

七位半数字表是否满足工业铂铜热电阻检定规程

一、引言

2010年9月，新的JJG229-2010工业铂、铜热电阻检定规程正式公布，这两个规程于2011年已经开始正式实施。经过一段时间的规程宣贯，不少单位已经理解了规程的具体要求。但是也有不少用户并没有完全理解新规程的具体要求，特别是具体如何实施。一个具体的问题就是测试仪表的准确度要求。本文只是针对这个问题做一个有关的解释。



二、新规程的要求及其理解

新检定规程除了增加了AA级和C级的工业铂电阻等级之外，其中对测试仪器有了新的要求。具体的要求是：“电测仪器（电桥或数字多用表），A级及以上用0.005%及以上等级”。对这段文字的理解应该是：第一，检定A级以及AA级铂电阻时，温度测试仪器的准确度要求是0.005%，也就是50ppm。第二，由于检定铂电阻时实际测量的是电阻值，因此这个准确度的理解应该是电阻的测量准确度。第三，电测仪表可以是数字多用表，测温电桥或者其他类似的测试仪器。



三、问题

目前关于电测仪表问题最多的就是电测仪表问题。因为目前绝大部分用户检定工业铂电阻时使用的是数字多用表。而且数字表已经被集成在测试系统中。因此，用户自然希望能够沿用原来的系统，也就是用新的数字表替代原来的数字表。

关于数字表的问题主要是来自三个方面。

首先，准确度的具体含义。数字表一般常常称为六位半或者七位半。而其指标一般是25ppm至50ppm。因此，很容易错误理解为这些数字表，特别是七位半是可以满足0.005%的要求的。造成这种错误原因是数字表给出的准确度都是直流电压，而且是基本量程的准确度。因此所谓25ppm是指直流电压，基本量程（1V，2V等）的准确度。并非电阻测量的准确度。而新规程所说的准确度应该是电阻测量的准确度。因此必须去看看这些数字表电阻测量的准确度才可以。

其次，是对指标的理解。下面两个表格是当今市场上检定铂电阻系统中使用最多的数字表。指标列出的是电阻测试准确度；用xx读数+xx字（相对误差+量程误差）表示；指标列出24小时，90天以及一年指标。因为24小时和90天指标的实际意义不大，所以我们只看一年的指标。其中一个数字表的最好指标是60ppm+0.0002，显然明显不符合规程的要求。另外一个表是50ppm+2。如果考虑量程误差，显然也是不够的，但是不少人认为这基本上够了。但是如果考虑到测量的电阻范围时，误差将会非常的大。这也就是下面要讨论的问题。

第三、电阻的量程问题。我们一般测量的铂，铜热电阻的范围主要有两大类。一个是 Pt100（多为工业类），一个是 Pt25（多为标准温度计）。在检定工作中这两类都要遇到。这两款数字表的量程分布都是 100 Ω，1K Ω。在是测量 25 Ω 时，实际是在 100 Ω 量程的下限范围使用，在测量 100 Ω 电阻时，当超过 100Ω 时就要切换至 1K Ω 量程。也是在量程的下限使用。我们用 52ppm + 9（量程的），100Ω 量程，测量电阻在 25Ω 时看看具体的误差有多大。计算公式为 $(52 \times 10^{-6} \times 25 + 9 \times 10^{-6} \times 100)/25 = 88\text{ppm}$ 。经过计算可以得出最终的误差远大于规程要求的 50ppm。

Resistance ⁵	1.000000 Ω	10 mA	0.0015 + .0002	0.0050 + .0002	0.0070 + .0002	
	10.000000 Ω	10 mA	0.0015 + .0002	0.0040 + .0002	0.0060 + .0002	
	100.000000 Ω	10 mA	0.0015 + .0002	0.0040 + .0002	0.0060 + .0002	
	1.0000000 KΩ	1 mA	0.0015 + .0002	0.0040 + .0002	0.0060 + .0002	
Resistance ¹⁴	10.000000 Ω ¹⁵	1 μΩ	10 mA	15 + 9	40 + 9	60 + 9
	100.000000 Ω ¹⁵	10 μΩ	1 mA	15 + 9	36 + 9	52 + 9
	1.0000000 kΩ ¹⁵	100 μΩ	1 mA	15 + 2	33 + 2	50 + 2
	10.0000000 kΩ ¹⁵	1 mΩ	100 μA	15 + 2	32 + 2	50 + 2

四、电测仪表的选择

由于新规程对电测仪表的要求有了很大的提高，所以用户面临新的选择，而且是比较艰难的选择。可以考虑的选择有数字表，专业测温仪，电桥。

1，如果选择数字表，根据我们上面的例子，市场上没有一台 7 位半的数字表可以满足规程的要求。最好的准确度也在 90ppm。所以要继续使用数字表，只能选择八位半的数字表，例如福禄克的 8508A，但是其价格都是比较昂贵的。使用数字表的好处是可以经过相对简单的程序改写就可以沿用原来的温度检定系统完成自动或半自动的检定。

2，可以选择专业的测温仪，例如福禄克的 1529A 或者 1560A 进行铂电阻温度测量。由于这些仪器是专业的测温仪，所以指标都满足或高于规程的要求。将这些仪表纳入用户的现有铂电阻检定系统，需要更新软件。但是其难度并不十分大。

3，如果用户已经有了电桥，可以直接用电桥直接测温。但是绝大多数测温电桥只有一个通道，所以仍需编程。如果是重新购买电桥，其价格相当昂贵。所以选择电桥是下下策。

4，最后的一种选择是重新更换铂电阻检定系统，而不是简单的更换或者升级原来的系统。通常不少用户原来的系统是热偶和热阻一体的系统。现在可以重新更新铂电阻的检定系统。这也是一个很好的选择。因为今后就不必两个系统混用，也为就的升级提供了更加方便的手段。

五、其他要注意的问题

1, 水三相点问题

除了上面说的电测仪表问题，这次铂电阻新规程还对水三相点提出了额外的要求。请参考我们的另外一篇应用文章“工业铂电阻新规程解读”。其结论就是用户需要购置水三相点来满足建标的要求。

2, 水银温度计的问题

新的水银温度计也在同年发布，一个重要的变化是电测仪表的准确度要求是 30ppm。因此如果有水银温度计检定建标需求时，电测仪表最好统筹考虑。

六、福禄克的校准方案

福禄克的方案可以有多种，大体上分为三类。

1, 测温仪表

福禄克可以提供八位半数字表 8508A。这个一款计量专用数字表。所以不论是电学还是热工，它都是最好的选择。此外可以选择专用的测温仪，例如福禄克的 1529, 1560 等。由于这些仪表是专门为温度测量所设计的，其准确度，显示，数据的处理等都完全满足测温以及温度检定规程的要求。如果希望达到更高的测温准确度，甚至建立更高的温度测量标准，可以考虑福禄克的测温电桥 1595A。



2, 水三相点系统

如果满足规程建立铂电阻检定标准，需要考虑水三相点。福禄克的小型水三相点是符合规程的最佳选择。30 分钟完成冻制，保存一天的时间，真正做到随冻随用。同时我们多种水三相点与测温仪的组合，以满足不同的应该用。



3, 铂电阻检定系统

用户可以根据自己的实际情况，选择更换原来的温度检定系统，将热电偶和铂电阻分开，可以单独选择福禄克的铂电阻检定系统。这种选择是一种更加灵活方便，更加彻底的升级。原

来的系统只用于热偶检定，重新为铂电阻检定建标。这也是一种为未来考虑的升级选择。福禄克提供几种方案用来升级铂电阻的检定。包括不同的热源组合和仪表组合。

型号	组成	型号	组成
6373-WGQN 热偶热阻检定系统	 (双槽: -20~150 ℃和 40~300 ℃、热偶炉、测温仪、软件)	6373-PRT-WGQN 热电阻检定系统	 (双槽: -20~150 ℃和 40~300 ℃、测温仪、软件)
6331-WGQN 热偶热阻检定系统	 (单槽 40~300 ℃、热偶炉、测温仪、软件)	7321-PRT-WGQN 热电阻检定系统	 (单槽 -20~150 ℃、测温仪、软件)
7321-WGQN 热偶热阻检定系统	 (单槽 -20~150 ℃、热偶炉、测温仪、软件)	9118A-WGQN 热电偶检定系统	 (热偶炉、测温仪、软件)