

光学定位器测头的改进

万能工具显微镜上的光学定位器, 在内、外尺寸的测量中, 起到了快速准确的定位作用, 深受计量测试人员的欢迎。但是, 它的结构 (如图 1) 给它带来了一定的局限性。比方说, 深度超过 46mm 无法测量。

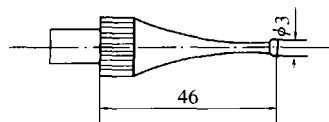


图 1 改进前结构图

为了突破这个局限性, 我们经多次

尝试, 设计制作了一套不同规格的可换测头 (如图 2)。测量时, 可针对不同的测量要求, 选用不同规格的测头, 扩大了光学定位器的测量范围

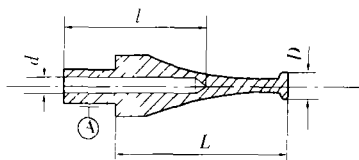


图 2 改进后结构图

具体做法是: 测头长度 L 和直径 D , 可根据需要加长或加大, 其余尺寸基本不变。已知, 光学定位器的测量力

是一定的, 原测头的重量约为 23.60g。考虑到自制测头加长或加大后重量也随着增加的问题, 我们又在它的根部钻一直径 d 小孔, 深度 l 可通过材料密度计算设定。这样既能使它的重量与原测头保持一致, 又不影响刚性。

然后, 利用万用表、测长仪等精密量具, 测出测头 D 的实际尺寸 (并标注于测头上); 再测 D 与夹持柄 A 的同轴度。

综合检验合格后, 便可交付使用。其测量方法和数据处理均与原测头相同。

安徽省黄山发电设备厂 张和鼎

热电偶使用常见问题及排除

热电偶作为测温的一次元件, 因其结构简单、测量精度高、动态响应快和测温范围广可作远距离测量等优点而得到广泛应用, 但是在实际的测温工作中, 往往会因使用不当增加测温误差。

1 绝缘要求

热电偶测温时, 为使热电偶不与被测介质直接接触, 防止热电极发生污染和腐蚀, 减少火焰或气流的冲击和辐射, 避免机械损坏, 通常将热电偶感温元件投入保护管中, 热电偶由绝缘材料与保护管绝缘, 但是在高温下, 绝缘材料大都与碳起反应, 故使用时, 应注意保护管是否破损, 绝缘材料的绝缘强度是否下降, 特别提出的是, 热电偶的测量端不能与保护管烧结在一起, 否则会引起较大的误差, 直接影响生产效益和生产安全。

2 安装要求

热电偶安装有水平安装与垂直安装, 水平安装的热电偶要比垂直安装的热电偶较易粘积氧化物及灰分, 时间长了以后, 如不设法清除, 会使测量值比实际值低 $60^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$, 在拆炉时, 由于粘积的低熔点氧化物已和热电偶保护

管烧结在一起, 往往会因拆炉而毁坏热电偶保护套管, 而垂直安装的热电偶受火焰冲击较严重, 寿命会短些, 但粘积物与灰分量少, 故测量精度较高, 两种安装办法的测量误差经常会相差几十度。测温时, 应保证热电偶有一定的插入深度, 并采取保温措施及防止热辐射, 减少热电偶测量值与实际温度的偏差。

3 温度补偿

热电偶与二次显示仪表连接使用时, 热电偶参考端往往处于高温热源附近, 热电偶参考端受热源影响无法稳定, 因此必需将热电偶的参考端远离热源, 移到温度较为稳定的场所使用。采用与热电偶相应的补偿导线可将热电偶参考端延伸到环境温度稳定的地方进行测量。而在实际工作中发现有的补偿导线与热电偶型号不一致, 有的将补偿导线与热电偶的正负极接反, 或者是补偿导线参考端位置的温度波动性大, 不能满足热电偶参考端处于温度相对稳定的环境要求。以上所提到的几点是对补偿导线的认识不清楚造成的, 易于改正。然而热电偶与二

次显示仪表 (动圈仪表) 连接, 使用时配接调整电阻 R_T 。通常对动圈仪表检定时, 其外接电阻按 $R_T = 15\Omega$ 值进行检定。使用时, 应调节调整电阻 R_T , 使得外接电阻 $R_0 = 15\Omega$ ($R_0 = R_r + R_c + R_g + R_n + R_T = 15\Omega$, 其中热电偶的电阻是 R_r , 补偿导线的电阻是 R_c , 补偿器的电阻是 R_g 和供调整用的电阻 R_T)。可是在笔者所接触的热电偶的使用无一例外是将 15Ω 的调整电阻直接与热电偶相连接, 而未考虑先调节调整电阻 R_T , 使 $R_0 = 15\Omega$, 而是使 $R_T = 15\Omega$, 从而导致 $R_0 > 15\Omega$, 仪表示值偏低。设动圈仪表内阻为 200Ω , $R_0 = 16.5\Omega$, 则将产生 $\Delta_0 = (16.5 - 15)\Omega / (200 + 15)\Omega \approx 0.7\%$ 的附加误差。

热电偶与不带补偿的显示仪表 (如动圈仪表) 连接, 读数方法不正确, 人为增大测量误差。有的仪表使用人员, 只是简单使用, 而未考虑热电偶冷端补偿。有的将显示仪表指示调零, 读数是将仪表示值加上室温 (即热电偶冷端温度), 认为是测量的实际温度, 其实此法不可取, 如 S 型热电偶测温 800°C 附

近时, 仪表指示 800°C , 查表知此时的热电偶输出的热电势值为 7.345mV , 室温为 30°C , 查表知其对应的热电偶的热电势值为 0.173mV , 根据计算法得到热电偶实际应产生的热电势值为 7.518mV , 查表得到其相应的温度为 816°C , 如果按仪表指示值直接加上室温则应为 830°C , 两者相差 14°C , 对于 K 型热电偶也将产生 $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ 的误差, 故此法不可取。对于缺乏热电偶常识的仪表使用人员, 适于使用冷端补偿器来修正热电偶参考端温度, 冷端补偿器是

用来自动补偿热电偶测量值因参考端温度变化而变化的一种装置。参考端温度补偿器实质上就是产生一个直流信号的毫伏发生器, 当他串接在热电偶测量线路中测温时, 就可以使读数得到自动补偿。而比较常用的方法是使用计算法: 用玻璃管温度计测量出热电偶参考端的温度, 根据下式计算:

$$E(t_0, t_1) = E(t_0, t_2) + E(t_2, t_1)$$

式中: $E(t_0, t_1)$ 为热电偶测量温度为 t_1 、参考端温度为 $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ 时的热电

势值; $E(t_0, t_2)$ 为热电偶测量端温度为 t_2 、参考端温度为 $t_0 = 0^{\circ}\text{C}$ 时的热电势值; $E(t_2, t_1)$ 为热电偶测量端温度为 t_1 、参考端温度 $t_2 \neq 0^{\circ}\text{C}$ 时的热电势值。

如果精度要求不高的话, 可以使用机械调零法, 即使用时预先调整动圈仪表的零点, 将指针调到参考端温度, 则仪表指示的温度即是热电偶测量的实际温度。

河南许昌市质量技术监督检验测试中心

刘玉峰

如何正确选用数字测温仪表

根据数字测温仪表所接入的一次元件的不同, 大致可分为输入毫伏信号的热电偶传感器和输入电阻信号的热电阻传感器两类。如果开展热电偶的检定、校准工作, 根据 JJF351-96《工作用廉金属热电偶检定规程》要求, 仪器设备为低电势直流电位差计一套, 准确度不低于 0.02 级, 最小步进值不大于 $1\mu\text{V}$, 或具有同等准确度的其他设备。JJF141-2000《工作用贵金属热电偶检定规程》中要求, 检定 I 级铂铑 10-铂、铂铑 13-铂热电偶和 II 级铂铑 30-铂铑 6 热电偶, 需配备准确度等级不低于 0.05 级, 最小步进值为 $1\mu\text{V}$ 的低电势直流电位差计及配套设备或相当于以上同等准确度的其他电测设备。可见各个规程对于电测设备的选用是有明确要求的。我们首先要了解直流电位差计的允差计算, JJF123-88《直流电位差计检定规程》中对直流电位差计允差计算方法如下:

$$E_{\text{lim}} = \pm \frac{\alpha}{100} \left(\frac{U_n}{10} + x \right)$$

式中: E_{lim} 为允许基本误差; U_n 为基准值; x 为测量盘示值; α 为准确度等级

其中 U_n (基准值) 的含义是电位差计各有效量程的基准值应为该量程内最大 10 的整数幂。

以经常使用的 0.02 级 UJ26 直流电位差计为例, 在测量铜凝固点 (1084.62°C) 时, 根据热电偶分度表,

K 型热电偶在铜凝固点热电势值为 44.535mV , 在使用 UJ26 进行测量时, 得到

$$E_{\text{lim}} = \pm \frac{0.02}{100} \left(\frac{0.1}{10} + 0.044535 \right) \mu\text{V} = \pm 10.907\mu\text{V}$$

某实验室在检定 K 型廉金属热电偶时, 使用 6 位半数字显示直流数字电压表, 根据该表技术指标要求, 测量绝对误差 $\Delta = \pm (0.005\% R_D + 10 \text{ 字})$, 其中 R_D 为读数值, 将 K 型热电偶在铜凝固点热电势值代入, 得到

$$\Delta = \pm (0.005\% \times 44.535 + 0.001) = \pm 3.227\mu\text{V}, \text{可见直流数字电压表的绝对误差小于 UJ26 的绝对误差, 因此直流数字电压表可替代 UJ26 直流电位差计开展检定、校准工作}$$

如开展对工业铂、铜热电阻的检定、校准工作, 根据 JJG229-1998《工业铂、铜热电阻检定规程》, 要求使用成套工作的 0.02 级测温电桥, 电桥的最小步进值应不大于 $1 \times 10^{-4}\Omega$, 或其他同等准确度的电测设备。检定 A 级铂热电阻时, 电测设备应引入修正值。目前普遍使用的测温电桥为 QJ18a 测温双电桥, 准确度等级为 0.02 级, 其绝对误差计算公式为:

$$|\Delta| \leq K (0.02\% \times R + 0.00003\Omega)$$

式中: K 为比率系数; R 为平滑调节臂读数示值, Ω ; Δ 为电桥基本误差, Ω 。

当 $K=1$ 时, 测温范围为 $0.0010 \sim$

111.1120Ω , 当 $K=5$ 时, 测温范围为 $0.0050 \sim 555.5600\Omega$

如对工业铂热电阻 Pt100 进行测量, 根据热电阻分度表, Pt100 在 300°C 阻值为 212.05Ω , 根据公式得出, 测温电桥绝对误差 $\Delta = 5 \times (0.02\% \times 212.05 + 0.00003) \Omega = 0.2122\Omega$, 如使用某热电阻测试仪进行测量, 根据其技术指标要求, 其绝对误差为 $\Delta = 0.01\% R_D + 10 \text{ 字}$, 在 300°C 时绝对误差为 $\Delta = 0.0222\Omega$, 可见热电阻测试仪的绝对误差远小于 0.02 级测温电桥, 可以用来取代测温电桥。

在选用数字测温仪表时, 还要考虑到仪表的使用温度, 如果超出仪表的工作温度范围, 就会产生很大误差, 导致测量结果失真。例如一个仪表准确度 0.02 级, 温度系数为 $0.005\%/^{\circ}\text{C}$, 要求使用温度 $(20 \pm 2)^{\circ}\text{C}$, 当环境温度为 30°C 时, 超出规定要求的温度为 $(30 - 22)^{\circ}\text{C} = 8^{\circ}\text{C}$, 如测量 200°C 时, 仪表的误差就应该是 $200^{\circ}\text{C} \times (0.005\%/^{\circ}\text{C} \times 8^{\circ}\text{C} + 0.02\%) = 0.12^{\circ}\text{C}$, 同时还要考察数字仪表的稳定性, 在其整个测量过程中, 仪表内模拟电路是否造成很大的漂移, 能否对测量结果造成影响。可见, 对于数字测温仪表的考察是多方面的。只有针对具体情况对其进行正确选择, 才会得到准确的测量结果。

黑龙江省计量检定测试院

聂爽, 孟景华