

科技成果登记项目信息表

成果名称:	燃气-蒸汽联合循环供热机组调峰经济性与运营优化研究
登记日期:	2024-11-19
完成单位:	中山嘉明电力有限公司,华南理工大学
完成人员:	谢广录,乐增孟,梁莹,黄耀文,熊波,杨承,陈超明,陈志军,温焱明,梁卓斌,张冬爽,罗以勇,严国利,肖海鹏,何树华,廖青,朱磊
研究起止日期:	2021-05-10至2023-12-28
主要应用行业:	电力、热力、燃气及水生产和供应业
高新技术领域:	新能源与节能
评价单位:	广东创域科技项目评价中心
评价日期:	2024-04-29
成果简介:	<p>面向碳达峰、碳中和以及高比例可再生能源高度渗透为主要特征的新型电力系统，掌握燃气-蒸汽联合循环供热机组的全工况特性、影响因子和经济调峰能力，有助于促进可再生能源发电的消纳能力并保障电网安全，有益于机组及热电联供项目的科学经营决策。本成果针对中山嘉明电力有限公司M701F4燃气-蒸汽联合循环热电联供机组，通过建立联合循环和抽汽供热系统的数学、物理模型，分析不同运行策略下系统的全工况特性，结合现场数据、性能试验与仿真模拟结果进行参数优化，综合考虑各种因素对机组性能的影响，为机组高效、灵活、经济运营探索实践思路。</p> <p>为达成本成果的总体目标，即①掌握供热机组的调峰深度；②明确多维影响因素下的电、热、燃料联动成本；③形成燃气-蒸汽联合循环抽汽供热经济运行导则，并为同类型机组推广应用提供参考。本成果包括以下内容：</p> <p>①结合现场数据和机组设计参数，采用合理的数学、物理方法，建立汽轮机抽汽供热时联合循环机组的全工况分析模型。</p> <p>②研究复杂抽汽供热工况下的燃气轮机负荷与燃气轮机排烟参数及其运行策略问题。</p> <p>③研究抽汽供热工况联合循环机组的效率特性。</p> <p>④研究联合循环抽汽供热机组的参数优化调整及运营策略。</p> <p>主要研究成果有：</p> <p>1) M701F4燃气轮机全工况性能数学模型。基于轴流式叶轮机性能逐级叠加法，建立M701F4燃气轮机的全工况性能数学模型，经性能试验值和典型运行值检验，燃气轮机功率、效率的误差在3.5%以内，表明本研究所建立的数学模型可靠。所建立的模型成功用于压气机空气流量的软测量及燃气轮机运行仿真。</p> <p>2) 燃气-蒸汽联合循环热电联供机组全工况性能物理模型及调控策略方面。利用GT-PRO建立系统设计工况模型，设计参数相对误差均在±2.5%以内，模型精度高；利用THERMOFLEX建立系统变工况模型，仿真分析了满载工况及部分负荷运行下系统的全工况特性。燃气轮机效率随功率的变化曲线吻合很好；压气机压比值、透平排气温度模拟值均低于运行值，且透平排气温度平均偏低约4.5%。</p> <p>3) 从联合循环效率最优的角度来看，燃气轮机等T3（透平进气温度）控制策略优于T4（透平排气温度）者。纯凝工况下，等T3部分负荷运行策略的模拟值与性能实测值对比，联合循环效率吻合良好，模拟的蒸汽轮机功率偏高，平均相对误差约5%。</p> <p>4) 多维影响因素下的电、热、燃料联动成本及机组调峰深度方面。在低参数大流量设计热负荷，设计供热工况下的源侧供热蒸汽压力和温度可由原设计的1.11MPa、511.95K降低为1.074MPa、464.3K。经供热参数逆向优化分析，推荐低压抽汽压力最低要求值随供热负荷的滑压拟合式。在蒸汽价格较高的情况下，源侧供热蒸汽参数按最小值运行的运营经济性优于原设计情形。</p> <p>5) 余热锅炉滑压优化方面。基于燃气-蒸汽联合循环供热机组的运行物理机制，分析影响机组性能的关联参数，采用BP神经网络建立机组的性能预测模型，经检验，模型预测的余热锅炉汽水参数、蒸汽轮机功率等精度约±3%。</p> <p>6) 联合循环供热机组经济运营的最优模型方面。供热损耗增大了供热燃料成本，若供热损耗率增加5%，则供热气耗率约增加2 m3/t。</p>