

干井炉精度的调整

HART 干井炉和恒温槽的精度是客户经常问到和关心的指标,我们以 HART 便携式干井炉 9141 为例,温度范围小于 400℃时,精度为±0.5℃;温度范围 400–600℃时,精度为±1℃;恒温块孔径尺寸大于 6.35mm(1/4”)时,精度为±2℃。当干井炉精度超出 HART 的指标以及客户在现场工作并希望以干井炉显示温度为参考值时,我们可以帮助客户通过对干井炉内置 PRT 的参数进行调整,使干井炉的精度指标满足工作的要求。下面是我们最近遇到的例子供大家参考,如有问题请大家多发表意见。

连云港核电站在 2002 年购买了 HART 9141 便携式干井炉,去年送上海市计量院检定时,各项指标均符合要求。今年 7 月份再次送检时,计量院检定人员发现干井炉的稳定性和均匀性指标符合要求,但精度指标相差很多,在经过客户和计量院人员同意后我们对 9141 的参数进行了调整,并最终使指标完全符合要求。

在调整时我们使用了上海计量院的 SPRT 和 HART 公司的 1560+2560 堆栈式测温仪,校准点选择为 50℃、250℃和 450℃,测试井孔为 INSERT B 的 1/4”孔(校准温度范围应根据客户的要求来选取,因为客户使用的温度范围为 50–400℃,所以选择了上述 3 个校准点)。9141 干井炉在未调整前, $R_0=101.347$; $\text{ALPHA}=38127$; $\text{DELTA}=1.3327$ 。具体步骤如下:

- 1、设置干井炉温度为 50℃,待温度稳定下来后,记录下 1560 的读数 T_1 和干井炉 PRT 的电阻值(同时按下 SET 和 DOWN 键) R_1 。
- 2、重复步骤 1,分别记下 T_2 , R_2 , T_3 , R_3 。
- 3、利用记录下的数据分别计算 R_0 , ALPHA 和 DELTA

设置点温度℃	实际温度℃	精度±℃	电阻值Ω
50. 0	$T_1=49.82$	0. 09	$R_1=120.796$
250. 0	$T_2=248.60$	0. 7	$R_2=196.017$
450. 0	$T_3=448.25$	0. 88	$R_3=267.119$

3. 1 计算 DELTA

$$A=T_3-T_2=199.65$$

$$B=T_2-T_1=198.78$$

$$C=(T_3/100) \times [1-(T_3/100)] - (T_2/100) \times [1-(T_2/100)] \\ = -11.9161$$

$$D=(T_2/100) \times [1-(T_2/100)] - (T_1/100) \times [1-(T_1/100)] \\ = -3.9442$$

$$E=R_3-R_2=71.102$$

$$F=R_2-R_1=75.221$$

$$\text{DELTA}=(AF-BE) \div (DE-CF) \\ = 1.3972$$

3.2 计算 R_0 和 ALPHA

$$a_1=T_1+\text{DELTA} (T_1/100) \times [1-(T_1/100)] \\ = 50.07$$

$$a_3=T_3+\text{DELTA} (T_3/100) \times [1-(T_3/100)] \\ = 426.44$$

$$R_0=(R_3a_1-R_1a_3) \div (a_1-a_3)$$

$$=101.3300685 =101.330$$

$$\text{ALPHA}=(R_1-R_3)\div(R_3a_1-R_1a_3)$$

$$=0.0038367$$

- 4、将计算得到的 R_0 、ALPHA、DELTA 输入到 9141 的参数设置中。
- 5、重做几个温度点（50℃、250℃、450℃、600℃）的测试，判断是否符合指标。重测数据如下：

设置点温度℃	实际温度℃	精度±℃
50. 0	50. 02	0. 01
250. 0	250. 06	0. 03
450. 0	449. 96	0. 02
600. 0	599. 28	0. 36

可以发现经过参数调整后，9141 的精度指标完全符合要求。

如果一次调整后，指标仍然超差，在干井炉 PRT 未损坏的情况下，可在一次调整后的参数基础上，再做调整，直至指标符合要求。

有几个问题：

- 1、这个例子，经过调整后的指标非常好。但是测试是在调整做过后立即进行的，我们不确定在经过一段时间后（1 个月、3 个月、6 个月、12 个月）的指标是否有大的变化？或者只是这一个干井炉的特例，而正常情况下是调不到这样好的指标的？
- 2、如果这个指标可以保持 1 个月甚至 3 个月，那么对客户在现场工作非常有帮助。客户可以在经过一次调整后，在一段时间内把干井炉的显示值直接做为参考值来使用。
- 3、如果客户用上述方法工作，对我们的 1502、1521、1522、1529 和 PRT 是机会。
- 4、很多客户对精度指标非常关注，我们的做法是：让客户知道在用比较法校准传感器时，对温度源来讲，重要的是稳定性指标；同时 FLUKE 的产品在经过调整后，可以达到非常好的精度指标。上述例子就是一个好的证明。