

Research on Operation Optimization and Peak Regulating of Gas Turbine Power Plant

Shipeng Yang

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

Abstract

In this paper, the operation optimization of gas turbine power plant and peak regulating of natural gas were studied. Firstly, the operation characteristics and existing problems of gas turbine power plant are analyzed. Secondly, the methods and techniques of operation optimization of gas turbine power plant are introduced, including thermodynamic analysis, operation parameter adjustment and control strategy optimization. Then, the concept and significance of natural gas peak regulating are discussed, and the types and applications of peak regulating technology are introduced. Finally, the importance and challenges of gas turbine power plant operation optimization and natural gas peak regulation are summarized, and the future development direction is put forward.

Keywords

gas turbine; generator; operational optimization; natural gas peak shaving

燃气轮机发电厂运行优化与天然气调峰的研究

杨仕鹏

中海油文昌天然气发电有限公司, 中国·海南文昌 571300

摘要

论文针对燃气轮机发电厂的运行优化与天然气调峰进行研究。首先,对燃气轮机发电厂的运行特点和存在的问题进行了分析。其次,介绍了燃气轮机发电厂运行优化的方法和技术,包括热力学分析、运行参数调整和控制策略优化等。接着,探讨了天然气调峰的概念和意义,并介绍了调峰技术的种类和应用。最后,总结了燃气轮机发电厂运行优化与天然气调峰的重要性和挑战,并提出了未来的发展方向。

关键词

燃气轮机; 发电机; 运行优化; 天然气调峰

1 引言

燃气轮机发电厂是一种重要的发电方式,具有高效率、灵活性和低排放等优点。然而,在实际运行中,燃气轮机发电厂面临着一些问题,如效率不高、排放超标、设备损耗等。燃气轮机发电厂的运行优化主要是通过对热力学过程进行分析,优化运行参数和控制策略,以提高发电厂的热效率和经济性。同时,天然气调峰是指根据电力系统负荷需求的变化,调整燃气轮机的运行模式和负荷分配,以满足系统的需求并提供灵活的调节能力。论文旨在探讨燃气轮机发电厂运行优化与天然气调峰的方法和技术,以及其在提高发电厂效益和适应电力系统需求方面的意义^[1]。

2 燃气轮机发电厂的运行特点与问题

燃气轮机发电厂作为一种常见的发电方式,具有其独

特的运行特点和面临的问题。以下是对燃气轮机发电厂运行特点与问题的分点阐述。

2.1 高效能源转换

燃气轮机发电厂以燃气作为燃料,通过内燃机的工作原理将燃气能量转化为机械能和电能。相比传统的燃煤发电厂,燃气轮机发电厂具有更高的能源转换效率,能够更有效地利用燃气资源。

2.2 快速启动和停机

燃气轮机发电厂具有较快的启动和停机速度,通常可以在几分钟内实现从冷启动到满负荷运行。这使得燃气轮机发电厂具有较高的响应速度,能够适应电力系统负荷的快速变化。

2.3 灵活性和调节能力

燃气轮机发电厂具备较高的负荷调节能力,可以灵活调整发电量以满足电力系统的需求。这种灵活性使得燃气轮机发电厂能够参与调峰和调频等功率调节工作,维持电力系统的稳定运行。

然而,燃气轮机发电厂也面临一些问题和挑战。

【作者简介】杨仕鹏(1997-),男,中国贵州兴仁人,本科,从事燃气轮机发电研究。

2.4 燃气供应不稳定

燃气作为燃料，其供应可靠性对燃气轮机发电厂的运行至关重要。然而，天然气供应存在不稳定性，受天气条件、管道输送等因素的影响，可能导致供应中断或波动，对燃气轮机的运行产生影响^[2]。

2.5 运行成本和经济性

燃气轮机发电厂的建设和运行成本较高。燃气作为燃料的成本相对较高，而燃气轮机设备本身的投资和维护成本也较大。此外，燃气轮机发电厂在低负荷运行时效率较低，导致单位发电成本的增加。因此，如何降低运行成本、提高经济性是燃气轮机发电厂运行中需要考虑的重要问题。

2.6 燃气轮机的热力学特性

燃气轮机在高温高压工作环境下运行，对材料和热力学性能有较高的要求。高温和高压环境会对燃气轮机部件造成热应力和热腐蚀等问题，对设备的可靠性和寿命产生影响。因此，燃气轮机的热力学特性和材料选择是运行中需要重点关注的问题。

3 燃气轮机发电厂的热力学分析与优化

燃气轮机发电厂的热力学分析与优化是提高其效率和经济性的关键方面。以下是对燃气轮机发电厂热力学分析与优化的分点阐述。

3.1 燃气轮机热力学循环分析

通过对燃气轮机的热力学循环进行分析，可以了解热能转换的过程和性能指标。常用的热力学循环包括布雷顿循环和倒布雷顿循环。在分析中，考虑燃气轮机的压比、温度比、压力损失和效率等参数，以确定燃气轮机的基本性能。

3.2 热力学效率优化

通过优化燃气轮机的热力学效率，可以提高能量转换的效率，降低单位发电成本。优化措施包括提高燃烧温度和压力比、减小热损失和压力损失、改进废热利用等。例如，通过采用先进的燃烧技术和废热回收系统，可以提高燃气轮机的热力学效率。

3.3 部件性能优化

燃气轮机的各个部件对整体性能影响重大。通过对关键部件如压气机、燃烧室和涡轮的设计和优化，可以提高燃气轮机的效率和可靠性。例如，优化压气机的叶片形状和流道设计，可以减小压气机的能耗和压力损失；改进燃烧室的燃烧过程，可以提高燃料的利用率和燃烧效率；优化涡轮的叶片形状和材料选择，可以减小能量损失和机械损耗。

4 运行参数调整与控制策略优化

当涉及燃气轮机发电厂的运行参数调整与控制策略优化时，以下是一些分点阐述的重要方面。

4.1 运行参数调整的目标

运行参数调整旨在实现燃气轮机发电厂的高效运行和稳定性能。通过对关键参数如燃气流量、进气温度、排气温

度、压比等进行调整，可以优化燃气轮机的热力学循环、提高效率和降低排放。

4.2 自动化控制系统

燃气轮机发电厂通常配备自动化控制系统，用于监测和控制关键参数。通过实时采集传感器数据、进行数据分析和算法计算，自动化控制系统可以实现对运行参数的调整和优化。控制系统需要具备高精度的测量和调节能力，以确保燃气轮机在不同负荷和工况下的稳定运行。

4.3 负荷跟踪与负荷预测

负荷跟踪和负荷预测是运行参数调整与控制策略优化的重要组成部分。通过准确跟踪电力系统的负荷需求，并进行负荷预测，可以及时调整燃气轮机的发电量，以满足系统的需求并保持稳定运行。负荷跟踪和负荷预测需要考虑电力系统的负荷特性、负荷波动情况以及未来负荷的预测准确性。

5 天然气调峰的概念与意义

天然气调峰是指通过调节天然气供应与需求之间的平衡，实现电力系统的负荷平衡和稳定运行。以下是对天然气调峰的概念与意义的分点阐述：

5.1 概念

天然气调峰是指根据电力系统负荷的波动性和变化性，通过合理安排天然气供应和调节策略，以满足电力系统的负荷需求，保持电力系统的稳定运行。在电力系统中，负荷通常会出现季节性、日内周期性以及突发性等波动，因此天然气调峰的概念就是要通过调整天然气供应，使其能够适应负荷的变化。

5.2 能源安全性

天然气作为一种重要的能源供应形式，对电力系统的安全运行起着重要作用。通过天然气调峰，可以确保天然气的稳定供应，减少供需之间的不平衡，防止天然气供应紧张和断供的情况发生，保障电力系统的能源安全。

5.3 电力系统稳定性

负荷的波动性给电力系统的稳定性带来挑战。通过天然气调峰，可以平衡负荷和供应之间的差异，避免负荷过大或过小对电力系统造成的不稳定性影响。调峰措施包括增加或减少天然气的供应，调整发电机组的输出功率，以及合理安排备用电源等，以维持电力系统的频率和电压在稳定范围内^[3]。

6 天然气调峰技术的种类与应用

6.1 储气调峰技术

储气调峰是指利用储气设施储存天然气，以应对负荷高峰期的能量需求。通过将天然气储存为高压气体或液化天然气(LNG)，可以在需要时释放出来，供应给发电厂以满足负荷需求。这种技术可以提供较长时间的调峰能力，使得电力系统能够在高负荷期间保持稳定运行。

6.2 快速启动燃气轮机技术

快速启动燃气轮机是一种具有快速启动和停机能力的燃气轮机发电设备。它可以在短时间内启动并达到额定负

荷,以应对突发负荷需求或可再生能源的波动性。快速启动燃气轮机通常采用多级压缩机和先进的燃烧技术,以实现快速响应和高效率的运行。

6.3 天然气储能技术

天然气储能是一种将电力能量转化为压缩天然气形式并存储起来的技术。通过利用电力系统的过剩电力将天然气压缩储存,然后在负荷高峰期释放压缩天然气发电,实现能量的调峰利用。这种技术具有较长时间的调峰能力和大规模储能能力,适用于长周期的负荷波动和能量储存需求。

7 快速启动和停机技术在燃气轮机发电厂的应用

快速启动和停机技术在燃气轮机发电厂中的应用具有重要意义。以下是对该技术在燃气轮机发电厂的应用的分点阐述

7.1 快速启动能力

燃气轮机发电厂需要具备快速启动能力,以应对电力系统的负荷需求和运行调度。快速启动技术可以使燃气轮机在短时间内启动并达到额定负荷,减少启动时间和能源损耗。这对于应对突发负荷需求、紧急备用电源和可再生能源的波动性非常重要。

7.2 高效率运行

快速启动技术在燃气轮机发电厂中还能够实现高效率的运行。通过采用多级压缩机和先进的燃烧技术,可以在快速启动过程中提高燃气轮机的热力学性能,减少能源损耗,提高能量利用效率。这有助于降低发电成本和减少对天然气等资源的消耗。

7.3 灵活调度和响应能力

快速启动和停机技术赋予燃气轮机发电厂灵活的调度和响应能力。在电力系统运行中,负荷需求可能出现突发变化,需要迅速调整发电能力来保持系统的稳定。快速启动和停机技术使得燃气轮机能够快速响应调度指令,实现从停机状态到额定负荷的快速切换,从而满足电力系统的需求。

8 储气设备和调节阀技术在天然气调峰中的作用

储气设备和调节阀技术在天然气调峰中起着重要的作用。以下是对这两种技术在天然气调峰中的作用的分点阐述。

8.1 储气设备的作用

8.1.1 负载平衡

储气设备可以存储过剩的天然气,以平衡电力系统的负荷波动。当负荷较低时,多余的天然气可以被储存在储气设备中,以供后续高峰期使用,从而平衡供需之间的差异。

8.1.2 调节天然气供应

储气设备能够提供稳定的天然气供应,使得发电厂在负荷波动时能够获得持续的燃料供应。这有助于确保电力系统的可靠运行和稳定发电。

8.2 调节阀技术的作用

8.2.1 负载响应

调节阀技术可以根据负荷需求的变化,调整天然气的供应量。当负荷增加时,调节阀可以打开,增加天然气供应;当负荷减少时,调节阀可以关闭或调小,降低天然气供应。这种负载响应能力使得天然气供需之间能够更好地匹配,实现负荷调节和电力系统的稳定运行。

8.2.2 压力调节

调节阀技术能够调节天然气管道中的压力,以确保天然气供应的稳定性和一致性。在负荷波动时,调节阀可以根据需要调整管道压力,保持适当的供气压力,以满足发电厂的燃气需求。

9 未来发展方向

9.1 清洁能源整合

未来燃气轮机发电厂的发展方向之一是将清洁能源与传统燃气发电技术整合。这包括与可再生能源如太阳能和风能的结合,以实现混合能源系统的建设。整合清洁能源可以降低碳排放、减少环境影响,并提高能源利用效率。

9.2 燃气轮机技术创新

未来的发展需要对燃气轮机技术进行持续创新。这包括提高燃气轮机的效率和性能,降低排放水平,并增强其适应负荷波动和快速启停的能力。新材料的应用、先进的燃烧技术和热力学优化是实现这些目标的关键。

9.3 储能与调峰技术发展

未来的燃气轮机发电厂需要与储能技术和调峰技术相结合,以提供更灵活、可靠和可持续的能源供应。储能技术的进一步发展可以提供更长时间的调峰能力和能源储存,从而满足电力系统的需求。此外,智能调度和控制系统的发展也是提高调峰效果的关键。

10. 结语

燃气轮机发电厂的运行优化和天然气调峰在提高能源利用效率、降低排放和适应电力系统负荷需求方面具有重要意义。通过热力学分析、运行参数调整和控制策略优化,可以提高燃气轮机的热效率和运行稳定性。总之,燃气轮机发电厂的运行优化与天然气调峰是提高发电厂经济性、环境友好性和系统稳定性的关键措施。通过持续的研究和创新,可以进一步提升燃气轮机发电厂的性能和灵活性,推动清洁能源发电技术的发展和應用。

参考文献

- [1] 王娟娟,吕泉,李卫东,等.电力市场环境下燃气轮机调峰交易模式研究[J].电力自动化设备,2020(1):46.
- [2] 张澍.浅析某燃气轮机发电厂节能降耗的主要措施[J].机电信息,2019(29):72-76.
- [3] 张广亮.燃气轮机发电厂的运行优化思路及具体策略研究[J].企业技术开发,2020(9):86.