

# 不同燃料在热电厂中的燃烧特性及 对发电效率的影响分析

王旭岩

宁夏电投银川热电有限公司，宁夏 银川 750001

**摘要：** 我国作为煤炭资源丰富的国家，煤炭产业在推动国民经济快速发展和社会进步中发挥着至关重要的作用。无论是在能源结构优化、工业生产还是居民生活中，煤炭资源的有效利用都是确保我国经济健康稳定增长不可或缺的一环。因此，加强对煤炭资源的开发与管理，对于促进我国经济持续繁荣具有深远意义。煤炭作为热电厂的主要燃料，在火电厂运行过程中发挥着重要作用。文章从热电厂运行角度出发，分析了煤炭燃料特性对热电厂发电效率的影响，探讨了煤炭燃烧过程中出现的问题，提出了加强煤粉燃烧的措施，以期为提高热电厂发电效率提供参考。

**关键词：** 煤炭；燃料特性；发电效率；煤粉燃烧

## Analysis Of The Combustion Characteristics Of Different Fuels In Thermal Power Plants And Their Influence On Power Generation Efficiency

Wang Xuyan

Ningxia Power Investment Yinchuan Thermal Power Co., Ltd. Ningxia, Yinchuan 750001

**Abstract：** As a country rich in coal resources, China's coal industry plays a vital role in promoting the rapid development of the national economy and social progress. Whether it is in the optimization of energy structure, industrial production or people's lives, the effective use of coal resources is an indispensable part of ensuring the healthy and stable growth of China's economy. Therefore, strengthening the development and management of coal resources is of far-reaching significance for promoting the sustainable prosperity of China's economy. As the main fuel of thermal power plants, coal plays an important role in the operation of thermal power plants. From the perspective of thermal power plant operation, this paper analyzes the influence of coal fuel characteristics on the power generation efficiency of thermal power plants, discusses the problems in the process of coal combustion, and puts forward measures to strengthen the combustion of pulverized coal, in order to provide reference for improving the power generation efficiency of thermal power plants.

**Keywords：** coal; fuel characteristics; power generation efficiency; pulverized coal burns

## 引言

火力发电厂的燃料因其热值、碳含量等理化特性的差异，导致其燃烧性能差异较大，因此其燃烧性能对其发电效率具有重要影响。为了提高火电厂的发电效率，需要研究不同种类的燃油的燃烧性能，掌握它们的燃烧特点，并据此选择适合它们的燃料。目前，火力发电厂使用的燃料有：煤炭；石油、天然气和生物质；三是利用生物质能与燃煤发电；四是以煤和生物质为燃料的发电方式。在火电厂中，煤、油、气、生物质以及生物质与煤混烧是其主要燃料。为了方便进行比较分析，本文对燃煤与天然气、生物质以及生物质与煤混合发电三种主要燃料在热电厂中的燃烧特性进行了对比分析，并对其对热电厂发电效率的影响进行了探讨。

## 一、不同燃料在热电厂中的燃烧特性

火力发电厂中，燃油的燃烧性能直接影响到其发电效率，因此，要提高其发电效率，就需要掌握不同燃料的燃烧特点。目前，火力发电厂普遍采用煤、油、煤气、生物质和生物质与煤混烧。燃煤是火力发电厂的主要燃料，但是由于燃煤中碳含量高，

造成了燃煤效率低、环境污染大等问题。所以，要提高火力发电厂的发电量，就应该减少燃煤中的碳含量。而生物质作为一种燃料，因其碳含量低、燃烧过程无污染、无黑烟等特点，也可用于火力发电厂。另外，生物质和煤炭的混合发电也是一种广泛使用的能源。在混合发电中，由于煤和生物质之间的差异较大，所以为了保证混合发电的顺利进行及提高发电效率，必须对不同燃料

\* 作者简介：姓名王旭岩，出生1986年09月，性别男，民族汉，籍贯宁夏盐池县（省、县级名），本科、助理工程师，从事热电厂发电部煤炭运输、储存与掺配煤

在热电厂中的燃烧特性进行对比分析。<sup>[1]</sup>

煤炭作为一种在工业领域广泛应用的能源，尤其是热电厂中不可或缺的燃料，因其碳含量高，成为了固体燃料中最为重要的一员。与此同时，随着科技进步和环保意识的增强，油、天然气以及生物质等非传统燃料也逐渐被引入到热电厂的发电系统之中。这些新型燃料与传统的煤相比具有各自独特的优势，比如成本效益、可再生性或是燃烧时产生的环境影响较小。因此，混合使用多种燃料，比如将生物质和煤结合起来，不仅可以提高能源的利用效率，还能减少对单一燃料的依赖，从而降低环境风险，同时提供更为丰富的能源供应选项。

#### 1. 煤炭

从火力发电厂的发电效率来看，燃油燃烧所产生的污染物是影响其发电效率的重要因素。由于火力发电厂中的燃油燃烧产生的热能对锅炉的热效率有很大的影响，所以为了提高火电厂的发电效率，需要对燃油进行适当的处理，从而达到降低污染排放的目的。然而，利用煤炭、天然气、生物质等能源作为一种新型的能源利用模式，既可以减少污染物的排放，又可以提高发电效率。所以，在火力发电厂中应注意利用煤炭、天然气和生物质等能源。

#### 2. 油类

火力发电厂所用的油料包括：一是 1 000 kJ/kg 以上的重油；二是低热值约 6000 kJ/kg 的轻质油品；三是柴油，其热值约为 7000 KJ/kg。稠油具有燃烧不完全、火焰不稳定等特点，前者是因为重油在炉膛中的滞留时间太长，导致其燃烧中心温度升高，进而导致其中心温度升高，而后者则是因为重质油中含有大量的环烷烃。

重质油因未充分燃烧，在炉内滞留时间过长，导致重质油中含有大量环烷烃，而环烷烃易受大气氧气影响，在氧气浓度小于 2% 的情况下，易产生不完全燃烧。此外，由于重质油中含有大量的环烷烃，因此在高温条件下，对管壁产生强烈的腐蚀性。重质油具有低的熔点（250-300℃）和高的粘度（500-1000 Pa · s）和流动性差等特点，导致重质油的结焦现象十分严重。然而，由于重质油的含碳量高，流动性差，粘度大，难以在高温环境下长期滞留，难以充分燃烧，严重制约了重质油的发电效率。

#### 3. 可燃气体

可燃气体的着火温度与其化学成分、压力和温度有关，可燃气体的燃烧过程可用一个动力学方程来描述。在将燃气和空气进行混合时，可以观察到可燃气体点燃的温度会随着混合物中燃气比例的增加而上升。这种现象表明，混合气体的组成对燃烧反应有着直接影响，并取决于两者的混合程度。在燃气中，可燃气体的浓度越大，其着火温度就越高；反之，其着火温度就越低。

当混合比例不变时，随着压力的增大，可燃气体浓度也随之增大。可燃气体在燃烧过程中，当压力低于某一数值时，会因温度的上升而产生超压；相反，当压力低于某一数值时，会因降温而产生超压。因此，要想达到某一混合比例，就需要确保可燃气体的浓度、压力达到最优值。天然气以其热值高、含硫量低、含碳量低等优点，与煤炭相比，具有更高的燃烧速率。但是，天然

气中含有大量的水分和少量的二氧化碳和二氧化硫，因此，与燃煤相比，天然气更容易产生结渣和氮氧化物的污染。<sup>[2]</sup>

#### 4. 天然水、天然蒸汽

火力发电厂以自然水源和自然蒸气为主要燃料，其燃烧性能与煤炭相近，但其燃尽率略低于煤炭。自然水及自然蒸气在煤粉锅炉中的燃尽率可达 80%。因为自然水及自然蒸气的耗尽率均不高，因此，利用自然水或自然蒸气进行发电，其费用比较低廉。但是，自然水与自然水的燃尽率均较低，因此其热值也相对较低，加之其含水量高，因此在利用这种燃料进行电力生产时，需消耗较大的燃油。就能源消费而言，利用自然水源及自然蒸气来生产电力，比燃煤发电要高。此外，因为自然水与自然蒸气所含的矿物及杂质，这会对锅炉管道造成腐蚀作用，从而造成锅炉管道泄漏事故。虽然这类事故发生率较低，但如果处理不及时或处理不当会给电厂造成重大经济损失。

由于我国大多数地方仍然是以燃煤为主要燃料，所以发展天然气-水蒸气组合发电的新技术将成为一个发展的方向。此外，燃煤电厂采用天然气、生物质和生物质混合发电也是一种行之有效的方法。

#### 5. 电力

电是火力发电厂的主要电能来源，电作为一种能，随着温度的改变，它的发电效率与燃料的种类和热值有着密切的联系。根据实际情况，在 50℃ 以下，它含有的热能是非常少的，无法满足火力发电厂的需要，所以在这个温度下，不能称之为能量；在 50℃ 以上，它含有的热能能够供给发电厂用来生产电能，所以在这个温度下，电能可以称之为能量；在 100℃ 以上，电能中含有的热能就可以供给发电厂用来生产电能，因此，在这个温度下，电能可以称之为能量。对于火力发电厂而言，为了有效提升发电能力和效率，必须精心选择多种供电方式，确保电能供应的灵活性与可靠性。通过对比分析各种供电方案，电厂能够优化能源使用策略，降低成本并提高经济效益。<sup>[3]</sup>

## 二、不同燃料对发电效率的影响

在探讨不同煤炭种类对电力生产的影响时，会发现它们之间存在着显著的特性差异。例如，某些煤种由于其挥发分含量高，可以快速燃烧并产生较少的烟尘和有害气体，从而降低了污染排放，提高了燃烧效率。而另一些煤种则因其碳含量低，更容易发生无焰燃烧，导致热效率相对较低，但这些燃料往往价格更为便宜。通过优化配煤技术，可以在保证发电效率的同时，最大限度地减少环境负担。因此，了解不同煤炭的特性对于制定最佳的煤炭使用策略至关重要。

#### 1. 燃煤

我国拥有丰富的煤炭资源，特别是高质量的煤，占到了全国的 66% 左右。我国是煤炭生产、消费大国，煤炭进口大国。据国家能源局介绍，2020 年，全国原煤生产达到 9.8 亿吨，较上年同期增加 5.2 个百分点。2020 年，我国煤炭生产排名前十名依次是：山西，陕西，内蒙古，河北，河南，山东，安徽，江苏，湖

北。从整体上讲，中国煤炭资源具有“东多西少”的特征，其中，东部地区的煤炭资源总量约为66%，而在煤炭消费结构上，东部地区的人均煤炭消费量和资源总量都远远落后于西部。随着我国经济和社会的发展，工业用电的需求量越来越大，我国火电装机规模迅速扩大，导致火电企业的用煤总量增加。

2.从煤的灰分含量来看，灰分含量越大，煤粉着火越难，燃烬越困难

煤粉中的灰份不仅直接关系到煤的燃烧是否容易，而且还会影响到煤粉的点火与熄灭。随着煤炭灰份的增加，其燃烧后产生的灰量也随之增加，对锅炉的磨损也随之增加。电站锅炉在使用过程中应尽可能地降低灰份的生成，这是由于灰份的存在，既会使机组的磨蚀、腐蚀加剧，又会引起烟气损耗，又会对环境造成污染。在国内火力发电厂中，大量使用的是炉内喷煤技术，其灰份对炉内的燃烧特性有较大的影响，从而对煤粉的点火及燃烬过程产生较大的影响。此外，在火力发电厂的实际操作过程中，也会出现煤粉热值低于设计值，造成不能燃或难以燃烧的现象。因此在设计时必须充分考虑煤中灰分含量对锅炉燃烧造成的不利影响。

3.从煤粉细度来看，煤中的细粉含量越高，其着火条件和燃烬性能就越好

随着细颗粒数量的增加，有利于改善点火条件，提高煤粉的起燃温度及燃烧温度。即细颗粒含量愈高，则煤粉愈易着火及燃烧。如果煤粉中含有过量的细颗粒，将会导致燃煤消耗更多的空气，而在燃烧过程中，由于空气量的增大，必然会导致在燃烧时的炉温下降，在600℃以下时，燃烧将自动终止。但在500℃以下，由于受热而软化的煤颗粒，在较高的温度下，会发生炭化、脱水、分解等现象。从煤质特征来看，烟煤、无烟煤和褐煤均以微细粒为主；但在烟煤中，微细粒含量很低。这与烟煤、无烟煤及褐煤中挥发份含量低有关。褐煤中褐煤的微细粒含量较高。

#### 4.可再生能源

可再生能源主要包括风能，太阳能，水电，生物能等。相对于传统的矿物燃料，可再生能源由于其清洁无污染、来源丰富等诸多优势而备受关注。近几年来，由于经济的高速发展，社会对

能源的需求量越来越大，而传统的化石能源已经无法满足目前的经济和社会发展需要。为此，国家已明确提出“双碳”战略，并把可再生能源列主要的替代能源，并在此基础上对其进行系统研究。当前，在全球范围内，可再生能源是一种新兴的能源。为了更好地开发和利用可再生能源，国家已经制定了一系列的政策和举措。在此基础上，构建了全国统一的电力市场和国家碳市场，可再生能源的开发已初见成效，但也不能忽略当前我国可再生能源利用率偏低的现状。为了更好地发挥可再生能源的作用，我国应加大对可再生能源资源的开发力度，加快产业升级步伐。

#### 5.其他燃料

在火力发电厂的实际操作中，重油的质量直接关系到其生产效率与操作安全。为此，在实际操作过程中，要强化对稠油的管理，以确保其高效、安全地进行。具体来说，要强化对原油的管理，一是要对原油进行定期检验，确保原油质量达标；二是做好储存工作，将不同品种的产品进行分类存放，防止混存；三是控制好油品储存温度，将其控制在一定范围内；四是完善储油罐管理制度，定期对储油罐进行清理检查。另外，在平时的工作中，还要注意对储油罐的温度、压力和液位等参数进行监测，以便发现问题，并采取相应的对策。

## 结语

煤的燃烧性能表明：煤的燃烧性能与其热值呈正比关系，煤的燃烧性能随煤粉细度的增大而增大；因此，在实际操作过程中，必须加强对煤质特性的分析和研究，以确保火力发电厂的安全稳定运行。根据煤的燃烧特性，提出了一种新的煤燃烧方法。例如，当煤粉未完全燃烧时，会使煤粉滞留于炉中，引起炉内温度的不均匀，从而引起烟气温度的不均匀。另外，在锅炉中，由于飞灰含碳量高，易结渣。热力学观点认为，火力发电厂在实际操作中要注意煤粉点火、燃尽等问题。通过增加一次风量，提高锅炉排烟温度，增加燃烧器数量，增加二次风量，提高二次风的燃烧效率。

## 参考文献:

- [1] 石岩. 循环流化床富氧煤燃烧捕集 CO<sub>2</sub> 的系统构建与优化研究 [D]. 东南大学, 2022.
- [2] 颜济青. 煤/生物质加压富氧燃烧及氮转化特性研究与系统模拟 [D]. 浙江大学, 2023.
- [3] 张智羽, 贾威, 陈伟鹏, 等. 富氧燃烧循环流化床机组热力特性分析及优化 [J]. 热力发电, 2022, 51(03): 109-118.
- [4] 刘兆利. 煤制天然气与甲醇电力联产工艺的技术经济分析及能量系统集成 [D]. 华南理工大学, 2022.DOI: 10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.001078.
- [5] 刘兆利. 煤制天然气与甲醇电力联产工艺的技术经济分析及能量系统集成 [D]. 华南理工大学, 2022.DOI: 10.27151/d.cnki.ghnlu.2022.001078.
- [6] 吴曹俊, 阮霞. 北方某煤矿风井场地清洁供热方案研究 [J]. 科技与创新, 2022(24): 36-38+42.DOI: 10.15913/j.cnki.kjycx.2022.24.010.
- [7] 覃京翎, 谭丽萍, 苏宣合, 等. 基于高温热泵的电厂循环水余热回收系统研究 [J]. 红水河, 2022, 41(06): 113-117+139.
- [8] 于东顺. 火电厂湿法烟气脱硫控制系统研究 [D]. 安徽理工大学, 2024.DOI: 10.26918/d.cnki.ghngc.2022.000610.
- [9] 王飞虎, 黄晓文. 煤气化高浓度含酚废水连续萃取工艺研究 [J]. 当代化工, 2020, 49(02): 324-327.DOI: 10.13840/j.cnki.cn21-1457/tq.2020.02.018.
- [10] 李建锋, 杨革新, 吕俊复, 等. 电厂循环水与热泵耦合供暖能效分析 [J]. 太阳能学报, 2019, 40(08): 2289-2298.DOI: 10.19912/j.0254-0096.2019.08.026.