



图1 未来的产品设计必须考虑可持续发展问题

可持续发展

可持续发展的产品开发

可持续发展将在产品开发中发挥着越来越重要的作用。因此，面向未来的系统工程也必须重新定义，包括系统工程中的能源利用效率、环保材料的使用、最大程度地减少废弃物垃圾和原材料的可重复使用性等方面。

文 | Stefan Angele

今天，几乎在日常生活的每一个角落里都可以看到绿色环保技术的身影。这一趋势还在不断的发展壮大。有研究表明：到2025年时，德国绿色科技公司的年平均增长率将会高达9.9%。正如调研项目“德国制造中的绿色科技”的调查结果所指出的那样：2020～2030年之间市场中的绿色科技份额将会翻番，达到8560亿欧元。

能够提供绿色环保技术的企业有着

很好的未来发展前景。不仅是私人消费者，而且越来越多的企业、公司都在设备投资决策时，将能源利用率和资源利用率的高低作为决策的重要指标了。可持续发展的观点将比以往任何时候都能决定企业长久发展的成功与否。这一点也适用于生产电子产品和机械产品的企业。因为这些企业通常都使用一些稀缺资源进行生产，一次性能源的消耗量也非常大。

对于产品设计和开发人员来讲，这也就意味着他们今后的工作重点必须始终放在可持续发展方面。系统工程尤为如此。由于系统工程有着跨学科和结构化的特点，因此它非常适合满足解决包含可持续发展在内的种种复杂问题。系统工程是一种能够按照产品设计要求精准确定产品开发设计过程的科学方法。它得出的最终结果是生产过程中资源使用最少、在各个层面都有更好的可持续

发展性，更加环保、更加经济和更加深受社会喜爱。

产品开发过程中提高可持续发展性的起点

如果用户真的想到了可持续发展，就会发现产品开发过程中有许许多多的切入点：产品定义和产品设计、原材料和技术的选择以及产品的生命周期。

谁想在产品开发阶段就有这样根本性的改变，就必须在产品开发时中注意到上述三个问题。可持续发展的产品定义和产品设计即将开始了；也就会在产品的结构设计中遇到下面的挑战：耐久性设计；易于维修保养；利用环保型甚至可回收再利用的材料制造新产品；利用环保性技术进行制造。

但产品开发人员还有其他必须要面对和应对的挑战：可持续发展的原材料和技术通常比传统原材料和传统技术要贵很多，并导致更高的生产成本。这在一定程度上是因为可持续发展的新技术、新材料使用的较少，利用它们生产的产品数量也很少；这又反过来推高了它们的价格。在使用替代能源的时候、在利用可持续发展技术生产新设计的产品时就是这样。因此，目前利用可持续发展技术生产的产品往往比传统工艺技术生产出来的产品更贵一些。阻碍环保型产品生产的其他因素还有诸如原材料的可用性和生产成本。

因此，可持续发展的观点是一件贯穿产品整个寿命周期的事情：从产品设计、材料选择、生产制造到维修保养，理想情况下还包括了它的回收再利用。因此，对于第一次设计可持续发展产品的企业来讲这是一件非常复杂的工作。

可持续发展的设计理念

几十年来，新产品设计时遵循的是：按照成本高低决定设计的成败。这是一种以最大程度的降低新产品开发成本为

目标的设计理念。大多数企业很难摆脱这样的设计理念；因为环保元素往往与很高的开发成本密不可分。然而，随着消费者越来越多的需要可持续发展的新产品、立法者也规定了越来越严格的环保性法律法规，现在的新产品设计者也就必须采取综合方法来同时考虑研发成本和可持续发展两个问题了。一个知道用“可持续发展的设计理念”取代“成本费用的设计理念”的人将会成为新的王者。而可持续发展的设计理念也将成为新的“标准型”设计理念。

这也就要求新产品设计者从一开始就用更加开拓的眼光来看待成本费用与产品功能之间的关系、摆脱传统观念的束缚并有意识地将可持续发展问题纳入整个产品开发过程。这就需要具备以下几方面的能力：整体性思维；清晰的可持续发展目标；有可持续发展原材料和生产技术的专业知识；系统性的分析和批判能力以及与利益相关方密切合作。

明确而且可以衡量的可持续发展目

标是成功的关键。这里应重点关注有利于环境保护的种种因素，例如节约资源、提高能源利用率、减少有害气体排放和废弃物最小化等，但也应该考虑到一些社会方面的因素，例如工作条件的好坏、社会公正性等问题。对可持续发展原材料和加工工艺技术的深厚了解也是非常重要的。这里包括了对产品原材料的可回收再利用性能、生物相容性、可再生原材料和节能技术等方面。如果企业内部不具备这样的能力，可以邀请具有可持续发展或者环境保护方面的专家加入到产品研发团队之中。与客户、供应商和研究机构的相互交流也可以带来宝贵的成果。

以系统工程为项目实施助力

原则上必须明确的是：在产品研发的各个阶段都提高对可持续发展的认识，并且也应该同时在利益相关方那里建立起这种意识。因为它们也必须重新思考迄今为止在产品设计中的最佳实践，并

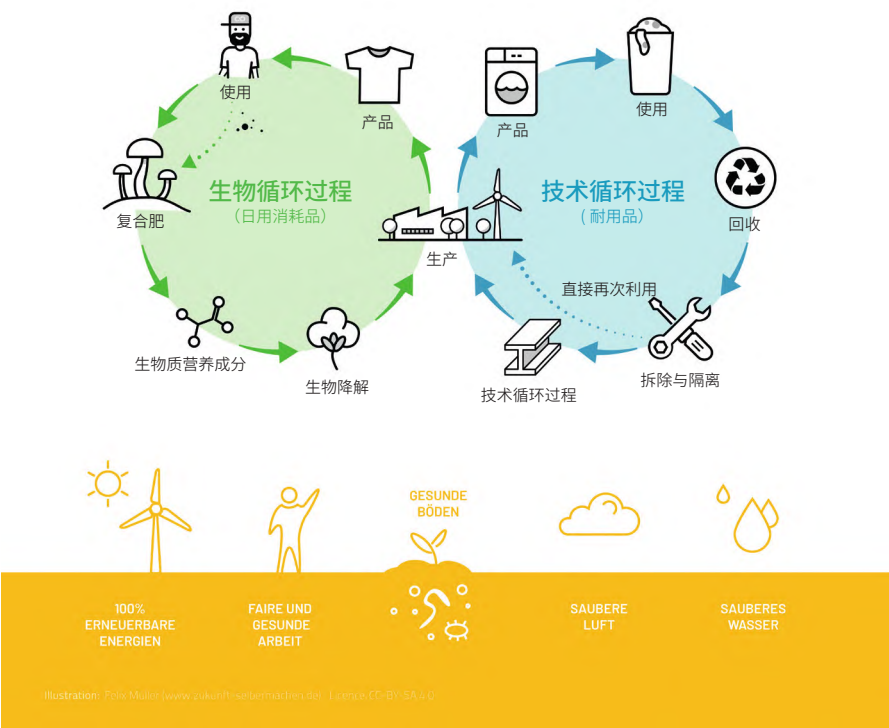


图2 从“摇篮”到“摇篮”的设计原则

按照可持续发展的标准和要求调整过去的最佳实践过程。也就是说：必须在产品开发的早起阶段就在可持续发展、成本费用和产品功能之间取得一个平衡点。调整现有的企业经营模式并开发新的企业经营模式是使可持续发展新产品能够盈利的先决条件。

这一切都意味着什么呢？怎样在实践中贯彻落实呢？系统工程的最佳实践仍然是系统性的解决这一问题的有效方法。此时需要一个非常有用的工具包：工具包内有适合于复杂系统开发使用的、也适合于在可持续发展产品开发使用的及经过实践验证的产品研发工作程序和原则。其中包括：

- 整体性：系统地考察新开发产品的整个寿命周期，包括新产品对周围环境的相互作用，确保始终最大限度地减少新产品对周围环境的负面影响。
- 目标管理：通过在整个产品研发过程的各个节点设置可以量化评判的目标来监控开发过程中的可持续发展目标落实情况，确保可持续发展目标的落实。
- 系统建模与仿真模拟：展示设计



图 4 调整现有的企业经营模式并开发新的企业经营模式是使可持续发展新产品能够盈利的先决条件

决策对产品可持续发展性能的影响。

- 生命周期分析（LCA）：有助于评估开发的新产品在其整个生命周期内对周围环境的影响程度。另外，数据汇总和分析的结论也可以用作管理决策的基础。
- 考虑到有关标准和技术规范：像 LEED 绿色建筑评估体系或者 C2C 从摇篮到摇篮等实现资源循环利用的可持续发展等认证本身就涵盖了可持续性发展的某些方面。这些都可以作为可持续发

展产品开发的指导方针。

以 C2C 从摇篮到摇篮的设计原则为例：这是一种设想可以无限循环的使用产品的原材料和营养物质的设计原则；如果用户采用了这种设计原则，则说明用户走上了可持续发展的康庄大道。

结论：通往可持续发展的产品要求，包括工业产品和工业系统在内，都有意识的在新产品开发的各个阶段都有意识的在可持续发展性、成本费用和产品功能之间找到一个平衡点，调整自己的企业经营模式并使用更具可持续发展的方法和工具。只有这样才能有力的支持可持续发展在各行各业中不断的发展壮大。

谁现在就已经开始，谁可以获得巨大的领先优势；当前 PAC 研究报告“IT、可持续发展——2023 年度成熟度”中的结论是：目前只有 2/5 的德国企业制定了可持续发展目标，各企业可持续发展目标的实现率将用具体的关键数据来衡量。这确实有些令人惊异，因为至少 90% 的受访者都期望通过例如更加有效的利用资源、优化资源利用率而获得竞争优势。MM



图 3 在产品研发的各个阶段都提高对可持续发展的认识