

江苏省团体标准
《道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术规
程》

编 制 说 明

华设设计集团股份有限公司

华设检测科技有限公司

中能欣安科技股份有限公司

江苏兴缘高温线缆有限公司

目录

一、编制背景及意义.....	1
二、工作简况.....	2
三、起草阶段的主要工作内容.....	3
四、标准编制原则与国家法律法规、强制性标准及相关标准的关系.....	4
五、标准主要技术内容.....	5
六、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果.....	5
七、采用国际标准的程度及水平的简要说明.....	7
八、重大分歧意见的处理过程和依据.....	7
九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）	7
十、其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等.....	8

一、编制背景及意义

随着现代公路运输体系快速、高效和安全理念的提出，在复杂气候条件下道路行车安全越来越受到交通管理者的关注。

不期而至的冰雪引起路面病害频发，给行车带来了隐患，严重威胁驾乘人员安全。以服务未来“智慧交通、平安交通”的智能自感知道路冬季路面冰雪养护为目标，将应用传感器技术、信息传递技术、算法综合处理技术应用于碳纤维电缆融雪抗凝冰技术，推动路桥面冰雪问题的解决。将安全管理从“人防”向“物防”、“技防”转变，提升复杂条件下交通运输本质安全，这对降低交通事故率与交通事故损失，保障人民群众的正常生产生活，提升公路冬季养护质量，具有重大的经济效益，对道路基础设施服务水平的本质提升和交通强国建设与发展具有深远的意义。

现阶段融雪抗凝冰技术已取得相关研究成果，但缺少系统化的施工方法及技术标准，施工与验收缺乏规范性的约束与指导，导致设计过于粗糙，工程质量良莠不齐，融雪抗凝冰效果较差，资源浪费，使用寿命缩短，对路面性能产生不良影响。因此，制定与完善道路工程融雪抗凝冰技术制度体系，是现阶段急需解决的问题。

编制道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术规程适应我国发展形势，明确融雪抗凝冰系统的术语和定义、材料、系统技术要求、系统设计、施工技术控制、交工验收及运行与维护等内容，形成一套完整的融雪抗凝冰设计体系，指导工程设计，保障道路行驶安全，提升道路工程的服役水平。符合国家宏观政策、方针和行业发展水平，基于

质量、安全、环境保护、资源节约等多方面的要求，充分考虑我国国情、现阶段技术发展水平，做到安全耐久、技术先进、经济合理、利于环保、便于实施。

二、工作简况

任务来源：2021年6月，经华设设计集团股份有限公司申报，江苏省综合交通运输学会公路分会以《关于江苏省综合交通运输学会2021年度团体标准（公路部分）立项的通知》（苏交学公[2021]6号）文确定《江苏省道路工程发热电缆融雪抗凝冰技术应用规程》标准立项，于2021年9月22日对《江苏省道路工程发热电缆融雪抗凝冰技术应用规程》编制大纲进行了评审，同意开展编写工作，并建议将标准名称修改为《道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术规程》。

主编单位：华设设计集团股份有限公司

参与编写单位：华设检测科技有限公司、中能欣安科技股份有限公司、江苏兴缘高温线缆有限公司

编制组及其成员：顾迎春、刘亚楼、李波、朱启洋、李清雯、张聪、李佳莉、陈娟、柳欣、严浩、向多锐、李宏宇、阙育梅、吴忠良。

标准主要起草人及其所作的工作：顾迎春为本标准的项目负责人，刘亚楼、李波主要负责标准的技术审查工作，张聪、李佳莉主要负责标准第1~2章编制工作，柳欣、陈娟主要负责标准第3章编制工作，朱启洋、李清雯主要负责第4~5章编制工作，严浩、向多锐、吴忠良主要负责标准第6~7章及附录A的编制工作，李宏宇、阙育梅主要负责标准第8章及附录B的编制工作。

完成时间：本团体标准于 2021 年 6 月立项，计划于 2023 年 8 月完成。

三、起草阶段的主要工作内容

为保证本标准制定的科学性、有效性、实用性，标准编制组广泛收集了相关文献资料，包括相关论文与研究报告、国家标准、行业标准、地方标准等。通过资料与调研分析，编制组在对道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术应用现状及关键问题充分调研分析的基础上，开展专题研究，明确系统设计及施工控制的关键技术要求。本标准的制定工作过程简述如下：

2021 年 3 月，提交了标准申请材料。

2021 年 6 月，标准立项，成立标准编制组。由华设设计集团股份有限公司、华设检测科技有限公司、中能欣安科技股份有限公司及江苏兴缘高温线缆有限公司技术人员组成标准起草小组，负责标准的调研、起草、编制和修改。

2021 年 9 月 22 日江苏省综合交通运输学会公路标准分会对《道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术规程》编制大纲进行了评审，同意开展标准编写工作。

2021 年 10 月~2022 年 7 月，标准编制组对碳纤维电缆融雪抗凝冰技术的材料、系统设计、安装、质量验收及运行维护等关键内容展开调研及分析，总结研究成果，编制标准草案。

2022 年 8 月~2023 年 1 月，编写组成员完成标准编制工作，形成《道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰技术规程》征求意见稿，广泛征求

社会公众和行业专家意见，并根据意见进行修改完善。

2023年3月~2023年5月，组织专家对团体标准进行技术审查(初审)，编制组根据专家意见进行修改完善。

2023年7月，组织专家对团体标准进行技术审查(终审)，编制组根据专家意见进一步修改，形成团体标准报批稿。

四、标准编制原则与国家法律法规、强制性标准及相关标准的关系

在制定标准过程中，标准编制组严格遵循以下标准化法律、法规、规范的规定，与现行有关法律法规和强制性标准相协调一致。本标准起草的重要依据如下：

(1)《中华人民共和国标准化法》《中华人民共和国标准化法实施条例》《江苏省标准监督管理办法》《江苏省地方标准制定规程》等法律、法规及制度；

(2)《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》(GB/T 1.1-2020)；

(3)城市道路工程技术规范 (GB 51286-2018)；

(4)公路工程技术标准 (JTG B01-2014)；

(5)《道路工程碳纤维电缆加热法融雪化冰技术规程》(湖北省地方标准 DB 42/T 1503-2019)。

本标准主要针对道路工程碳纤维电缆融雪抗凝冰系统的设计、安装及运行维护进行规定，国家、部委尚无类似可直接参考标准。本标准合作编制单位曾作为主要起草单位编制了湖北省地方标准 DB 42/T 1503-2019《道路工程碳纤维电缆加热法融雪化冰技术规程》，本标准

在参考上述标准的基础上，结合江苏省内气候特点、地形地貌特点、道路交通运输条特点，提出了基于江苏省实际情况的材料、系统设计、安装及运维要求，对该项技术在江苏省的应用具有重要指导作用。

五、标准主要技术内容

本标准共包括 8 章和 2 个附录。章节内容主要包括范围、规范性引用文件、术语和定义、材料、系统设计、系统安装、质量要求与验收、运行与维护。

“材料”包括：融冰雪系统的碳纤维电缆及其他辅助材料的技术指标要求。

“系统设计”包括：系统构成、系统技术要求、系统主要参数设计等内容。

“系统安装”包括：加热电缆敷设、温控系统的施工、传感器的敷设、填充层的敷设等，以及质量、安全要求等内容。

“质量要求与验收”包括：融冰发热模块、传感器、控制柜、电缆、桥架等质量要求，以及隐蔽部位、交工、竣工各环节验收要求。

“运行与维护”包括：系统运行及维护的操作、培训、检查、测试等要求。

附录主要包括加热电缆单位面积铺装功率计算方式、适用范围。

六、主要试验（验证）的分析、综述报告，技术经济论证，预期的经济效果

编制组在编制过程中，重点开展了以下研究。主要研究成果包括：

1、研究碳纤维发热电缆铺设间距、埋深、输入电流以及环境温度和风力等因素对发热效率的影响。

①设计系列试验，将碳纤维发热电缆铺设间距、埋深、输入电流以及环境温度和风力等因素列为影响因素；

②通过控制变量法逐个分析单因素对发热效率的影响；

③在多因素耦合作用下展开进一步深入研究；

④模拟省内不同地区所处的气候环境，制定出一套系统的铺设方案。

2、确定适合于江苏道路特点的电缆铺设方案和加热控制参数。

①分析电缆对路桥面加热而产生的温度应力，根据施工段结构参数，通过 ABAQUS 建立三维有限元模型；

②对电缆铺设方式产生的温度应力进行验证分析，确定合理的电缆铺设方案；

③综合考虑江苏省内地区气候并非东北严寒地区，极寒气候极少出现，在中国气象数据共享网站南京站点获取工况数值模拟数据，利用 ABAQUS 进行数值模拟。

碳纤维电缆融雪抗凝冰技术，属于路面热力融雪法。将发热装置埋设于路面，利用传导到路表面的热量融雪抗凝冰，将电能转化为内能，加热效率高、操作简单、易于控制、清洁无污染，对周围生态环境无影响，具有非常重要的生态意义。冬季道路工程除冰雪方法及成本对比如下表所示。在计算中，总成本等于建设成本、运行成本之和，建设成本等于设备费、安装费、维护费之和；运行成本为材料费和人

工费之和。碳纤维发热电缆具有良好的电热效应，电热转化效率可以达到 98%以上。使用碳纤维发热电缆进行路面融雪，能够持续抑制路面冻结，减少积雪率，节约冬季道路养护成本。虽然使初期投资有所增加，但从长远角度考虑，其经济效益和社会效益是显著的。

表 不同凝雪抗凝冰方法成本比较

凝雪抗凝冰方法	建设成本 (\$/m ²)	功率消耗 (W/m ²)	运行成本 (\$/m ²)
导电混凝土	48	516	5.4
热水管	161	473	6
蒸汽管	378	—	2.1
红外线发热灯	96	75	—
发热电缆	54	323-430	4.8

七、采用国际标准的程度及水平的简要说明

发热电缆融冰雪技术在北美、北欧国家已经有较多研究和应用，但未检索到相关技术标准，因此未采用国际标准。

八、重大分歧意见的处理过程和依据

本标准在起草过程中暂未出现重大分歧。

九、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容）

（1）加强标准在公路或城市道路工程的应用，推进标准实施

建议道路主管部门、设计单位，在需采取融雪化冰措施的路段，以及可能因冰雪导致交通安全事故多发的道路中，积极应用碳纤维电缆融雪抗凝冰技术。

（2）加大标准宣贯力度，深入学习，广泛宣传

在本标准实施后，组织标准宣贯培训班，对相关各方单位的人员

进行标准的宣贯培训。标准的宣贯工作不仅包括标准文本本身，还应包括标准的编制说明，使得标准使用者不仅了解标准文本中规定的内容，还了解本标准编制说明中对于标准制定背景、制定依据等内容，以利于标准的贯彻执行。

(3) 做好信息反馈和适用性评价，提高标准实施效果

标准宣贯实施过程中，要注重将标准的宣贯工作落实到实际中。在本标准宣贯后，要时刻跟踪本标准在实际工程中的使用情况，评价应用效果，对于实用性不强、适用性差的条款要及时反馈到相关行业管理部门，以便采取相应的措施。

十、其他应予说明的事项，如涉及专利的处理等

无。