

编辑导语：在上一篇文章中，作者介绍了关于硬件产品经理的需要掌握的定价策略《硬件 PM 系列（三）：硬件产品经理需要掌握的定价策略》，除了这些以外，对于产品的开发流程规定；本文作者分享了关于硬件产品的开发指南，我们一起来了解一下。



与软件封闭开发不同，硬件产品会涉及供应链和渠道管理，对成本和时间的限制性要求较高。

硬件产品很难实现类似软件产品的快速迭代，初创硬件公司也往往只有一次机会来交付产品。

Eric Ries 推广的精益开发流程已经根植于软件开发文化中，即通过 build – measure – learn 精益开发循环指导软件产品的开发设计：

build：快速地构建一个能够投入市场试验的版本； measure：衡量市场的反馈； learn：通过市场反馈来调整产品的思路。

这是一个循环过程，通过小步快跑，迭代推进产品，但该理念并不完全适用于硬件产品的开发。

硬件产品开发需要制定更多的计划，许多环节都有很长的交货周期，往往也伴随着高成本。

如果处理不当，设计中的小错误或质量控制不佳的零件都可能使你破产。

2019 年从事智能锁行业时，笔者在深圳组装厂听闻有一家友商投产了 10w 套，生产测试时却发现硬件功耗问题无法解决（方案设计未验证完全），最后老板直接跑路，留下一地鸡毛。



硬件产品设计一般包含四个阶段：构思、设计、工程和验证。

一、构思

构思从明确定义问题范围开始，以概念证明原型结束，可以为后续产品开发打下坚实基础。

1. 问题研究

首先需要定义要解决的问题，一般可以通过用户访谈来了解用户问题。

采访注意要点：

沟通过程流畅并保持开放的态度，并了解对话的走向；不要谈论你的产品或解决方案；记录详细的笔记或者录音，以建立用户数据库；努力建立 3 个以上的用户画像；不要仅仅专注于人们所说的话，更要注意他们是怎么说的。

几乎每个公司都以“啊哈”的时刻（灵感）开始，这往往是将创始人的经验与他们要解决的问题联系在一起轶事。

初创企业资源有限，更不可能像互联网巨头那样采集用户数据，用户访谈是建立用户画像的基础，这些角色是理想用户的虚构或概括性描述，进行大量此类对话还将为你提供一个用户数据库。

有效的问题研究通常遵循以下清单：

1) 针对 B2B 客户

你知道公司的哪个利益相关者是决策人，可以做出决定？他们是如何购买类似产品的？为什么这对他们来说是“前三大”问题？

2) 针对消费类客户

你知道他们能够识别哪些品牌？他们居住在哪个指定的营销区域？他们的购买习惯是什么？

3) 他们愿意为你的产品支付多少费用

4) 你已经定义了抢滩型用户群，并且总用户群数已定

2. 概念验证原型

概念验证「POC」（Proof of concept）原型是验证问题的主要假设，构建 POC 原型需要反复进行，此过程涉及的技巧包括：

1) 在构建原型之前，需要先想出很多想法，然后评估最好的想法以进行原型设计。

一些人喜欢使用工具，如，思维导图、超级讨论、小组构想、头脑风暴等；但是这些工具往往不如非正式工具更有效果，如，对话、模型或对现有技术的搜索。

2) 专注于测试假设。

3) 优先考虑速度而不是质量。

4) 使用现成零件快速搭建模型。

二、设计

通过第一个步骤，你已经了解问题以及你将如何解决该问题，而设计阶段的目的便是优化解决方案，以便用户可以正常使用它。

设计阶段的每个步骤（用户开发与反馈、线框图和外观原型），旨在测试对产品外观以及用户如何与其交互的假设。

1. 用户开发与反馈

专注于用户反馈的初创企业更有可能获得成功，在构建概念验证原型之后，将原型放置到用户可能的使用环境。

只有当你 < 产品经理 > 看着设计 < 产品 > 被使用时，你才能了解到你的设计有多糟糕。

在用户开发与反馈阶段的采访要点：

记录详细的笔记和/或录音；尽可能建立长期沟通反馈；针对 B2C：允许用户使用该产品，而无需对其进行解释或设置；不要问用户会改变什么，观察他们如何使用它；不要过多地关注细节，如颜色和尺寸。

2. 线框图

获得足够的反馈之后，你需要对产品的设计进行迭代，线框图制作过程从完整的产品体验（高级“草图”）开始。

主要描述点：

1) 包装

你的包装是什么样的？你如何用 9 个字以内的字数（平均框形区域）来传达你的产品含义？你的包装盒有多大？它在商店/货架上的位置？

2) 销售

你的产品在哪里出售，以及人们在购买之前如何与之互动？有互动显示吗？客户在购买产品之前是否了解了很多有关你的产品的信息？客户是冲动性购买吗？

3) 拆箱

打开箱子的经验是什么？它应该是简单的、明显的，并且只需要最少的精力。

4) 设置

客户需要经历哪些步骤才能准备好首次使用？除了包装盒中随附的配件外，还需要什么？如果它不起作用（即无法创建 WiFi 连接或未安装智能手机应用程序）怎么办？

5) 首次使用

如何确保用户快速熟悉你的产品？你在产品中设计了什么来取悦客户？

6) 重复使用或特殊用例

你如何确保用户不断返回到你的产品并享受他们的体验？你的产品可能会遇到特殊的用例：连接/服务丢失，固件更新等。

7) 客户支持

用户遇到问题时，他们会怎么做？如果向他们退换设备，该交易/设置如何发生？

8) 寿命终止

大多数产品在 18 或 24 个月后会淘汰，如何迭代？你希望用户购买另一台吗？他们如何从一种产品过渡到另一种产品？

3. 外观原型

外观原型呈现的是最终产品的外观模型，但无法正常工作。像过程的其他部分一样，建立外观模型是与用户重复沟通的过程。

从广泛的想法开始，并努力选择一些可以满足用户标准的概念。

外观原型设计过程从产品的高级草图开始，大多数工业设计师会进行现有技术搜索，以寻找相关的形式和产品，一般情况下 ID 设计师会查看其他产品并对其形式进行采样。

一旦选择了一些粗略的概念，就该评估产品的形式在现实世界中将如何工作。唯一适用的规则是：快速，便宜地制造它们。

一旦选择了一种形式，就需要考虑模型的比例或大小的细节，通常情况下有两到三个对产品的“正确感觉”的维度至关重要，必须突出显示用户体验的某些细节。

每个产品都有一种“设计语言”，用于与用户进行视觉或体验交流。

为了快速确定产品的最终外观，设计师需要研究颜色、材料和工艺，通常称为 CMF。

低保真 CMF 研究的输出是该产品的高质量数字模型，这通常包括先前步骤中的所有内容：形式、大小、图标、UX、颜色、纹理和材料。

这些高质量的渲染也是几乎所有营销材料的基础，几乎每个硬件企业都会使用渲染图进行宣传。

如果你的产品具有数字接口，则创建更高保真度的模型对于定义品牌的用户体验非常有帮助。

在设计步骤中，有一个通常被遗忘的步骤是包装。

制作出高保真的外观原型后，返回给客户以测试在此过程中做出的许多假设。通常需要进行两次或三次迭代才能获得外观精美的原型。

设计过程完成后，你将获得一个漂亮的产品模型，该模型可以展示你的设计意图，但无法正常工作。

客户和投资者应该能够通过与该模型进行交互来快速了解你的产品。

三、工程

工程阶段的每个步骤（规格、功能原型以及固件/软件）均旨在确保产品可靠地运行并且具有成本效益。

到流程结束时，初创公司将拥有一个功能良好的 demo 原型，但没有良好的用户体验，工程阶段一般与设计阶段同时完成。

1. 工程规范

精心设计的产品的最好标志之一是工程规范文档的严格性，一般针对的是 PRD 产品需求文档。

工程规范（或产品设计/需求规范，通常称为“规范”）是创建每个硬件产品的关键文档。

可以通过七个核心领域来定义大多数产品：

1) 商业广告和法规

销售国家和制造商建议零售价；法规要求；可接受的保证金结构；产品更新时间表（EOL）；

2) 硬件和传感器

整个硬件的原理图和 PCB 图；主要 BOM 元器件列表；传感器要求；

3) 电子产品

PCB 的大小；内存；处理器和无线电的要求；电池的大小/寿命/化学性质；

4) 固件和库

固件使用的操作系统或嵌入式环境；API 规范，所需的外部库；

5) 软件和 Web

开发的软件堆栈和环境；服务器基础结构要求、SCM 计划、错误状态；

6) 耐用性和包装

使用寿命要求；各种子系统的周期；包装要求；

7) 环境和服务

工作温度和湿度；可维护性和退货流程说明；客户支持系统和公差；

许多大公司都依赖大量的文档，这些文档通常是精心编写的，并且充满了表格/图表以及所有可能的细节。

即使对于某些类型的产品来说这是必需的，但对于大多数初创公司而言，这仍然会带来很多开销。

而依靠“工作规范”更为有效，一般通过按需求组细分共享大纲。许多初创公司在了解有关其产品要求的更多信息时会不断更新此文档。

2. 功能原型

一旦规范中记录了足够的信息，就该开始使用解决方案解决每个需求了。

这最终形成了一个原型，该原型通常看起来与最终产品完全不同，但功能可靠且满足规范的每个要求。

功能原型旨在解决因开发工程需求而发现的大量问题：核心功能、组件选择、PCB、力学、手感和组装。

大多数产品具有“核心功能”，这是迄今为止确保可靠使用的最重要系统。

选择组件可能需要几个月的审查和鉴定（测试），以确保它们满足基本的功能和耐用性要求。

如果你的产品具有印刷电路板（PCB），则在准备投入批量生产之前，通常需要进行 5 到 10 个修订。

PCB 开发过程从选择组件开始，然后进入面包板，并完成了一系列预制板。

所有组件和 PCB 都需要封装在外壳中，如果外壳中包含金属，则通常需要较长的开发周期。

几乎每个产品都至少具有一个塑料部件，模制塑料零件通常需要 8 到 12 周的时间进行开发和调整，因此尽快完成设计将放宽你的时间表。

随着产品越来越接近批量生产，关注可能出现的组装故障点和成本/时间优化成为焦点。组装还包括设计诸如线束、粘合剂、紧固件、对准/定位器特征、间隙和工具可行性之类的东西。

3. 固件和软件

电气工程师（和嵌入式系统人员）在构建固件时具有多种样式和开发顺序，最常见的是“自下而上”的方法。

该过程从最低级别（硬件）开始，并逐步扩展到 Web 或 App：

1) 硬件测试

建立测试硬件的基本功能，以确保正确设计 PCB 和原理图；测试固件闪烁，循环上电，LED 闪烁，喇叭提示等；

2) 命令

测试每个数字组件（I2C，SPI，串行，USB 等总线上的任何组件）；这是一项基本的功能测试，可确保组件以正确的参数响应；

3) 函数

将每组命令和逻辑序列包装在自定义函数中；

4) 库

开发相互依赖的功能组；

5) 管理器

许多产品都是多线程，需要保证每个线程可靠地运行。

6) API / Web

这些线程函数然后与各种 Web 服务进行通信；许多产品具有双向通信，因此硬件可以向服务器发起请求，而服务器可以向硬件发起请求。构建有条理的，合理的 API 有助于确保通信高效且稳定。

在首次组装出功能原型后，通常会有很多不足之处。有时，规范文档的要求不完整/不正确，或者组件可能无法达到规范要求。

在进入最终开发阶段之前，通常会至少构建 3 或 4 个全功能原型。

四、验证

验证阶段是产品开发中最常见的标准化阶段。

验证是一个逐步严格的过程，当验证阶段从工程原型（EP）过渡到工程验证（EVT）、设计验证（DVT）和生产验证（PVT）时，每个阶段都将重点放在针对批量生产（MP）的优化上。

1. 工程原型 EP

工程原型「EP」是设计和工程相结合的第一步。

你可能还记得在设计和工程阶段中每个阶段都以一个原型结束，合并这两个原型可能具有挑战性。

工程原型过程应以以下内容结束：

5 个或更少的单位（通常 1 个就足够了）；没有工具和有限的成本优化，如果单位成本非常高（通常是生产版本的 10 倍以上）也可以；准备发送给合同制造商报价的“数据库”（或零件和模型文件的完整列表 BOM）；

EP 代表了产品开发过程中最大的单个步骤功能，对于 B2B /企业业务：EP 通常足够好，可以开始销售。由于销售周期往往会更长，因此对 EP 进行演示并承诺在几个月内交付生产版本是合理的。

如果你的产品具有 PCB，则是时候进行性能和成本的最终优化。

EP 的最重要部分之一是完善用于大批量生产的塑料和金属零件的设计，通常被称为 DFM（制造设计）。

对这些零件进行优化后，工程师通常会进行几次“空运行”装配，以测试装配顺序，电缆长度，间隙和配合/功能，在 EVT 构建过程中对此进行了进一步优化。

当一切都搞定之后，你便有了最终的 EP。

2. 工程验证测试 EVT

工程验证测试「EVT」是核心产品工程的最终测试。

在 EVT 构建期间提出的问题是“我的产品是否满足规范的功能要求？”。

首次 EVT 构建的常用参数：

通常为 20–50 个单位； 合同制造商第一次组装单元，这个阶段可能会暴露出很多问题；建立在尚未完成的工具上（通常称为“第一枪”），因此通常会出现闪烁，着色不正确，无纹理甚至零件配合严重问题； 基本测试，包括功率、过热和 EMI 等。

进行更改后，进行第二次 EVT 构建并不少见。

EVT 通常是第一次在生产环境中使用 PCB（尽管通常使用预生产或测试固件）。

EVT 单元是使用 EP 阶段中规定的生产组装程序构建的，这包括建立产品的子装配体，然后将它们结合在一起。

一旦子组件完成并连接在一起，你将看到第一批 EVT 生产单元首次通电。

然后，这些 EVT 单元将进行一系列功能测试，比如一些基本的功耗测试。EVT 单元还将经过测试，以确保它们不会过热并且可以承受 EMI /静电累积。

如果发现主要的设计缺陷，则执行另一个 EVT 构建。否则，将继续验证设计。

3. 设计验证测试 DVT

设计验证测试「DVT」是首次将生产过程作为主要重点。

DVT 构建的核心问题是“产品是否满足包括法规和环境方面的所有可能要求？”

DVT 构建中的常用参数：

通常为 50–200 个单位； 制作可售单元之前的最终验证测试； 优化产量（下线的产品所占百分比）和时间（每天制造的产品数量）； DVT 装置经过大量测试。

由于要构建的单元太多，因此 DVT 构建将重点放在使单元保持一致运行的工具和技术上。

如果尚未建立生产构建环境，那么该构建环境了。

请注意，组装步骤与 EVT 构建相同，但数量要大得多。

然后将 DVT 单元进行大量测试，DVT 单元通常用于法规测试。

如果你的产品具有装饰性功能，例如模内装饰、移印、塑料色或丝网印刷。则 DVT 单元通常是使用生产装饰性工艺制造的第一个单元。

4. 生产验证测试 PVT

生产验证阶段「PVT」是第一次正式生产运行。

PVT 阶段仅专注于生产，除非出现严重问题，否则绝不会改变产品，PVT 运行的常见过程：

通常超过 500 个单位或首次运行的 5-10%；如果一切顺利，这些单元可以出售；无需更改工具；仔细分析指标以预测批量生产，产量、数量、时间、返工时间等；全套生产线设置和培训程序；最终的质量检查/质量控制流程。

夹具和固定装置对于确保可靠的组装至关重要。

根据合同制造商的能力，有时你需要设计和制造自己的夹具和固定装置。

PVT 版本是调整工具和流程的最后机会，该阶段必须开发和测试质量保证（QA）和质量控制（QC）程序。

设备通过 QC 检查后，就需要与配件进行匹配，将它们放在盒子中准备发货，观察客户使用第一批设备。

5. 批量生产 MP

批量生产「MP」是第一次全面生产，通常满足大多数供货商的最小订购量 MOQ。

第一次批量生产的常用参数：

单位：对于消费类产品来说，通常为 1000 套；某些单元的故障和良率分析，常见为 1% 以内；开始考虑优化供应链以进行后续生产；预测销量/需求。

在营销和分销阶段，你需要时刻关注用户的使用情况，记录和分析用户故事，这个过程往往会显现出一些需要改进或解决的问题。

在第二次生产运行中，通常会进行一些更改，包括：

降低成本； 产量/质量提高； 现场故障分析， 确保所有发生故障的单元都可以返回给工程团队进行诊断； 必要时设置第二条线。

路漫漫而修远兮， 吾将上下而求索！！！！

前期文章回顾：

硬件 PM 系列（一）： 硬件产品经理需要具备的核心素质

硬件 PM 系列（二）： 硬件产品经理需要熟知的设计流程

硬件 PM 系列（三）： 硬件产品经理需要掌握的定价策略

作者：卫 Sir， 公众号：简一商业

题图来自 Unsplash， 基于 CC0 协议