■ 江淮汽车股份有限公司技术中心/项义恩

机器人滚边压合工艺

车门是汽车车身的外表装配总成，装配后要求与周边零件保持均匀的门缝间隙和良好的形状面差。包边一般是指对两个钣金件装配（主要是门盖类开闭件的内外板合装）时，采用一个零件的折边包裹住另一个零件周边的方式连接。车门包边是车门总成制造中一项比较特殊的工艺，包边后要求总成表面光顺、平整，没有压伤、凸凹等外表缺陷，还要保证车门形状面和沿周整体尺寸精确稳定。因此，对设备、工装要求很高，同时对车门外板、内板等相关零件的要求也很高，这样才能制造出高质量的车门总成。

机械自动包边

包边的主要类型有：手工钣金包边；胎具+手工钣金包边；胎具+手持式包边机包边；机械自动包边或车门包边生产线。前三种用于单件或小批量生产，第四种用于大批量生产。

机械自动包边的方式如下所示：

（1）模具包边 由液压机或压床和包边模组成，液压机是通用，包边模是专用。通过液压机的一次成形，由模具完成45°和90°包边，模具包边在日本的一些汽车厂被广泛采用，江淮汽车公司的商用车和乘用车，绝大部分的车门都是依靠专用的包边模具完成包边的。其优点是占地小，更换品种方便，适合多品种生产。

（2）液压式自动包边机 该机构是由液压缸通过连杆机构驱动包边镶块，完成45°和90°包边。这种包边机有两种类型，一种是将45°和90°包边分成两套或三套包边机，通过传输装置或机器人连接，目前神龙汽车公司正在使用该种方法。另一种是将45°和90°包边合在一套包边机上，一次完成车门包边，东风汽车公司轻型车厂和南京跃进汽车厂等厂家都有使用。

（3）电动机式自动包边机 该机构是由电动机通过减速器和连杆机构，驱动45°和90°包边镶块，并有立式框架安装气缸式压紧装置。一次完成45°和90°包边，也可以仅进行压紧或仅进行45°包边。该机构便于调整，包边质量良好，工作状态稳定，但造价高。江淮汽车公司轻卡厂有使用。

（4）机器人滚边 由机器人手臂驱动滚轮将折边辊压并包裹住另一个零件，以实现装配。包边过程一般为两个或三个阶段完成。

机械自动包边机如果通过传输装置和机器人，把零件上线、涂胶、包边、出件等工位连接成线，可形成车门包边生产线或全自动生产线。根据制造情况，线可长可短。机械自动包边机虽然有多种类型，但工作程序基本相同，即零件定位→ 压紧→ 45°包边→ 90°包边。

机器人滚边

包边通常有压边和滚边两种实现形式。压边是传统的模具包边，使用压力机或一些气缸驱动压块将折边压紧，包裹另一个零件达到装配的目的。滚边则是采用滚轮（一般通过机器人手臂驱动）将折边辊压并包裹住另一个零件，以实现装配。通过机器人滚边，不仅可以提高零件（包边部位）成形的外观质量，实现外表面光整平滑，没有压痕、凹陷等缺陷，而且在增加整体强度和刚性的同时，还可以达到保证作业面积小、柔性化制造、缩短调试周期、设备一次性投入较小以及后期的维护维修成本低的目的。机器人滚边技术广泛应用于汽车车身的四门两盖、翼子板、天

窗、C柱及轮罩上。江淮汽车某款A级车的车门窗框包边采用的就是机器人滚边。

1.机器人滚边系统

机器人滚边系统主要包括三大部分：滚边夹具系统、滚轮系统、机器人及其控制系统。

（1）滚边夹具系统　滚边夹具系统是采用机器人滚边技术进行柔性化生产的中心区域，此系统由滚边胎模及定位夹紧部分组成（见图1）。

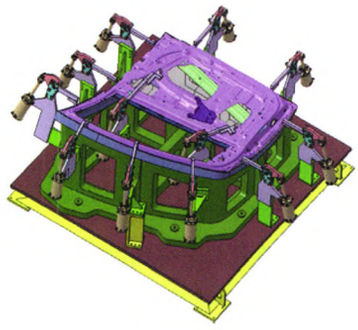

图1　胎模和夹具

利用机器人进行滚边时，内板件的定位夹紧方式有以下几种方式：

1）胎模上的夹具夹紧：直接用胎模上的夹具夹紧上板件和下板件。

2）外部气缸夹紧：外部气缸带动夹紧单元，压紧工件内板。

3）上胎模夹紧：上胎模压紧工件内板，底模上夹具压紧上胎模。

4）摆臂式夹具夹紧：摆臂带动夹具夹紧上板件和下板件。

5）定位抓具夹紧：利用定位抓具压紧工件内板。

6）滚轮夹紧：两滚轮压紧工件，同时滚压。

（2）滚轮系统　滚轮系统是负责折边、滚边的部分，由各种不同形状的滚轮组合而成（见图2）。由于滚边技术本身的特点，滚边过程一般分2~4次完成。因此滚轮通常设计为90°轮、60°轮、30°轮、成形轮和专用特殊轮。江淮汽车公司根据产品结构和生产节拍的需求，完成90°的滚边一般分为45°包边和90°包边两个阶段或者30°包边、60°包边和90°包边三个阶段。滚头压紧力一般有三种调整方式，弹簧片调整、气缸缓冲调整和弹簧调整。

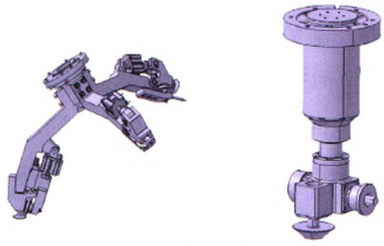

图2　滚轮系统

（3）机器人及其控制系统　机器人控制系统主要用于控制滚轮的运动轨迹，以及机器人与其他相关系统之间的通信。滚边过程由机器人抓持滚轮架执行滚边程序，依次完成整个车门的滚边。

2.机器人滚边缺陷

影响包边工艺的因素包括内外板的材料和预成形、包边接触面条件、包边工具与模具及包边缺陷等。而滚边是一个复杂的薄板成形过程，它不同于简单的薄板弯曲，常常伴有缩进与胀大、弹回与变形、起皱等成形缺陷产生。作为四门两盖类总成装配的最后一道工艺，包边成形质量，即尺寸准确性和表面质量问题影响整车装配的密封性、外观质量等重要性能。

常见滚边缺陷类型：待折边的终止位置在理想位置里面/外面；形状缺陷包边的终止位置在预定包边线位置的下方/上方。

结语

为获得良好的车身装配精度和外观质量，车门的包边压合工艺选择尤为重要。

影响滚边工艺质量主要有以下三方面因素：

（1）零件自身几何特征因素　冲压件翻边高度高易起皱，翻边高度低则会产生包不住，难以满足产品设计要求。

（2）机器人滚边程序编制及参数设定的合理性　滚边压力大会造成零件滚边开裂，滚边压力小则会造成包边过松，滚边起皱。滚边压力控制不匀也易造成涂密封胶过油漆烘烤之后出现气泡，影响滚边零件外观质量。滚压速度快会导致零件滚压部位产生起皱，滚压速度慢会增加零件制造时间，从而提高制造成本。

（3）胎模设计及定位精度　胎模设计形式影响滚边压力稳定性，胎模及滚轮表面质量直接影响滚压件外板的表面质量；定位机构的精度直接影响包边前零件的内外板相互关系，从而影响最终包边的质量。

关键词：
机器人　滚边　压合　车门
（收稿日期20130608）