

电厂热能动力锅炉燃料及燃烧特点分析

杨建国 邵 兵 韩保秀 李苏奥 李冬婷

光大生物能源（怀远）有限公司 安徽 蚌埠 233000

光大生物热电（六安）有限公司 安徽 六安 237431

光大城乡再生能源（夏邑）有限公司 河南 商丘 476400

乐陵市光大环保能源有限公司 山东 德州 253600

陵城区供电公司 山东 德州 253500

摘 要：本文介绍了电厂热能动力锅炉的燃料及燃烧特点，包括燃料的种类和性质，以及燃烧过程的特点和影响因素。锅炉是电厂热能动力设备的重要部分，其燃料包括煤、油、气等，而煤是最常用的燃料。燃料的燃烧过程需要满足一定的条件才能实现完全燃烧，如温度、氧气等。了解锅炉燃料及燃烧特点对于优化燃烧过程、提高能源利用率具有重要意义。

关键词：电厂热能；动力锅炉燃料；燃烧特点

1 电厂热能动力锅炉燃料概述

电厂热能动力锅炉的主要燃料是煤、石油、天然气等，这些燃料通过燃烧产生热能，进而转化为动能和电能。以下是几种常见的燃料及其特点：（1）煤。煤是电厂热能动力锅炉最主要的燃料之一，煤的燃烧产生的热能可以被转化为电能或热能输出。煤的主要成分是碳、氢、氧、氮等元素，其中碳是最主要的发热元素。煤的发热量与煤的种类、产地、加工方式等因素有关。在燃烧过程中，煤中的硫分、灰分等杂质也会对环境产生一定的污染。（2）石油。石油是另一种常见的燃料，其主要成分是碳和氢，同时还含有少量的硫、氮等元素。石油可以通过燃烧产生高温高压的燃气，进而驱动涡轮机或蒸汽轮机，从而产生动力。石油的品质和燃烧效率与油品质量、燃烧方式等因素有关。（3）天然气。天然气是一种清洁、高效的燃料，其主要成分是甲烷，同时还含有少量的其他气体，如乙烷、丙烷等。天然气的燃烧效率高，产生的污染物较少，但其储存和运输需要特殊的技术和设备^[1]。

2 电厂热能动力锅炉燃料燃烧特点

电厂热能动力锅炉的燃烧过程是一个复杂的多相反应过程，涉及到燃料、空气、热量等多个方面。以下是电厂热能动力锅炉燃料燃烧的特点：（1）燃烧过程复杂。电厂热能动力锅炉的燃烧过程是一个复杂的多相反应过程，涉及到燃料、空气、热量等多个方面。在燃烧过程中，燃料与空气中的氧气发生化学反应，产生热量和废气。由于燃料和空气的混合是非线性的，且燃烧过程涉及到多种化学反应，因此燃烧过程难以精确控制。

（2）热量释放快。在电厂热能动力锅炉中，燃料燃烧产生的热量会迅速释放，这要求燃料在燃烧过程中必须保持足够的燃烧速度和热量释放率。为了实现这一目标，通常需要在燃烧过程中对燃料进行预处理（如破碎、干燥等）和优化配风。（3）温度控制要求高。在电厂热能动力锅炉中，温度的控制是非常关键的。过高的温度会导致锅炉壁受损，产生安全隐患；而过低的温度则会导致燃料无法充分燃烧，降低燃烧效率。因此，在燃烧过程中需要精确控制温度，并采用先进的控制技术和设备来实现这一目标。（4）污染物排放要求严格^[2]。在电厂热能动力锅炉中，燃料的燃烧会产生大量的污染物，如二氧化碳、一氧化碳、二氧化硫等。为了降低对环境的影响，国家对燃煤电站的污染物排放有严格的限制。因此，在燃烧过程中需要采用先进的环保技术和设备来降低污染物的排放。

3 电厂热能动力锅炉的燃料燃烧形式及其特点

3.1 火室燃烧

火室燃烧是电厂热能动力锅炉的一种重要燃烧方式，其主要特点是在锅炉炉膛内进行燃料燃烧，将燃料与空气混合后迅速燃烧，产生高温高压的燃气，从而实现锅炉的热能转换。火室燃烧的燃料主要包括固体燃料、液体燃料和气体燃料。固体燃料主要包括煤、焦炭等，液体燃料主要包括重油、柴油等，气体燃料主要包括天然气、煤气等。这些燃料在进入火室燃烧前需要进行预处理，如破碎、研磨、过滤等，以适应火室燃烧的要求。火室燃烧的特点包括：火室燃烧可以使用多种燃料，如煤、油、天然气等。这使得电厂在选择燃料时更

加灵活,可以根据价格和供应情况选择不同的燃料。火室燃烧采用完全燃烧技术,使燃料充分释放能量。同时,通过调节空气和燃料的比例,可以控制燃烧温度和火焰长度,提高燃烧效率。火室燃烧可以在较大范围内调节负荷,以满足不同电力需求的波动。通过调节燃料和空气的流量,可以调整燃烧强度和蒸汽产量,保持电厂输出与电力需求相匹配。火室燃烧采用烟气脱硝、脱硫等环保技术,减少排放物对环境的影响^[3]。同时,采用先进的燃烧技术和高效除尘设备,降低空气污染和温室气体排放。总之,火室燃烧是电厂热能动力锅炉的一种重要燃烧方式,具有燃料适用性强、燃烧效率高、负荷调节范围广和污染控制好等特点。这些特点有助于提高电厂的运行效率和可靠性,同时满足电力需求和环保要求。

3.2 旋风燃烧

旋风燃烧是一种高温、高速燃烧方式,燃料和空气在旋风燃烧室内进行完全预混,形成高速旋转的火焰团。这种燃烧方式具有燃烧速度快、温度高、燃料利用率高、燃烧稳定性好等优点。旋风燃烧的燃料和空气在进入燃烧室前需要进行充分的预混,以保证燃烧的充分性和稳定性。预混后的燃料和空气在旋风燃烧室内进行高速旋转,形成一团高温、高速的火焰。在旋转的过程中,燃料和空气不断进行混合和燃烧,使得火焰的形状和大小相对稳定,且火焰的温度较高,能够达到2000°C以上。旋风燃烧的优点在于燃烧速度快、温度高、燃料利用率高、燃烧稳定性好。首先,旋风燃烧的燃料和空气在进入燃烧室前已经进行了充分的预混,使得燃烧速度大大提高,且能够达到较高的燃烧温度。其次,旋风燃烧能够将燃料完全燃烧,使得燃料的利用率达到较高水平,同时减少了废弃物的排放,降低了对环境的影响。最后,旋风燃烧室内的火焰形状和大小相对稳定,不容易发生熄火等异常情况,燃烧稳定性较好。总之,旋风燃烧是一种高效的燃料燃烧方式,能够提高燃料的利用率和燃烧效率,同时也具有较好的稳定性和环保性能。在实际应用中,旋风燃烧被广泛应用于各种类型的锅炉中,如电站锅炉、工业锅炉等^[4]。

3.3 分层次燃烧

分层次燃烧的基本原理是将燃料分为多层,每层燃料之间有空气夹层,使燃料在空气夹层的保护下缓慢燃烧。这种燃烧方式具有以下特点:分层次燃烧既能够提高燃料的利用率。由于燃料分成了多层,每层燃料都可以逐层燃烧,从而减少了燃料浪费。还能够降低锅炉温度,减少结焦风险。由于燃料分成了多层,每层燃料都可以缓慢燃烧,从而降低了锅炉的温度,避免了结焦现

象的发生。又能够提高锅炉的稳定性和可靠性。由于分层次燃烧可以控制燃料的燃烧速度和火焰的大小,从而保证了锅炉的稳定性和可靠性。

4 电厂热能动力锅炉燃烧过程

4.1 燃料准备与输送

在电厂热能动力锅炉中,燃料通常采用煤、石油、天然气等。首先,燃料需要经过准备和输送两个环节,才能进入锅炉进行燃烧。在燃料准备环节,燃料需要经过以下几个步骤:煤块需要被破碎成较小的颗粒,以便于燃烧和充分加热。破碎后的煤颗粒需要进行水洗,以去除其中的灰尘和硫分,并确保其干燥。经过破碎、水洗和干燥处理的煤颗粒,需要被输送到锅炉中的指定位置。在燃料输送环节,燃料需要通过以下设备进行输送:负责接收经过处理的煤颗粒,并将其输送到锅炉中的指定位置^[5]。负责将煤颗粒磨成煤粉,以便于燃烧。负责将煤粉输送到锅炉中进行燃烧。

4.2 燃烧过程

在电厂热能动力锅炉中,燃烧过程通常分为以下几个步骤:燃料进入锅炉后,需要被点燃以开始燃烧。点燃的方式可以是电火花、高温烟气等。点燃后,燃料开始燃烧,产生高温烟气和灰烬。在这个过程中,燃料会释放出大量的热能。在燃烧过程中,燃料并不会完全燃烧,总有一些剩余的未燃尽的物质。这些物质被称为灰烬,它们会被排出锅炉,完成燃尽过程。在燃烧过程中,锅炉中的温度会非常高,通常可以达到1500~2000°C。这个高温环境下,燃料中的碳元素会与氧气发生化学反应,产生二氧化碳和水蒸气。同时,燃料中的氢元素也会与氧气发生反应,生成水蒸气和氮气。这些化学反应会产生大量的热能,这些热能会通过辐射和对流等方式传递给锅炉中的水冷壁和其他受热面^[1]。

4.3 热量传递与利用

在电厂热能动力锅炉中,热量传递与利用也是一个重要的环节。锅炉中的热量传递主要有以下几个途径:高温烟气和火焰会产生辐射,将热量传递给锅炉中的水冷壁和其他受热面。这种传递方式通常占总热量的40%左右。在燃烧过程中,高温烟气会流动,这种流动过程中会产生对流,将热量传递给锅炉中的水冷壁和其他受热面。这种传递方式通常占总热量的30%左右。锅炉中的金属部件会通过导热的方式将热量传递给水冷壁和其他受热面。这种传递方式通常占总热量的20%左右。通过以上三个途径传递的热量会被水冷壁和其他受热面吸收,然后通过循环系统将热量传递给汽轮机等设备,最终转化为机械能或电能。这个过程中,热量利用率通常可以达

到90%以上。

5 影响电厂热动力锅炉燃烧效率的因素

燃料的种类、质量、颗粒大小等都会对燃烧效率产生影响。不同种类的燃料具有不同的热值和燃烧速度，因此需要不同的燃烧方式和燃烧温度。燃料质量也会对燃烧效率产生影响，如含硫量高的燃料容易产生二氧化硫等有害气体，对环境造成污染^[2]。此外，燃料颗粒大小也会影响燃烧效率，过大的颗粒会影响燃烧速度和热量释放过程，过小的颗粒会影响燃料的稳定性和利用率。空气的流量、速度、温度等都会对燃烧过程产生影响。空气流量和速度会直接影响燃料燃烧的速度和氧气的供应量，从而影响燃烧效率和能源利用效率。空气温度也会对燃烧过程产生影响，过高的空气温度会导致热量损失和能源浪费，过低的空气温度会导致燃料无法充分燃烧。锅炉的结构设计、受热面布置、密封性能等都会对燃烧过程和能源利用效率产生影响。合理的锅炉结构设计可以保证燃料充分燃烧和热量有效传递，受热面布置可以优化热量传递过程和提高能源利用效率，密封性能可以防止热量损失和降低环境污染。操作人员的技能水平、经验、管理规范等都会对燃烧过程和能源利用效率产生影响。合理的运行操作可以保证燃料充分燃烧、热量有效传递和废气达标排放，从而提高能源利用效率和保护环境。

6 提高电厂热动力锅炉燃烧效率的措施

随着科技的发展，新型燃料如天然气、生物质燃料等已被广泛使用。这些新型燃料具有高燃烧值、低污染的优点，可以显著提高锅炉的燃烧效率。同时，根据锅炉的实际情况，选择合适的燃料配比，也可以达到优化燃烧的效果^[3]。适当控制空气流量和速度，可以促进燃料充分燃烧，提高燃烧效率。通过使用空气控制系统，可以精确控制空气流量和速度，避免过度或不足的供氧，防止燃料浪费。同时，合理控制空气速度还可以减缓燃烧速度，使燃料充分燃烧，进一步提高了燃烧效率。优化锅炉结构和运行方式，可以促进燃料充分燃烧，提高燃烧效率。这包括但不限于：合理设计炉膛结构，优化燃料供给系统，采用分级燃烧技术等。通过这些措施，可以有效地提高锅炉的燃烧效率，减少能源浪费。提高运行操作水平是提高锅炉燃烧效率的重要途径。这包

括：加强操作人员的培训，提高其专业素质和技能水平；严格遵守操作规程，确保锅炉运行的安全和稳定；定期进行设备维护和检查，确保设备正常运行；合理调整锅炉的运行参数，避免参数波动等。通过这些措施，可以有效地提高锅炉的燃烧效率，降低能源消耗。引用先进的燃烧技术是提高锅炉燃烧效率的有效手段。例如，采用先进的燃烧器可以精确控制燃料喷射速度和火焰形状，使燃料充分燃烧；采用先进的烟气余热回收技术可以降低排烟温度，减少热量损失；采用先进的低氮燃烧技术可以降低氮氧化物排放，减少环境污染等。通过这些先进技术，可以进一步提高锅炉的燃烧效率。应用清洁能源是提高锅炉燃烧效率并降低环境污染的重要途径^[4]。例如，采用太阳能、风能等可再生能源作为热源或辅助能源，可以减少对传统燃料的依赖；采用生物质燃料作为主要能源，可以降低碳排放等。通过应用清洁能源，不仅可以提高锅炉的燃烧效率，还可以实现可持续发展和环境保护。

结语

电厂热动力锅炉是一种重要的能源转换设备，其燃料和燃烧特点对锅炉的运行效率和环保性能有着重要的影响。了解和掌握电厂热动力锅炉的燃料和燃烧特点，有助于提高锅炉的运行效率和降低对环境的影响。同时，随着技术的不断进步和创新，我们也需要不断探索新的方法和技术来提高燃料的利用效率和降低污染物的排放。

参考文献

- [1]中国电力科学研究院,电厂热动力锅炉燃料及燃烧特点的分析研究,"中国电力杂志,vol.27,no.10,2022,pp.67-74.
- [2]李宁,"电厂热动力锅炉燃料及燃烧特点的探讨,"能源研究与利用,vol.44,no.5,2022,pp.31-38.
- [3]王晓峰,"电厂热动力锅炉燃料及燃烧特点的分析与探讨,"能源技术,vol.31,no.8,2022,pp.45-52.
- [4]李晓明,"电厂热动力锅炉燃料及燃烧特点分析,"中国电力,vol.34,no.5,pp.18-22,2018.
- [5]王峰,"电厂热动力锅炉燃料及燃烧特点分析,"中国电力,vol.35,no.6,pp.25-29,2019.