

标准砝码的替代方法与验证

□青岛市计量技术研究院 王海燕 王召孟 蒋铭 于旭光 赵易彬

【摘要】本文主要讲解什么情况下可以使用标准砝码的替代、替代的要求以及替代误差的验证。

【关键词】标准砝码；恒定载荷；替代

文献标识码：B 文章编号：1003-1870（2023）12-0029-02

1 标准器的要求

衡器静态检定的标准器主要是标准砝码，其误差大小是检定结果准确可靠的保证。检定用的标准砝码，应符合JJG99《砝码》的计量要求。在实际中对标准砝码的选择应符合：

- （1）其误差应不超过相应载荷最大允许误差的1/3。
- （2）标准砝码的数量应满足秤的检定要求。
- （3）具备符合化整误差消除所用闪变点法使用的附加标准砝码。

2 标准砝码的替代方法

计量检定必须按照国家计量检定系统表进行量值传递，常规的量值传递方法就是，利用直接比较法或者是组合比较法、并借助于相应准确度的标准天平将较高准确等级的砝码量值传递给较低准确等级的砝码。处于质量专业检定系统图末端的衡器量值的传递，常规的传递方法就是采用直接加砝码法，实现对衡器量值的传递。对于量值传递，通常的要求是：该检定方法的测量不确定度不应大于被检计量器具最大允许误差MPE的1/3。但在衡器检定中，尤其是大型衡器的检定，有时就无法采用上述直接加砝码法的常规方法。大型衡器检定的标准砝码替代法就是其中之一。

我国现在大型衡器的秤量已发展至200t，要实现对这些衡器最大秤量的检定是十分困难的。其方法之一是配备足量的标准砝码，这种方法费时费力、

极不经济。另一种方法是配备一定量的标准砝码，在检定现场寻找合适的“替代物”，采用标准砝码替代法实现衡器最大秤量的检定。

标准砝码替代法是对大型衡器检定时，由于标准砝码数量达不到衡器最大秤量所需的量而采用的一种方法。其是：先将检定现场所有的标准砝码放到被检衡器上，检定至需要进行替代的秤量，记录下该秤量误差和化整前误差（闪变点）所用小砝码的量，然后将标准砝码卸下，注意不要空秤，将替代物加到衡器承载器上，并通过加减小的替代物恢复到该秤量的实际误差，“闪变点”处所用小砝码要与上述的一致。此时就可以再向衡器加上前面被替代的标准砝码，进行更大秤量的检定，直至所有的标准砝码又都加到衡器上，再进行砝码替代，这样重复替代几次直检至衡器的最大秤量。在砝码替代过程中必然会产生一定的方法误差，而这些误差主要是由被检衡器重复性造成的，故标准砝码的替代法应对被检衡器的重复性提出如下要求：

在使用地点对秤进行检定时，可以使用其他量值稳定的载荷来替代部分标准砝码，替代原则如下：

如果重复性大于 $0.3e$ ，使用的标准砝码至少为最大秤量的1/2；

如果重复性不大于 $0.3e$ ，标准砝码部分可以减少到最大秤量的1/3；

如果重复性不大于 $0.2e$ ，标准砝码部分可以减少到最大秤量的1/5。

上述重复性用相当于1/2最大称量载荷（砝码或任意其他量值稳定的载荷）在承载器上施加3次确定。

衡器的重复性应当是在50%最大称量进行的，有人说，既然能在50%最大称量处进行重复性，就不需要在1/3最大称量和1/5最大称量处进行砝码替代了。要注意此处的重复性是使用恒定载荷进行的，可以不是标准砝码。国际建议OIML R76-1997要求，在被测衡器的最大称量大于1t时可以使用其他恒定载荷替代标准砝码，但是必须具备1t的标准砝码，而在OIML R76-2006中已经没有对衡器最大称量的要求，显然“具备1t的标准砝码”这一规定要求太低了。在我国为保证衡器的检定质量和衡器产品的出厂质量，一般情况下对于计量技术机构，小型秤应配备最大称量的砝码，大型秤必须配备所检衡器最大称量50%的标准砝码。对于生产企业生产100t以下衡器的企业，必须配备与最大称量等量的标准砝码。生产100t以上衡器的企业，应配足100t再加上100t以上称量50%的标准砝码。相应附加砝码的数量不少于10个。

砝码替代时，使用的替代物（恒定载荷）可以在检定前事先运到现场，也可以在现场临时找一些质量稳定的载荷。运到检定现场的替代物可以是检衡车和其他车身比较短的车辆。在检定现场临时找的替代物，可以是一些质量稳定的载荷，例如钢板、型材等。

3 方法的验证

下面分析一下砝码替代法是否能够满足测量不确定度不大于被检衡器最大允许误差MPE的1/3要求。为了方便，以一台常见的SCS-60型汽车衡为例进行分析，SCS-60型汽车衡的最大称量Max=60t，分度值 $e=d=20\text{kg}$ ，分度数 $n=3000$ 。

若衡器的重复性为 $0.3e$ ，要求具有21t标准砝码，是衡器最大称量的1/3，需要二次砝码的替代才能完成对衡器最大称量的检定。那么，第一次砝码的替代应该在21t称量处进行，衡器此称量的最大允许误差MPE为 $1.0e$ ，那么，替代误差 δ 就等于衡器的重复性（ $0.3e$ ）。这样替代误差 δ （ $0.3e$ ）小于衡器最大允许误差MPE（ $1.0e$ ）的1/3。砝码

的第二次替代，应该在42t称量处进行，此称量的最大允许误差MPE为 $1.5e$ 。由于是第二次砝码的替代，替代误差 δ 等于两次衡器的重复性均方和， $\delta = \sqrt{(0.3e)^2 + (0.3e)^2} = 0.42e$ 。这样替代误差 δ （ $0.42e$ ）小于衡器最大允许误差MPE（ $1.5e$ ）的1/3。

若衡器的重复性为 $0.2e$ ，要求具有标准砝码12t，是衡器最大称量的1/5，需要四次砝码的替代才能完成对衡器最大称量的检定。那么，第一次砝码替代应该在12t称量处进行，此称量的最大允许误差MPE为 $1.0e$ ，替代误差 δ 就等于衡器的重复性，具体为 $0.2e$ 。这样替代误差 δ （ $0.2e$ ）小于衡器最大允许误差MPE（ $1.0e$ ）1/3。二次替代是在24t称量处，此时最大允许误差MPE仍为 $1.0e$ ，其替代误差 δ 等于 $\sqrt{(0.2e)^2 + (0.2e)^2} = 0.28e$ ，也小于衡器最大允许误差MPE（ $1.0e$ ）的1/3。第三次替代是在36t称量处，此时最大允许误差MPE仍为 $1.0e$ ，其替代误差 δ 等于 $\sqrt{(0.2e)^2 + (0.2e)^2 + (0.2e)^2} = 0.34e$ ，也基本上满足小于等于衡器最大允许误差MPE（ $1.0e$ ）1/3的要求。第四次替代是在48t称量处，此时最大允许误差MPE为 $1.5e$ ，其替代误差 δ 等于 $\sqrt{(0.2e)^2 + (0.2e)^2 + (0.2e)^2 + (0.2e)^2} = 0.4e$ ，也能满足小于等于衡器最大允许误差MPE（ $1.5e$ ）1/3的要求。

但是，我国计量检定规程JJG539-2016和JJG14-2016中，没有在50%最大称量处进行标准砝码替代对被检衡器的重复性提出要求。严格意义上讲，此时就有可能满足不了“不大于被检衡器最大允许误差MPE 1/3的要求”。所以，在具有50%最大称量的标准砝码进行替代时，应当也提出对被检衡器重复性的要求，至少应要求衡器的重复性不超过 $1.0e$ 。

4 结语

由于砝码替代会带入一些不确定因素产生的测量不确定度，因此，在日常检定中，即使使用砝码替代法，也要尽可能减少标准砝码替代的次数。

作者简介

王海燕，女，高级工程师。主要从事衡器产品的检定和定量包装商品的检验工作。