

千米立井无轨辅助运输系统改造设计

杨 壮

(国家安全生产监督管理总局 信息研究院, 北京 100029)

[摘要] 矿井辅助运输是整个煤矿运输系统不可或缺的重要组成部分, 胶轮车、单轨吊等技术装备的快速发展, 促进了煤矿生产的高产高效。结合东部某深部矿井实际, 提出了千米立井宜采用无轨胶轮车为主、单轨吊转载为辅的运输模式, 对矿井现阶段辅助运输系统提出了改造方案, 可以为类似矿井无轨辅助运输设计提供借鉴。

[关键词] 千米立井; 无轨胶轮车; 辅助运输; 单轨吊

[中图分类号] TD525 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1006-6225 (2015) 01-0038-03

Innovation Design for Trackless Auxiliary Transportation System in 1000m Deep Shaft

煤矿辅助运输是整个煤矿运输系统不可或缺的重要组成部分, 矿井辅助运输方式、装备水平及技术管理水平直接影响煤矿的生产效率及安全可靠性。无轨胶轮车、单轨吊等技术装备的快速发展, 促进了煤矿生产的高产高效^[1-2]。当前, 矿井实现全无轨化辅助运输大部分应用在中西部地区的斜井、平硐开拓的矿井, 在东部立井使用较少。

1 概况

新巨龙公司矿井位于巨野煤田中南部, 矿井系统实际装备能力 10Mt/a, 井田呈宽缓褶曲构造, 煤层倾角一般在 5°左右, 局部达 10°。井田以毕垓断层和马庄断层为界将 3 煤层赋存范围划分为东西两个分区。西区埋藏浅, 地质构造较简单, 地层倾角平缓, 勘探程度高, 开采条件较好, 以主(两个)、副、风井集中开发西区, 在 -800m 水平沿煤层布置一组大巷。由于该区南北走向长度较大, 尤其是二、三采区, 距工业广场距离大于 6km, 为减小矿井通风阻力, 并有利于通风降温, 在陈庙断层以北煤层露头处建一进风井, 井筒净直径 3m。东区煤层埋藏较深, 构造中等偏复杂、后期拟在其中部, 148 号钻孔西, 铁路与公路之间的二郎庙村附近建一个副井和一个回风井, 松散层厚约 660m, 在 -950m 水平沿煤层布置一组北翼大巷。从而建立东区独立的辅助运输和通风系统, 形成全井田主井集中出煤、分区开拓的布局。两水平间利用倾斜大巷联系。

根据通风和运输的要求, 西区的北翼布置 4 条大巷, 其中 2 条为辅助运输大巷兼进风, 另 1 条为

胶带输送机大巷兼回风, 第 4 条为回风大巷。其他块段均设 3 条, 分别为辅助运输大巷、胶带输送机大巷及回风大巷。在初设过程中, 充分考虑到无轨胶轮车的技术要求, 巷道坡度一般不大于 6°, 局部坡度较大时, 采取挑顶和卧底的方式以降低坡度, 使之不大于 7°。采区布置 3 条上(下)山, 分别用于煤炭运输、辅助运输和回风, 3 条上(下)山原则上布置在煤层之中, 其中为满足无轨运输要求, 辅助运输上山局部地段通过挑顶或卧底使巷道坡度不超过 7°。巷道带式输送机与上山带式输送机直接搭接, 不设溜煤眼; 辅助运输上山与辅助运输巷采用平车场联系。

2 辅助运输系统分析

2.1 材料、设备运输

现阶段矿井辅助运输有地轨机车、单轨吊、无轨胶轮车 3 种运输方式, 目前矿井物料运输采用地轨机车与单轨吊换装、转载接力运输模式; 液压支架、大型设备采用支架搬运车运输, 工作面附近安装的模式。随着矿井不断延深, 运输距离越来越远, 多种运输形式、多个运输环节的互相配合、衔接难度越来越大, 运输效率降低, 在日常生产过程中, 经常出现运输计划完不成的情况。以三采区、北翼二采区材料运输为例, 三采区下部车场、北翼二采区一中车场距离井底车场 5km 左右, 车辆往返距离约 11km, 经测算, 采用地轨机车 + 单轨吊运输模式, 单趟运输时间约为 2h 左右。按每班供料 48 车, 每列车 15 车计算, 需要 4 列车才能满足运输需要。矿井不断延深使运输距离越来越远, 到

[收稿日期] 2014-07-15

[DOI] 10.13532/j.cnki.cn11-3677/td.2015.01.012

[作者简介] 杨 壮 (1983-), 男, 山东临沂人, 工程师, 国家安监总局信息研究院煤炭产业分析中心主任, 从事煤炭企业规划设计工作。

[引用格式] 杨 壮. 千米立井无轨辅助运输系统改造设计 [J]. 煤矿开采, 2015, 20 (1): 38-40, 32.

矿井辅助运输最困难时期,用料地点距离井底车场超过 12km,车辆往返距离在 25km 左右,采用地轨机车 + 单轨吊运输模式,单趟运输时间约为 3.5h 左右。

地轨机车具有对巷道坡度适应性较强、设备投资较低等优点,但地轨机车依赖于轨道,一旦运输轨道出现问题,将会造成辅助运输的全线崩溃,进而影响矿井的施工进度,增加成本。多列地轨机车的密集运输,会造成工人工作量分布不均,增加辅助运输调度难度,一个环节出现问题,将严重影响矿井的采掘作业。这些因素都会为矿井的安全生产带来隐患。单轨吊具有对巷道坡度的适应性相对较强,基本不受巷道底板变形的影响的优点,但运行速度太慢,不适合长距离运输。因此,为保障矿井的用料需求,提高辅助运输效率,促进矿井的安全生产,很有必要对矿井的辅助运输系统进行分析,在立足矿井实际情况的基础上,合理选定辅助运输模式,并对辅助运输系统进行一系列地改造。

2.2 人员运输

目前,矿井已实现无轨化人员快速运输,建立井下绿色运人通道,采用无轨胶轮车循环运人。现已投入 WC24R 型防爆运人车 26 辆,将地面公交的理念充分借鉴应用到井下,线路上安设 LED 巷标及站牌、红绿灯等各类交通指挥设施,构建现代化的矿井公交运人系统。

通过对矿井无轨胶轮车运人情况分析可知,运送人数在早班最多,达到 960 人。从不同采区运人情况来看,单趟运输时间在 23 ~ 44min 之间,单趟平均时间在 30min 左右,基本可以满足在 0.5h 内把当班人员送到工作地点,总运人时间在 2h 左右,基本可以满足生产需要。随着矿井开拓的不断延伸,运输距离逐步加大,可以通过提高无轨胶轮车出车率以及工作时间利用效率来解决,在当前及今后很长一段时间,车辆可以满足矿井生产的需要。

3 辅助运输系统改造方案

根据矿井特点,本着立足当前、放眼长远,先进性与适用性兼得的原则,充分考虑煤矿实际情况,从提高辅助运输效率的角度出发,经综合分析论证,确定当前一段时间内采用无轨胶轮车 + 单轨吊为矿井辅助运输系统改造实施方案。

辅助运输改造的工程背景 副井井筒净直径较小,为 7m;巷道采用单巷掘进,掘进煤炭采用综掘机搭接胶带运输;工作面局部有小断层存在,部分区段底板起伏坡度较大;矿井初设及建设阶段充

分考虑到采用无轨胶轮车的可能,巷道可以满足无轨胶轮车运输需求;人员全部采用无轨胶轮车运输,单轨吊运输网络四通八达,矿井辅助运输人员对无轨化运输比较熟悉;完善的监测监控及调度系统,保证矿井辅助运输安全、高效。

辅助运输模式选择 立足矿井客观实际,充分发挥无轨胶轮车运输速度快、运输车型多样、用途广泛、机动灵活以及单轨吊对巷道坡度适应性相对较强、基本不受巷道底板变形影响的优点,确定辅助运输改造新模式,即以无轨胶轮车运输为主、单轨吊运输为辅。因副井净直径偏小,井底车场仍需保留地轨机车。地轨机车的服务范围为副井到井底车场换装硐室之间,无轨胶轮车服务范围为井底车场换装硐室到采区换装硐室之间,单轨吊的服务范围为从采区换装硐室到采掘工作面用料地点。

3.1 无轨胶轮车车辆选型计算^[3-4]

根据《煤矿井下辅助运输设计规范》(GB 50533-2009)等的规定,矿井辅助运输掘进物料运输采用胶轮车从井底车场换装硐室与平板车换装,运至采区中部车场与单轨吊换装,单轨吊起吊物料转运至采掘面料场的运输模式,对于散装装载采用集装箱运输。根据《采矿工程设计手册》、《煤矿井下辅助运输设计规范》等规定,结合矿井辅助运输采用无轨胶轮车 + 单轨吊的运输模式的实际,按照运输物料箱数,对所需车辆进行计算。

考虑到副井提升能力满足不了生产需要,矿方拟在郭坊工业广场建设输料孔的实际情况,在假设输料孔的情况下,对所需车辆进行计算,计算结果为:实现矿井无轨化运输,共需配置无轨胶轮车 92 辆,其中运料车以 WC10E 型集装箱车为主力车型,配置 20 辆;WC5E 型无轨胶轮车作为辅助运料车 7 辆,WC8E 型运料车计划 3 辆,其他特种车辆按实际情况配置,满足生产需要。施工立孔后,混合料 59 车从立孔直接下井,同等条件下,可减少 WC10E 型集装箱运输车投入 3 辆。

3.2 单轨吊运输设计

本矿井采区及延伸大巷开拓掘进面物料运输方式主要以单轨吊运输为主,矿井井下实现了单轨吊网络化建设,现有德国进口 DZ1800 3 + 3 型柴油单轨吊 9 部、DZ2200 3 + 1 + 3 型柴油单轨吊 2 部, DZ1500 3 + 2 型柴油单轨吊 1 部,共敷设吊轨超过 48km,建有单轨吊换装车场 3 处,实现了大巷与大巷之间、大巷与采区之间、采区与采区之间的互通互联,各采区之间单轨吊的互相配合、互相备用,提高了矿井运输效率及安全。

根据矿井采掘布局，从满足矿井辅助运输需要，提高单轨吊使用效率、减少设备投入等多个方面考虑，提出现阶段可以将单轨吊运输网络形成两大区域：包括一采区、二采区南翼，以及未来开采的五采区、八采区等；包括三采区、二采区北翼，以及未来开采的九采区、七采区等，以后随着运输距离的加大以及输料孔位置的调整，可以进行再次划分。通过计算得知，采取无轨胶轮车与单轨吊接力运输方式后，需要配置单轨吊 12 台，其中用于各采区运料单轨吊 6 台，配料单轨吊 2 台，检修及备用单轨吊 3 台，外委大修 1 台，工作面回撤期间根据实际情况调用。经验算，矿方当前已装备的 12 台单轨吊可以满足生产需要。

3.3 硐室改造与设计^[5-6]

本着改动量最小，工程量最省的原则，对井下换装硐室、无轨胶轮车检修与存放硐室、采区换装硐室、人员躲避硐室、调向硐室、会车硐室进行了设计。以下重点介绍换装硐室、无轨胶轮车检修、加油、存放硐室的设计。

3.3.1 换装硐室设计

通过对换装硐室多方案经济技术比较，最终采用方案为井底车场和辅二大巷各设 1 个换装硐室（见图 1），对其扩帮改造详述如下。

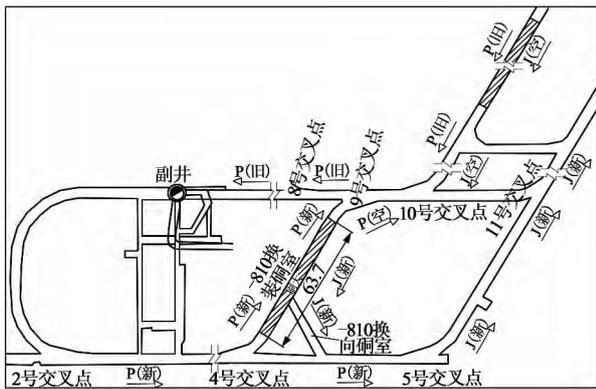


图 1 换装硐室改造方案

(1) 井底组装硐室刷扩改造 对现有井底车场组装硐室（4号至9号交叉点）进行扩帮处理，满足换装硐室要求，分别作为下井材料、升井材料的换装地点。巷道设计如下：-810换装硐室刷扩为原大断面位置，设计长度 63.7m，巷道最小断面净宽×净高=5.7m×5.6m，最大断面净宽×净高=6.0m×6.9m，平均巷道净宽×净高=6.0m×6.0m。根据辅助运输要求，安装宽度为 5.7m，两侧安装钢结构柱子，柱子宽度为 0.6m×2m，巷道宽度刷扩后保证两侧柱子内边缘净宽 5.7m，巷道两端分别施工一处检修点，检修点巷道高度保证 7.1m。

(2) 辅二大巷刷扩改造 辅二大巷自导线点 F1 以北 69m 开始刷扩，设计长度 67m，现巷道净宽×净高=5.0m×4.0m，根据辅助运输要求，刷扩后钢结构立柱内沿跨度为 6.25m，钢结构立柱宽度为 0.6m×2m，钢结构立柱距巷帮 0.1m，刷扩后巷道净宽为 7.65m，净高为 6.0m；巷道南端施工一处检修点，检修区域长 5.0m，巷道高度保证不低于 7.1m。

(3) 换装车辆运行方式 下井材料从副立井井筒出车侧出车，经由 4 号交叉点至组装硐室，普轨机车卸载物料后拉运空平板车经由 9 号交叉点至辅二大巷无轨胶轮车换装硐室，将上井物料换装至平板车上，再经 10 号、9 号交叉点到副井底提升至地面。

无轨胶轮车由辅二大巷出车后，在辅二大巷无轨胶轮车换装站将上井物料换装至平板车上，空车经 10 号、9 号交叉点进入 -810 换装硐室换装下井物料，物料换装完毕后，经 5 号交叉点、11 号交叉点进入辅一大巷，运至采区。

3.3.2 无轨胶轮车加油、检修与存车硐室

无轨胶轮车日常检查、维修及一级保养、二级保养的部分工作在井下进行，在井下施工建立无轨胶轮车检修与存车硐室。

根据《AQ1064-2008 煤矿用防爆柴油机无轨胶轮车安全使用规范》^[5]，结合本矿井实际，在辅二大巷与 2301S 上巷新施工一条联络巷，形成环形通道，作为胶轮车加油、存放及检修硐室。加油、检修硐室与存放硐室联合布置，且设有独立回风巷道与 -950 边界回风下山相连，见图 2。



图 2 无轨胶轮车加油、检修、存放硐室布置

3.3.3 采区换装硐室

每个采区至少建立一处换装车场，矩形断面，车辆入口两侧巷帮曲率半径不小于 9m，长度 70m，净宽 5.3m，净高 4.5m。采区换装车场换装方式：采用 WC10E 型集装箱自卸、自装；安装小型风动或电动葫芦辅助起吊；使用单轨吊辅助起吊；运输

(下转 32 页)

将绞车钢丝绳用绳扣、卸扣连接固定在回撤通道内的支架底座上。启动 1 号绞车将其拉至工作面中间,接着换绳由 3 号绞车将支架拉至机尾处。再由 2 号绞车与 5 号绞车对拉将其拉至装车点进行装车。

4 创新点与效果分析

4.1 通道施工工艺

该工作面超长,人工挖通道工作量大,支护材料也较多,都将增加职工劳动强度。矿前几个下分层刷回撤通道时,全采用的人工风镐作业。该工作面回撤通道,先采用割煤机割一刀煤,边割边支护,然后再采用人工风镐作业,减少了四分之一的挖底量。

4.2 作业环境

11042 工作面回撤通道高 2.0m、宽 2.0m。本矿同等条件的已回采下分层工作面回撤通道高 1.8m、宽 1.6m。回撤通道高度与宽度均比之前工作面回撤通道大,增大了设备回撤空间与人员的操作空间,人员行走、操作均非常方便,改善了职工的劳动作业环境。

4.3 回撤工艺

本矿之前上下分层工作面回撤期间,均一直沿用传统而成熟的回撤工艺,即在回撤通道靠工作面侧施工了一绞车硐室,该硐室绞车用于工作支架的撤架、转向以及转运。本次回撤期间,经过反复论证与研究,改变了回撤工艺。11042 工作面回撤通

(上接 40 页)

量大、掘进面集中的采区,换装车场配置防爆叉车。

人员躲避硐室、调向硐室、会车硐室按照《采矿工程设计手册》、《煤矿用防爆柴油机无轨胶轮车安全使用规范》、《煤矿井下辅助运输设计规范》等相关要求进行科学合理布设,尽可能利用已有硐室,避免重复建设。

4 结束语

无轨胶轮车运输是条件适合的煤矿辅助运输发展的一大趋势,是矿井高产高效的有利保障。在本矿井初步设计以及建造过程中,充分考虑了采用无轨胶轮车运输的可能,这为矿井实现全无轨辅助运输打下了基础,加上在单轨吊运输网络化以及人员运输全无轨化的成功应用,都为矿井实现“无轨胶轮车+单轨吊”辅助运输提供了条件。这也为千

道靠工作面侧少施工了绞车硐室,减少了工程量与支护材料的损失,同时绞车随回随撤与支架回撤平行移动,方便快捷,也避免了刷绞车硐室后通道跨度大带来的安全威胁。

5 结论

优化和创新的回撤技术使 11042 工作面支架(92 架)全部安全回撤仅耗时 19d。而邻近 11041 工作面长 76m,支架 41 架,回撤支架耗时 18d。极薄煤层超长复采工作面液压支架快速回撤技术的成功实施,突破了极薄煤层超长复采工作面综采设备回撤、工作面回撤期间顶板控制等一系列技术及安全管理难题,提高了回撤速度,缩短了采煤的接替时间,保障了矿井的连续生产等。该项目的实施成功不仅为李子垭煤矿上下分层综采设备回撤提供了宝贵的经验,而且还为类似条件的极薄煤层工作面综采设备回撤提供了参考与借鉴。

[参考文献]

- [1] 马中良. 综采工作面设备快速搬家技术的研究与应用 [J]. 山西焦煤科技, 2012 (2): 33-35.
- [2] 刘成武. 综采工作面安全快速回撤技术研究 [J]. 煤矿现代化, 2013 (1): 17-19.
- [3] 范凯. 薄煤层软底综采大功率设备快速回撤技术研究 [J]. 煤炭技术, 2008 (5): 58-60.
- [4] 唐小云. 综采工作面快速回撤技术研究 [J]. 中国煤炭工业, 2013 (3): 54-55.
- [5] 王俊. 极薄煤层近距离复采液压支架回撤技术 [J]. 煤矿开采, 2012, 17 (5): 34-35. [责任编辑: 邹正立]

米立井辅助运输创建了新的模式,可以为类似的矿井提供借鉴。

[参考文献]

- [1] 金向阳. 王坡矿井辅助运输系统改造设计 [J]. 煤炭工程, 2008 (3): 7-9.
- [2] 李瑞锋, 侯世占. 象山矿井辅助运输系统改造方案设计 [J]. 煤炭工程, 2013 (7): 7-8, 11.
- [3] 张荣立, 何国纬, 李 铎. 采矿工程设计手册 (下册) [M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003.
- [4] 住房和城乡建设部、国家质量监督检验检疫总局. 煤矿井下辅助运输设计规范 (GB550533-2009) [S]. 2009-09-03.
- [5] 国家安全生产监督管理总局. 煤矿用防爆柴油机无轨胶轮车安全使用规范 (AQ1064-2008) [S]. 2008-11-19.
- [6] 中华人民共和国建设部. 煤炭工业矿井设计规范 (GB50215-2005) [S]. 2005-09-14.
- [7] 李云志, 宋如谦. 创建煤矿单轨吊辅助运输网络化的探析 [J]. 山东煤炭科技, 2013 (6).

[责任编辑: 周景林]