



数字化转型驱动可持续发展转型



目录

摘要	3
概述	4
可持续发展：看清全局	5
工业可持续发展受何驱动？	9
利用智能数据和供应链促进可持续发展	19
结论	30



摘要

企业需要密切关注未来发展动态并结合趋势制定战略计划。气候变化、塑料污染、水资源短缺等日益严重的环境问题让一成不变的经营模式不再适用。

唯有秉承可持续发展的理念，切实的制定并执行企业战略计划，才能摆脱疫情的影响，恢复正常运行。现阶段所面临的问题则是碳中和、碳达峰、废料最小化、原料回收等。

技术是帮助企业实现目标的有效手段。供应链的智能数据能让运营商根据业务的优先顺序和可持续发展目标评估绩效。更多的供应链生态信息不仅能让利益相关方解决效率低下的问题，还能制定新的解决方案，解决各种问题，形成新的、可持续性更强的工作方法。

当今全球社会面临着大量的环境问题——企业的可持续经营将是克服环境问题的关键。企业做好准备，迎接工业4.0时代的技术同样至关重要。

本文探索了工业可持续发展的不同要素、重点和趋势，以及技术和智能数据在帮助企业改进流程和提高运营可持续性方面的重要作用。





概述

现在距离实现联合国《2030年可持续发展议程》的目标已不足10年。接下来的9年将成为实现2030年可持续发展议程、提高全球可持续性和公平性的关键时期。17个可持续发展目标旨在解决可持续发展的三大支柱问题——社会、经济和环境。随着各国政府纷纷出台国家层面的政策和目标，企业和市场也致力于应对气候变化，减少碳排放，制定环境、社会和经济可持续发展目标，积极推进变革。

可供企业提高运营可持续性的战略和行动很多，其中使用智能数据和供应链的战略正日益引起各方重视。数字化转型和可持续发展的融合也得到了日益广泛的认可。

包括制造业和流程行业在内的各个行业都在进行数字化转型，充分利用智能数据，加强监控、建模和分析。通过收集、处理和分析大量的数据可以获得相关信息，从而做出更好的决策，提高业绩，取得更好的社会效益、经济效益和环境效益。最重要的是，企业通常能利用原有的数字融合战略能力，将可持续发展目标纳入公司的数字化转型计划中，在不额外增加费用的前提下，提高公司的运营可持续性。



可持续发展：看清全局

近几十年来，人们逐渐认识到人类活动对地球生态系统的影响及其后果。为了在改善人类生活条件的同时防止自然资源枯竭，保护所有生物赖以生存的自然生态系统免遭破坏，企业必须学会以更具可持续性的方式开展经营活动，也必须更密切地关注所有活动和行业所产生的深远影响。

如世界环境与发展委员会提出的那样，可持续发展是“既满足当代人的需要，又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展。”¹

环境可持续性可能是可持续发展最广为人知的一面。目前，我们急需找到适当的解决方案，修复环境生态系统所遭受的系统性的慢性破坏。可持续性和可持续发展的概念实则广泛得多，涉及社会、经济和环境三个方面。

可持续发展的三大支柱

联合国将经济、社会和环境称作可持续发展的三大支柱²。通俗的说法是“人类、地球、利润”。平衡及解决这三方面的问题，正确认识三者之间的相互联系是实现可持续发展的必要条件。

社会可持续性

可持续发展的社会支柱，其重点在于确定和管理系统、流程、企业和经营活动对人类产生的正负两方面的影响，包括社会公平正义、劳动者权益、社区发展、健康、教育、人权和社会责任等内容。企业会直接或间接地影响着员工、价值链中的工人、客户和当地社区的情况。

¹ 世界环境与发展委员会第八次会议闭幕式暨闭幕会议上的讲话，Brundtland，1987年

² 平衡三大支柱：消除贫困、保护地球和促进共享繁荣，联合国，2017年，<https://sus-tainabledevelopment.un.org/content/documents/15026T2030.pdf>

经济可持续性

可持续发展的经济支柱，其重点在于保持有弹性的长期经济增长，避免对社会和环境产生负面影响，包括就业、经济刺激、韧性、经济冲击恢复能力等问题。持续的、包容性的经济增长能推动进步，创造良好的就业机会，提高人们的生活水平。

环境可持续性

可持续发展的环境支柱，其重点在于保护自然生态系统及其功能，包括自然资源的利用、污染管理、空气质量、水质、减缓气候变化等内容。企业的所有活动，包括能源和资源的使用、废物处置以及产品和设备的使用寿命都会对环境产生直接或间接影响。

工业可持续发展的定义

工业可持续发展指工业应对环境、社会和经济方面的可持续发展挑战，作为整个可持续发展系统的组成部分进行运作的做法。



可持续发展之路

为了引导世界各国建设更可持续的、更公平的经济和世界，联合国在2015年通过了《2030年可持续发展议程》³。

《2030年可持续发展议程》概述了实现环境可持续性、社会可持续性和经济可持续性的路线图，制定了17个要在2030年实现的可持续发展目标，共包含169个要实现的具体目标以及相关衡量指标：

1. 在世界各地消除一切形式的贫穷

2. 消除饥饿、实现粮食安全、改善营养和促进可持续农业

3. 确保健康的生活方式、促进各年龄段所有人的福祉

4. 确保包容性和公平的优质教育，促进全民享有终身学习机会

5. 实现性别平等，增强所有妇女和女童的权能

6. 确保为所有人提供并可持续管理水和环境卫生

7. 确保人人获得负担得起的、可靠和可持续的现代能源

8. 促进持久、包容性和可持续经济增长，促进实现充分和生产性就业及人人有体面工作

9. 建设有复原力的基础设施、促进具有包容性的可持续产业化，并推动创新

10. 减少国家内部和国家之间的不平等

11. 建设具有包容性、安全、有复原力和可持续的城市和人类居住区

12. 确保可持续消费和生产模式

13. 采取紧急行动应对气候变化及其影响

14. 保护和可持续利用海洋和海洋资源，促进可持续发展

15. 保护、恢复和促进可持续利用陆地生态系统、可持续管理森林、防治荒漠化、制止和扭转土地退化现象、遏制生物多样性的丧失

16. 促进有利于可持续发展的和平和包容性社会、为所有人提供诉诸司法的机会、在各级建立有效、负责和包容性机构

17. 加强实施手段、重振可持续发展全球伙伴关系

越来越多的企业意识到他们可以在帮助世界可持续发展方面发挥作用，企业纷纷制定各自的可持续发展目标，以提高环境效益、社会效益和经济效益。可持续运营已经成为大家公认的提高长期收益的方法，也是满足利益相关方期望的必要条件。环境、社会和治理（ESG）报告已经是一种普遍做法。投资者、政府和消费者希望企业坚持可持续发展目标，坚持ESG实践。



工业可持续发展议程的主要议题

工业可持续发展的目标在于发掘行业和企业巨大潜力，促进社会、环境和经济的整体利益。通过管理企业的正面影响和负面影响，在运营中融入可持续发展理念，企业能帮助解决我们目前所面临的一些最紧迫的可持续性问题。

在新冠肺炎疫情大流行造成“停摆”之后，企业未来几年的应对和发展将成为提高未来可持续性的关键。新冠疫情带来了全新的特殊挑战，凸显了全球范围内存在的一系列其他问题和不公平现象，并且证明了个人、政府和企业的行为都会产生深远的影响。虽然因新冠疫情而放缓的社会效益、环境效益和经济效益的改善势头并没有达到让很多人担心的地步，但越来越多的利益相关方意识到，可持续发展的重要性达到了前所未有的程度，世界越可持续、越公平，全球经济越有韧性、越稳定，人类就越能越好地应对未来的各种挑战。

作为现代社会不可分割的组成部分，企业无可否认地与整体系统相互联系，影响着经济领域、环境领域和社会领域的平衡⁴。越来越多具有可持续发展意识的企业 and 市场开始致力于应对气候变化，减少碳排放，实现其它环境、社会和经济可持续发展目标。了解可持续发展的关键问题有助于企业确定他们与行业和运营的关系，优先实施相关流程改进，推动变革。

⁴ 新冠肺炎疫情爆发引起的企业可持续性重点变化：避免环境的社会反弹效应，Barreiro-Gen, 2020年，<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5031>

企业可持续发展战略的关键要素

企业的可持续发展战略应包括基本的长期目标和实现目标的行动方案，可以分为公司、业务和运营三级¹。

公司战略

企业战略以企业的宗旨和经营范围为重点，同时兼顾利益相关方的利益，是企业做出高层战略决策的指导方针。

业务战略

业务战略涉及特定市场和系列产品的战略决策，产品选择、竞争优势、客户满意度、新进展等决策必须符合企业定位。

运营战略

运营战略的重点在于实现企业级和业务级战略方向的资源、流程和人员的定位和结构。

企业的总体可持续发展战略是企业整体活动中同时、连贯地实现各可持续发展支柱相关目标的路线图。

企业内部的可持续发展本质上是优化各种过程，在一个高度相关的系统内平衡不同重点的问题。

¹ 制造企业的企业级、业务级和运营级可持续发展战略，Spiegel等人，2015年，
<https://escholarship.org/content/qt03j753cc/qt03j753cc.pdf>





企业的可持续发展重点

随着时间的推移，企业的可持续发展意识不断增强，越来越多的大型工业公司将可持续发展概念融入企业战略，并采取行动满足社会期望⁵。

研究表明，不同行业的企业往往有很多共同的可持续发展重点。例如，2015年对100家制造企业进行的分析发现，他们对诸多环境问题很关心⁶。

除了能耗和废弃物的产生以外，用水和碳排放问题也受到了高度关注。很多企业表示他们通过改用绿色能源、减少生产制造过程中的能源消耗和浪费、改善技术链等措施减少碳排放。但是，也有一些企业认为变革成本太高，趋向于谨慎地实行变革。

⁵ 十年可持续性报告：进展和意义，Kolk，2004年，https://www.researchgate.net/publication/233729075_A_decade_of_sustainability_reporting_Developments_and_significance

⁶ 制造企业的企业级、业务级和运营级可持续发展战略，Spiegel等人，2015年，<https://escholarship.org/content/qt03j753cc/qt03j753cc.pdf>

企业最关心的社会方面问题无疑是员工的健康和安全。企业关心的第二大社会问题是多元化问题，但不同的地理位置和背景导致企业面临不同的社会挑战，他们面对的多元化问题也有所不同。多元化问题包括女员工人数、国际员工人数、低收入家庭援助等社会问题。

另一项研究从运营的角度对工业可持续发展的关键方面进行了学术文献探讨。研究发现，社会可持续性方面关注度最高的6个主要子维度依次是工作实践和适当的工作条件、多元化和机会均等、社区关系、社会政策合规、消费者健康和​​安全以及人权⁷。同样，经济可持续性的重点是经济表现、市场表现和间接经济影响。

可持续发展与工业：新趋势

虽然如何绿色环保地从疫情造成的影响中恢复过来是2020年工业可持续发展的热点议题，也是目前的主要焦点，但仍然还有一些继续处于或正在回归前沿、或正在兴起和发展的其他趋势。

未来几年及以后的工业可持续发展议程的部分热点话题包括低碳转型、碳交易市场、循环经济概念、生物多样性、海洋和蓝色经济、工人和就业支持、未来职场培训以及技术对于可持续发展工作的关键促进作用。

低碳转型

自18世纪中叶工业革命开始以来，人类已经向大气排放了近2.5亿吨二氧化碳，导致大气中的二氧化碳浓度上升了67%。

毋庸置疑，工业界目前面临的压力是迅速减少碳排放，使运营活动产生的额外的大气碳排放水平达到零，即所谓的净零排放。事实上，《巴黎协定》要求签署国在2030年前将国家级碳排放减少50%以上，在2050年前完全消除碳排放。但是，在众多企业实现净零排放，产生的温室气体量和清除的温室气体量达到平衡之前，地球将继续变暖，这将带来严重的风险。

只有立即采取行动才能在2050年实现净零排放⁸。中国、日本、韩国、新西兰、美国等多个国家已宣布碳中和承诺。丹麦、瑞典、法国、英国等欧洲国家也已经将碳中和目标纳入本国法律。

工业部门是最大的能耗部门，全球四分之一以上的碳排放来自工业部门⁹，这表明工业部门在实现双碳目标方面大有可为。在加大减排力度的同时，人们也越来越重视“公正转型”，以维护工人的权利和依赖高排放行业的社区，为受影响的民众提供良好的工作机会和收入来源。除了众所周知的环境因素以外，公正转型本质上是为了解决脱碳引起的社会问题。

7 最先进的可持续性发展或工业可持续发展：定义、工具和指标，Arena和Duque Ciceri，2009年，https://www.researchgate.net/profile/Marika-Arena/publication/250968217_A_state-of-the-art_of_industrial_sustainability_Definitions_tools_and_metrics/links/58f86e2b-0f7e9bfcf93c1c3e/A-state-of-the-art-of-industrial-sustainability-Definitions-tools-and-metrics.pdf

8 2021年需要关注的六大可持续发展趋势，渣打银行，2020年，<https://www.sc.com/en/navigate-the-future/six-sustainability-trends-to-watch-in-2021/>

9 重塑工业运营，第三章：德国汉高的数字技术和可持续性，de Boer等人，2020年，<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/reimagining-industrial-operations>



碳交易市场

碳排放交易系统、碳税等计划可以帮助最难减少化石燃料依赖和排放的部门履行承诺，在净零排放转型的过程中发挥关键作用¹⁰。排放量较大的国家或企业可以进行碳交易，向负排放国家或企业购买碳信用额度，保持净零排放的总体平衡。另一方面，碳税通过规定温室气体排放税率或化石燃料的碳含量税率（较常见），直接设定碳价格，提高碳捕集、氢等可持续环保技术的经济吸引力。碳税与碳排放交易系统的区别在于碳税能事先确定碳价格，但不能事先确定减排结果。2020年扩大自愿碳市场特别工作组成立以后，碳交易市场得到的关注日益增加¹¹。特别工作组提倡建设一个统一、透明的单一碳交易市场，为实现全球碳中和铺平道路。

塑料、回收利用和循环经济

塑料垃圾是当代急需解决的环境问题之一。我们使用的塑料袋能够回收再利用的不足10%。每年有约800万吨塑料垃圾渗入海洋，但如果塑料不再是废物，而是成为一种有价值的可再生资源呢？科研人员正在开发各项技术，以期在闭环系统中无限回收和再利用塑料，让塑料不再成为废弃物。大规模创新可以将当前的“一次性塑料”线性经济转变成永久使用和再利用塑料的循环经济。

循环经济概念以减少、回收和再利用为核心，能减少有限资源的消耗量，延长产品和基础设施的使用时间，在产品 and 基础设施的使用寿命结束时进行回收，从而减少污染和碳排放¹²。不同于主流线性消费模式，循环模式采取的策略是回收和延长产品使用寿命¹³。减少消耗量、促进资源节约也是循环经济的核​​心。

循环经济举措正在从过去的塑料领域扩展到各种材料领域，增加了价值链中不使用有限资源的经济活动数量。相关举措包括生态设计技术、减少化学品的使用、尽量减少包装材料、优化进出境货运、改进废弃物的报废处理¹⁴。

艾伦·麦克阿瑟基金会（Ellen MacArthur Foundation）认为，印度和中国是蕴含着重要循环经济机会的两大市场。在欧洲，斯洛文尼亚承诺到2020年1月完全实现循环经济，其他国家可能做出相同的承诺¹⁵。

10 2021年需要关注的六大可持续发展趋势，渣打银行，2020年，<https://www.sc.com/en/navigate-the-future/six-sustainability-trends-to-watch-in-2021/>

11 出处同前

12 出处同前

13 出处同前

14 2020年可持续发展趋势：专家的前十强，施耐德电气，2020年，<https://perspectives.se.com/blogstream/2020-sustainability-trends-our-experts-top-ten>

15 2021年需要关注的六大可持续发展趋势，渣打银行，2020年，<https://www.sc.com/en/navigate-the-future/six-sustainability-trends-to-watch-in-2021/>

生物多样性

自然生态系统是经济增长、人类健康和繁荣发展的基础。作为一个物种，人类的命运与自然环境的命运息息相关。生物多样性丧失和生态系统的崩溃是世界经济论坛《2020年全球风险报告》提出的五大风险之一¹⁶。

要减轻生物多样性丧失的影响，就必须从根本上改变我们对于基础设施、城市化和工业的看法。

人类的资源消耗和人类活动排放的二氧化碳不断带给生物多样性负面影响。世界自然基金会的《地球生命力报告》显示，由于人类带给生物多样性的负面影响，哺乳动物、鱼类、鸟类、爬行动物和两栖动物的数量与1970年相比平均减少68%¹⁷。当人类关注低碳转型以及人类进展不够快的可能后果时，生物多样性和生态系统功能仍然具有重要意义。

海洋和蓝色经济

自工业革命开始以来，海洋吸收了地球上约三分之一的二氧化碳排放。多年来，大气中二氧化碳含量增加导致海洋酸化，对食物链造成威胁。同时，每年有800万吨废物流入海洋。另外还有农业污水和工业污水对沿海地区造成污染。联合国政府间气候变化专门委员会2019年的一份报告警告称，如果不进行“深刻的经济体制改革”，海洋和海冰就会遭受不可逆转的破坏。

人类必须减少污染和过度捕捞，平衡海洋资源的获取和海洋保护。2020年，澳大利亚、加拿大、日本等可持续海洋经济高级别小组的14个成员市场承诺到2025年可持续地管理全部所辖海域¹⁸。这项承诺一旦实现将帮助人类从海洋中获得相当于目前6倍的食物，产生比现在多40倍的可再生能源，并帮助几百万人脱贫¹⁹。

16 全球风险报告，世界经济论坛，http://www3.weforum.org/docs/WEF_Global_Risk_Report_2020.pdf

17 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺牌效应，海克斯康，2021年

18 14国政府首脑承诺100%可持续海洋管理以应对全球性挑战；呼吁更多国家加入可持续海洋经济高级别小组，

<https://oceanpanel.org/news/14-world-leaders-commit-100-percent-sustainable-ocean-management-solve-global-challenges>

19 出处同前

水行动

世界经济论坛《2020年全球风险报告》将水危机列入未来十年人类面临的五大挑战之一。全球约有8.5亿人无法获得干净的水。联合国预测，到2030年，全球可用水资源缺口将达到40%，给人类和社会带来严重后果。

全球大约有40亿人（约占全球人口的三分之二）一年中至少有一个月严重缺水²⁰。因此，希望企业能更重视用水效率及其运营对供水和水质的直接影响和间接影响。

负责任的水资源管理能极大地减轻企业运营对气候变化的影响。提高运营可持续性有助于保护人类（及企业自身）免受极端气候的影响，适应不断变化的环境条件。

可持续发展的社会支柱和平衡要素

研究表明，新冠疫情大流行改变了很多企业的可持续发展重点和优先次序。除了原来重点关注的环境问题以外，企业还开始重视社会支柱或人类支柱。相关措施包括为员工提供必要的信息，使员工安全、高效地开展工作，在必要的情况下远程工作，对可用性和公平性产生潜在的影响。

在不久的将来，企业也许会进一步了解三个可持续发展支柱之间的相互关系，知道必须处理和平衡可持续发展的各个方面才能真正提高可持续性。那些企图以牺牲他人为代价解决某些可持续性问题的企业不会有好结果。

在私营企业继续努力追求经济增长和盈利能力的同时，其整体产生的直接和间接社会影响正受到各界日益严格的监督。平衡可持续发展的各个方面还需要避免因经济等压力而忽略可持续性发展的环境问题，包括避免疫情反弹的影响等。

未来职场培训

作为社会可持续性的组成部分，未来的工作和职场形态得到了各行各业的更多关注。数字化转型的普及和技术的发展促进了职位的变化，为员工提供优质、高效的培训，让员工安全高效地胜任当前和未来的工作也变得更加重要。

20 40亿人面临严重的缺水问题，Mekonnen和Hoekstra，2016年，<https://advances.sciencemag.org/content/2/2/e1500323/tab-figures-data>

供应链和间接排放

随着信息可用性程度的提高，以及企业对原材料采购、向最终用户交付产品和服务等运营活动的整体影响的日益了解，供应链各个环节对可持续性的关注度也日益增强。除了关心生产的直接相关因素以外，供应链各环节还开始重视减少间接碳排放²¹。

供应链和间接排放概念的主要承诺包括从供应商到客户的全程实时透明、小批量、多种产品变型、关联流程以及去中心化自主管理。



工业4.0

第四次工业革命包括利用智能技术持续提高工业活动的自动化水平。信息技术和数据存储的进步实现了实时数据交换，推动了数字化转型¹。

从这个意义上讲，工业4.0可以概括为包含8项关键使能技术的协作网络。这8项使能技术分别是网络物理系统、物联网、云计算、大数据分析、虚拟现实/增强现实、智能机器人、工业人工智能和增材制造。

工业4.0包括融合信息技术和运营技术，提高数据的准确性和质量，实现实时数据管理，提升整体绩效。

¹ 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review



工业5.0

第五次工业革命包括人类与机器人和智能机器协作，利用物联网和大数据等先进技术提升工作质量和工作效率。工业5.0是工业4.0的补充，以研究和创新服务于各行各业，促进各个行业实现向可持续性、以人为本和有韧性的转型。

工业5.0使工业目标的范围超越了效率和生产率，将员工的福祉放在生产过程的第一位，满足日益增加的技能和培训需求，为资源保护、气候变化和社会稳定等社会挑战提供解决方案，利用技术创造就业和增长以外的效益。

²¹ 新冠肺炎疫情爆发引起的企业可持续性重点变化：避免环境的社会反弹效应，Barreiro-Gen，2020年，<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5031>



技术的重要作用

技术是建设更可持续世界的核心因素，也是工业可持续发展的必要因素。越来越多的人认识到需要开发和利用智能技术来解决紧迫的社会、环境和经济问题，协助企业实施可持续发展举措。有消息称，甚至有人建议将技术作为可持续发展的第四大支柱²²。数字化转型正在过程工业推进，为企业创造了大量的机会，使企业能够改进流程，提高运营可持续性，为可持续发展目标做出贡献，实现各种附加效益。

利用智能数据和供应链促进可持续发展

在各行各业，数字技术加强了监控、建模和分析的能力，使收集、整理和分析大量的数据成为可能，且大部分数据具有实时性。数据能提供相关信息，帮助企业在深思熟虑后做出决策，提高业绩，取得更好的社会效益、经济效益和环境效益，因此数据的潜在用途多样，企业能利用数据实现各种相关效益。

工业企业已经开始实施数字化转型，利用技术解决方案改善企业运营。数字化转型之后，工业4.0技术将应用于产品的整个生命周期，使资源效率和信息效率得以提高，帮助企业实施可持续性举措²³。通常，企业已经在用或将来会用的很多传感器、软件和自主解决方案来用于提高环境、社会和经济可持续性。

智能数据和供应链有助于切实可行地提高过程工业的可持续性。

智能数据的整体效益

工业企业能利用智能数据大幅提升运营活动的效率、韧性和可持续性²⁴。

- **生产力/效率：**企业可以收到事半功倍之效
- **韧性：**企业和行业能更好地抵御突发事件
- **可持续性：**企业能优化流程，提高运营可持续性
- 另外必须要了解的是这三类效益在很多方面相互关联

生产力

数字技术能够极大地提高资源效率。据估计，数字化转型能将资源效率提高25%²⁵。

提高生产力的途径包括基准分析、高级数据分析、人工智能（AI）、增强现实（AR）和工业物联网（IIoT）的应用。例如，工程师能够利用增强现实技术实时了解工厂的能源、水和废物流情况，因此他们将提高生产率的传统技能运用到实际生产上，而这种成本以前只在电子表格中可见。增强现实还有望最终促进工厂设计工具的改善。数字技术让以往隐藏或混乱的情况变得清晰可见，产生的规模效益不仅能大幅降低总成本，还能创造网络效益，促进气候目标的实现。

²³ 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review

²⁴ 工业可持续发展的数字化技术，Demartini等人，2019年，https://www.researchgate.net/publication/333462752_Digitalization_Technologies_for_Industrial_Sustainability

²⁵ 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review



韧性

未来，地缘政治造成的材料供应问题、洪水、干旱、能源中断等问题可能更频繁地中断工业供应链²⁶。德勤的一项新研究表明²⁷，具有远程运营能力的、能成熟运用数字化技术的企业恢复能力更强，能更灵活地应对新冠疫情等意外事件。研究还发现，这类企业的财务绩效远超不具备统一数字化转型策略的企业。数字化成熟度较高的企业实现超行业平均水平的净利润率和年收入增长率的可能性，大约是数字化成熟度较低企业的两倍。

数字化成熟度高能改善下列运营特征，增加企业的韧性：

- 灵活性——让企业能够迅速调整战略，应对新挑战和机遇。例如，企业可以用机器学习识别不断变化的客户行为，再利用相关数据向客户发送盈利能力最强的新产品或服务通知
- 可扩展性——使企业能够在发生意外事件时，应对突然增加或减少的需求。例如，按需云计算“按需”而非一次性向用户提供全部的计算资源
- 稳定性——使企业在保持卓越运营的同时能够快速转向或增减规模。例如，利用网络功能保护新的应用程序
- 可选择性——这一点很重要，能让企业通过数字技术利用其他企业的优势加入生态系统，进一步提高以上三项特征

随着全球动荡的加剧，企业需要韧性来应对变化和不确定性，上述运营特征也会变得更加重要。企业需要利用数据掌握、分析和人工智能发现异常情况，确定机会，利用云平台、云原生开发方法、低代码或无代码应用平台快速开发软件解决方案，利用流程挖掘和机器人流程自动化处理激增的交易量，利用聊天机器人处理增加的客户查询数量，同时利用自动威胁检测和响应支持下的网络安全态势预防威胁。

²⁶ 工业可持续发展的数字化技术，Demartini等人，2019年，https://www.researchgate.net/publication/333462752_Digitalization_Technologies_for_Industrial_Sustainability

²⁷ 以数字化为战略核心，德勤，2021年，<https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/topics/digital-transformation/digital-ac-celeration-in-a-changing-world.html>

可持续性

企业实施数字化转型有助于实现可持续发展目标，大幅提升环境效益、社会效益和经济效益。

数字技术功能强大，能建立资源节约型工业基础，辅助确定变革的时间和地点，从而提高可持续性绩效，优化企业的规划流程，更好地综合考虑工业可持续发展的需求和机会，尝试全新的商业模式和流程。估计工业数字化转型能将碳排放量减少20%²⁸，极大地促进企业实现净零目标。

这样的结果可以通过提高企业的意识和改造来实现，大幅减少排放量，提高能源效率，转向循环经济模式，采用高性能的组件、设备和机器人优化原料消耗和能耗²⁹。数字技术还可能进一步减少停车时间，提高附加值（因为整个系统的资源消耗减少），净化空气，带来更清洁的能源系统。即使有先进、灵活的自动化技术提供辅助，再制造仍然是劳动相对密集的行业，能直接提供就业机会。

智能数据和数据中心促进可持续发展

互联员工战略中的智能数据收集和使用有助于过程工业以多种相互关联的方法解决可持续发展的经济支柱、社会支柱和环境支柱问题。下面对重要内容进行概括。

28 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review

29 工业可持续发展的数字化技术，Demartini等人，2019年，https://www.researchgate.net/publication/333462752_Digitalization_Technologies_for_Industrial_Sustainability





班组运营的数字化转型能极大程度地降低风险

流程的数字化转型能降低事故风险，避免因多米诺骨牌效应对环境、人类生活和设施产生灾难性影响³⁰。准确的工厂信息和数字化班组管理能减轻很多最严重的风险。准确的最新信息能提高应急响应的效率和效果，更快地找到和解决根本原因，加快事故后的恢复速度。

互联工人提升维护、检查和操作过程的效果

互联员工战略旨在让一线员工快速、轻松地获取信息，了解生产现场的实时情况，从而及时、有效地完成工作，避免徒劳的等待时间，提升运行时间效率和首次修复率。互联员工战略能为员工提供可靠的最新信息，降低工人的工作风险，提高合规水平和安全性，降低运营成本。

数据中心提高日常运营的安全性和效率

实时了解装置情况意味着不需要近距离接触就能掌握资产绩效，减少前往现场的需要，避免前往现场产生的资源消耗，最大程度地减少员工进入危险环境的需要，从而降低了风险。员工能在任何地方远程获得相关、准确、情境化的数据，优化了资源使用，减少了等待时间。

³⁰ 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺骨牌效应，海克斯康，2021年

现有工厂资产的完整目录提高利用率

不用更换设备，而是通过企业的“数字孪生”³¹等了解详细、准确的资产、工厂配置和安装组件信息，简化维修工作，提供相关信息延长设施的使用设备，实现工厂组件的回收和再利用。在工厂资产的使用寿命结束时，充分了解资产情况，以便在其它地方重新使用和改装组件。

这样还能确保整个运营IT环境中的系统与工程设计基础同步，有助于避免不正确的备件采购，优化备件库存。

改进维护和事件管理，提高运营效率

结构化、准确且深入的信息是实现预测性和预防性维护、可靠性检修等高级维护和检修概念的重要因素。

更好的维护管理能减少意外、低效的停车时间，提高安全性和可靠性，减少发生严重工业事故的可能性³²。制定事故预案，建立事件影响模型能减少需要落实的措施。一旦发生事故，事先准备好应急预案有利于快速反应，降低事故对健康、环境和实体设施的影响。

感知态势，减少浪费，提高安全性

用技术监控供应链和货物运输能极大地减少浪费。加强设施控制能提高工厂的运营效率，减少材料浪费和水电等资源浪费。

管理人员也能利用态势感知远程监控工作环境的安全性，了解工人接触冷热源、高空作业、滑倒/绊倒/摔倒、疲劳、重复动作等情况。

态势感知还包括网络完整性管理解决方案，应对有意或无意的数字威胁，以检测涉及各种网络攻击的0级和1级运营基础设施的非法修改，以及非法修改对企业、人类生活和环境的严重影响——这是流程行业目前所面临的日益严重的风险³³。

31 文件管理系统：构筑数字孪生的脊椎，海克斯康，2021年

32 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺骨牌效应，海克斯康，2021年

33 出处同前



整个生命周期视角的重要性

各行业的快速数字化转型，尤其是工业4.0背景下的数字化转型带来了巨大的机会以提高运营绩效及可持续性。但是，伴随机会而来的是新的不良环境影响³⁴。

要增加企业数字化转型创造的可持续性净效益，就要从整个生命周期的角度考虑产品和技术生命周期的整体影响，包括正面影响和负面影响³⁵。

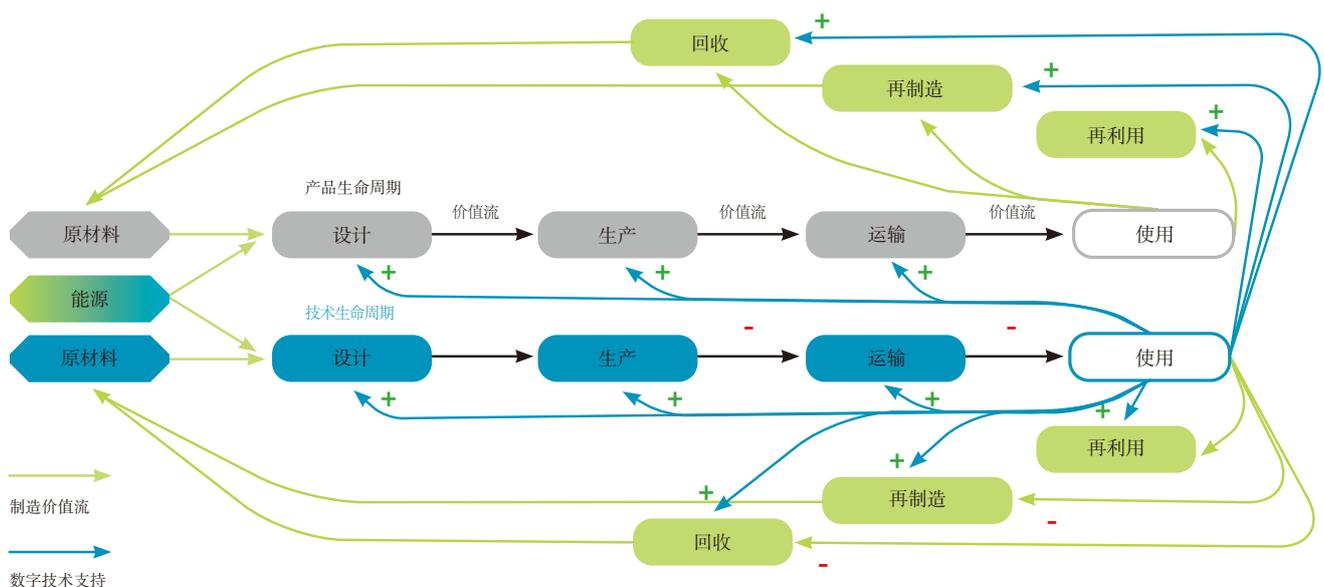
如图1所示，在产品和技术生命周期中，材料和能源是主要投入，价值流贯穿整个生命周期³⁶。报废产品可以通过再利用、再制造、回收等循环策略重新进入价值创造循环。技术硬件为产品生命周期中的每一个价值创造过程提供保障，在产品生命周期中创造效益，包括提升效率和质量。在循环系统中，技术硬件还能在使用寿命结束后重新进入价值创造循环。

了解生命周期能让企业确定对可持续性负面影响最大的地方，优先采取举措，利用关键机会扩大正面运营影响，降低负面运营影响。

34 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review

35 出处同前

36 出处同前



（图1）制造业数字化转型中的产品生命周期和技术周期的环境可持续性价值链：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review



智能供应链和智能物流

物流和供应链是工业产品和技术生命周期不可或缺的组成部分，但也是经常被忽略的部分，有很大的潜力提高可持续性³⁷。

工业4.0的核心理念是用智能技术实现物联网和服务，深度集成业务和工程流程，融合信息技术和运营技术³⁸。随着企业逐步进入工业5.0自主环境，集成和融合的重要性将进一步增加。

数字化转型通常以供应链的生产环节为重点。但是，为了最大程度地提高数字化转型的效益，必须改变整个供应链。例如，相关物流流程也必须实现“智能化”³⁹。

技术和数据是提高未来运输系统和商品供应可靠性与可持续性的关键工具。物流方面，大规模采用智能互联数字技术和应用程序（移动技术、云、传感器、数据分析、机器学习、区块链、物联网等）以及加强供应链合作伙伴之间的纵向和横向整合前景远大。

³⁷ 物流数字化转型的可持续性影响，Kayikci，2018年。
https://www.researchgate.net/publication/320264660_Sustainability_impact_of_digitization_in_logistics

³⁸ 出处同前

³⁹ 出处同前

研究表明，企业的物流形式可能会发生根本性转变，走向一种具有互连、智能、高效、可持续数字物流生态的全新模式，原材料供应商、组件供应商、零件供应商、物资和成品运输企业、终端用户等所有相关方都能充分了解数字物流生态⁴⁰。

数字化转型本身就能带来巨大的机会，到2025年将物流排放量减少10%~12%，促进全球经济脱碳⁴¹。因此，可持续数字物流生态的目的是优化供应链流程，实现可持续发展，平衡经济、社会和环境，并反映经济、社会和环境之间的相互联系。

信息和交易的采集和处理越好（即企业的数字化成熟度越高），系统越“智能”，系统之间的通讯就会越多⁴²。

供应链和物流流程的数字化转型能为工业和整个社会创造内在价值。数字化综合物流网络能提高企业的韧性、响应能力和竞争力，为客户提供最有效、透明的服务⁴³。

企业可以使用超级连接、超级计算、大数据等分析技术获得大量的物流数据，应用复杂的算法确定可以节约资金、提高利润、降低运营成本、加强运营可持续性等环节。世界经济论坛估计，到2025年，物流数字化转型能创造1.5万亿美元的价值。

数字化物流生态涉及四个关键推动因素：技术、流程、组织和知识，有六个基本特征：合作、互联、适应、集成、自主控制和认知能力提高。信息技术和运营技术的融合、技术与业务流程的成功整合是顺利实施数字化物流策略的关键。

数字化物流可以实现计划和执行系统的集成、贯穿整个供应链的物流可视化、自动化物流、智能采购仓储、备件管理和高级分析。成熟的数字化转型还有助于企业响应供应链各个环节的突发事件，适应物流过程的各种变化。企业还能利用技术进行假设情景分析，建立系统模型，预测潜在风险⁴⁴。

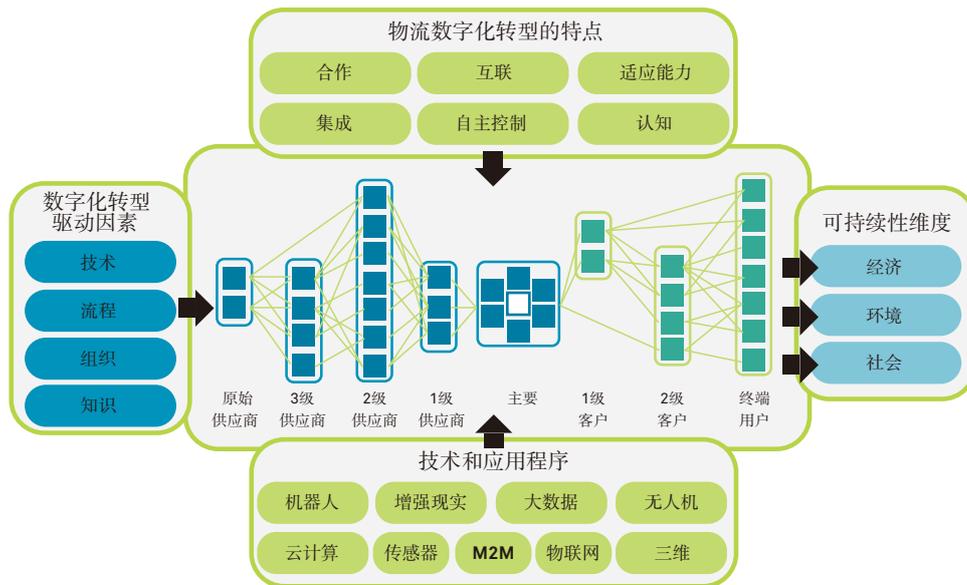
40 物流数字化转型的可持续性影响，Kayikci，2018年。
https://www.researchgate.net/publication/320264660_Sustainability_impact_of_digitization_in_logistics

41 出处同前

42 出处同前

43 出处同前

44 出处同前



(图2) 物流数字化转型的可持续性影响, Kayikci, 2018年, https://www.researchgate.net/publication/320264660_Sustainability_impact_of_digitization_in_logistics

可持续发展应作用于以下维度：

- 经济方面——经济型系统能高效运行，提供协作解决方案和混合运输模式方案的组合，促进当地经济
- 环境方面——减少温室气体排放、污染和浪费，最大程度地减少不可再生能源的消耗，利用技术实现组件的回收和再利用
- 社会方面——安全地满足个人/社区的基本获取需求，推动良好的生活方式，实现代内公平和代际公平

培训革命

员工得到的培训在很大程度上决定了员工是否有能力胜任本职工作，实现企业目标，例如确保加工设备的稳定运行和可持续运营。

准确、深入地了解工厂的各种过程、相关危害以及正常和异常操作条件的影响还能让员工更好地处理事故隐患，针对事件做出正确的决策。相关事件包括危及人身、财产和环境安全的严重事故⁴⁵。

一些行业引进新技术时，需要操作人员掌握他们进入企业时不曾要求的新技能。在这些行业中，高效有效的培训尤为重要。工厂模拟能改进培训，是促进工业可持续发展的社会支柱、环境支柱和经济支柱的重要技术手段，潜力巨大。

工厂模拟器（PS）是面向工业操作员的沉浸式培训解决方案，能让操作员体验正常情况下和异常情况下的操作多面性。

45 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺骨牌效应，海克斯康，2021年

工厂模拟器包括动态过程模拟器、动态事故模拟器、虚拟环境、增强虚拟环境以及动态性能评估，共同实现增强功能，创建身临其境的虚拟工厂环境。

工厂模拟器能复制各种流程和场景，对操作员进行教育、培训和绩效评估，包括在模拟工作环境的沉浸式虚拟环境中进行各种异常情况和事故场景培训。出于安全等因素，不能在现实中复制工业事故等异常情况用于培训。在虚拟环境中，操作员执行任务，软件记录他们的行为反应，提供多种传统评估方法不具备的评估和恢复选项。增强虚拟现实能为操作员提供他们一般无法获得的额外的背景信息，包括设备的内部结构、流量或热量读数等参数以及无形风险因素，以加强培训。



利用原有数字化转型策略实现可持续发展

已经整合数字化转型和数字技术的企业，通常可以采用可扩展的、盈利的方式利用数字化转型和数字技术开展可持续性工作。这种企业有时候不需要额外的技术投资和成本就能提高社会影响、经济影响和环境影响。

数字化成熟度高的企业已经具备了很多可支配的必要工具，在很多情况下能够利用现有工具制定可持续发展战略。

数字化成熟度较低、缺乏结构化数据的企业需要采集、验证及合并数据建立平台或数字孪生，建设数字化能力，需要智能投入时间、精力和软件。然而，可持续性等的潜在效益巨大，工业数字化转型是必然趋势。这种企业可以将可持续性概念纳入未来数字化转型战略的设计，技术决策的制定，以及社会影响、经济影响和环境影响与整个数字化转型过程的融合。

结论

为了提高社会可持续性，必须立即解决人类和工业目前所面临的一系列社会、环境和经济问题。可持续性的三大支柱相互关联，缺一不可，对工业的长期可持续发展具有重要意义。

技术能起到重要的促进作用，帮助改善可持续性成果。数字化转型能利用数据改进企业整体活动流程，创造多种其他效益。成功的可持续发展战略需要考虑流程的直接和间接影响，包括从整个生命周期的角度考虑产品、技术以及整个供应链。

在很多情况下，流程行业能利用原有的数字化功能开展可持续性工作，以相对较低的成本创造大量价值，扩大正面影响。

如需了解利用数字化转型提高可持续性方面的更多资料，请联系海克斯康PPM。网址：<https://hexagonppm.com.cn>



参考文献

- 世界环境与发展委员会第八次会议闭幕式暨闭幕会议上的讲话，Brundtland，1987年
- 平衡三大支柱：消除贫困、保护地球和促进共享繁荣，联合国，2017年，<https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/15026T2030.pdf>
- 可持续发展的概念：定义和定义原则，Emas，2015年，https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/5839GS-DR%202015_SD_concept_definiton_rev.pdf
- 生物质生产链的决策，Balaman，2019年，<https://www.sciencedirect.com/book/9780128142783/decision-making-for-biomass-based-production-chains#book-description>
- 社会可持续性——联合国全球契约组织，Karbassi（2021年4月访问），<https://unglobalcompact.org/what-is-gc/our-work/social>
- 可持续发展目标——八体面的工作和经济增长，联合国（2021年4月访问），<https://www.un.org/sustainabledevelopment/economic-growth/>
- 工业可持续发展的数字化技术，Demartini等人，2019年，https://www.researchgate.net/publication/333462752_Digitalization_Technologies_for_Industrial_Sustainability
- 以数字化为战略核心，德勤，2021年，<https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/topics/digital-transformation/digital-acceleration-in-a-changing-world.html>
- 改变世界：2010年可持续发展议程，联合国，2015年，<https://sdgs.un.org/2030agenda>
- 新冠肺炎疫情爆发引起的企业可持续性重点变化：避免环境的社会反弹效应，Barreiro-Gen，2020年，<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5031>
- 《2020年全球风险报告》，世界经济论坛
- 十年可持续性报告：进展和意义，Kolk，2004年，https://www.researchgate.net/publication/233729075_A_decade_of_sustainability_reporting_Developments_and_significance
- 制造企业的企业级、业务级和运营级可持续发展战略，Spiegel等人，2015年，<https://escholarship.org/content/qt03j753cc/qt03j753cc.pdf>
- 最先进的可持续性发展或工业可持续发展：定义、工具和指标，Arena和Duque Ciceri，2009年，https://www.researchgate.net/profile/Marika-Arena/publication/250968217_A_state-of-the-art_of_industrial_sustainability_Definitions_tools_and_metrics/links/58f86e2b0f7e9bfcf93c1c3e/A-state-of-the-art-of-industrial-sustainability-Definitions-tools-and-metrics.pdf
- 制造企业的企业级、业务级和运营级可持续发展战略，Spiegel等人，2015年，<https://escholarship.org/content/qt03j753cc/qt03j753cc.pdf>

- 2021年需要关注的六大可持续发展趋势，渣打银行，2020年，<https://www.sc.com/en/navigate-the-future/six-sustainability-trends-to-watch-in-2021/>
- 重塑工业运营，第三章：德国汉高的数字技术和可持续性，de Boer等人，2020年，<https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/reimagining-industrial-operations>
- 40亿人面临严重的缺水问题，Mekonnen和Hoekstra，2016年，<https://advances.science-mag.org/content/2/2/e1500323/tab-figures-data>
- 新冠肺炎疫情爆发引起的企业可持续性重点变化：避免环境的社会反弹效应，Barreiro-Gen，2020年，<https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5031>
- 物流数字化转型的可持续性影响，Kayikci，2018年，https://www.researchgate.net/publication/320264660_Sustainability_impact_of_digitization_in_logistics
- 制造业数字化转型中的环境可持续性：回顾，Chen等人，2020年，https://www.researchgate.net/publication/347519070_Environmental_Sustainability_of_Digitalization_in_Manufacturing_A_Review
- 工业可持续发展的数字化技术，Demartini等人，2019年，https://www.researchgate.net/publication/333462752_Digitalization_Technologies_for_Industrial_Sustainability
- 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺骨牌效应，海克斯康，2021年
- 文件管理系统：构筑数字孪生的脊椎，海克斯康，2021年
- 降低化工厂运营的成本级联：结合安全流程和投资与网络安全，防止出现运营多米诺骨牌效应，海克斯康，2021年
- 工厂模拟器提高工业安全性，Nazir和Manca，2014年，<https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/prs.11714>



海克斯康

海克斯康，作为数字化信息技术解决方案的革新者，秉承“智慧引擎，共赋未来”的理念，凭借“双智战略”推动制造业的智能与创新，构建新基建智慧城市生态体系。海克斯康业务遍及全球50个国家及地区，拥有员工超过21,000人。

海克斯康PPM

海克斯康PPM（鹰图公司），是海克斯康集团的独立产业单元，作为全球领先的工程类软件研发企业和信息应用服务商，从数字化工程到数字化交付以及数字化工厂，海克斯康PPM致力于面向工厂全生命周期的企业级工程和管理软件系统的开发及应用服务。海克斯康PPM的主要产品是鹰图智慧解决方案（Intergraph Smart® Solutions），可以将非结构化信息转换为智能数字资产，使客户能够进行各种复杂结构和设施的可视化创建及管理，并在整个生命周期内确保安全、高效的运营，为工业设施的设计、施工和运维等各个阶段提供数字化转型服务。

海克斯康的可持续性工作

海克斯康认为集团的可持续发展一方面取决于产品和解决方案的市场作用，另一方面取决于集团的流程和行动。为了实现最大化可持续发展的影响，海克斯康经过全面的分析和风险评估确定了五个需要集中精力攻克的关键可持续发展重点领域。

这些重点领域将带来大量的机会，帮助海克斯康减少风险，扩大可持续发展的影响。海克斯康的可持续发展战略为每一个重点领域制定了明确的承诺和行动，为全局工作指明方向，实现环境、社会和治理举措的协同效应。

- 利用海克斯康系列解决方案实现可持续发展
- 通过可持续运营减少环境影响
- 推动供应链的可持续发展
- 以文化和人推动可持续发展
- 积极参与迎接社会挑战

为了促进工业以全新的方式应对复杂的环境风险，海克斯康还成立了子公司R-evolution。在新冠肺炎疫情全球大流行期间，世界各国利用各种解决方案和技术以最快的速度生产测试平台和疫苗，制定治疗方案。在这种背景下，海克斯康开始重点关注全球风险。如果不加以控制，这种全球风险可能夺走更多生命，造成永久性的经济损失。地球环境面临着真正紧迫的风险。

R-evolution是纯粹的业务驱动型企业，所有投资都有回报。当商业发展得更好，我们的地球家园也会变好。从这个意义上来说，海克斯康希望通过对R-evolution的利润进行再投资实现良性的快速增长。

我们为企业和其他投资者提供各种机会，帮助他们实现可持续发展目标或者抓住机会获得盈利。我们的宗旨是在未来的绿色技术投资中扩大融资规模，让利益相关方参与变革，支持利益相关方最看重的事业，见证定向投资带来的改变——同时获得利润回报。

海克斯康致力于充分利用技术和数据提高生产力、质量以及流程效率，以减少投入和浪费。R-evolution秉承相同的理念。海克斯康客户目前在用的很多传感器、软件和自主解决方案都有利于推动可持续发展项目。

海克斯康的各项技术已经广泛应用于各个行业和场景，通过提升效率、质量和安全性促进环境可持续性。R-evolution员工将这种技术称为海克斯康“R”解决方案，其应用场景包括：

- 太阳能
- 风能
- 太阳能工业热
- 电动交通
- 林业和资源保护
- 农业与用水

海克斯康，数字化信息技术解决方案的革新者，秉承“智慧引擎，共赋未来”的理念，凭借“双智战略”推动制造业的智能与创新，构建新基建智慧城市生态体系。海克斯康专注于高科技细分市场，并致力于成为各细分市场的第一或第二。海克斯康以“构建智能制造生态系统，赋能行业数字化转型”为核心，打造了完整的智能制造生态系统，实现覆盖设计、生产以及检测的全生命周期闭环管理，达成绿色、高质量、低成本的智能工厂目标。海克斯康智慧城市打破传统的信息孤岛，实现了跨部门的互联互通，通过完善的智慧城市运营平台架构，构建互联互通的智慧城市网络基石，驱动城市管理业务和技术创新，创造更美好、更智能的生活。

与大多数软件企业不同，海克斯康拥有行业先进的传感设备，以打破常规的方式获取、存储、分析和发布信息，其地理空间传感器可通过现实捕获技术将我们的世界以更加数字化的方式进行呈现，而工业传感器则通过捕获生产中的质量数据为制造和工程领域提供强大支持。基于先进的信息技术，海克斯康的解决方案为用户及合作伙伴带来了前所未有的改变及优化。

海克斯康拥有行业先进技术，在过去20年里，战略性收购来自全球的近300家技术公司，不断强化自身的技术优势，以打破常规的方式塑造了一个强大的智能信息生态系统，构建了一个互联互通的世界，助力未来工作和生活的高效智能及可持续发展。在中国，海克斯康集团拥有徠卡测量系统贸易（北京）有限公司、徠卡测量系统（上海）有限公司、徠卡测量系统有限公司（香港）、海克斯康测绘与地理信息系统（青岛）有限公司、海克斯康测量系统（武汉）有限公司、台湾海克斯康测量仪器股份有限公司、中纬测量系统（武汉）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司、海克斯康方案应用与系统集成（青岛）有限公司北京分公司、鹰图（中国）有限公司（香港）、鹰图系统（深圳）有限公司、鹰图软件技术（青岛）有限公司（北京/上海分公司）、海克斯康制造智能技术（青岛）有限公司、海克斯康测量技术（青岛）有限公司、海克斯康贸易（青岛）有限公司、海克斯康软件技术（青岛）有限公司、海克斯康高科产业发展（青岛）有限公司、思瑞测量技术（深圳）有限公司、七海测量技术（深圳）有限公司、诺世创（北京）技术服务有限公司、诺迈士科技（杭州）有限公司、迪培软件科技（上海）有限公司、武汉中观自动化科技有限公司等各类经营实体；AICON、AMENDATE、AUTONOMOUSTUFF、BROWN & SHARPE、CE JOHANSSON、CIMCORE、COGNITENS、D.P. Technology、DEA、EMMA、eTALON、FTI、GEOMAX（中纬）、GEMAX（魔星）、GEOPRAEVENT、HEXAGON GEOSPITAL、HEXAGON GEOSYSTEM、HEXAGON MANUFACTURING INTELLIGENCE、HEXAGON PPM、HEXAGON SAFETY & INFRASTRUCTURE、HEXAGON SOLUTIONS、HEXAGON MINING、INTERGRAPH、Infor EAM by Hexagon、Immersal、IDS GeoRadar、J5、LUCIAD、棱环牌、LEICA GEOSYSTEMS、LEITZ、LEICA、MELOWN TECHNOLOGIES、M&H、MTWZ、MSC、NEXTSENSE、NOVATEL、OPTIV、OxBlue、PREXI-SO、PAS Global、Q-DAS、ROMER、ROMAX、SHEFFIELD、SEREIN（思瑞）、SEVEN OCEAN（七海）、TESA、TACTICAWARE、VERO、VOLUME GRAPHICS、WILCOX等国内外知名品牌。来自海克斯康的产品及服务覆盖智能制造及智慧城市两大领域，借助全球化的资源优势为企业和用户提供更先进的集成解决方案。

www.hexagon.com.cn



海克斯康测量
地址：北京市朝阳区朝外大街16号中国人寿大厦2002-2005室
邮编：100020
电话：+86 10 85691818
传真：+86 10 85251836

海克斯康智慧方案
地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：400 881 6865
传真：+86 10 57601699

海克斯康PPM
地址：北京市朝阳区天泽路16号院润世中心2号楼B座12层
邮编：100026
电话：+86 10 57601688
传真：+86 10 57601699

海克斯康制造智能
地址：青岛市华贯路885号
邮编：266114
电话：400 6580 400
传真：+86 532 80895030



关注海克斯康微信公众号
了解更多精彩内容