

同步工程在车身开发中的应用

同步工程（SE，Simultaneous Engineering），又称并行工程，是对整个产品开发过程实施同步、一体化设计，促使开发者始终考虑从概念形成直到用后处置的整个产品生命周期内的所有因素（包括质量、成本、进度和用户要求）的一种系统方法。它把目前大多按阶段进行的跨部门（包括供应商和协作单位）的工作尽可能进行同步作业。

同步工程的特点：

（1）同步性 产品开发的各个子过程尽可能同步进行。

（2）约束性 将约束条件提前引入前一个子过程，尽可能满足后面各子过程的需求。

（3）协调性 各个子过程间密切协调以获得质量（Q）、时间（D）、成本（C）等方面的最佳匹配。

（4）一致性 产品开发过程的重大决策建立在全组成员意见一致的基础上。

车身开发是整车开发过程中周期最长、成本最高以及质量要求较苛刻的过程，且车身的工程化开发跨越众多部门及供应商。

车身是材料、结构、工艺、技术与造型美之间矛盾关系不断协调发展的产物，是影响整车安全碰撞性能的最关键部件。车上的内外饰、底盘、电器等都是以身身为载体，车身的精度直接影响其安装精度，间接影响着整车的操控及驾驶性能。车身外板的表面质量及间隙直接决定整车的外观及审美定位。车身的工程化开发周期最长，对整车上市节点的实现影响最大。

提高质量、降低成本、缩短产品开发周期是车身开发过程中同步工程的目标。要实现上述目标，主要

需做到：开发有效性改进，使开发全过程方案更改次数减少50%以上，由2000次以上降到1000次以下；开发过程同步，使产品开发周期缩短40%~60%，由传统的48个月降低到24个月左右；设计和制造过程一体化，使制造成本（主要工装开发及生产成本）降低30%~50%。

车身工程化开发同步性的实现

传统的车身开发流程如图1所示。车身设计完成后，把数模转入冲压工艺部门进行冲压件的模具开发，开发过程中反馈出现的冲压工艺性问题。冲压开发基本完成时，把数模转入焊装工艺部门进行车身各总成的夹具的开发，开发过程中反馈冲压和产品设计的问题。

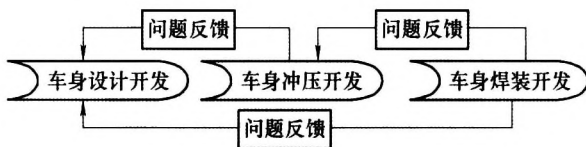


图1 传统车身开发模式示意

这种开发模式最大的弊端是开发周期长，过程开发中出现的问题多，解决问题的时间晚、费用高。

随着市场对新车型上市时间要求越来越短、品质越来越高及安全性越来越好，各汽车公司开始在车身开发中大范围地应用同步工程，现在的开发模式如图2及图3所示。

由图3可见，产品设计和开发已经与工艺设计和开发几乎完全并行开发，根据上述的同步性开发模式，经过充分地调研、取样及分析，分别制订趋于合理的

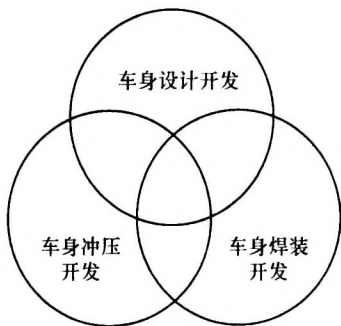


图2 新的车身开发模式示意

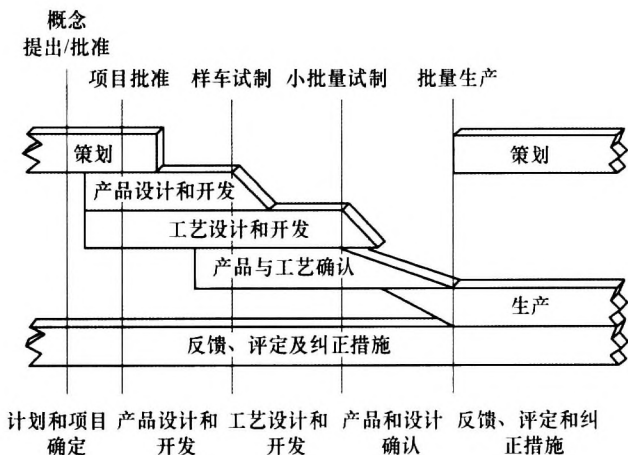


图3 TS16949的五大核心工具之一的APQP中产品开发流程

冲压开发与产品设计开发的同步工程方案和焊装开发与产品设计开发的同步工程方案。

车身开发过程中的约束性条件的建立

约束性条件是同步工程过程中的一个基本特点，为了满足同步工程的目标，保证最终的质量、投资及周期的合理实现，需在产品开发的各个环节体系中建立相互的约束、限制条件。

1. 约束性条件的定义

APQP中同步工程对约束性条件的理解，是为了保证工艺设计和开发尽可能早与产品设计开发实现同步，由工艺部门制定相应的对产品设计的相关节点和质量的约束性条款，经产品设计部门评审、会签后执行。产品设计根据约束性条款的内容在产品设计的内部子项之间建立与之相符的约束性条款并予以实施，以保证产品设计的开发工作完全处在产品和工艺之间的约束性条件内，最后保证同步工程工作的合理实现。

2. 约束性条件建立的必要性

在已经建立起车身开发过程中的同步工程模型

后，为保证各不同节点、各不同部门输出物的质量有效，如工艺规划书、MCP及SQM等文件在产品设计开发过程中输出，就必须在车身设计的各个开发节点上设置工艺部门所必须的一些约束性条件，以支持其工艺设计相关工作的开展。

3. 如何建立约束性条件

由于约束性条件在车身工程化开发过程中的必要性及重要性，合理的和可实际操作的约束性条件须根据整车的开发可发体系及网络计划制定，不同的公司的约束性条件不会完全相同。

车身开发过程中的协调性及一致性

协调性建立是通过两级评审确定，一级是在部门内部评审，另一级是在产品和工艺开发项目组内评审。经过两次评审及修正，最终确定各个同步点及约束点设置的合理性，保证Q、C、D的协调统一。

一致性建立是通过丰田“大屋”实现，设计人员和工艺人员共同对各过程中产生的交付物在“大屋”中进行研讨评审、研讨及确定，对过程中的DCR、ECR及数据发放质量等进行确认，保证一致性在同步工程中的实现，避免设计和工艺出现各自为战，各自不认同的尴尬局面。

车身开发中同步工程实施效果

通过在车身工开发上应用同步工程方案，并通过制定合理的约束性条件和“大屋”的应用，保证同步工程真正在车身设计开发过程中得到比较好的应用，以某车型应用说明如下：

1. 设计审查

冲压工艺性审查，整体设计修改接受率达到94%以上；焊装工艺性审查，整体设计修改接受率达到96%以上。极大地避免了设计冻结后，工程变更所引起的一系列的设计及工装变更，从而导致预算费用超标和项目周期的延迟。

2. 工艺规划

在设计开发过程中，完成所有冲压件的工艺规划，支持模具供应商做出合理报价及缩短供应商选择的周期。对其中典型的33个冲压件做了详细的冲压件的工艺规划，支持了后期模面设计及模具结构图设计，缩短了模具开发的周期。完成所有焊接工位的工

艺规划, 包含焊点布局、节拍分析、工艺布局及设备选型等, 支持夹具供应商报价平台的建立, 保证了生产线与工艺需求的符合性。

工艺规划的过程同时又支持了设计审查工作的开展。

3.品质基准统一

在设计开发过程中, 完成所有总成的定位基准和夹持基准协调统一, 使小总成→分总成→大总成→白车身一个流程中的质量问题识别、分析及追溯更加准确和方便。

4.“四化”的应用

在设计开发过程中, 尽量考虑生产制造的通用化、模块化、标准化和系列化, 降低开发和生产成本。图4为通过调整落料模的进距得到的落料模的通用性方案设计。

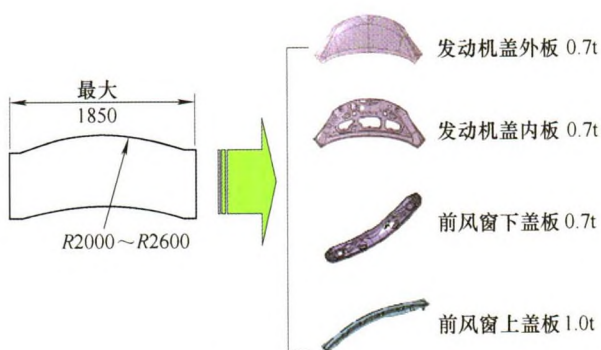


图4 某落料模的通用性方案

结语

本文通过分析SE的特点及属性, 制订出合理的同步工程方案, 并通过制定合理的约束性条件和“大屋”的应用, 最终保证同步工程真正在车身设计开发过程中得到比较好的应用。

关键词:

同步工程 车身 质量控制

(收稿日期20130915)

(上接第85页)



图7 前仓机器人激光焊接

柔性公共补焊线的开发

由于我国人力资源丰富, 机器人一次性投资成本高和利用率低等原因, 国内大多数汽车制造企业的车身焊装线采用70%悬挂式点焊机+10%简单自动焊+20%点焊机器人的类型, 这样可以充分利用人力资源, 而且一次投资少。另一方面, 利用简单自动焊和机器人减轻操作人员的劳动强度大, 完成人工难以焊接的位置的焊接, 同时改善车间工作条件, 提高了产品质量和生产效率。

上汽通用五菱车身焊装生产线的开发也是基于“低成本、高价值”的设计理念, 我公司引进机器人焊接技术, 开发了一条高柔性的机器人车身公共补焊

线。此工段由21个工位组成: 由28台机器人组成的七个自动焊工位, 主要集中解决手工焊接困难, 人机工程不好的焊点; 三个人工检查及对缺陷焊点修复工位, 三个CO₂焊工位, 主要对各车型CO₂焊工艺集中焊接及除尘, 及其他预留和转运工位组成。

根据生产线的规划, 公共补焊线引进的点焊机器人主要对白车身流水槽、轮罩、侧围等焊点和一些过孔焊等困难焊点的焊接, 焊接点数多达360多个, 且能同时实现商用车和乘用车的多种车型的柔性生产, 最大限度提高了机器人的利用率, 同时大大节约车间生产场地。

结语

近年来, 焊接机器人技术在焊缝跟踪、离线编程与路径规划、智能控制、电源技术等方面取得了巨大进步, 使得许多车身焊装生产线出现的应用问题已经逐步得到解决。面对汽车技术的快速创新和国内人力资源成本的提高, 我国的汽车制造企业应该通过引进国内外先进汽车制造技术, 特别是机器人柔性车身焊装生产线技术的应用, 才能提高自己在国际竞争舞台上的地位。

关键词:

车身 机器人 焊装线

(收稿日期20130815)