

4304A型功率计的校准方法探讨

裘剑敏 / 浙江省计量科学研究院

1 前言

通过式功率计4304A主要测量调频、调相等幅波功率，具有便携、可靠、结实、简单、准确的特点，其频带宽和功率范围大，是通信维修人员的良好助手，而且可用于常规的双向无线电对讲机和无线寻呼系统，因此在通信行业中广泛应用。

2 校准原理

4304A型功率计(图1)的主要性能指标：

5/15/50/150/500W(根据不同的功率探头选择)

频率范围(25-1000)MHz

精度(100-512)MHz: ±6%; 其余: ±7%

该类型功率计的精度相对较低，所以考虑以交替比较法作为校准的基本方法。

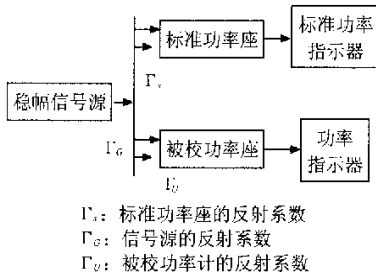


图1 4304A型功率计

图2 交替比较法

交替比较法校准装置组成和工作原理：

交替比较法校准装置比较简单，它是由稳幅信号源、终端式标准功率座和标准功率指示器组成。交替比较法是利用高一级的标准功率座（已知有效效率或校准系数）校准被校功率计。校准程序：将标准功率计和被校功率计交替接到稳定的信号源上，信号源输出保持不变，那么被校功率计所吸收的功率 P_c 和标准功率计所吸收的功率 P_s 存在一特定关系，从而得到被校

功率计的校准系数。图2是交替比较法的原理框图。

本文主要针对配备50W功率探头的4304A功率计进行5W/15W/50W三个量程档进行校准，据此，对原理图做相应改变。改变后的校准系统主要由信号发生器(E4438C)输出稳幅信号经功率放大器(50W/1000B)放大输出分别接到被校功率计(4304A)和经30dB衰减的标准功率计(E4416/E9323A)上。由于标准功率计所配功率探头(E9323A)属小功率探头，所以在信号接入功率计前需对信号进行衰减，选用30dB标准衰减器接在标准功率计之前。4303A的输出端还应有效连接吸收负载，具体测量可见图3。如果忽略各种反射功率，那么理论上：

$$P_c = P_s + A$$

P_c : 被测功率计读数

P_s : 标准功率计读数

A : 30dB标准衰减器衰减值

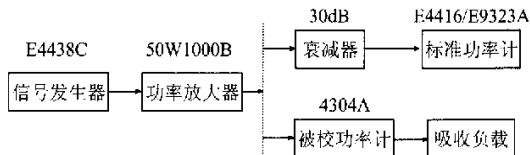


图3 测量框图

3 校准过程

按图3连接系统，校准可以分为固定标准读被校和固定被校读标准两种。固定标准读被校主要指调节信号发生器使得标准功率计指示固定值，保持信号发生器输出不变换接被测功率计，读出被校功率计的指示值，就可以根据被校功率计与标准功率计读数之间的关系得出被校功率计标称值与实际值的对比数据；固定被校读标准主要指调节信号发生器输出幅度，使被

校功率计指示到固定的标称值，保持信号发生器输出不变，换接加标准衰减器的标准功率计，读出标准功率计指示值，同样也可以得到被校功率计标称值与实际值之间的关系。

如果采用固定标准读被校，由于4304A型功率计是指针型，表盘刻度为非线性划分，而标准功率计的指示固定，被校功率计指示很有可能偏离刻度值，人为估读就很有难度，不仅不同的实验人员读出的数据离散性大，而且同一实验人员多次测量读出的数据离散性也很大。显然这种方法不适合这种功率计。固定被校读标准就可以较好地避免非线性刻度读数这个问题。校准时根据不同的量程选择不同的标称值，调节信号发生器使被校功率计指针都指示在所需的标称值上，换标准功率计读出功率值，就可以计算得出该标称值的实际值。

除此之外，数据处理还要关注：上级部门给出的信号发生器校准数据、上级部门给出的30dB标准衰减器的校准数据以及上级部门给出的标准功率计的校准系数都应在数据处理时予以考虑、修正。另外还应根据各自情况的不同，考虑影响实验数据的其他因素，尽可能修正。

4 校准数据

表中为测量得到的部分数据：

量 程	标称值 (W)	实测值 (W) (900MHz)
50W	50	52.08
	30	29.61
	10	9.53
	15	15.03
15W	10	9.79
	5	4.69
5W	5	5.09
	3	2.95
	1	0.93

测量结果不确定度简单分析：

用交替比较法校准被校功率计，其不确定度主要由以下几个分量组成：

(1)标准功率计校准系数引入的相对标准不确定度分量

(2)替代功率的测量误差引入的相对标准不确定度分量；

(3)标准信号发生器幅度引入的相对标准不确定度分量；

(4)标准衰减器衰减量引入的相对标准不确定度分量；

(5)测量重复性引入的相对标准不确定度分量。

5 小结

通过实践，要较好的完成4304A型功率计的校准，还需重视：

(1)设备的正确连接

应特别注意该功率计输出端是否有效连接大功率吸收负载，空载或过载后果严重，反射功率有可能损坏功率计，更有可能击穿功率放大器；还应注意接头的正确连接，特别注意功率放大器的频率、幅度范围，避免超量程使用而损坏仪器。

(2)设备的正确开启顺序

在本实验中，因功率输出较大，处置不当，泄漏功率对实验人员、实验设备都有较大的影响。所以在实验中特别是更换标准功率计和被测功率计时要及时关闭功率放大器、信号源射频输出开关。

(3)检查被校仪器

被校功率计是一种通过式功率计，使用过程中另一个功能是可以测量驻波比，所以两端N型接口均可作为输入/输出口，其功率探头也是活动型配件，接入时，应观察功率计的正确指向。必要时可以通过辅助手段检测其通路的正常性，以免将一台外观无法辨别的“病”仪器连入校准系统，造成标准设备的损坏。

参考文献

- [1] 崔孝海. 功率计校准技术培训教材. 北京：中国计量科学研究院. 2006.
- [2] 冯新善, 等. 高频、微波功率的计量测试. 北京：中国计量出版社. 1987.
- [3] 陈成仁, 等. 高频和微波功率计量. 北京：中国计量出版社. 2005.