

可逆式空分设备加温系统的节能改造

袁国生

(马钢供气厂一车间, 安徽省马鞍山市, 243011)

【摘要】 介绍引进法国6500 m³/h和国产10000 m³/h空分设备加热系统初步改造情况, 测算改造后年节电效果为80余万度, 提出了进一步改造、完善的设想。最后就可逆式流程空分设备加热系统的节能问题进行了分析和探讨。图6。

关键词: 空分设备 加温 系统节能 改造 效果

加温系统在可逆式制氧机组中, 担负着对吸附容器倒换再生、单体设备乃至整套空分设备定期加热解冻的任务, 是制氧机组重要组成部分之一。由于再生和解冻都是伴随能量消耗的过程, 因此, 探究加温系统的节能改造问题不仅有必要, 而且具有现实的经济意义。

本文拟结合本厂改造情况, 以“系统节能”的观点作些分析和探讨, 与同行商榷。

一、本厂加温系统初步改造简况及效果

1. 2 × 6500 m³/h 机组加温系统的初步改造

我厂1975年投产的两台法国6500 m³/h空分设备, 原设计共用一套干燥加温系统, 其动力气源系取自空压机后空气总管, 流程如图1所示。1987年新建无润滑氮压站投产后, 我们于1988年对6500 m³/h机组的加温系统实施了初步改造, 如图1中虚线所示。改造后, 除仪表气仍取自空压机并经干燥处理后供给之外, 其它吸附器(包括干燥器)倒换再生, 单体设备局部加热和空分设备大加热全部改用氮气进行。

2. 10000 m³/h 机组加温系统的初步改造

我厂1989年3月份新投产的杭氧10000 m³/h空分设备, 原配套加温系统与法国

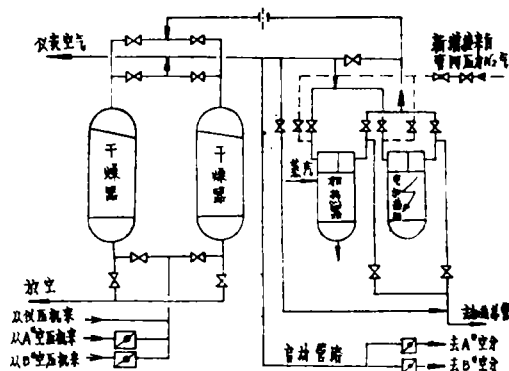


图1 2 × 6500 m³/h空分设备加温系统流程简图

“6500”加温系统大体相似。不同的是该系统在动力气源的选择上, 除大加热时亦采用原料空气压缩机供给气源外, 对空分正常生产中的吸附器再生、单体设备局部加热和仪表用气, 则分别采用了取自下塔的全环流压力氮气和空气, 大加热流程如图2所示。1989年5月份, 我们对该系统也实施类似的初步改造, 即将大加热也改用外部管网压力氮进行, 如图2中虚线所示。

3. 初步改造后的节能效果

2 × 6500 m³/h和10000 m³/h空分设备加温系统, 经上述初步改造后收到了明显的节能效果, 现仅就节电一项概略测算如下。

(1) 2 × 6500 m³/h系统

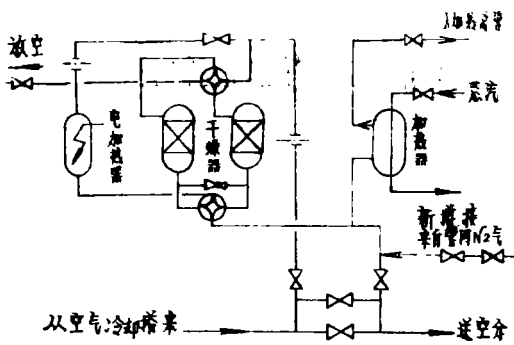


图2 10000m³/h空分设备大加温系统流程图

① 吸附器正常倒换再生、单体设备局部加热改用氮气后，使得干燥器倒换周期由原来的3天延长到12~15天(按12天计算)，每年(按运行345天计算)可节省干燥器倒换再生(加热器功率200 kW，加热时间5小时)加热能耗：

$$200 \times 5 \times [(345/3) - (345/12)] = 86250 \text{ kWh}$$

② 节省压缩机(空压机正常轴功率3250 kW，干燥器再生时为3600 kW，加热和冷吹计7小时)动力能耗：

$$(3600 - 3250) \times 7 \times [(345/3) - (345/12)] = 211312 \text{ kWh}$$

③ 两台6500 m³/h机组大加热(每台每年48小时)改用氮气后，可节省此间干燥器倒换再生(倒换周期8小时，加热5小时)加热能耗：

$$200 \times 5 \times (48/8) \times 2 = 12000 \text{ kWh}$$

④ 大加热时增开一台氮压机(轴功率320 kW)，停运原来的主空压机(轴功率3000 kW)，可节约动力能耗：

$$(3000 - 320) \times 48 \times 2 = 257280 \text{ kWh}$$

四项合计，6500 m³/h系统每年可节电566842 kWh。

(2) 10000 m³/h系统

① 大加热改用氮气后，可节省此间干燥器倒换再生(周期3小时，加热2小时，功率570 kW)加热能耗：

$$570 \times 2 \times (48/3) = 18240 \text{ kWh}$$

② 大加热时增开一台氮压机(轴功率320 kW)，停运原主空压机(轴功率4800 kW)，可节约动力能耗：

$$(4800 - 320) \times 48 = 215040 \text{ kWh}$$

两项合计，10000 m³/h机组加温系统每年可节电233280 kWh。

二、本厂加温系统进一步改造的设想

对两台6500 m³/h机组和10000 m³/h机组加温系统，我们打算在现有改造的基础上再完善一步，初步设想如下。

1. “6500”系统下一步改造

利用该系统靠近无润滑氮压站这一有利条件，将加温系统用氮由现在的常温供给改为热态供给，亦即将压缩后的氮气从末级冷却器前引出，经保温专用管线引至加温系统的加热器前，将原加热器仅作为二次辅助调温使用，从而回收利用一部分氮气压缩热，流程如图3所示。

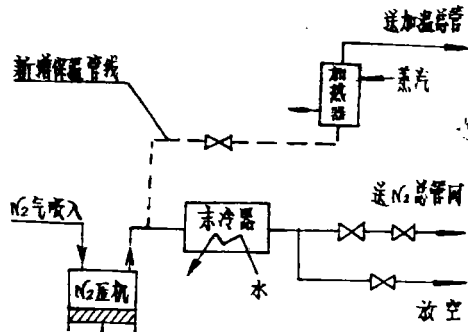


图3 热氮输送流程图

2. “10000”系统下一步改造

该系统的下一部改造，是将空分设备正常运转中的吸附器倒换再生和单体设备局部加热用氮，由目前的用电加热，改为间接利用空压机后压缩空气的部分余热加热，流程如图4所示。

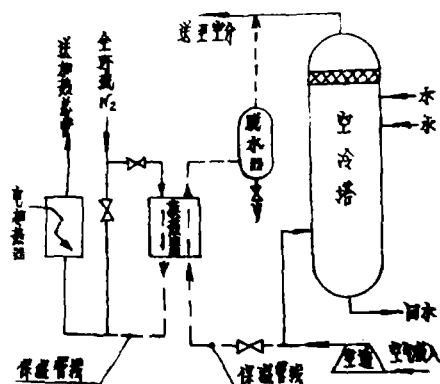


图4 空气压缩热部分回收利用流程简图

三、分析与探讨

影响加温系统能耗的环节和因素较多，诸如吸附剂的性能、吸附器和加热器的结构型式、加温系统流程设计、使用操作、维修设计等，都与系统能耗有着密切的关系。这里仅就流程设计和维修设计两个环节作些分析和探讨。

加温系统的功能，决定了加温用气需要干燥清洁，具有一定的流量、压力和温度。加温系统流程设计和维修设计的第一个任务，就是要保证加温用气的上述条件。下面列述一下提供这条件的一些可能的途径。

1. 加温气体种类的选择

- (1) 经干燥净化的空气；
- (2) 产品氮气。

2. 加温气体动力源的解决途径

- (1) 设置专用加热风机；
- (2) 原料空气压缩机；
- (3) 取自下塔经复热后的压力空气；
- (4) 取自下塔经复热后的压力氮气；
- (5) 外部氮管网(或直接取自氮压机)的压力氮气；

压力氮气；

- (6) 产品氧气压缩机；
- (7) 透平膨胀机的制动风机。

3. 加温气体所需热能的来源

- (1) 蒸汽及电能；

(2) 加温气体本身的压缩热；

(3) 其它压缩气体的压缩热。

对这些途径略加分析不难看出，就加温用气所需动能和热能的获取方式而言，不外乎两种方法：一种是以附加的能量消耗为代价；另一种是回收利用部分余能来实现。加温系统流程设计和维修设计的另一任务，就是不断追求经济、低耗。考察目前在用的加温系统，大都是以附加能量消耗为代价的流程，其中见得较多的主要有三种：

一种是配有独立加热风机的常压流程，70年代国产6000 m³/h机组和3200 m³/h机组等所采用的均属这种流程；另一种是以主空压机兼作加热气加压机的带压流程，如法国6500 m³/h机组采用的流程(见图1)；再一种是改进型带压流程，如近几年国产10000 m³/h机组采用的流程(见图2)。

分析比较这三种流程，常压流程的优点是，由于风压较低使得加温气体所需的附加动力能耗较低。但其也存在一些缺点，一是当加温用气采用空气时，由于空气中的绝对含湿量较大，加之吸附剂的吸附容量相应变小，使得所用吸附剂量和干燥器体积相应增大；二是由于加热风机的气量大都偏小，使得加热时间一般较长；三是所需设备数量较多，管路流程比较复杂，导致一次投资(特别是大容量机组)增加。可能正是由于这些原因，促使了带压流程的开发，并得到普遍应用。

目前的带压流程，虽然在一定程度上克服了常压流程的上述缺点，但其本身也暴露出一些新的弱点：一是由于以主空压机兼作加温风机，使得加温特别是大加温过程的动力能耗增加较大；二是由于空压机检修一般处于主要矛盾线上，从而使检修总工期相应延长，最终导致机组年作业率有所降低，由此带来的间接经济损失也是相当可观的。

基于上述分析不难得出结论：对上述两

类加温系统(包括改进型带压流程)都不能简单地一概肯定或否定,正确的态度应该是扬长避短。

下面就这一问题谈几点看法和设想。

1. 在加温系统的流程设计和设备配套中,应改变以往那种雷同化、简单化的做法,以灵活性、多样性满足针对性、实用性的要求,最大限度地实现经济、低耗的目标。

2. 对拥有两台或多台制氧机组,且就近布局安装的单位或场合,加温系统应采用一套共用或两套分组(即划分区组)共用的方式。每台机组都配独立加温系统的做法既浪费资金,也没有必要。

3. 在实现了压力氮(无油)联网,且有富余氮气的单位应优先考虑采用氮气加热,以取代主空压机、罗茨风机和干燥器,这样可在降低一次投资和加热能耗上收到两者兼顾的优化效果。

4. 对拥有两台以上制氧机组,且就近布局安装,但未配氮压机的单位或场合,配一台专用氮气加温风机作为共用的方案,还是有可取意义的。另外,还可考虑以备用氧压机兼做加温用氮加压机的方案,流程如图5所示。

图中是将加温用氮从未级冷却器前引出的方案,实际上只要在操作方法和管路上稍加变更,加温用氮还可以从压缩机第二级冷

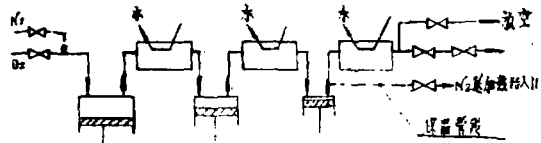


图5 氧压机兼做加温用氮加压机流程简图

却器前引出,这样显得更经济合理。以上两种方案,均优于用主空压机压送空气加温的方案。

5. 在加温系统流程设计和技术改造过程中,应进一步加强余能利用的研究及开发工作,努力将加温过程的附加能耗降低到最低限度。关于余能利用的方式及流程,除前面述及的几种之外,再试列出一种风机制动式透平膨胀机制动功回收的流程,如图6所示,供参考。

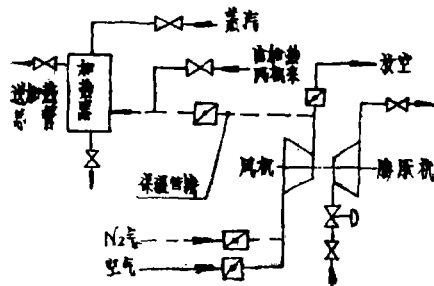


图6 风机制动式膨胀机制动功回收流程简图

开空厂在京举办计算机控制系统技术交流及演示会

由开封空分设备厂举办的KFPCS集散型计算机控制系统技术交流及仿真模拟演示会,1990年11月11日至15日在北京召开。有30多位代表到会。“KFPCS集散型控制系统”,是近年来开封空分设备厂与航天部三院三部,为适应我国空分和其它行业微机控制系统国产化的需要,联合开发研制出的一项新技术、新产品。与会代表听取了专题技术讲座、观看了现场组态仿真模拟演示,参加了技术交流和咨询讨论。希望国产集散型控制系统能尽快在空分等各工业部门发挥作用。

[开封空分设备厂(河南开封市宋门外公园路,475002) 王东海]