

硅藻土资源及开发利用概况

陆浩

(浙江省国土资源厅,杭州,310007)

文章主要介绍了硅藻土的资源概况及特点和开发利用的现状,对硅藻土及制品的市场发展前景进行了分析。

关键词 硅藻土 资源 开发利用

1 资源概况及特点:

硅藻土是含硅质生物沉积岩,即是硅藻遗体沉积物。它与其它无机的非金属矿物(膨润土、叶蜡石、沸石等)不同,是有机成因。由于硅藻土的物质组份主要是硅藻,其矿物成份为非晶质态的蛋白石—硅藻蛋白石,与天然的二氧化硅胶凝体—蛋白石不同,是一种有机成因的特殊矿物,硅藻的 SiO_2 不是纯含水氧化硅,而是一种独特的氧化硅—硅藻质氧化硅,硅藻土的许多特性和用途都与其特殊的矿物结构和独特的氧化硅形成的硅藻壳的特殊结构构造有关。

硅藻土矿床的形成离不开大量硅藻群体的堆积和不断形成沉积物,尽管实际的化石迹象缺乏,但硅藻明显地广泛生活在整个地质年代中—从前寒武纪直到现代。而真正具有经济价值的硅藻土矿床大多局限于第三纪及更晚的海相和湖相沉积地层中。这是因为硅藻是到了晚白垩纪才开始大量出现。

硅藻土矿床一般按形成的环境和时间分为三种类型。

- ① 沉积于大陆边缘的海相硅藻土矿床,如美国加州的 Lompoc 矿。
- ② 沉积于湖泊、沼泽的陆相硅藻土矿床,如分布在法国中部地块和美国内华达,俄勒冈、华盛顿等州及加州东部的硅藻土。
- ③ 现代湖泊、沼泽、泥塘中沉积的硅藻土矿物,如佛罗里达、新罕布什尔和新约克群的现代湖泊、沼泽、泥塘中的含硅藻沉积物。
- ④ 现代海洋沉积是硅藻土资源的第四种类型。

1.1 全球硅藻土资源概况

世界硅藻土资源十分丰富,分布范围很广,除南极其它各洲均有发现,已知全球共有硅藻土 18.42~20 亿吨,远景储量 35.73 亿吨。其中亚洲居第一位,约 10 亿吨,欧洲 5 亿吨,美洲,非洲和大洋洲 5 亿吨。

1.1.1 北美:

美国东海岸和西海岸诸州,特别是在与上述各州邻近的内陆都有硅藻土矿床的产出,但

就资源量来说,主要是集中在西部各州,美国加州不但拥有世界上最大的海相硅藻土矿床(Lompoc 硅藻土矿),而且还拥有可能是世界上最大的商业级淡水硅藻土矿床(该矿床赋存于沙斯塔郡 Britton 湖区)。

加拿大:有经济意义的硅藻土仅有位于布列颠哥伦比亚洲温哥华北克内尔矿床。

墨西哥:硅藻土资源主要分布在北部,其中质量最好的矿床要数 Gatarina 矿。

1.1.2 欧洲:

法国:是欧洲最主要的硅藻土资源国,主要资源分布在南部中央高原地区,均为第三纪第四纪的淡水硅藻土矿床。

德国:主要分布在下萨克森州,集中分布在汉诺威与汉堡之间。

意大利:商业性硅藻土矿床主要位于蒙特阿米亚塔附近。

西班牙:高质量的硅藻土资源主要分布在东南部的湖相沉积矿床。

奥地利:分布有欧洲最大的硅藻土矿床—Limberg 矿床。

前苏联:主要分布于伏尔加河中游,另外,西西伯利亚地区有巨大的资源潜力。

1.1.3 非洲

南非:主要硅藻土矿床仅分布于 Emelco 地区和 Prieka 地区。

东非:主要分布在肯尼亚吉尔吉尔附近,是沉积在东非大裂谷更新代湖泊中。

1.1.4 南美:

阿根廷、巴西、秘鲁、智利、哥伦比亚各零星小型硅藻土矿床产出。

1.1.5 亚洲:

日本:主要分布在本洲东北部和中西部地区,九州东部和鹿儿岛,海、湖相矿床均有产出。

印尼、朝鲜有少量硅藻土资源,刚好满足本国市场需求。

澳大利亚和新西兰均有小型硅藻土矿床,其中用作助滤剂级的硅藻土主要依靠美国进口。

1.2 我国硅藻土概况及特点

目前我国已在 14 个省市自治区发现硅藻土矿 70 余处,已探明储量 4.06 亿吨,远景储量超过 20 亿吨。在吉林长白、内蒙、广东徐闻、云南腾冲 4 处发现了优质硅藻土,其中吉林长白是世界上储量达上千万吨的优质硅藻土产地之一。在黑龙江省嫩江地区发现质佳量大的硅藻岩,在云南先锋和黑龙江鸡西发现规模巨大的高烧失量型硅藻土,在云南宾川和山西张村发现了高钙硅藻土。全国已发现的硅藻土资源占世界探明储量的 19.11%,仅次于美国、居世界第二位。

我国硅藻土资源有以下特点:

① 产地和储量均高度集中,有利于建设大量基地。全国 4.06 亿吨的硅藻土储量只分布在河北、内蒙、吉林、浙江、福建、江西、山东、广东、四川和云南 10 个省区,并高度集中于云南、吉林两省,其中以吉林储量最多,计 2.1 亿吨,占全国一半以上,云南 0.82 亿吨,占全国总量的 20%,浙江第三,储量 0.43 亿吨,占全国总量的 6.4%。

② 以大中型矿床为主,利用规模经营

全国的硅藻土产地中,有 19 个大中型矿床拥有全国储量的 99.3%,极有利规模开采,小型产地储量极少,仅占全国总量的 0.7%。

③ 矿石以含粘土硅藻和粘土质硅藻土为主,质量差,I、II 级品极少,国外主要矿床的矿

石类型以硅藻为主,含 SiO_2 多在 80% 以上,以 I、II 级品为主;而我国硅藻土矿粘土含量较高,矿石类型多为粘土硅藻型和粘土质硅藻土型,含 SiO_2 多在 80% 以下, I、II 级品占少数。我国主要矿区与国外各天然硅藻土化学成份对比如表 1、表 2 所列。

表 1 国外各地天然硅藻土(烘炉干燥的)化学成份

组份	加里福尼亚 (Lompoc)	马里兰 Calvert	内华达	爱达荷	肯尼亚 Soysahu	日本 新泻土	苏联乌拉尔 卡麦什洛夫	西班牙 Albacete	墨西哥 Jalisco	阿尔及利亚 (PrimoGrade)
SiO_2	89.70	79.55	86.00	89.82	84.50	86.0	79.92	88.60	91.20	58.40
Al_2O_3	3.72	8.18	5.27	1.82	3.06	5.8	6.58	0.62	3.20	1.66
Fe_2O_3	1.09	2.62	2.12	0.44	1.86	1.6	3.56	0.20	0.70	1.55
TiO_2	0.10	0.70	0.21	0.07	0.17	0.22	0.48	0.05	0.16	0.10
P_2O_5	0.10	—	0.06	0.13	0.04	0.03	—	—	0.05	0.20
CaO	0.30	0.25	0.34	1.26	1.80	0.70	1.43	3.00	0.19	13.80
MgO	0.55	1.30	0.39	0.54	0.39	0.29	0.98	0.81	0.42	4.57
Na_2O	0.31	1.31	0.24	1.03	1.19	0.48	0.65	0.50	0.13	0.96
K_2O	0.41	1.31	0.29	0.22	0.91	0.53	0.72	0.39	0.24	0.50
烧失量	3.70	5.80	4.90	4.02	6.08	4.4	4.91	5.20	3.60	17.22
总量	99.98	99.71	99.82	99.35	100.0	100.05	99.23	99.37	99.89	99.22

④ 我国的硅藻土以适于作催化剂的直链藻较多,适于作助滤剂的圆藻类较少。

因此,虽然我国的硅藻土资源和储量都大,但总体质量欠佳,成品矿产率较低,采选和加工成本较高,在工业使用方向上也应与国外有所差别。

2 硅藻土的开发利用现状

对硅藻土的认识和利用始于 1863 年德国的汉诺威,最初用于吸收硝化甘油,经过十九世纪后 30 年的努力,硅藻土在工业上用于过滤的技术才基本成熟,进入 20 世纪,西方的主要硅藻土生产国美国、德国、法国、丹麦等的硅藻土工业稳定而持续发展,到了 50 年代,产品品种已相当丰富,应用遍及经济和生活各领域、用于过滤,保温材料,填料和催化剂载体等领域,产品结构已基本定型,产品总量达 100 万吨,在随后的年代里,硅藻土工业随世界经济发展而继续发展。到 1975 年总产量达 140 万吨,1984 年为 152 万吨,1988 年达 186 万吨。进入 90 年代初中期,总产量有所回落,在 145 万吨到 160 万吨之间波动。

2.1 国外硅藻土产品开发现状

2.1.1 助滤剂

表2 中国主要矿区硅藻土的化学组成(%)

	山东 临朐县	吉林 长白县	吉林 海龙县	吉林 桦甸县	吉林 抚松县	浙江 嵊县	四川米易 县新民村		四川米易 县回汉村		湖北 随县	吉林 敦化县 高松树	云南 寻甸县	吉林 永吉 县	吉林 敦化县 秋梨沟	云南 腾冲 盆地	云南腾冲 县团田	云南临 沧勐托	云南临 沧双江
							原土	精土	原土	精土									
SiO ₂	74.56 86.53	92.75 93.96	57.5- 76.12	88.47	73.07	90.30	64.83 86.86	67.68 85.58	61.61 87.46	71.70	55- 70	61.19	60.65	62.2	59.64	68.18- 83.40	60.16- 76.54	59.16- 77.46	
Fe ₂ O ₃	3.91	0.50	3.09- 11.83	0.34	3.28	0.62	1.94- 7.12	0.2	7.31	2.74	2.5	8.08	8.3	4.88	4.92	2.16- 3.03	1.41- 8.86	1.52- 9.56	
Al ₂ O ₃	9.01	2.57	8.13- 19.14	3.23	7.37	3.27	17.06 3.96	3.96	15.76 1.33	5.40	-	12.60	19.9	14.6	16.80	9.70- 13.27	12.72- 23.23	11.30- 23.58	
CaO	1.37	0.24	0.70	-	2.66	0.27	0.8	0.41	1.20	-	1.5	5.29	0.9	1.49	-	0.10- 0.50	0.10- 0.50	0.25- 0.62	
MgO	1.13- 2.01	0.19	1.0	-	0.51	0.29	1.64 0.17	0.17	1.65 0.23	-	1.5	1.63	1.4	-	-	-	0.46- 1.37	0.59- 1.10	
TiO ₂	-	-	-	-	-	-	-	-	0.53	-	-	1.14	-	-	-	-	-	-	
SO ₃	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.47	-	-	-	-	-	-	
Na ₂ O	-	-	-	-	-	-	-	-	1.10	-	1.5	0.10	-	-	-	-	-	-	
P ₂ O ₅	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.72	-	-	-	-	-	-	
微量组分	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.026	-	-	-	-	-	-	
烧失量	5.66	2.89	6.92	6.45	8.67	3.69	5.32	-	7.26	3.89	-	1.73	-	-	-	7.47- 10.14	7.36- 10.84	5.18- 9.62	

在硅藻土制品中,助滤剂品种最多,用途最广,用量最大。在国外,硅藻土制品中助滤剂占64%~66%,品种达150余种,广泛用于酒饮业、医药业、油脂业、生活用水和工业用水过滤、工业废水处理、肥料、精细化工产品、糖类及调味类的过滤等。目前世界硅藻土助滤剂总产量在106万吨,其中:美国产43万吨,居世界首位,西欧产30万吨,其次为日本、韩国、罗马尼亚、俄罗斯、墨西哥、澳大利亚等。助滤剂的主要生产因其产品已系列化,可适用于不同流程及清澈要求的过滤。

2.1.2 填料

国外硅藻土填料的消费约占硅藻土制品总量21%~23%,美国的硅藻土填料消费量在总量中的比例近年呈缓慢下降趋势,但年产量仍在10万吨左右,法国生产高白度的硅藻土填料,德国用本原料生产油漆、塑料填料和炸药吸收剂等,每年产量数万吨,约占总产量的50%。

2.1.3 建材和保温绝热材料

国外的硅藻土建材和保温材料生产国有丹麦、罗马尼亚、俄罗斯、日本、英国等。其制品主要有隔热砖、硅酸钙制品、粉料、硅钙板、水泥添加剂以及泡沫玻璃、轻质骨料、沥青路面混合料添加剂等。

2.2 国内硅藻土产品开发现状

硅藻土的开发利用在我国从60年代起步,目前全国共有硅藻土制品八大系列,几十个产品,上百种规格,据1997年的统计资料,我国硅藻土制品产量为25万吨,仅次于美国(70.5万吨),居世界第二位,高于丹麦(9.2万吨)、德国(8.5万吨)、韩国(8万吨)和墨西哥(5.6万吨)。

虽然我国硅藻土制品产量不低,但只有少数产品达到国际水平,大多数产品质量还有待提高。当前,我国硅藻土产量上万吨的主导产品有6项:即水泥混合材料、保温材料、助滤剂、功能填料、钒催化剂载体。产量不足万吨的产品有吸附剂、农药载体、微孔玻璃、各类填料(塑料、化肥、橡胶、磨擦材料)、饲料添加剂等,正在推广应用的有沥青改性剂和新型墙体材料。

2.3 我国硅藻土工业与发达国家的主要差距

第一,西方国家经过百多年对硅藻土的认识和开发应用,其制品的应用已进入国家经济和人民生活众多领域,而且品种多,应用范围极广。而我国则品种少,应用领域不多,造成人均消费量低,以助滤剂为例,1994年我国消费助滤剂仅28克,而美国为1530克,是我国的55倍。虽然这几年我国的消费量有所增加,但与发达国家存在几十倍的差距是肯定的。

第二,从生产规模讲,美国的硅藻土公司一般有数万吨到30万吨的生产规模,助滤剂生产线一般有3~6万吨/年的生产能力,最小达1.5万吨/年,而我国硅藻土企业规模一般都较小,除少数合资企业有1.5万吨的能力外,国内设计最大的助滤剂生产线仅5000吨/年。我国最具规模的微孔硅酸钙保温材料厂,生产能力为2.5万立方米/年。一般仅三、四千立方米,而丹麦的一般生产线生产能力就有1.25~2.5万立方米/年。

除发达国家生产规模大外,其生产的机械化,自动化程度也高,劳动生产率高,以美国Lompoc助滤剂厂为例,人均劳动生产率为2700多吨,而我国人均劳动生产率仅40吨,仅为美国1/60。

3 硅藻土及制品市场发展前景

硅藻土的应用,必须随世界科技和经济的发展而发展,2000年世界硅藻土总量达200万吨左右,其中,助滤剂的增长幅度最大,其次是轻质隔热材料和其它精细化工产品,消费增幅大的地区在北美、西欧、南非、中东、东亚和东南亚。

在国内市场,硅藻土助滤剂将以较快速度增加,除稳定产品质量和推出新型号的同时,还应把眼光更多地转向啤酒以外的领域,并不断地引进和拉动其它领域消费的增长。同时,硅藻土功能性填料和涂料也将会有较大的发展,催化剂载体生产,在今后一段时间有缓慢增加。保温材料面临大宗低档产品的换代以及高性能产品的开发和推广。硅藻土的化工利用已经作为一个重要的方向受到关注,预期不久将会取得大的进展,新的市场也会随之形成。

几种主要产品的市场分析及预测

3.1 助滤剂

在今后相当的一段时间内助滤剂仍将是硅藻土制品中产值较大,市场前景最大。

在今后10年内,我国硅藻土助滤剂的消费仍将以较大的增长率持续增加,远超过世界的平均水平(2%~3%),而达到8%~10%,未来我国市场需求预测如表3所示

表3 我国硅藻土助滤剂市场需求及预测 单位:万吨

用途	实际发生的						未来预测			
	1989年		1994年		1995年		2000年	2010年		
	消费量	其中进口	消费量	其中进口	消费量	其中进口				
酒饮类	0.50	0.096	2.25	0.22	2.745	0.22	4.0-4.5	6.5-7.2		
其中啤酒	0.45	0.072	1.95	0.20	2.095	0.20				
睛纶生产	0.09	0.032	0.11	0.038	0.11	0.038			0.20	0.25
海洋生物胶	/	/	0.07		0.10				0.30	0.50
油漆基料	/	/	0.04		0.04				0.10	0.15
医药过滤	0.02	/	0.38		0.45				1.40	2.10
其它	0.03	0.007	0.30		0.35				1.20	1.80
总计	0.86	0.285	3.37	0.258	3.775	0.258	7.20-7.70	11.30-12.00		

3.2 催化剂载体

可以用作催化剂载体的材料相当广泛。在石油工业中用的催化剂载体、吸附剂,主要有3A、4A、5A、15X分子筛、活性氧化铝、活性白土、活性炭、硅胶等,基本上不选择硅藻土作载体。为了发展我国的石化工业,上列各种类型的载体我国已经形成批量生产能力。调查表明,我国石化和化肥生产中用硅藻土作催化剂载体的不多,年用量不到200吨,且没有扩大的迹象,目前和今后用量最大的硅藻土催化剂载体仍将是硫酸生产的钒催化剂。但至2010年,硫酸生产即便达到3000万吨规模,其钒催化剂用量也不超过6000吨。钒催化剂现有的生产能

力已经基本满足那时的需要。其时硅藻土精土的需求量最多不过 3900 吨,这种生产能力,目前也已具备。

3.3 功能性填充剂

由于硅藻土易粉碎,有一定的强度,流动性好,在液体中沉降速度慢,及有多孔吸附性,精土色白、无毒性,故是良好的填充剂。世界各国硅藻土用作填料,年耗量多约占总产量的 20%左右,仅次于助滤剂耗量。从目前我国来看,硅藻土作为填充剂的用量比例还很小,特别是在橡胶、颜料、造纸、农药、涂料等工业上的应用,仍处于开始阶段,其发展前景十分可观。

3.4 轻质保温材料

随着冶金、建材工业的迅速发展需要大量的高强耐火、隔热材料,而国内保温砖产品单一,质量低,目前我国仍要大量进口解决。因此,使用优势资源开发新型高强轻质硅藻土系列保温制品,将会有广阔的前景,同时,随着我国建筑业向高层宽敞方向发展,急待解决质轻、高强的建筑材料。就此,使用低品位的硅藻土大批生产轻质隔墙砖,也将产生巨大的经济效益。

我国硅藻土保温隔热材料工业正面临调整和改造。目前的情况是大宗生产的普通隔热砖强度低,高温下多粉化,使用周期短,其使用范围受到限制,现有生产能力已超过市场需求;而一些高档保温隔热制品尚需进口;但另有某些新型高质量的保温材料如微孔硅酸钙,强轻质硅铝保温砖等已批量出口,但远未能满足国际市场的需求。因此,硅藻保温隔热材料向高性能,多用途方向发展,同时逐步减少普通隔热材料的生产,已成为今后发展趋势。

3.5 硅酸钙绝热制品

电力系统是主要使用部门,我国已形成年 20 万 m^3 的生产能力,1994 年实际生产量为 15 万 m^3 左右。电力部门用量 1995 年为 7.1 万 m^3 ,2000 年为 10 万 m^3 。此外,冶金、石油、化工等行业硅酸钙用量也较大,1995 年的消费量为 9 万 m^3 左右,2000 将达到 12 万 m^3 。

表 4 微孔硅酸钙国内需求量预测 单位:万 m^3

年份	1989	1994	1995	2000	2010
需求量	10.6	15.0	16.0	22.3	44.0

3.6 硅藻土隔热砖

冶金系统用量占总消费量的 60%。另 40%用于其它行业的设备,窑炉保温隔热。其中,普通型隔热砖市场萎缩;高强轻质型隔热砖产销形势较好,并逐步替代日本、丹麦的产品,生产稳步增长,并向系列化和国际标准接轨方向发展。这两类砖的未来需求如下表 5

表 5 我国硅藻土隔热砖产量及需求预测 单位:万吨

产品名称 \ 年份	1990	1994	1995	2000	2010
普通硅藻土砖	2.8	2.2	82.0	1.9	1.0
高强硅藻土砖	0.65	1.60	2.50	5.25	23.0

3.7 玻璃工业应用

硅藻土的本质是含水的非晶质二氧化硅,是轻质硅氧,其熔融点为1600℃左右,低于石英熔点(1700℃),故是玻璃工业的节能原料,其需用量也很广阔。

硅藻土属我国资源优势的矿种,我国的硅藻土工业区处于发展成长期,但目前开发水平还不高,除少数产品达到国际水平外,大多数产品质量还待提高,从资源优势转化为产品优势和经济优势的发展空间虽然很大,但要想在国际市场占优势还须付出较大的投入和努力。

参 考 文 献

- [1] 徐则达, 帅正州. 矿产资源战略分析—硅藻土. 1989
- [2] 中国地质矿产经研院. 矿产品市场分析及发展前景研究报告. 1997
- [3] 福建地矿信息中心. 地矿信息导报. 2000

Diatomite Resource and Its Situation of Development and Utilization

Luhao

(Department of Land and Resources of Zhejiang Province, Hangzhou, 310007)

Abstract

This paper introduced the general situation and characteristics of diatomite, as well as the current situation of development and utilization, and analyzed the prospects for the markets of diatomite and its processed products.

Key words: diatomite, resource, development and utilization