2018年国家科学技术进步奖项目提名

公示内容

一、项目名称：**燃煤机组双套管粉体输送与干式排渣关键技术及应用**

二、提名单位意见：

该项目主要针对火电厂冲灰渣耗水量大、系统能耗高、灰渣堆放占地等问题，积极开展了干式灰渣处理技术的研发。项目团队历经8年，通过一系列关键技术研究取得重大突破，以高浓度灰气紊流输送与空冷输渣为运行方式，以双套管、钢带机等核心设备为载体，研发出节水节能、适应性强的双套管粉体输送与干式排渣技术。创建了高浓度灰气紊流数学物理模型，提出了双套管管内粉体沉积-扰动自平衡输送与防堵方法；建立了高温炉渣空冷换热数学物理模型，提出了高温底渣空冷换热、热量回收、智能控风方法；建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术体系，制定了技术标准及性能验收试验规程；研制出干式灰渣处理技术核心设备，系统能耗较常规系统降低30%。该项目获省部级科技进步奖7项；获授权专利65项，其中发明专利26项、国外专利10项；发表论文130篇，其中SCI收录24篇、EI检索58篇；制定电力行业标准5部，电力建设工法2项；获国家重点新产品2项，并入选首都蓝天行动科技示范工程。该成果已应用于国内860台套发电机组、炼铁高炉等，拥有国内外1000MW级大型发电机组灰渣输送项目数量最多、距离最长、出力最大的应用业绩。同时还应用到俄罗斯、澳大利亚、土耳其、印度等10个国家的近百套工程中，大幅提升了我国在相关领域的国际影响力。该成果节水、节能、环保，促进了产业结构优化升级及行业技术跨越式进步。

对照国家科技进步奖授奖条件，提名该项目申报2018年国家科技进步奖二等奖。

三、项目简介（不超过1200字）：

该项目属于节能与环保技术领域。

火电厂灰渣作为我国工业领域排放量最大的固体废弃物，每年的排出量达5～6亿吨。传统处理方式多是凭借水力将灰渣冲到堆场存放，系统庞杂、灰场占地大，并存在污染水体和土壤等严重弊端，构成对生态和环境的双重破坏。亟需发明一种干式输送方式，既能保持灰渣活性，又能以密闭输送避免灰渣堆积，实现资源再利用。

项目团队历经8年，通过一系列关键技术研究，以灰渣干式处理技术为重大突破，以高浓度灰气紊流输灰与空冷输渣为运行方式，研发出节水节能、适应性强的双套管粉体输送与干式排渣技术，全套核心技术及装备具有完全自主知识产权，填补了国内外多项技术空白。

创新点如下：

1.**创建**了高浓度灰气紊流数学物理模型，**揭示**了管内粉体流动规律，**提出**了双套管管内粉体沉积-扰动自平衡输送与防堵方法，**攻克**了常规粉体输送距离短、能耗高、易堵塞、污染环境等技术难题。

2.**建立**了高温炉渣空冷换热数学物理模型，**揭示**了炉渣空冷温度与锅炉效率变化的关系，**提出**了高温底渣空冷换热、热量回收、智能控风方法，**攻克**了大块高温炉焦热态破碎、大倾角钢带输送以及冷却风量有效控制等难题，**解决**了常规炉渣输送耗水、耗电、细渣返流、污染环境等问题。

3.**在**双套管密相粉体气力输送与风冷干式排渣创新技术的基础上，**建立**了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术体系，**创建**了国内外最大的粉体气力输送实验平台，**制定**了技术标准及性能验收试验规程，**替代**常规的除灰与排渣系统。

4.**研制**出干式灰渣处理技术核心设备，实现了干式灰渣处理系统自愈、互动、优化、低耗及高效运行。系统能耗较常规系统**降低**30%。成功实现高效环保干灰输送装船，解决了粉煤灰装船“污染、占地、称重计量”等难题。

该项目获省部级科技进步奖7项，包括北京市科学技术奖一等奖、中国专利优秀奖各1项；获授权专利65项，其中发明专利26项、国外专利10项；发表论文130篇，其中SCI收录24篇、EI检索58篇；制定电力行业标准5部，电力建设工法2项；获国家重点新产品2项，并入选首都蓝天行动科技示范工程。该研究成果节水、节能、环保，为粉粒体输送领域的一次重大技术革新，降低了能源消耗和环境污染，促进了产业结构优化升级及行业技术跨越式进步。相比国内外同类技术，具有能耗低、可靠性高、输送距离长及维护成本低等优点。院士专家组成的鉴定委员会认为项目成果总体达到国际领先水平。

截至2016年底，该项目直接经济效益40亿元。成果已应用于国内860台套发电机组、炼铁高炉等项目中，拥有国内外1000MW级大型发电机组粉粒体输送项目数量最多、距离最长、出力最大的应用业绩。全国火电机组总装机容量的33%应用了该成果，每年可节水6.3亿立方，节电10.2亿度，减排二氧化碳27万吨，社会效益显著。成果还应用于俄罗斯、澳大利亚、土耳其、印度等10个国家近百套工程项目中，大幅提升了我国在相关领域的国际影响力。

四、客观评价：2页，分段描述

1.第三方评价——技术鉴定

2017年11月14日中国电机工程学会在北京召开“燃煤机组双套管粉体输送与干排渣关键技术及应用”技术鉴定会，以黄其励院士为主任委员的鉴定委员会认为：通过对双套管粉体输送气固两相流输送机理和层析成像检测技术的研究，提出了双套管输送管道内沉积-扰动自平衡输送和防堵技术，研制成功了管道内粉体沉积（或堵塞）不断扰动和自动疏通的双套管系统，实现了粉煤灰大出力、长距离、低能耗的可靠输送。与先进的单管气力输灰系统相比，同等压差情况下，不堵管、能耗降低约30%，输送量增大约35%，单级最大输送距离达到2200m；通过高温炉渣空冷换热特性的研究，研制了具有大块高温炉焦挤压破碎、智能控风的耐高温不锈钢钢带输送技术及设备系统，最大倾角达40.5°，最大焦块1000mm，解决了大块高温炉焦热态破碎、大倾角钢带输送以及冷却风量有效控制等难题；应用双套管输送技术，发明了高效环保气固分离技术专利，研发了气力输送直接装船系统，解决了码头散料装船粉尘环境污染的问题。该成果是燃煤锅炉灰渣处理技术的重大创新，实用性极强，安全可靠性高，促进了产业结构优化升级及行业技术跨越式进步，整体技术达到了该领域国际领先水平。

2013年12月03日中国电力企业联合会在北京召开“环保型散料装船（车）系统技术”项目科技成果鉴定会，以交通运输部水运科学研究院陈宏勋研究院为主任委员的鉴定委员会认为：首创了散状物料气力输送直接装船系统，研发了高效分离器，船位自动跟踪系统等关键技术，并通过了实际工程验证，填补了气力输送直接装船技术空白；直接装船系统布置灵活、占地少，无需建设缓冲灰库，减少系统投资、运行维护成本；直接装船系统全程密闭输送，实现乏气达标排放，满足环保要求；实现了粉煤灰承重计量装船，降低了装船计量偏差。保型散料装船（车）系统技术填补了国内外空白，达到国际领先水平，同意通过科技成果鉴定。

2.测试报告

2012年12月，浙江省电力公司电力科学研究院对浙江华能玉环电厂粉煤灰装船系统进行了性能测试，测试结果：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 项目 | 测试值 |
| 1 | 每套飞灰输送系统及装船系统额定出力（t/h） | #1输灰系统66.4 |
| #2输灰系统68.0 |
| 2 | 布袋除尘器排气侧的粉尘排放浓度（mg/m3） | #1输灰系统48.8 |
| #2输灰系统47.9 |
| 3 | 装船时船上的粉尘浓度（mg/m3） | 3.56 |

2013年10月，南京大博环境检测科技有限公司对国电谏壁发电厂14号机组气力除灰系统一、二、三、四电场、脱销系统的平均输送浓度（灰气比）、出力、输送初速度、输送末速度、系统平均动力消耗测试；测试期间机组负荷大于75%额定负荷。测试结果：

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项目名称 | 单位 | 一电场 | 二电场 | 三电场 | 四电场 | 脱硝系统 |
| 平均输送浓度（灰气比） | Kg/kg | 22.60 | 21.20 | 20.58 | 20.37 | 29.97 |
| 出力 | t/h | 132.25 | 109.15 | 22.90 | 13.60 | 18.10 |
| 输送初速度 | m/s | 4.04 | 3.63 | 1.48 | 1.83 | 4.85 |
| 输送末速度 | m/s | 14.75 | 13.01 | 6.57 | 4.78 | 12.18 |
| 平均速度 | m/s | 9.4 | 8.32 | 4.03 | 3.31 | 8.52 |
| 系统平均动力消耗 | Kw.h/t.m | 0.0022 | 0.0022 | 0.0013 | 0.0014 | 0.0018 |
| 机组电负荷 | MW | 785 | 785 | 836 | 836 | 836 |

3.获得的省部级奖励

该项目的部分研究成果“高效节能环保双套管粉体输送技术的研究与应用”或2016年北京市科学技术奖一等奖；“300MW-1000MW燃煤机组干排渣系统的研究及应用”获2012年北京市科学技术奖二等奖；“燃煤锅炉干式排渣装置”获2013年中国专利优秀奖；“大容量长距离灰渣干式输送系统关键技术研究、设备研制及应用”获环境保护部2012年中国环境保护科学技术奖三等奖；“火力发电厂大容量干式排渣设备”入选科学技术部火炬高技术产业开发中心“国家火炬计划”；“W火焰炉大容量干式排渣系统关键技术的研究及应用”获中国电机工程学会2008年中国电力科学技术奖二等奖； “环保型散料装船(车)技术的开发及应用”获中国电力建设企业协会2014年中国电力建设科学技术进步奖一等奖；等等。

4.知识产权情况

该项目共取得国内发明专利26项、实用新型专利39项，获得美国、印度等多国专利10项，主编电力行业标准5项。

五、推广应用情况：

该项目的主要用户为五大发电集团以及神华、华润、粤电、申能等能源公司，投运系统实现了50MW～1100MW火电机组的全覆盖，全行业企业产品覆盖率33%。

另外，该项目的部分技术还应用在万华化学、首钢、莱钢、等钢铁、化工、建材行业的粉体输送过程和工业炉炉渣的处理领域。

截止到2017年11月底，已有860台套的工程应用业绩，并出口到俄罗斯、澳大利亚、土耳其及东南亚等10个国家，大幅提升了我国在相关领域的国际影响力。

**主要应用单位情况（不超过15个）**

| **序号** | **应用单位名称** | **应用技术** | **应用起止时间** | **应用单位**  **联系人及电话** | **应用情况** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 神华国能天津大港电厂 | 双套管粉体输送技术与干式排渣技术（整体应用） | 2014年6月到2017年 | 贾启月15222517033 | 二期2台300MW机组灰渣改造整体应用了本项技术，节水、节能、环保效果显著并创造了不小的经济效益，率先成为全国“趋零排放”燃煤电厂之一，并获得首都蓝天行动科技示范工程称号。 |
| 2 | 秦皇岛发电有限责任公司 | 双套管粉体输送技术与干式排渣技术（整体应用） | 2013年3月到2017年 | 杜志勇 13730330626 | 到2013年4台机组灰渣系统改造全部完成，采用的该项技术每年可节水200万吨、节能67万度、灰渣全部综合利用，实现了节能减排目标。 |
| 3 | 中电投平顶山鲁阳发电有限责任公司 | 双套管粉体输送技术与干式排渣技术（整体应用） | 2010年12月到2017年 | 孙耀伟 13733771915 | 本项目2台新建1000MW机组的灰渣系统整体采用了本项技术。运行可靠、经受了煤质恶略阶段的考验，节能、节水、环保效果明显。 |
| 4 | 万华化学（烟台）氯碱热电有限公司 | 双套管粉体输送技术 | 2014年5月到2017年 | 张龙标18663814568 | 本期项目4台炉采用了双套管粉体输送技术，运行可靠、每年节水300万吨、节电22万度，粉煤灰全部利用，降低排放。 |
| 5 | 天津国投津能发电有限公司 | 干式排渣技术 | 2009年10月到2017年 | 杨东月13389977658 | 根据国家循环经济第一批试点的需要，全厂4台1000MW机组采用了干式排渣技术，节能环保效果明显。灰渣全部用于生产建材，实现了零排。 |
| 6 | 华能大坝电厂 | 双套管粉体输送技术 | 2015年7月到2017年 | 庞波13995131930 | 项目4台300MW机组除灰系统改造采用了双套管粉体输送技术，每年节水248万吨，粉煤灰全部利用，节能环保效果明显。 |
| 7 | 澳大利亚Muja Power Station | 干式排渣技术 | 2011年8月到2017年 | Tom Stephanou+61395659888 | 项目3台215MW机组改造采用干式排渣技术。系统可靠性高，检修维护工作量小，节水、节电效果明显。 |
| 8 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 干排渣技术之丝网制作 | 2007年12月到2017年 | 张培林13501115007 | 丝网是干式排渣机的重要部件，为干式排渣机的推广应用打下坚实基础。 |

六、主要知识产权证明目录（不超过10项，前3项为核心知识产权）：

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **知识产权类别** | **知识产权具体名称** | **国家** | **授权号** | **授权日期** | **证书编号** | **权利人** | **发明人** | **专利有效状态** |
| 1 | 发明专利 | 一种物料输送管 | 中国 | ZL201110263368.3 | 2014-09-17 | 1483211 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 丁岩峰、张春霞、孙奉昌、杜岩、刘新华、李新生 | 有效 |
| 2 | 发明专利 | 燃煤锅炉干式排渣装置 | 中国 | ZL200610011274.6 | 2009-06-03 | 503775 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 刘振强、李向阳、王玉玮 | 有效 |
| 3 | 发明专利 | 一种散装物料的长距离气力输送直接装车船系统 | 中国 | ZL201210105916.4 | 2015-11-04 | 1620094 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 李新生、李子甲、薄俊杰、范力遥、马飞育、黄述真、李翔宇、炉炟、胡龙彬、王峰 | 有效 |
| 4 | 发明专利 | 一种燃煤锅炉炉底排渣装置 | 中国 | ZL200910091640.7 | 2011-07-27 | 816810 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 王玉玮、刘振强、张晶 | 有效 |
| 5 | 发明专利 | 一种除尘装置及设有该除尘装置的远距离输送装船设备 | 中国 | ZL200810187645.5 | 2011-07-27 | 814148 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 李新生、曹海斌、周靖、董启强、范力遥、丁岩峰、芦炟 | 有效 |
| 6 | 发明专利 | 一种干式输渣设备 | 中国 | ZL200910143203.5 | 2013-04-03 | 1167554 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 刘振强、张晶、王玉玮、夏春华、张华兰、吴瞳昕 | 有效 |
| 7 | 发明专利 | 一种风冷干式排渣系统 | 中国 | ZL201010610967.3 | 2015-11-04 | 1832492 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 朱夏宁、张晶 | 有效 |
| 8 | 发明专利 | 一种燃煤锅炉炉底排渣装置 | 美国 | US8746157B2 | 2014-06-10 | US8746157B2 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 王玉玮,刘振强,张晶,于谦 | 有效 |
| 9 | 发明专利 | 用于物料输送的扰动装置、气力输送装置 | 中国 | ZL201210245225.4 | 2015-04-01 | 1619917 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 丁岩峰、刘新华、李新生、范力遥、孙奉昌、李子甲、章新波、张春霞、杜岩 | 有效 |
| 10 | 论文 | Application of electrical capacitance tomography in double driving pipes pneumatic technology, the 6th World Congress in Industrial Process Tomography |  |  | 2010-09 |  | 华北电力大学 | Zepu Wang, Shi Liu, Zhiying Chen, Jing Lei |  |

七、主要完成人情况（一等奖不超过15人，二等奖不超过10人）：

| **排序** | **姓名** | **主要贡献** | **工作单位** | **完成单位** | **职称** | **职务** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 李新生 | 第1完成人。作为主要完成人，创建了高浓度灰气紊流数学物理模型，揭示了管内粉体流动规律，提出了双套管管内粉体沉积-扰动自平衡输送与防堵方法。研制了双套管密相粉体气力输送核心设备，编写了技术标准。对主要科技创新中的第1、第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 教授级高工 | 技术总监 |
| 2 | 刘振强 | 第2完成人。作为主要完成人，建立了高温炉渣空冷换热数学物理模型，揭示了炉渣空冷温度与锅炉效率变化的关系，提出了高温底渣空冷换热、热量回收、智能控风方法。研制了双套管密相粉体气力输送核心设备，编写了技术标准。对主要科技创新中的第2、第3、第4创新点做出突出贡献。 | 国电南瑞科技股份有限公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 教授级高工 | 公司副总经理 |
| 3 | 范力遥 | 第3完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。研制了双套管密相粉体气力输送核心设备。对主要科技创新中的第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 电控设计负责人 |
| 4 | 钟根元 | 第4完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。研制了风冷式干式排渣输送核心设备并进行干式灰渣输送系统的业务推广。对主要科技创新中的第3、4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 公司总经理 |
| 5 | 李子甲 | 第5完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。研制了双套管密相粉体气力输送核心设备。对主要科技创新中的第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 机务设计负责人 |
| 6 | 王玉玮 | 第6完成人。作为主要完成人，建立了高温炉渣空冷换热数学物理模型，揭示了炉渣空冷温度与锅炉效率变化的关系，提出了高温底渣空冷换热、热量回收、智能控风方法。研制了风冷式干式排渣输送核心设备，编写了技术标准。对主要科技创新中的第2、第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 教授级高工 | 公司  总经理助理 |
| 7 | 刘石 | 第7完成人。作为主要完成人，研究适用于双套管的层析分析仪，并对气固两相流（双套管）气力输送过程中的流动状态记录、分析，完成了双套管的层析分析仪的研制，对主要科技创新中的第1创新点提出了强力支撑。 | 华北电力大学 | 华北电力大学 | 教授 | 教师 |
| 8 | 朱夏宁 | 第8完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。研制了风冷式干式排渣输送核心设备，编写了行业标准。对主要科技创新中的第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 主任设计师 |
| 9 | 苗文华 | 第9完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。进行干式灰渣输送系统的业务推广。对主要科技创新中的第3创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 总工程师 |
| 10 | 董启强 | 第10完成人。作为主要完成人，建立了干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系。研制了双套管密相粉体气力输送核心设备。对主要科技创新中的第3、第4创新点做出突出贡献。 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 北京国电富通科技发展有限责任公司 | 高级工程师 | 部门副经理 |

八、主要完成单位及创新推广贡献：

（1）北京国电富通科技发展有限责任公司，第1完成单位。

负责该项目成果的全过程研发与整个业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系的建立，包括双套管输送机理及管内粉体流动规律的研究、高温炉渣空冷换热机理的研究以及干式灰渣处理技术核心设备的研制、市场推广等，应用在天津大港电厂的干式灰渣处理系统入选首都蓝天行动科技示范工程。该成果已应用于国内860台套发电机组、炼铁高炉等，拥有国内外1000MW级大型发电机组灰渣输送项目数量最多、距离最长、出力最大的应用业绩。同时还应用到俄罗斯、澳大利亚、土耳其、印度等10个国家的近百套工程中，大幅提升了我国在相关领域的国际影响力。该成果节水、节能、环保，促进了产业结构优化升级及行业技术跨越式进步。

（2）华北电力大学，第2完成单位。

采用层析分析方法研究适用于双套管的层析分析仪，并对气固两相流（双套管）气力输送过程中的流动状态记录、分析，完成了双套管的层析分析仪的研制，并在“燃煤机组双套管粉体输送与干式排渣关键技术及应用”项目的研发过程中，对试验进行了记录，并完成了技术报告。形成了对研发项目的支撑。

九、完成人合作关系说明：

李新生（第一完成人）从2006年开始进行“燃煤机组双套管粉体输送与干式排渣关键技术及应用”研发，并与在气固两相流测试技术优秀的华北电力大学合作。具体研发人员负责相关内容：李新生负责总体设计，研发双套管粉体气力输送技术，环保散料装船技术等；刘振强（第二完成人）、钟根元（第四完成人）、王玉玮（第六完成人）、朱夏宁（第八完成人）等负责干式排渣系统及关键技术研究、工程应用等。刘石（第七完成人）负责层析分析仪研制及气固两相流试验测试等。范力遥（第三完成人）、李子甲（第五完成人）、董启强（第十完成人）负责双套管粉体气力输送技术，环保散料装船技术及其工程应用等。、苗文华（第九完成人）负责干式灰渣输送技术系统业务模型、系统架构、控制设备等完整的技术标准体系、进行干式灰渣输送系统的业务推广。