

图6 表面层示意图

- 1.金属; 2.变形区; 3.氧化层;
4.气体吸附层; 5.水吸附层;
6.极性分子层

可看到烟雾, 以及焊缝区发黑。焊接坡口清法处理的方法是先用水除油污, 再用丙酮仔细清洗。

壳体组焊后, 为安装各种法兰, 需开孔。注意孔与法兰之间配合松紧要适度。我们加工中有以法兰配合过松, 不得不在法兰配合面采取辅助措施, 即将配合面打几个毛刺再装入壳体孔中。壳体与法兰组焊后需进行检漏, 然后按设计要求做静态漏率试验, 认为符合要求后, 再焊外部冷却水套。水套经水压试验后, 再精加工各法兰密封面。我们发现大门法兰与壳体焊后, 其变形量可达3毫米, 这是我们所未能预计到的。

各焊缝全部采用氩弧焊, 焊时采用直流反接, 以使电弧稳定, 焊件受热温度低, 易于增强母材金属耐蚀能力。为减小对母材的加热, 在保证焊透的情况下, 尽量采用小电流、大焊速、短弧施焊, 并应避免焊条摆动。多道焊应该每道焊缝焊完后, 仔细清除残渣及表面水锈, 冷至100℃下再焊下一道。

焊后经氮质谱检漏证明, 本文中所选用的工艺基本是成功的, 仅在箱体角处发现一个漏孔, 经补焊后, 达到了预期要求。

参 考 文 献

- (1) 刘玉魁, 真空系统设计原理, 国防工业出版社新时版(1988)
(2) 《机械设计手册》编写组, 机械设计手册(上册), 化学工业出版社(1976)
(3) 张令山、马元, 真空 2(1982)

真空标准之间的相互比对*

李旺奎 李得天

(国防科工委真空计量一级站)

关键词: 真空计量、比对、标准。

内容提要: 通过多类型、多渠道真空标准之间的比对校准研究, 建立了与其它标准实验室比对的联系网。采用电规DL-2和磁悬浮转子规SRG-2两种传递规, 首次实现了我们压缩式真空计标准与西德PTB膨胀式标准之间的国际比对, 从而参加到国际计量局主持的以PTB为中心的“星型”结构模式的国际比对之中。通过磁悬浮转子规CXG-1、SRS-2和DL-2实现了我们实验室内真空标准之间的比对校准研究, 并以电容规CHS310、HA390和CXG-1通过真空量值的追溯性实现了与美国NBS、国家计量院标准之间的比对。结果表明, 我们的真空标准与国内外有关国家级标准的一致性较好。

*1989年6月28日收到

一、LIP/PTB之间的国际比对

PTB的真空标准是一两级静态膨胀法金属校准系统；科工委一级站（LIP）的真空标准是新型压缩式真空计校准系统。

我们使用了两种传递规，一种是从美国MKS公司购进的SRG—2型磁悬浮转子真空规，该规曾在PTB膨胀式标准系统上用Ar校准过。我们在新型压缩式真空计校准系统上对SRG—2进行了校准。另一种是国内生产的DL—2型电离规，多年来，在日常校准中，对DL—2规进行了大量的实验研究。结果表明：DL—2规是一种比较稳定的规型，精选了一只DL—2规管，在国防科工委真空计量代表团访问PTB时带去。传送时规管处于真空密封状态，各电极参数由我们规定，并由各实验室自行提供。现在已完成了PTB—LIP—PTB—LIP的两轮校准。

为了提高比对的可靠性，对我们的标准作了仔细维护，以便系统处于最佳工作状态。所做的维护工作主要有：

- 1.对压缩计作了彻底清洗，并用称重法重新验证了真空计常数；
- 2.对水银工作液重新进行了蒸馏；
- 3.对毛细管内壁重新涂油。

以下结果均为标准系统处于最佳状态下所获得。在对SRG—2、DL—2校准时，严格按照《压缩式真空计标准装置校准真空计规程》进行，SRG—2型磁悬浮转子规也按我们对其性能作的大量研究基础上制定的操作规程使用，此处还采取了温度控制等措施。

在LIP和PTB真空标准上对SRG—2用Ar校准的切向动量传递系数 α 的平均值为：

LIP: 1.056; PTB: 1.053

比对的一致性为0.3%。

我们从国际计量局（BIPM）主持的九国真空标准比对（以磁悬浮转子规作为传递规）的原始数据（PTB提供）估计各国与PTB的平均偏差如表1所示。

表 1

NPL(GB)	NPL(IND)	NBS	LNE	CMU	IMGC	NIM	ETL
+0.8%	+0.7%	-0.1%	-0.4%	+0.2%	+0.1%	-0.5%	-0.6%

NPL(GB)——英国国家物理研究所（膨胀式标准）；

NPL(IND)——印度国家物理研究所；

NBS——美国国家标准局（小孔流导法标准）；

LNE——法国Essais国家实验室（磁悬浮石墨圆盘分子规）；

CMU——捷克斯洛伐克计量研究院（麦克劳真空计标准）；

IMGC——意大利G.Colonetti计量研究所（小孔流导法标准）；

NIM——中国国家计量研究院（膨胀式标准）；

ETL——日本电子技术综合研究所（麦克劳真空计标准）。

图1所示为上述各国的比对结果和我们的比对结果（+0.3%）。

由图1得到各国标准与我们标准之间的偏差如表2所示。

偏差均在±1%以内，说明我们的标准与上述各实验室标准的一致性较好。这样通过

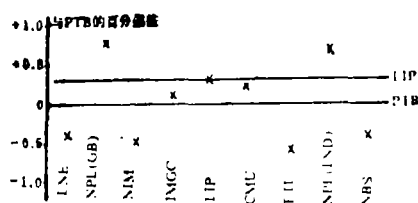


图1 各实验室标准与PTB标准比对的偏差

SRG—2 不仅与PTB进行了比对,而且也间接地和其它实验室进行了比对,这是以 PTB为中心的“星型”国际比对模式的必然结果。

在PTB标准和我们的标准系统上对一只DL—2 规分别用He、N₂、Ar 轮流校准的结果见表3,结果以电离规系数的平均值形式给出。

PTB和LIP第一轮校准之间的偏差为: $\delta_{H_0} = -1.48\%$; $\delta_{N_2} = -0.65\%$; $\delta_{Ar} = +0.71\%$ 。第二轮校准之间的偏差为: $\delta_{H_0} = -1.23\%$; $\delta_{N_2} = +0.36\%$; $\delta_{Ar} = +0.24\%$ 。

表 2

NPL(GB)	NPL(IND)	NBS	LNE	CMU	IMG	NIM	ETL	PTB
+0.5%	+0.4%	-0.7%	-0.7%	-0.1%	-0.2%	-0.8%	-0.9%	-0.3%

表 3

气 体	PTB第一次校准	LIP第一次校准	PTB第二次校准	LIP第二次校准
He	2.03×10^{-2}	2.000×10^{-2}	2.04×10^{-2}	2.015×10^{-2}
N ₂	1.382×10^{-1}	1.373×10^{-1}	1.380×10^{-1}	1.385×10^{-1}
Ar	1.702×10^{-1}	1.714×10^{-1}	1.695×10^{-1}	1.699×10^{-1}

PTB和LIP对DL—2 规两轮校准的时间间隔约为一年,因而在PTB和LIP系统上一年内该规的长时稳定性分别为:

PTB: $\Delta_{H_0} = +0.49\%$; $\Delta_{N_2} = -0.14\%$; $\Delta_{Ar} = -0.41\%$

LIP: $\Delta_{H_0} = +0.75\%$; $\Delta_{N_2} = +0.80\%$; $\Delta_{Ar} = -0.88\%$

这样好的稳定性说明DL—2 规作为传递规的可靠性,在两轮校准期间DL—2 规的稳定性均在 $\pm 1\%$ 以内,因此从这两轮校准的有效数据看,PTB和LIP标准之间的一致性较好。

虽然用SRG—2 和DL—2 作为传递规,都取得了较好的一致性,但从上列数据可看出,用SRG—2 取得的一致性更好,这主要是传递规本身性能稳定性的差异所致,这说明SRG—2 更适宜作为传递规。在国际比对发展过程中,也曾采用过电离规和磁悬规作传递规,最后选定磁悬规。

二、用低真空膨胀式标准校准CHS310型电容薄膜规和CXG—1型磁悬规

我们的低真空膨胀式系统是三个膨胀小体积并联型的一级静态膨胀法标准装置。校准室体积为7413.8毫升,量程 10^{-1} — 10^{-4} 帕,不确定度为 $\pm 1\%$ 。CHS310电容规的传感器探头为133帕的规头,配以170系列高精度电子显示单元,曾由美国NBS标准校准。CXG—1 曾由国家计量院标准校准。

为了避免振动对CXG—1 的干扰,校准时将前置机械泵暂时关上。用N₂作为校准气体

共进行了三次校准, 每次都将压力点调于 1×10^{-1} 、 2×10^{-1} 、 $\cdots \cdots 10 \times 10^{-1}$ 帕各点, 校准的平均相对偏差如表 4 所示。

表 4

平均相对偏差	第 一 次	第 二 次	第 三 次
CHS310相对膨胀式	+0.28%	+0.65%	+0.13%
CXG-1相对膨胀式	-0.13%	+0.28%	+0.57%
CXG-1相对CHS310	-0.40%	-0.35%	+0.45%

上述三次校准，每一次相互之间的偏差及三次校准的重复性都在 $\pm 1\%$ 以内。因为我们进行的是多家真空量值（自己的低真空膨胀式：CHS310跟踪至美国NBS标准；CXG—1跟踪至国家计量院标准）的互校，这说明了三家相互之间的一致性较好。

三、真空标准间接比对的一致性

我们使用了SRG—2、CXG—1、DL—2、CHS310、HA390等真空规,在它们之间以及与真空标准进行了大量的直接比对和校准,从而实现了我们的真空标准与其它实验室真空标准的间接比对。

图2所示是我们真空标准与其它实验室真空标准比对的联系网。其中压缩式真空计标准与PTB膨胀式标准及BIPM主持的真空标准比对各参加国标准的间接比对在第一部分已进行过介绍,下面将图2所示其余标准间的间接比对分述如下。

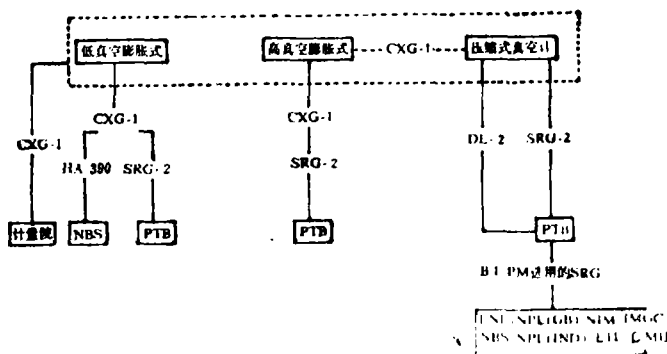


图2 真空标准比对系统网

1. 低真空膨胀式标准与国家计量院, NBS、PTB标准之间的比对

CXG—1 在计量院标准上校准过。它的测量值代表着计量院的标准值。而 CXG—1 在我们标准上校准的相对偏差为 +0.24%，因此相当计量院标准与我们标准间接比对一致性为 +0.24%，CXG—1 起传递作用。

HA390型电容规由NBS校准。HA390和我们标准对CXG—1校准的相对偏差为+0.28%，相当于美国NBS和我们标准的一致性为+0.28%，CXG—1和HA390起传递作用。

我们的标准和SRG—2 在对应范围对CXG—1 校准的相对偏差为 -1.47% ，相当PTB和我们标准在对应范围的一致性为 -1.47% ，CXG—1 和SRG—2 起传递作用。

2. 高真空膨胀式标准与计量院、PTB标准之间的比对

我们用高真空膨胀式标准对CXG—1 校准的相对偏差为 $+0.89\%$ 。因此计量院和我们标准间的一致性为 $+0.89\%$ ，CXG—1 起传递作用。

我们标准和SRG—2 在相应范围对CXG—1 校准的相对偏差很小(0.02%)。这说明此范围内PTB和我们标准的一致性非常好，CXG—1 和SRG—2 起传递作用。

3. 压缩式真空计标准与计量院标准之间的比对

用我们压缩式真空计标准对CXG—1 校准的相对偏差为 $+0.59\%$ ，相当于计量院和我们压缩式标准间的一致性为 $+0.59\%$ ，CXG—1 起传递作用。

4. 内部高真空膨胀式和压缩式真空计标准的比对

CXG—1 在两台标准系统上都进行了校准，结果压缩式真空计标准相对高真空膨胀式标准的偏差为 $+0.3\%$ ，CXG—1 起传递作用。

顺便提一个有趣的现象，在第一部分中曾以SRG—2 作为传递规得到：压缩式标准相对PTB膨胀式标准的相对偏差为 $+0.3\%$ 。现在以CXG—1 作为传递规得到：压缩式标准相对高真空膨胀式标准的偏差也是 $+0.3\%$ 。因此，PTB膨胀式标准和我们高真空膨胀式标准一致性很好，而我们以CXG—1 和SRG—2 作为传递规也正好得出这样的结果(0.02%)。我们认为这不仅仅是一种偶然的巧合，其原因有两个：(1) 磁悬规(SRG—2、CXG—1)作为传递规的稳定性；(2) 真空标准本身的可靠性。

实际上，在我们大量的比对实验研究中，不仅采用CXG—1 实现了内部两台标准之间的比对，证明磁悬规的稳定性和标准系统的可靠性。而且也采用了压缩式——SRG—2 ——CXG—1 ——高真空膨胀式、压缩式——DL—2 ——SRG—2 ——CXG—1 ——高真空膨胀式等多规传递方式，同样取得了较好的一致性，进一步证明了SRG—2、CXG—1，DL—2 规的稳定性和我们内部真空是值的统一性。

四、结 论

从上述多种类、多渠道真空规及真空标准大量的直接和间接比对校准，我们得出如下几点结论：

1. 在PTB膨胀式标准与我们压缩式真空计标准比对中，采用SRG—2 和DL—2 都获得了较好的一致性。

2. 我们的真空标准，在其实际工作范围内与国内外有关国家级真空标准间接比对的一致性较好：

3. 我们内部真空标准的一致性较好。