

文章编号:1673-9469(2009)02-0062-04

## 印度尼西亚 BARA 矿区地质特征分析

白维灿, 石怀虎, 周 科

(中国煤炭地质总局 水文地质工程地质环境地质勘察院, 河北 邯郸 056004)

**摘要:**BARA 煤矿位于苏门答腊岛西北部,属印度尼西亚的亚齐特别行政区 NAGAN RAYA 县。在构造上属印尼五大沉积盆地之一的西亚齐盆地,该盆地构造较简单,发育宽缓的褶皱,断层不发育。盆地内煤炭资源丰富,含煤地层为新生界新近系上新世 Tutut(都独)组,聚煤期发育河控-浅水三角洲沉积体系。区内工程地质、水文地质条件简单,适合露天开采。主要可采煤层为 C1、D1 煤层,属特低灰至中灰、特低至中硫、特低有害成分,高热值的优质褐煤。

**关键词:**BARA 煤矿;地质特征;苏门答腊岛;印度尼西亚

**中图分类号:** P618.11

**文献标识码:** A

## Analysis of geological characteristics in BARA Coal Mine, Indonesian

BAI Wei-can, SHI Huai-hu, ZHOU Ke

(Exploration Institute of Hydrogeology, Engineering Geology and Envirogeology, CNACG, Handan 056004, China)

**Abstract:**BARA Coal Mine is located in the north - west Sumatra which belongs to NAGAN RAYA county, Aceh Special District, Indonesia. It is one of the five big sedimentary basins in Indonesia, called Westen Qiya basin with simple structure. It is rich in coal resources and the Coal - bearing strata being Cenozoic Neogene Pliocene Tutut group. The river controlled delta depositional system was developed in shallow sea in coal - forming period. It is suitable for open pit mining because the engineering geology, hydrogeological conditions is very simple. In BARA Coal Mine, the main mining coal seam is the C1 and D1 seams, which are high - quality lignite with low to medium ash content, low to medium sulfur content low harmful components content and high calorific value.

**Key words:**BARA Coal Mine; geological characteristics; Sumatra; Indonesia

目前,印度尼西亚的主要能源为石油和天然气。由于石油和天然气在地球上的资源量日渐减少,该国对于煤炭的勘探与开发在加紧进行。据印尼矿能部统计,印尼煤炭资源储量为  $5.8 \times 10^{10}$  t,已探明储量  $1.93 \times 10^{10}$  t,其中  $5.4 \times 10^9$  t 为商业可开采储量,并认为将来有可能取代石油和天然气,成为印尼的主要能源。印度尼西亚的煤矿区主要分布在苏门答腊和加里曼丹两岛,其中苏门答腊占 67%,加里曼丹占 31%,煤矿 99% 为露天矿,开采条件比较好。BARA 煤矿位于苏门答腊岛西北部的亚齐特别区,行政区划隶属那根拉亚县史那根镇管辖。在北苏门答腊岛有五大沉积盆地(图 1),蕴藏有丰富的煤炭资源。作者在参与

BARA 煤矿矿井地质勘查工程过程中对本区的综合地质特征进行了研究。

本地区有关煤地质学的研究早在 1940 年代末就开始了。最早 Van Bemmelen(1949)报道在苏门答腊岛凹陷的西部地区有煤层存在,发现该区的煤为褐煤、形成于 Neogen 年代以前。Jansen Dkk(1975)在他的《Robertson Research》一书中指出,煤层埋藏在苏门答腊岛北部, Bukit Barisan 山脚下的西部,离海大约有 15km ~ 50km。在 Krueng Raja 区发现有 5 层煤,厚度 0.40m ~ 3.0m。在 Krueng Antjong 区发现煤层厚度大约是 0.40m ~ 1.50m。Cameron(1980)研究发现苏门答腊岛北部是 Neogen 年代以前碎屑沉积形成的凹陷区,主要岩层为:砂

收稿日期:2009-02-21

作者简介:白维灿(1962-),男,河北南宫人,高级工程师,从事水文地质与工程地质研究。

岩、泥岩、粘土岩、石灰岩、煤和地表聚积土,属于第三系的 Keiompok Hulumasen 群、Formation Tutut 组、Formation Meulaboh 组和第四纪冲洪积沉积物。印尼矿产能源勘测局的 Ahmad Hanif(1983)勘测了米拉堡含煤区的煤层,发现 Tutut 区有 10 余个煤层,煤层的厚度为 0.15m ~ 6.80m。另外,印尼万隆煤矿勘测局的 Truman Wijaya(1984)、Haniyanto 和 Deddy Amrullah(1985)等还对研究区煤层的煤质进行了研究,发现该区煤的水分含量高、挥发分高,但硫分和灰分含量较低。

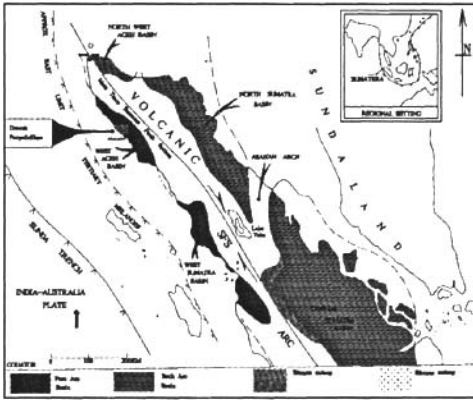


图1 苏门答腊岛北部区域地质图  
Fig.1 Northern Sumatra regional geological map

### 1 地层与构造

矿区属半掩盖区,在低洼处、河流及沟谷两侧均有基岩或煤层出露。区域上该区煤系基底为古生界石炭~二叠系 Woyla(俄依拉)群,岩性为沉积岩、变质岩及岩浆岩,常见岩石为石灰岩、角砾岩、大理岩、千枚岩和玄武岩等。其上为新生界不同系、世的含煤岩系。本矿区为新生界上新世 Tutut(都独)组含煤地层,区域上该组一般厚度在 500m 左右。主要岩性为砾岩、砂岩、泥岩及煤层,含有较丰富的动植物化石,砂砾岩常半固结,成岩较差、松散、易风化。全组含煤有 A、B、C、D、E、F、J、H 八个煤层组,每个煤层组在不同的地区发育情况有较大的差异,成为不同矿区的开发目的层。在本矿区揭露深度内,主要发育 A、B、C、D 四个煤层组,A、B 煤层在本区多为不可采煤层,C、D 煤层为本区的主要可采煤层,C1 煤层稳定发育可采。D1 煤层全区发育,大部可采。按照地层、煤层的发育特征及赋存规律,矿区范围内的地层以 C1 煤顶层面为界可将 Tutut(都独)组划分为上、下两段:下段由 D1 煤下至 C1 煤顶,一般厚 40m,有两个沉积旋回组成,为可采含煤段。本段含煤 3 层,即 C1、C2、D1 煤层,C1、D1 煤层为可采煤层,C2 煤层为局部可采煤层。C1 煤至 D1 煤之间以浅灰~灰色厚层中细砂岩为主,夹泥岩、砂质泥岩、粉砂岩。

表 1 煤层厚度、结构、稳定性及间距变化

Tab.1 The change of coal seams in thickness, structure, stability and spacing

煤层名称	全区厚度(m) 最小~最大 平均(点数)	煤层			顶底板岩性		
		结构	稳定性	可采性	间距(m) 最小~最大 平均(点数)	顶板	底板
A		简单	不稳定	不可采		泥岩	泥岩、粉砂岩
B	0.40~2.53 1.25(12)	简单	不稳定	不可采		泥岩	泥岩、粉砂岩
C1 <sub>上</sub>	0.59~6.98 5.24(64)	简单	稳定	全区可采	21.20~39.40 25.45(7)	泥岩、砂岩	泥岩、砂质泥岩
C2	0.35~2.60 0.75(42)	简单	不稳定	局部可采	4.70~11.20 7.95(12)	泥岩	泥岩、粉砂岩
D1	0.30~6.80 2.45(48)	简单	较稳定	大部可采	9.60~26.70 21.60(16)	泥岩	泥岩

上段为 C1 煤顶至露头,残留厚度不等,一般在 30m 左右。常发育一个沉积旋回,形成 A、B 两个煤层组。以灰~深灰色泥岩、砂质泥岩为主,含褐色煤层、灰~灰绿色中砂岩及细砂岩。部分地区在底部发育一层河床相中、粗砂岩或含砾砂岩,与下伏岩层呈冲刷接触,冲刷 C1 煤层并使其变薄。局部相变为粉砂岩。

BARA 煤矿位于北苏门答腊岛五大沉积盆地的西亚齐盆地(图 1),该盆地构造较简单,发育宽缓的褶皱,断层不发育。经剥蚀改造,在一些地区形成简单的单斜构造。地层总体走向为北西-南东向,倾向南西,地层倾角一般在 5°以下。

## 2 主采煤层与煤质

BARA 矿区含煤地层为新生界上新世 Tutut (都独)组,在勘查揭露深度内有 A、B、C、D 四个煤层组,平均煤层总厚 9.64m,含煤系数 19%。可采煤层总厚 7.69m,可采含煤系数 15%。C1、D1 开采煤层是适宜露天开采的主采煤层。

C1 煤层。全层煤厚 0.59m~6.96m,一般厚度在 5m~6m 之间,平均煤层厚度 5.24m。属于厚煤层。煤层结构简单。有冲刷造成的煤层变薄点。以暗煤为主,丝炭条带次之,夹少量的镜煤,属暗淡型煤或半暗型煤。

表 2 煤质指标(平均值)

Tab.2 Coal quality indicators(average)

项目	煤层	C1	D1
水分	原煤	16.79	14.92
Mad(%)	净煤	8.76	9.06
灰分	原煤	3.76	17.11
Ad(%)	净煤	3.53	9.23
挥发分	原煤	52.29	51.78
Vdaf(%)	净煤	54.06	53.15
全硫	原煤	0.12	0.46
St,d(%)	净煤	0.10	0.35
磷	原煤	0.001	0.015 8
Pd(%)	净煤	0.001 5	0.011 9
发热量	Q <sub>gr,d</sub>	原煤	25.19
	MJ/kg	净煤	25.69
	Q <sub>net,d</sub>	原煤	24.38
	MJ/kg	净煤	25.02
透光率 PM(%)	净煤	34	32
Q <sub>gr,maf</sub> MJ/kg	净煤	19.09	18.88

D1 煤层。全层煤厚 0.30m~6.80m,一般厚度

在 1.5m~3.0m 之间。平均煤层厚度 2.45m。属于中厚煤层,局部为厚煤层。煤层结构简单。一般不含夹矸。中北部煤层较厚,发育较好,向南煤层变薄。以暗煤为主,丝炭条带次之,夹少量的镜煤,属暗淡型煤或半暗型煤。

煤质特征。C1 煤:全水分(39.4%)、属特低灰(3.76%)、特低硫(0.124%)、特低有害成分,高热值(Q<sub>net,d</sub>24.38MJ/kg)的优质褐煤;D1 煤:属中灰(17.11%)、特低至中硫(0.46%)、特低有害成分,高热值(22.03MJ/kg)的优质褐煤;主要煤质特征见表 2。

## 3 水文地质及工程地质

含水层组。(1)C1 煤上砂岩含水层组:含水层组以粉-细砂岩为主,厚度变化较大,一般为 0m~14.00m,平均 4.80m。砂层富集区多呈带状分布,总体规律为:中西部厚、北部及南部薄。地下水类型为孔隙-裂隙潜水,水位标高一般为 20m~34m,富水性弱,单位涌水量一般在 0.034 L /S.m 左右。水质类型简单,为 HCO<sub>3</sub>-Na<sup>+</sup>K 型,矿化度一般小于 100mg/L。径流条件差,渗透系数为 0.41 m/d 左右。该含水层组位于 C1 煤之上约 13.15m,是露天开采 C1 煤时(需剥离揭露)的直接充水含水层。但因其富水性弱,分析对采煤影响不大。(2)C1—D1 煤间砂岩含水层组:含水层组以粉、细砂-中砂岩为主,局部为含砾砂岩。厚度变化较大,一般为 0m~23.47m,平均 6.45m。砂层富集区多呈条带状分布,比 C1 煤上砂岩稳定,总体变化规律为:中部厚、北部及南部薄。地下水类型为孔隙-裂隙微承压水,水位标高一般为 20m~35m,富水性较弱,单位涌水量一般为 0.042 L /S.m 左右。水质类型为 HCO<sub>3</sub>-Na<sup>+</sup>K.Mg 型,矿化度小于 200mg/L。径流条件较差,渗透系数为 0.66m/d。该含水层组距上部 C1 煤较远,间距大于 25m,故对开采 C1 煤影响不大。距离下部 D1 煤约为 8.75m,对开采 D1 煤有直接影响,但因其富水性弱,影响不大。

隔水层组。区内含煤地层发育有 C1 煤上泥岩隔水层组、C1 煤下泥岩隔水层组和 D1 煤顶板泥岩隔水层组三个主要泥岩段,泥质结构,构造裂隙闭合且充填好,构成良好隔水层组。

导水构造。本区构造形态主要为向西南缓倾斜的单斜构造,局部有小型褶曲分布,目前未发现

大断层及导水断层。在野外露头发现,构造裂隙是本区主要导水、透水构造,常有泉水渗出。常见构造裂隙有两组,走向分别为:50°~80°;285°~335°,为剪裂隙。分析在地下深处,剪裂隙较闭合,含、导水性较差,对矿床不会有太大充水影响。

工程性质。岩土类型宏观上可分表层松散岩类、泥岩类、砂岩类、煤岩类(特殊岩石)。其中煤岩稍硬,其它岩石变质程度低,半固结,脆弱易破碎。岩石抗压强度一般为2.13MPa~3.39MPa,平均为3.03MPa,属于松软岩类。

#### 4 含煤岩系沉积环境

在经历了新生界中新世中后期的地质改造作用,在剥蚀面上新生界上新世开始接受沉积,在较大区域内广泛发育三角洲沉积,属于河控-浅水三角洲沉积体系。其特点是三角洲平原比较发育,而三角洲前缘和前三角洲不甚发育。C、D煤层组即是在浅水三角洲平原上聚积而成的。浅水三角洲沉积体系在其自身演化过程中,其各环境单元的成煤条件(即泥炭沼泽的发育状况)也发生着变化。浅水三角洲的主体部分是三角洲平原,而其中的分流河道又是其骨架部分,分流河道的发育、改道、侧蚀和废弃等作用影响着泥炭沼泽的发育和泥炭的堆积、保存和最终成煤。在相对稳定区域,沼泽具有继承性发育,使得泥炭得以堆积,因而可形成厚煤层(C煤);在相对不稳定区域,如盆地基底不均衡沉降、分流河道继承性发育

地段,成煤条件则不好,泥炭或沉积缺失,或被后期河流冲蚀,最终导致煤层厚度变薄或缺失。

#### 5 结束语

BARA 煤矿区煤层埋藏浅、资源丰富、煤质优良、开采技术条件简单、开发条件良好,每平方公里资源量一般在10<sup>7</sup>t左右,特别适宜露天开采。苏门答腊岛西北地区属经济发展欠发达地区,急需技术、资金的支持,我们有煤炭地质勘查及煤炭资源开发的优势,要加强对该区域的矿产资源合作。BARA 煤矿地处的沉积盆地,蕴藏有丰富的煤炭资源,勘探开发程度很低。在能源日益紧缺的时代,该地是重要的勘探后备基地。在我国能源战略走出去的今天,北苏门答腊岛有着便利的交通条件、良好的投资环境,应作为资源勘查首选区域,加强对该区域的地质研究,可以对探矿权、采矿权尝试申请或合作。

#### 参考文献:

- [1] CAMERON N R, CLARK M C G, AIDISS D T. The geology evolution of Northern Sumatra[M]. Jakarta: Corr IPA Press, 1980.
- [2] 白维灿,石怀虎. 印度尼西亚亚齐特别区 NAGAN RAYA 县 BARA 煤矿煤炭地质勘查报告. [R]邯郸:中国煤炭地质总局水文地质工程地质环境地质勘查院, 2009.

(责任编辑 刘存英)