

# 制造业技术升级过程中的能源消耗分析

扈春香

(北京联合大学 应用文理学院,北京 100083)

**摘要:**制造业是对采掘业的自然物质资源或农业生产的原材料进行加工和再加工,为其他经济部门提供生产资料,为社会提供日用消费品的生产制造部门。中国的制造业为国民经济的发展提供了强大的支撑,但是随着制造业产业升级速度的加快,对现有能源的消耗程度也有所加深。保证制造业的发展势头,势必要在技术发展的过程中寻找合适的途径,减少能源消耗,使经济发展获得持续的基础力量。

**关键词:**中国制造业;能源消耗;国民经济

**中图分类号:** F407      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1009-1971(2012)02-0114-06

## 一、问题的提出

制造业是对采掘业的自然物质资源或农业生产的原材料进行加工和再加工,为其他经济部门提供生产资料,为社会提供日用消费品的生产制造部门。制造业是第二产业工业中的一个部分。制造业的规模和水平是衡量一个国家综合实力和现代化程度的主要标志<sup>[1]</sup>,大力发展制造业是促进中国经济建设的途径之一,也是经济发展的必经阶段。

建国以来,中国制造业发展迅速,经过60多年的开发和建设,中国的制造业已经形成了完整的工业体系,“中国制造”(Made in China)已经成为一种产品的代表越来越多地出现在世界分工体系中。改革开放以来,制造业能力的增强已经极大地推动了我国综合国力的提升,以钢铁、家电、纺织等行业为代表的一大批工业品已经位居世界第一。改革开放以来的30多年,中国制造业得到了迅速发展,在冶金、电子通讯、交通运输、家用电器等工业领域已经形成了巨大的产能,而且规模越来越大;在区域发展上,形成了长江三角洲、

珠江三角洲、东北老工业基地等产业集群。1978年至2006年,中国制造业生产中家电行业里的空调、彩电等产量增长了10 000倍以上,家用洗衣机、电冰箱、集成电路、微型电子计算机产量增长了1 000倍以上,化学纤维、钢材、乙烯、汽车等均增加了数十倍,水泥、纯碱、粗钢、发电等主要工业产品产量已居世界前列,其中,钢、煤、发电、水泥、化肥、电视机等172类制造业产品产量已居世界第一位<sup>[2][3]</sup>,中国制造业表现出了巨大的发展活力。

然而,在制造业有力的支撑中国经济发展的同时,也面临着一系列问题:中国制造业产品增加值低,产品以低端为主;制造业产业结构不合理,装备制造业发展稍显落后;制造业人均拥有资源量少,中国人均石油可开采量只有世界平均值的1/10,人均水资源量只有世界平均值的1/3,人均耕地资源只有世界平均值的1/2,人均矿产资源只有世界平均值的58%<sup>[4]</sup>;更为重要的是,中国制造业生产能耗大,环境污染严重。

面临着众多制造业生产的问题,中国学者提出了“新型制造业”的概念,即指依靠科技创新、降低能源消耗、减少环境污染、增加就业、提高经

收稿日期:2011-11-20

基金项目:北京联合大学校级科研项目(sk201006x)

作者简介:扈春香(1977-),女,黑龙江绥化人,讲师,经济学博士,从事宏观经济及产业经济学研究。

济效益、提升竞争能力,能够实现可持续发展的和谐制造业<sup>[4]16</sup>。发展新型制造业,要求在生产方式上采用根据需求小批量、多品种生产,以增加生产的灵活性和适应性;在增长方式上更加强调科技创新的实力,提高产品和产业的科技含量;在发展上更加注重节约型的生产,以保证无形资产的比重、发挥技术创新的能力,实现社会的可持续发展。

## 二、关于资源约束和经济发展的研究

资源是经济发展不可缺少的要素之一,随着经济和技术的发展,资源的消耗和环境质量的不断变化问题也日益突出,这带来了经济增长与资源和环境如何协调的进一步讨论和研究(见表1)。

表1 经济增长与资源和环境协调的讨论和研究

年份	代表人物	主要观点
1952	Ciriacy	探测资源内涵必须从内在特征出发,结合驱动因素展开分析
1966	鲍尔丁	提出“宇宙飞船”理论,认为经济系统是一个宇宙飞船似的封闭循环系统,经济发展应是资源储备型、能休养生息和福利型的,合力的发展模式应是对自然物质进行循环利用并使有限的空间和资源得到合理和长久的利用
1967	E. J. Mishap	社会继续追求经济增长,在社会福利方面将得不偿失,技术发明固然给人们提供较多的物质财富,但也会因颓废风险加大而增加他们的焦虑
1976	Herman Kahn	认为资源和环境约束一直以来都是人类经济发展中面临的最主要的障碍,工业化进程中资源与环境约束问题是无法依靠市场自行解决的
1986	Neary	指出资源禀赋具有优势的国家对资源肆意开采和大量出口,这会推动一国利率的上升,进而使得制造业工业部门的出口萎缩,驱使资本和劳动力远离制造业,提高制造业部门的生产成本,因而也就导致了经济增长缓慢,初步说明了自然资源的肆意滥用会严重阻碍长期经济发展
2005	金碚	工业生产本质上是一个人类参与物质资源的形态转化的过程
2005	Erwinh Bulte	随着对资源的肆意滥用,长期内不仅会阻碍经济增长,而且容易滋生腐败问题,造成政府机制弱化,不利于社会发展和人民生活福利的提高
2006	Arild Vatn	提出必须建立合理的资源体制,合理的资源体制会减少交易成本、加强资源利用主体合作意愿,同时还可以有利于解决长期经济增长中的环境问题,实现可持续的资源利用
2006	David Pimentel	当前人口的快速增长是导致资源约束的主要原因,为了解决资源约束问题,经济系统必须依靠技术支持,促进利用新能源和新技术的实现
2007	Ernie Jowsery	资源主要表现自然性和经济性,自然资源管理策略应能够使用成本角度出发,即主要包括两个方面:资源衰竭和环境污染

资料来源:根据《中国制造业发展研究报告》(2005、2006、2007、2008)相关资料整理。

能源与环境问题是制约经济可持续发展的一个重要因素,发展新型经济要特别注意对能源的消耗和环境的污染。

## 三、中国制造业能源消耗状况

制造业是财富创造的主要产业,也是资源消耗和环境污染的主要部门。在中国经济发展过程中,出现了大量的资源短缺现象和很大的环境压力,其主要原因是中国制造业工业技术的自主创新性小,对发达国家技术的模仿性强所造成的。在制造业进行复制模仿的过程中,虽然使用了国外的先进技术,但是如果沿着引进技术的既定发

展路线前进,会遇到中国能源结构与国外的不一致的现象,这就必然会出现工业发展过程中能源和资源供应的约束。

从能源消费结构(见下页表2)来看,中国的制造业能源消费总量呈现先降后升的趋势:1996年到2000年,制造业能源消费逐渐下降,但是从2001年开始,制造业能源消费出现快速上升的趋势。其中,原油、柴油和电力消费量逐年增加,而且增幅迅速,而煤炭、焦炭、汽油以及燃料油的消费量都是先降后升。

从行业结构来看,农副食品加工工业、食品饮料制造业、烟草制品业、纺织业、家具制造业、造纸及

纸制品业、化学原料及化学制品制造业、医药制造业、化学纤维制造业、橡胶制造业、非金属矿物制品业、通用及专用设备制造业、交通运输设备制造业这 15 个行业的能源消费呈下降的趋势,木材加工及木竹藤棕草制品业、石油加工炼焦及核燃料加工

业、塑料制品业、黑色及有色金属冶炼及压延加工业、金属制品业的能源消耗呈上升的趋势,另外纺织服装及鞋帽制造业、皮革等制品业、印刷业和记录媒介的复制、文教体育用品制造业、仪器仪表及文化办公用机械制造业的能源消耗基本保持平稳。

表 2 1996—2006 年中国制造业能源消费结构

	1996	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
制造业消费总量	81 159.1	70 720.1	69 516.5	71 958.2	79 533.0	93 163.9	115 261.4	127 683.9	143 051.5
占工业比重%	80.9	77.9	77.6	77.9	77.8	77.9	80.5	80.8	81.7
占全国比重%	58.4	54.4	53.4	53.3	53.7	54.5	56.7	57.2	58.1
煤炭消费量	62 414.4	50 926.9	47 523.5	46 720.3	48 996.4	58 661.0	73 097.3	81 462.1	88 409.0
占工业比重%	50.4	45.2	42.5	41.1	39.5	39.0	40.6	40.2	39.2
占全国比重%	43.1	40.3	38.2	37.0	35.9	35.8	37.8	37.6	37.0
焦炭消费量	10 163.2	9 893.1	9 890.5	19 448.8	11 780.0	13 951.3	16 795.1	21 731.0	27 098.4
占工业比重%	96.9	98.0	98.1	98.2	98.3	98.6	98.9	99.0	99.2
占全国比重%	94.1	94.6	94.7	95.0	95.4	96.2	97.3	97.9	98.2
原油消费量	13 788.3	15 877.3	17 779.1	17 886.1	18 909.4	20 793.8	27 302.5	28 063.6	30 898.5
占工业比重%	87.9	84.6	84.5	84.5	84.6	84.0	95.4	95.3	96.3
占全国比重%	86.9	83.8	83.7	83.8	83.9	83.4	95.0	94.9	95.8
汽油消费量	724.0	498.9	466.7	487.5	499.8	484.6	403.9	380.8	386.8
占工业比重%	80.8	77.2	77.5	78.9	79.1	78.4	79.6	82.5	82.5
占全国比重%	22.7	14.8	13.3	13.5	13.3	11.9	8.6	7.8	7.4
煤油消费量	36.9	71.0	76.0	77.9	78.7	79.1	53.8	50.7	42.2
占工业比重%	85.7	90.6	90.6	90.6	90.1	90.2	88.4	88.3	87.5
占全国比重%	6.6	8.6	8.7	8.8	8.6	8.6	5.1	4.7	3.8
柴油消费量	777.8	1 004.0	1 064.0	1 085.6	1 150.5	1 208.6	1 268.3	1 296.6	1 240.3
占工业比重%	57.3	66.6	66.6	66.3	66.4	66.0	63.3	62.0	63.2
占全国比重%	16.6	16.1	15.7	15.3	15.0	14.4	12.8	11.8	10.5
燃料油消费量	2 152.4	1 926.9	1 928.5	2 031.6	1 851.5	1 986.8	2 049.9	1 828.8	2 013.7
占工业比重%	67.1	63.2	64.8	65.2	62.7	61.4	57.4	60.5	66.3
占全国比重%	60.4	49.0	49.8	50.6	47.8	47.1	42.9	43.1	46.1
天然气消费量	116.2	110.3	120.8	129.1	138.7	175.0	198.8	239.2	287.2
占工业比重%	73.9	61.2	59.8	59.3	60.9	65.3	67.7	67.6	69.4
占全国比重%	62.8	51.3	49.3	47.1	47.5	51.6	50.1	49.9	51.2
电力消费量	5 054.0	5 875.1	6 470.9	7 031.1	8 011.6	9 517.0	11 303.0	13 094.8	15 371.5
占工业比重%	67.8	66.5	67.0	67.3	67.9	68.5	69.5	70.9	72.3
占全国比重%	50.7	47.7	48.0	48.0	49.1	50.0	51.4	52.5	53.8

资料来源:《中国制造业发展研究报告》(2008),科学出版社 2008 年版,448 页。

数字显示,中国制造业发展过程越来越注重能源的节约,大量行业的能源消费总体呈现下降的趋势,说明制造业发展中技术的作用越来越强,

这可以通过两个方面得以体现:一方面随着新技术和新产品的出现导致需求结构变化,使得一些需要大量消耗能源的旧技术产业逐渐萎缩直至消

除,从而减少了能源的耗费;另一方面制造业各部门通过大量的技术改造和更新,改变落后的生产工艺,提升技术水平,从而带来资源利用效率的提高,减少能源耗费和环境污染。

从中国工业产品的废水、废气以及固体废弃物排放强度来看,1981年以来,基本都呈现下降的趋势,尤其是2002年,比起以前下降的比例非常大,这同中国对资源和环境的管制力度以及总体技术水平上升有着密切的关系。

制造业能源消费结构的变化反映了中国近些年经济发展的自然状况,可以说,中国过去30多年的经济发展依赖于中国自然资源的大量耗费,能源的消耗不仅带来了经济的快速发展,同时也给今后经济的发展带了一些问题。据统计,中国制造业产品能耗和产值能耗约占全国一次能耗的63%,单位产品能耗平均高出国际先进水平20%~30%,而单位产值产生的污染远远高出发达国家,目前中国一次能源的消耗量已经位居世界第二位,能源利用率仅为美国的26.9%,日本的11.5%。在这种情况下,要想保持可持续发展,必须依赖技术创新,加大技术升级的力度,提高资源利用率和废弃物的循环利用率。

#### 四、制造业污染治理情况

对于中国来说,虽然资源丰富,但人均资源占有量相对贫乏,45种主要矿产品探明储量潜在价值约占世界矿产总价值的12%,位于美国和俄罗斯之后,人均拥有矿产资源潜在总值仅为1.5万美元,居世界第53位,是俄罗斯的1/5、美国的1/8<sup>[5]</sup>。除此以外,我国能源开采和利用方式导致能源综合利用率低,能源消耗高,以2003年为例,我国消耗钢铁2.6亿吨,占世界消耗量的25%;消耗煤炭15亿吨,占世界消耗量的30%;消耗水泥8.2亿吨,占世界消耗量的50%;消耗石油2.5亿吨,成为世界第二大石油消费国;电力消耗占世界总消耗的13%;商品用水量比发达国家高出500多倍,工业用水重复利用率比发达国家低3.5~4.0倍;2003年人均耕地由2002年的0.098公顷

降到0.095公顷,净减少耕地253.74万公顷<sup>[6]</sup>。

为了获得制造业可持续发展能力,减少环境污染和能源消耗势在必行。从技术发展的角度来看,我国曾经以环境为代价引进了一些相对发达的技术,但却带来了环境的进一步污染和能源的大量耗费(详见表3)。以“三资”企业为例,在1995年到2002年的时间内,虽然外资的注入给制造业的发展带来了新技术,也增加了我国的工业竞争力,但是环境的污染也进一步加大(详见表4)。

表3 1981—2002年中国工业品污染强度

年份	废水排放强度 (万吨/亿元)	废气排放强度 (亿立方米/亿元)	固体废弃物 排放强度 (万吨/亿元)
1981	1 135.98	25.16	18.39
1982	1 063.68	25.65	17.74
1983	1 008.66	24.01	16.23
1984	910.82	20.49	14.86
1985	720.93	17.48	13.38
1986	649.25	16.74	13.96
1987	567.62	14.30	11.61
1988	443.91	12.87	9.56
1989	387.75	12.54	8.82
1990	362.13	12.79	8.43
1991	291.66	8.72	7.27
1992	227.38	6.61	6.02
1993	155.19	5.03	4.36
1994	111.32	4.35	3.19
1995	89.77	3.82	2.61
1996	70.79	3.50	2.27
1997	58.10	3.63	2.03
1998	60.04	3.61	2.40
1999	56.23	3.54	2.24
2000	49.68	3.78	2.09
2001	47.64	1.58	2.08
2002	18.69	-	0.85

资料来源:《中国工业发展报告(2005)——资源与环境约束下的中国工业发展》,北京:经济管理出版社,2005:123。

表4 1995—2002年“三资”企业占污染密集型产业总产值的份额

单位:%

产业	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
采掘业	2.1	3.8	2.2	2.4	0.7	0.5	4.6	4.5
造纸及纸制品业	17.0	15.9	19.4	24.5	27.7	31.6	31.6	31.8
石油加工及炼焦业	1.4	2.3	4.4	5.6	5.6	5.4	9.1	10.2
化学原料及制品制造业	13.2	13.4	13.8	16.8	18.3	20.6	21.8	22.1
化学纤维制造业	13.7	16.1	18.0	29.1	33.5	35.1	22.1	26.0
冶炼业	9.4	8.6	8.5	10.6	11.5	12.1	12.5	15.8

资料来源:《中国工业发展报告(2005)——资源与环境约束下的中国工业发展》,北京:经济管理出版社,2005:125。

对环境污染的治理会对外资注入中国制造业产生一定的影响,但是为了保证国家的可持续发展能力,对制造业环境污染的控制是一项重要的

工作。一般来说,对环境污染的治理能力取决于对污染治理所进行的资金投入、人力投入以及设施改造几方面(详见表5)。

表5 2000—2006年中国工业污染治理完成投资

单位:万元

年份	完成投资总额	治理废水	治理废气	治理固体废物	治理噪声	治理其他
2000	2 347 895	1 095 897	909 241.6	114 673	13 692.4	214 390.3
2001	1 745 280	729 214.3	657 940.4	186 967.2	6 424.4	164 733.7
2002	1 883 663	714 935.1	697 864.3	161 287.3	10 463.5	299 112.6
2003	2 218 281	873 747.7	921 222.4	161 763.4	10 139.2	251 408.3
2004	3 081 060	1 055 868	1 427 975	226 464.8	13 416.1	357 335.6
2005	4 581 909	1 337 147	2 129 571	274 181.3	30 613.3	810 395.9
2006	4 839 485	1 511 165	2 332 697	182 630.5	30 145.1	782 847.9

资料来源:《中国制造业发展研究报告》(2008),北京:科学出版社,2008:479。

从数据可以看出,中国工业污染治理完成投资总额出现先降后升的趋势。2001年比2000年减少投入602 615万元,从2002年起开始回升,2005年以后上升迅速。在这些污染治理投资中,2003年以前以治理废水污染为主,2004年开始主

要投入治理废气的污染。

尽管近些年投入到污染治理的金额在上升,但是从环境污染治理投资总额占制造业当年总产值来看,中国的投入远远低于发达国家(参见表6)。

表6 中国、英国、美国制造业环境治理投入比重

	2005	指标	2000	2001	2002	2003	2004
中国	治理投入(万元)	2 347 895	1 745 280	1 883 663	2 218 281	3 081 060	4 581 909
	制造业总产值(亿元)	73 923.84	103.678	96 854.59	127 352.1	193 961.1	217 835.7
	比重(%)	0.32	0.21	0.19	0.17	0.16	0.21
英国	治理投入(百万英镑)	3 279	2 999	2 057	2 781	2 808	2 396
	制造业总产值(亿英镑)	1 521	1 511	1 479	1 461	1 546	2131
	比重(%)	2.16	1.98	1.39	1.90	1.82	1.12
美国	治理投入(百万美元)	-	-	-	-	-	26 585.4
	制造业总产值(亿美元)	15 430	14 600	14 716	14 881	15 454	14 927
	比重(%)	-	-	-	-	-	1.78

注:制造业总产值为按当年价格计算的生产法总产值。

资料来源:《中国制造业发展研究报告》(2008),科学出版社2008年版,481页。

从中国、英国、美国的制造业环境治理投入来看,2000年以来,中国和英国的投入金额都先降后升,但从制造业治理投入的比重来看,英国和美国都在1.1%以上,而中国的投入不足0.4%,虽然中国治理投入的绝对额上升迅速,但比重却没有明显上升的趋势。可见,中国治理环境污染的投资严重不足,中国制造业高污染、高能耗的局面并没有得到有效的治理。

## 五、减少制造业产业能源消耗的途径

中国未来经济发展需要制造业的强大支撑,要想提高制造业乃至中国经济的国际竞争力,在加快经济发展的同时,必须让制造业产业与能源产业协调发展,提高能源生产转换业与装备制造业的技术水平,这需要在国家能源科技发展战略

中对制造业和能源都给予高度关注。

### (一)努力掌握关键的前沿性技术

经济全球化的发展为能源领域提供了竞争的可能,占领并掌握战略性的关键技术成为各国经济发展的基本取向。作为一个发展中大国,在中国制造业发展的过程中,掌握关键性的前沿技术是我们参与国际产业分工竞争和应对威胁的基本条件,也是减少能源消耗产业从国外转移到国内的重要影响因素。因此,紧盯国际技术发展的前沿,发展具有优势的战略技术,力争形成突破,这会为培育中国能源产业和制造业的协调发展、提升未来竞争力、支撑经济持续发展奠定基础。

(二)加强国际交流与合作,加快能源技术的进步

随着国际合作的扩大,国外技术成为加速中

国制造业产业发展的重要技术来源,在许多大型项目中,外国企业已经成为了技术创新和产业发展的重要力量。国外技术力量在国内的实施,导致中国能源产业的产出能力和技术水平都会受到国际竞争的影响,甚至出现严重的技术依赖现象。因此,为了保证能源科技进步和制造业水平快速前进相协调,需要引导国内的能源科研力量,在国际合作中吸收掌握先进技术与原理,同时形成自主创新能力,摆脱技术引进形成的技术依赖现象。

(三)形成拥有自主知识产权的能源技术发展能力

制造业是国民经济的支柱产业,其发展需要能源领域的大力支持。减少制造业生产的能源消耗,要从制造业本身入手,同时还要加强能源产业的同步发展。中国作为一个大国,在能源领域的战略性、基础性的重大技术上,必须拥有自主创新的能力和自主知识产权。掌握知识产权已经成为工业化国家向发展中国家获取超额利润的手段和阻碍发展中国家技术发展的壁垒。能源科技政策需要积极引导科学研究与技术开发向创立知识产权方向发展。中国未来能源产业是一个十分巨大的市场,必将吸引世界上大型能源装备和经营企业进入。目前许多国际知名的能源装备制造企业在采取与国内企业合作开发制造的方式进入中国

市场,这需要进一步制定完善政策,遵循以市场交换技术的原则,引导国外企业在进入中国市场的同时向国内转移先进的能源技术,促进国内企业技术水平的提高。同时,通过政策引导进一步加强外企和国外的研究开发机构与国内科研机构在能源科技研究方面的合作,提高中国能源科技研究开发水平。

#### 参考文献:

- [1]中国社会科学院工业经济研究所. 中国工业发展报告(2003)——世界分工体系中的中国制造业[M]. 北京:经济管理出版社,2003:1.
- [2]白津夫.“十一五”期间我国经济增长的主要矛盾[J]. 新华文摘,2005,(2).
- [3]中国社会科学院工业经济研究所. 中国工业发展报告(2008)——中国工业改革开放30年[M]. 北京:经济管理出版社,2008:34.
- [4]李廉水,杜占元. 中国制造业发展研究报告[M]. 北京:科学出版社,2008.
- [5]中国社会科学院工业经济研究所. 中国工业发展报告(2005)——资源与环境约束下的中国工业发展[M]. 北京:经济管理出版社,2005:63.
- [6]刘静玲. 人口、资源与环境[M]. 北京:化学工业出版社,2001:62,107.

## Analysis of Energy Consumption in the Process of Manufacturing Technology Upgrade

HU Chun-xiang

(College of Arts & Science of Beijing Union University, Beijing 100083, China)

**Abstract:** Manufacturing industry is the mining of natural material resources and agricultural production of raw materials and processing, which becomes the production department by providing other sectors of economy with the means of production and by providing consumer goods for the society. China's manufacturing industry provides strong support for national economic development, but with the manufacturing industry technology upgrading and speeding up, its existing energy consumption level also increases. To guarantee the developing tendency of the manufacturing industry, it is necessary to look for the right way to reduce energy consumption in the process of the technological development, so that economic development can maintain the sustainable foundation strength.

**Key words:** China's manufacturing industry; energy consumption; national economy

[责任编辑:盛 今]