

仪器仪表抑制干扰的措施及应用研究

陈陆成

宁波世纪恒祥自控技术有限公司 浙江 宁波 315042

摘要: 仪器仪表在工业自动化中起着关键作用,而干扰会影响其性能,需采取有效措施抑制干扰。本文详细阐述了仪器仪表抑制干扰的硬件与软件措施及其在工业自动化中的应用。硬件措施包括屏蔽技术、接地技术和滤波技术,分别用于阻止静电场、高频电磁场、磁场干扰,保障安全及信号稳定传输,抑制电源和信号干扰。软件措施涵盖数字滤波算法,如算术平均、中值、加权平均滤波法,以及软件冗余设计,如指令冗余、数据冗余和软件陷阱。这些措施在工业自动化中应用于传感器信号采集、控制器和执行机构,通过综合运用提升信号质量、保障控制器稳定运行和执行机构精准动作,对提升生产效率和产品质量至关重要。

关键词: 仪器仪表;抑制干扰;措施;应用

引言

在工业自动化蓬勃发展的当下,仪器仪表作为获取与处理信息的关键设备,其稳定性和准确性至关重要。然而,工业环境复杂,仪器仪表易受各类干扰影响,导致测量误差、控制失灵等问题,进而影响生产效率和产品质量。为应对这些挑战,需采取有效地抑制干扰措施。本文将深入剖析仪器仪表抑制干扰的硬件与软件措施,并探讨其在工业自动化传感器信号采集、控制器以及执行机构等环节的具体应用,为提升工业自动化水平提供参考。

1 仪器仪表抑制干扰的硬件措施

1.1 屏蔽技术

(1) 静电屏蔽是利用导电性能良好的金属材料制成屏蔽罩,将需屏蔽的电路或元件包围,以此阻止外部静电场干扰。其原理是金属屏蔽罩发生静电感应,在罩内产生与外部电场相反的电场,进而抵消外部电场影响。在仪器仪表中,对电源变压器等易产生静电干扰的部件,设置静电屏蔽罩,能有效降低其对其他电路的静电干扰。(2) 电磁屏蔽主要用于抑制高频电磁场干扰,它借助金属材料对电磁波的反射和吸收作用,阻止电磁波传播。电磁屏蔽效果受到多种因素影响,其中屏蔽材料的导电性能、磁导率以及屏蔽层厚度是关键因素。在仪器仪表设计制造时,采用铜、铝等导电性能良好的金属材料制作外壳,可有效屏蔽外部高频电磁场,避免其对内部电路产生干扰,保障仪器仪表正常工作。(3) 磁屏蔽是利用高磁导率材料,如铁、镍等制成屏蔽罩,将磁场源或受干扰电路包围,减少磁场干扰。其原理是高磁导率材料对磁场有导引作用,能使磁场集中在屏蔽罩内,降低对外部电路的影响。对于敏感传感器等对磁场敏感的部件,设置磁屏蔽罩可避免外部磁场干扰,提高测量精度,确保仪器仪表能准确获取

相关数据,为后续分析和处理提供可靠依据。

1.2 接地技术

第一,安全接地旨在保障人身与设备安全,通过将仪器仪表的金属外壳、机架等与大地连接实现。当设备出现漏电或遭遇雷击时,这种连接方式可将电流引入大地,防止人员触电和设备受损。其核心原理在于利用大地的导电性,为异常电流提供安全释放路径,确保设备运行环境的安全性^[1]。第二,信号接地为信号电路提供稳定参考电位,确保信号正常传输与处理。根据电路特性,信号接地分为单点接地、多点接地和混合接地三种形式。单点接地通过单一连接点将电路与大地相连,适用于低频电路,可有效避免地回路干扰问题;多点接地采用多个连接点实现电路与大地的连接,适用于高频电路,能显著降低接地电阻和地线电感对信号的影响;混合接地则结合前两种方式的特点,根据电路不同部分的频率特性,灵活采用单点或多点接地策略,以优化整体性能。第三,屏蔽接地通过将屏蔽罩与大地连接增强屏蔽效能。针对静电屏蔽场景,该技术可将屏蔽罩上积累的感应电荷导入大地,消除其对内部电路的干扰;在电磁屏蔽应用中,屏蔽接地能缩小屏蔽罩与大地间的电位差,抑制电磁波在两者界面处的反射与折射现象,从而提升对电磁干扰的阻隔效果。这种接地方式通过建立稳定的电位参考系,为敏感电路提供有效的电磁环境隔离,是保障电子设备电磁兼容性的重要技术手段。三种接地方式通过不同的物理机制,共同构建起电子设备安全运行和信号稳定传输的基础保障体系。

1.3 滤波技术

滤波技术包含电源滤波与信号滤波两大核心类别。电源滤波通过在仪器仪表电源输入端设置滤波电路,抑

制电源纹波及噪声干扰。其实现方式包括电容滤波、电感滤波和复合滤波三种类型。电容滤波依托电容的充放电特性，对电源电压波动进行平滑处理，消除瞬态电压尖峰；电感滤波利用电感的感抗特性，形成对高频噪声的阻抗屏障，阻止高频干扰信号进入电路；复合滤波将电容与电感元件组合应用，通过协同作用实现更宽频段的噪声抑制，提升整体滤波效能。信号滤波通过在信号传输路径中接入滤波器，针对性滤除信号中的干扰成分。根据频率响应特性，滤波器分为低通、高通、带通和带阻四种基本类型。低通滤波器构建低频信号通路，有效阻断高频干扰信号的传输；高通滤波器建立高频信号传输通道，抑制低频噪声对信号的污染；带通滤波器设定特定频率窗口，仅允许目标频段信号通过，实现精准频段选择；带阻滤波器设置频率禁区，对特定频段的干扰信号形成隔离屏障^[2]。两类滤波技术通过不同物理机制实现干扰抑制：电源滤波侧重于改善电源质量，为设备提供稳定供电环境；信号滤波专注于信号保真度维护，确保有用信息准确传输。在实际应用中，需根据具体场景的噪声频谱特征、信号带宽要求及设备电磁兼容性需求，选择适配的滤波方案，构建完整的干扰抑制体系。

2 仪器仪表抑制干扰的软件措施

2.1 数字滤波算法

一是算术平均滤波法，算术平均滤波法是对连续多次采样值进行算术平均运算，以消除随机干扰的影响。该方法适用于对周期性干扰信号的抑制，采样次数越多，滤波效果越好，但采样次数过多会导致系统的响应速度变慢。二是中值滤波法，中值滤波法是将连续多次采样值按大小排序，取中间值作为本次采样值。该方法对脉冲干扰有较好的抑制效果，能够有效去除采样值中的奇异点。例如，在压力测量系统中，当受到脉冲干扰时，采样值可能会出现异常增大或减小的情况，采用中值滤波法可以排除这些异常值，得到准确的压力测量结果。三是加权平均滤波法，加权平均滤波法是对连续多次采样值分别赋予不同的权重系数，然后进行加权平均运算。该方法可以根据不同采样值的重要程度，合理分配权重系数，提高滤波效果。例如，在流量测量系统中，近期采样值对流量变化的影响较大，可以赋予较大的权重系数；而早期采样值对流量变化的影响较小，可以赋予较小的权重系数。

2.2 软件冗余设计

(1) 指令冗余。指令冗余是在程序的关键指令处插入一些单字节的空操作指令(NOP)，以防止程序在运行过程中因干扰而“跑飞”。当程序“跑飞”到单字节指令上时，由于空操作指令的存在，不会改变程序的状态，

程序可以继续正常运行；当程序“跑飞”到多字节指令上时，空操作指令可以起到缓冲作用，使程序有机会重新回到正确的运行轨道。(2) 数据冗余。数据冗余是对重要的数据进行多次存储和校验，以提高数据的可靠性^[3]。例如，在存储测量数据时，可以将数据存储在不同的存储单元中，并在读取数据时进行校验，如果发现数据不一致，则进行相应的处理，如重新读取数据或采用备份数据。(3) 软件陷阱。软件陷阱是在程序的非关键区域设置一些拦截程序，当程序“跑飞”到这些区域时，拦截程序可以将程序引导到指定的地址重新开始运行。软件陷阱通常设置在程序存储器的空白区域或未使用的中断向量区。

3 仪器仪表抑制干扰措施在工业自动化中的应用

3.1 在传感器信号采集中的应用

在工业自动化系统中，仪器仪表所采取的抑制干扰措施对于传感器信号采集有着极为关键的作用。传感器是获取生产过程信息不可或缺的关键设备，其采集到的信号质量直接决定了系统控制的精度以及运行的稳定性。然而在信号采集环节，传感器容易受到多种干扰因素的影响，其中电磁干扰和温度干扰较为常见。为有效抑制这些干扰，可采取一系列针对性措施。在屏蔽技术运用上，对传感器进行合理屏蔽，能够显著降低外部电磁场对其信号产生的干扰；在滤波技术应用方面，在传感器信号输出端加装滤波器，对采集到的信号进行滤波处理，可有效去除高频噪声和干扰信号，同时结合软件滤波算法对采集的数字信号做进一步处理，能进一步提升信号的准确性与可靠性。此外，合理的接地设计同样重要，它能为传感器提供稳定的参考电位，减少因地电位差而引发的干扰^[4]。在实际应用中这些抑制干扰措施并非各自独立发挥作用，而是相互配合、协同作用。通过综合运用屏蔽、滤波、软件滤波算法以及合理接地等措施，能够有效降低传感器信号采集过程中的各类干扰，确保采集到的信号真实准确地反映生产过程的实际情况，为工业自动化系统的精准控制提供可靠依据，保障整个系统稳定高效运行，最终提升生产效率和产品质量。

3.2 在控制器中的应用

控制器作为工业自动化系统的核心，承担着对传感器采集的信号进行处理分析，并依据预设控制策略输出信号以驱动执行机构动作的重要任务，在此过程中，抑制干扰措施发挥着关键作用。硬件层面，为减少干扰，采取屏蔽与接地技术，对控制器电路板实施屏蔽，能有效降低内部电路间的电磁耦合以及外部电磁场带来的干扰；同时合理规划控制器电源电路设计，运用滤波技术

对电源进行滤波处理,鉴于电源是系统运行的基础,其稳定性直接影响控制器性能,通过滤波处理可有效去除电源中的杂波与干扰成分,为控制器稳定运行提供可靠电力保障,确保各硬件模块正常工作。软件方面,采用软件冗余设计,针对关键控制指令和数据展开冗余处理,当控制器受到干扰时,冗余信息能够保障系统仍可获取正确的指令和数据,提升容错能力,避免因个别数据错误或指令丢失而引发系统故障或运行异常;此外,利用数字滤波算法对采集信号进行预处理,由于传感器采集的信号可能包含各类噪声与干扰成分,若直接用于控制算法会影响其准确性,通过数字滤波算法可去除信号中的噪声与干扰,提取有效信息,提高信号质量,使控制算法基于准确信号执行,进而提升整个工业自动化系统的控制精度与稳定性,保障系统高效可靠运行。

3.3 在执行机构中的应用

执行机构是工业自动化系统中执行控制动作的核心设备,包含电机、阀门等类型,其在运行过程中极易受到干扰,进而出现动作不精准甚至失控的状况。为有效抑制干扰,在硬件方面,可在执行机构的驱动电路中运用滤波技术,对驱动信号进行滤波处理,以此大幅削减高频噪声对执行机构的不利影响,确保其稳定运行;同时,采用隔离技术也极为关键,将驱动电路与控制电路隔离开,能够切断执行机构产生干扰反馈至控制电路的路径,防止干扰破坏控制电路,保障控制电路正常工作。在软件层面,对执行机构运行状态进行实时监测与反馈是提升其抗干扰能力的关键举措。通过实时采集执行机构的运行数据,可及时了解其工作状况。在此基础上,运用闭环控制策略,依据反馈信息迅速调整控制信号,闭环

控制可构建一个动态调节闭环,能根据执行机构实际运行与预期目标的偏差,持续修正控制参数,让控制信号更加精准^[5]。这种实时反馈与调整机制,能有效提高执行机构的控制精度,使其在面对各类干扰时,仍能按预定要求准确动作。硬件与软件相结合的抗干扰措施,从不同维度保障了执行机构在复杂工业环境下的可靠运行,提升了工业自动化系统的整体性能与稳定性。

结束语

综上所述,仪器仪表抑制干扰的软硬件措施,在工业自动化各环节均发挥着不可替代的关键作用。从传感器信号采集的精准保障,到控制器稳定运行的坚实支撑,再到执行机构精准动作的有力维护,这些措施相互配合、协同发力。它们不仅提升了工业自动化系统的控制精度与运行稳定性,更保障了生产的高效与产品质量的可靠。随着工业自动化不断发展,对仪器仪表抗干扰能力的要求也将日益提高,持续优化和完善这些抑制干扰措施,将为工业自动化迈向更高水平注入强大动力。

参考文献:

- [1]范立云.对于仪器仪表抑制干扰的措施及应用研究[J].今日自动化,2020(5):28-30.
- [2]马腾飞,张斌.自动化仪器仪表安装的抗干扰措施[J].石油石化物资采购,2024(23):52-54.
- [3]周恩思.控制系统干扰与抑制措施分析[J].安徽电气工程职业技术学院学报,2025,30(3):83-88.
- [4]李永前.关于仪器仪表现场应用中的抗干扰分析及解决措施探讨[J].科学与信息化,2022(5):115-117.
- [5]张卫东.仪器仪表测控系统的干扰源及抗干扰技术研究[J].科技创新与生产力,2023,44(5):108-110.