



全面剖析命题规律 准确预测命题方向

更高更妙的物理

实验篇

■ 沈 晨 许炎桥 袁张瑾 著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

更高更妙的物理

——实验篇

沈 晨 许炎桥 袁张瑾 著

 ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

更高更妙的物理. 实验篇/沈晨, 许炎桥, 袁张瑾
著. —杭州:浙江大学出版社, 2010. 3(2010. 5 重印)

ISBN 978-7-308-07419-3

I. ①更… II. ①沈… ②许… ③袁… III. ①物理课
—实验—高中—课外读物 IV. ①G634. 73

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 034732 号

更高更妙的物理——实验篇

沈 晨 许炎桥 袁张瑾 著

责任编辑 石国华
封面设计 刘依群
出版发行 浙江大学出版社
(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)
(网址: <http://www.zjupress.com>)
排 版 星云光电图文制作工作室
印 刷 德清县第二印刷厂
开 本 787mm×960mm 1/16
印 张 12.75
字 数 257 千字
版 次 2010 年 3 月第 1 版 2010 年 5 月第 2 次印刷
书 号 ISBN 978-7-308-07419-3
定 价 25.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话 (0571)88925591

前 言

本书依据《全国中学生物理竞赛内容提要》、《全国中学生物理竞赛实验指导书》，考虑有志参加中学生物理竞赛实验竞赛(复赛、决赛实验板块)选手的物理理论基础与实验基本技能水平进行编写。

本书由四部分内容构成：实验基础理论部分，我们将一些带有共性的、为高中学生可以接收的实验理论内容进行整合，概述物理实验基本仪器，主要测量方法，从应用角度出发，归纳与提供处理实验数据的常用方法与测量误差及实验结果不确定度的计算公式。基础实验例析部分编排 8 组用以训练基本技能的实验，采用“一对一”的形式——在 A 实验中，详述该项实验的技能含量，实验目的，设计原理，数据记录与处理，实验结果报告等，相应地给出 B 实验，作为读者自我训练的等高平台。竞赛性实验课题与简报部分的 20 个实验课题，创意选自各类物理竞赛的实验赛题，实验数据与结果均由作者训练的历届参赛选手提供。最后在竞赛性实验题精选部分，向读者提供 20 例国内外中学生物理实验竞赛题，并附简要提示。

本书以全国中学生物理竞赛内容提要中对实验的要求为依据，扫视 27 届全国中学生物理竞赛实验竞技，渗透物理实验误差理论基础内容，介绍中学物理实验与中学生物理竞赛实验中涉及的仪器性能、使用方法，提供大量实测实验数据与报告，分析国内外实验竞赛试题。

由于目前国内鲜见适合中学生阅读与提高的物理实验类教材或课外读物，创意与撰写本书是作者的一次大胆尝试。本书成稿过程中，楼欣宇同学(25 届全国物理竞赛决赛一等奖、理论成绩第 1 名，现为清华大学学生)提供了 20 个实验课题简报中的主要数据，杨继林、何丰明先生也给予热情帮助，在此表示感谢！热切期望本书能为提高中学生实验素质加分，为有志物理竞赛的优秀人才助力，也祈盼同行关注。书中如有错误或不妥之处，恳请读者批评指正。

沈晨 许炎桥 袁张瑾

2009 年 12 月

目 录

I	实验基础理论	(1)
	第 1 节 实验竞赛的特点与内容	(1)
	第 2 节 物理实验基本仪器	(2)
	第 3 节 物理实验基本测量方法	(43)
	第 4 节 简版误差理论	(49)
	第 5 节 常用实验数据处理方法	(57)
II	基本物理实验技能训练例析 A&B	(66)
	第 1 节 物体密度的测量	(66)
	1A 测圆柱钢的密度	(66)
	1B 用悬垂法测石蜡的密度	(68)
	第 2 节 用光杠杆法测金属的特性参量	(69)
	2A 用光杠杆法测金属的杨氏模量	(69)
	2B 用光杠杆法测定金属的线胀系数	(73)
	第 3 节 用复摆测刚体的转动惯量	(76)
	3A 用扭摆测刚体的转动惯量	(76)
	3B 用三线摆装置测刚体的转动惯量	(81)
	第 4 节 用直接比较法测电学量	(86)
	4A 用电位差计测电池的电动势	(86)
	4B 用平衡直流电桥测量中值电阻的阻值	(90)
	第 5 节 研究 RC 、 RL 串联电路	(94)
	5A 研究 RC 串联电路的暂态过程	(94)
	5B 研究 RL 串联的稳态电路	(99)
	第 6 节 霍耳效应研究与应用	(103)
	6A 研究霍耳效应	(103)
	6B 利用霍耳效应测亥姆霍兹线圈的磁场	(109)

第 7 节	研究光的干涉现象	(115)
7A	用双棱镜干涉法测光波波长	(115)
7B	用等厚干涉法测量凸透镜曲率半径	(120)
第 8 节	研究光的单缝衍射和光栅衍射	(124)
8A	研究夫琅禾费单缝衍射的光强分布	(124)
8B	研究光栅衍射	(128)
III	竞赛型物理实验课题与简报	(137)
1.	测蜡烛的密度	(137)
2.	少量油样品密度的测定	(138)
3.	测量 A4 打印纸的面密度	(139)
4.	固体密度的测定	(141)
5.	测量固体质量	(144)
6.	测量待测弹簧的劲度系数	(146)
7.	测定给定物体的回转半径	(147)
8.	钢板尺作为悬臂梁时弹性模量的测定	(148)
9.	研究橡皮筋的伸长和外力的关系	(151)
10.	测定一给定电容的值	(154)
11.	测电压表内阻	(156)
12.	测量甲电池的电动势	(158)
13.	测定金属丝的电阻率	(159)
14.	测量二极管的伏安特性曲线	(161)
15.	测量黑箱中电阻阻值	(163)
16.	测定同轴电缆线两导线间绝缘介质的相对介电常数	(165)
17.	测定三棱镜的折射率	(168)
18.	电学量调和平均模拟法测透镜焦距	(171)
19.	测光盘的光栅常数	(173)
20.	测量一卷漆包线的长度及其铜线芯的电阻率	(175)
IV	物理竞赛实验题选	(178)
1.	关于误差	(178)
2.	关于有效数字	(178)
3.	关于数据处理方法	(179)

4. 用合适的方法测定物理天平横梁上游码的质量	(180)
5. 用动力学方法对任意标度定标	(180)
6. 测量衣架的转动惯量和重力加速度	(181)
7. 测定实验室内的大气压强	(181)
8. 测定两组电源的电动势比值	(182)
9. 测电流表内阻	(183)
10. 直滑式电位器阻值分布特性的研究	(183)
11. 螺绕环参数的测量	(184)
12. 测定工艺玻璃球的折射率	(185)
13. 测定凸透镜和凹透镜的焦距	(186)
14. 测量分光计上望远镜的物镜焦距和平行光管上的透镜焦距	(186)
15. 测量金属丝的直径	(187)
16. 超声波衰减特性的研究及超声波速的测量	(188)
17. 灯泡发光效率测量	(189)
18. 用开尔文电桥(平衡直流双臂电桥)测低值电阻	(190)
19. 用旋转液体法测定重力加速度 g	(191)
20. 研究磁性滑块的磁阻尼因数	(193)

I 实验基础理论

第1节 实验竞赛的特点与内容

以认识物质世界的本质属性、研究物质运动的基本规律为己任的物理学,是一门实验科学:既以严格的实验事实为基础建立物理概念、发现物理规律,又不断受到实验的检验而扬弃与发展。在实验中,人们借助各种仪器,突破感官的限制,扩展了对自然现象的观察范围,提高了测量精确程度。在实验中,人们掌握了实验控制与重复的基本要素。物理实验是整个科学实验的重要组成部分,是探索和开拓新认知、新科技领域的有力工具。在中学物理教学大纲和全国中学生物理竞赛大纲中,均对物理实验有明确的要求,目的正是让入门物理者及物理爱好者从涉足物理之初,即打好实验基础,在实验理念、方法和实验操作技能及实验数据处理等方面受到较为系统与严谨的训练,培养严肃认真的科学态度和实事求是的科学精神,从而提升科学素养。

全国中学生物理竞赛在复赛与决赛板块中设置了现场实验竞赛。从预赛和复赛的理論试题比赛中胜出的优秀选手,通过由各省赛区命题的实验题的再次遴选,方可进入全国决赛。决赛中,在通过理论试题的角逐后,再经实验操作比赛,由两项成绩决定一、二、三等奖,并设有实验成绩单项优胜奖。

《全国中学生物理竞赛内容提要》对物理竞赛实验考试作了如下具体规定:

复赛实验考试题目范围界定在全国中学生物理竞赛常委会组织编写的《全国中学生物理竞赛实验指导书》中的34个实验,它们的名称是:1. 实验误差;2. 气轨上研究瞬时速度;3. 杨氏模量;4. 用单摆测重力加速度;5. 气轨上研究碰撞过程中动量和能量变化;6. 测声速;7. 弦上驻波实验;8. 冰的熔化热;9. 线膨胀率;10. 液体比热容;11. 数字万用电表的使用;12. 制流与分压电路;13. 测定直流电源的参数并研究其输出特性;14. 磁电式直流电表的改装;15. 用量程200mV数字电压表组成多量程的电压表和电流表;16. 测非线性元件的伏安特性;17. 平衡电桥测电阻;18. 示波器的使用;19. 观测电容特性;20. 检测黑盒子中的电学元件(电阻、电容、电源、二极管);21. 测量温度传感器的温度特性;22. 测量热敏电阻的温度特性;23. 用霍尔效应测量磁场;24. 测量光敏电阻的光电特性(有、无光照射时的伏安特性;光电特性);25. 研究光电池的光电选择性;26. 测量

发光二极管的光电特性(用 $eU = h \frac{c}{\lambda}$ 估算发光波长);27. 研究亥姆霍兹线圈轴线磁场的分布;28. 测玻璃的折射率;29. 测量薄透镜的焦距;30. 望远镜和显微镜;31. 光的干涉现象;32. 光的夫琅禾费衍射;33. 分光计的使用与极限法测折射率;34. 光谱的观测. 这些实验均有重要的物理内容,有实际的应用价值,采用教学、生产、科研中的通用设备. 有些实验(特别是设计实验)要求在理解实验原理、仪器用具、实验目的和要求的基础上,理论联系实际地进行独立思考,自行设计实验步骤,以发挥学生主观能动性和创新思维能力. 34 个实验中的实验一“误差分析”、实验十一“数字万用表的使用”、实验十二“制流与分压电路”及实验十八“示波器的使用”这四个基本实验不单独作为实验考试题目,而将对它们内容的考查体现在其他有关实验中. 含有“设计实验”的属于决赛的考试要求,复赛不予涉及.

决赛实验题目以《全国中学生物理竞赛内容提要》和《全国中学生物理竞赛实验指导书》为基础,对参赛学生的实验素养和创新能力有更高的要求,更具有挑战性. 但这些实验所涉及到的原理和方法不超过《内容提要》理论基础部分.

选手在复赛与决赛的实验竞赛中想要获得理想的成绩,首先要掌握国家教委制订的《全日制中学物理教学大纲》中的全部学生实验:能正确地使用(包括选用)如米尺、游标卡尺、螺旋测微器、天平、停表、温度计、量热器、电流表、电压表、欧姆表、万用电表、电池、电阻箱、变阻器、电容器、变压器、电键、二极管、光具座(包括平面镜、球面镜、棱镜、透镜等光学元件在内)等基本实验仪器. 有些没有见过的仪器,要求能按给定的使用说明书正确使用仪器. 例如:电桥、电势差计、示波器、稳压电源、信号发生器等. 除了国家教委制订的《全日制中学物理教学大纲》中规定的学生实验外,应选做其他的实验来提高自己的实验能力;对数据处理,除计算外,还要求会用作图法等常用方法. 关于误差要求有直读示数时用有效数字正确记录;按有效数字运算法则计算结果;主要系统误差来源的分析等.

第 2 节 物理实验基本仪器

1. 游标卡尺

(1) 游标卡尺的结构

游标卡尺的结构如图 1-1 所示.

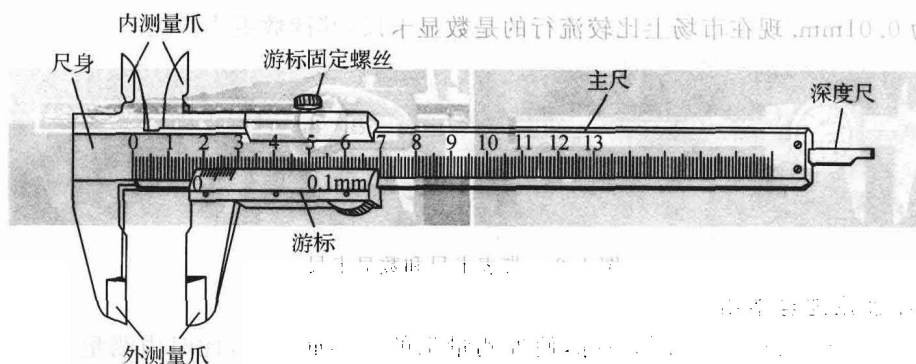


图 1-1 游标卡尺

游标卡尺的外测量爪用于测量外径、长度、零件厚度等；内测量爪用于测量槽的宽度或管的内径等；深度尺用于测量槽、筒等的深度；游标固定螺丝用于固定游标的位置，在不便计数的情况下，可先将游标位置固定，再将卡尺从被测量物体上取下后读数。

(2) 测量原理

游标卡尺是利用主尺的单位刻度与游标的单位刻度之间固定的微量差值来提高测量准确度的。中学所用的游标卡尺有 10 分、20 分和 50 分三种。游标卡尺由主尺（最小刻度 1mm）和游标组成。以 10 分游标卡尺为例，游标上共有 10 根刻线，其分度（相邻两刻线间距离）为 0.9mm，与主尺分度的差值为 0.1mm。当被测长度为零时，游标零刻线与主尺零刻线重合，游标第 10 条刻线与主尺第 9 条刻线重合，此时游标第 1 条刻线与主尺第 1 条刻线间距为 0.1mm；当被测长度为 0.1mm 时，游标后退 0.1mm，此时游标第 1 条刻线与主尺第 1 条刻线恰好重合，其余的刻线与主尺上的刻线都不对齐；当被测长度为 0.2mm 时，游标后退 0.2mm，此时游标第 2 条刻线与主尺第 2 条刻线重合，其余的刻线与主尺上的刻线都不对齐；以此类推，若游标的零刻线退至主尺第 k 条刻线之后，而游标的第 n 条刻线与主尺上某条刻线对得最齐，则被测长度 $L = k + 0.1n(\text{mm})$ ，实验者借助游标上的刻线比较准确地估读出整毫米以下的读数。因此 10 分游标卡尺的准确度为 0.1mm。同理，20 分游标卡尺共有 20 根刻线，其分度与主尺分度的差值为 0.05mm，准确度为 0.05mm；50 分游标卡尺准确度为 0.02mm。

(3) 游标卡尺的读数

读数时，若游标零刻度线位于主尺第 k 和 $k+1$ 条刻度线之间，整毫米数即为 k ；再看游标上第 n 条刻度线与主尺某一刻度线对齐， n 乘以游标卡尺的准确度 δ 即小数部分。所以以毫米为单位，游标卡尺的读数为：

$$L = k + n\delta.$$

实际生活中，还有一种带表卡尺（如图 1-2），它是运用齿条传动齿轮带动指针显示数值，把小数部分以钟表指针的形式显示，比游标卡尺读数快捷准确，该带表卡尺的准

确度为 0.01mm. 现在市场上比较流行的是数显卡尺, 其读数更为快捷.

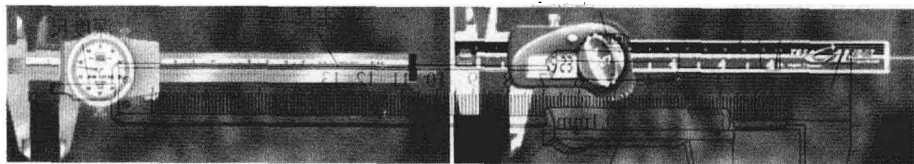


图 1-2 带表卡尺和数显卡尺

(4) 使用注意事项

① 检查零点: 推动下面的游标, 使外测量爪的两端面重合, 此时内测量爪的两端面以及深度尺与主尺尾端也应该分别重合. 若不能对齐, 则应对游标卡尺进行修正, 或记下初始读数, 即零误差. 最终测量值要消除零误差.

② 测量时, 被测量物体要卡正, 施加的夹持力要适当, 以免损坏游标卡尺或被测量物体. 需要把卡尺从被测物体上取下后才能读数, 一定要先将固定螺丝拧紧.

③ 卡尺长期不用时, 应涂上一层油脂, 置于蔽光干燥处保存.

2. 螺旋测微器

螺旋测微器是利用螺杆将直线距离转化为角位移, 其准确度可达到 0.01mm.

(1) 构造和原理

螺旋测微器是精密的测量仪器, 常见的一种如图 1-3 所示, 它由主尺和副尺组成. 主尺为一固定套筒, 它的上面刻有毫米分度标尺, 水平准线上、下两排分度相同, 并相互均匀错开, 因此相邻一上一下刻线之间的距离为 0.5mm. 副尺由套在主尺内的测微螺杆和套在主尺外的可动套筒以及微动

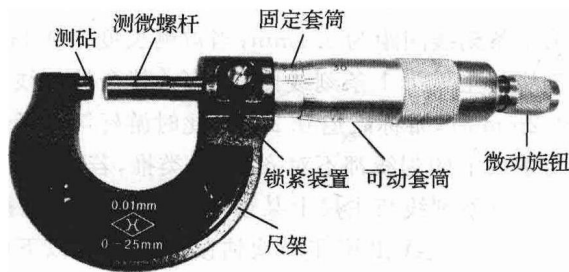


图 1-3 螺旋测微器

旋钮组成, 它们通过精密螺纹套在主尺上并相对主尺整体移动, 逆时针旋转可动套筒, 可使测微螺杆后退并露出主尺上的刻度. 精密螺纹的螺距是 0.5mm, 而套筒一周分为 50 等分, 标在套筒上, 套筒旋转一周, 测微螺杆沿轴线方向前进或后退 0.5mm. 因此套筒旋转每个小分度, 相当于测微螺杆前进或后退 $(0.5/50)\text{mm} = 0.01\text{mm}$. 可见, 可动刻度每一小分度表示 0.01mm, 所以螺旋测微器可准确到 0.01mm. 由于还能再估读一位, 故可读至毫米的千分位, 所以螺旋测微器也称为千分尺.

(2) 使用与读数

测量时,当测砧和测微螺杆并拢时,可动刻度的零刻线恰好与固定套筒的准线重合,逆时针转动可动套筒,旋出测微螺杆,使测砧和测微螺杆的面正好接触待测长度的两端,然后轻轻沿顺时针方向转动微动旋钮.因为微动旋钮和可动套筒通过“棘轮”连接,微动旋钮顺时针转动时,可动套筒不会转动,当听到“喀喀”声时即停止微动旋钮,这样能够防止物体发生明显的形变,也防止螺旋测微器的损坏.此时测微螺杆向右移动的距离就是所测物体的长度.读数时,先从主尺上读整毫米数部分,再从套筒上读出小数部分,估计到最小分度的十分位,然后两者相加.

如图 1-4 所示,主尺固定刻度读数为 8mm(0.5mm 刻线未露出),套筒上读数为 0.117mm(最后一位估计),所以被测物长度为 8.117mm.

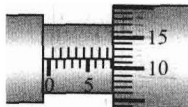


图 1-4

(3) 使用注意事项

① 当测砧和测微螺杆并拢时,若可动刻度的零刻线与固定刻度的准线不相重合,将出现零位误差 l_0 ,应加以修正,即在最后测长度的读数上去掉零误差的数值.

② 螺旋测微器读数时,特别要注意固定刻度上的半毫米刻度线是否从套筒边缘露出,避免少读 0.5mm.

③ 测量过程中,当测量面与物体之间的距离较大时,可以旋转套筒去靠近物体.当测量面与物体接触时,一定要改用微动旋钮,使测量面与物体轻轻接触,否则易损伤测微螺杆,降低仪器准确度.

④ 测量完毕应使测量面之间留有空隙,以防止因热膨胀而损坏螺纹.

3. 天 平

天平是称衡物体质量的常用仪器,按称量精度的不同有托盘天平、物理天平和分析天平,它们的工作原理都是等臂杠杆平衡.天平的两个重要技术指标:其一称量(极限负载),即允许称衡的最大质量;其二感量(分度值),指天平平衡时,可以使天平指针从标度尺上平衡位置偏转一个分度时加在秤盘上的砝码质量.

(1) 物理天平

物理天平构造如图 1-5 所示,横梁两端各有刀口,其上有挂钩,各挂一称盘,横梁由直支架上的主刀口支起,底座上螺旋用以调节高低与水平,通过水准器确定底座水平、支架竖直.横梁上有游码,移动游码读出 1g 以下读数,横梁两侧有小螺旋调节水平,小平台用以放置杯子等物品,可以水平旋转和上下移动.常用物理天平的称量为 500g,感量为 20mg/分度.

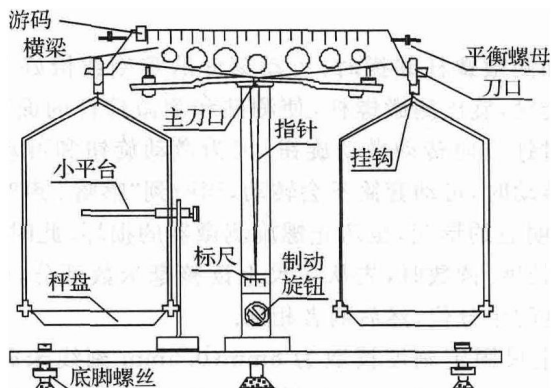


图 1-5 物理天平

使用物理天平,先要看清天平的称量和感量,确定该天平是否适用;对天平进行水平调节和零点调节;使水准器的气泡处于小圈内,游码置“0”时,指针在标度的中线左右等幅摆动;称量时,待测物置于左盘;天平使用完毕,换砝码或移动游码时,必须使天平制动;天平使用完毕,两盘摘离刀口;潮湿物不可直接放在秤盘上,操作砝码、游码通过镊子,不得直接手拿。

(2) 分析天平

如图 1-6 所示是 TG628A 摆动式分析天平,配套使用的是一套 III 等砝码。本天平为杠杆式双盘等臂天平,横梁用铝合金制成。梁的两边装有两个平衡螺母,用来调整横梁的平衡位置,梁的中间装有垂直的指针,用以指示平衡位置。刀口和刀承采用高硬度的玛瑙制成。天平正中是立柱,安装在天平底板上。柱的上部装有能升降的托梁架,顺时针旋转旋钮,托梁架下降,梁上的三个刀口与各自相应的玛瑙平板接触,吊钩及秤盘自由摆动,天平工作。逆时针旋转旋钮,托梁架上升,托住横梁、吊耳和称盘,刀口和玛瑙平板分离,天平不工作。天平固定在大理石的底板上,框罩为不易变形的木材制成。罩前和左右各装有玻璃门,便于天平启闭之用。天平底座下面有三个脚,前面两个可以转动,后面一个是固定的,使天平的底座可以升高降低、调节天平的水平位置。天平底座上装有气泡水平仪,用来指示天平的水平、竖直。本天平设有骑码操纵装置,能搬动骑码正确安放在

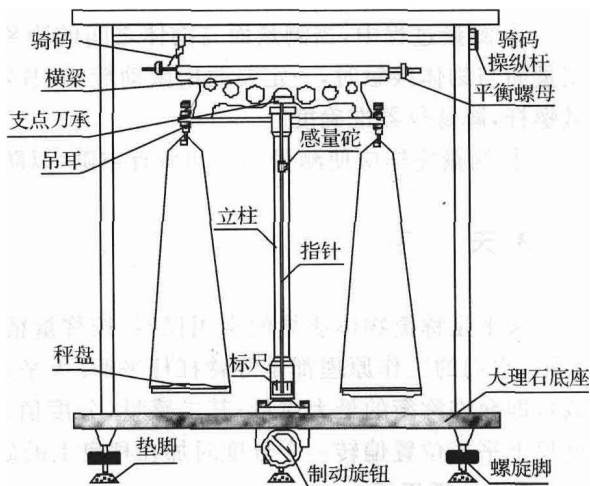


图 1-6 分析天平

天平工作。逆时针旋转旋钮,托梁架上升,托住横梁、吊耳和称盘,刀口和玛瑙平板分离,天平不工作。天平固定在大理石的底板上,框罩为不易变形的木材制成。罩前和左右各装有玻璃门,便于天平启闭之用。天平底座下面有三个脚,前面两个可以转动,后面一个是固定的,使天平的底座可以升高降低、调节天平的水平位置。天平底座上装有气泡水平仪,用来指示天平的水平、竖直。本天平设有骑码操纵装置,能搬动骑码正确安放在

横梁的标尺上,读取 $1 \sim 10\text{mg}$ 范围内的量值. 本天平称量为 200g ,感量为 $1\text{mg}/\text{分度}$.

(3) 使用注意事项

- ① 调水平. 调节螺旋脚,使水准器气泡移到中心以保证支柱竖直.
- ② 调准零点. 空载状态下通过制动钮支起横梁,观察指针摆动情况,若指针不在零点或左、右摆动格数不相等,应立即制动横梁,调节平衡螺母,反复几次,直到调准.
- ③ 称物体时,砝码和物体各放右、左盘中心处,注意待测物不能超过天平的称量.
- ④ 取放物体和砝码、移动骑码时都应将横梁制动.
- ⑤ 每架天平都配有固定的砝码,不能错用其他天平的砝码. 保持砝码清洁干燥,砝码只许用镊子夹取,绝不能用手拿,用完放回砝码盒内. 骑码要放在横梁的凹槽上,操纵骑码时动作要轻而缓慢,以免骑码掉落. 小于 1g 的砝码要夹取其折角,以免夹坏.
- ⑥ 称量完毕,应检查天平梁是否托起,砝码是否已归位,箱门是否关好. 最后罩好天平,填写使用记录.

4. 停 表

实验中所使用的停表有机械式和数字式两种.

(1) 机械式停表

① 停表的结构和使用

机械式停表,也称秒表,是利用摆的等时性原理控制指针转动而计时的. 它由暂停按钮、发条柄头、分针、秒针等组成,如图 1-7 所示.

它的正面是一个大表盘,内有小表盘. 秒针沿大表盘转动,分针沿小表盘转动. 在表正上方有一表把,上有一按钮. 旋动按钮,上紧发条,这是秒表走时的动力. 用大拇指按下按钮,秒表开始计时;再按下按钮,秒表停止走动,进行读数;再按一次,秒表回零,准备下一次计时.(注意:使用这类秒表一定要完成这一程序后才能进行下一次计时. 这类表不能在按停后又重新开动秒表连续计时. 为了解决这一问题,有的秒表在表把左侧装有一按钮,当表走动时将此按钮向上推,表停止计时;向下推,即继续累计计时.)

秒表秒针走一圈为 30s ,每秒分 10 小格,所以秒表的准确度一般为 0.1s . $0 \sim 30\text{s}$ 的刻度为黑色, $30 \sim 60\text{s}$ 的刻度为红色,读数时要注意分针是否超过半分,超过半分,秒数按红色刻度读数. 分针和秒针所指的刻度值和就是被测的时间间隔. 由于停表指针的走时是量子化的,故不需在最小分度以下进行估读.

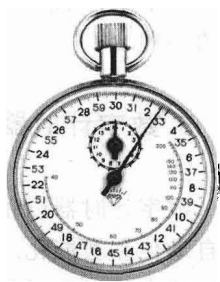


图 1-7 机械式停表

② 使用注意事项

- 使用前先上紧发条,但不要过紧,以免损坏发条;
- 按表时不要用力过猛,以防损坏机件;
- 每次测量前,应观察秒表指针是否在零位,若秒针不指零,应记下零位误差,测量后在读数中减去零位误差;
- 使用完后应将表开动,使发条的势能完全释放.

(2) 数字式停表

数字式停表是利用数字电路构成的电子计时仪器,它的基本原理如图 1-8 所示.

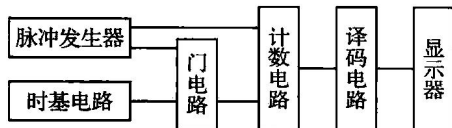


图 1-8 数字式停表原理

脉冲发生器的作用是控制停表的启动、停止和清零;时基电路的作用是为计数电路提供一个高准确度的时间脉冲;时间脉冲经门电路送到计数电路,门电路的开通与关闭由脉冲发生器控制;计数电路按照时间脉冲计数;译码电路将计数电路中的数字信号翻译为时间信号后送显示器显示时间.

数字式停表的式样很多,功能也各有不同,图 1-9 所示为其中的一种.



图 1-9 数字式停表

5. 数字计时器

数字计时器以单片微处理器为核心,具有计时、计数和数据存储等功能,实现计时的自动化和智能化.通过计时,可测量物体的速度、加速度、周期、动量、动能等物理量.

数字计时器通常和光电门一起组成计时装置,并和气垫导轨、自由落体仪、斜槽轨道等组合使用.光电门的外形如图 1-10 所示.它由发光器件(红外发光二极管)和光敏器件(光敏二极管或光敏三极管)组成.它是利用光电二极管受光照和不受光照时的电压变化,产生电脉冲来控制计时器“计”和“停”.通常使光敏器件处于亮(被光照)状态,在暗(光被遮)状态时向数字计时器输出脉冲信号,触发数字计时器计时或停止计时.下面以 J0201-CC 型存储式数字计时器为例,介绍数字计时器的功能.

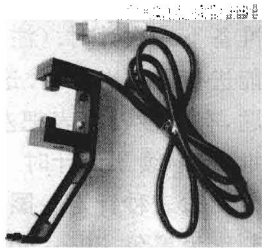


图 1-10 光电门

(1) 主要技术参数

时基精度: $1\text{MHz} \pm 50\text{Hz}$;
 计数范围: $0 \sim 9999$;
 计时范围: $0.00\text{ms} \sim 9999\text{s}$;
 速度范围: $0.00 \sim 9.99\text{m/s}$;
 加速度范围: $0.00 \sim 9.99\text{m/s}^2$;
 周期: $0.00\text{ms} \sim 9999\text{s}$;
 光电门: 2 个.

(2) 面板及功能说明

前面板各部位的作用如图 1-11 所示,其中数据显示窗口:显示测量数据、光电门故障信息等;测量单位指示灯:显示测量量的单位;计数时不显示单位;功能转换指示灯:C——计数、 S_1 ——遮光计时、 S_2 ——间隔计时、T——振子周期、a——加速度、g——重力加速度、Col——碰撞、Sgl——时标;功能转换指示灯指示当前执行的功能;功能键:功能选择;清零键:清除所有实验数据;停止键:停止测量,进入循环显示数据或锁存显示数据;6V/同步键:与 J04217 型自由落体试验仪或 J04227 型斜槽轨道配合使用;开关.

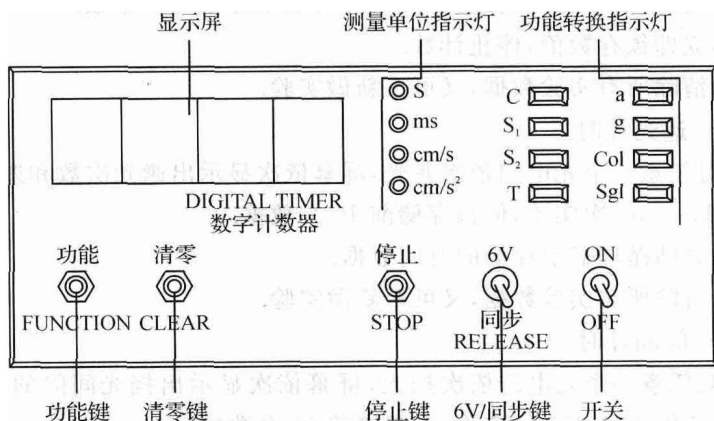


图 1-11 前面板

后面板各部位的作用如图 1-12 所示,其中自由落体接口插座:与 J04271 型自由落体试验仪配合测重力加速度,也可与 J04227 型斜槽轨道配合测重力加速度;挡光框宽度选择开关:配合气垫导轨实验所用挡光框使用;电源输入:交流 220V 输入.

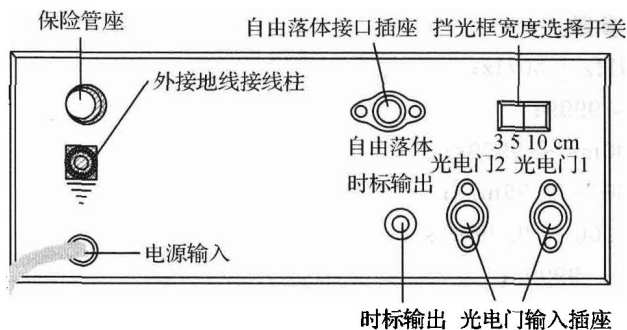


图 1-12 后面板

(3) 使用说明

① 光电门和显示器件的自检

开机或按功能键选择自检功能,都将进入自检状态:当光电门无故障时,屏幕循环显示各功能正常信号;当光电门发生故障时(如:接触不良、损坏、遮挡光电门或光电门输入电路出现故障等),屏幕将闪烁着该光电门的号码,不做循环显示工作.这时,必须先排除故障,程序才能继续运行.

② “C”——计数

用挡光片对任意一个光电门遮光一次,屏幕显示即累加一个数.

按停止键,立即锁存数值,停止计数.

按清零键,清除所有实验数据,又可重新做实验.

③ “S₁”——遮光计时

用挡光片对任意一个光电门依次遮光,屏幕依次显示出遮光次数和遮光时间.

可连续做 1 ~ 255 次实验,但只存储前 10 个数据.

按停止键,立即循环显示存储的时间数据.

按清零键,清除所有实验数据,又可重新做实验.

④ “S₂”——间隔计时

用挡光框对任意一个光电门依次挡光,屏幕依次显示出挡光间隔的次数和挡光间隔的时间.可连续做 1 ~ 255 次实验,只存储前 10 个数据.

按停止键后,先依次显示测量的间隔时间数据,再依次显示与之对应的速度数据,并反复循环.

按清零键,清除所有实验数据,又可重新做实验.

⑤ “T”——测振子周期

用弹簧振子或单摆配合一个光电门和一个挡光片(挡光片宽度不小于 3mm)做实验.在振子上粘上轻小的挡光片,使挡光片通过光电门做简谐运动.

屏幕仅显示振动次数,待完成了第 n ($1 \sim 255$ 任选) 个振动之后(即屏幕显示出 $n +$