

# 联合支护技术在软岩巷道中的实践

## Practice of Combined Support Technology in Soft Rock Roadway

陈晓雷

Xiaolei Chen

内蒙古平庄能源股份有限公司  
中国·内蒙古 赤峰 024001  
Inner Mongolia Pingzhuang Energy Co., Ltd.,  
Chifeng, Inner Mongolia, 024001, China

**【摘要】**新时期社会发展对能源需求进一步增加,矿山逐渐向深层进一步开展,其开采难度也进一步增加。矿山开采中,软岩巷道的支护是矿山开采的重要安全保障之一。论文提出,以联合支护技术为支持,实现对矿山软岩巷道的科学支护,以此确保矿山开采稳定且安全,促进国家经济不断发展。

**【Abstract】**In the new era, the demand for energy of social development is further increased, and the mine is gradually further developed to the deeper level. Therefore, the difficulty of mining is also further increased. In mining, the support of soft rock roadway is one of the important safety guarantee of mine mining. The paper puts forward to realize the scientific support of soft rock roadway with the support of combined support technology, so as to ensure the stability and safety of mining and promote the continuous development of national economy.

**【关键词】**联合支护;技术;软岩巷道;案例

**【Keywords】**combined support; technology; soft rock roadway; case

**【DOI】**10.36012/peti.v2i2.1756

## 1 引言

中国煤矿开采由来已久,传统浅层煤矿资源基本被开发殆尽。煤矿逐渐向深层开发。中国内蒙古地区矿产资源丰富,具有较大的潜在开发价值<sup>[1]</sup>。但是,内蒙古地区多为草原,在相应矿产资源开采中需做好软岩巷道的支护工作,避免出现软岩灾害。采用联合支护技术实现软岩巷道支护,可确保软岩巷道的安全性和稳定性,确保煤矿开采稳定开展,减少意外事件发生。

## 2 软岩巷道特点和联合支护技术的现状

### 2.1 软岩巷道特点

软岩巷道的周围岩石都为软岩,其开发难度较高,周围环境复杂,对该类巷道开挖开发,其危险系数较高,且软岩巷道对外部环境的变化较为敏感,外界环境的变化会影响到软岩巷道的安全性。受复杂的地质力学因素影响,软岩巷道的地质力学环境和正常的浅层岩石力学环境存在较大差异,其力学特征较为特殊的,围岩的尺度变形、应力场复杂。

### 2.2 联合支护技术的现状

当下,中国对软岩巷道支护的研究较多,且取得一定成果。20世纪50年代,支护从料石、木支架实现巷道支护,逐渐发展为使用金属支架、预应力混凝土支架支护。而后,又发展出锚喷支护、锚杆支护等新型支护技术。最后,发展到当下,联合支护技术逐渐应用到软岩巷道支护中,发现其支护效果良好。不同

的支护技术对资源开发起到了良好的促进作用,促进中国矿产开发行业不断发展。例如,锚杆、锚索联合支护技术、锚注加固技术等,都是当下地下作业中必不可少的支护技术。

## 3 联合支护技术在软岩巷道中的实践

### 3.1 工程概况

以内蒙古某开采公司为例进行分析,该公司共有3口矿井,深部巷道开采已经超过500m,相对开采深度超出550m。对矿区的深部巷道应力测量,发现某矿中部750m处的最大主应力为34MPa,发现部分巷道变形严重。巷道围岩为白云岩、红页岩,其中,红页岩为斜向层状分布,受地下水影响,风化严重,整体呈现软岩特性。而后经采样分析及向异性测试分析后,发现红页岩主要为泥质、粉砂结构,碎屑含量突出,一度在50%左右。为确保开采安全,以科学支护技术确保巷道稳定势在必行。以下就对联合支护技术在软岩巷道中的实际应用进行详细分析,以该开采公司开采实情,对联合支护技术应用及效果分析。

### 3.2 实践要点

上述工程概况对矿区巷道围堰分析后,确定联合支护方式为:先锚索支护,而后二次支护。也就是说,先对红页岩巷道进行预应力锚索支护,建立预应力场,以此抵制天然力场对矿山岩体的破坏。采用此支护方式,可确保岩体自身稳定性,有效提高巷道强度,改善巷道围堰应力状态。

预应力锚索支护后,若需深入开采资源,需进一步提高软岩巷道自支撑能力,避免巷道发生岩石脱落。应对巷道落实二次支护,强化原预应力锚索支护效果。通过二次支护,即使围岩发生变形,也可将变形程度控制在允许范围内。因此,可设计采用喷锚网支护方式进行软岩巷道支护。

需在确定软岩巷道支护方案后,立即进行支护施工。按照近年矿山开采的施工经验及内蒙古地区软岩灾害的发生状况,案例公司的矿山开采采用锚索支护及喷锚网支护方式联合施工。按照软岩巷道联合支护设计方案要求,选择  $D=16.5\text{mm}$ 、长  $5\sim 9\text{m}$  的钢绞线为锚索,锚索间排为  $2.2\text{m}$ ,锚索钻头选择  $\phi=2.5\text{cm}$  的钻头,选择厚度在  $1.7\sim 2.0\text{cm}$ , $30\text{cm}\times 30\text{cm}$  的托板为支护钢板。锚固剂为树脂锚杆锚固剂,每个孔放置 4 卷锚固剂。锚索锚固力应保证在  $100\text{kN}$  以上。

施工可以将锚索、锚杆以钻机打入巷道软岩中,要求控制好打入的实际角度,控制好打入的力度,确保锚索、锚杆打入的角度和红页岩层的构造面有较大交角。但是需注意,锚索及锚杆打入的角度不能和红页岩层面小角相交。

按照开采要求,完成巷道围堰的锚索支护后,约间隔  $30\text{d}$ ,进行二次支护,进行喷锚网施工。喷锚网支护施工,选择 C30 混凝土,控制喷射厚度在  $10\text{cm}$  左右,锚网为钢筋网,钢筋选择  $D=6.5\text{mm}$  钢筋,锚网设置  $15\text{cm}\times 15\text{cm}$ 。确定好各个喷锚网参数

变量,而后开展施工。提前确定好各个锚网的变量参数,施工必须掌握好混凝土强度、抗变性能,确保混凝土喷射质量满足设计使用规范。钢筋网制作时,需检查好钢筋质量,观察钢筋是否锈蚀,要确保钢筋符合喷锚网设计各方面要求,最终完成施工,保障施工质量,为矿产开发奠定坚实安全基础。

在案例区域落实上述联合支护后,该矿山软岩巷道开采再无软岩灾害,其巷道支护效果突出,开采稳定。从整体效果分析,通过应用该联合支护方式,一些深度的矿产开采更加安全,巷道稳定性大大提高。

## 4 结语

综上所述,伴随中国煤矿产业进一步发展,其软岩灾害的发生频率也不断增加。在此背景下,采用联合支护技术,可大大减少深部软岩灾害,提高开采巷道稳定性。因此,相关矿产开发部门需不断加深对巷道支护技术的研究分析,探究软岩巷道的特殊性,分析如何进一步强化软岩巷道的安全性和稳定性,通过强化联合支护技术应用,进一步提高矿产资源开发安全性,促进中国矿产开发行业可持续发展。

### 参考文献

[1]徐光.预应力锚杆和土钉墙联合支护技术在某电厂基坑支护中的应用[J].工程建设与设计,2018,390(16):54-55.

(上接第 51 页)

并不准确的影响,二轴会产生偏离,以轴向摆动或是移动的方式导致挂挡费劲。其次,六挡齿轮断裂故障的原因。通过对故障件的拆分检测,发现所有零件都符合质检标准。利用电镜深入观察,发现齿轮有比较清晰的疲劳纹,因而可推测是因齿轮前期出现点蚀故障,长时间的摩擦导致后期齿轮断裂。最后,六角键断裂故障的原因。经调查,断裂的六角键是短的。其断裂的原因可能是材料的表面硬度不足,需要更换材料。

## 4 变速器总成故障的处理方法

### 4.1 变速器工艺与设计改进

针对变速器总成故障的原因,可对变速器工艺、设计进行改进。其一,调整六挡齿轮副热处理工艺。用低温回火工艺替代以往的渗碳淬火工艺。通过工艺的改进,可以在保证相关性能的基础上,进一步提高六挡齿轮的抗点蚀能力,从而延长齿轮的使用寿命。其二,增大接触面积。可适当增加花键垫的直径机器与齿轮的接触面积,使改进后的接触面积扩大到原有的 2 倍以上。其三,改进故障零件。将故障零件替换,对六角键的材料进行更改,提高表面的硬度、强度。

### 4.2 变速器用户的操作改进

技术人员要与主机厂售后人员协作,共同对客户的使用

习惯进行培训。通过培训,帮助客户正确地使用变速器并进行合理保养。在客车正常运转的背景下,首保为  $5000\text{km}$ ,对润滑油进行更换;此后每五万千米对润滑油进行更换。若客车所行驶的环境以普通的坑洼路面为主,可适当缩短更换润滑油的公里数。此外,叮嘱客户避免高速状态下空挡滑行,减少暴力挂挡现象<sup>[9]</sup>。

## 5 结语

通过陕西法士特齿轮有限责任公司的技术人员,对故障车辆变速器总成故障产生的原因进行分析,并及时提出处理方法,使得变速器的质量有所提升,客户比较满意。从某种角度而言,产品质量的改进与提升始终是企业发展的宗旨。在发展进程中,将客户作为中心,依据客户的需求,不断提高变速器的质量、适用性等。期望通过本文相关内容的分析,为日后提高变速器质量及应用的安全性提供借鉴。

### 参考文献

[1]薛庆文.变速器经典案例分析与处理——变速器机械元件引起的故障(四)[J].汽车维修与保养,2019,242(3):27.

[2]李敏捷,余淼.汽车变速器齿轮齿端崩角失效分析及优化改进[J].汽车实用技术,2018(17):118-120.

[3]位君,董伟,王义.某变速器齿轮总成焊接失效分析[J].汽车实用技术,2018(20):128-129.