

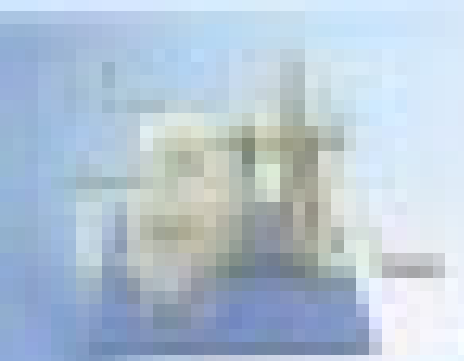


ZHONGXUE WULI JIAOJU SHEJI YU ZHIZUO JISHE

中学物理教具设计与制作技术

谭福奎◎编著

光明日报出版社

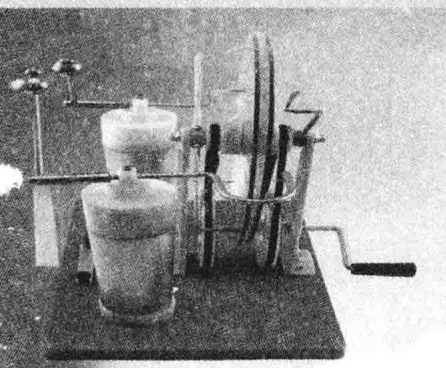


教育部《中小学教师教育技术能力标准(试行)》指定书目

中学物理教具设计与制作技术

王祖璋 主编

人民教育出版社



ZHONGXUE WULI JIAOJU SHEJI YU ZHIZUO JISHE

中学物理教具设计与制作技术

谭福奎◎编著

光明日报出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

中学物理教具设计与制作技术 / 谭福奎编著. —北京: 光明日报出版社, 2013. 9
ISBN 978-7-5112-5140-4

I. 中… II. ①谭… III. ①中学物理课—教具—设计②中学物理课—教具—制作 IV. ①G633.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 177434 号

中学物理教具设计与制作技术

著 者: 谭福奎 编著

责任编辑: 高 迟 李壬杰

责任校对: 邓永飞

封面设计: 人文在线

责任印制: 曹 净

出版发行: 光明日报出版社

地 址: 北京市东城区珠市口东大街 5 号, 100062

电 话: 010-67017249 (咨询), 67078870 (发行), 67078235 (邮购)

传 真: 010-67078227, 67078255

网 址: <http://book.gmw.cn>

E-mail: gmcbs@gmw.cn Lirenjie111@126.com

法律顾问: 北京天驰洪范律师事务所徐波律师

印 刷: 北京振兴源印务有限公司

装 订: 北京振兴源印务有限公司

本书如有破损、缺页、装订错误, 请与本社联系调换

开 本: 710mm × 1000mm 1/16

字 数: 298 千字 印 张: 18.75

版 次: 2013 年 9 月第 1 版 印 次: 2013 年 9 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5112-5140-4

定 价: 42.00 元

版权所有 翻印必究

序 言

科学技术的高速发展对人的创新能力的要求越来越高，加强学生创新能力的培养，已成为高等学校教育改革的重要任务。为了培养高素质的具有创新能力的科学研究与应用型人才，必须让学生学会从实践中发现问题、解决问题和将已有知识运用到实际中去。物理学是一门基础学科，它的发展已经改变和正在继续改变着整个世界。物理学又是一门实验科学，古往今来，物理学的发展和创新无不与物理实验密切联系，物理学中的创新成果都源自实验，而且都必须经过实验的检验。因此，物理实验教学理应成为培养学生创新能力的重要环节。然而，自制教具是一种富有创造性的科技实践活动。通过这种活动，不仅能提高教学质量，而且能激发学生的创造精神，培养学生的创造能力。

因此，大力加强中学物理实验，是提高物理教学的重要环节，是当前一项迫切而又十分艰巨的任务。鉴于我国目前中学物理实验教学现状，自制教具既可以培养学生的创造能力和开阔学生思维，也是解决当前仪器不足的有效途径。所以在任何条件下物理教师应该亲自动手自制一些教具，不断改进实验条件。即使将来教学条件有所改善，这一传统也绝不能丢掉。重视自制教具的作用也是物理教学中一条重要指导思想。

这本教材旨在为师范院校的师生、中学教师提供自制教具的方法、技巧，以及教具的设计、中学物理实验设计的思维方法。本书还给出了许多



中学物理 教具设计与制作技术

zhongxuewulijiaojushejiyuzhizuoji shu

与中学物理教材相适应的教具制作的实例，供物理教师和学生参考，也是其他学科教具制作的参考书。由于编者水平有限，书中错误之处，敬请批评指正。

编者

2013 年 5 月 10 日

目 录

第一章 教具制作基础.....	1
第一节 制作教具的意义.....	1
第二节 制作教具的几个基本问题.....	5
第二章 教具制作基本技术	13
第一节 常用的钳工技术	13
第二节 金属板、金属丝的加工技术.....	27
第三节 木材料的加工技术	33
第四节 玻璃的加工技术	36
第五节 纸材料的加工技术	48
第六节 塑料的加工技术	51
第七节 打孔	55
第八节 找圆心和圆规制作	58
第九节 粘合方法	60
第十节 塑料管、玻璃管与其它物体的连接.....	62
第十一节 微型顶珠、轴与轴套的制作.....	63
第十二节 铆钉的制作技术	64
第十三节 泥与秫秸的加工技术	65
第十四节 充磁与退磁技术	67



第三章 自制教具的常用材料和工具	71
第一节 自制教具的主要材料	71
第二节 自制教具的地方特色材料	75
第三节 自制教具的辅助材料	77
第四节 自制教具的其它废旧材料	85
第五节 自制教具的常用工具	88
第四章 实验设计	94
第一节 实验设计的一般规律	94
第二节 设计演示实验的原则和方法	101
第三节 设计学生实验的原则和方法	107
第四节 设计课外实验的原则方法	114
第五节 创新设计型实验的设计原则	117
第五章 初中物理实验教具设计与制作	124
第一节 研究声现象的教具设计与制作	124
第二节 研究光的反射与光的折射现象的教具设计与制作	127
第三节 研究压强的教具设计与制作	136
第四节 研究浮力的教具设计与制作	147
第五节 电学实验的几个教具设计与制作	155
第六节 研究电磁现象及其应用的教具设计与制作	161
第七节 电子元件电路的教具设计与制作	166
第六章 高中物理教具设计与制作	174
第一节 力学实验教具设计与制作	174
第二节 运动学实验教具设计与制作	187
第三节 振动与波实验教具设计与制作	199
第四节 热现象的几个概念演示教具设计与制作	204
第五节 电学实验教具设计与制作	208
第六节 电磁部分教具设计与制作	218
第七节 光学实验教具设计与制作	229



第七章 趣味物理实验教具设计与制作	236
第一节 力学趣味实验教具设计与制作.....	236
第二节 热学趣味实验教具设计与制作.....	246
第三节 电、电磁学趣味实验教具设计与制作	252
第四节 光学趣味实验教具设计与制作.....	256
第五节 能量趣味实验教具设计与制作.....	258
 第八章 历史上重要的物理实验简介	261
第一节 力学部分.....	261
第二节 热学部分.....	267
第三节 电磁学部分.....	273
第四节 光学部分.....	279
第五节 近代物理部分.....	282
 参考文献	289

第一章 教具制作基础

第一节 制作教具的意义

自制教具就是教师和学生，为了改进教学方法，就地取材、自己设计制作的教具，是教师自身科学知识与教学经验、操作技能的结晶。自制教具应力求设计巧妙，取材方便，构造简单，容易制作，方便教学。

新一轮基础教育课程改革，要求改革旧的教育观念，全面推进教学方式、教学手段和学习方式的转变，这将为自制教具活动提出很多新的课题。可以说自制教具具有很广阔的发展前景。我们认为，提倡自制教具，不仅仅是教学条件困难才自制教具，即使办学条件好的重点中学也该重视自制教具。

自制仪器是古往今来历代科学家的优良传统，任何一个科学预言必须用实践来检验。物理学许多重大成就在许多情况下就是伴随着仪器的成功设计而诞生的。物理学家正是用一些简单明了的演示实验来说明自己的深刻思想。例如 17 世纪末，英国物理学家雷恩（Christopher Wren 1632～1723）就曾用两个小玻璃球在英国皇家学会表演过碰撞实验，探索动量守恒的奥秘。最先证明雷电是一种电现象的富兰克林（Benjamin Franklin 1706～1790），他曾收到过他的一位朋友科林逊（Nicholson 1753～1815



植物学家、英国皇家学会会员)寄来的一个新奇的瓶子。这个瓶子用玻璃制成、内壁与外壳上都粘有金属箔片。经过十年研究,他阐明了这个后来被命名为莱顿瓶的作用,发明了电容器。这以后,又由英国物理学家威廉·汤姆生(William Thomson 1824~1907 电信工程师领导铺设了世界上第一条大西洋海底电缆)发现了莱顿瓶的振荡放电理论,推算出了振荡频率,成为电磁振荡理论的开端。

在中学物理教学课堂上,国外很重视学生自己动手自制仪器。例如英国 Tom Decan 著的中学物理教材中,他在讲述胡克(Hooke Robert 1635~1703)定律时,就要求学生用新的裸铜线自制弹簧秤。他要求每个学生用 1m 左右铜丝,在圆铅笔上绕 25~30 圈,然后每次用 10 克砝码将弹簧拉长,做出记录。由此总结出胡克定律的基本思想。

伟大的物理学家麦克斯韦说过:“实验的教育价值往往与仪器的复杂性成反比,学生用自制的仪器,虽然经常出毛病,但它却比用仔细调整好的仪器学到更多的东西,仔细调节好的仪器,学生易于依赖,不敢拆成零件。”麦克斯韦因此从主持卡文迪许实验室时起,使用自制教具就成为该实验室的优良传统。师生自己动手设计、制作教具,不仅可以提高学生的实验能力、想象能力,活跃思维,还可以激发学生的学习兴趣,让学生真正体味到观察和实验是学习科学、研究科学的基本的方法。

教师用自己制作的教具与使用厂家生产的教具来讲课,教学效果是不一样的。使用厂家制造的仪器,固然比较规范、比较精致美观,但是,使用自制的教具,却可以更能让学生看到仪器的内部构造,了解仪器的工作原理。另外更重要的是:当学生看到那些用生活物品与身边的常见材料来做实验,会使学生觉得物理离自己更近,容易激发学生热爱物理、热爱科学的情感。

鉴于我国目前中学物理实验教学现状,自制教具既可以培养学生的创造能力和开阔学生思维,也是解决当前仪器不足的有效途径。所以在任何条件下物理教师应该亲自动手自制一些教具,不断改进实验条件。即使将来教学条件有所改善,这一传统也绝不能丢掉。重视自制教具的作用也是物理教学中一条重要指导思想。

1. 研制仪器是科学家的传统

“用最平常的仪器作上最优秀的成果才算真本事”,这是近代科学家的



摇篮英国卡文迪许实验室的一种传统，帕斯卡用酒桶水管子这些日用器具做水压实验，得出液压均匀分布的帕斯卡定律，汤姆逊发现电子的实验就是用简单的玻璃阴极射线管进行的，居里夫人就是从沥青的提炼中发现放射线的。一个科学巨人不可能得到超前于科学预言的完善设备，科学真知的萌芽常凭借于旧有的温床。李政道博士在国内参观时曾说：“自己动手做的仪器，永远比买来的好，这是一条定理。”

2. 研制仪器是教育事业发展的需要

由于我国人口众多，教育事业发展很快，体现在中等学校上是面广量大，但由于财力有限，仪器经费只占整个教育经费的2%，全国每年只有一个亿的投资，平均分到各地各学校的经费较少，且有的学校没有实验经费，要配齐中学所有的实验设备就更困难了。显然这与现代化建设对物理教学的要求相差太远，解决这个矛盾，就要发扬自力更生的精神，贯彻两条腿走路的方针，发动师生土法上马，自制教具。

3. 研制仪器往往是厂制仪器的先导

自行研制教具不是权宜之计，而是提高办学质量，改进实验仪器的长远措施。教育要发展，仪器要改进创新，处于教学第一线的师生感受最深，最富有创造性，师生自制教具是创新和改进实验仪器的一条重要途径。

4. 研制仪器是新大纲的明确要求

因为研制教具不是一个方法问题，它对提高物理实验教学质量具有现实和长远的意义，所以教学大纲大力提炼并明确指出：“要发动学生和老师一起自制教具。”

5. 研制仪器的前景

中学物理教学方法的全面改革，在很大程度上决定于全面地和有力地加强物理实验教学。随着教改的深入和实验的加强，厂制仪器供不应求的矛盾将更加突出。在当前加强实验的教改活动中已经出现了变学校提供仪器为主为学生自筹自制为辅的趋势。即出现了发动学生自筹器材，自制教具、挖掘学校设备潜力，以实验观察为基础。让学生独立地、主动地、生动活泼地在物理环境里进行学习的新局面。

自制教具，简单明了，取材容易，花钱不多，一般收集一些瓶瓶罐罐，利用一些废旧材料，再花钱购买少量器材，经过加工，就能拼拼凑凑



地做出大量实验，特别是初中物理实验的百分之七八十都能用自制教具来进行，确实是一条解决仪器不足的行之有效的途径。

自制教具适应教改需要的针对性强，作用专一，见效快，因而具有强大的生命力。自制教具和研制仪器，可以培养发明创造精神，普及创造技法知识，对于提高民族的科学技术水平和科学思维素质，开创社会主义现代化建设的新局面，建设精神文明，都有深远的战略意义。自制教具和研制仪器的内容广泛，课题很多，对研制的成果现已法定为科研成果领域，可以申报享受专利权。自从1980年夏，中央书记处召开师范教育座谈会之后，教育科学研究已被列入科研项目。1984年教育部教学仪器科研所公布了《教育部普及教学仪器设备研究项目》，共有科研课题254个，其中与中学物理有关的约有120个。在重点项目中，属于配备目录和标准制定的课题有“汇编自制教具丛书”、“编写实验指导书”等8个；属于完善和改进现有中学仪器课题的有“静力学演示仪器的研究”、“光具盘的改进”等6个；属于开发中学廉价仪器和组合教具的课题有“初中力学简易教具”、“高中物理组合教具”等4个；属于研制新品种和更新换代产品的课题有“运动轨迹显示装置的研制”等11个，在中学物理的专题研究项目中，共有力、热、电、光、原的教学实验仪器研制课题61个。此外还有电子线路、微机教具及实验专用设备研究项目等二三十个课题，这些课题为热心仪器研制的教育科研工作者展示了十分广阔的发展前景。近年来的实验教学经验交流会和优秀仪器评选活动在全国各地此起彼伏，获奖成果彼彼皆是，这一切都表明实验设计和仪器研制工作正开始了它的中兴时期，只要我们认真开动脑筋，掌握一定的思维方法，就会在自己的事业上取得成功。作为一名教师应该在教学实践中不断学习新的科技知识，努力提高自身素质及创新意识。目前科学技术正以前所未有的速度飞快向前发展，新科技、新材料不断涌现，这就为自制教具提供了一个广阔的天地，只要科技在发展，社会在进步，教学内容就会不断变化，尤其在新课改的大背景下，自制教具工作就大有可为，研制和完善自制教具工作就成为教师一个永恒的课题。



第二节 制作教具的几个基本问题

一、教具制作的基本要求

教具制作不仅仅是一种模仿性的工作，相反教具制作中含有较多的创造性。教具制作过程中有哪些具体要求呢？

1. 启发性

制作的教具应该有丰富的物理学思想，有启迪学生的思维。有利于培养学生的创造能力。我们反对把重要的物理原理无法展现（或不重视展现）在学生面前，学生看了实验却一无所知，一无所获。我们提倡让学生能看懂它所需要演示的物理道理。

2. 经济性

我们要求自制的教具少花钱或不花钱，这样教具成本低，只要能达到演示效果就行。所以，我们提倡“坛坛罐罐当仪器，拼拼凑凑做实验”。

3. 可靠性

我们要求自制的教具能坚固耐用、不易损坏；安全可靠、工作稳定。我们做的教具并不是只做一次实验就不要了，也不是只求偶尔成功一次，教具应该重复性能好。

4. 可观性

教具是演示物理现象给全班同学观察的，不是一个人拿在手里的袖珍玩具。所以自制教具尺寸应该尽可能大一点。用八个字可以概括“尺寸够大，简单明了”。



二、怎样设计自制教具

说起来容易做起来难，真要动手时，又不知从何处着手（不少教师为此而产生畏难情绪）。自制教具之前首先要设计一下。设计时应注意：

1. 不要脱离中学物理教材。脱离了中学物理教材，任何具有深奥物理原理的仪器，都会在中学课堂上失去光辉、失去意义。

2. 不要放弃一点一滴的改进。前人已经有了许多这方面的研究，各种资料都有许多介绍，但是只要我们抓住某一点或某一个方面进行改进，也可以得到收获。例如：在趣味性方面着手，可以增加学生学习兴趣，刺激学生的兴奋神经，产生深刻印象，提高学生学习物理科学的积极性。又例如：在制作材料上下功夫，如果能使学生唾手可得，显然具有推广意义。再例如：在启发性方面着手，可以展示物理过程，让学生揭示物理现象发生的步骤。

3. 不要超出自己制作能力的范围。一切从实际出发，量力而行。否则一旦动手之后，难以为继。

自制教具的设计是核心问题，是关键。有了好的构思，设计方案，再动手制作就不难了。自制教具是在创造性思维基础上产生的。就设计而言，一般创造性思维具有以下特性：

- (1) 独创性：前人所没有的，未曾出现的大胆设想。
- (2) 推理性：按着逻辑推理、分析，找出规律，暴露矛盾。
- (3) 多向性：从不同角度发出，采用不同方法，反向思维。
- (4) 综合性：把各种相关特点综合起来，寻求最佳方案。

自制教具的设计，既然是应用科学技术知识与教学经验结合起来的创造性活动，那么它也应该遵从一般设计方法中的共性。在上述思维特性的基础上，就其思维方法而言，影响设计或是在设计中起作用的有三种思维方法：

(1) 直觉思维法：包括灵感、灵机一动、“诸葛亮会”、师生讨论、观摩教学、专家预测、咨询等方式。



(2) 推理思维法：包括改动、增添、删减、方位变化、材料变化、程序变化、功能变化、结构优化、系统化及系统否定、简化、综合等。

(3) 联想创造法：包括相似类比、抽象类比、仿生、借用、组合、集优等等。

在构思设计自制教具时，我们还必须综合考虑以下几点原则：

(1) 教育性原则。主要应体现正确的教育思想、教育目标和教育内容。在教育方法方面，还应体现启发式教学。

(2) 科学性原则。主要体现科学原理、法则。即使是很粗浅的道理和知识，也不应该违背科学原则。

(3) 简易性原则。主要是指自制教具结构简单，制作方法简单，就地取材，因陋就简，操作简单，保管方便。切忌为了追求声光电效果和数字显示效果，把教具复杂化。

(4) 直观性原则。主要是形体尽可能大一些，重点观察部位要能看得清楚，演示和实验的现象明显，层次分明。

(5) 实用性原则。主要是有针对性，“做以致用”，不要追求形式，“为自制而自制”。

(6) 参与性原则。教师与学生要亲自动手。“自己砍柴有双重温暖”，学生积极参与制作，除了得到知识以外，还有综合性的教学效果。

以上原则要结合起来运用，我们不能要求每一种自制教具都完全符合上面的原则。一般说来，一个设计不可能面面俱到，样样都符合设计要求。

下面我们摘引《教具的活用技术》（〔日〕大隅纪和著，刘济昌译）中一段关于设计自制教具的原则的论述。

- (1) 做大一些 (Large scale)
- (2) 使用信手可得的材料 (Easy available materials)
- (3) 结构简单 (Simple mechanism)
- (4) 能进行鲜明的演示 (Splend presentation)
- (5) 教育目标恰当 (Objective reasonable)
- (6) 做好一点 (Nice looking)

把这些原则的英文字头连起来，正好是 Lesson。当然，这是字母的巧合，但是，它作为经过长期合作的同行们的口号，的确很好记，



很合适。

在确定设计自制教具原则的同时，还应该明确地指出，有些东西不适合自制，有些材料不宜用来自制教具，举例如下：

测量仪器。由于教师手里没有合适的机器设备，保证不了仪器的精密度，特别是表头表芯部分，一般不要自制。

计量用度量衡仪器。度、量、衡器需要符合计量标准，一般学校没有制作条件。但是卡尺、千分尺、天平的模型不在此限。玻璃瓶的容器用标准的容量标定之后也可以在学校范围内使用。

显微镜。一般的学校没有专用工具，不能自己制造和维修光学显微镜。

为了保证安全，不宜直接使用带有微量放射线的荧光材料，水银、火药、含铅量多的粘土、农药，没有进行磨边处理的玻璃片等也不宜使用。

不要让学生直接处理会引起过敏的植物、有毒的鱼类，不要捕杀珍奇的鸟类作标本。

为自制教具而搜集的日常生活用品应该是清洁的。不要使用发霉、变质的东西，不要使用印有不健康图案的纸片，不要使用避孕器材作教具。

厚度不均匀的玻璃瓶、塑料容器不宜设计成加热容器。自制教具的电压都应控制在安全电压范围之内。

三、教具制作材料来源

自制教具需要材料，怎样解决这个问题呢？我们提倡：制作教具的材料应该是日常生活常见物品或废弃物品。除非不容易得到的材料和重要部件，才可以购买或用实验室其他仪器充当。归纳起来，有四个字：找、拣、要、买。

找——生活中时时留神，处处寻找。例如：找来旧火柴盒做物体稳度实验；找来废牙刷柄做电荷间相互作用实验；找来玻璃球做碰撞实验……

拣——在垃圾堆拣破烂，在工地拣废料。从垃圾箱里拣来旧罐头盒，麦乳精盒做滴水发电实验；拣来塑料瓶做液体压强演示实验；拣来钢筋，