

力学计量测试丛书

# 天平 砝码

TIANPING FAMA

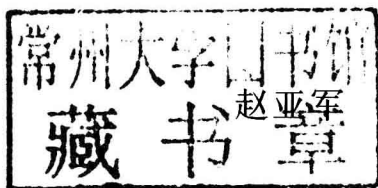
赵亚军 主编



中国计量出版社  
CHINA METROLOGY PUBLISHING HOUSE

力学计量测试丛书

# 天平 砝码



主编

中国计量出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

天平 砝码/赵亚军主编. —北京: 中国计量出版社, 2010. 9  
(力学计量测试丛书)

ISBN 978-7-5026-3323-3

I. ①天… II. ①赵… III. ①天平—基本知识②砝码—基本知识  
IV. ①TH715.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 149647 号

### 内 容 提 要

本书密切结合天平、砝码的使用、检定与维修人员的工作实际, 系统介绍了机械单双盘天平、架盘天平、液体相对密度天平、托盘扭力天平、水分测定仪、精密扭力天平与砝码安装、使用、检定和维修的基本知识。

本书供广大天平、砝码的使用、检定与维修人员阅读, 也可作为质量技术监督行业工人考取等级证书的参考教材; 亦可作为分析化验等专业教材使用, 尤其适合做天平、砝码规程宣贯的培训教材。

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

邮政编码 100013

电话 (010) 64275360

http: // www. zgjl. com. cn

北京市媛明印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

版权所有 不得翻印

\*

850 mm × 1168 mm 32 开本 印张 11.75 字数 277 千字

2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷

\*

印数 1—2 000 定价: 26.00 元

# 丛 书 编 委 会

主 编	编	张 跃	刘国普	
	委	张 跃	刘国普	王 虹
		李宗英	王均国	刘子勇
		张 琬	何 力	柳建明
		李占宏	徐 殷	沈效宏
		于旭光	周 彪	
选 题 策 划		王 虹		
版 式 设 计		李宗英		

## 本书编委会

主 编 赵亚军

编 委 (以姓氏笔画为序):

丁京安 王卫忠 王福龙

王宏伟 付 欣 牛国伟

徐倩玉 刘邦明 刘 伟

陈 雪 张志宏 张东文

李 平 李占宏 林 军

柳 萌 柳建明 姚 弘

姚仙国 胡树国 赵 茜

赵皓月 黄 克 廖 彬

戴 芳 袁青松

# 总 序

计量是实现单位统一、量值准确可靠的活动。计量在经济建设和科技发展中起到举足轻重的作用。计量已渗透到各行各业，成为经济社会有序活动和可持续发展的必要条件。

20世纪80年代，中国计量出版社曾出版了一套《力学计量测试丛书》，该丛书因其实用性强而受到广大读者一致好评。随着新技术的发展，原书很多内容已陈旧。为了满足广大从事力学计量工作技术人员的需求，由中国计量出版社和中国计量科学研究院力学所组织力学计量领域的专家重新编写了《力学计量测试丛书》，并将陆续出版。

本套丛书内容包括衡器、密度计量、硬度计量、天平砝码、流量计量、容量计量、振动计量、力值计量等。

本套丛书专业理论体系完整，且可操作性强，介绍有关力学计量基本原理、定义、公式，对测量方法和典型仪器做了重点介绍。除此以外，还对技术的发展趋势、国内外的现状做了简要介绍。希望它能对提高广大力学计量工作人员的理论和技术水平有所帮助。

**丛书编委会**

2009.6

# 前 言

天平和砝码广泛应用在各行各业的量值传递、科学检测、产品化验和分析工作中。为了帮助广大使用、检定和维修天平和砝码的人员了解天平和砝码的基本知识，解决实际工作中遇到的各种问题，我们编写了此书。该书全面系统地介绍了天平和砝码的结构、原理、使用、检定和维修知识。

本书依据最新版的 JJG 46—2004《扭力天平》、JJG 98—2006《机械天平》、JJG 99—2006《砝码》、JJG 156—2004《架盘天平》、JJG 171—2004《液体相对密度天平》计量规程，注重实际着眼于广大基层工作者，实用性、针对性、可操作性强，希望能对广大使用、检定和维修天平和砝码的人员有所裨益。

因作者水平所限，本书的缺点和错漏在所难免，望广大读者批评指正（电话：65486673 手机：13552272633）。

编 者  
2010年8月

目

录

## CONTENTS

<b>第一章 机械天平</b>	<b>/1</b>
<b>第一节 基础知识</b>	<b>/1</b>
一、质量	/1
二、重量	/1
三、质量与重量	/1
四、力矩	/2
五、力偶和力偶矩	/3
六、杠杆平衡原理	/3
七、杠杆的分类	/4
八、天平的四大性能	/4
九、天平的灵敏性	/5
十、天平的稳定性	/6
十一、天平的正确性	/7
十二、天平的示值不变性	/7
十三、天平的种类	/7
<b>第二节 安装</b>	<b>/9</b>
一、机械双盘天平的构造	/9
二、机械单盘天平的构造	/20
三、机械天平的级别	/28
四、机械天平的安装要求	/30
五、机械天平安装前的清洁工作	/31



- 六、安装机械双盘天平 /32
- 七、安装机械单盘天平 /35
- 第三节 检定与数据处理 /36
  - 一、机械天平的检定内容 /36
  - 二、天平的检定目的 /37
  - 三、机械天平的检定注意事项 /37
  - 四、机械天平检定工具 /37
  - 五、天平的平衡位置 /38
  - 六、天平的阻尼减缩系数 /38
  - 七、杠杆式天平的计量性能指标 /42
  - 八、检定机械双盘天平 /43
  - 九、检定机械单盘天平 /46
  - 十、检定天平的机械挂砝码 /48
  - 十一、机械天平检定的计算公式 /51
  - 十二、机械双盘光学标尺天平的检定数据处理 /55
  - 十三、机械单盘光学标尺天平的检定数据处理 /59
  - 十四、机械双盘普通标尺天平的检定数据处理 /60
  - 十五、机械天平的机械加码检定数据处理 /65
  - 十六、机械单盘天平的机械减码的检定数据处理 /74
  - 十七、TG 328A 型天平检定数据处理 /81
  - 十八、GT 2A 型天平的检定数据处理 /99
  - 十九、普通标尺天平检定数据处理 /114
  - 二十、TG 328B 型天平的检定及数据处理 /123
- 第四节 保养与调修 /136
  - 一、正确操作机械天平 /136
  - 二、机械天平的维护保养 /137
  - 三、天平的电源变压器有故障时的调修 /138
  - 四、天平不平衡时的调修 /139
  - 五、天平的显示窗（也称读数窗）上无显示时的调修 /140

- 六、天平横梁发生扭动时的调修 /141
- 七、天平开关不灵活时的调修 /142
- 八、天平框罩部有故障时的调修 /143
- 九、天平前门阻尼装置失灵的调修 /144
- 十、天平调整脚有问题的调修 /146
- 十一、天平微动开关有故障时的调修 /146
- 十二、天平的零点微调器有故障时的调整 /148
- 十三、天平的盘托有问题时的调修 /148
- 十四、天平阻尼器故障的调修 /150
- 十五、天平的秤盘有问题的调修 /151
- 十六、天平的水准器（水平装置）失准时的调修 /152
- 十七、天平的刀垫有问题时的调修 /152
- 十八、天平翼翅板故障的调修 /153
- 十九、天平机械加码系统故障的调修 /154
- 二十、天平的常用工具 /156
- 二十一、天平光学读数系统故障的调修 /158
- 二十二、天平发生耳折（或耳晃）时的调修 /162
- 二十三、天平出现跳针（针跳）时的调修 /163
- 二十四、天平产生带针时的调修 /166
- 二十五、天平自开故障的调修 /168
- 二十六、天平回力（回劲）故障的调修 /169
- 二十七、天平阻碍（蹭）故障的调修 /169
- 二十八、天平的灵敏度不合适时的调修 /170
- 二十九、天平的左、右盘灵敏度不一致时的调整 /172
- 三十、天平的空载与全载灵敏度不一致时的调修 /173
- 三十一、产生天平不等臂的原因 /179
- 三十二、检测天平的不等臂 /181
- 三十三、机械双盘天平不等臂时的调整 /183
- 三十四、天平示值重复性不好的调修 /188
- 三十五、天平刀子好坏的检查方法 /193

- 三十六、拆卸天平的刀子 /193
- 三十七、安装天平的刀子 /194
- 三十八、天平故障的综合调修 /198

#### 第五节 单盘天平 /199

- 一、单盘天平光学读数系统故障的调修 /199
- 二、单盘天平机械减码系统有故障时的调修 /200
- 三、单盘天平阻碍(蹭)的调修 /202
- 四、单盘天平空秤不平衡的调整 /203
- 五、单盘天平的灵敏度调整 /203
- 六、单盘天平带针的调修 /203
- 七、单盘天平微读机构分度与微分标尺分度的比例失准的调修 /204
- 八、单盘天平的重复性不好的调修 /204
- 九、拆装单盘天平的刀子 /205
- 十、单盘天平的微读轮失灵时的调修 /205
- 十一、单盘天平底板线路接线有问题时的调修 /205
- 十二、单盘天平秤盘晃动的调修 /206
- 十三、TG 729C 型单盘天平的调修 /207
- 十四、机械天平的选择 /207

#### 第六节 架盘天平 /215

- 一、架盘天平的构造 /215
- 二、架盘天平的检定内容 /218
- 三、架盘天平的各项允许误差 /219
- 四、架盘天平的规格 /220
- 五、架盘天平检定前的工作 /220
- 六、检定架盘天平 /220
- 七、架盘天平不平衡的调修 /226
- 八、架盘天平阻碍(蹭)的调修 /227
- 九、架盘天平灵敏度不好时的调修 /227
- 十、调整架盘天平的四角误差故障 /228

十一、调整架盘天平的不等臂故障	/229
十二、架盘天平的重复性不好的调修	/229
十三、架盘天平的游码与标尺配合太松时的调整	/230
第七节 液体相对密度天平	/230
一、液体相对密度天平的构造	/230
二、液体相对密度天平的外观要求	/233
三、液体相对密度天平的衡量原理	/234
四、液体相对密度天平的计量性能指标	/234
五、液体相对密度天平的检定条件	/235
六、液体相对密度天平的检定项目	/236
七、检定液体相对密度天平	/236
八、液体相对密度天平的灵敏度不好时的调修	/241
九、液体相对密度天平重复性故障的调整	/242
十、液体相对密度天平支重距不好的调修	/244
十一、液体相对密度天平 V 形槽口示值不准时的调修	/246
十二、液体相对密度天平的测锤体积不准时的调修	/247
第八节 托盘扭力天平	/249
一、TN—100 型托盘扭力天平的构造	/249
二、TN—100 型托盘扭力天平的检定项目	/255
三、TN—100 型托盘扭力天平的计量性能指标	/255
四、TN—100 型托盘扭力天平的维护保养	/256
五、TN—100 型托盘扭力天平的检定	/257
六、TN—100 型托盘扭力天平重复性不好的调修	/258
七、TN—100 型托盘扭力天平灵敏度不好时的调修	/259
八、TN—100 型托盘扭力天平的四角误差有问题时的排除	/260
九、TN—100 型托盘扭力天平不等臂（偏差）故障的调修	/262
十、TN—100 型托盘扭力天平的游丝有问题时的	

调修 /263

十一、TN—100 型托盘扭力天平开关不合适的调修 /264

十二、TN—100 型托盘扭力天平阻碍（蹭）时的  
调修 /265

### 第九节 水分测定仪 /266

一、SC 69—02 型水分快速测定仪的构造 /266

二、SC 69—02 型水分快速测定仪的安装调试 /271

三、SC 69—02 型水分快速测定仪的检定项目 /273

四、SC 69—02 型水分快速测定仪的计量等性能  
指标 /273

五、SC 69—02 型水分快速测定仪的检定 /275

六、SC 69—02 型水分快速测定仪的使用与维护 /277

七、SC 69—02 型水分快速测定仪的读数窗上无光的  
调修 /278

八、读数窗上光不强的调修 /279

九、读数刻线不清晰的调修 /280

十、SC 69—02 型水分快速测定仪灵敏度不好时的  
调整 /281

十一、标尺刻度线与读数窗标准线不平行时的调整 /281

十二、空秤不平衡的调修 /281

十三、水分测定仪发生阻碍的调整 /282

十四、阻尼不好的调修 /282

十五、水分测定仪四角误差的调修 /282

十六、水分测定仪重复性不好的调整 /282

十七、水分测定仪不加热的调修 /283

### 第十节 扭力天平 /284

一、扭力天平的原理 /284

二、扭力天平的构造 /284

三、扭力天平的安装使用 /287

四、扭力天平的检定项目 /288

- 五、扭力天平的计量性能指标 /289
- 六、扭力天平的检定 /289
- 七、扭力天平的维护保养 /294
- 八、扭力天平不平衡的调修 /295
- 九、扭力天平阻碍（蹭）的调修 /295
- 十、扭力天平跳针或关不止的调修 /296
- 十一、扭力天平带针的调整 /296
- 十二、扭力天平横梁在开关时扭动的调修 /297
- 十三、扭力天平示值误差的调整 /297
- 十四、扭力天平灵敏度不好的调整 /298
- 十五、扭力天平重复性不好的调修 /299

## 第二章 砝码 /301

### 第一节 基础知识 /301

- 一、国际千克（公斤）原器 /301
- 二、国家千克（公斤）原器 /301
- 三、砝码 /301
- 四、砝码的名义值 /302
- 五、砝码的实际质量 /302
- 六、砝码的修正值 /302
- 七、砝码的检定 /302
- 八、砝码的扩展不确定度 /302
- 九、砝码的折算质量 /303
- 十、校准 /303
- 十一、计量基准器 /304
- 十二、计量标准器 /304
- 十三、量值 /304
- 十四、量值传递 /304
- 十五、砝码组 /304
- 十六、砝码组的划分 /304

- 十七、砝码的组合形式 /305
- 十八、砝码的制造材料 /306
- 十九、砝码的构造 /308
- 第二节 砝码的级别与要求 /309
  - 一、砝码的等级 /309
  - 二、各等级砝码的最大允许误差 /310
  - 三、各等级砝码的要求 /313
  - 四、砝码的检定项目 /315
  - 五、砝码检定室的要求 /316
  - 六、检定砝码用的衡量仪器及砝码的要求 /317
  - 七、砝码检定前的清洁与恒温 /318
  - 八、砝码的检定方法 /319
  - 九、磁性对砝码的影响 /320
  - 十、空气密度的计算 /321
  - 十一、海拔高度对检定测量结果的影响 /322
  - 十二、衡量方法 /323
  - 十三、精密衡量法 /323
  - 十四、替代衡量法 /323
  - 十五、连续替代衡量法 /324
  - 十六、交换衡量法 /327
  - 十七、几种精密衡量方法的优缺点 /329
  - 十八、砝码的计算公式 /329
  - 十九、砝码的检定条件 /332
- 第三节 砝码的检定与调修 /332
  - 一、用电子天平检定  $F_1$  等级砝码 /332
  - 二、用机械天平检定  $M_1$  等级砝码 /339
  - 三、砝码的外观检查 /345
  - 四、新规程的特点 /346
  - 五、砝码重了的修理 /346
  - 六、砝码轻了的调修 /347

七、用替代法进行精密称量	/347
八、常用砝码的材料密度	/348
九、砝码调修注意事项	/349
十、砝码的检定周期	/350
十一、使用与维护保养砝码	/352
十二、常用质量单位	/352
十三、常用砝码的规格型号	/354
<b>参考文献</b>	<b>/355</b>



# 第 一 章 机 械 天 平

## 第 一 节 基 础 知 识

### 一、质量

质量是物体所具有的重要的物理属性，在某种情况下，它可以用来量度物体的惯性大小；在某种情况下，它又可以用来量度物体和其他物体相互吸引的能力。

质量只有大小而没有方向，是标量。

### 二、重量

重量表示物体所受重力的大小。也就是说，重量表示地球对物体的万有引力与因地球自转而引起的作用在物体上的惯性离心力的合力的值。物体的重量等于该物体的质量与重力加速度的乘积。其关系式为：

$$W = mg \quad (1-1)$$

式中： $W$ ——物体的重力；

$m$ ——物体的质量；

$g$ ——物体的重力加速度。

### 三、质量与重量

虽然质量与重量是密切相关的但却是概念不同的两个物理量。它们的区别是：