

中国计量出版社



非自动天平的检定与调修

赵亚军 编

5.1

48

非自动天平的检定与调修

赵 亚 军 编



中国计量出版社

新登 (京) 字 024 号

内 容 提 要

非自动天平是从事质量检测、化验和分析等部门应用非常广泛的衡量仪器。该书的主要内容包括：天平的基本知识；天平的安装与检定；天平外观故障的调修；天平常见故障的调修；天平四大性能故障的调修等五部分。

该书适用于非自动天平的使用、检定和维修人员阅读。

非自动天平的检定与调修

赵亚军 编

++

中国计量出版社出版

北京和平里西街甲 2 号

河北省永清县第一胶印厂印刷

新华书店北京发行所发行

++

开本 787×1092/32 印张：5 字数：111 千字

1991 年 10 月第 1 版 1991 年 10 月第 1 次印刷

印数 1—2 5060

ISBN 7-5026-0459-6/TB·359

定价 3.30 元

编 者 的 话

非自动天平作为质量量值传递和检测、化验、分析中必不可少的衡量仪器，目前越来越广泛地应用于各行各业中，因此，广大使用、检定与维修人员迫切希望了解天平的构造、检定和调修方法。为了满足广大基层计量检测维修人员的迫切需要，根据本人多年来的实践和体会，特编写了此书。本书的特点是联系实际、通俗易懂、简单明确、实例甚多。希望此书能给广大读者以帮助。

在本书的编写过程中，曾经得到袁中朝、陆金泉、邵惠民、强京林、柳跃刚、高薇等许多同志的大力支持与帮助，他们给本书提出了很多宝贵意见，在此谨向这些同志表示衷心的感谢。

由于本人水平有限和时间仓促，书中可能会有不足和欠妥之处，欢迎广大读者批评指正。

编 者

1991年5月

LAI/5/02

目 录

第一章 天平的基本知识	(1)
一、天平的种类	(1)
二、天平的结构	(3)
三、天平的级别	(24)
四、天平的四大性能	(26)
五、天平的选择	(29)
第二章 天平的安装与检定	(32)
一、天平的安装	(32)
二、天平的检定	(42)
三、天平检定数据的处理	(55)
四、天平的维护保养	(66)
第三章 天平外观故障的调修	(69)
一、天平框罩和调整脚故障的调修	(69)
二、天平微动开关故障的调修	(72)
三、天平零点微调器故障的调修	(75)
四、天平盘托故障的调修	(76)
五、天平阻尼器和秤盘故障的调修	(78)
六、天平水准器失准的调修	(80)
七、天平刀垫和翼翘板故障的调修	(81)
八、天平机械加码系统故障的调修	(83)
九、天平常用修理工具简介	(88)
第四章 天平常见故障的调修	(96)
一、光学读数系统故障的调修	(96)
二、耳折(耳晃)的调修	(100)

三、	跳针(针跳)的调修	(103)
四、	带针的调修	(106)
五、	天平自开和回劲的调修	(108)
六、	天平阻碍(蹭)的调修	(111)
七、	天平开关不灵活的调修	(112)
第五章	天平四大性能故障的调修	(113)
一、	天平灵敏性故障的调修	(113)
二、	天平不等臂性的调修	(123)
三、	天平示值变动性的调修	(130)
四、	天平刀子的检查与安装	(138)
五、	天平四大性能的综合调修	(145)
六、	单盘天平常见故障的调修	(146)

第一章 天平的基本知识

天平是进行各种检验、分析质量量值的不可缺少的仪器之一。它广泛地应用于工业、农业、钢铁、化工、石油、纺织、医药卫生等部门。随着我国生产建设和科学技术的发展，天平的生产厂家越来越多，其种类和结构形式也各式各样。

一、天平的种类

1. 杠杆天平

机械杠杆天平是利用杠杆平衡原理制造的。一根硬棒在力的作用下，能够绕固定点转动，叫做杠杆，如图 1-1 所示。图中 O 为支点， A 为力点， B 为重点， L_1 和 L_2 为力臂。

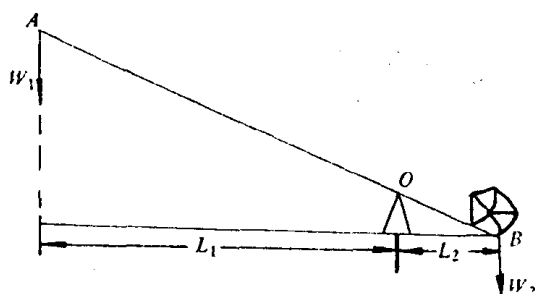


图 1-1 杠杆原理

当 $W_1 \cdot L_1 = W_2 \cdot L_2$ 时，杠杆处于平衡状态。

杠杆天平衡量的是物体的质量，杠杆天平一般分为等臂天平和不等臂天平两种。

(1)等臂天平

等臂天平的支点在力点和重点连线中间，即 $L_1 = L_2$ 。目前，这种天平在我国使用得最多最普遍。等臂天平又可以分为单盘天平和双盘天平两大类。

单盘天平目前我国还没有生产，国外生产的很多，我国也进口了一些，数量有限。它的特点是小巧玲珑，使用方便，但调修较麻烦。

双盘天平的种类较多，大致可细分为普通标尺天平和光学分析天平，后者在我国已广泛使用，它是我们重点介绍的对象。根据它们的机械特性，又可进一步分为下述 4 种类型：

①没有阻尼器的普通标尺天平，如 TG-405 型天平，这类天平是大称量天平。它的特点是称量大，称量速度较慢。

②有阻尼器的普通标尺天平。这种天平精度不很高，调修比较方便。

③带半机械加码装置的光学分析天平。如北京光学仪器厂生产的 GT2A 型天平，上海天平仪器厂生产的 YG-328B 型天平。它们的特点是称量速度较快，精度比较高，操作也很方便。

④带全机械加码装置的光学分析天平。如上海天平仪器厂生产的 YG-328A 型天平。它的加码范围达到了最大称量，避免了环境因素对加减砝码的影响。但是，给安装和调修也增加了难度。

(2) 不等臂天平

不等臂天平的支点不在力点和重点连线的中间，即 $L_1 \neq L_2$ 。如 DT-100 型天平。这种形式的天平近十几年已在我国开始大批量生产和应用。它的特点是操作方便，称量速

度较快，受外界环境的影响较小，消除了不等臂误差。如果进一步提高它的精度和称量范围，它将会是一种大有发展前途的天平。

2. 扭力天平

扭力天平是利用弹性元件变形原理制造的。其衡量结果是物体所受到的重力(即人们常说的重量)。它的特点是称量速度快，称量小，弹性元件损坏后，修复比较麻烦。这类天平在我国纺织行业中使用较多。

3. 电子天平

电子天平是利用电磁平衡原理制造的，其衡量结果是物体的质量。它的特点是称量速度快，操作简便。精度也比较高。它将是逐步采用的理想天平。

二、天平的结构

天平是一种精密的衡量仪器，只有了解和熟悉它的构造和特点，才能正确的使用、维护与调修。

1. 横梁部分

横梁部分是天平上最关键的部件，素有天平心脏之称，如图 1-2 等臂双盘天平的横梁结构和图 1-3 不等臂单盘天平的横梁结构。横梁部分包括以下几个零件。

(1) 横梁

横梁体一般是采用铝合金、铜合金或钛合金等材料制作的。它们的线膨胀系数小，质轻而又坚固。横梁表面应该平整、光滑、色泽均匀一致，不允许有砂眼和裂痕，具有一定厚度和一定的几何形状，并经过材料老化处理，使之在恶劣条件下不易交形。用铜合金等制作的横梁，还应镀上一层牢固的防腐蚀层，防止氧化脱落。

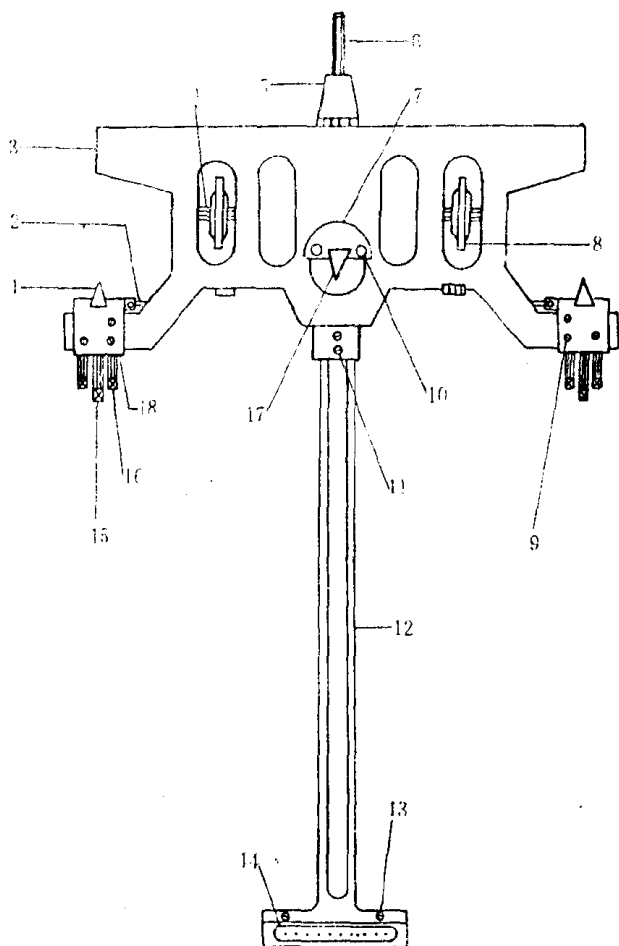


图 1-2 等臂双盘天平的横梁结构

- 1-边刀；2-偏差螺丝；3-横梁；4-平衡螺丝；5-重心砣；6-重心螺丝；
 7-中刀盒；8-平衡砣；9-刀盒对顶螺丝；10-中刀盒固定螺丝；
 11-指针固定螺丝；12-指针；13-固定螺丝；14-微分标牌；
 15-升刀螺丝；16-降刀螺丝；17-中刀；18-边刀盒

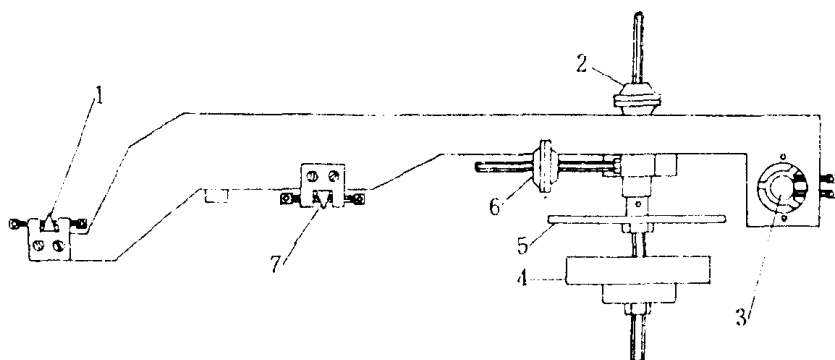


图 1-3 不等臂单盘天平的横梁结构

1-承重刀；2-重心砣；3-微分标牌；4-配重砣；

5-阻尼片；6-平衡砣；7-支点刀

(2) 刀子

刀子的材质一般均采用玛瑙(氧化硅)或宝石(氧化铝)。称量较大的天平。刀子的材料是钢的。刀子表面应平整光滑，不能有崩缺或锯齿等外观缺陷。钢质的刀子不能有裂纹和夹层。刀子与刀垫工作面接触后，不能有显见的透光。①。级以下的天平，允许其透光长度小于刀子全长的五分之一。

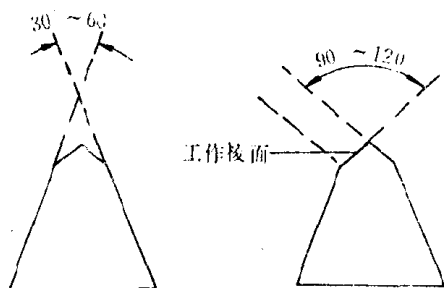


图1-4 刀子的形状

一般刀子的形状为等腰三角形，如图 1-4 所示。在其尖部两侧磨有工作棱面的小三角形，角度大小依称量大小而定，实际上刀子的形状是五角形。

等臂双盘天平(以下简称双盘天平)有 3 把刀子, 一个支点刀 (即中刀), 两个承重刀 (即边刀), 左边的叫左边刀。右边的叫右边好。中刀的刃部向下, 边刀的刃部向上。常见的 200g 分析天平的两个边刀距为 140mm。

不等臂单盘天平(以下简称单盘天平)的横梁上只有两把刀子, 一个支点刀和一个承重刀。刀子的材料是人造宝石 (刚玉) 的。

(3) 刀盒

刀盒也有叫刀套的, 用于安装刀子, 并用胶水或螺丝固定。刀盒分为中刀盒和边刀盒。中刀盒 (见图 1-5a) 是安装中刀的。然后用中刀盒固定螺丝固定的在横梁中部, 使中刀平分横梁, 并与横梁的中心线吻合。边刀盒 (见图 1-5b、c) 是安装边刀的, 然后用螺丝固定在横梁两端的刀盒架上。

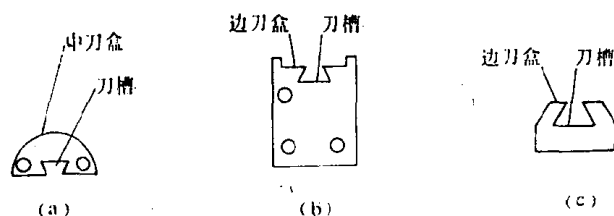


图 1-5 中刀盒和边刀盒

边刀盒 (b) 的正反面各有 3 个“刀盒对顶螺丝孔”, 按其作用分为“轴钉孔”、“平行孔”和“平面孔”。刀盒下面有两个或三个螺丝孔。用来安装升刀螺丝和降刀螺丝。

边刀盒 (c) 两侧各有两个螺丝孔, 用来安装调整边刀左右距离的螺丝。刀盒下面有三个螺丝孔, 用来安装升降刀螺丝。

(4) 重心砣

重心砣是调整天平重心位置的零件。它可以上下旋转移动。用于调整天平的灵敏度。但在提高天平灵敏度时，要兼顾天平的稳定性。

重心砣安装的位置有两种：其一是将它安装在中刀的后上方，其调节范围应在重心螺丝的 $(1/2 \sim 3/5)$ 以内。其二是将重心砣安装在指针的中上部，并用固定螺丝固定，它的调节范围应在指针的 $1/2$ 至上部的 $4/5$ 以内。后一种方法常见于老式摆动天平。

(5) 平衡砣

平衡砣一般均安装在横梁两边的圆孔内，左右各一个。它的作用是调整天平的平衡位置，每旋转一周可以改变平衡位置约 70 个分度。单盘天平只有一个平衡砣，安装在横梁的后部。

如果天平的平衡位置相差甚多，仅靠平衡砣已无法调整，则应将平衡砣调至中间位置，然后在轻的一盘内加放金属垫片，使天平重新平衡于零点附近，最后把垫片固定在阻尼内筒里或秤盘底部。

在此应强调一点：应严格区分天平等臂时的不平衡状态和天平不等臂情况下的不平衡状态。平衡砣的作用是针对前者而言的，对于后者，应先将天平调至等臂后，再调整天平的不平衡状态。

如果天平的平衡位置优良，即使不挂吊耳和秤盘，开启天平后，横梁也是比较稳定地摆向一方。

平衡砣的松紧应适度，即用一个手指无法使其旋转，只能用两个手指捏紧旋转才能使其转动。否则，应视为平衡砣松动或过紧，应该进行调整。

(6) 刀距螺丝

刀距螺丝也叫不等臂偏差螺丝(以下可简称偏差螺丝),它安装在边刀盒与横梁体之间,其作用是调节两个边刀至中刀的距离,使天平横梁等臂。所以,调修时只准向外顶紧刀盒,而不能向里调整而离开边刀盒,即如果天平发生了臂差,应调整短臂一方,使其加长,而不能缩短长臂一方的偏差螺丝,使其离开边刀盒。否则容易引起天平的示值变动性。

刀距螺丝只能用于图 1-5 (b) 的边刀盒,不用于其它形式的边刀盒,单盘天平因设计时不等臂,所以无臂差问题,自然也不具备刀距螺丝。

(7) 指针与标尺

双盘天平的指针与标尺均固定在横梁中间支点刀的下方,与支点刀刃的重力线重合。它的材料均为铝合金或铜合金。

由于指针的重量与横梁体的重量具有一定的比例关系。所以指针的轻重会直接影响天平的灵敏性和稳定性。为了便于调整指针的轻重,可在指针下端的背面加放金属垫片等物。一般指针的截面成“ $\wedge$ ”型或“O”型。普通标尺天平的指针尖端要尖锐,小于或等于标尺刻线宽度。

对于普通标尺,要求其正式刻度不少于 20 个分度,刻度间距不小于 1mm;刻度的宽度不大于刻度间距的 $1/5$;刻线的均匀误差不大于刻度间距的 $1/10$ 。

对于微分标尺的要求:①₂级以上天平的正式分度应不少于 50 个分度;①₂级以下的天平的正式分度应不少于 100 个分度。每 5 或 10 个分度处标明数字,分度末端应注明质量单位。

单盘天平只有微分标尺(也叫微分标牌),安装在天平横梁的后端,其刻线范围是 3mm,刻线的均匀误差为刻度

间距的 $1/40$ 。

微分标尺是用照像方法制版而成的，千万不要用水和其它液体擦洗，只能用软毛刷或鹿皮等轻轻擦试上面的灰尘。

(8) 配重砵和阻尼片

单盘天平具有配重砵和阻尼片（见图 1-3），是与承重刀等悬挂系统配重的部件，同时也起阻尼作用，使天平能在较短的时间内稳定下来，便于称量读数。配重砵的另一个作用是精调天平的重心位置（也就是粗调天平的灵敏度）。

2. 立柱部分

立柱部分是天平的躯干，起到承上启下的作用，它包括以下几个部分。

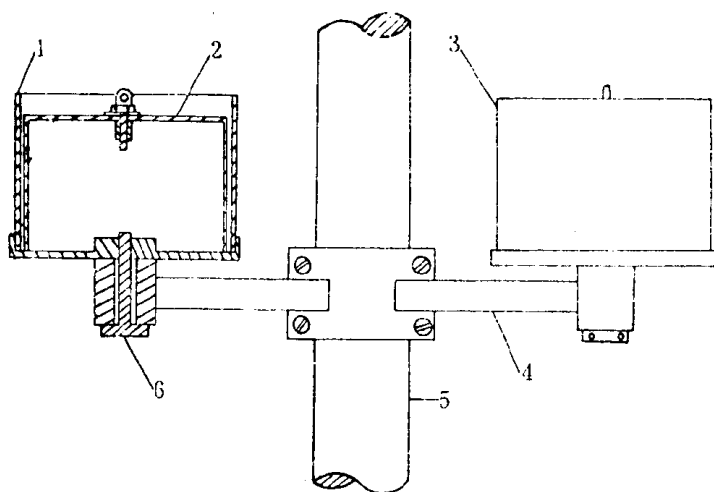


图 1-6 立柱

1、3—阻尼外筒；2—阻尼内筒；4—阻尼器架；5—立柱；

6—阻尼器固定螺丝

(1) 立柱

立柱（见图 1-6）一般是采用铜合金制成的，表面镀有防腐层，颜色为白色或金黄色等。立柱是空心管状的（见图 1-7），与底板垂直，不能松动，底座上的两个立柱固定螺丝要拧紧。否则，立柱会产生松动，影响天平的四大性能。调整好并拧紧立柱固定螺丝后，切记不要随意松动。

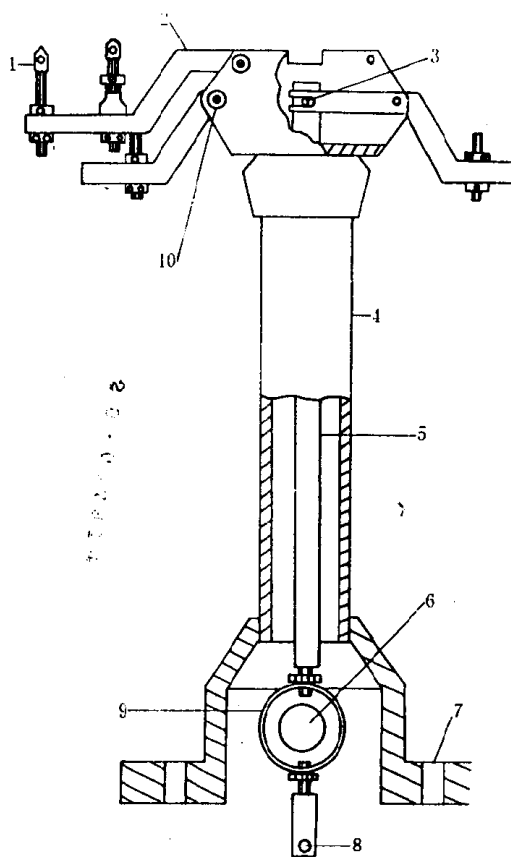


图 1-7 制动系统

1-支销；2-大翼翅板；3-横销；4-立柱；5-升降轴；6-立柱透光孔；

7-立柱固定螺丝孔；8-偏心销插孔；9-透光环；

10- 固定螺母（四眼螺母）

(2)中刀垫

中刀垫(也叫中刀承)安装在立柱上端的中刀垫支架上(见图 1-8)，它的作用是支承中刀，为避免刀刃的损坏，它的材料均与刀子的材料相同，但硬度比刀子的大。要求刀承表面平整、光滑、清洁。

(3) 阻尼器架

阻尼器架位于立柱的中部（见图 1-6），左右各一个，用于安装阻尼器外筒。要求其立柱垂直，也就是与底板平行，否则将影响阻尼器的水平。

单盘天平只有一个阻尼器架，安装在天平的后部。

(4) 水平装置

水平装置有两种形式，一种是水准器式（或叫水平泡式），另一种是重锤式。

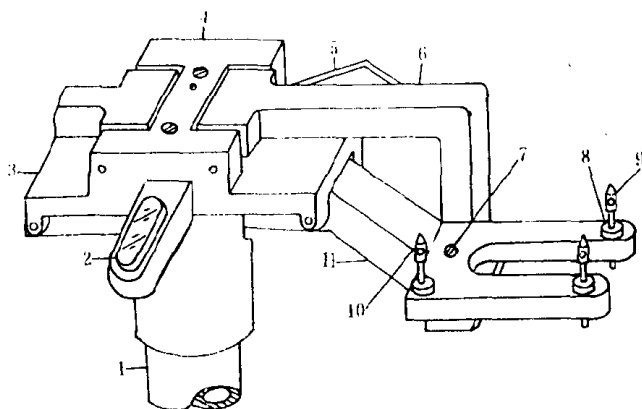


图 1-8 立柱上部图

1-立柱；2-中刀垫；3-立柱盖板；4-上字头；5-压翼翘板钢丝；

6-大翼翘板；7-支承大翼翘板螺丝；8-支销固定螺母；9-吊耳支销；

10-横梁支销；11-小翼翘板