

道路灌缝机加热系统研究

连 杰

宁夏公路管理中心银川分中心 宁夏 银川 750000

摘 要: 沥青路面修复工程中, 道路灌缝机是一种重要的设备, 它使用热熔灌密封胶块对道路破损进行灌缝修补, 本文深入研究了道路灌缝机加热系统, 并探讨了基于三种传热过程的基本形式。文章详细介绍了传统燃烧式、导热油加热二种加热方式, 评估了各自的优势与局限。同时文章还提出通过热效率提升、温度精确控制、节能环保技术等改进措施进一步提升道路灌缝机性能, 旨在为道路灌缝机加热系统的优化与发展提供理论思路, 进一步推动灌缝机技术的持续发展。

关键词: 道路灌缝机; 加热系统; 热效率提升技术

1 道路灌缝机加热系统概述

道路灌缝机加热系统是灌缝机的关键组成, 其性能直接关乎灌缝作业的质量与效率。在道路养护中, 灌缝用于填充密封路面裂缝, 防止水分、杂物侵入, 延长道路使用寿命。加热系统将灌缝材料加热至适宜温度, 使其具备良好流动性和粘结性, 便于填充裂缝, 还能增强与路面的粘结, 提升密封效果。道路灌缝机加热系统的发展历经多个阶段。早期加热系统形式较为简单, 多采用明火直接加热等方式, 加热效率低, 温度控制精度差, 灌缝材料受热不均匀, 易出现局部过热或过冷现象, 影响灌缝质量。随着科技进步, 现代加热系统广泛应用导热油间接加热、智能温控等技术, 不仅加热速度快、效率高, 还能精准控制温度, 满足不同灌缝材料的加热需求。同时, 加热系统在可靠性方面也有显著提升, 能够适应高温、低温、潮湿等多种恶劣环境, 确保灌缝作业顺利进行^[1]。

2 道路灌缝机加热系统传热的基本形式

2.1 热传导

热传导(又称为导热)是指当不同物体之间或同一物体内部存在温度差时, 就会通过物体内部分子、原子和电子的微观振动、位移和相互碰撞而发生能量传递现象。在灌缝机加热系统中, 当燃烧器燃烧燃料产生高温火焰时, 火焰的热量首先通过热传导方式传递给与之直接接触的加热元件(如导热油管道或金属加热板)。随后, 这些加热元件再将热量传递给灌缝材料容器壁, 进而通过容器壁的热传导作用, 使灌缝材料逐渐升温。这一过程中, 热量的传递遵循傅立叶定律, 即单位时间内通过单位面积的热流量与温度梯度成正比。

2.2 热对流

热对流简称对流, 指流体内部质点发生相对位移的

热量传递过程。由于流体间各部分是相互接触的, 除了流体的整体运动所带来的热对流之外, 还伴生有由于流体的微观粒子运动造成的热传导, 经常发生在流体和固体壁面之间。热对流在灌缝机加热系统中同样扮演着重要角色。特别是对于采用导热油间接加热的灌缝机而言, 当导热油被加热到一定温度后, 会在加热腔内形成自然对流或强制对流。这种对流作用不仅促进了导热油内部的热量传递, 还通过导热油与灌缝材料容器壁的热交换, 将热量进一步传递给灌缝材料。此外, 如果加热系统设计了搅拌装置, 搅拌桨的旋转还会带动灌缝材料产生强制对流, 从而提高加热效率和温度均匀性。

2.3 热辐射

热传导和热对流的传热过程一般需要物体直接接触, 而热辐射不需要物体直接接触就可以进行传热。热辐射是靠发射电磁波向外传递能量, 被传递的能量称为辐射能。灌缝机燃烧器内高温火焰产生的烟气会在烟道中释放出的大量热辐射。尽管这部分辐射能量相比对流和传导传递的热量小, 但它仍然能对导热油有加热效果^[2]。

3 道路灌缝机加热常见加热方式

3.1 传统燃烧式加热

燃烧式加热是道路灌缝机中较为传统的一种加热方式。它主要利用燃料(如柴油、天然气等)燃烧产生的热量来加热灌缝材料。燃烧式加热系统的核心部件是燃烧器, 燃烧器通过将燃料与空气混合并点燃, 产生高温火焰。火焰直接加热灌缝材料容器或热交换器, 再将热量传递给灌缝材料。这种加热方式具有加热速度快、热量输出大的优点, 能够在较短的时间内将灌缝材料加热到所需温度。燃烧式加热也存在缺点, 主要是直接燃烧式加热灌密封胶容易产生高温死区, 形成炭化或结焦。另外, 燃烧式加热系统需要定期维护和保养, 以确保燃烧

器的正常运行和安全性。

3.2 导热油加热方式

导热油加热方式是目前道路灌缝机中最为主流的加热方式之一。灌缝机采用大功率发电机驱动燃烧器，燃烧器通过燃烧柴油混合气，给装入灌缝材料罐的灌缝材料提供热量。大量热量经燃烧室顶部、导热油底部、

烟道对导热油进行加热，加热后的导热油再把热量传递给灌缝材料，使灌缝材料受热熔化。并通过温度传感器、控制燃烧器的启停，将导热油控制在合理的温度范围内，避免灌缝材料炭化结焦，为加强灌缝材料的混合和传热，灌缝材料罐内设有搅拌器，实现精确的温度控制和高效的热量传递。

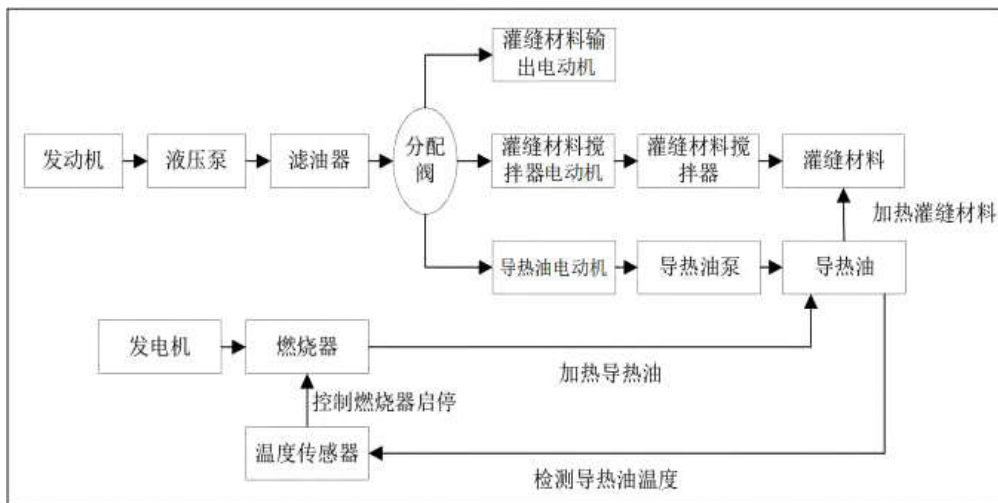


图1 加热系统加热原理示意图

这种方式具有以下显著优点：（1）温度均匀性好：导热油在加热系统中循环流动，能够使灌缝材料均匀受热，避免局部过热导致材料碳化或变质。（2）智能温控：配备智能传感器自动检测温度，可根据设定的温度自动调节加热功率，确保物料温度保持在一个精确的范围内。（3）环保节能：与直接燃烧加热的方式相比，导热油间接加热物料避免了物料直接接触火焰而产生的燃烧不充分、废气排放多等问题，更加环保。然而，导热油加热方式需要注意事项，导热油在长期使用过程中，可能会出现变质、老化等问题，需定期进行检查和更换^[3]。

4 道路灌缝机加热系统性能提升技术

4.1 热效率提升技术

提高热效率是道路灌缝机加热系统性能提升的关键，有效提升热效率，主要有以下几个方面。（1）采用高性能的燃烧器，风机控制进气量，油泵配合精准控制雾化喷油量，燃烧时能显著增强热效率，并使热量更加迅速且均匀地传递到灌缝材料中，减少热量的无效散失。在加热元件、容器壁等关键部件中使用高导热材料，如铜、铝合金或高热导率的复合材料，可以显著提高热量的传递速率，这些材料具有优异的热导性能，能够快速将热量从加热源传递到灌缝材料，减少热损失。此外，定期检查和清理接触界面，以防止污垢和氧化物影响热传导性能。（2）延长烟道长度，传统的烟道往往

设计为直线型或短程弯曲，这限制了热烟与导热油之间的接触时间和接触面积。通过使烟道盘旋倾斜不仅能够增加热烟与导热油之间的传热面积，还能显著延长它们的接触时间。这种设计确保了辐射传热得以充分进行，热量传递更为高效。（3）优化加热腔的结构也是提高热效率的有效途径。通过减少热量在加热腔内的对流和辐射损失，主要应用于内腔表面处理，对燃烧腔底部进行光滑处理，以减少热量在底部的吸收和散失，同时增强底部对辐射能的反射能力。光滑表面能更有效地将热量以辐射波的形式向上方传递，提高辐射传热的效率。燃烧腔的上表面与底部相反，应进行粗糙化处理或涂覆一层能促进能量吸收的涂料，以降低热量在传递过程中的损耗。（4）改进搅拌系统，强迫对流的传热系数要远远好于自然对流的状态，由于导热油的流动为自然对流，而密封胶由于粘度较大而流动能力也很小，所以对流传热系数较小。通过增加搅拌叶片的径向尺寸，使对密封胶的搅拌形成刮壁效应，强制密封胶进行高速的流动，改善导热油对密封胶的对流传热^[4]（5）加强保温措施也是提高热效率不可或缺的一环。在加热腔及管道外部包裹诸如岩棉、硅酸铝纤维等高性能保温材料，能够有效阻断热量的外部流失，提高热量的利用率（6）采用余热回收技术也是提高热效率的一种创新途径。在灌缝机的工作过程中，加热系统会产生大量的余热。探究安装余

热回收装置,将这些余热进行回收利用,用于预热灌缝材料或加热其他部件,可以显著提高能源的综合利用效率,进一步降低能耗。

4.2 温度控制技术

智能化控制系统可以实现对灌缝机加热系统的自动化控制和优化管理,提高加热系统的性能和可靠性。智能化控制系统可以实时监测灌缝材料的温度、加热元件的工作状态等参数,并根据预设的程序自动调节加热功率、加热时间等参数,实现精确的温度控制和节能运行。智能化控制系统还可以具备故障诊断功能。通过对加热系统的运行数据进行分析和处理,及时发现系统故障和异常情况,并发出警报,提醒操作人员进行处理。在设计智能化控制系统时,需要采用先进的传感器技术和控制算法,确保系统的稳定性、可靠性和智能化水平。为了实现这一目标,道路灌缝机配备采用高精度的温度传感器,如热电偶或热电阻,这些传感器能够实时监测灌缝材料(如密封胶)和导热油的温度,并将准确的温度信号传输给智能控制系统。智能控制系统是温度控制技术的核心,它根据温度传感器反馈的温度数据,自动调节加热元件的功率或加热时间,从而确保灌缝材料的温度始终保持在设定的范围内。在实际操作中,道路灌缝机的温度控制技术通过控制面板上的温控仪进行显示和调节。两块温控仪分别显示密封胶温度和导热油温度,便于操作人员随时监控。在进行温度控制时,操作人员需要遵循以下操作流程:在启动发电机后,需要闭合发电机交流断路器,并打开电源总开关。然后添加灌缝胶,并将燃烧器开关拨至“开”的位置,观察燃烧器是否工作正常。当密封胶达到设定温度时,操作人员可以启动搅拌电机,进行搅拌操作。在施工过程中,他们还需要随时调整出胶电机的出胶量,以满足施工要求。施工完毕后,操作人员需要关闭燃烧器和搅拌电机,开启胶料回收开关,断开电源总开关及发电机交流

断路器,完成整个操作过程。

4.3 节能与环保技术

随着环保意识的提高和能源价格的上涨,节能与环保技术成为了道路灌缝机加热系统发展的重要方向。采用新型节能加热技术是降低能耗的关键。研发高效的电磁加热技术,通过电磁感应原理使灌缝材料自身发热,提高加热效率,降低能耗。优化加热系统的运行参数也是实现节能的重要手段,通过合理调整加热元件的功率、加热时间等参数,使加热系统在满足灌缝要求的前提下,尽可能降低能耗。在环保方面,采用低污染、低排放的加热方式是关键。对于燃烧式加热系统,采用先进的尾气处理装置,对燃烧产生的废气进行处理,使其达到环保标准。

结束语

综上所述,道路灌缝机加热系统的持续优化对于提升道路养护效率与质量至关重要。随着材料科学、智能控制及环保技术的飞速发展,道路灌缝机加热系统必将迎来更多的创新与突破,不仅将实现更高效的热量传递、更精准的温度控制,还将显著提升节能环保性能,为道路养护行业带来更加绿色、智能的解决方案,进一步延长道路使用寿命,确保交通安全与顺畅。

参考文献

- [1]张志策.灌缝设备在沥青路面灌缝施工中的应用[J].交通世界(下旬刊),2016(5):60-61.
- [2]姜婷.公路沥青路面灌缝机应用探讨[J].机械管理开发,2023(11):222-224.
- [3]燕海兵.道路开槽灌缝机加热系统研究[J].中国机械,2023(33):49-52
- [4]许士丽,平树江,毛利建,等.基于灌缝效果实时评价的灌缝机功能改进应用研究[J].公路交通科技(应用技术版),2017,13(7):155-157.