

四冲程汽油机的基本工作原理与核心结构组成分析

李文刚

上海洋力国际贸易有限公司，中国（上海）自由贸易试验区，200131；

摘要：四冲程汽油机的工作原理是将进、排气门关闭，空气经进气门进入气缸，燃烧废气经排气门排出，火花塞点燃混合气。四冲程汽油机的核心结构组成主要包括进气系统、供油系统、点火系统、进排气系统等，各部件的设计好坏将影响汽油机的工作效率和寿命。随着汽车技术的不断发展和人们生活水平的提高，四冲程汽油机在汽车行业的应用越来越广泛。文章主要介绍了四冲程汽油机的基本工作原理、核心结构组成与性能参数，并分析了各部件对效率的影响以及常见设计优化方案，最后列举了四冲程汽油机在汽车行业中的应用和发展趋势。

关键词：四冲程汽油机；基本工作原理；核心结构组成

DOI：10.69979/3060-8767.25.11.066

引言

汽油机是目前汽车行业中应用最广泛的动力装置，它可以通过汽缸内的压缩、膨胀过程将燃料燃烧时产生的热量传递给空气，然后将空气送入汽缸，再将多余的热量释放出来。汽油机主要由曲轴、活塞、活塞环、气缸盖、配气机构、火花塞等部件组成。本文主要研究了四冲程汽油机的工作原理以及核心结构组成与性能参数，并分析了各部件对效率的影响以及常见设计优化方案，最后列举了四冲程汽油机在汽车行业中的应用与发展趋势。

1 四冲程汽油机的基本工作原理

四冲程汽油机的基本工作原理是：气缸内，活塞做往复运动，将新鲜空气从进气管带入气缸。在活塞达到上止点之前，进气行程结束；在活塞到达上止点后，压缩行程开始。在气缸内的气体压力和温度的作用下，可燃混合气被点燃，开始膨胀并燃烧。气缸内的气体膨胀运动使气缸压力逐渐减小，在气缸内的压力低于大气压时，气缸内的空气被压缩，产生高温高压气体。气体被吸入汽缸内燃烧。在压缩过程中，活塞向上运动至上止点时，压缩行程结束；在活塞到达下止点时，活塞向下运动至下止点时，压缩行程开始。在活塞运动到上止点时，燃烧气体被完全排出汽缸^[1]。

2 四冲程汽油机的核心结构组成

2.1 气缸体及气缸盖

汽油机的工作过程由进气管吸入新鲜空气，经进气歧管进入气缸，在气缸内燃烧，气体膨胀做功，将热能传递给周围的空气，排出废气。同时，在进气歧管内形成高压低真空的混合气。活塞向上运动至上止点时，汽缸内的气体被压缩并燃烧；活塞向下运动至下止点时，

混合气被完全排出汽缸。汽油机的核心部件是气缸体和气缸盖，它们都是由金属材料制造而成。汽油机的缸体通常由缸壁和缸盖组成，气密性良好的气缸盖能够保证发动机正常工作。气缸盖的作用是保护气缸体，同时给汽油机提供一个封闭的环境，使汽油机内部处于低温状态^[2]。

2.2 活塞及连杆机构

活塞是汽油机中最重要的部件之一，它是将燃料的能量转化为动力的主要部件，也是汽油机最重要的零件之一。汽油机的活塞通常由合金材料制成，它承受着巨大的压力，承受着较大的弯曲应力和热应力，因此在设计汽油机时必须考虑活塞的强度和刚度。同时，汽油机还需要具备良好的抗腐蚀能力以及良好的抗磨损能力，因为汽油机在工作时会产生高温高压气体，很容易对活塞造成腐蚀。因此，汽油机需要采用抗腐蚀性强、抗磨损能力强和强度高的材料。此外，活塞还需要承受往复运动产生的离心力、曲轴对活塞的扭矩、发动机自身产生的重力等载荷。

2.3 曲轴及曲轴箱

汽油机的曲轴通常由铸铁制成，它的作用是承受往复运动和旋转运动所产生的载荷，同时还需要保证发动机工作时不发生变形。曲轴箱是汽油机的重要部件，它主要由机油系统、润滑油系统、冷却系统和空气系统组成。汽油机在工作时会产生高温高压气体，曲轴箱需要承受高温高压气体产生的压力和热应力，因此在设计时要充分考虑曲轴箱的强度和刚度，以确保其能承受住高温高压气体的压力。汽油机曲轴箱还要与活塞相连接，由于活塞在往复运动过程中会对曲轴箱造成磨损，因此，汽油机曲轴箱要具备良好的耐磨损性、抗腐蚀性和抗磨

损能力。

2.4 配气机构（凸轮轴、气门、气门弹簧等）

汽油机配气机构是汽油机的重要组成部分，它是将发动机产生的废气通过凸轮轴和气门排出。汽油机的配气机构通常由凸轮轴、气门、配气机构（如凸轮轴）等组成，由于汽油机的配气机构工作环境恶劣，经常需要承受来自外界的压力，因此汽油机配气机构通常采用强度高、耐腐蚀性强和疲劳寿命长的材料。同时，汽油机配气机构还要具备良好的密封性和气密性，这样可以使发动机在工作时减少废气排放，同时也能够提高发动机的动力性^[3]。

2.5 点火系统（火花塞、点火线圈等）

汽油机的点火系统是将燃油喷射到汽缸内，使其在一定的温度和压力条件下燃烧，从而产生足够的能量。汽油机的点火系统通常由火花塞、点火线圈、点火提前角传感器、喷油嘴、控制系统等组成。汽油机的火花塞通常由铜合金或镍合金材料制成，火花塞可以直接安装在汽油机的缸盖上，也可以安装在汽油机的机体上，火花塞的作用是将燃烧时产生的火花点燃可燃混合气。同时，为了确保发动机工作时的稳定性和可靠性，汽油机的点火系统一般都采用双燃料（汽油/柴油）和分层燃烧（燃油/空气）技术。同时，为了提高汽油机的工作效率，汽油和空气通常都需要与火花塞混合。

2.6 供油系统（化油器/电喷系统、油泵等）

汽油机的供油系统是将汽油或柴油以一定的比例与空气混合后喷射到汽缸内，以实现汽油机工作过程的控制。通常情况下，汽油和空气都是由化油器或电喷系统来完成供给，而电喷系统则是由电控单元（ECU）控制完成供给。电喷系统中的 ECU 负责检测汽油或空气的流量、压力、温度和浓度等，通过对这些数据进行计算分析，来控制燃油喷射量。同时，电喷系统还负责对燃油压力、温度、流量进行实时监测，并通过控制电磁阀来控制燃油压力、喷油量等，实现对汽油机工作过程的控制。同时，为了提高汽油机的工作效率，汽油和空气通常都需要与火花塞混合。

2.7 进排气系统（进气管、排气管、空气滤清器、消声器等）

汽油机的进气系统通常由进气管、空气滤清器和消声器组成。汽油机的进气系统主要是将新鲜空气经进气管吸入汽缸内，从而使汽油机工作时能够保持新鲜空气的流通。同时，汽油机的进气系统还需要具备良好的密封性和气密性，以确保发动机在工作时不会发生漏气现象，

象，同时还可以使汽油机在工作时能更加节能减排。汽油机的排气系统主要是将废气经消声器、空气滤清器、排气管排出。汽油机的排气系统能够降低废气对环境的污染，同时还可以提高汽油机的热效率。汽油机在工作时产生的废气需要经排气管排出，从而降低发动机内部空气的污染。

2.8 润滑系统

汽油机的润滑系统是将润滑油输入汽缸内，以实现汽油机工作过程的润滑。在汽油机运行过程中，活塞和活塞环等零部件会与活塞摩擦，因此需要进行润滑油的润滑。汽油机的润滑系统主要由润滑油、润滑油滤清器、机油冷却器、机油泵等组成。润滑油可以使活塞环、活塞以及油底壳等零部件得到充分润滑，从而延长这些零部件的使用寿命，提高汽油机的使用寿命。同时，润滑油还能使机油具有一定的清洁作用，能够有效降低发动机内部零部件之间的摩擦系数。此外，还需要保证润滑油能够及时补充发动机内部的磨损和消耗，以防止油底壳等零部件出现干磨现象。

2.9 冷却系统

冷却系统是用来保证发动机的正常工作，使其在使用过程中不会过热或过冷。冷却系统分为冷却液循环和水冷却两部分。冷却系统主要由冷却系、冷却水泵、冷却液管及风扇等组成。发动机冷却系统保证发动机正常工作的重要装置，其作用是对发动机进行散热和降温。在柴油机上，主要由曲轴箱通风装置和排气管组成。在汽油机上，主要由冷却液管、散热器、风扇等组成。冷却液循环是用来使冷却液能以一定的流量在发动机机体内流动，将发动机各部位产生的热量带走，并带走工作过程中产生的气体热量，从而保证发动机正常工作。冷却水泵是用于提高冷却液温度的装置^[4]。

3 核心结构对工作原理的影响分析

3.1 各结构部件对效率的影响

汽油机的各部分结构对效率的影响是很大的，同时也是比较复杂的，因为汽油机的工作过程涉及多个部分，要想保证汽油机各部分结构的设计合理，必须保证各个部件之间的配合合理性。目前，我国汽油机结构设计还存在着一些问题，例如：在汽油机结构设计时对汽油机的工作原理不够了解，这就导致在设计汽油机结构时不能够有效利用各部件之间的配合关系。因此，相关人员进行汽油机结构设计时需要充分了解各个部件之间的配合关系，同时还需要重视对汽油机结构的优化设计。此外，还需要进一步加强对汽油机结构设计的研究力度，从而不断提高汽油机性能。

3.2 核心结构的常见设计优化

在对四缸汽油机进行优化的时候,需要综合考虑各方面因素,这样才能够实现四缸汽油机的最优设计。在对其进行优化设计的时候,首先需要根据其核心结构来进行优化设计,这样才能够保证其工作效率和工作质量,这样才能够确保四缸汽油机能够顺利完成各项任务。在对其进行优化设计的时候,要重点考虑其活塞、气缸、进排气歧管等结构。在对其进行优化设计的时候,需要结合四缸汽油机的特点和具体情况来进行优化设计,这样才能够确保其工作质量和效率。在对其进行优化设计的时候,还需要重点考虑发动机的整体布局 and 具体参数,这样才能够保证四缸汽油机的性能。

3.3 结构故障对工作过程的影响

在四缸汽油机的结构设计中,一旦出现故障,就会影响到其工作性能。由于在设计四缸汽油机的时候,需要对其关键零部件进行合理设计,这样才能够保证其结构的安全性。因此,在实际工作中,就会出现一些故障,这些故障对四缸汽油机的工作过程会产生一定的影响。例如在四缸汽油机的运行过程中,其气缸盖如果出现了开裂或变形等情况,那么就会导致活塞与气缸之间出现间隙。在这种情况下,就会导致汽油无法正常进入气缸。由于汽油无法进入气缸,那么四缸汽油机的工作效率就会大大降低^[5]。

4 典型应用与发展趋势

4.1 四冲程汽油机的主要应用领域

一台汽油机可以产生多少动力,决定于汽油机的气缸数与排量,也就是气缸数量与排量之间的关系。四冲程汽油机具有体积小、重量轻、功率大等优点,因而在乘用车和商用车领域得到广泛应用。在乘用车中,四冲程汽油机一般都用于低转速大扭矩的中低功率发动机;在商用车领域,四冲程汽油机主要用于轻卡和重卡。而在专用车中,四冲程汽油机一般用于纯电动汽车、混合动力汽车等。四冲程汽油机还广泛应用于非道路移动机械,如装载机、叉车、挖掘机、压路机、发电机组等。此外,四冲程汽油机也广泛用于船舶领域,如各种船舶的推进装置和压舱水排放装置等。

4.2 新型技术在核心结构中的应用(如可变气门、缸内直喷等)

目前,汽油发动机上的气门采用了可变气门机构,即通过调节气门正时和开度的大小,来调节进气量。气

门正时的调节范围为 $0^{\circ}\sim 90^{\circ}$,开度的调节范围为 $0^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 。在不同工况下,可根据发动机负荷的大小和转速的高低自动地选择不同的气门正时和开度,实现了对发动机动力性、经济性和环保性的综合优化。另外,随着汽油发动机燃烧技术和排放技术的不断发展,直喷技术已经被广泛应用于汽油机中,其显著特征是采用高压直喷系统。随着汽油发动机排放法规越来越严格,缸内直喷系统将成为今后汽油机发展的一个重要方向。

4.3 四冲程汽油机的节能减排与未来发展方向

汽油机的发展趋势,一方面是节能减排,另一方面是提高动力性。对于节能减排来说,需要通过不断的技术升级来实现。而在发动机性能提升方面,也需要不断创新突破,开发新的核心技术,以适应日益严苛的排放法规要求。此外,未来发动机的发展方向将朝着更小排量、更轻量化、更高功率密度、更低油耗、更长寿命等方向发展。从以上分析可以看出,四冲程汽油机在节能减排方面具有优势。而其核心技术和结构组成都是围绕提高动力性和经济性进行发展。随着技术的发展,四冲程汽油机必将有更加广阔的发展空间和应用领域。

5 结语

随着我国经济快速发展和人们生活水平的提高,人们对汽车的需求量越来越大,尤其是城市中使用汽车的数量呈逐年增加趋势,这也意味着汽油机需求量越来越大。汽油机在汽车行业中的应用范围越来越广泛,主要包括:混合动力、电动汽车、传统燃油车等。随着能源短缺和环境污染问题日益严重,为解决能源危机和环境污染问题,研究与开发高效清洁的汽油机成为各国汽车工业发展的主要目标之一。

参考文献

- [1]李清砺,李春凝,高瑞霞.二冲程汽油机分层扫气技术研究[J].内燃机与配件,2025,(18):1-4.
- [2]韦佳子,唐立春,王廷高.分层扫气二冲程汽油机设计[J].内燃机与动力装置,2024,41(06):83-88.
- [3]黄清,HS404-2 欧五 T3b 拖拉机整车研发.重庆市,重庆环松科技工业有限公司,2023-07-07.
- [4]解鹏,秦飞,梁洪波.二冲程汽油机风冷系统的仿真分析与实验研究[J].九江学院学报(自然科学版),2023,38(02):28-33.
- [5]田进富,刘广祥,刘占文,等.便携式小型四冲程汽油机润滑系统研发[J].小型内燃机与车辆技术,2022,51(04):43-48.