



中国国际战略研究基金会战略研究丛书

科学发展 与 战略研究

中国国际战略研究基金会◎编著

赵忠贤

从能源谈超导

徐匡迪

世界科技发展新趋势

王志珍

生命科学

王飞跃

未来世界的复杂性

师昌绪

材料与材料科学

秦大河

气候变化

潘建伟

量子科学

梁思礼

航天科学

李国杰

信息科学

韩世辉

认知科学

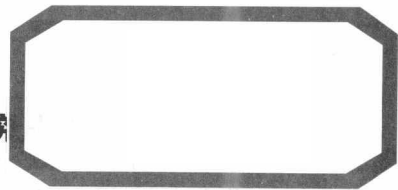


知识产权出版社

全国百佳图书出版单位



中国国际战略研究基金会战略研究



科学发展 与 战略研究

中国国际战略研究基金会◎编著



 **知识产权出版社**
全国百佳图书出版单位

内容提要

本书收录了中国国际战略研究基金会举办的“面向未来科学讲座”和题为“科学与战略研究”的研讨会内容,涉及具有战略意义的重大学科,作者均为本学科领域内的杰出科学家。这些讲演深入浅出,可读性强,既具有深远的战略意义,又具有很高的科普价值。

责任编辑:李 潇

责任校对:韩秀天

执行编辑:夏 青

责任出版:卢运霞

封面设计:张 冀

图书在版编目(CIP)数据

科学发展与战略研究/中国国际战略研究基金会编著. —北京:
知识产权出版社, 2011. 11

中国国际战略研究基金会战略研究丛书

ISBN 978 - 7 - 5130 - 0918 - 8

I. ①科… II. ①中… III. ①科学研究事业—
发展战略—中国 IV. ①G322

中国版本图书馆CIP数据核字(2011)第227042号

中国国际战略研究基金会战略研究丛书

科学发展与战略研究

KEXUE FAZHAN YU ZHANLÜE YANJIU

中国国际战略研究基金会 编著

出版发行: 知识产权出版社

社 址: 北京市海淀区马甸南村1号

网 址: <http://www.ipph.cn>

发行电话: 010 - 82000860转8101/8102

责编电话: 010 - 82000860转8133

印 刷: 北京紫瑞利印刷有限公司

开 本: 787 mm × 1092 mm 1/16

版 次: 2012年8月第1版

字 数: 185千字

ISBN 978 - 7 - 5130 - 0918 - 8 / G · 510 (3796)

邮 编: 100088

邮 箱: hjb@cnipr.com

传 真: 010 - 82005070/82000893

责编邮箱: lixiao@cnipr.com

经 销: 新华书店及相关销售网点

印 张: 13.5

印 次: 2012年8月第1次印刷

定 价: 38.00元

出版版权专 侵权必究

如有印装质量问题,本社负责调换。

中国国际战略研究基金会 战略研究丛书编委会名单

主 编：张沱生

副主编：吕德宏

编 委：（按姓氏笔画排列）

王缉思 吕德宏 李 彬 时殷弘

张 彧 张沱生 陈知涯 金灿荣

周晓宇 秦亚青 倪 煜 黄嘉树

曹远征 符 晓 章百家 潘振强

前 言

中国国际战略研究基金会成立于1989年。为纪念我会20年的发展，我们举办了一场“面向未来科学讲座”和题为“科学与战略研究”的研讨会。10名杰出的科学家向逾千名听众作了精彩的讲演。由于讲座分为10个分会场同时举行，听众难免顾此失彼，因此我们应大家的要求将这些讲演汇集成册，同时也编入了我会“科学发展观与当代国家安全问题系列研讨会”的综述。我们希望以此回报长期以来支持我们的社会各界。

回顾我会走过的20余年，我们心有所悟，但其中不安多于喜悦。这份不安，正如毛泽东同志曾经说过的那样：“我们的队伍里边有一种恐慌，不是经济恐慌，也不是政治恐慌，而是本领恐慌。”

战略研究是一项问题永远多于答案、客观变化总是大于我们实际本领的事业。只有在求真求实、否定再否定的追问中，才有可能少一点恐慌，多一点从容。我们提倡借助科学家的视野来观察世界，运用科学的方法来改进我们的战略研究。在这样的努力中，科学与战略相逢。

陈知涯

中国国际战略研究基金会 秘书长

二〇一一年十二月

目 录

世界科技发展新趋势·····徐匡迪	001
-------------------	-----

面向未来

——生命科学·····王志珍	026
----------------	-----

面向未来

——材料与材料科学·····师昌绪	041
-------------------	-----

面向未来

——航天科学·····梁思礼	059
----------------	-----

面向未来

——从能源谈超导·····赵忠贤	077
------------------	-----

面向未来

——气候变化·····秦大河	096
----------------	-----

面向未来

——信息科学·····李国杰	118
----------------	-----



面向未来

——未来世界的复杂性 王飞跃 137

面向未来

——量子科学 潘建伟 163

面向未来

——认知科学 韩世辉 177

科学发展观与当代国家

安全战略问题 中国国际战略研究基金会 战略规划课题组 193

世界科技发展新趋势

» 徐匡迪

1937年生，1995年当选中国工程院院士。曾任上海市市长，第十届全国政协副主席，中国工程院第三届、第四届院长兼党组书记。现任国务院学位委员会副主任、中国工程院主席团名誉主席、中国工业经济联合会会长，中共第十四届中央候补委员，第十五届、第十六届中央委员。

1959年毕业于北京钢铁学院（现北京科技大学），是国务院认定的第一批有突出贡献的中青年专家。研究成功生产高纯管线钢的真空循环脱气、喷粉（RH—IJ）技术，被英钢联及日本新日铁公司采用；研究成功超低硫钢冶炼技术及铁浴法熔融还原不锈钢母液，并分别在宝钢和上钢五厂取得应用成果。发表学术论文120余篇、专著7部。

2003年当选英国皇家工程院、瑞典皇家工程院、塞尔维亚工程院外籍院士，2006年当选美国工程院和俄罗斯工程科学院外籍院士，2008年当选澳大利亚技术科学与工程院外籍院士。

主持人（熊光楷 上将）：徐匡迪院士是中国国际战略研究基金会的名誉会长，他不仅是科学家，而且是政治家、外交家，为我们国家的建设，为中国工程院的发展，也为政协的工作以及现在很多对外交往，特别是中国与美国及欧洲的交往作出了非常突出的贡献。今天我们请徐院士给大家讲一讲世界科技发展趋势。

徐匡迪：大家好，今天给我的题目是“世界科技发展新趋势”。但我觉得只说外国的发展情况还不够，我们更应该探讨如何建设一个创新型国家。

一、改革开放30年，中国经济取得巨大成就

中国经济经过30年的改革开放，取得了巨大成就，但是也面临瓶颈制约。我们的人均国民生产总值（GDP）有了很大发展，大概是“文革”结束时的70倍，但是我们在世界上的排名只是第106位。有媒体称我国已达到中等国家偏上水平，这种说法严重失实。实际上，我国目前属于发展中国家偏上水平。现在按照180多个国家计算，我国人均GDP排在第106位，所以我们仍属于不发达国家。近日参加“中欧对话”，某外国前首相说，从北京来看，你们非常现代化，特别是你们新建的五星级宾馆，比欧洲的好多了。但实际上我想，这个不能反映中国的真实情况。

国际上对经济起飞有一个统一说法，即若人均GDP超过10年持续3%的增长，则这个国家属于经济起飞了。比如美国1870~1913年43年的时间，持续增长3%以上。但是需要考虑到，美国在此段时间内人口翻了一倍。若扣掉人均，则经济增长速度会有所下降。当时美国发展的目标是追赶英国，超过西欧，超过德国、荷兰、比利时这些老牌强国。日本在第二

次世界大战后用了23年的时间，人口从8 000多万增长到1亿，同时经济成功赶超西欧、逼近美国，成为世界第二大经济体。

中国近30年人均GDP增长均超过3%，实际上人均增长约8%，平均增长9%。但是同时我们人口也有所增加，从10亿增加到13.2亿。我国的经济起飞只是基本消除贫困、解决温饱实现小康，并未达到经济强国的水平。按工业产品的产值与产量来说，无论从原煤到钢材、到化工原料、到发电量，我国大部分都已居世界前列。发电量我们是世界第二，仅次于美国。其他如手机、汽车、冰箱、空调、计算机、集成电路、彩电等消费电器都已达到世界第一，这些当然是非常巨大的成绩。

改革开放30年我们还实现了一个大的社会进步，这就是城市化迅速发展。新中国成立初期，中国城市化率只有12%，中国的人口88%住在农村，是典型的农业经济国家。经过两个“五年计划”，城市化率达到20%。但是后来发生三年自然灾害，职工下乡、干部下乡，大起大落。1965年经济恢复后，这些人重新回到城市。1966年“文化大革命”，知识青年上山下乡，这10年城市人口没有增加，因为初中毕业生都下乡。到1978年以后这些人才逐渐回城，城市人口恢复性增长。1984~1992年是城市化平稳发展阶段，1992年小平同志视察南方讲话以后，城市化成为中国经济发展一个主要的动力，每年的城市化率以大概1%~1.5%的速度增加。但是到现在为止，我们城市化率也只有45.7%，还没有达到世界的平均水平。我说的世界平均水平包括非洲、拉丁美洲以及南亚等地区。

中国的城市化和人口分布有一个很大的特点：如果从黑龙江的瑷珲到云南的腾冲画一条线，即“腾冲—瑷珲线”，这条线以东人口数约占全国人口总数的85%，土地面积却只占全国土地面积的42%。由此可见，中国960万平方公里的国土，人口分布极不均匀，人口大部分集中居住在东部和南部。而内蒙古、甘肃、宁夏、青海、新疆、西藏，人口密度极低，或

者说有一些地区不宜居住，这些地区的经济发展也非常困难，这也是中国的国情。

我国工程院所做的城市化发展预测规划表明，依据我国经济发展实力和可支撑程度，至2020年城市人口预计可以达到8.4亿，农村人口达到6.3亿，即目前城市与农村人口对应比例倒置，城市化率约60%，这里面有3亿农村人口未来要转化到城市，每年1 000万~1 500万左右。因为计划生育，城市人口的自然增长较少，农村人口还要自然增长约1.5亿。2025年以前我们还要继续维持这个政策，保证我国人口峰值不超过15亿。

在30年的经济持续增长过程中，除工业以外，我国在其他方面，特别是基础设施方面取得了非常显著的成就。目前我国铁路营业里程已经超过82 000公里，超过俄罗斯，位居世界第二。高速公路总里程同样位居世界第二，航空每年飞行的里程数和货运总量则已位居世界第一。其中特别值得一提的是桥梁建设，大家知道1957年毛主席横渡长江的时候，看到长江大桥正在建设，他诗兴大发，“一桥飞架南北，天堑变通途”。当时毛主席为长江大桥而感到自豪，但事实是，那个时候长江大桥是在苏联专家主导下设计的，如此大跨度的桥梁和如此高的桥墩我们当时还做不了。桥梁所用的钢材是苏联生产的，使用的600标号水泥也是从苏联进口的，所以当时实际上还是在外国帮助下修建的武汉长江大桥。

最近15年，中国平均每年修1万座桥，15年一共修了15万座桥，数量和长度均居世界前列。在四川宜宾以下已经修建60座大型的桥梁，跨过长江。杭州湾跨海大桥目前是最长的跨海大桥。可以毫不夸张地说，当我们把杭州湾大桥的模型和图片在世界桥梁大会上展出的时候，外国朋友震惊了，他们不知道我们怎么会造出这么多桥梁。现在我非常高兴地告诉大家，杭州湾大桥所有的设计、施工及原材料都是国产的，这些很值得我们自豪。

胡锦涛总书记在“十七大”报告里指出：“在我们看到成绩的同时，也要清醒地认识到，我们的工作与人民的期待还有不少差距，还面临不少的困难和问题，突出的是经济增长的资源环境代价过大。”我们不能牺牲资源与环境来发展经济。另外我们现在城乡差别在扩大，城乡之间、区域之间、经济和社会发展之间不平衡，社会的基尼系数在提高，已达到警戒点。我们党是在这些基础上提出科学发展观的。

首先，看一看目前我国水资源的几个情况。近几年重点流域的污染程度虽然有所减轻，但是形势依然严峻。1996年，劣V类水占36%，到2007年降到26%。好像有所改善，但其实改善并不大，只是Ⅰ类到Ⅲ类水有所提高，从27%提高到43%。劣V类是什么意思呢？劣V类水连灌溉农田都不行，灌溉农田以后农作物里重金属就超标，会影响到农产品的质量。牲口饮了以后对牲口也有影响，所以劣V类水就是不能用的水，这部分地表水目前仍占1/3。

其次，湖泊的富营养化增加。20世纪70年代后期我们城市中受污染的小湖泊大概占5%，其面积为135平方公里。但是到2007年年初，8700平方公里的大中型湖泊都被富营养化了。原因是什么？一个是周边的工业盲目、无序发展，同时排放；还有一点，就是我们的农业生产、畜牧业、养殖业，都是靠饲料或者使用很多的化肥，如氮肥、磷肥、钾肥，一下雨土壤里面的水流到湖泊里面，导致了湖泊的富营养化。

第三，我们城市饮用水的安全受到严重威胁。全国有40%的城市饮用水质量较差，大概1/3的人得不到安全的用水。

第四，我们40%的国土面积受到酸雨的威胁。大家看经济比较发达的珠三角地区，武汉、长沙、株洲地区，长三角地区和成渝地区，这些地区都受到酸雨的控制。大家很奇怪，酸雨应该是在二氧化碳排放比较多的地方，像山西、辽宁、内蒙古、河北，为什么这些地方没有酸雨呢？因为



这些地方沙尘暴比较多，沙尘暴是碱性的，下雨时凝聚的水与碱性的灰尘发生作用，所以雨水 pH 值中和了。

第五，中国东部城市上空气溶胶的现象比较严重。气溶胶是指空气里飘浮的微小的碳氢化合物的微粒，它是怎么产生的呢？就是煤的燃烧不完全，柴油的燃烧不完全，汽油的燃烧不完全，热的废气排放出来后，上升到高空七八百米以后就变成微小碳氢化合物的固体了，受地面对上升热气的顶托，微粒飘浮形成气溶胶。2004 年我从上海飞北京。飞机要下降的时候能很清楚地看到天际线，到了 2 500 米高度的时候天际线看得也很清楚，但是在 1 500 米高的时候天际线模糊了，下边是一片黄，这就是我们首都北京当时的情况。当然奥运会以后有很大的改变，但是汽车拥有量像现在这种速度发展，我估计这个情况改变不了，除非下雨后或刮大风，才能见蓝天。墨西哥城就非常典型，汽车非常多。到香港，到珠三角，即使没有钢铁厂，气溶胶现象也严重，空气质量也不行，因为大量的汽车都在排放尾气。

我们国家是缺水的国家。按国际上的标准，人均 1 400 立方米是警戒线，我们中国是人均 1 700 立方米，已经接近缺水警戒线。而且我国水资源的特点是南北极不均匀，冬夏极不均匀，南方夏天多发水灾，而北方冬春干旱十分严重。

相对于中国的经济发展，人均的矿产资源严重短缺。我们的人均石油资源只有世界人均的 8.3%，天然气不到世界人均的 5%，铁矿石只有世界人均的 1/4，而且品位偏低，成分比较复杂，铝矾土接近 10%，所以我们在工业发展的原材料方面，主要的能源和资源都非常紧缺。

二、支撑发展，引领未来的重点科技任务

支撑发展，引领未来，面对世界科学发展的重点，我们要完成以下五方面重点任务：第一，应对气候变化和环境污染，要发展低碳经济；第二，发展先进制造业，走新型工业化的道路，也就是发展资源节约型、环境友好型的工业；第三，加快生命科学研究，抢占科技制高点；第四，发展深空深海技术，参与国际竞争；第五，纳米科技将为各个领域的研究提供崭新的物质基础。

第一，气候变化和环境问题。

现在气候变化是一个不争的事实，如果把最近200年气候变化比做一条斜率 15° 夹角的线，那么最近100年气候变化就是一条夹角 30° 的线，即近百年升温速度是过去200年的一倍；而最近50年的这条线，夹角已经是 45° 了；近20年，夹角已经到 60° ，温度上升速度提高之快，已令全球科学家惊诧。这是联合国政府间气候变化专门委员会提出来的数据。

中国有气候记录大概100年多一点，最近100年中国的气候变化情况基本上和全世界的趋势一样，但是温度提高幅度比世界更大，因为我们释放温室气体更加集中。中国近百年气候变化中，只有两段时间气温下降非常明显，一段是我们三年自然灾害时期，经济不景气的时候气候是变冷的；一个是“文化大革命”10年，生产都停下来了，温度的上升速度也降下来了。

“气候变化既是环境问题也是发展问题，归根到底是发展问题”，这是胡锦涛总书记说的。气候变化的原因有两个方面，一个是自然原因，包括火山活动，太阳活动；另一个是人类社会原因，包括温室气体排放、气溶胶、土地利用的变化，原来可以吸收二氧化碳的森林草地被破坏了，还有就是城市化，城市化产生热岛效应，对局部气候有干扰。



温室气体的主要种类，一个是二氧化碳，大概占温室气体效应的63%，它在大气层中可以存在数十年到上千年；其次是甲烷，大概占温室气体效应的18%，它和二氧化碳加起来所占比重超过80%。甲烷从哪里来？首先是一些沼泽地腐烂的植物，其次是反刍动物如牛和羊肠胃里排出来的气。所以像新西兰，本身工业不多，但是牛和羊比人多得多，所以也有温室气体排放问题。

截至1950年，最近200年发达国家排出的二氧化碳总量占世界总量的95%。2006年我们这些新兴工业国家，包括中国、印度、巴西、南非，虽然经济已经得到很大发展，但经济合作与发展组织（OECD）国家排出的二氧化碳总量现在仍占世界总量的80%。

虽然目前我国总排放量大，但人均排放量仍大大低于发达国家，我们的人均排放量是美国的1/6，是日本的1/2。中国将在《联合国气候变化框架公约》条件下承担共同但有区别的责任，要努力发展，依靠科技进步，节能减排，积极参加国际合作，发展低碳经济。

有一条非常有名的库兹涅茨曲线。这条曲线表明在经济发展过程当中，最初是农业社会，这个阶段是“Poor and Clean”，很穷但是很干净，青山绿水没有什么污染。但是随着工业的发展，城市化进展，当人均GDP达到8 000～15 000美元的时候，这个阶段称为“Rich and Dirty”，就是你富了但是很脏，20世纪60年代的日本、20世纪70年代的德国都有类似的情况。当人均GDP超过2万美元以后工业转型了，有钱来治理，这个就是“Rich and Clean”，这个传统工业化的过程是大家公认的，世界各国都可以画出类似的图线来证明这个过程。

我们在向中央领导汇报的时候他们问，你们工程院是不是想一个办法，绕过“Rich and Dirty”阶段，在污染峰顶下面开挖一条隧道，直接到达“Rich and Clean”阶段。这个我们认为大概是不可能的。只能减低这

个高度，但是不可能水平发展。因为我们的社会经济是靠物质构成的，农民变成居民，需要给他造房子，给他开通煤气与自来水，这些都需要原材料，这些原材料都有耗能，都有排放。但是科技进步可以降低污染，英国在19世纪60年代工业革命达到高峰的时候，伦敦非常非常脏，当时主要是蒸汽机和烧煤；等到美国工业化达到高潮的时候，在20世纪20年代左右，美国已经开始使用内燃机和电动机，所以它的高峰要低一些。德国人稍微晚一点，在20世纪30年代，希特勒时期达到最高峰，也比美国低一点。因为德国人制造技术比较精密，同样的电动机、内燃机做得更好，能耗污染就少。

法国的发展也是在这个阶段，但是法国重化工比较少。另外有一个特点，法国为什么比它们都低呢？因为法国的能源中80%是核能的，所以化石能用的少，排放亦少。中国下一步怎么发展，这取决于我们是不是能够依靠科技进步，大力节能减排，发展利用可再生能源。

中国低碳能源的战略大致可分为三步。第一步，节能提效减排。我们和最先进的工业国家相比，各种工业大概还有15%~20%能耗的差距，如果我们能够达到他们的水平，碳排放就降低了。第二步，煤的洁净化利用。我们现在煤还没有做到洁净化利用的效率。第三步，大力发展核能和可再生能源。我们国家发展低碳经济和绿色能源的路线图大概是这样的，2010年时非水的可再生能源，包括风能、太阳能、核能大概占能源总量的2%，含水的非化石能源加起来约占能源总量的10%，这个时候它只是一个补充能源，可以解决高碳排放。到2020年这个比重达到20%，到2030年达到30%，到2050年这个比重为40%~50%。未来中国将成为世界上最大的核能国家。

第二，发展先进制造业，走新型工业化的道路。

也有人将先进制造技术称为智能制造技术，或者数字化制造技术。



所谓先进制造技术，首先是数字化设计。比如一架飞机，过去设计这架飞机需要画11万张图纸，大概设计的时间需要一年半到两年，现在设计时可以使用计算机辅助设计（CAD），通过多媒体来看三维效果，而且有这么一个软件，用一种数字设计的方法一个月所有图纸就都出来了，然后再修改。设计可以修改，也可以知道结构中哪一部分受力最大，发动机悬挂部分受力最大，所以材料应该选择好一点，这些都通过计算机软件进行计算。起落架因为是飞机最脆弱的部分，许多事故都是由起落架造成的，因此起落架的材料选择也要重视。

为什么现在我们要造民航大飞机？飞机本身是制造业的皇冠，能够造飞机的国家不多，未来20年是中国大飞机发展的战略机遇期，我们到2006年每年大概有1.3亿人次乘坐飞机，这基本上和我们国民经济产值的发展曲线是吻合的，也就是在人均5 000美元以前制造飞机是最划得来的，因为市场非常大。

现在根据我国民航研究所、美国波音公司和空中客车公司对未来中国民航市场的预测，到2026年，也就是20年以内，我们一共要买接近3 000架飞机，总值在1 000亿美元以上。1 000亿美元是什么概念？我们花这些钱可以把波音和空客都买下来，这个还是在金融危机以前的2005年的市值。所以我们应该自己制造飞机。

除了数字化设计以外，数字化的加工制造也非常重要。这个就是可以把交货期、质量、成本、服务结合起来扁平化来考虑，这将极大地增加企业效益和提高企业的核心竞争力。

另外嵌入式的数字技术可以使工业产品增值。比如说汽车是传统的机械产品，但是如果把电子系统加上去，包括通信系统、安全系统等，汽车的价值就可以大大增加。在一般的汽车里，汽车电子的成本大概占30%，高档汽车的话，它的成本可以达到60%，比机械部分还贵。生产制造全流