

轨道车辆空调自适应智能控制研究

技术条件

| 所属部门 Responsible Division | 文件类型 Document Type | CP 编号 CP Number | 项目代号 Project Number |
|------------------------------|-----------------------|--------------------|------------------------|
| 研发中心 R&D Department | 技术条件 Technical | / | / |

编制 Written by:

校对 Checked by:

审核 Reviewed by:

批准 Approved by:

签字 (Signature)

日期 (Date)

本技术资料版权归石家庄国祥运输设备有限公司所有，未经本公司许可，不得向第三方泄露，不得复制或公开发表。
This document and its contents are the property of Shijiazhuang KING Transportation Equipment CO., LTD., or its subsidiaries. This document contains confidential proprietary information. The reproduction, distribution, utilization or the communication of this document or any part thereof, without express authorization is strictly prohibited.

内部文件编号 Internal Document No.

TR00825

客户文件编号
Customer Document No.

版本
Rev.

客户代号
Customer Code

/

/

历史记录

Revision Log

| 版本 Revision | 更改描述 Description | 作者 Author | 日期 Date |
|----------------|---------------------|--------------|------------|
| A | 初版 | 杨波波 | 2020.11.27 |

目录

| | |
|-------------------------|---|
| 1 概述..... | 3 |
| 2 空调控制系统描述..... | 3 |
| 3 要求..... | 3 |
| 3.1 自适应智能温度控制..... | 4 |
| 3.2 基于 CO2 的风量调节技术..... | 4 |
| 3.5 交付物基本要求（不限于下述）..... | 5 |
| 4 乙方公司要求..... | 5 |
| 5 其他要求..... | 5 |
| 5.1 培训工作..... | 5 |
| 5.2 出差..... | 6 |
| 6 服务技术团队人员保障..... | 6 |
| 7 合同及其他事项..... | 6 |

1 概述

石家庄国祥运输设备有限公司（以下简称“国祥公司”）将针对轨道车辆空调舒适性控制进行研究评估。

石家庄国祥运输设备有限公司位于：河北省石家庄市高新区长江大道 255 号。

本方案联系人如下：

杨波波：

Tel: 0311-89912128

Email: bobo.yang@guoxiang.com.cn

2 空调控制系统描述

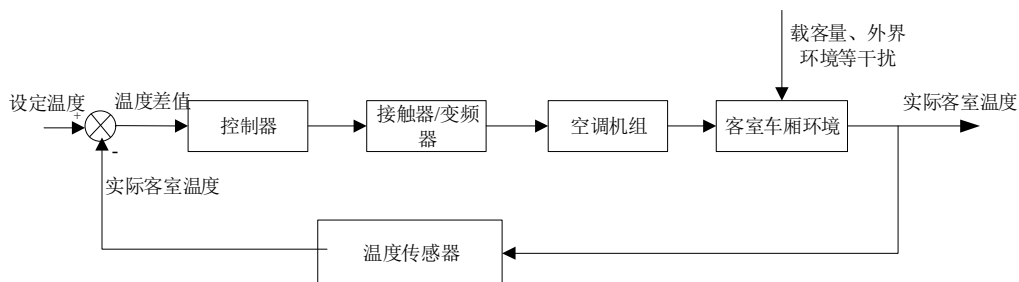
空调控制系统则以 KPC（空调控制器）为核心，通过对每个空调机组在回风、新风和送风口处设置的 NTC 型温度传感器进行检测，分别取其平均值作为室内、外及送风温度。

空调控制器通过对客室内温度与设定温度进行比较，配合外部断路器、接触器、变频器、继电器、传感器等元件，使空调机组能够实现温度、工作模式的控制，同时还具备压力保护等故障诊断功能。在实现通风、制冷等工作状态切换进行车厢内温度舒适性调节的同时，还能够实时监测并反馈故障信息。

国祥公司空调控制器软硬件平台说明：

✧ 硬件：STM32 系列单片机

✧ 软件：C 语言



3 要求

国祥公司将邀请第三方科技公司协助完成轨道车辆空调舒适性控制开发工作，科技公司应承担相应的研发工作，基于国祥已有的空调控制器硬件平台和软件平台开发轨道车辆通用舒适性控制算法并配合进行部署验证与相关问题排查，确保达到国祥公司的控

制要求。

3.1 自适应智能温度控制

实现较为通用的轨道车辆空调自适应智能控温算法，改进传统 PID 控制器，结合多种智能控制算法（模糊算法、神经网络等），构建智能温度控制模型。同时，采用智能寻优算法（遗传算法、蚁群算法等）对模型关键参数进行智能寻优计算，以实现控制参数自整定、算法自适应匹配多种机组类型（定频空调、变频空调）。结合行业应用，训练学习轨道交通行业的不同机组的运行控制规律，灵活智能的制定特定线路和环境下的温度控制决策算法。模型基于已有项目测试平台进行验证和测试，并配合进行工程部署及最终的项目验证。控制指标为：相关算法自动适应机组配置并达到回风温度与设定温度的差值在项目要求的范围之内，当外界存在扰动（如开门、断电重启等），同时空调接收到制冷命令且空调没有故障、用电不受限时，系统应在项目规定的时间之内回到稳态，技术成果包含相关技术资料 and 代码，要求如下：

控制要求：满足项目 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ 需求；

效率要求：算法应通用，修改少量参数应能匹配绝大数项目实现高效温控；

运行要求：交付的 lib 库和 C 语言代码可在 KPC（CPU STM32 主频 72M）稳定运行。

3.2 基于 CO₂ 的风量调节技术

常规轨道车辆空调往往是根据设计标准按定员人数计算固定的新风量，并且在列车空调运行期间保持新风量不变。随着人们对乘车舒适性要求的提高，这种采用新风定量控制的传统模式日益显露出它的弊端。对于列车空调，存在车内人员流动性比较大的特点，如果按照设计新风量一成不变的运行，易出现以下两种情况：1）车厢内乘客人数小于定员数，就会使新风量大于必需新风量，从而增加能耗；2）当乘客人数大于定员数时，则新风量不足，车厢内 CO₂ 浓度增加，从而导致车厢内空气品质不佳，影响乘车舒适性。

鉴于以上两种情况所带来的不利影响，增加 CO₂ 传感器，采用自适应智能控制系统来监控车厢内 CO₂ 浓度的变化，结合行业应用，训练学习轨道交通行业的不同机组的浓度变化规律，灵活智能的制定特定线路和环境下的风量调节策略，控制风机及时做出反应，根据被调量的实际值与设定值的偏差，利用智能控制模型，计算出合适的送风机控制频率，以改变送入车厢内的新风量，使之处于允许的波动范围内，达到既节能降噪又可改善车厢内空气品质的目的。

技术成果包含相关技术资料 and 代码，要求如下：

控制要求：风机转速应根据 CO₂ 浓度实时调节，CO₂ 浓度应在标准允许的波动范

围内；

通用性要求：算法应通用，不同项目使用时仅需要修改少量参数；

运行要求：交付的 lib 库和 C 语言代码可在 KPC（CPU STM32 主频 72M）稳定运行。

3.5 交付物基本要求（不限于下述）

- ✓ 算法技术资料
- ✓ 相关代码、可执行函数库
- ✓ 不同项目匹配说明书
- ✓ 方案实施前后对比评估报告

4 乙方公司要求

根据以上要求，乙方科技公司需准备开发方案以及报价，如对以上方案有任何疑问的可与方案联系人联系，国祥公司将采用招标的方式进行乙方科技公司选定。

中标的乙方科技公司将与国祥公司签订合同，相关开发工作须在合同中详细描述。

参标的科技公司需提前准备以下资料和信息：

- ◇ 公司简介（宣传页）以及行业业绩（打印）
- ◇ 开发方案（打印）
- ◇ 报价（无需打印，现场竞标时使用）

5 其他要求

乙方在合同中的工作需要覆盖（但不限于）以下基本要求（最终方案以双方签订最终合同为准，文档以最终评估认证方确认为准）

5.1 培训工作

乙方有义务对甲方直接及间接用户进行培训及现场指导，使用户清楚了解其基本原理、基本结构、使用维护及检修方法。为帮助甲方能够对相关代码、算法有充分的理解和认识，乙方须本着以下原则对甲方实时进行相关培训工作：

- 循序渐进，系统化原则。
- 理论结合实际原则。
- 授课与技术交流结合实施原则。

5.2 出差

乙方应及时了解产品或算法在线运行使用情况，及时改进设计，以提高质量。在产品或算法使用期间，乙方应及时提供技术支持，应在 24 小时内对发生的问题给予答复，并及时提供相关服务。

涉及现场指导和问题排查需要乙方出差时，乙方应积极配合，出差目的地由具体项目决定，涉及国外出差时，甲方协助乙方办理签证事宜。

6 服务技术团队人员保障

乙方团队稳定性承诺，项目主要成员应为公司资深工作人员，稳定性好；

乙方参与开发的主要成员在签订合同前，应与甲方安全团队进行远程或面对面沟通了解，在执行过程中，如因特殊原因需要更换主要成员时，需要获得甲方的同意。

项目组所有成员均应为乙方公司专职人员。

7 合同及其他事项

根据本方案基本要求，乙方须在合同中将本项目的实施方案和计划详细列述并得到甲方的确认，最终实时方案和计划以合同签订为准。