

# 2035 年中国能源与矿产资源需求展望

文博杰<sup>1,2</sup>, 陈毓川<sup>1</sup>, 王高尚<sup>1,2</sup>, 代涛<sup>1,2</sup>

(1. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2. 中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心, 北京 100037)

**摘要:** 进入 21 世纪, 中国能源和矿产资源消费快速增长, 许多重要矿产消费量甚至超过了全球消费总量的一半。未来中长期资源需求预测是国家政策制定和战略规划的重要依据。本文基于中国人口、国内生产总值 (GDP)、矿产资源消费量等历史统计数据, 选择了人均消费“S”形规律、需求类比和比例关系测算法、部门消费法等方法, 对 2035 年之前 43 种 (类) 主要矿产资源的需求量进行了系统预测。结果显示: 我国矿产资源需求从全面高速增长向差异化增长转变; 2025 年前多数大宗矿产将陆续达到需求峰值; 2030 年一次能源达到需求峰值时的结构会发生重大变化, 煤炭将从 2017 年的 60.4% 下降到 46.3%, 天然气将从 6.6% 增加到 13.2%, 非化石能源将从 13.6% 增长到 23.4%; 2035 年大部分战略性新兴产业矿产仍将保持需求增长, 全球供需结构和供需格局都将发生极大改变。

**关键词:** 能源与矿产资源; 消费; 需求预测; 2035 年

中图分类号: F426 文献标识码: A

## China's Demand for Energy and Mineral Resources by 2035

Wen Bojie<sup>1,2</sup>, Chen Yuchuan<sup>1</sup>, Wang Gaoshang<sup>1,2</sup>, Dai Tao<sup>1,2</sup>

(1. Institute of Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China;

2. Research Center for Strategy of Global Mineral Resources, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing 100037, China)

**Abstract:** Since 2000, China's consumption of energy and mineral resources has grown rapidly, and its consumption of some important mineral resources has even exceeded half of the global consumption. Medium- and long-term resource demand forecast is an important basis for national policy formulation and strategic planning. Based on historical statistics such as China's population, GDP, and mineral resources consumption, this paper adopts the S-shape rule of per capita consumption, the demand analogy and proportional relationship measurement algorithm, and the departmental consumption method, to systematically predict the demand for 43 types of major mineral resources before 2035. Results show that China's demand for mineral resources has changed from high-speed growth to differential growth; its demand for most of the bulk minerals will peak by 2025; the structure of primary energy sources will change dramatically when their demand peak by 2030, with the demand for Coal falling from 60.4% in 2017 to 46.3%, that for natural gas increasing from 6.6% to 13.2%, and that for non-fossil energy increasing from 13.6% to 23.4%; and demand for most strategic emerging minerals will continue to grow before 2035, and the global structure and pattern of supply and demand for energy and mineral resources will change greatly.

**Keywords:** energy and mineral resources; consumption; demand forecast; 2035

收稿日期: 2019-01-06; 修回日期: 2019-01-18

通讯作者: 王高尚, 中国地质科学院矿产资源研究所, 研究员, 主要从事资源经济学和矿产资源战略研究工作; E-mail: pacificw@sina.com

资助项目: 中国地质调查局地质调查项目“中国铁铜铝等资源循环调查评价”(121201103000150015); 国家自然科学基金重点项目“经济新常态下的国家金属资源安全管理及其政策研究”(71633006)

本刊网址: www.enginsci.cn

## 一、前言

2017 年中国继续领跑全球能源和矿产资源消费，文章研究的 43 种矿产资源中有 32 种消费量居世界第一位，其中消费量占比超过全球 40% 的有铁、钒、铬、铅、锌、锡、钼、锂、钴和镍等 24 种矿产，超过全球 50% 的有煤炭、水泥（灰岩）、石墨、磷、锰、铝、铜、锑、钨和稀土等 13 种矿产。庞大的能源和矿产资源需求使我国的资源安全乃至经济安全一直备受关注。

发达国家工业化进程经验表明，当工业化进入后期阶段时，大部分大宗矿产的需求增速放缓，这说明当经济社会发展到相应水平时，矿产资源消费趋势发生一致性变化是一种普遍性规律。宏观数据表明，我国进入工业化后期阶段的特征已十分明显，相应地，我国未来矿产资源需求增速也开始显著减缓，大宗矿产资源会陆续达到需求峰值，需求结构将发生重大变化。但是，即便是步入后工业化发展阶段（我国大约在 2030—2035 年之后），能源与矿产资源仍然需要保持较高的人均消费水平实现两个百年目标，我国仍将需要大量的能源与矿产资源作为支撑。矿产资源需求预测是国家战略规划和企业投资决策的重要依据，也是全球化条件下各利益集团战略博弈关注的要点，因而备受国际社会重视，众多研究机构致力于此 [1]。围绕中国主要矿产资源需求，虽然不同学者已开展了大量研究，分析对象包括能源 [2]、铁 [3]、铜 [4~6]、铝 [6]、铅 [7]、锌 [8]、镍 [9]、钨 [10]、锡 [11]、锑 [12]、镁 [13]、镓 [14]、铌 [15]、钽 [16]、铬 [17]、铀 [18]、金 [19]、铂族 [20]、石墨 [21] 等矿产资源，但是还未有分类采用不同方法系统全面分析主要矿产资源需求趋势的研究。本研究将尝试在中长期尺度上全面研判未来我国能源与矿产资源的需求趋势，为管理者提供决策依据。

## 二、需求预测方法与数据来源

本文数据均来自于权威机构数据。其中，中国建国以来矿产资源消费数据引自国家统计局、中国钢铁工业协会、中国有色金属工业协会等；全球及主要国家消费数据引自英国石油公司（BP）、美国能源情报署（EIA）、国际能源署（IEA）、美国地

质勘探局（USGS）、英国地质调查局（BGS）、世界金属统计局（WBMS）、英国商品研究所（CRU）、罗斯基尔信息服务公司（ROSKILL）等机构；国内生产总值（GDP）数据引自格罗宁根经济增长和发展中心（GGDC），人口数据引自联合国统计署。

GDP 使用 GGDC 发布的货币购买力平价法（PPP）（1990 年 GK 美元）数据。未来不同时段 GDP 增速中方案设定为：2018—2019 年为 6.5%，2020—2024 年为 5%，2025—2029 年为 4%，2030—2035 年为 3.5%。

根据不同矿种的特点与实际情况，选取了不同的需求预测方法或方法组合：①能源和大宗金属选择了人均消费“S”形规律进行预测，如能源、石油、铁、铜、铝、钾、磷等；②与钢铁产业密切相关的矿产运用了需求类比和比例关系测算法，如铬、钒、钼、铌等；③三稀矿产和非金属矿产应用了部门消费法进行预测，如锂、钴、石墨、重晶石等；④部分矿产使用了人均消费轨迹类比法、回归分析法、系统动力学法等进行了需求预测。

## 三、需求预测与趋势分析

### （一）矿产资源需求的结果

为了矿种之间具有可比性和一致性，分析过程用需求指数表达，即设定 2015 年为 1，其他年值对应比例数值。2015—2035 年，在 43 种矿产资源需求预测中，有 38 种矿产资源处于增长态势，其中，石油、天然气、钨、钴、金、银、铂族、稀土、锂、铌、钽、镓、铟、石墨和重晶石 15 种矿产资源需求保持持续增长，其他 23 种矿产资源呈先增后降趋势。此外，铁矿石、菱镁矿、锑、金刚石和水泥灰岩 5 种矿产资源需求处于减少态势（见图 1）。

从各矿类看，七类矿产资源的应用领域和使用功能存在差异，决定着各自未来需求趋势也存在巨大差异。

总体上看我国能源需求将保持持续增长，但结构将发生变化，其中，石油、天然气需求将保持持续增长，煤炭需求将于 2020 年到达峰值，之后逐步下降。

黑色金属矿产的应用领域都与钢铁及钢材产业密切相关，也就是说，随着基础设施建设和社会财

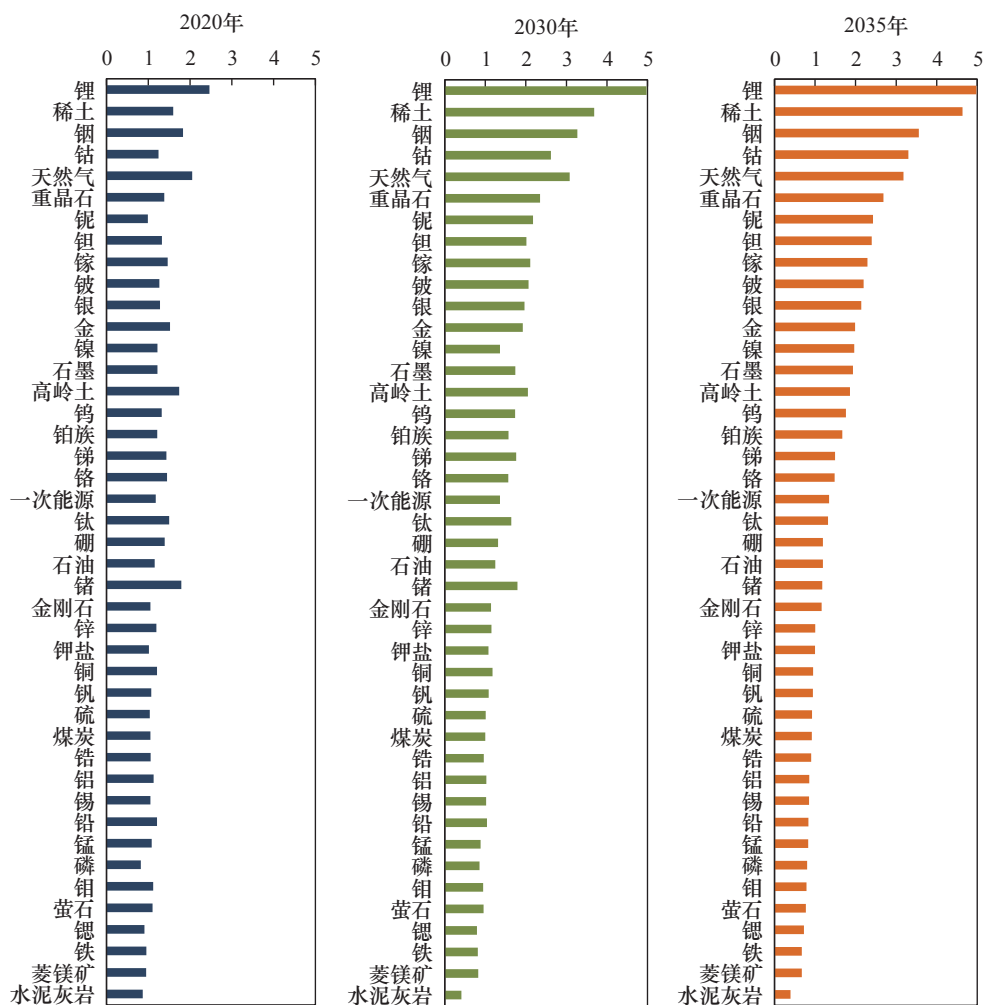


图 1 中国矿产资源需求总体趋势

注：需求指数 2015 年为 1。

富积累水平达到一定程度，黑色金属矿产未来需求将放缓或减少，其中，粗钢需求已过峰值，其他矿种峰值也将于 2025 年之前到来。

有色金属矿产从应用领域上可分为两类：一类是铜、铅、锌、镍、钼等，多应用于传统产业，在新兴产业和新材料上没有大量使用，未来的需求增速将放缓，需求峰值在 2025 年之前到来；另一类是铝、钴、锡、钨、铋等，在新兴产业和新材料领域被大量应用，未来将保持大幅增长，需求峰值在 2025 年之后。

稀贵金属大多为战略性新兴产业矿产，在新能源、新材料应用上发挥着至关重要的作用，总体上看需求将保持快速增长趋势。多数矿产的需求峰值将在 2035 年之后。其中，铈和锆较特殊，这两种矿产在传统行业中作为涂料和玻璃原料被大量使用，随着在新领域的不断应用，在传统行业消费占

比将逐步减少，故出现需求减少或放缓势头，但在新兴产业领域的需求量将保持增长。

非金属矿产应用领域非常广泛，需求趋势存在较大差异。石墨、硼、高岭土、重晶石 4 种矿产在新能源、新材料等领域有应用，未来需求将有较大增长；硫、磷、钾盐 3 种矿产主要应用于农业废料，需求将近峰值，增长有限；萤石、金刚石 2 种矿产虽在新领域有应用，但萤石的产业已经过剩，金刚石已被人造金刚石大量替代，需求增长空间不大；菱镁矿、水泥灰岩都大量用于传统行业，已过峰值，未来需求将有所减少。

## (二) 未来累计需求分析

未来 18 年（2018—2035 年）主要矿产资源的累计需求量相较于过去 17 年（2001—2017 年）的累计需求量均呈现不同程度的上升（见表 1）。

表 1 主要矿产资源 2018—2035 年与 2001—2017 年累计需求关系

矿类	矿种	2018—2035 年累计需求量 / 2001—2017 年累计需求量
能源矿产	一次能源	1.8
	石油	1.7
	天然气	4.9
	煤炭	1.3
黑色金属矿产	铀	7.6
	铁矿石	1.2
	锰	1.5
	铬	1.8
	钒	2.7
	钛	3.4
	铜	2.1
有色金属矿产	铝	2.2
	铅	1.7
	锌	1.7
	镍	3.0
	钴	4.5
	钼	1.5
	钨	2.6
	锡	1.4
	锑	2.3
	金	3.1
贵金属矿产	银	2.8
	铂	1.8
三稀金属矿产	稀土-REO	3.9
	锂	17.9
	锶	0.7
	铍	4.8
	锆	1.3
	铌	2.5
	钽	3.0
	镓	5.0
	锗	2.9
	铟	5.9
	化工金属矿产	磷
硫		1.6
钾盐		1.7
重晶石		2.8
萤石		1.6
硼		1.9
非金属矿产	石墨	1.6
	金刚石	1.3
	高岭土	2.9
	菱镁矿	1.3
	水泥灰岩	1.3

### (三) 需求峰值的判断

矿产资源的消费领域和用途不同,使得各个矿种的需求峰值到来的时间也不同,这由矿产资源消费的内在规律决定的。在 43 个矿产的需求预测中,需求峰值在 2015 年(含 2015 年)以前达到的有铁矿石、菱镁矿、锶、金刚石和水泥灰岩 5 种矿产;需求峰值在 2015—2020 年(含 2020 年)到达的有煤炭、锰、锌、萤石 4 种矿产;需求峰值在 2020—2025 年(含 2025 年)到达的有铬、钒、钛、铜、铝、镍、钼、锡、锑、锆、硫、磷、硼、铅 15 种矿产;需求峰值在 2025—2030 年(含 2030 年)到达的有一次能源、石油、高岭土、钾盐 4 种矿产;到 2030 年需求未到峰值的有天然气、钨、钴、金、银、铂族、稀土、锂、铈、钽、铍、铷、镉、石墨、重晶石 15 种矿产(见图 2)。

### 四、结果与讨论

我国矿产资源需求从全面高速增长向差异化增长转变。21 世纪开始的 10 年,是我国工业化中期快速发展阶段,矿产资源消费全面高速增长。2000—2010 年,一次能源消费年均增速 7.2%、粗钢 16.2%、铜 14.4%、铝 16.3%、铅 21%、锌 15%、水泥 12%;2013—2014 年,粗钢、水泥率先达到消费峰值,与发达消费规律判断完全一致;2015—2017 年,一次能源年均增幅下降到 3%、铜下降到 1%、铝下降到 5%、铅下降到 3%、锌下降到 5%。随着我国工业进入后期阶段,大宗商品或资源性产品消费正陆续进入饱和状态,矿产资源需求趋势将面临重大变化。

2025 年前多数大宗矿产将陆续达到需求峰值。随着工业化进程趋于成熟,人均收入不断提高,城市化率、基础设施建设和社会财富积累水平持续提升,产业结构转型升级加快,大宗矿产资源需求将放缓。预测表明,我国钢铁、水泥需求峰值过后,铜、铝、铅、锌等多数大宗矿产将于 2025 年前陆续到达需求峰值。如铜需求峰值在 2024 年,但相比 2017 年仅有 30% 的增长空间。

2030 年一次能源达到需求峰值时的结构会发生重大变化。2030 年,我国一次能源需求将达到  $4.1 \times 10^9$  t 油当量,比 2017 年仅增加 30%,但能源结构将发生重大变化。其中,煤炭将从 60.4% 下降

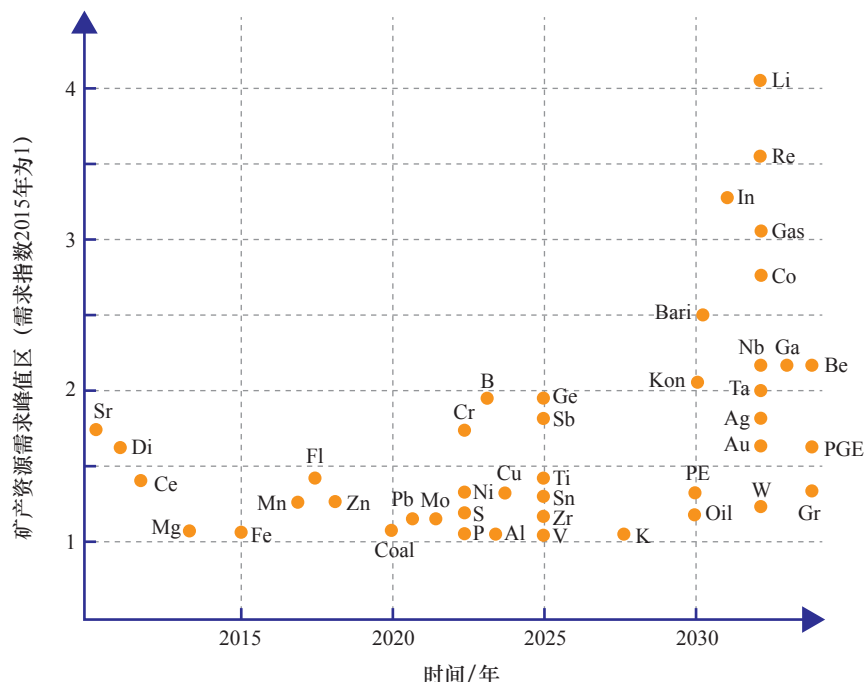


图2 中国矿产资源需求峰值图谱

注：PE：一次能源；Coal：煤炭；Oil：石油；Gas：天然气；Di：金刚石；PGE：铂族；Fl：萤石；Ce：水泥灰岩；Bari：重晶石；Kon：高岭土。

到46.3%，天然气将从6.6%增加到13.2%，非化石能源将从13.6%增长到23.4%。煤炭将在2020年前后达到需求峰值，天然气在2030年将增加到 $6 \times 10^{11} \text{ m}^3$ ，为2017年的2.5倍。

2035年大部分战略性新兴矿产仍将保持需求增长态势。工业化进入后期阶段，产业结构调整将加剧。工业大国到工业强国的转变，将不断拉动战略性新兴产业矿产需求增长，到2035年多数战略性新兴产业需求仍将保持增长。如新能源汽车产业的发展，将对锂、钴、镍、石墨、稀土、铂6种最为关键的矿产需求产生重要影响，预测结果表明，2035年相比2017年，将增加10倍锂、2.3倍钴、1.5倍镍、2.7倍稀土以及80%石墨、69%铂的需求，全球供需结构和供需格局都将发生极大改变。

#### 参考文献

- [1] 王安建, 王高尚, 陈其慎, 等. 矿产资源需求理论与模型预测 [J]. 地球学报, 2010, 31(2): 137-147.  
Wang A J, Wang G S, Chen Q S, et al. The mineral resources demand theory and the prediction model [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(2): 137-147.
- [2] 于汶加, 王安建, 王高尚. 解析全球能源需求预测结果及相关模型体系 [J]. 资源与产业, 2009, 11(3): 12-16.  
Yu W J, Wang A J, Wang G S. Prognostication results and model systems of global energy demand [J]. Resources & Industries, 2009, 11(3): 12-16.
- [3] 高芯蕊, 王安建. 基于“S”规律的中国钢需求预测 [J]. 地球学报, 2010, 31(5): 645-652.  
Gao X R, Wang A J. The prediction of China's steel demand based on s-shaped regularity [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(5): 645-652.
- [4] 柳群义, 王安建, 陈其慎. 2040年全球铜需求趋势分析 [J]. 中国矿业, 2014, 23(8): 15-18.  
Liu Q Y, Wang A J, Chen Q S. Global copper demand trend analysis to 2040 [J]. China Mining Magazine, 2014, 23(8): 15-18.
- [5] 羊建波, 许志斌, 彭浩, 等. 全球铜资源供需格局趋势分析 [J]. 中国矿业, 2015, 24(6): 1-5.  
Yang J B, Xu Z B, Peng H, et al. Global copper resources supply and demand trend [J]. China Mining Magazine, 2015, 24(6): 1-5.
- [6] 陈其慎, 王高尚, 王安建. 铜、铝需求“S”形规律的三个转变点剖析 [J]. 地球学报, 2010, 31(5): 659-665.  
Chen Q S, Wang G S, Wang A J. An analysis of the three turning points in the “s-shape” rule of copper and aluminum demand [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2010, 31(5): 659-665.
- [7] 代涛, 文博杰, 梁靓, 等. 铅消费规律探索及中国需求预测 [J]. 地球学报, 2017, 38(1): 61-68.  
Dai T, Wen B J, Liang L, et al. A tentative discussion on the law of lead consumption and a prediction of China's lead demand [J]. Acta Geoscientica Sinica, 2017, 38(1): 61-68.
- [8] 代涛, 陈其慎, 于汶加. 全球锌消费及需求预测与中国锌产业发展 [J]. 资源科学, 2015, 37(5): 951-960.  
Dai T, Chen Q S, Yu W J. Global zinc consumption and demand forecast and development of China's zinc industry [J]. Resources Science, 2015, 37(5): 951-960.
- [9] 那丹妮, 王高尚. 全球镍需求趋势预测 [J]. 资源与产业, 2010, 12(6): 53-57.

- Na D N, Wang G S. Forecasting global nickel demand trend [J]. *Resources & Industries*, 2010, 12(6): 53–57.
- [10] 易晓剑, 刘梦岐. 钨的消费现状及需求预测 [J]. *稀有金属与硬质合金*, 2002, 30(4): 51–53.  
Yi X J, Liu M Q. Present status of the W consumption and prediction of W demand [J]. *Rare Metals and Cemented Carbides*, 2002, 30(4): 51–53.
- [11] 王京, 周园园, 李梓博, 等. 未来10年我国锡资源需求预测 [J]. *中国国土资源经济*, 2018 (1): 39–44.  
Wang J, Zhou Y Y, Li Z B, et al. Demand forecast of China's tin resources in the next 10 years [J]. *Natural Resource Economics of China*, 2018 (1): 39–44.
- [12] 罗英杰, 王小烈, 柳群义, 等. 中国未来锑资源需求预测 [J]. *中国矿业*, 2017, 26(3): 1–5.  
Luo Y J, Wang X L, Liu Q Y, et al. The future demand of antimony in China [J]. *China Mining Magazine*, 2017, 26(3): 1–5.
- [13] 赵琪, 黄翀, 李颖, 等. 中国菱镁矿需求趋势分析 [J]. *中国矿业*, 2016, 25(12): 38–42.  
Zhao Q, Huang C, Li Y, et al. Analysis of the trend of the magnetite demand in China [J]. *China Mining Magazine*, 2016, 25(12): 38–42.
- [14] 赵汀, 秦鹏珍, 王安建, 等. 镓矿资源需求趋势分析与中国镓产业发展思考 [J]. *地球学报*, 2017, 38(1): 77–84.  
Zhao D, Qin P Z, Wang A J, et al. An analysis of gallium ore resources demand trend and the thinking concerning China's gallium industry development [J]. *Acta Geoscientica Sinica*, 2017, 38(1): 77–84.
- [15] 黄翀, 陈其慎, 李颖, 等. 2030年全球及中国铼资源需求刍议 [J]. *中国矿业*, 2014, 23(9): 9–11.  
Huang C, Cheng Q S, Li Y, et al. Discussion of world and China rhenium resource demand in 2030 [J]. *China Mining Magazine*, 2014, 23(9): 9–11.
- [16] 周艳晶, 李颖, 柳群义, 等. 中国钴需求趋势及供应问题浅析 [J]. *中国矿业*, 2014, 23(12): 16–19.  
Zhou Y J, Li Y, Liu Q Y, et al. Analysis of cobalt demand trends and brief supply in China [J]. *Mining Magazine*, 2014, 23(12): 16–19.
- [17] 刘璇, 陈其慎, 张艳飞, 等. 中国铬需求预测及资源供应安全态势分析 [J]. *资源科学*, 2015, 37(5): 933–943.  
Liu X, Chen Q S, Zhang Y F, et al. Chinese chromium demand forecasting and resource supply security [J]. *Resources Science*, 2015, 37(5): 933–943.
- [18] 闫强, 王安建, 王高尚, 等. 铀矿资源概况与2030年需求预测 [J]. *中国矿业*, 2011, 20(2): 1–5.  
Yan Q, Wang A J, Wang G S, et al. Survey of uranium resources and demand forecast in 2030 [J]. *Mining Magazine*, 2011, 20(2): 1–5.
- [19] 李鹏远, 周平, 唐金荣, 等. 中国黄金制造业用金需求趋势预测 [J]. *资源科学*, 2015, 37(5): 1018–1029.  
Li P Y, Zhou P, Tang J R, et al. China gold fabrication demand prediction [J]. *Resources Science*, 2015, 37(5): 1018–1029.
- [20] 张若然, 陈其慎, 柳群义, 等. 全球主要铂族金属需求预测及供需形势分析 [J]. *资源科学*, 2015, 37(5): 1018–1029.  
Zhang R R, Chen Q S, Liu Q Y, et al. World demand and analysis of supply and demand of platinum-group metals [J]. *Resources Science*, 2015, 37(5): 1018–1029.
- [21] 高天明, 陈其慎, 于汶加, 等. 中国天然石墨未来需求与发展展望 [J]. *资源科学*, 2015, 37(5): 1059–1067.  
Gao T M, Chen Q S, Yu W J, et al. Projection of China's graphite demand and development prospects [J]. *Resources Science*, 2015, 37(5): 1059–1067.