

可编程控制器(PLC)在起重 机控制系统改造中的应用

赵瑾

(南京师范大学控制科学与工程系, 南京, 210042)

[摘要] 简单叙述了起重机的工作原理以及对旋转系统的控制要求, 着重介绍利用可编程控制器对起重机控制系统的部分系统的技术改造, 主要包括起重机 PLC 控制系统的硬件构成、软件编制设计等内容。

[关键词] 起重机; 旋转控制系统; 可编程序控制器

[中图分类号] TP273+.5; TH112.2; [文献标识码] B; [文章编号] 1008-1925(2001)04-0066-04

起重机作为一种运输机械, 广泛应用于工矿企业、车站、港口、仓库等领域。目前在一些中小型码头, 控制起重机动作仍旧采用继电器控制系统, 从而造成操作、运行故障较高, 加大了日常维护的工作。将可编程控制器应用在码头起重机控制系统, 是提高操作系统运行质量的一个很好途径。本文介绍 PLC 在南京钢厂原材料装卸码头的起重机控制系统中的应用实例。

1 起重机的工作原理以及对控制系统的要求

1.1 起重机工作原理及其旋转电气控制线路

起重机的电气控制设备主要是指凸轮控制器(即门机), 通过其触点直接接通或断开主电路, 以达到控制电机的起动、制动、正转和反转的目的。整个起重机控制系统主要由 1#、2#、3# 和 4# 门机组成。本文对 3# 门机的变幅控制系统和 4# 门机的旋转控制系统进行了 PLC 控制系统改造。这里主要介绍 4# 门机的旋转控制系统。图 1 为 4# 门机旋转电气控制线路示意图。

该线路的特点是利用门机通过其内部的手轮转到不同的位置时, 接通或断开触点, 以控制电机在不同的工作状态。门机左右有五个档, 采用对称接法, 即控制器手柄处于正转和反转的相对位置时, 电机工作情况相同。提升重物时, 零档为预备级, 其作用是清除传动间隙, 将钢丝绳拉紧; 从第一档逐级升级至第四档, 提升速度逐级提高, 电机工作在电动状态; 减速时应从最高级逐级下降至零位, 不可直接回零; 电机反向操作时, 通过旋转制动踏脚(STK)使提升速度依次提高; 为安全起见, 应对起重机进行完善的保护和联锁措施。

1.2 4# 门机旋转系统的控制要求

4# 门机旋转系统的控制要求是门机在零位时控制电机正转或反转的接触器(4ZC 或 4FC)不吸合, 从零位切换到一档时该接触器吸合, 电机开始正转或反转; 当门机从一档切换到二档时, 控制电机加速 1 的接触器(4JC1)吸合, 从二档切换到三档, 加速 2、加速 3 和加速 4 的接触器(4JC2、4JC3 和 4JC4)间隔 $8s$ 依次吸合, 电机加速完毕。门机回档时, 必须由三档开始切换至二档, 这时电机加速接触器(4JC2、4JC3 和 4JC4)断开, 切换到一档时 4JC1 断开, 最后

* 收稿日期: 2001-02-14

作者简介: 赵瑾, 1961-, 女, 硕士, 南京师范大学控制科学与工程系副教授, 主要从事生产过程建模、优化和控制、工业控制装置应用、计算机控制技术应用等方面的研究。

回零时控制电机正转或反转的接触器断开, 一个循环周期结束. 在旋转控制方式时, 4# 门机也可以由正转切换反转或相反, 不管哪种情况, 控制电机的加速接触器 (4JC1、4JC2、4JC3 和 4JC4) 不能立即吸合, 必须等待 1.5s 后才允许吸合. 在反向操作时, 一旦旋转制动踏脚(STK) 触点闭合, 加速接触器(4JC1、4JC2、4JC3 和 4JC4) 可顺次吸合, 提高电机的提升速度. 当保护电机的过流继电器的常闭触点断开, 则立即断开电机的正转或反转接触器.

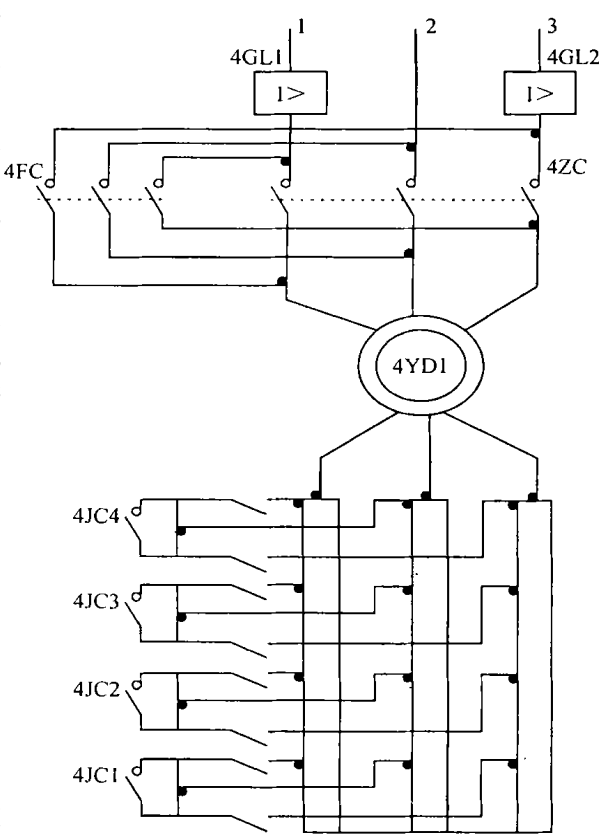
2 PLC 控制系统的改造实现

2.1 PLC 的硬件配置及性能简介

PLC 以其面向工业控制的鲜明特点, 以及较高的抗干扰能力、维护量少、更改编程方便等优点, 广泛应用于各行各业. 本文介绍的日本三菱 FX 系统中的 FX_{ON}-60MR 小型 PLC, 采用整体式结构, 可通过基本单元与扩展单元、扩展模块组合使用. 基本单元内置电源、输入/输出电路以及 CPU 与存储器, 是 PLC 的核心部分. FX_{ON}-60MR 有 36 个输入点, 24 个继电器接点输出, 采用继电器符号语言加梯形图的编程语言, 程序容量可达2000步, 基本逻辑指令 20 种, 具有步进指令, 编程、使用和维护方便. 根据起重机的工作原理及 3# 门机和 4# 门机控制系统的控制要求, 对起重机的 PLC 控制系统的硬件进行了配置, 图 2 为 4# 门机旋转系统部分 PLC 接线示意图, 表 1 和表 2 分别为系统的输入、输出地址表.

表 1 输入地址及现场元件对应表

输入信号代码	输入地址	现场位号	注 释
X25	X025	4GL1, 4GL2	旋转过流(串)常闭触点
X27	X027	STK	旋转制动踏脚常开触点
X30	X030	3ZK	控制电源常开触点
X33	X033	4LK0	旋转指令(4LK)零档
X40	X040	4LK1	旋转指令(4LK)一档(正)
X41	X041	4LK1	旋转指令(4LK)一档(反)
X42	X042	4LK2	旋转指令(4LK)二档
X43	X043	4LK3	旋转指令(3LK)三档



GL_n 为过流继电器, ZC 和 FC 分别为电机正转和反转的接触器, YD 为旋转电机, JC_n 为控制旋转电机加速的接触器
图 1 起重机控制系统 4# 门机旋转电气控制线路示意图

表 2 输出地址及现场元件对应表

输出信号代码	输出地址	现场位号	注 释
Y 10	Y 010	4ZC	旋转正转接触器
Y 11	Y 011	4FC	旋转反转接触器
Y 12	Y 012	4JC1	旋转加速 1 接触器
Y 13	Y 013	4JC2	旋转加速 2 接触器
Y 14	Y 014	4JC3	旋转加速 3 接触器
Y 15	Y 015	4JC4	旋转加速 4 接触器

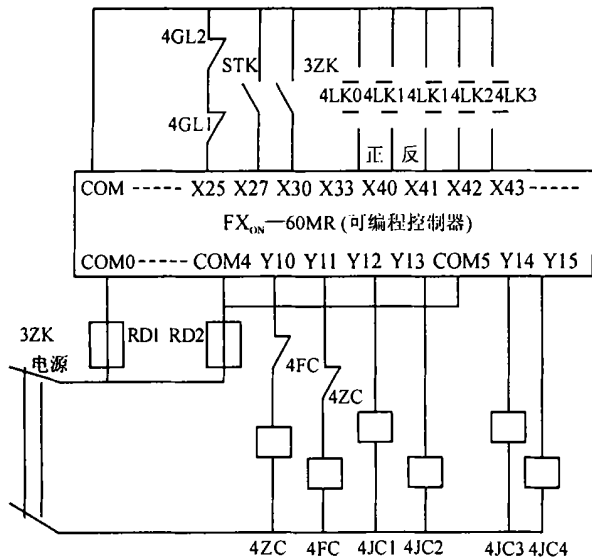


图 2 4# 门机旋转系统的部分 PLC 接线示意图

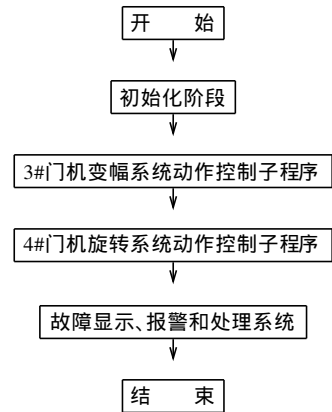


图 3 起重机 PLC 控制系统主程序框图

2.2 PLC 的程序设计

在进行起重机 PLC 控制系统的程序设计时,根据 3# 门机的变幅系统和 4# 门机的旋转系统的控制要求,设计了一套 PLC 控制程序.图 3 为系统主程序框图,主程序分别由 3# 门机控制子程序、4# 门机控制子程序和故障显示处理子程序组成.程序设计时应注意:(1)启动按钮按下后进入 PLC 控制系统初始化阶段,待控制电源开关合上,才可以对 3# 和 4# 门机进行操作;(2)3# 门机和 4# 门机的控制动作子程序设计时,各个门机之间的接触器的动作必须连锁,防止误动作造成系统的失灵,确保 PLC 控制系统的正常运行;(3)当电机保护继电器动作时,必须按照

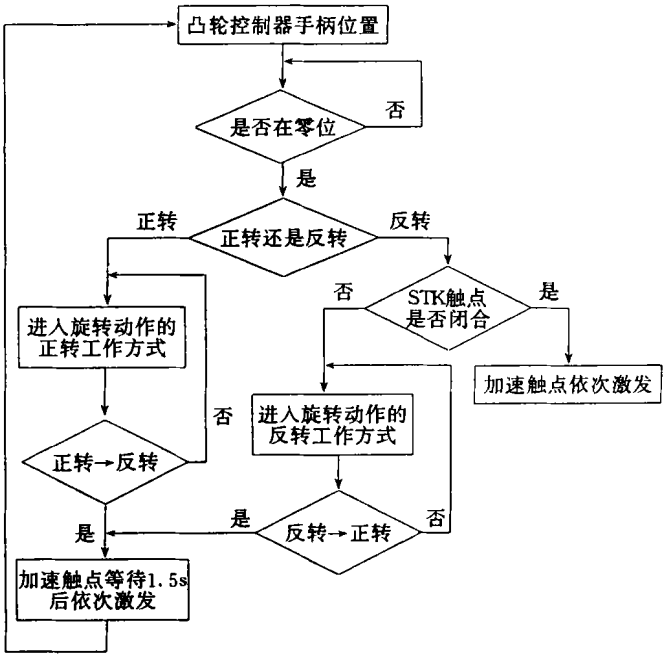


图 4 4#门机的旋转控制系统的 PLC 程序框图

控制要求采取一系列措施. 图 4 为 4# 门机的旋转控制子程序框图.

2.3 故障显示电路设计

为确保起重机安全正常工作, 对 PLC 控制系统中可能出现的各种故障现象进行了估计, 设计故障显示电路, 利用 PLC 的 8 位 (Y27- Y24, Y23- Y20) 控制数码二极管, 以 2 位代码显示故障的类型, 当代码为 00 ~ 12 时则程序自动复位, 若代码为 41 ~ 68 时则进行手动复位, 从而使操作人员了解起重机的工作状态, 正确、安全地操作起重机, 表 3 列出部分故障.

表 3 起重机的部分故障及代码

起重机故障	显示代码	起重机故障	显示代码
PLC 正常	00	4ZC 触点未断	57
变幅零位未合	01	4ZC 触点未闭合	58
旋转零位未合	02	4FC 触点未断	59
控制电源未合	07	4JC1 触点未断	61
STK 未合	08	4JC2 触点未断	63
变幅过流触点断开	11	4JC3 触点未断	65
旋转过流触点断开	12	4JC4 触点未断	67

2.4 性能特点

该系统的特点有: 控制 2 台门机按逻辑操作顺序工作, 操作简单方便; 2 台门机可同时操作也可单独操作, 门机的运作状况及故障可随时通过控制操作台显示, 操作人员可及时了解现场控制情况; 兼容性强, 该系统也能运用在与 3# 和 4# 门机类似的起重机控制系统, 只要输入接口和输出接口对应即可; 维修方便, 2# 门机的控制部分全部在控制柜中, 维修时不必到现场, 不影响生产.

这套起重机 PLC 控制系统已在南京钢厂原材料装卸码头投入运行, 与原来的继电器控制系统相比, 故障率明显下降, 运行效率提高, 获得了较高的经济效益和社会效益, 并具有进一步推广应用的前景, 为整个码头货物装卸系统的计算机监控、管理打下了良好的基础.

[参考文献]

[1] 何衍庆, 俞金寿. 可编程控制器原理及应用技巧 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1998
[2] 谭有广. 设备电气控制及维修 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998

Application of Programmable Controller (PLC)
in Retrofit of the Crane Control System

Zhao Jin

(Department of Control science and Engineering, Nanjing Normal University, Nanjing, 210042, PRC)

Abstract: In this paper, the operation principle of the crane and the process of the rotation control system are described briefly. The technical innovation of the crane control system by programmable controller, including the hardware structure of the crane PLC control system, the software programming is discussed in detail.

Key words: Crane, Rotation control system, Programmable controller

[责任编辑: 严海琳]