

用福禄克公司多产品校准器 5520A 校准仪检定高精度 6 位半数表的探讨

庆增宏

叶德培

(福州魁岐 91274 部队计量站, 魁岐 350014) (北京 142 信箱 408 分箱, 北京 100845)

摘要: 本文按照最新国家计量技术规范要求, 提出“校准仪性能合理扩展”及“校准仪与数表的参数不确定度匹配”观点。根据高精度数表检定现状和便于数表检定的实际操作, 详细论述对多功能校准仪溯源的特殊要求、开展数表检定的注意问题, 深入探讨用 5520A 校准仪对高精度 6 位半数表的检定方法。

关键词: 多功能校准仪 高精度数表 检定

FLUKE 5520A 多功能校准仪, 能作为检定电压、电流、电阻、电容、频率、温度、压力以及示波器的标准源。其电压、电流等分辨率与 6 位半数表相仿, 因此, 在作为检定高精度 6 位半数表的校准时, 势必要进行认真严格的探讨。本文以 5520A 多功能校准仪检定 34401A 程控数表为例, 探讨用 5520A 校准仪检定高精度 6 位半数表的检定方法。

一、目前 34401A 数表检定现状

HP 34401A 程控数字万用表不但性能稳定而且精度高, 成为自动化测试系统中极为常见的一种通用仪器。该仪器在为自动化测试系统提供高精度测量的同时, 也给对自身的计量检定提出了高要求。一般的省级计量测试技术研究所不具备对 HP 34401A 程控数字万用表的检测能力。

从 HP 34401A 数表的测量范围全面分析, FLUKE 5520A 多功能校准仪确实不完全具备检定该类型数表的技术性能。这使得目前计量界普遍认为 5520A 校准仪不能检定 34401A 数字万用表, 以致一些拥有 5520A 校准仪的计量单位, 没能开展检定 34401A 数字业务, 仅简单地将数表向上级送检。

但是, 只要对 5520A 校准仪的技术性能进行合理扩展, 即可满足开展对 HP 34401A 数表进行常规检定的要求。这样不但可以节约(或创收)可观经费, 避免数表送检时运输损坏, 而且能大大缩短检定时间。因此, 探讨如何用 5520A 校准仪, 方便快捷地检定高精度 6 位半数表, 具有很大的理论和实用价值。

二、新计量技术规范对测量仪器特性评定的基本要求

过去, 测量仪器不确定度可忽略不计的一般要求是: 检定用测量仪器与被检测量仪器的测量不确定度比, 或测量仪器的测量不确定度与被检工作测量器具的允许误差极限之比, 一般在 $1/4 \sim 1/10$ 之间确定。

2003 年 2 月 4 日实施的国家计量技术规范《JJF 1094-2002 测量仪器特性评定》中, 对测量仪器示值误差符合性评定的基本要求, 进行了如下阐述:

“对测量仪器特性进行符合性评定时, 若评定示值误差的不确定度满足下面要求, 则可不考虑示值误差评定的测量不确定度的影响: 评定示值误差的不确定度 U_{95} (在一般情况下, 评定示值误差的不确定度 U_{95} , 可取包含因子 $k=2$ 的扩展不确定度 U), 与被评定测量仪器的最大允许误差的绝对值 MPEV 之比, 应小于或等于 1:3”。

以上阐述, 基本符合数表检定中所规定的总体要求: 整个标准装置系统的综合误差, 应小于被检数表允许误差的 $1/3 \sim 1/5$ 。

三、5520A 校准仪对 34401A 数表检定时的特性评定

对 HP 34401A 数字万用表的计量,在使用单位没有提出特别要求的情况下,通常检定的功能项是:直流电压、直流电流、交流电压、交流电流及电阻测量。

1、将 HP 34401A 数表在这些功能项参数的一年不确定度,与 FLUKE 5520A 校准仪的一年不确定度进行比较考察。

(1)符合 JJF 1094-2002 基本要求的校准仪功能项(或输出档)有:直流电流、交流电流(3A 及以下档输出的中频段)、交流电压(330V 及以下档输出的中频段)、电阻测量。

(2)不符合上述基本要求的校准仪功能项(或输出档)有:直流电压、交流电流(3A 以下档输出的低频和高频段,1.1A 档输出中频段)、交流电压(330V 及以下档输出的低频和高频段、1020V 档输出)。

2、对上述不符合要求的校准仪功能项(或输出档),用数表功能项(或量程)的一年不确定度,与 FLUKE 5520A 校准仪的 90 天不确定度进行比较考察。

(1)符合 JJF 1094-2002 基本要求的校准仪功能项(或输出档)有:直流电压、交流电流(1.1A 档输出的中频段)、交流电压(1020V 档输出的中频段)。

(2)不符合上述基本要求的校准仪功能项(或输出档)有:交流电流(所有输出档的低频和高频段)、交流电压(所有输出档的低频和高频段)。

四、合理扩展 5520A 多功能校准仪性能

参照上海计量测试技术研究院,对 HP 34401A 数表进行常规检定的检定范围,只要 5520A 多功能校准仪在一些功能项的档位输出,满足其 90 天不确定度要求,就能实现 5520A 多功能校准仪对 34401A 数表开展计量检定。否则,可采用由上级计量技术机构对 5520A 溯源时给出的修正值作为标准值,对 34401A 数表开展计量检定。实践中应尽可能避免采用引进测量仪器修正值的检定方法。主要因为,一是修正值法需要进行繁琐的数据处理;二是修正值法只能在一些固定的指定点上对数表进行检定。

我们把 5520A 校准仪的 90 天不确定度,运用到对 HP 34401A 数表的计量上,称之为校准仪“性能合理扩展”。在进行仪器特性评定时发现,与 HP 34401A 数表不确定度比较,5520A 校准仪一些功能项的一年不确定度完全满足 JJF 1094-2002 要求。显然开展检定时,是用 5520A 校准仪的 90 天不确定度,还是用一年不确定度,根据需要而定。我们把按照 JJF 1094-2002 要求,选用校准仪不同不确定度的方法,称之为校准仪与数表的“参数不确定度匹配”。

经测量仪器的特性评定还可以看出,数表的交流功能项的低频和高频段,无法完成校准仪与数表的“参数不确定度匹配”。参照上海计量测试技术研究院,对 34401A 数表进行常规检定的检定范围,是在 40Hz~50kHz 范围检测数表的交流频响特性。用 5520A 校准仪检定 34401A 数表时,只要改为在 45Hz~50kHz 范围对数表进行频响检测,即可实现“参数的不确定度匹配”。

五、对 5520A 多功能校准仪溯源的特殊要求

在探讨用 5520A 校准仪检定 34401A 数表中,需要用到校准仪的 90 天不确定度。这就有必要在对校准仪溯源时,向上级计量技术机构提出考察校准仪一些输出档 90 天不确定度的特殊要求。为便于用 5520A 校准仪检定 34401A 数表的实际操作,我们参照上海计量测试技术研究院对 34401A 数表进行常规检定的检定点,在此给出 5520A 多功能校准仪溯源时,对量值传递单位提出特殊要求的具体做法:

1、请上级计量技术机构按 5520A 校准仪一年不确定度开展正常检定。

2、根据正常检定结果,请上级计量技术机构在下列功能项(或输出档)上,检定校准仪的 90 天不确定度。若不能满足 90 天不确定度指标,则给出指定点的修正值及修正值的不确定度 U_{95} (包括该不确定度在多长时间有效期内)。

(1) 直流电压功能项

330mV 档：不满足 90 天指标时给出 10mV、40mV、70mV、100mV 点修正值。

3.3V 档：不满足 90 天指标时给出 400mV、700mV、1V、2V、3V 点修正值。

33V 档：不满足 90 天指标时给出 4V、5V、6V、7V、8V、9V、10V 点修正值。

330V 档：不满足 90 天指标时给出 40V、70V、100V 点修正值。

1000V 档：不满足 90 天指标时给出 400V、700V、1000V 点修正值。

(2) 交流电压功能项的 1020V 档：不满足 90 天指标时给出 400V、750V 点修正值。

(3) 交流电流功能项的 1.1A 档：不满足 90 天指标时给出 0.4A、0.7A、1A 点修正值。

六、校准仪对高精度数表开展检定的几点说明

因为 5520A 多功能校准仪没能做到完全具备检定 34401A 数字万用表能力。因此，在用校准仪对该型数表检定时应注意以下几点。

1、开展检定的时间把握

对 5520A 校准仪性能合理扩展时，用到了校准仪的 90 天的不确定度。因此，开展数表检定的时间，应尽量在校准仪溯源后 90 天内进行。

2、必要时需用修正值法检定

由于 FLUKE 5520A 多功能校准仪在制造上采用了多项专利技术，因此，一般情况下其技术指标都能满足 90 天不确定度要求。也就是说，在绝大多数情况下，不需要采用修正值检定方法。但是，在以上需要考察 90 天不确定度的七个输出档上，如果存在不满足要求的输出档，则在该输出档必须引用校准仪指定点的修正值开展检定，而不能任选检定点。

3、可通过开发 5520A 校准仪和高精度 6 位半数表的程控功能，克服必须用修正值检定法时的繁琐数据处理问题。

4、以下情况数表需送上级计量技术机构检定

(1) 数表用户要求数表的频率特性超出 45Hz~50kHz 范围。

(2) 在需要考察校准仪 90 天不确定度的七个输出档上，存在不能满足要求的输出档。数表用户在送检时指定了必须对数表某些点进行计量，而这些计量点只要有一点处在校准仪不能满足 90 天不确定度要求的输出档范围内，且没有该点的修正值。

5、校准仪电流输出

在检定数表直流或交流电流 3A 点时，应将校准仪电流输出设置为对应的直流或交流 2.99999A 输出。这是因为，一是不需要更换校准仪的输出接线柱；二是设置为 3A 输出，校准仪不能满足《JJF 1094-2002 测量仪器特性评定》基本要求，设置为 2.99999A 输出，反而能满足要求。

6、数表其他功能项的检定，或其他类型高精度 6 位半数表的检定，可参照本文阐述的观点和方法开展。

参 考 文 献

[1]、叶德培. 测量不确定度. 北京: 国防工业出版社

[2]、叶德培等. JJF 1094-2002 测量仪器特性评定. 北京: 中国计量出版社