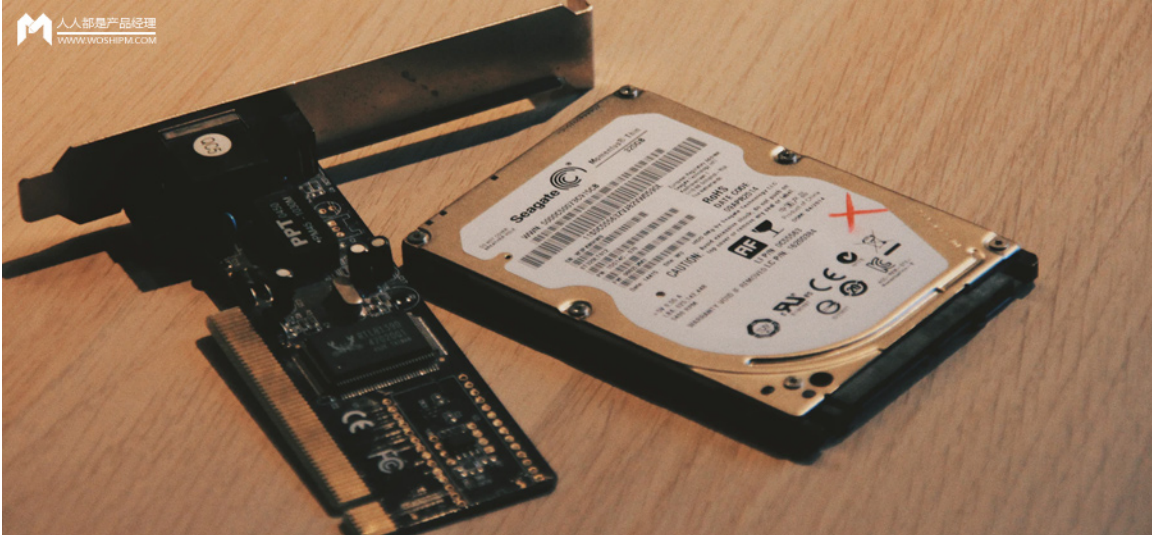


编辑导语：完成了前期一系列的准备工作，明确了产品的概念，现在要做的就是实现产品设计；硬件产品的设计极其复杂，但是作为硬件产品经理要有一定的了解，才能在出现问题时与同事进行沟通；本文作者就详细的介绍了硬件设计的整个流程。



硬件产品从 0 到 1 的过程，也就是概念产品化的过程。

所谓概念——就是产品的创意和想法，内容可包括前文提及的：市场分析、用户研究、产品定义和产品设计；

此时已经基本明确了为什么要做这款产品，以及这款产品将做成什么样子，即 WHY 和 WHAT 两个方面。

其中需要重点传递给研发同事的是 WHAT 的部分——即产品的 PRD，这是从产品的上游，输入给研发下游的关键文档。

此时产品仍然只有概念，以及“虚无缥缈”的产品 PPT、Word 等文档，因此在“概念产品化”的阶段，关键任务是确保产品定义能够实现。

当然在 PRD 出来之前，产品经理也会有和研发相关人员的可行性讨论，避免 PRD 出来之后可行性不强的尴尬。

接下来把这个阶段的流程梳理一下，当然每个公司的流程都不尽相同，但大体思路应该是一致的。

一、ID 设计

这里提到的 ID 设计，指的是狭义上的外观设计。

外观设计：就是把产品的框架架构出来，剩下的细节还需要结构工程师、模具工程师、软硬件工程师等人员协同完成。

一件新产品从无到有，在壳料上可以分为两个阶段：

设计该产品的外观形状 设计该产品内部构造以实现产品功能

对于 ID 设计师来说，常用的软件工具是 Autodesk Alias，是 Autodesk 公司旗下的计算机辅助工业设计软件；以及 Rhino，是美国 Robert McNeel & Assoc 开发的 PC 上强大的专业 3D 造型软件。

ID 设计师一方面需要具备适度丰富的想象力，足够的想象力才能够产出好的产品创意；但是想象力也需要适度，如果太有想象力，会加大后续结构设计、模具制作以及工艺生产的难度，甚至无法制造。

另一方面，也需要熟悉相关外观效果和外观工艺，在设计过程中能熟练使用正确工艺来表达效果；最重要的是对产品的理解要足够深，能够让设计直指产品本质，这部分需要产品经理多介入沟通，确保产品理念和定义传递到位。

ID 设计之后会进入到 MD（Mechanical Design）设计，MD 工程师在 ID 基础上进行具体的结构设计；因此在 ID 设计阶段，MD、硬件也需要参与，沟通产品的尺寸、结构、性能等要求，在设计初期就一并考虑到位。

ID 设计一般分为三个阶段：

草图阶段 平面效果图阶段 3D 设计图阶段

草图阶段：主要是基于设计师的构思，通过草图勾画的方式，快速记录下设计师思考形成的创意，这个阶段非常重要，会决定了后续产品设计的主要方向；草图是即时灵感的视觉呈现，缺少精确的尺寸和几何信息，这时候一般会出多个方向，再从中筛选出来若干个，进入下一阶段的深入设计。

平面效果图：是 2D 的视觉表达，通过 CAD 软件完成，意在将草图中模糊的设计清晰化表达；这个阶段的图纸相比于草图，可以更为清晰地给他人传递产品尺寸以及视觉感受。

3D 设计图阶段：是通过三维建模的方式，更直观、更真实地在三维空间中多角度观察产品形态；可以清晰展示设计师的设计思想、思路和细节，相比于最终实物，几乎只有一线之差。

二、CMF 设计

所谓 CMF，分别指代了 C（Colour 颜色）、M（Material 材料）、F（Finishing）。

1. C（颜色）是产品外观效果的第一要素，是人们视觉感受最重要的部分。

不同的颜色可以给用户传递出不同的情感，如下表所示：

颜色	代表情感
红色	旺盛、热情、健康、恐惧、兴奋、欢快、风骚、紧张
黑色	永恒、寂静、神秘、厚重、罪恶、严肃、内敛、稳重
黄色	高贵、富有、温和、光明、快乐、轻快、辉煌、希望
白色	光明、纯洁、简单、神圣、清爽、朴素、雅致、高级
蓝色	纯净、智慧、清新、冷静、沉稳、安宁、博大、深远
绿色	生机、青春、和平、清新、轻松、舒爽、友善、平静
银灰色	科技、现代、效率、积极、现金、沉稳、冷漠、低调
紫色	浪漫、神秘、高贵、魅力、慈爱、神圣、尊贵、爱情
棕色	质朴、可靠、踏实、健康、保守、忠实、包容、无私

2. 同样的 M（材料）使用了不同的颜色，会产生完全不同的效果。

在硬件产品上，主要使用的材料为塑料和金属，不太常用的材料包括了精密陶瓷、玻璃、皮革、板材、纺织面料等。

3. 不同的材料有着相对应的 F（成型工艺与表面处理工艺）。

成型工艺是指把原材料加工成为产品，例如：将颗粒状、粉状、条状、块状的基础原材料，塑型成为产品的部件，表面处理工艺指的是在成型工艺的基础上，对产品部件进一步加工，使其性能或者装饰效果得到进一步提升。也就是说，成型工艺赋予了产品身体，表面处理工艺赋予了产品脸面。

除了 CMF 三大要素之外，还有另外一个重要的要素 P（Pattern 图纹），所以当前 CMF 设计领域中，已经更多的在强调 CMFP 了，而不只是 CMF。

三、结构设计

ID 锁定之后，就进入了结构设计阶段。

产品的结构设计：是指结构工程师根据产品功能来进行内部结构的设计工作。

结构设计的过程：包括了根据外观模型来进行零件的分件、确定各个部件的固定方法、设计产品使用和运动功能的实现方式、确定产品各部分使用材料和表面处理工艺等；另外，结构设计过程中还需要考虑外形、成本、性能、可制造性、可装配性、维修、运输等多个方面。

结构设计主要就是结构工程师的工作了，产品经理参与得少，但也需要了解结构工程的相关基础知识；在后续的文章中，会有简单介绍产品经理需要了解的知识。

四、硬件设计

硬件设计：指的是电子电路部分的设计，整个设计过程包括设计需求分析、原理图设计、PCB 设计、工艺文件处理等几个阶段。

硬件工程师在接收到产品经理输出的 PRD 文件之后，会对其中硬件部分的需求进行分析，形成硬件设计方案，来决定如何选用电路核心元器件以及设计典型电路。

原理图设计是电路设计的核心，包括了元器件选型和绘制原理图两个阶段。

所谓元器件指的就是芯片、电阻、电容、二极管、晶振、电源模块、传感器、存储器等这些。元器件的选择是否优质（保证性能）、合理（保证成本），将直接影响整个硬件电路乃至最终产品的性能表现；确定好选型之后，就可以开始绘制原理图了，硬件工程师一般都使用 EDA 软件作为工具来绘制电路原理图。

原理图输出之后，下一步就进入 PCB 工程师的 PCB 设计环节（也叫 PCB Layout）——PCB（Printed Circuit Board）即印制电路板的意思。

PCB 由绝缘底板、连接导线和装配焊接电子元件的焊盘组成，具有导电路径和绝缘地板的双重作用，本质上也就是为了实现各元器件的电气互联。

PCB 按照电路层数分类可划分为单面板、双面板和多层板：单面板的元件集中在一面，导线集中在另一面，因导线集中在一面所以叫做单面板；双面板顾名思义，就是两面都有布线，两面之间的线路通过“导孔”来作为桥梁连接；双面板解决了单面板布线交错的难点，适用于更复杂的电路上；常见的多层板一般为 4 层板或者 6 层板，复杂的甚至可以达到几十层。

PCB 设计以硬件工程师输出的原理图作为设计依据，来实现硬件电路的功能：

首先要制作物理边框，这是 PCB 设计的基本平台；接着引入原理图中涉及到的元器件和网络，进行元器件布局（放置顺序、位置、方向）、电路板布线（位置、宽度、长度、角度）。

可以这么打个比方：原理图好比建筑图纸，PCB 设计好比按图施工，PCB 设计相对来说是简单一些的工作内容。

PCB 设计完成后，便可发出 PCB 制造厂打样，PCB 打样的数量没有限制，一般在硬件设计未完全确定和完成测试之前都可称之为打样。

打样回来之后，就可以安排制作 PCBA 了，PCBA 即 Printed Circuit Board Assembly 的缩写（在欧美的标准写法是 PCB' A，多了个点），指的是 PCB 空板经过 SMT（Surface Mounted Technology，表面贴装技术，也叫贴片），或者 DIP（Dual in-line Package，双列直插封装技术）插件的整个制作过程。

SMT 简单地讲，就是通过贴片机把一些微小型的元器件贴装到 PCB 上，而 DIP 插件则是在 PCB 上插入大一些的无法使用 SMT 的元器件。

PCBA 制作完成回来后，硬件工程师就可以开始进行硬件自测，如果有问题就改，重复一遍原理图、PCB layout、PCB 打样、PCBA 制作的过程，当然从哪个环节重新开始得看看更改的内容是什么。

五、固件开发

与硬件设计相伴的，是固件开发。

固件也叫 Firmware，之所以叫做固件，可以理解为是“固化的软件”，广泛地存在于各种电子产品中。

以前的固件一旦烧录入芯片中，后续就再也无法更改，一方面是技术原因，一方面也是因为没有必要对固件进行升级操作，即便固件出现了严重 bug 也只能将写好程序的芯片拆卸下来更换。

当然随着技术的发展，修改固件以适应不断更新的硬件环境已经成为标配需求，可重复刷写的芯片也出现了，所以当前的固件大都是可以 OTA (Over the Air) 升级的，目前固件和软件的区分和界限，也越来越模糊，固件已经不固。

固件担负着一个硬件系统最基础、最底层的工作，可以理解为硬件的操作系统；固件好比是硬件设备的灵魂，没有固件的 PCBA，就像一块砖头啥也干不了；固件也有大小之分——大的可达几百兆，小的甚至只有几 K，甚至不足 1k。

六、手板制作

在结构设计完成之后，需要制作手板 (Prototype) 来验证产品可行性。

刚设计完的产品离最终可量产状态，还差得很远，所以需要做手板来进行验证，确保没问题之后才能进入模具设计阶段——因为模具的投入金额一般都很大，需要确保设计图纸都是没问题的才能投入。

“手板”一词属于行业俗语（也有叫首板），即产品在定型之前少量制造的验证样件，专业术语也叫做样件、验证件、样板、等比例模型等等；硬件产品壳料都需要模具来生产，手板就是在投模之前，根据产品外观图纸、结构图纸先做出的若干个样件，来验证外观情况和结构合理性。

按照打手板的目的不同，可以分为外观手板、结构手板和功能手板三种。

外观手板：主要用来验证产品的外观设计，对外观要求很高，视觉上和量产产品比较接近，但内部结构无处理，有时甚至是实心的。**结构手板：**主要用于验证结构设计的合理性，对产品尺寸、内部结构要求高，对外观要求较低。**功能手板：**要求最高，需要做到和最终产品一样的外观、结构和功能。

当结构设计和硬件设计都完成之后，就可以安排制作功能手板了。

七、硬件测试

硬件测试就是测试工程师，站在用户的角度，对产品的功能、性能、可靠性、兼容性、稳定性等方面对产品的硬件（主板）进行严格的测，硬件测试是产品从研发走向生产的关键把关环节。

功能测试：就是测试产品设计的功能有没有得到实现。性能测试：则是测试已经实现的功能性能表现如何。打个不是很恰当的比方，功能测试就是 0 和 1，而性能测试则是 1 之后能走到多远。可靠性测试：就是给产品加上各种外部不利条件，看看产品表现能否稳定，是否足够“靠谱”。比如：把温度整高点或者整低点（模拟热带寒带环境）、加点盐雾环境（模拟海运场景）、给你震一震颠簸下（模拟物流环境）、再往地上摔一摔（模拟不小心产品掉地上了），看看产品被蹂躏一番之后，表现是否依旧坚挺。

以上大概介绍了 ID 设计、CMF 设计、结构设计、硬件设计、固件开发、手板制作、硬件测试等几个关键环节。

如果你的产品是智能硬件产品的话，那么大概率还有 APP 开发、云平台开发的环节。

有了 app 就可以通过手机等控制终端对设备进行操控；有了云平台，硬件产品就能够在广域网（例如 4G 网络，控制终端和设备不在同一个局域网下）的前提下也可以对设备进行操控。

至于 APP 和云，那是软件产品经理要操心的事情了，这里对于软件产品不做过多介绍。

当然这些环节并不是串行的，像 ID 设计和硬件设计可以并行走，但大体的逻辑顺序是按照上面的描述进行。

对于所有这些环节，作为硬件产品经理，虽然不需要做到很精通，但至少对于各个环节都需要有所了解。

那么了解到什么深度才算足够呢？

可以这样来简单判断，当项目进行过程中碰到了相关问题，与 ID、CMF、结构、硬件、固件、测试等相关同事沟通时，确保你能听懂他的话，就可以了。

以上几个关键步骤走完之后，你手上就有了一台可以正常工作的功能样机。

这时候立项之初虚无缥缈的 PPT，终于落地成为眼前的一台功能样机，这就是概念产品化的过程；

在概念产品化的阶段：一方面要正确评估关键技术难度；一方面需要集中资源，确保实现关键功能。

题图来自 Unsplash，基于 CCO 协议