2025年度陕西省科学技术进步奖申报项目公示材料

**项目名称：**长大公路隧道风能耦合利用技术及风机集群智能调控系统开发与应用

**主要完成人：**郑晅、王小博、李雪、柯翔、林海、樊吉飞、张鹏、何国涛、边艳妮、黄俊

**主要完成单位：**长安大学、陕西高速电子工程有限公司、苏交科集团股份有限公司

**提名单位：**陕西省公路学会

**提名等次：**二等奖及以上

**提名意见：**

特长公路隧道通风系统规模大，结构复杂，实时控制困难；风机装机功率大，运行能耗高，通风节能问题是行业的重大技术挑战和共性难题，该问题已经成为制约我国交通强国发展的瓶颈。项目依托多项科研任务和工程项目支持，历时14年，多学科交叉融合，建立了动态自然风交通风耦合利用节能通风模式、创建了自适应隧道风机群、组、点控制技术、建立了隧道通风系统在线监测与容错运行技术、开发了多场景通风控制交互及节能系统应用，形成了节能通风模式、通风集群控制、智能装备研发、智慧通风管理4方面创新性成果及12项关键技术，实现了特长公路隧道通风节能运营。

项目成果获国家授权发明专利32项，其他知识产权72项，其中，编制地方及企业标准7项，发表学术论文56篇。项目成果有力支撑了国内70余座隧道通风工程运营与建设，指导了隧道通风系统节能运行，建立了特长隧道通风运营控制模式，形成了技术标准和规范。项目成果的推广应用，大幅降低了隧道通风建设与运营成本，经济和社会效益显著。

经过形式审查、评审和公示，无知识产权纠纷，研究单位与个人排名无异议。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

**项目简介：**

隧道通风系统正常运行是公路特长隧道交通安全的重要保障。隧道通风系统体量大、运行功率高、控制复杂，当前普遍处于低效率、高能耗运行状态。根据调研，由于系统耗电量大，许多运营单位未按国家“规范”要求开启，并且疏于维护，风机故障率较高。因此，造成了大多隧道内环境质量较差，影响了隧道的安全运行。该问题已经成为制约我国交通强国战略发展的“瓶颈”问题。

项目以交通隧道通风系统为研究主体，开展了通风系统节能高效控制技术研究。形成了自然风利用节能、风机群控制节能、状态检测及优化节能以及节能运行综合应用4方面创新性成果：建立了动态自然风交通风耦合利用节能通风模式；创建了自适应隧道风机群、组、点控制技术；研发了隧道通风系统在线监测与容错运行技术，大幅提升了通风装备运行效能；开发了多场景、多目标的CPS高效、节能通风控制系统与平台，实现了精细化、实时化、智慧化运营管理。

项目成果获国家发明专利32项，其他知识产权72项，编制行业及企业标准7项，发表高水平论文56篇。项目整体技术应用于秦岭Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ号特长公路隧道群，苏锡常高速太湖特长隧道，形成了隧道通风节能运行成套标准，实现了隧道运营通风安全、经济和舒适；推广应用于陕西、江苏、云南、新疆、广东等全国多地70余座大小隧道。项目成果节能效益显著。

**客观评价：**

2024年5月6日，教育部科技查新工作站（G01）对本成果进行国际联机检索、国内联机检索和网络数据库检索，共检索国内外相关文献200余篇。经过严格的比较、分析和鉴别，可得出以下结论：国内外尚未见与项目综合技术特点相同的研究报道，项目中提出的自然风与交通风耦合利用技术、数据驱动风机群电机控制方法、隧道通风系统在线状态感知与维护技术以及多场景通风控制系统开发与应用，具有明显的创新性和先进性。

2024年6月4日，陕西省公路学会在西安主持召开了本成果项目评价会，邀请了国内隧道领域权威专家-中国工程院院士同济大学教授朱合华、交通运输部公路科学研究院首席科学家王华牢、交通运输部机电工程领域专家杨晓东、陕西交通控股集团有限公司副总经理米峻 (原秦岭终南山特长公路隧道运营公司总经理)以及陕西省勘察设计大师刘赪组成专家组对项目进行了成果评价，认为：项目成果总体达到国际先进水平，其中温度控制风机的前馈式节能和风机集群的空间自适应节能控制技术达到了国际领先水平。

项目的创新点1、创新点2的分项技术，结合其他技术成果，获得了2022年度江苏省地下空间学会三等奖、2023年度江苏省地下空间学会特等奖。创新点3获得了2023年陕西省交通科技二等奖。

项目成果获国家发明专利32项、其他知识产权72项，编制省级及企业标准7项，发表学术论文56篇。基于“特长公路隧道通风系统节能运行关键技术及应用”成果中的设备、算法、系统均具有完全自主知识产权。

本成果发表了多篇学术论文，多次报告于隧道运营的相关国际会议，进行了宣讲交流，成果获得来自世界各地的多位著名学者和专家正面评价和充分肯定。

**应用情况和效益：**

项目成果保障了通风系统节能高效运行，改进的通风系统有效降低了有害气体和颗粒物的浓度，为驾驶者提供了更安全健康的驾驶环境，降低了因能见度差导致的交通事故风险，提高了交通运输的安全性。

隧道大多是区域路网的“咽喉”，实现了隧道风机智能化管理，显著减少了隧道封闭的频率和持续时间，尤其在高峰时段减轻了交通压力，提高了车辆通行效率；同时，通过减少封闭和维护时间，减轻了周边路网的压力，提高了整个交通系统的流畅性，降低了社会运输成本。

交通领域能耗是全社会能耗的重要组成部分，而隧道通风能耗在交通运维能耗方面所占比例极高。项目成果使得特长隧道运营能耗与风机运行状态明显改善，节能减排效果显著。因此，成果的推广应用，也是响应国家“碳达峰、碳中和”战略、完成绿色发展目标的有力举措。

主要应用单位情况表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 应用的技术 | 应用对象  及规模 | 应用起止时间 | 单位联系人/电话 |
| 1 | 陕西交通控股集团有限公司西汉分公司 | 创新点1，2，3 | 陕西省西汉高速秦岭Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ号特长隧道，该隧道全长17Km | 2020.06至今 |  |
| 2 | 华设设计集团股份有限公司 | 创新点3，4 | 苏锡常南太湖隧道全长10.79km | 2021.12至今 |  |
| 3 | 中交第二公路勘察设计研究院有限公司 | 创新点1，2 | 厦门海沧隧道隧道全长6.33km | 2021.12至今 |  |
| 4 | 苏交科集团股份有限公司 | 创新点1，2 | 营盘山隧道、玄武湖隧道等13座隧道，全长15.32km | 2020.07至今 |  |
| 5 | 陕西高速电子工程有限公司 | 创新点1，2，3 | 冯家塬隧道全长1.2km | 2021.12至今 |  |

**主要知识产权和标准规范等目录（不超过10件）：**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权  具体名称 | 国家（地区） | 授权号 | 授权日期 | 证书编号 | 权利人 | 发明人 |
| 1 | 发明 专利 | 双洞单行隧道短平行导洞压排式通风的方法及模型 | 中国 | ZL201610607202.1 | 2018.05.25 | 2935452 | 长安大学 | 郑晅;李雪;穆晓虎;翁效林 |
| 2 | 发明 专利 | 一种高速公路隧道双洞互补式竖/斜井通风系统 | 中国 | ZL201610532955.0 | 2018.09.14 | 3073778 | 长安大学 | 李雪;郑晅;孙腾;翁效林 |
| 3 | 发明 专利 | 一种长大公路隧道风机群效率优化控制系统及方法 | 中国 | ZL201910595043.1 | 2020.08.11 | 3931466 | 长安大学 | 李雪;黄解放;王璐;郑晅;司利云 |
| 4 | 发明 专利 | 一种双三相电机四桥臂逆变器及其控制方法 | 中国 | ZL201810054388.1 | 2020.09.22 | 4000546 | 长安大学 | 林海;陈金平;周熙炜;司利云;龚贤武;巩建英;陈俊硕;李耀华 |
| 5 | 发明 专利 | 一种基于物联网的通信数据智能预警系统及方法 | 中国 | ZL202211604241.8 | 2023.09.15 | 6327667 | 陕西高速电子工程有限公司 | 张建会;王小博;来立博;汪文妹;王小兵;蔡晓彬;王楠;郭引萍 |
| 6 | 发明 专利 | 一种隧道无线传感网络通信方法及系统 | 中国 | ZL202110257868.X | 2022.02.22 | 4956319 | 陕西高速电子工程有限公司 | 任拴哲;张怀德;王坚;陈黎融;李建敏 |
| 7 | 论文 | 特长公路隧道复杂风机网络协同控制系统架构 | 中国 | 科学技术与工程 | 2020.10.01 | 2020,20(10) | 长安大学 | 郑晅;付帅;李雪 |
| 8 | 论文 | 交通风作用下的隧道运营通风研究 | 中国 | 地下空间与工程学报 | 2021.04.01 | 2021,17(04) | 长安大学 | 郑晅;李凡;李雪 |
| 9 | 论文 | 绿色隧道建造技术研究与应用 | 中国 | 现代隧道技术 | 2018.11.01 | 2018,55(S2) | 苏交科集团股份有限公司;北京交通大学;长安大学;苏州大学 | 黄俊；张顶立；郑晅；史培新；张忠宇；刘杨；李志远；房倩；李宏；邹大海 |
| 10 | 标准 | 城市隧道通风设计标准 | 中国 | 江苏省地方标准 | 2023．12.18 | DB32/T 4627—2023 | 苏交科集团股份有限公司 | 黄俊；朱晓宁；郭志明；李志远；汪文联；潘红兵；徐志胜；季红玲；丁鸿志；张迎贺；张鈜杰；杨斌；王晔；周爱军 |

**主要完成人情况:**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 姓 名 | 黄俊 | 排 名 | 10 |
| 行政职务 | 首席工程师 | | |
| 技术职称 | 正高级工程师 | | |
| 工作单位 | 苏交科集团股份有限公司 | | |
| 完成单位 | 苏交科集团股份有限公司 | | |
| 对本项目技术创造性贡献：  参与项目研究方案，负责项目现场试验协调组织、试验方案设计。对创新点4具有重要贡献，参与研究成果应用与推广，投入工作量占本人40%，主要成果纳入标准《城市隧道通风设计标准》。 | | | |

**主要完成单位情况:**

|  |  |
| --- | --- |
| 单位名称 | 苏交科集团股份有限公司 |
| 对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：  1、研究与开发  参与了项目研究方案的制定，为项目研究指明方向，提出关键研究方法。  2、试验与实施  现场试验协调与试验方案设计：负责项目的现场试验协调和试验方案的设计。包括安排试验活动、确保试验按照科学原则和设计方案进行。  3、创新与技术贡献  对创新点4做出了重要贡献。  4、成果应用与推广  参与了研究成果的应用和推广工作，使得这些成果得以实际应用，并最终纳入了《城市隧道通风设计标准》。 | |

**完成人合作关系说明:**

本项目完成人主要有10位，郑晅、李雪、林海、张鹏隶属于长安大学，王小博、柯翔、樊吉飞、何国涛、边艳妮隶属于陕西高速电子工程有限公司，黄俊隶属于苏交科集团股份有限公司。

自2012年1月起至2015年5月，该项目完成人拥有且不限于以下合作关系。

第一完成人郑晅、第三完成人李雪合作方式为论文合著：《特长公路隧道复杂风机网络协同控制系统架构》，发表于《科学技术与工程》（2020年10期）

第十完成人黄俊、第一完成人郑晅合作方式为论文合著：《绿色隧道建造技术研究与应用》于2018年11月合作完成论文（2018年52期）

第二完成人王小博、第一完成人郑晅、第四完成人柯翔、第五完成人林海、第六完成人樊吉飞、第八完成人何国涛、第九完成人边艳妮合作方式为共同知识产权：“公路隧道射流风机结构体安全自动监测故障诊断软件V1.0”于2021年9月获得软件著作权。

第一完成人郑晅、第三完成人李雪、第五完成人林海、第七完成人张鹏合作方式为共同立项：数智隧道聚合管理平台技术服务于2023年12月完成。