

四门两盖滚边分析

王贺炳

埃夫特智能装备股份有限公司 芜湖 241060

摘要：机器人滚边技术在主机厂应用越来越广泛，为获得较好的滚边质量，需进行滚边分析。分析了门盖内板总成与外板的3种合并方式：线性合并、旋转合并和硬性合并，研究了对外板法兰高度、角度及门盖总成包边区域特征截面的分析方法，阐明了外板法兰角度与预滚边的关系。

关键词：门盖；合并；滚边分析

汽车主机厂生产线目前应用的主流包边形式有专机包边（table top）、压机包边（液压机+包边模）和机器人滚边三种。为适应市场变化，实现多车型小批量生产，增加生产线柔性，降低生产线投资，采用机器人进行“四门两盖”滚边方案的用户越来越多。三种包边形式优缺点的比较见表1^[1, 2]。

表1 包边方式优缺点对比

包边形式	柔性化程度	质量稳定性	维护成本	噪声	占地面积
机器人滚边	机器人适应多种车型，柔性高	设备简单，机器人系统稳定	机器人系统正常操作，维护简单，维护成本低	较小	以机器人为中心，胎膜和夹具，在四周分布，作业面积较小
压机包边	专用的折边模具和压机，柔性差	设备机构复杂，压机稳定性弱	专用液压机，复杂、不稳定，需要定期维护，成本高	较大	专用的模具配置专用的液压，作业面积大
专机包边	定制专机设备，柔性差	设备相对简单，稳定性弱	维护相对较小	较大	夹具和折边机共体，操作面积小

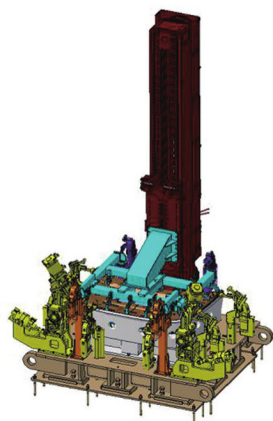
滚边分析过程

机器人滚边设备一般由滚边机器人、滚边头、滚边胎模、电气控制系统和安全防护设备等组成。

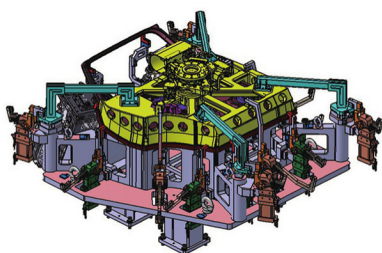
滚边胎模由上模和下模组成，上模压紧零件的方式一般有三种：

- 1) 上模从下模上方滑移至下模，压紧零件，如图1a所示。
- 2) 上模由机器人放置在下模上，压紧零件，如图1b所示。
- 3) 上模从下模上方或侧方翻转至下模，压紧零件，如图1c所示。

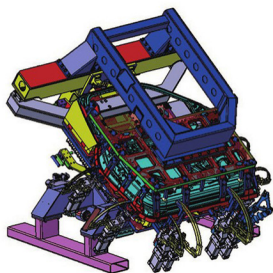
压紧零件后，机器人进行滚边。为获得较好的滚边质量，需对门盖内板总成与外板的合併方式进行分折，对外板法兰高度、角度及门盖总成包边区域的特征截面进行分析，并对滚边道数进行分析。



a) 压紧方式一



b) 压紧方式二



c) 压紧方式三

图1 上模压紧方式

1. 合併方式分析

将门盖内板总成与外板扣合时，有线性合併、旋转合併和硬性合併3种方式。

(1) 线性合併 沿着内外板之间某一直线，内板总成向外板线性靠近并扣合，此时外板法兰高度、角度对内板总成与外板扣合无干涉。例如四门内板总成与外板扣合，外板法兰角度一般大于 90° ，对扣合无影响。

(2) 旋转合併 当线性合併扣合干涉时，可采用

旋转合併。首先将内板总成倾斜放入外板法兰某条边内，使内板总成沿此边旋转靠近外板，将内板总成与外板扣合。例如四门可采用外板法兰上或下某条边旋转合併，前后盖可采用外板前或后某条边旋转合併。

(3) 硬性合併 旋转合併时，若内板总成与外板干涉且干涉量 $<2\text{mm}$ ，建议采用硬性合併。

1) 若采用人工扣合，需要额外增加合併台，在外板上与内板总成扣合干涉处设计吸盘。工人上件外板，并启动吸盘，外板在吸盘的拉力作用下产生弹性形变。此时工人可将内板总成与弹性形变外板扣合，然后关闭吸盘，外板弹性形变恢复。由此可见，由于会引起外板弹性形变，所以硬性合併无法在滚边胎模上实现。

2) 若采用机器人抓手扣合，可在机器人外板抓手上增加吸盘，使外板产生弹性形变，然后将内板总成与外板扣合。若内外板干涉量大于 2mm ，建议优化外板法兰高度和角度。

2. 截面分析

以某主机厂门盖滚边分析为例，对外板法兰高度、角度及门盖总成包边区域的特征截面进行分析。将门盖外板冲压件数模与门盖总成数模置于同一坐标系下，并在包边区域数模不同特征处分别建立截面，分析相关参数变化情况。

(1) 截面中性面及增加值分析 外板滚边前后截面中性面如图2所示，分析外板中性面滚边前长度 L_1 与外板中性面滚边后长度 L_2 是否相等。包边前后增加值变化如图3所示，四门增加值应在 $0\sim 0.3\text{mm}$ ，前后盖增加值应在 $0\sim 0.5\text{mm}$ 。

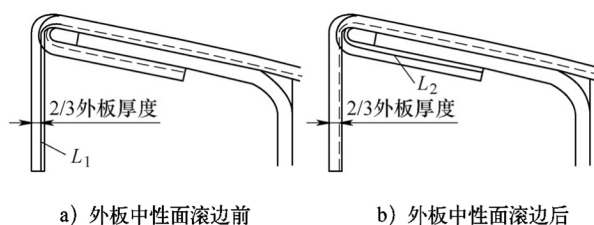


图2 外板中性面滚边前后示意

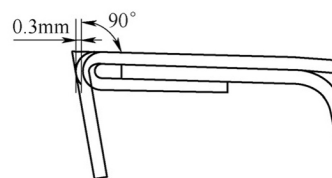
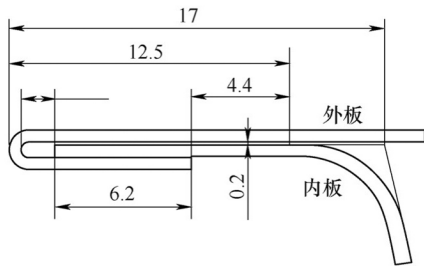
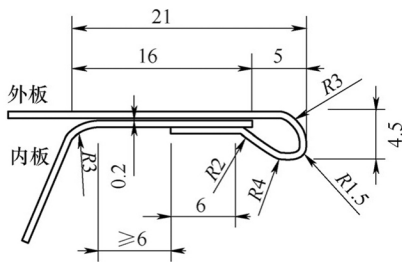


图3 滚边前后增加值变化

(2) 总成件截面状态分析 总成件截面如图4所示。若为平角滚边, 截面各参数建议值如图4a所示; 若为水滴滚边, 截面各参数建议值如图4b所示。



a) 平角滚边



b) 水滴滚边

图4 总成件截面

(3) 半包边全包边分析 某一区域属于半包边还是全包边, 需根据门盖产品数据具体分析确定。

1) 包边特征示意如图5所示。若包边特征处半径 $R < 7\text{mm}$, 建议确定为半包边。此时, 建议 $h = (3.5 \pm 0.5)\text{mm}$, 外板法兰高度 $= h + \text{外板厚度}$ (见图6)。

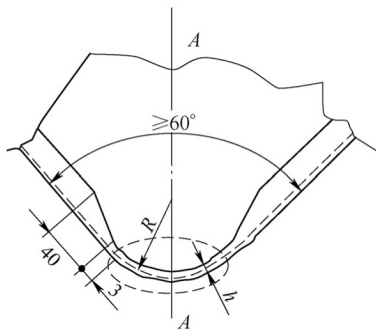


图5 包边特征示意

A—A剖面

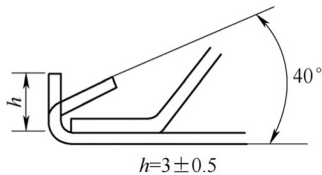


图6 外板法兰高度

2) 若包边特征处 $7\text{mm} < R < 40\text{mm}$, 建议确定为全包边。此时, 若 $7\text{mm} < R < 13\text{mm}$, 建议 $h = 4 \pm 0.5\text{mm}$; 若 $13\text{mm} < R < 40\text{mm}$, 建议 $h = 5 \pm 0.5\text{mm}$ 。同样, 外板法兰高度 $= h + \text{外板厚度}$ 。

3) 若包边处 $40\text{mm} < R < 350\text{mm}$, 建议确定为全包边, 但此时建议 $h = 6 \pm 0.5\text{mm}$ 。同样, 外板法兰高度 $= h + \text{外板厚度}$ 。

4) 半包边与全包边过渡区域的长度建议至少达到 40mm 。若长度较短, 滚边后过渡区域易出现开裂现象。

3. 滚边道数分析

分析滚边道数时, 根据外板法兰角度考虑是否需要预滚边。

1) 当外板法兰角度 $\alpha < 105^\circ$ 时, 无需预滚边。

2) 当 $105^\circ < \alpha < 125^\circ$ 时, 需视具体情况具体分析。当 $105^\circ < \alpha < 117^\circ$ 时, 建议取消预滚边; 当 $117^\circ < \alpha < 125^\circ$, 增加预滚边。

3) 当 $125^\circ < \alpha < 145^\circ$ 时, 因外板法兰角度较大, 此时外板法兰 r 角未形成, 需增加预滚边形成 r 角。

结语

机器人滚边现场调试可采用机器人离线程序, 提高调试效率。为进一步保证滚边精度, 可将机器人和滚边胎膜置于同一平台上, 保持机器人与胎膜相对位置不变, 不受地面沉降及伸缩缝等因素影响。总之, 经四门两盖的滚边理论分析后, 需结合现场滚边调试结果, 逐渐积累调试经验, 经验再修正理论。

参考文献:

- [1] 王健强, 张婧慧. 机器人滚边技术及应用研究[J]. 现代制造技术与装备, 2010 (3): 3-5.
- [2] 张宝红. 汽车车门常用包边工艺比较及技术难点分析[J]. 汽车实用技术, 2019 (12): 162-163, 182.

AUTO1950