

物联网(IoT)在工业信息化中的应用与挑战

何小军

四川省通信产业服务有限公司资阳市分公司, 四川省资阳市, 641300;

摘要: 物联网把现场设备、工艺参数与业务系统连接为一体, 工业信息化由此具备及时感知、精细控制与闭环优化的能力。在复杂工况与多系统并存的环境中, 连接方案、数据治理与安全边界决定转型成效。围绕这一命题, 文本从机理、应用与挑战三个层面展开, 构建以感知、连接、计算与应用协同为主线的分析框架, 阐明从设备到平台的参数映射、从事件到决策的路径缩短以及从局部到全局的协同方式, 并提出在网络、算力、模型与组织配套上的关键控制点, 以期为企业在稳态生产与弹性应对之间取得平衡提供可操作的技术路线与治理要点。

关键词: 物联网; 工业信息化; 边缘计算; 数据治理

DOI: 10.69979/3060-8767.25.05.081

引言

工业现场长期依赖分散自动化与人工经验, 信息在设备、产线与管理系统之间传递延迟、粒度不一与口径不齐并存。随着传感器成本下降与网络覆盖扩展, 物联网为数据要素的持续采集与可用流通提供基础, 企业有条件把生产、供应与服务置于同一数据底座进行协同。在实践中, 连接不稳、数据质量不高与安全合规压力增大常常交织出现, 若缺少边界清晰的架构与以价值为导向的实施顺序, 系统复杂度会反噬效率与可靠性。围绕工业信息化的目标, 本文从机理与边界、场景与方法、挑战与对策三个方面展开, 强调以流程为牵引整合连接、计算与数据治理, 通过小步快跑与复盘机制累积能力并降低风险。物联网的引入并不自动带来效率提升, 只有当数据在采集、治理与应用三个环节形成稳定循环, 当平台与组织在职责、流程与激励上达成一致, 技术投入才会转化为可验证的产出与可复制的方法。

1 物联网与工业信息化的作用机理

1.1 感知互联与数据要素重构

工业物联网的底座是可靠感知与稳定互联。传感器把温度、压力、振动、能耗与位姿等变量转化为可计算的数字信号, 终端以网关聚合并完成协议转换与初步校验, 数据在本地与中心之间经由分层网络传输。当感知覆盖到关键部位且时间分辨率满足控制节拍, 生产状态不再依赖人工巡检, 异常可在萌芽阶段通过阈值与趋势触发处置, 维护从被动修复转向预测安排^[1]。数据成为新的生产要素后, 口径统一与时间对齐变得关键。通过主数据与编码规范把设备、物料与工序建立唯一对应关系, 以时间戳与批次号作为贯穿线索, 现场信号与执行

记录才能在回放时保持一致, 进而为质量追溯与过程改进提供证据。互联不仅是带宽的堆叠, 更是拓扑与时延的匹配。对短周期控制, 应在近端完成采集与判断, 把长路径与不确定拥塞隔离到非实时层, 对分析与优化, 可把多源数据汇聚至中心计算以形成全局视角。当不同时空尺度的计算协同起来, 企业能够以更少的规则表达现场行为, 以更透明的度量替代含糊的经验, 在多站点运营中形成可迁移的标准与可共享的能力。

边缘侧的智能让接近现场的位置具备分析与决策能力, 同时把原始数据的压力从中心卸下, 减少传输与存储的成本。当边缘与中心以规则与模型进行分工, 企业能够以更弹性的方式在不同负载下维持稳定, 并在策略收敛后把局部经验推广到更广区域。数据要素重构还体现在从点到面的知识沉淀。历史序列与工艺知识结合, 能够提炼出稳定的特征与可迁移的模型, 为跨线复制、换型调参与新线爬坡提供起点。在此过程中, 采集范围与字段设计需要与改进目标同频, 避免为了全面而全面造成成本飙升与噪声增多。通过以问题为导向的采集与以场景为单位的整合, 数据资产的价值密度会逐步提升, 平台也能以更轻的负担支撑更广的覆盖。

1.2 平台体系与边界条件

平台把连接、存储、计算与应用承载在同一框架, 使复杂现场得以被抽象与重用。分层设计有助于边界清晰, 现场层聚焦接入与采集, 边缘层处理本地计算与协议融合, 平台层承担数据治理与服务编排, 应用层面向工艺与管理交付价值^[2]。边界的意义在于把变化限制在可控范围内, 当设备更换、网络策略调整或算法升级时, 影响不应跨越层级与域。在通信路径上, 需要为不同负载与可靠性要求划分通道, 控制类业务走高可靠与低时

延路径,分析类业务走弹性与吞吐优先路径,并以队列与缓存隔离波动,把峰值流量削平为可承受的平均值。在数据路径上,需要以标准化的字段、单位与时间基准建立公共语义,把采集、清洗、校验、存储与发布形成固定工序,让每一次新增接入都沿同一套路完成,避免重复发明。

边界条件来自安全与合规、组织与技能、成本与进度等多维约束。安全要求最小权限与可信执行,合规要求本地存储与可审计,组织需要在业务与技术之间形成共同语言,人才结构需要覆盖现场与算法两端,预算需要在试点与推广之间找到节奏。当这些约束被明确并沉淀为可执行的清单,平台建设才能以稳定节拍前进,避免在规模扩张中出现失控。由此产生的治理方式,是以架构约束引导方案边界,以接口与版本管理控制耦合,以基线与变更评审减少随意性,以指标牵引带动资源配置,以复盘机制及时吸收偏差,形成长期可持续的改进循环。性能与成本同样需要量化,平台应对每类工作负载设定目标时延与可用性,对每类数据设定存储层级与保留期限,让扩容与淘汰有据可依。当平台以度量驱动改进,扩展与稳定之间的平衡会更加可靠。

2 典型场景与价值实现路径

2.1 生产运行与设备全生命周期管理

在生产运行环节,物联网将状态、配方与工艺参数贯通至任务与排程,使计划与执行之间出现更短的回路。产线通过对节拍、良率与切换时损的持续观测,及时调整节奏以保持稳定输出,仓储通过对在途与在库的精细感知,减少等待与搬运带来的隐形损耗^[3]。设备层的价值集中体现在健康管理,振动与温升的变化往往早于故障爆发,结合工况与历史演化形成的预判,能把停线风险转化为可安排的窗口,从而把备件、工位与人力提前到位,减少连锁影响。对于复杂装备,参数漂移会传导到质量波动,以模型为支撑的自适应控制与告警,能够在误差尚小的阶段修正偏移,进而稳定上下游的过程能力。当设备台账与传感数据融合为同一资产,从选型到退役的全过程都会留下可追溯的证据,成本结构因透明而得到优化,策略边界也更清楚。

全生命周期视角不仅关注当下,还关注在位资产的长期效率。基于寿命模型的更新策略,能够在可靠度与成本之间寻找拐点,避免过早更换浪费价值,也避免拖延导致停线与事故。当能耗、物料与产出被持续记录,单位产品的资源占用会逐步下降,碳与能的目标也能被纳入同一张量化地图,帮助企业在合规与经济之间找到

平衡。在实施方法上,建议以瓶颈工序为起点,在可度量的目标下推进采集、建模与联动控制,待收益稳定后扩展到周边环节,借由平台化的复用加速推广。数据闭环是持续改进的核心,通过把报警、工单与复盘绑定在同一通道,经验得以固化为规则并在下一轮执行中生效。人机协同需要合理分工,把重复与高频的判断交给算法,把跨域与含糊的判断交给有经验的人员,通过界面与告警的优化降低信息噪声与无效打扰。工艺优化依赖数据与机理的结合,模型给出建议而现场给出约束,二者在迭代中收敛为更稳定的配方与节拍。

2.2 供应链协同与能源与安全管理

供应链的协同依赖对位置、状态与需求的实时认知。物联网把工厂内外的载具、托盘与容器纳入统一识别,订单与物流的映射由此可见,计划偏差能更早暴露并更快纠偏^[4]。在多工厂与多层级的网络中,库存与产能的透明度决定了调度的弹性,当约束被量化并嵌入规则,跨区域的产能互济与物料替代会更顺畅。对能源与公用工程的管理,传感与分表让流量、压力与温度的变化清晰呈现,以负荷预测与多能协同实现峰谷转移与优化配置,既降低费用也减少冲击。在安全管理中,空间定位与行为识别能够约束高危区域的活动,联锁条件把异常信号与处置流程绑定,警情上报与应急指令在统一平台流转,使处置时延更短与责任更清楚。

价值实现的关键在于把数据与职责捆绑。当节点的指标与任务一一对应,预警会自动触发协同,例外会自动形成工单并被跟踪到闭环。通过对时效、质量与成本的联合度量,供应链的弹性不再以冗余堆积为代价,而是以信息透明与规则协同获得。在实施节奏上,应从关键品类与关键路段开始,将追踪、对账与对时作为基础,把策略与算法作为增益,在多层迭代中稳步提高覆盖与精度,并把逆向物流与售后回收纳入同一视图,通过可追溯的识别与状态管理提升循环效率。冷链与危化场景对时效与风险控制要求更高,温湿与震动的越界需要即时响应,路线与停靠的异常需要自动触发核查,以降低损失与二次风险。质量可视与对账自动化减少争议与滞后,当异常定位到环节与责任,改进会更聚焦与有效。在规划层面,可把供应、生产与运输的约束统一建模,让排程在更大的搜索空间内寻找更优解,在突发情况下以预设方案快速切换,保持服务水平与成本的可控。

3 技术挑战与治理对策

3.1 连接、计算与数据治理的关键难点

连接层面常见的问题是异构与不稳。设备协议多样与版本跨度大,现场环境电磁干扰强与遮挡多,导致丢包、延时与重复成为常态。对控制类业务,必须以有线为主并设置冗余路径,对移动场景,可结合不同制式以增强覆盖,并通过边缘缓冲与断点续传降低波动带来的影响。计算层面的难点在于时序与资源调度。实时控制、近实时分析与批量离线并存,需要以分级与分工维持稳定,以调度与编排平衡吞吐与等待。当任务数量与数据规模增长,监控与告警要覆盖队列堆积、延迟与错误,以便在早期发现热点并进行资源横向扩展或纵向提升,把观测与告警纳入同一看板,让业务与技术对同一事件形成共同语义。

数据治理的痛点在质量与口径。字段含义不清与口径不齐使报表难以对齐,缺失与异常使模型难以稳定。治理要从入口抓起,采集校验与单位转换在接入端完成,一致的主数据与编码在平台端维护,时间基准在全链路对齐,变更在全流程留痕。隐私与合规提出了新的边界,数据分级授权与访问审计需要长期执行,日志与备份要有明确的范围与期限,以最小必要为原则配置开放与共享。当质量、口径与安全被同等对待,数据资产才会在开放与稳健之间达到平衡。元数据与血缘关系是治理的基础设施,通过记录字段来源与加工路径,能够在报表不一致或算法异常时快速定位根因。数据生命周期需要配套工具,包含质量评分、采集优化与字段退役,让新增与删改都在可控轨道内运行。采集成本也需要被量化,对低价值与高噪声的字段要及时退出,对高价值但难采集的信号要通过替代特征与推断提升可得性。在跨组织的数据协作中,建议以数据合同明确口径、频次与服务水平,把责任与收益对应起来,用版本化的方式管理变更,避免接口变动在供应链上传导为连锁故障。

3.2 安全可靠与组织变革的落地路径

安全体系需要贯穿设备、网络、平台与应用。设备侧要有可信启动与固件完整性校验,网络侧要有分区隔离与访问控制,平台侧要有身份与权限的细粒度管理与异常检测,应用侧要有操作留痕与追责机制。对关键流程,应设置双重确认与多路径校核,对远程操作,应设置人机分离与现场见证,把误操作与恶意行为的空间压缩到最低。可靠性来源于冗余与可恢复。关键节点要有备用,关键数据要多副本,灰度发布与回滚要标准化,演练要常态化,以快速定位与快速恢复对抗不可预期的故障,把高风险操作纳入变更窗口并设置现场与远程联

合值守。

组织变革决定了技术价值的释放速度。岗位说明需要写入平台操作与数据职责,绩效需要纳入流程遵循与质量指标,培训需要覆盖从现场到算法的全链路,供应商管理需要包含知识转移与共同迭代。推进方式宜采用分阶段的小步实施,以价值为导向选择切入点,以复盘为抓手修正路径,在成功模式稳定后再扩大范围。当制度与文化与平台同频,信息透明度上升与协作半径扩大,企业将以更低的沟通成本获得更快的决策与更稳的执行。文化与激励决定变革的深度与速度,公开透明的看板让进度与问题对全员可见,阶段性的里程碑让成果被及时确认,对积极使用与优化平台的团队进行加分,对反复触发异常而不改进的环节进行纠偏。当奖惩与目标一致,行为与规则会逐步同频。变更管理要形成固定节奏,以小批量与可回退为原则推进升级,以充分演练与分层通知降低影响,在每次变更后复盘并更新操作手册与培训资料,让系统在演进中保持可理解与可掌控。

4 结语

物联网把现场世界与数字世界紧密连接,工业信息化由此获得持续观测与柔性优化的能力。当感知、互联、计算与应用在同一框架内协同,管理与控制的边界会更加清晰,响应速度与资源配置的效率会同步提升。在复杂约束下的建设,关键在于以架构确定边界,以指标牵引改进,以循序渐进的方式累积能力并保持安全与合规的底线。面向不同规模与行业的企业,应在统一方法之下选择适配路径,让连接可靠,让数据可信,让协同自然,把稳定与敏捷纳入目标,在不确定环境中形成竞争力。

参考文献

- [1] 赵延娟. 物联网技术现状及其在工业信息化中的应用分析[J]. 现代工业经济和信息化, 2023, 13(05): 63-64+101. DOI: 10.16525/j.cnki.14-1362/n.2023.05.019.
- [2] 黄章健. 物联网技术的现状及其在工业信息化中的应用研究[J]. 科技风, 2022, (18): 55-57. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202218019.
- [3] 王沛. 物联网技术的现状及其在工业信息化中的作用[J]. 中国新通信, 2020, 22(15): 106.
- [4] 汪海. 物联网技术的现状及其在工业信息化中的应用[J]. 信息记录材料, 2020, 21(04): 174-175. DOI: 10.16009/j.cnki.cn13-1295/tq.2020.04.112.