 0.1 °C;
- 管形炉:炉长不小于 600 mm,在炉中心附近不短于 60 mm 的工作区域内温度差不超过 1 °C。管形炉只与标准热电偶配合使用。

精密恒温装置的温度在指定时间内的变化不超过 0.1 °C;管形炉的温度在指定时间内的变化应不超过 1 °C。

指定时间取下列三种时间中最大值:

- 标准温度计的热响应时间 $\tau_{0.5}$ 的 5 倍;
- 被试热电极组件(或热电偶)的热响应时间 $\tau_{0.5}$ 的 5 倍;
- 在一个检验温度点测试所需的时间。

6.2.2.3 0 °C 恒温器

0 °C 恒温器插管的长度应不短于 160 mm,工作区域的温度为-0.1 °C~+0.1 °C。

6.2.2.4 电测仪表

对电测仪表的要求见表 4。

6.2.3 检验方法和要求

允差检验一般对热电极组件进行。

检验时,一般采用比较法,在-195.799 °C、-78.464 °C、100 °C、419.527 °C、660.323 °C、1 084.62 °C 等温度点的检验也可以采用定点法。

参比端温度补偿的要求见表 4。

表 4 电测仪表和参比端温度补偿

允差等级		1	2	3
S、R	电测仪表类别	A ^a	B ^b	
	参比端温度补偿	采用 0 °C 恒温器	采用 0 °C 恒温器或其他参比端温度补偿方式 ^c	
B	电测仪表类别		A ^a	B ^b
	参比端温度补偿		环境温度在 0 °C ~ 40 °C 可以不补偿	
J	电测仪表类别	A ^a	B ^b	
	参比端温度补偿	采用 0 °C 恒温器或其他参比端温度补偿方式 ^c		
T	电测仪表类别	A ^a	B ^b	
	参比端温度补偿	采用 0 °C 恒温器		
E、N、K	电测仪表类别	A ^a	B ^b	
	参比端温度补偿	采用 0 °C 恒温器或其他参比端温度补偿方式 ^c		

^a A 类电测仪表的准确度等级不低于 0.01 级,分辨能力不劣于 0.1 μV 。
^b B 类电测仪表的准确度等级不低于 0.05 级,分辨能力不劣于 1 μV 。
^c 若采用其他参比端温度补偿方式,其补偿误差应不超过被检验热电偶在参比端温度允差的 1/3。

6.3 绝缘电阻

6.3.1 检验要求

热电偶绝缘电阻试验应符合下列要求:

- 热电偶应按交货时原有的装配方式进行绝缘电阻试验;
- 测量绝缘电阻所用仪表的精确度不低于 $\pm 20\%$;
- 施加试验电压的时间到达 60 s 时,记录绝缘电阻值;
- 应变换所加试验电压的方向,并分别记录测量结果,取其中较小值为被试热电偶的绝缘电阻值。

6.3.2 常温绝缘电阻

常温绝缘电阻的试验电压为直流 500 V \pm 50 V。

测量常温绝缘电阻的大气条件为:温度 15 °C ~ 35 °C,相对湿度 45% ~ 75% 和大气压力 86 kPa ~ 106 kPa。测试前被试热电偶应在这样的大气条件放置至少 2 h。

6.3.3 上限温度绝缘电阻

上限温度绝缘电阻的试验电压为直流 10 V \pm 1 V。被试热电偶在试验温度停留的时间应不短于其热响应时间 $\tau_{0.5}$ 的 5 倍。试验温度对于表 1 的偏离范围为 ± 10 °C。热电偶被加热的长度为 300 mm 或其总长度的 50% (选其中较小值,并允许偏离 10%)。加热区域的温度不均匀性应在 10 °C 以内。

对采用瓷保护管的热电偶,用金属丝在热电偶瓷保护管被加热部位均匀绕 15 匝 ~ 20 匝作为上限温度绝缘电阻测试的一极。使用的金属丝应对热电偶无害。

6.4 热电动势稳定性

6.4.1 检验要求

热电偶的热电动势稳定性试验应带保护管进行。试验温度对于上限温度的偏离范围为 $\pm 10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。热电偶被加热的长度为300 mm或其总长度的50%(选其中较小值,并允许偏离10%)。加热区域的温度不均匀性应在 $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以内。

对于具有密封型接线盒的热电偶,试验时应将接线盒妥善密封。

6.4.2 检验方法

热电偶的热电动势稳定性按下述方法检验:

- 按6.2规定的方法测量被试热电偶在最高检验温度点附近的热电动势,并把测量结果换算成相应于最高检验温度点热电动势值;
- 将被试热电偶置入试验炉内,然后将试验炉升至6.4.1规定的温度,维持250 h;
- 自然冷却后重复步骤a);
- 按式(2)计算热电动势变化量 ΔE 。

$$\Delta E = | E_c - E_a | \quad \dots\dots\dots(2)$$

式中:

E_c 、 E_a 分别为步骤c)和步骤a)测得的结果。

6.5 热响应时间

6.5.1 检验要求

应记录热电偶的输出变化至相当于温度阶跃变化50%的时间 $\tau_{0.5}$,必要时可以另外记录变化10%的热响应时间 $\tau_{0.1}$ 和变化90%的热响应时间 $\tau_{0.9}$ 。

所记录的热响应时间应是同一试验至少三次测试结果的平均值,每次测试结果对于平均值的偏离应在 $\pm 10\%$ 以内。

形成温度阶跃变化所需的时间不应超过被试热电偶的 $\tau_{0.5}$ 的1/10。

记录仪器或仪表的响应时间不应超过被试热电偶的 $\tau_{0.5}$ 的1/5。

6.5.2 检验方法

在试验流道的可用横截面内,水流速应保持 $0.4\text{ m/s} \pm 0.05\text{ m/s}$,初始温度在 $5\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的范围内。温度阶跃值为 $40\text{ }^{\circ}\text{C} \sim 50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。在试验过程中,水的温度变化应不大于温度阶跃值的 $\pm 1\%$ 。被试热电偶的置入深度为150 mm或设计置入深度(选其中较小值,并在试验报告中注明)。

B型热电偶的热响应时间推荐用下述方法检验:用同规格的S型热电偶的热电极组件替换其自身的热电极组件,然后进行试验。

注:可以由制造者与用户商定采用其他试验方法,但所给数据必须注明试验条件。

6.6 运输环境影响

按GB/T 25480的规定进行冲击试验和自由跌落试验。对一般热电偶,自由跌落高度为250 mm;对易碎、易损热电偶,自由跌落高度为50 mm。

7 检验规则

7.1 检验项目

每支热电偶交货前应通过出厂检验。各种结构和温度范围的热电偶产品应定期抽样进行型式检

验。凡是结构特殊的以及拟用于严酷环境的热电偶,应进行附加型式检验(见附录 A),附加型式检验的项目及周期由制造者与用户商定。

各类检验的检验项目见表 5。

表 5 检验项目

序号	名称	出厂检验	型式检验	附加型式检验	技术要求	检验方法
1	运输环境影响		√		5.6	6.6
2	外观	√	√		5.1	6.1
3	常温绝缘电阻	√	√		5.3.1	6.3.2
4	热响应时间		√		5.5	6.5
5	上限温度绝缘电阻		√		5.3.2	6.3.3
6	允差	√ ^a	√		5.2	6.2
7	热电动势稳定性		√		5.4	6.4
8	湿热环境			√	A.1.1	A.2.1
9	无包装自由跌落			√	A.1.2	A.2.2
10	振动			√	A.1.3	A.2.3
11	压力	---	---	√	A.1.4	A.2.4
12	外壳防护	---	---	√	A.1.5	A.2.5
13	舰船环境		---	√	A.1.6	A.2.6
14	防爆		---	√	A.1.7	A.2.7
注：“√”表示检验项目。						
^a 当生产过程中已经对热电极组件或热电极材料进行了充分的测量,证实所选用材料符合附录 B 中相关标准的规定,足以保证交货热电偶合格时,出厂检验可以不进行允差检查;否则建议在一个检验温度点上做交货允差检查。						

7.2 检验顺序

按下述优先次序确定型式检验顺序:

- a) 不改变原有包装方式的试验;
- b) 先短期后长期;
- c) 不改变原有装配方式的试验;
- d) 先低温后高温(不包括进行允差检验时各检验温度点的次序)。

7.3 允差检验判别规则

使用制造者的测量系统进行允差检验时,若制造者的测量不确定度(以下均指扩展不确定度)为 $\pm n$ °C,则与分度表的偏差应不超过 $\pm(\Delta - n)$ °C(Δ 为 4.2 规定的允差值);使用验收单位的测量系统进行允差检验时,若验收单位的测量不确定度为 $\pm m$ °C,则与分度表的偏差应不超过 $\pm(\Delta + m)$ °C。

8 包装及制造商应向用户提供的信息

8.1 包装

具有瓷保护管的热电偶及其他易碎、易损热电偶,应采用 GB/T 13384 规定的适合防振的包装型式。

8.2 铭牌或合格证明书

热电偶的铭牌或合格证明书上应标注以下信息:

- a) 型号;
- b) 规格;
- c) 代号(分度号);
- d) 适用温度范围;
- e) 允差等级;
- f) 保护管材料;
- g) 商标或制造商名称;
- h) 制造日期。

8.3 使用说明书

热电偶的使用说明书应提供以下信息:

- a) 分度表;
- b) 热响应时间;
- c) 适用环境(外壳防护等级、船用、防爆等);
- d) 一般使用方法;
- e) 特殊的技术条件。

附 录 A
(规范性附录)
附加型式检验

A.1 技术要求

A.1.1 湿热环境

热电偶在恒定湿热条件试验结束时,其绝缘电阻值应不小于 10 MΩ。

A.1.2 无包装自由跌落

热电偶在无包装自由跌落试验结束时,应无机械损坏,无断路或短路,常温绝缘电阻应符合 5.3.1 的规定。

A.1.3 振动

热电偶在振动试验结束时,应无机械损坏、无断路或短路,常温绝缘电阻应符合 5.3.1 的规定。

A.1.4 压力

热电偶在经受试验压力的过程中,应无泄漏,应无机械损坏、无断路或短路,常温绝缘电阻应符合 5.3.1 的规定。

A.1.5 外壳防护

热电偶在外壳防护试验结束时,应无机械损坏、无断路或短路,接线盒内等各处应无目视可见的水痕或泄漏,常温绝缘电阻应符合 5.3.1 的规定。

A.1.6 舰船环境

舰船用热电偶应符合 GJB 2716 的有关要求,并应由国家指定的机构进行认证。

A.1.7 防爆

防爆热电偶应符合 GB 3836 或 GB 12467 的有关要求,应由国家指定的防爆检验机构进行防爆认证,并取得防爆合格证书。

A.2 试验方法

A.2.1 湿热环境

按 GB/T 2423.3 进行试验。

试验持续时间为 2 d。

试验结束后,立即按 6.3.2 测量被试热电偶的常温绝缘电阻值。

A.2.2 无包装自由跌落

自由跌落试验前,被试热电偶应结构完整。

试验装置为铺放在刚性地面上的一块厚度为 6 mm 的钢板。试验时,被试热电偶的纵轴与钢板表面基本上保持平行,两者的距离约 250 mm。然后让被试热电偶从这个高度自由跌落至钢板上。这样的过程应重复 10 次。

试验结束,立即检查被试热电偶有无机械损坏,有无断路或短路,并按 6.3.2 测量常温绝缘电阻值。

A.2.3 振动

按 GB/T 2423.10 进行试验。振动等级可根据实际情况或其他标准,选用适合一般应用现场或低振动管道的水平。

试验结束,立即检查被试热电偶有无机械损坏,有无断路或短路,并按 6.3.2 测量常温绝缘电阻值。

A.2.4 压力

被试热电偶置于充液的压力试验管中,压力逐渐增加至最高使用压力的 1.5 倍,保持 60 s。

试验结束,立即检查被试热电偶有无泄漏,有无机械损坏,有无断路或短路,并按 6.3.2 测量常温绝缘电阻值。

A.2.5 外壳防护

根据被试热电偶的外壳防护等级,按照 GB 4208 对应的规定进行试验。

试验结束,立即检查被试热电偶有无机械损坏,有无断路或短路,接线盒内有无目视可见的水痕或泄漏,并按 6.3.2 测量常温绝缘电阻值。

A.2.6 舰船环境

按 GJB 2716 规定的方法进行试验。

A.2.7 防爆

试验应由国家规定的防爆检验机构执行。试验按 GB 3836 或 GB 12467 的有关规定进行。

附 录 B

(资料性附录)

与工业热电偶有关的其他相关标准

- GB/T 1598 铂铑 13-铂热电偶丝
GB/T 2614 镍铬-镍硅热电偶丝
GB/T 2902 铂铑 30-铂铑 6 热电偶丝
GB/T 2903 铜-铜镍(康铜)热电偶丝
GB/T 3772 铂铑 10-铂热电偶丝
GB/T 4989 热电偶用补偿导线
GB/T 4993 镍铬-铜镍(康铜)热电偶丝
GB/T 4994 铁-铜镍(康铜)热电偶丝
GB/T 17615 镍铬硅-镍硅镁热电偶丝
JB/T 9239 工业热电偶、热电阻用陶瓷接线板
JC/T 508 热电偶用热绝缘管
-



GB/T 30429-2013

版权专有 侵权必究

*

书号:155066·1-48722

定价: 18.00 元