



湖南石油化工职业技术学院
Hunan Petrochemical Vocational Technology College

学生毕业设计成果

基于 SPWM 技术商场自动扶梯传动系统的改造设计

(软件部分)

设计题目：

专业名称：

班级名称：

学生姓名：

指导教师：

责任领导：

电气自动化技术

电气 3171

唐佳

刘学芹

蒋丹

二零一九年十月

学生毕业设计成果真实性承诺书

本人郑重承诺：我所递交的毕业设计材料，是本人在指导老师的指导下独立进行完成的；除文中已经注明引用的内容外，不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。对本设计的共同完成人所做出的贡献，在对应位置已以明确方式标明。若被查出有抄袭或剽窃行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切后果。

学生（确认签字）：唐佳

签字日期：2019.10.18

指导教师关于学生毕业设计成果真实性审核承诺书

本人郑重承诺：已对该生递交的毕业设计材料中所涉及的内容进行了仔细严格的审核，其成果是本人在的指导下独立进行完成的；对他人成果的引用和共同完成人所做出的贡献在对应位置已以明确方式标明。不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。若查出该生所递交的材料有学术不端的行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切责任。

指导教师（确认签字）：刘学芹

签字日期：2019.10.20

目 录

一、成果简介.....	4
二、设计思路.....	6
三、设计过程.....	7
(一)自动扶梯电气系统原理图.....	7
(二)硬件设计.....	9
(三)软件设计.....	9
1、工艺流程图.....	9
2、I/O地址分配表.....	10
3、变频器参数调制.....	10
4、程序.....	11
(四)作品安装及调试方案.....	12
四、成果特点.....	12
五、收获与体会.....	13
参考文献.....	14

基于 SPWM 技术商场自动扶梯传动系统的改造设计

(软件部分)

一、成果简介

本设计的中心思想是将 SPWM 技术与 PLC 结合起来，实现对自动扶梯传动系统的控制。SPWM (Sinusoidal Pulse Width Modulation)，即正弦脉宽调制技术，是在 PWM 的基础上改变了调制脉冲方式，脉冲宽度时间占空比按正弦规律排列，这样输出波形经过适当的滤波可以做到正弦波输出。它被广泛地用于交、直流逆变器等，比如高级一些的 UPS 就是一个例子。三相 SPWM 是使用 SPWM 模拟市电的三相输出，在变频器领域被广泛的采用。

PLC 控制系统 (Programmable Logic Controller)，可编程逻辑控制器，专为工业生产设计的一种数字运算操作的电子装置。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，并通过数字与模拟式输入/输出控制各种类型的机械生产过程，是工业控制的核心部分。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。如今的 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左右。

自动扶梯的动力来自其驱动单元，驱动单元包括电机、减速器、电磁制动器、链轮和其他组件。驱动单元使得自动扶梯的稳定性和安全性以及负载能力有一定的保障，为保证自动扶梯的稳定和安全，要求电动机在各种负载下都有良好的调速性能和准确停车性能。为满足这些要求，采用 PLC、变频器综合控制电动机是最合适的。变频器可以提供良好的调速性能，并减少能耗，这是本设计采用变频器控制自动扶梯传动部分的主要原因。

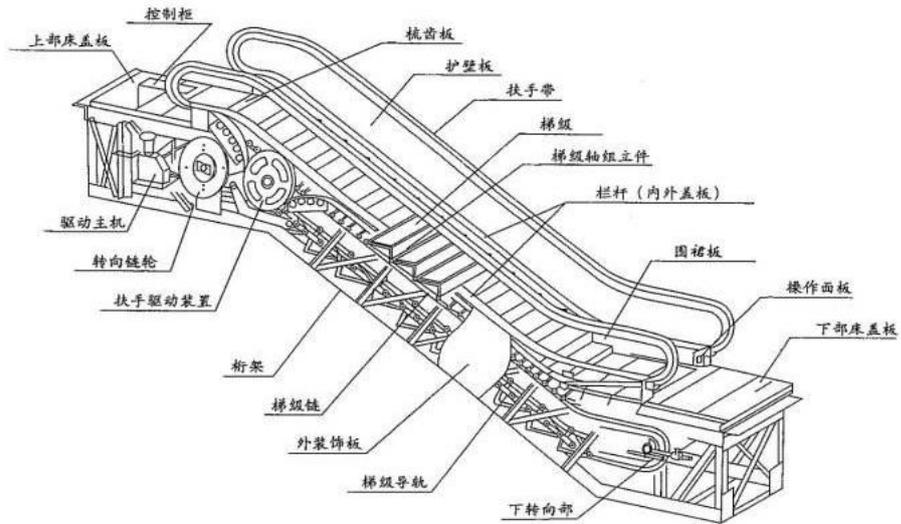


图 1 自动扶梯机械架构

控制柜：控制扶梯启动/停止运行，并为驱动单元供电；

驱动单元：包括驱动电机、减速器、电磁制动器、链轮和其他组件；

桁架：支撑自动扶梯重量和钢架构总成；

梯级：自动扶梯的乘客站立的移动平台，包括梯级踏板、梯级踢板、梯级警戒线、梯级主轮/辅轮、梯级链条和盖板。

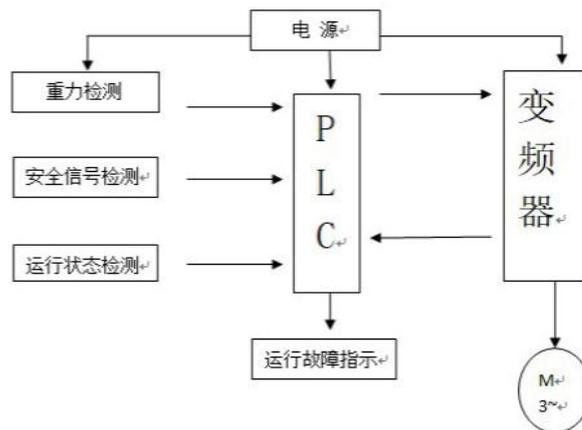


图 2 控制系统结构框图



图 3 模拟实物图

电源部分使用 380V 交流电，向 PLC 和变频器以及信号检测部分供电。由信号检测部分发出信号给 PLC，然后 PLC 给故障指示灯提供信号。运行状态检测部分发出信号给 PLC，然后 PLC 控制变频器启动电机，扶梯运转。

模拟实物利用实训室现有设备进行模拟，使用了一台三菱 FX2N-48MR 型的 PLC，一台三菱 FR-D740-1.5K-CHT 型的变频器，一个实训室现有的 G0 挂件，两只 JR36B-20 型的热继电器，一条端子排，电机用两台 150FZY4-D 380V 50Hz 30W 型的轴流风机代替。模拟验证前，进行元器件选型，然后按照原理图进行接线。

模拟验证：

a、按下启动按钮 SB1，二台电机 M1 M2 同时启动并以低速运行，按下停止按钮 SB2 后，M1 M2 停止运行。

b、当自动扶梯上有人时：电机 M1 M2 匀加速运行，5S 后，电机最大功率运行，知道人离开自动扶梯，人离开自动扶梯后，电机低速运行。

c、当发生紧急故障时，系统则在第一时间发出信号实现紧急制动，减少后续事故伤亡，且报警器发出响声，报警灯长亮；工作人员在第一时间到达现场处理事故。

二、设计思路

1、传统继电器控制的自动扶梯设计思路

自动扶梯作为商场楼层间的通道，启动后连续运作；由工作人员在特定的位置启动

/停止自动扶梯。

自动扶梯采用中间继电器和时间继电器控制，电机全天以最大功率工作，能耗极高。利用时间继电器实现电机降压启动，用以降低能耗。在扶梯的现场设有紧急制动按钮，发生安全事故时，可以迅速将扶梯停下以避免多重事故的发生。

2、基于 SPWM 技术商场自动扶梯电气系统改造设计思路

自动扶梯作为商场楼层间的通道，启动后应不停止连续供电；由工作人员在总控室启动/停止自动扶梯。

自动扶梯运行时采用 PLC 与变频器综合控制；扶梯上没有人时低速运行，节约能耗，有人时以高速运行，扶梯上站满人的情况下，电机功率最大；当扶梯上发生安全事故时，扶梯自行制动且有声光报警；扶梯现场也设有紧急制动按钮，防止事故发生时而程序无响应，可以实施人为地将扶梯停下来。

三、设计过程

(一) 自动扶梯电气系统原理图

1、自动扶梯电气系统原理图

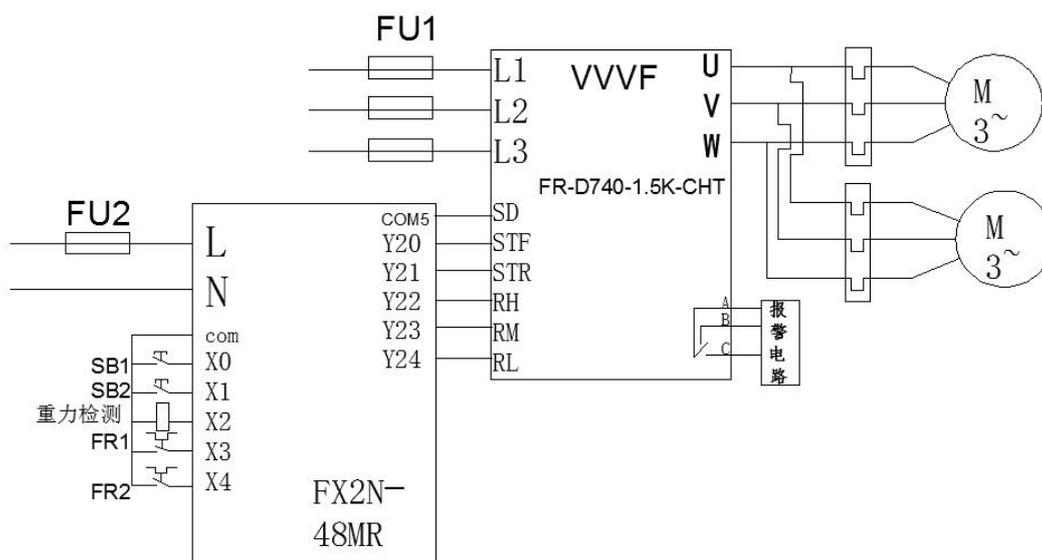
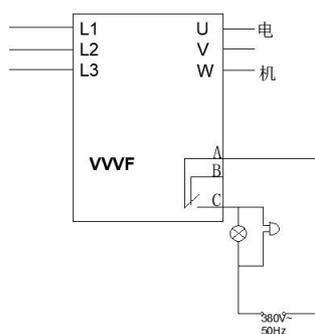


图 4、电气系统原理图

2、自动扶梯原理图分析

图 4 为自动扶梯电气系统原理图，它由熔断器、热继电器、PLC、变频器、电机、指示灯和蜂鸣器等元器件组成。两台电机同起同停，共同控制自动扶梯的启停。接通电源，系统初始化。按下启动按钮，自动扶梯低速运行，当自动扶梯上没有人时，则自动扶梯一直保持低速；当自动扶梯上有人时，自动扶梯加速运行，且在一定时间内达到最大速度。若一直有人走上扶梯，则扶梯一直保持高速运行；当扶梯上没有人时，扶梯返回低速运行；按下停止按钮，结束运行。若发生安全事故，扶梯进行紧急制动，并声光报警，结束运行。

3、声光报警保护电路分析



4、图 5 声光报警部分电路图

变频器通常都有故障自我诊断功能和自我保护功能。当变频器出现故障或输入、输出信号异常时，由 CPU 控制 LSI，改变驱动信号，A、B 断开，A、C 闭合，蜂鸣器鸣叫且 LED 灯亮。使变频器停止工作，断开电机电源，实现自我保护功能。

表 1 自动扶梯电气系统材料明细表

序号	代号	名称	型号	数量	备注
1	M	电动机	Y2-160L-4/15KW	2	自动扶梯上行或下行
2	SB1~SB3	按钮	LA3Y-11	4	控制按钮
3	HL	灯	LTE-1101J/380V	1	报警灯
4	HA	蜂鸣器	AD16-22SM	1	变频器故障报警
5	QF	低压断路器	DZ47LE-32C25	1	电源总开关

6	FR	热继电器	JR36B-20	2	电机过载保护
7	VVVF	变频器	FR-D740-1.5K-CHT	1	控制电机
8	PLC	可编程控制器	FX2N-48MR	1	控制电路

(二) 硬件设计

此部分内容由小组谢璇同学完成。

(三) 软件设计

1、工艺流程图

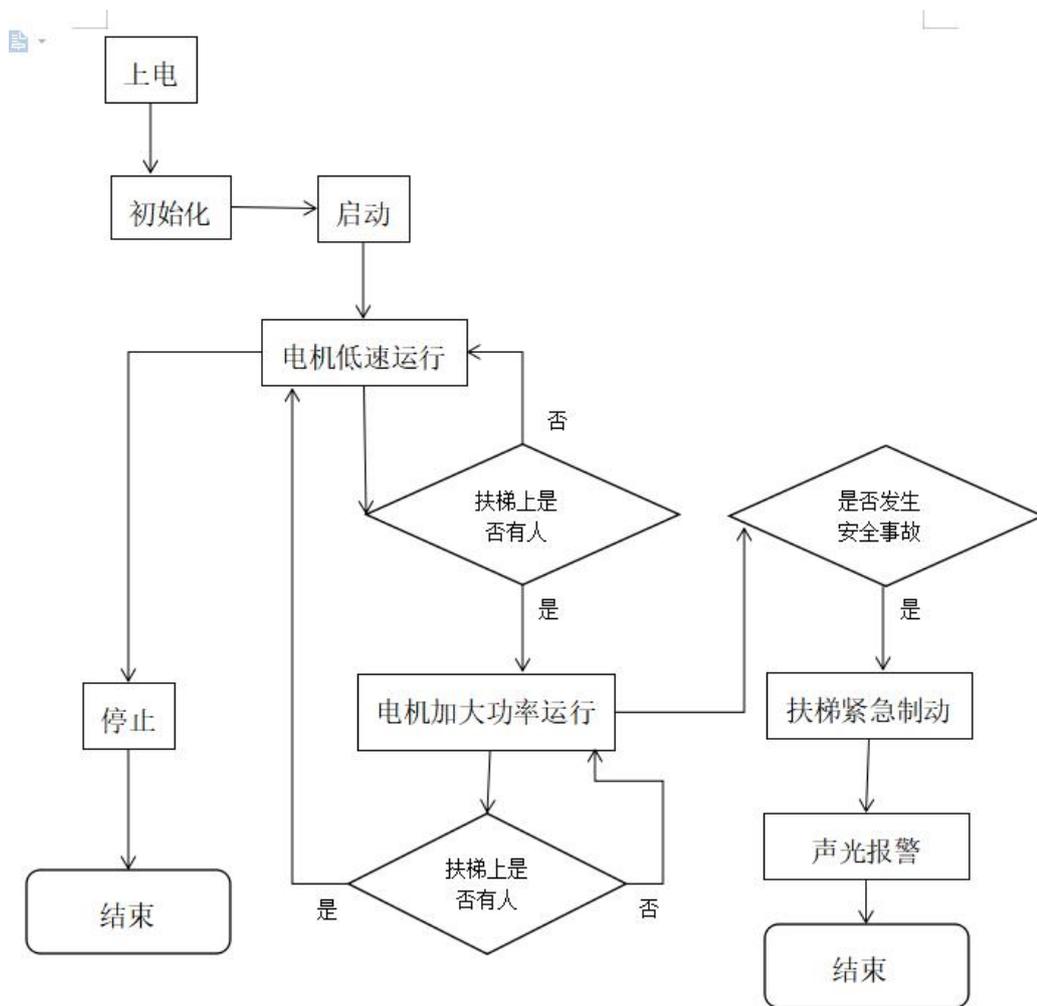


图 6 工艺流程图

接通电源，系统初始化。按下启动按钮，自动扶梯低速运行，当自动扶梯上没有人时，则自动扶梯一直保持低速；当自动扶梯上有人时，自动扶梯加速运行，且在一定时间内达到最大速度。若一直有人走上扶梯，则扶梯一直保持高速运行；当扶梯上没有人时，扶梯返回低速运行；按下停止按钮，结束运行。若发生安全事故，扶梯进行紧急制动，并声光报警，结束运行。

2、I/O 地址分配表

表 2 自动扶梯电气系统 I/O 分配表

	名称	功能	编号
输入	SB1	变频器启动	X0
	SB2	变频器停止	X1
		扶梯重力检测	X2
	FR1	热继电器 1	X3
	FR2	热继电器 2	X4
输出	STF	电机正转	Y20
	STR	电机反转	Y21
	RH	高速运行	Y22
	RM	中速运行	Y23
	RL	低速运行	Y24

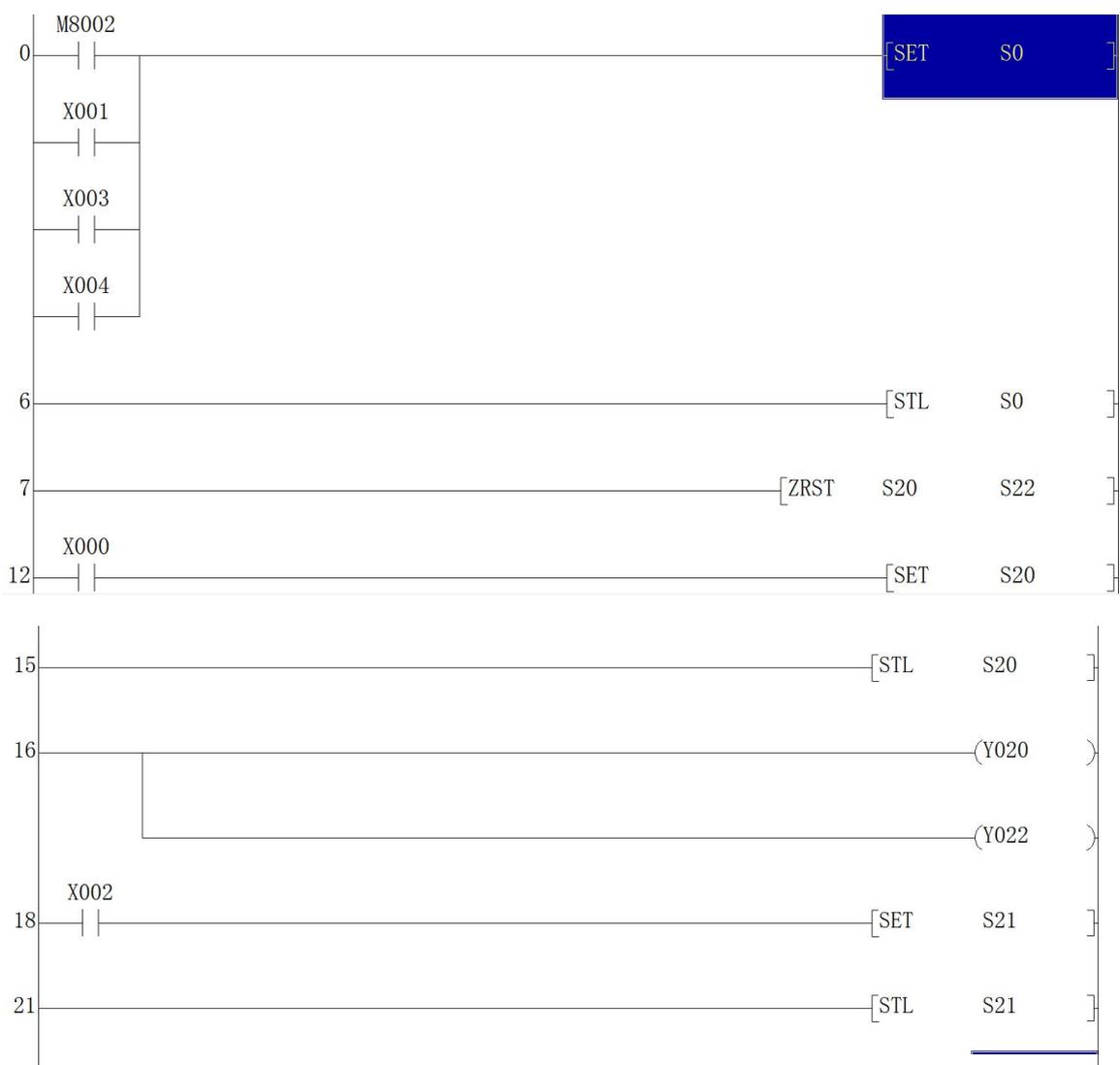
3、变频器参数调制

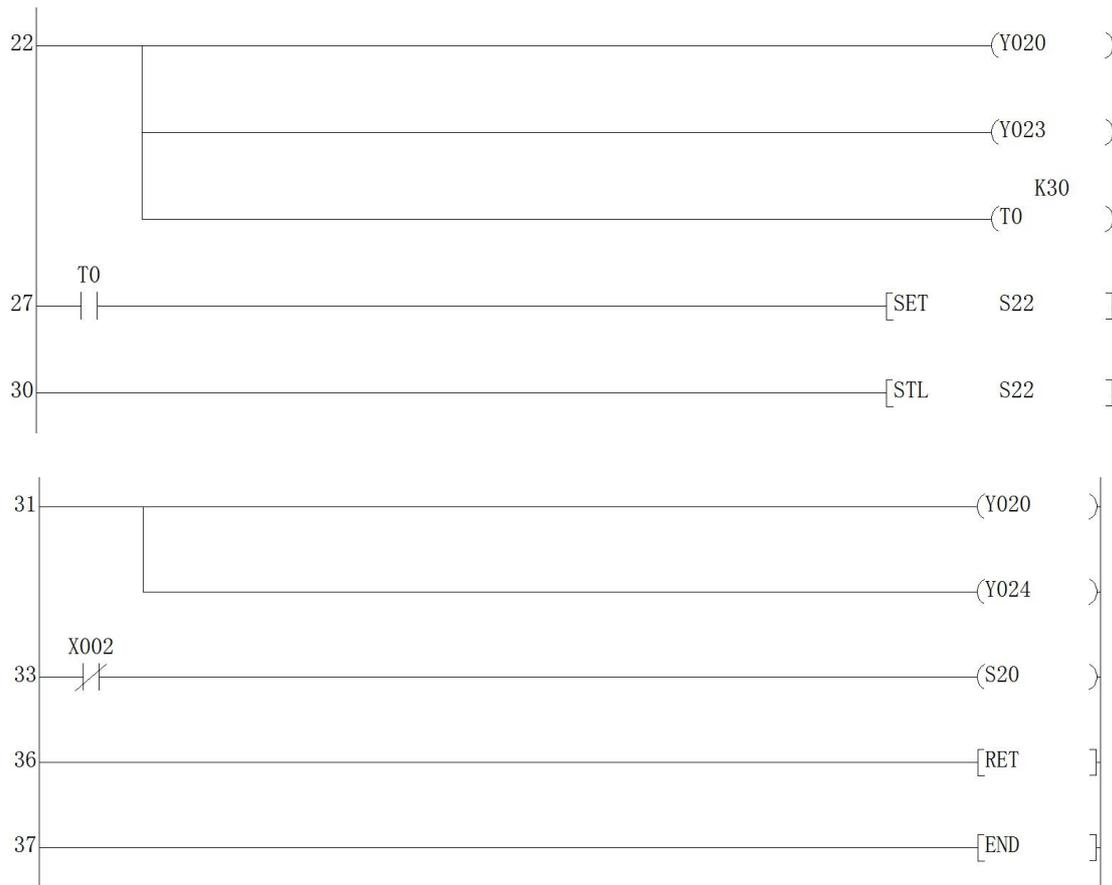
表 3 自动扶梯电气系统变频器参数表

参数号	设定值	功能
Pr. 3	50Hz	基准频率

Pr. 4	20 Hz	电机低速运行
Pr. 5	40 Hz	电机加速运行
Pr. 6	50 Hz	电机满功率运行
Pr. 7	2 S	升速时间
Pr. 8	1 S	降速时间
Pr. 79	0	变频器外部运行模式

4、程序





(四) 作品安装及调试方案

此部分内容由小组王才同学完成

四、成果特点

本次毕业设计的课题是基于 SPWM 技术商场自动扶梯电气系统改造设计方案，而 SPWM（正弦脉宽调制）技术在变频器中的应用，在一定程度上取代了中间继电器、时间继电器和热继电器，使得自动扶梯电气系统的元器件体积大大减少，且变频器的电路较为简单，其功能也齐全，性价比高，可靠性好。PLC 与变频器的综合运用，也使得控制

系统不需要像使用继电器的控制线路那样麻烦，降低了接线难度，减少了元器件的使用。

本次毕业设计主要有以下几个特点：

1、设计成果合理，验证正确，对以往的自动扶梯设计方案有改进。将传统继电器控制的电气系统与基于 SPWM 技术控制的电气系统相比，使用变频器和 PLC 联动控制的新方案的造价更低，性能更优，系统更稳定。

2、与掌握的专业知识紧密结合。本次设计，小组各成员结合所学专业课程中相关的知识点进行方案设计。如：《可编程控制技术》、《继电保护及微机保护》、《变频调速》、《电气安全技术》、《电气安装与规划》、《电气工程制图》、《电机与拖动》等课程。课题内容涉及 PLC、变频器、CAD 制图的使用，以及电气元件的选型，是一次回顾与应用专业知识的过程。

3、积极拓展及引用了一些专业知识。本次设计，本人曾在互联网以及学校图书馆中查阅资料，收获颇丰，了解到了一些比较浅显的、教材里面未曾详谈的知识。

五、收获与体会

离校的日子越来越近，毕业设计也接近了尾声。经过近一个月的努力，我的毕业设计终于要做完了。

在本次毕业设计中，我学到了很多。很多知识我以为我学会了，但是一旦要应用到实际生产生活中，就不会了。知识，要能够应用到生产生活中，才能体现它的价值。在做毕业设计的过程中，经过对变频器控制电机连续运行以及基于变频器和 PLC 综合运用控制风机的运行的使用，使我们小组受益匪浅。在护色剂过程中，指导老师给了我们很大的帮助，在我们设计遇到问题时，老师为我们提供了辅导，让我们的问题迎刃而解，在和老师的共同协作下，我们成功的完成了设计。

在设计变频器控制电机连续运转过程中，我们小组成员掌握了怎样调节变频器的参数，经过对参数的调节，我们了解到电动机在怎样的条件下工作。经过在电动机工作状态时，对变频器进行调节，我们掌握了怎样使用变频器对电动机进行调速以及对电动机的连续运转的控制。在设计基于 SPWM 技术商场自动扶梯电气系统的电动机连续运行控制过程中，我们进一步学会了对变频器参数的调节，以及进一步了解了电动机的工作条件。同时，在设计 PLC 控制程序时，我们学会了怎样把 PLC 控制与变频器结合起来，以及怎样用 PLC 来控制电机。在设计变频器和 PLC 联动控制自动扶梯的电动机的过程中，

我们学会了怎样经过 PLC 来模拟自动扶梯的工作原理，PLC 和变频器综合联动控制自动扶梯的设计中，通过使用定时器和重力传感器的结合来控制自动扶梯的运行速度，使我们进一步了解了 PLC 和‘自动检测与转换技术’在实际当中的应用。

在整个设计过程中，也发现了许多不足之处。在工作流程图中，自动扶梯只能正向运转，未曾设计反转；在运用 PLC 控制时，也出现了一点问题，使用 PLC 控制自动扶梯时，也没有将自动扶梯的反转考虑进去，且实际参数与理论参数不符；同时，本设计最大的缺陷就是只设计一节自动扶梯，与现场的实际应用完全不符，若是采用该方案，则应当注意添加方案中缺乏的部分。

本次毕业设计，也使得我们组成员之间的同学情谊进一步加深。毕业设计，不仅仅只是一个任务，更是对我们掌握的知识的考验。

最后，对于本次毕业设计，总结以下几点：

- 1、学会了将 PLC 和变频器综合运用到实际生产生活中；
- 2、初步了解了商场自动扶梯的结构框架和运行流程；
- 3、进一步了解了元器件的选型和参数计算。

参考文献

- [1] 张利《变频调速技术研究与应用概况》刚硅谷，2016
- [2] 何伟《交流变频调速技术及其发展》考试周刊，2017.
- [3] 刘玲《交流变频调速技术的优势与应用》 电气开关，2016.
- [4] 蒋永华《变频调速技术的行业现状与发展趋势》 世界仪表与自动化，2016.
- [5] 陆述田《PLC 控制与变频调速技术在实际中的设计应用》潍坊学院学报，2013.
- [6] 李良仁 《变频调速技术与应用》北京：电子工业出版社，2016.
- [7] 刘小春、华满香《PLC 控制系统设计与维护》高等教育出版社，2018.
- [8] 曾晓泉，欧阳慧平《电机及拖动基础》江西：高校出版社，2018.