

一种3mm厚汽车热成形产品的研究

文 | 向崎峰 · 东风本田汽车有限公司采购部

随着汽车工业的高速发展，安全、环保、舒适和节能已经成为当前汽车行业追求的目标，采用超高强度钢板制造车身结构件是实现车身轻量化和提高汽车碰撞安全性的有效途径。但是强度越高，传统冷成形就会越困难。热成形作为一种能显著提高零件强度且回弹小的工艺，目前已经在汽车安全件、结构件上得到广泛应用。

随着各种形式新能源汽车的普及，由于动力系统的巨大变化，整车重量普遍提升数百公斤，这给车辆的被动安全和动力性经济性提出了很高的挑战。为适应这种变化，白车身的安全件需要兼顾加强和轻量化，这就为更高强度的热成形钢应用创造了机遇。从国家逐步完善的车辆安全法规，也可以看出对驾驶员及乘客的安全保护要求越来越高。因此在保证安全的前提下尽可能减轻车身自重已成为汽车工业的重要目标，而多种热成形工艺共存，定制化强度的技术方案也因此而得到研发与应用。

目前白车身热成形零件厚度均保持在0.8~2.5mm以内，超厚板的热成形产品开发是目前国内外热成形行业的痛点和难点，本次3mm厚热成形产品的开发项目研发成功将带来技术上的突破和领先。

本文通过这种零件的实例，对热成形超厚板零件的开发

进行了深入研究，能够给以后类似问题的解决带来帮助。

工作原理

一般是将基材为22MnB5的超高强钢加热到900℃以上，使其金属组织发生相变，从铁素体转化为奥氏体后，机械手将红热料片快速转移到压机中冲压成形，并在模具中保压5~10s，实际保压时间跟料厚成正比增加。通过模具结构中的循环冷却水道，快速冷却到200℃左右，得到马氏体组织的半成品零件，最后激光切割工序得到成品零件。马氏体组织的零件的抗拉强度可以达到1500MPa以上，屈服强度达到950MPa以上。是很好的高强度零件，可以取代掉很多白车身中的加强件，满足汽车市场追求更轻更强的目标。

生产流程

生产流程为：开卷落料→板料堆垛→加热炉加热（钢板在辊底式加热炉中加热，形成奥氏体组织）→自动化转移（通过机械手快速转移加热后料片）→成形、冷却（通过模具内部加工水道，使料片在成形过程同时快速冷却，金相组织发生变化）→随室温冷却，得到抗拉强度很高的零件→激光切割成品（使用激光切割机加工产品边线及孔）→喷丸涂油（该



图 1 热成形工艺生产流程

i 项目采取非的镀层板零件，喷丸清除零件表面氧化皮，涂油防锈），如图 1 所示。

工艺分析

因原始产品尺寸过小，展开后料片长度不足 500mm（不便辊底式加热炉生产，易出炉歪，影响投料）故采用如图 2 所示产品连料方案；不仅解决了小料片出炉不正的问题，同时也降低了冲压成本。



图 2 连料料片



图 3 连料半成品

CAE 模拟

我们使用仿真软件进行模拟成形，最关键的是输入材料的特性参数，并且根据零件造型设置工具体，模拟结果主要参考材料的变薄率，只要不出现开裂和起皱现象即可。



图 4 工具体设置



图 5 减薄分析



图 6 起皱分析

可以看出零件减薄超过最高限值，存在减薄开裂风险，故提出零件修改意见，如下图 7 所示。

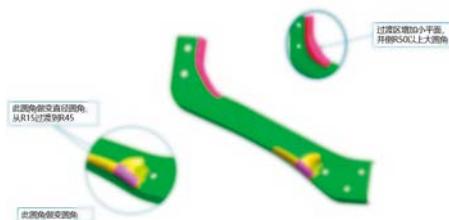


图 7 ECR 分析

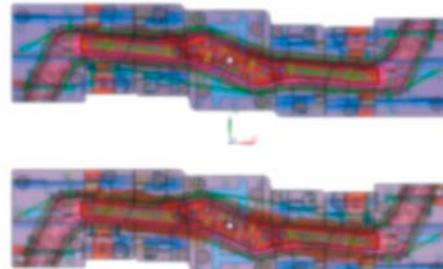


图 9 镶块水路图

模具开发实物

根据成形分析结果，设置了下模一个浮动块，上模三个压料芯，模具采用一模两腔的设计，并且在镶块中设置直通式冷却水路。

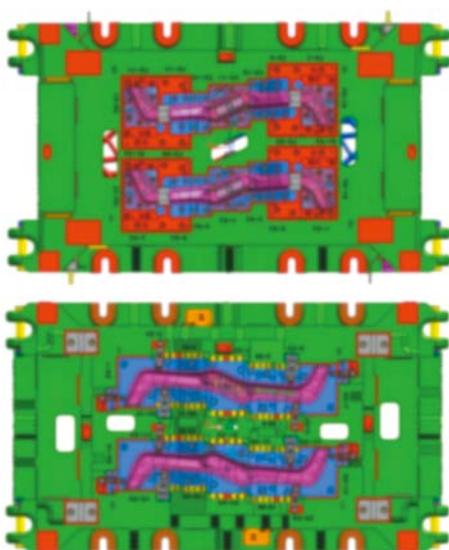


图 8 模具图

产品实物性能实验

拉伸性能要求：屈服强度 $\geq 950\text{Mpa}$ ，抗拉强度 $\geq 1300\text{Mpa}$ ，断后延伸率 $\geq 5\%$ ，硬度 $> 400\text{HV}$

(1) 测试项目：拉伸性能。

测试结果见表 1。

(2) 测试项目：维氏硬度。

测试结果见表 2。

热成形超厚板与普通厚度板开发对比

第一，在自动化方面，开发了超厚板热成形专用自动化生产线设备，使搬运能力翻倍，防止端拾器抖动，影响自动化投料的稳定性；第二，在镶块材料方面，超厚板要求高导热性的镶块材料，至少选取 B 级以上材质，提升热传导率，确保板料均匀淬火；第三，料片加热时间和保压时间随零件料厚成正比增加，对生产节拍会有上升。

表 1 拉伸性能测试结果

样品编号	测试项目	试样截面尺寸	拉伸强度 Rm (MPa)	屈服强度 Rp0.2 (MPa)	断后延伸率 A25(%)	结论
		宽 * 厚 (mm)				
技术要求	/	≥ 1300	≥ 950	≥ 5	/	
T1	6*3.0	1418	1002	5.5	合格	

表 2 维氏硬度测试结果

样品编号	硬度类型	测试结果				技术要求	结论
		1	2	3			
1	H1	455	468	417	447	> 400	合格
2	H2	477	487	477	480	> 400	合格
3	H3	451	475	461	462	> 400	合格

结束语

目前超厚板项目已经顺利大规模量产，生产过程中，自动化顺畅且零件质量状态稳定，有效解决了原先铸铝件开裂的问题。最重要的是在中国市场上首次突破了热成形材料料厚范围，从 0.8 ~ 2.5mm 突破到了 3 ~ 6mm，成功提升了这种产品的市场潜力。

热压成形工艺的发展正在逐步向机械化，自动化和快速化转变。随着全球能源的匮乏，节能环保，低碳，和安全已经成为汽车工业的主要研究方向。随着人们环保，出行安全意识的不断加强，热冲压零件的经济性的提高，未来很长一段时间里，越来越多的国内主机厂会大量的将热成形零件运用到白车身。MFC