现代技术陶瓷 2015年第1期(总第147期)

汽车传动和制动系统的陶瓷摩擦材料探秘

洪桂香
(武汉市汉江工程材料公司,武汉 430055)

摘 要:在汽车的制动系统中,制动摩擦片是最关键的安全零件,所有制动效果的好坏都是制动摩擦片起决定性作用,所以说,好的制动摩擦片是人和汽车的保护神。针对研制开发新型摩擦材料已成为相关行业的当务之急,论述了汽车陶瓷制动摩擦片材料引领时尚潮流,分析了陶瓷制动摩擦片的性能优势,介绍了摩擦材料的技术要求及陶瓷制动摩擦片的关键技术,提出了我国陶瓷制动片产品走向国际中高端市场。

关键词:汽车传动;制动系统;陶瓷摩擦材料;关键技术
doi:10.16253/j.cnki.37-1226/tq.2015.01.006

众所周知,汽车制动摩擦片也叫刹车皮。在汽车的制动系统中制动摩擦片是最关键的安全零件,所有制动效果的好坏都是制动摩擦片起决定性作用,所以说好的制动摩擦片是人和汽车的保护神。为适应现代汽车日益苛刻的高速、安全、舒适等要求,必须不断努力发展制动系统及其制动摩擦材料。特别是在高温制动时,制动摩擦材料的稳定性及安全性至关重要。

1 研制开发新型摩擦材料已成为相关行业的当务之急

摩擦材料是一种应用在动力机械上,依靠摩擦作用来执行制动和传动功能的部件材料。它主要包括制动器衬片(刹车片)和离合器面片(离合器片)。刹车片用于制动,离合器片用于传动。任何机械设备与运动的各种车辆都必须要有制动或传动装置。摩擦材料是这种制动或传动装置上的关键性部件。它最主要的功能是通过摩擦来吸收或传递动力。如离合器片传递动力,制动片吸收动能。它们使机械设备与各种机动车辆能够安全可靠地工作。所以说摩擦材料是一种应用广泛又甚关键的材料。制动摩擦材料对生态环境的负面影响和对人身健康的潜在威胁越来越受到人们的密切关注,并成为该行业的研究热点。

摩擦材料是一种高分子三元复合材料,是物理与化学复合体。它是由高分子粘结剂(树脂与橡胶)、增强纤维和摩擦性能调节剂三大类组成及其它配合剂构成,经一系列生产加工而制成的制品。摩擦材料的特点是具有良好的摩擦系数和耐磨损性能,同时具有一定的耐热性和机械强度,能满足车辆或机械的传动与制动的性能要求。它们被广泛应用在交通车辆、石油钻机等各类工程机械设备上;也可作为动力的传递或制动减速用不可缺少的材料。

制动系统是汽车的关键部件之一,而刹车片的综合性能直接影响到制动系统的稳定性和可靠性。汽车高速化要求越来越高,相应对制动摩擦材料以及结构也提出了更加苛刻的要求。目前国内已应用的摩擦材料中,无一能全面综合满足新的要求,因此导致一些赛车、进口车主要依靠进口来维持,这一状况已严重制约了汽车的制动性能乃至我国汽车业的高速发展。因此尽快研制开发新型摩擦材料已成为摩擦材料业的当务之急。

由于现在汽车制动系统主要使用的半金属摩擦材料和无石棉摩擦材料刹车片存在噪音、振动、磨损率高、使用寿命短等问题,而可替代的碳/碳复合摩擦材料虽然性能优异,但其成本较高,通常只是在飞机上使用。而陶瓷材料具有比重小、熔点高、硬度大、化学稳定性好和耐腐蚀等

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

优点已被广泛地使用在摩擦材料上。因此,开发摩擦性能稳定,磨损率低,使用寿命长,无噪音和振动的新型陶瓷摩擦材料已经成为现在摩擦材料研究的一个热门领域。

陶瓷刹车片颠覆了传统意义上的陶瓷刹车概念,它是由陶瓷纤维、不含铁的填料物质、胶粘剂和少量的金属组成的。金属陶瓷是一种既象钢铁那样坚硬又象陶瓷一样耐高温、耐腐蚀的复合材料。纯金属在高温中容易被氧化使强度大大降低,而陶瓷能耐高温、耐腐蚀,但脆性大,导电率低,高温流动性差。如果把金属和陶瓷掺合在一起,就可以在高熔点的情况下得到强度高,硬度大、抗氧化能力强,并具有一定的延展性和良好的热稳定性的金属陶瓷。

汽车离合器从动盘是汽车传输动力的关键部件。通常离合器从动盘所用摩擦面片材料多为树脂石棉摩擦材料。由于石棉摩擦材料在频繁起停离合以及起步过程中滑摩功大,摩擦片温度升高,会造成摩擦片的摩擦系数下降,降低离合器传扭能力;或造成摩擦片烧蚀碳化,形成龟裂,降低摩擦片使用寿命等。国外已经采用金属陶瓷摩擦材料作为重载汽车、公共汽车及工程车辆的离合器从动盘面片材料。它采用了价廉钢纤维和粒状石墨替代部分铜、锡等粉末和鳞片石墨,并研究了它们对金属陶瓷摩擦材料的力学与摩擦磨损性能的影响规律,成功研发出多种汽车离合器用金属陶瓷摩擦材料。主要力学和摩擦磨损性能为:抗弯强度≥55MPa,在 0.4～1.0MPa 比压下摩擦系数 0.30～0.48,20 次制动材料磨损 0.045mm,对偶磨损≤0.005mm。已达到和超过了国外(日本)同类材料。其成本可降低 10%～20%。金属陶瓷摩擦材料和离合器摩擦片的制备是采用粉末冶金方法,其基本工艺为原材料按配方进行混合均匀、采用模压法制成压坯、压坯与钢背组合后进行保护气氛下加压烧结而制得,性能达到国际先进水平。金属陶瓷摩擦片装成的金属陶瓷离合器从动盘主要适用于需要频繁起停离合以及起步过程中滑摩功大,如沙漠车、矿山载重车、山区载重车、公交客车以及工程等车辆。这种从动盘在恶劣工况条件下性能可靠,在使用中不会对发动机飞轮及压盘(摩擦对偶)造成损伤,可以同规格的树脂石棉或玻纤摩擦片从动盘互换,使用寿命里程与树脂石棉从动盘相比可提高 1～3 倍,可以取得巨大的经济和社会效益。

制造金属陶瓷材料相对比较简单,只需要在氧化铝中加入一些金属铬;在碳化钛中加入一些金属镍,就可以制造成金属陶瓷。掺有超微陶瓷粉末的金属铝,是一种重量轻、强度高、韧性大、耐热性能好的金属陶瓷。含 20%的超微钴粉末的金属陶瓷是性能很好的耐高温材料,主要用于运载火箭的喷嘴。由于金属陶瓷具有金属和陶瓷两者的优点,因此,应用范围极为广泛。金属陶瓷具有很高的机械强度和硬度,有良好的化学稳定性,又有好的导热性和导电性,而且比重小,很适合原子能工业和航空工业的需要。例如,要把原于反应堆的体积缩小,以便在舰船、潜水艇中使用,就得提高它的工作温度,用金属做成的核燃料元件,在 700℃就会破裂或变形,可是用金属陶瓷作元件,温度即使高达 1000℃,反应堆还能照常工作。火箭技术更需要耐高温的材料,比如,洲际导弹、宇宙飞船等,当它们返回大陆时,由于速度很高,和大气剧烈地摩擦,会产生极高的温度,金属陶瓷可以“赴汤蹈火”地承担这项重任。还有一种叫“发汗材料”的金属陶瓷,当温度增加到一定高度时,发汗材料所含的金属就被蒸发了。好象人发汗一样,一出汗,就带走了大量的热量,使飞行器温度下降,不至于被高温烧毁。发汗材料虽然“出汗”,可是其外部形状和大小却保持不变。这就可以保证飞行器正常运行,能准确地到达目的地。

2 汽车陶瓷制动摩擦片材料引领时尚潮流

传统的汽车陶瓷制动摩擦片材料系用石棉纤维填充酚醛树脂制造,其中石棉由硅酸盐矿物而制得,其组成中含有一定数量的结晶水。现代汽车速度的提高,使制动部件表面温度高达 300～500℃。石棉摩擦材料导热性和耐热性差,在

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

400℃左右将失去结晶水,550℃时结晶水完全丧失,已基本失去增强效果。石棉脱水后会造成摩擦性不稳定、工作层材料变质、磨损加剧,出现明显的“热衰退”现象。加上石棉在加工、使用中其粉尘具有致癌作用,因此石棉基刹车片在西方工业国家已被禁用,我国也已限制该类材料的使用。很明显石棉有机摩擦材料已不适应汽车工业和现代社会发展需求,将逐步被新材料所取代。

第二代汽车制动摩擦片材料系半金属石墨复合材料。其主要成分是钢纤维、石墨、金属粉及其辅料,用改性酚醛树脂粘结成型,因刹车片中金属含量占总重的一半而得名。美、欧、日等国家在60年代开始广泛推广使用。半金属片的耐磨性能比石棉片提高25%以上,同时具有摩擦系数高、导热性好、加工成型容易等优点,因此该类材料目前在我国刹车片市场上占主导地位。但产品还存在以下缺点:钢纤维易生锈,锈蚀后易粘着或易损伤对偶,且锈蚀后产品强度降低、磨损加大;热传导率高,在高温时易使制动系统产生气阻导致摩擦片层与钢板脱开;硬度较高,会损伤对偶材料,产生振颤和低频制动噪音;密度大。

环境友好的无金属、无石棉型制动摩擦材料,根据客户需要或工况需求可以加入少量的金属组分。第三代汽车制动摩擦片材料系无石棉有机摩擦材料(NAO)。主要使用玻璃纤维、芳香族聚酰纤维或其它纤维(碳、陶瓷等)来作为加固材料,主要优点是无论在低温还是高温都保持良好的制动效果,减少磨损,降低噪音,延长刹车盘的使用寿命。NAO型刹车片的材料已经历了几次变革,现NAO材料在诸多方面已经有效超过了石棉制动片的性能,这主要是在抗摩性能及噪音等方面。摩擦材料制动器衬片以环保的天然矿物、天然纤维等为原材料,通过组合摩擦材料研究方法(包括原材料组合筛选、黄金分割法设计配方、灰色相关度优化性能和摩擦性能可拓综合评价等)开发了环境友好的无石棉有机摩擦材料,具有原材料成本低、产品性能和商业化价值等优异良好的特点,受到消费者欢迎。

更轻的制动盘就意味着悬挂下重量的减轻。这令悬挂系统的反应更快,因而能够提升车辆整体的操控水平。另外,普通的制动盘容易在全力制动下因高热产生热衰退,而陶瓷制动盘能有效而稳定的抵抗热衰退,其耐热效果比普通制动盘高出许多倍。陶瓷制动盘并非就是普通陶瓷,而是在1700℃高温下碳纤维与碳化硅合成的增强型复合陶瓷。

陶瓷制动片的制动能力要强于传统制动片,并且还很轻。当然它最大的特点就是耐高温和耐磨,陶瓷制动片改善制动性能。陶瓷制动片可长期使用温度在1000℃,可适合各种高性能制动材料的高性能要求,比如在F1赛车中,刹车片清一色都是还有陶瓷成分的制动片。

陶瓷制动片起源于F1赛车运动,一般来说,在直线行驶时,大家的发动机排量相同,输出功率相近,很难超车,要超越对手最好的办法就是在入弯前延时刹车,这样才能在激烈的对抗中战胜对手。但是如果刹车性能不好,那赛车势必会冲出赛道。因此源于赛车运动的刹车片必须具备制动距离短,耐高温,抗磨损等特征。陶瓷制动片是从金属陶瓷而非非金属陶瓷的原理出发,刹车片由于高速大力制动时,在摩擦表面产生高温,据测定,可达到800～900℃,有的甚至更高。在此高温下,制动片表面会发生金属陶瓷烧结类似反应,使制动片在此温度下有良好的稳定性。而传统的制动片在此温度下不会产生烧结反应,由于表面温度急剧升高会使表面物质熔化甚至产生气垫,这就造成连续制动后制动性能急剧降低或者制动失灵的情况。陶瓷盘的重量只有普通铸铁盘的一半不到,例如采用陶瓷制动的SL-RMCLAREN,其前轮制动盘直径为370mm但重量仅为6.4kg。而采用普通制动盘的CL－CLASS其前盘直径为360mm但重量高达15.4kg。陶瓷制动盘在制动最初阶段就能立刻产生最大的刹车力,因此甚至无需制动辅助增加系统,而整体制动比传统制动系统更快、距离更短、为了抵抗高热,在制动活塞与制动衬块之间有陶瓷来隔热,陶瓷制动盘有非凡的耐用性,如果正常使用是终生免更换的,而普通的铸铁制动

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

盘一般用上几年就要更换。

陶瓷制动片是摩擦材料中的新品种,陶瓷制动片是由陶瓷纤维、不含铁的填料物质、胶黏剂和少量的金属所组成的,具有无噪音、无落灰、不腐蚀轮毂、使用寿命长、环保等优点。陶瓷制动片是一种最新的刹车片技术,它有着相对传统制动片更好的特性。陶瓷制动片目前在一些高档车或跑车上才有应用。陶瓷制动片改变了传统的观点。陶瓷制动片的陶瓷是一种碳纤维增强碳化硅陶瓷复合材料。这种复合材料具有相当好的特性,可根据客户特殊应用需要定制成型,比如需要高强度的超低密度材料。有人统计过,一个陶瓷制动片的实用寿命大约是传统制动片的两倍还要多,可实现 10 万 km 不换制动片,这无疑又降低了养车成本。除了赛车,陶瓷制动片一般应用在高档轿车和跑车上,而作为全新 A 级车的朗逸上却全车系配备了陶瓷制动片,这在同级别车中,可谓引领潮流。

3 陶瓷制动摩擦片的性能优势

陶瓷制动片相比其他类型的制动片有如下的优点:

摩擦系数是任何摩擦材料最重要的性能指标,关系制动片制动能力的好坏。在制动过程中由于摩擦产生热量,工作温度的增高,一般的制动片的摩擦材料受温度的影响摩擦系数开始下降。在实际的应用中会降低摩擦力从而降低了制动作用。普通制动片摩擦材料不成熟,摩擦系数太高造成制动过程中方向失控、烧片、刮伤制动盘等不安全因素。即使制动盘的温度高达到 650℃时,陶瓷制动片的摩擦系数仍在 0.45～0.55 左右,能保证车辆具有良好的制动性能。有较好的热稳定性和较低的热传导率,良好的耐磨性。长期使用温度在 1000℃,此特性使陶瓷可适合各种高性能制动材料的高性能要求,可满足制动片高速化、安全化、高耐磨等技术要求。有很低的热衰减性,无论第一代陶瓷产品还是第四代陶瓷刹车片,仍然能保证车辆具有良好的制动性能,以保证安全,制动片热衰减的现象很小。

有良好的机械强度和物理性能,能够承受较大的压力与剪切力。摩擦材料制品在装配使用之前,有需进行钻孔、装配等机械加工,才能制成制动片总成。因此要求摩擦材料必须具有足够的机械强度,以保证在加工或使用过程中不出现破损与碎裂。

因陶瓷材料的散热快的缘故,所以用于制动的制造中,它的摩擦系数都要高于金属制动片的摩擦系数。制动片在制动时会产生瞬时的高温,尤其在高速行驶或紧急制动时。在高温状态下,摩擦片的摩擦系数会下降,称为热衰退性。普通制动片热衰退性的低,高温状态和紧急制动时的产生制动油温度升高使制动延迟,甚至丧失制动效果安全系数低。

在舒适性指标中,车主往往最关心的是制动片的噪音情况,其实噪音也是普通制动片长久以来无法解决的问题。传统制动片中金属是主要产生摩擦力的材料,制动力大,但是磨损大,而且易出现噪音。安装陶瓷制动片后,在正常行驶中,不会产生异常嚣叫(即刮嚓声)。噪音产生于摩擦片与摩擦盘之间的非正常摩擦,其产生的原因非常复杂,制动力、制动盘温度、车辆速度以及气候条件都有可能是噪音产生的原因。此外,噪音在制动起始、制动实施和制动释放三个不同阶段产生的原因是不一样的。如果噪音频率在 0～550Hz 之间,车内是不会感觉到的,但如果超过 800Hz,车主就能明显感觉到制动噪音。

陶瓷制动片采用的大颗粒石墨/黄铜/高级陶瓷(非石棉)和半金属等高科技材料具有耐高温、耐磨、刹车稳定、修复刹车盘、环保、无噪音使用寿命长等优点,优良的材质特性,克服了传统制动片的材料和工艺上的缺陷是目前国际上最尖端的高级陶瓷制动片。除此之外,陶瓷渣球含量低,增强性好,也可降低制动片的对偶磨损和噪音。

使用寿命是大家非常关注的指标,普通制动片的使用寿命在 2 万 km 以下,而陶瓷制动片的使用寿命在 2 万 km 以上。那是因为陶瓷制动片采用的独特配方材料只有 1～2 种含静电的粉末,其他的材料都为无静电的材质,这样掉粉就

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

会随车辆的运动而被风带走,不会粘附在轮毂上影响美观了。陶瓷材料的寿命比普通半金属的提高50%以上。使用陶瓷制动片后,在制动盘上不会出现刮槽(即划痕),延长了原车制动盘20%的使用寿命。

从有关部门提供的定速试验中试样的摩擦磨损性能测试结果可以看出,不管是摩擦系数的稳定性还是材料的磨损率,新型陶瓷基制动片都要优于树脂基制动片。从200～350℃的升温过程中,树脂基制动片产生了较大的热衰退,由200℃的0.44降到350℃的0.34,下降幅度达22.7%。磨损方面,150℃以前,树脂基制动片和陶瓷基制动片相差不大,即两种材料低温磨损接近;200℃以后,由于陶瓷基体具备优异的高温粘结效果,成倍地提高了材料的耐磨性能。在350℃时,陶瓷制动片的磨损率仅为0.27,远远低于树脂基制动片的1.35,总的磨损率(0.95)也远远小于树脂基制动片(3.23)。

陶瓷基制动片经历高温摩擦后,表面平整光洁,无剥落掉块现象。由于陶瓷配方采用了大量人工合成的无机和有机填料,材料之间有良好的亲和性,摩擦过程中形成了较好的摩擦层和转移膜;同时,陶瓷粘结相在高温下不会发生分解,且仍然具有良好的粘结效果,各种填料能牢靠地镶嵌在基体里面,因此试验过程中摩擦系数稳定,高温热衰退小。而树脂基制动片在低温时摩擦膜较为完整,摩擦表面光滑;经过高温摩擦后,高温固化时树脂的分解相对增加,分解形成的焦油状物质粘着在摩擦表面,使原来摩擦材料与对偶材料的干摩擦转变为边界摩擦和半流体摩擦的混合摩擦,导致摩擦系数大幅下降,材料发生热衰退现象。同时,由于树脂的大量热分解,降低了其粘结作用,因而材料磨损加剧,导致摩擦材料表面凹凸不平,有转移膜,以及膜氧化、破裂后形成的碎片,材料发生了严重的热衰退,热氧化磨损严重。从定速试验结果来看,新型陶瓷基摩擦材料表现出了优异的摩擦磨损性能。

陶瓷及树脂基制动片台架试验制动效能曲线,陶瓷基制动片的效能曲线较为平稳,其摩擦系数稳定性明显高于树脂基制动片,表现出良好的速度和压力相关性。陶瓷基制动片的衰退率远远小于树脂基制动片,其热稳定性能好。和树脂基制动片相比,陶瓷基制动片的摩擦系数表现出对制动次数的不敏感性,整个曲线无明显的大起大落,摩擦材料耐热性能良好。陶瓷基制动片整个制动过程中较为平稳,无制动噪音现象。陶瓷基制动片摩擦表面较为光亮,而树脂基制动片相对灰暗一些,表面附有薄薄的一层磨屑,落灰较多。这说明陶瓷基制动片的自清洁能力较强,制动过程中能不断更新工作表面,形成稳定的摩擦层,与制动盘形成较好的贴合。制动过程中,树脂基摩擦片有轻微的伤盘现象,其对偶盘外环边缘有一条较深的沟槽,明显是硬质颗粒夹杂在盘和片之间,在摩擦正压力的作用下切削制动盘形成的,这也就能很好地解释树脂基制动片制动过程中出现的轻微噪声现象。

新型陶瓷配方由于采用多种轻质多孔填料,且不含任何金属成分(钢纤维泡沫、铁粉、重金属等),和半金属配方相比,陶瓷制动片开孔隙度大,密度较低。同时,和树脂基摩擦材料相比,陶瓷基摩擦材料的硬度也较低。这主要有以下原因:首先,陶瓷基制动片表面有较多孔隙的存在,减少了材料本身承受外界载荷的有效面积,导致硬度测试时数值较小;其次,酚醛树脂是由如亚甲基联接的刚性芳环紧密堆砌而成,经高温固化后,硬度较大;树脂基配方中(普通半金属配方)有较多的金属成分(钢纤维),也使得树脂基摩擦材料整体硬度较高。冲击强度方面,和陶瓷基制动片相比,树脂基制动片中有机成分含量相对较多,特别是丁腈橡胶粉的加入,即在连续的刚性硬质的树脂基体上弥散分布有适量柔韧的橡胶微粒,构成了所谓的高分子合金。当树脂－橡胶组成基体时,由于橡胶粒子具有弹性,材料受到冲击时,应力集中产生的裂纹发展到橡胶粒子时就被吸收掉,阻碍了裂纹的进一步扩大,从而减缓了材料的破坏程度,在宏观上表现出来就是材料冲击强度的提高;陶瓷配方中无机粘结剂虽然高温粘结效果较好,但柔韧性欠佳,这种缺点可通过对陶瓷基刹车片进行材料改性,试着改变陶瓷基制动片的弹性模量,利用Griffith微裂纹理

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

论在陶瓷材料基体中加入塑性的粒子或纤维制成金属陶瓷或复合材料,也可人为的在材料中造成大量极微细的裂纹,用其吸收能量,阻止裂纹扩展。近来出现的韧性陶瓷就是在氧化铝中加入氧化锆,利用氧化锆的相变产生体积变化,在基体上形成大量微裂纹或可观的挤压内应力,从而提高材料的韧性,以上的各种方法均可应用于陶瓷基制动片的研究与改进中,从而使陶瓷基制动片不仅具有极高的硬度,更有不逊于树脂基制动片的韧性。

4 摩擦材料的技术要求及陶瓷制动摩擦片的关键技术

摩擦材料是车辆与机械的离合器总成和制动器中的关键安全零件,在传动和制动过程中,主要应满足以下技术要求:摩擦系数是评价任何一种摩擦材料的一个最重要的性能指标,关系着摩擦片执行传动和制动功能的好坏。它不是一个常数,而是受温度、压力、摩擦速度或表面状态及周围介质因素等影响而发生变化的一个数。

理想的摩擦系数应具有理想的冷摩擦系数和可以控制的温度衰退。由于摩擦产生热量,增高了工作温度,导致了摩擦材料的摩擦系数发生变化。摩擦材料在摩擦过程中由于温度的迅速升高,一般温度达 200℃以上,摩擦系数开始下降。当温度达到树脂和橡胶分解温度范围后,产生摩擦系数的骤然降低,这种现象称为热衰退。严重的热衰退会导致制动效能变差和恶化。在实际应用中会降低摩擦力,从而降低了制动作用,这很危险也是必须要避免的。在摩擦材料中加入高温摩擦调节剂填料,是减少和克服热衰退的有效手段。经过热衰退的摩擦片,当温度逐渐降低时摩擦系数会逐渐恢复至原来的正常情况。摩擦系数通常随温度增加而降低,但过多的降低也是不能快时,要防止制动效能的下降因素。摩擦材料表面沾水时,摩擦系数也会下降,当表面的水膜消除恢复至干燥状态后,摩擦系数就会恢复正常。摩擦材料表面沾有油污时摩擦系数显著下降,但应保持一定的摩擦力使其仍有一定的制动效能。

摩擦材料的耐磨性是其使用寿命的反映,也是衡量摩擦材料耐用程度的重要技术经济指标。耐磨性越好,表示它的使用寿命越长。但是摩擦材料在工作过程中的磨损,主要是由摩擦接触表面产生的剪切力造成的。工作温度是影响磨损量的重要因素。当材料表面温度达到有机粘结剂的热分解温度范围时,有机粘结剂如橡胶、树脂产生分解、碳化和失重现象。随温度升高,这种现象加剧,粘结作用下降,磨损量急剧增大。选用合适的减磨填料和耐热性好的树脂、橡胶,能有效地减少材料的工作磨损,特别是热磨损,可延长其使用寿命。

新型汽车陶瓷摩擦材料的关键技术:提高摩擦材料用粘结剂(树脂及橡胶)的性能与质量(如热分解温度高、热量损失小、游离酚含量低、软化点高、粒度细、韧性好等),开发摩擦材料用新型树脂;提高摩擦材料的热传导性,以加快摩擦热的传递,防止摩擦材料分解导致的性能降低;开发轻质和性能优越的多孔填料,以减小制品密度,降低制动噪声;提高粉碎、混料、热压及热处理(固化)等关键工艺设备水平,完善工艺操作和质量检测及控制手段,确保产品大批量生产质量的稳定性;减少摩擦片诱发制动噪声;提高制动摩擦片安全制动的剪切强度、耐压强度等。

粘结剂是摩擦材料组成的核心,它性能的好坏直接影响刹车片的性能。一般来说,粘结剂应具有长寿命、良好的稳定性和较好的耐热性能,其中耐热性是关键。目前,人们普遍采用物理和化学的方法对酚醛树脂进行改性,其耐热性能大幅度提高。但随着车速的提高,对摩擦材料的热衰退性能提出了更高的要求。目前摩擦材料粘结剂的研究,已不再局限于树脂和橡胶,而且拓展到了利用金属粉末或金属硫化物在高温下具有的特殊性能,减少树脂在摩擦材料中的使用比例,以弥补树脂及橡胶在高温下的不足。因此,尽管采用高性能树脂能提高摩擦材料的耐热性能,但其改善毕竟有限,我们应更多的关注和利用金属粉末及金属硫化物的性能或开发一些新型的无机粘结剂。同时,材料的热传导性虽然是

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

影响耐热性的间接因素,却非常重要。因此,为了降低制动温度,提高耐热性能,也可从提高制动材料的导热系数入手,加快散热速度,防止材料因温度过高导致性能下降。随着现代环保意识的增强,人们对汽车产生的噪音的问题越来越关注。因此,减少刹车片诱发的制动噪音成为一个重要的研究课题。汽车刹车片噪音,涉及到制动器的总成结构,而不单是制动材料本身的问题。目前,科学界对噪音的产生及形成机理还没有统一的定论。一般认为,其原因不外乎三种:一是刹车片与对偶不匹配,产生共振或伤盘;二是刹车片的摩擦稳定性差;三是刹车片与制动对偶随制动比压、温度、速率的变化,双方材质互为粘附。为解决此问题,一般可以添加一些润滑剂和增韧剂,积极开发轻质和性能优越的多孔填料,以降低制动噪音。

陶瓷制动片虽然短期内不太可能替代传统刹车片,但现代汽车正朝着高性能、高速度、安全舒适等方向发展,这就要求作为汽车重要组成部分的制动系统必须安全可靠,同时必须不断开发新的刹车材料以满足更严格的要求,陶瓷制动片必然成为今后的一个发展趋势。

新型汽车陶瓷制动片,特别是耐高温、低噪音、无金属、无纤维制动片的研究并进一步研制成功,可望会改变我国现有制动片的应用状况,将具有非常重要的社会意义、经济意义和良好的发展前景,同时其深入的理论研究将具有重大的科学意义和理论价值。

5 我国陶瓷制动片产品走向国际中高端市场

当今世界,节能和环保是汽车工业的两大主题。因此,今后汽车制动材料的主要研究方向是更安全、更轻量化、更省燃油。这不仅需要新材料的开发,还需要采用新结构、新系统,从而大幅度提高制动材料的摩擦磨损性能,实现轻量化,达到节能的目的。

据了解,陶瓷制动片最初由日本刹车片企业于上世纪 90 年代研制成功,逐渐成为制动片市场的新宠,目前占据了北美、日本大部分汽车厂商原装配套的市场份额。据介绍,陶瓷制动片固然有许多优点,但它只是摩擦材料中的一个新品种,并不是传统制动片的替代品。目前,因为更注重汽车的操控性,及对刹车灵敏度的要求比较高,包括奔驰和宝马在内的大部分欧洲汽车厂商仍然在使用传统的低金属制动片。目前国际上长期共存的摩擦材料种类有半金属、低金属、陶瓷、有机四大类。四大种类性能各有优劣,每一个种类又分为高、中、低不同的档次。陶瓷制动片作为摩擦材料中的一个新品种,具有无噪声、无落灰、不腐蚀轮毂、使用寿命长、环保等优点。据悉,最近几年欧洲汽车厂商也开始出现对陶瓷制动片的需求趋势,但由于低金属制动片与陶瓷制动片摩擦方式的不同,欧系车要装配陶瓷制动片必须要对汽车的相关部位做比较大的改动。我国已具备自主研发能力,目前国际上,除日本的两三家制动片企业外,中国主流制动片企业已经具备了中高端陶瓷制动片的自主研发与生产能力。

据介绍,陶瓷制动片生产研发是企业综合能力的体现,花钱买不来核心技术,更买不来制造工艺。国外的技术只用于国外的原材料,如果靠买来的技术使用进口原材料,陶瓷制动片的成本就会更高。而借鉴国外技术指标、自主研发的陶瓷制动片,更适合使用国产原材料,同时具有一定的成本优势。我国陶瓷制动片经过多年的发展,产品正逐步进入国际中高端市场。第一家为美国福特公司等汽车制造商配套的山东双连制动材料有限公司。摩擦材料中的新品种在摩擦材料领域,针对不同地区、不同车型、不同环境所使用的刹车片品种也不同。双连公司凭借相同的技术水平、低廉的价格优势,成功取代一家日本刹车片企业,为美国戴·克公司做原装配套。据了解,国内规模最大的制动片企业金麒麟集团,曾欲与一家日本制动片企业合作开发陶瓷制动片。但日方提出必须使用他们的品牌,合作期限由他们决定。对此,金麒麟集团不能接受,决定自主研发。历经 3 年攻克一道道难关的金麒麟陶瓷制动片终于研制成功,并一次通过美国格

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

林实验室技术鉴定,成为目前国内掌握陶瓷制动片生产技术的厂家之一。年生产陶瓷制动片1000 万套,占制动片总产量的 30%。

目前国内汽车售后市场,半金属制动片占据了较大市场份额。在国内原装配套市场,美系及日系车大多使用陶瓷制动片,欧系车大多使用低金属制动片,自主品牌汽车大多使用半金属制动片及陶瓷制动片。此外,国内制动片行业出口额逐年递增,但一个不容回避的现实是大量出口产品针对中低端市场,竞争优势更多地体现在价格方面。在目前出口的制动片产品中,60%以上为半金属制动片,陶瓷制动片占据不到 10%的份额。尽管目前国内制动片企业在各个种类制动片的生产研发方面已经取得了一定进步,但相对于国外的陶瓷制动片,这种进步只是某个点上的进步,而不是全面的进步。近年来,国内主流制动片企业在中高端陶瓷制动片方面的研发突破,标志着中国领军制动片企业迈向中高端市场的脚步更加稳健。

近几年来,随着我国汽车工业的突飞猛进,制动材料也取得了很大的发展。但跟国外相比,还有一定的差距。为开发新型的制动材料,我们应审时度势,随时跟踪国际市场,根据我国国情发展自己的汽车制动材料;在努力提高产品质量及批量稳定性的同时,开发新产品,满足不同车种和行驶条件的要求;改善树脂粘结剂质量并开发新型的无机粘结剂;采用新工艺、新型摩擦材料。陶瓷制动片作为摩擦材料中的一个新品种,具有无噪声、无落灰、不腐蚀轮毂、使用寿命长、环保等优点,而中国的制动片行业主流企业也都具备了陶瓷制动片的自主研发能力。陶瓷制动片作为目前市场上公认的中高端产品,毕竟成为未来制动片的发展方向,作为制动系统的新宠,陶瓷制动片拥有广阔的发展空间。

6 结束语

总之,通过新型陶瓷基汽车制动片性能特点及摩擦磨损的研究分析,可以看出陶瓷制动片具有摩擦系数稳定、耐温性好、使用寿命长、制动舒适、不伤害对偶盘、无制动噪音等特点,且性价比高。随着科学技术的发展,陶瓷摩擦材料的用途越来越广泛,具有广阔的应用前景。相信陶瓷摩擦材料将在未来的技术领域中大显身手。

Car Driving and Braking System of Ceramic Friction Material

Hong Guixiang
(Hubei Wuhan electronic materials company, Wuhan 430055)

Abstract: In the car's braking system, brake lining is the most critical safety components, all the stand or fall of braking effect is crucial brake lining, so, good braking friction plate is the patron saint of people and cars. For research and development of new friction materials has become the industry's top priority, this paper discusses the auto ceramic brake lining materials leading the fashion trend, analysis the performance of ceramic brake lining advantages, this paper introduces the technology of friction material requirements and the key technology of ceramic brake friction plate, put forward China's ceramic brake products to the international high-end market.

Keywords: automobile transmission; braking system; ceramic friction material; key technology

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net