

我国铝土矿资源开发的实况与问题

一、勘查和资源/储量

（一）勘查投入

1998 年~2008 年的 10 年中，我国铝土矿勘查投入呈增长趋势（图 1）。1998 年投入为 504.1 万元，2008 年为 3.18 亿元，年均增长率 51.3%。2008 年钻探量 2001 米，2008 年为 29.09 万米，年均增长率 64.5%。

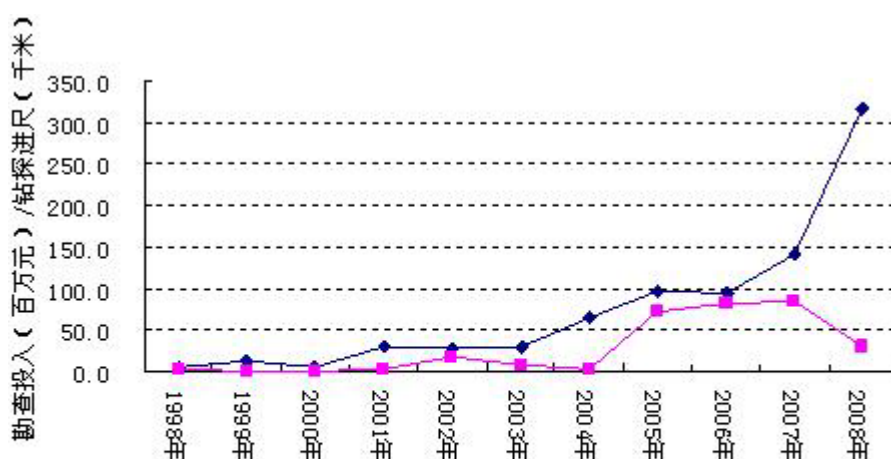


图 1. 我国铝土矿勘查投入

（二）查明资源储量

1998 年全国累计查明资源储量 23.4 亿吨，2008 年为 32.23 亿吨，增加 8.83 亿吨，年均增长率 3.25%。

1998 年~2008 年资源储量净增加较多的主要省区为：河南 3.22 亿吨、广西 1.61 亿吨，贵州省 1.13 亿吨、山西 0.53 亿吨。

2008 年底，全国查明铝土矿产地 425 处。近年来查明资源储量和累计查明资源储量的数据见表 1。

表 1 我国铝土矿查明资源储量统计 单位：矿石 亿吨

年份	查明资源储量			累计查明资源储量	
	总计	基础储量		总计	其中：基础储量
		合计	储量		
2001	24.71	6.74	5.06	26.01	7.78
2002	25.03	7.16	5.39	26.18	8.11
2003	25.45	6.95	5.32	26.75	7.95
2004	25.47	7.04	5.54	31.46	7.04
2005	26.58	7.31	5.55	28.04	8.50
2006	27.76	7.42	5.42	29.45	8.79
2007	29.08	7.51	5.53	30.94	8.85
2008	31.31	7.35	5.29	32.23	8.73

（三）储量分布

我国铝土矿查明资源储量分布于 20 个省（区），主要集中在山西 9.95 亿吨（基础储量 1.15 亿吨）、广西 5.10 亿吨（基础储量 1.35 亿吨）、贵州 5.10 亿吨（基础储量 2.05 亿吨）和河南 6.96 亿吨（基础储量 2.03 亿吨）四省（区），它们合计查明资源储量 27.11 亿吨（基础储量 6.58 亿吨），约占全国查明资源储量的 86.6%，基础储量的 89.5%。

（四）矿石质量

我国铝土矿石多数为一水硬铝石型低铝硅比的中品位矿石。矿石铝/硅比（Al/Si）以 4～6 为主，高铝/硅比（Al/Si>8）矿石数量少，且在矿床中分布不连续；铝土矿矿石以 Al₂O₃ 平均品位 40%～60% 为主。

（五）资源远景

中国地质调查局对我国以往矿产资源勘查、矿产评价预测成果、以及地质大调查开展以来取得的资源调查评价成果进行了全面分析，初步定量预测我国铝土矿矿石资源(小于 500 米垂深)的潜力大于 19 亿吨，成矿远景区域主要分布在河南、山西、广西、四川等省和自治区。

（六）世界资源概况

铝土矿矿床大致可分为两大类型：硅酸盐岩上的红土型铝土矿矿床和碳酸盐岩上的岩溶型铝土矿矿床。

1.红土型铝土矿矿床 这类矿床主要由酸性、中性和基性成分的含铝硅酸盐岩石在热带和亚热带气候条件下经深度化学风化形成,矿石由三水软铝石组成。它们主要分布在大洋洲、拉丁美洲、非洲和东南亚地区,储量约占世界总储量的 86%。

2.岩溶型铝土矿矿床 这类矿床一般覆盖在石英岩和白云岩凹凸不平的岩溶化表面。矿床和基岩之间存在不整合或假整合,矿石多由一水硬铝石组成。主要分布于南欧和加勒比海地区。中国的大部分铝土矿矿床属于这一类型。这类矿床加上陆源岩层之上的沉积铝土矿矿床的储量占世界总储量的 14%。

世界上已查明的铝土矿资源丰富、储量巨大。因此,自上世纪 80 年代初以来,世界各国对铝土矿的勘查投入很少,但也发现一些新的重要矿床,如越南西原高原带上的铝土矿床(资源量大于 40 亿吨)和老挝波罗芬高原上的铝土矿矿床(资源量约 20 亿吨),他们均属红土型。近年在圭亚那西部地区的 Goldstone 找金区内发现一个铝土矿床,经初步工作可有资源量 1 亿~3 亿吨,含 Al_2O_3 37%;俄罗斯阿尔汉格尔斯克地区发现 3 个矿床(Pletesk、Demisiarsk、Ikhinsk)将要勘查开发,它们的储量分别为:3 亿吨,1700 万吨和超过 5 亿吨。

1998 年世界铝土矿储量为 250 亿吨,储量基础 350 亿吨。2008 年为 270 亿吨,储量基础为 380 亿吨。与 1998 年相比,储量增加 20 亿吨,储量基础增加 30 亿吨。新增储量和储量基础几乎全部来自越南。几内亚(74 亿吨)、澳大利亚(58 亿吨)、越南(21 亿吨)、巴西(19 亿吨)、牙买加(20 亿吨)、印度(7.7 亿吨)和圭亚那(7 亿吨)的储量居世界前七位,储量合计约占世界总储量的 76.6%。我国资源储量的数量大体与印度和圭亚那相当。

二、矿山生产

(一) 矿山生产方法

世界上除我国和欧洲小部分地区外,大多数国家或跨国矿业公司依托资源优势,以大规模机械化方式露天开采三水型软铝石组成的高铝硅比铝土矿石,直接使用拜尔法将矿石加工成氧化铝,然后再进行电解生产金属铝。

我国大多数地区铝土矿矿床中优质矿石分布的连续性差和矿石质量不佳,目前只有广西平果采用大规模机械化露天方式开采铝土矿石,其他省区的大中型露采矿区多是在原有产能基础上采取收购民采矿石的方式生产,贵州的矿山为地下坑采。

目前生产技术和突破方向主要致力于如何解决好利用国内矿石生产氧化铝,但降低成本难度很大,采取的措施如下:

1.用选矿拜尔法提高矿石品位,把铝/硅比(Al/Si)5~6 的原矿提高到 11 以上然后采用低能耗的纯拜尔法生产氧化铝。

- 2.利用选矿获得铝/硅比（Al/Si）大于 10 的高品位矿石，以强化烧结法生产氧化铝。
- 3.一水硬铝石管道化溶出工艺。
- 4.发展砂状氧化铝生产工艺。

（二）生产矿区及能力

2008 年全国铝土矿生产矿区的采矿生产能力为 2171 万吨/年，氧化铝总生产能力 3431 万吨/年，主要生产省区生产能力见表 2。据中铝公司的计划，到 2010 年其氧化铝产能将达到 1500 万吨/年。有色系统电解铝生产能力 1805.78 万吨/年，产能过剩。

表 2 2008 年我国铝土矿采矿能力和氧化铝生产能力

地 区	矿石量/（万吨/年）	氧化铝/（万吨/年）
全国	2171	3431
山西	320	560
山东	180	1210
河南	752	1053
广西	480	413
重庆	70	35
贵州	169	160
规模以下企业	200	-

三、产、消和贸易

（一）产量

2008 年世界铝土矿产量为 2.11 亿吨。我国有色系统铝土矿原矿出矿量 2517.69 万吨(表 3),10 年间的年均增长率为 20 %，居世界主要生产国澳大利亚（6381.80 万吨）之后，排世界第二位，其次为巴西（2166.40 万吨）、印度（2121.02 万吨）、几内亚（1929.60 万吨）、牙买加（1463.61 万吨）。

表 3 我国铝土矿及有关产品产量

(单位:万吨)

产品名称	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年
铝土矿	405.05	353.69	657.41	643.00	1377.17	1456.70
氧化铝	334.00	383.74	432.81	474.65	544.96	611.21
铝金属	243.53	280.89	298.92	357.58	451.11	596.20
铝材	147.15	176.55	217.75	234.16	298.79	399.74
再生铝	-	-	19.52	20.43	18.98	41.51
产品名称	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年	2008 年	年均增长率%
铝土矿	1751.80	1740.82	2152.20	2396.22	2517.69	20.0
氧化铝	698.00	853.57	1369.98	1947.32	2278.41	21.2
铝金属	668.88	780.60	935.84	1258.83	1317.82	18.4
铝材	543.52	647.86	879.25	1250.75	1620.82	27.1
再生铝	138.91	172.61	219.00	275.13	275.04	39.2

2008 年世界氧化铝产量为 5578.5 万吨,比 2007 年增长 2.39%;其中非冶金用途氧化铝产量为 453.8 万吨,比 2007 年增长 3.65%。其中欧洲 1004.5 万吨,非洲 57.8 万吨,亚洲 516.9 万吨,拉丁美洲 1514.2 万吨,北美洲 542.9,大洋洲 1942.2 万吨。同年我国氧化铝产量 2278.41 万吨,10 年间的年均增长率为 21.2%,目前国内氧化铝产量的供给率已达到 80%以上(图 2)。我国氧化铝产量超过澳大利亚,位居世界第一。



图 2. 国内氧化铝供应率

2008 年世界原铝产量为 3926.39 万吨,比 2007 年增长了 3.03%。我国铝产量 1317.82 万吨,排世界第一位,1998~2008 年的 10 年间,年均增长率为 18.4%。其次为俄罗斯(418.71 万吨)、加拿大(311.88 万吨)和美国(265.91 万吨)。

(二) 消费量

2008 年世界精炼铝的消费量为 3787.77 万吨,比 2007 年增加 32.03 万吨,同比增长 0.85%。同年我国铝消费量为 1397 万吨,10 年间的年均增长率为 16.94%。消费量已超过美

国 (561.47 万吨) ,居世界第一位。

2008 年我国铝消费结构为：建筑业 33.7%，交通运输业 17.96%，电力业 12.32%，包装业 8.48%，机械制造业 8.31，日用消费品 8.01%，电子通讯业 3.92%，其他 7.3%。

（三）进出口贸易

世界铝土矿的主要出口国为几内亚、巴西、牙买加和委内瑞拉等，他们的出口量约占世界铝土矿出口量的 80%左右。澳大利亚为世界第一大铝土矿生产国，其生产的铝土矿约有 60%炼成氧化铝，40%铝土矿出口。进口铝土矿的主要国家有北美和西欧的炼铝大国，这两地区国家的氧化铝产量占世界氧化铝产量的 30%以上，而铝土矿产量仅占世界铝土矿产量的 5.5%左右。

目前澳大利亚为世界第一大氧化铝出口国，每年氧化铝出口量占全球出口量的 30%以上。其他重要的出口国有巴西、牙买加、苏里南、委内瑞拉、几内亚、希腊等国家。氧化铝主要进口国有美国、中国、俄罗斯、加拿大、挪威、欧盟和海湾地区的国家，其中美国和中国进口量最大，俄罗斯、挪威和加拿大三国进口量也较大。

2008 年世界最大的铝出口国有俄罗斯、加拿大、澳大利亚和挪威，他们的出口量合计 959.12 万吨，约占当年世界出口量的 54.97%。其中俄罗斯出口 378.56 万吨，占当年其国内原铝产量的 95.2%，主要出口到美国、日本、德国。加拿大出口 253.21 万吨，占当年其国内原铝产量的 81.2%，主要出口到美国。澳大利亚出口 168.3 万吨，占当年其国内原铝产量的 86.3%，主要出口到日本、韩国和中国台湾等亚洲国家或地区。挪威出口 159.05 万吨，出口量超过当年其国内原铝产量，主要出口到欧盟国家。2008 年世界最大的铝进口国家或地区为美国、日本、德国和韩国，合计进口 892.21 万吨，占世界进口贸易总量的 52.25%。其次为英国、法国、意大利、比利时、中国台湾等。

中国已经由原铝净进口国变成出口国。

1998 年至 2008 年我国铝产品进出口贸易始终处于逆差状态（除 2006 年顺差 0.85 亿美元和 2000 年逆差 30.58 亿美元之外），逆差额度基本在 10 ~ 20 亿美元之间波动（图 3）。2002 年以来我国就成为铝产品净出口国了，但贸易额度始终处于逆差状态。



图 3. 我国铝矿产品贸易差额

2008 年我国铝矿产品进口总额为 97.34 亿美元，出口总额为 85.73 亿美元，贸易逆差为 11.61 亿美元，见表 4。2008 年我国净出口未锻轧铝、铝合金、铝材及铝制品 186.03 万吨。

表 4 2008 年我国铝土矿及有关产品进出口情况

矿产品名称		出口量/吨	金额/万美元	进口量/吨	金额/万美元
未锻轧铝及铝材		841292		260102	
其中	非合金铝	110127	27384	121642	23412
	铝合金	731165	186083	138460	33010
	铝材	1896472	63669	618625	318884
铝废碎料		891	181	2154846	254018
氧化铝		44142	2956	4586007	177569
氢氧化铝		92029	3984	17011	2137
铝金属制品		1312296	571795	33161	54286
铝矿砂及精矿		2	0.02	25790410	164359
合计			857257		973390

（四）价格

2008 年全球金融危机导致国际市场铝价格大幅下降(图 4)。由于我国铝初级产品制造成本高，行业处于全面亏损状态。



图 4 国际市场铝价格

四、对外合作

我国铝业对外合作主要进展有：中国铝业公司控股的中国铝业股份有限公司与巴西淡水河谷（CVRD）公司合作（双方各占 50% 股份）建设巴西 ABC 氧化铝厂项目，一期建设规模 180 万吨/年，投资约 12 亿美元，远期规模发展至 720 万吨/年，拥有资源量 1.8 亿吨。双方已开展项目可行性研究，计划在 2006 年 1 季度完成。项目计划 2006 年开工建设，2009 年初投产。中国铝业公司于 2005 年 12 月与越南煤炭集团在北京正式签署了越南多农铝土矿开发项目合作备忘录。多农铝土矿资源量达 5 亿吨，双方起步合作的五一和广山两矿储量 1.6 亿吨。一期项目投资 15 亿美元，氧化铝厂规模 190 万吨/年，二期发展到 400 万吨/年。

中国铝业公司 2006 年 1 月正式向澳大利亚昆士兰州政府递交了奥鲁昆（Aurukun）项目初步投标书。该项目拥有资源量约 6 亿吨，拟建氧化铝厂初始规模 210 万吨/年，投资 21.02 亿元（折合 9.2 亿澳元）。中色公司在老挝西贡省达征县发现并勘查沙万区铝土矿，控制的资源量 2256 万吨，推断的资源量 2175 万吨。2006 年建材地勘中心北京总队在老挝南部占巴特省巴松县发现铝土矿区，推断的资源量 1900 万吨（金属量）；建材地勘中心云南总队在老挝色贡省达真发现铝土矿区，控制的资源量 67 万吨（金属量），推断的资源量 1216 万吨（金属量）。山东省地质勘查局在澳大利亚佩思地区获得铝土矿资源产地。

五、问题

1. 我国多数铝土矿区的矿体分布不连续，厚度不稳定，无超大型矿床。不利于大规模的露天机械化采矿生产。矿石为一水型硬铝石，且铝硅比（Al/Si）比大于 8 的矿石量比率低，必须使用特殊的选矿工艺才能获得符合生产氧化铝的高品位矿石，导致了国内氧化铝生产成本大大高于国外产品的水平。

2.国内能源产品的价格正在逐渐走向国际化,必定导致电价上涨,相应将增加电解铝的生产成本。

3.尽管我国是全球铝产品净出口大国,但铝产品的贸易始终处于逆差状态。

4.铝是高能耗产品,大量消耗国内能源,大量出口铝产品,与可持续经济发展和低碳经济发展的大方向相悖。

5.闲置电解铝产能造成资金的浪费。

六、结语

国内铝企业应加大对外合作的力度,尽量多利用周边国家的优质三水软铝型铝土矿资源生产氧化铝,降低产品生产成本,提高企业经济效益,增强企业产品的国际竞争力。

主要参考文献:

- 1.中国地质矿产年鉴 1998,地质出版社
- 2.中国国土资源统计年鉴 1999~2008,地质出版社
- 3.中国有色金属工业年鉴 1998~2008,中国有色金属工业协会
- 4.中华人民共和国海关统计年鉴 1998~2008
- 5.世界矿产资源年评 1999~2008,地质出版社
- 6.Mineral Commodity Summaries, 1999~2009
- 7.World Metal Statistics, Yearbook, 1998~2009