

基于小型锚杆钻车的锚钻系统关键技术研究

张 娟

山西天巨重工机械有限公司 山西 晋城 048000

摘 要: 随着井下设备数量的增加,许多多功能智能设备继续被用于井下煤矿。为适应地下日益狭小的空间,锚杆钻车逐渐小型化,可以与其他设备配合使用。本研究阐述了模块化小型锚杆钻车的主要技术方案、设计思路和工作原理以及相应的有限元和稳定性分析。锚钻系统允许搭载在各种锚杆钻车上,以完成巷道顶部和侧帮锚杆支护,减少劳动力,改善工作环境。

关键词: 锚钻系统;有限元分析;电液控制系统

目前,大多数巷道掘进的顶板和侧帮条件较差。一般情况下,空顶之间的距离不超过3米,大部分是1~2米。传统的掘进方法包括综掘机与综合人工锚杆支护,该种作业方式劳动强度高、工作条件差、效率低下、危险因素多。小型液压锚杆钻车是专为煤矿井下巷道顶板和侧帮锚护作业而设计的,与掘进机(或掘锚机)配合使用,小型液压锚杆钻车采用灵活的履带式行走,灵活的钻臂装置可以对顶板和侧帮进行多角度全方位的锚杆支护,大大改善了工人的工作环境,提高了锚护效能,提升了掘进效率,缓解了采掘衔接紧张的问题。

1 锚杆钻车支护与传统支护方式优缺点分析

1.1 施工安全因素有了很大改善

(1) 锚杆钻车配备先进的移动伸缩式临时支撑装置,支护人员经常在顶板下工作,采取临时保护措施;取消了空顶下的支护作业,大大加强了作业人员的安全;(2) 临时支护机构还具有改进托举网片的功能。所有巷道都配有顶网。未使用锚杆钻车时,操作人员直接站在空顶下作业,临时用手提起网片。采用本钻车后,由于锚杆钻车设计有先进的支护装置,操作员可以将网片放置在支撑装置支撑顶梁的上方,在临时支护升降油缸的作用下,支撑顶梁向上升起将网片送至巷道顶板位置,从而避免了手动提升网片造成的安全隐患。

1.2 人员劳动力密集程度降低效果明显

(1) 所有操作均须由一名主司机和两名支护操作人员进行;过去只使用单体液压钻机支护顶板,支护两帮使用煤电钻,至少需要10个支护操作员,两个单体液压钻机和2台煤电钻同时工作。支护缓慢,人员多,工人劳动强度大。(2) 起重作业平台安装在锚杆钻车上,工作位置可自由调整,以适应实际作业高度,而不是脚手架搭建作业方式。(3) 钻车还配备两组灵活变位钻臂操作人员,只需用液压手柄进行全方位多角度操作,从根本上改变了许多人在作业中需要抬扛单体液压钻机和频繁移动液压泵站的情况。

1.3 钻车功能齐全、灵活可靠

(1) 锚杆钻机结合多种钻孔和支护操作,简化工作面支护设备配置,完全取代单体液压钻机、手持式煤电钻等操作方法。(2) 钻孔作业可在同一平面的任何角度进行,特别是在复杂行车道条件下的支护作业。下部板最低位置

处的帮锚杆支护高度可为200mm,锚杆垂直于帮(对于常规操作,约800mm),顶部帮锚杆距顶板之间的距离可为150mm(传统约500mm);传统施工方法支护的上下锚杆倾斜,有一定角度,垂直不保证,整体支护质量差,设计参数不完全保证。

1.4 大大提高工作效率,保证支护质量

(1) 使用锚杆钻车进行支护作业时,每个锚杆支护(包括钻孔、安装树脂、锚杆、搅拌及锁紧装置)的支护作业时间约为2至3分钟,锚杆的支护时间约为7至10分钟,钻机打一根锚索(每个锚索长度为8米)大约需要12~15分钟,单个液压钻机打一根锚索时间约为30~40分钟,可节省约18~25分钟的锚索支护时间,大大提高支护效率,增加生产时间,大大提高掘进进尺。(2) 在支护上使用单体液压钻机时,由于手工钻具扭矩过大,会造成操作人员的手臂损坏,扭矩太小,不能满足操作规程中对锚杆预紧力的要求,因此必须手动紧固第二次;锚杆钻车使用钻臂机构后可提供扭矩达250N.M,完全消除了人工二次紧固连接,大大提高了操作效率和支护质量,避免了操作人员受伤^[1]。

2 锚钻结构姿态分析

采用模块化设计、左右对称、多自由度、高集成度等多种操作,可实现锚护大臂前后倾斜摆动、两级伸缩功能、钻架具多角度自由旋转、内侧站人平台高度调节等。左右马达摆动和水平摆动依次连接到锚护大臂铰接座上。两个摆动马达可将锚护钻架旋转和举升任意角度。为了保证锚护工作的安全和操作舒适,还在钻机上安装了自动夹钎机构,进行了自动夹钎和护钎。在操作过程中,锚护只需将锚杆或锚索旋转插入钻箱顶部的钻套中,然后使用电动操控板上的自动前进按钮,锚杆或锚索即可进入顶部或者侧帮对应工作面。由于工人站在一个平台上,站在锚杆附近,安装在钻架顶端的自动夹钎机可以起到良好的稳钎作用,从而确保操作者的安全和舒适。锚钻结构支护顶部及侧帮锚杆。上顶锚支护完成后,用操作按钮转动两个摆动马达,调整钻架的角度,调整钻架与顶帮的对齐方式,然后通过内外举升油缸在一定的垂直方向范围内进行运动,水平平衡范围为0~45° 同时在摆动大臂安装钻具补偿套筒,可将其延伸至500mm范围内,从而改善工作平面的工作范围。侧帮锚杆支护时,应调整钻孔支

架的水平位置,对齐侧帮工作面,通过内外摆动油缸上下运动,水平方向 $0\sim 45^\circ$ 范围内调整。根据其工作特点,锚护大臂可实现侧帮顶部的锚杆支护,满足拱形和矩形巷道的使用条件^[2]。

3 不同工作状态下锚钻结构稳定性分析

使用Adams软件在不同工作状态下分析了平台稳定性双臂锚杆钻车。图1所示的点A-H位于车辆底盘上,其中点A-D是前后油缸稳定靴的连接位置,点E-F是左右履带接地长度的四个边缘点,点o是履带及其辅助机构的中心点它确定了连接点A-H和o的八个点。在重心o处应用了总计181.3kN的重力,并对八个支承点应用了一个衬套,以模拟支承的反作用力。将18.13kN的自动重量应用于伸缩臂前钻架的重心。油缸与底座之间、底座与底盘之间以及油气筒与底盘之间存在转动对。油缸筒和杆之间以及内外衬套之间应用了一对平移对。(1)模拟履带接地: A-D点无效, E-F点套管支架有效;(2)模拟前后机油缸地面支撑: E-F点无效, A-D点衬套支撑有效;(3)打顶锚模拟: 在钻架和钻箱的作用点处施加17.64kN的垂直外力;(4)模拟侧锚: 当单侧臂升角为 55° 时,在钻架钻箱的作用点处施加垂直于机器整面的外力17.64kN。

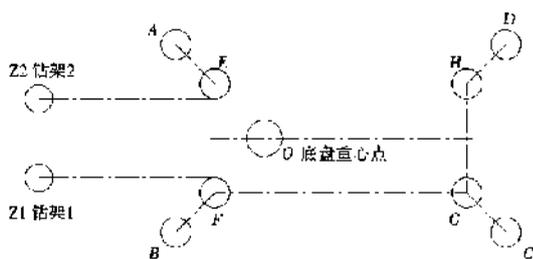


图1 模拟接地点

4 锚护结构强度分析

通过cosmosworks有限元分析软件,以根据Adams 12.0虚拟样机计算出的应力计算锚护大臂的应力。根据结构的实际尺寸生成三维模型。在分析过程中,将对分析精度影响不大的结构细节以及焊缝进行忽略处理。设计中实际使用的材料包括:16Mn和Q550。载荷机架受力已添加到活动臂铰链支架的底部,没有约束或载荷过程。

5 锚护电液控制系统

锚护大臂电液控制系统主要由控制箱、遥控器、接收机、电液操作箱、速度、压力、位移传感器等组成。电液操作箱与相应的防爆电液比例阀及其他操作阀组集成。当煤巷

工作条件恶劣时,也可以使用遥控器进行远程操作。锚护臂外套筒上的接收机可以接收电信号,然后检查锚护大臂,采取相应的动作,将速度、压力和位移传感器置于相应的位置,进行马达、钻箱、举升油缸的数据采集,通过分析获得的数据,将其反馈给系统,建立合理的位移、压力和转速等参数,有效实现工作面锚杆支护操作。同时,锚护大臂还具有健康诊断功能,可实现锚护大臂运行过程中的故障检测、类型确定、定位和恢复。健康诊断系统可确保故障检测的速度、鲁棒性和适应性,以及故障识别和分离能力。建立了锚钻系统的数据平台,并在故障统计分析的基础上开发了锚钻系统的故障排除算法软件。查看防爆监测主机上的实时状态数据和故障排除结果。系统具有智能故障排除和实时分析功能,实现准确故障定位和维护方向;故障级别和类别的可视化显示。系统以可视方式实时显示设备故障的程度。根据以往的常见故障经验对故障等级进行分类;警报功能可自动生成异常状态警报和设备诊断报告,并动态显示阈值和故障警报。员工可以随时监控设备的运行状态。超过限制和出现故障时,系统可以发出报警声;生命周期跟踪分析通过实时监控设备运行状况信息来执行完整的设备运行状况分析^[3]。

6 结束语

作为煤矿智能化发展日益迫切趋势的一部分,对锚护大臂的模块化设计进行了分析研究,并以锚护大臂为支撑,得出锚护大臂结构稳定良好的结论。同时,对锚护大臂进行了有限元分析,得出结论认为锚护大臂结构合理,功能完善。此外,还建立了锚护大臂的电液控制系统,并配备了适当的健康监测和诊断系统,大大提高了锚护作业的效率 and 操作人员的安全,并为进一步锚钻系统智能化研究奠定了基础。

参考文献:

- [1]宋明江.煤矿用锚杆钻车常见故障与排除[J].煤矿机械,2019,35(10):290-292.
- [2]张京泉,刘兆伟,张庆义.锚杆快速支护施工工艺[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2019,(2):61-62.
- [3]魏勇刚,李变荣.我国煤矿采掘装备技术水平与发展趋势[J].煤炭工程,2019,(4):108-111.

作者简介:张娟,1980年8月,女,汉族,山西晋城,本科,中级工程师,山西天巨重工机械有限公司,研究方向:煤矿掘进装备。