

工程实践系列丛书
职业教育技能型人才培养“十二五”规划教材

电工技术 实训项目教程

DIANGONG JISHU
SHIXUN XIANGMU JIAOCHENG

——PLC篇

主 审◎徐丽钟 周一兵
主 编◎宋志鹏 陈晓军
副主编◎吴长贵 谢春梅



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

工程实践系列丛书

职业教育技能型人才培养“十二五”规划教材

电工技术实训项目教程

——PLC 篇

主 审	徐丽钟	周一兵
主 编	宋志鹏	陈晓军
副主编	吴长贵	谢春梅

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

图书在版编目 (C I P) 数据

电工技术实训项目教程. PLC 篇 / 宋志鹏, 陈晓军主编.
—成都: 西南交通大学出版社, 2013.9
(工程实践系列丛书)
职业教育技能型人才培养“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5643-2644-9

I. ①电… II. ①宋… ②陈… III. ①电工技术—高等职业教育—教材②plc 技术—高等职业教育—教材 IV.
①TM②TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 209052 号

工程实践系列丛书

职业教育技能型人才培养“十二五”规划教材

电工技术实训项目教程

——PLC 篇

主编 宋志鹏 陈晓军

责任编辑	李芳芳
助理编辑	宋彦博
封面设计	墨创文化
出版发行	西南交通大学出版社 (四川省成都市金牛区交大路 146 号)
发行部电话	028-87600564 028-87600533
邮政编码	610031
网 址	http://press.swjtu.edu.cn
印 刷	成都蜀通印务有限责任公司
成品尺寸	185 mm × 260 mm
印 张	16.75
字 数	420 千字
版 次	2013 年 9 月第 1 版
印 次	2013 年 9 月第 1 次
书 号	ISBN 978-7-5643-2644-9
定 价	34.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

近年来,国家加快了职业教育办学思想、办学体制、培养模式的变革,一个适应社会主义现代化建设需要的现代职业教育体系基本形成。由于明确了“以服务为宗旨、以就业为导向”的方针,职业教育办学思想实现了重大转变,局面豁然开朗,路子越走越宽。为了贯彻落实《国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定》,坚持以就业为导向的职业教育办学方针,推进高职高专类院校课程改革和教材改革,本着“工学结合、项目引导、教学做一体化”的原则,我们编写了本书。

本书的作者均是来自高职高专院校的一线“双师型”骨干教师。在编写过程中,本书结合“PLC 技术与应用”课程的改革和建设,从职业(岗位)需求分析入手,参照国家职业标准《维修电工》的要求,本着培养学生的科学素养、提高学生的动手能力的原则,精选教材内容,贯彻“管用、够用、适用”教学指导思想。

为大力普及 PLC 的应用,并结合高职高专的培养目标,本书从工程应用的角度出发,以我国广泛使用的三菱 FX 系列 PLC 为样机,突出应用性与实用性,详细介绍了 PLC 的结构、工作原理、指令系统、应用实例等内容。本书打破了以往教材将基本指令和基本应用分成各个独立的章节来编写的模式,而以应用为主线,通过设计不同的工程项目,来引导学生由实践到理论,再由理论到实践,将理论知识融入每一个实践操作中。

全书分为七个专题,分别为:PLC 的基础知识(分 3 个项目),PLC 的基本构成和工作原理(分 3 个项目),FX 系列可编程控制器(分 2 个项目),FX_{2N}系列 PLC 基本指令的应用(分 10 个项目),FX_{2N}系列 PLC 顺序控制设计法的应用(分 6 个项目),FX_{2N}系列 PLC 功能指令的应用(分 11 个项目),PLC 的应用举例(分 2 个项目和 6 个实例)。其中每个项目又由知识准备、任务提出、原理分析、任务实施等环节组成。

本书强调职业技能的训练,注重职业能力的培养,可作为高等职业学校、高等专科院校、技师学院、中等职业学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院和民办高校工业电气自动化专业教材,也适用于电气技术、机电一体化、计算机应用等相关专业。

本书由宋志鹏、陈晓军担任主编，吴长贵、谢春梅担任副主编。宋志鹏编写了专题一~专题三和附录F，陈晓军编写了专题四和附录A~C，吴长贵编写了专题五和专题七，谢春梅编写了专题六和附录D~E。

本书得以面世，受惠于许多领导和同事的帮助：南通职业大学技师学院徐丽钟高级讲师与南通广播电视大学周一兵高级工程师仔细审阅了书稿，并提出了许多宝贵的指导意见和资料；南通职业大学技师学院电工电子教研室的所有老师在该书的编写过程中都给予了许多帮助。同时，西南交通大学出版社也对本书的编写给予了热情帮助和大力支持。在此一并表示诚挚的谢意。

由于编者水平有限，书中难免有疏漏和不足之处，恳请读者批评指正，以不断提高教材质量。

编 者

2013年4月

目 录

专题一 PLC 的基础知识	1
项目一 PLC 概述	1
项目二 PLC 的特点和主要功能	7
项目三 PLC 的应用现状和发展趋势	12
思考与练习	16
专题二 PLC 的基本构成和工作原理	17
项目一 PLC 的硬件系统	17
项目二 PLC 的软件系统	24
项目三 PLC 的工作原理	29
思考与练习	33
专题三 FX 系列 PLC	34
项目一 FX _{2N} 系列 PLC 的基本组成	34
项目二 GX-Developer 编程软件的使用	42
专题四 FX _{2N} 系列 PLC 基本指令的应用	50
项目一 三相异步电动机的点动运行	50
项目二 三相异步电动机的连续运行	54
项目三 三相异步电动机的正反转控制	61
项目四 两台电动机顺序启动的电路	67
项目五 顺序相连的传送带控制系统	72
项目六 Y- Δ 启动的可逆运行电动机	77
项目七 灯光闪烁电路	81
项目八 基本指令的综合运用(一)——水塔水位控制系统	86
项目九 基本指令的综合运用(二)——用 PLC 改造三相异步电动机 双重连锁正反转启动、反接制动控制线路	90
项目十 基本指令的综合运用(三)——用 PLC 改造并励直流电动机 正反转启动、反接制动控制线路	96
专题五 FX _{2N} 系列 PLC 顺序控制设计法的应用	104
项目一 小车往复运动控制	104
项目二 按钮式人行道交通灯控制	111

项目三	自动门控制系统	116
项目四	两种液体混合装置	121
项目五	机械手的步进控制	124
项目六	十字路口交通信号灯控制	128
项目七	大小球的分选系统	134
专题六	FX_{2N} 系列 PLC 功能指令的应用	143
项目一	电动机的 Y- Δ 启动运行控制	143
项目二	闪光信号灯的闪光频率控制	147
项目三	简易密码锁控制	151
项目四	简易定时报时器	154
项目五	外置计数器	158
项目六	算术运算	163
项目七	彩灯控制电路	166
项目八	流水灯光控制	170
项目九	步进电动机控制	173
项目十	用单按钮控制五台电动机的启停	179
项目十一	外部故障诊断电路	182
专题七	FX_{2N} 系列 PLC 的工程应用实例	188
项目一	PLC 控制系统设计概述	188
项目二	PLC 控制系统的硬件配置	189
实例一	FX _{2N} 系列 PLC 在压滤机控制系统中的应用	193
实例二	FX _{2N} 系列 PLC 在电镀生产线上的应用	195
实例三	FX _{2N} 系列 PLC 在金属切削机床控制中的应用	200
实例四	FX _{2N} 系列 PLC 在伺服控制系统中的应用	205
实例五	FX _{2N} 系列 PLC 在球磨机润滑监控系统中的应用	208
实例六	FX _{2N} 系列 PLC 在立式车床控制系统中的应用	211
附 录		218
参考文献		262

专题一 PLC 的基础知识

PLC 即可编程控制器，是 Programmable Logic Controller 的缩写。它是一种新型的控制器件，集微电子技术、计算机技术、自动化技术、通信技术于一体，在取代继电器控制系统、实现多种设备的自动控制中，充分体现了其优点，受到广大用户的欢迎和重视，是当代工业生产自动化的重要支柱之一。

项目一 PLC 概述

【任务目标】

- ① 了解 PLC 的产生与发展；
- ② 了解 PLC 的定义；
- ③ 了解 PLC 的分类。

一、可编程控制器的产生

20 世纪 60 年代以前，用以对工业生产进行自动控制的最先进的装置就是继电控制盘，它为当时生产力的发展发挥了很大的作用。但是，以继电控制盘为核心元件的自动顺序控制系统有许多固有的缺陷：

(1) 系统利用布线逻辑来实现各种控制，需要使用大量的机械触点，使系统运行的可靠性较差，如图 1.1 所示。

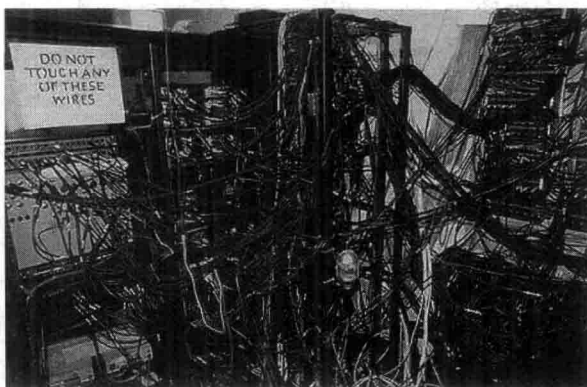


图 1.1 复杂的继电器配电线路

- (2) 当生产的工艺流程改变时,要改变大量的硬件接线,为此要耗费人力、物力和时间。
- (3) 功能局限性大。
- (4) 体积大、耗能多。

这些缺陷大大限制了继电控制盘的应用范围。

当人类历史跨入 20 世纪 60 年代后,在工业生产中迫切需要一种使用方便灵活、运行安全可靠、功能完善的新一代自动控制装置。电子技术和计算机技术的发展为此提供了有力的硬件支持。

1968 年,美国通用汽车公司(GM)为了增强其产品在市场中的竞争力,满足不断更新汽车型号的需要,以及实现小批量、多品种生产,率先提出采用可编程序的逻辑控制器取代硬件接线控制电路的设想,并提出了如下十条技术指标公开招标:

- (1) 容易编程;
- (2) 采用模块式结构;
- (3) 成本可与继电器控制系统相竞争;
- (4) 具有数据通信功能;
- (5) 输入输出电源使用市电;
- (6) 能在恶劣环境下工作;
- (7) 存储设备可扩充至 4 KB;
- (8) 系统扩展时原系统只需很小的改动;
- (9) 可靠性高于继电器控制系统;
- (10) 设备体积小于继电器控制柜。

1969 年,美国数字设备公司(DEC)根据美国通用汽车公司的这种要求,研制成功了世界上第一台可编程控制器,并在通用汽车公司的自动装配线上试用,取得很好的效果。

可编程控制器的最大特点是控制过程以程序方式存放在存储器中,只要修改存储器中的程序就能改变生产工艺的控制过程,而不需要对硬件连线做多大的改变。改变程序的方式要比改变硬件连线的方式容易得多,所以可编程控制器很快就被其他行业采用。

早期的可编程控制器仅有逻辑运算、定时、计数等顺序控制功能,只用来取代传统的继电器控制,通常称为可编程逻辑控制器(PLC)。随着微电子技术和计算机技术的发展,20 世纪 70 年代中期,微处理器技术应用到 PLC 中,使 PLC 不仅具有逻辑控制功能,还增加了算术运算、数据传送和数据处理等功能。70 年代中期,PLC 进入了实用化阶段。70 年代末和 80 年代初,可编程控制器进入了成熟阶段。

20 世纪 80 年代以后,随着大规模、超大规模集成电路等微电子技术的迅速发展,16 位和 32 位微处理器应用于 PLC 中,使 PLC 得到迅速发展。PLC 不仅控制功能增强,可靠性提高,功耗、体积减小,成本降低,编程和故障检测更加灵活方便,而且具有通信和联网、数据处理和图像显示等功能,真正成为具有逻辑控制、过程控制、运动控制、数据处理、联网通信等功能的名副其实的多功能控制器。

二、可编程控制器的发展

自从第一台 PLC 出现以后,日本、德国、法国等也相继开始研制 PLC,并得到了迅速的发展。

目前,世界上有两百多家 PLC 厂商,四百多种 PLC 产品。它们按地域可分成美国、欧洲和日本三个流派的产品。美国和欧洲的 PLC 技术是在相互隔离的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。而日本的 PLC 技术是由美国引进的,对美国的 PLC 产品有一定的继承性。美国和欧洲以大中型 PLC 闻名,而日本则以小型 PLC 著称。

著名的 PLC 生产厂家主要有美国的 A-B (Allen-Bradly)、GE (General Electric) 公司,日本的三菱电机 (Mitsubishi Electric)、欧姆龙 (OMRON)、富士电机 (Fuji Electric)、东芝 (TOSHIBA)、光洋 (KOYO)、松下电工 (MEW)、夏普 (SHARP)、安川公司等,德国的 AEG、西门子 (SIEMENS) 公司,法国的 TE (Telemecanique) 公司,瑞士的 Selectron 公司等。

我国的 PLC 研制、生产和应用也发展很快。在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初,我国随国外成套设备、专用设备引进了不少国外的 PLC。此后,在传统设备改造和新设备设计中,PLC 的应用逐年增多,并取得显著的经济效益,PLC 在我国的应用越来越广泛,对提高我国工业自动化水平起到了巨大的作用。目前,我国不少科研单位和工厂在研制和生产 PLC,如北京机械工业自动化研究所、中科院北京计算机所及自动化所、无锡华光电子公司等。

从近年的统计数据来看,在世界范围内,PLC 产品的产量、销量及用量高居工业控制装置榜首,而且市场需求量一直以每年 15% 的涨幅上升。PLC 已成为工业自动化控制领域中占主导地位的通用工业控制装置。

三、可编程控制器的定义

1980 年,美国电气制造商协会 (NEMA) 将可编程控制器正式命名为 Programmable Controller,简称 PC。

因可编程控制器仍在不断发展,所以国际上至今未能对其下最终的定义。1980 年,NEMA 将可编程控制器定义为:“可编程控制器是一种带有指令存储器、数字的或模拟的输入/输出接口,以位运算为主,能完成逻辑、顺序、定时、计数和算术运算等功能,用于控制机器或生产过程中的自动控制装置。”

1985 年 1 月,国际电工委员会 (IEC) 在颁布可编程控制器标准草案第二稿时,又对可编程控制器做了明确定义:“可编程控制器是以一种数字运算操作的电子系统,专为在工业环境下应用而设计。它采用可编程的存储器,用来在其内部存储逻辑运算和顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的指令,并通过数字的或模拟的输入与输出接口,控制各种类型的机器设备或生产过程。可编程控制器及其有关设备的设计原则是它应易于与工业控制系统联成一个整体和具有扩充功能。”

该定义强调了可编程控制器是“数字运算操作的电子系统”，是一种计算机，是“专为工业环境下应用而设计”的工业控制计算机，具有很强的抗干扰能力、广泛的适应能力和广阔的应用范围，这是区别于一般微机控制系统的重要特征。同时，该定义也强调了可编程控制器用软件方式实现的“可编程”与传统控制装置中通过硬件或硬接线的变更来改变程序的本质区别。

虽然可编程控制器的简称为 PC，但它与近年来人们熟知的个人计算机（Personal Computer，也简称 PC）是完全不同的概念。为加以区别，国内外很多杂志以及在工业现场的工程技术人员，仍然把可编程控制器称为 PLC。为了照顾到这种习惯，在后续章节中，我们仍称可编程控制器为 PLC。

近年来，PLC 发展很快，几乎每年都推出不少新系列产品，其功能已远远超出了上述定义的范围。

四、PLC 的分类

PLC 具有多种分类方式，了解这些分类方式有助于对 PLC 的选型及应用。

（一）根据 I/O 点数分类

PLC 的输入、输出点数表明了 PLC 可从外部接受多少个输入信号和向外部发出多少个输出信号，实际上也就是 PLC 的输入、输出端子数。根据 I/O 点数的多少可将 PLC 分为微型机、小型机、中型机、大型机和巨型机。一般来说，点数多的 PLC，功能也相应较强。

1. 微型机

I/O 点数（总数）在 64 点以下，内存容量为 256 B ~ 1 KB，称为微型机。微型机的结构为整体式，主要用于小规模开关量控制。

2. 小型机

I/O 点数（总数）为 65 ~ 128，内存容量为 1 ~ 3.6 KB，称为小型机。小型机一般只具有逻辑运算、定时、计数和移位等功能，适用于中小规模开关量的控制，可用于实现条件控制、顺序控制等。有些小型 PLC，也增加了一些算术运算和模拟量处理等功能，能适应更广泛的需要。目前的小型 PLC 一般也具有数据通信等功能。

微型机和小型机的特点是价格低、体积小，适用于控制自动化单机设备、开发机电一体化产品。

3. 中型机

I/O 点数为 129 ~ 512，内存容量为 3.6 ~ 13 KB，称为中型机。它除了具备逻辑运算功能外，还增加了模拟量输入/输出、算术运算、数据传送、数据通信等功能，可完成既有开关量又有模拟量的复杂控制。中型机的软件比小型机丰富，在已固化的程序内，一般还有 PID（比

例、积分、微分)调节,整数/浮点运算等功能模块。

中型机的特点是功能强、配置灵活,适用于小规模的综合控制系统。

4. 大型机

I/O 点数为 513 ~ 896,内存容量为 13 KB,称为大型机。

大型机的功能更加完善,具有数据运算、模拟调节、联网通信、监视记录、打印等功能。监控系统采用 CRT 显示生产过程的工艺流程、各种曲线、PID 调节参数选择图等,还能进行中断控制、智能控制、远程控制等。

大型机适用于具有温度、压力、流量、速度、角度、位置等模拟量控制和大量开关量控制的复杂系统以及连续生产过程控制场合。

5. 巨型机

I/O 点数大于 896,内存容量大于 13 KB,称为巨型机。

巨型机的特点是 I/O 点数特别多,控制规模宏大,组网能力强,可用于大规模的过程控制,构成分布式控制系统,或整个工厂的集散控制系统。

上述分类的方式并不十分严格,也不是一成不变的。随着 PLC 的发展,分类标准已经有过多次修改。

(二) 根据 PLC 的结构形式分类

根据 PLC 的结构形式,可将 PLC 分为整体式和模块式两类。

1. 整体式 PLC

整体式 PLC 是将电源、CPU、I/O 接口等部件都集中装在一个机箱内,如图 1.2 所示。它具有结构紧凑、体积小、价格低的特点。小型 PLC 一般采用这种整体式结构。整体式 PLC 由不同 I/O 点数的基本单元(又称主机)和扩展单元组成。基本单元内有 CPU、I/O 接口、与 I/O 扩展单元相连的扩展口,以及与编程器或 EPROM 写入器相连的接口等。扩展单元内只有 I/O 接口和电源等,没有 CPU。基本单元和扩展单元之间一般用扁平电缆连接。

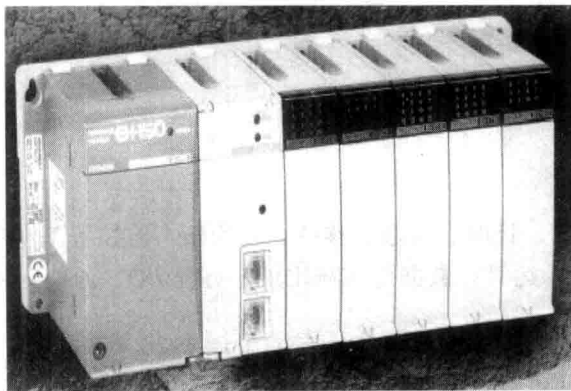


图 1.2 整体结构的 PLC

2. 模块式 PLC

模块式 PLC 是将 PLC 各组成部分，做成若干个单独的模块，如 CPU 模块、I/O 模块、电源模块（有的含在 CPU 模块中）以及各种功能模块，如图 1.3 和图 1.4 所示。模块式 PLC 由框架或基板和各种模块组成。模块式 PLC 的特点是配置灵活，可根据需要选配不同规模的系统，而且装配方便，便于扩展和维修。大、中型 PLC 一般采用模块式结构。

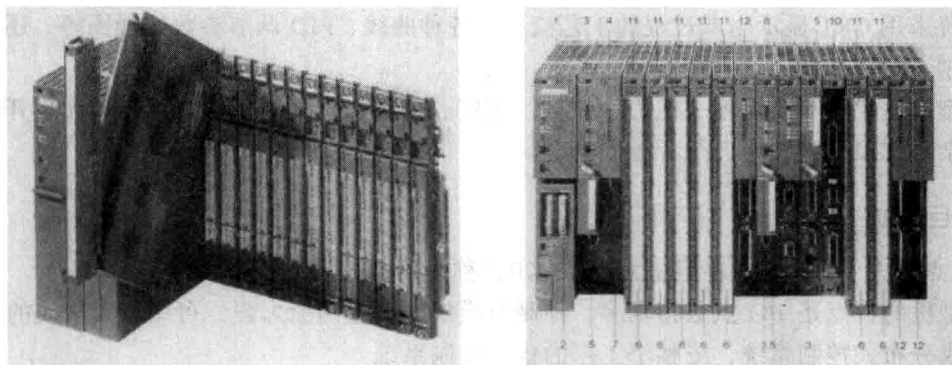


图 1.3 S7 模块式 PLC

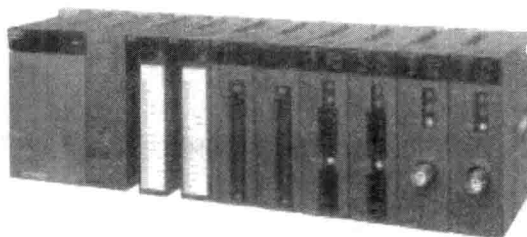


图 1.4 S7 模块式 PLC

还有一些 PLC 将整体式和模块式的特点结合起来，构成所谓的叠装式 PLC。叠装式 PLC 的 CPU、电源、I/O 接口等也是各自独立的模块，但它们之间是靠电缆进行连接，并且各模块可以一层层地叠装。这样，不但系统可以灵活配置，还可做得体积小巧。

（三）根据功能分类

PLC 可大致分为低档、中档、高档机三种。

1. 低档机

低档机具有逻辑运算、计时、计数、移位、自诊断、监控等基本功能，还可能具有少量的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、远程 I/O、通信等功能。

2. 中档机

中档机除具有低档机的功能外，还有较强的模拟量输入/输出、算术运算、数据传送与比较、远程 I/O、子程序、通信联网等功能，还可能增设中断控制、PID 控制等功能。

3. 高档机

高档机除具有中档机的功能外，还有符号运算（32 位双精度加、减、乘、除及比较）、矩阵运算、位逻辑运算（置位、清除、右移、左移）、平方根运算及其他特殊功能函数的运算、表格传送及表格功能等。而且高档机具有更强的通信联网功能，可用于大规模过程控制，构成全 PLC 的集散控制系统或整个工厂的自动化网络。

（四）根据生产厂家分类

PLC 的生产厂家很多，每个厂家生产的 PLC，其点数、容量、功能各有差异，但都自成系列，指令及外设向上兼容。因此，在选择 PLC 时若选择同一系列的产品，则可以使系统构成容易、操作人员使用方便、备品配件的通用性及兼容性好。比较有代表性的生产厂家有：日本欧姆龙公司的 C 系列、三菱公司的 F 系列、东芝公司的 EX 系列，美国哥德（GOULD）公司的 M84 系列、通用电气公司的 GE 系列、A-B 公司的 PLC-5 系列，德国西门子的 S5 系列、S7 系列等。

项目二 PLC 的特点和主要功能

【任务目标】

- ① 了解 PLC 的特点；
- ② 掌握 PLC 的主要功能。

一、PLC 的主要优点

PLC 技术之所以发展迅速，除了工业自动化的客观需要外，主要是因为它具有许多独特的优点，能较好地解决工业领域中普遍关心的可靠性、安全性、灵活性、方便性、经济性问题。

PLC 的主要优点如下：

1. 抗干扰能力强，可靠性极高

工业生产对电气控制设备的可靠性要求是非常高的，它应具有很强的抗干扰能力，能在很恶劣的环境下（如温度高、湿度大、金属粉尘多、距离高压设备近、有较强的高频电磁干扰等）长期连续可靠地工作，平均无故障时间（MTBF）长，故障修复时间短。而 PLC 是专为工业控制设计的，能适应工业现场的恶劣环境。可以说，没有任何一种工业控制设备能够达到 PLC 的可靠性。在 PLC 的设计和制造过程中，采取了精选元器件及多层次抗干扰等措施，使 PLC 的 MTBF 可以达到几十万小时，如三菱公司的 F1、F2 系列的 MTBF 可达到 30 万小时。有些高档机的 MTBF 还要长得多，这是其他电气设备根本做不到的。

绝大多数用户都将可靠性作为选取控制装置的首要条件，因此，PLC 在硬件和软件方面均采取了一系列的抗干扰措施。

在硬件方面，首先是选用优质器材，采取合理的系统结构，加固安装，使它能抗振动冲击。对于印制电路板的设计、加工及焊接，都采取了极为严格的工艺措施。对于工业生产过程中最常见的瞬间强干扰，采取的措施主要是隔离和滤波技术。PLC 的输入和输出电路一般都用光电耦合器传递信号，做到电浮空，使 CPU 与外部电路完全断开了电的联系，有效地抑制了外部干扰对 PLC 的影响。在 PLC 的电源电路和 I/O 接口中，还设置多种滤波电路，除了采用常规的模拟滤波器（如 LC 滤波和 π 型滤波）外，还加上了数字滤波，以消除和抑制高频干扰信号，同时也削弱了各种模板之间的干扰。用集成电压调整器对微处理器的 +5 V 电源进行调整，以适应交流电网的波动和过电压、欠电压的影响。在 PLC 内部还采用了电磁屏蔽措施，对电源变压器、CPU、存储器、编程器等主要部件采用导电、电磁良好的材料进行屏蔽，以防外界干扰。

在软件方面，PLC 也采用了很多特殊措施。例如，设置了警戒时钟 WDT (Watching Dog Timer)，系统运行时对 WDT 定时刷新，一旦程序出现死循环，能立即跳出，重新启动并发出报警信号。还设置了故障检测及诊断程序，用以检测系统硬件是否正常、用户程序是否正确，以便于自动地作出相应的处理，如报警、封锁输出、保护数据等。当 PLC 检测到故障时，立即将现场信息存入存储器，由系统软件配合对存储器进行封闭，禁止对存储器的任何操作，以防存储信息被破坏。这样，一旦检测到外界环境正常后，便可恢复到故障发生前的状态，继续原来的程序工作。

PLC 控制系统采用无触点的微电子技术，复杂的控制功能由 PLC 控制系统内部的运算器完成，使用寿命大大加长。正常情况下，寿命在 5 年以上。

这些有效的措施，保证了可编程控制器的高可靠性。

2. 编程方便

PLC 的设计是面向工业企业中一般电气工程技术人员的，它采用易于理解和掌握的梯形图语言以及面向工业控制的简单指令。这种梯形图语言既继承了传统继电器控制线路的表达形式（如线圈、触点、动合、动断），又考虑到工业企业中的电气技术人员的读图习惯和微机应用水平。因此，梯形图语言对于企业中熟悉继电器控制线路图的电气技术人员是非常亲切的，它形象、直观、简单、易学，尤其是对于小型 PLC 而言，几乎不需要专门的计算机知识，只要进行几天甚至几小时的培训，就能基本掌握编程方法。因此，无论是在生产线的设计中，还是在传统设备的改造中，电气工程技术人員都特别欢迎和愿意使用 PLC。

3. 使用方便

虽然 PLC 种类繁多，但由于其产品的系列化和模板化，并且配有品种齐全的各种软件，用户可灵活组合成各种规模 and 不同要求的控制系统。用户在硬件设计方面，只需确定 PLC 的硬件配置和 I/O 通道的外部接线。在 PLC 构成的控制系统中，只需在 PLC 的端子上接入相应的输入、输出信号即可，不需要诸如继电器之类的器件和大量繁杂的硬接线电路。在生产工艺流程改变、生产线设备更新或系统控制要求改变，需要变更控制系统的功能时，一般不必改变或很少改变 I/O 通道的外部接线，只要改变存储器中的控制程序即可，这在用传统的继电器控制时是很难想象的。PLC 的输入、输出端子可直接与交流 220 V、直流 24 V 等强电相连，并具有较强的带负载能力。

在 PLC 运行过程中, PLC 的面板上(或显示器上)可以显示生产过程中用户感兴趣的各种状态和数据,使操作人员做到心中有数,即使在出现故障甚至发生事故时,也能及时处理。

4. 维护方便

PLC 的控制程序可通过编程器输入 PLC 的用户程序存储器中。编程器不仅能对 PLC 控制程序进行写入、读出、检测、修改,还能对 PLC 的工作进行监控,使得 PLC 的操作及维护都很方便。PLC 还具有很强的自诊断能力,能随时检查出自身的故障,并显示给操作人员,如 I/O 通道的状态、RAM 后备电池的状态、数据通信的异常、PLC 内部电路的异常等。正是通过 PLC 的这种完善的诊断和显示能力,当 PLC 或外部的输入装置及执行机构发生故障时,操作人员能迅速检查、判断故障原因,确定故障位置,以便迅速采取有效的措施。如果是 PLC 本身故障,在维修时只需要更换插入式模块或其他易损件即可,既方便又减少了修复时间。

有人预言,将来自动化工厂的电气工人,将一手拿着螺丝刀,一手拿着编程器。这也是 PLC 得以迅速发展和广泛应用的重要因素之一。

5. 设计、施工、调试周期短

用 PLC 完成一项控制工程时,由于其硬件和软件齐全,设计和施工可同时进行。由于用软件编程取代了用继电器硬接线实现控制功能,控制柜的设计及安装接线工作量大大减少,缩短了施工周期。同时,由于用户程序都可以在实验室模拟调试,方便、快速、安全,因此大大缩短了设计和投运周期。

6. 易于实现机电一体化

因为 PLC 的结构紧凑、体积小、重量轻、可靠性高、抗震及防潮和耐热能力强,所以易于安装在机器设备内部,制造出机电一体化产品。随着集成电路制造水平的不断提高,PLC 体积进一步缩小,而功能却进一步增强,与机器设备有机地结合起来,在 CNC(计算机数控)和机器人的应用中必将更加普遍,以 PLC 作为控制器的 CNC 设备和机器人装置将成为典型的机电一体化。

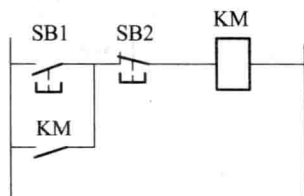
但 PLC 也有其缺点:

(1) PLC 的软、硬件体系结构是封闭的而不是开放的,如专用总线、I/O 模板不通用,甚至连机柜、电源模板亦各不相同。

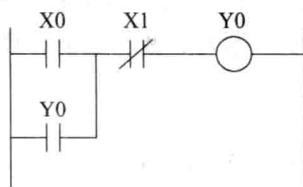
(2) 编程语言虽多数是梯形图,但组态、寻址、语言结构均不一致,因此各公司的 PLC 互不兼容。

二、PLC 的特点

PLC 既然能替代继电器控制,两者到底有何不同之处呢?图 1.5 为两张简单的控制电路图,其中图(a)为继电器控制电路图,图(b)为 PLC 梯形图。



(a) 继电器控制电路图



(b) PLC 梯形图

图 1.5 控制电路比较

从图中可以看出, PLC 梯形图和继电器控制电路图的符号基本类似, 结构形式基本相同, 所反映的输入、输出逻辑关系也基本一致。但应该指出的是, 两者有多处不同点:

1. 组成器件不同

继电器控制电路中的继电器是真实的, 是由硬件构成的, 而 PLC 中的继电器则是虚拟的, 是由软件构成的。每个继电器其实是 PLC 内部存储单元中的一位, 故称为“软继电器”。

2. 触点情况不同

继电器控制电路中的常开、常闭触点由实际的结构决定, 而 PLC 中常开、常闭触点则由软件决定, 即由存储器中相应位的状态 1 或 0 来决定的。因此, 继电器控制电路中每只继电器的触点数量是有限的, 而 PLC 中每只软继电器的触点数量则是无限的; 继电器控制电路中的触点寿命是有限的, 而 PLC 中各软继电器的触点寿命则是无限的。

3. 工作电流不同

继电器控制线路中有实际电流存在, 是可以用电流表直接测得的, 而 PLC 梯形图中的工作电流是一种信息流, 其实质是程序的运算过程, 可称之为“软电流”“能流”。

4. 接线方式不同

继电器控制电路图的所有接线都必须逐根连接, 缺一不可, 而 PLC 中的接线, 除输入、输出端需实际接线外, 内部的所有软接线都是通过程序的编制来完成的。在改变控制顺序时, 继电器控制线路必须改变其实际的接线, 而 PLC 则仅需修改程序, 通过软件加以改接, 其改变的灵活性及其速度是继电器控制线路无法比拟的。

5. 工作方式不同

继电器控制线路中, 当电源接通时, 各继电器都处于受约状态, 该吸合的都吸合, 不该吸合的因受某种条件限制而不吸合。PLC 则采用循环扫描的工作方式, 即从第一阶梯形图开始, 依次执行至最后一阶梯形图, 再从第一阶梯形图开始继续往下执行, 周而复始。因此, 从激励到响应有一个时间的滞后。

通过比较可以看出, PLC 的最大特点是: 用软件提供了一个能随要求迅速改变的“接线网络”, 使整个控制过程能根据需要灵活地改变, 从而省去了传统继电器控制系统中拆线、接线的大量烦琐、费时的的工作。