

汽车离合器摩擦片制造工艺对整车性能的影响分析

钱博一

浙江德瑞新材科技股份有限公司 浙江 湖州 313000

摘要：离合器摩擦片作为汽车传动系统的关键部件，其制造工艺对整车性能具有深远影响。本文深入探讨了离合器摩擦片材料选择、制造工艺及其对摩擦性能、耐磨性和热稳定性的影响。同时，分析了这些性能对换挡平顺性、燃油经济性、驾驶舒适性和使用寿命与可靠性的重要作用。通过优化摩擦片的制造工艺和材料配方，可以有效提升整车的传动效率、降低燃油消耗，提高驾驶者的舒适性和安全性，从而为汽车工业的发展提供有力支持。

关键词：汽车离合器摩擦片；制造工艺；整车性能；影响

引言：汽车离合器摩擦片是连接发动机与变速器之间的关键组件，其制造工艺直接关乎整车的操控性能、燃油经济性以及使用寿命。随着汽车工业的快速发展，消费者对汽车的性能要求日益提高，摩擦片的制造工艺和材质选择也面临更加严苛的考验。本文旨在全面探讨汽车离合器摩擦片的制造工艺及其对整车性能的影响，以期为解决实际问题、优化设计和制造流程提供有益的参考，进而推动汽车行业技术的不断进步和发展。

1 离合器摩擦片制造工艺概述

1.1 摩擦片材料的选择

离合器摩擦片材料选择至关重要，它不仅影响摩擦片的摩擦性能、耐磨性和热稳定性，还直接关系到离合器的使用寿命和驾驶者的安全。目前，离合器摩擦片主要采用以下几种材料：（1）石棉有机摩擦材料。历史上，石棉曾因其优良的耐热性和机械强度而被广泛用于摩擦材料。然而，随着人们对石棉危害性的认识加深，其应用已受到限制，逐渐被更环保的材料所取代。（2）非石棉有机摩擦材料。作为石棉的替代品，非石棉有机摩擦材料已成为当前的主流选择。这类材料主要由纤维素纤维、合成纤维、树脂和其他添加剂组成，具有优良的摩擦性能、耐磨性和环保性。（3）混杂摩擦材料、半金属摩擦材料等。随着科技的发展，混杂摩擦材料和半金属摩擦材料也逐渐应用于离合器摩擦片中。混杂摩擦材料通过将不同性质的纤维和树脂混合，以获得更均衡的性能。而半金属摩擦材料则利用金属纤维（如钢纤维）增强摩擦片的强度和耐磨性，同时提高其热传导性。

1.2 制造工艺分类

离合器摩擦片的制造工艺主要分为两大类：压延贴胶工艺和浸渍烘干塔工艺。（1）压延贴胶工艺。该工艺首先将纤维线在树脂溶液中浸渍，然后通过压延机压延成薄片，最后在薄片上涂覆一层粘合剂，再通过热压成

型得到成品。这种工艺生产的摩擦片具有较高的强度和耐磨性。（2）浸渍烘干塔工艺。该工艺将纤维线在树脂溶液中浸渍后，通过烘干塔进行烘干，然后缠绕成卷，再通过热压成型得到成品。这种工艺的特点是生产效率高，适用于大规模生产。

1.3 关键工艺步骤

离合器摩擦片的制造过程涉及多个关键步骤，每一步都直接影响最终产品的性能和质量。（1）纤维线浸渍：将纤维线在树脂溶液中充分浸渍，确保纤维线与树脂之间的良好结合，提高摩擦片的强度和耐磨性。（2）压延贴胶：将浸渍后的纤维线通过压延机压延成薄片，并在薄片上涂覆一层粘合剂。这一步骤对摩擦片的平整度和厚度均匀性有重要影响。（3）热压成型：将压延后的薄片放入热压模具中，在高温高压下使树脂与纤维线充分结合，形成具有特定形状和尺寸的摩擦片。热压成型过程对摩擦片的性能和质量起着决定性作用。（4）热处理与磨制加工：对热压成型后的摩擦片进行热处理，以提高其耐磨性和热稳定性。最后，通过磨制加工使摩擦片的表面达到要求的平整度和粗糙度，确保其与离合器压盘和飞轮之间的良好接触和摩擦。

2 摩擦片制造工艺对摩擦性能的影响

2.1 摩擦系数的影响

摩擦系数是衡量摩擦片摩擦性能的重要指标，它决定了离合器传递扭矩的能力和换挡的平顺性。（1）不同材料对摩擦系数的影响。离合器摩擦片材料种类繁多，包括石棉有机摩擦材料、非石棉有机摩擦材料、混杂摩擦材料和半金属摩擦材料等。不同材料因其物理和化学性质的差异，对摩擦系数有着显著的影响。例如，非石棉有机摩擦材料通常具有较高的摩擦系数和稳定的摩擦性能，适用于大多数乘用车；而半金属摩擦材料则因其高硬度和高热导率，更适用于重载和高速工况^[1]。

(2) 制造工艺对摩擦系数稳定性的影响。制造工艺对摩擦系数的稳定性同样有着重要影响。在摩擦片的制造过程中,纤维线的浸渍、压延贴胶、热压成型和热处理等工艺步骤都会对摩擦系数产生影响。例如,纤维线浸渍的均匀性和树脂的固化程度会影响摩擦片的硬度和孔隙率,从而影响摩擦系数的稳定性。此外,热压成型的温度和压力也会影响摩擦片的密度和内部结构,进而影响摩擦系数的稳定性和一致性。

2.2 耐磨性能的影响

耐磨性能是衡量摩擦片使用寿命的关键指标。(1) 材料配方与耐磨性的关系。材料配方对摩擦片的耐磨性能有着决定性影响。在材料配方中,纤维的类型、长度和含量,树脂的种类和用量,以及填料的种类和比例等因素都会影响摩擦片的耐磨性。例如,使用高强度、高模量的纤维可以提高摩擦片的耐磨性和抗剪切强度;而选择合适的树脂可以提高摩擦片的粘结力和耐热性。

(2) 热处理工艺对耐磨性的提升。热处理工艺是提升摩擦片耐磨性的重要手段。通过热处理,可以使摩擦片的内部结构更加致密,孔隙率降低,硬度提高,从而提高其耐磨性。此外,热处理还可以使树脂进一步固化,增强纤维与树脂之间的粘结力,进一步提高摩擦片的整体强度和耐磨性。

2.3 热稳定性分析

热稳定性是衡量摩擦片在高温环境下性能保持能力的重要指标。(1) 高温下摩擦性能的变化。在高温环境下,摩擦片的摩擦系数和耐磨性都会发生变化。由于高温会导致树脂的热解和纤维的软化,摩擦片的摩擦系数通常会降低,耐磨性也会下降。这种变化会影响离合器的传递扭矩能力和换挡平顺性,甚至会导致离合器的失效^[2]。(2) 制造工艺对热稳定性的影响。制造工艺对摩擦片的热稳定性有着重要影响。首先,材料的选择决定了摩擦片的基本热稳定性。例如,非石棉有机摩擦材料通常具有较好的热稳定性和耐热性;而石棉有机摩擦材料则因石棉纤维的热解而热稳定性较差。其次,制造工艺中的热处理工艺对摩擦片的热稳定性有着关键作用。通过合理的热处理工艺,可以使摩擦片的内部结构更加稳定,提高其在高温环境下的摩擦性能和耐磨性。

3 摩擦片性能对整车性能的影响

3.1 换挡平顺性分析

换挡平顺性是评价汽车传动系统性能的重要指标之一,它不仅关系到驾驶的舒适性和准确性,还影响着整车的动力传递效率和驾驶者的驾驶体验。(1) 摩擦性能对换挡过程的影响。摩擦片的摩擦性能,包括摩擦系

数、摩擦稳定性以及耐磨性,直接影响着离合器的换挡过程。摩擦系数决定了离合器传递扭矩的能力,一个适中且稳定的摩擦系数能够确保离合器在接合和分离过程中提供足够的扭矩,同时减少能量损失和打滑现象。当摩擦系数过高时,离合器接合过程可能过于迅猛,导致换挡顿挫感明显,严重时还会损坏传动系统。而当摩擦系数过低时,离合器则可能无法有效传递扭矩,导致换挡迟缓,甚至无法顺利换挡。此外,摩擦稳定性对于换挡平顺性也至关重要。在温度变化和负载变化等复杂工况下,摩擦系数应保持稳定,否则会导致离合器性能的不一致,从而影响换挡的平顺性^[3]。(2) 优化摩擦性能提升换挡平顺性。为了提升换挡平顺性,需要对摩擦片的摩擦性能进行优化。首先,通过调整材料配方和制造工艺,使摩擦片具有适中且稳定的摩擦系数。这包括选择合适的纤维增强材料、树脂基体以及添加剂等,以在保持足够摩擦力的同时,减少磨损和能量损失。其次,通过优化摩擦片的表面纹理和结构设计,可以提高其摩擦稳定性。例如,采用渐开线或螺旋线纹理设计,可以使离合器在接合过程中更加平稳,减少顿挫感。最后,还可以采用先进的离合器控制系统,如电子离合器控制系统(ECC),通过精确控制离合器的接合和分离过程,进一步提升换挡平顺性。ECC系统能够实时监测和分析离合器的状态,并根据驾驶者的意图和路况条件进行智能调节,使换挡更加精准和平稳。

3.2 燃油经济性

燃油经济性是衡量汽车能效的重要指标,直接关系到驾驶成本和环境影响。(1) 摩擦片性能与能量损失的关系。摩擦片性能对离合器的能量损失具有重要影响。在离合器接合过程中,由于摩擦作用,会产生一定的滑动摩擦功,这部分能量以热能的形式散失,导致发动机的有效功率输出降低,进而影响整车的燃油经济性。当摩擦系数过高或过低时,都会导致滑动摩擦功的增加,从而增加能量损失和燃油消耗。此外,摩擦片的热稳定性和耐磨性也会影响能量损失。当摩擦片在高温下工作时,如果热稳定性不足,会导致摩擦系数下降,从而增加打滑和能量损失。而耐磨性差的摩擦片则容易磨损,导致离合器间隙增大,进一步增加滑动摩擦功和能量损失。(2) 高效摩擦片提升燃油经济性。为了提升燃油经济性,需要开发和采用高效摩擦片。高效摩擦片具有适中且稳定的摩擦系数、高热稳定性和强耐磨性等特点。通过优化材料配方和制造工艺,可以使摩擦片在保持足够摩擦力的同时,减少能量损失和磨损。此外,高效摩擦片还可以采用先进的散热设计,如增加散热面积、采

用导热性能良好的材料等,以有效降低摩擦片的温度,提高其热稳定性和使用寿命。这有助于减少离合器的打滑和能量损失,从而降低整车的燃油消耗。

3.3 驾驶舒适性

驾驶舒适性是衡量汽车驾驶体验的重要指标之一,它关系到驾驶者的身心健康和驾驶乐趣。(1)离合器抖动与磨损对驾驶体验的影响。离合器抖动和磨损是影响驾驶舒适性的重要因素。当摩擦片磨损严重时,离合器的接合点会发生变化,导致离合器在接合过程中产生抖动和异响。这不仅会影响驾驶者的驾驶体验,还会降低乘客的乘坐舒适度。此外,离合器抖动还可能引发传动系统的其他故障,如轴承损坏、齿轮磨损等,进一步降低驾驶舒适性。(2)优化摩擦片性能提升驾驶舒适性。为了提升驾驶舒适性,需要对摩擦片的性能进行优化。首先,通过提高摩擦片的耐磨性和热稳定性,可以减少离合器的抖动和磨损。耐磨性强的摩擦片能够承受更多的摩擦循环,减少因磨损而导致的性能下降和失效。而热稳定性好的摩擦片则能够在高温下保持稳定的性能,减少打滑和能量损失。其次,通过优化摩擦片的形状和纹理设计,可以改善离合器的接合过程,减少抖动和异响。例如,采用渐开线或螺旋线纹理设计,可以使离合器在接合过程中更加平稳,减少顿挫感和噪音。最后,还可以采用先进的离合器控制系统,如电子离合器控制系统(ECC),通过精确控制离合器的接合和分离过程,进一步提升驾驶舒适性。ECC系统能够实时监测和分析离合器的状态,并根据驾驶者的意图和路况条件进行智能调节,使换挡更加平稳和舒适^[4]。

3.4 使用寿命与可靠性

使用寿命与可靠性是衡量汽车零部件质量的重要指标之一,直接关系到汽车的维护成本和长期运行稳定性。(1)摩擦片耐磨性对使用寿命的影响。摩擦片的耐磨性直接决定了其使用寿命。耐磨性强的摩擦片能够承受更多的摩擦循环和负载变化,减少因磨损而导致的性能下降和更换频率。这有助于延长离合器的整体使用寿命,降低维护成本。为了提高摩擦片的耐磨性,需要

从材料配方、制造工艺和结构设计等方面进行优化。例如,采用高强度、高弹性的纤维增强材料作为基体,结合耐磨性优异的树脂和添加剂等,可以显著提高摩擦片的耐磨性和使用寿命。(2)热稳定性对长期使用的可靠性评估。热稳定性是评估摩擦片长期使用可靠性的关键因素之一。在高温和重载条件下,摩擦片容易因热膨胀、热变形或热衰退而失效。因此,具有高热稳定性的摩擦片能够在恶劣的工作环境中保持稳定的性能,延长离合器的使用寿命。为了提升摩擦片的热稳定性,需要选择具有高耐热性和高热稳定性的材料,并优化制造工艺和热处理技术。例如,采用高温烧结技术或激光熔覆技术等先进制造工艺,可以强化摩擦片的表面层,提高其抗热衰退和抗磨损的能力。同时,通过长期测试和评估,可以验证摩擦片的热稳定性和可靠性,确保其在实际使用中能够满足长期运行的需求。

结束语

综上所述,汽车离合器摩擦片的制造工艺对整车性能具有至关重要的影响。通过优化材料选择、改进制造工艺,可以显著提升摩擦片的摩擦性能、耐磨性和热稳定性,进而改善整车的换挡平顺性、燃油经济性、驾驶舒适性和使用寿命。未来,随着科技的进步和环保要求的提高,汽车离合器摩擦片的制造工艺将继续向更高效、更环保、更智能的方向发展。我们有理由相信,通过持续的技术创新和工艺改进,汽车离合器摩擦片将为汽车工业的可持续发展做出更大的贡献。

参考文献

- [1]黄晓明.汽车离合器制造工艺的关键技术研究[J].汽车技术,2023,(13):125-126.
- [2]李华红.离合器摩擦材料性能评估与优化策略[J].材料科学与应用,2022,(22):289-290.
- [3]张强伟.汽车离合器钢制件加工精度对性能的影响研究[J].机械工程与自动化,2021,(06):50-51.
- [4]杨慧明.弹性元件在离合器系统中的应用及性能分析[J].橡胶与塑料工业,2022,(19):225-226.