

恶劣环境下抢险工程机械的适应性研究

崔成全

神池县防震减灾中心, 中国·山西 忻州 036100

摘要: 随着全球气候变化和自然灾害频发, 抢险工程机械在复杂和极端环境中的应用需求日益增长。然而, 恶劣环境, 如高温、低温、高湿度、风沙等, 对机械设备的性能和可靠性提出了巨大挑战。论文研究了抢险工程机械在这些环境下的适应性问题, 从材料技术、结构设计和智能控制系统三个方面提出了技术改进路径, 旨在提升机械设备的环

关键词: 恶劣环境; 抢险工程机械; 适应性

Research on the Adaptability of Emergency Construction Machinery in Harsh Environments

Chengquan Cui

Shenchi County Earthquake Prevention and Disaster Reduction Center, Xinzhou, Shanxi, 036100, China

Abstract: With global climate change and frequent natural disasters, the demand for emergency construction machinery in complex and extreme environments is increasing day by day. However, harsh environments such as high temperature, low temperature, high humidity, and sandstorms pose significant challenges to the performance and reliability of mechanical equipment. The paper studies the adaptability of emergency construction machinery in these environments and proposes technological improvement paths from three aspects: material technology, structural design, and intelligent control systems. The aim is to enhance the environmental tolerance and work efficiency of mechanical equipment, and ensure the smooth completion of emergency tasks.

Keywords: harsh environment; emergency engineering machinery; adaptability

0 前言

在全球气候变化的大背景下, 自然灾害的发生频率和强度不断攀升, 抢险救灾工作的紧迫性与重要性日益凸显。抢险工程机械作为应对灾害的关键装备, 其在恶劣环境下的性能表现直接关乎抢险任务的成败。高温、低温、高湿度、风沙等极端环境条件, 对抢险工程机械的可靠性、耐久性和工作效率构成了严峻挑战。然而, 当前抢险工程机械在应对这些恶劣环境时仍存在诸多不足。深入研究其适应性问题, 探索有效的技术改进路径, 无论是对于保障抢险任务的顺利进行, 减少灾害损失, 还是推动工程机械行业的技术进步, 都具有不可忽视的现实意义。论文旨在全面剖析恶劣环境对抢险工程机械的影响, 分析现有设备适应性现状及问题, 进而提出切实可行的提升适应性的技术策略。

1 恶劣环境对抢险工程机械的影响

1.1 高温环境的影响

在高温环境中, 抢险工程机械往往面临诸多严峻挑战。机械设备在高温条件下工作时, 其发动机、液压系统等核心部件极易出现过热现象, 导致设备的运行效率明显下降。高温会加速机械材料的老化, 尤其是橡胶密封件、塑料部件等材料, 其物理性能会随温度上升而降低, 变得易于脆裂和变形, 影响机械的正常运转^[1]。润滑系统也在高温下承受压力,

润滑油的黏度下降, 润滑效果变差, 进而引发机械磨损加剧。此外, 高温环境还容易加速电子元件的老化, 导致电气系统故障频发。长时间工作在高温下的机械, 维护成本会显著增加, 运行稳定性也难以保证。

1.2 低温环境的影响

在低温条件下, 抢险工程机械同样面临巨大的适应性挑战。首先, 低温会使材料的脆性增大, 特别是金属材料在低温下的韧性显著下降, 导致机械结构件在遭受冲击或承受载荷时更容易发生断裂或损坏。机械设备的润滑系统在低温环境中表现尤为突出, 低温会导致润滑油变得黏稠甚至冻结, 润滑效果急剧下降, 进而引发设备运行不畅, 部分移动部件的摩擦增加, 严重时甚至会导致设备卡死。此外, 低温还可能影响电池和电子控制系统的性能, 导致启动困难或设备响应迟缓。低温环境不仅对机械性能构成威胁, 也大大增加了设备的故障率和维护难度。

1.3 高湿度与水浸环境的影响

抢险工程机械在高湿度或水浸环境中工作时, 腐蚀问题尤为严重。湿度过高的环境容易引发机械部件, 尤其是金属部件的氧化反应, 导致设备生锈, 长期使用后, 机械的使用寿命会大幅缩短。尤其是在盐水或海水环境中, 腐蚀速度更是成倍增加, 普通防护措施难以应对这样的环境。高湿度还会使机械的电气系统受到影响, 潮湿的空气容易导致电气

元件短路或失效,进而影响设备的整体工作性能。在水浸情况下,如果密封不当,水分会渗透到设备内部,导致机械油液污染或电气设备损坏,严重影响机械的工作可靠性^[2]。因此,在高湿度与水浸环境中,防水密封和防腐蚀处理尤为重要,否则机械性能和使用寿命都会大打折扣。

1.4 高风沙、粉尘环境的影响

高风沙和粉尘环境对抢险工程机械的影响主要体现在机械部件的加速磨损上。在风沙环境中,细小的沙粒和粉尘容易进入机械的各个缝隙中,导致润滑失效、密封件磨损甚至破损,进而引发机械的运转异常。滤清系统在此类环境下工作压力巨大,空气滤清器、油液滤清器等很容易被粉尘堵塞,降低系统效率,甚至引发机械故障。粉尘进入发动机内部还可能加速内部磨损,影响发动机寿命。风沙环境中,机械表面的暴露部分还容易因长时间与细小颗粒摩擦而加速磨损,不仅影响设备外观,还可能影响其正常工作。此外,粉尘还会附着在电子元件表面,影响散热,增加故障风险。在此类环境中,机械设备的防尘设计和维护频率尤为关键,忽视这两方面可能会导致设备在短时间内性能急剧下降。

2 抢险工程机械的适应性分析

2.1 机械适应性评价标准

抢险工程机械在恶劣环境中的表现是否能够满足任务需求,通常需要通过多项标准进行评估。首先,可靠性是核心指标之一。在抢险任务中,机械设备必须能够在长时间、高强度的运行条件下保持稳定,避免频繁故障和停机。设备的可靠性不仅与其设计结构有关,还与材料选择、加工工艺以及维护要求息息相关。其次,环境耐受性也是评估适应性的重要方面。机械在面对不同环境因素,如高温、低温、腐蚀、粉尘等条件时,其关键部件必须具备足够的耐受能力,能够在特定条件下持续发挥作用。最后,机械的使用寿命和维修便捷性也直接影响其适应性。抢险任务往往要求机械设备能够在紧急情况下快速投入使用,因此设备的维护要求不能过于复杂,必要时应能够快速进行维修或更换零部件,以保证任务顺利进行。综合以上标准,可以全面评估抢险工程机械在恶劣环境中的适应性水平。

2.2 现有机械设备适应性现状

目前市面上的抢险工程机械,虽然在技术上已经有所进步,但面对极端环境时,仍然存在一定的局限性。就高温和低温环境适应性而言,部分高端设备通过加强散热设计、优化材料选择等方式,在高温环境下的表现有所提升,而一些专用的极寒抢险机械在低温环境下也能保持较好的运行状态。但整体而言,大部分机械在极端温度环境下的性能还未达到最优。例如,在极寒环境中,许多机械的启动性能和液压系统的响应速度仍受低温影响,而在高温环境中,散热系统压力较大,发动机和电气系统过热现象依然较为常见。在高湿度和水浸环境下,尽管部分设备采用了特殊防腐涂层与密封技术,但长时间暴露在这种环境中,腐蚀问题仍然无

法完全避免,特别是在沿海地区或洪涝灾害后的抢险工作中,机械的耐腐蚀能力显得不足。针对风沙和粉尘环境,现有设备的防尘设计和滤清系统已经取得一定进展,但在长时间高风沙作业条件下,滤清系统的堵塞问题依然是一个常见的故障点,尤其是滤清器的维护频率和成本较高,这对抢险任务的连续性提出了挑战^[3]。

2.3 常见问题

虽然抢险工程机械的适应性在不断提升,但实际使用中仍暴露出一些常见问题。高温环境下,机械过热引发的故障仍然较为突出。虽然部分设备已经配备了加强散热系统,但在极端高温作业时,发动机和液压系统仍然容易出现过热停机现象,影响了抢险任务的连续性。与之类似,在极寒环境中,润滑油和液压油的流动性大幅降低,导致机械的启动性能和运行效率明显下降,部分设备甚至需要在作业前长时间预热才能进入正常工作状态,这无疑影响了抢险的效率和速度。此外,低温下机械的密封件易脆化、断裂,进一步加剧了设备的维修需求。

在高湿度和水侵环境中,腐蚀问题尤为严重。虽然部分设备已经采用了耐腐蚀材料和涂层,但长期工作在潮湿环境中,机械金属部件依然会加速氧化,特别是一些隐藏部位或焊接点更容易受到侵蚀,影响设备的整体寿命。与此同时,电气系统在高湿度条件下频繁出现短路或接触不良的情况,降低了设备的运行稳定性。针对风沙和粉尘环境,虽然机械的滤清系统有所改善,但滤清器的维护频率高、清理工作复杂,使得设备在长时间作业中需要频繁停机清理,影响了抢险任务的连续性。此外,粉尘的长期积累还会加剧机械表面的磨损,尤其是对移动部件的损害显著,导致设备维护成本增加。

3 提升抢险工程机械适应性的技术路径

3.1 材料技术的应用

在提升抢险工程机械适应性方面,材料技术的优化是一个关键方向。为确保机械在恶劣环境下能够持续、高效运行,使用高性能材料对机械设备的耐用性至关重要。针对高温环境,热稳定性强的合金材料成为主要选择。这类材料可以在极高温度下保持强度和韧性,防止因过热而引发的设备变形或损坏。此外,耐热涂层技术的应用也能有效延长机械的使用寿命,这类涂层可以帮助机械部件在高温环境中散热,减少金属表面氧化和老化问题。

低温环境对材料的韧性提出了更高的要求,因此,能够在极寒条件下维持机械性能的低温合金材料是首选。这类材料在设计时特别考虑了温度变化对其物理性能的影响,使其能够在极低温度下保持强度,避免脆裂问题。同时,特殊的低温润滑剂也可应用于机械活动部件,以解决低温环境下润滑油黏稠、冻结的难题,提升机械的灵活性和操作性。

对于高湿度和腐蚀性环境,抗腐蚀材料是机械制造的核心。例如,不锈钢和特殊涂层材料能够有效抵抗水分、盐分等腐蚀性物质的侵蚀。复合材料在防腐领域也逐渐受到重

视,其重量轻、强度高的特点不仅能提高机械的抗腐蚀性能,还能减少设备重量,提升其灵活性和机动性。

风沙和粉尘环境下,机械部件的磨损问题尤为突出。为应对此类环境,需要使用耐磨材料。陶瓷基复合材料由于其极高的硬度和耐磨性,成为保护机械外部结构的理想选择。通过在机械表面覆盖耐磨涂层,可以有效减少风沙和粉尘对设备的冲击,降低部件磨损率。此外,纳米材料的应用也具有广阔的前景,纳米材料可以通过精细结构的调整,显著提高材料的耐磨性能和使用寿命,为抢险机械提供更长久的保护^[4]。

3.2 结构设计改进

结构设计的优化是提升抢险工程机械适应性的另一个关键途径。应对高温环境,机械设备的散热设计尤为重要。通过优化散热通道设计和增加散热元件,能够更好地帮助设备在高温作业中保持稳定温度。例如,热管技术和相变材料的结合应用,可以更高效地将设备内部的热量传递至外部,减少设备因过热而引发的故障。更为紧凑的散热结构设计也可以减少热量在设备内部的积聚,确保设备能够长时间在高温条件下持续运行。

在低温环境中,机械的密封结构设计是关键。良好的密封设计可以防止冷空气、雪水等进入设备内部,从而避免液压系统、电子元件因低温影响而失效。双层或多层密封结构的应用能够有效提高设备的抗寒能力,同时防止低温环境下润滑油冻结问题。此外,结构设计的轻量化也是应对极寒环境的重要手段,通过减少机械设备的重量,能够提高其在低温环境中的机动性和灵活性。

高湿度和水侵环境对机械设备的密封性要求极高。防水设计不仅需要确保设备的核心部件不受水分浸入的影响,还需考虑设备长时间暴露在潮湿环境中可能出现的氧化问题。为此,可以通过引入多层防护结构,如外部防水涂层与内部密封结构的双重设计,提升设备的防水能力。同时,防腐蚀设计可以通过优化结构,减少设备外表面与腐蚀介质的接触面积,延长设备的使用寿命。例如,使用高密度的紧凑结构减少空气中的湿气进入机械内部,进一步增强设备的防腐蚀能力。

在风沙和粉尘环境中,防护结构设计至关重要。针对滤清系统容易堵塞的问题,可以通过改进过滤器的结构,使其具备自动清理功能,延长机械设备的运行时间。涡流防尘设计是一种行之有效的技术,该设计通过利用旋转气流将进入设备的粉尘排出,有效减少粉尘对内部设备的侵害。此外,机械外部可采用高密封性的防护罩设计,防止沙尘进入设备内部。整体结构设计中还需考虑机械的防震性和耐冲击性,尤其是在地震、泥石流等复杂环境下,机械设备的稳定性对于抢险任务的成功至关重要。

3.3 智能控制系统的应用

智能控制系统的应用为提升抢险工程机械的适应性提

供了全新技术路径。自动化技术的发展使得抢险机械能够更加高效地应对复杂的环境挑战。在高温或低温环境中,智能温度监控系统能够实时监测设备的运行温度,并通过自动调节散热或预热系统来保持机械的最佳运行状态。此类系统能够有效减少人为操作失误,提高设备的运行可靠性。通过对机械设备各个关键部件的温度、压力等数据的实时监控,智能控制系统可以及时发现潜在故障,提前预警并自动调整运行参数,避免机械设备在恶劣环境中突发故障。

此外,针对高湿度和腐蚀性环境,智能防护系统可以根据环境湿度的变化自动调整防水和防腐蚀措施。例如,通过智能传感器检测设备表面湿度,自动启动防护装置,如开启除湿设备或自动喷涂防腐蚀涂层,确保设备长时间处于最佳运行状态。智能控制系统还能够自主记录环境中的腐蚀性物质含量,并根据设备的工作状况调整维护计划,确保设备在腐蚀环境下的运行安全性。

风沙和粉尘环境中,智能滤清系统是关键技术之一。该系统能够实时监控滤清器的堵塞状况,当系统检测到滤清器的工作效率下降时,可以自动清理或发出维护提醒,减少因滤清器堵塞而导致的机械故障。此外,智能防尘设计可以通过传感器检测空气中的粉尘浓度,并根据检测结果自动调节设备的运转速度和防护措施,以减少粉尘对设备的影响。智能控制系统还可以对机械设备的运行数据进行大数据分析,从而优化设备的整体运行效率和寿命管理,提高抢险机械在极端环境下的适应性。

智能化还体现在机械的远程操控和自主决策能力上。通过无线传感器网络和智能算法,抢险机械可以在极端环境中实现远程监控和操作,这在某些危险环境下极大地提高了操作人员的安全性。此外,智能系统能够基于环境变化自动调整机械的运行模式,确保设备始终以最高效的方式应对不同的挑战。

4 结语

综上所述,抢险工程机械适应性的提升需要多方面技术路径的综合应用。从材料技术到结构设计,再到智能控制系统的集成,只有各方面协同优化,才能确保机械设备在高温、低温、潮湿、风沙等各种恶劣环境下持续高效运行。这些技术路径的探索不仅能提高机械设备的性能,还能降低维护成本,延长使用寿命,最终助力抢险任务的顺利完成。

参考文献:

- [1] 戴路.高温环境下工程机械用减速机适应性问题研究[J].模具制造,2024,24(2):157-159.
- [2] 王润旺.工程机械高原环境适应性与维护保养技术分析[J].甘肃科技纵横,2019,48(7):41-43.
- [3] 岳波.探讨工程机械管理在公路工程施工中的重要性[J].汽车周刊,2024(8):154-156.
- [4] 周陆军,张习强,张振华.工程机械使用减速机高温适应性分析[J].中国设备工程,2022(5):145-146.