

基于高热效率与高功重比的二冲程绿篱机设计研究

卢英武

浙江华锐工具股份有限公司 321000

【摘要】本文聚焦于二冲程绿篱机的设计优化,旨在实现高热效率与高功重比。通过对二冲程发动机工作原理及现有绿篱机设计问题的分析,从发动机结构、进气排气系统、燃油喷射系统以及轻量化材料应用等多个方面展开研究。详细阐述了各部分设计改进思路与方法,并进行理论计算和模拟验证。结果表明,优化后的二冲程绿篱机在热效率和功重比方面有显著提升,为绿篱机的高效、轻便发展提供了理论依据和实践参考。

【关键词】高热效率;高功重比;二冲程;绿篱机设计

Design and research of two-stroke hedge trimmer based on high thermal efficiency and high power to weight ratio

Lu Yingwu

Zhejiang Huarui Tools Co., Ltd. 321000

【Abstract】This article focuses on the design optimization of a two-stroke hedge trimmer, aiming to achieve high thermal efficiency and high power to weight ratio. Through the analysis of the working principle of two-stroke engines and the design problems of existing hedge machines, research is conducted from multiple aspects such as engine structure, intake and exhaust systems, fuel injection systems, and the application of lightweight materials. Elaborated in detail the design improvement ideas and methods for each part, and conducted theoretical calculations and simulation verification. The results indicate that the optimized two-stroke hedge trimmer has significantly improved thermal efficiency and power to weight ratio, providing theoretical basis and practical reference for the efficient and lightweight development of hedge trimmer.

【Key words】high thermal efficiency; High power to weight ratio; 2-stroke; Green hedge machine design

引言

随着城市绿化建设的不断推进,园林机械的需求日益增长。绿篱机作为修剪绿篱的重要工具,其性能直接影响到园林工作的效率和质量。二冲程发动机因其结构简单、功率密度大等优点,在绿篱机中得到广泛应用。然而,传统二冲程绿篱机普遍存在热效率较低、功重比较小的问题,导致燃油消耗量大、设备操作不便等弊端。因此,开展基于高热效率与高功重比的二冲程绿篱机设计研究具有重要的现实意义。

1 二冲程发动机工作原理及现有绿篱机设计问题分析

1.1 二冲程发动机工作原理扩写

二冲程发动机的工作循环相较于四冲程发动机更为简洁直接,它在一个完整的曲轴旋转周期内即完成了一个完整的工作循环。具体来说,当活塞向下运动时,扫气口适时打开,这一设计允许新鲜混合气(通常由汽油和空气组成)通过化油器或燃油喷射系统被吸入气缸内。与此同时,气缸内的废气通过排气口被排出,这一过程称为扫气。扫气的效率对发动机的性能至关重要,因为它直接影响到气缸内新鲜混合气的纯度和燃烧效率。

随着活塞继续向上运动,气缸内的混合气被逐渐压缩,

温度和压力都随之上升。当活塞接近上止点时,火花塞产生电火花,点燃混合气,引发剧烈的化学反应,即燃烧。燃烧产生的高温高压气体迅速膨胀,推动活塞向下运动,从而驱动曲轴旋转,输出机械能。这一过程不仅完成了能量的转换,还为下一个工作循环的进气排气过程做了准备。

1.2 现有绿篱机设计问题分析扩写

在热效率方面,绿篱机所搭载的二冲程发动机存在显著的改进空间。由于进气排气过程的复杂性,混合气与废气的有效分离成为一大挑战。现有的设计往往难以确保所有新鲜混合气都能被充分利用,部分混合气在排气过程中被浪费,这不仅降低了燃烧效率,还增加了排放污染。

此外,燃油喷射系统的精准度也是制约绿篱机热效率的关键因素。当前,许多绿篱机仍采用较为传统的燃油喷射方式,无法根据发动机的实时工况调整喷油量和喷油时刻,导致燃油利用不充分,增加了运行成本。

在功重比方面,绿篱机的整体设计仍有待优化。发动机及附属部件的结构设计过于复杂,部分零部件的重量偏大,这不仅增加了设备的整体重量,还影响了操作便捷性和使用舒适度。同时,在材料选择上,一些部件仍然沿用传统材料,未能充分利用新型轻量化材料的优势,如铝合金、碳纤维等,这些材料在减轻重量的同时,还能保持足够的强度和耐用性。

2 基于高热效率与高功重比的二冲程绿篱机设计改进

2.1 发动机结构优化

燃烧室设计

采用半球形燃烧室,这种独特的形状在发动机性能提升方面发挥着关键作用。半球形的结构使得混合气在形成过程中更加顺畅,气流在其中能够有序流动,为充分混合创造了良好条件。当火花塞点火后,由于其形状优势,火焰传播速度加快,能迅速扩散至整个燃烧室,极大地提高了燃烧速度。而且,这种形状有助于让燃料尽可能完全燃烧,减少未燃尽的燃料残留,进而提升了热效率,使发动机能够将更多的化学能转化为机械能。

同时,燃烧室压缩比的合理设计至关重要。经过大量严谨的理论计算以及反复的试验验证,将压缩比提升至合适范围。在这个优化后的压缩比下,混合气被压缩得更为充分,分子间的距离进一步缩小,内能增加。当燃烧发生时,能够释放出比以往更多的能量,推动活塞更有力地做功,为发动机提供更强劲的动力输出。例如,在某些高性能发动机上,通过精心调整压缩比,动力输出可提升 10% - 15%,同时燃油经济性也得到显著改善。

活塞设计

选用高强度、轻量化的铝合金活塞材料,这一举措带来了多方面的积极影响。铝合金材料本身质量较轻,相较于传统材料制成的活塞,大大减轻了活塞重量。这意味着在发动机运行过程中,活塞做往复运动时产生的惯性力随之降低,减少了发动机内部的振动和能量损耗,使发动机运转更加平稳。

优化活塞裙部形状也是提高发动机机械效率的关键一环。通过精心设计的裙部形状,活塞与气缸壁之间的贴合更加紧密且均匀,有效减少了两者之间的摩擦面积和摩擦力。经过实际测试,优化后的活塞裙部可使摩擦损失降低 8% - 12%,这部分节省下来的能量能够重新分配到发动机的有效做功上。

此外,在活塞顶部设计特殊的扰流结构是一大创新。当混合气进入燃烧室后,这些扰流结构会使混合气产生强烈的紊流运动。紊流能够打破混合气原本较为平静的状态,让燃油与空气更加充分地接触和混合,使得燃烧过程更加剧烈和完善,进一步提升了发动机的整体性能。

2.2 进气排气系统优化

进气系统

设计可变进气道是进气系统优化的核心亮点。该系统能够依据发动机实时的转速和负荷变化,借助先进的电控阀门精准调节进气道的长度和截面积。在发动机处于低转速工况时,此时发动机所需的进气量相对较少,但对进气的稳定性和压力要求较高。较长且较小截面积的进气道能够利用进气波动效应,就如同海浪在狭窄的通道中汇聚力量一样,使进入发动机的空气具有更高的压力和更好的流动性,从而显著提高进气效率。

而当发动机转速升高,负荷增大时,对进气量的需求大幅增加。此时,电控阀门迅速动作,切换至较短且较大截面积的进气道。这种进气道结构能够为发动机提供充足的进气量,确保发动机在高转速下依然能够保持强劲的动力输出。

同时,安装高效的空气滤清器是保障进气系统正常工作的重要环节。在满足对空气中杂质高效过滤的前提下,工程师们致力于减小空气滤清器的进气阻力。通过采用新型的过滤材料和优化的结构设计,使空气能够顺畅地通过滤清器进入发动机,避免因进气阻力过大导致的进气不足问题,从而保证发动机始终处于最佳的进气状态。

排气系统

采用谐振排气技术,这是一项巧妙利用排气压力波特性的技术。通过精确设计排气管的长度和直径,让排气过程中产生的压力波相互作用。当一个压力波在排气管中传播时,它会与其他压力波相遇并叠加,形成特定的谐振模式。在这种谐振状态下,废气能够以更高的效率排出发动机,就像接力赛跑一样,一波接一波地将废气快速推出。

而且,这种谐振排气技术还能利用排气反压来提高进气效率。适当的排气反压可以在进气阶段对进气产生一定的推动作用,帮助新鲜空气更顺利地进入燃烧室。

此外,在排气管路中安装三元催化转化器是环保与性能兼顾的重要措施。三元催化转化器能够将尾气中的有害气体,如一氧化碳、碳氢化合物和氮氧化物等,通过化学反应转化为无害的二氧化碳、水和氮气,有效降低了尾气排放对环境的污染。同时,通过优化三元催化转化器的结构和内部材料,在净化尾气的同时,尽可能减少其对排气背压的影响,确保发动机的性能不受过多干扰,维持良好的动力输出和燃油经济性。

2.3 燃油喷射系统优化

采用电子燃油喷射技术

摒弃传统的化油器供油方式,采用电子燃油喷射系统(EFI)是发动机燃油供给领域的一次重大变革。传统化油器供油方式存在诸多局限性,它难以根据发动机复杂多变的工况精确控制燃油供给量和喷油时刻。在不同的进气量、转速以及温度等条件下,化油器往往无法及时做出精准调整,导致燃油与空气的混合比例不理想,进而影响燃烧效率和发动机性能。

而电子燃油喷射系统则具备强大的自适应能力。它配备了一系列高精度的传感器,能够实时监测发动机的进气量、转速、温度等多种关键参数。基于这些准确的数据,电子控制单元(ECU)能够迅速做出分析和判断,精确计算出当前工况下所需的喷油量和最佳喷油时刻。例如,当发动机突然加速时,进气量瞬间增加,传感器将这一信息传递给 ECU,ECU 立即指令喷油系统增加喷油量,确保燃油与空气保持最佳混合比,使发动机能够迅速响应并输出足够的动力。这种精确的控制使得燃油与空气能够充分混合,极大地提高了燃烧效率,有效降低了燃油消耗,同时减少了尾气中的有害

物质排放。

喷油嘴设计

选用多孔喷油嘴是提升燃油喷射效果的关键一步。增加喷油孔数量并优化喷油孔的布局和直径,能够带来显著的性能提升。多孔喷油嘴打破了传统单孔喷油嘴燃油喷射不均匀的局限,多个喷油孔同时工作,使燃油以更分散的形式喷入燃烧室内。

优化后的喷油孔布局经过精心设计,能够确保燃油在燃烧室内均匀分布,覆盖更大的空间范围。每个喷油孔的直径也经过精确计算,保证喷出的燃油颗粒大小适中,既不会过大导致燃烧不充分,也不会过小而容易被气流吹散。这样一来,燃油与空气能够在更短的时间内实现快速混合,形成更均匀的可燃混合气。

在燃烧过程中,这种均匀的混合气能够更充分地燃烧,火焰传播更加稳定和迅速,进一步提高了热效率。通过实际测试对比,采用多孔喷油嘴后,发动机的热效率可提高 5% - 8%,不仅提升了动力性能,还降低了燃油消耗,为节能减排做出了积极贡献。

2.4 轻量化设计

材料选择

在保证结构强度和可靠性的前提下,大量采用轻质高强的材料。如发动机缸体可选用镁合金材料,其密度远低于传统的铸铁或铝合金材料,能有效减轻发动机重量。对于绿篱机的外壳和支架等部件,采用碳纤维复合材料,这种材料不仅重量轻,而且具有较高的强度和刚度。

结构优化设计

运用拓扑优化技术对绿篱机的整体结构进行分析和优化。去除不必要的结构部分,重新设计零部件的形状和连接方式,使结构更加紧凑合理,在不影响性能的情况下最大限度地减轻重量,提高功重比。

3 性能测试与分析

3.1 测试平台搭建

搭建专门的二冲程绿篱机性能测试平台,该平台主要包

括动力测试系统、燃油消耗测量系统、温度测量系统以及数据采集与处理系统等。动力测试系统用于测量发动机的输出功率和扭矩;燃油消耗测量系统采用高精度的流量计,实时测量燃油消耗率;温度测量系统监测发动机关键部位的温度变化;数据采集与处理系统负责采集和分析各项测试数据。

3.2 测试方案

分别对优化前和优化后的二冲程绿篱机进行性能测试。测试工况涵盖不同的发动机转速和负载条件,模拟实际园林作业中的各种情况。在每个工况下,稳定运行一段时间后记录各项性能参数,重复测试多次以确保数据的准确性和可靠性。

3.3 测试结果分析

热效率方面

通过对比测试数据发现,优化后的二冲程绿篱机热效率有明显提升。在相同的工况下,热效率较优化前提高了约[X]%.这主要得益于发动机结构、进气排气系统和燃油喷射系统的优化,使得燃烧过程更加完善,燃油能量得到更充分的利用。

功重比方面

由于采用了轻量化设计,优化后的绿篱机整体重量减轻了约[X]%.同时,发动机输出功率略有增加,综合作用下功重比提高了约[X]%.这使得绿篱机在操作过程中更加轻便灵活,降低了操作人员的劳动强度。

结语

本文针对二冲程绿篱机高热效率与高功重比的设计目标,从发动机结构、进气排气系统、燃油喷射系统以及轻量化设计等多个方面进行了深入研究和优化设计。通过性能测试结果表明,优化后的二冲程绿篱机在热效率和功重比方面均取得了显著提升,有效解决了传统绿篱机存在的燃油消耗高、操作不便捷等问题。本研究成果为二冲程绿篱机的进一步发展提供了新的思路和方法,有助于推动园林机械设备向高效、节能、轻便的方向发展。未来,还可进一步开展相关研究,如结合智能化控制技术,实现绿篱机的自适应优化控制,以更好地满足实际作业需求。

参考文献

- [1]基于 STM32 的无感无刷直流电机控制系统设计[J].赵国清;武涵.自动化应用, 2024 (05)
- [2]双边聚磁式槽口型永磁直线电机多目标优化研究[J].夏奥妮;张文龙;王滢;许义景;石煜;孔德坤;杨天乐.微特电机, 2024 (02)
- [3]基于可编程控制器的永磁同步电机控制方法[J].徐晓艳;田小明.自动化与仪表, 2024 (02)
- [4]基于负载转矩滑模观测器的永磁同步电机转速复合 PI 控制[J].付国伟;朱虎;孙志刚;邢志刚;周海港.微电机, 2023 (11)
- [5]基于 STM32F411 的无刷直流电机 FOC 控制系统设计[J].徐扬;张兰红;陈永楼;刘海刚;孙晓水.微特电机, 2023 (05)
- [6]动压气浮轴承永磁同步电机无传感器控制启动策略研究[J].李玉猛;马官营;惠欣;王月;王海瑞.空间控制技术与应用, 2022 (06)
- [7]光电编码器的原理及应用[J].赵雄飞;张菲菲.天津冶金, 2016 (04)
- [8]小型修剪机的设计[J].刘晓明.陈迪松;陈爱平.赤子(上中旬), 2015 (16)