
基于工业物联网的 Plantweb 数字生态系统

艾默生过程控制有限公司

网络行业应用篇/设备监控与维护

1 概述

随着工业企业自动化水平的不断的提高,许多企业已经实现了较高的产能,做到人员和流程的有效精简,可以说是达到了发展的瓶颈,然而面对当今激烈的市场竞争环境,还有哪些途径能够提升企业的收益和竞争优势呢?工业物联网的到来,使工厂可以挖掘更多的潜能,Plantweb 数字生态系统通过提高可靠性、提高效率、提高安全性和节能减排,帮助工业企业实现卓越运营,从而成为行业标杆。

1.1 背景

智能化、互联网在不知不觉中逐渐渗透到我们的日常生活中。智能汽车、智能手表、智能房屋……只要你想到的,都可以是智能的。

那么这种变化将给制造业带来怎样的影响呢?可以确定的是:制造业会成为 IoT 解决方案的主要采用者之一。这不仅仅是因为他们不想落后于潮流,而且也希望通过降低运营成本、拓展新的市场和提高生产力来提高收益。

1.2 实施目标

通过工业物联网,工业企业可将过程管理和全厂范围的管理

整合到一起，消除信息孤岛，更有效地利用资源，同时将人工纸质工作转变为自动化、数字化、基于软件、以及数据驱动的任务，从而发挥工厂运行潜能。

1.3 适用范围

工业物联网技术适用于各个行业，包括油气、石化、炼油、化工、和电力行业，也包括食品饮料、生命科学、造纸、冶金、轮胎橡胶和水处理等行业。在提高工厂运行可靠性和安全性，实现节能环保，提高运行效率方面为工厂带来了新的可能。

1.4 在工业互联网网络体系架构中的位置

本解决方案在图 1 上处于 1、4、5、6、7。其可以与现有工厂架构整合，包括灵活的数据采集、安全的数据传输、智能化的数据分析和应用以及相关的咨询及服务。

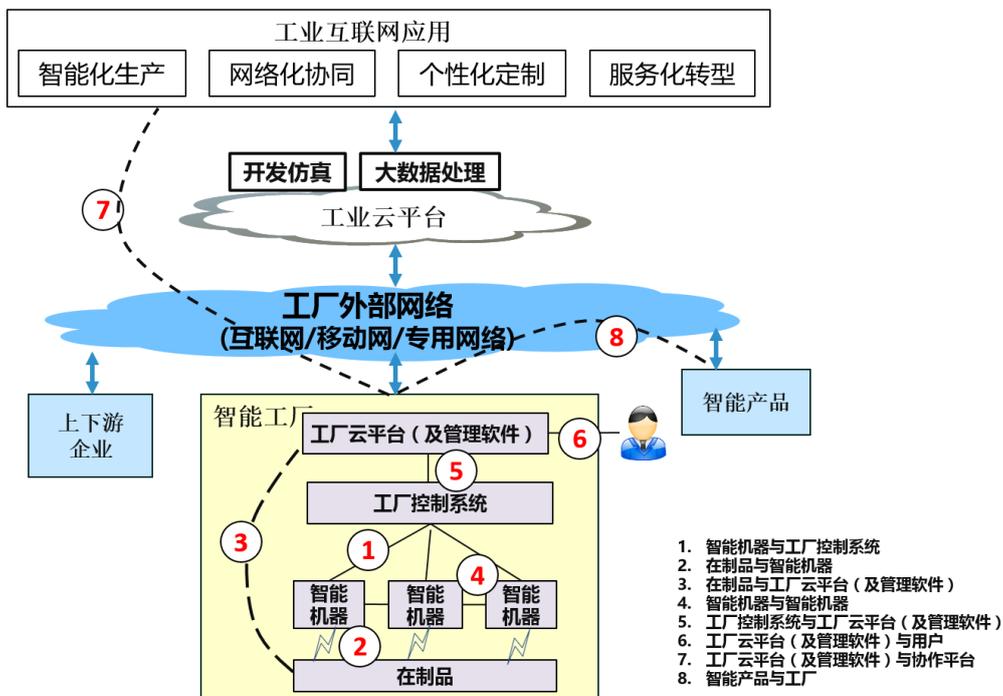


图 1 工业互联网互联示意图

2 需求分析

1) 可靠性、维护和完整性挑战

当操作人员无法确保预防性维护计划顺利进行时，现场可能会因意外的设备故障而导致计划外停机，或由于用于大修的计划内停车时间过长或太频繁，造成每年数天的生产损失。在大修期间可能无法完成检修计划，工厂或许会因为维修导致维护成本不断增加，且由于生产损失而导致机会成本上升等挑战。一些工艺设备的寿命也可能会大大缩减，这可能是被动维护方式所造成的。另一个挑战是由于管道和船舶老化而造成的效率降低损失。此外，工厂还期望在不增加人工的情况下，提升可靠性。

2) 能源和排放挑战

工厂通常会发现能耗不断增加，却找不到原因；这种挑战会随着能源价格的上涨或不稳定而不断加剧。燃烧量可能持续上升。减少二氧化碳排放的新监管法规已经颁布，工厂可能会不时地面临环保处罚，而工厂又无法雇佣更多的人手来实现能源的节省和可持续性。

3) 安全与合规挑战

虽然工厂的健康、安全及环保记录逐年有所改善，但是事故仍然发生，险兆事件频发，响应时间过长，难以满足全新 HS&E 法规的要求。工厂也会由于不合规而被处罚。同时，工厂可能无法增加新的人力来执行这些工作。

4) 生产挑战

在原油输配过程中，人工进行产品转移造成的交叉污染或不均匀的温度分布可能影响产品质量和产量。储罐和批量反应器的手动操作和利用不足可能会导致生产瓶颈。工厂必须处理来自不同市场的原料差异，从而维持收益，例如炼油厂的机会原油。工厂需要面对不断变化的客户需求；运营成本可能由于多种原因而不断攀升；客户要求交货时间更短；随着资深员工的退休，剩下的工作人员需要完成更多的工作。

用户希望通过工业物联网获得可衡量的业务提升！但是如何通过工业物联网提升运营绩效？从何入手？以多大的规模开始？是否能利用现有资源以节省成本？是否有明确获得投资回报的应用？是否有行业实施案例可以借鉴？ 这些也都是用户希望解决的问题。

3 解决方案

实时的数据、专家知识和移动应用是工业物联网的基础，Plantweb 数字生态系统不仅包括范围广泛的传感器网络和网络安全工具，还包括软件应用、数据分析和 IIoT 相关的咨询及服务，旨在提高过程可靠性、能源效率、安全和整体运营性能，帮助企业有针对性地向可衡量的目标，逐步实施数字化转型，实现卓越运营。

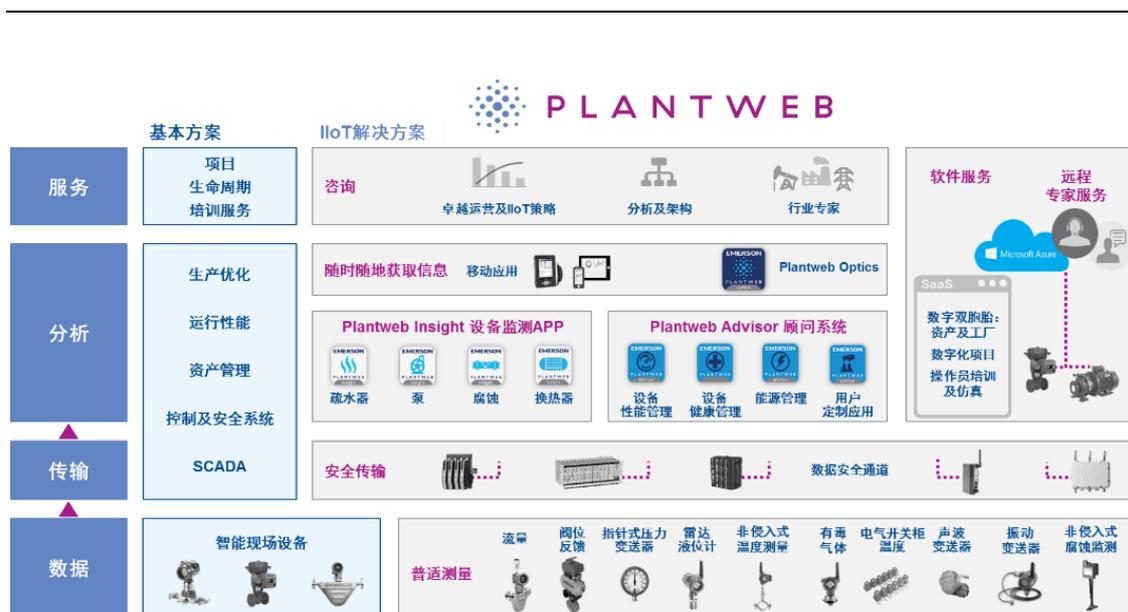


图 2 Plantweb 数字生态系统架构

1) 数据采集——普适测量

工业物联网的基础是大数据，通过传感器收集原始数据是数据驱动型数字化转型的第一步。传感器弥补了物理世界和数字世界之间的差距，没有传感器，就不存在分析，也不存在大数据。对于普通的过程数据，工厂一般已经拥有比较成熟的采集方案，但对于泵、压缩机、换热器，鼓风机、冷却塔、风冷换热器、手动阀和水箱，甚至疏水阀等工艺设备，通常都没有配备具有状态监测功能的传感器，缺少测量数据。通过为此类设备配备智能传感器，以获取缺失的测量数据，可以使其成为智能连接设备。自动数据收集速度更快，还可以提供潜在问题的早期“标记”，从而使资产管理更具预测性且效率更高。本解决方案提供范围广泛的数据采集技术，除了温压液位等传统过程变量，还包括机械设备振动监测、腐蚀及有毒有害气体监测、疏水阀泄漏监测等。普

适测量模块包含有线和无线传感器，但在现有工厂中，无线传感器更易于部署。本解决方案采用符合国际标准的 IEC62591 WirelessHART 通讯协议，确保所有仪表可以兼容工作，安全的无线网络能与任意主机系统无缝集成。

WirelessHART 是一种向后兼容，节省成本、简单易用的无线通讯技术，满足工业领域对于无线通讯的简单、可靠和安全的要求。WirelessHART 是对现有有线应用的补充，并为新的监测甚至控制应用带来诸多可能。

- 安全——5 层措施保障网络通讯
 - 发送设备和接收设备的合法身份 (Authenticate)
 - 数据的有效性验证 (Verify)
 - 数据包的加密 (Encrypt)
 - 可靠的数据访问权限管理 (Key Management)
 - 应用跳频扩频 (FHSS) 和直接序列扩频 (DSSS) 技术提高抗干扰能力
- 可靠——自组织、自适应网状结构
 - 不要求用户具有无线技术专门知识，网络具有自适应功能
 - 网络具有连续监视通讯路径的功能，某个节点通讯性能下降时通道将自行切换至高性能通道
 - 同时支持星形和网状拓扑，通过网关管理网络，自动分配最佳路径

智能无线网络每台设备的通讯路径都有冗余，数据可靠性高达 99.9%。

- 兼容

- 遵从 IEEE 802.15.4 无线标准
- 采用 2.4 GHz 通用频段

智能无线仪表可以轻松接入任何 Wireless HART 网络，任何符合 WirelessHART 标准的无线仪表均可无缝接入智能无线网络。

2) 从 OT 到 IT 的数据安全传输

Plantweb 数字生态系统不但支持传统的控制系统数据传输，也可通过工业物联网应用网关进行数据传输。采用 Secure First Mile™ 数据单向传输技术，为客户提供了从 OT 系统和工厂架构中更低层设备的连接，无需大量中间软件，以消除原来无论使用任何连接都会成为恶意攻击入口的问题，从而确保现有 OT 系统中的数据可以根据应用需要轻松、安全地连接到互联网。

Secure First Mile 提供的是一系列网络安全手段、设备和设计，包括网络安全服务、安全灵活的服务器、网关和数据单向传输技术，以确保数据运营技术系统中的数据可以方便安全地与基于网络的应用相连接。Secure First Mile 主要是在产生过程数据的地方将传感器或其它设备信息转化为安全的数据供英特尔和云端使用。

以数据单向传输用于阀门监测为例，WirelessHART 阀门的信息通过 1410 网关传递到现场的网关，通过数据单向传输防止

外部接入 OT（运营技术），Microsoft Windows 10 英特网网关将数据转化为物联网协议的数据例如 AMQP，然后通过微软 Azure 云服务发送到远程专家服务平台。这种方式采取端到端的加密。

3) 数据分析与应用

Plantweb Insight 设备监测 APP

Plantweb Insight 设备监测 APP 是针对单个类别设备监测数据进行分析的应用程序，它是独立的平台，不依赖于任何特定的控制系统或历史数据。其通过内置专业知识对具有多种测量数据的复杂工艺设备进行性能和状态监测，例如：压缩机、鼓风机、风机、泵、换热器、冷却塔、风冷换热器等，以预测并提前发现潜在问题，防止其进一步恶化而发生故障。该分析软件可支持各种来源的信息（无论监测设备是哪家供应商提供的），包括新型无线传感器、现有传感器、成套 PLC、SCADA 系统 RTU、控制系统、安全系统、机械保护系统、智能设备管理（IDM）软件以及任何历史数据库或未来的平台。反之，设备分析结果也可以传送至整个装置或工厂的其它分析应用程序中，同样，还可以集成到（AR）可视化解决方案中。



图 3 设备监测 APP

Plantweb Advisor 顾问系统

Plantweb Advisor 顾问系统针对特定应用需求，对相关监测数据进行分析，并提供可用于决策的信息。其专门为大多数使用 OSIsoft PI 系统历史数据库的工厂客户而创建。也就是说，工厂现有的历史数据库已经在使用中，无需由其它中间件平台代替，因此不需要添加其它中间件平台，从而保护工厂的投资并降低管理成本。目前已经发布的顾问系统包括：

- Plantweb Health Advisor 机械设备健康顾问系统，可对泵、换热器、鼓风机、风冷换热器、压缩机、冷却塔等进行分析，有助于推动维护管理
- Plantweb Performance Advisor 设备性能顾问系统，可对离心压缩机、往复式压缩机、燃气轮机、蒸汽轮机、锅炉、燃烧式加热器、熔炉、HRSG、冷凝器、泵、冷却塔、风扇等许多其它设备进行分析，提高设备性能管理
- Plantweb Energy Advisor 能源监测顾问系统，是专门为过程工厂设计的能源管理信息系统 (EMIS)，可管理多种能源流，如：水、空气、天然气、电力、蒸汽和其它能源，并自动生成工厂、区域、单元直至设备层面的报告，方便能源经理和损失控制工程师使用。

由于这些分析软件都是基于网页浏览器的程序，因此可随时随地通过平板电脑或智能手机进行访问，历史库通常也可支持文本/短信、电子邮件以及运行数据看板，可向用户发送设备异常状态的消息，实现信息流和工作流高效协同。

除了易于使用的 Plantweb Insight 设备监测 APP 和 Plantweb Advisor 顾问系统以外，还有一些专门的预测分析专家工具，如 AMS 机械设备管理系统、腐蚀管理系统、以及能够区分许多故障模式的 ValveLink 控制阀诊断系统。这些工具甚至可以应用于单台传感器的分析和健康诊断。

随时随地获取信息

将正确的信息传递给正确的人，无论他在何处，工作人员都能够通过手机、iPad 等移动设备安全、快捷、直观地获得关键设备的状态信息和报警，从而更高效地做作出决策。

4) 咨询与服务

远程专家服务

本解决方案与微软公司合作，推出基于 Microsoft Azure 云平台 and Windows 10 物联网技术的远程专家服务，实现从本地向云平台安全地传输数据。当现场没有足够的专家资源时，工厂可以选择基于 IIoT 技术的解决方案借助公司自有全球监测中心的远程专家对多个现场的设备进行监测，也可选择由第三方服务提供商对公司全球范围内多个现场的过程设备进行监测。目前提供的远程专家服务包括：疏水阀、旋转机械（振动）设备、静态设备、控制阀、DeltaV 系统、气相色谱仪、超声波流量计。

培训和仿真

Plantweb 数字生态系统中的数字双胞胎系统可用于测试工艺优化所需的新的控制策略和逻辑改进，尤其是批次配方优化；

也可在 FAT 阶段用于组态验证和逻辑测试，以加快工艺运行；还可用于虚拟培训，通过 3D 虚拟现实 (VR) 仿真软件和护目镜，获得真实的现场作业体验，使操作人员在实地实践操作前及时发现不正确的作业行为，通过不断的仿真来快速提升技能。



图 4 通过动态仿真进行工艺优化的测试或虚拟培训

咨询服务

Plantweb 顾问、专家可以帮助客户部署 Plantweb 数字生态系统中的技术，帮助客户发现工厂中每个部门的潜在需求和机遇，设定运营模式转变为数字化的目标和发展蓝图，为其提供工厂运营和维护的数字化转型支持。

4 成功案例

4.1 方案收益

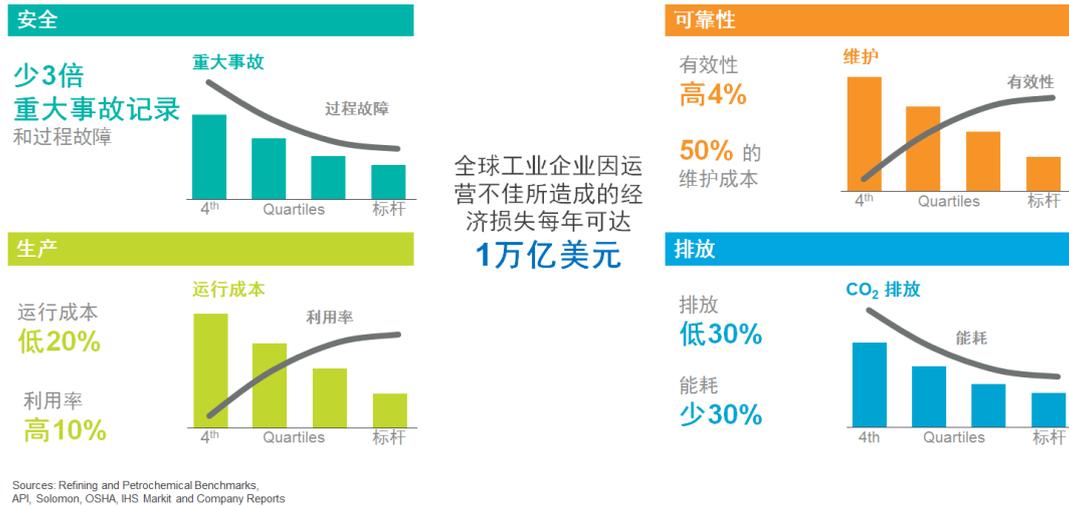


图 5 据行业分析，通过数字化转型企业将获得显著的绩效提升

1) 应对可靠性、维护和完整性挑战

提高可靠性的关键是预测性维护，丰富的数据采集设备和分析工具为用户提供完整的可操作的运行信息，利用物联网，不仅能够让相关的现场工程师及时收到设备故障的预报，还能让技术专家提供远程支持和可靠性咨询服务。

中东某化工公司拥有四个大型综合工厂，通过实施完整的一体化维护计划公司的维护成本降低 12%，可用性提高 2%。以典型的日产 250,000 桶炼油厂为例，通过预测诊断实施维护带来的成本节省单以 10 台泵的数据来看，由于运营时间更长了，工厂利润至少增加了 93,992 美元，直接成本节省了 60,300 美元，并降低了一年内的事故发生率。总收益为每年 154,292 美元。

2) 应对能源和排放的挑战

新加坡 Denka 化工厂，过去经常会发生一台疏水阀泄漏一年才被发现的情况，高达 20% 的工厂疏水阀可能随时出现故障，导

致蒸汽损失或加热效率低下，从而增加能源成本。Denka 化工厂使用了基于工业物联网的疏水阀远程监测和咨询服务，根据实时监测情况及时更换故障疏水阀，从而使蒸汽的使用量降低了 7%。

3) 应对安全与合规的挑战

新加坡裕廊化工园区采用本工业物联网解决方案，布局园区安全管理、设备管理和能源管理中心，在园区覆盖工业无线网，通过增加无线监测点，加入统一的安全管理、设备管理和能源管理平台，从有害气体泄漏监测到腐蚀监测，从溢罐报警到动设备性能监测，从安全喷淋监测到人员跟踪等，有效加强安全生产的预警、预防能力。从小事故和隐患抓起，最大程度减少重大事故发生、优化能源管理、加强节能减排，强化全面环保监测管理。

4) 应对生产挑战

在现代化智能罐区的管理中，本解决方案可实现智能化的罐区调度、物流管理，订单管理、库存管理、仿真和培训、调和与配比控制、储罐计量和安全监控、相关泵区及阀组的监控、贸易交接的审核、移动装卸控制（装卸船、火车装车或槽车装车），库区安全管理、智能设备诊断和管理，从而提高罐区运行效率和安全性，提高产品质量。

4.2 成功案例

1) Connected Services 远程专家服务案例

位于西菲律宾海区的 Shell Malampaya 海上平台，通过智能定位器实现从陆地对平台上的阀门进行监测，现场数据还能被送

到企业局域网，这样 Shell 在全球的工作人员都可以登入企业内网为平台提供支持。

澳大利亚远程煤层气田需要对其正在运行的气相色谱仪进行检查，确定有哪些设备需要重新标定，一台设备停止工作每天可能会造成高达 10 万美元的损失，以前是由一名工作人员花 1 到 3 天时间到现场完成一台设备的检查，而大部分情况下设备都没有问题。现在我们可以对气相色谱仪进行远程连接，通过诊断数据判断是否需要标定，由于省去了到现场的检查每次可节省 6 千美元。

2) 新疆克拉美丽气田实现井口自动化监测案例

克拉美丽气田位于古尔班通古特沙漠，气田井数多、分布广、产量波动频繁、管理难度大，由于单井自动化水平低，RTU 远传、UPS 覆盖面较小，仅有 2 口单井井口配有 RTU 及 UPS，大多数气井无法实现远程监控及操作，员工巡检劳动强度大。此外，一旦单井井口出现突发紧急情况，员工无法第一时间及时掌握现场状况并解决问题，且处理问题时间较长，员工劳动效率低下，为气井正常生产埋下隐患。

Plantweb 数字生态系统帮助气田实现井口生产数据实时自动化监控，用户获得三大收益：保证井区安全生产- 为判断井口管线积液、冻堵及地层压力变化提供了实时参数及历史趋势数据，为安全稳定生产、优化气井操作提供了可靠的技术数据；保障人员安全- 由于可以在控制室完远程诊断和维护，减少人员在井口

危险区域的操作及巡检次数，如克拉美丽沙漠冬季道路结冰和自然环境的因素（有时野狼群出没）的影响，提高了操作人员的工作效率和安全保；降低巡检维护成本- 由于可以减少人工巡井次数，劳动成本节省 50%，人工工时减少近 3000 小时，巡井路程减少近 20 万公里，相应车用油耗节省 75%。