

Study on Petrological and Mineralogical Features of the Coal Gangue of Huaibei Mining Area

Dong Li¹, Jiaping Yan¹, Liangji Xu¹, Xi Wang¹, Huaijun Yu², Xianglin Dong², Yi Cai¹

1. School of Earth & Environment, Anhui Science & technology, Huainan 232001, China

2. Huaibei Mining Industry Group Co.Ltd., Huaibei 235000, China

Abstract

Based on the coal gangue of Huaibei mining area, the petrological and mineralogical features of coal gangue are studied on through the investigation classification study of gangue hills, the sample wafer microscope analysis, X-ray diffraction analysis and scanning electron microscope analysis and so on research methods, and by using the basic theory of sedimentology and petrology. The result shows that the mineral composition of the coal gangue of Huaibei mining area is simple. The quartz percentage of the coal gangue is high, whether it is siltstone or the sandstone of the different size. There is a large number of clay that is mainly mechanical sedimentary clastic kaolinite in the siltstone and fine sandstone, in addition to much quartz clastic, which casing the cementation ability inside the rock is weak. So the hardness of these kinds of rock is low and they are easy to weathering. The hardness of the coal gangue is low. When the coal gangue is in the natural environment of the earth's surface, it is easy to weathering to the small granular.

Keywords: Coal Gangue; Petrology; Mineralogy; Feature; Crystallinity

淮北矿区煤矸石岩石矿物学特征研究*

李冬¹, 严家平¹, 徐良骥¹, 王曦¹, 喻怀君², 董祥林², 蔡毅¹

1.安徽理工大学 地球与环境学院, 安徽 淮南 232001

2.淮北矿业(集团)有限责任公司, 安徽 淮北 235000

摘要:以淮北矿区煤矸石为研究对象,通过对煤矸石山的现场调查分类研究、样品薄片显微镜下观察分析,以及粉晶X射线衍射和扫描电镜等方法的测试分析,运用沉积学、岩石学基本理论,对煤矸石岩石矿物学特征进行研究。研究结果表明:淮北矿区煤矸石矿物组成简单,无论是较细粒的粉砂岩,以及不同粒径的砂岩,石英含量整体较高;在粉砂岩和细砂岩中,除了含大量的石英细碎屑之外,粘土矿物成分含量较高且均以机械沉积的碎屑高岭石为主,致使岩石内部的胶结能力较弱,从而此类岩石的硬度较小,容易风化;煤矸石的整体硬度较小,在地表自然环境下,容易风化为细小的颗粒状。

关键字:煤矸石; 岩石学特征; 矿物学特征; 淮北

1 引言

煤矸石是煤矿生产过程中排放的固体废弃物,包括巷道掘进和采掘过程中产生的矸石^[1]。据有关部门统计,目前我国历年累计堆放的煤矸石总量约为43亿吨,且每年以1.8亿吨的速度增加,越来越多的煤矸石侵占了大量的耕地资源,严重地污染了环境^[2-3]。作为我国重要煤炭基地之一的淮北矿区,现有32座大型煤矿,大量的煤矸石以废弃物的形式露天堆放,只有部分煤矸石再加以利用。经过对煤矸石山的现场调查分类研究,

*基金项目:安徽省国土资源科技项目(2012-K-24)

发现煤矸石主要以粉砂岩、细砂岩为主，泥岩在地表容易分化，形成细小的颗粒混合物。本文通过对淮北矿区煤矸石的岩石矿物学特征研究，为淮北矿区煤矸石的综合利用提供依据。

2 样品采集

笔者选择了矿区内朱庄矿、临涣矿、许疃矿、桃园矿、祁南矿 5 个煤矿的矸石山作为采样点。由于细小颗粒的混合物已失去原始的岩石矿物学特征，对研究无意义，故本文不予研究。每次采样随机选取 3 个 0.5m*0.5m*0.5m 采样区，取采样区内所有直径 $\geq 3\text{cm}$ 块状煤矸石。在实验室内，将每个矿的煤矸石样品制成直径约为 3cm 块状，分别充分混合后，取同等体积的混合样品，均匀地平铺在 1m*1m 的 100 等分的网格纸上，随机的选取一个网格内的煤矸石样品，共计 19 个样品（朱庄矿 3 个、临涣矿 4 个、许疃矿 3 个、桃园矿 5 个、祁南矿 4 个）。然后将样品放入密封袋中密封保存。

3 岩石学特征

本文采集的 19 个煤矸石样品外观上多数呈灰色、灰黑色及黑色，颜色深主要是由于样品中含有较多的有机质。少量样品呈褐色、黄褐色，主要是由于样品中含有铁的氧化物或氢氧化物。其中 10 个粉砂岩类煤矸石样品，5 个细砂岩类煤矸石样品，4 个中砂岩类煤矸石样品。

3.1 物质组成特征

石英：含量为 62%~88%，是煤矸石中主要碎屑成分。其中普通单晶石英为本区的主要石英类型，多呈次棱角~次圆状，无色透明，表现干净，具波状消光，有时可见矿物包裹体。少量石英颗粒具有次生加大边，有被磨圆的痕迹，表面有麻点，呈浑圆状。石英颗粒主要来自花岗岩和花岗片麻岩及先前形成的沉积岩。^[4]

长石：只有少量煤矸石样品中含有长石，含量为 6~23%。长石类型多为酸性斜长石和微斜长石，亦可见少量钾长石，以板状、短柱状居多，聚片双晶较为普遍。大多数长石颗粒发生了高岭石化、绢云母化，表面较混浊，少量长石颗粒具有自生加大边。

云母：只有临涣矿-3、桃园矿-5 两个样品中含有云母，主要为白云母，含量分别为 7%、1%，多为细小片状，分布较杂乱。

岩屑：岩屑成分主要为千枚岩岩屑，其次为泥岩岩屑、粉砂岩岩屑、花岗岩岩屑等^[5]，形状不规则，含量为 4%~10%。

菱铁矿：少量样品中含有菱铁矿，含量为 10%~17%，多数以鲕粒状形式存在，可见结核状。

填隙物：填隙物分为杂基和胶结物，杂基为同生期沉积的细小碎屑物，胶结物为以化学沉淀方式形成于孔隙中的自生矿物^[6]。中砂岩类煤矸石样品中杂基含量 $< 5\%$ ，硅质胶结，岩石硬度较大。细砂岩、粉砂岩类煤矸石样品中杂基含量较高，为 10%~30%，以同生沉积的原杂基为主，有少量重结晶的正杂基。以钙质胶结为主，少量的为铁质胶结。

3.2 结构特征

砂岩类煤矸石具有中细粒结构，颗粒直径约为 0.15~0.40mm，分选性较差，磨圆度差，碎屑颗粒多为次棱角~次圆状。支撑类型为颗粒支撑，颗粒之间以点接触为主。粉砂岩类煤矸石具有粉砂状结构，颗粒直径约为 0.01~0.04mm，分选性一般，磨圆度一般，碎屑颗粒多为次圆状。支撑类型多为颗粒支撑，少量的为杂基支撑，颗粒以点接触为主，少量为漂浮状。

4 矿物学特征

为更进一步地认识淮北矿区煤矸石的矿物学特征，笔者对煤矸石样品进行了粉晶 X 射线衍射分析、扫描电镜分析，高岭石结晶度计算分析。

4.1 煤矸石粉晶 X 射线衍射分析

X 射线衍射分析采用日本理学 Dmax/3c 型 X 射线衍射仪， 2θ 在 $3^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 之间。由 X 射线衍射图谱（如图 1 所示）分析可见：19 件煤矸石样品中石英含量均较高，特征峰表现显著主要特征峰为 4.28 \AA 、 3.34 \AA 、 2.47 \AA 、 2.28 \AA 、 2.13 \AA 和 1.81 \AA 。其次含量较高的为高岭石，其主要特征峰为 7.14 \AA 、 3.56 \AA 、 2.57 \AA 、 2.49 \AA 和 1.98 \AA 。桃园矿-5 煤矸石样品中长石特征峰较为显著，表明样品中含有较高的长石颗粒，长石的主要特征峰为 6.41 \AA 、 4.04 \AA 、 3.78 \AA 和 3.19 \AA 。另外，在少量样品中可见菱铁矿的特征峰，但强度较小，菱铁矿的主要特征峰为 3.48 \AA 和 2.80 \AA 。根据 X 衍射定量分析，煤矸石样品矿物组分及含量如表 1 所示。

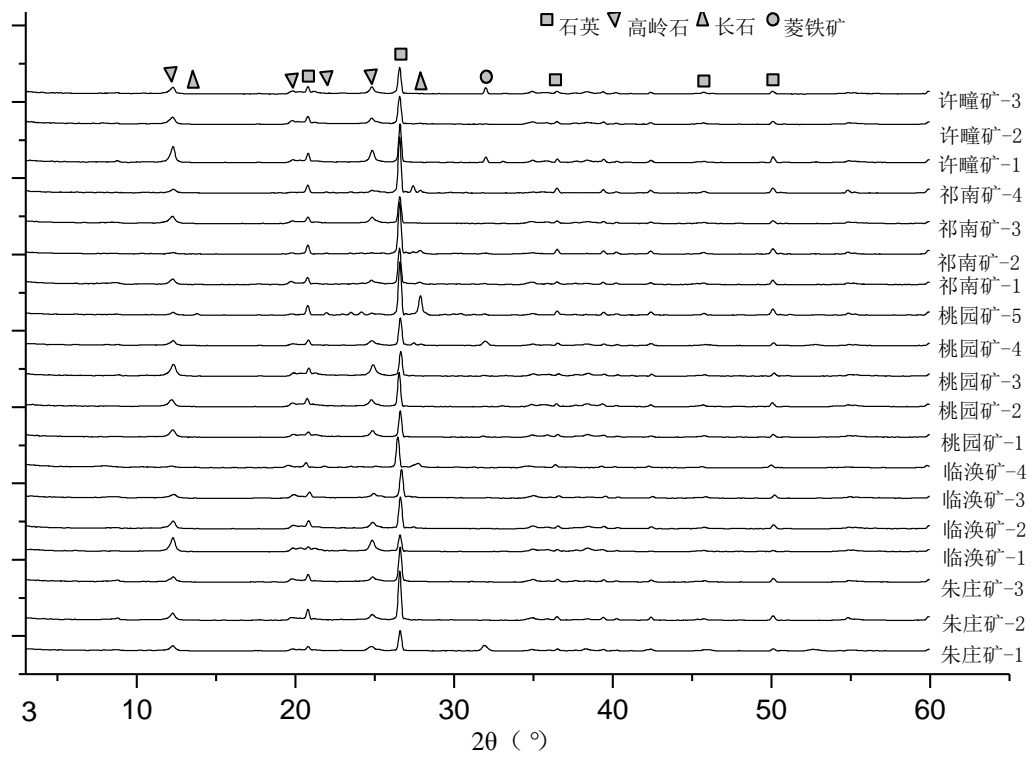


图 1 矿区煤矸石样品 X 衍射图谱

表 1 矿区煤矸石样品矿物组分含量

样品编号	石英	长石	高岭石	伊利石	埃洛石	云母	菱铁矿	岩石类型
朱庄矿-1	66%		15%		2%		17%	细砂岩
朱庄矿-2	83%		12%		5%			粉砂岩
朱庄矿-3	80%		15%		5%			粉砂岩
临涣矿-1	62%		38%					粉砂岩
临涣矿-2	82%		18%					细砂岩
临涣矿-3	79%		14%			7%		粉砂岩
临涣矿-4	82%	13%	5%					中砂岩
桃园矿-1	79%		20%		1%			粉砂岩
桃园矿-2	82%		18%					粉砂岩
桃园矿-3	72%		28%					粉砂岩
桃园矿-5	71%	23%	5%			1%		中砂岩
祁南矿-1	78%		15%	7%				粉砂岩
祁南矿-2	88%	7%	5%					中砂岩
祁南矿-3	79%		21%					粉砂岩
祁南矿-4	86%	6%	8%					中砂岩
许疃矿-1	69%		20%		1%		10%	细砂岩
许疃矿-2	80%		20%					粉砂岩
许疃矿-3	68%		16%				16%	细砂岩

由表 1 可见，淮北矿区砂岩、粉砂岩类煤矸石中石英颗粒含量普遍较高，最高含量达 88%，最低含量为 62%，平均含量为 77%，石英颗粒构成煤矸石的基本骨架。可以明显的发现：中砂岩类煤矸石中矿物成分单一，主要矿物为石英，含量为 71%~88%，其次为长石，含量为 6%~23%，高岭石矿物作为填隙物充填于颗粒之间。细砂岩类煤矸石石英含量为 62%~75%，不含长石，高岭石含量较高，为 16%~21%，菱铁矿含量为 10%~17%。粉砂岩类煤矸石石英含量为 62%~83%，不含长石，高岭石含量为 12%~38%，少量含有埃洛石。总体来看，淮北矿区煤矸石矿物成分组成比较简单，但不同岩石类型的煤矸石在矿物成分组成和含量上有其各个的特征。

4.2 高岭石结晶度指数计算

高岭石矿物的结晶度、有序度与其成因有密切的关系^[7]，根据高岭石的结晶度判断其成因类型。结晶度差，无序的高岭石矿物以未经重结晶的机械沉积的高岭石碎屑为主^[8]。

笔者采用目前较为常用的欣克利（Hinkley）指数法来计算煤矸石样品中高岭石的结晶度，即用高岭石的 $(1\bar{1}0)$ 和 $(11\bar{1})$ 晶面反射强度来衡量结晶度，结晶度指数 $(H_i) = (A+B)/At$ ^[9]。其中 A、B 分别为 $(1\bar{1}0)$ 、 $(11\bar{1})$ 晶面的峰高，At 为 $(1\bar{1}0)$ 面衍射峰的顶点至基线的距离，具体做法如图 2 所示。根据欣克利（Hinkley）指数可将高岭石结晶度分为三个等级：①若 $H_i \geq 1.0$ ，则高岭石的结晶度高，有序度高。②若 $0.5 \leq H_i < 1.0$ ，则高岭石的结晶度较差，较无序。③若 $H_i < 0.5$ ，则高岭石结晶度差，无序^[8]。

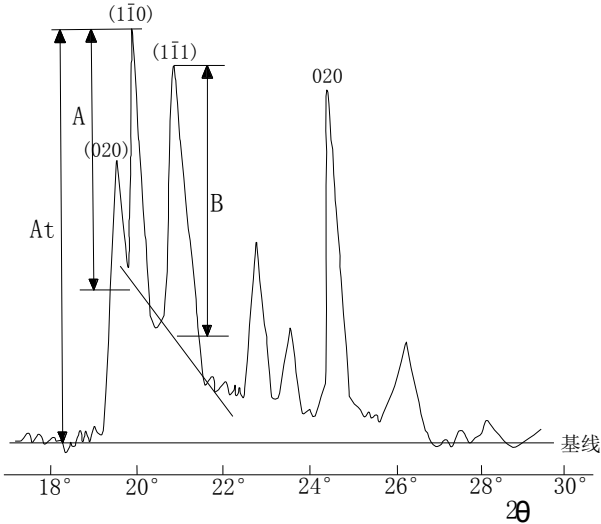


图 2 高岭石结晶度指数计算示意图

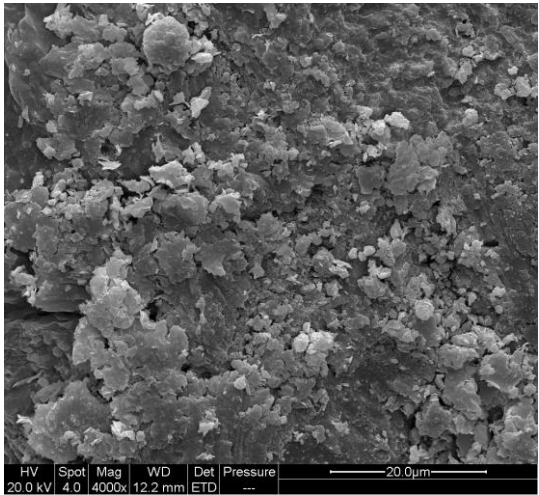


图 3 鳞片状高岭石 ×4000

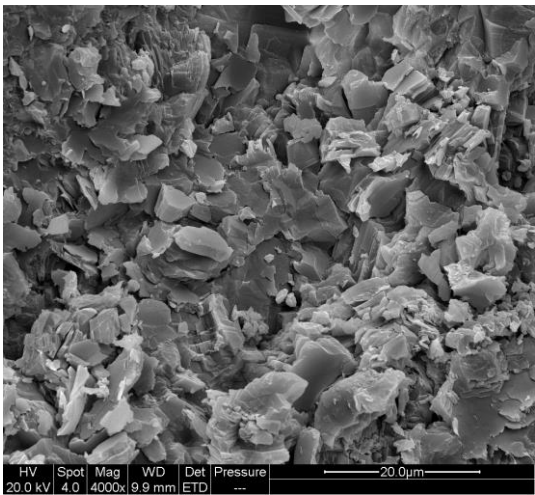


图 4 碎板块状高岭石 ×4000

通过对 19 个样品的分析,笔者选取高岭石结晶度相对较好的朱庄矿-2、临涣矿-3、桃园矿-2、桃园矿-3、祁南矿-3、许疃矿-1 六个样品,计算所得的高岭石结晶度分别为 0.49、0.51、0.58、0.85、0.71、0.46。所选六个煤矸石样品的计算结果均小于 1,五个矿的煤矸石中高岭石的结晶度较差,有序度较差。表明煤矸石中的高岭石主要以机械沉积的碎屑高岭石为主。碎屑高岭石晶体形态不规则,多以不规则鳞片状(如图 3 所示)、碎板块状(如图 4 所示)充填于碎屑颗粒之间。

中砂岩类煤矸石中的高岭石碎屑较少,说明其在簸选作用中等~强的水动力条件下形成的。而粉砂岩、细砂岩类煤矸石中高岭石碎屑含量较多,普遍在 15%以上,说明他们是在簸选作用较弱的水动力条件下形成的。较多的高岭石碎屑充填在颗粒之间,阻碍了溶液通过,且堵塞了那些能够发生沉淀作用的绝大部分孔隙^[6],使得岩石内部的胶结能力较弱,表现出的结果即为岩石硬度小、容易风化。

5 结论

通过对淮北矿区煤矸石岩石矿物学特征研究,主要得出以下结论:

一、淮北矿区煤矸石矿物组成简单,无论是较细粒的粉砂岩,以及不同粒径的砂岩,石英含量整体较高,且不同岩石类型的煤矸石在矿物成分组成和含量上有其各自的特征。根据碎屑组分特征可以看出,沉积物的母岩主要来自花岗岩和花岗片麻岩,其次为先前沉积的沉积岩。

二、在粉砂岩和细砂岩中,除了含大量的石英细碎屑之外,粘土矿物成分均已机械沉积的碎屑高岭石为主。较多的高岭石碎屑充填在颗粒之间,致使岩石内部的胶结能力较弱,从而此类岩石的硬度较小,容易风化。

三、淮北矿区的煤矸石主要以粉砂岩、细砂岩为主,整体上硬度较小。在地表自然环境下,短期内容易崩解为碎片状,数月后可风化为细小的颗粒状。

致谢

本论文在矿山地质环境治理与土地高效利用项目支持下完成,样品测试均由西北大学大地动力学国家重点实验室测试分析,在此表示感谢。

REFERENCES

- [1] 谷庆宝. 煤矸石的组成及综合利用[J]. 中国矿业, 1997, 6(5): 14-16
- [2] 王心义, 杨建, 郭慧霞. 矿区煤矸石堆放引起土壤重金属污染研究[J]. 煤炭学报, 2006, 31(6): 808-812
- [3] 王国强, 赵华宏, 吴道祥, 等. 两淮矿区煤矸石的卫生填埋与生态恢复[J]. 煤炭学报, 2001, 26(4): 428-431
- [4] 刘文中, 黄文辉. 淮北煤田二叠纪煤系地层中砂岩的研究[J]. 安徽地质, 1998, 8(1): 32-35
- [5] 魏振岱. 安徽省煤炭资源赋存规律与找煤预测[M]. 地质出版社. 2012
- [6] 姜在兴. 沉积学[M]. 石油工业出版社. 2010
- [7] 刘长龄, 刘钦甫. 高岭石矿物结晶有序化程度与成因关系研究新进展[J]. 地质找矿丛论, 2002, 17(2): 73-81
- [8] 刘钦甫, 许红亮, 张鹏飞. 煤系不同高岭岩中高岭石结晶度的区别[J]. 煤炭学报, 2000, 25(6): 576-580
- [9] 刘大锰, 葛宝勋, 黄志明, 等. 平顶山矿区煤矸石特征及综合利用途径[J]. 矿物学报, 1993, 13(4): 378-380

【作者简介】

李冬(1987-), 男, 安徽淮南人, 硕士研究生, 研究方向: 矿产普查与勘探. Email: lidong19880331@163.com