

依靠科技创新 搞好节约型社会

张彦仲

(中国工程院“节约型社会”项目组)

摘 要: 文中从我国资源、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、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。

我国要在实现 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一个坚实的基础。

关键词: 科技创新;节约型制造;制造业;再制造

中图分类号: T19; X7; F08 文献标识码: A 文章编号: 1007-9289-(2006)05⁺-0003-14

Develop Efficient Manufacture Based on Science and Technology Innovation

ZHANG Yan-zhong

(The building efficient society project researchers of CAE)

Abstract: The importance of the basic national policy-building efficient society based on domestic the resources and energy present state was described. The energy consumption and substance consumption of manufacturing industry were researched, the urgency of building efficient manufacturing. Some main manufacturing industries present state and efficient target were analyzed, such as electric power, steel, nonferrous, building materials, petrochemical, automobile, construction industries. To realize the goals of per capita GDP doubling that for 2000, unit GDP energy consumption reduced by 20% for 2005 up to 2010, and per capita GDP secondly doubling that for 2000, unit GDP energy consumption reduced by 50% for 2005 up to 2020, the science and technology innovation must be depended and developed. Some measures should be adopted by reuse, recycle and remanufactured.

Key words: science and technology innovation, efficient manufacture, manufacturing industry, remanufacture

1 建设节约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?

1.1 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)。

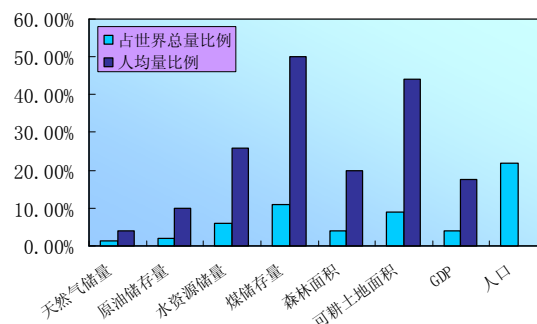


图 1 截止 2003 年我国主要资源、产值所占世界的比例
Fig.1 The proportion of Chinese main resource and production value to the world up to 2003

从图 1 中可以看出我国可耕地总面积占全世界的 7%;人均 1.4 亩,是世界人均量的 40%、人均

收稿日期: 2006-05-28

作者简介: 张彦仲(1940-),男(汉),中国工程院院士。

淡水量 2200 立米为世界人均量的 1/4、人均木材储量 9 立米是世界人均量的 1/8、人均石油储量为世界人均量的 1/10、天然气为世界人均量的 1/25。

1.2 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 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。

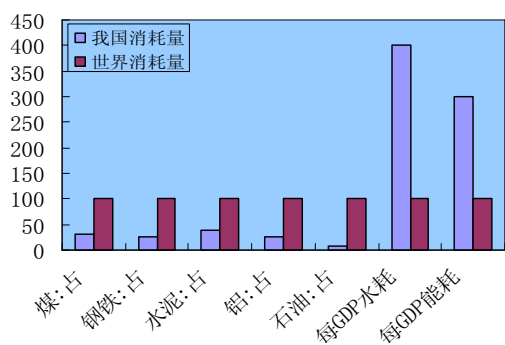


图 2 我国与世界单位 GDP 耗能比较

Fig.2 Chinese energy consumption of unit GDP compared with the world

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出 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却占世界资源的比重很大。

从图 2 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),为世界平均量的三倍;消耗的水是世界平均量的四倍。

我国矿产资源总回收率约 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)30%左右;全国油田平均采收率 27%左右;木材综合利用率约 60%,低于国外先进水平的 80%;废纸回收率 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。

1.3 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 1.22 亿吨,占全国消耗量的 40%,已成为仅次于美国和日本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;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。

表 1 相关资源进出口情况

Table 1 The statistic of import and export resources

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)	—	5505	—	9012	—	8384	—	9388	—	8666
电力 (亿千瓦时)	15.46	98.78	17.98	101.9	23	97	29.8	103.4	—	—
原油 (万吨)	7013	1044	6026	755	6941	721	9113	813	12272	549
纸和纸板 (万吨)	595	—	557	—	633	—	636	—	611	—
水泥 (万吨)	—	605	—	621	—	518	—	533	—	—
钢材 (万吨)	1596	621	1722	474	2449	545	3717	696	2930	1423

1.4 污染问题严重

经济高速发展和资源利用带来了环境污染问题(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,中国在保护环境、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 年我国二氧化硫排放量 2159 万吨、烟尘排放量 1048 万吨、工业粉尘排放量 1021 万吨、工业固体废料 1941 万吨，其中 85%~90%是由于能源开发利用，特别是煤炭的粗放型开发利用引起的。烟尘和二氧化碳排放量的 70%、二氧化硫的 90%、氮氧化物的 67%来自于燃煤。由于二氧化硫排放大大超过环境自净能力，中国已有约 1/3 的国土受到酸雨污染。另外，有 3 亿亩耕地和 1/4 的水域受到各种污染。

我国的城市环境污染状况未见明显改善，单位生产总值的污染排放量比世界平均水平高出几十倍，我国目前城市废水排放总量为 439.5 亿吨，超过城市环境容量的 82%。此外，由于能耗大，污染严重，我国的发展也受到了京都议定书限制。

因此，我国要在实现 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，不能靠拼资源和能源的办法，要贯彻科学发展观；要加快经济结构调整，转变增长方式：大力发展三产和高科技产业。归根要依靠科技进步，建立节约型社会——这是我国的基本国策。

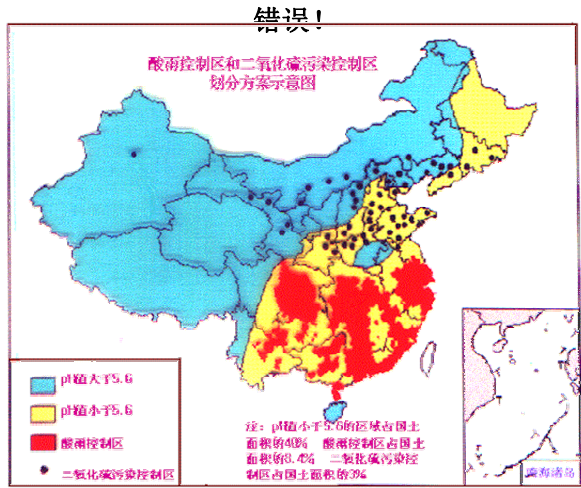


图 3 我国酸雨分布图

Fig.3 The distributing map of Chinese acid rain

2 节约型制造是节约社会的重要部分

经过 50 多年的发展，特别是改革开放以来，我国制造业得到了长足的发展，成为国民经济的重要基础产业和支柱产业，很多产品产量居世界第一，成为制造大国。如：钢铁工业自 1996 年以来，

钢产量已连续 9 年保持世界第一；化学工业中的硫酸、烧碱、纯碱、合成氨、磷肥、农药、电石、染料、涂料、合成橡胶等几十种化工产品产量都居世界第一；石化工业中的原油加工能力居世界第二位、乙烯能力居世界第三位、合成树脂居世界第二位、合成橡胶居世界第三位、合成纤维第一位；有色金属的生产和消费都居世界第一；水泥、平板玻璃、陶瓷以及石材等主要建材产品的产量连续多年位居世界第一；汽车工业连续实现产量的跨越，2005 年我国已成为世界第三大汽车生产国。

然而，这些产业都消耗大量资源、能源。我国制造业存在有创新能力不足，核心技术对外依赖度高；能耗物耗偏高，污染大；以企业为主体的创新体系还不够健全等问题。

2.1 制造业是能耗大户，单位能耗偏高

流程制造业属于资源、能源密集型产业，由此带来了能源、资源的较多依赖，已成为能源、资源的消耗大户。2003 年，全国的总能耗为 17 亿吨标煤，制造业消耗的能源为 9.3 亿吨，占全国 54.7%，其中以原油的消耗比例最大，占到了 80%以上，见表 2。

表 2 2003 年制造业能耗比例

Table 2 The energy consumption ratio of manufacture industry of 2003

2003 年	总能耗 (亿吨)	煤炭 (亿吨)	原油 (亿吨)	天然气 (亿立方米)	电力 (万亿度)
全国	17	16.3	2.49	339	1.9
制造业	9.3	5.8 (电力 7.8)	2.07	175	0.95
比例 %	54.7%	35.5% (电力 47.8%)	83%	51.6%	50%

同时，制造业的单位能耗偏高。中国的火电、钢铁、乙烯、合成氨、水泥等与世界先进水平相差 18%、11%、27%、19%、29%，见表 3。

表 3 我国制造业与世界水平的单位能耗比

Table 3 The unit energy consumption compared China with the world

	火电 g/kw.h	钢铁 kgce/t	铝 kgce/t	乙烯 kgce/t	合成氨 kgce/t	水泥 kgce/t
中国 2003	380	726	1150	889.8	1200	181.0
世界水平	312	646		629.0	970	128.4
差距	18%	11%		27%	19%	29%

与世界先进水平相比,存在着企业平均规模小、产业集中度低、生产技术水平较低、粗放型生产、产品层次低和污染较大等制约各行业可持续发展的的问题。

2.2 重要产品能耗物偏高

(1) 建筑业能耗物偏高

建筑一直以来都是占地和耗能耗材大户。改革开放 20 多年来,我国经济发展取得了世界上“奇迹般的增长”,但与之相伴随的是土地资源消耗速度的加快。2000 年,全国净减少耕地面积 1443.5 万亩,2002 年减少 2529 万亩,2003 年减少了 3806.1 万亩。从 1996 年到 2003 年 7 年间,耕地减少了 1 亿亩,平均每年减少 1428 万亩。到 2004 年底,全国城镇规划范围内共闲置、空闲、批而未用土地 395.61 万亩,相当于现有城镇建设用地总量的 7.8%。

根据数据显示,目前我国的建筑能耗惊人,单位建筑面积能耗是同纬度国家的 2~3 倍。其中建造和使用建筑时能源消耗已经占到全社会总能耗的 30%、建筑用钢占全国用量的 30%、建筑用水泥占全国用量的 25%、建筑用水占城市用水的 47%。另外,我国目前现有建筑中 95% 达不到节能新标准,新增建筑中未达节能新标准的超过八成。另外,我国建筑在建设中还存在土地资源利用率低、水污染严重、建筑耗材高等诸多问题。

我国的建筑平均使用寿命短。一些工业建筑只有 20~30 年使用寿命。80、90 年代修建的公路、铁路桥梁和隧道工程结构的劣化已经到了相当严重的程度。某些城市建设开发中盲目大拆大建,造成巨大浪费。对于修缮和管理体系都比较完善的欧美发达工业国家,每年的土建结构维护支出也要达到其 GDP 值的 5% 左右,我国也面临建筑修缮的问题。

另外,建筑钢筋、水泥和混凝土的强度普遍偏低,标号低于发达国家,导致耗材量过高;新型墙体材料推广使用率低;缺乏合适的粘土砖替代材料;以及二次装修造成巨大浪费。

(2) 汽车产品油耗高

未来 20 年内,中国的大部分石油消费将由交通运输业的需求带动,在所增加的石油需求中,2/3 的石油消费将来自交通运输业,中国交通业消耗的石油将从 2003 年占全国石油消费总量的 40% 增加到 2020 年的 55%。2003 年全国汽车消耗汽油总量约占 85%,柴油消耗总量约占 28%,汽柴油消耗总

量约占 46%。

我国运输用油消耗量大,节油潜力也大,然而与国外相比,我国汽车单位油耗却相对偏高。2002 年,我国汽车发动机每百公里油耗的设计值比发达国家要高 10-15%。而平均单车年耗油的实际值是 2.28 吨/年辆,比美国高 10%,比日本高 1 倍。机动车燃油经济性水平比欧洲低 25%,比日本低 20%,比美国整体水平低 10%。与国外先进水平比,载货汽车油耗高 1 倍以上、内河运输船舶高 10-20%。

3.3 循环经济尚未形成

我国循环经济尚未形成,造成极大浪费。流程制造业(包括冶金、化工、建材、石化等)消耗着大量的自然资源和能源,在生产过程中又伴随着大量的各种不同形式的排放物,造成巨大的资源和环境负荷。随着技术的进步,流程制造业存在着减量化、再利用和再循环的巨大潜力,不同流程制造业之间有时也存在着互为依存的产业生态链,也存在着消纳社会废弃物的机会和潜力。另外,全国每年报废的汽车有 200 万辆以上;报废的电视机、洗衣机、冰箱有 1500 多万辆;报废的手机有上千万台;废纸 1400 多万吨;农村每年还有 7 亿吨秸秆要处理等等。这些废弃物如不及时处理,势必会造成很大的浪费和污染。

表 4 我国汽车、家电等年报废数量

Table 4 The discard volume of Chinese automobile and electric facility

报废项目	现保有量(万)	年报废数量(万)
汽车	3000	>200
机床	400	
冰箱	12000	400
洗衣机	17000	500
电视	40000	>500
电脑	1600	500
手机	35000	>1000

从以上的数据和资料可以看出,我国的制造业在能源消耗、物耗以及土地资源占用等方面都占有重要的比例,甚至是主要的消耗构成,所以,节约型制造是建设节约型社会的重要组成部分。只有做好节约型制造,完成了节约型制造的奋斗目标,才能为建设节约型社会打下坚实的基础。节约型制造

的奋斗目标是：

(1) 力争到 2010 年我国消耗每吨能源、铁矿石、有色金属、非金属矿等十五种重要资源产出的 GDP 比 2003 年提高 25% 左右；矿产资源总回收率和共伴生矿综合利用率分别提高 5 个百分点。工业固体废物综合利用率提高到 60% 以上。再生铜、铝、铅占产量的比重分别达到 35%、25%、30%，主要再生资源回收利用量提高 65% 以上。工业固体废物堆存和处置量控制在 4.5 亿吨左右；城市生活垃圾增长率控制在 5% 左右。

(2) 到 2020 年制造业的能耗、物耗及排放达到 2003 年世界水平

3 节约型制造的主要领域

3.1 电 力

长期以来，我国一次能源生产、消费结构始终以煤炭为主，电力是我国的用煤大户。2003 年发电用煤 7.8 亿吨，占全国用煤的 47.8%。2004 年，我国电力生产量为 21854 亿千瓦时，其中，火电 18073 亿千瓦时，占电力总量的 82%。预计到 2020 年电量需求将达到 45000 亿千瓦时，煤电发电量到 29140 亿千瓦时/年，仍将占到 66.2%。未来火电（主要是煤电）仍然是我国发电的主体。

然而，电力工业能源利用率较低，2002 年，我国的供电煤耗为 383（克标准煤/千瓦时），而国际先进水平为 316（克标准煤/千瓦时）。如每度电煤耗降 50 克，就可节省原煤 1 亿吨；通过有效提高煤炭燃烧效率，对燃煤含硫量大于 1% 的机组进行增装脱硫装置的改造等，可节约煤炭 5% 左右。

3.2 钢 铁

中国钢铁工业在 20 世纪 90 年代快速发展，自

1990 年以来的 15 年间钢产量增加了 3.17 倍。自 1996 年以来，钢产量已连续 9 年保持世界第一，在全球占有重要位置。2004 年中国产钢量为 27246 万吨，占世界钢产量的 25.77%。中国钢铁工业在世界上有举足轻重的作用。在我国工业化和城镇化的进程中，钢材仍是不可替代的结构材料和使用量最大的功能材料。

然而由于近几年钢材市场需求旺盛的刺激，出现了盲目投资、低水平能力扩张的现象，加剧了产业布局不合理，资源、能源消耗增加以及环境污染等方面的矛盾。2004 年钢铁工业的能耗约占全国总能耗的 11%，排放的废水和废气约占工业总排放量的 14%，固体废弃物约占工业废弃物总量的 16%。目前我国钢铁企业的能源费用占生产成本的比重约 30%，比国外先进企业约高 10 个百分点。2004 年我国宝钢的能耗水平与国际先进水平相当，但重点钢铁企业平均吨钢可比能耗比国外先进水平高 10% 左右，各工序能耗的水平也有差距（表 5）。

重点企业吨钢新水耗量虽已从 1993 年的 48.04m³/t 钢，下降到 2004 年的 11.62m³/t 钢，下降了 75.81%。但与国外先进企业的水平仍高出 9m³/t 左右（表 6）。

钢铁产量越大，能源消耗越多，每生产 1 吨钢，消耗自然资源 23 吨；而二氧化碳排放量与一次能源消费量成正比，即能源消费量越高，二氧化碳排放量越大。因此，以煤为主的能源消费结构也是我国钢铁生产环境污染负荷重的主要原因。大中型钢铁企业 CO₂ 排放总量的增长势头在“九五”期间得到遏止，2000 年出现下降趋势，但近两年由于钢产量大幅度增加而有所回升，如图 4。

表 5 2004 年我国钢铁企业能耗与国际先进水平对比

Table 5 The energy consumption of Chinese steel industry compared with international advanced level

项目	吨钢综合能耗 (kgce/t 钢)	吨钢可比能 耗(kgce/t 钢)	焦化 (kgce/t)	烧结 (kgce/t)	炼铁 (kgce/t)	转炉 (kgce/t)	电炉(kgce/t)	轧钢 (kgce/t)
重点企业平均	761	701	142.2	66.4	466.2	26.6	209.9	92.9
宝 钢	675	648	88.1	62.2	395.4	-0.3	182.7	80.5
国际先进水平	655(日本平均, 2004)	/	128	51	438	-8.8	198	128*

*: 国外包括热轧：47.80kgce/t，冷轧：80.23kgce/t

表 6 近年我国钢铁工业环保现状及与国际水平比较

Table 6 The environment protection of Chinese steel industry compared with international advanced level

项目	宝钢 (2004 年)	我国重点钢铁企业平均 (2004 年)	国外先进企业水平
工业水重复利用率, %	98.3	92.13	98%
吨钢新水耗量, m ³ /t 钢	4.08	11.62	5.5 (Arcelor), 2.6 (Thyssen Krupp)
吨钢外排废水, m ³ /t 钢	1.08	8.6	1.1 (Thyssen Krupp)
吨钢排 SO ₂ , kg/t 钢	2.04	3.08	1.28 (Arcelor)
吨钢 CO ₂ 排放量 kg/t 钢	2124	2220	1652 (2002 年日本平均)
吨钢排尘, kg/t 钢	0.86	2.16	0.5 (Arcelor, Thyssen Krupp)
厂区降尘量, t/(km ² ·月)	14.89	34.32	2.43 (Nippon Steel)

图 4 1980-2002 年钢铁工业 CO₂ 排放总量的变化 (共 75 家企业)Fig.4 CO₂ emission volume of steel industry from 1980 to 2002(by 75 companies)

3.3 有色金属

2004 年中国有色金属总产量约 1430 万吨, 消费量 1353 万吨左右, 生产和消费都占世界第一。表 7 是 2004 年中国铜、铝、铅和锌的生产和消费情况。

2003 年, 我国消耗了约占全球 20% 的氧化铝、铜和锌资源; 每万美元 GDP 消耗的铜、铝、铅、锌分别是世界平均水平的 4.8、4.9、4.9 和 4.4 倍, 有色金属单位产品能耗达 4.75 吨标准煤。1990~2003 年期间, 我国有色金属能源消耗年平均

增长率为 8.7%, 支撑了有色金属产量增长五倍。随着矿山产量快速增长, 储量大量消耗, 而全国矿产资源勘查工作进展缓慢, 资源保障程度急剧降低。在这样的情况下, 其矿产资源储量保有年限只有 10—20 年不等。据报道: “按 2002 年已探明储量, 铜矿可开采 7 年、铅矿 5-6 年、锌矿 7-8 年锡矿 5 年、锑矿 5-6 年, 铝土矿 30 年”。

2003 年有色金属行业用水总量 35 亿吨, 总取用水量 6.12 亿吨, 单位产品取水量 55 吨, 仍然是耗水较多的行业。大量消耗水资源, 也带来了严重的环境问题。

此外, 我国有色金属矿产还面临着资源利用率低、单位产品能耗高, 能源消费总量增长过快以及“三废”资源化率甚低等问题。

3.4 化工

我国化学工业的资源不足。据最新的全国矿产资源储量套改统计结果, 磷矿等 8 种主要化工矿产资源可利用的基础储量绝大多数均不足总量的 1/3, 低于全国矿产资源的平均水平。资源不足已经成为影响我国化学工业未来发展的重要因素。化工资源的消耗巨大, 仅 2004 年, 就消耗了 4000 万吨磷矿、4000 万吨硫铁矿、500 万盐、1.2 亿吨煤、60 亿吨水。总能耗占到了全国的 15%。

表 7 2004 年有色金属及铜、铝、铅和锌金属的生产和消费 (万吨)

Table 7 The produce and expend volume of nonferrous metal in 2004

	总产量	占世界比, %	世界位次	总消费量	自给率	探明储量
有色金属	1430.0		1	1353.00		
其中: 铜	217.0	13.8	2	321.00	35%	7 年
铝	683.7	22.3	1	618.00	50%	30 年
铅	181.2	26.7	1	182.00	60%	6 年
锌	251.9	24.7	1	271.00	85%	8 年

化学工业的资源能源利用率低。总体能源利用

率比先进水平低 15%, 与发达国家相差 20 年, 节

能降耗潜力很大,能源利用中间环节(加工、转换和贮运)损失量大,浪费严重。一些产品单位能耗比先进水平高 20%~30%,甚至高出 40~50%左右,单位产值能耗为先进水平的 4.1 倍。我国化工单位产值耗水量为 1000m³/万美元,而先进水平为 300 多 m³/万美元,单位产值水耗高达 3 倍。

化学工业的精细化率不高,为 40%左右,比发达国家落后 15~20 年。精细化工的发展程度是一个国家综合国力和技术水平的重要标志之一。据统计,美国 70 年代精细化率为 40%,80 年代增至 45%,目前已超过 53%。原联邦德国,现已达到 56%。日本最高为 57%。2000 年发达国家精细化率增至 60%~65%。而我国化学工业长期以来是以支农化工和传统基础产业为主,高新技术和新领域精细化工起步较晚,大部分尚未形成产业。

化工工业的环境污染严重。由于化工行业门类繁多、工艺复杂、产品多样、生产中排放污染物种类多、数量大、毒性高,是污染大户。我国在“九五”期间,加大了“三废”污染的治理力度,新建和技术改造项目始终坚持“三同时”和以新带老的原则,有效地控制了新污染源的产生,在废弃物回收利用和资源综合利用方面取得显著成效。但从总体上看,化工“三废”治理率还较低,污染仍十分严重。

3.5 石 化

我国石化工业经过 50 多年发展,通过几次较大规模的改革重组,已建立了实力强大、配套完整的工业体系,原油加工能力、乙烯和三大合成材料产能均居世界前列。截至 2004 年底,原油一次加工能力达到 3.18 亿吨/年,居世界第二位;乙烯生产能力达到 605.5 万吨/年,居世界第三位;合成树脂生产能力 1950 万吨/年,居世界第二位;合成橡胶生产能力 139 万吨/年,居世界第三位;合成纤维生产能力 1310 万吨/年,居世界第一位。同年加工原油 2.73 亿吨,生产汽煤柴三大类油品 1.64 亿吨,基本满足国内市场需求;乙烯产量达到 626.6 万吨,所产石化产品支持了国民经济的发展。

我国石化工业在资源和能源节约、环保方面取得了很大成绩,但与世界先进水平相比,在整体能耗、物耗 and 环境保护水平方面还存在一定差距。

(1) 石油资源浪费严重

由于地方利益驱动,目前我国石油加工散、乱、

小的问题不仅没有得到彻底解决,而且还有进一步发展的趋势。2004 年,全国还有相当数量规模低于 100 万吨/年的小炼厂,合计加工能力达 2600 万吨/年以上。一般情况下,小炼厂的轻油收率平均比大型炼厂低 10 个百分点以上。此外,目前全国已建成和规划建设的涉及石化和化工产业的各类化工园区约有 320 多个,设置过多、分布太散,多数园区中拟建的石化项目均是小化工,项目重复,能耗、物耗高,产品质量差,环境污染严重,浪费了大量土地和石油资源。我国石化资源的对外依存度不断加大。

表 8 我国石化资源对外依存度

Table 8 The external dependence of Chinese petrochemical resources

	2003	2010 年	2015 年	2020 年
原油总需量 (亿吨)	2.66	3.2	3.7	4.5
进口量 (亿吨)	0.96	1.4	2.1	2.5-2.7
对外依存率	36%	43.7%	51.7%	55-60%

(2) 石油资源利用率低

我国炼厂和乙烯厂平均规模均低于世界平均水平,能耗物耗较高,使得石油资源的利用率较低。2004 年中国石油、中国石化两大集团炼厂的轻油收率平均为 72.6%,综合商品率为 92.4%,加工损失率在 1%左右,而小炼厂的轻油收率和综合商品率更低,与国外相比均有一定差距。另外,目前我国交通运输用油和化工用油消费占石油消费的比例还偏低,石油资源未能充分得到有效合理的利用。

(3) 工艺技术水平与国外有一定差距,造成装置能耗较高

目前,我国石化工业总体工艺技术水平相当于国外 90 年代水平。装置套数多、结构复杂,多数炼油企业能耗指标与国外先进水平相比还存在一定差距,见表 9。

3.6 建 材

20 世纪 90 年代以来,我国已成为世界上最大的建筑材料生产与消耗国家,水泥、平板玻璃、陶瓷以及石材等主要建材产品的产量连续多年位居世界第一。建材工业在满足基础设施建设、城镇和住房产业发展的需求,为我国社会财富积累做出巨大贡

献的同时，也消耗了大量的能源，见图 5，图 6。

表 9 我国石化综合指标与国外的差距
Table 9 The gap of Chinese petrochemical integration parameter with foreign standard

	综合商 品率 %	轻油收 率 (%)	综合能 耗(kg/t)	裂化能 耗(kg/t)	乙烯能 耗(kg/t)
中国	92.4	72.6	75.65	55%~60	702.3
世界		80		37	500-650
差距		7.4	17%	32%~38%	7%~28%

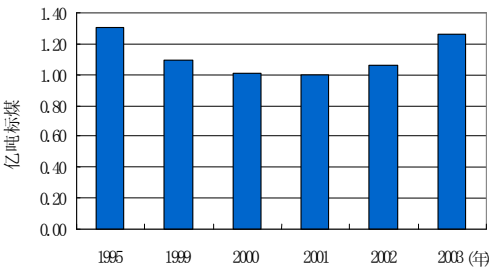


图 5 1995~2003 年建材制造业能源消耗量
Fig.5 Energy consume of building materials industry from 1995 to 2003

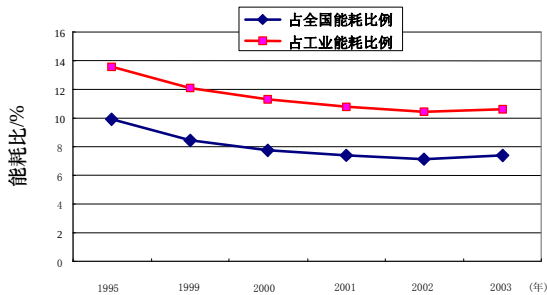


图 6 1995~2003 年建材制造业占全国工业能耗的比例
Fig.6 The Energy consume proprortion of building materials industry with Chinese industry from 1995 to 2003

我国生产水泥、玻璃、粘土砖等建材,每年需采矿 13.5 亿吨, 占全国总量 24%,耗能 2.2 亿吨标煤,消耗资源 35 亿吨,万元产值耗资源 87 吨;我国 2004 生产水泥 9.7 亿吨,占世界水泥产量的 46%,消耗 1.22 亿吨煤,资源利用率和人工效率相对国外有较大的差距。

表 10 国内外水泥生产对比

Table 10 The comparison of cement production between domestic with overseas

先进技术、指标	国 外	我 国	差 距
新型干法预分解技术 (%)	> 90	33	3 倍
综合能耗 (一般)	95~100	< 110	10~15%
KWh / T (先进)	85~90	< 100	
劳动生产率 (吨/人 年)	8,000~15,000	2,000	4~7.5 倍
烟气排尘 (mg/Nm ³)	< 50	< 100	1 倍
	15~30	< 50	

3.7 汽 车

进入二十一世纪以来,中国的汽车工业在开放的大环境下,取得了快速增长,我们仅仅用了两年的时间,就完成了从 200 万辆到 300 万辆的跨越,且在接下来的两年里以每年百万辆的速度高速增长,使得中国汽车工业在 2004 年突破了 500 万辆产量,位居世界第四;2005 年整车产销量达 570 万辆;在过去 10 年里,国民经济 GDP 年均增长 9.3%,汽车产量年均增长 15%,引起了国际经济界和汽车界的广泛关注。根据预测,到 2010 年,中国将成为世界第二大汽车生产国;成为当今世界汽车销售增长最快的地区。然而中国汽车工业高速增长的同时也付出了包括能源、环境和各种资源消耗的巨大代价。

汽车是耗油大户,随着汽车的高速发展,比重会愈来愈高,见表 11。而且我国油耗要明显高于欧美以及日本等国家。

表 11 汽车耗油预测
Table 11 The forecast of car' s fule consumption

	2000 年	2010 年	2020 年
石油总消费量(亿吨)	2.3	3.2	4.5
汽车用油量(亿吨)	0.77	1.38	2.57
比例(%)	33	43	57

机动车燃油消耗将成为推动我国石油消费持续增长的主要因素。2000 年机动车燃油消耗约占石油消费总量的 1/3, 据预测,到 2010 年、2020 年这个比例将分别提高到 43%和 57%。到 2020 年,我国石油消费占能源消费总量的比例将达到 26%-27.5%, 与当前美国、英国、日本等发达国家石油消费占 40% (2000 年世界平均水平为 37.8%) 的水平相比仍有较大距离。2020 年我国人均石油消费量将达到 0.30-0.41 吨。为 2000 年世界人均石油消费量 0.56 吨的 54-73%。

4 依靠科技创新,搞好节约型制造

考虑到中国的国情,虽然我国人口的增长得到了有效控制,但2020年前,每年人口还要增长1000万左右;并且随着城镇化的发展,每年有1000-2000万人口转入城市,相当长时间内,房屋、汽车、家电等仍是内需的重要增长点;特别是西部大开发及中部崛起,基础设施建设要先行,在相当一个时期内,我国流程制造业仍将会是我国能源和资源消耗的最重要部分。因此,能源资源不足的矛盾还将长期存在,解决这一矛盾,既要调整和转化产业结构;制订发展节约能源资源和开发新能源产业的规划,发掘新的能源资源;提倡节约光荣,浪费可耻的社会风尚,树立节约型消费方式。但归根结底是要按照科学发展观,依靠科技创新,走节约高效的道路,实现节约型制造,这也建设节约型社会的重要途径。

4.1 节约型设计: 开发节约型产品

(1) 节约型房屋:

房屋的耗能过大除气候、锅炉效率低、分散等原因外,房子保温性能差,能耗大;门窗及玻璃散热快等是重要的原因。随着建筑节能要求的提高和建筑装饰装修业的快速发展,应该切实推动新型墙体材料、高性能水泥、建筑保温材料、建筑门窗、涂料、铺地材料、建筑五金以及各种装饰材料等方面的发展。

据预测,如果房屋节能达到50%,则可节约全国能耗11%。

(2) 节油汽车:

2004年我国柴油消费量分别达到4706万吨和10292万吨,而2003年分别为3065万吨和8595万吨,同比分别增加15%和20%,油品消费的增长速度远大于国民经济的增长速度。若按此比例增长,则以“能源翻一番,保国民经济翻二番”是无法作到的。因此,节约用油,降低单位能耗是一件迫在眉捷的大事。如果开发节油汽车,如果2020年汽车油耗能降低30%,每年可节油6000万吨。目前正在研究的节油技术有:

高效发动机:可提高效率:10~15%;

混合动力: 可节油:15~40%;

燃料电池:115.6公里/时,1.048kgH₂/100km;

代用燃料:醇醚,燃气可替代燃料5~15%;

汽车电子:电喷,电控进一步提高效率;

轻量化: 铝,复合材料可减重:15~30%

(3) 节能电力设备:

火电一直以来都是我国电源的主体,消耗的煤炭资源也占了我国消耗总量的大部分。因此,有效提高发电机组的效率将有很大的节能潜力。

目前,增压流化床联合循环发电,高效、环保的超临界(超临界机组的发电效率比亚临界高2%,节约煤炭约5%)和超超临界发电等煤炭高效燃烧技术;新建燃煤发电机组都要安装脱硫装置,对燃煤含硫量大于1%的在运机组都要进行增装脱硫装置的改造,推广炉内低NO_x燃烧技术和烟气脱硫技术都能有效的节约能源、提高生产效率。

如果每度电的煤耗可降低50克,即:从380g/kw.h降到330g/kw.h,按每年发电2万亿kw.h,则每年可节约1亿吨煤。

此外,提高能源转换、输运、储存、分配和终端使用过程能效技术,建设可靠高效灵活的电网技术,电器节能技术等也是有效的节能途径。

4.2 节约型生产: 降低能耗物耗

(1) 钢铁生产

20世纪90年代以来,由于连铸技术,高炉喷煤技术,高炉长寿技术,棒、线材连轧技术,流程工序结构调整综合节能技术和转炉溅渣护炉技术等六项关键—共性技术的推广和集成,使我国钢铁工业在节能降耗、提高产品质量、减少污染排放等方面取得了显著的效果,技术经济指标明显提高。由此带来的钢铁生产流程优化产生的节能效果占其总节能量的40.7%。

1990年到2000年的十一年间,我国钢产量翻了近一番,钢铁工业总的能源消耗只增加了31%左右,吨钢综合能耗下降了约43%,吨钢新水耗量下降了57.3%,吨钢废水排放量下降了47%左右,年排尘量下降了约36%。为我国钢铁工业的健康发展奠定了良好的基础。

预计到2020年,我国钢铁工业应在2000年粗钢产量的基础上用增加60%左右的能源消耗、翻一番左右的粗钢产量支持我国GDP翻两番。具体为:

① 淘汰落后工艺装备,淘汰落后产品,大力节约能源、改善环境,使钢铁制造流程进一步合理化;落实国家钢铁产业发展政策规定的限期淘汰的300m³高炉、20t转炉、4.3m以下焦炉等一批落后

设备,淘汰 600 mm 以下热轧窄带钢,年产 25 万吨及以下热镀锌板卷等产业政策限制类产品。

② 实现新一代钢铁制造流程的工艺和装备的自主创新、集成设计、制造和生产;

③ 大力推动节能技术的普及以及系统集成,使 2010 年吨钢综合能耗、可比能耗和吨钢新水消耗量分别降到 730 kgce/t、685 kgce/t 和 8 m³/t; 2020 年分别达到 700 kgce/t、640 kgce/t 和 6 m³/t。

④ 进一步提高钢的使用效率 5%~10%,资源循环利用率提高 15%;

⑤ 通过新一代钢铁制造流程的开发和环境友好技术的应用,力求 2010 年,大型钢铁企业吨钢 CO₂ 排放量小于 1900kg/t,其它钢铁企业吨钢 CO₂ 排放量小于 2000kg/t; 吨钢 SO₂ 排放量,大型钢铁企业小于 2kg/t,其它小于 3kg/t。

⑥ 实施绿色制造,为钢铁企业的生态化转型创造条件。促进形成钢铁与发电、建材等行业的工业生态制造链。

(2) 有色金属生产

以资源循环利用为中心,以科学技术为动力,同时落实减量化消耗、减量化排放和“三废”资源化利用的原则,争取到 2020 年有色金属资源利用率显著提高,再生资源循环利用能力明显增强,为构建节约型行业奠定坚实基础。

表 12 未来钢铁生产指标的目标

Table 12 The produce target of steel industry in the future

	可比能耗 Kgce/t	综合能耗 kgce/t	水耗 M3/t	CO ₂ 排放 Kg/t	SO ₂ 排放 Kg/t
2000 年	781	930	24.8	2463	5.56
2004 年	701	761	12.0	2200	3.24
2010 年	685	730	8.0	1900	<3
2020 年	640	700	6.0	1800	<2

“减量化”:到 2020 年,有色金属矿产资源利用率(较目前)提高 5%—10%,单位产品能耗下降 40%左右,硫回收率从目前的 82%提高到 95%以上,工业用水复用率提高到 90%以上,单位产品取水量降低到 38 吨;

充分合理的利用国内、外有色金属再生资源,大量增加再生资源循环利用量。到 2020 年有色金属发展的规划总量列于表 12。

“三废”资源综合利用产品产值达到 35 亿元,利润约 2000 万元;固体废物综合利用率由约 10%提高到 25%,年利用约 3000 万吨,利用尾矿作矿山生产充填材料,赤泥和炉渣生产水泥和其他建筑材料。

表 13 再生金属规划总量及占同类金属总需求量的比例(万吨)

Table 13 The total proportion of metal reconstruction with the same metal

金属	项目	2010	2020	金属	项目	2010	2020
铜	需求总量	450	640	铅	需求总量	200	250
	再生金属量	200	360		再生金属量	50	100
	再生/需求比, %	44	56		再生/需求比, %	25	40
铝	需求总量	880	1340	锌	需求总量	320	390
	再生金属量	320	750		再生金属量	20	30
	再生/需求比, %	36	56		再生/需求比, %	6	8

根据表 13 数据,假设到 2020 年再生有色金属总产量达 1240 万吨(约为 2003 年的 5 倍),届时,原生有色金属的总产量约为 1380 万吨,再生金属将接近原生金属的产量;与原生有色金属(2003 年)的状况比,可节省矿产资源 2000 万吨以上(金属量),1380 万吨原生金属的总能耗约为 5520 万吨标煤,1240 万吨再生金属的能耗约为 1500 万吨标煤,总计能耗 7000 万吨标煤,单位产品的能耗从目前

的 4.75 降低至约 2.67(吨标煤吨金属),单位产品节能率达 40%以上;此外,还将年节约用水约 5 亿吨;少排放二氧化硫 45 万吨;少排放固体废物 1.2 亿多吨。实现工业总产值约 2500 亿元以上。可以明显看出,再生资源循环利用,将取得巨大的资源效益、经济效益、环境效益。将成为有色金属工业新的经济增长点。

(3) 石化生产

石油是不可再生的资源。近年来，随着国际市场原油价格持续大幅上涨，为了最大限度地将宝贵的石油资源转化为油品和石化产品，提高利用率，保护环境，国外都非常重视节约资源能源和环保技术的开发和应用，推动了世界石化技术的快速发展。针对我国石化工业的情况，应采用先进技术，积极实施“煤代油、焦代油、气代油”工程，提高资源利用效率；推广先进适用技术，不断对生产装置和公用工程进行节能改造，促进能源消耗不断降低；强化节水减排工作，合理使用水资源，提高工业水重复利用率；推广应用清洁生产技术和环境友好产品生产技术，以资源的高效和循环利用，支持循环经济的发展。以期达到：

① 轻油收率从 2004 年的 72.6% 提高到 2010 年的 75%，按 2010 年加工原油 3.2 亿吨计，可增产轻质产品 770 万吨左右；再由 2010 年的 75% 提高到 2020 年的 78%，按 2020 年加工 4.25 亿吨原油计，可增产轻质油品 1275 万吨；通过减少自用率和损失率，使综合商品率由 2004 年的 92.43% 提高到 2020 年的 93% 以上可增产石油产品 240 万吨左右；通过煤、石油焦、天然气代油，节约石油 500 万吨左右。

② 加工一吨原油综合能耗由 2004 年的 75.65 千克标油/吨下降为 2010 年的 70 千克标油/吨，按 2010 年加工原油 3.2 亿吨计，可降低炼油综合能耗 180 万吨标油，到 2020 年再进一步下降为 65 千克标油/吨，按 2020 年加工原油 4.25 亿吨计，可降低炼油综合能耗 210 万吨标油；乙烯综合能耗由 2004 年的 702.25 千克标油/吨降至 2010 年的 650 千克标油/吨，按 2010 年生产乙烯 1400 万吨计，可降低综合能耗 73 万吨标油，到 2020 年乙烯综合能耗进一步降低为 600 千克标油/吨，按 2020 年生产乙烯 2000 万吨计，可减少综合能耗 100 万吨标油。

③ 到 2020 年，工业用水重复利用率达到 96% 以上，外排污水合格率达到 100%；加工吨原油取水量由 2004 年的 0.9 吨降至 2010 年的 0.6 吨/吨以下，按加工原油 3.2 亿吨计，可节水 9600 万吨，到 2020 年进一步降低到 0.5 吨/吨以下，按加工原油 4.25 亿吨计，可节水 4250 万吨，实现原油加工量增加，取水量不增加。

(4) 化工生产

目前，国外发达国家将重化工转移至发展中国

家的趋势为中国等发展中国家提供了经济发展的机遇，也带来资源过度消耗和环境更严重污染的危机。我们要在经过环境、市场和技术、经济收益的全面平衡后，抓住机遇，有选择地接受大型化工生产装置的转移，同时进行重化工业技术改造创新，淘汰污染严重及落后技术，实现技术、产品和产业体系的升级，减少高能耗和高物耗产品出口。

使用先进节能降耗生产技术，用先进科学技术提高传统化工产品的生产水平，降低产品物耗、能耗。通过节约能源和不可再生资源，最大限度提高资源、能源利用效率，在化工生产过程中使之逐步达到国际先进水平；在化工生产过程中推行清洁生产，实行原料、工艺、催化剂的绿色替代；利用可再生资源替代煤、石油等化石资源，逐步发展生物质化工产业，提升化学工业中可再生资源的利用比例。

化学工业资源节约技术及措施发展战略主要考虑 2006—2020 年阶段，其中近期为 2006—2010 年，中远期为 2011—2020 年。主要指标见表 14。

表 14 节约型化工生产目标

Table 14 The produce target of economize petrochemical industry

	2004	2010	2020
资源生产力	100%	+30%	+70%
能耗/GDP	100%	-25%	-60%
水耗/GDP	100%	-30%	-70%
固体排放物	100%	-25%	-60%
单产能耗差距	+20-30%	+10-15%	0%
精细化率	40%	50%	60%

(5) 建材生产

建材工业是一个资源（矿产资源、土地资源等）消耗多、能耗高、环境影响大的产业，它们的发展消耗大量资源、能源，又污染环境。为实现建材工业持续发展和向生态化转型，必须通过技术创新，改造并提高技术装备水平、产品升级等手段把资源、能源消耗降下来，环保达标率提上去；必须从源头上减少对不可再生资源、能源的消耗，利用可再生的资源、能源，提高资源利用率，开发推广节能技术和装备；提高建材产品的质量和功能，开发绿色建材产品；同时要充分发挥建材工业可消纳其它工业废弃物和社会垃圾的优势，为建筑节能降耗做出贡献。建材工业产品的生产将更加突出节能、

节约资源和综合利用资源, 建材产品的使用过程将更加突出健康、节能和环保; 节约能源、降低资源消耗, 最大限度地减少对环境的污染, 将是我国建材产业发展中永恒的主题, 发展循环经济和绿色建材将是我国建材工业实现可持续发展的必由之路。节约型建材生产的目标见表 15。

表 15 节约型建材生产的目标

Table 15 The target of economize building materials industry

	水能	墙体材料	节煤(比 2000 年)	废弃物利用(比 2000 年)
2010 年	12.5 亿吨	8200 亿块	0.5 亿吨 -30%	4 亿吨 +200%
2020 年	14.5 亿吨	8800 亿块	1.0 亿吨 -60%	5 亿吨 +250%

4.3 开发新材料应用

(1) 汽车轻量化

轻量化材料技术的发展着眼于解决为降低汽车排放、提高燃油经济性而追求减轻汽车自身质量。根据最新资料, 国外汽车自身质量同过去相比减轻了 20%~26%。预计在未来的 10 年内, 轿车自身质量还将继续减轻 20%。

(2) 建筑用材

钢用 HRB400 代替 335, 可节钢材 10%-25%; 水泥用 42.5 级代替 32.5 级每立方米可节约 80kg; 推广到 50%, 可节约 3000 万吨/年。

4.4 提高制造质量, 延长产品寿命

我国的建筑平均使用寿命短。许多工业建筑只有 20-30 年使用寿命。80、90 年代修建的公路、铁路桥梁和隧道工程结构的劣化已经到了相当严重的程度。一些城市建设开发中盲目大拆大建, 造成巨大浪费。据测算, 如果将建筑寿命由目前的 30 年左右提高到 50 年, 则相当于节约 70% 的资源。

此外, 提高电器、容器、汽车、船舶、飞机等耐用产品的制造质量, 延长其使用寿命, 则可降低使用成本, 节约我国的生活方面的资源和能源消耗, 才能全面构造节约型社会。

4.5 发展再循环, 再利用及再制造, 提高综合效率

(1) 制造业内部的综合利用

一个年产粗钢 800-1000 万吨的钢铁联合企业, 如全部回收可燃气体, 按热值计算可供一个 120 万千瓦发电厂所需的能源。如全部回收固体废弃物, 可满足一个年产 300 万吨水泥厂所需的原料。

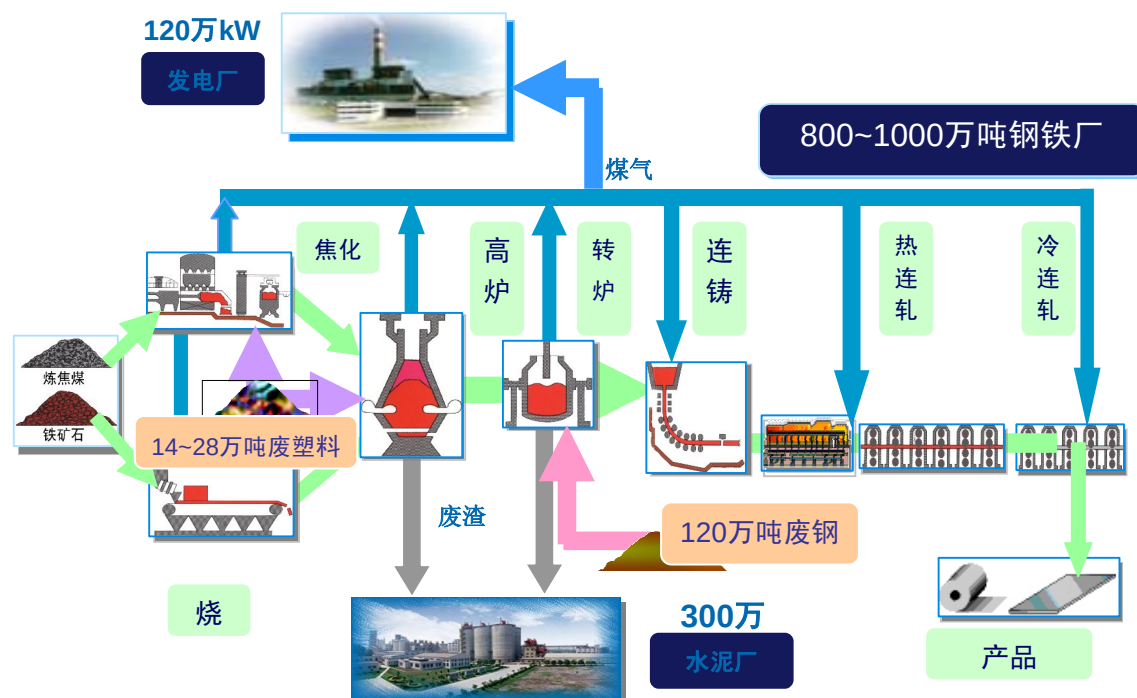


图7 资源节约、环境友好的新一代钢铁制造流程设想

Fig.7 The conceive of resource-saving and environment-friendly steel manufacturing process

(2) 生产领域的再循环, 再利用

① 水的再循环, 再利用

我国人均水资源占有量不足世界平均水平的 1/3。按照联合国规定的人均水资源量低于 1700 立方米为用水紧张国家，目前我国已有 16 个省市人均水资源 <1700 立方米，10 个省市人均水资源 <500 立方米。目前，我国的用水结构如下见表 16。

面对我国水资源日渐短缺，无节制、低利用率的粗放型开发利用模式，以及水体污染严重的状况，建设水资源可持续利用的节水防污型社会已势在必行，水资源的再循环，再利用是有效的方式之一。我们的目标见表 17。

表 16 我国的用水结构

Table 16 Chinese water using proportion			
	农业用水	工业用水	生活用水
1980 年	84%	10%	6%
2004 年	65%	22%	13%

表 17 我国用水量及保护目标

Table 17 Chinese water-using volume and the protection target					
	1949	2004	2010	2020	2030
总用水量(亿立方米)	1000	5600	6000	6500	6800
污水处理率		(工业 14%)	50%	70%	80%

② 木材、纸张的再循环,再利用

我国森林覆盖率为 18.21%，相当于世界平均水平的 61.53%；全国森林面积 1.75 亿公顷，人均占有面积为 0.132 公顷；人均森林蓄积量为 9.048 立方米，仅为世界人均蓄积量的 1/8。林分平均每公顷蓄积量只有 84.73 立方米，相当于世界平均水平的 84.86%。

我国商品木材每年缺口 8000 多万立方米，2003 年进口原木及木质林产品折合木材占全国木材总供给量的 43.5%，木材供需矛盾突出。我国一方面木材利用率低，仅为 60%，低于发达国家 85%的水平；另一方面木材及其产品废弃物回收再利用率也低，浪费现象严重。2004 年我国进口纸张、纸板、纸浆、废纸、纸制品共 2592 万吨，耗用外汇 96.87 亿元。回收率仅 28.7%。澳大利亚废纸回收率达到 73.5%，日本达到 78%，我国废纸回收率远低于发达国家水平。因此，必须提倡木材、纸张的节约和

再循环、再利用。目标见表 18。

表 18 木材消耗及节约目标

Table 18 The wood consumption and efficient target			
	总消耗量	综合利用率	废纸回收率
2004 年	1.8 亿立方米	60%	28.7%
2010 年	2.4 亿立方米	80%	35%
2020 年	3.2 亿立方米	90%	45%

③ 矿产的再循环,再利用

我国有 45 种矿产资源人均量低于世界人均量的 50%，其中：铁矿石为世界人均量的 42%；铜矿为世界人均量的 18%；铝矿为世界人均量的 7.3%。我国矿产资源总回收率约 30%，比国外先进水平低 20 个百分点。而且，我国矿产资源开发利用的能耗高，每吨原铝直流电耗高 2.5%，锌冶炼平均能耗高 33.4%，铅冶炼平均能耗高 84.2%。因此，再生金属的循环利用，在资源和能源消耗方面能起到推动作用，而且与我国的金属资源的再利用率相比世界平均水平还有相当差距，因此还有很大的节约潜力。

表 19 再生金属的能源消耗比较

Table 19 The energy consumption comparation of metal reconstruction				
	矿石生产耗 能,GJ/t	用废品生产 耗能	节约能量,GJ/t	节约能量比例
镁	372	10	362	97.3%
铝	353	13	340	96.3%
镍	150	16	134	89.3%
铜	116	19	97	83.6%
锌	68	19	49	72.1%
钢	33	14	19	57.6%
铅	28	10	18	64.3%

(3) 消费产品的再循环,再利用,再制造

消费产品的再循环、再利用主要应用在汽车、机电产品、家电、建材、生活垃圾等领域。目前，国外进行再制造的主要是机械类产品，也包含了少量的电子电器类产品。美国的再制造商数据库中有 84 种不同种类的产品能够被再制造，包括汽车配件（包括起动机、发电机、刹车器、离合器、传感器、发动机等）、医疗诊断用磁共振图像设备及复印机等，其中大多数是机械类产品。

在对废旧汽车进行再循环、再制造, 2000 年我国汽车保有量为 1900 万辆左右, 达到报废标准的汽车 210 万辆。2005 年, 我国汽车保有量将达到 3250~3500 万辆, 2010 年将达到 4351~4700 万辆, 今后每年报废的汽车都将在 200 万辆以上。根据上述发展趋势测算, 至 2010 年, 若我国报废车辆的 30% 可用于再制造, 则年均销售额可创 360 亿元、回收附加值 490 亿元、节电 21 亿度、解决就业 18 万人、减少 CO₂ 排放 230 万吨, 见表 20。因此, 废

旧车辆的再制造工程具有巨大的发展潜力。

表 20 金属资源的再利用

Table 20 The reuse statistic of metal resources			
资源(2003 年)	再利用量/吨	再利用率/%	世界平均率/%
钢铁	5,800 万	26	43
铜	93 万	22	37
铝	145 万	21	40

表 21 报废车辆用于再制造产生的情况

Table 21 The remanufacturing statistic of discard vehicles

用于再制造的比例	年均销售额/亿元	回收附加值/亿元	节电/亿度	解决就业/万人	减少 CO ₂ 排放/万吨
30% ¹	360	490	21	18	230
80% ²	3360	4582	193	168	2146

1. 至 2010 年, 若我国报废车辆的 30% 可用于再制造;
2. 至 2020 年, 若我国报废车辆的 80% 可用于再制造。

在废旧电脑方面。废旧电脑中除了含有一些有害物质外, 还有多种有价成份, 是宝贵的二次资源。平均一吨电脑及部件约含 0.8 kg 黄金、270 kg 塑料、128 kg 铜、1 kg 铁、58.5 kg 铅、39.6 kg 锡、36 kg 镍、19.8 kg 铈, 还有钨、铂等贵金属。

此外, 废塑料对环境造成的污染和危害越来越严重。目前, 我国废塑料的年发生量接近 500 万吨, 其中, 北京地区废塑料年发生量达 50 多万吨。废塑料的利用在发达国家逐渐受到重视, 包括直接再加工成其他品种塑料, 或经裂解催化改质, 制造液体燃料, 还可以在焦炉和高炉中作为燃料及还原剂, 替代部分煤炭, 并显著减少简单焚烧法产生二恶英和 CO₂。

5 结 论

由于制造业的资源、能源消耗大、环境污染严

重, 一些生产方式是粗放, 存在产品层次低、企业平均规模小和生产技术落后等产业结构不合理问题。因此, 制造业要满足市场需求、保障有效供给最根本的出路在于转变经济增长方式, 依靠科技创新和技术进步降低生产能源和资源单耗, 加速调整产业结构, 走资源节约型和环境友好型的可持续发展道路。现在, 全国各行各业都在研究采取节约能源的各种措施。相信通过各行业、各部门的共同努力, 通过采取有力的政策和措施, 依靠科技, 我国提高能源资源利用效率的工作, 一定能取得明显的成效。到 2020 年实现用能源资源翻一番, 完成 GDP 翻两番的目标, 建成有中国特色的节约型社会。

作者地址: 北京市交道口南大街 67 号 100712

中国航空工业第二集团公司

Tel: (010)64094013