

地质与矿产

刚果布谷马西钾盐矿区南部矿段工程地质条件分析

贾绍松, 栾元滇, 关琴, 岳伟佳

(山东省地矿工程勘察院, 山东 济南 250014)

摘要:布谷马西钾盐矿区位于刚果共和国奎卢省黑角市北约30 km处。根据矿层分布情况,以奎卢河为界将该矿区划分为南、北2个矿段。南部矿段钾盐矿层厚度大,分布连续,有益组分含量较高,现已进行了详查。矿层埋藏较深,上部盐岩层完整性好,下部盐岩层多发育IV级结构面,完整性不均一,工程地质条件程度为复杂。经综合分析竖井宜建在比利村及向南2 km的ZK201孔附近,该区岩层稳定,岩体完整程度高,构造相对不发育,建井时要注意岩体完整性差部位的浇筑支护,以防发生坍塌、突水等不良地质现象。

关键词:钾盐矿;工程地质条件;布谷马西;刚果

中图分类号:P619.211

文献标识码:A

引文格式:贾绍松,栾元滇,关琴,等.刚果布谷马西钾盐矿区南部矿段工程地质条件分析[J].山东国土资源,2015,31(11):15-19. JIA Shaosong, LUAN Yuandian, GUAN Qin, etc. Analysis on Engineering Geological Condition in South Ore Section of Sylvine Mining Areas in Mboukoumassi[J]. Shandong Land and Resources, 2015, 31(11): 15-19.

布谷马西钾盐矿区位于刚果成盐盆地之黑角次级盆地^[1],西部毗邻大西洋,行政区划隶属刚果共和国奎卢省。矿区位于奎卢省省会黑角市北,距黑角市直线距离约30 km。该矿区面积较大,奎卢河从矿区中部穿过。矿区地表被第四系松散层广泛覆盖,下伏依次为新近系、白垩系,钾盐矿即发育于白垩系中部泻湖相盐类沉积中。盐类沉积呈石盐岩和光卤石岩互层韵律分布,光卤石岩层即钾盐矿层。矿床成因类型为泻湖相沉积矿床^[2-3]。经对该区钾盐矿勘查发现,在奎卢河附近矿层厚度小,有益组分品位较低,而奎卢河南北两侧矿层厚度相对较大,品位较高,因此,以奎卢河为界将该矿区分分为南、北2个矿段(图1)。南部矿段钾盐矿层分布连续,厚度大,KCl品位高,现已进行了详查,拟作为首采地段。因此,加强南部矿段工程地质条件研究,对今后开采该区钾盐矿具有非常重要的意义。

1 工程地质岩组特征

1.1 岩性特征

南部矿段自上而下包括第四系、新近系、白垩系



图1 矿区位置图

等,据施工钻孔资料反映,各孔岩性特征具可对比性。岩性特征见图2(以ZK201孔为例,介绍其岩性

收稿日期:2015-04-22;修订日期:2015-06-15;编辑:王敏

作者简介:贾绍松(1962—),男,山东莘县人,工程师,主要从事地质矿产勘查工作;E-mail:jiashaosongxxxx@126.com

特征)。

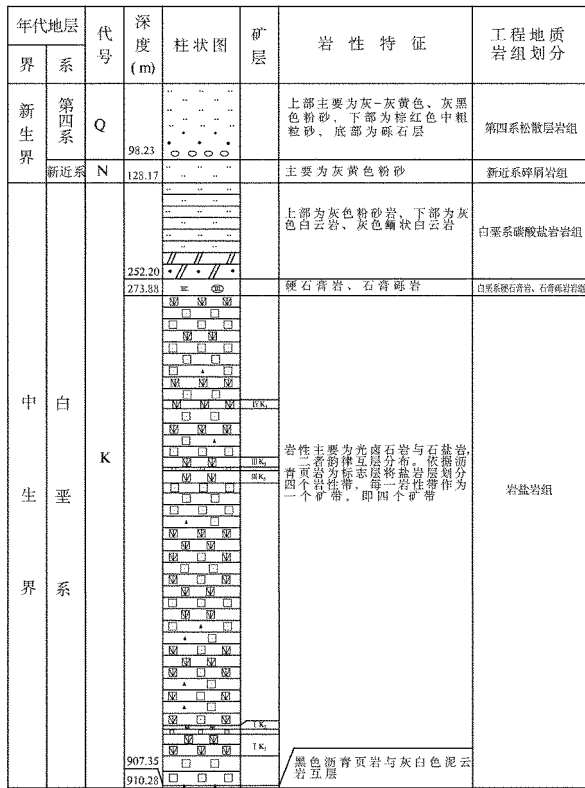


图 2 ZK201 孔综合柱状图

1.2 工程地质岩组划分

根据钻孔资料,由上至下南部矿段工程地质岩组^[4]划分为第四系松散层岩组、新近系碎屑岩岩组、白垩系碳酸盐岩岩组、白垩系硬石膏岩岩组及盐岩岩组。

(1)第四系松散层岩组:第四系松散层覆盖整个矿段,为冲洪积物。岩性主要为粉细砂、含砾细中砂,中上部夹薄层粉砂质粘土,下部发育一砾石层。该岩组厚度为 114.40~170.23 m。其中上部以粉细砂为主,松散—稍密,含水性一般,埋深一般在 20 m 以上;20~80 m 为黑褐色粘土偶夹淤泥质软土,局部粘土层尖灭,粘土可塑—硬塑,无摇震反应,干强度中等;中下部为含砾的细中砂,稍密,含水性好;底部为一层砾石层,厚度多为 2.81~6.63 m,中密,含水丰富。

(2)新近系碎屑岩岩组:南部矿段均有分布,隐伏于第四系松散层之下,厚度 30.52~116.10 m,分布连续且较稳定。岩性以粉砂岩、粘土质粉砂岩为主,上部固结差,下部固结较好。质软,岩石不抗风化、易干裂,浸水易泥化,含水性较差。局部粉砂岩

有白云质胶结,较硬,小溶孔发育,层薄。

(3)白垩系碳酸盐岩岩组:该岩组位于矿层顶板之上、新近系碎屑岩之下,岩性由白云质粉砂岩、白云岩组成,夹有薄层粉砂质泥岩。厚度在 54.77~121.52 m 左右,分布连续且较稳定。白云岩裂隙岩溶普遍发育,以溶孔为主,裂隙频率 1~2 条/m,富水性一般。上部岩性完整性较好,向下完整性差—中等,局部破碎。岩石质软,白云质粉砂岩单轴抗压强度 7.68~13.80 MPa,为软岩;白云岩稍硬,单轴抗压强度 20.00~26.48 MPa,属较软岩。

(4)白垩系硬石膏岩、石膏砾岩岩组:该岩组属于盐岩层的顶板,位于碳酸盐岩之下,岩性由硬石膏岩、石膏砾岩组成,局部夹有白云岩、沥青页岩、石盐岩。厚度为 13.33~26.76 m,分布连续稳定。该岩组裂隙岩溶基本不发育,裂隙频率<1 条/m,含水性微弱。岩石完整性较好,受构造影响局部破碎。岩石结构致密,单轴抗压强度 19.40~28.00 MPa,为较软岩类。

(5)岩盐岩组:该岩组埋深为 260~910 m 之间,岩性主要为光卤石岩与石盐岩,二者韵律互层分布。依据沥青页岩为标志层将盐岩层划分 4 个岩性带,每一岩性带作为一个矿带,即 4 个矿带^[2],在第二、三矿带之间普遍发育一层或两层水氯镁石岩夹层。

钾盐矿层岩性为光卤石岩,连续性较好,单层厚度较稳定。岩石呈致密块状,局部呈薄层状,盐溶裂隙不发育,为非含水层。岩石完整性好,结构面发育很少,以层面为主,间距一般大于 0.5 m。光卤石岩天然抗压强度 1.36~4.00 MPa,岩石力学强度低,属软岩。

石盐岩为光卤石岩(钾盐矿层)直接顶板。该岩组上部石盐岩多呈致密块状,完整性好,结构面发育少,多为 V 级,结构面间距一般大于 0.5 m,岩石力学强度较高,石盐岩天然单轴抗压强度 29.16~39.60 MPa,属较硬岩类;下部石盐岩呈薄层状,结构面(层面)泥质胶结,结合力较差,易分开,完整性差,下部薄层状石盐岩力学强度较低,天然单轴抗压强度一般在 19.60~23.52 MPa,为较软岩类。

沥青页岩为夹石层,多与石盐岩呈互层状分布,共发育 4~5 层,连续性较好,厚度薄,最厚处为 3 m。岩石力学强度低,为软弱岩类, V 级结构面发育,完整性差。

水氯镁石岩层,厚度不一,一般大于 2 m,最厚

处达 10.31 m,较连续稳定,岩石质软,力学强度低,解理发育,易碎。

盐岩层底板为灰绿色砂岩,岩石力学强度低,为软弱岩类,V级结构面发育,完整性差。天然单轴抗压强度一般在 2.60~3.60 MPa,为较软岩类。

2 岩体完整程度分级

根据野外工程地质编录,依据岩心 RQD 值将整个矿区岩体完整程度分为 5 级^[5-6]:

(1)岩体完整:垂向上位于盐岩层上部。岩性以致密块状石盐岩、块状光卤石岩为主,厚 205.06~338.20 m。岩层水平连续稳定,垂向上局部夹有薄层沥青页岩,岩石结构面发育 1~2 组,多以 V 级(层面)为主,层面间距 0.5~1 m 左右,泥质胶结。岩体完整,质量指标 RQD 值 90%~100%。

(2)岩体较完整:垂向上位于盐岩层顶板。岩性为硬石膏岩、石膏砾岩夹有薄层沥青页岩。岩层较连续稳定,裂隙基本不发育,岩石单轴抗压强度平均 24.08 MPa。另外在碳酸盐岩的上部或中部也存在该级,岩性为白云质粉砂岩夹泥岩,岩层较连续稳定,裂隙发育很少,岩石单轴抗压强度平均为 10.04 MPa。岩体较完整,局部破碎,岩石质量指标 RQD 值一般为 75%~90%,岩石质量为 II—IV 级。

(3)岩体中等完整:位于盐岩层下部,岩性以薄层状的石盐岩、块状光卤石岩为主。岩层水平连续稳定,垂向上含薄层沥青页岩夹层及水氯镁石岩夹层。石盐岩层理、片理较发育,结构面为泥质所充填,结合力差,完整性差;光卤石岩多为块状,结构面发育较少;夹石层沥青页岩为薄层状结构,完整性差;水氯镁石岩层解理较发育,完整性也较差。因此,盐岩层下部完整性不均一,总体为中等完整,岩石质量指标 RQD 值为 50%~75%。

(4)岩体完整性差—破碎:硬石膏岩之上碳酸盐岩层的大部分属于该级,岩性为白云岩、白云质粉砂岩,岩层较连续稳定。另新近系碎屑岩的中下部也有该级分布,岩性为半固结的粉砂岩、粘土质粉砂岩,岩层较连续稳定,岩质软,遇水易软化、泥化。该级岩体完整性差—破碎,岩石质量指标 RQD 值 25%~50%,岩石质量为劣等。

(5)岩体破碎:垂向上主要位于第四系以及新近系上部。第四系岩性主要为砂、砾石层,松散,厚度较稳定;新近系岩性为粉砂,连续稳定,岩质软,岩

石质量极劣,岩石质量指标 RQD 值小于 25%。

3 构造特征

据二维地震解译资料(图 3),南部矿段白垩系硬石膏岩以下表现为一单斜构造形态,西南低,东北高;白垩系顶面从西南向北东表现为两凹两凸的构造形态;新近系顶面表现为一单斜构造形态,西北部低,东南部高。

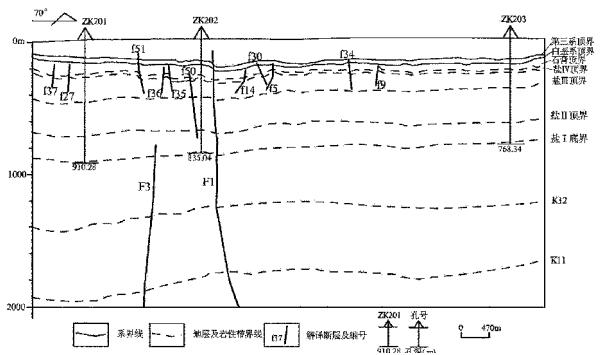


图 3 20 勘探线二维地震解译剖面图

该区断层主要为 NW—SE 向和近 SN 向 2 组, NW—SE 向断层规模较大,断距较大,发育较多,控制了主要构造带的分布;近 SN 向的断层规模较小。据地震资料反映该区断层有 55 条,这些断层控制着南部矿段现今的构造格局。

(1)岩盐层下部断层:地震资料反映在南部矿段盐岩层下部发育 5 条断层,为正断层和走滑断层,断层倾向普遍较陡,约 80°左右。断层走向为 NW—SE 向和近 SN 向,其中 F1 断层自 K11 层面上延伸至新近系顶面,这个断层影响深度贯穿整个盐岩层,对该区的影响较大,值得引起注意。

(2)岩盐层及上部断层:地震资料反映在南部矿段岩盐层及岩盐层上部层位解释了 51 条断层(包括 F1 断层),均为正断层,断层倾角变化较大,30°~80°,断层面为新近系顶面到盐层 IV 矿带顶面。断层的走向以 NW—SN 向为主,近 SN 向为辅,倾向不一,有的 W 倾、有的 E 倾。

4 竖井稳定性分析

南部矿段设计开采方法为井下洞采。根据矿层围岩的分布情况及矿层顶底板岩性工程地质条件,结合物探解译构造特征,建议竖井宜设在矿区西部比利村及向南 2 km 的 ZK201 附近。该区地势相对

较高,岩层稳定,岩体相对完整程度高,构造相对不发育。由于各层工程地质条件的差异,建井时应注意不同的工程地质问题。根据 ZK201 钻孔揭露情况分析如下:

(1)0~128.17 m,岩性主要为(第四系)粉细砂及砾石层。砾石层厚度 6.24 m,松散一稍密,局部中密。该层为该矿区主要含水层,含水丰富,岩石质量极劣,岩石质量指标小于 25%,工程地质条件复杂。建井过程中应用水泥浇筑支护,并注意向井内突水现象,以免发生事故。

(2)128.17~197.43 m,岩体完整性差段,岩性主要为粉砂岩夹泥岩。岩质较软,半固结一固结状,含水性较差,透水性差。岩石为软弱岩类,遇水易软化或泥化,会出现冒顶等不良工程地质现象,工程地质条件差。建井时,应注意加强浇筑或支护工程。

(3)197.43~207.98 m,岩体较完整段,岩性为白云质粉砂岩、白云质泥岩。岩层较稳定,岩石结构致密,裂隙基本不发育,为隔水层。上部白云质粉砂岩单轴抗压强度为 7.68~13.80 MPa,为软岩类,岩体较完整,岩石质量指标 75%~90%,工程地质条件中等。生产建设及施工过程中应注意坍塌等不良地质现象的发生。

(4)207.98~252.72 m,岩体完整性差段,岩性为白云质粉砂岩、白云岩,厚度稳定。岩石为较软岩类,裂隙发育少,含水性较差;夹的薄层泥岩,质软,属软岩类。岩石质量指标 25%~50%,工程地质条件差一中等。生产建设及施工过程中应注意坍塌、突水等不良地质现象的发生。

(5)252.72~273.88 m,为岩盐层顶板,岩体较完整段,岩性为硬石膏岩、白云岩、沥青页岩及石膏砾岩组成。硬石膏岩抗压强度为 22.00~27.60 MPa,为较软岩类,裂隙基本不发育,为隔水层;沥青页岩质软,层很薄,为软弱夹层,对井巷施工易造成不利影响。该段总体岩石质量指标 90%~100%,工程地质条件中等。

(6)273.88~612.08 m,为上部岩盐层,岩体完整段,岩性为石盐岩、光卤石岩、沥青页岩组成。石盐岩与光卤石岩均为致密块状,岩石力学强度较低,石盐岩单轴抗压强度为 32.68~35.08 MPa,光卤石岩单轴抗压强度为 5.64~7.48 MPa。岩层连续,厚度稳定,不含水,岩体完整。沥青页岩夹层厚度薄,力学强度很低,完整性差。该段岩石总体质量指标

90%~100%,工程地质条件中等。开采或建井时,注意遇沥青页岩时发生坍塌等不良地质现象。

(7)612.08~907.35 m,为下部岩盐层,岩体中等完整段,完整性不均一。岩性为石盐岩、光卤石岩夹薄层沥青页岩。石盐岩层呈薄层状,多发育 IV 级结构面(层理为主),层面易分开,岩石力学强度较高,属较硬岩类;光卤石岩层岩石致密块状,岩石力学强度低,完整连续;沥青页岩夹层厚度薄,较连续,力学强度低,完整性差。该段岩石质量指标总体 50%~75%,工程地质条件复杂,开采或建井时,注意坍塌等不良地质现象的发生。

(8)907.35 m 以下,为岩盐层的底板,岩性为粉砂质白云岩夹沥青页岩,岩石裂隙不发育,不含水,具隔水性能,岩体中等完整,岩石质量指标 50%~75%,工程地质条件中等。

5 矿层及围岩工程地质条件分析

按照岩石坚硬程度划分标准^[7],对该区岩性进行了详细划分。根据前述,对矿层及上部各岩性层工程地质条件综合分析如下:

第四系:为松散层,分布广泛,厚度较大,密实度差,工程条件差,且含水丰富,为矿区主要含水层。由于矿体之上有较厚的粘土质粉砂岩、白云质粉砂岩、硬石膏岩阻隔,第四系水一般不会对矿体开采造成危害,第四系的不稳定性会对矿床开采产生一定的威胁。

新近系:岩性为粉砂岩、粘土质粉砂岩夹薄层白云质粉砂岩,其厚度 30.52~116.10 m。岩石上部松散与第四系水联系密切,下部含粘土质,含水差,对上部第四系水起阻隔作用。该层岩石成岩固结较差,质软,易碎、易风化,对矿床开采产生不利因素,易产生冒顶、塌落现象。该岩层工程地质条件中等一复杂。

白垩系碳酸盐岩:岩性主要为白云质粉砂岩、白云岩,厚度较稳定,岩体完整性差一破碎,局部中等。岩石质软,属较软一软岩,少量裂隙发育。岩溶发育以小溶孔为主,含水较差,工程地质条件中等。该层为矿床主要的间接充水含水层,由于矿体之上有较厚的硬石膏岩、石膏砾岩阻隔,因此不会对矿床开采造成直接危害,其稳定性会对矿床开采产生威胁。

岩盐层顶板:岩性主要为硬石膏岩、石膏砾岩组

成,厚度较稳定。岩石致密,裂隙基本不发育,含水微弱,较好地阻断了上部裂隙水。岩体完整性好,但岩石较软,属软岩,工程地质条件中等。

岩盐层:主要由石盐岩、光卤石岩组成,沥青页岩、水氯镁石岩为夹层,夹层少且厚度薄。上部岩盐层较完整,厚度较大,裂隙不发育,弱含水;石盐岩为钾盐矿层直接顶板,属较硬岩类,光卤石岩(钾盐矿层)属软岩类,易开采,工程地质条件一般;下部岩盐层中的石盐岩呈薄层状,完整性不均一,厚度大,不含水,岩石质量差,工程地质条件复杂。

6 结论

(1)南部矿段工程地质岩组由上至下划分为第四系松散层岩组、新近系碎屑岩岩组、白垩系碳酸盐岩岩组、白垩系硬石膏岩岩组及岩盐岩组。

(2)岩体完整程度分为 5 级:完整、较完整、中等完整、差—破碎、破碎。上部岩盐层为完整、硬石膏岩层为较完整,下部岩盐层为中等完整,大部分碳酸盐岩层完整性为差—破碎,第四系及新近系松散层为破碎。

(3)该区构造较发育,尤其盐层上部解译断层 51 条,以 NW—SN 向为主,近 SN 向为辅,主要为正断层。

(4)经综合分析,矿井宜建在比利村及向南 2 km 的 ZK201 孔附近,该区岩层稳定,岩体完整程度高,构造相对不发育。建井及生产时要注意岩体完

整性差部位的浇筑支护,以防坍塌、突水等不良地质现象发生。

(5)矿层相对埋藏较深,上部岩盐层完整性好,下部岩盐层多发育 IV 级结构面,完整性不均一。岩盐层顶部硬石膏岩结构致密,裂隙基本不发育,完整性好,但力学强度低;钾盐矿层光卤石岩力学强度低,为软岩,易于开采;矿层直接顶板石盐岩较硬,盐溶裂隙不发育,工程地质条件较好;矿层中沥青页岩及水氯镁石岩夹层力学强度低,完整性差,厚度薄。

经分析研究,认为南部矿段工程地质条件复杂程度为复杂。

参考文献:

- [1] 栾元滇,官述林,岳维佳.刚果共和国西部沿海一带钾盐成因分析[J].化工矿物与加工,2012,41(6):20-22.
- [2] 栾元滇,岳维佳,孟令远.布谷马西地区白垩系下统盐类沉积特征及沉积旋回划分[J].化工矿产地质,2014,36(4):208-214.
- [3] 亓协全,成成才,宋永芬,等.老挝东泰钾镁盐矿床钾盐成生顺序成因探讨[J].山东国土资源,2014,30(2):24-28.
- [4] 张战胜,王海芹,陈刚.沂源韩旺铁矿上河矿段构造及水文工程地质探新[J].山东国土资源,2006,22(5):58-60.
- [5] 刘大伟.山西省文水县颛头煤炭勘查区开采技术条件评价[J].科技视界,2014,(14):281-282.
- [6] 肖松春,戴塔根.沃溪金锦钨矿深部开采技术条件评价[J].国土资源导刊,2013,(10):75-78.
- [7] 张子祥.灵台矿区安家庄井田煤炭资源开采技术条件分析[J].煤炭工程,2015,46(3):11-13.

Analysis on Engineering Geological Condition in South Ore Section of Sylvine Mining Areas in Mboukoumassi

JIA Shaosong, LUAN Yuandian, GUAN Qin, YUE Weijia

(Shandong Geo-engineering Exploration Institute, Shandong Jinan 250014, China)

Abstract: Mboukoumassi sylvine mining areas is located in 30km north of Pointe Noire of Kouilou province in the Republic of Congo. According to the distribution of ore bed, this orefield can be divided into two ore sections: the north ore section and the south ore section, and the Kouilou River is the boundary line. In the south ore section, the sylvine miningore bed has large thickness, continuous distribution and the higher useful composition. Now, detailed exploration has been carried out. Its integrity is not uniform and engineering geological conditions are complicated. According to comprehensive analysis, vertical shaft should be built in Moili village and near to the ZK201 hole which is located 2km south of the Moili village. Due to unstable rock strata, completed rock formation and less developed structures, pouring and supporting work in the strata with poor integrity should be paid more attention in constructing wells. Thus, bad collaps and water bursting can be prevented.

Key words: Sylvine mining; engineering geologic condition analysis; Mboukoumassi