

文章编号: 1671- 251X(2011) 05- 0096- 05

# SFC 编程方法在煤矿带式输送机监控系统中的应用

原跃田, 涂德建

(电光防爆科技(上海)有限公司, 上海 201112)

**摘要:** 针对煤矿带式输送机监控系统中的 PLC 程序因采用经验法设计而存在编写周期长、可读性差、程序维护困难等问题, 提出了一种采用 SFC 编程方法设计煤矿带式输送机监控系统梯形图的方案。实践表明, 该方案具有设计方便、可读性好、维护简单等特点。

**关键词:** 带式输送机; 监控系统; 顺序控制; SFC; PLC

**中图分类号:** TD634      **文献标识码:** B

## Application of SFC Programming Method in Monitoring and Control System of Coal Mine Belt Conveyor

YUAN Yue-tian, TU De-jian

(Lightning Explosion-proof Technology (Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 201112, China)

**Abstract:** In view of problems of long program cycle, poor readability and difficult program maintenance because of using empirical method to design PLC program of monitoring and control system of coal mine belt conveyor, the paper proposed a scheme of using SFC programming method to design ladder of monitoring and control system of coal mine belt conveyor. The practice showed that the scheme has characteristics of convenient design, good readability, easy maintenance and so on.

**Key words:** belt conveyor, monitoring and control system, sequence control, SFC, PLC

## 0 引言

带式输送机为煤矿生产企业在减轻劳动强度、提高工作效率方面起着重要的作用, 并且向着大功率、长距离、大倾角的趋势发展<sup>[1]</sup>。在带式输送机监控系统中, 主要设备的控制多采用软启动器、开关、PLC 的模式实现。通过 PLC 提供给开关和软启动器启动和停止信号, 实现其主要设备(如冷却泵、制动器、电动机)的启动和停止。系统的 PLC 程序多采用经验法设计。但在带式输送机监控系统中, 由于其工作方式多、逻辑关系复杂、保护全面, PLC 编程存在着编写周期长、可读性差、程序维护困难等问题。利用 SFC 编程方法设计 PLC 程序可以较容易地克服以上不足。SFC 编程方法又分为起保停电路设计法、置复位指令法、SFC 编程语言法<sup>[2]</sup>。SFC

编程语言在 IEC 标准中, 同梯形图、指令表一样, 为指定的标准编程语言。本文主要介绍 SFC 编程方法在带式输送机监控系统中的应用, 利用其编写的带式输送机监控系统梯形图程序具有设计方便、可读性好、维护简单等特点。

## 1 带式输送机监控系统的特点和结构

带式输送机监控系统结构如图 1 所示。根据工程需要, 带式输送机控制设备有 2 台电动机、2 台制动器、2 台液压冷却泵。控制方式分为远程、就地 2 种。2 台液压冷却泵和 2 台制动器分别用单台 80 开关实现控制, 2 台电动机用单台多回路真空电磁软启动器控制。在该带式输送机监控系统中, 通过 PLC 的相应继电器输出信号, 控制 80 开关、单台多回路真空电磁软启动器等装置, 进而控制冷却泵、制动器、电动机等设备。

远程控制方式是指上位机控制, 又分为连锁和闭锁模式。在连锁模式下, 通过控制设备之间的通信, 实现顺煤流停车、逆煤流启动。在闭锁模式下,

收稿日期: 2011- 01- 24

作者简介: 原跃田(1979- ), 男, 河南焦作人, 工程师, 现主要从事煤矿自动化系统的设计工作。E-mail: yyt\_2009@sohu.com

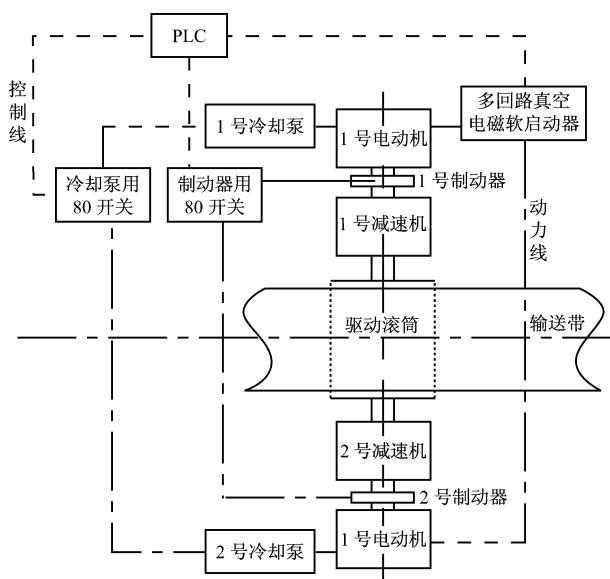


图 1 带式输送机监控系统结构

可以对单条胶带机进行自动启停。

就地方式是指在现场控制, 分为手动和自动模式。在手动模式下, 可以对单个设备(如 1 号制动器、1 号电动机等)进行单独控制, 主要是通过硬接线来实现设备的启停, 在 PLC 出现故障的情况下使用。在自动模式下可以对单条胶带机进行自动启停。

控制单台设备的控制方式有 2 种:(1) 脉冲型, 利用开关或软启动器的起保停软件程序或起保停硬件电路控制其相关设备的启动和停止, 相当于开关或软启动器的远程启动和停止按钮。PLC 需要提供一个常开触点, 用于控制设备的启动; 一个常闭触点, 用于控制设备的停止。(2) 自保持型, PLC 只需提供一个常开触点来实现对设备的控制。本文选择在自动工作方式下, 以脉冲型控制设备为例, 用 SFC 编程方法编写梯形图程序。

以单条带式输送机在本地工作方式下的自动工作模式为例, 介绍单条带式输送机自动工作过程(根据现场需要, 时间可以适当调整)。

(1) 按下启动按钮, 先是声光报警, 延时 T40(10 s)后, 1号、2号液压冷却泵启动, 延时 T41(10 s)后, 1号、2号制动器动作, 延时 T42(10 s)后, 1号、2号电动机启动, 延时 T43(10 s)后, 完成自动启动过程。

(2) 按下停止按钮, 先是声光报警, 延时 T44(5 s)后, 1号、2号电动机停止, 延时 T45(5 s)后, 1号、2号制动器停止, 延时 T46(5 s)后, 1号、2号液压冷却泵停止, 延时 T47(5 s)后, 程序回到初始步, 完成自动停止过程。如果在正常启动过程中按

下停止按钮, 程序会跳转, 工作过程与正常停车相同。

(3) 出现一类故障(下文中有介绍)或急停按钮动作时, 程序会发生跳转。如果电动机没有停止, 会使 1号、2号电动机停止, 延时 T48(2 s)后, 1号、2号制动器和 1号、2号液压冷却泵停止, 在这两个阶段, 声光语音箱报警。没有一类故障发生时, 按下复位按钮, 回到 PLC 程序的初始状态。

顺序控制流程如图 2 所示。

## 2 带式输送机监控系统中的保护

该带式输送机监控系统中包括带式输送机的八大保护功能: 跑偏、拉线急停、速度、温度、纵撕、烟雾、堆煤和洒水。系统中的模拟量输入模块用来检测速度、温度等模拟量。在模拟量转换成数字量之后, 在 PLC 内部进行数学运算和逻辑运算处理。

故障分为两类<sup>[3]</sup>, 一类为需紧急处理的故障, 如急停按钮、拉线急停以及速度等传感器经过延时后继续动作等, 对于这类故障需要立即停机, 用以防止事故的进一步扩大, 本文中用 PLC 内部辅助线圈 M10.0 对一类故障汇总。二类为需延时处理的故障, 如胶带机的跑偏、堆煤以及速度等故障(本文不做详细说明), 该类故障在不影响胶带机的正常使用情况下, 需要经过适当的延时, 才能进入一类故障, 用以防止保护装置的误动作。此外, 在各设备的启动、运行过程中, 在一定的时间内, 如果没有运行反馈信号, 使用 M10.0 控制其程序步相应的跳转。

在系统设备自动工作之前, 按下自动启动按钮的同时, 要求没有一类故障发生, 才能正常启动。并且在启动以及工作过程中, 实时检测一类故障是否发生。若发生故障, 相关设备会立即停止工作。

## 3 PLC 硬件及软件组成

PLC 选用西门子公司生产的 S200 PLC, CPU 为 226(6ES7 216-2BD23-0XB8)。配置 1 块数字量组合模块 EM223(EM223 6ES7 223-1PL22-0XA8)、4 块模拟量输入模块(EM231 6ES7 231-0HC22-0XA8)。扩展模块的种类和数量可根据现场要求进行灵活配置。编程软件选用西门子公司的 STEP7 micro WIN SP4。

主要数字量输入和输出 I/O 分配如表 1 所示。

## 4 SFC 编程方法在带式输送机监控系统中的应用

用 SFC 编程方法编写梯形图程序时, 最主要的

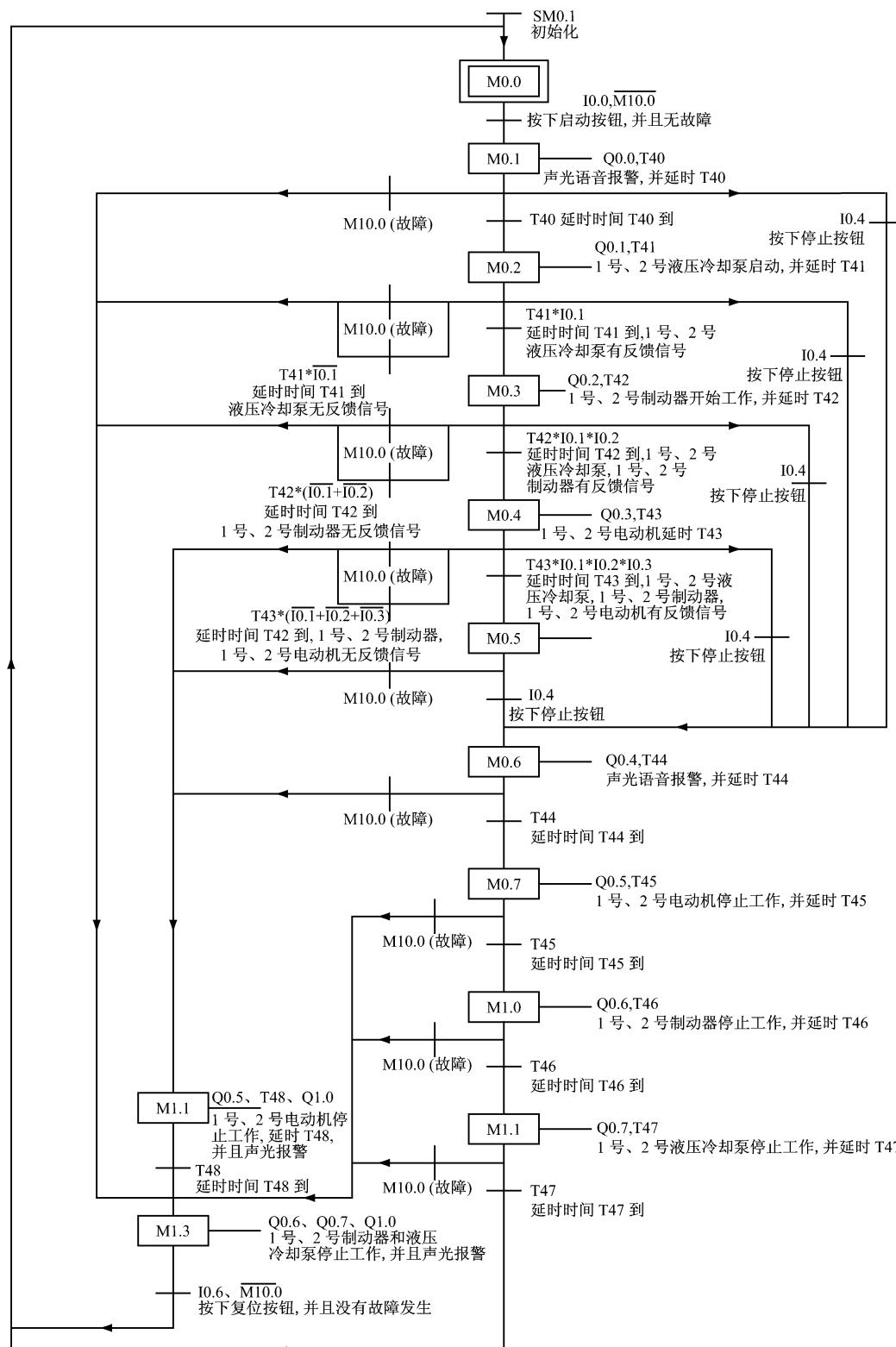


图2 顺序控制流程

是要了解现场实际情况, 绘出系统的顺序控制流程。

(1) 在 S200 PLC 的编程语言中, 有专门用于顺序控制的 SFC 编程语言, 有 SCR、SCRT、SCRE 三条指令。SCR 用于程序步的开始, SCRT 用于程序步的跳转, SCRE 用于程序步的结束。此种方法

编程方便, 但是对于不同厂家或者同一厂家不同种类的 PLC, SFC 编程语言也不同。此外, 用 SFC 编程方法中的置复位指令法, 主要用到的是置位和复位指令。因 SFC 编程方法中的起停保电路法有着通用性强的特点。因此, 本文采用该方法。

表 1 主要数字量输入和输出 I/O 分配

数字量 输入	功能说明	数字量 输出	功能说明
I0.0	自动启动按钮	Q0.0	声光语音启动时报警
I0.1	1号、2号液压冷却泵反馈	Q0.1	1号、2号液压冷却泵启动
I0.2	1号、2号制动器反馈	Q0.2	1号、2号制动器工作
I0.3	1号、2号电动机反馈	Q0.3	1号、2号电动机启动
I0.4	自动停止按钮	Q0.4	声光语音停止时报警
I0.5	急停按钮	Q0.5	1号、2号电动机停止
I0.6	复位按钮	Q0.6	1号、2号制动器停止
I0.7		Q0.7	1号、2号液压冷却泵停止
I1.0		Q1.0	声光语音故障时报警

(2) 用 SFC 编程方法进行编程, 首先要绘出顺序控制流程图<sup>[4]</sup>, 如图 2 所示。其中双方框表示初始步, 单方框表示顺序控制中的单步。初始步用于 PLC 上电时, 对相应的 PLC 内存空间清零或放置数据。执行到每步时, 用 PLC 内部的中间继电器 M 表示。在方框的右边写出要执行的动作。在程序的最后, 用 M 来控制每步的输出。框与框间的短横线表示步与步进行转换的条件。流程图中的默认执行顺序为从上到下, 从左到右。在需要的地方, 可以加上箭头表示执行顺序。其次要分析顺序控制流程图结构。其主要分为顺序结构、选择结构、并行结构、跳转结构 4 种。在本监控系统中, 主要采用了顺序、选择和跳转结构流程图。

(3) 在选择结构的分支开始处, 之前的步为活动步。若任一分支的转换条件满足, 该分支中的步为活动步, 分支开始处之前的步就会为非活动步。对应的梯形图编程中, 所有选择分支开始处后的步, 其辅助线圈的常闭触点串联, 作为分支开始处之前的步停止条件。选择结构的分支结束处, 任一分支的活动步和转换条件的实现, 都将作为分支结束处后的步的启动条件。对应的梯形图中, 各分支结束处前的步, 其辅助线圈的常开触点与该分支处的转换条件串联, 随后进行并联, 作为分支结束处后的步的启动条件。对于并行结构, 在此不详述。

(4) 用逻辑代数式表达流程图中每步的状态。“+”表示触点并联, “\*”表示触点串联, “{ }[ ]( )”表示优先运算等级, 对于逻辑运算中的位, 其上的“-”符号表示取反。顺序控制流程图中每步的逻辑代数式略。

(5) 通过逻辑表达式编写梯形图。在编写梯形图过程中, 为了节省 PLC 的运行时间, 应当合理布置逻辑结构。例如在中间继电器 M 线圈前, 逻辑触点的合理放置。为了防止双线圈的输出, 在程序最后用中间继电器 M 驱动 PLC 的输出。在此, 以第十一步 (M1.3) 处为例, 编写该步的梯形图(见图 3), 以及用 M1.3 来控制 PLC 输出的梯形图(见图 4)。

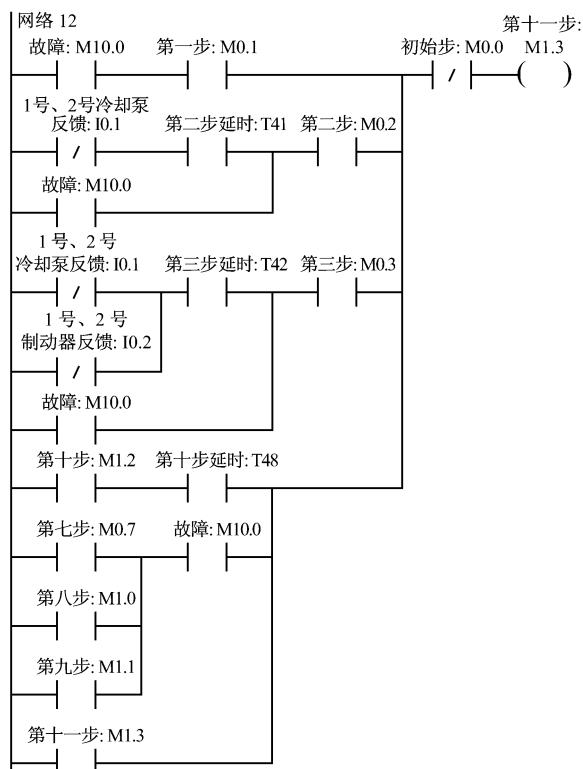


图 3 第十一步 (M1.3) 的梯形图

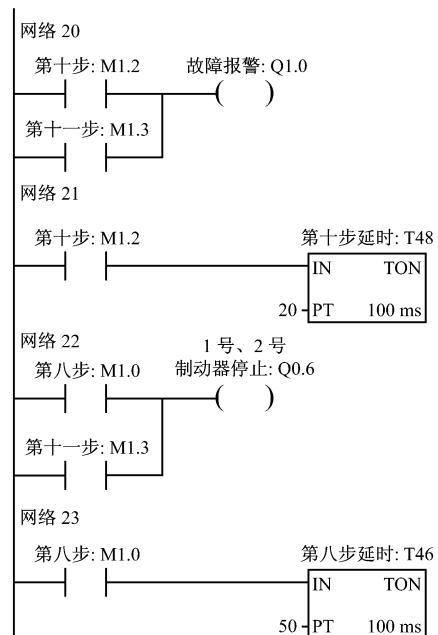


图 4 用 M1.3 控制 PLC 输出的梯形图

文章编号: 1671-251X(2011)05-0100-03

# 变频调速技术在刨煤机成套开采系统中的应用

张树齐, 赵江华, 刘铭宇, 贾柱

(沈阳三一重型装备有限公司, 辽宁 沈阳 110027)

**摘要:**介绍了刨煤机成套开采系统的组成及变频调速技术在该系统中的应用。变频调整技术的应用提高了传动系统的调速效率,使得传动系统能够实现无级调速,降低了刨煤机成套开采系统在启动时传动系统承受的振动载荷,解决了刨头牵引电动机因频繁启动、换向而发热的缺陷,实现了真正意义上的“软启动”,提高了刨煤机成套开采系统的传动可靠性和工作安全性。

**关键词:**刨煤机; 开采系统; 变频调速; 传动系统; 软启动

中图分类号: TD632 文献标识码: B

## Application of Technology of Frequency-conversion Speed-regulation in Plough Mining System

ZHANG Shu-qi, ZHAO Jiang-hua, LIU Ming-yu, JIA Zhu

(Shenyang Sany Heavy Equipment Co., Ltd., Shenyang 110027, China)

**Abstract:** The paper introduced composition of plough mining system and application of technology of frequency-conversion speed-regulation in plough mining system. The application of technology of frequency-conversion speed-regulation improves efficiency of speed-regulation of driving system, realizes infinite speed-regulation of driving system, reduces vibrational loads of driving system of plough mining system in starting, solves exothermic problem caused by frequent start and commutating of driving motor of plough, and realizes really soft start. The technology improves driving reliability and working safety of

收稿日期: 2011-02-15

作者简介: 张树齐(1978-), 男, 河北河间人, 工程师, 硕士, 现主要从事采掘机械的研发工作, 已发表文章 10 余篇。E-mail: zhongshuiqi@126.com

最后, 把编写好的梯形图下载到 S200 PLC 中进行在线检测。通过在线检测, 判定程序的编写已经达到了预期的目标。

## 5 结语

SFC 编程方法在煤矿带式输送机监控系统中的应用有以下优点:

(1) 编写容易。如果用常规的经验设计法, 由于逻辑关系复杂, 如同一个按钮在不同的设备控制阶段需要起到不同的作用, 这样设计起来比较麻烦。而用 SFC 编程方法, 只要搞清楚设备工作流程, 掌握每步的启动、停止条件, 程序就很容易编写。

(2) 可读性好。经验设计法没有规律可循, 而 SFC 编程方法有一定的规律性, 只要搞清楚开始、

跳转、结束 3 个步骤即可。

(3) 维护性好。对于该监控系统的维护, 难点在于 PLC 程序, 只要把 PLC 程序搞清楚, 对于系统的维护是很方便的。

## 参考文献:

- [1] 屈非凡, 何永平, 薛建东. 井下带式输送机保护装置现状及发展[J]. 工矿自动化, 2009(6): 40-43.
- [2] 齐传刚, 熊永超, 邵娜. PLC 的 SFC 图在编写顺序控制梯形图中的应用[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006(6): 234-236.
- [3] 胡宇松. 煤矿带式输送机电控系统的 PLC 程序分析[J]. 工矿自动化, 2009(11): 100-101.
- [4] 左毅, 陈燎原. PLC 梯形图的三种顺序控制设计法[J]. 机床电器, 2007(2): 43-46.