

弱电控制强电策略探究

姜 浩

长沙华时捷环保科技发展股份有限公司 湖南 长沙 410205

摘要：智能家居和建筑领域的需求推动了弱电控制强电技术的普及。新能源电力系统和电网智能化也需要这项技术来高效管理能量和稳定供电。本文旨在通过分析弱电控制强电的工作原理和技术要点，提出其应对不同应用场景下的策略，为解决实际工程问题提供有效解决方案，提高电力系统和自动化控制系统的性能与可靠性，为实现能源的高效利用和智能化管理提供参考。

关键词：弱电控制；强电；控制策略；信号处理；自动化控制

引言

随着科技的飞速发展，现代电力系统与自动化控制领域对电力的管理和控制要求日益提高。弱电系统以其低电压、小电流、信号处理灵活等特点，在控制强电设备方面展现出独特的优势。然而，在实际应用中，如何确保信号的准确传输、控制的稳定性和系统的安全性，是技术实施过程中必须解决的关键问题。此外，随着新能源电力系统的快速发展，弱电控制强电技术在电网智能化、分布式发电和储能系统中的应用也提出了新的要求。

1 弱电控制强电

1.1 弱电与强电

弱电与强电是电气工程中的两个重要概念，它们在电力系统中扮演着不同的角色。（1）弱电系统。弱电系统通常是指工作电压较低（一般在直流36V及以下或交流60V及以下）、电流较小的电子系统，主要用于传输、处理和控制信息。其涵盖了多种信号类型，如数字信号、模拟信号、音频信号、视频信号等。弱电系统具有信号精度高、抗干扰能力相对较弱、对设备和线路要求较高等特点。例如，在通信系统中，弱电信号负责传输语音、数据和图像信息，要求信号的传输速率高、误码率低，因此需要采用高质量的电缆、光纤等传输介质，并配备专门的信号处理设备，如调制解调器、交换机、路由器等。（2）强电系统。强电系统则是指工作电压高（通常为110V及以上）、电流大的电力系统，主要用于提供动力和能量。强电系统的特点是功率大、能量传输效率高、对线路和设备的载流能力要求高。例如，在工业生产中的大型电机、电焊机等设备，以及建筑中的照明、空调、电梯等用电设备均属于强电设备，它们需要稳定的高电压、大电流供电，以保证正常运行^[1]。强电系统的运行状态直接影响到生产活动的顺利进行和人们的日常生活质量，因此其可靠性和安全性至关重要。

1.2 弱电控制强电的原理

弱电控制强电的首要环节是对强电系统的相关参数进行准确采集，并将采集到的信号转换为弱电系统能够处理的形式。传感器在这一过程中起着关键作用，例如电流互感器用于采集强电线路中的电流信号，电压互感器用于采集电压信号。采集到的信号通常为模拟信号，需要经过模拟-数字（A/D）转换器转换为数字信号，以便于弱电系统中的微处理器或控制器进行处理。在信号处理过程中，可能需要进行滤波、放大、采样、量化等操作，以去除噪声干扰、提高信号的分辨率和精度。例如，在电力系统的监测与控制中，通过对电压、电流信号的实时处理，可以计算出功率因数、有功功率、无功功率等参数，为电力系统的优化运行提供依据。同时，弱电系统根据采集和处理后的信号，依据预定的控制算法和逻辑来生成控制指令。控制算法的选择取决于具体的应用需求和控制目标，常见的控制算法包括比例-积分-微分（PID）控制、模糊控制、神经网络控制等。PID控制算法以其简单实用、可靠性高的特点在工业控制中得到广泛应用，它通过对偏差的比例、积分和微分运算来调整控制输出，使系统能够快速、稳定地达到设定值。模糊控制则适用于具有不确定性和非线性特性的系统，它基于模糊逻辑规则对输入信号进行模糊化处理，然后通过模糊推理得到控制输出，能够有效地处理复杂的控制问题。神经网络控制利用人工神经网络的学习能力和自适应性，通过对大量样本数据的学习来建立系统的控制模型，适用于对控制精度和智能化程度要求较高的场合。^[2]这些控制算法在弱电系统中的微处理器或控制器中以软件程序的形式实现，根据控制逻辑对强电设备的运行状态进行监测、判断和控制。最后，弱电系统生成的控制指令需要通过驱动电路和执行机构来作用于强电设备。驱动电路将弱电控制信号进行功率放大和转

换,以满足强电执行机构的驱动要求。例如,在控制电机的转速时,弱电系统输出的控制信号经过驱动电路放大后,驱动电机的变频器改变电源频率,从而实现电机转速的调节。执行机构则是直接作用于强电设备的部件,常见的执行机构包括继电器、接触器、晶闸管等。继电器和接触器通过电磁力的作用实现电路的通断控制,可用于控制强电设备的启动、停止和切换等操作。晶闸管则是一种半导体器件,具有可控整流和逆变的功能,能够实现对交流或直流电源的精确控制,常用于电力电子变换装置中,如调光器、调速器等。通过驱动电路与执行机构的协同工作,弱电系统能够有效地实现对强电设备的控制,完成各种复杂的控制任务。

2 弱电控制强电技术现状与发展趋势

2.1 存在的问题

(1) 电磁兼容性问题。在弱电控制强电系统中,由于强电设备运行时会产生较强的电磁干扰,而弱电系统对电磁干扰较为敏感,因此电磁兼容性(EMC)问题是一个关键挑战。电磁干扰可能导致弱电系统的信号失真、误码率增加、控制失灵等故障,影响系统的正常运行。为解决这一问题,通常需要采取一系列电磁屏蔽、滤波、接地等措施。例如,在弱电控制电路的设计中,采用屏蔽电缆和屏蔽外壳来减少外界电磁干扰的影响;在电源输入端和信号线上安装滤波器,滤除高频干扰信号;合理设计接地系统,确保弱电系统有一个稳定的参考电位,减少地电位差引起的干扰。然而,这些措施在实际应用中往往需要根据具体的系统配置和运行环境进行精心设计和调试,增加了系统设计和维护的复杂性。

(2) 可靠性与稳定性问题。弱电控制强电系统的可靠性和稳定性直接关系到整个系统的运行效果和安全性。由于弱电系统中的电子元件和设备容易受到温度、湿度、电压波动等环境因素的影响,以及强电设备故障可能对弱电系统造成的冲击,导致系统出现故障的概率相对较高。例如,在工业自动化控制系统中,一旦弱电控制系统出现故障,可能导致生产设备停机,造成巨大的经济损失。为提高系统的可靠性和稳定性,需要采用高质量的电子元件和设备,加强系统的散热、防潮、稳压等防护措施,同时设计完善的故障诊断与冗余备份机制。例如,在一些关键的工业控制应用中,采用双机热备份的控制系统,当主控制器出现故障时,备份控制器能够立即接管控制任务,确保系统的不间断运行。但是,这些可靠性和稳定性措施往往会增加系统的成本和体积,需要在设计过程中进行综合权衡。

2.2 发展趋势展望

随着人工智能、物联网、大数据等新兴技术的不断发展,弱电控制强电系统将朝着智能化与网络化方向加速发展。智能化控制算法将变得更先进,能自动调整控制策略以适应系统状态和环境变化。例如,在智能建筑中,AI算法分析电力数据,根据需求和价格自动优化设备运行,提高能源效率和降低成本。网络化方面,弱电与强电系统将深度整合互联网,实现远程监控、控制和维护。用户和运维人员可利用终端设备进行设备管理和故障处理,提升运维效率和响应速度。同时,在全球能源危机和环境保护意识不断增强的背景下,弱电控制强电系统将更加注重绿色节能和高效电力变换技术的应用。^[4]通过优化控制策略,可以降低电力设备的能耗,提升能源效率。例如,电机控制系统采用矢量控制或直接转矩控制技术,提高电机效率,减少电能浪费。同时,新型电力变换技术,如使用碳化硅和氮化镓等宽禁带半导体器件,将提高电力变换效率,减小变换器体积和重量,支持弱电控制强电系统的性能提升和小型化。此外,随着新能源电力(如太阳能、风能等)的大规模开发和利用,弱电控制强电系统将和新能源电力系统实现深度融合。弱电控制系统将在新能源发电中监测和管理太阳能板、风力发电机等设备,运用MPPT算法优化太阳能发电效率。它还负责调节新能源电力并网时的电能质量和电网稳定性,使用SVG和APF等装置治理电能问题,保障新能源电力安全稳定地并入电网,推动产业发展。

3 弱电控制强电的应用策略

3.1 工业自动化中的弱电控制强电

在工业生产中,电机是广泛应用的动力设备,其弱电控制强电策略对于提高生产效率和产品质量具有重要意义。以数控机床为例,弱电控制系统通过对电机的转速、位置和转矩进行精确控制,实现对刀具的精确运动控制。首先,传感器采集电机的转速和位置信号,传输给数控系统中的微处理器。微处理器根据预设的加工工艺参数和控制算法,计算出电机的控制指令。然后,通过驱动电路将控制指令转换为合适的电压和电流信号,驱动电机的变频器或伺服驱动器,实现电机转速和位置的精确调节。例如,在加工复杂零件时,数控系统根据零件的轮廓形状和加工精度要求,实时调整电机的转速和位置,确保刀具能够按照预定的轨迹进行切削加工,从而提高加工精度和表面质量。在工业生产线中,弱电控制强电技术还被广泛应用于各种设备的自动化控制和生产线的整体协调运行。例如,在汽车装配生产线中,弱电控制系统通过可编程逻辑控制器(PLC)对生产线的各个工位上的强电设备进行控制,包括机器人、输送

带、焊接设备、涂装设备等。PLC接收来自传感器、按钮、开关等输入设备的信号，根据预先编写的控制程序进行逻辑运算，然后输出控制信号驱动继电器、接触器等执行机构，控制强电设备的启动、停止、运行速度和工作顺序等。通过弱电控制系统的协调控制，汽车装配生产线能够实现高效、精准、稳定的运行，提高生产效率，降低人工成本，保证产品质量的一致性。

3.2 智能家居中的弱电控制强电

智能家居中的照明控制系统是弱电控制强电的典型应用之一。通过智能开关、调光器等弱电设备，用户可以方便地控制家中的照明灯具。智能开关采用无线通信技术与智能家居中心或手机APP连接，接收用户的控制指令。当用户通过手机APP发送开灯或关灯指令时，智能开关接收到指令后，通过内部的弱电控制电路驱动继电器或晶闸管，实现照明电路的通断控制。调光器则可以根据用户的需求调节灯光的亮度，其原理是通过改变输入到灯具的电压或电流来实现。例如，采用晶闸管调光器，通过控制晶闸管的导通角来调节输出电压，从而实现灯光的无级调光，为用户提供舒适、节能的照明环境。智能家居系统还可以实现对各种家电设备的弱电控制。通过家庭网络与其他智能家居设备进行互联互通。用户可以通过手机APP或智能语音助手对这些家电设备进行远程控制、定时控制、场景模式控制等。

3.3 智能建筑中的弱电控制强电策略

在智能建筑中，电梯的弱电控制强电策略对于提高电梯的运行效率、安全性和舒适性至关重要。电梯的弱电控制系统主要包括电梯控制器、呼梯按钮、楼层显示器、安全传感器等设备。电梯控制器作为核心部件，负责接收来自呼梯按钮、楼层传感器、安全开关等输入信号，根据预设的控制算法和运行规则，生成控制指令驱动电梯的电机、门机等强电设备。在电梯运行过程中，楼层传感器实时检测电梯的位置，电梯控制器根据楼层

信息控制电梯的加速、减速、平层停靠等操作。同时，安全传感器如光幕传感器、超载传感器等时刻监测电梯的运行安全状况，一旦检测到异常情况，立即将信号传输给电梯控制器，电梯控制器采取相应的安全措施，如紧急制动、开门等，确保乘客的生命安全。^[1]此外，智能建筑的空调与通风控制系统通过弱电控制强电实现对建筑物内空气环境的智能化调节。该系统通常由中央控制器、温度传感器、湿度传感器、空气质量传感器、空调机组、风机等设备组成。中央控制器接收来自各个传感器的信号，根据预设的室内环境参数（如温度、湿度、二氧化碳浓度等）和控制策略，计算出空调机组和风机的控制指令。通过弱电控制强电的协同作用，智能建筑的空调与通风控制系统能够实现室内空气环境的自动监测、智能调节，为建筑物内的人员提供舒适、健康的工作和生活环境，同时提高能源利用效率，降低运行成本。

结语

弱电控制强电技术作为现代电力系统与自动化控制领域的重要技术手段，将在未来的科技发展和社会进步中发挥更加重要的作用。随着相关技术的不断创新和完善，弱电控制强电系统将更加智能、高效、可靠、绿色，为各个领域带来更多的便利和价值。然而，要实现这一目标，还要继续提高系统的维护效率和响应速度。为构建智能电网和智慧能源系统提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]杨浩文.电气自动化控制中弱电控制强电的方法分析[J].光源与照明,2023,(10):204-206.
- [2]夏波.自动化控制中弱电控制强电的对策分析[J].现代制造技术与装备,2022,58(11):205-207.
- [3]王仕臣,王瑞琦,吴旭年,等.自动化控制中弱电控制强电的方法分析[J].冶金管理,2021,(03):113-114.
- [4]王俊岚.关于自动化控制中弱电控制强电的研究[J].现代盐化工,2020,47(01):58-59.