

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	冷凝锅炉能效测试技术和能效指标体系研究	
	英文	Research on energy efficiency test technology and energy efficiency standard system of condensing boilers	
成果申报等级		<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		齐国利、管坚、高建民、张松松、刘雪敏、笪耀东、常勇强、杨笑峰	
主要完成单位		中国特种设备检测研究院、哈尔滨工业大学、中特检验集团有限公司、湖北特种设备检验检测研究院	
推荐单位(盖章)		中国特种设备检测研究院	
奖项的主要项目来源		<input checked="" type="checkbox"/> 国家级 <input type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：原质检公益项目《基于锅炉排烟中水蒸气凝结条件和物联网热工测试技术研究》（编号：201410030）			
成果的主要项目起止时间		起始： 2014-1	完成：2016-12
组织验收/鉴定单位		原国家质检总局科技司	
成果登记号		G2019-053	成果登记 时间 2019 年 1 月 23 日

二、奖项简介

天然气已经成为我国主体能源之一，采用冷凝锅炉时，按热效率提高 10%估算，将可节约天然气 50 亿 m^3/a ，节约燃料费 100 亿元/a，减少 CO_2 排放 980 万吨/a，是实现“双碳”目标的有效手段。但长期以来困扰冷凝锅炉规模化应用瓶颈是：冷凝锅炉没有特定的能效指标及等级、市场上以普通燃气锅炉代替冷凝锅炉、冷凝锅炉的节能器缺少评价方法、冷凝锅炉没有能效测试技术、设备和标准，如何实现过饱和烟气温湿度的准确测量、冷凝器的合理设计、精准测试、科学评价，以及能效标准的创建，为了全链条提升我国燃气锅炉能效水平、降低碳排放，本成果围绕冷凝锅炉能效测试技术、测试装置、能效指标及等级、标准创新等方面开展研究。

针对以上问题，本成果首次提出了过饱和烟气中水蒸气凝结和分布规律、烟气原位伴热和跟随机制表征、关键装置综合体现的技术路线，研发了含液滴湿烟气测量技术，开发了过饱和烟气温度、湿度测量装置；提出了以高位和低位发热量为基准的效率计算原理和不确定度评定方法，形成冷凝锅炉能效分布与能效等级的关系，建立等级划分准则和指标体系，从基础原理、仪器设备、应用标准全链条解决了冷凝锅炉热效率不能准确计算的问题。主要创新点如下：

(1) 研究了烟气在燃气锅炉余热回收装置中凝结液滴成核、生长、融合机制，揭示了液滴尺寸分布规律，提出了过饱和烟气中水蒸气凝结特性，开发了过饱和烟气温湿度测量技术；(2) 研究气液分离方式、伴热条件对温湿度测试的影响规律，提出了冷凝烟气温湿度检测设备关键结构参数，基于原位烟气伴热夹层抽气测量系统，开发了冷凝锅炉温湿度测量装置，不确定度达到 1%；(3) 研究了干烟气、水蒸气和液滴关联关系，提出了冷凝锅炉热效率计算原理，分析了冷凝锅炉特殊参数特征，建立了不确定度计算模型和冷凝锅炉不确定度评定方法，形成了冷凝锅炉热工性能试验方法；以高位和低位发热量作为基准参数，结合统计数据，提出了冷凝锅炉能效等级划分准则，建立了冷凝锅炉能效指标体系。

应用推广情况

项目建立了冷凝锅炉能效指标体系，已被国家强制标准和特种设备安全技术规范采用，填补了冷凝锅炉热工测试方法的空白，为冷凝燃气锅炉节能效果的测试与评价及其市场准入与退出制度的实施提供技术支持。成果直接支撑了 TSG 91-2021《锅炉节能环保技术规程》、NB/T 47066-2018《冷凝锅炉热工性能试验方法》等标准，形成了《冷凝锅炉热工性能试验原理与计算方法》专著 1 项，开发了基于原位烟气伴热夹层抽气原理的冷凝锅炉温湿度测量装置 1 套，设备销售合同额超过 200 万元，累计节约燃料达上亿元、年减排 CO_2 近百万吨。

知识产权情况

项目已授权发明专利 6 项，软件著作权 1 项，形成特设规/标准 2 项，专著 1 项，发表 SCI/核心论文 7 篇。