

# JD—BP—37—280T 高压变频器在副井绞车中的应用

侯龙华 周志宏 王爱明 于志锋

(山西兰花科技创业股份有限公司唐安煤矿分公司)

**摘要:** 本文主要介绍了副井绞车高压变频器的工作原理, 节电运行效果的分析统计, 研究表明该装置对煤矿副井绞车安全经济运行具有重要意义。

**关键词:** 高压变频器; 副斜井单滚筒提升绞车; 节电

兰花集团唐安煤矿副井绞车 1999 年正式投入运行, 提升机由洛阳矿山机器厂生产, 绞车型号为 JK—2 / 30, 电机型号为 JR147—8 / 200KW, 提升方式为斜井单钩串车, 井筒斜长 430m, 坡度 20°, 所配电控为 TKD 型及 KZG 三相可控硅动力制动电源柜, 绞车属于交流异步绕线式电机转子串电阻调速类型。

目前, 矿用交流提升机普遍使用这种调速控制系统, 电控调速属于逐级切除电阻, 调速不平滑, 对设备冲击大, 故障率较高, 耗电量较大, 在减速和重物下放时能量通过转子电阻释放, 能量不能回馈回电网, 随着变频调速技术的发展, 交—直—交电压型变频调速技术已开始应用于矿井提升机中。为确保提升运输安全, 2009 年 3 月唐安煤矿分公司和北京盛世虹峰机电设备有限公司合作对绞车进行变频改造, 4 月份调试完毕投入运行。电控系统由山西华威电工公司设计, 变频器是山东新风光电子股份有限公司研发和生产。该变频器型号为 JD—BP—37—280T, 采用了先进成熟的低压变频技术, 以及功率电元串联叠波、AVR 电压自动调整技术、PWM 技术、有源逆变能量回馈技术等。而变频绞车是以全数字变频调速为基础, 以电压控制型技术为核心, 低频转矩大、调速平滑、调速范围广、精度高、节能明显。电控系统采用德国西门子 PLC 可编程控制器为核心, 操作系统使用昆仑通态触摸屏, 实现人机界面对话和电流、电压、深度、速度、润滑油压、制动油压、测速电压等参数显示和故障报警功能。该操作系统具有工频和变频切换控制方式, 具备了规程规定的安全回路各种保护功能。

## 1 系统构成及改造方案

### 1.1 工作原理

为改善副井提升系统运行的安全性和实现节能降耗的目的, 根据唐安煤矿副井 6KV 提升机现状, 拟保留原系统的运行方式, 增加高压变频电控系统和工频变频转换柜, 更换原来的 TKD 电控操作系统, 电控使用 PLC 控制, 并实现工频变频系统的切换运行。

(1) 设计利用新的 PLC 电控系统和高压变频装置, 利用一台开关柜可以切换新老系统; 主控台主令手把控制的高速计数器产生的正反向脉冲数值量通过 FX2N—4DA 数模转换为 4mA-20mA 电流信号, 控制变频器的运行频率, 主控台手把的正反向位置控制变频的正反向启动与停车。

(2) 高压变频器运行过程中的频率、电机电流、电压、各种故障, 通过与主控台 PLC 的通信, 在操作台上进行显示, 方便司机与维修工监视绞车的运行状态与故障记忆。整套系统采用三套轴编码器, 实现了数字化的行程、速度和保护给定及高压变频柜测速反馈, 形成数字化的主令和手闸控制器。

整套系统采用两个压力变送器、电流检测模块，将制动油压、润滑油压、电机电流转换模拟信号，通过 A/D 模块将压力信号变成数字信号，实现显示和保护。

(3) 充分发挥 PLC 的数字化、网络化及计算功能，使提升机具有更完善的软硬件保护功能，各主要保护过卷、等速阶段超速、减速功能实现双线制。PLC 可编程控制器替代了原来的 TKD 继电器接触控制系统，具有安全、可能、节能、环保的优点。

## 1.2 系统结构与配置

变频调速控制系统主要由操作台、变频器和控制器组成（见图 1）

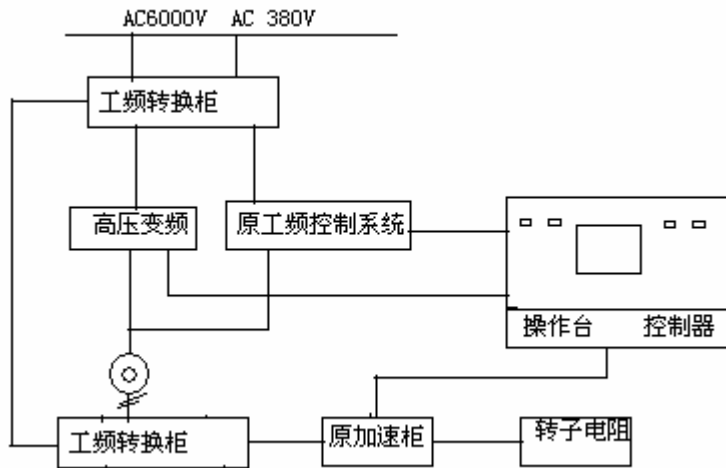


图 1

## 2 工作原理

### 2.1 JD—37—280T 变频器系统

该高压提升变频器采用若干个低压逆变器功率单元串联的方式实现直接高压输出，所用的 6KV 高压提升变频器，变压器有 18 组副边绕组，每相分 6 个功率单元，三相共 18 个单元，采用 36 脉冲整流，输入端的谐波成分远低于国际规定。

主隔离变压器原边为 Y 型接法，直接与高压相接。组数量依变频器电压等级及结构而定，6KV 系统列 18，延边三角形接法，为每个功率单元提供三相电源输入。输入侧隔离变压器二次线圈经过移相，为功率单元提供电源，对 6KV 而言相当于 36 脉冲不可控整流输入，消除了大部分由单个功率单元所引起的谐波电流，大大抑制了网侧谐波（尤其是低次谐波）的产生。

变频器输出是 580VAC 功率单元 6 个串联时产生 3450V 相电压，线电压 6000V，输出 Y 接，中性点悬浮，得到驱动电机所需的可变频三相高压电源。

### 2.2 提升机变频器原理

变频器每个功率单元结构上完全一致，可以互换，系统产品具备 100% 额定功率的能量回馈能力。该系统的运行过程主要分为两个过程：一是提升机电机作为电动机的过程，即正常的逆变过程。该过程主要由整流、滤波和正常逆变三大部分组成。其中正常逆变过程是其核心部分，它改变电机定子的供电频率，从而改变输出电压，起到调速作用。二是提升机电机作为发电机的过程，即能量回馈过程。该过程主要由整流、回馈逆变和输出滤波三部分组成。其中该部分的整流是由正常逆变部分中 IGBT 的续流二极管完成。二极管 D1 和 D2 为隔离二极管，其主要作用是隔离正常逆变部分和回馈逆变部分。电解电容 E2 的主要作用是回馈逆变部分提供一个稳定的电压源，保证逆变部分运行更可靠。回馈逆变部分是整个回

馈过程的核心部分,该部分实现回馈逆变输出电压相位与电网电压相位的一致。因为回馈逆变输出的是调制波,为保证逆变的正常工作以及减少对电网的污染,我们加了一个输出滤波部分,使该系统的可靠性更加稳定。

鉴于矿区电压的波动性可能比较大的事实,由于变频器的回馈条件是要和电网电压有一个固定电压差值,假若某时刻网电电压比较高,再加上回馈时的固定电压差值,此时变频器的母线电压就会达到一个比较高的电压值,如果再有重车下滑,则母线电压会更高,此时的高电压就有可能威胁到变频器的大功率器件的安全,为此,该系统又加了一个刹车部分以保证变频器的安全。

### 2.3 控制系统

控制系统由操作台、控制器、输入输出单元、HMI 等构成。其中控制器包括有光纤单元、信号单元、主控单元及电源单元。光纤单元负责发出脉宽调制信号及接收其他状态信号。变频器的电压、电流及速度信号经采样处理后输入到采集信号单元。主控单元基于 MCU 设计,产生 SPWM 信号指令完成控制。状态数据传输依靠串行通信完成,主控单元完成变频器参数的计算与识别,并完成与外部数据的交互工作。

### 2.4 PLC 系统

系统设计选用本安兼隔爆型 PLC 控制器,西门子公司 S7—200 型 PLC 为控制主机,该机为模块化结构,由 PLC 机架、CPU、数字量 I/O、模拟量输入、电源、通信等模块构成。选用的 CPU226 主机输入和输出点数为 36 点。为适应现场控制的需求,PLC 扩展了模拟模块 EM235。EM235 具有 12 位分辨率、4 点模拟输入,EM235 还有一个模拟输出点。

## 3 结语

该高压变频调速电控系统在我矿副井投入运行以来,不仅大大提高了副井系统的安全性和可靠性,速度曲线平稳,确保了副井提升机高质量运行,而且其技术性能优越,具有能量回馈电网功能,节能效果显著。

由于变频器为能量回馈型四象限运行,提升机在重物下放时处于负力提升状态,电机产生的再生发电能量通过回馈单元反馈到电网,节省了大量电能。使用该产品后从电度表走的字数可以看出,正力向上提升货物时电表正转,向下下放重物时处于负力提升状态并可进行再生能量反馈,电表反转。而无功功率表一直正转,本项目节电率符合合同中规定的 40% 左右,同时现场电机噪声也有了明显降低,减小了启动电流冲击,延长了设备使用寿命。矿山提升机变频调速系统具有控制性能优良、操作简便、运行效率高和维护工作量小等诸多优点,随着变频调速技术的日益成熟与能源节约要求的必然趋势,它正成为矿山提升机调速的发展方向。

### 参考文献

- [1] 曲春玲.PC 在矿井提升机控制系统中的应用 [J].中国矿业, 2000,9 (49): 478—479.
- [2] 高钟毓.机电控制工程 [M].北京:清华大学出版社, 2001: 124—152.
- [3] 郑晨,巩建平,张学,现代可编程控制器原理及应用 [M].北京:科学出版社, 1999: 189—226.