

全国专业技术人才知识更新工程公需科目网络课程教材

科技创新 与中国的未来

人力资源和社会保障部
中国科学院 组织编写

 中国人事出版社

全国专业技术人才知识更新工程 公需科目网络课程教材

科技创新与中国的未来

人力资源和社会保障部 组织编写
中国科学院



中国人事出版社

图书在版编目(CIP)数据

科技创新与中国的未来/人力资源和社会保障部,中国科学院组织编写. —北京:中国人事出版社, 2013

ISBN 978-7-5129-0607-5

I. ①科… II. ①人… ②中… III. ①技术革新—研究—中国 IV. ①F124.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 238233 号

中国人事出版社出版发行

(北京市惠新东街1号 邮政编码:100029)

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 18 印张 426 千字

2013 年 9 月第 1 版 2013 年 9 月第 1 次印刷

定价: 68.00 元

读者服务部电话: (010) 64929211/64921644/84643933

发行部电话: (010) 64961894

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

如有印装差错, 请与本社联系调换: (010) 80497374

我社将与版权执法机关配合, 大力打击盗印、销售和使用盗版图书活动, 敬请广大读者协助举报, 经查实将给予举报者奖励。

举报电话: (010) 64954652

前言

“专业技术人才知识更新工程”是列入《国家中长期人才发展规划纲要（2011—2020）》的重大人才工程之一。

“专业技术人才知识更新工程”是围绕我国经济结构调整、高新技术产业发展和自主创新能力的提高，在装备制造、信息、生物技术、新材料、海洋、金融财会、生态环境保护、能源资源、防灾减灾、现代交通运输、农业科技、社会工作等重点领域，开展大规模的知识更新继续教育。大力提升专业技术人才能力素质，为建设创新型国家，推动经济社会发展提供人才支撑。

《科技创新与中国的未来》系列科技讲座与图书应运而生。

为帮助广大公务员、专业技术人员把握世界科技发展趋势，全面了解科学技术对我国现代化建设至关重要的作用，明确中国至2050年科技发展的需求和阶段性目标，普及科技知识，提高科学素质。人力资源和社会保障部、中国科学院联合组织了《科技创新与中国的未来》系列科技讲座并编写了图书。

中国科学院院长白春礼领衔，中国科学院的院、所级领导、两院院士等11位我国著名科学家、有关学科领域的带头人，担纲主讲并结集出版。

这11部分内容分别是：《物质科学的新突破》《新一代网络与通信》《物联网》《空间科学》《可再生能源》《遥感科学与数字地球》《城镇化与可持续发展》《新时期我国粮食安全战略的思考》《干细胞与再生医学》《生物多样性》《海洋研究发展战略》。

本书知识前沿，信息丰富，图文并茂，深入浅出。充分考虑到广大公务员、专业技术人员读者文化程度高、工作时间紧等特性，提纲挈领，言简意赅，既有面的铺陈又有点的详叙，使人眼界开阔，思维创新。

本书由人力资源和社会保障部、中国科学院精心组织，中国科学院人事局、中国国家人事人才培训网、中国人力资源和社会保障出版集团多方合作得以出版。

编者

2013年6月

目CONTENTS 录

①	物质科学的新突破	白春礼	001
②	新一代网络与通信	侯自强	018
③	物联网	封松林	057
④	空间科学	吴 季	102
⑤	可再生能源	陈 勇	121
⑥	遥感科学与数字地球	郭华东	150
⑦	城镇化与可持续发展	樊 杰	166
⑧	新时期我国粮食安全战略的思考	刘 旭	187
⑨	干细胞与再生医学	周 琪	204
⑩	生物多样性	马克平	230
⑪	海洋研究发展战略	孙 松	268

物质科学的新突破

白春礼



白春礼，中国科学院院长、党组书记、院士，中国科协副主席，发展中国家科学院（原称第三世界科学院）院士。主要从事纳米科技的重要领域扫描隧道显微学的研究，重点集中在扫描探针显微技术，以及分子纳米结构和纳米技术研究。由德国 Springer 出版公司和科学出版社等出版多部中、英文著作，获国家和省部级科研成果奖励十余项。2010 年 11 月获联合国教科文组织首次颁发的“纳米科学和纳米技术发展贡献”奖章。

世界是由物质组成的。随着人类对自然认识的深化,以物质的结构层次、运动形式和演化机制为研究对象的物质科学获得了巨大的发展。尤其是进入 21 世纪以来,以相对论和量子力学为支柱的现代物理学理论体系的建立,使人类的视野进一步拓展到微观、宇观和高速领域。

物质科学作为科学研究的基础,在生命科学、能源科学、环境科学、信息科学、材料科学等众多改善人类生存条件和促进社会进步的关键科学技术方面,发挥着至关重要的推动作用。

第一节 物质科学及其变革性研究

一、物质科学的内涵

物质科学致力于研究物质的微观结构及其相互作用规律,它不仅是一切科学的基础,而且可以衍生出一系列新的技术原理,为材料与器件的研发提供新的知识基础。

(一) 物质科学的研究对象

物质科学的研究对象主要包括物质的组成、结构、性质及其变化规律等,是典型的多学科交叉研究领域。物质科学的研究不断催生新的理论,而且也催生新方法、新技术、新手段的发明和运用。

物质世界的层次对应于基础学科的分类,主要有天文学、空间科学、地球科学、生命科学、材料科学、物理、化学、纳米科技、高能物理、粒子物理等。这些尺度从大到小,未知尺度、空间尺度、宏观尺度、纳米尺度和量子尺度。所对应的科学前沿分别为:宇宙的起源与演化、生命的本质、物质的本质与基本结构等。数学是上述基础学科和科学前沿的共同基础。

(二) 物质科学研究是辩证唯物主义世界观在科学研究领域的实践

物质世界是分层次的,每个层次均有各自的特征和发展规律。一旦对这个层次的特征和规律有了新的认知,科学与技术都将发生革命性的变化。人类认识自然、改造自然的社会活动,也必须从物质世界及其运动规律出发,按照其本来面貌去认识世界、改造世界,尊重客观规律。这也是科学发展观的内涵之一。

世界是物质的,物质是运动的,运动是有规律的,规律是可以认识的。辩证唯物主义是指导物质科学研究的思想基础,同时物质科学研究也为辩证唯物主义的思维方式提供科学实证的载体。

二、物质科学变革性的研究

(一) 变革性突破

科学研究突破一般来讲可以分成两类:一类是进化性的科学进步,另一类是革命性的科学进步。

1. 进化性的(Evolutionary)科学进步

目前绝大多数科学知识是累进式向前发展的,也就是说在原有研究成果的基础上发起新研究项目,或对长久以来的猜想及理论加以验证,这种进步是进化性的,即进化的科学观。

世界上绝大多数科学研究以这种形式的创新性推动科学进步。

2. 革命性的 (Revolutionary) 科学进步

在科学发展史上可以看到很多革命性的科学进步, 革命性的科学进步也可以称之为变革性突破。即通过推翻已有模式, 产生全新理论, 科学进步是革命性的, 以这种形式构成的科学研究, 称之为变革性研究。

变革性研究从根本上改变对已有重要科技概念的理解, 或开辟新的领域, 挑战旧理论, 迈向新前沿, 其特点也在于原始性创新。革命性的科学进步影响了人类文明发展的历史。

(二) 物质变革性技术的重大作用

1. 对自然现象的探索催生了新的理论, 奠定了众多发明和应用的基础

李政道先生曾指出: “20 世纪初, 科学界最大的谜是太阳。” 20 世纪中叶前, 人类所用的很多能源都来自太阳。太阳的能量是经光传播到地球, 所以光和热的研究是 20 世纪初物理学界的两大重点。

爱因斯坦由于光电效应研究而于 1921 年获得了诺贝尔物理奖。2009 年, 诺贝尔基金会评出了百余年诺贝尔奖史上“最受尊崇的”三位获奖者, 其中之一是爱因斯坦。光电效应研究催生了相对论和量子论, 引发了一个世纪的创新革命, 产生了原子结构、分子物理、核能、激光、半导体、超导体、超级计算机等。几乎 20 世纪绝大部分的科技文明均源自于此, 都是从研究光和热的基本规律中产生的。

没有相对论和量子论, 就没有今日的这些科技文明, 如信息技术、空间技术等都离不开相对论和量子论。19 世纪的人类很难想象现在激光、半导体、超导体、核能、超级计算机等的应用。20 世纪如果没有基础科学的突破, 就不会有 20 世纪的这些科技成果。同样我们也深信, 21 世纪的基础研究也会使 21 世纪产生重要的新科技。

2. 对物质科学的探索催生了新的检测工具, 催生了新的领域

1981 年, Binnig 和 Rohrer 教授为研究超导体的局域隧道效应, 从最初的装置设计中悟出可用其专门研究表面电子态密度变化, 从而发明了可用于观察和操纵表面单个原子、分子和原子团的扫描隧道显微镜 (STM), 如图 1—1 所示。这一发明 5 年后获得了诺贝尔奖。

扫描隧道显微镜发明以后, 人类首次看到了原子分布图, 从而揭开了原子尺度微观世界的神秘面纱。导电物质表面结构的原子、分子状态在 STM 下清晰可见, 因而成为研究表面物理和其他实验研究的重要显微工具。

扫描隧道显微镜的工作原理是根据经典物理学计算的。计算表明微观粒子不能越过比它自身能量高的势垒, 就好像有一座环形山从外部将它们包围住一样, 粒子的能量没有达到使它们可以越过这座山而跑到外边去的强度。但量子力学认为, 由于微观粒子具有波动性, 当一粒子进入一势垒中, 粒子在偶然间可以不从山的上面越过去, 而是从穿过山的一条隧道中通过去, 人们称这种现象为“隧道效应”。

若以针尖为一电极, 被测固体表面为另一电极, 当它们之间的距离小到纳米数量级时, 电子可以从一个电极通过隧道效应穿过空间势垒到达另一个电极形成电流, 其电流大小取决于针尖与表面间距及表面的电子状态。如果表面是由同一种原子组成, 由于电流与间距成指

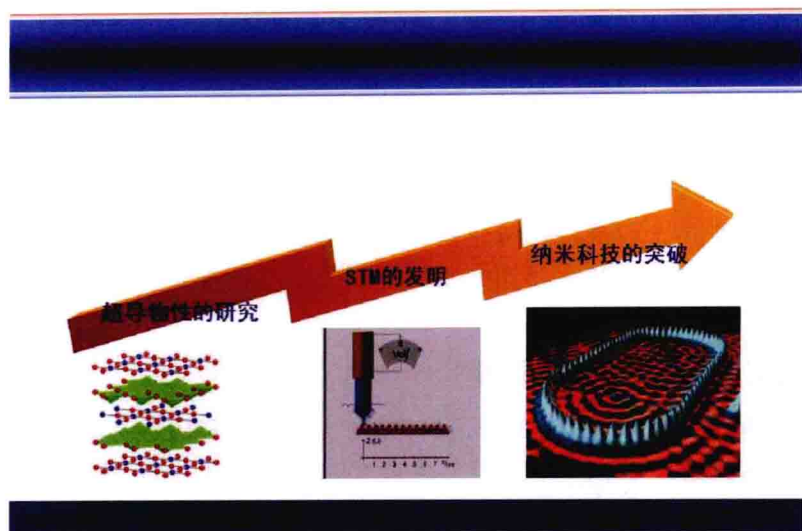


图 1—1 扫描隧道显微镜的发明及其应用

数关系，当针尖在被测表面上方做平面扫描时，即使表面仅有原子尺度的起伏，电流却会有很大的变化，这样就可用现代电子技术测出电流的变化。它反映了表面的起伏，表面高，电流就强，表面低，电流就弱，当样品表面起伏较大时，由于针尖离样品仅纳米高度，扫描会使针尖撞击样品表面造成针尖损坏，此时可以控制探针和样品之间的距离，如果距离恒定不变，那么针尖在表面扫描的时候，它的电流就是恒定的，这种运行模式被称为恒电流模式，目前 STM 大都采用这种工作模式。

如果把 STM 扫描下的原子排成像足球场一样，形成一个原子围栏，就是量子围栏。为什么叫量子围栏呢？因为在如此小的范围之内构成的围栏，里面的电子波会发生变化，产生很多量子效应，以前的量子效应只是理论上描述，不可能直接观察，但通过这种方式能够直接观察，在一个原子围成的量子围栏之内，量子的一些性质是以前从来没有的。这种单个原子的操纵技术，催生了纳米科技。

所谓纳米科技是在纳米的尺度上来研究单个的原子、分子的特性，以及按照人类的意愿，通过原子、分子来构造具有各种功能的产品和器件。所以说对物质科学的探索，催生了新的检测工具，这个新的检测工具出现就催生了一个新的领域，因此，STM 被国际科学界公认为是纳米科技的“眼”和“手”，催生了纳米科技走向成熟。所谓“眼”，是指利用探针（SPM）可直接观察测试原子、分子以及它们之间的相互作用与特性；所谓“手”，是指 STM 可以移动单个原子或分子，构造纳米结构，同时为科学家提供在纳米尺度上研究新现象、提出新理论的微小实验室。这是对物质科学探索而催生新工具，并因此开辟新领域的典型例子。

3. 大科学装置是打开现代科学的钥匙，同时对技术的推动也产生非常深远的影响

物质科学探索中的新发现奠定了诸多大科学工程的基础，同时大科学装置的应用也对物质科学的深入研究和新技术应用产生了重要影响。

1947 年，科学家研究发现高速荷电粒子在速度改变时放出电磁辐射，即所谓同步辐射。

到了 20 世纪 70 年代,同步辐射作为一种特殊光源开始得到应用。主要应用表现在同步辐射可以用来刻蚀微电子的电路,做大规模集成电路,刻其电路图,也可以用来研究蛋白质的结构等。所以同步辐射大科学工程为当代几乎所有的前沿科学研究和应用研究提供了一个先进的、不可替代的实验平台,依托同步辐射进行的研究产生过 5 项诺贝尔奖。同步辐射的建设不但推动了高能物理及相关领域的基础研究,还有力地带动了相关高技术产业的发展,促进了计算机、探测技术、医用加速器、辐照加速器和工业 CT 等技术进步,产生了巨大的经济效益和社会效益。

中国建立同步辐射研究的基地主要包括中国科学院(以下简称中科院)高能物理研究所(以下简称中科院高能所)的北京正负电子对撞机和合肥中国科学技术大学(以下简称中国科大)的同步装置,是专门提供同步辐射实验的,第三个是在上海的中科院应用物理所建了第三代同步辐射光源。1988 年 10 月 24 日,邓小平同志视察中国科学院高能所北京正负电子对撞机时指出:“过去也好,今天也好,将来也好,中国必须发展自己的高科技,在世界高科技领域占有一席之地。”中美高能会谈,20 多年来不仅是中美科技合作的重要渠道,也是特定历史条件下外交沟通的重要渠道。

(1) 高能物理研究是我国互联网发展的源初推力

对物质科学最基本的研究,如高能物理核子的研究催生一些新的技术,由欧洲核子中心(CERN)首先成功开发了世界上第一个 WWW 服务器。通过下一代高能物理实验国际合作,引进了高性能的网格计算系统,实现海量数据和超级计算能力的全球共享。

互联网技术最早由中科院高能物理研究所引入中国,高能物理研究也是我国互联网发展的源初推力。1987 年开始,从中科院高能所拨号连接 Stanford SLAC,可接收、发送电子邮件;1991 年 5 月 30 日,中美科学家为高能所设计了国际计算机联网的手绘路线图;1994 年 5 月,中国第一台 WWW 服务器建于北京高能所;1994 年 4 月 15 日,中国第一套网页——高能所网页建成。

(2) 目前我国网民、域名、微博用户规模

1) 网民规模。1994 年 4 月,中国作为第 77 个国家,从中科院正式连入 INTERNET。截至 2011 年 7 月,中国网民 4.89 亿,稳居全球第一。

2) CN 域名规模。1990 年 11 月,CN 域名注册,自 1994 年,CN 域名由中科院网络中心的 CNNIC 负责运营管理,2009 年 12 月底,CN 域名曾达 1 345 万个,截至 2011 年 7 月,经过专项整顿,CN 域名为 341 万个。

3) 微博用户数量半年内井喷。CNNIC《第 28 次中国互联网络发展状况统计报告》显示,中国微博用户规模在 2011 年上半年迅猛增长,截至 2011 年 6 月底,中国微博用户数量达到 1.95 亿户,半年内增长超过两倍,增幅为 208.9%。

第二节 物质科学变革性研究举例及未来设想

物质科学的前沿突破推动了变革性技术的产生。中国科学院在若干基础研究前沿方面进行了布局,并对创新型科技拔尖人才给予了特殊支持。

物质科学变革性突破的重点领域主要分为量子尺度、纳米尺度、宏观尺度、空间尺度和

未知尺度。

量子尺度的基本科学问题是量子纠缠态的非定域性，重要的代表性成果是量子通信技术，引发了通信领域的变革，未来的战略新兴产业是保密通信产业。

纳米尺度的基本科学问题之一是基于微/纳结构亲/疏水可控转换，变革性成果是纳米绿色打印制版，引发了印刷技术的重要创新。

宏观尺度的基本科学问题之一是新能源研究，可能的重要变革性成果主要是新结构、新原理和新材料的光伏技术、先进核裂变技术和核聚变技术，有可能为未来能源问题提供解决之道。

空间尺度的基本科学问题是天体极高分辨率观测方法，它的变革性成果是天文甚长基线干涉技术用于卫星测轨，这对探月工程起到重要的推动作用。

未知尺度的重要基本科学问题是暗物质、暗能量的研究，变革性成果是大尺度的天文观测技术和微观粒子的实验探测。它会使我们对物质世界有一个全新的认识。

一、量子尺度——量子通信

（一）量子通信的科学研究

量子科技是一个非常微观的领域，它可以结合量子调控和信息技术，在增大信息传输容量，提高运行速度，确保信息安全，提高测量精度等方面实现革命的突破。

经典信息基础会带来极限，而量子通信信息技术可以保证信息传输的绝对安全，与国家信息安全的重大需求也是紧密相关的。为什么这么说呢？经典保密方式在理论上已经被证明是可以破解的，而基于量子力学原理的保密方式在理论上是不能被破解的。我们现在所有的保密通信，包括现在用的密码通信都是基于因数分解，即从数据上分解。如果说人不能做到，可以用计算机分解破这个密码，时间需要花一万年，这样的话密码等于存在了，因为没有人能等一万年。但是如果说要用量子计算机破解，不用一万年，可以在几分钟就能破解掉，所以现在科学家们研究量子计算机。

现在的光纤、电话，甚至包括计算机的密码，都是基于同样的原理即因数分解。也就是说用量子通信的方式，不能被检测破解。任何人只要一检测我的通信信号，我马上就知道，因此它从原理上是不能破解的。所以量子通信、量子计算是非常重要的一个前沿科学领域。

在这方面中科院有很好的布局，在科学院下属中国科大有两个研究组做量子通信方面的工作。他们的工作两次被美国物理学会评为国际物理学十大进展，三次被欧洲物理学会评选为国际物理学年度的重大进展，五次被我国两院院士评选为中国十大科技进展。英国的新科学杂志说：“过去合肥最著名的是豆腐和麻饼，现在他们正在改变这一切。他们已将中国科技大学，甚至整个中国，坚定不移地推进到量子计算界的图谱中。”在60周年国庆之际，在天安门城楼、中南海、国庆阅兵指挥部等地点之间，通过该突破，构建了绝对安全的实时语音加密量子通信热线。英国自然杂志是科学领域大家公认的顶尖杂志，创刊百年一共评出了在《自然杂志》上发表的21篇经典论文，包括X射线的发现，相对论的建立、中子的发现、DNA双旋结构的发现、激光的发明等，21篇中就包含量子隐形传态的实验实现，这实际上就是量子通信的一个内容。这个工作就是我们做的，在国际上有相当的

影响。

2004年，在全世界首先实验实现光子纠缠和终端开放的量子态隐形传态；2005年，实现了13公里长度的量子纠缠分发以及量子密钥传送实验；2006年，实现了负荷系统量子态隐形传输和六光子纠缠传态的操纵；2007年，制备出6比特纠缠光子的薛定谔猫态和可以直接用于量子计算的簇态；2008年，实现了具有存储和读出功能的量子中继；2010年，实现10比特纠缠光子的薛定谔猫态。

中国科大另外一个组在2004年实现了北京-天津125公里点对点量子密钥的分配实验；2007年，在北京市内进行了商用光纤骨干网量子密钥传输实验；2008年，实现了三节点链状实时语音加密量子密钥网络；2009年，实现五节点星型实时语音加密量子通信网络；2010年，实现了16公里空间量子隐形传态实验。现在我们在做通过光纤方法可以传输的全世界最长的量子通信网络。但是要建成全球的量子通信，必须通过卫星，就跟手机信号一样。量子本来很弱，要想打到卫星上，必须穿过大气层。16公里的空间量子隐形传态实验就为将来的这种空间的量子通信奠定了基础。我们准备在“十二五”期间发射一个量子通信卫星，在空间进行量子传输。

在参加中科院院庆60周年成果展期间，温家宝听取了关于量子通信网络工作的介绍和汇报。此后温家宝在省部级主要领导干部专题研讨班上的讲话以及《关于发展社会事业和改善民生的几个问题》的文章中指出：在量子通信这个通信技术尖端领域，我国建成了世界上首个全通型量子通信网络。

（二）量子通信当前面临的重大科学问题

1. 光纤存在固有的光子损耗，与环境的耦合会使纠缠品质下降，因此光量子传输难以通过光纤向远距离拓展。

2. 近地面自由空间通道会受地面障碍物、地表曲率、气象条件的影响，因此光量子传输难以在地面自由空间中向远距离拓展。

3. 两光子纠缠仅能在相距较近时才能保持，类空间隔条件无法得到充分保证，至今没有实现量子非定域性的终极检验。

4. 安全的量子通信难以向更远距离拓展。

远距离光量子传输的必由之路是利用卫星平台，主要是基于以下原因：

- （1）克服地表曲率，没有障碍物的阻碍。
- （2）只有5~10公里的水平大气等效厚度。
- （3）大气对某些波长的光子吸收非常小。
- （4）大气能保持光子极化纠缠品质。
- （5）外太空无衰减和退相干。

（三）我国量子通信的目标及其激烈的国际竞争

1. 我国量子通信的目标

我国量子通信下一步的总体科学目标主要涵盖两个方面：首次实现星-地高速量子密钥分发；首次建立广域量子通信网络。

我国量子通信下一步的基础研究目标主要包括两个方面：首次实现空间尺度量子隐形传态；首次实现类空间隔条件下量子力学完备性检验。

2. 量子通信技术激烈的国际竞争

美国：在“保持国家竞争力”计划中，将量子信息列为重点支持领域；2009年，信息科学白皮书中要求各科研机构一起协调开展量子信息技术研究；空军演示了飞机与地面的量子通信。

欧洲：“量子信息处理与通信战略报告”提出，未来5~10年实现千公里级的量子通信、多节点量子通信网络和基于卫星的量子通信；在超过144公里距离上进行了一系列重要的自由空间量子实验；提出了以空间飞行器为平台的大尺度量子通信和量子力学检验实验计划（QUEST）。

日本：提出了量子信息技术长期研究战略；5~10年内建成全国性的高速量子通信网；启动了长期支持计划，准备在2012年前后搭载发射量子通信探测系统进行验证。

3. 我国量子通信的未来部署

我国基于原子的可拓展量子信息处理实验研究，准备发展高性能的量子中介技术，使承运量子通信的安全距离能够达到50~200公里，目前只有20公里。要开发长寿命、高突出率的量子存储技术和高性能量子中介器，实现可升级的量子计算，实现对复杂物理化学体系的状态及其演化的量子模拟。

我国的目标就是占领未来量子科技领域的制高点，为国家量子保密通信的产业化和信息技术水平的跨越式提升，提供重要的科技支撑。

二、纳米尺度——纳米绿色制版技术

活字印刷是印刷行业的第一次飞跃。2008年北京奥运会开幕式，完整的巨幅画卷魔幻般地展示了我国古代著名的立体活字印刷。

（一）激光照排技术

激光照排是我国印刷技术的跨越式发展，被评为20世纪我国重大工程技术成就，“汉字信息处理与印刷革命”仅次于“两弹一星”，名列第二。

目前，激光照排技术是我国的主流技术，不同于国际上外文的激光照排技术，中国的激光照排技术是将构造比较复杂的汉字输到计算机里再去制版。

我国现在的激光照排基本是两步感光过程，就是把准备打印的图文信息输入到计算机里，在计算机变成一个数字信号输到激光照排机，然后激光照排机把数字信号变成一个光信号，印到一个感光胶片上，感光胶片经过曝光、显影、定影的感光与化学处理过程，制成底片，用这个底片做成PS版，然后把PS版用晒版机进行晒版，晒完版以后再经过曝光、显影、冲洗第二次感光化学处理过程，最后变成一个可以印刷的母版，这就是所谓的激光照排，如图1—2所示。

但是，激光照排印刷的过程中有两个地方需要化学感光与化学处理，会产生很多化学的废液，造成污染。而且感光需要银感光，由于实际上感光的图文的内容是比较少的部分，所以，在激光照排印刷过程中平均80%左右的感光材料是被洗掉浪费了。

（二）CTP 制版技术

为了减少激光照排技术造成的污染，国际上发明了一个新的技术——CTP制版技术，目前是国际上的主流技术，这种技术把这两步感光变成了一步感光。

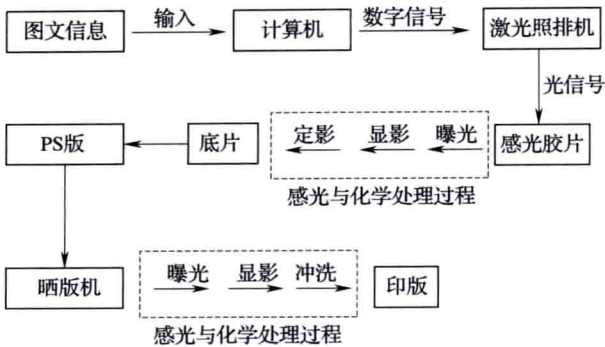


图 1—2 激光照排技术流程示意图

CTP 制版技术的流程是把图文信息输入计算机变成数字信号，然后通过 CTP 制版机变成 CTP 版材，再去曝光、显影、冲洗，最后制成印刷的母板，如图 1—3 所示。现在印的报纸、杂志、书籍、包装等基本上都采用这种技术。但是这一技术也存在一些问题，如感光成像，需要避光操作；化学显影，造成废液排放；预先涂层，容易导致 80% ~ 90% 的资源浪费等。

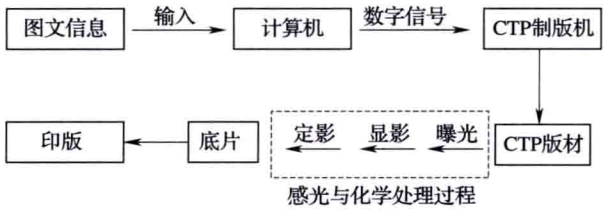


图 1—3 CTP 制版示意图

（三）纳米绿色制版技术

为了解决 CTP 制版存在的问题，我国发明了一个新的制版技术——纳米制版，省掉了感光的过程。

纳米制版的流程是把图文信息输入计算机变成数字信号，直接制成母版，如图 1—4 所示。其优势表现在：不避光、无污染、成本低、可回收。这一新的制版技术完全是在物质科学基础研究的成果中转化出来的。

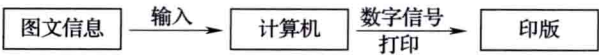


图 1—4 纳米绿色制版技术示意图

物质的疏水性和亲水性属于物质科学基础研究的范畴。疏水性，形象地讲，如雨水滴到荷叶上，雨水总是在荷叶上流成一个团，荷叶一动水团掉下来后，上面不粘任何东西，这就是疏水。亲水性是指形成物质的分子对水有大的亲和能力，可以吸引水分子，或溶解于水。那么，物质为什么会有疏水和亲水性呢？研究发现与物质的纳米结构有关，同样物质的疏油、亲油也是如此。也就是疏水、疏油的性质是在纳米尺度上出现的。

首先, 纳米结构实现板材超亲水和浸润性调控, 实现转印区域从超亲水到超亲油的转变, 避免浸润性差别不够导致的印刷糊版现象; 其次, 纳米粒子可有效增强转印材料的耐摩擦(耐印)性, 同时避免微米颗粒复合引起的打印头堵塞及分辨率低等问题。

所以纳米科技的应用不仅大大提高了耐印力, 而且有效地提高了印刷的精度。纳米制版技术以“非感光、低成本、无污染、高度自动化”的优势推动我国印刷行业的技术进步, 具有巨大的社会环境效益, 并有可能在国际该领域引领发展。

(四) 绿色纳米制版技术的部署

2011年, 完成绿色制版技术产业化生产线的建设并顺利运行, 突破产业化关键技术难点; 在全国范围内针对性建立试点, 实现10家以上印刷企业的示范应用。

2012年, 完善产业化生产流程和工艺, 形成成套产业化推广技术; 在书刊、报纸企业全面推广纳米绿色制版技术, 实现上亿元的产值。

2015年, 完善和提升技术竞争力, 发展延伸技术, 扩大技术适用领域; 加大技术推广速度, 形成全国性网络, 实现5亿~10亿元的产值。

2020年, 结合市场需求, 在广州等印刷发达省市建立产业化基地; 形成百亿元级的产业链。

三、宏观尺度——太阳能研究、核能研究

(一) 全球能源发展的关键问题

1. 能源供应安全是人类文明的忧患

能源安全是制约经济社会发展的很重要的瓶颈, 也是人类文明的忧患。2006—2030年全球一次能源需求将增长45%, 达到170.1亿吨石油当量, 能源供应安全将成为制约世界经济的重要因素。

按目前消耗量, 油气维持不到半个世纪, 煤炭也只能维持一二百年, 新能源与可再生能源能否维持现代文明成为人类发展的重大忧患。

2. 能源使用安全面临重大挑战

如何降低能源使用总量, 是能源使用安全面临的重大挑战之一。但对中国来讲不可能降低, 还会消耗更多, 因为经济发展必然使能源需求旺盛。在能源开发使用上, 需要有两方面, 一是积极寻找开发新能源与可再生能源; 二是提高能效, 延续传统能源使用。

不管怎样, 全球化石能源的枯竭是不可避免的, 以后的发展是以化石燃料为主, 可再生资源 and 新能源并存。所以能源科技创新是解决能源供应使用安全问题的希望。

(二) 中国能源发展的关键问题

1. 能源供应安全方面

经济的快速发展导致巨大的能源需求, 产生了一系列的供给难题, 如图1—5所示。

煤炭供给出现的问题包括储量相对不足, 开采运输瓶颈, 气候变化压力。

石油和天然气供给存在的问题有资源严重匮乏、进口渠道有限、逐渐演变成国际竞争的焦点, 如图1—6所示。

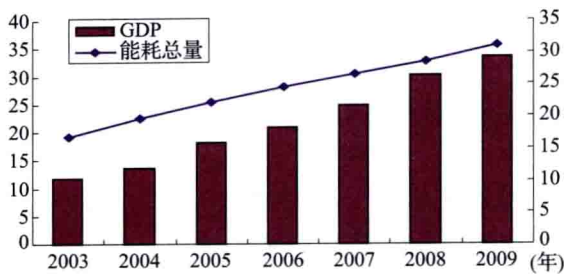


图 1—5 GDP 增长→能源消耗快速增长

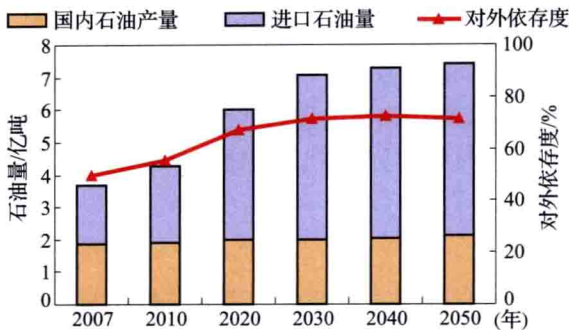


图 1—6 石油对外依存度超过 50%

2. 来自环境和气候变化

我国环境容量、国民健康无法继续承载大量污染物排放；我国承载的减排 CO₂ 的国际政治压力与日俱增，中国已成为全球温室气体排放第一大国（见表 1—1）。中国承诺，2020 年单位国内生产总值二氧化碳排放比 2005 年下降 40% ~ 45%；非化石能源占一次能源消费的比重达到 15% 左右。

中国煤炭、石油和天然气消费过程中 CO₂ 排放量及世界对比见表 1—1。

表 1—1 中国煤炭、石油和天然气消费过程中 CO₂ 排放量及世界对比 单位：亿吨 CO₂

年份	中国				欧洲总量	日本总量	北美总量
	煤炭	石油	天然气	总量			
2020	65.8	18.2	4.0	88	37.5	12.1	48.5
2035	73.0	18.5	6.3	97.8	32.7	10.8	42.0
2050	52.7	16.0	8.7	77.4	25.8	9.1	32.0

（三）未来能源状况

2020 年全世界能源需求约为 23 兆兆瓦，现在用量约为 13 兆兆瓦，需增约为 10 兆兆瓦。可开发的水电约为 0.5 兆兆瓦，海洋能约为 2 兆兆瓦，风能为 2 兆兆 ~ 4 兆兆瓦。地球接受的太阳辐射约为 120 000 兆兆瓦，若按陆地面积（占地球面积 29.2%）的 1%，转换效率 10% 计算，可提供 35 兆兆瓦的能源。尽管日本福岛的核事故对核安全造成的阴影，但核能还是目前高密度的、相对成熟的可提供能源。核能分为核裂变能与核聚变能，若核聚变原理应用

于发电，则具备极大的优势：辐射极小，且核聚变燃料取之不竭。

（四）太阳能

如果太阳能按照陆地面积 1%，转化效率按 10% 来计算，它完全可以满足未来 10 年我们对能源的需求。

太阳能电池市场在我国快速增长，从 1997 年开始，中国太阳能电池每年增长率为 40% ~ 70%。2010 年，中国太阳能电池的产量世界第一，约占世界的 40%。但是我国的太阳能电池市场也存在一系列的问题：中国所有太阳能电池企业只是作为代工企业，处于产业链下游；缺乏电池核心技术及产业化设备，关键设备几乎全部进口；太阳能电池产品，约 90% 出口；太阳能电池对中国人来说，价格太高。

目前太阳能电池的现状是单波长的转换效率可达 80% 以上，但太阳光谱是连续谱，宽带隙的电池不能利用长波部分，窄带隙的电池不能充分利用短波部分。而且现有思路性价比不高，另辟蹊径才有可能获得突破。未来的发展趋势可能是在新概念高效太阳电池的探索方面，要以新结构、新原理、新材料作为契机，强化多学科的综合交叉集成，瞄准个性化应用，降低成本，提高效率。

（五）核能

在众多可替代能源中，只有核能才可能被人类大规模使用，是解决人类能源危机的根本途径。核能包括核裂变能和核聚变能。未来核能也将逐步取代化石能源成为人类的主要能源。由于能源危机迫在眉睫，第一波核反应堆建造高峰将出现在 2015—2020 年之间。我国至 2010 年 10 月底，核电运行机组 13 台，装机容量 10.2 GW，占全国电力总装 2%。到 2020 年，总共装机容量将达 70 GW，占全国电力总装的 7%。

1. 核裂变

核电的长期发展（主要是指核裂变）必须面临两大关键问题：第一个是核燃料的稳定供应，核裂变用的是铀矿，但中国现在探明的铀矿并不多，所以我国核燃料的稳定供应将是个问题；第二个瓶颈问题是核废料的安全处置，核电站产生的核废料需要几千万年才能够没有放射性，目前不论是发达国家还是发展中国家都没有很好的解决办法。国际上都在对此加紧研究并就此作出中长期发展部署，但尚未实现最后突破。我国核电系统当前的重点是加快建设核电站和引进消化吸收国外新一代反应堆技术。同时，中科院也在加紧制订新的计划，在核裂变上做一些前瞻性的研究，首先，针对燃料稳定供应的问题，准备采用钍作为核燃料。如何利用钍来代替铀作为核燃料进行发电，是我国“未来先进核能”先导科技专项。其次，对于核废料处理问题，加速器驱动次临界系统（ADS）嬗变核废料，能够把几千万年的放射性降到几百年的周期上，如此一来核废料的处理就有了安全性的保障。

“先进核裂变能”先导科技专项的必要性。

钍资源核能利用。将钍作为核能的燃料，主要是基于几个方面的考虑：地球上钍资源是铀的 3 倍；我国探明储量的钍资源可支持我国核电数百年，理想情况可达千年；以钍为核燃料，不会产生钚，利于核不扩散；以钍为核燃料，产生的核废料少、放射性低。钍资源的核能利用原理虽可行，但仍有许多基础科学和关键技术问题，需大量研究与开发。

ADS 嬗变核废料。地质深埋核废料处置方法正受到越来越广泛的质疑，对生物圈的长期影响无法预料，经济年均 8% 以上的高速发展需要大力发展核电，我国的核废料累积量将