

冯容士 李鼎 / 著

DIS, 上海创造

—— 数字化实验系统研发纪实

DIS Shanghai
Chuangzao

Shuzihua Shiyan Xitong
Yanfa Jishi

▶▶▶ >

DIS: 创设了数字化学习的环境, 丰富了物理实验教学的内涵, 支持了学生学习方式的转变, 实现了物理课程与信息技术的融合。



上海教育出版社
SHANGHAI EDUCATIONAL
PUBLISHING HOUSE

上海教育丛书

冯容士 李鼎 / 著

DIS, 上海创造

—— 数字化实验系统研发纪实

上海教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

DIS, 上海创造: 数字化实验系统研发纪实 / 冯容士, 李鼎著. —上海: 上海教育出版社, 2018.11
ISBN 978-7-5444-8837-2

I. ①D… II. ①冯… ②李… III. ①实验室管理—数字化—概况—上海 IV. ①G311

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第268594号



责任编辑 李 祥
封面设计 陆 弦

上海教育丛书

DIS, 上海创造

——数字化实验系统研发纪实

冯容士 李 鼎 著

出版发行 上海教育出版社有限公司

官 网 www.seph.com.cn

地 址 上海永福路123号

邮 编 200031

印 刷 苏州美柯乐制版印务有限责任公司

开 本 700×1000 1/16 印张 24.5 插页 3

字 数 440千字

版 次 2018年12月第1版

印 次 2018年12月第1次印刷

书 号 ISBN 978-7-5444-8837-2/G · 7319

定 价 76.00元

如发现质量问题, 读者可向本社调换 电话: 021-64377165

《上海教育丛书》编委会

1994年至2001年编委会

主 编 吕型伟
副 主 编 姚庄行 袁 采 张民生 刘元璋(常务)
编 委 于 漪 刘期泽 俞恭庆 江晨清
陆善涛 陈 和 樊超烈

2002年至2007年编委会

主 编 吕型伟
副 主 编 姚庄行 袁 采 张民生 刘元璋
夏秀蓉 樊超烈
编 委 (以姓氏笔画为序)
于 漪 王厥轩 尹后庆 冯宇慰
刘期泽 江晨清 陆善涛 陈 和
俞恭庆 袁正守

2008年至2014年编委会

顾 问 李宣海 薛明扬

主 编 吕型伟

执行主编 夏秀蓉

副 主 编 姚庄行 袁 采 张民生 尹后庆
刘期泽 于 漪

编 委 (以姓氏笔画为序)

王厥轩	王懋功	仇言瑾	史国明
包南麟	宋旭辉	张跃进	陈 和
金志明	赵连根	俞恭庆	顾泠沅
倪闽景	徐 虹	徐淀芳	黄良汉

2015年至2018年编委会

顾 问 姚庄行 袁 采 夏秀蓉 张民生
刘期泽 于 漪 顾泠沅

主 编 尹后庆

副 主 编 俞恭庆 徐淀芳

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 浩	仇言瑾	史国明	孙 鸿	宋旭辉
苏 忱	杨振峰	邵志勇	金志明	郑方贤
周 飞	赵连根	贾立群	缪宏才	

前言

建设一流城市,需要一流教育。办好教育,最根本的是要建设好教师队伍和学校管理干部队伍。

在长期的教育实践中,上海市涌现了一大批长期耕耘在教育第一线呕心沥血、努力探索,积累了丰富经验的优秀教师;涌现了一批领导学校卓有成效,有思想、有作为的优秀教育管理工作。广大优秀教育工作者教育教学和管理工作的经验,凝聚着他们辛勤劳动的心血乃至毕生精力。为了帮助他们在立业、立德的基础上立言,确立他们的学术地位,使他们的经验能成为社会的共同财富,1994年上海市领导决定,委托教育部门负责整理这些经验。为此,上海市教育局、上海市中小学幼儿教师奖励基金会组织成立《上海教育丛书》编辑委员会,并由吕型伟同志任主编,自当年起出版《上海教育丛书》(以下称《丛书》)。1995年上海市教育委员会成立后,要求继续做好《丛书》的编辑出版工作。2008年初,经上海市教育委员会领导同意,调整和充实了《丛书》编委会,并确定夏秀蓉同志任执行主编,协助主编工作。2014年底,经上海市教育委员会领导同意,调整和充实了《丛书》编委会,确定尹后庆同志担任主编。至2018年11月,先后共编辑出版《丛书》121册。《丛书》的内容涵盖了基础教育和中等职业教育的各个方面,包含有较高理论水平和学术价值的著作,涉及中小学教育、学前教育、师范教育、职业教育、校外教育和特殊教育,以及学校的领导管理与团队工作,还有弘扬祖国优秀文化、促进国际教育交流等方面的著作,体现了上海市中小学教育改革与发展的轨迹,体现了上海市中小学教育办学的水平与质量,体现了优秀教师和教育工作者的先进教育思想与丰富的实践经验。《丛书》出版后,受到广大教师、教育工作者及社会的欢迎。



为进一步搞好《丛书》的出版、宣传和推广工作,对今后继续出版的《丛书》,我们将结合上海教育进入优质均衡、转型发展新时期的特点,更加注重反映教育改革前沿的生动实践,更加注重典型性、实用性和可读性。希望《丛书》反映的教育思想、理念和观点能起到抛砖引玉的作用,引发大家的思考、议论和争鸣;更希望在超前理念、先进思想的统领下创造出的扎实行动和鲜活经验,能引领当前的教育教学改革工作,使《丛书》成为记录上海教育改革历程和成果的历史篇章,成为广大教师和教育工作者的良师益友。限于我们的认识和水平,《丛书》会有疏漏和不尽如人意之处,诚恳地希望广大读者提出宝贵意见,帮助我们共同把《丛书》编好。

《上海教育丛书》编委会

2018年11月

序 一

初识冯容士老师,源于20世纪70年代《中学科技》杂志上的系列文章,文中介绍了如何用九寸显像管制作大屏幕教学示波器。要知道那个年代,示波器在中学还属于稀缺的高档仪器。冯容士老师反复钻研,经历数个寒暑,改善了示波器荧光屏过小导致演示效果差的弱点。我也是物理老师,对电子技术很有兴趣,也喜欢动手,所以一下子就被这些文章吸引住了。我觉得,冯容士老师对示波器的改进不仅专业性强,技术要求高,而且对当时的物理教学非常有价值。后经进一步了解得知,冯老师和我还是校友,我们都毕业于上海师范大学物理系。大学生时代,冯老师就是物理系航模实验室的骨干,难怪他车、铣、刨、磨、钻样样精通,是上海动手能力最突出的物理教师之一。后来,我到市教育局(市教委前身)工作,分管基础教育师资队伍建设和科研等工作,与冯老师接触的机会就更多了。我了解到这位校友,注意发挥他的专长,对中学物理教学,特别是物理实验教学起了很大的作用。

冯老师五十多年如一日地热衷于物理实验仪器的研究与改造,他利用一切机会收集有关资料。在那个资源和信息匮乏的年代,他搜集了诸如我国最早的物理实验书《形性学要》、日本的《物理大全》等各种有关物理实验教学、物理实验仪器的著作。每发现一本,他都如获至宝,资料堆满了他的居所。冯老师从有利于学生学习的角度设计了很多新实验,改进了很多传统实验,还设计制作了很多物理教具。令我印象特别深刻的是,冯老师与他团队制作的教具就像正式生产的产品。回忆我自己,就是因为有高中时有幸遇到了一位擅长实验的物理老师,自此便爱上物理。所以,我深知物理实验对老师教与学生学的重要性。我由衷地钦佩冯老师的求索精神和动手能力。



多年来,冯老师还把他的经验和创作汇编成书,如《中学物理实验汇编》《物理实验创造技法和实验研究》《一物多用做物理实验》《实验制作思考》等。这些著作不仅对实验方法、实验装置的改进做了详细的剖析,还揭示了对物理实验和仪器进行研究和创造的思维过程,这实在是难得的,书籍出版时我曾专门撰文进行推荐。冯老师还是一位优秀的管理者,曾担任风华中学的校长。他看上去不强势,说话温文尔雅、娓娓道来。包容大气、润物细无声,就是他的管理风格,让每一位接触过他的老师都心悦诚服,风华中学的办学水平也就在这个过程中不断提高。

20世纪90年代,上海市中小学开始全面推广教育信息技术。当时的物理课,师生们接触的依然是弹簧测力计、天平、各种电表等相对传统、经典的实验仪器。从物理教学的角度看,恒定不变或变化缓慢的物理量,比较容易观察和测量;而变化比较快的,涉及空间尺度很小的就难以观察和测量了,那些传统的仪器对此基本上是无能为力,如变速运动中即时速度和加速度的测量就是一个典型的例子。冯老师说,他要做用传统实验手段做不了、做不好的实验。这就萌发了应用数学技术和传感器开发新一代实验系统(即DIS系统)的想法。在二期课改的推动和市教研室、闸北区(现静安区)教育局的支持下,2002年在风华中学成立了上海市中小学数字化实验系统(DIS)研发中心,冯容士老师担任研发中心主任。研发中心实现了产、学、研一体化,从产品设计到成品生产周期比一般企业要短得多。研发的产品果然不负众望,首先得到了物理教材编写组的全面肯定,同时也获得了一线教师的普遍认同,而且很快就从上海走向了全国。实验的革新让学生和教师成为最大的受益者。在这个新平台上,他们对物理现象的认识更形象、更生动、更直观,对物理规律的提炼更信服,对物理学习的兴趣更浓厚。在开发DIS的过程中,不仅有系列的产品走向全国各地,同时还带出了一支专业队伍。山东远大朗威教育科技股份有限公司总经理、上海市中小学数字化实验系统研发中心副主任李鼎,就是一个典型代表,他说冯容士是师傅,更是改变了他人生轨迹的人。他弃文从理,从一名文科本科生成长为一名理科博士生,其勇气和能力就是来源于冯老师的影响。

如今,冯容士老师已经年近八旬,但他还是每天都出现在研发中心的实验室里。每一次讨论,冯老师都会从学生学习的角度提出一些出人意料的新点子。他



与他的团队一起,不断求新,不断创新。他们的作品不仅好用,而且很有美感,这是精心设计、精致工艺、不断打磨、力求完美的结果。今年,研发中心又捧回了世界教具联合会颁发的创新产品奖。冯容士老师不愧是上海教育界的第一“创客”,在创客的名称还未出现时已是,到今天更是。最近在讨论工作时,我曾向他提出,希望他考虑如何培养学生创客。对此,他已有积极的回应。

冯老师退而不肯休,仍在关心和投入到他最钟爱的物理教育事业,我衷心地祝愿冯容士老师健康长寿,为物理教育贡献更多的智慧和能量。

张民生

2018年11月15日

序 二

实验是物理的基础,是物理研究的基本方法。物理实验形象真实、生动有趣,能为学生形成物理概念创设情景,为探索物理规律提供有效方法。“百闻不如一见,百看不如一做”,学生在体验、实践中感悟现象、形成概念,提出假设、形成解释,发现问题、寻找规律。物理学习过程最有价值的就是不断经历实验活动,形成科学思维和探究能力,养成求真求实、质疑批判、缜密思考的理性精神和一丝不苟、认真负责、精益求精的责任担当。为此,长期以来,不少教师致力于改进实验装置、开发实验功能的研究,努力将物理实验教学更好地融于物理教学之中,并对此倾注了心血,作出了贡献。我的指导教师——冯容士,就是其中的一位佼佼者。

冯老师从踏上物理教学的讲台起,就已立志为改变我国物理实验教学的落后面貌而孜孜以求。那时,他就认为:实验是物理教学最权威的语言,深奥复杂的物理知识,借助实验就会变得具体简明;抽象枯燥的文字内容,通过实验就会变得形象生动。为此,冯老师翻阅了大量的书刊,做了几大包的卡片,摘录和整理了数百万字的笔记,并加以分门归类,从资料积累入手,通过学习前人的经验,开始了他的实验研究。至今,在冯老师的“一寸书屋”中,仍整齐地排列着各种书刊,保存着由他整理的珍贵资料。

20世纪70年代初,冯老师针对原教学示波器中存在的“线路复杂、构造笨重、价格昂贵、可见度低”等缺点,从改革教学示波器入手,全面改革中学物理实验教学。他受到电视机的启发,设想用电视机显像管来代替电子示波管,用晶体管代替电子管。为此,他刻苦钻研脉冲技术、开关电路技术等专门理论,独立思考、反复试验,经历了多次失败后,终于设计成功了一套具有“结构简单、重量轻、屏幕大、亮度高、性能稳定、成本低”的教学示波器,



并在全國的城乡中学得到推广。此外,冯老师还因陋就简,利用这个示波器,设计了17项电磁学实验装置,20多项电子技术、声学、力学实验装置,并撰写了近30万字的专著——《教学示波器》。此专著发表后,其内容的先进性和制作的可行性得到有关专家的充分肯定,也备受广大中学物理教师的欢迎,对当时上海市乃至全国的实验教学改革起了积极的推动作用。

在此后的十多年中,冯老师又先后改进和创造了100多项物理实验仪器设备,其中全电路欧姆定律演示装置、斜抛平抛实验器、多功能测力器、微小压强计等10多个项目,均达到了国内先进水平。在这期间,冯老师还结合自己的实践经验和研究成果,编写了《中学物理实验汇编(力学)》、《中学物理教师手册》[第四编(中)]、《自然王国》(第四、五册)等书,并得到了著名物理学家王竹溪教授的高度赞扬。

80年代初,冯老师对实验教学的作用和功能进行系统研究。他提出要在物理教学中“手中有物、授之有趣、言之有理”地开展课堂教学活动。

90年代,他从实验的创造功能和教育功能的角度,对实验的设计、安排和组织进行系统研究,以提高中学物理实验教学的质量。在总结多年教学经验的基础上,冯老师编写了《一物多用做物理实验》和《制作实验思考》两本学生课外用书,对如何发挥实验教学的创造功能和教育功能作了积极有效的尝试。

冯老师还致力于创造学的研究,并将创造学基本理论和方法引入中学物理实验教学之中,潜心研究并编写了《物理实验创造技法和实验研究》一书,开拓了中学物理实验教学研究的新领域。“技法”研究得到了市教委领导充分重视,市教委原副主任张民生先生指定“技法”作为上海市物理教学研究的“特色”之一,向中央电视台教育频道推荐,并通过卫星向全国播放。技法”的广泛传播引起中学物理界的重视和赞扬,有位读者这样写道:“拜读冯老师的近作,我感到,我们可以获得多个科学——思维学、创造学、实验学乃至教师学——层面上的教益与启示。”这确实从一定的角度,对冯老师的研究作了概括。

2002年2月至今,冯老师一直致力于DIS实验的研发与应用,艰苦的实践结出了丰硕的成果。DIS实验已覆盖了中学物理中的力、热、声、光、电、磁、原子物理等各领域。DIS,自研发成功后经历了多次升级,从2002年的3.0版升级到了目前的8.0版。DIS培养了学生在数字化学习环境下自主学习、自主探究的能力,

实现了物理课程与信息技术的整合。如今,DIS已成为上海“二期课改”的一个品牌。

我与冯老师相识已经30多年了,在不同的年代、场合,有幸聆听他对中学物理实验教学的精辟见解,欣赏他的精湛作品,领悟其中的奇思妙想,也从中感受到他对中学物理实验教学的酷爱和追求。

《DIS,上海创造——数字化实验系统研发纪实》是一本有关DIS的研发与应用的书。它概述了DIS实验的研究过程及成果,描述了DIS实验一边研发、一边实践、一边总结的创业过程,阐述了DIS在实践中前行、在探索中发展的轨迹,讲述了DIS创造技法。希望能给读者以启迪。

感谢冯老师为上海市物理实验教学所作的贡献,他的研究成果必将推动物理教学改革向更高的层次发展。如他所说:研究的成果固然重要,但产生成果的研究过程更为迷人,更能让人振奋。

衷心祝愿冯老师能创造出更辉煌的明天。

徐淀芳

2018年11月17日

目录

1 ▶	第一章 DIS 创造之旅
	叙词：起 / 1
	第一节 DIS 创造之问 / 2
	第二节 DIS 创造之迹 / 3
	第三节 DIS 创造之果 / 8
	第四节 DIS 创造之效 / 12
17 ▶	第二章 DIS 艰难起步
	叙词：承 / 17
	第一节 课改理念先行 / 18
	第二节 上海市中学物理课程标准走出DIS / 29
	第三节 DIS 传感器走入物理课程 / 37
	第四节 DIS 走进力学实验教学 / 49
	第五节 DIS 走进电磁学实验教学 / 63
	第六节 DIS 走进热学实验教学 / 82
	第七节 DIS 走进原子物理实验教学 / 94
	第八节 DIS 走进光学实验教学 / 106
	第九节 DIS 走进声学实验教学 / 118
	第十节 DIS 教材专用软件走到物理实验教学 / 127
	第十一节 DIS 教材通用软件走访物理实验教学 / 150
	第十二节 DIS 走向研究性学习 / 163
173 ▶	第三章 DIS 顶峰攀登
	叙词：转 / 173
	第一节 DIS 二维运动实验系统的研发之路 / 174
	第二节 DIS 无线向心力实验器的研发之路 / 195



- 第三节 DIS 法拉第电磁感应实验器的研发之路 / 207
- 第四节 DIS 模块机器人的研发之路 / 222
- 第五节 DIS 逻辑电路实验器的研发历程 / 231
- 第六节 DIS 安培力实验器的研发历程 / 242
- 第七节 DIS 智能力盘的研发历程 / 253
- 第八节 DIS 二力平衡实验器的研发历程 / 267
- 第九节 DIS 光电轨道系统的攀登之路 / 278
- 第十节 DIS 静电计的攀登之路 / 290
- 第十一节 DIS 光电计时测距实验器的攀登之路 / 303
- 第十二节 DIS 电磁定位板的攀登之路 / 314

333 ►

第四章 DIS 创造技法

叙词: 合 / 333

第一节 物理实验创造技法及应用 / 334

第二节 DIS 创造技法及应用 / 348

后记 / 364

起

第一章 DIS创造之旅

~ 叙词: 起 ~

上海二期课改提出了“以学生发展为本”的理念,倡导转变学生的学习方式,培养学生的创新精神和实践能力,重点是加强课程与信息技术的整合,创建数字化学习环境。物理学科顺势而为,《上海市中学物理课程标准(试行稿)》明确提出在实验教学中要引入数字化实验系统,这是DIS的起源。

2002年4月,由上海市教委教研室、上海市风华中学和山东省远大网络多媒体有限责任公司三方联合组成的上海市中小学数字化实验系统研发中心成立,并开始运作,标志着DIS研发和应用的起航。

DIS研发和应用,主要解决四个问题:(1)观念转变与思想统一;(2)技术研发与器材生产;(3)人才培养与队伍建设;(4)课堂改革与学习转型。“基于问题”是DIS研发和应用的实践起点。

DIS研发和应用经历了研发起步、试点改进、推广应用、深化拓展等四个阶段,逐渐发展壮大,在助推物理教材编写、产品研发,提升物理教学质量、服务课改等方面取得了丰硕成果。本章内容主要摘自项目“中学物理教学的革新——数字化实验系统(DIS)的研发与应用”[“国家级教学成果(基础教育)奖”的报告原文【2002—2014年5月】],简明反映了DIS的创造之旅。



第一节 DIS 创造之间

一、研究的背景

21世纪初,人类已进入信息时代,在上海的中学物理实验教学中,仪器装备陈旧、测量手段粗糙、操作效率低下,导致物理学习缺乏探究性,不能适应现代社会的飞速发展,不能满足学生的需要,也不能保障实验教学的正常开展。

随着信息技术的发展,中学物理实验教学迎来了新的机遇。借鉴了国外传感器技术运用于物理实验教学的经验,上海研发自己的产品,使学生置身于数字化的学习环境中,不仅有迫切的需求,而且也有实施的可能。

作为国家教育改革的试验区,上海对中学物理实验教学的改革构想可谓由来已久。在1999年底发布的《上海市面向21世纪物理学科教育改革行动纲领》中,明确指出:“积极探索多媒体计算机与物理实验的结合,实现对物理实验的实时控制及对实验数据的自动化采集和处理,以更好地发挥实验教学功能。”2002年上海市中小学课程教材改革第二期工程(以下简称“二期课改”)启动,围绕“转变学生的学习方式”和“创建数字化学习环境”等目标,在《上海市中学物理课程标准》中对实验教学明确提出引入数字化实验系统(以下简称DIS)的要求,革新实验手段,优化实验教学功能。

二、解决的主要问题

研发和应用DIS实验系统,拟解决的三个问题:

1. 技术研发与器材生产的问题

怎样研发与教材配套、满足课改需要、受到师生认可,并拥有独立知识产权的数字化实验系统?

2. 实验改革与学习转型的问题

怎样用信息技术改进物理实验,推动教学改革,实现学生学习方式的改变?