

天 然 气 过 滤 器

王 协 琴

(四川石油勘察规划设计院)

脱除气流中的固体和液体杂质是保证工艺装置正常运转必不可少的步骤。气体过滤器与其他分离设备相比较,不仅效率高,深度脱除,而且能够适应在设计流量范围内的大幅度负荷波动。另外,由于可供选用的过滤介质的品种、规格很多,故可根据具体对象选用最合适的过滤介质,达到有效而经济地除去气流中杂质的目的。

油、气田上使用的气体分离设备

1. 基本类型

(1) 油浴除尘器

这是一种曾广泛使用的气体分离设备。它是通过被除尘油润湿的旋转翼式组合金属挡板或金属网的湿表面来脱除气流中的杂质。当气流通过时,杂质碰撞到湿表面上就被粘滞住,接着在油槽中被油洗下来。这种设备对粒径为 $10\sim 15\mu$ 和 15μ 以上的杂质有很高的脱除效率,但是,除尘油被污染为废油,它含有对运转机械和工艺设备有害的固体杂质,难以找到合适的用途,因此早已不再受到重视了。

(2) 离心分离器

这种气体分离设备包括一个或多个平行运转的旋风管,靠离心力分离气流中的固体和液体杂质。在原设计流动条件下,它几乎可以100%地脱除气流中粒径为 14μ 和大于 14μ 的固体和液体杂质。但是,它对流量变

化的适应性很差,在低于设计流量下其分离效率将迅速下降。另外,由于要求气流具有很高的旋转速度,以达到分离所需要的离心力,因而压力损失大,对设备本身的磨损亦大。

(3) 气体过滤器

气体过滤器有两个基本类型,即:

(a) 干式过滤器,这种过滤器仅用以脱除气流中的固体杂质。(b) 过滤-分离器,这种过滤器用以同时脱除气流中的固体和液体杂质。这两种气体过滤器比油浴除尘器和离心分离器能够脱除的杂质的粒径小得多。目前,在各油、气田上所使用的气体过滤器中,过滤-分离器用得最多。

2. 基本技术要求

以上三种气体分离设备都只宜用以脱除悬浮于气流中的微小固体和液体杂质,没有处理大量固体和液体的能力。因此,必须采取相应的措施防止大量的固体和液体进入,损害它们的正常功能,当在油、气田上使用时,主要是防止大量液体进入的问题。

通常,作为一个完善的气体分离设备,除了分离核心部分外,还必须同时满足下列6项要求:

(1) 应有一个有效的前分离段,以除去随气流而来的大量液体。

(2) 应有一个容量足够的贮液罐,以容纳分离下来的液体。

(3) 应有足够的长度(对卧式)或高

度(对立式),以利于小液滴的重力沉降,防止被气流携带走。

(4) 分离设备主体应能降低紊流,保证重力沉降能顺利进行。

(5) 应设置除雾器,以捕集重力沉降不能分离的液体微滴。

(6) 应设置合适的控制器,以便保证背压和液面稳定。

很明显,除某些特定情况外,气田上的气体分离设备,总是具有多种功能的一个复合体,仅仅靠单一功能难以达到分离要求的。

气体过滤器的工作原理

1. 干式过滤器

大多数干式过滤器,系根据下列机理中的一种或几种来完成从气流中分离固体杂质的。

(1) 筛除效应

利用多孔性过滤介质,直接拦截固体杂质,这种筛除效应又称之为表面式过滤,所有过滤介质都具有这一功能。

(2) 深层效应

气流中的固体杂质随气流通过比表面大的多孔过滤介质层时,在弯曲的通道中,固体杂质与纤维之间不断发生惯性碰撞,固体杂质与纤维间的每一次碰撞都要损失由流动气体供给它们的动能,直到它们的动能丧失到不能再继续运动时,也就停滞在介质层内了。显然利用深层效应所滤掉的固体杂质的粒径是小于过滤介质的孔径的,因而比利用筛除效应的表面式过滤所滤掉的固体杂质的粒径要小得多,效率也要高得多。

(3) 静电效应

当气体流过非导体纤维过滤介质时,由于流动所引起的摩擦力,使过滤介质带上较强的静电荷,而固体杂质通常又带有一种与纤维所带电荷符号相反的电荷,两种相反的

静电荷产生的静电吸力使固体杂质附着到纤维上,而得以从气流中分离出来。这种静电效应又被称为静电过滤。

矿场气体过滤器几乎都采用玻璃纤维作为过滤介质,这不仅是因为它耐蚀、耐用、价廉,而且还因为采用的玻璃纤维直径可以根据需要选定,同时还可以沿过滤层深度采用渐变重度,因而适应性强,深度脱除效率高。采用玻璃纤维的干式过滤器实际上是上述的综合效应,即借助于直接拦截,惯性碰撞,布朗扩散和静电力的作用来脱除固体杂质。如果设计和使用正确,可以完全地脱除 1μ 以上的全部固体杂质,而对 $0.3\mu\sim 1\mu$ 的固体杂质的脱除率也高达99.95%。矿场过滤器所用的玻璃纤维过滤介质,一般都作成定型的过滤元件,拆卸更换非常方便。

2. 过滤-分离器

过滤-分离器脱除液体杂质与干式过滤器脱除固体杂质一样,都是发生在玻璃纤维过滤层中。不同之点仅在于:(1)此时玻璃纤维被液体润湿了,静电效应显著降低,所以,过滤-分离器主要依靠筛除效应和深层效应,即籍助于直接拦截、惯性碰撞和布朗扩散来完成对液体杂质的分离;(2)过滤元件后面设置有分离段,以分离随气流流出过滤元件的液体。很明显,其脱除率是不会很高的。

如果将玻璃纤维经过特殊处理,液体则不能润湿纤维,碰撞到纤维上的液体微滴就粘滞在上面,随着越来越多的微滴被分离下来,纤维上也就粘滞着越来越多的液体微滴。相邻微滴之间的表面引力使它们联接起来并集聚成较大的液滴。随着“集聚”作用的不断进行,液滴越来越大。当液滴足够大时,气流通过过滤介质层的摩擦阻力,使它们流出过滤介质层而进入过滤元件的中心空间,然后再随气流进入后面的分离段。在过滤介质中发生液体“集聚”作用后的液滴体

积要比进入过滤介质前的液滴体积大100~200倍,这样便能在分离段得到有效分离,这就是过滤-分离器对 1μ 以上的液体微滴的脱除效率高达99.9%的基本原因。

“卧引”原料天然气过滤-分离器

“卧引”中用以过滤原料天然气的过滤-分离器系美国培理(Perry)设备公司的PECO系列75H-28FQ372过滤-分离器,其目的是脱除原料天然气中的固体杂质、液态烃和游离水,以防止污染脱硫溶剂。

1. 结构特点

该设备由过滤-分离主体和贮液罐组成。过滤-分离主体又包括过滤段和分离段两个部分,见图1。过滤-分离器过滤段内

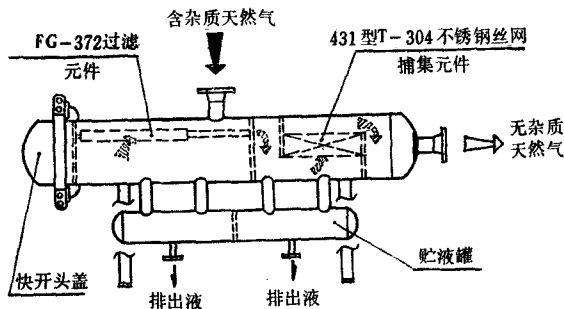


图1 “卧引”原料天然气过滤-分离器

设置有28根用玻璃纤维制成的中空长筒形过滤元件,其内衬管直径为3英寸、长为72英寸,上面均布有 $\varnothing 6$ 的通过孔。玻璃纤维直径为 10μ ,粘接剂为酚甲醛。位于后部的分离段包括重力沉降和带不锈钢金属丝网捕集元件的除雾器两个部分。该设备除具有筛除和深层过滤等作用外,还有一个特点就是,存在于玻璃纤维和酚甲醛之间的电化学相容性为微小液滴集聚成大液滴提供了有利条件。过滤元件及其固定见图2。另外,贮液罐被分成两个完全隔离的部分,每个部分

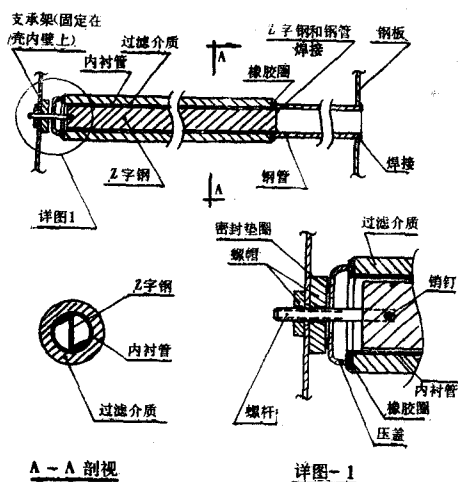


图2 过滤元件及其固定

都设置有液位控制器。

2. 清洗

过滤元件为可拆卸式的,故可以在停运期间拆下来进行清洗。粒径大于过滤介质孔径的固体杂质由于筛除效应而被截留在过滤元件表面,可直接用压力不超过5公斤/厘米²的水龙带连接的冲洗水或蒸汽、压缩风等将其清除,不需要专门的清洗工具。但对那些因深层效应而粘附于过滤层深处的粒径小于过滤介质孔径的固体微粒,则是无法清除掉的,这就是过滤元件在清洗后不能完全恢复其原有效能的原因,因而随着重复使用次数的增加,其效能就会不断降低,使用周期也会越来越短,必须更换新的过滤元件。

3. 切换周期和更换周期

运行切换周期和过滤元件的更换周期不能一概而论既与进料气体的情况有关,也与使用和清洗情况有关。切换周期主要根据压力降来确定,“卧引”过滤-分离器规定的允许最大压力降为0.15公斤/厘米²,一旦达到这一数值就必须进行切换,将过滤元件拆下进行清洗。正常情况下切换周期可超过一个月。培理公司经验,在正常的情况下,累计运转一年到一年半才更换一次过滤元件。但

在实际运行中,常常会因为一些异常情况而缩短过滤-分离器的切换周期和元件的更换周期。

4. 主要设计参数

主要设计参数见表

处理能力	(标米 ³ /日)	4×10^6
操作温度	(℃)	10~30
操作压力	(公斤/厘米 ²)	64
最大设计压力	(公斤/厘米 ²)	71.5
腐蚀裕量	(毫米)	4.5
过滤元件表面积	(米 ²)	18.9
平均过滤速度	(米/秒)	~0.05
除雾器截面	(米 ²)	1.5
除雾器线速	(米/秒)	~0.5

5. 实际运行情况

因为“卧引”工厂上游设置有低温分离站,原料天然气基本上是干气,几乎没有分出过液体,所以无法考察液体的脱除情况。该过滤-分离器实际上只起到脱除原料天然气中固体杂质的作用,相当于一个干式过滤器。虽然要精确测定过滤-分离器进出口气流中的固体杂质含量尚有一些困难,然而通过宏观判断可知,其脱除固体杂质的效率是很高的,开车以来脱硫溶剂一直保持清洁。

参 考 文 献

- [1] J.M Campbell "Gas Conditioning & Processing" 2nd 1970
- [2] Hydrocarbon Processing & Petroleum Refiner Vol45. No1.

(本文收到日期1982年5月15日)

(上接8页) 油气条件变好,是因为控制湖盆发育与沉积(拗陷)中心的断裂,主要在现代湖盆轴线附近通过所造成。好的生油气地带受断裂控制,是我国东部断陷(箕状)盆地重要特点,当然程海也不例外,也可能是程海大气苗分布具有一定方向性原因。从程3井第三系第一、二段含碳质碎片迹象,和云南第三纪沉积盆地普遍发育含煤建造特征^[4],推测向湖盆中腐植型有机物丰度增大是完全可能的。由此可见,程海地区沉积中心一带新生代地层是生物成因气的母岩。

程海地区的气苗多、分布广、出气时间长、出气量大,说明它气源较丰富,不能因6口浅探井钻在不利相带而作出定论。据程海地区地质条件,寻找较大的气田可能性甚小。但因地制宜加以勘探,寻找一些就近利用、有一定经济效益的小气藏还是可能的。尤应注意在泥质岩发育的有利相带地层中找

透镜体气藏,特别在东岸滨湖地带、湖上与湖盆南延至期纳一带陆上。这种生物成因气藏,在我国长江式浅气层中和美国北部大平原都有发现。

参 考 文 献

- [1] 戚厚发 戴金星 浅谈我国生物成因的天然气 《天然气工业》 1982年第2期。
- [2] Раабен В.Ф. Размещение нефти и газа в регионах мира наука 1978
- [3] Rice D.D. et al Generation Accumulation and Resource Potential of Biogenic Gas AAPG 1981 V.65, No1
- [4] 胡友恒 云南第三纪含煤盆地沉积特征及成因类型划分 《煤田地质与勘探》 1980年第1期

(本文收到日期1982年8月1日)

The article discusses the basic principles of eductors, with the stress put on its application in gas field development, boosting capacity and applicable conditions. Based on field experiment informations, it illustrates that eductors are capable of recovering the high pressure gas pressure energy loss results from throttling, increasing the pressure of low pressure gas, increasing the production rate of low pressure gas well, and the economic result is remarkable.

NGI Vol.3 No.2 1983

天然气过滤器

王协琴

本文介绍气田上脱除气流中固体和液体杂质的分离设备和类型、原理和基本技术要求。然后介绍从日本千代田化学工程公司引进的卧龙河天然气处理厂气体过滤-分离器的结构特点、主要设计参数和实际运行情况。

《天然气工业》第3卷第2期 1983

Filter for Natural Gas

Wang Xie-qin

This paper describes the types, principles and basic technical requirements of separators used in gas field for removing the solid and liquid impurity in the gas stream. It then introduces the structural features, main design parameters and the actual performance of the filter-separator operated in the Natural Gas Treating Plant contracted by CHIYODA Chem. Eng. Cons. Co., Ltd, Japan.

NGI Vol.3 No.2 1983

谈谈天然气压能利用

喻平仁

天然气压能的利用是气田节能的一个重要方面。本文通过压能发电、喷射器带输低压气、调整低压井开采的工艺流程实例,论述了气田开发的全过程都可利用压能,借以引起人们重视,促进这一工作的开展。

《天然气工业》第3卷第2期 1983

The Utilization of Natural Gas Pressure Energy

Yu Ping-yen

The utilization of natural gas pressure is an important respect in economizing on energy in gas fields. This article discusses the feasibility of utilizing pressure energy in the entire process of gas field development through actual examples of pressure energy electricity generating, eductor boosting of low pressure gas and adjustment of production lookup and operation so as to attract people's attention and take specific steps.

NGI Vol.3 No.2 1983

油罐气回收装置的研究

朱普秀 黄满堂

回收油罐气,减少原油在储运过程中的蒸发损耗,是节约能源的一项有效措施。本文介绍了大庆油田在开式流程中油罐气回收装置的试验研究情况,阐述了装置组成、工艺流程及装置的控制办法,并进行了经济分析,认为具有显著经济效益,有推广意义。

《天然气工业》第3卷第2期 1983

Research on Oil Tank Gas Recovery Equipment

Zhu Pu-xiu

Huang Man-tang

Recovering oil storage tank gas and reducing the evaporation loss in the storage and transfer of crude oil is one of the effective measures for saving energy. This article describes the research work in Daqing oil field on the recovery equipment for oil tanks in the open pipeline system, the components of the equipment, flow diagram and control method. After conducting economic analysis, it is considered that remarkable economic result can be obtained and it is worthy of popularization.

NGI Vol.3 No.2 1983