

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： PLC 在景杆和灯杆控制系统中的应用

学生姓名： 蒙俊君

学 号： 201810300218

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： 何晨曦

二 0 二 一 年 六 月 一 日

目 录

一、绪论.....	4
(一) PLC 的发展背景.....	4
(二) 景杆和灯杆控制系统发展状况.....	4
二、控制系统的整体设计.....	7
(一) 系统功能及工作原理.....	7
(二) 主要器件的选型.....	8
(三) PLC 控制部分具体实现.....	9
三、PLC 系统软件设计.....	14
(一) 变频器控制软件设计.....	14
(二) RS-485 通信软件设计.....	15
四、结论.....	17
五、参考文献.....	19
六、致谢.....	20

PLC 在景杆和灯杆控制系统中的应用

[摘要]

主要介绍了 PLC 控制系统在景杆和灯杆控制系统中的运用, 并且还有 PLC 控制系统的硬件和软件的设计方法。这些都足够说明 PLC 控制系统在大范围开关量的管理和控制、提高产品的可靠性等方面具有较好的功能与优胜处。

景杆控制系统的自动功能由 PLC 控制变频器实现, 手动功能通过接触器逻辑电路来实现。文章陈述了景杆控制与灯杆系统发展状况, 和 PLC 控制系统的发展状况以及本课题的研究意义; 部分简单描述了景杆控制与灯杆控制系统整体设计, 包括对系统简单介绍, PLC 控制系统与变频器的选择, 以及 PLC 控制部分是如何实现的; 且讲述了 PLC 控制系统软件的设计, PLC 系统的软件设计有两个方向: 第一个是变频器的软件设计, 第二个是 RS-485 通讯的软件设计; 最后的内容为系统总结, 总结系统的先进之处与不足之处, 进一步完善。

[关键词] PLC 控制系统 景杆控制 灯杆系统

一、绪论

(一) PLC 的发展背景

PLC, (Programmable Logic Controller), 是一种电子装置, 早期称为顺序控制器“Sequence Controller”, 1978 NEMA (National Electrical Manufacture Association) 美国国家电气协会正式命名为 Programmable Logic Controller, 其定义为一种电子装置, 主要将外部的输入装置如: 按键、感应器、开关及脉冲等的状态读取后, 依据这些输入信号的状态或数值并根据内部储存预先编写的程序, 以微处理机执行逻辑、顺序、定时、计数及算式运算, 产生相对应的输出信号到输出装置如: 继电器 (Relay) 的开关、电磁阀及电机驱动器, 控制机械或程序的操作, 达到机械控制自动化或加工程序的目的。并藉由其外围的装置 (个人计算机/程序书写器) 轻易地编辑/修改程序及监控装置状态, 进行现场程序的维护及试机调整。而普遍使用于 PLC 程序设计的语言, 即是梯形图 (Ladder Diagram) 程序语言。PLC, (Programmable Logic Controller), 乃是一种电子装置, 早期称为顺序控制器“Sequence Controller”, 1978 NEMA (National Electrical Manufacture Association) 美国国家电气协会正式命名为 Programmable Logic Controller, (PLC), 其定义为一种电子装置, 主要将外部的输入装置如: 按键、感应器、开关及脉冲等的状态读取后, 依据这些输入信号的状态或数值并根据内部储存预先编写的程序, 以微处理机执行逻辑、顺序、定时、计数及算式运算, 产生相对应的输出信号到输出装置如: 继电器 (Relay) 的开关、电磁阀及电机驱动器, 控制机械或程序的操作, 达到机械控制自动化或加工程序的目的。并藉由其外围的装置 (个人计算机/程序书写器) 轻易地编辑/修改程序及监控装置状态, 进行现场程序的维护及试机调整。而普遍使用于 PLC 程序设计的语言, 即是梯形图 (Ladder Diagram) 程序语言。

而随着电子科技的发展及产业应用的需要, PLC 的功能也日益强大, 例如位置控制及网络功能等, 输出 I 入信号也包含了 DI (Digital Input)、AI (Analog Input)、PI (Pulse Input) 及 NI (Numerical Input), DO (Digital Output)、AO (Analog Output)、PO (Pulse Output) 及 NO (Numerical Output), 因此 PLC 在未来的工业控制中, 仍将扮演举足轻重的角色。

(二) 景杆和灯杆控制系统发展状况

现在的生活水平的提高, 大家对舞台的质量要求越来越高。舞台的现代化、科技化的发展是必不可少的。在 80 年代前, 由于经济条件的限制, 绝大部分的舞台机械是定速控制。只有很少一部分用的是直流调速, 因为直流调速成本颇高, 从而造成不能普及使用这种调速。

随着戏剧、演出等的不断改革，对舞台机械的功能要求也越牢越多、越来越高。原先的机械控制已经越来越不能满足现在和将来的需求，面对这种状况，舞台的设计及设备日益更新。只有不断的更新才能适应未来发展的需求，现在的舞台普遍采用的是舞台吊杆。随着现代制造业的发展，舞台吊杆设备性能也在不断地提高。

舞台吊杆作为一种专用设备，与起重、升降、输送等设备有着异曲同工之处，但因为参与表演载送演员和道具的特殊性，在安全性、可靠性、运动的平稳性、准确性、低噪音等特性都对其设计及制造提出了很极的要求，在这些方面要比普通的起重、升降和输送设备要求高得多。现代制造技术，可以在很大的程度上提高产品加工制造的精度，比如精密制造的传动装置，可以提高运动平的稳性、准确性和降低噪音。根据有关资料的介绍，经过特殊设计、制造的电机和减速机组装成的吊杆卷扬机构的运行噪音仅仅只有 50 分贝。现代化的设计手段，精确数值计算，三维设计、计算机模拟仿真技术的应用，不但提高了工作效率，又使舞台吊杆的设计更加合理、安全。

国外的舞台机械的发展以欧洲为典型，最早在 17 世纪就出现了镜框式舞台，为舞台机械的使用提供了载体，在这之前则普遍是露天剧场以及观众环绕的敞开式舞台。舞台设备只有少量的木制器具，还算不上真正的舞台机械。14 世纪后期，欧洲出现了木铁合制的较为复杂的舞台机械，大都用人力推动绞盘驱动，通过复杂的滑车绳索系统传动来实现其动作。1876 年落成的巴黎大剧院舞台第一个安装了水压式的机械升降台。1896 年，电力驱动的转台出现于德国慕尼黑地方剧院。1904 年到 1914 年间德来士顿国家剧场把升降台与车台结合起来形成了世界上第一个混合型的机械舞台。从 18 世纪末到 20 世纪初的一百多年来，欧洲的舞台机械随着舞台艺术和工业技术的发展而空前发展。在舞台上，复杂的舞台机械向人们展示了欧洲发达的舞台机械生产及控制技术，台上有：吊杆、吊点、灯光渡桥、灯光吊笼、防火幕等；台下有：升降台、车台、转台、升降乐池等多种形式，有的升降台中套转台，有的转台中含有升降台，还有声反射板、升缩台、假台口等，有的还有控制大型道具运动的机械、控制观众厅座椅运动和控制墙体运动的机械，最先进的机械一般由液压或机械传动、计算机控制。舞台机械设备与灯具、电脑灯、调光设备、音调设备一起，在发达国家都已形成了一批著名的专业生产厂。每年在技术上、工艺上都会涌现一批专利，组成了蓬勃发展的舞台技术产业。

归纳总结，目前国外的舞台机械发展主要有以下特点：

专业剧场的部分机械设备设置已形成基本模式，有时还根据特定剧情设置专用的舞台机械设备、为特定剧目服务，并且舞台机械设备有向大型化发展的趋势。

舞台机械设备具有高科技含量。在舞台机械设备中大量应用高新技术成果，如计算机技

术、数控技术、液压技术、传感反馈技术、现场总线技术、DCS 技术等等，这些新技术的应用使得机械设备的运行速度，空间位置变化丰富多彩使推、拉、升、降、转各种功能的组合变化更加灵活，舞台艺术更完美更逼真。

台上设备的配置更趋于灵活、成组、集成;电动，传动和执行机构趋向多样化，舞台设备的驱动方式包括液缸式、齿轮条式、丝杠螺母式和钢绳曳引式等等。

舞台机械设备外延的扩大。在一些公共娱乐场所，如体育馆、会议中心、电视演播厅、歌舞厅等，除设置类似剧场用的舞台机械之外，还根据特有的使用功能要求设置一些机械设备，如:可开闭的活动屋顶、活动分隔墙、座椅升降台、伸缩座椅等设备，使这些文化设施的使用功能日趋完善。

对舞台设备可靠性及操作的便捷性的要求进一步提高。

舞台机械设计、制造规范化标准化。在舞台机械的设计、制造、检测、验收、维修等方面，德国、奥地利、日本的舞台机械设备除执行本国机械行业的通用标准外，还必须执行舞台机械的专用标准。

二、控制系统的整体设计

(一) 系统功能及工作原理

整个系统控制对象是 5 台吊杆，根据需要设计手动与自动为一体的吊杆控制系统，自动功能通过核心控制器 PLC 来控制变频器实现，5 台电动机正反转、停止对应于 5 台吊杆的上升、下降、停止，吊杆升降的高度由上、下限位来确定。舞台吊杆控制系统的组成框图如图 1 所示。

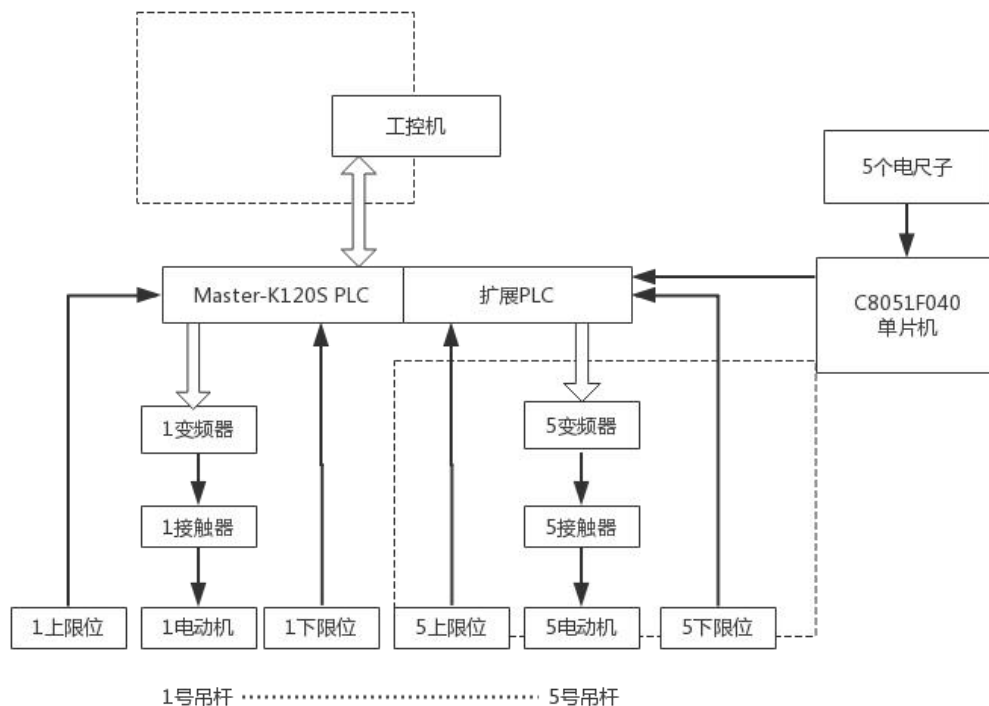


图 1 电梯电气控制系统设计图

整个舞台控制系统由主机单元及外围电路组成。硬件部分以 MASTER-K120S PLC 作为控制中心，其外围部件从功能可以划分为输入选路部分、变频器部分、控制电机输出的三大部分。外部输入元件:5 个电子尺；外部输出元件:5 个抱闸线圈，5 个接触器。其中输出信号两个用于吊杆升降（电动机正反转）控制接触器 KM2、KM3;1 个用于变频器调速控制接触器 KM1。接触器 KM 的线圈通过辅助常开触头闭合继续通电，从而保证电动机连续行动。

本系统控制对象众多，5 台电机的正反转、对应于吊杆的升、降、停;而输入的需处理的信号对应吊杆的升降的距离，由电机输出的控制部分产生;上限，下限信号由控制吊杆运行的行程开关产生。众多对象只靠 PLC 系统难以胜任，所以选用分布式控制系统。为减少系统之间的连线，子系统以串口通信方式同主机传递信息。因为相对于 RS-232 通信，RS-485 通讯

信号传输距离较远，能够避免共模信号在通讯中的干扰，所以本系统选用 RS-485。

接触器:当线圈通电后，常闭触头断开;常开触头闭合，两者是联动的。当线圈断电时，常闭触头闭合;常开触头断开。

单片机:c80511040 是 C8051104X 系列单片机中的一种，它是完全集成的混合信号片上系统型 MCU，具有 64 个数字 I/O 引脚，片内集成了一个 CAN2.0B 控制器，具有与 8051 兼容的微控制器内核，与 MCS-51 指令集完全兼容，除了具有标准 8052 的数字外设部件之外，片内还集成了数据采集和控制系统中常用的模拟部件和其它数字外设及功能部件。C8051F040 内含一个可编程内部晶振和一个外部晶振驱动电路，MCU 共有 5 种起振方式，我们采用外部石英晶振。其旁路电容一般取值为 20—30pF，晶振频率取 20MHz。

(二) 主要器件的选型

1. PLC 的选型

目前，市场上的 PLC 的厂家很多，每一个厂家生产的 PLC 种类也非常之多，总体可以分为整体型和模块型两类。下面就几种常见的 PLC 的相关特性进行比较，结果如图 2 所示

LG PLC	欧姆龙 PLC	三菱 PLC	西门子 PLC
持有多种类型	内置功能强大	可靠性高、抗干扰能力强	可靠性高
高速运行	速度极快	设计安装容易，维护工作量少	丰富的 I/O 接口模块
各种专用功能模块	高功能 I/O 或高功能 CPU 单元	适用于恶劣的工业环境	采用模块结构
强大的网络	脉冲捕捉功能	与外部设备连接方便	编程简单易学
提供基于 Window 的编程工具	最大开关量能力可达 320 点，模拟量能力可达 37 路，UM 容量可达 20k 步，DM 容量可达 32k 字	功能完善、通用性强、体积小、能耗低、性能价格比高	安装简单，维修方便

图 2 几种常见 PLC 的相关特性

由系统所需要实现的功能可得,PLC 主要完成对变频器的控制、接收单片机采集的位置信号和限位开关的开关量，并完成系统的逻辑控制。这里选用 LG Master-120S PLC，它有 36 路模拟量输入口，48 路(扩展 3 个 8 路输出模块)继电器输出口，RS485 通信口，32 位符号计数器。

根据系统输入输出的性质和数量，以及控制要求同时考虑到维护，履行和经济等诸多因素。1个Master-K120S有6个公共端，而本系统需要控制8台变频器，故选用一台Master-K120S的PLC作为主机基本单元用K7M-DRT60U（AC220V，DC24V，36点输入/24点继电器输出）串行3台输入扩展单元G7E-RY08A（8点继电器输出，结构紧凑），这样模拟量输入点有36个，模拟量输出点有48个，满足要求。

2. 变频器的选型

变频器容量选定过程，实际上是一个变频器与电机的最佳匹配过程，最常见、也较安全的是使变频器的容量大于或等于电机的额定功率，但实际匹配中要考虑电机的实际功率与额定功率相差多少，因此按电机的实际功率选择变频器是合理的，或根据具体选用的变频器品牌和性能进行选用。选用变频器的容量，其有很多因数决定，例如电动机容量、电动机额定电流、电动机加减速时间等。最主要的是电动机功率，加上变频器的频率。

选择三相变频器F1500-G0022T3B为了实现能源的充分利用和生产的需要，需要对电机进行转速调节，考虑到电机的启动、运行、调速和正反转的特性，以及电动机的功率，采用三相变频器F1500-G0022T3B(适配电机的功率为2.2kW)，符合本系统的要求。变频器F1500-G型变频器是高品质、多功能、低噪音、通用系列变频器。该系列变频器能够在多种场合满足客户的需求。所选用的三相变频器F1500—G0022T3B:电源输入端子R、S、T是代表三相380V交流电压输入端子;变频器输出端子:U、V、W代表变频器功率输出端子,接电动机;接地端子:PE代表变频器接地端子或接地点。

（三） PLC 控制部分具体实现

1. PLC 控制部分的组成

在现代工业控制中，PLC由于具有可靠性高，抗干扰能力强，适应性强，应用灵活，编程方便，易于使用，控制系统设计、安装、调试、维修方便，维修工作量少等一系列的优点而得到了广泛的应用，由于本系统主要是一些自动控制，所以以PLC作为控制核心。根据控制系统的需要，选用性价比较高的MASTER—K120S系列可编程控制器来构建控制系统。基本单元PLC和扩展单元PLC中CPU采用CPU315-2DP，并且扩展单元PLC带有两个扩展机架。该系统之间的通讯方式采用RS—485连接。采用交流220V电源供电，主模块有36点数字量输入，用于检测控制命令和开关状态;24点数字量输出。整个PLC控制系统有8组变频与电机，每组均由一台变频器和一台电机组成;系统以PLC为控制核心，由PLC采集压力信号和输出控制变频器的频率改变来运行。主回路与控制回路系统控制结构如图3所示。

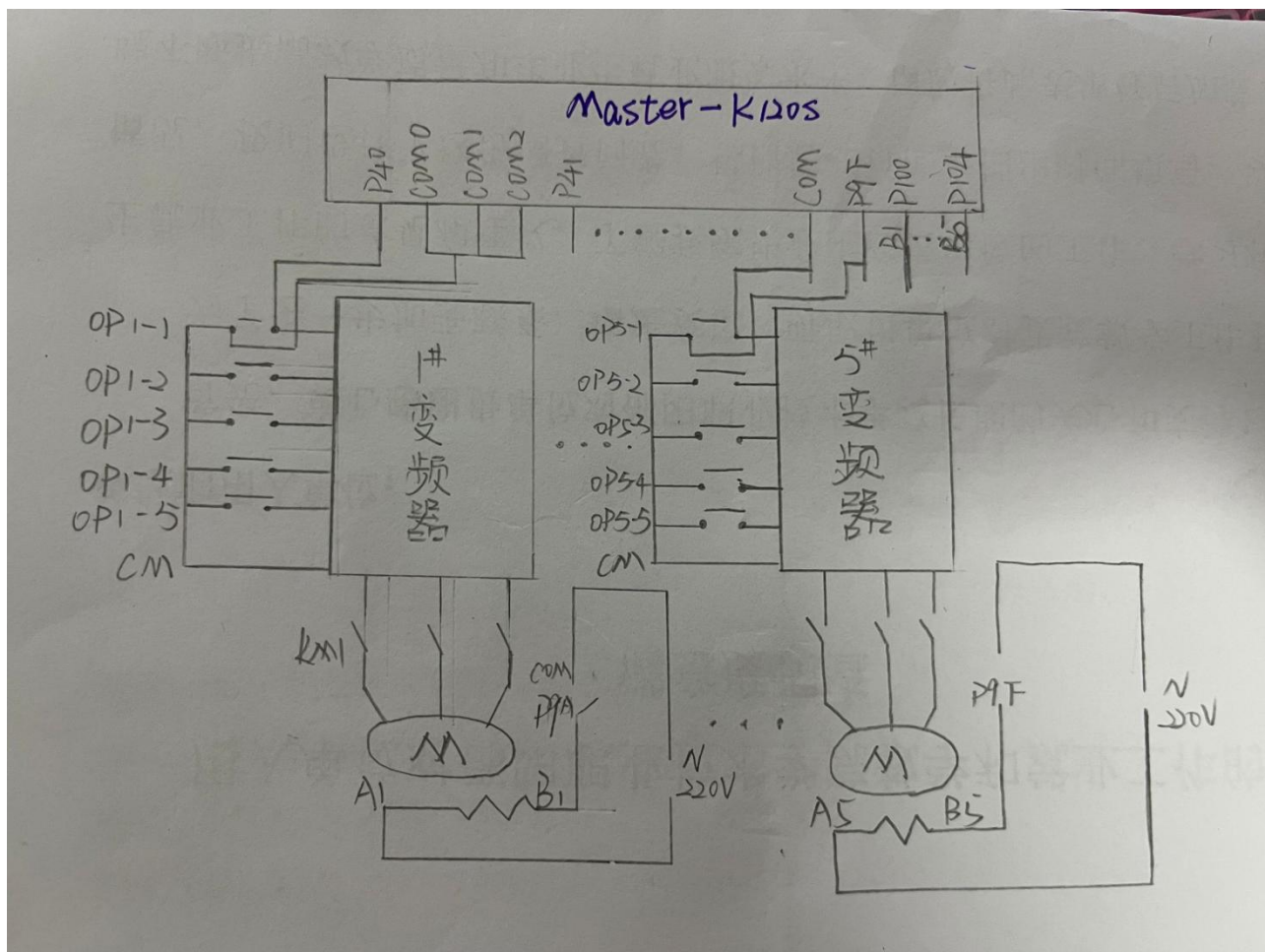


图 3 控制部分组成电路图

PLC 相当于开关，主回路输入侧与电源之间接入空气开关 MCCB，分别接端子 U、V、W，电机线接入 R、S、T，端子，如果接颠倒，将损坏变频器，为了防止过载，在变频器输出端设有热继电器保护，并在电源侧设置有热继电器断路触点。有一台电机作为被控对象，可以使用单台变频器进行单个对象的控制，只要适当的选用高性能的 PLC（作为开关量），完全能够胜任此功能。PLC 控制系统由硬件和软件两部分组成。将输入元件通过点与 PLC 连接，将输出元件通过输出点与 PLC 连接，构成 PLC 控制系统的硬件系统，软件部分按控制思想，用 PLC 指令将控制思想转变为 PLC 可接受的程序，让它们之间可以通讯由于变频器安置在控制柜内，位置距离设备现场较远，所以将 5 个变频器的安装在可以直接观察到设备运行的现场操作台上，便于操作人员直接观察设备进行调频操作。在工作过程中如果发现不合格，可以将设备切换到手动操作状态，按下操作台上“反向输送”按钮，5 个变频器同时控制电机反转，将吊杆降到下限位。具体的控制信号走向如图 4 所示。

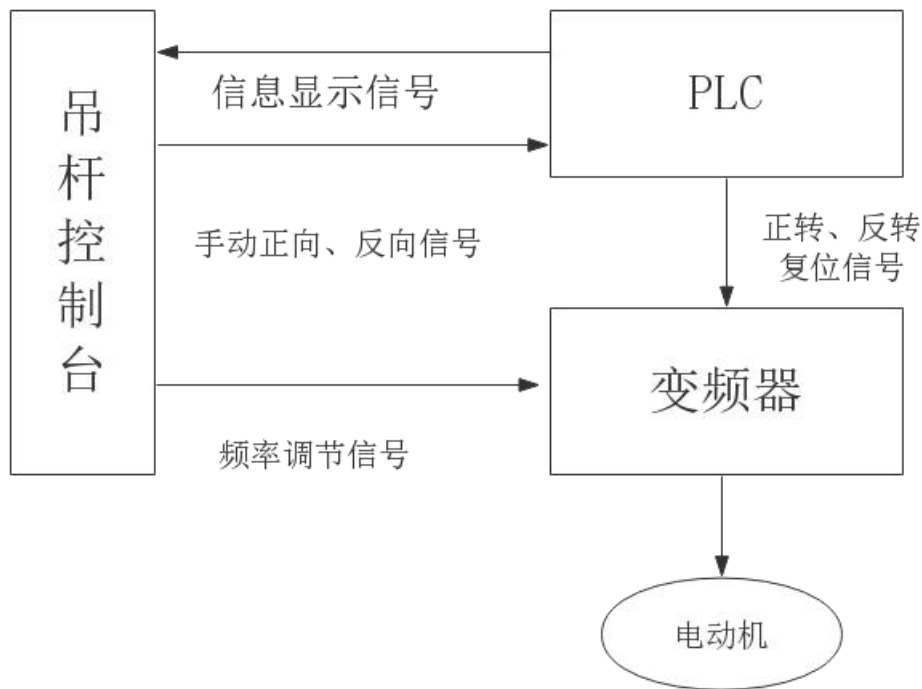


图 4 变频器具体控制信号框图

2. 控制系统的工作方式

有自动工作控制与手动调整控制联锁两种工作方式，当工作方式选择开关位于“自动”时，系统的全部动作由 PLC 控制变频器完成，不需操作人员干预；当工作方式选择开关置于“手动”时，系统的动作由操作人员通过 BCD 编码开关操作完成。如电动机的正反转，吊杆的升降等。设置手动工作方式是为了便于设备调试、检查和维修。一利用两个接触器的辅助常闭触点互锁控制的方式将其中一个接触器的常闭触点串入另一个接触器的线圈电路中，则任何一个接触器先通电后，即使按下相反方向的起动按钮，另一个接触器也无法通电，这种方式称为电气联锁或电气互锁。在机电设备控制线路中，这种互锁关系应用极为广泛。凡是有相反动作，如工作台上下、左右、前后移动。

在舞台吊杆控制系统中主要采用自动功能，控制部分由 PLC 和变频器所组成，PLC 主要完成系统的控制任务，相当于一个开关的作用，它包括主机，通信模块、输入模块、输出模块等。PLC 主机接收到给这值及反馈值信号后，根据其内部的程序进行逻辑运算，按设计控制各个输出点，由执行元件实施具体的运作。当启动后，可编程逻辑控制器（PLC）就给变频电机的接触器的线圈 KM 上通电，使电机运转，电机工作使得吊杆升降。在此同时 PLC 也控制变频器，让输出电压使得变频器调速，从而改变频率来驱动吊杆升降。如按上升的命令，舞台

吊杆上升，电机正转。若所选择的单元舞台上升到上限位后，就给 PLC 发出一个信号，PLC 接到此信号后，启动维持正常电机运转。当抱闸线圈温度过高后，电机就停止工作，舞台吊杆就下降到下限位，这样电机就在单元舞台吊杆上升和下降。

3. PLC 控制变频器

PLC 作为控制单元，是整个系统的控制核心。选用 MASTER-K120S，一是输出给变频器转速信号，控制电机转速；二是按照一定的控制输出单元的控制信号，实现电机输出电压可调。从而实现整个变频电源输出频率、幅值的连续可调。

在本系统中使用的变频器具有多种调速方式，通信控制调速、多端调速、模拟量和自动循环运行等方式，根据系统对速度的要求和系统运行简单、安全性考虑，在本控制系统中，PLC 采用多段速度控制方式。

(1) 变频器键盘控制器

LED 显示运行频率、功能、参数值或故障代码。

4 个发光二极管指示工作状态。运行时 RUN 亮，正转时 FWD 亮，设置参数、切换位选择时 DGT 亮，显示频率时 FRD 亮。

按“方式”键调出功能码，再按“设置”键调出参数，UP 和 DOWN 键可选择调参数或功能码，调参数时“设置”键输入；在键盘控制方式下，UP 和 DOWN 键可以动态调节，“停/复”键控制起停；在故障状态下，按“停/复”键可使变频器复位。

(2) 多段速调速

“多段速”是变频器内部设置好七种速度（其频率值、加速度时间等可通过对数修改），由定义的“多段速端子 1”、“多段速端子 2”、“多段速端子 3”调用。这三个端子与“CM”短接或断开的状态组合分别调用“多段速”中的任一段速度。

变频器端子控制方式有多种，这里采用二线式 2 制控制方式，分别用到 FWD 和 REV 端，其描述如下：

“FWD”端子—“开”：停止，“闭”：运行

“REV”端子—“开”：正转，“闭”：反转

“CM”端子—公共端

(3) 自动循环运行

定义运行控制参数功能码分段 F200—F260，多段速参数功能码分段 F300—F360。则自动循环运行：F204=2，F210=1

“自动循环运行”是指多段速“自动循环运行”，所给出“运行”指令后，变频器按用

户设定好的“各段速”的加减速时间、运行时间、运行频率、运行方向自动运行;如果运行达到设定值,变频器自动进行段速之间的转换,在变频器自动运行过程中,如果不给出“停机”指令或没有到达设定值,变频器就会按照所设定的功能码参数一直循环运行。

(4) 模拟量控制

模拟量输入:在模拟量调速方式下,需要对输入模拟量的上/下限及其对应的输出频率进行设置,以达到满意的调速控制效果。脉冲频率输入:对输入模拟量信号进行滤波处理,该数值越大,模拟量设定频率越稳定,但响应变慢。

三、PLC 系统软件设计

升降过程的软件设计是下位机控制程序的主要部分。下位 PLC 接受上位机控制参数后,系统检测外部反馈正常, PLC 输出模拟量给变频器, 开关量对变频器进行调速,设备将按控制参数要求运行。计数器模板不断累计编码器反馈信号, 通过比较、PID 运算,调整变频器的速度给定,实现吊杆无级调速和准确定位。对相应反馈, 系统具有完善保护功能, 确保吊杆运行的安全性和可靠性。控制软件简要流程, 软件结构根据控制要求而设计, 在应用 PLC 系统设计时, 应根据以下的原则, 才以有保证系统工作的稳定。

- (1) 最大限度地满足被控对象的控制要求。
- (2) 系统结构力求简单。
- (3) 系统工作要稳定、可靠。
- (4) 控制系统能方便的进行功能扩展、升级。
- (5) 确保吊杆运行的安全性和可靠性。

本系统中, 根据用户要求, 以及此系统的特殊性, 经过充分考虑和可行性分析, 系统工作流程如下:

用户通过上位机给 PLC 发送运行命令, PLC 接到命令后根据不同的命令执行不同的操作, 这里接收到的主要是吊杆的目标位置, 目标位置的确定根据: PLC 控制变频器, 输入信号, 然后变频器通过接触器让电动机运行; 当电动机正转时, 上限位发送命令给 PLC, 使得吊杆上升, 如果未达到固定的位置, 就发送命令给 PLC 再次运行, 否则继续运行; 当电动机反转时, 下限位发送命令给 PLC, 使得吊杆下降, 如果未达到固定的位置, 就发送命令给 PLC 再次运行, 否则继续运行。系统运行完毕后, 通过位置检测 (在运行过程中能随时检测) 把反馈信号发送给上位机, 在确定无误后, 关断电机, 等待下次启动。

(一) 变频器控制软件设计

通过 PLC 控制 5 台变频器, 当按下 PB1 时, 运行的变频器数目加 1; 当按下 PB2 时, 运行的变频器数目减 1。当 5 台变频器同时受控制时按下 PB1, 所有的变频器都停止。

为了实现能源的充分利用和生产的需要, 需要对电机进行转速调节, 考虑到电机的启动、运行、调速和制动的特性, 采用三相变频器 F1500-G0022T3B, 系统中由 Master-K 系列 PLC 完成数据的采集和对变频器、电机等设备的控制任务, 控制电机转速大小, 并且向 PLC 反馈自身的工作状态信号。基于 KGL-WIN 的编程软件, 采用模块化的程序设计方法, 大量采用代码重用, 减少软件的开发和维护。系统利用对 PLC 软件的设计, 实现变频器的参数设置、频率

的改变、故障诊断和电机的启动和停止。以升降吊杆控制系统为例，说明升降吊杆控制的系统流程图 5 所示。

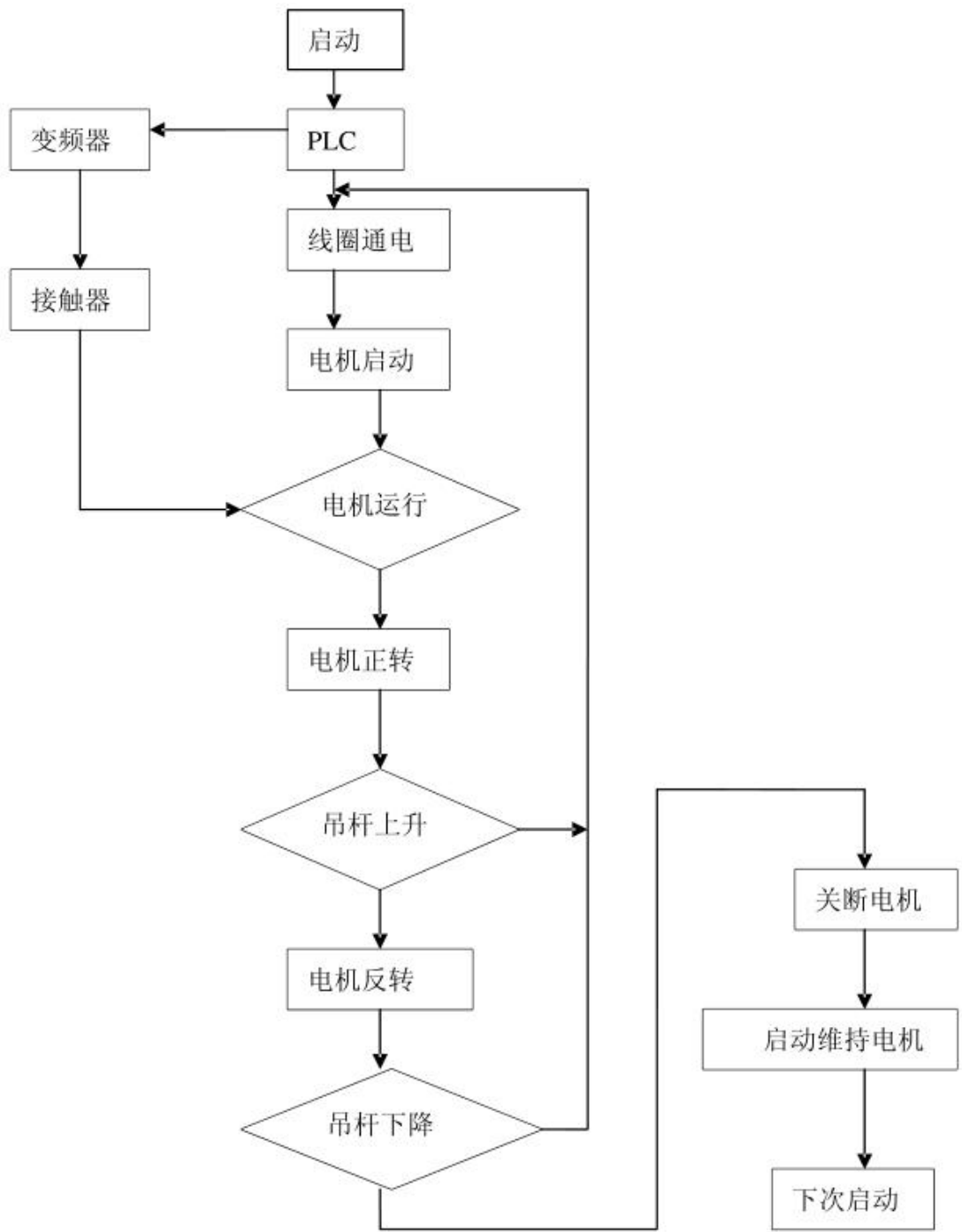


图 5 系统流程框图

(二) 2. RS-485 通信软件设计

采用 KGL-WIN 编程上位机采用 KGL-WIN 软件对 RS—485 进行编程和对单片机 F040 设备配置进行维护。编制的软件主要包括信号获取处理、信号控制、故障模块的设计、与上

位机通讯的 DB 块的设计。KGL 提供了具有生成标准导出功能块库编程功能,能够在应用程序内一再调用,本系统中由于检测点多,这种功能得到了广泛应用。功能块的使用节约了大量的程序空间和故障查询时间,降低了程序编写的复杂程度,使程序结构更条理清晰。事实证明,FC 功能块的使用提高了程序的运行速度并且更加方便了软件的移植性和可扩展性。

KGL-WIN 编程器的特点:

- (1) 友好的用户界面;
- (2) 可在线编程;
- (3) 通过工程结构实现系统配置
- (4) 适用于 LG Master-K;
- (5) 在线方式下,提供全面的 PLC 信息
- (6) 简单的程序编辑器;
- (7) 各种测试和自诊断功能
- (8) 断点执行触发功能。

四、结论

较为详细地介绍了 PLC 在舞台吊杆控制系统中的应用，并综合评述了 PLC 控制变频器的方法。深入了解方法，有助于提高交流变频传动控制系统设计的科学性、先进性和经济性。

课题针对该类项目控制过程中往往出现的位置误差较大的问题，进行了反复试验和误差分析，给出了补偿值和历史偏差的关系，使吊杆位置控制的精度完全达到设计标准。该系统采用 PLC 与变频器的通信、控制舞台吊杆控制系统。控制器采用先进的单片 C8051F040，保证了位置控制的精度与实时性。由于主机与控制继电器的输出部分是采用 RS-485 通讯，时常受到干扰。随着仪表自动化的发展，PLC、变频器在机械设备改造中得到了广泛应用。吊杆由于工作环境比较恶劣，而且直下频繁起动、正反转、升降、变速等操作，还要求有一定的调速范围，所以传统的继电控制和变频器调速已呈现出许多的缺点，对这一类生产机械的改造已十分必要。

系统从软件和硬件两个方面采取了有效的抗干扰措施，保证了系统的安全稳定运行。本系统采用了 MASTER-K120S PLC 作为控制中心，在降低成本的同时，以达到高端产品的性能，具有极高的性价比，响应了国内市场需求。1 台 PLC 和不多于 8 台变频器组成的交流变频传动系统是常见的小型工业自动化系统，采用简便控制方法，可以使工程方案拥有通讯控制的诸多优势，又可省却 RS-485 数据通讯中的诸多繁杂计算，使工程质量和工作效率得到极大的提高。

舞台吊杆控制系统中，采用可编程控制器大大提高了舞台吊杆的控制精度，提高了舞台控制设备的可靠性。系统现场安装调试后，完全达到各项技术指标，效果良好，取得较好的社会效益和经济效益。经 PLC 在舞台吊杆系统中的应用，获得以下几个方面的体会：

(1) 在舞台设备控制系统中，涉及大量输入输出变量的逻辑管理和控制时，利用可编程控制器具有独特的优势和卓越的性能。能比较完美的发挥设备的功能，提高产品档次，降低内耗，也使舞台控制增添新的功能，进一步完善舞台设备的控制。利用 PLC 所具有的通讯功能，可以为剧场整体舞台机械产品实现网络化控制打下基础。

(2) 控制系统经过长时间的运行后，根据用户要求通过修改 PLC 软件，改变联锁、互锁和组合功能，调整控制系统控制功能和流程，无需改动任何硬件和接线。维修改造简便，安全可靠。节约成本，可以获得较好的经济效益。

详细阐述了该系统的硬件结构及软件组成以及 PLC 的具体配置，并介绍了该系统的具体控制方式及下位机软件的编程思想及方框流程。若该系统投入运行，将会取得良好的应用效

果。该系统设计方法合理、技术先进、电路设计正确，经实际运行表明，其具有性价比高、可扩展性好、控制精度高、性能稳定可靠、安装简便、使用维护方便、抗干扰能力强、数控自动定位、远程监视、安全可靠等特点，则该项成果将使我国舞台机械控制技术的研究水平有较大提高，技术上有所创新。该项将符合我国国情，其成果具有广泛的应用前景和使用价值，其成果达到了国内领先水平。

参考文献

- [1] 陈若珠等. 舞台吊杆微机群控系统的研制. 甘肃工业大学学报[J], 2016. 4:18-19
- [2] 邓则名等. 电器与可编程控制器应用技术(第二版)[M]. 机械工业出版社, 2002: 25-28
- [3] 郭华. 舞台机械设备控制系统上位机监控软件的实现. 计算机自动测控与控制[J], 2011. 7:56-58
- [4] 惠变频器 F1500-G 系列使用手册. 烟台湾惠丰电子有限公司:2014:66-68
- [5] MASTER-K SERIES 可编程逻辑控制器. 武汉合普自动化技术有限公司 2017:
- [6] Master-k120S PLC 可编程控制器手册:2018: 52-59
- [7] 于庆广. 可编程序控制器原理及系统设计[M]. 清华大学出版社, 2014:59-63
- [8] 朱善君等. 可编程序控制系统[M]. 清华大学出版社. 2017:74-77
- [9] 崔亚军. 可编程控制器原理及程序设计[M]. 电子工业出版社, 2013:85-88
- [10] 钟肇新等. 可编程控制器原理及应用[M]. 华南理工大学出版社, 2012:49-52

致谢

在学校三年的时间，我改变了很多，学到了很多，从最开始的不自信变成现在的落落大方，也在我成长道路上增添上了浓墨重彩的一笔。这三年不仅仅教会了我怎样学习，还教会了我怎样做人、怎样处事。我相信学会做人、学会做事、学会学习会令一个人受用一生。真实诚恳的做人，认真负责的做事，孜孜不倦的学习是我一直坚信的道理。我今天取得的成绩不仅仅是我一个人努力的结果,更多的是得益于学院领导老师和同学的帮助和支持。

我将始终践学校“明德、笃行、强能”的校训，在今后的学习、工作和生活中不畏困难和挫折, 不断努力，不断奋勇向前。