**申报题目：高效安全双馈式风电机组关键技术及产业化**

**三、项目简介（限1200字）**

发展风力发电是实现国家能源安全与世界能源可持续发展、“中国蓝”发展愿景的有效途径；风电属于战略性新兴产业，2050年仅国内风电装机容量将达10亿千瓦，市场容量大。风电机组是系统复杂、技术含量高的高端装备，其轮毂高度达100m以上、风轮直径最大183 m、使用寿命20年、载荷多变、应用环境复杂。本项目实施之初，中国风电技术基础薄弱，变速恒频风电市场被国外垄断，2MW及以上风电机组技术被国外封锁，存在正向设计方法和技术缺失、能量密度低、极端环境适应性差、风能利用率低等关键难题。

项目在重庆市重大专项支持下，产学研协同攻关11年，在风电机组正向设计方法、高能量密度、恶劣环境适应性、自适应增功等关键技术领域开展研究并取得重大突破。主要创新成果如下：

1、提出两点支撑传动链构形、基于可靠性序贯分析的整机安全系数分配方法和变速变桨控制算法，创建了以安全性为重要特征大型双馈式风电机组正向设计方法和技术，填补了国内空白；规划的H102/111/120型谱引领了叶片加长发展方向，2MW双馈式风电机组当时国内功率最大，H111、H120机型风轮直径当时国际最大；2008-2016年实现装机3334台，重大安全事故和批质量事故为零。

2、提出了大惯量风轮载荷辨识的变桨控制算法与推力削减控制技术，降低整机关键极限荷载10%；发明了传动链主动前馈电磁阻尼补偿控制技术，提出了应力流控制与局部柔性化轻量化设计方法，提高了风电机组能量密度。H123机型与H93比较，可比成本增加不超过6.25%、5.5m/s低风速的发电量提升35%；云南沙帽山风电场2MW机型单机满发5485小时、平均4525小时，发电小时数国内最高；在新疆、内蒙古、云南等区域发电小时数名列前茅。

3、提出了等寿命最大风能捕获范围扩展、全转速范围最佳叶尖速比跟踪和暴风控制算法，开发了最优能效控制技术，构成了具有自主知识产权的风电机组自适应增功方法，提高上网电量7.5%。

4、提出了风电机组外风道和叶片贯通式散热结构、风轮卸载和超调扇区辨识控制等极端环境适应技术，实现了中心风速60m/s超强台风（广东徐闻 “威马逊”）、40 ºC（新疆哈密）/-41.2ºC（新疆达坂城）、海拔3600米（四川凉山）、雷暴79天/年（云南永三）环境下生存及规模化长期运行，为扩大使用范围作出了重要贡献。

研制的具有自主知识产权的4大系列34种规格2MW双馈式风电机组通过了国内外权威机构的测试认证，涵盖三个风区、常/低温、内陆/沿海/高原。申请知识产权93项（PCT专利4项），授权发明专利10项；编制国家标准2项，企业标准64项。以中国科学院徐建中院士为鉴定委员会主任的鉴定意见认为该项目创新性强、整体技术达到国际同类产品先进水平，取得显著的经济和社会效益；最大叶片公司丹麦LM、著名整机设计公司德国Aerodyn、知名风电咨询商荷兰Wind Minds 和B3CE评价认为本项目的型谱规划具有前瞻性，产品具有和国际品牌竞争的实力。2015年销售全部为2MW机型的海装风电排名第5、世界第10，H111机型为世界第8，批量出口美国、巴基斯坦。

近三年直接经济效益新增销售额178.9亿元（830万元/台）、新增利润4.98亿元。