

煤矿平式储矸仓的设计与应用

刘东兴 史文明 李亚丹

铁煤集团小康煤矿, 辽宁 调兵山 112700

[摘要]小康煤矿南二采区南三采区合并后,掘进系统新掘任务为南二采区皮带上山、回风上山、轨道上山,三个掘进工作面出货系统均为装斗车轨道运输,全部通过副井罐笼提运斗车矸石到地面,为了赶掘进进尺,由于副井提升能力有限,计划一部分掘进岩石依靠主井箕斗提升,所以要建立一套掘进岩石运输到主井煤仓,但为了兼顾煤质要求问题,需要定时排放,不能与原煤随时掺混,这就需要研制一套储矸系统,掘进进尺产生的岩石需要临时储存,设计在主井煤仓增加设置一台变频永磁滚筒带式输送机,并在上方制作箱式储矸石空间,正常掘进期间,永磁皮带低频慢速运行,确保矸石储存量,待主井提煤完成,允许装入岩石期间,启动永磁滚筒皮带机工频运行,快速将岩石注入仓内,利用主井提升到地面,该设计利用了现有巷道,减少立式仓施工资金投入,水平设置也解决了立式仓的溃仓风险。

[关键词]矸石仓;煤矸分运;永磁电滚筒

DOI: 10.33142/aem.v7i8.17764

中图分类号: TD263

文献标识码: A

Design and Application of Flat Coal Mine Storage Silo

LIU Dongxing, SHI Wenming, LI Yadan

Tiemei Group Xiaokang Coal Mine, Diaobingshan, Liaoning, 112700, China

Abstract: After the merger of the South 2 and South 3 mining areas of Xiaokang Coal Mine, the new excavation tasks of the excavation system are to transport the belt up the mountain, return air up the mountain, and track up the mountain of the South 2 mining area. The delivery systems of the three excavation working faces are all loaded with bucket cars and transported to the ground through the auxiliary shaft cage. In order to catch up with the excavation progress, due to the limited lifting capacity of the auxiliary shaft, it is planned to rely on the main shaft skip to lift some of the excavated rocks. Therefore, a set of excavated rocks transportation to the main shaft coal bunker needs to be established. However, in order to meet the requirements of coal quality, it is necessary to discharge them regularly and cannot be mixed with the raw coal at any time. This requires the development of a set of gangue storage system. The rocks generated by excavation progress need to be temporarily stored, and an additional set is Variable frequency permanent magnet drum belt conveyor, and a box type gangue storage space is made above it. During normal excavation, The permanent magnet belt operates at low frequency and slow speed to ensure the storage capacity of gangue. During the period when the coal is lifted from the main shaft and allowed to be loaded into the rock, the permanent magnet drum belt conveyor is started at power frequency to quickly inject the rock into the warehouse, and the main shaft is used to lift it to the ground. This design utilizes the existing roadway to reduce the construction capital investment of the vertical warehouse, and the horizontal setting also solves the risk of collapse of the vertical warehouse.

Keywords: gangue bin; coal gangue separation and transportation; permanent magnet drum

1 背景

小康煤矿位于康平煤田的东北部,隶属康平县东关镇。矿井自投产以来,截止 2021 年末已先后在北一、西一、南一、南二采区及西三采区共回采了 33 个工作面。其中,有 25 个工作面采用的综合机械化一次采全高放顶煤开采方法,煤层最大采出厚度达 14.3m (含 2 煤)。大范围地下煤层开采产生了严重的地表沉陷,雨季沉陷区大面积积水。尤其是在采用综放开采的区域,地表最大下沉达 4.5~6.5m,部分塌陷坑常年积水。2024 年公司批准小康煤矿南二采区南三采区合并开采方案,新掘巷道均布置在距煤层底板 20~50m 的较稳定岩层中,巷道顶底板岩性一般为粉砂岩、细砂岩、粗砂岩及砂质泥岩等。主要矿物成分

为石英、钾长石、云母,以泥质胶结为主,有时夹砂砾岩,具粉砂质结构,块状构造,内生裂隙不发育,无伪底。三条采区上山相互平行,巷道中心距分别 40 和 43mm。其中:

①南二轨道上山,西侧在-399m 水平副井井底车场存车线向东侧开拉门,通过联络巷分别与在-399m 水平总回风巷、南二皮带上山连接,东侧至矿井东部边界附近。南二轨道上山西半部分采用蓄电池机车运输,东半部分采用运输绞车提升,担负南二采区的人员、材料、设备及矸石等辅助运输和进风任务。南二轨道上山斜长为 2239m。

②南二皮带上山,西侧在西翼皮带大巷向东侧开拉门,通过原北翼皮带上山与主井煤仓连接,东侧至矿井东部边界附近。南二采区皮带中巷安装带宽 1.0m 皮带运输机,

担负南二采区的煤炭提升及进风任务。南二皮带上山斜长为 2645m。

③南二回风上山,位于南二轨道上山和南二皮带上山之间,西侧在南二轨道上山与南二皮带上山之间的联络巷向东侧开拉门,通过回风联络巷与-399m 水平总回风巷连接,东侧至矿井东部边界附近。南二回风上山为专用回风巷。南二回风上山斜长为 2132m。

南二轨道上山、南二皮带上山和南二回风上山在采区东侧通过联络巷相通,形成采区运输、回风系统。原设计在三条分别安装三套爬斗机分矸;将掘进皮带上面副井提升不过来的货流,落地,使用耙斗机导入落地储矸仓(利用巷道打中心顶,用木板隔离巷道一半空间,长度 30m),在主井提煤任务完成后,掘进工作面及时将储矸仓内货利用耙斗机重新耙上皮带,集中运至主井煤仓,单独提升到地面。设计优点是节省设备材料费用支出,耙斗机为矿有设备。操作简单,但是属于老旧设备,维护量大。缺点是效率低,耙斗机每台每小时工作能力约 20m^3 ,每个掘进工作面都使用工作能力为 $60\text{m}^3/\text{h}$,所以注入煤仓的工作时间将近 2h 依然是问题,保煤质,就得煤岩分开,不能混运,制约矿井出煤系统效率,所以储存矸石,集中升井问题必须解决。

2 确定解决方案

(1)制作平式储矸仓,结构是下部驱动是永磁滚筒皮带机,上部安装储矸箱,1m 高 1m 宽,130m 长,工作原理是将掘进皮带上面副井提升剩余矸石的货流导入平式储矸仓箱槽中,设计有效容积 100m^3 ,装满后,等待主井煤仓当天完成出煤任务提空后,允许装入矸石期间,开动储矸皮带机,将矸石迅速灌入煤仓,通过主井箕斗将矸石提到地面。

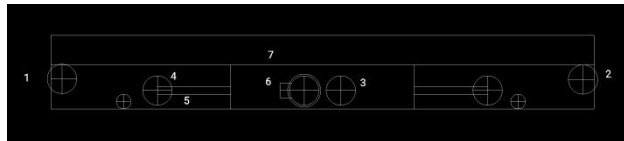


图 1 示意图

1.永磁滚筒储矸仓尾滚;2.卸载滚筒;3.中间驱动部永磁滚筒;4.张紧滚筒机构;5.张紧千斤顶;6.液体闸;7.储矸箱板

(2)安装储矸皮带机位置,位于主井煤仓北侧方向(南侧位西三采区出煤皮带机),掘进期间为储矸皮带,贯通后,为南二采区生产原煤主运皮带机,该条皮带机与南二皮带上山搭接,南二回风上山通过转载皮带输出到皮带大巷的皮带机上,然后利用储矸的分流装置机构,将货流导入储矸皮带货仓。

(3)矸石分流装置,由于现有井下巷道条件,储矸容量设计 100m^3 ,负责储存两个掘进工作面岩石量,在南二皮带机头 300m 前与主井储矸皮带搭接,在南二皮带上制作 u 型铲货板置于皮带上,不进行分矸作业时,用分缸吊起来,南二皮带机在皮带机头卸货,正常进入斗车

装货系统,副井提升。当需要矸石分运系统工作时,迎货流 45 度 u 型铲货板下落,将掘进工作面货流导入储矸仓。

(4)生产过程排矸的控制,正常掘进过程中,南二皮带上山和南二回风上山都斗车出货,当副井滞留斗车矸石达到满班工作量时,开动储矸装置,日常由掘进系统自行管控。当储矸皮带满载后,需要往主井排矸石工作,向矿调度申请,规定在每天早 7 点~8 点区间,可以申请使用主井煤仓提矸石工作。

3 带式输送机的选型

永磁电滚筒的电机与电励磁电机相比,具有结构简单、运行非常可靠,体积较小、质量较轻,损耗较小、效率高,尤其电机的形状和尺寸可以灵活多样等显著优点^[1],所以我们小康矿选用,因极软岩矿井,巷道空间有限,设计巷道尺寸,便于支护强度考虑,满足生产和设备即可,长时间受压力变形后,井下巷道进行维修,成本较高,所以特别需要节省空间的这类先进设备,并且减少了两台减速机安装与维护等诸多有利方面,我矿选用永磁电滚筒驱动带式输送机一套,根据储矸要求进行核算各项数据:

(1)运输机驱动能力要求:根据掘进出货量要求,除去副井提升的岩石量,需要进行储存得矸石每天约 100m^3 ,200t 岩石。

皮带的设计长度约为 130m,其的储矸长度为 135m,储矸的高度为 1m,带宽选用 $B=1.1\text{m}$,实际有效存储宽度为 0.95m;这种设计使皮带储矸量实际能达到 $0.7\text{m}^3/\text{m}$,满载容积 $C=91\text{m}^3$;按矸石密度 $2.0\text{t}/\text{m}^3$ 计算,每米皮带储矸能力达 1.4t。带式储矸皮带机应随着巷道安装,设计角度为 -6° ;那么,带式储矸仓满仓储量: $Q_{\text{满}}=182\text{t}$;根据现有 $2*90\text{kW}$ 永磁滚动皮带机能力有关核算:

①圆周力计算^[2]

传动滚筒圆周力可按经验公式计算:

f —运行阻力系数,多尘,低温,过载,高带速,安装不良,托辊质量差,物料内摩擦大 f 取值(0.023~0.045),重载启动,取 $f=0.045$ 。

CN—附加行阻力系数,运行长度 135m,取 $CN=1.78$ 。

每米皮带承载货物重量,取 $q=1500\text{kg}/\text{m}$ 。

托辊转动质量: $q_t = \frac{G_{tz}}{l_{tz}} + \frac{G_{tk}}{l_{tk}}$ 得 $q_t=140 (\text{kg}/\text{m})$ 。

$F = CNfLg [qt + (2q_0 + q) \cos\beta] + gqH$

$= 1.78 * 0.045 * 135 * 9.8 * [140 + (2 * 35 + 1600) * \cos(-6^\circ)] +$
($-14 * 1600 * 9.8$)

$= -30425\text{N}$

②轴功率计算

按公式:传动滚筒轴功率 $P = 10 - 3FV$ (KW)

故 $P = 10 - 3FV = 10 - 3 * -30425 * 1 = 30.43$ (KW)

③电动机功率确定

由于该带式输送机为水平运行,电动机为发电工况,

所以电动机功率:

$$P_{\Sigma} = K_d p \eta_m$$

本驱动系统的特性,取 $K_d=1.0-1.2$,本次取3,……功率备用系数 η_m —反馈运转电机传动效率,0.95故 $P_{\Sigma} = K_d p \eta_m = (4 \times 30.43) \times 0.95 = 115$ (kW),选择2套电机驱动功率配比为1:1,所以,选用2*90kW的永磁电滚筒合格。

(2) 储矸框架结构要求,储矸皮带仓底部设计由133直棍间距217mm排开,每米5个,即每根棍需要承受0.28吨,轴承型号为6306,2套,单套承载能力(静载荷1.5吨、动载荷2.6t)每根直棍承载能力最小3t。所以储矸皮带仓底部设计由133直棍设计承载能力吨位符合要求。

(3) 胶带的选型:预选ST1250型煤矿井下用阻燃钢丝绳芯输送带,单位长度重量 $q_d=22\text{kg/m}$,胶带厚度为16mm,抗拉强度1250N/mm。

(4) 速度要求:变频速度区间(0.2m/s~2.5m/s)变频器的型号:BPJ2-132/1140K(0~50赫兹)。

储矸过程需要慢速,确保装货接近1m高度,满足整体装货量。排矸石过程则需要快速运至煤仓,提至地面,200吨岩石需要主井13箕斗,半小时工作量。

(5) 张紧装置:张紧装置主要由张紧框架、张紧组件、滚筒组件。满仓作业时,需要的摩擦力很大,因此,选用使用液压千斤顶进行皮带的张紧,张紧组件包括张紧千斤顶、张紧螺杆、锁紧螺母,锁紧螺母分别旋拧于张紧销板两侧的张紧螺杆上,现通过张紧千斤顶来调节皮带的张紧程度,再通过调节锁紧螺母的位置实现机械张紧,以免张紧千斤顶长时间卸压卸压。共设计两套四个千斤顶,张紧行程900,即两套可储带3.6m,主要考虑安装紧皮带方便,防止工作时皮带打滑,满足摩擦力要求。

4 安装使用注意事项

(1) 安装前要平整巷道底板,并预留充足起吊空间、维护保养空间。

(2) 该套设备每节之间采用螺栓对口刚性连接,确保紧固可靠,防止矸石入后由于连接松动产生形变,影响产品使用效果。

(3) 视频监控系统必须安装齐全完好,司机必须能看清全部储矸箱内矸石量、装载点、卸载点。

(4) 皮带机保护必须安装齐全,堆煤保护、跑偏保护、防打滑保护、烟雾、温超温洒水、防撕裂、张紧力下降、急停保护;并且定期检查保护功能,建立记录。

(5) 铺皮带前,一定要严格验收各部结构件连接情况,防止紧带过程中损坏连接部件。

(6) 使用张紧液压油缸时,沿线一定安排专人观察皮带运行情况,防止发生刮卡损坏皮带,预紧力满足摩擦力要求即可,过紧会缩短皮带使用寿命。

(7) 调试前检查好冷却水、润滑油、闸间隙、张紧力。

(8) 调试过程中,低频运行,调整皮带跑偏情况,

确认运行无问题,逐渐提速,达到工频运行,无问题后加载运行。

(9) 电滚筒冷却水循环系统必须检查流量,定期检查过滤器,观察满负荷运行的温升情况。

(10) 变频器安装地点必须无淋水,内部干燥剂要根据现场环境定更换周期,保证开关腔内无潮气,因为本套变频器每天工作时间较短,温差变化较大,必须加强检查。

5 永磁同步电滚筒设备维护要求及检查注意事项

(1) 电动滚筒应进行周期性的维护和检查,应保证:

① 电动滚筒清洁,电动滚筒工作环境要通风、无积水、无腐蚀性液体存在;运行没有异常的振动和噪声;

② 负载不超过额定值和使用系数;绕组线圈温升不超过额定值;绝缘电阻要大于推荐的最小值;电压、频率的变化应符合规定;

③ 轴承检查,检查润滑脂贮存及监测轴承温度(轴承温度不应超过95℃);

④ 轴承要定期(每半年)换注锂基润滑脂(出厂润滑脂为长城3号锂基润滑脂);

⑤ 风机需定期检查清理,若有异常需及时更换以免影响滚筒冷却。

(2) 日常检查

查听整个电动滚筒是否有不正常的机械噪声或者出现变化的响声(例如摩擦或敲击声等);当具有水——空气交换器装置时,检查水管是否漏水;当采用过滤器装置时,检查过滤器的沾污程度;用手检查或用温度计(如果装有)在测温装置处测量并记录轴承温度。检查定、转子之间的间隙,清理集电环和刷架上的积灰和油污。

6 应用效果

(1) 节能方面,如果不进行分矸作业,每天需要有200吨掘进矸石混入原煤,给选煤厂带来极大负担,平均日入洗原煤3000t,每日将多耗电6.7%,1200度。使用煤矸石分运系统每月电费洗煤一项节约3万元。

(2) 提高工作效率200t岩石,副井提升需要6h,对比主井提升每小时30斗。主井提升时间半小时完成200t工作任务。并且已经实现无人值守自动装货、提货、卸载功能。副井提升则需要绞车正负绞车司机2人、副井下-399水平信号工1人、捆罐工2人、副井上信号工1人、捆罐工2人,8个人现场作业一个班的工作量,合计人工费可节省每月约6万元。

(3) 提高安全性能,采用爬斗机实现分矸得3套装置,作业地点多,安全风险大,维修量大。这套水平储矸仓1人操作就能完成,集中控制和视频监控同时发挥作用,掘进贯通结束,综采出煤系统也可以利用,可不更换皮带机。

7 结束语

本套设备的研究设计参照了山西省阳泉市秀南矿业井下巷道内安装的计量式水平缓冲仓,主要用于煤炭的临

时存储与定量输送。该设备采用皮带输送机结构,具备大容量缓冲能力,适用于矸石或煤炭的暂存及运输。在此基础上,根据我矿现有井下条件,以及现有设备情况,考虑了投资、安全、技术等多方面因素,历时3个多月的设计、制作、安装,完成产品的试运行,可以为同类矿井有此项需求单位提供参考。

[参考文献]

[1]唐任远.现代永磁电机:理论与设计 theory and design[M].北京:机械工业出版社,2016.

[2]成大先.机械设计手册:第五版[M].北京:化学工业出版社,2010.

作者简介:刘东兴(1978.12—),毕业院校:辽宁工程技术大学机械工程及自动化专业,所学专业:机械工程及自动化,当前就职单位:铁煤集团小康煤矿,职务:现任小康矿机电办主任,职称级别:高级职称;史文明(1985.9—),毕业院校:辽宁工程技术大学测绘工程专业,所学专业:测绘工程,当前就职单位:铁煤集团小康煤矿,职务:现任小康煤矿生产副总工程师,职称级别:高级职称;李亚丹(1984—),毕业院校:辽宁工程技术大学理论与应用力学专业,所学专业:理论与应用力学,当前就职单位:铁法煤业集团勘测设计有限责任公司(监理公司),职务:监理工程师,职称级别:高级职称。