中国应尽快停止出口萤石

尹丽文
（国土资源部信息中心，北京，100812）

摘　要：本文介绍了世界萤石资源的地理分布，主要国家萤石资源开发利用和贸易概况，以萤石的应用前景阐述了萤石在国民经济中的重要性。中国萤石储量可采年限不足8年，建议停止出口萤石和氢氟酸。

主题词：萤石　氢氟酸　储量　储采比

萤石直接用于钢铁、玻璃、陶瓷和水泥生产过程中的助熔剂，间接用于交通运输机械、电解铝、石油化工、原子能、建筑材料、电子产品、农业和医疗等各个行业。酸级萤石是生产氢氟酸的关键原料，氢氟酸是氟化工业的基础原料，聚四氟乙烯等上千种氟化工产品与人类生产和生活息息相关。目前中国萤石储采比小于8（储量与产量之比），只是世界萤石储采比（约等于41）的五分之一。鉴于中国萤石资源对本国经济建设的保障程度已经很低了，笔者建议中国应尽快停止萤石和氢氟酸出口。

一、世界萤石资源分布

自然界中含氟矿物大约有150种，近代开发利用的主要是萤石，理论上萤石含钙51.1%、含氟48.9%，是地壳中含氟量最高的矿物。萤石资源在世界各大洲均有分布，已探明储量分布在40多个国家，南非、墨西哥、中国和蒙古萤石储量列世界前4位（表1），截至2008年，世界萤石储量2.3亿吨，储量基础4.7亿吨。

磷酸盐岩矿床中赋存氟磷灰石，在利用磷矿制取磷酸的生产过程中可回收副产品氟硅酸盐。世界磷酸盐岩储量180亿吨，含氟当量6.3亿吨，相当于含萤石当量12.9亿吨。

中国萤石资源分布最广，已发现萤石矿床最多，探明萤石可采储量列世界第三。全国已探明储量萤石矿区有500多处，储量约2000万吨，基础储量约3500万吨，资源量约1.2亿吨。中国已探明萤石资源分布在27个省（直辖市自治区），其中，内蒙古自治区、浙江省、福建省、江西省和湖南省萤石资源储量合计占70%多。浙江省43个县有萤石矿，主要分布在江山、武义、金华、永康、临安、遂昌、义乌和东阳，全部是脉状矿体单一型萤石矿床，品位较高，已探明资源量的矿区有60多处，

表1　世界部分国家萤石储量　　单位：万吨

国家或地区	储量	储量基础	国家或地区	储量	储量基础
世界合计	23000	47000	纳米比亚	300	500
南非	4100	8000	肯尼亚	200	300
墨西哥	3200	4000	美 国		600
中 国	2100	11000	摩洛哥		
蒙 古	1200	1600	俄罗斯		1800
西班牙	600	800	其他国家合计	11000	18000

资料来源：美国地调局《矿产品概要》2009

收稿日期：2009-5-20

作者简介：尹丽文，主要从事矿产资源分析工作。

但大部分是小型矿区，由于90年代过度开采，高品位萤石资源已近枯竭。内蒙古自治区萤石矿主要分布在四子王旗、额济纳旗、喀喇沁旗、阿拉善左旗和林西县。福建省萤石矿主要分布在邵武、光泽和建阳。江西省萤石矿主要分布在兴国、玉山、上饶、宁都、德兴、德安、永丰和瑞金，已探明资源量的矿区90多处，但大部分是小型矿区，平均品位30%～70%。湖南省萤石矿主要分布在郴县、鄙县、衡南县和衡东县。中国萤石矿单一型萤石矿床有450多处，大部分矿床储量只有数万吨至数十万吨，只有内蒙古自治区四子王旗苏荣查干敖包萤石矿区，矿石储量约2000万吨。有色金属矿产伴生萤石矿区50多处，湖南省郴县柿竹园钨锡钼铋矿伴生萤石矿区资源量达6500万吨，是世界第一大伴生萤石矿。

蒙古萤石资源主要分布在东部区域，已发现的萤石矿化点、矿点和矿床有300多个，主要矿区是北克鲁伦矿区和南克鲁伦矿区，南克鲁伦矿区有多个矿体，长数百米至千米，矿层平均厚1～4米，矿脉氟化钙含量平均60%～70%，储量最大的是伯尔安杜尔(Bor Undur)萤石矿。蒙古萤石储采比为31。

越南Nui Phao钨－萤石多金属矿床在中越边界南150千米处，距河内省以北80公里，矿床矿化带长2千米，宽500米。可行性研究报告表明，Nui Phao矿床证实储量和概略储量5570万吨，其中酸级萤石350万吨。

墨西哥萤石资源主要分布在科阿韦拉、圣路易斯托西和瓜那华托，拉奎瓦萤石矿是世界上最大萤石矿之一，该矿萤石含量65%～70%；帕腊尔铅锌矿床伴生萤石矿产，该矿主要矿物组成是方铅矿、闪锌矿、黄铁矿、重晶石和萤石。墨西哥萤石储采比是33。

南非萤石资源分布比较广，已发现矿床主要分布在德兰图瓦省，已开采矿床是Witkop和Buffalo萤石矿，Witkop萤石矿边界品位下降，Buffalo萤石矿被Sallies公司关闭。在距离Witkop萤石矿10千米处发现萤石矿床，资源量4820万吨，平均品位18%。南非萤石储采比是143；南非萤石出口潜力最大。

纳米比亚萤石资源主要分布在奥奇瓦龙戈，奥克鲁祖萤石矿是该国最大的萤石矿，储量约300万吨，矿石氟化钙含量平均30%。

英国已发现萤石资源主要分布在奔宁山脉南矿田和北矿田，南矿田和北矿田均在国家风景区内，矿田内萤石矿体小，各个矿体相互独立。历经200多年开采，截至2007年英国萤石可采储量只有63万吨(包括尾矿中可回收萤石)。法国和意大利已探明的萤石资源已经枯竭。

美国已探明萤石资源主要分布在伊利诺伊州，经过约70年开采，资源已经枯竭。从1996年开始，美国停止萤石开采。美国磷酸盐岩储量10亿吨，氟含量平均3.5%，磷酸盐岩中赋存氟资源量3500万吨，相当于萤石资源量7200万吨。

二、世界主要国家萤石矿产开发消费和贸易概况

百年来，世界萤石产量呈现波折上升态势(图1)，1917年世界萤石产量只有27.9万吨，1943年增加到104万吨，1980年达到501万吨，1994年降至375万吨，近十多年世界萤石产量稳步上升，2007年达到569万吨。

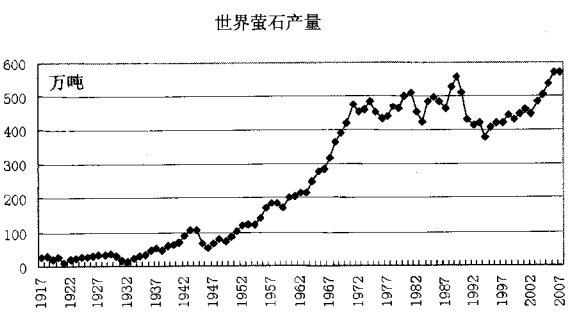

图1 百年来世界萤石产量变化

英国于1775年最早开始开采萤石，萤石直接用于钢铁冶炼为助熔剂。目前Glebe矿业公司是英国唯一的萤石矿产开发商，萤石开采在奔宁山脉南矿田和北矿田，南矿田因萤石资源枯竭于1999年停采。英国萤石产量在1975年达历史最高水平，为23.5万吨，之后呈下降趋势，2005年萤石产量6.1万吨，2007年4万吨。英国萤石消费量6万吨多，99%是酸级萤石用于制取氢氟酸，只有不足10吨用于钢铁冶炼。1983年之前英国是萤石净出口国，现变成了净进口国，90年代年进口量达4万吨。INEOS是英国氢氟酸和氟化物生产

商，也是世界级氟化物生产商，INEOS是英国酸级萤石的最大用户，为了加强萤石供应安全，INEOS已经取得Glebe矿业公司。

法国是欧洲第二大萤石开发商，2001年萤石产量达到历史最高水平，为12.3万吨。Sprgerem是法国唯一的萤石开发商，经营Burg、Montroc和Le Moulinal 3座矿山，位于法国西南部Tarn地区，该地区萤石矿经过60多年开采，萤石储量减少，Sprgerem在该地区勘查没有发现新的萤石矿床，2006年6月因资源枯竭停产。法国氟化工业高度依靠国产萤石，由于萤石资源枯竭，澳柯玛集团（Arkema）宣布关闭在法国Pierre-Benite的工厂。

意大利唯一的萤石开发商Nuova Mineraria Silius SpA于2006年停止了萤石开采，该公司的萤石矿山在西里尤斯（Silius）自治区，萤石浮选厂在撒丁岛卡利亚利市附近。

墨西哥氢氟酸生产商Quimica公司更名为墨西哥化学公司，与萤石矿业公司Gia联合组成墨西哥化学集团。Quimica公司萤石工厂生产能力8.6万吨/年，氢氟酸生产能力7.7万吨/年。2000年杜邦公司宣布出让持有Quimica32.88%的股份，同年苏威集团取得墨西哥氢氟酸生产商Norfluor公司，氢氟酸生产能力为3.1万吨/年。

南非萤石开发商Sallies有限公司经营Witkop萤石矿和Buffalo萤石矿，Witkop矿主要问题是采矿方法落后，边界品位太低，矿石贫化率上升，Sallies计划在Witkop矿建造一个新的尾矿库，扩建Witkop矿，将生产能力从2006年6月底8.3万吨/年到2007年6月底提升到9.22万吨/年。Buffalo矿主要问题是萤石产品含磷超标，不能作为酸级萤石，Sallies计划处理尾矿回收萤石和稀土。南非Nelesco公司取得南非最大的未开发萤石矿床的采矿权，该矿距Witkop萤石矿10千米，矿床钻探于1978~1982年进行，3条白云岩矿带深度分别为40米、50米和90米，Esso公司估算矿区资源量4820万吨，平均品位18%，中非矿业勘查公司（CAMEC）购买持有了Nelesco公司萤石资产51%的股份。南非核能公司计划在Richards湾建造生产能力为3万吨/年的氢氟酸厂，预可行性研究工作在进行中，该项目由Alfuorco承担，突尼斯氟化铝生产商ICF公司持有50%，Metores有限公司持有25%，南非工业开发公司持有25%，工程预计在2009.8~2010.8期间完成，该氢氟酸厂每年消耗酸级萤石7万吨。

纳米比亚萤石开发商Okorusu公司是苏威集团的分公司，萤石产品生产能力为13万吨/年左右，萤石产品大部分出口到欧洲，公司生产的酸级萤石几乎全部船运到苏威公司在德国和意大利的氢氟酸厂。

蒙古已成为世界第四大萤石生产国，萤石开发集中在伯尔安杜尔(Bor Undur)。最大开发商是蒙古与俄罗斯国家部门合资的蒙古罗斯特维尔迈特(Mongolrostvelmet)，也称蒙罗斯(Monros)，该公司萤石产量占蒙古国的90%，公司经营2座地下采矿萤石矿，1座露天采矿萤石矿，选矿厂处理能力为50万吨/年，氟化钙含量小于55%，大部分出口到俄罗斯再进一步加工。

美国1997年停止萤石开采，1900~1996年萤石累计产量1429万吨，1944年产量达到历史最高水平，为37.5万吨。1900~2007年美国萤石累计视消费量5177万吨，累计进口3707万吨。近5年美国萤石年进口量55万~62万吨，氢氟酸年进口量15万吨左右。美国萤石年消费量53万~62万吨，85%用于生产氢氟酸，15%用于钢铁冶炼、原铝生产、焊条、玻璃加工和水泥生产等。美国氢氟酸消费量的55%用于生产各种氟碳化合物和氟聚合物，在美国的阿科玛、杜邦、大湖、霍内韦、INEOS美国氟公司、苏威和MDA制造有限公司是世界氟化工领先企业，他们研究开发生产各种氟碳化合物和氟聚合物。2007年底，美国萤石分销商和氢氟酸生产商储存萤石合计9.01万吨，当年美国出售了国家储备中心储存的冶金级萤石6977吨，至于美国国家储备中心萤石储存量美国地调局并没有透露。

中国于1917年开始开采萤石，1950年萤石产量只有0.87万吨，1980年产量增加到104万吨，1995年产量达到历史最高的674万吨，近3年萤石年产量300万吨多。1985~2008年中国萤石产量累计7000万吨多。中国萤石开采分布广，小矿多，在浙江、江西、湖南和内蒙古等20多个省自治区有600多个萤石矿，90%多是采矿能力在3万吨以下的的小矿。90年代以前，中国萤石主要用于冶金工业作为助熔剂，因此将萤石分类为冶金辅助原料，近十多年来中国氟化学工业快速发展，萤石用于制取氢氟酸的比例逐渐增加，目前

表 2 世界主要国家萤石产量 计量单位:万吨

	2003	2004	2005	2006	2007
世界合计	485	523	539	569	569
巴西	5.6	5.8	6.7	6.4	6.4
酸级	3.4	4.1	4.7143	4.5	4.5
冶金级	2.2	1.7	1.9	1.8	1.8
中国	265	270	280	310	320
酸级	150	160	165	180	185
冶金级	115	110	115	130	135
德国 酸级	3.3	3.3	3.5	5.3	5.3
法国	8.9	9	9	4	停产
伊朗	4.8	5.4	6.5	6.5	6.5
意大利	2.6	1.8	1.5	0.8	停产
肯尼亚 酸级	9.5	10.8	9.7	8.3	8.2
墨西哥	75.6	84.3	87.6	93.6	93.3
酸级	40.9	40.2	32.5	46.6	51.3
冶金级	34.7	44.1	55.1	47.0	42.0
蒙古	27.5	35.5	36.8	39.3	38.0
摩洛哥 酸级	8.1	11.2	9.5	9.5	9.0
纳米比亚 酸级	7.9	10.5	11.5	13.2	11.8
南非	23.5	26.5	26.6	25.6	28.5
俄罗斯	17	22.6	24.6	21	18
西班牙	14	14.6	14.4	15	15.05
英国	5.6	5	6.1	6	4

数据来源:英国地调局《世界矿产品产量统计 2003~2007》

氟化学工业消耗萤石约占 43%，钢铁冶炼和建材消耗占 57%。1985～2008 年中国萤石出口量累计达 2400 万吨多，1989～2002 年萤石年出口量保持在 100 万吨以上，1993 年达到历史最高的 138 万吨，近年来国家对萤石出口执行出口配额招标制，萤石出口量下降，2007 年出口萤石 53.5 万吨，2008 年国际市场萤石供应紧张，中国萤石出口量又增加到 65.75 万吨。但是中国氢氟酸出口逐年增加，2001 氢氟酸出口量只有 1.7 亿吨，2008 年增加到 13.4 万吨。

三、萤石应用前景

萤石的氟化钙含量决定了萤石的用途，按品位分为酸级萤石（CaF_2>97%），冶金级萤石（$CaF_2$65%～85%）和陶瓷级萤石（$CaF_2$85%～95%）。70 年代以前萤石主要用于钢铁冶炼，随着氟化学工业的发展，世界萤石消费于钢铁冶炼的比例下降到小于 35%，消费于氟化工行业的比例上升到大于 50%，消费于玻璃和水泥等行业的比例约 15%。

人类最初认识到萤石能够降低难熔矿物熔点的性质，早期萤石主要用于钢铁和有色金属冶炼过程中作为助熔剂，增强炉渣的流动性，近年来钢铁冶炼采用白云石和石灰为助熔剂替代部分萤石，萤石在世界钢铁冶炼行业的消费量下降；少量萤石直接用于陶瓷、玻璃和水泥生产过程中作为助熔剂。近 30 年来伴随着世界氟化工技术的不断进步，氟化学工业对氢氟酸需求持

续增加，对酸级萤石需求量增加，目前世界萤石产量的一半以上用于制取氢氟酸。在无机氟化学工业中，用氢氟酸合成氟化铝、人造冰晶石、氟化钠和氟化镁用于电解铝生产；用氢氟酸生产喷气机液体推进剂，导弹喷气燃料推进剂用于航天航空工业，用氢氟酸提纯核燃料用于核能源工业，氢氟酸用于石油化工、半导体制造、金属加工、非金属提纯和玻璃加工等。在有机氟化学工业中，氢氟酸主要用于生产含氟烷烃，含氟烷烃（如HFC-134a)用于工业和民用制冷系统，含氟烷烃也是含氟聚合物的主要原料，也用于生产超强环保清洗剂。含氟聚合物(如氟塑料、氟橡胶和氟涂料)有高热稳定性、高化学惰性、强电绝缘性和低摩擦系数等性能，广泛应用于汽车、轮船、飞机、化工、农业、防火纺织品和医疗设备等。氟化工产品是高新技术产业所必须的基础材料，氟化学工业是具有先导性和战略地位的基础产业，氢氟酸是氟化学工业的关键基础原料之一，萤石是制取氢氟酸最经济、最关键的矿物原料，萤石供应能否足够持久关乎世界工业可持续发展。

四、问题与对策

问题之一是中国萤石储量不能保证国民经济可持续发展之需要。由于过度开采，过量出口，中国萤石储量静态可采年限不足8年；世界萤石储量静态可采年限是41年，中国萤石的储采比只有世界的五分之一。问题之二是缺失全国萤石开发与氟化工协同发展长远规划。全国萤石和氢氟酸产能已经过剩，拥有萤石资源的地方政府为了眼前局部利益，鼓励企业新建萤石矿和氢氟酸生产厂，为转移到中国的外国氟化工企业提供廉价原料，削弱了我国氟化工企业的竞争力。问题之三是执行萤石出口配额招标制并没有减少萤石出口量，而是变相为高耗能高污染的氢氟酸出口。我国氢氟酸出口量从2001年的1.7万吨到2008年增加到13.36万吨，按生产1吨氢氟酸需萤石3吨折算，2001年我国氢氟酸出口折算成萤石合计出口萤石116万吨，2008年合计出口萤石105.6万吨。中国若不尽快停止萤石出口，10年后中国很可能需要进口萤石，一旦中国需要进口，萤石的价格就不是现在的价格了，那时萤石的价格就很可能是现在的10倍以上，中国人不应该忘记2008年国际市场钾盐价格最高是15年前的10倍多。未来之中国核心问题是资源和环境问题，为了保证我国萤石资源能够保障国民经济发展之需要，应采取的措施之一是停止出口萤石和氢氟酸。为了不影响世界萤石进口国的氟化工业，给萤石进口国2年准备时间转向从其他国家进口萤石，中国现在应宣布2年后完全停止出口萤石和氢氟酸。鉴于萤石在传统工业和高新技术产业中具有不可替代的重要作用，鉴于萤石资源供应能否足够持久关乎工业可持续发展，建议工信部和国土资源部相关部门联合制定全国萤石矿产开发管理办法和全国萤石勘查开发规划。

参考文献

[1] Gerry Clarke，Fluorspar's future prospects.Industrial Minerals，2009.2

[2] PAJ.lusty,TJ Brown,J Ward,S Bloomfield.The needs for indigenous fluorspar production in England. 英国地调局2008年公开报告

[3] M.Michael Miller "Fluorspar ".MineralsYearbook.2007,2006