

高职高专电气系列教材

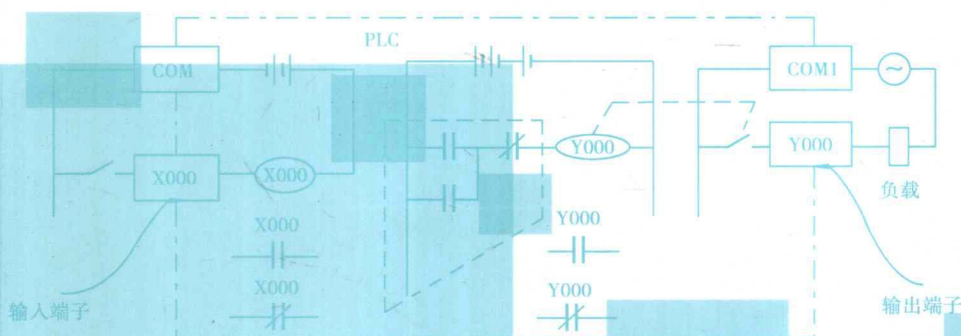
GAOZHI GAOZHUAN DIANQI XILIE JIAOCAI

可编程序控制器

Kebian Chengxu Kongzhiqui

主 编 施金良

副主编 邓丽霞 韦寿祺 毛程健



重庆大学出版社

可编程序控制器

主 编 施金良
副主编 邓丽霞 韦寿祺 毛程健

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书介绍了 FX_{2N} 系列 PLC 的组成原理、PLC 的 I/O 系统、PLC 的指令系统、PLC 的网络与通信技术、系统设计与应用、手持式编程器及 GPP 编程软件。在内容的安排上特别注重循序渐进,深入浅出,易于掌握。

本书可作为高职高专工业自动化电气技术及相关专业的教材,也可供工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

可编程序控制器/施金良主编. —重庆:重庆大学出版社,2005.2

(高职高专电气系列教材)

ISBN 7-5624-3330-5

I. 可... II. 施... III. 可编程序控制器—高等学校:技术学校—教材 IV. TP332.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 007725 号

可编程序控制器

主 编 施金良

副主编 邓丽霞 韦寿祺 毛程健

责任编辑:曾显跃 版式设计:曾显跃

责任校对:任卓惠 责任印制:秦 梅

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:张鸽盛

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (市场营销部)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.75 字数:343 千

2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 7-5624-3330-5

定价:18.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究。

前言

可编程序控制器是在工业自动化领域应用广泛,使用方便,编程简单,可靠性高,功能强大,通用性强的控制装置。

由于可编程控制器使用梯形图编程,简单易学,因此为专业技术人员所掌握使用,同时也为广大非电气专业工作者所喜爱和使用。为了满足初学者学习和自学的需要,本书的编写具备以下的特点:

①不要求读者有专门的计算机专业知识,只要具备基本的电子技术基础。

②本书的体系结构是针对初学者的学习特点来安排,学生通过1至2次课后就建立起完整的系统概念,难点分散,循序渐进,从而提高学习兴趣,降低学习的难度。

③本书所举例题通俗易懂,对初学者不会理解困难。因为本书重点放在PLC的应用,没有复杂的算法和逻辑。

建议:

①讲授完第1.2节后,做一次PLC简单的系统设计实验。

②在学习1.2节时,教师最好做一个本节内容的教学实验,在课堂上演示。

本书选用了三菱FX_{2N}系列PLC为背景机,详细介绍了其基本指令的应用、指令的编程方法、运用实例说明其在实际控制中的应用,同时,还介绍了通信功能以及手持式编程器及GPP编程软件的使用方法。

本书共分6章。第1章的1.1、1.2、1.6、1.7节及附录由施金良编写;第4章的4.6节由李家庆编写;第1章的1.3、1.4、1.5、4.7节,第3章、第5章由邓丽霞编写;第2章由毛程健编写;第4章、第6章由韦寿祺编写。全书由施金良任主编,邓丽霞、韦寿祺、毛程健任副主编。另外,李家庆、李芳为本书的编写整理了大量的资料、验证了全部的例程,并做了大量的编排工作。由于编写时间仓促,加之作者水平有限,书中一定存在许多问题,恳请读者批评指正。

编 者

2004年6月

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 概述	1
1.2 最简单的 PLC 应用系统	6
1.3 PLC 工作原理	9
1.4 基本概念	11
1.5 可编程控制器的基本逻辑指令	18
1.6 PLC 便携式编程器应用	26
1.7 GPP For Windows 编程软件应用	37
思考题与习题	49
第 2 章 PLC 的组成及工作原理	52
2.1 PLC 的组成原理	52
2.2 PLC 的扫描工作原理	56
2.3 基本概念	65
思考题与习题	67
第 3 章 PLC 的 I/O 系统	68
3.1 I/O 系统的组成	68
3.2 I/O 寻址方式	77
思考题与习题	81
第 4 章 PLC 的指令系统	82
4.1 功能指令的基本规则	82
4.2 基本控制指令	85
4.3 算术运算指令	98
4.4 数据处理与数据传递指令	106
4.5 应用功能指令	118

4.6 SFC 编程语言	126
4.7 程序设计	135
思考题与习题	148
第5章 PLC 的网络与通信技术	150
5.1 概述	150
5.2 PC 与 PLC 通信	156
5.3 PLC 与 PLC 通信	162
思考题与习题	165
第6章 PLC 控制系统设计及应用	166
6.1 PLC 控制系统的设计步骤及选型原则	166
6.2 PLC 的编程方法与编程技巧	173
6.3 PLC 在逻辑控制中的应用	178
6.4 PLC 在模拟量控制系统中的应用	184
思考题与习题	188
附录	190
附录 A FX 系列 PLC 指令系统	190
附录 B FX 系列 PLC 特殊功能元件表	201
附录 C FX 系列 PLC 错误代码一览表	210
参考文献	214

第 1 章 概 述

1.1 概 述

1.1.1 可编程序控制器的出现背景

1968 年美国通用汽车公司(GM)为了适应生产工艺的不断更新和汽车产品不断变化的需要,提出了一种新型的工业控制装置取代传统的继电器控制系统的设想,并提出十项技术要求,并公开招标,这十项招标要求是:

- ①编程方面,可在现场修改程序。
- ②维护方面,最好采用插件式结构。
- ③可靠性高于继电器控制装置。
- ④数据可直接进入管理计算机。
- ⑤体积小于继电器控制装置。
- ⑥成本可与继电器控制装置竞争。
- ⑦输入电源可为 115 V。
- ⑧输出电源为 115 V,负载电流应在 2 A 以上,能直接驱动电磁阀接触器等。
- ⑨扩展时,原系统要求变更最少。
- ⑩用户程序存储器大于 4 KB。

1966 年美国数据设备公司(DEC)研制出能满足上述十条要求的可编程序控制器样机,安装在美国通用汽车公司(GM)的汽车的装配线上,并获得成功应用,由此诞生了第一台可编程序控制器 PLC(Programs Logic Controller)。其型号为 PDP-14。

从此,这项新技术迅速发展起来。1971 年,日本从美国引进这项新技术,很快研制出日本第一台可编程控制器 DSC-8;1973 年,西欧一些国家也研制出他们的第一台 PLC;1974 年,我国开始研制,1977 年研制成功了以一台微处理器 MC1450D 为核心的可编程序控制器,并开始应用于工业控制。

随着集成电路技术和微处理器的迅速发展,可编程控制器也从简单的功能、分离元件为主

的硬件结构和没有成型的编程语言,逐步发展成为功能强大,可靠性高,体积进一步缩小,成本进一步降低,工艺更加精湛,形成了目前系列化的通用控制产品。

1.1.2 可编程序控制器的功能

PLC 的控制功能十分强大,PLC 提供了与、或、非等各种逻辑指令,可实现继电器能完成串、并联等各种连接的开关量控制。定时器与计数器可实时在线修改,操作十分方便,PLC 不仅可进行逻辑运算、算术运算、数据转换以及程序控制,还可实现模拟运算、显示、监控、打印及报表生成等功能,并具备完善的输入输出系统。PLC 能进行各种形式的开关量及模拟量的输入、输出控制,还可和其他计算机系统控制设备构成分布式控制系统,PLC 还具备很强的自诊断功能,保证 PLC 系统都正常情况下执行用户程序。

1.1.3 可编程序控制器的特点

(1)通用性强

继电器控制系统是针对各种控制要求专门设计的。只要控制要求改变,其接线就要随之改变,因而通用性差。而 PLC 可通过选配相应的模块便可适用于各种不同的工业控制系统,甚至不必改变 PLC 的硬件,只要修改用户程序即可满足控制要求。

(2)功能强

PLC 用程序可实现任意复杂的控制功能。现代 PLC 除具有逻辑控制功能外,还具有模拟控制、顺序控制、位置控制、高速计数以及网络通信等功能。

(3)可靠性高

对于复杂逻辑关系的控制系统,使用 PLC 可省掉大量的中间继电器,很多复杂的连线都被软件所取代,因而可靠性高,寿命长。

(4)体积小、耗电少、价格便宜

由于大量的继电器被软件编程取代,且 PLC 中超大规模集成电路的使用已使 PLC 体积变得十分紧凑,PLC 控制柜比传统继电器控制柜小很多倍。在耗电方面,一般比同样功能的继电器控制系统节电 50% 以上;在价格上,当控制系统中的继电器较多时,用 PLC 控制较经济。随着科技的发展,PLC 正在向小型化和微型化方向发展,以适应简单控制,从而更广泛地取代继电器控制系统。

(5)编程和接线可同步进行

PLC 控制系统,由于采用软件编程取代继电器硬件接线实现控制功能,即使一个非常复杂的控制,也很容易通过编程来实现,且能事先进行模拟调试,极大地减轻了繁重的现场安装接线工作。另外,由于 PLC 控制系统的硬件可按控制系统的性能、输入输出点数和内存容量的大小等来选配,使系统的设计、编程和现场接线可同时进行,因而极大地缩短了开发时间,提高了工作效率。

(6)扩展灵活、维修方便

PLC 产品提供了各种不同功能和不同规格的模块,可根据控制系统的需要,灵活地扩展系统的输入输出点数和内存容量的大小。而扩充或改装继电器控制系统,都必须进行重新设计、重新配置。

(7) 编程语言简单、易掌握

PLC 最常用的语言是面向控制的梯形图语言。它采用了与实际电气原理图非常接近的图形编程方式,既继承了传统继电器控制线路的清晰直观,又考虑到大多数工矿企业电气技术人员的读图习惯,易学易用,不需要专门的计算机知识和语言,只要具有一定的电工和工艺流程的知识,即可在短时间内学会。

(8) 抗干扰能力强、可靠性高

PLC 是专门为使用在恶劣的工业环境下而设计的,具有很强的抗干扰能力。在硬件的设计和制造上,采用了电磁屏蔽、滤波、光电隔离等一系列抗干扰措施。在软件上,PLC 采用了故障检测,信息保护和恢复,设置警戒时钟,加强对程序的检查和校验,以及对程序和动态数据进行电池后备等措施,进一步提高其可靠性和抗干扰能力。一般 PLC 允许环境温度为 60°C ,允许环境湿度为 $15\% \sim 85\%$ (无结露),PLC 还具有抗振荡、抗射频等能力,因而可靠性极高。

(9) 输入输出接口电路已设计好,输出驱动能力强

PLC 是一种为适应工业控制环境而设计的专用计算机,其输入输出接口已做好,使用时,可与控制现场的用户设备直接相连。输入接口可与现场的各种开关和传感器相连,输出接口具有较强的驱动能力,可以直接与继电器、接触器、电磁阀等连接。

(10) 对电源的要求不高,允许波动的范围较宽

PLC 对供电电源的要求不高,一般情况下,允许电压正负波动 15% ,频率波动范围为 $47 \sim 63 \text{ Hz}$ 。

1.1.4 可编程序控制器的发展

随着微处理技术的提高,可编程控制器也得到了迅速的发展,其技术和产品逐渐完善。它不仅以其良好的性能满足了工业生产的需要,而且将通信技术和信息处理技术融为一体,其功能日臻完善。今后,PLC 将主要朝着两个方面发展:一个向超小型化、专用化和低价格方向发展;另一个是向高速多功能和分布式自动化网络方向发展。总的趋势如下:

(1) CPU 处理速度进一步加快

目前 PLC 的 CPU 与微型计算机的 CPU 相比,还处在比较落后的地步,最高的也仅仅处在 80486 一级。将来会全部使用 64 位 RISC 芯片,实现多 CPU 并行处理或分时处理或分任务处理,实现各种模块智能化,且部分系统程序用集成电路固化。这样 PLC 执行指令的速度将达到纳秒级。

(2) 控制系统分散化

根据分散控制、集中管理的原则,PLC 控制系统的 I/O 模块将直接安装在控制现场,通过通信电缆或光纤与主 CPU 进行数据通信。这样使控制更有效,系统更可靠。

(3) 可靠性进一步提高

随着 PLC 进入过程控制的领域,对 PLC 可靠性的要求进一步提高。硬件冗余的容错技术将进一步得到应用,不仅会有 CPU 单元冗余,通信单元冗余、I/O 单元冗余,而且整个系统都会实现冗余。

(4) 控制与管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要,PLC 将广泛采用计算机信息处理技术、网络通信技术和图形显示技术,使 PLC 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。

1.1.5 可编程序控制器的分类

PLC 的种类很多,其实现的功能、内存容量、控制规模、外形等方面均存在较大差异,因此,PLC 的分类没有一个严格的统一标准,而是按照结构形式、控制规模、实现的功能等进行大致的分类。

(1) 按结构分类

PLC 按照其硬件的结构形式可以分为整体式和组合式。整体式 PLC 外观上是一个长方形的箱体,又称箱体式 PLC。组合式 PLC 在硬件构成上具有较高的灵活性,其模块可以进行积木似的组合,构成具有不同控制规模和功能的 PLC,因此,这种 PLC 又称为模块式 PLC。

1) 整体式 PLC

整体式(又称箱体式)PLC 的 CPU、存储器、输入输出都安装在同一机体内。这种结构的特点是:结构简单,体积小,价格低,输入输出点数固定,实现的功能和控制规模固定,但灵活性较低。

2) 组合式 PLC

组合式(模块式)PLC 采用的是总线数据结构,即在一块总线底板上有若干个总线槽,每一个总线槽上可安装一个 PLC 模块,不同的模块实现不同的功能。PLC 的 CPU 和存储器设在一个模块上,有时将电源也放在这一个模块上,该模块在总线上的安装位置一般是固定的,其他的模块可根据 PLC 的控制规模、实现的功能选择安装在总线板的其他任一总线槽内,组合式的 PLC 安装完成后,需进行登记,以便 PLC 对安装在总线上的各模块进行地址确认。组合式的 PLC 的总线板又称基板。组合式 PLC 的特点是:系统构成的灵活性较高,系统构成具有不同规模和功能的 PLC,但同时价格也较高。

(2) 按控制规模分类

PLC 的控制规模主要是指开关量的输入输出点数及模拟量的输入输出路数,但主要以开关量的点数计数。模拟量的路数可折算成开关量的点数,一般一路模拟量相当于 16 点开关量。根据 I/O 控制点数的不同,PLC 大致可分为微型机、小型机、中型机、大型机及超大型机。

①微型机 控制点数在 100 点左右。

②小型机 控制点数在 250 点左右。

③中型机 控制点数在 500 ~ 1 000 点。

④大型机 控制点数在 1 000 点以上。

⑤超大型机 控制点数可达上万点,甚至于几万点。

(3) 按生产厂家分类

目前世界上能生产 PLC 的厂家很多。但大、中、小、微型均能生产的不算太多。在我国市场占有较大份额、较有影响的公司及生产的 PLC 系列机型如下:

1) 日本的 OMRON 公司

OMRON 公司生产的 PLC 产品有 CMP1A 型、CMP2A 型、P 型、H 型、CQM1 型、CVM 型、CV 型、C200Ha 型、CS1 型等,其大、中、小、微型机各具特色,在我国及世界市场上都占有相当的份额。

2) 德国西门子公司

西门子公司生产 S5 系列的 PLC 产品,具体型号有 S5-95U,100U,115U,135U 及 155U 大

型机。特别是 155U 大型机,其控制点数可达 6 000 多个点,模拟量输入输出可达 300 多路。近期该公司又推出了 S7 系列机,如 S7-200(小型)、S7-300(中型)及 S7-400(大型)等。

3) 美国罗克韦尔(ROCKWELL)公司

ROCKWELL 公司已把阿德·布兰德利(A-B)公司兼并,生产 PLC-5 系列及 SLC-500 型机。

4) 美国施耐德公司

施耐德公司已把莫迪康公司兼并,生产 984 型 PLC,在最大型与最小型之间共有 20 多个型号。

5) 日本三菱公司

该公司的 PLC 也是较早将产品推广到我国来的,其中小型机 F1 前期在国内用得较多,后又推出 FX2 及 FX2N 机。它的中大型机为 A 系列机。

6) 美国 GE 公司与日本法南克(FANAC)合资的 GE-FANAC 公司

GE-FANAC 公司生产 90-70 超大型机、90-30 系列中型机及 90-20 系列小型机。

7) 日本松下电工公司

该公司生产的 PLC 中,FP0 系列为微型机,FP1 系列为整体式中型机,FP2、FP3、FP10、FP10SH 等为组合式机。

8) 日本日立公司

日本日立公司生产的 PLC 中,E 系列为整体式机,EM 系列为组合式机。

9) 日本东芝公司

东芝公司生产 EX 及 E-PLUS 系列小型 PLC 机。

10) 日本富士公司

富士公司生产的 PLC 中,NB 系列为整体式小型机,NS 系列为组合式机。

1.1.6 可编程控制器的应用概况

(1) PLC 的最基本控制功能

开关量的开环控制是 PLC 的最基本控制功能。所控制的逻辑功能可以是各种各样的,如时序、组合、延时、计数、不计数等。PLC 控制的输入输出点数可以不受限制,少则十点、几十点,多则成千上万点,并可通过联网来实现控制。

用 PLC 进行开关量控制的实例很多,如冶金、机械、纺织、轻工、化工等,几乎所有工业领域都会用到它。人们选用 PLC 的主要目的就是将其用于开关量的控制。

(2) 模拟量的闭环控制

对于模拟量的闭环控制系统,除了要有开关量的输入输出点以实现某种顺序或逻辑控制外,还要有模拟量的输入输出点,以便采样输入和调节输出,实现过程控制中的 PID 调节或模糊控制调节,形成闭环系统。这类 PLC 系统能实现对温度、流量、压力、位移、速度等参量的连续调节与控制。目前除大型机、中型机具有此功能外,一些公司的小型机也具有这种功能,如 OMRON 公司的 CQM1 机和松下电工的 FP1 机就具有这样的功能。

(3) 数字量的智能控制

利用 PLC 能实现接收和输出高速脉冲的功能,而这个功能在实际中用途很大。在配备相应的传感器(如旋转编码器)或脉冲伺服装置(如环型分配器、功放、步进电机)后,PLC 控制系

统也能实现数字量的智能控制。较高级的 PLC 还专门开设了数字控制模块、运动单元模块等,可实现曲线插补功能。最近新出现的运动控制单元,还提供了数字控制技术的编程语言,为 PLC 进行数字量控制提供了更多的方便。

(4) 数据采集与监控

PLC 作为现场数据采集监控系统,普遍采用的方法是 PLC 加触摸屏,这样既可随时观察采集下来的数据,又能及时进行统计分析。有的 PLC 本身就具有数据记录单元,如 OMRON 公司的 C200Ha。此时可利用一般的便携计算机的存储卡,插入到该单元中保存采集到的数据。

PLC 的另一个特点是自检信号多。利用这个特点,PLC 控制系统可实现自诊断式的监控,以减少系统的故障,提高平均累计无故障运行时间,同时还可以减少故障修复时间,提高系统的可靠性。

(5) 联网、通信及集散控制

PLC 的联网、通信能力很强,可实现 PLC 与 PLC 之间的联网通信,也可实现与上位计算机的联网和通信,由一台计算机来实现对 PLC 的管理或编程。PLC 也能与智能仪表、智能执行装置(如变频器等)进行联网和通信,互相交换数据并实施对其的控制。

利用 PLC 强大的联网通信功能,把 PLC 分布到控制现场,实现各 PLC 控制站间的通信以及上下层间的通信,从而实现分散控制集中管理的目的。这样的系统实际上就是 PCS(过程控制系统)系统,有的企业把全厂的自动化系统组成通信网络,从而组成计算机集成制造系统。

1.2 最简单的 PLC 应用系统

下面首先介绍几个 PLC 的简单系统设计例子,以达到总体了解 PLC 的基本应用方法。

例 1.1 控制一个灯的亮灭。

1) 继电器线路实现方法

在图 1.1 中,按下启动按钮 QA,继电器 J 线圈得电,常开触点 J 闭合,使灯通电发光;松开按钮 QA,使继电器线圈失电,常开触点 J 处于常开状态,灯失电熄灭。

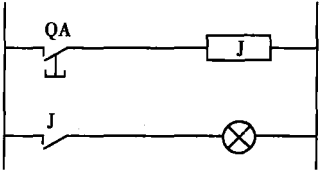


图 1.1 控制一个灯亮灭的继电器线路图

2) PLC 与外设的连接图

以上电路用 PLC 改造方案如下:

在图 1.2 中的 X0 为 PLC 的开关量输入,输入端 X0 与启动按钮 QA 相连,Y0 为 PLC 的一个输出线圈,输出端子与继电器 J 相连。在继电器线路中,启动按钮经过硬接线连接实现对继电器 J 的通断控制,现改为通过 PLC 实现对继电器 J 的通断控制。

3) PLC 的程序设计

当 PLC 投入运行后,PLC 将自动检查 X0 按钮的工作状态,并根据输入 PLC 的程序来实现 Y0 的控制,其梯形图程序如图 1.3 所示。

PLC 梯形图程序执行过程与继电器电路的工作方式十分相似,一旦 PLC 投入运行,当按下 X0 按钮,PLC 将自动检测到 X0 已被按下,则 X0 接通,此时 PLC 输出线圈 Y0 得电,松开 X0 后,线圈 Y0 失电而熄灭。

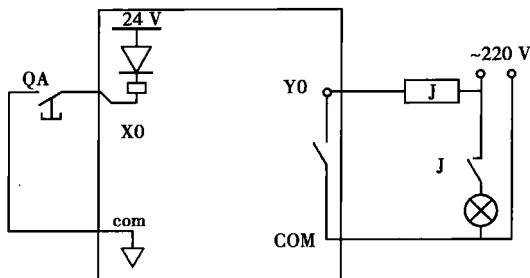


图 1.2 控制一个灯亮灭的 PLC 与外设连接图

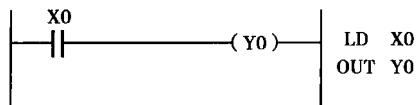


图 1.3 控制一个灯亮灭的 PLC 梯形程序

以上控制一个灯亮灭继电器线路与 PLC 梯形图控制方式结果是一样的,但事实上其工作方式完全不同,详见后续章节介绍。

例 1.2 控制一个灯每秒钟亮灭一次。

1) 继电器线路实现方法

在图 1.4 中,按下 QA,因为与 QA 串联的 KT1 常闭触点闭合,所以 J 得电,与灯相连的常开触点 J 闭合使灯亮,和 KT1 串联的常开触点 J 闭合,启动 KT1,1 s 以后,KT1 时间继电器自保持得电,与继电器 J 线圈串联的 KT1 延时断开常闭触点断开,使继电器线圈失电,这样,与灯相连的常开触点 J 恢复常开而灯灭,与此同时,与 KT2 串联的 KT1 延时闭合常开触点闭合,启动时间继电器 KT2,KT2 时间到,再次接通继电器 J 线圈并恢复 KT1 初始状态,这样灯再次点亮,循环往复,灯将每隔 1 s 切换一次,灯就闪起来了。

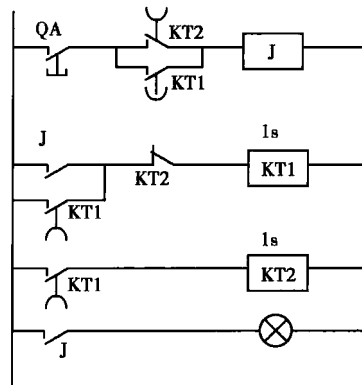


图 1.4 控制一个灯每秒亮灭一次的继电器电路图

2) PLC 与外设的连接图

以上电路用 PLC 改造方案如下:

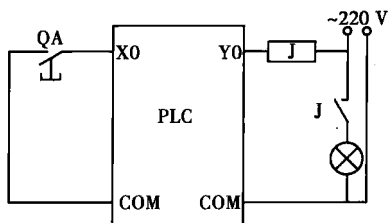


图 1.5 控制一个灯每秒亮灭一次的 PLC 与外设连接图

在图 1.5 中的 X0 为 PLC 的开关量输入,输入端 X0 与启动按钮 QA 相连,Y0 为 PLC 的一个输出线圈,输出端与继电器 J 相连。这样就可用 PLC 程序实现输入 X0 的检测和对输出 Y0 的控制。

3) PLC 程序设计

按图 1.5 连接的外设来实现上述功能的 PLC 梯形图程序如图 1.6 所示,其中 X0 为 PLC 输入,Y0 为 PLC 输出线圈和触点 T1,T2 为 PLC 的内部软时间继电器(称定时器)线圈和触点,一旦 PLC 投入运行,当按下 X0,则通过定时器 T1 的常闭触点,使 Y0 得电,灯亮,同时与定时器 T1 线圈所串联的 Y0 的常开触点闭合,使 T1 得电,1 s 后,T1 定时时间到,与 T2 相串联的定时器 T1 的常开触点闭合,T2 启动定时,T2 时间到,使与 Y0 线圈相串联的 T2 常开触点闭合,再次使 Y0 得电,同时,与 T1 线圈相串联的常闭触点 T2 断开,恢复 T1 的工作状态,这样周而复始,灯就闪亮起来了。

以上例 1.1、例 1.2 可见,硬件电路不变,改变程序就可以实现不同的控制样式。而继电

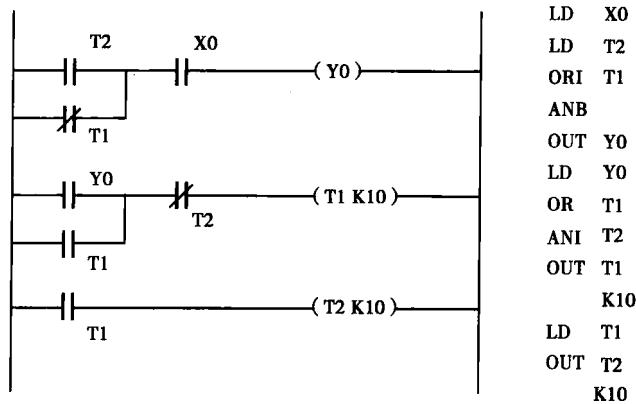


图 1.6 控制一个灯每秒钟亮灭一次的 PLC 梯形图程序

器电路变化就大了,成本也大多了。

例 1.3 控制两个灯每秒钟交替闪亮。

1)继电器线路实现方法

在图 1.7 中,按下 QA 按钮,继电器线圈 J1 得电,L1 灯亮,同时与 KT1 定时器相串联的继电器 J1 的常开触点闭合,启动定时器 KT1,1 s 后,KT1 自动维持供电,并与继电器 J1 线圈相串联的 KT1 常闭延时断开触点断开,使线圈失电,L1 灯灭。此时,与 J2 线圈相串联的延时闭合常开触点 KT1 闭合,继电器 J2 线圈得电,使 L2 灯亮,同时,与 KT2 定时器相串联的延时闭合常开触点 KT1 闭合,启动 KT2 定时器,1 s 后,KT2 时间到,与 KT1 相串联的延时断开常闭触点 KT2 断开,KT1 失电,使与继电器 J1 线圈相串联的延时断开常闭触点 KT1 闭合,此时,J1 线圈重新得电,KT1 定时器恢复初始状态。这样周而复始,L1、L2 灯交替闪亮。

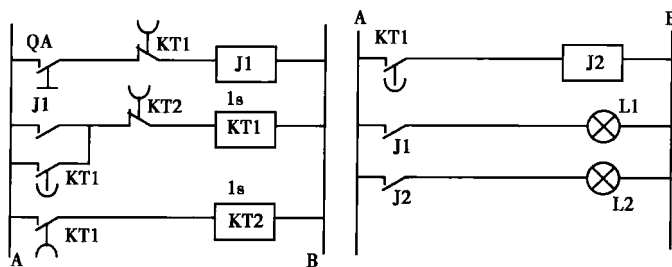


图 1.7 控制两个灯每秒钟交替闪亮的继电器电路

2)PLC 与外设连接图

以上电路用 PLC 改造方案如下:

图 1.8 中,X0 为 PLC 开关量输入,它与启动按钮 QA 相连,Y0、Y1 为 PLC 的一个输出线圈,输入端分别与继电器和 J2 的线圈相连。通过 PLC 程序控制 Y0、Y1,就可实现对继电器 J1、J2 的控制,从而达到控制 L1、L2 的目的。

3)PLC 程序设计

实现上述功能的程序如图 1.9 所示。PLC 投入运行后,按下 X0,输出 Y0 得电,与 T1 定时器相串联的 Y0 常开触点闭合,使定时器 T1 启动,1 s 后,定时时间到,与 Y0 相串联的常闭延

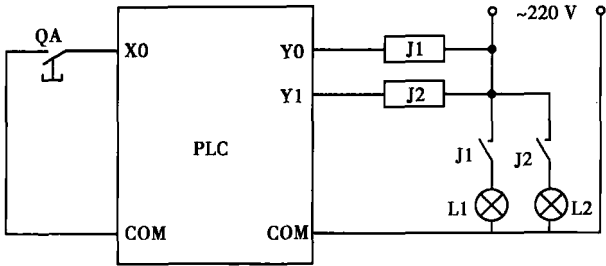


图 1.8 控制两个灯每秒钟交替闪亮的 PLC 与外设连接图

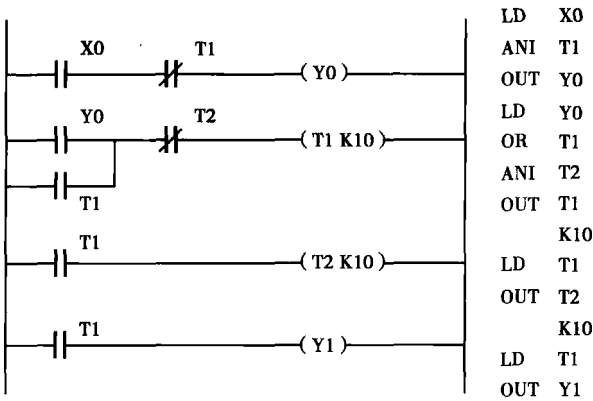


图 1.9 控制两个灯每秒钟交替闪亮的 PLC 梯形图程序

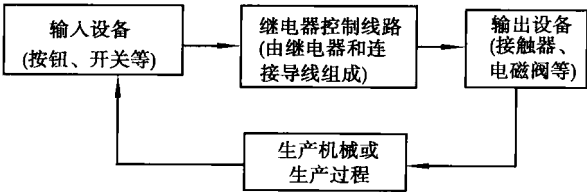
时断开触点 T1 断开, Y0 失电, 此时 T1 自保状态, 与 T2 相串联的延时闭合常开触点 T1 闭合, 启动 T2, 同时 Y1 得电, 1 s 后, T2 定时时间到, 与 T1 相串联的延时断开常闭触点 T2 断开, 使 T1 恢复初始状态, 此时, 与 Y1 相串联的延时闭合常开触点处于开始状态, Y1 失电, 而与 Y0 相串联的延时断开常闭触点闭合, Y0 再次得电, 这样就实现两个灯泡每秒钟交替闪亮的功能。

通过以上的例子可以得出:

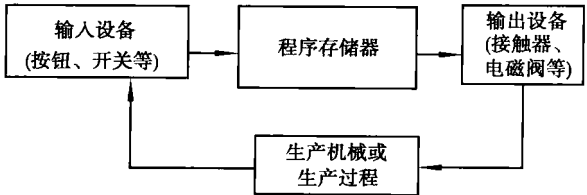
- ①梯形图程序与继电器电路十分相似, 可用继电器电路的设计思想来设计梯形图程序。
- ②编程方法一般先画出梯形图, 然后通过 GPP 软件直接下载到 PLC, 即可运行; 也可将 PLC 翻译成语句表, 由手持式编程器直接输入运行。
- ③梯形图程序中的元件和触点都是软元件, 不是真正的电器元件。
- ④PLC 程序执行是通过重复扫描完成的。

1.3 PLC 工作原理

PLC 最初是用来替代传统的继电器控制系统的。图 1.10(a) 是一个继电器控制系统, 由继电器、接触器用导线连接起来实现控制任务; 输入设备 (按钮、行程开关、限位开关、传感器等) 用以向系统送入控制信号; 输出设备 (接触器、电磁阀等执行元件) 用以控制生产机械和生产过程中的各种被控对象 (电机、电炉、电磁阀等)。图 1.10(b) 为可编程控制器控制系统。其输入输出设备和继电器控制系统相同, 但它们是直接与 PLC 的输入输出端相连的。控制程



(a) 继电器控制系统



(b) PLC控制系统

图 1.10 继电器控制系统和 PLC 控制系统的比较

序通过编程设备写到 PLC 的程序存储器中,运行程序,并将运行结果接通输出设备,控制被控对象。

PLC 控制系统可划分为三个组成部分:

(1) 输入部分

它由用户输入设备组成,完成控制信号(含保护信号)的输入。这些控制信号可以是操作命令,也可以是被控对象上的开关信息。

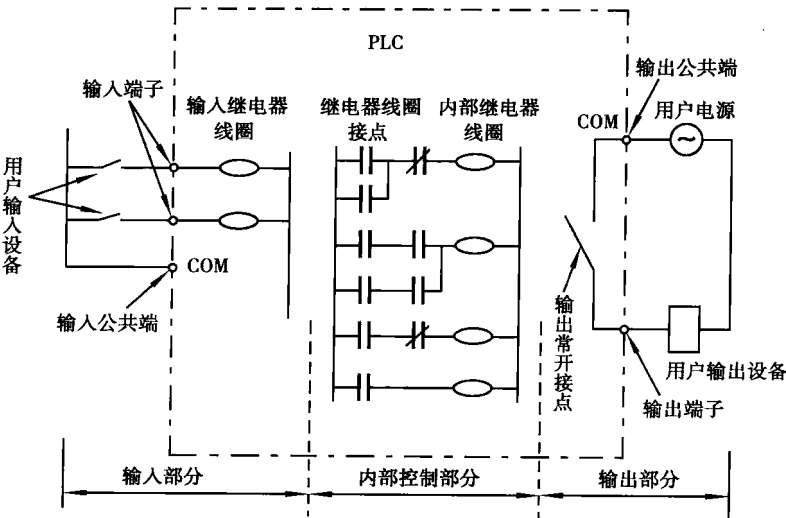


图 1.11 PLC 的等效电路

(2) 控制部分

它由采用大规模集成电路的微处理器和存储器组成,依照存储程序实现信号的传递及逻辑运算,完成控制作用。

(3) 输出部分

它由用户输出设备组成(如各种执行元件和信号元件等),用以控制各种被控对象及指示输出的状态。

可以将 PLC 看成内部由许多“软继电器”组成的控制器,如图 1.11 所示的等效电路。其中继电器线圈用符号“ $\bigcirc$ ”表示,常开触点用符号“ $-|$ ”表示,常闭触点用符号“ $-|/$ ”表示。

1.4 基本概念

1.4.1 输入点和输出点

输入点指的是输入端子,是 PLC 接收来自外部开关信号的窗口。在 PLC 内,与输入端子相连的输入继电器是光绝缘的电子继电器,有无数个常开和常闭触点供编程时使用。

输出点指的是输出端子,是 PLC 向外部负载发送信号的窗口。输出继电器的外部输出用的触点(继电器触点、双向可控硅、晶体管等的输出元件)在 PLC 内与输出端子相连。输入点和输出点如图 1.12 所示。

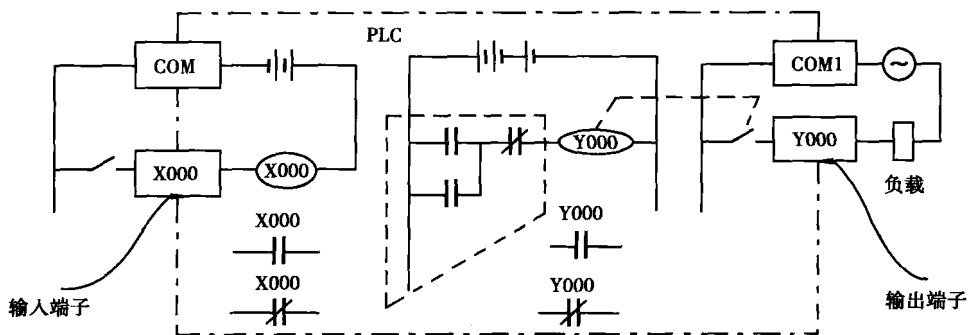


图 1.12 输入端子与输出端子

I/O 点数指的是 PLC 的输入和输出端子的总数,它是 PLC 的一个重要技术指标。在选用 PLC 时,要根据控制对象的 I/O 点数要求确定机型。主机的 I/O 点数不够时,可直接扩展 I/O 模块。通常,无论是基本单元还是扩展单元,在其型号中都标出了 I/O 总点数的大小。

1.4.2 开关量和模拟量

开关量指的是各种开关元件所产生的数字信号,在时间和数值上是断续变化的离散信号。比如,由按钮开关、接近开关、行程开关等产生的信号。而模拟量指的是在时间和数值上都是连续变化的模拟信号。比如,在生产过程中,由传感器检测的由某种物理量转化成的电信号