



团 体 标 准

T/CSMT-YB014—2025

力值砝码校准规范

Calibration specification for force value weights

2025-11-26 发布

2025-12-26 实施

中国计量测试学会 发布
中国标准出版社 出版

目 次

前言	III
引言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 计量单位	2
5 概述	2
5.1 结构	2
5.2 材料	2
5.3 用途	2
6 计量特性	2
7 校准条件	2
7.1 环境条件	2
7.2 测量标准及其他设备	2
8 校准项目和校准方法	3
8.1 校准项目	3
8.2 校准方法	3
9 校准结果表达	4
10 复校时间间隔	5
附录 A(资料性) 力值砝码校准记录格式	6
附录 B(资料性) 力值砝码校准证书内页格式	7
附录 C(资料性) 力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定方法	8
C.1 概述	8
C.2 测量模型	8
C.3 不确定度来源分析	8
C.4 标准不确定度的评定	8
C.5 合成标准不确定度	9
C.6 扩展不确定度	9
附录 D(资料性) 力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定示例	10
D.1 概述	10
D.2 测量模型	10
D.3 不确定度来源分析	10
D.4 标准不确定度的评定	11
D.5 合成标准不确定度	12

D.6 扩展不确定度12

附录 E(资料性) 中国部分城市重力加速度参考值13

参考文献14

全国团体标准信息平台

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国计量测试学会质量计量测试专业委员会提出。

本文件由中国计量测试学会归口。

本文件起草单位：山东建研计量检测有限公司、山东中检校准技术有限公司、山东恒量测试科技有限公司、天津华测检测认证有限公司、常州市富月砝码有限公司、蓬莱市水玲砝码厂、山东省计量检测中心、中国计量测试学会。

本文件主要起草人：田帅、吕青峰、岳宗龙、耿云亮、孔磊、王婧璇、阴冉冉、靳路通、张佳楠。

引 言

力值砝码作为力值计量专业领域重要的计量器具,其量值的准确性和可靠性直接影响其测量结果的有效性。

力值砝码作为一种型式特殊的专用砝码,目前尚未有专用的国家计量检定规程或计量校准规范, JJG 99《砝码检定规程》虽然在范围、计量性能要求和检定周期方面对专用砝码进行了相关规定,但并未根据其型式的特殊性对检定方法进行详细的描述,从而导致了力值砝码检定方法的不一致,检定结果缺乏有效性和可比性。

本文件旨在根据力值砝码的特殊型式对相关问题进行规定,统一力值砝码的校准方法,从而确保校准结果的准确性和一致性,并溯源至国际单位制(SI)。

力值砝码校准规范

1 范围

本文件规定了力值砝码的术语和定义、计量特性、校准条件、校准项目和校准方法等。
本文件适用于约定质量不进行空气浮力修正的力值砝码的校准。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 4167 砝码

JJF 1011 力值与硬度计量术语及定义

JJG 99 砝码检定规程

3 术语和定义

JJG 99 和 JJF 1011 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

约定质量 **conventional mass**

物体在约定温度和约定密度的空气中,与一约定密度的标准器达到平衡,则标准器的质量即为该物体的约定质量。约定温度(t_{ref})为 20 °C,约定的空气密度(ρ_0)为 1.2 kg/m³,砝码约定质量的约定密度(ρ_{ref})为 8 000 kg/m³。

[来源:JJG 99—2022,3.1.1,有修改]

3.2

力值砝码 **force value weights**

产生标准力值的质量块。

[来源:JJF 1011—2006,1.40,有修改]

3.3

标称质量 **nominal mass**

根据重力加速度和力值换算出的以质量单位表示的经化整的值或近似值,以便为使用提供参考。

3.4

重力加速度 **gravity acceleration**

地球表面附近的物体在重力作用下产生的加速度。

[来源:JJF 1011—2006,1.5]

3.5

化整误差 **rounding error**

力值砝码标称质量的理论值和化整后的实际使用值之间的差值。

4 计量单位

使用的单位：

——力：牛顿(N)，或其倍数或分数单位；

——质量：千克(kg)、克(g)、毫克(mg)。

5 概述

5.1 结构

力值砝码的结构为实心整体结构或带调整腔，型式一般为增砣式、挂钩式或与力值仪器的结构或使用条件相适应的其他相应的型式。

5.2 材料

力值砝码通常采用耐腐蚀的金属或合金制造。其材料的抗腐蚀性等于或优于灰口铸铁；在正常使用的条件下，材料的硬度和强度能承受加载和冲击。

5.3 用途

力值砝码主要用于与力值测量仪器配套使用或校准力值测量仪器，如：测力机(计)、张力计、扭矩仪、测功机等。

6 计量特性

约定质量。

7 校准条件

7.1 环境条件

7.1.1 环境温度：15℃~25℃，最大变化 2℃/4 h。

7.1.2 相对湿度：30%~70%，最大变化 15%/4 h。

7.1.3 振动、气流和辐射：实验室不应有容易察觉的振动和气流；应尽量远离振源、磁源和电离辐射的影响。

7.1.4 实验室内的衡量仪器和砝码应避免阳光直接照射。

7.2 测量标准及其他设备

7.2.1 标准砝码

标准砝码的质量扩展不确定度应不大于被校力值砝码标称质量最大允许误差绝对值的 1/9。

7.2.2 衡量仪器

衡量仪器的合成标准不确定度应不大于被校力值砝码标称质量最大允许误差绝对值的 1/9。(引用自 GB/T 4167)

7.2.3 温湿度记录仪

温湿度记录仪的其最大允许误差应满足：

- 温度： $\pm 0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；
- 相对湿度： $\pm 6\%$ 。

8 校准项目和校准方法

8.1 校准项目

约定质量。

8.2 校准方法

8.2.1 校准前准备

8.2.1.1 清洁被校力值砝码

在校准工作开始之前,首先应清洁被校力值砝码。清洁过程不能去除任何一块力值砝码材料,不应改变力值砝码的表面特性(如:划伤力值砝码等)。力值砝码在使用和存放时均须保持其清洁。

如果力值砝码表面有较多的灰尘,可用绸布蘸取洁净的无水乙醇擦拭,带有调整腔的力值砝码不应浸入溶液中,以免液体浸入腔体。

8.2.1.2 温度稳定

力值砝码清洁完成以后,应与标准砝码、衡量仪器放置于同一环境一般不少于 12 h。

8.2.2 被校力值砝码的标称质量

被校力值砝码标称质量的换算见式(1)。

$$m_t = \frac{F}{g} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

m_t ——被校力值砝码的标称质量,单位为千克(kg)；

F ——被校力值砝码的标称力值,单位为牛顿(N)；

g ——被校力值砝码生产家在换算标称力值时采用的重力加速度,或委托方提供的重力加速度,或校准实验室当地的重力加速度,单位为米每二次方秒(m/s^2)。(可参考附录 E)

8.2.3 标准砝码的组合

由于被校力值砝码的标称质量是经换算后化整的值或近似值,且标准砝码最小标称质量为 1 mg,因此在组合标准砝码时应遵守以下原则：

- a) 对被校力值砝码的标称质量值进行化整时,化整误差应小于被校力值砝码标称质量值最大允许误差的 1/10；
- b) 尽可能选择较少数量的标准砝码,否则会引入较大的测量不确定度。

8.2.4 约定质量的校准

8.2.4.1 采用直接比较法,将被校力值砝码与标准砝码进行比较。被校力值砝码化整后的标称质量值

与标准砝码的标称质量值应相等,测量采用 ABBA 循环或 ABA 循环,测量循环的次数为 1 次。

8.2.4.2 ABBA($r_1t_1t_2r_2$)循环:按照标准→被校→被校→标准的顺序,依次将标准砝码和被校力值砝码置于衡量仪器承载器的中心位置进行称量,读取衡量仪器示值 $I_{r1}, I_{t1}, I_{r2}, I_{t2}$,根据式(2)计算被校力值砝码与标准砝码质量的差值。

$$\Delta m = \frac{I_{t1} - I_{r1} - I_{r2} + I_{t2}}{2} \dots\dots\dots(2)$$

式中:

Δm ——被校力值砝码与标准砝码质量的差值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{t1} ——被校力值砝码的第 1 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{r1} ——标准砝码的第 1 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{r2} ——标准砝码的第 2 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{t2} ——被校力值砝码的第 2 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg)。

8.2.4.3 ABA($r_1t_1r_2$)循环:按照标准→被校→标准的顺序,依次将标准砝码和被校力值砝码置于衡量仪器承载器的中心位置进行称量,读取衡量仪器示值 I_{r1}, I_{t1}, I_{r2} ,根据式(3)计算被校力值砝码与标准砝码质量的差值。

$$\Delta m = I_{t1} - \frac{I_{r1} + I_{r2}}{2} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

Δm ——被校力值砝码与标准砝码质量的差值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{t1} ——被校力值砝码的第 1 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{r1} ——标准砝码的第 1 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg);

I_{r2} ——标准砝码的第 2 次衡量仪器示值,单位为克(g)或千克(kg)。

8.2.4.4 被校力值砝码的约定质量根据式(4)计算。

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m \dots\dots\dots(4)$$

式中:

m_{ct} ——被校力值砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg);

m_{cr} ——标准砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg);

Δm ——被校力值砝码与标准砝码的质量差值,单位为克(g)或千克(kg)。

9 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。校准记录和校准证书内页格式参见附录 A 和附录 B,不确定度的评定方法和示例参见附录 C 和附录 D。校准证书应至少包括以下信息:

- a) 标题:如“校准证书”;
- b) 实验室名称和地址;
- c) 进行校准的地点(如果与实验室的地址不同);
- d) 证书的唯一性标识(如编号),每页及总页数的标识;
- e) 客户的名称和地址;
- f) 被校对象的描述和明确标识;
- g) 进行校准的日期,如果与校准结果的有效性和应用有关时,应说明被校对象的接收日期;
- h) 如果与校准结果的有效性或应用有关时,应对被校样品的抽样程序进行说明;
- i) 校准所依据的技术规范的标识,包括名称及代号;
- j) 本次校准所用测量标准的溯源性及有效性说明;

- k) 校准环境的描述；
- l) 校准结果及其测量不确定度的说明；
- m) 对校准规范的偏离的说明；
- n) 校准证书或校准报告签发人的签名、职务或等效标识；
- o) 校准人和核验人签名；
- p) 校准结果仅对被校对象有效的声明；
- q) 未经实验室书面批准,不得部分复制校准证书的声明。

10 复校时间间隔

由于复校时间间隔的长短是由仪器的使用情况、使用者、仪器本身性能等因素所决定的,因此送校单位可根据实际使用情况自主决定复校时间间隔。推荐复校时间间隔不超过 1 年。

附 录 A
(资料性)
力值砝码校准记录格式

校准记录编号：_____

委托单位							
委托单位地址							
仪器名称		型号规格					
准确度等级或最大允许误差		出厂编号					
制造厂家							
校准依据							
校准时使用的标准器：							
标准器名称		型号规格	准确度等级/不确定度/最大允许误差		制造厂及出厂编号	溯源证书编号	证书有效期至
环境温度					相对湿度		
校准地点							
约定质量校准：							
重力加速度					来源		
测量循环模式					力值砝码标称力值 F		
力值砝码标称质量 m_t ()	标准砝码标称质量 m_{or} ()	化整误差 ()	衡量仪器示值 I ()	被校力值砝码与标准砝码的质量差值 Δm ()	标准砝码约定质量 m_{cr} ()	被校力值砝码的约定质量 m_{ct} ()	扩展不确定度 $U(k=2)$ ()

校准员：

核验员：

校准日期：

附录 B
(资料性)
力值砝码校准证书内页格式

校 准 结 果

标称力值	约定质量值	扩展不确定度 $U(k=2)$

备注:标称力值换算为标称质量时引用的重力加速度为_____m/s²。

来源:_____。

附 录 C

(资料性)

力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定方法

C.1 概述

C.1.1 测量标准:标准砝码。

C.1.2 测量对象:力值砝码。

C.1.3 测量方法:采用直接比较法,将被校力值砝码与标准砝码进行比较。

C.2 测量模型

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m \quad \dots\dots\dots(C.1)$$

式中:

 m_{ct} ——被校力值砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg); m_{cr} ——标准砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg); Δm ——被校力值砝码与标准砝码之间的质量差值,单位为克(g)或千克(kg)。

C.3 不确定度来源分析

C.3.1 测量过程引入的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$ 。C.3.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{cr})$ 。C.3.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$ 。C.3.4 空气浮力引入的标准不确定度 $u(\rho)$ 。

C.4 标准不确定度的评定

C.4.1 测量过程引入的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$ 测量过程的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$ 是质量差值的标准偏差,对于 n 次测量循环:

$$u_w(\Delta m) = \frac{s(\Delta m_i)}{\sqrt{n}} \quad \dots\dots\dots(C.2)$$

当采用 ABBA 循环和 ABA 循环时,如果从历史的数据中无法得到测量中质量差值的标准偏差,可这样估计:

$$s(\Delta m_c) = \frac{\max(\Delta m_i) - \min(\Delta m_i)}{2 \times \sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots(C.3)$$

其中,测量循环数 $n \geq 3$ 。C.4.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{cr})$ C.4.2.1 当标准砝码的校准证书中给出了扩展不确定度 U 与包含因子 k 时,其标准不确定度为:

$$u(m_{cr}) = \frac{U}{k} \quad \dots\dots\dots(C.4)$$

C.4.2.2 当标准砝码的检定证书中给出了标准砝码的准确度等级时,可根据其准确度等级查询其最大允许误差,根据最大允许误差计算其标准不确定度:

$$u(m_{cr}) = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots(C.5)$$

C.4.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$

C.4.3.1 衡量仪器的称量误差引入的标准不确定度 $u(\Delta I)$

当衡量仪器的校准证书中给出了扩展不确定度 U 与包含因子 k 时,其标准不确定度为:

$$u(\Delta I) = \frac{U}{k} \quad \dots\dots\dots (C.6)$$

当衡量仪器的检定证书中给出了衡量仪器的准确度等级时,可根据其准确度等级计算其最大允许误差,按均匀分布,再根据最大允许误差计算其标准不确定度:

$$u(\Delta I) = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.7)$$

C.4.3.2 衡量仪器显示分辨率引入的标准不确定度 $u(d)$

对于分度值为 d 的数字式衡量仪器,由分辨率引入的标准不确定度为:

$$u(d) = \frac{d}{2\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.8)$$

C.4.3.3 衡量仪器偏载误差引入的标准不确定度 $u(E)$

衡量仪器的偏载误差 E 可从溯源证书上获得,由偏载误差引入的标准不确定度为:

$$u(E) = \frac{E}{2\sqrt{3}} \quad \dots\dots\dots (C.9)$$

C.4.3.4 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$

衡量仪器引入的标准不确定度为:

$$u(I) = \sqrt{u^2(\Delta I) + u^2(d) + u^2(E)} \quad \dots\dots\dots (C.10)$$

C.4.4 空气浮力引入的标准不确定度 $u(\rho)$

参考 JJG 99 中附录 C 的分析,此分量在力值砝码校准中的影响可忽略不计。

C.5 合成标准不确定度

各分量标准不确定度均不相关,其合成标准不确定度为:

$$u_c(m_{ct}) = \sqrt{u_w^2(\Delta m) + u^2(m_{cr}) + u^2(I)} \quad \dots\dots\dots (C.11)$$

C.6 扩展不确定度

$$U(m_{ct}) = k \cdot u_c(m_{ct}) \quad (k=2) \quad \dots\dots\dots (C.12)$$

附录 D

(资料性)

力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定示例

D.1 概述

D.1.1 测量标准

实验室的测量标准及配套设备见表 D.1。

表 D.1 实验室的测量标准及配套设备

序号	测量标准	技术性能	
		测量范围	准确度等级
1	砝码	5 kg	F ₁ 等级
2	砝码	100 g	F ₁ 等级
3	砝码	2 g	F ₁ 等级
4	砝码	500 mg	F ₁ 等级
5	砝码	100 mg	F ₁ 等级
6	砝码	50 mg	F ₁ 等级
7	砝码	10 mg	F ₁ 等级
8	砝码	5 mg	F ₁ 等级
9	砝码	1 mg	F ₁ 等级
10	电子天平	10 g~6 kg, $d=0.01$ g	Ⓓ级

D.1.2 测量对象

力值砝码,标称力值为 50 N,其最大允许误差为 $\pm 0.05\%$;引用重力加速度 $g=9.7988 \text{ m/s}^2$,换算出的标称质量化整后为 5 102.666 g,其最大允许误差化整后为 ± 2.551 g。

D.1.3 测量方法

采用直接比较法,对力值砝码和标准砝码进行 3 次 ABBA 循环测量,得出其质量差值。

D.2 测量模型

$$m_{\text{ct}} = m_{\text{cr}} + \Delta m$$

式中:

m_{ct} ——被校力值砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg);

m_{cr} ——标准砝码的约定质量,单位为克(g)或千克(kg);

Δm ——被校力值砝码与标准砝码之间的质量差值,单位为克(g)或千克(kg)。

D.3 不确定度来源分析

D.3.1 测量过程引入的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$ 。

D.3.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{cr})$ 。

D.3.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$ 。

D.4 标准不确定度的评定

D.4.1 测量过程引入的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$

本规范要求测量 1 次,根据式(C.2),单次测量过程的标准不确定度 $u_w(\Delta m)$ 等于质量差值的标准偏差。为确定试验的标准偏差,对 50 N 力值砝码进行 3 次 ABBA 循环测量,质量差值测量结果分别为:0.03 g、0.02 g、0.03 g。测量过程引入的标准不确定度为:

$$u_w(\Delta m) = s(\Delta m) = \frac{\max(\Delta m_i) - \min(\Delta m_i)}{2 \times \sqrt{3}} = \frac{0.03 \text{ g} - 0.02 \text{ g}}{2 \times \sqrt{3}} \approx 0.003 \text{ g}$$

D.4.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{cr})$

D.4.2.1 标准砝码组中各标准砝码的最大允许误差

标准砝码的检定证书中给出标准砝码的准确度等级为 F₁ 级,根据其准确度等级查得其最大允许误差列于表 D.2。

表 D.2 标准砝码中各标准砝码的最大允许误差

序号	测量标准	标称质量	准确度等级	最大允许误差
1	砝码	5 kg	F ₁ 等级	±25 mg
2	砝码	100 g	F ₁ 等级	±0.5 mg
3	砝码	2 g	F ₁ 等级	±0.12 mg
4	砝码	500 mg	F ₁ 等级	±0.08 mg
5	砝码	100 mg	F ₁ 等级	±0.05 mg
6	砝码	50 mg	F ₁ 等级	±0.04 mg
7	砝码	10 mg	F ₁ 等级	±0.025 mg
8	砝码	5 mg	F ₁ 等级	±0.020 mg
9	砝码	1 mg	F ₁ 等级	±0.020 mg

标称值为 50 N 的力值砝码的质量最大允许误差化整后为 ±2.551 g,其 1/10 为 0.255 1 g,根据标准砝码的选取原则,当化整误差小于 0.255 1 g 时,可忽略不计,即标称质量为 50 mg、10 mg、5 mg、1 mg 的标准砝码可忽略不计。

D.4.2.2 标准砝码的标准不确定度

按均匀分布:

$$u(m_{cr}) = \frac{|MPE|}{\sqrt{3}} \dots\dots\dots (D.1)$$

根据式(D.1)计算标准砝码的标准不确定度,见表 D.3。

表 D.3 标准砝码的标准不确定度

序号	测量标准	标称质量	准确度等级	标准不确定度
1	砝码	5 kg	F ₁ 等级	14.5 mg
2	砝码	100 g	F ₁ 等级	0.3 mg
3	砝码	2 g	F ₁ 等级	0.07 mg
4	砝码	500 mg	F ₁ 等级	0.05 mg
5	砝码	100 mg	F ₁ 等级	0.03 mg

D.4.2.3 标准砝码的标准不确定度

$$u(m_{\text{cr}}) = \sqrt{u_{5\text{kg}}^2(m_{\text{cr}}) + u_{100\text{g}}^2(m_{\text{cr}}) + u_{2\text{g}}^2(m_{\text{cr}}) + u_{500\text{mg}}^2(m_{\text{cr}}) + u_{100\text{mg}}^2(m_{\text{cr}})} = 0.02 \text{ g}$$

D.4.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$ D.4.3.1 衡量仪器的称量误差引入的标准不确定度 $u(\Delta I)$

衡量仪器使用 $d=0.01 \text{ g}$ 、量程为 $10 \text{ g} \sim 6 \text{ kg}$ 的电子天平,其检定证书中给出的准确度等级为①级,根据其准确度等级得到其最大允许误差为 $\pm 0.1 \text{ g}$,根据其最大允许误差计算其标准不确定度为:

$$u(\Delta I) = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}} = 0.06 \text{ g}$$

D.4.3.2 衡量仪器显示分辨力引入的标准不确定度 $u(d)$

衡量仪器使用 $d=0.01 \text{ g}$ 的电子天平,其显示分辨力引入的标准不确定度为:

$$u(d) = \frac{d}{2\sqrt{3}} = 0.003 \text{ g}$$

D.4.3.3 衡量仪器偏载误差引入的标准不确定度 $u(E)$

查衡量仪器的溯源证书,偏载误差 $E=0.01 \text{ g}$,由偏载误差引入的标准不确定度为:

$$u(E) = \frac{E}{2\sqrt{3}} = 0.003 \text{ g}$$

D.4.3.4 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$

衡量仪器引入的标准不确定度为:

$$u(I) = \sqrt{u^2(\Delta I) + u^2(d) + u^2(E)} = 0.07 \text{ g}$$

D.5 合成标准不确定度

各分量标准不确定度均不相关,其合成标准不确定度为:

$$u_c(m_{\text{cl}}) = \sqrt{u_w^2(\Delta m) + u^2(m_{\text{cr}}) + u^2(I)} = 0.08 \text{ g}$$

D.6 扩展不确定度

$$U(m_{\text{cl}}) = k \cdot u_c(m_{\text{cl}}) = 0.08 \text{ g} \times 2 \approx 0.2 \text{ g} (k=2)$$

附录 E

(资料性)

中国部分城市重力加速度参考值

地点	重力加速度 $g/(m/s^2)$	地区	重力加速度 $g/(m/s^2)$	地点	重力加速度 $g/(m/s^2)$
北京	9.801 5	大同	9.798 4	开封	9.796 6
上海	9.794 6	包头	9.798 6	武汉	9.793 6
天津	9.801 1	乌兰浩特	9.806 6	宜昌	9.793 3
重庆	9.791 4	海拉尔	9.808 1	长沙	9.791 5
哈尔滨	9.806 6	西安	9.794 4	衡阳	9.790 7
佳木斯	9.807 9	延安	9.795 5	广州	9.788 3
牡丹江	9.805 1	宝鸡	9.793 3	海口	9.786 3
齐齐哈尔	9.808 0	兰州	9.792 6	南昌	9.792 0
长春	9.804 8	西宁	9.791 1	九江	9.792 8
吉林	9.804 8	银川	9.796 1	福州	9.789 1
沈阳	9.803 5	乌鲁木齐	9.801 5	杭州	9.793 6
大连	9.801 1	吐鲁番	9.802 4	南京	9.794 9
丹东	9.801 9	哈密	9.800 6	徐州	9.796 7
锦州	9.802 7	拉萨	9.779 9	合肥	9.794 7
石家庄	9.799 7	成都	9.791 3	蚌埠	9.795 4
阜新	9.803 2	昆明	9.783 6	安庆	9.793 6
保定	9.800 3	贵阳	9.786 8	芜湖	9.794 4
唐山	9.801 6	南宁	9.787 7	济南	9.798 8
张家口	9.800 0	柳州	9.788 5	青岛	9.798 5
承德	9.801 7	郑州	9.796 6	德州	9.799 5
太原	9.797 0	洛阳	9.796 1	—	—

以上所列为中国部分城市重力加速度参考值(仅供参考使用),其他城市重力加速度可按式(E.1)近似计算:

$$g_{h\phi} = \frac{9.806\ 65\ \text{m/s}^2 \times (1 - 0.002\ 65 \times \cos 2\phi)}{1 + \frac{2h}{R}} \dots\dots\dots (E.1)$$

式中:

- ϕ ——测量地点的纬度,单位为度($^{\circ}$);
- h ——测量地点的海拔高度,单位为米(m);
- R ——地球半径,约为 $6\ 371 \times 10^3$ m。

参 考 文 献

- [1] JJG 59—2022 液体活塞式压力计检定规程
-