

文章编号：1005-8451（2014）02-0036-03

PLC在铁路机务折返段微机联锁系统中的应用

李国瑞，张重

（兰州交通大学 电子与信息工程学院，兰州 730070）

摘要：介绍在铁路机务折返段微机联锁系统中使用可编程控制器PLC技术，实现道岔集中联锁控制功能，并从系统的总体结构、冗余方式，软件的总体结构、PLC联锁软件的分类和调用，程序嵌套思想等方面进行了分析。证明它是一种适合机务段使用的性价比高的微机联锁系统。

关键词：PLC；联锁系统；程序嵌套思想

中图分类号：U284 : TP39 **文献标识码：**A

Application of PLC in Microcomputer Interlocking System of locomotive depot

LI Guorui, ZHANG Zhong

(School of Electronics and Information Engineering, Lanzhou Jiaotong University, Lanzhou 730070, China)

Abstract: In this paper, the programmable controller techniques were mentioned, which were used in signal control system of railway locomotive depot to implement interlocking function. The system structure, redundancy mode, software structure, classification and transfer of PLC interlocking software, program idea were analyzed. The System was proved to be a high performance-price ratio system for locomotive depot.

Key words: PLC; Interlocking System; program nestification idea

目前，仍有不少铁路机务折返段的信号系统还未采用微机联锁控制技术，机车出入库、库内调车仍采用手扳道岔，给手信号行车的传统方式，这不仅作业效率很低，安全性也很差。针对这些问题，铁路机务部门也采取了一些解决措施，如一些机务段采用了6502电气集中控制系统，以满足安全方面的要求，但该系统设备结构较复杂、占地面积大、维修难度大，尤其是无法与数字设备接口，无法满足机务段信息处理的要求^[1]。还有一些机务段采用了干线上普遍使用的计算机联锁系统，而该系统成本较高，对于机务段内的使用性价比不高。

可编程控制器（PLC，Programmable controller）是一种专门为在工业环境下应用而设计的数字运算操作的电子系统。它采用可编程的存储器，用来在其内部存储执行逻辑运算、顺序运算、定时、计数和算术运算等操作的指令，并能通过数字式或模拟式的输入和输出，控制各种类

型的机械或生产过程。PLC 及其有关的外围设备都应该按易于与工业控制系统形成一个整体，易于扩展其功能的原则而设计。PLC 可编程控制器已经在钢铁、石化、机械制造、电力、汽车等行业广泛应用，其可靠性高，非常适合逻辑控制系统。它具有以下特点：可靠性高，抗干扰能力强；灵活性强，控制系统具有良好的柔性；编程简单，使用方便；控制系统易于实现，开发工作量少，周期短；维修方便；体积小，能耗低；功能强，性价比高^[2]。目前一般的工业控制计算机具有编程语言丰富、运算速度快、图形、通信管理功能强等优点，但 I/O 接口功能较弱。而 PLC 正好弥补了这一不足。综上所述，把 PLC 应用于机务折返段微机联锁系统中是切实可行的。

1 基于PLC的微机联锁系统

1.1 系统总体结构

系统设计借鉴了6502电气集中控制系统和计

收稿日期：2013-09-05

作者简介：李国瑞，在读硕士研究生；张重，在读硕士研究生。

算机联锁系统的成功经验，同时也充分考虑了机务折返段的特点。其总的设计原则是：在保证系统可靠性和故障 - 安全的前提下，尽量简化系统的结构，减小设备体积，使之符合机务折返段的作业方式。整个微机联锁系统为上下位机的结构形式。上位机采用工业控制计算机，它主要作为控制台使用，显示实时站场画面，信号员在其上进行选排进路等相关作业操作。下位机采用 PLC 作为联锁机，它是整个系统的核心部分，通过 PLC 的内部软件实现全部联锁逻辑运算，从而控制室外道岔转换、信号机开放与关闭。整个系统的总体结构原理如图 1 所示，主要由室内和室外两部分构成，其中采集的室外部分有：轨道继电器的吸起或落下、道岔的定位或反位表示、信号机灯丝的完整或断丝。经室内转有故障 - 安全特性的动态采集电路送至下位机 PLC。经过下位机 PLC 预处理后，被具有冗余通道的信号线串行送往往上位机。上位机一方面送往显示器显示当前站场情况，一方面作为联锁运算的依据。

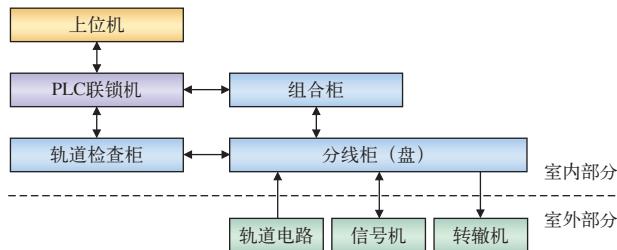


图1 系统总体结构原理图

1.2 元余结构

为了实现联锁系统的可靠性指标，系统采用冗余结构配置。从硬件上来说，上位机采用双机热备，下位机采用三取二冗余结构。通信采用冗余信道实现自动切换，保证通信不中断。在软件上，PLC 采用软冗余结构，软冗余是一种综合考虑高可靠性和低成本的折中方案。当系统发生一定故障时，系统能够自动主备切换，备站接替主站继续运行。PLC 软冗余系统要实现软冗余功能，需要调用程序中冗余软件包的功能模块，主要包括：初始化冗余系统运行参数的 FC100 模块；故障诊断、主备切换的 FC102 模块；发送 / 接收数据的 FB103 模块；调用 FB103 进行数据同步、分析系统状态的 FB101 模块^[3]。典型的 PLC 软冗余系统组成方案如图 2 所示。

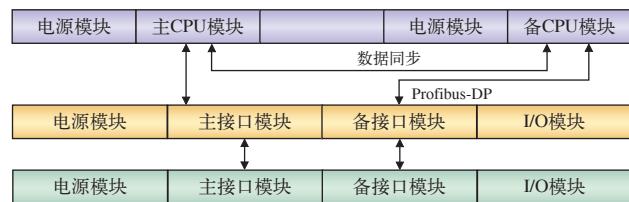


图2 典型的PLC软冗余系统组成

2 基于PLC的微机联锁系统软件部分

2.1 软件的总体结构

按软件的层次结构，可分为 3 个层次，即人机会话层、联锁运算层和执行层，其结构如图 3 所示。人机会话层完成人机界面信息的处理；联锁运算层完成联锁逻辑运算；执行层完成表示信息的输入和控制命令的输出^[4]。对应于上下位机，人机会话层由上位机软件实现，联锁运算层和执行层由下位机软件实现。

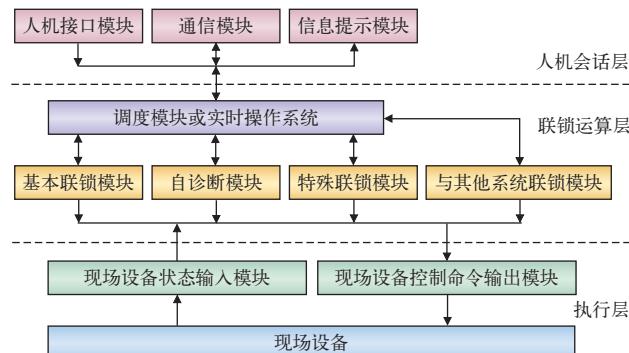


图3 联锁系统软件的总体结构

2.2 PLC软件模块的分类及调用

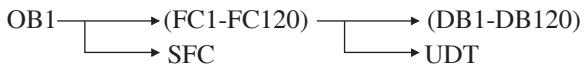
本文以某公司 SIMATIC S7-400 系列的 PLC 举例。S7-400 系列的组态和编程是利用 STEP7 标准软件包进行的。STEP7 软件包可以运行在 Window 95/98/2000/NT 下，STEP7 标准软件包功能和组成如图 4 所示。



图4 STEP7标准软件包的组成

为了实现程序的模块化、标准化，将联锁程序分为进路选择、道岔转换、道岔锁闭、道岔光

带控制线圈、进路光带控制、信号机控制、终端解锁等模块。每个模块赋予一个 FC 块，调用程序结构如下：



其中 OB1 是最重要的组织块，OB100 运行结束后，操作系统调用 OB1。当 OB1 运行结束后，操作系统再次调用 OB1，OB1 如此不断循环。这一过程也称为扫描循环。调用 OB1 的时间间隔称为扫描周期。扫描周期的长短，主要由执行 OB1 中程序所需的时间决定。

2.3 PLC 联锁程序的编程思想

联锁程序是整个联锁系统的核心。铁路机务折返段 PLC 微机联锁系统是在 6502 电气集中的基础上用 PLC 进行联锁控制取代 6502 电气集中的继电器式逻辑控制电路，用软件实现 6502 电气集中的全部技术要求。同时克服了 6502 电气集中的缺点和不足之处。联锁软件以“故障 - 安全”为原则，采用 PLC 专用语言梯形图语言编写，它与继电器的接点图非常类似，易于掌握，便于维护。电路设计简单，如果站场有变化，也易于修改。

编程中利用了数据库思想和程序嵌套思想。在 PLC 编程中充分应用数据库（Database）是使用计算机管理数据的一门最新技术，使用数据库对数据进行管理是计算机应用中一个重要而广阔领域^[5]，如图 5 所示。

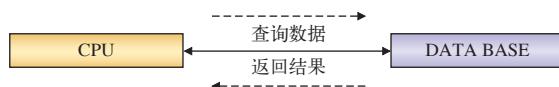


图5 数据库思想在PLC中的应用

计算机编程中用到的数据库是指存储在计算机内的，有结构的数据集合。合法用户可以方便调用数据库中的相应数据。数据管理是对各种形式的数据进行采集、储存、加工和传播的一系列活动的总和，数据处理是借助计算机科学地保存和管理大量复杂的数据，以便利用。而在 PLC 编程中应用数据库思想能够把数据分类规范存储，充分利用存储空间，便于程序中调用数据。

将程序嵌套思想应用到 PLC 编程过程中可以让程序的逻辑更加清晰，并且缩短了原程序长度，便于模块化编程且方便调试。

综上所述程序嵌套思想的优点，将 PLC 联锁

控制程序中的各部分的功能块设计成子程序，在主程序中进行调用就可以使联锁控制程序更加简化。并且方便今后对各功能块程序进行修改完善和故障的快速查找解决。在 PLC 联锁控制程序设计中，将联锁的各个功能模块设计成子程序在主程序（MainRoutine）中进行调用，执行完后再返回主程序继续执行，这样程序的条理很清晰，且可以简化联锁大型程序的编写，如图 6 所示。

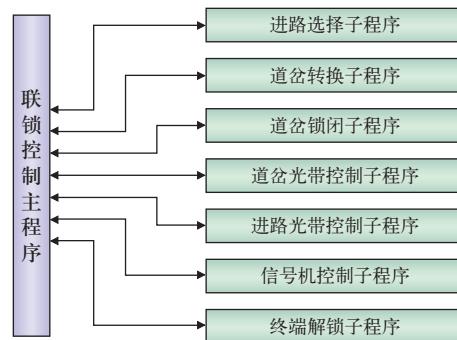


图6 程序嵌套思想的应用实例

3 结束语

该系统充分考虑了机务折返段的作业特点及对设备成本的要求。使用可靠性高的 PLC 作为联锁系统的核心控制部分，采用故障 - 安全措施，使得该系统运行稳定、安全可靠、功能齐全、操作方便、维护简单，并在铁路机务折返段微机联锁控制中能充分保证行车安全、提高运输生产效率，所以它是一种适合机务折返段使用的性价比高的微机联锁系统。

参考文献：

- [1] 何鸿云, 蒋勇. 机务段股道管理自动化的开发 [J]. 机车电传动, 2005, (5): 63-66.
- [2] 陈建明. 电气控制与 PLC 应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2010.
- [3] 马伯渊, 吕京梅, 等. PLC 软冗余系统性能分析 [J]. 电力自动化设备, 2009, 29 (2): 98-100.
- [4] 喻钢, 徐中伟. 基于排队模型的联锁逻辑仿真模型研究 [J]. 系统仿真学报, 2008, 20 (8): 2003-2006.
- [5] 杜杰, 李秋明, 等. 计算机编程思想在 PLC 程序设计中的应用 [J]. 仪器仪表学报, 2006, 27 (6): 603-605.

责任编辑 陈蓉