

2017 制造更智能评论

【译者按】2017年11月，英国商业、能源和工业战略部发布《2017制造更智能评论》报告。该报告是英国制造技术中心（MTC）受英国政府委托，由英国西门子总裁梅尔牵头，联合200多家企业、著名高校和投资者参与完成的。报告指出，英国面临工业数字化的巨大机遇，但存在工业数字化技术应用水平低、创新资源利用率低、缺乏有效领导等三个方面的突出问题。在此基础上，报告提出加快工业数字技术创新应用、加强人才教育培训、加强组织领导、破除技术采用障碍等建议。赛迪智库装备工业研究所对该报告进行了编译，期望对我国有关部门有所帮助。

【关键词】工业数字化技术 智能制造 机遇 障碍 建议

本报告是对 2017 年 1 月英国政府发布的《工业战略绿皮书》中“让制造更智能”部分的总结和评论。报告指出，英国工业部门正积极响应政府号召，深入挖掘工业数字化技术(Industrial Digital Technologies, IDTs)的潜力，提高制造业生产效率和发展速度。报告还提出了一系列建议，确信如果英国政府采纳了这些建议，那么到 2030 年英国有望成为全球第四次工业革命的领导者。否则，英国工业不仅无法应对目前已存在的挑战，还会错失率先应用颠覆性技术的战略机遇。

一、工业数字化概述

(一) 工业数字化基本概念

工业数字化是指数字工具和技术在工业企业价值链中的应用。IDTs 涵盖人工智能、物联网、机器人和数据分析等诸多技术，是推动第四次工业革命的关键技术力量。将 IDTs 应用到生产和物流中，将推动企业形成新的商业模式、加速产品推向市场、整合和强化供应链、显著提高生产效率。IDTs 具有颠覆性，将迫使企业建立以客户为中心的商业模式，通过大规模定制为用户提供个性化产品和服务。

(二) 工业数字化带来的机遇

在制造业领域应用 IDTs，可以在未来十年内使生产效率提高

25%以上，扭转英国生产效率停滞不前的局面，带动高薪、高技能、高附加值的就业。IDTs能够改善工业生产的资源效率，有望为英国节约资源费用100亿英镑，并借助全新的解决方案，如改善电网管理等，创造20亿英镑以上的价值。IDTs还能为英国带来更具弹性的供应链，有效应对日益频发的资源供应危机，在英国脱欧这一大背景下，令英国工业体系拥有长期的可持续性。IDTs的应用还可为英国工业创造了一个全新的充满活力的技术投资市场，能够不断吸引外资。

相关研究发现，未来十年，通过应用IDTs和加速创新，有望为英国制造业带来高达4550亿英镑的综合效益，使英国制造业年增速提升1.5至3个百分点，保守估计，能为整个英国经济带来17.5万就业岗位，并降低二氧化碳排放4.5个百分点。总之，到2025年，英国工业生产率将提升25%以上。

（三）工业数字化带来的威胁和挑战

过去20年间，尽管多数发达国家或发展中国家制造业在经济中的占比都有所下降，但英国的下降比例尤其突出，从1990年的近20%下降到2015年的10%。近年来，英国制造业产出尽管相对稳定，但仍低于经济衰退前的2007年。数字化有望扭转这一趋势，但同时也存在一些风险和挑战：

1、对竞争力构成威胁

一些国家正在积极采取行动，培养本国的工业数字化领域的领导者，并全力推动 IDTs 的早日应用，从而对英国制造业的竞争力构成威胁。客户需求的不断变化，要求制造商必须具有足够的灵活性，在保持较低成本的同时，同时生产小批量和大批量产品。数字化已迅速成为具有竞争力企业的基本标准。为赢得更多的商机，制造商必须实现数字化转型。否则就有被竞争日益激烈的市场淘汰出局的危险。

2、对劳动力技能的要求

2015 年，世界银行发布报告指出，2013-2017 年英国需要新增 74.5 万名拥有数字化技能的劳动者。此外，制造业数字化有可能导致一些工作岗位的消失，这一问题引起了公众、政府部门和产业界的普遍关注。根据美国的一项研究，自动化将危及高达 47% 的现有工作岗位。关于数字化的影响，较为乐观的预计是可以创造新的工作岗位，但主要威胁在于，面对未来的工作需要，英国制造业劳动者能否具备新的数字化技能。

3、引发网络安全问题

通过互联网、移动设备和云端的无缝对接的数字化通信为制造商带来众多便利，但同时也引发了安全风险。思科 2017 年网络安全报告明确指出，制造业尤其容易受到网络安全的威胁，原

因在于：传统设备或工业物联网装置很少考虑安全因素；信息技术与操作技术之间存在着差距；不同架构设备的互连增大了风险；培训、工艺和流程文件的缺失导致无法进行清晰的责任划分；以及无法进行风险评估。许多大型制造企业正采用多层次安全措施，以确保免于安全威胁。然而，所有生产企业都必须认识到，必须迅速行动，改善安全基础设施的质量，以应对日益频繁的网络攻击威胁。

4、对数据与隐私保护构成威胁

数据是数字化时代的硬通货。制造业产生的数据量超过其他许多行业部门。无处不在的传感器意味着，制造商无论大小，都能生成并获得大量的数据。然而，随着企业间越来越多的信息通过电子方式进行分享，并存储在不同地方，确保决策信息的准确性和时效性成为巨大挑战。隐私也同样面临更大的挑战。尽管所有企业都希望保守企业信息秘密，但随着价值链越来越通过数字化整合，之前只有某些机构才拥有的信息，现在其他企业也更容易获得。因此，制造商对未经授权的信息泄露给其他方的风险，表达了更大的关注。

5、侵犯知识产权

对某些企业来说，知识产权构成其价值的 80% 以上，是企业竞争力的重要因素。盗版者把目光瞄准这种高价值目标，数字化

令这种风险大增。因为知识产权以数据而非实物的形式存在，一旦丢失就很难重新找回。此外，随着先进的 3D 测量、数字建模和快速原型制造技术的发展，不仅加快了产品和工艺开发速度，也便利了逆向工程、克隆和仿制产品的生产。制造商应在网络安全策略中增加知识产权保护这一内容。

二、英国在工业数字化中面临的机遇

英国拥有的各种优势使人们对抓住工业数字化这一机遇充满信心。在数字化应用于产品设计和制造方面，英国兼具高端研发和表现优异产业的双重优势。如航空航天产业不仅支持数字化发展，还采用了增材制造、协同机器人、人工智能、数据分析、虚拟现实与增强现实等技术，必将重新定义工业数字化革命。英国也是应用数字化实现制造业可持续性发展的领导者，联合利华、德比丰田、英联糖业以及许多初创企业便是明证。在食品和饮料行业，英国被视为物联网冷链监控系统以及食品安全和可追溯系统的全球领导者。埃森哲 2015 年的一项研究表明，英国的能源及制药企业都是行业数字化领军企业。此外，英国在可再生能源等核心基础设施领域也进行了大量投资。

英国在数字技术方面拥有明显优势，在人工智能、区块链和增材制造等工业数字化领域拥有充满活力的创业生态系统。如英

国拥有欧洲最强大的人工智能和机器学习市场，在这一领域的中小企业数量超过 200 多家。英国拥有一批成功科技企业，吸引了外商直接投资，其中包括：ARM 控股、魔力马驹（Magic Pony）、天巡（Skyscanner）以及 SwiftKey 等。同时，英国的金融科技领域也吸引了大量投资并创造着巨大收益。然而，英国尚未将快速增长的数字技术应用于工业领域。这一状况亟待改变。报告认为工业数字化技术为英国的工业经济提供了重要机遇。

（一）IDTs 是否提高生产率

1、有关生产率的难题

生产率是一个国家生活水平的最重要决定因素。2015 年英国工人的附加总值比七国集团平均水平低 19%，相比美国、法国低 29%，比德国低 36%。受投资水平低、利率水平低以及产出下降等因素影响，英国的生产率尚未恢复到 2008 年危机前的水平。英国 75% 的企业生产率水平低于平均水平，三分之二的英国劳动力受雇于效益不佳的企业，而高绩效企业和低绩效企业之间存在较大差距。英国 63 个城市中，只有 6 个城市的生产率高于欧洲平均水平，而超过半数（38 个）的英国城市属于生产率最低的 25%。如果 75% 的企业一旦解决了生产率低下问题，每年将创造出约 1300 亿英镑的附加值。

2、制造业对英国经济仍举足轻重

尽管过去 20 年英国制造业的占比有所下滑,但仍占全球制造业产出的 3% (相比之下,德国为 9%, 美国和中国为 19%), 占英国经济总量的 9.8%。当前,英国仍是全球十大制造业国家之一 (2017 年, 第 8), 是欧盟第三大制造业国家。英国制造业直接雇员人数为 260 万, 而在整个制造业价值链中, 有大约 510 万名员工。英国 2015 年的产品出口总额达 2570 亿英镑, 占英国出口总额的 50%。在企业研发和投资中, 制造业分别占比 70% 和 14%。

3、IDTs 能否提升英国制造业的生产率

世界经济论坛研究预测,到 2025 年,工业数字化将为社会和工业将带来高达 100 万亿美元的价值。来自德国的研究估计,如果实现工业 4.0, 可以使制造效率提高 6%-8%, 而发布于 2016 年的《德国数字战略 2025》估计, 2025 年, 生产效率将提高 30%。毕马威最近对汽车行业的研究发现, 数字化不仅可以提高生产率水平 3-5 个百分点, 还可以减少停机时间 20%-35%。到 2035 年, 不良产品成本将减少 5%-12%, 库存降低 12%-20%, 可使单个行业累计获益 740 亿英镑。

IDTs 可使所有业务实现转型, 具体体现在: 一是提高劳动和资源生产率; 二是减少机器停机时间, 提高资产利用率; 三是降低维护成本; 四是减少库存; 五是降低质量成本; 六是增加预测的准确性; 七是缩短上市时间。

（二）工业数字化对就业的影响

英国目前的就业率处于历史高位。失业率为 4.3%，处于近 40 年来的最低位，其中，16-64 岁人群的就业率为 75.3%，创 1971 年以来的最高记录。2015 年世界银行报告称，2013-2017 年，英国需要 74.5 万名具备数字技能的员工，近 90% 的新职位要求具备某种数字技能。英国 IDTs 的应用将提高企业生产率和效益，使其能支付更高的薪酬，从而对其他经济领域带来叠加效应。竞争力的提升将推动经济增长、销售额增加、出口扩大以及由此带来的就业率提高。生产率的提高将弱化低薪酬经济体的成本优势，鼓励企业回流本土市场。随着新岗位的出现，新的服务业岗位也将会出现，数字化技术将创造薪酬更高的就业岗位。此外，IDTs 将延伸而不是取代现有工作岗位，从而形成一个更具成就感和更安全的工作环境。

数字化将创造新的就业机会	
新岗位	新技术的引入带来了新的数字技术岗位。几个世纪以来，技术一直在催生新的岗位。
增长	因生产率和竞争力的提升，赢得了更多业务，因此需要更多的工作岗位以满足日益增长的需求。
回流	数字化使本地化以及更灵活的制造方法在经济上成为可行，而更短的交货时间也使企业更加贴近市场。就业机会将从劳动力成本较低的国家回归英国。
供应链	供应链中存在叠加效应，行业每诞生一项新职业，都将为整个供应链的产品供应商和服务提供商创造多个工作岗位。

服务化

数字化使服务化模式得以实现，产品以服务的形式出售并具有性能保障。除制造业岗位外，数字化还创造了更多的服务岗位。

图 1 数字化将创造新的就业机会

1、IDTs 将创造新的就业机会

数字化将提高生产效率进而提高资本回报率，并将带来二次投资和税后利润增长。二次投资还将创造新的就业机会。此外，数字工业化技术还将在新的服务商业模式中提供就业机会。罗尔斯·罗伊斯公司的“按飞行小时计算的包修合同”商业模式便是典型示例。

各种研究表明，自动化和就业之间存在正相关关系。欧洲经济研究中心研究指出，1999-2010 年，欧盟 27 国由于信息化增加了 1160 万个工作岗位，这表明数字化所创造的就业机会抵消了其对就业的负面影响。该研究还发现，尽管技术变化导致日常工作岗位减少了 960 万个，但由于产品需求的增加所导致的溢出效应，最终却增加了约 2100 万个工作岗位。2016 年 7 月，为了解自动化和数字化对未来两年员工人数的影响，万宝盛华采访了来自 43 个国家 6 个行业的 1.8 万多名雇主，发现 83% 的雇主计划维持或增加员工人数，只有 12% 的雇主打算减少员工人数。

波士顿咨询集团围绕技术对德国经济的影响进行建模，发现

就业的增长取决于工业 4.0 技术的应用率。在技术、机器人和信息化普及率达到 50% 的情况下，装配和生产类工作岗位将减少约 61 万个。但是，新创造工作岗位 96 万个，净增岗位达到 35 万个。其中，信息技术和研发部门新增岗位 21 万个。此外，普华永道通过分析美国劳工统计局的数据发现，机器人技术密集型制造业就业占劳动力总量的 20%，几乎是其他制造行业安装维护和维修人员的两倍，且薪酬也相对较高。德勤总结称，“尽管数字化技术可能导致英国 80 多万个低技能岗位的流失，但有充分证据表明，它创造了近 350 万个新的高技能岗位。”

2、IDTs 将创造高薪岗位

随着企业越来越多地应用 IDTs，企业将对这些技术以及拥有相关技能的劳动者产生巨大的需求。德勤估计，与低技能岗位相比，高技能岗位平均每年多收入 1 万英镑以上，这为英国经济带来 1400 亿英镑的增长。“科技行业”占英国经济的 6%，估计该领域人均年薪达到 91800 英镑，远高于英国平均水平。“英国科技城”估计，数字行业创造就业机会的速度比其他经济部门快 2.8 倍，现在已提供了 156 万个就业机会。

3、IDTs 将改变工作性质

自动化将不可避免地淘汰一些工作岗位。然而，这种影响并不像某些人预测的那么大。麦肯锡的一份报告发现，由于自动化，

对涉及简单、重复、可预测任务的岗位需求将会减少。但与认知及互动有关的岗位被淘汰的可能性很小。事实上，自动化和数字化的应用与人力资源的增长同步进行，并将提高生产率水平和劳动质量。自动化的重点是替代了工作任务，而并非替换工作岗位。国际机器人联合会认为“机器人能代替劳动，但不能取代工作。只有不到 10%的工作能实现完全自动化。越来越多的机器人被用来补充和增加劳动力，这对就业和工作质量具有积极的综合影响。”

IDTs 将对劳动者带来积极影响。IDTs 能减少事故，并避免让人暴露于恶劣的环境中，使工作场所更加安全。同时，此类技术还能替代单调重复的任务从而提高工作满意度，并通过提高精度和重复性提高产品的产量和质量。但是，人类的判断和决策能力仍将是工作的核心内容，未来，65%的当代小学生将会从事目前尚不存在的工作。

4、IDTs 将促使工作岗位回流

人们对数字化和自动化的投资降低了低成本劳动力的竞争优势。这意味着低成本地区外包的吸引力将会下降。这使企业能够将业务转向靠近重要市场。例如，数字化、自动化以及 3D 打印等相关技术实现了制造业重心从大规模生产向本地化的转移，而定制和灵活生产将取而代之，选择贴近市场建立工厂将成为明智之举。随着低碳化需求的增长，这一趋势将进一步加强。

5、IDTs 为英国就业带来的综合影响

为评估 IDTs 对英国就业的影响，本报告采用波士顿咨询集团对德国经济分析方法，对英国制造业情况进行了建模。分析表明，在大多数情况下，IDTs 的综合影响是增加就业，在经济增长 1%、工业数字化技术应用率达到 50% 的情况下，将产生以下影响：

表 1 IDTs 对就业的综合影响

被取代的岗位	-295, 000
经济增长带来的新岗位	+370, 000
新增岗位	+100, 000（信息技术、数据分析、研发）
综合增加	175, 000

随着英国脱欧，英国将完全暴露于自由市场的竞争压力之下，为实现生存，企业需更加重视提高生产效率。否则，企业将无法自立更生，并使整个英国工厂以及与之相关的供应链和服务面临风险。因此，对就业的最大威胁不是自动化，而是无法保持竞争力。

三、阻碍英国实现工业数字化的因素

（一）IDTs 应用水平低

目前，英国工业普遍缺乏对应用 IDTs 潜在价值的认识，仅有 8% 的制造业企业能够及时跟踪工业数字化最新动态，企业在 IDTs

方面不仅不能得到有效帮助，而且没有可供示范的案例。特别是中小企业，不仅缺乏相关咨询信息、专业知识、技能培训和战略规划，而且缺乏网络安全保障、相关技术互联互通标准以及资金支持等，从而难以实施适应工业数字化的组织变革。此外，英国目前的技能培训体系各自为政，教育与行业之间缺乏系统性整合，致使数字工程技术人员出现明显短缺。因此，英国制造业的 IDTs 应用水平较低，仅位列欧盟数字强度指数（DII）第 14 位、数字转型指数第 11 位，受此影响，英国的整体生产率已落后于大多数发达国家。

（二）创新资源利用率低

英国在研究和创新方面处于领先地位，具有世界顶尖的高校和研究机构，也已开始建立各类基础设施以推动技术成果产业化。然而，目前并未对 IDTs 初创企业形成有力支撑。由于缺乏有效协同，英国工业领域重复研发问题突出，产学研结合也存在不畅，大学和研究成果很少能转移到制造业，研究人员也难以直接参与工业活动，无法帮助行业发现新的商机。为迎接第四次工业革命，英国有必要像欧盟那样，建立数字创新中心，从而让所有参与方聚集在一个特定区域，并建立一套连贯协调的服务体系，这不仅可以帮助那些在数字化过程中遇到困难的企业，而且可以加强与中小企业沟通，了解它们的真正需求，从而使企业

能找到合适的技术解决方案，进而提升企业竞争力。

（三）缺乏有效组织领导

英国在数字化应用方面拥有前沿的研发能力和一些全球一流的行业，但是，在快速开发和应用 IDTs 方面，英国已具备了哪些优势，能给英国工业乃至整个英国社会带来哪些重大机遇，尚未形成清晰的认识。对于 IDTs 的应用，英国企业缺乏数字文化、人才和清晰的数字化运营愿景，不仅缺乏诸如德国“工业 4.0”、美国“工业互联网”、中国“中国制造 2025”等国家级的品牌战略以及统一的组织领导机构和工业数字化推广活动，而且对于工业数字化技术相关市场信息的梳理也显得混乱不堪，这使得英国的优势并未得到国际认可，不仅不能吸引潜在的外来投资，而且不利于激励当前和未来的劳动者。此外，英国虽然拥有许多世界一流的研究中心和“弹射中心”网络，但由于缺乏有效的协调和技术融合，相关能力支离破碎。

四、业界和政府应紧密合作应对各种挑战

（一）构建高效、清晰的生态体系，加快 IDTs 的创新和推广

英国应立即行动起来，抓住 IDTs 的发展机遇，向各行业推广相关技术，解决好如下两个问题：一是鼓励更多的初创企业进

入 IDTs 市场，培育新技术企业；二是推广有利于生产率提高的 IDTs。考虑到中小企业应用 IDTs 的难度更大，因此相关的支持政策应适当向中小企业倾斜。推进制造业数字化不可能一蹴而就，需要 5 至 10 年甚至更长的时间，因此 IDTs 的推广应用是一项长期工作。

构建更加高效、清晰的数字生态体系，以加快 IDTs 的创新和推广。一是实施新的国家推广计划，推动中小企业的 IDTs 应用；二是创建一批数字创新中心，展示 IDTs 的巨大应用潜力；三是实施大型数字化改造示范项目，解决特定领域和跨行业的各项难题；四是整合相关研究机构的数字化人才，使英国成为 IDTs 研发的全球领导者。

（二）提升百万工人的技能，满足 IDTs 的应用需求

影响英国成为全球 IDTs 领导者的最大障碍是数字化人才缺乏。因此，产业界和政府的当务之急是携手提升现有劳动力队伍的技能水平，包括：扩大投资并加快技能人才培养；理清未来的技能需求；加强相关技能的高质量培训；创建灵活的技能发展体系，以应对快速变化的市场需求；为从业人员创建一种终身学习的文化和更清晰的职业发展道路。

未来 5 年，通过与相关研究机构合作，对百万名工人进行技能培训和再培训，并出台相关政策适当向中小企业的工人倾斜。

为此要充分利用编程研究机构、未来技术研究机构、英国大学教育计划、国家再培训计划、学徒计划、高等教育体系、结合地方和国家能力的其他机构培训计划等现有的培训设施和能力，开发新型技术和职业教育体系。

（三）激发英国的新一轮工业革命，展示成为全球 IDTs 领导者的雄心

由政府和产业界共同组织开展全国性的大型宣传活动，让人们认识到 IDTs 对工业转型的重要意义，纠正 IDTs 成本高、风险大的错误认识，并用“在繁荣的经济中获得高质量工作”的愿景来鼓舞劳动者。主要目标包括：一是使更多的制造业中小企业能够获得发展中心的支持；二是使更多的制造业中小企业能够获得研究、创新和孵化中心的支持；三是促进 IDTs 的应用推广，尤其是在小型企业的应用；四是提升英国在制造和工程领域的整体形象；五是提升英国品牌在国际投资者和合作者心目中的地位。

（四）多措并举，破除 IDTs 应用的主要障碍

制定标准。针对新兴数字化行业，实施标准研制计划，以提升 IDTs 的互操作性。标准的制定可提升信心和保障能力，有效促进 IDTs 的应用推广。该计划由英国标准化协会牵头，与产业界、研究机构、政府和立法机构一起制定共性和行业应用标准，并通过欧洲标准化委员会、欧洲电工技术标准化委员会、国际标

准化组织和国际电子委员会等途径将相关标准向全球推广。

财政奖励。 实施定向财政奖励计划，推动 IDTs 的研发和应用：一是提高 IDTs 投资第一年的资金补贴；二是将 IDTs 的研发纳入研发税收减免体系；三是针对特定技术进行税收减免；四是与英国商业银行一起制定政策或计划，鼓励 IDTs 的应用，对相关项目提供融资服务。

保障数据安全。 应该按照人工智能评估报告提出的“政府和工业部门合作开发数据信托的相关框架和协议，以确保交易安全和互惠”建议开展工作。

译自：*Made Smarter Review 2017, November 2017 by Department for Business, Energy and Industrial Strategy of the United Kingdom*

研究，还是研究 才使我们见微知著

信息化研究中心

电子信息产业研究所

软件产业研究所

网络空间研究所

无线电管理研究所

互联网研究所

集成电路研究所

工业化研究中心

工业经济研究所

工业科技研究所

装备工业研究所

消费品工业研究所

原材料工业研究所

工业节能与环保研究所

规划研究所

产业政策研究所

军民结合研究所

中小企业研究所

政策法规研究所

世界工业研究所

安全产业研究所

编辑部：赛迪工业和信息化研究院

通讯地址：北京市海淀区万寿路27号院8号楼12层

邮政编码：100846

联系人：刘颖 董凯

联系电话：010-68200552 13701304215

010-68207922 13910685050

传真：0086-10-68209616

网址：www.ccidwise.com

电子邮件：liuying@ccidthinktank.com

报：部领导

**送：部机关各司局，各地方工业和信息化主管部门，
相关部门及研究单位，相关行业协会**

编辑部：工业和信息化部赛迪研究院

通讯地址：北京市海淀区紫竹院路 66 号赛迪大厦 15 层国际合作处

邮政编码：100048

联系人：张滢星

联系电话：（010）88559658 18614088989

传 真：（010）88558833

网 址：www.ccidgroup.com

电子邮件：zyx@ccidgroup.com

