



F R O S T & S U L L I V A N

50 Years of Growth, Innovation and Leadership

数字工业的曙光

MindSphere 助力实现新的数字化转型

无限制

A Frost & Sullivan
White Paper

Karthik Sundaram

www.frost.com

目录

简介	3
融合 ICT-OT 环境	3
ICT-OT 融合带来的好处	4
数字平台的开放性和异构性日趋重要	4
商业模式不断发展	5
采用数字平台背后的挑战	7
数字工业的曙光	8
制造业数字化的现状	9
数字化方法	10
1. 端到端数字化	12
2. 从产品销售到价值销售	13
3. 创新商业模式	13
为未来的工厂做好准备	14
MindSphere 的世界	15
结论	18

简介

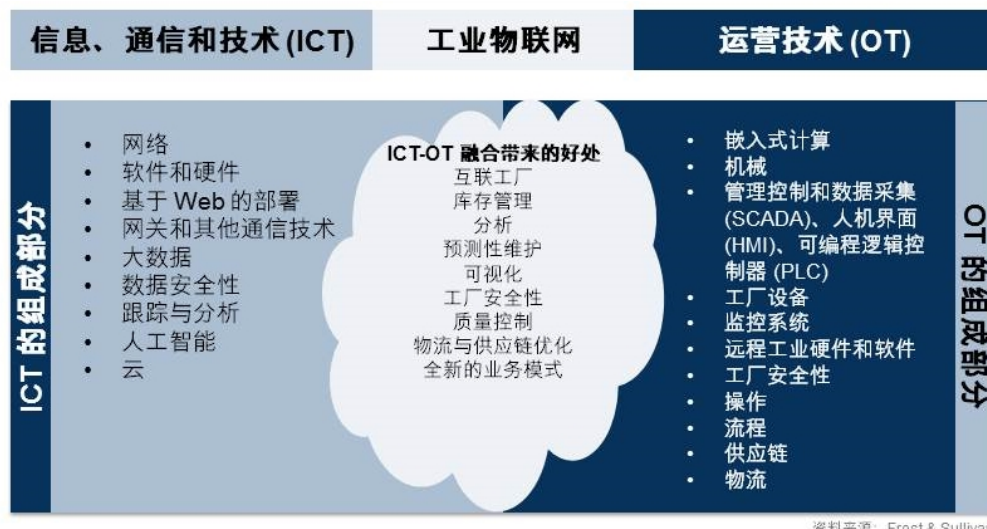
物联网 (IoT) 是工业环境中的一个重要话题，许多制造商正逐步尝试确定这种技术潮流所能带来的价值。多年来，这个话题已从引人关注变成了势在必行。之所以会出现这种重要的意义变化，其原因在于全球经济再次聚焦于制造业，导致工业 4.0 平台、工业互联网联盟 (IIC) 和中国制造 2025 等国家性政策项目先后出台。然而，工业物联网 (IIoT) 仍处在不断发展的概念阶段，同时制造商也要应对许多模棱两可的情况，包括信息通信技术 (ICT) 和运营技术 (OT) 环境逐渐融合、开放和异构平台日趋重要以及商业模式不断发展。

融合 ICT-OT 环境

传统上，ICT 和 OT 被视为制造业中的两个独立环境。随着数字化逐渐渗透到工业领域，这两个环境之间的界限变得模糊。制造商必须意识到这两个环境有着截然不同的特点，且各自对数字平台的贡献也千差万别。例如，在传统 ICT 背景下，数字平台供应商在识别工业领域的细节方面往往有所欠缺。他们或许无法从 OT 角度出发来了解工业领域。更糟糕的是，这些 ICT 供应商可能被视为制造业的局外人。

另一方面，传统的 OT 公司（至少是实力雄厚的公司）已经有了强大的工业基础，并且将要凭借自身的数字能力发掘新的角色和机会。因此，这些 OT 公司正成为数字平台市场上 ICT 巨头的有力竞争者。这两个环境的融合为制造企业带来了新的机遇，使其能够优化效率、成本和生产效率。下面说明了融合 ICT-OT 环境可能带来的一些好处。

ICT-OT 融合带来的好处



ICT 和 OT 环境之间的这种融合不仅仅是构成要素和技术的融合，而且也是由于使用完全不同的技术、供应商和系统进行独立工作，因而出现的不同思维方式的融合。

数字平台的开放性和异构性日趋重要

为便于顺利部署数字平台，制造商应该拓展平台能力，进而处理大量不断发展的异构工业资产和设备。造成制造业异构性如此之高的主要原因包括不断扩大的产品组合，即产品变体和类别以及若干产品升级和版本。深入而广泛的制造业横跨油气、汽车、航空航天和工业机械等多个垂直行业，这也进一步加剧了数字化采用的复杂性。此外，还需在牢记这一新兴领域的成本、全球化、复杂性和竞争情况的同时，不断开展创新、扩大规模并加快这一进程。

因此，数字平台必须证明是端到端的物联网生态系统，且该生态系统采用可重用的基础设施和开放的行业标准设计而成。这对于促进跨不同部门和业务层面更顺畅地传递信息必不可少，可有效避免应用程序和数据陷于孤岛之中。在封闭的生态系统中，信息共享不足且协作效率低下，导致数字化的价值大打折扣。

另一方面，开放式平台生态系统由一群相互依赖的利益相关者组成，包括企业、设备、竞争对手、技术推动者、开发人员、监管者以及其他为了相互的利益而共享数字平台的对象。开放式平台生态系统的一些主要优点包括实现协议和监管框架标准化、安全可靠、具有互操作性以及免费提供开放数据。这种开放式生态系统也是创新的推动因素。它们将最终用户的需求发送给技术提供者和开发人员，并在此过程中为他们提供开发创新产品或服务的正确方向。

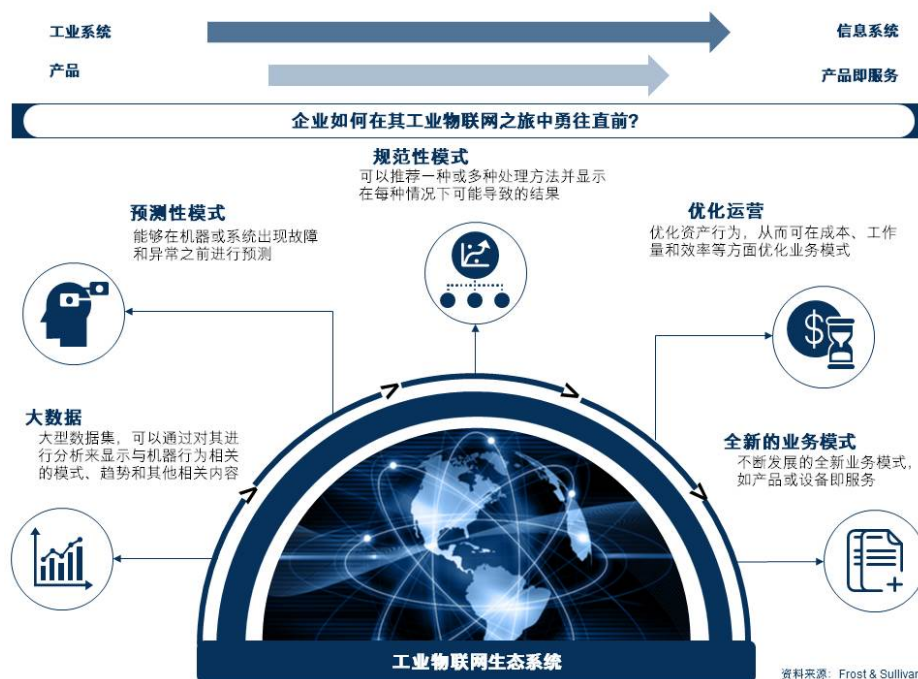
我们只是刚刚开始触及数字化所能带来的数不尽的优势，然而，明确而强大的数字化战略显然将对帮助制造商实现这些潜在优势大有裨益，包括更新的商业模式概念。

商业模式不断发展

按照惯例，制造业只专注于销售硬件，而企业的盈利能力与产品质量直接挂钩。但随着消费者偏好的变化，这种以硬件为中心的方法开始为软件和可通过服务获得的价值让路。几十年前，Rolls-Royce 以按使用付费的方式提供发动机，彻底改变了制造业的传统商业模式。随着其他制造商开始重新构思业务策略并采取类似的方法，新的产品即服务模式应运而生。

如今，随着技术的进步，这些模式变得更为错综复杂。工业产生的大量操作数据中蕴藏着无限商机。数字平台在塑造收集、存储、分析和数据的新商业模式方面发挥着关键作用。这些平台将成为未来任何现代数字化工厂的基础。数字化帮助这些制造商实现了巨大的飞跃，从仅提供产品转变为随产品一起交付服务。下面概述了制造组织借助数字化的强大力量可能实现的一些商业模式变革。

制造业商业模式不断发展



用例：Rolls-Royce 按时计费¹



数字平台市场拥挤不堪，既包括成熟的平台供应商，也不乏新兴的平台供应商。因此，评估平台可能是一项极具挑战性的工作。一方面，IBM、Microsoft 和 SAP 等 ICT 领域的技术巨头正试图进军制造业。另一方面，General Electric (GE)、Siemens 和 Bosch 等传统工业巨头正致力于转型为数字公司，为行业提供解决方案。此外，所有工业企业都在努力开发本土的云平台，为客户提供更大的价值，这一趋势有增无减。数字平台的激增给最终用户带来了过多的选择，他们现在深信确实需要进行数字投资，但却被高度复杂的市场提供的诸多选项“淹没”。

采用数字平台背后的挑战

数字化将为工业系统以及所涉及的人员和流程创造若干机会。尽管数字平台给工业界带来了诸多好处，但仍有一些挑战可能会减缓其激增速度。制造商必须能够应对这些挑战，从而完全获得互联制造所带来的各种好处。

采用数字平台背后的挑战



资料来源: Frost & Sullivan

数字平台旨在控制关键基础设施，但在这种情况下，它们的职责范围不仅仅限于 IT 网络。关闭工业系统或以“孤岛”形式独立运营不再被认为是明智方法。实际上，越来越多的制造商开始认识到实现数字化所带来的巨大价值。随着企业转向全球扩张，在未来几年里，连通性和数字化将不容忽视。最后，为了能够扩展和升级数字化的现有功能，并能够在日益拥挤的数字平台市场中竞争和生存，平台需要建立在开放而灵活的硬件、软件和网络之上。此外，还需要应对竞争、价格压力和商品化等进一步挑战。

如果其中一些问题是制造商眼前亟需应对的业务挑战，只是没有时间或资源来规划运营架构，他们可以考虑一些经过仔细分析的开放式平台生态系统合作伙伴，在采用全平台方法之前试点执行项目。

数字工业的曙光

工业环境中的数字化转型不再是组织愿望清单上要划去的项目，而已演变为企业的当务之急。尽管存在上述挑战，但工业组织仍优先考虑采用数字化来将其纵向运营和横向供应链紧密联系在一起。数字化正在改变各行各业制造商创造和提供产品与服务的方式。在未来的工厂中，那些能够使数字能力与工业环境同质化的组织才更具价值。

制造业数字化的现状

引领数字化的一些关键行业包括航空航天和汽车制造。许多来自不同行业的大型组织正在向数字化转变，其目标是优化工厂运营和自动进行维护，最终提高产品和流程的质量标准。智能机器不断地发送性能和其他相关数据，以帮助制造商预测需求、计划维护并创造更优质的产品。这些机器内嵌了智能，可以帮助解决复杂问题，而无需人工干预。许多这类工业组织开始利用一种或多种属于数字企业范畴的新兴技术。这些技术包括认知智能、增材制造和机器人。其他工业组织则在探索开发新型商业模式的机会，例如基于订阅的定价、许可、利润分摊和基于成果的定价。这种数字化转型是工业环境中所有竞争者的福音。

例如，一家飞机制造领军企业正利用数字化将其错综复杂的供应链交织在一起。飞机制造通常遵循一种基于单元的制造方法，在这种方法中，飞机的所有组件都需要流入飞机装配点。虽然有些组件由内部开发，但大多数都来自世界各地的多家供应商。因此，如果没有合适的跟踪机制，飞机制造业务就会变得极其复杂，难以管理。利用基于云的智能工具，这一复杂价值链中的所有利益相关者可以更快速、更准确地开展协作。此外，这种透明的信息共享方法有助于制造商减少处理任何错误所需的成本和工作量。Boeing 等飞机制造商已经转向数字化，将产品上市时间缩短了 50% 以上²。

用例：航空制造数字化 – 关键优势³

	主要目标	优点
 设计与工程	为建造无可挑剔的飞机奠定基础。	最大限度地减少 <ul style="list-style-type: none"> 重量和体积 生命周期成本 最大限度地提高 <ul style="list-style-type: none"> 性能 战略性重用
 制造业	有效地协调、指导和监督工厂车间的飞机生产情况	<ul style="list-style-type: none"> 规划与优化 质量监控 资产优化
 供应链	通过衡量性能表现采用按需提供物流的方式，打造具有竞争力的基础设施，从而创造价值	<ul style="list-style-type: none"> 供应链 优化，效率 可见性
 售后	准时进行检查、维修、改装和飞机零配件供应	<ul style="list-style-type: none"> 飞机运行状态监测 最后一英里连接

跨飞机价值链的数字化渗透和采用情况分析			
低渗透率初期阶段	高渗透率采用阶段	高渗透率采用阶段	高渗透率初期阶段
▲	▲	▲	▲

资料来源：Frost & Sullivan

数字化方法

如今制造业日趋复杂，亟需能够纵横跨越组织各个层面的业务解决方案。就工业解决方案而言，从数字化双胞胎到延伸产品，再到增值服务，最后是一个更广泛的平台生态系统，供应商可以考虑在这四个层面上提供解决方案。全球有几家工业领军企业一直致力于销售硬件组件，而如今越来越多地涉足软件和服务领域，因此许多公司现在看到了跻身软件龙头企业行列的价值所在。

向数字平台的巨大转变



中小企业的数字化战略才刚刚起步，可以遵循伙伴关系和协作路线。将其数字化战略与规模更大的平台供应商保持一致，可以让这些企业保持在地上的地位，而不必“花钱如流水”。只有当这些小公司能够在由技术合作伙伴、供应商和客户组成的未来数字平台生态系统中调整自己的角色时，业绩才能取得实质性的进展。

尽管评估和推出数字平台的过程非常复杂，但制造业已经认识到实施这些平台对于实现有效的业务成果至关重要。全面了解这些平台有助于制定决策。制造商在评估数字平台时应牢记的一些关键问题包括：

1. 数字平台是否支持数据驱动型业务模式？
2. 数字平台是否能够支持设备和数据的整个操作生命周期？
3. 数字平台提供商是否拥有全面的知识和必要的领域经验？
4. 数字平台是否会无缝连接到所有资产？
5. 数字平台对促进开放的作用如何？

设法获得其中一些问题的答案，可以帮助制造商明确什么对业务最有效。

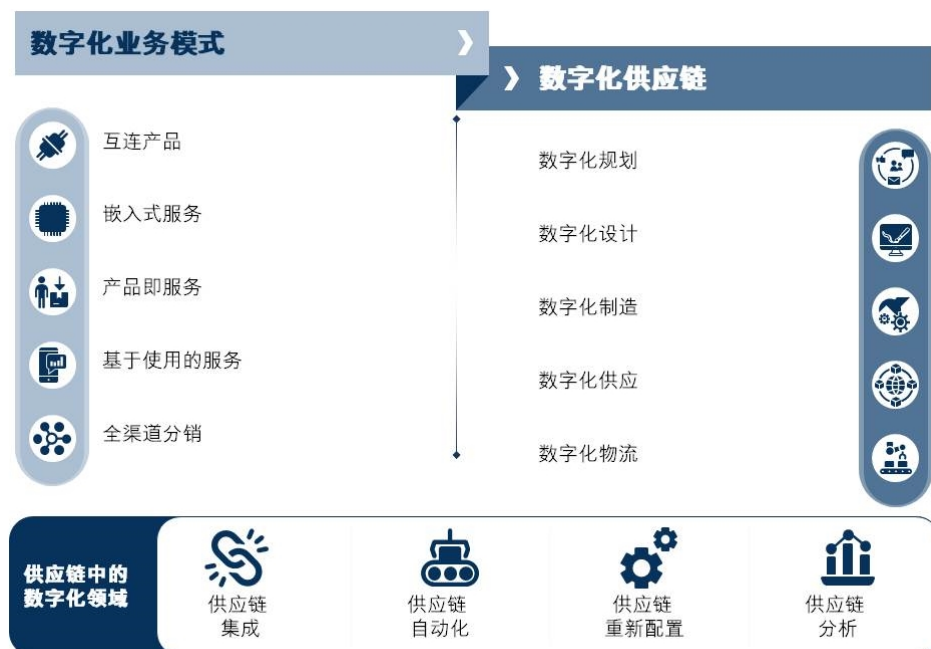
在全球化、竞争和动态消费者需求的推动下，制造业的面貌日新月异，这给制造业带来了巨大的压力，要求它们提高生产效率、降低成本并缩短产品上市时间。由政府主导的各项措施和框架可协助制造企业简化制造业数字化的进程。不过，让这些理念适应制造业供应链的复杂局面并非易事。然而，随着越来越多的人在数字化上达成这一共识，采用平台的步伐必然会加快。

数字化的重要性正日益凸显，再怎样强调也不过分。数字浪潮以非线性方式渗入制造业，但正以指数级速度前进。随着工业企业继续在数字技术领域进行合作和投资，处于前沿的企业将会超出试点实施的范畴采取行动。对于已经开始投资这种新模式的一些公司，其速度必然会让其他许多公司惊奇不已。对数字化保持沉默不予理睬的制造商可能会落后于他人。随着数字化工厂在人们的观念中从重要转变为未来制造业的关键，以下趋势将浮出水面

1. 端到端数字化

随着数字化开始纵向波及同时横向渗透每个业务领域和层次结构，它将整个制造价值链中的所有利益相关者（包括供应商、合作伙伴、分销商和客户）紧密联系在一起，实现了 ICT 与 OT 的全面集成。一直以来制造商只是检查机器，但如今会更加仔细地研究这些机器生成的数据。这种转变来源于制造商认识到了机器数据所能带来的价值。然而，在决定如何处理如此庞大的数据量和多样化的数据类型时，制造商往往面临一个难题。如果不能将从工业机器中提取出来的所有数据转换成有意义的见解，那么这些数据就毫无用处。因此，数字化将发挥重要作用的关键领域之一是创建虚拟模型或数字化双胞胎，但这不仅仅限于产品，而且还涉及产品的生产流程和性能。这反过来有助于产生高层次的见解，可帮助管理与产品和流程供应链相关的复杂情况，并且能够极大地帮助实现明智的业务决策。使用数字化双胞胎，制造商可以在整个制造价值链（从规划和设计到生产、供应和物流）中控制多个参数。通过数字化双胞胎所收集的信息本质上可用于执行预测性和自适应维护，并将有助于了解最终客户的动态需求。下图显示了可在制造供应链中应用数字化的不同领域，从而开发新的收入潜力。

全球制造供应链中的数字化领域



资料来源: Frost & Sullivan

2. 从产品销售到价值销售

随着越来越多的产品中嵌入有助于制造商根据产品和环境行为制定明智业务决策的功能，产品和服务的传统定义将发生转变。例如，汽车正在演变成能够自我诊断潜在问题并通过软件升级（而不是传统机械师）进行维修的产品。工业机器人也将进化以跟踪其性能，并且能够提供对制造商有用的见解。

3. 创新商业模式

数字连接将使工业制造商能够更直接地响应客户及其需求。因此，新的商业模式（如基于使用情况的定价）将会出现。这些新的商业模式将使制造商能够更准确地预测供需和收入。航空航天和国防等行业已经开始基于订阅和消费提供服务。例如，瑞典一家空气压缩机制造商正在改变其商业模式，从销售空气压缩设备转向提供压缩空气即服务。在这种模式下，客户只需要为所消耗的压缩

空气付费即可。智能系统可以精确监控压缩空气的流动并提供客户所需的空气量。这有助于减少浪费、降低成本并提高效率，实现双赢。

早起的鸟儿有虫吃。对于 Google、Microsoft 和 Amazon 等互联网技术的早期采用者来说也是如此。同样，现在我们正处于第四次工业革命的风口浪尖，转型为数字企业的先行者将会享受巨大的优势。GE、Siemens 和 Bosch 已经加强了自己在市场上的地位。即便是规模较小的企业，从智能数字概念中衍生出来的有趣的收入模式也将有助于从数字化中获得巨大的收益。尽管在这个蓬勃发展的市场中每季度都会增加一个平台，但其中许多平台要么应用范围狭窄，要么天生就“受限于供应商”。一旦决心采用某个平台，客户在后期将很难切换到任何其他解决方案。这是一种不良的方法，不太可能达到被采用的临界值。因此，像 GE、Siemens 和 Bosch 那样采取一种更灵活的方式将更为可取。

为未来的工厂做好准备

由于采用技术、用例和标准化的速度非常慢，因此实现真正意义上的数字化对于许多制造商来说可能是一个缓慢的过程。通往工业数字化的道路是一个渐进的过程，对于不同的组织和不同的工业部门来说，这种演变的速度也不尽相同。它不会一下子冲击整个行业。

与此同时，为了确保可持续的竞争力，工业组织需要采取必要的措施来构建未来的工厂。通过转向数字化，制造商不仅能够提高生产力和效率，而且还将为未来的商业模式奠定基础，从而使制造业获得竞争优势。无论工业企业在数字化进程中处于什么阶段，数字化都不再是一种选择，而是成为一种必然，它将决定未来市场的生存。

MindSphere 的世界

寻求采用数字化的制造商面临着诸多挑战。其中最主要的挑战包括安全连接多样化的资产基础和获得实时洞察，这将提高整个价值链的效率。在这方面，速度和规模是确定有效性的决定性因素。

与安全一样，集成和协调来自多样化资产基础的数据仍将对供应商和最终用户构成障碍。然而，我们可以预见应对这一挑战是不可避免的，因为数字化之旅是单行道

在过去的 12 到 18 个月里，相继引入了许多新平台，以至于现在出现了一个新的工业数字平台市场（IIoT 平台）。在此重要关头，这一新兴的领域汇集了来自 OT 和 ICT 的供应商，他们彼此之间相互竞争、指派并合作。不同供应商之间如此广泛的合作趋势在整个工业史上都是前所未有的。

这个新兴市场不仅包括提供端到端 IoT 解决方案的供应商，还包括为各种制造部门提供定制解决方案的供应商。

在平台供应商兼收并蓄、取长补短的这样一个背景下，有必要指出的是，这也在最终用户中产生

行业之声 1: 尽管 EISENMANN⁴ 在公司内部有众多物联网平台功能，但它还是采用 MindSphere 在各个工厂、地点和客户间扩展其功能

Eisenmann 寻求什么?

- 一个平台
- 可以支持多个工厂、多个客户
- 完全独立于所有结构
- 可以针对各种客户跨不同垂直行业运行

Eisenmann 选择 Siemens MindSphere 的主要原因

1. 投资成本较低
2. 竞争激烈
3. Eisenmann 的产品采用了西门子组件，为更加紧密的合作扫清了障碍
4. 信赖西门子品牌

资料来源: Eisenmann, Frost & Sullivan

了一种不确定性，他们现在被多个平台所困扰，不知作何选择。欧洲一家汽车供应商的工业 4.0 架构师评论说，要实现现有工厂的数字化，必须开发一个可集成各种供应商平台的本土数字平台。因此，一个大型平台市场并不一定有助于制造商提高利用效率。该行业所需的是一个能引进生态系统并有助于与其他供应商进行开放协作的平台。

行业之声 2: RITTAL⁵ 确信 Siemens MindSphere 可提供优化的气候控制行业解决方案

Rittal 寻求什么？

- 可立即用于平台的应用程序和功能
- 平台供应商的安全性和信赖感

Rittal 决定选择 MindSphere 组件的主要原因

1. Rittal 相信 Siemens MindSphere 可对气候空行业进行优化。MindSphere 已经以机柜的形式为行业提供现成的支持，该机柜设备已经支持 MindSphere 并配有 PLC 等完整功能。
2. 由于设备已经支持 MindSphere，因此 Rittal 的客户所需要做的就是打开网关，让数据在几分钟内进行可视化。
3. Siemens 基于云的开放式物联网操作系统支持 Rittal 这样的公司开发其自己的工业物联网应用程序。
4. Siemens MindSphere 平台具有可扩展性，可以捕获和分析海量数据，从而实现智能的能源数据管理和资源优化。
5. 它还可使 Rittal 的管理层能够利用分析功能来预测何时需要进行维修和维护。

资料来源：Rittal、Frost & Sullivan

根据分析，我们发现目前在市场上提供的各种工业数字平台中，MindSphere 平台脱颖而出。此外，由于我们目前正处于行业的一个转折点，随着人们对数字化的认识和兴趣提高，当前需要通过概念证明来激发制造业的数字化变革。在这方面，Siemens MindSphere 生态系统就是一个有趣的例子。

最近，Siemens 携手另外 19 家工业企业建立了一个以 Siemens MindSphere 为基础的全球开放式 IoT 生态系统 – MindSphere World。这一生态系统的主要目标是支持和指导参与的公司利用 MindSphere 开发 IoT 应用程序。这一协作可能会使企业建立一种共生关系，从而在彼此之间形成新的协同效应。通过 MindSphere 的开放式平台架构，制造商将能够集成异构机器和系统，并且能

够构建独立于制造商的应用程序。通过这一协作，还将制定对生态系统中的每个参与者都有利的共同标准。

举例来说，Rittal 是 MindSphere World 的创始成员之一。作为一家全球性的工业外壳、配电和气候控制产品解决方案制造商和供应商，该公司最近在气候控制领域取得了一些引人注目的进展，有助于提高能效和通信能力。该公司目前在其“冷却即服务”应用程序以及联网的 'Blue e+' 冷却装置中使用 MindSphere。由于这种集成，Rittal 能够执行基于数据的预测性维护和修复，从而进一步帮助公司实现了降低成本和增加正常运行时间等好处。

行业之声 3: HAM-LET® 通过 Siemens MindSphere 实现工业 4.0 创新

Ham-Let 寻求什么？

- 将其工业产品连接到云端
- 提高可靠性，降低成本，最大限度地减少阀门设备所占用的场地
- 为从前实施成本过高的情况带来转机

Ham-Let 选择 Siemens MindSphere 的主要原因

1. 使用 Siemens MindSphere，Ham-Let 能够为其客户提供的绝不仅仅是可以开关的阀门。凭借 Siemens MindSphere 的强力支持，Ham-let 能够通过一组智能物联网技术（如云、AI 和边缘计算），为客户提供阀门用于感知流经其中的物质以及各种其他环境因素，如温度、压力、振动、湿度等。
2. 通过选择 MindSphere，Ham-Let 能够开发出可以有效管理设备、进行分析并实现可视化的阀门。
3. 通过 MindSphere，Ham-Let 能够构建一个全面的行业解决方案，可以直接从云端进行阀门和网关的设备管理。它还可以显示有用的历史数据和与阀门相关的其他参数。

资料来源：Ham-Let、Frost & Sullivan

如前所述，存在多个平台并不能保证实现价值。尽管这是数字化进程中的一个重要里程碑，但供应商必须意识到制造商不会热衷于为多个平台付费。我们坚信，数字平台市场最终会实现大规模的整合，形成两到三个主要参与者。

结论

制造商可能处在数字化进程的任何阶段。在采用数字化时，显然没有一种万能的方法。因此，无论制造商处于什么阶段，都应致力于遵循一种结合其目标、需求和约束的方法。选择数字平台应从深入了解业务需求开始。企业应该牢记要解决的问题并列出具体的解决方案和用例。下面介绍了在开始数字化进程之前应牢记的一些基本准则。



资料来源: Frost & Sullivan

综上所述，数字平台市场仍处于全行业应用的初级起步阶段。尽管有许多选项可供选择，但在确定合作伙伴时应进行大量研究，而这里所说的合作伙伴不仅规模庞大并拥有经过验证的用例，而且还可以长期信任。

参考链接

1. <https://www.rolls-royce.com/media/press-releases-archive/yr-2012/121030-the-hour.aspx>
2. <http://www.frost.com/k218>
3. <http://www.frost.com/k218>
4. http://www.eisenmann.com/en/media/press/press-releases/2018/2018_01_24_Mindsphere_Eisenmann_en.html ; 2018 年德国汉诺威工业博览会讨论
5. https://www.rittal.com/com-en/content/en/unternehmen/presse/pressemeldungen/pressemeldung_detail_644_48.jsp ; 2018 年德国汉诺威工业博览会讨论
6. https://www.plm.automation.siemens.com/en/about_us/newsroom/press/press_release.cfm?Component=260834&ComponentTemplate=822 ; 2018 年德国汉诺威工业博览会讨论

免责声明

以下材料均由 Frost & Sullivan 提供。对于本报告中所含的信息，Frost & Sullivan 不向任何第三方提供任何陈述或保证。尽管已采取合理步骤确保本报告所含信息正确无误，但 Frost & Sullivan 对其准确性不提供任何保证或进行任何陈述，亦不对其任何错误或疏忽承担任何义务。任何人不得使用或依赖此研究报告进行任何非独立调查和分析，且 Frost & Sullivan 对任何第三方的任何此类使用或依赖不承担任何义务。本文档中包含的所有注册商标和其他服务标志均为各自所有者的财产，未经其事先书面同意，任何人不得擅自使用。