白车身焊点优化路径浅析

薛清君，赵红建，张会岩

吉利汽车集团有限公司　浙江宁波　315336

摘要：白车身零件之间的连接主要通过点焊实现，焊点数量直接影响到焊装生产线体的工艺流程、生产节拍、平面布置、工装设备清单及人员定额等工艺设计规划工作。焊点优化是一种重要的产品和制造降本方式，归纳出相应的焊点优化方法，并进行分类介绍。

关键词：白车身；同步工程；焊装工艺；焊点优化；焊点数量；降低成本；方法

焊装工艺专业开展的焊装同步工程（SE）活动不仅提出制造可行性问题，对于产品结构的优化和降低工艺成本的需求，也应在工程数据开发阶段及时提出。目前白车身上应用较典型的连接工艺是点焊连接，其焊点数量的多少与生产线体成本的高低有直接的关系，焊点越多导致工序、工装、设备、人员及焊接能耗等成本越高。但焊点数量并不是越少越好，焊点的设计与车身属性等要求息息相关，故车身上焊点应当合理分布，针对不同的连接位置制定不同的优化方法，以降低生产线体工艺开发的投入成本。

焊点间距

焊点间距越小，焊点越密集，焊点数量就会越多。对于不同连接部位的焊点，可提出不同的焊点间

的智能输送、自动抓取及放置、仿形技术、浮动夹具和脉冲式频率敲击技术、二次定位及视觉检测等技术可应用于装备制造业生产线自动化、智能化升级改造工程。这些技术的广泛应用可以更好地促进装备制造行业的工作质量提高，可以促进装备制造企业的市场竞争力提高，也能更好地促进我国装备制造业的发展进步[4]。

参考文献

[1] 梅雪川，葛光军等.涂胶机器人技术现状与发展趋势[J].现代制造技术与装备，2016（1）：159-160.

[2] 王亚运.基于机器视觉的机器人涂胶质量在线检测技术研究[D].哈尔滨工业大学，2015.

[3] 栗海兵. 涂胶机器人控制系统研制及其视觉定位系统研究[D].哈尔滨工业大学，2010.

[4] 陈怡竹.工业机器人在汽车智能制造生产线中的应用[J].内燃机与配件，2019（21）：255-256.

距优化需求。

1.一般焊点间距要求

一般情况下，车身坐标X方向上焊点间距S_X建议为40mm，车身坐标Y方向上焊点间距S_Y建议为60mm，如图1所示。

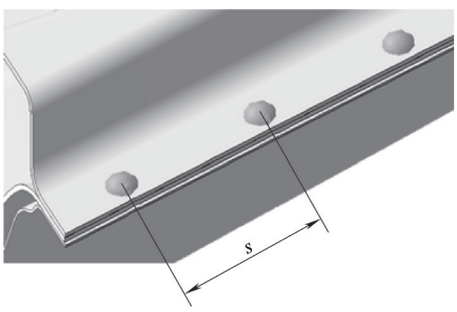

图1　一般焊点间距建议

2.最小焊点间距要求

考虑焊点热影响区、焊接分流、位置公差等因素，焊点间距需设定最小要求，如图2所示。对于零件的抗拉强度均＜600MPa的搭接组合，最小间距s≥25mm；搭接组合若包含有抗拉强度＞600MPa的零件，推荐间距s≥40mm。

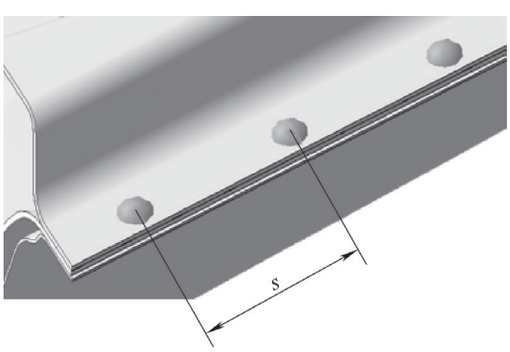

图2　最小焊点间距建议

3.特殊区域焊点间距

针对焊点优化的位置，若存在车身属性如刚度、安全、NVH及耐久属性等需求，应联合相关属性专业进行评估验证，在性能的敏感区和非敏感区位置合理优化焊点数量，保证关键焊点。可在性能满足情况下，尽量增大焊点间距。如图3所示，门盖区域、顶盖区域焊点的间距s可以调整为80mm。

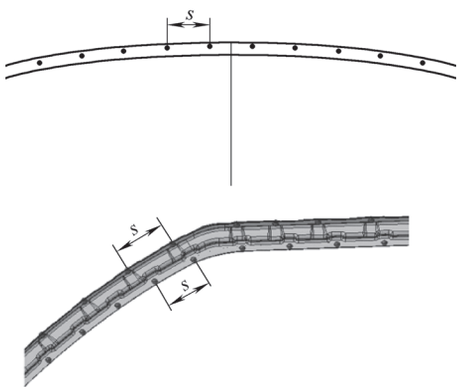

图3　窗框、顶盖区域焊点间距建议

4. 定位焊点合理分布

定位焊点是在满足生产节拍前提下，使零件在工装定位状态下通过一定数量的点焊，并在点焊后能够形成稳定的产品结构总成的焊点集合。定位焊点并不是越多越好，过多的焊点会导致该工序生产工时超出节拍要求，甚至增加工序及工装设备，故应基于零件结构、焊接节拍、工艺路线及定位点等因素来合理确定。

定位焊点布置时也要考虑板件整体尺寸，尽可能分布均匀；每个零件通常至少需要有两个定位焊点；定位焊点的选取可依据定位焊点标准，以便统一，避免不必要的成本浪费，如图4所示。

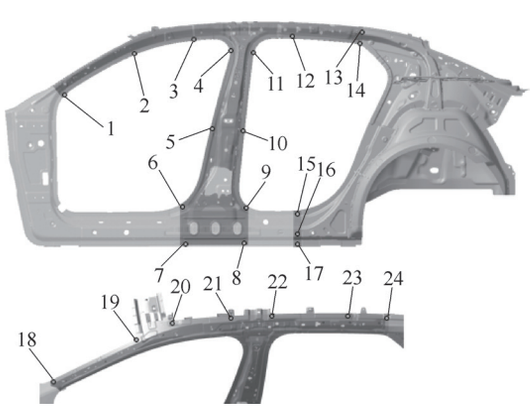

图4　侧围A、B柱内板的定位焊点分布

结构优化

汽车白车身通常由几百个零件通过点焊工艺连接而成，零件数量的多少也关乎着焊点数量的数量。零件数量增多的同时，各零件之间连接的搭接边长度也

会相应增加，从而导致焊点数量的增加。

此外，通过零件搭接分缝位置调整、焊接面积减少、焊点板材组合修改等优化方法，也可以优化焊点。

1.零件合并

将不同零件合并为一个零件，减少原有零件的搭接边，可以有效减少焊点数量和零件数量。如图5所示，门环加强板总成修改一体式门环结构后，会使左右侧车身共减少了120个焊点。如图6所示，A柱上边梁内板合并会使左右侧车身共减少8个焊点。

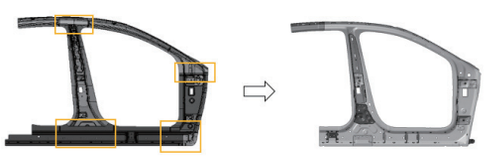

图5　一体式门环

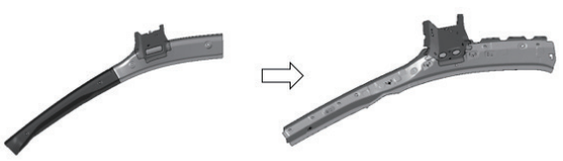

图6　A柱上边梁内板零件合并

2.零件取消

在满足产品属性的条件下，某些零件通过优化产品结构可以取消，从而减少焊点数量。如图7所示，小支架的安装功能属性通过结构优化在其他零件上实现，取消此支架后使车身减少4个焊点。

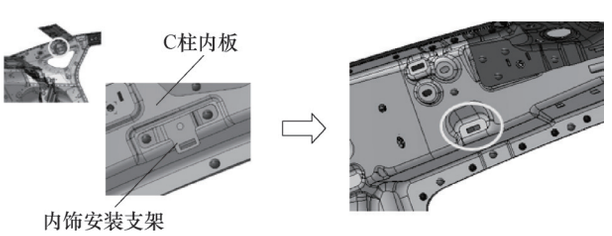

图7　零件取消

3.零件搭接分缝位置优化

搭接分缝指的是零件之间的搭接边，在搭接边上存在多个焊点，不同零件之间的搭接位置，对于焊点的分布有着直接影响。如两个不同位置搭接边合并为一个搭接边，使产品在实现功能的前提下达到焊点减少和工序减少的目的。如图8所示，侧围搭接分缝修改后，会使左右侧车身共减少了108个焊点，且减少4个总成工序。

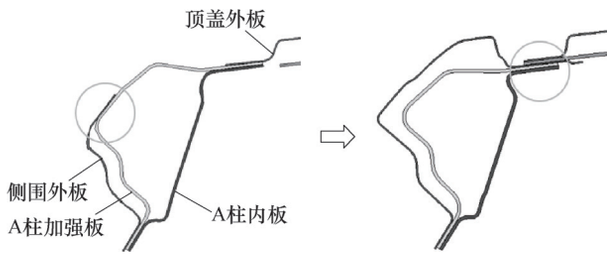

图8　侧围搭接分缝修改

4.焊接搭接面积优化

焊接边宽度基于电极尺寸和产品边界限制来确定，在满足连接功能和属性的情况下，焊接搭接面积应当减少，保证焊接宽度即可。过多的焊接搭接面积，需要增加焊点避免异响情况的发生，同时建议避免出现双排焊点，单排焊点搭接宽度建议如图9所示。

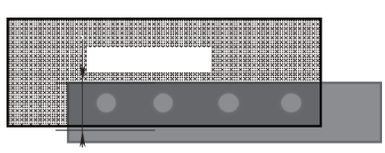

图9　单排焊点搭接宽度建议

5.焊点板材组合修改

焊点板材组合的修改可以用于减少焊接工序数量，焊接总成上的二层焊点修改为三层焊点后，使关联的零件可以在同一工序完成装配，虽然焊点数量没有变化，但避免了因增加工序而提高的生产成本。如图10所示，后围板锁安装螺母板与其他零件为二层焊连接，优化为与其他零件直接三层焊连接后，实现了

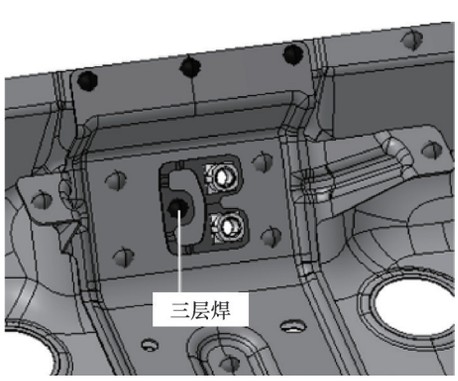

图10　后围板锁安装螺母板位置

同一工序一次性装配零件。

工艺方法

当新产品投入现有生产线时可以充分考虑利用已有的其他连接工艺来代替点焊工艺，既提高了现有工艺方法的使用效率，也降低了焊点数量和线体工装设备的投入。

1.激光焊代替点焊

如果线体已有激光焊工序，在生产节拍满足的情况下，也可以在该工序将部分焊点调整为激光焊接，提高激光焊设备利用率，避免再增加点焊工序、机器人以及焊接设备。如图11所示，原天幕配置车身的前后顶横梁连接方式为点焊，利用现有激光焊工艺代替点焊连接后，在前后顶横梁位置共减少了36个焊点。

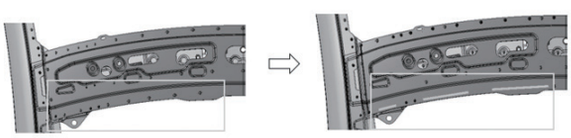

图11　点焊连接修改为激光焊

2.包边代替点焊

使用包边工艺代替部分点焊连接，尤其在规划高节拍线体时，可以减少工序和焊接设备的投入。如图12所示，点焊连接为包边后，使背门总成减少了10个焊点。

图12　点焊连接修改为包边

3.焊接螺柱代替支架

线束或者电器模块的安装点在满足力矩前提下，车身上提供焊接螺柱进行安装，将钣金支架的点焊工艺修改为螺柱焊工艺，可以减少支架数量和连接焊点数量。如图13所示，5个支架修改为螺柱后，使车身共减少了10个焊点。

4.安装功能点代替点焊

车身上存在的安装功能点，在螺接后的最终连接状态可代替焊点连接。如图14所示，门锁体安装面上存在螺接，使各车门总成共优化减少了8个焊点。

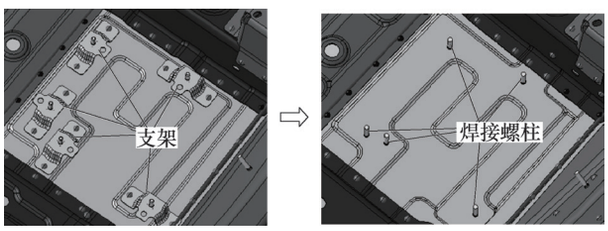

图13　安装支架修改为焊接螺柱

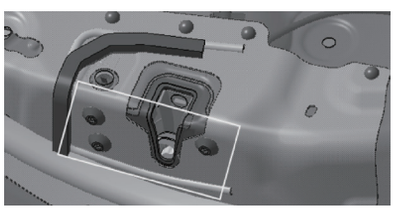

图14　门锁体安装面

5.结构胶代替点焊

在现场具备涂胶工艺能力前提下，针对产品属性提升要求，除了追加焊点方式，亦可考虑采取增加结构胶，避免焊点布置过密的情况。

结语

在白车身产品数据冻结之前，结合现有工艺和制造水平，合理提出焊点优化的方案，可以减少线体工装设备甚至人工的投入。焊装专业在保证产品可制造的同时，也要提出产品低成本制造的方案，与研发设计部门反复交流，到达产品功能、性能、制造质量、制造成本的最优化，实现降本收益。

焊点优化的方法也可以被借鉴于其他连接工艺，如涂胶、弧焊、螺柱焊、SPR、FDS及螺接等，并结合不同类型连接工艺的特点和成本，提出合理的产品结构调整或替代方法。

参考文献：

[1] 李仲奎，徐泽彬，吕祝星.基于低成本的轿车车身结构设计与研究[J].汽车文摘，2020（9）：50-54.

[2] 蒋志刚.浅析白车身点焊工艺及质量控制方法[J].时代汽车，2021（8）：138-139.

[3] 李树林.浅谈白车身降成本思路及方法[J].汽车工业研究，2016（8）：34-36.

[4] 李振.汽车车身制造工艺基础[M].机械工业出版社，2020.