

PSA 制氮技术及闭路循环流化干燥系统用于化工助剂生产

顾飞龙* 张丽华 陈奕峰

(上海化工研究院化学工程及装备研究所)

摘要 介绍了变压吸附制氮技术的基本原理, 以及闭路循环干燥系统在化工助剂生产中的工业应用。

关键词 变压吸附 气体分离 闭路循环 流化干燥

1 概述

化工助剂, 特别是含易燃易爆的甲醇、异丙醇、汽油、苯、丙酮等有机溶剂的化工助剂,

* 顾飞龙, 男, 1969 年 12 月生, 高级工程师, 上海市, 200062。

如抗氧剂 1076、抗氧剂 168、抗氧剂 DSTP、抗氧剂 DL TP、聚氧化乙烯、活性药物中间体等, 在干燥过程中, 采用闭路循环流化干燥系统, 可防止由溶剂引起的爆炸和燃烧, 防止溶剂和粉末释放, 也能防止干燥产品在干燥期间的过热,

$$v = k_v(D) \omega A \cos \beta (1 - \operatorname{tg} \alpha \operatorname{tg} \beta) \quad (9)$$

物料在干燥机内处于不同的位置, 而不同位置处的 α β 是不相同的。为了便于分析, 根据图 2 有

$$A \cos \beta = A_z \sin \alpha + A_w \cos \alpha = \frac{2\pi r^2 \psi + A_z P}{\sqrt{P^2 + (2\pi r)^2}}$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{2\pi r A_z - r P \psi}{2\pi r^2 \psi + A_z P}$$

将上述两式及式(4)代入式(9), 整理得

$$v = \frac{k_v(D) \omega \psi \sqrt{P^2 + (2\pi r)^2}}{2\pi} \quad (10)$$

物料在干燥机一层中的停留时间 T 为

$$T = \frac{L}{v}$$

而 $L = \sqrt{P^2 + (2\pi r)^2}$

则 $T = \frac{2\pi}{k_v(D) \omega \psi} \quad (11)$

由式(11)可知, 当振幅和振动频率给定时, 物料的停留时间只与 $k_v(D)$ 有关。而由式(8)可知, D 只与 P 有关, 所以可将式(11)改写为

$$T = G(P) \quad (12)$$

因此, 当振幅和振动频率给定时, 若要保证物料在干燥机中的停留时间维持稳定, 则必须保证螺旋槽的螺距为定值, 这样干燥产品才会均匀, 干燥机的热效率才会提高。因此, 在制造立式振动输送干燥机时, 确保螺距的一致是其制造工艺上的重要环节。

3 结论

本文对立式振动输送机的运动和物料的运动进行了分析和计算, 得出影响物料在干燥机内停留时间的真正因素是螺旋槽的螺距。因此, 立式振动输送干燥机螺旋槽的螺距要保持一定, 这样才能保证物料干燥的均匀性, 提高干燥机的热效率。

参 考 文 献

- 1 机械化运输设计手册 北京: 机械工业出版社, 1997.
- 2 闻邦椿, 刘凤翹 振动机械的理论及应用 北京: 机械工业出版社, 1980
- 3 俞左平, 陆煜 传热学 北京: 高等教育出版社, 1995
- 4 李汝辉 传质学基础 北京: 北京航空学院出版社, 1987.

(收稿日期: 1999-11-01)

氧化作用和降解。

闭路循环流化干燥系统一般要求如下:

干燥介质: 氮气

原料形态: 含有机溶剂的颗粒物料

在工业生产中, 传统的制氮方法是深冷法, 即在常压下氮的沸点是 -196°C , 氧的沸点是 -183°C , 将空气深冷液化, 利用其沸点的不同进行精馏分离而得到氮或氧。这种传统的方法, 其装置复杂, 投资费用大, 操作需专业人员, 维修维护工作量大, 能耗高, 一般适用于每小时几百到几万立方米氮气量的中大型装置的生产, 它的特点是能同时制得氧、氮、氩等多种产品。

变压吸附(简称 PSA) 气体分离技术作为非低温气体分离方法的重要分支, 具有自动化程度高、工艺流程简单、操作方便、启停车快、运行成本低和维护量小等优点, 是一种高效节能的新型气体分离技术。

2 PSA 法制氮技术

2.1 碳分子筛 PSA 法制氮基本原理

碳分子筛具有接近气体分子尺寸的超微孔, 由于孔径分布均一, 在吸附中对气体分子起筛分作用(由范德华力使分子分离)。

图 1 为某时刻碳分子筛对氧气、氮气的吸附量 L_t 与平衡量 L_0 的比值曲线。由图 1 可知, 在短时间内, 碳分子筛对 O_2 的吸附速度大大超过对 N_2 的吸附速度, 碳分子筛制氮主要利

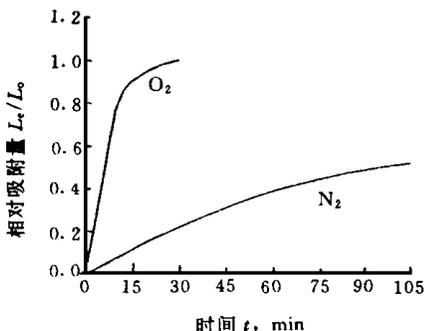


图 1 碳分子筛对 O_2 、 N_2 的吸附动力学曲线

用这一原理。此外, 碳分子筛对二氧化碳和水分有一定的吸附能力, 较容易通过减压方法再生。

2.2 碳分子筛 PSA 法制氮工艺流程

碳分子筛 PSA 制氮工艺流程见图 2。

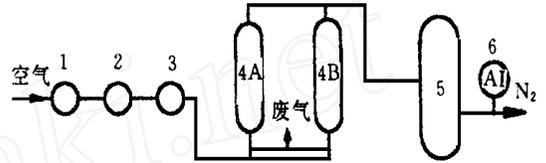


图 2 PSA 制氮工艺流程

1—压缩机 2—冷却器 3—过滤器 4A、4B—吸附塔
5—氮气缓冲罐 6—氧分析仪

原料空气经压缩机压缩至 0.7MPa , 再经过过滤器除去油及液态水后进入由两个填装碳分子筛的吸附塔组成的变压吸附分离系统; 压缩空气进入吸附塔后, 空气中的氧气、二氧化碳和水分被吸附剂选择吸附, 不吸附组分(主要为氮气)则从吸附塔出口端流出, 进入缓冲罐, 这一产氮过程为 60 秒。之后, 吸附塔均压、减压至常压, 脱除所吸附的杂质, 完成吸附剂的再生。两吸附塔交替循环操作, 连续送入原料空气, 连续产出氮气, 其氮气纯度为 $95\% \sim 99.9\%$, 压力 0.6MPa , 露点 -43°C , 即水含量约 $100 \times 10^{-6}\text{ppm}$ 。

3 闭路循环流化干燥系统

闭路循环流化干燥工艺流程见图 3。

图中 1 为流化床干燥器, 由下部通入一定流量、温度的热氮气, 足以使物料在流化床干燥器中呈沸腾、流化状态, 物料与氮气充分接触, 溶剂挥发到气相中, 经流化床干燥器上部进入冷凝器 2。在冷凝器中, 含溶剂的氮气通过与冷盐水的热交换, 大部分溶剂由于冷凝而回到液相, 在底部可回收溶剂。氮气经冷盐水冷却后经缓冲罐 4, 再由风机 5 鼓风, 加热器 6 加热成一定温度的热氮气, 然后循环进入流化床干燥器。氮气罐 7 贮存了一定容积的由 PSA

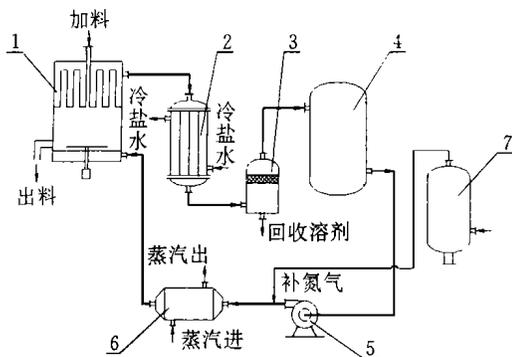


图3 闭路循环流化干燥工艺流程图

1—流化床干燥器 2—冷凝器 3—汽液分离器
4—缓冲罐 5—风机 6—加热器 7—氮气罐

制氮装置制得的氮气，当系统内氮气压力不够时，氮气罐7能自动向系统补充适量的氮气。

4 PSA 制氮技术及闭路循环流化干燥系统特点

4.1 PSA 制氮技术特点

采用NGN-20型碳分子筛制氮装置，选用德国BF碳分子筛为吸附剂，控制器采用松下NAIS可编程控制器，阀门采用管道式气动切断阀，保证了工艺切换的高可靠性，使制氮装置满足连续性生产的要求。NGN-20型制氮装置技术指标为，氮气纯度99.5%，产量 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，露点-43。

4.2 闭路循环流化干燥系统特点

上海化工研究院开发出闭路循环流化干燥系统，现已推广到上海某台资化工公司和江苏某化工集团等两家单位，设备运作良好，经济效益显著。该新技术与传统的真空厢式干燥器或真空双锥转鼓干燥器相比，具有下列显著特点：

(1) 全流程在氮气保护下操作，消除了爆炸、燃烧等危险性。

(2) 干燥速度快4~6倍，生产能力大大提高。对比生产数据如下：

江苏某化工集团干燥抗氧剂1076：批处理

量600kg，湿料挥发分(甲醇)18%。原来用烘房干燥，需14小时，产品挥发分0.1%；现在只需干燥2小时，产品挥发分(甲醇)低至0.02%。

(3) 回收了溶剂，既降低了生产成本，又避免了物料跑冒滴漏、易燃易爆溶剂污染环境。

(4) 产品质量好，产品形态、色泽、干湿度均匀，克服了原来厢式干燥方法产生过热、干结和产品色泽、干湿度不均匀的弊病。

(5) 由于氮含量很低(100ppm)，故可将产品干燥至很低含水量(0.02%~0.1%)。

(6) 自动化操作，工人劳动强度低，生产环境好。

(7) 生产成本大大降低，设备投资回收期约1~1.5年。

5 结论

PSA制氮技术及闭路循环流化干燥系统技术先进，操作简便，干燥效果好，可广泛应用于化工、医药、精细化工等领域中含有机溶剂的物料和热敏性物料的干燥。

参 考 文 献

- 1 Baron G V. Gas separation technology. Netherlands, 1989: 137
- 2 叶振华. 化工吸附分离过程. 北京: 中国石化出版社, 1992
- 3 阎红等. 干燥设备的最新进展. 化工装备技术, 1999, 2(6): 13~17

(收稿日期: 2000-03-26)

扬子石化检修公司推广新型管束酸洗防腐技术

一项新的管束酸洗防腐技术在南京扬子石化公司检修公司已应用了6年。有关防腐专家调查评估后认为，采用该方法进行防腐处理的90台碳钢水冷换热器平均使用寿命延长9年，若按原来使用寿命2~4年计算，累计节约成本180多万元。如果扬子石化公司有50%的水冷换热器采用这种技术，则每年可节约设备投资费用1037万元。

该项设备防腐技术曾于1991年获得国家专利。其基本原理是，对水冷换热器的金属管束内外壁进行碱洗、酸洗、中温磷化、涂磷、热固化等13道工艺处理，使设备具有优异的耐腐蚀性能和阻垢性，从而保证设备的换热效率，降低能耗，延长设备的使用寿命。

(江镇海)