

中国重要矿产资源的需求预测

王高尚 韩梅

(中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京, 100037)

摘要 以往对矿产资源的中长期需求预测,大都基于纯数学模型或情景分析对已有数据的经验外推。由于缺乏对工业化过程矿产资源消费需求基本规律的把握,预测结果几乎无一例外地存在巨大偏差。

笔者在深入分析工业化经济增长与矿产资源消费需求的相关关系、基本规律和模式的基础上,探讨了工业化过程中矿产资源消费从怎样的初始值通过什么样的方式到达多高的峰值,进而提取经济增长与矿产资源消费需求的模式参数,预测了中国未来30 a能源、钢、铜、铝、锌的消费需求。

关键词 矿产资源消费量 人均消费量 人均GDP 消费预测 中国

The Prediction of the Demand on Important Mineral Resources in China

WANG Gaoshang HAN Mei

(Research Centre for Strategy of Global Mineral Resources, CAGS, Beijing, 100037)

Abstract An "S" pattern between metals per capita consumption and GDP and a linear pattern between energy per capita consumption and GDP were used to predict the consumption of energy, steel, copper, aluminum and zinc in China in the forthcoming 30 years. The factors for the predication were derived from the experience of the developed countries in 20th Century, from China in the past 30 years, and also from two assumptions of GDP growing. The predictive consumption is very large in 2020~2030, but remains 1/4 to 1/3 of the per capita consumption as compared with the developed countries in 2000.

Key words mineral consumption per capita consumption per capita GDP predication of the consumption China

1 金属消费需求的“S”形模式

先期工业化国家经济增长与金属消费需求的理论与经验表明,人均国内生产总值(GDP)与人均金属消费量呈“S”形曲线变化(图1)。其基本含义是:当工业化经济起飞时,主要金属的人均消费量随人均GDP快速增长而同步增长,随着人均收入的增长,金属的人均消费量增长速度趋缓并在某一GDP值时达到最大值,之后不再增长或缓慢下降,其后金属消费总量主要表现为随人口增长而缓慢增长。“S”形曲线模式的基本参数包括起点值、顶点值、波长和增长方式。不同金属的“S”形曲线波长(即起飞点与峰值点之间的时间跨度)不同,这与其性能和工业化过程中经济结构的演变有关;“S”形曲线的起点和顶点(即人均金属消费量峰值)因各国的经济

结构、资源禀赋、资源政策等不同而异,从起点到顶点资源消费的增长方式也有差异;“S”形周期内人均金属消费量与人均GDP具有可循的相关关系。

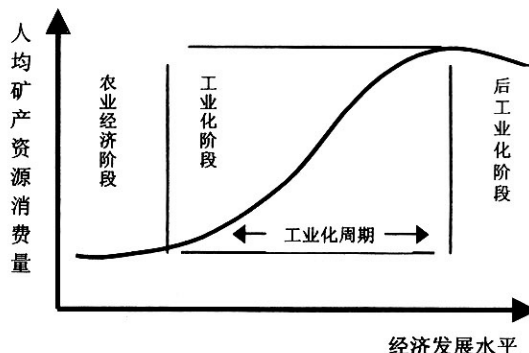


图1 工业化过程中人均金属消费量的“S”形模式
Fig. 1 Graphic representation between metal per capita consumption and GDP level in industrialization

本文由中国地质科学院地质调查项目“全球矿产资源战略研究及矿产资源年报”(DKD2002011)资助。

改回日期:2002-7-9;责任编辑:宫月萱。

第一作者:王高尚,男,1962年生,研究员,主要从事矿床学、矿产资源经济及矿产资源战略研究。

2 人均能源消费的“线性”增长模式

通过对 17 个主要发达国家人均能耗与人均 GDP 关系的分析表明,除个别国家外,几乎所有先期工业化国家人均能源消费量在整个经济发展中一直保持近于直线增长,即能源消费不具有明显的“S”形模式,能源消费的“零增长”至今尚未显现。从图 2 中可以看出,各国人均能耗曲线具有相当一致的线形特征:中部的转折将曲线分为斜率不同的两段直线,这个转折发生于 1973 年的石油危机。1960~1973 年间,先期工业化国家正处于集中完成工业化的快速发展阶段,人均能源消费保持较高的平稳增速,1973 年的石油危机促使已处于传统工业化增长顶点的发达国家进行大的经济结构调整:节能、新技术、环保意识、新经济等快速发展,社会经济向后工业化调整。从 20 世纪 80 年代初中期开始,能源消费在新经济发展中又呈现出较前稍缓的平稳线形增长趋势。

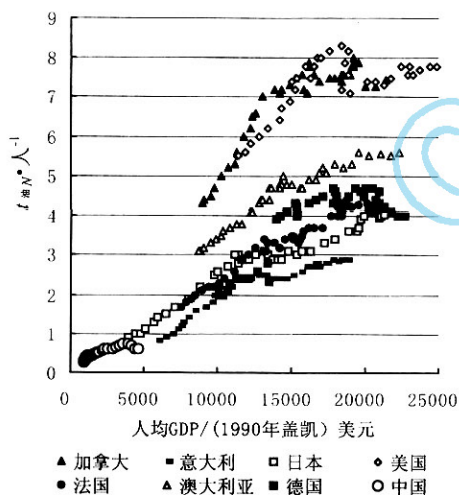


图 2 典型发达国家及中国 40 a 来人均能耗与人均 GDP 关系^①

Fig. 2 Relations between energy per capita consumption and GDP level in typical developed countries and China, past 40 years

整体来看,40 a 来先期工业化国家人均能源消费呈线性增长趋势,能源增速(弹性系数)缓慢降低。这种趋势及线性参数将成为判断和预测中国未来能源消费需求的基本要素。

3 先期工业化国家矿产资源消费的阶段性经验参数

3.1 矿产资源消费的快速增长点 and 峰值点

图 3 显示了美国 100 a 来、英国和日本 40 a 来、

韩国和中国台湾 30 a 来人均 GDP 与人均钢、铜、铝、锌消费量的“S”形关系。对先期工业化国家人均 GDP 与人均矿产资源消费的关系分析表明,当人均 GDP 为 3 000~4 000 美元(折合 1990 年盖凯美元)时,工业化经济开始快速增长,各种重要矿产资源的人均消费需求随之快速增加,并按各自的增长方式达到峰值。虽然各国人均矿产资源消费量差异很大,但各国同一金属的人均消费量峰值点所对应的人均 GDP 却十分相似(表 1),且有其明显的演化规律。

从图 3 和表 1 可以看出,钢的人均消费量峰值集中对应于人均 GDP 为 10 000 美元左右;对于老牌工业化国家,铜的人均消费量峰值大致在人均 GDP 为 9 000~10 000 美元,而新兴的快速工业化国家或地区大致在 15 000 美元;铝的人均消费量峰值集中在人均 GDP 为 18 000 美元左右;同时可以看出,从先期工业化国家到新兴快速工业化国家,几种金属的人均消费量峰值有向后推移的趋势,这种趋势明显与新经济时代工业化经济结构和增长方式的多样性有关。

由此得到各金属“S”形曲线的起始点和顶点所对应的人均 GDP 值的 2 个重要参数。

3.2 人均矿产资源消费的增长方式

增长方式亦即矿产资源消费与经济发展之间的相关关系。消费弹性系数(矿产资源消费增速/GDP 增速,亦即消费相对增速)是一个直观的参数。对典型发达国家重要矿产资源消费弹性变化回归分析表明,工业化阶段,重要矿产资源消费弹性变化具有明显的规律:① 工业化开始时,初级加工业快速发展,矿产资源的消费弹性快速上升,在人均 GDP 达到 3 000~4 000 美元时,矿产资源消费的弹性系数达到最大值,随着工业化快速起飞,加工业中的中间制造不断增多,经济增长方式多样化,单位资源投入的产出比不断增大,弹性系数开始下降,当工业化接近完成时,弹性系数降低到理论零值(人均资源消费不再随人均收入增长而增长);② 快速工业化区间重要金属的消费弹性可视为近于线性的下降,亦即矿产资源消费增长率对 GDP 的贡献率逐步下降;③ 各国不同金属消费弹性系数的极值(最大值与最小值)有其自身的规律,不可机械地对比和照搬弹性系数。如果将 GDP 增长率与金属消费增长率曲线看作两条直线(图 4),那么 2 条线的夹角越大,说明弹性系数下

① 数据来源:BP Database, World Energy statistics, 2000, 2001. //www. bp. com、World Resources Institute, Database. //www. wri. org.

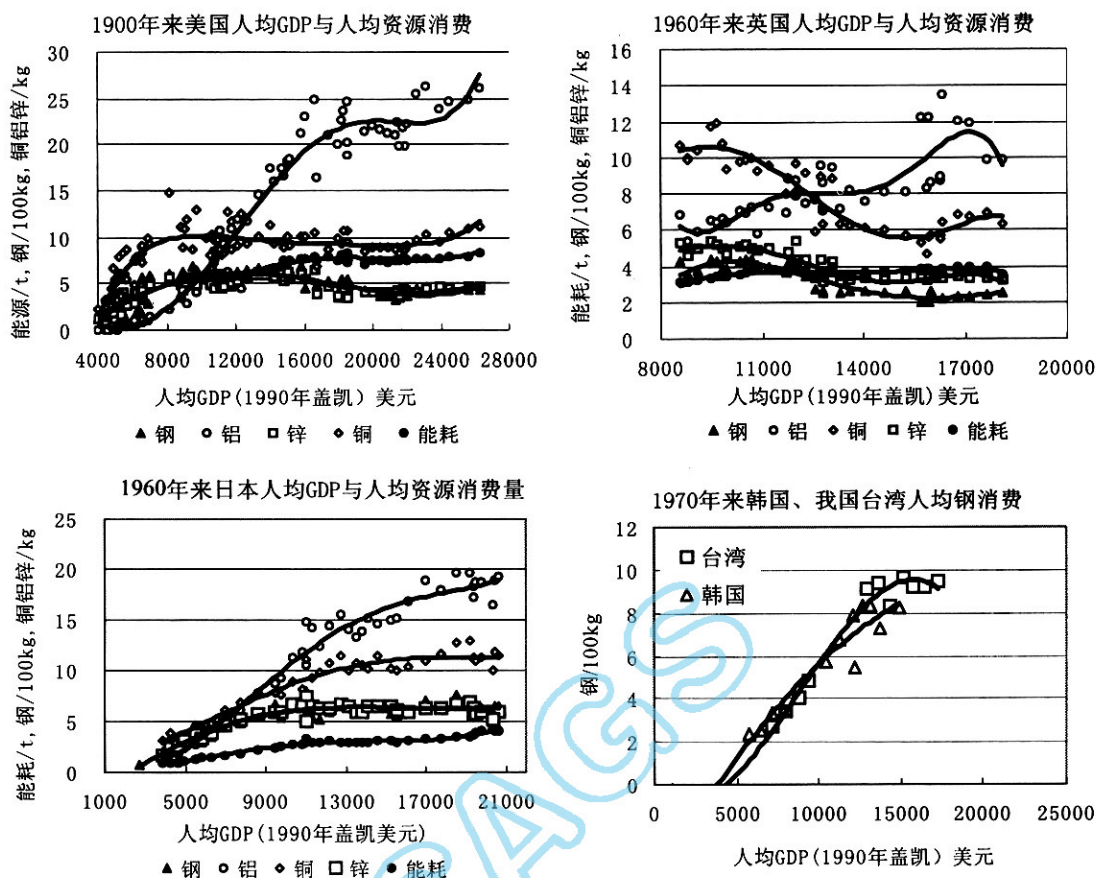
图3 美国、日本、英国、韩国和中国台湾30 a来人均资源消费与人均GDP的关系^①

Fig.3 Relations between Minerals per capita consumption and GDP level in USA, British, Japan, Korea and Taiwan of China, past 30 years

表1 典型工业化国家和地区不同金属人均消费量峰值参数

Table 1 The kurtosis of metals per capita consumption in typical countries and region

金属	国家或地区	峰值参数		
		峰值年代	人均GDP (1990年盖凯)美元	峰值 /kg·人 ⁻¹
钢	美国	50年代初	9000~10000	440
	英国	70年代初	9000~10000	680
	日本	70年代中	11000左右	660
	韩国	90年代始	12000左右	800
铜	美国	1942年	9000左右	11
	英国	1964年	9000左右	10
	日本	1990年	15000左右	12
	中国台湾	1999年	16000左右	29
铝	美国	80年代中	18000~20000	25
	英国	90年代末	17000~18000	12
	日本	90年代中	19000~20000	19
	中国台湾	2000年	17000(接近顶点)	22

降的越快,经济结构调整和工业化进程越快;④弹性系数变化数据离散性很大,但具有统计规律,不可直接取其样本值进行分析对比。

图4显示了样本国家美国、英国和日本工业化过程中能源、钢、铜、铝消费弹性的变化趋势。这些事例很好地反映了上述弹性系数的变化规律,同时这些共同的规律也将作为预测中国矿产资源消费趋势的模式参数。

4 中国重要矿产资源消费需求预测的初始参数设定

4.1 经济增长方式的设定

矿产资源消费需求的多少与经济增长过程密切相关。按照中国中长期经济发展目标,假设未来30 a中国经济增长按以下2种方案:第一方案:2001~2010年,GDP总量年平均增长率按7%增长;2011~2020年按5%增长;2021~2030年按3.5%

① 数据来源:①世界金属统计,1984~2000;② USGS, Mineral Consumption History statistics, 2000. //www. USGS. gov.

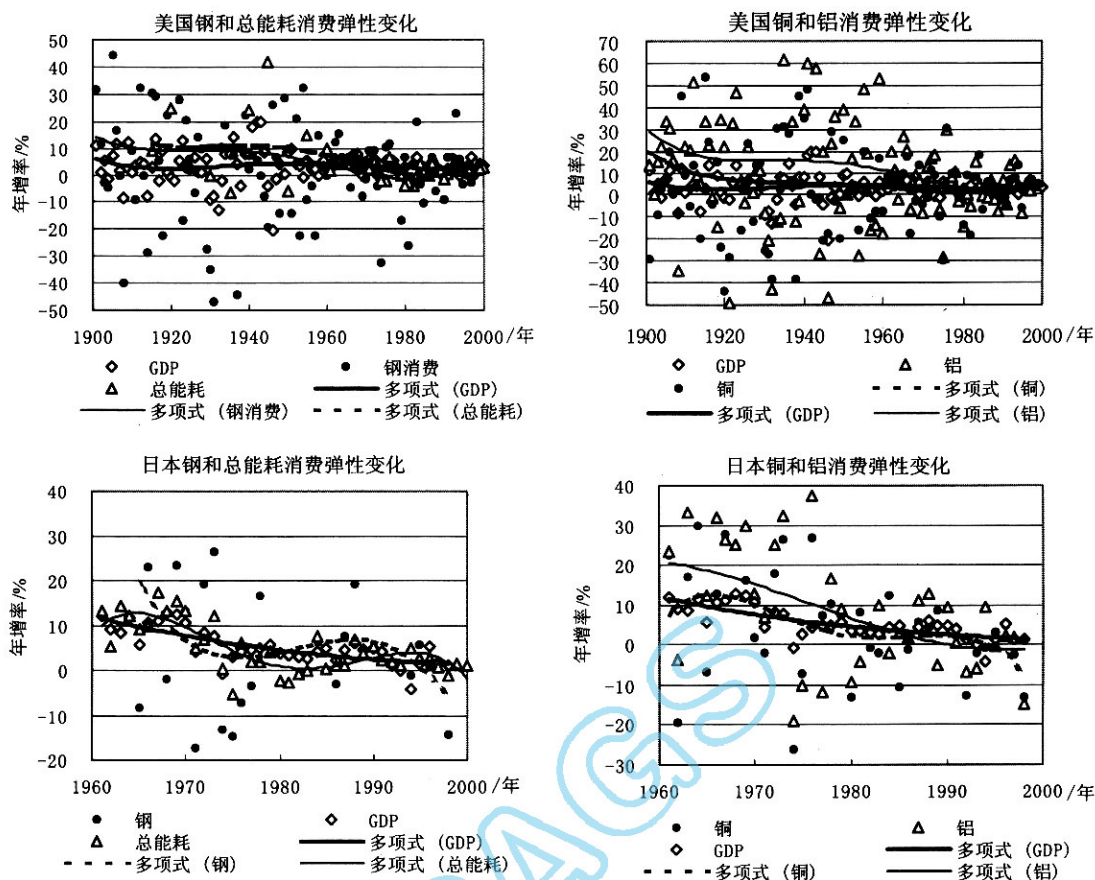


图4 美国、英国、日本重要资源消费弹性变化

Fig.4 The elastic consumption of primary mineral resources in USA, British and Japan

增长。第二方案:2001~2010 年,GDP 总量按 6% 增长,2011~2020 年按 4% 增长,2021~2030 年按 3% 增长。

4.2 初始参数的设定

图 5 展示了 1965 年以来中国人均 GDP 与重要矿产资源的人均消费量关系。可以看出,在人均 GDP 为 3 000~4 000 美元(折合 1990 年盖凯美元)时,人均资源消费量明显开始增加,这段时间对应于 20 世纪 90 年代初中期,也是中国经济快速起飞的时期。图 6 也表明,中国重要矿产资源的弹性系数在 20 世纪 90 年代中期接近最大值,这与先期工业化国家工业化快速起飞时的状况十分一致,亦即 20 世纪 90 年代中期,中国矿产资源的消费弹性系数达到最大值,之后将开始按照上述弹性系数的变化规律逐步下降。这种变化反映在经济结构上,表明从 20 世纪 90 年代中期开始,中国的经济增长方式从初级加工业向中间加工增加、经济增长方式多样化的方向发展。

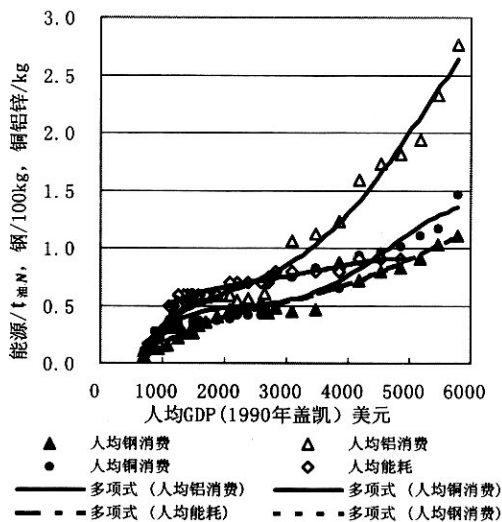
图5 1965 年以来中国人均 GDP 与人均矿产资源消费趋势^①

Fig.5 Relations between Minerals per capita consumption and GDP level in China since 1965

① 数据来源:国土资源部信息研究院.1999~2000.中国矿产资源年报;中国有色工业总公司.1990~2000.有色金属工业年鉴;中国钢铁工业年鉴编委会.1985,1987,1990,1995.中国钢铁工业年鉴;中华人民共和国统计局.1998,2000.中国统计年鉴;中华人民共和国统计局.1998,2000.中国能源统计年鉴。

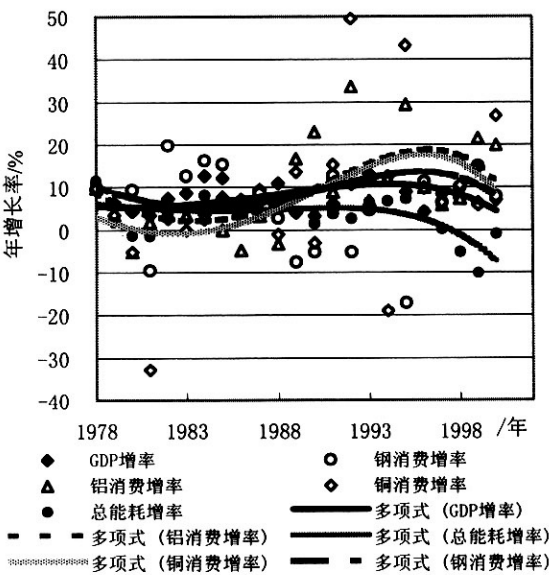


图 6 1978 年以来中国重要矿产资源消费弹性变化趋势^①
Fig. 6 The elastic consumption of primary minerals resources in China since 1978

20 世纪 90 年代中期,中国人均 GDP 水平、矿产资源的消费水平和最大弹性系数的统计值将作为预测中国未来资源消费需求的重要初始参数。起点值和按照 GDP 两种不同增长方案计算的各增长顶点及增长方式列于表 2。人口变化参照中国人口信

息研究中心 1999 年的预测数据。表 3 中金属的弹性系数为 1993~2000 年的统计平均值。

需要强调的是,20 世纪 90 年代以来,特别是 1995 年以来,中国能源产消的统计数据值得质疑^②,一方面表现为产消数据有矛盾;另一方面,能源消费趋势不但与其它矿产资源的消费趋势背道而驰,而且与工业化过程中所有国家能源消费的规律相悖。在发达国家及新兴工业化国家和地区工业化高峰期间,总能源消费的弹性系数大都超过了 1,而由中国统计数据计算的 90 年代能源弹性系数很小,平均仅为 0.166,1995 年为最大值(0.7),1996~2000 年平均为负值。能源消费总量的绝对值在 1997 年达到 890 百万吨标准油当量之后,绝对量快速下降。90 年代能源消费弹性系数明显低于改革开放前的 70~80 年代。以 1995 年中国能源消费量 853 百万吨油当量作为基准,考虑到中国工业化过程中机械化、电气化、电子化和信息化的“四化”叠置同时进行和资源利用效率可能会大幅度提高,按照 1995~2010 年弹性系数为 0.8 的修正值,2011~2020 年弹性系数降为 0.7,2021~2030 年弹性系数再降为 0.6 为参数,参照上述 GDP 两种增长方案,预测中国的能源消费需求。

表 2 能源、钢、铜、铝、锌预测参数

Table 2 The factors to predicate consumption of energy, steel, copper, aluminium and zinc

资源	起始点			顶点			消费增长方式 (弹性系数)
	t/a	消费总量 $\times 10^6 t$	起点弹性系数	方案 1 t/a	方案 2 t/a	人均 GDP (盖凯)美元	
钢	2000	142	1.45	2010	2012	10000	弹性系数按线性降低到固定值 * *
铜	2000	1.88	1.71	2018	2024	15000	弹性系数按两条不同斜率直线降为固定值 * *
铝	2000	3.30	1.72	2022	2030	18000	按线性降低到固定值 * *
锌	2000	1.23	1.68	2010	2012	10000	按线性降低到固定值 * *
能源总耗 (油当量)	2000	1160 *	0.8	无顶点			3 个 10 年分别按 0.8, 0.7, 0.6

注: * 按 1995 年值通过增长率修正估算; * * 达到顶点后,消费总量按照当时的人口增长率变化。

5 未来 30 a 能源、钢、铜、铝、锌消费需求预测结果

图 7 表示了依据上述模式对未来 30 a 中国能

源、钢、铜、铝、锌消费需求的预测趋势。表 3 分段总结了预测值和累计消费量。

表面上看,预测数据很大,但是理性分析告知的基本事实要求必须要面对这一预测结果。

① 中国有色工业统计年鉴. 1990~2000 年.
② 中华人民共和国统计年鉴. 1990~2001; 中国能源统计年鉴. 1996, 2000.

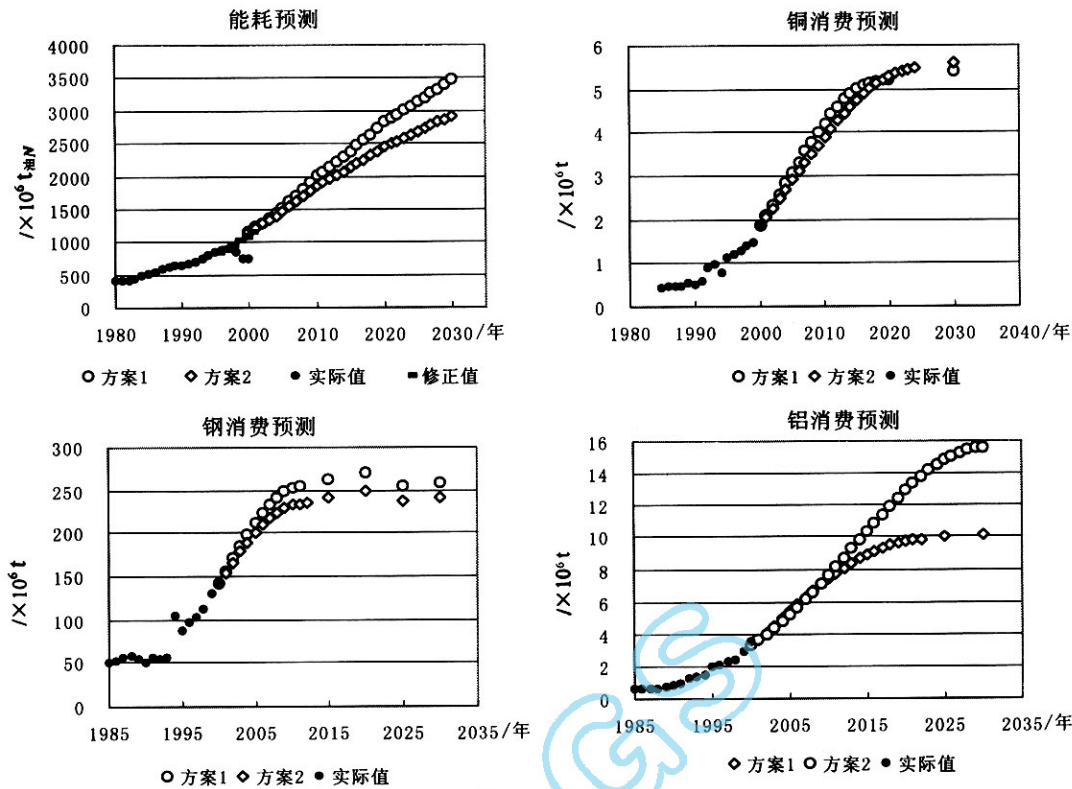


图 7 未来 30 a 中国能源、钢、铜、铝、锌消费需求趋势预测

Fig. 7 The predicated tendency of consumption of energy, steel, copper, aluminium and zinc in China in future 30 years

表 3 未来 30 a 中国能源、钢、铜、铝、锌消费需求预测结果

Table 3 The predicative consumption of energy, steel, copper, aluminium and zinc in China in future 30 years

资源	顶点	峰值	2000 年	2005 年	2010 年	10a 累计	2015 年	2020 年	20a 累计	2030 年	30a 累计
能源 (油当量)	—	—	1163	1530	2010	15900	2380	2830	40000	3480	72000
				1470	1860	15200	2130	2450	37000	2930	64000
钢/ $\times 10^6$ t	2010	253	142	210	254	2130	264	270	4700	258	7300
	2012	236		200	236	2140	241	250	4500	241	7000
铜/ $\times 10^6$ t	2018	5.18	1.88	3.08	4.23	31.8	5.02	5.23	80.8	5.40	135.0
	2024	5.50		2.90	3.91	30.0	4.76	5.31	77.0	5.62	136.0
铝/ $\times 10^6$ t	2022	9.87	3.30	5.42	7.40	56.0	8.89	9.75	145.0	10.14	255.0
	2030	15.58		5.23	7.66	55.0	10.36	12.94	160.0	15.58	460.0
锌/ $\times 10^6$ t	2010	2.18	1.23	1.85	2.18	18.5	2.26	2.33	40.0	2.44	63.0
	2012	2.22		1.77	2.17	18.0	2.27	2.35	39.0	2.46	63.0

5.1 工业化过程人均资源成倍增加是普遍的规律

图 8 展示了典型国家能源、钢、铜、铝人均消费量与人均 GDP 增长的关系,不难看出,人均矿产资源消费的“S”形规律和工业化过程中人均资源消费增长的幅度。图中中国目前人均资源消费所处的位置与人均 GDP 一样,处在很低的位置,但明显可以看出追赶趋势。

5.2 30 a 后中国的人均资源消费量

按 2030 年中国能源、钢、铜、铝、锌的预测结果和当时的人口预测数量(15.25 亿),届时中国人均能源消费量:能源为 1.9~2.2 t 油当量,钢为 160~170 kg,铜为 3.6~3.7 kg,铝为 6.8~10.1 kg,锌为 1.6 kg。对比目前典型的工业化国家或地区上述资源的消费量(表 4),可以看出,30 a 后中国的人均资

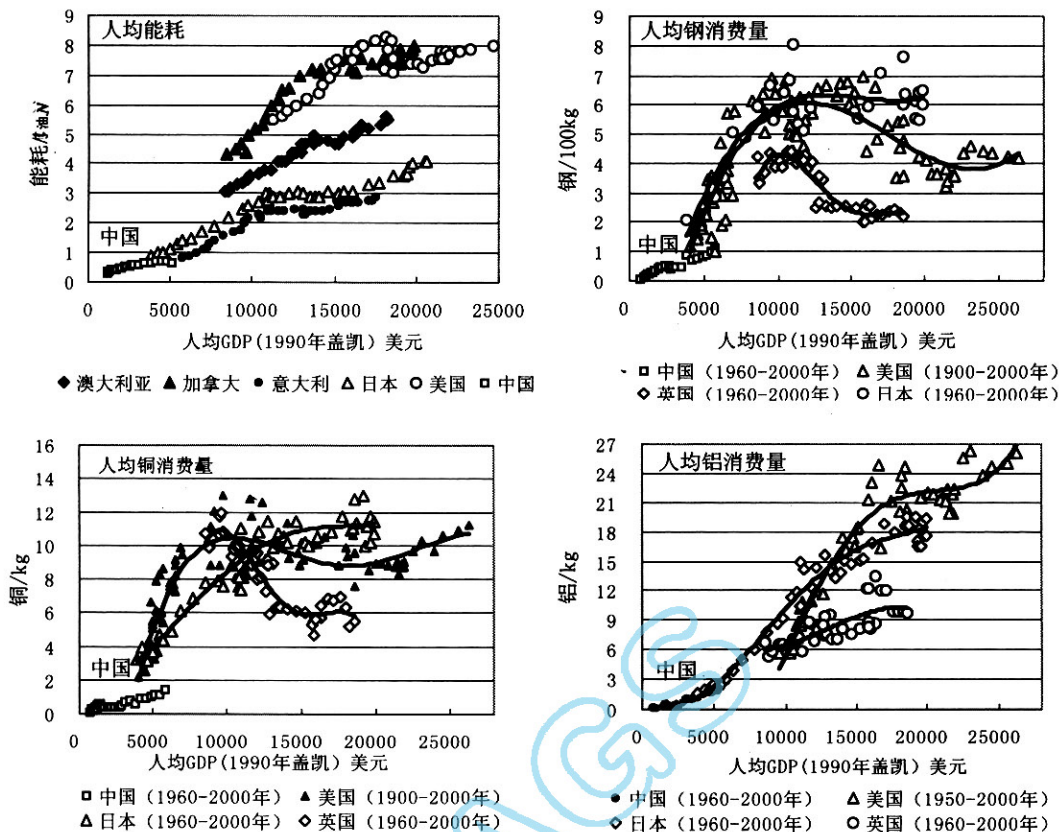


图 8 中国重要矿产资源人均消费趋势与典型发达国家对比

Fig.8 The predicated tendency of consumption of energy,steel,copper,aluminium and zinc in China in future 30 years compare with the typical developed countries

源消费量与目前的工业化国家人均资源消费相比仍然很低,能源不及美国现在的 1/4,日本的 1/2;钢、铜、铝的人均消费量仅为发达国家平均的 1/2 左右;锌的人均消费量不及发达国家目前平均的 1/3;与先期工业化国家工业化高峰的 70 年代人均金属(钢、铜、锌)消费量相比更低。

如果中国以这样的人均资源消费量在 2030 年达到人均 GDP 约 20 000 美元(盖凯美元),从 20 世纪 90 年代初经济起飞时期算起时间跨度为 40 a,已经体现了跨越式发展和资源的高效利用。如果考虑中国作为“世界加工厂”、资源附加消耗增加的趋势,以及经济结构如不能有效地调整,要达到相同的人均经济水平,资源消费总量可能会比预测的更大。

5.3 工业化过程是自然资源转化为社会财富的过程

未来几十年如此庞大的矿产资源累计需求量不是中国的首创。美国和日本的数据统计表明,100 a 来美国共消费了 90 000 百万吨以上油当量的能源,7 200 百万吨钢,133 百万吨铜和 200 百万吨铝。近 40 a 来消费的能源为 68 000 百万吨油当量,其中石

油超过 30 000 百万吨;近 40a 来日本共消费了 13 300 百万吨油当量的能源,其中石油超过8000

表 4 典型国家或地区人均资源消费量(2000 年数据)

Table 4 Primary mineral resources per capita consumption in some typical countries and region(Datas 2000)

国家	能源/t _{油N}	钢/kg	铜/kg	铝/kg	锌/kg
澳大利亚	5.61	433	8.8	19.2	10.8
加拿大	7.44	530	8.3	25.1	5.4
法国	4.16	342	9.0	12.5	5.6
德国	4.01	449	13.5	17.3	6.9
意大利	2.90	436	11.4	12.8	6.02
日本	4.04	600	10.2	16.6	5.02
荷兰	4.76	310	3.2	9.9	6.09
美国	8.19	420	10.8	21.0	5.33
英国	3.84	222	5.2	8.5	3.39
韩国	4.11	820	18.4	17.5	—
中国台湾	3.84	640	28.2	22.5	—
中国(2030 年)	1.9~2.3	160~172	3.6~3.7	6.8~10.3	1.6

百万吨, 钢 2 800 百万吨, 铜 40 多百万吨。发达国家资源消费的经验表明, 工业化过程不可避免地消费巨量的矿产资源。

参 考 文 献

- 国土资源部信息中心. 1999~2000. 世界矿产资源年评. 北京: 地震出版社.
- 麦迪森等编, 李德伟等译. 1997. 世界经济二百年回顾. 北京: 改革出版社.
- 中国煤炭工业局. 1997. 中国煤炭工业年鉴. 北京: 煤炭工业出版社.
- 中国煤炭工业局. 1999~2000. 中国煤炭工业年鉴. 北京: 煤炭工业出版社.
- 中华人民共和国统计局. 1990~2001. 中国统计年鉴. 北京: 中国统计出版社.
- 中华人民共和国统计局. 1995~2000. 国际统计年鉴. 北京: 中国统计出版社.
- 中国石油天然气集团公司. 1999~2000. 中国石油天然气集团公司年鉴. 北京: 石油工业出版社.

References

- Angus Maddison. 2001. The world economy-a millennial perspective. Paris: Development Centre of OECD.
- China National Petroleum Corporation. 1999~2000. CNPC Annuals. Beijing: Petroleum Industry Press.
- Information center of Ministry of L&R of China. 1999~2000. World Mineral review. Beijing: Seismological Press.
- Maddison. 1995. Li Dewi. 1997 (tran.). World Economy 200 Years Rewiew. Beijing: Reform Press(in Chinese).
- World Bureau of Metal Statistics. 1984. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- World Bureau of Metal Statistics. 1985. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- World Bureau of Metal Statistics. 1989. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- World Bureau of Metal Statistics. 1990. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- World Bureau of Metal Statistics. 1995. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- World Bureau of Metal Statistics. 1999~2000. World metal statistics yearbook. London: World Bureau of Metal Statistics.
- The Ministry of Coal Industry of China. 1997. China coal industry yearbook. Beijing: The Coal Industry Press(in Chinese).
- The Ministry of Coal Industry of China. 1999~2000. China coal industry yearbook. Beijing: The Coal Industry Press(in Chinese).
- The Bureau of China Statistics. 1999~2000. China statistics yearbook. Beijing: China Statistics Press(in Chinese).
- The Bureau of China Statistics. 1995~2000. International statistics yearbook. Beijing: China Statistics Press(in Chinese).
- U. S. Geological Survey. 1964. Geological survey, mineral yearbook. VA: USGS.
- U. S. Geological Survey. 1968~1975. Geological survey, mineral yearbook. VA: USGS.
- U. S. Geological Survey. 1990~2001. Geological survey, mineral yearbook. VA: USGS.
- U. S. Geological Survey. 1968. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. VA: USGS.
- U. S. Geological Survey. 1990~2001. Geological Survey, Mineral Commodity Summaries. VA: US. GS.