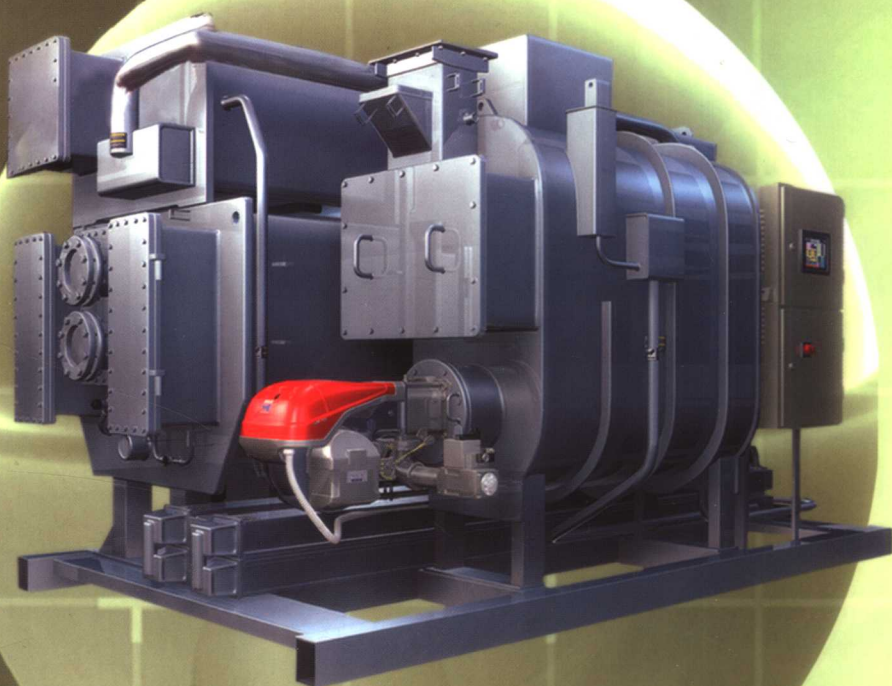


ZH ilengkongtiaoxueke
jiaoxueyanjiujinzhan

制冷空调学科教学研究进展

张小松 杜 垚 主编



双良
SHUANGLIANG

中国名牌 / 中国驰名商标
国家级企业技术中心
博士后科研工作站



东南大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

制冷空调学科教学研究进展/张小松,杜垲主编.

南京:东南大学出版社,2006.4

ISBN 7-5641-0318-3

I.制... II.①张... ②杜... III.制冷-空气
调节器-高等学校教学研究-文集 IV.TB657.2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 022784 号

东南大学出版社出版发行

(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京工大印务有限公司印刷

开本:889mm×1194mm 1/16 印张:29 彩插 1 字数:880 千

2006 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

定价:150 元

序

随着我国经济持续快速发展和人民生活水平的提高,我国制冷空调的使用量和保有量都在不断攀高。我国已逐渐成为制冷与空调业的“世界工厂”,我国的制冷、空调工业也正从上世纪的制冷空调大国向新世纪的制冷空调强国的目标迈进。要使我们真正成为制冷空调的强国,就必须不断提高我国制冷空调行业的自主创新能力,增强企业的核心竞争力。最近颁布的《国家中长期科学和技术发展规划纲要》中指出:“进入 21 世纪,新科技革命迅猛发展,正孕育着新的重大突破,将深刻地改变经济和社会的面貌”。“要以邓小平理论、‘三个代表’重要思想为指导,贯彻落实科学发展观,全面实施科教兴国战略和人才强国战略,立足国情,以人为本,深化改革,扩大开放,推动我国科技事业的蓬勃发展,为实现全面建设小康社会目标、构建社会主义和谐社会提供强有力的科技支撑。”“总之,必须把提高自主创新能力作为国家战略,贯彻到现代化建设的各个方面,贯彻到各个产业、行业 and 地区,大幅度提高国家竞争力”。

今年是我国正式设立制冷专业 50 周年,设立制冷博士点学科 20 周年。因此对于制冷空调行业来说,意义非同一般。半个世纪以来,我国制冷学科和专业从无到有,由弱变强,为我国的制冷空调行业发展起到了强有力的支撑和保障作用。尤其在近二十多年来的改革开放的科学实践中,制冷与空调专业方向的科学研究和人才培养取得了举世瞩目的成绩。据不完全统计,我国高等院校中目前已设立制冷、暖通空调专业方向的院校已达到 100 多所,许多科学研究成果已经达到了国际先进水平。培养的人才已经涵盖了高职、本科、硕士和博士等多个层次,毕业生很受用人单位的欢迎,为我国制冷空调业提供了源源不断的生力军。

“科技人才是提高自主创新能力的关键所在”。为研讨适应新世纪发展要求的制冷空调高级专门人才培养模式,架设制冷空调新技术产学研结合的桥梁,培养 21 世纪制冷空调新一代人才,促进我国高等院校制冷空调学科发展和专业教改成果的交流,根据在浙江大学召开的“第三届全国高等院校制冷空调学科发展与教学研讨会”部署,“第四届全国高等院校制冷空调学科发展与教学研讨会”于 2006 年 4 月在江苏省南京市举行,此次会议由西安交通大学、上海交通大学、东南大学、浙江大学、北京工业大学、天津商学院和中国制冷学会联合主办,东南大学和江苏省制冷学会承办。

本次研讨会在继承和发扬前几次会议传统的基础上,体现“有所为、有所不为”的原则,重点就制冷空调学科的健康持续发展、课程课件与精品课程建设、人才培养模式、实践性教学与创新能力等进行了深入研讨。会议期间邀请徐建中院士、周远院士和王浚院士到会做了相关学科发展的主题报告,国内著名高校的知名学者教授作了若干专题报告。可以预见,这些具有代表性的权威报告将为本学科的发展注入强劲动力,将加速推进本学科的教学改革和人才培养再上一个新的台阶。

从第三届会议到本次会议虽然时间不长,但是全国专家、同行、朋友给予了积极支持和热烈响应,在短短一年不到的时间共收到应征学科教学论文 90 多篇,加上部分编入的科学研究论文,共收录了本次研讨会的学科发展教学研究论文 106 篇,并正式出版。这些论文涉及学科建设、课程建设、实践教学、科学研究等许多方面,是论文作者多年从事本学科教学和科研工作的心得和经验总结,具有较高的参考价值。借此机会,向所有作者和给予本次会议支持的企业家和朋友表示我们最衷心的感谢。

由于时间紧迫,在编辑本论文集过程中缺点和错误在所难免,特此恳请作者和读者批评指正。

张小松 杜 垲
2005 年 4 月于东南大学

目 录

教学改革与创新

“制冷与低温原理”国家精品课程介绍	王如竹 陈芝久 林文胜 (1)
“工程热力学”课程电子教案制作的实践与体会	史 琳 (9)
以学科建设促进制冷空调专业教育平台发展	刘道平 邬志敏 张 华 (12)
东南大学动力工程专业建设与教学改革	王明春 徐治皋 (16)
网络教学中“师生互动”教学方式浅析	晏 刚 吴业正 厉彦忠等 (21)
创建创新型人才实践能力培养的体系	蔡 亮 张小松 杜 垵等 (24)
适应发展、拓宽口径、加强实践、通专结合	何国庚 蔡兆林 黄俭明 (31)
现代教学手段的合理利用	金 滔 汤 珂 (36)
制冷空调系列专业课程群教学改革与建设	姚寿广 路诗奎 (40)
热工基础课教学创新能力培养的研究与实践	苏亚欣 汝 俭 赵敬德等 (45)
加强实践环节,努力促进技术基础课教学改革	刁永发 顾平道 邹 钺等 (49)
制冷专业教学质量综合保障体系的建立与实践	刘忠宝 底 冰 马国远等 (52)
基于“教、学、做”三结合教学模式的制冷空调自控课程的改革	王蕴华 孙嗣莹 底 冰等 (57)
教研活动的新兴形式——“说课”	邵长波 吴亚男 (60)
高等工科工程教育产学研合作探讨	李 莉 (65)
浅谈大学生科研素质的培养和创造力的激发	牛小燕 顾四方 顾梅园 (69)
加强高等教育科学研究 提高本科生培养质量	郑爱平 (73)
高职毕业设计教学改革与探讨	林 勇 (77)

学科建设

优化学科教学资源创新制冷空调专业培养模式	张小松 杜 垵 陈振乾等 (81)
制冷与低温工程学科人才培养体系构建与实践	王铁军 唐景春 叶 斌等 (87)
优化研究生指导教师队伍,抓好学科建设	曹小林 赵 涛 周子民等 (91)
提高动力工程专业工程硕士培养质量综合措施	刘忠宝 马国远 姜明健 (94)
做好制冷专业班主任工作探索与实践	姜明健 高春梯 蔡立佳 (99)
热能与动力工程专业产学研一体化教学模式的探索	曹 丹 章学来 张国荣等 (102)
强化专业基础平台课程建设 培养基础扎实的宽口径人才	姜 坪 姜守忠 刘梅红等 (106)
建环专业燃气工程方向人才培养的探索与实践	张光玉 姜 坪 (110)
关于制冷与空调专业人才培养的思考	王 倩 徐 妮 张映伟等 (114)

高职高专院校制冷专业人才培养方案探讨	隋继学	贺小营	(117)
重点学科、科研基地建设 with 本科教学的探索		李德英	(121)
研究生创新能力企业研发模拟环境	刘忠宝	马国远	王庆华(124)
我校制冷与低温工程专业教学计划的制订	谢英柏	王松岭	论立勇(128)
热能与动力工程专业(制冷方向)在中原工学院的发展	张超	王军	白静(132)
提高高校博士研究生学位论文质量的一些措施	陈劲松	马星	张存泉(136)
提高专业能力,创办专业特色	赵孝保	黄虎	程轶等(140)
制冷空调暖通学科有机统一发展的探讨	解国珍	李广	潘树源(143)
加强学科梯队建设,提升学科科研实力	马星	陈劲松	张存泉(146)
高校与研究所联合培养创新型博士研究生的体会	马星	陈劲松	张存泉(149)
建筑环境学课程教学改革实践		张虎	(153)

课程建设

制冷原理与设备优秀课程建设	郭航	王蕴华	底冰等	(156)
全国普通高等教育建筑类规划教材《空调工程》编写体会		黄翔		(161)
“制冷装置设计”多媒体课件制作及教学体会		庄友明		(164)
“工程热力学”教学及多媒体课件应用的尝试与思考		金苏敏		(168)
“高等传热学”教学的改革实践	张辉	陈振乾		(172)
“传热学”教学实践与思考	周根明	唐春丽		(176)
“空气调节原理与设备”课程多媒体软件的开发与应用	底冰	郭航	刘忠宝等	(179)
热动专业主要课程与衔接	李端勇	乐成双	鄂青	(183)
热能与动力工程专业主要课程时效分析	李端勇	乐成双	鄂青	(186)
制冷空调多媒体虚拟实验系统的构建及教学应用	蒋赞显	张小松		(191)
新增研究生学位课程的建设与实践	刘忠宝	王庆华	马国远	(198)
制冷装置课程 CAI 课件的开发	刘忠宝	底冰	王庆华等	(203)
“制冷原理与设备”多媒体 CAI 课件的研制		吴集迎		(208)
传热学课程教学中的类比法	吴双应	李友荣		(212)
热能与动力工程专业主干课程立体教学体系建设初探	衣秋杰	杨前明	孔祥强	(217)
热能与动力工程专业课程建设探索与研究	崔海亭	郭彦书	王振辉	(221)
建筑环境与设备工程专业英语课堂教学方式探讨	刘利华	李阳春		(225)
建筑环境与设备工程专业课双语教学尝试与思考		魏琪		(228)
制冷空调自控教学软件在课程改革和教学效果中的重要作用	王蕴华	孙嗣莹	郭航等	(231)
制冷压缩机课程的教学改革	唐景春	王铁军	刘向农	(234)
“宽基础、活模块”课程模式的探讨	魏龙	孙见君	张国东	(237)
空气调节课程教学体系改革的几点做法	底冰	王蕴华	刘忠宝等	(241)
工程热力学教学规律和方法的探讨	陈小砖	任晓利	田丽亭等	(244)
“制冷原理与设备”多媒体教学优化设计探讨		张映伟		(248)
楼宇自动化系统课程设计的实践教学改革尝试		余志强		(252)
谈谈多媒体教学的利与弊	冯伟	黄建恩		(256)
“建筑设备工程制图与 CAD”课程教学体系的研究	张红英	黄炜	高涛	(259)
计算机辅助教学在“空气调节”课程中的应用		李莉		(263)
探讨“工程热力学”课程教学方法的改革		张云峰		(268)
高校专业课双语教学实践与认识		康勇		(271)
工程热力学课程双语教学的探索与实践		张东海		(274)

提高建筑环境与设备工程专业毕业设计质量的探索	陈振乾 张 辉(278)
------------------------------	--------------

实践性教学

浅谈专业特色实验基地建设 with 学科发展的关系	王 芳 邬志敏 李征涛等(281)
将职业技能培训纳入本科实践教学过程	刘忠宝 王庆华 马国远等(284)
学校内进行生产实习的研究与实践	姜明健 马国远 底 冰(287)
开设综合性和设计性实验提高学生综合素质	谢英柏 论立勇 杨先亮等(290)
传热学研究性实验的教学研究与实践	苏亚欣 汝 俭 赵敬德等(294)
北京工业大学制冷专业研究生课外创新实践	刘忠宝 马国远 姜明健(298)
浅谈加强学生工程实践能力的培养	李舒宏 蔡 亮 杜 凯等(302)
暖通空调专业实验室建设的实践与思考	张少凡(306)
中央空调演示系统运行与仿真	赖艳华 王美霞 刘存芳(309)
在生产实习中加强对大学生的工程素质培养	侯佐岗 李 刚 李晓颖(314)
厚基础 宽口径 重实践 高素质——能源动力学科培养模式之我见	陆靛燕 鄂 青(319)
以科技实践提高本科生的培养质量	王 强 李俊策 刘学亭(322)
产学研相结合培养创新人才的探索	刘益才(326)
空气调节课程设计教学模式改革探索	陈杨华 戴源德(331)
面向学生创新素质与实践能力教改探索	李 宏 顾祥红 李 刚(334)
制冷专业实践教学的改革	杨先亮 谢英柏 许小刚等(338)
“Matlab 语言”对理工科教学的重要性探讨	梁坤峰 高春艳 卫 尧等(341)
制冷实验教学与学生创新能力的培养	吴 纯 杨晓艳(345)

科学研究

亚热带地区直膨式民居空调的挑战和发展	邓仕明(349)
建筑空调系统优化控制和故障诊断的研究及最新进展	王盛卫 徐新华 马贞俊(355)
多区域变风量空调系统及新风的优化控制	徐新华 王盛卫 马贞俊(369)
亚热带地区住宅建筑内直膨式空调器运行时的温湿度控制	李 正 邓仕明(377)
空调水系统优化方案与离心式冷水机组节能技术	贾 晶 袁从杰(385)
北京地区污水源热泵空调系统的经济性分析	陈红兵 李德英 沈 磊(391)
深井降温冰冷却系统及技术经济分析	黄 炜 于宝海(395)
气调保鲜集装箱的热力分析	王默晗 姚易先 杨前明等(400)
大连某商业广场电影城空调方案可行性分析	何陆华(405)
热电冷联供特点及应用	樊海彬 郑传经 周 全(410)
多能源综合利用型溴化锂吸收式冷温水机的开发应用	岳永亮 黄 英 孟玲燕等(414)
翅片管换热器结霜工况下计算机仿真	中小中(422)
新型聚氨酯泡沫发泡剂 HFC-245fa	甘 伟 阚安康 韩厚德(431)
燃机进气冷却测控系统研制	王 剑 黄国辉 姜周曙等(436)
电厂周边冷热联供系统浅析	王默晗 杨前明 姚易先等(441)
取消汽液分离器对风冷冰箱最佳充注量和性能的影响	杨学宾 褚玉霞 刘 虹(445)
户式集中空调在办公建筑中的应用解析	邵宗义 陈红兵 刘 江(449)
蜂窝状降温湿帘 90°波纹交错流道内传热数值模拟及流道的结构优化	苏 为 张天柱(453)

“制冷与低温原理”国家精品课程介绍

王如竹 陈芝久 林文胜

(上海交通大学制冷与低温工程研究所, 上海 200030)

摘 要: 介绍了上海交通大学“制冷与低温原理”国家精品课程建设的主要历史沿革、课程内容体系、教学方法、教材建设、教学保障和教学队伍建设, 以及未来发展考虑。

关键词: 制冷与低温原理; 国家精品课程; 上海交通大学

2005 年, 上海交通大学王如竹教授负责的“制冷与低温原理”本科课程先后被评为上海市和国家精品课程, 成为能源动力学科十门(已评出六门)国家精品课程之一。这是我校长期重视该课程教学取得的成果。现将该课程相关情况介绍如下。

1 课程发展的主要历史沿革

20 世纪 50 年代初, 交通大学船舶动力系船舶动力装置专业开设“船舶与辅助机械”课程, 在该课程中设有“船舶制冷装置”一章, 由尉迟斌先生讲授, 这是国内最早开设的制冷课程。

1956 年, 我国第一位制冷博士夏安世教授和前苏联专家一起在交通大学西安校区筹建了我国最早的制冷专业。1959 年夏安世教授受命回上海, 在交通大学上海部分筹建制冷专业。同年, 经国务院批准, 交通大学分为上海交通大学和西安交通大学两部分独立建校。

当时, 上海交通大学归口国防科工委领导, 以造船为主要办学方向。船舶辅机专业仍继续延续, 但在课程设置上开始向制冷专业转移。从 1962 年到 1966 年文化大革命前夕, 该专业主要课程为: 船舶与辅机、船舶制冷装置、船舶活塞式压缩机、船舶与辅机自动调节、泵与风机等; 并培养出了三届毕业生。教材采用前苏联专家阿列克赛耶夫著的《制冷机》中译本(化学工业出版社 1960), 由尉迟斌先生讲授。

1977 年起, 高校在文化大革命后复兴、招生。经过长期调查研究, 上海交通大学船舶辅机专业改为船舶制冷装置专业; 船舶制冷装置、船舶空气调节、船舶制冷空调的自动调节、泵与风机成为主要专业课, 开始时采用油印教材授课。

1978 年, 造船工业部有关院校镇江教材会议将上海交通大学教师主编的《船舶制冷装置》、《船舶空气调节》、《制冷空调的自动调节》、《泵和风机》定为全国造船院校的统编教材。1980 年, 由国防工业出版社将上述教材正式出版。这是我国学者编写的第一批制冷专业教材, 填补了国内空白。其中《船舶制冷装置》由尉迟斌、顾安忠主编。在 1980 年之前, 制冷装置课程由尉迟斌先生授课。

1980 年, 学校报上级批准, 专业改为制冷工程专业, 拓宽了专业面, 真正面向制冷学科。制冷装置课程采用前述新出版的国防统编教材。同时, 低温技术部分的内容在多年作为介绍性内容的基础上正式纳入必修主干课程, 采用校内自编油印教材授课。在 1980~1987 年间, 阙雄才、陆震、刘焕成、邹根南等教师先后担任制冷装置课程主讲教师, 顾安忠和徐烈老师担任低温技术课程主讲教师。

1987 年, 按国家教委要求, 与制冷、低温相关的专业名称统一更名为制冷设备与低温技术专业, 全国相关专业进入规范发展阶段。在制冷方面, 采取将原理与装置分开讲授的方案, 教材改为采用国家教委制冷院校统编教材: “制冷原理”课采用西安交通大学张祉祐主编的《制冷原理与设备》, “制冷装置”课采用上海交通大学邹根南等主编的《制冷装置与自动化》。在低温方面, 以新的专业命名为契机, 进一

作者简介: 王如竹(1964~), 男, 教授, 博士生导师, 所长

步强化了相关的教学安排,教材采用徐烈编写的《低温技术》。在 1988~1997 年间,谷波、姚峻、丁国良担任制冷原理主讲教师,徐烈、王如竹、汪荣顺担任低温技术主讲教师。另外从 1989 年起,为了增强学生对制冷空调设备的熟悉,开始增设了“制冷换热器设计”课程,作为与主干课程配套的课程设计,从 1989 年至今由谷波主讲。

1998 年,上海交通大学在全国第一批按最新专业目录招生。在新专业目录中,包括制冷设备与低温技术专业在内的原有 9 个专业合并为一个新的热能与动力工程专业。在 1998~2000 年间,原来按照制冷设备与低温技术专业招生的学生继续按照制冷原理和低温技术两门课程上课,制冷原理教材采用 1997 年新出版的吴业正主编的《制冷原理及设备》,低温技术教材采用徐烈编写的《低温技术》。

从 2001 年为 1998 级学生授课开始采用“制冷与低温原理”作为课程名称,并确定王如竹教授为课程负责人。在淡化专业、培养宽口径人才的指导思想下,“制冷与低温原理”成为热能与动力工程专业唯一的面向整个专业的制冷低温类课程,其他制冷低温类课程均作为制冷方向的课程。在 2001~2003 年间,制冷原理教材采用吴业正主编的《制冷原理及设备》,低温原理教材采用王如竹、汪荣顺编著的《低温系统》(上海普通高校“九五”重点教材)。从 2004 年起,整个课程统一采用王如竹等编写的《制冷原理与技术》(21 世纪高等院校教材,科学出版社 2003),在完成课程合并之后进一步完成了教材的合并。与以往教材相比,本书所反映的专业方向及知识面大大拓宽,各类新技术和原理得到充分体现,与热能动力工程基础课程得到很好衔接。从 2001 年起的授课教师为:课程负责人王如竹教授以讲座形式为学生介绍制冷低温新技术,并经常采用英语授课;制冷原理主讲教师为谷波、陈江平、丁国良、张春路;低温原理主讲教师为汪荣顺、林文胜、石玉美。

以上发展沿革以编年的形式汇总在表 1 中。

表 1 课程历史沿革编年表

时 间	课程所属专业名称	教材	学时	主讲教师
五十年代	船舶动力装置	交通大学自编讲义	72	尉迟斌
1960~1966	船舶辅机	[苏联]阿列克赛耶夫,《制冷机》,化学工业出版社 1960	72	尉迟斌
1977~1979	船舶制冷装置	上海交通大学自编油印教材《船舶制冷装置》	72	尉迟斌
1980~1987	制冷工程	制冷部分采用尉迟斌、顾安忠主编《船舶制冷装置》;低温部分采用自编油印教材	108	顾安忠,阙雄才,陆震,徐烈,刘焕成,邹根南
1988~1997	制冷设备与低温技术	制冷部分采用张祉祐主编《制冷原理及设备》;低温部分采用徐烈编《低温技术》	90	谷波,徐烈,王如竹,汪荣顺,丁国良,姚峻
1998~2000	热能与动力工程	制冷部分采用吴业正主编《制冷原理及设备》;低温部分采用徐烈编《低温技术》	72	王如竹,谷波,汪荣顺,徐烈
2001~2003	热能与动力工程	制冷部分采用吴业正主编《制冷原理及设备》;低温部分采用王如竹、汪荣顺编著《低温系统》	72	王如竹,谷波,陈江平,汪荣顺,丁国良,林文胜,石玉美,张春路
2004~现在	热能与动力工程	全部课程采用王如竹等编 21 世纪高等院校教材《制冷原理与技术》(科学出版社 2003)	72	王如竹,陈江平,汪荣顺,林文胜

2 课程教学内容

2.1 课程内容体系结构

本课程是按照教育部颁布的热能与动力工程专业业务培养目标和要求开设的,是热能与动力工程专业规划的骨干课程。课程设置体现了淡化专业意识、拓宽基础、加强素质教育和能力培养的原则。

课程内容主要分为三大部分:制冷与低温的热力学基础、制冷原理、低温原理。基础部分重点介绍热工基础、制冷低温工质;制冷部分以蒸汽压缩制冷为主线,同时也较多地介绍吸收吸附式制冷,最后

简单介绍其他制冷方法;低温部分分为气体液化与分离、低温制冷机和低温绝热技术三大模块。

课程重点:制冷与低温的获得方法;蒸汽压缩式制冷循环;吸收式循环;气体液化原理;低温制冷系统等。

课程难点:制冷设备工作原理;工质热力学性质等。

难点解决方法:(1) 制冷设备的工作原理比较复杂,如果只凭口头讲解结合静态图片的传统教学方法,没有实际经验的学生理解起来较困难。解决这一难点主要采用以下两方面的结合:一方面尽可能早地让学生接触和了解真实的制冷设备,增加感性认识;另一方面利用现代化教学手段(网络、多媒体、尤其是Flash动画等),形象生动地演示设备工作过程,使得过程变得容易理解。(2) 制冷与低温工质的热力学性质在解决实际问题中非常重要,但相关图表图线密集,使用起来难度较大。解决的办法是,除课堂上教师尽可能清楚地讲解之外,辅导教师在课下与有困难的同学直接接触,近距离的指导往往使问题的解决变得轻松。此外,针对同学们喜欢采用计算机解决问题的特点,介绍一些适合计算机应用的物性计算方法,使同学们在解决问题的同时,对制冷与低温循环以及工质的各种热力学状态有更透彻的理解。

2.2 教学内容组织方式与目的

课堂教学是课程教学内容的主要部分。结合教学大纲,采用新编《制冷原理与技术》教材授课。授课中注意在传统内容的基础上,引入学科最新成果,尤其注重介绍一些我校具有特色的研究成果。

在课堂教学中,注重传统授课形式与现代教学手段如多媒体教学手段的结合。在课堂授课之外,辅以网上教学,让学生在24小时都能获得教学指导。同时开展双语教学等,提高学生学习兴趣,更全面地对学生进行培养。

除理论授课之外,加强实践性教学环节。详见下面小节。

2.3 实践性教学的设计思想与效果

实践教学主要包括课程设计、教学实验、生产实习等几个方面,它们对理论授课的内容构成了重要的、必不可少的补充。

(1) 课程设计

课程设计是联系理论与实践的重要环节。在我校,本课程的课程设计作为单独课程设置,不计入“制冷与低温原理”课程的学时,学分另计,但却是本课程重要的延伸。

本课程设计是在学生修完制冷与低温原理课程之后进行的一门关于制冷空调系统换热器设计计算的课程。换热器是制冷空调系统的主要部件,优化匹配的设计计算可大大提高整个系统的性能,因此本课程设计是制冷与低温课程的重要延续与补充。

通过本课程设计的学习,使学生了解和掌握制冷空调系统应用的各种类型换热器的结构、工作特性以及合理的设计计算方法。

(2) 实验教学

① 基本实验:设置四次实验,计8学时。a. 蒸汽压缩制冷原理实验;b. 制冷装置性能测试试验;c. 制冷压缩机性能测试;(以上三个实验中选做两个)d. 真空多层绝热试验;e. G-M制冷机性能试验。

② 演示与观摩实验:通过教师进行演示向学生介绍实验原理;或者与研究所科研课题相结合,在教师进行相关科研实验时组织学生观摩。

③ 研究性实验:对于学有余力的学生,允许其提出与课程相关的小型实验方案,教师进行优选并提出修改意见后,确定部分方案进入实施。

(3) 教学实习

① 实习目的:通过对实际制冷空调装置的认识,使理论知识融会贯通,为今后从事专业设计、研究打好基础。

② 实习内容:a. 典型制冷空调电气线路及其故障;b. 压缩机结构认识和拆装;c. 制冷空调装置:

a) 家用冰箱、家用空调器;b) 双温冷库、两级压缩系统、复叠式系统;c) 中央空调、风机盘管;d. 冰蓄冷系统流程演示。

③ 实习方式:由实习基地教师上课对制冷空调系统的部件、压缩机进行观摩、拆装;典型制冷空调电气线路熟悉及其故障分析训练;各种制冷空调装置运行、调节训练。

④ 实习效果:为了适应新形势下的专业实习,从 2000 年开始,制冷与低温工程研究所与上海市职业培训指导中心合作,安排本科生去那里进行专业实习。由于职业培训中心集中了几乎所有的制冷空调装置,本科生的专业实习效果很好。

3 课程教学条件

3.1 教材使用与建设

上海交通大学制冷与低温工程研究所历来重视教材建设。自 1980 年以来,陆续出版了一大批有影响力的教材。其中有我国第一本制冷教材《船舶制冷装置》、我国第一本制冷控制教材《制冷空调的自动调节》、我国第一本制冷测试教材《热工与制冷测试技术》、全国统编教材《制冷装置及其自动化》、机电类规划教材《制冷装置自动化》、上海市高校“九五”重点教材《低温系统》、21 世纪高等院校教材《制冷原理与技术》、反映学科前沿的《最新制冷空调技术》等一大批有特色的优秀教材。另外,也出版了《制冷系统热力学》、《吸附式制冷》、《液化天然气技术》等反映交大制冷低温学科特色的著作。表 2 汇集了主要教材及部分论著。

表 2 制冷与低温工程研究所教师出版的主要教材和论著

编 著 者	书 名	出版单位	出版时间
尉迟斌,顾安忠主编	船舶制冷装置	国防工业出版社	1980
石家泰编	制冷空调的自动调节	国防工业出版社	1980
鲍士雄编	船舶空气调节	国防工业出版社	1980
杨惠宗,茅福谦编	泵与风机	国防工业出版社	1980
徐大中编	热工与制冷测试技术	上海交通大学出版社	1985
尉迟斌主编	制冷工程技术辞典	上海交通大学出版社	1987
邹根南,郑贤德主编	制冷装置及其自动化	机械工业出版社	1987
徐烈等编著	低温容器	机械工业出版社	1987
徐烈编	低温技术	上海交通大学出版社	1988
周兴禧编	制冷空调工程中的质量传递	上海交通大学出版社	1991
徐德胜编	半导体制冷与应用技术	上海交通大学出版社	1992
陈芝久主编	制冷装置自动化	机械工业出版社	1997
陈芝久,阙雄才,丁国良著	制冷系统热力学	机械工业出版社	1998
徐烈,朱卫东,汤晓英编著	低温绝热与贮运技术	机械工业出版社	1999
王如竹,汪荣顺编	低温系统	上海交通大学出版社	2000
丁国良,张春路著	制冷空调装置仿真与优化	科学出版社	2001
连之伟主编	热质交换原理与设备	中国建筑工业出版社	2001
尉迟斌主编	实用制冷与空调工程手册	机械工业出版社	2002
王如竹等著	吸附式制冷	机械工业出版社	2002
王如竹,丁国良等	最新制冷空调技术	科学出版社	2002
丁国良,张春路著	制冷空调装置智能仿真	科学出版社	2002
王如竹,丁国良等	制冷原理与技术	科学出版社	2003
丁国良,张春路,赵力编著	制冷空调新工质热物理性质的计算方法与实用图表	上海交通大学出版社	2003
谷波	建筑物空调负荷计算分析	科学出版社	2003
阙雄才,陈江平主编	汽车空调实用技术	机械工业出版社	2003
顾安忠等著	液化天然气技术	机械工业出版社	2004

3.2 《制冷原理与技术》教材建设

近十余年来制冷与低温技术得到了飞速发展,新型热力循环得到了应用、新型制冷压缩机得到了发展、微电子技术已经应用到制冷产品的各个角落、仿真技术在制冷空调系统设计中得到了推广应用、制冷空调技术与能源有效利用实现了真正结合、CFCs 替代促进了天然工质的开发研究和应用、各类热泵技术得到了空前发展,这可以归结为制冷技术的系统化、信息化以及绿色化。

国内有关制冷原理及技术的教材较多,但存在一些问题:(1)一些新的已经获得应用的原理与技术未能得到展现;(2)制冷与低温原理往往教材分开,而原理与设备部分往往混在一起,过多设备部分的内容则不利于适合宽口径教学的需要;(3)控制技术在制冷空调及低温技术教材中没有得到重视;(4)原有教材均是根据原制冷设备及低温技术专业开设的,专业口径窄、知识面不足。

王如竹教授领衔编写的适合热能动力工程专业的教材《制冷原理及技术》(科学出版社,2003)与以往教材有许多不同,一本书中所反映的专业方向及知识面大大拓宽,各类新技术和原理得到充分体现,与热能动力工程基础课程得到了很好衔接。

作为教材的配套,我所承担了“制冷原理与技术”多媒体教学建设教学改革研究项目,制作了涵盖课程主要内容的电子课件,使得教师在授课时可以节省大量绘图时间,有更多时间讲解一些课本以外的内容。项目成果还包括大量 Flash 动画演示,直观而生动的动画效果将设备运转过程、工艺流程等内容轻松表达出来,使教学效果得到明显改善。该项目于 2002 年完成,其成果深受广大学生的喜爱。项目研究成果中的精华部分作为《制冷原理及技术》教材的电子内容出版,成为该书特色之一。这为新一轮教学改革创造了基础。

3.3 促进学生主动学习的扩充性资料使用情况

(1) 参考教材

为学生指定除教材外主要参考资料如下:

- [1] 陈光明,陈国邦.《制冷与低温原理》。
- [2] 周远,王如竹.《制冷与低温工程》。
- [3] 吴业正.《制冷原理与设备》。
- [4] 王如竹,汪荣顺.《低温系统》。
- [5] Dossat R J, Horan T J. *Principles of Refrigeration*.
- [6] Flynn T M. *Cryogenic Engineering*.

(2) 参考文献

在授课过程中,有意多提及学科前沿发展动态,将国内外一流专业杂志 *International Journal of Refrigeration*, *Cryogenics*, *Applied Thermal Engineering*, *Energy Conversion & Management*,《制冷学报》、《低温工程》等介绍给同学们,培养大家查阅参考文献的习惯。

3.4 配套实验教材的教学效果

为每一个教学实验提供了配套实验指导书,其中明确了各实验的目的、要求、实验方法、注意事项等,能为学生实验提供清晰的指导。

3.5 实践性教学环境

制冷与低温工程实验室面向“动力机械与工程热物理”一级学科各专业所有学生开放。除常规教学实验外,学生们还可以申请进行研究性实验。

从 2000 年开始,制冷与低温工程研究所安排本科生去上海市职业培训指导中心进行生产实习。由于职业培训中心集中了几乎所有的制冷空调装置,本科生的实习效果非常好。

3.6 网络教学环境

上海交通大学制冷与低温工程研究所于 2002 年开通了制冷与低温原理课程网上教学,丰富的网上教学内容使学生可以不受时间空间限制随时获取知识,并通过电子方式与教师实现交流和沟通。

上海交通大学制冷与低温工程研究所网站(<http://www.sjtuirc.sjtu.edu.cn>)已经成为国内制冷

低温教学科研的有影响的网站。

4 课程教学方法与教学手段

4.1 多种教学方法灵活使用的形式与目的

(1) 传统板书方式与现代多媒体授课相结合

充分利用多媒体手段为教学带来很大的好处:采用动画方式讲解流程和设备工作原理,生动直观,易于理解,也更有利于提高学生学习兴趣;采用 PPT 演示文稿组织授课材料,节约大量板书时间,相对来说可以为学生提供更加丰富的课程内容。但板书方式也有其不可替代的优点:对一些重点难点内容,如公式推导等,采用板书方式可以让学生一步步跟着教师思考,从而更好地掌握这些内容。

(2) 现实课堂与虚拟课堂的结合

授课的主要场所当然是在教室,但始终开通的网上课堂为学生提供了随时随地的辅导。

(3) 课堂授课与实践教学的结合

实践教学可培养学生的工程观念,为学生提供具体的感性认识,强化课堂教学的效果。

(4) 双语教学

课程负责人王如竹教授以双语方式进行的讲座授课深受学生欢迎。

4.2 教育技术应用与教学改革

(1) 先进教育技术的应用

如前所述,在教学中积极采用多媒体教学手段,开通网上教育。

(2) 教学改革的尝试

现有教学体系中主要有两大问题:一是教材内容相对落后,最新的技术进展与信息没有得到充分反映;二是课堂教学的方式方法得考虑到面对的是毫无实践的学生这一特点。为此,在教学中参考 ASHRAE HANDBOOK 之类国外权威出版物;将制冷低温学科国际权威杂志介绍给学生;吸取国外大企业如 Danfoss、Carrier、Trane、Hitach、Delphi 等的职业培训教材。这些方法使学生感受前沿动态和工程实际,吸引学生更多地参与并开动脑筋。

5 课程教学队伍

5.1 教学队伍知识与年龄结构、师资配置情况

(1) 知识结构

表 3 为“制冷与低温原理”课程组主要成员,其中具有博士学位 8 人,硕士学位 2 人。具有教授级职称 8 人,副教授 2 人,讲师 1 人。队伍知识结构以制冷与低温工程学科为主,至少具有 1 个其他相关专业学位的有 5 人。队伍的知识结构组成体现了对精品课程教师队伍高素质的要求。

(2) 年龄结构

课程组成员中,55 岁以上 2 人,40~55 岁中年教师 3 人,40 岁以下年轻教师 6 人。课程组的年龄结构体现了老中青结合,有教学经验丰富的老教师作为教学顾问,有年富力强的中年教师作为教学主力军,有年轻教师走上主讲的岗位,也有具有培养前途的新任教博士担当辅导教师。

(3) 师资配备情况

为体现课程的基础性和广泛性,注意吸收了有工程热物理背景的教师。为体现对实践性环节的重视,安排具有丰富实践经验的实验室主任为试验指导教师。辅导和实验教师与学生的比例为 1:30。

表 3 “制冷与低温原理”课程组主要成员

姓 名	性 别	出生年月	职 称	学科专业	在教学中承担的工作
王如竹	男	1964,12	教授、博导	制冷低温	课程负责人、主讲教师、教材编写
陈芝久	男	1936,12	教授、博导	制冷低温/自动化	顾问、教学与教改工程指导
陈江平	男	1970,12	教授、博导	制冷低温/工程热物理	主讲教师、制冷原理
汪荣顺	男	1963,12	教授、博导	制冷低温	主讲教师、低温原理
丁国良	男	1966,04	教授、博导	制冷低温	主讲教师、制冷原理
林文胜	男	1967,05	副教授	制冷低温	主讲教师、低温原理
谷 波	男	1964,07	教授、博导	制冷低温	教材编写、课程设计
张 鹏	男	1973,05	教授、博导	制冷低温	教学研究、制冷原理
石玉美	女	1970,03	副教授	制冷低温/工程热物理	教学研究、低温原理
夏再忠	男	1971,02	讲 师	制冷低温/工程热物理	辅导教师
鲁雪生	男	1949,12	研究员	制冷低温	实验课

5.2 主要成员的教学经历、年终考核成绩

除课程负责人外,主讲教师陈江平教授有 7 年教龄,近年来多次主讲本课程制冷原理部分;主讲教师汪荣顺教授有 17 年教龄,近年来多次主讲本课程低温原理部分;主讲教师丁国良教授有 12 年教龄,主讲本课程制冷原理部分;主讲教师林文胜副教授有 5 年教龄,近年来主讲本课程低温原理部分. 主要成员年终考核成绩均为优良.

5.3 中青年教师培养计划与效果

充分利用与国内外众多一流大学和科研院所的良好关系,通过双向交流提高青年教师水平. 这些单位包括德国的卡尔斯鲁厄大学、德累斯顿大学等,日本筑波大学,美国密歇根大学、马里兰大学等,以及欧洲核子中心(CERN)等. 另外,从国外教学研究机构邀请著名学者到我所讲学,其中不乏诺贝尔奖获得者、国际制冷学会主席等世界一流学者. 另外,我所早已开展青年教师到国内外知名企业合作研究的师资培训计划,如日本特灵公司、富士通公司,国内的海尔及上汽总公司等.

制冷所采取了一系列措施鼓励教学,如很早就实行的“教授上本科讲台制”,“优秀本科生导师制”等. 这些措施的推行,在青年教师中形成了以上本科生讲台为荣的风气,促使青年教师潜心教学研究,提高教学水平.

优秀青年教师培养的较好例子有:张鹏 2002 年全国优秀博士学位论文奖,吴静怡 2003 年全国优秀博士论文提名奖. 最近 5 年培养的博士中张鹏、吴静怡、汪荣顺已经被破格提升为教授. 丁国良、张鹏、陈江平入选上海市青年科技启明星. 张鹏入选教育部新世纪人才计划. 吴静怡入选上海市教委曙光计划. 代彦军入选上海市教委优秀青年教师培养计划. 青年教师中获得过省部级以上人才计划的教师就有 6 位,2001 年 12 月还获得了上海市科委“优秀青年科技启明星群体”光荣称号(全市共 6 个)等. 以王如竹教授为首的热环境工程研究室 2005 年被授予上海市新长征突击队.

6 结 语

为探索一流大学培养全面发展创新人才的途径,上海交通大学于新世纪初开展了“创新人才培养基地”教学改革研究活动. 制冷与低温工程研究所更加明晰了长期以来一直坚持的教学理念:在对专业人才培养过程中,始终以“学生为根本,教授为核心,授课为平台,教材为纽带”为主线,本着“坚实基础,综合发展,知识创新,特性培养”的理念,基于学科的大平台,努力将本学科建设成为我国制冷空调的知识创新基地、高素质群体人才的培养中心、并在该领域有重要影响的世界知名学科.

作为本学科乃至热能与动力工程专业的骨干课程,以上观点在“制冷与低温原理”课程的教学获得了集中体现. 研究所一直致力于创建制冷与低温原理品牌课程,突出制冷、低温、控制原理,实现教学

融合;引入竞争机制,为本课程配置的授课教师都是骨干教授和高水平副教授;在教学中,注意理论与实践的结合,也鼓励教师向学生介绍专业领域的最新发展动态。“制冷与低温原理”品牌课程一直受到学生青睐,也成为热能与动力工程专业高年级学生选定主修方向时多数品学兼优的学生都愿意选择制冷与低温方向的一个重要原因。

2005年“制冷与低温原理”精品课程被评为国家精品课程,这既是对我们工作的鼓励,又是对我们教学工作的鞭策。下一步工作是进一步完善“制冷与低温原理”精品课程教材和习题,完善多媒体教材,完善网上教学和资源库,更好地为全国服务。

Introduction to the National Great Course *Theory of Refrigeration and Cryogenics*

Wang Ruzhu Chen Zhijiu Lin Wensheng

(Institute of Refrigeration and Cryogenics, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The main aspects of the national great course *Theory of Refrigeration and Cryogenics* are introduced, including its evolution history, content system, teaching methods, teaching material, education guarantee, instructor team, as well as considerations for future development.

Key words: theory of refrigeration and cryogenics; national great course; Shanghai Jiaotong University

“工程热力学”课程电子教案制作的实践与体会

史琳

(清华大学热科学与动力工程教育部重点实验室,热能工程系,北京 100084)

摘要: 利用多媒体教室进行课堂教学是教学手段现代化的一大趋势,如何在制作多媒体电子教案(PPT 文件)时扬长避短是需要研究的问题. 本文总结了在制作和使用“工程热力学”课程电子教案过程中的一些思考和体会,以期与同行交流提高.

关键词: 多媒体电子教案;课堂教学;工程热力学

随着大量多媒体教室的建设,目前采用多媒体电子教案进行课堂教学已成为发展趋势,这为我们提供了很好的现代化教学手段. 但并不是有了好的手段就一定会得到好的效果,多媒体教案有其固有的优势和缺陷,如何在制作时扬长避短,如何在课堂教学过程中处理好教师、学生、教材、多媒体四者的关系,需要我們认真研究.

本人较早在“工程热力学”课堂教学上尝试使用多媒体电子教案,从 1998 年开始着手制作,经过几年的部分试用,到 2001 年达到整体使用,每年还在整体修改和随时修改,目前逐步形成了较成熟的“工程热力学”多媒体电子教案. 该教案曾获 2002 年清华大学优秀教学软件评选二等奖,并被多个兄弟院校引进使用. 学生们、听课专家以及外校同行总体上给予了肯定. 本文归纳了作者在制作过程中遇到的问题与解决的办法,以及在实际使用多媒体电子教案时的一些体会,希望在多媒体电子教案制作和使用方面与同行交流,以提高电子教案的制作水平和教学水平.

本文仅讨论教师在多媒体教室运用电子教案(PPT)进行课堂教学的应用方式.

1 制作多媒体电子教案的指导思想

首先需要明确,在课堂教学上,教师是组织指导者,学生是学习的主体,教材提供基本内容,多媒体电子教案是教学的辅助手段和工具,为发挥教师的主导和学生的主体作用而服务,特别需要关注学生的感受.

此外,在多媒体教室上课的同学,一般不要求在上课时记笔记,需要将老师的电子教案传给学生作为复习资料. 所以,在制作多媒体电子教案时,还需兼顾学生在自我学习时的感受程度.

在上述指导思想的前提下,制作多媒体电子教案时,需随时换位思考,以学生为主体进行设计.

2 制作多媒体电子教案的细节

有时候细节决定成败. 在制作多媒体电子教案时,需注意的细节包括:

(1) 背景颜色的选择. 背景太浅,如白色等,对眼睛有较强刺激,学生长期盯看会不舒服. 太深的背景如黑色等,字的颜色只有白色和黄色等较少的选择,在需要多色彩的图形等方面就略显单调,且使教室整体光线偏暗,令人昏昏欲睡. 本人经过询问专家以及学生,在实践中采用深蓝色背景,效果较好.

(2) 背景图案的选择. 背景图案完全纯色,稍嫌呆板但问题不大,但忌讳采用太花哨的背景,一方面字的颜色不好布置,另一方面容易造成学生注意力分散. 计算机系统本身附有多种现成的背景图案,但往往不一定合适,适当进行改造会取得满意的效果.

(3) 字体大小的选择. 字体大小以最后排的同学能看到主要的内容为原则. 在每学期上课前, 教师需要到教室实地试放, 适当调整字体大小, 并且用字体大小区分标题和主要内容.

(4) 字体颜色的选择. 字体的颜色要与背景反差较大为好. 如深蓝色背景可选的颜色有白色、黄色、桔黄色、鲜绿色、月白色等. 对于反差小的如黑和红、蓝和红等应忌用. 特别需要注意的是, 由于计算机屏幕与多媒体教室投影屏幕的差异, 在计算机屏幕上可分辨清楚的地方在多媒体教室不一定能达到预期效果.

(5) 其他需要注意的细节: 由于投影仪摆放的位置、工作状态等原因, 在投影屏幕上常出现边缘特别是下边缘光线不佳, 所以应在版面的四周稍留一点空间. 整个多媒体电子教案的画面风格应统一, 如标题用同样字体、同样大小和同样颜色等.

3 制作多媒体电子教案需要处理好的几个问题

多媒体电子教案存在直观、形象、生动、图形图像功能强大、易于展示最新科研成果、教学信息量大、学生易于复习的等优点, 但同时存在单幅信息量少、幅间信息不连贯、前后呼应不够、学生思维不易跟上等问题. 在制作时, 如何扬长避短, 作者认为应该处理好以下几个问题.

(1) 课件上文字内容的确定. 文字内容是授课的核心内容, 如“工程热力学”这一类技术基础课程, 基本概念、基本原理、基本方法是要求学生掌握的重点, 课件上的文字内容占有较大篇幅. 要避免有些课件出现的将教材内容照搬到课件上的现象. 作者的做法是, 除了重要的定义如卡诺定理等需要原文写出外, 其他说明性的文字最好归纳总结出来, 将核心内容表达出来, 在需要特别强调的地方, 用特殊强化处理标注. 叙述性的话需要教师讲授和同学讨论来完成.

(2) 主标题与内容的关系. 每幅课件分标题区和正文区. 有些多媒体课件过于照顾章节间的关系, 在标题处总是“第几章”“第几节”等字样, 由于每幅的空间有限, 并不利于发挥“标题”和“正文”的相互呼应. 我们在制作时, 仅在该章节出现时在标题处出现, 其他篇幅标题处的内容与正文呼应, 使信息尽量连贯.

(3) 图形图像的处理. 多媒体课件的优势就是图片功能强大, 需要充分发挥. 对于工程实际的图片, 需要注意清晰度和对比度, 因为投影放大后会损失效果. 对于课本上的原理性图, 最好不要从书本上直接粘贴, 需要利用软件自带的画图工具画出, 利于展现画图效果.

(4) 多媒体课件的放映. 在课件放映时, 既要避免整幅一起出现, 使学生来不及反应, 也要避免全部是逐字逐行的出现, 教师频繁操作计算机, 使思路中断. 作者的体会是, 在推导过程中, 注意随推导过程放映内容, 模拟黑板推导的过程, 在总结性的部分, 可以多条一起出现, 便于教师连贯地讲解和学生思考. 另外, 要避免出现太复杂的链接, 便于教师边说话边方便地操作, 使得内容连续.

4 作者编写的“工程热力学”课程多媒体电子教案的特点

“工程热力学”课程在清华大学作为机械学院的平台课, 安排在二年级第一学期, 是学生们接触的第一门技术基础课, 一方面需要特别强调基本概念和基本定律的理解, 另一方面需要学生掌握基本分析方法和理论联系实际的能力, 而学生没有任何工程概念, 对课程与实际工程的关系认识不足. 针对本课程的特点和上述对多媒体教学的认识, 我们制作的多媒体课件具有以下特点:

(1) 结合学生和课程特点, 收集了大量设备图片, 使学生对研究对象有了直观和形象的认识, 加强对工程实际的认识, 如展示发电系统、航空发动机、换热器、制冷系统等实体图片. 同时注意引入本学科科技发展的图片和介绍, 如煤气化多联产系统、分布式能源系统的图片, 使学生能够及时了解相关的科技前沿问题, 弥补了教科书中最新研究成果相对滞后的不足. 也注意将本人的科研课题和研究成果引入课堂和课件, 如水源热泵、环保制冷剂等问题, 使学生充分理解课程的地位, 激发学生学习热情.

(2) 主体内容均经过精心归纳, 对关键的内容进行总结, 以弥补由于课件每幅的信息有限的缺陷, 如关于熵的讨论、关于理想气体、关于可逆与不可逆的深层理解等. 突出重点, 着重思路连贯. 在应强调

的地方,用特殊标注引起同学注意.引入大量概念问题和典型例题供课堂讨论,便于学生加深理解.还精心设计绘出了各种图形,如纯物质的热力学面,充分利用色彩对比帮助学生了解物质形态.

(3) 在“工程热力学”课程中,由于强调概念理解,而有时英文原文表达得更清楚,所以对于出现的名词和重要的定律,均采用中英文对照的方式,便于同学从不同的角度对概念的理解和阅读外文参考书.

(4) 教学内容联系实际,并含有大量概念性和趣味性的问题,如基本上将课程内容中提到的如卡诺、开尔文、焦耳、范德瓦尔斯、吉布斯、亥姆霍兹、普朗克、普里高津等著名热力学人物的生平介绍和照片做在课件中,以及中国人和清华人对热力学的贡献介绍,有助于引起学生的兴趣,树立爱科学、爱国爱校精神和正确的人生观,教书同时育人.

(5) 画面风格统一,标题采用统一颜色和字体,正文和标注尽量统一.每幅相对独立,便于学生复习和随时进行内容组合.

5 教师授课方式与多媒体电子教案的关系

采用多媒体电子教案进行教学,相对来说,教师教授的时间更长,信息量要求更丰富.同时,为了投影更清晰,教室的光线往往较暗,学生们在其中容易精力不集中,有时会昏昏欲睡,相对来说,对教师如何调动学生的情绪和对教学过程的掌控能力提出了更高的要求.

教师是教学的主动组织者,再完善的电子教案也只能提供辅助教学的作用.教师需要通过讲述以及和学生的互动将教学内容引入,要注意课件跟着教师走,保持信息的连贯,特别避免先出现课件而后对课件内容进行解释的方式,避免照“课件”宣科.

一方面教师需直接参与本学科的学术研究,关注相关最新科研成果并随时将其融合在课程课件中,以提高学生对课程作用和地位的认识,激发学习兴趣.

另一方面,对于“工程热力学”这样的经典课程,传授基础知识也是非常重要的,对于初次接触的学生来说,某些概念和原理不易深刻体会.如果教师多利用电子教案,通过经常提问的方式让学生参与讨论,将原理的解释变成探讨,并告诉学生原理提出者们以及热力学专家们是如何思考的等方式,随时让学生们思考和总结,会产生积极的影响.

总之,多媒体电子教案需要根据不同课程的特点精心组织,正确处理好教与学的关系,特别是多设身处地从学生角度进行考虑,尽可能地充分发挥多媒体课件的优势,减少其固有缺陷的影响,明确其辅助教学的地位.

以上仅为作者编写和使用“工程热力学”课程多媒体课件的一些体会,欢迎批评指正.

Experience on Making Courseware of Thermodynamics Engineering

Shi Lin

(Key Laboratory for Thermal Science and Power Engineering of Ministry of Education, Tsinghua University,
Thermal Engineering Department, Beijing 100084, China)

Abstract: Using courseware(PPT format) to teach is more and more popular recently. The problem is how to make the PPT courseware and adequately utilize the advantages of it. By making and using the PPT courseware of thermodynamics engineering, some thoughts and experiences were summed up in this paper. The purpose of the paper is to exchange the experience with college teachers.

Key words: PPT courseware; class teaching; thermodynamics engineering