

自动化控制系统信号干扰常见问题及防护对策

张家脛

重庆川仪自动化股份有限公司智能控制系统分公司 重庆 两江新区 400700

【摘要】：信号干扰是制约自动化控制系统稳定运行的关键隐患，其类型多样、作用机制复杂。本文聚焦电磁、接地、线缆三类核心干扰问题，剖析其成因与危害：电磁干扰通过辐射或噪声耦合破坏信号传输，接地干扰由设计缺陷引发电位差与电流干扰，线缆干扰因敷设不当及自身参数导致信号衰减失真。研究结合干扰作用规律，提出针对性防护思路，为提升系统抗干扰能力、保障设备可靠运行提供理论与实践支撑，对自动化控制领域应用优化具有重要意义。

【关键词】：自动化控制系统；信号干扰；防护对策；干扰识别；运行稳定性

DOI:10.12417/2811-0536.26.03.023

引言

自动化控制系统是工业生产、智能制造等领域的核心技术支撑，其运行可靠性直接关乎生产效率与运营安全。信号作为系统指令传输与数据交互的载体，传输质量是功能实现的基础。然而实际运行中，电磁、接地、线缆等多类型信号干扰频发，不仅造成信号畸变、衰减，还可能引发设备故障、生产中断，形成安全隐患与经济损失。当前，针对多类型干扰的系统性分析与防护仍需深化。本文结合干扰特征与危害，深入探究问题成因，提出科学防护对策，旨在为解决信号干扰难题、提升系统稳定性提供有益参考。

1 自动化控制系统信号干扰常见问题及成因

自动化控制系统运行中，信号干扰呈多样化特征，不同干扰的影响程度与作用机制存在差异。电磁干扰最为常见，来源包括外部电力设备、无线通信设备及系统内部电路元件，其产生的电磁辐射或噪声会通过耦合侵入信号回路，导致波形畸变、信噪比下降，干扰信号传输与识别^[1]。接地干扰源于接地设计不合理、电阻过大等，形成的地电位差会产生干扰电流，影响信号传输甚至损坏敏感元件。线缆干扰则因信号线缆与动力线缆敷设不当引发，易产生感应电动势，且线缆自身参数会造成信号衰减失真，降低传输质量。

信号干扰的产生并非单一因素作用的结果，而是外部环境、系统设计、设备选型、施工安装等多个环节综合作用的产物。在外部环境层面，工业生产现场通常存在大量的大功率设备、复杂的布线环境，这些环境因素为信号干扰的产生提供了客观条件。在系统设计阶段，若对干扰问题考虑不充分，如信号传输线路路径规划不合理、防护措施设计缺失等，会导致系统本身抗干扰能力较弱。设备选型过程中，若选用的元器件抗干扰性能不佳，也会使系统在运行过程中易

受干扰影响。施工安装环节的不规范操作，如线缆接头连接不牢固、接地装置安装不符合要求等，会进一步加剧信号干扰问题的发生概率，影响自动化控制系统的稳定运行。

2 自动化控制系统信号干扰的防护对策

针对自动化控制系统信号干扰的常见问题及成因，需从系统设计、设备选型、施工安装、运行维护等多个维度制定针对性的防护对策，全面提升系统的抗干扰能力。在电磁干扰防护方面，首先应优化系统布局设计，合理规划信号传输线路与干扰源的位置关系，尽量增大信号线缆与电力设备、动力线缆的间距，避免平行敷设，降低电磁耦合的影响^[2]。对于易受电磁干扰的信号线路，可采用屏蔽线缆进行传输，屏蔽层能够有效阻挡外部电磁辐射的侵入，同时减少内部信号的电磁泄漏。还可在系统中安装电磁滤波器，滤波器能够对特定频率的干扰信号进行衰减，保留有用信号，从而提升信号传输质量。

解决接地干扰问题的核心在于优化接地系统设计，确保接地的可靠性与合理性。应根据自动化控制系统的实际需求，采用单点接地或混合接地的方式，避免多点接地引发的地电位差干扰。在接地装置选型与安装过程中，需选用优质的接地材料，严格控制接地电阻的大小，确保接地电阻符合相关标准要求。对于系统中的敏感电子设备，应设置独立的接地回路，避免与其他设备共享接地线路，防止干扰信号通过接地回路相互传播。定期对 grounding 装置进行检测与维护，及时发现并处理接地不良、接地电阻增大等问题，保障接地系统的稳定运行。

针对线缆干扰，需规范线缆的选型、敷设与连接操作。在线缆选型时，应根据信号传输的要求选用合适规格、材质的线缆，对于高频信号传输，可选用特

性阻抗匹配的同轴电缆或双绞线，减少信号衰减与失真。在敷设过程中，应严格遵循线缆敷设规范，将信号线缆与动力线缆分开敷设，若必须交叉敷设，应采用垂直交叉的方式，并增大交叉点的间距。线缆的敷设路径应尽量避免干扰源密集的区域，减少干扰信号的侵入。在线缆连接环节，应确保接头连接牢固、接触良好，避免因接触不良产生的信号衰减与干扰；对线缆的屏蔽层进行规范接地，充分发挥屏蔽层的抗干扰作用。还可通过优化系统软件设计，采用信号滤波、数据校验等技术，提升系统对干扰信号的抑制能力，保障系统对信号的准确处理与执行。

3 自动化控制系统信号干扰防护的实践应用与效果验证

信号干扰防护对策的实践应用需结合具体的自动化控制系统场景，根据系统的运行环境、干扰类型与特征，制定个性化的防护方案，确保防护措施针对性与有效性。以工业生产中的自动化生产线控制系统为例，该系统运行环境中存在大量的大功率电机、变频器等干扰源，电磁干扰与线缆干扰问题较为突出。针对这一情况，在实践应用中首先对系统的布局进行优化，将控制系统的控制柜远离大功率干扰源，重新规划信号线缆与动力线缆的敷设路径，采用分槽敷设的方式，增大两者的间距；对所有信号传输线路采用屏蔽双绞线，并将屏蔽层单端接地。在系统中安装电磁滤波器，对变频器等设备产生的高频干扰信号进行过滤；优化系统的接地系统，采用单点接地方式，降低接地电阻，确保接地可靠。

在防护措施实施完成后，需通过系统的运行状态监测与数据采集，对防护效果进行验证。通过安装信号监测设备，实时采集系统信号的传输参数，包括信号幅值、波形、信噪比等，对比防护措施实施前后的信号参数变化。实践结果显示，防护措施实施后，系

统信号的信噪比明显提升，信号波形畸变现象得到有效抑制，信号传输的稳定性显著增强^[3]。在连续运行过程中，系统未再出现因信号干扰导致的指令执行偏差、设备故障等问题，生产线的运行效率与产品质量得到有效保障。在另一个能源供应领域的自动化控制系统中，针对接地干扰问题实施了优化接地系统的防护措施，通过更换优质接地材料、重新设计接地回路，降低了接地电阻，解决了因接地不良引发的信号干扰问题，系统的运行可靠性得到大幅提升，减少了因系统故障导致的能源供应中断风险。

在信号干扰防护的实践应用过程中，还需注重运行维护工作的常态化开展。定期对系统的防护设施进行全面检查，包括屏蔽线缆的完整性、接地装置的连接状态、电磁滤波器的运行情况等，及时发现并处理防护设施存在的损坏、老化等问题。加强对系统运行环境的监测，关注干扰源的变化情况，若出现新的干扰源，及时调整防护方案，确保防护措施始终适应系统的运行需求。通过实践应用与常态化维护的有机结合，能够充分发挥防护对策的作用，持续保障自动化控制系统的稳定运行，为相关领域的安全生产与高效运营提供有力支撑。

4 结语

本文围绕自动化控制系统信号干扰常见问题及防护对策展开研究，明确了信号干扰的主要类型与成因，提出了涵盖系统设计、设备选型、施工安装等多维度的防护对策，并通过实践应用验证了对策的有效性。信号干扰防护是保障自动化控制系统稳定运行的关键环节，需结合实际场景精准识别问题、科学制定方案。未来在自动化控制系统的发展过程中，需持续优化防护技术与方案，提升系统抗干扰能力，推动自动化控制领域的持续健康发展。

参考文献：

- [1] 张娉. 控制系统中的传感器应用与性能评估[J]. 集成电路应用, 2025, 42(08): 66-67.
- [2] 洪涛, 史济栋. 自动化控制技术在城市轨道交通信号系统中的应用[J]. 数字技术与应用, 2025, 43(06): 235-237.
- [3] 杨建明. 集成电路技术在自动化控制系统优化中的应用[J]. 集成电路应用, 2025, 42(01): 44-45.