

热电偶的制作及校验实验指导书



机械与动力工程学院

基础实验与创新实践教学中心

2025年3月

热电偶的制作及校验

热电偶是科学研究及工业生产中常用的测温元件，应用极为广泛，它具有结构简单、制造方便、测量范围广、精度高、惯性小和输出信号便于远传等许多优点，常被用于测量炉子、管道内的气体或液体的温度及固体的表面温度。

一、实验目的

1. 掌握热电偶测温技术的基本原理；
2. 掌握热电偶制作的基本方法；
3. 运用比较法对热电偶进行校验，了解热电偶分度表的使用；
4. 误差分析及修正。

二、实验原理

热电偶是工程测温常用的温度检测元件。属于接触式测温。

1. 热电偶测温基本原理

将两种不同材料的导体或半导体 A 和 B 焊接起来，构成一个闭合回路，如图 1 所示，当导体 A 和 B 的两个执着点 1 和 2 之间存在温差时，两者之间便产生热电势，进而在回路中形成电流，这种现象称为热电效应。热电偶就是利用这一效应来工作的。

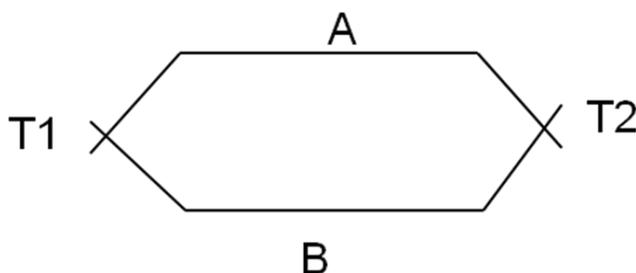


图 1 热电偶测温回路

2. 热电偶使用特点

- ① 测量精度高。热电偶直接与被测对象接触，不受中间介质的影响；
- ② 测量范围广。常用的热电偶从 -50°C ~ $+1600^{\circ}\text{C}$ 可连续测量，某些特殊热电偶最低可测到 -269°C （如金铁镍铬），最高可达 $+2800^{\circ}\text{C}$ （如钨-铼）；
- ③ 构造简单，使用方便。热电偶通常是由两种不同的金属丝组成，而且不受大小和开头的限制，外有保护套管，用起来非常方便。

3. 热电偶的种类

常用热电偶可分为标准热电偶和非标准热电偶两大类。标准热电偶是指国家标准规

定了其热电势与温度的关系、允许误差、并有统一的标准分度表的热电偶，它有与其配套的显示仪表可供选用。非标准热电偶在使用范围或数量级上均不及标准热电偶，一般也没有统一的分度表，主要用于某些特殊场合的测量。

我国从 1988 年 1 月 1 日起，热电偶和热电阻全部按 IEC 国际标准生产，并指定 S、B、E、K、R、J、T 这 7 种标准热电偶为我国统一设计型热电偶。表 1 所示是常用热电偶的测温范围。

表 1 常用热电偶的温度范围

热电偶名称	允许温度 (°C)
S 型铂铑-铂	0 ~ 1600
K 型镍铬-镍硅	-40 ~ 1300
E 型镍铬-铜镍	-40 ~ 900
J 型铁-铜镍	-40 ~ 750
T 型铜-铜镍	-200 ~ 350

4. 热电偶冷端的温度补偿

热电偶冷端温度补偿的方法有冰水法、恒温槽法和自动补偿法等，本实验采用自动补偿法。

三、实验要求及注意事项

1. 热电偶的制作

用点焊的方法，利用热电偶点焊机制作热电偶，制作方法如图 2 所示。



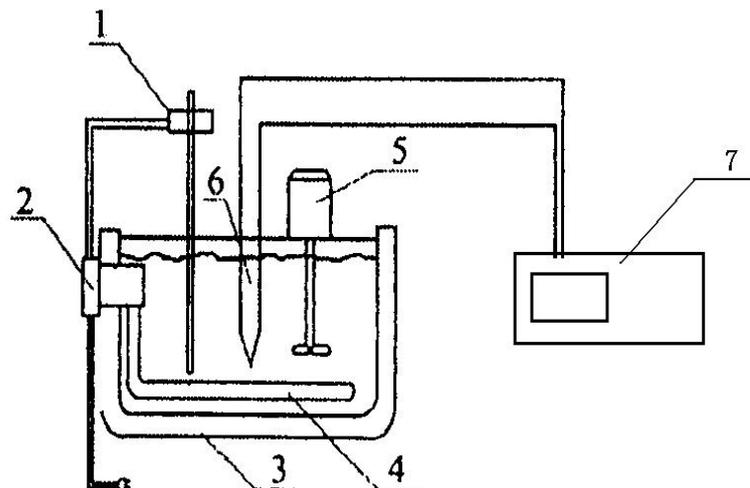
图 2 热电偶的制作方法

制作注意事项包括如下几个方面：

- ① 制作中应注意正确操作方法，注意安全操作；
- ② 调节电压最大不得大于 30V；
- ③ 必须避免点焊工具直接接触；
- ④ 热电偶的两个电极的焊接必须牢固，焊点直径必须不大于 2mm；
- ⑤ 两个电极彼此之间应注意有很好地绝缘，以防短路；
- ⑥ 在完成点焊操作后，应及时将电源关闭。

2. 热电偶的校验

本实验采用比较法进行热电偶校验。即被校验热电偶和上一级标准温度计同时测量同一对象温度，然后比较两者读数，经计算确定被校热电偶的基本误差。



1-标准铂热电阻温度计；2-温度电子控制器；3-恒温器保温内胆；4-电加热器；5-电动搅拌泵；6-被测热电偶；7-温度采集仪。

图 3 热电偶标定实验装置示意图

四、实验设备及测试仪表

1. TL-WELD 热电偶点焊机
2. DC0506 低温恒温槽
3. GRAPHTEC 手持式温度数据采集仪

五、实验数据计算与整理

1. 实验数据记录。将实验数据记录于表 2 中。

表 2 热电偶校验实验数据记录表

环境温度：_____℃

序号	测量点	实际测量值及相应电压						温度 平均值	电压 平均值	平均误差
	t_1 (°C)	t_2 (°C)	电压 (mV)	t_2 (°C)	电压 (mV)	t_2 (°C)	电压 (mV)	t_{2ave} (°C)	V (mV)	Δt (°C)
1										
2										
3										
4										
5										

2. 做出热电偶标定拟合曲线图，即标准值（X 轴）与测量值（Y 轴）的关系曲线，并得出实验误差。
3. 对误差的来源进行分析。
4. 热电偶分度表给出的热电势是以冷端温度 0 摄氏度为依据，当冷端温度不等于 0℃ 时，如何通过分度表得出实际温度？请进行具体描述，并根据 T 型热电偶分度表（自行查阅），结合中间温度定律，对该实验测量获得的 mV 值加以修正，反推出温度值，与仪表测量值进行比较。

（也可使用分度表计算软件，下载地址：<https://jbox.sjtu.edu.cn/1/E1712q>）

