# 白云铁矿主采场岩石胶带电力以及控制系统*

张国刚,张珍玲,章发光

(包钢(集团)公司白云鄂博铁矿,内蒙古 包头 014080)

**摘 要:** 胶带运输系统是露天矿山进入深部露天开采阶段的主要运输方式,电力及控制系统作为胶带运输系统的重要组成部分,在胶带运输系统中起到至关重要的作用,文章通过对白云鄂博铁矿主采场采用胶带运输所用供电系统以及自动化控制系统进行分析,最终确定主采场岩石胶带运输电力及控制系统的可行性方案。

**关键词:** PLC; 配电室; 变压器

**中图分类号:** TD679 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017) SO-0106-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.s1.029

# Power and Control System of Rock Belt in Main Stope of Baiyunebo Iron Mine

*ZHANG Guo-gang, ZHANG Zhen-ling, ZHANG Fa-guang*

(*Baiyunebo Iron Mine of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014080, *Nei Monggol, China*)

**Abstract:** The belt conveying system is the main conveying mode for open pit mine to enter into deep mining stage. As an important part of belt conveying system, power and control system plays a crucial role in belt conveying system. Through the analysis of power supply system and automatic control system for belt conveying in the main stope of Baiyunebo Iron Mine, the feasible plan for power and control system of rock belt in main stope is ultimately determined.

**Key words:** PLC; power distribution room; transformer

白云鄂博铁矿是包钢的主要铁矿石和稀土矿原料基地,是我国大型露天铁矿之一。随着近年来不断的开采,主矿和东矿两个采场,均进入深部露天开采阶段,由于汽车运距不断增大,再采用汽车运输已经不合时宜。胶带运输由于运输能力大、爬坡能力强、劳动条件好、能耗低、占用人员少、运输费用低、易于实现自动控制等特点已经逐渐替代矿山汽车运输,白云鄂博铁矿经公司领导批准后在 2013 年 4 月开始了主矿岩石胶带的建设工作。自动化控制是胶带运输系统中的重要组成部分,整个胶带的运行都由自动化系统控制管理,胶带运输控制运行种类也多种多样,因此切实根据实际情况的需要选择稳定可靠安全的控制系统,对于提高胶带运输效率,保证白云铁矿的安全生产顺利运转有着非常重要的意义。PLC 可变控制程序以其高效性、稳定 性、智能化以及安全性等特点,是胶带运输系统自动化控制程序的最佳选择。

## 1 供电现状

主矿岩石胶带系统供电将有白云铁口原有 110 kV变电所提供,110 kV 变电所于 1995 年投入使用,为全户内布置方式,所内现有 110/6.3 kV、8 000 kVA主变压器 2 台,110 kV 侧为简易外桥接线,主变压器二次为单母线分段接线,配电电压为

* **收稿日期:** 2017-06-05

**作者简介:** 张国刚(1980-),男,河北省献县人,工程师,现从事建筑工程工作。

中国知网 https://www.cnki.net

6.3 kV。6 kV 高压配电室内装设 GC2(F)-6 型高压开关柜 34 台(内装少油断路器)尚有 6 个备用回路[1]。

## 2 供电电源及电压

(1)供电电源:自白云矿 110/6.3 kV 变电所;

(2)供电电压:110/6.3 kV,6.3 kV/10 kV,10 kV/0.69(0.38) kV,3 相,50 Hz;

(3)操作电压:220 V,单相,50 Hz。

## 3 主矿岩石胶带用电设备

破碎站(1×1 550 kW)→衔接胶带机(3×385 kW)→采场 1#主胶带机(3×1 120 kW)→给料 1#胶带机(2×315 kW)→给料 2#胶带机(1×132 kW)→排土场主胶带机(3×630 kW)→排土场 1#延伸胶带机(2×400 kW)→排土场 1#移置胶带机(2×500 kW)→排土机(600 kW)→排土场 2#延伸胶带机(2×800 kW)→排土场 2#移置胶带机(2×500 kW)→排土机(600 kW)。

## 4 计算负荷

在以下计算中 $P_{js}$ 为有功负荷,$Q_{js}$ 为无功负荷,$S_{js}$ 为视在负荷,$\cos\varphi$ 为功率因数

(1)破碎站(包括衔接胶带机)

$P_{js}$ = 2 178.4 kW

$Q_{js}$ = 935.7 kW

$S_{js}$ = 2 370.84 kVA

$\cos\varphi$ = 0.92

(2)采场 1# 主胶带机(包括给料胶带机)

$P_{js}$ = 3 302 kW

$Q_{js}$ = 1 131.7 kW

$S_{js}$ = 3 490.5 kVA

$\cos\varphi$ = 0.95

(3)排土场主胶带机及排土机

$P_{js}$ = 1 811.82 kW

$Q_{js}$ = 730.19 kW

$S_{js}$ = 1 953.43 kVA

$\cos\varphi$ = 0.93

(4)排土场 1# 延伸胶带机及排土机

$P_{js}$ = 1 018.69 kW

$Q_{js}$ = 410.55 kW

$S_{js}$ = 1 098.31 kVA

$\cos\varphi$ = 0.93

(5)排土场 1# 移置胶带机

$P_{js}$ = 1 164.22 kW

$Q_{js}$ = 469.2 kW

$S_{js}$ = 1 255.2 kVA

$\cos\varphi$ = 0.93

(6)排土场 2# 延伸胶带机及排土机

$P_{js}$ = 1 600.8 kW

$Q_{js}$ = 645.15 kW

$S_{js}$ = 1 725.92 kVA

$\cos\varphi$ = 0.93

(7)排土场 2# 移置胶带机

$P_{js}$ = 1 164.22 kW

$Q_{js}$ = 469.2 kW

$S_{js}$ = 1 255.2 kVA

$\cos\varphi$ = 0.93

(8)破碎站及采场胶带机(岩石 1#、2# 线)

$P_{js}$ = 4 019.3 kW

$Q_{js}$ = 1 837.8 kW

$S_{js}$ = 4 419.6 kVA

$\cos\varphi$ = 0.91

(9)排土场胶带机(包括排土场主胶带机、排土场 2# 延伸胶带机、2# 移置胶带机及排土机)(岩石 3#、4# 线)

$P_{js}$ = 3 259.8 kW

$Q_{js}$ = 1 313.76 kW

$S_{js}$ = 3 514.6 kVA

$\cos\phi$ = 0.93

(10)破碎站、采场胶带机及排土场胶带机(最大工作负荷)

$P_{js}$ = 7 279.1 kW

$Q_{js}$ = 3 151.4 kW

$S_{js}$ = 7 932.0 kVA

$\cos\varphi$ = 0.92

## 5 自动控制系统方案

生产线电气设备采用机旁非联锁和 PLC 集中联锁两种控制方式。为全面实现破碎、胶带系统的集中监测、集中控制、集中管理、集中指挥,拟在主矿采场观礼台附近建岩石系统集中控制室。中心内设置上位机 4 台,安装管控一体化系统软件和视频监控软件,可实现全流程的自动化操控与管理,并预留厂级监控接口。在破碎站、胶带机通廊等部位设置声光报警器,实现启动预告、预警、报警等功能,确保

中国知网 https://www.cnki.net

全线安全运行。

## 6 供配电方案及主要设施

### 6.1 总降压变电所

依据主矿岩石系统负荷计算，并考虑到线路输送容量和敷设长度，为减少电压降及线路损耗，提高线路末端电压质量，降低运行成本，新建主矿岩石破碎-胶带系统拟采用10 kV电压供电。

110 kV系统保持现有供电方式，2台主变压器增容至20 MVA，一供一备。考虑到变电所内电气设备的现状及未来一段时间的发展，设计拟将现有6 kV高压开关柜全部更新(共34台，内装真空断路器，附一体化弹簧储能机构)，同时更新所内现有继电保护装置。在所内设6.3/10.5 kV、12.5 MVA中间变压器2台，10 kV高压开关柜15台，为新建的主矿岩石破碎-胶带系统及其它新增用电负荷供电；变电所内二层现有电容器装置更新为自动投切型式[2]。

主矿岩石破碎-胶带系统共需10 kV供电回路4回，简称为岩石1#—4#线，4回电源均引自6/10 kV升压变电所。

### 6.2 主矿岩石破碎、胶带运输系统

#### 6.2.1 破碎站

拟在破碎站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对破碎机本体设备及衔接胶带机配电。

箱式变电站内设10 kV高压开关柜8台、10/0.4 kV，630 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台，385 kW、690 V变频柜3台，10/0.69 kV，630 kVA整流变压器1台(为1台385 kW、690 V变频柜配电)，10/0.69 kV、1 000 kVA整流变压器1台(为2台385 kW、690 V变频柜配电)，PLC控制柜1台，直流屏1套，固态软起动柜1套及无功补偿柜1台。

2回10 kV电源(简称为岩石1#、2#线)引自新建6/10 kV升压变电站内的10 kV高压开关柜，电源线路采用2回LGJ-185 mm$^2$钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

#### 6.2.2 采场1#胶带机

拟在1#胶带机转运站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对1#胶带机、干选1#、2#胶带机及附属电气设备配电。

配电室内设10 kV高压开关柜10台，10/0.4 kV、400 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台，1 120 kW、690 V变频柜3台，315 kW、690 V变频柜2台，132 kW、380 V变频柜1台，10/0.69 kV、1 600 kVA整流变压器3台(为1 120 kW，690 V变频柜配电)，10/0.69 kV、1 000 kVA整流变压器1台(为2台315 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

2回10 kV电源在衔接胶带机头部的地表位置“T”接自岩石1#、2#线，电源线路采用2回LGJ-185 mm$^2$钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

#### 6.2.3 排土场主胶带机

拟在排土场主胶带机转运站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对排土场主胶带机及附属电气设备配电，并为排土场1#延伸胶带机及2#延伸胶带机各预留两回电源。

箱式变电站内设10 kV高压开关柜12台，10/0.4 kV、400 kVA动力变压器1台，低压配电柜630 kW、690 V变频柜3台，10/0.69 kV、1 000 kVA整流变压器3台(为630 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

2回10 kV电源(简称为岩石3#、4#线)引自新建6/10 kV升压变电站内的10 kV高压开关柜，电源线路采用2回LGJ-185 mm$^2$钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

#### 6.2.4 排土场1#延伸胶带机

拟在排土场1#延伸胶带机转运站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对排土场1#延伸胶带机及附属电气设备配电。

箱式变电站内设10 kV高压开关柜8台，10/0.4 kV、400 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台，400 kW、690 V变频柜2台，10/0.69 kV、1 250 kVA整流变压器1台(为2台400 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

2回10 kV电源引自排土场主胶带机，电源线路采用2回LGJ-185 mm$^2$钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

#### 6.2.5 排土场1#移置胶带机

拟在排土场1#移置胶带机转运站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对排土场1#移置胶带机及附属电气设备配电。

箱式变电站内设10 kV高压配电柜8台，10/0.4 kV，400 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台、500 kW，690 V变频柜2台，10/0.69 kV、1 600 kVA整流变压器1台(为2台500 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

中国知网 https://www.cnki.net

2回10 kV电源"T"接自为排土场1#延伸胶带机供电的外部供电线路，电源线路采用2回LGJ-185 mm²钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

6.2.6　排土场2#延伸胶带机

拟在排土场2#延伸胶带机转运站附近建1座10 kV移动箱式变电站，对排土场2#延伸胶带机及附属电气设备配电。

箱式变电站内设10 kV高压配电柜8台，10/0.4 kV、400 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台，800 kW、690 V低压变频柜2台，1 250 kVA整流变压器2台(为800 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

2回10 kV电源引自排土场主胶带机，电源线路采用2回LGJ-185 mm²钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

6.2.7　排土场2#移置胶带机配电室

拟在排土场2#移置胶带机头部附近建1座10 kV箱式变电站，对排土场2#移置胶带机及附属电气设备配电。

箱式变电站内设10 kV高压配电柜8台，10/0.4 kV、400 kVA动力变压器1台，低压配电柜6台，500 kW、690 V低压变频柜2台，1 600 kVA整流变压器1台(为2台500 kW、690 V变频柜配电)，直流屏1套及PLC控制柜1台。

2回10 kV电源"T"接自为排土场2#延伸胶带机供电的外部供电线路，电源线路采用2回LGJ-185 mm²钢芯铝绞线(单杆双回)供电。

外部供电线路总长度约3 km。

6.2.8　中央控制室

拟在采场1#胶带机沿线附近建1座中央控制室，内装10/0.4 kV、100 kVA动力变压器1台，低压配电柜1台，上位机系统及综保后台系统各1套，单回10 kV电源引自采场1#主胶带机高压馈出回路。

6.3　电气照明与防雷接地

配电室照明采用荧光灯，厂房、胶带机通廊照明采用深照型及广照型金卤灯。

10 kV配电系统采用IT接地方式，0.4 kV系统采用TN-S接地方式。系统工作接地、保护接地、防雷接地采用共用接地网，接地电阻小于4 Ω。

## 7　效益分析

7.1　财务基准收益率的设定

根据社会平均的资金无风险报酬率、项目的风险报酬率，本次财务评价的基准收益率设定为10%。

7.2　改造前后基础数据变化对比

本次设计采用岩石破碎胶带运输排土机排土系统代替汽车和铁路排土，节省汽车运费和铁路运费，增加岩石破碎成本、胶带运输成本及排土机排土成本，改造前后基础数据对比：利用胶带排岩，汽车运输运距减少1.16 km/万t，铁路运输减少5 km/万t。

7.3　效益分析

(1)岩石运输。岩石运输中，汽车运输费由于运距和运量减少而降低，但岩石增加破碎费和胶带运输费，年增加破碎和胶带运输费2 935万元。铁路由于运量消失，运输费用为零。

(2)排土费用。由于岩石改用胶带运输、排土机排土，因此年增加排土机排土费用195万元，但电铲排土费用减少了2 470万元，两项合计，年节约排土费用2 275万元。

7.4　财务分析结论

从上述分析可知，项目实施后主采场平均每年可节约经营成本约6 275万元，项目的差额投资回收期为4.6年，财务净现值31 246万元，财务内部收益率为28%，高于设定的基准收益率(基准收益率为10%)，且年节约成本6 275万元。

## 8　结束语

通过论证发现岩石胶带运输的电力及控系统使用该方案收益率达到28%，节约成本6 275万元/a，高于基准收益率，且人工劳动强度、运矿车设备的使用率上都有很大提高，而且能有有效提高岩石的排岩效率，说明该项目可行。

### 参　考　文　献

[1]　中国国家标准化管理委员会.带式输送机工程设计规范[M].北京：中国计划出版社，2008.

[2]　中国电力企业联合会.35~110 kV变电所设计规范[M].北京：中国计划出版社，2008.

中国知网　https://www.cnki.net