

# Research on the Energy Saving and Carbon Reduction Technology of Chlor-alkali Plant

Jian Gao

Hubei Yihua Chemical Co., Ltd., Yichang, Hubei, 443000, China

## Abstract

Chlor-alkali chemical industry is an important part of the chemical industry, and its products are widely used in the national economy. However, the high energy consumption and low energy utilization efficiency in the chlor-alkali chemical production process have been restricting the sustainable development of this industry. Therefore, it is of great significance to optimize the energy saving and carbon reduction technology of chlor-alkali plant and develop and application of energy saving technology to reduce production costs, improve economic benefits and protect the environment. Continue to carry out a series of energy saving technology innovation, including management innovation, technological progress, energy saving pump replace high energy heat pump, air compressor twin screw compressor contract energy transformation, dry stock reuse polymerization tower technology, heat source cascade utilization, closely around the “double carbon target”, promote energy management, production rose significantly, comprehensive energy consumption per unit product fell sharply, obtained good economic and social benefits.

## Keywords

chlor-alkali device; energy saving; carbon reduction

## 氯碱装置节能减碳技术研究

高健

湖北宜化化工股份有限公司, 中国·湖北宜昌 443000

## 摘要

氯碱化工是化学工业的重要组成部分, 其产品在国民经济中具有广泛的应用。然而, 氯碱化工生产过程中能耗高、能源利用效率低等问题一直制约着该行业的可持续发展。因此, 对氯碱装置节能减碳技术进行优化, 研发和应用节能技术, 对于降低生产成本、提高经济效益、保护环境具有重要意义。持续开展一系列节能技术创新工作, 包括管理创新、技术进步, 节能泵替换高能耗热水泵、空压站双螺杆压缩机合同能源改造、干燥母液回用聚合釜汽提塔技术、热源梯级利用等, 紧紧围绕“双碳目标”, 推进能源管理, 产量显著上升, 单位产品综合能耗大幅下降, 获得了较好的经济效益和社会效益。

## 关键词

氯碱装置; 节能; 减碳

## 1 引言

氯碱装置节能减碳技术对于行业的可持续发展具有重要意义。通过工艺优化, 可以显著提高生产效率、降低能耗, 并提升产品质量, 进而增强企业的市场竞争力。氯碱装置节能减碳技术具有深远的意义和广阔的应用前景。随着技术的不断创新和行业的持续发展, 氯碱装置节能减碳技术将取得更加显著的进步和成果, 为行业的可持续发展注入新的动力。氯碱装置如图 1 所示。



图 1 氯碱装置示意图

【作者简介】高健(1982-), 男, 中国湖北宜昌人, 本科, 工程师, 从事化工工艺研究。

## 2 氯碱装置生产中的能源消耗情况

### 2.1 主要能源消耗环节分析

在氯碱化工生产过程中，主要的能源消耗环节包括以下几个方面：首先，电力消耗。氯碱化工生产中，电力通常被用于电解槽、泵站、压缩机等设备的运行，是生产过程中不可或缺的能源来源。电力消耗在氯碱化工生产中占据重要地位，因此提高电力利用效率、降低电力消耗成本成为行业发展的关键。其次，蒸汽消耗<sup>[1]</sup>。蒸汽在氯碱化工生产中广泛应用，用于加热反应釜、蒸发器等设备，提供热能支持。蒸汽消耗的合理利用和节约对于降低生产成本、提高生产效率至关重要。最后，天然气消耗也是氯碱化工生产中的重要能源消耗环节。天然气通常用于提供燃料燃烧热源，驱动部分反应等，因此天然气的消耗量直接影响着生产成本和环境排放。

### 2.2 能源消耗对环境和经济的影响评估

氯碱化工生产中的能源消耗一方面影响着生产成本和经济效益，另一方面也对环境造成一定影响。能源消耗的合理利用与节约不仅可以降低生产成本，提高行业竞争力，还能减少对环境的负面影响，实现可持续发展。在经济方面，有效控制和降低氯碱化工生产中的能源消耗可以降低生产成本，提高企业盈利能力。采取节能措施、优化生产流程、提高能源利用效率等举措，可以有效降低生产成本，增强企业在市场竞争中的优势。在环境方面，能源消耗过高会导致大量的能源资源浪费和二氧化碳等温室气体排放，加剧全球气候变暖 and 环境污染问题。因此，减少氯碱化工生产中的能源消耗，降低对环境的负面影响，是行业可持续发展的必然趋势<sup>[2]</sup>。

## 3 主要节能减碳管理措施

### 3.1 抓蒸汽消耗

狠抓蒸汽过程管控：所有输水阀严禁开旁路运行，蒸汽冷凝液全部回收至需用热点；干燥空气预热温度大于40℃；转化至聚合纯水温度大于85℃。

### 3.2 抓电耗管理

①总量控制，分段计量。根据产量及消耗目标制定日电总量标杆，统计现有装置能够计量的关口表，结合关口表所对应的设备，根据季节变化分段制定日电标杆，每日对标统计分析，找原因、定措施，将责任和压力层层传递到工段班组；科学匹配冷量与生产负荷关系，严格管控各用水设备的工艺指标，编制岗位换热设备温差检查表，每月对比温差排查换热效果及冷量分配，减少公用系统开机台数；编制运转设备运行电流检测表，每月评估运转设备效率，重点对压滤泵、清液泵、热水泵、压缩机、冰机等多台同型号、同工况、同用途的设备进行对比，找出运行效率低设备，及时排查原因检修，优先高效设备运行，保证单机运行效率；编制公用系统保温保冷隐患排查表，每季度组织排查整改<sup>[3]</sup>，通风降温设施实行申报管理，先申报后使用，限定时间，制定启停标准。

②非生产用电管理严格现场照明管理，根据季节天气调整现场照明启停时间。

③错峰用电，合理避开高峰期。梳理岗位间断启停装置和设备，利用装置储罐、料仓缓存空间，提前备库、调整作息时间，合理避开高峰期。例如，电石破碎岗位3台破碎机、一台风机、3条皮带，共计262kW，完全避开高峰期（1.02元/度），实现低谷期（0.27元/度）运行，既节电又省钱，减少综合电价。

④冷量管理，利用冬季循环水余量，乙炔八台氨0度换热器倒为循环水，保留两台保证乙炔送出质量，既满足生产需求，又节约冷量，减少冰机开机台数。

⑤持续推进节能减碳“金点子”。发动全员，集思广益，畅通岗位“金点子”申报、落实、兑现渠道，只要员工提议即兑现奖励，落实创效后再对落实人、实施人进行奖励。

## 4 节能减碳技术应用

### 4.1 先进节能工艺运用

①引进深度清洗技术后，对聚合釜挡板夹套进行深度清洗，全年增加聚合反应釜数330釜，年产量提升至348t/d。

②使用溴化锂制冷技术，利用二合一热水的热能转化为7度水，供聚合回收、精馏预冷器、全凝器、氢气降温使用。转化器全部保温，利用转化热水的热能通过溴化锂机组转化为7度水，供聚合釜夏季使用，停开一台560kW老氟冰机。节能效果明显<sup>[4]</sup>。

③利用板式换热器将转化热水与纯水换热供聚合热水槽加料水使用，通过热水预热后再用蒸汽升温可减少聚合蒸汽用量10t/d。

### 4.2 高效节能设备运用

①转化VC压缩机改型，用两台400kW螺杆压缩机替代4台250kW活塞式压缩机，降低总用电量200kW/h。

②采用高效电机及水泵。乙炔用一台132kW水环泵替代3台75kW水环泵，降低总用电量93kW/h；用一台低扬程大流量45kW节能泵替换原两台90kW高扬程清液泵；用两台低扬程大流量55kW节能泵替换原五台90kW高扬程热水泵。为了有效降低氯碱装置生产中的能源消耗和排放量，企业需要制定明确的节能减排目标与措施。可以设定具体的能源消耗和排放减排目标，如降低单位生产能耗、减少二氧化碳和其他有害气体排放等；可以通过优化生产工艺、更新设备技术、改进管理模式等措施来实现这些目标。氯碱装置在提出节能减排目标时，还应充分考虑企业的实际情况和资源环境，确保目标的可行性和有效性<sup>[5]</sup>。同时，要注重与员工和利益相关者的沟通和合作，共同努力实现节能减排目标，形成企业内部和外部的共识和支持。

③空压站三台132kW单级螺杆空压机改一台250kW双螺杆变频压缩机。不仅解决了用气波动导致仪表气、装置气压力波动大的问题。通过设定输出压力、根据用气量变频调节功率，即稳定的压力、又达到了节能目的，改造后每年

可节约用电 122 万 kW。

### 4.3 干燥母液回用技术

聚合干燥母液回用聚合釜汽提塔技术，氯碱 PVC 母液温度 70℃ 左右，回用至汽提塔喷淋水使用；通过增加沉降槽及母液回用槽，将母液运用到汽提塔，即回收了热量，同时也减少了冲洗水消耗。

### 4.4 机封水自循环节水技术

聚合机封水循环利用，聚合工序机泵机封水、氯碱蒸发等工序通过增加机封水回收槽，过滤装置及机封水自循环泵、切断阀已全部实现自循环，并可自动远程切换，即达到了节能降耗目的，而且运行稳定。

### 4.5 热量回收利用技术

① PVC 干燥母液对干燥风机进口空气升温，转化热水在风机出口升温，实现热源梯级利用。

② 转化热水供聚合干燥空气预热，可将空气升温至 50℃ 以上，减少干燥蒸汽 15t/d。

### 4.6 节能减排技术

通过机械改进，可以提高氯碱装置的能效和运行稳定性。例如，优化废气处理设备的设计，减少节流损失和管道阻力，降低系统能耗；采用高效过滤器材料和装置，提高固体废气捕集和分离效率，减少废气排放量；引入智能化控制系统，实现自动监测与调控，减少人工干预，提高系统响应速度和能源利用率<sup>[6]</sup>。通过持续不断地进行机械改进，氯碱装置可以实现更加高效、稳定地运行，降低能源消耗，达到节能减排的目标。工艺优化是改善氯碱装置性能的关键手段之一。通过对工艺流程进行优化调整，可以提高氯碱装置的效率和环保性。比如，在吸收塔的操作中，通过调节吸收剂浓度或流速，优化气液接触效果，提高硫化氢和二氧化硫的吸收效率；在脱附器内部结构上进行改进，增加气液分离时间，减少残留硫化氢含量。此外，工艺优化还包括废气处理设备间的协同配合和流程优化，实现全面提升氯碱装置的综合效益。通过不断优化工艺，氯碱装置可以实现更高效的废气处理，减少资源浪费和环境污染，实现节能减排的双重目标。

### 4.7 能源回收技术

能源回收是节能技术中的重要环节，在氯碱装置中的应用尤为关键。通过合理设计和设置回收装置，可以从废气处理过程中回收能量，并再次利用以降低系统的能耗。例如，废气中的热能可以通过热交换器进行回收，用于加热生产过程中所需的空气或水，减少外部额外的能源消耗。此外，也可以利用废气中的化学能等形式的能量进行回收利用，以提高氯碱装置整体的能源利用效率<sup>[7]</sup>。通过能源回收技术的应用，可以有效减少氯碱装置对外部能源的依赖，降低运行成本，并在一定程度上减少温室气体排放。不仅如此，能源回收还有助于提升系统的可持续性，实现资源的循环利用，同时减少能源消耗对环境造成的影响，为企业的可持续发展注入新的动力。

### 4.8 智能化技术

随着人工智能、大数据和物联网等技术的快速发展，

智能化技术在节能减排领域有着广阔的应用前景。未来，可以通过智能传感器监测装置、先进的数据分析与预测算法，实现对氯碱装置运行状态的实时监测与优化调控。智能化技术能够更精准地定位和诊断问题，优化系统运行参数，提高能源利用效率，减少不必要的能源浪费，实现节能减排的最佳效果。随着智能化技术在工业生产中的普及应用，氯碱装置可以迎来更智能、高效的节能减排新时代。新材料技术的不断突破和创新将为氯碱装置的节能减排提供新的可能性。例如，开发应用于废气处理设备的高效过滤材料、高温抗腐蚀材料等，可以提高设备的使用寿命和性能，减少能源消耗与维护成本，实现节能目标<sup>[8]</sup>。此外，新型催化剂材料的研究与应用也有望提高氯碱装置中反应过程的效率，降低催化剂使用成本，减少废气的排放量。新材料技术的应用将为氯碱装置带来更加环保、经济、高效的解决方案，为节能减排工作注入新的活力与动力。随着新材料技术不断地进步和完善，氯碱装置将迎来更具潜力和前景的发展。

## 5 结语

在氯碱生产过程中将各类能源资源进行阶梯式利用，使生产成本最小化、安全效益最大化，最大限度深挖现有生产装置的潜力，降低资源消耗，优化生产运行成本已成为氯碱企业可持续发展的重要途径。通过不断总结，改进工艺流程、优化操作、创新改造，对生产过程中的各种资源进行有效回用，减少资源浪费，在有效减轻企业环保压力的同时创造了一定的经济效益，助力企业的可持续绿色发展。①随着节能技术不断发展，涌现出很多节能新技术和节能管理新手段，加强节能项目的挖掘和节能技改，可切实为企业带来实效。②节能管理工作可发动全员参与，从大处着眼、细处着手，采取多举措多环节全覆盖，对标先进，寻找差距，推动双碳目标、节能减碳工作落地。

## 参考文献

- [1] 蔡杰.中国氯碱化工行业现状“十二五”发展关注点[J].中国氯碱,2012(9):1-6.
- [2] 同兵.氯碱行业产业链条设计及环境保护对策研究[D].长春:吉林大学,2010.
- [3] 吴楼涛,李永刚.离子膜法氯碱技术的发展及建议[J].化工进展,2003,22(8):876-880.
- [4] 左志远.氯碱行业的主要环境问题及对策建议[J].中国氯碱,2012(11):1-3.
- [5] 高寒.电石法制PVC废水零排放的探讨[D].呼和浩特:内蒙古大学,2010.
- [6] 王小昌,李国栋.电石法聚氯乙烯含汞废水吸附除汞[J].聚氯乙烯,2012,40(4):28-30.
- [7] 陆斑.氯化氢合成技术实现余热利用[N].中国化工报,2011-07-11.
- [8] 蔡杰.国内氯产品现状与发展趋势分析(下)[J].化工管理,2012(2):44-46.