

中国贵州省务川县大竹园铝土矿安全高效过溶洞溶蚀区掘进方法探索与应用

Exploration and Application of Safe and Efficient Excavation Methods for the Dazhuyuan Bauxite Mine in Wuchuan County, Guizhou Province, China

洪峰 徐旭 肖强

Feng Hong Xu Xu Qiang Xiao

国家电投集团贵州遵义产业发展有限公司 中国·贵州 遵义 564305

State Power Investment Group Guizhou Zunyi Industrial Development Co., Ltd., Zunyi, Guizhou, 564305, China

摘要: 综合机械化开采工艺, 目前已经在国家电投贵州遵义产业发展有限公司所属的两座铝土矿(大竹园矿、瓦厂坪矿)得到工业化应用, 产量逐年提升, 随着开采强度的增加, 掘进速度无法满足开采需要, 导致采掘失衡、接续紧张, 掘进逐渐成为制约矿山发展的突出问题。受贵州地区喀斯特地貌影响, 岩溶、断层等地质构造发育, 溶洞、溶蚀区较多给掘进工作带来了很大的影响。如何有效控制顶底板、安全高效通过地质构造影响区域, 提高掘进效率是目前矿区迫切需要解决的问题。笔者通过对矿区地质特征的整体分析的基础上, 结合目前综掘工艺施工的特点以及对多年来掘进过程中产生问题的分析, 总结了安全高效通过溶洞溶蚀区的掘进方法, 为后续掘进工作积累了宝贵经验, 同时也提出了合理建议, 对务正道地区具有同样地质条件的矿体开采具有较高的借鉴作用。

Abstract: The comprehensive mechanized mining technology has been industrialized and applied in two bauxite mines (Dazhuyuan Mine and Wachangping Mine) under the State Power Investment Guizhou Zunyi Industrial Development Co., Ltd. The production has been increasing year by year. With the increase of mining intensity, the excavation speed cannot meet the mining needs, leading to mining imbalance and continuous tension. Excavation has gradually become a prominent problem restricting the development of mines. Due to the influence of karst landforms in Guizhou, geological structures such as karst and faults are developed, and there are many karst caves and eroded areas, which have greatly affected the excavation work. How to effectively control the roof and floor, safely and efficiently pass through the geological structure affected area, and improve excavation efficiency is currently an urgent problem that needs to be solved in mining areas. On the basis of an overall analysis of the geological characteristics of the mining area, combined with the current characteristics of comprehensive excavation technology construction and the analysis of problems that have arisen during the excavation process over the years, the author has summarized the safe and efficient excavation methods for passing through karst areas, accumulating valuable experience for subsequent excavation work. At the same time, reasonable suggestions have also been put forward, which has a high reference value for the mining of ore bodies with the same geological conditions in the Wuzhengdao area.

关键词: 铝土矿; 掘进; 综掘; 大竹园

Keywords: bauxite; excavation; comprehensive excavation; dazhuyuan

DOI: 10.12346/etr.v6i3.9191

1 引言

铝土矿是贵州省的优势矿种之一, 其资源丰富、矿石质量好, 分布广泛、矿床规模大, 截至目前, 共探获资源量约

12.9 亿吨, 居全国第二位。其中, 务正道地区远景资源量约 7 亿吨, 主要分布在七大向斜和新模向斜约占总量的 78%, 具有很大的开发潜力^[1]。依托务正道地区丰富的铝土资源,

【作者简介】洪峰(1981-), 男, 中国安徽桐城人, 本科, 高级工程师, 从事煤矿和金属矿山的掘进和开采研究。

国家电投集团遵义公司已形成煤电铝一体化产业经济带，贵州省务川县大竹园矿便是其附属矿山之一，设计产能 100 万吨/年，采用综采工艺回采矿石，综掘工艺开掘巷道。经过多次技术改造提升，目前综采工艺获得了巨大成功，产能获得释放，但由于地质条件的影响，掘进效率低的矛盾逐步凸显。通过大量的现场实践以及对大竹园矿地质条件特征和对影响掘进支护方式的因素进行综合分析，制定的掘进过溶洞溶蚀区的专项方案和措施，能很好地指导现场掘进作业，利于快速安全通过这些区域。同时，对类似地质条件下综掘工艺在安全高效过溶洞溶蚀区的应用中也具有重要意义。

2 地质概况

2.1 地层岩性

区域内地层发育较为齐全，从古生界奥陶系下湄潭组 (O1m) 到新生界第四系均有不同程度发育，第四系 (Q) 分布在斜坡、沟谷和坝子中。主要地层单位及岩性特征见表 1。

表 1 地层柱状表

地层系统			顶底板	代号	柱状图 1:100	厚度 (m)	岩性特征	
界	系	统						
古	叠	中震组	老顶	P ₂ q		30.54 ~ 44.96	一般上部为灰色中厚层含燧石团块细晶灰岩；中部为灰色厚层至块状细晶灰岩；中下部为灰色中厚层状细晶灰岩夹深灰色薄至中厚含燧石条带含泥质灰岩；下部为灰至深灰色中厚层状细晶灰岩夹深灰色薄至中厚含泥质灰岩。	
					梁山组	直接顶	P ₂ l	
生	石炭系	上竹园组	伪顶	C ₂ d		0~1.2	灰~深灰色致密状铝土岩。	
			矿体			0.53 ~ 3.19	深灰色铝土岩，碎屑状、豆腐状、半土状铝土岩。	
			伪底		0.78 ~ 10.69	灰、灰绿、紫红色黏土岩、黄铁矿黏土岩及绿泥岩黏土岩，偶夹赤铁矿或磁铁矿浸染体、角闪体和煤线。		
			黄龙组	间接底	C ₂ h		0 ~ 14.1	灰、灰白和紫红色厚层至块状粗晶粗晶灰岩，生物碎屑灰岩，局部夹厚层状灰岩。
界	志留系	下统	韩家店群	老底	S ₂ h ₂ j		>200	紫红、灰绿色页岩、泥岩、粉砂质页岩，局部夹薄层粉砂岩及生物碎屑灰岩。

2.2 矿区构造

①褶皱。区内褶皱较发育，主要为北北东向和近南北向，从西向东依次有道真向斜、洛龙背斜、大塘向斜、桃源向斜、浣溪向斜、旦坪向斜、鹿池向斜、栗园向斜、镇江向斜、镇南背斜、务川向斜和金鸡岭背斜。

②断层。区域上发育的断裂主要有北北东向、近南北向和北北西向三组。规模较大的是北北东向组，代表性的断裂有：三会逆断层、芙蓉江逆断层和涪洋正断层。

2.3 水文地质

矿区附近溪流均属乌江水系。矿区河流属乌江水系。主要河流有矿区以北的濯水溪沟及矿区北西岩脚边的铁窑小河。濯水溪沟一般流量 993.81l/s，最大流量 2981.43l/s，最小流量 331.27l/s，由濯水一带的大气降水补给；铁窑小河一般流量 3371.36l/s，最大 10114.08l/s，最小 1500l/s，其水来源于梅古洞 S10、大沟 S94 号泉和铁窑一带的大气降水，两小河（沟）于花园电站处汇集而成南湾河，向北西流入芙蓉江后汇入乌江。

3 掘进过溶洞溶蚀区存在的问题、施工方法、注意事项

3.1 存在问题

溶洞内可能存在积水、大量泥沙、孤石等，较大的溶洞空腔内可能存在悬石，对掘进支护造成巨大威胁。溶蚀区内顶板一般比较破碎、底板松软、存在淋水的情形，巷道支护时，容易出现支护失效、发生垮冒等问题，一旦出现事故，处理难度大、耗时久且安全风险高^[2]。

3.2 施工方法

以目前正在掘进的 1109 回风顺槽为例。该巷道设计长度 988m（平距），顺铝土矿层掘进，架棚巷道断面为梯形：净宽（顶板 3400mm、底板 4500mm，净高 2800mm）。施工具体操作方法：①掘进作业做到逢掘必探，摸清前方的地质构造和水文动态；接近溶洞、溶蚀区等异常区域时，采用物探、钻探精确探明地质构造类型和影响范围，采取针对性措施。②过溶洞、溶蚀区域前，先连接排水管路，加固原有施工巷道的支护，并对其进行连锁（使用 11# 工字钢，利用 φ20mm 锚杆制作的抱箍与棚腿、棚梁进行固定）为一个整体。③顶板破碎、漏矸严重时，在缩小棚距的同时，采用撞楔（用 φ30mm 圆钢加工，施工时间距 ≤ 小于 200mm，长度 ≥ 2500mm）对巷道前方顶板进行超前控制。④永久支护必须遵循掘一棚支一棚原则，使用双棚支护，棚间距不得大于 400mm；特殊地段，架设 11# 工字钢棚不能满足支护强度时，须改用 U29 型棚支护。并对架棚支护巷道用 11# 工字钢作为拉梁进行连锁，每根拉梁不得少于 3 道抱箍（抱箍采用不低于 φ20mm 锚杆制作），拉梁数量不少于 6 根（棚梁 2 根、棚腿各 2 根）。⑤溶洞、溶蚀区施工完毕后，必须对溶洞、溶蚀区及两端不少于 5m 的巷道范围，进行喷浆（强度 C25）加强支护；溶洞、溶蚀段内的空腔采用注玛丽散等高分子材料进行充填加固。

3.3 注意事项

第一，溶蚀区处于两帮且底板松软时：①用 φ30mm 圆钢或 50mm 厚的木板作撞楔，超前控制巷道两帮，撞楔间距 ≤ 小于 200mm，撞楔长度 ≥ 2500mm；②两帮控制完成后，立即对顶部岩体进行开挖，满足放置棚梁要求后，立即移动前探梁，安装棚梁，棚距为 400mm，并背顶严实，

安装3道撑木,撑木必须受力牢固;③若遇迎头前方溃泥、溃沙,需在迎头用单体液压支柱打关门支柱,并用网片或木板背护,防止迎头的泥或沙涌出导致无法安装棚腿;④分别对两帮棚腿柱窝开挖出渣,满足安装棚腿要求后,立即安装棚腿,棚腿必须穿鞋,鞋板规格:长300mm×宽300mm×厚50mm的木板,并用水泥配砂砼棚腿底300mm,强度为C20;⑤架棚支护完成后,清除底部的矿(矸)石,达到设计要求,底部溶蚀区宽度 $\geq 1500\text{mm}$,走向长度 $\geq 2000\text{mm}$ 时,必须对底部施工钢混结构的混凝土,强度C30,厚度 $\geq 300\text{mm}$,确保综掘机或其他设备能安全顺利通过。



图1 连锁架棚后的支护图

第二,溶蚀区或溶洞在棚梁上方,宽度 $\geq 1200\text{mm}$,走向长度 $\geq 3000\text{mm}$,与其他裂隙导通有漏风时:①对棚梁上方的空洞用木料接顶,超过2000m以上的高度,采用接假顶,假顶高度不得小于1500mm;②溶蚀段支护完成后,必须对棚梁上或两帮的空洞,需采取注水泥浆或玛丽散进行充填,防止漏风。

4 取得的效果

上述施工方法是在经历了很多事故事件的基础上,逐步

总结完善后形成的,具有较强的安全性和可适应性。在采取该施工方法后,大竹园矿掘进工作面先后安全顺利通过了四处较大范围的溶洞溶蚀区,时间节约50%~65%,达到了提高掘进效率的目的。

5 对后续掘进工作的建议

前期施工过程中曾发生过误穿溶洞、冒顶等事故,究其原因,主要还是掘进作业前对前探工作的重视程度不足,对打钻成果资料的研究不深不透,未对掘进前方的断层、岩溶等地质构造以及矿层厚度变化、顶底板岩层起伏、无矿天窗等进行系统分析,造成巷道掘进时不能及时对受地质构造等影响范围内的支护提前进行加强支护;一味的跟层施工导致巷道坡度高低起伏,给皮带机的运行、巷道排水、轨道运输及后期工作面回采都带来了极大的障碍。矿区后续的开拓、准备及回采巷道掘进应对超前的物探、钻探工作应引起足够的重视。

6 结语

掘进进度的快慢关乎工作面的接续,关乎矿井能否持续发展,所以必须高度重视,尤其是掘进过地质构造期间的进度和安全,是影响整个巷道施工进度关键。在矿井后续的掘进施工作业中,要加强地质前探,根据物探、钻探成果,结合前期井下开采和掘进揭露的地质情况,进行充分的整理和研判,对影响掘进工作的断层、岩溶以及岩层起伏、无矿天窗进行系统分析,摸清掘进工作面前方的地质情况,更好地指导现场掘进工作。同时,要继续加强对掘进过溶洞溶蚀区的方法研究、探索和改进,以期更好地为大竹园矿及类似地质条件的矿井积累宝贵的经验。

参考文献

- [1] 雷志远,廖友常.黔北大竹园铝土矿矿床地质特征及成因浅析[J].西部探矿工程,2007(9).
- [2] 张晓东.探讨贵州遵义大竹园铝土矿水文地质特征[J].新疆有色金属,2023(5).