

对计量标准测量不确定度传递比较验证法的认识

新疆奎屯市质量与计量检测所 叶生健

【摘要】 本文主要针对“测量不确定度验证中的传递比较法”阐述了个人的理解方式和使用说明，适用于计量标准考核中，对所给出的不确定度合理性的验证，以及充分对检定校准证书中的信息合理应用。

【关键词】 溯源性；不确定度；传递比较法；被测对象

引言

通过系统科学的评定，可得到检定校准测量不确定度，此结果必须通过验证才能确认其是否合理，真实，有效。在JJF1033-2008《计量标准考核规范》规定的两种方法中，因传递比较法具有溯源性，而比较法不具有溯源性，因此传递比较法从验证原则上被优先采用。而传递比较法在具体理解和应用方面也可能不同，所以现实工作中很多人认为传递比较法不易实现，JJF1033-2008《计量标准考核规范》规定的另一种方法比较法被大量使用。经过学习，现将我对传递比较法的理解和应用认识跃然纸上，供大家参考、剖析、指正。

1. 传递比较法定义

用被考核的计量标准测量一稳定的被测对象，然后将该被测对象用另一更高级别的计量标准进行测试，若被考核计量标准和高一级计量标准进行测量时的扩展不确定度（ U_{95} 或 $k=2$ 时的 U ，以下相同）分别为 U_{lab} 和 U_{ref} ，他们对同一被测对象的测量结果分别是 y_{lab} 和 y_{ref} ，在两者包含因子近似相等的前提下，应满足： $|y_{lab}-y_{ref}| \leq (U_{lab}^2+U_{ref}^2)^{1/2}$ ，即可证明 U_{lab} 是合理，可靠，有效的。当 $U_{ref} \leq 1/3 U_{lab}$ 时，可忽略 U_{ref} 的影响，此式可转换为： $|y_{lab}-y_{ref}| \leq U_{lab}$ ，以上为传递比较验证法在《JJF1033—2008 计量标准考核规范》中的定义。

2. 对定义的理解，剖析和延伸

由传递比较法定义可看出，被考核计量标准和上一级计量标准是对同一个稳定的被测对象进行分别测量，也就是说两级标准在测量中都要复现同一量值，即被测量，我们能否这样理解，如果这个被测量是由上一级计量标准提供的标准信号或是由被考核标准输出的标称值提供的，两级标准对这个被测量都同时进行测量，这个过程就是 计量检定/校准其示值的过程，此时这个被测对象（也就是上级标准提供的标准信号或被考核标准的标称值提供的量值）量值的稳定性是完全可以保证的，这个被测对象就是被考核的标准器本身或上级计量标准提供的标准信号或者是在检定过程中两级计量标准共同测量的某一量值。这一点符合定义要求，在此过程中，各种影响量的影响程度近似相同。

进而可认为检定/校准证书上给出的示值误差是（ ）或修正值（—）或其他方式表示的测量结果就是上一级计量标准和被考核计量标准对同一个被测量复现值或其误差。即得到对同一个被测对象的测量误差 $|y_{lab}-y_{ref}|$ 。 U_{lab} 是本级标准评定得出的，也就是若满足 $| |$ 或 $|—| \leq U_{lab}$ 即可认定 U_{lab} 的合理有效。

对有些标准而言，如三等测力计，因为上级技术机构出具了检定/校准证书，说明检定/校准其示值是在确定等它指标符合检定规程或校准规范并满足使用要求时进行重新定度，如果校准结果不能满足使用要求，被考核的标准就该被淘汰了，就谈不上验证了。所以传递比较验证法就可认为被检测力计和上级测力标准对某一标准力值进行了同时测量。例如，今年证书上给出某测力计 30kN力值点定度值为 5.628mm，也就是当上级标准提供的标准力值 30kN时，通过杠杆放大后测力计变形量 5.628mm，是上级计量标准对标准力值 30kN的测量值 y_{ref} ，那么 y_{lab} 呢？在这儿，我们的前提是本级标准经检定合格或校准符合要求后上级出具了检定 / 校准证书，所以，从各方面来讲这个测力计是合格或校准符合要求的，再者，本次检定是有效期到来之前进行的，其原先的测量数据依然有效或近似有效，这时被考核的测力计对 30kN标准力值的测量值（ y_{lab} ）是去年证书上给出的 30kN力值点定度值，查得是 5.632mm，也就是在没有重新检定（定度）之前，若上一回检定/校准和这一次温度一致，给本三等测力计施加 30kN标准力值，本标准的示值为 5.632mm，可直接比较，否则，可把两个值修正到同一温度后进行比较，假设温度相同，则 $y_{lab}=5.632mm$ ， $y_{ref}=5.628mm$ ，若 U 是相对形式，则满足下式即可： $|y_{lab}-y_{ref}|/y_{ref} \leq U_{lab}$

3. 优越性

若上述方法成立可行，则这种验证操作方法具有以下优越性。

首先，因其有溯源性，其验证结论更加客观、有效、合理。

其次，降低了二次测量带来的成本，许多单位用此法时都客观的送一被测对象到上级检定/校准机构，无形中增加了选择被测对象、邮寄、运输、人员成本。

第三，操作方便，实现容易。只要是计量标准主要设备送上级检定或校准，证书上都会给出测量结果或修正值或示值误差，此方法便可实现。

第四，充分利用证书上的有效信息。

第五，可大幅度降低影响量对测量结果的影响，由于验证与检定是同时进行，无论人员，环境，电磁干扰，电压波动等各方面条件都处于上一级计量标准使用的参考条件，相对被考核标准的各方面使用条件都有了较大幅度的改善，也就是提高了 y_{lab} 的可靠性。

第六，减轻了对上一级计量标准的性能损耗，上级计量标准使用次数愈频繁，对其自身性能的消耗越大。

4. 应用实例

(a)在检定/校准过程中，将被考核计量标准作为被测对象。

例如： F_1 级砝码经检定后，证书上给出200g值的修正值为0.3mg。则可认为本单位 F_1 级砝码与一个被测量（也就是自身）比较，自己与自己比较，误差为0，即 $y_{lab}=200g$ ，上一级计量标准同时测同一个信号（也就是被考核标准，本单位 F_1 级200g砝码），得出测量值为 $y_{ref}=200.0003g$ 。本单位 F_1 级200g砝码 $U_{lab}=0.6mg$ （ $k=2$ ），则 $|y_{lab}-y_{ref}|=0.3mg$ ， $U_{lab}=0.6mg$ ， $0.3mg<0.6mg$ 。本单位 F_1 级200g砝码的测量不确定度通过验证，可以在今后开展的的工作中直接使用。否则，应对 U_{lab} 重新评定。

(b)在检定/校准过程中，将上级计量标准提供的标准信号作为被测对象。

例如：三等标准测力计ES-6A送检后，检定证书上给出30kN力值点定度值为5.632mm。检定环境温度为17.5℃，也就是说在 $y_{ref}=5.628mm$ 。而去年证书上给出30kN力值点定度值为5.632mm，检定温度18.5℃，也就是说当在18.5℃时 $y_{lab}=5.632mm$ 。将两个检定温度修正到一致，如17.5℃，则 $y_{lab}=5.631mm$ ， $y_{ref}=y_{ref}=5.628mm$ ，被验证的 $U_{lab}=0.002$ ，用相比形式表示 $|y_{lab}-y_{ref}|/y_{ref}=0.0005\leq U_{lab}$ ，即可确定被考核三等测力仪标准装置的测量不确定度 U_{lab} 是合理的，可在今后的工作中直接使用。否则，应对 U_{lab} 重新评定。

(c)在检定/校准过程中，将上级计量标准和被考核计量标准共同测量的某一量值作为被测对象。

例如：某0.1级标准直流电压表，证书上给出50V点示值测量结果，该表示值为50.012V（ y_{lab} ），上级标准示值为49.9982V（ y_{ref} ）， $|y_{lab}-y_{ref}|=|50.012V-49.9982V|=13.8mV$ ， $U_{lab}=28mV$ ， $13.8mV\leq 28mV$ ，说明被考核的测量不确定度 U_{lab} 是合理的，可在今后的工作中直接使用。否则，应对 U_{lab} 重新评定。

5. 结论

传递比较验证法可以通过计量检定/校准过程来完成。这里讲的传递比较验证法主要是如何选择被测对象。本文阐述的被测对象可以是是被考核计量标准，也可以是上级计量标准提供的标准信号，还可以是上级计量标准和被考核计量标准共同测量的某一量值。这种验证方法，经笔者反复思考、斟酌，无论从其原理还是从定义，都是可行的，在使用中充分合理有效利用证书上的一切信息可以给我们的验证工作带来诸多便利，同时提高了测量可靠性，提高了验证的可靠性，科学性。

现将鄙人陋见展于此页，与诸位共享，请提出宝贵意见，本人不胜感激。

参考文献

JF1033-2008 《计量标准考核规范》

JJF1059-1999 《测量不确定度评定与表示》

作者简介

叶生健，男，1970年7月生，新疆奎屯市质量与计量检测所，助理工程师，1990年参加工作从事计量检定至今，2011年通过考核取得《一级注册计量师资格证》。