

关于专用砝码检定方法的探讨

□北京市海淀区计量检测所 赵吉庆

【摘要】依据现行砝码检定规程，对专用砝码的约定质量的检定方法进行探讨。采用直接比较法进行检定，换算被检砝码的量值、确定了标准砝码选取的适用性，分析了检定结果合格与否的判定标准。

【关键词】专用砝码；约定质量值；最大允差；不确定度

文献标识码：B

文章编号：1003-1870（2023）05-0042-02

引言

JJG 99-2022《砝码检定规程》对专用砝码的检定只是简单的提及，在实际检定工作中最常见的专用砝码是与专业仪器配套使用的力值砝码，量值单位为牛顿（N）， $1\text{ N}=1\text{ kg}\cdot\text{m/s}^2$ 。专业仪器对其配套使用的专用砝码有相应的允差要求，因此在检定专用砝码时，需要获取其最大允许误差等信息作为检定结果合格与否的判定依据。

1 检定实例分析

以用户送检的一套型号规格为（200 N~1 N）的专用砝码为例，各砝码的最大允许误差为 $\pm 0.1\%$ ，是用相对误差形式表示的。

（1）量值的换算

砝码的检定是对其约定质量值的检定，被检的专用砝码首先需要按式（1）进行量值的换算。

$$N=mg \quad (1)$$

式中： N ——力，N；

m ——真空质量值，kg；

g ——重力加速度值，全国各地区有所不同，北京地区为 9.8015 m/s^2 。

依次换算各被检砝码质量值，将允差用相对误差的形式表示，并计算其扩展不确定度的极限值，见表1。

（2）测量方法

采用直接比较法进行测量，测量模型为：

$$m_{\text{ct}} = \sum m_{\text{cr}} + \Delta m_{\text{c}} \quad (2)$$

式中： m_{ct} ——被检砝码的约定质量值，g；

m_{cr} ——单个标准砝码约定质量值，g；

Δm_{c} ——约定质量差值，mg。

将由力的标称值换算的真空质量值（按需取整）作为被检砝码的质量标称值与标准砝码比较进行检定。

（3）标准砝码的选取

因采用了组合的标准砝码，且 F_2 等级标准砝码的检定证书中无修正值，故此标准砝码所引起的不确定可按照公式（3）计算。

$$u(m_{\text{cr}}) = \sum_i u(m_{\text{cri}}) = \sum_i \sqrt{\frac{\text{MPE}^2}{3} + u_{\text{inst}}^2(m_{\text{cri}})} \quad (3)$$

式中： $u(m_{\text{cr}})$ ——组合的标准砝码的不确定度，mg；

$u(m_{\text{cri}})$ ——单个标准砝码的标准不确定度，mg；

MPE——单个标准砝码最大允许误差，mg；

$u_{\text{inst}}(m_{\text{cri}})$ ——单个标准砝码质量的不稳定性引起的不确定度，取 $\sqrt{\frac{\text{MPE}^2}{3}}$ 。

经计算（见表1）可知所选的 F_2 等级标准砝码的质量的扩展不确定度满足不大于被检砝码质量最大允许误差的1/9的要求。

表1 被检砝码与标准砝码量值明细表

被检砝码标称值/N	被检砝码换算质量值/g	被检砝码最大允许误差绝对值 IMPE /g	被检砝码约定质量的扩展不确定度极限值 $U(k=2)/g$	标准砝码标称值 $\Sigma m_c/g$	标准砝码约定质量的扩展不确定度极限值 $U(k=2)/mg$
200	20405.040	20.405	6.801	20405	500.52
100	10202.520	10.202	3.400	10202	266.84
50	5101.260	5.101	1.700	5101	133.76
40	4081.008	4.081	1.360	4080	101.90
20	2040.504	2.040	0.680	2040	51.62
10	1020.252	1.020	0.340	1020	27.44
8	816.202	0.816	0.272	816	22.88
4	408.101	0.408	0.136	408	11.76
2	204.050	0.204	0.068	204	6.22
1	102.025	0.102	0.034	102	3.28

(4) 检定结果的判定

依据砝码检定规程，因限制了专用砝码的最大允许误差，当被检砝码约定质量满足式(4)时，判为合格。

$$m_0 - (|MPE| - U) \leq m_c \leq m_0 + (|MPE| - U) \quad (4)$$

式中： m_c ——被检砝码的约定质量值，g；

m_0 ——被检砝码的质量标称值，g；

|MPE|——被检砝码最大允许误差绝对值，mg；

U ——被检砝码约定质量的扩展不确定度，取极限值mg。

由上式计算可得被检砝码的允许值范围，选取适用的电子天平作为衡量仪器，采用直接比较法对被检砝码约定质量值进行测量计算（见表2），并进行合格与否的判定。

表2 被检砝码约定质量值测量结果

被检砝码标称值/N	被检砝码约定质量值/g	标准砝码约定质量值 $\Sigma m_c/g$	约定质量差值/mg	被检砝码约定质量最小允许值/g	被检砝码约定质量最大允许值/g
200	20405.152	20405	152	20391.436	20418.644
100	10204.845	10202	2845	10195.718	10209.322
50	5102.513	5101	1513	5097.859	5104.661
40	4079.155	4080	-845	4078.287	4083.729
20	2040.620	2040	620	2039.144	2041.864
10	1019.628	1020	-372	1019.572	1020.932
8	816.020	816	20	815.658	816.746
4	408.052	408	52	407.829	408.373
2	203.968	204	-32	203.914	204.186
1	101.990	102	-10	101.957	102.093

2 结论

本文采用了直接比较法进行专用砝码约定质量值的检定，为专用砝码的检定提供参考方法。标准砝码为 F_2 等级砝码组合形式并使用了标称值，被检砝码的质量标称值是由力的值换算取整而得。当使用标准砝码的标称值满足此专用砝码的检定需求时，可减少测量数据的处理工作，同时减少更高等级标准砝码的使用损耗。

参考文献

- [1] 钟瑞麟, 苏炜, 党正强等. 砝码: JJG 99-2022[S]. 北京: 中国计量出版社, 2022
- [2] 姚弘, 陈雪, 张泽光等. 砝码宣贯教材[M]. 北京: 中国计量出版社, 2007
- [3] 叶培德, 赵峰, 施昌彦等. 测量不确定度评定

与表示: JJF 1059.1-2012[S]. 北京: 中国计量出版社, 2013.

- [4] 林景星. 计量基础知识[M]. 北京: 中国质检出版社, 2015.

- [5] 张莉莉, 刘昆, 孙鹏飞. 关于专用砝码的测量方法探讨[J]. 衡器, 2020, 49(01): 17-19+21.

- [6] 孙鹏龙, 何开宇, 卜晓雪, 李鹏飞, 江浩, 葛笏良. 专用砝码校准与测量值的不确定度评定[J]. 计量与测试技术, 2017, 44(12): 60-61.

- [7] 覃开焱. 浅谈专用砝码质量值的修正[J]. 中国计量, 2016(04): 110-112.

作者简介

赵吉庆（1988-），北京市海淀区计量检测所工程师，研究方向：质量计量。