

汽车前罩内板与外板套冲工艺研究与应用

李光宇 王晓安

鞍钢沈阳钢材加工配送有限公司 辽宁沈阳 110027

摘要: 本文聚焦汽车前罩内板与外板套冲工艺, 阐述其重要性。分析套冲工艺特点, 探讨关键技术, 如模具设计、材料适配性等。研究工艺实施中的问题与对策, 最后介绍该工艺在汽车制造中的应用效果与前景, 旨在为汽车制造工艺优化提供参考。

关键词: 汽车前罩; 内板与外板; 套冲工艺

引言

汽车工业作为现代制造业的支柱产业之一, 其发展水平直接反映了一个国家的科技实力和工业制造能力。在汽车制造过程中, 车身覆盖件的质量和制造工艺对整车的性能、外观以及安全性有着至关重要的影响。汽车前罩作为车身的重要外观部件, 不仅起到保护发动机等部件的作用, 还对汽车的整体造型和空气动力学性能有着显著影响。汽车前罩通常由内板和外板两部分组成。内板主要承担结构支撑和连接作用, 为前罩提供必要的强度和刚度; 外板则直接暴露在外, 其表面质量和外观造型决定了汽车前部的视觉效果。传统的汽车前罩制造工艺中, 内板和外板往往是分开加工, 然后再通过焊接等方式进行组装。这种工艺存在生产效率低、装配精度难以保证、成本较高等问题。套冲工艺的出现为汽车前罩的制造提供了一种新的思路和方法。通过套冲工艺, 可以在一次冲压过程中同时完成内板和外板的成型, 大大提高了生产效率, 降低了生产成本, 同时还能保证内板和外板之间的装配精度和配合质量。因此, 对汽车前罩内板与外板套冲工艺进行研究与应用具有重要的现实意义。

一、套冲工艺的特点

1. 提高生产效率

在传统工艺里, 内板和外板的冲压加工是相互独立的环节。内板需要经过多道冲压工序才能成型, 外板亦是如此。完成两者的加工后, 还需将它们运输到装配工位进行组装, 这一系列过程涉及众多工序和频繁的设备操作。而套冲工艺实现了内板和外板的一次成型。在一次冲压过程中, 模具同时对内板和外板进行加工, 大大减少了工序数量和设备操作次数。例如, 原本需要分别在不同冲压设备上进行的多次拉伸、修边等工序, 现在

可以在一套模具中同步完成。这不仅缩短了生产周期, 还提高了设备的利用率, 使得单位时间内能够生产出更多的汽车前罩, 从而显著提升了生产效率。

2. 保证装配精度

装配精度是衡量汽车前罩质量的重要指标之一。在传统工艺中, 由于内板和外板是分开加工的, 每个部件都存在一定的加工误差。当将它们组装在一起时, 这些误差会相互累积, 导致装配精度难以保证。可能会出现内板和外板之间间隙不均匀、错位等问题, 影响前罩的整体外观和密封性能。套冲工艺则不同, 内板和外板是在同一套模具中同时成型的。在冲压过程中, 它们的相对位置和配合关系已经被精确确定, 就像是一个整体被塑造出来。这种一体化的成型方式避免了因多次加工和装配而产生的误差累积, 能够保证内板和外板之间具有较高的装配精度, 使产品的质量更加稳定可靠。

3. 降低成本

成本是企业生产过程中关注的重点。套冲工艺从多个方面降低了汽车前罩的生产成本。在生产工序上, 减少了冲压和装配工序, 降低了设备的使用频率和能源消耗, 同时也减少了人力投入。例如, 原本需要多名工人分别操作不同设备完成内板和外板的加工和组装, 现在只需少量工人操作一套模具即可完成整个生产过程。在产品质量方面, 由于提高了装配精度, 减少了废品率和返工率。废品的减少意味着原材料的浪费降低, 返工率的降低则节省了再次加工的人力和物力成本。此外, 套冲工艺还可以减少模具的数量和复杂程度, 降低模具的制造成本和维护成本。综合来看, 套冲工艺能够为企业带来显著的经济效益。

4. 提升产品外观质量

汽车前罩的外观质量直接影响消费者对汽车的第一

印象。传统工艺中，多次加工和装配过程容易在产品表面留下划痕、凹凸不平缺陷，影响外观效果。而且，内板和外板之间的配合不紧密也可能导致外观上的瑕疵。套冲工艺能够更好地控制内板和外板的表面质量。在一次冲压过程中，材料流动更加均匀，减少了因局部应力集中而产生的表面缺陷。同时，内板和外板之间紧密配合，整体外观更加平整光滑，线条更加流畅，能够提升汽车前罩的整体美观度，增强产品的市场竞争力。

二、套冲工艺的关键技术

1. 模具设计技术

模具是套冲工艺的核心装备，其设计质量直接关系到产品的质量和生产效率。在汽车前罩内板与外板套冲模具设计中，需要综合考虑多个方面。结构合理性是模具设计的基础。模具结构要紧凑合理，能够保证内板和外板在一次冲压过程中顺利成型。同时，模具要便于安装、调试和维修，以减少生产过程中的停机时间。例如，模具的各个部件要设计合理的定位和连接方式，确保在冲压过程中不会出现松动或移位。成型性分析是关键环节。在模具设计之前，要运用先进的模拟软件对内板和外板的成型过程进行详细的分析。通过模拟，可以确定最佳的冲压方向、压料力、拉深筋布置等参数。冲压方向的选择要保证材料能够均匀流动，避免出现破裂或起皱等缺陷。压料力的大小要适中，既要能够压住材料防止起皱，又不能过大导致材料破裂。拉深筋的布置要合理，能够有效控制材料的流动速度和方向，提高产品的成型质量。精度控制是模具设计的重要目标。模具的制造精度要高，以保证内板和外板之间的装配精度。在模具制造过程中，要采用高精度的加工设备和工艺，严格控制各个部件的尺寸和形状误差。同时，要设计合理的定位和导向装置，确保冲压过程中模具的稳定性和准确性。例如，采用精密的导柱导套结构，能够保证上下模具在冲压过程中准确对合，减少误差。寿命设计也不容忽视。考虑到汽车前罩的生产批量较大，模具需要具有较高的使用寿命。在模具设计中，要选择合适的材料和热处理工艺，提高模具的耐磨性和抗疲劳性能。例如，选用高强度的合金钢材料，并进行淬火、回火等热处理，能够增强模具的硬度和韧性，延长其使用寿命。

2. 材料适配性技术

汽车前罩内板和外板所使用的材料不同，它们具有不同的性能特点。内板通常需要具有较高的强度和刚度，以承担结构支撑作用，一般采用高强度钢板等材料。外

板则需要具有良好的表面质量和成型性能，以保证外观效果，常选用冷轧钢板等材料。在套冲工艺中，需要选择合适的材料组合，并研究它们之间的适配性。材料性能匹配是关键。要确保内板和外板材料的力学性能相互匹配，避免在冲压过程中出现因材料性能差异而导致的成型缺陷。例如，如果内板材料的强度过高，而外板材料的强度过低，在冲压过程中可能会出现外板破裂而内板未充分变形的情况。因此，要根据产品的设计要求，合理选择材料的强度、韧性等力学性能指标，使两者能够协同工作。表面处理兼容性也需要考虑。内板和外板可能需要进行不同的表面处理，如电泳涂装、喷漆等。要研究不同材料在表面处理过程中的兼容性，确保表面处理质量。有些材料在电泳涂装过程中可能会出现涂层附着力差、起泡等问题，这就需要通过调整表面处理工艺或选择合适的材料来解决。材料成本与性能平衡是企业在选择材料时需要权衡的因素。在满足产品使用要求的前提下，要尽量选择成本较低的材料，以降低生产成本。例如，在保证内板强度和刚度的前提下，可以选择性价比更高的高强度钢板品种。

3. 冲压工艺参数优化技术

冲压工艺参数对产品的质量和生产效率有着重要影响。在套冲工艺中，需要对冲压速度、压料力、拉深筋阻力等工艺参数进行优化。冲压速度的选择要综合考虑多个因素。合适的冲压速度可以保证材料在冲压过程中的流动均匀性，避免出现破裂和起皱等缺陷。如果冲压速度过快，材料可能来不及充分流动，导致局部应力集中而破裂；如果冲压速度过慢，生产效率会降低，同时材料在模具中的停留时间过长，也可能影响表面质量。因此，需要根据材料的性能和产品的形状，通过试验和模拟分析确定最佳的冲压速度。压料力的大小直接影响材料的成型性能和表面质量。压料力过大，会导致材料流动困难，容易出现破裂；压料力过小，则会使材料起皱。在套冲工艺中，要根据内板和外板的形状和材料性能，合理调整压料力的大小和分布。可以通过采用弹性压料装置或分段压料的方式，实现对压料力的精确控制。拉深筋阻力是控制材料流动的重要手段。拉深筋可以增加材料的流动阻力，控制材料的流动方向和速度，从而提高产品的成型质量。在套冲工艺中，需要合理设计拉深筋的形状、尺寸和布置方式。不同形状和尺寸的拉深筋对材料的阻力不同，要根据产品的成型要求进行优化选择。同时，拉深筋的布置要均匀合理，避免出现材料流动不均匀的情况。

三、套冲工艺实施中的问题与对策

1. 内板与外板之间的干涉问题

在套冲过程中，由于内板和外板的形状复杂，可能会出现两者之间的干涉现象，导致产品无法正常成型。例如，在某些局部部位，内板和外板可能会相互挤压，使材料无法按照预期的路径流动，从而产生破裂或起皱等缺陷。对策是在模具设计阶段，充分运用三维建模和模拟分析技术。通过建立精确的三维模型，对内板和外板的成型过程进行模拟，提前发现潜在的干涉部位。一旦发现干涉问题，可以对模具结构进行优化调整，如修改内板或外板的形状、调整它们之间的相对位置等，确保内板和外板之间有足够间隙，避免干涉现象的发生。

2. 材料流动不均匀问题

不同部位的材料流动速度和方向可能存在差异，这会导致产品出现局部破裂或起皱等缺陷。例如，在产品的边缘部位或形状变化较大的部位，材料流动可能会受到阻碍，容易出现应力集中。对策是合理设计拉深筋的布置和参数。拉深筋可以增加材料的流动阻力，引导材料均匀流动。通过调整拉深筋的形状、尺寸和布置密度，可以控制不同部位的材料流动速度。同时，调整压料力的大小和分布也很重要。合理的压料力可以使材料在冲压过程中受到均匀的压力，避免局部起皱或破裂。此外，还可以通过对材料进行预处理，如润滑处理，改善材料的流动性能，减少摩擦力对材料流动的影响。

3. 模具磨损问题

由于汽车前罩的生产批量较大，模具在长期使用过程中会出现磨损现象，影响产品的质量和模具的使用寿命。模具磨损主要表现为模具表面的划痕、凹陷等，会导致产品的尺寸精度下降、表面质量变差。对策是选择合适的模具材料和热处理工艺。高强度、高耐磨性的合金钢材料是模具制造的常用选择。通过淬火、回火等热处理工艺，可以提高模具的硬度和韧性，增强其耐磨性和抗疲劳性能。同时，要建立完善的模具维护和保养制度。定期对模具进行检查，及时发现并修复磨损部位。对模具进行定期的清洁和润滑，减少摩擦和磨损。此外，还可以采用表面处理技术，如镀铬、氮化等，进一步提高模具表面的硬度和耐磨性。

四、套冲工艺在汽车制造中的应用效果与前景

1. 应用效果

目前，套冲工艺已经在许多汽车制造企业得到了广

泛应用，并取得了显著的应用效果。以某汽车制造企业为例，在采用套冲工艺之前，汽车前罩的生产周期较长，生产效率较低，且产品的装配精度和外观质量存在一定问题。采用套冲工艺后，生产效率得到了大幅提高，生产周期缩短了30%以上。同时，产品的装配精度明显提升，内板和外板之间的间隙均匀性得到了极大改善，废品率和返工率显著降低，为企业节省了大量的生产成本。此外，产品的外观质量也得到了提升，表面更加平整光滑，线条更加流畅，增强了产品的市场竞争力。

2. 应用前景

随着汽车工业的不断发展，对汽车覆盖件的制造质量和生产效率提出了更高的要求。套冲工艺作为一种先进的制造技术，具有提高生产效率、保证装配精度、降低成本等优点，符合汽车工业的发展趋势。未来，套冲工艺将在汽车制造中得到更广泛的应用，并且会不断向智能化、自动化方向发展。例如，通过引入人工智能和机器学习技术，实现对冲压工艺参数的自动优化和模具的智能维护，进一步提高生产效率和产品质量。

结束语

汽车前罩内板与外板套冲工艺是一种具有创新性和实用性的制造技术。它通过在一次冲压过程中同时完成内板和外板的成型，提高了生产效率，保证了装配精度，降低了生产成本，提升了产品外观质量。在套冲工艺的实施过程中，需要掌握模具设计、材料适配性和冲压工艺参数优化等关键技术，同时要解决内板与外板之间的干涉、材料流动不均匀和模具磨损等问题。目前，套冲工艺已经在汽车制造中取得了良好的应用效果，并且具有广阔的应用前景。随着技术的不断进步，套冲工艺将为汽车工业的发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1] 郭涛, 高义峰, 左四雨. 汽车冲压材料成本控制策略探讨 [J]. 汽车工艺与材料, 2024 (6): 51-57.
- [2] 佟鑫. 数据设计阶段白车身冲压件材料利用率提升方法 [J]. 锻造与冲压, 2023 (16): 35-39.
- [3] 王道超, 单浩, 花明. 汽车车身冲压件材料利用率提升方案的研究 [J]. 模具制造, 2023, 23 (8): 5-9.
- [4] 蒋磊, 陈天铎, 王龙, 等. 提升白车身覆盖件材料利用率的冲压工艺方案 [J]. 汽车工程师, 2020 (9): 13-16.