

PLC 技术在机械电气控制装置中的应用

孔德巍

(红塔辽宁烟草有限责任公司营口卷烟厂, 辽宁 营口 115000)

摘要: PLC技术在工业环境下的广泛应用对于机械设备的自动化控制与智能化升级具有重要意义。在机械电气设备的控制中, PLC的应用在满足高效性、便捷性与稳定性的前提下实现了对多机电设备的实时协同控制, 大大解放了工业生产力。本文讲述了PLC技术的工作原理, 并支出PLC技术在设备的安全检测、设备控制、机械控制与开关量控制等方面的应用, 并指出PLC技术存在的局限性, 简述了PLC的分布式发展趋势与现行的DCS与FCS控制系统, 希望得到有关方面的参考。

关键词: PLC技术 机械电气控制装置 控制系统

DOI: 10.12319/j.issn.2096-1200.2022.14.181

一、PLC技术应用于机械电气控制装置的意义

(一) PLC技术的控制原理

PLC(可编程控制器)技术是一种嵌入式微控制器系统, 其通过整合微控制器、自动化控制与通信等众多功能于一体, 并专项应用于众多工业领域。如图1所示, PLC主要分为核心控制模块、储存模块、编程模块与外围辅助模块组成, 核心控制模块主要由中央处理器与运行存储器组成, 用于运行用户指令并通过门电路进行逻辑判断; 储存模块主要由系统存储器与用户存储器两部分组成, 系统存储器用于储存PLC设备内置的基本程序, 这一部分存储器被严格保护, 用户只能进行读取而无法进行修改, 用户存储器不仅用于储存用户编写的指令, 还用于储存程序运行过程中产生的缓存数据; 编程模块由指令读取器、指令扫描器与相关寄存器组成, 与单片机相同, PLC的基本编程语言为汇编语言, 即直接向目标寄存器输入数据, 系统在默认情况下顺序读取, 并根据寄存器地址进行循环扫描刷新与赋值; 外围辅助模块是辅助模块与外围模块的集合, 主要包括电源模块、I/O接口以及所驱动的外部设备, 常用的外部设备包括按钮、开关、接触器、电磁阀、指示灯、变频器以及打印机等。

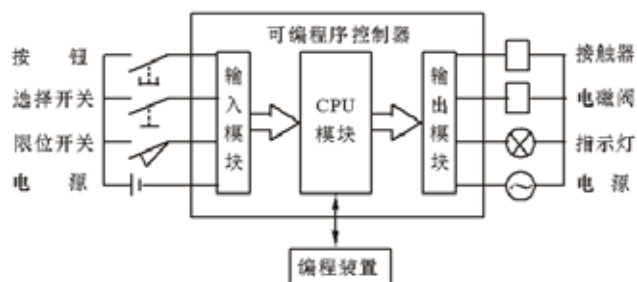


图1 PLC硬件系统结构原理图

(二) PLC技术在机电控制装置中应用的意义

PLC技术是现代微控制技术在工业领域充分应用的产物, 是一种利用嵌入式微控制设备高效控制并协调众多工业环境下所需设备的现代化解决方案, 起初的PLC应用于继电器管理, 随后随着技术的发展与需求的延伸开始广泛应用于众多机电设备的控制中, 并且稳定性与可靠性大幅上升^[1]。

在机械电器控制装置中高效性、便捷性与稳定性是设备功能实现的主要原则。对于高效性而言, PLC的CPU性能一般较高, 能够通过微控制器精准且迅速地实现众多机电设备的控制, 并且PLC技术能够高效读取梯形图语言并有着这更强的通讯能力; 对于便捷性而言, PLC技术能够通过简单直观的编程实现人际互动, 大幅降低了设备管理的人工成本。此外, PLC技术的不断发展, 其功能实现的程序被高效封装, 开发人员十分便捷的直接调用如PID模块、运动控制模块等常用模块即可, 大幅缩短了开发时间, 同时具备了较好的易用性与可维护性; 对于稳定性而言, PLC技术具有严格的运行逻辑, 能够保护程序的运行安全, 此外PLC在抗干扰、防水等方面具有较好的性能, 能够工作于大部分工业环境。

二、PLC技术应用于机械电气控制设备的抗干扰措施

工业环境中可能存在过高的温度、湿度、震动、电磁冲击等外部干扰, 对机械控制设备的运营产生严重影响, 因此需要控制设备有着较强的抗干扰能力。根据干扰源的来源不同, PLC设备所面临的干扰一般分为内部干扰与外部干扰^[2]。

(一) 内部干扰

内部干扰主要来源于电子元器件运作时产生的电磁、

温度变化与热噪声等，这些干扰会造成电磁不兼容等现象，对变频器、接触器等元器件造成严重影响，此外电磁干扰对于模拟信号影响巨大。对于内部干扰而言，PLC系统通常会采用抗干扰能力较强的电子元器件，并在电路中设置滤波电路，在接线处采用分类信号走线、屏蔽线等方式消除信号间的相互干扰。

（二）外部干扰

工业环境下的外部干扰极为复杂，主要有电气控制柜内设备间的干扰、外接电源与电网波动的干扰、接地干扰以及极端天气对于设备的干扰，这些干扰不仅从有线途径对PLC设备进行影响，还会从空间介质中传播，严重时会导致CPU误操、输入/输出控制紊乱等问题。

电源干扰是外部干扰中最为常见的干扰，由于PLC设备经常与大功率、大型电气设备置于同一工作环境下，因此当电源波动对高压断路器、隔离开关、大容量变压器产生影响时，大型电力设备会产生能量较高的谐波对PLC的CPU运行产生影响，对于这种情况PLC通常采用分布电容小、抑制带大的隔离电源进行抗干扰，并将PLC电源与整个供电系统的动力电源分开以消除线圈间的耦合，在隔离变压器前面加滤波器来消除电源的大部分谐波，并在供电的电源线路接入低通滤波器，以滤去高频干扰信号。在进行滤波与隔离的设置中遵循先滤波后隔离的原则。

对于接地干扰，其发生的主要原因通常为PLC系统各接地点的电位分布不均匀，从而接地点处不全为零电位，当接地点距离过近时会产生环形回路，在产生电流的同时还会产生共模噪声。此外，屏蔽层、接地线和大地也有可能构成闭合回路，回路中的感应电流会透过屏蔽层影响PLC中的信号传输。针对接地干扰，PLC系统在安装时要注意接地系统的正确性，首先接地方式应当采用直接接地的方式，这是由于PLC系统中的控制电流电平很小但频率较高，因此要严格杜绝寄生电容与分布电容对控制信号的影响。此外，信号源进行接地时尽量避免与其他设备的串联接地，应采用并接地或单独接地的方式。接地极的接地电阻应小于 2Ω 并避免多点接地，总屏蔽层连接时，各屏蔽层应相互连接好，并经绝缘处理。

对于极端天气等外部环境干扰，主要有雷雨天高压雷电会对电网产生过电压和过电流的影响，同时瞬间的雷击也会造成温度的骤变，从而使得接触电阻发生变化。针对上述干扰，应在电缆传输线的选择与铺设中下手，提高电源系统与信号传输的稳定性。在电缆的铺设中，要严格保证强电与弱电的分开铺设，强电电缆一般为动力电缆，弱

点电缆一般为开关量信号线、模拟量信号线、输入输出线等，不同电缆之间应当保持30cm以上的间距，并且加装屏蔽装置，PLC系统的接地点必须与强电设备的接地点相距10m以上。

在信号传输与程序安全的软硬件结合微控制方面，PLC采用多种滤波方法对接收端信号进行判断，常用的滤波法包括中值滤波法、滑动平均值滤波法、去极值平均滤波法、算术平均值滤波法、防脉冲干扰平均值滤波法、线性插值法、二次抛物线插值法或分段曲线拟合等方法，滤波方法的应用不仅滤除了一般噪声的干扰，也实现了数据精度的提高。

三、PLC技术应用于机械电气控制装置的重点

（一）PLC技术在设备安全检测中的应用

在工业生产中，机械电气设备的安全检测是保证生产安全性与稳定性的必要环节，现代机械电气设备内部结构复杂且集成性较大，传统的人工检测方式难以对设备内部进行有效检查，因此设备的内部监察与自我检查成为现代设备安全检测的刚需。PLC技术的应用通过驱动安装在设备内部的高精度传感器以获取设备运行过程中的温度、速度、应力、形变等参数，并对异常值进行处理来检测故障是否发生，PLC控制下的机械电气装置故障自检还能够实现故障位置的自我定位，通过外接报警器与显示器，故障能够被即使反馈给工程人员，同时显示器能够对运行情况进行实时的可视化展示，远程通讯技术还能够将底层设备的运行情况实时传输给上位机，由此实现了设备的远程监测与远程控制，大幅提高了设备安全检测的高效性与可靠性^[3]。

（二）PLC技术在关键设备控制中的应用

在机电设备中，部分核心零部件需要工作在相对稳定的状态下，否则极易发生故障。例如空气压缩机，随着其运行效率的提升，其工作环境中的温度与气压会发生剧烈变化，由此增加了其故障发生的隐患。PLC技术的应用能够实现核心设备运行环境的实时监测与控制，例如传感器读取到环境温度到达临界值或环境温度变化速度过快，则快速控制气温变送设备以调节温度，对于气压与供水的控制也运用类似的方式，动态化的参数调节与实时控制是PLC技术与传统控制技术的主要区别，也是PLC技术应用于机电设备控制的重要因素。

（三）PLC技术在机械控制中的应用

在现代工业生产中，多工序的复杂生产与批量生产对设备的高效控制有着及其强烈的需求，在传统方法中，设备控制需要由专门的工程人员一对一地进行设备管理，效

率低下且可靠性也较为有限。PLC技术的应用能够通过更加简易的线路实现对大规模机械设备的控制，在机械控制中，对于设备的控制运算占用的CPU使用率较小，而数据的通信与可视化更加占用CPU内存，因此在机械控制中应当简化计算中间结果的储存与可视化分析，同时尽量避免人工控制对系统造成的影响，仅当故障发生时需要人工介入，从而实现更高效的机械控制。

(四) PLC技术在开关逻辑中的应用

机械电气设备的控制中开关逻辑控制是控制的重点，例如电机控制就需要大量门电路的控制（如图2所示）。PLC中有着精准地时钟定时与保证程序安全的程序锁，能够精准的控制电机在一定周期内的启停、翻转以及提示灯的交替亮灭。此外，PLC系统还能通过控制开关量实现电机的过载保护，其原理为PLC的I/O口与电机的继电保护器的动断触点相连接，此时PLC就能够实现负载交流接触器的驱动。

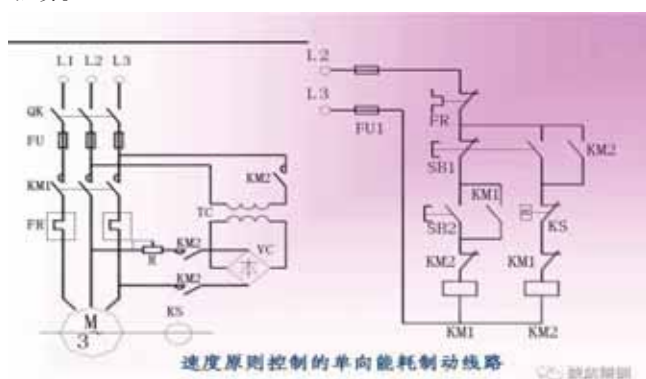


图2 PLC在电机控制中应用控制原理图

四、PLC技术应用于机械电气控制装置的发展趋势

单一的PLC控制存在控制范围小、数据存储量低等问题，随着批量制造、现代制造与智能制造的现代化制造理念的不断发 展，PLC无法满足实际工业环境下的需求，因此衍生出了DCS控制系统与FCS控制系统将实现PLC设备之间的联动，无论是分布式的DCS控制系统与总线控制式的FCS控制系统，PLC设备都是控制系统的核心设备。

(一) DCS控制系统

DCS控制系统是以分布式与集散式作为主要特点的控制 系统，PLC既可以作为独立的DCS，也可以作为DCS的子系统。在大型DCS系统中，每一个PLC设备作为系统中的 一个节点，彼此之间以从上到下的树状结构相连接，由上 到下依次为工程师控制端、操作员操作端与底层设备与仪 表端，设备之间的通信也遵循树状拓扑结构。在设备与设 备之间有大量中断站与中继站用于管理大量相互连接的电

缆，这些电缆用于传输控制所需的开关信号与模拟信号。 DCS系统的应用主要解决了早期计算机系统在处理大规模数 据流时所面临的数据丢失与信号失真现象，与单一的PLC系 统相比，DCS系统扩展了系统复杂度的同时也增加了系统的 冗余度，有效解决了单一PLC系统发生故障时所有控制均失 效的严重后果，保证整个系统的安全可靠，但DCS系统中设 备间通信所采用的网络一般为单向网络，在网络安全上， PLC没有很好的保护措施。

(二) FCS控制系统

FCS控制系统是一种通过一条双向串行的数字通信总线 进行数据传输的高效分布式系统，FCS本质是信息化处理现 场，核心是总线协议，基础是数字智能PLC现场装置。FCS 应用了一种依托于总线（通信协议）的更高效的分布式结 构，并且应用了全数字信号的传输，大幅提高了系统的运 行与控制速度，并实现了+0.1%以内的控制误差。FCS系统 在起初依托于DCS与PLC系统，并主要实现了更加恶劣的工 业场景下，例如危险区域、环境变化等情况下的使用，随 着PLC技术、数字通讯技术与智能化设备的高速发展，FCS 解决了DCS中网络单向连接与大量有线设备连接的硬件复杂 性，并实现了控制功能的彻底分散化。在FCS中，设备与 设备之间不再有DCS中的上下等级，单个设备本身的功能与 任务都大幅提升，互联网通讯的方式也省去了大量中间站与 电缆等硬件设备的安装，节约了大量的人力物力，FCS成为 新一代控制大型机电设备的最有解决方案。

五、结语

PLC技术在机械电气控制装置中的应用具有很强的现实 意义与很高的可行性，同时PLC技术的发展也有利于智能制 造的进一步实现。PLC与嵌入式技术在工业控制中的应用还 有待与机器学习、分布式通信等更加先进的信息技术相结 合，此外通过更优的结构部署与功能丰富实现PLC设备的成 本进一步降低也是技术发展的重要方向。在未来，我国要 进一步发展本土化的PLC硬件设备与软件系统，实现机电设 备控制的自主实现，在新一轮的科技竞争中占领优势地位。

参考文献

- [1]张悦.PLC技术在机械电气控制装置中的应用探究[J]. 中小企业管理与科技,2021(9):192-193.
- [2]刘洁.PLC技术在机械电气控制装置中的应用[J].内燃 机与配件,2020(15):212-213.
- [3]孙文佩.PLC技术在机械电气控制装置中的应用探讨 [J].科技资讯,2020,18(23):52-53,56.