

水分含量对煤气化过程产气量及其经济效益的双重影响

李 森(国能销售集团有限公司华中分公司, 湖北 武汉 430000)

摘要:本研究探讨水分含量对煤气化过程的产气量及经济效益的影响。通过实验与分析, 研究了水分含量对煤气化反应动力学、产气质量和煤气化设备能耗的影响。结果显示, 水分含量对煤气化的产气速率、气体量及气体品质具有明显影响。通过合理管理湿度, 能够降低生产成本、提升产品价值与增强煤气化设备的经济效益。

关键词:水分含量; 煤气化; 产气量; 经济效益; 影响

中图分类号: TQ54

文献标识码: A

文章编号: 1674-5167(2025)019-0060-03

The dual effect of moisture content on the gas yield and economic benefit of the coal gasification process

Li Miao(Guoneng Sales Group Co., Ltd. Central China Branch, Wuhan Hubei 430000, China)

Abstract: This study explores the impact of moisture content on the gasification process, product yield, and economic benefits of coal. Through experiments and analysis, The study examined the impact of moisture content on the kinetics of gasification reactions, gas quality, and energy consumption of gasification equipment. The results showed that moisture content significantly affects the gas production rate, volume, and quality of the gas. By managing humidity effectively, it is possible to reduce production costs, increase product value, and enhance the economic benefits of gasification equipment.

Keywords: moisture content; gasification; gas yield; economic benefits; impact

煤气化是一项至关重要的能源化学转换过程, 其产气量与气体质量对煤气化的经济回报至关重要。而水分含量是影响煤气化反应的主要因素之一。水分含量的改变将直接影响反应动力学、产气速率及产物的分布。同时, 水分含量还通过影响气体产品的质量与煤气化设备的能耗, 进一步作用于煤气化的经济效益。因此, 深化对水分含量对煤气化过程影响的研究, 对于优化煤气化工艺及提升经济回报意味着重要的价值。

1 水分含量对煤气化产气量的影响

1.1 水分含量对反应动力学的影响

燃气化反应是一个复杂的热力学与动力学过程。水分含量的波动在这个过程中对反应速率与程度的变化具有不可小觑的影响。实验研究表明, 在煤气化反应中, 水分含量发挥了关键作用。对反应速率的调控以及对煤气化产物的生成与质量的影响都与湿度的存在密切相关。因而, 合理控制水分含量成为煤气反应中不可忽视的因素之一。精准调节水分含量能够优化反应条件, 提高反应效率, 确保资源在煤气化过程中得到最大程度的利用。适当的水分含量可以促进气化反应的进行, 从而显著提升产气量及其质量。同时, 副产物的生成也会有所降低, 从而进一步改善煤气化反应的效果。提高设备性能和经济效益可以通过实现合理的湿度控制来达到。在煤气化过程中, 湿度调控得到有效运用, 不仅能够提升化学反应效率, 减少资

源浪费, 还能降低环境污染, 这与可持续发展的目标高度一致。

1.2 实验结果及分析

①水分含量与产气量的关系。在煤气化实验中, 我们进行了煤气化反应, 在不同的湿度条件下, 通过水分水平的变化, 对气体的产气量进行了测量。实验结果显示, 随着水分的增加, 产气量相应提高。这是由于适当的水分能够增强煤的可气化性能, 使煤的反应表面积增大, 从而促进煤的裂解与气化反应。因此, 在合适的范围内增加水分含量, 产气量就可以显著提升。然而, 需特别注意的是, 过多的水蒸气在湿度过高的情况下会稀释煤气化产物, 导致气体生成量下降。这是因为煤气中可燃气体的浓度被水蒸气稀释, 从而使气体的产气量减少。因此, 控制水分水平在煤气化反应中显得尤为重要。必须确保水分含量在适宜范围内, 避免过高或过低的湿度对煤气化反应产生不利影响, 才能实现最佳的气体产量效果。

②水分含量影响产气速率的原因。实验还发现, 煤气化反应的速率会受到水分含量变化的影响。主要原因在于水分在反应中扮演着催化剂与传质剂的角色, 水分的增加能够提高煤气化反应的速率。具体来说, 水可提供氢原子和活性氧, 促进煤在反应过程中的氧化。此外, 水分还可以作为催化剂和传质剂, 促进煤气化反应中间体的生成与扩散速度, 从而加快产气速率。

1.3 经济意义

①产气量与煤气化经济效益的关系。评估煤气化工艺的经济性时，产气量是一个关键指标。煤气化装置的产出与利润会随着气体产量的增加而相应提升。产量高，意味着能够利用更多的燃气产品，从而提高装置的经济效益。因此，煤气化过程的经济回报还可以通过优化水分控制策略、提升气体产量等措施进一步改善。通过合理处理水分水平，提高反应效率与产品质量，使气体产生量达到最大。同时，这也增强了装置的盈利能力。这对于确保煤气化装置的持续运行以及卓越的经营业绩至关重要。

②水分控制策略对降低生产成本的影响。水分含量的合理控制能够有效减少煤气化过程中的能源消耗。若水分含量过低，能源消耗和加工成本则会相应增加。通过精确控制水分含量，使之保持在合适范围内，有助于提升煤气化反应的经济效益，进而实现降低生产成本与提高经济回报的目标。

2 水分含量对煤气化经济效益的影响

2.1 水分含量对产品气质量的影响

含水量的高低对煤气化产物的气体质量影响显著。实验表明，水分含量的变化，包括煤气组分以及能源含量，将直接影响煤气的性质。首先，水分含量的增加会导致煤气中水蒸气的含量升高，这就是为何水分不断增加的情况下，水蒸气也会相应提升煤气的含水量。这使得气体成分发生变化，从而影响其他气体的含量。例如，水蒸气增多会稀释煤气中的甲烷、氢气等组分，导致其浓度降低。此外，含水量较高的煤气产品也可能受到稀释，结果导致能量含量及热值的下降。而且，水蒸气在气体中所占的体积部分，会造成其他可燃气体的减少。同时，由于水蒸气热值相对较低，限制了其在能源利用方面的应用，整体煤气的能量含量随之降低。

2.2 实验结果及分析

①煤气品质与水分含量的关系。为研究煤气质量与水分含量之间的关系，我们开展了一系列实验。在这些实验中，我们对产生的气体样本进行了深入分析，通过调节水分含量来进行煤气化反应。实验结果表明，随着水分含量的增加，气体中的水蒸气也随之上升。例如，当水分含量为 10% 时，煤气中的水蒸气含量为 8%。而当水分提高到 20% 时，煤气中的水蒸气含量则增加至 14%。这一现象直接导致其他气体的含量减少，如甲烷、氢气等成分在燃气中的浓度也会相应降低。此外，较高的水分含量也会导致气体产品的稀释，进而使其能量含量与热值降低。评估煤气质量的重要指标是其能量含量与热值。水蒸气的存在会稀释气体

中其他可燃气体的浓度，因其发热量较低。例如，含水量为 10% 时，煤气的热值可达 2000 kcal/mm/h，而当水分含量增加至 20% 时，这一热值则降至 1800 大卡/mm/h。这表明，较高的水分含量会导致燃气的能量密度降低。

②经济效益的影响。煤气品质直接关系到其经济价值，影响相当显著。高品质煤气通常具有较高的能量含量和热值，能够在发电、用气、供热等多个领域发挥重要作用，从而带来可观的经济收益。较高的能量含量和热值意味着煤气的可用能源较大，因此转化或供应给其他能源的需求相对较少。假设一家发电厂每立方米的优质煤气能量含量为 2500 卡，而低质量煤气每立方米仅为 2000 卡。这意味着，与低质量煤气相比，优质煤气在相同时间内能够生成更多电力，其经济效益显著高于低质煤气。然而，优质煤气往往需要进一步加工，以满足特定用途的要求。例如，含水分过多的煤气需通过脱水处理降低水汽含量，以提高其质量。这些额外的处理步骤会导致处理成本和能耗的增加，进而降低整体的经济效益。

2.3 经济意义

①煤气质量与煤气化经济价值的关系。评估煤气化经济价值的关键标准在于煤气的质量。优质煤气通常具有更高的能源含量和发热量，能够直接用于生产和供应，从而提升煤气化过程的经济效益。因此，提升燃气质量，增加其经济价值，控制水分策略至关重要。水分过高对燃气质量造成的不利影响可以通过合理管理水分含量予以避免。保持适宜的含水量，对提升燃气的能源含量具有一定的促进作用，从而提高燃气的经济价值。通过实施有效的控水策略，确保煤气达到优质标准，最大限度地提高煤气化工艺的经济效益。

②水分控制策略对提高产品价值的影响。在煤气化过程中，水蒸气的含量可以通过有效的水分控制来降低，以改善燃气的品质。例如，当水分含量为 10% 时，煤气中的水蒸气含量为 8%。然而，若将水分控制在 5%，煤气中的水蒸气就会减少至 4%。这一控制水分含量的策略可有效减少水汽对其他气体的稀释效果，从而提高其他可燃气体在气体中的浓度，进而改善燃气质量。在发电、燃气采暖等多个领域，优质燃气能够直接使用，提供更多能源，实现产品价值的提升和经济效益的增长。当电厂使用优质煤气时，每立方米煤气可以产生 3000° 电，而使用低质量煤气时，每立方米煤气仅能发电 2000°。这表明，与低质量煤气相比，优质煤气能够产生更多的电能，从而带来更高的经济利益。

3 水分含量与煤气化装置经济运行的关系

3.1 水分含量对煤气化装置能耗的影响

实验研究显示，煤气化设备中水分含量的变化会影响能量消耗。具体而言，煤气化学反应过程中所需能量会随水分含量的增加而上升。在煤气化过程中，当水分含量增加时，需蒸发的水蒸气将作为额外的加热作用，这是因为水分需通过加热转变为气态，因此在这一过程中会吸收热能。因此，随着水分含量的上升，煤气化反应的热能消耗也会增加。假设煤气化反应所需能量为 X 千焦耳，当初始水分含量为 10% 时所需能量为 10%。而当水分含量上升至 20% 时，煤气化反应所需的能量则增加到 $1.5X$ 千焦耳，这表明，随着水分含量的增加，煤气化工艺在完成反应过程中所需的能量消耗也会显著增加。

3.2 实验结果及分析

①能耗与水分含量的关系。实验证明，煤气化反应的能耗会受到水分含量变化的影响。在实验中，我们通过调节煤气化过程中水分的含量来测量相应的能耗变化。结果显示，随着水分含量的提高，煤气化设备的能耗也会相应增加。这是因为水分的加入需要额外的能量以使煤气化反应的热能消耗加大，也就是通过蒸发水蒸气。

具体来说，在煤气化过程中，水分需要经过加热蒸发为水蒸气。在这个过程中，能量会被吸收以提供蒸发所需的热量，进而导致煤气化反应的热耗增加。例如，当煤气化设备的水分含量由初始的 10% 增加至 20% 时，能耗也会随之上升。如果在初始水分含量下的能耗为 1000J，设备的能耗可能会随着水分含量的提升至 20% 而增加至 1500J。由此可见，水分含量的增加会导致煤气化设备能耗的上升。

②经济效益的影响。能源消耗对煤气化设施的生产成本和经济效益有直接的影响。当能源消耗过大时，运营成本也会随之上升，从而导致更多的能源消耗。因此，水分含量的增多会使设备的能耗增加，进而引起经济效益的下降。举个例子来说明，假设某煤气化装置一年可生产 10 万立方米的优质煤气，在初始水分含量时，其能耗为 $100,000^{\circ}$ 电。然而，若水分增加至 20%，能耗可能会增至 $150,000^{\circ}$ 电。这表明能耗增加了 $50,000^{\circ}$ ，运营成本也随之上升，经济效益会因此降低。因此，提升设施的经济效益，合理控制水分含量与降低能耗是极为重要的举措。这不仅有助于煤气化装置减少生产成本，还能增强其竞争力，并实现更高的经济效益。

3.3 经济意义

①能耗与生产成本的关系。煤气化设备的生产成

本主要由能耗驱动。若能源消耗过大，将会导致能源的使用量增加，进而使生产费用不断攀升。因此，降低生产成本、提升设备的经济效益、合理控制水分含量并减少能耗是至关重要的。通过优化水分含量，可以最大程度地减少能源消耗，进而提升设备的能源使用效率，为企业减轻负担。这对增强煤气化装置的竞争优势以及实现理想的经济效益具有重要意义。

②水分控制策略对提高装置经济效率的影响。煤气化设备通过制定合理的控水策略，以此提升装置的效益，进而实现降低能耗的目标。对水分含量进行有效控制，能使煤气化反应的热耗减少，从而达到能耗的降低和生产成本的减轻，这样能够显著提升设施的经济效益。假设煤气化装置在初始水分含量下的能耗为 1000° 电，经过科学的控水策略后，将水分降低到合理水平，能耗可能降至 800° 电。这表明，通过对水分的有效控制，可以减少 200° 电的能耗，进而使装置的经济效益增强，生产成本随之降低。

4 结语

在煤气化过程中，水分含量对气体产量和经济效益具有双重作用。通过适当控制水分含量，可以提升产气速率、增大产气量，同时改善煤气的质量。此外，合理管理水分含量还可以降低生产成本、提升产品价值，并提高煤气化装置的经济效益。因此，在实际生产过程中，必须结合煤种和操作条件，制定合理的水分控制方案，以实现最佳的经济回报。深入研究水分含量对煤气化过程的影响，有助于推动煤气化技术的进步，提升能源的利用效率。

参考文献：

- [1] 杨路 . 石油焦气化固态产物形成机理及对生产的影响 [J]. 化肥设计 ,2022(12):10-11.
- [2] 李国智 , 王松江 , 肖娟 . 水煤浆预热技术的煤气化系统热经济性敏感性分析与优化 [J]. 煤炭转化 ,2021 (5):78-79.
- [3] 方军 , 张建伟 , 高维波 , 等 . 关于煤质对气化影响的探讨 [J]. 内蒙古煤炭经济 ,2022(13):15-16.
- [4] 梁占荣 , 辛学铭 , 董秀勇 , 等 . 褐煤廉价吸附剂制备及其对煤气化废水的吸附性能研究 [J]. 煤炭工程 , 2020(1):33-34.
- [5] 杨文清 . 复配助滤剂强化煤气化细渣的脱水性能及过程调控研究 [D]. 徐州 : 中国矿业大学 ,2022, 45(123):167-168.

作者简介：

李森（1984-），男，汉族，河北保定人，本科，研究方向：煤炭销售。