

# 富氧制气运行小结

杨 鹏

丰喜肥业(集团)有限责任公司临猗分公司 山西运城 044000

**摘要:**本文中笔者结合具体工程实例,对固定床间歇富氧制气工艺运行效果进行分析,旨在通过此次课题研究,对间歇床造气富氧制气工艺有更加深入的认识,从而推动该领域的纵深化发展。

**关键词:**富氧制气;煤耗;单炉发气量

## Summary of oxygen-enriched gas production operation

Peng Yang

Fengxi Fertilizer Industry (Group) Co., LTD., Linyi Branch, Shanxi Yuncheng 044000

**Abstract:** In this paper, the author analyzes the operation effect of the fixed bed intermittent oxygen-rich gas process, aiming to have a deeper understanding of the intermittent bed intermittent gas oxygen-rich gas process through this research to promote the in-depth development of this field.

**Keywords:** oxygen-rich gas production; coal consumption; single furnace gas consumption

### 引言:

阳煤丰喜临猗分公司有三套固定床间歇制气造气炉,阳煤丰喜集团临猗分公司现有三套间歇式固定层流化床造气炉,分别是建于1996年的3#造气,建于2001年的1#造气和建于2010年的2#造气。其中:

1#系统2001年11月建成投产,初期设计能力为年产12万吨的合成氨。1#系统共9台造气炉。

2#系统2010年11月建成。2011年3月6日开车投产,初期设计能力为年产20万吨的合成氨。2#系统共有9台 $\Phi 2800$ 造气炉。

3#系统 $\phi 2400$ 煤气发生炉9台,1996年10月建成投产,设计能力为单炉日产合成氨45吨。2003年进行改造为 $\phi 2650$ 煤气炉,1-6#炉6台炉一塔一器,7-9#炉3台炉一塔一器。

因临猗分公司新建4万空分装置,除提供水煤浆气化外,可富余5000-6000Nm<sup>3</sup>/h氧气,将本部分氧气用于固定床间歇制气造气炉,可降低煤耗,提高单台造气炉的发气量。公司自2018年开始调研,至2018年底建设完成投运。在下文中笔者将基于此对富氧制气工艺效果进行分析。

### 1. 富氧制气工艺技术概述

#### 气化反应原理

在煤气发生炉内所进行的气化反应的过程是多种多样的,其中主要的反应为燃料中的碳与氧以及水蒸汽这三者相互作用的热化学反应过程。在煤气发生炉内,同时进行着主要的气化反应过程,以及煤的干馏和干燥过程,煤气一般以较冷的状态30℃来供给用户<sup>[1]</sup>。

煤气化是指煤和焦炭等固体燃料在高温常压或加压条件下,与气化剂发生反应转化为气体产物和少量固体残渣的过程。其中气化剂主要包括有水蒸汽、空气、氧气或者它们的混合气。根据所用的原料、气化剂的种类以及气化过程的不同所得的气体产物有不同的组成,比如:以水蒸汽作为气化剂制得的水煤气,其主要成分为H<sub>2</sub>和CO,有效成分含量达到85%左右;以空气作为气化剂制得的空气煤气,其主要成分为大量的N<sub>2</sub>和一定量的CO。在合成氨生产过程中,不仅要求原料气中的H<sub>2</sub>与CO含量高,而且(CO+H<sub>2</sub>)/N<sub>2</sub>摩尔比应以3.1~3.2为宜。因此可以用适量空气或者富氧空气与水蒸汽作为气化剂,这样制备而成的气体为半水煤气<sup>[2]</sup>。

传统的固定床间歇气化工艺是以空气和过热水蒸汽为气化剂,与灼热的C在煤气发生炉内间歇反应制取合成氨所需的半水煤气。其在吹风、回收、上加氮、吹净阶段所需要的空气来源于大气,空气中的O<sub>2</sub>与煤气发生炉内的C发生反应而放出热量积聚于灼热的碳层内,供C

与水蒸汽反应所需要吸收的热量。而空气中O<sub>2</sub>的浓度为20.8%，其余主要为N<sub>2</sub>。为了合成氨生产的需要，空气与C反应生成的大部分气体直接回放到大气中，或者送吹风气锅炉燃烧掉其中的CO、CH<sub>4</sub>等可燃气体再回放到大气中。只有少部分回收进入气柜，以满足合成氨所需要的N<sub>2</sub>（吹净、回收、上加氮阶段）。

在间歇气化工制取半水煤气的生产过程中，空气与C反应即吹风、吹净、回收阶段的百分比约为25%~30%，而回收到气柜的气体不到30%，其余70%的气体又回到大气中，且带出大量的热量，既对大气造成污染（排出大量的CO<sub>2</sub>），又造成了热量的浪费。

固定床富氧间歇气化工就是在传统的固定床间歇气化工的基础上，在传统的固定床间歇气化工的基础上，通过提高入炉空气中O<sub>2</sub>的浓度提高O<sub>2</sub>与C的反应速度，缩短吹风、吹净、回收阶段的总时间，增加制气时间，特别是净吹风的时间，提高造气炉负荷。富氧空气中氧浓度越高，燃烧越完全，增加了对热量的利用率。富氧间歇式制气系统中氧气浓度对产气率的高低影响较大。因氧气浓度影响制气化学反应的生成物浓度，炉温高时生成有效气体CO较多，炉温低时生成CO<sub>2</sub>较多，在保证足够高炉温的前提下，又要避免因炉温过高而造成炉内结疤而影响炉况，导致制气率下降，氧气浓度的调节成为关键的因素，所以保持合理的氧浓度是非常重要的。

## 2. 富氧制气工艺技术的优势

固定床间歇式造气炉采用富氧制气，对原有制气工艺的较大调整，由于蓄热能力的提高，带来制气时序上下吹蒸汽调节的一系列变化，根据装置情况，通过对制气时序节能装置进行操作优化，摸索出富氧制气条件下上吹加氮和蒸汽递减装置的最佳操作条件，既提高了制气效率，又降低了蒸汽消耗，充分发挥装置流程的优势，实现新条件下的再平衡。

相对于传统工艺目前生产水平现状，固定床间歇富氧气化的技术特点：

可用无烟块煤和型煤气化<sup>[3]</sup>；

增加产量，降低煤耗、降低电耗、降低成本；

减少污染物排放，本次改造增加氧气缓冲罐、氧气调节阀、切断阀及相应管线，工程施工过程不影响正常生产，可实现边生产，边改造，只需要在系统停车过程中碰口阀门；

临猗分公司合成氨系统1#造气富氧制气项目在2018年11月28日引氧投运，投用之前空气管内氧含量

在20.3~20.8%，现在系统氧气投用设定在25.5%，合成氨系统3#造气12月18日投氧，投用之前空气管内氧含量在21.5~21.8%，现在空气总管氧气浓度两个系统在25.5%左右，合成氨系统2#造气12月22日投氧，投氧前空气总管氧含量21.3~21.8%，现在氧气总管氧气浓度在25.5%左右，现在三个系统加氧运行稳定，入炉氧气浓度控制平稳，供气和炉况较为稳定，煤耗进一步降低。

## 3. 改造完成后的运行状况

改造前1#造气九台炉生产，供气较紧，投运后气量明显增加，现在正常开七台半炉就可以满足后工段生产。

由于生产运行实际情况为2#系统富余的造气炉在改造前向3#造气供气。富氧改造完成后，3#造气富氧投运后，2#造气给3#造气的窜气阀已经关闭，正常情况下3#系统八台半炉就可以满足五机生产达到了生产自足。2#系统五台炉达到生产自足。

### 富氧气化工况特征及应用效果

根据实际运行证实，富氧气化工是在原有造气生产装置的基础上，配置相应的富氧装置和工艺控制装置，充分发挥吹净、吹风、回收阶段C与O<sub>2</sub>的放热反应，优化氧化、还原层的气化条件。富氧气化造气炉工况具有以下特征：

(1) 上、下行温度均有所下降，显热损失减少；

(2) 气化层的温度集中，反应更剧烈，对操作要求提高；

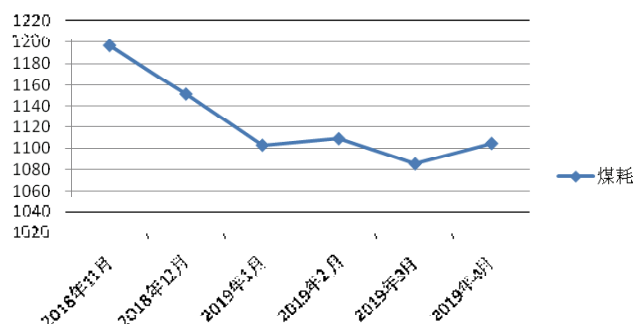
(3) 造气炉集尘器带出物减少，炉渣残炭下降，煤的利用率提高；

(4) 吹风气中的CO<sub>2</sub>含量提高，CO降低，吹风效率提高，吹风时间减少，制气时间相应增加；

(5) 气化效率明显提高，气化强度明显增加，为烧劣质煤创造了条件；

(6) 富氧工艺投运，工艺优化基本到位，同等的生产负荷吹风时间减少6~8秒，相应制气时间增长<sup>[4]</sup>；

改造前后煤耗对比



备注：以上数据为临猗公司三套装置当月平均煤耗

(7) 平均吨氨煤耗下降70kg以上;

(8) 富氧投运后, 造气吹分气量明显减少, 吹风气回收锅炉低负荷运行, 锅炉后烟气处理氨法脱硫装置更容易满足超低排放要求;

(9) 富氧投运后, 三套固定床间歇制气装置配套的鼓风机负荷降低, 吨氨电耗有所降低。

改造前2018年11月煤耗为1190左右, 改造完成后2019年1月至3月煤耗为1100左右, 煤耗降低 $90\text{kg/t}\cdot\text{NH}_3$ 。

#### 4. 结论

经过前一段时间的调试, 固定床富氧间歇气化工工艺是在传统的固定床间歇气化工工艺基础上, 通过提高入炉空气中 $\text{O}_2$ 的浓度, 提高吹风效率, 缩短吹风时间, 降低灰渣残炭含量, 降低造气生产成本, 减少二氧化碳排放,

节能降耗、经济效益、社会效益显著。

富氧制气项目投运以来, 生产装置与以往相比较发生了很大变化, 单炉发气量明显提高, 煤耗下降, 这一根本性改善使得三套装置能够为公司创造更高的效益。

#### 参考文献:

[1] 贺华. 固定层煤气发生炉节能降耗的措施[J]. 化工装备技术, 2008(5), 22-23.

[2] 张弛. 富氧造气炉制气率控制的研究[D]. 武汉大学, 2011.5, 7.

[3] 施蕾. 富氧造气工艺及操作流程研究[D]. 南通职业大学, 2016.3, 6.

[4] 张栓, 蔡欢欢. 富氧造气技术应用总结[C]. 全国中氮情报协作组第28次技术交流会论文集, 2009, 74-75.