

浅谈气缸在汽车覆盖件模具中的运用

文 | 袁培 · 广汽传祺汽车有限公司

引言

汽车覆盖件模具作为生产汽车覆盖件的关键工艺装备，对覆盖件的尺寸精度、零件派生和生产效率起着决定性作用。在汽车覆盖件模具的设计与制造过程中，合理选用和配置各种功能部件至关重要。气缸以其结构简单、动作灵活、响应速度快、可以与压力机气源实现基准控制等优点，成为汽车覆盖件模具中不可或缺的动力执行元件。通过采用氮气缸或标准气缸，模具能够实现多种复杂动作，如驱动斜楔机构、顶起零件、实现模具派生切换功能等，显著提高了模具的自动化程度和生产效率，确保了汽车覆盖件的高质量生产。因此，深入研究气缸在汽车覆盖件模具中的运用具有重要的工程实际意义。

气缸的定义以及组成

定义

气缸是指引导活塞在缸内进行直线往复运动的圆筒形金属机件。它是一种将压缩空气的压力能转化为机械能，从而实现直线往复运动的气动执行元件。在汽车覆盖件模具以及众多工业自动化领域中，气缸被广泛应用，以实现各种精确的直线运动控制任务。通过对气缸内部气体压力和行程的精确调控，可以使活塞按照预定的行程和速度进行往复运动，为模具的各种动作提供稳定可靠的动力支持。

组成

气缸主要由缸筒、端盖、活塞、活塞杆和密封件等组成，见图1。各组成部分相互配合，协同工作，确保气缸能够稳定、高效地运行。

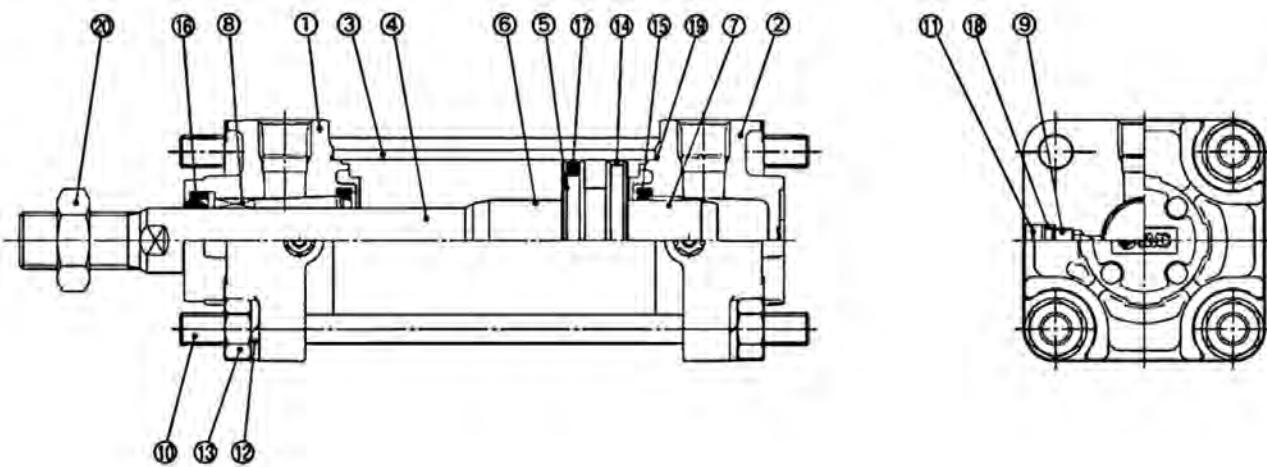


图1 气缸组成

1. 杆侧缸盖
2. 无杆侧缸盖
3. 缸筒
4. 活塞杆
5. 活塞
6. 缓冲套
7. 缓冲套
8. 导向套
9. 缓冲阀
10. 拉杆
11. 弹性挡圈
12. 弹簧垫圈
13. 拉杆
- 螺母
14. 耐磨环
15. 缓冲密封圈
16. 杆密封圈
17. 活塞密封圈
18. 缓冲阀密封圈
19. 缸径密封圈
20. 杆端螺母

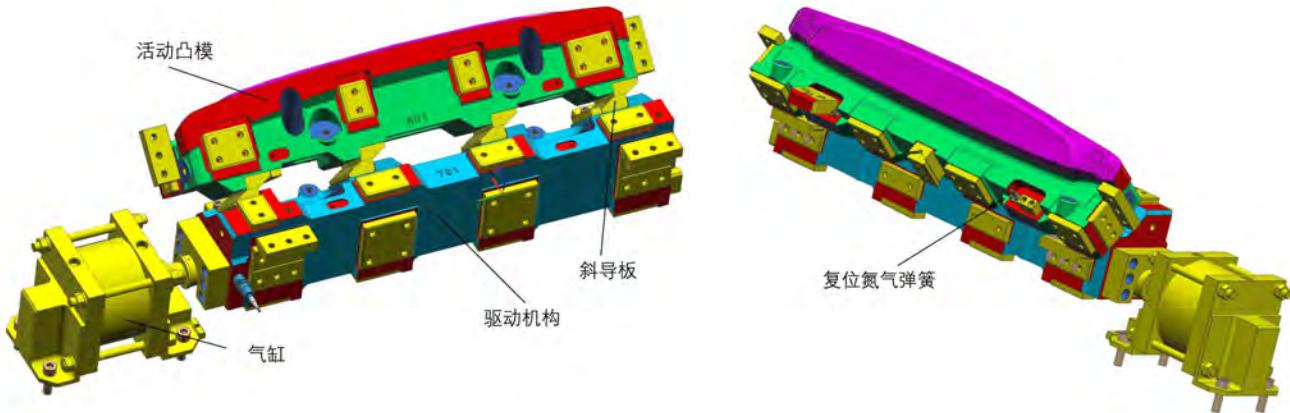


图 2 气缸驱动型斜楔机构

图 3 斜楔复位示意图

在汽车模具中的用途

斜楔机构驱动

(1) 工作原理。

斜楔机构是汽车覆盖件模具中常用的一种机构，它能够将机床的垂直运动转化为水平或倾斜方向的运动，从而实现对零件的特定加工，如侧冲孔、侧翻边等。气缸在斜楔机构中主要起到驱动作用，通过推动斜楔块的运动，进而带动滑块实现所需的水平或倾斜运动。

具体工作过程如下：当模具工作时，气缸的活塞杆伸出或缩回，推动斜楔块沿着特定的导轨进行直线运动。由于斜楔块与滑块之间存在一定斜面角度，根据斜面力学原理，斜楔块的直线运动将迫使滑块沿与斜楔块运动方向成一定角度的方向运动，从而实现运动方向的转换。例如，在常见的侧翻边斜楔机构中，当气缸活塞杆缩回，气缸运动带动驱动机构运动，通过斜导板推动活动凸模向上运动，凸模到位后，上模斜楔机构随压机运动完成翻边工作。如图 2 所示。当气缸活塞杆伸出时，斜楔块和滑块在回程装置（如弹簧、氮气弹簧）以及自重的作用下回到初始位置，准备下一次工作循环，如图 3 所示。

(2) 应用案例及优势。

在某汽车掀背门外板模具中，采用了气缸驱动的斜楔机构进行侧翻边工艺。该掀背门外板的部分区域需要进行垂直方向以外的翻边操作，以满足车身装配工艺和外观要求。通

过使用气缸驱动斜楔机构，能够精确地控制翻边的位置和角度，确保翻边质量的稳定性。与传统的机械驱动方式相比，气缸驱动具有以下优势：

响应速度快：气缸的快速响应时间是衡量其性能的关键指标之一。在工业领域，气缸被广泛应用于自动化设备中，其响应速度直接影响着整个系统的运行效率和生产效益。例如，一个快速响应的气缸可以有效地提高生产线的生产速度，缩短生产周期，降低生产成本。而斜楔机构作为冲压模具中的重要组成部分，其响应速度同样至关重要。通过压机控制气缸的迅速动作，斜楔机构能够迅速响应模具的工作指令，从而实现对材料的冲压成形，大大提高了生产效率。

控制精度高：通过调节气缸的进气压力、流量以及通气的时机，可以精确控制活塞杆的运动速度和行程，从而实现对斜楔机构运动的精确控制。这对于一些对加工精度要求较高的汽车覆盖件模具尤为重要，能够保证零件的加工尺寸精度和表面质量。

模具结构简单、噪声低：相比普通的机械插刀式斜楔机构，使用气缸使得模具设计更加简单、结构更加紧凑，避免因零件过宽导致模具大小超出工作台的情况；同时可以消除机械插刀结构在生产过程中带来的冲击噪声。

安装和维护方便：气缸结构相对简单，体积小，重量轻，便于安装在模具的有限空间内。此外，气缸的维护和检修也较为便捷，出现故障时能快速排查原因，进行拆卸、更换和

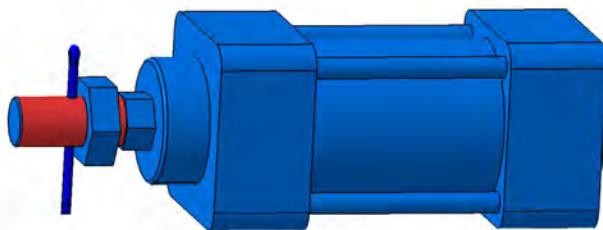


图 4 多边形气缸

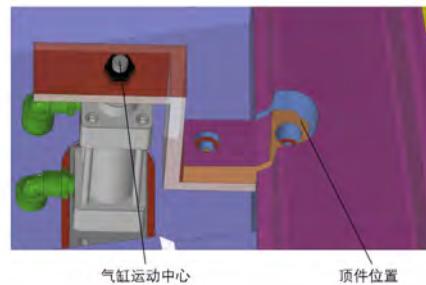


图 5 气缸偏载顶料

维修，从而减少了模具的停机时间，降低了生产成本。

型面顶件气缸

(1) 工作原理。

型面顶件气缸在汽车覆盖件模具中的主要作用是在冲压完成后，将零件从模具型面上顶起，以便机械手或其他自动化设备能够顺利抓取零件，实现自动化生产。在汽车覆盖件的冲压过程中，零件在模具型面的约束下发生塑性变形，完成成形工艺。但冲压完成后，零件往往紧密贴合在模具型面上，加上油膜吸附的影响，若不及时将其顶起，机械手很难准确抓取零件，容易导致零件抓取失败或在抓取过程中对零件造成损伤。型面顶件气缸的应用有效地解决了这一问题，它能够在冲压工序完成后，通过控制压机或者机械手的进气信号控制气缸通气时机将气缸顶起，迅速将零件从模具型面上顶起一定高度，为机械手提供良好的抓取条件，提高了自动化生产的可靠性和稳定性。

(2) 使用注意事项。

建议使用防转气缸：在型面顶件气缸的设计与应用中，气缸活塞的结构形式对顶料效果影响重大。采用六边形活塞形式，如图 4，其特殊形状设计可使其在缸筒内运动时有效防止转动。活塞运动过程中不发生转动，连接在活塞上的顶杆便能始终保持垂直向上的顶料方向，避免因活塞转动导致顶料高度变化。若顶料高度不稳定，零件被顶起时会出现倾斜或位置偏差，影响机械手的抓取精度，甚至可能导致零件抓取失败或在抓取过程中损坏。此外，六边形活塞结构在导向性与稳定性方面优于普通圆形活塞，能有效减少活塞在高速运动中的偏摆与晃动，提高顶料精度。

不可偏载顶料：使用型面顶件气缸进行顶料操作时，必须确保顶料位置在活塞杆正上方，避免偏载顶料。若顶料力不均，如图 5，活塞杆将承受不平衡作用力，长期工作下，活塞杆与导向套间摩擦力不均，导致局部磨损加剧。活塞杆磨损不仅会降低气缸密封性，导致漏气，影响工作效率和输出力，还可能引发活塞杆变形，造成顶料卡滞。严重时，活塞杆可能断裂，导致模具故障，影响生产。为避免偏载顶料，模具设计阶段需合理布置型面顶件气缸的位置和数量，使顶料力均匀作用于零件。同时，在模具调试和生产过程中，也需要密切关注顶料情况，及时调整压机参数，确保型面顶件气缸的正常工作。若在结构设计以及实际使用过程中因产品、结构问题必须偏载顶料，建议使用带导向型气缸或加装外部



图 6 导向型气缸

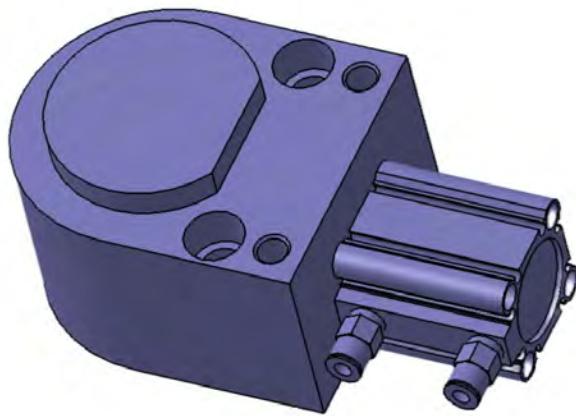


图 7 气缸在切换机构中的运用

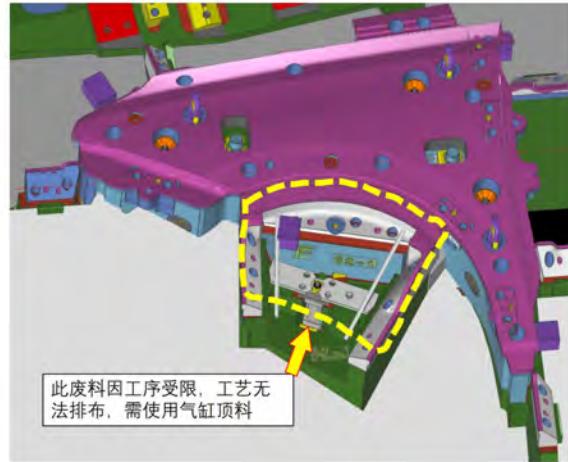


图 8 顶废料气缸运用

导向装置，以增强活塞杆的抗偏载能力，确保顶料过程的稳定性和可靠性，如图 6。另外，气缸的安装与连接方式也是影响顶料效果的重要因素。气缸在安装时需确保其与模具型面垂直，并保持连接部位的紧固可靠，必要时增加止转销，避免因松动导致顶料位置偏移或顶料高度不一致导致抓件失败。

切换机构驱动气缸

(1) 在冲孔切换机构中的作用。

在汽车覆盖件模具中，经常会遇到需要在同一套模具上生产具有不同孔型或孔位零件的情况。为了实现这一目的，通常在同一套模具上会采用冲孔切换机构，如图 7，而气缸在冲孔切换机构中起到了关键的驱动或回退作用，使模具能够在线实现有孔或无孔的切换生产，提升工作效率。

具体来说，当需要生产有孔零件时，气缸动作，通过活塞杆的伸出或缩回，推动切换机构中的斜楔部件，使冲孔凸模移动到工作位置，与凹模配合完成冲孔操作。当需要生产无孔零件时，气缸再次动作，驱动切换机构将冲孔凸模退回至非工作位置，使模具在冲压过程中不会对零件进行冲孔。通过这种方式，一套模具可根据生产需求灵活切换生产有孔或无孔零件，显著提高模具的通用性和生产效率，降低制造成本。

(2) 使用中注意事项。

气缸作为冲孔切换机构的核心驱动元件，其工作的可靠

性、稳定性直接决定了整个模具的运行状态。在汽车覆盖件模具这种高节拍、高负荷的生产环境中，为确保气缸驱动的切换机构能长期稳定工作，需在设计、安装、使用和维护环节重点关注以下事项：1、应使用调速阀将气源压力稳定在气缸标定的工作压力范围内（通常为 0.4~0.6MPa）。压力波动会导致气缸输出力不稳，可能造成切换机构动作不到位或冲击过大，影响切换机构定位精度。2、在自动化生产线上，建议切换机构的位置状态必须被控制系统实时监控，以确保安全。磁性开关：必须在气缸缸筒上正确安装磁性开关，用于检测活塞杆的伸出和缩回极限位置，并将信号反馈给压机的 PLC 控制系统。这是实现“切换已到位”或“切换已退回”安全确认的关键，若无此信号，冲压机应被互锁禁止动作，以防止模具损坏或产生废品。3、气缸应定期进行清洁和润滑保养，避免因杂质或干涩导致活塞杆运动卡滞或磨损，影响切换机构正常切换。4、在安装或更换气缸时，应确保连接部件如接头、销轴等无松动或偏载现象，做好放松工作，避免因机械干涉造成气缸非正常损坏。

其他用途 – 顶废料

在汽车覆盖件模具的冲压过程中，会产生大量的废料，如冲孔废料、修边废料等。及时有效地将这些废料从模具工作区域清除出去，对于保证模具的正常运行和产品质量至关重要。气缸在顶废料方面发挥着重要作用。

一般来说，在工艺设计以及模具结构设计受限，无法正

常排出废料时，在模具的相应位置会设置废料顶出装置，其中气缸作为动力源。冲压完成后，废料会残留在模具的刃口位置。此时，气缸启动，通过活塞杆推动顶杆或顶块，将废料从模具工作区域顶出。废料被顶出后，掉落废料洞，实现废料的自动清理。

例如，在某汽车翼子板模具中，由于产线工序和工艺、结构设计无法满足排废料需求，如图8。通过在凸模上安装气缸驱动的废料顶出装置，每次冲压完成后，气缸活塞杆伸出，推动顶杆将废料从凹模内顶出，然后废料顺着专门设置的废料滑槽，滑落至废料链中。这种方式不仅提高了废料清理的效率，减少了人工清理废料的工作量，还能有效避免因废料残留而导致的模具损坏和产品质量问题，提高了模具的生产效率和稳定性。

气缸在模具中使用未来的发展方向

智能化控制

随着工业自动化和智能化技术的不断发展，气缸在汽车覆盖件模具中的应用也将朝着智能化控制方向发展。随着技术的不断进步，未来的气缸将集成先进的传感器和智能控制系统，这些系统能够精确检测活塞杆的位置、运动速度、工作压力等关键参数，并将数据实时反馈给模具的控制系统，从而提高气缸的生产质量和使用性能。通过对这些数据的分析和处理，控制系统可以根据模具的实际工作需求，精确地调整气缸的工作参数，实现对气缸运动的智能化控制。

小型化与轻量化

在汽车覆盖件模具的设计与制造过程中，为提升模具的空间利用率并减轻模具重量，对模具零部件的小型化与轻量化要求日益提高。作为模具的关键部件，气缸亦将朝着小型化与轻量化方向演进。

一方面，通过采用新型材料和优化设计结构，在保证气缸性能的前提下，减小气缸的外形尺寸和重量。同时，对气缸的内部结构进行优化设计，如采用新型的活塞结构和密封形式，在不影响气缸工作性能的情况下，减小气缸的体积。

另一方面，随着微机电系统（MEMS）技术的发展，微型气缸的研发和应用也将成为趋势。微型气缸具有体积小、重量轻、响应速度快等优点，能够满足一些对空间要求极为苛刻的汽车覆盖件模具的需求。例如，在一些小型汽车零部件模具中，微型气缸可以作为驱动元件，实现模具中一些微



小动作的精确控制。随着工业自动化水平的提升，小型化与轻量化的气缸因其高效、节能、体积小等优点，在汽车制造领域发挥着重要作用。此外，高效节能气缸技术的最新进展，如智能控制及自动化集成的应用，进一步提高了气缸的能源利用效率，符合汽车工业可持续发展的要求。

提高可靠性与耐久性

汽车覆盖件模具通常需要在高强度、高频率的工作条件下长时间运行，对气缸的可靠性和耐久性提出了很高的要求。为了满足这一需求，未来气缸在设计、制造和材料选择等方面将不断改进和创新，以提高其可靠性与耐久性。在制造工艺方面，采用高精度的加工设备和先进的制造工艺，确保气缸各零部件的加工精度和表面质量。MFC