

# 虚拟原型与传统产品开发方法的对比

2017 年 5 月

作者：Greg Cline，研究分析员  
制造、产品创新和工程 (PIE)

## 报告要点

p3

复杂性让产品设计师们感到压力极大——这使得评估不同设计可选方案的影响变得更加困难。

p4

67% 的一流公司在依靠虚拟原型软件执行设计验证与确认。

p6

一流公司在实现产品目标方面轻松超越同行，而这种成功可直接归功于其运用了优于手工计算和物理原型方法的虚拟原型方法。

p10

虚拟原型用户的新产品整体开发时间缩短了 13%。

此报告基于 170 多位受访者的经验，探索了当今的各家公司如何实现新产品开发与推出 (NPDI) 和产品仿真。具体来说，本报告将展现那些转为使用虚拟仿真和虚拟原型的公司如何优于那些仍然单纯依靠手工计算或物理原型等传统产品开发方法的同行公司。

## 2

越来越高的产品复杂性使得企业很难准确预测其产品的行为。因此，一流公司正在转向使用虚拟原型软件来武装自己的员工，使他们能够获得开发和优化当今产品所需的洞察力。

各大公司都在努力突显其产品的竞争差异并击败市场竞争对手，而工程内部的迅速决策对产品成功的重要性也越来越高。这些决策会在产品的三个重要方面产生深远影响——开发速度、成本和质量。许多公司都已转为使用仿真来帮助设计师作出有效的决策。

但是，越来越高的产品复杂性使得公司很难在物理测试之前准确预测其产品的行为。手工计算再也无法满足当今设计师们的要求，而物理原型制造既昂贵又费时。因此，一流公司正在转向使用虚拟原型软件来武装自己的员工，使他们能够获得开发和优化当今产品所需的洞察力。

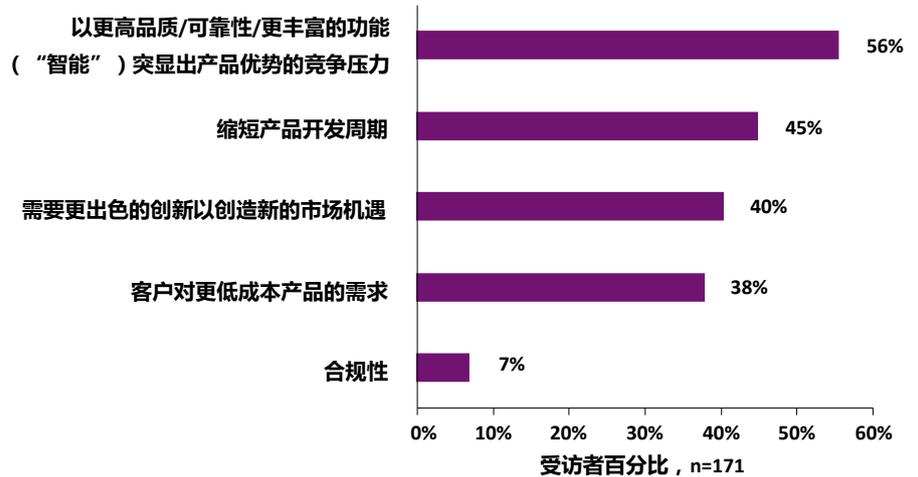
### 新产品是致胜的关键

新产品如今已成为大多数组织的支柱，因为超过三分之一的公司收入都来自于此类产品。当然，成功交付新产品也面临极高的竞争压力（图 1）。要击败竞争对手，公司就必须迅速地将其产品推向市场。事实上，Aberdeen 的研究显示，及时发布新产品才能保证组织有最大的机会提高盈利能力。设计师们还需要有效的方法来作出更明智的决策，以便在保持产品经济性的同时提高质量。

与此同时，公司还需要更好地了解产品行为，使创新产品能够带来增加收入流所需的市场商机。但是随着产品的创新性不断提高，设计产品的复杂性也在提高。推动开发更具创新、更复杂的设计有助于使产品从竞争对手中脱颖而出；它还能促使设计师们在速度、成本与质量之间作出权衡决策。

\*NPDI — 新产品开发与推出 (New Product Development and Introduction)

图 1：多变量 NPDI\* 方程式的平衡



资料来源：Aberdeen Group，2017 年 5 月

有效地平衡这些因素说说容易，做起来却很难——尝试达到平衡本身就面临着不少困难（参见侧边栏）。到目前为止，复杂性是公司在尝试开发新产品时感觉最大的难题，这使得评估不同设计可选方案的影响变得更加困难。这一复杂性还具有普遍性：无论哪个行业，产品在对机械、电子或嵌入式系统的使用方面都越来越复杂。

### 定义一流产品开发者

为找到产品开发的最佳做法，Aberdeen 测定了参与者的以下能力：如期发布产品、实现质量目标、实现成本目标、实现收入目标，以及在开发中作出变更。Aberdeen 将参与者分成了“一流”（前 20%）和“其他所有”（后 80%）两类。表 2 摘要介绍了每一类的综合表现。

## 产品开发的最大难题

受访者被要求选择他们在开发产品时所面临的两个最大难题：

- 获得竞争优势越来越难 — 50%
- 产品变得越来越复杂 — 37%
- 开发资源有限 — 38%
- 产品在变化和复杂的环境下操作 — 29%
- 缺乏设计瑕疵容错性 — 8%

## 4

很明显，一流公司对其产品的控制力要强得多。即使面临前面所述的诸多困难和障碍，这些公司也能按预计时间和低成本推出高品质产品。此外，开发周期缩短 29% 在一流公司的持续成功道路上发挥了重要作用，因为缩短开发周期仍然是所有公司面临的巨大压力。

**表格 1：表现最佳者为划为“一流”类别**

| 成熟等级的定义                      | 平均等级表现   |
|------------------------------|--|
| <b>一流：</b><br>综合表现评分占前 20%   | 产品如期发布率达到 76%<br>过去两年来的开发周期缩短 29%<br>产品成本目标实现率达到 71%<br>设计发布时达到产品质量目标的比例为 77%<br>产品收入目标实现率达到 74% |
| <b>其他所有：</b><br>综合表现评分为后 80% | 产品如期发布率达到 65%<br>过去两年来的开发周期缩短 5%<br>产品成本目标实现率达到 63%<br>设计发布时达到产品质量目标的比例为 74%<br>产品收入目标实现率达到 67%  |

资料来源：Aberdeen Group，2017 年 5 月

这些全部都指向了相同的目标：尽早通过验证产品设计来确定产品行为。如此看来，75% 的一流公司已经部署战略以改善这一流程也就不足为奇了。但说容易，做起来却很难，一流公司在如何成功执行此战略？

### NPDI 生命周期和仿真

将产品推向市场是一项复杂的活动。在整个 NPDI 生命周期内，有许多内部和外部困难可能会导致产品发布失败。新产品成功的一项关键因素就是有效的产品设计验证与确认

## 5

(V&V) 流程。在产品生命周期内不重视这一阶段的公司，在产品发布时就会面临更大的风险（质量差、高代价的召回、高成本的产品返工或产品发布意外延迟，甚至是更重大的责任）。在优化产品的 V&V 方面，包含虚拟原型的仿真工具可以发挥强大的作用。在汽车或航天和国防等大型复杂行业中，虚拟原型一直都是必不可少的一部分。虚拟原型有助于在测试之前就了解产品的表现，这一点所带来的诸多优势使其正在被广泛行业内越来越多的中小企业所采用。

一般来说，设计师们会采用三种方法来预测产品性能：

1. 制造物理模型
2. 手工执行物理计算
3. 运用包含虚拟原型功能的仿真软件（FEA、CFD 等）

### 物理原型

物理原型是指制造出来的产品早期模型，可用于测试某些约束或参数。原型的制造通常都成本高昂且耗时。考虑到可能需要对原型进行多次迭代才能获得所寻求的结果，因此很容易造成整体浪费增加。此外还存在物理约束：您必须在制造出物理原型后才能开始测试，这样会延长开发周期。因此，物理原型制造通常是产品生命周期中效率最低的环节。

## 物理原型的最大难题

- 制造物理原型所需的时间 — 65%
- 制造物理原型所需的成本 — 65%
- 原型需要的多次迭代 — 50%
- 测试物理原型所需的时间 — 40%
- 可在原型上执行的测试存在限制 — 31%
- 原型性能与最终产品性能不匹配 — 20%

# 6

## 手工计算的最大难题

- 对手工计算来说，零件几何体正变得过于复杂 — 61%
- 必要的假定/简化削弱了手工计算的准确性 — 55%
- 执行手工计算所需的时间 — 42%
- 无法优化设计的成本/质量/性能 — 36%
- 手工计算只能预测是否会出现故障，不能预测会在哪里出现 — 29%
- 难以与其他设计师开展协作 — 20%

### 手工计算

手动执行应力计算的方法已经使用了好几个世纪，大多数工程师都已习惯了这一方法。继续使用手工计算的人一般都安于现状，并且以为像仿真工具一样可靠和准确，其实完全不是这样。

事实是：手工计算只是简单、机械的公式，需要对多个因素（几何、公差、载荷等）作出广泛的假定和简化。事实上，除了最简单的零件几何体之外，手工计算在很大程度上只是对既定关心区域的粗略估计。同时，与公司内的其他设计师协作并共享这些电子表格也存在困难。如果员工离职或设计师使用了过期的版本，则会进一步加大业务风险。重新检查过程可能需要较长时间，设计师一般都没有这个空闲。

电子表格或手工计算也许只对最基本的产品有用，很少会产生意外的结果。随着产品日益复杂以及安全性和合规性方面的强制要求不断增加，手工方法要继续保持有效已经不够现实。

### 虚拟原型软件

包含虚拟原型功能的仿真软件是留在我们面前的第三种也是最后一种产品行为预测方法。这也是 67% 的一流公司在验证和确认产品时所依赖的方法（图 2）。

## 7

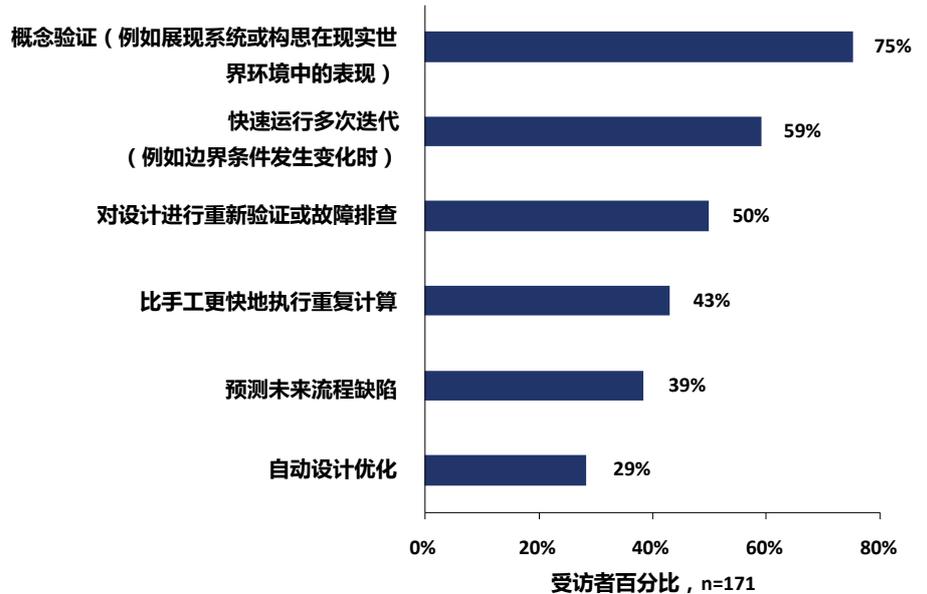
“在我们公司，过去一直都更依赖于手工计算。这样的计算错误率较高、假定的可靠性较低，通常可能需要加大安全系数 (FOS)。改为使用虚拟仿真之后，我们现在可以优化产品的成本、质量和性能”

~ 一家小型工业设备制造商的产品开发人员

“我们工作的发电厂很多都靠近大海，随着时间的推移，空气中较高的含盐浓度会加快腐蚀速度。我们必须能够模拟设备在 15 年或更久之后的运行状况。手工方法对这执行这一分析而言过于繁琐，因此我们使用了虚拟仿真。”

~ BES&T 公司，项目经理

图 2：为何一流公司转为使用虚拟原型



资料来源：Aberdeen Group，2017 年 5 月

虚拟原型是在虚拟环境中对产品行为执行的分析或仿真，这样可创建产品设计的虚拟原型。由于当今虚拟原型选项比以往时候都更多，人们对虚拟原型的使用也在不断增加。一开始，由于仿真工具的复杂性和成本问题，只有大公司的专家才会使用这些工具，而且主要集中在航空和汽车行业。其次的原因是，设计工程师只能选择执行基本线性静态应力分析。但在最近几年，仿真工具在易用性、直观性和功能深度（包括非线性静态应力、动态应力（振动）、流体流动、传热以及基于 FEA 的应力和运动分析）方面取得了长足的进步。这些功能还可以结合使用，用于执行涉及多物理场景的分析。

## 8

“在虚拟仿真的帮助下，我们能产生更多创意和测试概念。现在，产品开发机会越来越多，创新型产品的开发流程也越来越快了。”

~ Pentair Environmental Systems 公司，研究和应用工程师

转为使用软件方法后，这家一流公司开始开发虚拟原型，并在制造物理原型之前，使用这些原型来预测整个系统的性能。虚拟原型提供了一种独特的能力，可整体了解系统并发现之前可能未预见到的问题。由于虚拟原型的制造和测试速度要大大快于物理原型，因此显著地缩短了产品上市时间。

设计师还可以快速探索各种设计可选方案的性能，而无需投入时间和金钱来制造物理原型或执行手工计算。这种快速分析多个可选方案的能力促成了一种重要的最佳做法：优化产品设计。

鉴于对 NPDI 的诸多优势，使用包含虚拟原型的仿真技术是一流公司的必经之路，但是影响的程度有多大呢？

### 指标与性能分解

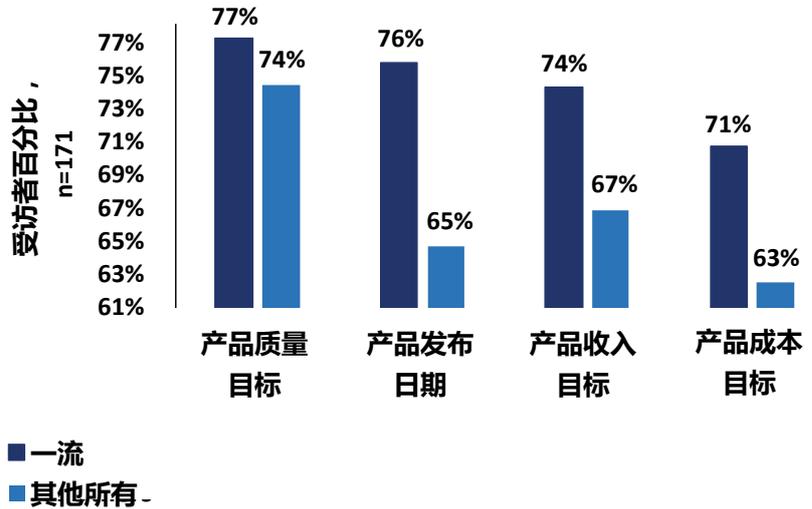
图 3 清楚显示了使用一流公司所青睐的带虚拟原型的仿真技术可开发出更加成功的产品。

一流公司在满足产品目标方面轻松超出同行，而这种成功可直接归功于此类公司使用了仿真和虚拟原型技术，而非过时的产品开发方法。制造和测试物理原型也会在整体时间中占用相当一部分，并且使产品难以如期发布。而虚拟原型软件由于可以虚拟地检测设计，可降低对物理原型的依赖性（图 4）。

“通过及早使用仿真软件、结合更多物理分析以及鼓励协作，我们的开发成本得以降低。同时，初始原型的性能也得到了提升。因此，我们的产品可靠性和耐用性也得到了更强有力的保证。”

~ Sechan Electronics, Inc. , 首席机械工程师

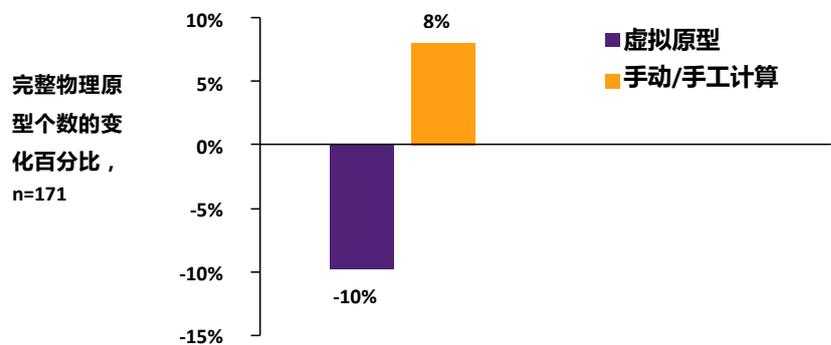
图 3：您是否能实现自己的产品目标？



资料来源：Aberdeen Group，2017年5月

物理原型减少百分之十就意味着节省更多时间，这样有助于使产品更快上市。除了节省开发时间之外，使用虚拟原型软件验证您的设计还意味着能够大幅降低制造和测试物理原型所需的成本。

图 4：虚拟原型减少了物理原型



资料来源：Aberdeen Group，2017年5月

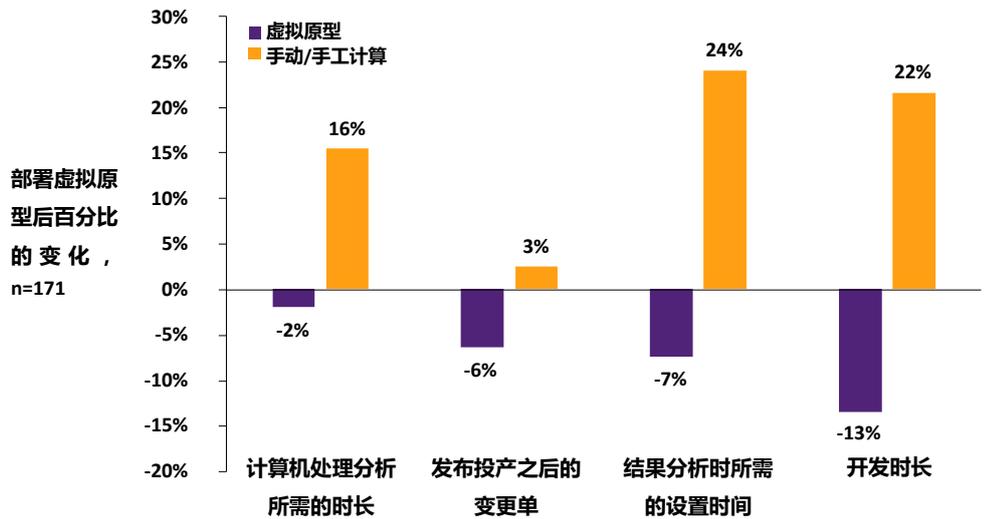
# 10

“我们使用的模型越详细，我们就更好地了解虚拟原型。我们可以预估产品的灵敏性，并相应定义制造公差。这样不仅在产品开发期间帮助很大，在[量产]阶段也很有作用。”

~ GRANTE Antenna Development and Production Corporation，产品开发经理

事实证明，虚拟原型比手工计算或物理原型更加可靠、准确，这就是产品出自设计师之手后的真实情况（图 5）。虚拟原型用户发现工程变更单 (ECO) 减少了 6%，而依赖于手工计算时的 ECO 则增加了 3%。这意味着使用仿真软件的公司可以在投产之前纠正其设计，而利用手工方法的公司则只能在投产之后来修修补补了。

图 5：虚拟原型可提高整体 NPDI



资料来源：Aberdeen Group，2017 年 5 月

返工率降低有助于大幅降低产品成本。这一优势再加上在成本/质量/性能方面经过优化的设计，以及所需要的测试更少，就很清楚地解释了为何“一流”公司在满足产品成本目标方面要比“其他全部”公司高 11%。更快验证产品、更少原型制造以及减少的 ECO，所有这些优势加在一起，大大缩短了虚拟原型用户的整体开发时间。开发时间缩短

# 11

了 13%，这完美地减轻了当今设计师所面临的总体压力，进一步压缩了开发窗口。

## 关键因素和建议

每家公司都在寻找改进业务模式的方法。以 NPDI 流程为目标的公司顺理成章地在成功之路上占据了有利位置，因为新产品最有可能令一家公司获得回报。但是，NPDI 同样会带来不小的风险，改进也从来不是一件轻松的事。

巨大的成功取决于公司在产品开发期间平衡创新性、成本、时间和质量的能力。随着周期紧缩、复杂性加大以及工程资源不足，这种平衡可能会变成一项艰苦的任务。要实现有效的平衡，组织就必须尽快改善他们对产品行为的了解。但也有好消息：从已经在这一挑战性环境中取得成功的公司身上，我们可以吸取一些经验。转为使用虚拟原型的原因非常简单：

- **产品复杂性每天都在上升，手工方法无法跟上新产品的步伐。**随着复杂性的上升，预测产品行为的难度也在加大。有了更好的替代方案，就不应再使用手工计算得到的粗略估计结果。
- **制造商面临资源不足的窘境，因此需要为设计师提供工具以尽量提高其工作效率。**大多数公司都面临着开发资源有限但需求过大的窘境，随着更多的老一辈接近退休，这一问题只会愈加严重。一流公司都在集中精力来提高设计师的工作效率。

# 12

→ **虚拟原型的诸多优势不容忽视；手工计算存在太多局限性，无法完全优化设计。**有多种衡量指标可以证实使用软件所具有的优势。虚拟原型用户更容易达到其产品目标，使用的原型更少，同时还降低了总体成本并缩短了开发时间。

仅仅依靠手工计算和物理原型的设计方法已不再可行。虚拟仿真的优势已远远超过了传统设计方法；作为一种可最大程度提高产品开发工作效率的工具，软件的作用已不容再忽视。一流公司已开始依赖这一利器，从而以低成本按时发布高品质产品。

# 13

有关这一研究主题和其他主题的的更多信息，请访问 [www.aberdeen.com](http://www.aberdeen.com)。

## 相关研究

[运用虚拟原型加快开发速度](#)；2016 年 11 月

[集成仿真的产品开发流程：以更少投入实现更多产出](#)；2016 年 6 月

作者：Greg Cline，研究分析员  
制造、产品创新与设计



### 关于 Aberdeen Group

1988 年以来，Aberdeen Group 一直从事研究结果发布以帮助全球企业提升业绩。我们的分析员通过与行业从业人员一起执行定量初步研究，运用专有的分析框架提取基于事实且与厂商无关的深入信息，并以此找出一流的组织。得到的研究内容被数十万商务专业人员所采用，借以推动更明智的决策并改善商务策略。Aberdeen Group 总部位于马萨诸塞州沃尔瑟姆。

本文档是 Aberdeen Group 的初步研究结果，代表了发布时可用的最佳分析。除非另有说明，否则本出版物的全部内容均为 Aberdeen Group 版权所有，未经 Aberdeen Group 事先书面同意，不得以任何方式或通过任何手段复制、散播、存档或传输。