

四川大安石盐矿区矿床开采技术条件浅析

房晓龙

四川省煤田地质工程勘察设计研究院, 四川 成都 610072

[摘要] 大安石盐矿区位于广安-南充盐盆的东南部, 有较好的古构造和古地理条件。含盐系地层为三叠系中统雷口坡组三段二亚段 (T_2l^{3-2}), 矿体埋深 2471m 以下, 共揭露石盐矿层 2 层, 平均厚度 127.47m。共提交 NaCl 资源量 (331) + (333) 共计 10.078 亿吨, 其中探明的内蕴经济资源量 (331) 为 4.47 亿吨。本矿床具备比较好的开采技术条件, 岩盐矿质量较好, 单矿层厚度较大, 埋藏深度适宜, 适合进行钻井水溶法开采。

[关键词] 大安盐矿; 开采技术条件; 钻井水溶法

DOI: 10.33142/ec.v3i11.2761

中图分类号: TD8

文献标识码: A

Analysis on the Technical Conditions of Mining Deposits in Daan Rock Salt Mining Area, Sichuan

FANG Xiaolong

Sichuan Institute of Coal Field Geological Engineering Exploration and Designing, Chengdu, Sichuan, 610072, China

Abstract: The Daanshi salt mine is located in the southeast of The Guangan-Nanchong salt basin and has good paleotectonic and paleogeographic conditions. The salt-bearing strata are the third and second sub-member (T_2L3-2) of the Leikoupo Formation of the middle Triassic. The orebody is buried below 2471m deep. A total of two layers of rock and salt deposits are exposed, with an average thickness of 127.47m. A total of 1,007.8 million tons of NaCl resources were submitted (331) + (333), among which 447 million tons of endogenous economic resources were proved (331). This deposit has good mining technology, good quality of rock-salt ore, large thickness of single ore layer and appropriate burial depth, which is suitable for drilling water-soluble mining.

Keywords: Da'an Salt Mine; mining technical conditions; drilling water solution method

引言

广安-南充盐盆是目前四川已知的最大的三叠系盐盆, 大安石盐矿区正位于该盐盆的东南部, 有较好的古构造和古地理条件。前人在大安盐矿区所在的广安构造进行了大量的三叠系找钾及油气勘查工作, 揭露了嘉陵江组四段 (T_1j^4)、嘉陵江组五段 (T_1j^5)、雷口坡组三段 (T_2l^3) 三个含盐矿层。自 2015 年 1 月, 四川省煤田地质工程勘察设计研究院在大安盐矿区内共完成钻井 4 口, 总进尺 10986.74m, 均见矿。含盐系地层为三叠系中统雷口坡组三段二亚段 (T_2l^{3-2}), 矿体埋深 2471m 以下, 共揭露石盐矿层 2 层, 平均厚度 127.47m。共提交 NaCl 资源量 (331) + (333) 共计 10.078 亿吨, 其中探明的内蕴经济资源量 (331) 为 4.47 亿吨。本矿床具备比较好的开采技术条件, 岩盐矿质量较好, 单矿层厚度较大, 埋藏深度适宜, 适合进行钻井水溶法开采。

1 水文地质

矿区位于川中褶皱带中东部, 其水文地质单元为川中褶皱带简单水文地质区。由于区内地形高低起伏, 剥蚀丘陵、岗地等侵蚀地貌极为发育, 除渠江、嘉陵江等河流阶地地下水相对较发育外, 其余地区都较为缺水。

1.1 含(隔)水层

根据区内地下水的赋存条件及水力特征, 将地下水划分为三种类型: 即第四系松散岩类孔隙水、基岩类孔隙裂隙水、碳酸盐岩裂隙岩溶水; 将含水层分为 2 组: 潜水含水层 (第四系松散层孔隙含水层、基岩孔隙裂隙含水层)、承压水含水层 (基岩类孔隙含水层、碳酸盐岩裂隙岩溶水)。

1.1.1 潜水含水层

①第四系松散岩类孔隙水: 该类型主要分布在第四系松散堆积物中。含水层主要为第四系残积层中的砂土及砂砾土, 水位埋深 0.7~6.10m, 水位年变幅较小, 水力坡度极小, 含水层厚度 0.5~7.3m, 水质一般较好, 地下水化学类型 HCO_3-Na, Ca , 矿化度最大 518mg/L, 小于 1.0g/L。主要由大气降水、侧流向径流补给, 排泄方式以泉、下渗补给基岩裂隙潜水、侧向径流为主。

②基岩孔隙裂隙含水层：侏罗系中统上沙溪庙组基岩裂隙潜水广布矿区，基岩裂隙潜水的赋存特征主要决定于基岩裂隙的发育程度，由于裂隙在水平方向上分布具有疏密性，使富水性各地差异性较大，沟谷区的阶地附近及陡崖附近为裂隙密集带，因补给条件较好，有较好的储存空间，富水性相对较好。

1.1.2 承压水含水层

①基岩类孔隙裂隙含水层：侏罗系中下统地层和三叠系上统须家河组基岩孔隙裂隙中承压水广布区内，该套岩组地下深埋 20~2229m，厚度约 2209m。经资料综合分析，在矿区范围内发育有一条隐伏逆断层 F_1 ，断层附近发育有 1~2 条次生断层及较为丰富的裂隙，导致该断层附近的富水性相对较好。该套含水层中的地下水处于较为封闭状态。该层地下水的主要补给来源为上层地下水越流、侧流补给及地下水沿断层裂隙下渗补给；含水层的顶底均有稳定且良好的隔水层，使其与外界的水力联系程度较低，具有良好的储水条件。

②碳酸盐岩裂隙岩溶水：三叠系雷口坡组基岩裂隙承压水广布区内，该岩组地下埋深 2209~2678m，厚约 469m。该层地下水埋藏较深，因此该层地下水处于较封闭状态，地下水主要补给来源为侧流补给；顶底均有较为稳定且良好的隔水层，使其与外界水力联系程度较低，具有良好的保存条件。

1.1.3 隔水层

三叠系上统须家河组中的一、三、五段为大套的砂泥岩互层，其泥岩岩性致密、厚度巨大、分布广泛，是全区所有流体的区域遮挡层，基本上隔断了表层水与地层深部水的交换途径。

1.2 地下水的补给、径流与排泄

潜水以大气降水补给为主，部分为灌溉回归水、渠水渗漏补给。径流主要受地形控制，基本与现代地形吻合，流向以泄流的形式由北向南方向径流，向麻柳河排泄。排泄方式还有蒸发消耗、垂向渗漏和人工开采等。承压水通过侧流及上部含水层的越流得到补给。径流方向基本沿岩层倾向由北向南运移。由于受向广安背斜单斜构造及含隔水层的岩性组合的影响，基本形成了较为封闭的储水空间，故水量较小。由于埋藏深，处于地下水滞留带，补给、排泄困难，层内径流缓慢。

1.3 矿床充水因素分析

本区石盐矿床埋藏 2471m 以下，区内已发现断层没有延伸至含盐系地层中，矿层围岩主要岩性为白云岩、泥质白云岩、灰岩，岩性致密，厚度较大，分布广泛，裂隙不发育，无断层发育，基本上隔断了上部承压水与矿层深部水的交换途径，具有很好的隔水性，对矿层形成有效保护。但在对盐矿开采后会形成一定规模的溶腔，致使顶板冒落产生导水裂隙带，借鉴煤矿顶板裂隙影响的计算方法，经计算导水裂隙带高度 747.73m。但因溶腔始终是充满水的，矿床顶板的压力被削弱，顶板也不可能完全陷落，因此导水裂隙带的实际影响高度远小于 747.73m。因此，正常情况下涌入矿床中的水量不会影响正常开采作业。

本矿区水文地质条件简单，将来石盐矿床水溶开采时，矿床附近的各含水层不会对其产生较大影响。

2 工程地质

2.1 工程地质特征

2.1.1 石盐矿层顶底板岩石工程地质特征

含矿层位为雷口坡组三段二亚段 (T_2l^{3-2})，直接顶板岩性为硬石膏岩，顶板以上岩性以灰岩为主，局部夹泥质灰岩、硬石膏岩。底板岩性以灰岩、泥质灰岩为主。顶底板岩石结构均较致密，属坚硬岩石类型，稳定程度高，隔水性能好。

2.1.2 石盐矿体夹层工程地质特征

在本次施工的钻井中发现矿层中存在 0.35~4.08m 厚的夹层，岩性均以灰岩、硬石膏岩为主，呈不等厚薄层状分布于各石盐矿层中，在石盐矿层开采时，夹层容易垮塌，但不影响矿山开采的连续性。

2.1.3 石盐矿层工程地质特征

本区石盐矿层矿石颗粒一般为中~细晶结构，少量巨晶结构，矿层氯化钠含量大于 90%，适宜水溶开采，石盐矿层中局部为硬石膏斑块、团块石盐岩，对矿层水溶速度略有影响。石盐矿石 RQD 值一般在 87%以上，石盐岩体较为完整，属于极软岩石，矿体对于本身开采的维护作用有限。

2.2 工程地质评价

大安石盐矿体埋藏于雷口坡组三段二亚段 (T_2l^{3-2})，埋深 2471m 以下。顶板分布厚度大，相对较稳定，属坚硬岩石，隔水性能好。本矿区工程地质条件简单。

3 环境地质

3.1 地震与矿区稳定性

本区地质构造简单,按《中国地震烈度区划图》基本烈度值为VI度,近百年来未发生较大的地震,区域稳定性好。据川内多个产盐区的经验,盐层溶腔顶板坍塌会引发轻微地震,一般都在3级以下,无震感。

3.2 地质灾害

本区地形地貌及地质构造简单,地形以丘陵地貌为主,坡度不大。区内北西向发育有小型滑坡一处;区外6°方向直距460m处发育有小型滑坡一处。本区盐矿开采属于人为工程活动,由于石盐矿体埋藏深度在2475m以下,盐矿开采对地面不会产生影响,不会发生采空塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。但应对上述两处小型滑坡进行监测和及时治理,防止危及矿区地面设施、人员生命财产的安全。

3.3 环境地质评价

矿区区域稳定性好,无崩塌及水土流失等地质灾害发生,现有的两处滑坡现处于蠕滑阶段,处于监测状态,对矿床开采及交通运输无大的影响,水环境质量良好。矿区地质环境质量为中等。

4 矿石加工技术性能

石盐矿易溶于水,而在本区深埋地下(埋深2471.50~2627.80m),因此只能采用钻井水溶法开采。水溶试验结果表明:

(1)对同组试样的溶蚀速度而言,上石盐矿层样品在0—24°Be'范围内,上溶速度大多明显高于侧溶,这表明上矿层盐溶主要是以纵向的上溶行为为主;下石盐矿层样品在0—24°Be'范围内,侧溶速度明显高于上溶速度,这表明下矿层盐溶主要是以横向的侧溶行为为主。因此,采用调整卤水浓度的方法,可在一定程度上控制溶腔的形态,提高产卤能力。

(2)在盐井投入使用后,向井内注入的淡卤水浓度越低,则溶腔内的卤水浓度越低,侧溶溶蚀速度越快,盐矿的开采率就越高,能保证地下盐矿得以充分开发利用。

(3)在相同浓度的卤水中,粒级越大,沉降速度越快,残渣中小于4.7mm粒级颗粒沉降速度较慢,而本矿区0.1~2mm和>3.2mm粒级颗粒约占51.03~99%,因此绝大部分残渣颗粒均容易被卤水带出,有利于生产阶段扩大井下的卤水贮存空间;对于同粒级颗粒,随着卤水浓度的升高,沉降速度逐渐减慢,表明在井内卤水浓度较大时,部分较粗颗粒也可随卤水排出井外。

因此,开采试验表明,采用钻井水溶开采工艺,完全可以生产出合格卤水,矿层溶解性能好,卤水浓度上升快,溶腔密封性好,满足生产要求。

5 结语

综上所述,大安石盐矿区水文地质条件简单,工程地质条件简单,矿区地质环境质量中等,因此矿山开采技术条件属中等类型。

结合开采试验,大安石盐矿拟采用钻井水溶开采工艺。而定向水平井连通法是目前世界上先进的水溶开采方法,长期生产实践证明,这种开采方法经济适用,生产可靠,已被广泛应用,取得了良好的经济效益。

因此该盐矿拟用定向水平井连通法开采(如图1所示),井组生产能力可达67.5万m³/a以上(卤水含NaCl≥290g/l),折盐20万吨。按90万吨/年的生产能力计算,6对定向水平井连通井组可以满足制盐生产需求(其中1对水平井作为备用)。



图1 定向水平井连通法示意图

[参考文献]

- [1] 阳伟, 房晓龙, 刘伟等. 四川省广安市广安区大安盐矿勘探报告[M]. 四川: 四川省煤田地质工程勘察设计研究院, 2016.
- [2] 王清明. 钻井水溶开采技术的发展与展望[J]. 探矿工程, 1999, 99(6257): 146-149.
- [3] 王清明. 盐类矿床水溶开采[M]. 北京: 化学工业出版社, 2003.
- [4] 易胜利. 岩盐钻井水溶双井连通开采工艺的研究与推广[J]. 中国井矿盐, 2003, 5(34): 20-23.

作者简介: 房晓龙 (1988.6-), 男, 四川成都人, 汉族, 硕士, 工程师, 现从事矿产勘查及水工环勘查工作。