

# Design of a Secure Optical Screen Monitoring System Based on the Internet of Things Technology

Haiping Ji Linwei Li Kewei Chen Mengchi Wang Dongfei Li

Shenzhen Shite Anbang Technology Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518000, China

## Abstract

With the rapid development of industrial automation and intelligent manufacturing, safety grating, as an important safety protection equipment, plays a vital role in the modern factory production line. In order to improve the monitoring capability and accuracy of secure grating, this paper proposes a design of secure light screen monitoring system based on Internet of Things technology. The design scheme adopts a variety of sensor technology, communication technology and data processing technology to realize the real-time monitoring and alarm function of the safe light screen state. At the same time, the system can also automatically identify the fault and abnormal state of the safe light screen, and transmit data to the terminal equipment through the Internet of Things platform, so as to realize remote monitoring and troubleshooting. Experiments show that the design scheme has high accuracy and stability, and is expected to be widely used in industrial production.

## Keywords

Internet of Things; secure light screen; monitoring system; intelligent manufacturing; remote monitoring

## 基于物联网技术的安全光幕监控系统设计

纪海平 李林魏 陈科卫 王梦池 李东飞

深圳市施特安邦科技有限公司, 中国·广东 深圳 518000

## 摘要

随着工业自动化和智能制造的快速发展,安全光栅作为一种重要的安全保护设备,在现代工厂生产线上发挥着至关重要的作用。为了提高安全光栅的监控能力和准确性,论文提出了一种基于物联网技术的安全光幕监控系统设计。该设计方案采用了多种传感器技术、通信技术和数据处理技术,实现了安全光幕状态的实时监控与报警功能。同时,系统还能够自动识别安全光幕的故障和异常状态,并通过物联网平台实时传输数据至终端设备,实现远程监控和故障排查。实验证明,该设计方案具有较高的准确性和稳定性,有望在工业生产中广泛应用。

## 关键词

物联网; 安全光幕; 监控系统; 智能制造; 远程监控

## 1 引言

安全光幕在现代工厂生产线上扮演着关键的安全保护角色,其应用范围广泛且需求持续增长。随着物联网技术的飞速发展,它为提高安全光幕监控系统的智能化水平提供了新的可能性。论文结合深圳市施特安邦科技有限公司在该领域的研发经验,详细介绍一种基于物联网技术的安全光幕监控系统设计方案,重点关注其系统架构、传感器技术、通信技术和数据处理技术等方面。通过实验验证,证明该设计方案在提高监控精度和稳定性方面具有显著优势,为工业安全生产和智能制造领域提供有益探索。

## 2 安全光幕的应用背景

安全光幕是一种通过红外线或激光发射器和接收器组成的无障碍物安全装置,广泛应用于工业生产线上以确保操作人员和设备的安全。当有物体穿过光幕时,系统会立即检测到并迅速做出相应动作,如停止机器运行或发出报警信号,以防止可能发生的故事<sup>[1]</sup>。

安全光幕在多个领域具有重要应用价值,主要包括机械制造、机器人与自动化设备、物料搬运与仓储、电梯与自动扶梯等几个方面:

- ①机械制造:在冲压、剪切、折弯等机械操作过程中,安全光幕可以保护操作人员免受意外伤害,提高生产安全。
- ②机器人与自动化设备:安全光幕可用于机器人工作区域的边界,防止人员误入危险区域并确保机器人运行过程中的安全。
- ③物料搬运与仓储:安全光幕可以监测仓库通道的物料运输状态,实时提醒操作人员注意安全。
- ④电梯与自动扶梯:

【作者简介】纪海平(1980-),男,中国广东深圳人,从事光电产品的设计和应用研究。

安全光幕可作为电梯门和自动扶梯的安全保护装置，避免乘客在使用过程中发生夹伤等事故。

随着工业 4.0、智能制造以及物联网技术的发展，安全光幕监控系统面临着更高的技术要求和更广泛的应用场景。未来的安全光幕系统不仅需要具备高度的可靠性和实时性，还需要具备智能化、高度集成、实现远程监控等特点。

### 3 系统设计

论文将详细介绍基于物联网技术的安全光幕监控系统的设计，包括系统架构、传感器技术、通信技术和数据处理技术等方面。

#### 3.1 系统架构

基于物联网技术的安全光幕监控系统主要包括以下几个部分：安全光幕设备、数据采集与处理模块、通信模块和物联网平台。具体架构如下：

- ①安全光幕设备：作为监控系统的核心部件，安全光幕设备负责检测物体的穿越情况并输出相应信号。本系统采用高性能红外线传感器，以提高光幕的准确性和稳定性。
- ②数据采集与处理模块：该模块通过传感器收集安全光幕的状态信息（如光幕遮挡、故障等），并进行初步处理。处理后的数据将用于实现实时监控、报警功能和故障诊断。
- ③通信模块：通信模块负责将数据采集与处理模块产生的数据传输至物联网平台。本系统采用低功耗广域网（LPWAN）技术，如 LoRa 或 NB-IoT，实现远程通信和实时数据传输。
- ④物联网平台：物联网平台负责接收、存储和处理来自通信模块的数据，并提供可视化界面供用户查看设备状态。

#### 3.2 传感器技术

安全光幕监控系统中的传感器技术主要包括红外线传感器和故障检测传感器。

- ①红外线传感器：红外线传感器负责检测物体是否穿越光幕。本系统采用高性能红外线传感器，具有较高的灵敏度和稳定性，可在复杂环境下保持良好的检测性能。
- ②故障检测传感器：为了实现对安全光幕设备的实时故障监测，本系统还采用了温度传感器、电流传感器等故障检测传感器。这些传感器可以监测设备的运行状态，实时发现异常情况，并将数据传输至数据采集与处理模块<sup>[2]</sup>。

#### 3.3 通信技术

通信技术在物联网安全光幕监控系统中扮演着关键角色，负责将数据从设备端传输至物联网平台。为了实现低成本、低功耗和长距离的通信需求，本系统采用了以下通信技术：

- ①低功耗广域网（LPWAN）：LPWAN 技术如 LoRa 和 NB-IoT 具有较低的功耗和较长的通信距离，适用于物联网监控系统。本系统选用 LPWAN 技术作为主要通信手段，以实现远程数据传输和实时监控。
- ②局域网技术：在某些特定场景下，如工厂内部，本系统还可采用局域网技术（如

Wi-Fi、以太网等）进行数据传输，以提高通信速率和稳定性。

- ③5G 通信技术：随着 5G 技术的普及，本系统在未来也可考虑采用 5G 技术实现更高速率、低延迟的通信，以满足更高实时性和大数据处理需求。

#### 3.4 数据处理技术

物联网安全光幕监控系统产生的数据需要进行有效处理，以实现实时监控、报警和故障诊断等功能。本系统采用了以下数据处理技术：

- ①实时数据处理：数据采集与处理模块收集到的数据需要实时处理，以便在检测到异常情况时及时触发报警和停机保护。
- ②数据分析与挖掘：物联网平台将收集到的数据进行存储和分析，以发现设备的使用模式、故障趋势等信息。
- ③数据安全与隐私保护：为确保数据的安全传输和存储，本系统采用了加密技术、访问控制策略等手段，防止数据泄露和非法访问。

### 4 安全光幕监控功能实现

#### 4.1 实时监控

实时监控功能是物联网安全光幕监控系统的核心功能之一，旨在实时获取光幕设备的工作状态和运行数据。实现实时监控的关键技术包括传感器技术、通信技术和数据处理技术<sup>[3]</sup>。

- ①传感器技术：通过红外线传感器和故障检测传感器，系统能实时采集光幕设备的状态信息，如光幕遮挡、温度、电流等。
- ②通信技术：采用 LPWAN、局域网技术或 5G 技术，将设备端的数据实时传输至物联网平台<sup>[4]</sup>。
- ③数据处理技术：物联网平台接收并处理来自通信模块的数据，提供实时监控界面供用户查看设备状态。

#### 4.2 报警功能

报警功能是安全光幕监控系统的重要组成部分，主要用于在检测到异常情况时及时发出警报，保障人员和设备的安全<sup>[5]</sup>。

- ①光幕遮挡报警：当红外线传感器检测到光幕被遮挡时，数据采集与处理模块会触发报警信号，通知相关人员采取措施。
- ②故障报警：当故障检测传感器发现设备运行异常（如过温、过流等）时，系统会立即发出故障报警，以防止设备损坏和安全事故。
- ③远程报警通知：物联网平台将报警信息通过短信、邮件或 App 推送等方式实时通知运维人员，确保及时响应。

#### 4.3 故障识别与排查

故障识别与排查功能是本监控系统的重要优势，有助于提高设备的可靠性和运行效率。

- ①故障识别：通过对采集到的数据进行分析，系统可以实时发现设备的异常情况，如光幕遮挡、过温、过流等，并及时触发报警功能。
- ②故障排查：物联网平台提供故障排查工具，辅助运维人员迅速定位故障原因和影响范围，减少

设备停机时间和维修成本。③故障预测：通过大数据分析和机器学习技术，系统能识别设备的使用模式和故障趋势，实现故障预测功能。预测性维护有助于提前采取措施，避免突发故障导致的生产损失。④远程诊断与支持：物联网平台支持远程控制和故障诊断功能，运维人员可通过网络对设备进行实时干预和调试，降低现场维修的时间和成本。

## 5 物联网平台及远程监控

### 5.1 物联网平台的构建

物联网平台是整个监控系统的核心部分，负责数据的接收、存储、处理和展示，以及提供远程控制和故障诊断功能。物联网平台的构建主要包括以下几个方面：

①平台架构：物联网平台采用分布式架构和微服务设计，实现了高可用性、高扩展性和高性能。②数据存储与管理：物联网平台使用高性能数据库系统，如分布式数据库和时序数据库，对接收到的设备数据进行存储、管理和检索。③数据处理与分析：物联网平台提供数据处理和分析功能，包括实时数据处理、历史数据分析、故障预测等。④可视化界面：物联网平台提供了友好的可视化界面，用户可通过Web浏览器或移动应用查看设备的实时状态、历史数据和报警信息，实现便捷的设备管理和监控。

### 5.2 远程监控的实现

远程监控功能是物联网安全光幕监控系统的重要特点之一，使得用户能够在任何时间、任何地点对设备进行监控和管理。远程监控功能的实现主要包括以下几个方面：

①实时数据传输：通过采用LPWAN、局域网技术或5G技术，实现设备端数据的实时传输至物联网平台，确保远程监控的实时性和准确性。②远程设备控制：物联网平台支持远程控制功能，如远程启停、参数设置等。用户可通过Web浏览器或移动应用对设备进行实时操作，方便快捷。③故障诊断与排查：物联网平台提供远程故障诊断和排查功能，辅助运维人员迅速定位故障原因和影响范围。④报警通知与处理：物联网平台实现了实时报警通知功能，将报警信息通过短信、邮件或App推送等方式发送给运维人员。用户可迅速了解设备的异常情况，及时采取措施进行处理，降低安全风险。⑤权限管理与安全控制：物联网平台提供完善的权限管理和访问控制功能，确保只有授权用户才能访问设备数据和进行远程控制。

## 6 实验验证与分析

### 6.1 实验环境与方法

实验环境：本实验在某工厂的生产车间进行，选取了一个典型的自动化生产线作为实验场景。该生产线包括多台机器设备，分布在不同工作区域。安全光幕设备分别安装在各个关键工作区域，以保障员工和设备的安全。

实验方法：在实验过程中，我们采用了以下方法来验

证安全光幕监控系统的性能：

①实时监控能力测试：通过模拟典型的工作场景，观察物联网平台是否能够实时获取和显示设备状态信息。②报警功能测试：模拟光幕遮挡、设备故障等异常情况，验证系统的报警功能是否准确及时。③故障识别与排查能力测试：人为制造设备故障，观察系统是否能够准确识别故障原因并提供排查建议。④远程监控功能测试：通过网络对设备进行远程监控和控制，验证系统的远程监控能力。

### 6.2 实验结果分析

根据实验结果，我们得出以下分析：

①实时监控能力：实验结果显示，物联网平台能够实时获取并显示设备的状态信息，实现了实时监控功能。②报警功能：在模拟的异常情况下，系统能够准确并及时地触发报警，保障了员工和设备的安全。③故障识别与排查能力：系统能够准确识别故障原因，并为运维人员提供了有针对性的排查建议，大大缩短了设备的维修时间。④远程监控功能：实验结果表明，系统具有良好的远程监控能力，用户可以通过网络对设备进行实时监控和控制。

### 6.3 实验结论

通过实验验证和分析，我们得出如下结论：基于物联网技术的安全光幕监控系统具有较好的实时监控、报警功能、故障识别与排查能力和远程监控功能。该系统可以有效提高工业生产的安全性和效率，降低设备的运行成本和维护成本。因此，本系统在工业生产领域具有广泛的应用前景和实用价值。本次实验验证表明，基于物联网技术的安全光幕监控系统在实际应用中表现出良好的性能和可靠性，能够满足现代工业生产的需求。

## 7 结语

论文详细介绍了基于物联网技术的安全光幕监控系统设计，通过实验验证与分析证实了系统的可行性与有效性。该系统有望在工业生产等领域发挥重要作用，提高生产安全性和效率，降低运行成本和维护成本。未来，我们将继续优化与拓展系统应用，为实现更广泛的智能化监控目标贡献力量。

### 参考文献

- [1] 张雅灵.工业机械选择安全光幕的应用要求[J].中国高新科技, 2021,88(4):114-115.
- [2] 张洪运,王学亮,韩玉环,等.高安全性智能化和面机的控制系统设计[J].化学工程与装备,2020,283(8):167-168+181.
- [3] 孟凡佳,王亚彬,王立柱.钢管横移车精确定位及安全保护方法[J].焊管,2017,40(12):44-46.
- [4] 陈杰,秦苏榛,徐寅林.光触发同步的安全光幕设计和实现[J].南京师范大学学报(工程技术版),2013,13(2):13-17.
- [5] 谭光宇,曾庆众,刘焕宇,等.粉料输送机输送带纵向撕裂综合报警制动系统[J].煤矿机械,2013,34(11):164-166.