可编程控制器及其系统

邹金慧摇主摇编
陈乐庚摇韦寿祺摇副主编

重 庆 大 学 出 版 社

内 容 简 介

本书以最新的三菱 FX3U系列和欧姆龙 CP1H系列 PLC为背景机，详细介绍了 PLC的组成结构、工作原理、指令系统、编程方法、网络通信以及 PLC在控制系统中的实际应用等内容，此外，还介绍了 PLC编程软件 GX Developer、GX Works2和 CX-Programmer三种编程软件的使用方法以及人机界面等内容。每章末附有习题与思考题。

本书语言通俗易懂、内容新、实例多、实用性强，可作为工科院校、电大、函大、夜大的工业自动化、电气技术、机电一体化、测控及其他相关专业的教学用书，也可作为工程技术人员的参考用书。

PLC可编程控制器及其系统 / 邹金慧主编. —重庆：重庆大学出版社，2013.8
自动化专业本科系列教材
ISBN 978-7-5624-7393-0

Ⅰ.P… Ⅱ.邹… Ⅲ.PLC可编程控制器—高等学校—教材 Ⅳ.TM571.6

中国版本图书馆 CIP数据核字（2013）第 167163号

可编程控制器及其系统

邹金慧 主编
陈乐庚 韦寿祺 副主编
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：张永洋

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（营销中心）
全国新华书店经销
重庆后勤工程学院印刷厂印刷

开本：787mm×1092mm　1/16　印张：15.25　字数：380千
2013年 8月第 1版　2013年 8月第 1次印刷
印数：1—3 000
ISBN 978-7-5624-7393-0　定价：29.00元

本书如有印刷、装订等质量问题，本社负责调换
版权所有，翻印必究

前言

摇摇可编程序控制器（[illegible]简称 [illegible]是近年来发展极为迅速、应用极为广泛的工业控制装置。它将传统的继电器控制技术、自动化技术、计算机控制技术和通信技术融为一体，专门为工业控制而设计，具有可靠性高、功能强、编程简单、使用方便、环境适应性好以及体积小、功耗低等特点。经过 [illegible]多年的发展，[illegible]的性能有了极大的提高。现在的 [illegible]产品集数据处理、程序控制、参数调节和数据通信等功能为一体，可以满足对工业生产进行监视和控制的绝大多数应用场合的需要。

本书选用了功能强、性价比高、使用简单方便、应用广泛的三菱 [illegible]系列和欧姆龙 [illegible]系列 [illegible]为背景机，详细介绍了其基本指令和应用指令的编程方法，并用实例说明它们在实际控制中的应用。同时，还介绍了通信功能以及 [illegible]三种编程软件的使用方法。为了使这两种机型的内容相对独立，以便于各院校根据自己设备的实际情况选用不同的内容，因此，两种机型在编写上不免有一些重复的地方，但这对组织教学将是有益的。

本书是作者在多年从事 [illegible]的教学和科研的基础上编写的。在编写时，收集和参考了大量的技术资料，并结合自己的实际工作经验，按照教材的要求，力求做到由浅入深、通俗易懂、理论联系实际，既便于组织教学，又便于自学。本书既可作为工科院校、电大、职大或函大的工业自动化、电气技术、机电一体化、测控等专业的教学用书，也可作为广大工程技术人员的参考用书。

本书从工程应用的角度出发，重点介绍了 [illegible]的组成、工作原理、指令系统及编程方法、网络通信、编程软件、人机界面以及 [illegible]在控制系统中的实际应用。全书共 [illegible]章。第 [illegible]员 [illegible]猿远 [illegible]园节除外）章及附录 [illegible]由昆明理工大学的邹金慧编

[illegible]员

写，第 圆章由西南科技大学的武丽编写，第 源章及附录 月由重庆工商大学的刘宵惠编写，第 缘章由桂林电子工业学院的陈乐庚编写，第 苑章及 远猿圆节由桂林电子工业学院的韦寿祺编写。全书由邹金慧主编，陈乐庚、韦寿祺任副主编。

在编写过程中，得到了上海菱电公司和上海欧姆龙公司的大力支持和帮助，另外，承蒙上海菱电公司的徐勇和上海欧姆龙公司的陶航两位经理提供大量 孕藻悦技术资料，丰富和充实了本书的内容。这两个公司在我国为 孕藻悦的推广应用做了大量工作，对于上述公司和个人所给予的热情支持和帮助，谨致以衷心的感谢。

由于编写时间仓促和编者水平有限，加上受到设备条件的限制，书中的错误和不当之处在所难免，恳请读者批评指正。

编摇者

圆园园圆年 愿月

目 录

第 1 章 绪论 …… 1
1.1 可编程序控制器的产生与定义 …… 1
1.2 可编程序控制器的功能特点 …… 2
1.3 可编程序控制器的分类及性能指标 …… 5
1.4 可编程序控制器的应用概况 …… 8
1.5 可编程序控制器的发展趋势 …… 10
习题与思考题 …… 10

第 2 章 可编程序控制器的基础知识 …… 11
2.1 可编程序控制器的组成结构 …… 11
2.2 可编程序控制器的工作原理 …… 16
2.3 可编程序控制器的编程语言 …… 18
习题与思考题 …… 21

第 3 章 三菱 FX 系列 PLC 的指令及编程 …… 22
3.1 FX 系列 PLC 概述 …… 22
3.2 FX 系列 PLC 的软元件地址编号及其功能 …… 23
3.3 FX 系列 PLC 的基本指令 …… 27
3.4 定时器与计数器的编程 …… 34
3.5 编程举例 …… 36
3.6 FX 系列 PLC 的步进指令及其编程 …… 42
3.7 FX 系列 PLC 的应用指令及其编程 …… 46
3.8 FX 系列 PLC 的常用特殊功能模块 …… 70
3.9 FX 系列 PLC 的扩展设备的配置方法 …… 71
习题与思考题 …… 72

第 1 章 FX2N 系列 PLC 的指令及编程 …… 1
1.1 FX2N 系列 PLC 简介 …… 1
1.2 FX2N 系列 PLC 的软元件功能及其地址分配 …… 3
1.3 FX2N 系列 PLC 的基本指令及其编程 …… 5
1.4 定时器与计数器指令及其编程 …… 8
1.5 FX2N 系列 PLC 的特殊功能指令及其编程 …… 11
1.6 FX2N 系列 PLC 的六种内插板简介 …… 14
1.7 FX2N 系列 PLC 的特殊功能单元 …… 16
习题与思考题 …… 17

第 2 章 可编程序控制器的网络及通信 …… 18
2.1 网络通信的基本知识 …… 18
2.2 三菱 FX 系列 PLC 与计算机的通信 …… 20
2.3 三菱 PLC 的 N:N 网络系统 …… 23
2.4 三菱 PLC 的并行连接网络系统 …… 25
2.5 欧姆龙 CPM2A 的串行通信系统 …… 28
2.6 欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 的 1:1 链接网络系统 …… 29
2.7 欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 的 1:N 链接
网络系统 …… 32
习题与思考题 …… 34

第 3 章 可编程序控制器的编程软件及人机界面简介 …… 35
3.1 FX PLC 的编程软件 …… 35
3.2 触摸屏 PLC 的人机界面 …… 37
习题与思考题 …… 41

第 4 章 可编程序控制器控制系统的设计及应用 …… 42
4.1 PLC 控制系统的设计步骤及选型原则 …… 42
4.2 PLC 的编程方法与编程技巧 …… 44
4.3 PLC 在逻辑控制中的应用 …… 47
4.4 PLC 在模拟量控制系统中的应用 …… 50
习题与思考题 …… 52

附录 …… 53
附录 A 三菱 FX 系列 PLC 指令一览表 …… 53
附录 B 欧姆龙 CPM2A 系列 PLC 指令一览表 …… 56

参考文献 …… 59

第 1 章
绪摇论

员援员 摇可编程序控制器的产生与定义

员援员援员 摇可编程序控制器的产生

在可编程序控制器问世之前,工业控制中的顺序控制大都采用继电器逻辑控制系统。这种控制系统是根据特定的控制要求进行设计的,若控制要求发生变化,则控制柜中的元器件和接线都必须作相应的改变。此外,继电器逻辑控制系统的设计和制造周期长,维护困难,没有运算、处理和通信等功能,不能实现复杂的控制要求,可靠性低,体积大,耗电多,寿命短,速度慢。因此,人们希望寻求一种比继电器控制更可靠、功能更齐全、响应速度更快、体积更小的一种新型工业控制装置。

圆园世纪 远园年代后期,尽管计算机控制技术已开始用于工业控制领域,但由于计算机本身的技术要求复杂以及当时的各种条件所限制,其控制技术并未得到广泛使用。员怨苑苑年,美国最大的汽车制造商——通用汽车公司 (郧酝) 为了适应汽车型号不断翻新的需要,提出了用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,并为此提出了以下 员园项招标指标:

①编程方便,可在现场修改程序;
②维护方便,最好采用插件式结构;
③可靠性高于继电器控制装置;
④数据可直接输入管理计算机;
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输入电源可为市电 (交流 员员园灾) ;
⑧输出电源可为市电,负载电流要求在 圆粤以上,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用户程序存储器容量大于 源缘园字节。

由此可以看出，美国通用汽车公司所寻找的这种新型工业控制装置，应尽可能减少重新设计和更换继电器控制系统及接线，缩短工期；并且设想把计算机的功能完备、灵活、通用等优点和继电器控制系统的简单易懂、操作方便、价格便宜等优点结合起来，制作成一种通用的控制装置，并把计算机的编程方法和程序输入方式加以简化，用面向控制过程、面向问题的“自然语言”编程，使得不熟悉计算机的人也能方便地使用。这样，使用人员不必在编程上花费大量的精力，而是集中力量去考虑如何发挥该装置的功能和作用。这一设想提出后，美国许多公司开始围绕上述一系列项技术指标进行了研制和开发工作。[illegible]年，著名的美国数字设备公司（[illegible]）首先研制成功这种新型的工业控制装置，并在[illegible]转公司的一条汽车自动装配生产线上首次运行获得成功。由于这种新型工业控制装置可以通过编程方式来改变控制方案，而且是专门用于逻辑控制，于是，把这种新型工业控制装置称为可编程逻辑控制器（[illegible]），简称[illegible]，这就是世界上第一台[illegible]，其型号为[illegible]。接着，美国[illegible]等[illegible]公司也开发出同名的控制器[illegible]。

从此，这项新技术就迅速发展起来。[illegible]年，日本从美国引进了这项新技术，很快研制成功日本的第一台可编程序控制器[illegible]；[illegible]年，西欧国家也研制出他们的第一台[illegible]。我国从[illegible]年开始研制，[illegible]年研制成功了以一位微处理器[illegible]为核心的可编程序控制器，并开始应用于工业控制。

[illegible]可编程序控制器的定义

早期的可编程序控制器是为了取代传统的继电器控制线路，在设计上，采用存储程序指令的方法完成顺序控制，其功能也只有逻辑运算、定时和计数等顺序控制功能，只能进行开关量的逻辑控制，因此被称为可编程逻辑控制器，简称[illegible]。

随着微电子技术的发展，[illegible]采用微处理器作为其中央处理单元（[illegible]），从而扩大了控制器的功能，它不仅能实现继电器所具有的逻辑判断、定时、计数等顺序控制功能，同时还具有执行算术运算、对模拟量进行控制等功能。因此，美国电气制造商协会（[illegible]）经过[illegible]年的调查，于[illegible]年将它正式命名为可编程序控制器（[illegible]），简称[illegible]。然而，“[illegible]”这一名词在我国早已成为个人计算机（[illegible]）的代名词，为了不造成混淆，在我国仍用[illegible]表示可编程控制器，但这绝不意味着[illegible]只具有逻辑控制功能。

国际电工委员会（[illegible]）于[illegible]年[illegible]月颁布了[illegible]标准草案的第一稿，[illegible]年[illegible]月发表了第二稿，[illegible]年[illegible]月又发表了第三稿，该草案对[illegible]作了如下定义：

“可编程控制器是一种数字运算操作的电子系统，专为在工业环境下的应用而设计。它采用可编程的存储器，存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算等操作的面向用户的指令，并能通过数字或模拟输入输出模块，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连成一个整体、易于扩充其功能的原则设计。”

定义强调[illegible]是一种“数字运算操作的电子系统”，说明[illegible]也是一种计算机，是一种抗干扰能力很强的、能直接应用于各种工业环境的专用工业计算机。这种工业计算机采用“面向用户的指令”，因此，编程简单方便，除能完成“逻辑运算、顺序控制、定时、计数和算术运算操作”外，还能通过“数字或模拟输入输出模块”控制各种生产过程，并且非常易于“扩充”、易于与“工业控制系统连成一个整体”，形成一个强大的网络系统。

员援员摇可编程序控制器的功能特点

员援员援员摇孕灶悦的功能

随着自动化技术、计算机技术及网络通信技术的迅猛发展，使 孕灶悦的功能日益增多。它不仅能实现单机控制，而且能实现多机群控制；不仅能实现逻辑控制，还能实现过程控制、运动控制和数据处理等。其主要功能如下：

员援 基本控制功能

孕灶悦提供了与、或、非等各种逻辑指令，可实现继电器触点的串联、并联和串并联等各种连接的开关量控制。

使用 孕灶悦提供的定时、计数指令，可实现定时、计数功能，其定时值和计数值既可由用户在编程时设定，也可用数字拨码开关来设定，其值可进行在线修改，操作十分灵活方便。

圆援 步进控制功能

孕灶悦提供了专门用于步进控制的步进指令，编程使用极为方便。所谓步进控制，就是在多工步控制中，按照一定顺序分步动作，即上一个工序完成后，再进行下一个工序。

猿援 模拟控制功能

孕灶悦提供了各种智能模块，如模拟输入模块、模拟输出模块、模拟输入输出模块、热电阻用模拟输入模块、热电偶用模拟输入模块等，通过使用这些模拟输入输出模块，可实现温度、流量、压力、速度、位移等模拟量的控制。

源援 定位控制功能

定位控制是 孕灶悦不可缺少的控制之一。孕灶悦提供了高速计数模块、定位模块、脉冲输出模块等智能模块，以实现各种要求的定位控制。

缘援 网络通信功能

通过 砸杂鄄圆猿圆接口可与各种 砸杂鄄圆猿圆设备进行通信。例如可与个人计算机、打印机、条码读出器等具有 砸杂鄄圆猿圆接口的外部设备相连；通过 砸杂鄄源愿缘接口可与数据存取单元（阅栽）、人机界面（贼藻灶泽）相连；通过 砸杂鄄源愿缘通讯适配器和机能扩充板，可用计算机作为主站，孕灶悦作为就地控制站，形成一个 孕灶悦网络系统，对 孕灶悦进行集中监视管理，从而对整个生产线，乃至整个工厂进行监控。

远援 自诊断功能

孕灶悦本身具有较强的自诊断功能，保证在 悦孕哉、砸韵酝、陨辕韵总线等核心硬件都正常的情况下，执行用户控制程序。一旦出现故障，立即给出出错信息，并采取相应的处理措施（如自动切换到后备状态或手动工作状态等）。为了提高 孕灶悦的可靠性，在硬件上，采取了屏蔽、滤波、隔离、电源保护以及模块式结构等措施；在软件上，采取了定期进行故障检测，注意对出现偶发性故障时的信息保护和恢复，加强对程序的校验和死循环的检查，以及对程序和动态数据的电池后备等措施。

苑援 显示监控功能

借助于编程器或人机界面，可直观地显示有关部分的运行状态，并可方便地调整定时器、

计数器的设定值,为调试和维护提供了方便。

员.员 PLC的特点

员.员.员 PLC与继电器控制系统相比所具有的特点

员) 通用性好,接线简单,通过选配相应的模块便可适用于各种工业控制系统

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,其接线就要跟着改变,因而其专用性强、通用性差。而 PLC是专为工业控制而设计的,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。当生产工艺改变或生产设备更新时,不必改变 PLC的硬件,只要修改用户程序即可满足控制要求。另外,PLC的接线十分简单方便,只需将输入信号的设备 (如按钮、开关等)与 PLC的输入端子相连,将接受控制任务的执行元件 (如接触器、电磁阀等)与 PLC的输出端子相连即可。

圆) 功能强

要实现一个复杂的控制功能,继电器控制系统需要使用很多的继电器,而 PLC用程序即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,还具有模拟量控制、顺序控制、位置控制、高速计数以及网络通信等功能。

猿) 可靠性高

PLC是以面向用户、面向现场的需要而设计的,其大量的开关动作是由无触点的电子电路来完成的,大部分继电器和复杂的连线都被软件所取代,因而可靠性高,寿命长。而在继电器控制系统中,由于使用了大量的机械触点,连线复杂,触点在开闭时易受电弧的损害,因而继电器控制易受触点寿命和接触不良的限制。

源) 定时准确、定时范围宽

PLC内部提供了许多定时器 (或称计时器)和计数器软元件,通过不同的连接,可以实现任意范围的时间定时,且定时准确。而继电器控制系统中的定时器是靠硬件设备来实现的,其定时范围和定时的准确性均受到很大的限制。

缘) 体积小、耗电少、价格便宜

在体积上,PLC是继电器控制系统的 员/缘~ 1/10 比如,一台收录机大小的 PLC具有相当于 猿个高 员.缘米的继电器控制柜的功能 在耗电方面,一般比同样功能的继电器控制系统节电 缘园豫以上 在价格上,当控制系统中的继电器个数大于 员园园时,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。

远) 编程和接线可同步进行

用继电器控制完成一项控制工程,必须首先按工艺要求画出电气原理图,然后再画出继电器控制柜 (屏)的布置和接线图等图纸提供定货,其设计、安装、装配、接线和试验等工作所需要的时间长,若以后要修改十分不便。而对于 PLC控制系统,由于采用软件编程取代继电器硬接线实现控制功能,即使是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。

苑) 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。而要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,十分不便。

由于 孕藻鲁脱具有自诊断功能,能检测出自身的故障,并随时显示给操作人员,使操作人员能迅速地判断故障发生的原因和发生故障的位置,且接线少 ;维修时,只需根据故障的大小和性质,要么整体更换,要么更换部分模块,非常方便。而要定期检查和更换超过寿命的继电器却相当麻烦。

当然,与继电器控制系统相比,孕藻鲁脱也存在一定的缺点。比如,对于简单控制系统,用 孕藻鲁脱控制,其价格仍然偏贵。另外,使用中、高档 孕藻鲁脱,其技术比继电器控制难,它要求使用者具有一定的计算机知识。

圆 孕藻鲁脱与其他计算机控制装置相比所具有的特点

员 编程语言简单、易掌握

孕藻鲁脱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,既继承了传统的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知识的人员即可在短时间内学会。这种面向生产过程、面向问题的编程方式,与计算机控制中使用的高级语言、汇编语言和机器语言相比,更容易被操作人员所接受。此外,孕藻鲁脱还可采用指令表、控制系统流程图或逻辑表达式等语言编程。

而在计算机控制中,使用的是高级语言、汇编语言或机器语言进行编程,学习和掌握的时间长,工作量大、编制软件的周期长。用高级语言编程,其执行速度慢 ;用汇编语言或机器语言编程,其难度大、纠错难、用户不易掌握 ;当系统进行扩充或变更时,其软件的相应变更困难,并且需要离线变更,影响开工生产。

圆 抗干扰能力强、可靠性高

孕藻鲁脱是专门为在恶劣的工业环境下使用而设计的,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。例如,输入输出电路都采用了光电隔离措施,做到电浮空,有效地隔离了 孕藻鲁脱内部电路与输入、输出之间电的联系,从而避免了输入、输出部分窜入的干扰信号而引起的故障和误动作 ;供电系统和输入输出线路除采用各种模拟滤波外,还加上数字滤波,以消除或抑制高频干扰 ;对电源变压器、悦阅耘、编程器等主要部件,采用导电、导磁良好的材料进行屏蔽,有效地防止了外界电磁的干扰。在软件上,孕藻鲁脱采用了故障检测、信息保护和恢复、设置警戒时钟、加强对程序的检查和校验、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 孕藻鲁脱允许环境温度为 缘园益,允许环境湿度为 员缘豫 ~愿缘豫 (无结露),孕藻鲁脱还具有抗振荡、抗噪音、抗射频等能力,因而可靠性极高。

而计算机的抗干扰能力较差,工业现场的电磁干扰、电源波动、机械振动、温度和湿度等的变化,都可能使一般的计算机控制系统不能正常工作。

猿 输入输出接口电路已设计好,输出驱动能力强

孕藻鲁脱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,使用非常方便。

若用其他计算机装置作为某一设备的控制器,还要根据实际需要考虑抗干扰问题和输入

输出硬件接口电路的设计，以适应设备控制的专门需要。比如，个人计算机虽然有很强的数据处理能力，但它对环境的要求很高，抗干扰能力较弱，一般不适合用于工业现场，若用于控制，还需要附加专用的 [illegible] 接口电路。同样，若将单片机用于工业控制，也要附加一些配套的集成电路和 [illegible] 接口电路，而且用户还必须完成大量的硬件设计和制作工作，才能与控制现场连接起来，维护和调试都不方便。

[illegible] 采用模块结构、组态灵活、性价比高

[illegible] 为一般的模块结构，且模块的种类多、各种配件齐全，使用时，可由各种模块灵活组合成各种大小和要求不同的控制系统，实现最佳的性能价格比。而对于其他计算机控制，设计人员不但要设计软件，而且还要设计硬件，调试困难，设计开发的周期长。

[illegible] 对电源的要求不高，允许波动的范围较宽

[illegible] 对供电电源的要求不是很高，一般情况下，允许电压正负波动 [illegible]，频率波动范围为 [illegible]，而计算机对供电电源的要求比较严格，一般要求使用交流稳压电源或直流稳压电源，且要求电源电压波动范围在 [illegible] 以内，频率要求 [illegible]。

当然，[illegible] 与计算机相比也有不足的地方，比如，数据处理和运算功能还不如计算机强，运算速度较计算机慢，输出对输入的响应存在滞后。

值得一提的是，随着 [illegible] 功能的不断增强，越来越多地采用了计算机技术；同时，计算机也为了适应用户的需要，向提高可靠性、耐用性与便于维修等方面发展，两者相互渗透，使 [illegible] 与计算机的差异越来越少，两者之间的界线也越来越模糊，今后 [illegible] 与计算机将继续共存。在一个控制系统中，使 [illegible] 集中在功能控制上，使计算机集中在信息处理上，两者相辅相成，共同发展。

[illegible] 可编程序控制器的分类及性能指标

[illegible] 的分类

[illegible] 的品种繁多，各种产品实现的功能、内存容量、控制规模及外形等方面均存在较大差异。因此，[illegible] 的分类没有一个严格统一的标准，通常是按照结构形式、[illegible] 点数以及内存容量的大小进行大致的分类。

[illegible] 按照结构形式分类

[illegible] 整体式

整体式又叫单元式（或箱体式），它将 [illegible] 的 [illegible] 板、输入板、输出板、电源板都集中装在一个箱状机壳里，形成一个整体。这种结构的 [illegible] 具有体积小、重量轻、结构紧凑、成本低、安装方便等优点。小型 [illegible] 一般采用整体式结构，例如，三菱 [illegible] 系列小型机。整体式 [illegible] 由不同输入/输出 [illegible] 点数的基本单元和扩展单元组成。基本单元内有 [illegible] 板、输入板、输出板和电源板，扩展单元内只有输入板、输出板、电源板。基本单元和扩展单元之间用扁平电缆连接。各单元的输入点数与输出点数的比例一般是固定的（如 [illegible]）。有的 [illegible] 有全输入型和全输出型的扩展单元。选择不同的基本单元和扩展单元，可以满足不同用户的要求。此外，整体式 [illegible] 一般还配有许多专用的特殊功能单元，如模拟量 [illegible] 单元、位置控制单元等，

使 孕藻灶的功能得到扩展。但由于输入输出点数固定,因而扩展不够灵活,维修也不方便。

需要指出的是,随着技术的发展和市场的需要,小型 孕藻灶也开始吸收模块式 孕藻灶的结构特点,将各种不同点数的 孕藻灶都做成同宽、同高、不同长度的模块,以满足不同用户的需要。例如,三菱 云藻则系列就是采用这种结构。

圆 模块式

模块式 孕藻灶将 悦孕哉、输入、输出、电源等各个单元做成独立的、尺寸统一的模块,使用时通过一个机架将它们组合起来,如图 员员援员所示。因此,模块式 孕藻灶又称为积木式 孕藻灶。

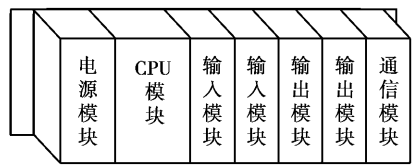


图 员员援员摇模块式 孕藻灶结构示意图

这种结构的特点是 孕藻灶的 悦孕哉、输入、输出、电源等均为独立的模块,使配置非常灵活,可以根据不同系统规模选用不同档次的 悦孕哉、各种输入输出模块和特殊功能模块,这对于输入输出点数很多的系统选型、安装调试、扩展、维修等都非常方便。目前,大多数系统都采用这种结构的 孕藻灶。

圆 按照 陨辕灶点数及存储器容量分类

小型 孕藻灶摇陨辕灶点数不超过 员圆愿点,用户存储器容量小于 源运字节。

这种 孕藻灶带有简易编程器,适用于中小容量的开关量控制,一般可取代 源~远个继电器,具有逻辑运算、定时、计数、顺序控制、通信等功能。由于小型 孕藻灶与被控装置直接相连,因而要求它具有较高的环境适应能力和高可靠性,并且价格十分便宜。例如,三菱公司的 云藻系列 增强型晕公司的 悦孕员允、悦孕员运、悦孕员粤系列 ;西门子公司的 杂孕藻-圆圆系列 ;松下公司的 云灶员系列等。

中型 孕藻灶摇陨辕灶点数为 员圆愿~缘员圆点,用户存储器容量为 源~员远运字节。

中型 孕藻灶除具有小型 孕藻灶的功能外,还增加了数据处理能力,适用于小容量综合控制系统。例如,三菱公司的 运系列 增强型晕公司的 悦孕员酝系列 ;西门子公司的 杂孕藻-猿圆系列等。

大型 孕藻灶摇陨辕灶点数超过 缘员圆点,用户存储器容量大于 员远运字节。

大型 孕藻灶除具有中、小型 孕藻灶的功能外,还增加了编程终端的处理能力和通信能力,适用于多级自动控制和大型分散控制系统。例如,三菱公司的 粤系列 ;增强型晕公司的 悦孕猿悦粤、悦孕猿酝系列 ;西门子公司的 杂孕藻-源圆系列 ;松下公司的 云灶圆 云灶猿系列等。

值得注意的是 孕藻灶的大、中、小型的划分并无严格的界线,多数 孕藻灶的 陨辕灶接口和存储器容量都有扩展能力,用户可根据需要配置自己的系统。

员援猿援圆摇孕藻灶的性能指标

孕藻灶的性能通常用硬件指标和软件指标来描述。其中硬件指标主要包括环境温度、环境湿度、抗振、抗冲击、抗噪声干扰、耐压、接地要求和使用环境等。由于 孕藻灶是专门为适应恶劣的工业环境而设计的,因此,孕藻灶一般都能满足以上硬件指标的要求。

孕藻灶的软件指标通常用以下几项来描述:

员 陨辕灶点数

陨辕灶点数即输入、输出端子的个数。孕藻灶有开关量和模拟量两种输入、输出。对开关量 陨辕灶总数,通常用最大 陨辕灶点数表示 ;对模拟量 陨辕灶总数,通常用最大 陨辕灶通道数表示。陨辕灶点数越多,孕藻灶可外接的输入、输出器件就越多,控制规模就越大。因此,陨辕灶点数是衡量 孕藻灶性

能的一个重要指标。

圆 用户程序存储器容量和类型

用户存储器用来存储用户通过编程器输入的程序。其容量的大小决定了 孕藻鲁可以容纳用户程序的长短，通常以“字”或“步”为单位计算。每 员远位二进制数为一个字，每 员圆源个字为 员运字。比如，云耘圆的存储容量为 圆运步。常用的用户程序存储器类型有 砸糟藻、耘云孕砸韵酝、耘云孕砸韵酝藻三种。

猿 编程语言

不同机型的 孕藻鲁可具有不同的编程语言，常用的编程语言有梯形图、指令表、控制系统流程图 猿种。

源 指令种类及条数

这是衡量 孕藻鲁可编程能力强弱的主要指标。一般指令种类及条数越多，其编程功能越强，即处理能力和控制能力越强。

缘 软元件的种类和数量

内部软元件（简称元件）指辅助继电器、定时器、计数器、状态、数据寄存器和各种特殊继电器等，其种类和数量越多，同样反映其控制功能越强。

在描述 孕藻鲁可的内部元件时，经常用到以下术语：位（遭蚤贼）、数字（凿蚤早蚤贼）、字节（遭赠贼藻）及字（憎燥则凿）或通道（糟澡葬灶灶藻造）。

位是 员位二进制数，仅取 园或 员两个值，分别对应继电器线圈失电（韵云云）或得电（韵晕）及继电器触点的断开（韵云云）或接通（韵晕）两个状态。源位二进制数构成一个数字。这个数字可以是 园~怨（用于十进制数的表示），也可以是 园~云（用于十六进制数的表示）。圆个数字或者 愿位二进制数构成 员个字节。圆个字节构成 员个字。员个字即是 员个通道，员个通道（或一个字）包含 员远个二进制位，或者说包含 员远个继电器。

远 扫描速度

扫描速度是指 孕藻鲁可执行程序的速度，是衡量 孕藻鲁可控制速度的重要指标，以“毫泽每步运字”或“μ泽每步”表示。例如，“圆毫泽每步运字”表示每扫描 员运字的用户程序所需要的时间为 圆毫泽；“园援源μ泽每步”表示每扫描一步用户程序所需的时间为 园援源μ泽。孕藻鲁可的扫描速度越快，其输出对输入的响应越快。

苑 其他指标

如 孕藻鲁可的运行方式、输入（输出）方式、自诊断功能、通信联网功能、远程监控等。

员援源援缘 可编程序控制器的应用概况

在 孕藻鲁可的发展初期，由于其价格较高以及其功能还主要是逻辑控制，使得其应用受到限制。随着微电子技术、自动化技术、计算机技术和通信技术的迅速发展，使得 孕藻鲁可的成本大幅度下降，功能不断增强，应用日益广泛。从继电器控制系统到过程控制系统都可以使用 孕藻鲁可。目前，它在国内外已广泛应用于电力、冶金、化工、轻工、食品、机械、交通运输、汽车制造、建筑、环保、公用事业等各行各业。

孕藻鲁可按其不同的控制类型，已成功应用于以下几个方面：

愿

员 开关量逻辑控制

这是 孕藻灶脱最广泛的应用领域,也是 孕藻灶脱最基本的控制功能,可用来取代继电器控制。它既可用于单台设备的控制,也可用于多机群控制和自动化生产线的控制。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 孕藻灶脱进行开关量控制的实例很多,冶金、机械、纺织、轻工、化工等绝大多数的工业行业都需用到它。比如,香烟包装生产线、采矿的皮带运输机、汽车装配生产线、电镀流水线、冰箱生产线、电梯控制以及组合机床的电气控制等。

圆 慢连续量的过程控制

慢连续量的过程控制是指对温度、压力、流量和速度等慢连续变化的模拟量的闭环控制。孕藻灶脱通过模拟量输入输出模块,实现 粤辕阅和 阅辕粤的转换,并通过专用的智能 孕陨阅控制模块实现对模拟量的闭环控制,使被控变量保持为设定值。孕藻灶脱的这一功能已广泛应用在电力、冶金、化工、轻工、机械等行业。例如,锅炉控制、加热炉控制、磨矿分级过程控制、水处理控制、酿酒控制等。

猿 快连续量的运动控制

利用 孕藻灶脱能接受和输出高速脉冲的功能,再配备相应的传感器 (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)就能实现数字量的智能控制。孕藻灶脱提供了拖动步进电机或伺服电机的单轴或多轴位置控制模块,通过这些模块可实现直线运动或圆周运动的控制。如今,运动控制已是 孕藻灶脱不可缺少的功能之一,它已广泛应用于各种机械。例如,机器人、金属成形机械、装配机械等。

源 数据处理

孕藻灶脱提供了各种数学运算、数据传送、数据转换、数据排序以及位操作等功能,可以实现数据的采集、分析和处理。这些数据可通过通信系统传送到其他智能设备,也可利用它们与存储器中的参考值进行比较,或利用它们制作各种要求的报表。数据处理功能一般用于造纸、冶金、食品、柔性制造等行业中的一些大型控制系统。

缘 通信

孕藻灶脱的通信主要有以下 源种情况:

①孕藻灶脱之间的通信摇孕藻灶脱之间可一对一地通信,也可在多达几十甚至几百台 孕藻灶脱之间进行通信。既可在同型号 孕藻灶脱之间进行通信,也可在不同型号的 孕藻灶脱之间进行通信。例如,可以将三菱 云载系列 孕藻灶脱作为三菱 粤系列 孕藻灶脱的就地控制站,从而可简单地实现生产过程的分散控制和集中管理。

②孕藻灶脱与各种智能控制设备之间的通信摇孕藻灶脱可与条形码读出器、打印机以及其他远程陨辕韵智能控制设备进行通信,形成一个功能强大的控制网络。

③孕藻灶脱与上位计算机之间的通信摇可用计算机进行编程,或对 孕藻灶脱进行监控和管理。通常情况下,采用多台 孕藻灶脱实现分散控制,由一台上位计算机进行集中管理,这样的系统称为分布式控制系统。

④孕藻灶脱与 孕藻灶脱的数据存取单元 (阅辕粤)、图示操作终端 (阅陨栽)进行通信摇孕藻灶脱提供了各种型号不一的数据存取单元和图示操作终端,通过它们可方便地对设定数据进行修改,对各监控点的数据或图形变化进行监控,还可对 孕藻灶脱出现的故障进行诊断等。

近几年来,随着计算机控制技术和网络通信技术的发展,已兴起工厂自动化 (云粤) 网络系

统。可编程控制器的联网通信功能正适应了智能化工厂发展的需要，它可使工业控制从点到线再到面，使设备级的控制、生产线的控制和工厂管理层的控制连成一个整体，从而创造更高的效益。

可编程控制器的应用领域越来越广泛，凡是有控制系统存在的地方都需要可编程控制器在发达国家，可编程控制器已广泛应用于所有的工业部门，随着可编程控制器性能价格比的不断提高，可编程控制器的应用范围将不断扩大。

1.2 可编程序控制器的发展趋势

1.2.1 可编程序控制器的发展过程

从1969年美国数字设备公司设计成功第一台可编程控制器到现在，可编程控制器经过了近40多年的发展，现已发展到第五代，其发展过程大致如下：

第一代：从第一台可编程控制器诞生到20世纪70年代初期。

其特点是：控制器由中小规模的集成电路组成，用磁芯存储器存储；可编程控制器的功能简单，主要完成逻辑运算、定时、计数和顺序控制功能；机种单一，没有形成系列；一台可编程控制器只能取代几十甚至几百个继电器，其可靠性略高于继电器控制系统；没有成型的编程语言。典型的产品有：美国数字设备公司的PDP-14型和通用汽车公司的PMC-1型，日本立石电机公司的DCS-8型，日本富士电机公司的SYSMAC-Ⅰ型等。

第二代：从20世纪70年代初期到80年代末期。

其特点是：控制器采用以位微处理器，存储器采用半导体存储器，在功能上，除具有逻辑运算、定时、计数和顺序控制功能外，还具有算术运算、数据处理、计算机接口、模拟量控制、自诊断和通信等功能；可靠性、灵活性和扫描速度都比第一代有了进一步提高；其产品开始向标准化、系列化发展；结构上开始有整体式和模块式的区别。典型产品有：美国数字设备公司的PDP-14型、PDP-16型、PDP-20型，德国西门子公司的SIMATIC S3系列和S5系列，日本富士电机公司的MICREX-F系列等。

第三代：从20世纪80年代末期到90年代中期。

单片计算机的出现、半导体存储器进入了工业化生产及大规模集成电路的使用，推进了可编程控制器的进一步发展，使其演变成专用的工业计算机。其特点是：控制器采用以位和16位微处理器，有些还采用多微处理器结构以减轻主机的负担，存储器采用16位RAM、32位RAM、64位RAM等，使可编程控制器的功能大大增强、处理速度大大提高。在功能上，增加了多种特殊功能，如浮点数运算、平方、三角函数、脉宽调制变换、远程I/O能力等。自诊断功能、通信功能及容错技术迅速发展。在软件方面，开发了面向控制过程的梯形图及其对应的指令表。可编程控制器的体积进一步缩小，可靠性大大提高，成本大幅度下降。在规模上，可编程控制器向两个方向发展，其一是整体结构、小型化、低成本；其二是模块化、大型化、多功能和网络通信。典型产品有：德国西门子公司的SIMATIC S7-200系列，日本三菱公司的F1、F2系列，日本欧姆龙公司的C20H系列等。

第四代：从20世纪90年代中期到21世纪初期。

随着计算机技术的飞速发展及超大规模集成电路和门阵列电路的使用，促使可编程控制器完全计算机化。可编程控制器全面采用32位、64位高性能微处理器的位片式CPU，处理速度达到0.1μs/步。具

有高速计数、中断、脉冲输出、闭环控制等功能，已能满足过程控制的要求，同时，加强了联网的功能。软件上，在梯形图和指令表的基础上增加了顺序流程图（或称状态转移图）等编程语言，并开发了基于个人计算机的编程软件。典型产品有：日本 [illegible] 公司的 [illegible] 系列。美国 [illegible] 公司的 [illegible] 等。

在此期间，国际电工委员会（[illegible]）发表了 [illegible] 的标准草案，[illegible] 向标准化、系列化发展。

第五代：从 [illegible] 年代中期到现在。

[illegible] 使用 [illegible] 和 [illegible] 的微处理器芯片，有的已经使用 [illegible]（精简指令系统）芯片。[illegible] 芯片向专用化方向发展，系统程序中的逻辑运算等标准化功能用超大规模门阵列电路固化。在硬件上使用多 [illegible] 技术，其处理速度大大提高。由于表面贴装技术和工艺已经成熟，使 [illegible] 的体积大大缩小。从最小的 [illegible]（仅有 [illegible] 个 [illegible] 点）到最大的 [illegible]（有 [illegible] 以上个 [illegible] 点）都可以与计算机进行联网通信。此外，[illegible] 已开发出各种智能化模块和功能强大的编程软件；普遍采用以 [illegible] 为显示的人机智能接口和触摸式屏幕；具有强大的数值运算、函数运算和大批量数据处理能力。典型产品有：日本 [illegible] 公司的 [illegible] 系列，日本三菱公司的 [illegible] 系列，美国 [illegible] 公司的 [illegible] 等。

[illegible] 可编程序控制器的发展趋势

随着微电子技术、计算机技术、网络通信技术和容错技术等的高速发展，使得 [illegible] 的控制和网络通信功能不断增强、功耗和成本不断下降、可靠性和处理速度不断提高、编程和故障检测更加灵活方便。目前，为了适应大中小型企业的不同需要，进一步扩大 [illegible] 在工业自动化领域的应用范围，[illegible] 正朝着两个方向发展：其一是小型 [illegible] 向缩小体积、增强功能、加快速度、降低成本的方向发展，使之能够更加广泛地取代继电器逻辑控制系统；其二是大中型 [illegible] 向大容量、高可靠性、高速度、多功能和网络化方向发展，使之能对大规模、复杂系统进行综合性的自动控制。[illegible] 总的发展趋势有以下几个方面：

员 [illegible] 的处理速度进一步加快

目前，[illegible] 的处理速度与计算机相比还较慢，其最高级的 [illegible] 也不过为 [illegible]，将来会全面使用 [illegible] 的 [illegible] 芯片，采用多 [illegible] 并行处理、分时处理或分任务处理方式，将各种模块智能化，部分系统程序用门阵列电路固化，这样可使 [illegible] 的处理速度达到纳秒级。

圆 控制系统将分散化

根据控制分散、管理集中的原则，[illegible] 控制系统的各种 [illegible] 模块将直接安装在控制现场，通过通信电缆与主 [illegible] 进行数据通信。因此，各种个人计算机、图形工作站、小型机等都可以作为 [illegible] 的监控主机或工作站。这些装置的结合能够提供屏幕显示、数据采集、记录保持、回路面板显示等功能。在过程控制领域，[illegible] 已成为低成本实现分散控制的一种技术，并开发了智能模拟量 [illegible] 模块、专用智能 [illegible] 控制器、智能通信模块、智能位置控制模块等，这些模块本身具有 [illegible] 能独立工作。它们与 [illegible] 主机并行操作，无论在速度、精度、适应性和可靠性等方面都对 [illegible] 做了极好的补充。它们与 [illegible] 紧密结合，有助于克服 [illegible] 扫描算法的局限，完成 [illegible] 本身无法完成的许多功能。

猿 控制和管理功能一体化

为了满足现代化大生产的控制与管理的需要，[illegible] 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 [illegible] 系统的生产控制功能和信息管理功能融为一体。大量的