

工业装备用计算机电缆故障原因解析

周春和

江苏华能电缆股份有限公司 江苏高邮 225699

DOI:10.12238/ems.v7i6.13881

[摘要] 本文深入剖析了工业装备用计算机电缆的常见故障类型,包括物理损伤、电气故障及环境因素导致的故障,并详细探讨了故障背后的原因,如设计与制造缺陷、安装与维护不当以及外部环境因素的影响。文章进一步介绍了故障检测与诊断的多种方法,涵盖视觉检查、电气测试、专用仪器检测及软件辅助诊断,为快速定位并解决电缆故障提供了有力支持。最后,提出了针对性的预防措施与应对策略,如优化设计与选材、规范安装与维护流程以及增强环境适应性,旨在降低电缆故障率,提升工业装备的稳定性和可靠性。

[关键词] 工业装备; 计算机电缆; 故障原因解析; 预防措施

一、引言

在工业自动化与智能化的浪潮中,计算机电缆作为连接工业装备各部件的神经网络,其稳定性与可靠性直接关系到整个生产系统的运行效率与安全。然而,在实际应用过程中,计算机电缆时常遭遇各种故障,导致信号传输中断、数据丢失或设备误动,给生产带来不小的损失。因此,深入分析电缆故障的类型、原因,并探索有效的检测、诊断与预防方法,

对于保障工业装备的稳定运行、提升生产效率具有重要意义。本文旨在通过全面剖析工业装备用计算机电缆的故障原因,为相关从业人员提供故障处理与预防的参考依据,助力工业生产的持续稳定发展。

二、电缆故障类型

1. 物理损伤

表 2-1 物理损伤

故障类型	描述	实例	影响
磨损	电缆外皮因长期摩擦而逐渐变薄	在机器频繁移动的环境中,电缆与金属部件摩擦	降低绝缘性能,增加短路风险
切割	电缆外皮或内部导体被尖锐物体切断	施工现场不慎被工具或金属碎片割伤	导致信号中断,甚至设备损坏
挤压变形	电缆在受到外力挤压后形状改变	电缆被重物压弯或卡在狭小空间	导体变形,影响信号传输质量
拉扯断裂	电缆因过度拉伸而断裂	电缆在移动中被意外拉扯	完全中断信号传输,需更换电缆

物理损伤是工业装备用计算机电缆故障中最为直观且常见的一类。磨损通常发生在电缆与机器部件的接触点,长期的微小摩擦会逐渐侵蚀电缆外皮,直至绝缘性能下降,增加短路的风险。切割则往往由施工过程中的疏忽或意外引起,尖锐物体如金属碎片、工具边缘等都可能成为“罪魁祸首”,一旦电缆被切断,信号传输将立即中断,严重时甚至会导致设备损坏。挤压变形和拉扯断裂则多发生在电缆布线不合理或受到外力作用时,电缆的形变不仅影响信号传输质量,还可能直接造成电缆断裂,需要立即更换以恢复生产。因此,在工业装备的设计和安装过程中,应充分考虑电缆的保护措施,避免物理损伤的发生。

2. 电气故障

电气故障是工业装备用计算机电缆中另一类常见的故障,它主要涉及到电缆的电气性能问题。短路和断路是其中最具有代表性的两种。

短路故障往往由于电缆内部导体破损、绝缘层失效或外部导电物质侵入导致。例如,在某次工业事故调查中,发现一根控制电缆因长期暴露在潮湿环境中,绝缘层逐渐老化,最终导致两相导体短路,引发了设备停机。据统计,这类故障占电气故障总数的近 40%。断路故障则通常发生在电缆连接处,如接头松动、焊接不良或导体断裂。在一个自动化生产线上,曾发生过因电缆接头未紧固到位,导致信号在传输过程中突然中断,造成整条生产线停产的事故。断路故障虽然不如短路故障频繁,但其对生产的影响同样严重,且定位与修复难度往往更大。除了短路与断路,信号衰减与干扰也是电气故障中不可忽视的问题。长距离传输或电缆质量不佳时,信号强度会逐渐减弱,甚至被外部电磁干扰所淹没。这不仅影响数据的准确性,还可能导致设备误动或控制系统失灵。因此,在电缆选型与布线设计时,必须充分考虑电气性能的要求,以减少电气故障的发生。

3. 环境因素导致故障

环境因素对工业装备用计算机电缆的影响不容忽视。温湿度变化是其中最为显著的一项。在极端温度条件下,电缆

材料的物理性能会发生变化,如热胀冷缩导致导体变形、绝缘层开裂等。据统计,在温度超过 50℃或低于 -20℃的环境中,电缆故障率会显著上升,约占总故障的 25%。湿度过高则容易引发电缆内部凝露,降低绝缘电阻,从而增加短路风险。

化学腐蚀与老化也是环境因素导致的常见故障。在某些工业环境中,电缆可能长期接触腐蚀性气体、液体或固体,如酸碱蒸汽、盐雾等。这些腐蚀性物质会逐渐侵蚀电缆外皮和内部导体,导致材料性能下降,甚至完全失效。一项研究表明,在化工厂等腐蚀性环境中,电缆的平均使用寿命比正常环境下缩短了近 40%。因此,在选择电缆材料和设计布线方案时,必须充分考虑环境因素的影响,采取有效的防护措施,以延长电缆的使用寿命并降低故障率。

三、故障原因详细分析

1 设计与制造缺陷

设计与制造缺陷是工业装备用计算机电缆故障的重要根源之一。材料选择不当是其中的关键问题。例如,在某些高温环境下,若选用了不耐高温的绝缘材料,电缆很快就会因材料老化而失效。据统计,因材料选择不当导致的电缆故障占到了总故障的 15%左右。此外,导体材质的不纯或截面积不足,也会影响电缆的导电性能和机械强度,从而增加故障风险。生产工艺问题同样不容忽视。在电缆制造过程中,若生产工艺控制不严,如出现导体绞线不均、绝缘层厚度不一致、屏蔽层覆盖不全等问题,都会严重影响电缆的电气性能和机械性能。这些缺陷在电缆使用过程中会逐渐显现,如信号传输不稳定、电缆易断裂等,最终导致电缆故障。因此,在电缆的设计与制造过程中,必须严格控制材料选择和生产工艺,确保电缆的质量与可靠性。

2. 安装与维护不当

安装过程中的损伤是工业装备用计算机电缆故障的常见原因之一。在电缆铺设和连接过程中,若操作不当,如过度拉扯、弯曲半径过小、接头处理不当等,都可能导致电缆内部导体或绝缘层受损,从而埋下故障隐患。这些损伤在初期

可能并不明显,但随着使用时间的推移,会逐渐显现为信号传输不稳定、电缆易断裂等问题。

维护疏忽与保养不足也是导致电缆故障的重要因素。在工业装备运行过程中,电缆需要定期进行检查和维修,以及及时发现并处理潜在的问题。然而,若维护人员疏忽大意,或保养计划执行不力,电缆的微小损伤可能得不到及时修复,进而发展为严重的故障。例如,未定期更换老化的绝缘层,或未及时处理接头处的松动和腐蚀,都可能导致电缆短路或断路。因此,加强电缆的安装与维护管理,是降低电缆故障率的关键措施之一。

3. 外部环境因素

外部环境因素对工业装备用计算机电缆的影响同样不容忽视。极端天气条件,如高温、低温、暴雨、风雪等,都可能对电缆的性能造成严重影响。例如,在高温环境下,电缆

表 4-1 视觉检查

检查项目	检查内容	实例	目的	检查项目
外部损伤识别	检查电缆外皮是否破损、划痕、变形	发现电缆被尖锐物体划破的痕迹	确定电缆是否因物理损伤导致故障	外部损伤识别
连接部位检查	检查电缆接头、连接器是否松动、腐蚀	发现电缆接头处因氧化而出现的绿锈	确保电缆连接良好,避免信号中断	连接部位检查
标识与布线	检查电缆标识是否清晰、布线是否整齐	发现电缆标识磨损,难以辨认	确保电缆易于识别和管理,减少误操作风险	标识与布线

视觉检查在电缆故障检测中扮演着基础而重要的角色。通过观察电缆外皮是否破损、划痕或变形,可以迅速识别出因物理损伤导致的潜在故障。例如,在一次设备检修中,技术人员通过视觉检查发现电缆被尖锐物体划破的痕迹,及时避免了因电缆短路而引发的设备损坏。同时,对电缆连接部位的检查也不容忽视,松动或腐蚀的接头可能导致信号中断或传输错误。此外,清晰的电缆标识和整齐的布线不仅有助于故障的快速定位,还能减少因误操作导致的故障。因此,定期进行视觉检查,及时发现并处理电缆的潜在问题,是保障工业装备稳定运行的重要措施之一。

2. 电气测试

电气测试是工业装备用计算机电缆故障检测与诊断的重要手段,它主要通过测量电缆的电气参数来评估其性能状态。

绝缘电阻测试是电气测试中的基础项目之一。使用绝缘电阻测试仪(兆欧表),向电缆施加一定的直流电压,测量绝缘层对地或相邻导体的电阻值。根据电缆的额定电压和使用场合,绝缘电阻值应达到一定的标准。例如,在高压电缆中,绝缘电阻值通常要求达到数千兆欧姆以上。绝缘电阻值偏低可能表明电缆存在绝缘老化、受潮或损伤等问题,需要进一步检查和处理。

信号传输质量测试则关注电缆在传输信号过程中的稳定性和准确性。通过发送特定频率和幅度的信号,检测电缆输出端的信号波形、幅度和相位等参数,以评估信号传输的质量。在实际应用中,信号传输质量测试常用于诊断电缆的衰减、噪声干扰和时序偏差等问题。例如,在某自动化生产线上,技术人员通过信号传输质量测试发现电缆在传输高频信号时出现明显衰减,及时更换了老化的电缆,确保了生产线的稳定运行。

五、预防措施与应对策略

1. 优化设计与选材

为降低工业装备用计算机电缆的故障率,优化设计与选材至关重要。在材料选择方面,应优先考虑高性能材料,如耐高温、耐腐蚀、高绝缘性的材料,以确保电缆在各种恶劣环境下都能保持稳定可靠的性能。这些材料不仅能延长电缆的使用寿命,还能有效抵御外部环境的侵蚀,减少故障发生的可能性。同时,定制化设计也是预防电缆故障的有效手段。根据工业装备的具体需求,如使用环境、信号传输要求、机械强度等,进行针对性的电缆设计。通过定制化设计,可以确保电缆完全满足特定应用的需求,避免因设计不合理而导致的故障。例如,在振动频繁的环境中,可以采用抗震性能更强的电缆结构,以提高电缆的稳定性和可靠性。

的绝缘层可能加速老化,导致电气性能下降;在低温环境下,电缆可能因材料收缩而产生裂纹,影响信号的稳定传输。电磁干扰源也是外部环境因素中的一个重要方面。在工业现场,往往存在大量的电气设备和电磁辐射源,如电动机、变频器、高压电线等。这些设备在工作时会产生强烈的电磁场,对附近的电缆造成干扰,导致信号失真、传输错误甚至完全中断。特别是在一些对信号精度要求较高的工业装备中,电磁干扰可能引发严重的后果。因此,在电缆的选型、布线和防护设计中,必须充分考虑外部环境因素的影响,采取有效的措施来抵御极端天气和电磁干扰的侵害。

四、故障检测与诊断方法

1. 视觉检查

视觉检查是一种简单而直接的电缆故障检测手段,它主要通过观察电缆的外观和连接部位来识别潜在的故障迹象。

2. 规范安装与维护流程

为确保工业装备用计算机电缆的长期稳定运行,规范安装与维护流程至关重要。应制定详细的标准化作业指导书,明确电缆铺设、连接、固定等各个环节的操作规范,确保安装过程中的每一步都符合标准要求。这不仅能减少安装过程中的损伤,还能确保电缆的布局合理、美观,便于后续的维护和管理。同时,建立定期巡检与维护计划也是预防电缆故障的有效措施。根据电缆的使用环境和重要程度,制定合理的巡检周期和维护计划,对电缆进行全面的检查和维护。通过定期巡检,可以及时发现并处理电缆的潜在问题,如接头松动、绝缘层老化等,从而避免故障的发生。维护计划的执行还能延长电缆的使用寿命,提高工业装备的整体可靠性。

六、结语

工业装备用计算机电缆的故障原因多种多样,涉及设计与制造、安装与维护、外部环境等多个方面。为降低电缆故障率,提高工业装备的稳定性和可靠性,我们必须从多个角度出发,采取综合性的预防措施与应对策略。通过优化设计与选材,我们可以确保电缆在本质上具备优异的性能和长久的寿命;规范安装与维护流程,则能减少人为因素导致的故障,延长电缆的使用周期;而增强环境适应性,更是让电缆在复杂多变的环境中也能保持稳定运行的关键。

未来,随着科技的进步和工业的发展,工业装备用计算机电缆将面临更多的挑战和机遇。我们需要不断探索新的材料、新的技术、新的管理方法,以应对日益增长的工业需求,确保电缆在工业生产中发挥更加稳定、高效的作用。让我们携手共进,为工业装备的智能化、自动化发展贡献力量,共创美好未来。

[参考文献]

- [1]刘奎. 基于神经网络的电力电缆故障定位监测系统与应用研究[J]. 电力设备管理, 2024, (18): 217-219.
- [2]朱津欣, 赵思文. 基于小波熵神经网络的高压电缆短路故障诊断方法[J]. 电气技术与经济, 2024, (07): 214-217.
- [3]张曦, 周光尧, 董静. 基于机器视觉的高压电缆故障自动检测方法[J]. 自动化应用, 2024, 65 (10): 44-46.
- [4]李彬, 邓力凡, 彭丽. 基于CNN-LSTM-Attention神经网络的高压电缆局部放电预测方法研究[J]. 湖南城市学院学报(自然科学版), 2023, 32 (04): 67-72.
- [5]王彬宇. 通信电缆故障智能监测技术研究[D]. 重庆大学, 2022.

作者简介:周春和(1974.06-),男,工程师,江苏华能电缆股份有限公司技术中心主任