

# 己内酰胺工厂污水处理： 减碳降碳的创新实践与绿色转型

杨晋 薛鹏 陆科

(山西兰花科技创业股份有限公司新材料分公司)

己内酰胺(CPL)作为尼龙6的核心原料,其生产过程中的污水处理环节是减碳降碳的关键战场。随着全球“双碳”目标深入推进,己内酰胺工厂正通过技术创新和资源循环利用,探索污水处理与碳减排协同增效的新路径。本文聚焦己内酰胺工厂污水处理环节,分析其碳排放特征,并探讨减碳降碳的实践策略。

## 一、己内酰胺污水处理中的碳排放特征

己内酰胺生产过程中产生的污水成分复杂,主要包含有机物、氨氮、硫化物及微量重金属等污染物。传统污水处理工艺以“达标排放”为核心目标,但这一过程往往伴随高能耗与间接碳排放。例如,曝气环节需消耗大量电能以维持微生物活性,而化学药剂投加(如碳源)则间接排放增加碳。此外,污泥处理环节的焚烧或填埋会释放甲烷(CH<sub>4</sub>)和氧化亚氮(N<sub>2</sub>O)等强效温室气体,进一步加剧碳排放压力。

在“双碳”目标背景下,己内酰胺工厂面临双重挑战:一方面需满足日益严格的环保排放标准,另一方面需通过工艺优化降低碳排放强度。这一矛盾推动了行业向“减污降碳协同增效”转型,即通过技术创新实现污染物去除与碳排放削减的双重目标。

## 二、减碳降碳的核心策略与实践案例

### 1. 工艺优化:从“末端治理”到“全流程降碳”

传统污水处理工艺以“达标排放”为导向,往往通过增加曝气量或化学药剂投加提升处理效率,导致能耗与碳排放双升。可以考虑通过工艺重构实现源头减碳:

**厌氧氨氧化技术:**该技术通过厌氧微生物直接氧化氨氮,减少外加碳源,大幅降低曝气能耗。降低电耗的同时,同时减少N<sub>2</sub>O排放。

**好氧颗粒污泥技术:**通过培养高密度微生物群落,缩短反应时间,减少曝气需求,降低能耗。

**智能曝气系统:**通过溶解氧和风机频率进行连锁调节,动态调整曝气量,避免过度曝气。既提升了污泥稳定性,又保障溶解氧供应。

### 2. 资源循环:变“废水”为“资源”

己内酰胺污水具有潜在资源价值。通过资源化利用,工厂可实现“以废治废”:

**回收制VOC气体:**污水中的VOC气体,用于发电或供热。减少锅炉用煤或煤气,同时降低污泥处理成本。

**热能回收:**对于部分温度偏高的废水,进入污水处理会损伤菌种活性,可利用污水(下转第19页)

### 1. 规模与增速

全球:2025年约5.31亿美元,2030年预计超100亿美元,CAGR约73.5%。

国内:煤炭化工、新能源汽车、工业节能驱动增长,2030年矿用防爆电机市场规模预计超50亿元。

### 2. 竞争格局

国际:YASA、西门子等垄断高端;国内:盘毂动力、海纳科技等在矿用领域领先。

壁垒:防爆认证、工艺精度、成本控制,头部企业将占据70%+市场份额。

### 3. 驱动与制约因素

驱动:双碳节能要求、煤矿智能化、井下空间限制、防爆安全需求。

制约:初期成本高(比传统高30%-50%)、维修体系待完善、标准体系未健全。

## 三、煤炭化工领域应用场景

场景	核心问题	轴向磁通电机优势	应用示例	节能效果
井下输送	空间窄、防爆要求高	体积减少50%,重量降低45%	刮板机、带式输送机	节电17% -32%
通风除尘	高效+低噪	直驱风机效率90%,噪音降低10-15db	离心风机、除尘风机	节电15%+
流体输送	能耗大、维护频繁	直连泵,体积小易布置,免维护周期长	离心水泵、化工流程泵	每小时节电4度+
采掘装备	液压低效、污染	替代液压驱动,响应快,零泄漏	采煤机、掘进机	能耗降70%
化工流程	高温腐蚀	耐温绝缘	搅拌器、压缩机	能效提升20%+

## 四、落地策略与建议

### 1. 企业端

优先布局防爆型轴向磁通电机,联合煤矿企业

开展示范项目。

采用合同能源管理(EMC)模式,降低用户初期投入。

建立井下快速维修网络,解决售后痛点。

### 2. 用户端

优先在风机、水泵等高能耗设备试点,快速回收成本(1-2年)。

选择带MA煤安、Ex防爆认证的产品,确保合规安全。

配套智能控制系统,实现负载自适应与故障预警。

## 五、总结

十五五期间,轴向磁通电机在煤炭化工领域将从试点走向普及,成为推动行业节能、安全、智能化转型的核心动力。虽面临成本与标准挑战,但随着技术成熟与规模效应,将快速成为主流选择。

(上接第32页) 余热通过热泵技术供热或制冷。

### 3. 管理创新:不同废水的协同合作

己内酰胺废水和其他工业废水协同处理:

参考“啤酒废水+己内酰胺废水”协同处理模式,为其他行业提供了可复制的减碳模板。能否将己内酰胺废水与尿素污水混合处理,利用尿素污水中的易生化的污水作为碳源替代外加碳源,减少碳的投加。

### 三、展望未来

己内酰胺工厂的污水处理减碳降碳实践表明,通过工艺优化、资源循环和管理创新,可实现环境效益与经济效益的双赢。己内酰胺工厂的污水处理减碳降碳之路,不仅是化工行业绿色转型的缩影,更是中国实现“双碳”目标的重要实践。