

二〇〇九年八月，参加由石油和化学工业规划院组织的“煤化工发展和节能减排技术交流会”。从部分设计单位、科研院所、生产厂家和制造商所得信息，对新建或改造煤基合成氨装置在节能减排方面的技术应用进行摘录，供我公司煤化工企业在新建或改造项目中参考。（时忠慧 山西兰花科技创业股份有限公司技术中心）

## 新建或改造煤基合成氨装置节能减排技术应用

理论上讲，生产一吨合成氨的能耗为 21.10GJ（5.04Gcal），但实际工业的生产能耗比理论能耗要高很多，而且其能耗因原料、气化方法、生产规模等的不同也有较大的差别，合成氨生产的实际消耗一般为 29.31~63.0GJ/tNH<sub>3</sub>。就原料与气化方法而言，天然气蒸气转化制氨能耗最低，油次之，煤最高；就装置规模而言，大型装置能耗较低。如采用固定层气化的中小氮肥企业，合成氨装置吨氨能耗在 52~62GJ 之间，采用加压气化的工业企业，合成氨装置吨氨能耗在 46~52GJ 之间。

以煤为原料生产合成氨包括的主要生产装置及工序为：煤气化、气体净化及精制、压缩及氨合成、空分等装置及配套的公用工程辅助工程设施。在此对以煤为原料生产合成氨的工厂有关节能降耗的经验总结如下：

### 1 煤气化

采用加压煤气化技术代替常压固定层间歇气化工艺，虽然技术成熟可靠，设备可全部国产化，投资较省，但煤耗高、对煤质要求高。而且是常压操作，设备生产强度小，三废排放量大，对环境污染严重。

近二十多年来，国外很多公司为了提高燃煤电厂热效率，减少对环境污染，对煤气化联合循环发电技术进行了大量的工作，开发了许多具有节能降耗特性的第二、三代煤气化技术。目前在商业化的加压连续气化中，具有代表性的有壳牌（SHELL）公司的 SCGP 工艺、美国 GE 公司的水煤浆气化工艺、美国（DOW）化学公司的 DOW 气化工艺，德国的 GSP 工艺，“PRENFLO”工艺及鲁奇工艺。

与常压间歇气化工艺相比，加压煤气化工艺节能减排效果非常显著。在此以 SCGP 工艺与固定层间歇气化工艺有关节能降耗减排项目有对比为例，较直观反应加压气化技术节能减排效果。

两种气化工艺主要节能减排项目对比如下表：

序号	对比项目	SCGP 工艺	常压固定层间歇气化工工艺	备注
1	煤气中有效气体 (CO+H <sub>2</sub> )	90%	65~70%	碳有效转化率差别大
2	炉渣含碳量	<1%(重量)	17~21%(重量)	碳利用率差别大
3	总热效率%	98	~75	
4	出界区粗合成气压力	37 bar(g)	0.02 bar(g)	与原料煤输送多耗电比,节省粗合成气压缩功更优
5	废气	无含硫废气直接外排	吹风气直接外排(约 10 万 Nm <sup>3</sup> /h,SO <sub>2</sub> 约 500mg/ Nm <sup>3</sup> )	日产 1000 吨氨
	废水	约 10t/h,易处理	约 53t/h,含微量酚	日产 1000 吨氨
	废渣	良好的建筑材料	渣残碳量高	

## 2 气体净化及精制

a、对于固定层间歇气化工工艺扩能或改造项目，采用加压变换替代常压变换，节约压缩功消耗；采用全低变流程，节省变换工序蒸汽消耗，吨氨可节省 0.5GJ 能耗；

b、对于采用加压气化工工艺扩能、改造或新建项目，采用耐硫变换催化剂，不需先脱硫可直接进行 CO 变换，然后再将 H<sub>2</sub>S 和 CO<sub>2</sub> 等酸性气体一次脱除，流程短，避免冷热病，节省能耗；

c、对于原采用热钾碱系列工艺进行 CO<sub>2</sub> 脱除扩能或改造项目，采用活化 MDEA 工艺或变压再生工艺进行改造，每立方米 CO<sub>2</sub> 再生热耗可从 800~1000kcal 降低到 550~750kcal；

d、对于原采用水洗工艺进行 CO<sub>2</sub> 脱除扩能或改造项目，采用综合能耗更低的 NHD 工艺进行改造，可大量降低脱碳溶液循环量从而大大降低脱碳工序电耗；

e、对于采用加压气化工工艺新建项目，采用能同时脱除 CO<sub>2</sub> 和 H<sub>2</sub>S 的综合能耗低的低温甲醇洗工艺技术，节省能耗；

f、对于采用低温甲醇洗工艺技术气提尾气，设置尾气洗涤塔，将气提尾气中甲醇含量降到 50vppm 以下，减少污染；

g、脱碳液从吸收到再生过程中，设置能量回收透平，节省电耗；

h、对于固定层间歇气化工工艺扩能或改造项目，代替铜碱洗，不仅降低操作费用，而且减少污染；

i、对于采用加压气化工工艺新建项目，采用液氮洗涤工艺，降低系统有效气体 (CO+H<sub>2</sub>) 损耗，减少进合成圈惰性气体含量，降低合成气循环气压缩功；

j、对于采用加压气化工工艺新建项目，富含 H<sub>2</sub>S 的酸性气采用 WSA 或克劳斯硫回收加尾气处理工艺，总硫回收率可达 99.5% 以上，既回收副产品又保护环境。

### 3 压缩及氨合成

a、对于部分扩能改造项目，采用节能降耗型轴径向氨合成塔内件，阻力小，氨净值高，降低了循环气的压缩功和氨分离的冷冻功；

b、对于采用加压气化工工艺新建项目采用节能降耗型轴径向氨合成塔，采用蒸汽透平驱动的离心压缩机，压缩效率高，并充分为实现热电结合。

### 4 空分装置

a、采用大型低压流程，空气压缩机能耗降低；

b、采用高效的两级精馏工艺制取高纯度的氧气和氮气；

c、采用增加透平膨胀机，利用气体膨胀的输出功直接带动压缩机以节省能耗，提高制冷量；

d、采用高效的铝板翅式换热器，使结构紧凑，传热效率高；

e、采用分子筛净化空气。

### 5 公用工程及辅助工程

a、对于采用加压气化新建工艺建设项目，采用热电或热动结合；

b、设置全厂火炬系统，将对事故、检修或无组织排放的气体实行燃烧，以保护环境。