

松散围岩破碎顶板支护研究

宋晋阳 (华阳新材料科技集团一矿, 山西 阳泉 045008)

摘要: 煤炭资源是我国的工业发展和人民日常生活所必需的重要资源。随着人们生活水平的提高和工业发展水平的提高, 煤炭资源的需求量与日俱增。因此, 煤矿开采深度不断增加, 与此同时, 松散围岩破碎状况频频出现。松散围岩破碎主要体现在松散破碎巷道产生了巨大的形变, 普通的顶板支护技术将不能弥补形变带来的一系列影响, 松散围岩破碎支护难度大。本文通过研究总结出了松散围岩破碎的形变机理, 并针对这些形变机理提出了针对性的新的支护方式。本文介绍了锚注、锚杆、U型钢可伸缩支架等多种支护方式的作用机理, 将支护方式的优点结合, 采用了锚注主动支护, U型钢辅助支护的方案。时间表明这种方案可以提高松散破碎围岩的稳定性。

关键词: 松散围岩破碎; 形变机理; 支护研究

1 前言

煤炭资源是关系国计民生的重要资源, 煤炭资源相对于其他资源储量更多, 约占各种能源总储量的 90%。煤炭资源分布的地区很广阔, 世界上已有 80 个国家发现并开采煤矿资源, 经过数据统计, 美国、俄罗斯、中国的储量比较丰富, 在中国境内山西、内蒙古、陕西储量排在前列。

国际上根据地质理论和相关地质数据将煤炭储量分为三类, 第一类为预测储量, 通过数据计算和理论推论及资料总结得出的储量; 第二类是探明储量, 使用大量的勘测, 运用现在的开采技术可以开采的煤量, 这也是一个估计值; 第三类是可采储量, 是一个较为确切的数值, 指的是可以从探明储量中实际开采出来的煤量^[1]。中国煤炭资源勘探程度相比于发达国家的勘探水平是有差距的, 需要不断提高煤炭资源勘探水平。随着煤炭资源的需求量不断增加, 煤矿的开采深度不断加深, 松散围岩破碎顶板支护技术的难度不断提升。

2 巷道围岩支护理论

松散围岩破碎简单来说就是, 矿井中的一些巷道围岩承受的地压随着开采深度的增加而变大, 部分巷道围岩开始出现松软破碎的现象, 不能有效的承载矿山的压力, 导致巷道形变程度不断增加, 需要采取有效的措施。

对于承载地压较小的巷道, 现有的支护技术能够对松散岩石破碎起到的保护作用有限, 需要对现有的技术加以优化, 使巷道可以承受更强大地压和松散岩石破碎的状况, 减少出现意外的可能和不必要的财产损失^[2]。围岩回采巷道松散破碎的顶板支护是这一时期的研究热点和重点。

跟据矿山岩石力学的相关理论和知识, 将矿山的整体从岩石破坏条件到挖出的巷道及巷道围岩蕴含的力学机理进行了细致的分析和总结。松散岩石破碎的变化规律和控制机理得到了充分的了解, 设计了多种支护方案。

现在使用较为广泛的松散围岩顶板支护方案有四

种:

第一种是使用锚注, 锚杆和注浆都是松散围岩破碎顶板支护的基本形式, 随着开采深度的不断加深, 简单的锚杆和注浆已经不能达到稳定松散破碎围岩的要求, 因此将支护两种技术结合起来, 锚杆将同时起着注浆管的作用, 满足了维持松散破碎围岩稳定性的要求^[3]。

第二种是采用 U 型钢可伸缩性支架, 这种方案有两个突出的优点, 整个支架是一个闭合体, 在很大程度上提高了其承载能力, 支架变形损坏小, 对巷道底鼓和两帮有着良好的控制作用和较强的控制能力。同时这种支护方案也有一些缺点, 其一是成本比较高; 其二是结构复杂。通常 U 型钢可伸缩性支架使用在围岩松软、开采深度大、地压大、巷道底鼓严重的区域。

第三种是锚杆, 锚杆是当代煤矿松散围岩破碎顶板支护的最基本的组成部分。锚杆有木锚杆、钢筋或钢丝绳砂浆锚杆、倒楔式金属锚杆、管缝式锚杆、树脂锚杆、块硬膨胀水泥锚杆、双快水泥锚杆等多种形式, 依据各种相关音速选取合适的锚杆形式, 锚杆不仅仅用于矿山中, 还广泛应用于隧道加固等工程技术中。

第四种是锚喷, 锚喷也结合了锚杆, 将锚杆和高压喷射的水泥混凝土结合起来起到支护的作用。既可以用作暂时性防护也可以用来永久性防护, 是一种使用较为广泛的松散围岩破碎顶板支护方案^[4]。

现在将四种支护方案结合起来, 互相之间取长补短是一种较为适合的松散围岩破碎顶板支护方案设计的创新性思路。

3 松散破碎围岩地质因素影响分析

通过收集大量关于松散破碎围岩巷道的资料结合相关地质知识, 将矿山的整体从岩石破坏条件到挖出的巷道及巷道围岩蕴含的力学机理进行了细致的分析和总结, 得到了使松散破碎围岩巷道稳定性降低的三个主要因素, 第一是构造应力的影响, 第二是高应力与动压的影响, 第三是岩性差异的影响。对造成围岩巷道稳定性因素的分析, 为设计支护方案做了铺垫, 这是必不可少

的一个环节。

对于松散破碎围岩巷道，其稳定性的主要影响因素为地下构造应力状况，围岩巷道的地质结构很多变，出现断层等特殊地质结构或更复杂的地质结构时，构造应力会发生突变。当构造应力增大时，已经存在的围岩裂隙会随着构造应力的增大而进一步发育。由此产生一系列的变化，围岩破碎性不断增加，已经存在的巷道围岩支护体产生一定程度的形变的同时还会导致松散压力的增大，这减少了支护体的承载强度，提升了围岩塑性范围，这是一个不利的因素，会使巷道围岩出现泥化现象或者流变现象，矿井下的生产安全出现隐患，松散围岩破碎顶板支护体的稳定性会降低。

以埋在 200m 的巷道为例，对其进行高应力与动压分析，地应力是上覆岩层平均质量和煤层深埋距离的乘积。深部巷道围岩能够承载 25MPa 左右的压强，大多数在 25MPa 以上；深部巷道围岩的稳定系数参考值为 0.5 左右，数据显示巷道在静压作用下的稳定性不高，甚至难以维持稳定状态。

在另一种状态，如：煤层回采时期，其松散破碎围岩巷道的稳定性是静压状态下的 3-4 倍，这是一个较为稳定的状态。对于大多数的松散破碎围岩巷道，在高应力和动压的影响下其稳定性一定会有所降低，依靠其自身围岩强度无法维持稳定地状态。松散围岩破碎将会频频出现，增加安全隐患。必须通过多种加固手段和支护方式提升围松散破碎围岩强度，避免意外情况的发生，为安全生产奠定坚实的基础。

造成松散破碎围岩的承载能力降低的众多因素中，岩性差异产生的影响不容忽视。围岩岩性差异对松散围岩巷道稳定性的影响通过数据调查统计和相关知识的总结得出：高强度岩层的松散围岩巷道稳定性较高，不易收到外界因素的影响。强度较低岩层中的巷道稳定性较低，而且容易收到外界因素的影响。高强度岩层有灰岩、砾岩等，低强度岩层有页岩等。针对不同的岩层采用不同的松散围岩破碎顶板支护方案，维持松散围岩破碎顶板的稳定性，保障安全生产。

4 支护方案分析

根据对松散围岩破碎顶板的研究，地质条件复杂的松散破碎围岩巷道的稳定性差，围岩强度低、承载压力和拉力的水平比较低，需要采用合适的支护措施。通过提高松散破碎围岩的力学性能，再结合刚性支架，可以提高其稳定性，保障安全生产。

锚注支护在注浆以后，对松散破碎围岩的稳定性提高是非常显著的，结合锚杆，提高锚固力，保障支护效果。U 型钢可伸缩支架支护适合用于膨胀型岩层支护和断层破碎带的支护。可伸缩支架可以减少荷载，有较大的调整空间，是一种具有灵活性的支护方案。U 形刚钢

可伸缩支架支护可以改变围岩的受力状态，使围岩强度大幅度增加，进一步增加松散破碎围岩的稳定性。锚杆可以阻止松散破碎围岩的移动滑落，提高围岩的强度。

通过对松散破碎围岩巷道稳定性降低因素的分析，发现巷道失稳首先会从顶板等应力集中的位置开始，之后迅速向周围扩展，巷道整体的稳定性会大幅度降低。根据这样的变形特征，提出了锚索网注为主，U 型钢联合支架为辅的支护方案，提高松散破碎围岩巷道顶板的稳定性，控制其形变和破坏。

首先，对松散围岩破碎顶板进行注浆强化加固，注浆可以填充松散破碎围岩巷道岩层破碎产生的裂隙，将围岩胶结成整体，岩石的黏结力会有大幅度提升，松散围岩破碎顶板的强度会有有所提高，稳定性也会显著提升。松散围岩破碎顶板的中间进行锚索支护，锚索的作用范围要覆盖巷道顶板的松动范围，形成有效的支护作用。被锁住的岩层承受负载的能力有所提升，在很大程度上改善了巷道的受力状态。其次，对松散破碎围岩巷道进行锚喷网支护，充填围岩表层裂隙。悬挂钢丝网阻止碎块岩石掉落；同时联系各锚杆形成对岩层的整体支护。最后，考虑到松散破碎围岩顶板的离层能力较强，因此，需要采用 U 型钢辅助支护，这是一种被动支护方式，可以阻止围岩的整体下沉。

5 总结

松散破碎围岩顶板支护可以采用锚喷等多种支护方式，每种支护方式有自己的特点，将各种支护方式联合使用，是提高围岩顶板稳定性的创新性方案。采用锚索网注联合 U 型钢支架是一种可行性方案，采用联合支护后维持了巷道围岩的稳定性，保障了围岩巷道顶板的可靠性和安全性。

参考文献：

- [1] 杜永红. 浅谈锚索注浆固化巷道围岩松动圈支护技术[J]. 煤, 2021, 30(07): 101-102.
- [2] 张进鹏, 刘立民, 刘传孝, 孙东玲, 邵军. 基于预应力锚和自应力注的破碎围岩锚注加固应用研究[J]. 采矿与安全工程学报, 2021, 38(04): 774-783.
- [3] 韩世栋. 破碎围岩巷道变形因素分析及支护优化设计[J]. 江西煤炭科技, 2021(02): 119-123.
- [4] 韩荣杰, 欧湘萍, 闫志濠, 孙浪, 郭慧峰. 初期支护参数对断层破碎带隧道围岩稳定性的影响研究[J]. 武汉理工大学学报(交通科学与工程版), 2021, 45(02): 330-335.

作者简介：

宋晋阳 (1992-) 男, 山西晋城人, 2016 年毕业于内蒙古科技大学, 硕士研究生, 主要从事煤矿安全生产管理工作。