



电子工程实用技术丛书

PLC控制系统 实用技术

系统设计 电磁兼容设计
接地及布线设计



© 周志敏 纪爱华 编著



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

电子工程实用技术丛书

PLC 控制系统实用技术

系统设计 电磁兼容设计 接地及布线设计

周志敏 纪爱华 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 PLC 控制系统的系统设计、电磁兼容设计、接地及布线设计为主线,突出实用性,结合国内外 PLC 控制系统的应用和发展现状,全面系统地阐述了 PLC 控制系统的最新工程设计及应用技术。全书共分三部分,在简单介绍了 PLC 基础知识的基础上,系统地介绍了 PLC 控制系统设计要点及硬软件选择、电磁兼容技术及设计要点、PLC 电源的电磁兼容设计、PLC 通信网络电磁兼容技术、PLC 控制系统接地设计、PLC 控制系统安装及布线设计等内容。

全书在写作上采用理论与工程应用相结合的方式,文字通俗易懂、重点突出、内容新颖实用,可供从事 PLC 控制系统设计及其应用的工程技术人员和相关专业的高等学院及职业技术学院的师生阅读参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

PLC 控制系统实用技术:系统设计 电磁兼容设计 接地及布线设计/周志敏,纪爱华编著. —北京:电子工业出版社,2014.9

(电子工程实用技术丛书)

ISBN 978 - 7 - 121 - 24071 - 3

I. ①P… II. ①周… ②纪… III. ①plc 技术 IV. ①TM571.6

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 187049 号

策划编辑:富 军

责任编辑:底 波

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:北京天宇星印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75 字数:403.2 千字

版 次:2014 年 9 月第 1 版

印 次:2014 年 9 月第 1 次印刷

印 数:3 000 册 定价:45.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888

质量投诉请发邮件至 zlt@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888

前 言

PLC 是电气自动化控制领域的重要组成部分，其性能的优劣直接关系到整个控制系统的安全性和可靠性指标。PLC 问世以来引起了国内外电气控制界的普遍关注，现已成为具有发展前景和影响力的一项高新技术产品。

随着工业自动化产业的高速发展，PLC 控制系统得以广泛应用。PLC 产品正向着成套化、系列化、多品种系统集成方向发展；以自动控制技术、数据通信技术、图像显示技术为一体的综合性 PLC 控制系统已成为国内外工业自动化控制领域的主导产品。

目前，PLC 控制系统工作的电磁环境发生了巨大的变化，在其工作的电磁环境中，电磁干扰不再局限于辐射，还要考虑感应、耦合、传导、静电、雷电等引起的电磁干扰，这已成为影响 PLC 控制系统正常工作的突出障碍，因此开展 PLC 控制系统电磁兼容设计日显重要，也是确保 PLC 控制系统安全、可靠、稳定运行所必需的。

本书结合国内外 PLC 控制系统在工程应用中存在的问题，在简单介绍了 PLC 基础知识的基础上，系统地介绍了 PLC 控制系统的系统设计、电磁兼容设计、接地及布线设计。本书在写作上尽量做到有针对性和实用性，力求做到通俗易懂和结合实际，使得从事 PLC 控制系统设计和工程应用的工程技术人员从中获益，读者可以此为“桥梁”，系统、全面地了解和掌握 PLC 控制系统的系统设计、电磁兼容设计、接地及布线设计。

参加本书编写工作的有周志敏、纪爱华、周纪海、纪达奇、刘建秀、顾发娥、刘淑芬、纪和平、纪达安、陈爱华等。本书在写作过程中无论从资料的收集还是技术信息交流上都得到了国内的专业学者、同行以及 PLC 系统集成商的大力支持，在此表示衷心的感谢。

由于时间短，加之作者水平有限，书中难免有错误之处，敬请读者批评指正。

编著者

目 录

第一部分 系统设计

第 1 章 PLC 基础知识	3
1.1 PLC 特点及特性	3
1.1.1 PLC 定义及特点	3
1.1.2 PLC 的基本性能	8
1.1.3 PLC 的基本结构	11
1.2 PLC 工作方式及控制功能	18
1.2.1 PLC 工作方式	18
1.2.2 PLC 控制功能及控制系统类型	27
第 2 章 PLC 控制系统设计要点及硬软件选择	31
2.1 PLC 控制系统设计要点	31
2.1.1 PLC 控制系统设计基本原则及依据	31
2.1.2 PLC 控制系统设计步骤	33
2.2 PLC 控制系统硬软件选择	35
2.2.1 PLC 控制系统的硬件选择	35
2.2.2 PLC 编程软件的选择	46

第二部分 PLC 控制系统电磁兼容设计

第 3 章 电磁兼容技术及设计要点	55
3.1 电磁干扰及传播途径	55
3.1.1 电磁干扰影响及干扰变量	55
3.1.2 电磁干扰分类	58
3.2 电磁干扰传播途径及干扰耦合机理	65
3.2.1 电磁干扰传播途径及耦合形式	65
3.2.2 干扰耦合机理	72
3.2.3 共模和差模信号	79
3.3 电磁兼容设计	86
3.3.1 电磁兼容设计要点及原则	86
3.3.2 电磁屏蔽设计	93
3.4 隔离技术及输入、输出端口抗干扰设计要点	95
3.4.1 隔离技术	95
3.4.2 输入/输出端口抗干扰设计要点	100
第 4 章 PLC 电源的电磁兼容设计	105
4.1 供电质量及 PLC 电源的抗雷电干扰设计	105



4.1.1	供电质量及 PLC 供电的电磁兼容设计要点	105
4.1.2	PLC 电源的抗雷电干扰设计	107
4.2	PLC 电源中的浪涌及浪涌防护方案	109
4.2.1	浪涌特点及抑制器件	109
4.2.2	PLC 电源中的主要干扰源及浪涌防护方案	116
4.3	PLC 电源的抗干扰技术及解决方案	119
4.3.1	电源滤波器工程设计及应用要点	119
4.3.2	隔离技术及吸收技术应用要点	134
4.3.3	PLC 电源解决方案	137
4.3.4	基于 UPS 的解决方案	141
第 5 章	PLC 通信网络电磁兼容技术	146
5.1	RS-232 通信接口抗干扰技术	146
5.1.1	RS-232 通信接口	146
5.1.2	RS-232 隔离长线驱动器	148
5.1.3	RS-232C 通信接口的抗干扰措施	150
5.1.4	基于 RS-232 协议的 CAN 总线网络	153
5.2	RS-485 通信接口的抗干扰技术	157
5.2.1	RS-485 通信接口	157
5.2.2	RS-485 通信接口抗干扰应用案例	167

第三部分 PLC 控制系统接地及布线设计

第 6 章	PLC 控制系统接地设计	173
6.1	接地技术	173
6.1.1	接地基础知识	173
6.1.2	地线的定义及接地目的	174
6.1.3	地线阻抗干扰	179
6.2	接地分类及接地方式	183
6.2.1	接地的分类	183
6.2.2	接地方式及接地电阻	190
6.3	接地系统及设计指导方针	197
6.3.1	接地系统及设计准则	197
6.3.2	PLC 控制系统接地分类及接地方式	200
6.3.3	接地系统设计的指导方针	202
6.4	接地电阻的计算及接地网形式	212
6.4.1	接地电阻的计算	212
6.4.2	接地网形式	214
6.4.3	接地材料	214
第 7 章	PLC 控制系统安装及布线设计	218
7.1	PLC 安装环境	218
7.1.1	PLC 工作环境	218



7.1.2 PLC 安装基本要求	221
7.2 PLC 控制系统信号传输线及信号分类	223
7.2.1 PLC 控制系统信号传输线	223
7.2.2 PLC 控制系统布线规则及信号分类	225
7.3 PLC 控制系统的 EMC 布线设计	232
7.3.1 PLC 控制系统布线中抑制 EMI 措施	232
7.3.2 PLC 控制系统通信网络布线技术	237
参考文献	241

第一部分 系统设计

1.1 PLC 特点及特性

1.1.1 PLC 定义及特点

1. PLC 定义

PLC (Programmable Controller, 可编程序控制器) 是计算机家族中的一员, 是为工业控制应用而设计制造的。1968 年美国 GM (通用汽车) 公司提出取代继电器控制装置的要求, 美国数字公司研制出了基于集成电路和电子技术的控制装置, 首次采用程序化的手段应用于电气控制, 这就是第一代 PLC, 它主要用来代替继电器实现逻辑控制。

1987 年, 国际电工委员会 (IEC) 颁布了新的 PLC 标准及其标准定义: PLC 是一种数字运算工作的电子系统, 专为在工业环境应用而设计的。它采用一类可编程的存储器, 用于其内部存储程序, 执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数与算术操作等面向用户的指令, 并通过数字或模拟式输入/输出控制各种类型的机械或生产过程。PLC 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。

PLC 是适用于工业现场工作的控制装置, 它源于继电控制装置, 但它不像继电装置那样, 通过电路的物理过程实现控制, 而主要靠运行存储于 PLC 内存中的程序, 进行入出信息变换实现控制。

PLC 并不等同于普通的计算机, 计算机在进行入出信息变换时, 只考虑信息本身, 信息的入出只要人机界面好就可以了。而 PLC 还要考虑信息入出的可靠性、实时性, 以及信息的使用等问题。特别要考虑怎么适用于工业环境, 如便于安装, 抗干扰等问题。

总之, PLC 是一台计算机, 它是专为工业环境应用而设计制造的计算机。它具有丰富的输入、输出接口, 并且具有较强的驱动能力。但 PLC 产品并不针对某一具体工业应用, 在实际应用时, 其硬件需根据实际需要进行选用配置, 其软件需根据控制要求进行设计编制。

2. PLC 控制系统的特点

PLC 是在传统的顺序控制器的基础上引入了微电子技术、计算机技术、自动控制技术和



通信技术而形成的一代新型工业控制装置，其目的是用来取代继电器执行逻辑、计时、计数等顺序控制功能，建立柔性的程控系统。

PLC 程序既有生产厂家的系统程序，又有用户自己开发的应用程序，系统程序提供运行平台，同时，还为 PLC 程序可靠运行及信息与信息转换进行必要的公共处理，用户程序由用户按控制要求设计。PLC 控制系统的主要特点有：

(1) 可靠性高，抗干扰能力强。高可靠性是电气控制设备的关键性能，PLC 由于采用现代大规模集成电路技术，采用严格的生产工艺制造，内部电路采取了先进的抗干扰技术，具有很高的可靠性。由 PLC 构成的控制系统和同等规模的继电器系统相比，电气接线及开关接点已减少到数百甚至数千分之一，故障也就大大降低。此外，PLC 带有硬件故障自我检测功能，出现故障时可及时发出警报信息。在应用软件中，应用者还可以编入外围器件的故障自诊断程序，使系统中除 PLC 以外的电路及设备也获得故障自诊断保护。这样，整个系统的可靠性得以全面提高。PLC 在硬软件上提高可靠性的措施有：

① 所有的 I/O 接口电路均采用光电隔离，使工业现场的外电路与 PLC 内部电路之间在电气上实现隔离。

② 各输入端均采用 R-C 滤波器，其滤波时间常数一般为 10 ~ 20ms。

③ 各模块均采用屏蔽措施，以防止辐射干扰。

④ 采用性能优良的开关电源。

⑤ 对采用的器件进行严格的筛选。

⑥ 良好的自诊断功能，一旦电源或其他软、硬件发生异常情况，CPU 立即采用有效措施，以防止故障扩大。

⑦ 大型 PLC 还可以采用由双 CPU 构成冗余系统或由三 CPU 构成表决系统，使可靠性进一步提高。

(2) 配套齐全，功能完善，适用性强。PLC 发展到今天，已经形成了各种规模的系列化产品，可用于各种规模的工业控制场合。除了逻辑处理功能以外，PLC 大多具有完善的数据运算能力，可用于各种数字控制领域。多种多样的功能单元的开发及应用，使 PLC 渗透到了位置控制、温度控制、CNC 等各种工业控制中。加上 PLC 通信能力的增强及人机界面技术的发展，采用 PLC 组成各种控制系统非常容易。

(3) 易学易用。PLC 是面向工业控制的工控设备，它接口容易，PLC 的编程大多采用类似于继电器控制线路的梯形图形式，与实际继电器控制电路非常接近，对于使用者来说，梯形图语言的图形符号与表达方式和继电器电路图相当接近，因此很容易被一般工程技术人员所理解和掌握。而采用功能块图、指令表和顺序功能表图 (SFC) 语言为 PLC 编程，也不需要太多的计算机编程知识。利用 PLC 配套的综合软件工具包，可在任何兼容的个人计算机上实现离线编程。

(4) 系统设计的工作量小、维护方便、容易改造。PLC 用存储逻辑代替接线逻辑，大大减少了控制设备的外部接线，使控制系统设计及建设的周期大为缩短，同时日常维护也变得容易，更重要的是使同一设备经过改变程序而改变生产过程成为可能。这特别适用于多品种、小批量的生产场合。

(5) PLC 的功能非常丰富。这主要与它具有丰富的处理信息的指令系统及存储信息的内部器件有关，它的指令多达几十条、几百条，可进行各式各样的逻辑问题处理，还可进行



各种类型的数据运算。凡普通计算机能做到的，PLC 也都可以做到。PLC 针对不同的工业现场信号（如交流或直流、开关量或模拟量、电压或电流、脉冲或电位、强电或弱电等）有相应的 I/O 模块与工业现场的器件或设备（如按钮、行程开关、接近开关、传感器及变送器、电磁线圈、控制阀等）直接连接。

PLC 内存中的数据存储区，种类繁多、容量宏大，数据存储区可存储大量数据（几百、几千、几万字的信息都可以存），而且掉电后还不丢失。I/O 继电器可以用以存储输入、输出点信息，少的几十、几百，多的可达几千、几万，以至十几万。这意味着它可进行这么多 I/O 点的输入/输出信息变换，进行满足大规模控制系统的需求。

PLC 内部的各种继电器，相当于中间继电器，数量众多。内存中的一位就可作为一个中间继电器。PLC 内部的计数器、定时器可达成百、成千。这是因为只要用内存中的一个字，再加一些标志位，即可成为定时器、计数器。而且，这些内部器件还可设置成丢电保持，或丢电不保持，即上电后予以清零，以满足不同的使用要求。PLC 内部的器件有：

① I/O 继电器或称映射区。它与 PLC 所能控制的 I/O 点数及模拟量的路数直接相关。

② 内部继电器。有的把内部继电器数称为标志位数，代表着 PLC 的内部继电器数，它与 I/O 继电器相关联。内部继电器多，便于 PLC 建立复杂的时序关系，以实现多种多样的控制要求。一般来讲，内部继电器数比 I/O 继电器要多得多。

有的内部继电器还具有失电保持功能，即它的状态（ON 或 OFF）在 PLC 失电后，靠内部电池仍予以保持，再上电后可继续失电前的状态。保持继电器可增强 PLC 控制能力，特别是对记录故障，故障排除后恢复运行，更显得有用。

③ 内部定时器。利用内部定时器可实现定时控制，定时值可任意设定。定时器有多少，设定范围有多大，设定值的分辨率又是多少，这些都代表定时器的性能。

④ 内部计数器。利用内部计数器可实现计数控制，到达某设定计数值后可发送相应信号。可进行什么样的计数，计数范围多大，怎么设定，有多少计数器，这些都代表计数器的性能。

⑤ 数据存储区。数据存储区用以存储工作数据，多以字、两字或多字为单位予以使用，它是 PLC 进行模拟量控制或记录数据所必不可少的。这个存储区的大小代表 PLC 的性能，数据存储区越大越好，其发展趋势也是越来越大。

另外为了提高工作性能，PLC 还有多种人机对话及外部设备接口模块，可建立友好的人机界面，以进行信息交换。可写入程序、写入数据，可读出程序、读出数据，而且读、写时可在画面上进行。数据读出后，可转储，可打印。数据写入可键入，可以读卡写入等。

为了组成工业局部网络，PLC 还有多种通信联网的接口模块，可与计算机连接或联网，与计算机交换信息。自身也可联网，以形成单机所不能够实现的更大的、地域更广的控制系统。PLC 还有强大的自检功能，可进行自诊断，其结果可自动记录。这为它的维修增加了透明度，提供了方便。

丰富的功能为 PLC 的广泛应用提供了可能，同时也为工业系统的自动化、远动化及其控制的智能化创造了条件。PLC 集丰富功能于一身，是别的电控装置所没有的；更是传统的继电控制系统所无法比拟的。

(6) 采用模块化结构。扩充方便，组合灵活。为了适应各种工业控制需要，除了单元式的小型 PLC 以外，绝大多数 PLC 均采用模块化结构。PLC 的各个部件，包括 CPU、电源、



I/O 等均采用模块化设计, 由机架及电缆将各模块连接起来, 系统的规模和功能可根据用户的需要自行组合。

PLC 是系列化产品, 可采用模块组合完成不同的控制任务。I/O 从 8 ~ 8192 点, 有多种机型、多种功能模板可灵活组合, 结构形式也是多样的。

(7) 安装简单, 维修方便。PLC 不需要专门的机房, 可以在各种工业环境下直接运行。使用时只需将现场的各种设备与 PLC 相应的 I/O 端相连接, 写入 PLC 的应用程序即可投入运行。各种模块上均有运行和故障指示装置, 便于用户了解运行情况和查找故障。由于采用模块化结构, 因此一旦某模块发生故障, 用户可以通过更换模块的方法, 使系统迅速恢复运行。

(8) 环境要求低, 适用于恶劣的工业环境。PLC 的技术条件能在一般高温、振动、冲击和粉尘等恶劣环境下工作, 能在强电磁干扰环境下可靠工作, 这是 PLC 产品的市场生存价值。

(9) 运行速度快。随着微处理器技术的发展及在 PLC 中应用, PLC 的运行速度增快, 使它更符合处理高速度、复杂的控制任务, 它与微型计算机之间的差别不是很明显。

(10) 体积小, 重量轻。PLC 的重量、体积、功耗和硬件价格一直在降低, 虽然软件价格占的比重有所增加, 但是各厂商为了竞争也相应地降低了价格。另外, 采用 PLC 还可以大大缩短设计、编程和投产周期, 使总价格进一步降低。

3. PLC 在结构方面的特点

PLC 在结构方面的特点有:

(1) PLC 的输入/输出电路与内部 CPU 电隔离, 其信息是靠光耦器件或电磁器件传递的。而且, CPU 板还有抗电磁干扰的屏蔽措施。故可确保 PLC 程序的运行不受外界的电与磁的干扰, 以使 PLC 能正常、稳定地工作。

(2) PLC 使用的元器件多为无触点, 而且是高度集成的, 数量并不太多, 这也为其可靠工作提供了物质基础。

(3) 在机械结构设计与制造工艺上, 为使 PLC 能安全、可靠地工作, 也采取了很多措施, 可确保 PLC 耐振动、耐冲击。工作环境温度最高达摄氏 50℃, 有的 PLC 工作环境温度可高达 80℃ ~ 90℃。

(4) 采用同系列的 PLC 的模块可构成热备份系统, 一个主机工作, 另一个主机也运行, 但不参与控制, 仅作为备份。一旦工作主机出现故障, 热备份主机可自动接替其工作。还可构成更进一步的冗余系统, 采用三取一的设计, CPU、I/O 模块、电源模块都冗余或其中的部分冗余。三套同时工作, 最终输出取决于三者中的多数决定的结果。这可使系统出故障的概率几乎为零, 做到万无一失。当然, 这样的系统成本是很高的, 只用于特别重要的场合。

4. PLC 在软件方面的特点

PLC 的工作方式为扫描加中断, 这既可保证它能有序地工作, 避免继电器控制系统常出现的“冒险竞争”, 其控制结果总是确定的; 而且又能对急于处理的控制信息及时响应, 保证了 PLC 对应急情况的及时响应, 使 PLC 能可靠、稳定地工作。

为监控 PLC 运行程序是否正常, PLC 系统都设置了“看门狗”(Watchingdog) 监控程



序。在用户程序开始运行时，先清“看门狗”定时器，并开始计时。当用户程序一个循环运行完毕，则查看定时器的计时值。若超时（一般不超过 100ms）则报警，严重超时可使 PLC 停止工作。用户可依报警信号采取相应的应急措施。定时器的计时值若不超时，则重复起始的过程，PLC 将正常工作。显然，有了这个“看门狗”监控程序，可保证 PLC 用户程序的正常运行，避免出现“死循环”而影响其工作的可靠性。

PLC 还有很多防止及检测故障的指令，以产生各重要模块工作正常与否的提示信号。可通过编制相应的用户程序，对 PLC 的工作状况，以及 PLC 所控制的系统进行监控，以确保其可靠工作。PLC 每次上电后，还都要运行自检程序及对系统进行初始化。这是系统程序配置的，用户可不干预，出现故障时有相应的出错信号提示。

5. PLC 应用方便

用 PLC 实现对系统的控制是非常方便的，这是因为 PLC 控制逻辑由程序建立，用程序代替硬件接线。编制程序和修改程序比硬接线和更改接线方便得多。PLC 应用方便主要表现在以下几个方面：

(1) 配置方便。PLC 的硬件是高度集成化的，可集成为各种小型化的模块，而且这些模块是配套的，已实现了系列化与规格化。各种控制系统所需的模块，PLC 厂家都有相应的系列产品，所以硬件系统设计与配置也非常方便，可按控制系统的需要确定要使用哪个公司生产的 PLC，哪种类型的，用什么模块，要多少模块，确定后，系统的配置即基本完成。

(2) 安装方便。PLC 硬件安装简单、组装容易，外部接线有接线器而使接线简单，而且一次接好后，更换模块时，把接线器安装到新模块上即可，不必再接线。更换模块后内部什么线都不要接，只要做些必要的 DIP 开关设定或软件设定，以及编制好用户程序即可工作。

(3) 编程方便。PLC 内部虽然没有什么实际的继电器、时间继电器、计数器，但它通过程序（软件）与系统内存，实现这些器件的功能。其数量之多是继电器控制系统难以想象的。即使是小型的 PLC，内部继电器数都可以千计，定时器、计数器也以百计，而且这些内部继电器的接点可无限次使用。PLC 内部逻辑器件之多，使用户用起来感不到有什么限制，唯一考虑的只是入出点。PLC 的指令系统也非常丰富，可实现各种开关量以及模拟量的控制。PLC 还有存储数据的内存区，可存储控制过程所有要保存的信息。PLC 的外设很丰富，编程器种类繁多，使用起来都较方便，还有数据监控器，可监控 PLC 的工作。PLC 可使用的软件也有很多，不仅可用类似于继电器电路设计的梯形图语言，有的还可用 BASIC 语言、C 语言，以及自然语言，这些也为 PLC 编程提供了方便。

PLC 的程序便于存储、移植及再使用，某定型产品用的 PLC 的程序完善之后，凡这种产品都可使用。生产一台，复制一份即可，这比继电器电路每台设备都要接线、调试，要简单得多。

(4) PLC 维修方便。因为 PLC 工作可靠，用 PLC 实现对系统的控制是非常可靠的。这是因为 PLC 在硬件与软件两个方面都采取了很多措施，确保它能可靠工作，出现故障的概率很低，这大大减轻了维修的工作量。

即使 PLC 出现故障，维修也很方便。这是因为 PLC 设有很多故障提示信号，如 PLC 支持内存保持数据的电池电压低，就有相应的电压低信号指示。而且 PLC 本身还可记录故障



情况，所以 PLC 出了故障，很易诊断。同时，诊断出故障后排除故障也很简单。可按模块排除故障，进行简单的模块更换即可。至于软件，调试好后不会出故障，只要依据使用经验进行调整，使之进一步完善。

(5) PLC 改用方便。PLC 用于某设备，若这个设备不再使用了，其所用的 PLC 还可给别的设备使用，只要改编一下用户程序即可。

1.1.2 PLC 的基本性能

1. 工作速度

工作速度是指 PLC 的 CPU 执行指令的速度及对急需处理的输入信号的响应速度，工作速度是 PLC 工作的基础。只有 PLC 的工作速度高，才可能通过运行程序实现控制，不断扩大控制规模，发挥 PLC 的多种多样的功能。工作速度关系到 PLC 对输入信号的响应速度，是 PLC 对系统控制是否及时的前提。若控制不及时，就不可能准确、可靠地完成控制任务，特别是对一些需做快速响应的系统，工作速度是选用 PLC 的第一指标。

PLC 的指令有很多，不同 PLC 的指令条数也不同，少的几十条，多的几百条。指令不同，执行的时间也就不同。但各种 PLC 总有一些基本指令，而且各种 PLC 都有这些基本指令，故常以执行一条基本指令的时间来衡量 PLC 的工作速度。PLC 执行一条基本指令的时间越短越好，目前，已从微秒级缩短到零点微秒级，并随着微处理器技术的进步，这个时间还在缩短。

PLC 执行一条基本指令的时间短，可加快 PLC 对一般输入信号的响应速度，从 PLC 的工作原理可知，从对 PLC 加入输入信号，到 PLC 产生输出，最理想的情况也要延迟一个 PLC 运行程序的周期。因为 PLC 监测到输入信号，经运行程序后产生输出，才是对输入信号的响应。不理想时，还要多延长一个周期。当输入信号输入 PLC 时，PLC 的输入刷新正好结束，对于这种情况，就要多等一个周期，PLC 的输入映射区才能接收这个新的输入信号。对于一般的输入信号，这个延迟虽可以接受，但对于急需响应的输入信号，就不能接受了。对急需处理的输入信号延迟多长时间 PLC 才能予以响应，要另做要求。

为了处理急需响应的输入信号，PLC 有各种措施，不同的 PLC 采用的措施也不完全相同，提高响应速度的效果也不相同。一般的作法是采用输入中断，然后再输出即时刷新，即中断程序运行后，有关的输出点立即刷新，而不要等到整个程序运行结束后再刷新。

这个效果可从两个方面来衡量：一是能否对几个输入信号做快速响应；二是快速响应的速度有多快。多数 PLC 都可对一个或多个输入点做快速响应，快速响应时间仅几毫秒，性能高的、大型的 PLC 响应点数更多。

2. 控制规模

控制规模代表 PLC 的控制能力，看其能对多少输入、输出点及对多少路模拟量进行控制。控制规模与工作速度有关，因为规模大了，用户程序也就长，执行指令的速度不快，势必延长 PLC 循环的时间，也必然会延长 PLC 对输入信号的响应。为了避免出现这种情况，PLC 的工作速度要快。因此，大型 PLC 的工作速度总是比小型的要快。

控制规模还与内存区的大小有关，规模大，用户程序长，要求有更大的用户存储区。同



时点数多,系统的存储器输入、输出的信号区(输入、输出继电器区或称输入、输出映射区)也大。该区大,相应的内部器件也多,这都要求有更大的系统存储区。

控制规模还与输入、输出电路数有关,如控制规模为1024点,那就要有1024条I/O电路。这些电路集成于I/O模块中,而每个模块有多少路的I/O点总是有数的。因此,规模大,所使用的模块也多。

控制规模还与PLC指令系统有关,规模大的PLC指令条数多、指令功能强,以满足对点数多的系统进行控制的需要。控制规模是对PLC其他性能指标起着制约作用的指标;也是PLC划分为微、小、中、大和特大型的指标。

3. 组成模块

PLC的结构虽有箱体及模块式之分,但从本质上看,箱体也是模块,只是它集成了更多的功能。在此,不妨把PLC的模块组成作为PLC的结构性能。这个性能含义是指某型号PLC具有多少种模块,各种模块都有什么规格,并各具什么特点。

一般讲,规模大、档次高的PLC,其模块的种类、规格也多,其性能指标也高,但模块的功能则较单一。相反,小型、档次低的PLC模块种类、规格也少,其性能指标也低,但模块的功能则多样,以至于集成为箱体。组成PLC的模块是PLC的硬件基础,只有弄清所选用的PLC都具有哪些模块及其特点,才能正确选用模块,组成一台完整的PLC,以满足控制系统对PLC的要求。

箱体式小型PLC的主箱体就是把上述几种模块集成在一个箱体内的,并依据可能提供I/O点数的多少,划分为不同的规格。箱体式PLC还有I/O扩展箱体,它不含CPU,仅有电源及I/O单元功能。扩展箱体也依据I/O点数的多少划分为不同的规格。掌握PLC性能,一定要了解它的模块,并通过了解模块的性能,掌握PLC的性能。

4. 内存容量

PLC内存有用户及系统两大部分,用户内存主要用以存储用户程序,个别的还将其中的一部分划给系统用。系统内存是与CPU配置在一起的,CPU既要具备访问这些内存的能力,还应提供相应的存储介质。

用户内存大小与可存储的用户程序量有关,内存大,可存储的程序量大,也就可进行更为复杂的控制。从发展趋势看,内存容量在不断增大。大型PLC的内存容量可达100KB以上。系统内存对于用户,主要体现在PLC能提供多少内部器件。不同的内部器件占据系统内存的不同区域,在物理上并无这些器件,仅为RAM,但在程序运行时,给使用者提供这些器件的功能。内存器件种类和数量越多,越便于PLC进行逻辑量及模拟量控制。

5. PLC分类

PLC类型有很多,可从不同的角度进行分类。

(1) 按控制规模分类。

按控制规模进行分类,主要是以开关量的点数多少来分类,模拟量的路数可折算成开关量的点,大致一路相当于8~16点。依这个点数,PLC按控制规模可分为微型机、小型机、中型机、大型机和超大型机。



① 微型 PLC。微型 PLC 的控制点仅为几十点，如 OMRON 公司的 CPM1A 系列 PLC，西门子的 Logo 仅 10 点。

② 小型 PLC。小型 PLC 的 I/O 点数一般在 128 点以下，如 OMRON 公司的 C60P 为 148 点，CQM1 为 256 点。德国西门子公司的 S7-200 机为 64 点。其特点是体积小、结构紧凑，整个硬件融为一体，除了开关量 I/O 以外，还可以连接模拟量 I/O 以及其他各种特殊功能模块。它能执行包括逻辑运算、计时、计数、算术运算、数据处理与传送、通信联网以及各种应用指令。

③ 中型 PLC。中型 PLC 采用模块化结构，其 I/O 点数一般为 256 ~ 1024 点。如 OMRON 公司的 C200H 机普通配置最多为 700 多点，C200Ha 机则为 1000 多点。德国西门子公司的 S7-300 机最多为 512 点。I/O 的处理方式除了采用一般 PLC 通用的扫描处理方式外，还能采用直接处理方式，即在扫描用户程序的过程中，直接读输入，刷新输出。它能连接各种特殊功能模块，通信联网功能更强，指令系统更丰富，内存容量更大，扫描速度更快。

④ 大型 PLC。一般 I/O 点数在 1024 点以上的称为大型 PLC。如 OMRON 公司的 C1000H、CV1000，当地配置可达 1024 点。C2000H、CV2000 当地配置可达 2048 点。大型 PLC 的软件、硬件功能极强，具有极强的自诊断功能。通信联网功能强，有各种通信联网的模块，可以构成三级通信网，实现工厂生产管理自动化。

⑤ 超大型 PLC。控制点数可达万点，甚至几万点。如美国 GE 公司的 90-70 机，其点数可达 24 000 点，另外还有 8000 路的模拟量。美国莫迪康公司的 PC-E984-785 机，其开关量总点数为 32K (32768)，模拟量有 2048 路。西门子的 S5-115U-CPU945，其开关量总点数为 8K，另外还有 512 路模拟量。

以上这种划分是不严格的，只是大致的，其目的是便于系统的配置及使用。一般讲，根据实际的 I/O 点数，凡落在上述不同范围者，选用相应的机型，性能价格比必然高；相反，肯定要差些。也有特殊情况，如控制点数不是非常多，不是非用大型 PLC 不可，但因大型 PLC 的特殊控制单元多，可进行热备份配置，因而采用了大型 PLC。

(2) 按结构分类。

PLC 按结构可分为固定式和组合式（模块式）两种，固定式 PLC 包括 CPU 板、I/O 板、显示面板、内存块、电源等，这些元素组合成一个不可拆卸的整体。模块式 PLC 包括 CPU 模块、I/O 模块、内存、电源模块、底板或机架，这些模块可以按照一定规则组合配置。微型机、小型机多为箱体式，但从发展趋势看，小型机也逐渐发展成为模块式结构。如 OMRON 公司原来小型机都是箱体式的，但现在的 CQM1 则为模块式的。

箱体式结构的 PLC 把电源、CPU、内存、I/O 系统都集成在一个小箱体内，一个主机箱体就是一台完整的 PLC，即可用以实现控制。控制点数满足不了需要，可再扩展箱体，由主箱体及若干扩展箱体组成较大的系统，以实现对较多点数的控制。

模块式结构的 PLC 按功能分成若干模块，如 CPU 模块、输入模块、输出模块、电源模块等。大型机的模块功能更单一，因而模块的种类也相对多些，这也是发展趋势。目前一些中型机，其模块的功能也趋于单一，种类也在增加。如 OMRON 公司 C20 系列 PLC，H 机的 CPU 单元就含有电源，而 Ha 机则把电源分出，有单独的电源模块。模块功能更单一、品种更多，可便于系统配置，使 PLC 更能物尽其用，达到更高的使用效益。由模块连接成系统有三种方法：