



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

基础物理学

第 III 卷 技术专题选

朱荣华 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容简介

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材和普通高等教育“九五”国家级重点教材,也是教育部高等学校工科物理课程教学指导委员会“九五”规划教材.这是一套力求与现代科技水平相适应的理工科物理教材,把教学目标定位在对对学生进行科学素质教育与知识创新教育以及支撑现代高新技术上.这也是我国第一套在大科学概念指导下重建教材结构的物理系列教材,包括文字部分与软件部分.文字部分共 5 卷:第 I 卷理论原理与方法、第 II 卷物质科学、第 III 卷技术专题选、第 IV 卷物理学史选、第 V 卷习题与问题,其中第 I 卷和第 II 卷为主干部分,分成 8 篇.软件部分包括 CAI 演示软件及资料库.

本书可作为高等学校理工科非物理类专业普通物理课程的教材或参考书.

第 III 卷《技术专题选》由 11 讲组成:知识创新与技术创新;激光与非线性光学;纳米技术;光信息技术;光纤通信技术;液晶显示技术;微电子技术;超导电子技术;CT 技术;霍尔效应;量子信息与计算.

图书在版编目(CIP)数据

基础物理学.第 3 卷,技术专题选/朱荣华主编.

—北京:高等教育出版社,2001

ISBN 7-04-008833-9

I.基… II.朱… III.物理学 IV.04

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 29012 号

基础物理学 第 III 卷 技术专题选

朱荣华 主编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 国防工业出版社印刷厂

开 本 787×960 1/16

版 次 2001 年 1 月第 1 版

印 张 12

印 次 2001 年 1 月第 1 次印刷

字 数 210 000

定 价 10.70 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换.

版权所有 侵权必究

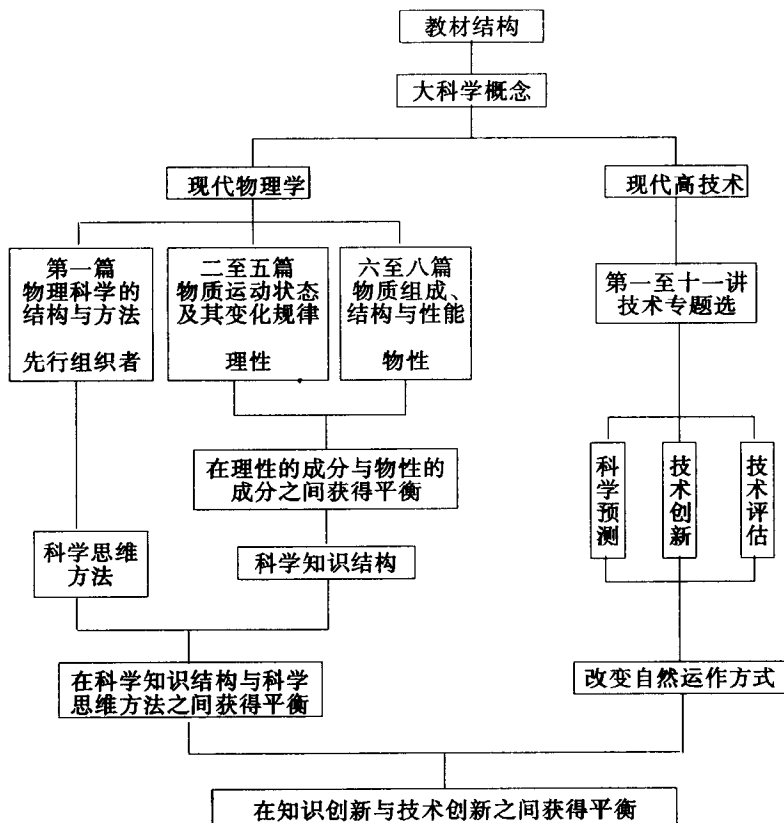


面向 21 世纪课程教材



普通高等教育“九五”
国家教委重点教材

前言



这是一套由教育部工科物理课程教学指导委员会(简称课委会)组织编写的面向 21 世纪课程教材,是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,也是已立项的国家级重点教材。

课委会立项的两个教学研究项目——“国内外工科物理教材比较研究”及“突破编写面向 21 世纪工科物理教材难点的研究与实践”的研究成果,为本教材的编写创造了条件,开辟了新路。为此,首先要感谢参加这两个课题研究的广大工科物理教师。

我们尝试编写的这套面向 21 世纪的工科物理系列教材,一方面以观念更新为先导,力图把现代教育思想注入整个教材框架之中,进行整体设计与整体优化,采用整体决定部分的编写程序,使其蕴涵未来的神韵、展现时代的精神;另一方面,对各种物理教学的实际问题,进行了严谨、认真、深入的研究,并在教材中一一给予创造性的回答,以推动教学与教材改革向纵深发展。

这是一套在大科学观念指导下建立的具有新的教材结构的系列教材.使教材在“理”的成分与“物”的成分之间、科学知识结构与科学思维方法之间、知识创新与技术创新之间获得平衡。

这是一套使 20 世纪物理学进入主渠道的系列教材。

在编写中,我们努力使教材的内容更新与科技的发展水平相适应,把一个不断变化的物理学建立在现代基础之上,向大学生提供在其一生中工作中相对稳定的知识与方法,使大学学习能为大学生的终身学习打下基础.量子力学提前讲,并把它作为一个整体教给学生,是实现教材现代化建设的关键,这也是本套教材所作的尝试。

这是一套走提炼“知识结构”之路,实现教材内容现代化的系列教材。

在编写中,我们努力打破传统物理学的各分支之间、物理学科与其他学科之间、与技术之间的界限,通过提炼、重组和整合后,使教材内容作为一个“知识整体”出现在“原理”和“方法论”的层面上.坚决删除那些非基础性的、细节性的、派生的、陈旧的知识,精选对培养现代工程师最有价值的内容.把物理学作为自然科学与技术科学的基础对大学生进行科学素质教育与知识创新教育。

这是一套组合了文字部分与软件部分的系列教材。

文字部分提供“知识结构”与“科学方法”,软件部分提供各种“资料库”,把围绕新教材的教学活动建立在计算机技术与先进教学软件相结合的现代教学技术的平台上.在整套教材的编写中,我们努力使教材的软件部分与文字部分配套,进入教材的主渠道,把对软件的需要固化在各个教学环节内成为教材的有机组成部分.这样可使教材有更好的选择性,既可以为教师组织电子教案,实现教案与教材分离,独立自主地按自己的教育理念组织教学活动服务,又可以为学生在课外选学、自学,扩展知识,培养自己“获取知识”与“问题解决”的能力服务。

这是一套注意把人文教育引入科学教育,以适应科技人文化趋势的系列教材。

素质教育的核心,就是培养学生“如何做人”.教材中专门设置了“物理学史选”这一模块,使物理学史成为新教材的有机组成部分.它为知识的逻辑框架注入历史感,把物理学中那些推动科技发展的社会、历史、心理因素,以及科学家的创造活动引进来,使历史成为达到教育目标应合理选择的教育内容,这有利于培养学生的科学精神、科学态度、科学思维方法.它通过科技与人文文化整合,技术

功利与道德价值整合,促进大学生知识—能力—素质的协调发展。

总之,我们在追求一种新模式,以使工科物理教材建立在现代教育思想、现代科技成就、现代教学技术的基础上,体现出鲜明的时代特征,能够真正满足培养 21 世纪社会所需的具有创新能力的高素质人才的要求。

这套教材的文字部分,共 5 卷:第 I 卷理论原理与方法、第 II 卷物质科学、第 III 卷技术专题选、第 IV 卷物理学史选、第 V 卷习题与问题。软件部分包括 CAI 演示软件及资料库。由于成书时间较短,书中错误、不当、不尽人意之处在所难免。我们把这套教材当作一个新生儿,它的健康成长,还需精心哺育,还要假以时日,还要有一个进一步建设的过程。

由于这是一套由课委会组织编写的教材,是为全国高校工科物理课程建设服务的,因此建设好这套教材,应是全国高校物理教师的共同任务。为了加快这套教材的建设进程,我们将采取两个措施:一是成立编委会,二是向全国高校物理教师开放,凡有好的修改建议和方案,经编委会审定同意后即可吸收进新版教材之中。

考虑到一种行之有效的教学新模式尚需通过教学实践努力探索并逐步建立起来,因此,当前最重要的工作,首先是要及时组织好师资培训,尽快解决教师“能教”的问题。而后要组织好教学试验,通过教学实践解决学生“可教化”的问题。这里既要通过更新观念,解决物理课程的目标定位问题,更好地为培养 21 世纪工程人才服务,又要解决物理课程的教学模式问题,使其符合学生的学习规律。课委会将努力推动本教材的“可教化”工作的展开,以此带动高校工科物理课程的建设与改革工作的进一步深化。

我本人进行了这套教材的框架设计与统稿、定稿工作。肖奕教授、陈强教授、胡其图教授、王彬教授参加了教材文字部分的统稿工作。

被聘为顾问的中国科技大学汪克林教授,高等教育出版社杨再石编审,中南工业大学刘永安教授,湖北工学院廖耀发教授审定了教材的文字部分。

我校校长办公室的蒋宏潮、李洪香、刘晋三位同志打印了所有文字材料初稿,我的女儿朱薇给予了我极大的帮助,没有他们的热情支持,本教材不可能按时出版。

我对所有参编的物理教师,支持教材编写工作的高等教育出版社的同志,我校校长办公室的同志以及我的女儿,在此一并表示感谢。

第 III 卷《技术专题选》由中国科技大学、重庆大学和华中医工大学参加编写,重庆大学林德华副教授参与了组稿工作。

参编情况如下:

中国科技大学

李志超教授

许立新博士

明海教授

曹列兆教授

重庆大学

林德华副教授 刘恩承副教授

蔡从中讲师 王 丁教授

熊见方高工 谯朝晖讲师

何光宏工程师

华中理工大学

肖奕教授

由于技术专题要涉及到一些领域中具体物理效应的技术开发,当应用物理学的理论原理和方法说明这些物理效应时,必然要遇到描述这一层面的物理学新名词,如电介质、电极化率、电极化强度、导体、电阻率、电阻等.对这些新名词的解释,存储在《基础物理学》软件部分的资料库中,可供学生查询与自学.

朱荣华

1999年5月于北京科技大学

目 录

绪言	1
第一讲 知识创新与技术创新	6
1-1 科学和技术的概念	6
1-2 理性科学的发生	9
1-3 理性科学的形成	12
1-4 科学革命和正常发展	15
1-5 技术创新	18
第二讲 激光与非线性光学	23
2-1 激光机理	23
2-2 激光器	25
2-3 非线性光学	33
2-4 自由电子激光	39
第三讲 纳米技术	47
3-1 纳米技术	47
3-2 扫描隧道显微镜 STM	50
3-3 激光冷却	55
3-4 原子阱	61
第四讲 光信息技术	63
4-1 信息	63
4-2 光信息	68
4-3 光学透镜成像技术工作原理	70
4-4 全息照相技术	79
第五讲 光纤通讯技术	85
5-1 工作原理	85
5-2 光纤技术的实用化	96
第六讲 液晶显示技术	101
6-1 液晶的光学性质	101
6-2 液晶显示技术	105
6-3 液晶的其他应用	110

第七讲 微电子技术	113
7-1 信息存储技术	113
7-2 光刻技术	120
第八讲 超导电子技术	129
8-1 正常电子隧道效应	130
8-2 约瑟夫森隧道效应	132
8-3 超导电子器件	137
第九讲 CT 技术	142
9-1 透射式 CT 的物理原理	143
9-2 CT 技术的发展	145
9-3 几种新型的 CT 技术	146
第十讲 霍尔效应	153
10-1 二维电子系统.....	153
10-2 霍尔效应的测量.....	154
10-3 理论解释.....	156
第十一讲 量子信息与计算	165
11-1 量子叠加与量子纠缠.....	165
11-2 量子计算.....	167
11-3 量子计算机方案.....	170
11-4 量子密码.....	173
11-5 量子传态.....	175

绪 言

任何一个时代,都有与之相适应的并标志了这个时代科学技术水平的技术群.当代的高新技术就是这样的标志.什么是高新技术?关键在于一个“新”字.它是以基础研究的知识创新为背景的技术创新;它所开拓的全新的技术领域形成一个技术群,对当代社会经济发展有着极大的推动作用;由它支撑衍生出来的新兴产业群的形成与发展,冲击着传统的产业结构、经济模式与管理形式;它迅速地向社会的各个领域渗透,创造了巨大的市场需求,推动着技术的飞速发展;它也冲击着人们传统的生活方式、消费行为以及思维方式.

当代高新技术有三个特征:

(1) 技术的目的不仅是改造自然,实现自然人工化的手段,也是认识自然,进行科学探索的手段.

(2) 技术的发展,经验积累已退居次要地位.科学已成为技术的前导,技术则成为科学的物化形式.

(3) 技术的物质手段中,不仅有硬件,还有使硬件充分发挥作用的控制程序和系统软件,从而使技术概念中人的经验、技能与知识也被物化了.

1. 物理学与高新技术

物理学是当代高新技术发展的最重要的源泉之一.目前在全世界范围内,正在进行着的以信息技术为前导,以微电子学和电子计算机技术为主要标志的新的科学技术革命,由此形成的一系列的高新技术部门,从根本上讲,来源于 20 世纪初物理学的三大成就:

(1) 1905—1915 年,爱因斯坦的相对论.

(2) 1924—1927 年,量子力学.

(3) 原子核物理.

由它们决定了 20 世纪科学技术的面貌.

例如,原子能.1932 年,查德威克发现了中子,1939 年,发现了中子引起的铀裂变可释放原子能,并有更多的中子发射.1939 年,费米等由此提出了“链式反应”概念,以获取原子能.20 世纪 40 年代原子弹与原子反应堆的出现,20 世纪

50年代氢弹出现及受控核裂变的设计,原子能工业与先进的核反应技术,影响着世界能源结构的未来,以及整个高技术群的形式。

例如,晶体管.1947年美国电话电报公司贝尔实验室的肖克莱、巴丁和布赖顿在研究不同条件下电流流过半导体的方式时发现了晶体管效应,为集成电路、微电子学和整个计算机革命开辟了道路,揭开了此后电子技术和电子工业整个发展时代的序幕。

例如,激光.1917年爱因斯坦在建立辐射的量子模型时,提出了受激辐射概念.至50年代,在汤斯、肖洛、巴索夫、蒙洛普罗夫研究光放大工作的基础上,导致了美国休斯飞机制造公司实验室梅曼成功地制造了世界上第一台红宝石激光器.由此革新了全部传统光学,推动了激光技术的蓬勃发展和光子学的兴起。

例如,核磁共振成像技术(MRI).它的原理是 E. Purcell 和 F. Bloch 在研究核和物质之间如何发生磁相互作用时发现的.这个发明使医生窥视人体内部如同体表一样清晰,MRI 是一种非干扰、非插入的诊断技术,并且没有任何已知的副作用,它在医学诊断中的作用是革命性的,可与 X 射线的发现比美。

例如,超导电子学.1962年发现的约瑟夫森效应,导致超导电子学的兴起.依赖它可制作超导开关器件,进而制成超导电子计算机,预期其开关速度比现有的电子器件快 10~100 倍,功耗仅为后者的千分之一。

物理学的每一个新思想、新发现、新效应,甚至那些看来很纯的基础研究成果,都会转变为某种技术应用,而且转变时间愈来愈短.物理学全方位地渗透技术领域,成为推动技术创新的主导力量.物理学成果直接导致新技术产生,物理学方法和手段也越来越普遍地转变为技术的方法和手段,物理学通过产生先进技术和新兴产业,对国民经济产生重大影响.今天的物理学,对保持明天技术上的优势,保障工业和企业部门的未来前途是十分重要的。

2. 大科学概念

我们要在大科学概念指导下讨论技术。

(1) 科学除传统的认识功能“说明与解释”以外,还应包括它的社会功能“预测与控制”.由社会需要推动的“预测”,应成为科学创造中重要的明显的因素.承认技术创新和科学发现一样是生产新知识的手段。

科学研究既包括传统的基础性研究,又包括应用性研究,而且后者比重远超过前者.解决社会的重大问题或迫切问题的设计研究,应是科学研究的重要内容,如环境、能源等问题.承认科学的社会运用是科学的内部问题。

(2) 要侧重培养学生的创新意识与创新能力。

传统观念认为,人们除了被动地遵循自然规律并没有其他出路.人们只能应用已知的自然规律于自然的现状,并做出各种推断,说明未来的各种可能性.但

这种观念忽略了人类主观能动性的反作用,人类虽不能改变自然规律,却能改变自然界的运作方式,扩大自然界未来的选择范围。

今举一例说明.自然界是通过化学反应或生物化学反应过程合成物质的.1959年12月费曼在帕萨迪纳的加利福尼亚技术学会召开的美国物理学年会上,提出了合成物质的另一条新途径.他设想了一种技术,通过一个原子一个原子地进行控制,按化学家的要求把原子放在指定位置,人们就能按自己的意愿把所需要的物质制造出来.人类掌握了这一技术,科学将在原子水平上合成一切,从而使自然界关于物质合成的运作方式发生了变化.这种自然界不存在的运作方式,形成了今天的纳米技术.它是现代科学(量子力学、介观物理、混沌等)与现代工程技术(微电子学、计算机、扫描隧道显微镜等)结合的产物.纳米技术的发展又将引发一系列与之密切相关而又自成体系的科学新领域,例如纳米材料学、纳米电子学、纳米生物学、纳米机械工程学等.这是一个引人瞩目而且迅速发展的方向,并将成为21世纪的又一个核心技术。

正如我们在某处拾到一只手表时,认为它是有人遗失在那里的,决不会认为它犹如一块砂石那样是自然形成的.因为制作手表的方式,在自然过程中是不存在的.正因为如此,在技术领域,特别需要个人的创新意识和创新能力,特别需要个人的想像力。

(3) 技术既丰富了人们的生活,又带来了风险,技术利益与技术风险都是真实的,这是一个利弊共存的问题.没有技术风险,也就没有个人的发展和技术、社会的进步.我们生活在一个技术利益与技术风险并存的体系之中,为此,我们必须作出评估,使价值理性成为科学理性的重要组成部分.大科学概念应包括科学预见、技术创新与技术评估三位一体的内容.如在生物克隆技术中,引发了包括社会伦理问题在内的各种技术文化问题。

(4) 科学是一种建制、事业和产业。

自第二次世界大战以后,科学活动已发展到国家规模建制时代,以及今天的国际合作的跨国建制时代.科学概念也随之发生了巨大变化,大科学概念认为科学是一种建制,而“科学是一种事业或产业”是“科学是一种建制”的现实表现。

科学是一种建制,即由与知识创新和技术创新有关的社会单元和组织结构组成的网络体系.主要包括企业、科研机构 and 高等学校,广义的还包括政府部门、其他教育培训机构、中介机构和起支撑作用的基础设施.从功能上分为知识创新系统、技术创新系统、知识传播系统以及知识应用系统.企业是技术创新活动和产业化的主体;高校和科研机构是知识创新、知识传播和人才培养的主体;而政府也根据国家目标组织重大创新计划和项目,推动产学研结合,推广新成果,建立新的管理机制,建设基础设施等.知识创新是技术创新的基础和源泉,技术创新是企业竞争力的根本所在,它们与知识传播、培养和输送人才,构成社会创新

体系的三大支柱.知识应用创造社会需求和市场需求,构成社会创新体系的基础和社会化平台.高校在孕育高新技术企业中应发挥重要作用,德国《明镜》周刊在《这里创造未来》一文中说:“麻省理工学院是美国最富创造力的发明家大学,学院的师生走在现代科学的最前沿,他们在这里创造美国赖以占领全球未来市场的科学知识”,“几乎没有任何一所大学能像它那样把科研和市场营销,学术上的远大抱负和追求利润紧密地联系在一起”,“激励麻省理工学院师生不断向前的是由学术抱负、先锋精神和企业家欲望混合而成的校风”。

高校面向 21 世纪的人才培养的一个重要目标,是让学生走在现代科学的最前沿,并感受到市场最前沿需求的巨大压力,把“学术上的远大抱负”和“占领市场”结合起来,把学生的创造才能“聚焦”到最能赚钱的高新技术领域。

3. 技术群

这个技术群,以信息技术为前导,以新材料和新能源为两翼;沿着微观尺度,正向粒子的深层结构及生物技术、生命科学开拓;沿着宇观尺度,正向人类征服宇宙的方向开拓.这个技术群的主要代表为:微电子技术、计算机技术、信息获取与处理、光电子技术;卫星通信、光纤通信、移动通信技术、激光技术;微生物、酶、细胞、蛋白质及基因工程技术;非晶、多晶薄膜材料、超导材料、纳米材料、精密陶瓷材料、化合物半导体材料、光导纤维材料、金属合金材料及高分子、无机功能材料等新型材料技术;可控热核反应能、原子核能、太阳能、地热、水力、风能、潮汐能等新能源技术;海洋矿床利用及海洋生物资源利用技术;空间探测、空间研究、空间工业、空间运输及空间军事技术等。

在世界各国,这些高新技术正处在激烈的竞争中:

(1) 1983 年 3 月美国推出了战略防御计划 SDI,后来又称为“星球大战”计划.在地球的外层空间,形成多层次的非核拦截区,建立一个安全的反弹道导弹系统,并以军事高新技术带动经济振兴。

(2) 1985 年 4 月欧共体推出了欧洲研究协调机构计划,即尤里卡(Eurece)计划,以民用技术为主,集中在信息处理、计算机、通信、机器人、新材料及生物技术等领域。

(3) 1984 年 4 月日本推出了“振兴科学技术的基本政策”报告,规划了物质和材料科学技术、信息和电子学、生命科学技术、资源科学技术、空间、海洋科学技术五个方面,共 15 个主题研究项目。

(4) 1983 年我国推出了“高技术研究发展计划”,又叫“863 计划”,包括生物技术、航天技术、信息技术、激光技术、自动化技术、能源技术和新材料七个领域及相应的 15 个主题项目。

本卷将选择由近代物理支撑的高新技术与社会重大、迫切问题的交汇点作

为载体,通过“物”和“理”两方面的综合应用,向学生介绍包括科学预见、技术创新和技术评估三位一体的内容,培养学生的创新能力与价值判断能力.

第一讲 知识创新与技术创新

1-1 科学和技术的概念

这里的“科学”指自然科学和技术科学。

什么是科学？

科学是人对客观世界的正确认识，是人类寻求知识的过程及其成果体系。科学是发现，回答“是什么”、“为什么”。

什么是技术？

技术是人类为达到物质性目的使用的成套的知识系统。技术是发明，回答“做什么”、“怎么做”。

1-1-1 知识

上述定义中引用了“知识”这个基本概念。知识又是什么？

知识是一种信息。人对事物的感觉反映形成记忆和语言陈述，成为较稳定可靠地存贮着的信息，这种信息可供随时提取，用以与类似事物进行比较。在比较过程中，直接来自感觉的知识集群以其异同而有分合，逐渐上升为抽象的知识。

知识是一种可用语言陈述的信息。要想向别人传授知识就要有语言陈述，即使个人保密的知识，它在个体那里的信息存贮也得有语言陈述。实际事物转瞬即逝，感觉反映要记下来就得转成语言形式。语言陈述有各种形式，任何图形、符号都可以构成语言，譬如地理考察之后绘成的地图。人们终于知道了卡文迪许的未公开的科研成果是因为得到了他的记事本。尤其在知识构成科学体系的过程中，必然有大量积累的零散知识在许多人中辗转传授，集思广益，然后才形成一门科学。没有哪一门科学是一个人从头到尾完全独立建立的，至少他用以陈述的大量语词所包含的概念不是他一人独创的，这就是科学的社会性，这也是定义中用“人类”这个词的用意所在。牛顿说他的成就是“站在巨人的肩上”取得的，这话极为正确深刻，不只是谦逊之词。

技术首先是一种知识，这意味着技术的可陈述性，可传授性，也就是社会性。技术的定义中强调了物质性目的，这把科学与技术的区别说清楚了。而大科学追

求一切知识并力图把知识系统化,成为技术创新的源泉,特别是创造高级技术以至技术科学的源泉。

这里要区分技术与技艺两个概念。如果一个人拥有做某种事物的技能或技巧,但不能以语言陈述方式向人传授,就不能用“技术”一词表示,那只是个人的技艺。比如骑自行车一般得通过练习,不可能只通过读书或听课学会,因而骑车便不是技术,只是技艺。杂技演员的车技更是如此。大凡技术,总是可以写成文字,一般人能一读而知,如法炮制即见功效,就像现在专利法对编写专利说明书所提的要求那样。而各种杂技、音乐、绘画、舞蹈等艺术无不以苦练技艺为其发展的先决条件。科学家做研究工作的能力也包含很大的技艺性成分,也是苦练基本功得来的。一些老科学家提出“科学的艺术”这个概念,那不是说科学成果是艺术作品,而是说科学工作与艺术一样需要技艺。

所谓人之三能“学、术、艺”代表科学、技术、技艺这三个基本概念。有一种说法把工具机器之类的实物也归于技术概念之下,我们不采取这种说法。只把工具机器看成是体现技术的东西,而非技术本身,正如科学不包括仪器,文化不等于书籍。伽利略、牛顿、瓦特和爱迪生的器具今何在哉?永存者唯其求知成果而已。

所谓“技术科学”,是指很多零散的技术知识按物质性目的分门别类形成系统。近代科学的发展表明:某一基础科学接近完成时,研究的重心就转向技术开发,而这门学科就转化为一门技术科学。例如光沿直线传播的几何光学,实际上转化为技术科学已经 100 多年了,“几何光学”与“工程光学”已分不太清楚了;真空电子学以及由真空电子管带动的电子电路学在 30 年代是基础科学,到 50 年代就转化为技术科学了;60 年代产生的激光,其基础性研究只用了十几年便成了以技术为主的科学。基础科学向技术科学的转化越来越快。

就算最为基础性的量子力学,基本理论框架完成已有半个世纪了,现在的量子力学本身主要是在各外延领域应用,例如凝聚态物理学、分子生物学、粒子物理学……等领域,所得成果不再归于量子力学本身。从这一点说,量子力学也未尝不可说已转化为一门技术,特别是用计算机之后,量子力学的实践操作更显示技术性特征。近几年有“量子工程”问世。而量子工程以已有的原子结构数据为本,设计某种凝聚体,预期材料性状。多层金属薄膜的设计与建筑工程相似,建筑工程师以建筑材料砖瓦木石的数据为本,用设计楼宇的图纸,付诸施工。它们都是“工程设计”。

1-1-2 信息

在知识定义中用到“信息”这个基本概念。什么是信息?信息是物质的超时空存在方式,是局域时空中的物质对其外在世界的微弱物理作用,是历史的记忆,是巨大变动引发的契机。

作为物质的存在方式,信息与时间、空间、运动一样是一个基本概念.但是物质的存在决不是仅仅局限于它所占据的局域时空之内.物体与时空距离遥远的存在物总有着一定的联系,有一种微弱的相互作用,例如人眼看到了恒星、河外星云……其距离可达百亿光年.这是遥远天体发射的光作用于人眼,人得到遥远天体的信息,这信息也许早达宇宙创生初期.如果一个物体不向外界发放任何信息,外界便感受不到它的任何作用,不能形成这个物体的知识,它的“存在”便没有现实意义;在人们的经验中,“过去”和“将来”是不等价的,凡回忆的总是过去,关于过去,记忆与观测为我们提供了记录,而关于将来,我们并没有确切的知识.我们赋予“现在”以特殊的意义,它可以为我们直接观测,它像一排排波浪的浪头连续不断地把可能转变为现实,在后面留下的只是木已成舟的过去.一切知识都来源于“过去”,是“历史的记忆”,从这个意义上讲,物理学与历史学一样,信息的历史性(既往性)是必须予以强调的;信息仅存在还不够,它对外界的微弱作用还要引起比这作用本身更强大的质量和能量的变动,这就是所谓“控制”.没有控制效果的作用无须称之为信息.中国古代早在先秦就有了一个叫“机”的概念,那就是指信息及其控制作用而言的.提出这种高级哲理概念早于西方二千多年,是中国科学思想和哲学思想的重大成就.

知识是一种信息,但与一般物质间的原始信息又有很大区别.人类作为认识主体,从外在世界取得感觉材料,经复杂的内在加工——信息处理,再经更复杂的群体内交流、传承、汇聚、再加工等一系列过程,最后变成与物质间的原始信息大不一样,可以说是面目全非的新信息.人作为个体,在启蒙之后很难辨认所受教育内容的原始来源,对自身的思维活动的本性也茫然不知其所以然,于是便有“精神”这个概念的产生.历代有许多哲人认为精神是与物质并立的东西,遂有唯心与唯物的大规模论战.这种种不同的观点必然会影响科学的发展,或对研究对象有不同的取舍,或对原始信息的分析判断和评价互不相同,这就是所谓“科学思想”的作用.科学思想的不同是中西两大文化差异的重要原因.

信息是与质量和能量并立的基本范畴性的东西,把以质量和能量为主要表象的存在叫做物质,而把信息叫做精神,这种精神当然是现实存在的东西.泛称一切信息为精神的做法并不可取.“精神”一词已被用以专指人类思维意识这种高级形态的信息.不区分人的精神与物的简单相互作用,抹杀其间的巨大差异而混称精神,这是哲学的“泛神论”.只把人的主观意识叫做精神而与物质绝对对立,看不到其间的共性联系,叫“二元论”,甚至进而否定物质的存在,叫“唯心论”.

质量能量也好,时间空间也好,都表征物质存在的简单的终极分析的性质.而信息表征的是物质的复杂的整体的综合性质.自然科学的发展路线侧重哪一个方面?是着重分析,还是着重综合?是喜欢简单性,还是喜欢复杂性?这是决