

Analysis on the Key Technologies of New Gas Turbine Reheat Combined Cycle Power Generation

Zengshan Xing

CNOOC Wenchang Natural Gas Power Generation Co., Ltd., Wenchang, Hainan, 571300, China

Abstract

Nowadays, with the continuous progress of our science and technology, the energy industry of our country has made great progress. The efficient and clean use of energy is an important driving force for sustainable social and economic development. As the energy structure is undergoing fundamental changes today, the development of efficient gas turbine power generation technology has a high strategic demand. This paper briefly introduces the gas turbine, analyzes the characteristics of the new gas turbine reheat combined cycle power generation, and introduces the key technologies of the new gas turbine reheat combined cycle power generation, in order to provide reference for related fields.

Keywords

new gas turbine; reheat combined cycle power generation; key technology; analysis

新型燃气轮机再热联合循环发电关键技术分析

邢增山

中海油文昌天然气发电有限公司, 中国·海南文昌 571300

摘要

如今, 随着中国科学技术的不断进步, 中国能源工业也取得了长足发展。能源的有效和清洁利用是可持续社会和经济发展的主要动力, 由于当今能源结构正在发生根本变化, 因此高效燃气轮机发电技术的发展具有很高的战略需求。论文简要介绍了燃气轮机, 分析新型燃气轮机再热联合循环发电的特点, 并对其新型天然气轮机再热联合循环发电的关键技术进行介绍, 以期对相关领域具有借鉴意义。

关键词

新型燃气轮机; 再热联合循环发电; 关键技术; 分析

1 引言

燃气轮机是一种复杂的动力设备, 是许多学术理论研究的共同成果, 目前, 燃气轮机及其联合循环具有排放低, 效率高的特点。基于国家的经济发展战略和国际竞争优势, 先进的燃气轮机技术是一个国家经济和技术实力的象征。由于传统的燃气轮机功率低, 在工业过程中, 组合发电技术是一种组合发电装置, 在该组合发电装置上叠加了来自燃气轮机、蒸汽轮机以及动力传递装置, 与常规蒸汽系统相比, 具有发电效率高、成本低、性能好等优点^[1]。

2 燃气轮机概述

压气机通过从外界大气环境吸入空气, 并逐级压缩使之增压, 同时提高空气温度; 然后将压缩空气送至燃烧室, 与喷入的燃料混合后燃烧生成高温高压的气体; 接着进入透

平中膨胀做功, 驱动透平和外负荷转子一起高速旋转; 最终, 将部分化学能转化为机械功并输出电力。废气从透平中排出, 自然散热到大气中, 使得燃料的化学能转化为热能, 并促进热能向机械能转化, 这就是所谓的燃气轮机。它是通过压气机、燃烧室、燃气透平三个组件组装而成, 它们通过简单的循环流程来完成工作。

3 新型燃气轮机再热联合循环发电的特点

论文所说的新型燃气轮机采用了单循环模式, 有燃气轮机和蒸汽轮机两个部分。在燃气部分, 空气经过中压压气机后, 进入冷却器冷却处理, 再进入燃烧室携带高温燃气做功。排出的一部分燃气则进入中压燃烧室继续燃烧再加热, 并将其预热后送至锅炉。蒸汽系统采用了三压再热循环方案, 即低、中、高三个压力级别来促进联合循环效率提升^[2]。

燃气轮机的技术是以燃料为基础, 可用的燃料包括天然气、煤气化后合成的可燃气体和一些液体燃料。随着燃气轮机生产技术的发展, 在不影响经济发展的情况下, 联合循环的热效率可以达到 60%。当前, 单循环燃气轮机的热效

【作者简介】邢增山 (1995-), 男, 中国海南文昌人, 本科, 助理工程师, 从事燃气轮机发电研究。

率可以达到约 40%，当使用大容量，超临界蒸汽轮机单元时，循环的热效率仅增加 45% 至 47.7%。为了进一步提高发电系统的效率，提出了一种新型燃气轮机再热联合循环发电技术。

4 新型燃气轮机再热联合循环发电的关键技术

4.1 联合循环发电技术

早期，联合循环发电的关键点在于蒸汽循环，随着时间的推移，人们开始使用燃轮机来替换它。这种做法增大了发动机的内部空间，但没能带来显著的性能提升。20 年来，采用燃气轮机的联合循环发电技术，使温度达到了 60% 的提高，这个改善幅度比传统的火力发电机组的性能更高。到 20 世纪末，这种新型的发电方式可以满足高功率的需求，而且可以生产出 200MW 以上的机组，从而迅速占据市场份额。F 级燃气轮机是一种备受赞誉的机器，它拥有卓越的特点，如低噪声、低振动、低温、低压、低温等，这些特点都是它今天获得如此巨大成功的原因。此外，它还拥有卓越的性能、超强的功率，这些特点都是它们在实际应用时，满足不同负载要求、满足不同电力需求时不可或缺的因素。经过一项全球性的调查，美国的联合循环发电技术正迅猛崛起，以燃气轮机发电机组的使用率超过 50%，这一趋势正迅猛影响着欧洲国家德国，德国的联合循环发电使用率甚至超过 70%，这一数字令人震撼。

4.2 燃气轮机燃烧技术

燃气轮机的燃烧技术旨在提高效率，并通过改进燃烧室的设计和应用方案来提高效率。目前，燃气轮机的燃烧室设计已经发展到了一种新的水平，它使用了多种不同的喷嘴和旋流器，并且能够更好地控制燃料的流动。随着技术的进步，现代燃烧室设计采用了旋流器和喷嘴的结合，使得燃气轮机的燃烧能力和效率得到了显著提升，而且可以通过控制燃烧温度来实现对火焰的稳定控制，从而解决了传统燃烧室的混乱、不稳定等问题，使得燃气轮机的发展得以更加可靠。对于整个燃气轮机，研究技术创新以控制平均吸热温度并提高循环容量的循环效率是一个难题。目前正在研究的高压比再加热技术是一种提高循环效率的新技术。燃气轮机设备由国内外知名制造美国通用电气公司（GE）造，在实际应用环境中，设备单元可以在单轴的帮助下实现连续再加热，然后通过再加热原理将燃烧室连接起来，实现循环。压气机是燃气轮机的关键组成部分，它在燃烧室的发展中起着至关重要的作用。目前，F 级燃气轮机装置已经被广泛应用，而压气机的设计也遵循着中等负荷、低负荷的原则，以此来有效地控制燃气轮机的运行容量。

在燃油轮机的运行过程中，通过有效的控制，可以有效地改善它的平衡性，以及更好地利用它的循环能量，这一点在科学家们的努力下已经成为一个不可逾越的挑战。近年来，高压比再热技术已成为一种有力的改善燃油轮机运转性

能的技术，其标志性的型号有 gt-6 型燃油轮机，它采用了领先的燃油轮机系统，通过单轴再热，将燃油轮机转移到燃烧室，使燃油轮机能够有效地再次燃烧，达到最佳的燃油轮机运转性能。经过改进的三菱公司的燃气轮机机组，其性能显著改善，不仅可以实现更快发动，而且还可以实现更好的热效率。该公司所生产的燃气轮机机组设备也具有了再热能力，并获取了名为“机群”的专利，其特殊的双层燃烧室结构，可以实现更快的发动，同时还可以实现更好的节能。

4.3 整体煤气化联合循环发电技术

IGCC 作为一种全新的能源转换方式，始自 1972 年德国的 lunen，它的 kellerman 发动机组有五合 lurgi 固定床气化炉，以及由 SIEMENS 公司提供的一套先进的燃气轮机系统，其发动机的总功率高达 170MW。这也标志着 IGCC（全能源转换）的发展史。德国 kellerman 电厂一直都是 IGCC 技术的领军人物，尽管早期的技术条件不足，也没有足够的应用创新，使得该电厂无法继续使用，甚至不得不关闭。尽管如此，kellerman 电厂的不懈努力，使得该电厂的成果不仅仅局限于此，而且还为全球的煤炭化联合循环发电技术奠定了基础，并且也为全球的近代工业化进程带来了一个重大的能源清洁发电的机遇。美洲加州的 cool water 电站借鉴德国 kellerman 的成功案例，采用先进的 Texaco 气化炉，大大提高了清洁能源的使用效率，为推动可持续能源的发挥做出了重要贡献。随着 IGCC 技术的迅猛发展，全球各地纷纷加速推动 IGCC 示范电站的建立，并对其相关的发电技术产品进行升级。20 世纪 80 年代，中国也积极推动 IGCC 技术的研究与应用，并在此基础上，拨出巨额的经费，打造出一系列具有影响力的科学研究与应用项目。华能天津示范电站被誉为 IGCC 电站，它以先进的设计理念和完善的运行管理系统，融入传统燃料电池和新型能源转换器，形成多联产机组，既可以有效地提升电能产出，又能够有效地降低电价，从而达到节能环保、可持续发电、可再利用能源等多种目标。

煤气化联合循环发电技术需要多台机组气化炉设备和燃气轮机设备。但由于技术条件的限制，这项技术的应用效果并不显著，但其试验为循环发电技术的发展提供了借鉴。在快速发展的时代，煤气化联合循环发电厂的建设在世界范围内已大大增加，中国将其作为中心研究课题，并投入了大量的人力和物力来建立科学研究项目。采用煤气化联合循环发电厂技术的发电厂，将现代服务技术与燃气轮机技术相结合，形成了煤气化联合循环发电机组，大大提高了发电效率，有效控制了发电成本^[1]。

5 联合循环发电技术的应用和建议

燃气轮机联合循环发电技术的发展是世界各国都十分重视的问题，这项技术降低每千瓦的成本，提高燃气轮机的进气温度，提高单台机组的热效率。发电厂的性能和热效率得到了显著提高。在正确的政策引导下，联合循环火力发电

得到了稳步快速的发展。欧盟联合循环发电机组在总装机容量中的份额仍在上升。联合循环发电技术具有高效、清洁的特点,符合21世纪发电技术的发展方向。但是,中国联合循环发电项目的运营成本仍高于传统燃煤电。因此,有必要将国家指导方针与市场机制结合起来,并确定某些优惠政策。具体建议如下:推进联合循环发电技术建设,通过建设一批示范电厂,推广联合循环技术,有效提高联合循环发电厂设备的效率;电价对经济效益有重大影响。为了提高联合循环的技术和经济优势,国家应采取政策,鼓励发电厂创新技术。

6 燃气轮机的优化设计

优化燃气轮机联合循环设计主要考虑以下因素:燃气轮机的热性能特征。热量输出是燃气轮机发展的方向,其应用的前提是燃气轮机出厂时较低的额定功率,因此充分考虑待机模式下的热量输出和燃料消耗,选择负荷加速性能好、热效率高的机组;燃气轮机的经济性。随着市场营销的深入,选择燃气轮机时必须考虑燃气轮机的价格。在给定相同的燃气轮机,功率和效率的情况下,燃气轮机的成本通常较高,但是相应地降低能耗,更加环保,这就要求电厂综合考虑自身的需求和资金实力,选择合适的模式;燃气轮机的可用性^[4]。可用性、可靠性和维修性反映了燃气轮机装置规划、制造和运行服务的整体质量,峰值负载单元更加关注启动可靠性,发电厂必须借助该可靠性来记录其影响因素;发电厂的负荷要求。发电厂的容量和位置受地理区域,区域供电计划和用户要求的影响。一般来说,在电网建设时,电厂应在燃料和电力需求充足的前提下,优先考虑大容量的循环机组,以保证降低发电成本和初期投资。

7 中国燃气轮机和联合循环技术发展的政策建议

结合中国的实际情况,可以发现主要的障碍是天然气成本。从目前的情况看,中国联合循环发电厂中存在着大量的调峰,因此可以在此基础上发展调峰。此外,政府应放松对燃气轮机燃料的进口政策,引进和学习燃气轮机生产技术。中国燃气轮机行业虽然在一定程度上影响了中国的发展,但与发达国家相比仍有较大差距,这也将为中国的快速发展提供机遇。联合循环技术作为主要的发电技术,为了进步和发展,我们应该向发达国家学习,提高我国的技术水平。

8 结语

综上所述,新型燃气轮机再热联合循环发电的关键技术主要包括联合循环发电技术、整体煤气化联合循环发电技术、燃气轮机燃烧技术几种类型,通过将上述技术应用于新型燃气轮机的运行过程中,可以大大提高新型燃气轮机的效率,从而更好地实现节能环保的目标。这些先进的技术不仅可以满足能源日益增长的需求,而且还能实现节能环保的双重效益,从而更好地推动社会的可持续发展,促进工业生产和环境保护的有机结合,为节能环保贡献一分力量。

参考文献

- [1] 何杰.新型燃气轮机再热联合循环发电关键技术分析[J].自动化应用,2019(1):109-110.
- [2] 卢可.新型燃气轮机再热联合循环发电关键技术研究[D].北京:华北电力大学(北京),2018.
- [3] 付忠广,郭桦,杨天亮.新型燃气轮机再热联合循环系统分析与优化[J].热能动力工程,2018(6):859-864.
- [4] 叶子德,谈增祥,陈金宝,等.9000kW燃气轮机—汽轮机联合循环发电装置技术经济分析[J].热能动力工程,1991,6(5):5.