

团 体 标 准

T/COSHA ××××—2024

流程行业智能工厂安全风险感传数字基础设施布设技术规程

Standard for the deployment of safety risk sensing and transmission digital
infrastructure in intelligent factories of process industry

（征求意见稿）

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国职业安全健康协会 发 布

目 次

前 言 II

引 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 基本规定 2

5 感知装置选型与技术性能 2

6 传输装置组网与布设 3

7 数字基础设施安装与验收 5

8 数字基础设施维护管理 6

附 录 A （规范性） 安全风险评价流程 7

附 录 B （规范性） 典型工艺安全风险因素及传感器布设 9

附 录 C （规范性） 安全风险感传数字基础设施安装验收表格 13

流程行业智能工厂安全风险感传数字基础设施布设技术规程

1 范围

本文件规定了流程行业智能工厂安全风险管理流程、监测参数选取、感知装置选型与布设、传输装置组网与布设、数字基础设施管理等方面的基本要求。

本文件适用于流程行业智能工厂安全设施的设计方、施工布设方、用户以及评估机构等进行数字基础设施的规划、设计、布设与运营维护等阶段。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 37693 信息技术基于感知设备的工业设备点检管理系统总体架构

GB/T 38129 智能工厂安全控制要求

GB 50311 综合布线工程设计规范

3 术语和定义

GB/T 38129、GB/T 37693 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

流程行业 Process industry

按照严格的工艺或工序流程开展生产活动的行业。

3.2

智能工厂 Intelligent factory

在数字化工厂的基础上，利用物联网技术和监控技术加强信息管理和服务，提高生产过程可控性，同时集智能手段和智能系统与一体的工厂。

[来源：GB/T 38129—2019，3.1.1]

3.3

安全风险 Safety risk

可能诱发安全事故，导致人员伤亡和财产损失的事件或因素。

3.4

安全风险感知装置 Safety risk sensing device

对生产过程中设备、环境、行为等相关安全风险，能够获取对象信息的传感器、图像监测等数据采集装置。

[来源：GB/T 37693—2019，3.2]

3.5

安全风险传输装置 Safety risk transmission device

对生产过程中设备、环境、行为等相关安全风险，能够发送和接收对象信息的无线通信、有线网络等数据传输装置。

3.6

安全风险感传数字基础设施 Safety risk sensing and transmission digital infrastructure

对生产过程中设备、环境、行为等相关的安全风险数据，进行感知和传输的传感器、图像监测、有线网络、无线通信等硬件装置及软件系统的总称。

4 基本规定

- 4.1 安全风险感传数字基础设施布设应依据通过评审的安全风险监控技术方案进行。
- 4.2 安全风险感传数字基础设施布设应遵循先调试后安装再联调原则。布设前应进行感知、传输、云平台等设施的调试。布设完成后应进行现场联调联试，并填写验收表。
- 4.3 安全风险感知装置、传输装置安装时应遵循定位清理、感知参数状态调整、绑扎固定、联合调试、防护等次序进行。
- 4.4 智能传感器模块天线与数据传输模块天线间的传输路径应同时布设。
- 4.5 智能传感器、敏感元件、数据采集传输模块应标识清晰。
- 4.6 安全风险感传数字基础设施布设应便于检查维护、更换。
- 4.7 安全风险感传数字基础设施应具备数据感知、数据传输和数据存储等功能：
 - a) 数据感知通过传感器、图像监测等装置进行；
 - b) 数据传输通过无线、有线等通信组网完成；
 - c) 数据存储通过硬盘、录像机、云平台、信息平台系统等完成。
- 4.8 安全风险评价确定级别、按级别确定应对措施的流程参见附录 A。

5 感知装置选型与技术性能

5.1 一般要求

- 5.1.1 应根据生产工艺需求和实际应用条件，选取安全风险感知装置。
- 5.1.2 安全风险感知装置应具备与工序相应的实时采集数据的能力。
- 5.1.3 安全风险感知装置的量程、分辨率、稳定性等参数应满足流程行业生产环境下正常使用的需要。
- 5.1.4 安全风险感知装置应具备监测数据实时显示、趋势报警、超限报警等功能。安全管理人员发现警情后应及时启动应急预案。

5.2 感知装置选取

- 5.2.1 安全风险感知装置的选取应结合安全风险参数的表征特点。
- 5.2.2 传感器感受被量测物理量，并按照规律转换成可用输出信号。
- 5.2.3 安全风险参数值变动速度快、可能突变、不易目测的，宜采用传感器量测，主要包括：
 - a) 构件连接、倾角、应变等设备安全风险因素；
 - b) 位移、速度、转速、气压、水温、流量、压力等物质流或能量流安全风险因素；
 - c) 气温、风速、煤气浓度、有害气体浓度等环境安全风险因素；
 - d) 危险区域入侵等行为安全风险因素。
- 5.2.4 安全风险参数值变动速度慢、较为稳定、易于目测的，宜采用图像监测装置量测，主要包括：

- a) 轨迹、姿态、间距等设备安全风险因素；
- b) 火光、烟雾、临边防护、洞口遮盖等环境安全风险因素；
- c) 安全防护、行动轨迹、作业动作等行为安全风险因素。

5.2.5 传感器与图像监测方式可配合使用。安全风险级别较高，感知实时性要求也高的，宜优先采用传感器量测。常见安全风险参数、监测对象、监测方式、取值标准可按表 1 确定。

表 1 安全风险参数及其感知取值规则

安全风险参数	监测对象	监测方式	参数取值
构件连接	设备	逻辑量传感器	1（正常），0（异常）
倾角	设备	倾角传感器	X、Y、Z 三轴角度
应变	设备	应变传感器	微应变值，单位 $\mu\epsilon$
振动	设备	加速度传感器	位移值，单位 m/s^2
速度	物质流能量流	速度传感器	加速度值，单位 m/s
转速	物质流能量流	转速传感器	转速值，单位 r/min
气压	物质流能量流	气压传感器	气压值，单位 MPa
水温	物质流能量流	温度传感器	温度值，单位 $^{\circ}C$
气温	环境	温度传感器	温度值，单位 $^{\circ}C$
风速	环境	风速传感器	速度值，单位 m/s
煤气浓度	环境	气敏传感器	浓度值，单位 ppm
有害气体浓度	环境	气敏传感器	浓度值，单位 ppm
危险区域入侵	行为	传感器；图像监测	1（入侵），0（无入侵）

5.2.6 安全风险感知的频率应根据风险参数级别、管控需求、装置功能而确定。风险参数级别高、管控需求严，应提高感知装置功能、加快数据采集频率。

5.3.7 流程行业智能工厂应依据作业空间环境、设备整体安全和流程生产环节等，选取安全风险感知装置。典型工艺安全因素及其感知装置参见附录 B。

5.3 感知装置技术性能

5.3.1 传感器采集数据的分辨率不应大于量程的 1%。数据应具有稳定性，在设定区间数据平均值基础上波动幅度超过 20%的异常数据比例不应超过总数据量的 1%。

5.3.2 监测对象处于正常使用状态时，监测参数值宜为传感器量程的 30%~80%。监测对象处于最大工作负荷时，监测参数值不应超过传感器量程。

5.3.3 传感器应具有良好的稳定性和抗环境干扰能力。

5.3.4 传感器应具有经济性、适用性和耐久性。使用寿命不应低于 2 年，且便于维护和更换。

5.3.5 智能传感器应通过嵌入式开发，具备数据分析和前端预警功能，并以声、光等形式独立发出预警信号。

5.3.6 图像监测装置应具备低照度环境捕影、光圈自动调节、手动聚焦和自动聚焦等功能。自动聚焦后捕影图像分辨率和清晰度应符合监测要求。

5.3.7 图像监测装置应能够水平及垂直运动，具备图像数据存储能力。应确保连续全范围监控。

5.3.8 智能传感器和图像监测装置应具有良好的稳定性和抗环境干扰能力，应能够在高温、多尘、潮湿的条件下正常工作。

6 传输装置组网与技术性能

6.1 一般要求

6.1.1 安全风险监测数据传输方式的选取和设计应综合考虑下列条件：

- a) 生产场地周边的无线通信环境；
- b) 生产场地已有的有线网络条件；
- c) 生产场地的平面布置图；
- d) 主要生产设备及工艺流程；
- e) 监测方案，包括测点设置与传感器布设方式、传感器选型及数据类型、传感器数据量；
- f) 软硬件成本和数据传输的可靠性，等。

6.1.2 流程行业智能工厂生产的安全风险监测数据传输采用无线结合有线的方式。

6.1.3 生产区域进行单点传感器数据传输，宜采用无线方式进行传输。

6.1.4 生产区域进行单点图像监测数据传输，单次传输数据量小于 10Mb 和传输频率低于 1Hz，可优先采用无线方式进行传输。该传输数据量和频率要求可随无线通信技术升级而调整。

6.1.5 安全风险监测数据传输装置应具备冗余及备份机制，应具备线路替代、故障修复等机制。

6.2 传输装置组网架构

6.2.1 无线通信网络不经由导体或线缆进行数据或信号的远距离传输。安全风险数据场内传输宜采用无线传输，场外传输的宜采用 4G/5G 网络。

6.2.2 4G/5G 无线数据传输组网宜采用星形拓扑结构，并包括以下组件：

- a) 传感器或图像监测装置为簇节点，用于感知安全风险数据；
- b) 4G/5G 信号收发装置为簇头节点，用于中继和转发安全风险数据；
- c) 4G/5G 路由器为汇聚节点，用于汇聚和传输安全风险数据；
- d) 无线 AP 节点为信号增强节点，用于增强无线通信信号。

6.2.3 安全风险数据传输的有线通信应采用独立的、专门的局域网，包括网关、云平台、防火墙等。

6.2.4 局域网宜采用光纤传输方式和工业级设备，应支持多重网络拓扑结构和冗余方式。

6.2.5 局域网核心层应配置不少于 2 台交换机，并互为热备。交换机应符合 IEEE802.3 协议，具备以太网端口，支持全双工/半双工，配有工业现场总线、RS-485、RS-232 等数据接口，具备掉电保护、流量控制、自诊断和故障提示等功能。

6.2.6 安全风险监测数据传输主干网络的传输速率应符合安全生产监测的需要。网络故障重构自愈时间不应大于 300ms。

6.2.7 流程行业生产安全风险监测数据传输组网应与工厂信息管理网络联网。同时应具有实现两个网络物理隔离的安全防护措施。

6.3 传输装置技术性能

6.3.1 传感器或图像监测装置作为数据传输的簇节点，应采用现场总线技术进行连接，应具备多参数扩展监测的能力。

6.3.2 4G/5G 信号收发装置应具有切换多个监测场景、定向接收监测数据、向后转发监测数据等功能。

6.3.3 4G/5G 路由器应支持 VPN 协议和端口映射，具有防攻击、防病毒、访问控制、上网行为管理等功能。

6.3.4 无线 AP 节点应布设在距离较远的 4G/5G 信号收发装置与路由器之间，实现无线通信信号放大和数据传递功能。

6.3.5 网关应接收 4G/5G 信号收发装置或路由器发送的数据，转换无线、有线数据传输协议，并将监测数据传输至局域网。应具备网络管理能力，支持本地或远程管理、维护其所连接的感知设备。

6.3.6 云平台应具备基于软硬件资源的服务，在接收到经由路由器、网关汇聚的安全风险监测数据后，

对数据进行计算、存储与处理的能力。

6.3.7 防火墙应用于监测系统功能稳定和信息安全。防火墙应具备防网络层攻击、端口扫描等功能，应支持多链路接入、安全管理接入、接入控制列表、集中式认证等功能。

7 数字基础设施安装调试

7.1 一般要求

7.1.1 安全风险感传数字基础设施安装时应结合生产作业场地条件，且不得干扰生产设备的运行和生产作业活动的开展。

7.1.2 安装应由专业技术人员实施，安装前应进行专门的培训，安装后应即时进行调试、检查和验收。检查验收要求参见附录 C。

7.1.3 安装应采用粘结和绑扎等方式，将感知装置附着于牢固、稳定的永久设备设施上或专用线杆。

7.1.4 安装应避开高温、灼烫、潮湿、振动部位，不能避开的应采取隔离保护措施。

7.1.5 安装质量指标包括安装平整度、粘结牢固性、安装方位、角度等。

7.1.6 宜配备独立电源供电和备用供电设施。对交流电源应做换流和变压处理。备用电源的备用时间不应小于 2h。

7.1.7 安装时线路敷设应符合 GB 50311 的要求。线路应穿管布设，且尽可能避开常规的生产作业。高温环境应采用隔热绝热型电缆线，腐蚀性环境应采用防腐蚀电缆线。布线每隔 1 米应设固定卡。

7.1.8 安装电源、线路时注意正负极、电压等的正确性，避免发生短路以致安全风险感知装置损毁。

7.1.9 安装后应设置必要的说明标签或警示标志，载明装置类型、作用、注意事项，避免工人生产过程中碰撞或损坏。

7.2 感知装置安装

7.2.1 感知装置安装前应进行封装，形成具有独立功能的数据感知模块。封装外壳应耐高温、耐潮湿、抗撞击、抗振动、防粉尘，内部组件间应通过焊接。

7.2.2 应变传感器应安装于厂房或设备结构的基础底座、支撑构件、连接构件等应力集中点。

7.2.3 倾角传感器应安装于厂房或设备结构的顶部、侧面等可能产生倾斜的部位。

7.2.4 逻辑量传感器应安装于设备结构的构件连接、罐体开关、管道阀门等需监测连接或启闭状态的部位。

7.2.5 位移传感器、加速度传感器应安装于经常移动或振动的回转装置、投料装置、反应装置等部位。

7.2.6 温度传感器应安装于设备表面、设备内腔、管道内腔等温度变化显著的部位，应依据现场条件选取感应式或探针式。

7.2.7 流量传感器应安装于需控制冷却水输入、液体原料输入、液体产品输出等流量的管道出入口、阀门等部位。

7.2.8 压力传感器应安装于需要控制气压、液压的反应釜、罐体、管道等设备内腔。

7.2.9 风速传感器应安装于生产现场较为开阔或设备运行对于风速较为敏感的部位。

7.2.10 气敏传感器应安装于生产现场设备、罐区、仓库等可能出现煤气泄露、粉尘、烟气、气溶胶等有害物质排放等的部位。

7.2.11 图像监测装置宜安装在生产现场的作业面、设备、料场、出入口、天车等重点部位，监测范围应无盲区。

7.2.12 图像监测装置包括固定式枪机、匀速球机、录像机、云台等。对需要监控的固定场景，如设备、出入口等，宜安装固定式枪机；对需要监控的大范围场景，如作业面、料场等，宜安装匀速球机。

7.3 传输装置安装

- 7.3.1 4G/5G 信号收发装置、AP 装置、路由器、网关等应防护、天线与前端智能传感器天线形成通视路径。
- 7.3.2 无线和有线通信装置布设时应注意 4G/5G 信号收发装置、路由器、网关等装置的安装与连接有效性，以及通讯协议的准确性。
- 7.3.3 应合理选择通信装置的布设位置，避免厂房结构、设备、材料等的遮挡、屏蔽和干扰。
- 7.3.4 安装后应测试网络信号强度和组网运行的稳定性。
- 7.3.5 安装后应通过电脑串口软件、手持终端、云平台等方式检查和判断数据传输是否通畅和稳定，确保感知装置能实时获取、传输装置能有效传输所监测的数据。
- 7.3.6 应开发专门的安全风险实时数据管理信息平台，对各类传感器和图像数据进行汇聚和分析。

8 数字基础设施维护管理

8.1 可靠性保障

- 8.1.1 安全风险感传数字基础设施应配备数据存储设备。传感器实时监测数据应至少 3 个月备份一次，存储时间不得少于 2 年。图像实时监测数据应至少 1 周备份一次，存储时间不得少于 1 个月。
- 8.1.2 安全风险感传数字基础设施及其数据信息平台应具备功能可靠性和信息安全防护能力。
- 8.1.3 安全风险感传数字基础设施的功能可靠性应包括下列要求：
 - a) 监测数据的完整性，是否出现数据缺失、中断；
 - b) 监测数据的稳定性、及时性、有效性；
 - c) 通信信号的畅通性。体现为安全监测区域内无线、有线网络信号是否覆盖，信号强度是否符合要求；
 - d) 数据分布在时间序列、空间序列的合理性。
- 8.1.4 安全风险感传数字基础设施的信息安全性应包括下列要求：
 - a) 用户安全，应按照不同应用的需求提供不同的安全等级，确保用户隐私和信息均受到保护；
 - b) 物联网网关的入网许可、权限管理等功能；
 - c) 数据安全，通过数据证书、加密算法等实现。

8.2 设施维护

- 8.2.1 安全风险感传数字基础设施的维护管理应有专门部门和人员负责。应开展专业培训，建立设施设备清单，规范设备检查和维护保养。
- 8.2.2 安全风险感传数字基础设施的常规巡查和专项检查应符合：
 - a) 常规巡检内容包括设备运行状态、近期维修设备复检、网络线路调试、设备清洁状况；
 - b) 专项检查除常规巡检内容外，还包括设备盘点、固定资产登记、设备与软件运行情况评估、系统升级措施等。
- 8.2.3 安全风险感传数字基础设施的维护保养应符合下列规定：
 - a) 当传感器老化、无法采集数据或精度达不到要求，应及时维修或更换；
 - b) 当图像监测装置出现不能正常开机、图像分辨率下降、显示不稳定、有持续干扰信号等故障，应及时维修或更换；
 - c) 4G/5G 信号收发装置、路由器、网关、防火墙和无线 AP 任一接口故障或不能正常工作，应及时维修或更换。

附录 A (资料性) 安全风险评价流程

A.1 评价方法

流程行业智能工厂安全风险评价应采用风险等级矩阵法。

A.2 发生可能性

安全风险事件发生的可能性应通过工程经验、查阅历史资料及专家咨询等方式确定，并按表1划分级别。

表 A.1 安全风险事件发生可能性度量

级别	定形/定量描述
低	行业内几乎没有发生过/发生概率不超过 0.01%
较低	行业内罕见发生/发生概率为大于 0.01%且不超过 0.1%
较高	行业内偶尔发生/发生概率为大于 0.1%且不超过 1%
高	行业内经常发生/发生概率大于 1%

A.3 后果严重性

安全风险事件的后果严重性，应根据人员伤亡、直接经济损失、不良社会影响等因素确定，并按表2划分级别。

表 A.2 安全风险事件后果严重性度量

级别	定形/定量描述
较小	无人员伤亡，直接经济损失低于 10 万元，社会影响可忽略
一般	有人员伤亡，直接经济损失达到 10 万元但低于 50 万元，社会影响可忽略
严重	死亡 2 人及以下或重伤 1-9 人，经济损失达到 50 万元但低于 200 万元，社会影响需要考虑
非常严重	死亡 3 人及以上或重伤 10 人及以上，经济损失达到 200 万元，社会影响较为恶劣

A.4 等级划分矩阵

安全风险等级应根据安全风险事件发生的可能性和后果严重性确定，并按表3划分级别。

表 A.3 安全风险等级划分矩阵

后果严重性	发生可能性			
	低	较低	较高	高
较小	IV	IV	III	III
一般	IV	III	III	II
严重	III	III	II	I

非常严重	III	II	I	I
------	-----	----	---	---

A.5 安全风险等级及其应对措施

安全风险的不同等级应制定相应的监测、预警等应对措施，并按表 4 实施。

表 A.4 安全风险等级度量

级别	定形/定量描述
一般风险（IV 级）	可接受，可选择性进行监测
较大风险（III级）	尚可接受，应加强日常监测，辅以必要的实时监测，并制定应急措施
重大风险（II 级）	不可接受，应进行实时监测和预警，并制定应急措施
特别重大风险（I 级）	应强化实时监测和预警，制定风险控制措施，马上实施整改

附录 B
(资料性)
典型工艺安全风险因素及传感器布设

B.1 部位与设备划分

流程行业典型工艺安全风险因素分解时应首先划分生产部位和相关设备。主要部位应包括作业空间环境、设备整体、流程生产环节。相关设备应包括作业现场、车间通道、设备结构、管道、回转设备、反应设备、冷却设备等。

B.2 监测物理量选取

应合理选取所需监测的物理量，覆盖流程行业典型工艺的生产部位和相关设备。所需监测的物理量应包括温度、湿度、倾角、振动、连接状态、管道应力、煤气浓度、粉尘浓度、有毒有害气体浓度等。

B.3 可能引发的事故类型

应通过对于常规安全风险因素的监测和物理量数据分析，预防可能发生的典型事故。典型事故应包括火灾、爆炸、中毒、窒息、设备倾倒、管道爆裂、物体打击等。

B.4 风险感知装置选取

应合理选取安全风险感知装置，对应于流程行业典型工艺的生产部位、设备、监测物理量和可能发生的事故类型。所考虑选取的安全风险感知装置应包括气象传感器、气敏传感器、倾角传感器、加速度传感器、逻辑量开关传感器、应力传感器、位移传感器、温度传感器等。

B.5 钢铁连铸工艺安全风险感知

钢铁连铸工艺的生产部位、相关设备、监测物理量、可能引发的事故类型、所需布设的风险感知装置宜按表 B.1 确定。

表 B.1 钢铁连铸工艺的常规安全风险因素

部位	相关设备	监测物理量	可能引发的事故类型	风险感知装置
作业空间环境	作业现场	温度、湿度、风速、风向、气压	火灾、爆炸、腐蚀、窒息	气象多参数传感器
		危险气体浓度	火灾、爆炸、中毒、窒息	气敏传感器
		粉尘浓度	中毒、窒息	气敏传感器
	车间通道	防入侵监测	窒息、中毒、物体打击	激光测距仪
设备整体安全	设备结构	倾角	设备倾斜、倒塌	倾角传感器
		振动	设备疲劳破坏	加速度传感器
	设备部件连接	连接状态	设备失稳、应力失衡	逻辑量开关传感器
	输送管道	管道应力	管道爆裂、物料泄漏	应力传感器

	天车	吊钩速度	钢包倾覆爆炸	位移传感器
连续浇注系统	钢包	钢包温度	预热不足、钢包坯壳破损	温度传感器
		下水口与滑板间接缝距离	钢液渗漏、灼烫、火灾	开关传感器
		滑板开合距离	钢坯壳面破损	位移传感器
	钢包回转台	升降回转速度	升降或回转过快导致钢包失稳、钢液飞溅	位移传感器
	中间包	中包烘烤温度	预热不足、开浇失败	温度传感器
		中包重量	中间包坯壳破损	数据读取装置
	中包车	中包车位移	升降水平位移过大、钢液飞溅、灼烫	位移传感器
	塞棒	塞棒振动速度	水口堵塞或停机	开关传感器
振动冷却系统	结晶器	结晶器上下位移	钢液飞溅、灼烫	位移传感器
	振动器	振动幅度频率	振幅、频率过大或过小，导致钢坯壳面开裂	开关传感器
	冷却水管	冷却水流量	冷却不足，冷却管路爆炸	流量计
		冷却区温度	冷却强度不足导致钢坯壳面开裂，钢液溢出	温度传感器
拉矫切割系统	拉矫机	拉坯速度	钢坯变形或壳面有裂缝	位移传感器
	切割机	切割温度	切割滞后、轨道拥堵	温度传感器
动力辅助系统	液压系统	液压管路压力	泄漏、火灾、爆炸	压力计
	吹气系统	气体阀门压力	中毒、泄漏、火灾、爆炸	气敏传感器

B.6 化工聚合流程工艺安全风险感知

化工聚合工艺的生产部位、相关设备、监测物理量、可能引发的事故类型、所需布设的风险感知装置宜按表 B.2 确定。

表 B.2 化工聚合工艺的常规安全风险因素

部位	具体点位	监测物理量	可能引发的事故类型	风险感知装置
作业空间环境	作业现场	温度、湿度、风速、风向、气压	火灾、爆炸、腐蚀、窒息	气象多参数传感器
		危险气体浓度	火灾、爆炸、中毒、窒息	气敏传感器
		粉尘浓度	中毒、窒息	气敏传感器
	车间通道	防入侵监测	窒息、中毒、物体打击	激光测距仪
设备整体安全	设备结构	倾角	设备倾斜、倒塌	倾角传感器
		振动	设备疲劳破坏	加速度传感器
	设备部件连接	连接状态	设备失稳、应力失衡	逻辑量开关传感器
	输送管道	管道应力	管道爆裂、物料泄漏	应力传感器
配料系统	配料釜	釜内温度	釜腔过热、破裂、爆炸	温度传感器
		釜内压力	釜腔变形、破裂、爆炸	压力传感器
聚合反应系统	电机	电机轴转速	设备损坏、负荷过大	转速传感器

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/186202224242010220>