汽车外覆盖件锯齿形板材多产品共用落料模的研究与应用

文 | 朱良辉、赵淮北、黄晓峰、钱胜兵 · 安徽江淮福臻车体装备有限公司

结合汽车覆盖件开卷落料模具的实际应用特点进行了研究分析，设计了一种可以多产品共用的开卷落料模具结构，提高了模具的利用率，大幅度的降低了模具的开发成本，为生产单位减少了模具的存放空间，提高了场地利用率。经实际生产验证，该结构简单有效，定位可靠，对汽车覆盖件的类似模具开发中有一定的参考作用。

关键词：锯齿形板材，落料模具，材料利用率，可移动式定位板，落料模，结构。

引言

随着汽车工业的不断发展，每年汽车行业都会推出很多车型，对于同一个平台，可以开发出很多不同的车型，特别是年度车型，基本上都是在原车型的基础上，进行加宽、加长、或者是局部造型更改，又或者是一些具有家族特点的车型，在这些具有代表性特点处的结构件，不同的车型，轮廓造型基本一样，特别是现在为了提高板材的利用率，采用锯齿形料边，这种情况下很多产品的板材除了长、宽尺寸不同，其他的特征尺寸是一样的。传统的模具开发理念是一个产品件开发一套模具，以满足生产需求，在实际设计、生产过程中存在以下问题。

汽车模具的开发成本在 5 万元 /t 左右，以一般的中型落料模为例计算，其外形尺寸为 2400mm × 1200mm × 900mm，一副模具的质量为 6.76t，开发费用为 6.76 × 5=33.8 万元，如之前开发的某车型的落料模具为 12 个产品共用一副落料模，如果按传统的开发理念，就需要多开发 11 副模具，其开发成本就相应的增加了 33.8 × 11=371.8 万元。

模具外形尺寸较大，多开发的模具会占用冲压车间大量的存放空间，并增加车间的维护成本。

生产过程中，不同产品的模具需要切换，起吊、安装、拆卸、调整会浪费大量的生产时间，生产效率低。

如何在模具的开发过程中避免出现上述问题，是模具工装开发的重点，通过对材料成型的分析及开卷落料模的结构特点进行研究分析，使用锯齿形板材可以提高材料利用率，同时采用一种可调节式定位实现不同尺寸的板材共用一副落料模进行生产，以提高生产效率、降低模具的开发成本，有效地解决上述问题。

本文通过对锯齿形板材及多产品共用落料模的分析，得出一种可以提高材料利用率的工艺方案和多产品共用模具的结构形式，为其他类型模具的开发提供参考。

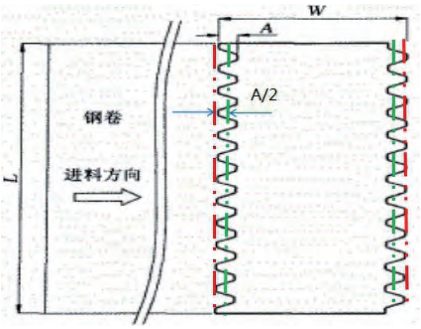


图 1

锯齿形板材材料利用率分析

常规的工装开发使用的板材为矩形板材，把成型板材由常规的矩形板材改为锯齿形板材进行 CAE 分析，经过多次验证发现，当锯齿的波峰波谷的尺寸在一个合理的范围内，能够实现板材成型，同时成型过程中的起皱开裂情况有所减缓。如图 1、表 1 所示，当把板材由改为锯齿形板材后，板材的最大轮廓虽然还与常规的矩形板材相同，但是板材实际使用的尺寸减少了一个波峰 + 波谷的宽度。这样当我们的生产量很大时我们就可以节省非常多的原材料，从而降低的成本，提高了材料利用率！

锯齿形板材成形性分析

现结合某款新车型里前围外板就矩形板材及锯齿形板材的成形性分析进行对比。

方案一：矩形板材成型

通过分析，矩形板材成型状况良好，成型充分，无起皱开裂等缺陷，符合冲压成型要求！具体成行情况如图 2 所示。

方案二：锯齿形板材成型

锯齿形板材锯齿的波峰与波谷的落差为 50mm，通过分析锯齿形板材成型

表 1

序号	料宽 / mm	锯齿 A/ mm	节省率	锯齿 A/ mm	节省率	锯齿 A/ mm	节省率
1	300	20	6.67%	35	11.67%	50	16.67%
2	400	20	5%	35	8.75%	50	12.5%
3	500	20	4%	35	7%	50	10%
4	600	20	3.33%	35	5.83%	50	8.33%
5	700	20	2.86%	35	5%	50	7.14%
6	800	20	2.5%	35	4.38%	50	6.25%
7	900	20	2.22%	35	3.89%	50	5.56%
8	1000	20	2%	35	3.5%	50	5%
9	1100	20	1.82%	35	3.18%	50	4.85%
10	1200	20	1.67%	35	2.92%	50	4.17%
11	1300	20	1.54%	35	2.69%	50	3.85%
12	1400	20	1.43%	35	2.5%	50	3.57%
13	1500	20	1.33%	35	2.33%	50	3.33%
14	1600	20	1.25%	35	2.18%	50	3.13%
15	1700	20	1.18%	35	2.09%	50	2.94%
16	1800	20	1.11%	35	1.94%	50	2.78%

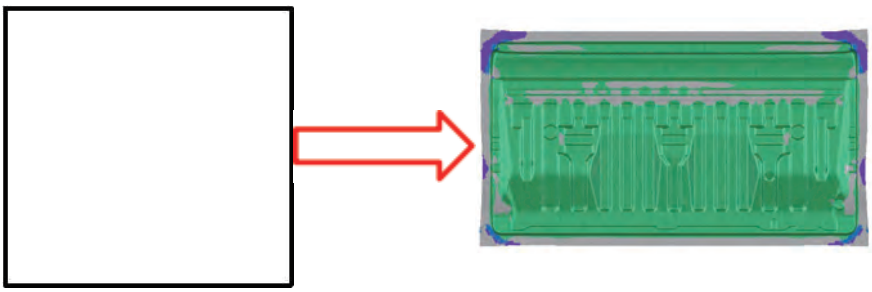


图 2 矩形板材的成行情况

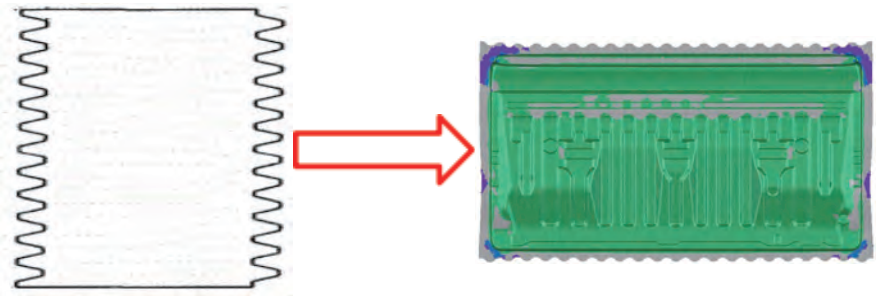


图 3 锯齿形形板材的成行情况

状况良好，成型充分，无起皱开裂等缺陷与矩形板材的成型情况相近，符合冲压成型要求。具体成行情况如图 3 所示。

对比方案一和方案二，两种方案均能实现成型，且成型效果均能满足使用要求，但是在材料的使用上单片锯齿形板材节省了 50mm 宽的原材料。由此可见使用锯齿形板材可以起到提高材料利用率降低原材料成本的作用。

锯齿形板材应用的经济效益分析

经分析统计，锯齿高度 A 值在 25、35、50 是最佳的尺寸，根据统计常规使用的锯齿形板材，材料利用率可以提高 3% 左右。如表所示，常规的发盖内外板，每个产品件可以节省 2.87 元的原材料成本；常规的地板，每个产品件可以节省 3.23 元的原材料成本。表 1 为不同尺寸的板材在不同锯齿高度的情况下的材料节省率。

据统计冲压成本占整车成本的 39%，钢板成本占冲压成本的 91%，矩形料片占冲压材料的 70% 左右。按照 10 万元 / 车的价格核算，采用锯齿形料片每台车可以降低成本 100000 × 0.39 × 0.91 × 0.7 = 745 元。

因锯齿形板材的锯齿高度 A 值在 25、35、50 是最佳的尺寸，这样只需要开发三副落料模，使用一种可调节式定位板，就可以实现此类产品件所有板材的落料工作。所有的弧形料、矩形料均可更改使用锯齿形板材。以量产 30 万的车型计算，三副模具的开发成本大约 90 万元，每台车节省原材料 745 元，扣除原材料开发成本，一个车型大概可以节约 2.226 亿元的原材料成本。

多产品共用开卷落料模工艺分析

现结合某款新车型里 12 个产品采用锯齿形板材共用一副落料模的开发实例，阐述阐述该落料模的工艺布局及结构设计，介绍可调节式定位板的结构及工作原理。

目前国内外大型汽车企业很多产品均采用开卷落料模的生产形式，以提高生产效率，降低用工成本，避免人工搬运过程中对板件的损伤，根据该车型此付落料模的开发实例，此副模具 12 种产品共用，以最大料边为基准开发模具，其他 11 种产品根据其具体的料边尺寸，在模具中调整定位板的位置，经过对排样工艺及模具结构分析，将其设计成如图 4 所示的排样。

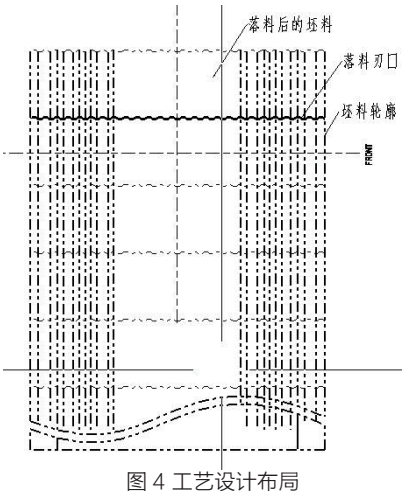
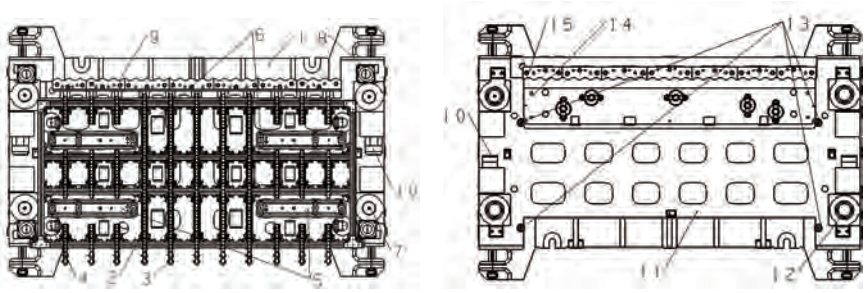


图 4 工艺设计布局

多产品共用开卷落料模结构设计及工作原理

多产品共用开卷落料模结构分为上模、下模 2 个部分，如图 5 所示，上模和下模依靠导柱 7 和导套 12 配合导向，上模修边刀块 15 和小莫修边刀块 9 相互作用完成落料工作。浮料机构 4 安装在下模座 1 上，托料架 2 安装在浮料机构 4 上面，通过浮料机构内部弹性元件一定行程的上下运动，带动托料架 2 上下活动，实现托料功能。滚轮组件 3 安装在托料架 2 上，当板件通过送料机向前送料时，托料架 2 处于顶起状态，板件在滚轮上滑动，避免板件与模具上其他尖锐部位接触，对板件产生损伤，同时因为滚轮的转动，摩擦力小，使得板件送料轻松顺畅。导柱 7 安装在下模座 1 的四角，最大限度的保证上下模的导向稳定。下模修边刀块 9 通过螺销钉固定在下模座 1 上。缓冲氮气弹簧 8 安装在下模座 1 的四角，处于导柱 7 外侧，工作时起缓冲作用，减小模具震动，降低噪音，非工作状态时，由于其能够提供 1.5 ~ 2 倍模具重量的作用力，可把上模顶起，使得模具的弹性元件处于非受压状态，延长弹性元件的使用寿命。可调节定位机构 5 通过螺销钉固定在下模座 1 上。压料芯 14 固定在上模里，其下方设置有弹性元件，为压料芯提供压力，当模具工作时，压料芯 14 提前压料，确保上下模修边刀块工作时板件不会移动。先行器 13 安装在上模座 1 上，其位置与下模浮料机构的中心对应。导套 11 安装在上模四角，其位置与导柱 7 的中心对应。上模修边刀块 15 通过螺销钉固定在下模座 1 上。防侧向力机构 10 设置在上下模两端的中间位置，用于消除单边切边产生的侧向力。

当模具打开时，开卷板料进入模具，浮料机构 4 内部弹性元件释放压力，带动托料架 2 及滚轮组件 3 向上运动，将板件托起，可调节定位机构 5 上的导向



下模俯视图　　上模仰视图

图 5 多产品共用开卷落料模结构

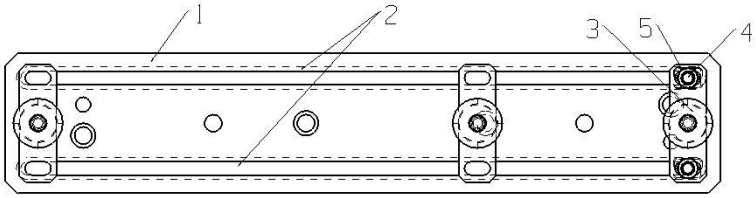


图 6 可调节定位机构示意图

滚轮 6 进行导向，当板件前端运送到下模座上的首片料基准线位置时停止，此时上模座 11 随压力机上滑块向下运动，导套 12 首先与导柱 7 接触，对上下模进行导向。防侧向力机构 10 的导板与导滑面接触。接着先行器 13 与浮料机构 4 接触，带动浮料机构 4、托料架 2、滚轮组件 3 向下运动，板件与下模修边刀块接触。然后压料芯 14 接触板件，开始压料工作。接着上模修边刀块 15 与下模修边刀块 9 相互作用，完成落料工作，落料件会落在传送机构上，运送到下一工序。上模向上运动，压料芯 14 脱离板件，先行器 13 脱离浮料机构 4，浮料机构 4 回程，带动托料架 2、滚轮组件 3 向上运动，板件脱离下模修边刀块 9，板料在送料机的作用下向前移动一个步距。上模继续向下运动，完成下一冲次。

说明：1. 下模座；2 托料架；3. 滚轮组件；4. 浮料机构；5. 可调节式定位机构；6. 导向滚轮；7 导柱；8. 缓冲氮气弹簧；9. 下模修边刀块；10. 防侧向力机构；11. 上模座；12. 导套；13. 先行器；14. 压料芯；15. 上模修边刀块。

可调节定位板的结构及工作原理

可调节定位机构在该模具上的应用是实现多产品共用落料模的关键，结构如图 6 所示。该结构分为安装座、导向滚轮和内六角螺钉和螺母 4 个部分，安装座 1 中间部位设置螺销钉孔，用于可调节式定位机构的固定。安装座 1 的前后侧设置有 T 槽 2，T 槽 2 上部宽度为内六角螺钉直径 + 1mm，下部宽度为外六角螺栓 T 头部位两平行面间距尺寸 + 0.5mm，该 T 槽能够防止外六角螺栓转动，方便螺母的安装。导向滚轮 3 通过两组外六角螺栓 4 和螺母 5 固定在安装座上。

当不同种类的板料切换时，使用扳手松开螺母 5，调整模具所有两侧的导向滚轮 3 的位置，使两导向滚轮的间距匹配所切换板件的外部轮廓，从而实现切换功能。

说明：1. 安装座；2.T 槽；3. 导向滚轮；4. 外六角螺栓；5. 螺母

多产品共用开卷落料模应用的经济效益分析

经济性方面：以一般的中型落料模 30 万使用寿命为例，使用可调节式定位板，一副模具可满足 12 个产品件共用的生产需求，使用普通的定位板则需要开发 12 副模具，可节省开发 11 副模具；按 5 万元 / 吨的模具开发价格，模具开发成本可节省 371.2 万元。

场地使用方面：一副模具占地 4m^2/副，采用两副堆放的存放方式，则可以节省场地 20m^2。

安全性方面：可调节式定位板的导向滚轮紧固，采用的是偏心防松脱螺母，定位稳定可靠，质量有保证。

结束语

结合锯齿形板材及开卷落料模的结构特点进行研究分析，通过工艺布局的合理安排，可以很大程度的提高材料的利用率，降低原材料的使用成本；同时采用一种可调节式定位机构，从而实现不同尺寸的板材共用一副落料模进行生产，提高了模具的利用率，一副类似的模具可节约开发成本达 370 万元左右，大幅度的降低了模具的开发成本，为生产单位减少了模具的存放空间，提高了场地利用率。经实际生产验证，该结构简单有效，定位可靠，对汽车覆盖件的类似模具开发中有一定的参考作用。MFC