

# 热电偶温度计量常见问题的处理措施探讨

刘朝军

德阳市计量测试所 四川 德阳 618000

**摘要:** 在工业的发展进程中,现如今我国的工业水准,已基本达到之前所预期的要求。在进行工业生产的时候,温度是其中的重要一大指标,实时监测和测定温度也成为生产中的重要操作。测定温度经常会用到相关的测温仪器。在测温仪器中最常用到的就是热电偶温度计。这项具有优良性能的仪器在使用过程中会存在或大或小的误差,对测定数据的标准性和可靠性有不良影响。消除或尽可能地控制热电偶温度计在使用过程中产生的误差,是目前存在于生产问题中的一大难题。

**关键词:** 热电偶温度计量; 常见问题; 处理措施

## 引言

工业对温度要求较高,为了保持环境温度在生产区域内,必须使用仪表进行环境测量。而最常的测量仪表便是热电偶温度计。热电偶的优点较多,可以更准确的测量温度来指示生产作业。热电偶温度传感器可以直接和空气接触,减少中间介质的传输,温度计算更准确,误差较小。而且热电偶构造简洁,形状可以按照需要任意改变,使用简便,性价比较好。不过,热电偶的应用离不开严密的标准操作规程,如果应用不标准,或保养不严格,热电偶就容易出现的温量计算偏差,对生产造成影响,也会导致相当高的产品风险。所以,对热电偶的误差原因加以研究和寻求处理措施是十分必要的。

## 1 热电偶工作原理

热电偶进行测量时,使用塞贝克效应(Seebeckeffect),把各种发热导线之间的温度差转化成电信号,然后用二次仪表变换为我们直接见到的温度指示数值。当温度差越大时,不同导线之间的电流密度也会越强,产生的电讯号就越强,二者成正相关。高温使得大电流密度形成强烈的电信号,因此在仪器中能够发现由高温差异变化出来的测量数值。热电偶的精确度高,灵敏度高,测量反应时间短,且能够直接接触及待测物体的优势。另外,热电信号能够远程传输,对企业智能化控制系统的完成有帮助<sup>[1]</sup>。不过,热电偶由于应用次数的增加,准确度将逐步降低,必须定期对误差来源追踪,做好维修、保养与校对,才能使超差有效的减少,提升热电偶的测量效率与准确度。

## 2 热电偶分类及其特性

根据构成热电偶的热高压电极A、B材料的差异可以把热电偶分为各种分度号,以满足不同的测量要求。国际上热电偶一般分成标准化与非标准化二种,标准化热

电偶通常有统一规范的标准分度表及其允许偏差规定,非标准化热电偶则没有这些特点,因此需要针对实际的需要而采用热电极材料,才能完成测量要求<sup>[4]</sup>。目前,国际电工委员会(IEC)规定的标准热电偶有八种(我国国家标准与其统一),按照热金属电极材料的价值特点将分度号为S、R、B的热电偶称之为贵金属颗粒热电偶,将分度号为K、N、E、J、T的热电偶称之为低廉金属热电偶。

实际使用中,对热电偶的选用必须考虑诸多因素影响,比如使用场所、测量范围、响应时间、连接点类型等。目前制造业常见到也是测量检定中常常出现的热电偶为分度号K、分度号E、分度号T热电偶。K型(镍铬-镍硅)热电偶具有性能稳定、抗氧化性强、价格便宜等特点,可长期使用于(0~1000)℃的测温范围,在行业内使用较为广泛;E系列的(镍铬-铜镍)热电偶其热电势大,灵敏度高,适用于高湿氧化环境,适合(0~800)℃的测温范围应用,最低工作环境温度为-100℃;T型(铜-铜镍)热电偶在廉金属热电偶中其精度最高,适用于300℃以下测温区域<sup>[2]</sup>。另外,S型热电偶因为在热电偶中准确度级别高,所以在测量检定中一般当做标准偶使用以校准廉金属热电偶,同时它在工业使用场所中可以长期应用在一千四百℃高温环境,极限温度是一千六百℃。

## 3 热电偶自动检定系统

目前现场进行热电偶的检定及校正普遍使用热电偶手动检定装置,节省劳动力的同时也节省时间、降低计算误差、减少人为误动作带来的损失。目前使用的热电偶自动检定设备为ZRJ智能化热工仪器检定设备,整套系统包括热电偶检定炉、控温仪器、低电势能扫描仪/控制器、数字多用万用表、电脑和打印机构成,采用配套的专业上位机软件与各部门构成网络,控制系统构成框图。

对热电偶的测定或校正使用的是标准所介绍的比较

测量方法,主要过程是升温控温、信息收集与处理。将被检偶与标准偶捆绑起来后置于热电偶测试炉上,然后在上位机设置中录入被检偶信号,开启测量升温系统进行升温,满足有关规范中所规定的测温稳定性判定后,数字多用表通过转换开关读出标准偶与被检偶的热电势差值,利用上位机软件进行数据收集和数据处理,得出被检偶示值偏差,进行热电偶的校正或进行与规范中的允许偏差要求进行比较,确定合格与否进行热电偶的检定<sup>[3]</sup>。

#### 4 分析热电偶温度计量的误差产生原因

##### 4.1 热电偶安装不合理

由于热电偶温度计相对于其他的测温机器而言比较精确灵敏,它在设备的安装程序及稳定性能上的要求也比其他的测温仪器相对而言更加苛刻。在使用热电偶温度计进行温度计量的过程前,需要进行热电偶温度计量仪器的安装工作。在安装这项仪器的过程中,需要考虑到多种多样的可能性,才能将所有可能出现的安装误差都避免开来。安装所能引起的计量误差存在于多方面中,比如测量工作所处的地点地形地势,会对热电偶温度计的基础设置产生一定的影响。在宏观调控上,经度上的差异、纬度上的差异还有地势上的差异均会导致热电偶温度计的示数值发生变化。热电偶温度计所插入的深度也对其计数准确度产生较大的影响。待测物质及其周围环境所发生的关系也应该被考虑到。物质的导热性和传热性各不相同,所以在不同的环境温度和导热情况下,不同物质会产生不一样的温度效果。这就导致热电偶温度计量所计量的对象具有不确定性和可变性。这些加大了计量工作的难度,也增加了计量工作中可能产生的误差,对正常的测量工作产生不良影响<sup>[4]</sup>。

##### 4.2 热电偶在导热方面及漏电疏漏等原因

在热电偶的周围,如果存在相应的导热性良好的物质或者是其他的可以放摄热辐射的电气设备,那么所得出的度数就会有所影响。热电偶温度计本身对于温度及其敏感,如果有具备导热性内容的物质在其中混淆,致使实际待测物体真实的温度发生变化,那么热电偶温度计的差值就会增大,不利于热电偶温度计的正常使用。热电偶温度计的漏电可能性也需要时时防备。热电偶温度计在被使用次数过多或使用时间过长的情况下,有可能结构会发生变化,其绝缘层有老化的倾向。如果这种情况被及时发现,一定要及时的对热电偶温度计的绝缘装置进行调整和更换,避免由于其漏电带来的对数据记录的影响和对工作人员生命财产安全的影响。

##### 4.3 热电偶的动态响应

热电偶温度计在工作的过程中需要格外注意其动态

响应程序的启动。工作人员将热电偶温度计插入到待测物体中时,热电偶温度计的探头装置在与待测物体导热部分之间存在相应的电流交换及电压感应。当这种电流传导模式到达一定的程度或到达相应的平衡时,热电偶温度计才会进行温度的测量,将待测物体的温度显示出来。这就是其动态响应的过程,在此过程中,动态响应的间隔时间和反应程度,直接显示出了该热电偶温度计的灵敏程度<sup>[5]</sup>。动态响应的的时间越短,效果越好,则代表着热电偶温度计的灵敏度越高,它所测得的温度就相应的准确。当热电偶温度计的探头无法与待测物质的显温部分达到某种电流交换,则其动态响应就会变得迟钝且低效。这种情境下,热电偶温度计的工作效率会大大降低,导致所测得的数据存在较大误差。

#### 5 分析热电偶温度计量产生误差后的解决措施

##### 5.1 合理安装,位置及深度须推测精确

合理的安装热电偶温度计,是使热电偶温度计在工作过程中能够平稳工作且减小误差的基础。在安装前期,工作人员应该对待测物体的所在位置及热电偶温度计的感温装置所需要插入的深度进行具体的预估。综合以上种种因素,寻找出最适合其安置的位置和最适合温度计插入的深度。工作人员在进行安装仪器操作时,应该细数热电偶温度计的每一个零散部位,并且将它们按照相应的步骤合理组装。根据之前预估所推测出的计划,按步骤进行严格的执行。在仪器安装完毕后可以对仪器进行试运行操作。在试运行阶段,充分的记录每时每刻所产生的数据,并且估计其误差。再不断调整其位置及深度,以确保所记录的实验数据完整有效。将每一种待测物质的类型、所处位置及所插入的深度进行详细的记录,并且寻找其规律。在下一次的温度探测中,可以尽快的参考数据,将热电偶温度计的最佳安放位置及插入深度进行方案的拟定,这样做既节约了时间,又提高了工作效率<sup>[1]</sup>。

##### 5.2 热电偶补偿导线的应用

当采用热电偶测量时,一般要求热电偶的基准端温度应该保持不变。因为热电偶的波长通常较小,而热电偶参比端距离可以被测量的很近。在这些情形下,由于参考端工作温度很大而且变化范围也较大。所以若要减小参考端工作温度,并使参考端活动范围趋于平稳,就需要使用更长的热电偶管,将参考端延伸至工作温度比较稳定的地方。考虑到热电偶与参考端之间所处环境温度经常在一百℃以内,故补偿导线处于该温度范围内,具有与热电偶一致的温-热电势关系,能够起到延长热电偶的作用,而且价格便宜,宜于铺设。用较粗直径和电

导率大的补偿导线作为热电偶引线，能够降低热电偶回路阻力，便于动圈式显示仪器的正常工作。在使用热电偶补偿导线时，其配用的补偿引线要在规定工作温度范围内与该型热电偶具有一致的热点特征。并同时注意导线和热电偶相连的局部工作温度不应高于所要求的工作温度最大值。在将仪器、热电偶、补偿线路三者连接的过程中，应认真判断正负极，和各个接头的温度是否一致，并且连接动作也应合理。而补偿导线的线径选择也必须根据仪器的导线与电流要求进行确定，以便于互相适宜，防止了热电偶在实际运行中不能发挥最高效率。

### 5.3 对其动态响应问题进行细致地解决

因为动态反应是一种相对微观的过程，其动态效应又有着抽象化的特点，动态反应问题监测具有一定的难度<sup>[2]</sup>。但其具体表现就是灵敏度，灵敏度是可按照实际状况加以调节的。比如工作人员可以仔细分析每一个电热温度计的灵敏度是由一个原因造成的，并针对具体的原因加以逐一攻破，以求于进一步提高热电偶温度计测温工作的灵敏度。如果必须提高灵敏度，温度计热传感器的响应速度也必须被提高。这一步可通过改善零间特性，适当改善接点结构来达到。缩短反应滞后的时间，也是提高热电偶温度计灵敏度的关键一步。在动态响应误差被降低到最小的时候，热电偶温度计整体性能和工作效率才会有明显的提升。提升热电偶温度计的动态响应，实际上是对其结构的细致化研究和对其部件的更新换代速度进行考验。

## 6 正确使用热电偶的方法

一是禁止还原气体中，使用贵金属热电偶进行温度计量。

二是根据实际需要，合理选择冷端补偿器，且补偿器定期检查。

三是采用补偿线路的，所有补偿线路必须与一定类型热电偶配用，即热电偶和已配的线路在规定工作温度下热电功能一致；同时注意，补偿线和热电偶以及系统仪表，接通时正负极都不要接错。

四是杜绝在测温过程中将热电偶打结或过分近似垂直折叠的现象，这会导致热电偶的纤芯发生折断。

五是不能任意改变确定后的插入深度，使待测物体接触十厘米内以下，并使测温度的元件进入中间部位。

六是使热电偶环境尽量平稳，避免温度迅速改变对保护管的损伤。即为降低热电偶的时效变化，应尽量避免处在环境温度迅速改变的环境<sup>[3]</sup>。

七是降低热电偶稳定性的原因比较多，如热阴极反应中蝇粪点玉的腐蚀、形变应力、高温下晶粒增长、热高压电极氧化等。因此，热电偶必须配备安全保护器，对工作时的热电偶，要配备安全保护器，定期检修保护测量元件的安全保护器，适时更新腐蚀和开焊后的安全保护器。

八是热电偶在测温过程中，受使用温度、环境、使用条件、对保温管材料玷污程度等环境影响，在采用一段时间后，其热电功能在强腐蚀性和高热环境下会发生显著改变。这时应定期进行监督式校验，并依据实际应用状况，进行周期性检查，则可以降低不稳定性造成的错误。

## 结语

综上所述，热电偶温度测量工作的发展对工业方面具有重大效益，对企业的可持续发展发挥着非常关键的作用。热电偶温度测量工作的顺利开展需要各种类型测量设备和科学的支持，采用合理的设备来充分发挥其巨大功能。热电偶高温测量具有许多优点，在工业中使用普遍，企业必须对它有更高的重视，加大对高温测量工作的开展，结合发展状况，改革创新出与时俱进的高温测量工具。

## 参考文献

- [1]唐阳春.热电偶温度计量的误差原因及处置技术研究[J].装备维修技术, 2020(02): 46.
- [2]秦开智.现场校准配热电偶用温度二次仪表干扰信号的研究[J].计量与测试技术, 2019, 46(04): 25-27.
- [3]章铁军.计量检测用管式电阻炉温度场均匀性的研究[J].科技创新导报, 2018, 15(03): 98-99.
- [4]陈永强, 崔馨元, 吴勤, 等.热电偶校准过程中的不同冷端补偿方法的比较[J].计量与测试技术, 2018, 45(05): 68-69.
- [5]倪友军, 贲礼进, 浦振托.探究热电偶温度传感器应用下的高速测温系统[J].信息系统工程, 2017(1): 87-88.