

# 全球钛资源行业发展现状

李政<sup>1)</sup>, 陈从喜<sup>1, 2)\*</sup>

1) 自然资源部信息中心, 北京 100036; 2) 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽合肥 230009

**摘要:** 钛矿是我国对外依存度较高的矿种之一, 对我国战略性新兴产业的发展起着重要的支撑作用, 对全球钛矿行业的发展现状进行分析与研究, 能够为我国钛矿资源安全提供重要研究依据。本文对全球钛资源的储量及分布状况、钛资源的生产和消费情况进行了分析。分析结果显示, 我国是钛资源大国, 钛储量位居世界第一; 但多为共伴生矿, 品位不高。钛精矿进口量呈逐年上升趋势, 对外依存度超过了 60%。受当今国际政治经济环境的影响, 钛矿资源的国际贸易形势必然会受到影响。同时随着我国战略性新兴产业的发展, 钛的消费需求将不断增加, 因此, 加大我国钛资源的勘查和资源储备, 加快我国钛行业的产业升级转型以及保障钛矿的资源供给安全是未来整个行业的重要议题。

**关键词:** 钛; 高技术矿产; 生产; 消费; 资源安全

中图分类号: F416.1 文献标志码: A doi: 10.3975/cagsb.2020.102001

## Development Status of Global Titanium Resources Industry

LI Zheng<sup>1)</sup>, CHEN Cong-xi<sup>1, 2)\*</sup>

1) Information Center of Ministry of Natural Resources, Beijing 100036;

2) School of Resources and Environmental Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, Anhui 230009

**Abstract:** Titanium is one of the minerals which play important supporting roles in the development of strategic emerging industries in China; nevertheless, China depends highly on foreign countries for this kind of resources. Therefore, the analysis and study of the development status of global titanium industry can provide important research basis for the safety of titanium resources in China. This paper analyzes the reserves and distribution of global titanium resources as well as the production and consumption of titanium resources. The results show that China is a big country of titanium resources, and its titanium reserves rank first in the world, but most of them exist as associated minerals with low grade. The import volume of titanium concentrate is increasing year by year, and the degree of dependence on foreign trade exceeds 60%. Influenced by the current international political and economic environment, the international trade situation of titanium resources is bound to be affected. At the same time, with the development of strategic emerging industries in China, the consumption demand of titanium will continue to increase. Therefore, prospecting and increasing the reserves of titanium resources, accelerating the industrial upgrading and transformation of China's titanium industry and ensuring the safety of titanium resources supply are important issues for the whole industry in the future.

**Key words:** titanium; high-tech mineral; production; consumption; resource security

钛是地壳中分布最广和丰度较高的元素之一, 属组成合金使其强度增加、生物相容性、低的膨胀系数等优异的物理性质和抗腐蚀性等化学性质, 使占地壳重量的 0.61%, 位居第 9 位, 钛易与其他金

本文由国家社科基金重大项目(编号: 18ZDA049)、国家软科学计划项目(编号: 2012GXS4B062)和自然资源部部门预算项目“全国矿业权统计分析”(编号: 121101000000180044)联合资助。

收稿日期: 2020-09-30; 改回日期: 2020-10-16; 网络首发日期: 2020-10-21。责任编辑: 闫立娟。

第一作者简介: 李政, 男, 1982 年生。副研究员。主要从事矿产资源分析及矿业权市场研究。通讯地址: 100830, 北京市海淀区莲花池西路 28 号测绘大厦自然资源部信息中心。E-mail: lizheng@infomail.mnr.gov.cn。

\*通讯作者: 陈从喜, 男, 1963 年生。研究员。主要从事资源战略和政策研究。通讯地址: 100830, 北京市海淀区莲花池西路 28 号测绘大厦自然资源部信息中心。E-mail: cxchen@infomail.mnr.gov.cn。

其广泛应用于化工、电力、冶金、制盐等传统领域中,并在航空航天、海洋工程、医药、休闲体育等新兴领域中的应用也越来越多。美国将钛列入《关键矿产目录》,日本将其列入《稀有金属保障战略》名录中,欧盟将其列入《关键原材料清单》中。我国也将钛产业列入《中国制造 2025》和《新材料产业发展指南》中。钛是我国战略性新兴产业所需的重要高技术矿产(陈从喜等, 2020),在未来科技发展道路上占有重要地位。加强全球钛业现状的研究,能够对制定我国战略性新兴产业所需的重要矿产产业政策有重要意义。

全球钛矿资源较集中,分布极不均衡,并被世界前四大钛矿资源经销商控制。全球最大钛铁矿和金红石生产国家分别是中国、澳大利亚、加拿大、莫桑比克、南非、印度。主要消费国是中国、美国、俄罗斯、欧洲国家、日本以及新兴国家和地区(亚太、拉美、中东等地区)。发达国家钛矿终端产品绝大多数应用于新兴领域(航空航天、海洋工程、休闲体育、医药),中国以及新兴市场大部分仍应用于传统领域(化工、电力、冶金、制盐等)。我国的钛矿资源分布虽然广泛,但储量主要集中在四川攀西和河北承德等地区,钛矿品位低,选矿难度较大,整体品质较差。我国优质钛资源对外依存度高。随着我国高端制造业的迅猛发展,优质钛资源的消费需求将大大增加,因此,加强我国钛矿产业升级、加大高品质钛矿的勘查工作以及促进高品质钛矿原材料的进口多元化势在必行(吴贤和张健, 2006; 张福良等, 2015; 孙仁斌等, 2019; 张晓伟等, 2019; 崇霄霄等, 2020)。本文通过研究全球钛资源及其分布特征,对全球钛生产和消费情况进行了研判,对我国钛矿的供应风险进行了分析,同时提出相关建议,希望能够为我国钛行业的健康发展提供参考依据。

## 1 全球钛资源及其分布

钛属于大离子亲石元素,主要以氧化物和硅酸盐的形式存在。地壳中含钛矿物有 140 多种,常见的有钛铁矿、金红石及锐钛矿、铁板钛矿、钙钛矿、镁钛矿、红钛锰矿和榍石等。钛金属的经济价值和开采潜力高度依赖于赋存矿物的品质。目前,全球开发利用的钛矿资源主要为钛铁矿、金红石。据美国地质调查局统计,全球钛矿储量 8.17 亿 t,其中钛铁矿资源储量为 7.7 亿 t,约占 94.2%;金红石资源储量 0.47 亿 t,约占 5.8%(表 1)。除南极洲外,其余六大洲均有丰富的钛矿资源,分布在三十多个国家。澳大利亚钛资源储量居世界第一位,其次为中国、印度、南非、肯尼亚、巴西、马达加斯加、挪威、加拿大、莫桑比克、乌克兰、美国、越南和塞

表 1 2019 年全球钛铁矿、金红石产量及储量( $10^4$  t)  
Table 1 Global production and reserves of ilmenite and rutile in 2019 ( $10^4$  t)

国家	钛铁矿	金红石	钛资源
美国	200	/	200
澳大利亚	25 000	2 900	27 900
巴西	4 300	/	4 300
加拿大	3 100	/	3 100
中国	23 000	/	23 000
印度	8 500	740	9 240
肯尼亚	85	38	123
马达加斯加	860	/	860
莫桑比克	1 400	88	1 488
挪威	3 700	/	3 700
塞拉利昂	/	49	49
南非	3 500	610	4 110
乌克兰	590	250	840
越南	160	/	160
其他国家	2 600	40	2 640
合计	76 995	4 715	81 710

数据来源: USGS, 2020。

拉利昂,上述 14 个国家钛储量约占世界总储量的 97%。钛铁矿资源主要集中在中国、澳大利亚、印度、南非和巴西等国;金红石钛矿资源量则主要分布在澳大利亚、南非、印度和塞拉利昂。

## 2 全球钛生产

据美国地质调查局统计,2019 年全球钛铁矿总产量约 702 万 t(以  $TiO_2$  计)。2009—2013 年,钛铁矿产量一直呈上升态势,在 2013 年达到这一阶段的峰值 673.4 万 t。其后受全球经济形势影响,2013—2019 年,钛铁矿产量波动较大,整体呈震荡上升态势,2016 年和 2017 年有所回落后,2018 年、2019 快速上升,达到近几年的最高点(图 1)。全球钛铁矿主要生产国家是中国、澳大利亚、加拿大、莫桑比克、南非、印度,这 8 个国家的年产量为



图 1 2009—2019 年全球钛铁矿产量变化情况  
(数据来源: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)  
Fig. 1 Global production situation of ilmenite in 2009—2019 (data resource: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)

556 万 t, 约占全球总产量 79.2%, 其他国家(包括肯尼亚、塞内加尔、乌克兰、挪威、越南、美国、马达加斯加、巴西等)的年产量为 146 万 t, 约占 20.8%(表 2)。

2019 年全球金红石总产量约 79.8 万 t。2009—2019 年, 金红石产量一直呈震荡态势, 在 50~80 万 t 的产量直接徘徊。2014 年为近年来的最低点, 产量仅为 47.1 万 t, 2016 年的产量为近年来的最高点, 产量为 80.5 万 t, 近两年, 全球金红石产量又回落到 60 万 t 左右(图 2)。全球金红石主要生产国家是澳大利亚、印度、肯尼亚、莫桑比克、塞内加尔、塞拉利昂、南非、乌克兰、马达加斯加, 其中澳大利亚、塞拉利昂、南非、乌克兰这 4 个国家的年产量为 46.4 万 t, 约占全球总产量 77.5%, 其

他国家的年产量为 13.4 t, 约占 22.5%(表 3)。

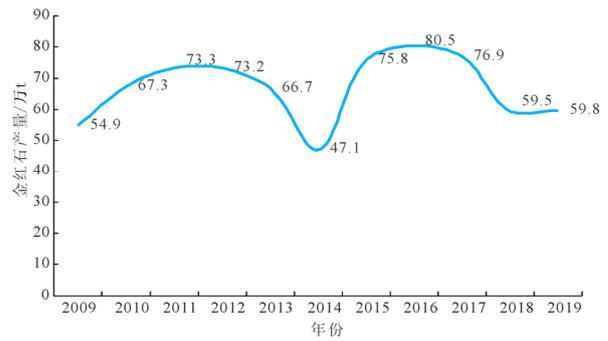


图 2 2009—2019 年全球金红石产量变化情况  
(数据来源: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)  
Fig. 2 Global production situation of rutile in 2009—2019  
(data resource: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020)

表 2 2009—2019 年全球钛铁矿产量(以 TiO<sub>2</sub> 计算, 万 t)  
Table 2 Global production of ilmenite in 2009—2019 (count in TiO<sub>2</sub>, 10<sup>4</sup> t)

国家	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
加拿大	65.0	75.4	75.0	75.0	77.0	48.0	59.5	59.5	88.0	63.0	69.0
中国	50.0	55.0	66.0	96.0	102.0	96.0	85.0	84.0	84.0	210.0	210.0
澳大利亚	102.0	99.1	96.0	94.0	96.0	72.0	72.0	78.0	73.0	72.0	66.0
莫桑比克	28.3	40.7	38.0	35.0	43.0	51.0	46.0	54.0	60.0	57.5	59.0
南非	105.0	95.2	111.0	110.0	119.0	60.0	128.0	102.0	55.0	76.5	82.0
印度	42.0	54.0	33.0	34.0	34.0	19.0	18.0	18.0	30.0	31.9	32.0
塞内加尔	/	/	/	/	/	6.0	25.7	25.0	30.0	29.7	29.0
肯尼亚	/	/	/	/	/	10.0	26.7	28.0	28.0	27.2	20.0
乌克兰	30.0	30.0	30.0	36.0	15.0	25.0	37.5	21.0	23.0	23.0	38.0
挪威	30.2	30.0	36.0	36.0	49.8	44.0	25.8	26.0	22.0	37.3	26.0
越南	41.2	/	55.0	51.0	72.0	56.0	36.0	24.0	20.0	10.5	15.0
马达加斯加	4.7	17.2	28.0	38.0	26.4	30.0	14.0	9.2	11.0	22.8	30.0
美国	20.0	20.0	30.0	30.0	20.0	10.0	20.0	10.0	10.0	10.0	10.0
巴西	4.3	4.5	4.5	4.5	10.0	10.0	4.8	4.8	5.0	6.6	7.0
俄罗斯	/	/	/	/	/	11.0	11.6	4.0	/	/	/
斯里兰卡	3.0	3.2	3.1	3.2	3.2	/	/	/	/	/	/
其他国家	3.4	3.7	4.0	7.4	6.0	9.0	7.7	7.1	15.0	8.3	9.0
合计	529.1	528.0	609.6	650.1	673.4	557.0	618.3	554.6	554.0	686.3	702.0

数据来源: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020。

表 3 2009—2019 年全球金红石资源产量(以 TiO<sub>2</sub> 计算, 万 t)  
Table 3 Global production of rutile in 2009—2019 (count in TiO<sub>2</sub>, 10<sup>4</sup> t)

国家	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
澳大利亚	26.6	36.1	44.0	41.0	42.3	19.0	38.0	38.0	29.0	14.1	14.0
印度	2.0	2.4	2.4	2.4	2.4	1.7	1.8	1.9	1.0	1.5	1.4
肯尼亚	/	/	/	/	/	2.2	7.1	8.4	8.7	9.0	7.4
莫桑比克	0.2	0.4	0.6	0.7	/	/	/	0.7	0.9	0.8	0.8
塞内加尔	/	/	/	/	/	/	/	0.9	1.0	0.9	0.9
塞拉利昂	6.1	6.5	6.4	8.9	8.1	10.0	11.3	13.0	16.0	11.4	12.0
南非	12.7	14.5	12.2	12.0	5.9	5.3	6.7	6.7	9.5	10.3	11.0
乌克兰	5.7	5.7	5.6	5.6	5.0	6.3	9.0	9.0	9.5	9.4	9.4
马达加斯加	0.2	0.5	/	/	0.8	0.9	0.5	0.5	/	/	/
其他国家	1.4	1.2	2.1	2.6	2.2	1.7	1.4	1.4	1.3	2.1	2.9
合计	54.9	67.3	73.3	73.2	66.7	47.1	75.8	80.5	76.9	59.5	59.8

数据来源: USGS, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020。

### 3 全球钛消费

从全球来看,钛行业产业链主要有两条,一是在化工领域,主要钛矿原料生产钛白粉,世界上95%以上的钛矿原料用来生产钛白粉。钛白粉的最大用途是颜料、涂料和塑料制品。钛白粉颜料因具有不透光、光泽亮、抗紫外线降解、高稳定性和安全无毒无过敏等特性而被广泛应用,其中涂料行业占据整个钛白粉消费的一半以上。钛白粉的应用具有不可再生利用的特点。二是在有色金属领域产业链,由钛矿原料通过提纯成人造金红石,制成海绵钛,传统领域占比很少。金红石原矿的产品主要是高端海绵钛和高端钛白粉。

目前世界上仅有美国、俄罗斯、日本、中国四个国家掌握完整钛工业产业链的生产技术,但中国的生产技术与其他三国相比还较低端。钛矿资源主要的消费地区是中国、美国、俄罗斯、欧洲国家、日本以及新兴市场。中国和美国是世界上两个最大的钛矿原料消费国家。

近几年来,由于钛市场高端领域需求旺盛以及国外钛精矿的供应紧张,我国国内钛原料价格和进口高品位钛精矿的价格连续上涨,带动了海绵钛和钛金属加工材价格的上涨。2019年国内海绵钛主要生产企业通过扩建、复产和新建等途径,产能较2018年有大幅增加。在“十三五”期间,我国高端领域钛材作为重点发展产业,发展趋势迅猛。2019年,航空航天、船舶、医疗、海洋工程和化工等领域的用钛量延续增长迅速,化工领域钛材需求增长幅度最大,其次是航空航天、海洋工程、船舶和医疗。预计未来上述领域的需求还将呈现出快速增长的趋势(姚震和邓峰,2018;贾翊等,2020)。

### 4 我国钛资源供应安全分析

我国钛资源较丰富,其特点是:资源丰富、储量大、分布广;原生矿多,砂矿少;钛铁矿多,金红石矿少;贫矿多,富矿少;均为多金属共生矿。产量较大的矿石主要以岩型钒钛磁铁矿形式存在,便

于开采利用的金红石型钛矿非常少。同时国内钛矿提纯技术不够发达,选冶技术有限,产出的钛精矿品位较低,高品质钛精矿十分依赖进口。

2009年到2019年,我国钛矿矿石产量经历了较大规模的起伏。从2009年的年产262.82万t,2011年产量到达近几年的峰值1296.3万t,之后连年持续下降,2015年为近几年的最低值34.54万t。2016年开始,钛矿石产量呈缓慢上升态势,2019年达到了146.98万t,但仅为最高点的11%(表4)。

2009年到2019年,我国钛精矿进口量总体上呈现增长的态势,其中2009年至2012年,我国钛精矿进口量从147.9万t增至290.5万t。2012年之后,进口量有所下滑,2015年钛精矿的进口量下降到了188.0万t,2016年开始又逐渐恢复,到2018年达近几年的最高值319.9万t,但2019年又下降到了261.4万t(表5)。

从进口来源国看,我国钛精矿进口主要集中在莫桑比克、肯尼亚、澳大利亚、越南、印度、南非和塞内加尔7个国家,上述7国进口量占进口总量的82.6%,总体来看进口集中度相对较高(表6)。

2019年中国钛精矿进口319.9万t,同比增长20.9%。从莫桑比克进口的钛精矿占进口总量的31.2%,进口集中度上升势头较快。对外依存度是矿产品的净进口量与该产品总消费量之比。矿产品对外依存度可以简单明了地表征我国某种(类)矿产对国际市场的依赖程度,是我国矿产资源安全的重要指征。李政等(2020)依据钛精矿进出口数据,国内钛矿矿石产量,国内消费用净进口量与国内矿石产量的合计初步代替,通过公式:对外依存度=(进口量-出口量)/[产量+(进口量-出口量)]×100%,计算得出了我国近几年来钛精矿对外依存度的变化情况,我国钛精矿的对外依存度从2011年的最低点14.8%上升到2015年的84.2%,提高了将近70个百分点,创历史新高。目前我国钛精矿对外依存度为63.8%,供应风险处于中高级,相关管理应立即采取对策,制定行业管理政策,同时应努力实现多元化的进口格局,以降低我国钛资源供应的安全风险。

表4 2009—2019年中国钛矿矿石产量变化情况

Table 4 Production of titanium minerals in China in 2009–2019

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
产量/10 <sup>4</sup> t	262.8	935.2	1296.3	617.1	104.1	101.1	34.5	49.0	80.9	118.0	147.0

数据来源:中华人民共和国国土资源部,2010,2011,2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018;中华人民共和国自然资源部,2019,2020。

表5 2009—2019年我国钛精矿进口量变化情况

Table 5 China's import volume of titanium minerals in 2009–2019

年份	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
进口量/10 <sup>4</sup> t	147.9	203.9	227.1	290.5	226.5	202.5	188.0	254.8	306.5	319.9	261.4

数据来源:中华人民共和国国土资源部,2010,2011,2012,2013,2014,2015,2016,2017,2018;中华人民共和国自然资源部,2019,2020。

表 6 2017—2018 年中国钛矿砂及其精矿进口来源国(单位: 万 t)  
Table 6 China's import source countries of titanium minerals in 2017 and 2018 (10<sup>4</sup> t)

国别(地区)	2017 年		2018 年	
	数量	占总量%	数量	占总量%
合计	306.5	100.0	319.9	100.0
莫桑比克	61.4	20.0	99.9	31.2
澳大利亚	55.2	18.0	41.6	13.0
肯尼亚	51.1	16.7	44.6	13.9
越南	32.9	10.7	29.3	9.2
南非	28.9	9.4	16.3	5.1
印度	24.7	8.1	25.2	7.9
塞内加尔	11.8	3.8	7.3	2.3
其他国家或地区	40.4	13.2	63.0	17.4

数据来源: 中华人民共和国国土资源部, 2018; 中华人民共和国自然资源部, 2019。

## 5 结论

(1) 钛是现代工业和尖端科技不可或缺的金属原料, 是我国战略性新兴产业所需的高技术矿产。全球钛资源分布较广, 主要分布在澳大利亚、南非、中国、印度和肯尼亚等国。钛铁矿和金红石是工业应用的主要矿石, 其中钛铁矿占绝大部分。

(2) 钛资源全球的产量总体呈震荡上升态势, 产量主要集中在中国、澳大利亚、加拿大、莫桑比克、南非、印度等国。钛资源的消费主要集中在化工领域钛白粉生产行业, 但近几年钛市场高端领域需求旺盛, 航空航天、船舶、医疗、海洋工程等高端领域的用钛量增长迅速。

(3) 我国虽然已初步建立了完整的钛产业体系, 但随着我国战略性新兴产业的发展, 钛资源需求量仍然很大, 而我国优质钛资源对外依存度高, 进口来源集中度较高, 因此, 当前我国钛行业应进一步加强产业升级, 提高选冶技术。同时应加大对我国高品质钛矿的地质勘查工作, 提高我国资源储量潜力。在对外贸易方面应加快合作国的多元化, 尽快降低我国钛资源供应的对外依存度。

## Acknowledgements:

This study was supported by the National Social Science Fund of China (No. 18ZDA049), National Soft Science Research Plans Project (No. 2012GXS4B062), and Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China (No. 121101000000180044).

## 参考文献:

- 陈从喜, 崔荣国, 李政, 张迎新. 2020. 高技术矿产的内涵、分类及应用前景[J]. 国土资源情报, (10): 5-11.
- 崇霄霄, 栾文楼, 王丰翔, 邱铁栋, 张万益. 2020. 全球钛资源现状概述及我国钛消费趋势[J]. 矿产保护与利用, 40(2): 162-170.
- 贾翔, 逯福生, 郝斌. 2020. 2019 年中国钛工业发展报告[J]. 钛

工业进展, 37(03): 33-39.

- 李政, 陈从喜, 葛振华, 张必欣, 吴琪. 2020. 中国钛矿资源开发利用形势分析[J]. 国土资源情报, (10): 75-80.
- 孙仁斌, 王秋舒, 元春华, 张潮, 张鑫刚, 巴特尔. 2019. 全球钛资源形势分析[J]. 中国矿业, 28(06): 1-6, 12.
- 吴贤, 张健. 2006. 中国的钛资源分布及特点[J]. 钛工业进展, (6): 8-12.
- 姚震, 邓锋. 2018. 中国钛矿资源产业演变与发展趋势探讨[J]. 金属矿山, 23(6): 61-64.
- 张福良, 刘诗文, 胡永达, 杜轶伦, 雷晓力. 2015. 我国钛产业现状及未来发展建议[J]. 现代矿业, 31(04): 1-4.
- 张晓伟, 张万益, 童英, 欧阳江城, 宋明磊. 2019. 全球钛矿资源现状与利用趋势[J]. 矿产保护与利用, 39(05): 68-75.
- 中华人民共和国国土资源部. 2010. 中国国土资源统计年鉴(2009年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2011. 中国国土资源统计年鉴(2010年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2012. 中国国土资源统计年鉴(2011年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2013. 中国国土资源统计年鉴(2012年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2014. 中国国土资源统计年鉴(2013年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2015. 中国国土资源统计年鉴(2014年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2016. 中国国土资源统计年鉴(2015年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2017. 中国国土资源统计年鉴(2016年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国国土资源部. 2018. 中国国土资源统计年鉴(2017年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国自然资源部. 2019. 中国国土资源统计年鉴(2018年)[M]. 北京: 地质出版社.
- 中华人民共和国自然资源部. 2020. 中国国土资源统计年鉴(2019年)[M]. 北京: 地质出版社(出版中).

## References:

- CHEN Cong-xi, CUI Rong-guo, LI Zheng, ZHANG Ying-xin. 2020.

- Research progress, definition, classification, and application prospect of high-tech minerals[J]. Land and Resources Information, (10): 5-11(in Chinese with English abstract).
- CHONG Xiao-xiao, LUAN Wen-lou, WANG Feng-xiang, QIU Tie-dong, ZHANG Wan-yi. 2020. Overview of global titanium resources status and titanium consumption trend in China[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 40(02): 162-170(in Chinese with English abstract).
- JIA Hong, LU Fu-sheng, HAO Bin. 2020. Report on China titanium industry progress in 2019[J]. Titanium Industry Progress, 37(03): 33-39(in Chinese with English abstract).
- LI Zheng, CHEN Cong-xi, GE Zhen-hua, ZHANG Bi-xin, WU Qi. 2020. Current situation of development and utilization of titanium resources in China[J]. Land and Resources Information, (10): 75-80(in Chinese with English abstract).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2010. China land and resources statistical yearbook in 2009[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2011. China land and resources statistical yearbook in 2010[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2012. China land and resources statistical yearbook in 2011[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2013. China land and resources statistical yearbook in 2012[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2014. China land and resources statistical yearbook in 2013[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2015. China land and resources statistical yearbook in 2014[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2016. China land and resources statistical yearbook in 2015[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2017. China land and resources statistical yearbook in 2016[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Land and Resources of the People's Republic of China. 2018. China land and resources statistical yearbook in 2017[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. 2019. China land and resources statistical yearbook in 2018[M]. Beijing: Geological Publishing House(in Chinese).
- Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. 2020. China land and resources statistical yearbook in 2019[M]. Beijing: Geological Publishing House(in pressing in Chinese).
- SUN Ren-bin, WANG Qi-Shu, YUAN Chun-hua, ZHANG Chao, ZHANG Xin-gang, BA Te-er. 2019. Analysis of global titanium resource situation[J]. China Mining Magazine, 28(06): 1-6, 12(in Chinese with English abstract).
- USGS. 2010. Mineral commodity summaries 2010[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2011. Mineral commodity summaries 2011[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2012. Mineral commodity summaries 2012[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2013. Mineral commodity summaries 2013[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2014. Mineral commodity summaries 2014[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2015. Mineral commodity summaries 2015[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2016. Mineral commodity summaries 2016[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2017. Mineral commodity summaries 2017[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2018. Mineral commodity summaries 2018[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2019. Mineral commodity summaries 2019[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- USGS. 2020. Mineral commodity summaries 2020[OL/EB]. [2020-09-15]. <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries>.
- WU Xian, ZHANG Jian. 2006. Geographical distribution and characteristics of titanium resources in China[J]. Titanium Industry Progress, 23(6): 8-12(in Chinese with English abstract).
- YAO Zhen, DENG Feng. 2018. Discussion on the evolution and development trend of titanium resources industry in China[J]. Metal Mine, (6): 61-64(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Fu-liang, LIU Shi-wen, HU Yong-da, DU Yi-lun, LEI Xiao-li. 2015. Current situation and suggestion on development of titanium industry in China[J]. Modern Mining, 31(04): 1-4(in Chinese with English abstract).
- ZHANG Xiao-wei, ZHANG Wan-yi, TONG Ying, OUYANG Ji-ang-cheng, SONG Ming-lei. 2019. Current situation and utilization trend of global titanium resources[J]. Conservation and Utilization of Mineral Resources, 39(05): 68-75(in Chinese with English abstract).