

永磁变频直驱系统在煤矿胶带输送机中的应用研究

杨晋川*

(山西焦煤霍州煤电三交河煤矿,山西 霍州 031400)

摘要: 胶带输送机往往是煤矿井下进行工作的必不可少的设备。胶带运输机的运行效率决定矿井的整体运输效率。以三交河矿南翼主运强力DSJ100/100/2×220型胶带输送机为研究对象,进行了智能变频永磁直驱多模式驱动提速改造,解决了在主运强力胶带输送机驱动系统发生故障时能够快速恢复正常运转的问题,效益显著,有效提高胶带运输机的运行效率。

关键词: 永磁变频直驱系统;胶带输送机;液力耦合器

中图分类号: TD528 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-5716(2025)08-0127-03

胶带输送机作为煤矿井下的主要运输设备,采用电机驱动滚筒运转,利用驱动滚筒和输送带之间的摩擦力来带动输送带运行的机械装备。胶带输送机由于运距长、运量大得到广泛应用。当前大部分胶带输送机系统均采用了异步电机+减速器+耦合器+联轴器的传动控制模式,不仅传动机构多、传动路线长、传动效率低,而且由于胶带输送机多采用多电机驱动模式,在工作过程中还存在着多电机运行功率不平衡及输送机运行打滑、启动冲击等,严重影响了胶带输送机系统的运行可靠性。为此,本文设计了永磁变频直驱系统对矿井胶带运输机的控制系统进行优化改造,以提高其运行效率。

1 矿井概况

山西焦煤霍州煤电三交河煤矿井下南翼主运强力胶带原运输能力满负荷条件下为1000t/h,南翼主运强力胶带共有工作面2个,其中采煤面工作平均煤流传输能力为1000t/h,掘进作业平均煤流运输能力为200t/h,集中生产期间南翼主运强力胶带运输能力需达到1200t/h,已超出了南翼强力的运输能力,为此会暂停采煤工作面或掘进专业的给煤来保证南翼主运强力胶带的安全运行,但这样会给采煤、掘进的正常生产作业造成严重的影响,尤其是对采煤作业,工作面采煤设备的频繁启动会导致设备加速磨损,缩短使用寿命。由于胶带输送机是矿井的主力运输设备,在一定程度上决定了矿井的高产高效运行,如何保障矿井胶带运输机的安全平稳运行是煤矿机电设备管理的重点课题。

2 智能变频永磁直驱多模式驱动的设计

智能变频永磁直驱多模式驱动系统由多台智能变频器与多台永磁电动机驱动系统配套进行使用,主要部分包括驱动系统及变频器控制系统。驱动模式为永磁电机直驱,永磁直驱系统替代了传统的“异步电机+减速器+液力耦合器”的驱动模式,不经过减速箱及液力耦合器的传递而直接驱动滚筒,该传动系统具有结构简单、运行效率高等优点,运行故障低,减少后期的维护成本。智能变频器通过内部IGBT的开断来调整输出电压和频率,根据电机的实际需要来提供其所需要的电源电压,从而实现节能降耗和变频调速目标。变频器与永磁直驱系统搭配使用,通过改变工作频率的方式来控制交流电动机的电力控制设备,减少电能消耗20%以上。

3 智能变频永磁直驱多模式驱动的改造及应用

3.1 强力皮带机的驱动改造

2022年10月,对三交河矿主运强力DSJ100/100/2×220型胶带输送机进行了智能变频永磁直驱多模式驱动的改造,实现了变频永磁多模式驱动系统在线备用,强力皮带改造前后布置情况如图1、图2所示。

改造后,强力皮带机头共安装三台315kW永磁电动机,从机头向机尾依次为1号、2号、3号,其驱动模式主要有四种,分别为1号、2号、3号电动机同时运行;1号、2号电动机同时运行;1号、3号电动机同时运行;2号、3号电动机同时运行。四种驱动模式可以随意切换,且任意一种模式均能满足运输系统的正常工作

* 收稿日期:2023-08-06 修回日期:2023-08-08

作者简介:杨晋川(1989-),男(汉族),山西霍州人,工程师,现从事煤矿机电设备管理工作。

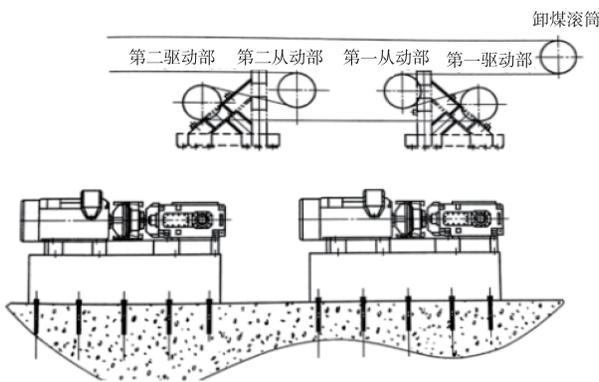


图1 强力皮带改造前布置示意图

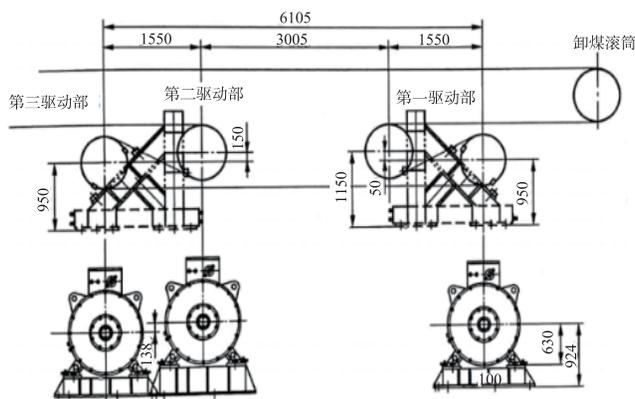


图2 强力皮带改造后布置示意图(单位:mm)

需求。

1号电机变频器为主机的工作原理:当1号电机变频器设置为主机(远控)时,2号及3号电机变频器为从动(近控);驱动模式在1号、2号、3号电机,1号、2号电机,1号、3号电机三种模式之间相互切换时,通过关闭相应的变频器即能实现模式转换。例如:三台变频器均处于带电运行状态,驱动模式则为三台电机同步运行;将2号电机变频器停电闭锁只有1号电机变频及3号电机变频处于工作带电状态,驱动模式则更换为1号、3号电机同时运行;将3号电机变频器停电闭锁只有1号电机变频及2号电机变频处于工作带电状态,驱动模式则更换为1号、2号电机同时运行。

2号电机变频器为主机的工作原理:当1号电机变频器处于停电闭锁状态时,通过对2号变频器的参数进行调整,将2号电机变频器设置为主机(远控),3号电机为从机(近控),则驱动模式更换为2号、3号电机同时驱动。

3.2 效果分析

南翼主运强力DSJ100/100/2×220型胶带输送机进行智能变频永磁直驱多模式驱动提速改造后,使南翼

强力皮带运输速度从原来的3.15m/s提高至目前运输的3.75m/s,加快了煤流的转运速度,减少了单位时间内皮带上的负荷量,实现了在不增加胶带带宽的前提下提高皮带机单位时间内的整体运输效率,满足了采、掘专业的运输能力需求。经统计,智能变频永磁直驱多模式驱动提速后工作面没有再次出现因皮带过负荷而导致的煤机停机现象,减少了设备的磨损,延长了设备的使用寿命,同时采煤工作面平均每天可多生产原煤300t,一个月多运输原煤9000t,每月可多创造价值 $9000t \times 70\% \times 1300 \text{元/t} = 8190000 \text{元}$ (原煤洗煤效率为70%,精煤价格为1300元/t),仅南翼采区全年可多创造价值9828万元。南翼主运强力皮带的改造应用了永磁电动机新技术,符合现在的“装备升级”要求,实现了以科技释放生产力,同时多模式驱动在线备用的应用为主运强力皮带运输系统打造了多条生命线,确保了井下煤流主运系统的安全运行。

4 效益分析

三交河矿南翼主运强力DSJ100/100/2×220型胶带运输机的智能变频永磁直驱多模式驱动提速改造运行成本较低,仅需要投入改造期间的智能变频器、滤波器以及永磁电动机配套设备,改造时间短,36h即能完成驱动系统改造,投入较少,但回收效益以及后期产生的效益非常乐观。按照近几年的事故统计,在使用传统的三相异步电动机驱动系统时,因电机、减速箱、液力耦合器驱动系统故障导致的运输系统事故平均每年有四起,事故影响时间为3.5h/起,而从2022年10月自更换永磁电动机驱动系统后至今,因驱动系统故障引起的运输事故降低为1起/年。尤其是在利用永磁电动机多模式驱动系统在线备用后,主运系统安全性能更加稳定,若不更换驱动主机,事故处理时间在15min以内,若需重新定位驱动主机,事故处理时间在30min以内。与传统的三相异步电动机驱动系统相比,每年因降低事故发生率而减少事故处理时间13.5h,可节省资金 $13.5h \times 1000t/h \times 70\% \times 1300 \text{元/t} = 1228.5 \text{万元}$ (运输能力为1000t/h;洗煤效率为70%,精煤价格为1300元/t)。

5 结论

(1)智能变频永磁直驱多模式驱动的改造应用实现了皮带提速,提高了煤流转运效率,进一步确保了井下煤仓扩容的需求和采煤夜班不生产的实现。

(2)通过皮带提速,提高了煤流的运输效率,减少了皮带单位面积、单位时间内的负荷量,进一步消除了因超负荷运行带来的一系列隐患,确保了主运系统的运行安全。

(下转第131页)

列甚至更多列单体支架。

(3)挡矸设施包括挡矸钢筋网和挡矸U型钢,挡矸U型钢沿预裂切缝间隔布置,间隔距离优选为500mm,挡矸钢筋网固定在挡矸U型钢上,挡矸型钢卧底200mm设置,多节挡矸U型钢在竖直方向上通过卡兰连接,形成可伸缩结构,挡矸U型钢和钢筋网跟随掩护支架的移动向前推进。

3 实际应用效果分析

采用聚能切顶爆破配合恒阻大变形锚索支护的方式进行卸压和加固控制围岩变形,具有如下的技术优势:

(1)以采代掘自动成巷。该工艺在回采的同时进行支护和切缝,以采代掘自动形成回撤通道,无需预先掘进,提高了生产效率,减少了掘进工程量,降低了吨煤成本。

(2)回撤通道受采动影响小,围岩稳定。该工艺的回撤通道是通过回采形成,同时进行了切顶卸压,受回采工作面采动影响小,提高了顶板的自承载能力,减弱回撤支架期间的压力,提高了回撤通道围岩稳定性,增加了回撤工作的安全性,解决了巷道瓦斯积聚、风速超限等问题。

(3)自成巷形成的回撤通道可作为下个回采工作面的通道使用。通过卸压和加固控制围岩变形后的回撤通道,成巷效果好,能达到作为相邻工作面运输石门或者联络巷的复用要求,减少了矿井巷道掘进工程量,同时避免了新掘巷道对大巷产生的二次扰动影响。

4 结束语

山西煤炭运销集团忻州有限公司对10102工作面回撤通道施工工艺进行合理优化,通过现场实际应用效果来看,回撤通道采用自成巷法施工工艺后,简化了巷道施工工序,杜绝了回撤通道超前预掘施工时工作面与回撤通道贯通出现顶板破碎、垮落等事故发生,同时采用自成巷法施工工艺后简化了回撤通道施工期间运输、通风系统,缩短了回撤通道施工周期,取得了显著应用成效。

参考文献:

- [1] 禹洋.复杂条件下回撤通道施工及支护技术[J].西部探矿工程,2023(7):175-176.
- [2] 费晋华.复杂条件下工作面回撤通道施工方案及支护技术[J].山东煤炭科技,2022(11):34-36.
- [3] 丁峰.综采工作面大断面回撤通道支护设计[J].机械管理开发,2022(3):93-94.
- [4] 屈占飞.大采高综采工作面未采回撤通道施工技术应用[J].能源与节能,2018(8):135-137.
- [5] 张军鹏.松软煤层大垂高回撤通道设计与施工[J].能源与节能,2019(1):137-138.
- [6] 赵总彦.综放工作面动压条件下设备回撤通道施工技术[J].煤矿安全,2009(12):50-53.
- [7] 刘云虎.综采面超前施工未采通道回撤支架技术研究[J].山西焦煤科技,2009(8):1-2,5.
- [8] 史虎伟.矿井快速施工大断面支架回撤通道技术研究[J].煤炭与化工,2015(3):137-138.

(上接第128页)

(3)水磁驱动技术的应用实现了“装备升级”以及“自动化减人”,有力保证了“一提双优”的实现,也进一步保证了建设本质安全型矿井和现代化矿井的实现。

(4)多模式驱动在线备用的应用为主运强力皮带运输系统打造了多条生命线,确保了井下煤流主运系统的安全运行。

参考文献:

- [1] 李金翔.永磁变频直驱系统在煤矿胶带输送机中的应用[J].

江西煤炭科技,2022(4):207-208.

- [2] 侯宾.智能变频永磁直驱多模式驱动在煤矿主运强力胶带运输系统的应用[J].中国化工贸易,2018(10):23-25.
- [3] 王忠平,杨起.永磁变频直驱系统应用在胶带输送机节能改造上的可行性分析[J].铁法科技,2016(B12):4-6.
- [4] 曹建民,于明鑫.智能变频永磁直驱系统在主焦煤业23采区胶带输送机的研究运用[J].科技创新导报,2017,14(22):2-3.
- [5] 郭正达,孟俊文.低速大扭矩永磁同步电机变频驱动系统在主斜井带式输送机上的应用[J].山西煤炭,2018,38(5):5-7.