

# 基于 PLC 的矿井提升机电控系统的设计

窦新宇

(唐山学院 智能与信息工程学院, 河北 唐山 063000)

**摘要:** 电控系统的准确性和可靠性是矿井提升机安全运行的重要保证。文章分析了利用变频器和 PLC 控制器设计矿井提升机电控系统的方法, 提出了电控系统软、硬件的设计方案, 为改进矿井提升机提供了一种新思路。

**关键词:** PLC 控制器; 矿井提升机; 电控系统

**中图分类号:** TP271<sup>+</sup>.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-349X(2016)06-0041-03

**DOI:** 10.16160/j.cnki.tsxyxb.2016.06.011

## On the Design of Electric Control System for Mine Hoists Based on PLC

DOU Xin-yu

(College of Intelligence and Information Engineering, Tangshan University, Tangshan 063000, China)

**Abstract:** The accuracy and reliability of the electric control system for mine hoists is essential to the safe operation of mines. The author of this paper has analyzed the designing of the electric control system for mine hoists with the frequency inverter and the PLC controller, and proposed a design of the software and hardware of electric control systems, which provides a new way to improve mine hoists.

**Key Words:** PLC controller; mine hoist; electric control system

矿井提升机是机、电、液一体化的大型机械, 广泛用于矿山的竖井、斜井, 是煤炭开采中重要的运输工具<sup>[1]</sup>。本文利用 PLC 与变频器相结合的方式对矿井提升机电控系统进行改进设计, 能够实现对提升机运行速度的平稳控制, 且稳定性、可靠性、可操作性均有提高。

### 1 PLC 调速控制的优点

(1) 调速平滑, 调速范围大。

(2) 调速精确度提高。

(3) 具有良好的动态品质。

(4) 电动机反转换向易实现。频率过零即可反向转动, 采用 PLC 控制改变相序即可实现反转启动, 因此可实现四象限内平稳的过渡。

(5) 节约电能。转子串接电阻调速比变频调速

多消耗电能 21%~40%<sup>[2]</sup>。

### 2 电控系统分析

#### 2.1 控制要求

(1) 加减速度符合规定。运输人员时的加速度要小于运输物料时的加速度。

(2) 调速性能表现优良。速度平稳, 调速方便。

(3) 起动性能表现稳定。由于提升机是负载启动, 所以系统必须具有较高的负载能力。

(4) 较硬的特性曲线。要满足负载变化对提升速度的影响, 防止负载变化时对提升速度产生影响。

(5) 多种运行方式可相互转换。手动、自动、半自动、验绳、调绳等工作方式转换容易。

(6) 采用新技术和利用节能装备, 在实现自动化控制的基础上提高系统的可靠性。

## 2.2 调速方案

利用变频器与 PLC 控制器相互配合的控制思想对矿井提升机电控系统升级改进。变频调速是通过改变电动机定子的供电频率来实现的,控制的目的是实现宽幅平滑变速。系统选用交流电动机交一直一交变频调速系统。

## 2.3 变频器系统器件的选择要求

选择变频器时,恒定转矩的负载功率公式为  $P = Tn/9550$ 。式中  $P$  为异步电动机的功率(kW);  $T$  为异步电动机的转矩(N·m);  $n$  为异步电动机的转速(r/min)。

(1)变频器断路器的容量是矿井提升机电动机额定电流的 1.3~1.4 倍,而电动机整定值是断路器额定值的 3~4 倍<sup>[3]</sup>。

(2)带能量回馈的整流单元由两个反并联、脉动晶闸管桥组成,在两个方向上有电能流过。矢量控制的效果不仅能使电网保持在较低扰动状态,而且也可以调节功率因数,实现无功功率的补偿。

(3)采用整流单元或整流/回馈单元向直流母线供电。

## 3 控制方案设计

由于控制工艺比较复杂,因此利用顺序结构对主程序和子程序进行模块化编程。程序中内存地址被分成五部分:参数的设定、上位机的显示、系统故障的存储、系统运行数据的存储、系统中间量。系统各种子程序均被主循环程序反复调用,按事先编写的控制程序实现自动控制。系统程序编写灵活,便于根据实际情况进行修改,且仅修改子程序就可改变原有的控制功能,可大幅度提高提升机运行的安全性和可靠性。

### 3.1 PLC 硬件选型

矿井提升机电控系统硬件选型见表 1。

**表 1 矿井提升机电控系统硬件选型**

| 名称     | 型号          | 数量 |
|--------|-------------|----|
| PLC 单元 | FX2N-128MT  | 2  |
| 扩展单元   | FX2N-48ER   | 2  |
| 输入模块   | FX2N-16EX   | 2  |
| 模拟量输入  | FX2N-8AD    | 2  |
| 模拟量输入  | FX2N-4AD    | 2  |
| 模拟量输出  | FX2N-4DA    | 2  |
| 高速模块   | FX2N-1HC    | 6  |
| 通讯板    | FX2N-485-BD | 2  |

### 3.2 端口配置

矿井提升机电控系统 I/O 端口配置见表 2。

**表 2 矿井提升机电控系统 I/O 端口配置表**

| 软元件  | 功能        | 备注      |
|------|-----------|---------|
| X011 | 验绳        | 选择开关    |
| X012 | KP 开关     |         |
| X013 | 检修        | 维修开关    |
| X014 | 应急        |         |
| X015 | 上过卷       | 过卷转换    |
| X016 | 无过卷       |         |
| X017 | 下过卷       |         |
| X020 | 主系统       | PLC 转换  |
| X021 | 备系统       |         |
| X022 | 手动        | 开车方式    |
| X023 | 自动        |         |
| X024 | 半自动       |         |
| X025 | 1 号 KT 转换 | KT 转换开关 |
| X026 | 2 号 KT 转换 |         |
| X027 | 人员        | 提升种类    |
| X042 | 故障复位      |         |
| X046 | 深度清零      |         |
| X051 | 主令零位停车    | 主令手柄    |
| X052 | 主令提升      |         |
| X053 | 主令下降      |         |
| X060 | 深指上终端     | 深指器     |
| X061 | 深指下终端     |         |
| X062 | 深指减速点     |         |
| X063 | 深指上井口开关   |         |
| X064 | 深指下井口开关   |         |
| X065 | 井筒上过卷     | 井筒      |
| X066 | 井筒下过卷     |         |
| X067 | 井筒上终端     |         |
| X070 | 井筒下终端     |         |
| X071 | 井筒上减速点    |         |

### 3.3 控制子程序设计方案

控制子程序可实现下列功能:对主电动机的变频调速的控制,液压站电磁阀开度的控制,制动泵液压泵开度的控制,调闸和调绳的控制,安全保护、安全制动。程序设置分为四种方式:半自动、手动、检修、应急运行。前两种运行方式被认为是正常工况;0.3 m/s 低速运行速度被应用于检修工况;当故障出现时,保护环节使系统停机;应急运行方式应用于出现故障且不能及时排除的工况,应急运行速度小于 0.5 m/s。限于文章篇幅源程序省略。控制子程序流程图如图 1 所示。

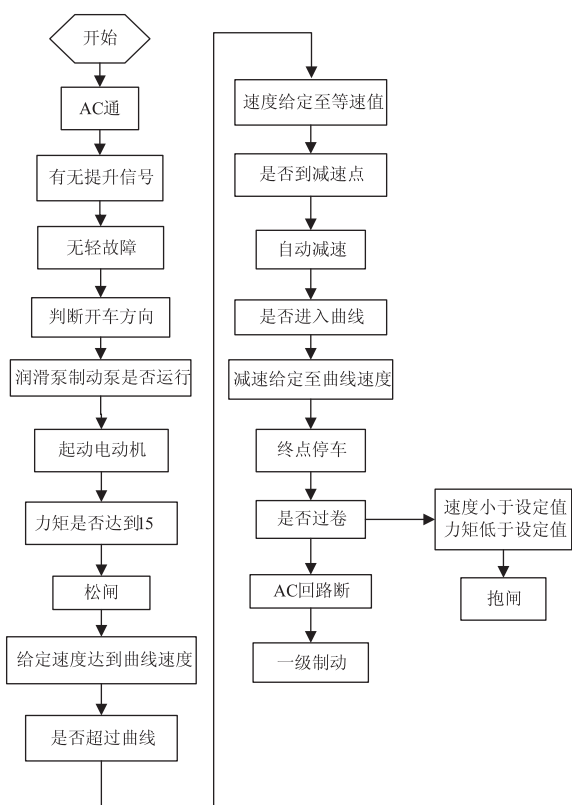


图 1 控制子程序流程图

### 3.4 深度、速度检测子程序设计方案

提升机深度检测的主要作用是:向操作人员提示容器在井筒中的实际位置;在容器靠近停车位置时减速信号和减速控制指令被发送给操作人员;当提升容器过卷时终点开关被启动,以此断开安全回路,实现安全制动;减速阶段提供给定速度并通过限速装置实现过速保护。

光电旋转编码器的双线输入被应用在深度、速度检测环节。高速的计数模块被用来对编码器的信号进行计数,其中编码器信号的两路信号分别对行程速度进行保护、显示与监测。在程序中,两组编码器的数据信息根据闭环控制的原理进行比较,结果相同时,系统正常运行;反之,系统出现故障时,子程序会向系统发出故障制动指令。深度、速度检测子程序流程图如图 2 所示。

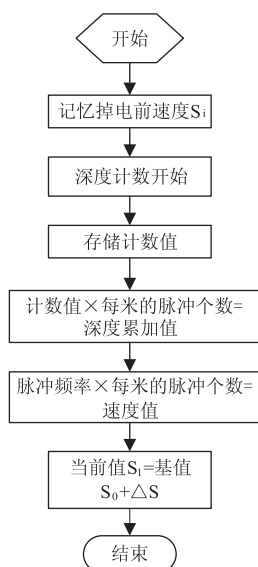


图 2 深度、速度检测子程序流程图

## 4 结论

本文设计的一套基于 PLC 控制的矿井提升机电控系统,包含了变频系统和 PLC 控制系统,实现了预期的速度控制,且达到了预期控制目标。本系统克服了继电器控制安全性较低、性价比不高的缺点。本系统的程序能根据现场工作条件随时修改,最大程度地满足实际生产需要。变频调速系统在使用中克服了机械冲击,使电控系统运行更加平稳,具有操作简便、运行可靠、维护简单等优点。本设计为今后提升机电控系统的设计与改造提供了一种新的思路。

## 参考文献:

- [1] 原艳红. 基于 PLC 的矿井提升机控制系统设计[J]. 煤矿机械, 2014, 35(11): 257 - 259.
- [2] 李伟. 基于 PLC 的矿井提升机系统设计[J]. 电子设计工程, 2015, 23(9): 52 - 54.
- [3] 李广青. 提升机电控系统一种隐性故障的分析与处理[J]. 煤矿机电, 2007, 12(9): 56 - 57.

(责任编辑:夏玉玲)