

GAODENG ZHIYE JIAOYU

高等职业教育课程改革示范教材·物理

应用物理基础(电气类)

郝 超◎总主编

周全生◎主 编



南京大学出版社

高等职业教育课程改革示范教材·物理

应用物理基础(电气类)

◎总主编 郝 超

◎主 编 周全生

◎副主编 张田林 刘承赫

◎参 编 范凤萍 曾文梅



南京大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

应用物理基础. 电气类 / 周全生主编. — 南京: 南京大学出版社, 2008. 8

高等职业教育基础课示范教材

ISBN 978-7-305-05416-7

I. 应… II. 周… III. 应用物理学—高等学校: 技术学校—教材 IV. 059

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 126298 号

出版者 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮 编 210093
网 址 <http://press.nju.edu.cn>
出版人 左 健
丛 书 名 高等职业教育课程改革示范教材
书 名 应用物理基础(电气类)
总 主 编 郝 超
主 编 周全生
责任编辑 潘新华
照 排 南京南琳图文制作有限公司
印 刷 无锡市江溪书刊印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 387 千
版 次 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷
印 数 1—3000
ISBN 978-7-305-05416-7
定 价 28.00 元
发行热线 025-83594756
电子邮箱 sales@press.nju.edu.cn(销售部)
nupress1@public1.ptt.js.cn

* 版权所有, 侵权必究

* 凡购买南大版图书, 如有印装质量问题, 请与所购图书销售部门联系调换

序

当前,课程改革已经成为高等职业院校内涵建设的核心内容,从高职院校课程改革的现状来看,专业课程改革已先行一步,并积累了一定的经验,而普通文化课程改革明显滞后。从职业教育的基本目标来看,首先,受教育者要获得从业资格;其次,受教育者要得到全面发展。可见,既有工具性,也有人本性。从职业教育的价值取向来看,要全面认识职业教育作用于人的发展和社会发展这两个方面的价值。从职业素质的内容来看,职业素质不是单指某项专门职业素质,而是综合职业素质,它既包括职业知识与职业技能,还包括职业道德、科学素质、合作能力以及分析解决问题的能力等。因此,提高学生的职业素质是职业教育的目标,而实现这一目标是某一专业课程体系内所有课程的共同任务,仅靠某一类课程来实现这一目标是有失偏颇的。国务院下发的《全民科学素质行动计划纲要》指出,科学素质是公民素质的重要组成部分。提高公民科学素质,对于实现公民全面发展,实现经济社会全面协调可持续发展,都具有十分重要的意义。高职物理作为工科类高职专业的一门重要科学素质教育课程迫切需要进行大刀阔斧的改革,如何改?有的院校在改,有的院校在砍。对于一些工科专业来说,高职物理的课程功能具有不可替代性。因此,必须从职业素质培养角度,全面审视高职物理课程改革的有关问题。教材是课程的重要载体,高职物理课程改革的重要环节是教材改革。鉴于上述原因,在江苏省教育厅高教处、江苏省高职教育研究会的领导下,在南京大学出版社的支持帮助下,本人携省内常州机电职业技术学院、扬州职业大学、常州工程职业技术学院、南京信息职业技术学院、南邮吴江职业技术学院、江苏农林职业技术学院、苏州农业职业技术学院、淮安信息职业技术学院等高职院校的教师组成了一个高职物理教材改革团队。自2007年3月始,本团队针对存在问题、理顺思路理念、大胆改革创新,新教材的开发工作已取得阶段性成果。

在调查研究中,我们把高职物理课程及教材的现有问题归结为五个方面。第一,课程设置随意。调查表明,高职院校在专业人才培养方案的开发过程中,对物理等普通文化课的设置缺乏必要的论证,开与不开是由专业牵头人说了算。可见,课程设置的随意性较大。从江苏省现行高考方案来看,高职院校所对应的学生群体中选考物理的学生比例较小,而高职院校招生中一般做不到学生选考课程与报考专业挂钩,通常采取文理兼收的办法。而且,高中阶段不选

学物理的学生,其所学的物理必修部分以力学为主。在这一前提下,一些高职工科专业,如强电弱电类专业、机电一体化专业等,不开设物理课程的话,将直接影响后续课程的教学实施和专业培养目标的实现,造成教学质量的下降。这一事实已经在某些院校的调研中反映出来。第二,教师认识片面。对物理课程功能的认识,物理教师往往从学科知识体系角度强调物理课程的系统性、完整性和重要性,将物理学科人才培养与高素质技能型人才培养混为一谈,用学科人才培养的方法和要求来对待高职学生。而专业教师常常对职业素质的培养在认识上存在局限性,错误认为学生的职业素养仅仅靠专业课程来培养,似乎人们吃饭时吃饱肚子的是最后一口饭,忽视物理课程在某些工科专业教学体系中的基础性、准备性、发展性功能,否定开设物理课程的必要性。两者认识问题的角度都是片面的。第三,开发主体单一。长期以来,高职物理教材的开发主体是单一的,全部开发工作由物理教师“闭门造车”。物理教师根据自己对专业培养目标似是而非的理解,局限于本课程学科知识体系,以课程为单位开展“独立”的课程开发活动。这种开发局限于学科,局限于课程,难以体现专业层面的整体性、系统性和高职人才培养的应用性、职业性和针对性。高职专业课程开发主体多元化已经成为共识和事实,而高职普通文化课程开发主体多元化的问题尚未受到普遍关注。第四,内容体系固化。历史上,高职物理教材内容体系脱胎于本科普通物理教材内容体系,具有学科知识系统化特点。多年来,这一“体系”没有发生根本性的变化,广大高职物理教育工作者习惯于、拘泥于“体系”,已有的大量课程改革工作仅仅是完善、修补“体系”。很少有人考虑,“体系”本身是否合适,“体系”的逻辑主线是否恰当,对于不同的专业大类是否应该有不同物理教材内容体系。因此,具有高等职业教育特点的物理教材内容体系尚未形成。第五,方法手段欠当。物理教材开发过程中,突出应用、崇尚实践已经成为共识,但是由于教师不了解学生的所学专业 and 就业岗位(群),只能在学科体系内部强化应用和实践,导致物理教学内容与专业教学内容不能建立有机联系,导致愿望与结果的脱节。此外,过分强调物理教学与信息技术手段的整合。简单认为,物理课程改革的任务就是化抽象的概念为形象的知识。

针对存在问题,在学习、借鉴、研讨的基础上,理顺了新教材开发的思路理念,具体是下述五个方面:第一,教学目标。在教学目标上,围绕专业人才培养目标,立足职业素质培养,统筹职业教育的工具性目标和人本性目标,实现“两个服务”,即,为学生的专业学习服务,为学生的全面发展服务。第二,开发主体。在开发主体的选择上,引进相关专业教师参与开发,建立物理教师与专业教师共同开发、合作开发的机制。第三,教材结构。在教材结构上,根据学生的学习基础(如高中阶段是否选学物理)、专业大类专业学习阶段的需要(如电气

类专业对学生的电学基础的要求),改变高职物理教材原有的、传统的框架结构,按照学生的所学专业大类搭建教材框架结构,适应学生的学习基础的变化,适应专业大类学习的需要。第四,教材内容。在教材内容上,面向应用,面向专业,面向生活,改变高职物理知识的组织关系,将学科知识的系统性变为知识应用的相关性,突出应用性、针对性和科学性。以物理的学科体系为基础,构建以知识应用为主线的高职物理教材内容体系。第五,教材功能。在教材功能上,体现既是教本又是学本的双重功能,遵循“学生为主体、教师为主导”的原则,教材中给学生预留足够的选择性学习内容以及自我评价的空间。

在正确的思路理念指导下,我们团队的新教材开发工作重点抓了五个环节。第一,改变开发主体。本教材改革团队由物理教师和相关专业教师组成。并按照团队内院校所开设的主要专业门类,建立若干个教材开发小组。物理教师与专业教师职责不同,有所合作,有所分工。两者共同研究确定物理知识应用的目标,共同建构以应用为主线的高职物理知识体系。此外,专业教师重点开发物理知识在专业中的应用实例。物理教师除了做好教材开发的常规工作外,重点开发物理知识在生活中的应用实例。第二,完善开发方法。高职物理教材的传统开发方法是,物理教师在“成熟”的学科知识体系内部,进行一些修修补补、增增减减的工作,体系大同小异,只是在呈现方式上有了一些变化。我们的开发方法有了一些变化,主要特点是“跳出”物理“看”物理,“跳出”学科“找”体系。主要做法有:学习情况调研、知识应用分析、教学内容分析、教材模式分析。学习情况调研是指,调研高中物理的现行教学方案、新的高考方案和后续专业课程的学习需要;知识应用分析是指,找出物理知识在学生周围生活和所学专业课程中的应用点;教学内容分析是指,从知识应用实例出发,按照特殊—一般—特殊的教学策略,构建物理知识单元;教材模式分析是指,确定教材体例和主要呈现方式。第三,调整逻辑主线。高职物理教材开发的逻辑起点是:学生的学习基础、专业学习的需要和职业素质的要求。这一点没有变,改变的是物理知识的组织关系。原来的知识组织的逻辑主线是知识的内在联系,即知识在形成过程中的因果关系;现在的知识组织的逻辑主线是知识的外在联系,即知识在应用过程中的因果关系。从知识在专业技术和日常生活中的应用实例出发,展示物理知识,总结物理规律,将抽象的概念、理论具体化、形象化,先由应用到知识,再由知识到应用。例如,在介绍“物体转动的基本规律”时,面向电气类专业的物理教材,以“电机转动”为应用实例;面向机械类专业的物理教材,以“啮合齿轮传动”为应用实例。总之,尽可能建立物理与技术、物理与生活的联系。第四,重组框架结构。新的教材框架结构发生了三个变化:一是以高中物理必修模块为基础,立足专业大类特点,突出专业技术应用,按专业大类

构建物理教材内容体系。我们根据参与开发的相关院校的专业设置情况,分成了机械类、电气类、信息类等三个专业大类。这三本教材在内容上各有侧重。二是按照物理知识在应用时的关系建立物理知识点之间的联系,从知识应用实例出发来组织教材单元。因此,不仅知识点的内容有所变化,知识体系也发生了明显的变化。三是教材中既有统一性学习内容,也有选择性学习内容。应该说,学校、教师、学生三者都有选择空间。同时,为有兴趣的学生留下了一些了解近代物理成果的“窗口”,也为职业素质教育建立了一些在创新精神培养、学习方法指导等方面的“接口”。总之,新的框架结构能体现经典理论与知识应用结合,必备内容与选学内容结合,共性与个性结合,基础性与实践性结合。第五,优化教材体例。为了贯彻新思路、新理念,新教材在教材体例上作了较大调整。主要的变化是增加了一些学习目标、学习导入、知识拓展等栏目。如“学习导入”部分,该部分以应用实例为主,应用实例一般以章为单元,以专业应用实例为主,以生活应用实例为辅,力求实例贴近应用、贴近专业、贴近生活,体现典型性、时代性,做到图文并茂。应用实例引导的学习任务分解到每一节,在每一节的“学习内容”中解决学习任务,还酌情延伸到“知识拓展”部分解决,力求前呼后应,浑然一体。

我们的教材即将面世,新思路、新理念、新体系的教材开发工作取得了阶段性成果。然而,不确定的是,新教材的使用效果是否会达到预期目标。不容乐观的是,以知识应用为主线的高职物理知识体系亟待完善。我们的劳动仅仅是有益的尝试。

以此为序。

郝 超

2008.7.18

前 言

以经典物理学、近代物理学基础和现代科学技术中的物理基础为主要内容的大学物理课程,是高职院校各专业学生一门重要的学习课程。该课程在学生科学素质的培养,科学技术的学习中起着十分重要的作用。

提高全民族科学文化素质,培养具有一定理论知识和较强实践能力的应用型人才,是高职教育的价值取向。在这样的教育思想指导下,基础理论课程的建设,一定要以应用为主旨和特征,以“必需”、“够用”为度,来构建有高职教育特色的内容体系,改革物理教学,才能满足高职物理教学的需要,满足高职教育发展的需要。在江苏省基础课程教学改革委员会的指导下,我们组织了一批教学经验丰富,并热心于本类课程教学与研究的教师,开始了高职物理教学改革研讨,形成了以下几点看法,这也是本书编写的主要思路与特点。

第一,本课程的教学要为专业教学服务,要为后续课程的教学服务,教材内容的构成紧密联系专业实践或相关生产技术。因此,在教材编写的前期我们组织了大量的调查,并召集了有专业教师参加的讨论会。这是本教材较以往的一大转变。为了强化这种思想,在本教材的每节前都编写了与生产实践或生活实际联系密切的学习导入。

第二,学以致用,强调理论联系实际,本教材要能引领学生树立学科学、用科学的思想。为此,本教材在每章后均设置了有关实践活动,来强化理论联系实际的训练。

第三,介绍物理学思想与方法。例如,“质点运动学”这部分内容在本教材中出现,就是想藉此介绍“模型法”、“数学方法”。因此,我们把这章的名字改为“质点运动的研究”。

本教材努力做到既要有新颖的观点,又应有丰富的材料,不苛求全面、系统,但要有一定的涵盖面和完整性。编写力求符合学生的认知规律,使教材为教师的“导”、学生的“学”服务。为此,在内容的衔接上,一般都从问题的探讨出发,引导学生学习知识。并且通过知识应用的实践活动,来巩固知识、体验规律,培养创新思想与能力。全书分成两大部分。第一部分:物理基础知识,计有七章:物理学与社会发展、质点运动的研究、物体转动的规律、流体及其测量技术、静电学及其应用、磁学及其应用、无处不在的波。第二部分:物理纵横,为的是拓宽学生视野,满足教学灵活取舍的需要。分为五讲:未来载人航天、热力学

与能源、纳米科技、同步辐射及其应用、宇宙学的进展。本书编写力求深入浅出、文字通畅、图文并茂,每节前有教学导入,后附思考练习,每章有小结、知识拓展、综合练习,以期达到教学两相宜的目的。

本书可作为工程专业电气类大专层次约 60 学时的大学物理教材,也适合文科类学生的阅读,或作为一般读者了解物理基础知识及其与现代技术关系的参考读物。

参加本教材编写的还有张田林、刘承赫、范凤萍、曾文梅等老师。编写过程中受到了南京大学出版社的大力支持,在此一并感谢!

由于编者水平有限,书中缺点、错误在所难免,恳请读者提出批评建议,以便修正。

编写组

2008 年 7 月

目 录

第一篇 物理基础

第 1 章 物理学与社会发展	1
§ 1.1 世界为什么变化这么快	1
§ 1.2 物理学的社会教育和思想文化功能	5
§ 1.3 物理模型与科学研究方法	8
第 2 章 质点运动的研究	10
§ 2.1 质点运动的时空描述	11
§ 2.2 质点运动规律的讨论	14
§ 2.3 简谐运动、共振	19
知识拓展	25
牛顿定律和机械决定论	25
实践活动	29
碰撞打靶	29
第 3 章 物体转动的基本规律	30
§ 3.1 刚体及其定轴转动的描述	31
§ 3.2 刚体的动能、转动惯量	34
§ 3.3 刚体定轴转动的基本规律	38
知识拓展	46
三大守恒定律	46
实践活动	51
1. “手牵手”问题	51
2. 人体旋转转动惯量的测量	51
第 4 章 流体及其测量技术	52
§ 4.1 流体运动的描述	53
§ 4.2 流体运动的基本规律	54

§ 4.3 流体的测量技术	57
知识拓展	62
1. 粘滞流体	62
2. 伯努利方程与日常生活	64
实践活动	68
抽水马桶工作原理的探讨	68
第5章 静电学及其应用	69
§ 5.1 静电技术简介	70
§ 5.2 静电场的描述	78
§ 5.3 静电场的基本定理	82
§ 5.4 电位的计算与测量	88
§ 5.5 导体在电场中	91
§ 5.6 电介质在电场中	96
§ 5.7 电容 电容器	102
实践活动	112
静电防护装置的调查分析	112
第6章 电磁学及其应用	113
§ 6.1 磁场的性质与基本定理	114
§ 6.2 磁场中的介质及其应用	123
§ 6.3 磁场对电流的作用及其应用	128
知识拓展	134
1. 磁约束现象	134
2. 轨道炮(电磁炮)	134
§ 6.4 旋转磁场的产生及其应用	135
§ 6.5 霍耳效应及其应用	138
§ 6.6 电磁感应及其应用	141
知识拓展	148
1. 交流接触器	148
2. 传感原理及其应用	149
实践活动	156
电气设备工作原理的分析	156
第7章 无处不在的波	157
§ 7.1 波动认识的基础	158

§ 7.2 光波及其应用技术	162
§ 7.3 声波及其应用技术	172
§ 7.4 电磁波概述	178
知识拓展	182
1. 奇妙的次声	182
2. 波动的时空	183
实践活动	188
“隔墙有耳”的探究	188

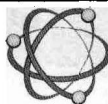
第二篇 物理纵横

第一讲 未来载人航天	189
第二讲 热力学与能量	195
第三讲 纳米科技	205
第四讲 同步辐射及其应用	213
第五讲 宇宙学的进展	219
综合练习参考答案	233
参考文献	236

第一篇

物理基础

第 1 章



物理学与社会发展

§ 1.1 世界为什么变化这么快

1.1.1 自然科学的进步与生产力的发展

14~16 世纪,欧洲生产技术的进步,特别是中国四大发明的西传,促进了欧洲经济的发展.火药的生产和火器的流行,促进了冶金业的发展.造纸术和印刷术的应用,使造纸业和印刷业发展起来.指南针应用于航海,促进了航海业、造船业的发展,并成为新航路开辟的必备条件.新航路的开辟沟通了世界各地的联系,有利于市场经济的发展.市场的扩大和生产技术的发展,加速了手工业者的专业化和行业之间的分工,同时也加速了手工业者的分化.

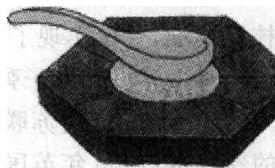


图 1-1 指南针

17 世纪,数学取得突破性进展,解析几何学和微积分学的创立,使精密测量和变量计算成为可能.牛顿提出的运动三大定律和万有引力定律,建立了完整的力学体系.近代数学和物理力学的成就,使机器的发明成为可能,为 18 世纪中期开始的工业革命提供了理论指导和技术条件.工业革命把人类从铁器时代推进到蒸汽时代,促使机器制造业、机器大工业、近代交通运输业、矿山开采业等产业的迅速发展.

19 世纪前期创立的电磁学,解决了机械能转化为电能的问题.电磁感应现象的发现,使发电机和电动机的制造成为可能,为人类找到了一种新能源,打开了电力时代的大门.19 世纪 70 年代前后,以电力广泛应用为首要标志的第二次工业革命开始.19 世纪后期,内燃机

的发明和广泛应用,使石油成为又一重要能源. 新能源带动了新产业的发展,电力、电信、电器和石油开采化工等新兴产业蓬勃兴起. 新能源的应用推动了交通工具的革新,电车、汽车、飞机相继发明,开辟了交通运输的新纪元. 汽车、飞机制造业、钢铁冶炼、公路桥梁、航空运输业迅速发展起来.

19 世纪末至 20 世纪早期,物理学发生革命性变化. 德国的伦琴发现 X 射线,法国的居里夫妇发现放射性元素镭,这些发现把人们引向微观世界. 爱因斯坦提出的相对论成为利用原子能的理论基础. 相对论等科学理论的突破,机械、电子、生物、化学等方面技术的进步,为现代科学技术的发展提供了条件.

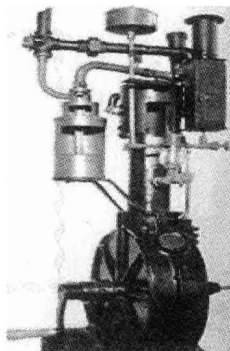


图 1-2 戴姆勒汽油发动机

启示:

近代自然科学是随生产力的进步而产生和发展的,同时,自然科学的成就又极大地推动和影响着生产力的发展.

1.1.2 20 世纪物理学进展与百年重大新技术

20 世纪物理科学的百年成果,给现代高新技术的研究、开发、利用,提供了不尽的源泉和坚实的基础.

1. 从“质能公式”的提出到核技术

1905 年 9 月,爱因斯坦创立狭义相对论,并在其题为“物质的惯性与它所含的能量相关吗”的论文中,揭示了质量与能量之间的关系,提出了著名的质能公式 $E=mc^2$,这就从理论上预言了原子内部蕴藏着巨大的能量.

1942 年 8 月美国开始实施以研制原子弹为内容的“曼哈顿计划”. 1942 年 12 月,在费米、西拉德、奥本海默、弗兰克等众多科学家的协作下,在美国芝加哥大学建成了世界上第一座核反应堆,首次实现了人工控制的核链式反应. 1945 年 7 月 16 日,美国在新墨西哥州爆炸了世界上第一颗原子弹,从此开始了核武器研制和试验的国际竞争.

1954 年 6 月,前苏联建成了第一个小型原子能发电站,首先突破了核能源实际有效利用的新技术;1956 年英国建成第一座天然铀石墨冷气发电、产钚两用堆;1957 年 12 月美国也建成了实验性压水堆核电站.

1955 年初,当时,毛泽东说:我们“不但要有更多的飞机和大炮,而且还要有原子弹. 在今天的世界上,我们要不受人家欺负,就不能没有这个东西.” 中国开始创建核工业. 周恩来和聂荣臻领导制定全国科学技术发展的长远规划,对原子弹的研制作了重点的安排. 同年,中央批准陈云、聂荣臻、薄一波负责领导核工业的筹建工作. 1964 年 10 月 16 日 15 时,中国在西部地区爆炸了一颗原子弹,成功地实现了第一次核实验.

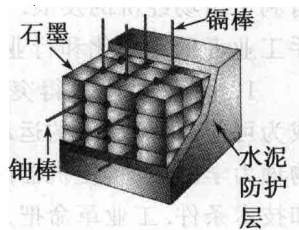


图 1-3 原子反应堆

20 世纪 50 年代,各国核电站的发展基本上都是实验性的,主要是探索它在技术上的可能性;60 年代以后,核电站进入了实用阶段,上述几种主要堆型技术越来越成熟,优越性

也日益显露出来,其中轻水堆是目前世界核电站中占首位的堆型。

2. 从“光量子假说”到激光技术

1900年12月24日,在德国物理学会的年会上,普朗克宣读了他的“关于正常光谱的能量分布定律的理论”论文,提出了一个革命性的思想——量子假说。1916年,爱因斯坦在旧量子论的基础上提出了受激(感应)辐射的概念,并在他的论文“关于辐射的量子理论”中首次给出了能态之间跃迁的新认识。实际上已为激光器的发明奠定了理论基础。

1960年7月,休斯研究所的一个从事红宝石微波量子放大器研制工作的年轻人梅曼,以普通光射进一根特别的人工合成红宝石棒,创造出了激光光束。成功地制造并运转了第一台激光器——红宝石脉冲激光器(工作波长为 $0.6943\mu\text{m}$)。从此,小说家们所幻想的“死光”,在科学理论的指导和助产下,终于奇迹般地出现了。

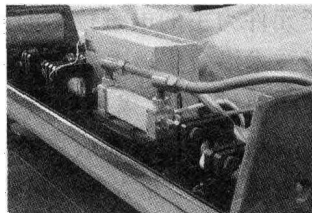


图1-4 固体激光器

此后,激光又得到进一步的发展和应用。1961~1965年,激光光谱用于大气污染分析,半导体激光器用于激光通信, CO_2 激光器用于激光熔炼、激光切割、激光钻孔。1968~1969年,月球上设置激光反射器,用于地面与卫星联系。1982年,发明激光全息术。1980~1990年,激光外科手术、通信、光盘、激光武器等出现。

激光技术是现代物理学和现代科学技术相结合孕育出来的一门科学技术,它的发展历史充分显示出物理科学理论对技术发明的预见性。

3. 从“量子力学的建立”到电子和信息技术

20世纪20年代无疑是理论物理学的黄金时代,在短短的几年之内,物理学家建立起一种描述微观世界的统一的基本理论——量子力学。它用严格的数学语言调和了波和粒子这两种对立的经典概念在描写同一微观客体时表现的矛盾。量子力学的建立为人类了解物质结构奠定了基础。

1928年布洛赫等人在应用量子力学研究金属导电问题中,提出固体能带理论的基本思想——能带论。能带论第一次科学地阐明了固体为什么可按导电能力的强弱,分为绝缘体、导体、半导体。1931年英国物理学家威尔逊在能带理论的基础上,提出半导体的物理模型,大体上构成了确立晶体管这一技术发明目标的理论背景。

1935年后贝尔实验室的一批科学家研究Si材料,1940年,用真空熔炼方法拉制出多晶Si棒并且掌握了掺入Ⅲ族、V族杂质元素来制造P型和N型多晶Si的技术。还用生长过程中掺杂的方法制造出第一个Si的PN结,发现了Si中杂质元素的分凝现象,以及施主和受主杂质的补偿作用。1942年,美国普尔都大学物理系对Ge开展全面研究,同年夏天制出了第一个Ge的结,第二年制成反向击穿电压为100V的Ge二极管,并研究了Ge整流器的设计与应用方面的问题。1945年,二次世界大战刚结束,贝尔实验室成立了一个固体物理研究组,主要成员有:物理学家肖克利、

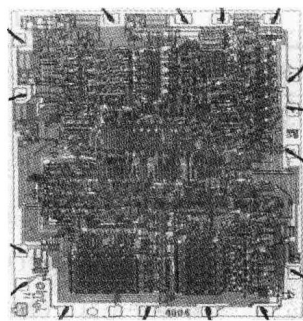


图1-5 INTEL4004 集成电路

布拉顿、巴丁,还有一些电子线路专家、物理化学家、冶金学家,在大家的共同努力下,于1947年12月23日成功发明了晶体管。晶体管是在半导体理论和实验基础上发明的。20世

纪 50 年代,一批原理、工艺新颖,性能优良的半导体二极管、晶体管,登上了应用舞台。

20 世纪 50 年代末,由于科学家在研究半导体表面理理论和技术的的基础上,实现了在半导体表面形成晶体管工艺,从而在 1958 年 4 月 12 日研制成功了第一块集成电路,这块集成电路共集成了十二个元件(两个晶体管、两个电容和八个电阻),是一种小规模集成电路。集成电路的发明,是以电子元件为主的电子技术的第三次重大突破。这一突破,使电子技术沿着集成电路所开创的电子元件微型化的新道路大踏步前进。随着集成电路集成度的不断提高,到 1964 年研制成功了中规模集成电路;1968 年又研制成功了大规模集成电路;1973 年大规模集成电路开始进入工业化生产阶段,这个阶段已经出现了集成 20 多万万个元器件的芯片。20 世纪 80 年代则是超大规模集成电路时代,集成度实际上已经突破了百万大关,从 80 年代后期开始集成电路技术步入了 $1\mu\text{m}$ 和亚微米时代($1\mu\text{m}=10^{-6}\text{m}$, 80 年代初芯片的电连接宽度为 $4\mu\text{m}\sim 6\mu\text{m}$),真正实现了微型化。进入 21 世纪,集成度则以每年 100 倍的平均速度增长,集成电路的集成度达到几十亿。

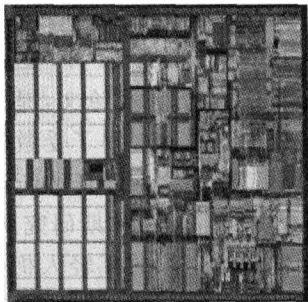


图 1-6 超大规模集成电路

集成电路从 20 世纪 50 年代末出现至今,其发展速度之快,对社会生产、生活的影响之大是人们始料未及的。以集成电路为核心的微电子技术已经渗透到现代通信、信息技术、计算机、医疗、能源、交通、自动化、教育传播等各个方面,尤其是对现代电子和信息技术的发展起了巨大的作用。

启示:

历史和经验告诉我们,无论是过去,还是现在、乃至将来,社会和经济的发展总是离不开科学技术的进步,科学技术的进步离不开物理科学的创新成果,而物理科学的创新成果,靠的是具有高素质的物理科学人才。

20 世纪中,物理学被公认为科学技术发展中一门重要的带头学科,过去 100 年中与物理学有关的重大科技发现或发明可归纳为表 1-1。

表 1-1 100 年来与物理学有关的科技重大发现和发明

时间	发现	时间	发现
1895	发现 X 射线(伦琴)	1911	发现原子核(卢瑟福)
1896	发现放射性(贝克勒尔)		发现超导(昂内斯)
1897	发现电子(J.J. 汤姆逊)	1913	建立原子模型(玻尔)
1898	提炼出钋和镭(居里夫人)	1915	建立广义相对论(爱因斯坦)
1900	量子论诞生(普朗克)	1925~1926	建立量子力学(海森伯,薛定谔)
1901	发明无线电报(马可尼)	1932	发现中子(查特威克)
1905	建立狭义相对论 光的量子论(爱因斯坦)	1939	发现裂变(哈恩,斯特拉斯曼)
		1942	第一个核反应堆建成(费米)

(续表)

时间	发现	时间	发现
1945	原子弹爆炸(奥本海默等)	1969	登上月球(阿姆斯特朗等)
1947	发明晶体管(肖克莱,巴丁,布拉顿)	1970以后	光纤通信逐步实用化
1947~1955	从电子管计算机到晶体管计算机	1972~1978	研制成大规模集成电路计算机
1957	人造卫星上天(前苏联)	1978以后	计算机(电脑)大量普及
1958~1960	发明激光(汤斯,肖洛,梅曼等)	1986	发现高温超导(柏诺兹,缪勒等)
1961	载人飞船上天(加加林)		

今天,谁也不能否认,科学技术深刻地影响了经济、社会和国际政治的面貌。可以说,正是因为现代科技极大地改变了人们的生存状态和思维方式,才使我们这个世界变化得这么快。

§ 1.2 物理学的社会教育和思想文化功能

1.2.1 科学的双重功能

把物理学仅仅看成为一门专业性的自然科学是不全面的。从物理学的发展历史可以看出,物理学的基本观点是人们自然观和宇宙观的重要组成部分。近代科学,首先是天文学和物理学,从无知和偏见中解放出来的过程,也是人们从漫长的中世纪社会中解放出来的过程。这一过程在20世纪发展到一个新的更高的阶段,相对论和量子力学的建立不但是物理学上的伟大革命,而且常被认为是第三次科学革命,也可说是人类思想史上的伟大革命。

马克思在一百多年前就曾说过,科学是“最高意义上的革命力量。”1883年,马克思逝世时,恩格斯致悼词说:“在马克思看来,科学是一种在历史上起推动作用的、革命性的力量。任何一门理论科学的每一个新发现,即使它的实际应用还无法预见,都使马克思感到衷心喜悦,但是当有了会立即对工业、对一般历史发展产生革命影响的发现的时候,他的喜悦就完全不同了。”[马克思恩格斯全集,19卷,北京:人民出版社,1962:375]

爱因斯坦也说过:“科学对于人类事务的影响有两种方式,第一种方式是大家都熟知的:科学直接地、并在更大程度上间接地生产出完全改变了人类生活的工具;第二种方式是教育的性质——它作用于心灵。”20世纪物理学的“文化味”是越来越浓了,也就是说,它日益成为社会一般知识、社会一般意识形态的重要组成部分了。物理学既是科学,也是文化。确切说物理学首先是科学,但同时又是一种高层次、高品位的文化。

1.2.2 物理学是“求真”的

物理学研究“物”之“理”,从一开始就具有彻底的唯物主义精神,一切严肃而认真的物理学家都坚持“实践是检验真理的唯一标准”这个原则。并且,这种“实践”在物理学中发展出特定的“实验”方法,具有其他学科还达不到的精密程度,再结合严格的推理,发展出一套成功的物理学研究方法,不断发现新的物理规律。规律是真理,而这种“真理”又都是相对真理。物