



多喷嘴对置式水煤浆气化技术 设计经验探讨及大型化应用

中国天辰工程有限公司

2016.11



目 录

1. 概述
2. 气化技术设计经验探讨
3. 工程大型化应用
4. 半废锅气化设计及应用

1. 概述

多喷嘴对置式水煤浆加压气化技术作为我国自主研发的气化技术，具有许多独特的技术特点，主要有：

- 采用多喷嘴进料，有利于装置的大型化；
- 采用撞击流强化传递过程，提高气化反应效率，碳转化率高、原料消耗低；
- 采用预膜式喷嘴，雾化性能优良，磨损较少，喷嘴使用寿命长；
- 采用两套进料系统，大大提高了气化炉稳定性和可考虑；
- 采用分级净化的合成气初步净化系统，水煤气除尘更有保障；
- 采用直接换热的蒸发热水塔工艺，闪蒸汽利用更充分、更不易堵渣。



目 录

1. 概述
2. 气化技术设计经验探讨
3. 工程大型化应用
4. 半废锅气化设计及应用

2. 气化技术设计经验探讨

2.1 气化炉型的选择

根据气化炉的外壳直径，多喷嘴对置式水煤浆气化技术具有如下几种炉型： $\phi 2800$ 、 $\phi 3200$ 、 $\phi 3400$ 、 $\phi 3600$ 、 $\phi 3880$ 、 $\phi 4200$ ，单炉日投煤量从500吨左右直至3000吨均能适应，并已经广泛工程化，是水煤浆气化技术中炉型最丰富、单炉规模最大的，可以根据项目规模进行合理组合与配置，能够满足不同的用气需求。

随着煤化工项目建设规模的日益增大，单炉日投煤量4000吨级的气化炉也在研发。

2. 气化技术设计经验探讨

2.2 气化压力的选择

对于煤制**甲醇**、**合成氨**、**天然气**、**氢气**等项目，由于产品后系统要求的压力较高，从压力匹配、节能和生产能力角度考虑，气化压力越高越有利，可以选用**6.5MPaG**气化；对于**煤制油**项目和**乙二醇**项目，由于费托合成和乙二醇装置的反应压力在**3.0MPaG**左右，气化压力**4.0MPaG**即可满足后系统要求。

目前多喷嘴气化从**1.5MPaG~6.5MPaG**均有运行业绩，能够满足各种产品不同的压力需求。

随着气化压力的提高，气化强度增加、生产能力提高，但过高的设计压力将增加项目投资和工程设计难度。

2. 气化技术设计经验探讨

2.3 煤浆提浓技术的应用

煤浆提浓技术的主要原理是通过分级研磨、优化煤浆颗粒粒度级配制备高浓度水煤浆，与多喷嘴气化技术结合，可以**拓展煤种适用范围**。

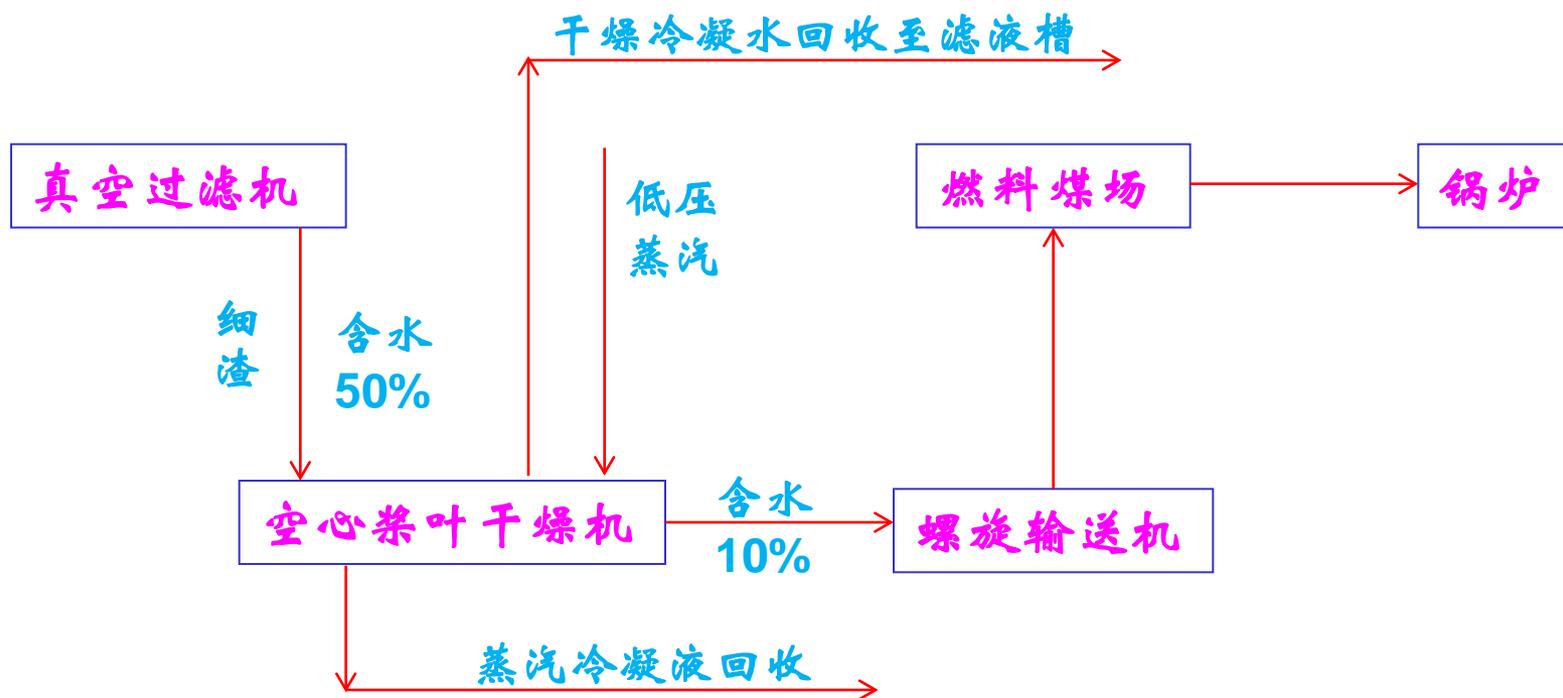
采用煤浆提浓技术同时能大幅**改善煤浆流动性、稳定性和雾化性能**，不但提高了气化效率、降低了煤耗和氧耗，而且降低了烧嘴和气化炉的磨损程度，可以延长装置运行周期。

煤浆浓度提高2个百分点可以使氧耗降低约**3个百分点**，合成气中有效成分提高约**1个百分点**，从而可能减小空分装置规模，节能降耗、经济效益明显。

2. 气化技术设计经验探讨

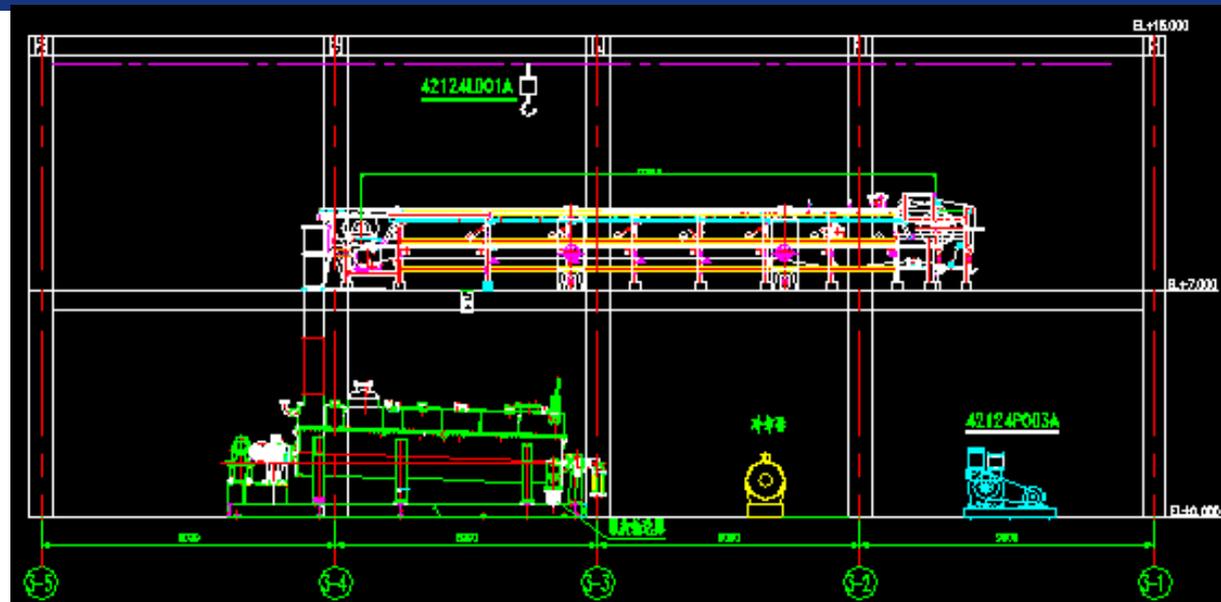
2.4 气化细渣的二次利用

气化细渣含有一定量的残碳，将其进行干燥后送入锅炉燃烧是值得借鉴的一种二次利用方式，工艺流程如下：



2.4 气化细渣的二次利用

布置图



2.4 气化细渣的二次利用

细渣干燥系统具有如下特点：

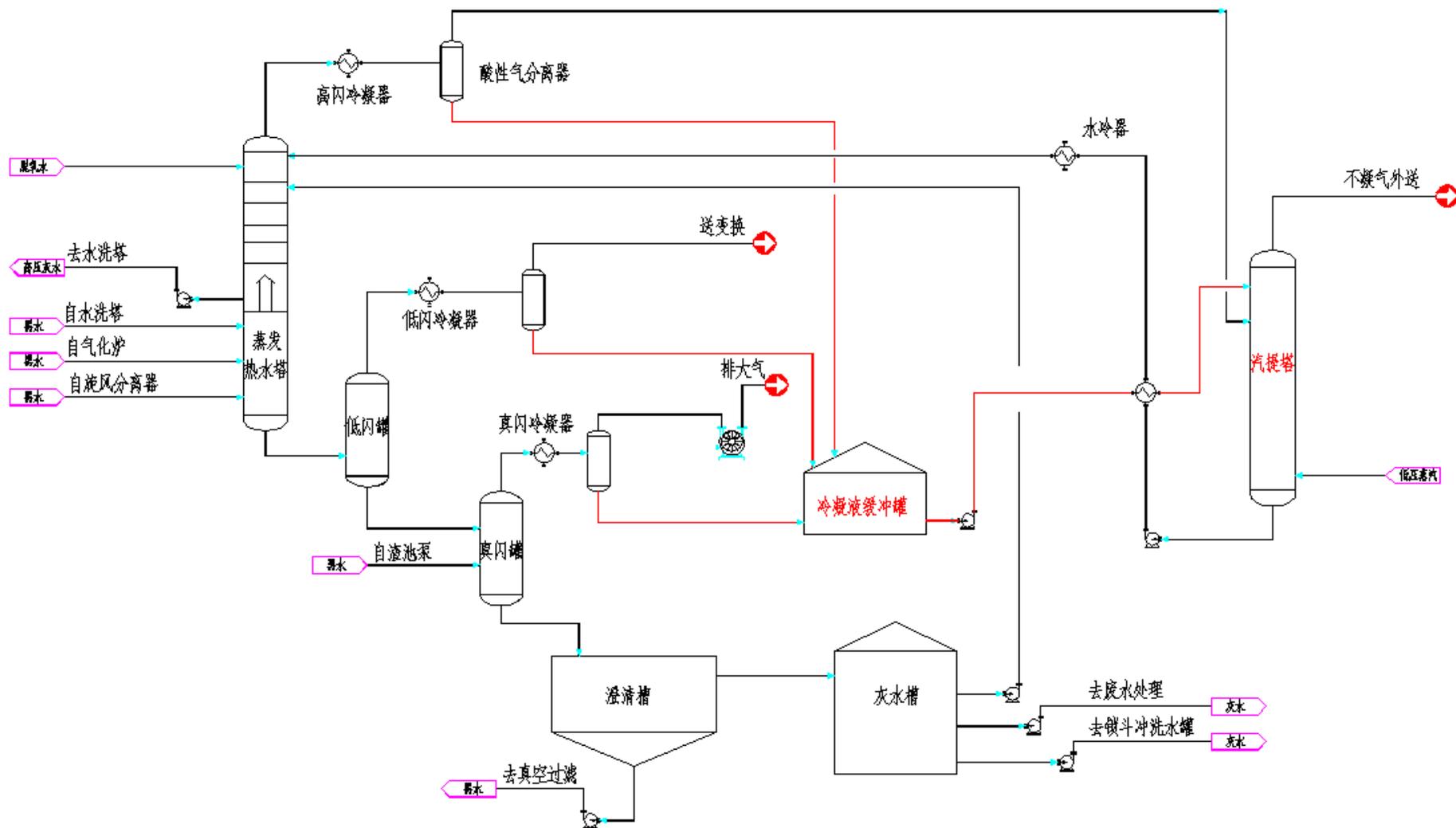
- 干燥机为**间接密闭干燥**，蒸汽冷凝液可以全部回收，环境友好；
- 可使用低压饱和蒸汽做为热源，充分利用厂内**低品位蒸汽**；
- **回收细渣中残炭**，提高碳回收率，节约能源；
- **回收细渣中水分**，可用于制浆，提高节水率；
- 主要设备集中布置在真空过滤机厂房一层，不增加占地面积
- 系统配套的冷却器及动设备，会产生少量的循环冷却水和用电消耗；

2.5 闪蒸冷凝液氨氮汽提

闪蒸冷凝液氨氮汽提的提出:

- ▶ 气化废水是全厂污水中流量较大，含氨氮较高的一股废水。污水处理通过生化处理来降低氨氮含量，若气化废水中氨氮含量过高，会使得微生物长期处于高负荷甚至超负荷运行状态，易导致微生物死亡，影响污水处理的效果；
- ▶ 大连恒力项目提出进污水处理气化废水氨氮含量需 $\leq 300\text{mg/L}$ ；
- ▶ 根据多个项目现场运行数据，设计阶段无法完全保证氨氮含量不超标，因此提出增加汽提系统；
- ▶ 如果直接对气化废水进行汽提，可能造成汽提系统结垢、堵塞等问题，并且需要汽提的气化废水量也较大；
- ▶ 大连恒力项目确定将氨氮含量较高的闪蒸冷凝液收集后汽提，达到降低气化废水中氨氮含量的目的；

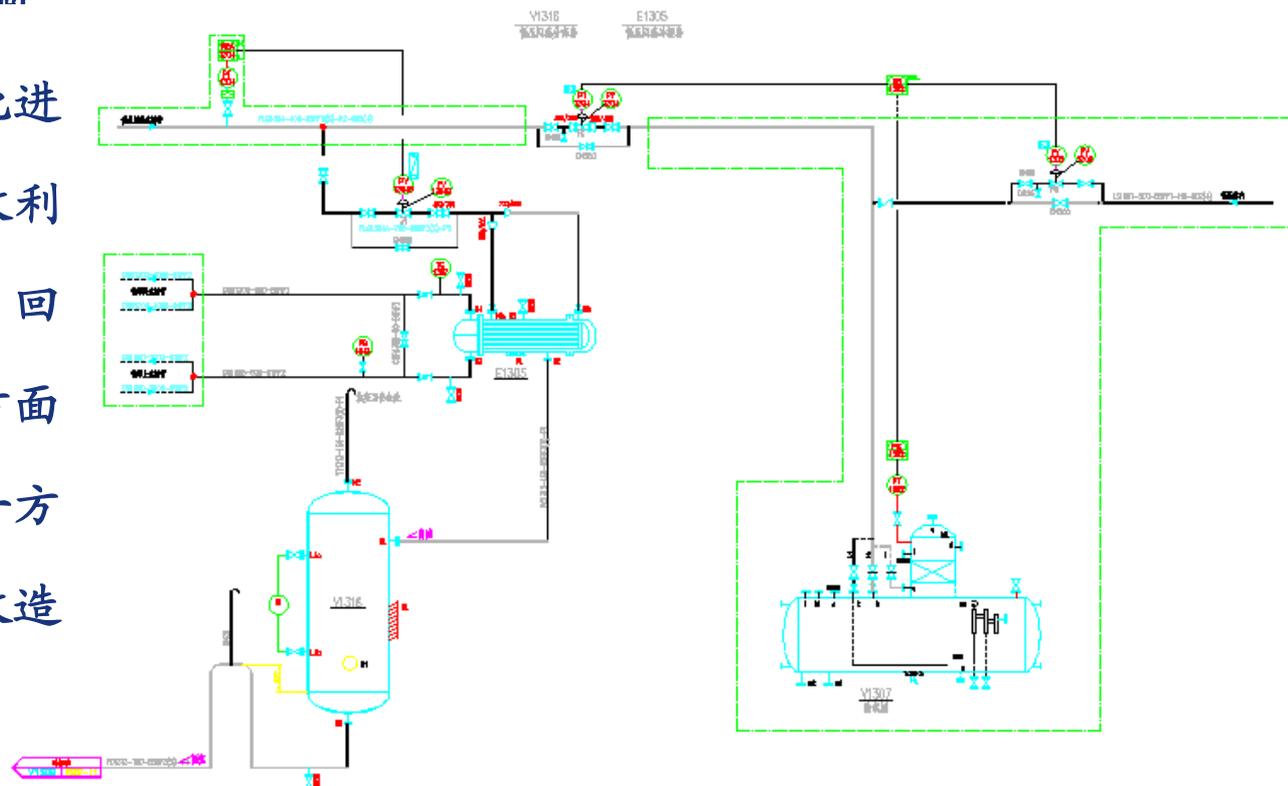
2.5 闪蒸冷凝液氨氮汽提 - 汽提方案



2.6 低压闪蒸汽环保改造

水煤浆气化低压闪蒸汽正常送除氧器回收热量，然后经除氧器顶部放空管直接放空。由于低压闪蒸汽量较大，除氧器实际用汽量较小，造成除氧器放空量较大，给现场环境造成不良影响

新能凤凰项目对此进行了改造，将不能回收利用的低压闪蒸汽冷却，回收其中的冷凝液，一方面改善了现场环境，另一方面节约了项目水耗，改造流程见右图：





目 录

1. 概述
2. 气化技术设计经验探讨
3. 工程大型化应用
4. 半废锅气化设计及应用

3. 工程大型化应用

3.1 大型化发展历程



3.2 工程大型化应用业绩

厂家名称	所在地	气化炉型	单炉能力 (吨/天)	投产日期
江苏灵谷化工有限公司	江苏宜兴	Φ3880、4.0MPa(G)	1800	2009.6
神华宁夏煤业集团有限公司	宁夏灵武	Φ3880、4.0MPa(G)	2000	2010.3
上海焦化有限公司	上海吴泾	Φ3880、4.2MPa(G)	2000	2013.3
安阳盈德气体有限公司	河南安阳	Φ3880、4.2MPa(G)	2155	2013.5
宁波中金石化有限公司	浙江宁波	Φ3880、1.5MPa(G)	1000	2015.5
陕西未来能源化工有限公司	陕西榆林	Φ3880、4.0MPa(G)	2000	2015.8
江苏华昌化工股份有限公司	江苏张家港	Φ3600、6.5MPa(G)	1800	2015.3

3.2 工程大型化应用业绩

厂家名称	所在地	气化炉型	单炉能力 (吨/天)	投产日期
内蒙古荣信化工有限公司	内蒙达旗	Φ3600、6.5MPa(G)	2500	2014.6
青海盐湖工业集团股份有限公司	青海格尔木	Φ3880、6.5MPa(G)	2200	2016.9
山东华鲁恒升化工股份有限公司	山东德州	Φ3880、6.5MPa(G)	2500	建设中
中盐安徽红四方股份有限公司	安徽合肥	Φ3600、6.5MPa(G)	2000	建设中
江苏灵谷化工有限公司(二期)	江苏宜兴	Φ3880、4.0MPa(G)	2000	建设中
内蒙古京能锡林煤化有限责任公司	内蒙古	Φ3880、4.2MPa(G)	2200	建设中
伊泰伊犁煤制油有限公司	新疆伊犁	Φ4200、4.0MPa(G)	3000	建设中

■ 天辰公司参与设计的多喷嘴对置式水煤浆气化炉约**68**台，投产运行的约**42**台。

3.3 气化炉耐火砖厚度对大型化的促进

多喷嘴气化炉早期采用的耐火砖厚度较厚，随着实际运行经验的增加，对耐火砖的设计进行了优化，**热面砖厚度不变、背撑砖减薄100mm、隔热砖加厚25mm**，耐火砖整体减薄75mm，在同样的气化炉外壳直径下，增大了燃烧室容积，对气化炉大型化起到了积极作用。

同样产气量情况下，目前可以选用直径更小的气化炉，节省了项目建设投资。

项目名称	气化炉规格 mm	耐火砖厚度 mm	燃烧室内径 Mm	燃烧室容 积增加率	有效气产 量Nm ³ /h
兖矿新疆	Φ3400	559	2282		98000
大连恒力	Φ3400	484	2432	+13%	112500
江苏灵谷	Φ3880	559	2762		118500
陕西未来能源	Φ3880	539	2802	+4.5%	131700
内蒙古京能	Φ3880	484	2912	+12%	150000

3.3 气化炉耐火砖厚度对大型化的促进

新能凤凰（滕州）能源有限公司2009年建成大化肥多联产项目，年产60万吨甲醇，气化采用多喷嘴对置式水煤浆加压气化。2016年进行提产改造，气化炉配置不变，采用新的耐火砖设计，提产至**年产90万吨甲醇**，改造前后主要参数对比如下：

	改造前	改造后	单位
气化配置	2+1	2+1	
气化炉规格	Φ3400	Φ3400	mm
耐火砖厚度	559	484	mm
燃烧室内径	2282	2432	mm
燃烧室容积	43.5	45.2	m ³
单炉产有效气量	95000	123750	Nm ³ /h
单炉投煤量	1418	1647	t/d

3.4 工业大型化重点考虑的问题

(1) 设备制造和运输的问题

装置大型化带来设备的大型化，继而会带来大型设备制造和运输的问题。

例如洗涤塔外径由4.0m增加到4.2m甚至4.6m，就会对设备运输造成困难。这时就要从整个项目角度出发，详细制定每台超限设备的加工制造和运输方案，主要解决思路有：

- 考虑设备分段在制造厂制造、分段运输至项目现场组装；
- 考虑在项目现场建立大件设备加工厂，或者利用项目现场附近的大件设备加工厂。

3.4 工业大型化重点考虑的问题

(2) 装置大型化带来的机泵问题

大型项目气化装置系列数一般较多，占地面积较大，此时就要特别注意一些公用机泵的扬程匹配问题，例如：

- 磨煤机给水泵给5台以上磨煤机供水时，可能会出现较远的磨煤机供水不足或较近的磨煤机流量调节阀因要承受过高的扬程调节阀不灵敏的问题。
- 当磨煤厂房与给料厂房分开布置时，低压煤浆泵与煤浆槽距离不等同，需要的扬程也将不同。

3.5 几个大型项目主要设计参数

厂家名称	气化配置	总有效气量Nm ³ /h	单套水煤气管道管径 (mm)	总水煤气管道管径 (mm)
江苏灵谷化工有限公司	1+1	118,000	DN600	1×DN600
神华宁夏煤业集团有限公司	2+1	220,000	DN600	1×DN700
上海焦化有限公司	1+1	137,000	DN600	1×DN700
陕西未来能源化工有限公司	6+2	790,000	DN600	3×DN700
江苏灵谷化工有限公司(二期)	1	134375	DN600	1×DN700
青海盐湖工业集团股份有限公司	2+1	257,000	DN600	1×DN700
内蒙古京能锡林煤化有限责任公司	3+1	450,000	DN600	2×DN700
伊泰伊犁煤制油有限公司	4+2	676,000	DN700	2×DN800

3.6 气化炉大型化的优势

目前煤化工项目规模越来越大，采用小规格气化炉需设置多个系列，造成项目占地面积大、公用系统管线加长、机泵数量多、维护工作量大、项目投资高等一系列问题。

采用大型化气化炉可以有效减少装置系列数，节约占地、减少设备数量、节省投资，例如：

多喷嘴气化炉	单炉投煤量 t/d	有效气产量 Nm ³ /h	气化炉规格 mm	系列数	占地面积 m ²	设备数量 台
传统气化炉	1500	28万	3400	3+1	19500	~267
大型气化炉	2250	28万	3600	2+1	16250	~195

3.7 4000吨级气化技术应用

4000吨级多喷嘴对置式水煤浆加压气化技术计划应用于内蒙古荣信化工有限公司二期项目，主要设计参数如下：

- ◆ 气化压力6.5MPa；
- ◆ 有效气产量：200,000Nm³/h；
- ◆ 气化炉尺寸：Φ4000 × 25000mm；
- ◆ 燃烧室内径：Φ3032mm；



目 录

1. 概述
2. 气化技术设计经验探讨
3. 工程大型化应用
4. 半废锅气化设计及应用

4 半废锅气化设计及应用

半废锅流程水煤浆加压气化技术具有如下特点：

- ✓ 在传统激冷流程中增加了辐射废锅及配套的汽包等设备；
- ✓ 通过辐射废锅段与激冷段的合理布置，以灵活调节气化炉的水气比，适合不同下游产品需求；
- ✓ 能够副产高压蒸汽，能量利用效率更高；
- ✓ 可副产大量11.0MPa或更高等级蒸汽，满足煤化工下游装置蒸汽需求，使全厂锅炉规模缩小，节省燃煤消耗，减少污染物排放；

4 半废锅气化设计及应用

半废锅气化工业化应用风险分析：

- ▶ 半废锅流程气化的工艺流程绝大部分与激冷流程相同，如：煤浆制备、煤浆给料、锁斗排渣、合成气初步净化、渣水处理等；
- ▶ 相比同规模激冷流程气化，半废锅气化进入渣水处理的黑水量更少，仅约70%，黑水的处理更容易；
- ▶ 半废锅流程气化占地面积与同规模激冷流程气化相同；
- ▶ 辐射废锅及其配套的汽包、循环水泵系统流程较为成熟；
- ▶ 辐射废锅采用自然循环设计，按强制循环运行，故障风险小
- ▶ 辐射废锅导致气化框架高度增加约10m，但相比粉煤气化框架仍低很多，不存在技术问题；

4 半废锅气化设计及应用

兖矿集团与华东理工大学正在研发2000吨级半废锅流程多喷嘴对置式水煤浆加压气化技术，将应用于兖州煤业榆林能化有限公司二期项目中。

- ✓ 项目规模：70万吨/年甲醇、50万吨/年DMMn
- ✓ 设置3台 $\Phi 3.4\text{m}$ 气化炉
- ✓ 2开1备（2台激冷气化炉，1台半废锅气化炉）
- ✓ 气化压力6.5MPa(G)

4 半废锅气化设计及应用

水煤气参数如下：

组分	分子式	干基组成%
一氧化碳	CO	47.2
氢气	H ₂	35.9
二氧化碳	CO ₂	16.2
甲烷	CH ₄	0.04
氩气	Ar	0.1
氮气	N ₂	0.3
硫化氢	H ₂ S	0.17
氧硫化碳	COS	0.009
氨	NH ₃	0.03
温度	°C	222
水气比		0.71



恭祝多喷嘴对置式水煤浆气化取得进一步成功!

Thanks For your attention !

Q&A