

精密天平检修问答

幸建全 编著



精密天平检修问答

幸建全 编著



国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

精密天平检修问答/幸建全编著. —北京:国防工业出版社, 1995. 8

ISBN 7-118-01395-1

I. 精… II. 幸… III. ①天平-故障检测-问答②天平-维修-问答 IV. TH715.1-44

中国版本图书馆 CIP 数据核字(94)第 14070 号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号)

(邮政编码 100044)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/32 印张 5 $\frac{1}{8}$ 123 千字

1995 年 8 月第 1 版 1995 年 8 月北京第 1 次印刷

印数:1—3000 册 定价:7.20 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

前 言

随着科学技术的飞速发展,特种准确度级高精密机械杠杆式天平越来越广泛地应用于生产、科研、文教、卫生以及国防工业各个领域,对天平的维护和检修技术的要求也越来越高。维修工作者不但要有扎实的基础理论知识,还要有熟练的操作技术和丰富的实践经验。本人将在实际工作中所积累的点滴经验加以整理汇总,并参考有关资料,编写了《精密天平检修问答》这本书。本书采用问答形式,并以调修实例来阐述故障的判断及调修方法,图文并茂,简洁明瞭,通俗易懂,是一本对维修工作有实际指导意义的参考书。

由于作者水平有限,谬误难免,恳请读者指正。

本书由国防科工委第一计量测试中心的宁国权、宗惠才同志和二〇四厂代德才同志审稿,成都飞机工业公司孙万铃同志进行了文字修改。本书在编写过程中,得到了有关领导和兵器工业总公司四五六区域计量站王木生同志的大力支持,在此一并表示谢意。

编 著 者

目 录

第一章 基础知识	(1)
第一节 杠杆原理	(1)
一、什么叫杠杆?	(1)
二、什么叫力臂、重臂、力支矩、重支矩?	(2)
三、杠杆可分为几类?	(2)
四、何谓杠杆平衡原理? 杠杆平衡状态有几种?	(3)
第二节 衡量	(5)
一、什么叫衡量?	(5)
二、衡量原理分几种? 所衡量的物理量分别是什么?	(5)
三、什么是精密衡量法? 有几种?	(7)
四、什么是秤、衡器和天平?	(8)
五、什么是质量计量?	(8)
六、质量计量的三要素是什么?	(8)
第三节 天平常识	(8)
一、天平的种类有哪些?	(8)
二、天平主要是由哪些部件组成的?	(9)
三、天平重心舵位置不同对天平有何影响?	(9)
四、天平分度值的含义是什么?	(9)
五、是否天平的分度值越小其精度就越高?	(9)
第二章 天平的选用、安装及维护	(12)
第一节 天平的选用及安装	(12)

一、厂矿实验室应如何选用天平?	(12)
二、对天平室的温湿度有何要求?	(13)
三、安装天平时应注意些什么?	(13)
四、怎样安装天平?	(14)
第二节 天平的使用常识	(16)
一、为什么在进行精密衡量时,要求操作迅速准确?	(16)
二、空秤时开启天平,指针正对零位能说明此时天平 准确吗?	(16)
三、称样后天平零点发生变化,为何慢慢又可恢复正常? ...	(16)
四、使用中天平零位发生变化,怎样检查原因?	(17)
五、精密衡量时的误差来源主要有哪些? 应怎样消除?	(17)
第三章 天平的检定	(21)
第一节 天平检定的基础知识	(21)
一、天平检修人员应具备的条件及检定注意事项有哪些? ...	(21)
二、我国天平是如何分级的?	(22)
三、怎样理解各级机械杠杆式天平性能指标中的 各项允差?	(24)
四、《规程》对机械挂砝码组合误差有何具体要求?	(28)
五、天平检定中怎样计算平衡位置?	(29)
六、天平检定中的数据处理原则有哪些?	(29)
七、天平休止时,横梁处于非水平状态会给衡量带来 什么影响?	(30)
八、为什么在检定前一定要将天平调至水平?	(30)
九、对受检天平有何技术要求?	(30)
十、在检定中标准小砝码(γ)的选择原则是什么?	(32)
第二节 检定及计算	(32)
一、天平检定程序是怎样的?	(32)
二、天平的分度值、不等臂性、变动性检定步骤是怎样的? ...	(34)

三、检定天平时各个检定步骤的目的及有关计算公式 是什么？	(37)
四、对于不同使用情况和不同级别的天平，在《规程》中 对其检定步骤有哪些规定？	(40)
五、游码标尺检定步骤是怎样的？	(40)
六、机械挂砝码检定步骤是怎样的？	(41)
七、检定结果如何计算和处理？	(44)
八、在天平不等臂性误差计算公式中， $m_i^*/2e_P$ 的含义 是什么？	(55)
九、不等臂性误差计算公式中的“±”如何选取？	(56)
十、天平经过调修后计量性能仍不能完全达到《规程》要求， 应如何处理？	(56)
第四章 一般调修	(58)
第一节 门窗及机械挂砝码	(58)
一、中门升降失灵应怎样修理？	(58)
二、中门底边关不严怎样修理？	(58)
三、怎样消除中门和侧门过紧现象？	(59)
四、玻璃门损坏后怎样更换？	(59)
五、常见天平的机械挂砝码有几种排列顺序？	(59)
六、机械加砝码装置的标尺示数与实际加砝码数不相等 时如何调修？	(59)
七、机械挂砝码停位不准确是何原因？怎样调整？	(63)
八、机械加码杆挂钩失灵如何调修？	(63)
九、加码杆与护板摩擦怎样调修？	(65)
十、环形砝码变形后怎样修复？	(65)
第二节 电路及光学系统	(66)
一、常见的电光天平光学系统由哪些部件组成？	(66)
二、电光天平变压器漏电怎样修理？	(66)
三、电光天平开启后灯泡不亮，怎样检查和修理？	(66)

四、电光天平关闭后灯泡仍亮怎样修理？	(67)
五、电光天平开启后，灯泡时亮时灭怎样修理？	(68)
六、电光天平开启后刻度不清晰，怎样调修？	(69)
七、电光天平开启后标尺刻度一部分清晰，另一部分不清晰， 怎样调整？	(69)
八、电光天平开启后投影屏上有光亮，但无刻度出现， 怎样调整？	(70)
九、电光天平投影屏上亮度强弱不均怎样调整？	(70)
十、投影屏上毛玻璃失去滤光作用怎样修复？	(71)
十一、投影屏上零点指示刻线模糊不清怎样修复？	(71)
十二、投影屏上出现刻度弯曲怎样修理？	(71)
十三、投影屏上刻度不清晰，且刻度线有重影怎样修理？ ...	(72)
十四、投影屏上出现部分网状花纹怎样修理？	(72)
十五、投影屏自动滑移怎样修理？	(72)
第三节 制动系统及休架	(72)
一、天平制动器由哪些部件组成？	(72)
二、对制动器有哪些技术要求？	(72)
三、制动器过紧或过松应怎样调整？	(73)
四、怎样正确调整托盘垫的高低位置？	(73)
五、天平休架由哪些部分组成？ 常见休架有几种？	(74)
六、对轴页式休架有何技术要求？	(74)
七、轴页式休架大托翼高低不一致，怎样调整？	(74)
八、轴页式休架大托翼起落不一致怎样消除？	(76)
九、平板式休架开启时，发出“咔咔”响声，怎样消除？	(78)
十、在调整平板式休架时为什么要考虑消除带针问题？	(78)
十一、平板式休架存在带针，为什么有的高精度天平 还要采用它？	(79)
十二、水准器损坏后怎样修复？	(79)
十三、怎样消除天平回力现象？	(80)
十四、天平横梁存在自落现象会给天平带来什么危害？	(81)

十五、怎样消除横梁自落现象？	(81)
第四节 吊挂系统	(82)
一、什么叫耳折？产生耳折的原因是什么？怎样消除？	(82)
二、天平存在耳折，对计量性能有何影响？	(84)
三、什么叫跳针？它对计量性能有何影响？	(84)
四、引起跳针的主要原因是什么？怎样消除？	(85)
五、天平空秤时不跳针，当盘中承受较大载荷时出现指针 跳动，这是何原因？	(86)
六、什么叫带针？引起带针的主要原因有哪些？	(86)
七、带针会给天平计量性能带来什么影响？怎样消除？	(86)
八、精密天平的刀缝以多大为宜？怎样调整？	(88)
九、为什么中刀缝一定要大于边刀缝？	(89)
十、天平无中刀缝或无边刀缝会出现什么问题？	(89)
十一、对阻尼器有何技术要求？	(89)
十二、开启天平时，阻尼器有轻微晃动现象是何原因？ 如何调修？	(90)
第五节 其他	(90)
一、天平指针有规律地向某一个方向移动是何原因？	(90)
二、开启天平后，指针摆幅不正常，时走时停变化无常 是何原因？怎样排除？	(91)
三、天平空秤时稳定，全秤量时不稳定，是何原因？ 怎样解决？	(91)
四、天平全秤量时不稳定，空秤时也不稳定，是何原因？ 怎样解决？	(92)
第五章 计量性能调修	(93)
第一节 稳定性	(93)
一、什么叫天平的稳定性？	(93)
二、影响天平稳定性的参数有哪些？	(93)
三、天平停点漂移是何原因？怎样消除？	(94)

四、某台天平三刀刃锋利,空秤、全秤量灵敏度均符合要求,

但稳定性差是何原因? (95)

第二节 正确性 (95)

一、天平正确性的定义及特征是什么? (95)

二、影响天平正确性的主要因素有哪些? (96)

三、载荷与不等臂性误差有何关系? (96)

四、温场不均对臂比有何影响? (97)

五、在有不等臂性误差的天平上衡量物体,为什么会

出现误差? (98)

六、怎样控制天平不等臂性误差调整量? (98)

七、怎样计算不等臂性误差调整量? (99)

八、调整天平不等臂性误差的注意事项有哪些? (99)

九、怎样调整天平不等臂性误差? (100)

十、不等臂性误差过大如何调修? (102)

十一、天平在调整不等臂性误差过程中会引起哪些性能

变化? (104)

第三节 灵敏性 (106)

一、什么叫灵敏度? (106)

二、天平灵敏度的表达式有几种? (107)

三、什么叫分度、分度值? 分度值与分度灵敏度有何

关系? (107)

四、什么是天平分度灵敏度的数学表达式? 影响灵敏度

的因素有哪些? (108)

五、调修中怎样确定天平重心的高低? (110)

六、什么叫天平中刀吃线? (110)

七、什么叫天平中刀离线? (111)

八、什么叫天平中刀平线? (111)

九、天平三刀刃在同一平面与在同一水平面有什么区别? ... (112)

十、为什么要求天平三刀刃在同一水平面上? (112)

十一、调整天平中刀吃线、离线时应掌握哪些要领? (112)

十二、怎样调整吃线？	(114)
十三、怎样调整离线？	(116)
十四、调整刀线时，使中刀少量吃线好还是少量离线好？ ...	(118)
第四节 示值不变性	(119)
一、什么叫示值不变性？	(119)
二、天平产生变动性的因素有哪些？怎样消除？	(119)
三、天平平行性指的是什么？它对衡量有何影响？	(123)
四、调整天平三刀刃平行性时应掌握什么要领？	(124)
五、天平三刀刃平行性误差控制在多大范围内为宜？	(125)
六、怎样进行三刀刃平行性误差的测定和调整？	(125)
七、天平三刀刃的平面性指的是什么？	(128)
八、测定三刀刃平面性的依据是什么？	(128)
九、天平三刀刃平面性误差控制在多大范围为宜？	(129)
十、怎样进行三刀刃平面性误差的测定和调整？	(129)
十一、怎样自制较大称量天平的吊角器？	(131)
十二、不同结构的刀盒，在调整三刀刃平行性和平面性时， 对其他计量性能是否有影响？	(132)
第五节 计量性能速调法	(133)
一、什么是计量性能速调法？	(133)
二、速调时应注意些什么？	(134)
三、怎样进行速调？	(134)
第六章 刀子的更换	(136)
第一节 刀盒结构及调整螺丝的作用	(136)
一、常见天平的刀盒有哪几种结构？刀盒螺丝起何作用？ ...	(136)
二、可调动式双升丝边刀盒的结构和各螺丝的作用是 什么？	(136)
三、可调动式单升丝边刀盒的结构和各螺丝的作用是 什么？	(139)
四、可调动式双降丝边刀盒的结构和各螺丝的作用是	

什么?	(141)
五、固定式边刀盒的结构和各螺丝的作用是什么?	(142)
六、可调动式中刀盒结构和各螺丝的作用是什么?	(144)
七、固定式中刀盒的结构和各螺丝的作用是什么?	(145)
第二节 更换刀子	(147)
一、对精密天平的刀子有何要求?	(147)
二、通常怎样检查刀刃的质量?	(148)
三、换刀时常用的工具和量具有哪些?	(148)
四、在什么情况下必须给天平更换新刀?	(150)
五、更换刀子时应注意些什么?	(150)
六、怎样更换边刀?	(151)
七、怎样更换中刀?	(156)
八、更换中刀后出现重心过高是何原因?	(161)
九、更换中刀后出现重心过低是何原因?	(162)
第三节 更换刀垫	(163)
一、怎样更换边刀垫?	(163)
二、怎样更换中刀垫?	(164)
附 天平检修程序图	(166)
一、外观检修程序图	(166)
二、性能检修程序(一)	(168)
三、性能检修程序(二)	(170)
四、性能检修程序(三)	(172)

第一章 基础知识

第一节 杠杆原理

一、什么叫杠杆？

杠杆是一种在外力作用下能绕固定轴转动的物体。作用在杠杆上有三个力，主动力 F_1 的作用点“ A ”称为“力点”，见图 1-1，被动力 F_2 (通常是被测重量) 的作用点“ B ”称为“重点”，杠杆上固定不动的点“ O ”叫做支点。

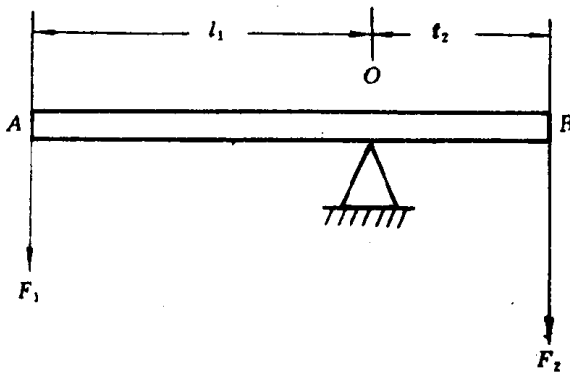


图 1-1 杠杆原理示意图

二、什么叫力臂、重臂、力支矩、重支矩？

支点与外力作用点之间的垂直距离叫做杠杆的臂。如图 1-1 所示，支点与力点之间的垂直距离“ l_1 ”叫力臂，支点与重点之间的垂直距离“ l_2 ”叫做重臂。

作用在杠杆某一臂上的力与相应力臂的乘积为力矩。即：

$$\text{力}(F_1) \times \text{力臂}(l_1) = \text{力支矩}(F_1 l_1)$$

$$\text{重}(F_2) \times \text{重臂}(l_2) = \text{重支矩}(F_2 l_2)$$

三、杠杆可分为几类？

杠杆可分为三类：

(1) 支点 O 位于重点 B 和力点 A 之间的杠杆称为第一类杠杆，如图 1-2 所示。作用在这种杠杆上的两个外力的方向是相反的，天平就是根据这种杠杆原理制造的。

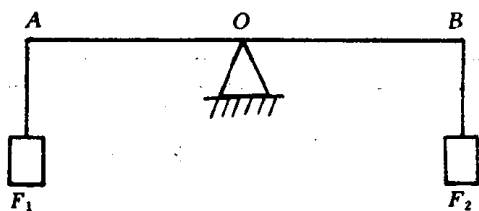


图 1-2 第一类杠杆示意图

(2) 重点 B 位于支点 O 和力点 A 之间的杠杆称为第二类杠杆，如图 1-3 所示。

(3) 力点 A 位于支点 O 和重点 B 之间的杠杆称为第三类杠杆，如图 1-4 所示。

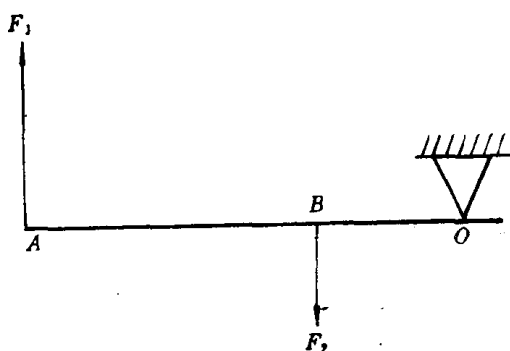


图 1-3 第二类杠杆示意图

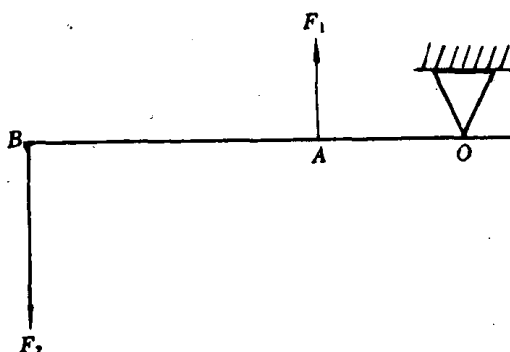


图 1-4 第三类杠杆示意图

四、何谓杠杆平衡原理？杠杆平衡状态有几种？

当作用于杠杆上所有外力对转动力矩的代数和为零时，杠杆才能达到平衡，这就是杠杆平衡原理。根据这个原理，若天平处于平衡状态时，则支点左边的力矩与支点右边的力矩代数和等于零。

由于杠杆的重心与支点的位置不同，所以又有三种平衡状态，如图 1-5 所示。

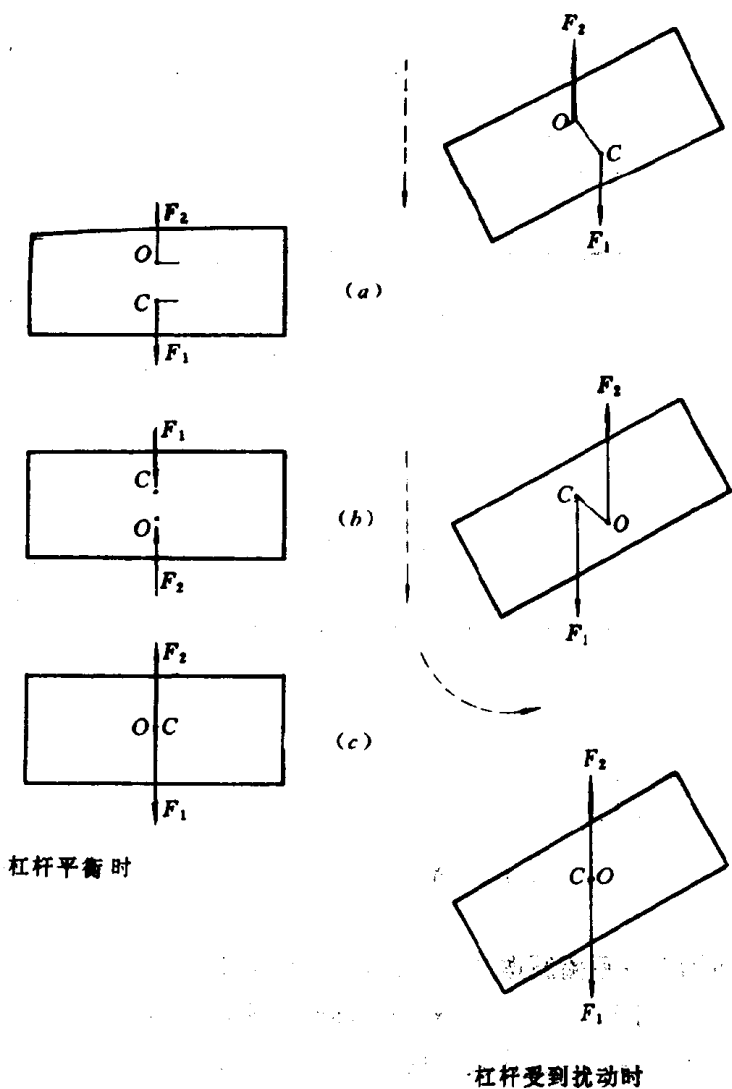


图 1-5 杠杆平衡状态示意图

O — 杠杆的支点； C — 杠杆的重心；

F_1 — 作用在杠杆上的重力； F_2 — 在支点上产生的反作用力。

图 1-5(a) 为杠杆的重心位于支点的下方, 当杠杆的平衡状态受到扰动后, 能自动恢复到原来的平衡位置, 这种平衡叫稳定平衡。

图 1-5(b) 为杠杆的重心位于支点的上方, 当杠杆的平衡状态受到扰动后, 不能自动恢复到原来的平衡位置, 这种平衡叫不稳定平衡。

图 1-5(c) 为杠杆的重心与支点重合, 当杠杆受到扰动后, 在任意的位置上都能平衡, 这种平衡叫随遇平衡。

第二节 衡量

一、什么叫衡量?

被衡物体的质量与已知物体的质量作用于支持物上的比较叫做衡量。

二、衡量原理分几种? 所衡量的物理量分别是什么?

衡量原理有以下三种, 即:

(1) 杠杆原理: 当杠杆平衡时, 两力对于支点形成的力矩相等, 即

$$\text{力} \times \text{力臂} = \text{重} \times \text{重臂}$$

杠杆式天平就是根据这一原理制造的。如图 1-1 所示, 当杠杆平衡时, 则平衡方程式

$$F_1 l_1 = F_2 l_2$$

由于重量等于质量乘重力加速度, 所以又得

$$m_1 g l_1 = m_2 g l_2$$

若力臂 $l_1 = l_2$, 且地球同位置的重力加速度 g 相同, 则