

二、三等标准双活塞式 压力真空计检定规程

JJG 159—1994

二、三等标准双活塞式压力真空计检定规程

Verification Regulation of Standard Dual Piston Type
Pressurevacuum Gauge (Grade II & III)

JJG 159—1994
代替 JJG 159—1975

本检定规程经国家技术监督局于1994年4月5日批准，并自1994年12月1日起施行。

归口单位：中国计量科学研究院

起草单位：山东省计量科学研究所

本规程技术条文由起草单位负责解释。

本规程主要起草人：

罗来勇（山东省计量科学研究所）

参加起草人：

韦覃恩（中国计量科学研究院）

目 录

一 概述	1102
二 技术要求	1102
三 检定条件	1104
四 检定项目和检定方法	1104
五 检定结果处理和检定周期	1108
附录	1109
附录 1 二、三等标准双活塞式压力真空计检定记录表	1109
附录 2 检定证书内面格式	1110
附录 3 中国各主要城市重力加速度	1111

二、三等标准双活塞式压力真空计检定规程

本规程适用于新制造、使用中和修理后的压力测量范围为 $-0.1\sim 0.25\text{MPa}$ 的二等(0.05级)、三等(0.2级)标准双活塞式压力真空计(以下简称仪器)的检定。

一 概 述

仪器是利用压力作用于活塞上的力与活塞所负荷的重力相平衡的原理,进行压力测量的计量标准器。它主要由压力校验器和彼此相互补偿工作位置的简单活塞系统与差动活塞系统,以及专用砝码等组成。用于压力的量值传递、检定和测试。

二 技 术 要 求

1 仪器的准确度等级和基本误差见表1。

表 1

准确度等级	基本误差 ($\pm\%$)	压力在 $0\sim 0.025$ MPa时的误差	压力在 $0.025\sim 0.25$ MPa时的误差	压力在 $-0.1\sim 0$ MPa时的误差
二 等	± 0.05	0.025MPa的 $\pm 0.05\%$	实际测量值的 $\pm 0.05\%$	-0.1MPa 的 $\pm 0.05\%$
三 等	± 0.2	0.025MPa的 $\pm 0.2\%$	实际测量值的 $\pm 0.2\%$	-0.1MPa 的 $\pm 0.2\%$

2 校验器的密封性试验应在 0.3MPa 压力下,试验 10min ,后 5min 应无压力降。

3 仪器的两个承重盘平面对各自活塞轴线的垂直度偏差应不大于 $5'$ 。

4 仪器活塞转动延续时间。

差动活塞应不少于 10s ,简单活塞应不少于 20s 。

5 仪器活塞下降速度的规定见表2。

表 2

名 称	加放专用 砝码质量 (kg)	活塞标称 面积 (cm^2)	允许最大下降速度 (mm/min)		
			二 等		三 等
			新制造	使用中或修理后	使用中或修理后
简单活塞	1	1	0.3	0.5	0.8
差动活塞	1	0.5	0.8	1.0	1.6

6 仪器的比例常数 K_A 测量时的起始平衡点及各测量点的专用砝码质量、 K_A 值的允许范围、数据修约及允许误差见表3。

7 仪器的灵敏阈,二等标准不大于 20mg ,三等标准不大于 50mg 。

8 仪器的差动活塞有效面积测量时的起始平衡点和各测量点的压力值及加放的专用砝码质量见表4。

9 仪器在测量差动活塞有效面积时的起始平衡点复测允许差值、差动活塞有效面积的允许误差、数据修约和允许范围见表5。

10 仪器的专用砝码质量允许误差，二等的为 $\pm 0.02\%$ ，三等的为 $\pm 0.05\%$ 。

表 3

序号	在活塞承重盘上加放的专用砝码质量 (kg)		K_A 值允许范围	K_A 值允许误差		K_A 值数据修约	
	简单活塞	差动活塞		二等	三等	二等	三等
起始平衡	活塞自重	活塞自重	0.4970~ 0.5030	$\pm 0.02\%$	$\pm 0.1\%$	0.0001	0.0001
1	0.5	0.25					
2	1.0	0.5					
3	1.5	0.75					

表 4

序 号	标准器 (高一等标准压力计)			标准器 (高一等标准压力真空计)		
	作用压力 (MPa)	标准活塞与差动活塞承重盘上加放的专用砝码质量 (kg)		作用压力 (MPa)	标准活塞与差动活塞承重盘上加放的专用砝码质量 (kg)	
		标准活塞	差动活塞		标准活塞	差动活塞
起始平衡	0.1	0.6	0.5	0.1	0.9	0.5
1	0.15	0.5	0.25	0.15	1.0	0.25
2	0.2	1.0	0.5	0.2	1.0	0.5
3	0.25	1.5	0.75	0.25	1.5	0.75

表 5

准确度等级	起始平衡点复测允许差值 (g)	活塞有效面积允许误差 (%)	活塞有效面积修约 (cm ²)	活塞有效面积允许范围 (cm ²)
二 等	0.025	± 0.02	0.0001	0.4970~0.5030
三 等	0.050	± 0.1		

11 用于测量压力和负压的专用砝码各制一套，其压力值及专用砝码数量参照表 6 的规定。

表 6

作用压力值 (MPa)	数 量 (个)	作用压力值 (MPa)	数 量 (个)
0.005	2	-0.005	2
0.01	4	-0.01	9
0.05	4		

12 仪器应有下列标记：

12.1 仪器的铭牌上应标有仪器名称、型号、编号、准确度等级、测量范围、制造厂名称、出厂年月。

12.2 专用砝码、承重盘上应标有与校验器铭牌上相同的编号。专用砝码上应标有以 MPa 为单位的压力值及编号，负值值的专用砝码应在数值前加“-”号。

13 仪器的活塞系统和专用砝码：

13.1 用手转动活塞时，活塞应灵活，并能自由地在活塞筒内移动，不得有卡住或卡紧现象。新制造的仪器，活塞和活塞筒的工作表面应光滑无锈迹，使用中或修理后的仪器，活塞和活塞筒的工作表面不应有影响计量性能的锈蚀。

- 13.2 各个专用砝码的配合要有互换性，不得过松和过紧。
- 13.3 专用砝码上应有质量调整腔，并用螺钉封口。螺钉不得高于砝码的表面。
- 13.4 新制造的专用砝码和承重盘表面应有完好的耐磨防腐层（如发蓝、发黑或镀锌、镀铬等）、并应光滑、无砂眼、无锈蚀或其他损伤。
- 13.5 仪器的活塞系统和专用砝码应配套使用。
- 14 装有活塞系统的底座上应有水准器。
- 15 电机带动的两个胶轮应能按顺时针方向匀速转动，转速为 30~60r/min。

三 检 定 条 件

16 检定用设备

16.1 标准器

16.1.1 测量上限为 0.6MPa 的一等、二等标准活塞式压力计，测量范围为 -0.1~0.25MPa 的一等、二等标准活塞式压力真空计或相应准确度的其他标准器。

16.1.2 相应准确度等级的天平。

16.1.3 相应准确度等级的 g 组、mg 组标准砝码各两套。

16.2 其他器具

16.2.1 专用水平仪；分度值为 1~2'。

16.2.2 百分表及其支架；百分表的量程为 5~10mm。

16.2.3 秒表、温湿度计。

16.2.4 测量上限为 0.4MPa 的精密压力表。

16.2.5 工作压力 \geq 0.4MPa 的气源。

16.2.6 测量比例常数和差动活塞有效面积用的专用标准砝码一套，其标称质量为 0.25kg，数量为 9 个。该专用标准砝码的几何形状与仪器配套的相应标称质量的专用砝码相同，其质量允许误差为 $\pm 0.002\%$ 。

16.2.7 油气分离器；内径不小于 80mm 的金属容器。

17 工作介质和传压介质

仪器的工作介质为变压器油或变压器油与煤油的混合油，其 20℃ 时的运动粘度为 9~12mm²/s，酸值不大于 0.05KOHmg/g。传压介质为空气或氮气。

18 环境条件

检定时环境要求：

18.1 检定二等仪器的温度为 20 \pm 2℃；

检定三等仪器的温度为 20 \pm 5℃。

18.2 相对湿度为 80%。

18.3 检定前，仪器需在检定室放置不少于 4h，并在规定的检定温度下放置 2h 以上方可进行检定。

四 检定项目和检定方法

19 外观检查

仪器的外观检查按 12~15 条的要求进行。

20 仪器清洗

打开校验器上的所有阀门，把两个活塞从活塞筒内取出，将整个校验器倒置，倒出油路系统内的工作介质，用航空汽油（或溶剂汽油）反复冲洗两个活塞筒、油路系统，以及校验器的气路系统，待管道及活塞筒内的汽油挥发后，将新工作介质注入油路系统，然后把两个洗净凉干的活塞放入各自的注满工作介质的活塞筒内。

21 检验器的密封性检查

在校验器的一个接嘴上装一只测量上限为 0.4MPa 的精密压力表（另一接嘴用仪器自备的无孔螺栓密封），关闭通大气的阀门，借助加压器（或空压机）加压至 0.3MPa，然后关闭气源的阀门，保持 5min 后重新将压力值调至 0.3MPa，再关闭气源阀门并观察 5min，此时精密压力表上不得有压力降。

22 活塞承重盘平面对活塞轴线垂直度的检查

调整校验器的底角螺钉，使校验器上的水准器气泡居中。此时用砝码压住其中一个活塞，使另一个活塞升至工作位置。把专用水平仪放在承重盘上，则气泡应保持在零位上。然后将水平仪转动 90°（承重盘不动），水平仪的气泡仍应处在零位。再将承重盘转动 90°、180°，水平仪的气泡在任一方向上偏离零位均应不超过 5'。用同样方法检查另一个活塞的垂直度。当两个活塞中的任一活塞在任一位置和方向上超过 5' 时，则认为活塞承重盘平面对活塞轴线的垂直度不合格。

23 活塞转动延续时间的测量

排除油路系统中的空气后，用砝码压住一个活塞，使另一个活塞升到工作位置，活塞在空载下以最大初始转速按顺时针方向转动，并同时用秒表计时，自开始转动至完全停止的时间间隔即为该活塞的转动延续时间。用同样方法测量另一活塞的转动延续时间。每个活塞的转动延续时间均须测量 2~3 次，取其平均值。该数值和每个活塞至少两次数值均应符合第 4 条的规定。

24 活塞下降速度的测量

打开校验器通大气的阀门，用不少于 1kg 的砝码压住差动活塞，并在简单活塞上加放标称值为 1kg 的专用砝码，使其升到比工作位置高约 2mm，关闭油压器通向活塞系统的阀门。在简单活塞承重盘上端的小杯中心处放置百分表，使表的触头升高 5mm 左右，耐压约 2min，此时起动电机带动活塞转动，观察百分表指针移动的距离，同时用秒表测量时间。每次测量时间不少于 1min。然后在简单活塞上加放不少于 3kg 的砝码，用同样方法测量差动活塞的下降速度。

简单活塞和差动活塞的下降速度均须测量 3 次，各取其最大值，该值应符合表 2 的规定。

25 比例常数 K_A 的测量

给仪器通大气，用油压器加压，使两个活塞处于工作位置，起动电机带动两活塞转动，并用加放小砝码的方法使两个活塞达到起始平衡。然后按表 3 的规定进行简单活塞和差动活塞有效面积比例常数的测量。二等仪器须升压、降压各测 3 点，三等仪器只须在升压时测 3 点。

26 K_A 值的计算与修约

26.1 K_{Ai} 值按下式计算：

$$K_{Ai} = \frac{m_i + \Delta m_i}{m_i + \Delta m_i} \quad (1)$$

式中： K_{Ai} ——简单活塞与差动活塞有效面积在 i 测量点的比值；
 m_i ——起始平衡后，加在差动活塞承重盘上的专用砝码质量 (kg)；
 Δm_i ——起始平衡后，加在差动活塞承重盘上的小砝码质量 (kg)；
 m_i ——起始平衡后，加在简单活塞承重盘上的专用砝码质量 (kg)；
 Δm_i ——起始平衡后，加在简单活塞承重盘上的小砝码质量 (kg)；

26.2 算术平均值按下式计算：

$$K_{A\text{平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n K_{Ai}}{n} \quad (2)$$

式中： $K_{A\text{平均}}$ —— K_A 的算术平均值；

K_{Ai} ——各测量点的单独值；

n ——测量次数，二等仪器为 6 次，三等仪器为 3 次。

26.3 K_A 相对误差按下式计算：

$$\delta_{K_A} = \frac{\Delta K_A}{K_{A\text{平均}}} \times 100\% \quad (3)$$

式中： δ_{K_A} —— K_A 的相对误差；

ΔK_A —— K_A 的平均值与单独值的最大差值；

K_A 值的相对误差不应超过表 3 中的规定。当 δ_{K_A} 值超过要求时，允许 K_A 值重测一次。

26.4 K_A 的算术平均值应按表 3 中的规定进行修约后填入检定证书，其修约值应符合表 3 的规定。

27 灵敏阈的测量

仪器灵敏阈的测量在测量 K_A 值时进行。当简单活塞和差动活塞平衡于起始平衡点时，在差动活塞承重盘上加放能破坏两活塞平衡的最少砝码，其砝码的质量值即为该仪器的灵敏阈。仪器的灵敏阈量值应符合第 7 条的规定。

28 差动活塞有效面积的测量

如图 1 和图 2 所示，将被检仪器与标准器连通，在仪器通大气的情况下，调整好两仪器的重直位置，并用油压器将简单活塞和差动活塞调至工作位置。然后关闭所有通大气的阀门，在标准活塞和差动活塞上加放表 4 中规定的起始平衡砝码，起动机带动两活塞转动，同时用气源加压并用仪器上的气体调压器调整压力，使仪器的两个活塞和标准活塞（亦以 30~60r/min 的初始转速按顺时针方向转动）均处于工作位置，此位置即被视为起始平衡点的位置。若不平衡，则在上升活塞（不包括简单活塞）的承重盘上加放小砝码，直至平衡。在平衡过程中，若差动活塞已在起始平衡位置，而简单活塞未达到起始平衡位置，则用油压器把它调整到起始平衡位置。确定三个活塞是否平衡，应观察其在工作位置上是否保持不变，然后按表 4 中规定的其他测量点进行比较测量。对二等仪器须升压、降压各测 3 点，三等仪器只须升压时测 3 点。各点（包括起始平衡点）测量过程中，3 个活塞均须保持起始平衡点时的工作位置。

29 差动活塞有效面积的计算和修约

29.1 差动活塞有效面积按下式计算：

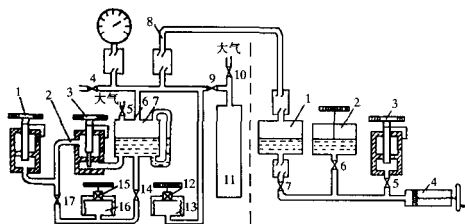


图1 差动活塞有效面积测量示意图之一

图左边：被检器

1—简单活塞；2—差动活塞侧孔；3—差动活塞；4、5、10、12、15—大气阀门；6—压力进气口；7—油气分离器；8—导压管；9、14、17—阀门；

11—气源；13—气体调压器；16—油压器

图右边：高一等标准活塞式压力计

1—油气分离器；2—油杯；3—活塞压力计；4—加压器；5、6、7—阀门

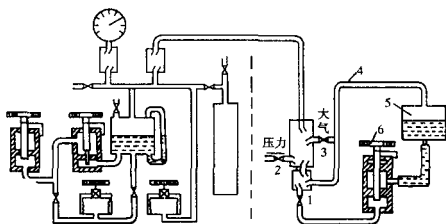


图2 差动活塞有效面积测量示意图之二

图左边：被检仪器与图1相同

图右边：高一等标准活塞式压力真空计

1、2、3—阀门；4—导压管；5—油气分离器；6—活塞式压力真空计

$$A'_i = A \frac{m'_i + \Delta m'_i}{m_i + \Delta m_i} \quad (4)$$

式中： A'_i ——差动活塞有效面积第 i 测量点的单独值 (cm^2)；

A ——标准器的活塞有效面积 (cm^2)；

m'_i ——起始平衡后，加在差动活塞承重盘上的专用砝码质量 (kg)；

$\Delta m'_i$ ——起始平衡后，加在差动活塞承重盘上的小砝码质量 (kg)；

m_i ——起始平衡后，加在标准活塞承重盘上的专用砝码质量 (kg)；

Δm_i ——起始平衡后，加在标准活塞承重盘上的小砝码质量 (kg)。

29.2 差动活塞有效面积的平均值按下式计算：

$$A'_{\text{平均}} = \frac{\sum_{i=1}^n A'_i}{n} \quad (5)$$

式中： $A'_{\text{平均}}$ ——差动活塞有效面积平均值 (cm^2)；

n ——测量次数（二等仪器 $n=6$ ，三等仪器 $n=3$ ）。

29.3 差动活塞有效面积的相对误差按下式计算：

$$\delta_{A'} = \frac{\Delta A'}{A'_{\text{平均}}} \times 100\% \quad (6)$$

式中： $\delta_{A'}$ ——差动活塞有效面积的相对误差（%）；

$\Delta A'$ ——差动活塞有效面积的单独值与平均值的最大差值（ cm^2 ）。

29.4 差动活塞有效面积平均值需按表 5 的规定修约后填入检定证书，其修约值应符合表 5 的规定。

30 专用砝码质量的计算与检定

测量压力时的专用砝码质量按下式计算：

$$m_p = \rho A' \frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \quad (7)$$

式中： m_p ——专用砝码质量（kg）；

p ——测量压力值（Pa）；

A' ——差动活塞有效面积（ m^2 ）；

g ——仪器使用地点的重力加速度（ m/s^2 ）；

ρ_a ——空气密度（取 1.2kg/m^3 ）；

ρ_m ——专用砝码材料密度（钢取 $7.8 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ，铝取 $2.7 \times 10^3\text{kg/m}^3$ ）。

注：当压力单位为 MPa，差动活塞有效面积单位为 cm^2 时，专用砝码质量按下式计算：

$$m_p = \rho A' \frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \quad (8)$$

式中： p ——被测压力值（MPa）；

A' ——差动活塞有效面积（ cm^2 ）；

其余符号的意义同（7）式。

31 测量负压时的专用砝码质量按下式计算：

$$m_v = p \frac{A'}{K_A} \frac{1}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \quad (9)$$

式中： m_v ——测量负压时的专用砝码质量（kg）；

K_A ——仪器的比例常数；

其余符号意义同（7）式。

注：当负压以 MPa 取值，差动活塞有效面积以 cm^2 取值时，专用砝码质量按下式计算

$$m_v = p \frac{A'}{K_A} \frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right) \quad (10)$$

式中： p ——被测负压值（MPa）；

其余符号意义同（7）、（9）式。

32 专用砝码质量的检定，按照有关国家检定规程进行。其质量的称量值与计算值之差应符合第 10 条的要求。

五 检定结果处理和检定周期

33 经检定符合本规程要求的仪器发给检定证书，不合格的发给检定结果通知书。

34 仪器的检定周期新制的一般为 1 年，使用中修理后的最长为 2 年。

附 录

附录 1 二、三等标准双活塞式压力真空计检定记录表

使用单位 _____ 检定日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日 标准器 _____ 等 _____ 号
 测量范围 _____ 被检器 _____ 等 _____ 号 测量范围 _____ 制造厂 _____ 工作介质 _____

1. 外观检查: _____
2. 校验器密封性检查: _____
3. 承重盘平面对活塞轴线垂直度的检查: _____
4. 活塞转动延续时间:
 简单活塞: (1) _____ min _____ s (2) _____ min _____ s (3) _____ min _____ s 平均值 _____ min _____ s
 差动活塞: (1) _____ min _____ s (2) _____ min _____ s (3) _____ min _____ s 平均值 _____ min _____ s
5. 活塞下降速度 (mm/min):
 简单活塞: (1) _____ (2) _____ (3) _____ 最大值 _____
 差动活塞: (1) _____ (2) _____ (3) _____ 最大值 _____
6. 比例常数 K_A 值的测定:

日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日 室温: _____ °C 灵敏阈: _____ mg 比例常数的平均值 $K_{A\text{平均}} =$ _____ K_A 的平均值与单独值的最大差值 ΔK_A _____ 比例常数 K_A 的相对误差 δ_{K_A} _____ % $K_{A\text{平均}}$ 的修约值 _____ \pm _____

序 号	作用压力 (MPa)	在活塞承重盘上加放的砝码质量				ΔK_A , $\frac{m_1' + \Delta m_1'}{m_1 + \Delta m_1}$
		差动活塞		简单活塞		
		m_1' (kg)	$\Delta m_1'$ (g)	m_1 (kg)	Δm_1 (g)	
平衡点						
1						
2						
3						
4						
5						
6						

7. 差动活塞有效面积 A' 的测量:

序 号	作用压力 (MPa)	在差动活塞与标准活塞的 承重盘上加放砝码质量				质量比值 $\frac{m_1' + \Delta m_1'}{m_1 + \Delta m_1}$	A' (cm ²)
		被 检 器		标 准 器			
		m_1' (kg)	$\Delta m_1'$ (g)	m_1 (kg)	Δm_1 (g)		
平衡点							
1							
2							
3							
4							
5							
6							
复 检							

日期: _____ 室温 _____ ℃ 标准器活塞有效面积 $A =$ _____ cm^2 差动活塞有效面积
 平均值 $A'_{\text{平均}} =$ _____ cm^2 $A'_{\text{平均}}$ 的修约值 $A' =$ _____ \pm _____ cm^2 A' 的平均值与单独值的最大
 差值 $\Delta A' =$ _____ cm^2 A' 的相对误差 $\delta_{A'} =$ _____ %

8. 专用砝码质量计算:

仪器使用地点重力加速度 $g =$ _____ m/s^2

$$m_p = \rho A' \frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$$

$$m_v = \rho \frac{A'}{K_A} \cdot \frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$$

9. 检定结果: _____

检定证书编号: _____

检定员 _____ 复核员 _____

专用砝码产生压力 (MPa)	砝码质量及允差 (kg)
0.005	±
0.01	±
0.05	±
-0.005	±
-0.01	±

附录 2 检定证书内面格式

测量范围	_____	- 0.1 ~ 0.25	_____	MPa
基本误差	_____	±	_____	%
比例常数	_____	±	_____	
差动活塞有效面积	_____	±	_____	cm^2
活塞转动延续时间	简单活塞	_____	min	s
	差动活塞	_____	min	s
活塞下降速度	简单活塞	_____		mm/min
	差动活塞	_____		mm/min
仪器密封性	_____			
仪器灵敏度	_____			mg
仪器使用地点重力加速度	$g =$ _____			m/s^2
检定时室内温度	_____			℃

专 用 砝 码

作用压力值 (MPa)	专用砝码质量及允差 (kg)	数 量 (个)
0.005		
0.01		
0.05		
-0.005		
-0.01		

备注: _____

下次送检时带此证书

附录3 中国各主要城市重力加速度

序 号	地 点	g (m/s^2)	$\frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$	$\frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_a}{\rho_m} \right)$
1	北 京	9.8015	10.2041	10.2070
2	上 海	9.7946	10.2113	10.2142
3	天 津	9.8011	10.2045	10.2075
4	广 州	9.7883	10.2179	10.2208
5	南 京	9.7949	10.2110	10.2139
6	西 安	9.7944	10.2115	10.2144
7	太 原	9.7970	10.2088	10.2117
8	石 家 庄	9.7997	10.2060	10.2089
9	沈 阳	9.8035	10.2020	10.2050
10	贵 阳	9.7868	10.2194	10.2224
11	济 南	9.7988	10.2069	10.2099
12	郑 州	9.7966	10.2092	10.2122
13	成 都	9.7913	10.2147	10.2177
14	乌 鲁 木 齐	9.8015	10.2041	10.2070
15	长 春	9.8048	10.2007	10.2036
16	昆 明	9.7836	10.2228	10.2257
17	杭 州	9.7936	10.2123	10.2153
18	南 宁	9.7877	10.2185	10.2214
19	武 汉	9.7936	10.2123	10.2153
20	哈 尔 滨	9.8066	10.1988	10.2017
21	西 宁	9.7911	10.2149	10.2179
22	兰 州	9.7926	10.2134	10.2163
23	南 昌	9.7920	10.2140	10.2170
24	长 沙	9.7915	10.2145	10.2175
25	合 肥	9.7947	10.2112	10.2141
26	福 州	9.7891	10.2170	10.2200
27	银 川	9.7961	10.2097	10.2127
28	拉 萨	9.7799	10.2266	10.2296
29	承 德	9.8017	10.2039	10.2068
30	青 岛	9.7985	10.2072	10.2102
31	保 定	9.8003	10.2053	10.2083
32	徐 州	9.7967	10.2091	10.2121
33	唐 山	9.8016	10.2040	10.2069
34	开 封	9.7966	10.2092	10.2122
35	包 头	9.7986	10.2071	10.2101

续表

序 号	地 点	g (m/s^2)	$\frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_e}{\rho_{m,地}} \right)$	$\frac{100}{g} \left(1 + \frac{\rho_e}{\rho_{m,地}} \right)$
36	乌兰里哈	9.7994	10.2063	10.2092
37	浦 口	9.7951	10.2108	10.2137
38	蚌 埠	9.7954	10.2104	10.2134
39	海拉尔	9.8081	10.1972	10.2002
40	延 安	9.7955	10.2103	10.2133
41	洛 阳	9.7961	10.2097	10.2127
42	柳 州	9.7885	10.2176	10.2206
43	惠 阳	9.7882	10.2180	10.2209
44	海 口	9.7863	10.2199	10.2229
45	衡 阳	9.7907	10.2153	10.2183
46	大 连	9.8011	10.2045	10.2075
47	哈 密	9.8006	10.2050	10.2080
48	吉 林	9.8048	10.2007	10.2036
49	乌兰浩特	9.8066	10.1988	10.2017
50	佳 木 斯	9.8079	10.1974	10.2004
51	宝 鸡	9.7933	10.2126	10.2156
52	牡 丹 江	9.8051	10.2003	10.2033
53	吐 鲁 番	9.8024	10.2032	10.2061
54	安 庆	9.7936	10.2123	10.2153
55	九 江	9.7928	10.2132	10.2161
56	宜 昌	9.7933	10.2126	10.2156
57	芜 湖	9.7944	10.2115	10.2144
58	潼 关	9.7951	10.2108	10.2137
59	汉 口	9.7936	10.2123	10.2153
60	重 庆	9.7914	10.2146	10.2176
61	齐 齐 哈 尔	9.8080	10.1973	10.2003
62	山 海 关	9.8018	10.2038	10.2067
63	德 州	9.7995	10.2062	10.2091
64	丹 东	9.8019	10.2037	10.2066
65	阜 新	9.8032	10.2023	10.2053
66	张 家 口	9.8000	10.2057	10.2086
67	大 同	9.7984	10.2073	10.2103
68	锦 州	9.8027	10.2028	10.2058

注：本表未列地区的重力加速度值，可用下式计算出：

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

式中： ϕ ——测量地点的纬度； R ——地球平均半径，等于 $6371 \times 10^3 m$ ； h ——测量地点的海拔高度。