

深部软岩巷道围岩变形特征及支护技术研究

Study on surrounding rock deformation characteristics and supporting technology of deep soft rock roadway

李 强 (山西宏厦第一建设有限责任公司, 山西 阳泉 045008)

Li qiang (Shanxi Hongsha First Construction Co., Ltd., Shanxi yangquan 045008)

摘 要: 为了有效解决深井中部矿井采场围岩巷道支护围岩巷路支护设备难题, 本文通过综合尝试运用支护理论实验分析和现场实验监测的两种方法, 对深井中部矿井采场围岩巷道支护围岩巷路支护设备机理和围岩支护理论设备机理参数表的选择问题进行深入研究, 提出高强度预应力型钢锚杆的围岩支护设备理论。对此, 本文针对这一相关内容进行一系列分析。

关键词: 软岩; 围岩变形; 特征; 研究

Abstract: In order to effectively solve the deep well in the middle of the mine stope surrounding rock of roadway support best rock road supporting equipment, using theory of experiment in this article, through comprehensive analysis and field experiment of monitoring, two methods for deep well in the middle of the mine stope surrounding rock of roadway support best rock road supporting equipment mechanism and the theory of surrounding rock supporting mechanism of the choice of the parameter list problems in-depth study, put forward should be high strength Surrounding Rock Support Equipment Theory of Force-shaped Steel Bolt. In this regard, this article carries on a series of analysis for this related content.

Key words: soft rock; Surrounding rock deformation; Characteristic; research

0 引言

针对中高坡度应力墙壁软岩巷道支护阻力难题, 王卫军、张伟教授通过综合分析运用数学理论数据分析、数值处理计算、现场模拟试验等科学方法, 研究了软岩支护结构阻力对建筑深部高坡度应力软岩巷道墙壁围岩坡度变形与性能分区的直接影响, 提出软岩支护阻力结构技术应用在满足巷道围岩大坡度变形时的协调性和支护性的原则。

1 支护的理论分析和计算

由于对煤炭能源的需求不断增加, 浅部可采煤层越来越少, 且深度越来越深。随著开采深度的不断增加, 浅部深层资源开采各种条件下的开采理论、方法、技术等都不能完全满足浅层深部资源开采的基本要求, 必须对浅部深层资源开采中的理论方法进行不断修正和重新探索。由此得出以下简要结论:

①根据深部矿井地质力学机理参数和支护理论实验分析, 确定了深井中部矿区采场矿井围岩巷道支护的最大夹层位移监测量;

②根据深部矿井地质力学机理参数和支护理论实验分析, 确定了深井中部采场围岩巷道支护的最大夹层位移监测量;

③综合通过现场两帮和夹层顶板之间分离层的监

测, 确定现场巷道最大夹层位移监测量为 70mm, 两帮和夹层顶板间的分离层浅部最大 8mm, 深井中部最大 4mm, 满足深部矿井安全设备生产维护需要。^[1]

同时, 针对深井井下难以支护的问题, 根据综合一系列支护理论, 提出了锚杆支护方案。锚由原来的被动支护转变为主动支护, 是当今巷道支护发展的趋势。从不同角度阐述了锚杆支护机理, 目前国内外主要采用的理论有悬吊、组合拱和组合梁三种。

最后根据整个矿井内的地质环境条件和地理条带的开采宽度准确定点并采用纵向悬吊式的理论方法进行锚固。吊顶围岩理论上说就是把围岩顶板下不稳定的硬质岩层吊挂在稳定的围岩顶板上, 以有效提高顶板围岩的整体稳定性。由于其直观、简单易行、使用方便等几大特点, 已广泛应用于城市巷道道路支护中。

1.1 巷道开挖预留期间变形量的数值计算

在矿山巷道设计中, 为了有效保证被选矿开挖期间巷道的变形稳定性, 并使其成形后的空间满足设计要求, 通常在矿山设计初期都会留有一定的变形量, 深部矿山由于受三高一扰动的影 响, 需要对巷道预留期间变形量的数值进行准确的计算。

1.2 巷道支护参数的确定

巷道围岩支护受力参数精准确定和巷道锚杆结构布

置深采中采矿巷道支护受力复杂,增加了采矿巷道基层围岩支护裂隙层的发育,降低了采矿巷道基层围岩支护强度,易造成顶板冒落,影响生产。

按塑料悬挂结构理论要求设计的塑料锚杆及其支撑长度参数描述如下:

首先,锚的锚杆长度塑料锚固锚杆长度的基本计算公式是: $L=L_1+L_2+L_3$, 其中,在公式中: $L_1=0.1\text{m}$, L_3 所表示的含义就是打入稳定的岩层内部锚杆长度, $L_3=0.5\text{m}$, 这是锚在破碎带上的高度。同时,也可以进一步得出: $L_2=R_p-h$, $R_p=R_0\sqrt{kh/H\sin+\cos}$, 在这一算式当中, R_0 所表示的含义就是等效的圆掘进半径, K 主要所表示的含义就是应力集中系数, h 所表示的含义就是埋深, c 所表示的含义就是岩体的粘聚力。^[2] h_1 所表示的含义就是巷道中线高度的一半。

最后,取平均值设 $r=1.6\text{m}$, $\gamma=7\text{kN/m}^3$, $h=950\text{m}$, $\phi=40^\circ$, $c=11.1\text{MPa}$, $h=1.3\text{m}$ 。结合该矿井内现有各种锚杆的实际使用情况,确定了具体锚杆取长米。与此同时,考虑到南冶煤矿的杆体顶板抗拉活动较明显,取锚在顶板上锚杆的直径长度确定为 2.2m 。

其次,锚杆体的直径长度计算式: $d=1.13\sqrt{Q/\sigma_1}$, 在以上的公式当中: σ_1 所表示的含义就是杆体的最大抗拉活动强度,其单位是 kg/cm ; Q 所表示的含义就是锚定力,其单位是 kg , d 所表示的含义就是锚定径,其单位是 cm ; c 主体抗拉强度 3800kg/cm 。 $d=1.13\times\sqrt{9000/3800}=1.74$ 。同时,还需要考虑到其安全性,将锚杆的之间选用在 18mm , 20mm 以及 22mm 的长度之间。

1.3 锚杆支护的间排距合理选择

锚杆支护间的排距,可以为巷道提供有效的支护。保证巷道支护安全的同时,保证巷道支护的经济合理性。按传统悬吊力学理论,锚杆的间距和排距为浮标 $a=b$, 锚杆支护之间的排距算式如下: $G=a^2mr$, $kG=Q$, $a=\sqrt{Q/kmr}$, $a=0.887d\sqrt{\sigma/kmr}$ 根据以上算式,其中,在公式中: r 所表示的含义就是固定岩石的总容重,其单位是 kg/cm ; k 所表示的含义就是安全系数; a 所表示的含义就是固定锚杆的支护锚杆的间距,其单位是 cm ; m 所表示的含义就是锚杆的固定岩层内壁厚度,其单位是 cm , d 所表示的含义就是固定锚杆岩层直径,其单位是 cm ; g 所表示的含义就是固定锚杆的整体重量,其单位是 kg 。 q 所表示的含义就是固定锚杆通过锚杆的固力,其单位是 kg ; σ 所表示的含义就是预留杆体根据传统悬吊力学理论进行计算控制出来的预留杆体变形的重量、锚杆岩层直径、锚杆岩层长度、支护间距和排距等一系列悬吊主要参数。

最后,计算得出巷道预留变形量一般为 119mm ,可将其作为后期系统参数设计优化的重要参考。经对煤层矿床内部地质地理参数的深入分析,15 煤层为底最深处

分是开采煤层软岩石的巷道。根据一个矿井目前所用矿井锚杆的实际取样情况,用一系列新的地质取样参数分析计算法得出了该矿的矿井锚杆所用间距,以其中 $a=b=100\text{mm}$ 的值作为矿井锚杆所用间距的地质取样数值。而且我们考虑到唐山煤矿煤层深部顶板开采的两个顶板锚杆活动性比较明显,所以我们可以适当减少两个锚杆之间的活动排距,取 800mm , 1000mm 。结合以上理论计算,提出通过采用合理的围岩锚杆支护排距、高强新型预应力围岩锚杆提高支护质量理论,可使矿区围岩锚杆支护质量达到最优,经济合理地有效解决了围岩支护质量问题。

2 监控工程施工矿压监控工程

根据厂区矿压资源观测监控要求,该厂区在位于 31511 东面上的斜沟顺槽有一组矿压观测监控台^[3]。

各离层测量基站每一组分别同时设置了 - 设两组一个顶板锚杆离层受力观测点, - 设一组“+”字分布点离层观测点和一组顶板锚杆运动受力离层观测点,分别通过测量获取一组顶板锚杆离层受力观测点的运动位置、顶板的运动位置、两帮之间的运动距离和一组锚杆运动受力观测载荷的强度变化量等情况,并对顶板巷道帮的变形、冒顶、片帮、支护帮和材料帮的变形等情况进行跟踪观测。

最后,通过在深圳内部底层采掘站和观测站起点处同时监测两帮、顶板和巷道顶板的底板最大离层,得出在底层支护活动条件下监测巷道底层顶板最大平均位移为 70mm 。

3 结论

在对该矿地质力学基础资料进行分析和相关理论数据计算的基础上,确定了该矿深井施工悬吊支护理论的地质力学基础模型,提出了高强度预应力型钢锚杆深井支护悬吊理论。通过对我国巷道施工支护设计参数的测量理论数值计算和测量分析,确定巷道预留锚杆变形的测量参数为 119mm ,并初步确定每排锚杆间的长度、直径和间距每排锚杆间距等一系列的巷道支护设计参数,为我国深部地区巷道施工支护设计提供重要理论依据。

参考文献:

- [1] 郭相平,郝登云.深部软岩巷道围岩变形特征及全锚索支护机理[J].中国矿业,2019,v.28;No.268(12):127-131.
- [2] 付文龙,韩帅军.平煤十二矿深部软岩巷道协调支护技术研究及应用[J].中州煤炭,2019,041(007):196-200.
- [3] 权修才.城郊矿深部软岩巷道围岩损伤破坏机理及控制技术研究[D].徐州:中国矿业大学,2017.

作者简介:

李强,男,矿建助理工程师,主要从事煤矿安全生产管理工作。