

PLC YU CHUMOPING KONGZHI JISHU

第二版

PLC

与触摸屏控制技术

薛迎成 编著

附赠 1CD



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

PLC

第二版

与触摸屏控制技术

薛迎成 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书主要介绍了市场上应用广泛的西门子、欧姆龙、三菱 PLC 和人机界面(触摸屏)的工作原理和应用技术。通过大量工程实例的详解,深入浅出地介绍了人机界面与 PLC 进行组态和模拟调试的方法,以及西门子 S7-300PLC、三菱 Q 系列 PLC 和西门子 TP270、三菱 G1175 触摸屏在涂装生产线控制系统中的应用,欧姆龙 PLC 和触摸屏在污水处理系统中的应用,欧姆龙 C 系列 PLC 和 GP 人机界面在热处理生产线控制系统中的应用。此外,随书光盘还提供了大量人机界面产品和组态软件的用户手册,以及作者编写的工程实例,读者可在计算机上做模拟实验,以便较快地掌握人机界面和 PLC 组态的方法。

本书可作为自学触摸屏组态和 PLC 编程的工程人员的读物,也可作为大专院校电气工程及自动化、工业自动化、应用电子、计算机应用、机电一体化及其他相关专业的教材。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 与触摸屏控制技术/薛迎成编著. —2 版. —北京:中国电力出版社,2014.1

ISBN 978-7-5123-5069-4

I. ①P… II. ①薛… III. ①plc 技术②触摸屏-计算机控制
IV. ①TM571.6②TP334.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 250074 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2008 年 2 月第一版

2014 年 1 月第二版 2014 年 1 月北京第三次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 19 印张 461 千字

印数 7001—10000 册 定价 45.00 元(含 1CD)



敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

可编程序控制器简称 PLC，是以计算机为核心的工业自动化控制装置，它集计算机技术、自动化技术和网络通信技术于一体，具有功能强，可靠性高，使用方便，维护简单等特点。因此，在工业生产控制中得到广泛地应用。

随着工控技术的发展，越来越多的人机界面产品被应用到工业生产控制中，人机界面常被大家称为“触摸屏”，是为了解决 PLC 的人机交互问题，但随着计算机技术和数字电路技术的发展，很多工业控制设备都具备了串口通信能力，所以只要有串口通信能力的工业控制设备，如变频器、直流调速器、温控仪表、数采模块等都可以连接人机界面产品，来实现人机交互功能。

人机界面要使用专用的组态软件编程，由于人机界面品种日益丰富和功能的不断增强，学习和掌握组态软件编程需要大量的时间，但目前基本上无结合工程实例的人机界面教材。为方便读者快速学习掌握 PLC 与触摸屏控制技术，作者编写了本书。

本书第一～四章介绍了欧姆龙、西门子、三菱 PLC 的基本知识，硬件系统、存储器系统、指令系统、PLC 的编程语言，编程调试和仿真方法。第五章介绍了人机界面产品的组成及工作原理、选型指标、人机界面与 PLC 联机原理。第六章介绍了三菱 G1175 触摸屏和 QPLC 在涂装生产线上的应用，第七章介绍了三菱 A975 触摸屏与西门子 S7315-2DP 在常柴柴油机涂装线的应用，第八、九章介绍了 TP270 触摸屏和 S7-300 在江淮重工生产线上的应用，第十章介绍了 TP270 触摸屏和 Profibus 现场总线在合力生产线上的应用，第十一、十二章介绍了坪桥污水处理触摸屏控制系统，第十三、十四章介绍了基于 OMRON PLC 和 GP 触摸屏的热处理线自控系统。

随书光盘提供了大量人机界面产品和组态软件的用户手册，还提供了作者编写的工程实例程序，读者可在计算机上做模拟实验，可以较快地掌握人机界面和 PLC 组态的方法。

本书采用实例的详解形式，结合大量图片由浅入深地介绍触摸屏与 PLC 的联合应用，可作为工程技术人员自学触摸屏组态和 PLC 编程的读物，也可作为大专院校电气工程及自动化、工业自动化、应用电子、计算机应用、机电一体化及其他相关专业的教材。

本书在编写过程中得到了欧姆龙、西门子、三菱、盐城长城等单位的大力支持。盐城长城王柏、张领提供许多资料，薛文菁参加了本书大量文稿的整理和校对工作，在此表示感谢。

限于作者水平和时间，书中难免有疏漏之处，希望广大读者多提宝贵意见。

作 者

目 录

前言

第一章	可编程控制器 (PLC) 基础知识	1
	第一节 PLC 的特点和功能	1
	第二节 PLC 的结构及原理	2
	第三节 编程方法和编程语言	5
	第四节 可编程控制器产品	6
	第五节 PLC 产品选型	9
第二章	三菱 MELSEC-Q 系列可编程控制器	12
	第一节 Q 系列可编程控制器概述	12
	第二节 Q 系列可编程序控制器 I/O 地址分配	14
	第三节 Q 系列可编程控制器编程器件	17
	第四节 Q 系列可编程控制器编程语言	24
	第五节 Q 系列可编程控制器指令	26
	第六节 GX Developer 软件包使用	30
第三章	欧姆龙可编程控制器	35
	第一节 欧姆龙可编程控制器概述	35
	第二节 C200H PLC 寄存器分配	37
	第三节 基本指令	41
	第四节 OMRON CX-Programmer 基本操作	49
第四章	西门子可编程控制器	52
	第一节 SIMATIC 综述	52
	第二节 SIMATIC S7-300 PLC 硬件构成	53
	第三节 S7-300 PLC 组织块与存储区	58
	第四节 S7-300 PLC 进制数和数据类型	60
	第五节 S7-300 PLC 指令结构	62
	第六节 SIMATIC S7-300 PLC 指令	63
	第七节 STEP 7 编程软件的使用方法	69

第五章	● 人机界面 (HMI) 的工作原理	80
	第一节 人机界面 (HMI) 产品的组成及工作原理	80
	第二节 人机界面产品的基本功能及选型指标	83
	第三节 人机界面与 PLC 联机原理	86
第六章	● 三菱 G1175 触摸屏和 QPLC 在涂装生产线上的应用	88
	第一节 涂装生产线工艺	88
	第二节 控制系统总体设计	90
	第三节 PLC 程序设计	91
	第四节 触摸屏界面制作	95
	第五节 连接设备设置	119
	第六节 软件仿真	119
第七章	● 三菱 A975 与西门子 S7315-2DP 在常柴柴油机涂装线的应用	122
	第一节 概述	122
	第二节 控制系统硬件选型	122
	第三节 PLC I/O 位的定义	123
	第四节 S7-300 与三菱 A975 通信设置	124
	第五节 部分界面介绍	129
第八章	● TP270 触摸屏和 S7-300 在江淮重工生产线上的应用	131
	第一节 概述	131
	第二节 控制系统硬件选型	131
	第三节 触摸面板 TP 270 连接组态和操作	132
	第四节 江淮重工生产线 PLC 程序	136
第九章	● 江淮重工生产线触摸屏界面制作	142
	第一节 概述	142
	第二节 创建江淮触摸屏新项目	143
	第三节 创建变量	149
	第四节 触摸屏模板界面的制作	154
	第五节 喷漆流平室界面的制作	158
	第六节 烘干强冷室触摸屏界面介绍	168
	第七节 腻子打磨室触摸屏界面介绍	169
	第八节 报警界面的制作	170
	第九节 用户界面和权限	175
	第十节 系统界面的制作	179
	第十一节 项目编译与传送	181
	第十二节 项目测试	186

第十章	● TP270 触摸屏和 Profibus 现场总线在合力生产线上的应用	191
	第一节 概述	191
	第二节 控制系统硬件结构	191
	第三节 PLC I/O 位的定义	191
	第四节 S7-300 与 S7-200 的 EM277 之间的 Profibus DP 通信	193
	第五节 创建 WinCC flexible 变量	198
	第六节 面漆喷漆室界面的制作	201
	第七节 温度参数设定界面的制作	205
第十一章	● 基于 OMRON PLC 和触摸屏的坪桥污水处理系统	208
	第一节 污水处理系统工艺流程	208
	第二节 控制系统硬件电路	211
	第三节 污水处理 PLC 程序	214
	第四节 PLC 程序的仿真调试	228
第十二章	● 坪桥污水处理系统触摸屏程序	233
	第一节 NT631C 设置与连接	233
	第二节 触摸屏开机界面的制作	235
	第三节 污水处理系统监控界面的制作	239
	第四节 第一级运行周期设置界面的制作	246
	第五节 报警液位调整界面的制作	248
	第六节 第一、二级过滤器运行周期界面的制作	250
	第七节 报警画面	250
第十三章	● 基于 OMRON PLC 和 GP 触摸屏的热处理线自控系统	253
	第一节 热处理自动生产线基本情况介绍	253
	第二节 PLC、触摸屏选型和远程模块配置	254
	第三节 推拉料车控制	255
	第四节 滴注式加热炉控制系统	260
	第五节 2604 表在热处理炉渗碳控制中的应用	265
	第六节 回火炉控制系统	268
	第七节 清洗机控制系统	272
第十四章	● 热处理线触摸屏界面制作	276
	第一节 GP2500 触摸屏连接及初始化设置	276
	第二节 工程的建立以及相关参数的设置	277
	第三节 主菜单界面的制作	281
	第四节 手动触摸操作界面的制作	283
	第五节 自动搬送操作界面	285
	第六节 加热炉搬送监视界面的制作	289
	第七节 加热炉警报监视界面制作	293

可编程序控制器 (PLC) 基础知识

第一节 PLC 的特点和功能

一、PLC 的基本概念

可编程控制器 (programmable controller) 是计算机家族中的一员, 是为工业控制应用而设计制造的。早期的可编程控制器称作可编程逻辑控制器 (programmable logic controller), 简称 PLC, 它主要用来代替继电器实现逻辑控制, 随着技术的发展这种装置的功能已经大大超过了逻辑控制的范围, 因此, 今天这种装置称作可编程控制器, 简称 PC。但是为了避免与个人计算机 (personal computer) 的简称混淆, 所以将可编程控制器简称 PLC。

国际电工委员会 (IEC) 在 1987 年 2 月通过了对它的定义: “可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统, 是专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令, 并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。可编程控制器及其有关外部设备, 都按易于与工业控制系统联成一个整体, 易于扩充其功能的原則设计。”

二、PLC 的特点

PLC 主要有如下特点:

(1) 高可靠性。①所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离, 使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间在电气上隔离; ②各输入端均采用 R-C 滤波器, 其滤波时间常数一般为 10~20ms; ③各模块均采用屏蔽措施, 以防止辐射干扰; ④采用性能优良的开关电源; ⑤良好的自诊断功能, 一旦电源或其他软、硬件发生异常情况, CPU 立即采用有效措施, 以防止故障扩大; ⑥大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或有三 CPU 构成表决系统, 使可靠性更进一步提高。

(2) 丰富的 I/O 接口模块。PLC 针对不同的工业现场信号, 有各种 I/O 接口模块, 如开关量输入/输出模块、模拟量输入/输出模块、定位控制模块、通信联网的接口模块等。

(3) 采用模块化结构。为了适应各种工业控制需要, 除了单元式的小型 PLC 以外, 绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件包括 CPU 电源、I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

(4) 编程简单易学。PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式, 对用户来说不需要具备计算机的专业知识, 因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。

(5) 安装简单维修方便。PLC 不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直接运行,

使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接即可,投入运行的各种模块上均有运行和故障指示装置,便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构,因此一旦某模块发生故障,用户可以通过更换模块的方法使系统迅速恢复运行。

三、PLC 的功能

PLC 的功能有如下几种:①逻辑控制;②定时控制;③计数控制;④步进(顺序)控制;⑤PID 控制;⑥数据控制;⑦通信和联网。

PLC 还有许多特殊功能模块,适用于各种特殊控制的要求,如定位控制模块、称重模块。

第二节 PLC 的结构及原理

一、PLC 的结构

一般讲,PLC 分为箱体式和模块式两种,但它们的组成是相同的。箱体式 PLC 有一块 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等,当然按 CPU 性能分成若干型号,并按 I/O 点数又有若干规格。模块式 PLC 有 CPU 模块、I/O 模块、内存卡、电源模块、底板或机架。无论哪种结构类型的 PLC,都属于总线式开放型结构,其 I/O 能力可按用户需要进行扩展与组合。PLC 的基本结构框图如图 1-1 所示。

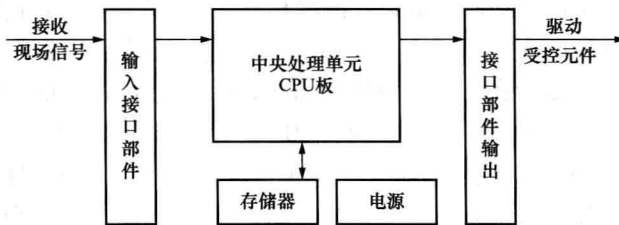


图 1-1 PLC 的基本结构框图

1. 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢。它按照 PLC 系统程序赋予的功能接收并存储从编程器输入的用户程序和数据,检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态,并能诊断用户程序中的语法错误;当 PLC 投入运行时,首先它以扫描的方式接收现场各输入装置的状态和数据,并分别存入 I/O 映像区,然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序,经过命令解释后,按指令的规定将逻辑或算术运算的结果送入 I/O 映像区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕之后,最后将 I/O 映像区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置,如此循环,直到停止运行。

为了进一步提高 PLC 的可靠性,近年来对大型 PLC 还采用双 CPU 构成冗余系统,或采用三 CPU 的表决式系统。这样,即使某个 CPU 出现故障,整个系统仍能正常运行。

2. 存储器

存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。

(1) PLC 常用的存储器类型。

1) RAM (random access memory)。这是一种读/写存储器(随机存储器)其存取速度

最快，由锂电池支持。

2) EPROM (erasable programmable read only memory)。这是一种可擦除的只读存储器。在断电情况下，存储器内的所有内容保持不变（在紫外线连续照射下可擦除存储器的内容）。

3) EEPROM (electrical erasable programmable read only memory)。这是一种电可擦除的只读存储器。使用编程器就能很容易地对其所存储的内容进行修改。

(2) PLC 存储空间的分配。虽然各种 PLC 的 CPU 的最大寻址空间各不相同，但是根据 PLC 的工作原理，其存储空间一般包括以下 3 个区域：系统程序存储区、系统 RAM 存储区（包括 I/O 映像区和系统软设备等）、用户程序存储区。

1) 系统程序存储区。在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断子程序等。由制造厂商将其固化在 EPROM 中，用户不能直接存取。它和硬件一起决定了该 PLC 的性能。

2) 系统 RAM 存储区。系统 RAM 存储区包括 I/O 映像区以及各类软设备，如逻辑线圈、数据寄存器、计时器、计数器、变址寄存器、累加器等存储器。

由于 PLC 投入运行后，只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据，在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外部设备。因此，它需要一定数量的存储单元 (RAM) 以存放 I/O 的状态和数据，这些单元称作 I/O 映像区。

一个开关量 I/O 占用存储单元中的一个位 (bit)，一个模拟量 I/O 占用存储单元中的一个字 (16bits)。因此整个 I/O 映像区可看作两个部分组成：开关量 I/O 映像区，模拟量 I/O 映像区。

除了 I/O 映像区以外，系统 RAM 存储区还包括 PLC 内部各类软设备（逻辑线圈、计时器、计数器、数据寄存器和累加器等）的存储区。该存储区又分为具有失电保持的存储区域和无失电保持的存储区域，前者在 PLC 断电时，由内部的锂电池供电，数据不会遗失；后者当 PLC 断电时，数据被清“0”。

与开关输出一样，每个逻辑线圈占用系统 RAM 存储区中的一个位，但不能直接驱动外部设备，只供用户在编程中使用，其作用类似于电器控制线路中的继电器。另外，不同的 PLC 还提供数量不等的特殊逻辑线圈，具有不同的功能。

与模拟量 I/O 一样，每个数据寄存器占用系统 RAM 存储区中的一个字 (16bits)。另外，PLC 还提供数量不等的特殊数据寄存器，具有不同的功能。

用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC，存储容量各不相同。

3. 电源

PLC 的电源在整个系统中起着十分重要的作用。如果没有一个良好的、可靠的电源系统是无法正常工作的，因此 PLC 的制造商对电源的设计和制造也十分重视。一般交流电压波动在 $\pm 10\%$ ($\pm 15\%$) 范围内，可以不采取其他措施而将 PLC 直接连接到交流电网上去。

二、PLC 的工作原理

最初研制生产的 PLC 主要用于代替传统的由继电器接触器构成的控制装置，但这两者的运行方式是不相同的。继电器控制装置采用硬逻辑并行运行的方式，即如果这个继电器的线圈通电或断电，该继电器所有的触点（包括其动断或动合触点）在继电器控制线路的哪个位置上都会立即同时操作。PLC 的 CPU 则采用顺序逻辑扫描用户程序的运行方式，即如果

一个输出线圈或逻辑线圈被接通或断开, 该线圈的所有触点 (包括其动断或动合触点) 不会立即动作, 必须等扫描到该触点时才会产生动作。为了消除两者之间由于运行方式不同而造成的差异, 考虑到继电器控制装置各类触点的动作时间一般在 100ms 以上, 而 PLC 扫描用户程序的时间一般均小于 100ms, 因此, PLC 采用了一种不同于一般微型计算机的运行方式——扫描技术。这样在对于 I/O 响应要求不高的场合, PLC 与继电器控制装置在处理结果上就没有什么区别了。

当 PLC 投入运行后, 其工作过程一般分为 3 个阶段, 即输入采样、用户程序执行和输出刷新 3 个阶段。完成上述 3 个阶段称作一个扫描周期。在整个运行期间, PLC 的 CPU 以一定的扫描速度重复执行上述 3 个阶段, 如图 1-2 所示。

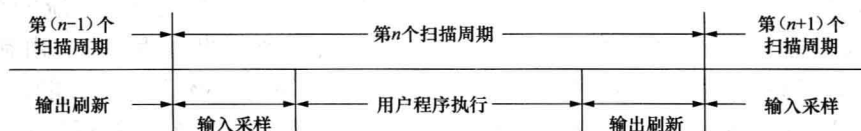


图 1-2 PLC 工作过程

(1) 输入采样阶段。在输入采样阶段, PLC 以扫描方式依次读入所有输入状态和数据, 并将它们存入 I/O 映像区中相应的单元内。输入采样结束后, 转入用户程序执行和输出刷新阶段。在这两个阶段中, 即使输入状态和数据发生变化, I/O 映像区中相应单元的状态和数据也不会改变。因此, 如果输入是脉冲信号, 则该脉冲信号的宽度必须大于一个扫描周期, 才能保证在任何情况下, 该输入均能被读取。

(2) 用户程序执行阶段。在用户程序执行阶段, PLC 总是按由上而下的顺序依次地扫描用户程序 (梯形图)。在扫描每一条梯形图时, 又总是先扫描梯形图左边的由各触点构成的控制线路, 并按先左后右、先上后下的顺序对由触点构成的控制线路进行逻辑运算, 然后根据逻辑运算的结果, 刷新该逻辑线圈在系统 RAM 存储区中对应位的状态; 或者刷新该输出线圈在 I/O 映像区中对应位的状态; 或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。即在用户程序执行过程中, 只有输入点在 I/O 映像区内的状态和数据不会发生变化, 而其他输出点和软设备在 I/O 映像区或系统 RAM 存储区内的状态和数据都有可能发生变化, 而且排在上面的梯形图, 其程序执行结果会对排在下面的梯形图起作用; 相反, 排在下面的梯形图, 其被刷新的逻辑线圈的状态或数据只能到下一个扫描周期才能对排在其上面的程序起作用。

(3) 输出刷新阶段。当扫描用户程序结束后, PLC 就进入输出刷新阶段。在此期间, CPU 按照 I/O 映像区内对应的状态和数据刷新所有的输出锁存电路, 再经输出电路驱动相应的外部设备。这时, 才是 PLC 的真正输出。

一般来说, PLC 的扫描周期包括自诊断、通信等, 即一个扫描周期等于自诊断、通信、输入采样、用户程序执行、输出刷新等所有时间的总和。因此, PLC 在一个扫描周期内, 对输入状态的采样只在输入采样阶段进行。当 PLC 进入程序执行阶段后, 输入端将被封锁, 直到下一个扫描周期的输入采样阶段才对输入状态进行重新采样。这种方式称为集中采样, 即在一个扫描周期内, 集中一段时间对输入状态进行采样。

在用户程序中, 如果对输出结果多次赋值, 则最后一次有效。在一个扫描周期内, 只在

输出刷新阶段才将输出状态从输出映象寄存器中输出,对输出接口进行刷新。在其他阶段里输出状态一直保存在输出映象寄存器中。这种方式称为集中输出。

对于小型 PLC,其 I/O 点数较少,用户程序较短,一般采用集中采样、集中输出的工作方式,虽然在一定程度上降低了系统的响应速度,但使 PLC 工作时大多数时间与外部输入/输出设备隔离,从根本上提高了系统的抗干扰能力,增强了系统的可靠性。

而对于大中型 PLC,其 I/O 点数较多,控制功能强,用户程序较长,为提高系统响应速度,可以采用定期采样、定期输出方式,或中断输入、输出方式以及采用智能 I/O 接口等多种方式。

第三节 编程方法和编程语言

程序是整个自动控制系统的“心脏”,程序编制的好坏直接影响到整个自动控制系统的运作。对于编程器及编程软件,有些厂家要求额外购买,并且这些东西价格不菲,这一点也需考虑。

1. 编程方法

一种是使用厂家提供的专用编程器,也分各种规格型号。大型编程器功能完备,适合各型号 PLC,价格高;小型编程器结构小巧,便于携带,价格低,但功能简单,适用性差;另一种是使用依托个人电脑应用平台的编程软件,现已被大多数生产厂家采用。各厂家由于生产的产品不同,因此往往只研制出适合于自己产品的编程软件,而编程软件的风格、界面、应用平台、灵活性、适应性、易于编程等都只有在用户亲自操作之后才能给予评价。

2. 编程语言

最常用的两种编程语言,一是梯形图;二是助记符语言表。采用梯形图编程,因为它直观、易懂,但需要一台个人计算机及相应的编程软件;采用助记符形式便于实验,因为它只需要一台简易编程器,而不必用昂贵的图形编程器或计算机来编程。

使用一些高档的 PLC 还具有与计算机兼容的 C 语言、BASIC 语言、专用的高级语言(如西门子公司的 GRAPH5、三菱公司的 MELSAP),也有用布尔逻辑语言、通用计算机兼容的汇编语言等,不管怎么样,各厂家的编程语言都只能适用于本厂的产品。

编程语言最为复杂,多种多样,看似相同,实则不通用。最常用的可以划分为以下 5 类编程语言:

(1) 梯形图。这是 PLC 厂家采用最多的编程语言,最初是由继电器控制图演变过来的,比较简单,对离散控制和互锁逻辑最为有用。

(2) 顺序功能图。它提供了总的结构,并与状态定位处理或机器控制应用相互协调。

(3) 功能块图。它提供了一个有效的开发环境,并且特别适用于过程控制应用。

(4) 结构化文本。这是一种类似于计算机的编程语言,它适用于复杂算法及数据处理。

(5) 指令表。它为优化编码性能提供了一个环境,与汇编语言非常相似。

厂家提供的编程软件中一般包括一种或几种编程语言,如 Concept 编程软件可以使用 5 种编程语言,依次为梯形图、顺序功能图、功能块图、结构化文本、指令表。同一编程软件下的编程语言大多数可以互换,一般选择自己比较熟悉的编程语言。

3. 指令系统

指令是了解与使用 PLC 的重要方面。不懂 PLC 指令无法编程, 目前 PLC 的指令越来越多, 越来越丰富, 综合多种作用的指令日见增多。

PLC 的指令繁多, 但主要的有这么几种类型:

(1) 基本逻辑指令。用于处理逻辑关系, 以实现逻辑控制。这类指令不管什么样的 PLC 都总是有的。

(2) 数据处理指令。用于处理数据, 如译码、编码、传送、移位等。

(3) 数据运算指令。用于进制数据的运算, 如 +、-、 \times 、/ 等, 可进行整数计算, 有的还可进行浮点数运算; 也可进行逻辑量运算, 等等。

(4) 流程控制指令。用以控制程序运行流程。PLC 的用户程序一般是从零地址的指令开始执行, 按顺序推进。但遇到流程控制指令也可作相应改变。流程控制指令也较多, 运用得好, 可使程序简练, 并便于调试与阅读。

(5) 状态监控指令。用以监视和记录 PLC 及其控制系统的工作状态, 对提高 PLC 控制系统的工作可靠性很有帮助。

当然, 并不是所有的 PLC 都有上述那么多类型的指令, 也不是所有的 PLC 仅有上述几类指令。以上只是举出几个例子, 说明要从哪几个方面了解 PLC 指令, 从中也可大致看出指令的多少及功能将如何影响 PLC 的性能。

第四节 可编程控制器产品

可编程控制器类型很多, 可从不同的角度进行分类。

一、按控制规模

控制规模主要指控制开关量的人、出点数及控制模拟量的模入、模出, 或两者兼而有之(闭路系统)的路数。但主要以开关量计。模拟量的路数可折算成开关量的点, 大致一路相当于 8~16 点。依这个点数, PLC 大致可分为微型机、小型机、中型机及大型机、超大型机。

微型机控制点仅几十点, 如欧姆龙公司的 CPM1A 系列 PLC, 西门子公司的 Logo。

小型机控制点可达 100 多点, 如欧姆龙公司的 C60P 可达 148 点, CQM1 达 256 点。德国西门子公司的 S7-200 机可达 64 点。

中型机控制点数可达近 500 点, 以至于千点, 如欧姆龙公司 C200H 机普通配置最多可达 700 多点, C200Ha 机则可达 1000 多点。德国西门子公司的 S7-300 机最多可达 512 点。

大型机控制点数一般在 1000 点以上, 如欧姆龙公司的 C1000H、CV1000, 当地配置可达 1024 点。C2000H、CV2000 当地配置可达 2048 点。

超大型机控制点数可达万点, 以至于几万点。如美国 GE 公司的 90-70 机, 其点数可达 24 000 点, 另外还可有 8000 路的模拟量。再如美国莫迪康公司的 PC-E984-785 机, 其开关量具总数为 32k (32 768), 模拟量有 2048 路。西门子的 SS-115U-CPU945, 其开关量总点数可达 8k, 另外还可有 512 路模拟量, 等等。

以上这种划分是不严格的, 只是大致的, 目的是便于系统的配置及使用。一般讲, 根据实际的 I/O 点数, 凡落在上述不同范围者, 选用相应的机型, 性能价格比必然要高; 相反,

肯定要差些。自然,也有特殊情况。如控制点数不是非常之多,不是非用大型机不可,但因大型机的特殊控制单元多,可进行热备配置,因而采用了大型机。

二、按结构

PLC可分为箱体式及模块式两大类。微型机、小型机多为箱体式的。但从发展趋势看,小型机也逐渐发展成模块式的了,如欧姆龙公司,原来小型机都是箱体式,现在的CQM1则为模块式的。

箱体的PLC把电源、CPU、内存、I/O系统都集成在一个小箱体内。一个主机箱体就是一台完整的PLC,就可用以实现控制。控制点数不符合需要,可再接扩展箱体,由主箱体及若干扩展箱体组成较大的系统,以实现对较多点数的控制。

模块式的PLC是按功能分成若干模块,如CPU模块、输入模块、输出模块、电源模块等等。大型机的模块功能更单一一些,因而模块的种类也相对多些。这也可以说是趋势。目前一些中型机,其模块的功能也趋于单一,种类也在增加。如同样欧姆龙公司C20系列PLC,H机的CPU单元就含有电源,而Ha机则把电源分出,有单独的电源模块。

模块功能更单一、品种更多,可便于系统配置,使PLC更能物尽其用,达到更高的使用效益。

由模块联结成系统有三种方法:

(1) 无底板,靠模块间接口直接相联,然后再固定到相应导轨上。欧姆龙公司的CQM1机就是这种结构,比较紧凑。

(2) 有底板,所有模块都固定在底板上。欧姆龙公司的C200Ha机,CV2000等中、大型机就是这种结构。它比较牢固,但底板的槽数是固定的,如3、5、8、10槽等。槽数与实际的模块数不一定相等,配置时难免有空槽。这既浪费,又多占空间,还得占空单元把多余的槽作填补。

(3) 用机架代替底板,所有模块都固定在机架上。这种结构比底板式的复杂,但更牢靠。一些特大型的PLC用的多为这种结构。

三、按生产厂家

目前生产PLC的厂家较多,但能配套生产,大、中、小、微型均能生产的不算太多。较有影响的,在中国市场占有较大份额的公司有:

(1) 德国西门子公司。有SS系列的产品,如SS-95U、SS-100U、SS-115U、SS-135U及SS-155U。SS-135U、SS-155U为大型机,控制点数可达6000多点,模拟量可达300多路。还推出S7系列机,有S7-200(小型)、S7-300(中型)及S7-400机(大型),性能比S5大有提高。

(2) 日本欧姆龙公司。有CPM1A型机,P型机,H型机,CQM1、CVM、CV型机,Ha型,F型机等,大、中、小、微型均有,特别在中、小、微型方面更具特长,在中国及世界市场上,都占有相当的份额。

世界上PLC产品可按地域分成三大流派:一个流派是美国产品,一个流派是欧洲产品,一个流派是日本产品。美国和欧洲的PLC技术是在相互隔离情况下独立研究开发的,因此美国和欧洲的PLC产品有明显的差异性。日本的PLC技术是由美国引进的,对美国的PLC产品有一定的继承性,但日本的主推产品定位在小型PLC上。美国和欧洲以大中型PLC而闻名,而日本则以小型PLC著称。

1. 美国 PLC 产品

美国是 PLC 生产大国,有 100 多家 PLC 厂商,著名的有 A-B 公司、通用电气(GE)公司、莫迪康(MODICON)公司、德州仪器(TI)公司、西屋公司等。其中 A-B 公司是美国最大的 PLC 制造商,其产品约占美国 PLC 市场的一半。

A-B 公司产品规格齐全、种类丰富,其主推的大中型 PLC 产品是 PLC-5 系列。该系列为模块式结构,CPU 模块为 PLC-5/10、PLC-5/12、PLC-5/15、PLC-5/25 时,属于中型 PLC,I/O 点配置范围为 256~1024 点;当 CPU 模块为 PLC-5/11、PLC-5/20、PLC-5/30、PLC-5/40、PLC-5/60、PLC-5/40L、PLC-5/60L 时,属于大型 PLC,I/O 点最多可配置到 3072 点。该系列中 PLC-5/250 功能最强,最多可配置到 4096 个 I/O 点,具有强大的控制和信息管理功能。大型机 PLC-3 最多可配置到 8096 个 I/O 点。A-B 公司的小型 PLC 产品有 SLC500 系列等。

GE 公司的代表产品是小型机 GE-1、GE-1/J、GE-1/P 等。除 GE-1/J 外,均采用模块结构。GE-1 用于开关量控制系统,最多可配置到 112 个 I/O 点。GE-1/J 是更小型化的产品,其 I/O 点最多可配置到 96 点。GE-1/P 是 GE-1 的增强型产品,增加了部分功能指令(数据操作指令)、功能模块(A/D、D/A 等)、远程 I/O 功能等,其 I/O 点最多可配置到 168 点。中型机 GE-III,它比 GE-1/P 增加了中断、故障诊断等功能,最多可配置到 400 个 I/O 点。大型机 GE-V,它比 GE-III 增加了部分数据处理、表格处理、子程序控制等功能,并具有较强的通信功能,最多可配置到 2048 个 I/O 点。GE-VI/P 最多可配置到 4000 个 I/O 点。

德州仪器(TI)公司的小型 PLC 新产品有 TI510、TI520 和 TI100 等,中型 PLC 新产品有 TI300、5TI 等,大型 PLC 产品有 PM550、PM530、PM560、PM565 等系列。除 TI100 和 TI300 无联网功能外,其他 PLC 都可实现通信,构成分布式控制系统。

莫迪康(MODICON)公司有 M84 系列 PLC。其中 M84 是小型机,具有模拟量控制与上位机通信功能,最多 I/O 点为 112 点。M484 是中型机,其运算功能较强,可与上位机通信,也可与多台联网,最多可扩展 I/O 点为 512 点。M584 是大型机,其容量大、数据处理和网络能力强,最多可扩展 I/O 点为 8192。M884 增强型中型机,它具有小型机的结构、大型机的控制功能,主机模块配置 2 个 RS-232C 接口,可方便地进行组网通信。

2. 欧洲 PLC 产品

德国的西门子(SIEMENS)公司、AEG 公司,法国的 TE 公司是欧洲著名的 PLC 制造商。德国的西门子的电子产品以性能精良而久负盛名。在中、大型 PLC 产品领域与美国的 A-B 公司齐名。

西门子 PLC 主要产品是 S5、S7 系列。在 S5 系列中,S5-90U、S-95U 属于微型整体式 PLC;S5-100U 是小型模块式 PLC,最多可配置到 256 个 I/O 点;S5-115U 是中型 PLC,最多可配置到 1024 个 I/O 点;S5-115UH 是中型机,它是由两台 SS-115U 组成的双机冗余系统;S5-155U 为大型机,最多可配置到 4096 个 I/O 点,模拟量可达 300 多路;SS-155H 是大型机,它是由两台 S5-155U 组成的双机冗余系统。而 S7 系列是西门子公司在 S5 系列 PLC 基础上近年推出的新产品,其性能价格比高,其中 S7-200 系列属于微型 PLC、S7-300 系列属于中小型 PLC、S7-400 系列属于中高性能的大型 PLC。

3. 日本 PLC 产品

日本的小型 PLC 最具特色, 在小型机领域中颇具盛名, 某些用欧美的中型机或大型机才能实现的控制, 日本的小型机就可以解决。在开发较复杂的控制系统方面明显优于欧美的小型机, 所以格外受用户青睐。日本有许多 PLC 制造商, 如三菱、欧姆龙、松下、富士、日立、东芝等公司, 在世界小型 PLC 市场上, 日本产品约占有 70% 的份额。

三菱公司的 PLC 是较早进入中国市场的产品。其小型机 F1/F2 系列是 F 系列的升级产品, 早期在我国的销量也不少。F1/F2 系列加强了指令系统, 增加了特殊功能单元和通信功能, 比 F 系列有了更强的控制能力。继 F1/F2 系列之后, 20 世纪 80 年代末三菱公司又推出 FX 系列, 在容量、速度、特殊功能、网络功能等方面都有了全面的加强。FX2 系列是在 20 世纪 90 年代开发的整体式高功能小型机, 它配有各种通信适配器和特殊功能单元。FX2N 几年推出的高功能整体式小型机, 它是 FX2 的换代产品, 各种功能都有了全面的提升。近年来还不断推出满足不同要求的微型 PLC, 如 FX0S、FX1S、FX0N、FX1N 及 α 系列等产品。

三菱公司的大中型机有 A 系列、QnA 系列、Q 系列, 具有丰富的网络功能, I/O 点数可达 8192 点。其中 Q 系列具有超小的体积、丰富的机型、灵活的安装方式、双 CPU 协同处理、多存储器、远程口令等特点, 是三菱公司现有 PLC 中最高性能的 PLC。

欧姆龙 (OMRON) 公司的 PLC 产品, 大、中、小、微型规格齐全。微型机以 SP 系列为代表, 其体积小, 速度极快。小型机有 P 型、H 型、CPM1A 系列、CPM2A 系列、CPM2C、CQM1 等。P 型机现已被性价比更高的 CPM1A 系列所取代, CPM2A/2C、CQM1 系列内置 RS-232C 接口和实时时钟, 并具有软 PID 功能, CQM1H 是 CQM1 的升级产品。中型机有 C200H、C200HS、C200HX、C200HG、C200HE、CS1 系列。C200H 是前些年畅销的高性能中型机, 配置齐全的 I/O 模块和高功能模块, 具有较强的通信和网络功能。C200HS 是 C200H 的升级产品, 指令系统更丰富、网络功能更强。C200HX/HG/HE 是 C200HS 的升级产品, 有 1148 个 I/O 点, 其容量是 C200HS 的 2 倍, 速度是 C200HS 的 3.75 倍, 有品种齐全的通信模块, 是适应信息化的 PLC 产品。CS1 系列具有中型机的规模、大型机的功能, 是一种极具推广价值的新机型。

大型机有 C1000H、C2000H、CV (CV500/CV1000/CV2000/CVM1) 等。C1000H、C2000H 可单机或双机热备运行, 安装带电插拔模块, C2000H 可在线更换 I/O 模块; CV 系列中除 CVM1 外, 均可采用结构化编程, 易读、易调试, 并具有更强大的通信功能。

松下公司的 PLC 产品中, FPO 为微型机, FP1 为整体式小型机, FP3 为中型机, FP5/FP10、FP10S (FP10 的改进型)、FP20 为大型机, 其中 FP20 是最新产品。松下公司 PLC 产品的主要特点是: 指令系统功能强; 有的机型还提供可以用 FP-BASIC 语言编程的 CPU 及多种智能模块, 为复杂系统的开发提供了软件手段; FP 系列各种 PLC 都配置通信机制, 由于它们使用的应用层通信协议具有一致性, 这给构成多级 PLC 网络和开发 PLC 网络应用程序带来了方便。

国产 PLC 在中国 PLC 市场所占份额很小, 生产厂家有无锡光洋、上海香岛和南京嘉华。

第五节 PLC 产品选型

众多厂家生产的各种类型 PLC, 各有优缺点, 能够满足用户的各种需求。但在形态、

组成、功能、编程等方面,没有一个统一的标准,无法进行横向比较。下面提出在自动控制系统设计中 PLC 选型的一些看法,可以在挑选 PLC 时作为参考。

1. 控制点数

首先应确定系统用 PLC 单机控制,还是用 PLC 形成网络,由此计算 PLC 输入、输出点数,对控制点数(数字量及模拟量)有一个准确地统计,这往往是选择 PLC 的首要条件,一般选择比控制点数多 10%~30% 的 PLC。

对于一个控制对象,由于采用的控制方法不同或编程水平不同,I/O 点数也应有所不同。表 1-1 列出了典型传动设备及常用电气元件所需的开关量的 I/O 点数。

表 1-1 典型传动设备及常用电气元件所需的开关量的 I/O 点数

序号	电气设备	元件输入点数	输出点数
1	Y-d 启动的笼型异步电动机	4	3
2	单向运行的笼型异步电动机	3	1
3	可逆运行的笼型异步电动机	5	2
4	单线圈电磁阀	—	1
5	双线圈电磁阀	—	2
6	信号灯	—	1
7	三挡波段开关	3	—
8	行程开关	1	—
9	按钮	1	—
10	光电管开关	1	—

2. 确定负载类型

根据 PLC 输出端所带的负载是直流型还是交流型,是大电流还是小电流,以及 PLC 输出点动作的频率等,从而确定输出端采用继电器输出,还是晶体管输出或晶闸管输出。不同的负载选用不同的输出方式,对系统的稳定运行是很重要的。

3. 存储容量与速度

尽管国外各厂家的 PLC 产品大体相同,但也有一定的区别。目前还未发现各公司之间完全兼容的产品。各个公司的开发软件都不相同,而用户程序的存储容量和指令的执行速度是两个重要指标。一般存储容量越大、速度越快的 PLC 价格就越高,但应该根据系统的大小,合理选用 PLC 产品。

PLC 系统所用的存储器基本上由 PROM、E-PROM 及 PAM 三种类型组成,存储容量则随机器的大小变化,一般小型机的最大存储能力低于 6KB,中型机的最大存储能力可达 64KB,大型机的最大存储能力可上兆字节。使用时可以根据程序及数据的存储需要来选用合适的机型,必要时也可专门进行存储器的扩充设计。

PLC 的存储器容量选择和计算的第一种方法:根据编程使用的节点数精确计算存储器的实际使用容量。第二种为估算法,用户可根据控制规模和应用目的,按照公式来估算。为了使用方便,一般应留有 25%~30% 的容量,获取存储容量的最佳方法是生成程序,即用了多少字。知道每条指令所用的字数,用户便可确定准确的存储容量。

估算存储器容量的方法:

一般继电器控制时存储器容量