

分析天平

结构 性能 调修

杨福来



河南大学出版社

362504

分 析 天 平

结 构 性 能 调 修

杨 福 来



河南大学出版社

(豫)新登字第09号

分 析 天 平
结 构 性 能 调 修
杨 福 来
责任编辑 余 勉

河南大学出版社出版
(开封市明伦街85号)
河南省新华书店发行
河南兰考印刷厂印刷

开本: 787×1092 毫米1/32 印张: 3.875 字数: 83千字

1992年6月第1版 1992年6月第1次印刷

印数: 1—2500

定价: 1.70元

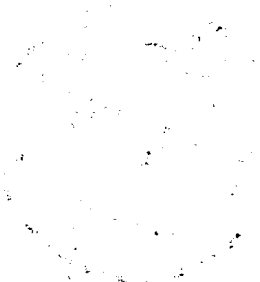
ISBN 7-81018-515-2/O · 27

DV 65/1078

内 容 提 要

本书主要介绍了分析天平的精度级别、分类、结构、安装、使用和维护，并重点论述了分析天平的计量性能，即稳定性、灵敏性、等臂性、示值变动性等有关标准和调修方法。为了读者学习和工作的便利，书后附有天平检定规程及天平检定规程参考资料。

本书可供天平检定、使用人员以及从事天平修理的技术人员和工人使用，也可供大专院校分析化学专业的教师和学生参考。



序

分析天平是学校、医院、工厂等单位和工农业、国防等部门使用非常广泛的一种精密仪器，但是迄今国内还没有一本专门介绍维修天平的书，杨福来工程师的这本书正是针对这方面的需要而编写的。此书简明扼要、全面系统地介绍了天平的分类、结构、安装、使用、维护以及国家检定规程等知识，更详尽地介绍了天平计量性能、调修方法和使用注意事项。

杨福来工程师从事精密仪器维修工作30余年，不仅有实践经验，而且还重视理论上的研究，曾先后在《计量技术》、《仪器与未来》、《上海计量测试》、《河南计量测试》及《河南大学学报》等刊物上发表多篇论文。对各类分析天平尤其有深入的研究。他有娴熟的调修技巧和丰富的调修经验，曾多次为天平维修人员培训班讲课，此书即在其所发表论文及讲课所编教材基础上经反复修改充实而成的。此书不仅对从事天平维修的工作人员有直接的帮助，而且对使用人员也有颇高的参考价值。相信此书的出版对教学、科研及有关人员将起到积极的作用。

刘海澜

1991. 12.

目 录

一、天平的概述	(1)
(一) 天平的分类.....	(1)
(二) 天平的结构.....	(3)
(三) 天平的安装.....	(21)
(四) 天平的正确使用.....	(31)
(五) 天平的维护和保养.....	(35)
二、天平的性能及调修	(38)
(一) 天平的稳定性及其调修方法.....	(38)
1.天平横梁重心对稳定性的影响及调修方法.....	(38)
2.天平三把刀口对稳定性的影响.....	(40)
3.天平不稳定时常出现的现象及其原因.....	(42)
(二) 天平的灵敏度及其调修方法.....	(44)
1.天平空载分度值的调整.....	(46)
2.天平全载分度值的调整.....	(47)
3.天平灵敏度的调修.....	(53)
4.天平偏感的调修.....	(55)
(三) 天平的偏差及其调修方法.....	(59)
1.天平产生偏差的原因.....	(59)
2.天平偏差的粗略调整方法.....	(60)
3.天平偏差的精确判断方法.....	(61)
4.天平偏差的精密调整方法.....	(63)
(四) 天平的示值变动性及其调修方法.....	(65)

1.天平自身结构引起的示值变动.....	(66)
2.外界因素引起的示值变动.....	(71)
(五)天平计量性能的综合调修.....	(73)
1.天平的分度值与稳定性.....	(74)
2.天平的分度值与偏差.....	(76)
三、天平的修理工具.....	(80)
(一)通用工具.....	(80)
(二)专用工具.....	(81)
附录一、天平检定规程.....	(89)
附录二、天平检定参考资料.....	(103)
参考文献.....	(115)
后记.....	(119)

一、天平的概述

分析天平（以下简称天平）是进行质量传递和衡量物质质量必不可少的最为精密的科学仪器之一，是科学研究、工业、农业、医药卫生、国防建设等各方面广泛使用的一种计量器具。它对促进我国科学技术的发展和加速四化建设有着重要的作用。因此，对于从事天平工作的人员来说，掌握和了解有关天平的基本知识，对顺利开展工作是非常必要的。

（一）天平的分类

天平的分类方法应力求简单明了，但目前我国还没有一个统一的完善的方法，现在采用的分类原则有以下几种。

1. 根据天平的用途或称量范围

根据此种方法可把天平分为分析天平、精密分析天平、物理天平、标准天平、微量天平、超微量天平等。这种分类方法缺乏准确性，不能概括各种天平的精度及适用范围，所以一般不采用。

2. 依据天平的结构特点

依此方法可将天平分为等臂天平和不等臂天平两大类。在这两类天平中又可分为等臂双盘天平、等臂单盘天平和

等臂单盘天平。单盘天平一般都具有光学读数、机械减码、阻尼器等装置。双盘天平又有普通标牌和微分标牌，有阻尼器和无阻尼器之分。

具有微分标牌、阻尼器、光学读数装置的天平又称为电光天平。在具有普通标牌的天平中，把无阻尼器的天平称为摆动天平；有阻尼器的天平称为阻尼天平。

这种分类方法，可以直接反映出天平的结构特征，在天平的使用上便于从结构上进行选择，但它不能体现出天平的精确度，而且名目繁杂。

3. 按照天平的相对精度

这是我国现行采用较多的分类方法。根据我国现行的《天平检定规程JJG98—72（试行本）》的统一规定，按照天平的名义分度值（即标称分度值，通称分度值）与最大载荷之比，把天平划分为十个等级。见表1。

天平级别					表 1
精 度 级 别	1	2	3	4	5
名义分度值与最大载荷比值	1×10^{-7}	2×10^{-7}	5×10^{-7}	1×10^{-6}	2×10^{-6}
精 度 级 别	6	7	8	9	10
名义分度值与最大载荷比值	5×10^{-6}	1×10^{-5}	2×10^{-5}	5×10^{-5}	1×10^{-4}

例如：某一台天平的名义分度值为 $S_{\text{名义}} = 0.1$ 毫克，最大载荷为 $P = 200$ 克，其比值为

$$\frac{S_{\text{名义}}}{P} = \frac{0.1 \text{毫克}}{200 \text{克}} = \frac{1 \times 10^{-1} \text{毫克}}{2 \times 10^5 \text{毫克}} = 0.5 \times 10^{-6} = 5 \times 10^{-7}$$

对照表1，应为三级天平。

这样划分的级别比较简单明了，便于使用者从天平的精度级别方面进行选择。

在同一个级别的天平中，由于最大载荷不同，因而分度值也不同。各级天平的分度值见表2。

(二) 天平的结构

天平的种类繁多，形状各异，结构亦不尽相同。本书以应用较为广泛的等臂双盘电光分析天平为主简述天平的结构，如图1—1。

天平的结构主要包括外框、立柱、横梁各部分以及悬挂系统、光学读数装置、制动机构、机械加码装置及骑码标尺等。

1. 外框部分

外框 用以保护天平内部部件使之不受灰尘、热源、潮湿、气流等外界条件的影响，通常多用木质做成。

底板 用以固定立柱、外框、水平脚、制动器座架等，通常多用大理石或玻璃制成。

前门定位装置 该装置可以使前门开启到任何位置而不至于下落。其形式有弹簧、重锤卡片式等；天平的边门有推式、合式两种。

水平脚 一般是三只，后边一只固定的，前边两只

表2

各级天平分度值表

分度值 不大于 (毫克)	级 别	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
最大 载荷											
50千克		5	10	25	50	100	250	500	1000	2500	5000
30		3	6	15	30	60	150	300	600	1500	3000
20		2	4	10	20	40	100	200	400	1000	2000
5		0.5	1	2.5	5	10	25	50	100	250	500
2		0.2	0.4	1.0	2	4	10	20	40	100	200
1		0.1	0.2	0.5	1	2	5	10	20	50	100
200克		0.02	0.04	0.1	0.2	0.4	1	2	4	10	20
100		0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1	2	5	10
50		0.005	0.01	0.025	0.05	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5
30		0.003	0.006	0.015	0.03	0.06	0.15	0.3	0.6	1.5	3
20		0.002	0.004	0.010	0.02	0.04	0.10	0.2	0.4	1.0	2
2		0.0002	0.0004	0.001	0.002	0.004	0.01	0.02	0.04	0.1	0.2
1		0.0001	0.0002	0.0005	0.001						

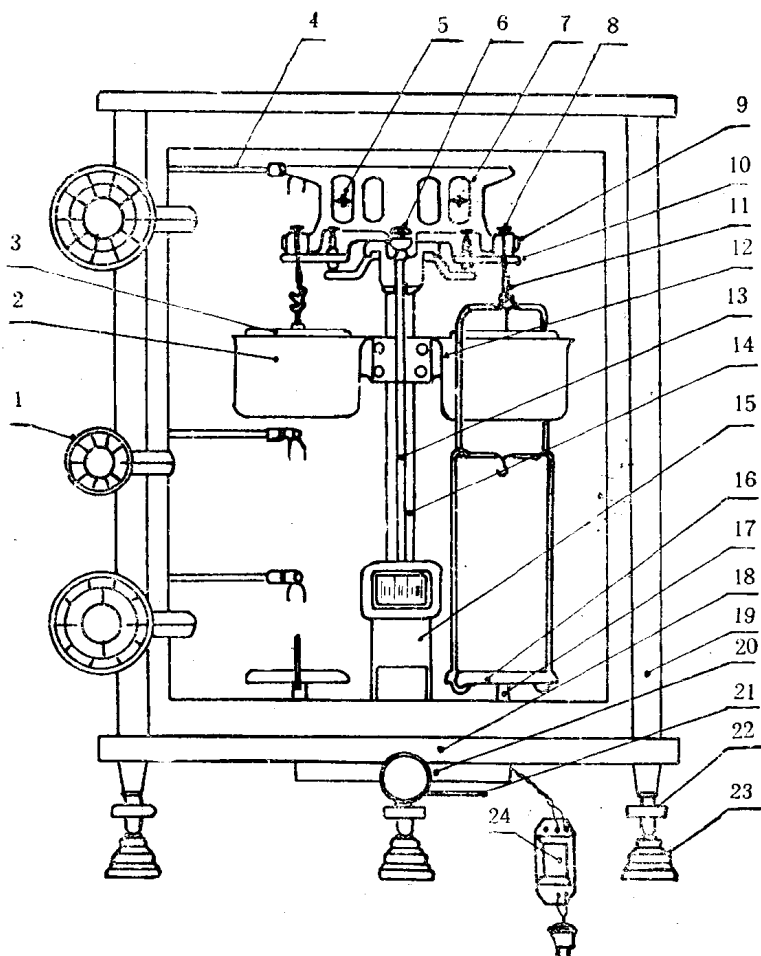


图1—1 天平结构图

1—加码指数盘；2—阻尼器外筒；3—阻尼器内筒；4—加码杆；5—平衡
 砣；6—中刀；7—横梁；8—吊耳；9—边刀盒；10—托翼；11—挂勾；12—阻
 尼架；13—指针；14—立柱；15—投影屏座；16—秤盘；17—托盘；18—底
 座；19—外框；20—开关按钮；21—调零杆；22—水平调整脚；23—防震垫
 脚；24—变压器。

可调的。其作用是调整天平水平位置，保证天平安放平稳。

水平脚架 用以连接水平脚、底板和固定外框之用。

2. 立柱部分

立柱 如图1—2。是空心柱体，垂直固定在底板上，是横梁的起落基架。天平制动器的升降拉杆，穿过立柱空心孔，带动大小翼子板上下运动，使天平开启和关闭。

土字头 安装在立柱顶端，用以固定中刀承、大托翼和压翼弹簧。

中刀承 用502胶或其它粘合剂粘在土字头凹槽内，支承中刀用。

水准器 如图1—3。用三个螺

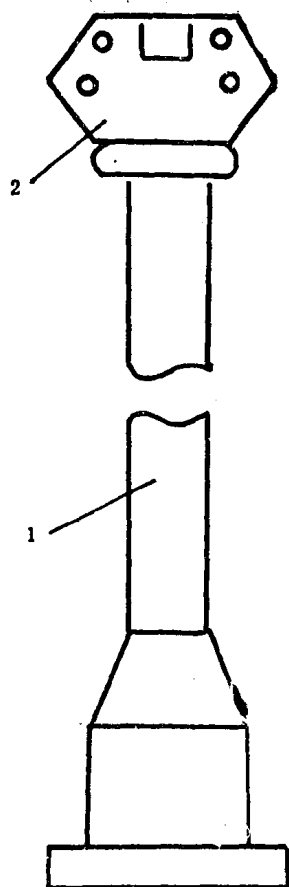


图1—2

1—立柱 2—葫芦头

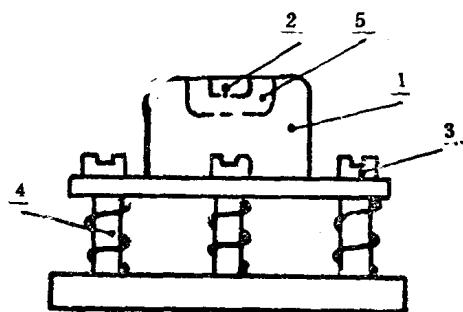


图1—3 水准器结构图

1—水准器 2—气泡 3—螺丝

4—弹簧 5—瞄准圈

钉固定在阻尼器架上或嵌在底板上，供校正天平水平位置之用。

3. 横梁部分

横梁 如图1—4。是天平的主要部件，有天平的心脏之称。其形式主要有矩形、三角形、桁架形等。横梁上那些各种不同形状的对称孔，是为了减轻横梁的重量，提高天平的灵敏度。横梁制作材料有钛、铜合金、非磁性不锈钢等，要求这些材料刚度好，质地轻，抗腐蚀性强，以保证天平材料质量的稳定性。

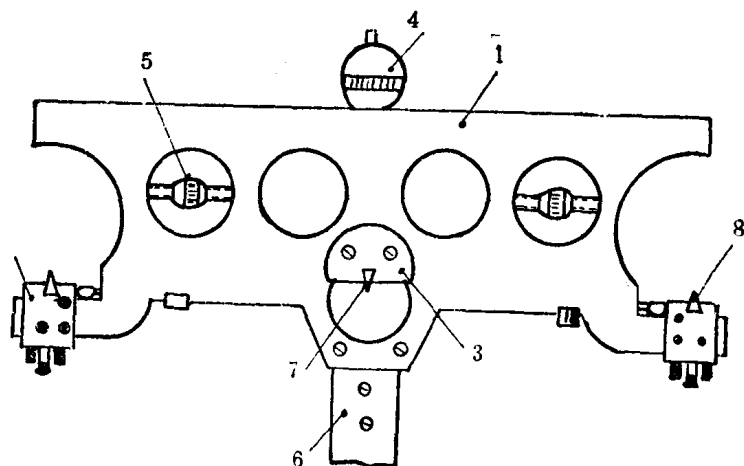


图1—4 工字横梁（桥洞形）

1—横梁 2—边刀盒 3—中刀盒 4—感量砣

5—平衡砣 6—指针 7—中刀 8—边刀

刀子 横梁上装有一把中刀和两把边刀，起着承受和传递载荷的作用。刀的制作材料有玛瑙、合成宝石、淬火钢

等，要求高硬度，以保证刀子在额定载荷下不变形。

刀盒（又名刀套） 分中刀盒和边刀盒。中刀盒用以固定中刀。边刀盒用以固定边刀。边刀盒上的对称螺丝分别叫定位螺丝、水平螺丝（也叫平面螺丝）、平行螺丝、升降螺丝等。这些螺丝分别用以固定和调整刀盒、升降刀口。

重心砣（又称感量砣） 安装在横梁上，也有固定在指针上的。重心砣上下移动可以改变横梁的重心位置，起到调整天平分度值的作用。其调整范围见图1—5（a、b）。

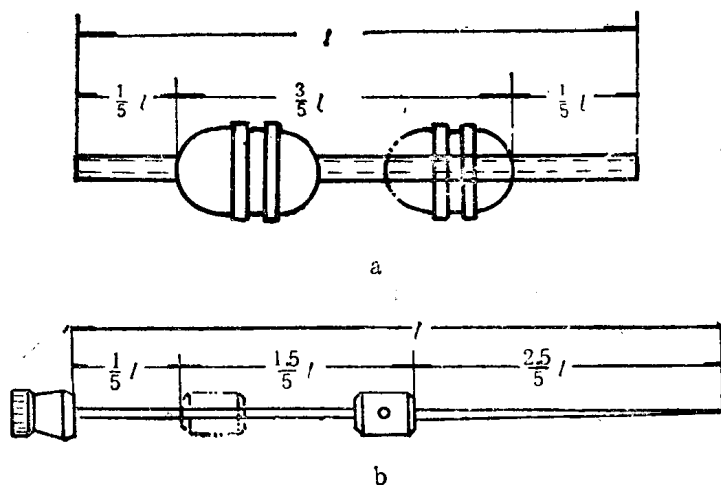


图1—5

平衡砣 如图1—6。安装在横梁两端或横梁对称孔内，用以调整天平空载时的平衡位置。

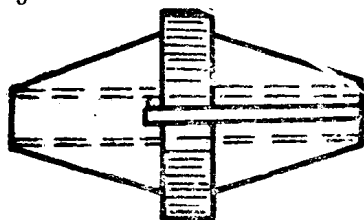


图1—6

4. 悬挂系统

吊耳 如图1—7。横梁上的两把边刀通过吊耳承受称

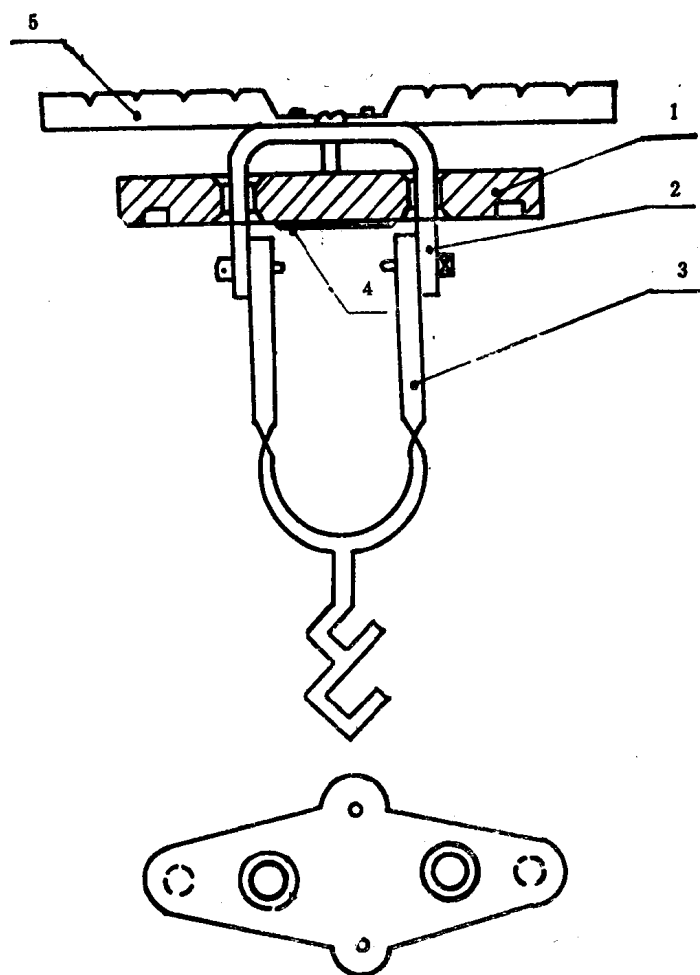


图1—7

1—承重板 2—十字头 3—吊钩 4—刀承 5—加码承受片

盘、砝码和被衡量的物体。吊耳上一般都有区分左、右的标记。常见的有左边为“1”，“·”，“L”，右边为“2”，“..”，“R”等三种。吊耳部分包括承重板、十字头、吊钩、刀承、加码承受片（架）。

阻尼器 如图1—8。a为单层空气阻尼器，b为双层空气阻尼器。此外还有液体阻尼器和磁阻尼器等。空气阻尼和液体阻尼是利用空气、液体的运动粘力所造成的摩擦阻力，使横梁达到速停的作用。磁阻尼是借助金属片切割磁力线产生的阻尼作用使横梁速停。

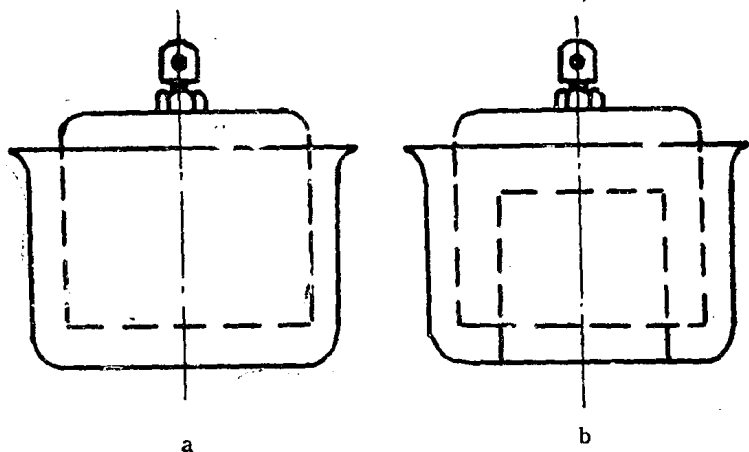


图1—8

空气阻尼器是最常见的，它由内筒和外筒组成，内筒挂在吊耳钩上，外筒固定在阻尼器架上。对阻尼器的要求是重量轻、阻力大。阻尼器内筒应有与吊耳相同的左、右标记。

称盘 在两边刀的下方，悬挂在吊耳钩上。供放置砝码和被衡量的物体之用。称盘上应有与吊耳、阻尼器内筒相同