

T/CSMT

团 体 标 准

T/CSMT-DE-00*—2025

力值砝码校准规范

Calibration Specification for Force Value Weights

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国计量测试学会 发布

目 录

引言.....	III
1 范围.....	1
2 引用文件.....	1
3 术语和计量单位.....	1
3.1 术语.....	1
3.2 计量单位.....	1
4 概述.....	2
4.1 结构.....	2
4.2 材料.....	2
4.3 用途.....	2
5 计量特性.....	2
5.1 约定质量值.....	2
5.2 约定质量修正值.....	2
6 校准条件.....	2
6.1 环境条件.....	2
6.2 测量标准及其他设备.....	2
7 校准项目和校准方法.....	3
7.1 校准前准备.....	3
7.2 被校力值砝码标称质量的计算.....	3
7.3 标准砝码的选取.....	3
7.4 标准砝码组标称质量的计算.....	3
7.5 校准方法.....	4
8 校准结果表达.....	5
9 复校时间间隔.....	6
附录 A 力值砝码校准记录参考格式.....	7

附录 B	力值砝码校准证书内页参考格式.....	8
附录 C	力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定方法.....	9
附录 D	力值砝码约定质量测量结果的不确定度评定示例.....	11
附录 E	中国部分城市重力加速度参考值.....	14

引 言

JJF 1071-2010《国家计量校准规范编写规则》、JJF 1001-2011《通用计量术语及定义》、JJF 1059.1-2012《测量不确定度评定与表示》共同构成支撑校准规范制订工作的基础性系列规范。

本规范采用文件的情况：

参考了GB/T 4167《砝码》和JJG 99《砝码》的技术指标和检定方法等内容；引用了JJF 1011-2006《力值与硬度计量术语及定义》的术语及定义、JJG 59-2022《液体活塞式压力计》的中国部分城市重力加速度参考值及重力加速度的计算方法。

本规范由中国计量测试学会提出并归口。

本规范起草单位：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、山东省肥料研究开发中心、山东省计量科学研究院、中国计量测试学会。

本规范主要起草人：田帅、吕青峰、岳宗龙、耿云亮、孔磊、王婧璇、许小芳、阴冉冉、靳路通、张佳楠。

本规范为首次发布。

力值砝码校准规范

1 范围

本规范适用于与力值测量仪器配套使用或校准力值测量仪器的力值砝码的校准；其它使用方式的力值砝码可以参照使用。

2 引用文件

JJG 99 砝码

GB/T 4167 砝码

JJG 59-2022 液体活塞式压力计

JJF 1011-2006 力值与硬度计量术语及定义

凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本规范；凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有修改单）适用于本规范。

3 术语和计量单位

3.1 术语

3.1.1 约定质量 conventional mass

即约定质量值，指一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8000 kg/m³。[JJG 99-2022，术语和计量单位 3.1.1]

3.1.2 力值砝码 force weights

产生标准力值的质量块。[JJF 1011-2006，力基（标）准机 1.40]

3.1.3 标称质量 nominal mass

即质量的标称值，指根据重力加速度和力值计算，得到的以质量单位表示的经化整的值或近似值，以便为适当使用提供指导。

3.1.4 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。[JJF 1011-2006，力基（标）准机 1.5]

3.1.5 化整误差 rounding error

标称质量化整前后之间的差值。

3.2 计量单位

3.2.1 使用的单位

力：牛顿(N)，或其十进倍数单位；

质量：千克(kg)、克(g)、毫克(mg)。

3.2.2 力值砝码或砝码组的标称力值应为 1×10^n N，或 2×10^n N，或 5×10^n N，其中“ n ”表示一个正的或负的整数或零。

4 概述

4.1 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结构或使用条件相适应的其他相应的型式。

4.2 材料

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

4.3 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。

5 计量特性

5.1 约定质量

约定质量值与标称值的差的绝对值 $|m_c - m_0|$ ，不超过其最大允许误差的绝对值。

5.2 约定质量修正值

满足被校力值砝码以力值换算为质量表示的经化整的误差或近似误差的要求。

6 校准条件

6.1 环境条件

6.1.1 环境温度：(15~25)°C，最大变化5°C/4h。

6.1.2 相对湿度：(30~70)%，最大变化15%/4h。

6.1.3 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。

6.2 测量标准及其他设备

6.2.1 标准砝码：其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。

6.2.2 衡量仪器：其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1/6。

6.2.3 温湿度记录仪：其最大允许误差应满足：温度：±2℃，相对湿度：±5%。

7 校准项目和校准方法

7.1 校准前准备

7.1.1 清洁被校力值砝码

a) 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，不得改变力值砝码的表面特性(如：划伤力值砝码)。力值砝码在使用和存放时均须保持其清洁。

b) 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得浸入溶液中，以免液体浸入腔体。

7.1.2 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中至少恒温1h。

7.2 被校力值砝码标称质量的计算

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

式中：

m_t ——被校力值砝码的标称质量，kg；

F ——被校力值砝码的标称力值，N；

g ——被校力值砝码生产厂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， m/s^2 。

7.3 标准砝码的选取

由于被校力值砝码的标称质量是经计算后化整的值或近似值，且标准砝码最小标称质量为1mg，因此在选取标准砝码时应遵循以下原则：

7.3.1 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0.1倍；

7.3.2 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。

7.4 标准砝码组标称质量的计算

标准砝码组的标称质量由单个砝码的标称质量累加计算得出：

$$m_r = \sum_i m_{ri} \quad (2)$$

式中：

m_r ——标准砝码组的标称质量，mg，或g，或kg；

m_{ri} ——单个标准砝码的标称质量，mg，或g，或kg。

7.5 校准方法

采用直接比较法，将被校力值砝码与标准砝码进行比较。被校力值砝码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。

7.5.1 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} ，根据公式计算被校力值砝码与标准砝码质量的差值：

$$\Delta m = \frac{I_{t1} - I_{r1} - I_{r2} + I_{t2}}{2} \quad (3)$$

式中：

Δm ——被校力值砝码与标准砝码质量的差值，g或kg；

I_{t1} ——被校力值砝码的第1次衡量仪器示值，g或kg；

I_{r1} ——标准砝码的第1次衡量仪器示值，g或kg；

I_{r2} ——标准砝码的第2次衡量仪器示值，g或kg；

I_{t2} ：被校力值砝码的第2次衡量仪器示值，g或kg。

7.5.2 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} ，根据公式计算被校力值砝码与标准砝码质量的差值：

$$\Delta m = I_{t1} - \frac{I_{r1} + I_{r2}}{2} \quad (4)$$

式中：

Δm ——被校力值砝码与标准砝码质量的差值，g或kg；

I_{t1} ——被校力值砝码的第1次衡量仪器示值，g或kg；

I_{r1} ——标准砝码的第1次衡量仪器示值，g或kg；

I_{r2} ——标准砝码的第2次衡量仪器示值，g或kg。

7.5.3 结果计算

7.5.3.1 被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值

$$\Delta m_c = m c_{cr} + \Delta m \quad (5)$$

Δm_c ——被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值，g或kg；

$m_{c_{cr}}$ ——标准砝码的约定质量修正值，g或kg；

Δm ——被校力值砝码与标准砝码之间的质量差值，g或kg。

7.5.3.2 被校力值砝码的约定质量

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m_c \quad (6)$$

m_{ct} ——被校力值砝码的约定质量，g或kg；

m_{cr} ——标准砝码的约定质量，g或kg；

Δm_c ——被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值，g或kg。

7.5.3.3 被校力值砝码的约定质量修正值

$$m_{c_{ct}} = m_{ct} - m_0 \quad (7)$$

$m_{c_{ct}}$ ——被校力值砝码的约定质量修正值，g或kg；

m_{ct} ——被校力值砝码的约定质量，g或kg；

m_0 ——被校力值砝码的标称质量，g或kg。

8 校准结果表达

校准结果应在校准证书上反映。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。

9 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

力值砝码校准记录参考格式

校准记录编号：_____

委托单位										
仪器名称		型号规格								
准确度等级		不确定度								
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	
相对湿度						环境温度				
校准地点										
约定质量校准：										
重力加速度						来源				
测量循环	力值砝码标称力值 ()	力值砝码标称质量 ()	标准砝码组标称质量 ()	衡量仪器示值 ()		被校力值砝码与标准砝码质量的差值 ()	标准砝码组约定质量修正值 ()	被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值 ()	被校力值砝码的约定质量 ()	被校力值砝码的约定质量修正值 ()

扩展不确定度 $U(k=2)$ ：

校准员：

核验员：

校准日期：

附录B

力值砝码校准证书内页参考格式

校 准 结 果

标称力值	约定质量值	约定质量修正值	扩展不确定度 $U(k=2)$

备注: 校准时引用的重力加速度为_____ m/s^2 。

附录C

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

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

式中：

m_{ct} ：被校力值砝码的约定质量，g或kg；

m_{cr} ：标准砝码的约定质量，g或kg；

Δm_{c} ：被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值，g或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 $u_{\text{w}}(\Delta m_{\text{c}})$ ；

C.3.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{\text{cr}})$ ；

C.3.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$ 。

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 $u_{\text{w}}(\Delta m_{\text{c}})$

测量过程的标准不确定度 $u_{\text{w}}(\Delta m_{\text{c}})$ 是质量差值的标准偏差，对于 n 次测量循环：

$$u_{\text{w}}(\Delta m_{\text{c}}) = \frac{s(\Delta m_{\text{ci}})}{\sqrt{n}} \quad (\text{C.2})$$

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：

$$s(\Delta m_{\text{c}}) = \frac{\max(\Delta m_{\text{ci}}) - \min(\Delta m_{\text{ci}})}{2 \times \sqrt{3}} \quad (\text{C.3})$$

式中：测量循环数目 $n \geq 3$ 。

C.4.2 标准砝码引入的标准不确定度 $u(m_{\text{cr}})$

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：

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

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：

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

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：

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

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：

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

C.4.3.2 衡量仪器显示分辨力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，由于分辨力引入的标准不确定度为：

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

C.4.3.3 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$

$$u(I) = \sqrt{u^2(\Delta I) + u^2(d)} \quad (\text{C.9})$$

C.5 合成标准不确定度的评定

各分量标准不确定度均不相关，其合成标准不确定度为：

$$u_c(m_{\text{ct}}) = \sqrt{u_w^2(\Delta m_c) + u^2(m_{\text{cr}}) + u^2(I)} \quad (\text{C.10})$$

C.6 扩展不确定度的评定

$$U(m_{\text{ct}}) = k \cdot u_c(m_{\text{ct}}) (k = 2) \quad (\text{C.11})$$

附录D

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:

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	5kg	F ₁ 等级
2	砝码	100g	F ₁ 等级
3	砝码	2g	F ₁ 等级
4	砝码	500mg	F ₁ 等级
5	砝码	100mg	F ₁ 等级
6	砝码	50mg	F ₁ 等级
7	砝码	10mg	F ₁ 等级
8	砝码	5mg	F ₁ 等级
9	砝码	1mg	F ₁ 等级
10	电子天平	10g~6kg, d=0.01g	①级

D.1.2 测量对象: 力值砝码, 标称力值为50N, 其最大允许误差为±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5102.666g, 其最大允许误差化整后为±2.551g。

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

$$m_{ct} = m_{cr} + \Delta m_c$$

式中:

m_{ct} : 被校力值砝码的约定质量, g或kg;

m_{cr} : 标准砝码的约定质量, g或kg;

Δm_c : 被校力值砝码与标准砝码之间的约定质量差值, g或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 $u_w(\Delta m_c)$;

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 $u_w(\Delta m_c)$

测量过程的标准不确定度 $u_w(\Delta m_c)$ 是质量差值的标准偏差，对50N力值砝码进行3次ABBA循环测量，质量差值测量结果分别为：0.03g、0.02g、0.03g，测量过程引入的标准不确定度为：

$$s(\Delta m_c) = \frac{\max(\Delta m_{ci}) - \min(\Delta m_{ci})}{2 \times \sqrt{3}} = \frac{0.03\text{g} - 0.02\text{g}}{2 \times \sqrt{3}} = 0.003\text{g}$$

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了标准砝码的准确度等级为F₁级，根据其准确度等级查询其最大允许误差如下：

表 D. 2 标准砝码组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	5kg	F ₁ 等级	±25mg
2	砝码	100g	F ₁ 等级	±0.5mg
3	砝码	2g	F ₁ 等级	±0.12mg
4	砝码	500mg	F ₁ 等级	±0.08mg
5	砝码	100mg	F ₁ 等级	±0.05mg
6	砝码	50mg	F ₁ 等级	±0.04mg
7	砝码	10mg	F ₁ 等级	±0.025mg
8	砝码	5mg	F ₁ 等级	±0.020mg
9	砝码	1mg	F ₁ 等级	±0.020mg

标称值为50N的力值砝码的质量最大允许误差化整后为±2.551g，其0.1倍为0.2551g，根据标准砝码的选取原则，当化整误差小于0.2551g时，可忽略不计，即标称质量为50mg、10mg、5mg、1mg的标准砝码可忽略不计。

D.4.2.2 标准砝码组中各标准砝码的标准不确定度

$$\text{按均匀分布: } u(m_{cr}) = \frac{|\text{MPE}|}{\sqrt{3}}$$

根据上述公式计算标准砝码组中各标准砝码的标准不确定度分别为：

表 D. 3 标准砝码组中各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	5kg	F ₁ 等级	14.5mg
2	砝码	100g	F ₁ 等级	0.3mg
3	砝码	2g	F ₁ 等级	0.07mg
4	砝码	500mg	F ₁ 等级	0.05mg
5	砝码	100mg	F ₁ 等级	0.03mg

D.4.2.3 标准砝码组的标准不确定度

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

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，根据其准确度等级计算其最大允许误差为 $\pm 0.1\text{g}$ ，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 衡量仪器引入的标准不确定度 $u(I)$

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

D.5 合成标准不确定度的评定

各分量标准不确定度均不相关，其合成标准不确定度为：

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

D.6 扩展不确定度的评定

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

附录E

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	9.8015	大同	9.7984	开封	9.7966
上海	9.7946	包头	9.7986	武汉	9.7936
天津	9.8011	乌兰浩特	9.8066	宜昌	9.7933
重庆	9.7914	海拉尔	9.8081	长沙	9.7915
哈尔滨	9.8066	西安	9.7944	衡阳	9.7907
佳木斯	9.8079	延安	9.7955	广州	9.7883
牡丹江	9.8051	宝鸡	9.7933	海口	9.7863
齐齐哈尔	9.8080	兰州	9.7926	南昌	9.7920
长春	9.8048	西宁	9.7911	九江	9.7928
吉林	9.8048	银川	9.7961	福州	9.7891
沈阳	9.8035	乌鲁木齐	9.8015	杭州	9.7936
大连	9.8011	吐鲁番	9.8024	南京	9.7949
丹东	9.8019	哈密	9.8006	徐州	9.7967
锦州	9.8027	拉萨	9.7799	合肥	9.7947
石家庄	9.7997	成都	9.7913	蚌埠	9.7954
阜新	9.8032	昆明	9.7836	安庆	9.7936
保定	9.8003	贵阳	9.7868	芜湖	9.7944
唐山	9.8016	南宁	9.7877	济南	9.7988
张家口	9.8000	柳州	9.7885	青岛	9.7985
承德	9.8017	郑州	9.7966	德州	9.7995
太原	9.7970	洛阳	9.7961	——	——

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），其它城市重力加速度可按以下公式近似计算：

$$g_{h\phi} = \frac{9.80665 \times (1 - 0.00265 \times \cos 2\phi)}{1 + \frac{2h}{R}}$$

式中：

R ——地球半径，约为 6371×10^3 m；

h ——测量地点的海拔高度，m；

ϕ ——测量地点的纬度。