

引用格式:赵文澜,赵小勇,王芸,等. 航天伺服企业安全风险在线监测系统构建研究[J]. 安全,2021,42(S1):23-27.

## 航天伺服企业安全风险在线监测系统构建研究

赵文澜工程师 赵小勇工程师 王芸高级工程师 朱俊  
(北京精密机电控制设备研究所,北京 100076)

**【摘要】**为解决航天伺服机构制造企业机械加工、表面处理和零部件装配等工艺危险点位分散,风险种类多样,传统安全风险预警技术难以实现全天候的监测报警的问题,文章提出构建基于物联网的安全生产在线监测系统,通过现场实时数据采集、传输和处理,能有效弥补传统安全风险预警技术的缺陷,并以国内某航天伺服机构专业研究单位为例,开展重点部位危险性分析,识别搭建安全监测系统的监测指标参数,编制系统建设框架,为安全监测系统的建设奠定基础。

**【关键词】**物联网;危险性分析;安全监测系统

中图分类号:X913

文献标识码:A

文章编号:1002-3631(2021)S1-0023-05

## Research on Constructing Online Risk Monitoring System for Aerospace Servo Enterprise

ZHAO Wenlan ZHAO Xiaoyong WANG Yun ZHU Jun

(Beijing Precision Electromechanical Control Equipment Research Institute, Beijing 100076, China)

**Abstract:** Because the risks are scattered positions and several kinds in processes, such as machining, surface treatment and components assembly, in aerospace servo manufacture enterprises, the traditional risk early warning technologies are hard to realize the monitor and alarm round-the-clock. In order to solve those problems, in this paper, an online safety production monitor was put forward based on the Internet of Things. The defects in the traditional risk early warning technologies can be made up through the collection, transmission and processing of real-time data on the scene. A domestic aerospace servo institute was taken as an example to carry out the risk analysis, recognize and establish the monitor index parameters of safety monitor system, and set up the frame of the system construction, so as to lay a basis for the construction of the safety monitor system.

**Keywords:** internet of things; risk analysis; safety monitoring system

## 0 引言

某企业是以航天伺服机构产品研发为主业的

专业研究院,集研发、设计、试验、生产为一体,风险因素多样,涉及深冷处理、电镀、喷浸漆等工艺,安全风险较高。传统的安全检查制度可能存在检查

作者简介:赵文澜(1977-),女,硕士,工程师,主要从事安全管理工作。E-mail:107227887@qq.com

赵小勇(1994-),男,硕士,工程师,主要从事安全管理工作。E-mail:13141035833@163.com

DOI:10.19737/j.cnki.issn1002-3631.2021.S1.006

记录不完善、监测时段覆盖不全面、预警报警不及时等缺陷。因此本文结合企业实际,通过安全风险评价发现企业危险点位,针对风险较高的危险点位分别制定数据采集及监控方案,利用物联网大数据分析技术,对企业重点危险点位进行实时数据采集和监测预警,实现对危险点位信息远程在线实时监测、分析与控制。通过发现、识别、预防危险点位风险因素,防止发生重大事故,达到科技增安,提高企业安全管理水平的目的。

1 重点部位危险性分析

1.1 重点部位确定

辨识企业安全风险重点部位,将企业作业场所按照功能或生产工艺划分为单个危险点位,对各点位人员不安全行为、设备设施的不安全状态、环境因素和管理因素缺陷进行全面分析,运用作业条件危险性分析法,对危险点位进行风险评估分级。本研究选取了风险较高的 6 个点位开展安全生产在线监测系统建设研究,见表 1。

表 1 某企业的安全风险重点部位  
Tab. 1 The key risk sites in an enterprise

序号	危险点位	主要事故类型
1	电镀车间	中毒
2	变电室	触电、火灾
3	锅炉房	火灾、爆炸
4	喷漆间	中毒、窒息
5	氮气储罐	爆炸
6	液氨储存区	中毒、窒息、火灾、爆炸

1.2 风险分析

(1)电镀车间。电镀操作过程中,槽液内会挥发出氰化氢等有毒气体,人员吸入过量容易引发中毒事件。人员操作过程中不按规定配备劳保用品,一旦发生槽液喷溅,与人员裸露的皮肤或眼睛接触,也可能引发中毒。

(2)变电室。高低压配电室(含电缆夹层)环境温度过高或者短时间内温度上升过快,引起电气设备或者电缆绝缘老化,环境湿度过大,造成电气设备绝缘性降低,均可出现短路起火,造成人员伤亡。开关柜内部发生短路拉弧,造成开关柜爆炸起火,造成人员伤亡。

(3)锅炉房。供暖季锅炉本体及工艺重点参数

异常,对锅炉运行产生影响。

(4)喷漆间。设备工作时会挥发出有害气体,有害气体浓度超标,或通风设备的运行及应急控制存在缺陷时,容易造成操作人员中毒事件。

(5)氮气储罐区。氮气储罐为压力容器,储气罐压力超高,容易造成爆炸或者泄露,储气罐压力过低,可能影响生产运行,同时储罐区域需要封闭管理,非操作人员严禁进入储罐区。

(6)液氨储存区。液氨储存和使用过程中,因设备故障或者环境因素造成的事故无法及时发现并采取应急措施,导致氨气泄漏,可能造成周边人员中毒。

2 在线监测需求分析

依据上文风险分析,根据安全监测预警的需求,明确各危险点位的监测参数,见表 2。

表 2 监测参数汇总表  
Tab. 2 The summary of monitoring parameters

位置	监测内容	安全需求
电镀车间	排风系统状态	监测排风系统的状态和报警,实现在屋外本地控制和手机端远程控制
	有害气体浓度	监测有毒有害气体浓度,超标报警
变电室	环境温度湿度监测	监测高低压配电室温度、湿度数据及报警
	电缆沟温湿度监测	监测电缆夹层内温度、湿度数据及报警
	低压间内实时影像	实时监测低压室内 2 路和电缆夹层 1 路视频图像
	高压间内实时影像	实时监测高压室内 2 路和电缆夹层 1 路视频图像
	配电柜电压	监测电压异常、分析数据及报警
	配电柜电流	监测电流异常、分析数据和报警
	配电柜有功功率	监测有功功率异常、分析数据及报警
	配电柜无功功率	监测无功功率异常、分析数据及报警
	配电柜功率因数	监测功率因数数据和报警
	配电柜设备状态	监测综合设备状态数据及报警
	开关柜电缆接头温度	检测 18 面低压柜内各相电缆接头温度
	直流屏间内实时影像	实时监测直流屏间 2 路视频图像

续表		
位置	监测内容	安全需求
锅炉	锅炉和工艺管路的重要参数	设备监控时间和地点受限,实现 24h 的实时检测和报警自动推送
喷漆车间	气体浓度监测	监测车间内部气体浓度和报警
	排风系统远程控制	监测排风系统的状态和报警
159#楼储气罐	氮气储罐压力	监测氮气储罐的压力和报警
	储罐区实时影像	监测储罐区的实时影像
液氮存储和热处理加工间	氮气浓度检测	监测氮气浓度和报警
	储存区及热处理加工间实时影像	监测储存区及热处理加工间的实时影像

3 系统搭建

结合企业危险点位分布及涉及情况,利用物联网采集网关从现场危险点位设备的已有控制系统、监控操作软件及现场传感器获取设备及工况环境的实时参数,采集网关借助 4G 通讯链路,将采集的数据统一上传到监控系统服务器中,终端用户可以通过手机端 APP 和互联网 PC 端实现对各危险点位重要危险源状态及工况环境的实时监测。终端用户可以利用手机端,对各监测点进行实时非密数据和历史数据的调取、查看以及短信报警提醒,系统架构如图 1。同时后台可进行数据统计分析,定期发布生产安全运行报告,指导安全生产运行工作。

监控系统平台的逻辑架构由 4 部分组成(如图 2),自下而上分别为:基础设施层、技术支撑层、应用服务层、综合展现层。

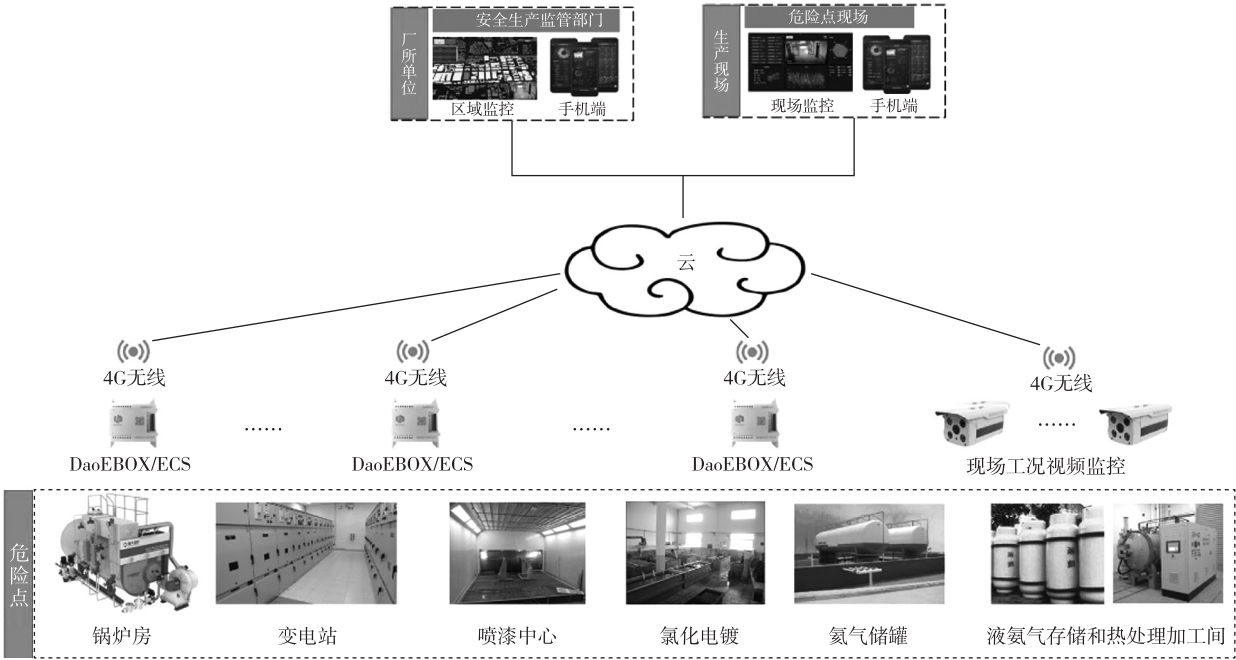


图 1 系统架构图

Fig. 1 System architecture diagram

(1)基础设施层。基础设施层由边缘设备和数据中心 2 部分组成。边缘设备由传感器、采集设备和边缘计算网关构成,实现从设备接入、协议解析到边缘计算、安全传输的各项功能;数据中心整合服务器、存储和网络等基础硬件设备,采用虚拟化技术,通过云操作系统的虚拟化管理模块实现资源调度、存储管理、网络管理、系统管理以及用户管理等功能。

(2)技术支撑层。技术支撑层由物联网平台和工业智能平台共同构成。基于物联网的大数据平台,实现设备安全生产数据的采集、存储、处理和分 析,对各类设备及周边环境产生的数据提供支持;工业智能平台以工业大数据为核心,建立各类生产设备的机理模型,为服务智能化和决策科学化提供支撑。

(3)应用服务层。应用服务层是安全监控平台

的各类监管应用服务,是安全监管人员主要使用的平台功能服务,主要包括危险点位监控、预报警管理、安全隐患分析、安全事故处置、系统管理以及其他管理功能。

(4)综合展现层。可通过 PC 端、大屏显示、移动终端等多种设备,综合展现设备的安全状况、应急管理状况,实现服务与应用的便捷访问和可视化展现。

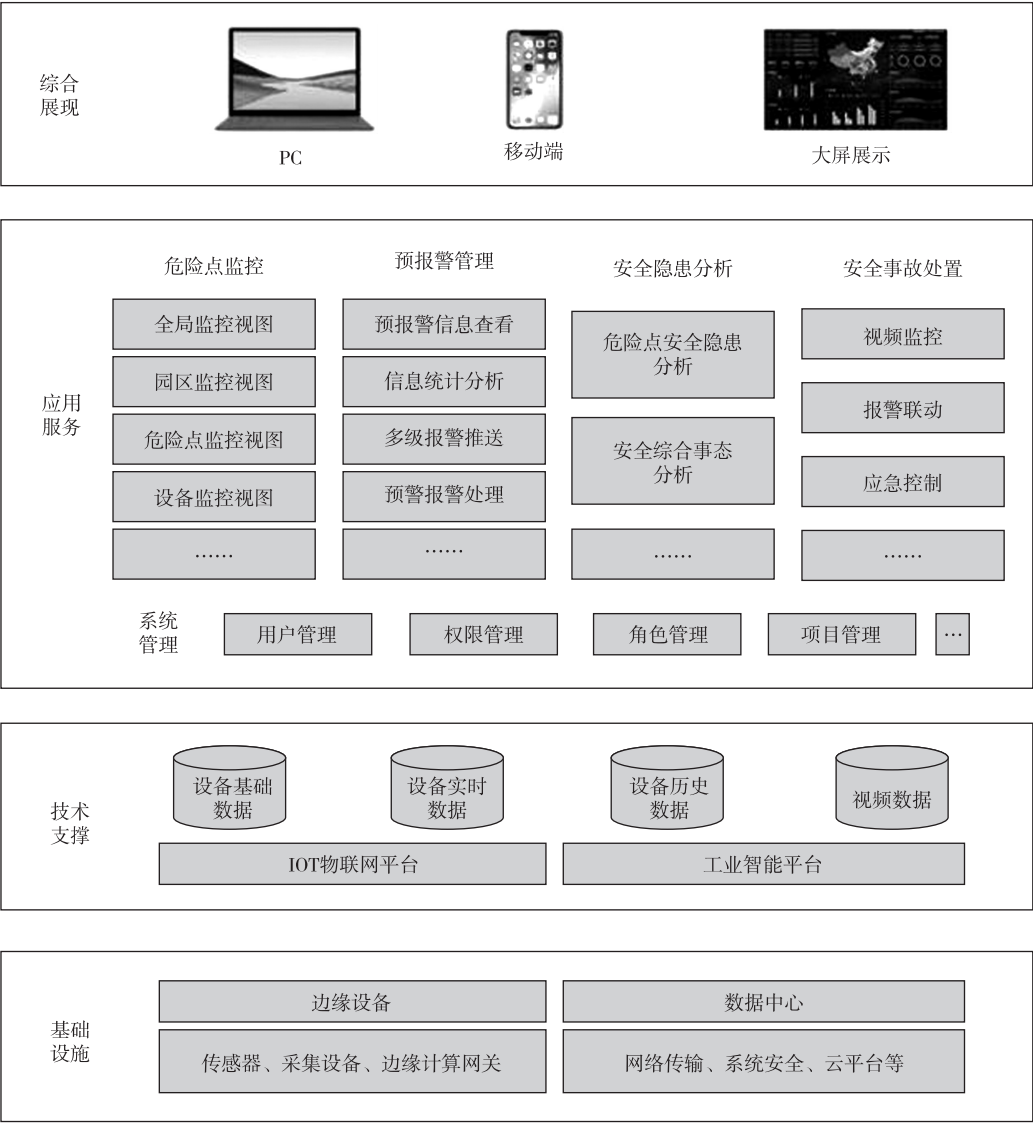


图2 平台逻辑架构图  
Fig. 2 The logical architecture diagram for the platform

## 4 系统功能设计

### 4.1 安全监测

系统运行后将设置 24h 不间断运行,安全监测由在岗期间现场监控转变为 24h 在线监控,实时监测设备的所有变量信息、选择具体变量后可以显示该变量的历史数据趋势图、查看设备的评分。企业领导、安全生产管理人员及现场作业人员均可通过手机 APP 实时查看各项检监测数据。

### 4.2 监测预报警和应急处置

监测预警由异常报警转变为事前预警 + 异常报警 + 事后分析 + 隐患识别模式。监测预警支持预先设置各种实时预报警点,通过数据采集平台实时采集各个受控设备及危险点位、环境等实时参数。当设备参数超过某一设定阈值(模拟量,如温湿度、气体浓度等),或者状态发生变化(开关量,如烟感探头开闭、电磁阀开闭、断路器开闭等),平台自动将预报警信息按照分级分类原则向相关人员



的手机推送预警信息,人员采取相应控制措施,将危险消灭在萌芽状态。

应急处置由现场处置转变为远程指挥+现场处置+应急联动,提供设备远程控制与参数设置功能(如风机的远程启停控制),生产操作人员通过此功能对生产参数进行调节(喷漆车间气体浓度和风机启停连锁的控制数值),当气体浓度超过设定的控制数值时,系统可以连锁启动风机,无需人员干预,从而避免安全事故发生,同时保障生产运行。

上报流程由逐级上报转变为移动端实时推送。建立多级报警机制:预警(班组相关人员)通过微信信息推送,通知到绑定的手机;一般报警(车间相关人员):通过微信信息推送,通知绑定的手机;严重报警(所级相关人员):通过微信信息推送,通知绑定的多个手机,进入紧急报警应急状态。上述报警均支持电话语音提醒功能。

#### 4.3 安全风险分析和评价

安全风险分析和评价由“用措施说话”转变为“用数据说话”,通过大批量的数据采集,可以实现客观的安全评价。

系统提供对危险点位设备的所有监控参数、历史数据展示功能,结合数据可视化图表(线状图、柱形图等)方式进行呈现,方便操作人员与安全管理人员查看设备运行历史轨迹,当设备发生异常或故障时,操作人员与安全管理人員可以进行故障回溯查找问题,为故障修复或事故处置提供有力的数据

支撑。

根据危险点位运行情况从多个维度评价危险点位的安全指数,安全指数为各维度平均分,得分越高安全程度越高。主要评价维度如下:

(1)安全性:根据整个项目的报警数量和严重性对项目的安全性进行评分。

(2)维护性:根据设备运维计划超期数量、计量检定计划超期数量对整个项目的维护性进行评分。

(3)可靠性:自动计算设备故障的时间,如果设备故障长时间得不到维修,则会影响系统可靠性。

(4)规范性:判断用户操作是否合规,是否存在危险行为。例如,通过放空阀状态结合压力变化识别加注过程中放空阀未关闭的违规操作。

(5)防护度:根据预警、报警持续时间,预警的报警转化率等指标评价现场操作人员、管理人员的应急响应能力。

## 5 结论

基于物联网、大数据分析技术的企业安全风险点位监控系统,综合生产现场安全风险防控和应急管理的实际需求,对风险点位的设备、环境、管理等方面的影响因素进行系统规划,实现风险点位信息数据远程在线实时监测,及时准确发布预报警信息和远程控制,防止重大事故发生。同时通过数据的记录和二次提炼分析,定期输出预测性结果,为安全管理决策提供可靠信息依据,提升企业安全保障。

## 欢迎订阅《安全》杂志

《安全》杂志(国内统一连续出版物号:CN11-2411/X,国际标准连续出版物号:ISSN1002-3631)是由北京市科学技术研究院城市安全与环境科学研究所(北京市劳动保护科学研究所)和中国职业安全健康协会主办,以城市公共安全为报导方向的科技期刊。杂志读者为政府、企业、高等院校、科研院所等企事业单位中从事安全科学工作的科研和管理人员。

本刊为中国期刊全文数据库全文收录期刊、中国学术期刊综合评价数据库统计源期刊、“万方数据-数字化期刊群”全文上网期刊、《中国核心期刊(遴选)数据库》收录期刊。

邮发代号:82-976

全年12期:每期15元 共180元

联系人:侯栓燕

电话/传真:010-63524191

电子邮箱:safety@bmlp.com