

PAS

以数字化保障石化化工生产过程安全化与最优化



一、背景情况

石化化工作为典型的流程制造行业，生产扰动每时每刻都在产生，严重影响到生产安全性和稳定性。IEC（International Electrotechnical Commission，国际电工委员会）和 ISA（International Society of Automation 国际自动化学会）面向生产过程保障定义了“生产保护层”模型（如图 1 所示），其核心是生产过程（工艺）和基础控制两个环节。

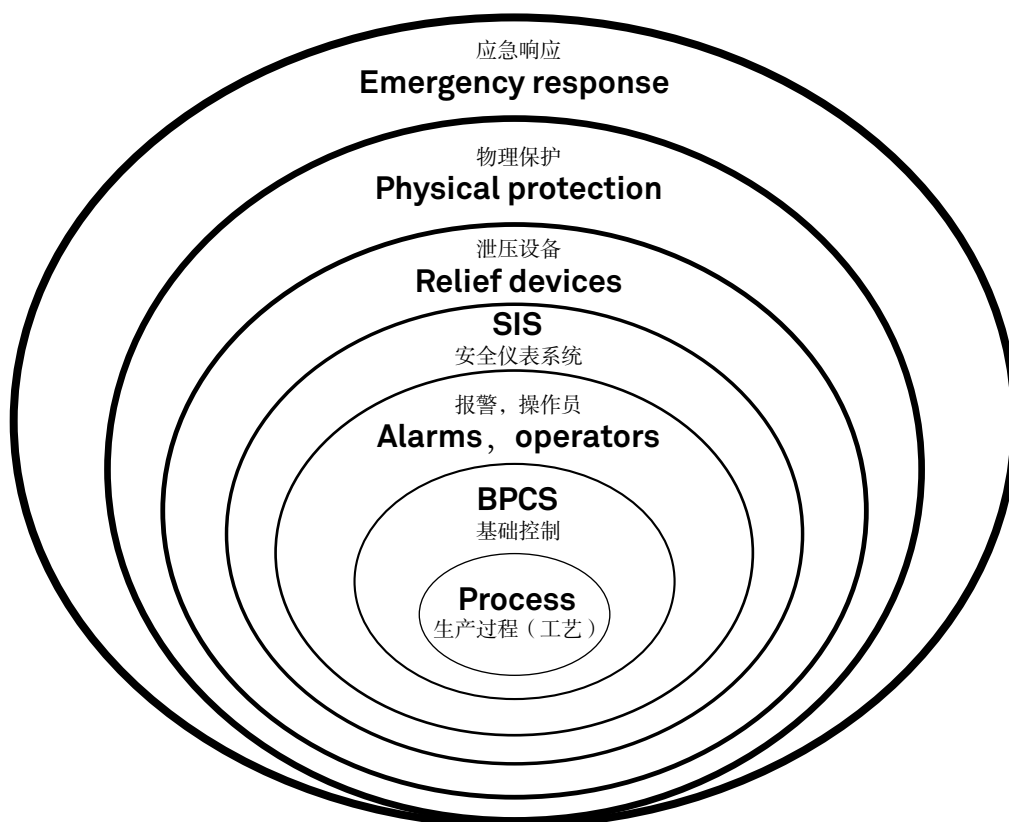


图 1 IEC 与 ISA 定义的生产保护层



工控系统（OT，包括 DCS、PLC、SIS、CCS/ITCC、SCADA、HMI、MES、APC 等）是石化化工行业自动化作业和生产场景中的“核心大脑”和“中枢神经”，且日益成为攻击的重点目标。从上世纪 90 年代开始，由于工控系统问题引起的恶性事故逐渐增多，特别是伊朗超级工厂的震网病毒事件，引起生产企业对工控系统安全的空前关注。

然而，传统的基于 IT 的安全技术（即边界防护）解决不了工控系统的本质安全问题，基于 OT 的本质安全技术才是工控系统安全的保障。越来越多的企业开始寻求保障工控系统运行安全的方法，很多跨国企业新增设 CISO 职位，专门对信息安全和工控安全负责。

二、打造面向生产过程安全与优化的三道防线

海克斯康数字智能作为行业领军企业，开发了生产过程安全与优化一体化解决方案 PAS，帮助用户构建生产过程安全的三道安全防线。

（一）第一道安全防线（CLPM）：控制回路性能监测、故障诊断与优化

CLPM 通过对每个控制回路的综合性能自动量化计算与监测，开展回路故障在线故障诊断（硬件故障、PID 参数问题等）、PID 参数优化，并对自控投用率、正常控制模式投用率等生产装置控制水平进行监测，帮助用户提升控制回路性能并保持性能优良，最大程度地自动解决生产扰动，使控制性能提升 10%-30%，节能增效 2%-6%。

（二）第二道安全防线（iAM 和 Inbound）：报警管理与生产态势感知

iAM 综合报警管理可以有效帮助用户提升操作员对生产异常的处理能力，提升操作员水平向准专家靠近，其特色和优势体现在以下 7 个方面：

（1）把国际标准、国标和企业实际结合，全方位、深度、正确地理解报警系统，建立报警规范和完善的 KPI 评价体系；

（2）通过报警设计分析，从根源上解决无效报警和错误报警的产生；

（3）通过对报警和事件的各种大数据和特征分析，识别各类无效报警，并提供相应的解决方法，从而避免无效报警的生成；

（4）通过对每个报警的合理化解析和归档，生成报警专家知识库，固化关于报警的专家知识，建立报警处理（生成异常处理）的在线帮助系统，使任何操作员接近准专家水平；

（5）通过报警变更的在线申请、审批等闭环管理，实现对非法 / 恶意报警修改、错误修改的自动识别和定位，避免人工失误；

（6）对重要的报警、工作任务进行提前预警，让操作员能够从容对复杂 / 紧急报警进行有效的应对；

（7）通过动态报警技术，实现不同工况下报警的自适应设置，避免生产工况切换等非正常工况下大量无效报警的产生，实现报警全生命周期可控。

Inbound 可以帮助用户自动检测和识别边界冲突，避免非计划停车风险，重点举措包括：

（1）自动进行安全边界（即生产约束，条件变化生产约束会随之改变）的聚合、同步管理；

（2）自动进行边界冲突检测，发现边界冲突自动通知相关工作人员，避免非计划停车风险；

（3）为用户提供生产态势的监测，增强用户对生产态势的感知能力，提前预判，实现对生产异常的预测性干预，提高人工干预水平。

（三）第三道安全防线（IPL Assurance）：SIS 系统在线风险分析与可视化

如果万一人工干预失败，则生产到达第三道安全防线，SIS 启动进行安全停车以止损。当前生产工厂都武装到牙齿，但还是有恶性事故不断发生；如果 SIS 系统设计没有问题，则可能是运行中的 SIS 系统已经不可用，但用户没有手段对运行中的 SIS 进行风险评估。IPL Assurance 将帮助用户实现：

（1）Bypass 旁路的全方位管理，安全联锁程序的投用率计算与监测（旁路状态代表该联锁程序失效）；

（2）自动跟踪计算重要指标需求率（Demand Rate）、失败率（Failure Rate）等进行自动计算与监测；

（3）对每个 SIF 的 SIL 等级进行在线评估，判断当前其是否满足 SIL 等级设计（不满足设计等级意味着 SIS 失效）；

（4）根据当前状态确定生产过程风险等级；

（5）自动评估 SIS 系统的可用性和风险评估，自动通知相应工作人员；

（6）一旦联锁发生，自动生成联锁报告，供工程师进行分析。

IPL Assurance 改变了 SIS 系统传统的黑匣子运行模式，用户可以通过它充分了解 SIS 运行风险，发现问题及时自动通知相关人员，以确保运行中的 SIS 系统可靠、可用。



三、构建面向工控系统运行安全与管控的整体解决方案

PAS 为用户提供工控系统运行安全与管理解决方案 ICS Integrity, 已经经过 27 年的应用, 是全球唯一真正的工控系统本质安全解决方案。其帮助用户解决如下安全问题:

序号	工控系统安全面临问题	PAS 本质安全解决方案
1	工控系统的统一管理难题：专业性强、品牌多、版本多、位置散等（不同 DCS、SIS、PLC、SCADA、MES 等）	- 不同系统创建不同资产模型，对所有工控系统进行数字化 - 建立工控系统统一监测管理平台，包括系统之间的关联关系管理
2	随着时间过去和不停改造变更，对工控系统真实状况（软件、硬件、控制策略等）认识偏差越来越大	- 在役库存动态管理与可视化 - 清楚描述每个模块、控制策略等的位置、作用、特点等 - 可视化是实现安全的第一步和必要条件
3	现有工控系统的健康状况无法识别	- 自动安全漏洞检测，能够发现工控系统存在的潜在风险 - 组态缺陷检测，发现组态问题，消除风险
4	组态变更虽有法规，但无法追踪和回溯，无法实现闭环管理，无法自动侦测非法变更	- 闭环组态变更管理（变更申请、审批、执行全跟踪） - 组态变更过程跟踪、记录和回溯功能 - 识别非法变更、定位非法变更（黑客入侵、病毒、恶意员工等），锁定风险、解除风险，实现本质安全
5	有周界保护、但缺乏内部风险管控手段（内部风险占总风险 65%）	- 账户管理，识别非法变更和实施非法变更账户 - 实现内部风险管控
6	控制问题的远程诊断与维护（比如专家在办公室远程诊断）	- 在役库存的远程动态监测 - Control Map 自动生成，即逻辑流和数据流，包括跨系统之间的关联关系 - 轻松锁定问题源头、识别该问题将影响的区域，帮助用户快速诊断和维护
7	数据链验证	对数据链进行验证，包括工程单位、上下限、参数等，确保数据一致性
8	勒索病毒解决方案	- 工业系统的自动组态备份 - 自动识别出有感染勒索病毒风险的系统工作站等

中石油长庆石化应用案例



PAS 生产过程安全与优化解决方案在中石油长庆石化进行了实施应用，得到了企业各级用户的一致认可，达到了项目预设目标，并且在国内炼化行业中实现了多个首次突破。

该项目结合国际标准、行业标准、工厂实际创建起报警、回路规范与 KPI 评价体系。对每个回路进行在线性能量化计算与监测、自动诊断回路存在的问题，并给出解决方法。提供 PID 参数优化工具，快速 PID 寻优，每个工程师可借助该工具成为 PID 参数整定专家。实现了对动、静、电、仪、安全环保、消防、智能电网等各种类型的报警进行统一管控，做到了报警管理无死角、无盲区。

同时，该项目实现了六个“国内首次”：

一、国内首次通过对报警设计分析，从根源上解决无效报警产生问题。

二、国内首次起全厂报警专家知识库，固化专家知识，成为综合报警管理的压舱石。

三、国内首次实现非法报警变更闭环管理，通过识别与定位，祛除人工失误等风险。

四、国内首次实现报警响应及时率、报警处置及时率的自动计算与监测。

五、国内首次实现安全操作边界自动聚合、同步管理、自动进行边界冲突检测，避免了非计划停车风险；首次实现操作员对生产装置生产态势主动感知等，实现预测性干预。

六、国内首次对 SIS 运行风险进行分析和监测，实现 Bypass 的 100% 记录、分析和追踪。

七、首次在线对 SIF 的 SIL 进行评估，判断是否符合设计 SIL 要求，以保障 SIS 系统可用性。

项目实施后，取得了显著的经济效益。装置的报警数量大幅下降，比如 CCR（连续重整）装置在项目开始前每天不报警数量 5000 多个，HCU 每天报警数量 1500 多，现在都降为十位数和个位数，操作员的工作负荷得到大幅降低。

国内外部分用户及典型项目

Petronas马来西亚石油公司
(上游及下游十几个炼油厂)

项目名称	项目效果
PRIME I 项目：ARC 帮助设计的数字化转型项目	基于 PSI 建立 PRIME 数字化转型项目一体化应用平台
涉及产品	• 所有控制回路在线性能监测、故障诊断，做到有问题随时发现随时处理 • PID 参数优化，根据故障诊断结果用户自行参数优化，回路性能提升 30% • 无效报警消除，建立报警专家知识库 / 报警处理在线帮助系统 • 报警从报警泛滥常态，到全生命周期可控，操作员工作负荷大幅度降低 • 非法报警变更基本消除 • 自动检测安全边界冲突，生产态势感知，避免非计划停车风险 • SIS 系统 Bypass 的记录以前不到 10%，现在接近 100% • SIS 系统风险由以前的黑匣子，变为风险可见，解决运行中的 SIS 风险问题
PSI 软件平台： • Control Wizard/Tune Wizard； • AEA:Alarm and Event Analysis； • D&R:Documentation and Rationalization； • A&E:Audit and Enforce • Dynamic Alarming: State-Based Alarming • Inbound: Boundary Management • IPL Assurance	

BP

项目名称	项目效果
报警管理和边界管理 (生产态势感知)	• 各权威网站公开消息
涉及产品	
PSI 软件平台：AEA、D&R、A&E、Dynamic Alarming、Boundary Management 等	

BASF

项目名称	项目效果
报警管理和回路优化	• 各权威网站公开消息
涉及产品	
PSI 软件平台：AEA、D&R、A&E、Dynamic Alarming、Boundary Management、Control Wizard/Tune Wizard 等	

中石油长庆石化

项目名称

长庆石化智能工厂项目

涉及产品

PSI（综合报警管理系统）：

- Control Wizard/Control Wizard APC
- Tune Wizard
- AEA: Alarm and Event Analysis
- D&R: Documentation and Rationalization
- A&E: Audit and Enforce
- Dynamic Alarming: State-Based Alarming
- Inbound: Boundary Management
- IPL Assurance

项目效果

- 所有控制回路在线性能监测、故障诊断，做到有问题随时发现随时处理
- PID 参数优化，根据故障诊断结果用户自行参数优化，回路综合性能指数从 60 升到 80 多
- 无效报警消除，专家库建立
- 报警从报警泛滥常态，到全生命周期可控，操作员工作负荷大幅度降低
- 非法报警变更完全记录和追踪，计入操作员绩效
- 报警处理完全分析，报警处理计入绩效
- 自动检测安全边界冲突，避免了非计划停车风险
- SIS 系统 Bypass 旁路管理，100% 记录和追踪
- SIF 需求率、失败率计算与监测；在线 SIL 评估
- SIS 系统以前的黑匣子运行，其风险可在线风险与监测

中石油长庆乙烷制乙烯（榆林） 塔里木乙烷制乙烯（库尔勒）

项目名称

乙烷制乙烯智能工厂项目——PID 回路优化及报警管理项目

涉及产品

PSI 软件平台：

- Control Wizard/Tune Wizard
- AEA: Alarm and Event Analysis
- D&R: Documentation and Rationalization
- A&E: Audit and Enforce
- IPL Assurance

项目效果

- 所有控制回路在线性能监测、故障诊断，做到有问题随时发现随时处理
- PID 参数优化，根据故障诊断结果用户自行参数优化
- 无效报警消除，专家库建立
- 非法报警变更完全记录和追踪
- SIS 系统的 Bypass 旁路管理，100% 记录和追踪
- SIF 需求率和失败率计算与监测、在线 SIL 评估
- SIS 系统黑匣子运行模式，变为风险可见，保证 SIS 系统的可用性

中石化镇海炼化、金陵石化、广州石化等

项目名称

控制回路性能监测、报警管理

涉及产品

- Control Wizard/Tune Wizard
- Alarm Management: AEA, D&R, A&E

项目效果

- 所有控制回路在线性能监测、故障诊断，做到有问题随时发现随时处理
- PID 参数优化，根据故障诊断结果用户自行参数优化
- 报警和事件分析、无效报警消除

中天合创、中安煤化工、中盐化工等

项目名称

回路性能监测与故障诊断、报警管理等

涉及产品

- AEA: Alarm and Event Analysis
- D&R: Documentation and Rationalization
- A&E: Audit and Enforce
- Control Wizard/Tune Wizard

项目效果

- 报警平台建立、报警档案建立
- 无效报警消除
- 操作员工作负荷大幅度降低

海克斯康，数字化信息技术解决方案的革新者，秉承“智慧引擎，共赋未来”的理念，凭借“双智战略”推动制造业的智能与创新，构建新基建智慧城市生态体系。海克斯康专注于高科技细分市场，并致力于成为各细分市场的佼佼者。海克斯康以“构建智能制造生态系统，赋能行业数字化转型”为核心，打造了完整的智能制造生态系统，实现覆盖设计、生产以及检测的全生命周期闭环管理，达成绿色、高质量、低成本的智能工厂目标。海克斯康智慧城市打破传统的信息孤岛，实现了跨部门的互联互通，通过完善的智慧城市运营平台架构，构建互联互通的智慧城市网络基石，驱动城市管理业务和技术创新，创造更美好、更智能的生活。

与大多数软件企业不同，海克斯康拥有行业先进的传感设备，以打破常规的方式获取、存储、分析和发布信息，其地理空间传感器可通过现实捕获技术将我们的世界以更加数字化的方式进行呈现，而工业传感器则通过捕获生产中的质量数据为制造和工程领域提供强大支持。基于先进的信息技术，海克斯康的解决方案为用户及合作伙伴带来了前所未有的改变及优化。

海克斯康拥有行业先进技术，在过去20年里，战略性收购来自全球的近300家技术公司，不断强化自身的技术优势，以打破常规的方式塑造了一个强大的智能信息生态系统，构建了一个互联互通的世界，助力未来工作和生活的高效智能及可持续化发展。在中国，海克斯康集团拥有徕卡测量系统贸易（北京）有限公司、徕卡测量系统（上海）有限公司、徕卡测量系统有限公司（香港）、海克斯康测绘与地理信息系统（青岛）有限公司、海克斯康测量系统（武汉）有限公司、台湾海克斯康测量仪器股份有限公司、中纬测量系统（武汉）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司北京分公司、鹰图（中国）有限公司（香港）、鹰图软件技术（青岛）有限公司（北京/上海分公司）、海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司、海克斯康测量技术（青岛）有限公司、海克斯康贸易（青岛）有限公司、海克斯康软件技术（青岛）有限公司、海克斯康高科产业发展（青岛）有限公司、思瑞测量技术（深圳）有限公司、七海测量技术（深圳）有限公司、诺世创（北京）技术服务有限公司、诺迈士科技（杭州）有限公司、迪培软件科技（上海）有限公司、武汉中观自动化科技有限公司等各类经营实体；AICON、AMENDATE、AUTONOMOUSTUFF、BROWN & SHARPE、CE JOHANSSON、CIMCORE、COGNITENS、ESPRIT、DEA、EMMA、eTALON、ETQ、FTI、GEOMAX（中纬）、GEMAX（魔星）、GEOPRAEVENT、Hexagon's Agriculture division、Hexagon's Asset Lifecycle Intelligence division、Hexagon's Autonomy & Positioning division、Hexagon's Geosystems division、Hexagon's Manufacturing Intelligence division、Hexagon's Mining division、Hexagon's Safety, Infrastructure & Geospatial division、Hexagon's Solutions division、HxGN EAM、INTERGRAPH、Immersal、IDS GeoRadar、J5、LUCIAD、棱环牌、LEICA GEOSYSTEMS、LEITZ、LEICA、MELOWN TECHNOLOGIES、M&H、MTWZ、MSC、NEXTSENSE、NOVATEL、OPTIV、OxBlue、PREXI-SO、PAS Global、Q-DAS、ROMER、ROMAX、SHEFFIELD、SEREIN（思瑞）、SEVEN OCEAN（七海）、TESA、TACTICAWARE、VERO、VOLUME GRAPHICS、WILCOX等国内外知名品牌。来自海克斯康的产品及服务覆盖智能制造及智慧城市两大领域，借助全球化的资源优势为企业 and 用户提供先进的集成解决方案。

www.hexagon.com.cn

海克斯康测量

地址：北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦2002-2005 室
邮编：100020
电话：+86 10 85691818
传真：+86 10 85251836

海克斯康数字智能

地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：+86 10 57601688
传真：+86 10 57601699

海克斯康智慧方案

地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：400 881 6865
传真：+86 10 57601699

海克斯康制造智能

地址：青岛市华贯路885号
邮编：266114
电话：400 6580 400
传真：+86 532 80895030



关注海克斯康微信公众号
了解更多精彩内容