

· 方法与应用 ·

干法提纯新疆天然钠基膨润土制备防水毯原料的研究和经济分析

王志强¹, 舒 锋¹, 谢爱虎²

(1. 中国非金属矿工业公司, 北京 100035; 2. 湖北中非膨润土有限公司, 湖北 鄂州 436000)

摘 要: 采用新疆天然钠基膨润土作为防水毯颗粒原料, 通过中试和 1:1 工业实验对原矿进行干法提纯, 测试确定了最佳提纯工艺生产条件。实验证明, 在最佳条件之下, 产品的各种性能较原矿均有较大提高; 在不添加任何其他辅料的情况下膨胀指数和吸蓝量就可以达到防水毯产品原料标准。相比湿法提纯工艺, 该项研究可以直接指导工业生产, 有十分重要的实际意义和经济意义。

关键词: 膨润土; 干法提纯; 防水毯; 经济分析

中图分类号: P579; TD875⁺.5

文献标识码: A

文章编号: 1000-6524(2009)01-0093-04

A study and economic analysis of geosynthetic clay liner materials made of dry purified Na-bentonite from Xinjiang

WANG Zhi-qiang¹, SHU Feng¹ and XIE Ai-hu²

(1. China National Nonmetallic Minerals Industrial Corporation, Beijing 100035, China;

2. Hubei Zhongfei Bentonite Co., Ltd., Ezhou 436000, China)

Abstract: Using Na-bentonite from Xinjiang as materials of geosynthetic clay liner (GCL), the authors performed the dry purification middle test and industrial test to determine the best production condition. The results prove that, under the best condition, the performance of the product is greatly improved, and the expansion index and the methylene blue adsorbed by bentonite can reach the GCL product standard without the addition of any subsidiary materials. The outcome obtained by the authors can be used to directly guide industrial production and hence have a very important practical and economic significance.

Key words: bentonite; dry purification; GCL; economic analysis

新疆地处盐碱地带, 受气候和环境的影响, 区内膨润土多为天然钠基膨润土, 其资源储量相当大。防水毯作为一种新型防水材料, 用途广、性能优越、市场前景良好(蒋正武, 2004; 宗培新, 2005a)。目前国内大多数防水毯企业采用的是人工钠基膨润土。大量研究表明, 经过改性的人工钠基膨润土在半年左右其膨胀性能会严重退化, 防水性能也随之减弱, 为工程防水埋下严重的隐患(宗培新, 2005b; 鞠建英, 2006; 周建根等, 2006)。针对该情况, 本文

拟对新疆某处优质天然钠基膨润土原矿进行深入的研究, 采用适当的方法进行提纯后用作防水毯颗粒原料生产防水毯, 并对生产工艺进行了经济分析。

1 实验原料

取新疆某处优质天然膨润土原矿, 在中国地质大学(武汉)进行 X 射线粉晶衍射分析(图 1)和半定量成分分析。实验仪器为荷兰 X'Pert PRO 衍射仪,

编号 DY2198, 测试温度 20℃, 湿度 50%, JCPDS 卡片 (国际粉末衍射标准联合委员会)。结果显示, 该原矿属于天然钠基土 (实验方法 JC/T 593-1995), 但是品位不高, 蒙脱石含量为 56%, 平均不到 60%, 杂质主要为石英, 含量高达 28% (其他矿物含量较低, 伊利石占 10%, 长石 3%, 石膏 3%, XRD 图谱显示不出), 膨胀指数仅为 18 mL/2g。根据钠基膨润土防水毯标准要求 (膨润土实验方法, JC/T 593-1995; 钠基膨润土防水毯, JG/T 193-2006), 该矿品位和膨胀性能偏低, 用作膨润土防水毯材料, 必须要进行提纯。

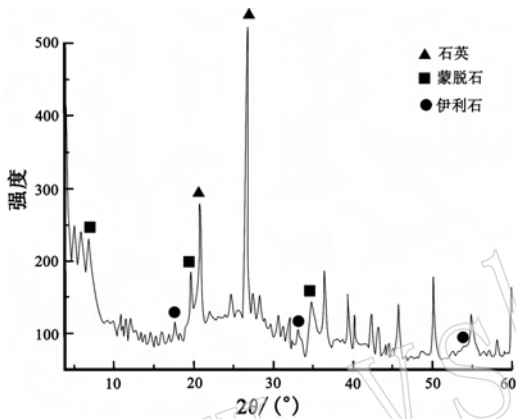


图1 新疆天然钠基膨润土原矿 X 衍射图谱
Fig. 1 X-ray pattern of Xinjiang Na-bentonite

膨润土的提纯大体上分为两类: 湿法提纯和干法提纯 (侯梅芳等, 2002)。业内认为, 低品位的膨润土一般采用湿法提纯 (赵文涛等, 2005; 卫敏等, 2005), 而高品位的膨润土 (85% 以上) 则采用干法提纯。因此, 该矿不适宜进行干法提纯。但是, 新疆地区又严重缺水, 湿法提纯用于生产的可能性不大。干法提纯尽管缺乏理论依据, 但是工业上相对可行。经过分析, 该矿主要杂质为石英, 其硬度和密度与蒙脱石相比有较大差异, 粉磨和分级可以把杂质石英提纯出来, 因此该矿有干法提纯的可能性。

为进一步验证原矿干法提纯的可能性, 采用湿法沉降出原矿中的杂质, 并对杂质进行湿筛筛析, 其粒度分布见表 1。由表 1 可知, 尽管干法提纯存在可能性, 但是杂质粒度过细显然增加了提纯的难度, 因此须进行干法提纯的中试和 1:1 工业实验。

2 实验方法和实验结果

2.1 实验设备和原料

实验设备有 70 型、260 型超细机械粉碎机和 F

表 1 原矿杂质粒度分布

Table 1 Impurity granularity distribution of raw ore

粒度/mm	质量/%
+1.190	1.73
-1.190 ~ +0.590	1.05
-0.590 ~ +0.297	1.35
-0.297 ~ +0.150	10.16
-0.150 ~ +0.074	6.60
-0.074	79.11

型、M 型自分流式微粉分级机。

实验原料为新疆天然钠基膨润土, 经过晾晒水分小于 10%。

2.2 干法提纯工艺

干法提纯工艺由粉磨工艺和分级工艺组成。原矿经过粗碎后由进料装置进入粉磨机主机, 根据需要磨至一定细度之后进行分级。物料由进料系统进入自分流分级室, 与空气充分混合成流态化, 在自分流分级区内, 大部分粗颗粒和比重大的颗粒被分离; 细粉夹带少量粗颗粒被上升气流带入涡轮分级区, 在分级轮离心力和风机抽力的作用下, 实现粗细粉的二次分离, 合格的细粉经分级轮由细粉捕集系统收集, 粗颗粒在离心力及重力的作用下沿筒壁下滑, 最终两次分离的粗粉从分级机下端卸料阀排出, 细粉即为需要的产品。

2.3 中试方案和实验结果

根据干法提纯的要求, 在 12 t 原矿中代表性地取出部分进行中试实验, 确定最佳条件后, 进行 1:1 工业实验。中试用原矿均分为 3 部分, 编号为 A、B、C, 每种各约 1 t, 各样的提纯加工工艺为: A 样, 采用 70 型超细机械粉碎机磨粉过 74 μm 筛后, 用 F 型自分流式微粉分级机分级提纯, 分级点为 20 μm、30 μm; B 样, 采用 70 型超细机械粉碎机磨粉过 47 μm 筛后, 用 F 型自分流式微粉分级机分级提纯, 分级点为 10 μm、20 μm; C 样, 采用 70 型超细机械粉碎机磨粉过 33 μm 筛后, 用 F 型自分流式微粉分级机分级提纯, 分级点为 10 μm、20 μm。

膨胀指数和吸蓝量是膨润土防水毯原料重要的指标之一, 标准 (钠基膨润土防水毯, JG/T 193-2006) 要求必须分别达到 24 mL/2g 和 30 g/100g。由于膨胀指数指标可以直接反映提纯效果, 因此, 提纯完毕, 取样测试其膨胀指数, 以此确定最佳工艺, 测试结果见表 2。

表2 A、B、C各种粉料膨胀性能

Table 2 Expansion indices of powders of products A, B and C

名称	粒度/ μm	膨胀指数/ $\text{mL}\cdot(2\text{g})^{-1}$	所占比例/%
A 样	-20	21.0	33.6
	+20	16.5	66.4
	-30	21.5	42.0
	+30	16.0	58.0
B 样	-10	22.0	30.0
	+10	16.0	70.0
	-20	22.5	43.0
	+20	15.0	57.0
C 样	-10	24.5	33.0
	+10	15.0	67.0
	-20	22.5	59.1
	+20	15.5	40.9

2.4 1:1 工业实验方案和结果

由表2可以看出,随着磨矿粒度的变化,提纯后的产品质量随之变化,基本规律是原矿粉磨越细,提纯后的产品膨胀性能越好。根据C样测试数据所示,当磨矿细度达到 $33\ \mu\text{m}$,分级后 $<10\ \mu\text{m}$ 的产品质量可以达到国家标准 $24.0\ \text{mL}/2\text{g}$ (钠基膨润土防水毯, JG/T 193-2006)。

根据以上实验数据确认1:1工业实验工艺为:D样,总实验量为5 t,采用260型超细机械粉碎机磨粉过 $33\ \mu\text{m}$ 筛后,用M型自分流式微粉分级机分级提纯,分

级点为 $10\ \mu\text{m}$ 、 $20\ \mu\text{m}$,膨胀指数测试结果见表3。

表3 D样各种粉料膨胀性能

Table 3 Expansion indices of the powders of product D

粒度/ μm	膨胀指数/ $\text{mL}\cdot(2\text{g})^{-1}$	所占比例/%
-10	25.0	34.0
+10	14.5	66.0
-20	23.0	60.0
+20	15.0	40.0

2.5 实验结果分析

根据中试的C样和1:1工业实验的D样测试结果,当磨矿细度达到 $33\ \mu\text{m}$,分级后 $<10\ \mu\text{m}$ 的产品质量可以达到国家标准。实验表明,在该条件下,整套设备产量 $0.8\ \text{t}/\text{h}$ 。对D样在该工艺条件的产品进行X衍射半定量分析和吸蓝量分析,结果见表4。从表4可知,D样经过提纯之后,石英的含量大大减少,膨胀性能和吸蓝量显著提高,产品吸蓝量和膨胀指数可以达到,甚至超过国家标准(膨胀指数 $\geq 24\ \text{mL}/2\text{g}$ 、吸蓝量 $\geq 30\ \text{g}/100\text{g}$ 。钠基膨润土防水毯, JG/T 193-2006)。经过多次平行实验分析,确定该样提纯工艺为实验最佳工艺。工业生产时,工艺还要根据成本、回收率、电耗等因素综合考虑。

表4 新疆天然钠基膨润土X衍射数据

Table 4 X-ray phase analyses of Xinjiang Na-bentonite

	蒙脱石	伊利石	石英	长石	石膏	吸蓝量/ $\text{g}\cdot100\text{g}^{-1}$	膨胀指数/ $\text{mL}\cdot(2\text{g})^{-1}$
原矿	56	10	28	3	3	26.0	18.0
提纯矿	71	10	15	2	2	32.0	25.0

3 经济效益分析

单从可行性角度考虑,在严重缺水的新疆,对天然钠基膨润土进行干法提纯制备防水毯原料意义重大,这是湿法提纯无法做到的。如从经济角度分析考虑,同样会体现出干法提纯的优势,这样,该工艺不仅在新疆有优势,同样也可以在全国范围内推广。下面采用表格(表5)的形式对年产1万吨提纯土的两种提纯工艺进行简要的直接成本分析。从数据可以看出,采用干法提纯工艺固定资产投资略小于湿法工艺,但具有设备品种少、工艺简洁、不需要添加辅助药剂、无排污等优势。从数据中可知干法提纯每吨产品直接成本较湿法工艺少44元(24%)。对于年产1万吨的生产线,提纯成本则减少44万元,如

果生产上规模,效益更加明显。

4 结论

(1) 新疆天然钠基膨润土性能良好,十分适用于防水毯原料,但其杂质组成决定其需要进行提纯,且可以进行干法提纯。采用干法提纯吨产品直接成本较湿法可以节省24%,且投资少,工艺简洁,操作工种少,便于管理;同时,由于不另添加辅助药剂,没有污水排放,符合国家环保政策要求。

(2) 通过粒度分析,该矿杂质粒度较小,为保证提纯效果,必须将原矿粉磨到一定细度,才能保证蒙脱石与杂质解离。经过最佳工艺条件生产的提纯产品性能较原矿提高较大,各项指标可以达到国家防水毯原料标准。

表5 直接成本分析表
Table 5 Direct cost analyses

	干法提纯	湿法提纯	备注
提纯设备和设施	粉磨设备、分级设备各两套	造浆池1个、压滤机1台、干燥机1套、4R雷蒙磨1套	
全套设备总功率/kW	300	180	
全套设备价格/万元	90	100	
吨产品原矿消耗/元	45(回收率34%)	30(回收率50%)	原矿15元/吨
吨产品分散剂消耗/元	-	40(六偏磷酸钠)	6000元/吨
吨产品水耗/元	-	2	水1元/吨
吨产品煤耗/元	-	50	煤600元/吨
吨产品电耗/元	90	54	电0.60元/度
吨产品人员工资/元	7	10	人均工资1000元/月
吨产品直接成本/元	142	186	

注:水、电、煤等价采用新疆当地2008年1月数据,湿法提纯工艺的吨产品原矿消耗等数据依据武汉理工大学^①。

(3) 该提纯矿经过造粒之后,不需要添加任何辅助材料,即可以用于防水毯原料。由于采用天然钠基膨润土,未进行人工钠化改性,使用该原料生产的防水毯抗老化性能将会远远优于国内现有厂家生产的产品,预测该矿生产的防水毯产品市场将会十分广阔。

References

Hou Meifang, Bei Yan, Wan Hongfu, *et al.* 2002. Mineralogical properties of various bentonite in China [J]. *Rock and Mineral Analysis*, (21): 190~194 (in Chinese with English abstract).

Jiang Zhengwu. 2004. Research advances of application bentonite in building materials industry [J]. *China Non-metallic Mining Industry Herald*, (1): 16~18 (in Chinese with English abstract).

Ju Jianying. 2006. Some issues on application of geosynthetic clay liner [J]. *China Building Materials*, (12): 13~15 (in Chinese with English abstract).

Wei Min, Li Hongchao, Feng Ansheng, *et al.* 2004. Study on purification and modification process of bentonite [J]. *Industrial Minerals and Processing*, (3): 4~6 (in Chinese with English abstract).

Zhao Wentao, Li Lin, Xu Ye, *et al.* 2005. Purification of low class Ca-bentonite and turning Ca-bentonite into Na-bentonite [J]. *Journal of HuaiBei Coal Industry Teachers College (Natural Science)*, (26): 48~51 (in Chinese with English abstract).

Zhou Jianguan and Ming Jie. 2006. Construction technology of waterproofing blanket with Geosynthetic Clay Liner [J]. *Construction Technology*, 10 (35): 25~26 (in Chinese with English abstract).

Zong Peixin. 2005a. Bentonite waterproof felt application technology and development and utilization status [J]. *China Building Materials*, (8): 48~50 (in Chinese with English abstract).

Zong Peixin. 2005b. Several problems and measures of geosynthetic clay liner in China [J]. *China Non-metallic Mining Industry Herald*, (5): 3~9 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

国家建筑材料工业局. 1995. JC/T593-1995. 膨润土实验方法[S]. 北京: 中国标准出版社.

中华人民共和国建设部. 2007. JG/T 193-2006. 钠基膨润土防水毯[S]. 北京: 中国标准出版社.

侯梅芳, 北雁, 万洪富, 等. 2002. 我国各地膨润土的矿物学性质[J]. *岩矿测试*, (21): 190~194.

蒋正武. 2004. 膨润土在建材工业中的应用研究进展[J]. *中国非金属矿工业导刊*, (1): 16~18.

鞠建英. 2006. 膨润土防水毯应用若干问题谈[J]. *中国建筑防水*, (12): 13~15.

卫敏, 李洪潮, 冯安生, 等. 2004. 膨润土提纯及改性技术研究[J]. *化工矿物与加工*, (3): 4~6.

赵文涛, 李琳, 徐烨, 等. 2005. 低品位钙基膨润土的提纯与钠化改性研究[J]. *淮北煤炭师范学院学报*, (26): 48~51.

周建根, 明杰. 2006. 膨润土防水毯施工技术[J]. *施工技术*, 10 (35): 25~26.

宗培新. 2005a. 国内膨润土防水毯行业存在的若干问题及对策[J]. *中国非金属矿工业导刊*, (5): 3~9.

宗培新. 2005b. 膨润土防水毯应用技术及开发利用现状[J]. *中国建材*, (8): 48~50.

① 武汉理工大学. 2007. 新疆膨润土湿法提纯试验研究报告.