

### 推荐国家科技进步奖项目公示

项目名称	生物质电站安全高效发电关键技术
推荐单位	教育部
推荐单位意见： <p>我单位认真审阅了该项目推荐书及附件材料，确认全部材料真实有效，相关栏目均符合国家科学技术奖励工作办公室的填写要求。</p> <p>该项目结合我国生物质燃料特性和生物质发电技术瓶颈问题，建立了生物质热值快速预报模型、适应多变生物质原料的炉排和流化床受热面优化设计方法；提出了机炉耦合方案；开发了主动诱导式和槽式分离器炉内预除尘技术、风冷钢带式干排渣系统、新型 SNCR 脱硝技术、耐腐蚀新材料、现场快速熔敷技术、多孔膜结构抗结焦剂等关键技术，已获授权发明专利 22 项，实用新型专利和软件著作权 20 项，发表论文 51 篇（其中 SCI 论文 24 篇）；承担国家能源局立项的标准编制 3 项；项目形成的研发条件为我国生物质发电行业的技术进步奠定了重要基础。</p> <p>该项目理论上具有实质性创新，技术上有重大突破。项目成果通过了教育部成果鉴定，鉴定意见认为：该项目创新性强，应用前景广阔，总体技术处于国际先进水平。项目成果已在全国 40 余家生物质电站成功应用，创造了巨大的经济与社会效益。</p> <p>对照国家科技进步奖授奖条件，推荐该项目申报 2017 年度国家科技进步奖一等奖。</p>	

## 项目简介：

项目属于工程热物理领域。

我国生物质直燃发电技术起步较晚，但发展迅速，所采用的生物质原料主要是各类农作物秸秆，其独特的燃料特性（种类多变、特性各异、水分波动大、氯和碱金属等污染元素含量高、灰熔点低等）导致生物质电站存在众多影响安全与高效运行的技术问题，主要表现为：生物质的多变性导致锅炉对燃料的适应性差、燃烧效率低、底渣和飞灰中未燃尽碳含量高；生物质的碱金属和氯含量高、灰熔点低导致受热面等部位的腐蚀、磨损和结渣问题严重。

基于此，采用理论研究、实验模拟和工程验证等手段，深入研究了生物质的热解和燃烧特性以及污染元素的迁移转化规律，提出了生物质电站的设计方案与优化运行策略以提高发电效率和机组年利用小时数，开发了新型防腐防磨和防结渣技术以提高机组的安全性和经济性，具体包括：

1. 从多因素耦合实验、量子化学模拟和系统建模等角度，揭示生物质在不同条件下的热解与燃烧的输运和反应特性，同时通过热力学和动力学分析相结合的方法，揭示碱金属、氮、氯等元素的迁移转化规律；建立了生物质燃料特性数据库和燃烧特性预测模型，为实现生物质电站安全高效运行提供数据和技术支持。

2. 优化了生物质直燃发电系统设计和运行方法，获得了适应多变生物质原料的炉排和流化床受热面优化设计方法；提出机炉耦合方案以提高整体发电效率；提出蓄热式干燥方案以实现生物质的低成本高效干燥；开发了主动诱导式和槽式分离器炉内预除尘技术；开发了风冷钢带式干排渣系统回收底渣的能量；提出飞灰成型再燃技术回收飞灰的能量；开发了新型 SNCR 脱硝技术以适应生物质锅炉燃料和燃烧工况多变的特性；技术应用大幅提高了锅炉效率和电厂机组的年利用小时数。

3. 提出防磨防腐和防结渣新技术，开发了 Ni-Cr-Mo 耐腐蚀新材料和复合锅炉管技术、现场快速熔敷技术、高耐磨损新材料和熔覆技术、多孔膜结构抗结焦剂；成功解决了生物质锅炉的腐蚀、磨损和结渣问题，提高了机组的安全性。

本项目已获得授权发明专利 22 项，授权实用新型和软件著作权 20 项，发表论文 51 篇（其中 SCI 论文 24 篇），出版著作 2 部，承担了国家能源领域生物质相关三项标准的制定。项目成果通过了教育部成果鉴定。

项目成果已在全国 40 余家生物质电站成功应用，居于世界领先水平。我国生物质发电装机容量 2020 年预计达到 3000 万 kW，该成果的推广可形成节约标煤 90 万吨/年的能力，具有显著的经济效益和社会效益。

客观评价：

(1) 鉴定验收评价

2016年5月8日，教育部科技发展中心在北京组织并主持召开了“生物质电站安全高效发电关键技术”项目的科技成果鉴定会。鉴定委员会听取了工作报告、技术报告、用户使用报告和查新报告的汇报，审阅了技术资料，并进行了质询和讨论，认为该项目创新性强，应用前景广阔，总体技术处于国际先进水平。一致同意通过鉴定。（见附件2评价证明-鉴定报告）

(2) 用户评价

本项目成果在多家电厂成功应用，得到了用户的认可和好评：该项目技术先进，自投入使用以来，运行稳定，锅炉及给料设备燃料适应性强，锅炉效率高，年利用小时数高，厂用电率低，节约了能源，同时大量减少了污染物的排放，并解决了大量农村人口就业、取得了良好的经济效益和社会效益。（见附件3应用证明）

(3) 科技查新评价

教育部科技查新工作站（G03）的查新报告结论认为：该课题综合了下列技术要点，在所检出的国内外文献中未见报道。（见附件2评价证明-查新报告）

#### 推广应用情况：

本项目涉及对象覆盖了目前我国 12~50MW 容量等级的生物质发电机组，成果已经应用于我国高唐、巨野、黑山、赤峰、宁阳、临沂、望奎、威县、成安、浚县等生物质电厂，减少了生物质电站锅炉底渣、飞灰等固体废弃物的排放，降低了电站周围空气中可吸入颗粒物浓度，延长了过热器管、水冷壁管、引风机叶轮、螺旋叶片、布袋等重要部件的寿命，降低了锅炉底渣中的未燃尽碳损失，提高了机组的锅炉效率，并取得了显著的生态效益、环境效益和社会经济效益，表明本项目研究成果可以为新型生物质发电站设计、制造和优化运行提供技术支持，又可为在役生物质电站的技术改进提供参考和依据，推动我国生物质发电产业的技术进步和可持续发展。该项目技术的应用，近三年产生经济效益 1 亿元以上。

本项目技术成果的研发与应用，实现了生物质电厂发电效率、设备寿命、年利用小时数的大幅提升；通过学位教育、培训班和讲座等方式，为行业培养了大量专业技术和工程技术人才；通过研究平台的构建，提高了自主创新水平，有力促进了生物质发电行业技术水平的提高；通过生物质发电技术的提升，节约了大量的能源，减少了污染物的排放，解决了农村人口的就业问题，并通过秸秆收购等方式给农民带来了经济收入，取得了良好的社会效益。

主要知识产权证明目录:

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	一种新型生物质直燃锅炉	中国	201110000402.8	2012-10-10	1061482	华北电力大学	董青、张腾、杨勇平、张姣、陆强、王孝强、覃昊	有效
发明专利	用于激光熔覆的铁镍铬钼基粉末材料及其制备方法	中国	201210283222.X	2013-10-30	1294998	华北电力大学	刘宗德、刘再德、李建平、王永田、李芷、任威宇、钟成圆	有效
发明专利	用于流化床锅炉水冷壁的熔敷机器人及其熔敷方法	中国	201310216143.1	2015-06-17	1697943	哈尔滨能敷科技有限公司	王坤、马洪文、李锦时、冯超、赵志明、王刚	有效
发明专利	内置式生物质螺旋进料器	中国	201010259031.0	2013-01-16	1123299	华北电力大学	陆强、张旭明、杨勇平、张姣、赵莹	有效
发明专利	用于水冷壁管耐磨耐蚀防护的粉末及其制备方法	中国	201210283235.7	2013-10-30	1294692	华北电力大学	刘宗德、马忠云、李建平、王永田、李芷、袁明明、李红川	有效
发明专利	一种用于循环流化床锅炉水冷壁的熔敷装置	中国	201310216142.7	2015-06-24	1705516	哈尔滨能敷科技有限公司	王坤、马洪文、李锦时、冯超、赵志明、	有效

							王刚	
发明专利	一种多孔膜结构生物质锅炉抗结焦剂及其制备方法	中国	201210027287.8	2013-12-11	1320600	广东电网公司电力科学研究院	宋景慧、张慧、胡芸、胡颖、董长青	有效
发明专利	一种制备生物质导电炭的方法	中国	200910243795.8	2013-06-12	1216478	华北电力大学	董长青、陶君、杨勇平、张俊姣	有效
发明专利	利用MIG、药芯焊丝堆焊水冷壁耐磨层的装置及方法	中国	201010614590.9	2013-07-24	1238691	哈尔滨科能敷料有限公司	王坤、于洋	有效
计算机软件著作权	生物质燃料特性数据库系统软件 v1.0	中国	2011SR083959	2011-11-17	0347633	华北电力大学	董长青, 王孝强, 陆强, 杨勇平, 蒋龙, 大宋, 宋伟, 庄会永, 周天永, 王春礼, 李明奎	有效

主要完成人情况：

1. 杨勇平，校长，教授，工作单位：华北电力大学，完成单位：华北电力大学，是该项目主要负责人，主持完成了本项目的技术研发和推广应用工作。
2. 杨秀岐，总经理，高级工程师，工作单位：国能生物发电集团有限公司，完成单位：国能生物发电集团有限公司，是项目技术工程示范与应用的主要负责人。
3. 陆强，国家工程实验室副主任，副教授，工作单位：华北电力大学，完成单位：华北电力大学，是项目技术开发负责人。
4. 胡笑颖，讲师，工作单位：华北电力大学，完成单位：华北电力大学，是项目基础研究、生物质锅炉优化运行负责人。
5. 董长青，国家工程实验室常务副主任，教授，工作单位：华北电力大学，完成单位：华北电力大学，是项目技术方案制定负责人。
6. 刘宗德，教授，工作单位：华北电力大学，完成单位：华北电力大学，是项目主要完成人。
7. 王春礼，高级工程师，工作单位：国能生物发电集团有限公司，完成单位：国能生物发电集团有限公司。
8. 王坤，高级工程师，工作单位：哈尔滨科能熔敷科技有限公司，完成单位：哈尔滨科能熔敷科技有限公司，是项目主要完成人，负责生物质锅炉快速熔敷技术开发。
9. 耿国，高级工程师，工作单位：北京德普新源科技发展有限公司，完成单位：北京德普新源科技发展有限公司，是项目主要完成人，负责生物质锅炉槽型分离器除尘装置开发。
10. 于谦，工程师，工作单位：北京国电富通科技发展有限责任公司，完成单位：北京国电富通科技发展有限责任公司，是项目主要完成人，负责生物质锅炉干排渣系统技术开发。

主要完成单位及创新推广贡献:

1. 华北电力大学，作为项目承担单位，负责本项目依托的国家科技支撑计划（2012BAA09B01、2012BAD30B01）和国能生物发电集团有限公司、北京德普新源科技发展有限公司等单位委托课题的研发工作。作为主要完成单位，从小型实验、数值计算模拟仿真和现场试验等不同角度进行单元优化、系统集成和运行优化研究，提出了炉排结构、受热面布置方法、优化配风方法、上料系统设计和运行策略等，提高了生物质电站锅炉的设计、制造和运行优化水平。
2. 国能生物发电集团有限公司，作为项目合作完成单位，积极参与技术研发工作，同时负责项目技术的工程示范与推广应用。通过该项目研究成果，指导了机组安全、经济运行，降低了运行燃料消耗率，提高了机组利用小时数。
3. 北京德普新源科技发展有限公司，作为合作完成单位，负责项目的技术方案及总体设计的论证，负责项目产品试制、产业化建设工作；炉排、给料等技术的应用，显著提高了生物质电站运行的经济性、可靠性和安全性，使中国的生物质直燃发电技术得到了广泛推广。
4. 哈尔滨科能熔敷科技有限公司，作为项目合作完成单位，积极开展现场熔敷技术的研发与示范工作。采用炉排水冷壁防磨材料为合金粉芯熔丝，与锅炉水冷壁常用材料结合性好，表面硬度达到 HRC50 以上，该合金材料，具有抗磨损和不脱落的特点，耐磨寿命大大提高。
5. 北京国电富通科技发展有限责任公司，作为项目合作完成单位，积极开展干排渣装置的研发与示范工作。掌握了大量的相关设备运行规律，有效保证了设备在生物质电厂的安全、经济运行。
6. 苏州华电北辰生物能源有限公司，作为合作完成单位，在能源高效清洁利用方面具有大量的经验和先进的技术。就生物质燃料特性测试、抗结焦剂性能测试方面都给予了一定的指导。



完成人合作关系说明：

“生物质电站安全高效发电关键技术”系杨勇平教授带领的华北电力大学团队和国能生物发电集团有限公司、北京德普新源科技发展有限公司、哈尔滨科能熔敷科技有限公司、北京国电富通科技发展有限责任公司、苏州华电北辰生物能源有限公司共同完成的成果。经协商，六个单位对以华北电力大学为第一完成单位、国能生物发电集团有限公司为第二完成单位、北京德普新源科技发展有限公司为第三完成单位、哈尔滨科能熔敷科技有限公司为第四完成单位、北京国电富通科技发展有限责任公司为第五完成单位、苏州华电北辰生物能源有限公司为第六完成单位，以杨勇平、杨秀岐、陆强、胡笑颖、董长青、刘宗德、王春礼、王坤、耿国、于谦为 10 位完成人，申报国家科学技术进步奖无异议。以上所述情况属实，六单位及 10 位完成人对完成单位及完成人排名无异议。