

# 灵谷大化肥气化装置成长之路

灵谷化工有限公司



# 概述

- 我公司于2006年3月份开始筹建灵谷化工年产45万吨合成氨大化肥项目，选用的是四喷嘴水煤浆气化技术，日处理原料煤1756吨（干基），并于2009年6月份建成投产。至今经历了4年多的摸索、探讨、总结、改进，目前工艺装置运行稳定。下面重点阐述我公司大化肥气化装置的配置情况、运行情况，以及对气化的认识。

# 一、气化装置配置情况

## 1. 项目筹建情况：

- 我公司于2006年3月份开始筹建灵谷化工大化肥项目，在初期选择的是GSP粉煤气化工艺，工艺包也已经设计结束。后来我公司经过多方调研、论证，觉得GSP在当时还没有成熟的运行业绩，开车成本比较大。所以最终在06年9月份经过与华理、兖矿多次讨论、调研，选择了四喷嘴水煤浆气化工艺。
- 我们气化装置的项目设计选择的是天辰公司，土建及安装选择的是化三建。从土建出0米到气化装置投料成功，总进度是18个月。这个进度和同类厂家比还是有优势的。

# 项目建设现场



## 2.配置情况

### 2.1制浆系统

- 我们公司运行模式是二台气化炉开一备一，单炉投干基煤量1756 吨/天，配套棒磨机处理能力要求74吨干基煤/时。当时国内运行的最大棒磨机才 $\Phi 3.8$ 米的，满足不了要求。公司也有过制浆系统开二备一的想法，但是后来经过多方考察，并与制造厂家协商、讨论，我公司决定选用中信重工 $\Phi 4.3$ 米的棒磨机开一备一，当时在国内最大的，就目前实际运行来看，该磨机工况稳定，各参数正常，处理能力完全达到设计要求。

## 2.2设备方面

- 由于我公司当时一直从事的是小化肥生产，没有大化肥的任何经验。因此在项目建设选择设备方面本着如履薄冰的想法，始终把技术质量放在第一位考虑。采购时有好多设备，我们都是价格最高者中的标。关键性的设备、阀门都是选用的进口厂家。毕竟设备是工艺稳定运行的基础，基础都不好的话，安全、高效、经济运行就成了空话。

## 2.3 气化装置人员配置情况

	人数	主要工作
运行人员	每班10人， 共4个班	负责当班生产及环境卫生
维修人员	15人	负责气化每二个月一次的 倒炉检修及正常设备维护 工作
管理人员	4人	负责工艺、设备、技改、 管理等工作

## 二、气化装置生产运行认识

### 1. 设计值与运行值比较

名 称	设计值	运行值
有效气成分CO+H <sub>2</sub> (vol%干基)	83	83.4
比氧耗{Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /1000 (CO+H <sub>2</sub> ) }	391	360
比煤耗{kg煤/1000 (CO+H <sub>2</sub> ) }	613	570
碳转化率	99	99



## 2. 年装置情况

年份	2010年	2011年	2012年
合成氨：万吨	38.9	45.38	44.95
尿素：万吨	63.9	77.8	77.65
生产天数：天	322	357	352

- 我公司自系统开车以来，从实际运行数据来看，各项参数均与原设计工艺指标相差不大，且比氧耗、比煤耗均要优于原设计值，说明该气化技术在我公司运行还是成功的。
- 我公司从装置运行以来贯彻的生产理念是确保生产安全、长周期运行。因为安全长周期运行对大化肥来说就是最大的经济效益。从2009年6月15日A炉首次投料至今，由于气化装置的原因导致生产系统停车一次。此外，还实现了气化炉近20次的在线无波动倒炉（我们基本定60天为倒炉周期）。

中国石油和化学工业联合会组织现场考核专家组于2011年11月25日至11月28日，进行了72小时连续工业运行考核。



### 现场考核专家组考核报告

根据中国石油和化学工业联合会科成发[2011]063号文《关于对“日处理2000吨煤新型水煤浆气化技术”示范装置进行现场考核的通知》，考核专家组于2011年11月25日至28日在江苏灵谷化工有限公司对多喷嘴对置式水煤浆气化技术进行了72小时连续工业运行考核。

江苏灵谷化工有限公司大型合成氨装置建设了两台日处理2000吨煤的多喷嘴对置式水煤浆气化炉(一开一备)。2009年6月15日首次化工投料,至2011年11月15日装置累计运行超过19000小时。2011年1月至2011年10月,生产天数296天,最长连续满负荷运行245天,生产合成氨38万吨,预计全年可达生产天数357天,生产合成氨46万吨。现气化装置及整个生产系统运行高效稳定,为企业创造了良好的经济效益。

专家组听取了江苏灵谷化工有限公司关于该装置建设、运行情况和考核准备工作的汇报,以及华东理工大学关于日处理煤2000吨级多喷嘴对置式水煤浆气化技术研发工作的汇报,讨论并检查、确认了计量仪表、取样分析方法、各项工艺指标计算方法的正确性与可靠性,确认考核方案符合现场考核通知要求。

考核专家组全面考察了多喷嘴对置式水煤浆气化装置的磨煤制浆系统、气化及合成气初步净化系统、渣水处理系统等现场运行情况;查阅了原始记录;对控制室、分析室、现场取样等岗位进行了全程监测。

根据现场运行情况和数据分析,考核专家组形成如下考核意见:

1. 该装置连续满负荷稳定运行超过72小时,计量、分析准确,符合化工工业装置考核的要求(详细记录见附件《日处理2000吨煤新型水煤浆气化技术现场考核运行记录》(下称附件)中表4)。

2. 考核期间主要操作条件:

- (1) 原料煤种:内蒙神华煤(分析数据见附件表3)
- (2) 原煤进料量: ~ 1886吨/天
- (3) 水煤浆进料量: ~ 87.6m<sup>3</sup>/h
- (4) 氧气流量: ~ 40140Nm<sup>3</sup>/h

(5) 气化炉温度: ~ 1260℃

(6) 气化炉压力: ~ 3.8MPaG

#### 3. 技术指标

运行数据与计算结果真实可靠,气化性能达到了并超过了考核指标。该装置满负荷运行的技术指标如下(分析数据和技术指标分别见附件表5和表6):

项 目	考核指标	考核结果
有效气成分: %	81	82.9
比氧耗: Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> )	390	352
比煤耗: kg/1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> )	590	568
冷煤气效率: %	74	74.9
碳转化率: %	98	99.2

4. 该装置安全可靠,自动化程度高,操作控制灵活,生产管理科学,实现了装置的“安稳长满优”运行。采用独特设计的高压氮气保护系统,保证了气化装置开停车阶段的安全运行。采用带压连接操作技术和无波动倒炉技术,增强了抵御故障的能力,减少了倒炉期间氧气和原料煤的消耗,最大程度降低了倒炉切换期间生产系统的波动,使系统运行更加平稳,经济效益更高。采用气化装置副产低压蒸汽驱动透平发电,降低了装置的能耗。

5. 该2000吨级煤气化装置是目前国内单炉规模最大的水煤浆气化装置,也是目前在运行同类装置中最高效稳定的装置之一,展现了多喷嘴对置式气化炉易于大型化、长周期稳定安全运行的优势。

6. “日处理2000吨煤新型水煤浆气化技术”具有完全自主知识产权,具有创新性,装置性能与技术指标达到国际领先水平,与国内其他水煤浆气化技术相比,其技术特点和优势在于:

(1) 多喷嘴对置式水煤浆气化技术效率高,技术指标先进,与同样采用内蒙神华煤的神华包头煤制烯烃项目GE水煤浆气化装置(神华包头煤制烯烃项目GE水煤浆气化装置试车总结。辽宁化工,2011,40(4):421-423)相比,有效气成分提高3.1个百分点,比氧耗降低11.4%,比煤耗降低2.1%。

(2) 多喷嘴对置式气化炉碳转化率高,与同样采用内蒙神华煤的神华包头煤制烯烃项目GE水煤浆气化装置(神华包头煤制烯烃项目GE水煤浆气化装置试车总结。

辽宁化工,2011,40(4):421-423)相比,粗渣中碳含量降低约10个百分点,细渣中碳含量降低约12个百分点,粗渣渣含碳量低,气相、液相物料中灰渣含量低,有利于整个气化装置的高效运行和降低阀门的磨损。

(3) 多喷嘴对置式气化炉喷嘴之间协同作用好,气化炉负荷调节灵活、适应能力强,大型化装置技术指标先进,有利于装置大型化。

(4) 多喷嘴对置式气化炉的多个喷嘴实现了带压连接和无波动倒炉,有利于整个工厂的长周期稳定运行。

(5) 气化炉流场合理,热电偶寿命长,为气化装置稳定运行提供了重要指导;采用预膜式结构的水煤浆喷嘴降低,降低了入气化炉氧气和煤浆的压力,有利于降低气化装置的能耗;复合体洗涤冷却技术热质传递效果好,液位平稳,避免了引进技术中易发生的合成气带水带灰问题;分级式合成气初步净化工艺节能、高效,表现为系统压降低,后续变换催化剂使用寿命长;渣水处理系统采用直接换热技术,热回收效率高,克服了设备易结垢和堵塞的缺陷,减少了相关设备的维护工作。

7. 已成功实现了日处理煤2000吨级多喷嘴对置式水煤浆气化装置产业化运行,掌握了大型化多喷嘴对置式水煤浆气化技术的设计理论与方法,形成了具有自主知识产权的、系统的大型水煤浆气化技术与工艺设计软件包,奠定了今后进一步大型化、超大型化创新发展的基础。

专家组认为该课题已具备验收条件。

该技术创立了大型、现代煤气化技术的国际品牌,是国家科技创新的重要成果。专家组建议国家相关部门制定政策,进一步推进在煤化工、清洁发电及相关产业大型项目中优先采用自主知识产权的煤气化技术,进一步创造条件推动中国技术参与国际市场竞争,使之在我国能源与化工产业的发展中发挥重要作用。

现场考核专家组组长:

方德豪

副组长:

孙永东 冯学庭

2011年11月28日

项目	考核指标	考核结果
有效气成分: %	81	82.9
比氧耗: Nm <sup>3</sup> O <sub>2</sub> /1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> )	390	352
比煤耗: kg/1000Nm <sup>3</sup> (CO+H <sub>2</sub> )	590	568
冷煤气效率: %	74	74.9
碳转化率: %	98	99.2

## 与同样采用神华煤的神华包头煤制烯烃项目 引进水煤浆气化装置相比:

- 有效气成分提高3.1个百分点
- 比氧耗降低11.4%
- 比煤耗降低2.1%
- 粗渣中碳含量降低约10个百分点
- 细渣中碳含量降低约12个百分点



### 3. 谈谈几点认识

#### 3.1 对煤种的认识

- 煤种的变化对气化炉的运行影响比较明显，我们气化装置先后使用过神华煤、神混一号、神混二号、大同煤、榆林煤、伊泰3、李家塔煤、神优2#等煤种。每次更换煤种的时候，对于气化系统的运行都是一个挑战。有时候煤种换了1天就出现渣口差压波动，气体成分变化等情况，只能提炉温生产，随之则氧耗、煤耗都增加，耐火砖和烧嘴的使用寿命大大缩短。有时遇上黏温特性差的煤，在下降管、激冷室破泡条都出现积渣积灰的现象，给生产、维修都带来极大影响。

# 气化炉内激冷室破泡条积渣



- 在经历了多次的摸索后，现在公司在采购时就对煤的灰分、灰熔点等有严格要求。车间生产上也形成以神华煤为主，其余煤按比例掺烧的运行模式。对于每批到港的煤船都进行取样分析，每天掺混后的入炉煤也在给煤机那里取样分析，做到当班总控操作人员必须心中有数，调节有依据可循。目前公司入炉煤质稳定，气化系统各项指标也比较好控制。



## 3.2对制浆系统的认识

- 在煤质稳定的基础上，对气化系统的挖潜工作，我们公司从制浆系统上面做文章。一方面提高煤浆浓度，另一方面优化煤浆粒度分布。
- 我们目前煤浆浓度指标是 $>61\%$ ，生产上基本是稳定在 $62\% \sim 63\%$ 左右。对于怎样提高煤浆浓度，我们也是一步步摸索来的。09年投料时煤浆浓度也就 $59\% \sim 60\%$ 左右，稍微提下浓度就出现溢浆现象，但是煤浆粘度却只有 $400\text{cp}$ 左右。后来经过与煤浆添加剂厂家、磨机厂家商量讨论，对添加剂的添加比例及磨机的出料滚筒筛进行了技改。技改过后，添加剂添加比例定为干基的 $1.5\%$ ，煤浆的浓度也提高了 $\sim 2\%$ ，且不出现溢浆。
- 优化煤浆粒度分布，我们一方面通过控制入磨机原煤粒度，比如原煤的破碎、筛分等控制入磨机原煤 $<8\text{mm}$ 。另一方面调整钢棒给配，根据磨损钢耗，及时给磨机加钢棒。而且还在煤浆槽顶部新增二级滚筒筛，进一步筛除大颗粒煤浆，给烧嘴的雾化、碳的转化提供有利条件。

### 3. 3对耐火砖的认识

- 耐火砖的使用情况表

- | 炉号 | 部位 | 使用时间(h)  |            |         |
|----|----|----------|------------|---------|
| A  | 拱顶 | 第一次6000  | 第二次11690   |         |
|    | 锥底 | 第一次9954  | 第二次7826    |         |
|    | 筒身 | 第一次17780 | 第二次1152使用中 |         |
| B  | 拱顶 | 第一次3752  | 第二次1284    | 第三次9786 |
|    | 锥底 | 第一次10586 | 第二次7176使用中 |         |
|    | 筒身 | 17762使用中 |            |         |

- A炉总体还算好，B炉主要经历了2次非正常情况。一次是煤种波动造成炉温偏高，拱顶冲刷严重，停车检修拔堵头的时候，堵头台阶过薄脱落，只能更换。当时煤质较差，除了耐火砖磨损外，渣口激冷环上部积渣， $\Phi 1288\text{mm}$ 的孔只剩下 $\Phi 500\text{mm}$ 不到，破泡条全部积渣堵塞，后来由清洗公司用高压水枪冲洗。
- 另外一次就是在10年10月份造成气化紧急停车的那次。主要是烧嘴环隙调整不好，造成外氧流速过低，烧嘴雾化较差。在气化炉内形成局部富氧，炉温过高的情况，耐火砖侵蚀剥落比较严重。停车后检查发现局部都有耐火砖烧穿现象。
- 要延长耐火砖使用寿命还是得稳定煤质，然后是控制好烧嘴质量。

# 炉内后期耐火砖



### 3.4对烧嘴的认识

- 烧嘴的寿命决定了气化炉连续运行的时间。由于氧气在气化炉内有上升趋势，煤浆有下降趋势，因此如果烧嘴的雾化不好，就很容易导致气化炉内局部富氧，形成局部高温区，导致烧嘴端面龟裂，严重时还影响气化炉内的耐火砖寿命。
- 目前我公司把烧嘴作为厂控设备，进行公司与车间的二级管理，对进厂的工艺喷嘴的材料报告、探伤报告、试压报告认真审核，并严格测量各环隙、角度、装配精度等，特别是装配时还去工艺喷嘴生产厂家进行零部件的测量，车间给每个工艺喷嘴建立台账，对于不符合要求的坚决返厂。
- 我公司现今烧嘴能够保证使用60天无故障，而且喷嘴拔出后，端面无明显龟裂，去年为了配合全厂计划检修，烧嘴连续运行过85天无故障。



以前烧嘴使用60天



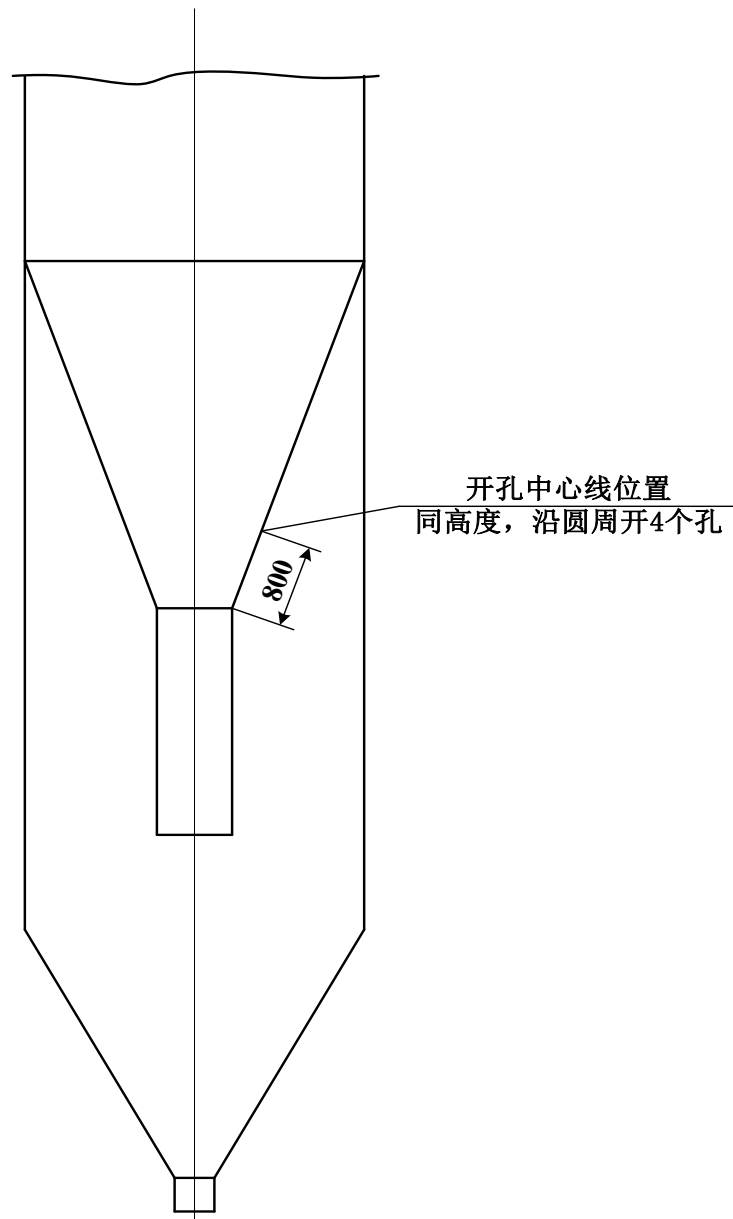
如今烧嘴使用60天

### 三. 气化装置目前存在问题

- 旋风分离器的作用就是使得粗合成气中的颗粒状能够很好的分离。我们运行至今，基本上每次检修都能发现在旋风分离器的底部都堆积着大量的灰渣，多的时候能堆积到人孔，最严重的一次连内锥都积灰堵死形成差压后，内锥破裂。



- 对于这种情况，我们和华理讨论后也做了一些改进。比如在旋风分离器内锥增加了4个 $\Phi 100$ 平衡孔，这样内锥即使出现堵塞也形成不了差压；锥体降液管由 $\Phi 300$ 变为 $\Phi 500$ 也是为了更好的排液防止堵塞。





- 改了以后只能说是对内锥起了保护作用，但是并没有解决锥底积灰问题。我们每次检修都是把设备及管道上的垢片清洗干净，在投料前建水系统大循环的时候，也是开着旋风分离器底部倒淋保证黑水流通。但是投料升压切水以后就发现，旋风分离器的底部黑水阀基本上是堵的，只能走上部阀。
- 这次二期筹建，在原有的基础上，我们增大了旋风分离器的底部黑水管线由DN150增大至DN200，也设计了反冲洗管线。希望能够解决这一问题，同时也希望同行有好的建议可以提供一下。

## 四、运行总结

- 从2009年6月份运行至今，我们认为对整个大化肥装置来说：设备是基础，煤质是关键，基础管理是保障。四喷嘴水煤浆气化技术经过我们工程上的不断优化和完善，以及运行操作中的不断摸索与经验积累，目前生产上总体运行稳定。该气化技术还是比较成功的。我们也希望同行多交流、沟通，让我们能够不断进步。

谢谢

