

巡过机械工程导报

Mechanical Engineering Trends

http://www.cmes.org 2018 年第 3 期 总第 196 期





机械工程导报 MECHANICAL ENGINEERING TRENDS

1998 年创刊 2018年第3期(总第196期) 2018年6月28日出版

主办: 中国机械工程学会工作总部 地址:北京市海淀区首体南路9号 主语国际4号楼11层

邮编: 100048

电话: 010-68799036 (编辑部)

传真: 010-68799050

E-mail: zhongyg@cmes.org

网址: www.cmes.org 主编: 陈超志

责任编辑: 钟永刚

出版: 《机械工程导报》编辑部 发行: 中国机械工程学会工作总部

	/
\c	

院士专稿 FEATURE FROM ACADEMICIAN

工科之"新"的文化高度(下)

7

O 专家视点 EXPERT OPINION

论数字孪生的十大关系 伟大的变革:现代制造业(三) 14

学会资讯 CMES INFORMATION

第六届智能制造国际会议在京召开 36 第十二届中美工程技术研讨会在京召开 42

工科之"新"的文化高度(下)*

——重塑工程教育文化

✓ 华中科技大学 李培根

【摘 要】新的工科教育更需要重塑工程教育文化。本文从善、自由、超越、批判性思维等文化视角讨论工程教育,并强调教育文化要落地于教学活动中,如教材、课堂、实践环节、非正式学习等。

【关键词】工科 工程教育 工程教育文化 善自由 超越 批判性思维 教学

(接上期)

此文的前一篇指出了我国工程教育中存在的文化缺失问题,着重谈到工程与技术本身所蕴涵的文化要素。对于工科的学生而言,文化的缺失可能意味着内心世界的缺失。经济学家许小年曾有惊世之语:创新能力低下的原因是企业家内心的空虚,内心世界的缺乏,或者内心世界的虚弱,这是我们创新能力低下的一个很重要的原因^[1]。显然,良好的工程教育文化有助于学生塑造其内心世界。

那么,究竟如何重塑工程教育文化?

一、工程教育的主要 文化视角

1. 善。

善帮和人的生存紧密联系在一起,是人类社会所追求的状态,是人应该追求的基本属性,通常和美德、幸福等联系在一起。善也应该是工科学生和工程技术人员内心世界最基本的品性。

技术本身无所谓善恶,尽管 绝大多数情况下技术都是有益于 人类的,毕竟还是有人把技术用 于"恶"的目的。但是对于工程 教育而言,必须让学生明白,技 术用途的指向应该是"善"。也许,

很多人认为,强调这一点没多大意义,什么时候教育者让学生去作"恶"呢?但是学生能把"善"这根弦绷得有多紧、"善"的境界如何?工程教育中是否强调这一点,可能差别很大,也就是说"善"在工程教育中绝不能可有可无。

关于技术与善的关系最通俗的理解莫过于技术关乎人的存在、人的生存主题。工科的学生若欠缺善的意识,则很可能在特定的条件下做出不利于社会、甚至恶的事情。20世纪在美国纽约长岛公园大道上建造的200多座天桥桥洞高度只9英尺,乃是

^{*:} 本文原载于《高等工程教育研究》2018年第3期。

为阻止公共汽车 (穷人和黑人多 用)上公园大道,而多为白人和 中产阶级享用的小汽车则可自由 行驶,且便于进入更受欢迎的琼 斯海滩。这是建造商罗伯特•摩 西的阶级偏见和种族歧视 [2], 也 是设计师善意识欠缺的表现。

工程技术人员善的意识,需 要植根于人的存在意义,需要在 技术工作中体现出对人的生存质 量的细微关注。这不仅仅是一个 道德问题,其实也涉及创新能力 及效果。试想,如果一个技术人 员主要琢磨如何能赚更多的钱, 其关注点可能在市场中销量很 大、获利很丰的产品,即使经过 努力达到目的,也难有原始创新。 现实中哪怕是人们日常生活中的 一些小东西, 如双立人指甲钳、 电饭煲、马桶盖等, 其原始创新 都不在中国。其原因当然不是因 为中国技术人员的水平低下,其 实是因为急功近利, 欠缺对人的 生存质量的细微关注。深层次说, 少了一点善的意识。

善的意识需要工程技术人 员关注人类社会的重大问题。比 尔•盖茨号召大学生要关注人类 社会的重大问题,如清洁水资源 的缺乏、饥荒、贫穷等等。工科 的大学生应该有这样的情怀, 而 且应该思索通过技术能够为改 善某种处境做点什么。2012年 的微软"创新杯"全球学生大

赛的总决赛在澳大利亚悉尼举 行,乌克兰 QuadSquad 团队的 "EnableTalk"作品获得冠军。 此发明是一种带弯曲传感器、触 觉传感器、陀螺仪和加速计的特 殊手套,可以将手语转换成文字 进而通过一个文字转语音设备转 换成声音传出,这种智能手套让 普通人也能理解聋哑人的手语。 整个系统还可以通过蓝牙装置与 智能手机相连。相对而言, 我国 大学中虽然非常重视大学生的创 新活动, 但学生对社会问题的关 注还是少了一些, 创新的质量和 社会效果也略为逊色。

充盈善的意识可能使企业 家或工程技术人员敢于担当、 敢于做大事, 甚至惠及人类长 远生存问题。谷歌热气球项目 Project Loon, 致力于为边缘地 区提供网络通信服务,目标是让 全世界每一个角落都能连接网 络。美国的马斯克做 SpaceX,火 箭回收, 这是美国航天局未能做 的事情。他做 SpaceX 的初衷, 不是因为它投资回报率高,而是 对于人类的未来有所裨益。这难 道不是基于善?

工程与技术所指向的善,自 然还应该涉及工程伦理。今天, 科学技术发展越来越快,科技在 造福人类的同时, 也对人类的生 存问题提出挑战。环境恶化、资 源短缺、社会安全已经受到世界

的广泛关注。另一方面,某些技 术(如生命科技、人工智能、智 能机器人等)的发展使人们有理 由担心,"奇点"是否很快到来? 施加于自然之上的压力是否将达 到一个临界点? 汉娜 • 阿伦特批 评以人为中心的工匠人的功利主 义, "……不能否认康德准则具 有功利主义的思想渊源, 因为那 种把人确立为终极目的的行为允 许他'(如果他能够的话)让整 个自然服从于这个目的',也就 是说将自然和世界贬损为一种纯 粹的手段,剥夺其独立的尊严。"[3] 汉斯·约那斯说, "现代人更多 地考虑技术上能否做到, 面对技 术说'不'的能力和智慧已经荡 然无存了……人不再被视为智 慧的人(homo sapiens) 了, 人的本质就是劳动的人(homo faber),或者说技术的人。"[4]

的确,我们对某些科学家 和技术人员所描绘的某种世界 (如女人不用生孩子了; 通过基 因选择技术使婴儿基因完美; 永 生……) 需要进行严肃的人文拷 问,那样的世界是否值得人类生 存? 生活在那样的世界有什么意 义? 如果试图用某项技术改变自 然界的某种固有规律会产生何种 后果? 类似的问题其实关乎人类 的未来,对其进行严肃的人文拷 问显然是更大的善。

柏拉图之"善"的理念值得

工程教育者和技术人员体会。它 甚至超乎"存在"之上,因为一 切存在都从它而来。"知识的对 象不仅从'善'得到他们的可知 性,并且从善得到他们自己的存 在和本质,而善自己却不是本质, 而是超越本质的东西,比本质更 尊严,更强大。"作为工程与技 术知识的对象呢?^[5]

2. 自由。

或许很多人认为,自由是一个社会科学话题,与工程技术没什么关系。此种观点是极其错误的,自由应该是任何人所追求的境界,工程技术人员自不例外。

技术相关的自由首先体现 在目的自由。一方面, 人存在于 自然中,活在世上,周围的世界 是由"便利"和"困难"共同织 就的网。人对"便利"的追求其 实也是对自由的追求, 且似乎没 有止境。这种追求是靠技术实现 的。目的自由也表现在人的自由 发展——也是马克思主义关于人 的发展的基本观点。敖德嘉•加 塞特说: "技术为他在自然中开 出的'闲适',是他的'超自然 存在'栖身的小屋……技术的最 初使命就在于让人'有空'去'成 为他自己'。"[6] 这段话中的"超 自然存在"可以认为是创新的产 物,而"成为他自己"可看成人 的自由发展。技术的目的自由既 体现在为了人类的发展,也体现 在技术工作者自身的自由发展。 某种意义上,技术是人的自我实 现的不断展现。

技术工作还需要过程自由、 氛围自由。有人强调自由的空气 "是一种让思想活跃、不被障碍 阻断的氛围,一种不受禁锢的、 未被人为过滤的吸收知识的环 境。只有在这样的空气下,思想 才会自由放飞,创新才会奔涌迸 发。"自由的空气,实实在在表 现为对权威、权力的警惕。^[7]

3. 批判性思维。

批判精神应该是马克思主义 重要的精神遗产。科技工作中自 然需要科学精神,科学技术中常 常需要对一些问题不断地怀疑和 求证,这就是批判性思维。

工程与技术中的原始创新、 颠覆性创新尤其需要批判性思 维。如 3D 打印,以前很多工业 品的制造多是减材过程,当然也 有一些是等材制造,有人反其道 而行之,能不能增材制造? 这个 思维过程正是体现了批判性思 维。

工业的发展过程不断地体现出对传统常规的模式、手段等的否定和超越,那就需要批判性思维。如数字化技术、人工智能技术的发展,到底对未来生产结构、生产方式会产生什么样的影响,这类问题需要批判性思维去想象。现在设计开发一种新产品

需要设计者用批判性思维审视产 品目前赖以存在的需求、环境、 条件等是否将发生变化,对这些 问题的质疑甚至否定就是批判性 思维,有可能导致重要的创新。 如汽车的开发者就应该想到,物 联网、数字化、智能化等技术的 迅速发展一定会改变汽车用户目 前的需求(尽管绝大多数汽车用 户自己完全没意识到),单单智 慧城市的发展就给汽车业提出很 多新的挑战。具有批判性思维的 企业家和工程师考虑此类问题的 边界(如行业的边界、产品的功 能边界)都和传统的思维大不一 样,其结果自然容易产生创新。

4. 超越。

优秀的人一般具有强烈的 "自我意识"(勿误解为自私), 卓越的工程师概莫能外。"自我 意识的基本结构,可以用这两个 概念来概括:一个是超越,一个 是反思。它既是超越的, 又是反 思的。超越就是超出自身之外, 反思就是从外部返回自身。"[8] 一个技术工作者如果不能超越自 身去思考问题,那就是一个普通 的、物质的器,也就是一个缺乏 自我意识的工匠。技术的细节知 识、经验等对于工程技术人员当 然是重要的,但真正卓越的工程 师一定需要对具体技术问题的超 越,也就是要达到与工程技术相 关的文化高度。而"超越"应该 成为优秀工程技术人员的文化品 质。

优秀工程师首先应该明白, 有创造性的技术工作超越自然现 实。敖德嘉•加塞特说"……在 这'空出来的地方'(源自对'动 物性生存'的超越),他致力于 一系列'非生物性'的事,它们 不是自然强加的, 而是他自己发 明一创造出来的……人的生存超 越自然现实。"[6]

我们更多地强调技术工作要 面向、满足国家重大现实需求, 这当然是需要的。但其实还有另 一方面,而且于优秀的科技工作 者而言甚至是更重要的一面—— 伟大的创新往往超越现实需求。 用法国哲学家加斯东 • 巴歇拉尔 的话说,就是:征服多余的比征 服必需的能给予我们更大的精神 刺激, 因为人类是欲望的产物而 不是需求的产物。[9] 这方面意识 的不足直接导致我国原始、颠覆 性、引领性创新的欠缺。即便近 些年我国创新能力大大增强,但 绝大多数还是跟踪型的,原因恐 怕是过度强调立足于满足和适应 现实需求。要使工程技术人员有 强烈的超越现实需求的欲望,需 要从工程教育入手。

技术可以帮助人们超越时 空。以前人们需要去商店、超市 购物,现在购物的空间被突破了; 医生可以远程指挥手术进程; 人 们可以在家中漫游超市, 甚至可 以"感知"她心仪的时装。如果 说对空间的超越相对容易理解一 些, 那么对时间的超越呢? 有可 能超越时间的限制回到过去的某 一刻吗? 有可能和故去的某人讨 论以前的事件吗? 类似远远超越 人们常规感知、甚至超越人们想 象力的事情,不排除未来有可能 出现。当然这种奇迹的发生一定 需要科技工作者超越时空的意识。

从事工程技术的人要有超 越专业、学科、行业的意识。任 何一个小产品(更别说大工程) 都涉及多学科技术, 优秀的工程 师或管理者要有多学科交叉的意 识。谷歌宣布:将在2018年商 业化其无人驾驶出租车业务。以 后的汽车,其实更多是一个电 脑 + 四个轮子; 汽车也将是一个 小型办公室+购物中心+娱乐场 所……无人驾驶技术,将是智能 汽车的底层操作系统,就像安卓 是手机的底层操作系统一样。如 果说过往时代的企业竞争,只是 平面二维的、同行业之间的竞争, 现今时代的企业竞争,则是三维、 四维乃至更高维度的跨界竞争! [10] 可以想象,从事无人驾驶、智 能汽车的技术负责人和管理者, 多么需要超越学科、专业以及行 业的思维!

工业,尤其是制造业,基 本上是基于物质的。从材料、设

备到产品都是物质的。但对于制 造业的技术人员来说,未来要有 超越物质关注的意识。其一,数 字化技术的发展使得物理世界与 信息世界更深度地融合。德国工 业 4.0 和美国工业互联网都强调 数字物理系统(Cyber Physical System, CPS), 很多企业现在 推行数字孪生体(Digital Twin) 的概念,通俗地讲任何一个物质 的东西都要有一个数字映射。基 于数字孪生体可以做很多分析、 仿真、优化等工作。因此,即使 是制造工程师也要把物理世界和 信息世界更好地融合起来,也就 是要超越"物质关注"。其二, 缘于人工智能(AI)技术的发展。 以往的自动化主要通过机器替代 人的体力或手工劳动,因此人们 的关注主要也在物质形式的机器 上。智能时代人的很多脑力工作 将被智能系统替代。如何利用AI 技术打造新的技术流程?知识工 程在多大的程度上取代技术人员 的常规工作?智能时代的技术人 员如何更好地与智能系统融合?

有人还谈到超越物质主义。 物质主义是现代工业文明的基本 精神,是现代工业文明以征服自 然的方式谋求发展和进步的精神 支柱。甚至在当前"大量生产、 大量消费、大量排放"的生产一 生活方式仍然在很大程度上主导 着社会的发展。物质主义是现代 性思想的要害,物质主义价值导向是现代性的致命错误。现代生态文明呼唤人们要超越物质主义,其中工程技术领域的学者、工程师、管理者肩负着重任。[11]

二、教育文化要落地 于教学活动

前面谈到工程与技术本身所 蕴含的文化要素,也阐述了工程 教育的几个文化视角。仅限于此, 不免流于空谈。教育文化如果不 能体现在教学相关的各种载体与 活动中(如教材、课堂、实践环节等),自然不成其为有意义以 育文化。因此,要重塑工程教 育文化。因此,要重塑工程教 育文化,就是要把先进的教育文 化落地在教学中。具体而言,就 是把工程与技术的文化要素以及 工程教育的文化视角反映在课程 体系、课堂、教材、实践环节甚 至学生的非正式学习中。

从课程体系而言,有无可能 设计新的特别选修课程,如"工 程导论","批判性思维","工 程与技术伦理"等。"工程导论" 应该不同于很多学校已经开出的 专业导论课,它主要不在于技术 本身,而重在体现工程与技术的 文化高度。在工程与技术发展的 简史中可体现这些文化要素和文 化视角,让学生从发展史中初步 建立学习和思考工程技术的文化 视角。此外,像存在、时空、系统、互联、去中心化、工程中的善、超越等话题,本身都和创新的意义、规律与视角有关,对于学生更好地建立创新意识和提高创新能力都会有很好的帮助。目前,华中科技大学已经在尝试提供"工程导论"和"批判性思维"的课程。其中导论课包含的内容有:工程教育的时空视野,工程中的创新形式、工程与人、工程与美学、工程与技术的哲思等等。

教材是教学活动的基本载 体, 工科之"新"的文化高度自 然要反映在教材、尤其是专业教 材中。专业教材不必系统地介绍 教育文化方面的内容, 但那些文 化要素或视角完全可以融入技术 或工程的介绍中, 也可融在某些 案例中。如,在介绍信息技术的 应用时,可以通过AR(增强现实) 技术用于装配、维修的例子让学 生建立超越时空、超越专业界限 的意识; 以马斯克火箭回收、火 星移民等案例说明通过技术建立 "超世界存在"的意义。现在教 科书中讲的都是成熟的、经过验 证的知识,学一点科技趋势预测、 展望、想象一定有好处,哪怕只 是作为延伸阅读的引导。有些科 幻看起来没什么根据, 其实想象 里就孕育着超自然存在、超世界 存在。

教材改革本身需要运用批

判性思维。中国的教材多强调知识的完整性、系统性。其实,知识点太细,很容易使学生沉浸于细节之中。最后学完了,知识看起来很系统、很完整,学生所获反而成了碎片知识。因此,教材的系统观更应该强调系统中的节点、节点之间的相互关联;引导学生构建问题空间,建立问题空间、节点之间等等的相互关联等。

课堂中也一样,教师要引导学生善于关联。教师本身要有"去中心化"的思维,不能只是让学生的思维围着教师转,启发学生联想、超越。

实践是工程教育非常重要 的环节。首先要引导学生关注人 类社会的重大问题, 可以给学生 介绍这方面的好案例。有些小的 技术案例有利于培养学生的人文 情怀, 如两个哥伦比亚大学建筑 系的女生 Andrea Sreshta 和 Anna Stork 参与救灾工作后, 有感于要为社会做点什么。她们 利用太阳能和发光二极管设计出 了一款充气式太阳能户外应急灯 具 LuminAID, 后被广泛用于联合 国及70多个国家的公益项目及 灾难救援行动中, 如海地艾萨克 飓风、菲律宾海燕台风、尼泊尔 地震等等。[12] 类似的例子显然有 助于学生建立工程与技术工作中 的"善"意识。还可以让学生明 白对人的生存质量的细微关注往 往会产生创新,现在社会中有大 量"互联网+"的例子即属此类。 总之, 千万不能让学生完全"实 践"在教师的框架中。

未来的工科之"新",还应 该表现在学生很强的自主学习能 力、非正式学习能力上。这是"去 中心化"、自由发展文化的必然 反映。我们的教育完全忽视了对 非正式学习的引导,似乎非正式 学习完全是学生自己的事。学校 及其教师要引导学生在他的大学 时代就能够建立一个良好的非正 式学习的习惯,这对于提高他的 学习能力肯定是有帮助的,对于

他未来的发展也是极有好处的。 非正式学习有很多,比如碎片知 识的学习、基于想象的进一步的 学习等。现在很多人把碎片知识 看成是负面的,一个人的知识如 果完全不成系统、完全是碎片的, 那的确有问题。但是既然学生的 学习都有某一个专业, 肯定已经 是在某一个系统的专业知识的训 练之中, 那么碎片知识的补充是 很重要的。

三、结语

新的工程教育如何培养学

生自觉地从前述的文化视角去观 察、领悟工程技术相关的问题, 使其成为工程思维中基本和习惯 的意识,这是工科之"新"的关 键和高度。实现这一点,就要把 教育文化落地于教学活动中。常 言道,优秀是一种习惯。如果未 来的工程教育革新的重点在于把 工程的文化视角真正变成教师和 学生的习惯视角,则学生的创新 能力日新,中国的工程教育之面 貌日新。 若如此,"新"的中 国工程教育, 也将是世界一流的 工程教育——当可期也! I

参考文献:

- 【1】许小年. 创新能力低下的原因是企业家内心的空虚 [EB].[2015-06-08]. 共识网.
- 【2】兰登·温纳.人造物有政治吗? [M]. 吴国盛.技术哲学经典读本.刘国琪,译.上海交通大学出版社, 2008:187.
- 【3】汉娜·阿伦特. 制作的本质 [M]. 吴国盛. 技术哲学经典读本. 张卜天、译. 上海交通大学出版社, 2008:116.
- 【4】张旭. 技术时代的责任伦理学: 论汉斯·约那斯 []]. 中国人民大学学报, 2003 (2):66-71.
- 【5】邓晓芒,赵林.西方哲学史[M].高等教育出版社,2005.
- 【6】敖德嘉·加塞特 . 关于技术的思考 [M]. 吴国盛 . 技术哲学经典读本 . 高源厚 , 译 . 上海交通大学出 版社, 2008:275.271.
- 【7】刘守英.哈佛访学记[]]. 中国改革, 2015(3).
- 【8】邓晓芒. 哲学起步 [M]. 商务印书馆, 2017:134.
- 【9】乔治·巴萨拉.技术发展简史 [M]. 周光发, 译. 复旦大学出版社:15.
- 【10】大地震!谷歌突然宣布! [EB/OL]. 政商参阅 .[2018-02-04].https://baijia.baidu.com/s ?id=159148 2887040792967&wfr=pc&fr=new_lst.
- 【11】卢风. 超越物质主义 []]. 清华大学学报(哲学社会科学版), 2016(4):154-161.
- [12] http://toutiao.com/i6330950059135336962/.

论数字孪生的十大关系

→ 中国机械工程学会知识中心 林雪萍 美国奥麦咨顾问公司 赵光

引言

利用数据馈送来映射物理实体的数字孪生技术,正在对工业众多领域产生颠覆性影响。德国信息技术与新媒体协会(BITKOM)预测,数字孪生在制造业市场巨大,到2025年将超过780亿欧元。

迎接数字孪生,需要用战略性视角审视它与过去、未来诸多工业要素的关系,比如它与PLM软件、CAD模型、工业云进行形态变换,它对物理实体、产线生产,以及工业之外的世界进行映射。同时它对智能制造、工业互联网和赛博物理系统(CPS)的支撑。而对首席信息官(CIO)来说,如何接纳数字孪生这样一个新宠物呢?

在此,我们梳理了数字孪生 的十大关系,正是这些关系,支 撑着一个全新的数字工业世界。

数字孪生一词,最早是密西 根大学教授 Grieves 提出,后来 NASA 在 2010 年对飞行器的真实运行活动进行镜像仿真。它试图在虚拟世界中,尽可能地模仿物理世界真实发生的一切。

数字孪生是现实世界中物 理实体的配对虚拟体(映射)。 这个物理实体(或资产)可以是 一个设备或产品、生产线、 程、物理系统,也可以是一个组 织。数字孪生概念的落地是用三 维图形软件构建的"软体"去映 射现实中的物体来实现的。这种 映射,它依赖安装在物体上的 感器或模拟数据来洞察和呈现物 体的实时状态,同时也将承载指 令的数据回馈到物体导致状态变 化。数字孪生是现实世界和数字 虚拟世界沟通的桥梁。

一个描述钟摆轨迹的方程式 通过编程形成模型后,是一个钟 摆的数字孪生吗?不是。因为它 只描述了钟摆的理想模型(例如 真空无阻力),却没有记录它的 真实运动情况。只有把钟摆在空 气中的运动状态、风的干扰、齿 轮的损耗等情况通过传感器和数 据馈送实时输入到模型后,这个 描述钟摆的模型,才真正成为了 钟摆的数字孪生。

Gartner 认为, 一个数字孪 生需要至少四个要素: 数字模型, 关联数据,身份识别和实时监测 功能。

数字孪生体现了软件、硬件和物联网回馈的机制。运行实体的数据是数字孪生的营养液、输送线。反过来,很多模拟或指令信息可以从数字孪生输送到实体,以达到诊断或者预防的目的。

这是一个双向进化的过程。

1. 数字孪生与 CAD 模型

当完成 CAD 的设计,一个 CAD 模型就出现了。然而,数字 孪生与物理实体的产生紧密相

连: 没有到实体被制造出来的那 一刻,就没有它对应的数字孪生 (当然, 数字孪生也可以继承另 外一个数字孪生模板作为基础)。

CAD 模型往往是静态的,它 的作用是往前推动,在绝大多数 场合,它就像中国象棋里面一个 往前攻的小卒; 而数字孪生, 则 是一个频频回头的在线风筝:两 头都有力量。

3D 模型放在文档夹里无人问 津的时代已经过去。数字孪生可 以回收产品的设计、制造和运行 的数据,并注入全新的产品设计 模型中,使设计发生巨大的变化。 知识复用,变得越来越普及。

数字孪生是基于高保真的三 维 CAD 模型,它被赋予了各种属 性和功能定义,包括材料、感知 系统、机器运动机理等。它一般 储存在图形数据库, 而不是关系 型数据库。

最值得期待的是,有了数字 孪生, 也许可以取代昂贵的原型。 因为它在前期就可以识别异常功 能,从而在没有生产的时候,就 能消除产品缺陷。

IBM 的看法是,数字孪生就 是物理实体的一个数字替身,可 以演化到万物互联的复杂的生态 系统。它不仅仅是 3D 模型, 而 是一个动态的、有血有肉的、活 生生的 3D 模型。

数字孪生,是 3D 模型的点 睛重生, 也是物理原型的超级新 替身。

2. 数字孪生与 PLM 软件

考虑到数字孪生可以用 PLM 来管理产品或设备的生命周期, 也从 PLM 软件中输出文件, PLM 显然与数字孪生紧密相关。

然而, PLM 以前虽然叫做产 品全生命周期的管理,但从一 个产品的设计、制造、到服务 的全过程而言, PLM 显然没有完 成任务。到了制造的后期,它 的作用往往戛然而止。大量在 制造中发生的工程状态更改, 往往无法返回给研发设计师。 而当产品出厂之后,就会形成 产品的信息孤儿, 更是无法通 过 PLM 进行跟踪。

数字孪生的出现, 由于对 物理产品的全程(包括损耗和报 废)进行数字化呈现,这使得产 品的"全生命周期"透明化、自 动化管理概念,成为货真价实的 实际方法。这意味着只有在工业 互联网时代, PLM 才能真正成为 现实——但讽刺是, PLM 这个概 念在当下似乎也已过时。它出现 的太早,未曾也无法完成它的使

数字孪生的出现, 使的 PLM 终于可以简单地回归其软件和数 据件(Dataware)概念。全生命 周期管理,成为借助于数字孪生、 工业互联网等众多技术和商业模 式合力实现的一个新的营利模 式。

3. 数字孪生与物理实 体

数字孪生必须依赖物理实体 的数据馈送来实现。也就是说,它 从理论上可以对一个物理实体进 行全息复制。但实际应用时,它可 能只截取了物理实体的一些小小 的、动态的片段——这取决于企业 对产品服务的定义深度。一般而言, 它往往只解决某个方面的问题,一 个机器几百个零部件, 也许只需要 提取几个,来做数字孪生。

数字孪生与物理实体有三种 映射关系,可以一对一:一个机 器,一个数字孪生;也可能是一 对多: 多个仪表, 组成一个数字 孪生;也可以是多对一:几个数 字孪生,对着一个机器。在某些 场合,虚拟传感器,可能比实际 传感器更多。

凯撒压缩机不仅仅是售卖压 缩机,而是售卖空气压力。通过 与一家工程设计软件公司合作, 它建立的数字孪生可以实现图表 与表单的数据同源(图1)。

数字孪生不仅仅是状态更 新。它也可以被用来进行编程和 编译执行实现对物理实体的控 制,从而实现物理实体的运营优 化或状态改变。

4. 数字孪生与赛博物 理系统(CPS)

CPS 把物理、机械与模型、

知识整合到一起,实现系统的自我适应与自动配置,主要用于非结构化流程自动化,缩短循环时间和提升产品与服务质量;而数字孪生主要用于物理实体的状态监控、控制。一个以流程为核心,一个以资产为核心。

要描述这二者之间的关系, 需要先谈另外一个工业 4.0 非常 重要的支撑概念:管理壳(图 2)。 它可以使得物理资产有了数据描述,从而可以跟其他物理资产实 现在数字空间的交互。

管理壳可以被认为是与物理 资产相伴生的软件层,包括数据 和界面。它是 CPS 的物理层 (P) 与赛博层 (C) 进行交互的重要 支撑部分。

CPS 要义在于 Cyber,是控制的含义,它与物理实体进行交互。从这个意义而言,CPS 中的Physics,必须具有某种可编程性(包括嵌入式或用软件进行控制);因此 CPS 中的 P,与数字孪生所对应的物理实体,有相同的关系,可以靠数字孪生来实现。

根据德国 Drath 教授的 CPS 三层架构模型(图3)可以看到,数字孪生是 CPS 建设的一个重要基础环节。未来,数字孪生与资产管理壳 AAS (Asset Administration Shell)可能会融合在一起。

但数字孪生则并非一定要用于 CPS,有的时候,它不是用来控制,而只是用来显示。



图 1 凯撒与合作方生成的数字孪生

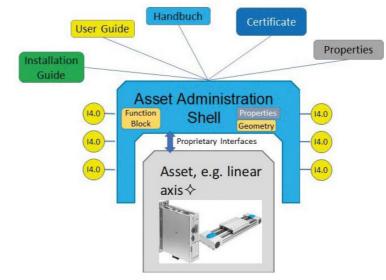


图 2 管理壳

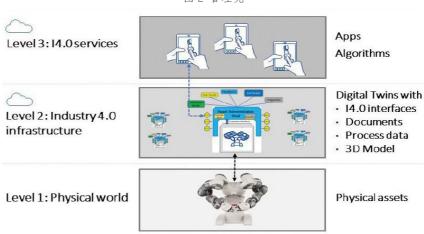


图 3 CPS 的三层架构与数字孪生

在工业 4.0 的 RAMI 4.0 中, 物理实体是指设备、部件、图纸 文件、软件。一个目前尚不太清 楚的问题是,如何实现对软件的 数字孪生,特别是在软件运行时, 如何实现映射。

5. 数字孪生与云端

一般而言,数字孪生是放在 云端。西门子似乎倾向于将数字 孪生看成是纯粹基于云的资产, 因为运行一个数字孪生需要的计 算规模和弹性都很大。

SAP Leonardo 平台为数字 孪生引入了一个云解决方案—— "预防性工程洞察力"。利用刚 刚购买的一家挪威的 3D 软件, 对那些从传感器来的压力、张力 和材料生效数据进行评估,从而 帮助企业加大对设备的洞察。

GE、Ansys 则倾向于认为数 字孪生是一个边缘和云计算都可 能存在的混合模型。而来自美国

的创新公司 SWIM, 开发了一套软 件包,建立了直接面向边缘的数 字孪生。

与常规数字孪生的云端概念 不同,这个孪生是根据实时进入 的数据,然后经过机器学习逐渐 建立机器失效的概念(图4), 整个分析就在边缘端完成,不需 要上传到网络端。

对于数字孪生而言, 无论是 云端,还是线下部署,都同等重 要。

6. 数字孪生与工业互 联网

根据 Garnter 的 2017 技术 成熟度曲线,数字孪生正在处于 冉冉上升的阶段。同样, IDC 在 2017年11月给出的预测是,到 2020年,全球领先的2000家企 业中的30%,都会使用IoT产品 中的数字孪生来提供产品创新。

数字孪生尽管尚未成为主

流,却是每一个企业都不能回避 的命题。

工业互联网是数字孪生的孵 化床。物理实体的各种数据收集、 交换,都要借助于 IIoT 来实现。 它将机器、物理基础设施都连接 到数字孪生上,将数据的传递、 存储分别放到边缘或者云端。可 以说, 工业互联网激活了数字孪 生的生命, 它天生具有的双向通 路的特征, 使得数字孪生真正成 为一个有生命力的模型。

数字孪生的核心是, 合适的 时间、合适的场景, 做基于数据 的、实时正确的决定。这意味着 可以更好地服务客户。数字孪生 是工业互联网的重要场景, 也是 工业 APP 的完美搭档。工业 APP 可以调用数字孪生。一个数字孪 生可以支持多个 APP。工业 APP 可以分析大量的 KPI 数据,包括 生产效率、宕机分析、失效率、 能源数据等,形成评估结果,可 以反馈并储存到数字孪生,使得 产品与生产的模式都可以得到优 化。

7. 数字孪生与车间产 线生产

数字孪生是以资产为核心, 而产线生产则是以流程为核心。

机器安装、产线安装,同样 可以建立一个更庞大的、虚拟的 仿真版本。通过将物理产线在数 字空间的复制,可以提前对安装、

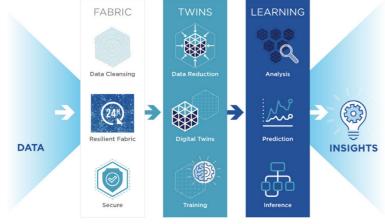


图 4 从数据到知识经过数字孪生

中试的工艺进行仿真。借助数字 孪生的记录和分析, 在实际产线 安装时,可以直接复制使用,从 而大大降低安装成本,加速新产 品的引进。若机器调试中的数据, 可以用来优化生产, 例如能耗、 错误比率、循环周期等, 而且可 以在后来的工厂和设备的运行过 程中,继续发挥作用,从而提高 厂房效率。值得一提的是,必要 时数字孪生只携带一部分信息, 它一般不需要完整的 BOM。

这对于生产线而言,是一个 巨大的利好消息。OEM供应商要 考虑的问题, 也不仅仅是产品, 而是涉及到多领域模型、传感器、 边缘设备等软件配套。

8. 数字孪生与智能制 诰

智能制造的范畴宽泛,包括 数字化、网络化和智能化的方方 面面,而数字孪生很聚焦。

智能制造包含着大量的数字 孪生的影子。智能生产、智能产 品和智能服务,其中涉及智能的 地方,都会多少用到数字孪生。

数字孪生是智能服务的重要 载体。这里包含三类数字孪生: 一类是功能型数字孪生: 指示一 个物体的基本状态,例如开关或

者满或者空;一类是静态数字孪 生,用来收集原始数据,以便用 来做后续分析,但尚没有建立分 析模型。最重要的一类是第三种, 就是高保真数字孪生。它可以对 一个实体做深入的分析,检查关 键因素,包括环境,用于预测和 指示如何操作。NASA 是这方面的 例子。

在过去,产品一旦交付给用 户,就到了截止点,成为产品孤儿。 产品研发就出现了断头路。而现在 通过数字孪生, 可以从实体获取 营养和反馈, 然后成为研发人员最 为宝贵的优化方略。"产品孤儿" 变成了"在线宝宝"。换言之,数 字孪生,成为一个测试沙盒。许多 全新的产品创意,可以直接通过数 字孪生,传递给实体。

数字孪生(图5)正在成为 一个数字化企业的标配。德国夹 具公司雄克 Schunk 有 5000 个标 准产品,都将配置一个 digital twin。其中50个零部件已经开 始建模。

智能制造包含的设计、制造 和最终的产品服务,都离不开数 字孪生的影子。它起源于设计、 形成于制造,最后以服务的形式, 在用户端与制造商保持联系。

9. 数字孪生与工业的 边界

从一个产品的全生命周期过 程而言,数字孪生发源于创意,

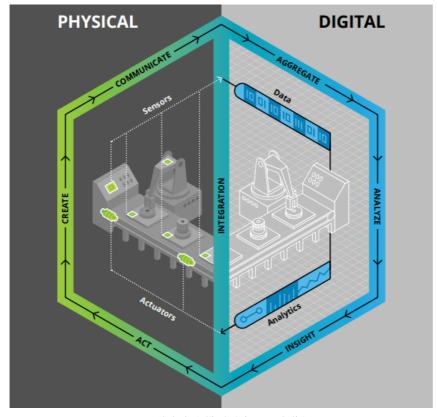


图 5 数字孪生模型 (来源:德勤)

从 CAD 设计开始, 到物理产品实 现,再到进入消费阶段的服务记 录持续更新。

然而, 生产一个产品的过程, 本身也可能是一个数字孪生。也 就是说,工艺仿真、制造过程都 可能建立一个复杂的数字孪生, 进行仿真模拟, 并记录真实数据 进行交互。

产品的测试也是如此。在一 个汽车自动驾驶的实例中, 验证 5级自动驾驶系统,即使不是最 复杂的数字孪生的检验, 那也是 非常重要的一个应用。没有数字 仿真, 要完成这样的测试, 需要 完成140亿千米的实况测试。

而在一个工厂的建造上,数 字孪生同样可以发挥巨大作用。 通过建筑信息模型BIM(Building Information Modeling)和仿真 手段,对工厂的水电气网以及各 种设施,都可以建立数字孪生, 实现虚拟工厂装配,并在真实厂 房建造之后,继续记录厂房自身 的变化。

对于厂房设施与设备, 西门 子在 COMOS 平台建立了数字孪生 (图 6),并且与手机 APP 呼应。 这样,维修工人进入工厂,带着 手机就可以随时扫描 RFID 或者 QR 码,分析维修状况,分配任务 具体到人,包括备件、文档和设 备信息。

显然, 数字孪生可以是一个 产品,一个产线,甚至是一个厂 房。同样的,钻井平台(图7)、

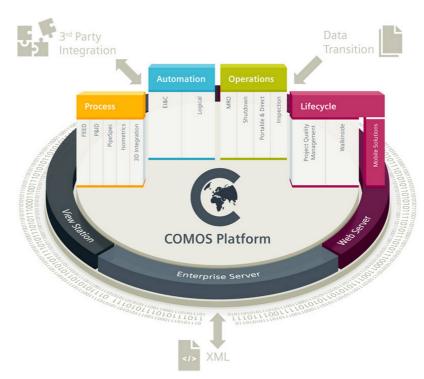


图 6 西门子的厂房设施管理



图 7 钻井平台的数字孪生



图 8 新加坡的数字孪生城市

集装箱、航行的货船都可以建立 一个数字孪生。

然而, 数字孪生的野心还不 仅限于此,它还可以是一个复杂 的组织或城市。

数据孪生组织(digital twin organization or DTO), 也叫数据孪生企业(digital twin enterprise or DTE)。 荷 兰软件公司 Mavim 提供数据孪生 组织软件产品,能够把企业内部 每一个物理资产、技术、架构、 基础设施、客户互动、业务能力、 战略、角色、产品、服务、物流 与渠道都连接起来, 实现数据互 联互通和动态可视。

法国的达索系统正在用它的 3D ExperienceCity, 为新加坡 城市建立一个完整的"数字孪生

新加坡"(图8)。 这样,城市规划 师就可以利用数字 影像更好地解决城 市能耗、交通等问 题。商店可以根据 实际人流的情况, 调整开业时间;红 绿灯都不再是固定 时间;突发时间的 人流疏散都有紧急 的实时预算模型: 甚至可以把企业之 间的采购、分销关 系也都加入进去, 形成"虚拟社交企 业"。

在2018年斯皮尔伯格的电 影《头号玩家》中,普通人可以 通过 VR/AR 自由进入一个虚拟的 城市消耗自己的感情,也可以随 时退回到真实的社区继续延续虚 拟世界的情感。这一切似乎变得 越来越可行。

10. 数字孪生与 CIO

Gartner 预测, 到 2021 年, 有 50% 的大型企业都会使用数字 孪生。然而,数字孪生如果要好 用,它带来了一个巨大的"数字 文化休克"的问题。

这是一个激荡波。

CIO 习惯聚焦在流程提升和 成本下降,数字孪生聚焦在物理 资产与以资产为核心的新业务模

> 一个嘹亮的号角,大大 微发了企业数字化转型 的节奏。它正在深刻地 影响着企业的管理方式 和组织形式。然而, 和 很多新生的物联网公司 样、工业企业转型的推动力、要么品标 有信息技术(IT)背景,有很强的平台打 造能力,但不知道做什么应用,解决行业 要么是工业运营背景,有很多

但大多是天马行空, 不知道怎么落

心业的数字化转型,对管理者而言



公司级数字转型,必需 企业县实现复杂的公司级数字转型,必需 一个 C 级管理者来完成。在很早的时候, -些公司开始创建了首席数字官(Chie Data Officer, 简称 CDO) 这个管理职位 而这个职务, 在工业互联网时代, 正在大 放异彩。

从通用电气(GE)高调拥抱工业互联 网、转向软件公司的时候, 思科公司前高 管威廉・鲁 (William Ruh) 就被邀请到 GE, 后来成为 CDO。这是工业界最为高 调和为人所熟悉的一次岗位设置。现在许 多公司都推出了类似的职务。

设立 CDO 职务的企业越来越多,说 明企业对数字化转型的重视。企业数字化 早已不再是一种选择,而是一种必然。数 字化转型、已成为当今企业战略规划和未 来发展中不可或缺的重要议题。随着数字 时代的到来。企业必须把实施物联网解决 方案作为自身内部至为深刻的改良的一部 分, 而不是一个简单的分支岗位, 或者只



工业互联网时代 首席数字官正当红

洞贝 INSIGHT

在企业纷纷向数字化转型的工业互联网时代,企业信息化的边界如何界定,首席信息官的岗位全不会被淘汰,首席数字官将发挥什么作用? 本文提供了一个新的思路。

图 9 《哈佛商业评论》2018年5月刊

式。CIO 是否能够独立应付这件 事情,是一个严峻的考验。它不 仅涉及了经济性的问题, 而且涉 及了商业模式和商业交付。例如 一个轮胎制造商,在为用户交付 一个轮胎的时候, 必须同时交付 一套数字孪生和支撑软件。这意 味着, 在轮胎的合同里面, 会出 现软件交付和数据交付! 这是一 个商业问题, 而不再仅仅是企业 信息化的问题。《哈佛商业评论》 最新一期杂志上,刊登了本文作 者所写的《工业互联网时代,首 席数字官正当红》的文章(图9), 详细讨论了"企业信息化"边界 的问题。

除了企业的各个部门需要共 同制定战略,还有很多的数字伦 理问题,需要与合作伙伴和用户 一起分析数据可能带来的结果。 很显然,数字孪生会影响到供应 商、合作伙伴。这些,都不是 CIO 独自可以面对的命题。

小结:数字孪生是标配

无论如何, 在未来几年, 数 字孪生技术都将飞速发展,以数 字孪生为核心的产业、组织和产 品将如雨后春笋般诞生、成长和 成熟。每个行业、每个企业不管 采用何种策略和路径, 数字孪生 将在未来几年之内成为标配,这 也是数字化企业与产品差异化的 关键。没有数字孪生战略的企业, 是没有竞争力的。 🞹

伟大的变革:现代制造业(三)

(接上期)

自动化、机器人和未来工厂

作者: Craig Melrose and Jonathan Tilley

导语: 更便宜、更强大、更 灵活的技术不断加速全自动化生 产设施发展。企业面临的主要挑 战将是如何物尽其用。

在日本忍野一家发那科 (Fanuc) 工厂, 工业机器人生 产工业机器人,每班只有四名工 人进行监督。荷兰一家生产电动 剃须刀的飞利浦工厂中,只有9 名生产线工人, 机器人数量远远 高于生产工人的数量, 机器人和 工人数量占比至少为14:1。相机 制造商佳能自2013年起在几家 工厂淘汰了人工。

这种"熄灯"生产理念(生 产活动和物料流动靠自动化完 成)在现代制造业日益普遍。部 分原因是: 当初推广机器人和自 动化应用于工作场所的因素, 今 天也同样带来新一轮自动化浪

潮:工人从肮脏、无聊或危险的 工作中解放出来;消除错误和减 少误差来提高质量;用成本降低 的机器来代替日益昂贵的人工以 降低制造成本。当今最先进的自 动化系统具有附加功能, 使其能 在目前不适合自动化的环境中使 用,并在制造过程中获得全新的 价值来源。

1. 机器人价格下降

随着机器人产量增加,成本 也不断下降。实际上,过去三十 年,机器人平均价格已下降一半, 其至相比人工成本幅度更大(图 1)。随着新兴经济体对机器人 生产需求扩大,机器人生产开始 向低成本地区转移, 机器人价格 可能还会进一步降低。

2. 充裕的人才供应

具有会设计、安装、操作和 维护机器人生产系统的人员也会 增加。以前,机器人工程师稀缺 而昂贵。今天,世界各地的学校 和高校都普遍开设相关课程。无 论是专门课程, 还是专为制造业 设立的制造技术或工程设计的普 通教育课程, 诸如测试机器人应 用的仿真软件包和使用离线编程 系统等软件,减少了工程时间, 降低了风险。这也使得编程机器 人的任务更加简单,成本更加低 廉。

3. 易于集成

计算能力、软件开发技术和

网络技术进步使机器人的装配、 安装和维护速度更快, 成本更低 廉。例如, 传感器和执行器曾必 须通过终端机架、连接器和接线 盒,使用专用接线连接到机器人 控制器,现在则是即插即用技术, 使用更简单的网络布线连接组 件。组件将自动识别控制系统, 大大缩短设置时间。这些传感器 和执行器还能自我监测,将其状 态报告给控制系统, 协助流程控 制,并收集数据进行维护、持续 改进和故障排除。其他标准和网 络技术也将使机器人连接到更广 泛的生产系统变得非常简单。

4. 新功能

机器人也越来越聪明了。早 期的机器人盲目地沿着相同的路 径,后来的迭代使用激光或视觉 系统来检测零件和材料的方位, 最新的机器人可以集成来自多个 传感器的信息并实时调整运动。 例如,这使它们能用力反馈模仿 工匠磨削、去毛刺或抛光技能。 它们还能利用更强大的计算机技 术和大数据类型分析。例如,它 们能用光谱分析检查焊接质量, 大大降低成品检查所费精力。

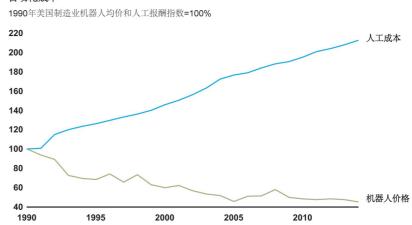
5. 机器人承担新角色

今天, 由于机器人在某些应 用领域(重复大批量生产)优越 性无可比拟, 机器人在此类领域 广泛应用。随着机器人自动化任 务成本降低,操作更加简单,己 装配机器人的公司很可能扩大机 器人的应用。然而,我们预计, 未来五到十年, 机器人在经济层 面和技术层面的任务可能有根本 性变革(图2)。相关实例如下。

6. 小批量生产

设备固有的灵活性能快速而 简单地编程,大大减少了机器人重 复制定任务的次数,体现购买价 格和调试成本的优势。这将降低 产量门槛, 使机器人成为利基任

自动化成本



来源: 经济学人智库; IMB; 德国劳务市场和职业研究所; 国际机器人联合会; 美国社会安全数据; 麦肯锡分析 图 1 与人工成本相比, 机器人价格下降



1 允许弧焊、胶粘剂分配、机器装载 2 点焊、物料搬运。3 所有应用领域;任务的合适尺寸。 来源:麦肯锡分析

图 2 机器人品种增加、规模扩大、功能拓展、都推动了市场增长

务最经济的选择。利基任务以数 十或数百年度产量计算, 而非成 千上万的年度产量。这一特点决 定了它们更适用于小批量生产公 司和生产重要产品的公司。例如, 现在航空航天领域使用的柔性轨 道产品能利用视觉"抓取"机身, 指导工作。这种小批量自动化生产 能节约成本, 使许多不同类型的组 织受益: 小公司能首次使用机器人 技术,而大公司能增加其产品种类。 新兴技术能进一步简化机器人编 程。引导机器人进行一系列动作 教导机器人的做法已经相当普遍, 例如,语音识别技术发展十分迅猛, 意味着向机器人发送口头指令的 时代也将马上来临。

7. 高度可变的任务

人工智能和传感器技术进 步使机器人能处理更加复杂的任 务,其响应所处环境变化能力将 在自动化领域创造诸多机会,如: 每一环节的误差经常出现在农产 品加工领域。日本已率先开展这 方面的尝试。使用立体成像系统 辨别出水果的位置并评定成熟 度, 机器人能将收割草莓的用时 缩短到原来的40%。

这些相同的能力也将促使所 有部门改进质量。机器人将弥补 制造过程中潜在的质量问题。例 如: 在组装两个部件时, 根据它 们之间的尺寸差异来调节力度, 或者对不同尺寸零部件进行尺寸 筛选和比对, 最终找出合适尺寸。

机器人生成的数据以及高级 分析技术也有助于加深理解影响 质量的根本因素。例如:如果产 品在生产过程中不达标,且由装 配过程中扭矩高于正常要求导致 的,那么在生产过程中,可监测 修订制造流程。

8. 复杂任务

虽然通用机器人目前能将运 动精度控制在 0.10mm 以内,但 目前一些机器人配置的可重复精 度已到 0.02mm。我们今后可能创 造更高的精确度。这样的高精度 将使它们胜任更加精细的任务, 例如穿线针或组装高度复杂的电 子设备。机器人协调性也会更高, 控制器可以同时驱动数十个轴, 驱动多个机器人共同完成相同任 务。

最后, 先进的传感器技术 以及分析这些传感器数据的计算 机能力将使机器人承担起切割宝 石的任务, 而以前这些任务都需 要技术娴熟的工匠完成。相同技 术甚至能完成当前无法完成的任 务: 例如,应用这些技术补偿底 层材料偏差时, 可随时调整涂层 厚度或组成,或者在结构表面"描 绘"电子电路。

9. 人机协作

企业也能充分决定需要机器

人以自动化方式来完成或需要人 工完成的任务。先进的安全系统 意味着机器人能与人类同事一同 工作。如果传感器显示与操作员 发生碰撞的风险时, 机器人将自 动减速或改变路径, 以免碰撞或 摩擦。该技术能在其他手动装配 线上使用机器人进行个别任务。 拆除安全围栏和联锁装置意味着 成本降低——对小公司来说简直 是福音。由于公司能根据需求波 动重新调整生产线,人机协作能 力以及人机间重新分配任务的能 力也有助于提高生产力。

能靠近人员安全操作的机 器人也使应用程序能远离严格控 制的工厂。互联网零售商和物流 公司已在仓库采用了机器人自动 化。想象一下,如果一个机载机 器人能在运送车辆之间预先分配 好包裹,就可以大大提高包裹快 递人员的工作效率。

10. 敏捷的生产系统

自动化系统灵活性和智能化 正不断提高,通过不断自动调整 自身绩效,实现最优单位产出和 最低单位能耗。饮料灌装和包装 线的专业系统能自动调整整条生 产线的速度,满足不同批次要求。 在汽车生产中, 专业系统能自动 微调生产线的速度, 更好地调整 各条生产线整体状况,最大限度 地提高整个生产系统的效率。

尽管目前使用的大多数机器

人仍在高速大批量生产应用中运 行,但是最先进的系统能实时调 整,无缝切换产品类型,而不必 停止生产线更换程序或重新配置 工具。从计算机数控(CNC)切 割到 3D 打印, 许多当前和新兴 的生产技术不需换刀即可调整元 件几何尺寸, 从而以同一个系统 生产不同尺寸批次的产品。例如, 一家工业组件制造商使用射频识 别标签 (RFID) 的实时通信来调 整组件的形状, 以适应不同模具 要求。

用物流搬运机器人(AGV) 取代固定输送机系统甚至能让工 厂在不同工作站之间无缝重新配 置产品和组件,从而以完全自动 化的方式完成具有完全不同工艺 步骤的制造流程。这种灵活性有 诸多好处:缩短了交货时间,加 强了供需关系,加快了新产品制 造, 简化了高度定制化产品的制 造流程。

11. 做出正确的自动 化决策

公司拥有了如此广阔的技术 潜力,该如何决定最佳自动化战 略?单纯实现自动化非常简单, 但项目成本高,实施时间长,不 能实现其业务目标。

成功的自动化战略要在多个 层面做出正确决策, 公司必须对 自动化区域、自动化水平(从简 单的可编程逻辑控制器到由传感

器和智能自适应算法引导的高度 复杂的机器人)以及技术做出决 策。在这些层面,公司应确保其 计划符合以下标准。

- (1) 自动化战略必须与业 务和运营战略一致。正如前文, 自动化能实现四个关键目标: 提 高工人安全性,降低成本,提高 质量,增加灵活性。如果实现, 自动化能促进这些领域全面进 步,但是利益平衡可能随技术和 方法而变化。任何组织良好平衡 取决于其整体运营战略和业务目 标。
- (2) 自动化程序必须始于 明确表达问题。包括自动化作为 正确解决方案的合理性, 这也很 重要。每个项目都能明确需要实 现自动化的部分,以及取得理想 效果的方法,并且指明这些理想 效果和公司整体战略的关系。
- (3) 自动化必须显示出显 著投资回报。公司,特别是大型 公司,在自动化方面应注意不要 规定过多、过于复杂或过大投资。 选择合适程度满足当前和可预见 未来需求,要对组织的流程和制 造系统有深入的了解。

12. 平台和整合

从设计到成批生产,公司在 投资利润最大化和缩短新产品时 间上面临的压力不断增加。建立 仅适用于单一产品线的自动化系 统不符合这两个目标,需要重复、 漫长以及昂贵的设备设计、采购、 调试的周期。较好的方式是使用 易于调整的生产系统、部件、生 产线和工厂。

正如平台化和模块化战略 简化并降低了管理复杂产品组合 的成本,平台方法对于寻求在自 动化战略下实现最大灵活性和规 模经济效益的制造商作用愈发重 要。

诸如配备焊枪、电源和控制 电子元件的机器人手臂等工艺平 台在多种应用中不仅能实现标准 化,还能反复使用,从而简化了 编程、维修和产品支持。

自动化系统还需要和企业 内的其他系统进行高度集成。这 种集成始于工厂车间机器间的通 信,现代工业网络技术令其更直 接。但公司应更大程度实现这种 集成。与计算机辅助设计、计算 机集成工程和企业资源规划系统 直接集成将有助于加速新制造配 置的设计和部署,并允许灵活的 系统近乎实时响应需求或材料可 用性变化。为确保质量,过程变 量和制造业绩的数据也相应被记 录,还可提示设计改进,并为未 来产品迭代做好铺垫。

整合也将延伸到工厂外。 公司不仅要求与客户和供应商进 行密切合作和无缝信息交换,还 需与加工设备制造商建立联系。 加工设备制造商将不断掌握自动 化系统最佳运行所需的大量知识 及知识产权。由于使用开放式架 构和网络协议,这种集成所需技 术越来越容易获取, 但为了处理 好成本、收益和风险的关系, 文 化、管理流程和思维方式还需转 变。

小结

更便宜、更智能、适应性更 强的自动化系统已经在以各种方 式改变着制造业。虽然技术实施

能力会越来越强, 但业务决策却 不会如此。为了充分把握这些新 系统带来的机遇,企业需要全面 而系统地将自动化战略与当前和 未来业务需求实现紧密结合。

引领创新的领导层需要进行自我创新

作者: Ron Ritter and Ed Ruggero

导语: 随着企业面临日新月 异的挑战,领导力的四个方面将 更加重要:洞察力、诚信、勇气 和敏捷性。

先进技术在未来几年可能是 推动制造业进步的最重要角色。 但是我们相信,有效的领导力一 直是业绩基石,尽管这一点不明 显。领导者个人如何激励和影响 他人将决定企业成败。

根据我们对大型复杂组织进 行大规模转型的经验, 大部分工 作通常是创建运营和管理解决方 案。但是我们也知道,如果没有 有效地领导,一切都是空谈, 遑 论持续发展。事实上,大量有效 的量化研究证实,与企业绩效(如 图 1) 密切相关的领导力基本因 素大约有20种。

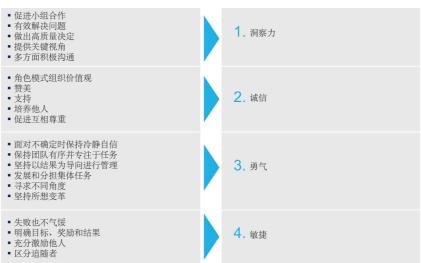
我们知道,这份清单并非一 成不变, 而今天对领导力的定义 只是企业健康发展的一个重要部 分。但令我们兴奋的是,尽管其 中一些其因素看起来似乎不言而 喻(例如:"有效地解决问题"), 但实际上它们协同作用。

在此基础上, 我们最近采访 了在制造业内各领域经验丰富的 同事, 询问他们认为杰出的领导 力接下来会在哪些领域起作用。 我们一直认为现在很多事情仍无 定数(也可能预测和实际大相径 庭);未来的领导力变化迅速,

难以预测。但是,这些采访一致 呼吁领导层必须进步, 以推动变 革和创新。

我们发现,虽然20种基本 原则或许仍必不可少, 但制造商 需要具备更有效的领导能力来抵 御不可避免的变化给各个层面带 来的压力:

■数十年新材料、创新工艺



来源: 克劳迪奥·费泽(Claudio Feser)、费尔南达·马约尔(Fernanda Mayol)和拉梅什·斯里尼瓦桑(Ramesh Sriniyasan)。 "解密领导力:真正重要的是什么", 《麦肯锡季刊》, 2015年1月, McKinsey.com

图 1 我们的受访者将当今四个领导力特点视为决定未来的重要因素,并得到了 支撑这四个特点的 20 个特性

技术、机器人劳动力转移及自动 化、预测分析工具以及庞大的数 据库等爆炸性增长,预计2025 年全球数据将达到 180 泽字节。

- ■超透明供应市场的发展 使产品和服务成本更透明,并在 定义产品设计属性、成本和价格 方面带来了前所未有的挑战。与 此同时,由于海洋、贸易壁垒和 长期关系不再那么重要, 透明采 购市场将在全球不断提高客户标 准。
- ■雇员中的"员工体验"兴 起,他们寻求更多的参与、支持、 包容和指导,并且逐渐能够与其 他工作环境、领导甚至行业进行 重要比较。
- ■形势激荡的政治潮流中, 制造业新进成为政策制定者的一 项重要议程。

在此背景下,我们认为对个 人和组织领导力的描述不仅是重 要基础这么简单。四个属性将使 个人和企业脱颖而出, 大踏步快 速前进。成功的领导者能洞察影 响运营和管理员工的重要因素, 随时调整重要因素: 其诚信能建 立深度信任和信念; 其勇气可迅 速把握难得机遇; 其敏锐能知道 何时调整方向、何时继续前进。 四者相互依存: 当我们看清机遇 时,需要互相信任,大胆采取行 动,并且相信能适应和克服未知 障碍。一个领导者——特别是企 业领导者——能组合好四个属 性,一定卓有成就。

1. 洞察

在采访中, 我们遇到一些与 纪律、专注和持续追踪价值密切 相关的案例。优秀的运营领导者 深刻理解重要因素,能看到不断 涌现的与目标相关的机会(和不 利因素)。

关注价值和业绩, 能帮助 企业不断把握新一轮机会,而不 会单纯地因为新奇事物而分心, 这能快速建立企业信心。一家基 础材料公司高管如果在性能方面 "有完全本能的感知",那就可 以针对特定重型设备的正常运行 时间和可靠性、水和能源需求的 积极趋势, 以及持续性高安全性 能,促进快速转型。

在最好的企业内,这种有序 的方向感会扎实贯彻到前线:本 文其中一位作者, 永远记得他站 在一条汽车冲压主线上, 听三个 小时团队畅谈如何克服整个车身 面板的毫米级冲压缺陷。还有一 个例子,一家大型医疗保健企业 因质量问题而受到冲击。一旦度 过艰难时期, 正如其领导人所倡 导的,企业立即将发展重点放在 长期生产力和成本效益上,并认 识到成本和质量彼此促进而非相 互冲突。

2. 诚信

在工作中, 我们处于推动企 业和团队达到极限的重大转变之 中。不变的是,那些成功项目都 有高度正直的领导者作为公司行 为和决策楷模。他们不懈坚持自 己的志向:安全、生产力或任何 其他目标。这些领导者忠于企业 价值、承诺和合作伙伴,并且建 立了强大的信心和信任, 为组织 增添了巨大力量。

这种"信托红利"激发并 赢得了人们的尊重。即使在困难 时期,他们也能坚持到底,成就 一番壮举。当事情进展不顺时, 股息的价值最为明显——例如, 良好开局之后便是长时间的平缓 期。这种诚信增强了企业的适应 能力。

在基础材料公司转型的关键 时刻,一位现场行政经理放弃了 她的高级职位,亲自领导公司中 被许多人视为"另类项目"的转 型。那一刻她才明白其中意味。 她将担任一个可以说是等级较低 的角色, 离开自己的办公室, 由 一位比她级别低的经理取代。这 无疑是自我牺牲, 有实际的职业 风险。如果她领导的转型失败了, 东山再起的机会十分渺茫。她在 用行动践行自己的言论: 企业的 重中之重即是转型。通过担任变 革项目负责人,她在一个传统的 重视经典线性领导的企业中,为 企业转型发挥了重要作用。

高度诚信的领导者也充分 展现大度、雅量和谦卑,将自己 的个人成功或下属的失误归结为 "我们"的集体行为。这样的领

导者也往往对自己的团队关爱有 加,将热情倾于其中——俨然是 一家之主,一言一行都明显流露 出对团队成员的个人责任感。

3. 勇气

勇敢的领导人勇于冒险,在 挑战面前坚持到底。他们是企业 前进的动力,同时也接受一切不 确定因素, 在有实际回报迹象的 领域进行着大量艰苦的拓展性工 作。除此之外,他们还要承担实 际损失风险。这正是"正确之途 再艰辛坎坷,我们也要迎难而上; 错误之途再畅通无阻,我们也要 另择它途"。

在基础材料行业案例中, 勇 敢的行为不仅表现为公开对所有 场所用水和影响进行重大审查, 还要公开接触对公司进行评判的 环保组织。如果踌躇不前, 按部 就班,小修小补,肯定轻松许多。

在纯粹创新感甚浓的高科技 行业区分大胆的想法和其在实际 业务中的应用也十分重要。创新 很重要;但基于创新的重大举措, 包括可能涉及长期乃至不可逆转 的结果的决定是另一回事。福特 公司将其全球畅销车型F系列皮 卡从工业标准钢车身转换为铝制 车身的重大决定充分说明了这一 点。改变的不仅仅是材料:还有 供应链结构、工具、程序和整体 员工经验。我们在一家重型汽车 制造商看到了类似经历,对一个 截然不同的装配流程下了一个大 盘赌注,结果却出乎意料的提高 了汽车的灵活性和速度。

尽管大多数企业最终会朝着 更好、更先进的想法迈进, 但实 施速度才会拉开差距。很多领导 总是谨小慎微,在有了一个好主 意和实际应用之间耗时多年。这 样的例子我们早已司空见惯。成 功企业却不止步于想法或概念, 有勇气进行大规模实施。

一个很好的例子就是波音公 司在整架飞机制造过程中采用移 动装配线。以前,飞机在单一的 老式站点建造,缺乏汽车行业所 具有的大批量装配线特征。在20 世纪90年代后期,飞机移动装配 线的想法率先在相对小批量生产 的波音 717 中得到应用。波音公 司随后将此应用于主要 737 生产 线, 然后进行了更为复杂的777 生产线测试。对移动装配线进行 测试并非易事, 部署一个新的运 营模式需要有足够的勇气——这 是少有的大胆尝试。

美国太空探索技术公司 (SpaceX) 目前正在开展类似举 措, 其猎鹰火箭和龙舱太空船大 大降低了轨道交付成本。然而, 设计成本目标的超高水平只是一 部分,此外还得益于先进的摩擦 搅拌焊接等新技术的重大进步, 以及按照美国工资率实际整合生 产流程的决心。公司愿意承受巨 大风险,并从挫折中迅速恢复, 大大加速了向火星发射载人航空 器的进程。

4. 敏锐

伟大的军事领导人认识到, 无论准备多么充分, 任何计划都 不会在第一次实施就十全十美: "敌人总是见招拆招"。世界不 会随任何领导人的战略而变。伟 大的领导人和企业懂得谦卑,有 形势意识和组织能力, 以适应世 界变化。他们灵活而训练有素, 以便在充满机遇与挑战的道路上 体验真实与想象中的颠簸。

退休宇航员弗雷德•海斯 (Fred Haise) 是阿波罗13号 上的三名轻型机组人员之一,最 近分享了一个经验。1970年4月 14日,低温氧气瓶爆炸,机组 人员的月球任务被迫中止, 重要 的"服务舱"航天器陷于瘫痪状 态,对于宇航员来说简直是灭顶 之灾。他们安全返航的可能几乎 为零。

海斯说当时明显没有应急计 划,他努力解决问题并把他的船 员带回家。他很清楚:没有备份 计划的原因不是有人没想到可能 失败——而是因为美国国家航空 航天局(NASA)已经断定在这种 情况下无可幸免。海斯的个人经 历是敏锐领力导的一个典例:一 个团队要适应世界, 而非让世界 如他们所想。团队最终放弃了耗 资巨大的初始计划,向命运展示 出了应有的谦卑。团队迅速在几 分钟内适应新情况;适应并克服 艰难险阻。敏锐的领导者坚持清 晰的目标(价值、创新或任何其 他目标),但根据新见解、更好 的想法、更现实的计划快速、明 智地制定新计划。像阿波罗轻型 机组人员一样, 他们不断解决问 题,持续前进。

5. 领导力——从四个 到更多

在20种基本特性的基础上, 洞察、诚信、勇气和敏锐有助于 成为未来创新领导力的实用导

航。虽然书本上没有关于这种领 导力的实质内容,但是以下一些 重要的问题有助企业思考他们究 竟需要什么样的领导者:

- (1) 一个领导者和一个团 队如何创造培养洞察力的空间、 专注力、创新关系和客观性?
- (2) 什么能建立我们的诚 信、信任? 我们是谁,我们做什 么,我们要坚持的道德和职业的 目标意识为何?
- (3) 面对艰难局面和高风 险机会,甚至处于真实的恐惧中, 什么能增加我们应对的勇气?
 - (4) 什么使我们以逐渐挑

战自我的方式来看待、理解并迅 速重新调整到一个不断变化的格 局呢?

大部分被称为创新的东西实 际上是对现有想法的回收和再发 现——可能是以数字化甚至机器 支持的格式。但是这种改变本身 就是值得进行的创新。无论采用 何种形式,运营领导层的下一个 视野都将加快实现组织绩效,特 别是在21世纪制造业的深度技 术、高风险和(仍然)高度人性 化的环境中。

人类 + 机器:制造业自动化新纪元

作者: Michael chui, James Manyika, Mehdi Miremadi, and Katy George

导语:新技术正为制造商开 启自动化新纪元——人与机器的 合作将更加紧密。

过去二十年,制造业自动化 一直深刻地改变着工厂、制造业 就业性质以及许多制造业部门的 经济。今天,我们处在全新自动 化时代的风口浪尖: 机器人技术、 人工智能和机器学习迅速发展使 机器在一系列工作活动(包括需 要认知能力的工作活动)中的能 力与人工相当, 甚至优于人工。 有的企业已经实现自动化,有的 企业刚刚实现自动化,有的企业 还未完全认识到全新自动化时代

所带来的影响,但是行业高管都 需要考虑以下三个基本观点:在 当前技术背景下,自动化实现了 什么, 随着技术的持续进步, 还 有什么有望成为现实?做出有关 自动化的决策时,除技术可行性 之外还需考虑哪些因素? 为了长 期获得自动化的最大价值, 需要 考虑哪些部分实现自动化, 以及 实现到什么样的程度。

1. 制造业工作和制造业 劳动力可能如何发生改变

为了了解整个制造业自动化

可能范围, 我们对 46 个国家(既 有发达国家也有发展中国家)、 涵盖了约占全球80%的劳动力的 制造业进行了研究。我们的数据 和分析显示,截至2015年,全 球制造业相关活动用时共7490 亿工作时, 其中 4780 亿时 (64%) 可由自动化来完成,相当于3.72 亿全职员工中2.36亿全职员工 的工作时长——在劳动力产生的 5.1万亿美元价值中占2.7万亿 美元——如果示范技术可适应个 别情况并随之应用,这部分劳动 力可以取消或另做他用。这些数 据表明,尽管制造业是全球自动 化程度最高的行业之一, 但在制 造业厂房以及诸如供应链和采购 相关的功能区域中,自动化技术 还有很大的上升空间。正如麦肯 锡(McKinsey)的研究所表明的 那样,在自动化上升空间方面, 制造业在工业部门中仅次于住宿 和食品工业(图1)。

我们强调,上述自动化的 上升空间通过调整和整合当前示 范技术而创建(参见下面"了解 自动化的上升空间")。此外, 值得注意的是,最近的技术进步 克服了机器人和自动化的许多固 有限制。与当前制造业普遍采用 的机器人相比,新一代机器人更 灵活,功能更多,成本更低,由 一线员工进行"训练"后,就可 以执行之前机器人难以胜任的任 务, 例如挑选、包装不规则的物 体,解决航空工业等大型工程中 的布线问题。人工智能也正在取 得重大进展,许多行业自动化上 升空间也在扩大:例如,在最近 的一次测试中, 计算机准确阅读 唇语的能力远超专业人士。

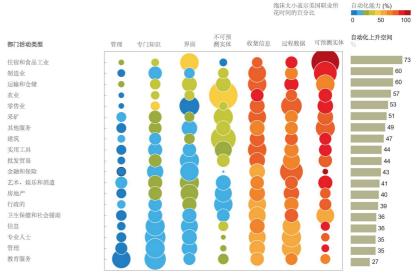
了解自动化的上升空间

检测自动化技术可行性的最 佳方式就是开展分析, 而非直接 投入生产线。每个职业都包含不 同工作内容, 每个行业在自动化 应用方面技术可行性也不同。图 1显示了7个顶级活动分组中每 个活动的自动化程度以及其在美 国所有职业中所花费的时间。美

国所有工作时间的一半以上都花 费在最易受自动化影响的活动上: 在可预测的环境中进行体力劳动 和操作机器, 收集或处理数据(图 2)。

制造业中涉及的工作内容包 括: 在可预测和不可预测的环境 中收集或处理数据,应用专门技 术和操作机器(我们将其归类为

体力劳动)等。由于这些工作内 容和其他内容的自动化上升空间 有差异,我们调查了制造业工人 在工作周内投入到每项工作内容 的时间, 发现符合对部门自动化 的预期(全球总工作时长中制造 业相关工作用时占比64%,生产 职业工人做工用时占比87%,非 生产工作用时占比 45%)。



来源: 美国劳工统计局; 麦肯锡全球研究院分析报告

图 1 不同部门和不同工作活动的自动化上升空间各异



4 在不可预知的环境中进行物理活动并运行机器。

图 2 不同的工作活动有不同的自动化上升空间

⁵ 在可预知的环境中进行物理活动并运行机器。 注:由于四舍五入,可能不会对数字进行求和

来源:美国劳工统计局;麦肯锡全球研究院分析报告

我们的研究还考察了制造 业中特殊活动类型和工作的自动 化上升空间,发现从事生产职业 的工人87%的用时能由自动化完 成——这是制造业职位实现自动 化运营的最高水准。但是,即使 在制造业中的其他职位(例如工 程、维修、物流、管理和行政)中, 实现自动化程度的机会空间也相 当大——大约 45% 的工作用时可 由自动化完成。

在比较制造业中的各个分行 业时,我们发现,各个分行业的 自动化上升空间存在巨大差异, 原因归结为以下几个方面: 生产 活动本身属性存在差异,对工人 技术水平存在不同要求, 以及制 造产品的技术复杂性不同:

■低端技能劳动力 / 低端产 品复杂性。服装/时装/奢侈品 (82%的工作时间可自动化), 农业加工(80%的工作时间可自 动化),食品(76%的工作时间 可自动化),饮料(69%的工作 时间可自动化)。以重复性、低 技能活动为特征的工种最易实现 自动化。

■中端技能劳动力 / 中端产 品复杂性。家具(70%的工作时 间可自动化)、基础材料(72% 的工作时间可自动化)、化工(69% 的工作时间可自动化)、医疗器 械(60%的工作时间可自动化)、 制药(68%的工作时间可自动化)、 汽车/装配(64%的工作时间可 自动化)、电力和天然气(53% 的工作时间可自动化)以及石油 和天然气(49%的工作时间可自 动化)。

■高端技能劳动力 / 高端产 品复杂性。航空和国防(52%的 工作时间可自动化)、先进电子 (50%的工作时间可自动化)、 高科技(49%的工作时间可自动 化)和电信(43%的工作时间可 自动化)。

至于各制造业子行业可自动 化劳动力的货币价值,差距可拉 高到三倍,具体取决于某一子行 业的劳动力结构(服装/时装/ 奢侈品每年为27000美元,而油 汽每年为75000美元)。通过对 上述分组进行比较, 平均而言, 我们看到,从低到高的技能/复 杂度,每小时自动化的工资增长 1.6倍,从中低技能/复杂性增 加1.4倍。

最后, 我们发现尽管技术自 动化在全球经济中的上升空间变 化幅度不算太大,但世界自动化 生产时长的81%和可自动化劳动 价值的49%存在于发展中国家, 这意味着发展中国家自动化水 平的提高可能对世界产生重大影 响。鉴于发展中国家的自动化制 造时长占全球自动化制造时长的 68%(而中国和印度两个发展中 国家就占据了可自动化的劳动力 价值的62%),我们认为印度和 中国可能出现自动化重大变革, 尽管变革进程的时间部分取决于 这两个国家自动化解决方案成本 降至工资水平以下的速度。印度 和中国向自动化大刀阔斧的转变 可能对两国就业产生重大影响, 并为两国经济增长注入强大的动 力。

2. 使什么自动化:需 考虑因素

当然,技术可行性是使具体 活动或系列活动自动化的先决条 件。但这决不应该成为企业决定 实施自动化对象和如何实现自动 化的唯一因素。第二个要考虑的 因素是开发和部署自动化软硬件 的成本。第三个要考虑的因素是 劳动力成本和相关供需动态:如 果工人足够,而且远低于自动化 成本,这可能是一个否决自动化 或支持小范围内自动化的有力论 据。例如,印度的一家汽车供应 商发现, 生产线的几个环节中引 入了低成本自动化后,人员配置 从17人减少到了8人,其成本 与一家自动化程度较高的日本同 行企业相当,但是该日本企业配 备人员只有2人。

第四个要考虑的因素是劳动 力替代性因素以外的其他收益, 包括更高产出水平, 更优质量, 更低失误率(参见下页"适应和 增强人力资本")。制造商主要 将自动化视为劳动力节约杠杆, 产生的其他利益往往大于降低劳 动力成本的利益。应当使用专门 降低运营总成本的明确战略来考

适应和增强人力资本

需要指出, 自动化对企业员 工的影响不仅仅是机器取代人工。 根据我们的分析, 在目前技术条 件下,只有不到5%的职业能实 现全自动化。但是,大约60%的 职业中的自动化程度都不低于 30%。换句话说, 仅对当前的技术 进行调整和整合——至少在某种 程度上来说——自动化能改变大 部分职业。所以必须重新定义工 作,业务流程和职场文化转变势 在必行。

事实上,从短期和长期来看, 成功部署自动化的最重要一环可 能是人力资本、技术和工作完美 契合。几乎每份工作最终都会改 变,每一个工作流程最终都会转 型。随着工作不断演变,许多工 人必须不断接受再培训, 与机器 合作。这不仅需要变革技能,还 需要转变思维和文化,因为"同事" 不仅包括其他人,还有机器。

随着重新定位角色和流程, 自动化的经济效益也将包括释放 和再利用稀缺技术资源。特别是 薪酬最高的职业, 机器能大幅度 提高人工能力,并使员工有充足 的机会专注于价值更高的职业. 提高专业价值。例如, 在飞机维 护中, 无人机和昆虫大小的机器 人未来可能会承担检查义务,机 器人运送零件和工具, 而自动 拖轮将飞机从机库中移入和移 出——维护机库地板需要的技术 人员会减少, 但是, 留下来的工 人会花更长时间解决非常规问题。 而这些工人需要不断接受再培训 才能跟上技术发展。

量和评估自动化选项。我们发现, 企业通常使用自动化创造一些机 会,包括提高生产力和生产率, 消除差异,提高质量,提高敏捷 性,确保灵活性,提高安全性和 工效。

除了技术可行性、软硬件成 本、劳动力供需和除劳动力替代 因素以外的其他收益外, 在决定 是否实现自动化,和在哪里实现 自动化时需要考虑的第五个因素 便是监管和社会接受度问题,例 如, 机器在特殊环境下, 特别是 与人工交互的环境下的接受度。 自动化在特定行业或职业中的应 用潜力反映了我们列出的所有五 个因素之间相辅相成、相互权衡 的微妙关系。

3. 从自动化中获取长 期价值

制造商衡量上述各种因素的 最终目标是尽可能从自动化中获 取最多的长期价值。实现这一目 标, 部分取决于具体制造商的自 动化成熟度。我们将这一过程分 四个阶段:

- ■低成熟度。实施自动化的 基础设施有限——例如机器人、 传感器和数据收集系统匮乏。
- ■中成熟度。有重要的自动 化基础设施,但只开发了一小部 分潜力——例如,安装许多传感 器,但大部分数据没有利用;许 多数据捕获系统互联性不足;编 程优化了本地流程,但并没有优 化全球价值流向。
- ■高成熟度。传统自动化基 础设施在工厂得到充分应用,而 没有采用尖端自动化技术,发挥

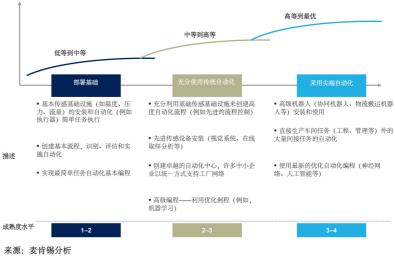


图 3 制造公司和网站可以在自动化成熟度的每个阶段获取更多的价值

自动化管理、支持功能和后台任 务的潜力。

■最佳成熟度。掌握所有运 营成熟度阶段中的最新技术,拥 有自动化的全部潜力。

根据自动化成熟度评估制造 商运营能帮助确定哪种方法最有 助于获取全面长期影响。例如, 较低成熟度的操作将从"成本清 单"中受益更多,而更成熟的操 作专注于充分利用已有的强大自 动化基础设施达到最佳水平。图 3 更详细地描述了制造商在不同 成熟度阶段中能采取的操作。

无论公司处于哪个成熟期, 关键在于创造价值。为帮助诊断 自动化应用于何处最有利于提高 性能,企业领导可能希望详细盘 点企业的工作内容有哪些, 并确 定出自动化潜力较高的工作热点 图。具有高度自动化潜力的活动 的业务流程能充分利用自动化技 术重新构现(而不是机械地尝试 使用当前个体活动自动化流程)。 最后,这些自动化过程转换的可 行性和好处可优先用于技术转 换,帮助确保自动化投资为企业 带来最大效益。

IV. 现代实践

更合适的方式: 调整部署模式以适应企业组织

作者: Marco Avila and Alessandro Delfino

导语: 部署转型的正确方法 取决于目标性质、组织结构、资 源和能力。

我们的研究一贯表明, 转型 失败风险是成功的三倍。这种来 之不易的成功与许多因素有关(见 28页的补充信息"24项转型行 动"),但这些因素的共同之处 都是组织中高级管理者和中层管 理者在整个转型过程中一致发挥 作用。

在实践中,公司部署模式选 择对其站点级别领导的要求有重 要影响:有些模式相比其他模式 需要更多工厂经理和主管。因此, 企业在部署模式时应当始终心系 站点领导队伍能力建设。

1. 部署模式的选择

正确的部署模式取决于许多 不同变量。选择方法前,转型架 构者应仔细考虑转型目的、组织 结构以及当前人员、流程和管理 体系的能力:

- ■自下而上或自上而下:组 织何处需要改动?这个流程是否 耗费精力,需要大量一线投入? 或者自动化程度更高, 意味着变 革必须自上而下?
- ■领导层参与: 领导者在转 型中需要发挥多大作用? 是否有 几个需要单独转型的重要远程站 点?
 - ■能力建设: 企业需要什么

能力?目前的能力差距在哪里, 如何缩小这一差距?

- ■进度 / 紧迫性: 企业当前 绩效如何? 什么样的变革速度才 能在网络组织中显现效果并可对 其衡量?
- ■资源:哪些资源可用于变 革?它们如何在中央变革团队和 个人站点之间分配?
- ■标准化: 跨站点需要何种 标准化水平? 站点是否有类似组 织结构和流程设计?
- ■复杂性: 重新设计的计划 流程有多快?流程有多复杂?
- ■集中化:对活动的集中管 理必须达到什么程度? 企业是否 有正确的IT系统来管理绩效、

衡量影响?

每种可用的部署模式都各有 优缺点。这些问题的答案有助于 企业组织决定哪种可用模式最适 合其需求:

■微型转型: 微型转型如同 转型方式中的面包和黄油。在这 个模式中,价值流的不连续部分 单独处理,每个部分都完全转变 了企业自下而上的工作方式。相 比其他部署模式,基于此方法的 转型通常需要更多时间才能全面 发挥影响。但是,由于每个微型 转型都经历了判断、设计、规划 和实施, 所以这是建立组织能力 的高效方法。也就是说,这种方 法在不同的价值流和地点可以衡 量到的速度高度依赖变革领导者 足够支持每个小型转型工作。

■涡轮升级:涡轮升级是在 价值获取阶段设立目标并充分利 用基准和其他快捷诊断工具的微 型升级的进步。初始阶段包括自 上而下的逐站评估, 通过能力建 设设定目标来培训变革先驱,然 后进行快速现场小型变革部署, 并扩展至整个网络。

■学术型转型: 一种基于学 术的方法,也被称为"领域和论 坛",最适用于非常重视能力建 设领域,站点与组织和流程方面 有很大差异的企业 (需要发展强 大的本地团队),通过一系列交 替的"论坛"(团队发展、技能 建设和愿望创造会议)和"现场 工作"(其中变革先驱部署优先

举措)进行转型。现场工作人员 还通过中央变革先驱小组每周 / 每日培训研讨会向站点员工持续 提供反馈。

■总体运营绩效: 总体运营 绩效(TOP)项目适合在整个企 业(而不是一些特定的职能部门) 快速、果断和持续地降低成本, 但受资源所限,转型规模不会太 大。总体运营绩效主要目标是快 速确定两年内显著、持续降低成 本的方法,并且不限于微型转型 那样的特定领域。总体运营绩效 通常并不关注能力或技能建设, 而是以一个结构化的方法确定整 个企业的改进方式。执行总体运 营绩效计划通常是卓越运营之良 好开端, 为未来微型转型项目结 构性推广奠定了基础。

■快速影响:快速影响方法 一开始就贯彻全面实施的想法, 一次解决一个问题, 关注每个问 题的解决办法。这种方法需要一 次确定一个最重要的问题,在 24 到 48 小时内诊断根本原因和 设计解决方案,然后直接执行。 这要强大的中央项目管理办公室 (PMO) 来实现快速影响, 创建 透明度,构建跨职能工具,并在 必要处进行能力建设。

■群集式: 企业网站有许 多相对相似站点时,适合群集模 式。该方法可在中心站点进行深 入诊断,由此面临机遇时会反应 迅速并立足实际。然后,这些信 息同时推送到网络其他相关集群 站点。

来自这些集群站点的变革先 驱在领导本地转型之前,都会在 中心站点培训和认证。在整个过 程中,基于控制塔支持模式的认 证和跟踪工具, 能确保可持续性 和问责制。这种方法通常与学术 型模式相结合, 以支持能力建设 并保持良好势头。

■重组: 重组对处于困境或 资金紧张的组织很有帮助。该方 法侧重三个阶段: 自上而下的目 标设定确定了大好节约机会,并 为了节约而制订问责制; 自下而 上的计划, 在这个计划中产生和 验证各项举措,以达到或超额完 成节约目标; 实施过程中制定详 细的计划并有项目管理办公室严 格监督,以确保节约稳步进行。

尽管这些模式中每个模式都 在许多转型中得到成功应用,但 企业转型速度再快也不会快过最 慢的转型元素,任何企业都无法 打破。如更高管理层的流程不调 整新型工作方式,即使前线绩效 喜人也可能影响其微。近年来, 克服这一挑战的新方法已经有所 改进。结果证明其十分成功,值 得深入讨论。

2. 深度探究: 绩效单 —一种新型部署模 元· 龙

为了避免部署方法依赖逐 步推进的变化,这个新模式在组 织内从高级管理层到一线运行的 纵向"切面"上运营,这种自上 而下的组织切面被称为"绩效单 元"。实施过程首先集中在一个 纵向单元上,然后移动到邻近的 单元,直至整个区域转型成功(图 1)。与其他转型的第一步一样, 第一个绩效单元是转型试点,既 是计划方法的试验台, 也是进行 广泛组织的一个试点。因此,选 择第一个单元至关重要,不仅应 该以单元(或其所在的区域)的 潜在影响为基础, 而且还应该基 于其他因素的有利度,包括相关 团队技能,各级领导参与变革意 愿以及这些管理人员在整个企业 中的信誉。

在转型过程中, 绩效单元将 会演变,同时绩效单元内的中层 管理者的角色也必须改变。整体 说来,这种演变可以分为两大阶 段:

第一阶段: 生产管理充当首 席设计师。一线员工协作设计转

型要素,如标准操作程序(SOP) 和绩效对话,而直接主管则领导 团队设计,协作、角色划分,共 同领导标准工作进度表(DILO / WILO)设计。中层管理人员也参 与其中, 但更重要的是领导下面 经理 DILO/WILO 的设计。这种参 与一直延伸到高层管理人员—— 通常是首席运营官——即使为了 适应未来的状态,他们的日常事 务已经设计和修改。

各级管理层同步推出转型举 措,并随着绩效单元在新工作方 式上不断积累经验越发先进。例 如,在设计了绩效管理系统要素 (如关键绩效指标、仪表板和审 查节奏)之后,所有绩效对话立 即在所有单元进行,测试端到端 的动态和绩效指标总体一致性。 这个同步变革过程有助于减轻一 线员工的抗拒心理。他们看到, 变革不仅仅针对他们, 而是在企 业上下大刀阔斧进行。

第二阶段: 生产线管理培训

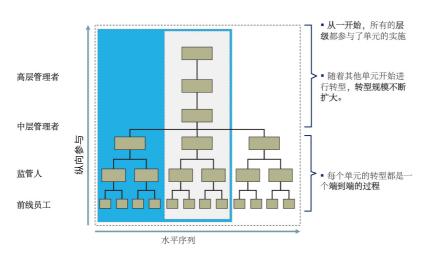


图 1 在绩效单元转化模式中,企业中的每个层级都起着积极的作用

为"生产线变革先驱"。一旦转 型要素得到检验实施,一线员工 不断改进设计——例如在直接主 管的指导下重新定义现有标准或 创建新标准,他们开始发挥新的 领导作用:精益管理者。作为精 益管理者,他们负责发展四个关 键能力:

- ●挑战性的团队:精益管理 者不囿于现状, 挑战和培养前线 员工的思维。后者又负责详细设 计新的解决方案。
- ●培训:精益管理者不是将 培训责任委派给人力资源部门和 其他专门服务部门(通常外包部 门),而是通过新型转型要素(诸 如流程确认和绩效对话)对团队 发展全权负责。
- ●指导并反馈:精益管理者 提供反馈和指导,这对于获取影 响,确保可持续性以及促进解决 方案和人员持续进步至关重要。
- 发挥楷模作用:新管理 层以身作则。在新角色中,精益 管理者能出现在任何团队成员身 边, 在车间来回走动, 随时关注 工作实施情况。

中层和高层管理人员在成为 需要不断转型的"变革推动者" 的过程中,都要经历第一阶段向 第二阶段的角色转型。这是绩效 单元的真正价值所在: 由领导层 领导和维持转型设计,外部代理 支持最少。为确保企业中各级领 导和管理人员在这一过程中发挥 作用,管理人员将角色确认作为 标准工作核心要素,以三个关键 精益实践的观察网格为支撑: 领 先的绩效对话和问题解决会议, 并提供结构反馈和培训(图2)。

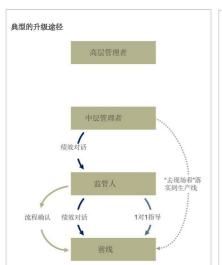
在转型初期引入角色确认 概念后,管理者可以观察、校准 和改进精益转型不同要素的实 施。角色确认有助于企业各级管 理人员明确各自职位要求:确定 转型关键要素改进机会(并加以 实施),评估当前转型目标和程 度,并了解在每个关键流程中需 要完成哪些事项以达到最终预期 状态。

经历过绩效单元模式和角色 确认工具进行第一次转型的高管 明确指出了他们在帮助他人成长 为领导者方面的影响。在其所在 企业每一个层级,管理者现在都 希望反馈能落实,上下反馈路径 畅通无阻,尤其是在指导问题解 决方面。他们现在的观察构成了 发展计划的基础,帮助人们在事 业上更上一层楼。

零售业初步发展后,绩效单 元部署模式作为一个跨功能的概 念已经在许多公司得到测试和应 用。例如,一家林业公司将绩效 单元概念应用到运输部门, 根据 地理条件组织单元。在该公司的 第一个单元中,卡车生产率提高 了三分之一以上。又一家石油和 天然气企业, 引入了从首席运营 官到其主要管道泵和排放站运营 的绩效单元之后,能获得2000 万美元的增量收入。

小结

部署一个转型方式很多, 而组织的正确选择取决于变革目 的、业务性质和员工能力。然而, 所有转型的共同之处在于依靠管 理层上下的承诺、沟通和领导力。 最成功的转型从一开始就明确阐 述这些因素,要求从高级领导到



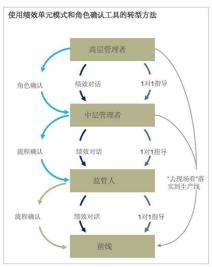


图 2 在一个绩效单元中, "角色确认"加强了中高级管理人员需做出的行为改变

一线的所有员工彻底改变。实现 这一目标的一种方式是对企业独 立绩效单元同时进行自上而下的 转型,为每一管理层引入角色确 认来支持和加强变革。

24 项转型行动

2015年,麦肯锡公司对近 2000 名高管进行了一项调查,调 查内容是企业为实现成功转型可 能采取的24项具体行动。根据调 查结果, 以下具体行动对成功可 能性的影响从大到小。

- 1. 高级管理人员在企业上下 公开谈论变革进展和成功。
- 2. 每个人都能看到个人工作 与企业愿景的关系。
- 3. 领导们以身作则, 是员工 们行为转变的楷模。
- 4. 所有员工紧跟客户不同需 求,将客户所需落实到每天的工 作。
- 5. 高级管理人员在企业上下 公开谈论转型对个人日常工作的 影响。
- 6. 每位员工都精益求精,确 保产品在到达客户之前找出所有 缺陷。
- 7. 系统总结、分享成功经验 并在此基础上加以改进。
- 8. 组织培养人才, 以超越预 期绩效。
- 9. 管理者了解自己的主要职 责:领导和发展自己的团队。
- 10. 绩效评估能充分调动领 导者积极性, 是对转型贡献率进

行问责的有效保障。

11. 领导者通过一致转型经 验,令企业行为与转型目标一致。

12. 转型中的角色和责任明 确划分。

13. 所有员工踏实肯干,实 现个人目标。

14. 为支持转型的实施,提 供足够数目的相关人员。

15. 对新行为的期望直接纳 入到年度绩效审核。

16. 在组织的每个层级,转

型的关键角色都由积极支持者担 任。

17. 转型目标适应企业所有 层级的相关员工。

18. 生产线管理人员指导方 案,作为日常职责一部分。

19. 企业指派高资质人士领 导转型(例如,让他们直接负责 初期转型倡议)。

20. 设计使员工实现转型目 标的能力建设项目。

21. 团队每天开始工作时可

就前一天的工作结果和当天的工 作任务进行正式讨论。

22. 诊断工具帮助量化目标 (例如,新思维、新行为,文化 变化,组织敏捷性),以实现转 型的长期可持续性。

23. 倡议方案的领导人在转 型期间接受变革领导培训

24. 有专门的组织团队(如 项目管理或转型办公室)集中协 调转型

部署模型: 你的运营经验有多成熟?

作者 Ron Fardell, Nils Müller, Peter Odenwälder, and Rainer Ulrich

导语: 迈向卓越运营前, 企 业必须看到自己的立足点。良好 的成熟度评估不仅提供了一组坐 标,还制定出了第一步。

许多公司试图利用精益的 力量对生产率、质量和运营可靠 性进行转型。对此类所有企业, 正确的出发点是冷静评估现有流 程、能力和文化。如果无法正确 判断企业现状,企业就不能明确 预测未来地位,即使明确预测, 制定的具体实施方案也有失科学 性。

但是, 许多企业加快转型步 伐时,对精益和员工能力的错误 判断往往使转型之路更加坎坷。 这种常见失误使企业确定优先事 项时往往本末倒置,造成投资失 误。最终,甚至可能给企业造成 毁灭性打击,导致其他项目或转 型破产。

让我们看看两个比较常见的 真实案例。首先,一家制造企业 的首席执行官对数字技术出现所 带来的机遇无比振奋。她要求管 理团队探索扩大自动化的机会, 并在其制造流程和生产线中充分 利用数字数据。团队照命行事, 很快上交了一份清单, 里面的内 容令人振奋,充满创意。然而, 开始实施时,企业很快发现其缺 乏制造过程的基本构建部分(如 稳定性和标准化),也不具备维 护功能的强大规划系统, 这意味 着大多数构想不可持续落实。如 果这家企业当初用更多时间建立

一个简单、强大的精益文化,掌 握基本工具使用方法,结果将截 然不同。这才是今后进一步转型 的正确基础。

第二个案例是一家拥有全球 制造网络的企业。其通常会选择 一个单独站点作为转型开始—— 可能是最大、最新或距离总部最 近的站点。评估该网站的运营成 熟度后,企业发现了一些重大的 提升机会,制定了一个转型项目, 并开始在网络上推广。但是,如 果这样做,企业很快会发现,由 于世界其他站点在方法、能力、 技术或文化方面存在差异, 一个 网站的改进措施即使一开始成功 实施,但却并不适用于其他网站。

任何一种情况都能在开始时

以更有效的反映或成熟度评估规 避。本文中,我们将看到一些特 征,它们比其他特征更能评估成 熟度, 然后我们将继续看看一旦 企业真正意识到目前处境, 又会 采取什么措施。

1. 衡量成熟度: 四个 关键原则

根据我们的经验, 良好的 成熟度评估应当遵循四个指导原 则。

首先,评估应由独立团队进 行,无论该团队是来自企业中央 运营卓越团队还是第三方。但是, 这不应该在"象牙塔"或办公室 环境(特别是远离总部的运作) 而是需要在生产场所。著名的"现 地现物"或"去现场看"原则已 被视为精益管理基本原则。独立 评估人员对实际工作实践进行初 步审查非常重要, 因为如果要求 管理人员填写一份关于他们经验 的调查问卷, 他们往往对自己的 工厂能力过于自信。即使是原始 生产力和质量数据都很少能全面 准确地反映站点问题和面临的挑 战。直接观察工作实践也很重要, 这有助于评估人员更好了解员工 文化和氛围。另外,与一线团队 面对面联系和对话, 可启动一个 沟通和变革的过程, 这对长期改 进至关重要。

其次,评估应考虑正在审查 的站点周围的条件。例如,在劳

动力成本低廉国家运营的站点的 主要挑战和改善机会可能与西方 国家截然不同。同样,不同站点 的劳动力整体教育水平、技能和 经验也参差不齐,例如对团队合 作或灵活劳动实践的态度。至关 重要的是,管理人员的思维和技 能与一线团队一样重要, 而且在 不同站点和地区,这些思维和技 能也大有区别。

第三,评估应重点确定企 业运营成功的重要因素, 而不是 简单地检查某些生产率提升工具 是否到位。例如,单模交换模具 (SMED) 是一种广泛使用的方 法。通过减少在生产线上切换不 同产品型号所需时间, 从而帮助 企业减少停机时间并提高生产灵 活性。但是,如果不审查该工具 对所述生产站点的适用性,一味 将该工具视为实际情况的最佳实 践,盲目加以使用,通常不会带 来预期的生产率飞跃。如果生产 线已经产能过剩, 停机时间减少 也不会让企业获得额外销售收 益。成熟度评估不应该仅仅检查 工具是否存在("您是否使用单 模交换模具(SMED)?"),而 应询问企业在这个领域是否存在 特定问题("您的生产是否因低 效转换而停滞受阻?")。

最后,评估的目标应是确 定具体改进行动, 而不仅仅评估 当前的绩效。管理人员得知了其 站点的工艺可靠性比其他地方低 30%, 却并不知道如何改进。一 个更有用的成熟度评估可找出一 些导致绩效下降的根本原因(如 让维修小组响应计划外停机延 迟),并提出合适的解决方案(如 基于标准故障通知的有效信息来 开启修复)。

2. 评估实践

为了符合这些指导原则,有 效的成熟度评估方法有具体的特 征;包括评估内容、评估方式、 评估执行人以及评估完成时间。

(1) 评估什么?

评估需全面评估站点绩效。 这能通过确保评估涵盖所有相关 类别来实现。这些类别根据审查 中的流程有所不同。在技术过程 (如制造、维护和后勤),其需 要包括定义站点过程的技术系 统; 用来控制、监测并不断改进 这些流程的管理系统; 以及为发 展劳动力的能力和文化而制定的 人员制度。

评估管理原则, 需要考虑网 站是否能够连接战略目标、其目 标是否有意义, 引导员工并充分 激发他们的潜力,发现和部署更 好的工作方式,有效地为客户提 供价值。

在这些类别下,成熟度是指 一个站点能在十几个或更多特定 主题上展示某些特征的能力,例 如从目标设定到健康、安全以及 员工发展。

(2) 如何评估?

如前所述,评估应基于第一 手观察结果,辅之以对现场管理 人员和操作人员的采访。将调查 结果转化为可实施的计划需要客 观、准确的见解,而站点管理者 采取的在线表格或自我评估方式 根本不能提供客观、准确的见解。 但是, 进行内部评估和外部评估, 然后比较两种评估观点,可展开 很有价值的讨论, 尤其是有关差 异的讨论。为了确保适用性和接 受性,评估(特别是使用语言) 需要考虑到所涉工厂和行业环境 以及常用的语言术语。

(3) 谁来评估?

评估应由经验丰富的评估人 员进行,他们充分了解业务、行 业、精益原则和工具。通常, 评 估人员应是外部人员, 而非来自 被评估区域的人员, 例如来自不 同站点或不同业务部门的人员, 甚至完全外部的人员。如果评估 人员也将部分参与任何后续转型 计划的实施,将尤有助益。

(4) 何时评估?

每个转型工作都应从成熟度

评估开始,但是评估不是一次性 过程。企业开始转型时,持续进 行定期评估(通常每9到12个 月)有助于确定当前转型计划是 否可行,有助于确定实际情况与 计划的偏差(可能需要投入额外 力度),并找出新的改进机会。

3. 优先行动排序

根据个人答案和观察, 成熟 度评估应明确定义公司起点,并量 身制定改进措施。由于企业通常不 希望一次性处理所有方案, 因此需 要对这些方案相应进行优先排序 (通常根据对各个实施难易程度想 法可能造成的影响进行)。

一些企业已经具备开展这 些优先方案的内部能力。在很多 情况下,特别是开始精益的初始 阶段,企业可能很难确定实施优 先方案的必要具体行动。如果成 熟度评估也制定出实施优先方案 的分步指南(具有明确的行动项 目),这将大有裨益。理想情况下, 指南非常详细,明确列明资源需 求,包括培训文档和推荐专家联 系方式。例如,在厂房中引入一 个良好的绩效管理系统通常首先 要定义有用的关键绩效指标,并 设计合适的审查委员会。之后将 为轮班领导人提供培训,不同的 班次、流程和领域有序进行有助 于维持这些变革 (例如, 执行领 导者标准工作和流程确认)。

这样一个连续的行动列表可 发展成具有明确的时间框架的有 凝聚力和可执行的计划, 其根据 现有资源量身定制。这个战术实 施计划(TIP)将有助于一个站 点在转型中取得长足进步,增加 成功的机会。不同网站的 TIP 各 不相同。尽管两个站点在一个地 区可能使用共同总体目标, 例如 可能计划按不同的速度实行总体 目标。

小结

企业只有明确未来行动计 划,绩效才能去的快速、长久地 进步。成熟度评估过程是任何企 业走向杰出运营的重要组成部 分: 明确当前位置, 指明未来发 展方向,为目前发展保驾护航。

成功实施变革的诀窍

作者: Alasdair Johnston, Frédéric Lefort, and Joseph Tesvic

导语:成功实施变革方案的 企业与其他企业有什么不同? 我 们对2000多名高管的调查得出 了行之有效的答案。

任何领导重大变革计划的高 管都知道, 计划再完美也会因执 行不力而失败。把计划变成现实 并非易事,有些企业却比其他企

业做得更好。为了了解一些世界 领先的企业如何确保计划完美实 施,我们调查了各行各业900家 企业2000多名高管。我们让受

访者评估他们企业的实施绩效、 能力和实践。

调查显示,"优秀实施企业" (即被调查者报告其企业实施能 力最佳的企业)在一系列财务绩 效指标上表现十分突出。更重要 的是, 在变革结束两年之后, 优 秀实施企业所获得的经济利益是 不力实施企业的两倍。

那么其他企业还能从优秀实 施企业那里学到什么成功经验?

1. 最重要因素

每一次转型都能在实施过程 的各个阶段产生价值:一些优先 方案从来不曾实现,其他一些优 先方案虽己实施,但尚未产生实 际影响, 随着时间的推移, 还有 一些优先方案最初的良好表现不 再。但是,这一过程的每个阶段, 优秀实施企业都能比不力实施企 业产生更多价值(图1)。

显然,正确实施绝非易事。 受访者中只有不到一半人表示,

过去五年来所做的变革努力大部 分甚至全部达到了最初的目标, 并且随时间持续取得成果。深入 地剖析这些问题会发现这一失败 的根源主要围绕三个重要主题: 组织范围内对变革的所有权和责 任, 定期和有效的优先顺序以及 资源和能力的正确部署(图2)。

2. 所有权和责任

对于变革成败, 大约三分之 二受访者表示影响转型结果的最 重要因素是组织领导的所有权和 责任大小。要明确的是,"所有 权"和"责任"涉及的内容不仅 是"结盟"。人们看到别人的车 被偷会记下车牌号,然后报警。 如果是他们的车, 他们会有何不 同反应呢? 责任是推动个人主动 采取行动的心理投资水平——当 失败可能产生不利影响, 责任感 会更强。在非常基础的层面上, 成功的转型通常通过对特定目标 明确问责, 以及对和成功密切相 关的主要参与者进行个人激励加 强所有权。

(1) 正确的领导风范。执 行力突出的企业会树立领导风 范——大胆实行明确问责制。这 一制度强调的是领导层是否勇于 挑战和能否提供支持, 而非其权 威性和顾问能力,后两者在其他 情况下可能有效。成功的领导者 不懈地推动和鼓励员工进行汇 报,同时做出艰难的决策来确保 进展顺利。

保持这种变革的步伐需大 量投入时间与精力。例如,一家 大型医疗保健公司的全球转型项 目负责人要确保她或一位直属下 级参加每一次意义重大的报告会 议。她以身作则,对企业转型发 挥了重要作用,激发了当地领导 投身转型的斗志和热情。

(2) 正确的交流。成功的 实施者还可联合更大组织来创造 正确的交流变革。他们知道,很 少有雇员会对雇主的股价产生任 何兴趣, 更不用说股本回报了。

实施的每个阶段,优秀实施企业相对于底部四分之一企业保持的机会比例

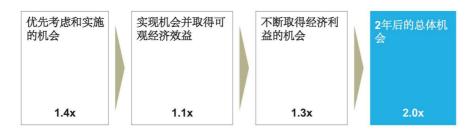


图 1 每一实施阶段, "优秀实施企业"都比非优秀实施企业保持更多价值

领导者应该在整个企业有条不紊 地推进变革, 而非用通用通信工 具给每个人发送垃圾邮件, 平衡 这种微妙关系相当不易:核心信 息必须尽量对广泛的员工队伍有 意义,同时也须与特定受众有关。

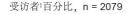
实施转型工程浩大, 费时费 力,对员工的要求也随时调整。 为使员工继续参与变革, 变革内 容也需做出相应调整。在一家 基础材料企业的几个业务面临关 闭,变革核心在于摆脱受害者思 维。一旦转型在企业中有序开展, 业务暂时避过关停风口, 随后团 队认为已经化险为夷,精力很容 易转移。然而,如果转型团队继 承了早期的强劲势头, 后期则会 成为全球行业佼佼者。此后,业 务成绩逐年提高,独占鳌头。

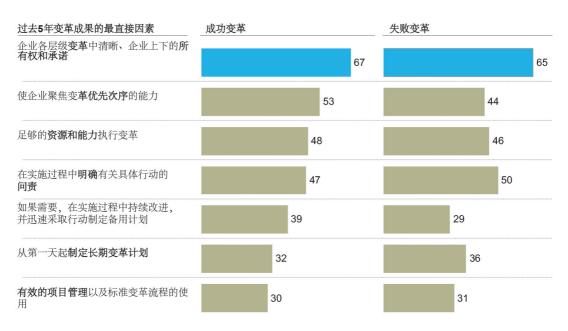
(3)正确的支持组织。最后, 如果没有有效和有权力的项目管 理办公室(PMO)的支持,在重 大变革中将难以维持所有权和承 诺。项目管理办公室是一家直接 负责领导变革力量、监督变革进 度的正规机构。向C级执行官汇 报并行使执行官权力的高级领导 才有资格领导项目管理办公室。 因此,项目管理办公室领导者是 企业高绩效的基石,并且这一职 位应由有望成为C级执行官的人 员担任。虽然理想的项目管理办

公室领导者应从公司内部选拔, 但我们发现,从外部聘请一名熟 练的领导者比任命一个缺乏领导 能力的内部人员能更好地带领团 队。

3. 方案优先次序

一些变革努力之所以失败, 是因为有太多的方案同时进行, 使组织的资源过于贫乏。因此企 业选择不做的事与其正在做的事 同等重要。但是对于可帮助转型 成功的优先化过程,它的范围必 须广泛。例如,现有项目会耗费 宝贵的资源——尤其是会浪费领





1 未显示回答"不知道"的受访者。

图 2 主要变革结果最大影响来自变革的所有权和责任

导层的精力, 所以现有方案必须 和新方案接受同样严格的审查。

(1) 了解风险。任何重要 优先流程的起点都依据有力的事 实, 要能明确把握每个机会的规 模和性质、时机以及利用这一机 会会遇到哪些障碍。 通常, 优先 次序要考虑价值和易用性。虽然 这种方法有效,但"易用"标准 往往主观,会加重偏见。因此, 对于他们认为具有吸引力的项 目,团队可能会低估其风险,轻 视表面上希望不大的机会。

因此, 关键是严格评估与 转型组合每一变革相关的风险, 尤其要根据概率和严重程度。风 险评估应涵盖全面的预期之外的 结果,这些预期之外结果可能会 影响举措实施,或对业务造成重 大损害——包括安全或合法性, 客户或人才流失以及利益损失。 如果得当,这个评估可以遏制巨 大数字对企业的诱惑以及因此忽 视挑战的倾向。结合众多利益相 关方的观点,将优先次序过程从 排序游戏转变为促进推动最佳项 目。

(2) 减损和重新排序。考 虑减损策略(如先发制人的措 施、应急计划和监督),然后根 据风险调整后的价值重新安排方 案,从而为领导者提供组合的视 角。有了这些信息,并且根据他 们准备接受的全部增量风险,他 们能根据企业的愿景做出明智决 定。在大型炼油企业,这种方法 使风险与投入之前的权衡取舍更 加清晰,将对话中的"那太难了" 变为"我们如何将其简化?"。 结果是: 加快实施优先方案, 推 迟实施容易但具有潜在风险的项 目。

确定优先次序不应该是一次 性的,而应该是按现有事实灵活 分配资源的核心工具。所以,有 效实施试点是一项重要的投资。 运营良好的企业通常沟通良好, 不仅严格管控试验项目, 而且确 保从经验中吸取重要教训。成功 的企业不把试验项目作为形而上 的仪式, 而是把它作为改善方案 的机会和重要的突破口。

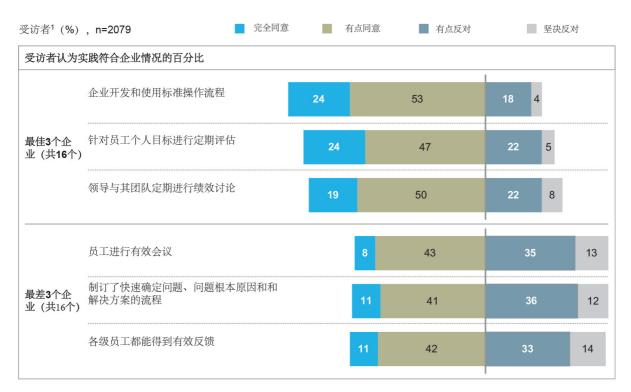
4. 资源和能力

对最好的实施企业来说,变 革项目可依靠大量在快速变化和 不确定的挑战面前具有必备技能 的员工。这些企业并非仅仅重视 "恰在其位"的员工,而根据各 位员工自身长处调整职位,做到 各尽其才。各位员工才尽其用, 对员工的期望以及员工承担的责 任都与手头资源保持一致。员工 的职责扎根于其专业领域,或与 其技能水平高度匹配。所有员工 都会得到反馈和持续指导。

不幸的是,大多数企业并没 有从这一点出发,导致团队技能 和转型要求脱节。这并不奇怪, 因为变革并不连续:变革之后, 从对职位技能的要求到与同事、 管理者和下属的互动方式, 企业 对员工要求将截然不同。

所以,能力建设计划是任何 成功转型的核心。要全面涵盖功 能、管理和技术技能,并适用于 转型中相关职位的广泛需求。典 型的出发点是创建详细的技能矩 阵,显示每个职位所需的技能, 每位员工具备的技能,这能清楚 地显示职位能力期望与现实之间 的重要差距,以及培训需求。一 个严格评估技能培养进度的程序 有助于促进各级员工对新员工开 展的周期培训。

企业上下建立一定的统一管 理标准,对所有职工(从前线工 人到最高管理层)行为做出规范, 为企业大型转型提供强大助力。 一家企业实施了一个简单措施, 要求每个员工都了解相同的工作 五个要素,包括职位对业务的贡 献以及员工在未收到命令情况下 允许做出的行为。通过设立清晰 切实的期望和标准,员工更加明 晰自身岗位职责,对自身岗位更 加自信,给领导腾出了大量宝贵 的时间,突显了亟待解决的问题



1 未显示回答"不知道"的受访者,因此数据综合并非100%。

图 3 许多企业业绩滞后于重要转型实践

领域。随着时间推移,管理标准 在企业内部统一, 节省了进行和 维持变革的大部分精力。

5. 实施经验

至于具体的实施经验,据调 查的高管所言,企业在成功转型 的一些做法上十分成功。大多数 人表示, 他们制定了标准操作流 程,并针对员工个人目标开展定 期评估(图3)。但是许多人也说, 他们的公司在举行有效会议、采 取适当流程来发现问题及有效反 馈员工等方面总是步履蹒跚。

改进往往离不开上述例子。 一家全球性大企业的副总裁发现 管理团队的成员将四分之三的时 间花在会议上, 因此他决定全面 取消早会,将时间用于教导成员 或帮助一线解决问题等增值活 动。至于确实必要的会议,他限 定时长为一小时,并且要求所有 会议主持提前发送日程和清晰的 目标。为了以身作则,他总在会 议将结束时离开。如果会议开始 前仍未收到日程和目标, 他会要 求会议改期。

小结

从头整顿这些重要因素是个 大工程。调查数据证实, 执行需 纪律与实践并重。领导个人带领 多种变革, 优秀执行者成功率是 低效者的1.4倍。对于首次变革 的企业, 开始时应高度重视所有 权、责任、方案优先性、能力和 资源。Ш

(未完待续)

第六届智能制造国际会议(2018)在京召开

由中国工程院、工信部、中 国科协共同主办的第六届智能制 造国际会议(2018)于5月9日 下午在北京展览馆隆重开幕。本 次会议由中国科协智能制造学会 联合体、中国机械工程学会、青 岛海尔工业智能研究院、德国机 械设备制造业联合会、同济大学 工业 4.0-智能工厂实验室、汉 诺威米兰展览(上海)有限公司 承办。

全国人大常委会原副委员 长、两院院士、中国机械工程学

会荣誉理事长路甬祥, 工业和信 息化部部长苗圩,中国工程院院 长、中国机械工程学会荣誉理事 长周济院士,中国科协党组书 记、常务副主席、书记处第一书 记怀进鹏院士,中国工程院原常 务副院长朱高峰院士,中国船舶 工业集团有限公司董事长雷凡培 先生、德国驻华使馆公使吕帆博 士 (Dr. Frank Rückert), 公 使衔参赞卢默岑先生 (Moritz Lumma)、经济处参赞 Wolfgang Trautwein 先生,中国机械工程

学会常务副理事长张彦敏、副理 事长兼秘书长陆大明等来自中外 的 500 余名专家学者、政府官员 和企业家出席会议。

会议由中国工程院院士、中 国机械工程学会理事长李培根主 持。路甬祥院士以"中国制造与 全球合作共赢"为题致辞,怀进 鹏院士代表中国科协向会议的召 开表示热烈的祝贺, 德国驻华使 馆公使吕帆博士和德国国际合作 机构、中德工业 4.0 项目主任李 天凝女士也分别致辞。



会议现场



李培根理事长主持会议

路甬祥院士从四个方面阐述 了"中国制造与全球合作共赢" 的主题。一是中国制造全面融入 全球化产业链。中国已发展成为 世界第二大经济体,全球制造大



路甬祥荣誉理事长致辞



怀进鹏书记致辞



德国驻华使馆公使吕帆博士致辞

国,2017年中国进出口贸易达 4.11万亿美元,对全球经济增长 的贡献率达30%,为世界经济复 苏繁荣注入强劲动力。二是中国 进入高质量发展新阶段。中国将 坚持发展实体经济,实施制造强 国战略。政府对制造业和高科技 产业实行税收、投融资等政策优 惠,降低企业交易成本和用能、 物流、融资成本,支持培育"专 精特优"中小制造服务创新企业 发展, 为制造业创新发展创造更 好的发展环境。三是中国将成为 全球制造的新高地。中国将全面 放开一般制造业, 在市场竞标、 标准制定、上市融资、政府采购、 参与国家科技计划和《中国制造 2025》等方面,对中外资国有民 营各类企业一视同仁, 鼓励竞争、 反对龚断,为制造服务企业创造 权利机会规则平等的发展环境。 四是制造业进入全球合作共赢新 时代。无论中美德日韩制造,无 论空客波音还是中铁、三星华为、 大众丰田都离不开全球创新链、 产业链、服务链、生态链的支持。 保护主义、单边主义、零和思维

不符合时代潮流,最后只能孤立 自己,融入全球制造合作共赢是 唯一正确选择。全球制造创新链、 产业链、生态链需要共创分享、 新工业标准需要全球协同制订, 可能面临的网络安全、商业数据 与个人隐私泄露、技术伦理等挑 战,需要全球合作共同应对。中 国提出"一带一路"倡议,共商 共建共享基础设施,将带动中国 制造服务走向世界,也必将为中 国与全球制造服务合作开拓新空 间、创造新方式、提升新标准, 合作共创人类共同繁荣新未来。

怀进鹏院士在致辞中表示, 智能制造作为产业变革的重要方 向, 正在成为全球制造业变革和 科技创新的制高点, 在云计算、 大数据、人工智能等合力推动下 智能制造正孕育着前沿突破,必 将精彩纷呈。智能制造当前主要 源自制造技术与信息技术的深度 融合与迭代创新,它就像一个万 花筒,不断孕育出富有挑战性的 科技问题和引人关注的产业、经 济和社会议题, 也许智能制造就 是工业文明发展的新起点,融合

将成为一种创新。习主席指出, 要加快建设制造强国, 加快发展 先进制造业,推动互联网、大数 据、人工智能和实体经济融合, 中国正在全力推动《中国制造 2025》,而智能制造作为《中国 制造 2025》的重要方向, 更加体 现了制造技术和信息技术的融合 发展,是数字经济与实体经济的 深度融合。我们期待这一融合为 传统制造业增添新元素,培育新 动能,形成新业态,开辟新生态, 也期待通过国际间产学研用间的 深入交流、研讨和实践, 共同把 脉智能制造发展方向, 厘清重要 问题, 寻求解决方案, 这也将为 中国乃至世界制造业发展注入新 的活力和新的动能。

德国驻华使馆公使吕帆博士 (Frank Rückert) 在致辞中表 示,中德两国在智能制造领域已 经有了很多合作项目,未来将会 更多。在汽车制造领域,德国具 有技术领先优势, 中国在基础设 施、大数据应用业务方面做得比 较好,希望中德两国的企业能优 势互补, 共同面对智能制造领域



德国国际合作机构、中德工业 4.0 项目 主任李天凝女士致辞

18 13:30 300 | 北京展览馆报

苗圩部长作报告

的机遇和挑战。

德国联邦经济和能源部德国 国际合作机构、中德工业 4.0 项 目主任李天凝致辞时,对工信部 给予中德工业 4.0 项目的支持表 示感谢,并表示将继续推进中德 工业 4.0 项目在中国的实施,加 强开放与合作, 共赢互惠。

开幕式上,还进行了国际 智能制造联盟筹备委员会成立发 布。

苗圩部长做了题为"坚定不 移加快发展智能制造 奋力推动 制造业高质量发展"的主旨报告。 他在报告中指出,2015年中国政 府发布《中国制造 2025》,明确 将智能制造作为主攻方向。三年 多来,通过加强顶层设计,开展 试点示范、标准体系建设、培育 系统解决方案供应商等工作,智 能制造发展取得了明显成效,有 力促进了产业转型升级和新旧动 能转换,推动了制造业高质量发 展。

苗圩表示,过去几年中国智 能制造虽然取得了长足进步,但 仍然存在一些不足。如:对智能

制造规律的认识和理解还不够深 入、供给支撑能力仍有明显短板、 应用推广的深度广度不够、服务 能力不强等等。他强调,制造业 智能转型是大势所趋,坚定不移 加快发展智能制造,推进信息化 和工业化深度融合, 实现制造业 质量变革、效率变革和动力变革, 是推动中国制造迈向高质量发展 的必然要求。

为此,苗圩提出四点建议: 一是在着力补齐短板上下功夫, 把提升智能制造供给能力放在更 为突出的位置,加快突破智能制 造核心装备及工业软件系统,特 别是尽快补齐关键短板装备、基 础零部件、系统软件等卡脖子问 题。二是在着力促进应用上下功 夫, 大力培育智能制造系统解决 方案供应商, 支持企业从应用出 发,打造细分行业系统解决方案, 强化集成创新。加快打造一批公 共服务平台,进一步降低企业发 展智能制造的技术门槛和成本, 推动区域和行业智能制造发展。 三是在着力夯实基础上下功夫, 加快智能制造标准制修订与推广 应用,完善智能制造标准体系, 夯实工业互联网和信息安全基 础,深化5G、IPv6、工业大数据、 人工智能等新一代信息通信技术 与先进制造技术的融合。四是在 着力扩大开放上下功夫, 拓展现 有双边、多边对话机制,进一步 加强智能制造领域的国际合作与 交流,继续秉承开放合作、互利 共贏的理念,鼓励支持更多国家、 企业和机构参与实施《中国制造 2025》,共同推动中国制造业高 质量发展。

周济院长作了题为"走向 新一代智能制造"的报告, 共分 三部分。首先,智能制造在演进 发展中, 可总结、归纳和提升出 三种智能制造的基本范式,即: 数字化制造、数字化网络化制 造——"互联网+制造"、数字 化网络化智能化制造——新一代 智能制造。智能制造在西方发达 国家是一个"串联式"的发展过 程,数字化、网络化、智能化是 西方顺序发展智能制造的三个阶 段。我国应发挥后发优势, 采取 三个基本范式"并行推进、融合 发展"的技术路线,走一条数字 化、网络化、智能化并行推进的 智能制造创新之路。

其次,新一代智能制造引 领和推动新一轮工业革命。新一 代智能制造的发展背景是新一代 人工智能技术的战略性突破。新 一代人工智能已经成为新一轮科 技革命的核心技术, 正在形成推 动经济社会发展的巨大引擎。新 一代人工智能技术与先进制造技 术的深度融合,形成了新一代智 能制造技术,成为了新一轮工业 革命的核心驱动力。新一代智能 制造的基本原理是人一信息一物 理(HCPS),其最本质的特征是 信息系统增加了认知和学习的功 能。新一代智能制造,进一步突 出了人的中心地位,是统筹协调 "人"、"信息系统"和"物理 系统"的综合集成大系统,将使 制造业的质量和效率跃升到新的 水平。新一代智能制造是一个大 系统,主要由智能产品、智能生 产及智能服务三大功能系统以及 智能制造云和工业智联网两大支 撑系统集合而成。

最后,周院长对中国智能制 造的发展提出建议。未来20年, 我国的智能制造发展总体将分成 两个阶段来实现。第一阶段,到 2025年: "互联网+制造"—— 数字化网络化制造在全国得到大 规模推广应用, 在发达地区和重 点领域实现普及;同时,新一代 智能制造在重点领域试点示范取 得显著成果,并开始在部分企业 推广应用。第二阶段,到2035 年: 新一代智能制造在全国制造 业实现大规模推广应用, 我国智 能制造技术和应用水平走在世界 前列,实现中国制造业的转型升 级;制造业总体水平达到世界先 进水平, 部分领域处于世界领先 水平,为2045年我国建成世界



周济荣誉理事长作报告

领先的制造强国奠定坚实基础。 在推进智能制造的进程中,要坚 持"五个坚持"的方针。一是要 坚持创新驱动; 二是要坚持因企 制宜; 三是要坚持产业升级; 四 是要坚持建设良好的发展生态; 五是要坚持开放与协同创新。

雷凡培董事长作了"以智 能船舶引领全球海事业高质量发 展"的报告。他首先介绍了智能 船舶的概念,并对智能船舶的现 状以及为什么要发展智能船舶进 行了阐述。依据国家统计局的数 据分析, 船舶业与工业体系其他 部门的关联面达80%以上,根据 联合国 2017 年海运报告, 航运 业承担了全球货运量的80%以上, 是国际贸易和现代经济的重要支 撑。船舶的安全性、经济性、环 保性一直是海事业关注的焦点。 智能船舶作为庞大移动的数据载 体能够为船舶设计、配套、建造、 航运以及港口物流等相关的产业 提供丰富的数据资源,基于数据 的积累、分析、挖掘与应用服务, 将带动全球产业链的整体竞争力 的提升,同时带来未来的商业模 式的变革和机遇。



雷凡培董事长作报告

2015年中船集团启动了智能 船舶"大智"号的研制,"大智" 号成为全球首艘通过英国劳氏船 级社和中国船级社认证的船舶, 入选 2017 年中国智能制造十大 科技进展。面向数据的采集、分 析与应用需求, 中船打破常规船 舶各分立系统信息故道,实现了 "大智"号全船主要系统和设备 的信息汇集与共享。"大智"号 的成功实践验证了我们发展思路 的正确性, 也证明了智能化在提 升船舶整体效能的巨大潜能, 随 着智能技术在海事应用范围和深 度的不断扩大方面,这股潜能将 会加快释放,极大地推动海事业 的高质量发展。基于智能船舶数 据驱动的价值创造,海事业要实 现高质量发展,需要进一步从以 下两个方面开展工作:纵向智能 化, 即从智能船舶拓展到船舶设 计、制造、配套、服务等环节, 建立全生命周期的智能制造的生 态体系:横向智能化,从船舶工 业拓展到航运、物流、港口等相 关产业,建立健全产业链智能制 造的生态体系。

海尔家电产业集团副总裁



陈录城副总裁作报告

陈录城作了"智能制造 换道超 车——海尔 COSMOPlat 创新与实 践"的报告。海尔基于新一代智 能制造,思考企业如何转型:一 是由原来的大规模制造转为大规 模定制; 二是消费者由原来普通 的购买者转型为全流程参与的终 身用户,由此创建了COSMOPlat 平台。平台的核心是大规模定制 模式, 颠覆了传统的工业体系, 具备三个鲜明的特征: 一是全周 期,由原来的产品生命周期转型 为用户的全生命周期, 创造用户 的终身价值; 二是全流程, 目前 七大节点, 实现了和用户零距离 的互联互通; 三是全生态, 全球 资源在这个平台上共创共赢。

美国欧特克公司制造业行业 总监 Sean Manzanares 作了题为 "打破智能设计与制造的边界" 的报告。36年前,AUTODESK第一 次在机械设计行业中引发了一场 颠覆性的变革,我们以 AUTODESK 的机辅设计软件产品为荣,并且 一直以来, AUTODESK 都是机辅设 计的引领者和行业的佼佼者。生 产的模式已经发生了巨变,并且 变化还在不断地加速。而这些过



Sean Manzanares 总监作报告

去用二十多年才有的变化在未来 几年就会被颠覆掉。如现在机械 化的生产,有搬运、有组装,机 械化的生产或者机器智能的生产 变得越来越主流。智能设计和制 造正在进行深度融合。智能制造 对制造业的影响有两个方面:一 是产品实现了更高更好的性能, 改变了现有的竞争局面: 二是加 速了产品上市的速度。

美国密西根大学科研副校 长、美国工程院院士、中国工程 院外籍院士S. Jack Hu作了题为 "基于大数据方法的智能制造" 的报告。工业物联网推动制造业 的发展,可通过机器、工厂和企 业之间的互联,连接不同的层次, 这些连接能产生大量的数据。利 用这些数据改善制造。对于数据 的使用需要新的方法——数据科 学。不仅要用传统统计学的方式 来处理数据, 更要理解数据如何 支持制造。对于制造机器当中的 互联,包括企业之间的互联创造 了很多的数据,这些数据可以反 过来进一步改善制造。工业互联 网有越来越多的数据被挖掘出 来,运用到生产流程之上,也可



S. Jack Hu 院士作报告

以应用到实体车间和企业中。通 过数据判定整个生产过程的特 性,从而进行更好的监测和控制, 更好的为决策提供一些基础和参 考, 计算出对系统或者生产在成 本上、效率上非常好的优化,让 制造性能更好,减少人力物力的 成本。

德国菲尼克斯(中国)投 资有限公司总裁顾建党做了题为 "打造智能产业生态、助力企业 数字化转型"的报告。他提到, 过去的三到五年不仅是中国智能 制造和制造业数字化转型的历史 性时刻,也是数字化或信息化快 速变化的时刻。今天我们所讲的 IOT, 是将一切物理的世界与数 字化的世界连接起来,这让任何 一个企业的转型或发展都发生了 根本的变化。中国互联网转型在 五至十年间经历了飞速的变化, 对于制造业来讲,不应仅仅活在 互联网的焦虑里,应该在移动互 联网转型的过程中看到产业巨大 变化对其产生的影响。制造业+ 互联网转型不能仅仅看到数字化 或互联网化,要理解核心的信息 技术、工业技术、智能技术对企



顾建党总裁作报告

业可持续发展的根本意义,以及 对制造能力、制造竞争力带来的 影响。中国制造业的引领者一定 要深刻理解信息技术、工业技术、 智能技术这三个层面的技术,以 及对企业未来转型根本性的价值 诉求。

美国佐治亚理工学院教授、 制造研究院院长,美国国家制造 与材料委员会主席 Ben Wang 作 了题为"智能制造'新视角'" 的主旨报告。他认为,制造主导 创新模式。首先是以网络为核心, 网络是任何未来企业的核心,来 自于各个方面的数据将会成为企



Ben Wang 教授作报告

业的血液。其次是使用新材料, 比如生物材料和轻量型材料,以 及纳米材料和纳米制造技术; 然 后是大规模个性化生产, 最典型 的是增材制造或 3D 打印。最后 是制造向服务的转型,制造和服 务之间的融合已成为非常重要的 发展趋势。

未来柔性、敏捷度和灵活度 是制造业的发展主流。数据变革 和设计合成不断地发展,尖端的 原材料、变革计算机颠覆性的计 算能力,都能增强我们的实力, 能够面对未来变化提出更好的解 决方案。智能制造是一个多元系

统,未来二三十年这个系统将是 超高级的系统,有以下几个方面 的特征: 一是数据线索和数据孪 生: 二是整体供应链变得更加透 明,更加可视化,如西门子、GE 等集团,都有母公司和子公司, 未来的制造流程或者制造过程也 会变得越来越多元化; 三是更加 具有创新性的材料、高科技的维 度、高科技的劳动力和新型的商 业模式,都是未来的大势所趋。

会后,中国机械工程学会常 务副理事长张彦敏、副理事长兼 秘书长陆大明陪同路甬祥荣誉理 事长、苗圩部长、怀进鹏书记参 观了2018中国(北京)国际工 业智能及动力传动与自动化展览 会。

智能制造国际会议是中国机 械工程学会发起策划并承办的系 列国际会议,2013年首次举办, 今年是第六届。从2013年 "新 工业革命与增材制造",到2014 年 "创新驱动智造未来",到 2015年"工业 4.0 和中国制造 2025", 到 2016年"携手推进 智能制造",到2017年"智能 制造一数字化工厂",再到2018 年 "新一代智能制造",会议 紧密跟踪智能制造前沿科技,引 领行业发展趋势,交流企业智能 制造案例,在拓展与会者的感知、 理解、执行和学习能力的同时, 促进了智能制造领域的科技创 新。皿



路甬祥院士、苗圩部长、怀进鹏书记参观展会

第十二届中美工程技术研讨会

——新一代人工智能与先进制造论坛在京召开

2018年5月18日,第十二 届中美工程技术研讨会(以下简 称中工会)论坛在北京召开。此 次论坛由中国工程院、国家外国 专家局、美国机械工程师学会主 办,中国机械工程学会承办。科 学技术部副部长、国家外国专家 局局长张建国,中国机械工程学 会理事长、中国工程院院士李培 根,美国机械工程师学会理事长 Said Jahanmir 致开幕辞。中国 机械工程学会常务副理事长张彦

敏主持了论坛开幕式。

论坛中, 中美两国工业界、 学术界和政府部门代表约 250 人 围绕两国人工智能与制造业发展 战略与举措、人工智能与制造业 融合创新所带来的机遇与挑战、



论坛现场



张彦敏常务副理事长主持开幕式

张建国副部长致辞



李培根理事长致辞

新一代人工智能关键技术的最新 发展与应用等话题互动交流、深 入探讨, 分享中美两国在智能制 造方面的应用、理念与心得,探 讨智能制造业与创新的发展趋 势。

张建国副部长在致辞中表 示,论坛主题紧紧围绕十九大报 告中关于加快建设制造强国,加 快发展先进制造业的现实要求, 是促进传统产业优化升级, 瞄准 国际标准提高水平的有力措施。 希望本届论坛一如既往地发挥平 台优势,增强产业化发展与国际 人才交流的联系, 共商、共建、 共享并优势互补, 引领更多的国 内外专家建言献策,参与中国的 发展实践,分享中国的发展成果。

李培根理事长在致辞中说, 新一代人工智能技术与先进制造 技术的深度融合,形成了新一代 智能制造技术,成为了新一轮工 业革命的核心驱动力, 正在形成 推动经济社会发展的巨大引擎, 将对人类经济发展、生活质量和 国家安全等方面产生深刻影响。 因此,本次论坛以"新一代人工

智能与先进制造"为主题,希望 与会的中美代表能开展深入交流 研讨。

Said Jahanmir 理事长致辞 时指出,人工智能与先进制造这 个主题和我们的新技术领域紧密 相关。随着数字工程的发展越来 越明显,人工智能将对人类生活 与生产的各行各业的未来产生深 远的影响。希望这个论坛作为一 个非常重要的平台, 能够让工程 师、行业领导人、教育者、政策 制定者等积极参与交流, 共享信 息,促进合作,以更好地应对未 来。

中国机械工程学会理事长李 培根教授代中国工程院院长周济 院士,以《走向新一代智能制造》 为题,做了第一个主旨报告。报



Said Jahanmir 理事长致辞

告介绍了智能制造的三个基本范 式: 数字化制造、数字化网络化 制造——"互联网+制造"、数 字化网络化智能化制造——新一 代智能制造,并提出基于这三个 基本范式次第展开、相互交织、 迭代升级的特征,推进制造业智 能转型应采取"并行推进、融合 发展"的技术路线。

美国机械工程师学会理事长 Said Jahanmir 教授做了题为《人 工智能的潜在方向》的主旨报告。 报告阐述分析了人工智能在美国 制造业、机器人、移动交通、清 洁能源以及生物工程等领域的应 用与积极影响,指出要处理好工 程和数字化之间的关系, 呼吁工 程界领导者在标准、教育与认知 方面做出努力,以更好地迎接人



李培根院士做报告



Said Jahanmir 理事长做报告



Richard Liu 教授做报告



袁烨教授做报告

工智能所带来的变革性的机遇与 应对人工智能颠覆性的挑战。

美国机械工程师学会会士、 普渡大学教授 Richard Liu 做了 题为《未来制造业中的人工智能》 的主旨报告,从人工智能在制造 业发展中研究驱动、技术驱动、 价值驱动、商业驱动到成功驱动 的角度,阐述了20世纪到今天 人工智能发展进化的不同历史阶 段,以及不同时期的概念与目标, 并分享了成功的案例以及可吸取 的教训。

在"人机协同增强智能"的 专题演讲中, 华中科技大学袁烨 教授代丁汉院士做了《共融机器 人理论与技术》的报告,介绍了 共融机器人的内涵: 能够与作业 环境、人和其它机器人自然交互、 自主适应复杂动态环境并协同作 业的机器人,并从结构、感知和 操作系统这三个层面阐述了共融 机器人的研究内容。报告还与听 众分享交流了机器人应用、智能 制造和人工智能结合、人工智能 和传统制造结合起来的一些研究 与合作项目。

来自美国AvatarMind公 司的创始人、执行总监John Ostrem 先生做了题为《社交机器 人中的人工智能》的报告,介绍 了社交机器人的特征: 它有能力 通过语言、视觉、动作、情感进 行互动,给人类提供陪伴、娱乐、 教育、安全、监测等的社会服务; 同时它能够从环境学习并且适应 环境。报告认为,社交机器人是 一个独特的平台,需要高水平的 人工智能但不仅仅是人工智能技 术的应用,并对社交机器人及人 工智能的发展未来进行了展望。

在"大数据驱动知识学习技 术、智能制造云服务平台"单元 里,华为网络产品线首席产业规 划专家,边缘计算产业联盟需求 与架构组主席史扬先生以《边缘

计算参考架构 2.0》为题,从工 业视角、产业的视角,介绍了华 为ICT厂商智能制造在行业数字 化转型中所做的工作, 以多视图 呈现了边缘计算参考架构 2.0 机 器设计理念,并分享了华为在边 缘计算领域的商业实践和产业贡 献以及整个边缘计算产业发展进 展。报告同时呼吁开放合作,推 动商业成果的转化。

来自GE全球研究部门首席 专家 Peter Tu,做了《人工智能 的个人化模式》的报告,介绍了 GE 的视频分析框架研究工作,认 为随着新的传感器、计算设备和 算法范式的出现, 计算机视觉技 术将对工业和社会产生深远的影 响。希望通过运用计算机视觉和 人工智能技术,进一步控制现有



John Ostrem 先生做报告



史扬先生做报告



Peter Tu 先生做报告



朱建青先生做报告



Amip Shah 先生做报告



王德成副理事长主持专题报告与讨论环节



Raj Manchanda 先生主持专题报告及讨论环节



林雪萍先生主持专题报告及讨论环节

的系统推理和预测模型, 在认知、 发明与解决问题方面进一步走向 智慧,并应用到健康医疗、加工、 制造, 以及智能城市的环境中, 解决一些真正的基础问题。

在"企业智能系统集成应用、 智能制造新模式"单元里,立达 纺织仪器有限公司中国区产品副 总裁朱建青先生以《纺织工业的 数字化转型》为题,指出中国是 世界上最大的纺织品生产国和出 口国, 纺织行业也面临着产业转 型的巨大的挑战, 纺纱是纺织行 业的一个重要分支。报告以立达 纺纱系统解决方案为例, 介绍与 分享了一些纺织领域的现代技术 和先进理念,展示了当前纺纱领 域先进的设备和自动化技术,数 字化工厂案例,智能化管理解决 方案,并对未来纺纱智能化工厂 进行了展望,为传统制造业如何 改造升级提供了参考借鉴案例。

美国 Comfy 公司副总裁 Amip Shah 先生做了《智能化与个性化 的工作场所》的演讲,介绍了其 创业公司研发的一个领先的工作 场所应用程序, 其连接人、地方 和系统,通过多样的交互作用, 以创造舒适的工作场所。该程序 还不断地学习如何优化建筑物的 能源使用、空间利用和员工产品, 目前在建筑业取得了一定的应 用。报告通过阐述人工智能技术 的应用对数字化的工作空间的塑 造与改善,展示了其流动性/物 联网、机器学习、个性化和可持

续性这四个颠覆性的趋势。

论坛的专题报告与讨论环 节由中国机械工程学会副理事长 王德成教授、美国机械工程师 学会先进技术业务开发主任 Raj Manchanda 先生、中国机械工程 学会知识服务中心副主任林雪萍 先生主持。

论坛期间与会代表的积极 反馈与讨论, 启发了很多未来值 得中美同行共同研究与探讨的问 题。最后 Said Jahanmir 理事长 和张彦敏常务副理事长做了论坛 总结。本次论坛密切联系工程技 术前沿,同时体现了学科融合、 创新共享、互利共赢的趋势与精 神。∭















