

资源领域 科技创新研究报告

Research Report on China's Science and Technology Innovations in the Field of Resources

中国 21 世纪议程管理中心 编著



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

资源领域 科技创新研究报告

中国 21 世纪议程管理中心 编著

北 京
冶 金 工 业 出 版 社
2019

内 容 提 要

本书对“十一五”以来我国矿产资源勘探、金属资源开发、盐湖与非金属资源开发、煤炭资源开发、油气资源勘探开发以及地热开发等领域的科技创新工作进行了较为全面、系统的梳理和总结。在大量数据的基础上,从资源领域科技创新的背景、形势和需求出发,对国际科技发展状况与趋势、我国科技创新进展、取得的重大标志性成果等进行凝练和分析,为新时代我国资源领域科技创新提出政策建议。

本书可为广大科研人员和各级科技管理人员全面了解资源领域科技发展前沿提供参考,以及为科技创新战略研究和科技计划管理相关部门提供借鉴。

图书在版编目(CIP)数据

资源领域科技创新研究报告/中国21世纪议程管理中心
编著. —北京:冶金工业出版社, 2019. 8
ISBN 978-7-5024-8234-3

I. ①资… II. ①中… III. ①矿产资源—技术革新—产业发展—研究报告—中国 IV. ①F426.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第176312号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷39号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp.com.cn 电子信箱 yjcbcs@cnmp.com.cn

责任编辑 徐银河 美术编辑 郑小利 版式设计 孙跃红

责任校对 李 娜 责任印制 牛晓波

ISBN 978-7-5024-8234-3

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京博海升彩色印刷有限公司印刷
2019年8月第1版,2019年8月第1次印刷

169mm×239mm;9.25印张;179千字;135页

88.00元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp.com.cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbcs.tmall.com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

本书编委会

主 编 黄 晶

副 主 编 汪 航

执行主编 樊 俊 裴志永

编 委

勘探和地热组

朱日祥 董树文 吕庆田 王高尚 陈宣华 王贵玲

金属矿组

何发钰 王海北 孙 伟 朱阳戈 王 勇 吴卫国

陈 雯 廖春发 易 峦 郭利杰 盛 佳 刘兴华

谢 铿 尹升华 袁文辉

盐湖与非金属矿组

于建国 冯安生 孙玉柱 刘长森 焦鹏程 黄朝晖

房明浩 宋少先 任子杰

煤炭组

朱真才 刘 辉 郭源阳 雷 毅 丁 栋 易真龙

陈佩佩

油气组

窦宏恩 庞 宏 田洪亮 林世国 屈沅治 宁雅洁

刘 嘉

政策组

秦 媛 卢烁十

序 言

《资源领域科技创新研究报告》是对“十一五”以来我国资源领域科技创新工作进行的一次较为全面、系统的梳理和总结。

改革开放以来，资源的开发利用为支撑我国经济社会发展起到了巨大作用，但高强度开发同时带来了资源紧缺、环境污染、生态退化等问题。进入21世纪，我国资源领域面临更加严峻的形势，如战略性矿产资源供需缺口持续扩大；资源勘探地质条件复杂，难度不断加大；资源综合利用率远低于世界先进水平；油气工业资源劣质化、环境复杂化。依靠科技创新注入发展新动力是我国资源行业转型升级、不断壮大的必然选择。

2006年，《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》颁布，明确提出要“增加储量、高效开发、综合防治、改善环境”，给我国资源勘探开发指明了发展方向。在这个背景下，“十一五”“十二五”期间，科学技术部等部门在资源勘探开发领域有计划、有重点地部署了多个科技计划项目，经过十余年的持续发展，形成了一批适应我国资源特点的理论、技术与装备成果。

中国21世纪议程管理中心是科技部直属的中央财政科技计划项目管理专业机构，承担了国家高技术研究发展计划（863计划）、国家科技支撑计划及国家重点研发计划资源领域相关项目的过程管理。在国家科技计划改革深入推进的大背景下，在中国21世纪议程管理中心的精心组织和多名行业专家的深度参与下，编委会对我国资源领域的科技进展和成果进行了凝练、分析和总结，还就相关技术方向的国际现状与发展趋势进行了调研，对未来发展方向进行了初步研判。我们欣喜地看到，依托科技创新，我国在成矿理论与勘查技术、深部及绿色



智能开采、难处理资源综合利用、盐湖和非金属矿产的高效综合利用、矿山生态保护与修复等方向科技进步显著，取得了一大批标志性成果，资源勘探理论和技术与国外的差距正在缩小，以绿色、集约、智能化为特征的可持续开发模式正在形成。

本书资料翔实，数据准确，分析客观，所选成果具有代表性，不仅全面展示了我国近年来在资源领域科技创新和可持续发展方面付出的不懈努力和取得的丰硕成果，也针对目前存在的技术短板和事关长远发展需要解决的问题，提出了建设性的意见和建议，对于我国科学制定资源领域科技创新规划，合理部署科学研究任务，提升行业科技创新能力，大力推动“资源强国”建设具有重要的参考价值。

2019年6月

前 言

资源是人类赖以生存的物质基础。矿产资源是经济发展与人民生活水平提高的重要物质保障，在很大程度上决定着社会生产力的发展水平和社会进步。据统计，目前社会生产所需的约 80% 的原材料、90% 以上的能源、70% 左右的农业生产资料、30% 以上的饮用水，均来自矿产资源。

我国是矿产资源大国。就储量而言，我国是世界上矿产资源种类比较齐全的少数国家之一，截至 2017 年年底，我国已发现矿产 173 种，其中探明储量的有 159 种，基础储量居世界前列的有钨、钼、锑、钛、稀土、石膏、菱镁矿、重晶石、萤石等。我国还是全球矿产资源第一生产大国，其中煤炭产量连续多年位居世界第一位。2017 年，粗钢、十种有色金属、黄金产量均位居全球首位；我国稀土产量约占世界总产量的 90% 左右；钨、镁、铋产量占全球产量的 80% 左右；铅、铝土矿、锌、钼、锡等有色金属的产量也分别占全球产量的 30% ~ 60%。我国也是世界矿产资源消费第一大国，矿产资源的消费占比为全球的 30% 以上，主要有色金属铜、铝、铅、锌的消费量均居世界首位。

我国是名副其实的矿产资源大国，但是矿产资源行业的发展仍然呈现“大而不强”的主要特点，还不是矿产资源强国。比如许多大宗消费矿种，如铁、铜、铝、镍、钾等都已成为紧缺资源，对外依存度均在 50% 以上，有的甚至高达 70% ~ 80%，不得不依靠贸易进口来弥补；另一方面，我国大规模进口国际矿产资源，但缺乏与消费规模相一致的矿产品价格话语权和定价权。此外，我国矿产资源立足于规模和扩张的粗放式开发模式依然存在，导致国内资源过度消耗、行业整体效益下滑、生态环境受到破坏等一系列问题。这是我们建设成为矿产资源强国面临的巨大挑战。

矿产资源支撑了新中国 70 年的社会主义现代化建设和工业化进



程，为我国现代化经济体系建设奠定了必要的物质基础，是经济稳定发展与国家安全的重要支柱。特别是改革开放 40 年来，矿产资源极大地促进了我国新型工业化、信息化、城镇化、农业现代化进程的持续快速发展。进入 21 世纪，一方面我国仍处在工业化加速发展阶段，对资源的消耗与日俱增，供应压力日趋增大，资源紧缺成为我国经济社会快速发展的瓶颈；另一方面，粗放式、破坏性的开发利用已不适合新时期矿产资源行业发展的要求，集约、高效、重视生态环境保护已成为矿产资源开发的必由之路。要实现稳定、安全、可持续的资源供给，必须坚定不移地依靠并持续加强矿产资源领域的科技创新。通过科技创新，不断增加资源储量，提高资源综合利用水平，降低环境污染，提升行业发展质量和效益，以推动我国从“矿产资源大国”向“矿产资源强国”迈进。

2006 年，我国发布了《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020 年）》（以下简称《规划纲要》）。根据其总体目标，我国矿产资源领域要按照“增加储量、高效开发、综合防治、改善环境”的原则，依靠科技创新，重点针对矿产资源领域存在的问题，尤其是资源严重紧缺、综合利用率低、勘探地质条件复杂等主要难题，加强战略布局，加大科技创新。2011 年，国务院《找矿突破战略行动纲要（2011—2020 年）》提出，加快推进重点成矿区带的基础地质调查、矿产远景调查和综合研究工作，促进深部找矿突破。

2012 年，党的十八大明确提出大力推进生态文明建设，对资源开发提出了新要求，也为资源领域的科技发展指明了方向：“坚持节约优先、保护优先”的原则，通过新技术、新工艺、新装备等的科技创新，增加可利用资源量、提高资源利用率、优化资源合理开发、提高资源综合管理水平、促进节能减排，推进实现“绿色发展、循环发展、低碳发展”的目标。

2014 年，国家《“丝绸之路经济带和 21 世纪海上丝绸之路”建设战略规划》，对“一带一路”沿线的矿产勘查、开发等领域的能源资源合作提出了具体的需求。同期，国务院《能源发展战略行动计划（2014—2020 年）》明确了我国能源发展的总体方略和行动纲领。2015



年，中国工程院启动“矿产资源强国战略研究”项目，出版了《矿产资源强国战略研究系列丛书》。

为全面贯彻落实《规划纲要》任务及国家重大部署，践行十八大提出的相关要求，贯彻建设矿产资源强国战略，根据国家经济和社会需求，“十一五”以来，针对我国资源日趋紧缺、科技需求迫切的状况，国家重点基础研究发展计划（973计划）、国家高技术研究发展计划（863计划）、国家科技支撑计划、国家自然科学基金、国家国际科技合作专项、国家科技重大专项等国家科技计划对资源领域重大理论研究、共性关键技术开发和示范应用进行了大力的支持。

经过近10年持续的科技研发和创新，到“十二五”（2011—2015年）末，我国资源领域科技创新取得了重要进展，在资源勘探开发与综合利用方面突破了一批关键瓶颈问题，掌握了一批核心技术，取得了一系列具有重要影响的标志性成果，行业科技创新能力和核心竞争力大幅提升，初步探索出了一条符合我国资源特点的科技创新之路，开创了我国资源开发的新格局和新模式，为我国21世纪前20年国家能源资源的安全供应及经济社会的稳步发展作出了巨大贡献。

党的十九大以来，我国进入中国特色社会主义新时代。在实现“两个一百年”宏伟奋斗目标和伟大中国梦的过程中，矿产资源仍将扮演重要的角色。我国经济和社会发展对矿产资源的刚性需求仍将保持高位运行，资源供需矛盾仍十分突出；同时，我国石油、天然气、铁、铜、铝、镍等多数大宗矿产及锂、钴等相当一部分新兴战略性矿产对外依存度过高，保障国家能源资源安全、建设矿产资源强国依然是长期而艰巨的战略任务。

新的时代为我国矿产资源开发和科技创新提出了新的要求。目前，全球科技创新进入空前密集活跃的时期，新一轮科技革命和产业变革正在重构全球创新版图、重塑全球经济结构，以清洁高效可持续为目标的能源技术加速发展将引发全球能源变革。我们正处于转变发展方式的历史性交汇期，既面临着千载难逢的历史机遇，又面临着复杂国际环境的严峻挑战。十九大报告指出“要坚持人与自然和谐共生”“坚持节约资源和保护环境的基本国策”。矿产资源的勘探开发必须树立和



践行绿水青山就是金山银山的理念，像对待生命一样对待生态环境，实现资源开发利用的绿色、清洁和可持续性发展。同时，十九大报告也提出，我国要“加快建设创新型国家。创新是引领发展的第一动力，是建设现代化经济体系的战略支撑”“必须坚定不移贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念”。习近平总书记指出：“关键核心技术是要不来、买不来、讨不来的”“自主创新是我们攀登世界科技高峰的必由之路”。加快资源领域科技创新尤其是自主创新，是解决我国矿产资源供需矛盾、建设资源强国、实现矿产资源的可持续开发和利用的关键途径和根本动力。

本书对“十一五”以来资源领域科技创新的重要进展和重大标志性成果进行了系统的梳理和凝练，对这一时期资源领域科技创新的特点进行了分析和总结，主要目的是研判我国资源领域科技创新面临的形势、机遇与挑战，提出新时代背景下资源领域科技创新发展方向和相关政策建议，为资源领域科技创新发展提供支撑。

本书由中国 21 世纪议程管理中心牵头，来自中国矿业大学、北京科技大学、华东理工大学、中国地质科学院、中国石油大学（北京）、北京矿冶科技集团有限公司、长沙矿冶研究院有限责任公司、中国地质调查局郑州矿产综合利用研究所等单位的多名专家和学者参与了编写。郝芳、胡岳华、吴爱祥、周爱民、杨斌、杨晓聪、周园、王石军、雷光元、李宏灿、张海满、申宝宏、李小兵、冉进财、宋岩、孙金声、胡永乐、魏国齐、吕建中、李珍、郑水林、彭同江、孙红娟、徐龙华、孙志明、刘学琴等专家为本报告的撰写提供了咨询帮助和大力支持。在此向所有付出辛勤劳动的人员表示衷心的感谢！

本书所提到的“资源”主要是指煤炭、油气、金属、非金属、盐湖矿产及地热等物质资源。

由于书中涉及领域广泛，编写时间紧迫，疏漏之处在所难免，敬请广大读者指正。

中国 21 世纪议程管理中心
2019 年 6 月

目 录

1 资源领域科技创新的宏观形势	1
1.1 我国资源安全总体形势	1
1.2 我国资源科技创新需求	5
1.3 我国资源科技创新面临的机遇与挑战	6
参考文献	8
2 矿产资源勘探	9
2.1 国际科技发展状况与趋势	9
2.2 我国矿产资源勘探领域科技创新的进展	14
2.3 重大标志性成果	22
2.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	27
2.5 未来发展方向	28
参考文献	29
3 金属资源开发	30
3.1 国际科技发展状况与趋势	30
3.2 我国金属资源开发科技创新的进展	34
3.3 重大标志性成果	40
3.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	46
3.5 未来发展方向	47
参考文献	50
4 盐湖与非金属资源开发	52
4.1 国际科技发展状况与趋势	52
4.2 我国盐湖与非金属资源开发科技创新的进展	54
4.3 重大标志性成果	60
4.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	63
4.5 未来发展方向	64
参考文献	70



5 煤炭资源开发	72
5.1 国际科技发展状况与趋势	72
5.2 我国煤炭资源开发科技创新的进展	79
5.3 重大标志性成果	91
5.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	96
5.5 未来发展方向	99
参考文献	101
6 油气资源勘探开发	103
6.1 国际科技发展状况与趋势	103
6.2 我国油气资源开发科技创新的进展	106
6.3 重大标志性成果	111
6.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	118
6.5 未来发展方向	119
参考文献	119
7 地热开发	121
7.1 国际科技发展状况与趋势	121
7.2 我国地热资源开发科技创新的进展	126
7.3 重大标志性成果	128
7.4 与世界先进水平的差距及存在的短板	129
7.5 未来发展方向	131
参考文献	131
8 我国科技创新的政策建议	133
8.1 坚持国家需求和行业问题导向	133
8.2 构建全链条一体化的科技创新体系	133
8.3 强化企业科技创新主体地位	134
8.4 营造科技创新的良好环境	134
8.5 加快资源领域基础条件平台建设	135
8.6 加强资源领域国际科技合作	135

1 资源领域科技创新的宏观形势

1.1 我国资源安全总体形势

长期以来，我国对各类矿产资源需求量大（见图 1-1），消费量占世界总消费量比例高（见图 1-2），对外依存度高（见图 1-3）。未来 10 年，我国铁、铜、铝、铅、锌、钾盐等大宗矿产需求将陆续达到峰值并在相当长时期内保持高位（见图 1-4），资源供需矛盾形势十分严峻。

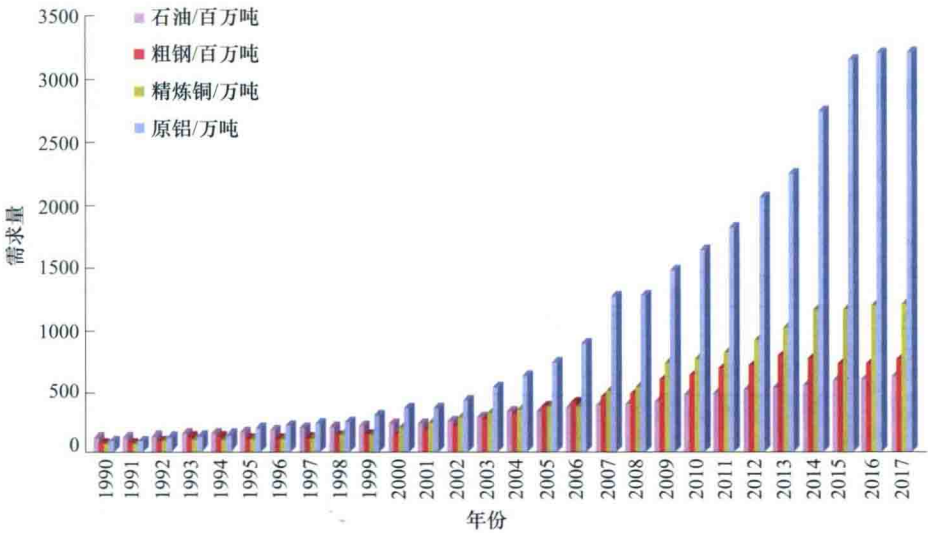


图 1-1 我国四大矿产年需求趋势变化图

（资料来源：中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心）

1.1.1 能源资源是我国经济社会发展不可动摇的物质基础

据研究^[1]，1949~2000 年，我国累计消耗能源 199 亿吨油当量、粗钢 23 亿吨、铜 2217 万吨、铝 3270 万吨；2001~2020 年，预计累计消耗能源 489 亿吨油当量、粗钢 106 亿吨、铜 1.56 亿吨、铝 3.76 亿吨；2021~2050 年，预计将消耗能源 1045 亿吨油当量、粗钢 136 亿吨、铜 3.53 亿吨、铝 9.21 亿吨、钾盐 4 亿多吨。2017 年，我国能源消费总量 31.43 亿吨油当量，比上年增长 2.9%，占全球一次能源消费量的 23.3%；铁、铜、铝、铅、锌等大宗矿产及稀土、锂、钴等战

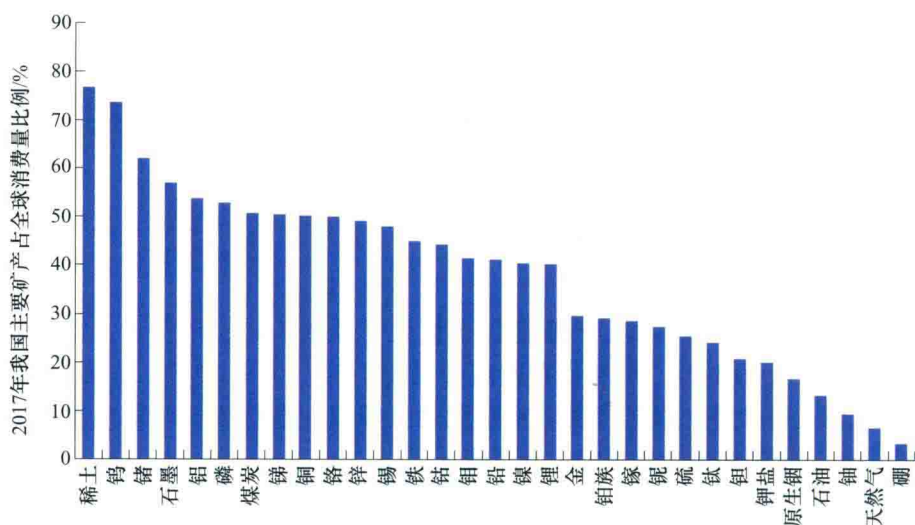


图 1-2 2017 年我国 31 种主要矿产消费量占世界比例

(资料来源：中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心)

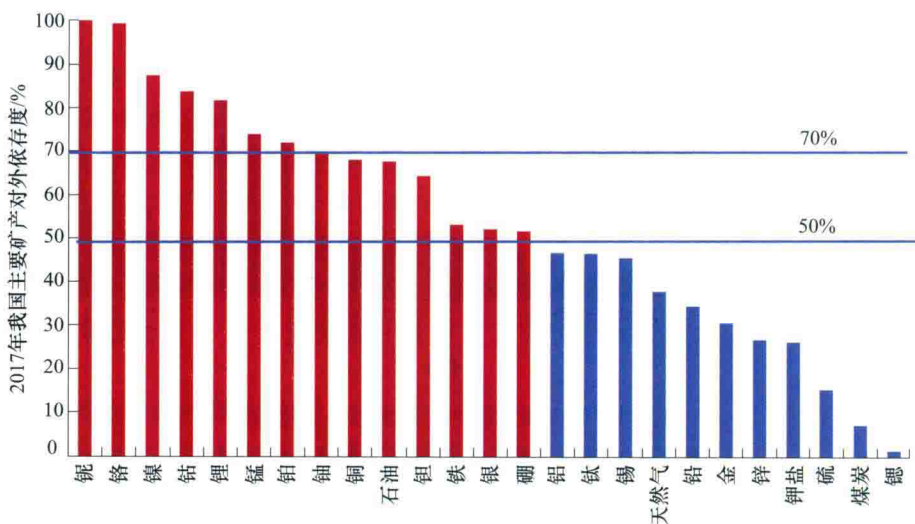


图 1-3 2017 年我国 25 种主要矿产消费对外依存度

(资料来源：中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心)

略资源消费量占全球的 40% 以上。未来 10~15 年，我国对大宗矿产资源（铜、铝、铅、锌、镍、金、富铁等）的需求仍将保持高位态势，对战略新兴矿产如稀土、铀、锂、钴等的需求将保持快速增长态势。我国作为世界第一矿产资源消费大国的局面仍将保持到 21 世纪中叶甚至更长时间。

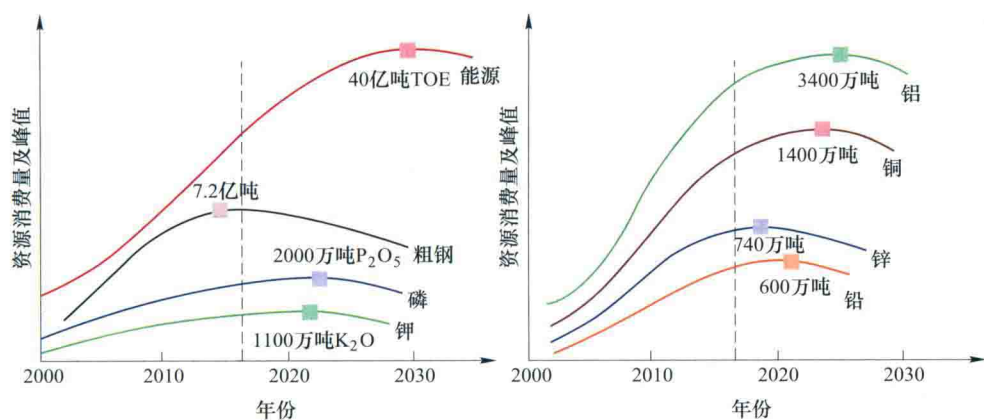


图 1-4 我国未来大宗矿产消费需求趋势示意图

(资料来源：中国地质科学院全球矿产资源战略研究中心)

1.1.2 矿产资源供给严重不足与能源结构不合理的基本国情没有改变，能源资源缺口日益突出

我国已发现的石油、天然气、铀矿储量人均占比不足世界水平的 1/10，大宗金属矿产不足 1/3，国内矿产资源供应能力严重不足，一些重要矿产资源品质不佳，能源供给结构极不合理。从现有经济可供储量看，在全球化市场背景下，我国 25 种主要矿产中^①，有 14 种矿产的经济可供储量^②难以保障 2025 年需求，分别为石油、天然气、铁、锰、铬、铜、铅、锌、镍、钴、锑、金、银、萤石。到 2035 年，能够保障的只有 7 种（钒、钛、钼、钨、石墨、磷、煤炭），保障不足的有 6 种（铁、锰、铝土矿、锂、萤石、钾盐）；保障严重不足的有 12 种（石油、天然气、铬、铜、铅、锌、镍、钴、锡、锑、金、银），需大量进口。若矿产需求全部由国内供应，即使不考虑成本，25 种矿产中也有 14 种矿产的探明技术可采储量难以保障 2035 年需求，分别为石油、天然气、铁、锰、铬、铜、铅、锌、镍、钴、锑、金、银、萤石。

随着世界经济规模的不断增长，能源需求仍在不断增加，能源消费结构趋向优质化，煤炭在一次能源中所占比例呈下降趋势，但在相当长时期内煤炭仍将是我国的主体能源。2017 年，世界能源消费结构中煤炭占比为 27.6%^[2]，我国煤

① 25 种主要矿产指：石油、天然气、煤炭、铁、锰、铬、钒、钛、铜、铝、铅、锌、镍、钼、钴、钨、锡、锑、锂、金、银、磷、钾、石墨、萤石。

② 可供储量对累计需求的保障程度，即如果需求完全由国内提供，这些矿产的经济可供储量保障不到 2025 年需求。



炭占比仍高达 60.4%^[3]，这是由我国能源禀赋条件和结构状况决定的。同时，煤炭开采中的安全事故、矿山生态环境以及煤炭加工利用过程中的环境污染等问题依然严峻。

我国浅部资源的开发利用程度较高，许多已查明的资源家底几乎耗尽，由此导致我国主要矿产资源供需缺口日益扩大，对国外矿产资源的依赖日趋严重。2017 年我国 25 种主要矿产中有 17 种矿产供应短缺^①，国内消费对外依存度依次为：铬 99.3%、镍 87.4%、钴 83.7%、锂 81.8%、锰 74%、铜 68%、石油 67.4%（较上年上升 3%）、铁 55%、铝 46.7%、天然气 37.9%、钾盐（氯化钾）26.4%（当年消费有所下降）、煤炭 6.9%（进口调剂）。2017 年，我国超过美国，首次成为世界最大的原油进口国，铁矿石进口量达到 10.75 亿吨（同比增长 5%），占全球铁矿石总产量的 46.3%。若找油找矿没有大的突破，石油、天然气的对外依存度将大幅提升，到 2025 年铈有可能从净出口变为净进口，对外依存的矿种将增加到 18 种^[1]。当前我国经济发展已步入新常态，不同资源的供需格局正在发生深刻转换，资源行业推进供给侧改革，保障大宗紧缺资源的稳定供给，满足新兴的资源需求，必须将加强资源储备和开发能力作为战略基础。

1.1.3 资源型城市的增储需求仍长期存在

国务院发布的《全国资源型城市可持续发展规划（2013—2020 年）》，首次界定 262 个“资源型城市”，其中属于矿产资源型城市的有 196 个（包括 90 个资源枯竭型城市）。资源型城市是维护能源资源安全的桥头堡，矿山是矿产资源型城市的发展依托。调查表明，全国 1010 座大中型矿山中 393 座为资源严重危机，269 座为资源中度危机，70 座为资源轻度危机，资源危机矿山占比 63%，其中有色金属、黑色金属及黄金等矿种的危机程度相对较高。大批大中型矿山探明储量枯竭，严重影响资源型城市的可持续发展。依托老矿山，开展深部找矿工作，挖掘资源潜力，延长矿山开采年限，既是保障资源稳定供给的有效途径，也是资源型城市稳定和谐发展的必由之路。

1.1.4 战略性关键矿产成为大国博弈的又一焦点

战略性关键矿产资源对新材料、新能源和信息等新兴产业十分关键，是现代工业、国防和尖端科技领域不可缺少的重要支撑材料，已被美国、欧盟、日本等西方发达经济体视为 21 世纪的战略资源，对国民经济、国家安全和科技发展具有“四两拨千斤”的重要战略意义^[3,4]。

① 25 种主要矿产指：石油、天然气、煤炭、铁、锰、铬、钒、钛、铜、铝、铅、锌、镍、钼、钴、钨、锡、铋、锂、金、银、磷、钾、石墨、萤石。



随着新兴发展中国家逐步迈入工业化的中晚期阶段,全球对战略性关键金属的消费量日益增大。日本 Yano 研究所预测,未来十年日本十种高消费增长率的稀有金属都将快速增长。欧盟预测,对稀有金属的需求预计在未来 20 年内将翻三番。以我国制定的七大战略性新兴产业分析,各类战略性关键矿产资源在七个产业 19 个发展方向上均具有重要的应用,其中以新材料产业、新一代信息技术产业最多。

虽然市场经济全球化的趋势无可阻挡,但战略性关键矿产资源的特殊战略价值,使得世界各国都在采取相应的战略抉择以保证不时之需。2009 年,欧盟委员会发布题为《对欧盟生死攸关的原料》的报告,指出了欧盟短缺的稀有矿产原料及对策。2012 年,美国地质调查局发布了《能源和矿产资源科学战略(2013—2023)》报告,也十分重视以“稀有、稀土、稀散金属”为主的高技术型矿产,并把这些矿产的资源分布、成矿条件、地质演变和矿床类型等方面列为研究重点。2017 年,美国内政部和美国地质调查局联合发布了 *Critical Mineral Resources of the United States—Economic and Environmental Geology and Prospects for Future Supply* 咨询报告^[5],将其中 43 种重要矿产原料列入“紧缺”名单,其中包括大部分战略性关键金属。2018 年 5 月,美国内政部发布的《关键矿产最终清单 2018》,共列出 35 种关键矿产。2018 年,欧盟发布 *Report on Critical Raw Materials and the Circular Economy*,确定 27 种(类)金属作为关键金属,其中绝大部分为战略性关键金属。我国“十三五”国家科技创新规划明确提出了“研究稀有金属、稀土元素及稀散元素构成的矿产资源保护性开发技术”,将战略性关键矿产资源的研究和利用上升到国家战略层面。

总的来看,战略性关键矿产资源面对新科技革命和第四次工业革命下日益加剧的国际竞争,作为高技术产业关键原材料的战略意义不断凸显,主要工业国在战略性关键矿产资源领域展开了激烈的大国博弈,进一步放大了战略性关键矿产的供给风险。

1.2 我国资源科技创新需求

习近平总书记举例指出,“从理论上讲,地球内部可利用的成矿空间分布在从地表到地下 1 万米,目前世界先进水平勘探开采深度已达 2500m 至 4000m,而我国大多小于 500m,向地球深处进军是我们必须解决的战略科技问题”。

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》、《国家创新驱动发展战略纲要》(2016)、《“十三五”国家科技创新规划》(2016)、《“十三五”资源领域科技创新专项规划》(2017)、《自然资源科技创新发展规划纲要》(2018)、《能源发展战略行动计划(2014—2020 年)》、《水污染防治行动计划》等国家、行业层面战略规划,均对资源领域“十三五”及未来科技创新发展提出了具体需求。