

可持续设计 — 不再仅限于建筑

摘要

环保、经济和竞争激烈的市场使得如今工程的可持续设计成为一种需要。众多的跨国公司已经在将可持续设计元素融入到其产品中投入了数年的精力，其范围覆盖各行各业。随着成本和法规问题的不断增加，材料和造型的选择日渐复杂，设计师需要能够自动处理并简化材料的选定。SolidWorks® 仿真和分析工具可以帮助您降低遵守新的环保标准所要付出的成本。



简介

什么是可持续设计？

可持续设计是一种功能完备、着眼于全局的产品和系统设计方法，该方法有利于环境保护，有助于社会和谐并且在经济上切实可行：在环保方面，该设计可以带来显著而重大的益处；对社会而言，它可以满足人们在产品生产、使用乃至废弃处理或重复利用等各阶段的所有需求；而从经济角度来看，它可以使设计更具市场竞争力。

许多设计都在兼顾客户需求与环境保护方面做出了优异表率，例如节能型汽车、太阳能建筑、无污染发电站、可回收包装和低压照明设备等。其实，只要工程师在设计产品时切实考虑使用更环保的材料创造更优秀的产品，那么，一切产品都可能做到可持续设计。

.....
其实，只要工程师在设计产品时切实考虑使用更环保的材料创造更优秀的产品，那么，一切产品都可能做到可持续设计。

实际实施可持续设计需要考虑以下几个因素：

- 尽量减少材料用量：能否在不影响功能的前提下将零件的壁厚从 1/2 英寸减少到 3/8 英寸？（例如：宽屏电视的边框）
- 选择改良型材料：有没有一种塑料（十年前没有的）能够使这个零件更容易生产、回收或运输，而成本相同？（例如：使用可回收的高密度聚乙烯 (HDPE) 代替丙烯腈/丁二烯/苯乙烯共聚物 (ABS)）
- 易于拆卸的设计：是否可以将产品设计为易于拆卸的形式，以便于维修或选择性回收？（例如：使用卡扣连接零件，而不是胶合）
- 产品在达到使用寿命时可重复利用或回收：是否可以进行模块化设计，以便可以通过更换零件实现产品功能升级？（例如：相对于丢弃型手机而言，可以推出消费者能够自行更换的滑入式内存卡/功能板）
- 尽量降低能耗：是否有别的方法或机器，只需使用较少的能源就能构建或运行系统？（例如：重新设计氧气罩，降低气压，使客户能够用上更便宜的输氧系统）
- 制造时不产生有害废料（例如：成功摒弃铅焊接）
- 以清洁能源技术作为基本设计思路（例如：混合动力汽车引擎）

但是，为何说这一新思路颇具经济价值呢？原因有二：其一，人们对自然资源需求的增长已超过了供给能力，导致资源成本不断提高；其二，新环保政策的出台必然对设计造成影响。幸运的是，只要对设计做一些细微的变动（精心选取新材料、优化材料用量、使用最少的能源/资源进行生产）就可对整个可持续生命周期产生巨大的连锁效应，从而扩大产品优势、增强产品在全球市场中的竞争力。

在设计思路的转变方面，欧洲一直走在世界的前列，该地区最近提出了“整合产品策略” (Integrated Product Policy, IPP) 的概念，倡导并推动了可持续开发。在最近的一份报告中，Cyon Research Corporation 分析了这一策略：“IPP 的核心原理是：最大程度地改进产品对环境的影响是在设计阶段（源头）做到的，而不是通过工艺效率、清洁生产或污染管理（后期）等方法进行控制。欧盟估计，在所有与产品相关的环境影响中，百分之八十以上都是在设计阶段就已注定了。”

.....
那些设计产品时明智地虑及易于回收因素的制造商在经济和环保方面无疑已经先行一步，必将从中获得丰厚的经济回报。

因此，那些寻求切实可行的方法来降低材料成本并改进工艺流程的公司将在保证利润率方面赢得领先地位。

可持续目标、方针和策略

当前的经济/环境政策

虽然欧洲的土地和资源有限，但在建议和制定旨在维持可持续发展的计划方面却处于领先地位，要进入欧洲市场的美国制造商必须注意并遵守这些计划。许多欧盟法规业已生效，这将从根本上影响产品（从手机到跑车）的设计和营销方式。

例如，报废电子电器设备 (Waste of Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 指令和汽车报废 (End of Life Vehicles, ELV) 指令都以扩大生产商责任为原则。WEEE 要求电路板不仅要采用无害工艺生产，还必须在设计时考虑拆卸、分类和安全回收/废弃处理等因素。ELV 要求面向欧洲市场（27 个欧盟国家/地区）的汽车在设计时必须牢记同一项任务，那就是生产商需要支付有关机构处理负价值/零价值汽车的“所有或大部分”费用。

这些规则意味着：在法律上，生产商必须承担召回和回收自己产品的费用。因此，那些设计产品时明智地顾及易于回收因素的制造商在经济和环保方面无疑已经先行一步，必将从中获得丰厚的经济回报。

其他以在制造和使用过程中降低能耗为目标的指令也已得到初步采纳。能源使用产品 (Energy Usage Products, EuP) 政策对各种产品实施了能源使用限制，甚至还将限制延伸到了作为备件销售的零部件和子装配体。将来，欧洲 CE 标志计划除了要验证已确立的安全和电磁兼容性标准外，还要验证 EuP 符合性。

产品设计的生命周期方法

即使相反的观点充满说服力，人们仍然认为让事物保持原样更容易，这实在是天性使然。通常，新产品仅仅是针对原有设计和工艺做的更改。可以想一下汽车的装配方式：尽管过去几十年来，机器人已经扮演了重要的角色，但总的装配过程仍然遵循着亨利·福特所制定的架构。糟糕的是，在许多方面，胶合和焊接等步骤已经取代了螺钉或螺栓连接，这导致分部件无法进行拆卸维修，而必须整体报废并重新更换。

同时，传统材料的成本正在迅速攀升：非加工产品的价格指数从 1995 年的不到 70（表示将平均价值设为 100 时对比得出的实际价格）猛增到 2005 年的 170（比平均价值高出百分之七十）。钢材和原油价格的增长也影响了制造业和运输业的成本，而消费者仍然期望降低价格。汽车制造商常常需要提高各种型号的产品的价格，用以支付产品达到使用寿命时的处理费用。那么，可以采取什么措施来弥补或降低此类成本呢？

美国在产品方面全球领先，然而，在呼唤可持续设计的经济压力和社会压力不断增长的形势下，要保持领先地位，必须克服长久以来不愿改变基本原则的惰性，而且这种惰性也是可以克服的。Kishore Boyalakuntla（国家级技术经理，Dassault Systèmes SolidWorks Corp. 产品分析师）评述说：“挑战会激励创新；因此，与其他汽车制造商一样，福特开始重新考虑汽车中要使用的每个塑胶件。”他们会问自己：

- 原材料成本如何？
- 加工和处理对环境有何影响？
- 使用这种材料要使用何种能源？
- 有没有成本相同但更容易回收的材料？
- 有没有这样一种结实的新材料，只需更少用量就可以制造出同样耐用的现有零件？

同时，许多行业和政府集团开发了各种方法来评估不同材料，以及各种加工和运输方法对环境的相对影响。Boyalakuntla 指出：“大学（例如 MIT — 麻省理工大学）也不再仅仅关注能源方法和新的设计方法，而是纷纷开设以可持续发展为目标的跨学科新专业。”

在许多场合下，胶合和焊接等步骤已经取代了螺钉或螺栓连接，这导致子装配体无法进行拆卸维修，而必须整体报废并重新更换。

生命周期分析和计划

如何选择一种产品设计，确保能对其进行重新评价，从而降低其对环境的整体影响？着眼于全局不失为良策。对每一产品制造过程，生命周期分析 (LCA) 都可以确定以下各相关阶段中涉及的能源和废料（包括固体废料和进入空气和水体的废料）问题：

- 原材料提取
- 材料加工
- 零部件制造
- 装配和包装
- 分销和购买
- 安装和使用
- 维护和升级
- 达到使用寿命：
 - 材料回收
 - 零部件重复利用
 - 产品重复利用
 - 垃圾填埋
 - 垃圾焚烧

美国工业设计师协会 (Industrial Designers Society of America) 和美国环保署 (EPA) 适时提出了一种有趣的方法来量化设计决策中的这些因素。他们的项目取名为 Okala，目前正在更新几百种材料和工艺流程的“影响”值列表。例如，将使用铝材料的产品影响值指定为 140，而改为使用 ABS 塑胶（在原材料加工时所需的能源较少）后，影响值将降为 47。（有关详细信息，请访问 www.IDSA.org。）

数十家富有远见的跨国公司已经不惜数年之功，将这些设计元素部分或全部应用到各行各业中，从家具、地板到电信和工具，不胜枚举。例如：

- 宜家 (IKEA) 已采用科学的设计方法生产出可自助组装的家具，这样，大多数部件都可以使用扁平的箱子包装，紧凑地将其码放在货车中，从而最大限度地降低运输/燃料费用。
- BASF 采用混合紫外/热涂层技术有效抑制除气效应，从而将漆固化过程中的挥发物或可能产生的气泡缺陷降到最低，帮助汽车制造商节约了时间和金钱。
- IBM 早在十多年前就开始在其全球范围内的制造、硬件开发、运营和其他所有部门正式实施 ISO 4001 环境管理系统，在原有努力的基础之上，确保将环境问题作为所有业务决策必须考虑的因素。
- Whirlpool 已经七次被评为能源之星 (ENERGY STAR®) 年度合作伙伴，并且凭借在环保包装、生产和设计上做出的努力而享有国际声誉。
- BMW 的回收中心拿新车型进行拆卸，测试拆卸过程的效率，因为有些零件是设计为可重复利用的，而有些是设计为可回收的。这个团队会将测试信息反馈给设计中心。
- DeWalt 系列工业电动工具采用模块化设计方法，一款 14.4 伏的可充电电池能够适用于 14.4 伏产品系列的所有工具（例如钻孔机、电锯和手电筒）。

数十家富有远见的跨国公司已经不惜数年之功，将这些设计元素部分或全部应用到各行各业中，从家具、地板到电信和工具，不胜枚举。

具体的产品设计实例

鉴于可持续设计这个术语涉及产品设计和最终应用的许多不同领域，下面将以一些公司及其产品为例，详细说明他们是如何改进产品，使之兼顾经济和环保效益的：

Medtronic

生理学上，“灌注”这个术语是指人体血液将所需营养（例如氧）实际输送到患者组织中的定量行为。Medtronic Perfusion Systems 集团生产出一系列产品，可在执行心肺分流手术的过程中，通过建立循环、温度控制、过滤及补氧来控制灌注量。此系统必须能够提供持续、有效的供氧能力，使血流切变率达到最小，减少外加血流量，并且能降低外周动静脉血压差。

Perfusion Systems 业已在其完善的设计控制方法中融入了绿色设计 (DfE) 方法。这种工艺方案能够在制造过程的涂层处理阶段减少百分之七十五到百分之八十五的化学用料及污水排放，每年能节约资金 210 万美元。同时，该公司还计划在电池制造过程中节约百分之三十到百分之三十五的用料并减少百分之九十的生产垃圾。这一计划预计每年能节约资金 200,000 美元。

这种工艺方案能够在制造过程的涂层处理阶段减少百分之七十五到百分之八十五的化学用料及污水排放，每年能节约资金 210 万美元。



Medtronic, Inc. 生产的这种氧合器在设计时充分考虑到成本优化的需求，能够大幅降低成本。

苹果 (Apple) Power Mac G4 台式电脑

这个发生在 2000 年的 Apple Power Mac G4 台式电脑案例展示了该公司实施可持续产品设计的系统方法。



苹果 (Apple) 在 Power Mac G4 台式电脑的设计中融入了许多元素：减少零件数量，方便维修，允许拆卸以便回收。

这里只列举了通过改变以下设计属性而实现的几项改进：

- 节约能源 — 降低的发热量允许在休眠时关闭风扇，休眠模式下的能耗不到 5 瓦（只有能源之星 (ENERGY STAR®) 30 瓦要求的百分之十七）
- 节约材料 — 与原来的产品相比，Mac G4 在通用主板上减少了百分之五十的零部件；取消了将 zip 驱动器和 CD ROM 连接到机架的滑块和滑架
- 有害成分 — 锂电池不含重金属；在制造中未使用含氯氟烃 (CFC) 或其他消耗臭氧的成分
- 设计可靠性 — 坚持在不同产品中使用标准的模块化组件；还加入了行业标准组件
- 便于服务、维修和升级 — 机箱侧板可以旋转打开；打开侧板即可接触到所有零部件；处理器的拆卸、更换和升级都非常方便；关键零部件可在一分钟内完成更换
- 易于拆卸/回收 — 将主板安装到机架上所使用的螺钉数从十一个减少到两个（降低了时间和成本）；金属机架和聚碳酸酯塑胶机壳很容易分离回收

汽车材料减少

如果能对机械形态和材料属性进行详细准确的分析，那么我们完全可以在产品设计中兼顾降低成本和提高安全性的需求，收效颇丰。一家汽车公司最近使用 FEA 评估终端连杆支架（用来连接汽车悬挂系统中的防倾杆和控制臂）的设计，以期减少材料的使用量。这样做不但可以降低材料的采购量，还可以节约生产材料所需的能源，因而可形成积极的连锁效应。

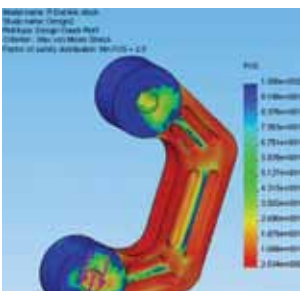


悬挂系统终端连杆的原始设计（采用实心增强尼龙）



重新设计的悬挂系统终端连杆（带有滑槽，在保持安全操作强度的同时降低材料的使用量）

这样做不但可以降低材料的采购量，还可以节约生产材料所需的能源，因而可形成积极的连锁效应。



重新设计的终端连杆上的应力分布，安全系数达到 2.5，完全可以接受

这个零件主要部分由实心增强尼龙注塑而成，原设计的最小安全系数为 3.4，成本为每个 0.65 美元。该公司分析了将此零件重新设计为具有六个通槽时的应力和功能限度，将质量从 0.234 kg 减少为 0.205 kg。CAE 应力分析显示，此零件仍然具有可接受的最小安全系数 2.5，而每个零件节约了 0.09 美元。新设计带来的材料节省每年可节约 32,000 多美元，同时不会损害安全性。

戴尔 (Dell)

从易于拆卸的设计角度来看，简易的卡扣起着非常重要的作用。如果使用一种螺钉就够了，为什么要使用三种不同的类型呢？使用一种零件更便于订购和批量采购，并且只需一种螺丝刀就可以装配/拆卸。



Dell 这款计算机的机箱盖只需简单地按下任意一侧的两个按钮就可以方便地打开。不需要使用任何工具，并且连接器与对应的零件浑然一体。



这款 Dell 计算机电路板架上的拉杆不仅仅是一个连接器，还可以充当把手。



箭头形连接器取代了粘接剂，将消音泡沫牢牢固定在计算机前面板内侧。

同时，采用扣接方式可以不必使用螺钉和螺丝刀，更便于维修和更换，而且与传统的胶合方式相比，可以在达到使用寿命时轻易分离不同材料。Dell 计算机的设计采用了几种巧妙的紧固方法，而且所有方法都省材、省时又省力：

- 简单地按下机箱盖任意一侧的两个按钮即可取下 Dell 计算机的机箱盖；连接器与零件浑然一体。
- 电路板架上的拉杆不仅仅是连接器，还可以充当把手。

即使是灵活的塑胶扣接紧固件设计，也可以使用分析软件继续优化：例如，锥形、悬臂式扣钩比矩形横截面扣钩更能承受反复拆卸和装配。

采用扣接方式可以不必使用螺钉和螺丝刀，更便于维修和更换，而且与传统的胶合方式相比，可以在达到使用寿命时轻易分离不同材料。

SolidWorks 案例

由于成本和法规问题带来了越来越多的困惑，材料和几何形状的选择变得愈加复杂。设计人员需要一种工具，它可以简化材料选择，并使这一过程自动化。Boyalakuntla 意识到这种软件的重要性。他指出：“要生产一款在整个生命周期都具有积极影响的产品，你不得不对许多想法进行测试，而唯一的方法就是进行虚拟设计和虚拟测试。利用以分析带动设计的工具，工程师可以为可持续生产过程做出贡献。”

SolidWorks Simulation 和 SolidWorks Flow Simulation 等分析软件（可以通过 SolidWorks 3D CAD 软件内的下拉菜单访问）可帮助设计人员正确评估所选设计的影响，快速尝试多种假设方案，从而优化用户定义的各种因素。

优化意味着零件和零部件的设计应力求轻便，恰好保证在正常操作条件下不会出现故障。软件辅助研究可带来显著的回报，包括：

- 分析复杂的、减重的几何形状，建议使用管形和 I 形横梁代替实心棱体
- 比较使用不同材料制造零件时的机械属性（只需单击内置的材料属性库更改参数）
- 使用 Configuration Manager 测试零件的多种功能

这种研究方式提供了一种低成本的替代方法，不再需要对设计中的每次反复建立实际原型。因此，设计人员可以大胆地寻求最佳方案，而不必在实际建模和测试上花费大量时间和成本。

用户剖析

SolidWorks 的用户 Commuter Cars (Spokane WA, www.commutercars.com) 在设计其独特的双座电动车 Tango 时，自始至终都运用了可持续理念。这款靠电池驱动的小车可以像摩托车那样在车流中穿梭，但其赛车式的防滚架设计和低重心设计又为它提供了等同于中型轿车的安全性能。



Commuter Car，基于赛车安全设计元素的双座城市交通车辆

总裁 Rick Woodbury 解释说，他的员工努力使车的每一方面都具有多种功能。例如，电池箱为汽车提供扭转强度，而马达自身则提供差速结构。底盘可以适应多种车身设计，因而可以一直享受模块化设计带来的好处。



CommuterCar 的侧门。基于工程分析的加固设计，以最小的重量实现最高的强度

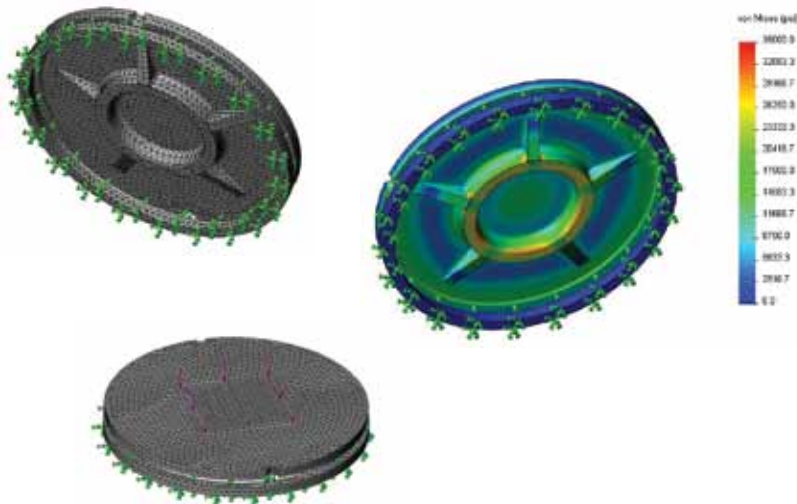
该公司的做法不仅具有良好的商业价值，进一步分析后，我们还发现，Commuter Cars 使用方便拆卸的紧固件，刻意避免使用混合材料（将不同材料胶合/焊接在一起），因此每个零件都使用单一材料，有利于回收。所有这一切完全符合可持续设计的要求。

优化意味着零件和零部件的设计应力求轻便，恰好保证在正常操作条件下不会出现故障。

材料减少

优化零件的重量和体积不仅降低了原材料成本，还降低了运输费用，而且可以达到欧盟材料标准，不至于丢失潜在的市场。

优化零件的重量和体积不仅降低了原材料成本，还降低了运输费用。



LeBARON Foundry 使用 SolidWorks Simulation 分析铸铁检修井盖的设计，确定如何做到降低厚度而不损害安全性能。材料的重量减轻了百分之二十五，每年节约超过 500,000 美元。

即使是低技术含量的常见产品，保持材料不变，而仅仅改变几何形状往往也能带来意想不到的成本节约。就拿检修井盖来说，它要遭受汽车碾压，行人踩踏，有时还会被撬开，无论是过去还是现在，检修孔盖都是城市公共设施系统的重要成员，也是 LeBARON Foundry（位于马萨诸塞州的布拉克顿市）最热销的产品之一。但是，几年以前，由于受到市政法规制约的影响，废金属的价格一路飙升，该公司需要一种方法来挽回一些成本。

购买 SolidWorks Premium（包括 SolidWorks Simulation）之后，该公司立刻发现：使用该软件可在对样品进行强度测试之前有效筛选各种设计几何形状，从而加快测试过程。借助于该软件的分析，LeBARON 发现它的许多产品都设计过当了一厚度远远超过安全和性能的需要，因此，LeBARON 对这些几何形状进行了重新设计，每个几何形状只用了不到两天时间。

与传统的检修井盖相比，该方法可节约 50 磅铸铁，最多可减轻百分之二十五的重量；成本节约每年超过 500,000 美元。

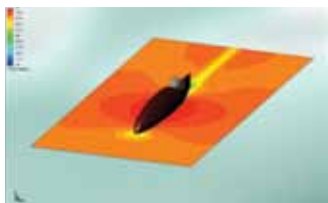
产品功能优化

功能优化的目标是量身定做零件和装配体，改善设计的各个方面（重量、运行性能、耐用性和美感），使零件成为当前项目的最佳之选。有时，观察大自然如何解决类似问题可以给我们启发，这正是 MountainWave Design Services（位于加拿大阿尔伯达省卡尔加里市；www.mountain-wave.ca）的顾问 Ben Eadie 的亲身经历。

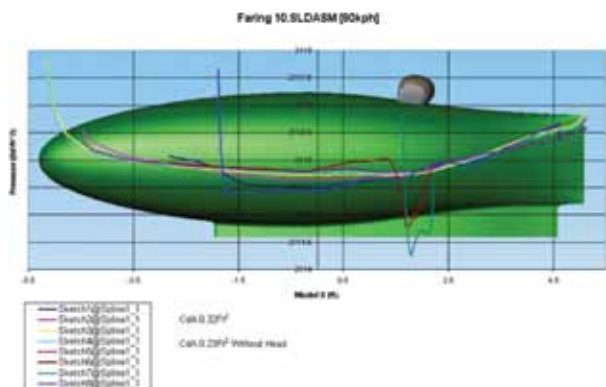
有时，观察大自然如何解决类似问题可以给我们启发。



Kolodziejzyk 设计制造了一辆定制的卧式自行车，外面包着非常轻巧的整流罩。



整流罩周围的气流速度



不同设计形状的自行车整流罩压力图

Greg Kolodziejzyk 是一位退休企业家，他准备冲击 1995 年产生的 24 小时人力移动距离记录 1021.36 km。他与 Eadie 讨论了这件事。由于不允许使用风力或任何形式的储能，Kolodziejzyk 便设计制造了一辆定制的卧式自行车，外面包着非常轻巧的整流罩。但是，通过物理测试，他了解到，这个碳纤维质地的罩子（称为整流罩）经过重新设计后可以更有效地减小空气阻力。

Eadie 从 1999 年便开始使用 SolidWorks CAD 软件包，利用他在空气动力学系统设计方面的专业知识，辅之以两款 SolidWorks 产品（用于结构分析的 SolidWorks Simulation 和用于计算流体力学的 SolidWorks Flow Simulation）提供的强大功能，恰似如虎添翼。他的结构分析在决定车座位置上起了很大的帮助。他还对能在流体中穿梭自如，且速度达到 Kolodziejzyk 的期望值（平均 50 公里/小时）的动物体型进行了深入的研究。结果表明，整流罩应该采用类似鱼的形状。

尽管不是 SolidWorks Flow Simulation 专家，在运行了 20 至 30 次的不同分析（每次运行平均为 6 小时）后，Eadie 还是创造出了五种不同的整流罩设计。他指出，这与构建实际样机的时间形成了鲜明的对比，构建一个实际样机可能需要两年时间，而且不容易返工进行改进。

利用软件测试设计已成为惯例。无论何时，他的团队哪怕只是考虑最细微的设计更改，也要在计算机模型上进行评估，确保所做更改是有价值的。Eadie 说，除非在计算机上得到证明，否则他们不会执行任何实际的建造工作。最终，他们一次性完成了自行车的流线型设计，帮助 Kolodziejzyk 在 2006 年 7 月 20 日打破了 24 小时人力移动距离纪录，骑行距离为 1046.94 km。

回收和废弃处理的考虑因素

使设计易于重复利用、拆卸和/或回收，不仅可以延长产品的使用寿命，还能够按照材料类型进行分类，从而简化废弃处理问题。2006 年夏天，在马萨诸塞州剑桥市麻省理工学院举行的动力设计研讨会上，人们对可持续设计进行了全面探讨。

使设计易于重复利用、拆卸和/或回收，不仅可以延长产品的使用寿命，还能够按照材料类型进行分类，从而简化废弃处理问题。

MIT 的本科生教务主任 Kim Vandiver 博士对汽车设计峰会 (Vehicle Design Summit, VDS) 1.0 期间涌现的这类由学生倡议并付诸实施的项目做出了这样的评价：这是一项伟大的创举，利用替代推进技术引领了人类交通的革新潮流。四支混合团队（每支团队大约 12 名学生，分别来自 13 个国家/地区的 21 所大学）提出了以下四种方法：

- 燃料电池电动车 — 使用氢燃料电池发电，电能储存到蓄电池中，依靠此蓄电池驱动电动马达
- 生物燃料车 — 利用纯植物油驱动改造过的柴油发动机
- 辅助人力车 (AHPV) — 人力自行车和太阳能的结合
- 脉冲电动车 — 纯电力运行



共有四个团队参加了 2006 年夏天在麻省理工学院 (MIT) 举办的汽车设计峰会，他们在短短的九周之内就设计并制成了代用燃油车。从左开始，四个设计为：生物燃料车、辅助人力车、脉冲电动车以及氢燃料电池车。（图片由 MIT VDS 1.0 提供）



2006 MIT 汽车设计峰会的学生领导者，从左到右为：Robyn Allen、Matt Ritter、Nii Armar 和 Anna Jaffe。（图片由 MIT VDS 1.0 提供）

学生们潜心研究，了解了整个汽车系统及其对环境的影响，然后在可持续设计原则的指导下，定制并建造使用特殊能源驱动的车辆。

从最初的概念模型到最终的实物构建，许多学生都使用 SolidWorks 和 SolidWorks Simulation 进行 3D CAD 和零件/装配体分析。例如，脉冲电动车团队使用材料分析功能测试指定铬钼钢属性下的底盘设计性能；该软件发现了特定负载下的薄弱环节和设计瑕疵。生物燃料车团队使用 CAD 软件优化汽车，使其尽可能轻巧并且符合空气动力学，燃料电池车团队坚持使用可回收材料：底盘用铝，车身用聚丙烯。事实上，燃料电池车团队相信他们的汽车有百分之八十到百分之九十是可回收的。四款车全部按时完成（从提出概念到试驾只花了九个星期），而且功能也完全合乎计划。

生物燃料车团队使用 CAD 软件优化汽车，使其尽可能轻巧并且符合空气动力学；燃料电池车团队则坚持使用可回收材料：底盘用铝，车身用聚丙烯。

后续的 VDS 2.0 计划在 2007 年 1 月启动，目标是设计并建造符合以下性能指标的 4 乘汽车：

1. 在设计、制造、使用和回收时使用最少的能源（与典型的 2006 商用轿车相比，整个生命周期内的成本降低百分之二十）。
2. 达到 200 英里/加仑，可连续行驶 150 英里。
3. 在 10 秒内从 0 加速到 60 英里/小时，最高时速达 120 英里。

作为此计划的一部分，50 支大学团队将分别设计并建造汽车的一个子系统，然后于 2007 年夏天聚在一起进行最终的装配和试驾。计划在 7-8 月测试汽车，在 2008 年初制造 40 辆进行碰撞测试，在 2009 年第一季度联系制造商投入生产。

结论

尽管在评估可持续设计的细节时，我们可能会发现要做出一些令人惋惜的牺牲，但其长远效益（我们必须放眼长远）是不容置疑的：

- 降低对环境的影响
- 在日常生活、建筑和制造中使用无污染技术
- 降低污水处理成本
- 产生较少的填埋垃圾
- 防止土壤、空气和水污染
- 保持森林和生物多样性
- 抑制气候变化
- 产品在达到使用寿命时可重复利用或回收

应当使用可靠的软件产品对设计的利弊进行精确分析，而其结果应当可供组织内的所有部门（从设计、制造、营销到运输）重复利用、共享和分析。富有远见的公司总是比墨守成规的公司更容易盈利，积极提高竞争地位的公司往往能够确保机会不至流向海外。一款能够在产品生命周期的所有阶段实现可持续设计的软件，是您在当今设计环境中取得成功的关键。

公司总部
Dassault Systèmes
SolidWorks Corp.
300 Baker Avenue
Concord, MA 01742 USA
电话：+1-978-371-5011
电子邮件：info@solidworks.com

亚太地区总部
电话：+65 6511 7988
电子邮件：infoap@solidworks.com
大中国区
电话：400-818-0016
电子邮件：infochina@solidworks.com

