

三菱 PLC 应用[集锦]

如何判断用 PNP 还是 NPN 的个人工作心得

10~30VDC 接近开关与 PLC 连接时，如何判断用 PNP 还是 NPN 的个人工作心得：

对于 PLC 的开关量输入回路。我个人感觉日本三菱的要好得多，甚至比西门子等赫赫大名的 PLC 都要实用和可靠！其主要原因是三菱等日本 PLC 从欧美那儿学来技术并优化设计，作到：

1、采用漏输入，输入端本来就设计为对地短路就引发开入有效！不会对电源系统构成危害，也不会由于电源故障影响其他输入回路的正常工作！

2、采用源输入，是共电源输入端。在工程实际应用中往往有太多的电缆，你可能无法保证电缆的相互接触、破损，说不定共电源的开关量线路会无意接触到设备地、外壳、其他地电位。因此可能断路电源供应回路。造成电源损坏或者烧掉保险，从而可能影响其他输入回路的正常工作。除非，每个输入回路加保险……应用成本较高也容易出现其他故障！

图片：

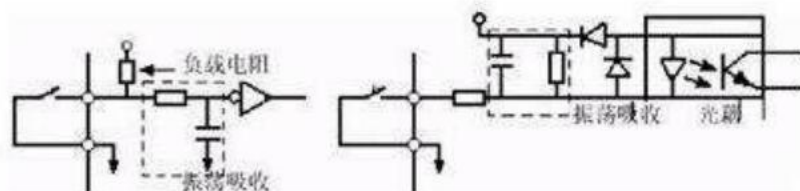


图 1 运行信号的连接方式

图片：

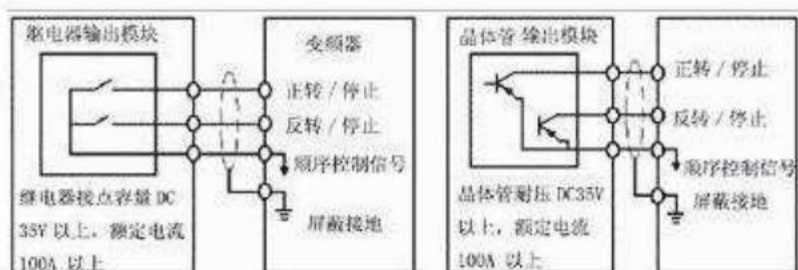


图 2 变频器输入信号接入方式

可编程控制器与变频器连接时应注意的问题

摘要：介绍可编程控制器（PLC）与变频器的连接和连接时应注意的问题，以免导致可编程控制器或变频器的误动作或损坏。

关键词：可编程控制器；变频器；信号；连接

引言

可编程控制器（PLC）是一种数字运算与操作的控制装置。PLC 作为传统继电器的替代产品，广泛应用于工业控制的各个领域。由于 PLC 可以用软件来改变控制过程，并有体积小，组装灵活，编程简单，抗干扰能力强及可靠性高等特点，特别适用于恶劣环境下运行。

当利用变频器构成自动控制系统进行控制时，很多情况下是采用 PLC 和变频器相配合使用，例如我厂二催化的自动吹灰系统。PLC 可提供控制信号和指令的通断信号。一个 PLC 系统由三部分组成，即中央处理单元、输入输出模块和编程单元。本文介绍变频器和 PLC 进行配合时所需注意的事项。

1. 开关指令信号的输入

变频器的输入信号中包括对运行/停止、正转/反转、微动等运行状态进行操作的开关型指令信号。变频器通常利用继电器接点或具有继电器接点开关特性的元器件（如晶体管）与 PLC 相连，得到运行状态指令，如图 1 所示。

在使用继电器接点时，常常因为接触不良而带来误动作；使用晶体管进行连接时，则需考虑晶体管本身的电压、电流容量等因素，保证系统的可靠性。

在设计变频器的输入信号电路时还应该注意，当输入信号电路连接不当时有时也会造成变频器的误动作。例如，当输入信号电路采用继电器等感性负载时，继电器开闭产生的浪涌电流带来的噪音有可能引起变频器的误动作，应尽量避免。图 2 与图 3 给出了正确与错误的接线例子。

当输入开关信号进入变频器时，有时会发生外部电源和变频器控制电源（DC24V）之间的串扰。正确的连接是利用 PLC 电源，将外部晶体管的集电极经过二极管接到 PLC。如图 4 所示。

2. 数值信号的输入

输入信号防干扰的接法

变频器中也存在一些数值型（如频率、电压等）指令信号的输入，可分为数字输入和模拟输入两种。数字输入多采用变频器面板上的键盘操作和串行接口来给定；模拟输入则通过接线端子由外部给定，通常通过 0~10V/5V 的电压信号或 0/4~20mA 的电流信号输入。由于接口电路因输入信号而异，因此必须根据变频器的输入阻抗选择 PLC 的输出模块。图 5 为 PLC 与变频器之间的信号连接图。

当变频器和 PLC 的电压信号范围不同时,如变频器的输入信号为 0~10V,而 PLC 的输出电压信号范围为 0~5V 时;或 PLC 的一侧的输出信号电压范围为 0~10V 而变频器的输入电压信号范围为 0~5V 时,由于变频器和晶体管的允许电压、电流等因素的限制,需用串联的方式接入限流电阻及分压方式,以保证进行开闭时不超过 PLC 和变频器相应的容量。此外,在连线时还应注意将布线分开,保证主电路一侧的噪音不传到控制电路。

通常变频器也通过接线端子向外部输出相应的监测模拟信号。电信号的范围通常为 0~10V/5V 及 0/4~20mA 电流信号。无论哪种情况,都应注意:PLC 一侧的输入阻抗的大小要保证电路中电压和电流不超过电路的允许值,以保证系统的可靠性和减少误差。另外,由于这些监测系统的组成互不相同,有不清楚的地方应向厂家咨询。

另外,在使用 PLC 进行顺序控制时,由于 CPU 进行数据处理需要时间,存在一定的时间延迟,故在较精确的控制时应予以考虑。

因为变频器在运行中会产生较强的电磁干扰,为保证 PLC 不会因为变频器主电路断路器及开关器件等产生的噪音而出现故障,将变频器与 PLC 相连接时应该注意以下几点:

(1) 对 PLC 本身应按规定的接线标准和接地条件进行接地,而且应注意避免和变频器使用共同的接地线,且在接地时使二者尽可能分开。

(2) 当电源条件不太好时,应在 PLC 的电源模块及输入/输出模块的电源线上接入噪音滤波器和降低噪音用的变压器等,另外,若有必要,在变频器一侧也应采取相应的措施。

(3) 当把变频器和 PLC 安装于同一操作柜中时,应尽可能使与变频器有关的电线和与 PLC 有关的电线分开。

(4) 通过使用屏蔽线和双绞线达到提高噪音干扰的水平。

3 结束语

PLC 和变频器连接应用时,由于二者涉及到弱电控制强电,因此,应该注意连接时出现的干扰,避免由于干扰造成变频器的误动作,或者由于连接不当导致 PLC 或变频器的损坏。

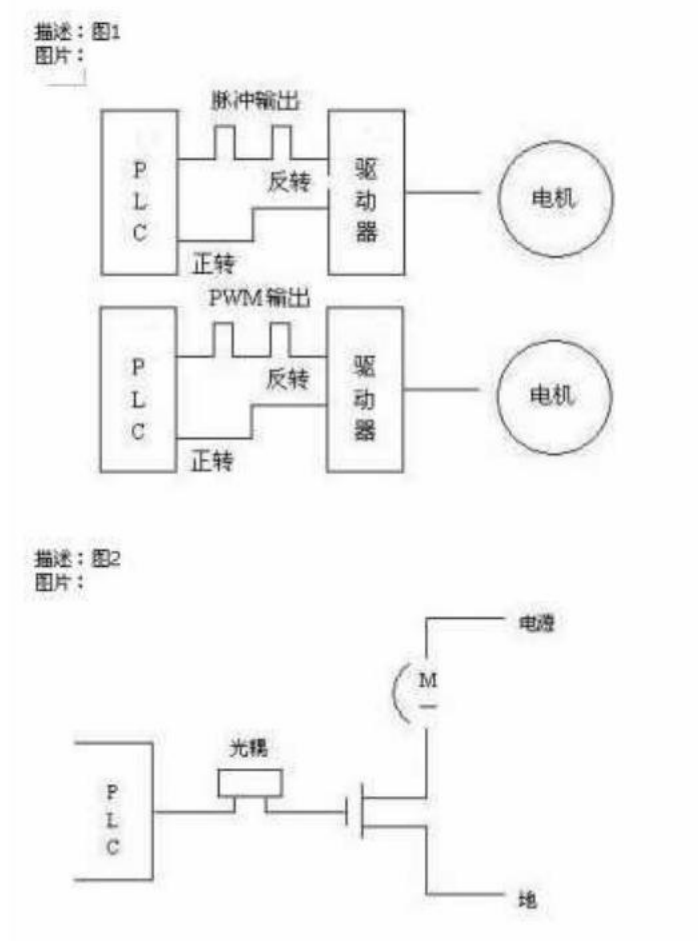
电机的无速度传感器控制

无论是矢量控制系统,还是直接转矩控制系统,都需要转速闭环控制,所需的转速反馈信号来自与电机同轴的速度传感器,对于高性能系统一般都用光电码盘,其成本、安装、可靠性都有问题。如果能取消光电码盘而保持良好的控制性能,显然会大受欢迎,这就是无速度传感器的高性能调速系统。作为高性能的通用变频器都希望采用无速度传感器控制。

这时，可以通过容易测量的定子电压和电流信号间接求得转速。常用的方法有：

- (1) 利用电机模型推导出转速方程式，从而计算转速；
- (2) 利用电机模型计算转差频率，进行补偿；
- (3) 根据模型参考自适应控制理论，选择合适的参考模型和可调整模型，同时辨识转速和转子磁链；
- (4) 利用其它辨识或估计方法求得转速；
- (5) 利用电机的齿谐波电势计算转速；等等。

但是，无论哪一种方法，计算或辨识精度都有限，动态转速的准确度更有限，因此目前实用的无速度传感器调速系统只能实现一般的动态性能，其高精度调速范围达到 10 就算不错的了。目前，已有若干品种的无速度传感器高性能通用变频器问世，但研究工作仍在继续。



摘要: 介绍了小型 PLC 在自动化控制中的应用, 给出了 PLC 与各控制对象的方框连接方法。

关键词: 设备, PLC, 驱动, 自动控制

1、概述

在小型专用设备中, 经常参与控制的对象除感知元件、开关量外, 一般是伺服电机、步进电机、直流电机、交流电机。而一般小型专用设备则大多是单轴或者是双轴系统, 即上述单电机的开环、闭环系统或者双电机的相互配合运动系统。在这些系统中, 只要解决了 PLC 和电机驱动系统的连接, 就解决了这个系统的控制部分。

2、硬件系统构成

随着现代科技的发展, PLC 已具备两路 PIO (方波脉冲输出) 或 PWM (占空比调节), 这就为整个系统的控制提供方便。

对于一般伺服电机、步进电机, 它们的驱动系统接收的是 PIO 信号, 对于伺服电机、步进电机的速度或定位, 仅需改变单位时间的脉冲个数。硬件连接框图如下: 对于小功率交流电机的驱动系统即变频器, 现在有许多厂商开发了具有接收 PWM 信号功能的变频器, 这样交流电机的控制就迎刃而解。硬件连接框图如图 1。

一般直流电机的控制有两种方法: 移相法和 PWM 法。因此可用 PLC 所提供的 PWM 信号, 自行设计一种 PWM 方法的驱动系统来控制直流电机。硬件连接框图如图 2。

解决了控制部分, 监控部分又怎么解决? 我们可采用单片机、触摸屏、PC 等上位机与 PLC 的通讯来解决整机的监控部分。并对应于不同的专用设备, 仅须改变上位机及 PLC 的软件部分。从而使整机的设计周期就得到缩短, 同时使整机的可靠性得到了提高。

3、应用

由于小型 PLC 具备两路 PIO 或 PWM 输出, 四路高速计数输入, 所以对于二轴系统, 可用高速计数输入口定时采样当前电机码盘运行的速度, 通过 PLC 内部强大的数字处理及 PID 调节功能, 使二轴间以一定的运动关系相互配合, 以完成整机的要求。对于许多三轴控制系统, 如果对这种方法加以变形使用, 也会很方便解决。

PLC 在数控车床的侧面加工中的应用

车床 CincomB12 型是一种轻型, 高精密数控车床。主要适用于钟表精密零件的加工, 但它只能进行外圆的车削加工, 从而限制了它的加工范围。

我公司现有此种型号的数控车床几十台，如果对其进行改造增加一些配制，就可以加大其加工范围，那么将会提升公司的经济效益。

我们现在机床刀板的右下则有一定的空间，加装一台小型马达进行侧面加工是可行的。而且在其电器说明书中可以看到其机床的控制系统有空余开关量输出，分别是 M61. M62. M63. M64. M65，那么我们可以利用这些输出来控制侧面加工。为了配合机床本身的高精密度我们选择了三菱的伺服马达，其型号为 HC-KSF23 及伺服驱动器，其型号为 MR-J2S20A。

用 PLC 构成的控制系统可以把主要精力用于软件编程，实现系统的控制功能。现在市面上的各种 PLC 都有比较强的软件功能，尤其是各类功能指令，其功能更为丰富。三菱 FX 系列用以替代继电器控制系统的基本逻辑指令有 20 条，但其功能指令就有 100 条之多，可以直接进行各种数据的算术运算，逻辑运算，传送比较，移位，循环等，还有一些直接的外部 I/O 指令。编程的灵活性不比单片机逊色，而且由于采用梯形编程，程序的编制，检查，调试极为方便。在本系统中我们采用了型 号为 FX1S-20MR 的 PLC。其梯形图如下：

说明：

X0	ALM
X1	M61 速度 1
X2	M62 速度 2
X3	M63 速度 3
X4	M64 马达反转
X5	M65 马达停止
Y 1	OVER 外部准备完了
Y 2	机台内部过载保护
Y 3	伺服开启
Y 4	SP1
Y 5	SP2
Y 6	ST1 正向启动
Y 7	ST2 反向启动

由于空间有限，本系统用一台伺服马达带动两把 NSK 小型高速主轴，两轴同时运转，及两把铣刀只能同时旋转，其缺点是降低了主轴的使用寿命，但相对于能够加大机床的加工范围还是利大于弊的。我们设定 M61. M62. M63 为伺服马达的三段速度，M64 为反转，M65 为马达停止。经过试运行三段速度可以满足加工的要求。

PLC 因其性能可靠，操作方便，程序修改简单等特点，深受控制行业和维护人员的青睐。

用三菱编成的一个小程序

星—三角启动，就这一要求编制控制程序并不难，难的是整个工程你都要尽善尽美，符合电器控制要求，从选材到安装，直到运转正常，意义是在工人当中普及 PLC，以考 PLC 为主，50 分，兼顾其他，50 分。其间必要的外部保护也必须考虑周到，进入 PLC 内部进行连锁保护，选材和安装不是我们这里主要讨论的，我把我编制的程序上传，大方之家见教，或对大家有抛砖引玉之用。我只能用文本，梯形图无法上传，我将语句表传上来，给大家添麻烦了，后面再将选题和练习题的语句表传上，

LD X000

OR Y001

ANI X001

ANI X002

OUT Y001 输出至（KM1）主电源接触器

LD Y001

OUT T0 K50

LD Y001

ANI T0

ANI Y003（PLC 内部互锁）

ANI X003 外部互锁输入点，来自三角形接触器常开触点。

OUT Y002 输出至（KM2）星形接触器

LD T0

ANI Y002（PLC 内部连锁）

ANI X004 外部互锁输入点, 来自星形接触器常开触点.

OUT Y003

END

这个程序本身一点不难, 要考虑的是外部的两个连锁输入, 否则会发生当外部接触器烧粘住, 内部 PLC 照样运转. 其他如何选材这里就不赘述了.

就这题我要强调的是, PLC 内部的软接触器的动作不是我们常规的理解, 同时动作, 而是从上到下的动作. 在比赛时就出现了一例, 他把三角形放在星形前面, 由一个 T0 控制, 工作的顺序是先上三角形, 后切星形, 造成主电路短路, 应该是先切星形, 再上三角形, 这还是对 PLC 不是很了解. 给大家提个醒, 下次再把那两个的语句表传上来.

简述 FX2N 系列 PLC 在玻管生产中的应用

现采用 FX2N 系列 PLC 根据生产中的不同需要进行电气化改造。

1. 对于旋转管转速的调整: 由于生产操作人员在机尾(牵引机处)随时要根据生产情况调整旋转管的转速, 两地相距约 40 米必须对旋转管电机采用变频器远程控制。将 FX2N 主机 +2DA 模块同变频器安置于机头控制柜内, 用模拟量输出模块的电压输出 (0~10V) 控制变频器的转速。通过导线将 PLC 输入信号引到机尾控制柜内用按钮给 PLC 输入信号, 通过程序将输入信号转变成数字量的增加或减少从而改变模拟量输出模块输出电压的大小。达到远程控制的目的。同时将变频器的 FM 频率输出信号输入到显示仪表经过转换以后用来观察旋转管的转速。

2. 对于拉速和拉管长度的调整: 同样采用 FX2N+4DA 模块 + 变频器(控制拉速) + 伺服放大器(控制切割机)。拉速的调整可以类似于旋转管转速的调整, 通过按钮来调整模拟量输出模块数值的增减, 改变 4DA 通道 1 输出电压输入到变频器从而改变拉管机转速。将增量型编码器 (1000p/r 开路集电极型) 安装于一定的位置测量拉管机电机的转速, 将此信号 (A 相脉冲) 输入到 FX2NPLC 的高速输入端子, 利用 FNC56 SPD 指令来检测牵引机速度(调整拉管长度计算用); 将 B 相脉冲输入到频率计用以显示拉速。对于拉管长度的调整可将上述输入到 PLC 的拉速信号(经过计算转换成单位为毫米 / 秒的数值), 与通过按钮输入到 PLC 的长度信号数字值(单位毫米)相除, 得到切割机割刀每转的时间(单位秒 / 转)。然后计算出割刀的转速, 根据割刀与割刀电机传动比计算出割刀电机的转速。通过电机转速与伺服放大器输出频率的对应关系, 以及伺服放大器输出频率与输入电压的对应关系计算出 PLC 输出电压数字量。此计算的数值为伺服电机的初始速度, 由于计算时可能存在误差以及电压波动等原因的影响此时的速度并不能精确的控制切割长度, 还需要通过与伺服放大器集电极开路输出脉冲数值(根据要求通过参数设定脉冲输出数)输入到 PLC 高速技术端子进行比较, 将其差值乘以系数放大后叠加到初始速度数值上, 不断地通过偏差调整以达到精确控制拉管长度的目的。最后将此数字量输出到 4DA

通道 2，作为伺服放大器转速控制的输入电压（0~10V）。将切割长度数值输出到 4DA 通道 3，用数显表显示拉管长度设定值。这样，不管操作者改变拉管长度设定值，或者改变拉速，PLC 都可以随时调整伺服电机的转速保证切割长度的精确控制。

FX2NPLC 在单级同步系统中的应用

利用 FX2NPLC+2DA 模块 + 变频器 + 增量型编码器（1000P/R 三相开路集电极型）可以方便的在由两个不同的动力驱动的系统实现同步。具体应用时根据所要实现的同步要求在合适的位置安装主、从编码器，以方便主、从编码器信号比较，即在需同步的每个单位主、从编码器转 1 圈。当安装好编码器以后，分别将主、从编码器的三相脉冲用双绞屏蔽线引到 FX2NPLC 的 6 个高速计数器端子上。输入端子 X0 作为速度检测（FNC56）的指定端口，X1~X5 分别对应 C236~C240；

X1

C236

主编码器 B 相码道脉冲（比较用）

X2

C237

主编码器 Z 相零点脉冲

X3

C238

从编码器 A 相码道脉冲（比较用）

X4

C239

从编码器 Z 相零点脉冲

X5

C240

从编码器 B 相码道脉冲（调整相位用）

在程序中，首先用速度检测指令（FNC56）检测主编码器在单位时间内的脉冲数，然后根据前级速度推算后一级的速度给定值。同时用主、从编码器（C236、C238）的比较脉冲进行比较（C237、C239 分别用于复位 C236、C238），将他们的差值乘以一定的系数放大以后在叠加到速度给定值上（用以消除累积误差）。然后通过 2DA 输出 0~10V 电压到变频器的速度控制输入端子上。此时即可实现主、从编码器的零点同步，由于机械零点与电气零点会不同步。此时就必须调整相位即调整电气零点。在调整相位时，将 C240 的设定值用数据寄存器设定为一定的值（数值大小可调整），用零点脉冲首先复位调整相位用的高速计数器 C240，再用 C240 复位比较用的高速计数器 C238 即可。

FX2 系列 PLC 构成电梯控制系统特性分析

摘要：文中分析了电梯的负载特性，阐述了采用梯形加速曲线的电梯理想速度曲线，结合变频器和 PLC 的性能，论述了电梯控制系统的构成和工作特性。阐述了电梯速度曲线产生的方法，归纳了由 PLC 构成的控制系统软件设计的特点。

关键词：负载特性 理想速度曲线 控制系统 软件设计

1. 概述

随着城市的不断发展，高层建筑不断增多，电梯在国民经济和生活中有着广泛的应用。电梯作为高层建筑中垂直运行的交通工具已与人们的日常生活密不可分。实际上电梯是根据外部呼叫信号以及自身控制规律等运行的，而呼叫是随机的，电梯实际上是一个人机交互式的控制系统，单纯用顺序控制或逻辑控制是不能满足控制要求的，因此，电梯控制系统采用随机逻辑方式控制。目前电梯的控制普遍采用了两种方式，一是采用微机作为信号控制单元，完成电梯信号的采集、运行状态和功能的设定，实现电梯的自动调度和集选运行功能，拖动控制则由变频器来完成；第二种控制方式用可编程控制器（PLC）取代微机实现信号集选控制。从控制方式和性能上来说，这两种方法并没有太大的区别。国内厂家大多选择第二种方式，其原因在于生产规模较小，自己设计和制造微机控制装置成本较高；而 PLC 可靠性高，程序设计方便灵活，抗干扰能力强、运行稳定可靠等特点，所以现在的电梯控制系统广泛采用可编程控制器来实现。

2. 电梯理想运行曲线

根据大量的研究和实验表明，人可接受的最大加速度为 $a_m \leq 1.5 \text{ m/s}^2$ ，加速度变化率 $\rho_m \leq 3 \text{ m/s}^3$ ，电梯的理想运行曲线按加速度可划分为三角形、梯形和正弦波形，由于正弦波形加速度曲线实现较为困难，而三角形曲线最大加速度和在启动及制动段的转折点处的加速度变化率均大于梯形曲线，即 $+\rho_m$ 跳变到 $-\rho_m$ 或由 $-\rho_m$ 跳变到 $+\rho_m$ 的加速度变化率，故很少采用，因梯形曲线容易实现并且有良好加速度变化率频繁指标，故被广泛采用，采用梯形加速度曲线电梯的理想运行曲线如图 1 所示：

智能变频器是为电梯的灵活调速、控制及高精度平层等要求而专门设计的电梯专用变频器，可配用通用的三相异步电动机，并具有智能化软件、标准接口、菜单提示、输入电梯曲线及其它关键参数等功能。其具有调试方便快捷，而且能自动实现单多层功能，并具有自动优化减速曲线的功能，由其组成的调速系统的爬行时间少，平层距离短，不论是双绕组电动机，还是单绕组电动机均可适用，其最高设计速度可达 4m/s，其独特的电脑监控软件，可选择串行接口实现输入/输出信号的无触点控制。变频器构成的电梯系统，当变频器接收到控制器发出的呼梯方向信号，变频器依据设定的速度及加速度值，启动电动机，达到最大速度后，匀速运行，在到达目的层的减速点时，控制器发出切断高速度信号，变频器以设定的减速度将最大速度减至爬行速度，在减速运行过程中，变频器的能够自动计算出减速点到平层点之间的距离，并计算出优化曲线，从而能够按优化曲线运行，使低速爬行时间缩短至 0.3s，在电梯的平层过程中变频器通过调整平层速度或制动斜坡来调整平层精度。即当电梯停得太早时，变频器增大低速度值或减少制动斜坡值，反之则减少低速度值或增大制动斜坡值，在电梯到距平层位置 4—10cm 时，有平层开关自动断开低速信号，系统按优化曲线实现高精度的平层，从而达到平层的准确可靠。

3. 电梯速度曲线

电梯运行的舒适性取决于其运行过程中加速度 a 和加速度变化率 p 的大小，过大的加速度或加速度变化率会造成乘客的不适感。同时，为保证电梯的运行效率， a 、 p 的值不宜过小。能保证 a 、 p 最佳取值的电梯运行曲线称为电梯的理想运行曲线。电梯运行的理想曲线应是抛物线-直线综合速度曲线，即电梯的加、减过程由抛物线和直线构成。电梯给定曲线是否理想，直接影响实际的运行曲线。

3.1 速度曲线产生方法

采用的 FX2-64MR PLC，并考虑输入输出点要求增加了 FX-8EYT、FX-16EYR、FX-8EYR 三个扩展模块和 FX2-40AW 双绞线通信适配器，FX2-40AW 用于系统串行通信。利用 PLC 扩展功能模块 D/A 模块实现速度理想曲线输出，事先将数字化的理想速度曲线存入 PLC 寄存器，程序运行时，通过查表方式写入 D/A，由 D/A 转换成模拟量后将速度理想曲线输出。

3.2 加速给定曲线的产生

8 位 D/A 输出 0~5V/0~10V，对应数字值为 16 进制数 00~FF，共 255 级。若电梯加速时间在 2.5~3 秒之间。按保守值计算，电梯加速过程中每次查表的时间间隔不宜超过 10ms。由于电梯逻辑控制部分程序最大，而 PLC 运行采用周期扫描机制，因而采用通常的查表方法，每次查表的指令时间间隔过长，不能满足给定曲线的精度要求。在 PLC 运行过程中，其 CPU 与各设备之间的信息交换、用户程序的执行、信号采集、控制量的输出等操作都是按照固定的顺序以循环扫描的方式进行的，每个循环都要对所有功能进行查询、判断和操作。这种顺序和格式不能人为改变。通常一个扫描周期，基本要完成六个步骤的工作，包括运行监视、与编程器交换信息、与数字处理器交换信息、与通讯处理器

交换信息、执行用户程序和输入输出接口服务等。在一个周期内，CPU 对整个用户程序只执行一遍。这种机制有其方便的一面，但实时性差。过长的扫描时间，直接影响系统对信号响应的效果，在保证控制功能的前提下，最大限度地缩短 CPU 的周期扫描时间是一个很复杂的问题。一般只能从用户程序执行时间最短采取方法。电梯逻辑控制部分的程序扫描时间已超过 10ms，尽管采取了一些减少程序扫描时间的办法，但仍无法将扫描时间降到 10ms 以下。同时，制动段曲线采用按距离原则，每段距离到的响应时间也不宜超过 10ms。为满足系统的实时性要求，在速度曲线的产生方式中，采用中断方法，从而有效地克服了 PLC 扫描机制的限制。启动加速运行由定周期中断服务程序完成。这种中断不能由程序进行开关，一旦设定，就一直按设定时间间隔循环中断，所以，启动运行条件需放在中断服务程序中，在不满足运行条件时，中断即返回。

3.3 减速制动曲线的产生

为保证制动过程的完成，需在主程序中进行制动条件判断和减速点确定。在减速点确定之前，电梯一直处于加速或稳速运行过程中。加速过程由固定周期中断完成，加速到对应模式的最大值之后，加速程序运行条件不再满足，每次中断后，不再执行加速程序，直接从中断返回。电梯以对应模式的最大值运行，在该模式减速点到后，产生高速计数中断，执行减速服务程序。在该中断服务程序中修改计数器设定值的条件，保证下次中断执行。在 PLC 的内部寄存器中，减速曲线表的数值由大到小排列，每次中断都执行一次“表指针加 1”操作，则下一次中断的查表值将小于本次中断的查表值。门区和平层区的判断均由外部信号给出，以保证减速过程的可靠性。

4. 电梯控制系统

4.1 电梯控制系统特性

在电梯运行曲线中的启动段是关系到电梯运行舒适感指标的主要环节，而舒适感又与加速度直接相关，根据控制理论，要使某个量按预定规律变化必须对其进行直接控制，对于电梯控制系统来说，要使加速度按理想曲线变化就必须采用加速度反馈，根据电动机的力矩方程式： $M - M_Z = \Delta M = J \left(\frac{dn}{dt} \right)$ ，可见加速度的变化率反映了系统动态转距的变化，控制加速度就控制系统的动态转距 $\Delta M = M - M_Z$ 。故在此段采用加速度的时间控制原则，当启动上升段速度达到稳态值的 90% 时，将系统由加速度控制切换到速度控制，因为在稳速段，速度为恒值控制波动较小，加速度变化不大，且采用速度闭环控制可以使稳态速度保持一定的精度，为制动段的精确平层创造条件。在系统的速度上升段和稳速段虽都采用 PI 调节器控制，但两段的 PI 参数是不同的，以提高系统的动态响应指标。在系统的制动段，即要对减速度进行必要的控制，以保证舒适感，又要严格地按电梯运行的速度和距离的关系来控制，以保证平层的精度。在系统的转速降至 120r/min 之前，为了使两者得到兼顾，采取以加速度对时间控制为主，同时根据在每一制动距离上实际转速与理论转速的偏差来修正加速度给定曲线的方法。例如在距离平层点的某一距离 L 处，速度应降为 V_m/s ，而实际转速高为 $V' m/s$ ，则说明所加的制动转距不够，因此计算出此处的给定减速度值 $-a_g$ 后，使其再加上一个负偏差 ϵ ，即使此处的减速度给定值修正为 $-(a_g + \epsilon)$ 使给定减速

度与实际速度负偏差加大，从而加大了制动转距，使速度很快降到标准值，当电动机的转速降到 120r/min 以后，此时轿厢距平层只有十几厘米，电梯的运行速度很低，为防止未到平层区就停车的现象出现，以使电梯能较快地进入平层区，在此段采用比例调节，并采用时间优化控制，以保证电梯准确及时地进入平层区，以达到准确可*平层。

4.2 电梯控制构成

由于电梯的运行是根据楼层和轿厢的呼叫信号、行程信号进行控制，而楼层和轿厢的呼叫是随机的，因此，系统控制采用随机逻辑控制。即在以顺序逻辑控制实现电梯的基本控制要求的基础上，根据随机的输入信号，以及电梯的相应状态适时的控制电梯的运行。另外，轿厢的位置是由脉冲编码器的脉冲数确定，并送 PLC 的计数器来进行控制。同时，每层楼设置一个接近开关用于检测系统的楼层信号。为便于观察，对电梯的运行方向以及电梯所在的楼层进行显示，采用 LED 和发光管显示，而对楼层和轿厢的呼叫信号以指示灯显示(开关上带有指示灯)。为了提高电梯的运行效率和平层的精度，系统要求 PLC 能对轿厢的加、减速以及制动进行有效的控制。根据轿厢的实际位置以及交流调速系统的控制算法来实现。为了电梯的运行安全，系统应设置可*的故障保护和相应的显示。采用 PLC 实现的电梯控制系统由以下几个主要部分构成。

4.2.1 PLC 控制电路：PLC 接收来自操纵盘和每层呼梯的召唤信号、轿厢和门系统的功能信号以及井道和变频器的状态信号，经程序判断与运算实现电梯的集选控制。PLC 在输出显示和监控信号的同时，向变频器发出运行方向、启动、加/减速运行和制动停梯等信号。

4.2.2 电流、速度双闭环电路：变频器本身设有电流检测装置，由此构成电流闭环；通过和电机同轴联接的旋转编码器，产生 a、b 两相脉冲进入变频器，在确认方向的同时，利用脉冲计数构成速度闭环。

4.2.3 位移控制电路：电梯作为一种载人工具，在位势负载状态下，除要求安全可*外，还要求运行平稳，乘坐舒适，停*准确。采用变频调速双环控制可基本满足要求，利用现有旋转编码器构成速度环的同时，通过变频器的 PG 卡输出与电机速度及电梯位移成比例的脉冲数，将其引入 PLC 的高速计数输入端口，通过累计脉冲数，经式 (1) 计算出脉冲当量，由此确定电梯位置。电梯位移 $h=SI$ 式中 I—累计脉冲数；S—脉冲当量； $S=pID/(pr)(1)l$ —减速比；D—牵引轮直径；P—旋转编码器每转对应的脉冲数；r—PG 卡分频比。

4.2.4 端站保护：当电梯定向上行时，上行方向继电器、快车辅助接触器、快车运行接触器、门锁继电器、上行接触器均得电吸合，抱闸打开，电梯上行。当轿厢碰到上强迫换速开关时，PLC 内部锁存继电器得电吸合，定时器 Tim10、Tim11 开始定时，其定时的时间长短可视端站层距和梯速设定。上强迫换速开关动作后，电梯由快车运行转为慢车运行，正常情况下，上行平层时电梯应停车。如果轿厢未停而继续上行，当 Tim10 设定值减到零时，其常闭点断开，慢车接触器和上行接触器失电，电梯停止运行。在轿厢碰到上强迫换速开关后，由于某些原因电梯未能转为慢车运行，及快车运行接触器未能释放，当 Tim11 设定值减

到零时，其常闭点断开，快车运行接触器和上行接触器均失电，电梯停止运行。因此，不管是慢车运行还是快车运行，只要上强迫换速开关发出信号，不论端站其他保护开关是否动作，借助 Tim10 和 Tim11 均能使电梯停止运行，从而使电梯端站保护更加可靠。

当电梯需要下行，只要有了选梯指令，下行方向继电器得电其常开点闭合，锁存继电器被复位，Tim10 和 Tim11 均失电，其常闭点闭合为电梯正常下行做好了准备。下端站的保护原理与上端站保护类似不再重复。

4.2.5 楼层计数：楼层计数采用相对计数方式。运行前通过自学习方式，测出相应楼层高度脉冲数，对应 17 层电梯分别存入 16 个内存单元 DM06~DM21。楼层计数器（CNT46）为一双向计数器，当到达各层的楼层计数点时，根据运行方向进行加 1 或减 1 计数。运行中，高速计数器累计值实时与楼层计数点对应的脉冲数进行比较，相等时发出楼层计数信号，上行加 1，下行减 1。为防止计数器在计数脉冲高电平期间重复计数，采用楼层计数信号上沿触发楼层计数器。

4.2.6 快速换速：当高速计数器值与快速换速点对应的脉冲数相等时，若电梯处于快速运行且本层有选层信号，发快速换速信号。若电梯中速运行或虽快速运行但本层无选层信号，则不发换速信号。

4.2.7 门区信号：当高速计数器 CNT47 数值在门区所对应脉冲数范围内时，发门区信号。

4.2.8 脉冲信号故障检测：脉冲信号的准确采集和传输在系统中显得尤为重要，为检测旋转编码器和脉冲传输电路故障，设计了有无脉冲信号和错漏脉冲检测电路，通过实时检测确保系统正常运行。为消除脉冲计数累计误差，在基站设置复位开关，接入 PLC 高速计数器 CNT47 的复位端。

5. 软件设计特点

5.1 采用优先级队列

根据电梯所处的位置和运行方向，在编程中，采用了四个优先级队列，即上行优先级队列、上行次优先级队列、下行优先级队列、下行次优先级队列。其中，上行优先级队列为电梯向上运行时，在电梯所处位置以上楼层所发出的向上运行的呼叫信号，该呼叫信号所对应的楼层所具有的脉冲数存放的寄存器所构成的阵列。上行次优先级队列为电梯向上运行时，在电梯所处位置以下楼层所发出的向上运行的呼叫信号，该呼叫信号所对应的楼层所具有的脉冲数存放的寄存器所构成的队列。控制系统在电梯运行中实时排列的四个优先级阵列，为实现随机逻辑控制提供了基础。

5.2 采用先进先出队列

根据电梯的运行方向，将同向的优先级队列中的非零单元(有呼叫时此单元为非零单元，无呼叫时则此单元为零)送入寄存器队列(先进先出队列 FIFO)，利用先进先出读出指令 SFRDP 指令，将 FIFO 第一个单元中的数据送入比较寄存器。

5.3 采用随机逻辑控制

当电梯以某一运行方向接近某楼层的减速位置时，判别该楼层是否有同向的呼叫信号(上行呼叫标志寄存器、下行呼叫标志寄存器、有呼叫请求时，相应寄存器为 1，否则为 0)，如有，将相应的寄存器的脉冲数与比较寄存器进行比较，如相同，则在该楼层减速停车；如果不相同，则将该寄存器数据送入比较寄存器，并将原比较寄存器数据保存，执行该楼层的减速停车。该动作完毕后，将被保存的数据重新送入比较寄存器，以实现随机逻辑控制。

5.4 采用软件显示

系统利用行程判断楼层，并转化成 BCD 码输出，通过硬件接口电路以 LED 显示。

5.5 对变频器的控制

PLC 根据随机逻辑控制的要求，可向变频器发出正向运行、反向运行、减速以及制动信号，再由变频器根据一定的控制规律和控制算法来控制电机。同时，当系统出现故障时，PLC 向变频器发出信号。

6. 结束语

采用 MIC340 电梯专用变频器构成的电梯控制系统，可实现电梯控制的智能化，但由于候梯和电梯轿内的人到达各层的人数是智能电梯无法确定的，即使采用 AITP 人工智能系统，传输的交通客流信息也是模糊的，为解决电梯这一垂直交通控制系统的两大不可知因素，需要我们在今后的工作中去不断的研究和探索。

三菱 F1 系列可编程控制器教程

输入特性：

1. 采用光电隔离输入滤波，具有很高的抗干扰能力。
2. 输入响应速度 10ms

由于是循环扫描程序，输入响应速度与程序长短有关。

3. 具有高速计数输入端，接受 2KHz/s 脉冲。
4. 无电压接点输入

5. 输入端可接受的设备。

按钮 转换开关 拨码开关 接近开关 光电开关 行程开关

限位开关 旋转编码器 接触器辅助接点等

6. 输入端接线方法：

B. 输出特性：

1. PLC 的输出有三种：继电器输出（常用） 可控硅输出 晶体管输出

2. 输出继电器的接点容量

阻性负载 2A 感性负载 0.8 - 1A

3. 继电器的通断时间为 10- 15ms

4. 采用四点共通，可在不同的共同端上接不同的控制电压来控制不同电压等级的设备。

5. 输出所能连接的设备

接触器（控制电机） 指示灯（显示工作状态） 电磁阀（液压气压控制）

电笛电铃（报警用）等

三菱 F1 系列可编程控制器的内部结构

1. 输入继电器（X） 八进制数字编号

基本单元：

X000 - X007 X010 - X013

X400 - X407 X410 - X413

X500 - X507 X510 - X513

扩展单元：

X014 - X017 X020 - X027

X414 - X417 X420 - X427

X514 - X517 X520 - X527

其中 X400 - X407 8 点可通过改变滤波常数来提高输入响应速度，可在 0 - 60ms 之间调整。

2. 输出继电器 (Y) 八进制数字编号

基本单元: Y30 - Y37

Y430 - Y437

Y530 - Y537

扩展单元: Y40 - Y47

Y440 - Y447

Y540 - Y547

(1) 输出继电器外部接点由 ON 到 OFF 或由 OFF 到 ON 的响应延迟为 10ms

(2) 程序内部的输出继电器接点没有这种机械响应延迟。

3. 内部辅助继电器 (这些继电器接点不能直接驱动外部负载) 八进制编号

(1) 常用继电器 M100 - M277 (128 点)

(2) 保持继电器 M300 - M377 (64 点)

4. 移位寄存器

(1) 辅助继电器可用作移位寄存器，16 个点的辅助继电器为一组，其首编号用为移位寄存器的编号。

(2) 如果某组辅助继电器用作移位寄存器，则这组不能用于它用。

(3) 移位寄存器编号:

M100 - M117 M240 - M257

M120 - M137 M260 - M277

M140 - M157 (M300 - M317) 电池支持

M160 - M177 (M320 - M337) 电池支持

M200 - M217 (M340 - M357) 电池支持

M220 - M237 (M360 - M377) 电池支持

5. 专用辅助继电器

(1) M70 运行监视

M70 随 PLC 的运行/停止而呈通/断状态。

(2) M71 初始化脉冲

在 M70 刚接通时，M71 只给出一个脉冲执行周期。

(3) M72 100ms 脉冲 (占空比 1: 1)

M73 10ms 脉冲 (占空比 1: 1)

(4) M74 和 M75

开机后呈接通状态。

(5) M76 电池电压下降

PLC 长时间工作，将使 PLC 内保护 RAM 区的锂电池电压下降，当电池电压下降到某种程度后，M76 接通。可通过输出继电器向外发出报警信号

(6) M77 输出禁止继电器

* 当 M77 的线圈工作时，所有输出继电器 (Y) 自动断开。

* 其它的继电器，定时器和计数器仍保持原工作状态。

(7) M470 高速计数器

* 当 M470 闭合时，C660, C661 组成一对六位数计数器，输入 X400 作计数输入，X401 作复位输入，X400 和 X401 的输入滤波器自动变为 200 微秒左右，执行 2KHz 的高速计数。

* 当 M470 断开时，X400 可作为计数输入，X401 作为复位输入，但计数速度取决于 PLC 的扫描周期，通常只有几十 Hz。

(8) M471 计数方向的选择

M471 接通 正向计数

M471 断开 反向计数

(9) M472 计数启动信号

M472 接通 执行计数

M472 断开 不执行计数

(10) M473 标志位

当计数值由 999999 变为 0 (正向计数)或从 0 变到 999999(反向计数)时 M473 接通.

(11) M570 错误标志

* 功能指令设定线圈设定错了 M570 接通.

* 设定正确 M570 断开.

(12) M571 进位标志 M572 零位标志 M573 借位标志

当对现行计数器执行比较指令是:

* 如果现行值大于设定值时 M571 接通.

* 当现行计数器值等于设定值时 M572 接通.

* 当现行计数器值小于设定值时 M573 接通.

6. 定时器 (T)

(1) 普通定时器

T050 - T057 三位数设定值

T450 - T457 24 点 0.1 - 999 秒

T550 - T557 最小单位 0.1 秒

(2) 精密定时器 8 点

T650 - T657 三位数设定值

0.01 - 99.9 秒

最小单位 0.01 秒

7. 计数器 C

(1) 掉电保持。如不需要保留可用初始化脉冲复位。

(2) 3 位数减量计数器 C060 - C067 C460 - C467 C560 - C567
C662 - C667 共 30 点

(3) 六位数正向/反向计数器

* 计数器对 C660, C661 组成六位计数器, 其中 C660 低三位, C661 高三位。

* 执行高速计数, 2KHz (外部计数方式)

* 执行普通计数 (内部计数方式)。

例 1: 普通计数方式

电路分析:

〈1〉 M70 为运行监视, M70 其常闭打开, 执行普通计数 (内部计数)。

〈2〉 X502 ON M470 ON 呈正向计数

X502 OFF M470 OFF 呈反向计数

〈3〉 X500 为复位输入, 将 C660 复位, 而 C661 自动也复位。

〈4〉 X501 为计数脉冲输入, 当 C660, C661 的现行值达到 0 时, Y430 接通。

例 2: 高速计数方式 (外部计数方法)

电路分析:

〈1〉 开机后 M70 闭合, M470 闭合为高速计数方式 (2KHz)。

〈2〉 X402 的通断, 选择正向还是反向计数。

〈3〉 X403 接通, 计数开始。

〈4〉 X401 为复位高速计数器。

〈5〉 当 C660, C661 的现行值达到 0 时, C660 接通 导致 Y430 接通。

8. 状态器 (S)

(1) 步进式过程控制的软编程器件, 使很复杂的顺序控制简单化。可用后面的步进梯形指令 STL 组合使用。

(2) 状态器编号: S600 - S647 40 点 八进制。

(3) 电池支持 (掉电保护)

9. 数据存储器

共有 64 个数据存储器 编号 D700 - D777

三菱 F1 系列可编程控制器基本指令

1. LD LDI OUT 指令

LD 指令 常开接点与母线连接指令。

LDI 指令 常闭接点与母线连接指令。

OUT 指令 线圈驱动指令。

例:

LD X402

OUT Y430

LDI X401

OUT M100

OUT T450

K 19

LD T450

OUT Y430

2. AND (与) ANI (与反) 指令

AND 指令 常开接点串联指令

ANI 指令 常闭接点串联指令

例：

LD 402

AND M101

OUT Y430

LD Y430

ANI X403

OUT M100

AND T451

OUT Y434

3. OR（或）ORI（或反）指令

OR 命令 常开接点并联指令

ORI 命令 常闭接点并联指令

例：

LD X402

OR X406

ORI M102

OUT Y435

LD X407

ANI Y435

OR M103

ANI X410

OR M110

OUT M100

4. ORB（或块）指令

分支电路的并联指令

例：

```
LD X402  
  
AND X401  
  
LD X403  
  
AND X404  
  
ORB  
  
LD X405  
  
AND X406  
  
ORB  
  
OUT Y435
```

* 并联块的数目无限制

* ORB 可集中使用，但一般不需要这种编程方法。

5. ANB（与块）指令

串联电路块的指令

例：

```
LD X400  
  
OR X405  
  
LD X402  
  
AND X401  
  
LD X403  
  
AND X404  
  
ORB
```

OR X406

ANB

OR X407

OUT Y435

6. S（置位） R（复位） 指令

用于 Y, S, M200 - M377 作置位和复位操作。

例：

LD X401

S M202

LD X402

R M202

* S 置位和 R 复位之间可插入控制程序。

7. PLS（脉冲） 指令

PLS 脉冲：微分输出指令

例：

LD X401

PLS M203

LD X402

PLS M204

LD M203

S M202

LD M204

R M202

* PLS 命令对象 M100 - M377

8. MC（主控）MCR（主控复位）指令

用于多路输出不好编程的场合

例 1:

上面电路含有多路输出电路，有基本指令不能直接编程，可用 MC MCR 解决。

例 2 电路完成同例 1 一样的功能。

LD X400

OUT M100

MC M100

LD X401

OUT Y430

LD X402

OUT Y431

AND X403

OUT M101

MC M101

LD X404

OUT Y432

LD X405

OR X406

OUT Y433

MCR M101

还有 NOP 空操作指令, 跳转指令 CJP EJP END 指令同 OMRON 就不介绍了。