

题目编号：SH-17

冲击式机组射流部件和水斗磨蚀状态可视化 监测分析技术研究 比赛方案

一、发榜单位

东方电气集团东方电机有限公司

东方电气长三角（杭州）创新研究院有限公司

二、题目名称

冲击式机组射流部件和水斗磨蚀状态可视化监测分析技术研究

三、题目介绍

我国水能资源可开发装机容量越 6.6 亿千瓦，在西南地区的可开发装机容量约为 4.5 亿千瓦，占全国的 68%，开发潜力巨大，其中高水头水力资源蕴藏丰富，国家“十四五”规划及《关于加快经济社会发展全面绿色转型意见》中提出加快西南水电基地建设，但目前其开发程度极低，仅为技术可开发量的 1%左右。冲击式水轮发电机组凭借高水头适应能力，广泛应用于山区及高落差流域，由于地理环境的影响，这种高水头大容量流域中不可避免地将混入泥沙颗粒，对水轮发电机组部件会造成磨损破坏。尤其是转轮长期承受交变水压、机械离心力、泥沙磨蚀及空蚀等多重动态载荷，易引发疲劳裂纹甚至断裂事故。

高速水流裹挟泥沙不断冲击喷针、喷嘴、水斗等精密部件会导致水力效率下降,造成部件频繁更换、机组效率降低等问题。所以对于冲击式机组射流部件和水斗的定期运维至关重要。冲击式水轮发电机组转轮传统运维模式依赖定期停机检修与人工巡查,存在响应滞后、成本高昂、漏检风险突出等问题,严重制约水电站经济性与安全性。亟需一种低成本低风险、迅速响应的运维检测方法。

本题目以推动冲击式水轮发电机组转轮运维模式从“计划检修”向“预测性检修”转型为目标,期待参赛团队形成冲击式机组射流部件和水斗磨蚀状态可视化监测分析技术方案,实现水电机组运维自动化、智能化。

四、参赛对象

本题目只设学生赛道。

参赛对象为 2025 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生、博士研究生(不含在职研究生),参赛人员年龄在 40 周岁以下,即 1985 年 6 月 1 日(含)以后出生。

同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛(以下简称第十九届“挑战杯”竞赛)其他赛道的评比。

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 所高等院校作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

参赛团队需围绕冲击式机组射流部件和水斗磨蚀状态可视化监测分析技术研究的核心问题提出完整的技术解决方案：

1. 结合冲击式水轮机结构和工程应用实际情况，提出在水车室对喷针和水斗关键部位磨蚀状态的可视化直接监测技术方案。包括器件（成像、补光）关键参数选择、适应高强度射流冲击下的封装和防护结构、除水除雾方案、数量位置角度选择、器件和线缆固定方案等。

2. 提出监测装置工作机制，开展在单/多喷针工作强水雾干扰条件、空转无水条件、静止条件下成像可行性分析，提出成像时机与机组运行控制联动逻辑。

3. 提出基于可视化的磨蚀状态自主分析和预警方案，包括喷针和水斗磨蚀区域自主识别、磨蚀程度自主判断、磨蚀趋势自主分析，并提示预警信息，推荐运行维护方案等。

六、作品评选标准

初审根据下述评审内容对学生团队提交的方案，以 100 分制进行打分，根据各参赛作品得分情况决定进入复审的参赛团队名单。作品总分包括主观分、客观分，其中主观分 60 分，客观分 40 分。

（一）主观分（60分）

评委主要从设计方案的完整性、研发思路、工程性等三个维度进行综合评价，各维度所占分值情况如下：

1. 设计方案的完成程度（分值：20分）；
2. 研发思路的合理性（分值：20分）；
3. 工程可实现性（分值：20分）。

（二）客观分（40分）

从原理分析、案例佐证或实验验证等角度评估所设计的工程样机性能，设计的工程样机至少满足以下性能指标：

1. 转轮及射流部件磨蚀检测精度 $\geq 0.5\text{mm}$ （分值：20分）；
2. 能有效识别穿透性裂纹、1mm及以上的浅表性裂纹（分值：20分）。

七、作品提交时间

2025年5月-8月，各高校应组织学生参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2025年8月15日前，各参赛团队通过大赛申报系统提交作品，具体要求详见作品提交方式。

2025年8月底前，由大赛组委会会同发榜单位共同完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2025年9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，冲刺攻关参加终审擂台赛，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 2025.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 2025 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

申报作品统一打包压缩提交至大赛申报系统，压缩包命名方式为：申报人所在单位-申报人姓名-作品名称-联系电话（例如：XX 大学-张 XX-XX 方案-手机号）。

九、赛事保障

对于参加本项目的参赛团队，本单位可以根据团队的实际需求，在参观交流、专业指导以及其他项目必须条件等方面提供帮助。

本单位将为此次比赛组建专业指导团队，指导团队将由出题单位专家组成，同时为了保证在项目相关资料等问题方面给予团队及时的帮助，团队还将为参赛团队指定技术顾问专家，

技术顾问专家由本单位专业技术人员组成。

赛事办公室设在东方电气集团东方电机有限公司，参赛过程中，参赛团队如需本单位提供与项目相关的其他必须帮助，请提前与赛事办公室联系，我们将在许可范围内给予参赛团队帮助。

十、设奖情况及奖励措施

（一）设奖情况

根据评分规则，综合评定参赛队伍。设置特等奖 5 个（“擂主”在特等奖中产生 1 个），一等奖 5 个，二等奖 5 个，三等奖 5 个。

（二）奖励措施

1. 本单位将结合项目实际，拟奖励“擂主”方案队伍 10 万元；奖励特等奖每支队伍 2 万元；奖励一等奖每支队伍 0.8 万元；奖励二等奖每支队伍 0.5 万元；奖励三等奖每支队伍 0.2 万元。

2. 工作成果如获本单位认可，投入工程应用，团队成员可以允许通过校企合作形式参与项目研发，同时根据项目成果给予额外奖励。

3. 东方电机、东长研究院为获奖学生团队提供实地参观、实践调研、产学研合作机会等。特等奖获奖团队成员如应聘东方电机、东长研究院相关岗位，同等条件下可优先录取；一等奖获奖团队成员如应聘东方电机、东长研究院相关实习岗位，

同等条件下可优先录取；二等奖获奖团队成员可获得东方电机、东长研究院参观实习机会。

（三）奖金发放方式

所有现金奖励将在比赛结束后，由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，通过银行转账的方式，发放至各获奖团队指定的账号。

所有实地参观、实践调研、产学研合作需求请获奖团队赛后 1 个季度内联系出题单位工作人员进行备案以便后续安排。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队

顾问专家：陈老师，联系电话：18728054080

顾问专家：龚老师，联系电话：15998638469

负责比赛期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队

联络专员：陈老师，联系电话：18046215382

联络专员：章老师，联系电话：13866560671

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-12:00,14:00-17:00）

附：发榜单位简介

东方电气集团东方电机有限公司（简称：东方电机）成立于 1958 年，是中国东方电气集团有限公司的全资核心子企业，是我国研究、设计、制造大型发电设备的重大技术装备制造骨干企业，是全球发电设备、清洁能源产品和服务的主要供应商。公司总部位于古蜀之源、重装之都的四川德阳；占地面积约 94.5 万平方米；资产总额 212 亿元。作为国家级高新技术企业，东方电机建成了四川省大型清洁发电技术工程实验室和院士专家工作站，具有多个国际先进水平的科研开发系统和检测中心，拥有专业技术人员 1738 人、工程院院士 2 人、享受政府特殊津贴专家 13 人。六十余年来，东方电机通过自主创新和科研攻关，形成了水、火、核、气、风、光“多电并举”的产业发展格局。

东方电气长三角（杭州）创新研究院有限公司（简称：东长研究院）打造面向国家战略、企业需求、行业共性难题的科技研发创新中心、科技成果转化中心及高端人才聚集高地，是新发展阶段央地共建的高水平创新型企业研究院，致力于践行国家能源战略，紧紧围绕东方电气战略发展规划及“浙江制造强省”要求，聚集研发资源，服务企业创新，引领产业发展，培养引进高端人才，推动光能技术、多能协同技术、节能环保技术、未来技术等研究，努力为浙江省及长三角地区的高端装备、新能源、新材料等产业高质量发展打造核心引擎。