

题目编号：CS-202627

低空飞行器用高功率密度电机关键技术研究 比赛方案

一、发榜单位

企业名称：中车株洲电力机车研究所有限公司

企业类型：中央企业

企业地址：湖南省株洲市石峰区时代路 169 号

二、题目名称

低空飞行器用高功率密度电机关键技术研究

三、题目介绍

1. 题目背景

在全球产业变革与国家“双碳”战略驱动下，低空经济已列为国家战略性新兴产业。低空飞行器采用分布式电推进动力系统，具有高效率、低噪声、低成本、运营维护简单与安全系数高等优点，在国防、高空特种作业、城市空中交通与物流等场景下具有广阔的应用前景。

电机系统是低空飞行器的“动力心脏”，其性能指标还不能满足低空飞行器的发展需求，亟需攻克功率密度低、低速扭矩不足和峰值持续时间短的难题。需开展超高功率密度新型电机拓扑构型、高效冷却结构、轻量化设计等关键技术攻关，突破

高功率密度与高效率兼顾、高过载高效热管理、结构轻量化设计、系统集成设计等技术瓶颈，研制出低空飞行器用高功率密度电机系统，满足低空飞行器整机的发展需求。

2. 目标介绍

结合低空飞行器大拉力、轻量化及高可靠性需求，形成适用于螺旋桨直驱的高功率密度电机系统方案，技术路线不限，可采用轴向磁通、径向磁通外转子及其他新型结构形式。基于研发的电机系统，完成电机与螺旋桨协同匹配设计，并综合考虑推进效率、结构布局及系统集成度等关键问题。综合考虑桨叶旋转气流与电机发热特点，形成电机—螺旋桨集成散热结构，并围绕电机与螺旋桨匹配关系提出提升系统典型飞行剖面工况效率的优化方案。结合螺旋桨气动载荷、振动及可靠运行需求，提出能够提升结构强度、耐振动能力、密封性能及运行可靠性的推进系统集成设计方案。

3. 选题意义

本赛题提出的低空飞行器用高功率密度电机关键技术研究，是面向低空飞行器对电推进系统超高功率密度与高安全性能的极致要求，通过关键技术攻关，创新高功率密度的新型拓扑构型，实现动力底座的极致轻量化与深度集成。此举将大幅提升系统性能，满足低空飞行器对大载荷、长航时及高安全的严苛动力需求，助力我国在下一代低空飞行器核心技术上实现国际引领。开展低空飞行器电机自主研发，对于提升我国低空

飞行器整机研制能力、推动核心产业链技术升级具有重要战略意义。研究成果将推动低空经济产业链升级和发展，增强我国低空经济产业的竞争力，扩大低空经济产业规模，带动社会就业与人才培养，助力交通运输体系的节能减排，为实现“双碳”目标贡献核心力量。

四、参赛对象

学生赛道：2026年6月1日以前正式注册的国内全日制非成人教育的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

各参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过10人，每件作品可由不超过3名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由1所高等院校、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

参赛作品应围绕“低空飞行器用高功率密度电机关键技术研究”展开，结合低空飞行器的发展需求，针对高功率密度、高效率、轻量化、机桨集成、高可靠性等关键问题，开展系统性

的理论研究、方案设计与工程分析。作品应体现扎实的专业基础、完整的技术路线以及较强的创新能力和工程应用价值。

参赛团队需根据低空飞行器电推进系统特点，自主完成电机系统总体方案设计，并围绕电磁设计、结构设计、热管理、高可靠性及驱动控制等关键技术开展研究。重点分析不同电机拓扑结构、磁路形式、冷却方式及材料选择对功率密度、效率和重量的影响，形成具有明确性能目标和工程可行性的技术方案。鼓励结合轴向磁通电机、双转子结构、高性能软磁材料、轻质合金材料、3D 打印等前沿方向开展创新研究，支持采用人工智能优化算法、多物理场协同分析等先进设计方法。

所研发的低空飞行器电机系统需满足如下关键指标：

- (1) 电机系统持续功率 $\geq 120\text{kW}@1200\text{Nm}$
- (2) 电机系统峰值功率 $\geq 240\text{kW}@1800\text{Nm}@30\text{s}$
- (3) 电机最高效率 $\geq 95\%$
- (4) 电机控制器最高效率 $\geq 99\%$
- (5) 电机有效材料重量 $\leq 20\text{kg}$
- (6) 电机系统总重量 $\leq 30\text{kg}$
- (7) 直流电压工作范围：550-1000VDC

基于研发的电机系统，完成电机与螺旋桨的一体化集成设计，螺旋桨最大拉力要求不低于 1250kg。重点围绕推进系统集成优化开展研究，包括电机与螺旋桨的匹配设计、集成散热结构设计以及气动载荷下的结构可靠性分析。综合考虑桨叶旋转

气流与电机冷却需求，提出电机—螺旋桨协同散热方案，提高系统持续输出能力与热稳定性；结合螺旋桨气动特性与电机运行特性，开展效率匹配优化，提高推进系统综合效率；同时需分析螺旋桨载荷、振动及离心力对整机结构的影响，提升系统强度、可靠性与运行安全性。

作品应具有完整的理论分析与仿真验证过程，可采用 MATLAB、ANSYS 等软件开展电磁、热、结构及振动噪声分析，并对关键参数、性能指标及优化结果进行说明。鼓励参赛团队结合实验平台开展样机测试或实验验证。

参赛作品须提交完整技术研究报告，内容包括研究背景、技术方案、理论分析、建模与仿真、结果分析、创新点及应用前景等。报告应逻辑清晰、数据真实、图表规范，能够完整展示研究过程与技术成果。同时需提交相关程序代码、仿真模型、设计图纸及结果文件，确保研究过程具备可复现性。鼓励提交样机照片、实验数据或演示视频，以展示作品的实际运行效果与综合性能。

作品应坚持原创原则，严禁抄袭、拼凑或虚构数据。评审将重点关注作品的创新性、理论深度、工程完整性、关键性能指标以及实际应用价值。

六、作品评选标准

技术创新性（30%）

考察电机与螺旋桨一体化设计水平，鼓励在轴向磁通结构、

双转子结构、集成散热、新型材料及多物理场协同优化等方面开展创新。重点评价电机拓扑构型、桨叶与电机协同散热设计等关键技术创新性。

性能指标与应用价值（30%）

考察功率、效率、重量、最大拉力等关键指标完成情况，评价方案在低空飞行器场景中的应用可行性。

结构可靠性与工程可行性（25%）

重点考察气动载荷、离心力及振动工况下的结构强度与运行可靠性。要求具备完整的结构分析与热分析过程，重点评价整机在典型飞行剖面工况下的安全性。

成果展示与规范性（15%）

考察技术报告、程序代码、模型文件、图纸及演示材料的完整性与规范性。要求表达清晰、逻辑严谨、数据真实，能够准确展示研究过程、关键结果及创新亮点。

七、作品提交时间

2026年5月至9月上旬，各参赛团队开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生和青年科技工作者参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2026年9月15日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，并严格遵照发榜单位明确的提交规范执行。

2026年9月30日前，由发榜单位完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2026 年 10 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品。

2026 年 11 月，组织终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

1.参赛选手登录“挑战杯”官网 www.tiaozhanbei.net，在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号，登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后，下载打印系统生成的报名表。

2.申报人在报名表对应位置加盖所在学校或所在单位公章。

3.将盖章版报名表扫描件上传至报名系统，等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态，如审核不通过，需重新提交。

4.系统开放报名时间为 2026 年 5 月 30 日-6 月 30 日，逾期后系统将自动关闭报名功能。

（二）作品提交方式

根据选题情况作品主要涵盖以下形式：

1.材料文档：内容包括但不限于设计报告、技术研究报告、仿真模型与程序文件等文档，同步报送 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表，报名表所有信息须与系统内填报内容完全一致；并于 2026 年 8 月 15 日前将所涉及所有纸质材料邮寄至我公司。

电子邮箱：sunhao@csrzic.com

联系人：孙浩

联系电话：15673606094

邮件主题：揭榜挂帅+牵头单位+牵头人名字+电话

九、赛事保障

参观交流：参赛团队提前两周提交申请，审批通过后可赴公司参观交流。

资料支持：提供非涉密相关技术资料、项目背景材料。

专业指导：组建专家团队提供技术咨询与方案指导。

兑现方式：团队提交书面申请，公司 1 个工作日内审批，3 个工作日内落实保障措施。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

本榜题原则上评出 1 个“擂主”，评出特等奖 5 个，一、二、三等奖各 5 个，最终授奖数量可视作品申报数量和质量情况动态调整。

2. 奖励措施

对“擂主”的奖励税后 10 万元，特等奖税后 2 万元/个，一等奖税后 1 万元/个，二等奖税后 0.5 万元/个，三等奖税后 0.2 万元/个。

其他激励：

（1）“擂主”可获得二级技术主管以上就业岗位。

（2）双方可洽谈青年人才引进事宜。

3. 奖金发放方式

此处要清晰写明奖励兑现方式和兑现时间。比如，比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，填写奖金申请表，待获奖团队提供银行卡详细信息后 1 个季度内，将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

十一、比赛专班联系方式

发榜单位要成立专班，有专门人员负责比赛组织，要在方案中说明专班的人员分工，一组分工主要为专家指导团队，进行技术指导和保障，要能接通电话，方便参赛团队咨询；一组分工主要为赛务组织服务，负责与组委会对接以及后期相关比赛赛务的协调联络。要在方案中写明专家指导团队和赛务组织人员的姓名和联系方式，写明在什么时间段可以通过什么方式联系到，原则上需要写明座机和手机信息，要和指导人员确认确保在公布的时间段能够接听到电话，且能够做到及时接听、耐心解答相关疑问。

1. 专家指导团队

顾问专家：陈老师，联系电话：18804057057

顾问专家：杨老师，联系电话：15111364608

2. 赛事服务团队

联络专员：孙老师，联系电话：15673606094

联络专员：佟老师，联系电话：18382155401

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络，优先联系佟老师。

3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-17:00）

4. 申报联系人

姓名：杨斌，职务：副部长，联系电话：15111364608

微信号：15111364608，邮箱：yangbin6@csrzic.com

附：发榜单位简介

中车株洲电力机车研究所有限公司研究院基础与平台研发中心是中车株洲所技术研发体系中的核心基础研究部门。中心以“战略导向、市场牵引、创造产业科技引领优势”为定位，主要承担基础性、前瞻性技术研究，跨业务主体的重大关键技术攻关，以及共性技术研发平台的构建。其核心使命是为公司轨道交通、新能源、电力电子器件等核心产业的可持续发展提供前沿理论支撑和共性技术平台。

中心聚焦于大功率变流器及控制系统基础技术研发及前沿技术攻关，新能源、智能驾驶等新兴技术方向的布局与建设。这些研究成果已成功应用于多个国家重点项目中，例如，中心参与研发的高性能牵引传动控制算法及黏着利用控制软件打破了国外技术垄断，广泛应用于“复兴号”高速动车组等多种车型。

中心研发团队实力雄厚，汇聚了包括中车科学家、首席技术专家在内的资深科研人员。团队积极倡导“从基础研究开始干”的创新文化，并与英国剑桥大学、谢菲尔德大学、清华大学等国内外知名高校保持着紧密的产学研合作。

作为中车株洲所技术创新的“黑土地”和“策源地”，基础与平台研发中心通过持续的基础研究与平台建设，为公司长远发展构建了自主可控的技术根基，是驱动产业升级和保持行业技术领先地位的核心引擎。