

## 【试验研究】

## 吉林敦化地区硅藻土矿石加工与应用研究

马 晶<sup>1</sup>, 马 雪<sup>2</sup>, 王一楠<sup>3</sup>

(1. 吉林东北亚国际工程技术集团有限公司, 吉林 长春 130000; 2. 中国建筑材料工业地质勘查中心吉林总队, 吉林 长春 130033; 3. 吉林省第一地质调查所, 吉林 长春 130031)

【摘 要】本文作者较系统的论述了吉林省敦化地区硅藻土矿产资源情况及产品试验研究, 对低品级硅藻土的综合利用具有一定的参考价值。

【关键词】硅藻土; 建筑材料; 光触媒硅藻泥轻质高强板

【中图分类号】TD976.5

【文献标识码】A

【文章编号】1007-9386(2019)02-0030-02

硅藻土俗称山粉、化石粉或放射虫粉, 是一种重要的高效非金属矿产, 具有孔隙度大, 吸附力强等诸多优点, 在建材、轻工、化工、石油、食品及环保领域应用广泛。硅藻土是以生物沉积为主、机械沉积为辅的内陆盆地淡水湖泊相沉积矿床, 在世界上分布广泛, 我国吉林长白—临江的马鞍山、西大坡、六道沟、十七道沟一带, 即是少有的世界级硅藻土矿床富集地, 已查明储量的硅藻土矿产地有16处, 探明优质硅藻土储量1.96亿t, 远景储量4.8亿t。而在我国的郊河、敦化、抚松、和龙一带则分布着大面积的低品级硅藻土矿藏, 分布面积2 000km<sup>2</sup>。吉林省敦化地区已累计查明资源储量1.1亿t。通过本地区硅藻土矿石的加工应用研究, 对指导吉林省郊河、敦化等地区低品级硅藻土矿石的加工应用具有一定的指导意义。

## 1 资源概况

本区所处大地构造位置是天山—兴安地槽褶皱区(I)吉黑褶皱系(亚I)吉林优地槽褶皱带(II)敦化隆起(III)中西部。地层区划属滨太平洋地层大区, 鸡西—延吉地层分区, 延吉—珲春小区。受敦化—密山断裂构造控制的新生代断陷盆地为本区含矿地层新生界新近系中新统土门子组(N<sub>1</sub>t)的沉积提供了有利场所, 盆地基底为晚三叠系—二叠纪吉祥单元中粗粒二长花岗岩, 其上为新生代新近纪中新统土门子组碎屑沉积、生物沉积、火山喷发沉积建造, 主要由砂岩、硅藻土、含硅藻粘土及玄武岩组成, 硅藻土矿层即赋存于土门子组地层之中, 硅藻土资源分布广泛。

## 2 矿石质量

矿石呈灰白—灰色, 泥质生物结构, 微层状、块状构造, 以块状构造为主。主要矿物组分由硅藻、高岭石、长石、石英、云母、菱铁矿等矿物组成。硅藻

成分为蛋白石, 非晶质, 种属以直链藻(图1)为主, 其次为轮盘藻, 少量直杆藻, 硅藻含量最高73.70%, 最低47.60%。高岭石含量12.40%~25.50%, 云母含量2.40%~7.30%, 石英含量13.10%~28.20%, 长石含量18.20%~38.9%, 菱铁矿含量0.90%~4.10%。

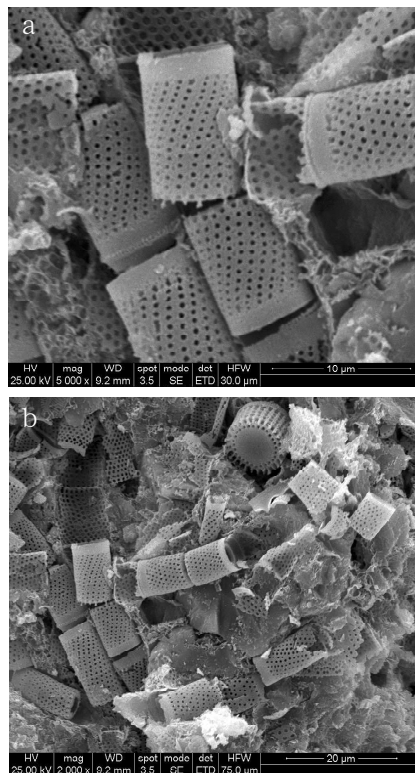


图1 直链藻镜下特征

硅藻粘土各矿物组分X—射线衍射物相分析结果见表1。

矿石化学成分主要由SiO<sub>2</sub>、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、LOI组成, 矿石中主要有益组分为SiO<sub>2</sub>, 有害组分为Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、CaO、LOI。SiO<sub>2</sub>含量

表1 硅藻粘土矿石物相分析结果 (单位: %)

原编号	非晶质	云母	高岭石	石英	长石	菱铁矿
ZK0201-XT03	24.70	4.10	16.40	13.10	37.90	3.80
ZK0104-XT01	19.90	7.30	25.50	28.20	18.20	0.90
ZK0104-XT02	33.00	2.40	12.40	14.90	33.20	4.10
ZK0104-XT03	15.20	5.20	22.30	15.40	38.90	3.00
ZK0505-XT02	35.50	4.00	15.20	11.50	31.80	2.00

55.00%~74.97%; 矿石有害组分 $\text{Al}_2\text{O}_3$ 含量12.74%~21.84%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 含量2.16%~9.75%,  $\text{CaO}$ 含量0.63%~1.63%, LOI含量1.35%~9.25%。矿石物性特征见表2。

表2 硅藻粘土矿石物性特征

物性特征	松散干容重 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	堆密度 ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	粒度 / $\mu\text{m}$	pH值	干体积 质量 ( $\text{t}/\text{cm}^3$ )	湿度 /%	比表 面积 ( $\text{m}^2/\text{g}$ )	耐火度 / $^\circ\text{C}$
数值	0.46	0.95	16.56~17.70	7.54	1.17	22.24	25.45	<1 220~1 320

### 3 矿石加工与应用研究

#### 3.1 试验产品

试验产品名称为光触媒硅藻泥轻质高强板, 由基板和涂敷在基板表面上的光触媒层构成, 基板的成分为: 硅藻土50%、生石灰10%、水泥20%、增强纤维20%, 光触媒层的成分和质量百分比为: 石墨相氮化碳5%、表面活性剂5%、粘合剂3%, 余量为水。增强纤维为草浆, 石墨相氮化碳的粒度为 $5\mu\text{m}$ , 表面活性剂为聚乙二醇, 粘合剂为108胶。

#### 3.2 试验产品制备

(1) 制备料浆: 按照试验产品配方, 在逆流式搅拌机中先加入水, 再放入纤维, 边搅拌边投放硅藻土、生石灰、水泥, 搅拌10~15min, 料浆的质量浓度为18%~22%, 得到的料浆用渣浆泵输入贮浆机。

(2) 制板: 贮浆机内的料浆通过渣浆泵送入预搅拌罐, 启动流浆箱刷平辊、挡浆辊, 预搅拌罐将浆料铺在毛布上。毛布上铺的料浆层脱水后, 经过成型筒与胸辊挤压, 在成型筒上缠绕成坯, 当成型筒表面板坯成型达到所需的厚度时, 切断成型筒上的环形板坯料, 由接坯机将整张板坯带出。

(3) 养护: 将板坯在养护窑内进行养护, 窑内温度不超过50~60 $^\circ\text{C}$ , 冬季养护时间不低于15h, 夏季不低于12h。

(4) 蒸压: 将经养护后脱模的养护板装入蒸压釜中进行蒸压, 蒸压温度为195 $^\circ\text{C}$ , 升压4h至1.0MPa, 恒压14h, 再降压4h至常压。

(5) 干燥: 将蒸压后的板坯放入烘干机内进行烘干, 烘干机内温度为110~140 $^\circ\text{C}$ , 压力为0.8MPa以

上, 开启输送辊台进行送板, 不同厚度板材需调整变频器相应频率控制主传动速度, 不同厚度板材在烘干机内干燥时间不同。5~8mm板材主传动频率应为29Hz, 干燥时间为80min。

(6) 磨边倒角(锯边): 对干燥后的板材磨边倒角, 长度为 $2\,440\pm 3\text{mm}$ , 宽度为 $1\,220\pm 3\text{mm}$ , 对角线长度为 $2\,728\pm 1\text{mm}$ 。其厚度误差分别如下: 砂光板 $\pm 0.5\text{mm}$ 、单面砂光板 $\pm 0.4\text{mm}$ 、双面砂光板 $\pm 0.3\text{mm}$ 。

外观质量要求为: 正表面不得有裂纹、分层、脱皮、起泡, 砂光面不得有未砂部分; 背面砂光板未砂面积小于总面积的5%; 掉角长度方向 $\leq 20\text{mm}$ , 宽度方向 $\leq 10\text{mm}$ , 且一张板 $\leq 1$ 个; 掉边深度 $\leq 5\text{mm}$ 。

(7) 砂光: 用砂光机对磨边倒角厚的板材进行砂光, 得到基板。

(8) 光触媒硅藻泥轻质高强板的制作: 按配比将石墨相氮化碳、表面活性剂、粘合剂和水混合均匀, 制成水基石墨相氮化碳悬浮液。将石墨相氮化碳悬浮液涂敷在基板的表面形成水基膜, 即得到光触媒硅藻泥轻质高强板。优选石墨相氮化碳基膜的厚度为0.2mm。

#### 3.3 试验产品测试

试验制备的光触媒硅藻泥轻质高强板产品, 经国家建筑材料测试中心检验检测, 各项技术指标检测结果见表3。

表3 光触媒硅藻泥轻质高强板检验检测表

检验项目	标准要求	检验结果
密度/( $\text{g}/\text{cm}^3$ )	$0.96 < D \leq 1.20$	1.1
含水率/%	$\leq 10$	9.9
湿涨率	$\leq 0.25$	0.17
抗折强度	IV级/MPa	$\geq 10$
	纵横强度比/%	$\geq 58$
导热系数/[W/(m·k)]	$\leq 0.25$	0.13(平均温度25.1 $^\circ\text{C}$ )
燃烧性能	炉内平均温升/ $^\circ\text{C}$	$\leq 50$
	平均持续燃烧时间/s	$\leq 20$
(A级)平均质量损失率/%	$\leq 50$	18
放射性核素限量	内照射指数 $\text{IRa} \leq 1.0$	0.12
(A)类装饰装修材料	外照射指数 $\text{Ig} \leq 1.3$	0.15
甲醛净化性能/%	—	90
甲醛净化效果持久性/%	—	79
$\text{SO}_2$ 净化效率/%	—	81
$\text{NO}_2$ 净化效率/%	—	95.1
$\text{CO}_2$ 净化效率/%	—	84.2

检验检测标准根据JT/T564.1-2008《纤维增强硅酸钙板第1部分: 无石棉硅酸钙板》; GB8624-1997《建筑材料燃烧性能分级方法》; (下转第56页)

表2 龙头矿区矿石多元素分析结果 (单位: %)

检测编号	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	CaO	MgO	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	LOI
W15010649	47.43	11.36	5.95	1.76	2.12	0.46	0.30	0.67	0.031	29.09
W15010650	45.71	11.03	7.48	0.77	1.93	0.34	0.34	1.45	0.033	25.86
W15010651	38.99	9.55	7.58	0.81	2.02	0.38	0.65	1.06	0.034	37.73
W15010652	42.51	8.93	6.50	0.85	1.86	0.19	0.53	0.96	0.034	37.42
W15010653	50.16	9.89	5.39	0.81	1.59	0.98	0.22	0.57	0.032	29.74
W15010654	51.35	8.36	6.51	0.53	1.73	0.38	0.30	1.07	0.033	28.88
W15010655	39.37	4.92	2.46	0.20	0.88	0.21	0.25	0.51	0.025	49.72
W15010656	42.46	8.03	6.40	0.46	2.07	0.32	0.07	0.60	0.055	38.58
W15010657	34.49	7.44	5.19	0.35	2.22	0.47	0.12	0.58	0.023	38.08
W15010658	43.17	8.22	7.66	1.05	2.09	0.10	1.91	1.39	0.053	31.63

造。片麻状构造主要是片麻岩中暗色矿物呈定向排列；块状构造是指矿石中的黄铁矿等金属硫化物呈团块分布；条带状构造是指矿石中金属矿物与脉石矿物呈条带状沿矿脉走向相间分布。

根据地表出露和钻孔岩心观察，风化深度不超过20m，其中强风化淋滤带2~5m。矿石中主要有用组分为固定碳，以晶质石墨形态存在，呈鳞片状，片径0.01~0.15mm，属晶质石墨，赋矿岩石为各类片麻岩。因此，矿石类型为片麻岩型晶质石墨矿。

### 3 找矿前景分析

本区主要为细鳞片晶质石墨矿，查明石墨矿物量125.4wt，平均品位6.06%，为一大型晶质石墨矿产地，能满足矿山建设规模的需要。此区域矿带上的石

墨矿已有生产，但大多为私人的粗放开发，也有做过选矿试验的，得到了可选性的评价，但细鳞片晶质石墨矿从目前市场来看选矿中精矿基本都为中碳石墨，筛余量也仅达到中碳石墨标准，建议在石墨矿后续开发生产中研究如何提高细鳞片晶质石墨矿的价值。

本区石墨矿体赋存在下元古界陡岭群大沟组以片麻岩为主的变质岩系中，主要含矿岩性为角闪斜长片麻岩、黑云斜长片麻岩、含石墨片麻岩、石墨片岩及石墨片岩透镜体。矿区的东部大沟组地层中发现多个矿点，经踏勘发现矿体规模较大，其中尹家沟、九槽沟一带已申请省地勘基金项目获批并取得了较好的找矿成果，显示了良好的找矿前景，陡岭群大沟组石墨矿带可作为下一步的工作方向，预测矿床规模为特大型。

### 【参考文献】

- [1]胡伟,喻广军,王昊,等.河南省淅川—西峡线龙头石墨矿普查报告[R].河南省有色金属地质矿产局第三地质大队,2015.
- [2]于吉林,邱冬生.河南省石墨成矿地质特征及远景预测[J].中国非金属矿工业导刊,2012(4):60-62.
- [3]罗铭玖,黎世美,卢欣祥,等.河南省主要矿产的成矿作用及矿床成矿系列[M].北京:地质出版社,2000:327-329.
- [4]全保信,卓立宏.南阳地区石墨资源概况及开发前景[J].南都学坛(自然科学版),1990(6):75-77.
- [5]陈鹏,陈鑫,苏业良.西峡县大路沟石墨矿床地质特征及找矿前景[J].中国非金属矿工业导刊,2016(3):51-53.

【收稿日期】2018-06-28

(上接第31页)

GB6566-2010《建筑材料放射性核素限量》；JT/T1074-2008《室内空气净化功能涂覆材料净化性能》。

从表3可以看出：本试验制备的光触媒硅藻泥轻质高强板，经检测湿胀率0.17%，低于标准值32%；抗折强度13.3MPa，高出标准值23%；纵横强度比高出标准值19%；导热系数0.13W/(m·k)，低于标准值48%；甲醛净化性能达到90%；甲醛净化效果持久性达到79%；SO<sub>2</sub>净化效率81%，NO<sub>2</sub>净化效率95.1%，CO<sub>2</sub>净化效率84.2%。

### 3.4 试验产品性能

光触媒硅藻泥轻质高强板板是一种集功能性、环保性、艺术性于一体的新型健康环保的装饰材料。具有清除甲醛等有害成分的功能，具有呼吸调湿的功能。产品使用寿命超长达30年以上。

墙面具有自洁功能，不吸附灰尘；吸音降噪、阻隔音量；隔热节能；防火阻燃；色彩柔和，不易使眼

睛疲劳。

### 4 结语

通过本产品试验测试与研究，为吉林省敦化地区低品级硅藻土的加工与应用方向及新型建筑材料的发展提供了理论指导，为促进我国新型结构材料的发展提供了新的领域。

### 【参考文献】

- [1]彭玉鲸,唐守贤.吉林省区域地质志[M].北京:地质出版社,1988.
- [2]殷长建,纪春华.1/25万敦化市幅区域地质调查报告[R].吉林省地质调查院,2004.
- [3]陈尔臻,张宁克.中国主要成矿区(带)研究(吉林省部分)[R].吉林省地质矿产勘查开发局,2000-2001.
- [4]陈毓川,朱裕生.中国成矿区(带)的划分[R].中国地质科学院矿产资源所,2006.
- [5]马玉胜,马雪,杨雷.长白—临江地区硅藻土矿床特征及成因浅析[J].中国非金属矿工业导刊,2011(S1):18-19,81.
- [6]刘吉,孙立岩,齐美,等.临江市五道沟硅藻土矿床地质特征及成因浅析[J].中国非金属矿工业导刊,2013(S1):11-13,29.
- [7]杨殿宇,齐美,李鑫,等.临江市双山子硅藻土矿床地质特征及成因浅析[J].中国非金属矿工业导刊,2014(3):44-46.

【收稿日期】2018-04-19