

物理实验仪器手册

(一)

何圣静 主编

电子工业出版社

一九八七年

内 容 提 要

本书全面介绍了理工科大专院校、中学以及电视大学、函授大学物理教学中使用的实验仪器。书中对各实验仪器的性能、主要技术指标、使用方法等作了全面介绍。本书共分基本量具类、常用测试仪表类、力学类、热学类、电磁学类、光学类、近代物理学类等部分,以满足广大用户的需要。

本手册以国内生产的仪器为主,兼顾其它。

物理实验教学仪器手册(一)

何圣静 主编

责任编辑:宋玉升 张 丽

电子工业出版社出版(北京市万寿路)

通县长凌营印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: 13 字数: 300千字

88年2月第1版 88年2月第1次印刷

印数: 1—6000册 定价: 2.90元

统一书号: 7290·710

ISBN7 5053 0106-3/G16

前 言

物理实验，是一门重要的基础课程。随着我国教育和科学事业的发展，它的重要性正在被越来越多的人所重视，各种有关实验方面的参考书也逐渐增多。六十年代，我们在大专院校的物理实验教学期间，就深感需要有一本反映普通物理实验的教学仪器手册，以备实验室工作人员随时查阅。近来，由于教学仪器研制的需要，更增加了编写这种工具书的紧迫感，以便有利于加强实验室建设，不断地更新仪器适应教学改革的需要。本手册包括的实验仪器是综合了有关学校的普通物理实验需要的基本仪器，适当地增加了一些国内研制生产的新仪器。除了介绍各仪器的用途、特点和主要技术指标外，还简要叙述了使用和维护事项。因此，本手册可供全国有关大、中学校教师，教学仪器工厂，教学仪器管理干部使用。

参加编写的人员还有（按姓氏笔划为序）：

冯立（国家教委教学仪器研究所），朱雨村（北京师范大学），林毓华（国家教委教学仪器研究所），顾敏（国家教委教学仪器研究所），查述传（北京工业学院）。

全书由何圣静审定统稿。我们在编写过程中，得到许多工厂的热情支持和帮助，寄来了产品介绍和照片，使编写工作得以顺利进行，并使本手册能够早日同读者见面，在此我们谨致以衷心的感谢。

由于客观条件限制，我们尚未把我国自制的物理实验仪器全部编入本手册，尤其是教学效果好、仪器结构新、价格低廉的一些教学仪器没有得到反映，因此，本手册为“物理实验教学仪器手册”的第一册，我们将在编写第二册时尽力收入和补充。此外，我们的学术水平有限，手册中一定存在不少的疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

编 者

一九八七年八月

目 录

一、基本量具类

(一) 游标卡尺	1
(二) 螺旋测微器	2
(三) 读数显微镜	3
(四) 测高仪	5
(五) 物理天平	6
(六) 分析天平	7
(七) 数字毫秒计	8
(八) 福廷式水银气压计 DYM1 型	13

二、常用测试仪表类

(一) 模拟式仪表	15
(二) 数字式仪表	22
(三) 直流稳压电源	25
(四) 交流稳压器	31
(五) 信号发生器	32
(六) 示波器	37
(七) 集成电路测试仪	39
(八) 常用电磁器具	41
(九) Q 表	47

三、力学类

(一) 气垫导轨	49
(二) 气桌	52
(三) 气垫转盘	54
(四) J-T25 周期测定仪	55
(五) 气源	55
(六) TQZ-1 型投影气桌	56
(七) 单摆	57
(八) 复摆	58
(九) 重力加速度测试仪	59
(十) 刚体转动惯量实验仪	60

(十一) 弹簧振子	61
(十二) FHO-1 型简谐振动合成仪	62
(十三) 傅科摆	63
(十四) 万有引力实验器	64
(十五) 频闪仪	66
(十六) 火焰管式纵驻波演示仪	68
(十七) 摆动综合演示仪	69
(十八) 刚体平面平行运动演示仪	70

四、热学类

(一) 量热器	71
(二) 液体温度计	72
(三) 气体温度计	73
(四) TC-1 型导热系数测定仪	74
(五) 线膨胀实验器	74
(六) 气体定律演示器	75
(七) 高压下水的沸点与压强关系实验装置	75

五、电磁学类

(一) DGY-II 型电路故障分析实验仪	77
(二) KD-1 可控硅电路实验演示仪	78
(三) 正切电流计	79
(四) DSY-1 型多功能实验仪	81
(五) FA-7 付里叶分解合成仪	82
(六) 激光投影示波器	83
(七) 电磁铁系列简介	84
(八) 电子开关式感应圈	87
(九) KSCY-II 型可调式四线圈磁场实验仪	88
(十) 直流单电桥	89
(十一) 直流双电桥	90
(十二) 直流电位差计	91
(十三) 交流电桥	93
(十四) 霍尔效应测磁仪	94
(十五) 磁阻效应测磁仪	95
(十六) 超导磁体	95
(十七) 自动电位差计记录仪	96
(十八) 直流高压电源(ZGD-II 型)	97
(十九) 静电演示实验仪(JDY-Z 型)	98

(二十) 自感互感特性实验仪	98
(二十一) 卡片插件模拟电路实验器	99
(二十二) QF2790 型 RCL 电桥	99
(二十三) 多用数字测试仪	101
(二十四) 标准相角发生器	103
(二十五) CdS 烧结膜太阳能电池	104
(二十六) 紫蓝电池	105
(二十七) 光线示波器	107
(二十八) 线路实验板	108
(二十九) 学生电子实验箱	109
(三十) 无线电组合教具	110

六、光学类

(一) 光具座与光学平台	113
(二) 光学器件	118
(三) 光源	125
(四) 光学仪器	130
(五) 光电器件	148

七、近代物理学类

(一) 激光喇曼光谱仪	157
(二) 塞曼效应实验仪	159
(三) 法拉弟效应测试仪	161
(四) X射线仪	163
(五) HCP-3 型核磁共振波谱仪	164
(六) BG-1 型波耳共振仪	166
(七) CGX-I 磁光效应实验装置	166
(八) DBZ80-1 单板微计算机及电源	167
(九) ZX-IV 智能终端	168
(十) 终端汉字发生器	169
(十一) 夫兰克-赫兹实验仪	171
(十二) 密立根油滴仪	172
(十三) GP-1 型普朗克常数测定仪	173
(十四) 单光子计数器	174
(十五) 光泵磁共振仪	175
(十六) 穆斯堡尔谱仪	176
(十七) 气压扫描 F-P 标准具	177
(十八) WDG-J ₁ 型精密单色仪	178

(十九) 射频、微波器件系列	179
(二十) 衰减器系列	181
(二十一) 调制度测量仪	183
(二十二) QF/FLUKE6060B 型合成信号发生器	186
(二十三) QF5362 型全频道彩色图象信号发生器	190
(二十四) QF4030 型多功能频谱分析仪	191
(二十五) QF4021 高频频谱分析仪	193

(一) 游标卡尺

游标卡尺是一种常用的比较精密的测量长度的仪器。

游标尺主要由两部分组成，即有毫米刻度线的主尺和附加的一个能够紧贴着主尺滑动的有刻度的小尺——游标，利用它可以把主尺计量的那位数值准确地读出来。

游标尺的结构如图 1-1 所示。

与主尺相联的量爪 A、A' 和与游标相联的量爪 B、B' 可用来测量厚度、外径和内径，深度尺 C 用来测量槽孔的深度，它们的读数，都是由游标的 0 线到主尺的 0 线之间的距离表示出来。

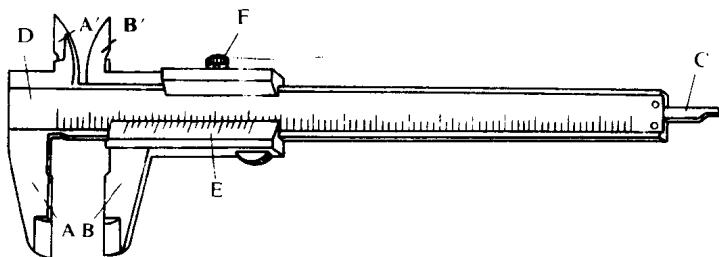


图1-1

游标尺的主尺上按每毫米一格刻线，所以 $nm - 1$

(mm) 长度在主尺上就是 $nm - 1$ 个格。在游标上将这个长度刻成 m 个格，则主尺上 n 个格和游标上一个格的差值是

$$\Delta y = n - \left(\frac{nm - 1}{m} \right) = \frac{1}{m} (\text{mm})$$

这就是游标尺的最小分度值。常用的游标尺有 $n = 1$ 和 $n = 2$ 两种，按分度值分类有 $m = 10$ ； $m = 20$ ； $m = 50$ 三种，它们的分度值分别是 0.1；0.05；0.02(mm)。

使用游标尺测量之前，应首先校准零点，检查游标的“0”线和主尺的“0”线是否重合，如不重合，记下零点读数，加以修正。

在测量时，被测物体要卡正，否则会增大测量误差，游标尺严禁磕碰，以保持其精度。当需要把游标尺从被测物上取下后才能读数时，一定要将固定螺丝拧紧。

[主要技术指标]

规格格：125 mm；150 mm；200 mm；300 mm。

分度值：0.02mm；0.05mm。

生产厂：长春第一光学仪器厂

(二) 螺旋测微器

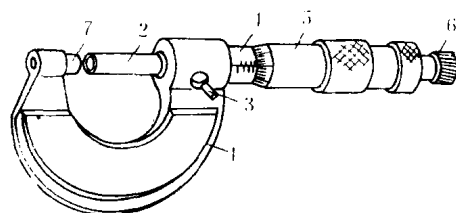
螺旋测微器又叫千分尺，它的分度值是 0.01mm ，即 $\frac{1}{1000}\text{cm}$ ，所以叫千分尺。

千分尺的主要部分是一个微动螺旋杆，它的螺矩是 0.5mm 。当螺旋杆旋转一周时，它沿轴线方向移动 0.5mm 。与螺旋杆相连的螺旋柄上刻有沿圆周的分度，一周50个分格，当螺旋柄上的刻度走过一个分格时，螺旋杆沿轴线方向移动的距离是 $\frac{0.5}{50}\text{mm}$ ，即 0.01mm 。

千分尺的结构如图 1—2 所示。

用千分尺测量物体的长度时，轻轻转动螺旋柄后端的小棘轮，推动螺旋杆至测砧面把待测物体刚好夹住，从固定标尺上读出整格数（每格 0.5mm ）， 0.5 以下的读数由微分筒圆周上的刻度读出，可估读到 0.001mm 。

使用时应注意首先检验零点误差，并在测量出的数据上进行修正。夹持待测物体时，不要直接拧转微分筒。应轻轻转动带棘轮的手柄，听到喀、喀声后，即可读数。防止夹得太紧，影响测量精度和损坏仪器。



- 1.尺架 2.测微螺杆 3.锁紧装置 4.固定筒（和螺母相连）
5.微分筒（和螺杆 2 相连） 6.旋转手柄（通过测力棘轮和筒 4 相连） 7.测砧

图 1—2

[主要技术指标]

千分尺的规格是按量程递增 25mm 分档。即量程分别为 $0 \sim 25$; $25 \sim 50$; $50 \sim 75$ ……等等。最小分度值均为 0.01mm 。

生产厂：长春第一光学仪器厂

(三) 读数显微镜

读数显微镜是具有光学观测系统的长度测量仪器，适用于近距离的观测。通过改变读数显微镜的座姿，可做X、Y、Z三个方向的长度测量。它主要用于刻线距离、基面距离、内孔及外圆的直径、测量光谱板的线性距离和牛顿环的测量等。因为它的结构简单、操作方便，所以在大专院校物理教学实验中成为基本长度测量仪器之一。

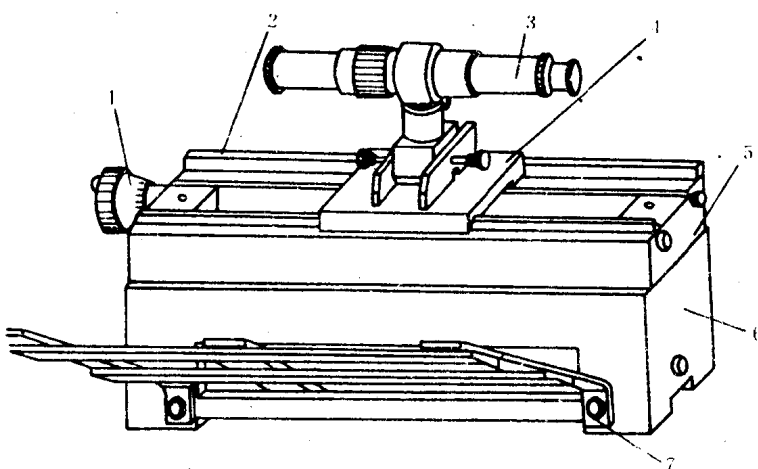
1. JFD-250型读数显微镜

瞄准显微镜位置可调成水平位置、垂直位置与水平倾斜 75° 的位置，这几种位置均以显微镜座的转轴和定位装置来实现，方便了测量。

螺母与精密丝杆间的空回，在结构上由双犁母结构所消除，使丝杆与螺母间的螺纹为单向啮合。故空回对测量精度的影响可不予考虑。JFD-250型读数显微镜如图1-3所示。

配有谱板架，测距长度为240mm。

配有牛顿环测量器。



1.分度手轮 2.刻尺 3.瞄准显微镜
4.溜板 5.导轨座 6.底座 7.谱板架

图1-3

[主要技术指标]

测量范围: 0~250mm

刻尺分度值: 1mm

鼓轮分划值: 0.01mm

显微镜放大倍数: $45\times$ $24\times$

显微镜工作距离: 86mm

仪器测量误差: $<0.01\text{mm}$

仪器重量: 10kg

仪器外形尺寸: $350\times 100\times 150(\text{mm})$

单 价: 650元

生产厂: 长春第一光学仪器厂

JXD-A 型读数显微镜

光学系统性能:

物 镜		目 镜		显 微 镜	工作距离	视场直径
放大倍数	焦距 (mm)	放大倍数	焦距 (mm)	放大倍数	(mm)	(mm)
3× 0.09	36.31	10×	25.00	30×	17.18	6.00
8× 0.25	19.80			80×	9.19	2.20

[主要技术指标]

测量范围: 0~50 mm

3× 不小于 150 mm

测微鼓格值: 0.010.01 mm

8× 不小于 130 mm

测量精确度: 0.015 mm

仪器外型尺寸: 227×178×252 (mm)

测量台与物镜间最大距离:

仪器重量: 5.5 kg

单 价: 700 元

生产厂: 长春市第五光学仪器厂

SDK-III 型读数显微镜

[主要技术指标]

放大倍数: 20×

测量精确度: 0.02 mm

测量范围: 连续性移测 150 mm

此仪器可立、卧两用。

单 价: 300 元

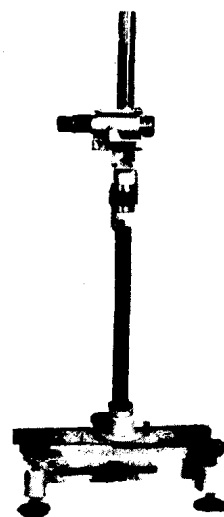
生产厂: 苏州大学科研仪器厂

(四) 测 高 仪

测高仪是具有望远镜长度系统的测量仪器,适用于测量不能接触目标在铅垂方向的高度差距。如在物理实验中用于测量材料的弹性模量和液体表面张力;配以激光器用来测量平镜的不平行度、透镜的中心偏差和棱镜的角差等;在化学实验中,它可以用于测定元素分子量的实验等。

[CG 791型、CG 812型测高仪的技术指标]

	CG 791 型	CG 812 型
测高量程	280mm	500mm
水平量程	150mm	150mm
读数精确度	0.05mm	0.05mm
望远镜放大倍率	10 [×]	10 [×]
视 距	1 m ~ ∞	1 m ~ ∞
单 价	850元	1160元



照片1—4

CG 812 型测高仪获国家教委1986年全国高教物理教学仪器优秀研究成果四等奖。仪器外形如照片 1—4 所示。

生 产 厂: 武汉测绘科技大学光学仪器厂

地 址: 武汉市武昌珞珈山

电 话: 75571

电报挂号: 6852

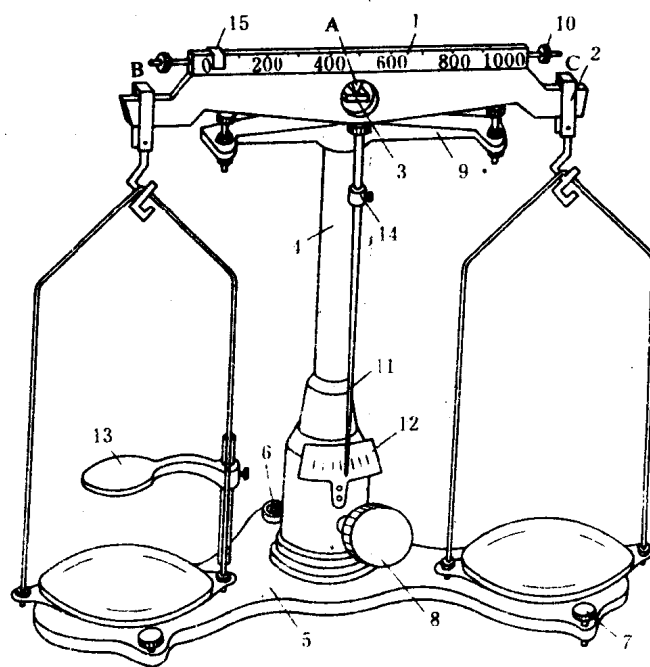
(五) 物理天平

根据等臂杠杆原理制成的杠杆式双盘等臂天平，其称衡的精确程度相当于国家9级精度的物理天平。它的载荷量有500g、1000g两种；分度值为20mg，有托架装置，可放置烧杯等器皿。

物理天平是广泛用于物理、化学和生物等实验中质量的称量用具。

为使物理天平称衡得到正确的结果和保证它不受到损坏，必须严格按照使用说明安装和调试天平：必须严格按照物理天平的操作规程进行称衡，否则若想得到准确的称衡将是不可能的。

物理天平必须注意防尘、防潮、防腐蚀和防震动：长期不用或搬动时，必须将称盘、吊耳、横梁等允许分离的零件小心拆下，放入专用的盒内。砝码不许直接手拿，只准用镊子夹取，用完应立即放入砝码盒内。砝码提钮不允许随意旋下。几组砝码同时使用时，切勿相互混淆，根据使用情况，应定期交计量部门鉴定。



1.横梁 2.吊架 3.中刀架 中刀垫 4.立柱 5.底座 6.水平仪 7.水平调节螺旋
8.手轮 9.止动架 10.平衡螺母 11.指针 12.标尺 13.杯托盘 14.感量砣 15.游码 A中刀口 B、C边刀口

图1-5 物理天平结构图

生产厂：北京青锋机械厂

地 址 北京海淀路 39 号（人民大学院内）

电 话：281176

(六) 分析天平

分析天平是与物理天平在构造和原理方面基本相同的精密称衡质量的仪器。它们的称量一般为100 g 或 200 g，可称准到 $1/10000$ g 或 $2/10000$ g。

分析天平有摆动式、空气阻尼式和光学式三种。它们适用于工矿企业、科研机关及高等院校的实验室、化验室做化学分析和物质的精密测定。

下面介绍一种具有部分机械加码装置的电光分析天平。

TG328B 型电光分析天平的结构和

特点。

1. 本天平为杠杆式双盘等臂天平，横梁用铜铝合金制成。刀口和刀承(刀托)用高硬度的玛瑙制成，摩擦力很小。

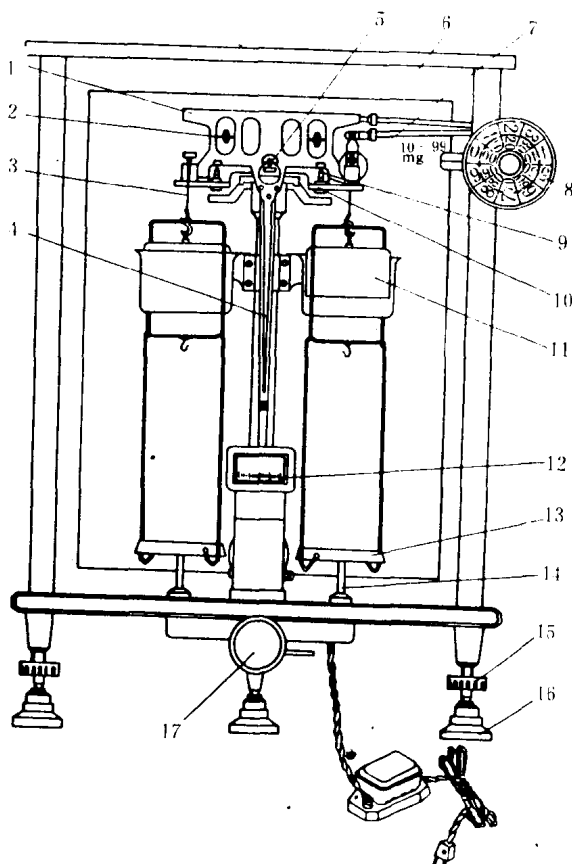
2. 天平的停动装置为双层折叶式。在天平开启时，横梁上的承重力(左右边刀)比支点刀(中刀)先接触。天平停动时，横梁由折叶托止。

3. 设有空气阻尼装置，由两个内外互相罩合而不接触的开口对口金属圆筒组成。外筒固定在立柱上。内筒倒复悬挂在吊耳下面，利用筒内的空气阻滞力产生阻尼作用，减少横梁摆动时间，达到迅速静止，即可以读数。

4. 设有光学投影读数装置，通过光学放大能清晰方便地读出0.1~10mg范围内的读数值。设有零点调节机构，便于操作时进行零点微调，缩短测定时间。

5. 设有机械加码装置，转动增减砝码的指示旋钮能变换 10~990 mg 之间的圈砝码，使用简便。

6. 玻璃框罩固定在大大理石的底板上，框架用不易变形的木料制成。罩前有一扇可供启闭及随意停止在上下位置的玻璃移动门，两侧各有一扇玻璃门，便于取放被称物和砝码。罩内有干燥剂防潮。



1 横梁 2 平衡砣 3 吊耳 4 指针 5 支点刀
6 框罩 7 圈形砝码 8 指数盘 9 支刀销 10 折叶
11 阻尼内筒 12 投影屏 13 称盘 14 托盘
15 螺旋脚 16 垫脚 17 旋钮

图1—6

[TG328B型分析天平的技术指标]

最大载荷: 200 g	每小格刻度值 0.1mg
最小分度值: 0.1mg	称盘直径: $\phi 75\text{mm}$
相对精确度: 5×10^{-7}	盘梁高度: 150 mm
机械加码范围: 10 mg~990 mg	天平外形: $420 \times 370 \times 500(\text{mm})$
光学读数范围:	变压器: AC 6~8V/220V、110V
微分刻度全量值 10mg	净 重: 1.5kg

分析天平是精密称衡质量的仪器。因此在天平的安装、调整、使用规则及维护保养方面,必须严格遵照仪器说明书上的要求去做。另外还应注意:

1. 用分析天平称衡前,先用物理天平称出待测物体的近似质量。
2. 每次取放被测物体或增减砝码、调节零点或灵敏度时,必须在止动天平的状态下进行。最好在指针摆动接近零点时再启动天平,避免产生较大的震动,造成边刀托位移形成不等臂和玛瑙刀口受到磨损。
3. 待测物体和砝码要放在称盘中正间,启动天平前玻璃门都应关上,各种操作的动作要轻、慢,绝对避免振动。

生产厂: 北京青锋机械厂

地 址: 北京海淀路 39 号(人民大学院内)

电 话: 281176

(七) 数字毫秒计

数字毫秒计是一种测量时间间隔的数字式电子仪表。由于它用石英晶体振荡分频作时基脉冲源;用P MOS或C MOS 集成电路和集成稳压电源;用荧光数码管或发光二极管数码显示屏数字显示;配有光电控制及机械控制功能,因此数字毫秒计是读数清晰、精确度高、操作简便、稳定可靠的计时仪表。

数字毫秒计主要与自由落体仪、气垫导轨、气垫转盘等仪器配套,也可作其它计时用途。

1. MSJ-II 型存储式数字毫秒计

本仪器是为气垫导轨上实验设计的具有存储功能双通道输入式。见图1—7。有四个存储单元,利用光电信号控制计时和停计;有自锁功能,当存储单元存入数据后,只要不手动复位,新的光电信号就不能输入,存储单元的数据亦不会被冲掉。

本机在 $40 \pm 5^\circ\text{C}$ 下连续正常工作 24 小时后方准出厂。

本机与QG-5型气垫导轨同时获国家教委1986年全国高教物理教学仪器优秀研究成果评比三等奖。

[主要技术指标]

显示位数: 四位

时标: 0.1ms、1ms、
10ms

最大量程: 99.99s

计时误差: 1.5×10^{-6}
日 ± 1 脉冲

工作电压: AC 220V
 $\pm 5\%$

输入功率: $\approx 8W$

相对湿度: $\leq 90\%$

单 价: 850元

生 产 厂: 北京青锋机床厂

投产日期: 1985年。

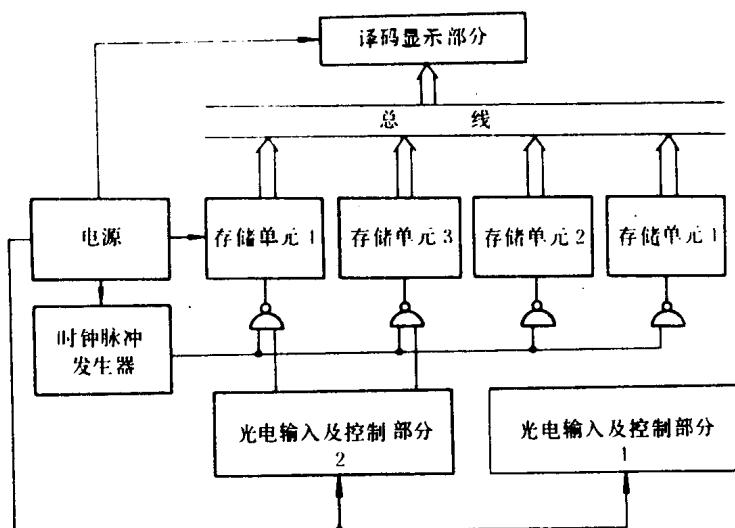
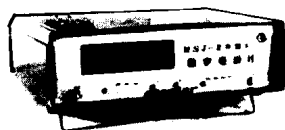


图 1—7



照片 1—8

2. JSJ-III A 数字毫秒计

本机可用光电信号或机械触点开关控制计时和停计; 用光控功能时有 A、B 两种计时方式。使用“A”档, 光断计时, 光通停机; 使用“B”档, 第一次遮光计时, 第二次遮光停机; 复位有手动和自动延时两种方式。

本机在 $40 \pm 5^\circ\text{C}$ 下连续正常工作 24 小时方可出厂。

[主要技术指标]

显示位数: 四位

时标: 0.1、1、10 (ms) 三档

最大量程: 99.99 (s)

计时误差: $150 \times 10^{-6} \pm 1$ 脉冲

延时范围: 0~3 (s)

工作电源: AC 220V

单 价: 550元

生产厂: 北京青锋机床厂

地 址: 北京海淀路 39 号 (中国人民大学院内)

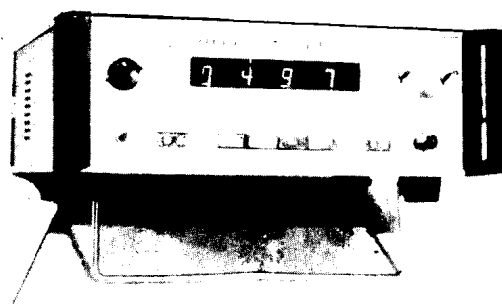
电 话: 281176

开户银行: 北京工商银行海淀区办事处, 4602-4

3. HMJ-II 型数字毫秒计

本机如照片1—9所示。可用光电信号或机械触点开关控制计时和停计; 有内存和计数功能; 复位有手动和自动延时两种方式。

1979年通过教育部生产供应局鉴定; 1986年获国家教委组织的全国高教物理教学仪器优秀研究成果评比四等奖。



照片 1—9

[主要技术指标]

功能: S_1 、 S_2 、 S_3 ; 计时; 内存; 自动清零

时标: 0.01、0.1、1、10(ms); 0.1、1(s)

晶体振荡稳定度: 2×10^{-5}

最大量程: 99.99 (s)

信号输入: 光电输入、机械触点输入

电源: AC 220 V $\pm 10\%$ 50Hz

功率: 9 W

外形尺寸: 290 $\times$ 280 $\times$ 120 (mm)

重量: 3.5 kg

生 产 厂: 上海华东师范大学科教仪器厂

投产日期: 1979年

地 址: 上海市金沙江路 75 号

电 话: 548680

电 报: 0197

开户银行: 普办师大柜 4746309

4. 大屏幕数字计时器的特点

大屏幕数字计时器采用大屏幕数码管显示数据, 可见度大; 采用红外发光光电传感器, 信号响应迅速; 采用一块印刷电路板, 结构紧凑, 接触良好。因此它是各类学校物理教学演示实验测量时间、周期、累加计数时常用的一种理想的数字仪表。也可配合其它物理实验仪器, 做实验中测量时间间隔的计量仪表。