

Deloitte.

德勤



可持续制造  
从愿景到行动

因我不同  
成就不凡  
始于1845

# 目录

推进重要变革	3
可持续制造的优势与阻碍	4
可持续性产品设计	8
材料选择和道德采购	10
锻造未来工厂	12
简化运输和配送	14
循环经济	16
迈向可持续制造	20
联络人	24
尾注	26

# 推进重要变革

自工业时代开启以来，制造行业一直在不断发展调整，以应对新型技术创新和变化的市场需求。目前，该行业正在经历另一场变革，一场以可持续发展为核心的变革。

美国环境保护署将可持续制造定义为“通过经济上合理的流程来创造制成品，在节约能源和自然资源的同时最大限度地减少对环境的负面影响。”<sup>1</sup> 在本文中，我们将探讨这种方法为制造行业带来的机会。

为此，我们着眼于以下五大可持续制造可助力大幅完善整个制造价值链的主要影响领域：

- **工程：** 在产品设计过程中，小的修改和大规模改造都能降低成本并减少浪费。
- **采购：** 可持续性和/或替代性材料的道德选择和采购变得越发重要。
- **生产：** 通过提高运营效率、利用智能技术、使用绿色能源来打造未来工厂。
- **运输：** 在运输和交付过程中，供应链重构和去碳化工作正在使贸易路线合理化并有助于减少碳排放。
- **后市场：** 向循环经济模式的转型有望改变产品的设计、生产、销售、使用和处置方式。

此外，我们还将分享制造商真实案例，介绍他们如何引领可持续制造转型以及为开展可持续制造旅程所采取的战略。

毫无疑问，截至目前，制造行业已在可持续制造方面取得了长足的进步。但这些还远远不够，特别是如果各组织希望在设定时限内实现净零排放。事实上，尽管第26届联合国气候变化大会因新冠疫情而改期，许多公司仍在2020年承诺将在2050年前实现大幅减碳。<sup>2</sup>

只有通过全行业的共同努力，承认变革的必要性并愿意承担个人责任，制造商们才能开始全面显著地推动环境改善。

# 可持续制造的优势与阻碍

多种因素推动制造行业缓慢但平稳地向可持续制造发展：对回报的渴望；抵消风险和成本的需要；以及在满足利益相关者、股东和客户需求方面越来越大的压力。其中最为核心的是迫切需要解决的严峻环境危机（尤其是气候变化），其影响正变得越来越显而易见，越来越不利。

## 效益

各种类型的制造商都在利用可持续制造实践来降低成本和减少浪费、提高运营效率、获得竞争优势并加强监管合规。事实上，在德勤于2021年1月和2月进行的调查——[2021年气候行动调查：企业环境可持续发展观点分析](#)，<sup>3</sup>受访的750名高管中有近一半人表示，他们采取的环境可持续发展举措大幅提升了企业的财务业绩。

全球工业制造商乔治费歇尔集团 (Georg Fischer) 的首席执行官Andreas Müller对此表示赞同。“可持续发展绝对是经济成功的驱动力，”他在接受德勤瑞士采访时指出，“解决我们社会可持续发展需求的解决方案变得越来越重要，在市场上的影响力也越来越大。对此类产品的需求量很高。此外，这些产品通常处于生命周期的早期阶段，因此可以带来更高的利润。”<sup>4</sup>近期，乔治费歇尔集团被《华尔街日报》评为全球十大最可持续发展的公司之一。

## 风险

然而，效益优势并不是唯一的激励因素。许多公司转向可持续制造是为减少风险。这一因素不容低估，事实上它可能比潜在效益更具激励作用。

例如，主要的企业采购商正越来越多地对其下游供应商施加规则，要求其达到某些可持续性标准。例如，碳排放披露项目 (CDP) 的供应链成员现在定期要求其主要供应商披露详细的环境绩效数据。该倡议的200多个全球成员拥有超过5.5万亿美元的购买力，<sup>5</sup>他们正在寻求提高整个制造供应链的透明度。未能满足这些要求的制造企业可能会面临失去首选供应商地位的风险。

监管要求变得越发严格，合规也变得愈发复杂。国家、地区和全球的强制性法规与自愿性标准已给制造商们带来压力，要求其提高能源效率、减少碳排放、限制用水量、尽量减少废物产生以及披露其环境绩效。

## 外部压力

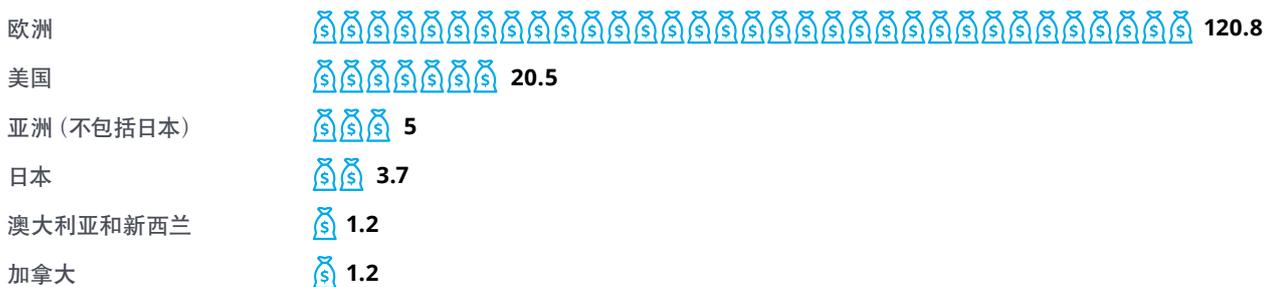
投资者也参与其中。制造商们仅在企业信息披露中报告可持续发展进展的时代一去不返。相反，现在通常期望他们在其可持续发展目标上逐年取得进展。

此外，许多国家的消费者正在密切关注制造商的工作条件、原料投入和废物处理方法，无论这些制造商是生产电子产品、服装还是食品和家居用品。除了消费者购买习惯的改变之外，许多人还将他们的资金投入可持续发展基金中（见图1）。

就像其他各种势头迅猛的运动一样，面对围绕气候变化日益加剧的担忧，对可持续制造的需求势必会增加。2000年至2020年期间，全球化石燃料燃烧和工业生产过程排放的二氧化碳增加了约35%，达到340.7亿公吨。<sup>7</sup> 随着气候变化的持续影响，世界各地的政府、社区和公民将会期待包括制造业在内的各行业企业做出有意义的改变。

图1：2020年第4季度可持续基金资金流量<sup>6</sup>

流入可持续基金的基金，以十亿美元计

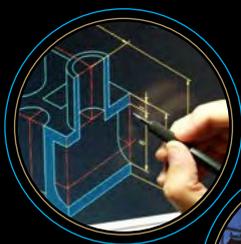


资料来源：晨星





可持续性产品设计



材料选择和道德采购



锻造未来工厂



简化运输和配送



循环经济



迈向可持续制造





## 可持续性产品设计

从许多方面看,可持续性始于产品设计阶段。随着快速成型和增材制造 (AM) 极大增强了研发能力,公司通常可以通过修改现有产品来实现可持续性效益。除了减少材料浪费,增材制造还可以帮助制造商减轻对环境有害材料的依赖,如腐蚀性切削液。许多增材制造生产的零件重量较轻,也有助于节省燃料和能源。<sup>12</sup>

此外,制造商们还革新了产品配方。例如,在过去的几十年里,汽车制造商基本上都改用水性油漆和涂料,大大减少了挥发性有机化合物 (VOCs) 的排放。<sup>13</sup> 这种转变不仅能减少对人类健康的危害,还能产生巨大的环境效益。



通过考虑产品使用的完整生命周期，许多制造商也在减少产品弃置，他们将产品用于租赁或出租，而不是直接出售，以便确保适当的产品维护并延长产品寿命。除了激励制造商提高生产质量以延长产品寿命，这种方法还可以通过服务和支持协同创造新的收入来源。例如，三菱电机集团的M-Use®电梯租赁模式——不仅允许客户管理其总投资，还支持原材料的循环使用，降低能源消耗。<sup>14</sup>

实现这些好处的一个关键是在设计产品时考虑可持续性，涉及到重新设计特定产品的个别元素以改善环境表现，设法降低处理成本、提高原材料利用率、延长产品生命周期，或者以重新使用、翻新或再制造为最终目的进行设计（参见循环经济）。

### 从重新设计到重新创造

虽然绿色设计原则可以帮助制造商减少对环境的影响，但那些寻求创造、转变和保护长期价值的企业越来越多地采用更加发散的思维。这使得许多企业开启了前所未有的产品创新，力争取得巨大的成果。

联合利华就是很好的示例。2010年，该公司启动联合利华可持续生活计划 (USLP)，致力于在实现业务增长的同时，减少环境印迹，并提升积极的社会

影响。在10年内，联合利华已将消费者单次使用公司产品所产生的废弃物减少了32%，将与生产有关的温室气体排放量降低了65%，并在所有工厂实现了零废弃物填埋和使用100%可再生电力。<sup>15</sup> 目前，联合利华旗下的可持续生活品牌——包括七世代、多芬和普卡，占其营业额增长的70%。<sup>16</sup>

德国西门子股份公司是产品重塑的优秀代表。为了应对全球向可再生能源的转变，该公司在2020年剥离了其天然气和电力部门，将重点转向其数字产业和智能基础设施业务。<sup>17</sup> 剥离后的部门，现被称为西门子能源全球 (Siemens Energy Global)，已经成为可再生电力的主要供应商。事实上，西门子能源全球持有西门子Gamesa可再生能源公司<sup>18</sup> 67%的股份，已成为全球最大的风力涡轮机制造商之一。

随着颠覆性力量继续改变整个制造业的运营现状，希望获得竞争优势的企业需要投入更多资源用于产品创新，而那些做好准备迅速行动的公司会获益最多。毕竟，产品重塑需要提前部署适当的科技基础。可以想象，在这条道路上走得最远的制造商，将有望在5到10年后成为下一个“鼎鼎大名”的可持续品牌。





## 材料选择和道德采购

推动可持续制造的另一个重要因素是材料选择和采购。在最基本的层面上，首先要减少原材料的投入，使用对环境危害较小的材料取代可能有毒的材料，选择新的材料技术取代非绿色的材料，并使用诸如增材制造等工艺缩短供应链并减少生产部件所需的材料数量。

然而，从许多方面看，这些都只是第一步。为了满足环境、社会和治理 (ESG) 要求，同时避免消费者、投资者和监管机构强烈反对，制造商将越来越需要证明其原材料来源。

### 追溯源头

虽然早期对来源证明的要求是由需要消除供应链中的冲突矿物而引发，但围绕道德采购的社会期望已经急剧增加。随着时间的推移，越来越多的上游供应商、消费者和工业品牌以及技术巨头开始关注他们采购和销售的原材料的来源。这使制造商面临更大的压力，不得不提高产品的可追溯性，并披露与其生产过程相关的碳足迹。



诸如瑞士负责任企业倡议 (RBI) 等拟议法规明确表明对此的期望值正在增加。根据这项在2020年11月全民公投中被否决的提案，总部位于瑞士的跨国公司需要定期报告与其碳排放、社会和员工政策以及人权表现相关的一系列非财务问题。有关部门正在制定一项反提案，以增加公司报告和尽职调查的要求。<sup>19</sup>

或者也可借鉴这一示例。目前，包括宝马集团、戴姆勒、福特、微软和蒂芙尼在内的许多公司都通过加入负责任采矿保证倡议 (IRMA) 来监督其矿产供应链。该组织对工业规模的矿山进行评估，以确定是否遵守有关商业诚信、社会责任和环境绩效的具体标准。<sup>20</sup> 随着可持续产品需求的增长，整个制造业的采购行为可能会受到更严格的审查。

### 不可篡改的证明

实现这种透明度的一种方法是采用不可篡改的分类账技术，例如区块链。例如，在钻石行业，戴比尔斯开发了名为Tracr的区块链平台，以数字方式追踪钻石从矿山到零售商的情况。开采出的钻石会被分配一个全球钻石编号，记录其个体特征，如克拉、净度和颜色，旨在让消费者确认所注册的是天然且无冲突的钻石。<sup>21</sup>

这些技术进步已经影响了许多制造商选择和采购材料的方式。例如，在2018年，沃尔玛要求其生菜供应商使用公司区块链从农场开始追溯产品，以提高食品安全。<sup>22</sup> 通过追踪个别原料、部件甚至成品，不可篡改的账本可以帮助制造商提高产品质量，加快产品召回，并减少记录修改，同时透明呈现其供应链网络（从产品生产和分销到购买和处置）中的可持续性。





## 锻造未来工厂

在考虑如何在制造业内获得可持续发展的回报时，另一个关键的焦点领域是在工厂车间。这通常从自动化和集成开始。

近年来，制造商实施了精益流程和数字化技术，以提高生产力、创造更安全的工作场所并降低成本。这些集成且互补的技术不仅能让制造商可以更好地了解其生产流程、设备磨损和能源使用情况，还能优化生产、加强预测性维护并最大限度地减少材料浪费。

### 替代能源选择

目前，制造流程使用的能源约占美国的四分之一，占世界能源的三分之一。<sup>23</sup> 即使在低强度行业，能源也往往代表着巨大的成本，随着全球能源价格的上涨，这种成本只会上升。

通过减少废物和水的的使用，调整能源负荷，降低热需

要量，甚至接受碳中性制造，未来工厂有可能取得巨大的可持续发展成果，并降低成本。这一点尤为突出，因为在运营之初或审查时，越来越多的发照机关强制要求能源效率改进。

实现这一目标的一种方法可能是更多使用竞争激烈的可再生能源。通过购电协议 (PPA)，制造商可以长期锁定可再生能源供应的固定价格，有时长达15或20年。<sup>24</sup>

一些拥有大型园区的制造商甚至已经开始**投资现场发电**，使用太阳能电池板、风力涡轮机和地热泵为其设施供电。然而，考虑到与可再生能源发电相关的前期成本，这种方法的普及可能需要政府发布激励措施予以支持。



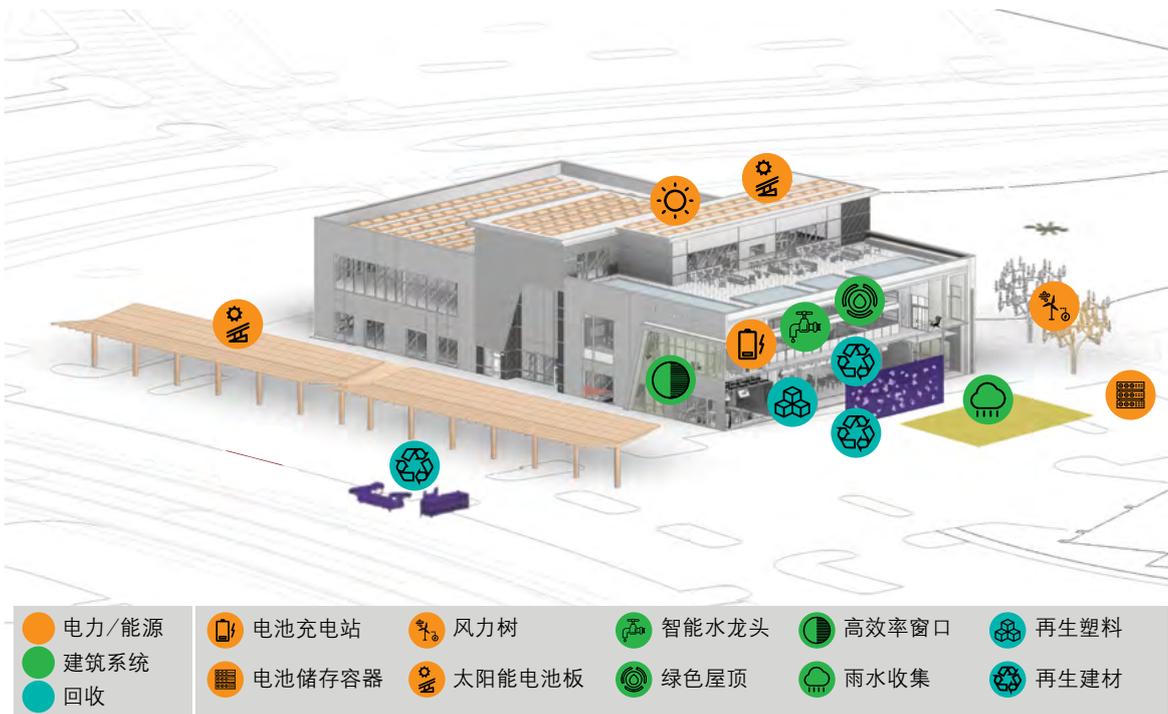
### The Smart Factory @ Wichita

了解未来工厂优势的最好方法之一就是亲身体验。例如，德勤目前正在建造名为The Smart Factory @ Wichita的净零排放建筑，该建筑旨在将领先实践和真实观点带入生活，向制造商展示可能的艺术。该建筑占地60,000平方英尺，其中制造场地约占总空间的三分之一。这使得智能工厂能够在现场产生足够的能量来为运营提供动力。它使用了多项全球领先技术，包括屋顶和车棚太阳能电池板、下一代风力树和锂离子 (Li-ion) 电池组，以实现公用事业规模的储能。微电网控制单元监控能量流以确保稳定的负荷，依托高级分析技术改进需求管理。

多余的电力也被储存起来以备后用。虽然该站点配备了满足峰值负载的发电机，但其同时能够就地存储密集可再生能源，这有助于创建可持续的智能电网并支持未来工厂的净零排放愿景（见图3）。

The Smart Factory @ Wichita还汇集了众多领先供应商，合作提供技术互操作性。该项目旨在建立可持续发展的生态系统，让智能工厂能够整合多个技术平台，无论是制造商选择建造绿地工厂，还是更有可能进行棕地改造。参观访问该工厂的制造商将有机会探索各种案例，以了解智能工厂的一些实际好处。此外，为了进一步提高可持续性，The Smart Factory @ Wichita正在努力成为零废弃工厂。

图 3: The Smart Factory @ Wichita可持续发展概览 | 关键净零组件



资料来源:The Smart Factory @ Wichita





## 简化运输和配送

除了产品开发和生产之外，认真实现可持续发展目标的制造商还应关注其配送行为的影响。鉴于制造行业对航运和公路运输的严重依赖，这一点尤为关键。

航运业目前排放的二氧化碳约占全球排放量的2.7%，主要集中在东西方贸易路线。<sup>25</sup> 散货船、油轮和集装箱船约占所有航运活动的85%。<sup>26</sup> 而公路货运的二氧化碳排放量约占全球的9%，其中美国、欧洲、中国和印度占总排放量的一半以上。<sup>27</sup>

### 采取明智行动

制造商可以考虑一系列策略来推动这方面的持续进展。从公路货运角度来看，企业可以使用数字技术和数据分析来优化货运配载。目前，对于大多数组织而言，最大的机会是在国内运输和发展中市场，这些市场的空载里程通常是发达市场国际路线的两倍。<sup>28</sup>



应用数据分析的一个案例是UPS的ORION（道路优化与导航集成）技术。该系统于2012年首次部署，其算法可优化配送路线以降低油耗。方法之一是尽量减少左转，缩短货车在左转道上的等待时间。UPS估计，在2012年至2020年间，ORION系统为司机节省了大约1亿英里的送货里程，相当于每年节省1,000万加仑的燃料。<sup>29</sup>

车队负责人还可以采取措施，通过使用低摩擦轮胎和润滑剂、改进的空气动力学和驾驶员辅助装置来提高卡车自身的效率。值得注意的是，驾驶员培训也可以发挥关键作用，能有助于将燃油效率提高20%至30%。<sup>30</sup>

也可以在选定的路线上开展以新燃料和其他减排技术为重点的试点项目（见示例1）。

### 示例1：转向无化石燃料运输

全球运输解决方案提供商斯堪尼亚（Scania）最近与挪威杂货批发商ASKO合作，探索长途运输的低排放替代方案。在2020年1月将四辆氢气卡车投入运营后，他们在一个月后又增加了两辆电池电动配送卡车。到2022年，ASKO希望拥有一支由75辆电池电动卡车组成的车队，以期到2026年实现零排放。<sup>31</sup>

随着新冠疫情的蔓延，制造业回流的时机已经到来，至少对那些终端市场支持回流的制造商来说是如此（见示例2）。近年来远距离的供应链在减少开支方面发挥了作用，供应网络的本地化也在逐步抵消较高的劳动力成本，同时帮助制造商更快地响应当地需求。增材制造可以使这种方法更加可行，因为它使生产更接近消费点，这也可以明显减少运输和货运成本。

### 示例2：TruckLabs回流美国

为控制制造成本，早在2016年，卡车技术公司TruckLabs开始在世界各地的低成本国家和地区，例如墨西哥、中国和台湾地区，采购空气动力学面板的零件。然而，2018年中美贸易战爆发，该公司开始重新考虑其战略。

在比较了不同地区的劳动力成本、材料成本、运输、运营复杂性以及业务中断风险之后，该公司决定将60%的生产转移回美国。尽管情况复杂，但这一转变已经使TruckLabs的材料成本降低了约20%，交货时间从8周缩短到4周，并由于对国际货运的依赖降低而减少了碳排放量。<sup>32</sup>

另一种改变运输和配送的方法是通过长期合同实施支持“绿色运输”的举措，承诺选定路线的运输量，并将排放目标纳入招标标准。面临监管压力的行业（如汽车）或具有较高消费者知名度的行业（如快速消费品或服装）可能是此类计划的主要参与者。

然而，为了发挥效用，船队和车队运营商都需要更公开地分享排放数据，或改进监测技术，以帮助制造商做出明智决策并检查表现情况。尽管存在挑战，但这一解决方案可以使运营商们更加确信绿色投资会带来回报，同时为绿色产品带来更高的利润，为向低排放燃料过渡创造额外的资金来源。





## 循环经济

在向可持续制造转型过程中，还需考虑产品在消费端的情况。虽然制造商在多大程度上对其产品的实际性能（例如其能源强度或碳输出）情况尚不清楚，但毫无疑问，减少浪费正变得越来越有必要。

每年，有超过20亿吨的垃圾被送往世界各地的垃圾填埋场，<sup>33</sup> 而且这一数字预计将与全球人口数量同步增长。同时，全球约有10%的垃圾被倒入海洋。<sup>34</sup>

再加上人们担心电子垃圾的潜在毒性、垃圾填埋场产生的空气和水污染，以及有限的自然资源。回收、再利用和翻新的需求越发强烈。

市场上越来越多地要求企业对其所有产品生命周期的排放负责。具体包括“.....与特定产品的生产和使用（从摇篮到坟墓）有关的所有排放，包括来自原材料、制造、运输、储存、销售、使用和处置的排放。”<sup>35</sup> 虽然这些标准的实行目前是自愿性的，但面对全球利益相关者持续施加的压力，企业不得不将这一问题放在企业日程的显要位置。



### 循环思考

为了应对这些问题，许多制造商已经开始考虑循环经济的可行性。循环经济模式不仅可以促进可持续生产和消费，还能推动创造环境和财务效益。埃伦-麦克阿瑟基金会估计，循环经济活动每年可以为消费品生产节省多达7亿美元的材料成本，并在2030年前减少48%的二氧化碳排放。<sup>36</sup>

按粗略定义，循环经济是一个闭环系统，旨在运用减材、重复使用、回收和再利用来取代生命周期末端的废物处理（见图4）。

正如这一定义所表明的，循环经济模式远远超出了回收利用的范围，其更广泛的重点实际上是通过以下方式尽可能长时间地将资源保留在产品生命周期内：

- **闭合循环**：将废弃物或副产品重新整合到新产品的生产中（见示例3）
- **减缓循环**：延长产品寿命，减缓资源向废弃物或资源再利用的转变（见示例4）
- **缩小循环**：减少生产、使用或处置阶段的资源和材料强度要求



图 4：R层次结构—循环经济中的价值保留选项<sup>37</sup>

价值保留选项	消费者	生产者
<b>R0: 拒绝</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 选择更少地购买/消费</li> <li>• 拒绝包装浪费</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 产品生产过程中不使用危险材料（或原始材料）</li> <li>• 生产流程避免浪费</li> </ul>
<b>R1: 减少</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 减少商品使用频率</li> <li>• 长期、顾惜地使用商品</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 产品设计中的明确步骤：每个生产单位的更少材料&gt;去物质化</li> <li>• 设计耐用产品</li> </ul>
<b>R2: 转售/重新使用</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 购买二手产品</li> <li>• 转卖未使用的产品</li> <li>• 消费者对消费者的拍卖</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 制造中的再利用</li> <li>• 利用现有废弃物作为原料输入</li> <li>• 回收商和零售商将直接回收作为经济活动</li> <li>• 多次使用（运输）包装</li> <li>• 转售未使用、未售出的产品或有轻微缺陷的产品（如包装瑕疵）</li> </ul>
<b>R3: 修复</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 由消费者自行或在维修中心修理</li> <li>• 由第三方公司维修（由消费者组织）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 通过产品设计实现（便利的）商品维修和保养</li> <li>• 在制造商或第三方控制的维修中心收集有缺陷的产品</li> <li>• 将作为长期维护计划的计划性维修与临时性维修区分开来</li> <li>• 使用模块化设计，方便拆卸</li> </ul>



价值保留选项	消费者	生产者
<b>R4: 翻新</b>	不适用	<ul style="list-style-type: none"> <li>在不损害整体结构的情况下更换或维修部件，从而提高产品质量</li> <li>使用模块化设计，方便拆卸</li> </ul>
<b>R5: 再制造</b>	不适用	<ul style="list-style-type: none"> <li>拆卸整体结构，检查、清洁和可能修复的部件</li> <li>保留原产品的质量</li> <li>使用模块化设计，方便拆卸</li> </ul>
<b>R6: 改变用途</b>	不适用	<ul style="list-style-type: none"> <li>改造废弃部件另作他用</li> </ul>
<b>R7: 回收</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>正确处置货物：分离废弃物/材料</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>消费后产品的工艺流程</li> <li>确保进一步使用回收原材料（自用、中介）</li> <li>使用模块化设计</li> </ul>
<b>R8: 再利用</b>	不适用	<ul style="list-style-type: none"> <li>捕获废弃物物中的能量（焚烧、使用生物质）</li> </ul>
<b>R9: 重新开采</b>	不适用	<ul style="list-style-type: none"> <li>在垃圾填埋场、城市采矿/垃圾填埋场采矿中回收材料</li> </ul>

R层次结构是一个广泛使用的框架，用于对价值保留方案进行排序。不同的版本有不同的侧重点，许多层次在概念上相关甚至重叠。根据不同的价值保留方案，分为消费者视角和制造商视角。对于回收选项，甚至可以考虑为政府视角。

资料来源：循环转型，德勤

### 示例3：逆向物流发挥作用<sup>38</sup>

某一全球消费电子产品公司在向市场推出新产品后发现退货率较高。这引起了一个附带问题：那些没有被退回的产品如何处理？如果那些产品没有得到负责任的处理，该公司就有可能面临当地生产者延伸责任（EPR）制度规定的罚款。

为了应对这一双重挑战，该公司决定实施可以一石二鸟的逆向物流计划：一方面旨在对退回产品进行故障分析，另一方面通过100%回收退回产品来提高其可持续发展目标。

由于能更多地获得稳健的报废数据，该公司的工程和设计团队能够提高设备的可靠性，延长产品的使用寿命，减少产品丢弃，同时为产品的拆解、重新使用和回收引入可持续的处理流程。





#### 示例4：从摇篮到摇篮地毯的设计

为了减少浪费，促进材料再利用，增强其可持续发展的成果，全球地毯制造商Desso开创了“从摇篮到摇篮”计划，旨在帮助公司过渡到循环商业模式。除了在设计过程中使用可与背衬分离并不断重复使用的可回收纱线，该公司还推出一项回收计划，回收客户不再需要的地毯，以避免被丢入垃圾堆。<sup>39</sup>此外，该公司越来越依赖可再生能源提供生产动力，碳排放量减少了50%。<sup>40</sup>

#### 释放利益

研究表明，在很大程度上，80%的产品循环性可能在设计阶段就已经确定。<sup>41</sup>因此，向循环经济过渡不仅需要从根本上改变材料的采购方式，还需要改变产品的设计、生产、销售、使用和处置方式，同时，还需要供应网络中多个参与者之间的协作。

鉴于商业模式和实际运营情况的可变性，没有一刀切的解决方案帮助建立循环经济模式或实施逆向物流。对消费品有效的方法对工业产品可能无效。

尽管如此，考虑现有的选择仍然很重要，以便制造商能够在其独特的价值链中找到机会。

除了减少其产品对环境的影响之外，这种类型的策略还可以带来一系列附加效益，包括降低材料、废物管理和能源成本，加强法律合规，因为越来越多的法规，例如欧盟绿色政纲和瑞士负责任企业倡议，要求企业采用负责任的处理方法；此外，还能创造新的收益流（例如：通过租赁设备而非直接出售）。



## 迈向可持续制造

无论是受利益相关者要求、监管规定、环境隐忧所驱动，或纯粹出于财务动机，可以确定的是：可持续发展的必要性在不断增强。

制造商不再将可持续发展局限为仅仅在年报中公布宏大目标的报告活动，相反，为取得必要进展，扭转局势，他们需要承诺采取明确的行动。

如何开始行动？

### 规划

- **评估现状。**首先，务必要评估工厂目前的碳排放情况以及产品的实地表现，以大致了解制造商的环境足迹或目前流程的产出。示例包括进行公用事业监测以衡量水电消耗；开展分析，找出制造流程中可减少浪费的领域；使用线路优化软件监控产品配送；或使用智能轮胎测量油耗和轮胎磨损。这些措施可帮助制造商确定在哪些领域投入资源能产生最大的效果。



- 更新策略。** 确保制造商已做出明确的、系统性的选择来支持相应策略，从制胜愿望到竞争市场、制胜方式以及有效执行所需的能力和管理系统。从这里开始，创建线路图来实现制造商的最终目标并确定可以使用的抓手。这包括将支出重新分配到希望取胜的新市场、确定战略收购、追求增值的伙伴关系，和/或重新设计流程和运营模式以可持续发展为决策核心。面对未来脱碳所固有的不确定性，最好的应对策略通常以情景规划为基础。这考虑了多种同样合理但有差异的未来，并确定了在任何情况下都具备韧性的“没有遗憾”的行动，以及制造商可监测的信号和领先指标，以识别每种情况的相对可能性如何随着未来的发展而发生变化。
- 制定目标并确定优先级。** 根据策略确定优先级，这包括确定项目里程碑、构建可行的使用案例、使用从别处获取的经验——不仅仅是最佳实践，还有来自不同环境的类似案例——来提高创造持续优势的成功机遇。除考虑终端客户的优先事项和需求外，制造商还需深入了解可用的脱碳途径。根据有关需求条件、政策举措和技术发展曲线的变化假设，预测不同的路径。理想情况下，使用可以映射到资产层面预测的工具，这些预测可以推广至企业范围内的路径，而不是自上而下的目标设定，因为后者往往导致忽视可以实现的实际情况，并在不确定性发展成趋势时，动态地改变制造商规划的前进道路。

- 考虑融资和税务影响。** 审核制造商的资本分配流程，将碳费用考虑其中。同时，考虑其他融资机制，例如绿色债券、ESG投资基金、可用的税务激励、碳交易计划、私募基金、合伙/合资企业等。
- 获得高层支持。** 要实现可持续制造，必须从高层制定正确的基调、获得管理层认可并考虑变更管理的影响。

**执行**

- 明确必要的角色与职责。** 这包括指派新的职务（如首席可持续发展官）从战略层面领导相关举措。关键在于，这一角色要保证获得高级领导层的支持，从而明确可持续发展是企业的优先事项，而不是将其降级为一项“可有可无”的倡议，被搁置一旁。





- **作出谨慎的投资决策。**这方面需考虑的相关问题有：企业不得不达成哪些可持续性指标？是否存在令人信服且支持性的商业机遇来解决这些期望？企业应重点关注哪些领域以发挥核心优势并获得可观的财务回报？实现这一策略需具备何种能力——企业是从内部构建此种能力还是通过合作/投资从外部获取？是否考虑所有可行的技术替代方案？企业的内部投资回报（IRR）有多少是通过拨款、补贴、激励、或税收优惠实现的？如果法规发生变化，将对企业商业案例产生多大影响？
- **打造结构化生态系统，克服潜在缺陷。**尽管支持可持续制造的理由越来越充分，其仍然存在重大障碍。例如，缺乏政府激励措施让替代能源更加实惠等监管限制，将使制造商们在经济上面临挑战，难以转向可持续制造。市场机制的不确定性也会阻碍行动（例如，先普及电动车还是电网？）。融资障碍和客户难以接受先前未有的设计也常导致行业无法作为。此外，文化方面的障碍也一直存在，从短期思维和难以衡量环境影响，到担心采用可持续制造会疏远一部分客户或员工。

所有这些都表明必须要打造结构化的生态系统，汇集制造商、行业协会、第三方供应商和监管者等合作伙伴。为真正推动可持续发展的成果，有必要采取协调方法，即创造一个良性循环，让所有相关方都参与进来（见示例5）。毫无疑问，制造商们如何合作解决可持续发展问题非常复杂。而现在正是作出最大努力的良机——在制造行业发现自己像矿业和油气行业一样面临生存威胁之前。

#### 示例5：合作共赢

据报道，作为其生态设计承诺的一部分，飞利浦在2020年实现了100%碳中和的目标<sup>42</sup>，采用了节能解决方案和更明智的材料设计选择。该公司将可持续发展作为其优先重点，使用的全部电力都来自可再生能源。

但飞利浦的目标不止于此，它还在找寻方法携手供应商和客户共同扩大影响。具体包括：与客户合作在产品使用过程中减少碳排放；与供应商合作在供应链中减少碳排放；探索采用循环经济原则的途径。此外，它还在各生产现场协调使用本地材料，将碳排放量作为材料选择的标准，从废物管理转向资源管理。

未来，飞利浦希望通过刺激终端消费者的行为推动向循环经济的系统转型，并已经采取措施，更严谨地确定功能指标以追踪其进展。通过采取透明的方法以及优先考虑数据可靠性，该公司期望推动整个行业在ESG领域的变革。





• **反思**

- **衡量进展并创造清晰的市场叙述。** 制造商们有可靠准确的衡量系统，他们能做的不仅仅是衡量可持续性举措的进展，也可以用这些产出，围绕其所创造的积极影响创造清晰的市场叙述，为投资者和客户等勾勒美好蓝图，同时为利益相关者提升透明度。
- **参与意见塑造。** 一些公司可能对可持续发展持等等看的观望态度，但这非常冒险。与其被动等待舆论降临，不如积极与协会合作，提出有利于塑造意见的行业观点，这才更有意义。
- **充分考虑意外后果。** 在寻求改善环保表现的过程中，务必要考虑决策所产生的负面影响。例如，尽管电动汽车可以减少尾气排放，但开采和加工电池矿物质也会影响环境。真正的进步必须采用生命周期方式。

更好的方法是，确定拥有优势的未来，快速行动，催化能够提高实现未来可能性的结果。在不确定性面前，优秀的领导人知道不是要进行更多分析（顾名思义，即回顾），而是要快速少量地采取行动。

关注长期结果、与行业利益相关者密切合作、采用仔细协调的方法，制造商们就能够在实现可持续发展的道路上创造更大效益，不仅能提高竞争性和效率，还能降低成本和风险。真正的成功，不止局限在生产车间。通过推动实现显著的可持续性成果，制造商们也有能力创造持久的社会价值。



# 德勤中国联系人

## 董伟龙

德勤中国  
工业产品及建筑行业领导合伙人  
[rictung@deloitte.com.cn](mailto:rictung@deloitte.com.cn)

## 刘浩

德勤中国  
供应链和制造运营管理咨询合伙人  
[haoliu@deloitte.com.cn](mailto:haoliu@deloitte.com.cn)

## 陈肇端

德勤中国  
工业产品及建筑行业财务咨询合伙人  
[norbertchan@deloitte.com.cn](mailto:norbertchan@deloitte.com.cn)

## 李晓晖

德勤中国  
工业产品及建筑行业税务与法律合伙人  
[samxhli@deloitte.com.cn](mailto:samxhli@deloitte.com.cn)

## 朱灏

德勤中国  
工业产品及建筑行业风险咨询合伙人  
[silzhu@deloitte.com.cn](mailto:silzhu@deloitte.com.cn)

## 谢安

德勤中国  
气候变化与可持续发展主管合伙人  
[allxie@deloitte.com.cn](mailto:allxie@deloitte.com.cn)

## Robert Hansor

德勤中国  
气候变化与可持续发展服务总监  
[rhansor@deloitte.com.cn](mailto:rhansor@deloitte.com.cn)

## 致谢

德勤工业产品及建筑行业领导层衷心感谢以下同事为本报告所做的贡献：Timothy Archer、Jimmy Asher、Heather Ashton Manolian、Gary Bearden、Nick Davis、Matthew Davy、Duane Dickson、Sam Freeman、Takeshi Fujii、Nobuhiro Hemmi、Stephen Laaper、Richard Longstaff、Derek Pankratz、Nina Schmid、Andrew Swart、Geoff Tuff、Brian Umbenhauer、Konstantin van Radowitz、Peter Vickers以及Rene Waslo。



# 尾注

1. United States Environmental Protection Agency. "Sustainable Manufacturing." Accessed at <https://www.epa.gov/sustainability/sustainable-manufacturing#:~:text=Sustainable%20manufacturing%20is%20the%20creation,employee%2C%20community%20and%20product%20safety> on May 13, 2021.
2. Fortune, January 1, 2021. "2020 was the year of the 'net zero by 2050' commitment. Will 2021 be the year we get the details," by Katherine Dunn. Accessed at <https://fortune.com/2021/01/01/climate-change-paris-agreement-cop26-net-zero-2050-commitments-biden-policy-zero-emissions/> on June 29, 2021.
3. Deloitte. "2021 Climate Check: Business' views on environmental sustainability." Accessed at <https://www2.deloitte.com/global/en/pages/risk/articles/2021-climate-check-business-views-on-environmental-sustainability.html> on May 13, 2021.
4. Deloitte Switzerland, 2021. "Sustainable manufacturing: a profitable business case." Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/risk/articles/sustainable-manufacturing.html> on May 13, 2021.
5. Carbon Disclosure Project. "Supply chain." Accessed at <https://www.cdp.net/en/supply-chain#7a435f2b77fbfeb6c447370252aeebe1> on May 13, 2021.
6. Reuters, January 28, 2021. "Sustainable fund assets hit record \$1.7 trln in 2020: Morningstar," by Simon Jessop, Elizabeth Howcroft. Accessed at <https://www.reuters.com/article/us-global-funds-sustainable-idUSKBN29X2NM> on May 18, 2021.
7. Statista, 2021. "Historical carbon dioxide emissions from global fossil fuel combustion and industrial processes from 1758 to 2020." Accessed at <https://www.statista.com/statistics/264699/worldwide-co2-emissions/> on May 13, 2021.
8. BusinessGreen, January 14, 2020. "'Unprecedented transformation': European Commission unveils €1tr investment strategy to decarbonize a continent," by Toby Hill. Accessed at <https://www.businessgreen.com/news-analysis/3085011/eu-commission-unveils-eur1-trillion-investment-strategy-to-decarbonise-a-continent> on May 17, 2021.
9. CFO.com, June 4, 2019. "Joe Biden's Climate Proposal Calls for \$1.7 Trillion Investment," by William Sprouse. Accessed at <https://www.cfo.com/sustainability/2019/06/joe-bidens-climate-proposal-calls-for-1-7-trillion-investment/> on May 17, 2021.
10. Statista, 2021. "Investment in clean energy globally in 2019, by select country." Accessed at <https://www.statista.com/statistics/799098/global-clean-energy-investment-by-country/> on May 17, 2021.
11. Scott Corwin and Derek Pankratz, "Leading in a low-carbon future," Deloitte Insights, May 25, 2021.
12. Deloitte Insights, October 17, 2015. "3D opportunity for life cycle assessment: Additive manufacturing branches out." Accessed at <https://www2.deloitte.com/uk/en/insights/focus/3d-opportunity/additive-manufacturing-in-lca-analysis.html> on June 23, 2021.
13. Pacific Northwest Pollution Prevention Resource Center, July 2, 2019. "Waterborne Paint is the Future: Transition Today." Accessed at <https://pprc.org/2019/pprc/waterborne-paint-is-the-future-transition-from-solvents-today/> on July 20, 2021.
14. Mitsubishi Elevator Europe B.V. Accessed at <https://www.mitsubishi-elevators.com/m-use/> on June 23, 2021.
15. Unilever, May 6, 2020. "Unilever celebrates 10 years of the Sustainable Living Plan." Accessed at <https://www.unilever.com/news/press-releases/2020/unilever-celebrates-10-years-of-the-sustainable-living-plan.html> on May 20, 2021.
16. Unilever, May 10, 2018. "Unilever's Sustainable Living Plan continues to fuel growth." Accessed at <https://www.unilever.com/news/press-releases/2018/unilevers-sustainable-living-plan-continues-to-fuel-growth.html> on May 20, 2021.
17. Reuters, May 7, 2019. "Siemens spins off struggling gas and power in smart digital shift," by John Revill, Arno Schuetze. Accessed at <https://www.reuters.com/article/us-siemens-power-idUSKCN1SD2C7> on May 20, 2021.
18. Siemens Energy. "Global player in the energy sector." Accessed at <https://www.siemens-energy.com/global/en/company/investor-relations.html> on May 20, 2021.



1. Deloitte, 2021. "Responsible Business Initiative – what does the no vote mean for companies?" Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/audit/articles/responsible-business-initiative-what-does-this-mean-for-companies.html> on July 20, 2021.
2. Initiative for Responsible Mining Assurance. Accessed at <https://responsiblemining.net/what-you-can-do/become-a-member/> on June 23, 2021.
3. Coin Telegraph, May 10, 2018. "De Beers Tracks Diamonds With Blockchain For The First Time," by Aaron Wood. Accessed at <https://cointelegraph.com/news/de-beers-tracks-diamonds-with-blockchain-for-the-first-time> on October 29, 2018.
4. Walmart, 2018. "In Wake of Romaine E. coli Scare, Walmart Deploys Blockchain to Track Leafy Greens," by Matt Smith. Accessed at <https://corporate.walmart.com/newsroom/2018/09/24/in-wake-of-romaine-e-coli-scare-walmart-deploys-blockchain-to-track-leafy-greens> on May 25, 2021.
5. Geospatial World, July 17, 2018. "Factory automation and environmental benefits," by Teresa Tomas. Accessed at <https://www.geospatialworld.net/blogs/factory-automation-and-environmental-benefits/> on May 18, 2021.
6. Deloitte. Sustainable manufacturing a profitable business case. Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/risk/articles/sustainable-manufacturing.html> on June 18, 2021.
7. Shell/Deloitte, 2020. "Decarbonizing Shipping: All hands on deck." Accessed at [https://www.shell.com/promos/energy-and-innovation/decarbonising-shipping-all-hands-on-deck/\\_jcr\\_content.stream/1594141914406/b4878c899602611f78d36655ebff06307e49d0f8/decarbonising-shipping-report.pdf](https://www.shell.com/promos/energy-and-innovation/decarbonising-shipping-all-hands-on-deck/_jcr_content.stream/1594141914406/b4878c899602611f78d36655ebff06307e49d0f8/decarbonising-shipping-report.pdf) on May 26, 2021.
8. Shell/Deloitte, 2020. "Decarbonizing Shipping: All hands on deck." Accessed at [https://www.shell.com/promos/energy-and-innovation/decarbonising-shipping-all-hands-on-deck/\\_jcr\\_content.stream/1594141914406/b4878c899602611f78d36655ebff06307e49d0f8/decarbonising-shipping-report.pdf](https://www.shell.com/promos/energy-and-innovation/decarbonising-shipping-all-hands-on-deck/_jcr_content.stream/1594141914406/b4878c899602611f78d36655ebff06307e49d0f8/decarbonising-shipping-report.pdf) on May 26, 2021.
9. Shell/Deloitte, 2020. "Decarbonizing Road Freight: Getting into Gear." Accessed at <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/decarbonising-road-freight.html#iframe=L2ZvcmlzL2VuX2diX2VucXVpcnlfZm9ybQ> on May 26, 2021.
10. Shell/Deloitte, 2020. "Decarbonizing Road Freight: Getting into Gear." Accessed at <https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/decarbonising-road-freight.html#iframe=L2ZvcmlzL2VuX2diX2VucXVpcnlfZm9ybQ> on May 26, 2021.
11. UPS, January 29, 2020. "UPS To Enhance ORIO With Continuous Delivery Route Optimization." Accessed at <https://about.ups.com/us/en/newsroom/press-releases/innovation-driven/ups-to-enhance-orion-with-continuous-delivery-route-optimization.html> on June 23, 2021.
12. inbound logistics, May 18, 2020. "Carbon Neutrality Is Shaping the Fleets of the Future," by Ray Hatch. Accessed at <https://www.inboundlogistics.com/cms/article/Carbon-Neutrality-Is-Shaping-Fleets-of-the-Future/> on June 29, 2021.
13. Cision, May 18, 2020. "Scania to Deliver 75 Battery Electric Trucks to ASKO in Norway." Accessed at <https://www.prnewswire.com/news-releases/scania-to-deliver-75-battery-electric-trucks-to-asko-in-norway-301060634.html> on May 26, 2021.
14. Industry Week, November 3, 2020. "Why We're Reshoring Our Manufacturing: A CEO's View," by Daniel Burrows. Accessed at <https://www.industryweek.com/leadership/strategic-planning-execution/article/21146695/why-were-reshoring-manufacturing-a-ceos-view> on May 26, 2021.
15. The World Bank. "What A Waste 2.0." Accessed at [https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends\\_in\\_solid\\_waste\\_management.html](https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html) on May 27, 2021.
16. National Geographic, February 22, 2019. "Ocean Trash: 5.25 Trillion Pieces and Counting, but Big Questions Remain." Accessed at [https://www.nationalgeographic.org/article/ocean-trash-525-trillion-pieces-and-counting-big-questions-remain/?utm\\_source=BiblioRCM\\_Row](https://www.nationalgeographic.org/article/ocean-trash-525-trillion-pieces-and-counting-big-questions-remain/?utm_source=BiblioRCM_Row) on May 27, 2021.
17. World Resources Institute, WBCSD. "Greenhouse Gas Protocol: FAQ." Accessed at [https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards\\_supporting/FAQ.pdf](https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards_supporting/FAQ.pdf) on May 27, 2021.
18. Deloitte. "A Circular Transition." Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/risk/articles/a-circular-transition.html?nc=1> on May 27, 2021.
19. Deloitte. "A Circular Transition." Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/risk/articles/a-circular-transition.html?nc=1> on May 27, 2021.
20. Deloitte. "A Circular Transition." Accessed at <https://www2.deloitte.com/ch/en/pages/risk/articles/a-circular-transition.html?nc=1> on May 27, 2021.
21. Ellen MacArthur Foundation. "Desso: Cradle to Cradle design of carpets." Accessed at <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/cradle-to-cradle-design-of-carpets> on May 29, 2021.
22. Desso. "Cradle to Cradle®." Accessed at <http://www.desso.ro/c2c-corporate-responsibility/cradle-to-cradle/> on May 29, 2021.
23. Ellen MacArthur Foundation, 2017. "What is the Circular Economy?" Accessed at <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/what-is-the-circular-economy> on May 27, 2021.
24. Philips. "As of 2020 we are carbon-neutral in our operations." Accessed at <https://www.philips.com/a-w/about/sustainability/climate-action.html> on May 29, 2021.





#### 关于德勤

Deloitte (“德勤”)泛指一家或多家德勤有限公司, 以及其全球成员所网络和它们的关联机构(统称为“德勤组织”)。德勤有限公司(又称“德勤全球”)及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 相互之间不因第三方而承担任何责任或约束对方, 德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构仅对自身行为及遗漏承担责任, 而对相互的行为及遗漏不承担任何法律责任。德勤有限公司并不向客户提供服务。请参阅 [www.deloitte.com/cn/about](http://www.deloitte.com/cn/about) 了解更多信息。

德勤是全球领先的专业服务机构, 为客户提供审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询、税务及相关服务。德勤透过遍及全球逾150个国家与地区的成员所网络及关联机构(统称为“德勤组织”)为财富全球500强企业中约80%的企业提供专业服务。敬请访问[www.deloitte.com/cn/about](http://www.deloitte.com/cn/about), 了解德勤全球约330,000名专业人员致力成就不凡的更多信息。

德勤亚太有限公司(即一家担保有限公司)是德勤有限公司的成员所。德勤亚太有限公司的每一家成员及其关联机构均为具有独立法律地位的法律实体, 在亚太地区超过100座城市提供专业服务, 包括奥克兰、曼谷、北京、河内、香港、雅加达、吉隆坡、马尼拉、墨尔本、大阪、首尔、上海、新加坡、悉尼、台北和东京。

德勤于1917年在上海设立办事处, 德勤品牌由此进入中国。如今, 德勤中国为中国本地和在华的跨国及高增长企业客户提供全面的审计及鉴证、管理咨询、财务咨询、风险咨询和税务服务。德勤中国持续致力为中国会计准则、税务制度及专业人才培养作出重要贡献。德勤中国是一家中国本土成立的专业服务机构, 由德勤中国的合伙人所拥有。敬请访问 [www2.deloitte.com/cn/zh/social-media](http://www2.deloitte.com/cn/zh/social-media), 通过我们的社交媒体平台, 了解德勤在中国市场成就不凡的更多信息。

本通讯中所含内容乃一般性信息, 任何德勤有限公司、其全球成员所网络或它们的关联机构(统称为“德勤组织”)并不因此构成提供任何专业建议或服务。在作出任何可能影响您的财务或业务的决策或采取任何相关行动前, 您应咨询合资格的专业顾问。

我们并未对本通讯所含信息的准确性或完整性作出任何(明示或暗示)陈述、保证或承诺。任何德勤有限公司、其成员所、关联机构、员工或代理方均不对任何方因使用本通讯而直接或间接导致的任何损失或损害承担责任。德勤有限公司及其每一家成员所和它们的关联机构均为具有独立法律地位的法律实体。

© 2021. 欲了解更多信息, 请联系德勤中国。

Designed by CoRe Creative Services. RITM0790089