

970480

TM571.6
3022

可编程序控制器

宋伯生 著



中国劳动出版社

可编程序控制器

宋伯生 著

中国劳动出版社

(京)新登字114号

可编程序控制器

宋伯生 著

责任编辑: 庄稼

中国劳动出版社出版

(北京市惠新东街1号)

北京大兴沙窝店印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行

787×1092毫米 16开本 19.25印张 476千字

1993年11月北京第1版 1993年11月北京第1次印刷

印数: 3500册

ISBN 7-5045-1266-4/TN·028 定价: 16元

前 言

近年来,可编程序控制器技术发展很快。这个快有两个含义。一是可编程控制器技术在我国推进很快,另一是可编程控制器的新产品开发很快。

如果说,前几年可编程控制器对我国不少专业人员还比较生疏的话,而今大为不同了。目前,国内已有成千上万个可编程控制器的用户、经销公司,有不少可编程控制器的生产厂家和研究、开发单位,已拥有相当可观的技术队伍。还成立了全国性的可编程控制器协会。

可编程控制器技术开发很快,产品更新换代频繁,2~3年,就有新产品推出。目前不少厂家已推出第三代、以至第四代的产品。产品的集成度越来越高,工作速度越来越快,功能越来越强,使用越来越方便,工作越来越可靠。已很明显地发展成为工业控制的一个重要支柱。

可惜的是,与这个快相比,可编程控制器的公开出版物并不多,可编程控制器的教育也不相适应,至今有关专业的高等教育对它还很少问津,致使这些学生毕业后,还得补课。

当然,有关的资料是很多的。随机带的原文资料更多。阐述它的工作原理的著作也有一些。但是,把原理与具体应用结合起来的介绍,针对典型的机型,而又不像技术说明书那样能作些具体分析以至于对编程技术也作些说明的介绍,似乎并不多。而这方面的知识又往往是使用可编程控制器所最为必需的。

本书试图在这些方面作些努力,力争能为读者全面而具体地理解可编程控制器,正确而有效地使用可编程控制器提供帮助。并为进一步掌握及开发它的技术打好基础。

本书分为六章。

第一章绪论。介绍可编程控制器基本原理、基本特点、基本功用、基本类型、性能、由来与发展。力图使读者对可编程控制器有一个简单、明瞭而又具体的印象。

第二章小型可编程控制器。它是最简单而又是最常见的可编程控制器。它的知识又是以后学习的基础。所以,本书用了最大的篇幅介绍它。

有关的内容有:硬件结构、软器件(内部器件)、指令系统及系统配置。介绍时以OMRON公司C系列机为主,还对比地介绍了日本三菱公司、东芝公司等厂家的产品。

阅读完本章,也许读者对种种小型机能有较全面而又具体的了解。

第三章介绍使用与编程的内容。也可以说是第二章的继续。它涉及可编程控制器的一些使用领域,举了较多的实例。对不大熟悉可编程控制器使用的读者,定有所帮助。另外,还对编程技术作了探讨。尽管不是很成熟,但算是一次尝试。目的是引起大家对编程技术研究的兴趣。编程技术当然不仅针对小型机,有关的原则对中、大型机也是有用的。

第四章中型可编程控制器。主要介绍C200H机。中型机为模块式结构,系统的结构变化大,本章较具体介绍了它的种种配置。至于指令系统,仅介绍比小型机多的部分。另外,还用了较大的篇幅介绍特殊单元。特殊单元的正确使用,可增强中型机的功能,扩大它的应用范围。这是一个重要课题,应该引起重视。

第五章大型机。主要介绍C1000H/C2000H机,同时也扼要地介绍了才推向市场的CV500/CV1000机。大型机虽很复杂,但它毕竟是中、小型机的延伸与发展。故这里的介绍,重点放在它的不同点及发展的内容。篇幅不太大,但读者读后,能对大型机有较清楚的认识。

第六章联网、通讯。这是当今使用可编程控制器较热门的课题。联网、通讯可使可编程控制器功能得以充分发挥,对系统的控制也更为有效,是可编程技术发展的重要方面。本章对几种可能的联网及通讯都作了介绍。相信会有助于读者对它的了解。

最后,本书还附有附录。可供读者参考。

可编程控制器虽说仅是控制器,其实它涉及面相当广。作者力争对它作尽可能多的介绍。从对本书各章节的说明可知,本书的内容是相当丰富的,抓住了当今可编程控制器的主要问题。

本书可供抱有不同目的的读者使用。若仅想尽快入门,建议好好读读绪论,再读第二章有关C系列P型机的内容及第三章介绍的一些实用例子就可以了。若已经入门了,又只想对小型机的研究能更深入一些,那重点可读读第二、第三章。如果对小型机已有了解,要研究中、大型机,也可直接读后面的内容。

建议阅读本书可分遍进行,头一遍可越过不必深入了解,或不必了解的内容。第二、三遍再抓住需要深入的内容进一步阅读。

本书也可作为可编程控制器用户培训教材。可以依需要选讲,选学书中的有关机型、机种的介绍。本书也可作为大专院校有关专业的教学参考用书。本书附录还提供有部分常用的可编程控制器的资料,可供选用及使用PLC时参考。

从使用的角度说,掌握可编程控制器主要有两个方面:系统配置及编写程序。要进行系统配置,就要了解可编程控制器的类型、结构、单元或模块、外设,等等。编写程序,就要了解可编程控制器的内部器件、指令系统及其正确使用。建议读者阅读本书时,紧紧抓住这两个方面的问题,一步步深入下去。

再就是对本书的一些结论和细节,千万不要把它看死了。而应着重了解它的思想(IDEA)及方法(METHODOLOGY)。本前言一开头就讲到,可编程控制器技术开发很快,一些具体的规定或细节,这样那样的变化是经常的。如C系列P型机,过去要求主机的点数不能小于扩展机的点数,而现在就不这么要求了,等等。过去是这样,以后就不会变?因而何必死抠!

为完成本书书稿,沈阳鹭岛电子技术开发公司及其总经理张波先生、总工程师周健先生,曾向作者提供了大量难得的技术资料,还为作者提供了了解现场的机会。特别是周健先生,还多次向作者介绍了他个人使用与开发日本OMRON公司产品的独特见解和宝贵经验。宋巍同志为本书的图稿整理付出了辛勤的劳动。原职工教育出版社社长周岐同志,老总编庄稼同志,也给了作者很多鼓励和很大的支持,等等。作者在此向他们表示最衷心的感谢!

最后,谨以本书献给我的亲人和支持我的朋友们!

宋伯生

1993.6.17.

目 录

前言	(1)
第一章 绪论	(1)
第二章 小型可编程序控制器	(15)
第一节 小型机特点	(15)
第二节 小型机组成	(16)
第三节 小型机内部器件	(29)
第四节 小型机指令系统(助记符)	(35)
第五节 梯形图指令系统	(97)
第六节 小型机系统配置	(104)
第三章 小型可编程序控制器应用及编程技术	(109)
第一节 小型可编程序控制器应用	(109)
第二节 编程技术概述	(120)
第三节 解析法编程	(129)
第四节 图解法编程	(162)
第五节 技巧编程	(168)
第六节 计算机辅助编程	(184)
第四章 中型可编程序控制器	(188)
第一节 中型机特点	(188)
第二节 中型机组成及系统配置	(189)
第三节 C200H机内部器件	(194)
第四节 C200H机指令系统	(196)
第五节 远程单元	(200)
第六节 高速计数单元	(209)
第七节 多点I/O单元	(223)
第八节 C200H机其它特殊单元	(228)
第五章 大型可编程序控制器	(235)
第一节 大型机特点	(235)
第二节 大型机配置	(236)
第三节 大型机内部器件	(244)
第四节 大型机指令系统	(247)
第五节 大型机使用	(255)
第六节 大型机发展趋势	(258)
第六章 可编程序控制器链接与联网	(266)
第一节 上位链接	(266)
第二节 PLC I/O链接	(271)

第三节	PLC链接及SYSMAC 链接系统.....	(272)
第四节	SYSMAC NET链接与联网	(279)
附录一	可编程序控制器常用技术术语.....	(282)
附录二	国产部分PLC产品及其主要性能.....	(286)
附录三	OMRON公司 C系列及新型PLC主要产品及其性能	(288)
附录四	国外其它公司部分 PLC 产品及其主要性能	(289)
附录五	OMRON 公司C系列机编程器操作图解.....	(291)
附录六	OMRON 公司C系列 P 型机指令表.....	(293)
	主要参考资料.....	(299)

第一章 绪 论

可编程序控制器, 英文称Programmable Controller, 简称PC。也有简称为PLC的, 以与个人计算机的PC相区别。本书用PLC作它的简称。

PLC是一种电子控制装置, 可在工业现场可靠地进行多种多样的工业控制。

一、可编程序控制器基本原理

用可编程序控制器实施控制, 其实质是按一定算法进行输入输出变换, 并使这个变换予以物理实现。入出变换、物理实现, 可以说是PLC实施控制的两个基本点。

而入出变换实际也就是信息处理。在信息量不是特别大的情况下, 当今最常用的是微处理机技术。PLC也是用它, 并使其专用化, 以至于能用于工业现场。

至于物理实现, 正是它与普通的微型计算机的相区别之点。普通微机进行信息处理, 多只考虑信息本身, 别的是不多考虑的。而PLC就要考虑到实际控制的需要。

物理实现要求PLC的输入, 应适应工业环境, 能排除种种干扰, 得到所需要的信号。PLC的输出功率应放大到工业控制所要求的水平, 能为实际控制系统方便使用。

同时, 这个物理实现还不应干扰信息处理。

这里的关键就是要有相应的输入(INPUT)、输出(OUTPUT)电路及这个I/O电路与处理器交换信息的方法。

关于I/O电路, PLC都是专门设计的。输入电路要对输入信号进行滤波, 以去掉高频干扰。而且与内部电路在电上是隔离的, 靠通过光耦元件建立联系。输出电路内外也是隔离的。靠光耦或继电器建立联系。输出电路还要经功率放大, 足以能直接或间接地带动工业控制元器件。

I/O电路是很多的, 每一输入点或输出点都要有一个I或O电路。

输入点的信号进入输入内部电路后, 由输入暂存器反映。每一输入点都有与其对应的暂存器。

输出点的信号来自输出锁存器。锁存器保持处理器给它的信号。锁存器的信号经光耦、放大, 或放大、继电器耦合再送给输出点。锁存器与输出点也是一一对应的。

处理器要处理的信息总是存放在PLC的工作内存中。这内存的I/O区, 也称输入输出继电器, 就是用以存放输入、输出信息的。

处理器进行信息处理, 就是运行存放在用户存储器中的用户程序, 实施I/O区中I的状态到O的状态的变换。

这样, I/O电路与处理器变换信息, 实际就是输入暂存器与输入继电器, 及锁存器与输出继电器交换信息。

对这个交换, PLC用的办法是, 两者建立一一对应的关系。并靠运行PLC系统程序进行I/O刷新。即定期地把暂存器的状态映射给它对应的输入继电器, 把输出继电器的状态, 映射给它对应的锁存器。

说到这里, 不妨举一个用开关去控制小灯的例子, 说明PLC是怎样实现控制的。其过程是:

——开关接在某输入点上。若开关合上，则此合的状态经输入电路，将由相应的暂存器反映。

——PLC I/O 刷新，把这暂存器的状态记入 I/O 区的相应的输入继电器（不妨记之为 0000）。

——PLC 运行用户程序。如只有两条指令，一条取数，把 0000 输入继电器的状态存累加器，另一条是送数，把累加器的状态送某输出继电器（若记之为 0500）。运行这两条指令后，0500 输出继电器的状态必为 ON（ON 代表合上、通、逻辑 1、工作…等等，OFF 正相反，本书常用此表述）。

——PLC I/O 刷新（这当然比输入的那次刷新要迟一个周期），把 0500 输出继电器 ON 状态，送相应的锁存器，使相应的锁存器 ON。

——经输出电路，如为继电器输出，则其对应输出接点合上。如果这个接点为有电源、有小灯的电路的控制接点，则这时，使小灯亮是无疑的。

如果上述开关是断开的，还可作同样的分析，说明小灯肯定不能亮。

还要强调的是上述过程不是仅进行一次，而是不断重复着。因而，这个开关才得以实现对小灯的控制。

当然，这个例子是非常简单的。用 PLC 是多此一举。但复杂一点，如有很多输入点与输出点，要求在输入点状态某种组合时，使某些输出点 OFF，而另一些输出点 ON。或者更复杂一点，再加上一些时序关系、时间关系，…等等。这若用继电器的办法，实现起来就不易了。而用 PLC 就方便了。因为 I/O 点多少，I/O 刷新的办法都一样，而 I/O 区中 I 到 O 的变换，不管怎么复杂，用相应程序总能实现。

以上分析的信息流向见图 1-1 说明。这里实际反映了信息的空间关系。

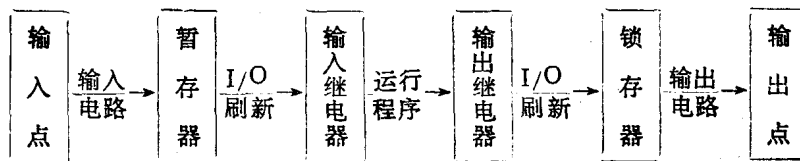


图 1-1

上述强调的不断重复，即时间关系，可用图 1-2 示的流程图说明。

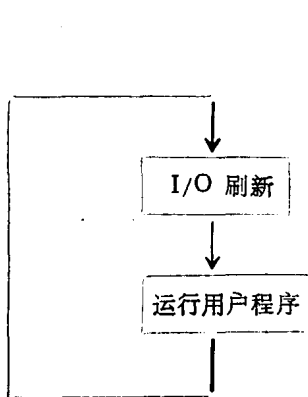


图 1-2

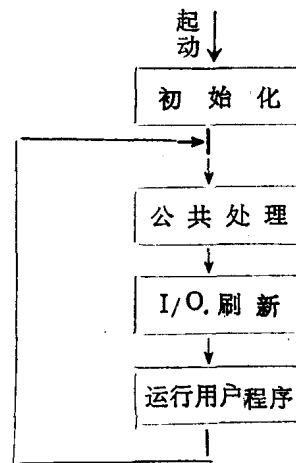


图 1-3

这里没有把输入、输出电路的工作，也画在图1-2中。原因是输入点与暂存器、锁存器与输出点的对应关系是直接的。前者变了，后者随时要跟着变。尽管它也有滞后，但只是物理滞后。而暂存器与输入继电器、输入继电器与输出继电器及输出继电器与锁存器，关系是间接的。前者变了，靠运行用户程序及I/O刷新，后者才变的。这里的滞后就不是物理的，而是逻辑的。是运行程序造成的。其中的关系可以也应该用流程图表示。

实际的PLC工作流程图比图1-2还要复杂些。图1-3为较完整的PLC工作流程图。它比图1-2多了公共处理及起动后初始化。

公共处理包括PLC自检、看门狗定时器清零、通讯服务、外设服务等，是PLC可靠工作及使用外设或进行通讯所必须。

初始化是PLC起动后，对工作内存作初始化处理，及对系统进行一些检测，以避免PLC投入运行后出现问题。

这些处理，如同I/O刷新，也是运行系统程序实现。

用这种不断地重复运行程序实现控制称扫描方式。是用计算机进行实时控制的一种方式。此外，计算机用于控制还有中断方式。在中断方式下，需处理的控制先申请中断，被响后正运行的程序停止运行，转而去处理中断工作（运行有关中断服务程序）。待处理完中断，又返回运行原来程序。那个控制需要处理，那个就去申请中断。那个不需要处理，将不被理睬。显然，中断方式与扫描方式是不同的。

中断方式下，计算机能得到充分利用，紧急的任务也能得到及时处理。但是，如果同时来了几个都要处理的任务怎么办。优先级高的好办？低的呢？可能会出现照顾不到之处。故不大适合于工作现场的日常使用。

但是，PLC在用扫描方式为主的情况下，也不排斥中断方式。即，大量控制都用扫描方式，个别急需的处理，允许中断这个扫描运行的程序，转而去处理它。这样，可做到所有的控制都能照顾到，个别应急的也能进行处理。

PLC的实际工作过程比这里讲的还要复杂一些。分析其基本原理，也还有一些理论问题。但是，如果把上面介绍的入出变换、物理实现——信息处理、I/O电路——空间、时间关系——扫描方式并辅以中断方式，可作为思路。弄清了它，也就好理解PLC是怎样去实现控制的，也就好把握住PLC的基本原理的要点了。至于更深入的问题，在进一步学习中，将再作具体介绍。

二、可编程序控制器的基本特点

PLC与别的控制器相比，有不少自己的特点。最突出的有两条，一是方便，二是可靠。

1. 方便

可编程序控制器的方便与这个“可”有关。对于“可编”，从软件讲，它的程序可编、也不难编。从硬件讲，它的配置还可变、也易变。

这个“可”，可带来四大方便：

(i) 硬件配置方便：PLC的硬件都是专门生产厂家，按一定标准、规格大量生产的。规格还很多。硬件可按需配置。配置好后可到市场上买，而且很好买。

(ii) 安装方便：内部不要接线和焊线，只要编程序就可以了。

(iii) 使用方便：接点的使用不受次数限制，内部器件可多到用户不感到有什么限制。唯一的考虑是入出点。而这有各种类型的PLC可供选用。

(iv) 维修方便: PLC 有很多监控提示信号。出了故障很易诊断。硬件互换性好, 几秒钟内即可实现更换。软件可存储。存储的软件重新调用也很方便。

2. 可靠

PLC的工作是非常可靠的。这也是它用于工业环境、进行工业控制对它的要求所致。

为了可靠, PLC采取了很多措施:

采用扫描为主加中断的工作方式, 靠运行程序实现控制, 其结果总是确定的。可避免“竞争状态”。而这种情况, 在继电器控制电路、电子逻辑电路中, 若设计不好, 很易出现。也不会像纯中断工作方式那样, 会有照顾不到的。

为了保证不超时, 还设有看门狗(Watching dog)。扫描开始时, 看门狗定时器清零, 并从零开始计时。扫描结束, 查看门狗定时器。若超时, 则报警, 或停止PLC的工作。若不超时, 再清零, 于下一个扫描周期再监视。

另外, 系统还有很多自检、自诊断工作, 如果在编程中, 能使用这些系统自检的信号, 可使PLC的工作以至于整个被控对象的工作都将更加可靠。

PLC使用的元器多为无触点的, 高集成度的, 使用的数量并不太多。这些为其可靠工作也提供了物质基础。

防干扰与隔离的措施多。如前已述及的I/O电路。

在机械结构设计上, 为方便使用及安装可靠也采取了很多措施。还有很多工艺措施, 等等。

从如下的数字也说明它的抗干扰能力及可靠工作的程度。以C200H机为例, 其

耐振动: $10 \sim 35\text{Hz}$, 振幅 $1\text{mm}(2.5\text{G})$, X、Y、Z三个方向可持续2小时。

耐冲击: 10G , X、Y、Z三个方向, 各可三次。

使用环境温度: 允许 $0^{\circ} \sim +55^{\circ}\text{C}$ 。

使用环境湿度: 允许 $35\% \sim 85\%$ 。

保存温度: 可以是 $-20^{\circ}\text{C} \sim +65^{\circ}\text{C}$

不少使用经验说明: 它的平均无故障时间达几万以上是常见的。出了故障平均修复时间也很短。

有人曾作过问卷调查, 相当多厂家把它具有高的可靠性, 作为使用它的首选指标。

三、可编程序控制器功用

最初, 可编程序控制器主要用于开关量的逻辑控制。随着PLC技术的进步, 它的应用领域不断扩大。现已不仅用于开关量控制, 而且可用于模拟量控制, 可用于控制对象工作情况的监控, 还可联网、通讯, 实现大范围、跨地域的控制。PLC已日益成为工业控制家族中一个重要的角色。

1. 开关量控制

PLC控制开关量的能力是很强的。所控制的人出点数, 少的几十点, 多的可到几百、几千, 甚至几万点。由于它能联网, 点数几乎不受限制, 有多少点都能控制。

所控制的逻辑问题可以是多种多样的, 组合的、时序的、要考虑延时的、需要进行高速计数的, 等等, 都可进行。

由于它的硬件结构是可变的, 软件程序是可编的, 用于控制时, 非常灵活。必要时, 可编写多套, 或多组程序, 依需要调用。很适应于工业现场多工况、多状态变换的需要。

用PLC进行开关量控制实例是很多的, 冶金、机械、轻工、化工、纺织……等等, 几乎

所有工业行业都需要用到它。目前, PLC首用的目标, 也是别的控制器无法与其比拟的, 就是它用于开关量的控制。

2. 模拟量控制

模拟量, 如电流、电压、温度、压力……等等, 它的大小是连续变化的。工业生产中, 常要对这些物理量进行控制。

作为一种工业控制电子装置, PLC若不能对这些量进行控制, 那是一大不足。为此, 各PLC厂家都已在这方面作了大量的开发。目前, 不仅大型、中型机, 可以进行模拟量控制。就是小型机, 多数也可配上A/D、D/A单元, 进行这样的控制。

PLC进行模拟量控制, 要把仅仅有I/O电路的I/O单元, 制成可进行模拟量与数字量相互转换的A/D、D/A单元。它也是I/O单元, 不过是特殊的I/O单元。

A/D单元是把外电路的模拟量, 转换成数字量, 然后送入PLC。D/A单元, 是把PLC的数字量转换成模拟量, 再送给外电路。

作为一种特殊的I/O单元, 它仍具有I/O电路抗干扰、内外电路隔离, 与输入输出继电器(或内部继电器, 它也是PLC工作内存的一个区, 可读写)交换信息等等特点。

这里的A/D中的A, 多为电流, 或电压, 也有为温度。D/A中的A, 多为电压, 或电流。电压、电流变化范围多为0~5V, 0~10V, 4~20mA。个别厂家的产品也有可处理正负值的。

这里的D, 小型机多为8位二进制数, 中, 大型多为12位二进制数。

A/D、D/A有单路, 也有多路。多路占的输入输出继电器多。

有了A/D、D/A单元, 余下的处理都是数字量, 这对有信息处理能力的PLC并不难。中、大型PLC处理能力更强, 不仅可进行数字的加、减、乘、除, 还可开方, 插值, 还可进行浮点运算。计算机能算的它几乎都能算。

这样, 用PLC实现模拟量控制是完全可能的。控制的单位值可小到 2^{12} 分之一的测量程值, 多数也是足够的。

PLC进行模拟量控制, 还有A/D、D/A组合在一起的单元, 并可用PID算法实现控制, 可得到很高的控制质量。

用PLC进行模拟量控制的好处是, 在进行模拟量控制的同时, 开关量也可控制。这个优点是别的控制器所不具备的, 或控制的实现不如PLC方便。

当然, 若纯为模拟量的系统, 用PLC可能在性能价格比上不如用调节器。这也是应当看到的。

3. 用于监控

PLC自检信号很多, 内部器件也很多。多数使用者未使其充分发挥作用。

其实, 完全可利用其进行PLC自身工作的监控, 或对控制对象进行监控。

这里介绍一种用PLC定时器作看门狗, 对控制对象工作情况进行监控的实例。

如用PLC控制某运动部件动作, 那么对其施加控制后动作进行了没有? 可用看门狗办法实现监控。具体作法是施加控制的同时, 令看门狗定时器计时。如动作完成在规定的时间内, 即定时器未超过警戒值的情况下, 已收到动作完成信号, 则说明控制对象工作正常, 无需报警。若超时, 说明不正常, 可作相应处理。

如果控制对象的各重要控制环节, 都用这样一些看门狗“看”着, 那系统的工作将瞭如指

掌。出现了问题，卡在什么环节上也很好查找。

还有其它一些监控工作可作。对一个复杂的控制系统，特别是自动控制系统，监控以至进一步能自诊断是非常必要的。它可减少系统的故障，出了故障也好查找，可提高累计平均无故障运行时间，降低故障修复时间，提高系统的可靠性。

4. 联网、通讯

PLC联网、通讯能力很强，不断有新的联网的结构推出。

PLC可与个人计算机相连接进行通讯，可用计算机参与编程及对PLC进行控制的管理，使PLC用起来更方便。

为了充分发挥计算机的作用，可实行一台计算机控制与管理多台PLC，可多达几十台。

PLC与PLC也可通讯。可一对一通讯。可在多个PLC之间通讯。也可多到几十、几百。

可联接远程控制系统，系统范围面可大达10公里。

可组成局部环网，不仅PLC，而且高档计算机、各种外设也都可进网。环网还可套非环网。环网与环网还可桥接。可把成千上万的PLC、计算机、外部设组织在一个网中。

网间的结点可直接，或间接地通讯、交换信息。

联网、通讯，正适应了当今计算机集成制造系统(CIMS)及智能化工厂发展的需要。它可使工业控制从点(Point大)、到线((Line)再到面(Aero)，使设备级的控制，生产线的控制，工厂管理层的控制连成一个整体，进而可创造更高的效益。这些无限美好的前景，已越来越清楚展现在我们这一代人的面前了。

四、可编程序控制器类型

PLC主要按可处理的I/O点数分类，可分为小、中及大型机。

小型机的I/O点数在200点以下。

中型机的I/O点数在500点左右。

大型机的I/O点数多在1000点以上。

这种分类是不严格的。只是大致的划分，便于系统的使用。

一般讲，根据实际系统I/O点数落在上述不同的范围，选相应的机型，性能价格比肯定要高。不按上述系统选，肯定要差。

另外，中、大型机功能强，工作速度快，特殊单元多。有特殊控制的需要场合可能非选它不可。这种情况，就另当别论了。

还可按结构对PLC分类，可分为箱体式及模块式。

小型机多为箱体式的，而中、大机则都为模块式的。

也可按编程的方法分类，可用助记符的，可用梯形图的，可用顺序流程图的，可用高级语言的。如果能与计算机通讯，可使用已有软件，或设计新软件。用什么编程方法，都可实现。

也还可按生产厂家分，西门子的、GE的、OMRON的、三菱的、松下、的、华光的……等等。由于PLC没有统一的标准，造成厂家间产品的差异不少。相当档次的机型，一般都不能互换。实需互换，程序也都要重编，否则无法使用。所以，在某种情况下，按厂家分类，并进行识别，对正确地使用PLC是很必要的。

五、可编程序控制器性能指标

PLC的性能指标有一般指标及技术指标两种。

一般指标主要指PLC的结构及功能情况，是用户选用PLC时必须首先要了解的。

系统的结构情况主要指该PLC所用的中央处理器，即CPU的情况，存储器情况，输入，输出情况，外部设备情况。

系统的功能情况主要指该PLC能实现那些控制功能。以便给用户合理使用PLC提供根据。

技术指标可分为一般的技术规格与具体的性能规格。

一般规格指使用PLC时应注意的有关问题。其内容有：PLC使用的电源电压，允许电压波动范围，耗电情况，直流输出电压，绝缘电阻（交流外端子到机壳间），耐压情况，抗噪音性能，耐机械振动及冲击情况，使用环境温度、湿度、气氛的要求，接地要求，外形尺寸，重量等等。

具体性能规格是指PLC所具有的技术能力。如果是模块式结构，则应按模块逐一反映它的这种能力。

对CPU模块，则要反映它的编程方法、指令长度、指令条数、指令执行时间、存储容量、内部的辅助继电器、特殊辅助继电器、保持继电器、暂存继电器、数据存贮通道、计数器/定时器及高速计数器情况，存储器的保护工作电池寿命、自诊断功能等。

对输入模块，则要反映它的输入点数，以及COM端、输入电路情况，同时还要指出有关参数，如输入模块供应的电源情况，输入电阻、电流情况、以及动作延时情况。

对输出模块，则要反映输出点数，COM端以及输出的电路情况。一般PLC可用三种输出电路，即继电器输出、晶体管输出及双向可控硅输出。同时，还要结合不同的输出电路，指出其相应的参数，如动作延迟时间、工作容量、工作电流、电压等等。

对A/D、D/A模块则应反映它的出入路数、信号范围、分辨率、精确度、转换时间、外部输入或输出阻抗、输出码、通道数、端子连接、绝缘方式、内部电源等情况。

如果只是大致地了解PLC的性能，一般可用CPU芯片情况、编程语言情况、用户程序容量、扫描速度(ms/k字)、I/O总数，这五方面的情况予以反映。一般讲，CPU档次高、编程语言完善、用户程序容量大、扫描速度快、I/O点数多，则PLC的性能就好，功能就强，自然它的价格也就较贵了。大、中、小PLC大体也可依这个进行划分。表1-1列出了这方面的有关情况。

六、可编程序控制器的由来

1. 继电控制电路

逻辑量的电气控制，早期都是用继电电路，用一些接点的不同连接反映逻辑量间不同的逻辑关系，用接点控制用电器工作。

根据接点与用电器连接方法的不同，继电电路分有串联控制电路、并联控制电路及混合电路。

图1-4即为一种串联控制电路，是常见的起、保、停继电电路。

这种电路也可用并联电路实现，图1-5即为这种电路。这里R为吸收电阻。为了J能正常工作，电源电压要比J的额定工作电压高。

表1—1 各类机型的规模与性能

机 型 性 能	小 型 机	中 型 机	大 型 机
I/O能力	256点以下	256~2048 (有模拟量)	2048点以上 (有模拟量)
CPU	单CPU 8位处理器	双CPU 8位字处理器和位处理器	多CPU 16位字处理器, 位处理器和浮点处理器
扫描速度	20~60ms/k字	5~20ms/k字	1.5~5ms/k字
存 储 器	0.5~2k字	2~64k字	64k字以上
智能I/O	无	有	有
连网能力	有	有	有
指令及功能	逻辑控制	逻辑控制	逻辑控制
	计时器8~64个	计时器64~128个	计时器128~512个以上
	计数器8~64个	计数器64~128个	计数器128~512个以上
	标志值8~64个, 其中1/2可记忆	标志值64~2048个, 其中1/2可记忆	标志值2048个以上, 其中1/2可记忆
	具无寄存器和触发器功能	具有寄存器和触发器功能	具有寄存器和触发器功能
	简单的运算、比较、数制转换	算术运算、比较、数制转换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、中断	算术运算、比较、数制变换、三角函数、开方、乘方、微分、积分、PID、实时中断、过程监控
编成语言	梯形图、语言表	梯形图、流程图、语句表	梯形图、流斑图、语句表、图语言、BASIC等高级语言

注：此表引自金广业等著《可编程序控制器原理与应用》第3页，反映的只是大致情况，仅供参考。

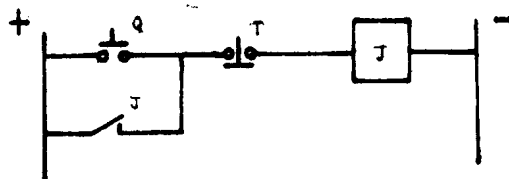


图 1-4

图1-6为混合电路。它也是起、保、停电路。与图1-2不同的是，在J停止工作时，吸收电阻不工作，不消耗能量。

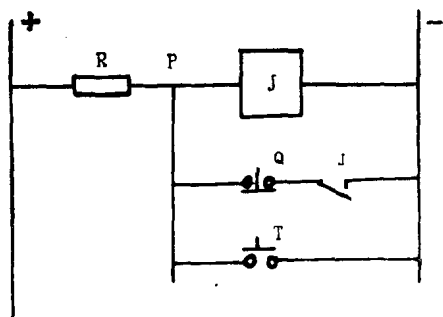


图 1-5

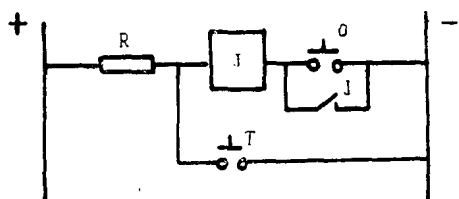


图 1-6

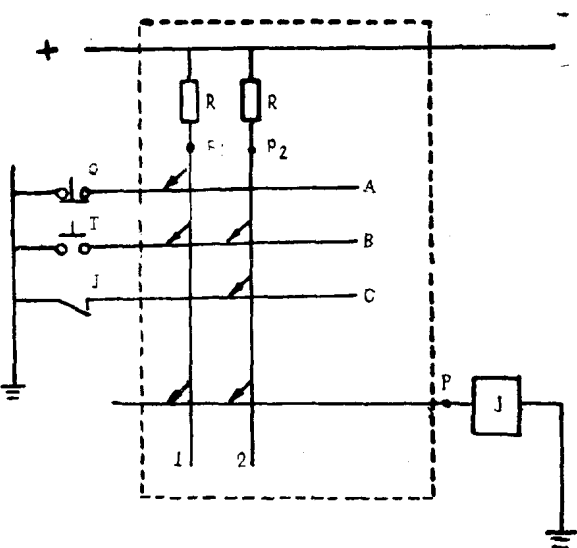


图 1-7

图1-5电路进一步演变可得图1-7电路。图左边画的控制接点Q、T，为电路输入；控制接点J为继电器J的辅助接点，为输出的反馈。右边画的继电器线圈J，为电路输出。中间用虚线框起来的竖线与横线为逻辑方阵。竖线与横线电的连系通过二极管实现。如图所示，P点的高电位是由P₁与P₂两点高电位的“或”实现，而P₁、P₂高电位则取决于控制它的接点高电位（断开）的“与”。可以看出，如图所示的逻辑关系，还是与图1-5的相同。

图1-7所示的电路用的元件多，但它把继电控制电路“标准化”了。从设计思想上讲，这里有两个突破：

- (i) 便于更改控制逻辑关系。
- (ii) 控制接点使用次数，可不受限制。

这两条突破，使继电电路实现各种逻辑控制变得既方便，而又灵活，是很有意义的。

不用并联控制电路，如何使继电电路便于设计、便于在使用中更改，还作过其它方面的探讨。应突出提到的是用程序控制电路。

具体的继电程序控制电路相当多。同时，还可设计成可进行程序预选及反馈预选的。可使继电电路也能较方便地实现各种复杂的逻辑量的电气控制。

继电电路直观、简单，控制功率不受限制。有很长的使用历史，并仍在不断地完善着。然而，它是靠接点实现控制，不可避免地存在如下一些缺点：

(i) 接点转换总是需要时间的，总要有电滞后及机械滞后。这两个滞后加起来，长的可达几十毫秒，甚至更多。这两个滞后可能造成控制不及时、不同步。不及时，会降低控制精确度。不同步，有时会使电路工作出现竞态。这是在电路设计时，不得不采取措施加以避免

的。

(ii) 接点常处于通断电状态, 易受电火花烧蚀与机械磨损, 并因此会带来一些故障。

(iii) 体积大, 安装这些元器件有时还需庞大的控制柜。

(iv) 消耗电能多。初次投资费虽省, 但日常使用费高。

(V) 难以实现复杂的控制。

(Vi) 电路不灵活、不通用, 每种电路多数都要单独设计、单独制造, 更改也不便。

所以, 要实现复杂的、灵活的、更可靠的、小型化的电气控制, 必须寻找别的出路。

2. 可编程逻辑控制与顺序控制

(1) 可编程逻辑控制

在图1-7电路中, 吸收电阻、隔离二极管是直接与继电器线圈串联的。继电器工作时, 通过它们的电流都相等; 继电器不工作时, 通过吸收电阻的电流则更大。这既浪费电能, 又得考虑散热问题。同时, 还要选用大功率的元件, 增加了体积。所以, 不大适用。

为了解决这个问题, 图1-7中的继电器线圈可通过三极管带动, 如图1-8(a)所示。这种情况下, 吸收电阻、隔离二极管与带动继电器工作的三极管的基极相连, 所通过的电流及所消耗的功率自然要小得多。

还可用半导体逻辑元件, 如R-S触发器代替继电器, 如图1-5(b)所示。这种电路除输入元件可能有接点外, 输出元件为无接点的, 其工作转换速度快, 电路的可靠性、工作寿命等相应也会有所提高。

在这个基础上, 还可用一些集成电子元件, 使控制器小型化, 即成为可编程序逻辑控制器。它可方便地实现输出与输入间的逻辑变换。组合逻辑关系也罢, 时序逻辑也罢, 均可靠逻辑方阵中竖线与横线的不同连接实现。

(2) 可编程序顺序控制

从设计上讲, 逻辑关系的综合比较难, 实现起来也较复杂。特别是变量间的时序逻辑的

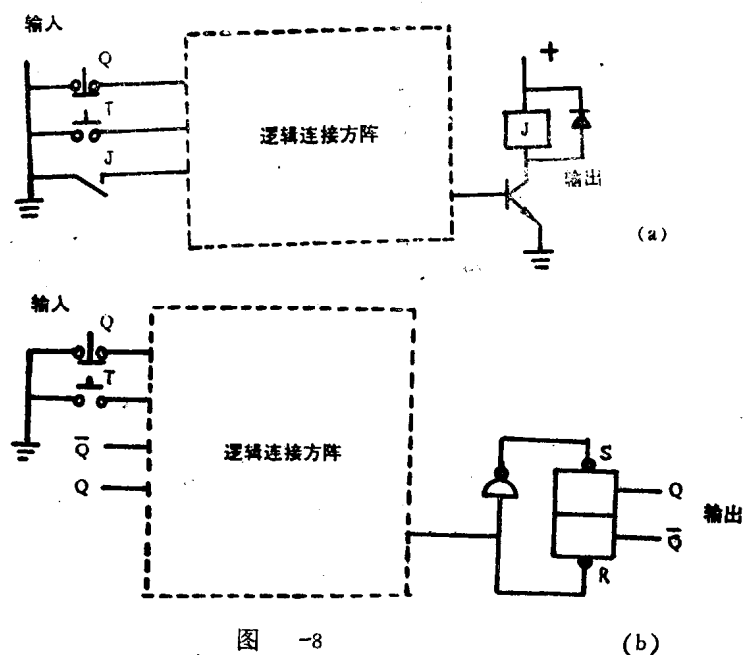


图 -8

(b)