

中国工程院 国家自然科学基金委员会

工程前沿

第6卷

节约型制造科技前沿

张彦仲 殷瑞钰 柳百成 主编



高等教育出版社

工程前沿

第6卷

节约型制造科技前沿

张彦仲 殷瑞钰 柳百成 主编

高等教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

工程前沿. 第6卷, 节约型制造科技前沿/张彦仲, 殷瑞钰, 柳百成主编. —北京: 高等教育出版社, 2007. 3
ISBN 978-7-04-020840-5

I. 工… II. ①张…②殷…③柳… III. ①科学技术-文集②制造业-中国-文集 IV. N53 F426.4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 018376 号

策划编辑 刘占伟 责任编辑 薛立华 封面设计 张楠
责任绘图 吴文信 版式设计 史新薇 责任校对 王超
责任印制 毛斯璐

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街4号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100011	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com http://www.landaco.com.cn
印 刷	国防工业出版社印刷厂	畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	850×1168 1/32	版 次	2007年3月第1版
印 张	8.625	印 次	2007年3月第1次印刷
字 数	210 000	定 价	25.00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

物料号 20840-00

工程前沿研讨会 编委会

主 任

刘德培

副主任

朱道本 柳百成

委 员

董庆九 何鸣鸿 高中琪 刘 静 朱蔚彤

节约型制造科技前沿 编委会

主 任

张彦仲 殷瑞钰 柳百成

委 员

卢秉恒	左铁镛	张寿荣	陆燕荪
钟志华	钟群鹏	徐滨士	袁晴棠
顾真安	高金吉	谢友柏	雷源忠

探讨工程前沿 展望未来发展

在过去的 20 世纪,世界工程科技迅速发展,极大地提高了劳动生产效率和人民生活质量,同时也改变着国家间的综合实力对比。历史充分证明,一部近代世界社会生产力的发展史,是由科学发现、技术革命、产业革命相互作用而推进的。工程科学技术的发展架起了科学和产业之间的桥梁,在推动人类文明的进步中一直起着发动机的作用。

“工程前沿”研讨会正是在这种国内外发展的大背景下,由中国工程院和国家自然科学基金委员会联合发起、组织的。中国工程院是我国工程科技界的最高荣誉性、咨询性学术机构,有 650 多位院士,整个工作的重点和主体是院士。院士们作为我国一千多万名工程科技人员的杰出代表,作为新生产力的重要创造者和新兴产业的积极开拓者,他们以国家振兴为己任,在把握国家科学和工程技术发展方向,参与国家重大建设项目的决策咨询和培养年轻科技人才等诸多方面积极工作,成效显著。国家自然科学基金委员会是管理国家自然科学基金的国务院直属事业单位,主要任务是根据国家发展科学技术的方针、政策和规划,按照与社会主义市场经济体制相适应的自然科学基金制运作方式,运用国家财政投入的自然科学基金,资助自然科学基础研究和部分应用研究,发现和培养科技人才,发挥自然科学基金的导向和协调作用,促进科学技术进步和经济、社会发展。

“工程前沿”研讨会主要由院士主持,邀请工程技术方面的专家、学者参与,根据国家的需求,结合国情实力,共同探讨工程前沿学术问题。通过营造宽松自由的学术交流环境,促进基础应用学科的交叉融合,激发技术知识创新,带动产业发展,为发展国民经

济、建设现代化强国服务。其主题主要包括国家重大工程技术领域的关键问题及重要工程研究的前沿问题。每个主题中包括:报告并讨论在工程科技领域最新取得重大突破的研究与成就;交流新的学术思想、方法;探讨工程前沿、展望未来发展趋势。

“工程前沿”研讨会提倡学术平等、百家争鸣。鼓励学科交叉、促进科技创新。每次会议围绕主题设若干个中心议题。会期一般为两天。与会人员约 40 人左右。“工程前沿”研讨会实行执行主席负责制。执行主席可由在会议主题领域有高深造诣和卓越成就的著名专家、学者,经会议组委会聘请的方式担任。执行主席的任务是:按照会议主题确定 3~4 个左右的中心议题;邀请有权威性的评述报告人;与组委会共同遴选专题报告人与报告题目;组织和引导会议的讨论。会议通过执行主席推荐、组委会确定的方式遴选与会人员。与会人员是与会议主题相关并在该领域具有突出成就或作用的专家、学者及管理人员。与会人员应包括相当一部分不同学科崭露头角的杰出青年学者。每次“工程前沿”研讨会后,由高等教育出版社结集出版研讨会论文。

刘德培

中国工程院副院长

2004 年 10 月

前 言

由中国工程院及国家自然科学基金委员会联合举办的第六次“工程前沿”研讨会于2006年2月20—22日在北京友谊宾馆科技会堂召开。会议的主题是“节约型制造科技前沿”。张彦仲、柳百成、殷瑞钰院士主持了这次会议,全国政协副主席、中国工程院院长徐匡迪出席会议并发表了重要讲话。

第六次“工程前沿”研讨会是根据中国工程院“建设节约型社会战略研究”咨询项目的进度安排,并结合“装备制造业自主创新战略研究”咨询项目的有关内容而召开的。研讨会的主要特点:一是水平高,有战略性和前瞻性;二是科技前沿与国家目标结合;三是跨行业与跨学科交叉。与会者针对报告所提的观点和内容,进行了坦诚、深入的讨论,取得了很多的共识。

制造业是国民经济发展、人民健康和国防安全的重要基础。我国工业正处在高速发展阶段,制造业在国民经济发展中占有主导地位(占GDP的38%左右)。在今后相当长时期,制造业仍将是一个重要的产业部门。但大量数据证明,制造业又是我国资源消耗及污染环境的大户。因此,节约型制造是建设节约型社会的重要组成部分。节约型制造意味着我们在振兴和发展制造业的同时,要十分重视并充分体现资源节约、环境友好的基本原则。

当前,我国制造业面临着巨大的挑战:一是经济全球化的挑战;二是环境污染及资源短缺的挑战。要建设节约型社会,就必须十分重视建设节约型制造业及节约型制造科技的发展,要依靠科技创新开展节约型制造。主要包括:(1)全生命周期创新设计和研发节约型产品;(2)节约型生产和降低能耗物耗;(3)开发新材料应用;(4)提高制造质量和延长产品寿命;(5)发展“减量化、再

利用、再循环及再制造”技术,提高综合效率。

在当前我国倡导“建设节约型社会”的形势下,希望广大读者,包括科技工作者能通过阅读本书引发一些思考:为什么要发展“节约型制造”,如何发展“减量化、再利用、再循环及再制造”技术,如何坚持自主创新实现制造强国的目标。

本书是在与会专家的发言基础上整理而成的。感谢与会专家在百忙之中将发言稿整理成文,感谢为本书的出版做出大量工作的相关工作人员。

张彦仲

中国工程院机械与运载工程学部主任

2006年9月1日

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

目 录

节约型制造科技前沿

依靠科技创新 搞好节约型制造	张彦仲(3)
节约型建材工业科技前沿	顾真安 赵 平(35)
节约型钢铁材料及其减量化加工制造	
.....	王国栋 刘相华 吴 迪(51)

节约型制造与全生命周期设计

全生命周期设计与节约型制造	谢友柏(69)
面向“节约型制造”的设计理论和方法	
.....	冯培恩 潘双夏 邱清盈 赵 亮(80)
节约型汽车设计制造技术探讨	
.....	钟志华 杨沿平 方海峰(89)

节约型钢铁制造流程

节约型钢铁制造流程的科技前沿问题	殷瑞钰 张春霞(101)
关于流程工业节约型制造的科技前沿	张寿荣(116)
钢铁制造流程的物质流和能量流分析及其关键技术研究	
.....	蔡九菊 王建军 陆钟武(120)
钢铁制造流程工序界面问题及其关键技术	
.....	张欣欣 冯妍卉 徐安军(133)

节约型流程制造科技前沿

循环经济与资源再生利用产业——大力发展再生有色金属产业	左铁镛 (147)
节约型石油化工技术发展趋势及科技前沿	袁晴棠 (159)
循环经济、安全循环和安全发展	
..... 钟群鹏 张 峰 傅国如 骆红云 吴素君 有移亮 张 纲 陈 钢 (172)	
故障自愈工程与节约型流程制造	高金吉 (181)

优质、高效、精密、节能、清洁制造科技前沿

优质、精密、高效、清洁制造技术前沿	柳百成 (199)
绿色再制造与节约型制造	徐滨士 刘世参 史佩京 (213)
快速成形与控形控性制造	卢秉恒 (223)
大型构件锻压制造中的装备问题	林忠钦 高 峰 (237)
高效、节能、精确塑性成形制造的几个前沿问题	杨 合 (250)

节约型制造科技前沿

依靠科技创新 搞好节约型制造

张彦仲

中国工程院“节约型社会”项目组,北京,100038

摘要 从我国资源、能源的现状出发,说明建设节约型社会这一基本国策的重要性。研究了制造业的能耗、物耗,提出搞好节约型制造的紧迫性。分析了电力、钢铁、有色金属、建材、石化、化工、汽车、建筑等几个主要制造业的情况,提出依靠科技创新,搞好节约型制造的措施和目标。我国要实现在2010年人均GDP比2000年翻一番,单位GDP能耗比2005年下降20%;2020年人均GDP比2000年翻两番,单位GDP能耗比2005年下降50%的目标,就必须依靠科技创新。从节约资源,节约能源,再循环、再制造、再利用等几个方面入手,逐步完成节约型制造的预定目标,为全面建设节约型社会奠定坚实的基础。

关键词 科技创新 节约型制造 电力 钢铁 有色金属 建材 石化 化工 汽车 建筑 再循环 再利用 再制造

一、建设节约型社会是我国的一项基本国策

2005年中共中央召开了十六届五中全会,做出了《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十一个五年规划的建议》,指出:“我国土地、淡水、能源、矿产资源和环境状况对经济发展已构成严重制约,要把节约资源作为基本国策,发展循环经济,保护生态环境,加快建设资源节约型、环境友好型社会,促进经济发展与人口、资源、环境相协调”。

为什么要把建设节约型社会作为我国的一项基本国策?

1. 我国资源相对不足

我国是一个人口大国,有 13 亿人,占全世界人口的 20%。但资源相对缺乏,是一个资源相对不足的国家,人均资源占有量大大低于世界平均水平(见图 1)。

从图 1 中可以看出:我国可耕地总面积占全世界的 7%,人均 933.8 m²,是世界人均量的 40%;人均淡水量 2 200 m³,为世界人均量的 $\frac{1}{4}$;人均木材储量 9 m³,是世界人均量的 $\frac{1}{8}$;人均石油储量为世界人均量的 $\frac{1}{10}$;人均天然气储量为世界人均量的 $\frac{1}{25}$ 。

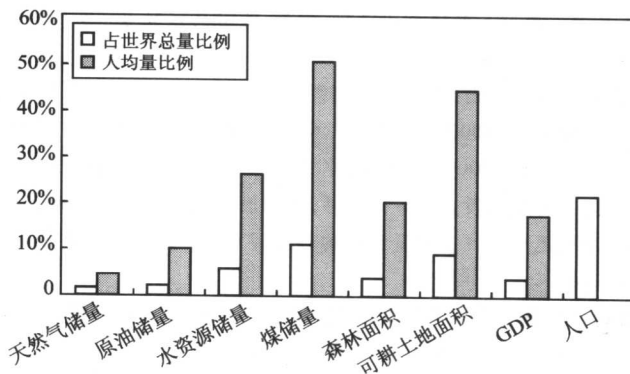


图 1 截止 2003 年我国主要资源、产值所占世界的比例

2. 我国资源能源使用效率相对低

由于历史原因,我国的能源系统的总效率低,与 20 世纪 90 年代世界先进水平相比,我国能源开采效率低 30 个百分点左右,中间效率低 5 个百分点,终端利用效率低 10 个百分点,能源系统总效率低 10~20 个百分点。

单位产品能耗高。总体上,我国主要耗能产品的能耗水平比国际先进水平高 20%~40%。我国发电厂供电煤耗比世界先进

水平高 20% 左右,每吨钢可比能耗比国际先进水平高 11%,每吨水泥熟料燃料比国际先进水平高 30%。2003 年,我国 GDP 约占世界的 4%,但资源和能源的消耗占世界资源的比重却很大。图 2 是 2003 年我国单位 GDP 耗能与世界的比较。

从图 2 可以看出,2003 年煤的消耗量占世界的 31%,钢铁的消耗量占世界的 27%,水泥的消耗量占世界的 45%,铝的消耗量占世界的 25%,石油的消耗量占世界的 7.5%;每单位 GDP 消耗的能量(标准煤)为世界平均量的 3 倍,消耗的水是世界平均量的 4 倍。

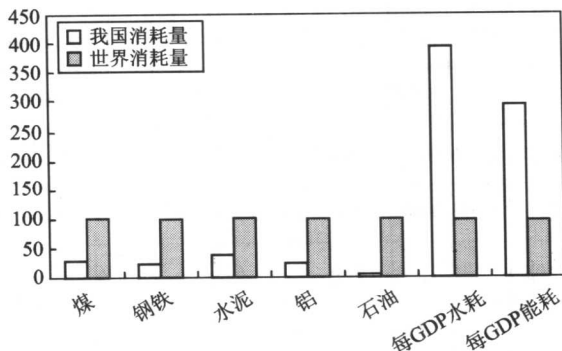


图 2 2003 年我国与世界单位 GDP 耗能比较

我国矿产资源总回收率约为 30%,比国外先进水平低 20 个百分点;全国煤矿平均资源综合回收率(煤炭的采收率)为 30% 左右;全国油田平均采收率为 27% 左右;木材综合利用率约为 60%,低于国外先进水平的 80%;废纸回收率为 28.7%,低于世界平均水平的 70%;工业固体废弃物综合利用率为 55.8%,堆积量达几十亿吨,占地很大。

3. 一些资源对外依存度增加

由于资源消耗量过大,这几年,我国不得不从国外进口大量的

石油、铁矿石、铝、铜等。2004 年我国石油净进口量达 1.22 亿吨, 占全国消耗量的 40%, 已成为仅次于美国和日本的世界第三大石油进口国。去年我国进口铁矿石 2.08 亿吨, 占世界贸易量的 30%。资源大量进口, 消耗大量外汇, 如 2004 年石油进口花费 431 亿美元; 进口资源不断涨价, 2005 年铁矿石涨价 71.5%; 能源大量进口, 也危及我国的经济和战略安全。我国相关资源进出口情况如表 1 所示。

表 1 相关资源进出口情况

项目	2000		2001		2002		2003		2004	
	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口	进口	出口
煤/万吨	-	5 505	-	9 012	-	8 384	-	9 388	-	8 666
电力/亿千瓦时	15.46	98.78	17.98	101.9	23	97	29.8	103.4	-	-
原油/万吨	7 013	1 044	6 026	755	6 941	721	9 113	813	12 272	549
纸和纸板/万吨	595	-	557	-	633	-	636	-	611	-
水泥/万吨	-	605	-	621	-	518	-	533	-	-
钢材/万吨	1 596	621	1 722	474	2 449	545	3 717	696	2 930	1 423

4. 污染问题严重

经济高速发展和资源利用带来的环境污染问题(包括水污染、土壤污染和空气污染等)不容忽视, 发展和环境保护的矛盾日益突出。多年来, 我国在保护环境、实施能源可持续发展方面采取了一系列行动, 但能源生产和利用技术落后仍是环境污染的重要因素。据测算, 2003 年我国 SO_2 排放量 2 159 万吨、烟尘排放量 1 048 万吨、工业粉尘排放量 1 021 万吨、工业固体废料 1 941 万吨, 其中 85% ~ 90% 是由于能源开发利用, 特别是煤炭的粗放型