A柱热成形补丁板点焊夹具设计与工艺开发

徐永吉[1]，王利波[2]
1.屹丰汽车科技集团有限公司　上海　200949
2.凯里学院理学院　贵州凯里　556011

摘要：以某车型A柱热成形补丁板为案例，对热成形补丁板工艺、夹具结构设计、焊接过程管控及以往类似项目案例进行分析，重新对其点焊夹具设计与工艺开发进行研究，重点关注了设计原则、控制变形、防错防漏、自动下料、人机工程、抗剪试验及焊接顺序等方面，并取得实质性效果，为汽车行业补丁板焊接提供了技术依据。

关键词：热成形补丁板；点焊；夹具结构；焊接工艺

1　序言

随着汽车轻量化的提出，材质22MnB5的热成形超高强钢零件在车身上的使用比例逐步增大，且作为轻量化车身的优选钢种，如宝马X5车型使用的热成形钢在白车身重量占比已达55%。在汽车行业中，为提升车辆正面碰撞能力，A柱内板通常由两块热成形钢板组合，称为Patch Work（中文名：补丁板）[1]。制作补丁板，需在料片状态下进行点焊，由于其长宽尺寸比例大，导致刚性较差，所以在实际焊接生产过程中存在技术难点。

因此，本文结合汽车零部件的焊接夹具和工艺开发流程经验，主要阐述某车型A柱热成形补丁板点焊所用的夹具设计和生产过程中点焊工艺的开发。

2　A柱补丁板生产工艺流程

汽车行业所谓的补丁板，一般是由两块板在料片状态下使用点焊机连接成一体，然后再通过热压成形，满足产品强度设计需求，其工艺流程如图1所示。若采用两块钢板在热成形后再进行组合焊接的结构设计，则会有以下缺点：①与补丁板结构相比，会多使用一套制造加强板的冲压模具，既增加物料成本，又增加零件成形制造节拍。②从焊接方面讲，钢板在热成形前，焊接性优于成形后状态，且零件热成形后，因内外板存在制造误差，如间隙超差，则会造成零件焊接困难，所以容易产生焊接质量缺陷，如虚焊、熔核小等问题。

某车型A柱使用钢板材料牌号为HS1300T/950Y-AS60，其主板料厚1.2mm，加强板料厚1.4mm，板材均为铝硅镀层钢板，外形如图2所示。主板料片长度达到1273mm，宽度仅127mm。主板件表面积大于加强板，且其主定位孔为圆孔，副定位孔为长圆孔。在补丁板材料使用中，一般不使用无镀层钢板，主要原因是两块无镀层钢板贴合点焊后，需经过960℃左右高温辊体炉加热，在模具中冷却保压后，零件表面会出现大量氧化皮，并且夹杂在两个料片中间，即使后续增加抛丸工序处理，但也无法彻底清除氧化皮。另外，零件长时间存放会使零件生锈，且内部氧化皮也影响零件后续焊接质量。

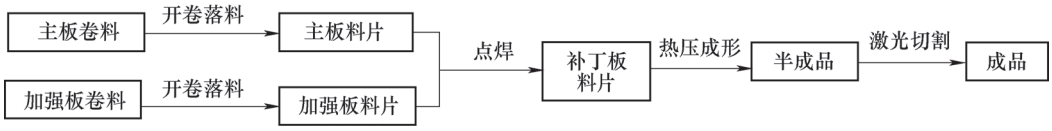


图1　补丁板生产工艺流程

基金项目：贵州省科技厅科学技术联合基金（黔科合LH[2017]7165）。

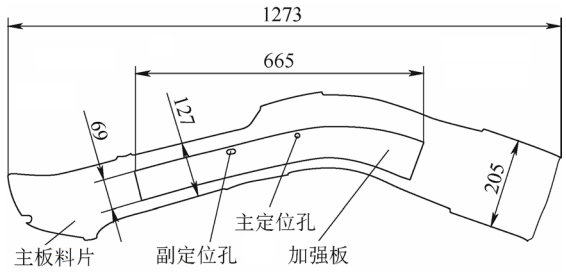


图2　补丁板料片

3　补丁板点焊夹具开发

点焊夹具开发过程要综合考虑零件的生产纲领、夹具设计原则及人机工程等因素[2]，才能得到一套符合高效生产要求的工艺装备。

3.1　产品生产纲领

该车型年产能要求11万台，使用机器人自动化点焊方式，按照每年工作250天，每天双班生产，每班工作10h，设备开动率85%计算，工作站规划节拍139s/套。该车型的A柱补丁板分为左右件，每个零件各27个焊点，每个焊点完成节拍为2.5s（考虑机器人空走时间），分配1台机器人，左右件各分配1台点焊夹具，需要135s，低于工作站规划节拍，符合前期规划要求。

3.2　夹具设计原则

在夹具设计阶段，要结合以往类似零件项目经验、设计技术标准，并考虑零件焊接过程控制、防错防漏、人机工程等因素，进行夹具结构优化处理和风险管控[3]。

（1）项目经验　以往开发另一车型A柱补丁板时，该补丁板由1个主板、3个加强板构成，采用常规具有L形支座结构夹具（见图3）。在实际焊接生产中发现，因零件刚性差，弹性形变大，导致焊接过程焊钳和料片抖动幅度大，且焊点数量为90个，位置比较密集，焊后应力难以释放，所以下料难以从定位销取出。根据以往项目经验，此次补丁板点焊夹具更改L形支座结构为料片，放置在BASE板上面直接焊接。BASE板根据加强板外形尺寸做挖空处理，保证焊钳可达性。



图3　L形支座结构夹具

（2）设计技术标准　基于原有欧式设计标准，在BASE板上增加料片限位块，作为上料导向功能，提升上料到位成功率，同时考虑在夹具上增加左右件防错功能、上料无遗漏功能，以及焊接完成后方便取料功能。

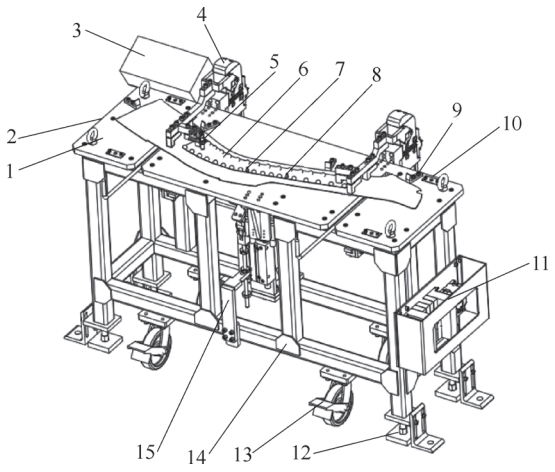
（3）防错防漏　由于加强板料片尺寸小，左右件主副定位距离一致，所以采取人工上料时，容易放反；且人工容易出现漏上料现象，导致焊钳无法有效焊接。因此，克服上述两个问题要做到：首先，夹具定位销在设计时，主定位孔（圆孔）、副定位孔（长圆孔）均使用圆销定位，但要区分二者尺寸大小，使用主定位销规格为ϕ8mm，副定位销规格为ϕ6mm，且料片定位孔按照主副定位销尺寸公差设计。若料片定位孔大小一致，则可申请设计变更，以区分定位孔大小，实现机械式防错。其次，在夹具框架上和摇臂上设置两个感应器，分别感应主板料片和加强板，且加强板感应器位置应进行左右上件空间位置模拟，以设置在左右件非交叉位置，只对单侧零件进行感应，实现电信号防错防漏。最后，在夹具框架侧边设置料片仿形器，若上件完全正确，感应器各指示灯均为绿色，焊钳方可正常焊接，若上件错误，任何一个感应器指示灯为红色，则焊钳无法工作，实现可视化操作。

（4）人机工程　由于夹具设计是料片紧贴BASE板，所以手工直接取料费时费力。另外，又针对补丁板焊后应力集中导致板件变形，料片不方便从定位销取出等问题，在夹具框架中增加一套自动翻转下料机构，实现焊后料片自动从BASE板脱落功能。

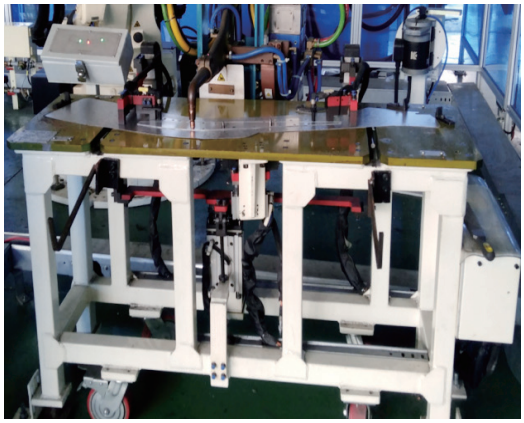
3.3　夹具结构设计

根据以上信息进行夹具结构设计，以确保实现各项功能。使用CATIA软件对夹具各模块进行设计，使用ROBCAD软件进行系统模拟分析，确保焊点可达性。该车型A柱补丁板点焊夹具如图4所示。该夹具共使用2个气缸，所连接摇臂用于压紧零件，保证焊接过程料片不会向上大幅度抖动。由于料片整体贴合BASE板，焊接过程中料片向下位置

被限制，因此不会向下抖动。下料翻转机构处于整个BASE支架空间内部，设计巧妙，动力源由翻转气缸提供。在BASE板靠近机器人侧，设置4个限位块，实现上件粗导向，方便员工快速上件。夹具高度为866mm，符合人机工程。



a）结构轴视图



b）实物

图4　A柱补丁板点焊夹具

1—吊耳　2—BASE板　3—仿形盒　4—气缸
5—加强板感应器　6—料片　7—副定位销　8—主定位销
9—限位块　10—三坐标测量盖板　11—电气箱
12—支腿　13—滚轮　14—支架　15—翻转下料机构

4　点焊工艺开发

因热成形补丁板零件的工艺流程复杂，冲压后容易出现虚焊、镀层挤出及焊点拉裂等质量缺陷[4, 5]，故在补丁板点焊时需对其焊接设备、焊接参数与焊接顺序等进行工艺开发管控。

4.1　焊接设备管控

选择阿赛洛生产的Usibor-AS60/60钢板，厚度分别为1.4mm、1.2mm，对原材料进行化学成分分析，结果见表1。受其表面铝硅镀层和淬硬性的影响，选择电动伺服焊钳（公称压力：5kN）、中频直流焊机。

表1　Usibor-AS60/60主要化学成分（质量分数）（%）

C	Si	Mn	P	S	B	Cr	Ni
0.23	0.25	1.16	0.009	0.002	0.003	0.17	0.01

4.2　焊接参数确定

针对补丁板两种厚度的材料进行点焊试片抗剪试验，以确定合理的焊接参数，试片长度100mm，宽度30mm，搭接宽度30mm，外形如图5所示。通过焊后结果可查看焊点外观是否存在质量缺陷，通过剪切试验可查看焊点破坏状态、焊点尺寸及剪切强度等。

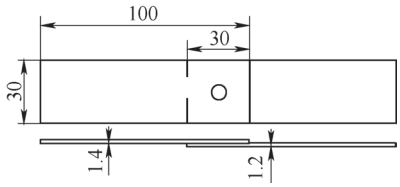


图5　抗剪试验试片

注：图中圆表示焊点位置。

通过一系列点焊试验，结合正交试验，得到该补丁板料片点焊最优焊接参数，见表2。

表2　点焊最优焊接参数

电极压力/kN	焊接电流/kA	焊接时间/ms	冷却时间/ms
4.0~4.5	7.5~7.8	300	300

4.3　焊接顺序管控

由于补丁板焊点较多且密集，若焊点顺序分配不合理，则造成零件内部有较大应力无法释放，后序在加热炉内会因受热而导致零件变形，如零件焊后进入辊体炉，受热过程中出现两端翘起，形成“弓”形，出现卡住辊体炉辊道问题，无法进行生产。因此，要根据补丁板焊点具体分布、焊接节拍和焊钳数量合理分配焊点顺序。此焊接工作站配置1把焊钳，最优焊点顺序是先点固加强板周边4个焊点，再从中间向两边交替焊接（见图6），零件实体焊点焊后状态如图7所示。

焊接升降转胎防落装置的设计与应用

陈键[1]，高燚[1]，黄勇[2]
1.中车株洲电力机车有限公司转向架事业部　湖南株洲　412001
2.株洲中车特种装备有限公司　湖南株洲　412001

摘要：在焊接生产中经常使用焊接升降转胎，由于焊接升降转胎的升降机构在运行中频繁的上升和下降，会产生升降机构零部件的机械磨损，从而引起升降机构机械失效等不良情况，并存在一定的安全隐患。通过介绍焊接升降转胎升降机构结构和特点，对发生机械失效的原因进行分析，提出了一种防落装置设计方案等措施来预防和解决此类问题的发生，保证生产安全。

关键词：焊接升降转胎；升降机构；防落装置；设计

1　序言

在焊接构架等工件时，为了达到一定的工艺要求，需要将工件上升并旋转一定角度，进行全方位焊接以及精整打磨等作业，其过程需要使用焊接升降转胎对工件进行升降和翻转。焊接升降转胎的升降机构常见有三种升降形式：丝杠式、链条式和钢丝绳式。目前，我们焊接生产中使用的焊接升降转胎升降形式采用的是丝杠式升降机构。在焊接升降转胎使用中，由于工件及工装夹具外形结构尺寸较大，重量较重，如果焊接升降转胎的升降机构在升降过程中发生机械失效情况，易造成工件的损坏和操作人员伤亡等安全事故。因此，需要设计一种焊接升降转胎防落装置等措施，来预防和解决升降机构机械失效事故的发生，从而保证生产安全。

2　焊接升降转胎的结构和工作原理

焊接升降转胎主要由焊接升降转胎主动端、升降机构、翻转机构、焊接升降转胎从动端和电气控制系统等部分组成[1]，如图1所示。焊接升降转胎主

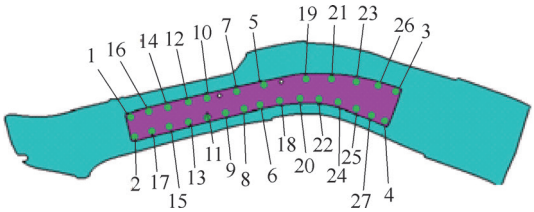


图6　焊点顺序

注：1~27代表焊点顺序。



图7　焊后状态

5　结束语

通过对补丁板焊接夹具设计与点焊工艺开发进行阐述，得出补丁板夹具设计关键在于料片紧贴BASE板、BASE板挖空处理、定位孔一大一小防错及感应器防漏设置等因素，而焊接参数与顺序能有效释放焊后应力，降低后序加热变形带来的质量问题。

参考文献：

[1] 李二玲.汽车热成形零件冲压工艺[J].汽车工艺师，2019（10）：30-34.
[2] 徐永吉.汽车门槛焊接总成机器人工作站规划[J].金属加工（热加工），2017（16）：13-16.
[3] 姜海涛.浅析车门的焊接工艺设计[J].金属加工（热加工），2017（18）：21-24.
[4] 高宪臣，贺东方，李文德，等.超高强钢补丁板的热冲压成形工艺[J].锻压技术，2016，41（9）：80-83.
[5] 赵洪运，刘洪伟.22MnB5超高强钢焊接组织与性能[J].焊接学报，2014，35（2）：67-69，78，116.

MW 20211019