

新能源领域中仪表自动化系统的抗干扰优化设计

严明磊

武汉恒创工程技术服务有限公司 湖北 武汉 430074

摘要: 在新能源领域,仪表自动化系统至关重要。该系统由传感器、变送器构成,具有适应自然环境、高可靠性等特点。其干扰源分内部和外部。抗干扰优化设计从硬件、软件及综合措施入手,如采用稳压电源、数字滤波算法等。通过制定详细测试方案,对系统性能进行测试与评估,结果表明抗干扰优化设计显著提高了系统信号采集精度、控制稳定性和通信可靠性,满足新能源领域需求。

关键词: 新能源;仪表自动化系统;抗干扰;优化设计

1 新能源领域仪表自动化系统概述

1.1 仪表自动化系统的组成

在新能源领域,仪表自动化系统复杂且关键,由传感器、变送器、控制器、执行器和人机界面等构成。传感器如同系统的“触角”,负责感知新能源生产中的温度、压力、流量、液位等物理量。像在太阳能光伏发电系统里,温度传感器可实时监测光伏电池板温度,因温度变化会影响转换效率;压力传感器常用于风力发电系统,监测机组内部压力,保障设备在安全压力范围内运行。变送器能将传感器采集的微弱信号放大、转换并标准化。例如,传感器输出毫安级微弱电流信号,变送器将其转为标准的4-20mA电流信号,方便传输与后续处理。控制器是系统的“大脑”,依据变送器信号,按预设算法计算分析后发出指令。新能源领域常用PLC和DCS,PLC编程灵活、可靠性高、抗干扰强,广泛用于新能源设备控制;DCS适用于大型发电厂,可集中管理、分散控制^[1]。执行器根据控制器指令操作生产过程,如风力发电系统中,能调整叶片角度以适应风速风向,提高发电效率。人机界面为操作人员提供交互平台,借助显示屏、键盘、鼠标等设备,可实时监控运行状态、设置参数、查看历史数据。

1.2 新能源领域仪表自动化系统的特点

新能源领域仪表自动化系统具有一些独特的特点。首先,新能源的生产过程往往受到自然环境的影响较大,如太阳能光伏发电受光照强度和时间的影 响,风力发电受风速和风向的影响。这就要求仪表自动化系统具有较高的适应性和稳定性,能够在恶劣的自然环境下准确采集和处理信号。其次,新能源领域对系统的可靠性和安全性要求极高。一旦仪表自动化系统出现故障,可能会导致新能源发电设备的损坏,甚至引发安全事故。因此,系统需要具备完善的故障诊断和容错机制,能够

在出现故障时及时发出警报并采取相应的措施。另外,新能源领域的发展日新月异,技术更新换代较快。仪表自动化系统需要具备良好的可扩展性和兼容性,能够方便地集成新的技术和设备,以满足不断发展的需求。

2 新能源领域仪表自动化系统的干扰源分析

2.1 内部干扰源

内部干扰源主要来自于仪表自动化系统自身的电子元件和电路。电子元件在工作过程中会产生电磁辐射,如晶体管、集成电路等在工作时会产生高频电磁波,这些电磁波可能会干扰其他电子元件的正常工作。电路中的电源噪声也是一个重要的内部干扰源,电源在提供电能的过程中,会受到电网波动、负载变化等因素的影响,产生电压波动和纹波。这些电源噪声会通过电源线耦合到其他电路中,影响系统的性能。例如,在一些对电源稳定性要求较高的传感器电路中,电源噪声可能会导致传感器的输出信号不准确。系统内部的接地不良也会产生干扰。良好的接地是保证系统稳定运行的重要条件,如果接地电阻过大或接地方式不合理,会导致地电位差,从而产生干扰信号。例如,在一个大型的新能源发电厂中,不同设备之间的接地不良可能会导致信号传输过程中出现干扰,影响整个系统的正常运行。

2.2 外部干扰源

外部干扰源种类繁多,主要包括电磁干扰、雷电干扰、工业干扰等。电磁干扰是最常见的外部干扰源之一,它来自于周围的电气设备、无线电发射设备等。例如,在新能源发电厂附近,可能会有高压输电线路、变电站等,这些设备会产生强大的电磁场,对仪表自动化系统的信号传输产生干扰。无线电广播、电视发射塔等也会发射出电磁波,干扰系统的通信信号。雷电干扰是一种具有破坏性的干扰源,当雷电击中新能源发电设备或附近的建筑物时,会产生强大的雷电脉冲,通过电源

线、信号线等进入仪表自动化系统,损坏电子元件。例如,在一次雷电天气中,某风力发电场的仪表自动化系统就因为雷电干扰而遭受了严重的损坏,导致部分设备停机^[2]。工业干扰主要来自于新能源发电厂内部的机械设备、电动机等。这些设备在运行过程中会产生振动、电磁辐射等干扰信号。例如,风力发电机组的电动机在启动和运行过程中会产生较大的电磁干扰,影响附近仪表的测量精度。

3 仪表自动化系统抗干扰优化设计实践

3.1 硬件抗干扰设计

硬件抗干扰设计是提高仪表自动化系统抗干扰能力的重要手段。在电源设计方面,可以采用稳压电源和滤波电路来减少电源噪声的影响。稳压电源能够提供稳定的电压输出,滤波电路则可以滤除电源中的高频噪声。例如,在电源输入端并联一个电容,可以滤除低频噪声;串联一个电感,可以滤除高频噪声。对于信号传输线路,可以采用屏蔽电缆来减少电磁干扰。屏蔽电缆的外层金属屏蔽层可以有效地阻挡外部电磁场的干扰,同时将干扰信号引入大地。还可以采用合理的布线方式,避免信号线与电源线、动力线平行走线,减少相互之间的干扰。在接地设计方面,要采用良好的接地方式。可以采用单点接地、多点接地或混合接地等方式,根据系统的实际情况选择合适的接地方式。同时要确保接地电阻符合要求,一般要求接地电阻小于 4Ω 。例如,在一些对电磁兼容性要求较高的场合,可以采用多点接地的方式,将各个设备的接地端通过低阻抗的导线连接到接地上。

3.2 软件抗干扰设计

软件抗干扰设计可以在硬件抗干扰的基础上进一步提高系统的抗干扰能力。在数据采集方面,可以采用数字滤波算法来减少噪声的影响。常用的数字滤波算法有算术平均滤波、中值滤波、限幅滤波等。例如,算术平均滤波算法可以对多次采集的数据进行平均处理,从而减少随机噪声的影响;中值滤波算法则可以去除数据中的脉冲干扰。在程序执行过程中,可以采用看门狗技术来防止程序跑飞。看门狗是一个定时器,当程序正常运行时,会定期对看门狗进行复位操作。如果程序出现故障或跑飞,无法及时复位看门狗,看门狗就会发出复位信号,使系统重新启动。例如,在一些关键的工业控制系统中,看门狗技术可以有效地提高系统的可靠性。还可以采用软件冗余技术来提高系统的容错能力。例如,对重要的控制指令进行多次发送和校验,确保指令能够准确执行。

3.3 综合抗干扰措施

综合抗干扰措施是将硬件抗干扰设计和软件抗干扰设计相结合,形成一个完整的抗干扰体系。例如,在系统设计初期,就要充分考虑抗干扰问题,合理选择电子元件和电路结构,采用屏蔽、接地等硬件抗干扰措施。在软件开发过程中,要融入抗干扰算法和容错机制^[3]。还可以采用电磁兼容性设计方法,对系统进行整体的电磁兼容性分析和优化。例如,通过电磁仿真软件对系统的电磁场分布进行模拟和分析,找出可能存在的干扰源和敏感点,然后采取相应的措施进行改进。

4 新能源领域中仪表自动化系统的抗干扰优化设计的性能测试与评估

4.1 测试方案

为切实验证仪表自动化系统抗干扰优化设计的有效性,制定一套详细且科学的测试方案至关重要。测试环境应尽可能高度模拟实际的新能源生产环境。在自然环境维度,要精准控制温度、湿度、光照等参数。例如,对于太阳能光伏发电相关仪表自动化系统,需模拟不同季节、不同天气条件下的光照强度和温度变化,以检验系统在复杂自然条件下的抗干扰能力和性能表现。在电磁环境方面,要模拟周围可能存在的各种电磁干扰源,如高压输电线路、无线电发射设备等产生的电磁场。测试设备是保障测试准确性的基础,应配备信号发生器、示波器、频谱分析仪等专业设备。信号发生器用于产生不同频率和幅度的标准信号,为系统提供稳定的输入;示波器能够实时测量系统的输出信号,直观呈现信号的波形和特征;频谱分析仪则可对信号的频谱特性进行分析,帮助识别潜在的干扰信号。测试项目需全面覆盖系统的各个方面,包括信号采集精度、控制稳定性、通信可靠性等核心指标。测试方法可采用对比测试法,将抗干扰优化设计前后的系统性能进行细致对比分析,从而准确评估优化设计的实际效果。

4.2 性能测试

在性能测试过程中,需对系统的各项关键性能指标进行严谨测试。首先对系统的信号采集精度进行测试,这是确保系统能够准确获取生产过程信息的基础。通过信号发生器产生不同频率和幅度的标准信号,并将其精确输入到仪表自动化系统中。随后,使用示波器等高精度测量设备对系统的输出信号进行细致测量,依据测量结果计算采集误差。以温度传感器的采集精度测试为例,将经过精确校准的标准温度信号输入到传感器中,同时使用高精度温度测量设备作为参考标准。测量传感器的输出信号,并与标准温度值进行详细对比,通过计

算得出采集误差。接着对系统的控制稳定性进行测试,控制稳定性直接关系到系统的运行效果和产品质量。在系统中设置不同的控制参数,模拟各种实际工况,观察系统在不同工况下的控制效果。例如,在风力发电系统中,调整风力发电机组的叶片角度控制参数,密切监测发电功率的波动情况,评估系统在不同风速和风向条件下的控制稳定性和响应速度。最后对系统的通信可靠性进行测试,通信可靠性是保障系统各部分之间信息准确传输的关键。通过模拟不同的通信干扰环境,如电磁干扰、信号衰减等,测试系统的通信误码率和数据传输速率,评估系统在复杂通信环境下的抗干扰能力和数据传输性能。

4.3 评估方法

评估方法采用定量评估和定性评估相结合的方式,能够全面、客观地评价仪表自动化系统抗干扰优化设计的实际效果。定量评估主要依据性能测试的结果,对各项性能指标进行精确计算。例如,采集误差、控制偏差、通信误码率等关键指标,通过具体的数值计算,并与设计要求进行严格对比。以采集误差为例,若设计要求采集误差不超过 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,而实际测试结果为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,则说明系统在该指标上达到了设计要求。定性评估则侧重于根据操作人员的实际使用体验和系统的运行稳定性等方面进行综合评估。操作人员在日常使用过程中对系统的易用性、响应速度、故障率等方面的反馈,能够为评估提供重要的参考依据。同时观察系统在长时间运行过程中的稳定性,如是否出现频繁死机、数据丢失等问题。为更加科学地进行评估,可以制定一个完善的评估指标体系,将各项性能指标赋予不同的权重。根据测试结果计算系统的综合得分,如果综合得分达到或超过设计要求,则表明抗干扰优化设计是有效的,能够满足新能源领域的应用需求。

4.4 测试结果与分析

经过全面且严谨的性能测试和科学评估,成功获取了抗干扰优化设计前后系统的详细性能数据。这些数据为评估优化设计的实际效果提供了有力依据。测试结果表明,经过抗干扰优化设计后,系统的信号采集精度得到了显著提高,采集误差明显减小。以温度传感器为例,在优化前,温度传感器的采集误差为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$,这意味

着在测量温度时,实际温度可能与测量值存在较大的偏差,影响了对生产过程的准确监控。而经过抗干扰优化设计后,采集误差降低到了 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$,大大提高了温度测量的准确性,为生产过程的精确控制提供了可靠保障。系统的控制稳定性也有了很大的改善。在控制过程中,控制偏差减小,发电功率的波动范围降低。以风力发电系统为例,优化前,由于外界干扰和系统自身不稳定等因素,发电功率波动较大,影响了电力输出的质量和稳定性^[4]。经过优化设计后,系统能够更加准确地调整风力发电机组的叶片角度,使发电功率保持相对稳定,提高风力发电的效率和可靠性。在通信可靠性方面,系统的通信误码率明显降低,数据传输速率得到提高。这表明系统在复杂的通信环境下能够更加稳定地传输数据,减少数据丢失和错误的可能性,保障系统各部分之间的信息畅通。通过对测试结果的深入分析,可以得出明确结论:仪表自动化系统的抗干扰优化设计是有效的,能够显著提高系统的性能和可靠性,满足新能源领域对仪表自动化系统的高要求,为新能源产业的发展提供了有力的技术支持。

结束语

新能源领域仪表自动化系统的抗干扰优化设计是保障系统稳定运行、提高新能源生产效率与质量的关键。通过深入分析干扰源,从硬件、软件及综合措施等多方面进行优化设计,并经过严谨的性能测试与评估,验证了优化设计的有效性。未来,随着新能源技术的不断发展,仪表自动化系统的抗干扰优化设计也将持续完善,为新能源产业的蓬勃发展提供更坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]杨臻.新能源开发中电气工程自动化节能措施应用分析[J].中国设备工程,2023,(05):250-252.
- [2]刘益廷.新能源开发中的电气自动化环保技术分析[J].集成电路应用,2023,40(11):70-72.
- [3]潘林辉.新能源开发中的电气工程自动化节能环保技术[J].中国高新科技,2020(12):94-95.
- [4]苏勋文,朱显辉,师楠等.能源互联网体系下对电气工程及其自动化专业人才培养的思考[J].当代教育实践与教学研究,2020(07):30-32.