

基于地热的主动融冰雪路面专利技术发展研究

庄瑞华

(国家知识产权局专利局专利审查协作江苏中心, 江苏 苏州 215000)

摘要 我国大部分地区属于季节性冰冻地区, 冬季甚至早春季, 路面积雪结冰现象十分普遍, 因此, 冬季路面除冰雪是保障道路畅通和行车安全的必要措施。相比于传统的融冰雪剂、机械设备除冰雪, 基于地热的主动融冰雪技术因节能效果显著、除冰雪效率高而逐渐成为一项极具发展前景的道路除冰雪技术。为此, 本文尝试对基于地热的主动融冰雪路面相关专利进行全面分析, 深入研究该项技术中地热流体加热循环系统的发展、取热装置的多样化发展以及能源配置方式的发展, 以期为该技术在道路工程中的实际应用提供参考。

关键词 地热; 融冰雪; 专利技术

中图分类号: TK11

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2023)04-0007-03

1 技术背景

我国大部分地区属于季节性冰冻地区, 冬季甚至早春季, 路面积雪结冰现象十分普遍^[1]。路面积雪结冰将降低路面摩擦力, 严重影响道路交通安全。为了保障道路畅通和行车安全, 交通部门必须采取有效的除冰雪措施。

目前, 我国交通部门通常会根据天气预报提前在路面上撒布融冰雪剂, 或在路面出现冰雪后采用机械除冰雪设备进行铲除^[2]。融冰雪剂不但费用高昂, 而且会盐渍土地、污染地下水, 严重影响环境, 而采用机械除冰雪设备存在滞后性, 必须在封闭交通后才可以采取处理措施, 至少会延误交通 2h~3h, 并对路面造成不同程度的伤害^[3]。因此, 如何合理、有效地使路面本身能够融雪化冰或加速冰雪融化成为亟待解决的关键问题^[4]。

随着科学技术的发展, 基于主动加热的路面融冰雪技术问世^[5]。其中, 基于地热的主动融冰雪技术因节能效果显著、除冰雪效率高而逐渐成为一项极具发展前景的道路除冰雪技术^[6]。为此, 本文尝试对基于地热的主动融冰雪路面相关专利进行全面分析, 深入研究该技术的各项技术细节, 以期为该技术在道路工程中的实际应用提供参考。

2 技术概述

基于地热的主动融冰雪路面是在路面结构内部预埋散热管, 由取热装置从地下深层土壤中提取低位热能, 通过循环系统传递到表层, 输送到路面内部的散热管, 从而达到利用地热融化路面冰雪的目的^[7]。该项技术主要依靠地热流体加热循环系统实现主动融冰雪

的功能, 其中, 地热流体加热循环系统主要包括取热装置、机组和散热管三部分, 如图 1 所示。

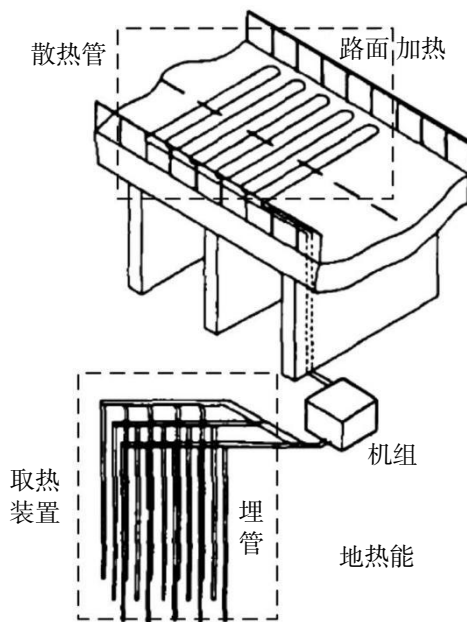


图 1 地热流体加热循环系统

2.1 取热装置

取热装置是埋在地面以下深度较大位置处, 直接提取地下热水或者利用水、防冻剂溶液作为循环介质提取地下热能的装置, 主要采用竖直埋管, 水平埋管虽然更能接受土壤的温度, 但是施工难度太大。

2.2 机组

机组是保持地下热水、热交换介质循环运动的动力部分, 主要为循环水泵或者热泵。

2.3 散热管

散热管位于整个系统的末端,预埋在路面内部,用于实现地热能向路面的传递,使路面升温,达到融雪的目的。为了保证散热管内的热量均匀传递到路面,通常采用回旋状布设。在铺设过程中,也可根据实际情况,利用分水器将主流通道分成若干分流进入路面内部,保证散热均匀。

由于基于地热的主动融冰雪技术以土体所储藏的能量作为资源,通过能量转换、传输、释放的方式进行利用,而土壤深处又储备着巨大的能量且可通过吸取太阳能获得动态平衡,因此,属于清洁的可再生能源技术,符合当下低碳节能的主流,具有广阔的应用前景^[8]。

3 技术发展

3.1 地热流体加热循环系统

如前所述,地热流体加热循环系统是基于地热的主动融冰雪路面中的关键部件,在专利技术中,它的发展主要体现在热交换器或者热泵的使用。

早期的地热流体加热循环系统中,直接通过水泵将地下水循环至路面散热管中,实现地热向路面的传递。比较典型的就是在道路两侧分别设置水井,通过水泵将一侧的深层地下水泵入路面散热管后排入另一侧水井实现循环。而随着科学技术的发展,开始将热交换器用于地热循环系统中,即在取热装置和散热管之间各自形成了一个循环回路,取热装置所在回路通过热交换器将地热传递至散热管所在回路,在该回路中由散热管将地热传递至路面。

使用热交换器的地热流体加热循环系统相比早期的地热流体加热循环系统具有以下优点:(1)缩短了循环回路,从而降低了水泵的使用功率,可以节约投资成本;(2)两个循环回路中,循环液体经过换热器后温度降低,所以,水泵不会因热水中所含化学成分或者受热能过度而出现故障,因此可以使用普通的水泵,从而节约成本;(3)散热管所在回路中温度不会发生骤降,能够长时间、稳定地保持在一个温度区间内,增强融雪的效果;(4)当采用热泵代替换热器时,可以在散热管所在回路中获得持续、较高的温度,对于降雪量较大的路面,可以大大减少融雪时间,提高融雪效率。

另外,热交换器在地热循环系统中的应用使得地热循环系统的设计变得更加灵活。例如,可以在散热管所在的循环回路内设置热量存储罐,这样做的好处就在于,可以根据气象预报在降雪来临之前存储热交

换器/热泵传递的热量,那么,在大雪来临时可以同时使用地热和提前存储的热量来融化冰雪,避免积雪导致的冰冻,提高融雪的效率。

3.2 取热装置

基于地热的主动融冰雪路面中,取热装置是整个地热流体加热循环系统的起点,专利技术中对取热装置进行了重点研究。

取热装置的发展呈现多样化,多样化主要体现在以下几个方面。第一,埋设方式的多样化。既可以采用竖埋式,也可以采用横埋式。第二,取热方式的多样化。主要包括同轴二重管式、螺旋缠绕式和其他形式。第三,实现方式的多样化。取热装置既可以是一个独立的装置,也可以根据工程实际与某些结构相结合,如以螺旋缠绕的形式与空心管桩相结合,以同样的形式与空心管道相结合。

另外,取热装置的多样化发展还体现在提高取热装置取热效率的方式也有多种。首先是增加取热的路径,如通过在取热装置中以螺旋状的形式布置管道,延长循环介质与土壤或者地下水接触的路径;其次是延长取热的时间,如通过改变取热装置循环介质流入流出管道的管径,使得流入的速度远大于流出的速度,那么,循环介质在取热的过程中就有足够的时间吸取取热装置周围的地热;最后还可以提高取热管道周围的热传导率,如将取热装置取热管道周围填充高热传导率的物质,这样,填充物可以首先吸收地热,在取热管道周围形成一个均匀的地热区域,从而提高取热效率。

3.3 能源配置

3.3.1 能源耦合

毫无疑问,基于地热的主动融冰雪路面以地热作为融冰雪的能量源,而地热资源并非均衡分布在全国各地,这就导致地热资源匮乏的地区将无法使用基于地热的主动融冰雪技术,或者,即使能够使用该项技术,也有可能由于地热供给不足而无法有效融雪化冰的问题^[9]。

为了解决上述问题,使基于地热的主动融冰雪路面得到广泛应用,专利技术中提出了能源耦合的方法。所谓能源耦合,就是在使用地热的基础上同时配置一套主动加热系统,而该套主动加热系统所用的能源能够与地热形成优势互补。

比如CN109162166A提出了综合利用电热和地热的方法,即在基于地热的主动融冰雪路面中同时配置一套以电热线作为发热体的电热系统,由于市政供电

十分稳定,因此,当地热系统供热不足时,可由电热系统辅助加热,从而实现地热和电热的耦合使用,既能解决单一地热系统无法充分供热的问题,又能克服单一电热系统能源消耗过大的问题,充分发挥了两者各自的优势。

3.3.2 能源跨季节配置

对于冬季冰雪持续时间较长的地域,当采用基于地热的主动融冰雪路面时,一方面,由于冬季时地热流体加热系统需要连续长时间运行而大量消耗地下土壤热量;另一方面,由于这些地域其它季节通常气温也较低,地下土壤无法通过自然吸热获取足够的热量,长年累月,可能会导致地下土壤无法通过自然恢复达到取热与蓄热的平衡,路面融冰雪效率逐渐降低^[10]。

然而,混凝土路面和沥青路面对太阳光具有很强的吸收能力,在炎热的夏季,强烈的太阳辐射能够将路面中散热管内的介质加热到很高的温度,为此,技术人员提出在夏季时将地热流体加热系统反向运行,从而将地面热能向深层土壤中输送,人为加速深层土壤恢复,甚至是向深层土壤中输送过量的热能进行储存,作为第二年冬季融雪的能量来源,从而实现对能源的跨季节配置。

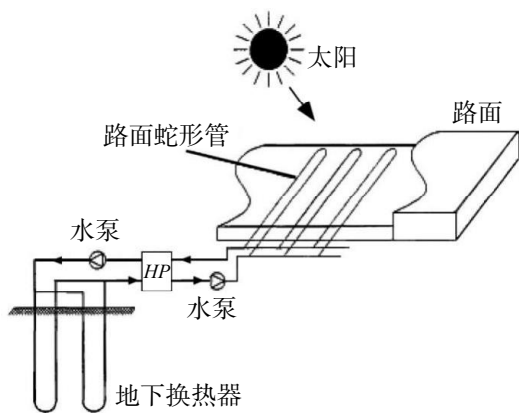


图 2 能源跨季节配置地热流体加热循环系统

如图 2 所示,这种能够对能源进行跨季节配置的地热流体加热循环系统分夏季蓄热和冬季融雪两种模式。夏季蓄热模式中,在循环泵的作用下,管路内介质由路面散热管吸收太阳能,并向地下深层土壤释放热量,通过深层土壤储存热量,实现蓄热;而冬季融雪模式中,在循环泵的作用下,管路内介质从深层土壤中吸取夏季存储的热量,并由散热管向路面释放,实现路面融冰雪。不难看出,对能源进行跨季节配置虽然增加了利用深层土壤进行蓄热的步骤,但没有改变原系统的组成,吸放热的过程完全是利用换热介质和自然环境的温差进行的,只是多消耗了一点循环水

泵的功率,就大幅提升了系统的融冰雪效率,并实现了太阳能的跨季节利用。

4 结语

本文对基于地热的主动融冰雪路面相关专利进行了梳理,重点分析了地热流体加热循环系统的发展、取热装置的多样化发展以及能源配置方式的发展。其中,地热流体加热循环系统的发展主要体现在热换热器或者热泵的使用上;取热装置的多样化发展主要体现在埋设方式、取热方式、实现方式和提高取热装置取热效率方面的多样化;能源配置方式的发展主要体现在能源耦合和能源跨季节配置的使用。在倡导节能减排的当今社会,节能优势明显地基于地热的主动融冰雪路面必将得到进一步的发展。

当然,现有技术中与地热结合使用的其他低品位能源类型较为单一,随着低品位能源应用的发展,地热结合其他低品位能源(如废热)的流体加热主动融冰雪系统将会是未来发展的重点。另外,在地热流体加热主动融冰雪路面中,对于智能控制方法或设备的研究较少,通过高精度的控制同样能够达到节能减排的目的,因此,在计算机及智能算法飞速发展的背景下,本领域中的智能控制同样会是未来发展的重点。

参考文献:

- [1] 陶斌. 基于土壤地热资源的道路融雪技术 [J]. 山东交通科技, 2013(06):25-28.
- [2] 王庆艳. 太阳能-土壤蓄热融雪系统路基得热和融雪机理研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [3] 曹厚兴, 曲云霞, 徐建军. 地源热泵系统利用混凝土路面季节性蓄热的可行性分析 [J]. 可再生能源, 2013, 31(06):117-120.
- [4] 夏雨雨. 融雪除冰环氧沥青混合料性能研究 [D]. 江苏: 东南大学, 2017.
- [5] 王庆艳. 太阳能-土壤蓄热融雪系统路基得热和融雪机理研究 [D]. 大连: 大连理工大学, 2007.
- [6] 朱强, 赵军, 刘益青. 太阳能-土壤蓄热技术在公路融雪中的应用 [J]. 建设科技, 2005(14):70-71.
- [7] 林艳艳. 基于土壤源热泵路面融雪系统的实验研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2011.
- [8] 胡文举. 基于土壤源热泵桥面融雪系统的基础研究 [D]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2006.
- [9] 伍世立. 利用浅层地热能防治公路冰雪灾害技术研究 [D]. 重庆: 重庆交通大学, 2013.
- [10] 徐慧宁. 太阳能-土壤源热能流体加热道路融雪系统融雪模型的建立 [J]. 太阳能学报, 2014, 35(05):802-808.