

PLC与变频器在煤矿研石山运输系统中的应用

张 海

(山东鲁能菏泽煤电公司, 山东 菏泽 274700)

关键词 PLC 变频器 自动控制 提升

中图分类号 TM571.2 文献标识码 B

彭庄煤矿研石山提升系统为 2JTP-1.6/20E 型的缠绕式提升机 1 台, 配套电机功率 95kW, 调速方式为串电阻调速, 2004 年 12 月正式投入运行。该提升系统的卸载采用倒拉翻矸自卸式, 绞车卸载速度快, 冲击力度大, 为提高系统运行可靠性, 采用可编程控制与变频器调速技术对该系统进行改造。

1 系统改造方案

1.1 系统改造配置

(1) PT-4Q 四象限智能变频调速装置。该系统的传动部分所有器件为德国 SIEMENS 公司提供, 包括整流单元、逆变器、制动单元、网侧电抗器, 网侧滤波器。

(2) 控制显示台(司机台)(双 PLC 系统)

主要由两台 PLC 组成。一台作为主控 PLC, 完成提升控制系统功能; 另一台作为数字监控器, 完成数字监控系统功能。主要功能为: ①构成控制电路和保护电路; ②实现控制信号与故障信号的隔离与转换; ③形成硬件安全电路并与软件安全电路相互冗余与联锁; ④完成工作闸、安全闸控制; ⑤构成应急操作回路; ⑥二级制动控制。

操作台主要包含显示仪表、操作手柄、转换开关、按钮、指示灯、音响设备、数字式深度指示(包含粗指示、精指示), 可对绞车的运行状态、故障信号、过程变量等进行显示和报警, 对绞车进行各种操作和控制。

(3) 轴编码器。

1.2 系统基本特点

(1) 采用先进的无速度传感器矢量控制技术;

(2) 采用先进的 IPM 功率模块, 功率损耗小, 运行安全可靠;

(3) 全数字控制系统采用双 PLC 系统, 构成“双线制”控制和安全保护。关键电路如安全电路, 减速回路等均采用硬软件冗余设计和多样化设计。重大故障如等速超速、减速超速、过卷等故障均采用硬软件冗余设

计, 并具有三重保护, 必要时可用继电器系统运行。

(4) 系统设计按照安全可靠、技术先进、使用维护方便、经济实用等原则进行方案设计和评审。

(5) 系统设计符合《煤矿安全规程》(2006 年版) 有关矿井绞车电控系统设计的规定和用户的特殊要求。

(6) 系统的电磁兼容性符合国家标准。

2 PT-4Q 变频调速装置

2.1 主要技术参数

(1) 输入电源电压 AC380V, 频率 50Hz; 电压允许波动范围 $-15\% \sim +10\%$; 频率允许波动范围 $\pm 2.5\%$;

(2) 输出频率范围 0~50Hz 连续可调;

(3) 额定输出功率: 132kW, 可长期稳定运行的最大输出功率: 160kW。

(4) 过载能力 $1.5I_N$ 2min, $2I_N$ 1min;

(5) 有较高的功率因数 $\cos\varphi > 0.98$;

(6) 低频运转时, 有自动转矩提升功能, 能保证 100% 的额定转矩;

(7) 变频器设有过压、欠压、过流、过载, 功率元件过热和电机缺相等保护, 设有故障记忆功能, 能保留最近 10 次故障的功能号码和最后一次故障的参数;

(8) 总谐波含量 $< 5\%$ 。

2.2 主要技术原理

(1) 采用全数字无速度传感器矢量控制, 使系统调速范围宽、调速精度高。变频器在低频运行时, 也保证有 100% 额定力矩输出。最大转矩为额定转矩的 2 倍, 0.5Hz 即可达到 1.7 倍以上的起动转矩。

矢量控制实现的基本原理是通过测量和控制异步电动机定子电流矢量, 根据磁场定向原理分别对异步电动机的励磁电流和转矩电流进行控制, 从而达到控制异步电动机转矩的目的。具体是将异步电动机的定子电流矢量分解为产生磁场的电流分量(励磁电流)和产生转矩的电流分量(转矩电流)分别加以控制, 并同时控制两分量间的幅值和相位, 即控制定子电流矢量, 这种控制方式称为矢量控制方式。矢量控制方式又有基于转差频率控制的矢量控制方式、无速度传感器矢量控制方式和有速度传感器的矢量控制方式等。

* 收稿日期: 2008-01-10

作者简介: 张海(1970-), 毕业于山东兖矿职工大学, 助级, 工程师, 现在山东鲁能菏泽煤电公司工作。

这样就可以将一台三相异步电机等效为直流电机来控制,因而获得与直流调速系统同样的静、动态性能。新型矢量控制变频器具备异步电动机参数自动检测、自动辨识、自适应功能,在驱动异步电动机进行正常运转之前可以自动地对异步电动机的参数进行辨识,并根据辨识结果调整控制算法中的有关参数,从而对普通的异步电动机进行有效的矢量控制。

(2)操作简便可靠,司机只用主令控制手把就可以实现绞车的起动、等速、减速、爬行和重物下放时操作,减轻了操作强度。

(3)当绞车作重物下放操作时,电动机变为发电机状态运行,此时系统能自动将电动机发出的再生能量消耗在制动电阻上。同时,制动力矩增大,保证了绞车下放时的安全性。

(4)双加/减速时间可根据提人和提物选择改变变频器内的加速度、减速度的不同值

(5)具备变频器谐波治理传统。

通用变频器的主电路为交-直-交组成,外部输入50Hz的工频电源经三相桥路不可控整流成直流电压信号,经滤波电容滤波及大功率晶体管开关元件逆变为频率可变的交流信号。在整流回路中,输入电流的波形为不规则的矩形波,波形按傅立叶级数分解为基波和各次谐波,电流波形具有以下高次谐波: $6k+1$ ($k=1,2,3\cdots$)。

本系统匹配各类谐波抑制装置后可将谐波含量降至最小,完全符合国际标准。

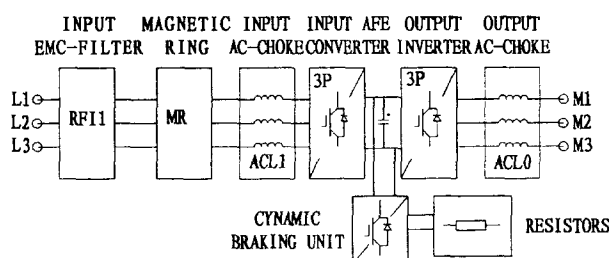


图1 研石山变频调速控制原理图

其中:

RFI1 (INPUT EMC - FILTER)为输入 EMC 滤波器,可降低高频电磁干扰,符合国际 IEEE 通用规定。

MR (MAGNETIC RING)磁环可降低部分高频干扰。

ACL1 (INPUT AC - CHOKE)输入电抗器,降低三相电压不平衡,降低输入侧谐波干扰。

ACL0 (OUTPUT AC - CHOKE)输出电抗器,降低电机运行噪声,降低电机发热。

3 控制系统技术特征

3.1 提升控制系统

- (1)完成提升机自动、手动、检修等运行方式控制;
- (2)完成提升机逻辑控制与中间闭锁;

(3)完成传动系统的运行控制与速度给定;

(4)完成与提升信号系统的控制与相互闭锁;

(5)完成提升机机械、液压、电气等方面的故障检测、报警、保护功能。对如过卷、等速超速、减速超速等重大故障实行硬软件多重保护;

(6)完成轴编码器之间的相互监控与断线保护;

(7)形成硬件安全电路与软件安全电路,两者相互冗余,相互闭锁;

(8)实现提升机液压制动系统中工作闸与安全闸的控制;

(9)能对提升机的位置进行测量和数字指示;

(10)按照故障性质,提升系统故障分为三类:

①立即安全制动故障:该类故障综合在硬软件安全电路中。安全电路正常时吸合,有急停故障时释放。一旦安全电路释放,就会立即封锁变频器,跳制动油泵,并控制液压系统电磁阀实施安全制动,抱安全闸。主要的安全制动故障有:

a. 传动系统故障:如主回路和控制回路电源故障;主电机过温、堵转;变频器故障等;b. 过卷故障;c. 超速故障:如等速超速、减速段定点超速和连续超速等;d. 手动紧停故障;e. 液压制动系统故障:如制动油泵跳闸、系统油压高等;f. 错向;g. 测速机、轴编码器断线;h. 松绳故障。

②先电气制动、后安全制动故障:这类故障发生后,传动系统会自动进行减速,当速度降到爬行速度时会立即转为紧急制动。这类故障主要有:事故停车、闸瓦磨损。

③完成本次开车后、不允许再次开车故障:开车前若出现这类故障,则开不起车;若在运行过程中出现,则允许本次开车完成,但不允许下次开车,除非故障解除后。这类故障主要有主电机过温报警;液压站油温过高等。

3.2 数字监控系统

由 PLC2 构成,其位置检测用的轴编码器采用单独的一台。该设备可完全替代传统的机械式监控器,具有可靠性高、功能强、调试方便等特点。主要功能为:

(1)实现对调速系统以行程为自变量的速度给定,完成绞车位置控制;(2)自动生成位置—速度包络线曲线,完成绞车速度监控;(3)能生成多个软开关点,参与控制和保护;(4)与提升控制系统 PLC1 输出的位置信号和速度信号分别进行比较,当两者偏差过大时立即安全制动;(5)形成软件安全电路,并与其他安全电路相互冗余与闭锁;(6)在提升控制系统 PLC1 故障时,能完成有关提升控制。

3.3 应急操作回路

在 PLC1 故障时,PLC2 可投入应急工作状态;当 PLC2 故障时,PLC1 可投入应急工作状态。