

汽车整车开发流程分析*

周绍鹏¹, 游卫平², 游小平^{1,3}, 吴运强³, 黄玲¹, 周金伟¹

(1.广东白云学院, 广东 广州 510450; 2.合加新能源汽车有限公司, 湖北 咸宁 437000;

3.长沙理工大学, 湖南 长沙 410076)

摘要: 为全面了解汽车整车开发过程和阶段任务交付物, 以东风日产和福田汽车整车开发为例, 对中国汽车企业整车开发流程进行分解, 明确汽车新产品的标准化开发程序, 并剖析整车开发阶段任务、工作路线和标志性交付物。

关键词: 汽车; 整车开发; 开发流程

中图分类号: U462.2

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2018)05-0009-04

汽车整车开发流程是新车型从研发到生产上市的一个非常重要的过程指导文件。目前, 中国汽车整车开发流程技术得到较大提升, 由过去的结构逆向开发模式逐步转变为整车性能与结构并重的正向研发, 研发广度和深度都有较大扩展。特别是涉及到整车主要性能参数的总成模块和系统控制模块, 在转变为平台化、模块化和系列化的整体研发过程中, 基于整车正向开发流程体系化是汽车产品开发成功的重要保障。

汽车整车企业都会制定一套完善、高效和适合自身发展战略的整车产品开发流程, 该流程一般包括商品企划、商品市场研究、产品开发和产品投产上市等活动。基于整车开发效率的提升, 大多数企业采用同期工程并行的研发模式, 以缩短研发周期和降低研发成本, 提升产品竞争力。

1 整车开发流程模型分析

1.1 传统整车开发流程

在汽车整车行业, 产品开发一般是串行的过程, 即在前一个部门完成某项具体设计后, 将设计结果移交到下一环节对应的部门进行下一步设计, 整个流程环环相扣, 任何一部分出现问题都会影响后续工作的正常开展。

汽车整车串行开发流程一般分为三大阶段, 即商品企划阶段、设计开发阶段和工程开发与实物验证阶段, 每个阶段工作开展过程中都设置几个项目里程碑节点, 用于控制项目进度和评价指标达成度(见图 1)。

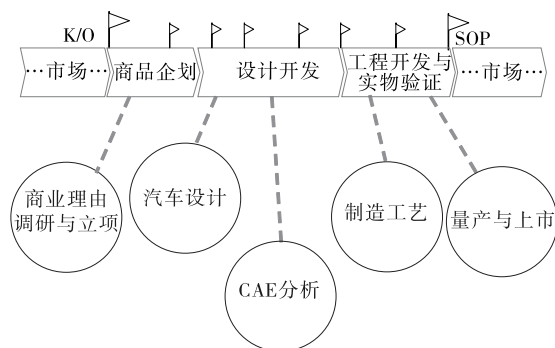


图 1 传统整车开发流程

1.2 东风日产整车开发流程

东风日产整车研发采用基于 V 流程的开发程序(见图 2)。V 流程开发模式是以顾客、零件开发和商品作为开发流程的三大模块, 从顾客和市场需求出发设定车辆开发目标, 根据开发目标进行整车总体布置和性能计划制定, 再进行主体结构 and 零部件设计, 形成能满足顾客需求的产品。在每个开发阶段都设置评价指标对设计结果进行解析和达成度评价, 确保项目能按照进度计划实施。

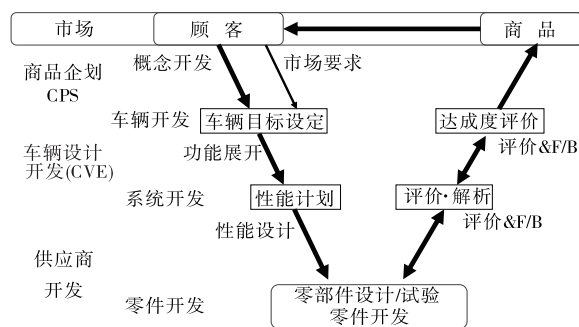


图 2 东风日产整车开发流程

* 基金项目: 广东白云学院校级项目(2017BYKY11)

V 字开发流程能实现对各种方案的快速验证,及时发现整车开发中存在的问题,并根据问题研究相应解决方案。

1.3 福田汽车整车开发流程

福田汽车整车开发流程分为产品规划、概念开

发、设计工程、工程开发与验证、生产准备 5 个阶段,设置有 10 个里程碑节点,控制项目开发进度和 Design 质量(见图 3)。

设计开发阶段运用 VOC 分析、LACU 定位、QFD 展开和 Benchmark 研究等方法对整车性能进

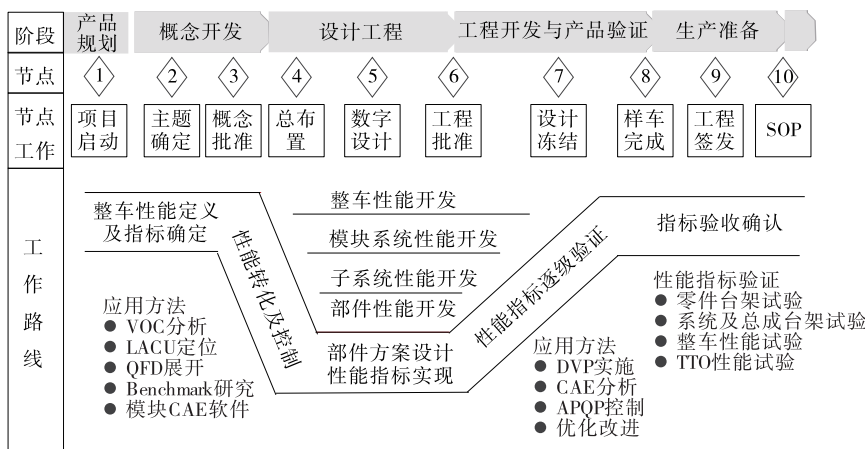


图 3 福田汽车整车开发流程

行定义,并根据性能确定评价指标;在设计工程阶段分模块、分系统进行部件方案设计及优化,保证性能指标的实现;工程开发与产品验证阶段应用 CAE 分析法、APQP 控制方法对产品设计数据进行仿真模拟,提出优化改进意见,实现产品数据的不断完善。

2 阶段任务与交付物

2.1 商品企划阶段

在商品企划阶段,汽车企业根据其远景规划、行业发展趋势、市场供需关系和企业品牌策略分工,结合自身平台资源、人力资源和开发能力等提出新产品战略意向书,进行商业理由构思和产品定义,并制定新产品开发策略。

汽车新产品开发和投放市场能否获得成功,关键在于商品企划是否充分、新产品开发是否准确。在进行新产品开发前,首先全面分析影响汽车产品成败的因素,为新产品开发制定科学程序,在每个环节上充分尊重科学。然后从市场营销角度进行市场调查与预测,制定产品发展规划与计划,进行新产品构思、概念设计和工业化设计等。

商品企划阶段的标志性交付物是完成令人满意的整车产品定义和在战略意向书的基础上进一步细化形成整车项目可行性报告即立项文件。项目立项文件一旦获得企业最高层的批准,项目将正式进入设计开发阶段。

2.2 设计开发阶段

2.2.1 造型设计

造型设计是在产品结构设计前,用概念草图、初步布置图和美术效果图等设计元素制作符合设计要求的汽车造型。汽车外部造型与空气阻力系数密切相关,需进行风洞试验,检测空气阻力系数值;车辆内部造型需考虑人体工程学设计要求,保证满足驾乘人员的舒适性要求。

造型设计分为设计要求分析、概念造型确定和造型方案优化与冻结 3 个阶段。造型设计阶段启动后,工程技术人员在整车造型设计要求的基础上对造型设计任务进行分解剖析、硬点数据获取和数学模型建立,并以模块化形式对整车造型设计进行管理。汽车造型设计通常采用“9-3-1”的定型步骤,即在研发部门设计草图中选择 9 个造型按 1:10 或 1:5 的比例制作油泥模型(见图 4),再从中选择 3 个造型制作全尺寸模型。最后通过市场调研、专家评审和竞争车型比较分析等,确定一款造型作为未来产品的开发方向。



图 4 全尺寸油泥模型

造型方案选定后,即确定了汽车主要外观尺寸、影响质量分布的重要尺寸和室内空间尺寸等,然后初步确定动力总成、驱动总成、车身的基本结构和尺寸,最后由造型中心向设计部门发出验证后的标志性交付数据(Verified Data Release, VDR),完成整车造型设计。

2.2.2 总体布置设计

汽车总体布置设计是汽车各类零部件结构设计与安装的基础,总体布置参数的变更一般会导致相关零部件结构参数重新设定。汽车总体布置设计对汽车外部参数和内部空间利用率都有重要影响,也受很多内外因素的制约,需全方位考虑(见图 5)。

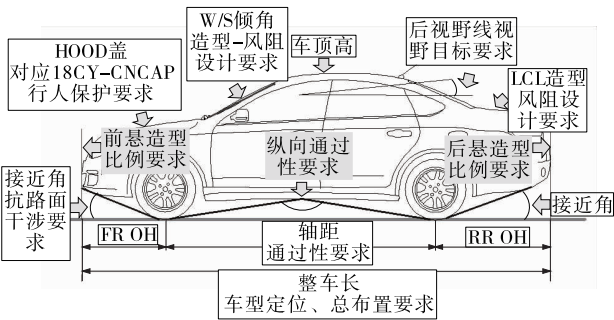


图 5 汽车总体布置约束图

汽车布置设计中的人机工程学对汽车内外造型布置参数有重要影响。运用人机工程设计方法进行汽车总体布置设计(见图 6),才能生产出更人性化、更符合消费者需求的产品。

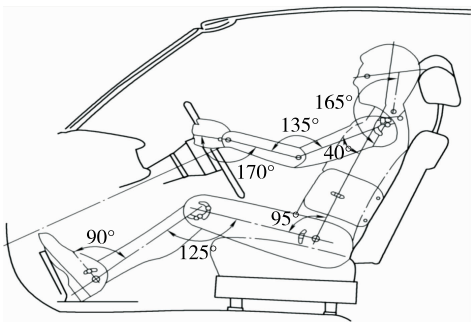


图 6 汽车人机工程图

汽车总体布置设计中需确定各总成部件详细参数,按设计要求准确画出各部件的轮廓形状。通过各总成参数确定部件质心位置,然后计算轴荷分配情况,确定整车质心位置,经过反复调整与计算,确定最优布置方案,保证整车各项性能指标达到预定要求。

2.2.3 数模设计与 CAE 分析

数模设计阶段将设计任务分为车身结构件、底

盘结构件、动力驱动系统、电子控制系统和内外饰覆盖件等任务。设计工程师结合企业自身技术条件,充分考虑产品的留用性(基型车零部件沿用)、共用性(系列车型中互换与替代)、性能极限和制造系统共用化(生产线、供应链、工艺流程清单等共用化)等情况,运用三维设计软件进行总成和零部件结构设计,最后通过总装配完成整车产品数据(见图 7)。其间设置多次结构件干涉—间隙量检测,为结构的完善提供修改依据,确保整车结构件的相互匹配符合设计要求。



图 7 车体数模结构

CAE 分析是进行产品静力学、动力学和运动学仿真分析,对前期 3D 数模进行力学性能验证,检测结构设计的薄弱点和缺陷,并提出修改意见,指导设计工程师进行产品优化设计(见图 8),从整体上提高结构件的承载能力和抗变形能力,并根据结构变形特点进行轻量化设计,减轻车身重量,改善整车的经济性和动力性。

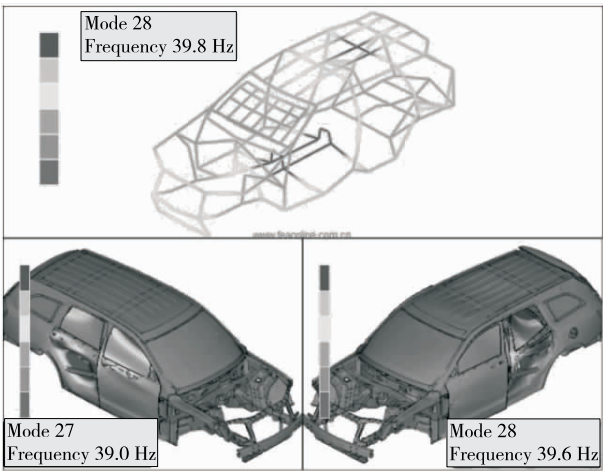


图 8 CAE 仿真分析

这一阶段的主要交付是发布经过验证的 3D 数模数据和工程数据,以支持产品发布最终面向制造的工程图纸。

2.3 同期工程开发与试制试验阶段

2.3.1 同期工程开发

同期工程是一种先进的制造技术,它是基于功能强大的PDM(产品数据管理)系统,通过组建数模设计、工艺成型、生产制造等多学科团队,协同进行设计流程重组,将产品开发中的串行过程设定为同期过程,使后期开发过程提前参与到早期设计开发中,促进产品设计不同阶段之间的及时交流、协调,达到缩短产品开发周期、降低研发成本的目的,从根本上提高产品的研发效率。

同期工程阶段依据分阶段发布的产品数据进行工装模具建模和仿真(见图9),不断验证发布数据的准确性和工装模具制造的符合性;依据发布的产品数据进行钣金冲压模具、车身焊接工艺、涂装工艺、总装生产线等工艺设备的制造和调试,利用先进的信息集成和共享技术,同步处理工序、工装等任务的设计,不断进行问题整改和质量改善。

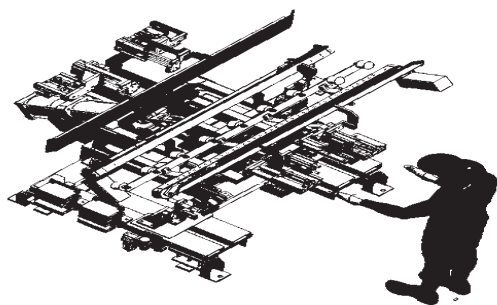


图9 工装模具仿真

2.3.2 试制试验阶段

试制试验阶段分为试制设计、样车试制和试验两部分。试制设计是在整车试制前进行的技术设计,即部品总成工程师根据设计任务书的条件和要求对各部品总成进行试制工艺设计。部品设计完成后,将各总成设计结果装配到整车校对图上进行核对,通过三维数据与工艺的匹配尽早发现问题、解决问题,以减少试制、装车时出现的技术误差。最后编制工艺明细表和技术要求等文件。

样车试制和试验的目的是通过制作实车判断数模数据的准确性及各零部件装配是否达到预期目标,评价整车的可靠性,并针对暴露出的技术问题进行改进,然后进行二次试制和试验。经过反复设计与试制试验,使整车试制合格率达到100%,最终完成产品定型。

2.4 生产准备阶段

生产准备阶段是新车型开发的最后阶段,即正

式投产前的生产准备和小批量试生产阶段。该阶段的主要任务是验证产品数据与生产线工装模具的匹配性、产品数据与子系统技术规范的符合度。通过制造工艺设定、装配线调试和工艺装备性能检验等,确保生产制造能力符合相关阶段要求。

3 结语

汽车整车开发流程是汽车新产品标准化开发程序,其中涵盖整车开发所涉及的各项。该文对东风日产和福田汽车整车开发流程进行案例分析,明确了流程的开发模式和主要阶段,分析了各阶段的主要任务、工作路线和标志性交付物,让汽车设计人员对开发流程有整体上的认识。

参考文献:

- [1] 张从新.基于性能开发的整车正向开发体系浅析[J].汽车工业研究,2014(11).
- [2] 闫跃奇,张贵万.乘用车车身典型截面设计研究[J].汽车技术,2016(1).
- [3] 赵福全,刘宗巍,李赞.汽车产品平台化模块化开发模式与实施策略[J].汽车技术,2017(6).
- [4] 侯艳贺.基于V流程的整车控制策略开发[A].河南省汽车工程学会.第十一届河南省汽车工程科技学术研讨会论文集[C].2014.
- [5] 沈浩明.基于工作流的整车产品开发项目管理系统[D].上海交通大学,2006.
- [6] 胡程超.基于数字主导的汽车造型设计技术研究及流程构建[D].长沙:湖南大学,2010.
- [7] 张露.人机工程在汽车总布置设计中的应用分析[J].时代汽车,2017(16).
- [8] 陈涛,李晓旭,孙林,等.智能车辆设计中驾驶员模型回顾与展望[J].汽车技术,2014(6).
- [9] 王望予.汽车设计[M].北京:机械工业出版社,2017.
- [10] 刘成强,徐海港,王通,等.CAE分析技术在汽车产品设计中的应用研究[J].农业装备与车辆工程,2016,54(11).
- [11] 万继新.客车模块化设计和制造研究[J].客车技术与研究,2012(4).
- [12] 张玉津,郭子阳.客车车身的模块化概念设计[J].客车技术与研究,2001(6).
- [13] 王善科.模块化设计在客车产品开发中的应用研究[J].客车技术与研究,2016(6).
- [14] 张振力.CAE技术在汽车设计过程中的应用[J].汽车工程师,2016(8).