

生产与应用

焦炉气变压吸附制氢技术的应用

郑学, 张红霞

(山西三维集团股份有限公司, 山西 洪洞 041603)

摘要:分析了氢气在工业生产中的重要地位,介绍了变压吸附制氢技术的基本原理及焦炉气变压吸附制氢技术的工艺流程,展望了该工艺过程的发展前景。

关键词:变压吸附;制氢技术;焦炉气;自动控制系统

中图分类号:TQ028.1⁺5;TQ116.2⁺3 文献标识码:A 文章编号:1004-7050(2007)04-0069-02

引言

焦炉煤气中含有氢气体积分数为 50%~60%,1 t 原煤可得焦炉煤气 300 m³~350 m³,即可以得到 165 m³~210 m³ 的氢气^[1,2]。

氢气作为生产 1,4-丁二醇、粗苯加氢的主要原料,在山西三维集团股份有限公司(简称三维集团)的生产过程中占有重要的地位。预计 2008 年三维集团 1,4-丁二醇的生产需要氢气 11 500 t,加上粗苯精制项目,氢气用量共计 15 000 t。

三维集团和西南化工研究院合作,利用周边焦化集团的焦炉煤气,于 2006 年成功建成了处理能力为标准状态下 14 500 m³/h 焦炉煤气的变压吸附制氢装置,可以生产氢气 6 316.2 万 m³,从而为 1,4-丁二醇的生产提供了可靠的保证。

1 变压吸附技术的基本原理

变压吸附技术是利用所采用的吸附剂对不同组分的吸附量随压力的不同而呈现差异的特性,使氢气和其他杂质实现分离。它以吸附剂(多孔固体物质)内部表面对气体分子的物理吸附为基础,利用吸附剂在相同压力下易吸附高沸点组分和高压下吸附量增加(吸附组分)的特性,将原料气在一定吸附压

力下通过吸附剂床层,高沸点杂质组分被选择性吸附,低沸点的氢不易吸附而通过吸附剂床层,达到氢和杂质组分的分离。吸附剂在减压下解吸被吸附的杂质组分后得到再生。

2 焦炉煤气变压吸附的工艺流程

焦炉煤气中杂质较多,组成十分复杂,除有大量的 CH₄ 和一定量的 N₂、CO、CO₂、O₂ 外,还有少量的高碳烃类、萘、无机硫和焦油等,后者都是很难在常温下脱附的组分。对变压吸附采用的吸附剂而言,吸附能力相当强,以至于难以解吸,因此焦炉煤气变压吸附装置采用两种不同的吸附工艺:变温吸附工艺和变压吸附工艺。经过加压的焦炉煤气首先通过变温吸附工艺除去 C₅ 以上的烃类和其他高沸点杂质组分,达到预净化焦炉煤气的目的,然后再经过压缩变压吸附工艺除去除氧以外的所有杂质组分,获得 99.6%纯度的产品,最终通过催化反应除去氢气中的氧,并经等压干燥获得 99.99%纯度的产品^[2]。

焦炉煤气变压吸附制氢装置为多塔流程,微机控制程控阀门进行切换,整个过程在低于 40℃ 下进行。每个吸附塔在一次循环中都经历吸附(A)、第一次压力均衡降(E₁D)、第二次压力均衡降(E₂D)、第三次压力均衡降(E₃D)、逆向放压(D)、抽空(V)、第三次压力均衡升(E₃R)、隔离(IS)、第二次压力均衡升(E₂R)、隔离(IS)、第一次压力均衡升(E₁R)、最终升压(FR)等 12 个步骤。装置区运行时,其中 2 台吸

收稿日期:2007-04-29

作者简介:郑学,男,1965 年出生,1987 年毕业于太原理工大学高分子化工专业,现主要从事生产管理工作。

附器处于进入原料气、产出氢气的吸附步骤,其余各台吸附器处于吸附剂再生的不同步骤。每个吸附器经历相同的步骤程序即可达到原料气不断输入、产品氢气连续稳定输出。具体运行步骤如图1所示。

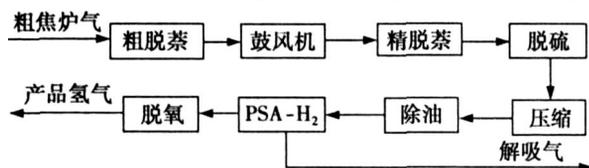


图1 装置区运行步骤

3 变压吸附的控制系统

变压吸附装置采用DCS控制系统,其控制范围是粗脱萘、鼓风增压、精脱萘、脱硫、焦炉气压缩、除油、PSA-H₂和脱氧8个工序的所有程控阀、阀位检测、动力设备运行状态,以及装置的压力、温度、流量分析和调节等监控回路。

PSA装置的控制特点是:程序控制阀门多,程控阀门切换时间短,动作频繁,顺序控制结合常规模拟控制,自动化程度高,无法手动控制。

为满足买方对装置长期稳定、安全运行的要求,在PSA装置的控制软件包中不仅实现了系统的常规控制要求,还配置了多塔自动任意切换和自适应优化控制系统。

3.1 自适应优化控制系统

该系统的配置可实现整套装置的全自动控制。当装置处理量或原料气中CH₄和CO₂的含量发生变化时,系统的参数设置随之改变,使装置始终处于最优化的状态下运行,提高H₂回收率,从而产生最大的经济效益。

3.2 专家诊断系统

在同一套PSA装置中可实现多个吸附塔的组

合运行,既可保证装置的长期稳定、安全运行,同时也大大提高了装置操作的灵活性。具体特点表现为:

1) 有计划地维护部分吸附塔。

2) 当电磁阀、仪表空气、控制电缆及程控阀执行机构等出现故障,造成程控阀不能正常动作时,通过每台程控阀上的阀位检测回讯及吸附塔压力的变化确认程控阀故障,关闭与故障阀相关的阀门,将故障吸附塔隔离,控制系统自动搜索满足条件的组合方式及部位,自动切换,完毕后装置继续运行,继续连续供应产品氢气。

3) 排除与程控阀相关的硬件故障,发出恢复流程运行指令,控制系统自动搜索满足条件的部位,恢复PSA流程运行。

4 结论

变压吸附技术能从炼焦副产煤气中分离出高纯度的氢气,该技术工艺简单,投资少,操作成本低,自动化程度高,已日益成为焦炉煤气分离的主要技术,它必将在国内焦炉煤气分离氢气方面得到大力推广和应用。

山西三维集团股份有限公司以氢气作为生产1,4-丁二醇、粗苯精制的主要原料,以前通过煤造气制氢,现在利用周边焦化厂的焦炉煤气,采用变压吸附技术制取氢气,既降低了生产成本,又减少了环境污染,为公司带来了可观的经济效益和社会效益。

参考文献:

- [1] 赵玉兰. 二十一世纪山西焦化工业展望[J]. 煤炭转化, 1996, 19(3): 27-33.
- [2] 陈冠荣, 时均. 化工百科全书[M]. 北京: 化学工业出版社, 1997: 53-60.

Application of generation of hydrogen by pressure shift absorption of coal gas

ZHENG Xue, ZHANG Hong-xia

(Shanxi Sanwei Group Co., Ltd. Hongdong Shanxi 041603, China)

Abstract: The important role of hydrogen in industrial production was analyzed. The basic principle and the production process of hydrogen generation by pressure shift absorption (PSA) of coal gas were introduced, and the development prospect of PSA was pointed out. By comparison, the article describes the development prospect of PSA process.

Key words: PSA; hydrogen; coal gas; automatical control system