

strategy& 思略特

Part of the PwC network

MACHINE LEARNING SIMULATIONS
/ Wind Tunnel Test /

数字赋能 提升汽车 研发效率



联系人

杜塞尔多夫

Christian Foltz博士
合伙人
普华永道思略特德国
+49-172-2186-243
christian.foltz
@strategyand.de.pwc.com

法兰克福

Manuel Hohmann
高级咨询顾问
普华永道思略特德国
+49-151-2556-8756
manuel.hohmann
@strategyand.de.pwc.com

慕尼黑

Andreas Wild
高级咨询顾问
普华永道思略特德国
+49-151-2312-8615
andreas.wild
@strategyand.de.pwc.com

北京

金军
汽车行业主管合伙人
普华永道中国
+86-10-6533-2977
jun.jin
@cn.pwc.com

Alexander Timmer博士

执行总监
普华永道思略特德国
+49-173-2802-870
alexander.timmer
@strategyand.de.pwc.com

Martin Gerhardus

高级咨询顾问
普华永道思略特德国
+49-151-5626-8431
martin.gerhardus
@strategyand.de.pwc.com

上海

徐沪初
合伙人
普华永道思略特中国
+86-21-2323-5622
huchu.xu
@strategyand.cn.pwc.com

蒋逸明

合伙人
普华永道思略特中国
+86-21-2323-5101
steven.jiang
@strategyand.cn.pwc.com

作者简介

Christian Foltz博士是普华永道思略特常驻杜塞尔多夫的合伙人。他拥有超过23年的经验，是运营领域的专家，主要专注于汽车和工业品客户，尤其是在创新和研发领域。

Alexander Timmer博士是普华永道思略特常驻杜塞尔多夫的执行总监，主要为汽车行业客户提供咨询服务。他协助国际上的车企和供应商制定技术战略，为客户提供增长及市场通路战略、工程设计效率提升、组织转型战略等方面的服务。

Andreas Wild是普华永道思略特常驻慕尼黑的高级咨询顾问，主要为汽车行业客户提供咨询服务，协助国际上的车企和供应商制定增长战略并开展转型管理。

Manuel Hohmann是普华永道思略特常驻法兰克福的高级咨询顾问，主要为汽车行业客户提供咨询服务，协助国际上的车企和供应商优化业务流程，尤其是在生产和研发方面。

Martin Gerhardus是普华永道思略特常驻杜塞尔多夫的高级咨询顾问，主要为汽车和科技行业客户提供咨询服务，协助国际上的车企和供应商制定科技战略并开展研发转型。

概述

随着车企发力电动化、互联化、自动驾驶化车辆，其研发成本增长显著，超过了销售收入的增幅。在2019年开始的经济衰退和当前新冠疫情的叠加影响下，全球汽车市场面临雪上加霜的境地。普华永道思略特预测，到2023年，车企的销量和收入才能与2018年基本持平。

面对充满挑战的市场环境，提高研发效率的压力陡增。在经济衰退时期，车企如果削减电动技术、自动驾驶技术、共享技术和互联技术方面的投资，可能会被竞争对手永远抛在身后。但借助数字化工具，车企可以控制支出，使产品开发这一关键阶段更快、更具成本效益。

为了在瞬息万变的行业中保持领先，欧洲车企过去十年中的研发投入远高于美国和亚洲的竞争对手。2011年至2019年间，欧洲车企的研发支出增长了75%，达到420亿欧元，而美国和亚洲车企的研发支出分别增长了30%和33%，达到130亿欧元和280亿欧元。同期，这三个地区前15位车企的收入分别增长了55%、18%和40%。

为了勾勒出车企如何在当前低迷时期提高研发的成本效益，我们确定了五种对提高效率具有最大影响力的新兴数字技术，这些技术分别是：人工智能、虚拟现实/增强现实/混合现实、区块链、产品生命周期管理、增材制造（见下页图一）。

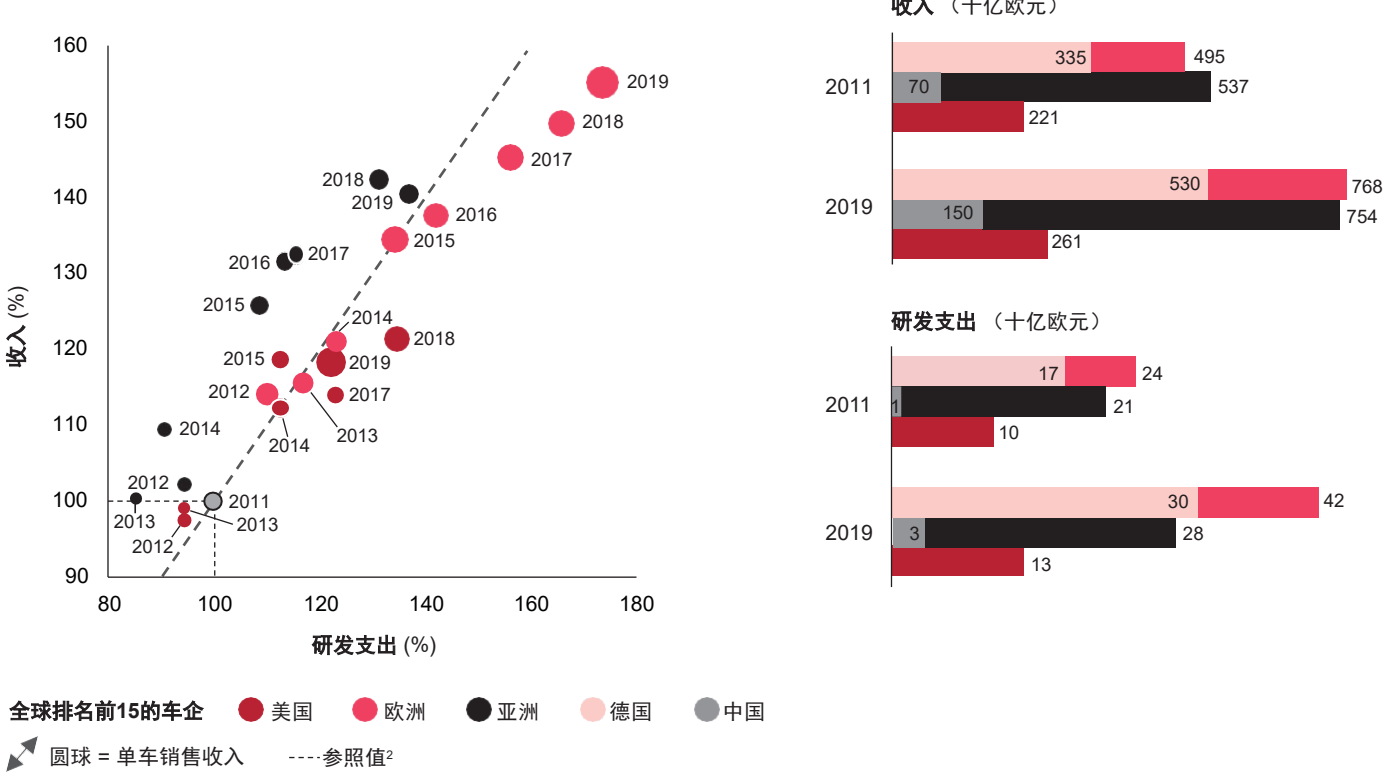
根据自身的规模、战略和风险偏好，车企可遵循三种不同的打法实现研发流程的数字化，并量化效率的改善：

- 数字颠覆者：使用五种新兴技术的多个用例，到2025年时将效率提升23%，包括12%的成本节省和11%的时间节省。
- 快速跟随者：采用最成熟的用例，将效率提升12%，包括7%的成本节省和5%的时间节省。到2025年时，五大新兴技术中只有人工智能、虚拟现实和增材制造技术能达到所要求的成熟水平。
- 谨慎推进者：聚焦最成熟、效率提升潜力最大、可以应用在研发成本最高阶段的用例，从而将效率提升9%，包括5%的成本节省和4%的时间节省。

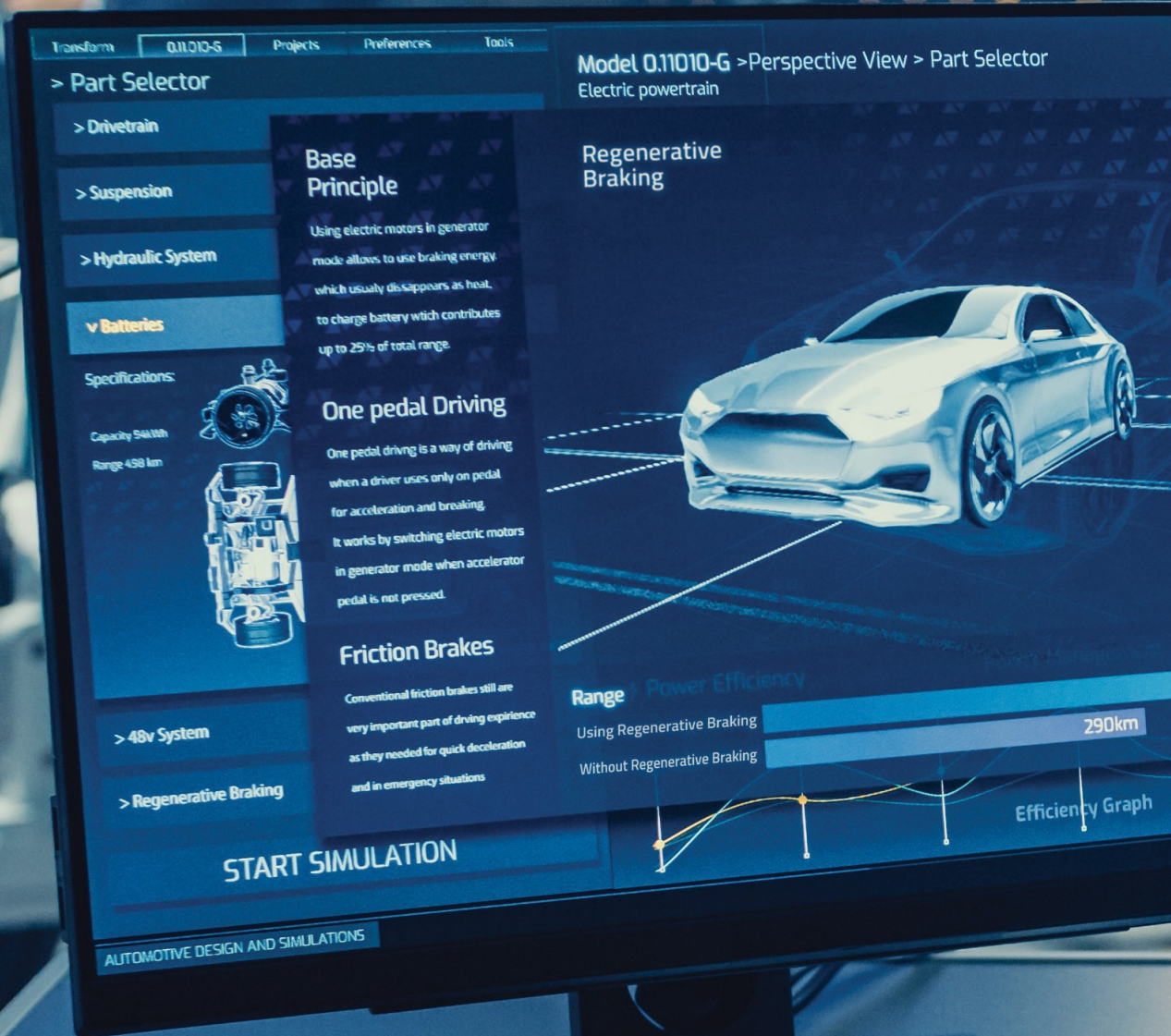
随着对数字化流程的信心增强，车企可以在上述三种打法之间切换。本报告详细研究了在产品开发不同阶段可最大程度提高效率的用例。尽管研究中提到的部分用例已在车企中时常得到应用，但是通过在产品开发过程中进行端到端的系统化部署，这些用例有望发挥更大的效率提升潜力。

图一
在大多数地区，研发支出的增长超过销售收入，导致利润压力不断增加

前15大车企¹的研发投资实现情况
与参照值²相比的收入及研发支出变化 (%)



1.以2017年产量确定排名前15的车企：亚洲车企：本田、现代-起亚、马自达、日产、丰田、吉利、上汽；中国车企：吉利、上汽；欧洲、中东、北非车企：菲亚特克莱斯勒、雷诺、标致雪铁龙、宝马、戴姆勒、大众；德国车企：宝马、戴姆勒、大众；北美自贸区车企：福特、通用
2.以2011年收入、研发支出、单车销售收入作为各地区基线（100%），后续年份数据以2011年初始值的百分比表示
资料来源：彭博社，HIS 2020年1月，普华永道思略特分析



第一章

新兴的数字化研发技术：做出正确的选择

随着车企对不断变化的客户期望、环境法规和技术颠覆做出回应，汽车的制造成本不断攀升。普华永道思略特《数字化汽车报告》分析指出，到2030年，电动动力总成和自动化功能将导致物料清单增加20%到40%。此外，考虑到软件的占比不断提升，开发将更为复杂，尤其是在测试和验证阶段。

根据来自美国、欧洲和亚洲的全球前20大车企现行的开发流程，我们搭建了一套模型（见下页图二）。模型显示，在典型的产品开发流程中，概念生成和量产准备（新车概念得到批准到开始生产之间的阶段）最占用资源，共计占到77%的成本和65%的时间。

结合对行业专家的一系列访谈，我们确定了在整个产品开发过程中对提高效率具有最大影响力的五种数字技术。随后，为每种技术确定了三个潜在用例，并将其对应到产品开发的10个里程碑事件上。最后，分析了技术的成熟度，及其在协助车企减少时间和成本方面的潜力。

“

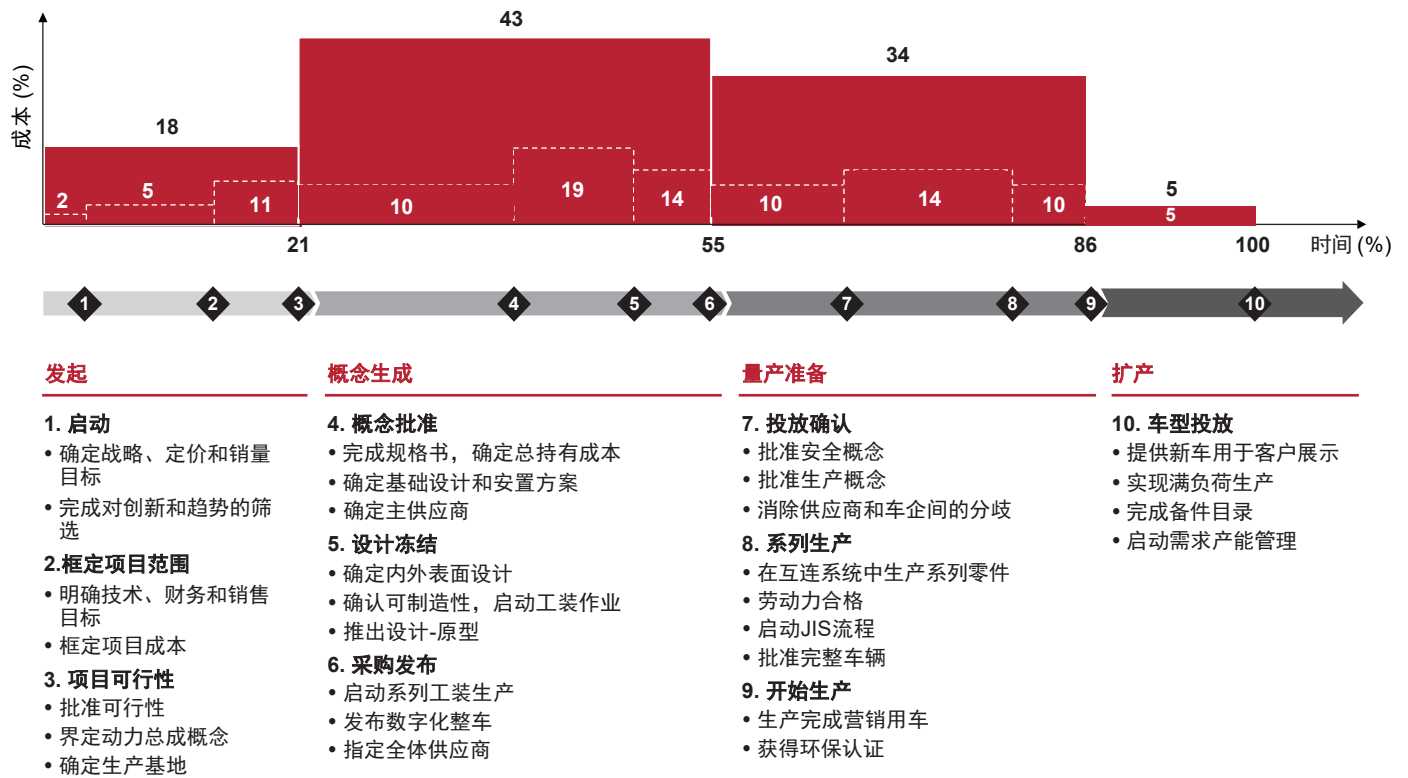
新冠疫情使我们更加彻底地考虑数字化工具的使用。我们的愿景是在虚拟空间中进行大部分的车辆研发和测试工作，并模拟生产。”

某德国车企主管研发的董事

图二
概念生成和量产准备是产品开发流程中成本最高的阶段

成本和时间分布

所占总成本和时间百分比 (%)



资料来源：基础成本数据来自对20家最大的车企产品开发流程的分析，并通过普华永道思略特专家访谈予以验证

五种新兴数字化技术和15种代表性用例

人工智能



- 预测性销量分析：根据历史趋势，准确预测销量和“采用率”（具有特定功能（例如全景天窗）的汽车销量占比）
- 碰撞试验模拟：计算最理想的部件设计和安置方案
- 电子控制单元参数配置：为电子控制单元设定自动参数，减少所需的物理测试次数

虚拟现实/增强现实/ 混合现实



- CAVE¹下的设计概念：使用沉浸式虚拟现实，在开发的早期阶段用虚拟车辆概念代替工程图和黏土模型
- 虚拟车辆测试：在全息平台（Holodeck）上进行组件测试和验证，让设计师和工程师共聚一堂，评估新车的虚拟模型
- 零件设计评估：使用混合现实，对内饰和模具进行光学评估，以在生产实体组件之前评估零件

区块链



- 软件合规认证：确保用于高级驾驶员辅助系统（ADAS）和软件验证的数据真实性
- 备件追踪：验证备件的来源
- 召回追踪：识别包含缺陷零件或软件的车辆

产品生命周期管理



- 数字孪生：创建车辆的数字副本，向全球团队提供当前产品开发阶段的实时开发信息
- 先进的反馈实施：连续性地使用现有数据以及新的测试与现场数据
- 云化产品生命周期管理：基于云的集成开发平台，实现高效的协作和任务自动化

增材制造

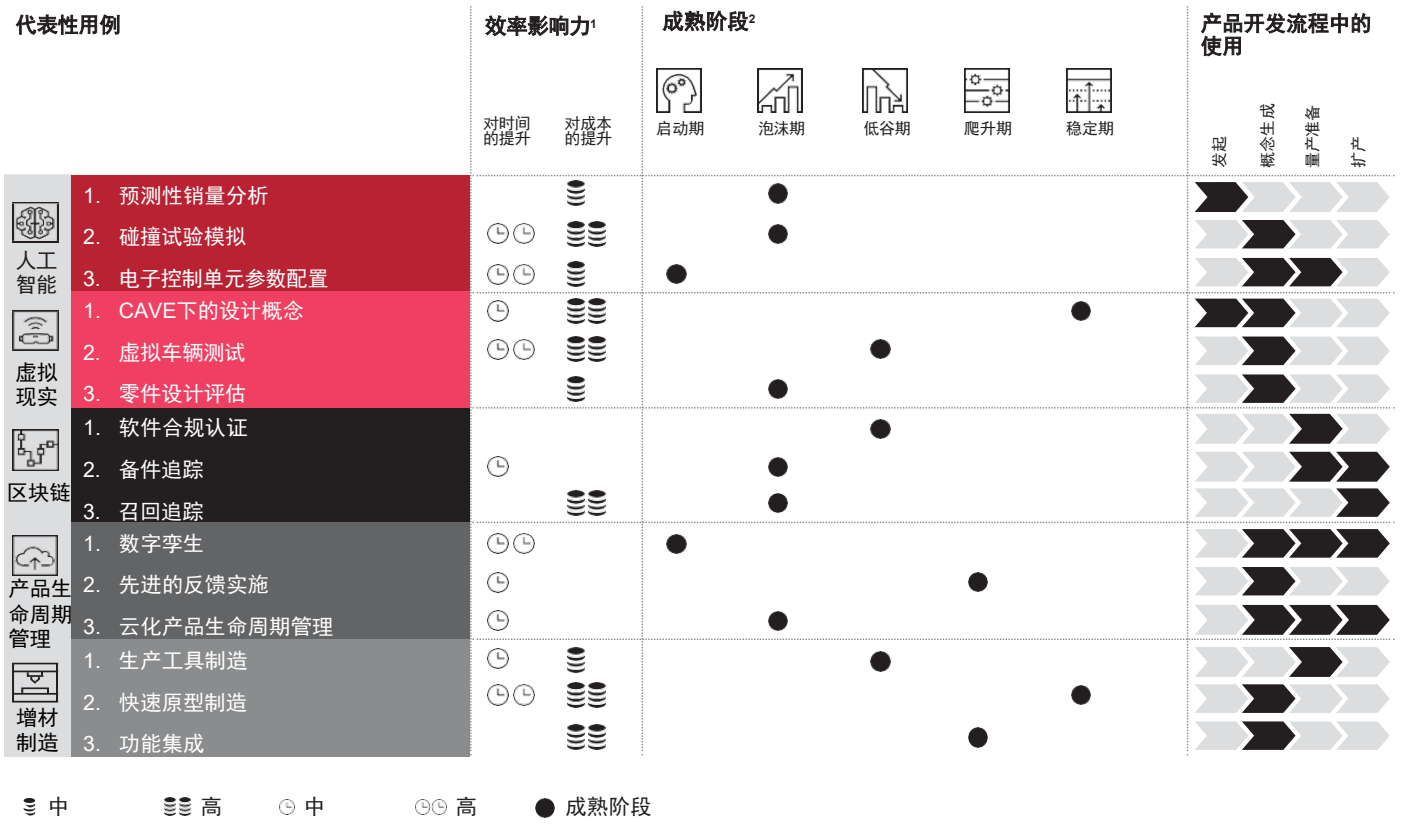


- 生产工具制造：用于（预）系列生产的模具、夹具和固定装置的3D打印
- 快速原型制造：快速生成组件的实体原型
- 功能集成：支持具有多种集成功能的单个组件的开发

1. 原始来源：CAVE是一种沉浸式虚拟现实环境，通过将图像投影到房间大小立方体的3-6个墙面上，为用户创建3D图像
详情请参考The CAVE audio visual experience automatic virtual environment, Communications of the ACM, 64-74, Cruz-Neira等

需要从成熟度的层面权衡技术风险与收益：用例越成熟，实施的风险越小、成本越低、时间越短。由于其他用户也已经对该用例进行了尝试，随着时间的推移用例得到改进。不利之处在于，采用成熟的技术意味着自己是后发的追随者，而不是首家采用该用例的企业，相对于竞争对手并不具备优势（见图三）。

图三
 人工智能、虚拟现实和增材制造有望带来最大程度的效率提升，且增材制造的用例最成熟



1. 基于普华永道思略特及专家评估
 2. 基于Gartner分析
 资料来源：普华永道思略特分析

案例分析

端到端开发平台

使用基于云的开发平台，减少开发自动驾驶功能所花费的时间

在近期一项研究中，某高端车企要求我们评估基于云的开发平台（包括基于云的产品生命周期管理系统）对高级驾驶员辅助系统开发效率的影响。该数字化开发平台允许开发人员实现端到端的工作流程，实现同步工作、实时反馈和持续的集成和测试。我们评估发现，在测试和验证、软件开发、合规方面，存在大量节省开发成本和时间的机会。

最大的节省潜力来自于测试和验证。开发平台（包括基于云的产品生命周期管理系统）可用于优化测试和训练数据的收集以及场景生成，使数据管理更高效，实现多种自动化的模拟和执行，并利用来自测试的实时反馈。通过将系统需求（“做什么”）与实施和测试用例（“怎么做”）直接联系起来，该开发平台确保了端到端的可追溯性。如此一来，车企可以自动检查需求是否已得到满足，并大大减少修复错误的时间。

软件开发也存在巨大的节省潜力。该开发平台支持在整个开发过程中使用DevOps（开发及运营）之类的现代敏捷方法，从而防止工作量和不一致性的成倍增加，实现人工操作过程的自动化。DevOps方法旨在通过在车队中不断集成和部署软件来加快开发速度、降低故障率并缩短修复错误所需的时间，从而进一步缩短周期时间。

使用基于云的开发平台来显著降低成本的第三个方面是合规。我们的评估表明，通过将繁琐的手动流程（例如生成职能部门安全合规报告）自动化，可以减少确保合规所耗费的时间。此外，还可以实现人工智能模型测试和训练数据的数据质量自动化检查（估计今后的法规将强制执行），并可以在数据收集过程中直接执行。

我们预计，通过使用基于云的开发平台，该车企能够可以在基于摄像头的高级驾驶员辅助系统开发项目上节省大量的开发成本。

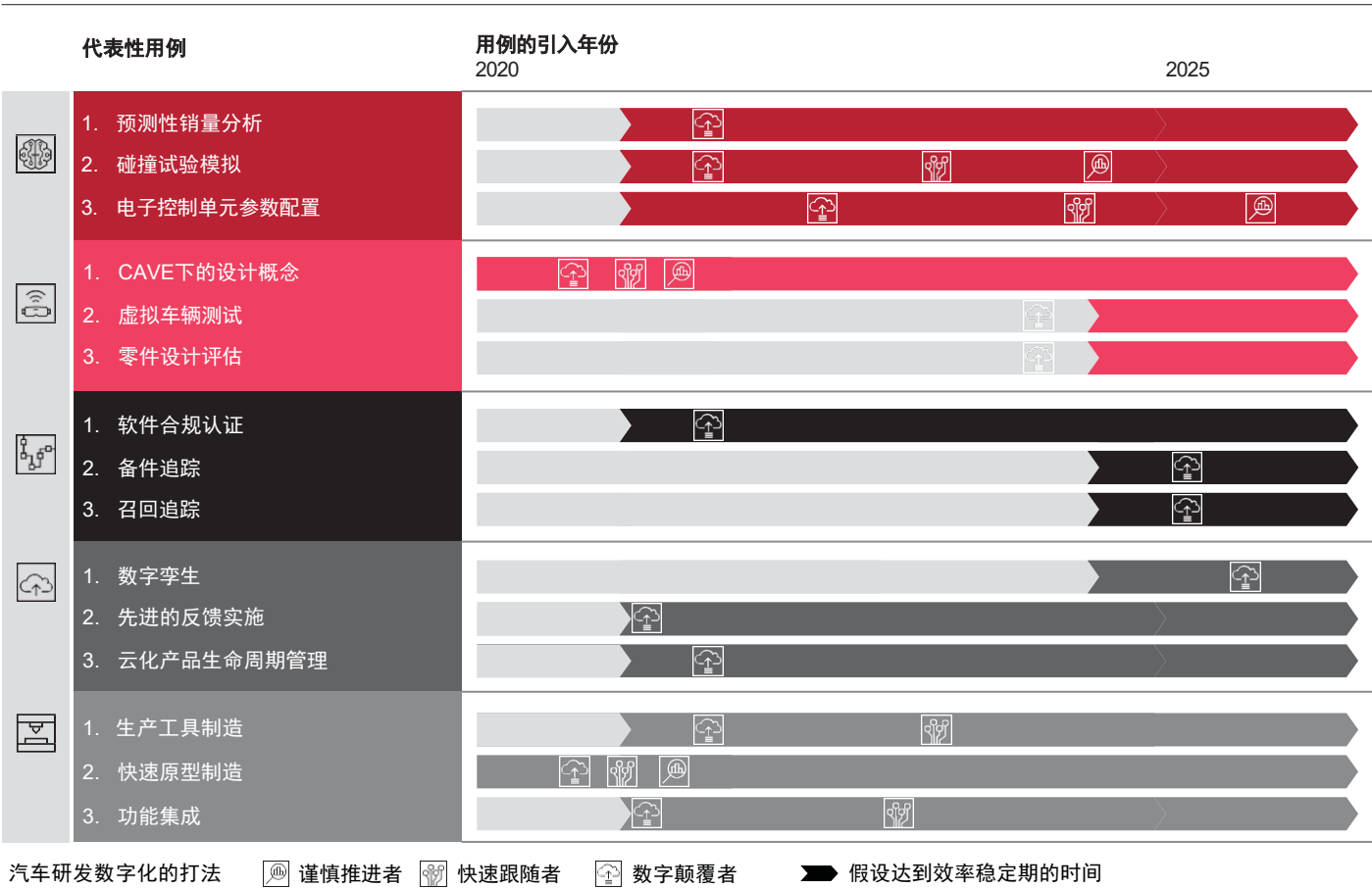
第二章

实现路径：选择适合自身的打法

研发的数字化水平取决于各家车企降低成本和节省时间的需求、对技术风险的偏好以及高层的支持力度。整体上，建议各家车企根据以下的时间点引入数字化研发用例（见图四）。

车企在选择所需的数字化技术和用例时，应该综合考虑成熟度、效率提升成效、对产品开发流程的影响。

图四
车企的数字化用例实施速度各异



资料来源：普华永道思略特分析

根据上述选择标准，我们提出了实现研发数字化的三种独特打法。随着对数字化流程的逐渐掌握，车企可以在这三种打法间切换。一旦选定打法后，车企需要评估整体创新战略以及与技术供应商之间的协作情况，确保形成合力。

研发数字化的三种打法

1

数字颠覆者



将新兴技术纳入研究范围，采用五种技术的多个用例，在成熟的早期阶段推进技术前沿探索

2

快速跟随者



在整个产品开发过程中扩大五种技术用例的使用范围，接受效率提升的成果低于数字颠覆者

3

谨慎推进者



聚焦成熟度高、在效率提升方面得到验证的人工智能、虚拟现实和增材制造技术

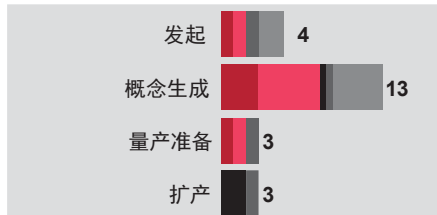
图五



各类别的效率提升(%)



产品开发流程各阶段的节省 (%)



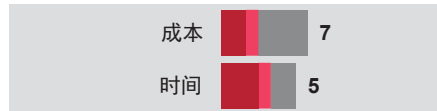
- 人工智能
- 虚拟现实/增强现实/混合现实
- 区块链
- 产品生命周期管理
- 增材制造

图六

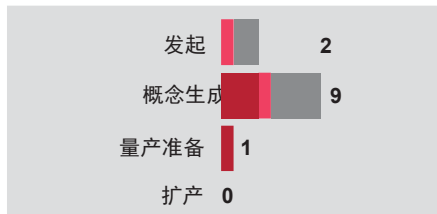


资料来源：普华永道思略特分析

各类别的效率提升(%)

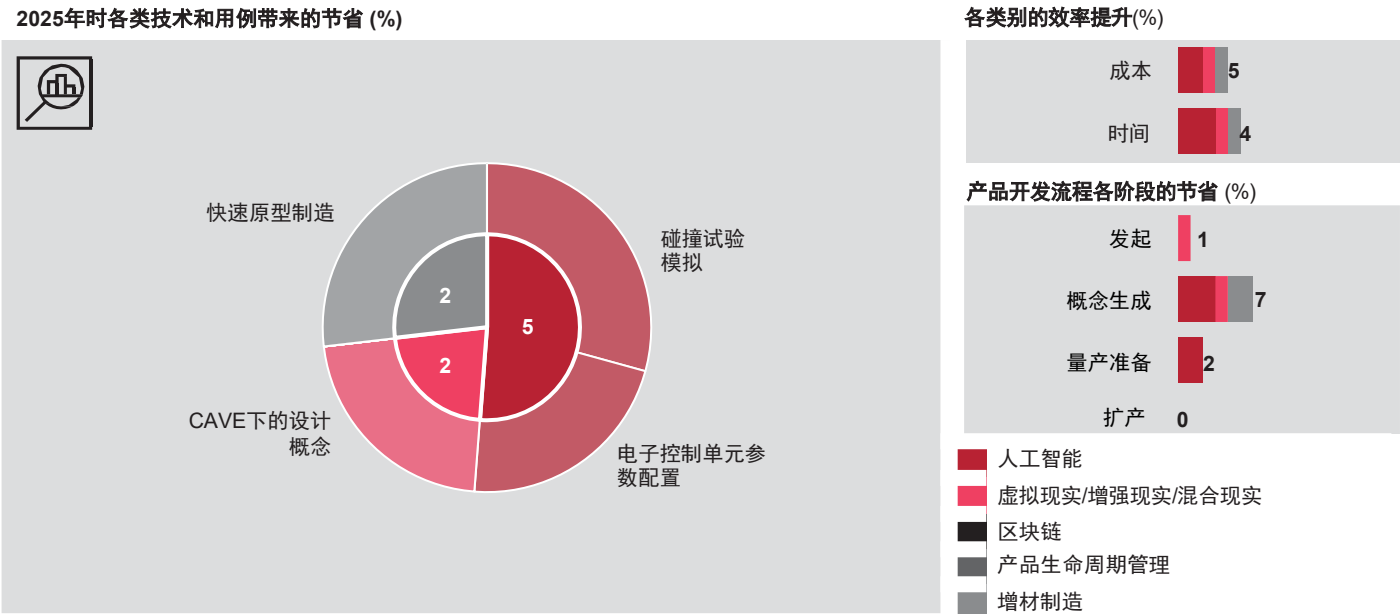


产品开发流程各阶段的节省 (%)



- 人工智能
- 虚拟现实/增强现实/混合现实
- 区块链
- 产品生命周期管理
- 增材制造

图七
谨慎推进者仅仅采用成熟的人工智能、虚拟现实和增材制造用例，到2025年时提升9%的效率



资料来源：普华永道思略特分析



第三章

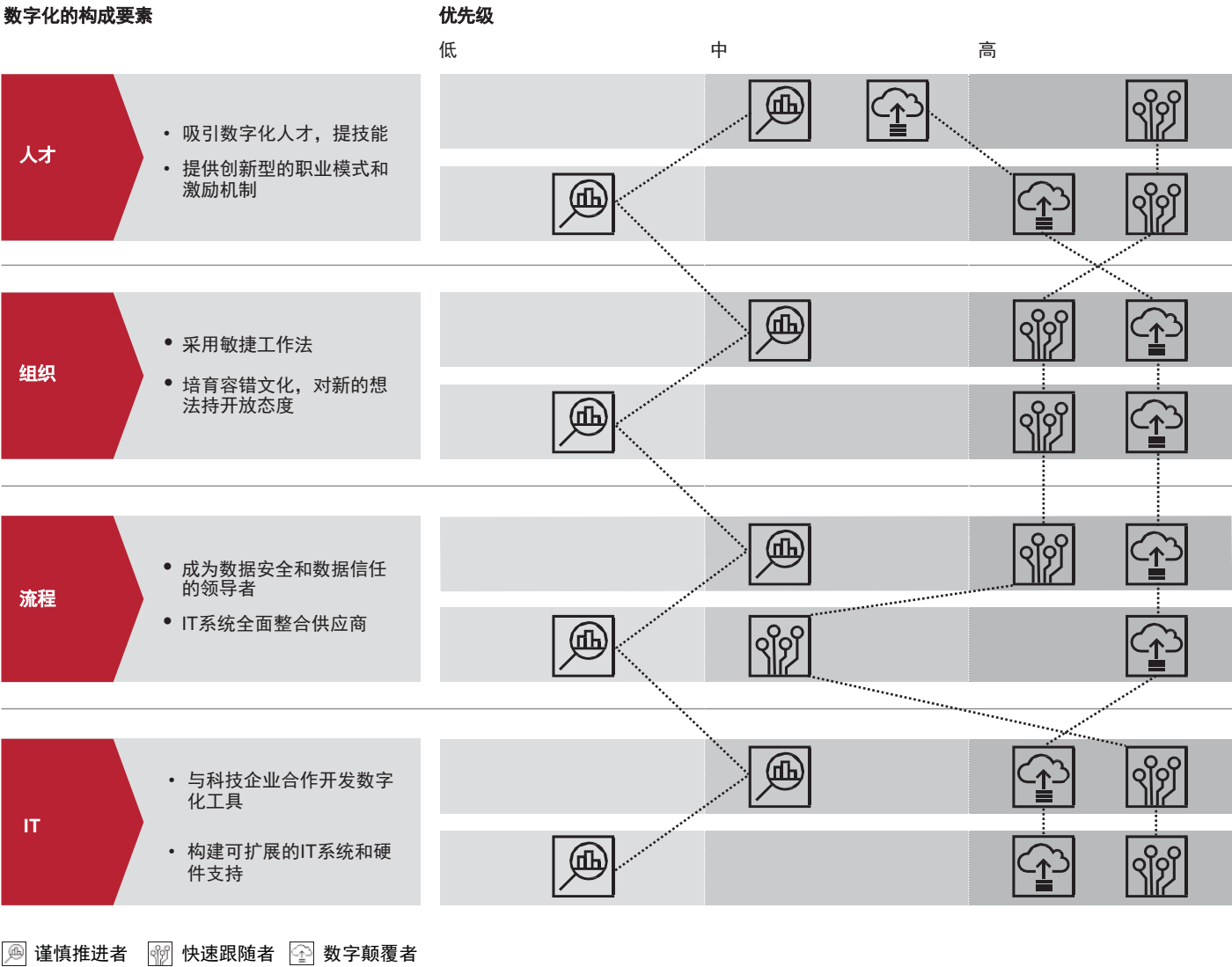
付诸现实

选定打法后，车企需要在人才、组织架构、流程和IT这四个重要领域采取行动。

人才	由于研发的数字化将增加技术驱动型项目的数量，不同背景的跨职能团队将参与其中，因此车企必须提升现有员工的技能，同时努力吸引数字化人才。创新型的职业模式和激励机制将有助于车企与软件公司争夺最佳员工。
组织	为了充分利用新的数字化研发工具，车企需要借鉴软件开发人员所采用的一些敏捷方式，建立起员工无惧尝试和失败、在新的迭代中汲取教训的企业文化。
流程	车企应该致力于成为数据安全领域的领导者，建立起数字信任。此外，车企的IT系统需要加大对供应商的集成整合力度，从而充分发挥研发效率提升的潜力。
IT	车企应该考虑与科技企业合作开发数字化工具包。仅致力于实施最成熟用例的车企，应该与外部合作伙伴开展战略合作；打算实施所有用例的车企，也应着眼于打造在内部开发数字化工具的能力。此外，车企还应当努力构建可扩展的IT系统和硬件支持。

在车企与科技公司合作方面，知名的合作伙伴屡见不鲜：汽车云（大众和微软）、生产云（大众和亚马逊 AWS）、数据驱动营销（戴姆勒和Salesforce）、软件定义的自动驾驶计算架构（奔驰和英伟达）以及数字化转型（宝马和阿里巴巴）。当然，此类合作需要适当的结构和有别于过往的流程。此外，员工需要拥抱转型，要适应自己的工作方式，学会借助基于云的协作工具和机器人流程自动化等辅助工具来加快手动操作。

图八
实现卓越数字化研发所需采取的行动



资料来源：普华永道思略特分析

不同打法的优先事项

数字颠覆者



- 通过研究，在产品开发全流程中推进数字化抓手的前沿探索，引领数字信任
- 将供应商完全整合到IT系统中，从而充分利用数字技术的潜力
- 密切关注成本，放弃看上去没有回报的构想

快速跟随者



- 与科技公司合作，在产品开发全流程中实施数字化应用
- 评估组织和能力，以充分发挥数字化抓手的潜力
- 成为数字化精英的理想之选，彻底提高员工技能

谨慎推进者



- 在概念生成和量产准备阶段应用成熟的数字技术，弥补专业技能方面的短板
- 吸引和聘用合适的人才，提升现有员工技能
- 打造可扩展的IT系统

思略特 (Strategy&)

思略特是一家定位独特的全球战略咨询公司，专注于协助客户成就美好未来：根据客户的差异化优势，为其量身定制战略。作为普华永道网络的一员，我们一直致力于为客户构建核心成长的致胜体系。我们将远见卓识的洞察与切实的专业技能相结合，帮助客户制定更好、更具变革性的战略，从始至终，一以贯之。

作为全球专业服务网络中的唯一一家规模化的战略咨询团队，思略特结合强大的战略咨询能力与普华永道顶尖的专业人士，为客户制定最合适的战略目标，并指引实现目标必需做出的选择，以及如何正确无误地达成目标。

思略特制定的战略流程，足够强大以助企业捕获无限可能，确保务实并有效地交付。正是这种战略让企业得以顺应今日的变化，重塑未来。思略特助您将战略愿景变为现实。

更多资讯，请浏览：<https://www.strategyand.pwc.com/cn-s/home>

strategy&

Part of the PwC network

www.strategyand.pwc.com

© 2021 普华永道版权所有。普华永道系指普华永道网络及/或普华永道网络中各自独立的成员机构。详情请进入 www.pwc.com/structure。文中提及的思略特(Strategy&)系指普华永道全球网络中的管理咨询团队，详情请访问www.strategyand.pwc.com。未经普华永道书面许可，不得全部或部分复制文章内容。免责声明：本文件内容仅作参考提供信息之用，不能用于替代专业咨询顾问提供的咨询意见。