

# 加热电缆自融雪技术在水泥混凝土道面施工中的技术研究

谢永亮 李 硕 吴云兵  
中铁北京工程局集团有限公司 北京 102300

**摘要:** 在寒冷或者高原地区,水泥混凝土道面容易产生积雪和结冰,轮胎与道面之间的附着系数降低,对运输安全有着严重的影响。本文对通过加热电缆来实现水泥混凝土道面自融雪功能的系统进行设计和施工,基于能够自动识别温度、湿度等因素的伴热控制系统,对水泥混凝土道面进行实时检测和温度调节,从而达到水泥混凝土道面自动融雪除冰的功能。

**关键词:** 加热电缆;融雪化冰;伴热控制系统;施工技术

## 引言

在我方北方和高原地区,下雪或结冰对交通造成严重影响,给人民生活 and 国民经济造成重大损失。国内外众多学者一直非常重视冬季和寒冷地区的交通事故和抗滑问题,尤其是在路面或道面积雪结冰地区,并做了大量的研究,探索出多种抑制路面积雪结冰的方法<sup>[1]</sup>。如图1所示。

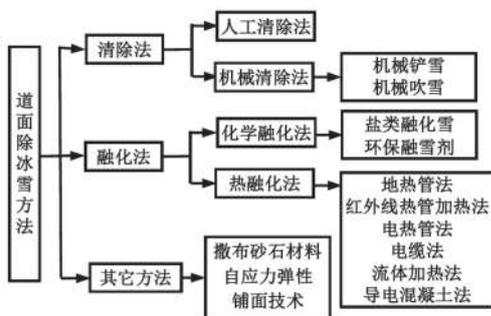


图1 道面常用的除冰雪方法

本文采用加热电缆对水泥混凝土道面进行融雪除冰的技术及施工要点进行了论述分析。

## 1 加热电缆的工作原理

### 1.1 加热电缆简介

加热电缆是一种用于地面辐射供暖的高科技产品,它是由特殊的导电材料和绝缘材料制成的。加热电缆的工作原理是通过电能转化为热能,然后通过地面以辐射的方式向室内传递热量,从而达到供暖的目的。

### 1.2 加热电缆工作原理

加热电缆的工作原理是利用电流通过电阻丝产生热量的原理。当电流通过加热电缆时,由于电阻丝的存在,电能会被转化为热能,从而使电阻丝发热。这种热量会通过电缆的表面向周围环境传递,从而实现供暖的

目的<sup>[2]</sup>。

加热电缆的优点是可以根据需要精确控制温度,因为电流的大小可以调节,从而控制产生的热量。此外,加热电缆的安装和维护也相对简单,只需要将电缆铺设在需要供暖的区域即可。

### 1.3 加热电缆的技术优势

加热电缆的技术优势主要体现在以下几个方面:首先,加热电缆的供暖效果好。由于加热电缆是通过地面辐射供暖,因此热量分布均匀,不会出现局部过热或过冷的情况。其次,加热电缆的能耗低。由于加热电缆的电阻丝是根据需要精确设计的,因此可以有效地控制热量的产生,从而降低能耗。再次,加热电缆的安全性高。由于加热电缆的电阻丝被绝缘材料包裹,因此不会发生触电事故。此外,加热电缆的工作电压低,因此安全性也较高。最后,加热电缆的使用寿命长。由于加热电缆的电阻丝和绝缘材料都是经过特殊处理的,因此具有很好的耐磨损性和耐腐蚀性,使用寿命一般可以达到几十年。

总的来说,加热电缆是一种高效、节能、安全、耐用的供暖设备,是现代建筑供暖的理想选择。

## 2 加热电缆融雪化冰技术的伴热控制系统

伴热控制系统可以根据特定的因素进行自动控制,也可以根据天气和交通流量特点选择人工手动控制<sup>[3]</sup>。自动与手动的配合能更能发挥该系统的功能。

### 2.1 自动控制伴热系统

在水泥混凝土道面融雪过程中,可以通过伴热系统对其进行控制。通常情况下,伴热系统所采用的自动控制要素有:①降雪②环境温度;③道面水份;④道面温度。根据上述因素设定加热温度,通过间歇式、较低功

率做功,可有效降低电能消耗,减少运营成本。

自动伴热控制系统集合多年加热控制经验,专为加热控温设备而设计,系统由热控控制柜、现场测量传感器组成。传感器主要由温度及湿度传感器组成,控制柜根据传感器信号自动进行各回路控制,从而达到融冰雪效果。其具有控温精确,操作简单,保护功能齐全等特点。自动控制伴热系统流程图如图2所示。

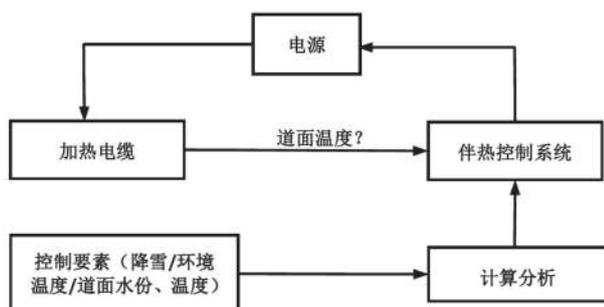


图2 水泥混凝土道面融雪的控制流程图

## 2.2 人工控制伴热系统

机场或公路养护人员根据①降雪;②环境温度;③道面水份;④道面温度等现场实际情况决定人工开启或关闭,以及在自动控制系统出现故障时保障运行。

## 3 水泥混凝土道面工程应用

### 3.1 施工工艺流程

清理水泥混凝土道面基层→铺设隔热保温层→铺设钢网格固定层→检测加热电缆规格型号→铺设加热电缆→测温/测湿探头安装→检测电阻值→道面混凝土施工→检测电阻值→安装伴热控制系统→通电调试、运行。

### 3.2 操作要点

1) 人员组织:对相关技术和管理人员进行交底和培训,熟悉施工内容及施工规范。

2) 物资准备:主要为加热电缆、隔热保温材料、伴热控制系统、钢网格等。

3) 技术准备:施工相关方案及技术资料齐备。

4) 水泥混凝土基层:基层施工完成、清理干净并验收合格,局部有缺陷的区域需处理平整。

5) 隔热保温层铺设:待基层干燥后,开始铺设隔热保温层,保温层应切割整齐,拼缝严密,保证系统单向传热,减少热损失。

6) 钢丝网格固定层铺设:全铺于隔热保温层之上,搭接处用绑扎带绑扎牢固。

7) 加热电缆敷设:加热电缆是道面加热系统中的发热载体,也是工程中重要的一个步骤。加热电缆在敷设过程中有严格要求,应由具有经验的专业施工队伍来完成,如图3-1和3-2所示。

a在选择加热电缆时,需要考虑工作环境的温度、介质的性质和要求的加热功率等因素。只有选取合适的加热电缆,才能确保其正常工作和长期稳定运行。

b按预先设计的间距和布置方式铺设。用塑料定位隔板将加热电缆固定在钢丝网顶部,并每隔300mm作一次绑扎,加热电缆在施工过程中不能交叉及重叠,避免堆积在一起,会造成电缆和表面温度的不平衡,甚至有可能造成危险。

c在敷设过程中,要保证加热电缆与被加热物体之间有足够的贴合度,并确保加热电缆的表面不受损坏。铺设应横平竖直,美观,严禁摔打电缆。

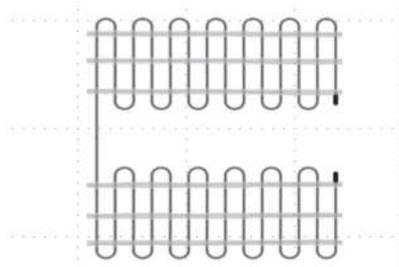


图3-1 加热电缆布设示意图

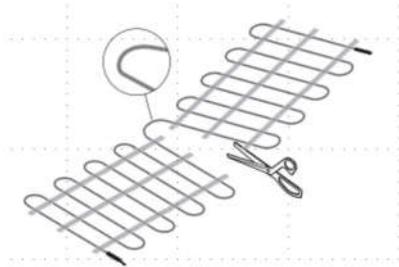


图3-2 定位材料裁剪示意

8) 检测加热电缆的电阻值:用万用表和兆欧表检测每根电缆的标称电阻及绝缘电阻,确保加热电缆无断路、短路现象,并通电检测加热电缆发热效果。

9) 道面混凝土施工:水泥混凝土应摊铺均匀,将电缆全部覆盖住,必要时设置补强钢筋,施工时必须确保不碰撞或弄乱已铺设好的电缆,严禁直接踩踏碾压加热电缆。施工完水泥混凝土后应再次测量电阻,通电运行8-12分钟,确保在此过程中未伤及加热电缆,否则应及时返工处理。

10) 安装伴热控制系统:伴热控制系统应严格按照标准和要求进行安装,严禁带电作业。需要特别注意的是加热电缆的地线必须和电源线的地线连接,有些伴热系统设有PE接线端子就要在端子上连接,有些类型的没有设置PE接线端子,只需将加热电缆的PE线和电源的PE线连接即可。

11) 温度/湿度传感器的设置

温度/湿度传感器控制着加热电缆的运行,需要保证实际接触面温度/湿度的有效性。道面板的测温/湿点设置在板块面层并与表面持平,同时做好固定和保护工作,避免施工和运行期间造成破坏。

#### 12)通电调试、运行

待道面混凝土养护期结束后,再进行通电调试。首次启动,应设在5-10℃低温段试运行一段时间,然后把温度逐渐调高,直至所需正常运行温度。伴热控制系统能智能的对温度进行调节,控制积雪和冰的融化速度,便于融化雪水顺利排离道面或路面。

### 4 加热电缆自融雪技术在水泥混凝土道面施工中的发展前景和挑战

加热电缆自融雪技术是一种新兴的除雪方法,它通过在道面中铺设加热电缆,利用电能将冰雪加热融化,从而达到除雪的目的。这种技术在水泥混凝土道面施工中具有广阔的发展前景,但同时也面临着一些挑战。

首先,加热电缆自融雪技术在水泥混凝土道面施工中的发展前景非常广阔。随着全球气候变暖,冰雪天气的频率和强度都在增加,传统的机械除雪方法已经无法满足现代社会的需求。而加热电缆自融雪技术则可以有效地解决这个问题,它可以在冬季保持道路的通行性,减少交通事故的发生,提高道路的使用效率。此外,这种技术还可以节省大量的人力和物力,降低除雪的成本。因此,加热电缆自融雪技术在水泥混凝土道面施工中的应用前景非常广阔。

然而,加热电缆自融雪技术在水泥混凝土道面施工中也面临着一些挑战。首先,这种技术的安装和维护成本较高。加热电缆需要定期进行维护和更换,这会增加运营成本。其次,加热电缆的热量分布不均,可能会导

致道路表面的局部过热,影响道路的使用寿命。此外,加热电缆的功率较大,需要消耗大量的电能,这对电力系统的稳定性提出了较高的要求。

为了克服这些挑战,我们需要进行以下几方面的工作:一是研发更高效、更节能的加热电缆,降低其运行成本;二是优化加热电缆的布局 and 安装方式,使其热量分布更均匀,减少对道路表面的损伤;三是开发更先进的控制系统,实现对加热电缆的精确控制,避免局部过热的问題;四是加强电力系统的建设,提高其稳定性和可靠性,保证加热电缆的正常运行。

#### 结语

通过对水泥混凝土道面自融雪系统的调查分析和技术研究,得出以下结论:(1)通过加热电缆对大面积的水泥混凝土道面进行融雪化冰,自动化程度较高,融(冰)雪速度较快,但是能源消耗较大。引入自动控制伴热系统,可有效降低电能消耗,降低运营成本。(2)自动控制伴热系统的输出功率需要根据道面层的厚度、密度、比热、导热系数的大小,环境温度、风速、融雪温度及预热时间的要求等因素综合考虑。(3)在日照资源丰富的地区,利用能量转换技术将更加环保、持续的太阳能推广至自融雪系统具有更广阔的发展空间。

#### 参考文献

- [1]吴仲孝,洪宁宁,倪勇,高磊,刘旌平.国内外加热电缆的发展现状[J].电线电缆.2023(3)
- [2]韩贵宾,李佩,常向征.电热法融雪化冰技术在桥梁工程中的应用[J].施工技术.2019(48)
- [3]牛富强.单导发热电缆在室外建筑台阶融(冰)雪施工及质量控制[J].四川水泥.2020(07)