

文章编号:1671-251X(2021)S1-0064-04

黄白茨煤矿边掘边锚快速掘进系统设计

李富强

(国家能源集团乌海能源有限责任公司 机电动力部, 内蒙古 乌海 016000)

摘要:黄白茨煤矿使用悬臂式掘进机配套单体锚杆机进行巷道掘进, 截割和支护集中在掘进工作面, 掘进与锚护不能平行作业。针对该问题, 设计了边掘边锚快速掘进系统, 详细介绍了系统的组成、工艺流程, 分析了系统配套实现掘锚平行作业的限制条件及掘进效率。该系统利用自移式联排支架保护掘进机工作范围内的巷道, 掘进机在前方进行截割作业的同时, 锚杆台车在支架后方进行锚护作业, 实现了掘锚分离错位, 平行作业, 同时实现了掘、支、锚、运全机械化作业, 控顶距小于 300 mm, 确保了即割即护, 提高了掘进速度及生产效率。

关键词:掘进机; 边掘边锚; 快速掘进; 自移式联排支架; 临时支护

中图分类号:TD632 文献标志码:A

Design of fast driving system with anchor while driving in Huangbaici Coal Mine

LI Fuqiang

(Mechanical and Electrical Power Department, CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd.,
Wuhai 016000, China)

0 引言

掘进速度的快慢直接影响着整个矿井采掘接续, 进而影响矿井的产量。在巷道支护强度、人力、物力一定的情况下, 如何能快速高效地掘进成为了目前煤矿巷道快速掘进的重点。据不完全统计, 在掘进过程中, 锚护花费时间是截割花费时间的 2~3 倍, 所以掘进速度过慢的主要原因是掘进、锚护不平衡, 实现边掘边锚即掘锚平行作业, 提高锚护速度, 是解决巷道快速掘进的关键。

目前, 由于设备配套和采掘技术等因素限制, 国内大多数煤矿均使用悬臂式掘进机配套单体锚杆机进行巷道掘进, 截割和支护集中在掘进工作面, 掘进与锚护不能平行作业。部分地质条件较好的煤矿, 使用连续采煤机配套锚杆台车进行综采工作面的准备工作和巷道延伸作业。掘锚机组快速掘进系统可实现掘进和支护同时在一台设备上, 掘进与锚护一体化, 但该系统对地质条件尤其是顶板要求较高, 也无法大面积推广应用。近年来, 部分煤矿机械厂家也设计推出了掘锚护一体机, 即在掘进机上

布置锚杆机, 用一台设备来完成巷道掘进、装运、锚护作业, 虽然实现了锚护装备与掘进设备的集成, 但是仍然无法做到边掘边锚式掘锚平行作业, 实际使用效果也不理想。针对上述问题, 以内蒙古乌海能源有限责任公司黄白茨矿 13 号煤层井下掘进工作面为研究对象, 设计了基于悬臂式掘进机的边掘边锚快速掘进系统。该系统实现了煤矿巷道掘进与锚杆支护平行作业, 即前掘后锚工艺, 同时实现了掘、支、锚、运全机械化作业, 保证了小控顶距, 确保了即割即护, 提高了掘进速度及生产效率。

1 系统应用背景

边掘边锚快速掘进系统是为乌海能源有限责任公司黄白茨矿 13 号煤层井下掘进工作面设计的。13 号煤层埋深为 100 m 左右, 煤层厚为 1.2~1.6 m, 平均煤厚为 1.4 m, 煤层倾角为 3~7°, 煤层顶板完整稳定, 可锚性好, 掘进方式为沿顶掘进, 适当破底, 底部岩石坚固性系数为 4~7。因配套胶轮运输车辆需要, 巷道高度为 2.8 m, 巷道宽度为 5.1 m, 巷道锚杆锚索布置如图 1 所示。目前掘进

收稿日期:2021-02-01; 责任编辑:张强。

作者简介:李富强(1981—), 男, 山西忻州人, 工程师, 硕士, 主要研究方向为煤矿电气工程及其自动化, E-mail: fuqiang. li. a@chnenergy.com.cn。

模式为掘进机掘进+人工支护的方式,巷道掘进工艺复杂,尤其是锚杆支护过程繁琐、技术难度大、耗时长,平均掘进月进尺不足 200 m,现有的巷道掘进速度只能满足正常采煤需求的 50%~60%。

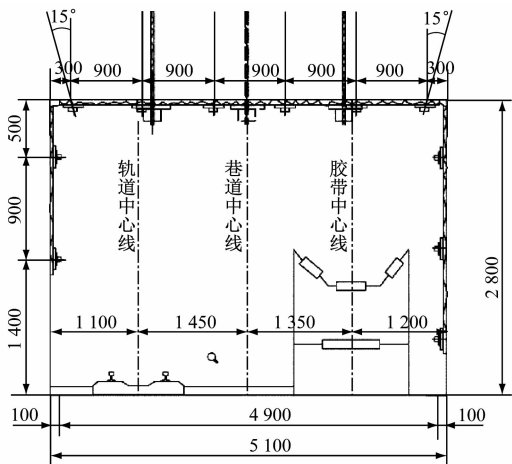
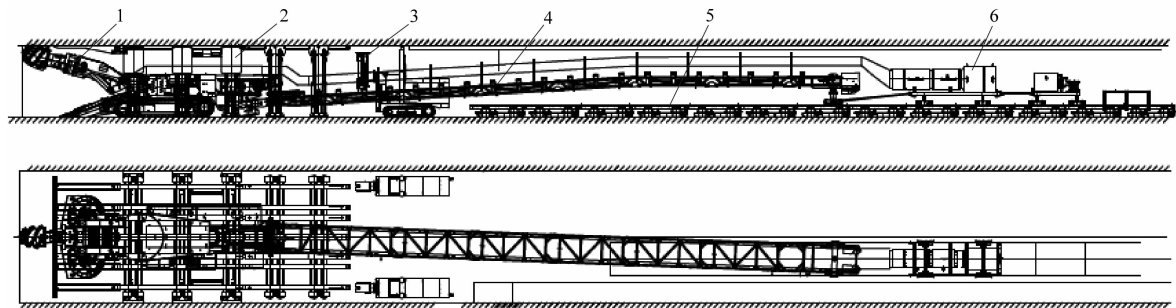


图 1 巷道锚杆锚索布置



1—悬臂式掘进机; 2—自移式联排支架; 3—锚杆台车; 4—桥式转载机; 5—伸缩带式输送机; 6—控尘系统。

图 2 边掘边锚快速掘进系统组成

(2) 受断面设备布置影响,除尘设备负压风筒布置在桥式转载机上方延伸至掘进工作面位置,严重影响中间 2 根顶锚杆的锚固操作。故需要调整桥式转载机的布置形式,给锚杆台车留出富裕空间进行中部顶锚杆的锚固作业。

(3) 边掘边锚快速掘进的核心在于掘进机进行截割作业的同时,锚杆台车进行锚护作业,此时截割产生的粉尘将严重影响锚护作业的视线,所以,边掘边锚快速掘进系统配置除尘通风机的除尘效率将直接影响锚杆台车的作业效率。

(4) 自移式联排支架是快速掘进成套装备中的重要组成部分,是实现掘进与锚杆支护平行作业的重要设备,支架的稳定性及可靠性直接影响掘进进尺,自移式联排支架在快速掘进系统中应用的稳定性及可靠性存在一定风险,若出现使用性能不佳、故障率过高等将直接影响掘进进尺效率。因此,巷道掘进工作面对自移式联排支架的支护稳定性及效率的要求极高,非常有必要对其进行设计分析。

2 边掘边锚快速掘进系统设计

2.1 系统组成与功能

边掘边锚快速掘进系统主要由自移式联排液压支架、EBZ220A 掘进机、煤矿用液压锚杆台车、DZQ80/30/15 二运转载机(25 m)、伸缩带式输送机、控尘系统等组成,如图 2 所示。该系统使用移动支架保护掘进机工作范围内的巷道,掘进机在前方进行截割作业的同时,锚杆台车在支架后方进行锚护作业,实现掘锚分离错位,平行作业,提高了掘进效率。

2.2 系统设计分析

(1) 巷道断面设计受煤层厚度影响,掘进为沿顶掘进,适当破底。因配套胶轮运输车辆需要,巷道高度为 2.8 m,巷道宽度为 5.1 m。因此,边掘边锚快速掘进系统的主要问题在于受巷道宽度限制,2 台锚杆台车操作空间狭窄,可能会影响锚杆台车的工作效率及掘进进尺,故需要设计窄型锚杆台车来满足操作空间的要求。

2.3 系统工艺流程

掘进机向前截割 1 个步距(1 m)后清底,自移式联排支架 A 组支架向前迈进 1 个步距(1 m),A 组液压支架翻转梁将锚网顶上顶板,掘进机再次截割 1 个步距(1 m)后清底,自移式联排支架 B 组向前跟进 1 m,以此往复循环,A、B 两组自移式联排支架对巷道提供支护力;同时 2 台煤矿用液压锚杆台车在自移式联排支架后方进行锚护作业,2 台锚杆台车配套断面如图 3 所示,将顶锚杆和侧帮上部帮锚杆打完。这样掘进机和锚杆台车从理论上可以平行作业,互相不影响,从而提高掘进效率。

2.4 自移式联排支架介绍

煤矿巷道掘进一直以来采用炮掘和综掘 2 种方式,掘进时间约占用整个掘进工作时间的 1/3,由于巷道的服务年限长,要求其支护可靠性更高,支护操作复杂,支护时间约占用整个掘进工作时间的 2/3。以往的掘进支护一体机难以实现同时作业,因此掘进效率低下,部分能够同时作业的掘进支护一体机

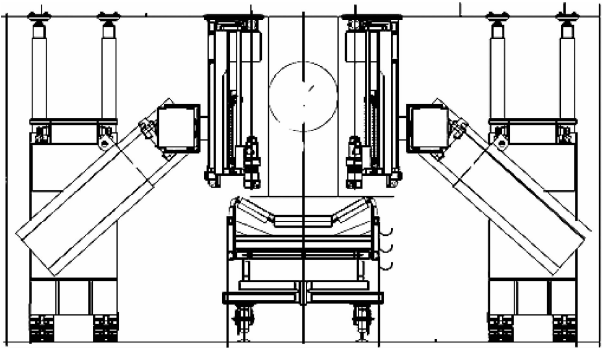
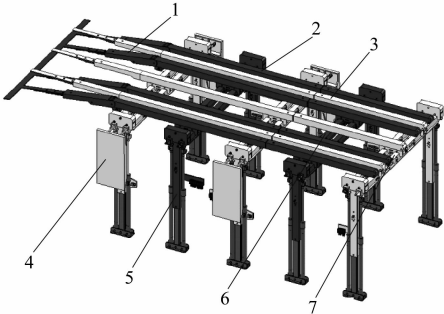


图 3 2 台锚杆台车配套断面

也因为掘进、支护没有分离,其支护时间比较长,不能跟上掘进速度而影响了掘进效率。因此巷道掘进工作面对于支护效率的要求也越来越高,这就需要将掘进和支护分离,以提高支护效率。

根据《煤矿安全规程》规定,井下巷道支护需由临时支护和永久性支护 2 个部分组成,不同矿井的地质条件不同,控顶距有不同的要求,需合理布置锚杆、锚索,以增强支护可靠性。为此,设计了一种自移式联排支架,并对其支护的可靠性进行有限元分析。

自移式联排支架的整体结构如图 4 所示。自移式联排支架打破了常规的支护形式,采用组合分体式支护方法。图中用黑白两色区分 2 套支架结构(黑色为 A 组,白色为 B 组),这 2 套支架交替前行,可实现支护的不间断性,即总有一套支架在支护顶板。翻转梁结构可以辅助铺网,并加长了支护距离。整个机身在立柱的调整下可升高、降低,满足不同巷道高度需求,普遍适用于矩形巷道、梯形巷道。



1—翻转梁; 2—A 组支护顺梁; 3—B 组支护顺梁; 4—侧帮护板; 5—立柱; 6—A 组横梁; 7—B 组横梁。

图 4 自移式联排支架结构

自移式联排支架可满足掘进工作面的临时支护需求,其超大的支护面积也给锚护带来了更多可操作的空间,不再担心锚护时间影响到掘进工作,实现了掘进与支护在结构上的分离,实现了掘进、锚护同时作业,提高了整个掘进工作的效率,尤其是支护方面的效率。

整个自移式联排支架零部件繁多,其工作时主要由翻转梁、A 组支护顺梁和 B 组支护顺梁直接接触承受顶板压力,然后传递到 A 组横梁和 B 组横

梁,最终通过立柱作用在地面上。

2.5 系统掘进效率分析

(1) 理论计算循环时间(巷道宽度为 5.1 m,高度为 2.8 m),详见表 1。

表 1 理论计算循环时间

工序	掘进、临时支护工时	锚杆支护工时	循环工时
掘进 1 m	(1) 掘进机制煤、收料: 25~30 min	(1) 打锚杆: 25~30 min	30~40 min
	(2) 移动临时支护: 5~10 min	(2) 锚杆台车调动: 5~10 min	
	(共计 30~40 min)	(共计 30~40 min)	
辅助	早班: 7:00—13:00, 共 6 h, 完成各种检修任务, 补打锚索和帮底部锚杆, 期间完成移带式输送机一次。		
结论	每循环 30~40 min, 平均进尺 1 m, 每小时可进尺 1.5~2 m, 每小时最高可进尺为 2 m。(以上限于配套比较顺利, 没有预锚等其他工序的理论计算)		

(2) 日工作安排。① 早班: 7:00—13:00, 共 6 h, 完成各种检修任务, 补打锚索和帮底部锚杆, 期间完成移带式输送机一次。② 中班: 13:00—19:00, 共 6 h, 进行掘进、锚护作业。③ 晚班: 19:00—24:00, 5 h, 进行掘进、锚护作业。

(3) 理论最高月进尺计算。① 按每循环 40 min 计算, 平均进尺 1 m, 每小时可进尺 1.5 m, 每天按有效掘进 10 h 计算, 可进尺 15 m, 每月按 25 d 计算, 月进尺为 375 m。② 按每循环 30 min 计算, 平均进尺 1 m, 每小时可进尺 2 m, 每天按有效掘进 12 h 计算, 可进尺 24 m, 每月按 27 d 计算, 月进尺为 648 m。

乌海能源有限责任公司黄白茨矿 13 号煤层井下掘进目前平均月进尺在 250 m 左右, 根据以上理论计算, 预计可实现在普通巷道顶板条件下月进尺 400~600 m。掘进效率具有明显提升, 实现了巷道快速掘进施工。

3 结语

如何进一步提高巷道掘进作业的安全和效率, 是当前煤炭行业面临的难题之一。巷道快速掘进施工应作为系统工程进行设计分析, 不断地改进掘进、锚护工艺, 通过研究巷道快速的配套设备, 使用不同的配套形式, 实现巷道掘进、锚护、运输、除尘的快速移动, 从而形成巷道高效快速掘进系统。黄白茨煤矿边掘边锚快速掘进系统实现了煤矿巷道掘进与锚杆支护平行作业, 即前掘后锚工艺, 同时实现了掘、支、锚、运全机械化作业, 控顶距小于 300 mm, 确保了即割即护, 提高了掘进速度及生产效率。

参考文献：

[1] 王学成.我国煤矿巷道快速掘进技术与装备发展现状[J]. 煤矿机械,2017,38(6):1-3.

[2] 郭文孝. 交叉迈步式快速掘进临时支护支架组的研究[J]. 煤矿机械, 2014,35(12):187-189.

[3] 高磊. 陈四楼煤矿岩巷综合机械化掘进探索[J]. 能源与环保,2019,41(1):120-124.

[4] 马旭克,李旭亚. 大断面硬岩巷道快速掘进六位一体关键技术的研究与应用 [J]. 能源与环保, 2019,41(1):148-152.

[5] 孙旭威. 我国掘锚一体技术发展分析与研究[J]. 煤矿机械,2010,31(3):4-6.

[6] 陈超祥,胡其登. SolidWorks Simulation 基础教程[M]. 北京:机械工业出版社,2014.

[7] 姚俊. SIMULINK 建模与仿真[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2007.

[8] 朱纯昌,孟祥安. 节式自移支架: CN2154912[P]. 1994-02-02 .

[9] 栾丽君,唐连升,姚立泽,等. 自移式临时支护支架主梁的有限元分析[J]. 辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2015,34(1):73-76.

[10] 王丽. 自移式掘进机辅助支护设备的结构研究[D]. 阜新:辽宁工程技术大学,2011.