

发盖内外板共模生产方案对比浅析

文 | 薛文康, 刘志强, 庞高磊 · 广汽乘用车有限公司

前言

伴随着国内新能源汽车开发的热潮,越来越多的企业加入到这场白热化的竞争中来。各大主流车企新车型投放的速度越来越快,新车型开发的周期也越来越短。同时,随着合资品牌价格不断下探,这对自主品牌的车型开发提出了更高的要求。如何快速开发高品质、低成本的新车型,成了自主品牌的发展课题之一。

冲压是汽车制造四大工艺之首,主要负责生产汽车车身覆盖件。冲压车间的主要考核指标有生产效率、报废率等。如何提高生产效率来降低单台成本,成为各冲压车间常年围绕开展的课题。主要从几个角度考虑:导入先进的生产设备、优化生产工艺流程、优化模具工艺、结构来降低模具故障率等。其中,模具共模、并模工艺因为能够在一个冲压循环内同时生产出两个零件,大幅提高生产效率,在各大主机厂中运用越来越多。本文通过还原某自主品牌开发首个发盖内、外板共模模具的检讨过程,对并模、

共模工艺开展研究,并给出指导意见。

并模和共模方案的选取

并模 / 共模工艺特点对比

并模跟共模都是较为常见的两种模具工艺,其主要差异在于是否共用模座,有无使用垫板。其中并模是通过垫板将两个单独的模具并装到一起生产,而共模则是在同一个模座中,同时布置两个零件。其中共模又存在

一模双腔与一模单腔两种形式。一模双腔,即两个零件的凸模是左右分开

的,从拉延工序其便是单独成型;而一模单腔,则是在拉延工序,由一个凸模将两个零件都成型,在后工序分离。

常见并模 / 共模零件

如表 1 所示,在过往车型中,一般车门内外板、左右翼子板等左右件对称的一般采用共模的形式;而发盖内外板、尾门内外板等产品轮廓类似、大小相似的零件,通常采用并模的形式。

并模和共模方案的选取

随着汽车覆盖件开发工艺不断成熟,越来越多的主机厂开始将发盖内外

表 1 常见并模 / 共模零件统计

类型	特点	常见应用零件
并模	1、两个零件两组模具,通过垫板连接到一起; 2、可拆分成两套模生产	1、发盖内外板 2、尾门(行李箱)内外板 3、前后地板
共模	1、两个零件共用一个模座,无垫板; 2、不可拆分成两套模生产	一模单腔 1、左右前门外板 2、左右前门内板 3、左右后门外板 4、左右后门内板
		一模双腔 1、左右翼子板 2、发盖内外板 3、尾门内外板

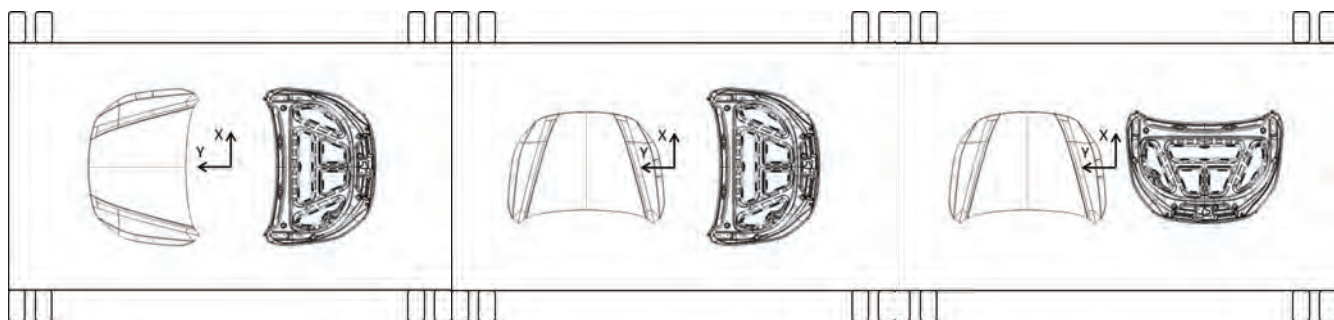


图1 发盖内外板共模三类摆放方案

表2 三种摆放方案模具尺寸、重量预估统计表

	方案一		方案二		方案三	
	预估数值	判定	预估数值	判定	预估数值	判定
模具尺寸/mm (工作台尺寸 5000mm*2500mm)	4200*2450*1100	OK	4830*2450*1100	OK	5360*2070*1100	OK
模具重量/T ($\leq 39T$)	36.5	OK	39	OK	38.4	OK

板、尾门内外板等零件做成共模的形式。

某 SUV 车型发盖内、外板零件长约 1.6m, 宽约 1.0m, 检讨使用共模或并模工艺设计。因并模设计需安装垫板, 需首先确认模具是否超重。根据发盖零件尺寸, 预估发盖外板模具尺寸约为 2450mm × 2300mm, 发盖内板模具为 2450mm × 2200mm, 根据由过往车型模具大数据分析得出的重量计算公式, 可大致评估发盖内、外板模具重量为 35.5t, 加上垫板约 8.8t, 模具总重达 44.3t, 远超出该生产基地 40t 天车的额定载荷, 因此在检讨过程中, 并模方案被否决, 需考虑共模设计。

由此可见, 对于并模工艺而言, 在有限的设备能力下, 因垫板的使用, 大大降低模具本体重量的设计上限, 对零

件尺寸大小及造型复杂程度提出了要求。对于零件而言, 产品尺寸减小, 模具尺寸也会相应减少, 从而降低重量。另外, 合适的造型及工艺设计, 比如翻边工序, 在满足滚边/包边角度的前提下, 使用正翻边可大大降低结构复杂程度, 从而实现模具减重。

零件摆放形式的对比

对于发盖内外板共模设计, 根据内外板相对位置差异, 共存在 16 种摆放形式。根据 16 种布置特点, 可分为 3 类, 如图 1 所示: “背靠背”型 (方案一, 有 4 种类似摆放)、“T”型 (方案二, 有 8 种类似摆放)、“肩并肩”型 (方案三, 有 4 种类似摆放)。方案一目前行业内有较多同行采用, 方案二、三暂

未发现有应用实绩。本文主要抽取以上三种代表性方案, 针对生产线匹配、工艺设计、结构设计等相关课题进行对比分析。为方便对比, 定义工作台中心为坐标原点, 送料方向为 +X 向, 送料方向左侧为 +Y 向, 如图 1 所示。

模具重量及尺寸

为考虑生产基地匹配, 首先需考虑模具尺寸、重量是否超出工作台的约束条件。同并模分析类似, 也是根据零件尺寸及造型特点, 预估工艺排布及结构设计, 从而评估出模具尺寸。利用车型大数据分析得出的重量计算公式, 可预估模具重量。计算所得相关信息如下:

从以上表格可看出, 除方案三模具尺寸超出工作窗台尺寸外, 其余指标均符合该生产线的约束条件。方案一是三

表3 发盖内外板工序排布

工序	零件	发盖外板	发盖内板
OP10		DR	DR
OP20		TR+CTR	TR+CTR+PI
OP30		TR+CTR+CFL	TR+CTR+PI+CPI
OP40		CFL+FL	PI+CPI+RST

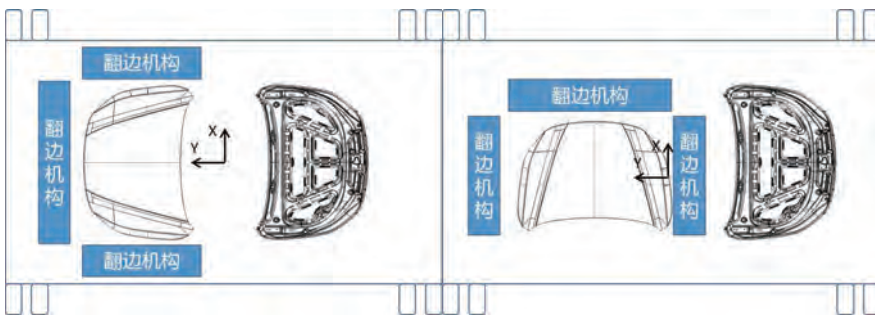


图2 方案一与方案二翻边工序结构示意图

种方案中尺寸最紧凑，模具最轻的方案。对于方案三，长度超标主要有两方面原因：

(1)两个零件长度方向与模具长度方向一致，导致模具呈“长条”形，长度最长，宽度最窄。

(2)发盖内外板两侧修边角度通常无法满足正修工艺，需使用斜楔修边，结构所占空间较大，增加模具长度。

因此，在该车型中，方案三摆布方式不可行。

模具起吊偏载

分析零件产品数据，结合发盖零件特点，可基本列出发盖内外板零件各工序工作内容排布内容如表3。

对于侧修边、侧翻边等工作内容，因斜楔及凸模回退机构布置，会使模具

局部重量集中。在工艺设计阶段，需充分考虑两侧外板与内板工艺排布的平衡性，确保结构设计时两侧重量尽可能均匀。结构设计阶段，也需要结合建模软件重心分析功能，评估偏载程度，并对偏重部分适当减重，偏轻区域适当设计预留配重。

对于方案一，因发盖外板、发盖内板基本处于对称状态，因此修边工序内外板零件基本可通过相似的工艺布置，使结构尽可能相似，偏载较易处理。而侧翻边工序因结构形式，如图2-a，则外板普遍比内板区域重，即重心偏向Y向，需尽可能考虑多工序翻边，减少两侧重量差异。

方案二则较方案一复杂许多，如图2-b，除了Y向偏心外，还需考虑X向

的偏心，对工艺、结构设计要求较高。方案三情况也与方案二类似，此处不作展开。

拉延顶杆布置

对于拉延模而言，在条件允许情况下，需设置尽可能多顶杆，且需考虑数量平衡。

对于方案一，在工艺设计过程中，较容易做到外板、内板零件沿X、Y方向对称，因此顶杆基本也可对称布置。对于方案二，因内外板长边在机床上位置不一致，外板、内板在X、Y两个方向，使用的顶杆排数不一致，需根据设计情况，必要时设定一定数量的平衡顶杆。

调试难度差异

无论是并模设计，还是共模设计，调试难度都较单模大大增加。对于不同的摆放形式，模具的调试难度也会有差异，最主要是体现在模具研合上。众所周知，对于较大型模具，压机挠度会对零件成型造成一定影响，最主流的解决方式是在做加工数据时，进行适当的挠度补偿。对于方案一，设备工作台中部对应发盖的前挡风玻璃部位，产品本身相对较平整，补偿难度相对较小且左右一致性相对容易保证。而对比方案二、方案三，发盖外板两侧反弧面分别位于床台的中部和边部，中部补偿量需大于边部，但仍较难保证两侧状态一致，对应调试阶段课题即研合难度大，两侧零件面品一致性差。

自动化差异

自动化方面主要需考虑几个方面：线首通过性（清洗机、线首皮带等）、端拾器通过性、过程送料可行性、线尾下料可行性及装箱可行性。线首通过性

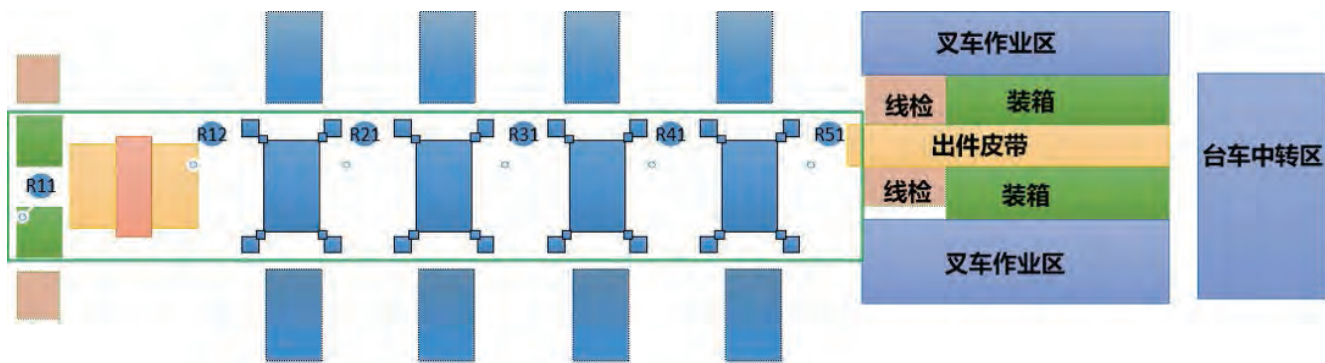


图3 某生产线布局示意图



图4 不同方案不同投料方式零件与皮带位置示意图

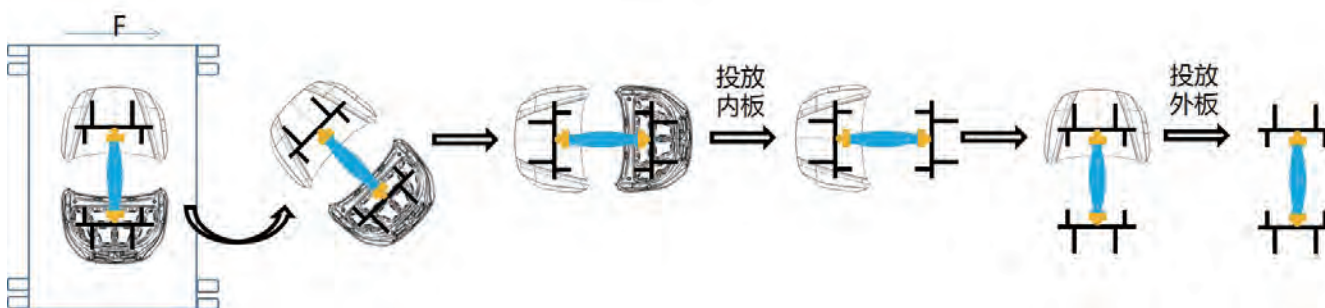


图5 方案一二次投料过程示意图

主要考虑两种材料放置形式的尺寸大小是否满足设备的约束条件；过程送料可将两个零件看成一个大型零件（如大型SUV、MPV的侧围）进行模拟。本文重点说明线尾下料可行性。

首先介绍一下某生产线相关信息：共四工序，为机器人线（最后一台机器人命名为R51），线尾单皮带宽1.8m，相对位置如图3示意。

对于不同的摆放方式，为充分考虑

装箱作业可行性，下料方式略有不同。对于方案一，若零件从OP40取出后通过旋转，直接一次下料，零件在皮带上的位置如下图4-a，取件装箱作业过程中，外板零件容易刮伤皮带，且零件易

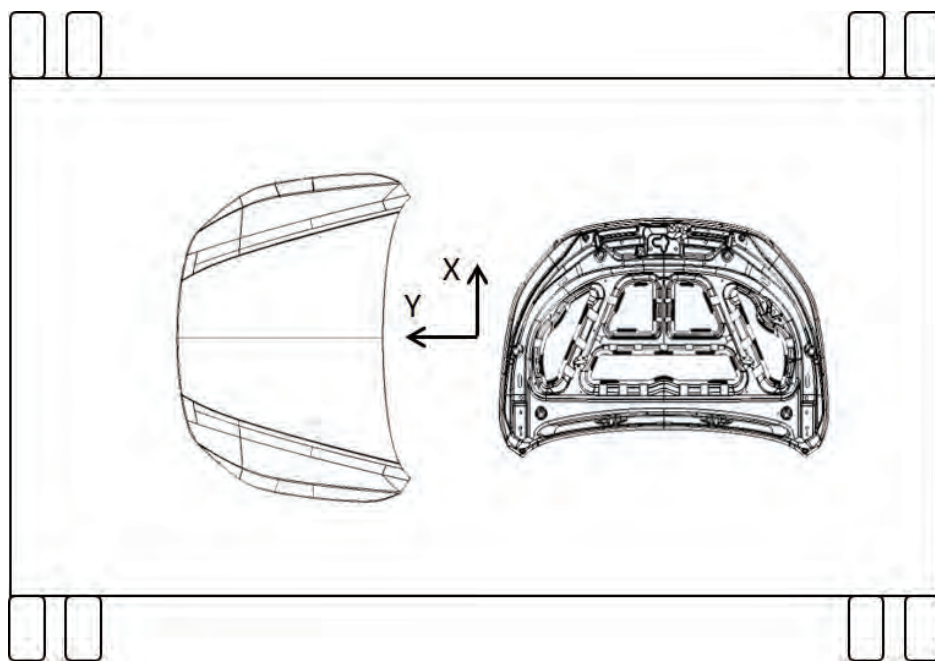


图6 另一种“T”型摆放方案

损坏。因此，对于单皮带生产线而言，方案一需考虑分两次下料。

零件从 OP40 取出时，通过一次旋转 90° 将内板先行投放在皮带上，再往回旋转 90° 将外板放在内板左侧。分两次下料的过程示意如图 5。

经过两次下料，会损失一定的自动化效率，但最终取件装箱作业可行，零件在皮带上位置如图 4-b 所示。对于方案二，则要简单许多，取出时通过旋转 90° 即可一次完成下料，如图 4-c。

但是对于“T”型摆法的另一种类型（在目前方案二的摆法基础上，内、外板各逆时针旋转 90° ），如图 6，则通过一次下料也会出现方案一外板难取件的情况，需二次下料。方案三的情况与方案二一致，通过一次下料就可满足

装箱作业性需求。对于不同摆放形式的共模方案，需结合生产线特性，如皮带数量、宽度，皮带、机器人、压机之间相对位置关系等方面进行综合分析，必要时可运用自动化分析软件进行模拟分析，对自动化可行性及理论生产效率进行评估。

方案建议

通过以上对比，可以看出，除了生产效率外，方案一在大多数方面都具有一定的优越性，这也解释了为什么目前行业内大多采用了方案一的摆放形式。但从分析结果来看，方案二也是可行的。

结束语

汽车覆盖件的生产方案是一个综合性课题，包含产品设计、工艺设计、结

构设计、模具制造调试、生产线匹配等不同专业领域。本文从分析并模、共模方案特点，结合产品实际情况进行方案选取，并对不同摆放形式的共模方案进行工艺、结构、生产匹配等角度对比，对并模、共模生产方案进行初步对比分析，为需采用共模方案的车型提供一定的思路参考。另外，共模模具的加工、制造、调试等方面，也存在许许多多的课题，本文作者将持续跟进研究。希望本文能帮助到您。MFC