

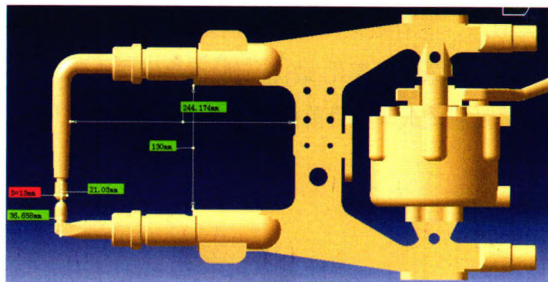
车身结构焊接性分析与标准

车身的前期设计决定着后期工艺方法、生产方式以及质量控制形式；车身结构形式，影响工艺有效性、生产线投资、劳动效率和产品质量。因此，工艺技术人员要参与到产品设计过程中，对产品数模进行有效工艺分析，对产品每一处搭接结构、每一个焊接点、外观配合处等都要进行工艺操作性和100%有效性分析，与设计人员形成SE（Simultaneous Engineering）同步工程小组。本文重点分析车身结构焊接性，分别从点焊、凸焊、CO₂焊、螺柱焊对车身结构要求进行详述。

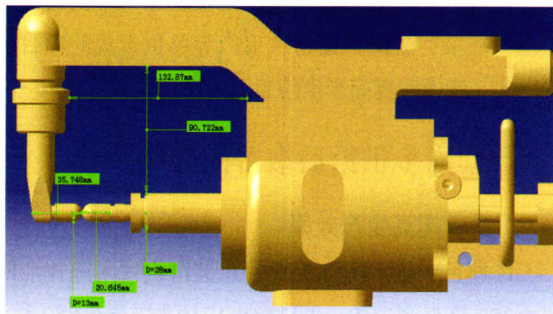
点焊工艺可行性分析

点焊是车身焊接中最常用工艺方法，由于其本身工艺特点，对产品结构、产品定义有一定特殊要求。

点焊焊接时，用到最多的工具是焊钳，焊钳尺寸结构会对产品结构有很大影响。焊钳分为X形和C形两类（见图1），常用焊钳的电极杆和电极帽直径有13mm和16mm两种型号，角度有15°、30°和90°，



(a) X形焊钳



(b) C形焊钳

图 1

手动焊钳电极帽高度有20mm和23mm两种，自动焊钳的电极帽高度有13mm、18mm、20mm和23mm四种，电极杆最短为10mm，电极臂直径最小为30mm，焊钳气缸缸径为20~45mm。所以设计焊点搭接边、板件R角、焊点位置处的焊钳通道以及周围板件空间，都要充分考虑这些因素。

1.点焊对料边要求

依据经验，两层板件搭接焊接边通常为12~16mm，一般>14mm，侧围门洞焊接边考虑到密封性一般为12~14mm，料厚较大或有三层板焊接情况下，搭接边宽度应>17mm，焊接料厚越大，搭接宽度越宽。另外，点焊接头形式分为对接接头（折边接头）和搭接接头，一般尽量采用搭接接头的形式。折边接头对于零件尺寸不易保证，且安全性能不高。搭接接头属于滑动搭接，能消除部分误差，对于尺寸精度有保证且安全性能较高。

2.零件搭接结构

焊接板厚及板厚比要求大于1：3，避免中间钣金较短的三层板焊接；多层板搭接过度处焊点易焊接悬空；杜绝四层板焊接；总板厚一般材质小于5mm，高强钢板小于4mm。与外板匹配的焊接总成件，要预留出焊点扭曲空间，否则易造成外板鼓包。

3.点焊位置

减少斜面焊接和外漏焊点，增加焊点标识。整车外漏焊点很难控制焊点外观质量，例如毛刺、扭曲、击穿及压痕等缺陷（见图2）。



图2 整车外漏焊点扭曲

倾斜面焊点焊接时焊钳不易垂直焊接，容易出现焊点扭曲和毛刺（见图3）。



图3 倾斜面焊接

为了有效保障焊点位置，提高工位保障能力，建议增加焊点标识（见图4）。

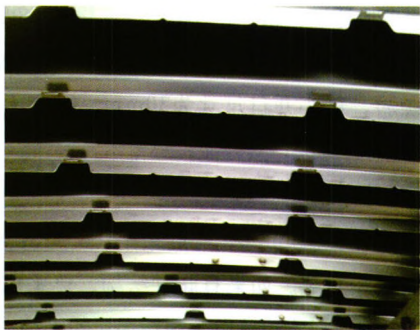


图4 焊接标识

4.焊点间距与数量

从焊点间距、焊点分步来分析焊点数量。点焊时，相邻两焊点的中心距称为焊点间距或简称为点距。焊点间距越小，焊点数自然增多，虽然能提高被焊接件的连接强度，但在能保证连接强度的条件下，焊点间距应以加大好。这不仅能减少焊点，提高生产率，而且也减少点焊时分流，提高焊接质量。焊点应该合理布局，因此在设计时必须选一个适当点距。经验值为30~80mm，但焊点间距与板件厚度和板件层数都有关系，不同的焊接厚度焊点间距经验值见表1。

表1 不同的焊接厚度焊点间距经验值（单位：mm）

一个焊接件的厚度	1.0	2.0	3.0	4.0	6.0
焊二层板时最小点距	15	25	30	40	60

另外，车身紧固处，有些焊点可以省去，紧固标准件连接可以代替焊接连接，如A柱加强板总成与侧围外板在门铰链安装处三层板焊点（见图5）。



图5 螺栓紧固出焊点

5.焊接空间

焊接空间直接影响着焊点外观和强度质量，主要

包括焊钳电极通道、板件U形和平行结构和R角焊接。

通过焊钳通道焊接的焊点，要留足焊钳活动空间，据经验，最小开口尺寸为30mm，深度不要超过40mm，否则会造成焊接分流，焊钳不易操作。

板件U形、Ⅱ形焊接时，两板件的间距要留足焊钳的活动量，至少40mm，一般采用100~150mm，否则无法焊接和分流。如果有此种结构，要采用特殊焊钳，这样会造成成本浪费以及现场焊钳的维护。

R角大小和直缓直接影响焊接，根据经验，R角宜直不宜缓，90°角为宜，R角翻边宜长不宜短，有效焊接边最少为20mm，焊钳电极与板件翻边的避让间隙大于2mm。

6.点焊尺寸稳定性

初级焊接总成零件搭接形式及焊接顺序会决定此产品在次级总成中定位和尺寸要求，甚至会带来整车零件故障，主要包括自焊接零件结构、两方向焊接结构及零件结构软。自焊接零件指的是零件本身不同部位进行定位焊接，保证安装面，但相对尺寸会有一定偏移，再焊接到其他总成上，一定会影响安装功能面尺寸。

两方向焊接，通常是加强件在U形结构中焊接，Z向和Y向均焊接，为了保证焊接强度，通常会先焊接Z方向上焊点，这样再焊接Y向上点时，就会造成U形本体件Y向尺寸。

零件设计时未考虑焊接定位性，直接让钣金悬空搭接无法定位，且焊接空间较狭窄，这样焊接尺寸反弹较大。

凸焊工艺可行性分析

凸焊主要用来焊接车身上的螺母和螺栓。凸焊使用工具就是凸焊焊机的凸焊电极，分为上下电极。

螺母凸焊下电极直径大小有32mm、35mm、38mm和42mm，常用为φ32mm；上电极直径有16mm、20mm和27mm，M5，常用为φ16mm、M6和M8，常用为φ20mm。所以普通螺母的下电极至少要预留φ32mm的圆平面。保险带安装螺母座上电极与下电极直径相同，有φ38mm和φ42mm两种。所以对于安全带螺母上下电极需要至少预留φ38mm的圆平面。螺栓凸焊下电极直径大小有φ25mm和φ32mm两种，上电极大小有φ16mm和φ20mm两种。M5、M6下电极

常用深度为30mm，M8下电极常用深度为38mm。为保证焊接可操作性和凸焊尺寸，凸焊螺母底孔统一为(M+1)mm，凸焊螺栓底孔统一为(M+0.5)mm。凸焊预留平面和凸焊孔径经验值见表2。

表2 凸焊预留平面和凸焊孔径经验值 (单位: mm)

	对应零件孔径	凸焊平台大小A	备注
凸焊螺母	螺母直径+1.0mm	≥螺母断面最大直径+5mm	建议A≥20
		≥30 (M6及其以下螺母)	
		≥36 (M8及其以上螺母)	
		≥40 (T [~] /16安全带螺母)	
凸焊螺钉	螺钉直径+0.5mm	≥螺钉断面最大直径+5mm	建议A≥20
		≥36 (M8螺钉)	
		≥30 (M6及以下螺钉)	

考虑凸焊空间时，除了上述说的凸焊面尺寸外，还有结合焊机的喉深，通常为400~750mm，这样就要关注凸焊孔到零件边缘尺寸(见图6)。另外，凸焊零件尺寸要<1.6mm，质量<10kg，且要刚性好，外表面件不建议凸焊，例如侧围外板。

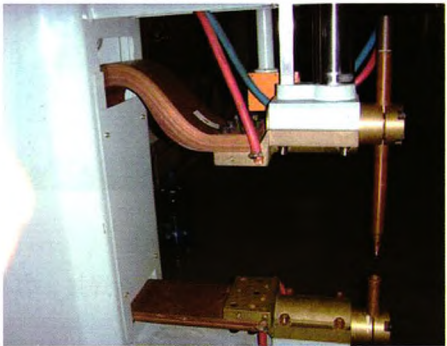


图6 焊接喉深限制焊接零件大小

使用凸焊工艺，料厚要做分析，通常对应关系见表3。

表 3 (单位: mm)

凸焊螺母直径	M5	M6	M8	M10
对应零件料厚δ	≤1.0	≤1.4	≤2.0	≤2.5

另外，部分特殊结构凸焊要尽量避免，主要包括：深度超过60mm的凹碗结构、宽度小于150mm的U形或平行型结构，同一零件焊接M5和M6螺母，同一零件正反面凸焊同一种标准件，凸焊孔附近设计孔径相近过孔(见图7，凸焊应为两边孔，中间过孔易被凸焊)或漏液孔，同一零件多种凸焊种类和型号，易漏水处使用凸焊螺母(例如后盖铰链处，应使用凸焊螺栓，这样利于密封。上述情况如果在车身上出现，会

给生产工艺带来错漏焊、生产效率低下、操作安全等问题。



图7 过孔凸焊

CO₂焊工艺可行性分析

CO₂焊工艺常用在点焊不能实现焊接的部位或结构，设计时应考虑焊接接头处于刚度较小状态，避免出现截面突变、余高过大、交叉焊缝等结构，否则容易引起应力集中节点。

另外，对一些特殊要求做如下阐述，主要包括板厚、搭接间隙、焊接位置标识、烧焊附带质量缺陷等。

- 1) 小于1.0mm板厚减少使用CO₂焊接，极易引起焊接咬边。
- 2) 零件搭接有间隙、不贴合，不易焊接。
- 3) 设计标准焊接标识，如单钣金开孔、单钣金开豁口（见图8）。



图8 CO₂焊点孔、豁口标识

- 4) 如轮罩等封闭腔上方减少CO₂焊接，焊接飞溅会带来外表面鼓包。
- 5) 隔音较快、密封胶附近不能使用CO₂焊接，焊接热量会让胶着火，进而丧失功能。
- 6) 圆柱零件焊接，应采用段焊，避免整圈焊接（见图9）。

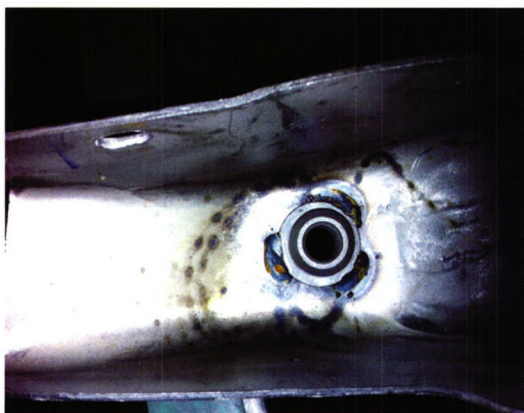


图9 分段焊接

- 7) 车身总成地板背面减少焊接，仰焊质量不易控制。

螺柱焊工艺可行性分析

螺柱焊主要用于焊接力矩较小螺柱标准件焊接，通常用来装整车搭铁、护板、垫等附件。螺柱焊实现主要工具是螺柱焊枪，其灭弧罩尺寸主要有 $\phi 25\text{mm}$ 和 $\phi 30\text{mm}$ 两种，普通植焊螺柱，必须保证螺柱焊接处 $\phi 25\text{mm}$ 以内是平面；搭铁螺栓，要保证螺柱焊接处 $\phi 30\text{mm}$ 以内是平面。

另外，焊接面还有一些特殊要求，主要是不能出现折叠、断裂、变形、凸凹、焊点、毛刺及悬空等情况（见图10）。



图10 螺柱焊接处焊点、折叠面、凸凹

结合生产防错，在同一零件上或同一焊接工序内螺柱焊焊柱直径、样式尽可能统一，在不能统一样式情况下，尽可能统一直径。

上述车身结构参数是在长时间总结以及取得标准化成果后，跨部门的SE同步小组充分对接和研究的结果。合理可靠的车身结构，会给工艺带来很多便利，同时能保证车身质量和整车性能。

关键词：

车身 机器人 焊接线

（收稿日期20130815）