

# 邵阳职业技术学院

## 毕 业 设 计

产品设计	工艺设计	方案设计
		√

设计题目： 智能电梯群控方案设计

学生姓名： 姚科权

学 号： 201810300182

系 部： 电梯工程学院

专 业： 电梯工程技术

班 级： 电梯 1181 班

指导老师： 王福佳

二 0 二 一 年 六 月 一 日

# 目 录

一、 设计思路.....	1
二、 调速变频器类型选择及其设计参数.....	1
(一) 变频器的分类及选择.....	1
(二) 通用变频器简介及选择.....	2
(三) 变频器结构及参数设计.....	5
三、 PLC 的选择及其控制系统的硬件开发.....	8
(一) 电机调速系统的设计.....	8
(二) 异步电机的调速方法及经济技术比较.....	9
(三) 井道信号系统的设计.....	12
四、 电梯控制系统的设计.....	12
(一) 可编程控制器 (PLC) 的选型.....	13
(二) 电梯控制系统实现的功能.....	14
(三) 点数的分配及机型的选择.....	14
五、 系统软件开发.....	17
(一) 电梯的自检状态.....	17
(二) 电梯的正常工作状态.....	17
(三) 系统的软件开发过程.....	17
(四) 程序框图设计: .....	21
六、 结论.....	42
参考文献.....	43
致谢.....	44

---

# 智能电梯群控方案设计

## [摘要]

随着现代经济和城市生活的发展，为了保证电梯运行既高效节能又安全可靠，必须改进电梯控制方式。根据顺序逻辑控制的需要发展起来的可编程控制器(PLC)，它是专门为工业环境应用而设计的数字运算操作的电子装置。PLC 处理速度快，可靠性高，能够保证电梯正常、安全、可靠地运行。同时，电梯的拖动方式已由原来直流调速逐渐过渡到了变频调速。首先，分别阐述了电梯继电器控制和 PLC 控制的控制思路，在此基础上，根据电梯系统自身的工作状态要求，进行电梯系统的 PLC 软件开发，通过软件开发的特点，结合 PLC 自身的控制规律，设计出可实现一定功能的 PLC 电梯控制系统。最后的模拟调试结果表明，基于 PLC 的变频调速电梯系统运行效率高，系统安全可靠性强，并且系统构造简单易于实现，满足了对电梯系统期望的要求。

[关键词] 电梯 可编程控制器 变频调速 旋转编码器

## 一、设计思路

首先对电梯系统及可编程控制器（PLC）、变频器作了比较全面的总结和介绍。接着阐述了电梯控制系统的分类及特点，电梯的控制系统分为调速和信号控制及显示等部分。确定了系统的总体结构，由 PLC 来实现电梯信号控制变频器实现变频调速，完成了变频器和可编程控制器（PLC）的选择。然后是系统硬件开发，完成了变频器的参数设置及 PLC 的选型、I/O 点数分配以及旋转编码器与变频器的连接。在分析了电梯系统的软件设计方法基础上，结合实际硬件电路，设计并用 STEP7 绘制出梯形图。

## 二、调速变频器类型选择及其设计参数

### （一）变频器的分类及选择

#### 1. 变频器的分类

变频器的种类很多，下面根据不同的分类方法对变频器分类：

- （1）按变换频率的方法分交—直—交变频器交—交变频器；
- （2）按主电路工作方式分电压型变频器电流型变频器；
- （3）按变频器调压方法的不同分 PAM 变频器 PWM 变频器；
- （4）按工作原理分类 U/f 控制变频器 VC 控制变频器 SF 控制变频器；
- （5）按照用途分类通用变频器高性能专用变频器高频变频器；

#### 2. 变频器的类型选择

变频器是变频调速系统的核心设备，它的质量品质对于系统的可靠性影响很大，选择品牌时，质量品质，尤其是与可靠性相关的质量品质，显然是选择时的重要考虑方面。同时，设备的平均寿命的长短是一个重要的参数，所以根据预期使用寿命来选择品牌，经验和口碑仍然是主要依据。在同一品牌中选择具体型号时，则主要依据已经确定的变频调速方案、负载类型以及应用所需要的一些附加功能来决定。

### 3. 变频器的规格选择

变频器产品说明书都提高标称功率数据,但实际上限制变频器使用功率的是定子电流参数。因此,直接按照变频器标称功率进行选择,在实际中常常可能会行不通。

根据具体工程的情况,可以有以下几种不同的变频器规格选择方式:

- (1) 按照标称功率选择:一般作初步投资估算依据。
- (2) 按照电动机额定电流选择;多用于恒转矩负载的新设计项目。
- (3) 按照电动机实际运行电流选择:多用于改造工程。
- (4) 按照转矩过载能力选择。

综上所述,根据实际工程情况,以适当的方法选择变频器规格很重要。选择结果多数情况下变频器标称功率与电动机匹配,少数情况需要放大。所以,笼统的认为放大一级功率选择变频器是没有错的想法,但会造成浪费。总的来说从生产成本来作合适的选择。

### 4. 选择的变频器应满足的条件

- (1) 根据被控设备的负载特性选择通用变频器的类型。
- (2) 所选择通用变频器的类型与被控制异步电动机的参数匹配。
- (3) 为降低电梯成本,首选通用变频器。
- (4) 电梯的启动和停车都要平稳。
- (5) 变频器带有防止失速功能。
- (6) 变频器具有优良的转矩特性。

## (二) 通用变频器简介及选择

### 1. VS-616G5 型通用变频器

电梯的调度要求除了一般工业控制的静态、动态性能外,他的舒适度指标往往是选择中的一项重要内容。本设计中拖动调速系统的关键在于保证电梯按理想的给定速度曲线运行,以改善电梯运行的舒适感;另外,由于电梯在建筑物内的耗电量占建筑物总用电量的相当比例,因此,电梯节约用电日益受到重视。

考虑以上各种因素，本设计选用安川 VS—616G5 型全数字变频器。它具有磁通矢量控制、转差补偿、负载转矩自适应等一系列先进功能，可以最大限度地提高电机功率因数和电机效率，同时降低了电机运行损耗，特别适合电梯类负载频繁变化的场合。另外，VS—616G5 变频器的启动、制动具有可任意调节的 S 曲线和零频仍可输出 150% 力矩的特点，配以高精度的旋转编码器，控制精度可达 0.01—0.02%，使得电梯运行舒适感好，零速抱闸，平层精度高。无须配专用电机，可自学习所配电机的各个参数，精确控制任何品牌的电机。采用高性能工 GBT，载波频率 20KHZ，从而使变频器输出一个不失真的正弦流波形，使电机始终运行于静噪音状态。

VS—616G5 型变频器是安川电机公司面向世界推出的 21 世纪通用型变频器。这种变频器不仅考虑了 V/f 控制，而且还实现了矢量控制，通过其本身的自动调谐功能与无速度传感器电流矢量控制，很容易得到高起动转矩与较高的调速范围。

VS—616G5 变频器的特点如下：

- (1)包括电流矢量控制在内的四种控制方式均实现了标准化。
- (2)有丰富的内藏与选择功能。
- (3)由于采用了最新式的硬件，因此，功能全、体积小。
- (4)保护功能完善、维修性能好。
- (5)通过 LCD 操作装置，可提高操作性能。VS—616G5 型变频器的标准规格如表 1

表 1 VS—616G5 型变频器的标准规格

电压	200V	400V
容量范围	1.2-1100KVA	1.4-460KVA
电源	电压频率	200V：三相 200/200/208/220V 400V：三相 380/400/415/460V
	电压允许变动	+10% -15%
	频率允许变动	±15%
控制特性	控制方式	正选波 PWM 控制： 无传感矢量控制（无 PG） 带传感矢量控制（带 PG）

		V/F 控制 带传 V/F 控制（用参数切换）
启动转矩		150%Hz（无 PG） 150%r/min（带 PG）
速度控制范围		1:100（无 PG） 1:1000（带 PG）
速度控制精度		±0.2%（无 PG） 0.02%（带 PG）
速度响应		5Hz（无 PG） 30Hz（带 PG）
转矩极限		有
转矩精度		±5%
转矩响应		20Hz（无 PG）以上 150Hz（带 PG）以上
频率控制范围		0.1-400HZ
频率精度 (温度变化)		数字式指令 ±0.01% (-10℃~+40℃) 模拟式指令 ±0.1% (25℃~+10℃)
频率设定分辨率 (运算分辨率)		数字式指令 0.01Hz/100Hz 模拟式指令 0.03Hz/60Hz
输出频率分辨率		0.01Hz
过载量		额定输出电流的 150%I <sub>N</sub>
频率设定信号		-10V ~ 10V, 0 ~ 10V, 4 ~ 20MA
加减速时间		0.01~6000.0S
制动转矩		约 20% 带制动选择 150%
抑制 高次 谐波 拔电 源	直流电抗器	内带（200V24KVA、400V26KVA 以下可以选择）
	12 相整流	不能变动
主控制功能		瞬停再启动、下降控制、转矩控制、零点伺服控制等

操作装置	16 字×2 线日语液晶显示器
接通插件板可选择	16 种（最多可装 3 块）
保护功能	电机保护、变频过载、瞬间过电流、电压下降、过电压、输入缺相

## 2. VS-616G5 型通用变频器电梯调速系统

通用变频器 VS-616G5 可直接控制交流异步电动机的电流，使电动机保持较高的输出转矩；它适合于各种应用场合，可以低速下实现平稳起动并且极其精确地运行，其自动调整功能可使各种电动机达到高性能的控制。VS-616G5 将 U/f 控制、矢量控制、闭环 U/f 控制、闭环矢量控制四种控制方式融为一体，其中闭环矢量控制是最适合电梯控制要求的。变频器的配置及容量选择 VS-616G5 变频器用在电梯调速系统中时，必须配 PG 卡及旋转编码器，以供电动机测速及反馈。旋转编码器与电动机同轴连接，对电动机进行测速。旋转编码器输出 A、B、两相脉冲，当 A 相脉冲超前 B 相脉冲 90° 时，可认为电动机处于正转状态。当 A 相脉冲滞后于 B 相脉冲 90° 时可认为电动机处于反转状态，旋转编码器根据 AB 相脉冲的相序，可判断电动机旋转方向，并根据 AB 脉冲的频率（或周期）测得电动机的转速。旋转编码器将此脉冲输出给 PG 卡，PG 卡再将此反馈信号送给 616G5 内部，以便进行运算调节。

当电梯减速运行时，电动机处于发电状态，向变频器回馈电能。这时同步转速下降，交-直-交变频器的直流部分电压升高，制动电阻的作用就是消耗回馈电能。抑制直流电压升高。除 PG 卡和制动电阻外。VS-616G5 还需要配置 600 脉冲旋转编码器和电梯运行曲线输入板（可选配）。其容量可选 1:1 配置，即电动机容量和变频器容量相等。最好采用大一数量级选配，即 11kW 电动机选 15kW 的变频器、15kW 电动机选 18kW 的变频器。

### （三）变频器结构及参数设计

VS-616G5 变频器共有 9 组参数，每一组参数的设计都具有特定的含义。常用参数如表 2 所示。



表 2 变频器常用参数

参数	功能
A 组	确定控制模式
B 组	选择运动功能
C 组	确定加减速时间和转矩补偿时间
D 组	选择频率
E 组	确定运行压频曲线
F 组	保护设置
H 组	确定偏差标准

### 1. 参数设计的原则：

(1) 减小启动冲击及增加调速的舒适感，其速度环比例系数宜小些，而积分时间常数宜大些；

(2) 提高了运行效率，快车频率应选为工频，而爬行频率要尽可能低些，以减小停车冲击；

(3) 零速一般设计为 0Hz，速抱闸功能将影响舒适感；变频器其他常用参数可根据电网电压和电机铭牌数据直接输入。

### 2. 变频器自学习功能的应用方法

为了使变频器工作在最佳状态，在完成参数设置后，需使变频器对所驱动的电动机进行自学习，而 616G5 就具有曳引机参数自学习的功能，其方法是：将曳引机制动轮与电机轴脱离，使电动机处于空载状态，然后启动电动机，让变频器自动识别并存储电动机有关参数，变频器将根据识别到的结果调整控制算法中的有关参数。显然，这一组自学习到的参数，是和变频器匹配的最佳参数，使变频器能对该电动机进行最佳控制。

### 3. 变频器容量计算

变频器的功率可根据曳引机电机功率、电梯运行速度、电梯载重与配重进行计算。设电梯曳引机电机功率为  $P_1$ ，电梯运行速度为  $V$ ，电梯自重为  $W_1$  电梯载重为  $W_2$ ，配重为  $W_3$ ，重力加速度为  $g$ ，变频器功率为  $P$ 。在最大载重下，电梯上升所需曳引功率  $P_2$  由式(3-1)计算：

$$P_2 = [(W_1 + W_2 + W_3)g + F_1] * V \quad (3-1)$$

式中， $F_1 = (W_1 + W_2 + W_3)g + \delta$  为摩擦力；

电机功率  $P_1$ ，变频器功率  $P$  应接近电机功率  $P_1$ ，相对于  $P_2$  留有安全裕量，可取

$$P = 1.5 P_2 \quad (3-2)$$

其中， $k=0.02$ ， $W_1=2000\text{Kg}$ ， $W_2=1000\text{Kg}$ ， $W_3=2400\text{Kg}$ ， $g=9.8\text{m/s}$ ， $V=1.5\text{m/s}$  由式(3-1)得  $P_2 = (600 \times 9.8 + 108 \times 9.8) \times 1.5 \approx 10.4\text{kW}$ ；又有式(3-2)得  $P = 1.5 P_2 = 15.6\text{KW}$ 。由于采用变频调速，效率高。依照计算结果选 1.5 倍裕量，取变频器容量为 15kW。

#### 4. 变频器制动电阻参数的计算

由于电梯为位能负载，电梯运行过程中产生再生能量，所以变频调速装置应具有制动功能。带有逆变功能的变频调速装置通过逆变器虽然能够将再生能量回馈电网，但成本太高，采用能耗制动方式通过制动单元将再生能量消耗在制动电阻上，成本较低而且具有良好的使用效果，能耗制动电阻  $R_2$  的大小应使制动电流  $I_z$  的值不超过变频器额定电流的一半，即：

$$I_z = U_0 / R_z \leq I_n / 2 \quad (3-3)$$

$$R_z \geq 2U_d / I_n = 2 \times 513 / 35.5 \approx 28.9(\Omega) \quad (3-4)$$

其中  $U_0$  为额定情况下变频器的直流母线电压，取  $R_z \geq 30 \Omega$ 。由于制动电阻的工作不是连续长期工作，因此其功率可以大大小于通电时消耗的功率。即：

$$P_z \geq \alpha_2 U_d * U_d / R_z = 0.4 \times 513^2 / 30 \approx 3.5\text{kw} \quad (3-5)$$

最后，选用的制动电阻为  $R=30 \Omega$ ，功率为  $P=3.5\text{kW}$  的电阻。

### 三、PLC 的选择及其控制系统的硬件开发

#### (一) 电机调速系统的设计

在电梯拖动控制系统中速度曲线图形直接影响着电梯的舒适感和平层准确度。如果电梯在启动加速和减速制动时，速度曲线图性的加、减交界处不圆滑，乘客会感觉很不舒服，为了满足舒适度提高运输效率及正确平层要求，电梯的速度给定曲线是一个关键环节。人们对于速度变化的敏感度主要是加速度的变化率，舒适度就意味着要平滑的加速和减速。为了获得良好的舒适度，将电梯的起制动速度曲线设计成由两段抛物线(S 曲线)及一段直线构成，而这一曲线形状的构成及改变，则是由加速度斜率及 S 曲线变化率决定的。加速斜率是以速度给定从 0 加速到 1000 转/分所需要的时间来定义的。其意义为加速度由 0 加速到 1000 转/秒<sup>2</sup>所需要的时间。因此通过改变起动的加速时间可获得不同的起动的曲线斜率。增大加速时间值起动的曲线变缓，反之，起动的曲线变急。同理，增加 S 曲线变化率起动的曲线弯曲部分变缓，反之，起动的曲线弯曲部分变急。而 S 曲线变化率的变化，也可通过改变 S 曲线起始、终了加速时间来实现，本设计采用的 616G5 变频器就具有 S 曲线加速时间设定功能，故将加速时间和 S 曲线加速时间配合调整，即可获得理想的起动的曲线。同理，制动的曲线也可按此方法调整。理想的电梯速度给定曲线如图 1 所示。

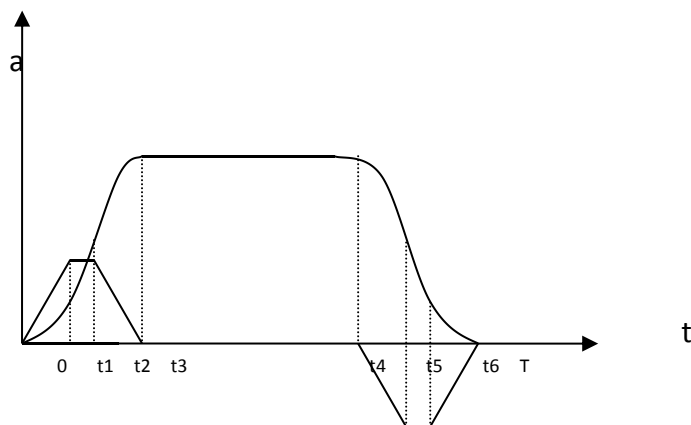


图 1 速度运行曲线

图中 a 为加速度，v 为速度，0-t1 和 t2-t3 时间内为抛物线速度曲线，t1-t2 时间内为直线速度曲线；t3-t4 时间内为稳速运行阶段；t4-T 时间内为减速制动阶段。减速制动

阶段速度曲线与加速起动阶段相对称。

## (二) 异步电机的调速方法及经济技术比较

异步电动机转速表达式为:

$$n=n_0(1-s)=60f_0/p(1-s) \quad (4-1)$$

式中:

$n_0$ ——同步转速;

$f_0$ ——电源频率;

$p$ ——电动机的磁极对数;

$s$ ——异步电动机的转差率。

从式(4-1)可以看出,要调节异步电动机的转速,可以从改变下列三个参数入手:改变异步电动机定子绕组的磁极数--即变极调速;改变异步电动机的转差率--即改变转差率调速;改变供电电源的频率--即变频调速。

### (1) 变极调速

对于鼠笼型转子结构的异步电动机,其转子的极对数能自动地与定子极对数相对应。改变定子绕组的接法,以改变定子的极对数,使异步电动机的同步转速  $n_0=60f_0/p$  得到改变,达到调节转速的目的。变极调速的优点:操作简便、机械特性硬、效率高、可获得恒转矩与恒功率调速。其缺点是:只能有极调速,而且调速等级有限,只适用于不要求平滑调速的场合。

### (2) 改变转差率调速

常见的利用改变转差率进行速度调节的方法有下列几种:转子电路串接电阻调速;改变定子电压调速;滑差电机调速;串极调速及脉冲调速等。下面依次介绍上述调速方法的简单原理及其优缺点。

①电路串接电阻调速。其优点是调速方法简单、初期投入少,一般适用于恒转矩负载。其缺点是当转速较低时,转子电路效率,随之降低,转子损耗增大,经济性变差;由于转子电路串接电阻,使机械特性变软,而且串接电阻的数值越大,特性就越软,因而在低速下稳定性差;只能获得有级调速,平滑性不高;调速范围受负载转矩的影响,当轻载时,调速范围很小。

②改变定子电压调速。当转速低于与最大转矩对应的转速时，其机械特性部分对恒转矩负载不能稳定运行，因此调速范围很小。对于恒转矩调速，在增加异步电动机转子电阻的基础上，改变定子电压，可获得较宽的调速范围。但它的机械特性变软，使运行不大稳定。而且低压时，过载能力低，负载波动较大时，适应性差，调速时效率低，功率因数较转子电路串接电阻时更低，在低速时，电机发热严重。

③ 滑差电机调速。其特点是在异步电动机的轴上装一个电磁滑差离合器。

滑差电机的优点是结构简单、运行可靠、维护方便、可实现平滑调速。其缺点是这种调速方式在不同的励磁电流下其机械特性很软，并且励磁电流越小，特性越软。由于磨擦与剩磁的存在，使其存在不可控区，即当负载转矩小于 10%的额定转矩时可能失控。

④串极调速。绕线型转子的异步电机与其它电机或电子设备(例如由晶闸管

组成的逆变器)串级连接，以实现速度调节。串极调速的优点是在调速过程中其机械特性硬度不变，稳定性好;转速可以调节至很低，调速范围较宽;可实现自动控制无极调速;转差功率可返回电网，效率较高。其缺点是只适用于绕线型转子的异步电机，在使用上有其局限性;必须有一个与转子电势频率相同的外加电势。由于外加电势的频率也得随之变化，这在技术上是比较复杂的，设备较多，这是串极调速的一个主要缺点。

### (3) VVVF 变压变频调速

VVVF 电梯，采用交流单速电动机，通过对交流电动机调节供电电压、供电频率来调节电动机的转速达到线性化，将交流电动机转速运行曲线线性段区域扩大。由于系统采用高精度电光码盘，微机全数字化控制，使电梯平层精度达到毫米级，并且绝对保证电动机零速下闸，舒适感非常好。交流变压变频调速的基本原理：要改变交流电动机转速，只需改变定子频率  $f^0$  即可。但是，在改变转速的同时，希望励磁电流和功率因数基本保持不变。磁通太弱，则没有充分利用铁芯，电机容许的输出转速下降，电机的功率得不到充分利用而浪费；若增大磁通，将引起磁路过分饱和而使励磁电流增加，功率因数降低，严重时会使绕组过热而损坏电机，在交流异步电动机中：

$$E_g = 4.44 f_1 N_1 K_N \phi_m \quad (4-2)$$

式中，

$E_g$  ——定子每相的气隙磁通感应电势有效值；

$f_1$  ——定子频率；

$N_1$ ——定子每相绕组串联匝数;

$K_{N_1}$ ——基波绕组系数;

$\phi_m$ ——每极气隙磁通量。

对于固定电机,  $N_1 K_{N_1}$  为常量, 因此, 要想在改变  $f_1$  的时候磁通  $\phi_m$  保持不变, 只需同步地改变  $E_g$  使  $E_g / \phi_m = \text{常值}$ , 然而, 绕组中的感应电势是难以直接控制的, 当电势较高时, 可以忽略定子绕组的漏磁阻抗压降, 此时定子相电压  $U_1 = E_g$  从而我们认为当  $U_1 / F_1 = \text{常值}$  时,  $\phi_m$  基本恒定, 即  $U_1$  和  $F_1$  成正比例函数。但是, 当频率较低时,  $U_1$  和  $E_g$  都较小, 定子绕组的漏磁阻抗压降不能忽略, 此时可以简单地把电压  $U_1$  适当抬高, 以便近似地补偿定子压降。

在电梯的变频调速系统中, 电机的实际最大转速为其额定转速, 因此, 电梯的变频调速属“恒转矩调速”。

从上面的分析可看出, 只有同时改变电源的电压和频率, 才能满足变频调速的要求。这样的装置统称为变压变频装置, 即 VVVF 装置(VVVF 是英文 Variable Voltage Variable Frequency 的缩写)。

VVVF 控制的电梯相对于交流双速电梯、交流调压调速电梯(ACVV)都有十分突出的优点。下面与 ACVV 控制的电梯相比较。安全可靠。先进的电脑控制技术, 完善的检测、自诊断、自保护功能最大限度地考虑了电梯在任何情况下出现故障的可能性, 设置了各种防故障和应急装置。舒适感好。理想的电梯运行速度曲线, 根据人体生理适应能力由高性能的微电脑设计而成, 采用矢量控制技术对交流电动机进行精确调节, 使电梯运行极其平衡、舒适。最佳召唤应答处理和分配方式, 根据乘客人流情况快速反应自动调节, 使电梯运行迅速、合理, 最大限度地缩短乘客候梯时间, 使电梯运行效率得到充分发挥。

节约电能。全电脑控制的调节调频调速(VVVF)系统, 不仅性能优异、功能齐全、质量可靠, 而且具有优异的节能效果, 与目前同规格的 ACVV 相比, 节能约 40%, 并可使用户电源容量也大量减小。

节省机房空间。超小型的机房全电脑控制系统与传统的机房控制系统相比, 体积减少 1/2 以上, 重量大大减轻。因此, 节省机房空间, 减轻机房承重, 提高建筑利用率, 从而可节约建筑费用。

利用率高。全电脑控制可以方便地使两台、三台、四台以上的电梯进行群控, 合理

安排，合理分配，提高电梯的运行效率。

### （三）井道信号系统的设计

#### 1. 电梯位置的确定与显示

轿厢中的乘客以及门厅中等待乘坐电梯的人都需要知道电梯的当前位置，电梯确定是否能够应答新的召唤指令以及什么时候减速平层制动这都需要知道电梯的当前的准确位置。一般的电梯系统都的位置信号都是靠设置在井道中的位置开关来实现的，如我们上边说到的干簧感应器，就是比较可靠，性能比较好的一种。在井道中对应每一楼层的适当位置都安装一个干簧感应器，在轿厢运行过程中到当固定在轿厢顶上的隔磁板插入某楼层的干簧感应器时，该干簧管的常闭触点接通，表示电梯已经到达该楼层，并置位相应的状态继电器，知道隔磁板插入另外一个楼层的干簧感应器。

#### 2. 轿厢的平层与停车

轿厢运行后需要确定在那一层站停车，平层即是指停车时轿厢的底与门厅地面应相平齐，一般都有平层误差规定，如平层是两平面相差不能超过 5mm,平层停车需过程需要在轿厢底与停车楼层相平之前就开始，先是减速，然后才开始制动，减小冲击，提高平层的准确性以及乘客的舒适感。本系统的平层信号是由平层感应器发出的。如图 4—4 所示，上平层感应器和下平层感应器都装在电梯轿厢的顶上，隔磁板安装在井道壁上。在上行的过程中，上平层感应器首先插入隔磁板，发出减速信号，电梯开始减速，直到下平层感应器插入隔磁板的时候，说明电梯已经准确平层，发出停车信号，电动机停转，抱闸抱死，并发出开门信号。在电梯下行的过程中井道信号的获得过程与此正好相反。

## 四、电梯控制系统的设计

本控制系统是采用 VS—616G5 型变频器和西门子 S7—200 系列 PLC 组成的变频调速电梯控制系统，它由曳引电机、门电机、变频器、可编程控制器 PLC 及其他电气元件构成。电梯的调速部分选用高性能的矢量控制变频器，利用光电编码器测量曳引电机的转速,构成闭环矢量控制系统。电路的逻辑部分由 PLC 来实现,PLC 接受来自现场的呼叫、

转速、楼层、位置等信号。发给调速系统的速度信号、门机的开关门信号、楼层显示及呼叫显示信号。系统控制原理图如图 2 所示：

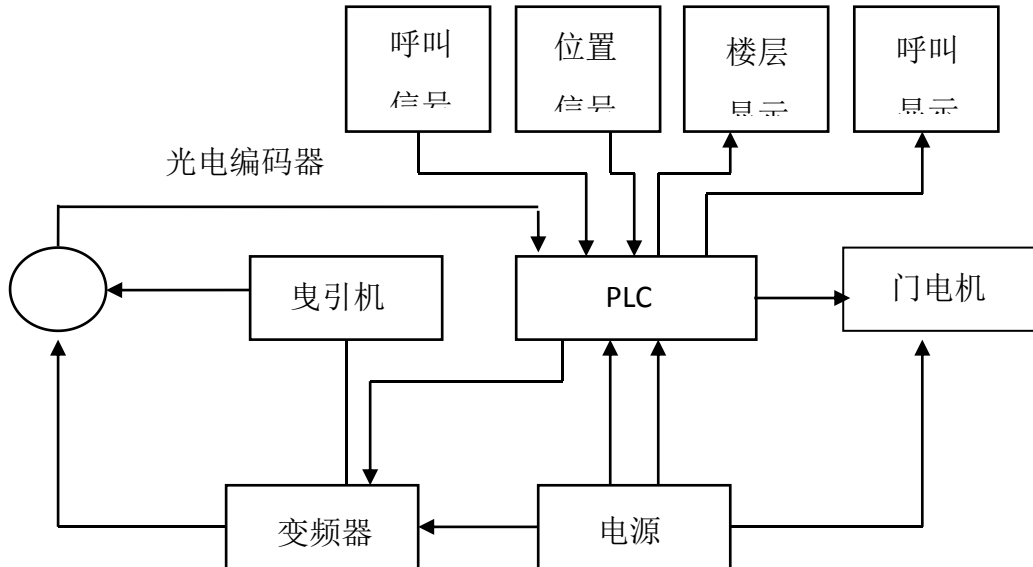


图 2 控制系统原理图

### （一）可编程控制器(PLC)的选型

根据以上选择的轿厢楼层位置检测法，要求可编程控制器必须具有高数计数器，综合考虑后，系统选择了西门子 S7—200 系列 PLC。

西门子 S7—200 系列 PLC 具有以下几方面的优点：

(1) S7—200 系列 PLC 配置灵活，除主机单元外，还可扩展 I/O 模块，A/D 模块，D/A 模块和其它特殊功能模块。

(2) S7—200 系列 PLC 指令功能丰富，有多种指令，且指令执行速度快。

(3) S7—200 系列 PLC 可用内部辅助继电器 M，定时器 T，计数器 C 等功能和数量满足了系统控制要求的需要，尤其是高速计数器能接受脉冲编码器脉冲。

(4) S7—200 的编程可用编程器，编程方便。编程语言可用梯形图或指令表。

PLC 主机及扩展、机械系统、轿厢操纵盘、厅外呼梯盘、指层器、门机、调速装置与主拖动系统等。系统控制核心为 PLC 主机、呼梯盘、井道及安全保护信号通过 PLC 输入接口送入 PLC，存储在存储器及召唤指示灯等发出显示信号，向拖动和门机控制系统发出控制信号。



## （二）电梯控制系统实现的功能

- （1）一台电机控制上升和下降，各层设上/下呼叫开关(最顶层与起始层只设一只)。
- （2）电梯到位后，具有手动或自动开门关门功能。
- （3）电梯内设有方向指示灯及电梯当前层号指示灯及层楼指令键，及照明。
- （4）待客自动开门，当电梯在某层停梯待客时，按下层外召唤按钮，应能自动开门。自动关门待客。当完成全部轿厢内指令，又无层外呼梯信号时，电梯应自动关键客按钮在调定时间内自动关闭轿厢照明。
- （5）自动关门与提早关门，在一般情况下，电梯停站应能自动关门;在延时时间内，若按下关门按钮，门将不经延时提前实现关门动作。
- （6）按钮开门。在开关过程中或门关闭后，电梯启动前，按下操纵盘上开关按钮，门将打开。
- （7）内指令记忆。当轿厢内操纵盘上有多个选层指令时，电梯应能按顺序停靠车门，并能至调定时间，自动确定运行方向。
- （8）自动定向，当轿厢内操纵盘选层指令相对与电梯位置具有不同方向时，电梯应能按先入为主的原则，自动确定运行方向。自动换向，当电梯完成全部顺向指令后，应能自动换向，应答相反方向的信号。
- （9）呼梯记忆与顺向截停。电梯在运行中应能一记忆层外的呼梯信号，对符合运行方向的召唤，应能自动逐一停靠应答。

## （三）点数的分配及机型的选择

按照系统要求，PLC 的点数分配如表 2 所示：

表 2 I/O 点数的分配

输入		输出	
开门信号	I0.0	正向运行	Q0.0
关门信号	I0.1	反向运行	Q0.1
开门限位信号	I0.2	正常运行频率	Q0.2

关门限位信号	I0.3	点动频率	Q0.3
超载信号	I0.4	爬行频率	Q0.4
检修信号	I0.5	开门	Q0.5
变频器故障信号	I0.6	关门	Q0.6
一层选层信号	I0.7	一层选层指示灯	Q0.7
二层选层信号	I1.0	二层选层指示灯	Q1.0
三层选层信号	I1.1	三层选层指示灯	Q1.1
四层选层信号	I1.2	四层选层指示灯	Q1.2
一层上呼信号	I1.3	一层上呼信号灯	Q1.3
二层上呼梯信号	I1.4	二层上呼信号灯	Q1.4
三层上呼梯信号	I1.5	三层上呼信号灯	Q1.5
二层下呼梯信号	I1.6	二层下呼信号灯	Q1.6
三层下呼梯信号	I1.7	三层下呼信号灯	Q1.7
四层下呼梯信号	I2.0	四层下呼信号灯	Q2.0
一层上平层	I2.1	上行显示	Q2.1
一层下平层	I2.2	下行显示	Q2.2
二层上平层	I2.3	超载报警	Q2.3
一层下平层	I2.4	数码管 a 段显示	Q2.4
三层上平层	I2.5	数码管 b 段显示	Q2.5
三层下平层	I2.6	数码管 c 段显示	Q2.6
四层上平层	I2.7	数码管 d 段显示	Q2.7
四层下平层	I3.0	数码管 e 段显示	Q3.0
上极限限位	I3.1	数码管 f 段显示	Q3.1
下极限限位	I3.2	数码管 g 段显示	Q3.2

根据表 2 可知，设备大约有 27 个输入点，27 个输出点，考虑 10-15%的裕量，故选择西门子 S7—200 系列 CPU226 以及扩展模块 EM223（DC24V16 点输入/16 点输出）。CPU226 为 24 点输入 16 点输出，外加扩展模块足以满足系统需要。另外，CPU226 可以

提供 DC5V 电流为 1000mA，EM223 模块耗 DC5V 总电流为 150mA。可见这种配置是可行的。系统配置图如图 3 所示：

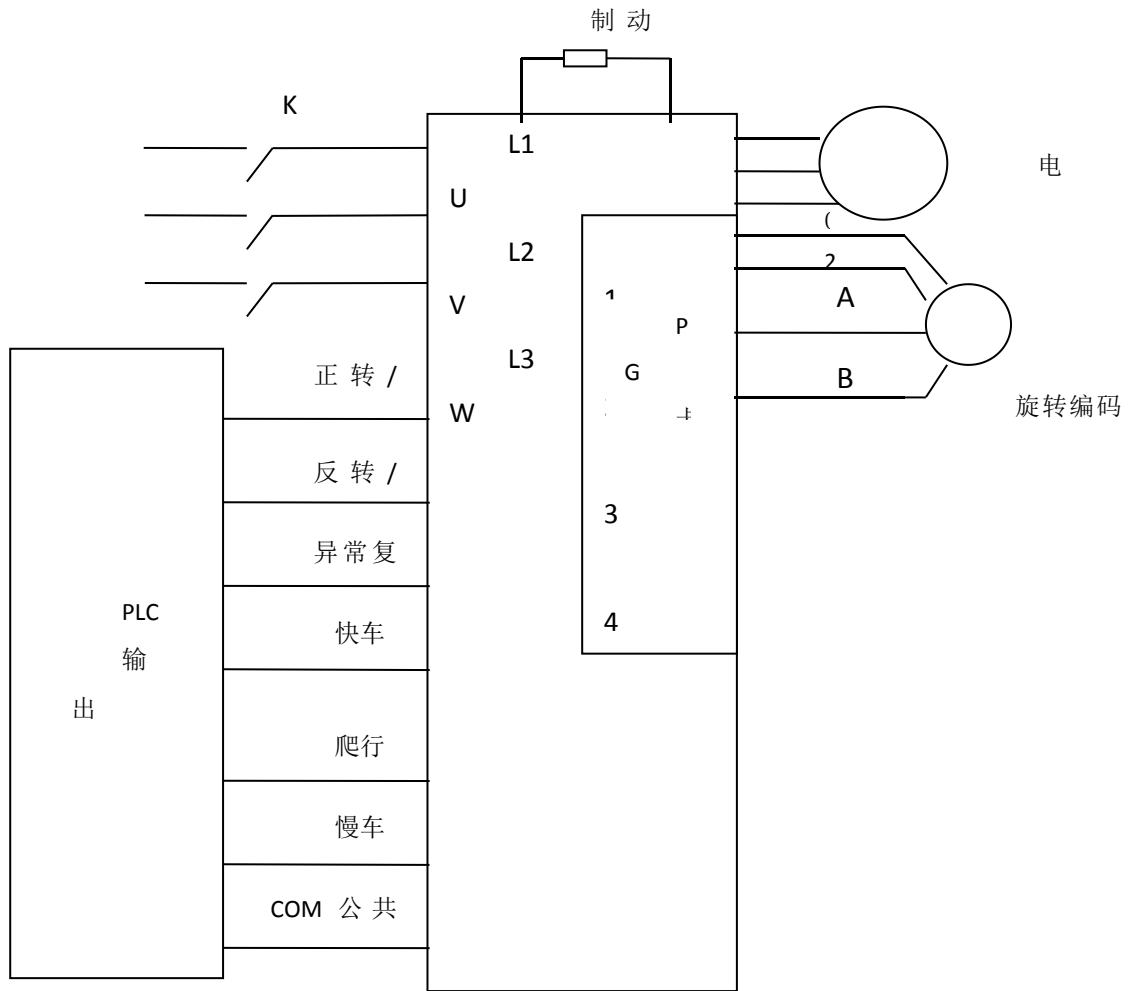


图 3 系统配置简图

## 五、系统软件开发

### （一）电梯的自检状态

在电梯控制中，有大量的逻辑信号需要处理，这部分工作是由 PLC 来完成的，系统软件根据运行要求及保护要求由 PLC 来实现逻辑控制。

PLC 上电后，PLC 中的程序已开始运行，但因为电梯尚未读入任何数据，也就无法在收到请求信号后通过固化在 PLC 中的程序作出响应。为满足处于响应呼叫就绪状态这一条件，必须使电梯处于平层状态已知楼层且电梯门处于关闭状态。电梯自检过程的目标为：先按下启动按钮，在 PLC 的第一个扫描周期，检查电梯是否平层，若电梯为平层，则保持，若电梯未平层，则通过置位使中间继电器置 1，进而使电梯下行直至平层是中间继电器复位为止。

### （二）电梯的正常工作状态

电梯完成一个呼叫响应的步骤如下：

（1）电梯在检测到门厅或轿厢的呼叫信号后将此楼层信号与轿厢所在的楼层信号比较，通过选向模块进行选向。

（2）电梯通过拖动调速模块驱动直流电机拖动轿厢运动。轿厢运动速度要经过低速转变为中速再转变为高速，并以高速运行至减速点。

（3）当电梯检测到目标层楼层检测点产生的减速点信号时，电梯进入减速状态，由中速度变为低速，并以低速运行到平层点停止。

（4）平层后，电梯开门，直到碰到开门到位行程开关；再经过一定延时后关门，直到碰到关门到位行程开关。电梯控制系统始终实时显示轿厢所在楼层。

### （三）系统的软件开发过程

#### 1. 开关门环节

电梯的开关门存在以下几种情况：

(1) 电梯自动运行停层时的开门。电梯在停层时，至平层位置，Q0.5 接通，电梯应

(2) 开关门均为手动状态，由开关门按钮 I0.0 和 I0.1 实施开门与关门。

(3) 呼梯开门。电梯到达某层站后，如果没有人继续使用电梯，电梯将停靠在该层站待命，若有人在该层站呼梯，电梯将首先开门，以满足用梯的要求。若其他层站有人呼梯，电梯将首先定向，并起动运行，到达呼梯层时再开门，此时的开门按停层开门处理。

(4) 电梯停用后的关门。此时电梯到达基站，人员离开轿厢，电梯自动延迟 3 秒关门。

(5) 电梯自动运行时的关门。停站时间继电器 T37 延时结束后，电梯自动关门。停站时间未到，可通过关门按钮实现提前关门。

## 2. 电梯初始化环节

当 PLC 首次运行程序时，通过 SM0.1 控制电梯，检查电梯是否平层，若电梯为平层，则保持，若电梯未平层，则通过置位使中间继电器置 1，进而使电梯下行直至平层是中间继电器复位为止。

## 3. 停层信号的登记与消除环节

人员通过对轿厢内操纵盘上 1-4 层选层按钮的操作，可以选择欲去的楼层。选层信号被登记后，选层按钮下的指示灯亮。当电梯到达所选的楼层后，停层信号即被消除，指示灯也应熄灭。

## 4. 外呼信号的登记与消除环节

人员在厅门外呼梯时，呼梯信号应被接收和记忆。当电梯到达该楼层，且定向方向与目的地方向一致时(基层与顶层除外)，呼梯要求已满足，呼梯信号应被消除。

按下外呼按钮时，相对应的外呼辅助继电器接通，外呼按钮下的指示灯亮，表示呼梯要求已被电梯接收并记忆。而该信号的消除环节是由当层信号的动断触点与运行方向信号的动断并联构成。这样安排是前边提到过的电梯运行中只响应同时呼梯的原则决定的。即电梯运行方向与呼梯目的的地方方向一致且到达呼梯楼层时，电梯将停止，呼梯要

求已满足，呼梯信号被消除。电梯运行方向与呼梯目的地方向相反时，如电梯从一楼向上运行(上行)而呼梯要求从二楼向下，若有去三楼以上的内选层要求及外呼梯要求，电梯到达二楼时(无二楼上行要求)不停梯，呼梯要求没有满足，呼梯信号不能消除；若三楼以上无用梯要求，电梯将停在二楼，但呼梯信号(二下)，不能立即消除，待人员进入轿厢，选层(去一楼)后，电梯定向下，则二下呼梯信号已满足，呼梯信号被消除。

## 5. 电梯的定向环节

在自动运行状态下，电梯首先应确定方向，也即定向。电梯的定向只有两种情况，即上行和下行。电梯处于待命状态，接收到内选和外呼信号时，应将电梯所处的位置与内选和外呼信号进行比较，确定是上行还是下行。一旦电梯定向后，内选与外呼对电梯进行顺向运行的要求没有满足的情况下，定向信号不能消除。检修状态下运行方向直接由上行和下行起动按钮确定，不需定向。梯形图中 M0.4 及 M0.5 分别为定上行及定下行中间继电器，它们线圈的工作条件触点块由内外呼信号及电梯位置信号组成，前文中所说的“比较”是通过电梯位置信号对呼梯信号的“屏蔽”实现的。

## 6. 电梯的上升与下降

有逻辑关系确定电梯的运动方向，再加上内呼和外呼等信号即可控制电梯的运行，电梯先从静止加速到正常运行频率并保持，当减速信号到来时减速至爬行频率，一直到电梯平层停车为止。

## 7. 层楼位置指示

PLC 输出端直接与七段数码管连接，无需外部硬件译码器，由 PLC 软件进行七段译码，直接驱动数码管显示楼数，如表 5.1 所示。

表 5-1 为七段译码真值表:当输出笔段状态为 1 时表示该段亮，当输出笔段状态为 0 时表示该段灭。

表 3 中看到各字段状态为 0 表示消隐，状态为 1 表示点亮，表中状态 0 有 18 个，而状态 1 有 30 个，因而若按真值表中点亮状态设计七段译码显示梯形图会占用 PLC 太多功能内部触点，程序较长;而按消隐状态设计可简化梯形图，故选择按消隐状态设计。

表 3 七段译码真值表

显示	a	b	c	d	e	f	g	平层
1	0	1	1	0	0	0	0	M1.0
2	1	1	0	1	1	0	1	M1.1
3	1	1	1	1	0	0	1	M1.2
4	0	1	1	0	0	1	1	M1.3

对字段 a，当 M1.0 为 ON，逻辑变量取值为 1 或当 M1.3 为 ON，逻辑变量取值为 1 时， $a=0$ ，由此可列出逻辑表达式  $\bar{a}=M0+M3$ ，由摩根定理  $a=\overline{M0} * \overline{M3}$ ，据此七段译码真值表，按灭零原则可列写各字段逻辑表达式：

$$a = \overline{M0} * \overline{M3};$$

$$b = \overline{M4} * \overline{M5};$$

$$c = \overline{M1};$$

$$d = a * \overline{M6};$$

$$e = d * \overline{M2} * \overline{M4};$$

$$f = \overline{M0} * \overline{M1} * \overline{M2} * \overline{M6};$$

$$g = \overline{M0} * \overline{M6};$$

#### 8. 616G5 参数设置

- |            |            |
|------------|------------|
| A1-01=4    | A1-02=3    |
| B1-01=1    | C1-01=3s   |
| C1-02=3s   | C2-01=0.6  |
| C2-02=0.6S | C2-03=0.6  |
| C2-04=0.6S | C5-01=5    |
| C5-02=1s   | D1-02=50Hz |
| D1-03=6Hz  | D1-09=10Hz |
| E1-01=380V | E1-04=50Hz |
| E1-05=380V | H2-01=37   |
| H3-05=1F   | L3-04=0    |
| L6-01=4    | L6-03=10s  |
| L6-04=4    | L6-05=200  |
| L6-06=2s   | L8-01=1    |
| L8-05=1    | L8-07=1    |

---

F1-01=600(PG 脉冲数)F1-05=1/0

电梯从起动运行到减速停车方向使能信号和速度信号动作的时序如下:电梯运行方向确定后,在关门信号和门锁信号符合要求的情况下,电梯开始起动运行,PLC 正转(或反转)及高速信号输出有效,电动机从 0Hz 到 50Hz 开始起动,起动时间可由变频器参数设置(如:3s 则 C1-01=3s),然后维持高速(变频器参数设置,D1-02=50Hz)一直运行,完成起动及运行段的工作。在接近目标楼层时,相应的接近开关动作,给 PLC 输入换速信号,PLC 撤消高速信号输出,同时输出爬行信号。爬行的输出频率由变频器参数设置 D1-03=6Hz)。从高速的频率到爬行速度的频率的减速时间变频器参数设置(C1-02=3s),当达到 6Hz 的速度后,电梯就以此速度爬行。电梯到达目标楼层时,给 PLC 输入平层信号,PLC 撤消正转(或反转)及爬行信号,电动机从爬行频率减速到 0Hz,减至 0Hz 后,零速输出点断开,通过 PLC 抱闸及自动开门。

#### (四) 程序框图设计:

结合电梯及 PLC 实际硬件配置,按照系统控制要求,设计程序框图图 4 所示:



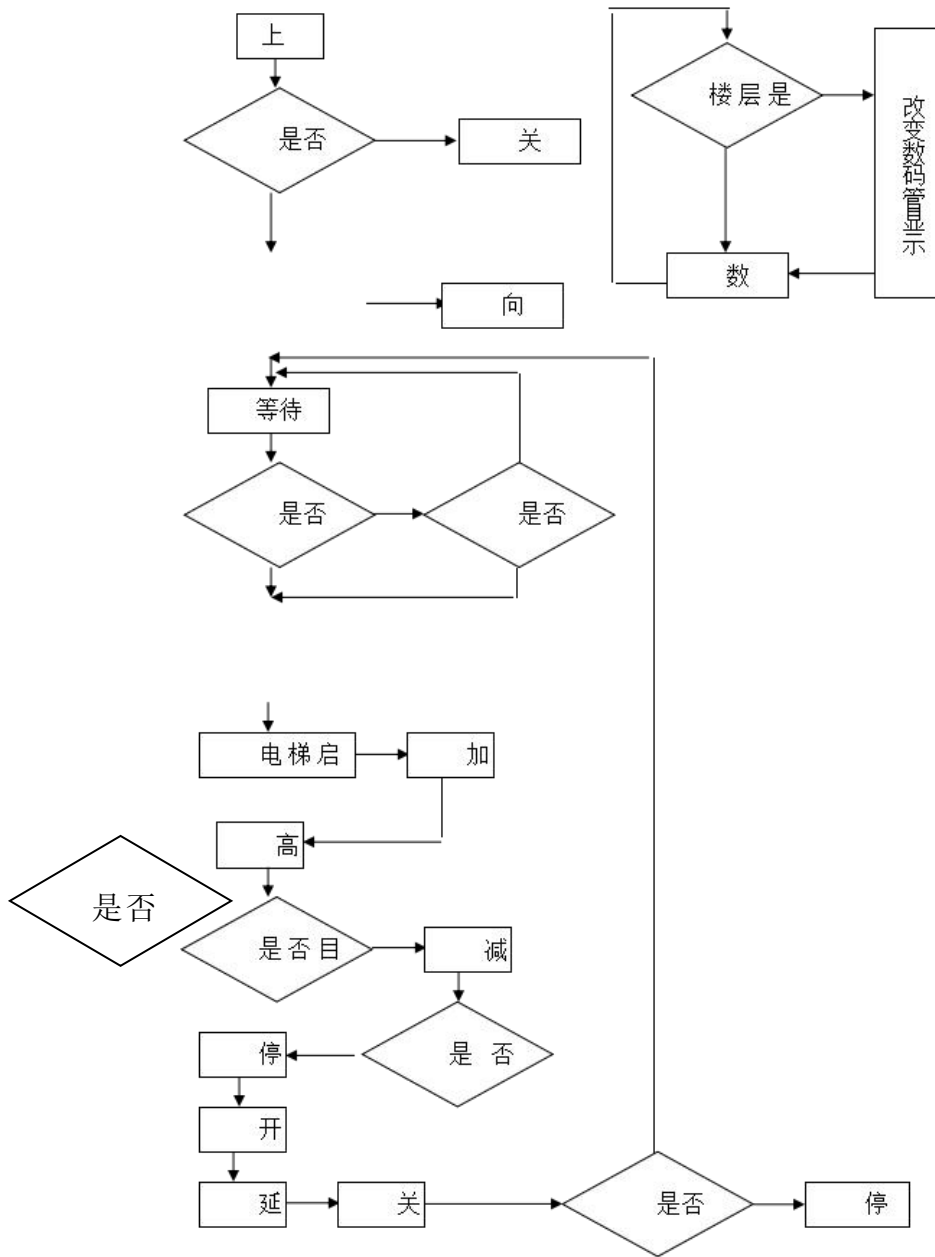


图 4 程序流程框图

## 六、结论

模拟调试结果表明，基于 PLC 的变频调速电梯系统运行效率高，系统安全可靠性强，并且系统构造简单易于实现，满足了对电梯系统期望的要求。

## 参考文献

- [1]李秧耕, 何乔治. 电梯基本原理及安装维修[M]北京:机械工业出版社, 2003:112-121.
- [2]李雪枫, 武丽梅, 李立新. 电梯机械系统的动态特性分析[J]. 机械工程师, 2007(1):41-43.
- [3]哈尔滨工业大学理论力学教研室. 理论力学. 北京:高等教育出版社, 1995
- [4]郑亚民, 蒋保臣. 基于 Matlab/Simulink 的整流滤波电路的建模与仿真[J]. 电子技术, 2002, 29(004):51-53.
- [5]郑亚民, 蒋保臣. 基于 simulink 的电机拖动系统动态仿真[J]. 电机电器技术, 2004(3):34-37.
- [6]刘裁文. 电梯控制系统 [M]. 北京:电子工业出版社, 1996: 150-182.
- [7]吴忠智. 变频器应用手册[M]. 北京:机械工业出版社, 1995:86-102.
- [8]张福恩. 交流调速电梯原理. 设计及安装维修[M]. 北京:机械工业出版社, 1993: 108-122.
- [9]钟肇新, 范建东. 可编程序控制器原理及应用[M]:华南理工大学出版社, 2002:206-227.
- [10]袁任光. 集散型控制系统应用技术与实例[M]. 北京:机械工业出版社, 2003:181-187.
- [11]宋伯生. 可编程序控制器[M]. 北京:中国劳动出版社, 1993:201-231.
- [12]何衍庆. 可编程序控制器原理及应用技术[M]. 北京:化学工业出版社, 2010:260-288.

## 致谢

本文是在导师王福佳的悉心指导下完成的。导师严谨求实的治学态度、诲人不倦的敬业精神、正直坦荡的为人风范使我受益匪浅。谨此向导师致以崇高的敬意和衷心的感谢！

在这次毕业设计中，通过在图书馆查阅有关资料，了解了电梯的起源和发展过程，并且加深了对电梯运行过程、控制系统的认识，熟悉了可编程序控制器在电梯控制系统中的运用。并且在所学知识的基础上，利用已有的电梯控制系统的设计，尝试了对电梯控制系统的研究。并且，使我将原来所学的知识系统化、理论化、实用化，对如何使用已有知识及获取相关资料方面的能力又有了提高。通过这次设计，我还认识到无论做什么，都需要踏实，勤奋，严谨的工作态度，这对我以后的工作将会产生深远的影响。

鉴于本人所学知识有限，经验不足，又是初次研究这种复杂的设计，在此过程中难免存在一些错误和不足之处，恳请各位老师给予批评和指正。



邵阳职业技术学院  
Shaoyang Polytechnic

---