

道岔融雪电磁加热设备

设计任务书

版权信息:	本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。		
文件编号:		版本:	V1.1

发布及修改记录

版本	描述	编制日期	审核日期	批准日期	发布目标	状态
V1.2	1. 第 5.6 章节完善 RAMS 要求的描述 2. 第 5.4 章节, 修订尺寸要求 3. 第 6.1 章节明确工期要求 4. 增加第 6.2 章节经费使用	2024.1.17	2024.1.17	2024.1.17		
V1.1	1. 补充加热模块尺寸要求 2. 补充性能指标要求	2024.1.16	2024.1.16	2024.1.16		
V1.0	建立	2024.1.6	2024.1.8	2024.1.8	内部	
编制者:	侯振宇					
审核者:	周乐檬					
批准者:	尹逊政					
签名 & 日期						

版权信息:

本文件包含保密信息, 未经许可, 严禁透露第三方。

文件编号:

版本:

V1.1

目录

1 概述.....	3
1.1 目的.....	3
1.2 使用范围.....	3
2 参考与引用.....	3
2.1 遵循的标准或规范.....	3
2.2 参考文件.....	3
3 定义及缩略语.....	3
3.1 缩略语.....	3
3.2 定义.....	3
4 项目背景.....	4
4.1 应用背景及开发目标.....	4
4.2 当前技术发展.....	4
5 开发目标.....	6
5.1 交付物.....	6
5.2 功能需求.....	6
5.2.1 受控加热.....	6
5.2.2 模块间串联.....	7
5.2.3 状态自检.....	8
5.2.4 安全防护.....	8
5.3 接口需求.....	9
5.3.1 供电接口.....	9
5.3.2 安装接口.....	9
5.3.3 与上位机控制接口.....	9
5.4 性能指标要求.....	10
5.5 RAMS 要求.....	10
5.6 型式试验要求.....	11

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书系统结构设计规范			Page 1 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息, 未经许可, 严禁透露第三方。				

6 开发策划.....	12
6.1 研发计划.....	12

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书	Page 2 of 8
文件编号:		文件版本: V1.1
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。		

1 概述

1.1 目的

本文档对待开发项目的项目背景、开发目标、开发阶段定义及各阶段工作内容进行了定义。

1.2 使用范围

本文档应用于项目开发过程中的软硬件设计、测试等各个阶段。工程化应用和其他场景应用，应参照本文件的要求执行。

2 参考与引用

2.1 遵循的标准或规范

表 2-1 标准或规范

No.	标准或规范名称	版本信息
1	TB T 3539 电加热道岔融雪系统设备	2018

2.2 参考文件

表 2-2 参考文件

No.	参考文件	文件编号	版本信息
1	1_8-铁路新型道岔融冰雪系统-（汇总单页）	无	无
2	电磁感应加热式道岔融雪系统方案研究	无	无
3	电磁式道岔融雪装置设计及干扰问题解决方案	无	无
4	新型感应加热道岔融雪系统的研究及应用	无	无

3 定义及缩略语

3.1 缩略语

No.	缩写	英文全称	解释
1			

3.2 定义

本文档所涉及的专业词汇定义如下：

无

4 项目背景

4.1 应用背景及开发目标

我国铁路线南北跨度大，东北、新疆北部及青藏高原等地区冬季极度寒冷，每年均发生不同程度的道岔夹雪而影响转换的故障。道岔作为铁路运输的咽喉重地，除雪作业是保证其冬季安全运行的重要作业。目前，我国对道岔除雪主要采用人工扫雪、风力除雪以及电加热道岔融雪等方式。人工除雪面临着作业安全风险高、劳动强度大等难题，与日益拓展的路网运输规模以及减员增效安全生产的矛盾日益突出。近年来，以电加热除雪为代表的道岔自动融雪技术在路内外逐步开始了推广应用，也取得了一定的成果。但是，高昂的全生命周期使用成本、对于极端环境的普适性，影响了道岔融雪的推广使用。

本项目拟从新型融雪技术、新型阻雪技术、基于人工智能的自动控制等三方面，实现降低设备全生命周期成本、提升设备智能化水平的目标，解决现场痛点问题加速设备推广速度。

其中新型融雪技术拟采用电磁感应板取代加热条对钢轨、滑床板进行加热，从而实现降低能耗的目标。

4.2 当前技术发展

目前兰州交通大学，通号公司等单位均提出了基于电磁加热原理的道岔融雪装置。进展最为接近工程样机的为青藏公司联合外部厂商所开发的装备，在青藏线不冻泉站进行了装机试验以及一年的运行考核。其主要指标如下：

技术指标

- (1) 工作温度：-40°C~+50°C(室外轨旁设备)，0~+50°C(室内设备)
- (2) 工作相对湿度：100%
- (3) 供电条件：三相五线制 380V(±5%)
- (4) 工作限制：7×24 小时连续工作
- (5) 系统平均无故障运行时间 (MTBF)：机械部分 >10⁴小时，电器部分 >10⁴小时
- (6) 系统故障恢复时间 (MTTR)：机械部分 <60 分钟，电器部分 <30 分钟
- (7) 运行功率：5-20KW/组 (具体参考道岔类型及配置，最高轨温可设置控制至 50°C)
- (8) 工作方式：全年自动化运行，无人值守

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 4 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

节能效果如下：

节能对比

铁路新型道岔融冰雪系统

单开双机牵引（12米）：13 KW.H

(2020年2月21日阵雪2小时平均耗电量 7.47KW.H)

(2020年2月22日中雪3小时平均耗电量 12.77KW.H)

(2020年2月28日中雪6小时平均耗电量 9.58KW.H)

既有融雪设备

单开单机牵引（6米）：11.5 KW.H

单开单机牵引（12米）：23 KW.H

(按6米换算12米耗电量)

节能：同比既有产品，节能 50%

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 5 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

5 开发目标

5.1 交付物

本项目最终交付目标为开发完备的电磁加热模块以及相应的变频控制箱，可在上位机控制下实现加热功能，整体运行环境如下：

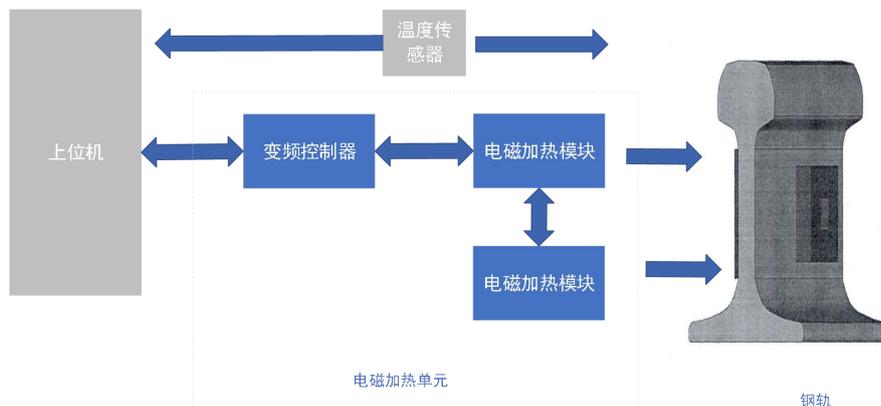


图 5.1 产品开发边界定义

- 注：1. 图中标蓝色部分为本项目所开发设备。
 2. 图中灰色部分为与电磁加热单元相关的外部接口设备。
 3. 图中灰色部分为调试所需要外部配置的资源。

最终交付物信息如下：

序号	交付物名称	交付物规格	数量	说明
1	电磁加热模块	模块化封装，包含标准的级联航插	3	
2	电磁加热模块设计资料	设计图纸、加工要求	1	
3	变频控制箱	1.单个模块功率 20Kw 2.控制接口为模拟量电压控制，功率等级 20%至 100%可调	2	
4	产品测试报告	对加热功能、性能、安全性及能源使用效率进行测试	1	

5.2 功能需求

5.2.1 受控加热

设计变频控制箱在上位机控制下，按照上位机指令，输出不同的功率，对钢轨进行加热。变频控制箱安装在轨旁的控制箱内，具体形态可参照下图：

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 6 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				



图 5.2 电磁加热模块串联方式示例

控制箱与上位机采用通信或模拟量控制方式，可选择以下方式的任意一种：

- RS485；
- CAN；
- 以太网；
- 电流环；
- PWM；
- 模拟量电压。

5.2.2 模块间串联

加热模块设计为可串联结构，现场可根据需要加热的钢轨长度进行工程化灵活部署。具体方式可参照下图：

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 7 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

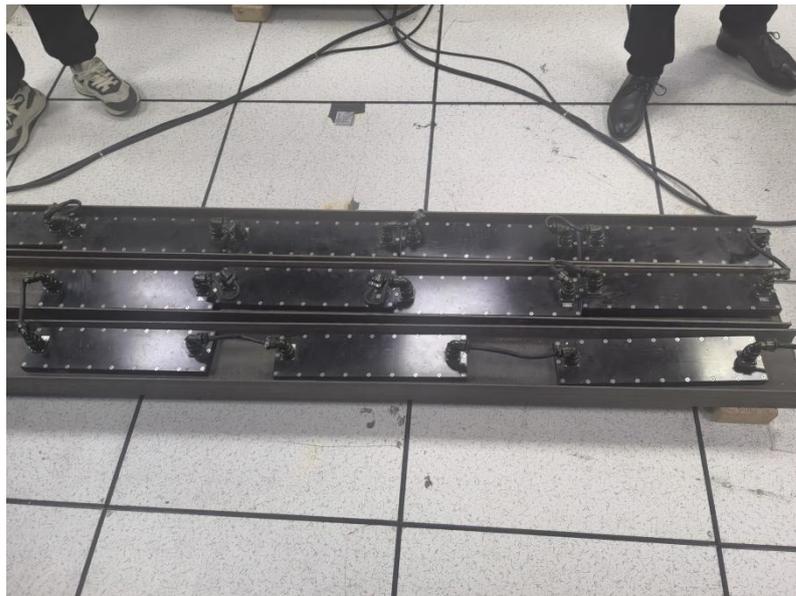


图 5.3 电磁加热模块串联方式示例

单体模块形态设计与模块部署原则（模块间距）等，需要根据钢轨热传导特性确定，在保证钢轨温升均匀的前提下尽量提高能源利用效率。

5.2.3 状态自检

控制箱具备自检功能，对控制箱自身以及模块状态进行自检，并上传给上位机，自检状态建议包含以下要素：

- 工作电流；
- 工作电压；
- 设备内部温度。

5.2.4 安全防护

控制箱在检测到出现异常后，应能终止加热功能，进入停用状态，建议包含以下要素：

- 设备短路；
- 与上位机通信中断；
- 电压、电流、温度等异常。

控制箱与电子加热模块应具有绝缘设计，防止人员触电。

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 8 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

5.3 接口需求

5.3.1 供电接口

设备应能兼容以下两种供电方式：

供电方式 1：采用三相供电，AC380V,50Hz，电压波动范围为-20%至 15%

供电方式 2：采用电力牵引接触网供电，AC220V,50Hz，电压波动范围为-24%至 10%

5.3.2 安装接口

设备安装在道岔区域基本轨的外侧轨腰上，通过专用卡具进行固定。安装示例如下图所示：

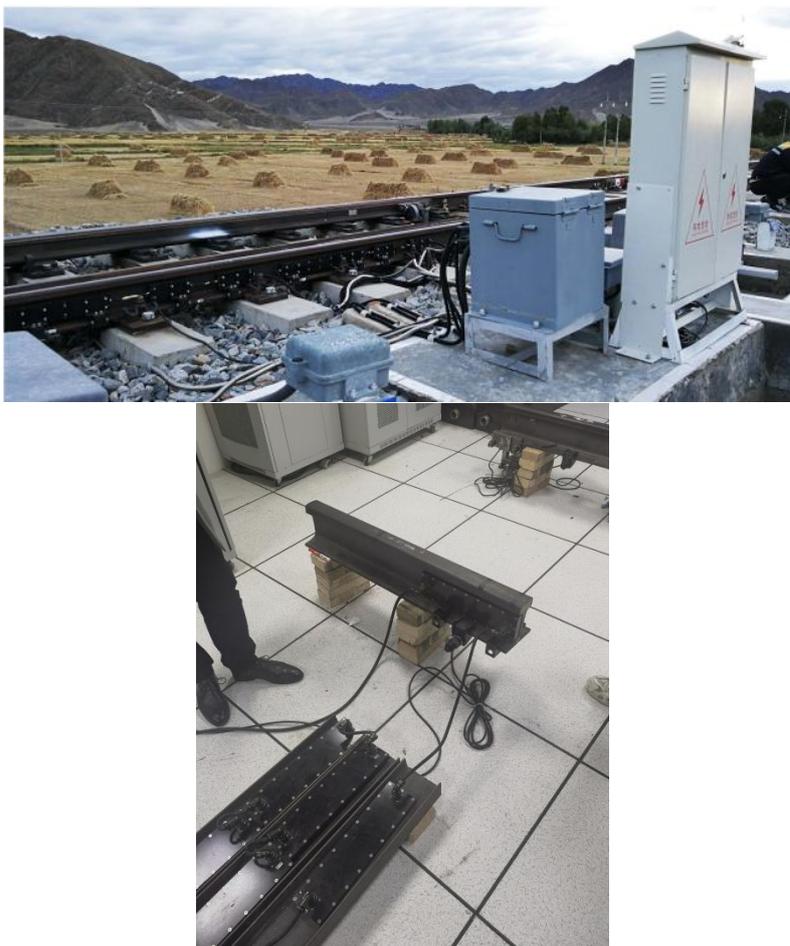


图 5.4 电磁加热模块安装方式示例

5.3.3 与上位机控制接口

控制箱与上位机采用通信或模拟量控制方式，可选择以下方式的任意一种：

- RS485；
- CAN；

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 9 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

- 以太网；
- 电流环；
- PWM；
- 模拟量电压。

可按照上位机的指令输出不同的加热功率，宜实现 0 至 100%无级可调，若使用级位控制，应至少实现 7 级可调。

5.4 机械接口要求

5.4.1 加热模块

- 物理尺寸：

450mm×60mm×20mm，其中 20mm 的宽度为最高值，可以适当缩小。

- 机械安装接口：

模块四周预留安装孔（孔径根据模块质量核算），安装孔内攻丝。

- 接线航插

模块采用航插方式级联，每个模块配备 2 个航插，分别为入线、出线。

5.4.2 变频控制器

变频控制器选型完成后，与甲方确认尺寸、安装接线方式满足现场需求。

5.5 性能指标要求

- 温升速度：

环境温度零下 20 度下，可在 40 秒内，将钢轨加热至 20 摄氏度。

- 加热效率（根据同类产品暂估）：

满足温升速度的前提下，加热 12 米钢轨所需功率不大于 13Kwh

5.6 RAMS 要求

元器件选型过程，应选用高可靠性、长寿命元器件，其指标计算应满足以下要求：

- 可满足 7×24 小时不间断加热要求
- 平均无故障时间大于 5×10^4
- 电磁加热器件寿命不低于 8 年
- 控制箱内电气寿命不低于 15 年

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 10 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息，未经许可，严禁透露第三方。				

5.7 型式试验要求

满足《TB T 3539-2018 电加热道岔融雪系统设备》中 5.1, 5.2.4 至 5.2.10 的要求。具体如下:

5.7.1 环境要求

5.1 环境要求

融雪设备在下列环境条件下应可靠工作:

- a) 周围空气温度:室外 $-40\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;室内 $-15\text{ }^{\circ}\text{C}\sim+45\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- b) 周围空气相对湿度:室内 不大于 90% (+25 $^{\circ}\text{C}$);室外 不大于 95% (+25 $^{\circ}\text{C}$)。
- c) 大气压力:不低于 70.1 kPa(相当于海拔 3 000 m 以下)。
- d) 周围介质中无导电性尘埃,无腐蚀金属、破坏绝缘和引起爆炸危险的有害气体。

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 11 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息,未经许可,严禁透露第三方。				

5.7.2 型式试验要求

- 5.2.4 融雪设备应有过流短路保护措施。
- 5.2.5 融雪设备应有可靠的安全保护和阻燃措施,阻燃应满足 GB/T 5169.16—2017 中 V-2 级的要求。
- 5.2.6 融雪设备的雷电防护装置、器件应符合 TB/T 2311 的规定。
- 5.2.7 振动应符合以下规定:
 - a) 电加热元件、电加热元件安装卡具、钢轨温度传感器应符合 TB/T 2846—2015 中规定的第四类振动试验的等级要求,振动试验后,设备应无损坏、不脱落,并能正常工作;
 - b) 隔离变压器、监控模块等设备应符合 TB/T 2846—2015 中规定的第二类振动试验的等级要求,振动试验后,设备应无损坏,并能正常工作。
- 5.2.8 融雪设备经电磁兼容试验后,应符合 GB/T 24338.5 中性能判据 B 的规定。
- 5.2.9 融雪设备经雷电防护试验后,应符合 TB/T 3498 中 B 类判定条件的规定。
- 5.2.10 有轨道电路的区段,直接连接电加热元件的加热电路应采用隔离措施。如采用隔离变压器进行隔离,道岔两侧的加热电路不应共用变压器次级同一个线圈,不应影响轨道电路的工作状态。

6 开发策划

6.1 研发计划

研发整体安排如下:

阶段	工作内容	付款比例	说明
项目启动	签署合同, 启动	30%	
样机交付	完成样机制作, 并交付甲方	30%	乙方应在应标后 15 个自然日内完成样机生产、测试与交付
现场测试通过	甲方完成现场测试	30%	甲方应在样机交付后 15 个工作日内启动现场测试。 30 个工作日内完成现场测试
设备完善	完成对现场测试发现问题的整改	10%	现场测试完成后 3 个月内完成

6.2 经费使用

本项目研发金额总计: 人民币壹万柒仟元整 (¥17000.00), 主要包含以下部分:

- 定制开发费 (¥15000.00)
- 电磁加热模块样品 (¥2000.00)

交付物中的变频控制箱, 由乙方负责选型, 甲方直接采购。

文件名称:	道岔融雪电磁加热设备-设计任务书			Page 12 of 8
文件编号:		文件版本:	V1.1	
本文件包含保密信息, 未经许可, 严禁透露第三方。				