

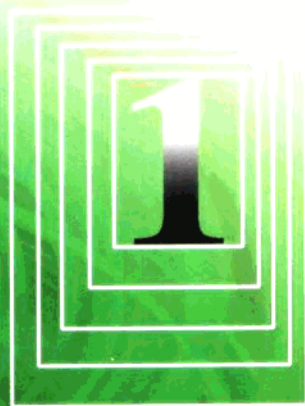


中国金属学会

2003

中国钢铁年会 论文集

CSM 2003
ANNUAL
MEETING
PROCEEDINGS



冶金工业出版社



中国金属学会

2003

中国钢铁年会 论文集

CSM 2003
ANNUAL
MEETING
PROCEEDINGS



冶金工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

2003 中国钢铁年会论文集. 第 1 卷/中国金属学会编.
—北京: 冶金工业出版社, 2003.10
ISBN 7-5024-3355-4

I. 2… II. 中… III. 钢铁工业—学术会议—中国—
2003—文集 IV. TF—53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 093146 号

出版人 曹胜利 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 章秀珍 美术编辑 王耀忠 责任校对 王永欣 李文彦 责任印制 牛晓波

北京市铁成印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

2003 年 10 月第 1 版, 2003 年 10 月第 1 次印刷

880mm×1230mm 1/16; 9.75 印张; 301 千字; 142 页; 1—1500 册

60.00 元

冶金工业出版社发行部 电话: (010) 64044283 传真: (010) 64027893

冶金书店 地址: 北京东四西大街 46 号 (100711) 电话: (010) 65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

《2003 中国钢铁年会论文集》

编 委 会

主 编 李文秀

副主编 苏天森

编 委 (按姓氏笔画为序)

万成略	王文忠	王新华	刘清友	孙观贵	孙彦广
苍大强	苏天森	李文秀	李本海	李树梁	杨景玲
肖正宇	何 平	张欣欣	张树堂	张家芸	陈其安
陈宝智	明世祥	易本熙	周积智	郑国舟	施东成
袁怀雨	倪 泓	倪伟明	翁仲颖	顾 飞	高 斌
高 斌	高克萱	黄晓燕	董 瀚	程世长	蔡九菊
管克智					

2003 中国钢铁年会组委会

年会名誉主席

刘 淇 中国金属学会名誉理事长，北京市委书记
徐匡迪 中国金属学会名誉理事长，中国工程院院长
蒲海清 中国金属学会名誉理事长，三峡建委副主任

年会主席

翁宇庆 中国金属学会理事长

组委会委员

殷瑞钰 中国金属学会副理事长，钢铁研究总院名誉院长
谢企华 中国金属学会副理事长，上海宝钢集团公司董事长、总经理
刘 玠 中国金属学会副理事长，鞍山钢铁集团公司董事长、总经理
刘本仁 中国金属学会副理事长，武汉钢铁集团公司董事长、总经理
罗冰生 中国金属学会副理事长，中国钢铁工业协会常务副会长兼秘书长
仲增墉 中国金属学会常务副理事长
干 勇 中国金属学会副理事长，钢铁研究总院院长
杨天钧 中国金属学会副理事长，北京科技大学校长
赫冀成 中国金属学会副理事长，东北大学校长
卢 柯 中国金属学会副理事长，中科院金属所所长
李文秀 中国金属学会副理事长兼秘书长

年会秘书长

李文秀 中国金属学会副理事长兼秘书长

2003 中国钢铁年会技术委员会

主 任

苏天森 中国金属学会副秘书长

委 员

顾 飞 教授, 炼铁分会
王文忠 教授, 炼铁分会
高 斌 副教授, 炼铁分会
王新华 教授, 炼钢分会
何 平 教授级高工, 炼钢分会
易本熙 教授级高工, 连铸分会
李本海 高工, 连铸分会
张家芸 教授, 冶金物化分会
张树堂 教授级高工, 轧钢分会
周积智 教授级高工, 轧钢分会
陈其安 教授级高工, 轧钢分会
董 瀚 教授级高工, 特殊钢分会
程世长 教授级高工, 特殊钢分会
刘清友 教授级高工, 特殊钢分会
杨景玲 教授级高工, 冶金环保分会

翁仲颖 高工, 冶金环保分会
苍大强 教授, 冶金环保分会
蔡九菊 教授, 能源与热工分会
张欣欣 教授, 能源与热工分会
郑国舟 教授级高工, 焦化分会
高克莹 教授级高工, 焦化分会
袁怀雨 教授, 冶金地质分会
李树梁 高工, 冶金地质分会
明世祥 教授, 采矿分会
黄晓燕 教授级高工, 选矿分会
施东成 教授, 冶金设备分会
管克智 教授, 冶金设备分会
孙观贵 高工, 分析测试分会
孙彦广 教授级高工, 冶金自动化分会
肖正宇 教授级高工, 冶金自动化分会
万成略 教授级高工, 冶金安全分会
陈宝智 教授, 冶金安全分会

2003 中国钢铁年会赞助单位

Danieli & C. Officine Meccaniche SpA

意大利达涅利公司

(2003 中国钢铁年会优秀论文奖励赞助)

SMS Demag Aktiengesellschaft

SMS 西马克·德马格股份公司

东方环境工程设计研究所有限公司

DongFang Design & Research Institute of Environmental
Engineering Co. , Ltd.

前 言

2003 中国钢铁年会于 2003 年 10 月 28~30 日在北京会议中心召开, 这是中国加入 WTO 后的首次钢铁年会。几年来, 钢铁工业结构调整与优化的加快, 大大提高了钢铁企业技术创新、管理和生产的水平, 使我国钢铁生产继续保持健康发展, 满足了国民经济快速发展的市场需求。钢铁产品将长期作为最主要的、用量最大的结构和功能材料, 在人类生活中发挥着重要作用。事实证明, 我国经济将继续快速增长, 钢铁工业仍将持续高速增长。我们必须抓住技术创新这一关键, 坚持可持续发展观念, 扎扎实实提高企业竞争能力。为此, 我们把本次年会主题确定为“关注环境, 技术创新, 走钢铁工业可持续发展之路”。

技术创新是钢铁工业可持续发展之关键, 钢铁行业的持续高速发展, 又为钢铁技术创新提供了良好的基础与机遇, 同时对钢铁技术创新提出了更高的要求, 从而也使行业技术创新活动得以空前繁荣。虽然今年遭遇了“非典”的影响, 本次年会在各方面的关注和支持下, 仍征集到反映钢铁科技最新成果的论文近 900 篇, 数量超过历届年会。其中, 国内论文近 850 篇, 国外论文约 50 篇。经专家认真评审, 录用论文 664 篇并编纂成集。本论文集分 4 卷由冶金工业出版社出版。第 1 卷为综合报告; 第 2 卷收入综合、地质、矿产资源、炼铁、焦化、能源、环保等方面论文; 第 3 卷收入安全、炼钢、连铸、自动化等方面论文; 第 4 卷收入轧钢、超细晶粒钢、特殊钢、设备等方面论文。

本文集的出版还得到众多翻译、编辑和出版工作者的大力支持与帮助, 对他们的辛勤劳动和卓有成效的工作, 我们谨致诚挚的谢意。由于论文征集、编辑出版时间较紧, 疏漏与错误之处, 恳请读者批评指正。

中国金属学会

2003 年 10 月

目 录

中国国民经济的发展与钢铁工业	徐匡迪 (1)
气候变化——对钢铁工业的最大挑战?	Niclas Svenningsen (10)
我国冶金工业在新世纪最初几年的科技进步	翁宇庆 (13)
超越后发机制, 实现世界一流	谢企华 (22)
中国钢铁工业——危险的, 坚持不懈的, 猛往直前的	Peter Marcus (27)
加强工业污染防治, 促进走新型工业化道路	汪纪戎 (42)
高起点 少投入 快产出 高效益	
——老企业技术改造的探索与实践	刘 玠 (48)
欧洲和德国的钢铁工业的环保现状和发展	Jürgen A. Philipp (56)
搞好企业环保工作, 走可持续发展之路	朱继民 (75)
低成本、高品质、差异化	
——武钢未来产品创新战略思考	刘本仁 (78)
铁矿与可持续发展: CVRD 的对策	CVID Group Company (84)
总目录	(89)

CONTENTS

DEVELOPMENT OF CHINESE NATIONAL ECONOMY AND IRON & STEEL INDUSTRY	<i>Xu Kuangdi</i> (1)
CLIMATE CHANGE—THE ULTIMATE CHALLENGE TO IRON & STEEL?	<i>Niclas Svenningsen</i> (10)
THE SCIENTIFIC AND TECHNOLOGICAL PROGRESS OF METALLURGICAL INDUSTRY IN CHINA AT THE BEGINNING OF 21 CENTURY	<i>Weng Yuqing</i> (13)
BEYOND LATE DEVELOPMENT, TO THE FIRST-CLASS IN THE WORLD	<i>Xie Qihua</i> (22)
CHINESE STEEL: —DANGEROUS, DEFIANT AND INDEFATIGABLE	<i>Peter Marcus</i> (27)
STRENGTHEN INDUSTRIAL POLLUTION PREVENTION AND ACCELERATE THE STEP OF TAKING A NEW-TYPE ROAD TO INDUSTRIALIZATION	<i>Wang Jirong</i> (42)
HIGHER TECH LEVEL, LESS INVESTMENT, SHORTER RECOVERY PERIOD AND MORE PROFIT —THE STUDY AND PRACTICE OF THE OLD ENTERPRISE TECHNICAL REVAMPING STRATEGY	<i>Liu Jie</i> (48)
PRESENT STATUS AND FUTURE ASPECTS OF ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE EUROPEAN AND GERMAN STEEL INDUSTRY	<i>Jürgen A. Philipp</i> (56)

STRENGTHENING THE ENVIRONMENTAL PROTECTION IN THE CORPORATION AND INSIST ON THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT	<i>Zhu Jimin</i> (75)
LOW COST, HIGH QUALITY AND INDIVIDUATION ——DEVELOPMENT STRATEGY FOR WISCO FUTURE PRODUCTS	<i>Liu Benren</i> (78)
IRON ORE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT: THE CVRD WAY	<i>CVID Group Company</i> (84)
GENERAL CATALOGUE	(89)

中国国民经济的发展与钢铁工业^①

徐匡迪

(中国工程院)

摘 要 中国钢铁工业走进了历史发展的重要时期,国民经济的蓬勃发展和世界钢铁生产中心的转移给予了中国钢铁工业前所未有的发展机遇。中国要成为钢铁生产的强国就必须走低能源消耗、低资源消耗和低污染排放的可持续发展道路。

中国国民经济在世界经济不景气的大环境下,一枝独秀,发展迅速,综合国力不断增强。中国国内生产总值由 1990 年的 18598 亿元猛增到 2002 年的 101161 亿元^[1]。中国是世界上发展最快的国家之一,经济的高速增长大大缩小了我国与发达国家的差距。到 2001 年,中国国内生产总值达到 11590 多亿美元,仅次于美国、日本、德国、法国、英国,名列世界第六位,占世界经济总量的 3.7%。

中国综合国力不断增强,这不仅表现为经济总量的迅速扩大,也体现在人均指标的迅速提升上。我国人均国内生产总值从 1990 年的 1634 元猛增到 2002 年的 7997 元。随着中国改革开放的深入发展,我国对外贸易迅速发展。1990 年我国进出口贸易总额为 1154 亿美元,到 2002 年迅速扩大为 6208 亿美元。这些数据充分体现了中国国民经济的勃勃生机,一个强大的现代化的社会主义中国正在世界崛起。

1 循环经济是中国可持续发展的必由之路

中国国民经济取得了举世瞩目的成就,

但是也不容讳言,这些发展也是付出了巨大的资源和环境代价的。多年来各界有识之士也一再指出我国进一步的发展将受到资源和环境两大瓶颈的制约。

1.1 我国主要自然资源和使用现状

众所周知,我国是一个人口众多、资源相对短缺的国家。在耕地、淡水、森林和草地这四类关系到国计民生的基本资源中,我国人均占有量只分别相当于世界平均水平的 1/3、1/4、1/7 和 1/3;矿产资源人均占有量只有世界平均水平的 58%,占世界第 53 位。其中能源资源最为紧张,煤炭、石油和天然气的人均探明储量分别为 100t、3t 和 17km³,只有世界平均水平的二分之一、十分之一和二十分之一^[2]。据 1979 年的资料数据,在铁、铜、铅、锡、锌、铝、钛、铬、钴、锰、钼、镍、钒等主要金属原料的地区分布排名上,除了锡(占 14.8%)和钼(占 6.0%)以外,其余都榜上无名^[3](图 1)。按人均算就更是远远排在后面。

同时我国又是资源和能源利用率较低的

① 上海大学洪新、丁伟中和任忠鸣教授参与了本文的撰写

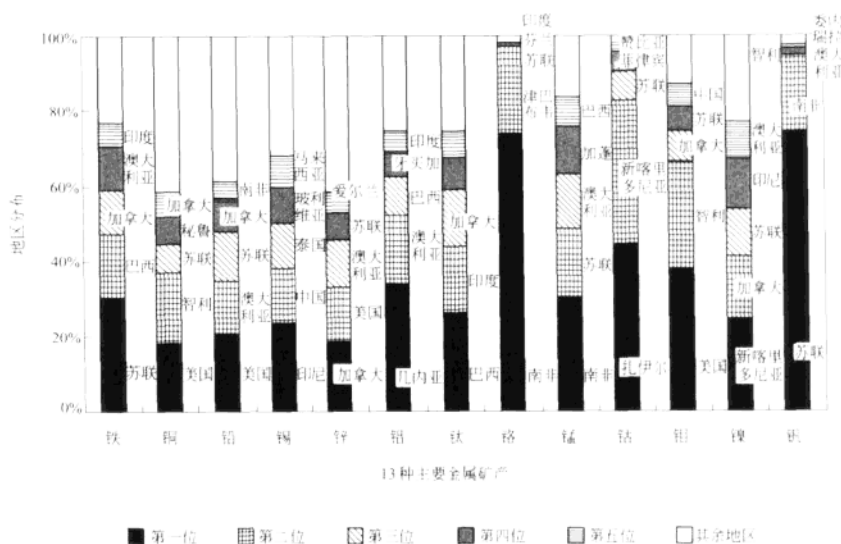


图 1 13 种重要金属原料分布占前 5 位的国家和地区 (1979 年统计)

国家之一。我国最终产品仅占原料投入量的 20%~30%，60% 以上的原料变成了废弃物，资源回收率比世界平均水平低 20%^[4]。据 1992 年的统计，我国的能源开采的回收率只有 32%，能源加工、转换和储存的效率为 70.3%，终端能源利用率平均为 42%，这表示生产的能源中得到利用的只占 29%^[5]。1996 年我国的单位产值能耗为 1172t 油当量/百万美元，远高于日本 (162)、德国 (229)、英国 (292) 和美国 (384) 以及世界平均水平 (397)^[6]。

钢铁工业是能源和资源密集型产业，例如能源消耗约占世界总能耗的 10%。我国钢铁工业在 20 世纪 70 年代时占全国总能耗的 13%~14%，从 80 年代起有所降低，但也在 10% 左右。10 年来钢铁工业在降低资源和环境负荷方面已作出很大努力并取得显著的成绩，例如吨钢综合能耗从 1980 年的 2040kg 标煤降低到 1999 年的 1083kg 标煤^[7]，大中型企业吨钢可比能耗从 1980 年的 1285kg 标煤降低到 1999 年的 833.0kg 标

煤^[6]，但仍比同年世界先进水平高约 27.7%。

1.2 工业化进程中对环境和生态造成的负面影响

在过去的一个世纪，全球众多国家因经济高速增长带来的严重污染和生态破坏，导致了一系列震惊世界的环境公害事件。这在很大程度上是由于当今世界上的能源体系所造成的。当前大量消耗的化石类能源均为碳氢化合物，使用后释放出大量的温室气体——CO₂ 以及 SO₂、NO_x 等有害气体，还有粉尘等影响环境质量的物质。世界人口的急剧增长、工业膨胀发展、森林过度砍伐、常规能源无节制使用等因素已对环境生态系统构成严重威胁。文献 [8] 中用一串数字说明了人类的生产、生活给地球带来的危害：

每天向空气排放的 CO₂ 有 1750 万 t；
每天地球表土损失为 6480 万 t；
每天沙漠化的土地有 100 多平方公里；
仅占地球水源 6% 的淡水每天都在遭受

污染;

每天有 140 个物种遭灭绝;

.....

世界各国的环保战略在过去几十年中都走过“以末端治理为主”的弯路。我国在实施工业化的进程中,走的也是一条“先污染后治理”的道路,导致全国不少地区的生态严重破坏,教训极为深刻。1995 年中国能耗占世界总能耗的 10%,居世界第二位,低于美国(25%),高于日本(6%)。同年中国 CO₂ 排放量占世界的 14.1%,低于美国(24.1%),高于日本(5%)^[9]。长期以来,钢铁工业一直作为能耗和污染大户受到批评,据报道,钢铁工业的固体粉尘、二氧化硫和烟尘排放分别列行业第二、第三和第四位,其中粉尘排放占工业排放量的五分之一^[10]。

环保费用我国占 0.69%~1.0% (“七五”~“九五”计划期间),虽然与发达国家相比在总量和比例上都是较低的(例如美国 1990 年环保费用为 1200 亿美元,占 GDP 2.8%),但已成为政府和企业的沉重负担,例如环保产业“九五”投资达到 4500 亿元人民币,但治理效果却不尽如人意。据 2000 年的调查,全国主要污染物排放总量仍处于较高水平,其中二氧化硫和 COD 排放远超过环境承载能力;工业废弃物排放量 3186 万 t,其中近 200 万 t 危险废物直接向环境排放;城市生活垃圾产生量以年增长 8% 的速度递增,1999 年达到 1.4 亿 t;七大水系干流中,只有 57.7% 的断面达到或优于国家地面水环境质量三类标准;城市空气质量处于严重的污染状态,大城市大气质量达到标准的只占 1%;区域性酸雨污染严重,酸雨面积占国土面积的 30%^[6]。这些都说明走“末端治理”的道路,虽然花费了很大的代价,却未能收到理想的效果。

1.3 循环经济是各行业可持续发展的必然选择

18 世纪下半叶工业革命后的 200 多年来,科学技术的不断进步推动经济社会向前发展。人们利用粗放的技术手段,通过对不可再生的资源的高消耗来实现经济增长,忽视保护环境生态和资源,加上人口的急剧增长,以及生产和生活的高消费、高浪费模式,造成对环境的严重污染,对生态的无情破坏和对资源的巨大浪费,对经济和社会发展的速度和质量,乃至人类的生存和发展造成了重大威胁。

环境、能源与现有发展模式之间的矛盾是今天人类社会所面临的巨大挑战,也使人类面临着关键性的选择。一种选择是片面强调经济增长,继续无节制地使用不可再生的资源和能源,沿用发达国家在工业化进程中所采用的“高消耗、高污染、低利用”的发展模式,这当然是不可取的,因为世界上任何一个国家都不能在关系到子孙后代利益的问题上无动于衷,也不能在事关全人类生死存亡命运的大事上无所作为。另一种选择是否定科学、限制技术发展和社会进步,这当然也是不可能的,因为历史是不能也不会倒退的。惟一正确的选择是依靠全人类的智慧,用科学的力量走可持续发展之路。

1987 年,联合国环境与发展委员会出版的《我们共同的未来》最早提出了“可持续发展”的定义:“既满足当代人的需要又不危及后代人满足其需求的发展”。联合国环境规划署比较系统地总结了工业污染的教训,于 1989 年提出了“清洁生产”的战略及推广计划。1992 年,里约热内卢世界环保峰会提出实施 21 世纪议程和走可持续发展道路的精神。

作为可持续发展的经济体现,循环经济所倡导的以生态学理论和生态规律为基础的



经济发展模式越来越引起国际社会的关注。许多发达国家相继提出了把发展循环经济、建设循环经济型社会作为 21 世纪人类社会和生态环境协调发展的必然途径。

循环经济是以物质、能量闭环流动为特征的生态经济。它的目标是将清洁生产、生态工业、持续农业、绿色消费和废物处理等各个环节融为一体,形成企业内部循环、生产之间循环、社会整体循环、物质能量循环四大循环,实现资源的节约(Reduce)、回收(Recycle)和再利用(Reuse)的三大原则,即用尽可能少的原料和能源投入来达到既定的生产和消费目的,从经济活动的源头降低消耗和减少排放,并且将生产和消费过程中产生的废弃物作为二次资源,通过使用先进技术加以回收和重新利用。

自从 20 世纪 90 年代国际社会确立可持续发展战略以来,发达国家正在把发展循环经济、建立循环型社会看作是深化可持续发展战略的重要途径,并在立法、评价体系和技术支撑等方面采取一系列的政策和措施,其中尤其是立法先行,以促进全社会的统一认识。在法律法规的制定方面如德国 1991 年《包装废物管理规定》、1992 年《限制废车条例》、1996 年《循环经济—废物管理法》;日本 1991 年《关于促进利用再生资源的法律》、1993 年《环境基本法》、1993 年后《资源有效利用促进法》、《容器包装回收利用法》、《家用电器回收利用法》、《绿色消费法》、《建筑材料循环利用法》、《食品循环利用法》、2000 年 6 月《循环型社会形成推进基本法》等。

循环经济是具有前瞻性和超前性的理念,实行循环经济需要各方面的基础和条件,我国在这些方面应该说还很欠缺,但“千里之行,始于足下”,目前我国正处在经济结构调整和加快经济发展的关键时期,应该把可持续发展和建立循环经济的理念注入

到经济结构调整和产业转型之中,有步骤地将清洁生产、生态工业、持续农业、绿色消费和废物利用等环节综合成有效的系统工程。我国政府在《环境影响评价法》、《清洁生产促进法》、《核污染防治法》;《荒漠防治法》、《能源节约和资源综合利用“十五”规划》等一系列法律和规划基础上,于今年 8 月又发布了《中国 21 世纪初可持续发展行动纲要》,以国民经济结构战略性调整促进产业结构优化升级、减轻资源环境压力、改变区域发展不平衡为目标;以水资源保护和利用、发展清洁能源和提高能源效率、控制有毒有害工业气体排放、固体废物污染防治和物质综合利用等为重点领域;并以加强与可持续发展相关的科研和技术开发体系、开发和应用先进适用的生态“友好型”实用技术和对可持续发展有重大影响的关键技术、扶植建立若干生态和环保研发中心、组织开展技术和装备攻关、提高环保成套设备系列化和水平等作为保障措施,建立和完善以开展清洁生产为重点的工业污染综合防治模式,鼓励和支持企业采用高新技术,使用新型能源,走低能耗、物耗、少排放的清洁生产发展道路,加快环境污染由末端治理向全过程控制的根本转变。这些措施必将为推进我国可持续发展和建立循环经济奠定基础。

2 中国钢铁工业的总体评价

钢铁材料是人类经济建设和日常生活中所使用的最重要的结构材料和产量最大的功能材料,是人类社会进步所依赖的重要物质基础。中国钢铁工业的进步历程是国民经济高速发展的指示器和风向标,1949 年全国产钢只有区区 16 万 t,1996 年钢产量首次跃过 1 亿 t,2002 年的钢产量达到创纪录的 1.82 亿 t。50 多年来中国的产钢量增长

1000 多倍, 成为世界材料发展史上的奇迹。

中国钢铁工业已经在全球占到举足轻重的地位。中国的粗钢产量和消费量占世界总量的比例从 1992 年的 11.2% 和 11.9% 跃升到 2002 年的 20.1% 和 25.8%^[11]。2001 年和 2002 年中国粗钢产量更是以惊人的速度在增长, 增长量分别为 18.9% 和 19.7%^[12]。分析中国钢铁工业的发展因素, 预测其今后的发展趋势, 可以得到以下的结论。

2.1 中国钢铁工业高速发展的推动力因素

(1) 强劲的市场需求。1996 年以来中国 GDP 的年平均增长率为 8.1%^[12], 国民经济的飞速增长, 大规模的基础设施和城市建设以及迅速崛起的制造业为钢铁产品创造了巨大的市场空间。

(2) 国家宏观经济政策的扶持。通过债转股等调控方式使企业减轻了负债、资金方面的压力。进入 WTO 后国家采取有效的手段抑制了国外钢铁产品在中国的倾销。

(3) 国际钢铁工业向新兴国家转移的大趋势。由于严厉的环境标准和昂贵的劳动力价格, 发达国家的钢铁工业出现了向更加接近市场的新兴国家转移的趋势。2002 年中国粗钢产量已经占据世界总产量的五分之一强, 今后几年这个比例还会继续上升。但是尽管如此, 发达国家依然保持着技术和装备的优势。

(4) 国内钢铁工业原材料的瓶颈已经基本消失。融入世界经济潮流的中国钢铁业可以在国际市场上获得价廉质优的矿石, 2001 年中国进口了 9.24 千万 t 的矿石^[11], 中国已经成为世界铁矿石市场上仅次于日本的第二大买主。

(5) 钢铁工业的技术进步极大提高了产品的市场竞争力。大规模的结构调整和技术改造, 先进装备的引进, 提升了中国钢铁工

业的核心竞争力。中国宝钢集团已成为世界第五大钢铁公司, 2002 年中国的连铸比已达到 92.5%, 高于全球平均水平 (88.4%) 四个百分点。中国钢铁工业的产品、成本和技术经济指标已经处在世界同行业的中上游。

2.2 未来 5~10 年中国钢铁工业的发展趋势

(1) 作为钢铁工业发展的推动力因素依然存在。中国经济发展速度仍将大大高于世界平均水平, 而中国在今后 5~10 年中基本建设和制造业发展需要的钢材消耗量还会保持在高位, 并逐步达到稳定的状态。世界性产业转移的速度步伐不会放慢, 这是全球产业调整的必然, 中国钢铁工业的发展仍然有广阔的空间和不可多得的机遇。而用高科技改造传统产业将会极大地促进中国钢铁工业的技术进步。

(2) 世界钢铁工业的中心转移必然会伴随技术创造中心的转移。综观全球发展的历史可以发现, 技术创造中心的转移肯定滞后于产业的转移, 但是其跟随规律是毋庸置疑的。同时, 随着规模和效益的提高, 国内企业对技术的渴望和资金投入是空前的。目前国内科学研究的体制日趋完善, 研究环境趋于接近发达国家, 一支高素质的研究队伍正在建立。另外, 钢铁工业的现代化很大程度上取决于装备的现代化, 中国现代制造业的崛起为钢铁工业新装备的“中国制造”建立了基础平台。

(3) 钢铁工业的能源消耗和环境保护问题将在中国日渐凸现。作为能源消耗大户和影响环境的重要产业, 钢铁工业发展的资源环境成本已越来越受到关注。可以预计, 能源和环境问题将成为中国钢铁工业发展的主要绊索, 而建立低资源和能源消耗的绿色钢铁工业只能依赖于技术进步和创新。

3 中国钢铁工业可持续发展的战略思考

金属材料的发现开创了人类物质文明的新纪元,几千年来大规模的应用又加速了人类社会发展的历史进程,金属材料和其他材料一起构成了人类社会的四大支柱之一。但是,随着地球表壳资源的日益贫化,金属矿产资源已迅速枯竭。据专家估计,地球上金属矿产的开采只能维持 100~300 年,其中,铁只能开采 100~160 年^[13, 14],而钛、铜、银的开采将不足 50 年^[14]。我国是矿产资源相对不足的国家,已探明的铁矿总储量为 530 亿 t 左右,按目前的生产规模只可稳定供应约 20 年^[13]。此外,环境生态保护的要求也使钢铁材料的生产必须在更低的排放水平下进行。“人无远虑,必有近忧”,中国钢铁工业未来可持续发展之路的探求应该得到冶金工作者充分的关注。

3.1 中国钢铁工业实施循环经济的战略构想

尽管蓬勃发展的各种新型材料将会在很

多领域逐渐取代传统材料,但由于其高性价比和高循环使用率,钢铁材料不仅是迄今人类文明发展的“钢筋铁骨”,在未来人类社会的材料使用中还将长期占据重要的地位。当然,其原料和能源结构以及生产形式也必然会发生根本的变化。大量消耗矿石、煤炭等天然资源,大量排放炉渣、废热和二氧化碳等废气的传统的钢铁材料生产方式将不复存在。取而代之的将是原材料和能源充分循环利用、高效率、低排放甚至零排放的新型生产方式。这种生产方式的细节尚不十分清晰,但从循环经济的要求和技术积累的层面分析,应该包含以废钢循环为主的原料结构和以氢能源为主体的能源结构,包含对排气、废水和废渣的回收和综合利用,以此从根本上保证可持续发展的需要(图 2)。同时还将采用全新工艺生产路线从低品位铁矿资源和废渣中开采和提炼金属,并解决目前尚无法经济、有效利用的贫矿和固体废弃物和补充在循环过程中消耗的铁源。

3.2 未来钢铁工业的原料结构

与纸张、玻璃、塑料等其他人工材料相比,钢铁材料具有最高的循环使用率,目前

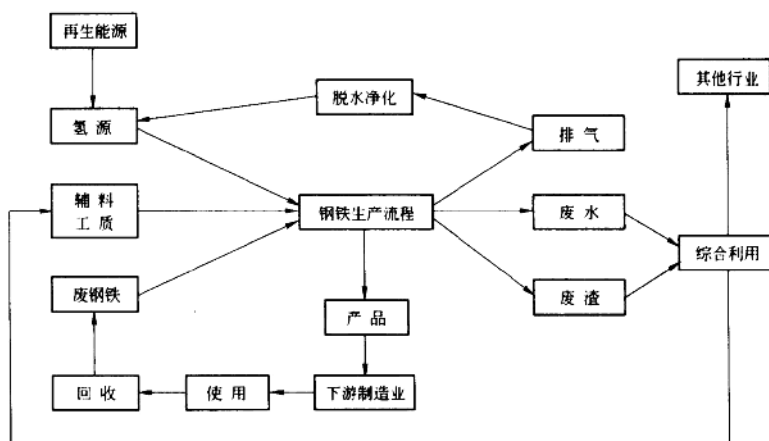


图 2 未来钢铁工业实施循环构想