

钻装锚机组钻锚一体式作业臂设计研究

魏苍栋

(石家庄煤矿机械有限责任公司 河北 石家庄 051431)

摘要：针对煤矿岩巷机械化炮掘施工中存在的作业装备种类多、作业效率低等问题，本文研发集液压凿岩钻进、反铲式扒装出矸、锚杆支护作业功能于一体的钻装锚机组，并应用 SolidWorks 软件及有限元分析方法，对锚杆孔钻进工况下钻锚臂滑架进行设计计算及受力分析。结果表明：滑架最大应力值为 159.7MPa，最大位移值为 5.27mm，均满足工作性能需求。

关键词：钻装锚机组；钻锚一体式作业臂；设计研究

0 引言

目前煤矿岩巷掘进炮掘工艺存在作业装备种类多、生产效率低、劳动强度大、作业安全性差等问题，为解决上述问题，实现岩巷掘进、支护施工高效、快速、安全，本文通过调研分析岩巷炮掘掘进工艺特点，设计、研发煤矿用钻装锚机组。设备具体结构如图 1 所示。

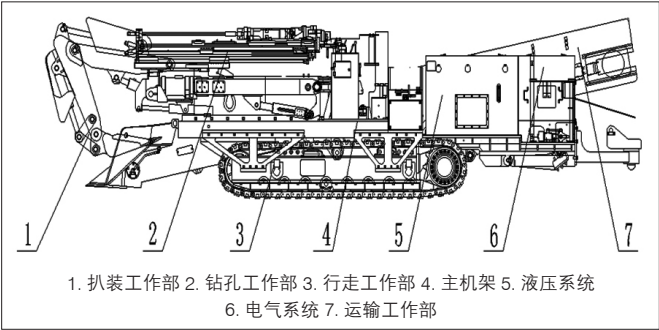


图 1 钻装锚机组整机结构图

由图 1 可看出，钻装锚机组主要由扒装工作部、钻孔工作部、行走工作部、主机架、运输工作部、液压系统、电气系统等组成。其工作时通过操纵钻孔工作部进行钻凿炮孔作业，待爆破完毕后由行走工作部推进，通过扒装工作部、运输工作部的联合作业，将矸石料输送到后面配套皮带输送机、矿车或其他装载设备上。清理完巷道石料后，操纵集成式钻孔工作臂，进行打锚杆（索）孔作业，即完成整个巷道掘进工作循环。

1 钻锚一体式作业技术研究及钻锚作业机构设计

为实现施工炮孔和锚杆孔作业过程快速切换，提高岩巷掘进效率，本文创新研发出了集液压凿岩机和锚杆钻机于一体的全新钻锚作业机构—集成式钻锚臂，其结构如图 2 所示。

由图 2 可看出，该集成式钻锚臂主要由伸缩臂、钻臂调向机构、伸缩滑架及一体式钻锚工作部组成。其中，一体式钻锚工作部通过同一安装架将液压凿岩机和锚杆钻机集成安装于同一工作臂。该钻锚臂在进行钻凿炮孔作业时，由推进油缸带动钻锚工作部前移，在凿岩推进、转钎、冲击的共同作用下，完成炮孔施工。进行锚杆孔钻进时，首先通过调整钻臂调向机构，将钻锚臂调整至竖直且锚杆钻机冲上

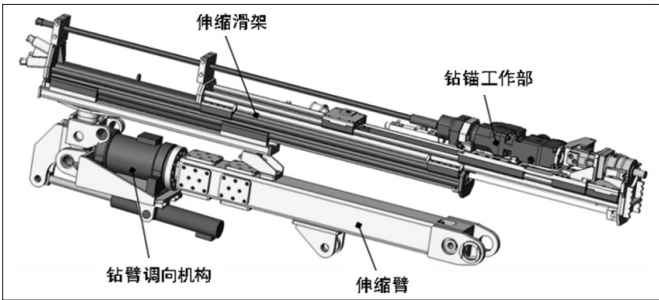


图 2 集成式钻锚臂主要结构

位置，操纵推进油缸将钻锚工作部移至滑架最下部，将钻杆插入锚杆钻机，操纵推进缸，锚杆钻机带动钻杆完成锚杆孔钻进。根据锚护作业需求，施工完成锚杆孔后，将锚固药卷放入锚杆孔，更换上锚杆，利用锚杆钻机推进并紧固锚杆。

该集成式钻锚臂工作时钻凿炮孔和打锚杆孔共用一套推进装置，简化了工作臂结构，提高了推进装置的利用效率，实现了钻孔作业“一臂双用”。

2 伸缩式双层滑架设计

由前述锚杆孔钻进作业工艺可知，进行锚杆孔钻进时，需将钻锚臂调整至竖直且锚杆钻机冲上位置，该位置下，钻锚臂将占用巷道高度空间；若钻锚臂过长，将导致在低矮巷道条件钻锚臂位置无法调整，进而无法进行锚杆孔钻进作业，影响设备低矮巷道适用性。

因此，为提高煤矿用钻装锚机组在小断面巷道中的适用性，需对钻锚臂进行优化设计。以钻孔深度 2130mm 钻臂为例，传统钻臂结构，钻臂滑架总长为 3960mm。因此进行锚杆孔钻进作业时，为保证钻锚臂位置自由调整，适用巷道高度须不低于 4000mm，对巷道断面尺寸要求较高。

针对该问题，为提高钻装锚机组小断面巷道适用性，本文设计了伸缩式双层结构型式滑架钻锚臂，具体结构如图 3 所示。由图可知，该结构型式滑架主要由上层滑架—推进

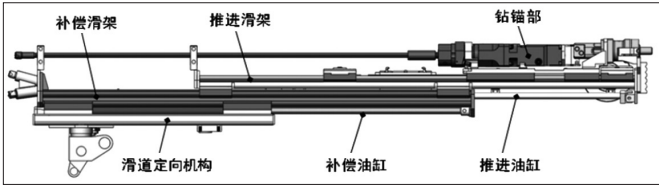


图 3 伸缩式双层滑架结构组成

滑架、下层滑架—补偿滑架、推进油缸、补偿油缸及滑道定向机构、钻锚部组成。

该结构型式滑架展开时，总长为 4000mm，可满足钻凿 2130mm 深度炮孔作业需求。施工锚杆孔时，推进油缸收缩，带动推进滑架前移以缩短滑架整体长度，收缩后滑架尺寸如图 4 所示。此时，滑架总长 3100mm，且可使用 1.2m 长钻杆进行钻孔作业。

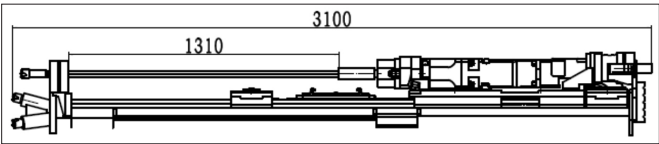


图 4 双层滑架收缩后结构尺寸

滑架收缩状态进行顶锚杆锚杆孔钻进作业时，适用巷道高度减小为不低于 3100mm，降低了适用巷道规格要求，提高了设备适用性。

3 锚杆孔钻进工况下双层滑架受力分析

由钻装锚机组钻锚臂结构型式及作业工艺可知，机组进行锚杆孔钻进作业时，通过推进油缸缸杆回缩、推进倍速机构带动钻锚工作部移动，并为锚杆孔钻进提供进给力。推进油缸性能参数为：缸径 50mm、杆径 36mm，为提高钻进推进力，此时将推进溢流压力提高至 23MPa，钻孔最大推进力为：

$$F_r = \frac{p \times s}{2} = \frac{23 \times 945.6}{2} = 10874.4N$$

上式中，s 为推进油缸有杆腔面积。

根据锚护作业性能要求，钻装锚机组锚杆钻进选用 MJH-300/500 型煤矿用机载锚杆钻机，即钻进扭矩为 300Nm。

根据上述计算及选型情况，基于伸缩式双层滑架三维实体模型，在集成式安装架锚杆钻机安装板上施加载荷、扭矩，对滑架定向机构销轴连接处施加固定约束，建立伸缩式双层滑架有限元分析模型，如图 5 所示。

应用 SolidWorks

Simulation 软件对锚杆孔钻进工况下双层滑架进行有限元分析，得出等效应力图如图 6 所示，位移图如图 7 所示。

由图 6、图 7 可知，进行锚杆孔钻进作业时，伸缩式双层滑架最大应力点位于集成式安装架凿岩机侧与上滑架接触处，应力值为 159.7MPa，小于许用应力值 345MPa；最大位移位于集成式

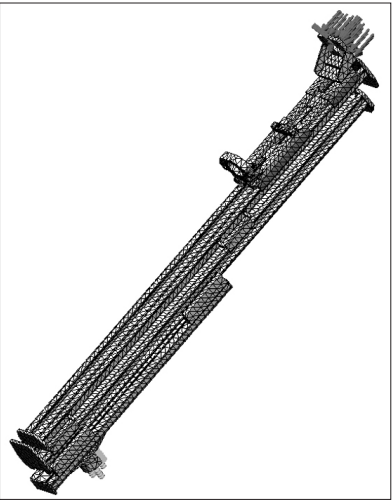


图 5 伸缩式双层滑架有限元载荷和约束图

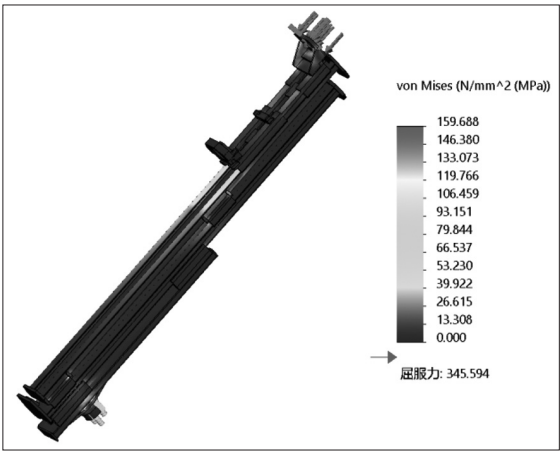


图 6 伸缩式双层滑架等效应力图

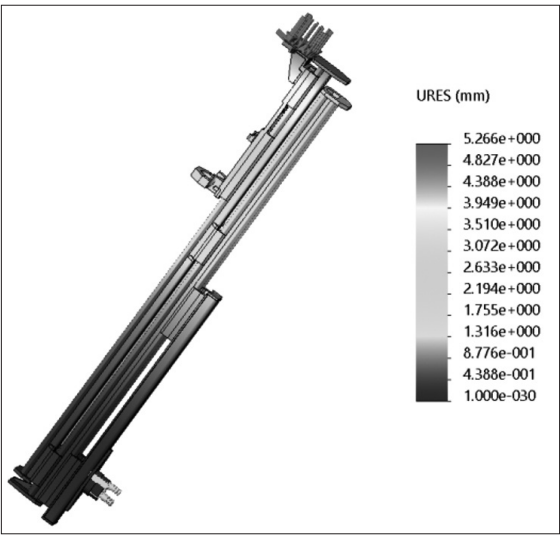


图 7 伸缩式双层滑架位移云图

安装架锚杆钻机安装固定处，位移值为 5.27mm，相较于滑架总长 3100mm，位移量不大，满足工作性能需求。

4 结语

煤矿用钻装锚机组的研制为煤矿岩巷掘作业提供了一体化、集成式作业装备，将原作业工艺中采用的掘进钻车、扒装机、锚杆机集成为一种装备，减少了设备种类，同时可有效提高掘进速度，减轻工人劳动强度，具有较好的社会效益与经济效益。

参考文献：

[1] 石家庄煤矿机械有限责任公司. 一种钻进打孔机构：中国，CN201921944884.0[P]. 2020-09-08.
[2] 杨林. CMZY1-100/40 型钻装机岩巷掘进工业性试验研究[J]. 煤矿机械, 2018, 39(07): 57-59.
[3] 杜长龙. 现代机械设计概论[M]. 徐州：中国矿业大学出版社, 2007.
[4] 何满潮, 元和胜, 靖洪文, 王芳荣, 景海河, 等. 中国煤矿锚杆支护理论与实践[M]. 北京：科学出版社, 2004.

作者简介：魏苍栋（1975.11-），男，汉族，河北石家庄人，硕士研究生，高级工程师，研究方向：煤矿机电产品研发。