

451

Research®

PATHFINDER REPORT

综合运用 AI、IoT 数据和边缘计算， 推动业务运营转型

委托编写：

IBM

2020 年 2 月

关于本报告

开拓者 (Pathfinder) 报告旨在引导决策者探讨特定技术或业务案例中所存在的问题，研究采用解决方案的业务价值，并推荐在决策过程中需要考虑的一系列因素以及具体后续步骤。

关于作者



CHRISTIAN RENAUD

物联网研究副总裁

Christian Renaud 是 451 Research 物联网实践的研究副总裁，致力于推动实体世界的持续虚拟化和数字化。

摘要

人工智能 (AI)、物联网 (IoT) 和边缘计算是推动业务运营转型的三股主要力量。通过综合运用这三项技术，不仅可以捕获机器数据，过滤、转换及汇总传统协议，还能接近实时地分析关键数据。这样，企业就能够在最短的时间内，通过节约成本以及提高工作安全性，实现可观的投资回报，同时还能建立智能化的工作流程，推动数据驱动的决策模式，紧密衔接“从工厂到现场”的各个环节。为此，不但需要寻找适当的合作伙伴，也离不开组织利益相关方的广泛参与。

451 Research 的“2019 年企业心声：物联网，工作负载和关键项目”调研结果表明，各行各业的 IoT 部署进展迅速：超过 43% 的企业有一个或多个 IoT 项目投入生产运营，另有 25% 的企业处于概念验证阶段。目前，智慧城市及其他政府应用的采用率遥遥领先，制造和医疗保健行业的部署率紧随其后。

不同垂直行业的应用部署情况各不相同；但是，制造、零售、医疗保健和政府领域的主要工作负载均在某种程度上采用 AI/ 机器学习 (ML)。这些用例小到通过机器学习汇总大量传感器数据；大到训练模型、实施推理，以及根据模型采取行动以避免计划外资产停机。凭借功能强大的边缘计算平台，AI/ML 越来越靠近产生数据的位置。采用边缘计算的企业可在多个层面受益：比如降低网络和存储成本；使数据资产“平面化”，将信息交到现场人员的手中，帮助他们做出实时决策。这使得其成为了组织数据分析管道（从边缘到云）以及智能工作流程的基本组成部分。

从投资回报率 (ROI) 的角度而言，部署这三项技术的优势十分显著；93% 的调研受访者表示，部署计划的 ROI 非常显著或比较显著。用于评估技术部署 ROI（并非投资或资产的纯货币回报）的特定 KPI 因行业而呈现较大差异，比如不同行业的制造质量和基础架构正常运行率 KPI 差异很大；但通常情况下，安全事件 / 漏洞数量是衡量 IT 绩效的一项主要 KPI。

随着这些技术的不断成熟，负责部署这些项目的团队也与时俱进。起初 IoT 部署项目完全由 IT 部门或运营部门（“影子 IT”）独自开展，而现在，项目团队广泛融合了整个企业的人力和财务资源。定义需要由 IoT 项目提供支持才能实现的业务目标和战略时，应由 IT 部门、最高管理层和运营管理层共同领导这些跨职能团队。

另外，如果这些团队能够找到具有以下特征的适当合作供应商，必将如虎添翼：了解客户业务领域；具备深厚的行业专业知识；能够通过承包商和顾问、云服务提供商、IT 外包商和管理服务提供商弥补内部技能短缺问题。为此，还要设定 IoT 项目的业务目标。在参与“2019 年企业心声：物联网，组织动态”调研的受访者中，有 15% 表示希望借助供应商合作伙伴，制定需要由 IoT 数据和洞察支持才能实现的战略。

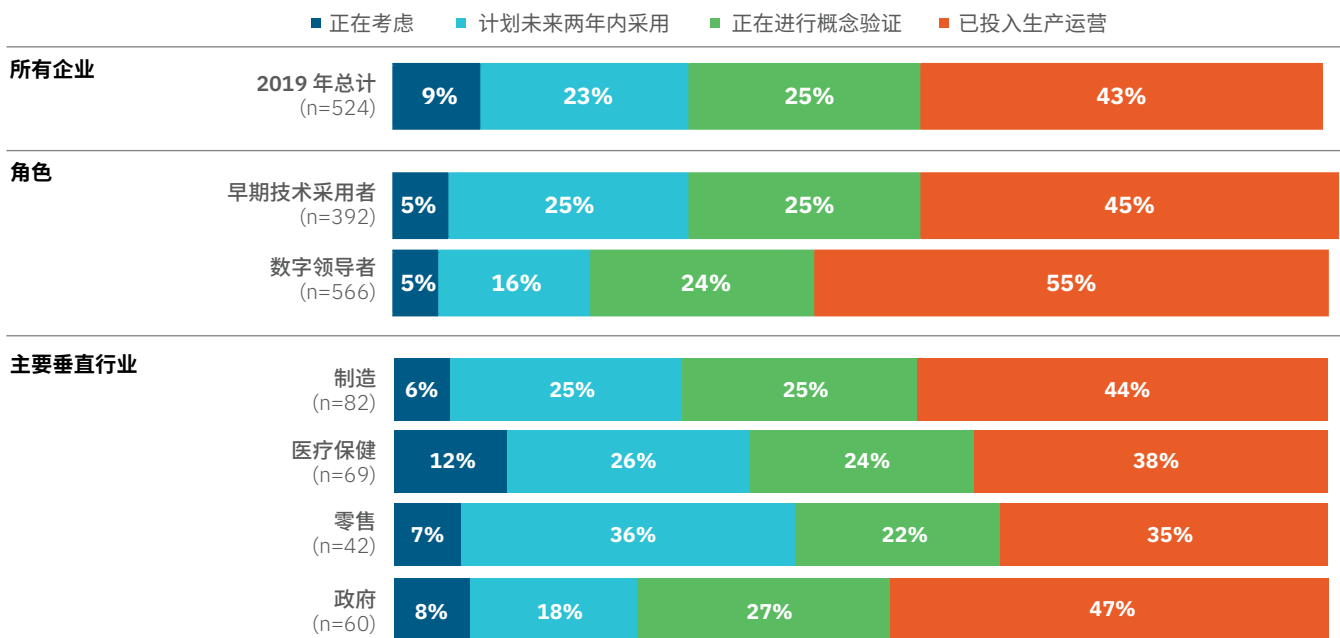
物联网、AI 和边缘计算

尽管物联网有多个不同版本的定义；不过，我们可以将其简单描述为“连接无限可能”。这包括监控过去未连接的工厂设备，跟踪从制造到生产流程的资产，甚至定位现场的工作人员。451 Research 的“2019 年企业心声：物联网，工作负载和关键项目”调研结果表明，近半数 (43%) 的企业有一个或多个 IoT 投入生产运营，另有 25% 的企业处于概念验证阶段。在运输和制造等行业，IoT 得到广泛部署；政府机构（智慧城市）和医疗保健行业的部署规模也同样飞速增长。

图 1: IoT 采用阶段 (按角色和垂直行业划分)

来源: 451 Research “2019 年企业心声：物联网，工作负载和关键项目”调研

问: 以下关于物联网 (IoT) 采用情况的描述中，哪一项最符合贵企业的现状?



一旦实现互联互通，就可以获得海量数据；其中许多是高频率的时序数据，只有经过汇总、规范和分析后才能发挥价值。利用 AI 和 ML 收集数据、训练模型以及进行推理，不仅可以发掘有意义的洞察，还有助于确立绩效和活动的基准。确立基准并快速分析实时数据后，企业就能够有效避免计划外设备停机，快速定位重要资产，确保员工的生产安全。

要以低延迟、经济实惠的方式完成这一系列分析，需在多个数据拓扑级别执行数据分析。首先是在企业网络边缘，它距离数据产生位置和本地环境最近，然后沿拓扑结构扩展到近缘数据中心，最后进一步扩展到云端。边缘计算利用强大的计算和分析平台，接近实时地监控并启动任务关键型应用。另外，边缘计算可以分析海量现场机器数据，还能使用更新后的模型和流程快速适应实时信息，因此可扩展性达到前所未有的新高度。同时，边缘也是 IoT 项目总体 ROI 的一个重要因素，因为它能够就地执行分析，避免通常耗资巨大但备受约束的广域网 (WAN) 连接。

通过人工智能发挥 IoT 数据的巨大价值

在各行各业的 IoT 部署中，如果使用 AI，必然离不开 ML。从根本上而言，ML 用于从数量不断增加的互连 IoT 设备生成的海量传感器数据中挖掘洞察。由于大多数 IoT 终端位于“棕色地带”，或者以前属于未实现互连的传统资产，因此很可能不支持现代数据格式，而 AI 的融入让情况变得更加复杂。所以，必须首先规范化 IoT 数据，将其转换为分析工具可以采集和消化的格式，而后根据应用所需的特定相关变量进行过滤。

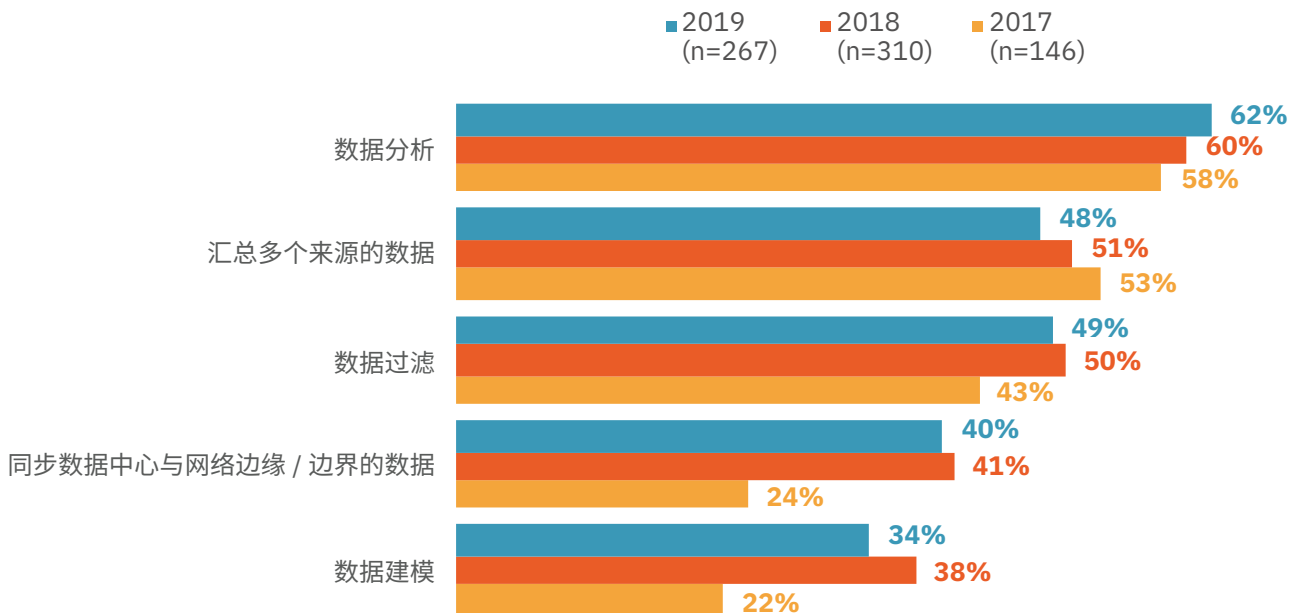
为深入发掘洞察，需要采集多个来源的数据，比如来自整个工厂车间、一系列类似设备、某一员工群体甚至是饲养的家畜的数据。为此，需要汇总来自多个系统和传感器的数据，比如结合矿井瓦斯浓度数据和矿工位置数据，以数字化方式确保煤矿安全万无一失。企业利用 AI 开发并训练模型，使其达到最优的运行水平，能够快速推断设备发生异常的时间。异常可能由组件故障导致，也可能由大型制造流程（如装配线）的不同子组件配置不当造成，这些问题会导致质量或产量下降。

在医疗保健、采矿和制造等关键行业，及时发掘 AI 驱动的洞察至关重要。患者生命健康、员工生产安全和工业设备实时性能都事关重大，等不了远程分析哪怕几分钟的延迟，更别谈等上几小时了。为避免这样的延迟，必须将分析工作负载部署到尽可能靠近产生数据的位置，也就是所谓的边缘。最初，边缘仅用于简单的数据汇总，现在则用于执行日益复杂的数据分析。在边缘和云端应用 AI/ML 是确保 IoT 项目实现可观投资回报的关键要素之一，如下所示。

图 2：AI/ML 边缘任务和分析

来源：451 Research “2019 年企业心声：物联网，工作负载和关键项目” 调研

问：贵组织在 IoT 网络边缘 / 边界进行哪些数据处理工作？



边缘计算是保障部署成功的核心要素

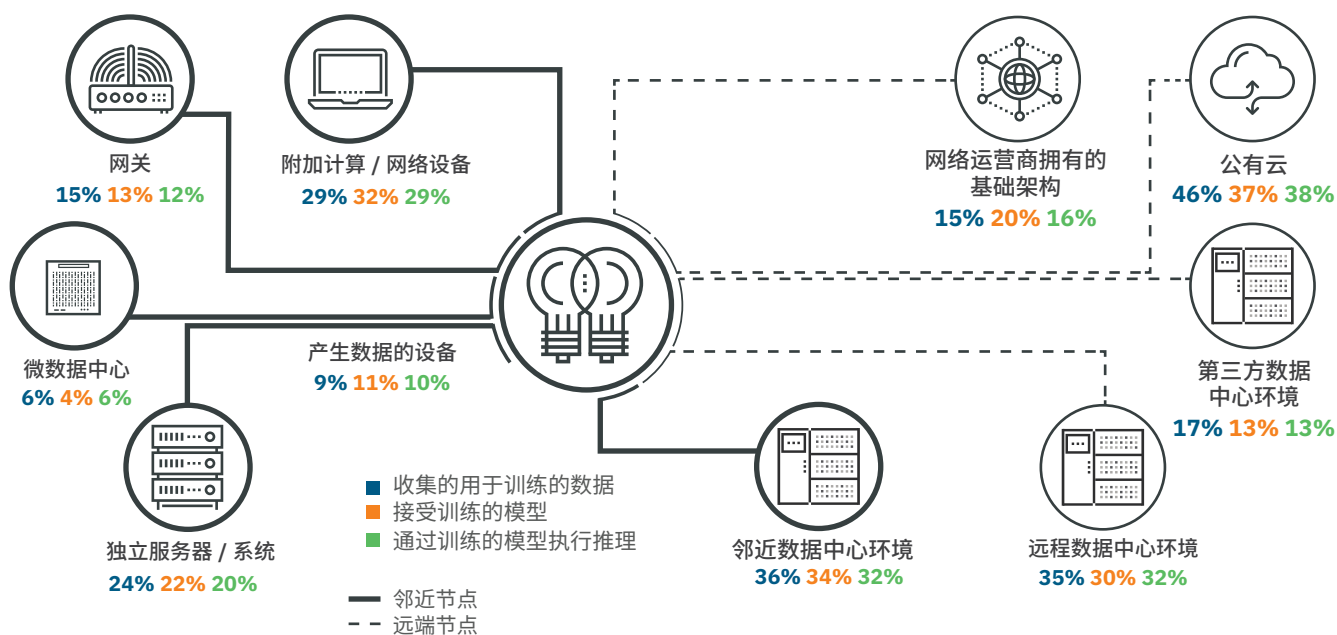
在运营环境中，边缘计算并不是新概念；相较于云计算，本地计算的诞生要早数十年。真正的新奇之处在于，现代边缘计算捕获的 IoT 机器数据的数量和种类大幅增加；而且性能今非昔比，创新功能层出不穷。451 Research 的“2019 年企业心声：物联网，工作负载和关键项目”调研结果表明，目前已部署 IoT 的企业中，超过半数 (55%) 采用边缘计算和近边缘计算作为最初的数据存储和分析位置，96% 的企业利用边缘执行后续数据分析。

分析活动不再局限于初步汇总数据，用例扩大到模型训练和推理（图 3）。用于执行这些分析的场所因物理环境而异，包括具备计算能力的源设备、网关、附加计算设备，以及靠近数据产生位置的壁橱或架子中的邻近服务器乃至微型数据中心系统。这些边缘平台提供不同的分析功能，主要用于处理通常基于云的集中式工作负载。

图 3：数据收集、训练和推理场所

来源：2019 年企业心声：AI 与机器学习，基础架构

问：接受训练的 ML 模型在哪做出预测（即推理）？请选择所有适用选项。



PATHFINDER | 综合运用 AI、IoT 数据和边缘计算，推动业务运营转型

除前文提到的缩短延迟外，在更广泛的组织分析连续体中应用边缘计算还有其他许多优点。在本地执行分析可降低云存储和 WAN 带宽方面的成本；而且，由于无需进行云和 WAN 加密，还能缩小安全攻击面。此外，在受数据保护法或隐私法严格监管的一些行业，企业还可通过边缘计算规避错误，避免将数据发送到违反规定的云位置。最后，边缘计算还有助于提高分布式计算和分析的固有可扩展性，充当现场分布式决策平台，从而加强安全性，提高生产力。尽管由于需要通过集中式组织数据源汇总数据，因此无法完全在边缘运行所有工作负载；但是，边缘计算仍不失为企业总体分析拓扑中一种功能强大的工具。

实现智能化企业数据工作流程

AI/ML、物联网和边缘计算相得益彰，从数据中挖掘丰富的信息和上下文，带来诸多优势。企业可以趁此良机，综合运用数据流和分析、新技术以及员工与合作伙伴的专业知识，打造智能化工作流程。如上所述，分析逐渐融入边缘设备及多种功能。此外，IoT 工作负载也越来越广泛，既包括从单一设备或传感器产生的细颗粒度原始遥测数据中挖掘洞察，也涵盖从多个数据源执行复杂推理。

智能化工作流程集 AI、IoT 和分布式账本技术 (DLT) 等众多新技术于一身，打造新型敏捷业务流程。边缘计算设备对 IoT 数据进行规划化处理，然后进行分析，从而在组织数据资产的基础之上形成一个抽象层。企业可以利用这个接口创建工作流程，将特定数据或分析分配给特定流程，对事先确定的条件接近实时地做出响应。另外，这些工作流程还能够快速将相关数据交到现场决策者的手中，帮助他们做出明智的决策，而不必等待数日乃至数周执行人工分析。

对于启用 IoT 的企业而言，如果可以将传统分析技术与邻近数据和支持数据相结合，势必可以获得显著效益。可根据在整个跨国企业部署的所有同批次设备中观测到的基准行为，重新配置这些设备，以实现性能峰值；还可根据天气或网络连接成本/可用性等外部数据源，进行实时优化。

另外，还可将这些工作流程作为数据治理、保护和机制。通过发展这个数据管道，设备供应商可以主动进行监控，或按照服务使用量付费，仅获取运行设备所需的必要数据，避免接收推断的产量信息或其他任何超出服务范围的专有信息。同时，还可以清晰记录并审计这些工作流程，证明工作流程遵守数据保护法规，使信息安全部门确信每项数据流程都有业务负责人以及存在的理由。

这种灵活的自动化工作流程将数据适时交到组织中适当人员的手中，从而提高销量、增加盈利、缩短意外停机时间以及减少库存。最终形成智慧型企业，可随时随地根据需要，在数据的帮助下做出决策。

衡量 ROI 和收益

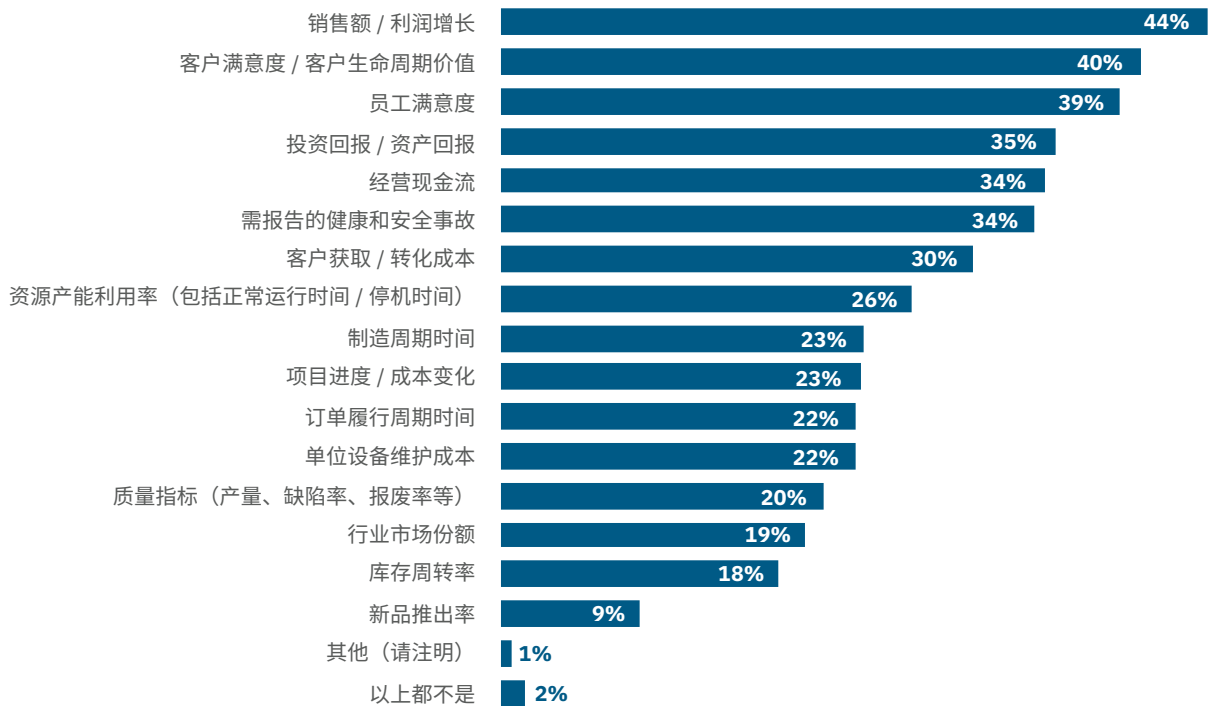
在运营环境中部署 IoT 技术必定事出有因，但原因根据用例和工作负载的不同而迥然相异。71% 的 IT 领导和 76% 的运营领导正在跟踪或打算跟踪 IoT 项目的 ROI；42% 的企业在外部合作伙伴的帮助下定义绩效指标，用于衡量 IoT 项目是否成功；1/3 的企业在流程早期阶段通过合作伙伴定义应用 / 成果需求。

通过优化运营所节省的成本是最容易量化的收益之一。现代企业对停机成本有着深刻的认识，包括工厂设备停机，也包括运输卡车停运。通过监控资产，预测潜在的计划外停机，就可主动安排停机检修，使财务影响降至最低。车间工人可以利用相同的机器遥测数据，快速执行关键任务（如调整或校准），必要时还能自动进行报告和记录。

图 4: IoT 项目最重要的 KPI

来源: 451 Research “2019 年下半年企业心声: 物联网, OT 利益相关方心声”

问: 以下哪些关键绩效指标 (KPI) 对于衡量企业 IoT 计划的成功最为重要? 请选择所有适用选项。



PATHFINDER | 综合运用 AI、IoT 数据和边缘计算，推动业务运营转型

创收效益通常与成本节省如影随形。通过利用生产数据优化供应链和制造周期，不仅可以提高产量，改善库存状况，还能通过加快产品上市速度以提高销量。另外，制造商还可以获得宝贵的客户使用行为数据，了解客户对产品开发和设计功能的重要反馈，通过开发附加产品和服务创造二次收入商机，以及根据产品使用情况优化备件库存。通过监控实时客户行为，企业可以开展实时营销活动；通过分析历史购买行为，可以获得宝贵的背景信息，从而帮助优化各个环节，包括实体店布局以及季节性折扣和激励措施等。

在新的 IoT 部署中，必须广泛征询内部利益相关方与合作伙伴 / 供应商的意见，确立主要的部署目标 — 也就是要衡量和跟踪的指标。成功的部署有一个共同的关键特征：企业、供货商、供应商以及集成合作伙伴等利益相关方广泛参与项目。

推动结构性改革，积极推动成功

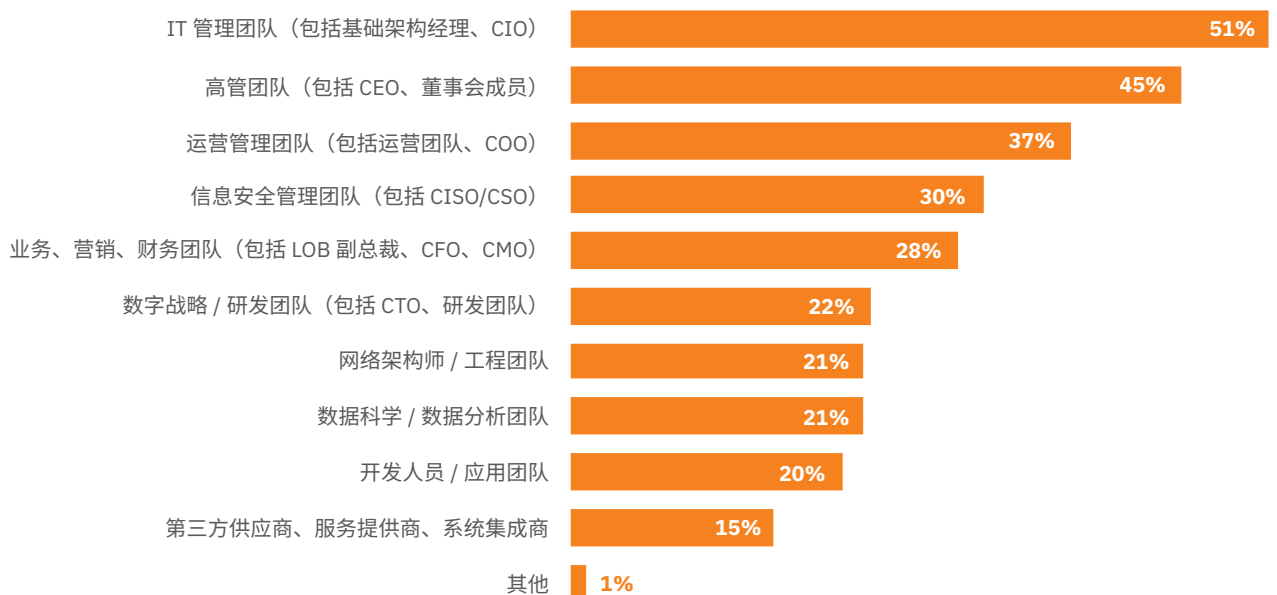
不同于传统 IT 项目由内部 IT 团队成员和供应商构成，以及传统 OT 项目由生产人员构成并由供应商提供输入，IoT 项目另辟蹊径，广泛征询企业及合作供应商的反馈意见，集各方所长共同实现目标。如图 5 所示，为确定 IoT 项目的业务目标、组织和流程变化、必要的数据库转换、财务结果和安全影响，需要大量利益相关方的积极配合。

图 5：定义 IoT 项目业务目标所涉及的业务职能

来源：451 Research “2019 年下半年企业心声：物联网，组织动态”

问：在贵企业中，哪些团队通常参与制定需要 IoT 数据和洞察支持才能实现的业务目标和战略？请选择所有适用选项。

样本：所有受访者 (n=363)



跨领域合作的一个重要特点在于，领导项目的信息技术团队与运营技术团队开展高水平的互动与合作：在参与调研的运营技术专业人员中，有 45% 表示与 IT 团队密切合作完成从概念到运营的各个 IoT 项目环节，有 34% 表示根据需要合作开展 IoT 项目。剩余 20% 要么仍在积极争夺 IoT 项目主导权，要么相互完全孤立。

由于企业“大换血”，导致掌握运营知识的人员逐渐离职，这对于企业而言可不是个好兆头。石油和天然气、制造和运输等许多行业引用术语“大换血”，形容正在经历的员工结构的显著变化。这些行业的劳动力资源以婴儿潮一代员工为主，高技能员工队伍逐渐接近退休年龄。

许多企业正在重塑员工队伍技能，以迎接这场大规模的人员结构转变。他们通过开展内部和第三方项目，对现有员工进行 AI 和 ML 知识培训，解决阻碍项目部署的关键因素。在参与 451 Research “2019 年企业心声：物联网，组织动态”调研的受访者中，超过 1/4 (29%) 将缺乏内部技能集视为阻碍部署项目的一项制约因素。“提高员工技能”不仅限于生产线工人；随着企业数字化转型的不断深入，管理层同样需要提升技能。技术、人员和流程是数字化转型的三大支柱。为成功推动数字化转型，不但需要提升员工技能，还要配备适当的技术及改造传统流程。

越来越多的企业向知识储备丰富的合作供应商抛出橄榄枝，借助他们的力量增强自身员工技能及解决人员流失问题；在本次调研中，15% 的受访者表示正通过供应商及其他服务提供商的帮助，定义需要在 IoT 数据和洞察的支持下才能实现的业务目标和战略。另外，受访企业中使用供应商的比例也越来越高，目前有 16% 部署 IoT 项目的企业在项目中使用供应商，覆盖从概念验证到生产的整个过程。他们综合运用内部员工的领域专业知识与合作供应商的专业技术，以强有力的方式端到端地实施 IoT 项目，涵盖战略、新流程、服务、实施和管理等各个方面。这样的合作也能避免许多企业在试图“独自”开展 IoT 项目时所面临的人才和技能短缺问题。

结语和建议

随着成功部署案例日益增多，项目逐渐趋向“模式化”，ROI 成效也越来越清晰，IoT 的采用步伐将进一步加快。除资产跟踪和视频分析以外，还会出现大量其他用例和工作负载，覆盖众多行业，这有助于供应商开发更多的产品和服务，因为他们不再需要按行业开发特定产品和服务。IoT 的采用已成主流趋势；但相较于早期采用者，主流企业的采用步伐还相对缓慢，项目数量也较少。

AI/ML 已成为 IoT 项目的标准功能，1/3 的企业计划明年实施 AI/ML，另有 43% 的企业计划未来 1-3 年实施 AI/ML。由于机器产生的数据量越来越大，企业对从关键数据中挖掘洞察的速度要求越来越高，为妥善应对数据洪流，采用 AI/ML 的自动化技术已从可选方案变为强制要求。

在更广泛的企业分析拓扑中，边缘计算的地位不断巩固。尽管任何一项技术、任何一个场所都不可能满足所有工作负载的多样性需求，但将强大的边缘和近边缘组件加入企业分析框架后，不但可以降低带宽成本，还有助于缩短任务关键型应用的延迟。

IoT 工作负载不断增加，AI/ML 采用率日益提升，边缘计算的性能和能力与日俱增，在这三股力量的综合作用下，数据分析广泛覆盖从原始设备到云的整个环境中。这不仅会给数据管理和治理带来新的挑战，还会使分布式系统的管理陷入新的困境。通过建立敏捷的自动化文化，自动收集、转换和清理机器数据，再将这些数据快速分发给相关的利益相关方和应用以做出实时决策，有助于实现明显的投资回报。

这种文化不再限于工具和技术，还必须涵盖企业的人员和流程。IoT 与 AI/ML 形成强强组合，以前所未有的方式为现场工作人员提供实时智能；然而，只有重塑整体员工队伍的技能，才能充分发挥数据优势。因此，亟需重新审视组织流程，同时着眼培养智能工作流程文化。智能工作流程综合运用 AI/ML、IoT 及其他支持性技术（如 5G 和 DLT），推动企业转型，摆脱传统静态流程，使敏捷性、整合度和自动化水平达到全新的高度，从而改善决策水平，提高生产力。



IBM 可提供必要的软件和服务，助您打造智能、互连、安全的工作流程，将运营转化为竞争优势。无论贵组织处在数字化转型之旅的哪个阶段，IBM 都能在 AI 和深厚行业专业知识的支持下发掘洞察，助您实现卓越运营，即刻成为智慧型企业。要了解更多信息，请访问：ibm.com/business-operations。

关于 451 Research

451 Research 是一家领先的信息技术研究和咨询公司，专注于研究技术创新和市场颠覆。该机构拥有 100 多位分析师和顾问，通过联合研究与数据、咨询和市场服务及现场活动等方式，为全球 1000 多家客户企业提供重要的深入洞察。451 Research 成立于 2000 年，是 S&P Global Market Intelligence 下属机构。

© 2020 451 Research, LLC and/or its Affiliates. All Rights Reserved. 未经事先书面许可，严禁以任何形式复制和分发本出版物的全部或部分內容。有关内部和外部分发的使用条款应受到贵方与 451 Research 和 / 或其关联公司签订的服务协议中所规定之条款的约束。本文包含的信息获取自据信可靠的来源。451 Research 对这些信息的准确性、完整性和充分性不做任何保证。虽然 451 Research 可能会讨论与信息技术业务相关的法律问题，但是 451 Research 并不提供法律建议或法律服务，不应出于法律目的解释或使用 451 Research 的研究报告。

对于本文包含的信息中存在的错误、遗漏或不足，或者对于这些信息的解读，451 Research 概不负责。如果读者选择这些资料来实现预期结果，应自行承担責任。本文表达的观点如有更改，恕不另行通知。



纽约

55 Water Street
New York, NY 10041
+1 212 505 3030



旧金山

One California Street,
31st Floor
San Francisco, CA 94111
+1 212 505 3030



伦敦

20 Canada Square
Canary Wharf
London E14 5LH, UK
+44 (0) 203 929 5700



波士顿

75-101 Federal Street
Boston, MA 02110
+1 617 598 7200