

# 煤气化装置气化系统的技术改造与优化

张博

国家能源集团宁夏煤业煤制油分公司

DOI: 10.12238/jpm.v4i11.6397

**[摘要]** 煤气化系统在生产过程中,常发生煤气冷凝器入口灰堵塞,激冷气压机频繁发生故障,激冷气流量低等事故,严重制约了煤气化系统的正常生产。经过对装置各个方面的技术改进和优化,实现了装置的安全、稳定和长期稳定运行,并提高了装置的生产能力。

**[关键词]** 煤气化装置;干煤粉加压;激冷气压缩机;激冷气气量

Technical transformation and optimization of the gasification system of the coal gasification unit

Bo Zhang

National Energy Group Ningxia Coal industry coal to oil branch 750,000

**[Abstract]** In the production process of coal gasification system, the inlet ash blockage of gas condenser often occurs, the failure of chilled gas compressor occurs frequently, and the chilled gas flow is low, which seriously restricts the normal production of coal gasification system. Through the technical improvement and optimization of all aspects of the device, the safety, stability and long-term stable operation of the device are realized, and the production capacity of the device is improved.

**[Key words]** coal gasification unit; dry coal pressure; chilled gas compressor; chilled gas capacity

## 引言

从我国目前的经济和社会发展来看,碳源的洁净利用已成为当务之急。为了适应目前可持续发展的需要,要坚持科学发展观,运用现代科技,在煤炭资源开发中开辟出一条新的化工之路。干煤粉加压气化是实现洁净煤炭发电和煤化工的核心技术,具有比氧耗低、冷气效率高、自耗功少、净化系统和冷却系统造价低等优点。因此,在加压条件下,对干燥煤粉煤灰气化工艺进行深入的研究,以提高其使用品质,是一项十分有意义的工作。

## 1 流程简述

### 1.1 装置的技术来源

该项目的主要技术是利用中国环宇集团的技术力量,开发出一套适合我国国情的“干煤气化”设备。介绍了一种气流床气化工艺,它是一种以干粉为原料,以纯氧为原料,以液体排渣,以粗合成气为原料的气化工艺。在此基础上,在干煤的基础上,采用氧、水作气化剂,制备以  $\text{CO}+\text{H}_2$  为主的合成气。

### 1.2 装置的主要原料、产品与用途

该设备的主要原材料包括煤粉、氧气、高压燃料气以及驾驶气 LPG,其中,煤粉和氧气是气化反应所需要的原材料,LPG作为点火烧嘴的引导气体,也作为主烧嘴的起动气体,在主烧嘴正常运转之后,将其转换到高压燃料气,以保证点火烧嘴的平稳运转,并保证在点火烧嘴通道中持续存在保护气体。

该装置的主要产品是一种粗制的合成气,将其输送到转换装置,用于调整合成气的  $\text{H}_2/\text{CO}$  比,以满足下游装置的需求,并将其用作甲醇合成和费托合成的原料。

### 1.3 装置的主要构成

该设备由 24 条气化线组成,分成六个操作段,每段 4 条操作段。各气化线包括一个粉煤加压输送过程,气化过程,除渣过程,煤气洗涤过程和黑水闪蒸过程,两条线分别对应一套黑水处理过程;氧、氮处理以及公共设施处理(公共设施处理是单区公共设施处理)。

## 2 干煤粉加压气化流程

干煤的加压气化过程一般由两个过程组成:

### 2.1 干煤粉密相加料系统

采用油罐车将所采的高质量干燥煤粉运到施工场地,然后采用气力运输将已干燥的煤粉通过锅炉直接输送到煤粉仓。将煤粉再采用抽煤系统送至常压加煤仓。在常压仓下部,一般设置二个出煤口,一个是锁煤漏斗部,一个是二段出煤漏斗部。用一小时一次的进煤法来给锁斗供煤法,每次先把约八百公斤的粉煤在规定的时间内放入计量仓,随后又在规定的时间内,又在规定的时间内,定量地注入常压变压罐内,在箱内煤粉锅炉装满后,封闭了闸门,增加运输槽的压力,然后开启闸门,将煤粉锅炉放入输送槽内。常压仓以每小时八百公斤的能力为基准,将煤粉锅炉供给到二段运输槽中。在输送管装满后,将工作压

力增加至设定值,并将煤气输送至二段的固定喷嘴中。当贮气箱内的面粉煤气已全部供给完,使工作压力降至常压状态时,方可完成加压。

## 2.2 气化系统

气化是在一定的压力和温度下,利用气化剂进行热化学反应,将煤转变为气体的过程。

(1) 喷嘴供料:采用载气的方法,将加煤罐中的干煤粉以密相形式装入喷嘴中央管,把过热度的水蒸气和氧注入到气体混合物中,然后把它们完全混合在一起,然后,将它们投入到喷嘴的环形导管内。一旦在进料的过程中发生干煤粉进料管断裂,则会马上断开过热蒸汽和空气的供应,并同时启动在高压下反吹,以避免人员意外受伤。

(2) 喷嘴冷却保护:在气化过程中,由于气化炉温度过高,气化器会对气化器管壁造成破坏。所述的喷嘴冷却水箱中的软水,采用软水由水泵分别输送到所述的两个喷嘴中,实现所述的两个喷嘴的冷却,同时所述的喷嘴中的冷却水,经压力降低后,再返回到所述的冷却水箱中。

(3) 气化反应:当干煤粉加入进料后,会发生气化反应,其主要部位是在气压 3 MPa, 温度 1300~1500℃的气化炉段中,煤与水进行氧化反应,以产生以 CO 和 H<sub>2</sub> 为主的粗煤气,在 1000-1200 摄氏度的高温下,将原始气体输送至另外一台汽化炉,在此过程中,煤与水蒸汽发生干馏反应,使之发生裂解反应。一种原气,是由于挥发性物质的二次裂解和水蒸气的分解而形成的。

(4) 煤气冷却处理:通过对两级气化炉原料气进行混合,并利用喷雾式冷却水对原料气进行降温,使原料气在 900℃以下完全凝固。将原气输送到废热锅炉,并与脱氧水交换,使原气在 40℃左右,达到 300℃的冷却。

(5) 熔渣冷却与排渣:渣块冷却和排渣:由反应生成的大量熔渣,在墙体自重的影响下,直接流入了焊渣中,而炉渣则在焊渣中经过冷却、凝结,最后又被释放到了焊渣的锁斗内,之后各隔很长时间又会再被释放一次。当进行排渣工作后,可关掉渣锁斗上部的入口阀门和均压管上的平衡阀,同时开启渣锁斗的换向阀,当渣锁斗内部的均气压恢复至正常值后,打开渣锁斗底部的排渣闸门,同时开启锁斗排水槽内的冲洗和排放阀门,以进行渣池的排渣。排渣作业完毕后,首先关闭渣锁斗下部的排渣闸门、冲洗加水闸门和缓解加压闸门,然后再打开渣锁斗加压闸门,当孔隙水压逐渐大涨至标准差时,才打开均压管的平衡阀和进口闸门,并同时关闭加压闸门以进行集渣。

(6) 干法除尘:将空气中的杂质气体送至干式除尘器,并将粉尘送至粉尘收集器。飞灰收集罐内的飞灰处理后,可送往气化炉进行回收。在集灰槽与飞灰集灰槽之间设有一根平压管,可以用来调整集灰槽的压力。在排灰过程中,首先将均压管道的平衡阀门和集水槽的进口阀门关闭,待集水槽的压力恢复到正常时,将排出滤清器和集灰罐出水口阀门打开,将飞灰送入专用的集灰车,进行彻底净化后,送入粉煤仓。

## 3 运行状况

自从化工煤气化装置完工投产以来,装置在投产之后,存在着很多的问题,这些问题对装置的安全稳定运行造成了很大的影响。因此,在对装置的运行情况和存在的问题进行了持续的研究,并对这些问题进行了不断的优化和改进,从而使装置的稳定性和运转周期都得到了持续提升。

经过持续的技术改造,装置的运行周期在逐年延长,但是气化系统合成气冷却器进口发生堵塞等问题已这也是限制该设备长期稳定运转的主要原因之一。

## 4 气化系统运行的问题

### 4.1 气化炉合成气冷却器入口堵灰

气化炉主要由以下部分组成:炉身、激冷管、输气管气体回流室和合成气冷却装置。所述合成气冷却设备设置在所述气体回流腔的下部,是整个气化炉的最后一级。该交叉装置安装在燃气回流腔的下面,也就是合成燃气冷却器的进气口。为防止飞灰聚集、结垢和堵塞,在正常工作条件下,分叉口有差压,能监测分叉口的结灰,堵塞情况。标准压力差为 6-9 千帕,视气化炉的负载和煤种而定。如果煤气炉内的压力差值不断升高,则表示有粉尘和污物产生。然而,这些灰尘沉积一旦形成,将不可逆转,并将在更长的时间内不断恶化。在灰尘形成后,将导致气流的流动面积减小,合成空气速度变得更快,系统阻力降变得更大。激冷气下降,如果在较长的一段时间内持续工作,那么对设备会造成更大的磨损,同时也会对设备内部的整体结构造成严重的损害,在制造过程中,因为交叉部位的灰尘,会导致薄膜水冷壁被磨穿、泄露。由于字架灰尘堆积,许多化工企业都曾多次被迫降低负荷或停机处理,企业的年平均运行负荷为 92%-93%,无法达到全负荷、长时间运转的要求。

#### (1) 原因分析

高温下飞灰具有黏结性一般来说,煤粉是由煤粉在气化炉中生成,在空气的作用下,会迅速的凝结成冰。如果空气温度过高,或者空气流量不足,当合成气冷却到一定程度时,它的温度就会降到灰熔点以下。这样,部分煤灰在合成气中仍保持着熔化态。高粘性的灰烬将积聚在合成气冷却器进口的水平部分,这样就产生了最初的结垢。它将会导致表面温度上升,并且随着时间的流逝,会有更多的飞灰在这里聚集,最终导致+字架积灰堵塞。一定的激冷率可以在快速凝固飞灰的情况下,降低其进口温度。

温度计处易积灰在每一次灰尘堆积的现场,我们都会发现,温度表上,总会有一些灰尘,有些是独立的,有些是连接到下面的挡灰板上。这也许是由于这种温度表被置于合成气体管道中较低速度的地方,因此,烟尘很容易在热电偶上聚集,如果它的数量达到了一定的数量,这样,飞灰就会落在换热管道中,堵塞薄膜水冷壁管道的缝隙,造成不可逆转的堵塞。随着时间的流逝,它会变得越来越多,最终导致积灰堵塞。

#### (2) 优化措施

加强煤质管理

通过配煤稳定煤质等措施,可以有效地延缓或消除水冷却进料的堵塞现象。在原料厂进行一次配煤之后,将原煤送入粉煤仓,再进行二次配煤。煤的质量更加稳定。在气化过程中,由于炉膛内部的起伏较小,运行的灵活性较高,因此,对煤质进行有效的管理,对于防止积灰起到了积极的效果。

#### 温度计探头改造

将测温仪中的热电偶探针提升高度缩短到与薄膜水冷壁面同一高度,可减少热电偶挂灰的危险。

#### 加大反吹氮气流量

将反吹阀旁路限流孔板的直径从6.2米增加到13800米/小时,从而将反吹时的瞬时最高流量从6000米/小时增加10mm。增大氮气回流量可以在一定程度上抑制十字结灰,但会引起合成气中氮含量的升高。

#### 提高激冷比

通过增加激冷比,可使合成气冷却器进口温度下降,充分的激冷气流可使飞灰冷却到充分的固体状态,从而避免飞灰在热交换器表面沉积,并使其进口温度降低到低于飞灰烧结温度以下。但受激冷气体压缩机激冷容量的限制,不能再提高激冷气体容量。

#### 4.2 激冷气体压缩机激冷气量不足

激冷气体压缩机是煤炭气化的关键设备,其主要功能是将200C的合成气从湿式洗涤塔与飞灰滤器出口输送到气化炉激冷区,使1400-1700C范围内的合成气快速冷却至900C,使飞灰快速凝结为固态颗粒,再回流到气化炉内。经过脱渣系统,将其排放到系统之外,可以有效地去除合成气中的大多数飞灰,避免了制冷机进气口的堵塞。

##### (1) 原因分析

在实际的运行过程中,如果煤灰的熔点较低,激冷气气量小于需求,激冷口的温度高于飞灰的凝固点,那么高温的飞灰就不能凝结成固体。这些物质会随着过程中的气体进入合成气冷却器的进口,然后在那里凝结、粘附、积聚,最后会阻塞合成气冷却器,导致气化器差压上升,最后被迫停止生产。在对原料煤组成和各组成对装置运行的影响进行分析的基础上,通过实际生产,总结出一套设备的生产负载,使其能够满足所需的激冷气体压缩机的设计要求。在该载荷作用下,能够有效地抑制合成气冷却器进气口的积灰。但一直以来都限制了

该设备的高负荷运转,根据实际工作状态对其进行了分析,研究表明,在原有设计的激冷比较小的条件下,激冷空气压缩机在满载时,其工作效率较低。但在实际生产中,其控制效果仍不能达到要求。

##### (2) 优化措施

在此基础上,通过对设备的操作和实际煤种的使用,要想有效地解决合成气冷却器中的积灰和堵塞,一种可行的方法就是增加激冷气体的体积,以增加激冷比。在此基础上,结合国内许多同类设备中,已经有多个单位对激冷气体压缩机进行了升级改造的经验,在对激冷气体压缩机升级改造的必要性和技术可行性进行了分析,并对技术改造方案进行了比较和筛选技术改造方案。

经过努力,该压气机的技术改造取得了较好的效果。通过使用激冷气体压气机,可以提高激冷气体容量,并将其用于气化炉中的合成气冷却装置,使其进口温度低于700C。从改造后的激冷气压气机投入使用以来,系统的稳定性得到了很大的改善,气化炉的合成气冷却器进口的堵塞问题得到了有效的解决,同时也增加了设备的产能,使设备的整体效益得到了提高,改造目标得以实现。

#### 结语:

在此基础上,针对煤气化装置在生产过程中存在的问题,经过持续的技术改进和优化,成功地解决了以上的问题。大大缩短了装置重新启动的时间,提高了系统的工作效率。通过对激冷气体压缩机进行改造,有效地解决了在气化炉中的合成气换热器的堵塞问题。以及受到系统负载限制的影响,大大提高了设备的稳定性。实现了设备的安全、平稳、高负荷、大循环运转,给企业发展带来了很大的效益。

#### [参考文献]

- [1]董贵宁.煤气化装置气化系统的技术改造与优化[J].大氮肥,2022,45(2):81-85,91.
- [2]杨友,何俊,李猛.晋城煤气化技术的适应性分析[J].中氮肥,2022(3):9-12,16.[3]唐汪生.应急电源在粉煤气化装置中应用[J].氮肥技术,2023,44(1):35-36.
- [4]王辅臣.煤气化技术在中国:回顾与展望[J].洁净煤技术,2021,27(1):1-33.