

煤矿支护中双网支护安全技术

程晓卿

淄博爱科工矿机械有限公司

摘要：在煤矿工程开采过程中，由于煤层结构具备复杂性，加上煤与岩层也存在相互作用，如果支护措施落实不到位，就容易出现坍塌等问题。因此，煤矿工在开采时为了能解决煤层坍塌等问题的出现。本文以双网格支护安全技术开展分析，首先论述煤矿支护常见的支护形式，其次引述煤矿工程项目实例，详细探讨煤矿支护中双网支护安全技术的应用要点。希望在本文论述后，能给煤矿支护工程提供一些参考。

关键词：煤矿工程；支护体系；双网支护；安全技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.14.119

引言

煤矿开采生产是获取煤炭资源的重要方式，也是给社会提供充足煤炭资源的关键性措施，所以重视煤炭开采作业工作尤为重要。当前煤矿开采环节，采用合理的支护措施，保证煤矿开采作业顺利完成，提高煤矿开采作业的安全性。目前煤矿支护作业的环节，双网支护方式能够起到良好的支护效果，具备较为明显的优势。因此，加强煤矿支护中双网支护安全技术的研发应用，提高支护水平，满足煤矿开采作业的要求，对现代煤矿开采事业的全面发展有积极作用。

一、煤矿支护中的常见支护形式

（一）锚杆和锚喷支护

锚杆和锚喷支护，需要同时进行锚杆支护和锚喷支护。锚杆支护应用环节，现场通过安装锚杆的方式进行结构加固处理，提升结构承载力，进而提升支护效果。锚喷支护的过程中，应用设备在支护作业位置进行混凝土的喷射施工，提高结构的稳定性、安全性，从而满足煤矿开采作业要求。按照目前施工作业的需求，锚杆以及锚喷支护方式同时应用，达到双重支护的效果。要想充分发挥出两种支护措施的联合应用效果，重视各项技术参数的设置提升支护效果，对于煤矿开采作业水平的提高产生积极作用。

（二）支架支护

支架支护在煤矿开采支护环节发挥良好的效果，提高支护水平。按照目前支架支护作业的需求，选择最佳的支架结构形式，提高支架支护的效果。就目前来说，支架支护的环节形式比较多样化，如：U型钢、单体加 π 型梁以及矿用工字钢棚等。任何支架结构形式的选择都有明显的优势，具备较强的稳定性以及可靠性。因此，结合煤矿支护作业的要求，确定最佳支护形式，发

挥支架支护的作用^[1]。

（三）灌浆加固支护

灌浆加固支护在现场通过专业性的设备灌入一定的浆液，提高围岩结构的稳定性，促进煤矿开采作业安全性的提升。当前科学技术发展速度加快，先进材料逐步研发应用，比如水玻璃等，在灌浆加固支护方法应用环节能够发挥出非常重要的作用。

（四）浇筑混凝土支护

浇筑混凝土支护方式应用中，在煤矿内部进行混凝土浇筑作业施工，提高结构的加固支护效果，满足煤矿开采的标准要求。该方法应用环节具备较高的复杂性，结合实际情况可以选择使用素混凝土支护或者钢筋混凝土支护的方式。现场支护作业阶段，该方式需要的设备、材料比较多，现场施工周期较长，且具备较高的复杂性，所以应用环节受到较大的限制，难以满足其应用效果。

（五）复合支护

复合支护作业开始之前确定合理的支护作业方式，比如锚杆、钢带、锚棚支护等，多种支护技术共同发挥作用提升支护作业的效果。复合支护现场施工环节成本相对较高，现场应用条件受到限，所以使用的环节应考虑到实际情况分析确定，保证支护效果达到工程标准。

（六）双网支护技术

双网支护安全技术主要特性是利用双层钢筋网的方式提高结构的加固效果，具备较高的安全性和稳定性。就目前煤矿生产作业具体情况进行分析，双网支护方式应用之下，经过对破碎顶板实施支护，从而保证支护效果得到提升。现场浇筑作业的环节，选择最佳施工作业方式，提高施工的效率，也能降低项目施工成本，具备较高经济价值。

双网支护方式应用之后，与其他支护方式对比来说，应用价值非常高，支护水平提升比较明显。双网支护方式具备如下优势：第一，加固性提升。该方式应用之下，保证结构支护效果全面提高，防止煤矿开采作业环节出现松动、脱落等严重问题。第二，稳定性好。双网支护方式应用之后，使得围岩结构更具稳定性，立体支护效果得到提升，从而满足当前支护水平的提高。第三，缓压能力较好。双网支护技术施工环节发挥双层钢筋网的作用，面对围岩结构冲击的影响，提高结构的支护稳定性，缓压能力更好。第四，成本低。双网支护技术应用之下，能够降低支护作业成本，经济价值比较

高。第五，使用范围广。双网支护技术在多种地质条件下都能满足使用，尤其是大断面的煤矿巷道，开采作业的过程中安全性较高^[2]。

二、煤矿支护中双网支护技术的具体应用

(一) 项目概述

某煤矿项目位于我国的南方地区，周边存在有断层、断裂带，地质条件比较差，极易发生坍塌等严重的事故。由于现场地质勘查后发现地形条件变化表剧烈，断层发育较为明显，岩层的稳定性不足，还存在较大的局部影响，煤矿开采环节的变形发生概率较高。技术人员选用先进技术展开现场的巷道围岩状态勘查，分析发现巷道底、顶、帮之间作用力比较大，相互制约形成整体结构，极大的影响巷道结构的稳定性。结合现场巷道的具体情况，采取合理的控制措施，应力在合理的范围内，促进结构承载力的提升，满足煤矿开采作业的要求。该项目采矿作业单位经过综合分析，最终确定选择应用双层锚网喷+顶锚索+注浆+底角锚杆+两帮平锚索的形式展开永久支护施工，局部位置增加锚杆进行补强处理。

(二) 软件模拟

该煤矿巷道开挖作业前后进行现场的地质条件分析，以确定合理的开挖作业方式，进而提升开挖稳定性、安全性。当前巷道开挖之前，对岩体结构进行勘察分析，基础与平衡的状态就是三轴平衡状态，岩体结构内部受力平衡，整体达到稳定性的要求。而开采的过程中，结构受力条件发生改变，进而出现结构损坏或者变化的情况，对后续的巷道开挖作业以及煤炭资源的开采造成较大影响。地下岩石状态开采作业之后发生改变，应力条件成为单轴状态，主应力最大方向是切线方向沿着巷道壁面。随着开采作业逐步进行，切线方向的应力逐步增大，并且缓慢的增加到最大值，造成结构严重损坏，也会引发一系列的事故。从目前煤矿开采作业的情况进行分析，如果没有考虑到应力变化所产生的影响，将会造成巷道结构损坏、变形等安全事故的出现。技术人员应用计算机软件模拟分析，了解巷道内部应力变化，并探讨双层锚网对混凝土结构强度所产生的作用。当前支护作业环节利用双层锚网作为巷道支护作业的材料，使得内部结构更具稳定性。计算机软件分析双层锚网的应用价值，了解混凝土结构强度提升的作用，保证其煤矿作业的安全性^[3]。

经过对云图的分析发现，双层锚网和单层锚网从外层应力分布的情况可以了解到，其两者并没有任何差异。从内部应力模型模拟可以了解到双层网结构的应力分布比较均匀，而单层网的外层结构应力分布基本相同。对于边缘部位来说，双层锚网的应力从外到内逐步

减小，最大部分减少50%左右。对于拱部位置，双层锚网的应变减小超过一半。经过该参数分析发现，双层网结构的强度相对较高，具备更高的稳定性。支护作业环节，利用双层锚网支护作业的方式，使得结构受力条件更加均匀，结构状态良好，满足承载力性能的要求，应对多种地质条件下都能满足使用标准。之所以会产生这样的结果，主要是因为双层网结构的强度性能提升较为明显，面对应力侵蚀的作用依然能够保持较高的稳定性。经过模拟分析可以得出结论，双层网网结构应用之下，混凝土结构强度提升较为明显，煤矿开采作业更具安全性。根据该结论，煤矿开采作业的环节充分地利用双层网网结构支护形式，具备整体稳定性和安全性。

(三) 具体施工

1. 双层锚网喷

煤矿开采支护作业的过程中，要想保证现场作业的安全性达到要求，对现场进行平衡地应力分析。开采作业的环节，由于外部作用力的影响之下，使得原有结构应力条件发生改变，对整体结构运行的安全性产生较大的危害。由此可见，开挖作业的环节应保证应力达到平衡性的标准，确保开采作业顺利进行，且避免发生结构损坏等严重事故。

(1) 煤矿开采巷道的断面应力分析，了解其力学特性、地质条件、地下水位等方面。技术人员经过数据计算、分析，模拟内部应力变化的具体情况，确定最佳的支护结构形式，从而提高结构支护设计的水平。

(2) 第一层锚杆和钢筋网在煤矿支护作业的环节提高结构支护效果，从而分散岩体结构的外部作用力，使得煤矿开采巷道更加安全。现场安装的环节保证锚杆以及钢筋结构更加稳定，达到牢固性的要求，从而促进支护效果的提升。

(3) 第一层混凝土喷射作业的环节厚度在120mm左右，这是目前隧道支护效果提升的关键性措施。之所以确定喷射120mm，是因为该厚度能够保证围岩结构更加的稳定、安全，尤其是应对塌方问题更好的提高结构整体效果，缓解内部应力，使得隧道结构更加安全。现场开挖作业环节，对开挖进度进行控制，防止开挖作业对周边围岩造成过大的影响，达到结构整体安全性的标准。

(4) 第二层锚杆以及钢筋网安装，和第二层混凝土喷射施工时，厚度设定为30mm，对于整体结构的支护效果提升存在直接影响。该环节保证隧道内部更加安全，形成整体结构，从而提高结构施工效果^[4]。

2. 单层锚网喷

(1) 平衡地应力：现场开展施工作业之前对地质条件、应力状况全面检查，模拟各项技术参数的变化，

了解应力状态，并做出支护措施的制定和实施。

(2) 对内部低应力状态进行深入分析，了解断面应力的变化，并结合岩层地质条件确定最佳的支护结构和方案。

(3) 现场设置第一层锚杆以及钢筋结构，针对开挖深度较小的部位，为了确保现场开挖作业的安全性，及时进行第一层锚杆和钢筋支护的安装。结合现场地质条件确定合理的加固施工方案，促进结构稳定性的提高。

(4) 上述安装结束之后进行第一层混凝土的喷射施工，结构厚度为130mm。现场喷射作业的环节，具体厚度根据现场实际情况确定，随时调整以保证混凝土结构的强度、稳定性达到工程使用标准。

(5) 现场第一层结构喷射结束之后，进行单元断面的开挖作业，选择合理开挖作业方式，加强开挖作业速度的控制，进而实现现场开挖作业效率的提升。技术人员随时关注地质条件的变化，并根据现场情况做出改进调整，提高支护效果，保证煤矿开采作业有序完成^[5]。

(四) 施工监测

双网支护安全技术应用环节对施工现场进行全面监控，特别是施工之后的10日内进行各项数据的取样检测。该项目的施工监测环节获取的数据可见表1。经过对观测数据的深入分析，了解整个观测的环节各部位的变形速度都没有超过0.5mm/d，各结构位置的稳定性比较强。从施工监测的结果可以发现，利用双网支护技术变形速度减小非常明显，远远低于单网结构，说明双网支护结构更具安全性，煤矿开采作业环节应用价值更高。

表1 网锚支护段变形观测数据

日期	两帮累积移近量 (mm)	顶底累积移近量 (mm)	两帮移近速度 (mm/d)	顶底移近速度 (mm/d)
6.1	0	0.00	1.05	1.42
6.2	0.8	0.9	1	1.4
6.3	1	1.1	2.3	1.6
6.4	1.3	1.25	1.6	1.4
6.5	1.71	1.33	2.17	1.58
6.6	3.88	3.05	0.36	0.65
6.7	0.57	5.38	0.18	0.52
6.8	0.46	5.85	0.15	0.37
6.9	0.37	6.28	1.05	1.42
6.10	0.21	6.59	2.17	1.58

(五) 支护效益

钢筋网壳在配筋设置的环节，选择合适的配筋规格

是提高配筋作业效果的关键，其关系到整个工程项目的安全性和稳定性。选择最佳的钢筋结构形式，提高钢筋网壳的强度，确保煤矿开采作业更加安全。当前设计环节考虑到钢筋网壳的具体情况，合理确定配筋参数，进而保证钢筋网的强度性能合格。现场开采作业的过程中，对钢筋材料全面检测，保证其抗弯能力合格。经过对目前煤矿双网安全支护技术的应用情况来看，确定合理的钢筋网形式，使得结构应变、变形等达到要求，抗弯能力合格。在这种情况下，保证结构设计更加的安全、稳定，具备较高的可靠性。经过对以往施工方案的技术参数分析，确定每1m钢筋网壳支架用量为C=18.05kg，网壳支架截面系数为4.58时，通过计算后确定该支撑结构具备较高的稳定性，并根据该参数确定最佳的配置规格。上述数据对于双网支护技术的应用有着较高的价值，也是保证各项施工措施有序进行的关键，从而提高结构的受力水平，满足项目使用的标准。现场作业的过程中，钢筋网壳与U型钢筋材料可见表2。

表2 材料参数

名称	截面系数	每米结构自重 /kg	抗弯截面模量 /cm ³
U36	3.6	28	82.1
钢筋网壳	4.8	18.05	82.67

经过上表的数据分析，可以确定钢筋网壳每1m钢材量减少35.53%，抗弯截面模量提升21.39%。

三、结语

煤矿工程开展过程中，双网支护安全技术的运用能减少煤矿结构坍塌、提升煤矿工程支护效果。但是在煤矿支护工程开展阶段，由于煤矿地质条件比较特殊，一些煤矿施工区域的岩石松散承载能力低。因此，需要加大双网支护安全技术的研究，优化调整双网支护材料刚度与支护方式，提升煤矿支护稳定性，减少安全事故出现。

参考文献

[1] 邢忠会, 钱云云. 基于高预应力锚网索的煤矿支护技术分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(03): 92-93+99.

[2] 谢昕. 复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术探究[J]. 矿业装备, 2022, (05): 60-61.

[3] 姬书强. 煤矿掘进支护问题及应对方法研究[J]. 矿业装备, 2021, (06): 156-157.

[4] 贾捷毅. 高质量支护中双网标准支护技术的应用[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2019, 39(15): 5-6.

[5] 王昆. 双网支护技术在现代煤矿支护中运用分析[J]. 内蒙古煤炭经济, 2020, (01): 32+34.