



SIEMENS
Ingenuity for life

Siemens Digital Industries Software

机器状态检查： 实现维护自动化

工业物联网如何帮助实现预测性维护
和规范性维护

高层摘要

工业物联网 (IoT) 拥护者所承诺的、看似科学虚构、神乎其神的效益，目前正迅速转变为现实；其中一个重要领地就是在工厂车间进行设备维护。这种转变带来前所未闻的功能，包括自主维护，本质上由系统决定和执行维护的各个方面。

西门子公司的 MindSphere 是一种 IoT 操作系统，通过将工厂资产连接起来并提供机器性能和状况的集中视图，能够简化对于先前维护方法的改进。此外，使用 MindSphere 还可以让制造商掌握各种维护任务的输出结果，根据运营和业务需求进行有据可循的决策。

摘要

基于工业物联网的维护系统能够将停机时间降至接近于零、消除不必要的维护和昂贵的替换件库存需求、缩短找到机器故障根源所需的时间。更进一步而言，这些系统帮助制造企业在提高资产可用率的同时，将更高的自动化水平融入流程。简而言之，被称为规范性维护的最新方法，解决了老旧资产问题，确保工厂能够高效、高生产力地运营。

从财政角度出发，向着更为高效的维护惯例转变迫在眉睫。最近的 PTC 研究计算表明，车辆制造行业停机时间成本高达 130 万美元/小时；而 ARC Advisory Group 预估，计划外停机时间成本可能达到计划停机时间成本的 10 倍。

但是，尽管大部分制造商大致了解工业物联网对于维护的潜在影响，但他们仍然存在这样的疑问：如何尽快、以尽可能低的成本从当前维护惯例转变为基于物联网的维护方式？



图 1. 计划外停机时间是维护成本的重要因素

维护的演进

要了解制造商如何从被动性维护转变为预测性维护，了解演进的每个阶段就意义重大。

被动性维护：维护最原始的形式就是被动性维护。这种方法也称为“使用至故障”，是指仅在发生故障时才不得不进行维护和修理，或是更换设备。这种流程不够高效，并且由于计划外停机时间造成生产和生产率损失，甚至更严重的是，造成成本高昂的机械故障。采用这种方法，难以或无法追踪故障的根本原因。此外，制造商必须大量储备替换件，才能确保迅速维修，但这也造成维护成本的增加。

计划性（也称为“预防性”）维护：演进到这一阶段后，维护会以特定间隔按计划进行，而无论机器状况或性能如何；这样就可以降低被动性维护的频率，包括不可预测、计划外停机时间和设备损坏。相反，这种维护的目标是保持设备以最高效率运作。

但是，这些计划依赖于制造商提供的信息、计算的平均值或预期寿命，而这些并不能反映实际情况。有些制造商倾向于依赖具有长期工作经验的操作员，因为这些操作员可能对各种预示比较敏感。譬如，过热零件的味道、破损组件的异常振动和发出的声音，都可能暗示潜在的停机问题。细心、具有经验的操作员也许可以考虑实际情况，但却不可能面面俱到。

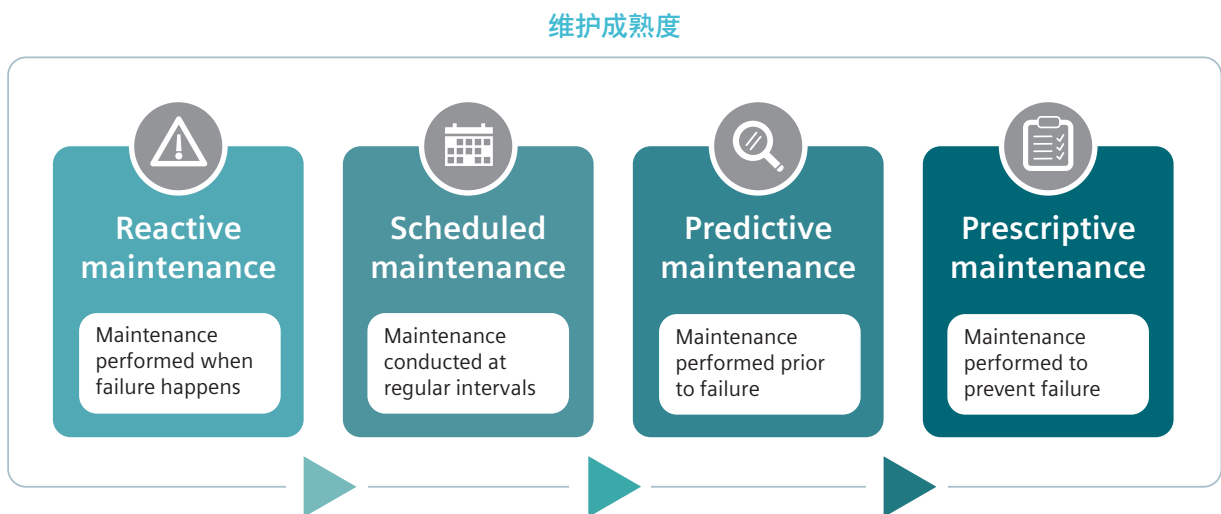


图 2.工业维护成熟度的四个阶段

计划性维护引入了一些新问题：这种方式代价较高，因为零部件可能在其真正需要之前就已替换或维修，并且还须保持足够的备件库存。这种方式也比较耗时，因为设备会反复脱机、中断生产。这种方式还容易出错，因为它依赖的信息已过时。计划性维护成熟度更高的一些制造商通过引入一定程度的自动化来解决这些问题。例如，这些企业部署了企业资产管理 (EAM) 或计算机化维护管理系统 (CMMS)，用于维护有关企业运营信息的计算机数据库并赋能一些预防性维护技术。尽管这些系统维持的信息能够帮助他们规划、优化、执行和追踪所需的维护，但他们仍然需要进行大量手动操作来调用、编译和分析数据，这是一项令人畏惧的资源密集型任务。

预测性维护的优点

美国能源部统计数据表明，预测性维护能够带来以下收益：

- 以更低的维护成本实现 25% 到 30% 的投资回报率 (ROI)
- 将故障率降低 70% 到 75%
- 将设备停机时间减少 35% 到 45%

被动性维护的成本高达四到五倍，只因为设备一旦出现故障，就会降低工厂总体生产力、导致库存积压并降低总体效率。



预测性维护

常与预防性维护混淆，预测性维护是首先开始使用工业物联网功能的阶段，旨在更加精确地识别设备何时需要维护（越接近故障发生时间越好），从而赢得最长运行时间并减少维护成本。预测性维护使用物联网设备不断收集的数据，根据性能提供更为精确的走势图。数据在设备运行过程中收集，因此不需要设备停机。

部署有效的预测性维护需要 IoT 系统与几项重要组件集成，包括设备上启用无线功能的传感器，从而产生共享数据所需的数据和网络功能以及高级分析功能。

基于物联网的预测性维护解决方案能够监控设备产生传感器数据、执行自动化数据分析，制造商由此可以消除计划性维护的猜测工作，转而利用实时测量产生的见解，减少甚至消除错误。

更高端的、基于物联网的预测性维护方案利用人工智能 (AI) 并集成 CMMS 功能。举例而言，机器感应到钻头磨损，会订购新的钻头，提醒服务部门安排人员安装，将新零件的购买请求转达给 CMMS。所有这些信息都存储在 CMMS 中，该系统执行各种功能，包括维护和组织合规数据、追踪已完成任务、编译人工成本、管理供应商、执行采购活动、监控资产以及生成预算所需的数据。

采用 MindSphere 之类物联网系统，制造商可以获得更多见解以驱动性能显著进步，具体表现在将更多高级分析功能融入预测性维护解决方案，包括：

- Asset management – 对工业过程结构进行建模，允许制造商追踪与决定机器性能相关的特定数据源
- Fleet management – 提供制造商资产概览，允许用户建立性能参数并在性能偏离参数时发出警报

更高端的、基于物联网的预测性维护方案利用人工智能 (AI) 并集成 CMMS 功能。

规范性维护

尽管预测性维护相比以前能够带来更加智能、更加迅速的根本原因分析，减少不必要的停机时间并提供远程机器状况信息，规范性维护却将设施推向更高的自动化水平。采用 MindSphere 之类基于物联网的操作系统，制造企业能够让维护系统自主解决问题。

借助于物联网，制造商可以使用人工智能和机器学习以及传感器诊断问题根源的功能，进一步增强规范性维护的功效，指示恰当的纠正措施并管理整个维护过程。系统集成物联网的制造商可以构建规范性维护方法，此方法不仅知晓何时必须进行维护，还知晓由谁执行维护以及成本如何。基于物联网的规范性维护系统还让维护的各个方面实现自动化，包括订购所需零件、安排服务、考虑时间和成本、记录手头零件并确保将相关工作通知给相关人员。所有这些步骤只需之前维护方案所需的一小部分时间，就可以由系统自主执行。

规范性维护还让团队成员可以审查和模拟系统的建议修正措施，以便选择与运营和财政目标相符的解决方法。此外，规范性维护还可以帮助操作员了解运行状况，譬如按照供应商建议的排放压力和温度运转泵，何时会出现不理想状况或性能，这样就可以前瞻性地解决问题。

规范性维护系统的准确度会随着数据积累、设备特性和行为的分析、机器运转过程中发生的故障模式和许多其他事件而不断提高。

规范性维护最终会带来关键资产状况和性能的重要见解，这样团队成员能够更好地预测资产故障并在停机之前采取措施。由于资产只在需要时维护，这实质上消除了计划外停机时间和不必要的维护，因此部署了规范性维护解决方案的制造商能够显著降低成本、延长资产寿命并优化工厂生产。

部署了规范性维护解决方案的制造商能够显著降低成本、延长资产寿命并优化工厂生产。

此外，规范性维护利用工业物联网，可以产生更高的关键资产状况和性能透明度，从而可以优化制造商的维护方法。例如，可以定制维护以满足特定机器和运营情况需求。

真实世界成果

希望将维护方案提升到最高成熟度的企业已经在部署规范性维护。例如，服务提供商在帮助铁路运营商提高资产回报率 (ROA) 的同时，改进了铁路运输的可靠性和安全性。公司目标是帮助企业减少维护成本和计划外停机时间，同时提高运营规划效率并降低风险和成本。

使用 MindSphere，公司可以在初始阶段就检测到资产故障，这帮助避免了停机时间。此解决方案还提高了运营规划效率并降低了维护成本和能耗，使其铁路运输比其他运输方式更具竞争力。由于系统还根据识别结果执行大量维护，企业减少了不必要的维护转移，进一步提高了运营效率。

因此，企业得以：

- 确实提高资产可靠性 99% 以上
- 优化运营规划，最多可使延误减少达到 20%
- 实现更为高效的根本原因分析并缩短复杂故障解决时间 20% 以上



结论

随着工业物联网逐渐成为主流，未能实施物联网规范性维护功能的制造商将无法达到新的工业维护基准：零计划外停机时间。要保持竞争优势，制造商必须优化资产性能并尽可能减少故障，因为即使极短的停机时间也可能造成收入减少、额外开支过多以及资源受限。制造业利润微薄，因此过多的维护成本和生产时间的损失是令人无法接受的。计划外停机时间不会产生任何价值，甚至随着额外开支的不断增长，从工厂车间到信息技术 (IT) 和客户服务在内的员工，必须努力减轻由此造成的资产、收入和公众看法影响。

MindSphere 之类工业物联网解决方案，提供超出相关制造商想象的、更为自动化的维护方案。西门子公司这一云端开放式物联网操作系统，帮助制造商从当前方法成功转向完全自动化的规范性维护。

MindSphere 易于转变早期维护方法，只需将工厂所有资产无缝连接起来即可，这样就能集中概览性能和运行状况。此外，使用 MindSphere 还可以让制造商更好地理解各种维护任务的输出结果，根据运营和业务需求进行有据可循的决策。

Siemens Digital Industries Software

总部

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 972 987 3000

美洲

Granite Park One
5800 Granite Parkway
Suite 600
Plano, TX 75024
USA
+1 314 264 8499

欧洲

Stephenson House
Sir William Siemens Square
Frimley, Camberley
Surrey, GU16 8QD
+44 (0) 1276 413200

亚太地区

Unit 901-902, 9/F
Tower B, Manulife Financial Centre
223-231 Wai Yip Street, Kwun Tong
Kowloon, Hong Kong
+852 2230 3333

关于 Siemens Digital Industries Software

Siemens Digital Industries Software 是 Siemens Digital Industries 的一个业务部门，其致力于推动行业数字化转型，为制造商实现创新创造新机遇，可谓是全球领先的软件解决方案供应商。总部位于美国得克萨斯州普莱诺市，在全球拥有超过 140,000 个客户，并与所有规模的企业协同工作，帮助他们转变将想法变成现实的方式、产品实现方式以及使用 and 了解运行中产品和资产的方式。有关产品和服务的详细信息，请访问 www.sw.siemens.com。

www.sw.siemens.com

© 2019 Siemens. 可在[此处](#)查看相关西门子商标列表。
其他商标属于其各自持有方。
78352-78656-C3-ZH 9/19 LOC