

交流变频调速电梯的 PLC 控制系统设计（毕业设计）

摘要

在现代社会和经济活动中，计算机技术、自动控制技术和电力电子技术得到了迅速的发展，电梯已经成为城市物质文明的一种标志。特别是在高层建筑中，电梯是不可缺少的垂直运输设备。随着高层建筑飞速发展的今天，电梯行业也随之进入了新的发展时期，电梯控制技术已经发展到了调频调压调速，其逻辑控制也由 PLC 代替原来的继电器控制，其许多功能是传统的继电器控制系统无法实现的。

本设计针对我国电梯业的现状，将可编程序控制器(PLC)应用于四层电梯进行逻辑控制，通过合理的选择和设计，不但提高了电梯可靠性、可维护性以及灵活性，同时延长了使用寿命，缩短了电梯的开发周期，并提高了电梯的控制水平，改善了电梯运行的舒适感，使电梯达到了较为理想的控制效果。本文所设计的电梯与传统的电梯相比，在运行上具有良好的舒适感，在生活中可以节约电能，取得了良好的经济效益和社会效益，达到了理想的目的。该电梯控制系统具有指层、厅召唤、选层选向、手动和自动等功能，具有集选控制的特点。

在介绍电梯基本结构的基础上，深入分析了电梯的工作原理，阐述了 PLC 的优点及特点，重点分析了电梯的硬件设计和软件设计，研究并提出了基于 PLC 电梯控制系统设计的实现方案，最后对本论文的研究内容进行了总结与展望。

关键词：电梯；变频器；PLC 控制；变频调速

目录

摘

要.....

.....绪论.1 (3)

1. 1. 综述电梯的发展 (2)

1. 1. 2 电梯的发展趋势 (2)

1. 2 电梯继电器控制系统 (3)

1. 2. 1 电梯继电器控制系统的优点 (3)

- 1.2.2 电梯继电器控制系统存在的问题 (3)
- 1.3 PLC 及其在电梯控制中的应用特点 (4)
 - 1.3.1 PLC的特点 (4)
 - 1.3.2 PLC控制电梯的优点 (4)
- 1.4 变频调速控制电梯的特点 (4)
- 2 方案选择 (5)
 - 2.1 变频器的选择 (5)
 - 2.1.1 变频器的分类 (5)
 - 2.1.2 简述通用变频器概况 (6)
 - 2.1.3 VS-616G5 型通用变频器 (7)
 - 2.1.4 变频器的参数设置 (9)
 - 2.2 PLC 的选择 (11)
 - 2.2.1 PLC的定义 (11)
 - 2.2.2 PLC的主要功能和应用 (11)
 - 2.2.3 PLC的选型 (12)
 - 2.2.4 SIMATIC S7-300 系列 PLC 系统基本构成 (13)
 - 2.2.5 S7-300 系列 PLC 模块性能简介 (14)
- 3 系统的硬件开发 (15)
 - 3.1 电梯设备 (15)
 - 3.1.1 电梯的分类 (15)
 - 3.1.2 电梯的主要组成部分 (16)
 - 3.1.3 电梯的安全保护装置 (17)
 - 3.1.4 一般电梯的控制要求 (17)
 - 3.2 PLC 控制系统硬件设计 (19)
 - 3.2.1 PLC控制系统设计的基本原则 (19)
 - 3.2.2 PLC的控制系统的组成 (19)
 - 3.2.3 设计思想 (20)
 - 3.3 电梯曳引电机及门电机电路图 (23)
 - 图 3.4 电梯曳引电机及门电机电路图 (24)
 - 3.4 电梯自动门的设计 (24)

| | | |
|-------|----------------------|------|
| 3.5 | 换速和平层感应器装置 | (26) |
| 3.6 | 电梯的安全保护环节 | (26) |
| 3.7 | 运行方向灯、轿内指令及厅外召唤信号灯 | (29) |
| 3.8 | I/O点数的估算与分配 | (30) |
| 3.8.1 | I/O点数的估算 | (30) |
| 3.8.2 | S7-300 输入/输出扩展模块选型表 | (31) |
| 3.8.3 | I/O点数的分配 | (31) |
| 3.9 | PLC 外部接线图 | (32) |
| 4 | 系统软件开发 | (34) |
| 4.1 | 电梯的三个工作状态 | (34) |
| 4.1.1 | 电梯的自检状态 | (34) |
| 4.1.2 | 电梯的正常工作状态 | (34) |
| 4.1.3 | 电梯强制工作状态 | (34) |
| 4.2 | 确定系统软件开发方法 | (35) |
| 4.2.1 | 软件设计特点 | (35) |
| 4.2.2 | 软件设计流程图 | (36) |
| 4.3 | 系统的软件开发过程 | (37) |
| 4.3.1 | 电梯的外指令、内召唤信号的登记、消除回路 | (37) |
| 4.3.2 | 电梯的平层信号处理 | (39) |
| 4.3.3 | 电梯的选层定向及反向截梯回路 | (40) |
| 4.3.4 | 内指令外召唤信号的保持 | (44) |
| 4.3.5 | 各楼层停车信号 | (46) |
| 4.3.6 | 自动开关门及其仿真 | (48) |
| | 结论 | (54) |
| | 致谢 | (55) |
| | 参考文献 | (56) |

1 绪论

随着城市建设的不断发展，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[1]。

1. 1. 综述电梯的发展

1. 1. 2 电梯的发展趋势

(1) 电梯品种的变化

电梯技术的研究与发展以及新产品的开发应该适应市场和社会发展的需要。电梯的品种要随着建筑需求而变化，电梯制造商提供的品种愈多，其市场占有率也一定愈大。随着超高层建筑的增多，就需要高速、大容量的电梯。近几年住宅电梯的开发的热潮已出现，多层及小高层大楼配置的廉价、实用可靠的经济型住宅电梯是一个必然趋势。无机房电梯是在电梯驱动装置及其布置方式上具有独特风格的一种产品。它把影响建筑整体造型美观和人们居室日照的楼顶机房去掉了，既节省了建筑空间，又减低了制造成本。它代表了电梯技术的一种发展趋势。

(2) 电梯的智能化

计算机、通讯技术的发展，使大楼的信息得以快速传递，从而可实现大厦智能化。智能化的电梯首先要与智能化的大厦所有自动化信息系统联网，如与消防、保安、楼宇设备控制等系统交互联系，使电梯成为安全舒适、高效优质的服务工具。串行通讯以其布线简单，信息传输量大等优点，在电梯控制系统中的应用日益增多，由于去掉了

微机接口板上大量输入和输出电路，减少了井道、机房中的布线数量，可靠性大大提高。

电梯困人故障一直困扰着电梯的承包商，远程监控服务系统集成通讯、故障、诊断、微处理机为一体，可以通过市话线传递电梯的运行和故障信息到远程服务中心。远程维修监控中心始终监控着他们所承包的电梯，随时可以知道电梯的运行状态和发生故障的属性，维修人员去故障梯之前就已知道该维修的项目，减少了维修服务的成本和时间，这种预保养式的售后服务方式将是电梯工业技术发展的一个重要方向。

(3)绿色电梯

绿色电梯的研究的重点主要在电梯的制造、配置以及安装和使用过程中的节能和减少环境污染等方面。减少电梯能耗的措施是多方面的，主要包括：原材料的充分利用和再利用；电梯数量和电梯参数的优化配置；选择高效的驱动系统；减少电梯机械系统的惯性和磨擦阻力；合理应用对重或平衡重；选用节能照明；客流和运货的规划；出入口的布置等。而减少能耗的另一途径是电梯运行过程的能耗控制。利用电梯空载上行、满载下行时电机处以发电状态的特性，将再生能量反馈给电网。利用电梯机房在楼顶的优势，充分利用太阳能作为电梯的补充能源也将是新的课题。

1.2 电梯继电器控制系统

1.2.1 电梯继电器控制系统的优点

(1)所有控制功能及信号处理均由硬件实现，线路直观，易于理解和掌握，适合于一般技术人员和技术工人所掌握。

(2)系统的保养、维修及故障检查无需较高的技术和特殊的工具、仪器。

(3)大部分电器均为常用控制电器，更换方便，价格较便宜。

(4)多年来我国一直生产这类电梯，技术成熟，已形成系列化产品，技术资料图纸齐全，熟悉、掌握的人员较多。

1.2.2 电梯继电器控制系统存在的问题

(1)系统触点繁多、接线线路复杂，且触点容易烧坏磨损，造成接

触不良，因而故障率较高。

(2)普通控制电器及硬件接线方法难以实现较复杂的控制功能，使系统的控制功能不易增加，技术水平难以提高。

(3)电磁机构及触点动作速度比较慢，机械和电磁惯性大，系统控制精度难以提高。

(4)系统结构庞大，能耗较高，机械动作噪音大。

(5)由于线路复杂，易出现故障，因而保养维修工作量大，费用高；而且检查故障困难，费时费工。

电梯继电器控制系统故障率高，大大降低了电梯的可靠性和安全性，经常造成停梯，给乘用人员带来不便和惊忧。且电梯一旦发生冲顶或蹲底，不但会造成电梯机械部件损坏，还可能出现人身事故[2]。

1.3 PLC 及其在电梯控制中的应用特点

1.3.1 PLC的特点

PLC 控制系统由于运行可靠性高，使用维修方便，抗干扰性强，设计和调试周期较短等优点，倍受人们重视等优点，已成为目前在电梯控制系统中使用最多的控制方式，目前也广泛用于传统继电器控制系统的技术改造。

PLC 是一种专门从事逻辑控制的微型计算机系统。由于 PLC 具有性能稳定、抗干扰能力强、设计配置灵活等特点。因此在工业控制方面得到了广泛应用。自 80 年代后期 PLC 引入我国电梯行业以来，由 PLC 组成的电梯控制系统被许多电梯制造厂家普遍采用。并形成了一系列的定型产品。在传统继电器系统的改造工程中，PLC 系统一直是主流控制系统。

电梯控制系统分为调速部分和逻辑控制部分。调速部分的性能对电梯运行是乘客的舒适感有着重要影响，而逻辑控制部分则是电梯安全可靠运行的关键。为了改善电梯的舒适感和运行的可靠性，现在都改为用 PLC 来控制电梯的运行，这样大大提高了电梯的性能。

可编程控制器(Programmable Logic controller，简称 PLC)是以微处理器为基础，综合了计算机技术与自动化技术而开发的新一代工业控制器。它具有可靠性高、适应工业现场的高温、冲击和振动等恶

劣环境的特点，已成为解决自动控制问题的最有效工具，是当前先进工业自动化的二大支柱之一。

1.3.2 PLC控制电梯的优点

(1)在电梯控制中采用了 PLC ，用软件实现对电梯运行的自动控制，可靠性大大提高。

(2)去掉了选层器及大部分继电器，控制系统结构简单，外部线路简化。

(3)PLC 可实现各种复杂的控制系统，方便地增加或改变控制功能。

(4)PLC 可进行故障自动检测与报警显示，提高运行安全性，并便于检修。

(5)用于群控调配和管理，并提高电梯运行效率。

(6)更改控制方案时不需改动硬件接线。

1.4 变频调速控制电梯的特点

随着电力电子技术、微电子技术和计算机控制技术的飞速发展，交流变频调速技术的发展也十分迅速。电动机交流变频技术是当今节电，改善工艺流程以提高产品质量和改善环境、推动技术进步的一种手段。变频调速以其优异的调速性能和起制动平稳性能、

高效率、高功率因数和节电效果，广泛的适用范围及其它许多优点而被国内外公认为最有发展前途的调速方式[3]。

(1)变频调速电梯使用的是异步电动机，比同容量的直流电动机具有体积小、占空间小、结构简单、维护方便、可靠性高、价格低等优点。

(2)变频调速电源使用了先进的 SPWM 技术和 SVPWM 技术，明显改善电梯运行质量和性能;调速范围宽、控制精度高，动态性能好，舒适、安静、快捷，已逐渐取代直流电机调速。

(3)变频调速电梯使用先进的 SPWM 和 SVPWM 技术，明显改善了电动机供电电源的质量，减少谐波，提高了效率和功率因数，节能明显。

2 方案选择

2.1 变频器的选择

随着变频器性能价格比的提高，交流变频调速已应用到许多领域，由于变频调速的诸多优点，使得交流变频调速在电梯行业也得到广泛应用。目前有为电梯控制而设计的专用变频器早已问世，其功能较强，使用灵活，但价格相对较贵。

因此，本设计没有采用专用变频器，而是选用了通用变频器通过合理的配置、设计和编程，同样可以达到专用变频器的控制效果。这是本设计的特点之一。

目前，市场流行的通用变频器的种类繁多，而电梯行业中使用的变频器的品牌也不少，其控制系统的结构也不尽相同，但其总的控制思想却是大同小异[4]。

2.1.1 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

2.1.2 简述通用变频器概况

通用变频器的发展

上个世纪 80 年代初，通用变频器实现了商品化。在近 20 年的时间内，经历了由模拟控制到全数字控制和由采用 BJT 到采用 IGBT 两个大发展过程：

(1) 容量不断扩大

80 年代初采用的 BJT 的 PWM 变频器实现了通用化。到了 90 年代初, BJT 通用变频器的容量达到了 600KVA, 400KVA 以下的已经系列化。前几年主开关器件开始采用 IGBT, 仅二、四年的时一间, IGBT 变频器的单机容量已达 1800KVA, 随着 IGBT 容量的扩大, 通用变频器的容量也将随之扩大。

(2) 结构的小型化

变频器主电路中功率电路的模块化, 控制电路采用大规模集成电路(LSI)和全数字控制技术, 结构设计上采用“平面安装技术”等一系列措施, 促进了变频电源装置的小型化。另外, 一种混合式功率集成器件, 采用厚薄膜混合集成技术, 把功率电桥、驱动电路、检测电路、保护电路等封装在一起, 构成了一种“智能电力模块”(Intelligent Module) 这种器件属于绝缘金属基底结构, 所以防电磁干扰能力强, 保护电路和检测电路与功率开关间的距离尽可能的小, 因而保护迅速可靠, 传感信号也十分迅速。

(3) 多功能和智能化

电力电子器件和控制技术的不断进步, 使变频器向多功能化和高性能化方向发展。特别是微机的应用, 为变频器多功能化和高性能化提供了可靠的保证。人们总结了交流调速电气传动控制的大量实践经验, 并不断融入软件功能。日益丰富的软件功能使通用变频器的多功能化和高性能化为用户提供了一种可能, 即可以把原有生产机械的工艺水平“升级”, 达到以往无法达到的境界, 使其变成一种具有高度软件控制功能的新机种。

8 位、16 位及 32 位 CPU 奠定了通用变频器全数字控制的基础。32 位数字信号处理器(Digital Signal Processes-DSP)的应用将通用变频器的性能提高一大步, 实现了转矩控制, 推出了“无跳闸功能”。目前, 新一代变频器开始采用新的“精简指令集计算机”(Reduced Instruction set Computer-RISC), 将指令执行时间缩短到纳秒级。它是一种矢量(超标量)微处理器, 其功能着重点放在常用基本指令的执行效率上, 舍弃了某些运算复杂而使用率不高的指令, 省下它们所占用的硬件资源用于提高基本的运算速度, 达到了以“每秒上亿条指令”

为单位来衡量运算速度的程度。有文献报道，RISC 的运算速度可达 1000MIPS，即 10 亿次/秒，相当十巨型计算机水平。指令计算时间为 $1\mu\text{s}$ 量级，是一般微处理器所无法比拟的。有的变频器厂家声称，以 RISC 为核心的数字控制，可以

支持无速度传感器矢量控制变频器的矢量控制算法、转速估计计算、PID 调节器在线实时运算。

通过控制面板，可以控制上述四种控制方式中的一种，以满足用户的需要。

(4) 应用领域不断扩大

通用变频器经历了模拟控制、数字控制、数模混合控制，直到全数字控制的演变，逐步地实现了多功能化和高性能化，进而使之对各类生产机械、各类生产工艺的适应性不断增强。最初通用变频器仅用于风机、泵类负载的节能调速和化纤工业中高速缠绕的多机协调运行等，到目前为止，其应用领域得到了相当的扩展。如搬运机械，从反抗性负载的搬运车辆、带式运输机到能负载的起重机、提升机、立体仓库、立体停车厂等都已采用了通用变频器；金属加工机械，从各类切削机床直到高速磨床乃至数控机床、加工中心超高速伺服机的精确位置控制都已应用通用变频器；在其它方面，如农用机械、食品机械、木工机械、印刷机械、各类空调、各类家用电器甚至街心公园喷水池，可以说其应用范围相当广阔，并且还将继续扩大。

2.1.3 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 IGBT，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围[5]。

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 2.1 所示。

表 2.1 VS-616G5 型变频器的标准规格

220V 级输出

特性

最大输出电压 3 相, 200/208/220/230V (对应于输入电压)

额定输出频率最大 400Hz

额定输入电压和

频率

3 相, 200/208/220V 50Hz

200/208/220/230V 60Hz

电源

允许电压波动+10% ， -15%

允许频率波动±5%

400V 级输出

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/347011150050010004>