

新车型总装同步工程分析与设计

□ 东风汽车公司技术中心/钱军 滕鹏 张君成



总装同步工程是缩短汽车产品开发流程及提升产品质量的重要措施，本文针对新车型开发进行同步工程分析研究，制定更为优化的工业化设计方案，大幅降低了新车型总装工业化的工具、设备及人力资源的投资成本，为后续车型的柔性化生产提供了项目经验和工艺基础。

同步工程是对产品开发及其相关过程（制造和支持等）进行集成、并行的系统化工作模式。而总装同步工程（SE）是汽车开发过程中，总装工艺参与设计开发并与之同步的过程，主要针对装配数模、生产线、设备以及装配过程进行工艺方面的分析，为设计提供可行的工艺设计变更。其主要目的是对于产品设计存在的问题在图样设计、数模生成阶段进行审核，预先对在工艺实施时可能出现的问题点采取

改善措施，使新车型具备生产可行性、设备工具兼容性等。

本文从通过性分析、工艺流程设计、装配性分析与设计、装配质量分析等几个方面，在总装工艺设计阶段，对产品设计展开的总装同步工程分析与设计的内容进行介绍。

通过性分析与设计

为满足总装车间多平台车型的混流生产，需在新车型上线前进行生产线通过性分析，以便设计师在

进行产品设计时能考虑到多品种混流生产的实际需要，总装通过性分析分为生产线通过性分析和设备通用性分析。

1. 生产线通过性分析与设计

由于新车型车身结构尺寸与现生产车型有差异，导致车身在生产线上的定位点、支撑点等均有变化，在进行新车型生产线通过性分析时，应考虑对车身在生产线的关键定位点尺寸进行限定，对车身在生产线上的支撑定位进行运行模

拟，包括PBS台车通过性校核、内饰线滑板通过性校核、底盘线吊具通过性校核、转挂支撑通过性校核等。在确保满足车身稳定性的情况下，达到各车型混流生产的目的，对于支撑定位与现生产有差异之处，应及时提出设计更改或进行生产线适应性改造。

某车型底盘线吊具通过性同步工程设计方案如下：

(1) 吊具主体结构不动，改造底盘线吊具前端、后端的左右支撑，包括金属支撑和聚氨酯块。

(2) 前端支撑的聚氨酯块重新制作并更换，聚氨酯块前端缺口不动，后端缺口补全。

(3) 后端聚氨酯块需局部增高20mm，并保证增高的支撑不能干涉BF、A60车型的侧包围护板（见图1）。

某车型内饰滑板同步设计方案：

由于车身安装于内饰滑板支撑上，测量出车门门槛距内饰滑板高度为731mm，比现生产车型高出50mm，且后支撑不能完全贴合车身底部，为使内饰滑板支撑能同时适配该车型和现生产车型，将前后端支撑高度降低50mm，在原有的金属杆上设计金属支撑，用于支撑图示纵梁部位（见图2）。

2.设备通过性分析与设计

同步工程设计时，应考虑柔性化混流生产的需要，以达到设备对于各车型的共用性。

(1) 气密检测及加注设备对于汽车制动液、冷却液、制冷剂等管口有匹配性要求，设计时应考虑将加注壶口尺寸保持与设备一致。

(2) 总装机械手夹持设备对于一些质量大的零件的尺寸或者定

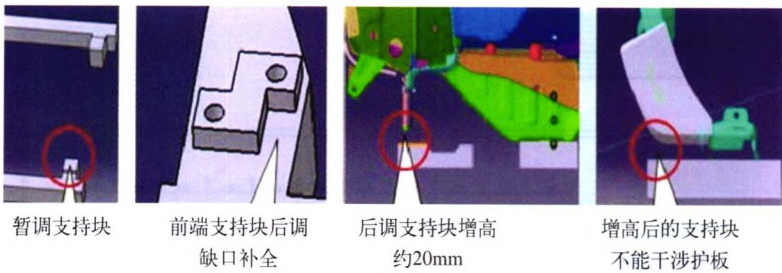


图1 底盘线吊具通过性同步设计方案

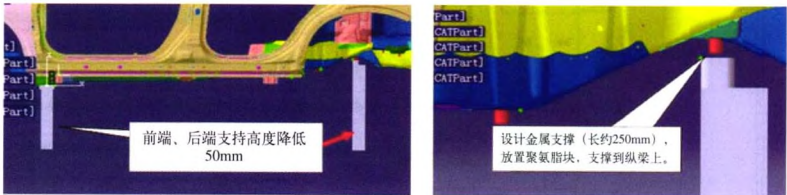


图2 内饰滑板支撑通过性同步设计方案

位有要求，如备胎轮辋尺寸、蓄电池的外廓尺寸以及仪表总成横梁左右侧定位形式等。

(3) 总装涂胶机设备对于车窗玻璃外廓尺寸有匹配性要求，对于有三角窗设计应增加三角窗定位夹具，并对涂胶程序进行适应性改造。

同步工程设计时将零件的设计与生产设备相匹配，确保设备的通用性，可以避免增加新设备或者旧设备改造，大幅度降低工业化成本。图3所示的某车型制动液加注设备匹配性校核，确保加注口尺寸规格与现生产统一，加注设备运动轨迹与环境无干涉。

装配工艺流程设计

装配工艺流程设计是根据零件之间的装配关系、生产线设备布置、装配操作性等各种因素，定义出最优化的工艺方案，根据较为完整的设计，以整车为对象，结合现生产布置要求，制定详细的总装装配工艺流程（设备布置见图4），编制总装装配工艺文件。装配工艺顺序设计应遵循以下原则：

(1) 装配顺序合理性。根据零件装配的先后顺序、零件间的覆盖关系，制定合理的工艺流程方案。

(2) 装配工位统一性。对于

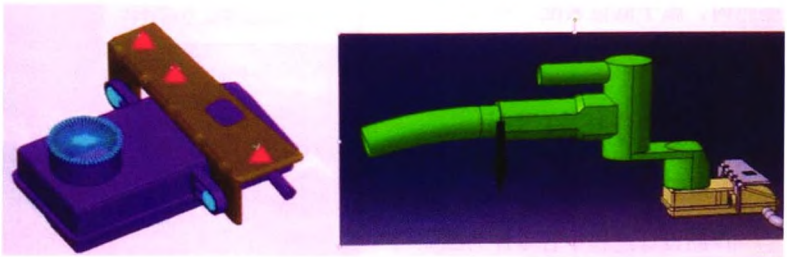


图3 制动液加注设备匹配性校核

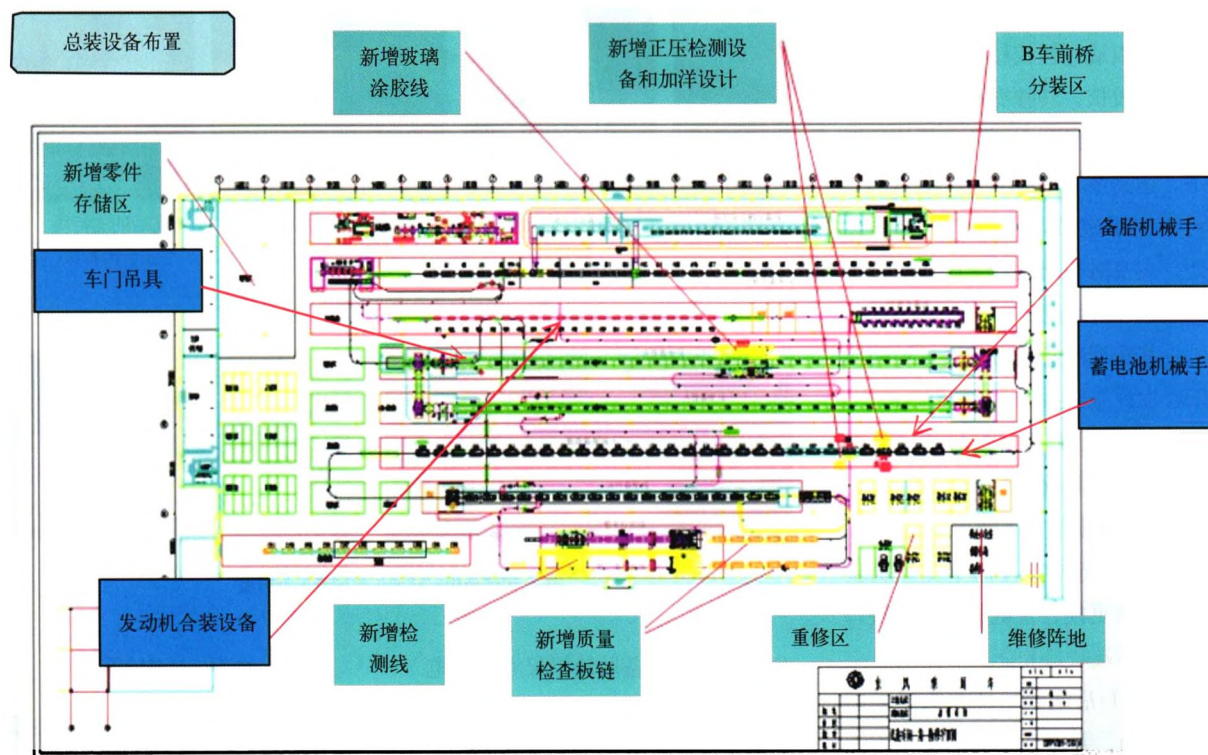


图4 总装设备布置示意

同一种类型的零件，应尽量达到工位统一，对于设备限定的零件，如前后风窗玻璃、动力总成、燃油箱总成和轮胎等，则须由设备所处位置确定其安装工位。

(3) 装配位置便利性。工艺设计时应先确定零件安装点（车身底部、顶部、舱内和侧部等），不同的安装位置对工人操作高度是有要求的，如排气管零件安装于车身底部，属于高位装配，工位应安排在底盘流水线上。地毯总成安装于座舱内，属于低位装配，应安排在内饰流水线上。

装配性分析与设计

1. 装配空间校核

产品设计过程中各零件为独立系统设计，为防止各零件装配过程中有干涉或空间不足的情况，应对

零件装配空间进行校核，如雨刮电动机总成的装配，应校核其装配时与周围环境件的位置关系，模拟零件装配过程，避免其放入时与环境件干涉（见图5）。

2. 作业便利性分析

同步工程设计过程中提前考虑零件装配的便利性，主要在以下方面：

(1) 产品的安装固定方案设

计应简便合理，避免作业员在舱内舱外、车前车后来回作业。

(2) 产品的装配位置设计应具备可视性和可操作性，避免盲操作或手工操作空间不足的情况。

(3) 产品设计应考虑人机工程学因素，避免作业员弯腰、扭曲、仰视、趴伏等不良作业姿势，针对零件设计来分析其装配的便利性，并提出同步反馈建议，如电动

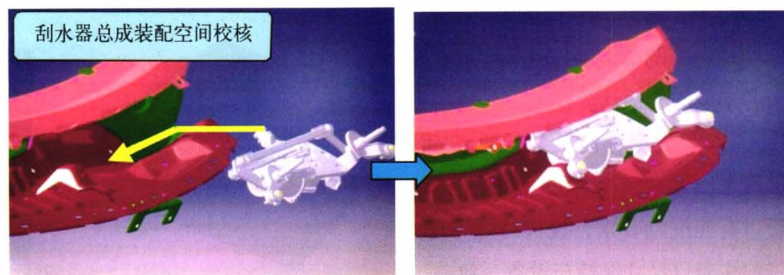


图5 刮水器总成装配空间校核

助力转向ECU支架的设计（见图6），其安装位置靠近仪表板内，须要手工操作扶持零件进行装配，操作工操作过程中身体弯腰扭曲，装配困难，而通过同步工程反馈采用自带卡爪的固定形式对其进行预固定，能有效地解决安装困难的问题。

3. 工具工装选择与设计

（1）工具的选择与校核。工具的规格（套筒的规格、紧固工具的选用等），合理地选用工具能有效避免干涉及安装困难问题。根据标准件的不同确定总装套筒工具外径尺寸，如M6对应规格H10的套筒，M8对应规格H13的套筒等。根据力矩值大小确定紧固工具的类型及规格，一般大于10N·m选用气动工具。小于10N·m选用电动工具。气动工具随着其定义力矩值越大，所选气动工具的外廓尺寸也会更大，根据紧固工具使用空间的不同，可以选用适当尺寸的套筒或者紧固工具，可采用CATIA建模形式，对于不同规格的工具进行模拟装配，以确定最佳尺寸规格的工具。工具使用过程中与产品干涉，且无合适工具时，应考虑同步反馈提出装配空间，更改产品设计，以满足装配需求（见图7和图8）。

（2）工装的分析与设计。对于一些制造精度或者装配精度难以达到要求的位置，则需设计采用合理的辅助工装定位，关键件的分装也需要有足够精度的定位，遵循六点定位原则。设计工装的同时，可同步反馈向产品设计部门提出辅助定位孔或定位销设计，以保证总装装配精度。

4. 防错特性校验

产品设计外形相似或一样，但安装车型及位置不一样，容易造成装配错误，这种在车型混流生产

中尤为突出，因此，在产品的设计过程中应同步分析其防错特性，包括零件与零件之间的防错或零件自身防错设计，如暖风进水管，进出



图6 助力转向ECU装配分析

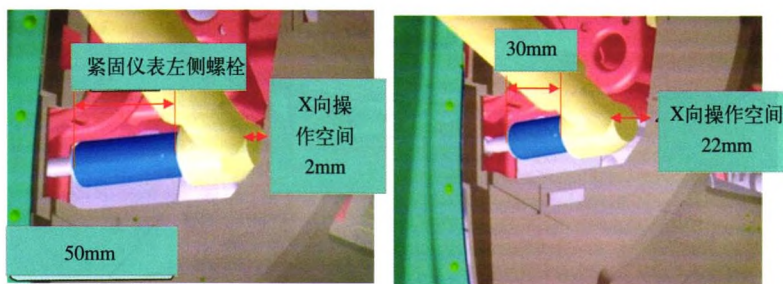


图7 仪表左侧固定方案校核

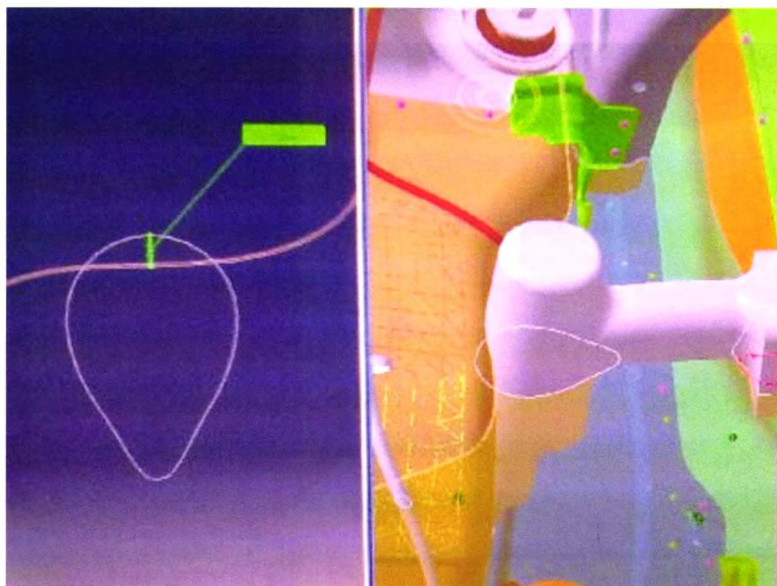


图8 电动工具装配空间校核

水管结构尺寸一致，单装配位置不同，可采用标识防错。

5. 标准件、力矩统一设计

车型混流生产中对工具的统一性要求更高，新车型同步工程设计过程中，应结合现生产装配工艺，在满足设计强度条件下，尽量与现生产统一标准件和安装力矩设计，以减少工具切换及标准件错装概率。如ABS管路设计（见图9），有8个分装管路连接点，若螺母和力矩均不统一则须至少两把力矩扳手，若各车型螺母和力矩均不统

一，工具的使用和切换更复杂，将大幅度降低作业效率。

6. 装配模块化设计

在产品初期阶段，应明确各产品的工艺路线，根据产品结构设计及生产线工艺现状，同步提出工艺合件申请要求，如门护板工艺合件、保险杠工艺合件、仪表工艺合件等，提高产品模块化程度，可减小线边分装面积，提高生产效率。如图10所示，某车型前级排气管和中段排气管连接，连接处螺母距离排气管本体过近，螺母紧固工

具操作空间不足，采用线下装配方式须布置零件存储区和装配区，占用大量线边面积，同步反馈提出排气管以合件供货，有效解决了该问题，提高线边利用率及装配效率。

装配质量分析

产品装配质量分析包括密封性分析、异响倾向性分析、保安防灾校验等三方面。

1. 密封性分析

新车型在进行密封性能同步工程设计中，应重点关注水密件如密封条、防水膜、天窗、排水管等，对于有水密风险的项目应同步反馈设计，提出改善方案。如某线束卡扣固定在车门内板孔中，应对线束卡扣增加防水垫片设计，防止淋雨过程中水从钣金孔与卡扣之间缝隙中流入。如某车型在经过暴雨淋雨时，水流易沿着钣金在拐角处通过密封条渗到车内（见图11），为了更好地将备胎槽密封条内部的雨水及时倒出，在背门密封条上增开排水槽设计，可有效防止漏水问题。

2. 异响倾向性分析

如图12所示，某车型在进行异响同步工程设计中，发现行李箱支撑板采取的是两点定位，行李箱护板与钣金间未采取有效的隔音措施，经过同步工程反馈后将行李箱支架板由两点定位改为三点定位，消除可能的异响，在行李箱护板与钣金间增加垫块，可以有效消除间隙，避免异响。

3. 保安防灾校验

保安防灾涉及人身安全项，同步开发阶段应对可能造成安全风险的因素进行重点管控，制定改善对

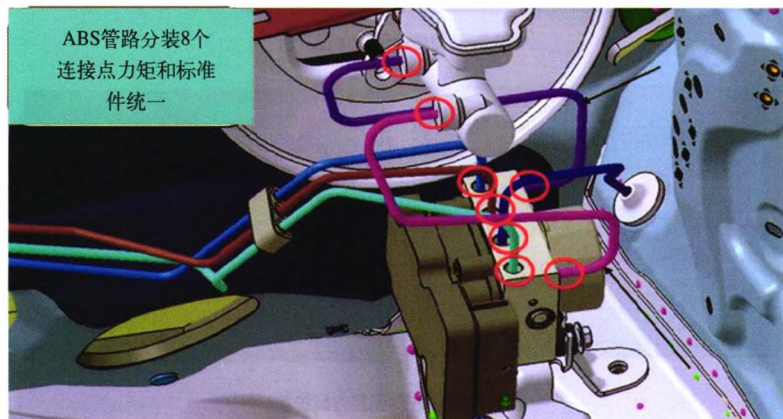


图9 ABS分装管路设计

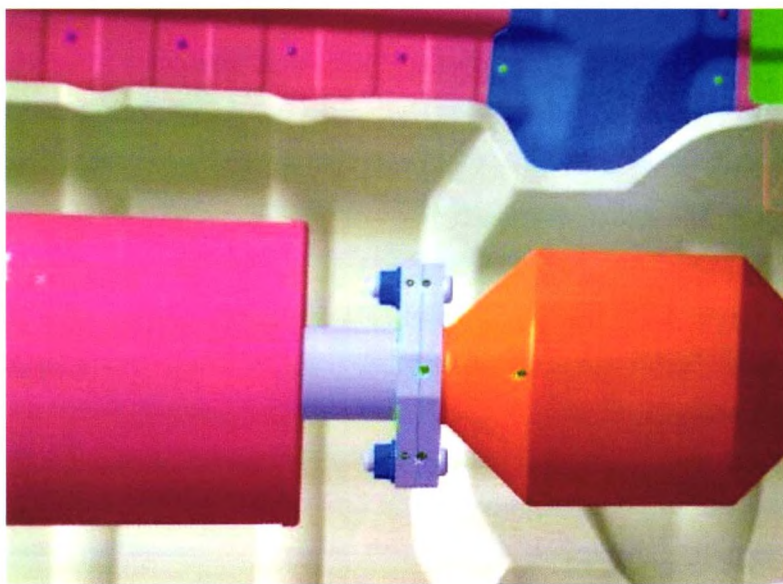


图10 排气管总成模块化设计

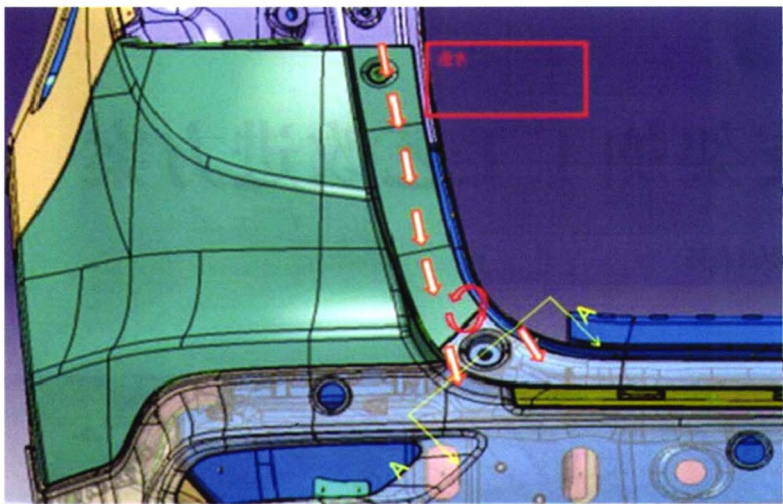
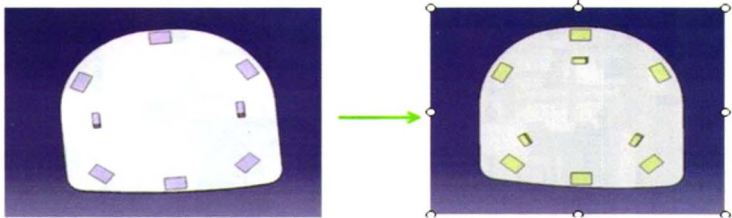
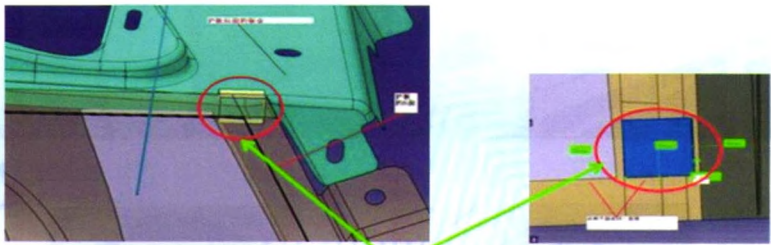


图 11 尾门密封条漏水示意



行李箱支撑板由两点定位改为三点定位，消除可能的异响



行李箱护板与钣金间增加垫块，消除间隙，避免异响

图 12 NVH 同步工程分析

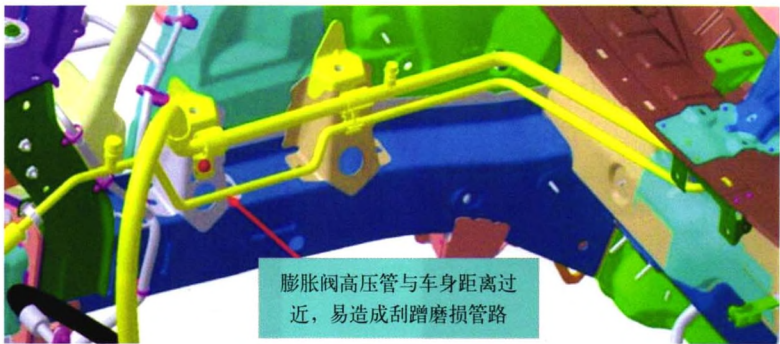


图13 膨胀阀制冷管与车身干涉

策，一些状态易发生变化的零件，如线束、管路等，应严格控制其与车身或环境件的距离，同步校验和预判其运动包络，设计有效距离和定位方式，避免因状态位置发生变化而导致线束割破、管路破损等安全问题（见图13）。

结语

产品设计阶段，总装同步工程分析与设计工作尤为重要，在产品设计中，既要保证设计产品定义，又要最大限度地满足工艺制造需求，产品设计和工业化两方面是相辅相成的。总装同步工程是一个庞大的系统工程，包含的内容很多，涉及的业务内容方方面面，只能不断摸索，及时进行经验总结。

在产品开发初期阶段针对总装同步工程进行分析研究，制定更为优化的工业化设计方案，可大幅降低总装工业化的工具、设备及人力资源的投资成本，缩短车型开发周期，同时为后续车型的柔性化生产提供项目经验和工艺基础。

AUTO1950



钱军
高级工程师
主要研究总装工艺项目管理工作
东风汽车公司技术中心
制造工程部 总装技术室