

“人们很难看到工程中的浪费，却很容易看到生产中的浪费”，身为德尔福汽车公司(DELPHI)的副总裁，Don Runkle表达了这样的观点。确实，按照传统的研发流程，企业在产品研制方面的投入越高，造成的浪费也越高。为了保证技术研发投资的高回报率，企业必须采用可靠的结构化方案，注重改善工程流程。针对消除浪费，降低成本，精益生产设计为我们提供了一种产品、技术研发的新思路。

专注于消除浪费

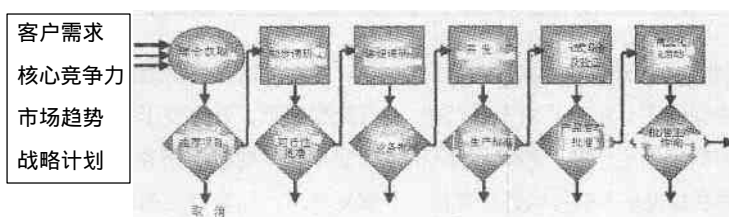
——精益生产设计

纵览精益生产设计

事实证明，主要应用于生产运营领域的精益生产管理和六西格玛能够通过注重流程性能而迅速改善产品成本、质量和上市时间等重要因素。六西格玛与产品缺陷和质量的联系较为密切，而精益生产管理则与速度、效率和浪费相关。精益生产管理的实质是消除浪费，从而改善运营状况。精益产品开发/精益生产设计能够全面消除产品和相关研发流程中的浪费。Lean design源自精益生产，即不断地消除各种各样的浪费，它主要总结了日本的两项生产技术：

看板式管理(KANBAN)：只为下一站工作做准备，以消除瓶颈问题，实现库存最小化。

及时采购(Just-In-Time)：及时从供应商那里获取材料，组装成产品。



研制阶段的典型产品 -Gate 流程图

来源：精益生产管理设计计划白皮书；2003年12月17日，2003年美国SBTI

采用精益生产设计是实现精益生产管理企业的关键手段。融合精益生产设计和精益生产，可以向工业企业提供一整套消除浪费的工具，无论是在产品的生产方式(使用精益生产技术升级生产流程)方面，还是在生产设备(使用精益生产设计改善生产)方面都是如此。

要想取得成本上的竞争优势，基层生产人员就必须正视浪费问题，不仅要在生产车间不懈地消除浪费，更要在工程规划、设计阶段消除浪费。

什么样的企业需要精益生产设计？

如果企业具有如下状况，就有机会从精益生产设计中获益。

流程滞后

发现信息，等待试验结果，反馈流程中失去的时间

不必要的文件、产品原型和设计重复利用

重复利用设计

从以往设计经验中汲取的教训

减少不必要的特性

从未采用、从未完成、从未提交的设计

缺陷

不良设计

缩减售后保证条款

流程效率

设计知识使用不足，例如在成本件方面

生产错误的早期验证



表1 设计中可能缩减的浪费

| 可缩减的浪费 | 设计浪费百分比 |
|-----------------------------|---------|
| 从未采用、从未完成、从未提交的设计 | 未知 |
| 发现信息,等待试验结果等导致的停工期 | 33%-50% |
| 不必要的文件和产品原型,如成本件方面的设计知识使用不足 | 18% |
| 做出客户不需要的过度设计 | 8% |
| 早期设计流程中的生产验证错误 | 17% |
| 导致生产缺陷的不良设计 | 15% |

在工程规划和产品设计阶段,我们也可以参考确定和量化生产浪费的方式,确定和评估产品设计中的浪费,如表1。

当精益生产的基本原理用于产品研制阶段,也能在某种程度上消除生产阶段的浪费,如表2。

UGS 的 PLM 解决方案在精益生产设计中的应用

UGS 的技术支持精益生产设计理念,可以协助企业减少设计生产滞后,最大化地实现设计知识的重复利用、降低缺陷,从而改善流程效率。能够实现精益生产设计的主要解决方案是 NX 数字产品研制与 Teamcenter 产品套件。这些软件建立了协同管理研制环境,即由统一的解决方案管理产品研制的各个阶段,从概念贯穿生产、知识驱动自动化、仿真、验证与优化以实现系统及建模。所有这些工具和技术都可以直接用于消除浪费,从而使精益设计理念得以实现。

研制管理环境

使用 NX 提供的研制管理环境与 Teamcenter 企业就可以实现全面集成,同步管理产品数据与减少流程知识滞后。关键部分是在产品研制流程中实现必要产品信息与流程的结构化存贮,这不仅包括计算机辅助设计、工程、生产创建的数据,还包括执行研制流程必需的相关信息。

使用这个管理环境,企业可以获得有关工作流程的信息,确定如何在团队成员需要信息时才把信息传递给他们,从而节省了在寻求、等待和重建产品数据方面所耗费的时间。除 CAD 模型、图纸和材料清单以外,研制环境还可以管理来自仿真与试验、网络计算编程、流程

在必要的时间、地点获取合适的信息,加速研制决策。这些能力消除了纸质非自动化或信息分配与批准流程不足引起的滞后。

这些管理环境包括能协助大型开发团体消除浪费与滞后的稳健协同工具组

管理、生产与企业专有的知识库的数据,帮助企业

产品的研制流程自动化。利用 NX 的关联性,产品设计模型的更改可以自动扩展到文件制定、工程分析与数字控制编程等控制流程。

对所有的研制流程使用统一的解决方案,制造商就可以减少制定文件时产生的浪费,及时交流设计更改,从而避免数据传输或在产品研制过程中重建数据。该能力通过消除浪费、滞后、错误与各研制阶段中的数据损失,直接支持精益生产设计,迅速提高整体流程效率、缩短时间周期。

知识驱动自动化

错误设计消耗的成本

为了说明设计浪费如何消耗成本,我们以生产一辆铁路机车为例。所有的直接成本中(包括内部生产和材料),一般约8%是花费在镀金上。而其中不乏客户不想为之出资的功能和特性。另外11%来源于过度的安全系数与过于严格的技术规格要求,而这些都是不必要的要求或以往的产品设计遗留下来的问题,因此是无关紧要的。例如,在从穿越隧道的列车上安装上只有穿越隧道列车才要求使用的高级耐火座椅。约15%用于生产铁路机车的成本通常属于次优理念。结果是,上述不必要的花费使您的系统比竞争对手生产的同等系统在成本上高40%。

几乎7%的设计成本来源于“懒散设计”,即不完全使用部件能力或超越要求使用更优良的材料。约5%的成本来源于不良的生产和组设计,例如一个非常复杂的座椅附件,如果简化可能会缩减60%的组装时间。最后,12%的设计浪费应归于供应设计的失误,例如,可能从国内供应商处采购来的高成本面板。毕竟,总成本的58%是设计浪费,只要用两年多时间就能攻克它,把机车的总成本降低30%。

来源:科尔尼公司(A.T.Kearney)对UGS的一级汽车供应商分析《设计线》2003年

件,还包括扩展到企业以外、实现与用户或供应商协同的工具组件。由于系统集可视化与协同辅助于一体,所有产品研制流程中的利益关系人都可以迅速查找、访问、管理、查看和分享产品与流程数据。该管理研究环境支持地理分布各不相同的研发团队,甚至他们可以使用完全相异的系统与技术。

从概念到生产的统一解决方案

NX 解决方案在一个统一的技术平台上实现了众多数字产品研制应用的集成。共享同一基础,NX 应用统一的动态关联结构与数据结构实现了从概念到生

NX 可以允许制造商随时获取产品与流程知识,甚至便于把它们重复利用到非常复杂的研制任务中去。企业可以重复使用产品设计与研制流程,而不是面对每个新产品挑战时都对他们进行重建,实现知识驱动自动化精益生产设计的支持。

企业可以充分利用 NX 知识驱动自动化,其方式有以下几种。首先,NX 组件包括几种应用,即已获取的工业知识和包括结构化设计、模具与工装设计在内的专业化任务实践。这些预先套装好的工具应用专家级的知识,简化和实现

研制顺序自动化，使企业无需花精力研究如何吸收标准实践或执行与执行复杂流程相关的详细任务。

NX 还包括知识融合，一种基于知识工程的准则评估引擎，能够直接嵌入到 NX 内部，消除传统知识系统与详细设计系统之间的障碍。采用知识融合，企业可以使用外部要求与知识数据库，甚至使用企业或专有的要求与知识数据库直接推动设计。知识融合可以把知识准则嵌入到现有设计中，从而对促进因素 / 结论次序封装处理，或同时使用两者。其结果是高度的自动化的，减少了浪费或重复性工程工作，适用于复杂的高成本产品；还能保证高质量的产品和流程。

仿真、验证与优化

NX 中集成的仿真、验证与优化工具通过降低缺陷，改善产品性能与可生产性、缩短冗长且成本高昂的设计 - 制造 - 试验实体原型的周期，从而支持精益产品研制。

NX 中的综合仿真解决方案包括复杂但便于设计人员使用的工具，他们可以用来在研制早期预测产品性能，其更改更简易、成本更低。该系统具有知识能力向导、与设计集成的结构和运动分析工具，可以实现早期仿真而无需工程专家的介入，并且可以提供更具价值的性能与生产性反馈，把研制向质量更好、成本更低、功能更强的方向引导。

为了进行更详尽的仿真，NX 为工程分析专家提供了尖端的系统数字原型设计与功能仿真能力。这就可以通过数字原型，而不是实体原型准确地表示出真实世界。实体原型设计要求相当高的材

料成本和相当长的时间周期，会导致不必要的整体研制周期滞后。通过数字模拟性能，企业可以将产品失效、相关服务 / 维护支持以及更换的成本降至更低。

表2 精益生产设计消除生产浪费

| 精益生产指出的7个关键浪费项目 | 应用精益生产设计的作用 |
|-----------------|--|
| 生产滞后 | 减少滞后 |
| 转移与运输 | 寻求、等待试验结果，去除不必要的文件和实体原型 |
| 生产过度与早期生产 | 设计重用最大化 |
| 库存积压 | · 从以往的设计经验中汲取教训 · 减少不必要的功能 · 从未使用、从未完成、从未提交的设计 |
| 不良流程设计 | 改善流程效率 |
| 不良的流程性能 | · 设计知识使用不足 · 例如成本件 · 生产错误的早期验证 |
| 制定有缺陷的项目 | 减少缺陷 · 不良设计 · 授权内容 |

系统建模

NX 提供系统建模的能力，可以协助企业以多种方式降低研发成本。NX 通过系统概念模型与产品控制结构提供有效的子系统与部件关系获取方法。采用产品定义模板，企业可以实现设计实践标准化，迅速完成产品改型，有效地重复利用知识，避免重复性工作。系统建模还能保存系统与部件间的高级设计参数与接口，在选择产品、改型与派生平台时减少工程错误与缺陷。系统和产品级控制可自动按照设计理念与要求引导新产品开发，这减少了产品失效所引起的浪费。

精益生产设计应用实例

B/E 航空航天公司以前每周在概念设计与工程设计功能间传输数据耗费两天时间，这是一个典型不够完善的数据重现流程，最后导致设计理念的丧失。为了使两个功能采用单一的技术平台，该公司建立了一个没有数据传输的流程，这就免除了数据补救工作，实现了概念设计与工程设计的接轨。

日本航空公司(JAL)向B / E航空航

天公司发出定单后，要求提供一级卧铺座椅，以满足商务舱的需要。该项目的挑战是如何把座椅的内部部件，如电子设备，电机、机械装置、视听设备等安装到狭小的空间内，这就需要工业设计人员与工程师密切协作。NX 通过工业设计人员与工程师之间的优化协同，实现了创新设计。在以往的座椅项目中，工业设计人员与工程师每周需耗费两天的时间来处理几何尺寸。JAL 项目中节省下来的时间得到了更好的利用，把座椅的外形设计得尽可能美观，功能尽可能完善。

日本 DENSO 公司同时为多个客户提供单独的部件，

在多个汽车平台上创造出互换性，这就避免了设计资源使用的不足，使产品潜在缺陷最小化。

GE 航空发动机公司，在他们以往的方案中，由于部件模型是单独设计的，没有进行综合评定、分析，以确定其在整体系统中对其他部件的影响，只有经过相当长的时间后才能发现潜在的设计问题。在使用了 NX WAVE 技术后，他们只须花费原有 25% 的时间就可以完成以往两倍的设计方案优化及更新工作。

日产公司 (NISSAN) 的成功管理，促使其年成本持续降低 15% ~ 20%，并且同时在缩减产品平台的基础上提高产品数量，把利润率从 1.4% 提高到 10.8%。

美国 Dresser-Rand 公司通过使用 WAVE 技术实现压缩机产品系列部件自动化更新，从而使生产周期缩短 50%。其设计方法的关键是将加工、精加工与焊接过程引入到“流程状态控制”。