

中国工业报社

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“申能安徽平山电厂二期工程 1350MW 汽轮机高低位分轴布置二次再热超超临界机组整体综合优化系列技术应用示范”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：申能安徽平山电厂二期工程 1350MW 汽轮机高低位分轴布置二次再热超超临界机组整体综合优化系列技术应用示范

纪录指标：常规二次再热技术相比一次再热，系统复杂、投资高，保效难、灵活性差、性价比没有优势。在安徽省淮北市新建一台 1350MW 汽轮机高低位布置二次再热机组，简称为“平二工程”，申能科技首创性地发明了“汽轮机高低位分轴布置二次再热技术”，打破了高参数、二次再热机组的瓶颈，达到目前世界上超超临界机组发电效率的领先水平。

项目介绍：

一、产品背景：

进一步提高超超临界机组的效率水平，主要有两条路径，一是继续提高蒸汽初参数，如发展 700℃ 等级技术，二是采用二次再热。其中，提高初参数，耐热合金是基础，但 700℃ 等级镍基超级合金极其昂贵。按欧洲原计划示范机组的估算，其造价约为目前 600℃ 等级蒸汽参数同等容量机组的一倍，而净效率仅提升 3%（约相当于供电煤耗下降 20g/kWh），性价比非常低。欧洲原计划于 2011~2014 在德国开建的国际首台 500MW/700℃ 示范项目已无限期搁浅。

为此，近年来煤电行业又开始转向二次再热技术，我国各地

相继也出现了不少 660MW、1000MW 的二次再热机组。但常规二次再热并不是新技术，美国、欧洲和日本早就有应用，但是实践表明，常规相同设计边界的二次再热与一次再热相比，效率提升并不大，且因系统复杂、投资高，性价比没有优势。根据目前已投产的机组测算，在相同边界参数下，常规二次再热相比一次再热，额定工况的煤耗收益仅为约 4—6g/kWh 左右，中、低负荷的优势更小，同时带来了投资高、保效难、灵活性差等一系列问题。

面对上述技术困境，上海申能电力科技有限公司（以下简称“申能科技”）总经理冯伟忠教授跳出现有设计思维的约束，首创性地发明了“汽轮机高低位分轴布置二次再热技术”，打破了上述发展高参数、二次再热机组的瓶颈。通过这一技术，可大幅度缩短锅炉与汽轮机之间的高温高压蒸汽管道，释放了高参数、二次再热的发展空间。同时，为进一步提高机组的效率水平，并保障机组的长期安全高效运行，还为机组配套了“节能、保效、环保和安全系列专项技术”，与先进高低位布置二次再热技术相结合，成为“先进二次再热超超临界机组整体综合优化系列技术”。

基于该技术，在安徽省淮北市新建一台 1350MW 汽轮机高低位布置二次再热机组，简称为“平二工程”，因该机组的设计煤耗低达 251 克/千瓦时，曾被时任上海市委书记的韩正命名为“251 工程”。该工程为国际首创，被列为国家示范工程，蒸汽参数为 32.5MPa/610℃/630℃/623℃，额定工况下设计供电煤耗不超过 251g/kWh。

二、创新水平：

平二工程采用了申能科技首创的先进二次再热超超临界机组

整体综合优化系列技术，具有如下优点：

1、效率水平大幅领先。采用本系列创新技术，仅用现有成熟、相对廉价的 600℃ 等级材料，结合配套的“节能、保效、环保和安全系列专项技术”，机组额定工况供电煤耗可比同类型常规二次再热超超临界机组低 15g/kWh 以上。对于典型湿冷机组，机组额定工况下净效率达 49%，远优于原各国尚在研发中的下一代 700℃ 计划中机组的预期效率水平，在世界上遥遥领先，并且为今后 700℃ 机组的技术发展打开了发展瓶颈，且可大幅提升低负荷工况下机组的运行效率，明显缩小机组高、低负荷效率之差。

2、性价比高。本系列综合优化创新技术中的一些典型技术，可以实现优化系统、降低能耗的同时减少投资、降低费用。因此，采用本系列创新技术后，新建机组的总投资与同类常规二次再热机组相当。

3、机组性能全面提升。本系列创新技术，不仅可以显著提高机组效率，还可以全面提升机组在运行安全、低负荷灵活性、长期高效和环保系统设备节能等方面的能力水平，使得电厂在机组长期运营方面得到实实在在的经济收益。

三、行业地位：

平二工程于 2018 年 7 月 18 日开工建设，2022 年 4 月 15 日正式商业化投产，2022 年 12 月 13 日完成全部性能试验。根据国内和国际两个独立的第三方性能试验结果表明，机组在全负荷范围内达到和优于设计值，其额定工况的供电煤耗历史性的连破 260 克/千瓦时、250 克/千瓦时两个大关，分别为国内单位试验值 249.31 克/千瓦时（净效率 49.27%），国际单位试验值 248.78 克

/千瓦时（净效率 49.37%）。同时中、低负荷工况供电煤耗（详见表 1）也远优于同类型机组，即使 50%THA 工况的供电煤耗也是目前世界最先进的，在当今世界上一骑绝尘，牢牢占领了世界煤电的技术制高点，为我国及世界煤电高效清洁发展指明了方向，为国家科技部和国家能源局确定的“力争到 2030 年在煤炭清洁燃烧与高效发电方面，实现燃煤发电净效率突破 50%”目标尽早实现打下了坚实基础。同时也为今后发展更高参数，使用极其昂贵高温管道材料的超超临界技术（650℃—700℃）打开了技术瓶颈。

表 1 各工况性能试验供电煤耗

表 1 各工况性能试验供电煤耗

序 号	机组负 荷（MW）	供电煤耗 （g/kWh），国内	供电煤耗 （g/kWh），国际
1	1350 （THA）	249.31	248.78
2	1020 （75%THA）	252.76	251.73
3	875 （65%THA）	255.07	254.95
4	675 （50%THA）	264.21	262.44

而且，平二工程已于 2021 年 5 月 10 日晚实现 20%负荷深度调峰试验（干态运行）。这是目前世界上实现 20%深度调峰单机容量最大、技术难度最高的煤电机组，为电网更多的消纳风、光类新能源提供了强有力的技术支撑。

四、社会、经济效益

在目前的高煤价下，高煤耗是电厂经济性的第一“杀手”。反之，低煤耗则能成为电厂“保命”的“杀手铜”。事实上，通过应用最先进的创新技术，进一步大幅降低煤耗，从而显著增加盈利能力，如果加上相应的二氧化碳减排额度的出售，盈利还会增加。与此同时，应用最先进的创新技术，在确保安全、环保以及能耗升幅不高的前提下，大幅拓展煤电机组的深度调峰能力，从而开辟新的盈利通道。

平二工程机组，由于采用了世界首创的高低位分轴布置技术以及广义回热、弹性回热、中温省煤器、低温省煤器及烟气余热利用、蒸汽侧氧化及固体颗粒侵蚀综合防治等一系列具有节能、保效、环保和安全的创新技术，并同步加载了经济、环保、安全型 20%—100%深度调峰系列技术，使得该机组的综合性能远远优于常规二次再热机组，中、低负荷工况性能也得到了进一步提升。因此，在同等边界条件下，该机组的运行煤耗要比常规二次再热机组低 20 g/kWh 以上，单位造价仅略高于后者。以两台 1000 MW 机组项目为例，100 亿千瓦时/年上网电量，1200 元/吨标煤价，进一步降低 20 g/kWh 煤耗相当于每年可多节约标准煤 20 万吨，节约成本 2.4 亿元。即使煤价降为 1000 元/吨，也能多节约成本 2 亿元，并能减少二氧化碳排放 54 万吨。与此同时，若该厂参与深度调峰 500 小时/年，（相对 50%）平均下调了 20%，相当于深调（少发）电量 2 亿千瓦时（约为年发电量的 2%），折算平均补贴电价约 0.5 元/千瓦时，约可获补贴 1 亿元。若深调电量为 4 亿千瓦时，则补贴约可达 2 亿元，较为可观。

五、评价及应用前景

2011年1月，中国电力顾问集团公司（电力规划总院）对该技术进行了评审，其综合评价为：“二次再热和双轴机组在世界上已有成功的运行经验，采用典型的并已有使用业绩的高、中、低压缸模块进行适当调整，组成1350MW二次再热双轴机组，使用现有的高温材料，可达到目前世界上超超临界机组发电效率的领先水平，技术方案先进、可行”。

德国西门子公司在对该技术方案及其理念进行了深入研究后，给予了高度评价。在西门子火力发电集团产品业务部首席执行官罗兰·菲舍尔博士签署的报告中称：“本技术能大大提高火力发电机组的净效率，是改革高污染发电行业成为低排放绿色产业的唯一机遇……西门子十分重视上述技术，认为此技术是引领世界煤电继续发展的技术。如果能实践到工程中，它将使中国成为世界火力发电技术的领导者。”

2018年，平二项目尚在建设期间，就获得了美国皮博迪（Peabody）年度“全球清洁煤领导者奖”。

毫无疑问，作为国家示范工程，平二工程不仅创造了世界煤电领域新纪录，也为我国先进煤电提供了典型案例，通过采用最先进的低碳煤电技术武装自己，大幅节能和深度调峰双管齐下，不但顺应低碳化的历史潮流，并且能把技术创新转化为经济效益，从而为国家控制电价，提升我国制造业的国际竞争力，并且护航新能源的快速发展，为实现“30/60双碳目标”而作出多方位、历史性的巨大贡献。

附：资质证书及荣誉奖项

公示一：平二工程第三方性能试验报告结果页