一、提名等级：科技进步一等奖

二、项目名称：高效安全大型风电机组传动链关键技术与应用

三、提名者：重庆市教育委员会

四、项目简介：

我国陆地与海上风能资源丰富，技术可开发装机容量超 10 亿千瓦，发展风电是国家能源结构转型的重大发展战略。风电机组是获取风能资源的重大高端装备，传动链作为关键核心部件，其性能直接影响整机发电量与运行安全。然而，我国强沙尘、极端高/低温、高海拔、强雷暴、大风浪、急洋流、高湿度、强腐蚀的风电应用环境极为恶劣，陆地低风速和海上强台风等跨空间尺度的极端气候并存，载荷极为复杂多变，单一的传动链型式无法满足复杂风场环境开发需求。本项目实施之初，我国大兆瓦级风电机组传动链设计技术被国外垄断，传动链正向设计技术缺失，自主研发难度极大。项目团队在国家科技支撑、国际合作和重庆市重大专项支持下，产学研用协同攻关十年，在高效安全大型风电机组传动链构型、设计优化、制造和集成应用等方面取得重大突破，创新了适用于不同风电应用环境与功率等级的传动链构型设计、叶片-塔筒-基础耦合下传动链机电动态特性分析与优化、传动链关键部件高精度制造与试验测试、传动链与整机高效匹配集成等核心方法，开发了不同柔性支撑传动链构型、双扭力臂强化及液压弹性支撑设计、减振优化及行星柔性均载、大型薄壁齿圈变形控制与系统性能测试、传动链支撑结构强度优化与系统集成设计等关键技术，有效解决了风电机组传动链大功率设计与高安全、经济性协同难题，掌握了高效安全大型风电机组传动链设计、优化、制造与集成核心关键技术。

项目开展十年来，开发了单点支撑、两点支撑与三点支撑三种传动链构型，研制了适用于陆地与海上风电应用环境的 2MW 级、3MW 级、5MW 级 3 大系列 20 种规格风电机组产品，通过 GL、TUV、鉴衡、中电等权威机构测试认证，其中 H151/171-5.0MW 机舱重量 $\leq 210t$ ；获授权发明专利 13 项，发表 SCI/EI 等论文 26 篇，在国内福建兴化湾、江苏如东八仙角等 50 余座海上/陆上风电场长期高效安全稳定运行，推动了我国风电行业科技进步，近三年销售收入达 256.6 亿元，取得了重大直接经济社会效益。

五、主要完成单位及创新推广贡献:

重庆大学: 传动链力学特性分析与动态性能优化设计;

中国船舶重工集团海装风电股份有限公司: 传动链结构设计与支撑结构优化;

南京高速齿轮制造有限公司: 传动链齿轮箱关键部件制造与性能测试;

中车株洲电力机车研究所有限公司: 传动链关键部件高效装配。

六、主要知识产权证明目录:

知识产权类别	知识产权具体名称	授权号	权利人	发明专利有效状态
发明专利权	基于复模态分析法的双排行星齿轮传动均载系数试验方法	ZL201810456660.9	重庆大学	有效
发明专利权	一种风电齿轮箱的柔性行星齿轮传动机构	ZL201310281090.1	重庆大学	有效
发明专利权	一种确定偏航驱动器设计载荷的方法及装置	ZL201410784231.6	中船重工(重庆)海装风电设备有限公司	有效
发明专利权	一种变空气密度下最佳叶尖速比控制方法及装置	ZL201510041239.8	中船重工(重庆)海装风电设备有限公司	有效
发明专利权	确定变速变桨风电机组叶片控制参数的方法及系统	ZL201510091910.X	中船重工(重庆)海装风电设备有限公司	有效
发明专利权 /pct	一种风力发电机组增速齿轮箱冷却润滑系统及其低温启动方法	ZL201510110628.1 PCT/CN2	中船重工(重庆)海装风电设	有效

		016/0734 26	备有限公司	
发明专利权	风力发电机齿轮箱中的行星轮减速级	ZL20151 0994626. 3	南京高速 齿轮制造 有限公司	有效
发明专利权	一种行星齿轮变速器	ZL20161 0235551. 5	南京高速 齿轮制造 有限公司	有效
发明专利权	一种风力发电机组回转支撑齿轮测量装置及测量方法	ZL20161 0937086. X	中车株洲 电力机车 研究所有 限公司	有效
发明专利权	风电机组中主轴承轴套强度分析及过盈量分析方法	ZL20161 0738760. 1	中车株洲 电力机车 研究所有 限公司	有效

七、主要完成人情况表

朱才朝：第一完成人，教授，工作单位：重庆大学，完成单位：重庆大学。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的 70%，主要负责方案设计，技术路线制订；

谭建军：第二完成人，助理研究员，工作单位：重庆大学，完成单位：重庆大学。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的 70%，主要负责传动链动力学建模与性能分析；

宋朝省：第三完成人，副教授，工作单位：重庆大学，完成单位：重庆大学。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的70%，主要负责传动链力学特性研究；

张凯：第四完成人，高级工程师，工作单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司，完成单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的70%，主要负责传动链与风轮塔筒集成设计；

何爱民：第五完成人，高级工程师，工作单位：南京高速齿轮制造有限公司，完成单位：南京高速齿轮制造有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的70%，主要负责传动链关键部件高精度制造技术开发；

欧阳华：第六完成人，高级工程师，工作单位：中车株洲电力机车研究所有

限公司，完成单位：中车株洲电力机车研究所有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链高效装配技术开发；

王叶：第七完成人，高级工程师，工作单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司，完成单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链环境适应性设计技术开发；

孙义忠：第八完成人，高级工程师，工作单位：南京高速齿轮制造有限公司，完成单位：南京高速齿轮制造有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链齿轮箱关键部件性能测试；

欧惠宇：第九完成人，工程师，工作单位：中车株洲电力机车研究所有限公司，完成单位：中车株洲电力机车研究所有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责主轴与齿轮箱高效装配技术开发；

张万军：第十完成人，高级工程师，工作单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司，完成单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链低温启动技术开发；

杨微：第十一完成人，高级工程师，工作单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司，完成单位：中国船舶重工集团海装风电股份有限公司。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链降载与增功技术开发；

李焱：第十二完成人，学士，工作单位：重庆大学，完成单位：重庆大学。在该项目研究中投入的工作量占总工作量的60%，主要负责传动链可靠性优化技术开发。