

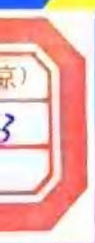
谨将此书献给第三十届国际地质大会



走向21世纪的 地学与矿产资源

中国地质矿产信息研究院 编著

地质出版社



谨将此书献给第三十届国际地质大会

走向 21 世纪的 地学与矿产资源

中国地质矿产信息研究院 编著

地质出版社

· 北 · 京 ·

内 容 简 介

本文集共收录了 40 篇论文。内容分为四大部分：①矿产资源与矿产经济：既有关于中国矿产资源形势、特点、前景的论文，又有中国矿业投资环境、矿山发展的文章；②基础地质与环境地质：分析了国际地质科学的走向，论述了某些新思维，预测了中国地质环境的态势；③勘查战略与方法学：涉及到矿床勘查战略及物探、化探和遥感等技术应用的进展；④数学地质与地学信息：介绍了矿产评价、矿产储量估计的新方法，展望了 21 世纪的地质信息系统。

图书在版编目 (CIP) 数据

走向 21 世纪的地学与矿产资源/中国地质矿产信息研究院编著.-北京:地质出版社,1996.8
ISBN 7-116-02157-4

I. 走… II. 中… III. ①地质学-文集②地球科学-文集③矿产资源-研究-文集 IV. P5-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 09325 号

地质出版社出版发行

(100083 北京海淀区学院路 29 号)

责任编辑:王章俊 柳霖

中国科学院印刷厂印刷 新华书店总店科技发行所经销

开本: 787×1092¹/₁₆ 印张: 13.375 字数: 301 千字

1996 年 8 月北京第一版·1996 年 8 月北京第一次印刷

印数: 1—1200 册 定价: 20.00 元

ISBN 7-116-02157-4

P·1616

地质科学与地质信息

(代序)

第三十届国际地质大会是全世界地质学家在本世纪的最后一次盛会。作为大会举办国中国的一个国家地质信息机构——中国地质矿产信息研究院的全体科技人员为有机会与各国同行进行广泛的交流深感荣幸，并决定将我院入选的论文编辑成集奉献给大家。

地质学在很大程度上是一门关于信息的科学。地质学家从事的是采集、保存、研究、展示信息的工作，除信息外，几乎别无其他产品。信息具有不同的形态：其初级形态是原始的资料与数据；其中级形态是各种反映地质事实的基础性图件与调查报告；其高级形态为理论成果或决策分析意见。中国地质矿产信息研究院的工作对象包含了地质信息的各种形态，既有对地质资料、图书、图件、数据的管理与服务，又有对国内外矿产资源与地质科学发展趋势的分析与预测，还有对地质矿产工作的规划与决策研究。总之，信息与数据、趋势与发展、规划与战略，就是中国地质矿产信息研究院的主要工作内容。中国地质矿产信息研究院拥有全国地质资料馆、全国地质图书馆两大国家级信息管理与服务机构，以及矿产资源研究、地质情报研究和地质矿产信息系统研究与开发三大中心，它们为国内外提供了大量的地质矿产信息服务。

从全球而言，在今后一段时期内矿产资源将在总体上呈现供过于求的局面，特别是对于发达国家，影响持续发展的主要因素已经由矿产资源的可供性转向地球环境保护。但对发展中国家而言，矿产资源的可供性仍然是制约经济发展的重大因素之一。因此，从可持续发展的意义上讲，发展中国家的地质学家的任务有很强的双重性：大力寻找矿产资源与努力保护地球环境。中国就是一个对地质学的需求有很强双重性的发展中国家，至少在 21 世纪的前半期，中国的地质学家仍然要致力于勘查更多、更富的矿产资源；同时，地球环境问题也将严峻地摆在他们面前，日趋严重的地质环境破坏与地质灾害，把地质学家推上了保护地球家园的前沿。可以预见，在今后数十年内，中国的地质学与地质工作将在这个双重性需求下发展。本书中的许多文章论述了下世纪初经济发展所面临的资源与环境问题。

当前，地质科学正面临着一个新的理论发展时期，它已被置于整个地球的环境中加以研究，地球科学的系统现正在形成。人们终于跳出了坚守多年的封闭的学科领域，从更广阔的视野观察和研究地球这个系统，这就导致了地球科学内部学科以及地球科学同其他学科的大交叉。大交叉带来的是新的理论发展趋势，这个趋势集中到一点就是建立了地球动力学系统的概念和框架，并对组成地球系统各层圈的动力学系统以及各子系统之间的交叉影响均有了比较深刻的认识。对未知程度最大的地球内部的研究，已开始把它与地球表层作为一个统一的动力学子系统加以探索。虽然这种探索还是非常初步的，非常概念化和图解化的，但是它对地质学理论的贡献是传统地质学不可比拟的。传统的地质学走过的是一条理论上大起大落的发展史，建立地球科学的系统观将最终使地质学的理论得到真正的定位，尽管对地球内部这个子系统而言，还有一段漫长的探索之路要走。当代地质科学的发

展趋势，是中国地质矿产信息研究院长期追踪的重点之一，当然也就反映在本书的一些重要文章中。

地质勘查方法与技术、地质资料工作、地质图书工作、地质专利工作也都是中国地质矿产信息研究院重要的信息研究与信息服务领域，我院提交给大会的文章也有这方面的内容。

当前，全世界都面临着信息革命的冲击，地球科学也概莫能外。作为一个地质矿产信息单位，自然应该充当在地质科学与地质工作中应用电子信息技术的先锋。历经十年努力，中国地质矿产信息研究院已经开发出一些重要的地质矿产信息系统和地质工作专用的计算机辅助工具。这些信息系统与工具系统，在全国地质矿产工作中发挥着愈来愈重要的作用。

开展地质信息的国际交流，是中国地质矿产信息研究院的任务之一。我们热切地希望世界各国的地质学家光临我院参观指导，建立联系，开展合作，以促进中国和世界各国的地质矿产信息的交流。

中国地质矿产信息研究院院长
李裕伟

目 录

地质科学与地质信息 (代序)

●矿产资源与矿产经济

21 世纪初期中国矿产资源形势分析	曹新元 等 (1)
中国矿产资源特点与前景	文世激 (8)
中国铁矿资源及矿石进口形势	陈 刚 (13)
中国农业对化肥的需求和化肥原料矿产资源形势	付庆云 等 (16)
中国矿产资源分类系统与国际方案的对比	张楚安 等 (19)
21 世纪初期亚太地区矿产供应与需求展望	吴智慧 (24)
增长极限——矿产资源可供性预测的误区	王家枢 (30)
全球超巨型金属矿床 (区)	戴自希 (35)
剪切带成矿系统	
——巨脉状金矿床成因的一种解释	阎卫东 (43)
从地壳成熟度看南岭和下扬子地区块状硫化物矿床成分的差异	何金祥 (48)
北京的磷块岩	穆炳涛 (54)
世界范围内的矿业法大调整及对中国矿业发展的政策意义	张新安 等 (59)
中国矿业投资环境特点与改进途径	吴太平 等 (64)
实现中国矿权流转的技术保障问题	杨学军 (69)
矿山废物回收和环境	
——经济与政策	吴以良 (74)
经济转轨时期俄罗斯地勘部门投资变化及与我国的对比	刘燕平 (80)

●基础地质与环境地质

地质科学的发展正进入建立新一代知识体系的重大转折时期	刘树臣 等 (84)
可持续发展——地质学家的作用和地位	刘树臣 等 (89)
简单的板块构造与复杂的大陆	肖庆辉 等 (94)
成矿预测新方向：流体成矿系统与成矿作用研究	贾跃明 (100)
全球成矿作用与地球动力学演化	李晓波 等 (104)
含油气盆地的流体动力学	贾跃明 (109)
我国大陆造山带研究进展	王振纲 (114)
21 世纪初期中国地质环境态势	毛同夏 等 (118)

●勘查战略与方法

巨型矿床勘查战略：经验模型与概念模型的交叉与结合	施俊法 等 (124)
--------------------------------	-------------

油气化探：战略与方法论	吴传璧 (129)
中国遥感技术地质应用：现状与前景	刘聚海 (134)
氦气灾害可能性的区域评价方法	崔霖沛 (138)
物探方法寻找隐伏矿床：综述	吴其斌 (144)
油气勘查的某些非常规物探方法：综述	吴其斌 (149)
金矿勘查和地质研究的岩石地球化学测量方法：以山东牟平—乳山金矿带为例	施俊法 (154)
人造金刚石聚晶体和复合片钻头的应用前景	耿卫红 (159)

●数学地质与地学信息

KPX2.0—计算机辅助矿产勘查评价系统	杨庆弟 等 (164)
基于邻域信息的人工神经网络矿产储量估计	李裕伟 等 (170)
中国全国矿产储量数据库 (NMRDB)	夏荣富 等 (176)
矿床最佳品位指标的数学模型	马建明 (180)
里特曼标准矿物成分微机信息系统	杨丽萍 (183)
地质图书馆信息系统的未来十年	曹希平 (187)
面向 21 世纪的地质图书馆	于 萌 (192)
当代中文地学文献述评	邱培信 (196)
附录 中国地质矿产信息研究院简介	(202)

CONTENT

Geological Sciences and Geoinformation (Preface)	Li Yuwei
--	----------

MINERAL RESOURCES AND ECONOMICS

China Mineral Resources Situation in the Early 21st Century	Cao Xinyuan et al. (6)
Characteristics and Prospect of Mineral Resources in China	Wen Shicheng (12)
Resources and Import Situation of Iron Ore in China	Chen Gang (15)
Chemical Fertilizer Demand for Agriculture and Situation of Fertilizer Resources in China	Fu Qingyun et al. (18)
Classification and International Comparision of Chinese Mineral Resources	Zhang Chu'an et al. (22)
Prospects for Minerals Demand and Supply of the Asia-Pacific Region in the Early 21st Century	Wu Zhihui (28)
The Limit of Growth-a Mistake in the Assessment of Mineral Resources Availability	Wang Jiashu (33)
Supergiant Ore Deposits (Areas) in the World	Dai Zixi (41)
Metallogenic Systems in Shear Zones; an Explanation to the Mineralization of Giant Auriferous Quartz Veins	Yan Weidong (47)
Crustal Maturity and the Differences of Composition of Massive Sulfide Deposits between Nanling and Lower Yangtze Areas	He Jinxiang (53)
The Phosphorites in Beijing	Mu Bingtao (58)
Recent Intensive Read Justments of Mining Policy and Legislation the World Over and Their Policy Implications to the Chinese Mining Industry	Zhang Xin'an et al. (63)
Characteristics of Mining Investement Envrionment in China and the Way to Improve It	Wu Taiping et al. (68)
How to Technically Secure Transference of Exploration-Mining Right for Mineral Resources in China	Yang Xuejun (73)
The Recovery of Mine Wastes and the Environment—Economics and Policy	Wu Yiliang (79)
Reformation of Investment in Geological Exploration Departments of Russia in the Period of Economic Switchover and their Comparison with that of China	Liu Yanping (83)

GEOSCIENCE AND ENVIRONMENTS

Geology: Towards a Critical Period to Establish a New Knowledge Framework	Liu Shuchen et al. (88)
---	-------------------------

Sustainable Development: The Key Role of Geoscientists	Liu Shuchen et al. (93)
Simple Plate Tectonics and Complicated Continents	Xiao Qinghui et al. (98)
New Direction of Ore Prediction: Investigation of Fluid Ore-Forming Systems and Processes	Jia Yueming (103)
Global Metallogeny and Geodynamic Evolution	Li Xiaobo et al. (108)
Fluid Dynamics in Hydrocarbon-bearing Basins	Jia Yueming (113)
Progress in Research on Continental Orogenic Belts in China	Wang Zhengang (117)
Status and Trend of Geological Environment in China in the Early 21st Century	Mao Tongxia et al. (123)

EXPLORATION STRATEGY AND METHODOLOGY

Exploration Strategies for Giant Deposits: Blending of Empirical and Con- ceptual Model	Shi Junfa et al. (128)
Oil & Gas Geochemical Exploration Strategy & Methodology	Wu Chuanbi (132)
Situation and Prospect of Remote Sensing Geology in China	Liu Juhai (137)
Methodology of Regional Radon-Hazard Potential Evaluation	Cui Linpei (142)
Geophysical Exploration for Concealed Deposits: A Review	Wu Qibin (147)
Some Unconventional Methods for Hydrocarbon: A Review	Wu Qibin (152)
Lithogeochemical Method for Gold Exploration and Geological Studies: Some Results from Muping-Rushan, Shandong Province, Eastern China	Shi Junfa (157)
The Application Prospects of Polycrystalline Diamond & Compact Bits	Geng Weihong (163)

MATHEMATICAL GEOLOGY AND GEOINFORMATION

KPX 2.0—a Computer-aided Mineral Exploration and Evaluation System	Yang Qingdi et al. (169)
Ore Reserve Estimation by ANN Based on Neighbourhood Information	Li Yuwei et al. (175)
The National Mineral Reserve Data Base of China	Xia Rongfu et al. (179)
The Mathematical Model for the Optimum Grade Index of Mineral Deposits	Ma Jianming (182)
The Rittmann Norms Information System on Microcomputer	Yang Lipei (185)
Geoscience Library Information System in the Next Decade	Cao Xiping (191)
Geoscience Library for the 21st Century	Yu Meng (195)
General Review on Modern Chinese Geoscience Documents	Qiu Peixin et al. (200)
Brief Introduction of Chinese Institute of Geology and Mineral Resources Information	(203)

21 世纪初期中国矿产资源形势分析

曹新元 陈小宁 彭利生

中国是世界上少数几个矿产资源丰富的国家之一。对截至 1990 年底各国矿产储量潜在总值进行初步估算的结果表明, 中国矿产储量潜在总值居世界第三位。但由于人均矿产资源占有量仅达到世界平均水平, 而在今后相当长的一段时期内, 国民经济仍将以较高速发展, 因此 21 世纪初期中国矿产资源供需形势不可乐观。然而, 中国仍具有较好的矿产资源远景, 加大找矿力度和采取相应措施, 供需矛盾将得到缓和。本文尝试采用定量和定性相结合的方法, 从矿产品需求和资源供应两方面, 分析 21 世纪初期中国矿产资源的供需形势。

一、21 世纪初期我国矿产资源需求的定量预测

预测矿产品需求量的方法很多, 本文采用投入产出法和中外对比分析法, 并结合使用弹性系数法和线性回归法对其得出的结果进行检验。

1. 投入产出法

在此, 选择“中国 1987 年投入产出表”中 33 个部门价值型投入产出表为母表, 将十种矿产品的投入产出表融合到 1987 年“中国投入产出表”中。在对以上各种系数进行修正之后, 以各部门的社会生产总值(总产出)的增长速度为变量, 以总产出为因变量, 即可将静态的投入产出模型转变成进行矿产品需求预测的动态投入产出模型:

$$\begin{bmatrix} X_t \\ X'_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (I - A)_t & 0 \\ -B_t & I \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} Y_t \\ Y'_t \end{bmatrix}$$

其中: $(I - A)_t$ 为根据 1987 年直接消耗系数, 通过修改后获得的预测年份的直接消耗系数矩阵;

B_t 为预测年份矿产品的直接消耗系数矩阵;

X_t 为预测年份 33 部门总产出矩阵;

X'_t 为预测年份 10 个矿产品的总产出矩阵;

Y_t 和 Y'_t 分别为预测年份 33 部门的最终需求矩阵和 10 个矿产品的最终需求矩阵。

在一定的条件下, 计算出预测年份各种参数即可通过上式求得各部门和十个矿产的总

产量。在每种矿产的总产出中，减去了出口量和库存增加即为其当年的需求量（见表1）。

2. 弹性系数法

矿产品消费与国民经济发展之间有着密切的相关关系，因此可以采用消费量（或人均消费量）增长率与国民生产总值（GNP）（或人均国民生产总值）增长率之比的弹性系数法，对今后若干年中矿产品的需求进行预测，其预测模型为：

$$Y_n = P_n \cdot M_0 \cdot (1 - re)^n$$

$$\text{或} \quad Y_n = Y_0 \cdot (1 + RE)^n$$

式中： Y_n 为第 n 年的矿产需求量；

P_n 为第 n 年人口数；

Y_0 、 M_0 分别为基数年矿产品消费量和人均消费量；

R 、 r 分别为 GNP 年增长率和人均 GNP 年增长率；

E 、 e 分别为矿产品消费弹性系数和人均矿产品消费弹性系数。

弹性系数法预测的结果见表2。

表1 三种经济发展模式下十种矿产品需求量

单位：万吨

	2000年			2010年			2020年		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低
原煤	182 285	180 405	145 935	256 854	246 052	217 069	308 803	283 433	271 172
原油	24 487	227 116	18 086	32 054	29 169	24 056	37 280	36 363	32 645
钢	14 425	12 955	10 332	20 970	19 201	16 664	27 419	24 198	21 557
铜	169	155	138	220	198	173	257	238	204
铝	190	185	174	310	296	280	422	406	376
铅	39	36	32	66	57	52	91	78	71
锌	91	84	78.2	155	131	117	198	160	142
硫酸	2 218	2 058	2 011	2 856	2 610	2 575	3 336	3 177	3 058
钠盐	2 851	2 735	2 652	3 700	3 580	3 400	5 500	5 360	5 150
水泥	44 697	42 819	39 000	65 553	65 336	62 952	86 780	86 448	81 600

表2 11种主要矿产品需求量弹性系数法预测结果

单位：万吨

	2000年			2010年			2020年		
	高	中	低	高	中	低	高	中	低
原煤	187 531	172 071	160 942	243 188	217 937	194 928	291 897	258 659	229 450
原油	25 004	22 942	21 459	29 530	26 463	23 670	35 925	31 826	28 240
钢材	11 402	11 097	10 424	17 839	16 818	14 736	25 216	23 044	19 956
铜	160	148	135	212.6	196.2	171.9	234	215	191
铝	183	162	146	278	258	230	371	345	311
铅	38.0	36.6	35.1	60.8	54.6	48.6	76.0	68.1	60.6
锌	79.1	71.8	64.9	127.5	111.6	93.4	170.1	145.9	127.1
硫酸	1 900	1 808	1 710	2 547	2 380	2 167	3 189	2 943	2 683
水泥	45 436	40 500	38 219	65 436	61 938	58 338	84 584	80 689	77 492
磷肥	1 415	1 073	854	1 880	1 589	1 156	2 192	1 756	1 336
钾肥	693	540	392	1 172	959	709	1 590	1 237	945

3. 人均值回归分析预测

取1987年以来人均国民生产总值和人均矿产品消费量作为历史数据；以人均消费量作为因变量，以人均国民生产总值为自变量，得出钢材、铜、铝、铅、锌人均消费量的一元线性回归方程分别为：

$$\text{钢材: } Y = -1.06 \times 10^{-3} + 6.98 \times 10^{-5} X \quad R = 0.98$$

$$\text{铜: } Y = 0.097 + 9.32 \times 10^{-4} X \quad R = 0.91$$

$$\text{铝: } Y = 0.18 + 9.0 \times 10^{-4} X \quad R = 0.90$$

$$\text{铅: } Y = 0.13 + 1.4 \times 10^{-4} X \quad R = 0.86$$

$$\text{锌: } Y = 0.098 + 3.53 \times 10^{-4} X \quad R = 0.83$$

这里 Y 为人均消费量, X 为人均国民生产总值。由于本方法的局限性, 所以外推的最远年限定为 2010 年。2000 年和 2010 年三种不同经济增长方案下的预测结果见表 3。

表 3 人均值回归分析预测结果

单位: 万吨

	2000 年			2010 年		
	高	中	低	高	中	低
钢材	16 629	13 888	12 093	34 190	25 774	19 388
铜	211	174	151	444	332	332
铝	239	204	181	469	360	278
铅	51	45	41	88	71	58
锌	98	84	75	188	145	113

4. 中外对比分析法

根据中国社会经济发展战略目标, 2020 年中国人均国民生产总值大约相当于 1980 年世界人均国民生产总值, 因此从矿产品消费的角度来说, 可以认为 2020 年中国人均矿产品消费水平相当于 1980 年世界人均矿产品消费量。据此, 对中国 40 多种矿产品在 2020 年时的消费量进行预测, 其结果见表 4。

表 4 中外对比分析法对我国矿产品的需求预测

矿产品	单位	2000 年	2010 年	2020 年	矿产品	单位	2000 年	2010 年	2020 年
能 源	标准煤 亿吨	16.39	22.39	29.50	金	吨	120	190	254
其中: 煤炭	亿吨	17.21	21.80	26.84	银	吨	1 900	2 850	3 753.62
原油	亿吨	2.20	2.60	3.30	铂族	吨	6.5	8.5	10
粗 钢	亿吨	1.38	2.00	2.48	硫(标矿)	万吨	2 400	3 000	3 400
锰矿石	万吨	520	670	892.9	磷(标矿)	万吨	4 300	5 500	6 585.5
铬矿石	万吨	85	150	225.0	钾(K ₂ O)	万吨	462	750	961.90
镍	万吨	9	17	23.60	石棉	万吨	35	58	81.15
钴	万吨	0.2	0.4	0.5	金刚石	万克拉	200	340	578
钨(WO ₃)	万吨	1.75	2.00	2.12	硼(B ₂ O ₃)	万吨			34.25
钼	万吨	1.13	2.40	3.57	萤石	万吨	250	390	510
钒	万吨	0.56	1.00	1.30	滑石	万吨	130	170	207.2
铜	万吨	137	185	219.04	高岭土	万吨	150	270	358.54
铝	万吨	230	320	385.56	膨润土	万吨	250	450	550
铅	万吨	36	56	74.87	石墨	万吨	75	90	100
锌	万吨	47	90	131.14	石膏	万吨	1 700	2 800	3 500
锡	万吨	3.25	3.70	4.06	硅灰石	万吨	10	14	17
锑	万吨	1.30	1.75	2.10	玻璃	万吨	2 000	3 250	4 000
汞	吨	660	730	767	石材	万立方米	250	440	790
稀土(REO)	万吨	2.5	4.15	6.80					

综合上述预测结果, 在此根据中国再生资源的回收利用指标, 可折算出 21 世纪初期中国所需要的直接从地下矿产资源所生产的矿产品的需求量, 结果见表 5。

表 5 21 世纪初期中国所需直接从地下矿产资源所生产的矿产品的需求量

名 称	单位	2000 年	2010 年	2020 年	名 称	单位	2000 年	2010 年	2020 年
原 煤	亿吨	14.59	21.71	26.12	(硫标矿)	万吨	2 735	3 138	3 579
原 油	亿吨	1.81	2.41	3.26	磷肥	万吨	1 073	1 589	1 756

续表

名 称	单位	2000 年	2010 年	2020 年	名 称	单位	2000 年	2010 年	2020 年
钢 材	万吨	6 716	9 998	11 856	(磷标矿)	万吨	3 065	4 540	5 917
(铁矿石)	万吨	31 960	47 490	56 316	钾肥	万吨	540	959	1 237
铜(金属)	万吨	97	112	122	(钾盐 KCl)	万吨	849	1 508	1 947
铝(金属)	万吨	139	210	263	钠盐	万吨	2 735	3 580	5 151
(铝土矿)	万吨	695	1 050	1 315	水泥	亿吨	3.90	6.30	8.16
铅(金属)	万吨	27	36.4	46.2	(水泥石灰岩)	亿吨	4.88	7.88	10.26
锌(锌)	万吨	70	100	114	石棉	万吨	35	58	81.15
钨(WO ₃)	万吨	1.75	2.00	2.12	金刚石	万克拉	200	340	578
锡(金属)	万吨	3.25	3.70	4.06	硼(B ₂ O ₃)	万吨			34.25
钼(金属)	万吨	1.13	2.10	3.57	萤石	万吨	250	390	510
锑(金属)	万吨	1.30	1.75	2.10	滑石	万吨	130	170	267.2
汞	吨	660	730	767	高岭土	万吨	150	270	358.54
镍(金属)	万吨	9	17	23.60	膨润土	万吨	250	450	550
钴(金属)	吨	2 000	4 000	5 000	石 墨	万吨	75	90	100
钒	万吨	0.56	1.00	1.30	石 膏	万吨	1 700	2 800	3 500
稀土(REO)	万吨	2.50	4.15	6.80	硅灰石	万吨	10	14	17
金	吨	120	190	254	玻 璃	万吨	2 000	3 250	4 000
银	吨	1 900	2 850	3 754	大理石	万立方米	85	145	265
铂族	吨	6.5	8.5	10	花岗石	万立方米	165	295	525
硫酸	万吨	2 218	2 856	3 336					

二、今后二三十年间中国主要矿产储量增长潜力分析

分析方法采用非线性回归方法,即建立反映各时期资源丰度、勘查投入和储量增长三者之间相互关系的非线性储量增长预测模型;模型中考虑了科学技术进步(技术水平)和勘查难度加大(地质条件)对勘探效益和储量增长产生的正反两方面的影响。矿产储量、资源量与勘查投入的最终表达式为:

$$R = (T_0 + X^a)(1 - e^{-bx})$$

式中: R 为累计探明储量

X 为累计勘查投入

$(1 - e^{-bx})$ 代表资源量转化成储量的成分比。

T_0 、 a 、 b 为与资源量有关的参数,可用非线性最小二乘法求解。

本预测的数据基础是 1950—1991 年的矿产累计勘查投入和累计探明储量。由此计算得出的我国 10 种主要矿产储量增长预测模型分别为:

- ①石油: $R = (316.3 + X^{0.110578})(1 - e^{-0.0000002x})$ $\delta = 10.50$
- ②煤: $R = (171.9 + X^{0.688868})(1 - e^{-0.000016x})$ $\delta = 361.521$
- ③铁矿: $R = (851.0 + X^{0.153016})(1 - e^{-0.000004x})$ $\delta = 23.83$
- ④铝土矿: $R = (84.0 + X^{0.110000})(1 - e^{-0.000020x})$ $\delta = 2.30$
- ⑤铜: $R = (587.9 + X^{0.722004})(1 - e^{-0.000053x})$ $\delta = 133.63$
- ⑥铅: $R = (962.3 + X^{0.803947})(1 - e^{-0.000206x})$ $\delta = 283.40$
- ⑦锌: $R = (794.4 + X^{0.848321})(1 - e^{-0.000158x})$ $\delta = 654.9$
- ⑧金: $R = (562.3 + X^{0.663604})(1 - e^{-0.000127x})$ $\delta = 152.53$
- ⑨硫铁矿: $R = (105.0 + X^{0.100000})(1 - e^{-0.000020x})$ $\delta = 5.83$
- ⑩磷矿: $R = (357.0 + X^{0.054800})(1 - e^{-0.000020x})$ $\delta = 8.35$

预测以“七五”时期的勘查投入(不变价格)为基数,假定今后仍能按此水平投入地质勘查,10种主要矿产储量增长预测结果见表6。

表6 10种主要矿产储量增长预测结果

矿种	结果 ^①	单位	“七五” 时期	预测结果		
				1991—2000	1991—2010	1991—2020
石油	勘探投资	亿元	316.86	633.71	1 267.43	1 901.14
	储量增长	亿吨	32.49	75.50	116.86	143.31
煤(矿石)	勘查投入	亿元	25.69	51.39	102.78	154.17
	储量增长	亿吨	1 660.40	1 940.75	3 738.52	5 429.90
铁矿 (矿石)	勘查投入	亿元	1.71	3.42	6.83	10.25
	储量增长	亿吨	23.0	14.17	27.68	40.55
铝土矿 (矿石)	勘查投入	万元	14 231	28 463	56 925	85 388
	储量增长	亿吨	5.80	11.37	20.67	28.29
铜 (金属)	勘查投入	亿元	4.86	9.73	19.45	29.18
	储量增长	万吨	315.50	830.15	1 625.00	2 390.066
铅 (金属)	勘查投入	万元	15 230	30 461	60 921	9 138.2
	储量增长	万吨	598.20	1 191.08	2 285.23	3 325.16
锌 (金属)	勘查投入	万元	24 368	48 736	97 472	146 208
	储量增长	万吨	1 585.00	2 818.72	5 511.98	8 117.37
金 (金属)	勘查投入	亿元	26.56	53.13	106.25	159.38
	储量增长	吨	1 475.50	1 823.49	3 359.05	4 731.37
硫铁矿 (矿石)	勘查投入	亿元	1.08	2.15	4.31	6.46
	储量增长	亿吨	5.40	8.08	15.03	21.01
磷矿 (矿石)	勘查投入	万元	8 365	16 729	33 458	50 187
	储量增长	亿吨	14.30	19.28	36.36	51.68

①勘查投入(石油为勘探费)均以1990年不变价格计算。

三、结 论

(1) 国内能源的供应和需求结构将有明显的变化,煤炭、天然气供需关系趋向好转,而石油则日趋紧张。在供应结构中,煤炭、天然气、水电、核电及其他再生能源的比重逐步上升;由于资源条件的制约,石油供应比例有所下降。而在能源消费结构中,则石油、煤炭呈下降之势。由于交通运输条件的改善,区域性的缺煤现象将得到改善。石油的供需关系则日趋紧张,原油储量和产量的增长将明显低于需求量的增长。这种趋势将不可避免地国际石油市场产生较大的影响。

(2) 传统大宗金属矿产其储量和需求量增长势头逐步变缓,但绝对需求量仍不断增加。富铁矿石、铜金属的供需缺口有所加大。铅锌从资源到产量都自给有余。铝的前景不明朗,但从资源上看,可以满足需求,关键在于利用一水型铝土矿石的成本届时是否有竞争能力,因此也存在着大量进口国外三水型铝土矿石和铝氧化物的可能。随着科技水平的提高和加工业结构的变化,冶金用合金元素(锰、铬、钛、镍)、非常用有色金属(钨、锡、钼、锑、铋等)及稀有稀土金属等高技术应用金属和贵金属的需求量增长将明显快于五种主要常用贱金属。在这些矿产中,除了铬铁矿资源严重短缺,金、银、富锰、镍矿略有不足外,其它矿产资源保证程度较好。

(3) 绝大部分非金属矿产产需两旺,资源潜力大,勘查前景较好。农用矿产磷(P_2O_5)和钾(K_2O)的需求量将有较快的增长,使中国单位面积的施肥量和施肥结构逐步接近世界水平。磷矿资源保证程度较好,而钾盐资源则严重不足。建材用非金属矿产品需求量增长迅猛,同时资源条件也最为理想。其他非金属矿产如金刚石、石墨、重晶石、高

岭土、膨润土的需求量也处在快速上升阶段,除金刚石资源不足外,其它矿产资源供应形势较好。

(4)对外矿产品贸易更趋活跃,预计2010年和2020年进出口贸易总量将分别达到3亿吨和4亿吨。21世纪初期中国对外开放将达到较高水平,市场经济体制日趋成熟。在比较利益的驱使下,对外矿产品贸易异常活跃,进出口方式和渠道日趋多元化,进出口贸易总量迅速上升,预计2000年、2010年和2020年将分别是1990年的2、3和4倍;中国将成为世界矿产品贸易的中心之一。

参 考 文 献

曹新元等,1994,21世纪初期我国矿产资源形势及对策研究。中国地质矿产信息研究院。

国家统计局国民经济平衡统计司,全国投入产出调查办公室,1991,中国投入产出表(1987年度)。中国统计出版社。

Leontief, Wassily, et al., 1983, The Future of Nonfuel Minerals in the U. S. A. and World Economy-Input-output Projection, 1980—2030. Lexington, Mass Lexington Book, D. C. Heath and Co.

CHINA MINERAL RESOURCES SITUATION IN THE EARLY 21ST CENTURY

Cao Xinyuan Chen Xiaoning Peng Lisheng

China is one of the few countries in the world that own rich mineral resources. According to an approximately estimate on the gross potential value of mineral reserves of various countries, China ranks in the third of the world (1990), but according to the estimate of per capita, it ranks in the fifty-third, only reaches about the half of the world's average level. This situation suggests that China is relatively insufficient of mineral resources. Since 1949, the development and utilization of mineral resources in China have achieved splendid results; but, besides rare metallic minerals, rare earth, part of nonferrous metallic minerals and most of nonmetallic minerals; China is lacking in staple mineral reserves of their high-grade ores, such as iron, copper, oil, etc., so their commodity supply falls short of demand. The shortage of potash, platinum group metals, diamonds and chromite is all along sever in China.

On the basis of forecast results by means of input-output analysis technique, elasticity coefficient analysis, per capita regression, nonlinear regression analysis and domestic-abroad comparison, the trend of mineral resource situation in China in the early 21st century can be predicted as fellows: 1. Domestic energy supply and demand structure will be changed, as China has great resources potentiality, the intense supply-demand contradiction will be alleviated by increasing investment. 2. The growth of reserves and demand for tradi-

tional staple metallic minerals will gradually go down, but the absolute demand for them will unceasingly increase. 3. Both the product of and demand for most nonmetallic minerals are vigorous. 4. The trade of mineral commodities with foreign countries tends to be more active, the forecasted total annual trade volum of mineral commodities will respectively be twice, triple and fourfold as much as that of 1990 in the year 2000, 2010 and 2020.

中国矿产资源特点与前景

文 世 激

一、自然禀赋的矿产资源特点

中国位于欧亚大陆东部，太平洋西岸，地跨古亚洲、特提斯-喜马拉雅和环太平洋等三大构造域。陆壳活动性强，构造复杂多样，赋矿地质环境、成矿种类和矿化力度具有自己的特点。

(1) 我国前寒武纪绿岩带中赋存丰富的石墨、菱镁矿、滑石和近全国 80% (以储量计, 下同) 的铁矿、59% 的石英岩和 20% 的硫铁矿。前三种非金属矿产储量大、质量佳, 早已成为具有世界意义的矿产。但是, 迄今未发现国外常见的层状分凝型铬铁矿、风化淋滤型富铁富锰矿、砾岩型金铀矿、不整合型铀矿与层控铀铜金矿。这就决定了上述矿产的不足或短缺。

(2) 强烈的中生代构造岩浆活化作用造就了全国几乎 100% 的钼矿和重稀土矿、90% 的钨矿、80% 的锡矿与萤石、70% 的锑矿与铀矿, 以及胶东、小秦岭金矿或矿坯、矽卡岩型铁矿与储量可观的低品位稀有金属矿。其中前六种因储量丰富, 质量好, 易采易选, 成为我国传统出口矿产。

(3) 全国 95% 的磷矿、90% 的铝土矿、60% 的煤矿和 40% 硫铁矿, 以及各种用途的石灰岩、粘土、玻璃硅质原料、石膏、重晶石等大宗非金属矿产产于震旦纪-古生代地台盖层; 80% 的石油、35% 的煤矿、19% 的铀矿和硅灰石、珍珠岩、沸石、硅藻土、钠基膨润土、累托石粘土、凹凸棒石粘土、海泡石粘土等新兴非金属矿产赋存于中生代陆相沉积盆地。但是, 由于陆相盆地硫源有限, 极少见可采自然硫和高硫天然气及石油, 迫使我国以硫铁矿作为主要的工业硫源。

(4) 在显生宙活动带发现并探明一批大型—超大型矿床。例如, 兰坪金顶、成县厂坝铅锌矿、江达玉龙、白银市白银厂、嫩江多宝山、哈巴河县阿舍勒铜矿、富蕴县喀拉通克、哈密市黄山铜镍矿、青海茫崖石棉滑石矿、阿勒泰、富蕴白云母矿, 等等。

上述自然禀赋的矿产资源特点决定了我国矿种齐全, 优劣并存的矿产资源格局。煤和钨、锡、钼、锑、稀土、稀有等金属矿产及石墨、菱镁矿、滑石、萤石等非金属矿产具有国际优势, 常用非金属矿产及铅锌、铝等矿源有充裕, 新兴非金属矿产有广阔的发展前景, 而石油、天然气、富铁、富锰、铜、金、铀、钾盐等大宗矿产及铬、镍、铂族、金刚石、钽等资源相对不足或短缺。