

## 2022 年度中国发明协会发明创业奖创新奖申报项目公示

**提名者：**西华大学

**项目名称：**大型混流式水轮机稳定性关键技术研发及应用

**完成人：**刘小兵（西华大学），曾永忠（西华大学），余志顺（西华大学），任继顺（北京中元瑞讯科技有限公司），汪洋（北京中元瑞讯科技有限公司），林家洋（福建水口发电集团）

### **项目简介：**

水轮机是水电站的“心脏部件”，其运行稳定性直接关系到电站安全生产与能源稳定供给。水轮机在部分负荷工况运行时，就常会发生叶道涡、空化以及尾水管涡带现象，进而诱发水力振动，这些现象是机组产生不稳定的重要因素，尤其是发生在转轮内的叶道涡及其诱发的漩涡空化和翼型空化，具有隐蔽性和瞬时性特征，导致机组振动的信号不仅很难被准确测试与精准识别，而且也难被在线监测和控制，并一直成为世界性技术难题。项目组分别从水轮机研发设计，在线实时监测及预警和补气减振技术等方面取得了集理论、技术及装备于一体的一系列科技创新和突破性成果。

**（1）发明了水轮机叶道涡测试系统与精准识别技术。**创建了叶道涡三维空间分层同步可视化测试方法及系统，研发了叶道涡精准识别技术及其稳定性判别准则，攻克了叶道涡测试困难及识别精准度低的难题。

**（2）发明了水轮机空化振动在线监测技术。**研发了基于噪声信号检测的水轮机空化信号在线监测系统，发明了基于快速包络谱峭度对水轮机空化水声信号进行识别筛分的计算方法，通过对超声水声建立冲击脉冲信号的自适应最优带通滤波，以及大型混流式水轮机叶道涡状态和间隙空化、空腔空化以及翼型空化的特征提取和类型识别，实现了初生空化的有效识别和在线实时巡检，攻克了水轮机空化难以在线准确监测和预警的难题；发明了通过测量旁路管流量获得大型水电站压力管道流量的装置，实现了大型水电站空化和流量信号同步准确监测。

**（3）首创了水轮机活动导叶精准补气减振结构。**建立了气液两相流多尺度泡状流计算模型，提出了活动导叶表面补气孔位置，孔径及数量的计算方法，实现了精确控制水轮机不同运行工况的补气量，形成了分布于流场区域气泡群，达到了叶道涡、空化和尾水管涡带诱发的振动和噪音消失或显著减小的效果，突破了水轮机传统的顶盖和底环补气技术的局限。

本项目授权国际专利 1 件、发明专利 10 件，出版专著 2 部，发表 SCI/EI 论文 100 余篇。

知识产权情况（限填 10 个）

序号	专利名称	专利号	法律状况
1	一种模型混流式水轮机 转轮内部叶道涡测试的系统	ZL2016 1 08 54112.2	授权
2	基于快速包络谱峭度的水轮机空化状态在线评价方法	ZL2019 1 12291180.0	授权
3	一种反击式水轮机及其 活动导叶及其补气孔设 计方法	ZL2016 1 09 13699.X	授权
4	Reaction action water turbine movable guide vane and design method for air supplement hole	08237（南非）	授权
5	基于在线数据的水轮发电机组水力不平衡故障的自动分析诊断方法	ZL 2016 1 1083032.8	授权
6	低频、小幅度振动信号的测量方法及装置	ZL 2012 1 0281907.0	授权
7	一种数字化的压电式低频加速度传感器系统	ZL 2015 1 0102777.3	授权
8	一种用于水电站压力主管流量测量的装置及测量方法	ZL2017 1 01 22671.9	授权
9	一种流量测量装置及方法	ZL2018 1 1462821.1	授权
10	一种数字化的磁电式低频振动传感器系统	ZL 2015 1 0102364.5	授权