

◆磷氟资源协同◆

# 我国萤石中氟资源开发利用进展及建议

高永璋, 湛景震, 高志勇

(中钢矿业开发有限公司, 北京 100080)

[摘要] 目前全球利用的氟资源主要来自萤石, 我国是全球最大的萤石生产国和消费国。近年来, 我国在萤石勘查、矿业权管理、综合利用、来源保障方面取得进展, 但同时也存在萤石储采比低、单一萤石矿开采比例高、大型矿占比低、进口来源集中、产业升级慢等不足。总结我国萤石中氟资源的开发利用进展, 提出合理建议, 将我国氟资源优势转化为产品优势, 对我国氟资源开发及氟化工行业稳定发展具有重要意义。

[关键词] 氟资源; 萤石; 共生矿; 氢氟酸

[中图分类号] TD985 [文献标志码] A [文章编号] 2097-4566 (2025) 07-0001-05

## Progress and suggestions on the development and utilization of fluorine resources in fluorite in China

GAO Yongzhang, ZHAN Jingzhen, GAO Zhiyong

(Sinosteel Mining Co., Ltd., Beijing 100080, China)

**Abstract:** At present, the fluorine resources used in global mainly come from fluorite, and China is the world's largest producer and consumer of fluorite. China has made progress in fluorite exploration, mining rights management, comprehensive utilization, and source guarantee. However, there are also shortcomings such as low fluorite reserve production ratio, high proportion of single fluorite mining, low proportion of large-scale mines, concentrated import sources, and slow industrial upgrading. After summarizing the progress in the development and utilization of fluorine resources in fluorite in China, reasonable suggestions are put forward. Transforming fluorine resource advantages in China into product advantages is of great significance for the development of fluorine resources and the stable development of the fluorine chemical industry in China.

**Key words:** fluorine resources; fluorite; co-associated rock; hydrofluoric acid

### 0 引言

自然界中含氟矿物有150多种, 目前人们开发利用的氟主要来自萤石。萤石被全球多个发达国家及经济体列为战略矿产、关键矿产。萤石是我国的优势矿种<sup>[1-2]</sup>, 我国是全球萤石的主要生产国和消费国, 我国萤石的开发利用水平及趋势对全球氟资源的稳定供应意义重大。

近年来, 我国通过实施矿产资源规划、找矿突破战略行动、矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录等行动, 推动萤石等战略矿产勘查取得新成果, 综合利用水平取得突破, 资源开发格局更趋合理; 同时, 从产业链上看, 原料及初级产品进出口趋势也发生变化, 深刻影响中下游产业的发展布局。以萤石为代表总结我国氟资源开发利用新进展, 不仅事关我国萤石产业的健康发展, 对于全球萤石市场、氟资源供应也具有重要意义。

### 1 萤石及氟产业链

氟是所有元素中反应活性最强的元素, 是已知电负性最高的元素, 化学性质十分活泼, 可与所有的金属形成氟化物, 也可以与大多数非金属直接发生反应, 氟的优异物理化学特性, 决定了它具有广泛的用途<sup>[1-2]</sup>。

萤石中 $w(\text{F})$ 为48.7%, 是自然界中氟含量最高的矿物, 是目前工业上利用的氟元素的主要来源。截至2023年年底, 我国萤石储量已达到10 690.01万t, 比2022年上涨24.41%。我国已探明的萤石储量位居世界第二, 占比约为24% (USGS, 2024), 主要分布于浙江、内蒙古、湖南、江西、福建、河南等地<sup>[3]</sup>。萤石开采后一般被初步加工为粉矿、块

[收稿日期] 2025-06-20

[作者简介] 高永璋(1983-), 男, 陕西眉县人, 高级工程师, 主要从事固体矿产开发及评价等方面的工作。

矿、精粉 ( $w(\text{CaF}_2) > 97\%$ ) 等形式利用。萤石在氟化工领域中扮演着关键角色,它是生产氢氟酸的主要原料,氢氟酸作为氟化工的基础原料,广泛应用于化工、冶金、建材、新材料、国防军

工、电子、医药等多个行业<sup>[4-5]</sup>。

萤石消费结构:氟化工行业占50%,传统的冶金工业、建材工业、其他等消费占比分别为25%、15%、10%<sup>[6]</sup>。氟资源应用产业链见图1。

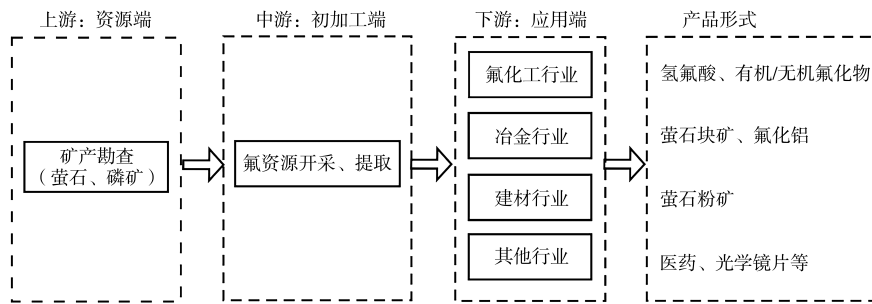


图1 氟资源应用产业链

Fig. 1 Fluorite resources application industry chain

## 2 我国萤石产量及消费量

我国萤石产量自20世纪90年代以来一直稳居世界第一。2012—2023年,全球萤石矿年产量为568万~890万t,我国萤石产量为350万~630万t,我国萤石产量占世界萤石总产量的60%以上,我国是世界上萤石原材料和以萤石为基础材料的最主要原料国和初级产品供应国<sup>[6-9]</sup>。

我国也是全球最大的萤石消费国。2018年以后,在下游氟化工行业及新能源材料等的拉动下,我国萤石表观消费量迅速增长,2020年消费量600万t,约占全球总消费量的72%<sup>[6-9]</sup>;2023年我国萤石表观消费量达到846.5万t,供需缺口进一步扩大<sup>[5]</sup>。

多方统计表明,我国是全球最大的萤石生产国、消费国、进口国,同时也是氢氟酸的出口大国。因此,我国萤石资源的开发利用情况,直接影响全球氟资源的供应及发展趋势。

## 3 我国氟资源开发利用进展

### 3.1 战略资源保障能力提高,企业成为发现新资源主体

2018—2023年我国新发现的大型以上萤石矿见表1。萤石资源量的大幅度增加,提高了我国萤石储采比,增强了战略资源的保障能力。

勘查投入是发现资源的重要保障,据中国自然资源统计年鉴等统计,2016—2023年,我国萤石勘查总投入呈现波动下降后上涨的趋势;勘查总投入

表1 2018—2023年我国新发现大型以上萤石矿

Table 1 Newly discovered large and above fluorite deposits in China from 2018 to 2023

名称	矿物量/万t	平均 $w(\text{F})/\%$	发现年份	数据来源
江西省于都县坳脑矿区萤石矿	370	56	2019	采矿权出让收益评估报告,2020
江西省全南县青龙山萤石矿	192	47	2020	采矿权出让收益评估报告,2020
内蒙古阿巴嘎旗李瑛萤石矿	1 592	48	2020	采矿权出让收益评估报告,2020
栾川县合峪镇合杨山萤石矿	132	44	2020	采矿权出让收益评估报告书,2022
栾川县合峪镇马丢萤石矿	448	54	2020	采矿权出让收益评估报告书,2021
新疆若羌县卡尔哈尔萤石矿	2 249	34	2021	文献[10]
四子王旗阿德格哈善图矿区萤石矿	150	40	2021	中国地质学会,2022
四子王旗西里庙矿区锰、萤石矿	468	55	2022	中国地质学会,2023
江西省石城县楂山里萤石矿	608	49	2023	江西省地质局官网
内蒙古额济纳旗七一山萤石矿	221	56	2023	文献[11]
浙江省开化县村头镇黄山矿区萤石矿	182	48	2023	浙江省自然资源厅
内蒙古苏尼特左旗布木特矿区萤石矿	589		2024	自然资源部
宜昌兴山县蔡家山-黄连山矿区	111	34	2024	湖北兴发化工集团股份有限公司
浙江省遂昌县毛阳矿区	220	40	2025	浙江日报,2025

注:建设项目环境影响报告、矿权出让收益评估报告均为主动公开资料。

最低点2018年投入约1.0亿元，最高点2023年投入2.31亿元，且全为地方财政及企事业资金；历年勘查资金投入主要为企事业及地方财政，中央财政投入不断减少，到2023年趋于0；与之相对，2018年起地方财政勘查投入从0.2亿元不断增长到1.2亿元，预示今后萤石勘查主体将转变为地方财政及企事业单位，这与2018年以来勘查发现萤石资源主体为各类企事业单位基本一致。

### 3.2 萤石矿业权整体减少，大型矿山占比增加

据中国自然资源统计年鉴数据，近年来我国萤石矿山数量呈现逐渐减少的趋势（见图2）。探矿权与采矿权的比例从2016年的0.39波动上涨至2023年的0.48<sup>[5]</sup>，主要是由于：（1）2016年以来矿业权管理政策趋于严格；（2）安全环保要求提高，淘汰了大量不合规的小矿，我国萤石矿“小散乱”的局面有所改善，反映了萤石行业向集中化、规模化发展的趋势。2023年全国共有持证萤石矿山817个，总数较2016年减少348个，其中大型矿山54个，较2016年增长37个，占比从1.5%提高到6.6%，中小型矿山763个，占比从98.5%降低到93.4%。矿山数量减少，大型矿山占比逐步增加，有利于发挥规模效应，提高资源开发质量。另外，我国大型、中型、小型矿山年均利用率最高分别为54.1%、30.0%、14.4%<sup>[5]</sup>，虽然我国萤石产量长期居全球第一，但是萤石矿山产能利用率仍较低，尤其小型矿山多数停产，效率低下。

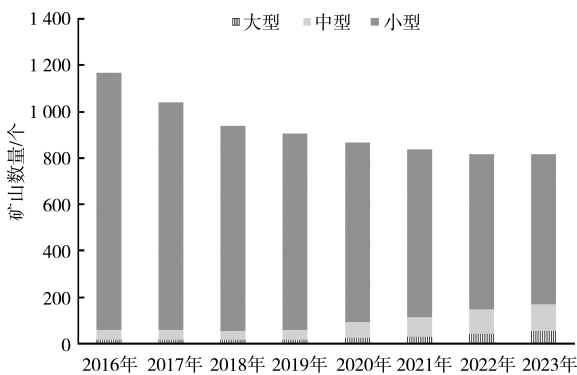


图2 2016—2023年我国萤石矿山数量

Fig. 2 The number of fluorite mines in China from 2016 to 2023

### 3.3 萤石开发利用结构优化，共伴生萤石实现规模化利用

近年来，共伴生萤石综合利用也取得进展，如以湖南柿竹园矿、内蒙古白云鄂博矿等为代表，我国共伴生萤石综合利用取得突破，两个矿区共盘活

利用萤石资源1.14亿t；贵州磷化（集团）有限责任公司突破磷矿伴生氟资源回收技术，实现了磷矿中伴生氟资源的产业化回收，提高了氟资源来源及综合利用率<sup>[12]</sup>。据中国矿业联合会萤石产业发展工作委员会《2023年中国萤石行业报告》，我国萤石保有资源量约3.86亿t，其中，共伴生类萤石保有量约2.40亿t，占比62%；单一型萤石保有量约1.46亿t，占比38%，单一型萤石中约59%（8645万t）可转换为生产能力。同年我国萤石产量中单一型萤石占比约82.5%，伴生型萤石产量占比约17.5%。从目前保有资源量及开采比例分析，单一型萤石仍是我国主要开发利用的萤石类型，优质单一型萤石消耗过快，伴生型萤石开采比例偏低，资源综合利用水平仍需提高。

### 3.4 萤石进口量逐年增加，进口来源集中

我国萤石大部分用于生产氟化氢供应下游氟化工行业，随着我国氟化工和新能源行业的兴起，萤石需求量增加，进口量逐年上升。据中国海关总署数据，我国2018年起成为萤石净进口国（见图3）。从进口来源看，我国长期从蒙古国进口大量冶金级萤石，进口量占进口总量的85%以上，虽然从2018年起，我国增加了从尼日利亚、南非、越南、泰国、墨西哥等国家的萤石进口量，但上述国家进口量总和从未超过总进口量的6%，进口来源仍集中于蒙古国。

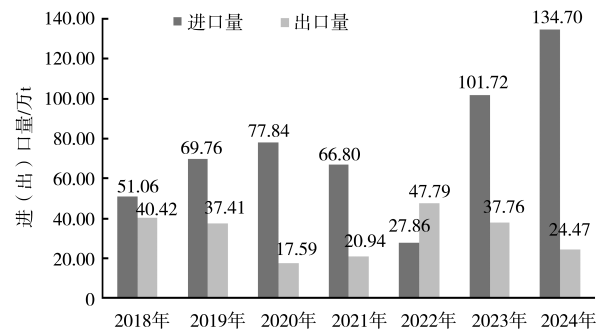


图3 2018—2024年我国萤石进出口量

Fig. 3 Import and export volume of fluorite in China from 2018 to 2024

### 3.5 氟化氢产能继续扩张，保持出口大国位置

#### 1) 氟化氢产能过剩

我国是全球最大的氟化氢生产国。2018—2024年，我国氟化氢产能由225.4万t/a增加到354.6万t/a，年均复合增长率达8.2%；产量由164.2万t/a增加到200.35万t/a，年均复合增长率3.1%（见图4）（数据来源于卓创资讯、百川盈孚等）。从行业整体看，一

方面我国氟化氢产能、产量一直在增长，另一方面，由于受新产能投放影响，氟化氢行业的平均产能利用率长期处于70%以下，产品价格长期徘徊在11 000元/t左右，甚至出现价格倒挂现象，氟化氢价格增长远低于同期萤石价格增长，反映了萤石在原料端紧缺、初级产品端产能过剩的现状。

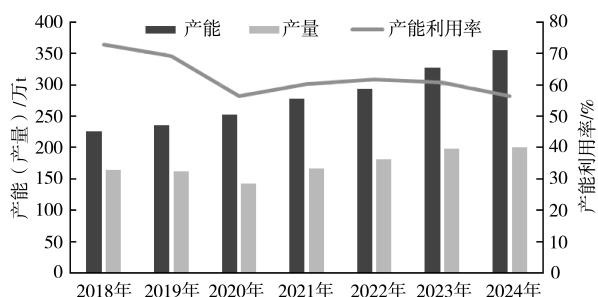


图4 2018—2024年我国无水氟化氢产能、产量及产能利用率

Fig. 4 Production capacity, output and capacity utilization rate of anhydrous hydrogen fluoride in China from 2018 to 2024

据中国磷复肥工业协会统计，2023年我国磷肥产量前10名企业中，已有9家建设或规划了氟硅酸法氟化氢产能<sup>[12]</sup>。2023年国内已建无水氟化氢产能为315.5万t，其中萤石硫酸法工艺产能为288万t，占比91.28%，氟硅酸法工艺为27.5万t，占比8.72%<sup>[13]</sup>。2024年，全国71家无水氟化氢企业总产能为354.6万t，有21家企业拟建无水氟化氢产能共149.4万t，其中氟硅酸法工艺为18.5万t，占比12.4%，其余均为萤石硫酸法工艺，占比87.6%（据卓创资讯数据）。从新增产能看，我国氢氟酸行业的产能扩张仍未结束，但产能结构已有所优化，传统的萤石硫酸法工艺占比下降，氟硅酸法工艺逐渐增多；磷矿伴生氟资源的开发已成为行业趋势和热点，必然提升伴生氟资源的开发利用水平。

#### 2) 萤石初级产品出口大国

我国无水氟化氢自给率约为119%，大量出口无水氟化氢，进口主要是电子级氢氟酸<sup>[13]</sup>。据中国海关统计数据，国内其他氟化氢出口主要销往韩国、日本等国家和中国台湾省，2018—2024年，我国氟化氢（含电子级氢氟酸）进出口量见图5。

我国的氟资源长期以氟化氢的形式大量出口，综合2018—2023年以来我国萤石、氢氟酸进出口数据，若全部折合为萤石，即自2018年以来我国净进口萤石约193万t，净出口氢氟酸约154万t（折合萤石约354万t），相当于6年间净出口萤石

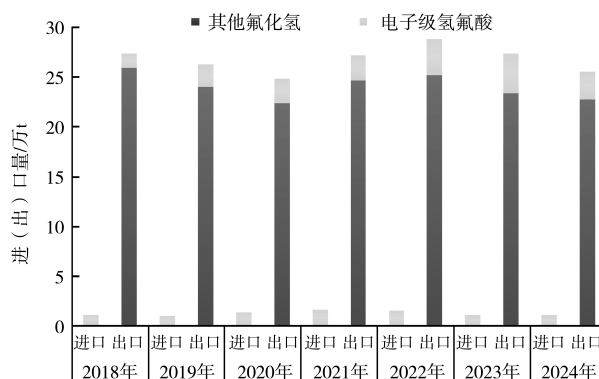


图5 2018—2024年我国氟化氢进出口数据

Fig. 5 Import and export data of hydrogen fluoride in China from 2018 to 2024

161万t<sup>[13]</sup>。因此，从产业链角度分析，在氟资源转化环节我国的萤石资源主要集中于初级氟化工产品生产，附加值低，限制了国际市场竞争力和经济效益<sup>[14]</sup>，资源优势并未充分发挥。

#### 4 萤石中氟资源开发建议

(1) 提升萤石行业规模及集中度，释放氟资源优势。萤石是我国的优势资源，但由于长期大量开采，储采比低于全球平均水平，近年通过勘查资源量增加，矿业政策的调整使储采比、大型矿山比例、综合利用率指标等有所提高，萤石行业向集中化、规模化发展；但探采比偏低、产能利用率不高、伴生萤石开采比例低、资源综合利用水平低等问题依然存在，资源优势体现不明显。

(2) 拓展进口来源，保障氟资源多元供应。从资源获取安全角度看，我国萤石进口较集中，增加了供应链中断的风险。一是积极拓展进口来源，减缓国内萤石资源消耗；二是加强制度引导，积极开发共伴生的萤石、氟资源，提高氟资源综合利用水平；三是加强勘查，合理设置探采矿业权比例，储备可转采的萤石资源基地，实现氟资源的多元供应。

(3) 提升产业水平，将产能优势转变为产品优势。从产业链角度看，一是我国氢氟酸行业产能虽然过剩，但扩张仍未结束，应加速淘汰落后产能，加大科技投入，促进多种技术工艺共同发展，利用好共伴生氟资源；二是在资源转化环节提升产品价值，加快推进产业升级，向氟化工产业链中下游科技含量高、产品附加值高的产品迈进，将产能优势转变为产品优势。我国是全球最大的氟化工生产国与消费国，有序开发、稳定供应，做好产业转型升级，将氟资源优势转化为产品优势，为我国及氟化

工行业的长期稳定发展提供坚实保障。

[参考文献]

- [1] 商朋强,刘秋颖,王吉平,等.中国矿产地质志·萤石矿卷[M].北京:地质出版社,2023.
- [2] 王安建,袁小晶.大国竞争背景下的中国战略性关键矿产资源安全思考[J].中国科学院院刊,2022,37(11):1550-1559.  
WANG A J, YUAN X J. Security of China's strategic and critical minerals under background of great power competition [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37 (11) : 1550-1559.
- [3] 中华人民共和国自然资源部.中国矿产资源报告(2024)[R].北京:地质出版社,2024.
- [4] 佚名.金石资源集团股份有限公司2023年年度报告[EB/OL]. (2024-03-28)[2025-06-15]. [http://static.sse.com.cn/disclosure/listedinfo/announcement/c/new/2024-03-29/603505\\_20240329\\_RAV8.pdf](http://static.sse.com.cn/disclosure/listedinfo/announcement/c/new/2024-03-29/603505_20240329_RAV8.pdf).
- [5] 张必欣,李政,陈从喜,等.中国萤石资源形势分析及开发利用现状研究[J].中国矿业,2025,34(2):306-313.  
ZHANG B X, LI Z, CHEN C X, et al. Analysis of the situation of fluorite resources in China and research on the current status of development and utilization[J]. China Mining Magazine, 2025, 34 (2):306-313.
- [6] 李敬,高永璋,张浩.中国萤石资源现状及可持续发展对策[J].中国矿业,2017,26(10):7-14.  
LI J, GAO Y Z, ZHANG H. Fluorite resource status and its sustainable development countermeasures in China [J]. China Mining Magazine, 2017, 26(10):7-14.
- [7] 商朋强,焦森,屈云燕,等.世界萤石资源供需形势分析及对策建议[J].国土资源情报,2020(10):104-109.  
SHANG P Q, JIAO S, QU Y Y, et al. Analysis of Supply-Demand Situation of Fluorite Resources in the World and Countermeasures[J]. Land and Resources Information, 2020 (10):104-109.
- [8] 刘秋颖.中国萤石资源供需形势分析及对策建议[J].矿产勘查, 2023, 14(10):1798-1804.  
LIU Q Y. Analysis of supply-demand situation of fluorite resources in China and suggestions [J]. Mineral Exploration, 2023, 14(10):1798-1804.
- [9] 湛景震,高志勇,范才兵,等.我国萤石资源利用现状和战略规划分析[J].矿业研究与开发,2024,44(5):251-259.  
ZHAN J Z, GAO Z Y, FAN C B, et al. Analysis of the current utilization status and strategic planning of fluorite resources in China [J]. Mining Research and Development, 2024, 44 (5) : 251-259.
- [10] 浙江省第十一地质大队.新疆若羌县卡尔哈尔萤石矿勘探报告[R/OL].(2022-05-30)[2025-06-15].[https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=a4fp6zKrpgaD3fpRtE-\\_NcpA8CkQBMP7cZW5NysSYSXHvz0wSqubjrsmRMwF6aVdIdbYaE03HQmwVC7qIP2i5f2ukhpChg2Y5qCGbhtnGOLMSCKi7jkdwl7q\\_jBUOrOgxHKYbgTqwjYnRS1-W7Ygye09jiVjwWU4JgvxzD2MrudX4RtBTx26w==&uniplatform=NZKPT&language=CHS](https://kns.cnki.net/kcms2/article/abstract?v=a4fp6zKrpgaD3fpRtE-_NcpA8CkQBMP7cZW5NysSYSXHvz0wSqubjrsmRMwF6aVdIdbYaE03HQmwVC7qIP2i5f2ukhpChg2Y5qCGbhtnGOLMSCKi7jkdwl7q_jBUOrOgxHKYbgTqwjYnRS1-W7Ygye09jiVjwWU4JgvxzD2MrudX4RtBTx26w==&uniplatform=NZKPT&language=CHS).
- [11] 张立涛,杨永春,丁书宏.内蒙古额济纳旗七一山地区新增一大型萤石矿床[J].中国地质,2023,50(6):1919-1920.  
ZHANG L T, YANG Y C, DING S H. The discovery of a large scale fluorite deposit in the Qiyi Mountain Region, Ejin Banner, Inner Mongolia [J]. Geology in China, 2023, 50(6):1919-1920.
- [12] 刘帅杰.我国氟化氢的生产现状及发展趋势[J].生态产业科学与磷氟工程,2024,39(10):44-48.  
LIU S J. Current status and development trends of hydrogen fluoride production in China [J]. Eco-industry Science & Phosphorus Fluorine Engineering, 2024, 39(10):44-48.
- [13] 高永璋.基于我国战略性矿产萤石及磷矿的氟资源供应形势研究及建议[J].中国矿业,2024,33(10):44-53.  
GAO Y Z. Research and suggestions on the supply situation of fluorine resources based on China's strategic mineral resources of fluorite and phosphate rock [J]. China Mining Magazine, 2024, 33(10):44-53.
- [14] 郑明贵,温东洪,董娟,等.中国萤石资源产业链供应链安全评价[J/OL].地质通报.<https://link.cnki.net/urlid/11.4648.P.20250320.1322.010>.  
ZHENG M G, WEN D H, DONG J, et al. Safety evaluation of the industrial chain and supply chain of fluorite resources in China [J/OL]. Geological Bulletin of China. <https://link.cnki.net/urlid/11.4648.P.20250320.1322.010>.