

创新创业音波雨刷器

马铭 安石 浩铭

长春工业大学人文信息学院，吉林长春，130122

摘要：随着汽车科技的不断发展，我国汽车配件创新方面扮演者日益重要的角色。然而，过去对于音波雨刷器的理解仅限于一款新颖的产品概念。而对其具体的工作原理，构造及优化机制缺乏深入了解。因此本文旨在研究以下三个问题：

(1) 雨刷器的工作原理。

(2) 音波雨刷器构造原理和核心部件。

(3) 了解音波雨刷器的优化机制。本产品作为一款新型产品此产品任处于发展期，具有广泛的应用场景。

关键词：音波雨刷器 声波应用 新型车床清洁方式 车辆电器兼容性

DOI:10.69979/3041-0673.24.3.039

1. 项目介绍和对比

1.1 项目背景介绍

随着汽车工业的不断发展和进步，人们对汽车的安全性、舒适性和智能化要求越来越高。雨刷器作为汽车上重要的安全部件之一，其性能的优劣直接影响着驾驶员的视线和行车安全。传统的机械雨刷器在使用过程中存在一些不足之处，如清洁效果有限、易产生噪音、使用寿命较短等。

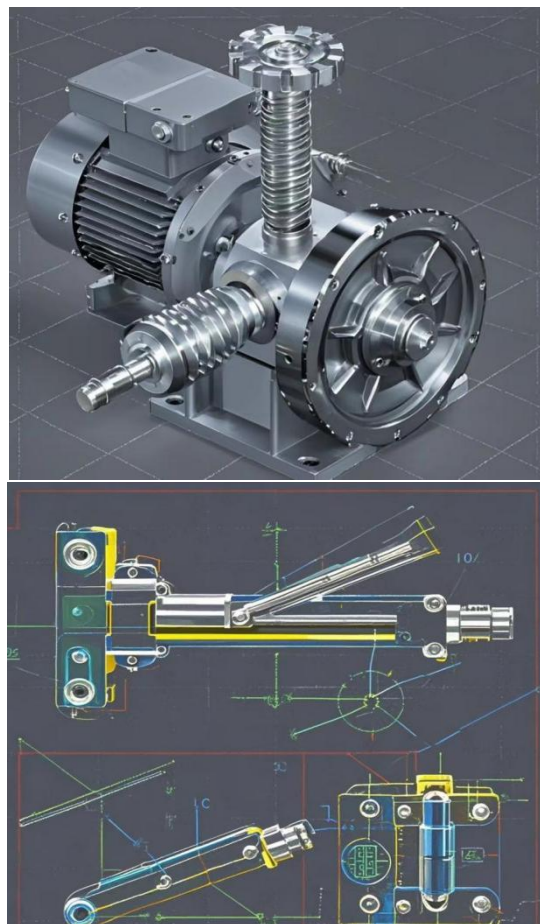
在这样的背景下，音波雨刷器项目应运而生。音波雨刷器利用音波振动的原理，通过产生特定频率和振幅的音波，使附着在挡风玻璃上的雨水、灰尘等杂质产生共振，从而实现更加高效、清洁、安静的清洁效果。

此外，随着科技的不断进步，声学技术、材料科学等领域的发展也为音波雨刷器的研发提供了技术支持。同时，消费者对汽车配件的创新和品质提升的需求也促使汽车制造商和相关企业加大对新型雨刷器的研发投入。

1.2 传统雨刷介绍

1.2.1 传统雨刷器工作原理

传统雨刷器主要由电动机、连杆机构、雨刮臂和雨刮片组成。当驾驶员启动雨刷器开关时，电动机开始运转，通过减速齿轮将动力传递给连杆机构。连杆机构将电动机的旋转运动转化为雨刮臂的往复摆动运动，从而带动雨刮片在挡风玻璃上进行刮水操作。



具体来说，电动机通过蜗杆传动带动蜗轮旋转，蜗轮再通过齿轮传动将动力传递给连杆机构。连杆机构通常由多个杆件组成，通过铰链连接在一起。当电动机转动时，连杆机构中的杆件会按照一定的规律运动，从而使雨刮臂在挡风玻璃上进行往复摆动。雨刮臂的摆动角度和频率可以通过调整连杆机构的参数来控制。

1.2.3 传统雨刷器的缺点

1) 清洁效果有限

传统雨刷器主要依靠橡胶刮片在挡风玻璃上的机械摩擦来清除雨水和灰尘等杂质。然而,对于一些顽固的污渍,如油渍、树胶,鸟类粪便等,传统雨刷器往往难以彻底清除,容易在挡风玻璃上留下痕迹,影响驾驶员的视线。

特别是在高速行驶时,由于风阻的作用,传统雨刷器的清洁效果会进一步降低。

2) 易产生噪音

传统雨刷器的橡胶刮片在与挡风玻璃摩擦的过程中会产生噪音,尤其是在雨势较大或者刮片老化的情况下,噪音会更加明显,影响驾驶体验。

噪音的产生主要是由于刮片与玻璃之间的不均匀摩擦以及刮片在运动过程中的振动引起的。

3) 使用寿命较短

传统雨刷器的橡胶刮片容易受到阳光、高温、低温等环境因素的影响,导致老化、变硬、开裂等问题,从而降低其使用寿命。此外夏日高温可能导致橡胶刮片皱缩弯曲与玻璃接触面减小从而使得雨刮效果大打折扣。

此外,频繁的使用和摩擦也会加速刮片的磨损,需要定期更换雨刷器,增加了使用成本。

4) 对挡风玻璃有一定的损伤

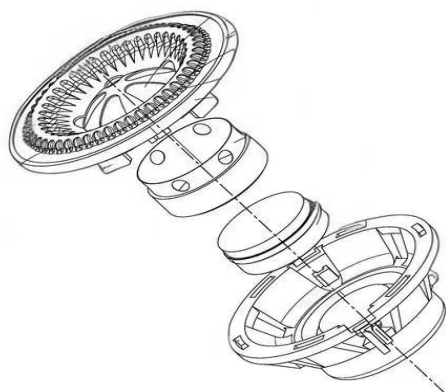
传统雨刷器的橡胶刮片在工作时会对挡风玻璃产生一定的压力,如果刮片老化或者安装不当,可能会在挡风玻璃上留下划痕,影响玻璃的透明度和强度。

特别是在寒冷的天气里,刮片与玻璃之间的摩擦力会增大,更容易对玻璃造成损伤。

1.3 音波雨刷器工作原理和零部件

音波雨刷器是一种利用音波振动来清洁汽车挡风玻璃的新型雨刷器。其工作原理主要涉及以下几个方面:

(1) 音波发生器



音波雨刷器的核心部件是音波发生器,它能够产生

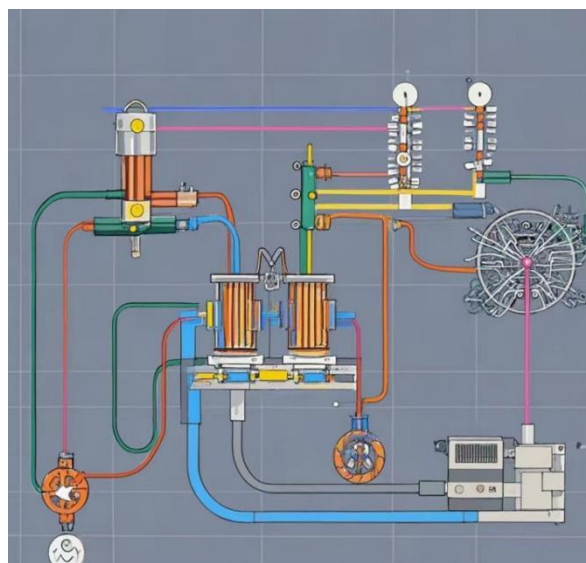
特定频率和振幅的音波。音波发生器通常由压电陶瓷材料或电磁线圈等组成。

1.3.1 电磁线圈音波发生器工作原理:

1) 电磁感应:电磁线圈音波发生器主要基于电磁感应原理工作。当电流通过线圈时,会产生磁场。这个磁场会与周围的磁性材料相互作用,产生力的作用。

2) 机械振动:通过设计合适的结构,使磁场的变化引起磁性材料的机械振动。这种机械振动会以音波的形式传播出去,从而产生音波。

3) 频率调节:通过改变电流的频率和大小,可以调节音波的频率和强度。这使得电磁线圈音波发生器能够适应不同的应用需求。



1.3.2 音波传播与共振

1) 音波在挡风玻璃上的传播:

音波发生器产生的音波通过空气或其他介质传播到挡风玻璃上。音波在挡风玻璃中的传播速度取决于玻璃的材质和厚度等因素。

当音波传播到挡风玻璃表面时，会引起玻璃表面的微小振动。这些振动会使附着在玻璃上的雨水、灰尘等杂质也随之振动。

相关计算：

波速公式： $v=f\lambda$ ，其中 v 是波速， f 是频率， λ 是波长。在空气中，声音的速度约为 343m/s（在不同的温度和湿度条件下会有所变化）。

声压级公式： $L_{20}\log_{10}(P/P_0)$ 其中 L_p 是声压级（单位为分贝，dB）， P 是实际声压， P_0 是参考声压（通常取 $2 \times 10^{-5} \text{Pa}$ ）。

1.3.3 共振效应：

1) 如果音波的频率与挡风玻璃或杂质的固有频率相匹配，就会产生共振效应。在共振状态下，杂质的振动幅度会显著增大，使其附着力减弱。

2) 不同类型的杂质具有不同的固有频率，因此音波雨刷器需要能够产生多种频率的音波，以适应不同的清洁需求。

1.3.4 清洁过程

1) 杂质脱离：

在音波的作用下，附着在挡风玻璃上的雨水、灰尘等杂质的附着力减弱，同时受到风力、重力等外力的作用，更容易从玻璃表面脱离。

对于一些粘性较强的杂质，如油污、树胶等，音波雨刷器可能需要结合其他清洁方式，如喷水、使用清洁剂等，以提高清洁效果。

2) 防止二次污染：

音波雨刷器在清洁过程中，不会像传统雨刷器那样产生刮片与玻璃之间的摩擦，从而减少了刮片磨损产生的橡胶颗粒等二次污染的可能性。

此外，音波雨刷器的非接触式清洁方式也可以避免对挡风玻璃造成划痕，保持玻璃的透明度和强度。

1.3.5 控制系统

音波雨刷器通常配备有控制系统，用于调节音波的频率、振幅和工作模式等参数。控制系统可以根据不同的天气条件、车速、玻璃表面状况等因素自动调整音波参数，以实现最佳的清洁效果。

音波雨刷器的控制系统通常会配备各种传感器，如雨量传感器、车速传感器、玻璃表面温度传感器等。这些传感器可以实时监测环境条件和玻璃表面状况，并将信息反馈给控制系统。

1) 雨量传感器

作用：检测挡风玻璃上的雨量大小。音波雨刷器需要根据雨量的不同来调整音波的强度和频率，以达到最佳的清洁效果。当雨量较小时，可以降低音波强度和频

率，节省能源；雨量增大时，增强音波强度和频率，确保良好的视线。

2) 污垢传感器

作用：检测挡风玻璃上的污垢类型和程度。不同的污垢可能需要不同的音波参数来进行清洁。例如，对于灰尘、昆虫尸体等较轻的污垢，可以使用较低强度的音波；而对于油污、树脂等较难清洁的污垢，则需要更强的音波。

3) 温度传感器

作用：感知环境温度。在不同温度下，挡风玻璃的表面特性可能会发生变化，影响音波的传播和清洁效果。例如，在低温环境下，玻璃可能会变得更脆，需要调整音波的强度以避免损坏玻璃；而在高温环境下，玻璃表面的张力可能会改变，也需要相应地调整音波参数。

音波雨刷器通过音波发生器产生特定频率和振幅的音波，利用音波在挡风玻璃上的传播和共振效应，使附着在玻璃上的杂质脱离，从而实现清洁功能。与传统雨刷器相比，音波雨刷器具有清洁效果好、无噪音、无二次污染、使用寿命长等优点，是一种具有广阔应用前景的新型汽车雨刷器。

1.4 音波雨刷器核心部件优化机制

1.4.1 材料选择与改进：

对于压电陶瓷音波发生器，研究更高性能的压电材料，提高其压电系数和稳定性。例如，采用新型的铁电陶瓷材料或复合压电材料，增强音波的产生效率和强度。

对于电磁线圈音波发生器，优化线圈材料和磁芯材料，提高电磁转换效率和磁场强度。选择高导磁率的磁芯材料和低电阻的线圈材料，减少能量损耗。

对于音波雨刷器外壳可以采用聚碳酸酯（PC）、丙烯腈-丁二烯-苯乙烯共聚物（ABS）等工程塑料，或者碳纤维增强复合材料等，这些材料具有较高的强度、韧性和耐候性，同时通过优化外壳的结构设计，采用薄壁结构、中空结构等方式，也可以在不降低强度的前提下实现轻量化。



1.4.2 结构设计优化：

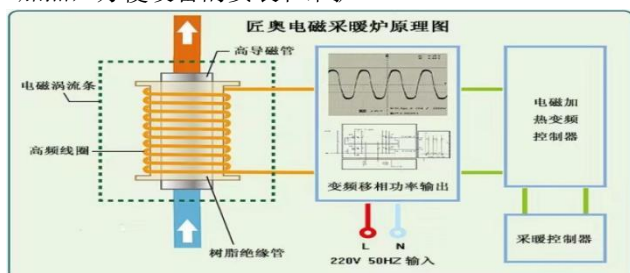


设计更合理的音波发生器结构,提高音波的聚焦性和传播效率。例如,采用喇叭状或楔形或长条状的结构设计,使音波能够更好地集中在挡风玻璃上,增强清洁效果。

考虑音波发生器的散热问题,设计有效的散热结构,防止音波发生器在工作过程中因温度过高而影响性能和寿命。可以采用散热片、风扇等散热方式,确保音波发生器在安全的温度范围内工作。

在面对冬天寒冷气候车辆停在室外导致玻璃结冰的情况时,传统雨刷可能冻结在车窗上,如果冰层太厚还可能需要人工进行除冰这种情况既费时又费力,处理不当还可能导致车窗损坏,此次设计的产品考虑到了类似情况我们通过编程设计冰雪天气震动频率使得冰层破裂自然滑落,此外我们还加装了加热系统在产品中央部位。

加热系统我们采用电磁加热系统进行有效除冰。电磁除冰在生活中多领域都有应用如:电路除冰,飞机机翼和机身除冰,以及铁路道岔除冰。电磁除冰工作原理如下:当交变电流通过一个线圈时,会在线圈周围产生交变磁场。如果将一个导体(被加热物体,如结冰的金属表面)放置在这个交变磁场中,导体内部会产生感应电动势。由于导体自身存在电阻,感应电动势会驱动感应电流(涡电流)在导体内流动,根据焦耳定律产生热量。这其中可能用到的公式定理有:法拉第电磁感应定律 $E = -N \frac{d\Phi}{dt}$, 欧姆定律 $I = E/R$, 焦耳定律 $Q = I^2 R t$ 。采用电磁感应加热优点有加热效率较高,热量直接在被加热物体内部产生,不需要像电阻加热那样通过热传导来传递热量,减少了热量损失。同时,它可以实现非接触式加热,方便设备的安装和维护。



2. 音波雨刷器面临的挑战及解决措施

2.1 技术性能挑战

1. 2.1 挑战

清洁效果稳定性:在不同天气状况(如暴雨、毛毛雨、夹杂灰尘或油污的雨水等)下,难以确保始终如一的清洁效果。例如,暴雨时雨水流量大,音波可能无法及时驱散大量雨水;而油污等粘性污垢可能对音波的清洁作用有抵抗性。

音波覆盖范围:要确保整个挡风玻璃都能被音波有效覆盖比较困难。挡风玻璃形状不规则且面积较大,音波可能存在盲区,导致部分区域清洁不到位。

1. 2.2 解决措施

优化音波参数:通过大量实验研究不同天气和污垢类型下的最佳音波频率、强度和波形等参数。例如,针对暴雨可提高音波强度或采用特殊波形来快速驱散雨水;对于油污,可尝试低频高能量的音波组合。并且开发自适应系统,根据雨量传感器等检测到的天气信息自动调整音波参数。

多源音波布局:在挡风玻璃周围合理布置多个音波发生器,通过调整每个发生器的发射角度和范围,实现全面覆盖。同时利用反射板等装置,使音波能够在玻璃表面更好地传播,减少盲区。

2.2 市场接受度挑战

1. 2.1 挑战

消费者认知:消费者对传统机械雨刷器的使用习惯根深蒂固,对音波雨刷器这种新型产品缺乏了解,可能会怀疑其清洁效果、耐用性等性能。

市场竞争:传统机械雨刷器已经占据了大量的市场份额,并且在价格上具有优势。音波雨刷器作为新产品进入市场,需要与传统产品竞争,面临较大的市场推广压力。

1. 2.2 解决措施

宣传与演示:通过广告、线上线下产品演示、汽车展会等多种形式向消费者宣传音波雨刷器的优势,如无声、高效清洁、低磨损等特点。可以提供免费试用样品给汽车制造商、维修店等,让消费者亲身体验其效果。

产品差异化与增值服务:强调音波雨刷器的差异化优势,如智能控制、与车辆电子系统的更好兼容性等。并且提供增值服务,如延长质保期、免费安装等,提高产品的竞争力。

3. 产品设计和创新需要的公式及计算

3.1 声学计算

(1) 音波的速度、频率和波长的关系

音波在特定介质中的传播速度 (v)、频率 (f) 和波长 (λ) 之间的关系可以用公式表示为: $v = f \times \lambda$ 。

例如, 在空气中, 声音的传播速度约为 343 米/秒。如果已知音波的频率为 500Hz (赫兹), 那么可以计算出波长为: $\lambda = v/f = 343/500 \approx 0.686$ 米。

(2) 频率的计算公式 (对于周期性振动)

频率是指单位时间内振动的次数, 通常用赫兹 (Hz) 表示。对于一个做周期性振动的物体, 其频率可以通过以下公式计算: $f = 1/T$, 其中 T 是振动的周期, 即完成一次完整振动所需的时间。

例如, 如果一个物体的振动周期为 0.02 秒, 那么它的频率为: $f = 1/0.02 = 50\text{Hz}$ 。

3.2 热量学计算

(1) 热量与温度变化的关系 (适用于物质吸收或放出热量导致温度变化的情况)

$Q = c \times m \times \Delta T$ 其中 Q 表示热量, 单位为焦耳 (J); c 是物质的比热容, 单位为焦耳每千克摄氏度 ($\text{J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$); m 是物质的质量, 单位为千克 (kg); ΔT 是温度的变化量, 即末温减去初温, 单位为摄氏度 ($^\circ\text{C}$)。

(2) 热传递中的热量计算公式 (通过热传导、热对流、热辐射等方式传递的热量)

3.2.1 热传导:

$Q = (T_1 - T_2) \times k \times A \times t/d$ 其中 T_1 、 T_2 分别是两个不同位置的温度; k 是热传导系数, 单位为瓦每米开尔文 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$); A 是接触面积, 单位为平方米 (m^2); t 是时间, 单位为秒 (s); d 是两个位置之间的距离, 单位为米 (m)。

3.2.2 热对流:

$Q = (T_1 - T_2) \times k \times A \times t/d$ 是对流换热系数, 单位为瓦每平方米开尔文 ($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$); A 是换热面积, 单位为平方米 (m^2); ΔT 是流体与固体表面的温差。

3.2.3 热辐射:

$Q = \varepsilon \times \sigma \times A \times (T_1^4 - T_2^4)$ ε 是物体的发射率 (黑度), 无单位; σ 是斯蒂芬-玻尔兹曼常数, 约为 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$; A 是辐射表面积, 单位为平方米 (m^2); T_1 、 T_2 分别是两个物体的绝对温度, 单位为开尔文 (K)。

3.3 振动相关的计算公式:

(1) 简谐振动的位移与时间的关系可以用正弦函

数表示:

$x = A \sin(\omega t + \phi)$ 其中 x 是位移, A 是振幅 (振动的最大位移), ω 是角频率 ($\omega = 2\pi f$, f 是频率), t 是时间, ϕ 是初相位。

(2) 简谐振动的速度公式

速度是位移对时间的导数: $v = dx/dt = A\omega \cos(\omega t + \phi)$

(3) 简谐振动的加速度公式

加速度是速度对时间的导数, 也是位移对时间的二阶导数: $a = dv/dt = -A\omega^2 \sin(\omega t + \phi)$

(4) 周期和频率的关系

周期 T 是完成一次完整振动所需的时间, 频率 f 是单位时间内振动的次数。 $T = 1/f$ 或 $f = 1/T$

结语

音波雨刷器的研发虽面临诸多挑战, 但也充满无限潜力。随着科技的不断发展, 研发过程中的技术瓶颈将逐步被攻克, 成本也有望通过规模生产和技术优化得以降低。当这些问题得以解决, 音波雨刷器将凭借其独特的清洁方式、高效节能以及对挡风玻璃更好的保护等优势, 彻底改变传统雨刷器在汽车领域一统天下的局面, 为驾驶者在各种恶劣天气下提供更清晰、安全的视野。这不仅是汽车雨刷技术的一次革新, 更将引领整个汽车配件行业向着智能化、高效化方向发展, 开启汽车清洁系统的新纪元。

参考文献

- [1] Pinpoint 超声波清洗机面市 [J]. 珠宝科技, 1993, (01): 32.
 - [2] 牛佳伟, 李俊生, 宋鹏, 等. 基于STM32的电磁加热温度控制系统设计 [J]. 哈尔滨职业技术学院学报, 2024, (02): 113-116. DOI: 10.16145/j.cnki.cn23-1531/z.2024.02.033.
 - [3] 郭兴明, 防爆电磁加热器. 山西省, 山西兴恒和电子科技有限公司, 2022-08-18.
 - [4] 王健. 高导电银改性锂/氟化碳一次电池正极材料应用研究 [D]. 电子科技大学, 2024.
 - [5] 王静静. 某谐波减速机波发生器柔性轴承疲劳寿命研究与结构优化 [D]. 湖南大学, 2016.
 - [6] 孙益凡, 刘玉军, 张树旺, 等. 振动条件下三相交流电动机线路故障电弧诊断方法 [J]. 电器与能效管理技术, 2024, (08): 69-76. DOI: 10.16628/j.cnki.2095-8188.2024.08.009.
- 课题: 2023 年吉林省高教学会高教科研课题《地方高校工程训练数字化教学资源平台建设研究与实践》(JGJX2023D897)。