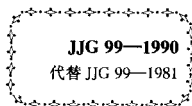


砵码试行检定规程

JJG 99—1990

砝码试行检定规程
Verification Regulation of Weights



本检定规程经国家技术监督局于 1990 年 6 月 12 日批准，并自 1991 年 1 月 1 日起施行。

归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：中国计量科学研究院

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

孙瑞娴（中国计量科学研究院）

参加起草人：

裴玉吉（中国计量科学研究院）

罗才生（中国计量科学研究院）

李建增（国家轨道衡计量站）

宁国权（航空航天工业部 304 所）

目 录

一 技术要求	1406
(一) 砝码分类	1406
(二) 砝码质量的标称值和组合	1406
(三) 砝码的检定精度、修正值和允差	1406
(四) 砝码的结构、材料、密度和调整	1409
(五) 砝码的外观质量	1410
(六) 砝码的标记	1411
二 检定条件	1411
(一) 检定用设备	1411
(二) 检定环境条件	1411
三 检定项目和检定方法	1412
(一) 外观检查	1412
(二) 清洗及存放砝码	1412
(三) 砝码的质量检定	1412
四 检定结果处理和检定周期	1421
附录	1421
附录 1 砝码的使用与维护	1421
附录 2 实心砝码体积的测定	1422
附录 3 砝码的结构形式	1425
附录 4 一等砝码检定结果汇总表	1426
附录 5 二等及做标准用的各级砝码检定结果汇总表	1426
附录 6 砝码检定证书(背面格式)	1427

砝码试行检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的砝码检定。不适用于按协议制造的专用砝码的检定。

一 技术要求

(一) 砝码分类

- 1 砝码按其是否有修正值分为两大类。有修正值的砝码分为一、二等；无修正值的砝码分为1、2、3、4、5、5₁、6、6₁、7级（即E₁、E₂、F₁、F₂、M₁、M₁₁、M₂、M₂₂、O级）。
- 2 本规程中，一等砝码采用真空质量值，二等砝码以及1至7级砝码一般采用折算质量值。

注：砝码的折算质量就是一个实际砝码与材料密度为8.0g/cm³的假想砝码在空气密度为0.0012g/cm³的条件下相互平衡，后者的真空质量值就称为前者的折算质量值，其中8.0g/cm³称为砝码的统一约定密度。

砝码折算质量值 m^* 与真空质量值 m 之间的折算关系为：

$$m^* = m + (V^* - V)\rho_{1.2} = \frac{\left(1 - \frac{\rho_{1.2}}{\rho}\right)}{0.99985} m \quad (1)$$

或

$$m = m^* + (V - V^*)\rho_{1.2} = \frac{0.99985}{\left(1 - \frac{\rho_{1.2}}{\rho}\right)} m^* \quad (2)$$

式中： ρ ——砝码的材料密度（g/cm³）；

$\rho_{1.2}$ ——约定的标准空气密度（0.0012g/cm³）；

V ——砝码的实际体积（cm³）；

V^* ——砝码材料按统一约定密度计算时的体积（cm³）。

(二) 砝码质量的标称值和组合

- 3 砝码质量的标称值通常情况下应为：

$$a \times 10^n \text{kg} \quad (3)$$

式中： a ——1、2、5；

n ——3~8的整数，其中-8只适用于5×10ⁿkg。

- 4 砝码的组合

砝码组可按下列规定的任一种方式组合：

(1、2、2、5) × 10ⁿkg（优先选用）；

(1、1、2、5) × 10ⁿkg；

(1、1、1、2、5) × 10ⁿkg；

(1、1、2、2、5) × 10ⁿkg。

(三) 砝码的检定精度、修正值和允差

- 5 砝码的检定精度

- 5.1 各等砝码的检定精度见表1。

5.2 各级砝码采用限定各项误差源的误差范围来控制其精度。

6 砝码质量修正值

6.1 各等砝码质量修正值必须在检定证书中给出。

6.2 各级砝码不给出质量修正值。但首次检定时或修理后检定时砝码质量修正值不得大于该砝码质量允差的三分之一。

7 砝码的质量允差

7.1 各等砝码的允差见表1。其中新生产的二等砝码按表2中3级砝码规定的允差生产。

7.2 各级砝码的允差见表2。

表1 各等砝码允差表

准确度等级 允差	一 等		二 等		备 注
	质量允差 (\pm mg)	检定精度 (\pm mg)	质量允差 (\pm mg)	检定精度 (\pm mg)	
标称质量值					
50kg	1.5×10^2	7.5×10	5×10^2	2.5×10^2	使用中的一等、二等砝码按实际值计算 新制的一等、二等砝码的质量负允差为规定值的二分之一
30kg	8.5×10	4.2×10	2.8×10^2	1.4×10^2	
20kg	5.6×10	28	1.4×10^2	9 \times 10	
10kg	3×10	14	9 \times 10	4.5×10	
5kg	20	6	4 \times 10	18	
3kg	12	4	25	12	
2kg	8	3	15	9	
1kg	4	0.5	5	2	
500g	2	0.4	3	1.2	
300g	1	0.3	2	0.9	
200g	0.5	0.2	1.5	0.6	
100g	0.4	0.1	1.0	0.3	
50g	0.3	0.1	0.6	0.3	
30g	0.2	0.06	0.4	0.2	
20g	0.15	0.04	0.3	0.12	
10g	0.10	0.02	0.2	0.06	
5g	0.05	0.01	0.15	0.03	
3g	0.05	0.007	0.15	0.03	
2g	0.05	0.005	0.10	0.03	
1g	0.05	0.005	0.10	0.03	
500mg	0.03	0.004	0.05	0.02	
300mg	0.03	0.004	0.05	0.02	
200mg	0.03	0.004	0.05	0.02	
100mg	0.03	0.004	0.05	0.02	
50mg	0.02	0.004	0.05	0.02	
30mg	0.02	0.004	0.05	0.02	
20mg	0.02	0.004	0.05	0.02	
10mg	0.02	0.004	0.05	0.02	
5mg	0.01	0.004	0.05	0.02	
3mg	0.01	0.004	0.05	0.02	
2mg	0.01	0.004	0.05	0.02	
1mg	0.01	0.004	0.05	0.02	
0.5mg	0.01	0.003			
0.2mg	0.005	0.002			
0.1mg	0.005	0.002			
0.05mg	0.005	0.002			

注：标称质量为 3×10^4 kg的砝码不再生产。

表 2 各级砝码质量允差表

质量允差 (mg) (±)	准确度 级别	1级	2级	3级	4级	5级	5 ₁ 级	6级	6 ₁ 级	7级	备注
		(E ₁)	(E ₂)	(F ₁)	(F ₂)	(M ₁)	(M ₁₁)	(M ₂)	(M ₂₂)	(O)	
标称质量值											
5t					7.5×10^4	2.5×10^5	5×10^5	7.5×10^5	1.5×10^6		
3t					4.5×10^4	1.5×10^5	3×10^5	5×10^5	9×10^5		
2t					3×10^4	1×10^5	2×10^5	3×10^5	6×10^5		
1t					1.5×10^4	5×10^4	1×10^5	1.5×10^5	3×10^5		
500kg					7.5×10^3	2.5×10^4	5×10^4	7.5×10^4	1.5×10^5		
200kg					3×10^3	1×10^4	2×10^4	3×10^4	6×10^4		
100kg					1.5×10^3	5×10^3	1×10^4	1.5×10^4	3×10^4		
50kg	25	7.5×10	2.5×10^2	7.5×10^2	2.5×10^3	5×10^3	7.5×10^3	1.5×10^4	2.5×10^4		
25kg						1.2×10^3	3.7×10^3		1.2×10^4		
20kg	10	3.0×10	1×10^2	3×10^2	1×10^3		3×10^3		1×10^4		
10kg	5	15	5×10	1.5×10^2	5×10^2		1.5×10^3		5×10^3		
5kg	2.5	7.5	25	7.5×10	2.5×10^2		7.5×10^2		2.5×10^3		
2kg	1.0	3.0	10	3×10	1×10^2		3×10^2		1×10^3		
1kg	0.5	1.5	5	15	5×10		1.5×10^2		5×10^2		
500g	0.25	0.75	2.5	7.5	25		7.5×10		2.5×10^2		
200g	0.10	0.30	1.0	3.0	10		3×10		1×10^2		
100g	0.05	0.15	0.5	1.5	5		15		5×10		
50g	0.030	0.10	0.30	1.0	3		10				
20g	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8				
10g	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6				
5g	0.015	0.05	0.15	0.5	1.5		5				
2g	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4				
1g	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3				
500mg	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8						
200mg	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6						
100mg	0.005	0.015	0.05	0.15	0.5						
50mg	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4						
20mg	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3						
10mg	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2						
5mg	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2						
2mg	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2						
1mg	0.002	0.006	0.02	0.06	0.2						

注：(1) 最大标称质量优先选用 $1t_0$ 。

(2) 5、6、7级砝码，标称质量为 25kg、3t 的允许继续使用，不允许再生产。

(四) 砝码的结构、材料、密度和调整

8 砝码的结构

8.1 各等砝码, 1级和2级砝码, 各级毫克组砝码必须采用整块材料的实心体, 其余砝码允许带调整腔。

8.2 各级的1g砝码或者克的分量砝码可以做成片状或线状, 其形状应易于夹取。

8.2.1 片状的1g砝码或者克的分量砝码必须是多边形的, 并且为了夹取方便, 应把砝码的一个边折成与砝码的主平面成直角, 折边的高度不得小于1.5mm, 不得大于2.5mm。

片状砝码的边与其标称值的关系为:

三角形对应于1、10、100、1000mg;

正方形对应于2、20、200mg;

五角形对应于5、50、500mg。

8.2.2 线状的克的分量砝码必须是一根线段或若干线段连接成的折线, 为便于夹取, 其中一个线段, 折线端部应上翘 30° 至 45° 。

线状砝码各折线的线段数与其标称值的关系为:

线段数为一条者对应于1、10、100mg;

线段数为二条者对应于2、20、200mg;

线段数为五条者对应于5、50、500mg。

8.2.3 对于线状砝码, 在同一砝码组内第二个或第三个同标称值的砝码, 可依次分别在其上弯成一个或二个小钩。

8.2.4 微克组线状砝码由于丝较细且不宜制成规整形状, 可采用近似于8.2.2项和8.2.3项的方式处理, 并在检定证书中画出其相应形状。

8.3 毫克组及其以上的1至3级砝码, 有无提钮不作强制规定, 它们也可以制成直圆柱体。

8.4 20kg以上(含20kg, 下同)的砝码, 可以制成重心低、便于叠放、防止滑落、起吊搬运方便形状。

8.5 装在衡量仪器上的砝码可根据衡量仪器的要求采用不同的结构形式。

8.6 5~7级50kg以上砝码的结构形式参考附录3。

9 砝码材料

9.1 砝码的制造材料

9.1.1 砝码必须用性能相对稳定的金属或合金制成。在正常使用条件下, 在整个检定周期内, 砝码质量的变化结果不应超过相对于其准确度级别的质量允差(对于级砝码)或检定精度(对于等砝码)。

9.1.2 制造各等砝码及1至4级砝码的金属或合金必须是非磁性的。各等砝码及1、2级砝码可用奥氏体不锈钢制造。各等砝码及3、4级砝码也可用黄铜、80—20镍铬合金或有铜制造。各等及3至5级毫克组砝码也可用铝制造。10kg以下的5级砝码可用黄铜或材质不劣于黄铜的材料制造。50kg以上的5至6₁级砝码和100g以上的6至7级砝码可用灰口铸铁制造。6级砝码也可用黄铜制造。

10 制造砝码的材料密度

10.1 各等砝码的材料密度, 允许适当分散, 在选材方面不受限制, 但必须对20g以上的克组和千克组一等砝码, 100g以上的克组和千克组二等砝码实测砝码的体积。对新生产10g以下的克组一等砝码和50g以下的克组二等砝码实测其材料密度。以上测定结果应不低于表

3 的要求。

表 3 体积和密度测定精度表

砝码等级 标称质量	一等、1 级砝码		二等、2 级砝码	
	体积 (cm) ³	密度 (g/cm ³)	体积 (cm ³)	密度 (g/cm ³)
50kg	5		50	
20kg	2		20	
10kg	1		10	
5kg	0.6		4	
3kg	0.4		3	
2kg	0.3		2	
1kg	0.05		0.5	
500g	0.04		0.25	
300g	0.03		0.2	
200g	0.02		0.1	
100g	0.01		0.09	
50g	0.01			0.03
30g	0.006			0.03
20g	0.003			0.03
10g		0.02		0.03
5g		0.02		0.03
3g		0.03		0.05
2g		0.03		0.05
1g		0.04		0.05

10.2 新生产的各等毫克组砝码应给出该砝码的实际材料牌号及相应的密度值。

10.3 使用中的 10g 以下的克组一等砝码的体积按本组 500g 至 20g 砝码实测体积的平均值来推算。使用中的 50g 以下的克组二等砝码的体积按本组 500g 至 100g 砝码实测体积的平均值来推算。

10.4 各级砝码的材料密度要求如下：

克组和千克组的 1、2 级砝码应实测该砝码的材料密度或体积，测定结果应符合表 3 的规定。克组、千克组的 3 级砝码的材料密度应由生产厂给出其实测材料密度的平均值，精度控制在 $\pm 0.04\text{g/cm}^3$ 。

10.5 3 级以下砝码，在一般情况下可用下列数值估算砝码的材料密度。铜合金： 8.4g/cm^3 ；不锈钢： 7.85g/cm^3 ；铸钢 7.8g/cm^3 ；铸铁： 7.2g/cm^3 ；铝： 2.7g/cm^3 。

11 砝码的调整材料

3 至 4 级砝码，必须用与砝码相同的材料来调整，5 至 7 级砝码允许用铅调整。

12 砝码的调整腔及其密封

12.1 新制造的 50kg 以上的砝码其调整腔不允许位于上表面。50kg 以下的 3 至 7 级砝码的调整腔的容积不得大于砝码总体积的 2/10，50kg 以上的 4 至 6 级砝码的调整腔的容积不得大于该砝码总体积的 5/100，500kg 以上的砝码调整腔容积不大于总体积的 3/100（在首次检定时，至少留有该砝码总体积的 1/100 的空余体积）。

12.2 单个砝码调整后必须密封。

(五) 砝码的外观质量

13 各级砝码表面均应光滑、平整洁净，不得有显见的砂眼、裂纹、毛刺和锐边等缺陷，各等砝码及 1 至 4 级砝码的表面应有良好的抛光。

14 砝码表面允许有镀层或涂层，以保护砝码表面不受腐蚀。此镀层或涂层必须能承受冲击、磨损及大气环境的影响，表面色泽均匀，不得有脱层、起泡、裂纹、灼伤、流痕、起皱、龟裂、露底等缺陷。

(六) 砝码的标记

15 砝码体上的标记

15.1 1mg 及其以上的等砝码必须用阿拉伯数字标记其标称质量值。100mg 及其以上的毫克组以及 50g 以上的克组、千克组一等砝码必须同时标记全国统一顺序的砝码器号。1、2 级砝码及其他各级毫克组砝码或者游码、环码一律不标出其标称值。除此以外的各级砝码，一律用阿拉伯数字标记其标称值。

15.2 砝码用阿拉伯数字标记其标称质量值的方式是：毫克组砝码以毫克为单位，克组砝码以克为单位，千克组及其以上砝码以千克为单位，但 1000kg 及其以上砝码也可以吨为单位。

对于毫克组和克组砝码，在阿拉伯数字后面是否带有单位的符号不做强制规定；对于公斤组及其以上的砝码，在阿拉伯数字后面可带有符号“kg”或“t”。

15.3 同一组内具有相同标称值的砝码，对于除线状以外的所有砝码，应依次于第二及第三个砝码上用单点（“·”）和双点（“··”）或者用单星（“*”）和双星（“**”）标记其区别，当相同标称值的砝码个数多于 3 个时，应对组内所有同标称值的砝码用阿拉伯数字标记其序号。

15.4 砝码盒上的标记牌

砝码盒上应有下列标记：

- a. 砝码等级（主标题）；
- b. 质量范围；
- c. 材料牌号及保护层种类；
- d. 砝码盒编号；
- e. 出厂日期；
- f. 生产厂名。

二 检 定 条 件

(一) 检定用设备

16 被检砝码的检定，采用质量已知的高一等基准、标准砝码在相应精度的天平上进行组合检定或一对一逐个检定。为了能够平衡称量过程中的微小的质量差值和测定天平的分度值，应配备相应精度质量值已知的毫克组标准砝码，检定过程中，应做到使所用的质量已知的全部基准、标准砝码的综合极限误差，对于等砝码不大于被检砝码检定精度的三分之一，对于级砝码不大于被检砝码质量允差的三分之一；所用的相应精度的天平示值的综合极限误差，对于等砝码不大于被检砝码检定精度的三分之一，对于级砝码不大于被检砝码质量允差的三分之一。

(二) 检定环境条件

17 对一等、二等砝码及 1 至 3 级砝码检定室的基本要求；

17.1 检定室不允许有容易察觉的振动和气流。检定室应尽量远离振源和磁源。

17.2 一等和 1 级、2 级砝码的恒温室温度应保持恒定，其温度波动每四小时不得大于 0.5℃。二等和 3 级砝码的检定室，其温度波动每四小时不得大于 1℃。

17.3 为了测定室内温度、气压和湿度，在检定室内适当位置安装最小分度值为 0.1℃ 的二等标准水银温度计、精度为 10Pa 的二等标准水银气压计、相对精度为百分之一的通风式湿度计，或经误差分析确认可用的稍低精度的其他温度计、气压计、湿度计。

检定室内的空气相对湿度应不大于 70%。

17.4 检定室内的天平和砝码应避免阳光直接照射。

18 4 级以下砝码可以在常温下检定，相对湿度不大于 80%。

三 检定项目和检定方法

(一) 外观检查

19 用观察的方法检查砝码的各项技术指标是否符合本规程第 13~15 的要求。

(二) 清洗及存放砝码

20 按附录 1 的规定清洗砝码，然后放在天平室内。各等和 1 级至 4 级砝码的温度应与室温相一致，一等和 1 级、2 级砝码在检定室内存放时间不得少于 24h (小时)，二等和 3 级、4 级砝码的存放时间不得少于 12h，5、6 级大砝码清洗晾干后即可检定。

(三) 砝码的质量检定

21 一等和 1、2 级砝码用双次替代法或双次交换法测定其质量。其他各等级砝码可根据具体情况，任选替代法、交换法或连续替代法的一种方法测定其质量。5 级以下的砝码还可用比例称量法测定其质量。阻尼天平平衡位置的读数，取两次静止点读数的算术平均值做为天平的平衡位置。摆动式天平，采用连续四次回转点读数，但计算时可用四次或前三次的回转点读数按公式 (4) 或 (5) 计算天平的平衡位置。

$$L = \frac{l_1 + 3l_2 + 3l_3 + l_4}{8} \quad (4)$$

$$L = \frac{l_1 + 2l_2 + l_3}{4} \quad (5)$$

22 具体程序如下：

双次替代称量法见表 4，双次交换称量法见表 5，单次替代称量法见表 6，单次交换称量法见表 7，连续替代法见表 8。

表中：

T ——配衡物；

A ——被检砝码；

B ——标准砝码；

m_A —— A 的真空中质量；

$[K_A]$ —— A 的真空中质量修正值；

$[K_B]$ —— B 的真空中质量修正值；

V_A —— A 的体积；

V_B —— B 的体积；

ρ_K ——检定室内的空气密度；

m_r ——测定天平分度值用的标准小砝码真空中质量；

d ——天平实际分度值；

m_w ——在第二次部分称量时，为使天平平衡而在较轻的天平盘上添加的标准小砝码真空

中质量；

a —— m_A 减去 m_B 的差；

b —— m_B 减去 m_A 的差。

表 4 双次替代称量法
检定室内气象参数

项目	数据 时间	单位	开始	结束	平均	备注
			日时分	日时分		
空气温度 t		℃				
大气压力 p		Pa				
湿度计干球温度		℃				
湿度计湿球温度		℃				
绝对湿度 h		Pa				
空气密度 ρ_K		mg/cm ³				
$\Delta\rho_K = \rho_K - 1.2$		mg/cm ³				

双次替代称量法

被检砝码 A		标准砝码 B			$V_A - V_B =$ (cm ³)
器号:	材料:	器号:	材料:	材料:	
标称值:()	体积:(cm ³)	标称值:()	修正值(mg)	体积(cm ³)	$\rho_K =$ (mg/cm ³)
$\Sigma:$	$\Sigma:(=V_A)$	$\Sigma:$	$\Sigma:(=[K_B])$	$\Sigma:(=V_B)$	$(V_A - V_B)\rho_K =$ (mg)

天平平衡位置读数

观测 顺序	左盘	右盘	读 数				平衡位置 L	相差格数	天平盘上添加的小砝码值(mg)	
			l_1	l_2	l_3	l_4			左 盘	右 盘
1	T	B					L_{B_1}	$L_{A_1} - L_{B_1}$ =		
2	T	A					L_{A_1}			
3	T	A					L_{A_2}	$L_{A_2} - L_{B_2}$ =		
4	T	B					L_{B_2}			
5	T	$B+r$					L_{B_r}	$ L_{B_r} - L_{B_2} $ =		$m_r =$

$$a = (V_A - V_B)\rho_K \pm \frac{1}{2}[(L_{A_1} - L_{B_1}) + (L_{A_2} - L_{B_2})]d \pm m_w \quad (\text{mg})$$

$$d = \frac{m_r}{|L_{B_r} - L_{B_2}|} =$$

$[K_A] = [K_B] + a =$ (mg)	$m_A = m_{A\text{标}} + [K_A] =$	$b = -a =$ (mg)
----------------------------	---------------------------------	-----------------

表 5 双次交换称量法

被 检 砝 码 A				标 准 砝 码 B				$V_A - V_B =$ (cm ³)		
器号:	材料:			器号:	材料:			$\rho_K =$ (mg/cm ³)		
标称值:()	体积:(cm ³)			标称值:()	修正值:(mg)	体积:(cm ³)			$(V_A - V_B)\rho_K =$ (mg)	
$\Sigma:$	$\Sigma:(=V_A)$			$\Sigma:$	$\Sigma:(=[K_B])$	$\Sigma:(=V_B)$				
天平平衡位置读数										
观测顺序	左盘	右盘	读 数				平衡位置 L	相差格数	天平盘上添加的小砝码值(mg)	
			l_1	l_2	l_3	l_4			左 盘	i_i 盘
1	B	A					L_{BA_1}	$L_{BA_1} - L_{AB_1}$		
2	A	B					L_{AB_1}	=		
3	A	B					L_{AB_2}	$L_{BA_2} - L_{AB_2}$		
4	B	A					L_{BA_2}	=		
5	B	A+r					L_{BA_r}	$ L_{BA_r} - L_{BA_2} $		$m_r =$
$a = (V_A - V_B)\rho_K \pm \frac{1}{4}[(L_{BA_1} - L_{AB_1}) + (L_{BA_2} - L_{AB_2})]d \pm m_w \pm \frac{m_w}{2}$ (mg)								$d = \frac{m_r}{ L_{BA_r} - L_{BA_2} }$		
$[K_A] = [K_B] + a =$ (mg)				$m_A = m_{A\text{标}} + [K_A] =$ ()				$b = -a =$ (mg)		

注: m_w ——交换前为使天平平衡添加到天平盘上的标准小砝码真空中质量,在以后的交换过程中该砝码随着所在盘的大砝码一起交换。

m_w ——在砝码交换后,为使天平平衡,在较轻的天平上所添加的标准小砝码真空中质量。

表 6 单次替代称量法

被 检 砝 码 A				标 准 砝 码 B				$V_A - V_B =$ (cm ³)		
器号:	材料:			器号:	材料:			$\Delta\rho_K =$ (mg/cm ³)		
标称值:()	体积:(cm ³)			标称值:()	修正值:(mg)	体积:(cm ³)			$(V_A - V_B)\Delta\rho_K =$ (mg)	
$\Sigma:$	$\Sigma:(=V_A)$			$\Sigma:()$	$\Sigma:(=[K_B]^*)$	$\Sigma:(=V_B)$				
天平平衡位置读数										
观测顺序	左盘	右盘	读 数				平衡位置 L	相差格数	天平盘上添加小砝码值(mg)	
			l_1	l_2	l_3	l_4			左 盘	i_i 盘
1	T	B					L_B	$L_A - L_B$		
2	T	A					L_A	=		
3	T	A+r					L_{A_r}	$ L_{A_r} - L_A $		$m_r^* =$
$a^* = (V_A - V_B)\Delta\rho_K \pm (L_A - L_B)d \pm m_w^*$ (mg)								$d = \frac{m_r^*}{ L_{A_r} - L_A }$		
$[K_A]^* = [K_B]^* + a^*$ (mg)				$m_A^* =$ ()				$b^* = -a^* =$ (mg)		

注: m_A^* ——A的折算质量;

$[K_A]^*$ ——A的折算质量修正值;

$[K_B]^*$ ——B的折算质量修正值;

m_r^* ——测定天平分度值用的标准小砝码的折算质量。

m_w^* ——在第二次部分称量时,为使天平平衡而在较轻的天平盘上添加的标准小砝码的折算质量;

$\Delta\rho_K$ ——检定室内的空气密度 ρ_K 相对于约定的标准空气密度 $\rho_{12} = 1.2\text{mg/cm}^3$ 的偏离量 $\Delta\rho_K = \rho_K - \rho_{12} = \rho_K - 1.2[\text{mg/cm}^3]$;

a^* —— m_A^* 减去 m_B^* 的差;

b^* —— m_A^* 减去 m_A^* 的差;

其他符号的意义同前。

表 7 单次交换称量法

被检砝码 A				标准砝码 B			$V_A - V_B =$ (cm ³)			
器号:	材料:	器号:	材料:			$\Delta\rho_K =$ (mg/cm ³)				
标称值:()	体积:(cm ³)	标称值:()	修正值:(mg)	体积(cm ³)			$(V_A - V_B)\Delta\rho_K =$ (mg)			
天平平衡位置读数										
观测顺序	左盘	右盘	读数				平衡位置 L	相差格数	天平盘上添加的小砝码值(mg)	
			l_1	l_2	l_3	l_4			左盘	右盘
1	B	A					L_{BA}	$L_{BA} - L_{AB}$		
2	A	B					L_{AB}	$ L_{AB} - L_{BA} $		
3	A	$B+r$					L_{AB}			m_1^*
$a^* = (V_A - V_B)\Delta\rho_K \pm \frac{1}{2}(L_{BA} - L_{AB})d \pm m_M^* \pm \frac{m_W^*}{2}$ (mg)								$d = \frac{m_1^*}{ L_{AB} - L_{BA} }$		
$[K_A]^* = [K_B]^* + a^* =$ (mg)			$m_A^* =$ ()			$b^* = -a^* =$ (mg)				

注: m_M^* ——交换前为使天平平衡添加到天平盘上的标准小砝码的折算质量,在以后的变换过程中该砝码随着所在盘的大砝码一起交换;

m_W^* ——在砝码交换后,为使天平平衡,在较轻的天平盘上所添加的标准小砝码的折算质量;
其他符号的意义同前。

表 8 连续替代称量法
砝码空气浮力修正

i	V_{A_i} (cm ³)	V_{B_i} (cm ³)	$V_{A_i} - V_{B_i}$ (cm ³)	$\Delta\rho_K$ (mg/cm ³)	$(V_{A_i} - V_{B_i})\Delta\rho_K$ (mg)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					

连续替代称量法

观测 顺序	左盘	右盘	读 数				平衡位置 L_i	相差格数	天平盘上添加的小砝码值(mg)	
			l_1	l_2	l_3	l_4			左盘	右盘
1	T	$\sum_{i=1}^{12} B_i$					L_1	$L_2 - L_1$ =		
2	T	$\sum_{i=2}^{12} B_i + A_1$					L_2	$L_3 - L_2$ =		
3	T	$\sum_{i=3}^{12} B_i + \sum_{i=1}^2 A_i$					L_3	$L_4 - L_3$ =		
4	T	$\sum_{i=4}^{12} B_i + \sum_{i=1}^3 A_i$					L_4	$L_5 - L_4$ =		
5	T	$\sum_{i=5}^{12} B_i + \sum_{i=1}^4 A_i$					L_5	$L_6 - L_5$ =		
6	T	$\sum_{i=6}^{12} B_i + \sum_{i=1}^5 A_i$					L_6	$L_7 - L_6$ =		
7	T	$\sum_{i=7}^{12} B_i + \sum_{i=1}^6 A_i$					L_7	$L_8 - L_7$ =		
8	T	$\sum_{i=8}^{12} B_i + \sum_{i=1}^7 A_i$					L_8	$L_9 - L_8$ =		
9	T	$\sum_{i=9}^{12} B_i + \sum_{i=1}^8 A_i$					L_9	$L_{10} - L_9$ =		
10	T	$\sum_{i=10}^{12} B_i + \sum_{i=1}^9 A_i$					L_{10}	$L_{11} - L_{10}$ =		
11	T	$\sum_{i=11}^{12} B_i + \sum_{i=1}^{10} A_i$					L_{11}	$L_{12} - L_{11}$ =		
12	T	$B_{12} + \sum_{i=1}^{12} A_i$					L_{12}	$L_{13} - L_{12}$ =		
13	T	$\sum_{i=1}^{12} A_i$					L_{13}	$ L_{14} - L_{13} $ =		
14	T	$\sum_{i=1}^{12} A_i + r$					L_{14}			$m_i^* =$

$a_i^* = (V_{A_i} - V_{B_i})\Delta\rho_K \pm (L_{i+1} - L_i)d \pm m_{\dot{w}}$ $D \pm m_{\dot{w}} \quad (\text{mg})$	$d = \frac{m_{\dot{w}}}{ L_{14} - L_{13} } =$ $b_1^* = -d_i^* \quad (\text{mg})$
$a_1^* =$	$b_1^* =$
$a_2^* =$	$b_2^* =$
$a_3^* =$	$b_3^* =$
$a_4^* =$	$b_4^* =$
$a_5^* =$	$b_5^* =$
$a_6^* =$	$b_6^* =$
$a_7^* =$	$b_7^* =$
$a_8^* =$	$b_8^* =$
$a_9^* =$	$b_9^* =$
$a_{10}^* =$	$b_{10}^* =$
$a_{11}^* =$	$b_{11}^* =$
$a_{12}^* =$	$b_{12}^* =$

注： $m_{A_i}^*$ ——被检砝码 A_i 的折算质量；

i——序号；

L_i ——第 *i* 次观测时读取的平衡位置；

其他符号的意义同前。

$m_{B_i}^*$ ——标准砝码 B_i 的折算质量；

L_{i+1} ——第 *i*+1 次观测时读取的平衡位置；

上述各称量方程式中的正负号确定原则如下：

a 平衡位置计算项前正负号的确定。

若在放置被检砝码的那侧天平盘上添加小砝码，如能使天平的平衡位置读数 L_{B_i} 相对于 L_B 或 L_{BA} 相对于 L_{BA} 的代数值增大时，则上述任何一个称量方程式中的平衡位置计算项前面的“±”号取“+”号；否则，取“-”号。

b 标准小砝码 *u* 或 *W* 项前的正负号取法

当标准小砝码 *u* 或 *W* 加放在被检砝码的同一天平盘里，或者为使标准砝码与配衡物相平衡在放配衡物的天平盘里临时添加小砝码 *W* 时，则相应的 *u* 或 *W* 前取“-”号；否则，当 *u* 或 *W* 加在放标准砝码的同一天平盘里，或者为使被检砝码与配衡物相平衡而在放配衡物的天平盘里临时添加小砝码 *W* 时，则相应的 *u* 或 *W* 前取“+”号。

23 5~7 级砝码的检定

在天平的一盘中放置标准砝码，并以配衡砝码置于天平的另一盘中使之平衡。然后自盘中取下标准砝码，放上被检砝码来替代它。若此时天平失去平衡，则在较轻的一边盘上加放允差砝码，天平应达到平衡或超过平衡，否则即为不合格。

24 一等砝码和 1 级砝码与工作基准砝码在相应精度的天平上进行组合比较检定，其他砝码可以与高一等标称值相同的标准砝码进行单个比较检定，也可以与高一等标准砝码作组合比较检定。

24.1 砝码的组合比较检定

24.1.1 一等克组或毫克组砝码的组合比较检定

首先以工作基准砝码同与其标称质量相当的一群被检的一等砝码相比较，然后依次将被

检的一等砝码组中每个砝码与相当于其标称质量的较小的一群一等砝码相互比较。对于组合形式为 5、2、2、1 型的砝码,其平衡方程式如下:

$$\left. \begin{aligned} [10 \times 10^{2-n}] &= \Sigma[5 \times 10^{2-n}] + b(1+4n) \\ [5 \times 10^{2-n}] &= \Sigma[2 \times 10^{2-n}] + b(2+4n) \\ [2 \times 10^{2-n}] &= \Sigma[1 \times 10^{2-n}] + b(3+4n) \\ [2 \times 10^{2-n}] &= \Sigma[1 \times 10^{2-n}] + b(4+4n) \\ [1] &= [1] + b_{13} \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

式中: $n=0, 1, 2$;

$[10 \times 10^{2-n}]$ ——标称值为 $10 \times 10^{2-n}$ 的砝码在真空中的实际质量值,其余以此类推。

$[1]$ ——从其他砝码中借用的标称值为 1 的砝码。

$b(1+4n), b(2+4n),$

$b(3+4n), b(4+4n)$ ——分别为各个砝码的质量与相应砝码群的总质量之差,该砝码群的标称质量之和恰好等于此单个砝码的标称质量。

b_{13} ——是 $[1]$ 与 $[\bar{1}]$ 的质量差。

上述平衡方程式也可写成以下展开式:

$$[1000] = \Sigma [500] + b_1$$

$$[500] = \Sigma [200] + b_2$$

$$[200] = \Sigma [100] + b_3$$

$$[200] = \Sigma [100] + b_4$$

$$[100] = \Sigma [50] + b_5$$

$$[50] = \Sigma [20] + b_6$$

$$[20] = \Sigma [10] + b_7$$

$$[20] = \Sigma [10] + b_8$$

$$[10] = \Sigma [5] + b_9$$

$$[5] = \Sigma [2] + b_{10}$$

$$[2] = [1] + [\bar{1}] + b_{11}$$

$$[2] = [1] + [\bar{1}] + b_{12}$$

$$[1] = [\bar{1}] + b_{13}$$

解以上方程组,得出以下各个被检砝码的真空的质量修正值公式。

$$[K_5 \times 10^{2-n}] = \frac{[10 \times 10^{2-n}] - b(1+4n) + b(2+4n)}{2}$$

$$[K_2 \times 10^{2-n}] = \frac{2[K_5 \times 10^{2-n}] - 2b(2+4n) + 3b(3+4n) - 2b(4+4n) - b(5+4n)}{5}$$

$$[K_i \times 10^{2-n}] = \frac{2[K_5 \times 10^{2-n}] - 2b(2+4n) - 2b(3+4n) + 3b(4+4n) - b(5+4n)}{5}$$

$$[K_1 \times 10^{2-n}] = \frac{[K_2 \times 10^{2-n}] - b(3+4n) + b(5+4n)}{2}$$

$$[K_1] = \frac{[K_2] - b_{11} - b_{12}}{2}$$

式中: $n=0, 1, 2$;

$[K_{10} \times 10^{2-n}]$ ——表示标称质量为 $10 \times 10^{2-n}$ 的砝码, 在真空中的质量修正值, 用“mg”为单位表示之, 依此类推。

上述质量修正值公式亦可写成以下展开式:

$$[K_{500}] = \frac{[K_{1000}] - b_1 + b_2}{2}$$

$$[K_{200}] = \frac{2[K_{500}] - 2b_2 + 3b_3 - 2b_4 - b_5}{5}$$

$$[K_{200}] = \frac{2[K_{500}] - 2b_2 - 2b_3 + 3b_4 - b_5}{5}$$

$$[K_{100}] = \frac{[K_{200}] - b_3 + b_5}{2}$$

$$[K_{50}] = \frac{[K_{100}] - b_5 + b_6}{2}$$

$$[K_{20}] = \frac{2[K_{50}] - 2b_6 + 3b_7 - 2b_8 - b_9}{5}$$

$$[K_{20}] = \frac{2[K_{50}] - 2b_6 - 2b_7 + 3b_8 - b_9}{5}$$

$$[K_{10}] = \frac{[K_{20}] - b_7 + b_9}{2}$$

$$[K_5] = \frac{[K_{10}] - b_9 + b_{10}}{2}$$

$$[K_2] = \frac{2[K_5] - 2b_{10} + 3b_{11} - 2b_{12} - b_{13}}{5}$$

$$[K_2] = \frac{2[K_5] - 2b_{10} - 2b_{11} + 3b_{12} - b_{13}}{5}$$

$$[K_1] = \frac{[K_2] - b_{11} + b_{13}}{2}$$

$$[K_1] = \frac{[K_2] - b_{11} - b_{13}}{2}$$

为了检查计算是否正确, 应用公式 (7) 进行核检:

$$\left. \begin{aligned} & [K_5 \times 10^{2-n}] + [K_2 \times 10^{2-n}] + [K_2 \times 10^{2-n}] + [K_1 \times 10^{2-n}] + b(1 + 4n) \\ & = [K_{10} \times 10^{2-n}][K_1] + b_{13} = [K_1] \end{aligned} \right\} (7)$$

式中: $n=0, 1, 2$

注: 按上述核检公式计算后, 若等式两边数值相等或最后一位数相差 1~3, 则认为计算正确, 否则就认为计算有错误, 应重新进行计算。

24.1.2 二等及 2 级以下克组或毫克组砝码的组合比较检定

首先以高一等的公斤或克砝码与其标称质量相当的一群被检砝码相比较, 然后依次将被检砝码组中每个砝码与相当于其标称质量的较小的一群被检砝码相互比较。

平衡方程式及砝码质量修正值公式形式上与 24.1.1 项的平衡方程式及砝码质量修正值

公式完全相同，只是需要把真空质量改为折算质量，亦即需将原来的 [] 改为 []*，将原来的 b_i 改 b_i^* 。

24.1.3 一等公斤组砝码的组合比较检定

一等公斤组砝码以公斤工作基准砝码为标准依次向上累积，组合传递。

对于组合形式为 5、2、2、1 型的砝码，其平衡方程式如式 (8)：

$$\left. \begin{aligned} [1 \text{ kg}] &= [\Delta_1 \text{ kg}] + a_1 \\ [2 \text{ kg}] &= [\Delta_1 \text{ kg}] + [1 \text{ kg}] + a_2 \\ [2 \text{ kg}] &= [\Delta_1 \text{ kg}] + [1 \text{ kg}] + a_3 \\ [5 \text{ kg}] &= \Sigma[2 \text{ kg}] + a_4 \\ [10 \text{ kg}] &= \Sigma[5 \text{ kg}] + a_5 \\ [20 \text{ kg}] &= \Sigma[10 \text{ kg}] + a_6 \\ [20 \text{ kg}] &= \Sigma[10 \text{ kg}] + a_7 \\ [50 \text{ kg}] &= \Sigma[20 \text{ kg}] + a_8 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

注：[$\Delta_1 \text{ kg}$] 为公斤工作基准砝码在真空中的实际质量值。

由上述方程组，可得出各个被检砝码在真空中的质量修正值公式如下：

$$\left. \begin{aligned} [K_1 \text{ kg}] &= [K\Delta_1 \text{ kg}] + a_1 \\ [K_2 \text{ kg}] &= [K\Delta_1 \text{ kg}] + [K_1 \text{ kg}] + a_2 \\ [K_2 \text{ kg}] &= [K\Delta_1 \text{ kg}] + [K_1 \text{ kg}] + a_3 \\ [K_5 \text{ kg}] &= \Sigma[K_2 \text{ kg}] + a_4 \\ [K_{10} \text{ kg}] &= \Sigma[K_5 \text{ kg}] + a_5 \\ [K_{20} \text{ kg}] &= \Sigma[K_{10} \text{ kg}] + a_6 \\ [K_{20} \text{ kg}] &= \Sigma[K_{10} \text{ kg}] + a_7 \\ [K_{50} \text{ kg}] &= \Sigma[K_{20} \text{ kg}] + a_8 \end{aligned} \right\} \quad (9)$$

24.1.4 二等及各级公斤组及其以上砝码的组合比较检定

被检砝码，以上一等级公斤砝码为标准，依次向上累积组合传递。50kg 及其以下的公斤组砝码的平衡方程及修正值计算公式，在形式上与 24.1.3 项的平衡方程式及修正值计算公式相同，只需将真空质量改为折算质量，亦即需将原来的 [] 改为 []*、将原来的 a_i 改为 a_i^* 。50kg 以上的砝码仍按上述方法依次向上累积组合传递。

24.1.5 任何等级的一个砝码，均可直接与其标称质量相当的若干个较小标准砝码在天平上进行组合传递，但在上述各种组合传递中，对于标准砝码和天平的选择，应注意满足 7 条所规定的要求。

25 各等砝码必须由二人分别检定一次，取其算术平均值作为最终结果，二人检定结果之差，不大于相应被检砝码检定精度的五分之四，否则应复检。

作标准用的 4 级以上各级砝码由两人分别检定一次，两人检定结果不得超出相应被检砝码的质量允差；两人检定结果之差不大于相应被检砝码质量允差的二分之一，否则应复检。

5 级以下作为标准用的砝码由一人检定两次，两次检定结果不得超出相应被检砝码的质量允差；两次检定结果之差不大于相应被检砝码质量允差的二分之一，否则应复检。

各级工作用的砝码由一人检定一次即可，但该人的检定结果应落在相应被检砝码的质量

允差范围以内。

26 检定砝码时，由于空气浮力所引入的误差，对等砝码，不得超过该砝码检定精度的五分之一，对级砝码，不得超过其质量允差的五分之一，否则，必须对空气浮力进行修正。

空气密度按公式（10）计算：

$$\rho_K = \frac{1.29305}{1 + 0.00367t} \times \frac{\rho - 0.3779h}{101325} \quad (10)$$

式中： ρ_K ——检定室的空气密度（单位 mg/cm^3 ）；

ρ ——检定室内大气压力（单位 Pa）；

h ——检定室内绝对湿度（单位 Pa）；

t ——检定室内空气温度（单位 $^{\circ}\text{C}$ ）。

ρ 、 h 的计算根据中央气象局编的“气象常用表”直接查表计算。求出 ρ 、 h 、 t 值后，空气密度 ρ_K 的计算可根据中国计量科学研究院编的“空气密度计算表”直接查表计算。

27 实心克组和公斤组的一等、二等、1级、2级砝码的体积测定，应在液体静力天平上采用替代法由两人分别进行之，其测定结果应控制在所规定的测定精度（见表3）的五分之四以内，否则必须复测，然后，取两人测定结果的算术平均值作为最终结果。

砝码体积的测定，它在砝码首次检定时进行，以后的周期检定不需再测体积值。

测定砝码体积的具体操作及装置见附录2。

四 检定结果处理和检定周期

28 各等、级砝码检定合格后，根据国家质量传递系统以及是否应用于标准传递或测试工作，分别发给标准砝码检定证书或工作砝码检定证书。单个的5级及其以下的砝码可打合格印，不发证书。

29 新生产的砝码不符合本检定规程要求者，视为不合格器具，不给盖印或发证书。使用中的砝码不符合本检定规程要求者除实心的一等、二等克组及公斤组砝码的允差一项允许超差，并按其实际质量使用外，其他必须送交修理。修理后的砝码经再检定合格后，按其实际达到等级（允许降等、降级）发给检定证书，但降等、降级处理仍不合格的砝码，应加盖注销印或只发给检定结果通知书。

30 砝码的检定周期：一等、二等及1~4级公斤组以上的砝码为二年；其他砝码一般为一年；使用频繁的砝码检定周期应适当缩短。特殊情况经批准，允许对临时标准砝码限定其临时检定周期，在检定周期内标准砝码的质量变化不超过该砝码的质量允差。

附 录

附录1 砝码的使用与维护

1 各等砝码按检定系统表的规定使用。一等、二等砝码使用实际质量，各级砝码用标称质量。

2 暂不使用的砝码必须放在砝码盒内。砝码盒放在洁净、干燥而无明显温度波动的房间或专用的玻璃干燥皿中。

3 二等及4级以上砝码不应赤手拿取，应用镊子、夹叉或垫以柔软洁净的麂皮、真丝绸布

或带上细纱手套拿取。取放砝码必须轻拿轻放。大砝码起吊时要平稳、缓慢、轻放不得碰坏或划伤砝码的表面。砝码表面如有锈蚀、镀层脱落或有较深较长的划痕时，立即停止使用，修理后重新检定。

4 砝码的表面应保持清洁。各等及4级以上砝码定期用无水乙醇、航空汽油、苯、乙醚或丙酮清洗。

清洗实心的砝码时，将砝码置于铺有真丝绸布的浅盘中，按要求进行清洗。清洗时可用软毛刷轻轻刷洗，然后置于另外一个铺有干燥柔软、清洁的真丝绸布或麂皮的浅盘中，用干燥而柔软清洁的真丝绸布或麂皮沾去砝码表面残存的液体，晾干（洗涤时严禁砝码碰撞）。

清洗带调整腔的3、4级砝码时，应用清洁、柔软的麂皮或真丝绸布沾少许清洗液轻轻擦拭，除去砝码表面的污垢和灰尘。严防清洗液渗入调整腔。

清洗5级以下砝码时，如表面只有灰尘，可用清洁的毛刷或柔软洁净的真丝绸布，亚麻布除去灰尘，对于表面涂漆的砝码如有污垢时，可用沾有温肥皂水的亚麻布擦洗，随后用干燥而柔软的真丝绸布或亚麻布擦干。

5 5、6级大砝码应保存在干燥、安全有水泥地面的场所，不应堆放在潮湿的地上。使用时起吊、运输严防砝码表面磨损、碰撞、损伤或雨淋，使用后用棚布遮盖。

6 砝码的检定证书应放在砝码盒内。砝码必须按周期检定。除周期检定和正式修理以外，不得启动砝码的调整腔盖或更动计量机关在砝码上所做的印封标记。无检定证书或其他合格印记的砝码一律不准使用。

附录2 实心砝码体积的测定

为测定实心砝码体积，需选择适当精度的秤量为200g、1kg、5kg、20kg和50kg的液体静力天平。

测定程序如下：

1 备好容器，装入适量蒸馏水，放入测温用的温度计。将尾端带活套的铂钨合金丝，挂于小钩上浸入蒸馏水中，在此天平盘上放置被检砝码 m_A ，在另一天平盘上加放平衡物，使天平达到平衡（见图1）。

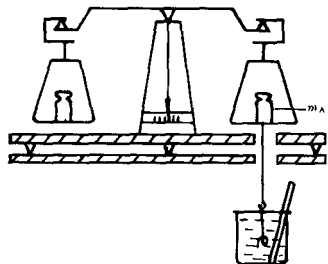


图1

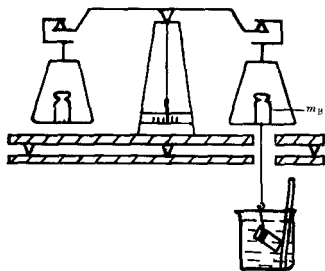


图2

2 自盘中取下被检砝码，套在预先已浸入水中铂钨合金丝的活套环上，再浸入水中。此时

为了恢复天平的平衡,需在被检砝码一侧的天平盘上添加一定数量的标准砝码,并记下它们的实际质量 m_B 和体积 V_B (见图 2)。

3 测定蒸馏水的温度 t , 精度至 0.1°C 。

4 测定室内空气的温度, 绝对湿度和大气压力, 利用公式 (1) 或查“空气密度计算表”(中国计量科学研究院编制) 求出实验室内的空气密度 ρ_K 值。

$$\rho_K = \frac{1.29305}{1 + 0.00367t} \times \frac{p - 0.3779h}{101325} \quad (1)$$

式中: p ——检定室内的大气压力 (Pa);

h ——检定室内的绝对湿度 (Pa);

t ——检定室内的空气温度 ($^\circ\text{C}$)。

将以上观测值填入砝码体积检定记录表中; 并根据式 (2) 计算出被检砝码在检定水温下的体积 (单位 cm^3)。

$$V_{A_t} = \frac{m_B - V_B \times \rho_K \pm (L_A - L_B)d \times 10^4}{\rho_S - \rho_K} \quad (2)$$

式中: V_{A_t} ——被检砝码在 $t^\circ\text{C}$ 时的体积 (cm^3);

m_B ——标准砝码的真空质量 (g);

V_B ——标准砝码 B 的体积 (cm^3);

ρ_S ——在水温为 t_S 时的蒸馏水的密度值 (g/cm^3);

ρ_K ——检定室内的空气密度值 (g/cm^3);

L_A ——被检砝码放在天平盘上时的天平读数;

L_B ——被检砝码在蒸馏水中, 同侧天平盘上添加标准砝码 B 时的天平读数;

d ——被检砝码沉入蒸馏水中时所测得的天平分度值 ($\text{mg}/\text{分度}$)。

($L_A - L_B$) d 前面的正负号的确定原则是若在被检砝码一侧的天平盘上添加小砝码能使天平标牌读数增大时, 则此括号前面取正号。反之取负号。

被检砝码 A 在标准温度 20°C 时的体积 V_{A20} 按式 (3) 计算:

$$V_{A20} = V_{A_t} [1 + \beta(20 - t)] \quad (3)$$

式中: β ——被检砝码的体胀系数 (1Cr18Ni9Ti 不锈钢的 $\beta = 0.000050$; 铜合金的 $\beta = 0.000057$)。

如需计算砝码的材料密度时, 则可按照式 (4) 进行计算:

$$D_A = \frac{m_A}{V_{A20}} \quad (4)$$

式中: m_A ——被检砝码的真空质量 (g);

D_A ——被检砝码的材料密度 (g/cm^3)。

砝码体积测定记录表如表 1。

表 1 砝码体积测定记录表

被检砝码：等级_____，器号_____，标称值_____，送检单位_____，
 标准砝码：等级_____，器号_____，检定编号_____，存档编号_____，
 检定室内气象参数：_____

	单 位	开 始	结 束	平 均	备 注
		日 时 分	日 时 分		
空气温度 t	℃				
大气压力 p	mbar				
湿度计干球温度	℃				
湿度计湿球温度	℃				
绝对湿度 h	Pa				
空气密度 ρ_K	Pa				

天平平衡位置读数

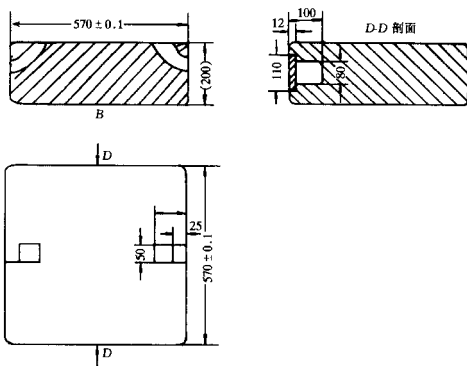
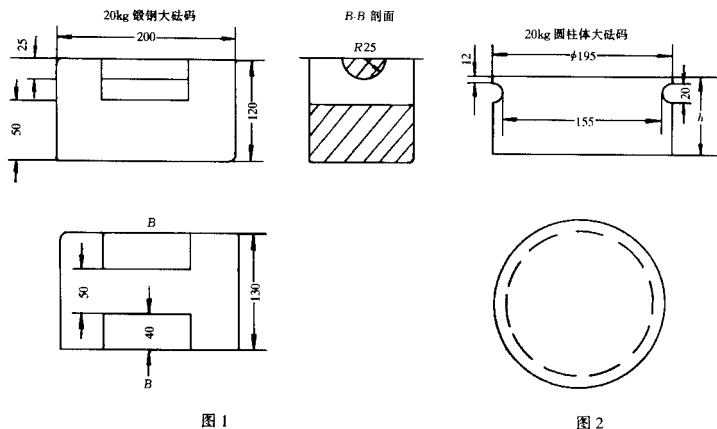
左 盘	右 盘	读 接		平衡位置 L	相差格数	备 注
T	A	l_1	l_2	L_A	$L_A - L_B$	$m_s =$ mg
		l_3	l_4			
T	B	l_1	l_2	L_B	$ L_{B_r} - L_B $	
		l_3	l_4			
T	B + r	l_1	l_2	L_{B_r}	=	
		l_3	l_4			

$$D = \frac{m_s}{|L_{B_r} - L_B|} = \quad \quad \quad \pm (L_A - L_B) d = \quad \text{mg}$$

天平盘上添加的标准砝码 B			水温 $t_S =$ °C；蒸馏水的密度 $\rho_S =$ g/cm ³
标称质量 (g)	修正值 (mg)	体 积 (cm ³)	
			$\rho_B - \rho_K =$ g/cm ³ $V_B \rho_K =$ g/cm ³
			$m_B - V_B \rho_K \pm (L_A - L_B) d \times 10^3$
			=
			$V_{A_1} = \frac{m_B - V_B \rho_K \pm (L_A - L_B) d \times 10^3}{\rho_S - \rho_K}$
			=
			$V_{A_{20}} = V_{A_1} [1 + \beta (20 - t)]$
			=
Σ	$\Sigma:$	$\Sigma: (= V_B)$	
$m_B =$	(g)		

检定日期：_____年_____月_____日。检定员：_____ 核验员：_____

附录 3 砝码的结构形式



四级 500kg 大砝码超重修 B 面

图 3

附录4 一等砝码检定结果汇总表

砝码等级: _____; 砝码个数: _____; 质量范围: _____; 砝码材料: _____; 生产厂: _____;
 送检单位: _____; 砝码出厂编号: _____; 设备编号: _____; 检定编号: _____; 存档编号: _____。

序号	标称值 ()	20℃ 体积(cm ³)或密度(g/cm ³)		真空中质量修正值(mg)		真空中实际质量 ()		折算质量修正值(mg)		备注
			平均		平均			平均		
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										
15										
16										
17										
18										
19										
20										

检定时间: _____年____月____日; 填表人: _____; 复核人: _____; 证书填报人: _____; 证书、汇总表终审人: _____。

附录5 二等及做标准用的各级砝码检定结果汇总表

砝码等级: _____; 砝码个数: _____; 质量范围: _____; 砝码材料: _____; 生产厂: _____;
 送检单位: _____; 砝码出厂编号: _____; 设备编号: _____; 检定编号: _____; 存档编号: _____。

序号	标称值	20℃ 体积(cm ³)或密度(g/cm ³)		折算质量修正值(mg)		折算质量的 实际质量值 ()	备注
			平均		平均		
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							

检定时间: _____年____月____日; 填表人: _____; 复核人: _____; 证书填报人: _____; 证书、汇总表终审人: _____。

附录 6 砝码检定证书(背面格式)

用于一等砝码检定证书的背面

标称质量 ()	真空中质量修正值 (mg)	真空中实际质量 (g)	20℃砝码实际体积 (cm ³)	折算质量修正值 (mg)

附注: 1 下次送检时, 必须附带此证书。

2 砝码在 20℃ 附近的体胀系数 β 为_____。

用于二等砝码检定证书的背面

续表

标称质量 ()	折算质量 修正值 (mg)	折算质量的 实际质量值 ()	20℃砝码实 际体 积 (cm ³)	20℃砝码实际 材料密度 (g/cm ³)	法定允差 (mg)

附注: 1 下次送检时, 必须附带此证书。

2 本砝码的质量系采用折算质量表示的。

阅读此文的还阅读了:

- [1. 执行JJG99-90《砝码检定规程》的体会](#)
- [2. 砝码检定不确定度分析](#)
- [3. 公斤组砝码自动检定系统](#)
- [4. 水表检定装置检定规程的实践与思考](#)
- [5. 量块新旧检定规程对比](#)
- [6. 关于修改《容重器\(试行\)》检定规程的建议](#)
- [7. 砝码自动检定系统的研制](#)
- [8. 浅谈砝码的检定方法](#)
- [9. 正确使用杠杆、力值砝码检定装置检定扭矩扳子检定仪](#)
- [10. 天平砝码检定误差探究](#)
- [11. 对天平砝码的检定方法分析](#)
- [12. 对《电导仪\(试行\)》检定规程的探讨](#)
- [13. 天平砝码的检定分析](#)
- [14. 新旧秒表检定规程比较](#)
- [15. 焦度计及《焦度计》检定规程](#)
- [16. Matlab在砝码检定组合算法中的应用](#)
- [17. 砝码检定误差来源的分析](#)
- [18. 如何选择标准砝码和天平进行砝码检定](#)
- [19. 砝码法与非砝码法检定汽车衡的结果分析探讨](#)
- [20. F2等级及其以下砝码 ABA 循环检定](#)
- [21. 如何使用电子天平检定砝码的折算质量](#)
- [22. 砝码检定误差来源的分析](#)
- [23. 计量衡器检定与维修指南\(天平 砝码\)](#)
- [24. 如何使用电子天平检定砝码的折算质量](#)

32. 大砝码现场检定装置的研究
33. 计量检定规程的谬误
34. 天平砝码检定误差与改进方法探讨
35. 浅谈砝码检定时对电子天平的选择
36. 如何做好标准砝码的计量检定
37. 天平砝码检定误差探究
38. 关于砝码计量检定规程报审稿的问题及其看法
39. 公斤组砝码自动检定系统
40. 砝码的检定
41. 全自动砝码检定仪的设计
42. 天平砝码检定误差与改进对策研究
43. 对天平砝码的检定方法分析
44. 试谈五级砝码的检定
45. 砝码检定中的误差问题
46. 执行JJG99—90《砝码检定规程》的体会
47. 天平砝码检定精度探析
48. 砝码试行检定规程
49. 出口陶瓷有了检定规程
50. 《砝码》规程比较