

基标准实验室的建立

应用文章

客户背景

当发展中国家开始建立计量基础设施或加入国际性组织（例如欧盟）时，就需要建立一个国家计量研究机构（NMI）来进行温度基标准测量。这些 NMI 一般就成为了相关国家内更低级别实验室的溯源链。除了提供可溯源性之外，NMI 还往往为其国家内的其它实验室提供咨询和建议。

这样的 NMI 内的温度设施一般包括一个基标准实验室，利用固定点复现国际温标（ITS-90）。实验室将期望严格满足国际标准 ISO 17025:2005“检测和校准实验室能力认可准则”（General Requirement for Competence of Calibration and Testing Laboratories）的要求。

复现 1990 年国际温标(ITS-90)的基标准实验室：- 196 °C (77K) ~ 962 °C (1235K)

NMI 的基标准温度实验室要求具有类似于位于美国犹他州（Utah）和英国诺里奇（Norwich）的哈特实验室的能力。实验室需要能够复现 ITS-90，并为 - 196 °C (77K) ~ 962 °C (1235K) 温度范围内的标准铂电阻温度计（SPRT）提供校准。



ITS-90 是国际上公认的维护全球温度兼容性的标准。实验室实现了 ITS-90，就能够利用固定点容器和相关的槽和保存炉复现一系列本征温度点，在表 1 所列的温度点维持稳态。

每一个容器都需要一个专用的 SPRT 检查标准在每次实现时来检测其性能。并且还需要一个实现 SPRT，使得容器能够达到稳态。当工作在 500 °C 以上的温度时，就需要一个退火炉，以防止损坏所有的 SPRT。SPRT 的电阻是用一个 0.1 ppm 的直流电桥进行测量的，该直流电桥根据在油槽内维护的 10 Ω 标准电阻进行平衡。软件是非常有用的，它可以提供系数和内插表的计算。

在进行热电偶校准时，一个高性能的数字万用表 (DMM) 被用来测量热电偶的电压输出。制冰设备为热电偶参考端提供一个冰点。

环境条件的变化会影响测量结果。实验室的温度和湿度由一个温湿度仪监测和记录。

推荐的仪器 (表 4) 可以提供达到哈特基标准实验室 (表 2 和表 3) 不确定度 (k=2) 水平的各种方法。当然，这将最终依赖于实验室操作规范和程序的制定。哈特能够为这一过程提供帮助。

表 1 ITS-90 固定点

固定点	温度
液氮的沸点 (BPLN ₂) ^{II, 1}	- 196 °C
汞三相点 (TPHg)	- 38.8344 °C
水三相点 (TPH ₂ O) ^{II}	0. 01 °C
镓熔点 (MPGa)	29.7646 °C
铟凝固点 (FPIn)	156.5985 °C
锡凝固点 (FPSn)	231.928 °C
锌凝固点 (FPZn)	419.527 °C
铝凝固点 (FPAI)	660.32 °C
银凝固点 (FPAg)	961.78 °C

¹ 这是几乎所有的实验室为了避免实现氦三相点 (TPAr, - 189.3442 °C) 的复杂性和费用而采用的比对点。
^{II} ITS-90 温标的基本参考点。
¹ BPLN₂ 需要一个可溯源至国家标准的 SPRT。

表 2 哈特公司 (Hart Scientific) 计量实验室的能力——SPRT 不确定度水平

哈特计量实验室能力			
类型	温度	不确定度	方法
SPRT (固定点)	- 196 °C	2.0 mK	在 NBPLN2 比对
	- 38.834	2.0 mK	在 TPHg 校准
	0.010 °C	2.0 mK	在 TPW 校准
	29.7646 °C	2.0 mK	在 MPGa 校准
	156.5985 °C	3.0 mK	在 FPIn 校准
	231.928 °C	4.0 mK	在 FPSn 校准
	419.527 °C	6.0 mK	在 FPZn 校准
	660.323 °C	8.0 mK	在 FPAI 校准
	961.78 °C	10.0 mK	在 FPAg 校准

下表中列出了热电偶的电势:

表 3 哈特公司 (Hart Scientific) 计量实验室的能力——热电偶不确定度水平

哈特计量实验室能力			
类型	温度	不确定度	方法
贵金属热电偶 Au/Pt S-R 型	0 °C ~ 1000 °C	0.02 °C 外推至 0.025 °C	在 FPSn、FPZn、FPAI 和 FPAg 进行校准
	0 °C ~ 1450 °C	0.15 °C 外推至 2 °C	

表 4 所需设备

编号	数量	说明	型号	备注
1	1	LN ₂ 比对校准 (-196 °C)	7196-4	
2	1	汞三相点	5900	
3	2	水三相点 (TPW)	5901D-Q	
4	1	镓熔点 (Ga)	5943	
5	1	铟凝固点 (In)	5904	
6	1	锡凝固点 (Sn)	5905	
7	1	锌凝固点 (Zn)	5906	
8	1	铝凝固点 (Al)	5907	
9	1	银凝固点 (Ag)	5908	
10	1	汞三相点保存槽	7341 2027-DCBM	
11	1	TPW 保存槽	7312	
12	1	镓熔点维护装置	9230	
13	4	凝固点炉	9114	适用于铟、锡、锌铝
14	1	凝固点炉	9115	适用于银
15	6	标准铂电阻温度计 (SPRT)	5683-S	-200 °C ~ 480 °C
16	2	标准铂电阻温度计 (SPRT)	5681-S	-200 °C ~ 661 °C
17	2	标准铂电阻温度计 (SPRT)	5685-S	0 °C ~ 1070 °C
18	3	工作标准 SPRT	5698-25	
19	2	S 型热电偶标准, 或 R 型热电偶标准	5650-20CS 5649-20CS	使用参考端
20	1	金-铂热电偶	5629-B	
21	1	基标准电桥 10 通道扫描器 软件 IEEE 接口	5581 5313-02 5313-004 5313-003	
22	1	电阻标准	5430-10	10 Ω
23	1	电阻保存槽	7108	
24	1	退火炉	9117	
25	1	温湿度仪	1621-S	
26	1	碎冰系统	Scottsman AC 55 Crushman 360 (碎冰机) QL3-4H (过滤器)	热电偶参考
27	1	干冰器	Polyfoam 460	需要液态二氧化碳 或使用液氮
28	1	杜瓦瓶	2028	冰参考
29	1	数字万用表	8508A	
		培训和认可 ²		

1. 所有项均包括可认可/可溯源至相应国家标准的证书。
 2. 哈特公司 (Hart Scientific) 能够帮助安装和认可, 并在我们的一级标准实验室之一提供完整的技术培训, 以及现场跟踪。最终确保设备完全工作正常, 实现 ITS-90, 实验室符合 ISO 17025 的要求。

