

汽车散热器清洁装置设计与研究

田腾飞,王宝中,李嘉旭,滕怀钰,郭辉,武建秋
(华北理工大学,河北 唐山 063210)

摘要:为增强汽车散热器的散热效果,提高冷却系统工作效率,进而保证车辆动力系统稳定工作,针对汽车使用的散热器设计了一种新型的清洁装置,并对其性能进行研究分析。分析了散热器清洁装置的功能要求并进行结构分解,确定了设计方案并对装置进行设计,其中包括导流装置、吸尘腔、百叶窗装置、集尘装置及导轨装置等5个功能机构的设计方案;运用FLUENT软件进行流体力学分析,验证了该散热器清洁装置的有效性。

关键词:汽车;散热器;数值计算;应用研究

中图分类号:U464.138 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2020)04-0051-03

Research on Automotive Radiator Cleaning Device and Its Design

TIAN Tengfei, WANG Baozhong, LI Jiaxu, TENG Huaiyu, GUO Hui, WU Jianqiu
(North China University of Science and Technology, Tangshan 063210, China)

Abstract: To enhance the effect of automobile radiator, improve the efficiency of cooling system, and ensure the smooth operation of vehicle power system, a new type of cleaning device for automobile radiator is designed in this paper, and its performance is studied and analyzed. The functional requirements of the radiator cleaning device are analyzed, and the design scheme including diversion device, vacuum chamber, louver device, dust collecting device and guide rail device is determined. The effectiveness of the radiator cleaning device is verified by using FLUENT software to do the hydrodynamic analysis.

Keywords: automotive; radiator; numerical calculation; application research

0 引言

传统车辆的发动机在工作时产生大量热量,为保证发动机正常工作,通常使用散热器进行温度管理,因此,散热器的性能对发动机的正常工作至关重要。散热器的几何特征决定了其在实际工作环境中会积攒灰尘,从而降低换热系数、散热效率,导致发动机工作温度过高,甚至导致发动机的损坏。为保证发动机工作稳定性,散热器的除尘工作尤为重要。

现阶段散热器的清洗除尘主要是通过高压水流的冲击去除沉积物,而散热器的材质主要是铝合金,材料本身的刚度与强度较低,同时散热器翅片的几何特征进一步强化了翅片容易受损的特性,所以高压水流的冲击以及散热器的拆卸与安装都极易造成翅片损伤,从而降低散热器的散热性能^[1-3]。

针对以上问题,提出一种集成在导风罩上的散热器清洁装置,利用冷却风扇产生的气流,经过一系列装置的处理,对散热器附着灰尘进行吹洗,从而达到维护散热器工况,使冷却系统稳定运行的目的。

1 功能结构分析与工作原理

1.1 功能分析

汽车散热器清洁装置应当具备如下功能:

1) 能稳固地安装在汽车动力舱中,不受汽车运动影响;

2) 能较好地去除散热器上积存灰尘;

3) 能回收清除的灰尘,以免污染车辆动力舱。

此外,考虑到车辆动力舱中空间狭小,散热器清洁装置应当尽可能地不影响车辆动力舱布局。因此,其结构需具有轻巧和易拆卸的工程要求。

1.2 功能结构分解

为实现汽车散热器清洁装置的功能要求,总体结构按导流装置、吸尘腔、百叶窗装置、集尘装置及导轨装置进行模块分解。其中导流装置、吸尘腔与百叶窗装置用于灰尘的扫除;集尘装置用于灰尘的收集;导轨装置用于吸尘腔的运动限位及清洁装置整体的安装。

1.3 工作原理

基于散热器灰尘附着情况,决定利用冷却风扇产生的气流对灰尘进行吹洗,具体工作原理如下:

冷却风扇工作产生压力差,造成空气流动;空气在导风罩、导流装置、集尘装置及吸尘腔所共同形成的空腔中流动,从而在吸尘腔空气输入面所对应的散热器部位形成气流;气流保持一定速度,对散热器翅片上附着的灰尘起

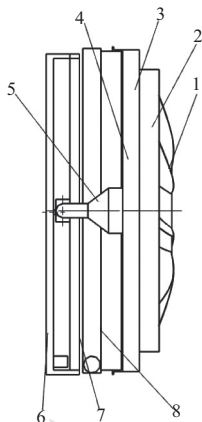
基金项目:河北省大学生创新创业省级项目(X2018041);河北省大学生创新创业项目(X201879)

第一作者简介:田腾飞(1997—),男,河北邯郸人,本科,主要从事车辆动力舱热管理研究。

到冲击作用;灰尘受到气流冲击,从散热器翅片上脱落,并随气流进入吸尘腔、管道,最终到达集尘装置;集尘装置中设置有静电除尘装置,能够滤除气流中混杂的灰尘。

2 具体结构设计

根据清洁装置功能结构分析与工作原理,对装置进行总体设计,最终结构见图1。其主要由导流装置、吸尘腔、百叶窗装置、集尘装置及导轨装置5个功能模块组成,其中导流装置、吸尘腔及导轨装置是散热器清洁装置的关键模块。



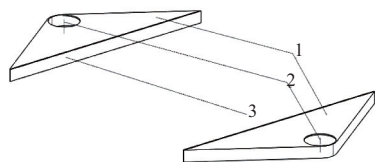
1—冷却风扇;2—导风罩;3—导流装置;4—散热器1;5—集尘装置;6—导轨装置;7—散热器2;8—进气格栅。

图1 散热器清洁装置总体结构设计

2.1 导流装置结构设计

导流装置的作用是与导风罩配合,将冷却风扇工作产生的气流引导至吸尘腔中。导流装置应当能够较好地与导风罩进行密封,从而高效率地对气流进行引导,减少能量损失。

设计出的导流装置如图2所示。



1—导流装置主体;2—集尘装置接口;3—导风罩连接位置。

图2 导流装置结构设计

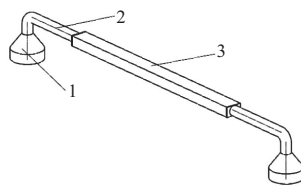
2.2 吸尘腔与集尘装置结构设计

吸尘腔是清洁装置的直接工作机构,其作用是将导流装置传递的负压进一步作用到散热器上,为提高气流速度、增强清洁效果,吸尘腔的压力输出面应当较小^[4-6]。

集尘装置的主要作用是收集吸尘腔吸入的灰尘,防止灰尘重复污染动力舱环境,影响动力系统工作。吸尘腔与集尘装置的结构设计图如图3所示。

2.3 导轨装置结构设计

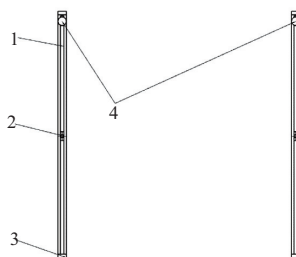
鉴于吸尘腔压力输入面应当较小的要求,其应当能够



1—集尘装置;2—皮管;3—吸尘腔。

图3 吸尘腔结构设计

在散热器空气侧运动,从而完成散热器的整体清洁。因此设计了导轨装置,将吸尘腔安装在导轨装置上,从而在电机带动下在法方向上运动。导轨装置的结构设计如图4所示。



1—轨道;2—滑轮;3—卡扣;4—电机。

图4 导轨装置结构设计

3 工作过程

当车辆发动机处于停机状态时,驾驶员启动散热器辅助除尘装置,装置的工作过程可分为以下3步:

1)冷却风扇通电运转,在导风罩与导流装置的空腔中产生负压力,压力经管道等传递到吸尘腔开口处。开口处压力为大气压力,在该压力差作用下,装置中产生气流。

2)导轨中电机启动运转,经过传动装置带动吸尘腔在导轨上运动,运动方向为竖直方向,速度大小根据风扇转速确定。吸尘腔的开口扫过散热器空气侧,从而使气流扫过散热器,冲击灰尘。

3)集尘装置通电启动,通过静电除尘除去气流中夹杂的灰尘颗粒,保证车辆动力舱的清洁。

4 清洁装置性能分析

4.1 物理模型与网格划分

该散热器清洁装置的动力源是动力舱中的冷却风扇,对风扇压力的转化效果决定了本装置的工作效果。因此,利用CFD仿真技术,研究散热器清洁装置的工作性能。根据文献[7-9]建立流体力学模型,并划分网格模型如图5所示。

4.2 仿真与分析

根据散热器测试数据,由相关公式进行转化,得到多孔介质模型的黏阻系数为 1.332×10^7 ,惯阻系数为144.39,

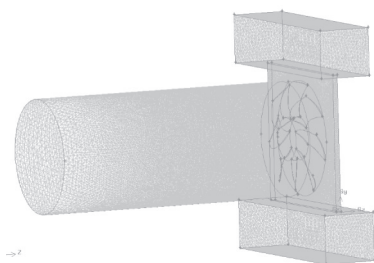


图5 网格模型示意图

孔隙率为0.78^[9]。

装置中的空气运动可认为是不可压缩定常流动,结合物理学三大定律即质量守恒定律、能量守恒定律及牛顿第二定律,根据流体力学计算分析需要,应用其相应的连续性方程、能量方程和动量方程^[10-11]。

应用 FLUENT 软件,分别对冷却扇旋转速度为1 600 r/min、1 900 r/min 和 2 200 r/min 的模型进行仿真。提取吸尘腔空气输入面的流量数据,如表1所示。

表1 不同冷却扇转速下空气输入面流量数据

参数	冷却扇转速/(r/min)		
	1 600	1 900	2 200
流量/(kg/s)	0.27	0.32	0.35

根据仿真数据可知,汽车冷却风扇产生的负压力,经散热器清洁装置转化,作用至吸尘腔空气输入面时仍能产生足够速度与流量的气流。这反映出散热器清洁装置能够满足基本的工作要求,符合设计预期目标。

5 结语

根据散热器使用需求,针对汽车动力舱实际条件,初步设计了一种汽车散热器清洁装置,并对其工作效果进行了仿真分析。

该汽车散热器清洁装置的运用,能够使得散热器的清洁便利,且避免了散热器拆除的繁琐,节省了清灰工作所需的时间与成本;避免了传统清洁方式易造成的散热器翅片折弯等问题;为增强汽车散热器作用效果,提高冷却系统工作效率提供了有效保障。

参考文献:

- [1] 张学镭,葛永建,孙苗青. 直接空冷凝汽器管外积灰特性研究[J]. 节能,2015,34(5):40-43.
- [2] 葛永建. 直接空冷凝汽器翅片管外积灰特性的数值模拟[D]. 保定:华北电力大学,2016.
- [3] 王飞龙,何雅玲,汤松臻,等. 典型烟气余热换热器气侧积灰特性[J]. 科学通报,2017,62(12):1292-1301.
- [4] 徐陈凯,张润卿,郭佳,等. 高压静电吸尘窗的设计与应用[J]. 家电科技,2007(6):42-43.
- [5] 林枫,林龙,胡启迪,等. 环栅式动力除尘器的两相流数值模拟[J]. 热能动力工程,2004(2):134-136,190-212.
- [6] 冯胜山,许顺红,刘庆丰,等. 高温工业废气过滤除尘技术研究进展[J]. 中国铸造装备与技术,2009(1):1-7.
- [7] 高俊旭. 吸扫车吸嘴卷吸尘粒流动数值模拟及模糊灰色关联分析[D]. 长沙:湖南大学,2016.
- [8] HUSSEIN, ADNAN M., H. K. DAWOOD, et al. Numerical study on turbulent forced convective heat transfer using nanofluids TiO₂ in an automotive cooling system[J]. Case Studies in Thermal Engineering, 2017, 9:72-78.
- [9] 刘佳鑫. 工程机械散热模块传热性能研究[D]. 长春:吉林大学,2013.
- [10] El Zahaby, ALY M., A. E. Kabeel, et al. CFD analysis of flow fields for shrouded wind turbine's diffuser model with different flange angles[J]. Alexandria Engineering Journal, 2017, 56(1):171-179.
- [11] KARIMI, ALI, MASOUD Afrand. Numerical study on thermal performance of an air-cooled heat exchanger: effects of hybrid nanofluid[J]. Energy Conversion and Management, 2018, 164:615-628.

收稿日期:2019-04-22

(上接第43页)

- [7] YUAN X, CAI B, MA Y, et al. Reliability evaluation methodology of complex systems based on dynamic object-oriented Bayesian networks[J]. IEEE Access, 2018, 99(6):11289-11300.
- [8] BURKERT A, BATE M R, BODENHEIMER P. Protostellar fragmentation in a power-law density distribution[J]. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 2018, 289(3):497-504.
- [9] 张栋梁,莫蓉,常智勇,等. 考虑主轴运动误差与刀具安装误差的铣削刀具轴线运动建模[J]. 计算机集成制造系统, 2017, 23(11):2497-2507.
- [10] HAWCHAR L, SOUEIDY C P E, SCHOEFS F. Principal com-

ponent analysis and polynomial chaos expansion for time-variant reliability problems[J]. Reliability Engineering & System Safety, 2017, 167:406-416.

- [11] WANG L, WANG X, WU D, et al. Structural optimization oriented time-dependent reliability methodology under static and dynamic uncertainties[J]. Structural and Multidisciplinary Optimization, 2018, 57(4):1533-1551.
- [12] 李林,吴玲. 非可展直纹面叶片侧铣加工变形误差补偿[J]. 煤矿机械, 2018, 39(2):61-63.

收稿日期:2019-8-12