同步工程在车身焊装领域的应用

□ 安徽江淮股份有限公司技术中心/黄星丽 汪小霞 苏伟 王学敏

同步工程提前将制造过程中可能出现的问题，在开发设计阶段分析规避掉，从而缩短汽车新产品的开发周期以及降低成本和提高品质。

随着汽车工业市场竞争日益激烈，车型的更新换代速度越来越快，促使车企必须增强自身的研发能力，降低研发成本，提高车身品质，缩短研发周期。为了达到这一目标，同步工程（Simultaneous Engineering）在车身制造领域得到了广泛的应用。与传统开发模式不同的是，同步工程由串行开发模式变为并联开发模式，引入虚拟制造手段，提前将制造过程中试错出现的问题，在工程设计化阶段完成，使90%的设计更改完全限制在制造实施阶段之前。

同步工程简介

同步工程简称SE工程或CE（Concurrent Engineering）工程，是指在新产品开发的最初阶段，尽最大可能地把设计与制造联系起来，即以后生产过程中的各个方面从设计开始就同步进行的一种生产方式。这种方式兴起于欧洲，目前已在全球汽车工业被大量应用，主要利用三维软件构造的虚拟现实，凭借技术人员个人经验对新车型数模进行专业技术分析，以便对产品数模、制造工艺等进行改进。

焊装同步工程从车型开发造型阶段就开始了，冲焊工艺同时介入

到产品设计过程中，对不满足冲焊工艺要求及不利于整车品质的设计方案提出设计变更申请，要求相关设计人员对其进行修改，同时根据现阶段工艺水平制定整车的品质基准文件，用于控制白车身质量，以及确定整车的冲焊工艺及生产线布置方案，为设备调试以及量产做好充分准备。

在新产品的设计开发过程中，如果可以同步进行工艺分析论证，同步进行生产线建设的相关工作，就可以提前在产品开发、设计阶段，发现大多数问题。不仅可以缩短产品开发周期，将错误消灭在“萌芽”状态，也可以充分考虑产品的制造工艺性，从而保证生产线的高效快速建设。

运用同步工程，可以避免新车型在研发时走弯路，更高效地进行产品开发，以达到以下目的：

（1）优化产品设计与冲焊工艺。

（2）缩短产品开发周期。

（3）提升车身整体质量。

（4）节约生产制造成本。

焊装同步工程的主要流程

新车型车身开发，从造型开始直至样车试制完成大约需要一年的时间，依次在造型、断面设计以及结构设计与数模制作等主要阶段，进行同步冲焊工艺可行性分析，图1是焊装同步工程的主要流程。

每个阶段冲焊工艺人员都参与到设计过程中，根据设计部门提供的数模、焊点信息、BOM表等技术文件，进行相关的SE分析，提交SE分析报告。

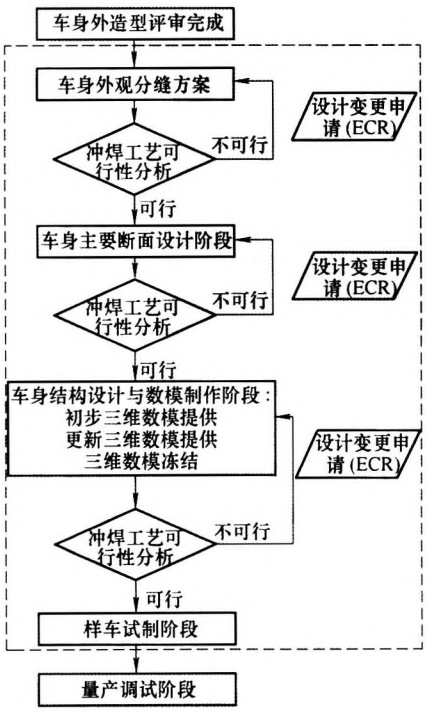


图 1

焊装同步工程的主要内容

在车身开发的各个阶段，冲焊工艺人员都参与到设计过程中，根据设计部门提供的数模、焊点信息、BOM表等技术文件，进行相关的SE分析，并提交SE分析报告，其主要工作内容见附表。

焊装同步工程输出文件说明

1.车身外观分析报告

冲焊工艺人员参与车身模型外观分缝工作，并对车身外观分缝进行评估，对不利于冲焊工艺的分缝方式提出修改意见，并提交设计部门人员进行修改。例如本厂某款新开发车造型设计阶段，冲焊工艺人员在外CAS审查过程中，发现车门外板深凹造型弯曲点较多，结构复杂，车门内外板包边无法实现，质量无法保证，影响外观质量，建议取消或更改此处深凹造型，保证车门外板局部造型弯角数不超过1个，且弯曲角度控制在150°以上，保证车门内外板包边的实现，如图2所示。

焊装同步工程的主要工作内容

阶段		输入文件	SE活动内容	输出文件
开发阶段	造型阶段	/	参与设定外观分缝	外观分析报告书
	断面设计	车身间隙面差文件	参与设定分缝间隙及其公差	车身间隙面差分析报告书
		典型断面文件	分析板件间的搭接关系 分析焊接位置及焊接边长度 分析涂胶部位的断面结构	典型断面分析报告书
	数模制作	数模及焊点信息	分析各焊接部位的可焊性	可焊性分析报告书(ECR)
	数模细节		分析各部件的定位孔位置及大小	定位孔分析报告书(MLP)
工艺阶段		孔功能描述文件	单件检测点及公差设定 车身检测点及公差设定 特殊公差设定及适用部件	主要公差分析报告书(SQM)
		初步工艺流程图 BOM清单等	分总成的定位及夹紧位置设定	夹具定位分析报告书(MCP)
			白车身工艺流程分析	工艺流程分析报告书
			底盘及车体吊具支撑点分析	输送定位基准报告书
			白车身工艺路线分析	工艺路线分析报告书

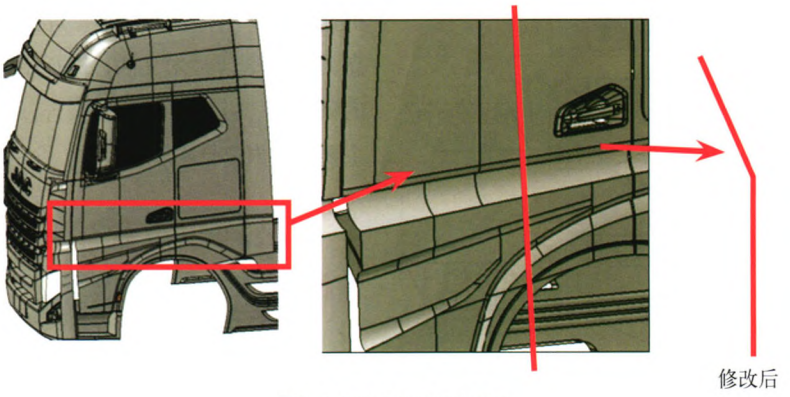


图2 车身外观分析报告实例

2.车身间隙面差分析报告

根据焊装的工艺及设备水平，与产品规划、产品设计部门人员共同确定车身外观分缝处的间隙面差，设定间隙面差的目标值，共同确定车身的外观品质，对焊装难以满足的间隙面差要求提出修改意见，提交设计部门人员进行修改。图3为本厂某款车型在外CAS阶段，产品设计部门输入给工艺部门的分缝面差，*A*-*A*为翼子板与前门间隙分缝为（3.5±0.5）mm，面差$0^{+0}_{-0.5}$mm，*B*－*B*为前门与后门间隙分缝为（4±0.5）mm，面差$0^{+0}_{-0.5}$mm，此两处间隙，公差范围在工艺实现上均偏窄，冲压件精度要求太高，匹配困难，容易超差。建议将两处间隙改为4.0mm，翼子板与前门、前门与后门的间隙和面差的公差均改为±1.0mm，即为了工艺上更好的实现，*A*－*A*间隙分缝改为（4.0±1.0）mm，面差改为±1.0mm，*B*－*B*间隙分缝也改为（4.0±1.0）mm，面差也改为±1.0mm。

3.车身主要断面分析报告

对车身主要断面进行分析，确认典型断面的焊接搭接形式，确认采用包边工艺的位置（如门盖，翼子板，后轮包）与形式（模具包边还是机器人滚边），确认车门铰链的结构形式（焊接形式还是螺栓联接形式），确认焊装涂胶的规格与位置，对不利于冲焊工艺的断面结构提出修改意见，并提交设计部门人员要求进行修改。例如本厂某款新开发车在招标数据阶段，冲焊工艺人员在招标数模审查过程中，发现如图4所示，车门铰链安装表面与车身线不垂直，不利于车身精度的保证。在工艺审查中，应要求其尽量保证与车身线垂直。如冲压条件确实无法实现，也应保证车门铰链安装表面与车身线角度不超过3°。

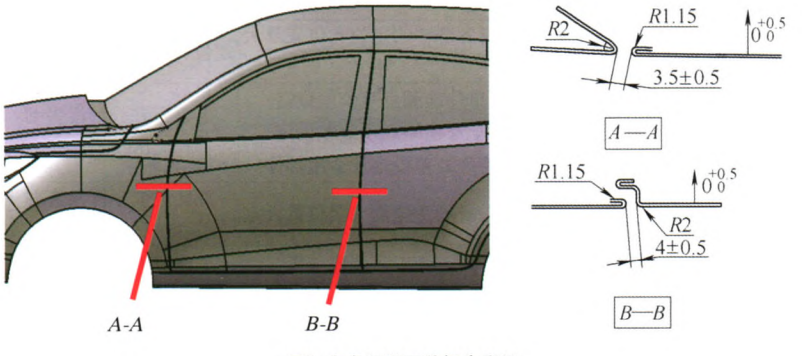


图3 车身间隙面差报告实例

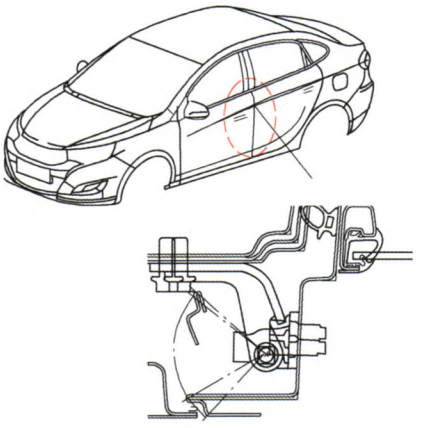


图4 车身间隙面差报告实例

4.可焊性分析报告书（ECR）

从板件搭接关系、焊枪可达性和焊点分布等方面分析数模的可行性，对不满足冲焊工艺要求的数模设计提出修改意见，并提交设计部门人员进行修改。图5为在某款车型中，可焊性分析时，发现侧围B柱与侧围内板搭接处，焊点数量较少。在工位间输送过程中，很容易因缺少焊点，强度差而导致板件变形，故在图示箭头处增加焊点数量。

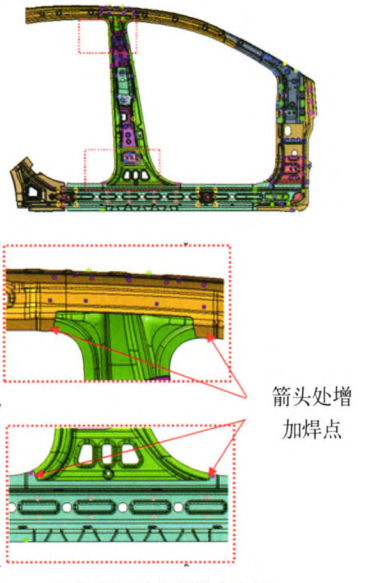


图5 可焊性分析报告实例

5.定位孔分析报告书（MLP）

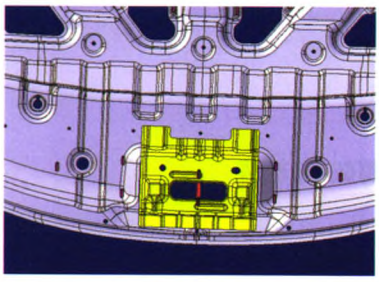
制定车身零件的定位系统文件，并检查数模，对不满足文件要求的工件提出反馈意见，提交设计人员进行修改；根据定位孔MLP审查规范，要求定位孔孔中心线保持平行，垂直于车身线，要在一个平面上，一般要求孔径≥10mm，在审查定位孔是否合理时，以此为标准。

6.主要公差分析报告书（SQM）

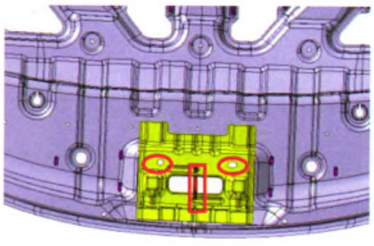
制定单件及各总成的检测点及公差标准文件，用于指导单件及总成检具的设计及制造，并作为单件及总成的检测依据，焊接SQM总布置一般包括4部分：待检零件的2D视图，便于直观理解零件结构；零件结构和定位信息列表，确定零件定位信息；定位点断面图，按照定位点标号的顺序创建各定位点的断面图，标示定位方式、断面方向、关联零件、公差范围等信息；检测点断面图，包含检测信息、检测内容、关联零件、断面方向、检测点与各单件/总成的关系表、公差范围等信息。

7.夹具定位分析报告书（MCP）

以3-2-1准则、网格平行性准则以及一致性准则作为基本准则，制定单件及各分总成的定位系统文件，为夹具及检具设计提供定位基准。制定夹具的定位及夹持点分布报告，用于指导夹具的设计与制造，并作为夹具的验收依据。图6为某车型发动车发舱盖锁扣定位问题，产品设计时考虑的定位孔为图示圆形孔和圆形腰孔，如图6a所示，圆销控制XY方向，圆形腰孔，控制X方向，Y方向定位无法保证，在做MCP定位系统时，如图6b所示，加入了定位卡槽，控制Y方向。



（a）原定位



（b）修改后

图6 发舱盖锁扣定位信息

8.工艺流程分析报告书

由冲焊工艺人员结合车身产品结构数模和焊点，对工序进行拆分，制定冲焊工艺流程，并不断优化更新，同时对需要修改的冲压件数模提出优化或修改意见，提交设计部门人员进行修改，最终提供可供焊接使用的焊接流程结构树。例如，某车型白车身发动机舱纵梁焊接总成件的焊接流程结构树，包括零件的图片、图号、名称，以及每个工位的上件数量、工位名称和各工位间的层级关系。

9.输送系统定位基准报告

机械化输送设备是焊装生产线的重要组成部分，主要用于焊装生产线工序间、生产线间和成品的搬运、储存。制定输送系统的定位基准报告，用于指导输送设备（滑撬等）的设计与制造，是焊装工艺空间布置的关键并作为其验收依据。

10.工艺路线分析报告书

在SE分析期间，对于新建生产线，还要综合考虑工位间距、物流、物料存放、操作方便性和安全等因素，确定焊装车间的平面布置方案。

焊装生产线的平面布置设计通常应遵循以下原则：

（1）凡进入生产线的零部件均视为合格，不再进行补充加工。

（2）保证生产能力和节拍，降低综合成本，保证焊接要求．降低劳动强度，合理安排工序及工位。

（3）考虑安全保证措施及焊接质量与焊接工艺性，安排必要的补焊工位。

（4）必要时采用柔性可调焊装设备，预留备用工位，以适应多品种或工艺变化需要。

（5）采用地面传输与空中传输相结合的传输系统，尽最大可能保证预期内车间物流合理顺畅。

结语

SE是缩短整车开发周期，降低开发成本，保证产品质量的有效方式，车身焊装SE作为SE中最重要的一个环节，要求工艺人员具备丰富的专业知识，例如了解车身设计及车身结构相关常识，掌握焊接工艺方法，如点焊、CO_2、凸焊、螺柱焊的原理及注意事项；熟知相关工装夹具知识和焊接设备、输送设备等知识。因此必须给予重视，不断地提升焊装SE技术实力。AME