



景林 郭建钢 编著

可编程序控制器 网络技术的应用



$$\frac{K}{A(s) + B(s)}$$



中国林业出版社

976

7/1/15
77

可编程序控制器网络技术的应用

景 林 郭建钢 编著

中国林业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

可编程序控制器网络技术的应用/景林, 郭建钢编著. —北京: 中国林业出版社, 2000. 2
ISBN 7-5038-2494-8

I. 可… II. ①景… ②郭… III. 可编程序控制器-微机网络 IV. TP273

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 13338 号

中国林业出版社出版
(100009 北京西城区刘海胡同 7 号)
北京地质印刷厂印刷 中国林业出版社发行
2000 年 2 月第 1 版 2000 年 2 月第 1 次印刷
开本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 25
字数: 651 千字 印数: 1~1000 册
定价: 60.00 元

第一篇 S5 PLC 和 PLC 网络系统

第一章 绪 论

可编程序控制器 (Programmable Controller) 简称 PC, 是一种从 80 年代初迅速发展起来的新一代工业控制装置。它以原有的继电器逻辑控制系统为基础, 逐步发展为以微处理器为中心, 既有逻辑控制、计时、计数、分支程序、子程序等顺序控制功能, 又有数字运算、数据处理、模拟量调节、操作显示、联网通信等功能的控制系统。为了避免与个人计算机 PC 相混淆, 并兼顾可编程序控制器的发展历史, 国内外许多资料仍将可编程序控制器简称为 PLC。本书主要介绍的德国西门子 (SIEMENS) S5 系列可编程序控制器 (如图 1-1), 也简称为 PLC。

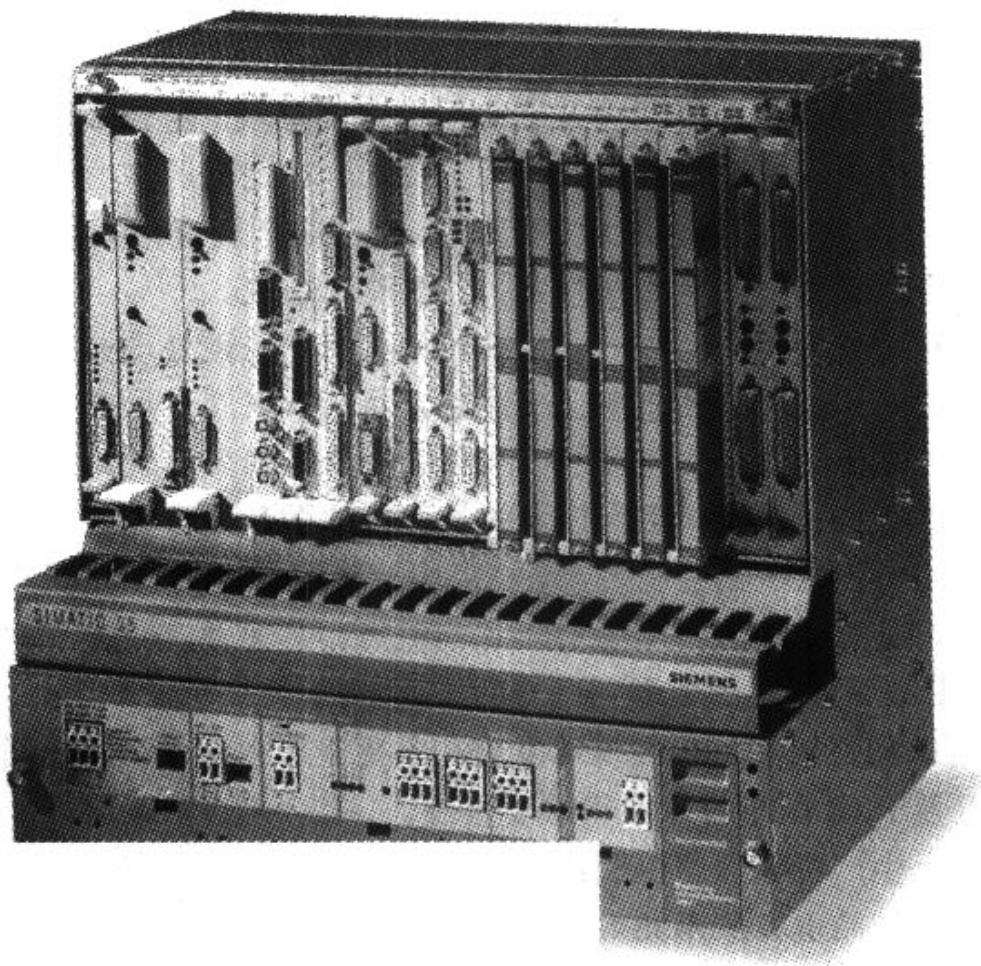


图 1-1 SIEMENS S5 系列可编程序控制器

现代的可编程序控制器结构简单、编程方便、性能优越, 可广泛应用于工业生产过程的自动控制中, 用 PLC 构成的机电一体化自动控制系统已成为当今工业发达国家自动控制的标

准设备, 自动化生产流水线普遍采用 PLC 网络控制系统, PLC 已成为当代工业自动化的主要支柱之一。

本章主要介绍可编程序控制器的发展及现状、基本结构和主要性能, 并将可编程序控制器与集散型控制系统作一简单比较, 同时对 PLC 局域网的基本情况作一概述。

第一节 可编程序控制器的发展概况

可编程序控制器是在 60 年代后期和 70 年代初期问世的, 当时工厂实现生产过程自动控制的设备主要是以继电器为主要元件的顺序控制系统, 复杂的系统可能需要成百上千个各式各样的继电器, 用成千上万根导线连接起来。继电器控制系统有大量机械触点, 因此本身的可靠性不高, 当系统出现故障, 要进行检查和排除非常困难。特别是当生产工艺发生变化, 整个控制系统的元件和接线也需要作相应变化, 耗费大量的人力、时间和资金。随着现代社会生产的发展和技术进步, 人们迫切需要一种新的控制装置来取代继电器控制系统, 使电气控制系统工作更可靠、更容易维修, 更能适应经常变动的工艺条件。

1968 年, 美国通用汽车公司 (GM) 为了满足因汽车型号不断变化和生产工艺不断更新, 生产线的控制系统也要跟着变化的需要, 提出设想把计算机通用、灵活、功能完备等优点和继电器控制系统的简单易学、形象直观等优点结合起来, 制成一种通用控制装置, 并将计算机的编程方法和程序输入方式进行简化, 用面向控制过程, 面向问题的梯形图语言进行编程, 使不熟悉计算机的工程技术人员也能方便地使用。1969 年, 美国数字设备公司 (DEC) 研制出第一台可编程序逻辑控制器 (Programmable Logic Controller), 简称 PLC, 在 GM 公司的自动装配线上试用, 获得了成功。

70 年代中期, 可编程序控制器进入了实用化发展阶段。随着多种八位微处理器和位片处理器的相继问世, 可编程序控制器技术产生了飞跃。在逻辑运算功能的基础上, 增加了数值运算、闭环调节功能, 提高了运算速度, 扩大了输入/输出规模, 并开始与网络和小机相连, 构成了以可编程序控制器为重要部件的初级分散控制系统。

70 年代末, 可编程序控制器进入了成熟阶段。十六位微处理器和 51 系列单片机的出现, 使可编程序控制器向大规模、高速度、高性能方面继续发展, 形成了多种系列化产品, 出现了紧凑型、低价格的新一代产品和多种不同性能的分布网络系统。在程序编制方面, PLC 还借鉴微机的高级语言, 采用面向工程技术人员使用的图形语言。在功能上, 可编程序控制器已经可以完全取代传统的逻辑控制装置、模拟控制装置和小机器的 DDC 控制系统。随着应用领域的迅速扩大, 到 80 年代中期, 世界上已有近百个厂家生产 200 多种机型和系列。在发达的工业化国家, PLC 已经广泛应用到所有的工业部门。

90 年代, 可编程序控制器仍在继续发展, 主要表现在新系列不断涌现, 编程软件的高级化和多样化, 以及 PLC 网络技术取得重要进展。

目前, 国际上生产可编程序控制器的厂家很多, 它们遍及美国、日本、德国以及其他欧洲国家, 各公司的产品也有所不同, 但无论哪个厂家的产品, 就技术而言都大同小异, 概括起来有如下特点:

(1) 系列化: 国外各大公司几乎每隔几年就要推出一个新系列产品, 许多大公司都已经拥有几个系列的产品, 如 SIEMENS 先后推出了 S3、S5 和 S7 系列 PLC 投放市场。较新的系列一般都有小、中、大三种机型。

(2) 多处理器：一般的小型机是单处理器系统，中型机多为双处理器系统，包括字处理器和位处理器，大型机则为多处理器系统，由字处理器、位处理器和浮点处理器组成。

位处理器在 PLC 中的主要作用有两个。一是直接处理一些位指令，从而提高了位指令的处理速度，减少位指令对字处理器的压力；二是将面向工程技术人员的语言（梯形图、控制系统流程图等）转换成机器语言。

(3) 较大的存储能力：现代 PLC 使用 CMOS 器件、EPROM、E²PROM 和 RAM 等存储器，容量可达数兆字节，用作存储控制程序和数据。其中有一部分 RAM 带有后备电池保护，当系统掉电时，可保存实时信息。

(4) 功能很强的输入输出接口模块：考虑到工业过程的需要，常用的数字量输入输出接口有交流 110V、220V 和直流 5V、24V、48V、60V 等；负载能力可从 0.5A 到 5A；模拟量的输入输出有 $\pm 50\text{mV} \sim \pm 10\text{V}$ ，电流有 $0 \sim 10\text{mA}$ 或 $4 \sim 20\text{mA}$ 等多种规格。为保证安全，提高可靠性，输入输出接口模块一般都采取了隔离措施。

(5) 智能外围接口模块：新一代的可编程序控制器具有许多智能外围接口模块，它们具有独立的处理器和存储器。作为专用的工业外围接口模块，它们可以完成特殊功能，如可以进行闭环调节，可以实现温度控制、位置控制，也可用于连接显示终端、打印机等，这样就大大增强了单台 PLC 的功能。

(6) 网络化：可编程序控制器网络系统一般分为两类。一类是低速网络，采用主从方式通信，传输速率比较低，传输距离比较短；另一类是高速网络，采用总线形或令牌环形，传输速率可达 10M bps，并通过各种网络布线器件组成控制范围很大的局域网。

(7) 紧凑型和高可靠性：80 年代初，单片机的出现促进了 PLC 向紧凑型发展。近年来，由于超大规模集成电路技术的发展，大大促进了可编程序控制器的小型化，与此同时，PLC 的可靠性也在不断提高，一般可以保证 30000~50000 小时无故障间隔时间。

(8) 简单易学的编程语言：为了便于工程技术人员学习使用，可编程序控制器有多种编程语言。有顺序控制用的梯形图，用软触点、软触发器、软计时器和计数器来代表相应的物理部件，进行逻辑运算，完成时间上的顺序控制；有适用于数值控制的控制系统流程图，具有算术运算、比较、滤波等功能，从而可方便地对生产过程作出系统方块图并对控制过程进行跟踪；还有类似于汇编语言的语句表等编程语言。在一些大型可编程序控制器中还具有 BASIC 或 C 等高级语言，从而满足各种不同控制对象和不同使用人员的需要。

第二节 PLC 控制系统的功能与特点

现代可编程序控制器在控制领域越来越受到人们的重视，并得到广泛的应用，过去许多采用微型计算机、单板/单片计算机和集散控制系统的场合已逐渐被可编程序控制器及其网络控制系统所取代，这是和 PLC 自身的优点分不开的。

一、可编程序控制器的优点

(1) 功能齐全：PLC 的基本功能包括数字量输入/输出、模拟量输入/输出、内部中间继电器、锁存继电器、延时 ON/OFF 继电器、主控继电器、计时器、计数器、移位寄存器、四则运算、逻辑运算、跳转和强制 I/O 等。

PLC 的扩展功能有通信联网、数据块传送、矩阵运算、PID 闭环回路控制、排序查表功

能、中断控制功能以及特殊功能程序块或函数等。

此外, PLC 还具有自诊断、报警、监控等功能。

正因为如此, PLC 的适应性极强, 几乎所有的控制要求, 它均能满足。

(2) 应用灵活: 现代可编程序控制器除极少数为整体式结构(如日本 OMRON 个别型号 PLC), 绝大多数采用积木式硬件结构以及模块化的软件设计, 这使得它不仅适应大小不同、功能复杂的控制要求, 而且可以适应各种工艺流程变更较多的场合。

PLC 的安装和现场接线比较简单, 可以按积木方式扩充和删减其系统规模。由于它的逻辑、控制功能是用软件实现的, 省去了大量安装元件和布线工作, 从而缩短了整个设计、生产和调试周期, 研制费用相对来说也少了。

(3) 操作方便, 维修容易: PLC 的基本功能采用工程技术人员习惯的梯形图编程, 使用户能十分方便地读懂程序和编写、修改程序。程序十分清晰直观, 操作人员只要稍加培训, 就能使用 PLC。

另外, PLC 带有十分完善的监视和诊断功能。PLC 对其内部工作状态、通信状态、I/O 点状态和异常状态等均有醒目的提示。因此, 操作人员和维修人员可以及时准确地了解机器故障点, 利用更换模块的方法迅速处理故障。

(4) 稳定可靠: 目前各生产 PLC 的厂家都严格地按有关技术标准进行生产, 如美国有 NE-MA 标准, 日本有 JIS 标准, 德国有 DIN 标准等。所以尽管 PLC 有各种型号, 但都可以适应恶劣的工业应用环境。

二、PLC 与微型计算机比较

(1) 应用范围: 微机除了用在控制领域外, 还大量应用于科学计算、数据处理和计算机通信等方面, 而 PLC 主要用于工业控制。

(2) 使用环境: 微机对环境要求较高, 一般要在干扰小, 具有一定的温度和湿度要求的环境中使用, 而 PLC 能适应工业现场的恶劣环境。

(3) 输入输出: 微机系统的 I/O 设备与主机之间采用微电信号联系, 一般不需要电隔离。而 PLC 多控制强电设备, 输入输出均用光-电隔离, 输出还采用继电器、可控硅或大功率晶体管进行功率放大。

(4) 程序设计: 微机具有丰富的程序设计语言, 要求使用者必须具有一定水平的计算机硬件和软件知识, 而 PLC 提供给用户的编程语句数量少, 逻辑简单, 易于学习和掌握。

(5) 系统功能: 微机系统一般配有较强的系统软件, 如操作系统, 能进行存储器管理、文件管理和设备管理等, 还配有许多应用软件。而 PLC 的操作系统比较简单。

(6) 运算速度和存储器容量: 微机运算速度快, 因有大量的系统软件和应用软件, 故存储器容量也大。PLC 因接口响应速度慢而影响数据处理速度, 一般接口的响应速度为 2ms, 且 PLC 软件少, 编程也简短, 故内存容量小。

三、PLC 与单板/单片机比较

单板/单片机具有结构简单、使用方便、价格便宜等优点, 可用于数字采集和工业控制。但由于它不是专门针对工业现场的自动化控制而设计的, 因此与 PLC 相比有以下缺点:

(1) 不如 PLC 容易掌握。单板/单片机编程一般要用到汇编语言, 这对于只熟悉机电控制的工程技术人员来说, 需要相当一段时间学习才能掌握。而 PLC 提供的梯形图语言形象直观,

仍然使用“继电器”一类术语,大部分指令与继电器触点的串联、并联等相对应,使用者一目了然,即使不了解微机的一些技术知识,也可将 PLC 用于工程现场。

(2) 不如 PLC 使用简单。用单板/单片机实现自动控制,一般要在输入/输出接口方面做大量的工作,如要考虑与现场的连接,接口的扩展与工作方式,输入输出信号的处理等问题,而且系统调试也很麻烦。而 PLC 的 I/O 模块已经做好,种类多,驱动能力强,只要正确选用就行了。

(3) 不如 PLC 可靠。用单板/单片机作工业控制,突出问题就是抗干扰能力差。而 PLC 是专用于工业现场的,在系统硬件和软件上都采取了有效的措施。

四、PLC 与集散控制系统比较

(一) 集散控制系统 (TDCS) 发展概况

现代可编程序控制器是由继电器控制系统发展起来的一种控制设备,集散控制系统则是由仪表控制系统发展起来的。70 年代初期,欧洲国家和美国、日本等国家开始研制集散型控制系统。由于当时微处理机刚刚问世,高性能的微处理机还没有达到实用阶段,这时集散系统只能采用小规模集成电路。随着微处理机,特别是单片机的迅速发展,微处理器芯片不但功能强而且价格便宜,这就大大促进了集散控制系统的发展。在此基础上利用微机技术,通信技术和图象显示技术,把微处理机、顺序控制装置、过程控制的模拟仪表、数据采集装置、过程监控装置有机地结合在一起,就产生了能满足各种不同要求的集散型控制系统。集散控制系统可根据被控对象的不同,组成不同规模的系统。目前世界上各个生产可编程序控制器的厂家都有自己的集散控制系统,如美国贝利公司的 N-90,美国西屋公司的 WDPF,德国西门子公司的 TELEPERM 和日本富士公司的 MICREX-P 等。

目前各种集散控制系统日趋成熟,不仅有单回路控制系统,也有多回路控制系统,同时也具有顺序控制的功能。它们大都能满足工业生产过程的控制要求,并具有多级通信网络,可以对生产过程进行综合自动化控制。一般的集散系统都具有以下几个特点:

(1) 性能齐全,即满足生产工艺要求,可完成调节、顺控、批控、模型计算、最优控制、操作监控等功能。

(2) 快速的系统响应,即能满足实时控制的要求,对不同规模的系统组态,系统响应特性不应降低太大。

(3) 可靠性高,一般的系统都实现了冗余设计,并具有完善的故障诊断、自修改、故障显示等功能。

(4) 系统组态灵活,由于采用了分散控制和模块化结构,容易增加控制功能,改变系统的组态。即使原有的系统已经投入运行后,也可方便地根据要求增加功能,扩大系统规模。

(5) 便于维护,由于采用了分散控制和模块化结构,系统便于维护,而且不会因某一点的故障影响整个系统的工作。

(二) 集散系统的基本组成

集散系统用数据通道把分散的各种基本控制功能连接起来,以富士公司 MICREX-P 为例(如图 1-2),集散系统各部分的功能和作用如下。

(1) 过程站 (PCS-100): 主要功能是实现回路控制、数据采集、顺序控制等。其特点是以机架为单位或以机箱和回路控制为单位分散,采用了单元独立和系统失效容错技术,提高了系统的可靠性。

(2) 可编程控制站(HDC-100): 主要功能是实现顺序控制、数值运算等, 其特点是具有高速运算处理能力, 实现屏幕编程等功能。

(3) 操作站(OCS): 有二种操作站可供选择, 即小型操作站和集中型操作站, 其主要功能是对过程站和可编程控制站进行监控操作, 特点是有实现多种画面的操作, 具有人机对话功能, PID 参数的自动调节和模拟仿真。

(4) 数据通道(DPCS-E): 主要功能是实现各站之间的数据传输, 传输速率可达 1.5M bps, 具有自诊断和双机功能, 可实现高可靠性的数据通信。

(三) 可编程序控制器与集散系统的比较

在发展的初期, PLC 在数字量处理、顺序控制方面具有优势, 即侧重于数字量顺序控制方面; 而集散系统在回路调节、模拟量控制方面具有优势, 即侧重于回路调节功能。

可编程序控制器和集散系统在发展过程中始终互相渗透、互为补充。如今的 PLC 也加强了模拟量控制功能, 具有 PID 调节功能。从图 1-2 可以看出, PLC 也可以作为集散系统的一部分, 而且可编程序控制器本身也可以构成网络系统, 组成分级控制, 实现集散系统所完成的功能。

到目前为止, 可编程序控制器网络系统与集散系统的差别已不明显。就自动化控制系统的发展趋势来看, 全分布式计算机控制系统必然会得到迅速发展, 而这种全分布式计算机控制系统必定是以网络技术为基础, 并综合了可编程序控制器和集散系统各自的优点。特别是近年来现场总线网络技术得到很大发展, 使用这种全数字化的现场总线系统, 可大量减少电缆的使用, 简化了控制技术并有效的改善控制精度; 相关的控制可以直接下放到现场中去, 传统的 DCS 就没有必要存在; 各现场设备通过网络总线与控制室主机相连, 控制方式灵活, 响应时间短, 可靠性高, 组态简单, 安装维护方便, 可节省大量的 I/O 装置及相关设备, 并可实现最佳系统集成。因此, 从这个意义上说, 可编程序控制器网络控制系统与它更为接近。

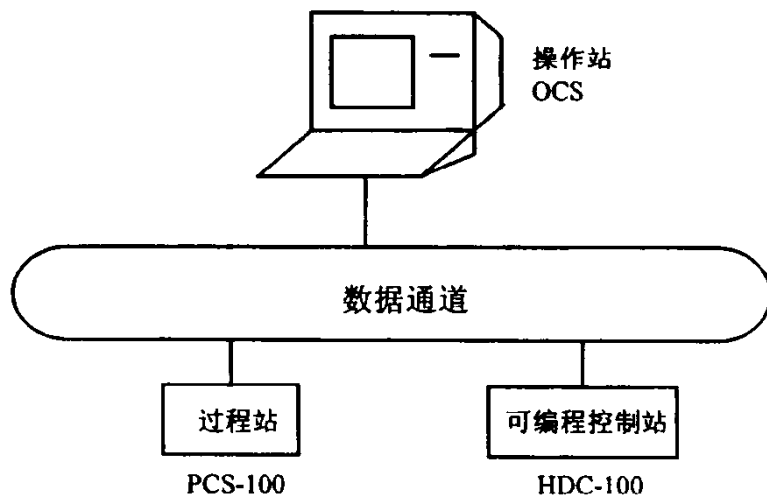


图 1-2 集散控制系统的基本组成

第三节 可编程序控制器网络系统概述

随着生产技术的发展, 必然会使 PLC 的应用从单机向全厂生产自动化过渡。这就要求各 PLC 之间、PLC 与计算机和其他控制设备之间能迅速、准确、及时地进行通信, 以便能步调一致地进行控制和管理。

80 年代以前, 各个企业均采用自己的专用通信网。80 年代初, 美国通用汽车公司(GM) 建议采用制造自动化通信的协议标准(MAP), 它是一个七层模式、宽频带、以(令牌)总线为基础的通信协议, 得到了广大 PLC 和计算机生产厂家的支持, 逐步形成了企业自动化通信标准。MAP 作为高效能、低价格的通信标准, 在企业生产自动化、管理自动化中已确立了无可争辩的地位。目前, 几乎所有 PLC 的网络都与 MAP 兼容, 如 SIEMENS 的 SINEC H1。

一、自动化系统对 PLC 控制网络的要求

可编程序控制器是工业领域基础自动化的主要工具,其通信系统应具有各种不同的能力和性能,以满足点对点通信、组成 PLC 网络,完成上下级控制系统之间的数据交换等不同的要求。最严格的要求就是在工业应用环境中保证数据传输的可靠性。对 PLC 网络的主要要求如下:

(1) 传输介质和连接组件标准化。在一个网络控制的环境中,需要相互通信的自动化部件分布广泛,加入的点很多,因此,传输介质和接口组件使用数量很大,这就要求传输介质和接口组件一方面使用量要小,另一方面互相兼容。

(2) 良好的覆盖面积。由于进行自动化控制的工厂和车间常常是相当分散的,PLC 网络必须具有足够的传输距离以保证能在许多站之间任意通信。

(3) 良好的系统扩展性。一个自动化系统的结构常有可能要更改或变动,这时需要网络系统也作相应的调整,这种变动应该简单易行并且对系统影响尽可能小。

(4) 较高的数据传输率。随着技术不断进步,在自动化系统中,需要处理和传输的数据量不断增加,特别是当几个站同时要求通信时,传输介质负荷非常高,只有具有足够高的数据传输率,才能保证参加通信的每个站都能畅通地与其他站通信,获得最短反应时间。

(5) 传输高度可靠。PLC 网络用于工业环境中,在传输过程中出错的数据如果不能及时检测出来并加以纠正,将会给控制过程造成巨大的危险。

二、PLC 的通信功能

PLC 通信功能有三种类型,具体如下:

(1) 远程控制,即 PLC 进行远程的 I/O 控制,它采用串行数据传输的方式将主站 PLC 与远处从站的 I/O 终端或 PLC 连接起来,这时在主站一端应安装一个远程 I/O 主单元,而在从站一端则要安装远程 I/O 从单元或称为 I/O 链接单元。

(2) PLC 与上位机进行点对点通信,一台上位微机可以连接多台 PLC。这时各个 PLC 均可以接受上位机的命令,并将执行结果送给上位机。这就构成了一个简单的“集中监督管理,分散控制”的分布式控制系统。

(3) PLC 局域网络系统,是指将分布在不同位置的 PLC 及其他数据终端设备(DTE)通过传输介质连接起来,按照网络协议进行通信的系统。

实际上,远程控制属于可编程序控制器系统扩展的一部分,因此,PLC 的通信功能只包括点对点通信和局域网络等二部分内容。

三、SIEMENS PLC 网络系统

SIEMENS 的 S5 系列可编程序控制器又称为 SIMATIC S5。S5 发展了两种不同类型的通信以满足不同的应用,如图 1-3 所示。

(一) 点对点通信

这种通信方式使用 CP524 或 CP525 通信处理器,采用串行数据通信方式,数据传输率 19.2k bps,主要用于 S5-115U、S5-135U、S5-150U 等 PLC 和编程器、计算机、CRT 及打印机之间的通信。

使用这种通信方式,每台 PLC 都需要有一个通信处理器以保证快速、可靠的数据交换。通

信处理器有两个串行接口,可用于连接所有串行 TTY 或 V.24 (RS232C) 的系统,如计算机等。

如果两个以上的 PLC 要直接交换数据,则要求每台 PLC 对每一个交换点配置一个通信处理器,每台 PLC 可能有多个通信处理器,这样就构成了一个网状通信。这种 PLC 网络虽然简单,但用户要自己编程解决网络监控问题。此外,由于每个通信处理器只处理自身的专用通信线路,整个网络要用很多条电缆,特别是当各 PLC 相距一定距离时,因每两个通信处理器之间都要分别接上数据线,这样如通信点数量稍一增加,网络扩展的费用将不成比例地急剧上升。

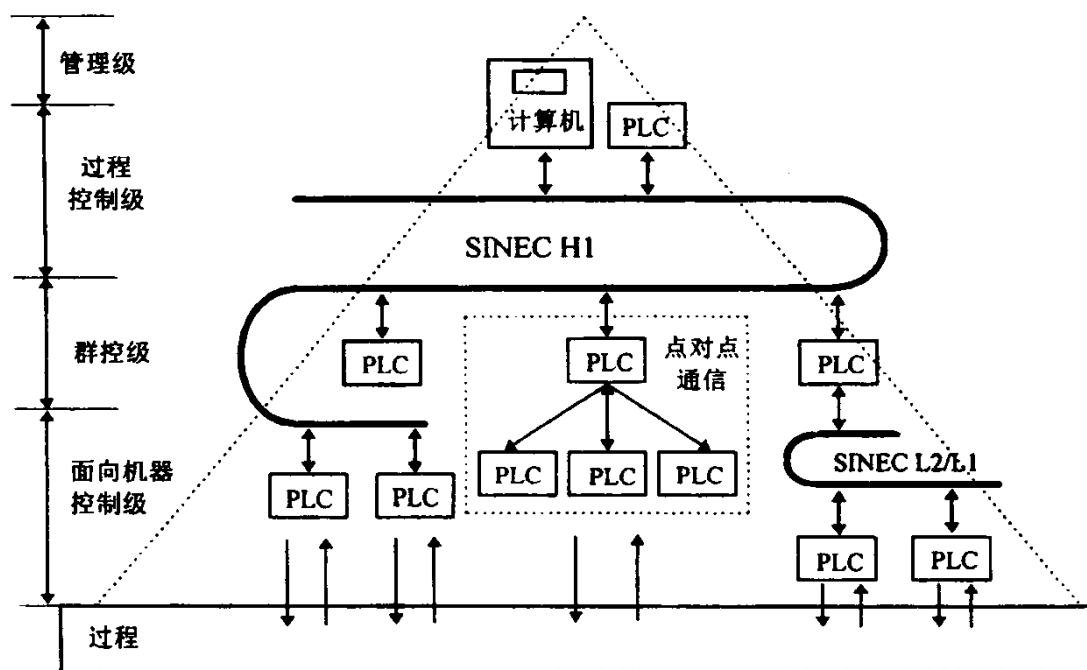


图 1-3 S5 PLC 网络组成分级、分布式应用举例

(二) SIEMENS 可编程序控制器网络系统

为了解决点对点通信系统存在的问题,SIEMENS 发展了 S5 系列可编程序控制器网络系统,即 SINEC 系统。该系统采用总线拓扑结构,比一般星形或环形网性能更加优越,尤其是在自动化控制系统中,能组成巨大、复杂的局域网,网中所有的工作站都接到网络总线上,总线承载了所有站与站之间的通信。网络中每个站(PLC 或 DTE)只需要一个通信处理器,这种简单的连接方式所用设备和传输介质都最少,所有站都共享同一个通信链路,十分易于系统扩展。

当系统扩展时,网络原有的站无需更动任何硬件,所有连接至总线的站以相同的优先权存取和交换数据。为了使任何时候不致有二个站同时使用总线造成信息冲突,保证网络所有的站都有相同的机会同其他站通信,网络总线要规定一个分配方式,例如只允许提出过申请的某一个站(又称作“主站”)占有总线一段固定时间,当这个时间过去,“主站”状态转到下一个等待使用总线的站,同样也要等一段时间。SINEC 网络系统按分配技术和存取方法的不同分为 SINEC H1、SINEC L1 和 SINEC L2 等多种总线系统,适用于不同的场合。

(1) SINEC L1 总线系统。SINEC L1 为低速总线,传输速率为 9.6k bps,最大传输距离 7.5km,最多 31 个站点,通信处理器为 CP530。该系统适合于一些小型网络。

SINEC L1 总线存取采用固定主站(主-从)方式,主站负责管理所有的数据交换,而其他站为从站(或子站),主站装有 CP535, S5-101U 和 S5-115U PLC 用编程器接口作为从站与总线的连接,对于 S5-150U、S5-135U、S5-115U 等型号 PLC,既可作为总线主站也可以作为

子站处理数据。

(2) SINEC L2 现场总线系统。现场总线是 80 年代末发展起来的应用于过程自动化和制造自动化的现场设备互连网络通信技术,它是一个双向作用的具有总线功能的串行通信系统。现场总线为工业现场的智能化仪表、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场控制设备和更高级系统间的信息传递提供了有效的手段,使用现场总线系统将给传统的现场控制技术带来革命性的变革。

SINEC L2 现场总线系统是中等速度总线网络,传输速率一般为 31.25kbps~2.5Mbps, SINEC L2 总线采用令牌方式与主-从方式相结合的传输技术。

(3) SINEC H1 总线系统。SINEC H1 为高速总线网络,最大传输速率为 10M bps,实际平均传输率不低于 1.2M bps,最大传输距离 2.5km,最多 1024 个站点,通信处理器为 CP143 或 CP535。

SINEC H1 总线存取采用以太网 CSMA/CD 方式,符合 IEEE802.3 标准。

(三) 网络通信系统

如图 1-3 所示, SINEC 网络分为 4 个层次,在网络的最高层次即管理级,有大量数据终端设备 (DTE),最常用的就是微机。以 SINEC H1 为例,可编程序控制器负责过程控制、群控和面向机器的控制,网络中的通信由 PLC 的通信处理器 (CP143) 完成,而在管理级,网络通信和管理由以太网卡和网络通信系统共同实现。

SINEC H1 网络在管理级使用工厂数据链路网络通信系统-FactoryLink,这是由美国 US-DATA 公司开发,专用于工厂自动化控制的实时网络通信系统软件,该系统以实时数据库为核心,管理网络各站的数据传输与通信。FactoryLink 系统还集成了事件驱动、数据动态分析、系统掉电数据保护、报警监测功能设置、计时/计数器功能设置、实时动态图形界面设计,数值计算和逻辑运算程序设计等工业自动化控制软件开发工具,并提供了数据库浏览、文件管理、报告生成器、打印假脱机管理等功能。FactoryLink 局域网络功能在实时数据和文件传输时不需要网络文件服务器,支持包括 TCP/IP 在内的多种网络协议。有关详细内容,读者可参考本书第二篇。

第二章 S5 PLC 的硬件结构和工作原理

SIEMENS 第一代真正的可编程序控制器于 1975 年投放市场，这就是 SIEMENS S3 控制系统。1979 年 S3 系统便被 SIEMENS S5 自动化系统取代，这个系统第一次广泛使用了微处理器，1985 年 SIEMENS 又推出了 U 系列的 PLC 产品，它比早期型号具有更多的优点。S5U 系列（以下简称 S5 系列）可编程序控制器目前广泛应用于各种自动化任务中，本章主要介绍 S5-135U PLC 和 S5-155U PLC 及其经常使用的各种模块。

第一节 CPU 模块

一、CPU928B 模块

CPU928B 特别适合于快速字处理、算术运算操作和闭环控制以及高速二进制信号处理即逻辑控制。此外该模块还有一个第二接口，因而适合高速串行点对点通信或与 SINEC L1 局域网的连接。

CPU928B 包括两块印刷电路板（PCB1 和 PCB2），这两个印刷电路板通过插接件相互连接，形成一个整体单元。其中一块板用作母板，板上装有两个连接插座，以便连接到 PLC 主机框架中的 S5 总线上，CPU928B 前面板（如图 2-1）的宽度约是标准插槽的 2 倍，因此它占机架两个槽位。前面板上部的矩形凹槽用来容纳用户存储器子模块。在前面板上还设有供操作人员使用的控制部件，包括一个具有两个位置的运行选择开关和一个具有三个位置的复位方式开关。CPU 的运行状态由一个绿色和一个红色发光二极管（LED）显示；四个较小的红色 LED 用于错误显示。前面板下部有一个 15 芯的插座用来连接编程器，称为第一串行口。

除了通常的编程器端口外，CPU928B 还配置了第二串行口，它既可用作编程器接口，也可以用来连接另一个可编程序控制器、一台计算机或一台打印机。当第二串行口使用 RK52、3964R 芯片或以“开放驱动器”协议用于连接操作时，为了满足结构的适应性，需要安装接口模块（符合 TTY、V. 24/RS232C、RS422A 标准）。当使用第二串行口作为附加的编程器端口时，必须插入一个编程器接口模块，并用扩展数据块 DX2 进行接口初始化。当二个串行接口都出现故障时，SL1 和 SL2 LED 均点亮。

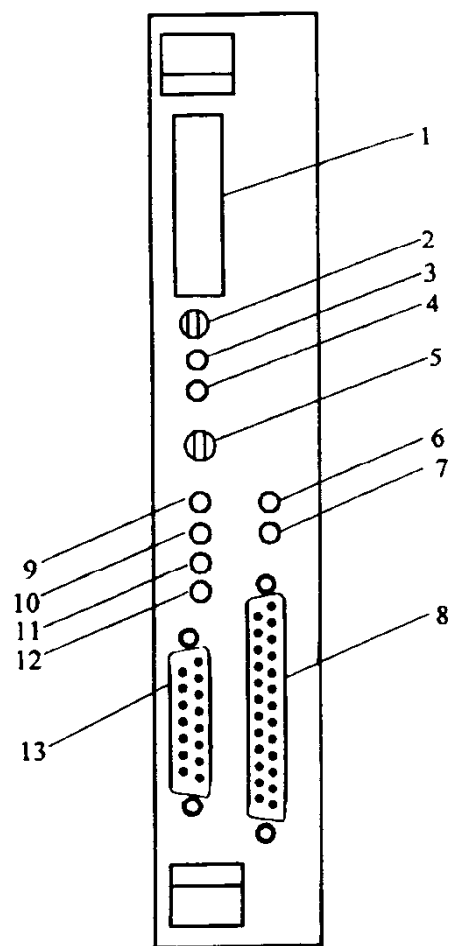


图 2-1 CPU928B 前面板

1. 用户存储器子模块插槽
2. 方式选择开关
3. 运行 LED（绿）
4. 停止 LED（红）
5. 复位方式开关
6. SL1 LED
7. SL2 LED
8. 第二串行口
9. 确认延迟 LED（QVZ）
10. 地址错误 LED（ADF）
11. 循环错误 LED（ZYK）
12. 禁止输出 LED（BASP）
13. PG 接口（15 针插座）

(一) CPU928B 的主要功能单元

CPU928B 的主要功能单元包括四个部分。其中：在 CPU928B 的 PCB1 上设有主 CPU、接口 CPU (IF-CPU) 和准双口 RAM (Quare-dual-port-RAM)；在 PCB2 上设有 STEP 5 处理器和控制显示部件。

(1) 主 CPU：CPU928B 的核心是 16 位微处理器 80186，这种处理器可以直接访问以下存储器：①系统程序存储器（含全部操作系统）。②DB 存储器，它作为用户存储器用来存储数据块。③包含 MC-5 码用户指令的用户存储器子模块。④系统数据存储器；包括操作系统的数，数据输入和输出的过程映象、标志、计时器和计数器。⑤监控系统。

(2) 准双口 RAM：主 CPU 和接口 CPU 是通过准双口 RAM 进行通信。

(3) 接口 CPU：接口 CPU80188 (16 位) 负责第一串行口和第二串行口（选配）与外部设备进行串行数据交换。

(4) STEP 5 处理器：STEP 5 处理器是具有对二进制位和字语句指令高速执行功能的 16 位字和位处理器。其中字处理器为 AM29616，而位处理器为半定制的专用芯片 (ASIC)。

STEP 5 处理器在可编程序控制器的主要作用有两个，一是直接处理 STEP 5 语言所有的位指令和 16 位字语句指令，从而提高了这些指令的处理速度，减少了主 CPU 的压力。二是将面向工程技术人员的语言（梯形图、控制系统流程图）转换成机器语言。STEP 5 处理器的主要功能就是在操作系统的管理下实现这一转换。

STEP 5 处理器的中央处理单元含有三个集成电路，即控制单元、逻辑单元和地址单元。控制单元处理 STEP 5 语言的所有位命令并支持部分被指定的字命令。如果字命令不能处理或不能完全处理，它们将被传送到相连的字节处理器（主 CPU）上。逻辑单元使二进制信息按照已处理过的位指令运行。为了支持指定的计时/计数指令，预处理过程将在逻辑单元中完成，以保证字节处理器只有在执行处理时才起动。地址单元是用作给用户程序中的命令编址的步进式地址计数器。

(二) 用户存储器子模块

CPU928B 可以选用 EPROM 子模块或 RAM 子模块作为用户存储器子模块。为了方便调试程序，目前用得较多的是带后备电池的 RAM 子模块。

用户命令可以通过串行接口用编程器在线直接写入 RAM 子模块。RAM 子模块通过安装在机箱内的备用电池保存用户数据，常用的 RAM 子模块见表 2-1。

表 2-1 RAM 模块类型

存储器容量	型号
16K 字节	6ES5 377-OAA11
32K 字节	6ES5 377-OAA21
64K 字节	6ES5 377-OAA32
64K 字节（带后备电池）	6ES5 377-OBA31

CPU928B 的存储器分配及技术数据如图 2-2 所示。

二、CPU946/947 模块

CPU946/947 是 S5-155U 可编程序控制器的标准中央处理单元，并且只能是在 S5-155U PLC 中使用。在它内部集成了一个 64K 字带奇偶校验位的随机存储器，存储容量可用 355 存储器模块来扩充，最大可达 896 KB，因此可以处理较庞大的程序。CPU946/947 可以极高的速度执行全部 STEP 5 操作并配备有浮点运算。

(一) CPU946/947 结构及其工作方式

CPU946/947 由两个插入式的中央处理单元组成。CPU946 包括两块印刷电路板,前面板为两个标准槽的宽度,面板上装有开关、按钮和 LED。CPU947 有一块印刷电路板,前面板为一个标准槽宽度,面板上有一个 15 针插座,用于与编程器相连。CPU946/947 因为运行过程中连锁通信的依赖性,不能单独运行。CPU946/947 的前面板如图 2-3,主要的操作或显示部件包括复位开关 (RESET)、运行/停止开关 (RUN/STOP)、运行状态发光二极管以及错误信号发光二极管等。



图 2-2 CPU928B 的存储器分配

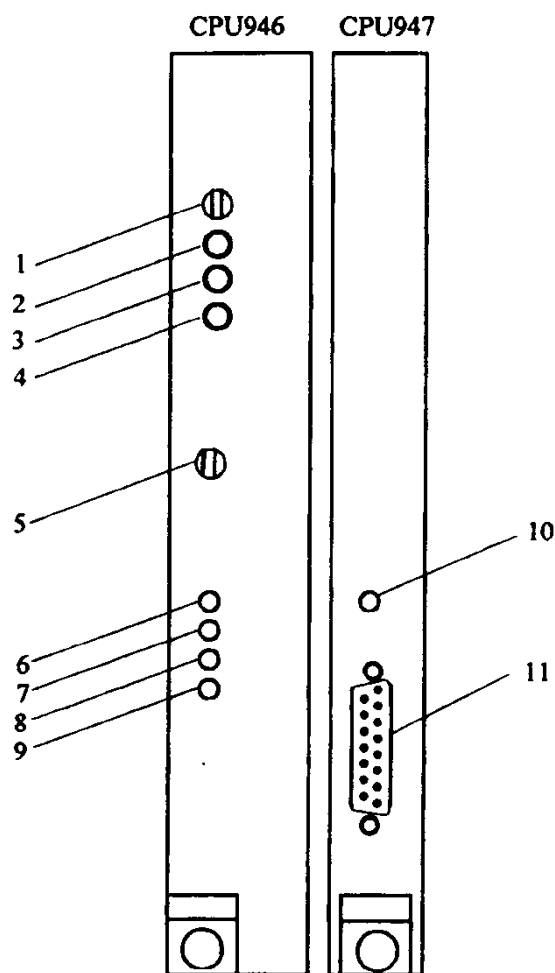


图 2-3 CPU946/947 前面板

1. 运行/停止开关 2. 运行 LED (绿) 3. 软停止 LED
4. 系统错误 LED 5. 复位开关 6. 超时 LED (QVZ)
7. 地址错 LED (ADF) 8. 循环时间错 LED (ZYK)
9. 禁止输出 LED (BASP) 10. 初始化错误 LED
11. PG 接口 (15 针插座)

1. 复位开关和运行/停止开关 (见表 2-2)

表 2-2 复位开关设置表

开关设置	开关位置	从 STOP 拨向 RUN 的结果
RESET	向顶部	冷启动
0	中间位置	热启动
OVERALL RESET (总复位)	向底部	总复位

2. 运行状态和错误信号发光二极管 (见表 2-3)

表 2-3 运行状态和错误信号 LED 定义

发光二极管	状 态	含 义
RUN (运行), 绿色	亮	正在循环处理程序
STOP (软停止方式), 红色	亮	有电, 在停止方式, 无错误
	快速闪烁	申请总复位
	慢速闪烁	要求重新冷启动
SYS FAULT (系统故障), 红色, 硬停止方式	亮	系统错误
QVZ (红色)	亮	超时, 外围设备模板故障/已卸下
ADF (红色)	亮	寻址出错
ZYK (红色)	亮	循环时间超长
BASP (红色)	亮	命令输出无效
INIT FAULT (红色)	亮, 然后熄灭	启动过程完成
	闪烁	启动过程未完成

3. 起动过程

(1) 将 RUN/STOP 开关拨向 STOP 位置, 接通电源, 这时 CPU 上红色 STOP LED 快速闪烁, 红色 BASP LED 点亮, 即 CPU946/947 进入申请总复位状态。

(2) 将 RESET 开关置于 OVERALL RESET 位置, 再将 RUN/STOP 开关从 STOP 拨向 RUN, 而后再将其重新拨回到 STOP 位置。再松开 RESET 开关, 此时 STOP LED 保持亮状态, 总复位过程完成。

(3) 将 RESET 开关置于 RESET 位置, 再将 RUN/STOP 开关从 STOP 拨向 RUN 位置。这时红色的 STOP LED 熄灭, 红色 INIT FAULT LED 亮, 但一会儿后 INIT FAULT LED 熄灭, 绿色的 RUN LED 亮, 红色的 BASP LED 熄灭, 至此 CPU946/947 起动过程完成。

(二) CPU946/947R 的起动类型

CPU946/947 有四种起动方式, 各种起动方式的操作和系统程序略有差异。

(1) 手动冷起动: 在起动过程中标志、计时器、计数器的数据和输入/输出过程映象将被清除, 用户程序从头开始运行。起动前可编程序控制器必须为 STOP 状态, 在多处理器方式, 协处理器 923C 上的 RUN/STOP 开关应在 STOP 位置。

起动时先将 CPU946/947 的 RESET 开关置于在 RESET 位置, 再把 RUN/STOP 开关从 STOP 位置拨回到 RUN 位置; 在多处理器方式, 应把 S5-155U 中全部 CPU 上的 RUN/STOP 开关从 STOP 位置拨回到 RUN 位置, 然后将协处理器 923C 上的 RUN/STOP 开关从 STOP 位置拨到 RUN 位置。

(2) 手动热起动: 在起动过程中标志、计时器、计数器中的数据 and 输入/输出过程映象被保留, 用户程序从被中断的断点处开始重新运行。可编程序控制器在进入 STOP 状态前必须处于循环操作方式, 在多处理器方式, 协处理器 923C 上的 RUN/STOP 开关应处在 STOP 位置。

起动时先将 CPU946/947 的 RESET 开关放在中间位置, 再把 RUN/STOP 开关从 STOP 位置拨回到 RUN 位置; 在多处理器方式, 将协处理器 923C 上的 RUN/STOP 开关从 STOP 位置拨到 RUN 位置。

(3) 自动冷起动：在起动过程中标志、计时器、计数器的数据和输入/输出过程映象将被清除，用户程序从头开始运行。起动前先编制一个扩展数据块 DX0，在 DX0 中选择自动冷起动，这样当电源断电后又重新给 PLC 供电时，就可以完成自动冷起动。

(4) 自动热起动：在起动过程中标志、计时器、计数器的数据和输入/输出过程映象被保留，用户程序从被中断的断点开始运行。起动前 PLC 处于循环处理状态，CPU946/947 上的 RUN/STOP 开关位于 RUN 位置；在多处理器方式，各 CPU 上的 RUN/STOP 开关和协处理器 923C 上的 RUN/STOP 开关也处于 RUN 位置；后备电池功能正常，RAM 中的数据还保留着，在扩展数据块 DX0 中未选择自动冷起动，这样当电源断电后又重新给可编程序控制器供电时，就可以完成自动热起动。

第二节 协处理器模块

COR 923C 协处理器用于多个 CPU 共用一个中央控制器的场合，该协处理器安装在 S5-135U 和 S5-155U 可编程序控制器及扩展单元 EG 185U 和 EG 186U 中，主要用来完成以下三项任务：

(1) 总线判优，协调多个处理器的运行。923C 分配各 CPU 对内部 S5 总线的访问权，它可协调四个 CPU 的访问。923C 自带有一个时钟发生器和定标器用于产生把各 CPU 分配给内部 S5 总线的时间基准。

(2) 提供信箱区。923C 协处理器带有一个有 2048 个内部处理器通信标志位的 RAM，该 RAM 用于 CPU 之间的数据交换，也可用于数据块操作。

(3) 编程器的多路转接器。923C 有一个带多路转换器的中央编程器端口，通过该串行接口，编程器 (PG) 能编程和起动最多 8 个 CPU 及通信处理器。923C 使得程序员能通过 SINEC H1/H1FO、L2/L2FO 以及 SINEC L1 局域网对 PLC 进行编程。

当把编程器接在 923C 的中央编程器端口上时，用户可对 8 个处理器编程。如果要通过 SINEC L2/L2FO 局域网对 PLC 编程，则要用 725 型连接电缆将 923C 的中央编程器端口与 CP5431TF 通信处理器连接起来。

一、923C 协处理器的工作原理

923C 由一块印刷电路板组成，其前面板（如图 2-4）上的控制开关和指示灯功能如下：

(1) 运行-停止-测试开关。当开关处于运行位置时，PLC 循环执行程序；当开关处于停止位置时，PLC 停止执行程序；当开关处于测试位置时，各 CPU 分别起动。

(2) 中央编程器接口 DIP 开关。用于设定使用 CPU 的个数，在程序执行期间如编程、起动时屏蔽各处理器以及使测试功能无效等。

(3) 五个 LED 指示灯（每个 CPU 一个）。用于指示总线访问超时和编程器接口故障。

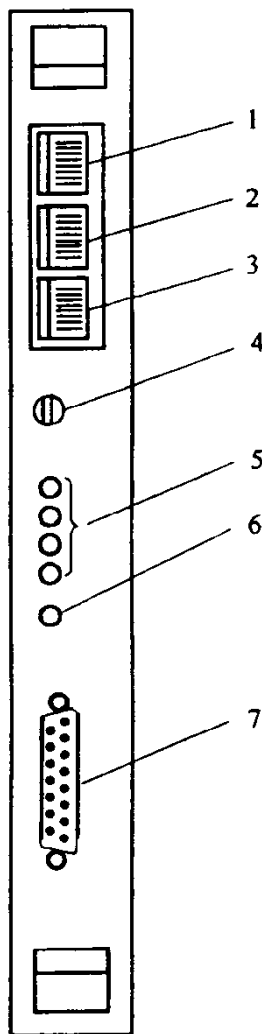


图 2-4 923C 协处理器前面板

1. 功能设置开关
2. PG 多路转接器开关
3. 选通要使用 923C 插槽的开关
4. 方式选择开关
5. 总线故障 LED
6. 串行接口故障 LED
7. PG 接口（15 针插座）