

辊压成形工艺研究及在汽车行业中的应用

□ 安徽江淮汽车股份有限公司技术中心 王双枝, 杨谊丽, 朱梅云



王双枝

摘要: 辊压成形作为一种高效的生产工艺,在我国国民经济中起着很重要的作用。介绍了辊压成形工艺的基本原理、基本流程及特点,并列举了当前辊压成形工艺在汽车行业中的应用,以及未来辊压成形工艺在汽车行业轻量化领域的发展方向。

关键词: 辊压成形; 典型断面; 轻量化; 工艺特点

辊压成形作为一种高效率的生产工艺,拥有广阔的应用领域,已成为大批量生产最常用的钣金加工方法之一。辊压成形产品在建筑行业、汽车制造、农机制造、船舶制造和交通运输、石油化工及日常用品制造等许多领域,得到了广泛应用,在我国国民经济中起着很重要的作用。

1. 辊压成形工艺简介

辊压成形(Roll Forming,又称冷弯成形)是将薄板带料通过带有型槽的数组成形辊轮,渐次

进行多道弯曲成形,从而得到所需截面形状的零件。辊压成形工艺特别适用于生产批量大的等截面长工件,并可与多种工艺过程(如开卷、冲孔、焊接、定尺剪切等)结合,组成连续化生产线。

2. 辊压成形工艺基本原理

从开卷机到辊压成形,材料始终处于自由状态不受压,因此材料受的是弯曲力,而不受拉伸作用,所以材料变形是弯曲而不是拉伸。当材料在辊压成形过程

中,每台辊压机对材料实施一次弯曲变形,直到最后一台辊压机使材料成形,整个过程都不存在拉伸现象,故材料在宽度方向不会变长。这也就是辊压成形零件外形美观,表面光洁度高、强度高的根本原因。图1展示了辊压成形基本原理。

3. 辊压成形工艺基本流程

在辊压生产线上,辊压过程中可与多种工艺过程,如开卷、冲孔、焊接、定长剪切等结合,组成不同用途的连续生产线。

辊压生产线主要工艺流程可分解为：打开料卷切料头+对焊带钢+在线冲孔+成形机冷弯成形+轮焊机+切断+收集制件，生产线主要工艺流程如图2所示。

其中辊压工序是最核心的工艺，该工艺通过一条连续的辊压生产线完成，最终形成一段段等截面的半成品零件。其一般由如下工步组成。

(1) 开卷 辊压件原材料为环状卷料，不同产品可以依据产品材质、料厚及料宽需要直接在钢厂订货（见图3）。

(2) 接料 当双头卷料架的料快用完的时候，需重新换钢卷料，流水线上原有的余料和需要更换的卷料搭接处需用专用的平焊机焊接后才能继续送料（见图4）。

(3) 辊压 将条形原材料输送到组合模腔（辊压线）中，即进行多工位的辊压过程（见图5）。

(4) 轮式点焊 两个大圆轮始终为点接触，通过对辊焊机设定放电时间在点接触的一瞬间对产品进行脉冲式间断点焊（此工序只针对有焊接要求的零件）（见图6）。

(5) 弯曲 通过几组特定辊轮，将已经点焊过的条型成形至设计要求的弧度（此工序只针对有设计弧度要求的零件，且弧度一致）（见图7）。

(6) 切断 通过切断装置将连续辊出的弧度条形或直条形切断成满足下一道工序等距条型）（见图8）。

4. 辊压工艺特点

(1) 生产效率高 辊压成

形时，成形零件所用材料全是卷料，从辊压机出来的材料是连续的，材料切断是由冲切机在不停车情况下切断的，材料收集是由拔料机构自动完成，所有这一切环节都是连续的。

而用冲压方法获得零件时，必须经过落料，冲压成形等，这中间必须有手工装卸，工件定位、夹紧等一系列中间环节造成辅助时间增多。以工件经落料成形两道工序制成为例，冲

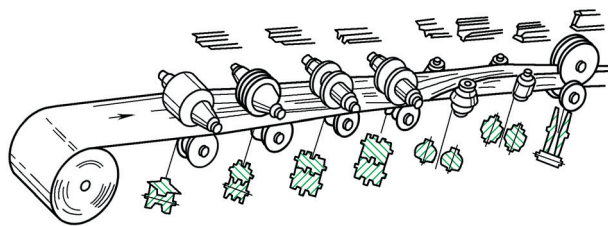


图1 辊压成形基本原理

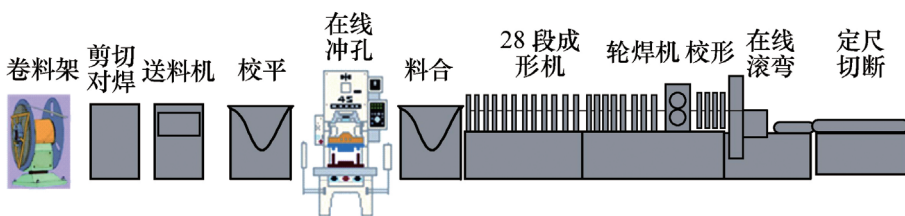


图2 辊压线工艺流程



图3 开卷



图4 接料

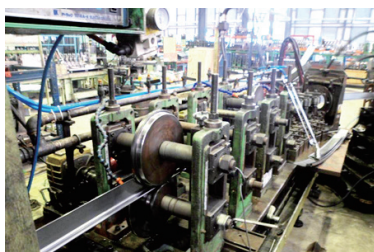


图5 辊压

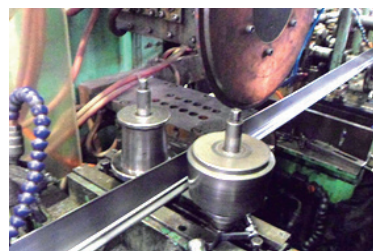


图6 轮式点焊



图7 弯曲



图8 切断

压定额为0.3件/min，到工产108件，辊压成形定额为4件/min，班产1440件，工效是冲压13倍。

(2) 质量好 辊压成形的零件由于是经过十几道辊压机对材料逐步弯曲变形而成。不存在裂纹、拉伤等缺陷，比一次成形的冲压方法获得零件具有外观好，表面光洁度高，强度高等特点。

(3) 受零件截面形状的限制 有些复杂截面形状的零件用冲压方法是不可能实现的，如上述上下框及端立柱等。辊压成形时由于辊片可水平放置，也可垂直放置，同时辊片高度可以不一致，旋转方向也可以不一致，所以可辊出各种复杂的中空零件。

(4) 不受零件长度限制 普通的冲压设备不可能完成较长零件的成形。辊压成形时因为来料是连续的，辊压的工件同样也是连续的，所以辊压成形不受零件长度限制，它可以完成十几米，甚至几十米长的工件制造。

5. 辊压工艺在汽车行业中的应用

辊压工艺可生产的零件种类较多，在汽车产品中主要有：前后防撞梁、车门槛、车门顶饰条、门框亮条、座椅滑轨、汽车等截面纵梁、车门上框、玻璃导槽、车门导轨、落水槽嵌条等，如图9所示。随着辊压技术的进一步深入研究，其在汽车行业的应用呈逐年上升趋势。

(1) 汽车前后防撞梁及典型断面 在辊压成形在汽车轻量化中应用的关键技术及发展中，介绍了先进高强钢（AHSS）在

汽车保险杠辊压生产线的应用，并把先进刚强钢辊压保险杠与冲压保险杠在相同的冲击能量下，进行对比，具体数据为：

冲压保险杠：材料牌号DOCOL500DP；抗拉强度500MPa； $t=1.8\text{mm}$ ；质量为13kg。

辊压保险杠：材料牌号DOCOL1000DP；抗拉强度1000MPa； $t=1.0\text{mm}$ ；质量为6.5kg。

最终得出结论：高强度钢辊压保险杠比冲压保险杠有更轻的质量。图10为汽车防撞梁典型断面。

(2) 汽车门槛类及典型断面 在应用先进高强钢的典型汽车零件辊压成形关键技术及开发中，以某应用超高强钢的门槛加强件为研究对象，进行开口型非对称辊压成形典型零件工艺技术与样件开发，利用解析和有限元仿真，对影响先进高强钢辊压成形的回弹控制、预冲孔畸变进行研究，获得了优化的设计工艺参数；分析非对称辊压件的纵向弯曲、侧弯、扭转缺陷产生的机理，给出了解决问题的方法；并进行应用超高强钢的辊压成形工艺试验，制造了满足尺寸精度要求的典型样件。图11为汽车门槛类零件典型断面。

(3) 汽车等截面纵梁及典型断面 我国商用车制造起步相对于欧洲比较晚，采用的车架纵梁工艺多数是采用金属模具、大型压力机的传统制造工艺。传统制造工艺主要有两种，分别为：第一种，开卷校平→切断成大平板→大型剪板机纵切成平板纵梁→平板制孔→大型压力机成形；第二种，开卷校平→切断成大平

板→大型剪板机纵切成平板纵梁→大型压力机落料冲孔及成形。

目前，纵梁新工艺采用辊压工艺，提高了产品表面质量，尺寸精准；纵梁孔位精度高，保证装配质量和效率。具体工艺为：钢卷→纵剪生产线→纵梁辊压成形线→U形纵梁三面冲孔线→等离子切割工作站→数控大梁弯生产线→主衬纵梁自动点焊生产线。图12为等截面纵梁典型断面。

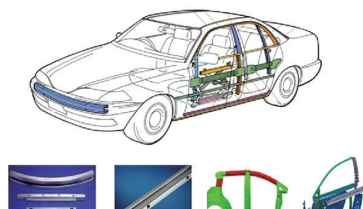


图9 汽车车身辊压件示意

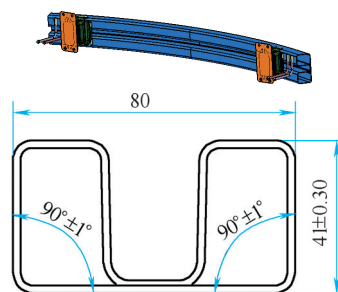


图10 防撞梁典型断面

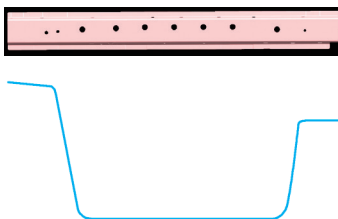


图11 门槛类典型断面

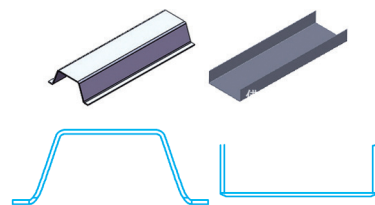


图12 等截面纵梁典型断面

(4) 汽车车门窗框及典型断面 轿车车门门框根据其造型和车型定位可以分为整体式窗框和辊压窗框。整体式窗框即窗框和车门内外板整体冲压成形,通过焊接包边与玻璃导槽相连;辊压式窗框即车门框通过辊压技术成形,并通过焊接方式与车门相连。

整体式窗框具有强度、刚度、精度高等优点,但是同时也具有模具成本高,材料利用率低等缺点;辊压窗框具有宽度较窄,外观美观等优点,为许多高档车型所使用,但是其强度、刚度、精度需要特别控制。

辊压式车门门框通常主要由车门上窗框、车门前后窗框、车门玻璃导槽、后视镜安装板、小支架等组成。辊压式车门因其车门内、外板材料利用率大大优于整体式车门,目前越来越多的车型采用此种结构形式。图13为辊压式门窗典型断面。

(5) 客车表面覆盖件及典型断面 大多数客车厂的车身表面覆盖件(如侧围张拉蒙皮、顶盖中蒙皮、顶盖侧蒙皮和裙边行李舱门板等)都采用薄板辊压成形技术来提高客车蒙皮平整度和刚度,从而提高整车外观质量。刘学渊在薄板辊形技术在客车制造中的应用中,叙述薄板辊形技术的原理和在车身重要部位——蒙皮的加工应用状况,并将该工艺和产品设计相结合进行讨论。图14为某车形车身侧边蒙皮断面图。

(6) 其他产品 汽车行业其他应用辊压的零件,如汽车

座椅导轨、卡车的货箱板及边板等(见图15)。

6. 辊压工艺的发展趋势及展望

传统辊式辊压成形工艺可以生产大批量的等截面的产品。但对于型材而言,截面不同承载能力不同。如图16所示,三种不同截面其承载能力对比为1:5:15。

随着市场竞争的加剧,以及节能环保的要求,需要产品的改变能适应更多的变化。按更合理力学性能设计型材断面,不仅提高构件承载能力,还可减轻结构重量,实现节能节材环保。因此,在汽车轻量化研究领域,采用先进高强度钢(AHSS)的辊

压成形及三维变截面辊压成形是辊压成形新技术发展的方向。

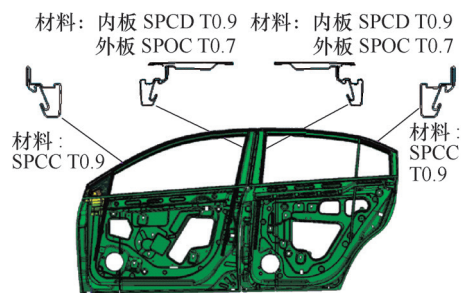


图13 车门窗框典型断面

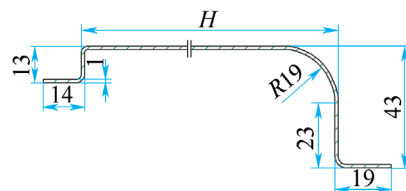


图14 车身侧边蒙皮断面

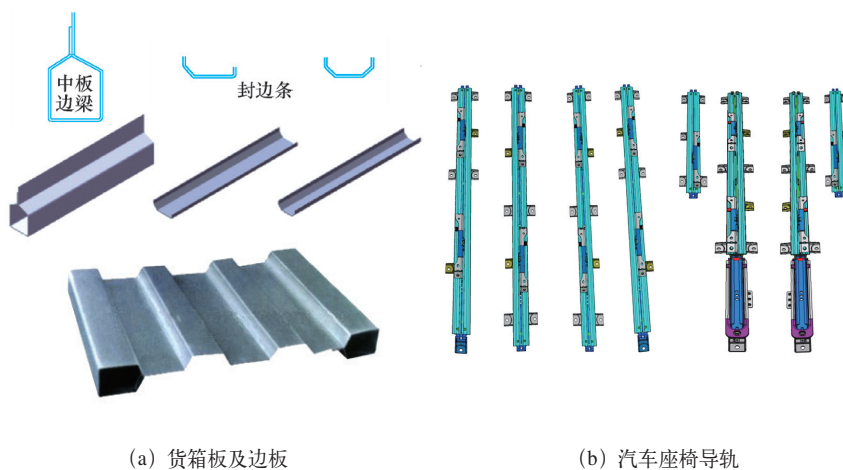


图15 其他产品

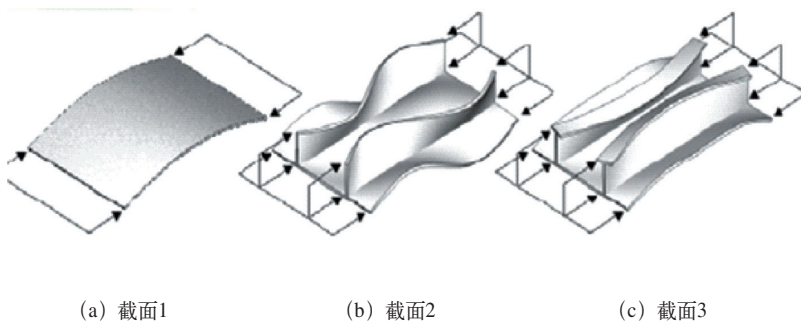


图16 不同截面承载能力对比1:5:15

MW