

题目： 基于 PLC的
机械手控制系统设计

学 校： _____

班 级： _____

姓 名： 奥特曼

指导老师： 葫芦娃

2012-5-17

摘要

在现代工业中，生产过程的机械化、自动化已成为突出的主题。随着工业现代化的进一步发展，自动化已经成为现代企业中的重要支柱，无人车间、无人生产流水线等等，已经随处可见。同时，现代生产中，存在着各种各样的生产环境，如高温、放射性、有毒气体、有害气体场合以及水下作业等，这些恶劣的生产环境不利于人工进行操作。

工业机械手是近代自动控制领域中出现的一项新的技术，是现代控制理论与工业生产自动化实践相结合的产物，并以成为现代机械制造生产系统中的一个重要组成部分。工业机械手是提高生产过程自动化、改善劳动条件、提高产品质量和生产效率的有效手段之一。尤其在高温、高压、粉尘、噪声以及带有放射性和污染的场所，应用得更为广泛。在我国，近几年来也有较快的发展，并取得一定的效果，受到机械工业和铁路工业部门的重视。

本题采用日本三菱公司的 **FX2N**系列 **PLC** 对机械手的上下、左右以及抓取运动进行控制。该装置机械部分有滚珠丝杠、滑轨、机械抓手等；电气方面由交流电机、变频器、操作台等部件组成。我们利用可编程技术，结合相应的硬件装置，控制机械手完成各种动作。

关键词：**PLC** 控制；机械手；

第一章可编程控制 PLC

1. 1 PLC 简介

自二十世纪六十年代美国推出可编程逻辑控制器（**Programmable Logic Controller**，**PLC**）取代传统继电器控制装置以来，**PLC**得到了快速发展，在世界各地得到了广泛应用。同时，**PLC**的功能也不断完善。随着计算机技术、信号处理技术、控制技术网络技术的不断发展和用户需求的不断提高，**PLC**在开关量处理的基础上增加了模拟量处理和运动控制等功能。今天的 **PLC**不再局限于逻辑控制，在运动控制、过程控制等领域也发挥着十分重要的作用。

作为离散控制的的首选产品，**PLC**在二十世纪八十年代至九十年代得到了迅速发展，世界范围内的 **PLC**年增长率保持为 20%~30%。随着工厂自动化程度的不断提高和 **PLC**市场容量基数的不断扩大，近年来 **PLC**在工业发达国家的增长速度放缓。但是，在中国等发展中国家 **PLC**的增长十分迅速。综合相关资料，2004 年全球 **PLC**的销售收入为 100 亿美元左右，在自动化领域占据着十分重要的位置。

PLC 是由模仿原继电器控制原理发展起来的，二十世纪七十年代的 **PLC** 只有开关量逻辑控制，首先应用的是汽车制造行业。它以存储执行逻辑运算、顺序控制、定时、计数和运算等操作的指令；并通过数字输入和输出操作，来控制各类机械或生产过程。用户编制的控制程序表达了生产过程的工艺要求，并事先存入 **PLC**的用户程序存储器中。运行时按存储程序的内容逐条执行，以完成工艺流程要求的操作。**PLC**的 **CPU**内有指示程序步存储地址的程序计数器，在程序运行过程中，每执行一步该计数器自动加 1，程序从起始步（步序号为零）起依次执行到最终步（通常为 **END**指令），然后再返回起始步循环运算。**PLC**每完成一次循环操作所需的时间称为一个扫描周期。不同型号的 **PLC** 循环扫描周期在 1 微秒到几十微秒之间。**PLC**用梯形图编程，在解算逻辑方面，表现出快速的优点，在微秒量级，解算 1K 逻辑程序不到 1 毫秒。它把所有的输入都当成开关量来处理，16 位（也有 32 位的）为一个模拟量。大型 **PLC**使用另外一个 **CPU**来完成模拟量的运算。把计算结果送给 **PLC**的控制器。

相同 I/O 点数的系统，用 PLC 比用 DCS 其成本要低一些（大约能省 40% 左右）。PLC 没有专用操作站，它用的软件和硬件都是通用的，所以维护成本比 DCS 要低很多。一个 PLC 的控制器，可以接收几千个 I/O 点（最多可达 8000 多个 I/O）。如果被控对象主要是设备连锁、回路很少，采用 PLC 较为合适。PLC 由于采用通用监控软件，在设计企业的管理信息系统方面，要容易一些。近 10 年来，随着 PLC 价格的不断降低和用户需求的不断扩大，越来越多的中小设备开始采用 PLC 进行控制，PLC 在我国的应用增长十分迅速。随着中国经济的高速发展和基础自动化水平的不断提高，今后一段时期内 PLC 在我国仍将保持高速增长势头。

通用 PLC 应用于专用设备时可以认为它就是一个嵌入式控制器，但 PLC 相对一般嵌入式控制器而言具有更高的可靠性和更好的稳定性。实际工作中碰到的一些用户原来采用嵌入式控制器，现在正逐步用通用 PLC 或定制 PLC 取代嵌入式控制器。

1. 2 PLC 内部原理

PLC 实质上是一种被专用于工业控制的计算机，其硬件结构和微机是基本一致的。

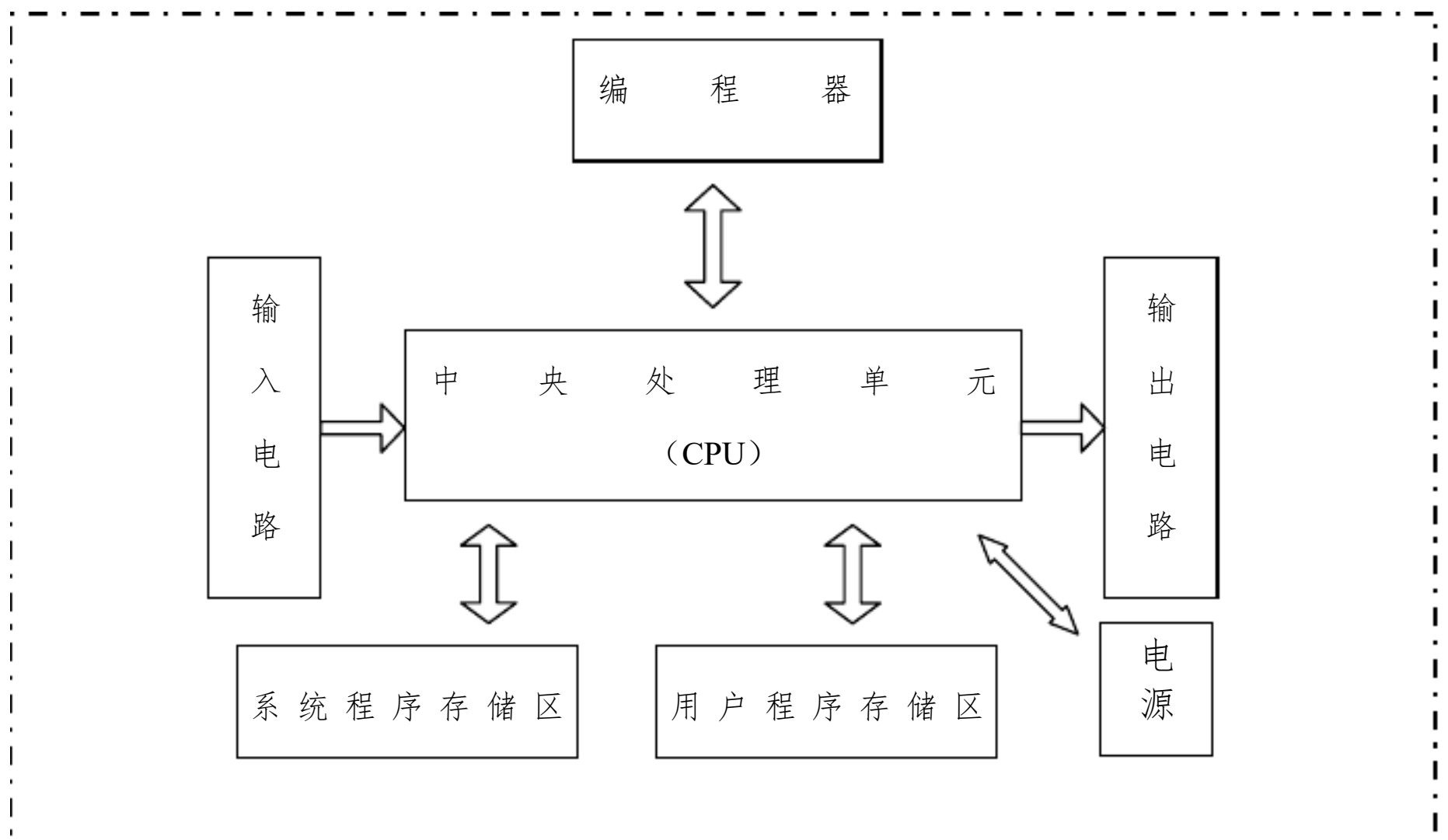


图 PLC 硬件的基本结构图

(1) 中央处理单元 (CPU)

中央处理单元 (CPU) 是 PLC 的控制中枢。它按照 PLC 系统程序赋予的功能，接受并存储从编程器键入的用户程序和数据，检查电源、存储器、I/O 以及警戒定时器的状态，并能检查用户程序的语法错误。当 PLC 投入运行时，首先它以扫描的方式接受现场各输入装置的状态和数据，并分别存入 I/O 映象区，然后从用户程序存储器中逐条读取用户程序，经过命令解释后按指令的规定执行逻辑或算术运算等任务。并将逻辑或算术运算等结果送入 I/O 映象区或数据寄存器内。等所有的用户程序执行完毕以后，最后将 I/O 映象区的各输出状态或输出寄存器内的数据传送到相应的输出装置，如此循环运行，直到停止运行为止。

(2) 存储器

与微型计算机一样，除了硬件以外，还必须有软件。才能构成一台完整的 PLC。PLC 的软件分为两部分：系统软件和应用软件。存放系统软件的存储器称为系统程序存储器。

PLC 存储空间的分配：虽然大、中、小型 PLC 的 CPU 的最大可寻址存储空间各不相同，但是根据 PLC 的工作原理，其存储空间一般包括以下三个区域：系

统程序存储区，系统 RAM 存储区（包括 I/O 映象区和系统软设备等）和用户程序存储区。

A. 系统程序存储区

在系统程序存储区中存放着相当于计算机操作系统的系统程序。它包括监控程序、管理程序、命令解释程序、功能子程序、系统诊断程序等。由制造厂商将其固化在 EPROM 中，用户不能够直接存取。它和硬件一起决定了该 PLC 的各项功能。

B. 系统 RAM 存储区

系统 RAM 存储区包括 I/O 映象区以及各类软设备（例如：逻辑线圈、数据寄存器、计时器、计数器、变址寄存器、累加器等）存储区。

（A）I/O 映象区

由于 PLC 投入运行后，只是在输入采样阶段才依次读入各输入状态和数据，在输出刷新阶段才将输出的状态和数据送至相应的外设。因此，它需要有一定数量的存储单元（RAM 以供存放 I/O 的状态和数据，这些存储单元称作 I/O 映象区。一个开关量 I/O 占用存储单元中的一个位（bit），一个模拟量 I/O 占用存储单元中的一个字（16 个 bit）。因此，整个 I/O 映象区可看作由开关量的 I/O 映象区和模拟量的 I/O 映象区两部分组成。

（B）系统软设备存储区

除了 I/O 映象区以外，系统 RAM 存储区还包括 PLC 内部各类软设备（逻辑线圈、数据寄存器、计时器、计数器、变址寄存器、累加器等）的存储区。该存储区又分为具有失电保持的存储区域和无失电保持的存储区域，前者在 PLC 断电时，由内部的锂电池供电。使这部分存储单元内的数据得以保留；后者当 PLC 停止运行时，将这部分存储单元内的数据全部置“零”。

C. 用户程序存储区

用户程序存储区存放用户编制的用户程序。不同类型的 PLC 其存储容量各不相同，一般来说，随着 PLC 机型增大其存储容量也相应增大。不过对于新型的 PLC，其存储容量可根据用户的需要而改变。

D. 常用的 I/O 分类

常用的 I/O 分类如下：

开关量：按电压水平分，有 220VAC 110VAC 24VDC 按隔离方式分，有继电器隔离和晶体管隔离。

模拟量：按信号类型分，有电流型（4-20mA,0-20mA）、电压型（0-10V,0-5V,-10-10V）等，按精度分，有 12bit,14bit,16bit 等。

除了上述通用 I/O 外，还有特殊 I/O 模块，如热电阻、热电偶、脉冲等模块。

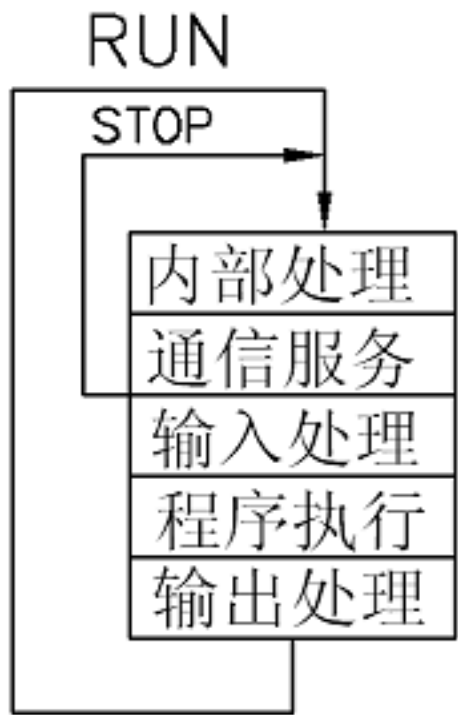
按 I/O 点数确定模块规格及数量，I/O 模块可多可少，但其最大数受 CPU 所能管理的基本配置的能力，即受最大的底板或机架槽数限制。

(3) PLC电源

PLC电源在整个系统中起着十分重要的作用。无论是小型的 PLC 还是中、大型的 PLC 其电源的性能都是一样的，均能对 PLC内部的所有器件提供一个稳定可靠的直流电源。一般交流电压波动在正负 10%（15%）之间，因此可以直接将 PLC接入到交流电网上去。

可编程序控制器一般使用 220V交流电源。可编程序控制器内部的直流稳压电源为各模块内的元件提供直流电压。某些可编程序控制器可以为输入电路和少量的外部电子检测装置（如接近开关）提供 24V直流电源。驱动现场执行机构的电源一般由用户提供。

可编程序控制器是从继电器控制系统发展而来的，它的梯形图程序与继电器系统电路图相似，梯形图中的某些编程元件也沿用了继电器这一名称，如输入、输出继电器等。这种计算机程序实现的“软继电器”，与继电器系统中的物理结构在功能上某些相似之处。



1. 3 PLC 的工作原理

可编程序控制器有两种基本的工作状态，即运行（RUN 状态与停止（STOP 状态。在运行状态，可编程控制器通过执行反映控制要求的用户程序来实现控制功能。为了使可编程序控制器的输出及时地响应随时可能变化的输入信号，用户程序不是只执行一次，而是反复不断地重复执行，直至可编程序控制器停机

或切换到 **STOP** 工作状态。

除了执行用户程序之外，在每次循环过程中，可如上图编程序控制器还要完成，内部处理、通信处理等工作，一次循环可分为 5 个阶段。可编程序控制器的这种周而复始的循环工作方式称为扫描工作方式。由于计算机执行指令的速度极高，从外部输入-输出关系来看，处理过程似乎是同时完成的。

在内部处理联合阶段。可编程序控制器检查 **CPU** 模块内部的硬件是否正常，将监控定时器复位，以及完成一些别的内部工作。

在通信服务阶段，可编程序控制器与别的带微处理器的智能装置通信，响应编程器键入的命令，更新编程器的显示内容。当可编程序控制器处于停止 (**STOP**) 状态时，只执行以上的操作。可编程序控制起处于 (**RUN**) 状态时，还要完成另外 3 个阶段的操作。

在可编程序控制器的存储器中，设置了一片区域用来存放输入信号和输出信号的状态，它们分别称为输入映像寄存器和输出映像寄存器。可编程序控制器梯形图中别的编程元件也有对应的映像存储区，它们统称为元件映像寄存器。在输入处理阶段，可编程序控制器把所有外部输入电路的接通/断开 (**ON/OFF**) 状态读入输入寄存器。

外接的输入触点电路接通时，对应的输入映像寄存器为“1”状态，梯形图中对应的输入继电器的常开触点接通，常闭触点断开。外接的输入触点电路断开，对应的输入映像寄存器为“0”状态，梯形图中对应的输入继电器的常开触点断开，常闭触点接通。在程序执行阶段，即使外部输入信号的状态发生了变化，输入映像寄存器的状态也不会随之而变，输入信号变化了的状态只能在下一个扫描周期的输入处理阶段被读入。

可编程序控制器的用户程序由若干条指令组成，指令在存储器中按步序号顺序排列。在没有跳转指令时，**CPU** 从第一条指令开始，逐条顺序的执行用户程序，直到用户程序结束之处。在执行指令时，从输入映像寄存器或别的元件映像寄存器中将有关编程元件的 0/1 状态读出来，并根据指令的要求执行相应的逻辑运算，运算结果写入到对应的元件映像寄存器中，因此，各编程元件的映像寄存器（输入映像寄存器除外）的内容随着程序的执行而变化。

在输出处理阶段，**CPU** 将输出映像寄存器的 0/1 状态传送到输出锁存器。体图型图某一输出继电器的线圈“通电”时，对应的输出映像寄存器为“1”状态。信号经输出模块隔离和功率放大后，继电器型输出模块中对应的硬件继电器的

线圈通电，其常开触点闭合，使外部负载通电工作。

若梯形图中输出继电器线圈断电对应的输出映像寄存器为“0”状态，在输出处理阶段后，继电器型输出模块中对应的硬件继电器的线圈断电，其常开触点断开，外部负载断电，停止工作。某一编程元件对应的映像寄存器为“1”状态时，称该编程元件为 **ON**，映像寄存器为“0”状态时，称该编程元件为 **OFF**。

扫描周期可编程序控制器在 **RUN** 工作状态时，执行一次扫描操作所需的时间称为扫描周期，其典型值为 1~100ms。指令执行所需的时间与用户程序的长短、指令的种类和 **CPU** 执行指令的速度有很大的关系。当用户程序较长时，指令执行时间在扫描周期中占相当大的比例。不过严格地来说扫描周期还包括自诊断、通信等。如图所示。

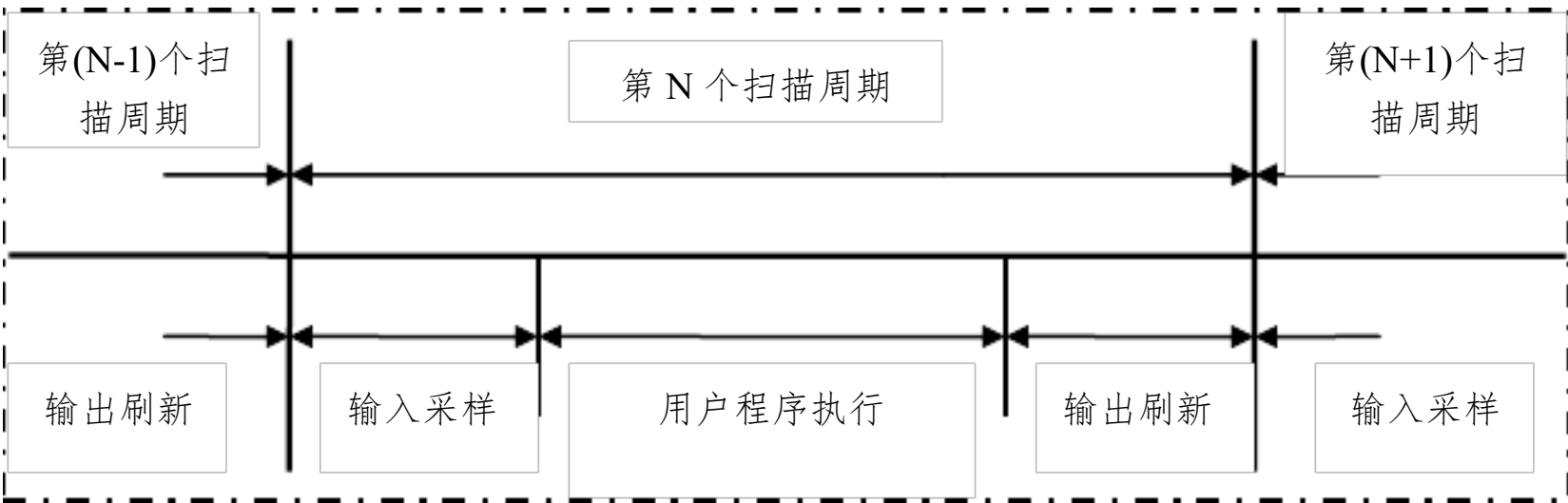


图 PLC 的扫描运行方式

(1) 输入采样阶段

在输入采样阶段，**PLC**以扫描方式依次读入所有的数据和状态它们存入 **I/O** 映象区的相应单元内。输入采样结束后，转入用户程序行和输出刷新阶段。在这两个阶段中，即使输入数据和状态发生变化 **I/O** 映象区的相应单元的数据和状态也不会改变。所以输入如果是脉冲信号，它的宽度必须大于一个扫描周期，才能保证在任何情况下，该输入均能被读入。

(2) 用户程序执行阶段

在用户程序执行阶段，**PLC**的 **CPU**总是由上而下，从左到右的顺序依次扫描梯形图。并对控制线路进行逻辑运算，并以此刷新该逻辑线圈或输出线圈在系统 **RAM**存储区中对应位的状态。或者确定是否要执行该梯形图所规定的特殊功能指令。例如：算术运算、数据处理、数据传达等。

(3) 输出刷新阶段

按照 I/O 映象区内对应的数据和状态刷新所有的数据锁存电路，再经输出电路驱动响应的外设。这时才是 PLC 真正的输出。

(4) 输入/输出滞后时间

输入/输出滞后时间又称系统响应时间，是指可编程序控制器的外部输入信号发生变化的时刻至它控制的有关外部输出信号发生变化的时刻之间的时间间隔，它由输入电路滤波时间、输出电路的滞后时间和因扫描工作方式产生的滞后时间三部分组成。

输入模块的 CPU 滤波电路用来滤除由输入端引入的干扰噪声，消除因外接输入触点动作是产生的抖动引起的不良影响，滤波电路的时间常数决定了输入滤波时间的长短，其典型值为 10ms 左右。

输出模块的滞后时间与模块的类型有关，继电器型输出电路的滞后时间一般在 10ms 左右；双向可空硅型输出电路在负载接通时的滞后时间约为 1ms，负载由导通到断开时的最大滞后时间为 10ms；晶体管型输出电路的滞后时间约为 1ms。由扫描工作方式引起的滞后时间最长可达到两个多扫描周期。可编程序控制器总的响应延迟时间一般只有几十 ms，对于一般的系统是无关紧要的。要求输入—输出信号之间的滞后时间尽量短的系统，可以选用扫描速度快的可编程序控制器或采取其他措施。

1. 4 PLC 机型的选择方法

1. PLC 的类型

PLC 按结构分为整体型和模块型两类，按应用环境分为现场安装和控制室安装两类；按 CPU 字长分为 1 位、4 位、8 位、16 位、32 位、64 位等。从应用角度出发，通常可按控制功能或输入输出点数选型。整体型 PLC 的 I/O 点数固定，因此用户选择的余地较小，用于小型控制系统；模块型 PLC 提供多种 I/O 卡件或插卡，因此用户可较合理地选择和配置控制系统的 I/O 点数，功能扩展方便灵活，一般用于大中型控制系统。

2. 输入输出模块的选择

输入输出模块的选择应考虑与应用要求的统一。例如对输入模块，应考虑信号电平、信号传输距离、信号隔离、信号供电方式等应用要求。对输出模块，应

寿命短、响应时间较长等特点；可控硅输出模块适用于开关频繁，电感性低功率因数负荷场合，但价格较贵，过载能力较差。输出模块还有直流输出、交流输出和模拟量输出等，与应用要求应一致。可根据应用要求，合理选用智能型输入输出模块，以便提高控制水平和降低应用成本。考虑是否需要扩展机架或远程机架等。

3. 电源的选择

PLC的供电电源，除了引进设备时同时引进 PLC应根据产品说明书要求设计和选用外，一般 PLC的供电电源应设计选用 220VAC电源，与国内电网电压一致。重要的应用场合，应采用不间断电源或稳压电源供电。如果 PLC本身带有可使用电源时，应核对提供的电流是否满足应用要求，否则应设计外接供电电源。为防止外部高压电源因误操作而引入 PLC 对输入和输出信号的隔离是必要的，有时也可采用简单的二极管或熔丝管隔离。

4. 存储器的选择

由于计算机集成芯片技术的发展，存储器的价格已下降，因此，为保证应用项目的正常投运，一般要求 PLC的存储器容量，按 256 个 I/O 点至少选 8K 存储器选择。需要复杂控制功能时，应选择容量更大，档次更高的存储器。

5. 冗余功能的选择

a. 控制单元的冗余

(1) 重要的过程单元：CPU(包括存储器)及电源均应 1B1 冗余。

(2) 在需要时也可选用 PLC硬件与热备软件构成的热备冗余系统、2 重化或 3 重化冗余容错系统等。

b. I/O 接口单元的冗余

(1) 控制回路的多点 I/O 卡应冗余配置。

(2) 重要检测点的多点 I/O 卡可冗余配置。3) 根据需要对重要的 I/O 信号，可选用 2 重化或 3 重化的 I/O 接口单元。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/067002162201006152>