

钢铁厂高温超高压煤气发电技术的分析与应用

隋 意

中冶京诚工程技术有限公司 北京 100176

摘 要：高温超高压煤气发电技术在钢铁厂中的应用，旨在提高能源利用率和发电效率。该技术通过提升主蒸汽参数并增加一次中间再热系统，实现热功转换率的显著提升。相比传统发电技术，高温超高压发电技术具备更高的热效率和环保性能。在钢铁厂中，该技术能有效利用富余煤气，解决煤气使用不平衡问题，同时减少污染排放。实际应用案例显示，该技术可大幅提高自发电比例，降低能源成本，具有良好的经济效益和环保效益。

关键词：钢铁厂；高温超高压煤气发电技术；应用

引言：在能源日益紧张和环境问题日益突出的当下，钢铁厂作为能源消耗和污染物排放的大户，其能源高效利用和环保转型显得尤为重要。高温超高压煤气发电技术作为一种先进的能源转换技术，为钢铁厂的能源利用提供了新的思路。该技术不仅能够有效利用钢铁生产过程中的煤气资源，提高能源利用率，还能减少污染物的排放，实现绿色生产。本文将深入探讨高温超高压煤气发电技术在钢铁厂的应用现状、技术原理及其实施效果，以期为钢铁行业的节能减排和可持续发展提供有益的参考。

1 钢铁厂煤气发电技术概述

1.1 煤气发电技术简介

（1）定义与基本原理。煤气发电技术是指利用钢铁厂生产过程中产生的煤气作为燃料，通过专门的发电设备将其转化为电能的技术。这一技术的基本原理是将煤气进行预处理，如除尘、脱硫等，以确保其燃烧效率和环保性能。随后，经过预处理的煤气被送入燃气轮机或内燃机中进行燃烧，燃烧产生的高温高压气体推动涡轮旋转，进而带动发电机发电。此外，还有部分钢铁厂采用蒸汽轮机发电方式，即利用煤气燃烧产生的热量加热锅炉产生蒸汽，蒸汽推动蒸汽轮机旋转发电。（2）煤气作为发电资源的优势。煤气作为发电资源具有显著优势。首先，煤气是钢铁厂生产过程中的副产品，资源丰富且几乎无需额外成本。利用煤气发电不仅可以降低生产成本，还能实现资源的循环利用。其次，煤气燃烧产生的污染物相对较少，与传统燃煤发电相比，煤气发电的环境影响更小。此外，煤气发电技术具有较高的灵活性和可靠性，可以根据钢铁厂的生产需求进行灵活调整，确保电力的稳定供应。

1.2 钢铁厂煤气发电技术的发展历程

1.2.1 从常压、高压到高温高压、高温超高压的技术

演进

钢铁厂煤气发电技术经历了从常压、高压到高温高压、高温超高压的技术演进过程。最初，煤气发电技术主要采用常压或低压机组，发电效率相对较低。随着技术的进步，高压机组开始应用，发电效率有所提高。随后，高温高压机组和高温超高压机组逐渐普及，这些机组采用更先进的锅炉和汽轮机技术，使得煤气发电的效率和稳定性得到了大幅提升。

1.2.2 各阶段技术的特点与局限性

（1）常压/低压机组阶段：这一阶段的技术特点是设备简单，投资成本较低，但发电效率也相对较低，且对煤气的质量要求较高。由于煤气成分复杂，常压/低压机组在处理低质煤气时面临较大挑战，限制了其广泛应用。（2）高压机组阶段：高压机组提高了煤气发电的压力和温度，使得发电效率有所提升。然而，这一阶段的技术仍然受到煤气质量、设备稳定性和运行维护等方面的限制。此外，高压机组对煤气的净化处理要求也更高，增加了运行成本。（3）高温高压/高温超高压机组阶段：随着技术的不断进步，高温高压和高温超高压机组逐渐成为主流。这些机组采用更先进的锅炉和汽轮机技术，使得煤气发电的效率和稳定性得到了显著提升。然而，这一阶段的技术也面临着设备复杂、投资成本高、运行维护难度大等挑战。同时，高温高压环境下对设备材料的要求也更高，增加了设备制造成本和运行风险。

2 高温超高压煤气发电技术原理

2.1 高温超高压技术的核心要素

高温超高压煤气发电技术作为当前钢铁工业能源高效利用的重要手段，其核心要素主要包括提高主蒸汽参数和增加一次中间再热系统。（1）提高主蒸汽参数。主蒸汽参数是衡量蒸汽轮机发电效率的关键因素，主要包括蒸汽的压力和温度。在高温超高压技术中，通过提高蒸汽的压

力和温度,可以显著增加蒸汽的做功能力,从而提高发电效率。具体来说,高温超高压发电技术的主蒸汽压力通常达到13.7MPa或以上,温度则高达540℃或以上。这样的参数设置使得蒸汽在轮机中膨胀做功时能够释放出更多的能量,进而转化为更多的电能^[1]。(2)增加一次中间再热系统。中间再热系统是提高蒸汽轮机发电效率的又一重要手段。在一次中间再热系统中,蒸汽在初次膨胀做功后会被抽出并加热至更高温度,然后再次送入轮机继续膨胀做功。这一过程不仅提高了蒸汽的利用率,还降低了蒸汽在轮机中的湿度损失,从而进一步提升了发电效率。高温超高压技术中增加的一次中间再热系统,使得蒸汽的热功转换过程更加高效和稳定。

2.2 技术参数对比

(1)常规次高温次高压、高温高压与高温超高压发电技术的参数对比。常规次高温次高压发电技术的主蒸汽参数相对较低,温度一般在485℃左右,压力在5.3MPa左右。高温高压发电技术则在此基础上有所提高,主蒸汽温度达到540℃左右,压力提升至9.8MPa。而高温超高压发电技术则进一步提升了主蒸汽参数,温度和压力分别达到了540℃以上和13.7MPa以上。(2)热功转换率的提升幅度。随着主蒸汽参数的提高和一次中间再热系统的引入,高温超高压煤气发电技术的热功转换率得到了显著提升。与常规次高温次高压发电技术相比,高温超高压技术的热功转换率提高了约10%以上。与高温高压技术相比,其热功转换率也提升了约5%~6%。这一提升幅度使得高温超高压煤气发电技术在能源利用效率和节能减排方面具有明显的优势。

2.3 热力循环与效率分析

(1)热力循环过程描述。高温超高压煤气发电技术的热力循环过程主要包括:煤气燃烧产生高温高压蒸汽、蒸汽在轮机中膨胀做功、乏汽冷凝回水、给水加热再循环等步骤。其中,增加的一次中间再热系统使得蒸汽在做功过程中能够保持较高的温度和压力,从而提高了做功效率和能源利用率^[2]。(2)效率提升的关键因素与机制。效率提升的关键因素主要包括主蒸汽参数的提高、中间再热系统的增加以及设备性能的优化。主蒸汽参数的提高使得蒸汽在做功过程中能够释放出更多的能量;中间再热系统的增加则降低了蒸汽的湿度损失,提高了蒸汽的热效率和做功能力;设备性能的优化则减少了能量损失,提高了整个热力循环的效率。

3 高温超高压煤气发电技术在钢铁厂的应用

3.1 应用背景与需求分析

3.1.1 钢铁厂煤气资源状况与利用现状

钢铁厂在生产过程中会产生大量的煤气,主要包括高炉煤气、焦炉煤气和转炉煤气等。这些煤气富含热能,具有较高的利用价值。然而,在传统钢铁生产工艺中,部分煤气往往被直接排放或作为低热值燃料使用,其能源利用效率相对较低。近年来,随着国家对节能减排和资源综合利用的重视,钢铁厂开始积极探索煤气的高效利用途径。高温超高压煤气发电技术作为一种先进的能源转换技术,逐渐成为钢铁厂提高煤气利用率和发电效率的重要手段。该技术通过将煤气转化为电能,不仅实现了资源的循环利用,还减少了环境污染和能源浪费。

3.1.2 提高能源利用效率与减少排放的需求

在钢铁厂的生产过程中,能源利用效率的提升和污染排放的减少是企业可持续发展的关键。高温超高压煤气发电技术的应用,可以显著提高煤气的发电效率和能源利用率,从而降低企业的能源消耗和生产成本。同时,该技术还能够减少钢铁厂的污染排放。传统的煤气燃烧方式往往会产生大量的二氧化硫、氮氧化物和粉尘等污染物,对环境造成严重影响。而高温超高压煤气发电技术通过优化燃烧过程和采用先进的脱硫脱硝技术,可以显著降低污染物的排放浓度,实现绿色生产^[3]。

3.2 应用方案设计与实施

3.2.1 锅炉与汽轮机选型及参数设定

在高温超高压煤气发电技术的应用中,锅炉与汽轮机的选型及其参数的精细设定扮演着至关重要的角色。这一环节不仅关乎整个发电系统的效率,还直接影响到系统的稳定性和安全性。在锅炉选型上,首要考虑的是其耐高温高压的能力。锅炉材料需经特殊处理,以确保在极端工作条件下仍能保持良好的热效率和燃烧稳定性。同时,锅炉的结构设计也应便于维护和检修,以降低运营成本并提高系统整体的可用性。汽轮机选型则需依据煤气的具体热值和压力等关键参数进行。合适的汽轮机型号不仅能最大限度地提高能源转换效率,还能确保系统的稳定运行。在选型过程中,需充分考虑汽轮机的容量与锅炉产生的蒸汽量相匹配,以避免能源浪费或系统过载。在具体实施阶段,对锅炉和汽轮机的参数进行精细设定同样重要。主蒸汽的温度和压力需控制在合理的范围内,以确保蒸汽具有足够的做功能力,同时避免对设备造成不必要的损害。再热蒸汽的温度和压力也应经过精心计算,以进一步提高蒸汽的热效率和做功能力,从而推动发电效率的整体提升。

3.2.2 煤气供应、燃烧、烟风与热力系统介绍

煤气供应系统作为高温超高压煤气发电技术的重要组成部分,负责将钢铁厂等工业设施产生的煤气安全、

稳定地输送到锅炉中。该系统需具备高效的煤气预处理能力,以确保煤气的品质和燃烧安全性。燃烧系统则采用先进的燃烧技术和设备,以提高煤气的燃烧效率和热利用率。这不仅能减少能源消耗,还能显著降低环境污染物的排放。烟风系统则负责将燃烧产生的烟气高效排出锅炉,并对其进行除尘和脱硫脱硝处理,以符合环保要求。热力系统作为整个发电系统的核心,负责将锅炉产生的蒸汽输送到汽轮机中进行做功,并将做功后的乏汽冷凝成水,再送回锅炉进行加热循环。在高温超高压煤气发电技术中,热力系统的高效、稳定和可靠性对于确保发电效率和能源利用率的最大化至关重要^[4]。

3.3 实例分析

3.3.1 某钢铁公司高温超高压煤气发电系统的应用案例

某钢铁公司为了响应国家节能减排的号召,提高煤气利用率和发电效率,决定引进高温超高压煤气发电技术。该公司通过对锅炉和汽轮机的选型及参数设定,以及煤气供应、燃烧、烟风和热力系统的优化设计,成功建设了一套80MW的高温超高压煤气发电系统。该系统投入运行后,机组各项数据均能达到设计要求,发电效率显著提升。据统计,该系统每年的发电量为12亿kWh左右,不仅满足了钢铁厂自身的电力需求,还有部分富余电力可以上网销售,为企业创造了可观的经济效益。在环保方面,该系统采用了先进的脱硫脱硝技术和除尘设备,使得烟气中的二氧化硫、氮氧化物和粉尘等污染物的排放浓度远低于国家标准,实现了绿色、清洁的生产。此外,由于该系统充分利用了钢铁厂产生的煤气资源,减少了传统燃煤发电对煤炭资源的依赖,因此也间接减少了温室气体的排放,对改善大气环境质量具有积极意义。

3.3.2 发电效率、经济效益与环境效益评估

(1) 发电效率方面,该高温超高压煤气发电系统相比传统燃煤发电和低温低压煤气发电,具有显著的效率优势。通过优化热力循环和提高蒸汽参数,该系统的发电效率可达到40%以上,远高于传统燃煤发电的30%左右和低温低压煤气发电的25%左右。这意味着在相同的

煤气资源条件下,该系统能够产生更多的电能,从而提高了能源利用效率。(2) 经济效益方面,该系统的建设和运行为企业带来了显著的增收节支效果。一方面,通过发电上网销售,企业获得了稳定的收入来源;另一方面,由于该系统充分利用了煤气资源,减少了对外部电力资源的依赖,因此也降低了企业的电力成本。此外,由于该系统采用了先进的设备和技术,使得运行维护成本相对较低,进一步提高了企业的经济效益。(3) 环境效益方面,该系统的应用显著减少了钢铁厂的污染排放。通过采用脱硫脱硝技术和除尘设备,该系统使得烟气中的污染物排放浓度大幅降低,改善了周边环境质量。同时,由于该系统减少了对煤炭资源的依赖,因此也间接减少了温室气体的排放,对全球气候变化具有积极意义。此外,该系统的成功应用还为钢铁行业树立了绿色、低碳、循环发展的典范,推动了行业整体的节能减排和可持续发展。

结束语

综上所述,高温超高压煤气发电技术在钢铁厂的应用,不仅是对传统能源利用方式的一次革新,更是推动钢铁行业向绿色、低碳转型的关键举措。通过该技术,钢铁厂能够高效利用煤气资源,实现能源的最大化利用,同时显著降低污染排放,保护生态环境。未来,随着技术的不断进步和应用的深入,高温超高压煤气发电技术有望在更多钢铁厂得到推广,为行业的可持续发展贡献力量。我们期待该技术能够引领钢铁行业走向更加环保、高效的发展道路。

参考文献

- [1]李景民.高温超高压技术在煤气发电中的应用[J].产业经济,2020,(09):91-92.
- [2]谢英华,唐令.低热值高温超高压煤气燃气轮机零值班技术[J].机电工程,2020,(08):87-88.
- [3]张军民.高温超高压技术在煤气发电中的应用[J].文化科学,2022,(11):107-108.
- [4]杨亚琪,张勇.BIM技术在高温超高压煤气发电改造项目中的应用[J].产业经济,2020,(04):45-46.