

CMM2-15双臂锚杆钻车关键技术研究

齐丽丽

山西天巨重工机械有限公司 山西晋城 048000

摘要: CMM2-15双臂锚杆钻车是一种集临时支护、锚杆与锚索永久支护等功能于一体的巷道支护设备,在单巷掘进工作面可实现与掘进机(或掘锚机)设备交替错机,掘锚配合交替作业,缓解了掘锚失衡的矛盾,大幅提高了巷道掘进效率。

关键词: 锚杆钻车; 临时支护; 锚钻部

煤炭资源的生产和安全与国民经济的可持续发展息息相关,而井下支护设备对于井下生产起着至关重要的作用,锚杆支护通过在巷道顶板或侧帮补入锚杆(索),对巷道围岩进行强化处理,提高围岩的稳定性,而且该支护方式简单易行,成体低廉,速度快,能够显著改善矿工在井下巷道内的作业环境和安全条件,从而可有效提高矿井的生产效益,已在国内得到广泛应用。

双臂锚杆钻车作为锚杆支护的关键设备,其在改善支护效果、降低支护成本、加快成巷速度、减少辅助运输量、减轻劳动强度、提高巷道断面利用率等方面有着十分突出的优越性。

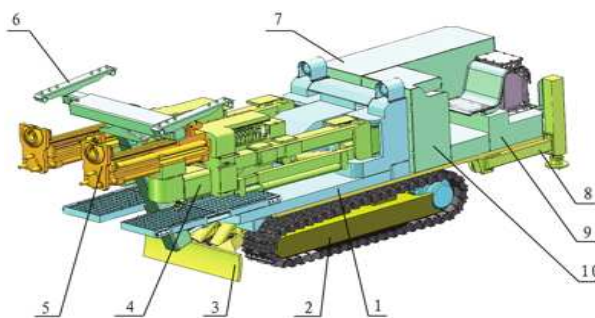
一、我国煤矿锚杆钻车的发展趋势

由于我国工业化起步晚,自动化水平较低,直到上世纪七十年代,我国才开始对锚杆钻车进行研发,从支腿式气动锚杆钻机到单体气动锚杆钻机再到台车式液压锚杆钻车,国内锚杆钻车不断发展,随着采矿装备越来越先进,支护装备发展相对缓慢,导致多个矿业集团出现采掘不衔接的问题。不少矿业集团通过大量引进国外钻车的形式来满足巷道快速掘进支护要求,但国外煤矿开采深度小,地质条件简单,与我国巷道条件有较大区别,且国外锚杆钻车价格昂贵,采掘成本高,无法适应我国煤矿复杂的巷道条件;而人工风动锚杆钻机劳动强度大,安全隐患多,效率低,而且针对新的地质条件、采掘工艺严重影响掘进进尺,有些缺陷在原有设备组合中不可避免,因此研制出适应我国国情的先进锚杆施工设备已经迫在眉睫,先进的双臂锚杆钻车不仅可以保证复杂煤岩条件下的支护质量,提高成巷速度,促进锚杆支护技术的发展,并为巷道掘进提供良好的作业条件,

对提高煤矿生产效率和生产安全性具有重要意义^{[1][2]}。

二、双臂锚杆钻车的组成及工作原理

CMM2-15双臂锚杆钻车属于煤矿井下履带行走设备,主要由行走部、机体部、钻臂部、推进器(机载锚杆钻机)、前部支撑、侧支撑、操纵部、护板部、液压系统、电气系统等几大部分构成,如图1所示。CMM2-15双臂锚杆钻车底部为左右对称的履带结构,机体部通过高强度螺栓与行走部固定连接,升降部采用四连杆机构设计,固定安装在平台中部位置,四连杆机构在油缸的作用下可实现上下升降,满足不同高度范围施工作业要求,两套钻臂装置固定在升降部左右两侧,可随升降平台上下升降,推进器安装在钻臂部前端,其钻孔机构采用大扭矩马达回转模式,能对硬岩顶板进行高效快速施工,侧支撑装置安装在机体平台后部左右两侧,起到稳定机身的作用,机组工作时,前部铲板撑地,左右后支撑展开至合适位置,前部支撑向上升起,支护顶梁左右展开撑紧顶板,调整升降平台至适当高度,左右钻臂及推进器开始施工巷道顶板及帮部锚杆、锚索孔^[3]。



1-升降部; 2-行走部; 3-机体部; 4-钻臂部; 5-推进器; 6-前部支撑; 7-护板部; 8-侧支撑; 9-油箱泵站部; 10-操纵部

图1 整机结构图

三、主要技术参数及技术特点

3.1 主要技术参数

作者简介: 齐丽丽, 1984年10月, 女, 汉族, 山东菏泽市人, 硕士研究生, 中级工程师, 主要方向为煤矿掘进装备, 048000, lililiqi_106@163.com。

工作范围(宽×高)/mm: 5700×3500
 总装机功率/kW: 45
 行走方式: 履带式
 行走速度/(m/min): 12
 爬坡能力/ $^{\circ}$: ± 16
 钻臂数量/台: 2
 钻进锚杆、锚索孔直径/mm: $\Phi 27 \sim \Phi 42$
 钻进锚杆、锚索孔深度/m: 20
 钻进锚杆、锚索孔用钻杆规格: B19/B22
 推进器推进行程/mm: 1660
 推进器推进速度/(m/min): 5

3.2 主要技术特点

1) 机组设有临时支护装置, 前部支撑升降范围大, 支护顶板展开宽度2.8米, 支撑力可达20kN, 可在迎头空顶下有效保护作业人员安全。

2) 钻车结构上采用四连杆升降机构和整体式升降平台, 施工人员可以根据巷道的高度情况通过平台升降进行调整。

3) 机组配备左右两套钻臂及大扭矩推进器, 钻臂及钻孔推进机构可实现 360° 全方位旋转, 自由度较高, 可以全断面找孔位, 微调性好, 能实现巷道顶板、侧帮的锚杆孔、锚索孔、炮眼孔及探测孔的机械化作业施工, 施工迎头钻孔深度不小于50米。

4) 机载钻机采用阀组模块化控制和集成化油路系统设计, 设置有钻杆夹持和支顶装置, 方便钻杆的装卸及钻杆导向, 结构紧凑、推进灵活、安装方便、安全性高。

5) 钻车两侧应设计有侧支撑机构, 在工作过程中能够稳定机身。

四、关键技术研究

随着计算机技术的不断发展, 有限元分析法在产品过程中的应用越来越广泛, SOLIDWORKS SIMULATION凭借着其强大的解算器功能, 在解决大型问题方面可以最大限度的缩短产品设计周期, 优化产品结构, 提高产品的利润空间。

4.1 前部支撑研究

前部支撑主要由内外套筒、顶梁总成及油缸组成, 该结构安装在升降部前端位置, 其相对于升降平台可前后摆动, 便于调整支护位置和角度。前部支撑主要起到临时支护的作用, 防止巷道顶板意外坍塌, 保护下方操作人员的安全, 当机组进行锚杆施工作业时, 前部支撑机构向上伸出直至顶紧巷道顶板, 并根据支护面积需要, 伸出左右支护顶梁套筒。

前部支撑作为临时支护的主要受力部件, 它的强度

极限决定着整个机组的安全, 通过模拟前部支撑极限状态的受力情况(即上下伸缩套筒伸出至最高位置, 同时左右支护顶梁套筒完全展开状态), 保证设计的前部支撑结构满足使用要求。具体操作如下: 通过SOLIDWORKS软件建立前部支撑的三维模型, 进行适当的简化建立数学模型, 并在此基础上建立离散化的有限元模型。前部支撑支护顶板展开最宽可达2.8米, 最大支撑力为20kN。通过在左右支护顶板上分别施加20kN的外部载荷来模拟其在工作中的受力状态, 观察其应力、位移分布情况。

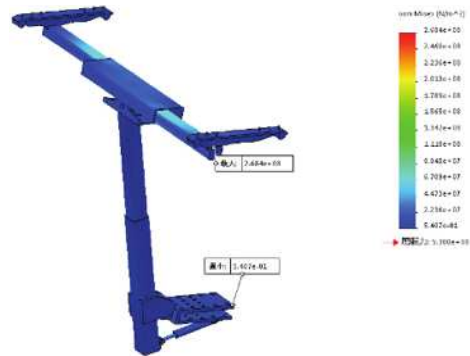


图3 前部支撑应力分布图

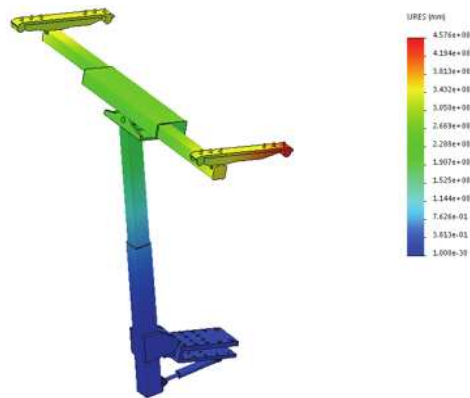


图4 前部支撑位移分布图

通过观察图3应力分布图可知, 最大应力出现在左右支护顶板位置, 最小应力出现在前部支撑与升降部连接处, 左右支护顶梁套筒受力也比较明显, 且最大应力为 $2.68 \text{ e}+08 < \text{材料的屈服力 } 5.30 \text{ e}+08$, 通过以上分析可知, 该结构满足使用强度要求。通过观察图4位移分布图可知, 前部支撑最大变形量出现在支护顶板位置, 其值为4.5mm, 满足机组支护变形需要。

4.2 钻臂部研究

钻臂部分左右对称固定在升降平台上, 通过对钻臂部各部分的运动控制, 可带动推进器实现全断面锚杆作业。在工作过程中, 受力较为复杂, 既要承受弯矩和扭矩又要承受锚杆作业时的冲击载荷, 因此该部件必须同时具有足够的刚度、强度、抗疲劳性能。为了操作灵活,

定位可靠,该结构在满足强度的条件下,还要尽可能地减少重量。钻臂部主要由固定座、回转座、伸缩臂、支撑臂、调整机构、推进器等组成。钻臂部作为机组支护作业时主要受力部件,它的强度极限决定着整个机组的钻孔施工性能,通过模拟钻臂部极限状态的受力情况,保证设计的钻臂部满足使用要求。通过在推进器上施加10kN的推进力,来模拟钻臂不同的受力状态。

钻车施工帮锚杆时,其极限状态为:回转油缸回转一定角度后,钻臂伸缩完全伸出,钻臂补偿完全伸出,推进器旋转至与巷道侧帮垂直位置;通过观察图5应力分布图可知,其最大应力为 $1.46 \times 10^8 <$ 材料的屈服力 5.30×10^8 ,通过以上分析可知,该结构满足使用强度要求。通过观察图6位移分布图可知,最大变形量为0.2mm,满足机组帮锚杆施工变形需要。



图5 施工帮锚杆应力分布图

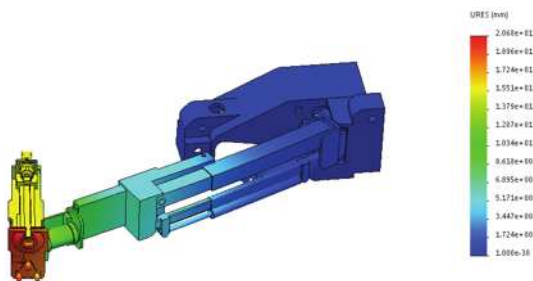


图6 施工帮锚杆位移分布图

钻车施工顶锚杆时,其极限状态为:回转油缸回转一定角度后,钻臂伸缩完全伸出,钻臂补偿完全伸出,推进器旋转至与巷道顶板垂直位置。通过观察图7应力分布图可知,其最大应力为 $1.63 \times 10^8 <$ 材料的屈服力

5.30×10^8 ,通过以上分析可知,该结构满足使用强度要求。通过观察图8位移分布图可知,最大变形量为8mm,满足机组顶锚杆施工变形需要。

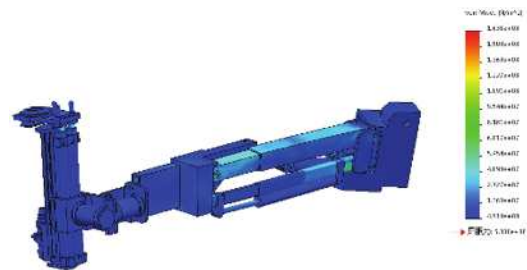


图7 施工顶锚杆应力分布图

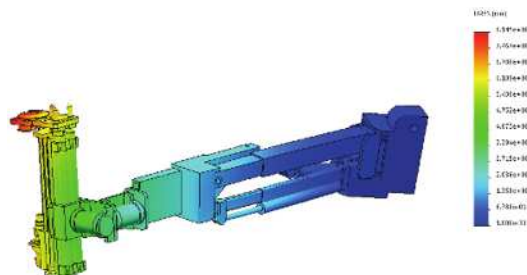


图8 施工顶锚杆位移分布图

五、结语

通过对CMM2-15双臂锚杆钻车关键技术进行研究,表明该钻车可适应多种高度复杂巷道作业,该机组结构紧凑、一机多能,可实现行走、临时支护、多工况下锚杆(索)施工控制等功能,大幅提升了锚杆支护效率,降低了操作人员的劳动强度,达到减人增效的目的,为国内煤矿快掘快支系统的研究提供了强有力的技术支持。

参考文献:

- [1]李普.我国煤矿巷道锚杆支护技术发展60年及展望[J].中国矿业大学学报,2019,45(6):1071-1081.
- [2]丁瑞.高效快速掘进系统现状及支护设备发展[J].煤炭工程,2020,52(12):168-171.
- [3]山玉波.履带式双臂锚杆钻车的研究与设计[J].煤矿机械,2018,39(6):4-6.