

笔者结合自己的项目管经历，向我们介绍了如何管理智能硬件项目的研发流程。



我曾在《AI 智能硬件 | 产品思维与项目思维》中举了蔚来汽车的例子说明项目管理的重要性，另外在知乎上写了一篇关于智能硬件研发流程的文章，只是个开头浏览量也有1700左右。

为了写这篇文章，画总体流程以及编制相对详细的表格，因此花费了不少的时间，导致一周未更新。

哎，以上都是废话，从总体流程开始吧！

一款产品，我们通常说从 0 到 1，包括了市场阶段的产品需求、产品实现；从 1 到 100，包括了产品的销售、运营、维护等。

这里讲的研发流程仅指产品需求已经确定了，将产品需求变为产品的研发过程，不包含前期的市场部分，也不包含产品上市以及运营过程。

01 总体流程

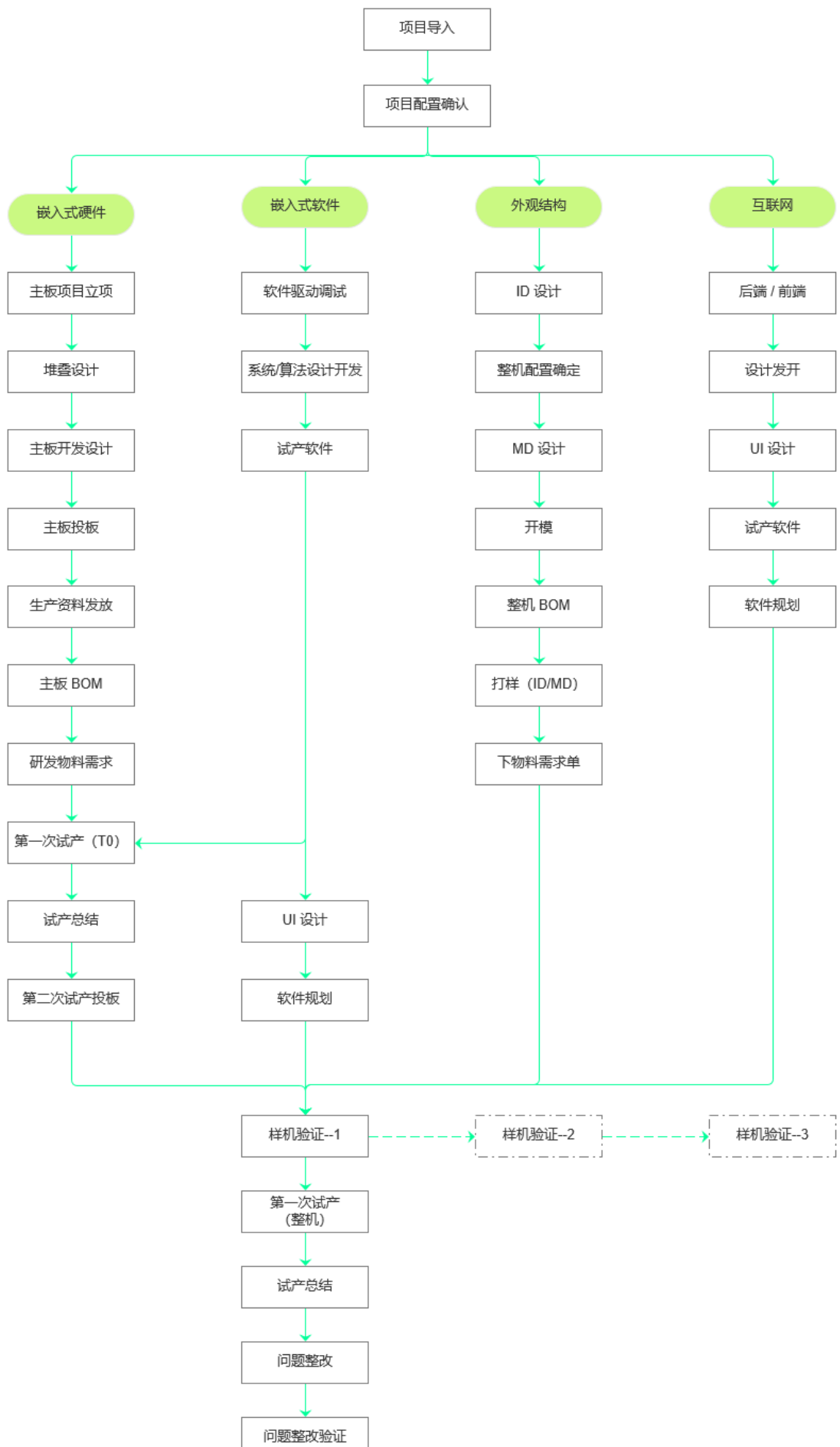
智能硬件看似复杂，拆解出来脉络很清晰。包含硬件（HW）、软件（SW）、外观（ID）、结构（MD）、互联网平台。

其中软件包含板级支持包（BSP）、底层引导程序（bootloade）、系统与应用程序、算法，这些不展开来讲，找固件打包的工程师就 OK，一般所有的程序都汇总到他那儿了。

作为项目经理，不太需要进行深入的了解，当然能够深入更好，但作为产品经理还是更深入一点较好。

互联网平台，这个包含云服务、后台、App、小程序等。常见的是前三个。跟进对应的工程师就好。

总体流程图如下：



可能到这儿，脉络上比较清晰了，但是具体到操作执行上，怎么跟细化还是不太清楚。因为有些任务是串行的，有些是并行的。一个细项任务牵扯到几个部门。

02 项目阶段

很多项目管理人喜欢将项目研发分为 EVT 阶段、DVT 阶段、PVT 阶段、MP 阶段和维护阶段，我一般不这样分，对于这些总结性的项目管理概念熟知于心即可，不必要过于追求。

因为有时候，你会发现，因为需求的改动、比较重要的 BUG 等原因会改变项目的阶段，比如从 DVT 阶段又回到了 EVT 阶段。

另一个原因是智能硬件产品一般更加适用瀑布流开发，互联网的敏捷开发不太适用于智能硬件。所以这一节只做简单介绍，作为项目管理有个概念认知就好。

下面根据我自己经验，我的心理认知进行阶段界定。

EVT 阶段：（Engineering Verification Test），指工程验证。一般在工程样机之前的研发行为，我都称之为工程验证。

这个阶段，目的是工程验证。尽可能的发现设计问题，方案对比。

最终拿到的是工程样机，用于样机整机测试，判定是否可以开模。

DVT 阶段：（Design Verification Test），指设计验证测试。最终拿到的是试产的整机样机，用于多方联调，验证优化。

上一个阶段，完成产品的雏形，这个阶段继续上个阶段的设计开发、优化。MD 详细设计完成，开始投模、试模、修模、颜色调制等。

试产模具，组装整机，进行硬件/结构的整机测试。软硬件、结构、互联网平台多方联调。比如软硬件的稳定性、可靠性、性能等；软件与互联网平台（云服务/App 等）联调测试；硬件与结构的联调测试，比如散热、结构强度等。

另外，这在这阶段关于产品的贴纸、说明书、包装等可以开始设计/打样，然后等待，因为这些时间周期比较短。

如果软硬件状态比较理想，在这个阶段尽早安排认证。因为认证周期非常长，基本在 40 天左右，别等到产品快要量产了，认证还没出来，影响销售。

总之，这个阶段就是联调、测试、试模、打板、试产。

PVT 阶段：（Process Verification Test），指生产验证。进行小批量产，摸清生产工艺，测试工艺，为大批量产做准备。

这个阶段依然会进行各种验证，以及解决上一阶段遗留的一些小问题。但主要的精力放在一致性、设计（细节，比如按键手感不好，干涉等）调整上。

各部门处于生产支持模式，比如工程部制作 SOP（标准作业程序），结构部帮忙解决生产上的结构问题。与生产相关的测试工具、生产工具、烧录工具、产测工具的支持。

所有的生产支持文件规定当送到工厂，量产软件/量产硬件 BOM/量产结构 BOM，结构/元器件终版签样。

总之，这个阶段就是为了保证产品量产。量产顺利，效率高，不良率最低，产品一致性够高。

关于研发阶段就这么多，其他的就不讲了。这个分类只是自己项目管理用，工程师其实不关心。自己做到心中有数，自己的产品到了什么阶段，离目标还有多远，从全局角度考量如何把控项目进度。

03 细化流程

这一节是我最想讲的，因为我刚做研发端产品的时候，需要管项目。

我的切身体会是，不知道各项细化任务之间怎么串起来，不知道从哪里下手，该找谁并拿到什么输出作为下一步的开始。网上找了很多资料都是关于项目阶段的介绍，类似上面一节的介绍。

因此想写一写细化流程，但限于文字描述的直观性较差，先看一个表格，然后稍微文字说明。

阶段	项目实现步骤		项目周期 (天)	周期 (d)	关系	输出文件
调研阶段	项目导入	市场调查，项目导入	0	不定（初步预估15d）	开始	项目立项申请书
		技术评估				
立项阶段	立项会议			0.5d		《项目计划表》 《项目立项会议记录》
PCBA主板开发阶段	PCBA主板开发	方案设计	3	3d		《硬件方案设计说明书》
		项目配置确认表		1d	开始	《PCBA 配置确认书》
		电路原理图设计	0	7d	并行	PCB资料（原理/位置/坐标/钢网/测试点/Gerber）
		结构堆叠		7d		
		外围器件确认		1d	串行	（SPK/MIC/LCD/CAM/BATT/充电器/USB线等规格书
		堆叠评审		1d	串行	堆叠评审报告
		原理图摆件		2d	串行	位号图
		LAYOUT	15	7d	串行	3D图档/堆叠说明书
		LAYOUT修改/投板	1	2d	串行	《堆叠评审报告》
		PCBA第一次试产主板做货	10	10d	并行	需要选定供应商
		PCBA试产物料准备		2d		《试产贴片BOM清单》 《研发物料需求》
		PBCA板功能测试配件		7d		提供外围器件样品
		PCBA试产软件开发		13d		贴片试产软件
		PCBA试产工程文件释放		2d		PCB资料（原理/位置/坐标/钢网/测试点/Gerber）
		PCBA试产治具制作		2d		
	PCBA试产/验证	SMT第一次试产（T0）	1	1d	串行	《PCBA试产报告》
		主板测试	14	7d	串行	
		试产总结	1	1d	串行	
		第二次试产主板投板（PR1）	2	2d	串行	
外观结构开发阶段	ID阶段	ID设计	6（不计入项目周	6d	串行	《ID平面图及工艺说明》
		ID评估	2	1d	串行	《ID评审报告》
						《ID线框图》
		整机项目配置	1			《整机项目配置确认书》
	MD阶段	MD设计	10	10d	串行	结构3D图档
		MD评审	3	1d	串行	《MD评审报告》
		MD投模（壳料，按键）	18	13d	串行	《模具制作周期进度表》
		结构辅料/FPC/副板/生产夹具制作资料		1d	并行	2D图纸/生产夹具资料
	包装	包材设计/说明书设计		14d	并行	效果图/设计稿

/简单文字描述/

产品规格书/产品定义出来了之后，产品会组织技术评审。通过后就正式开始立项，排研发计划了。有些项目会先进行预研，然后才导入正式研发。

一般新产品，首先开始 ID 草图设计，然后出 2D 渲染图。

立项后，硬件/软件/结构/互联网平台开始做方案设计、评审（软硬件评审需要双方参与，他们俩高度相关），通过后开始做详细设计。

硬件，这时候开始画原理图、器件摆件。

结构，根据硬件的器件摆件图、关键器件（电池/屏幕/摄像头/SPK 等）与 ID/硬件部门充分共同进行堆叠设计。满足各部门的需求，最终完成产品定义的要求。

ID，拿到结构的堆叠设计图，进行 3D 建模，导出建模图给结构。

结构，根据 ID 的 3D 建模图做详细结构设计。导出板框图给硬件。详细结构设计完成转给模具厂。

硬件，根据板框图 Layout，然后出 PCB 资料，评审/投板。

模具厂，根据结构设计开模。

然后就是软硬件联调，结构/硬件/模具联合解决验证后的问题点。

因为互相关联穿插，文字很难描述。一看《项目管理研发流程》表格，了解全貌，二看下面的《任务排期》。

这一节重点关注各个任务输出的文档文件，后面我组织一下语言做一个纯文字的介绍，怎么串行，怎么并行，相应任务输出什么样的文档文件以及有什么作用。

04 任务排期

任务排期的关键是将各模块拆分成较细立刻的任务，将各个任务串起来。

依然上图：

XX 项目计划 - Project Professional							
任务	任务名称	工期	开始时间	完成时间	前置任务	责任人	
1	项目进度表(一类)	221 个工作日	2015年4月20日	2016年2月23日			
2	产品组	213 个工作日	2015年4月20日	2016年2月11日			
3	产品定义配置确定	14 个工作日	2015年4月20日	2015年5月8日		XXXX	
4	结构手板样机测试报告	2 个工作日	2015年8月24日	2015年8月26日	66	XXXX	
5	工程样机测试报告	5 个工作日	2015年11月9日	2015年11月16日	17	XXXX	
6	第一次试产样机测试报告	30 个工作日	2015年12月31日	2016年2月11日	19	XXXX	
7	确定产品出货配置清单	1 个工作日	2015年5月15日	2015年5月15日		XXXX	
8	第二次试产样机测试报告	5 个工作日	2016年1月28日	2016年2月3日	21	XXXX	
9	配件 BOM 清单	1 个工作日	2016年1月29日	2016年1月29日	21	XXXX	
10	说明书初稿	6.88 个工作日	2016年1月21日	2016年2月2日	6	XXXX	
11	项目管理	204 个工作日	2015年5月8日	2016年2月17日		XXXX	
12	Kick off meeting	1 个工作日	2015年5月8日	2015年5月8日	3	XXXX	
13	关键器件选型表	1 个工作日	2015年5月12日	2015年5月12日	12	XXXX	
14	结构手板报价BOM	1 个工作日	2015年6月12日	2015年6月12日	65	XXXX	
15	结构手板装机	1.88 个工作日	2015年8月19日	2015年8月21日	66	XXXX	
16	工程样机BOM	1 个工作日	2015年9月18日	2015年9月21日	51, 72	XXXX	
17	工程样机组装	5.88 个工作日	2015年10月23日	2015年11月2日	50, 99	XXXX	
18	第一次试产研发首件	1 个工作日	2015年12月23日	2015年12月23日	100	XXXX	
19	第一次试产	5.88 个工作日	2015年12月24日	2015年12月31日	18, 81	XXXX	
20	长周期物料备料	2 个工作日	2016年1月8日	2016年1月11日	91	XXXX	
21	第二次试产	5.88 个工作日	2016年1月20日	2016年1月27日	82, 101	XXXX	
22	配件 BOM 创建	1 个工作日	2016年1月29日	2016年1月29日	21	XXXX	
23	转量产评估会议	1 个工作日	2016年2月5日	2016年2月5日	8	XXXX	
24	试产转量产会签表	1 个工作日	2016年2月8日	2016年2月8日	23	XXXX	
25	小批量组装(100PCS)	5 个工作日	2016年2月11日	2016年2月17日	24, 83	XXXX	
26	ID	166.13 个工作日	2015年5月8日	2015年12月28日		XXXX	
27	立项ID 确定	30 个工作日	2015年5月8日	2015年6月18日	3	XXXX	
28	ID 手板评审	1 个工作日	2015年6月19日	2015年6月19日	27	XXXX	
29	ID 手板制作	5 个工作日	2015年6月22日	2015年6月29日	28	XXXX	
30	CMF-V1.0	3 个工作日	2015年6月29日	2015年7月2日	29	XXXX	
31	输出最终CMF版本	1 个工作日	2015年12月25日	2015年12月28日	18	XXXX	
32	设计组	68.88 个工作日	2015年11月3日	2016年2月5日		XXXX	
33	包装设计	10 个工作日	2015年11月3日	2015年11月17日	17	XXXX	
34	包装确认	1 个工作日	2016年1月28日	2016年1月28日	21	XXXX	
35	包装BOM	0.88 个工作日	2016年1月29日	2016年1月29日	34	XXXX	
36	说明书排版	5 个工作日	2016年1月29日	2016年2月5日	10	XXXX	
37	包材签样	1 个工作日	2016年2月5日	2016年2月5日		XXXX	
38	硬件	199 个工作日	2015年5月11日	2016年2月12日		XXXX	
39	原理图设计	16 个工作日	2015年5月11日	2015年6月2日	12	XXXX	
40	原理图评审	1 个工作日	2015年6月2日	2015年6月3日	39	XXXX	
41	核心板 PCB 布局	4 个工作日	2015年6月12日	2015年6月18日	40	XXXX	
42	图传板PCB 布局	4 个工作日	2015年6月12日	2015年6月18日	40	XXXX	
43	核心板 PCB Layout+ 评审	5 个工作日	2015年6月18日	2015年6月25日	41	XXXX	
44	图传板 PCB Layout+ 评审	5 个工作日	2015年6月18日	2015年6月25日	42	XXXX	
45	V0 核心 PCB Gerber out	1 个工作日	2015年6月25日	2015年6月26日	43	XXXX	
46	V0 图传 PCB Gerber out	1 个工作日	2015年6月25日	2015年6月26日	44	XXXX	
47	V0 硬件BOM(报价用)	2 个工作日	2015年7月8日	2015年7月9日	40	XXXX	
48	V0 核心板/图传板贴片+调试	5 个工作日	2015年8月7日	2015年8月14日	97	XXXX	
49	WiFi 天线/2.4G/5.8G 天线调试	14 个工作日	2015年8月26日	2015年9月15日	4	XXXX	
50	V1 PCB 发板(工程样机组装)	3 个工作日	2015年8月28日	2015年9月2日	4	XXXX	
51	V1 硬件BOM(工程样机, 入系统)	3 个工作日	2015年9月2日	2015年9月7日	50	XXXX	
52	工程样机硬件问题分析	5 个工作日	2015年11月18日	2015年11月25日	SFS+2 个工作日	XXXX	

这个任务排期可能与你的有细微的不一样，我的是根据项目有相应裁剪，顺序略微调整，但是基本逻辑是这样的。

05 项目跟踪

项目经理的天职就是保证项目按时按质交付。因此，项目经理需要紧盯项目，推进项目。

一个智能硬件项目涉及的面非常广，沟通的人也非常多。如果同时跟进几个项目，事项任务更加繁复，不可避免会造成遗漏，沟通不到位，支持不够及时等等状态。

我们在任务排期的时候将任务拆分成中度粒度，为了不遗忘，支持及时，我们可以制定一个任务清单，拆的非常细。

项目进度跟进表											
任务项	一级任务	二级任务	决策	支持	状态	工期	开始时间	计划完成日期	预期完成时间	实际完成日期	责任人
ID设计											
结构设计											
硬件设计											
软件设计											
测试											
UI设计	原型设计										

这个用 Excel 就好，我喜欢用这个。每一个任务后面是一级任务/二级任务、做出什么决策、由谁负责、什么时间完成，任务状态等。

例如，ID 设计

什么时候出草图？决策是选定了哪几个草图进行 2D 渲染？什么时候完成？2D 渲染图，什么时候完成？最终选择哪个进行 3D 建模？怎么修改细节？3D 建模，结构什么时候提供堆叠图，什么时候完成？

总之，这是一份行动清单。

06 项目管理关键技能

上一节提到项目事项任务繁复，最为常见的是管理不到位造成混乱；另一个是项目问题涉及到多部门造成卡壳。

解决问题的方式是，找到目前现状与目标之间的关键障碍，想办法清除障碍。

解决思路是：

明确问题&理解问题 分析及定位问题 提出解决方案

解题思路有了，但是项目管理涉及的面非常广，而且又不懂技术，怎么办呢？

拆解问题，将问题拆解成完全穷尽，相互独立的任务。当然这个是与工程师沟通进行的，与相关责任人开短会定性分析。这个结构化思维在产品思维最后一篇文章介绍过，可以回看一下。

表达能力，往往与工程师沟通会出现沟通错位，这时结构化的表达很重要。

先结果，后过程：反向推导，这样保证沟通目标是确定的。

先全局，后细节：从全局出发，限定范围，不要扩散问题，然后再确定细节，不能陷入细节不能自拔。

最后，一定要复盘，在沟通的最后复述问题及沟通出来的解决方案，确保没有错位。

项目管理，本质上还是逻辑思维能力和结构化思维能力。做好项目管理需要不断的学习、反思、复盘，提升底层的逻辑能力。

作者：Arvinzhou，公众号：AI 硬件产品官（ID：aipm001）

题图来自 Unsplash，基于 CC0 协议