



# 山东五莲县花岗岩锯泥的 危险废物测试分析结果

熊玉强

(中化地质矿山总局山东地质勘查院, 山东 济南 250013)

**摘要:**五莲县花岗岩储量丰富,在开采过程中产生大量花岗岩锯泥,其潜在危险废物特性直接影响后续堆存方式和再利用的安全性。本文以五莲县花岗岩锯泥为研究对象,选择水分含量、化学成分、浸出毒性、毒性物质含量和腐蚀性对其进行危险废物鉴别。最终结果显示水分含量12.3%,主要化学成分为Si、Al、K、Na、Ca、Fe和Mg等,主要组成矿物为石英、斜长石、钾长石和金云母等,浸出毒性和毒性物质含量均不超过国标GB5085.6—2007《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》中的限值,且不属于腐蚀性物质。综合判断此花岗岩锯泥不属于危险废物,为堆存和利用提供了可供参考的基础数据。

**关键词:**花岗岩锯泥;危险废物;鉴别;五莲县;山东

**中图分类号:**TD868

**文献标识码:**A

**doi:**10.12128/j.issn.1672-6979.2024.04.008

**引文格式:**熊玉强.山东五莲县花岗岩锯泥的危险废物测试分析结果[J].山东国土资源,2024,40(4):61-65.  
XIONG Yuqiang. Test and Analysis Results of Hazardous Waste from Granite Sawdust in Wulian County in Shandong Province[J]. Shandong Land and Resources, 2024, 40(4): 61-65.

## 0 引言

花岗岩质地坚硬、耐腐蚀磨损、抗风化能力强和纹路美观,而被广泛用在建筑装饰、园林景观和道路修建等领域,是我国的一种重要原材料<sup>[1]</sup>。花岗岩在我国分布广泛,其中四川、湖北、江苏和山东四省的花岗岩品质和数量占优。五莲县花岗岩是山东花岗岩的主要类型之一,其属于崂山期花岗岩<sup>[2-3]</sup>,主要由早白垩世二长花岗岩组成<sup>[4-5]</sup>,因含有钾长石使得多呈现红色花纹,并形成“五莲红”标志性花岗岩石材<sup>[6]</sup>。

五莲县花岗岩矿产资源储量丰富,已经成为北方花岗岩石材的重要产区。花岗岩开采方式为立锯切割,开采过程中花岗岩粉末与水、锯片润滑油等混合在一起后产生花岗岩锯泥。随着花岗岩石材的大量开采,花岗岩锯泥量也急剧增加。花岗岩锯泥的大量堆存会引起占用土地和环境污染等方面的隐患,近年来学者们针对其综合利用进行了研究,其用

途大致可分为两类:一是选别其中有用矿物,如长石、石英等<sup>[7-8]</sup>;二是替代部分建材产品的生产原料,例如水泥、陶瓷、免烧砖和微晶玻璃等<sup>[9-16]</sup>。但是花岗岩锯泥是花岗岩在切割过程中被锯片磨细产生,由于其粒度变细,导致其物理化学性质更加活泼<sup>[14,17]</sup>,尤其是其中含有的一些有毒有害离子<sup>[18-19]</sup>,是否会在堆存和使用等过程中迁移扩散,进而造成新的环境和安全威胁,这是需要提前明确的问题,也是普通废物和危险废物的重要区别<sup>[20]</sup>。

根据《一般工业固体废物分类表》(2021年版)中描述,花岗岩锯泥不属于其中“尾矿”和“矿物型废物”类别。根据《国家危险废物名录》(2021年版)中规定“不排除具有危险特性,可能对生态环境或者人体健康造成有害影响,需要按照危险废物进行管理的”,需进行危险废物特征鉴别。而前人在研究五莲县花岗岩锯泥的利用和堆存过程中,没有首先对其危险废物特征进行鉴别,使得存在安全隐患<sup>[21-22]</sup>。因此,检测花岗岩锯泥中有毒有害物质,鉴别其危险废物特性,为花岗岩锯泥堆存和利用提供基础性保

收稿日期:2023-10-27;修订日期:2024-02-01;编辑:陶卫卫

作者简介:熊玉强(1986—),男,山东蒙阴人,高级工程师,主要从事地质矿产等研究工作;E-mail:896427979@qq.com

障,具有重要的安全和环保等意义。

## 1 实验材料和方法

在2023年3—4月期间采集五莲县某堆场内花岗岩锯泥作为鉴别对象,查阅《国家危险废物名录》(2021年版)没有与之对应的物质,同样在《危险化学品目录》(2018版)没有与锯泥对应的物质。再根据《国家危险废物名录》(2021年版)要求,具有潜在有害影响的废弃物需以现行国家标准GB5085系列方法<sup>[23]</sup>对样品进行危险废弃物鉴别,同时依据花岗岩锯泥的产生过程主要以切割等物理方法为主,最终选择水分含量、化学成分、浸出毒性、毒性物质含量和腐蚀性作为主要检测项目,并据此鉴别<sup>[24]</sup>。本文测试均由广州海关技术中心完成。

## 2 结果与讨论

### 2.1 成分分析

花岗岩锯泥样品外观为灰棕色粉末固体,样品松散有粘结,无异常和刺激性气味。检测样品中水分含量,结果显示样品中水分含量为12.3%。采用顶空-GC/MS分析样品中挥发物成分,结果显示样品中未检出挥发性有机物。利用二氯甲烷/甲醇混

合溶剂锯泥样品中的有机成分进行萃取,经过检测,萃取液中未检出有毒有害物质。采用X射线荧光光谱分析(XRF)和X射线衍射分析(XRD)对烘干处理后的样品进行化学成分和矿物组成分析。经XRF和XRD检测,样品中主要含有Si、Al、K、Na、Ca、Fe、Mg等化学元素,主要组成矿物为石英( $\text{SiO}_2$ )、斜长石( $(\text{Na}, \text{Ca}) \text{Al}(\text{Si}, \text{Al})_3 \text{O}_8$ )、钾长石( $\text{KAlSi}_3 \text{O}_8$ )和金云母( $\text{KMg}_3(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH})_2$ )等。

### 2.2 浸出毒性鉴别

浸出毒性主要是指固体废物在环境中被水淋沥,其中有害物质产生迁移,造成周边环境的污染,主要包括无机环境毒性离子及其化合物、有机农药、挥发性和非挥发性有机物四类。浸出毒性鉴别,首先利用硫酸硝酸法对锯泥样品进行浸出,按照规定利用对应方法检测浸出液中不同项目的含量,所得检测结果不得超过GB 5085.3—2007《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》中规定的限值。本次花岗岩锯泥样品浸出毒性检测结果见表1,经比对,危害成分检测结果均不超过GB 5085.3—2007《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》中规定的限值,因此可得本次花岗岩锯泥不具有浸出毒性。

表1 样品浸出液中各危害成分的检测结果

单位:mg/L

序号	危害成分项目	检测结果	方法检出限	GB5085.3—2007 限值	检测方法
1	铜	<1	—	≤100	GB 5085.3—2007
2	锌	<1	—	≤100	
3	镉	<0.1	—	≤1	
4	铅	<1	—	≤5	
5	铬	<1	—	≤15	
6	六价铬	<1	—	≤5	
7	烷基汞	ND ND	甲基汞<10 乙基汞<20	不得检出 不得检出	GB-T 14204—1993
8	总汞	<0.1	—	≤0.1	GB 5085.3—2007
9	铍	<0.02	—	≤0.02	
10	钡	<1	—	≤100	
11	镍	<1	—	≤5	
12	银	<1	—	≤5	
13	砷	<1	—	≤5	
14	硒	<0.1	—	≤1	
15	氟化物	<5	—	≤100	
16	氰化物	<1	1	≤5	
17	滴滴涕	ND	0.1	≤0.1	
18	六六六	ND	0.1	≤0.5	
19	乐果	ND	1	≤8	

表 1 样品浸出液中各危害成分的检测结果(续表)

单位:mg/L

序号	危害成分项目	检测结果	方法检出限	GB5085.3—2007 限值	检测方法
20	对硫磷	ND	0.1	≤0.3	GB 5085.3—2007
21	甲基对硫磷	ND	0.1	≤0.2	
22	马拉硫磷	ND	1	≤5	
23	氯丹	ND	1	≤2	
24	六氯苯	ND	1	≤5	
25	毒杀芬	ND	1	≤3	
26	灭蚁灵	ND	0.01	≤0.05	
27	硝基苯	ND	5	≤20	GB 5085—2007
28	二硝基苯	ND	5	≤20	
29	对硝基氯苯	ND	5	≤5	
30	2,4-二硝基氯苯	ND	5	≤5	
31	五氯酚及五氯酚钠(以五氯酚计)	ND	10	≤50	
32	苯酚	ND	1	≤3	
33	2,4-二氯苯酚	ND	1	≤6	
34	2,4,6-三氯苯酚	ND	1	≤6	
35	苯并(a)芘	ND	0.0001	≤0.0003	
36	邻苯二甲酸二辛酯	ND	1	≤3	
37	邻苯二甲酸二丁酯	ND	1	≤2	
38	多氯联苯	ND	0.002	≤0.002	
39	苯	ND	0.1	≤1	GB 5085.3—2007
40	甲苯	ND	0.1	≤1	
41	乙苯	ND	0.1	≤4	
42	二甲苯	ND	0.1	≤4	
43	氯苯	ND	0.1	≤2	
44	1,2-二氯苯	ND	0.1	≤4	
45	1,4-二氯苯	ND	0.1	≤4	
46	丙烯腈	ND	1	≤20	
47	三氯甲烷	ND	0.1	≤3	
48	三氯乙烯	ND	0.1	≤3	
49	四氯化碳	ND	0.1	≤0.3	
50	四氯乙烯	ND	0.1	≤1	

注:ND表示未检出相关成分。

### 2.3 毒性物质含量鉴别

毒性物质是危险废物鉴别中的重要组成部分,是指有毒性、致癌性、致突变性和生殖毒性的物质,主要分为剧毒物质、有毒物质、致癌性物质、致突变性物质、生殖毒性物质和持久性有机污染物六类。毒性物质含量一般合并为毒性有机物含量和重金属物质含量两种项目进行检测。

#### 2.3.1 毒性有机物含量鉴别

对花岗岩锯泥样品进行毒性有机物质含量鉴别。测定花岗岩锯泥样品中多环芳烃、苯系物、增塑剂和烃类化合物(石油溶剂)等有机物,结果见表 2,表中“ND”表示未检出相关成分。结果表示花岗岩锯泥中有机剧毒物质含量<0.1%,有机有毒物质含量<3%,有机致癌性物质含量<0.1%,有机致突变性物质含量<0.1%,有机生殖毒性物质含量

<0.5%,持久性有机污染物含量<50 mg/kg,均不超过 GB5085.6—2007《危险废物别标准毒性物质含量鉴别》中规定的限值。

#### 2.3.2 重金属物质含量鉴别

将样品经微波消解后对其中重金属进行测定,结果见表 3。结果显示本花岗岩锯泥样品中铝含量为 2 952 mg/kg,钙含量为 4 544 mg/kg,钾含量为 2 300 mg/kg,另存在少量钡、铜、锰、钠、铅、锡、锶、钛和锌等金属元素。综合分析检测结果及花岗岩锯泥样品的来源等特性,推断送检样品中无机剧毒物质含量<0.1%,无机毒性物质含量<3%,无机致癌性物质含量<0.1%,无机致突变性物质含量<0.1%,无机生殖毒性物质含量<0.5%。均不超过 GB5085.6—2007《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》中规定的限值。

综合上述毒性有机物和重金属物质含量鉴别结

**表 2 送检样品中多环芳烃、苯系、增塑剂和石油溶剂等毒性物质的检测结果**

编号	CAS No.	毒性物质项目	含量	单位
1	83-32-9	萘(萘嵌戊烷)	ND	mg/kg
2	208-96-8	萘烯	ND	mg/kg
3	120-12-7	蒽	ND	mg/kg
4	56-55-3	苯并(a)蒽	ND	mg/kg
5	205-99-2	苯并(b)蒽	ND	mg/kg
6	207-08-9	苯并(k)蒽	ND	mg/kg
7	191-24-2	苯并(g,h,i)苊(二萘嵌苯)	ND	mg/kg
8	50-32-8	苯并(a)苊	ND	mg/kg
9	218-01-9	屈	ND	mg/kg
10	53-70-3	二苯并(a,h)蒽	ND	mg/kg
11	206-44-0	荧蒽	ND	mg/kg
12	86-73-7	芴	ND	mg/kg
13	193-39-5	茚并(1,2,3-cd)苊	ND	mg/kg
14	91-20-3	萘	ND	mg/kg
15	85-01-8	菲	ND	mg/kg
16	129-00-0	苊	ND	mg/kg
17	205-82-3	苯并(j)蒽	ND	mg/kg
18	192-97-2	苯并(e)苊	ND	mg/kg
19	117-81-7	邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯	ND	mg/kg
20	84-74-2	邻苯二甲酸二丁酯	ND	mg/kg
21	85-68-7	邻苯二甲酸丁苯酯	ND	mg/kg
22	117-48-0	邻苯二甲酸二正辛酯	ND	mg/kg
23	68515-48-0	邻苯二甲酸二异壬酯	ND	mg/kg
24	26761-40-0	邻苯二甲酸二异癸酯	ND	mg/kg
25	71-43-2	苯	ND	mg/kg
26	108-88-3	甲苯	ND	mg/kg
27	100-41-4	乙苯	ND	mg/kg
28	1330-20-7	二甲苯	ND	mg/kg
29	63394-00-3	烃类化合物	ND	%

注:ND表示未检出相关成分。

**表 3 样品中重金属含量的检测结果 单位:mg/kg**

银(Ag)	铝(Al)	砷(As)	钡(Ba)	铍(Be)	钙(Ca)	镉(Cd)
<10	2952	<5	92.9	<5	4544	<10
钴(Co)	铬(Cr)	铜(Cu)	汞(Hg)	钾(K)	锰(Mn)	钠(Na)
<10	<10	69.2	<3	2300	179	829
镍(Ni)	铅(Pb)	钨(W)	铂(Pt)	铋(Bi)	硒(Se)	锡(Sn)
<10	10.2	<10	<10	<10	<10	70.5
锶(Sr)	碲(Te)	钛(Ti)	铊(Tl)	钒(V)	锌(Zn)	
18.6	<10	320	<10	<10	55.2	

果可得,本花岗岩锯泥不具有毒性物质。

### 2.4 腐蚀性鉴别

腐蚀性是一种化学反应过程,一般会对周边环境造成不可逆转损害。在危险废物鉴别中,会以固体物质浸出液的 pH 作为腐蚀性判定依据,其判定标准为:浸出液 pH≥12.5 或 pH≤2.0 具有腐蚀性。对本花岗岩锯泥样品进行浸出腐蚀性鉴别,样品经

浸出处理后的浸出液 pH 为 9.69,根据判定标准其不属于腐蚀性危险废物。

## 3 结论

按照国家现行标准 GB5085 中规定方法对花岗岩锯泥的危险废物特性进行了水分含量、化学成分、浸出毒性、毒性物质含量和腐蚀性鉴别。得到本花岗岩锯泥水分含量 12.3%。主要化学成分为 Si、Al、K、Na、Ca、Fe 和 Mg 等。主要组成矿物为石英(SiO<sub>2</sub>)、斜长石((Na,Ca)Al(Si,Al)<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)、钾长石(KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>)和金云母(KMg<sub>3</sub>(Si<sub>3</sub>Al)O<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>)等。浸出毒性和毒性物质含量均不超过国家现行标准 GB5085.6—2007《危险废物鉴别标准毒性物质含量鉴别》中规定的限值。且不属于腐蚀性物质。结合危险废物鉴别标准通则规定,综合判断此花岗岩锯泥不属于危险废物。

## 参考文献:

- [1] 张媛,李育彪,薛璐韬,等.花岗岩锯泥制备建材产品研究进展[J].硅酸盐通报,2023,42(2):554-564.
- [2] 陶有兵,王来明,黄永波,等.胶东地区早白垩世崂山期花岗岩[J].山东国土资源,2021,37(10):13-22.
- [3] 王世进,王渝生,宋志勇,等.山东胶南-威海造山带荣成岩套花岗岩片麻岩的形成时代:锆石 SHRIMP U-Pb 定年[J].山东国土资源,2012,28(5):1-8.
- [4] 于得芹,蒙永辉.山东省花岗岩地貌景观的构造分区和典型类型研究[J].山东国土资源,2020,36(9):37-43.
- [5] 王世进,王渝生,郑明伟,等.山东五莲山-九仙山省级地质公园地质遗迹资源及形成时代:锆石 SHRIMP 测年的证据[J].山东国土资源,2013,29(3):1-6.
- [6] 原明考.山东省天然饰面石材花岗岩和大理石地质特征及其分类[J].山东国土资源,2017,33(3):35-39.
- [7] 崔同湘,陈绍霖,李哲,等.广西岑溪市花岗岩废料综合利用分析[J].石材,2015(8):49-50.
- [8] 周忠华.国外花岗岩废料再利用技术[J].石材,2006(1):38-39.
- [9] Vasi M V, Mijatovi N, Radojevi Z. Aplitic Granite Waste as Raw Material for the Production of Outdoor Ceramic Floor Tiles[J]. Materials, 2022,15(9):31-45.
- [10] Nascimento A S, Dos Santos C P, de Melo F M C, et al. Production of plaster mortar with incorporation of granite cutting wastes[J]. Journal of Cleaner Production, 2020,265:121808.
- [11] 范华峰.外掺花岗岩石粉对水工混凝土性能及微观结构的影响研究[D].泰安:山东农业大学,2020:1-20.
- [12] 吴晓鹏,詹学武,邢益强,等.以 SiC 微粉为发泡剂制备花岗岩基泡沫陶瓷[J].耐火材料,2020,54(4):296-299.

- [13] 潘孟博,李祥,戚文豪,等.烧成工艺对花岗岩基轻质隔热材料性能的影响[J].硅酸盐通报,2021,40(10):3226-3231.
- [14] 张志鹏.花岗岩废料制备釉面微晶玻璃及其性能研究[D].南昌:南昌航空大学,2020:1-20.
- [15] 童思意.铝土矿尾矿制备超轻陶粒的配方优化研究[D].北京:中国地质科学院,2020:1-15.
- [16] 杨会康.固废基中高温复合相变储热材料的制备及其性能优化研究[D].济南:齐鲁工业大学,2023:1-15.
- [17] Gupta L K, Vyas A K. Impact on mechanical properties of cement sand mortar containing waste granite powder[J]. Construction & building materials, 2018,191:155-164.
- [18] 席志轩,汪子杰,张德明,等.山东省稀有金属矿产地质特征及成矿规律研究[J].山东国土资源,2018,34(2):24-28.
- [19] 李双飞,陈建,黄鹏,等.山东五莲七宝山地区长老庄隐爆角砾岩带特征及意义[J].山东国土资源,2023,39(3):23-29.
- [20] 华瑜.石材加工行业环境污染控制研究[J].皮革制作与环保科技,2021,2(16):46-47.
- [21] 邵娟,茆吉庆,张洋阳.我国危险废物鉴别现状浅析及建议[J].山东化工,2022,51(5):246-248.
- [22] 郭佳良,熊政,饶思威.我国危险废物鉴别现状研究[J].黑龙江环境通报,2023,36(3):123-125.
- [23] 吴晓霞,孙袭明,李根强,等.危险废物鉴别标准体系的发展与实践研究[J].再生资源与循环经济,2022,15(2):15-17.
- [24] 李延荣.危险废物鉴别程序及鉴别工作的开展措施研究[J].造纸装备及材料,2021,50(10):99-100.

## Test and Analysis Results of Hazardous Waste from Granite Sawdust in Wulian County in Shandong Province

XIONG Yuqiang

(Shandong Geological Exploration Institute of China Chemical Geology and Mine Bureau, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** The hazardous waste characteristics of granite sawdust directly affect the safety of storage and reuse. In this paper, taking the granite sawdust in Wulian county as the research object, selecting moisture content, chemical composition, leaching toxicity, toxic substance content, and corrosiveness, hazardous waste has been identified. As showed by final results, a moisture content is 12.3%, main chemical components are Si, Al, K, Na, Ca, Fe, and Mg, and main constituent minerals are quartz, plagioclase, potassium feldspar and phlogopite. The leaching toxicity and toxic substance content can not exceed the limits specified in the national standard GB5085.6—2007 "Identification of Toxic Substances in Hazardous Waste Identification Standards". It is not classified as corrosive substances. Based on comprehensive judgment, this granite sawdust does not belong to hazardous waste. It will provide basic data for storage and utilization.

**Key words:** Granite sawdust; hazardous waste; identification; Wulian county; Shandong province