

汽车发动机结构特点的研究

孙佳琦

哈尔滨东安汽车动力股份有限公司 黑龙江 哈尔滨 150000

摘要: 汽车发动机作为汽车的核心动力源,其性能的优劣直接关乎汽车的整体表现,而性能又与发动机的结构特点紧密相连。本文聚焦汽车发动机结构特点。先阐述发动机总体结构框架,包括组成模块与整体布局形式。接着分析关键部件结构特点,如气缸体、活塞等。随后探讨结构特点对动力、经济、排放性能及可靠性与耐久性的影响。最后指出汽车发动机结构轻量化、智能化控制及新能源发动机结构创新的发展趋势,为汽车发动机研究与应用提供参考。

关键词: 汽车发动机; 结构特点; 性能影响; 发展趋势

引言: 汽车发动机作为汽车核心部件,其结构特点对汽车性能起着决定性作用。随着汽车工业发展,对发动机性能要求不断提高。深入研究汽车发动机结构特点,有助于优化发动机设计,提升发动机性能,满足日益严格的环保与节能要求,推动汽车行业持续进步,因此开展此项研究具有重要意义。

1 汽车发动机的总体结构框架

1.1 发动机的组成模块

发动机主要由两大机构与五大系统协同工作。曲柄连杆机构是能量转换的核心模块,由活塞、连杆、曲轴等部件构成。活塞在气缸内做往复直线运动,将燃料燃烧产生的热能转化为机械能。活塞的直径一般在70-100毫米之间,不同车型发动机活塞直径有所差异,连杆连接活塞与曲轴,将活塞的直线运动转变为曲轴的旋转运动。曲轴则作为动力输出轴,将旋转运动传递至后续传动装置,驱动汽车行驶。配气机构负责精准控制进排气过程,由气门组与气门传动组等元件组成。气门组控制气缸与进排气道的通断,气门直径通常在20-40毫米范围,气门传动组则根据发动机工况,按时驱动气门开启与关闭,确保新鲜空气及时进入气缸,废气顺利排出。五大系统各司其职。燃料供给系统在汽油与柴油发动机上结构有别,但都致力于将燃料精准输送至燃烧室。润滑系统由机油泵、油道等构成,通过压力润滑、飞溅润滑等方式,减少部件间摩擦,延长使用寿命。冷却系统借助散热器、水泵等,让冷却介质循环流动,带走多余热量,维持发动机正常工作温度。点火系统专为汽油发动机设置,火花塞、点火线圈等元件协同,在恰当时刻点燃混合气。起动系统以起动机为核心,在启动时带动发动机运转,使其进入工作状态。

1.2 发动机的整体布局形式

直列式发动机气缸呈直线排列,结构紧凑,占用空

间小,多应用于中小型汽车。不过,当气缸数量增多时,发动机长度增加,影响车辆整体布局^[1]。直列式发动机气缸数量通常为2-6个。V型发动机将气缸分成两组,以一定夹角排列,缩短了发动机长度,降低了高度,还能有效减小振动,常见于中高级轿车与大型车辆。V型发动机气缸夹角一般在60-90度之间。水平对置式发动机气缸水平对向排列,平衡性出色,重心低,有助于提升车辆操控性,多应用于部分跑车与特殊车型。

2 发动机关键部件的结构特点

2.1 气缸体与气缸盖

气缸体作为发动机的基础骨架,结构形式多样,常见有整体式与龙门式。整体式气缸体结构紧凑,强度较高,适用于多种工况;龙门式气缸体则通过底部开口设计,便于维修与更换部件。在材料选择上,多采用高强度铝合金或铸铁,以承受高温高压环境。制造工艺方面,精密铸造与数控加工技术确保了气缸体的尺寸精度与表面质量。气缸体的主要功能在于支撑曲轴、活塞等运动部件,并形成燃烧室与冷却水道,同时保证良好的密封性能,防止气体泄漏与冷却液渗漏。气缸盖位于气缸体上方,与气缸体共同构成燃烧室。燃烧室的设计形式多样,如楔形、盆形等,直接影响混合气的燃烧效率与排放性能。燃烧室的容积一般在30-80立方厘米,气缸盖与气缸体的装配要求严格,需通过精密的定位销与螺栓紧固,确保两者之间的密封性。密封方式多采用金属垫片或密封胶,以防止高温高压气体泄漏。

2.2 活塞与活塞环

活塞由顶部、头部与裙部构成。活塞顶部直接承受燃烧产生的高温高压气体压力,不同形状的顶部设计适用于不同类型发动机。头部安装活塞环,起到密封与传热作用。裙部与气缸壁滑动接触,引导活塞做往复直线运动。在不同工况下,活塞承受着复杂的力,高温时热

应力增大,高速运动时惯性力显著。为适应这些工况,活塞采用轻量化材料,优化裙部轮廓设计,以减少摩擦与磨损。活塞质量一般在200-500克。活塞环分为气环与油环。气环依靠自身弹性紧贴气缸壁,阻止燃烧气体窜入曲轴箱,实现密封功能。油环则将气缸壁上多余的机油刮下,防止机油上窜燃烧造成积碳。活塞环磨损机制主要包括磨粒磨损、粘着磨损与腐蚀磨损。为延长使用寿命,可对活塞环进行表面镀铬处理,提高耐磨性,或优化环槽设计,改善润滑条件。活塞环的厚度一般在1-3毫米。

2.3 连杆

连杆由小头、杆身与大头组成。连杆小头连接活塞销,随活塞做往复运动;杆身传递活塞的力至连杆大头;连杆大头与曲轴销相连,将直线运动转化为旋转运动。在不同运动阶段,连杆受力特点各异,在上下止点附近承受较大拉压应力,在中间行程则主要承受弯曲应力。连杆常用材料为中碳钢或合金钢,选择依据是强度、刚度与韧性要求。制造工艺上,锻造能提高材料致密度与力学性能,机加工保证尺寸精度与表面质量。先进的制造工艺,如精密锻造与数控加工,可显著提升连杆的疲劳强度与可靠性。连杆长度一般在150-300毫米。

2.4 曲轴

曲轴由主轴颈、连杆轴颈、曲柄与平衡重等组成。主轴颈支撑于发动机机体,连杆轴颈和连杆大头相连。平衡重的设计用于平衡曲轴旋转时产生的离心力,进而降低发动机振动与噪声。曲轴工作过程中承受交变的弯曲与扭转应力,受力状况复杂。为提升曲轴强度与刚度,常选用合金钢材料,这种材料具备较高的强度和韧性^[2]。优化结构形状,像增大轴颈重叠度、采用空心轴颈等方式,也能有效提升曲轴性能,保障发动机稳定可靠运行。曲轴直径一般在50-100毫米。

3 发动机结构特点对性能的影响

3.1 动力性能

发动机的结构参数对动力输出有着决定性作用。气缸排量是衡量发动机大小的重要指标,排量越大,在相同转速下,每次做功循环吸入的空气和燃油混合气就越多,燃烧产生的能量也就越大,进而能输出更大的功率和扭矩。一般家用轿车发动机排量在1.0-2.5升,高性能跑车发动机排量可达3.0-6.0升甚至更大。压缩比则反映了气体被压缩的程度,提高压缩比可以增加混合气的压力和温度,使燃烧更迅速、更充分,有效提升发动机的动力性能。不过,压缩比过高可能引发爆震等问题,因此需要合理设计。为提高发动机功率和扭矩,优化结构

是关键。例如优化气缸盖燃烧室形状,让混合气形成更均匀,燃烧更快速,释放更多能量。不同结构形式的发动机在动力传递效率方面存在差异。直列式发动机气缸排列成一行,结构简单,动力传输直接,但长度较长,高速运转时振动稍大。V型发动机将气缸分成两组呈V形排列,缩短了发动机长度,降低了振动,动力传输更平稳,能在相同排量下输出更强劲的动力。

3.2 经济性能

发动机结构特点对燃油消耗率影响显著。燃烧室形状直接影响混合气燃烧过程,合理的形状能让混合气充分燃烧,减少燃油浪费。进排气道设计也不容忽视,优化进排气道形状和尺寸,能提高进排气效率,让更多新鲜空气进入气缸,同时更顺畅地排出废气,提升燃烧效率,降低燃油消耗。润滑系统和冷却系统的结构优化对降低发动机摩擦损失和提高热效率意义重大。润滑系统通过合理设计机油泵、油道等,确保机油能准确到达各个摩擦部位,形成有效油膜,减少部件间的直接接触摩擦,降低能量损耗。冷却系统则通过优化散热器、水泵等部件,让冷却介质循环更高效,精确控制发动机温度,避免温度过高或过低影响燃烧效率和部件性能,从而提高热效率,降低燃油消耗。

3.3 排放性能

发动机结构因素对污染物排放影响深远。喷油器的结构决定了燃油雾化质量,雾化良好的燃油能与空气充分混合,燃烧更完全,减少一氧化碳、碳氢化合物等污染物排放^[3]。三元催化转化器的布局影响净化效果,合理布局能让废气充分与催化转化器接触,将有害气体转化为无害物质。为降低排放,改进发动机结构是重要技术措施。采用可变气门正时技术,能根据发动机工况实时调整气门开启和关闭时刻,优化进排气过程,提高燃烧效率,减少污染物生成。废气再循环系统将部分废气引入进气系统,降低燃烧温度,抑制氮氧化物生成,有效降低排放。

3.4 可靠性与耐久性

发动机关键部件的结构强度和疲劳寿命对整机可靠性至关重要。曲轴、连杆等部件在高速运转中承受巨大载荷,若结构强度不足或存在应力集中,易发生疲劳破坏,影响发动机正常运行。预防疲劳破坏需优化部件结构设计,采用高强度材料,提高制造工艺精度。发动机结构设计的合理性对耐久性影响明显。零部件的装配工艺直接影响部件间的配合精度和稳定性,合理的装配工艺能减少磨损和振动。材料选择也关键,选用耐磨、耐腐蚀、耐高温的材料,能延长零部件使用寿命,提升发

动机整体耐久性。

4 汽车发动机结构的发展趋势

4.1 轻量化设计

在汽车工业持续进步的当下,发动机轻量化设计已成为重要的发展方向。降低发动机重量对整车性能提升意义重大。整车重量减轻后,车辆行驶时所需克服的惯性力减小,动力响应更为迅速,加速性能得到显著改善。更为关键的是,轻量化设计能直接降低燃油消耗,提高燃油经济性。在能源日益紧张、环保要求愈发严格的背景下,这一优势愈发凸显,有助于减少尾气排放,降低对环境的影响。实现发动机轻量化的技术途径丰富多样。采用新型材料是重要手段之一。铝合金密度小、强度较高,用铝合金替代传统铸铁制造发动机部分部件,能在保证强度的前提下大幅减轻重量。镁合金质量更轻,且具有良好的减震性能,在发动机一些非关键承载部件上应用前景广阔。优化结构设计同样不可或缺。通过拓扑优化等先进方法,对发动机内部结构进行重新设计,去除不必要的材料,在保证结构强度与刚度的同时实现减重。例如,对发动机缸体进行结构优化,减少壁厚,合理布置加强筋,既能减轻重量又能提升性能。

4.2 智能化控制

发动机智能化控制已取得显著进展。电子节气门作为智能化控制的关键部件,能根据驾驶员的操作意图与车辆行驶工况,精确控制进气量,实现发动机动力输出的精准调节。可变气门正时智能控制系统可根据发动机转速与负荷,自动调整气门开启与关闭时刻,优化进排气效率,提升发动机动力性与经济性。展望未来,发动机智能化控制将朝着更高级的方向发展。与车辆其他系统的集成控制将成为趋势^[4]。发动机将与变速器、制动系统、转向系统等实现深度融合,通过统一的控制策略,实现整车性能的最优匹配。例如,在车辆制动时,发动机可根据制动需求调整输出功率,实现能量回收,提高能源利用效率。基于大数据的故障诊断与预测也将成为

现实。通过收集发动机运行过程中的大量数据,利用数据分析技术,提前发现潜在故障隐患,及时进行维护保养,避免故障发生,提高发动机的可靠性与使用寿命。

4.3 新能源发动机结构创新

新能源发动机在结构上与传统发动机存在明显差异。混合动力发动机结合了内燃机与电动机的优势,既保留了内燃机的高能量密度特点,又具备电动机的零排放、低噪音优势。纯电动发动机则完全摒弃了传统发动机的燃烧系统,以电池为能量源,通过电动机驱动车辆行驶,结构更为简洁。新能源发动机结构创新的发展趋势聚焦于提高能量转换效率与优化电池布局。提高能量转换效率能减少能量在转换过程中的损耗,提升车辆的续航里程。例如,研发高效的电动机与电控系统,优化能量回收装置,实现制动能量的高效回收再利用。优化电池布局可提升车辆的空间利用率与安全性。合理规划电池在车辆上的安装位置,确保电池在车辆行驶过程中保持稳定,同时便于维护与更换。

结束语

汽车发动机结构特点研究涵盖多方面内容,从总体结构到关键部件,再到对性能的影响及发展趋势。轻量化、智能化控制与新能源发动机结构创新是重要发展方向。掌握这些特点与趋势,对汽车发动机设计、制造与优化有重要指导作用,有助于提升汽车整体性能,推动汽车行业朝着更高效、环保、智能的方向发展。

参考文献

- [1]王丹丹,姚鹏飞,田晓光.汽车发动机冷却系统参数匹配性设计分析[J].机械设计与制造,2024,40(8):294-297.
- [2]许昕.汽车发动机曲轴制造中的机械加工技术研究[J].现代制造技术与装备,2024,60(2):170-172.
- [3]宗亮宇.汽车发动机故障检测与维修技术要点分析[J].农机使用与维修,2022(5):105-107.
- [4]刘旭.汽车发动机缸盖排气座圈底孔深度检具设计[J].组合机床与自动化加工技术,2022(1):144-146,151.