

物理教学仪器制作指南

何圣静 主编

科学出版社

物理教学仪器制作指南

何圣静 主编

科学出版社

1990

内 容 简 介

这是国内第一本专门论述物理教学仪器制作的书，前四章论述了物理教学仪器的最基本的设计理论和设计原则，后七章分别介绍了各类典型的物理教学仪器的特点、用途及制作关键。本书可供大、中专物理实验教师及有关工厂的工程技术人员参考，也可供理工科学生和中学教师阅读。

物理教学仪器制作指南

何圣静 主编

责任编辑 荣毓敏 鄢德平

科学出版社出版

北京东黄城根北街15号

邮政编码：100707

中国科学院印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年12月第 一 版 开本：787×1092 1/32

1990年12月第一次印刷 印张：14 7/8 插页：23

印数：0001—1 300 字数：341 000

ISBN 7-03-001548-7/O · 314

定价：28.30 元

前 言

物理学是一门以实验为基础的自然科学。因此,对物理学来说,教学仪器是一种特殊的教材,在教学中具有重要的意义。课堂演示和实验教学都是以仪器为支柱的,离开了仪器,演示和实验就无法进行,只能是纸上谈兵。我们通过教学仪器来重现物理现象及其规律,实现物理量的测量。毫无疑问,这些是教学的基本内容。为了达到这些目的,研制者必须巧妙地构思和研制教学仪器。这本身就具有教育意义。通过使用和研制教学仪器能够培养人们实际研究工作能力。

我们编写本书的主要目的,是向读者介绍设计教学仪器的有关基本知识,从理论上提高对教学仪器设计和使用的认识,这有助于改进教学,提高教学仪器的设计水平。

本书的第一至第四章是教学仪器设计理论的基础知识部分。传感器是仪器发展的未来,技术美学是教学仪器设计深化的基础。第五章至第十一章介绍物理学各个主要分支的常用教学仪器。在各章带*号的小节中,我们介绍了制作经验,希望对读者在设计制作时起到抛砖引玉的作用。

本书的编委会为主编:何圣静;副主编:周光熊、王兴乃、温正印;编委:李璞、王长毅、沈英琪、桂尊三、邢建国、陈万福、张双增、鲍光庆。我们在编写过程中,得到许多工厂的热情支持和帮助,寄来了产品资料和照片,使编写工作得以顺利进行,在此一并表示衷心的感谢。

最后,由于我们的学术水平有限,书中一定存在不少的疏

漏和错误之处,敬请广大读者批评指正。

何圣静

1988年6月

目 录

第一章 绪论.....	1
第二章 教学仪器设计的理论基础.....	5
§ 2-1 仪器设计的基本名词	5
§ 2-2 仪器设计的基本原则	16
§ 2-3 物理教学演示仪器设计的基本原则	21
§ 2-4 光学系统设计的基本原则	26
§ 2-5 机械制图	33
§ 2-6 电子制图	98
§ 2-7 教学仪器的艺术设计	116
§ 2-8 电视教学片的制作	127
第三章 仪器误差及其分析.....	130
§ 3-1 误差的基本概念和术语	130
§ 3-2 误差理论在仪器设计中的应用	136
§ 3-3 误差理论在仪器定度中的应用	140
§ 3-4 仪器和测量线路中常见误差分析	146
§ 3-5 示数装置的误差	157
第四章 传感器.....	163
§ 4-1 引言	163
§ 4-2 非电量的电测法	165
§ 4-3 电阻应变式测力及称重传感器	183
§ 4-4 光敏元件	189
§ 4-5 光导纤维传感器	213
§ 4-6 集成电路 (IC) 温度传感器	223
§ 4-7 锑酸铋表面波温度传感器	226
§ 4-8 金属玻璃传感器	229

第五章 力学教学仪器	233
§ 5-1 单摆	233
§ 5-2 惯性秤	234
§ 5-3 三线摆	235
§ 5-4 复摆	237
§ 5-5 可倒摆	239
§ 5-6 耦合摆	240
§ 5-7 金属杨氏模量测量装置	241
§ 5-8 自由落体装置	243
§ 5-9 激光垂直振动合成演示仪	244
§ 5-10 波的相干条件演示装置	245
§ 5-11 伯努利方程演示器	247
§ 5-12 科里奥利力仪	248
§ 5-13 驻波和共振演示仪	249
§ 5-14 转动惯量演示仪	250
§ 5-15 激光投射演示振动合成仪	252
§ 5-16 杠杆式回转仪	253
§ 5-17 教学回转仪	254
§ 5-18 力学演示实验台	255
§ 5-19 受迫振动演示仪	256
§ 5-20 波动演示器	257
§ 5-21 向心力实验器	258
§ 5-22 气垫式弹簧振子	260
§ 5-23 万有引力测定仪	261
§ 5-24* 傅科摆	267
§ 5-25 双极值物理摆	272
§ 5-26* QG-5 型气垫导轨	279
§ 5-27 JSJ-3A 型数字毫秒计	284
§ 5-28 两个转动系统角动量耦合演示仪	285
§ 5-29 高中运动学、动力学组合教具	287
§ 5-30 刚体转动惯量实验仪	289

§ 5-31	BZY 型摆动综合演示仪	290
§ 5-32	焦利秤	294
第六章 热学教学仪器		296
§ 6-1	初中力学热学组合教具	296
§ 6-2	粉末导热系数测定仪	299
§ 6-3	TC-1 导热系数测定仪	301
§ 6-4	热导率的动态法测量装置	302
§ 6-5	量热器	303
§ 6-6	温度实时测量装置	304
§ 6-7	干湿泡湿度计	305
§ 6-8	露点测定器	306
§ 6-9	金属线膨胀系数测量仪	307
§ 6-10	粘度计	309
第七章 声学教学仪器		311
§ 7-1	驻波管	311
§ 7-2*	声光效应实验及演示仪	312
§ 7-3	声级计	319
§ 7-4	模拟式相位计	320
§ 7-5	相位测量装置	321
§ 7-6	声波强度显示仪	323
第八章 电磁学教学仪器		325
§ 8-1	交流电路特性演示仪	325
§ 8-2	电磁波特性演示仪	326
§ 8-3	电磁波干涉衍射偏振演示仪	327
§ 8-4	电话原理说明器	328
§ 8-5*	可调内阻电池	330
§ 8-6	多功能静电测量仪	335
§ 8-7	Q5-V 型静电电压表	336
§ 8-8	介电常数测量仪	337
§ 8-9	PZ-8 型直流数字电压表	339

§ 8-10	JO417 型数字电容表	341
§ 8-11*	数字 Q 表	342
§ 8-12	线路实验板	352
§ 8-13	电子开关式感应圈	355
§ 8-14	铜电阻数字温度计	358
§ 8-15	新型的低阻抗高压脉冲电源	358
§ 8-16	太阳能电池	360
§ 8-17	磁控管	361
§ 8-18	软磁材料音频动态磁滞回线显示仪	362
§ 8-19	铁磁物质磁化现象演示仪	363
§ 8-20	多功能霍耳传感器	367
§ 8-21	振簧式表面电位计	370
§ 8-22	CM-1 型双通道计时器	370
§ 8-23	霍耳效应磁强计	372
第九章	电子学教学仪器	374
§ 9-1	锁定放大器	374
§ 9-2	数字逻辑电路测试箱	376
§ 9-3*	微波实验仪	379
§ 9-4	J2468 音频放大器	386
§ 9-5	J2459-1 型晶体管学生示波器	387
§ 9-6	高灵敏度测量放大器	388
§ 9-7	三踪电视示波器	390
§ 9-8	FDJ-1506 型光通信暨互感现象演示仪	392
第十章	光学教学仪器	397
§ 10-1*	FB-1 型傅里叶变换光谱仪	397
§ 10-2	彩色分解与合成演示仪	405
§ 10-3	JD-2 型黑体辐射装置	407
§ 10-4	凹面光栅单色仪	409
§ 10-5	光栅折射仪	410
§ 10-6	小型棱镜摄谱仪	411

§ 10-7	光干涉衍射演示仪	413
§ 10-8	双缝干涉单缝衍射观察仪	414
§ 10-9	瑞利干涉仪	415
§ 10-10	超声光栅	416
§ 10-11	激光通讯演示仪	417
§ 10-12	激光多普勒效应演示仪	418
§ 10-13	多光源光具盘	418
§ 10-14	光强分布叉	419
§ 10-15	光学双稳态装置	420
§ 10-16	ZJS-1 多用途干涉实验系统	422
§ 10-17	测微光度计	424
§ 10-18	光谱投影仪	426
§ 10-19	偏光显微镜	428
§ 10-20	阿贝比较仪	431
§ 10-21	小型单色仪	434
§ 10-22	陆末-布洛洪光度计	435
第十一章	近代物理学教学仪器	438
§ 11-1	普朗克常数测定仪	438
§ 11-2	核四极共振温度计	439
§ 11-3	四极质谱仪	440
§ 11-4	SG-2 型斯特恩-盖拉赫实验装置	442
§ 11-5	小型激光喇曼光谱仪	443
§ 11-6	RBD-II 型激光喇曼分光计	445
§ 11-7	磁光旋转测试装置	446
§ 11-8	教学用小型自旋回波谱仪	448
§ 11-9	塞曼效应实验仪	449
§ 11-10	法拉第效应测试仪	451
§ 11-11	单板机穆斯堡尔谱仪	452
§ 11-12	色心激光器	453
§ 11-13	钠原子的吸收光谱实验装置	455

§ 11-14	正电子寿命测量时间谱仪	456
§ 11-15	电子衍射仪	459
§ 11-16	电子荷质比测量装置	461
§ 11-17	中子衍射仪	462
§ 11-18	单光子计数实验仪	464
§ 11-19	铁电体热电系数的测量装置	465
§ 11-20	光电导灵敏度测量装置	466

第一章 绪 论

一、教学仪器的特点

人类认识世界,除了靠人的感官外,还必须研制和使用大量的仪器,扩大自身感官功能来获取知识信息。所谓仪器是指对待测对象进行感受、转换、处理、显示的一种装置。它是科学实验的重要支柱,没有它就无法进行科学实验。

教学仪器的形成与发展是由两个方面来决定的:一是教育事业的需要;二是仪器工业的水平。这两者有机的结合,产生了教学仪器。

教学仪器的特点:

1. 应该通过它能体现出教学思想、教学方法及教学目的。广义地说,教学仪器包括用于教学的仪器、模型、标本、挂图、教室设备、培训设备、电教设备等。例如,以物理教学仪器来说,它的设计思想,首先要正确地反映物理现象、概念及其规律。因为物理学与科学技术是相辅相成的,所以这种设计思想要适应科学技术的发展,采用新技术、新电路、新材料和新工艺,不断地提高教学仪器的科学水平,以便使学生通过实验使用这些仪器,学习从事科学实验的知识和本领。

2. 教学仪器的研制是教育科学研究的组成部分,它必须遵从教育规律,使学生在较短时间内学得基础和专业知识的,达到一定的教学要求。因此,设计教学仪器不能是封闭型的(即“黑匣子”式的),而应该突出仪器内部的典型结构,直观,使学生能够一目了然,容易掌握基本原理,从而自己能组装仪器,

调试性能,设计电路,拟定实验步骤。

3. 教学仪器必须达到牢固和耐用的要求。这是由于学生使用的人次很多,而且又是生手。科学研究用的仪器与此不同,一般是由少数人专用、专门保管维护的。

4. 设计教学仪器的结构,要求合理,不必盲目求精。其主要技术性能必须稳定,测量重复性好。演示教学仪器要求其显示现象的可见度较大。

5. 因为教学仪器具有传授知识的功能,所以要学会运用技术美学来进行艺术设计,把仪器的内在质量(如技术性能等)与外观质量综合起来考虑。

6. 成本低,价格合理,有利于推广。

二、我国教学仪器的现状和发展

我国解放以后,教学仪器才得到发展,相继建立沈阳、南京、北京、上海、武汉教学仪器厂,奠定了教学仪器工业的基础,并成套的生产供应大中小学使用。随后,教学仪器工业正式做为一个专门的工业行业,被列入国民经济计划。1978年以后,教学仪器发展得很快。1980年,经国务院批准成立了教学仪器研究所,隶属于当时的教育部。目前,全国生产教学仪器的已有近千家工厂,各省还建立了教学仪器供应机构,制定了配备目录和质量标准等。

教育离不开教学仪器,而教学仪器的发展又和教育事业及国家的兴衰有着直接关系。

公元2000年以前,我国教育发展的重点是普及九年义务教育,发展多种形式的高中阶段教育,开展多种形式、多种层次的职业技术教育和多层次有效能的高等教育。

教学仪器的研制开发,必然促进教学改革,尤其是教学方法上将是一个较大的突破。

随着工业技术的进展,教学仪器将采用国际上通行的新技术、新材料、新工艺,来提高制作水平,逐步改变工艺落后的状况,使我国的教学仪器进入国际市场。

三、教学仪器研究的基本内容

目前,我国教学仪器研制的方向,大体上有以下几个方面:

I. 产品设计的研究主要包括:

1. 实验教学与演示教学仪器;
2. 电化教育设备;
3. 训练器材;
4. 教室、实验室设备;
5. 计算机(教学用);
6. 挂图;
7. 模型。

II. 实验技术的研究主要包括:

1. 计量方法与测量技术;
2. 教学仪器的使用方法;
3. 各种教具的综合运用;
4. 电化教育器材的选用;
5. 计算机的应用。

III. 综合性的研究主要包括:

1. 产品标准的制订;
2. 配备目录的制订;
3. 国外教学仪器研制的动态分析;
4. 教学仪器效益的评价;
5. 教学仪器情报分析。

IV. 新技术、新材料、新工艺的研究。

四、教学仪器研制中需改革的几个问题

教学仪器研制与教育思想、教学方法是密切相关的,教学仪器研制中有许多需要改革的问题,应该引起我们充分重视,主要是:

I. 长期形成的“重理论、轻实验”的教育思想,根深蒂固.这种思想严重影响到教学仪器的使用和发展.

II. 现有教材中,有一些实验缺乏启发性,原理、仪器用具以及实验步骤描述得十分详尽,学生只须“照方抓药”,测得与教师掌握的一致数据,就算实验成功了!

III. 有的教学仪器设计复杂,操作却十分简单,有的只需拨弄一下开关,学生没有探索思考的余地.

IV. 仪器品种单一,不能适应多层次多种学科的需要.

第二章 教学仪器设计的理论基础

§ 2-1 仪器设计的基本名词

一、仪器及产品的组成

1. 仪器 是观察、探测、计量、计算、记录待研究事物的工具。

2. 产品 是生产企业向用户或市场以商品形式提供的制成品或制成品的组合。

3. 零件 是仪器的基础,即组成仪器的最基本成分,是不采用装配工序制成的单一成品。

4. 部件 又称器件,有若干个零件,以可拆联结或永久联结的形式按装配图要求装配而成的一个单元;或有零件和分部件装配在一起的部分。

5. 组件 又称整件,是由若干零件和部件按装配图要求装配而成的一种具有完整结构、独立用途、能完成一定工作任务的装置。

6. 整机 是由若干零件、部件、组件按装配图要求装配而成的一种独立完整的仪器或设备,能完成技术条件规定的复杂任务。

7. 通用件 是结构特征和功能在任何产品中基本相同,可在不同类型或同类型不同规格的产品中互换的零、部件。它与产品各自的专门用途无关。

8. 标准件 经过优选、简化、统一,并给予标准代号的通用零、部件,

9. 外购件 是本企业产品的组成部分中采购其他企业的产品。

10. 附件 是供用户安装、调整和使用产品所必需的专用工具和检测仪表；或者为产品完成多种功能（用途）必需的，而又不能同时装配在产品上的组成部件，如机床的挂轮。

11. 易损件 是产品在正常使用（运转）过程中容易损坏和在规定期间必须更换的零、部件。

12. 备件 是为保证产品的使用和维修，供给用户的易损件和其他件。

二、标 准 化

1. 标准化 在经济建设和科技发展中推行标准化是国家的一项重要政策。没有标准化就没有专业化，也就没有高质量、高速度。标准化是组织现代化大生产的重要手段。那末什么是标准化呢？为使各种产品及零件达到制造简单、规格互换、成本低廉、生产率高的目的，而制订一些统一采用的样式、尺寸、规格、技术要求等标准，称为标准化。

标准化能够使任何一个专业领域建立起严格的秩序和广泛的满足不同利益的情报工作。因而，标准一经批准颁布，就是技术法规。各级生产、建设、科研、设计部门和企业事业单位都必须严格贯彻执行。

标准分为国际标准、国家标准、部委标准（专业标准）和企业标准。

2. 国际标准 主要是指由国际标准化组织（International Organization for Standardization，简称 ISO）和国际电工委员会（International Electrotechnical Commission，简称 IEC）制订的标准。

国际电工委员会（IEC）作为国际标准化组织（ISO）的