



# 多喷嘴水煤浆气化在大型炼油厂 供氢多联产装置上的应用

杜晓丹

⑩ 中国天辰工程有限公司

2015.10.22

# 目录

一、多喷嘴水煤浆气化的发展概况

二、多喷嘴水煤浆气化工艺特点及运行情况

三、多喷嘴水煤浆气化在炼油厂供氢的应用

四、结论

# 1 发展概况

华东理工大学

水煤浆气化及煤化工国家工程  
研究中心（兖矿鲁南化肥厂）

中国天辰工程有限公司

“九五”国家重点课题

新型（多喷嘴对置）  
水煤浆气化炉开发

# 1 发展概况

## “十五”国家863计划

建设工业性示范装置

中国天辰

负责多喷嘴对置式  
水煤浆气化装置和  
配套工程的设计

兖矿国泰

在20t/d的中试上放大  
投煤量: 1150t/d  
气化压力: 4.0MPa

# 1 发展概况

2005年至今，天辰公司参与了多项多喷嘴气化装置的工程设计及建设，见下表。

建设单位	规格及台数	压力 (MPa)	投煤量 (t/d)	产品	投产时间
兖矿国泰	φ3400 × 2台	4.0	1150	甲醇及发电	2005年
兖矿国泰	φ3400 × 1台	4.0	1150	甲醇及醋酸	2007年9月
兖矿鲁南	φ3400 × 1台	4.0	1150	合成氨及甲醇	2008年7月
江苏灵谷	φ3400 × 2台	4.0	1800	合成氨	2009年6月
江苏索普	φ3400 × 3台	6.5	1500	甲醇及醋酸	2009年9月
腾州凤凰	φ3400 × 2台	6.5	1500	合成氨及甲醇	2009年12月
神华宁煤	φ3880 × 3台	4.0	2000	甲醇及二甲醚	2010年
杭州半山电厂	φ4000 × 1台	3.5	2000	发电	设计中
山东盛大	φ3600 × 2台	6.5	2300	甲醇及二甲醚	设计中
兖矿新疆	φ3400 × 3台	6.5	1500	甲醇及合成氨	设计中

# 1 发展概况

2005年至今，天辰公司参与了多项多喷嘴气化装置的工程设计及建设，见下表。

建设单位	规格及台数	压力 (MPa)	投煤量 (t/d)	产品	投产时间
美国Valero	φ4200 × 5 台	6.5	2500	氢气	基础设计
上海焦化	φ3880 × 2台	4.1	2200	CO合成气	设计中
山东海力	φ3600 × 2台	6.5	2200	合成氨、制氢	设计中
泛海能源	φ3400 × 3台	6.5	1500	甲醇	设计中
内蒙五原金牛	φ3200 × 3台	6.5	1215	合成氨及尿素	设计中
青海盐湖	φ3880 × 3台	6.5	2200	甲醇	2015
陕西未来能源	φ3880 × 8台	4.0	2000	煤制油	2015
伊泰伊犁	φ4200 × 5台	4.0	3150	煤制油	设计中
宁波中金	φ3880 × 2台	1.5	1000	燃料气	2015
内蒙古京能	φ3880 × 4台	4.2	2200	煤制油	设计中

# 目录

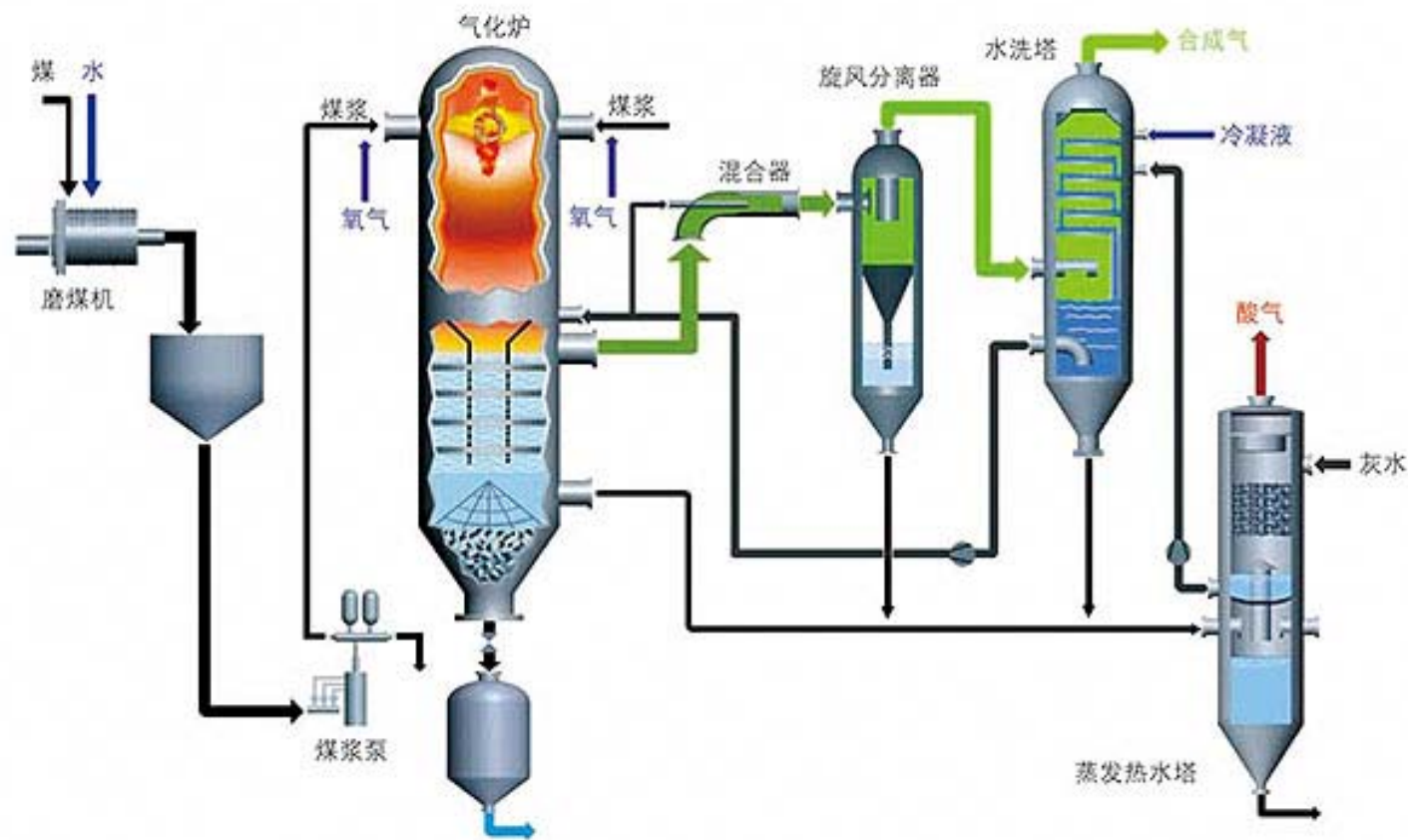
一、发展概况

二、多喷嘴水煤浆气化工艺特点及运行情况

三、多喷嘴水煤浆气化在炼油厂供氢的应用

四、结论

## 2.1 流程示意简图



煤浆制备

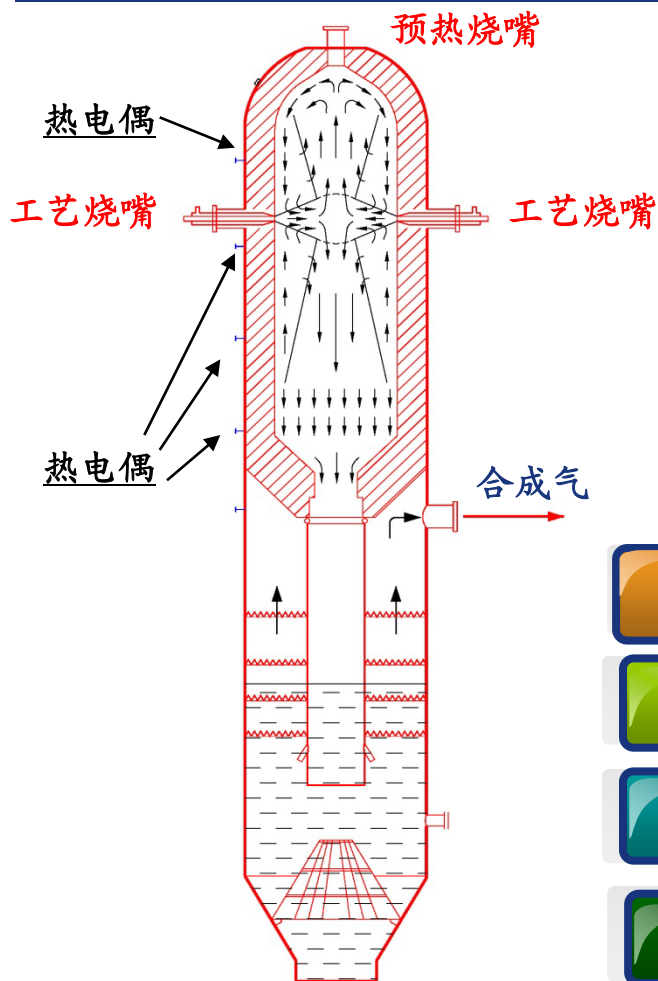
气化

合成气洗涤

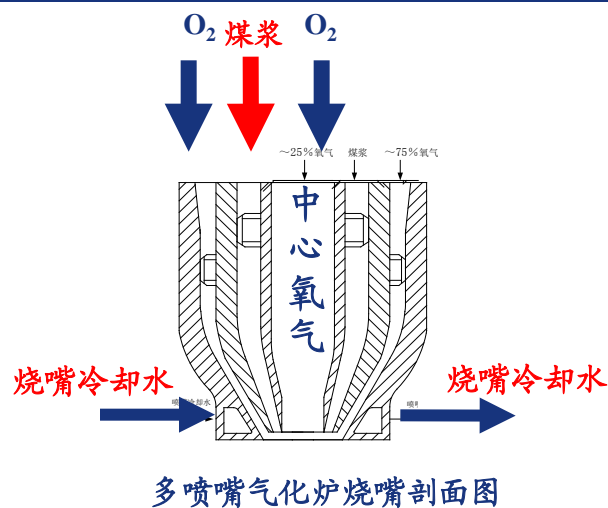
渣水处理



## 2.2 气化炉结构特征



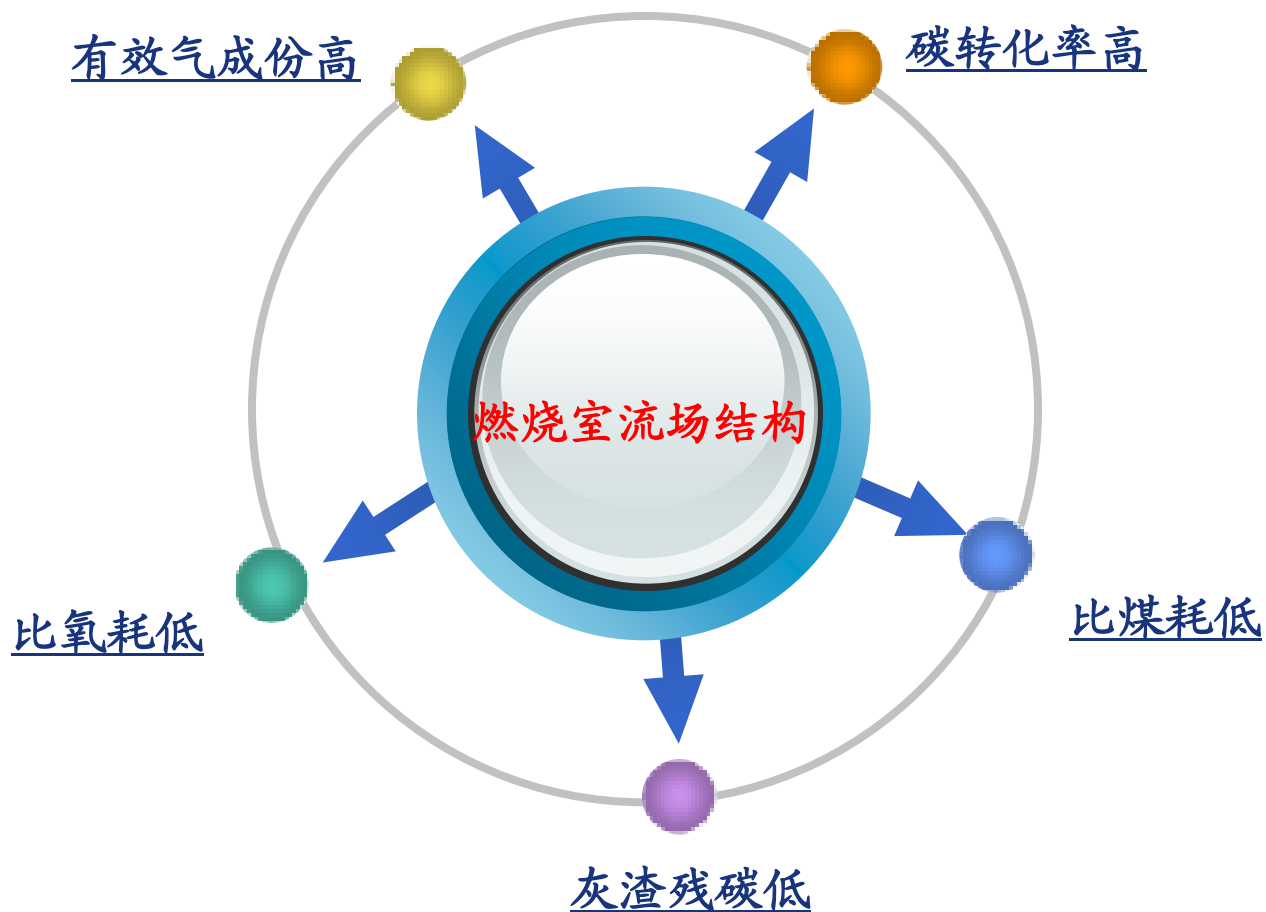
多喷嘴气化炉



多喷嘴气化炉烧嘴剖面图

- 1 撞击流原理下的燃烧室反应流场
- 2 高温热偶位于气化反应流场回流区域内
- 3 激冷室采用复合床型冷却室（喷淋床、鼓泡床）
- 4 采用三流道、预膜外混式气化喷嘴

## 2.3 多喷嘴气化装置运行指标特点



## 2.4 多喷嘴气化装置长期稳定运行关键

原料煤：适应性广

拱顶耐火砖寿命：8000h

气化装置长期、稳定运行的关键

气化烧嘴寿命：90天以上

# 目录

一、发展概况

二、多喷嘴水煤浆气化工艺特点及运行情况

三、多喷嘴水煤浆气化在炼油厂供氢的应用

四、结论

## 3.1 炼油厂几种常见的制氢工艺

### 炼油厂常见的制氢工艺

烃类蒸汽转化  
(SMR)

- ◆ 采用轻质原料，技术成熟、原料清洁、设备可靠，投资不高
- ◆ 缺点氢气成本较高。

原料部分氧化法  
(POX)

- ◆ 采用重质原料，技术成熟，原料成本低、产品规模大
- ◆ 缺点设备结构复杂、投资高

变压吸附制氢  
(PSA)

- ◆ 以炼厂尾气、合成气为原料，工艺、设备简单，制氢成本低
- ◆ 缺点是产氢量较少

## 3.1 炼油厂选用煤制氢工艺

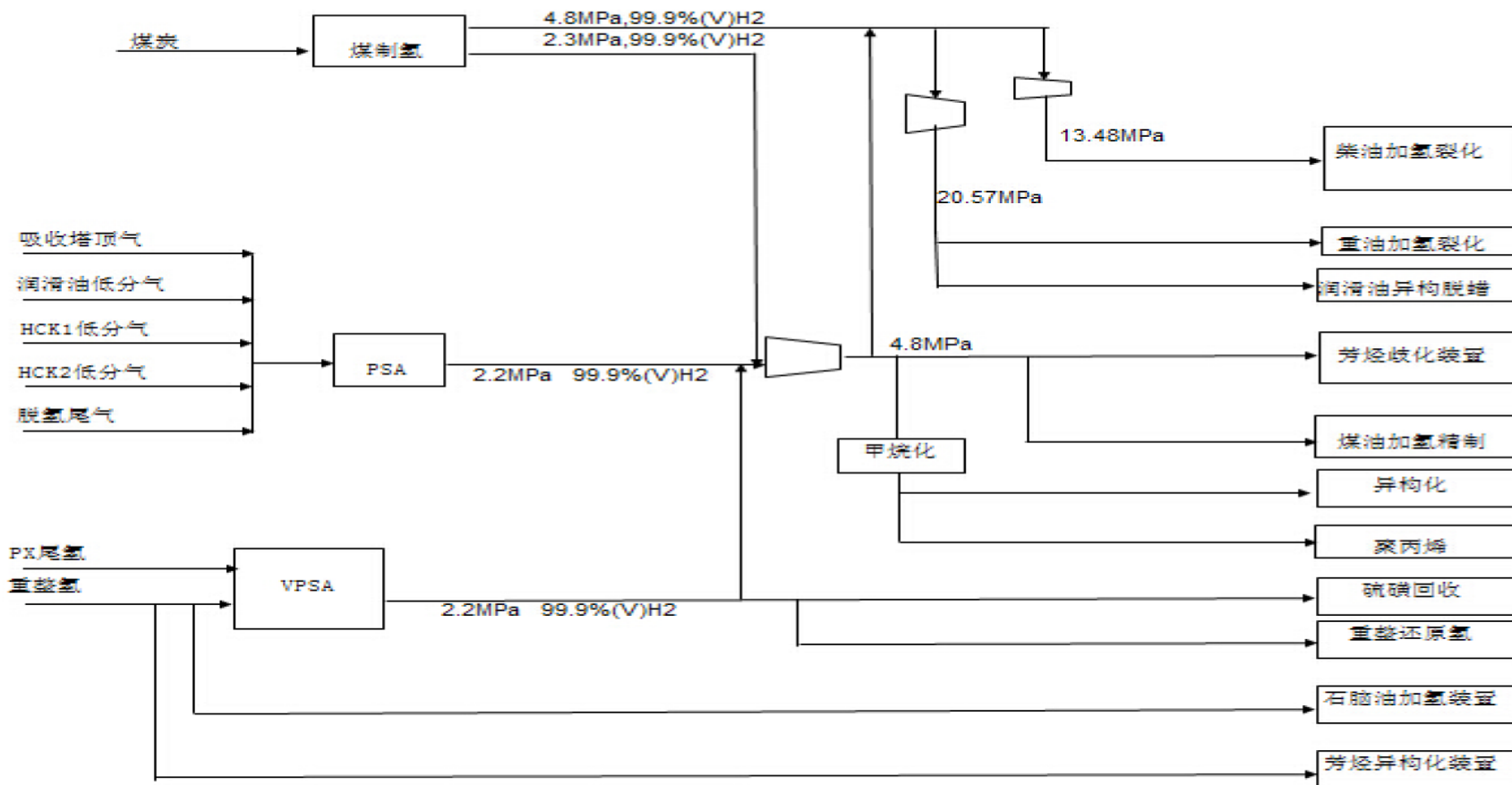
- 不同路线的制氢工艺，成本主要取决于原料成本，原料成本占制氢成本比例大于**80%**。

不同原料制氢工艺的技术经济指标

项目	天然气	炼厂气	煤
原料价格	5600元/吨	2.5~3元/m <sup>3</sup>	650~850元/吨
氢气成本/ (元/m <sup>3</sup> )	1.2~1.4	1.1	0.80~1.0

- 采用煤为原料经气化制氢 (POX) ，经济上具有优势

## 3.2 炼油厂典型氢气供应网络示意图



### 3.3 炼油厂对于供氢装置的技术特点

1

氢气压力要求较高

2

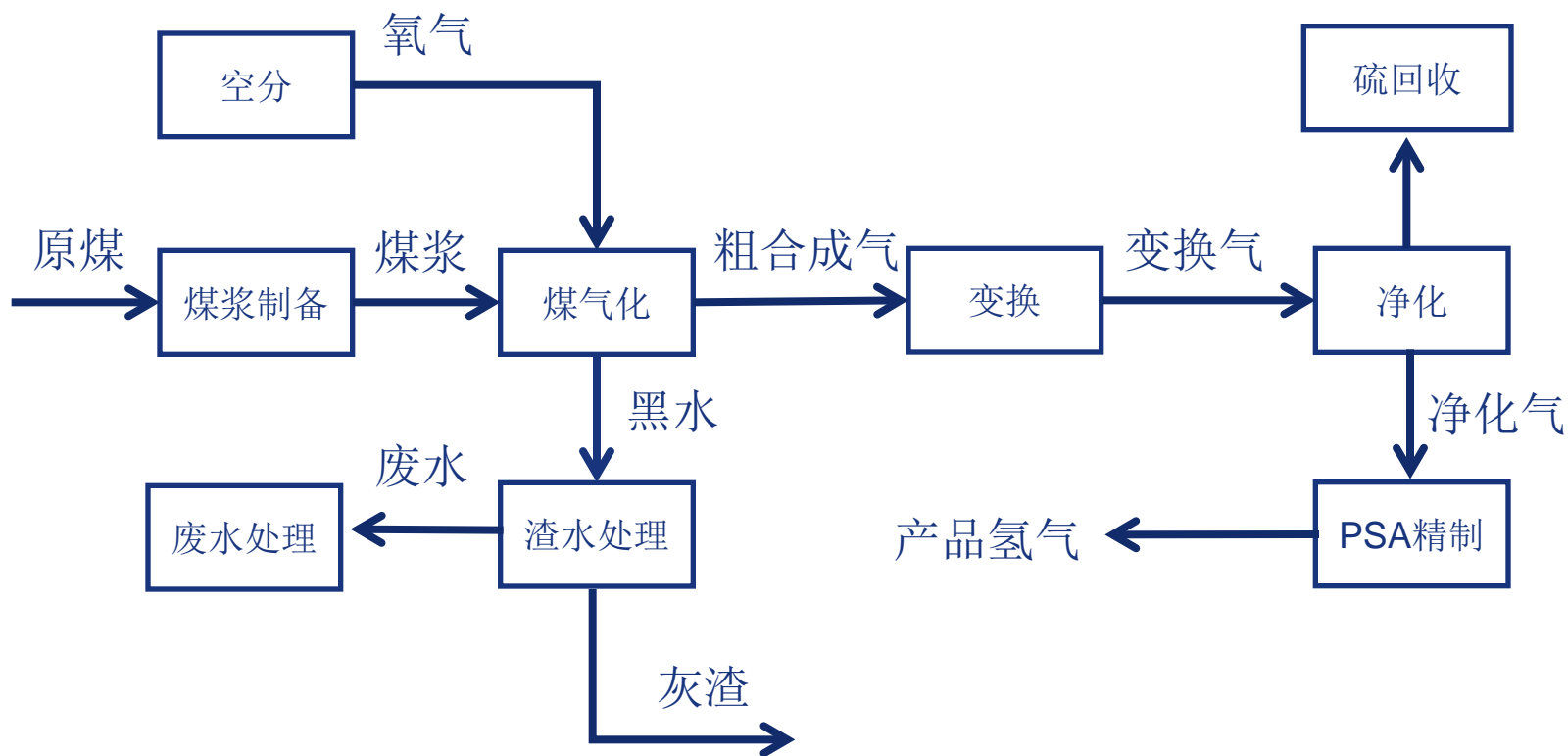
炼油厂对装置的稳定性要求高

3

由油品规格的不同，氢气需求量波动范围大



## 3.4 煤气化技术制氢工艺



## 3.5 多喷嘴气化装置应用于炼油厂供氢的方案

方案:

一个**2000万吨/年**规模的炼油厂，提供满足要求的氢气，并副产醋酸及甲醇

生产规模:

- (1) 氢气 (纯度**99.9%**) **33~44万Nm<sup>3</sup>/h**
- (2) 副产甲醇 **60万吨/年**
- (3) 副产醋酸 **35万吨/年**
- (4) 燃料气

年操作时间: **8400小时**

## 3.6 多喷嘴气化装置应用于炼油厂供氢的优势

(一)

气化压力选择**6.5MPa**，单炉规模大(可选择**2000t/d**气化炉)，经**PSA**制备产品氢气压力可达到**4.8~5.5MPa**。

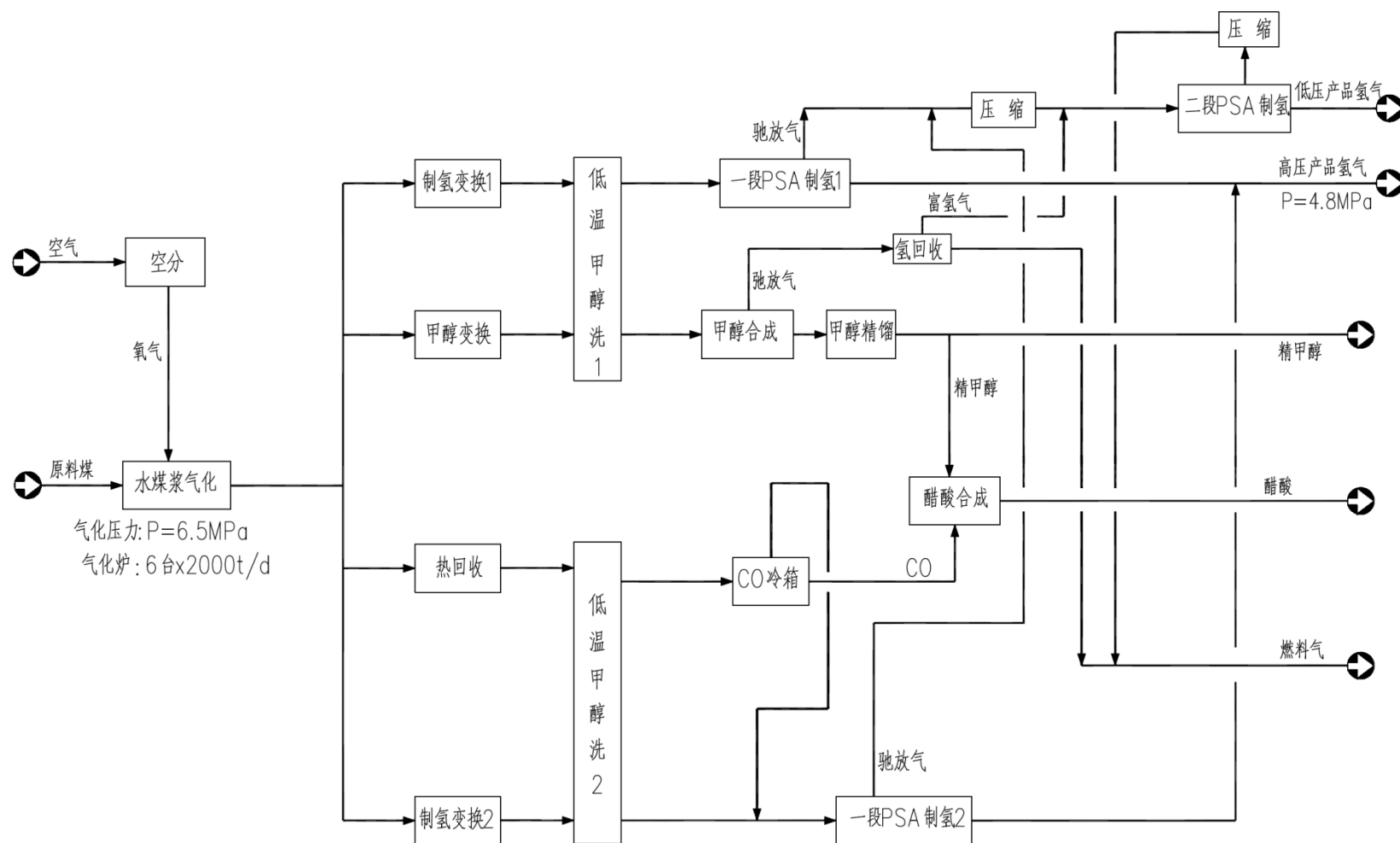
(二)

煤种适应性广，气化炉运行稳定可靠，可满足年运行**8400h**的要求，合理设置备炉可实现**3~4**年一大修。

(三)

采用多喷嘴气化，合成气用途广泛。在煤制氢的基础上考虑多联产。

# 3.7 多喷嘴气化供氢多联产方案流程图



## 3.8 供氢多联产装置特点

- 多喷嘴气化压力高，单炉规模大，共设置**6**台气化炉，**4**开**2**备。年在线率高。
- 根据装置规模，设置**2**系列制氢，多联产甲醇、醋酸。
- 其中**1**系列制氢变换气和甲醇变换气耦合共用一套净化装置，**2**系列制氢和热回收未变换气耦合共用一套净化装置。
- 设置二段**PSA**以提高氢气回收率，其中一段**PSA**产**4.8MPa**氢气产品，二段**PSA**产**2.2MPa**氢气产品。
- 甲醇合成驰放气经氢回收(膜分离)后，富氢气送二段**PSA**以提高氢气产量，驰放气送燃料气管网。
- 热回收的未变换气经冷箱分离得到**CO**送醋酸装置，剩余气体富含氢气送一段**PSA**制备氢气。

## 3.9 多喷嘴气化炉合理配置

### 一、氢气需求量为33万Nm<sup>3</sup>/h时

气化炉开5台1备，其中3台气化炉用于产氢气，1台气化炉用于产甲醇，另外一台气化炉用于产CO及燃料气。

### 二、氢气需求量为44万Nm<sup>3</sup>/h时

气化炉开5台1备，其中4台气化炉用于产氢气，1台气化炉用于产甲醇。

### 三、任意1台或2台气化炉故障

当其中1台或2台气化炉故障或更换烧嘴、耐火砖时，可打开备用气化炉，或直接暂停甲醇装置，合成气都送至制氢装置，用于保证炼油厂需要的氢气产量。

# 目录

一、发展概况

二、多喷嘴水煤浆气化工艺特点及运行情况

三、多喷嘴水煤浆气化在炼油厂供氢的应用

四、结论

## 4 结论

一、对置式多喷嘴气化技术从中试、工业放大设计、示范装置建设、技术改进、推广，到得到认可，再到广泛应用。通过不断的改进、优化，生产经验不断丰富，这项气化技术已经达到了安全、稳定、可靠、长周期运行的状态，其各项技术指标的先进性以及适应大型化的技术特点也得到了工业实践的验证，通过建备用炉并进行切换的方式解决了气化炉长周期连续运行的问题。可应用于对于连续稳定运行程度及在线率要求较高的大型炼油厂供氢装置。



## 4 结论

⑩二、随着天然气价格一路走高，煤炭价格涨幅相对稳定，国内的炼油厂都在考虑使用煤炭作为制氢的原料，煤制氢工艺具有较好的技术经济性、抗风险能力，未来以煤为原料采用部分氧化工艺生产氢气，将会是炼厂供氢的重要发展方向。

⑩三、通过多联产装置，可以降低原料对制氢成本的影响，提高企业的经济效益，同时可应对不同的产品需求，是大型煤化工企业综合发展的方向。



# 多喷嘴水煤浆气化在大型炼油厂 供氢多联产装置上的应用

# 谢谢!