

# 汽车座椅制造中的 Andon 系统优化

黄晨馨<sup>1</sup> 刘祖韵<sup>1</sup> 祝义鑫<sup>1</sup> 陈梦娇<sup>1</sup> 龙凯<sup>2</sup> 魏东<sup>3</sup> 杨珍珍<sup>1</sup>

1. 江汉大学; 2. 延锋(武汉)座椅有限公司; 3. 上汽通用有限公司武汉分公司

**摘要:** 汽车座椅生产中, 传统暗灯(Andon)系统仅能显示生产中的缺陷, 难以满足管理需求。通过西门子 S7-300PLC 设计缺陷收集功能并与 Andon 系统结合, 优化后改进工艺, 应用后生产线效率提升 20% 以上, 运营成本降低 20%, 次品率降低, 为智能化管理提供支撑。

**关键词:** Andon; 缺陷收集; 生产线; 系统优化

## 0 前言

Andon 系统最早由日本丰田汽车公司发明, 是现代企业生产过程中实现管理方便化、信息传递快捷化、工序过程透明化及生产可视化的信息管理工具。如今在汽车制造等行业广泛应用 Andon 系统, 可以通过智能手表和智能手机构建智能移动设备 Andon 系统来提升沟通效率。但传统的 Andon 系统也存在一定局限, 如在汽车座椅的生产线上, 它仅能够显示生产中的缺陷, 却无法记录员工信息、具体时间和修补线上产品遇到的异常情况, 这导致后期对数据进行分析时存在较大困难。针对以上问题, 我们对传统 Andon 系统进行优化, 使其集成显示、收集与记录缺陷的功能, 能有效追踪和分析生产过程中的关键数据, 更好地提高生产管理的效率和质量控制的能力。

## 1 系统总体构成

如图 1 所示, 本系统以传统 Andon 系统为主体, 使用西门子 S7-300 PLC 及 ET200 模块搭建, 其中 PLC 集成在生产网络中, OPC 使用 KEPServerEX。通过 PLC 采集修补线工位的数据, 并利用 PLC 的 FB 模块进行编程设计缺陷收集功能, 将前期采集的数据进行记录。通过无线的 I/O 系统将收集的缺陷信息实时显示在电子看板上, 并同时传送至上位机进行保存, 以便后期在后台管理系统进行查询和分析。

在实际生产中, 当修补线的员工需要其他部门的支援时, 可按下部门对应的按钮, 系统将对按下的动作即时响应, 并在电子看板上显示相关信息, 具体包含呼叫产生的时刻、线别、工位及呼叫部门, 以上

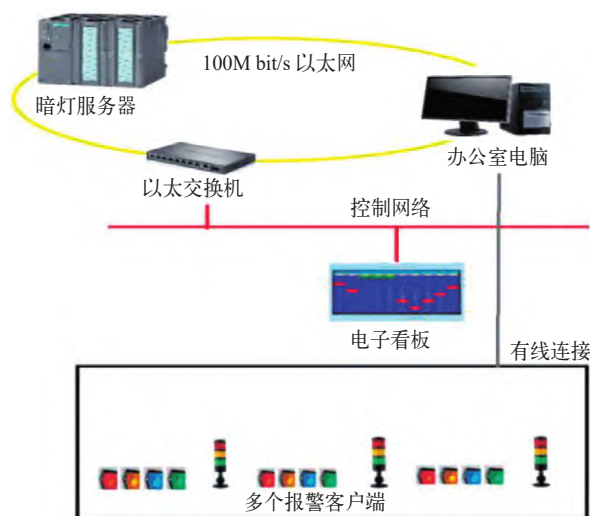


图 1 Andon 系统总体构成

全部信息也同时记录并保存在上位机中。待相关员工到达现场按下按钮响应后, 系统界面将显示部门员工已经抵达, 并记录距离异常发生的具体时间。该过程中, Andon 服务器记录的数据可在后台管理系统中实时查询, 后期可利用查询结果进行数据分析供管理参考。

## 2 系统硬件配置

本系统的硬件由现场远程 WEB 客户端、办公室远程 WEB 客户端、现场 PLC、现场 I/O 模块、工位呼叫按钮、工位呼叫指示灯、LED 显示器及看板等构成。

## 3 系统软件配置

本系统的软件由后台管理软件、上位机软件、PLC 程序和 OPC 软件四部分构成。

### 3.1 后台管理软件

由于修补线上每个工位修补的产品类型和操作人员不同，因此需要对每个工位的产品按钮所代表的产品以及每个工位的员工进行定义。通过后台管理软件将员工和产品名称信息全部存储在数据库表中，以便对系统进行相应的配置，完成对产线的按钮和员工的定义。工作人员可以通过工号和密码登录后台管理软件进行实时查询。

### 3.2 PLC 程序和上位机软件

PLC 在系统中主要收集每个工位传过来的开关量信号并进行处理，利用灯状态的变化来指示系统的状态。上位机在系统中主要负责收集 PLC 传递过来的各种信号，并对信号进行处理后，将结果进行存储和显示。员工在按下产品按钮和缺陷按钮后，上位机系统会自动记录此缺陷，并在数据库中保存。

### 3.3 OPC 软件的配置

本文所涉及的 OPC 软件 KEPServerEX6.1 用于向所有应用程序提供单一来源的工业自动化数据。应用该软件添加通道及相应设备，并通过输入地址及数据类型来新建变量，从而将现场按钮对应的信息与 PLC 相连。

## 4 具体交互流程

### 4.1 缺陷收集交互流程

对每个产品缺陷进行编号定义，在数据库表中定义每个工位的员工及每个按钮代表的产品。PLC 中定义一个 FB 块用来实现按钮的逻辑，在 FB 的块接口区域中可以定义多种接口类型。

在 FB 块里面定义变量 SAT49、SAT54 用来存放产品缺陷代码，SAT50 用来存放产品代码，IN28 变量用来存放线别（1,2）代码，IN20 变量用来存放工位号码，SAT51 为按钮结束标志位，为 1 表示按钮已经按完毕。SAT52 为复位标志位。

PLC 和上位机的交互流程如下：

缺陷收集交互流程见表 1。当操作人员发现产品缺陷时，若只有一个缺陷时，按下第一个缺陷按钮，此时 PLC 的 STAT49 变量置 1；若有两个缺陷时，先按下第一个缺陷按钮，再按下第二个缺陷按钮，此时 PLC 的 STAT54 变量置 2。员工按完缺陷按钮后，接着按下第一个产品按钮，此时 PLC 的 STAT50 变量置 1，等待 3 s，确认是否按取消按钮。若按下按钮，则清除 STAT54、STAT49 和 STAT50 中的值，等待下次输入缺陷。若 3 s

表 1 缺陷收集交互流程

| 流程 | 操作          | PLC                                                        | 上位机程序                                                                  |
|----|-------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 按下第 1 个缺陷按钮 |                                                            |                                                                        |
| 2  |             | STAT49 变量置 1                                               |                                                                        |
| 3  | 按下第 2 个缺陷按钮 |                                                            |                                                                        |
| 4  |             | STAT54 变量置 2                                               |                                                                        |
| 5  | 按下第 1 个产品按钮 |                                                            |                                                                        |
| 6  |             | STAT50 变量置 1                                               |                                                                        |
| 7  |             | 等待 3 s，确认是否按取消按钮。若按下，则清除 STAT54、STAT49、STAT50 中的值，等待下次输入缺陷 |                                                                        |
| 8  |             | 3 s 内如果没有按下取消键，STAT51 变量置 1                                |                                                                        |
| 9  |             |                                                            | 读取缺陷存储变量 STAT49、STAT54 变量中的值，读取产品变量 STAT50 中的值，读取线别 IN28 变量，工位 IN20 变量 |
| 10 |             |                                                            | 根据变量 STAT49、STAT54 判断缺陷分类，根据 STAT50、IN28、IN20 中的值判断产品类型                |
| 11 |             |                                                            | 根据线别和工位判断人员                                                            |
| 12 |             |                                                            | 界面显示存储结果，将缺陷记录到数据库中                                                    |
| 13 |             |                                                            | 将 STAT52 变量置 1                                                         |
| 14 |             | 复位 STAT49、STAT54、STAT50、STAT51 变量，将 STAT52 变量置 0，准备下一次记录   |                                                                        |

备注：本次流程是以按下第 1、2 个缺陷按钮，按下第 1 个产品按钮时的交互流程。

内如果没有按下取消键，则 STAT51 变量置 1。此时上位机读取缺陷存储变量 STAT49、STAT54 变量中的值，读取产品变量 STAT50 中的值，读取线别 IN28 变量，工位 IN20 变量。根据变量 STAT49、STAT54 判断缺陷分类，根据 STAT50、IN28、IN20 中的值判断产品类型，根据线别和工位判断员工，后台管理界面显示存储结果，将缺陷记录到数据库中，完成缺陷系统中上位机软件和 PLC 程序的交互流程。

4.2 Andon 系统交互流程

首先对工厂各部门进行编号，5 个部门分别编为 1 ~ 5 号。在数据库表中定义每个工位的员工。

创建 FB 块，定义 STAT21 变量用于存储按钮按压次数，STAT25 作为上位机防重复触发的标志位，STAT44 作为复位相关变量的标志位，当该变量值为 1 时，执行对应复位操作。

上位机和 PLC 的交互流程如下：

Andon 系统交互流程见表 2。当第一次按下第一个 Andon 按钮时，PLC 的 STAT21 变量置 1，上位机程序读取部门代码、工位代码和生产线代码，根据相应代码判断出工位员工，电子看板界面显示“× 号线 OP×× 工位要 ×× 部门支援”，并把工位号、线别、时刻和部门记录进数据库，形成 1 条记录。待工作人员抵达后，按下第二个按钮，这时 PLC 的 STAT21 变

量置 2，这时上位机程序根据工位号、线别及部门查询出上次按按钮的时刻，计算出两次按按钮的时间间隔，然后把第二次按按钮的时刻和两次的时间间隔录入到上条记录中，形成 1 条完整的响应记录。这时电子大屏在界面上显示“× 号线 OP×× 工位 ×× 部门员工已经抵达，距离异常发生已经有 × 分钟”，此时上位机将 STAT44 变量值 1，STAT21 置 0 以后 STAT44 置 0，完成 Andon 系统交互流程。

5 案例及实效

经过在汽车座椅生产线上的实际应用，优化后的 Andon 系统与西门子 S7 - 300 PLC 结合的方案取得了显著成效。生产线的整体效率得到了大幅提升，由于能够快速定位并解决生产过程中的问题，生产停滞时间明显缩短。以延锋武汉汽车座椅生产线为例，应用优化的 Andon 系统后，生产线效率提升，运营成本降低，具体见表 3。

该系统的应用不仅提高了产品质量，减少了因次品产生的成本浪费，还增强了企业在市场中的竞争力，为企业带来了显著的经济效益和社会效益，为汽车座椅生产的智能化管理提供了坚实支撑。

6 结语

在当前汽车制造业的高速发展阶段，数字化和智

表 2 Andon 系统交互流程

| 流程 | 操作                    | PLC                              | 上位机程序                                                    |
|----|-----------------------|----------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1  | 第 1 次按下第 1 个 ANDON 按钮 |                                  |                                                          |
| 2  |                       | STAT21 变量置 1                     |                                                          |
| 3  |                       |                                  | 读取 IN1 部门代码，读取 IN5 工位代码，读取 IN7 生产线代码                     |
| 4  |                       |                                  | 根据部门代码、工位代码和生产线代码判断出工位人员                                 |
| 5  |                       |                                  | 界面显示“× 号线 OP×× 工位 要 ×× 部门支援”，并把工位号、线别、时刻、部门记录进数据库，形成数条记录 |
| 6  | 人员抵达，再次按下第 1 个按钮      |                                  |                                                          |
| 7  |                       | STAT21 变量置 2                     |                                                          |
| 8  |                       |                                  | 根据工位号、线别、部门查询出上次按按钮的时刻，计算出两次按按钮的时间间隔                     |
| 9  |                       |                                  | 把第二次按按钮的时刻和两次的时间间隔录入到上条记录中，形成 1 条完整的响应记录                 |
| 10 |                       |                                  | 在界面上显示“× 号线 OP×× 工位 ×× 部门人员已经抵达，距离异常发生已经有 × 分钟”          |
| 11 |                       |                                  | STAT44 变量值 1                                             |
| 12 |                       | STAT21 置 0 以后 STAT44 置 0，等待下次按按钮 |                                                          |

备注：本次流程是以按下第 1 个按钮为例

表 3 汽车座椅生产线优化成效指标

|      |                             |                                                                         |
|------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| 综合指标 | 运营成本降低 20% 以上               | 直接操作员工由 508 人 / 班减少至 401 人 / 班，降低运营成本 21.1%                             |
|      | 生产效率提高 20% 以上               | 模具换模响应时间由 10 min 提升至 7 min；模具换模效率提高 30%                                 |
|      |                             | 焊接节拍由平均 4s/ 点，提升至平均 3s/ 点。效率提高 25%                                      |
|      | 产品不良率降低                     | 建设后的座椅总成 DTS(间隙、断差)合格率为 80%，提升至 95%，即不合格率 20% 降低至 5%                    |
| 技术指标 | 生产节拍提高 20% 以上，实现多种座椅型号的柔性生产 | 全自动生产线实施前的生产节拍：25 套 /h；全自动制造生产线实施后的生产节拍：35 套 /h                         |
|      | 产品个性化配置率达到 10%              | 柔性生产后，座椅总成配置新增配置 12 项，颜色 3 种，快速的故障响应和问题处理指引，使得个性化配置制造效率提升，混线排产比例上升达 10% |

能化技术的应用日益增加，极大地推动了生产效率的提升。本文利用西门子 S7-300 PLC 搭配 ET200 模块构建的 Andon 系统，能够精确地记录并储存生产线上出现的故障、缺陷以及关键时间等信息，以供后期检索和分析，从而实现对修补线工序的验证和改进。优化后的 Andon 系统已在制造企业的汽车座椅生产线中运行，结果表明此系统不仅显著降低了生产线上的事故发生率，同时优化了生产流程，生产线效率提升 20% 以上，运营成本降低 20%，产品合格率也从 80% 提升到 95%。

参考文献

[1] 张凌峰. Andon 系统在涂装车间的应用 [J]. 现代涂料与涂装, 2019, 22(12): 41-43, 46.

[2] 李瑞, 雷汝海, 王涛. Andon 系统在现场物流中的分析与应用 [J]. 工业工程, 2009, 12(2): 119-121.

[3] 齐佳龙, 王雪松, 牟成. Andon 系统在军用机场信息化飞行保障中的应用 [J]. 指挥信息系统与技术, 2022(13): 27-28.

[4] 董洪鹏, 魏磊, 李楠. 智能移动设备在汽车制造 ANDON 系统中的应用 [J]. 汽车工艺与材料, 2020(1): 71-72.

[5] 杨茂. Andon 系统在汽车零部件工厂的开发与实施 [J]. 信息技术与信息化, 2020(6): 84-87.

[6] 李元勋, 温雪媛, 林前程. Andon 系统架构及应用 [J]. 装备制造技术, 2015(7): 170-172.

[7] 石能光, 邓雄章. 无线 I/O 技术在整车总装车间暗灯系统的研究应用 [J]. 汽车制造业, 2021(10): 50-53.