

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

本文描述了以发盖内外板为例的汽车覆盖件冲压工艺并模 / 共模方案的选取。通过对比生产线匹配性，来确定采用并模工艺还是共模工艺。同时本文对共模方案下发盖内外板的摆放形式进行了方案对比研究，并给出了指导意见。

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，成了自主品牌的重点发展课题之一。

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体艺，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

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

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：

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	NG
模具重量 / T (≤ 39T)	36.5	OK	39	OK	38.4	OK

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。方案一是三种

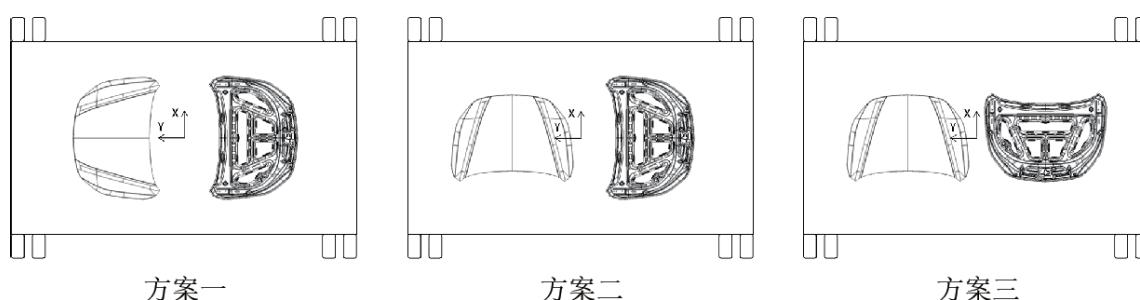


图1 发盖内外板共模三类摆放方案

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下：

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

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 2a，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 2b，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,

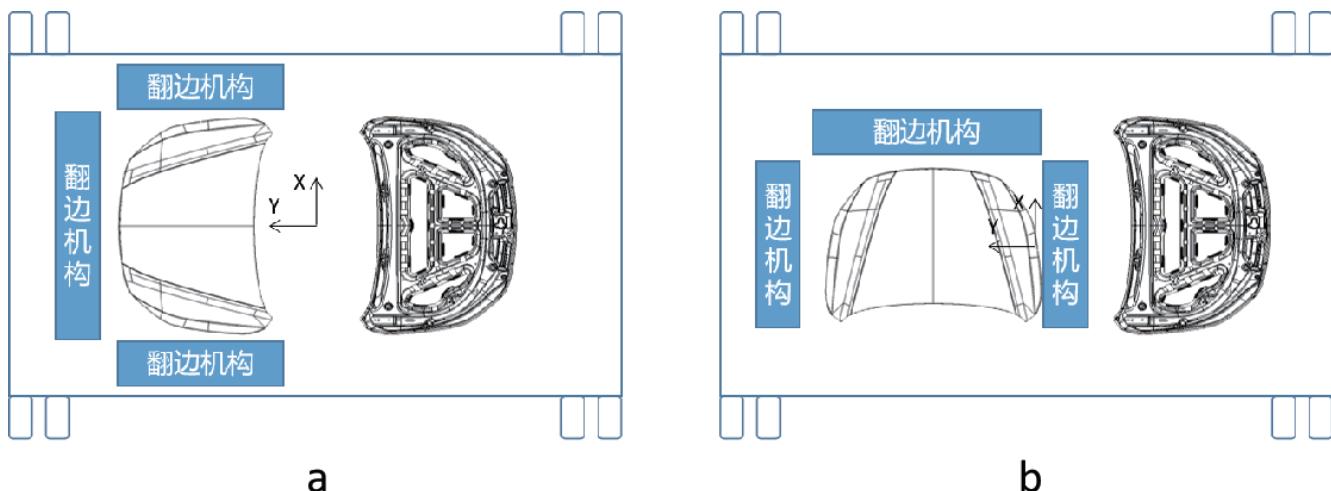


图 2 方案一与方案二翻边工序结构示意图

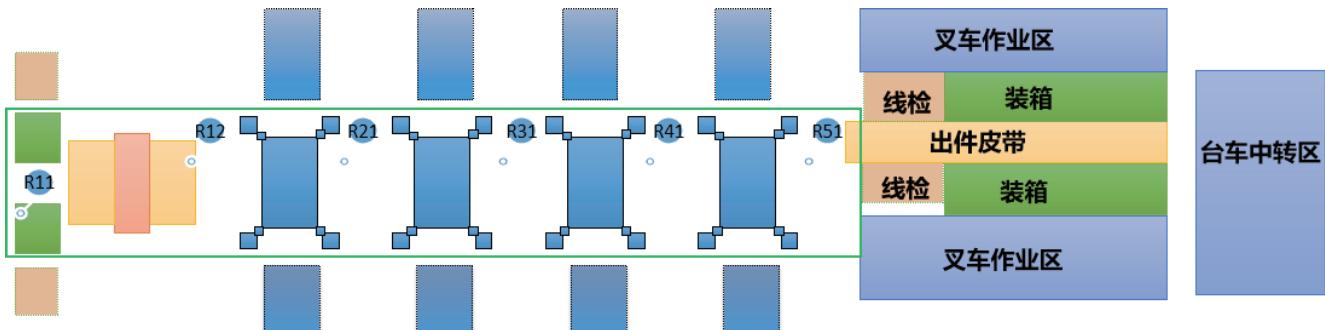


图 3 某生产线布局示意图

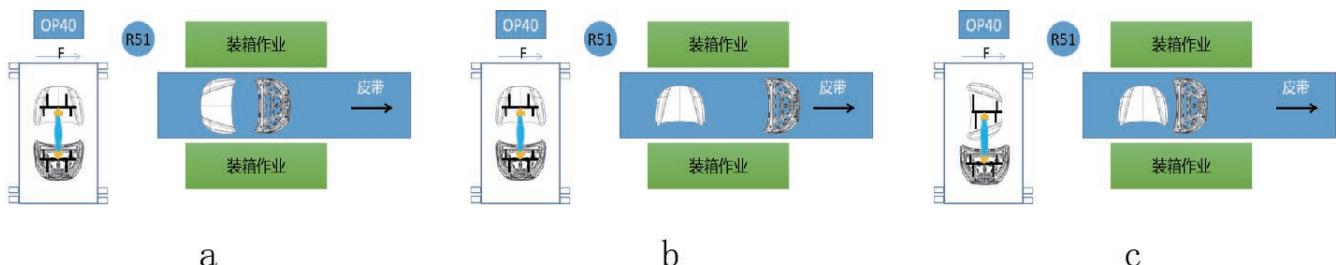


图 4 不同方案不同投料方式零件与皮带位置示意图

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

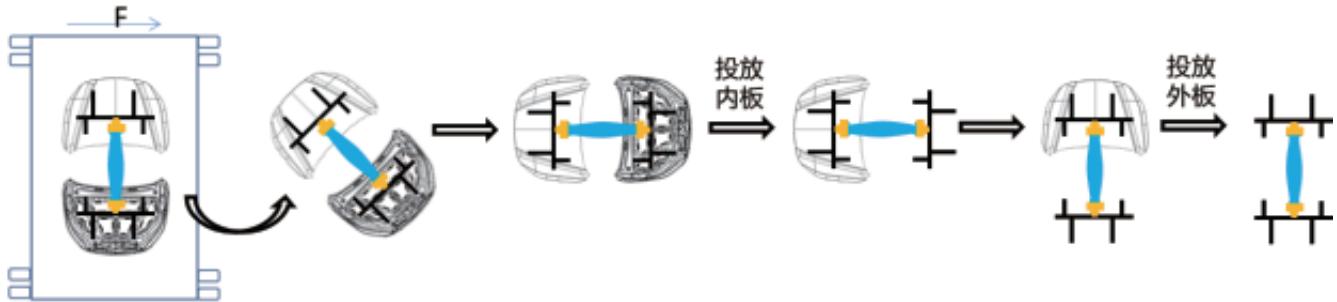


图 5 方案一二次投料过程示意图

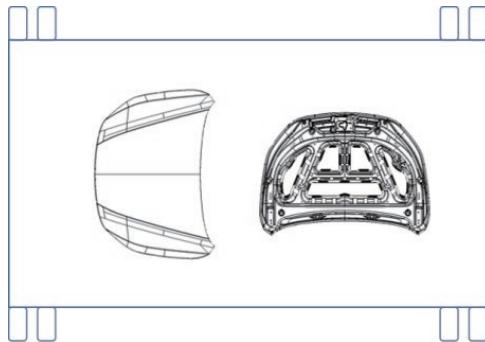


图 6 另一种“T”型摆放方案

件装箱作业过程中，外板零件容易刮伤皮带，且零件易损坏。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 4b 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 4c。

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