

大型养路机械发动机防火措施研究

贾紫栋

中国铁路济南局集团有限公司济南工务机械段 山东 济南 250000

摘要：大型养路机械是用于铁路线路的捣固、稳定、配砟、清筛、钢轨打磨、钢轨铣磨等作业的设备。目前我国大型养路机械保有量在 3000 台左右，在铁路线路养护中发挥着不可替代的作用。本文对大型养路机械发动机防火措施进行研究。

关键词：大型养路机械；发动机；防火措施

一、大型养路机械发动机工况

大型养路机械发动机在工作时噪音较大，一般处于密闭或半密闭状态，散热通风条件较差，在整机作业时难以通过视觉观察到发动机工作状态。大型养路机械发动机在工作时形成高温热源，涡轮增压器、排气歧管表面温度高达 650，发动机间的空气温度高达 80。涡轮增压器、排气歧管、排气管、消音器等为大型养路机械的火灾热源。大型养路机械发动机的高压柴油管路在正常工作时压力可达 20MPa，若柴油管路或油管接头泄露导致雾状喷射，由于柴油燃点 220，接触到高温部件后极易发生火灾。发动机间的柴油管、润滑油管、液压油管及其接头泄露喷射出的油液为大型养路机械的火灾危险源。目前，部分型号的大型养路机械（如 DWL - 48 捣稳车、CDW - 32 道岔捣稳车、QS - 1200 清筛机）在发动机主要热源部位安装了热电阻传感器，用于监测发动机异常升温，对发动机运行状态监测起到了一定作用，却不能有效预防火灾发生。大型养路机械发动机的冷却系统采用水冷或风冷方式，均有散热风扇对冷却水或发动机机体进行降温。水冷发动机的散热风扇采用带轮驱动，风冷发动机的散热风扇采用液压耦合器驱动。由于散热风扇转速较高，发动机间的实测风速可达 35m/s。发动机间空气滤清器、进气管、排气管等部件互相影响，造成空气流动方向复杂。大型养路机械在作业时会产生一定的灰尘，车型、作业对象、作业环境等因素决定了灰尘浓度。灰尘进入到发动机间后，在一定程度上影响了感烟探测器正常工作^[1]。

二、大型养路机械发动机防火措施

针对大型养路机械发动机工况，采取热源危险源隔离、防火报警监控、固定式灭火装置预防火灾发生。

1. 热源危险源隔离

发动机的涡轮增压器、涡轮后歧管、波纹管、排气管、消音器等部件用隔热套包裹。隔热套为 3 层材料结构：内衬材料为镍合金耐高温板，燃烧性能等级为不燃级（A1 级），工作温度 > 1000；中间层隔热材料为隔热棉，燃烧性能等级为不燃级（A1 级），工作温度 > 650；外层包裹材料为玻璃纤维布和硅胶涂层，燃烧性能等级为不燃级（A2 级），玻

璃纤维布工作温度 > 650，硅胶涂层工作温度 > 260。3 层材料使用金属丝网包边进行包裹，并用金属缝纫线进行缝合，采用弹簧和弹簧拉环将防火隔热套固定在高温部件外部。发动机满负荷工作达到热平衡后，隔热套表面温度 160。发动机的排气歧管部位安装防护罩，用来隔离泄露喷出的油液，防护罩使用铝板材料。发动机间的柴油管、润滑油管、液压油管接头使用高压油管套包裹，防止高压油液泄露喷射后呈雾状扩散。高压油管套材料为阻燃芳纶橡胶布，燃烧性能等级为难燃级（B1 级），耐压能力高于 50kPa^[2]。

2. 防火报警监控

(1) 防火报警监控功能需求

根据大型养路机械发动机工况，防火报警监控具有以下功能需求：1) 烟雾报警功能，烟雾报警传感器能耐高温，避免粉尘误报警，能在高风速下正常工作。2) 视频监控功能，系统报警后视频能够自动切换，视频摄像头能耐高温。3) 发动机间照明功能，对视频监控进行补光，照明灯能耐高温。

(2) 防火报警监控设计

防火报警监控总体设计如图 1 所示。系统的监测对象包括：发动机间的烟雾信号、火焰信号、视频画面。系统的主要硬件包括：感烟探测器、火焰探测器、视频摄像头、照明灯^[3]。

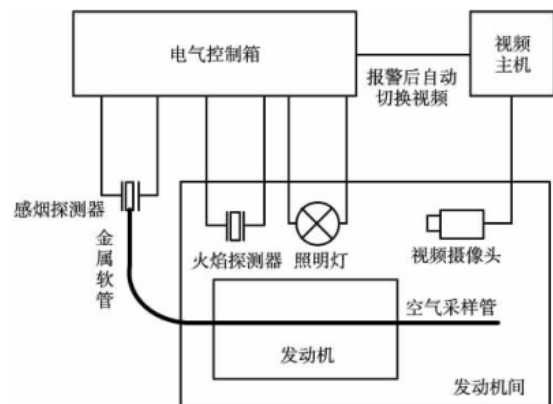


图 1 防火报警监控总体设计

结合大型养路机械发动机工况及防火报警监控功能需

求,主要硬件选型如表1所示。

名称	型号
感烟探测器	JTY-GD-H9902/F
火焰探测器	YCT-Ex DC24V 0.1A
视频摄像头	VA-CAM260-NW90-TF
照明灯	WLH60-BL3-CZ

表1 防火报警监控硬件选型

感烟探测器采用金属外壳包装,壳体内部集成动车专用感烟探头、高速风扇、电路板、耐高温过滤棉。风扇用于产生负压,将远处的烟雾吸入到探测器内部。耐高温过滤棉用来过滤作业环境中的粉尘,避免粉尘引起的误报警。感烟探测器安装于发动机间外面,通过金属软管连接到发动机间的空气采样管,空气采样管为金属材质,能耐发动机间的高温。空气采样管上有若干数量的采样孔,用于吸取烟雾。火焰探测器采用广角型火焰探测器,安装于发动机间,用于检测火焰信号。其工作原理是:检测火焰中的紫外光波段,敏感波长范围为185~260nm,灵敏度达到GB12791—2006点型紫外火焰探测器标准中规定的1级灵敏度,能在高温环境中长时间工作。视频摄像头采用模拟信号摄像头,能够与大部分型号大型养路机械的视频监控系统兼容。该型号的视频摄像头与配套的风冷系统配合工作,工作环境温度最高可达90,满足发动机的高温工况。风冷系统主要由鼓风机、风管等组成,可将冷风送入到视频摄像头的风冷护罩,并从排风口带走视频摄像头的热量,从而使视频摄像头的温度降低至正常工作的温度。根据发动机间的温度工况,视频照明采用耐高温LED照明灯,工作环境温度最高可达100 [4]。

3. 固定式灭火装置

固定式灭火装置通过自动或人工方式触发,能够及时扑灭初期火情,保证人员和设备的安全,避免重大损失,是大型养路机械发动机防火的最后一道防线。在中国消防产品强制认证目录中,根据灭火剂种类,常用的灭火系统有:气体灭火、干粉灭火、泡沫灭火、喷水灭火;代表性产品分别有:七氟丙烷灭火装置、超细干粉灭火装置、泡沫喷雾灭火装置、细水雾灭火装置 [5]。通过灭火原理、灭火效果、安全环保、灭火损失、应用场合、维护成本等方面对各产品进行对比,如表2所示。

灭火类型	灭火原理	灭火效果	安全环保	灭火剂类	应用场合	维护成本
七氟丙烷 灭火装置	吸收热量,产 生窒息,隔绝 氧气	一次性喷射, 无残留,无复 燃	有毒性,安全 隐患大	化学药剂,不 易挥发,不 易分解	重要设备,人 员密集场合	灭火剂有损 坏,每瓶水 平高
超细干粉 灭火装置	阻挠燃烧链 反应,隔绝氧 气	一次性喷射, 无残留,无复 燃	系统采用液体 启动,有安全隐 患,易堵塞	化学药剂,不 易挥发,不 易分解	重要设备,人 员密集场合	干粉易吸 附,灭火剂 价格高,维护 成本高
泡沫喷雾 灭火装置	隔绝热量,产 生窒息,隔绝 氧气	阻挠燃烧链 反应,隔绝氧 气	发泡剂对环境 有污染	物理灭火,能 降温,隔绝 氧气	重要设备,人 员密集场合	维护复杂,灭 火剂昂贵,维 护成本高
细水雾灭 火装置	吸收热量,阻 断燃烧链,隔绝 氧气	短时间内,可 多次喷射,能 扑灭复燃	水基灭火,绿 色环保,无 二次污染	物理灭火,能 降温,隔绝 氧气	重要设备,人 员密集场合	维护简单,灭 火剂易挥发, 系统寿命长, 维护成本低

表2 灭火装置对比

从上述对比及发动机工况等方面来考虑,大型养路机

械发动机固定式灭火宜采用细水雾灭火装置。细水雾灭火装置由细水雾灭火瓶组、控制主机、操作终端、管路、细水雾喷头等组成。以DWL-48捣稳车为例,细水雾灭火装置框图如图2所示。控制主机由蓄电池提供24VDC电源;操作终端安装于前、后司机室,可通过自动、手动方式启动灭火;细水雾灭火瓶组包含贮气瓶组、贮水瓶组、集流阀块、安全泄放装置、减压装置、分区阀等组件;细水雾喷头由本体、雾化芯、喷嘴、过滤网、防尘罩等部件组成,具有流量小、雾化均匀、雾滴细密等特点;加热控制器用于环境温度较低时,对贮水瓶组进行加热;控制主机预留有信号输入输出通道,用于系统的扩展,如采集传感器信号、自动灭火信号、输出报警信号、视频控制信号 [6]。

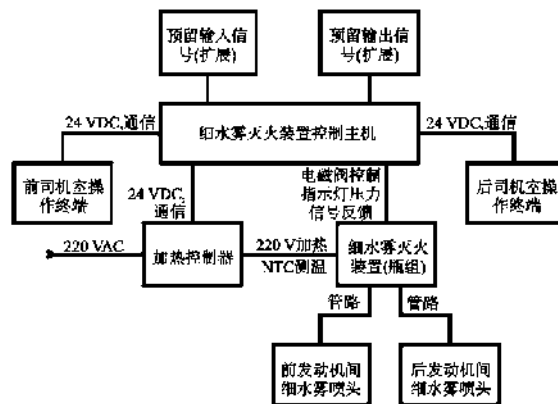


图2 细水雾灭火装置框图

结束语

大型养路机械的消防安全重于泰山。分析大型养路机械发动机防火隐患,采取了热源危险源隔离、加装防火报警监控系统对发动机间进行监控、加装固定式灭火装置对初期火情进行控制,最后在DWL-48捣稳车上进行装机实验。实验表明,上述措施有效、可行,能有效预防火灾事故,可进行大规模推广应用。

参考文献

[1] 韩志青,唐定全.抄平起拨道捣固车[M].北京:中国铁道出版社,2006.

[2] 戴锦年,安承武,王又青.高灵敏度吸气式感烟火灾探测系统[J].大连理工大学学报,1997(S2):118.

[3] 田宏,毕红革.用于早期探测的吸气式感烟探测器[J].消防技术与产品信息,2010(12):72-73.

[4] 李晓东.高压细水雾灭火系统在城市轨道交通中的应用[J].城市轨道交通研究,2009,12(10):67-69.

[5] 吴忧.铁路大型养路机械防火监测系统探究[J].科技视界.2019(06)

[6] 刘博,冯娜娜,李源.铁路大型养路机械电气实训方式的开发设计[J].现代制造技术与装备.2020(12)

通讯作者:贾紫栋 男 汉 河北 邢台 本科 助理工程师 中国铁路济南局集团有限公司济南工务机械段 大型养路机械