

电石生产工艺优化与节能减排技术研究

惠晓鹏

陕西煤业化工集团神木电化发展有限公司 陕西 榆林 719316

摘要：本文针对电石生产高能耗、高污染的现状，系统分析了传统电石生产工艺的能耗瓶颈与污染物排放问题，提出通过原料优化、反应条件调控、设备升级及节能减排技术集成应用实现生产效率与环保效益的双提升。采用密闭式电石炉、电磁加热技术、余热回收及资源综合利用等创新路径，可显著降低电石生产的单位能耗与污染物排放，为行业绿色转型提供技术支撑。

关键词：电石生产；节能减排；原料优化；余热回收；资源综合利用

引言：电石生产在工业领域占据重要地位，然而传统工艺弊端渐显。其高能耗、低原料利用率以及严重的污染物排放，不仅制约企业效益，更对环境造成重压。在此背景下，探索电石生产工艺优化与节能减排技术迫在眉睫。通过对工艺各环节深入研究及新技术应用，有望突破现有困境，实现电石生产的绿色转型升级。

1 电石生产工艺现状

1.1 传统电石生产工艺

传统电石生产工艺基于电热法，其基本原理是石灰石与焦炭在电石炉内发生高温化学反应。在电石炉中，石灰石（主要成分为碳酸钙）在高温下分解为氧化钙（生石灰）和二氧化碳，随后氧化钙与焦炭（主要成分为碳）进一步反应生成电石（碳化钙）和一氧化碳为主的电石炉气。传统电石生产工艺流程涵盖多个关键环节。原料配料环节中，需精确控制石灰石与焦炭的配比，以确保反应的顺利进行和电石质量的稳定^[1]。电石炉反应是核心环节，炉内温度需达到2000℃以上，以维持反应的高效进行。电石出炉与冷却环节中，高温熔融的电石从电石炉排出，经过冷却凝固成块状，便于后续处理和运输。电石炉气处理环节则负责收集和处理反应过程中产生的炉气，去除其中的杂质和有害物质，以实现资源的回收利用或达标排放。传统电石生产工艺存在诸多问题。能耗方面，由于电石炉反应需要高温环境，对电力的需求极大，导致生产过程中的能源消耗居高不下。原料利用率上，石灰石和焦炭在反应过程中存在一定的损耗，部分原料未能充分参与反应，降低了资源的利用效率。污染物排放方面，电石炉气中含有大量的一氧化碳、粉尘等污染物，若处理不当，会对环境造成严重污染。

1.2 现有电石生产设备与技术

在电石生产中，多种设备协同作业，共同完成电石

的生产任务。电石炉是核心设备，负责提供高温反应环境，将石灰石和焦炭转化为电石。配料站则用于精确计量和混合石灰石与焦炭，确保原料配比的准确性。炉气净化系统承担着处理电石炉气的重要职责，通过一系列的净化工艺，去除炉气中的杂质和有害物质，实现炉气的达标排放或资源回收利用。目前，电石生产中广泛应用的技术以电热法生产工艺为主。该工艺通过电能转化为热能，为电石炉提供反应所需的高温条件。在实际生产中，根据电石炉的炉型和操作方式不同，电热法生产工艺又可分为多种类型，如开放式电石炉生产工艺和密闭式电石炉生产工艺。密闭式电石炉生产工艺相较于开放式，在节能减排方面具有明显优势，能够有效降低能耗和污染物排放，提高电石生产的环境友好性。然而，密闭式电石炉的建造和运行成本相对较高，对企业的技术和资金实力提出了更高要求。

2 电石生产工艺优化

2.1 原料优化

原料的选择在电石生产进程中占据着关键地位，对最终产品质量与能耗有着深远影响。石灰品质方面，纯度高、活性好的石灰在电石反应中能更高效地参与反应。高纯度石灰可减少杂质对反应的干扰，使得反应更为纯粹，有助于提升电石质量。活性佳的石灰能降低反应所需活化能，使反应在相对较低温度下即可顺利进行，从而降低能耗^[2]。就焦炭而言，固定碳含量高、灰分低的焦炭是优质选择。固定碳作为参与反应的主要成分，其含量越高，可提供的反应活性位点越多，促进反应充分进行。低灰分则避免了在反应过程中因杂质混入而降低电石纯度。原料配比的优化是提升反应效率与原料利用率的关键环节。石灰与焦炭比例需依据反应原理和实际生产情况精确调配。若石灰比例过高，多余的石灰无法参与反应，不仅造成原料浪费，还可能影响电石

炉内的温度分布和炉料透气性,降低反应效率。反之,若焦炭比例过高,可能导致反应不完全,生成的一氧化碳过多,既浪费能源,又可能影响后续炉气处理。在实际生产中,需通过多次试验和生产数据积累,探寻不同原料品质下的最佳石灰与焦炭比例,以实现反应效率和原料利用率的最大化。原料预处理技术对于改善原料性能至关重要。石灰的煅烧过程,需严格控制煅烧温度和时间。合适的煅烧温度能使石灰石充分分解为活性良好的氧化钙,温度过低分解不完全,过高则会导致石灰过烧,活性降低。焦炭的筛分可去除过大或过小颗粒,保证其粒度均匀,有利于在电石炉内均匀分布,促进反应均匀进行。干燥处理则能去除焦炭中的水分,避免水分在高温下分解产生氢气等气体,影响反应过程和电石质量,同时降低因水分蒸发消耗的额外能源。

2.2 反应条件优化

温度控制对电石反应起着决定性作用。电石反应是一个强吸热过程,合适的温度范围能显著提高反应速率和电石质量。在较低温度下,反应速率缓慢,难以达到理想的生产效率,且生成的电石可能因反应不充分而质量欠佳。随着温度升高,反应速率加快,但温度过高会引发一系列问题,如炉衬损坏加剧、能源消耗大幅增加,还可能导致副反应增多,影响电石纯度。经过大量实践和研究,确定了一个最佳反应温度区间,在此范围内,既能保证较高的反应速率,又能生产出高质量的电石产品。反应时间同样对生产效率和产品质量有着不可忽视的作用。反应时间过短,原料无法充分反应,导致电石产量低且质量不稳定。延长反应时间虽能使反应更趋于完全,但会降低生产效率,增加生产成本。需要综合考虑原料特性、反应温度等因素,通过实验和实际生产摸索出合适的反应时间。在不同生产条件下,如不同原料配比、不同炉型等,合适的反应时间会有所差异,需灵活调整。压力等其他反应条件也对电石生产存在影响。在一定范围内,适当增加反应压力,可促进气体反应物在炉料中的扩散,加快反应速率。但压力过高可能导致设备密封难度增大,甚至引发安全隐患。需对反应压力进行精确控制和优化调整,结合设备性能和反应需求,找到压力的最佳平衡点,以实现电石生产的高效稳定运行。

2.3 设备改进

新型电石炉的设计和应用为电石生产工艺优化带来新的契机。例如气流炉,其独特的设计使得炉内气流分布均匀,能有效强化原料与热量的传递,提高热交换效率。相比传统电石炉,气流炉可使反应更充分,减少能源

消耗,同时提升电石产品质量。高温反应炉则凭借更高的反应温度,能够降低反应活化能,加快反应进程,在提高生产效率的同时,有助于生产出高品质的电石^[3]。这些新型炉型的优势在于对反应过程的精准调控和能源利用效率的显著提升。自动化监控系统在电石生产中的应用,极大地提高了生产过程的可控性。该系统通过各类传感器实时监测电石生产过程中的关键参数,如温度、压力、原料流量等。一旦参数出现偏差,系统能迅速发出警报,并自动调整相关设备运行状态,及时纠正工艺参数。通过这种实时监控与自动调整,可确保生产过程始终处于最佳运行状态,实现最佳生产效率,减少因人为操作失误导致的生产波动。设备维护保养对于电石生产的持续稳定运行意义重大。定期维护措施包括对电石炉炉衬进行检查和修补,及时更换磨损严重的电极,清理炉气净化系统中的积尘等。保养方面,要对设备的传动部件进行润滑,检查设备的密封性能,防止气体泄漏。通过严格执行定期维护和保养措施,可有效预防设备故障发生,避免因设备故障导致的生产停滞,减少因设备异常运行造成的能源浪费,保障电石生产工艺的高效、稳定运行。

3 节能减排技术研究

3.1 余热回收利用技术

在电石生产过程中,余热回收利用技术具有重要意义。电石出炉显热回收技术便是其中关键一环。液态电石蕴含大量显热,通过特定装置,可将这部分热量有效收集并转化利用。例如,利用热交换器将液态电石的显热传递给循环水,产生高温高压蒸汽,驱动汽轮机发电,实现从热能到电能的转化,为工厂提供部分电力支持。余热锅炉排出的高温空气也可加以利用,用于炭材烘干工序。高温空气能快速蒸发炭材中的水分,减少烘干所需额外能源消耗,提高炭材烘干效率,使整个生产流程的能源利用更趋合理。电石炉气热管余热回收技术同样值得关注。电石炉气在生成过程中携带大量余热,传统工艺往往未能充分利用这部分能量。热管余热回收装置可高效回收电石炉气中的余热。其工作原理基于热管的高效传热特性,将炉气中的热量快速传递给其他介质,如导热油或水。被加热的介质可用于预热原料、加热工艺用水,甚至为厂区供暖等,极大提高了能源利用效率,减少了对外部能源的依赖。还有其他余热回收利用方式,如石灰窑废气烘干兰炭技术。石灰窑在煅烧石灰过程中会产生大量高温废气,将这些废气引入兰炭烘干设备,废气中的热量可迅速烘干兰炭,实现废气余热的二次利用。这不仅减少了兰炭烘干过程中的能源消

耗,还降低了石灰窑废气直接排放对环境的热污染,一举两得。

3.2 资源综合利用技术

资源综合利用技术是电石生产节能减排的重要途径。矿热炉尾气化学合成法制甲醇、二甲醚等产品的技术,为尾气资源化利用开辟了新方向。矿热炉尾气主要成分包含一氧化碳、氢气等,这些都是合成甲醇、二甲醚的重要原料。通过特定的化学反应工艺,在合适的催化剂作用下,尾气中的一氧化碳和氢气发生反应生成甲醇或二甲醚。这一技术既实现了尾气中有害气体的转化利用,减少了污染物排放,又生产出具有经济价值的化工产品,提高了资源利用的附加值。电石渣的利用技术也取得了显著进展。电石渣作为电石生产的主要固体废弃物,过去常被随意堆放,不仅占用大量土地资源,还对环境造成污染。如今,电石渣可用于生产普通水泥。电石渣中的氧化钙成分可替代部分石灰石原料,经过与其他原料混合粉磨、煅烧等工艺,制成符合国家标准的水泥产品^[4]。电石渣还可用于制造建筑材料,如加气混凝土砌块。将电石渣与其他材料按一定比例混合,经搅拌、浇注、蒸压养护等工序,制成轻质、保温性能良好的建筑砌块。电石渣在化工原料生产领域也有应用,可用于生产氯化钙等化工产品,大大提高了电石渣的综合利用率。电石净化灰回收利用技术也不容忽视。电石净化灰含有一定量的可燃成分,将其作为炭材烘干装置的补充燃料具有可行性。净化灰经过适当处理后,送入炭材烘干装置,其燃烧产生的热量可辅助烘干炭材,减少炭材烘干过程中对传统燃料的消耗,实现废弃物的资源化利用,降低生产成本。

3.3 节能技术应用

在电石行业,节能技术的应用已成为推动行业可持续发展、降低能源消耗的核心举措。其中,高效保温材料在电石炉上的应用成效尤为突出。以热盾材料为例,其凭借卓越的隔热性能与耐高温特性,在电石生产中发挥了不可替代的作用。热盾材料能够有效阻断电石炉体向外界环境的热辐射与热传导,大幅减少炉体热损失,使得炉内热量得以高效保留,维持反应所需的高温环

境。这一变化直接降低了电炉为维持温度而额外消耗的电能,显著提升了能源利用效率,为企业节能降耗开辟了新路径。与此同时,电能优化技术在电石生产中的应用同样不容忽视。通过采用高效电机,设备运转效率得以显著提升,电机运行过程中的能量损耗大幅降低。而变频控制系统的引入,则进一步实现了对电机转速的精准调控。在电石炉电极升降、原料输送等关键环节,变频控制系统能够根据实际生产需求,灵活调整电机功率,确保设备以最优状态运行,有效避免了电力浪费,降低了整体电力消耗。燃料替代技术为电石生产的节能减排提供了新的可能。生物质燃料作为一种可再生资源,以其低碳环保、成本低廉的优势,逐渐受到电石生产企业的青睐。与传统化石燃料相比,生物质燃料在燃烧过程中产生的碳排放显著减少,符合绿色发展的时代要求。生物质燃料的广泛应用还有助于降低企业燃料采购成本,减少对传统燃料的依赖,为电石生产的节能减排与成本控制带来了双重利好。

结束语

电石生产工艺优化与节能减排技术研究对电石行业可持续发展意义重大。通过原料、反应条件优化及设备改进等措施,可提升生产效率与产品质量。余热回收利用、资源综合利用及节能技术应用,有效降低能耗与污染物排放。未来,需持续加强技术创新,推动电石生产向绿色、高效、低碳方向发展,实现经济效益与环境效益双赢,为化工行业可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]曹海涛,杨蒙.电石渣制水泥生产线优化升级改造[J].水泥技术,2023(4):86-92.
- [2]谭思哲,荣文杰,李宝宽.套筒对烧石灰窑燃烧电石尾气和高炉煤气的对比分析[J].中国有色冶金,2022,51(03):66-72.
- [3]孙晓.电石生产气力输送系统氮气回收技术应用[J].中国高新科技,2023,(05):152-154.
- [4]郑福平.浅谈电石生产一体化技术的优势[J].中国高新科技,2022,(22):26-28.