**中国工业新纪录申报项目公示**

依据《中国工业新纪录申报办法和流程》，经过企业自愿申报、行业初审、专家复审，现将**上海申能电力科技有限公司**申报的**“先进安全环保的煤电机组20%深度调峰系列技术”**项目予以公示（申报项目将按照企业上报时间顺序陆续公示）。公示期间如有异议，请向中国工业新纪录办公室反映。

申报项目公示期为7天，公示期结束后如无异议将授予申报企业“中国工业新纪录”证书。

公示电话：（010）60516883 (010)67410601

电子邮箱：mgd1688@126.com

传 真：（010）60516883

中国工业报社

2023年8月4日

中国工业新纪录申报企业和项目

**申报单位：上海申能电力科技有限公司**

申报项目名称：“先进安全环保的煤电机组20%深度调峰系列技术”

纪录指标：我国煤电机组深度调峰改造中超低负荷对于机组的安全、环保和可靠运行提出了巨大的、全方位的挑战。上海申能电力科技有限公司（申能科技）经过多年的研究与实践，已经研究出了包括广义回热系列技术、弹性回热技术、安全经济热电解耦系列技术等在内的深度调峰系列技术，能够安全环保可靠地实现机组20%深度调峰，完成了多项核心技术创新突破，刷新了全球行业数据。提前实现了国家科技部拟定的煤电科技发展2030年三大目标之一。

**项目介绍：**

一、产品背景

“30/60双碳目标”及气候雄心峰会的阶段性目标表明，在未来，我国风电、光伏等低碳新能源将会加速发展。然而，“风光”新能源具有随机性、波动性、间歇性特点。这类新能源与常规机组不同，等效转动惯量几乎为零，有功调节（调频）及无功（电压）调节能力很差，在系统频率、电压大幅波动情况下还容易脱网。因此，新能源的大规模并网给电网安全稳定带来了巨大压力，且这类电源在电网中的比例越高，电网安全稳定运行的压力越大。

我国现役装机容量约11亿千瓦的火电机组调峰能力若能大幅度提升，将会相应大幅增加电网对新能源的消纳能力，进一步护航风光类新能源的发展，成为电网的“压舱石”，有利保障电网安全。《电力发展“十三五”规划》要求完成2.2亿千瓦的煤电机组灵活性改造目标。但截至2019年底，我国累计推动完成煤电灵活性改造约5775万千瓦，仅实现改造目标的25%左右。

二、创造水平

我国煤电机组深度调峰改造之所以进展明显低于预期，在技术层面的主要原因，是超低负荷对于机组的安全、环保和可靠运行提出了巨大的、全方位的挑战，这些挑战可以概括为锅炉水动力特性恶化、稳燃变差、SCR脱硝烟温过低、空预器冷端腐蚀堵塞、热电解耦、主机寿命折损和煤耗大幅升高等七方面问题。

针对这七个方面的问题，业内目前相当一部分解决方案是“头痛医头、脚痛医脚”，具有较强的局限性。例如，对于锅炉稳燃差问题，运行调整主要从配风方面入手，效果有限；燃烧器改造针对不同燃烧器有不同方案，有局限性；辅助燃烧投油或等离子助燃，高能耗高费用。在深调压力已经到来且会继续增加的压力下，不少机组在没有合适技术方案的无奈下，选择牺牲机组的经济性、设备的安全性来实现深度调峰，例如有些机组通过开旁路来实现锅炉热负荷与汽机电负荷的不匹配。这在某种程度上是得不偿失，也并不低碳。

针对上述问题，上海申能电力科技有限公司（申能科技）经过多年的研究与实践，已经研究出了包括广义回热系列技术、弹性回热技术、安全经济热电解耦系列技术等在内的深度调峰系列技术，能够安全环保可靠地实现机组20%深度调峰。这些技术具有如下创新点和优点：

首先是技术具有系统性。不同于常规技术的“头痛医头、脚痛医脚”，申能科技的深度调峰系列技术具有高度的系统性，体现在解决机组深度调峰工况的七方面问题时，把以锅炉和汽轮机为主的热力系统看成一个整体。以广义回热系列技术为例，从传统的以锅炉给水为回热媒介的经典回热循环，拓展为以锅炉输入的水、风、煤等均作为回热媒介的广义回热循环，不仅提高了机组的效率，还有效地提升了锅炉低负荷下稳燃性能。

其次是技术路线具有普适性，具体到某类甚至某台机组时又有定制化的技术方案。以弹性回热技术为例，其核心在于高压缸处选择一个合适的抽汽点，并相应增加一个抽汽可调的给水加热器，在负荷降低时，通过调节门可控制该加热器的入口压力基本不变，从而能使给水温度在一定负荷范围内保持在额定值。这样的技术路线对于各类机组均具有适用性，但是针对不同的机组情况和需求，其具体的技术方案又是不同的，这样能够达到最佳的改造效果。

三是深度调峰系列技术既可以和节能降耗系列技术（如高温亚临界技术）配套使用，在大幅提效的同时实现深度调峰，也可以根据机组需要相对独立地实现深度调峰功能。

2021年12月，申能电力科技委托上海科学技术情报研究所进行了“高温亚临界综合升级改造技术研究与应用”（先进安全环保的煤电机组20%深度调峰系列技术属于其中主要组成部分之一）查新，查新结论如下：

综上所述，该委托项目就高温亚临界综合升级改造技术及其应用展开研究，开发形成了一种亚临界机组的改造方法，改造后的高温亚临界机组的主再热蒸汽参数为16.7MPa/600℃/600℃，其在额定纯凝工况下（不带供热）的供电煤耗为285g/kWh，且具备20%深度调峰能力，除该委托项目单位自己、该委托项目参与人员发表的文献或述及该委托项目研究成果的文献外，国内外未见其他影响该委托项目新颖性的文献报道。

三、行业地位

“先进安全环保的煤电机组20%深度调峰系列技术”最早在上海外三电厂就有相关成功应用。早在2008年外三机组尚在调试期间，由于部分深调系列技术的加载，外三实现了单台磨不投油助燃带8.9%负荷（当时氮氧化物排放要求较为宽松，SCR系统并未投运），随后又解决了低负荷下水动力特性差的问题。

2019年，由申能科技实施的世界首例高温亚临界综合升级改造项目中，不仅实现了大幅提效，使得300MW等级亚临界汽轮机改造后煤耗水平达到现役超超临界机组较为先进水平（纯凝额定工况285g/kWh），节能量超过10%，而且同步实现了20%深度调峰认证。该认证试验由电网授权第三方机构完成，提前11年实现了国家科技部拟定的煤电科技发展2030年三大目标之一。相关主要指标如下表所示，值得指出的是，改造前受制于脱硝系统，机组能够达到的最低负荷仅为约55%负荷。

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **项目** | **标准** | **测试性能** |
| 最低稳燃负荷 | 国家能源局提出，在2030年前实现20%深调 | 2019年12月测试中最低负荷达到19.39% |
| 从50%负荷降低至最低稳燃负荷时间 | <1.5 小时 | 1.28 小时 |
| 最低稳燃负荷持续时间 | >4 小时 | 4.08 小时 |
| 从最低稳燃负荷升高至50%负荷时间 | <1 小时 | 0.67 小时 |
| 大气污染物排放指标 | 粉尘<10mg/m3  SO2<35mg/m3  NOx<50mg/m3 | 粉尘 0.95mg/m3  SO2 3.3mg/m3  NOx 28.6mg/m3 |

2021年5月，全面应用申能科技相关技术的国家煤电示范项目“平二项目”——1350MW高低位分轴布置二次再热机组，在调试期间成功实现了20%负荷下干态运行（锅炉并未转湿态），此时根据在线数据机组煤耗约为320g/kWh，在尚未进行优化调整的情况下，也仅比额定工况煤耗升高约70g/kWh。在世界上单机容量最大的两次再热机组上成功实现20%深度调峰，尤其是锅炉保持干态运行的深度调峰，难度最大，标志着申能科技的20%深度调峰系列技术对各类容量和参数的煤电机组实现了全覆盖。

此外，由申能科技提供技术方案和改造咨询的申能吴忠电厂也已于2021年完成了机组热电解耦改造，改造后随着机组负荷变化（如AGC），工业供汽的可行汽源实现了无扰切换，既保证了机组连续对外供热，同时也提升了机组对外供热的安全性、灵活性和经济性。针对热电联产机组，申能科技还研发储备了其他安全经济可靠的热电解耦技术。

四、社会经济效益和推广前景

“先进安全环保的煤电机组20%深度调峰系列技术”具有自主知识产权，可有力提升我国煤电机组的灵活性。

若在我国现役装机约3.5亿千瓦的亚临界机组中全面推广应用该技术，可创造出至少7000万千瓦调峰容量，可增加风光新能源装机容量高达3.5亿千瓦以上（按5倍杠杆考虑）；若进一步在我国现役约11亿千瓦的煤电机组中全面推广，则可创造出更大的调峰容量。这将大幅提升新能源和煤电的兼容性，进一步降低我国电力行业的碳排放，同时有力保障电网安全和能源安全，助力电力行业高质量实现“双碳目标”。

**附：证明材料及荣誉奖项**

**公示一：徐州华润有限公司3号机组深度调峰出力确认试验报告**