

# Application of PLC and Frequency Converter in Winch Control System

Caisu Shen

Tongkeng Mining Branch of Guangxi China Tin Mining Co., Ltd., Hechi, Guangxi, 547000, China

## Abstract

Based on PLC, inverter advantages in industrial control system, in recent years, PLC, inverter widely used in various fields. In this paper, a winch as an example, the use of Mitsubishi FX2N-64MR programmable logic controller (PLC) and Unicon YD3000 series 160KW inverter on the winch motor to achieve action control, frequency conversion speed regulation. The control mode, operation and application status of the original winch, control system transformation scheme and application effect after transformation are introduced.

## Keywords

winch; PLC converter; frequency conversion speed regulation; application effect

## PLC 和变频器在绞车控制系统中的应用

沈彩素

广西华锡矿业有限公司铜坑矿业分公司, 中国·广西 河池 547000

## 摘要

基于PLC、变频器在工业控制系统中的优势,近年来PLC、变频器广泛应用于各个领域。论文以一台绞车为例,采用三菱FX2N-64MR可编程逻辑控制器(PLC)和优利康YD3000系列160KW变频器对这台绞车电动机实现动作控制,变频调速。介绍了原绞车控制方式、运行使用状况及控制系统改造方案和改造后应用效果等。

## 关键词

绞车; PLC变频器; 变频调速; 应用效果

## 1 引言

在现阶段工业生产中广泛应用 PLC 控制技术,尤其是在电气工程方面发挥着十分重要的作用,在一定程度上可以推动中国变频技术的高速发展,甚至在未来有可能改变中国变频器中传统的直流调速技术,变频调速技术作为基础技术、高新技术、节能技术,已经渗透到各个领域,应用变频调速技术来改造传统产业,节约能源及提高产品质量,获得较好的经济效益和社会效益。近年来,变频调速技术已成为交流调速中最活跃、发展最快的技术。两者相结合,能改善数据分析能力不足的情况,使得变频器中的人机互动功能得以完善,促进生产效率的提升。

## 2 原绞车控制方式及运行使用状况

铜坑矿业分公司 I 期、II 期货运索道承担着地面矿石

运送的任务,线路长度约为 5.33km,高差大,地形非常复杂,每条钢丝绳(6×7-PPC-Φ36.5)长达 11200m,自重约 57t,钢丝绳更换工作依靠两台绞车(型号 JZ1-16/800)配合完成,更换钢丝绳时一台绞车收绳,另一台绞车放绳,两台绞车速度控制采用交流绕线式异步电动机(JR126-8 110kw)转子绕组串电阻调速方式,收绳、放绳过程中绞车司机根据钢丝绳的松紧程度来调节绞车速度,操作不易掌握,且更换钢丝绳处比卸矿点高出约 320m,受重力作用和惯性影响很难保证收、放钢丝绳时两台绞车的速度一致<sup>[1]</sup>。传动同步差,易引发事故,而且继电器控制存在启动电流大、机械冲击大、调速不平稳等问题,该系统为 80 年代末期投产使用,设备老化,技术落后,换钢丝绳效率低。

## 3 绞车控制系统改造方案

此次改造将由 PLC 和变频器控制方式取代原来的三相异步电动机转子绕组串电阻调速控制方式,PLC 控制变频器原理框图如图 1 所示。

【作者简介】沈彩素(1977-),女,中国广西河池人,工程师,从事机电、自动化及电子信息研究。

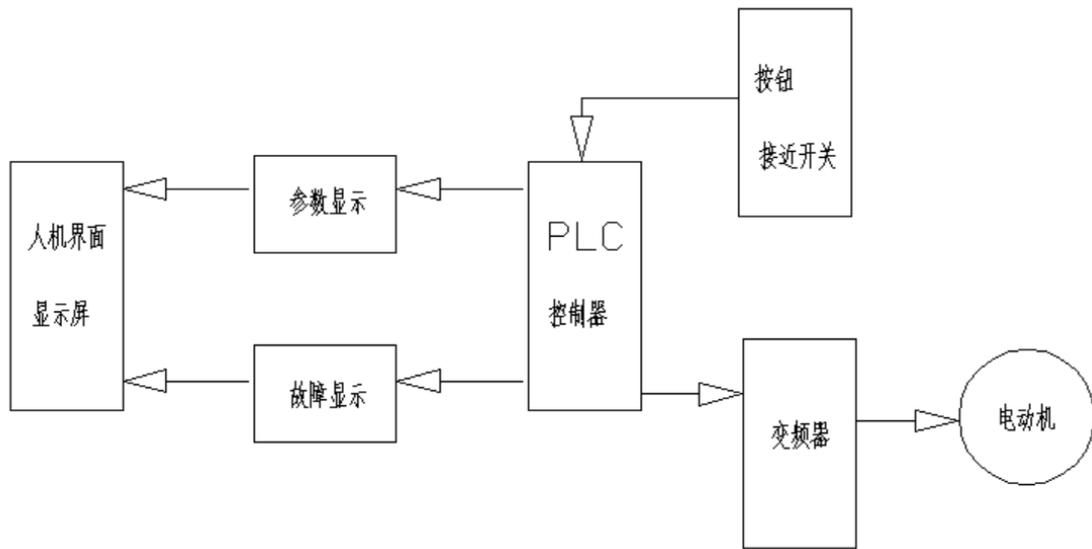


图 1 PLC 控制变频器原理图

控制系统由主控台、变频柜、电源柜和制动电阻柜组成，安放于控制室内。该主控台采用可编程逻辑控制器（PLC）技术，配以多种检测、控制组件完成绞车运行过程中应有的设备闭锁控制、速度闭环控制、各种安全保护和工作状态显示。司机可操作控制台上的操作手柄及按钮来控制绞车的运行，实现对绞车电机的正转、反转、停止的控制功能及电机的多段速调速控制。并通过指示灯、仪表及人机界面了解绞车的运行状态、系统故障及运行参数。以下对该控制系统各组成部分进行详细分析和阐述。

### 3.1 低压电源控制柜

①单回路电源进线，带有必要的联锁和保护，具有相应的控制、测量功能，同时还有过电压、欠电压、缺相等保护。

②配 UPS 不间断电源、以防突然断电，保证 PLC 供电。

### 3.2 主控计算机系统

主控系统选用三菱 FX2N - 64MR 可编程逻辑控制器（PLC）。完成对整套电控的操作控制，采用 PLC + 继电器 + 接触器 + 触摸屏控制方式，操作台上按钮信号、接近开关信号经继电器转换后，信号进入 PLC 数字量输入模块，变频器电流信号经 PLC 模拟量输入模块进入 PLC，PLC 根据设计好的程序对这些信号进行处理并驱动相应的 I/O 输出。从而控制电力液压制动器、变频器及绞车电机，实现对绞车的动作控制。完成绞车手动、联锁、检修、应急开车等运行方式的控制要求。

手动：司机可通过手柄控制提升速度在 0 至最大速度范围内连续可调。

联锁：当绞车运行在换绳模式下，左边绞车只能向下放绳，右面绞车只能向上收绳。

检修运行：司机通过手柄能够实现低速连续可调。

应急开车：可用于 PLC 故障时，在低速度下应急运行。

### 3.3 上位机监控系统

上位机监控系统选用 10 寸触摸屏，完成对绞车各种操作运行状态、参数、故障进行监控。适用于维护和检查，灵活的可视画面使用者一目了然。

### 3.4 全数字变频调速柜

调速系统采用优利康 YD3000 系列 160KW 全数字变频调速装置，配有制动单元及制动电阻。实现的主要功能有：具有闭环矢量控制；可调斜率的加减速度给定值设定；启动防冲击的“S”化曲线给定；预置起动力矩，防止启动时钢丝绳倒转；具有过流、过压、欠压、过速、堵转、绝缘检测等几十种保护功能；变频调速柜设有强迫通风装置<sup>[2]</sup>。

全数字交流变频电控装置硬件简单、结构紧凑、逻辑关系明确；与模拟量直流装置相比具有安全可靠，调试周期短、故障率低、后期维护量少等优点，并且动静特性与直流系统一样，实现系统所要求的启动、加速、等速、减速、爬行、停车等运行动作。

### 3.5 司机操作台

①选用三菱 FX2N 系列可编程控制器，负责绞车的主程序及系统管理，深度指示及监控。

②完成绞车运行工艺要求的控制功能。

③实现对调速系统行程速度给定的控制。

④与提升信号系统、操作系统之间相互闭锁。

⑤实现完善的保护功能，对于速度超速保护设定、上下过卷设定等安全保护。同时，还能完成定点速度监视、监控与保护功能。

⑥主控计算机的故障自诊断。

⑦柜内装有硬件连接的安全保护继电器回路，与 PLC 软件保护回路互为监视，实现安全回路的冗余功能，并装有 PLC 控制所要求的输入、输出。

⑧操作台选用新型单体式网络化操作台，上装有指示灯、显示仪表、选择开关、操作手柄、按钮、显示器；能实现绞车运行的各种控制要求。

### 3.6 高速计数

PLC 高速计数口 X0、X1 采集轴端光电编码器 A、B 相脉冲进行计数。通过 PLC 程序运算处理产生控制所需要的缠绳方向、米数值、速度值等信号，参与缠绳机的错向、测速、位置显示等功能。

## 4 应用效果

①变频器从 0HZ 起电动机，它的起动加速时间可以调整，从而减少起动机对绞车电机的电器部件和机械部件所造成的冲击，增强系统的可靠性，使绞车电机的使用寿命延长。此外，变频控制能够减少机组起动机时电流波动，这一波动电流会影响电网和其他设备的用电，变频器能够有效地将起动机电流的峰值减少到最低程度。另外，操作简单，调速精度高，速度平稳；控制系统本身良好的控制性能和完善的保护环节能有效避免事故的发生。降低工人的劳动强度。

②原有调速方式耗能大，采用变频调速后，节能效果明显，节电率可达到 20%~40%。

③变频调速很容易实现电机的正、反转。只需要改变变频器内部逆变管的开关顺序，即可实现输出换相，也不存

在因换相不当而烧毁电动机的问题。变频调速系统起动机都是从低速开始，频率较低。加、减速时间可以任意设定，故加、减速时间比较平缓，起动机电流较小，可以进行较高频率的起停。变频调速系统制动时，变频器可以利用自己的制动回路，将机械负载的能量消耗在制动电阻上，也可回馈给供电电网，但回馈给电网需增加专用附件，投资较大<sup>[1]</sup>。除此之外，变频器还具有直流制动功能，需要制动时，变频器给电动机加上一个直流电压，进行制动，则无需另加制动控制电路。

④ PLC 控制技术与变频技术相结合，能改善数据分析能力不足的情况，使得变频器中的人机互动功能得以完善，促进生产效率的提升。

⑤ PLC 可靠性高，抗干扰能力强，现代 PLC 采用了集成度很高的微电子器件，大量的开关动作由无触点的半导体电路来完成，其可靠程度是使用机械触点的继电器所无法比较的。

## 5 结语

PLC 自动控制技术在变频器中的应用，不仅可以有效解决监控技术和操作控制在变频器中的空白，变频器运行效率问题，使变频器中的人机互动功能更加完善，而且在一定程度上推动变频器的快速发展，促使工业生产效率有所提升，促进企业经济效益的增长。

### 参考文献

- [1] 陈亮.PLC自动控制技术在变频器中的应用[J].数字通信世界,2020(6):37-38.
- [2] 王战强.一拖多矿用变频器对乳化液泵控制的研究[J].机械管理开发,2019(8):66.
- [3] 张玉霖.基于PLC与变频器的主扇控制系统的设计[J].矿业装备,2019(2):78-79.