



DIGITAL MANUFACTURING AND THE CFO

数字化制造与CFO

Larry R. White, CMA, CSCA, CFM, CGFM, CPA; Todd D. Simon; and John Jackiw
游雅淳 译, 郭强 校

制造企业在工业4.0时代实现繁荣发展所需的变革不能只局限在工厂车间。

尽管数字经济和技术给各个行业的财会实践和工作都带来了翻天覆地的变化，但前沿数字经济对制造业的影响是最大的。在制造业中，CFO的职能需要进行重大调整，才能应对数字化制造、工业4.0、智能制造等变革所带来的挑战。

数字化制造的影响如此显著，故经常被称为第四次工业革命（见图1）。大型制造企业已经在尽力使其财务职能适应数字化制造的需要。这些企业通过尖端数据分析、调整战略计划、纳入市场新方法的会计实践，以及与技术及设备供应商建立新的合作伙伴关系和财务安排，更加直接地将财务与数字化制造富数据（data-rich）的环境连接起来。

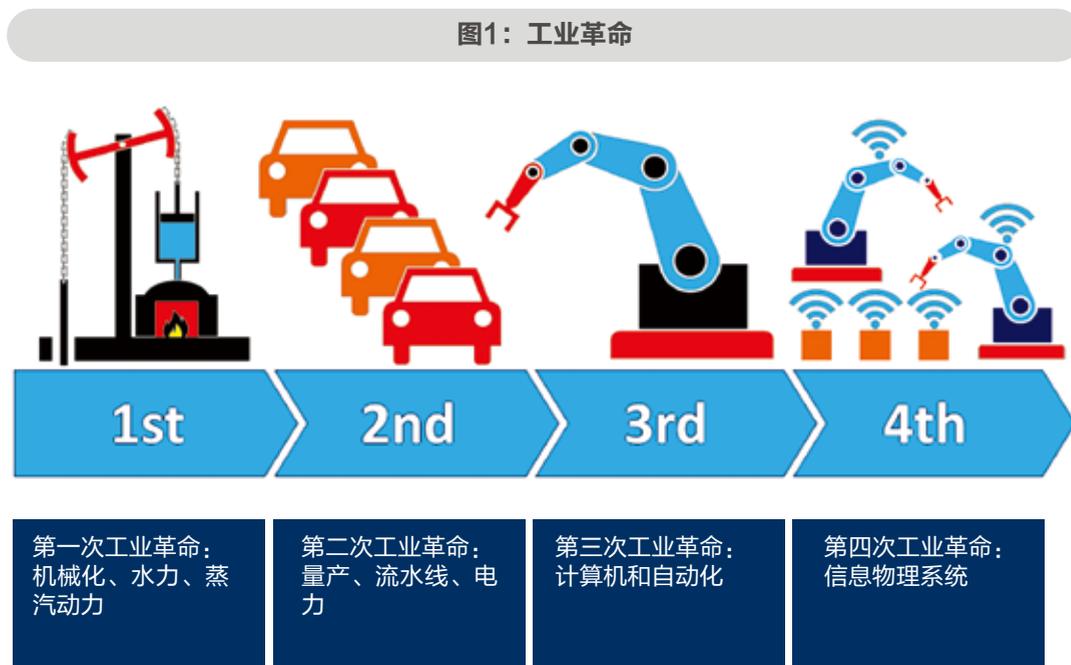
中小型制造企业为了保持竞争力，需要紧跟新技术发展的潮流。这涉及企业内部调整，例如更密切地参与战略业务和资本投资规划、准备开展新的成本核算和会计实践，以及批判性地评估绩效和薪酬指标。制造企业的供应链覆盖面很广，而这条供应链正受到数字经济的快速冲击，这也意味着制造企业必须改进客户和分销渠道数据、规划新的客户

数字化制造意味着将核心价值创造活动转化为高度集成和富数据的状态。

计费和融资方式，以及与供应商进一步协调整合。

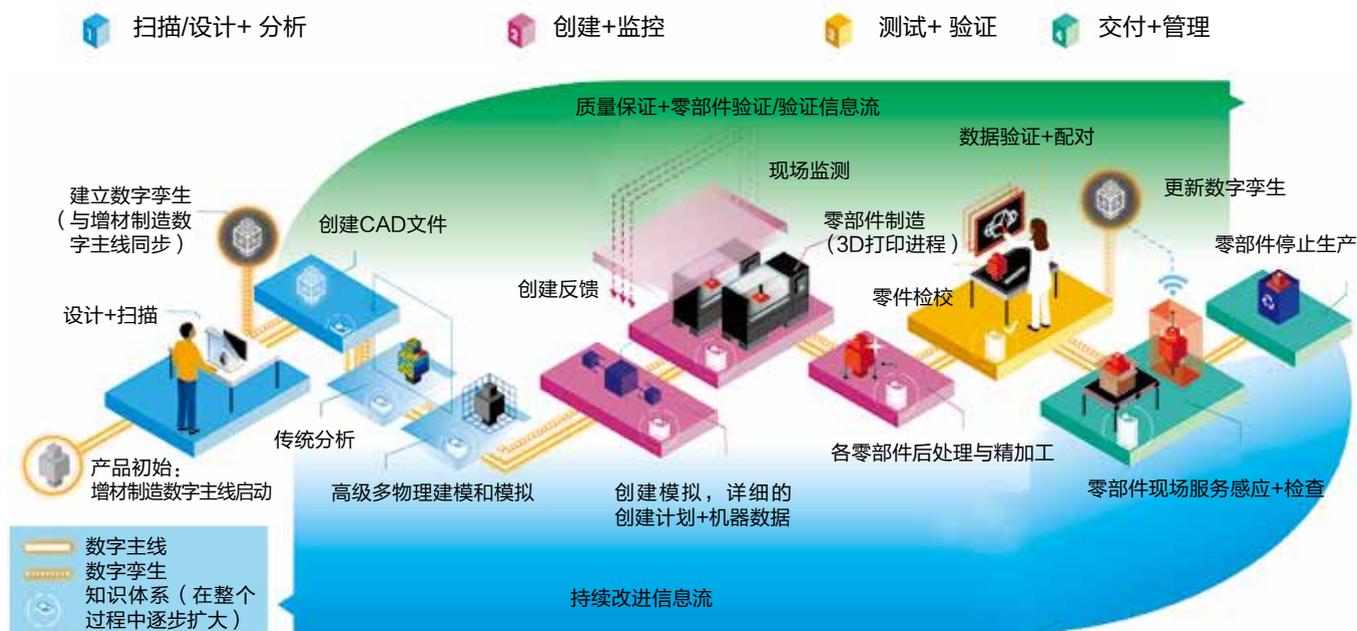
什么是数字化制造？

数字化制造涉及生产流程的性质、辅助技术以及产品自身的性质。数字化是从某个产品或改进思路出发，经由数字化处理，进行设计、可视化和模拟，最后优化制造。这一制造过程是非常不同的——高度自动化的机器和生产流程取代了人力或者成为人力的补充，最终目标是一个极小批次（a batch size of one）的生产达到成千上万个批次（a batch size of thousands）生产的规模经济和质量。实体工厂建立数字孪生工厂，在这个虚拟工厂里，工人协调产品设计和产品调度，并监控实体工厂的绩效（见图2）。



资料来源：Christoph Roser, ALLAboutLean.com

图2：制造业的数字化新格局



资料来源: 德勤洞察中心, “3D机遇与数字主线” (3D opportunity and the digital thread)

此外, 通过广泛应用物联网 (IoT) 技术获取产品质量、制造设备性能、前瞻性维护以及资产风险信息相关的数据和警报, 制造业务实现了高度自动化。先进的决策算法和AI通常会为产品设计、作业调度、生产监控和维护活动提供支持。

专为数字化工厂设计的产品通常是数字化设计和供应链的一部分。为了提供独特的、以客户为中心的服务, 这些产品通常是通过高度集成、定制和小批量方式生产的。这并不意味着生产速度慢或规模较小, 数字化同样适用于汽车、航空、国防、食品和饮料等大型企业。某些产品通过嵌入物联网技术, 可监控产品本身的性能和维护需求, 还可与系统的其他部分以及制造、包装和分销流程进行通信。

对CFO职能的影响

数字化制造企业中的CFO和财务部门面临各种各样的挑战和机会。这些变化可能逐步发生, 也可能会相当快地发生, 关键在于要认识和接受变化而非忽视和对抗变化。具备商业合作伙伴意识、高度了解和熟悉制造业务的CFO, 将比那些侧重于传统会计和融资职能的CFO更加了解现状并更有能力提供支持。

哪些方面会发生变化呢? 简单来说, 一切都可能发生变化。但让我们来审视下文6个具体领域并分享一些见解, 以便财务部门能够更有效地适应和响应组织需求:

1. 战略与商业模式。
2. 投资理由和优先事项。
3. 融资方案。
4. 项目管理。
5. 使用信息。
6. 财务和业务数据一致。

战略与商业模式

制造战略和商业模式会因为数字化制造流程和产品的新功能而发生变化, 有时甚至是巨大的变化。

首先让我们看一看产品。得益于物联网技术、相对低廉的价格和更强的数据与信息处理能力, 产品变得更加智能化。制造企业过去一直销售或出租产品、提供相关支持服务, 由于智能产品的兴起, 其越来越多地销售由其产品执行的服务及性能, 由产品内置传感器收集、处理和分析的信息, 以及安装、维修或服务团队。

以自动化工业阀门制造商为例。得益于制造企业的研究和专有软件的使用，阀门上的传感器可以报告维护状态和故障概率，这让制造企业有极佳的条件来监控产品性能并响应任何出现的问题。因此，制造企业如今将阀门（和监控）作为订购服务而不是产品提供给客户，同时保障合同中的产品性能水平。

阀门制造企业的CFO团队面临财务报告方面的变化，包括收入确认、未执行服务合同准备金和库存。为改进流程而进行的投资仍然包括降低制造成本方面，但现在扩展到了产品质量和数据分析，以降低提供服务的成本。定价包含的不仅仅是产品销售成本、SG&A（销售、一般及行政管理费用）回收和利润率。为了保障合同中规定的性能水平和尽可能减少服务团队对客户的拜访次数，必须将阀门和数据分析软件的升级等事项纳入考虑范畴。

商业模式的第二个重大变化体现在生产环节。数字化制造的共同目标是实现最小批次生产并实际消除转化时间。这将进一步加速传统产品成本模型的消亡。数字化制造成本几乎相当于所有制造费用加上机器时间和材料成本，如果使用简单的财务报告标准成本法，大量的制造费用使得传统的制造费用概念几乎无效，并且很可能造成信息价值的严重失实。

财务报告（即成本会计）和内部决策支持（即管理成本核算）的成本建模，无法使用你在成本会计课程中所学习到的那些侧重库存评估、转移定价和监管财务报告的知识。特别是在管理成本核算和内部决策支持方面，成本模型需要反映运营模式，成本收集必须通过设计来反映产品生产所消耗的资源以及流程。这些成本应包括从研发（R&D）、生产、交付、安装到持续服务的一整套销售和营销环节成本。管理成本核算模型需要包含的不仅仅是产品成本，还应该涵盖产品、客户、分销渠道以及需要加以理解、建模和计算成本的支持因素等一系列管理目标，以准确反映因果关系，而不是创造一个不存在的因果关系。

当然，这很大程度上侧重于内部决策支持和管理成本核算。会计准则定义了库存价值和销售成本中应包含和不应包含的内容，用于管理公司的内部决策支持信息与财务报表中的会计信息之间的差异将会增大。与数字化制造相关的更复杂的成本核算

情况，可能会对传统上与财务报表指标挂钩的管理层和高管层的激励措施产生重大影响。

在向数字化制造转变的过程中，CFO可能想要以批判性和战略性的眼光，审视现有高管层激励措施在组织行为和绩效方面的潜在影响。例如，基于传统方式计算产品成本（如销售毛利）而制定的激励措施，将不再能很好地匹配数字化制造流程。销售提成可能需要将产品销售与订购服务结合起来；资产回报率的计算方式需要调整，以并入如研发和培训支出等无形资产；设备和软件的折旧方式要根据持续使用和升级情况进行调整。

投资理由和优先事项

向数字化制造飞跃通常不是一蹴即至，而是通过一连串的步骤，在生产能力及竞争力日益增强的基础上实现的。采取这些步骤的前提条件是具备投资新的、变革性技术的思维方式。CFO和财务人员通常是公司新投资业务的主要审核人员，在很大程度上关系着计划的推进或受阻。

与数字化制造相关的三大投资领域是：

- 可改善现有生产方式的数字化制造，
- 开发和制造包含物联网及一系列潜在新服务的新产品，
- 信息技术，包括硬件、软件、培训和咨询。

关键在于，你所在组织为什么要进行投资。在大多数情况下，为确保在市场上长期生存，转向数字化制造是战略和竞争层面的必要举措。在这种情况下，任何具体项目的投资回报都不是驱动因素，因为如果不发展数字化制造能力，将导致组织丧失市场竞争力并结束业务。对于资源有限且客户群有限的小型制造企业而言，这种选择最为迫切。数字化制造可以给小型企业带来成功，但最好审慎规划这一转型。

转型成功的关键因素在于组织文化，包括风险管理 and 组织学习。投资的安排是为了更大的成功还是失败？组织能够忍受失败、从失败中学习并重新站起来吗？项目是否构建在成功的基础之上？定义成功的标准是否明确？所有利益相关者是否都清楚风险和回报？项目人员和高管决策者是否掌握了相关知识和必要技能，以便管理项目、从挫折中走出

来并努力争取成功？

或许对许多转向数字化制造的制造企业而言，最大的挑战在于对IT系统产生更大的依赖。大多数CFO已经实施了新的财务系统，并且对相关的IT挑战了解甚多。数字化制造意味着将公司的核心价值创造活动转变到一个高度集成和富数据的状态。公司很快将拥有与其传统机电能力相同的IT支持、可靠性和专业知识。CFO可以通过培训、聘用和订立合约方式，成为培养这种能力的坚定倡导者，以避免该能力成为组织计划中的一项重大缺陷。这股在组织范围内建立更全面的IT环境的推动力可以为组织降低重大风险，例如IT安全风险，并可能为组织创造战略竞争优势。

为数字化制造融资

CFO们非常了解融资。转向数字化制造过程中，略显新颖的方面是，数字化制造系统和设备的供应商非常清楚与创新相关的融资和实施方面的挑战。此外，他们也熟悉中小型制造企业所面临的特殊挑战和风险。许多供应商愿意将提供数字化能力制造系统和设备作为服务项目，以便长期销售或出租他们的设备和系统。

此外，几乎所有的数字化制造设备和系统供应商都可以提供广泛的信息来证明投资的正确性并为业务案例提供支持。一些供应商甚至在合同上保证产品性能以及因效率提升而节省下来的款项，来促使客户购买设备或系统。这通常要求制造企业认真遵循供应商顾问提供的安装和操作指南及相关要求。

CFO需要确定此类信息和合同条款如何适用于其组织及其竞争环境。如果在CFO有时间研究和评估上述信息之前，供应商就向高级管理人员或一般管理人员提交令人信服的业务案例，则可能导致相关方关系紧张。最佳计划是CFO在数字化制造启动伊始便参与运营，并从一开始就研究各个供应商提出的业务案例。

这为CFO带来了更多分析方面的挑战，因为服务协议可能会显著改变传统的利润率和现金流。问题变成：这样的安排是否比其他方案风险更小？这种安排能否带动更大范围的组织学习，并提高公司向数字化制造过渡的速度？也许培训、聘用新的专业人员和

咨询专家所节省的成本可以弥补昂贵的服务安排。

项目管理

项目管理是一个完善的知识体系，但从传统制造向数字化制造转变，需要的不仅仅是一名训练有素的项目经理。很可能许多项目经理将专注于IT项目，这是项目管理中一个专业性较强的领域。此外，在过渡期间，沟通变得非常重要，高级管理人员、支持活动提供方、参与和受影响的员工需要对项目管理的原则及术语有不同程度的了解与认同。

建立项目管理治理架构和文化可能会带来好处，包括提高成功率和降低失败风险、提高对项目需求的响应能力、提高项目的可见度和认知、管理期望值和应对挫折、促进变革管理，并为项目的后续工作奠定基础，以顺利完成向数字化制造的过渡。建立项目管理文化的关键因素包括：

- 具有良好沟通能力、领导力和技术技能的项目经理，
- 对项目经理进行适当的培训和认证，
- 项目团队接受过良好的项目管理实践培训，
- 给项目经理清晰授权的组织变革，
- 及时、实质性地确认项目成功，
- 一位发起和建立项目管理文化的强势执行负责人。

使用信息

财会部门参与数字化制造的行动不应以项目执行和运营作为终结。特别是对于早期项目，参与评估项目当前和未来对组织的影响至关重要。评估需要关注持续的改进：哪些措施有效？哪些没有？哪些措施可以做调整？下一个项目需要采取哪些新的措施？对员工有什么影响？员工需要做出哪些改进？为客户创造的价值是什么？这一价值被推广了吗？价值会如何影响定价？业务模式是否需要变化？随之产生的成本节省或收入机会是什么？

对于财会业务，关键的一点在于企业状况不是体现在数字里，而是体现在运营、产品和对客户的影响方面。数字化制造创建了一个颠覆性的富数据环境，将会带来新的洞察，并推动企业做出其甚至没有意识到能做的决策。显然，研发和运营的技术环境将发生变化，财务部门也需要做出改变，以便通过成本核算和其他用于内部决策的信息为这些职

能部门提供支持。

为了充分利用这一新的富数据环境，财务部门可能需要雇用或培养具备数据科学和可视化技能的内部员工。要成为数字化制造与产品所带来的发展战略和所推动业务模式变革的一部分，财务部门需要比以往任何时候都更接近运营和客户，目标是制定投资、运营和销售策略，以实现公司的长期业务目标和财务业绩。

运营和财务数据一致

大多数数字化制造系统中固有的操作信息系统已经不限于实时数据，具备了对生产设备、工艺流程和产品质量进行预测性和规范性监控的功能。因此，这些系统可能会连续地审核数据、识别趋势并发布警报，以便在问题出现之前采取纠正措施。财务部门和财务信息必须应对数字化制造带来的决策及决策支持的速度与复杂性提升所造成的挑战。

过时的信息和方法不应造成干扰。这一点很重要，因为在直接成本低、制造费用和SG&A高的制造环境中，有关产品成本的常规财务会计核算会严重影响决策。在数字化制造环境中，产品直接成本是经济决策中越来越小的要素，而制造费用和SG&A等成本会对盈利能力和绩效产生越来越大的影响。

从客户联络和客户关系管理到订单下达、设计、生产、交付、服务和客户反馈，对这条价值链按照因果关系建模，对于了解业务至关重要。在通常的或存在半因果关系的（semicasual）分配方式受到干扰的情况下，任何成本模型都不会凑效。内部决策支持信息需要基于运营模型，而设计和收集的成本信息要能反映价值链中的所有资源和运营。唯有如此，才能将设计、制造和客户需求方面的灵活性反映在数字化制造业务和生产环境中，实现极小批次生产的最终目标。

IMA发布的《管理成本的概念框架》（CFMC）（见图3），为如何核算纯粹用于内部决策支持的成本提供了有益的参考。其侧重点是创建一个基于因果关系建模原则和信息使用类比原则计算成本的运营模型。在决策制定上，相比试图将总账中的财务信息与从会计处理过程中剥离出来的运营数据重新挂钩的做法，从一开始就经过设计和收集来反映运营

数据速览

82%

麦肯锡表示，82%的采用机器学习和人工智能的企业从投资中获得了经济回报。

16%

Capgemini预测，16%的大型汽车原始设备制造商（OEM）可通过在供应链运营和生产中心大规模部署AI来提高运营利润。

122%

麦肯锡预测，率先采用人工智能来实施工业4.0计划的企业现金流将增加122%。

76%

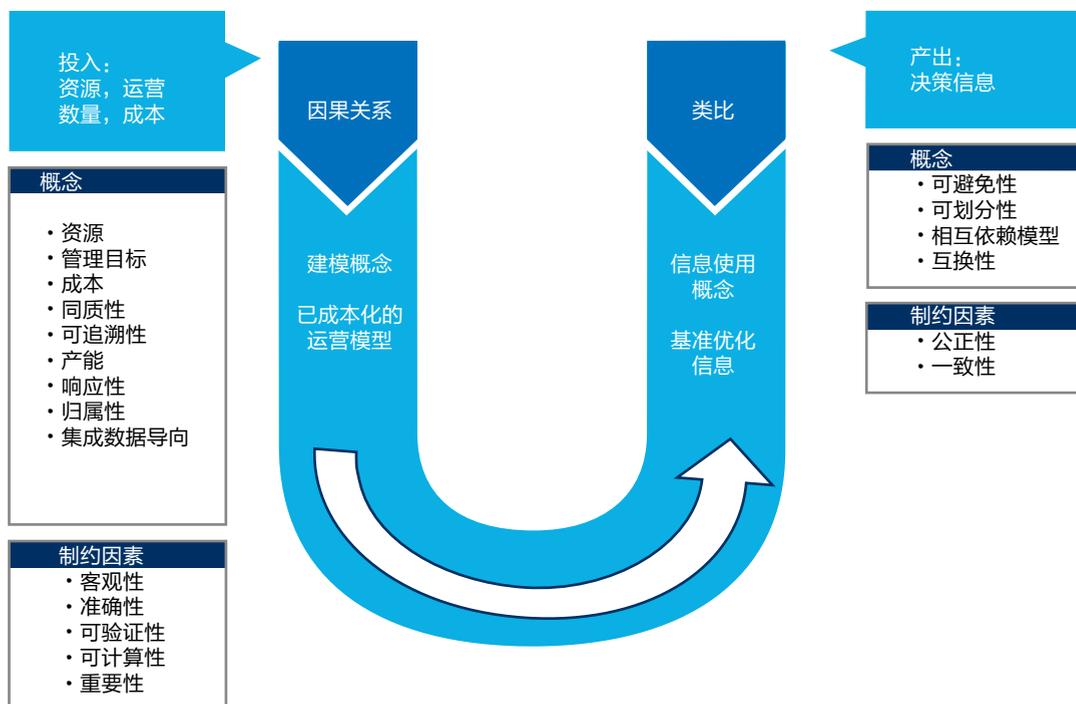
麦肯锡调查显示，76%的部署人工智能的供应链公司已经实现了适中到显著的价值。

资源和流程的财务数据要有用得多。

CFMC非常适合数字化制造的决策需求，因为它首先根据运营的量化信息、其次根据货币来为以资源和流程为特征的现实因果关系进行建模。而且该框架不受会计准则和惯例约束。这使得数字化制造实时的、富数据的环境能够以及时、高度可用的方式在财务上体现，成为实时的成本模拟模型。

最重要的是，如果你所在组织能实时反映业务设计、生产、交付和服务环节，则在财务层面也应该如此。这还要延伸到营销和销售，无论是运营还是财务上。要基于内部数据、市场数据和趋势进行预测，要根据实际结果持续分析这些预测，要收集、假设和研究潜在的内外因果因子，要分析和报告对收入和支出产生的财务影响，要制定可修正

图3：IMA 《管理成本的概念框架》



的战略方案选项并做出决策。这就需要财务数据和分析远远超出面向财务会计和报告所设计的内容，需要以数据集为导向的因果决策支持体系，包括公司的所有数据和市场数据。

工业4.0

制造业正朝着数字化和智能化的方向迈进，而且变化并不局限于生产车间。它需要在敏捷性和响应度上实现飞跃，不仅包括生产，还包括客户需求、满意度以及产品和制造工作的性质。CFO和财务部门需要认识到变革的本质，并调整其观点和技能，否则，他们将被视为历史财务业绩的低价值记录者，而不是运营和业务的贡献者与合作伙伴。

理想情况下，组织对数字化制造的整合是有条不紊、周密规划的，但这会给财务部门带来风险。一开始，传统操作辅以一些强化的财务规划和分析技术足以满足组织需求。但是，财务部门需要放眼长远，着手计划一个截然不同的数字化未来。这个未来需要财务部门从传统的、历史性的以财务

报告和会计为导向，转变为组织的业务和战略合作伙伴，促进和进行运营方面的变革、开发数据分析和系统功能、实现实时管理成本核算和其他业务分析，并找到使制造商业模式和管理能力适应数字化工业4.0需要的灵活性和方式。**SF**

Larry R. White, CMA, CSCA, CFM, CGFM, CPA, Resource Consumption

Accounting Institute执行董事、前IMA主席和国际会计师联合会工商界职业会计师委员会成员。联系方式：lwhite@rcainstitute.org。

Todd D. Simon, 福特汽车公司、W.L. Gore & Associates和Teledyne Technologies公司的财务总监，具备丰富的制造业成本核算经验。联系方式：toddds03@yahoo.com。

John Jackiw, 达索系统旗下DELMIA品牌卓越制造业务中心成员，该中心负责连接决策、价值和数字化制造解决方案。联系方式：john.jackiw@3ds.com。

Placeholder text for the top left section of the illustration.

