

工艺与设备

用于气体净化的平板式固定床反应器

邢福祥

(中国船舶重工集团公司第七一八研究所, 河北 邯郸 056027)

摘要:设计了一种用于气体净化的平板式固定床反应器,介绍了该反应器的结构、工作原理以及网板、导向板、气体收集箱、过滤盖等组件的功能。该反应器通过数片内置的装填有固体反应物的网板,在低功率风机作用下完成气-固反应和气体吸收,从而达到气体净化和处理的目的。应用结果表明,该反应器比直筒式反应器的净化效率高 20%;用于吸收密闭空间内的酸性气体时,功率消耗较直筒式反应器节省 3.8 kW·h。

关键词:平板式固定床反应器;网板;净化;吸收

中图分类号:TQ051.14

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)11-0047-03

A flat plat fixed-bed reactor for gas purification

XING Fu-xiang

(The 718th Research Institute, China Shipbuilding Industry Corporation, Handan 056027, China)

Abstract: A flat plat fixed-bed reactor for gas purification was designed, its structure, working principle, function of screen plate, guide baffle, gas receiver and filtration cap were introduced. When the polluted gas, which was driven by a low-powered fan, passed through a certain number of built-in screen plates packed with solid reactant, gas-solid reaction and gas absorption were completed in the reactor, thus the polluted gas was purified. The results indicated that the purification efficiency of the new reactor was 20% higher than that of the drum-type reactor, the power consumption saved by 3.8 kW·h when it was used to absorb gases in closed space.

Key words: flat plate fixed bed reactor; screen plate; purification; absorption

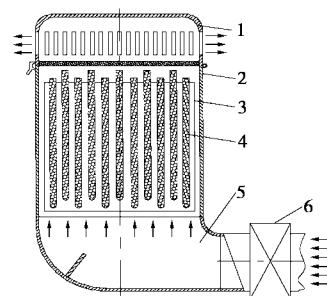
用于气体吸收和净化的固定床气固反应器普遍选用的是列管式、直筒式等结构,通常是将固体反应物装入列管、直筒内来完成气固反应^[1],在一定程度上能够满足某些方面的气体吸收和净化,但这些结构都有其局限性:盛装固体反应物的列管、筒体是固定的,不可简单拆卸,固体反应物更换装填麻烦,对于某些特殊行业的气体净化有时不适用,特别是在处理低压、大体积气体方面,存在操作复杂、成本高、床层阻力高、能耗大等缺点。笔者设计的平板式固定床反应器克服了以上不足,最大优点在于可方便地通过抽插网板来更换或再生固体反应物,由于网板平面平行于气流方向,反应阻力非常小,因而在气体吸收和净化行业有推广价值^[2]。

1 结构及工作原理

1.1 结构

平板式固定床反应器从上到下分别由过滤盖、箱壳、导向板、网板、气体收集箱、风机组成,其关键部件网板是按照一定的间距通过导向槽板垂直于收

集箱底面、平行布置于长方体箱壳内。平板式固定床反应器结构如图 1 所示,网板结构如图 2 所示。

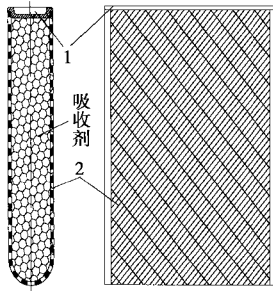


1—过滤盖;2—箱壳;3—导向板;4—网板;5—气体收集箱;
6—风机

图 1 平板式固定床反应器的结构

这种网板结构制造简单,根据使用要求由金属丝网加工而成,网板的外形尺寸由反应介质的性质来决定,网板内部装填一定规格的固体反应物,根据反应气体的性质不同来选择合适的固体反应物及其形状、粒度。由这种网板组成的网板组使用方便,操

作灵活,反应阻力低,动力消耗小。



1—网板盖;2—丝网

图 2 网板结构

1.2 工作原理

平板型固定床反应器的工作原理是:待净化的气体经风机鼓入反应器底部的收集箱内,然后气流沿反应器轴向上移动,经过网板表面的气体在固体反应物表面进行化学反应,反应后的气体经过滤盖(有的可以不用)除尘后从反应器顶端排出。如果一次反应没有达到应有的吸收和净化目的,可通过反应器底部的风机进行气体再循环,迫使气体与固体反应物再次反应,直至达到吸收和净化指标为止。另外该设备也可作为吸附器,进行气体的物理吸附和清除,在环境空气除湿方面也能得到很好的利用。

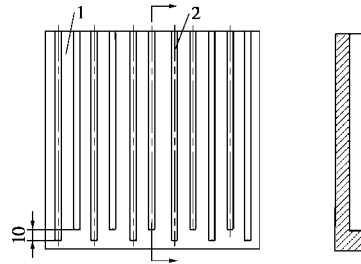
2 主要零部件的设计及其功能

2.1 网板

网板是由具有一定刚度的丝网弯卷而成,下端为弯卷的圆弧形,上端开口并带盖,两侧由金属板条捏合而成,丝网孔径与固体反应物的颗粒大小有关,网板应平整,无明显变形。网板是整个反应器的关键部件,是气固反应的依附体,其轴向长度由反应物的性质来决定:反应速率大,可适当降低网板高度,反之亦然。而网板的宽度与处理的气体量有关:气体处理量大,网板也较宽,反之亦然。另外,网板的宽度也与气体分散程度有关:气体分散度好,网板可以宽一些,气体分散度差,宽度要小一些。考虑到实际气流分布和死角等综合因素的影响,应以长方形结构为最好,长与宽的比例由反应器的空间允许体积、反应物性质、固体反应物装填量和通过风机的流体分散程度而定。网板的厚度与反应物的性质有关:反应速率大,网板厚度相对要大,反之亦然。另外,固体颗粒大小也是影响网板厚度的一个因素:固体颗粒直径大,垂直于网板面方向的气阻小,网板厚度相对要大;固体颗粒直径小,垂直于网板面方向的气阻大,网板厚度相对要小。

2.2 导向板

导向槽固定在壳体相对的两侧,起导向和支撑网板的作用,是导向和支撑网板的关键部件,导向槽应为机加工件,相互之间应是平行的,为了装拆网板方便,相邻导向槽之间应有 10 mm 左右的高度错位,如图 3。



1—导向板;2—导向槽

图 3 导向板结构

相邻导向槽之间的间距(即网板间距)是影响反应进程的一个关键因素,其大小取决于固体反应物的反应速率和装填量:固体反应物的反应速率大、装填量小,间距可以大一些,反之亦然。试验和实际使用效果表明,其间距一般应为网板厚度的 1/2。

2.3 气体收集箱

气体收集箱位于设备最底端,为一变形筒体结构,其一端与箱壳连接,另一端安装动力风机,风机鼓入的气体经收集后进入上部网板组。为使气体均匀进入箱壳并通过网板组,其内部设置一挡板来防止气流短路。根据需求和空间布置要求,也可将收集箱设计成其他结构形式。

2.4 过滤盖

过滤盖为一装填了过滤材料的矩形盖体,通过快开锁扣或合叶安装在箱壳顶部,其内部为过滤材料,根据需要其四周和顶部设置一定数量的通气孔。由于反应后的气体夹带一部分粉尘,特别在反应初期粉尘最为明显,故气体经过滤后才能符合使用标准。不同粉尘颗粒应选用不同规格的过滤材料,其厚度的选取还应考虑风机的动力消耗。

3 性能特点

气体净化用平板型固定床反应器具有以下性能特点:

(1)制造成本低。设备的主要部件——壳体和网板分别采用钢板、丝网弯卷或冲压而成。由于反应气体是沿网板平面平行通过,因而设备所需要的风机压头低,功耗低,网板可重复利用。

(2)设备操作简便。由于采用网板抽插式结构,且相邻网板有一定的安装位差,因而网板和固体反应物更换较为方便,对于某些要求频繁更换固体反应物的操作尤为适用。

(3)床层阻力增加幅度小。同传统的列管式、筒式、平铺式反应器结构比较,由于该设备采用了平行于气流方向布置的网板结构,故气固反应过程中床层阻力基本不会随反应时间延长而显著增加,而列管式、筒式结构的设备则不然。

(4)可避免空间气体的二次污染。平板式固定床反应器中的固体反应物规整装入网板内,且顶部还设置了除尘装置,清除了气流所夹带的固体粉尘,而平铺式结构设备中的固体反应物随意散落于空间托盘内,因而容易造成空间气体的二次污染。

(5)设备用途广泛。该设备不仅能进行化学吸附和反应,还能用于某些行业的物料物理过程,可作为吸附器进行物理吸附,比如封闭环境内的除湿。

4 应用情况

该设备经过小试、中试以及工业应用,运行效果良好。在用于某行业气体净化方面,和直筒式反应器相比,其净化效率提高20%,功耗远远低于直筒式反应器。在一个不断释放酸性气体的150 m³密闭空间内,酸性气体最高允许体积分数为2%,原来安装4台装有碱性吸附剂的直筒式吸附器用于吸收该酸性气体,在将该密闭空间的酸性气体体积分数控制在0.5%以下时,能维持6 h,控制在最高允许体积分数(2%)以下时能维持16 h,此时吸附剂失效,整个过程功耗为4.8 kW·h。笔者使用1台平板式固定床气固反应器来进行该酸性气体的吸收,吸附剂装填量同4台直筒式吸附器装填量相等。实际使用结果表明,在将上述密闭空间内的酸性气体体积分数控制在0.5%以下时,能维持8 h,控制在2%以下时,能维持19 h,此时吸附剂才失效,整个过程功耗不高于1 kW·h。与传统的直筒式反应器比较,该反应器吸附效率明显提高,能耗大幅度降低。另

外该反应器由于采用了网板式结构,大大降低了吸附剂的更换时间和工人的劳动强度,并彻底改变了因更换碱性吸附剂而造成的环境恶化。

由于酸性气体吸附剂受环境湿度、温度影响比较大,吸附过程中容易糊化、结块,如果装填于直筒式吸附器内用于气体吸收,在反应吸附中后期,因该吸附剂糊化、结块,床层阻力会急剧升高,吸附效率急剧下降,而使用网板式结构吸附器完全克服了上述缺点。另外在设备空间占用体积方面,由于平板式反应器的动力风机功率小,风机结构形式同直筒式反应器风机完全不同,其空间占用体积非常小,因而在完成同样净化任务的情况下,平板式固定床反应器比直筒式反应器空间占用体积小10%,因而对于空间利用率要求比较高的小密闭环境的应用是非常必要的。

笔者在用含变色硅胶的复合除湿剂进行环境除湿时也使用了该设备,结果表明,该结构设备除湿速度快,功耗低,除湿剂更换相当方便,只要将失效的装有变色硅胶的复合除湿剂网板放入烘箱内烘烤,去除水分后,将网板插入该设备就可以使用。

5 结语

该平板型固定床反应器具有结构简单、操作方便、床层阻力低、功耗小、净化效率高等优点,可方便地通过抽插网板来更换或再生固体反应物。由于网板平面平行于气流方向,反应阻力非常小。应用结果表明,该设备比直筒式反应器的净化效率高20%,用于吸收密闭空间内的酸性气体时,功率消耗较直筒式反应器节省3.8 kW·h,特别适合一些受环境条件变化而带来普通反应器床层阻力急剧升高的气-固反应过程,值得在一些气体净化、除湿等领域推广和应用。

参考文献

- [1] 黄恩才. 化学反应工程[M]. 北京: 化学工业出版社, 1996. 5-11.
[2] Tondeur D, Luo Linggai. [J]. 化工进展, 1998, 17(1): 23-24. ■

霍尼韦尔和 COGNEX 扩大联盟在加拿大提供卷筒纸成像系统

日前霍尼韦尔公司宣布与联盟合作伙伴——Cognex 公司达成一项新的协议, 扩大其为加拿大造纸行业提供的系列产品。霍尼韦尔与 Cognex 已有 4 年的合作关系, 在此基础上, 霍尼韦尔将为加拿大的造纸厂提供卷筒纸成像系统。通过这些系统, 造纸厂将能够在增值过程开始前, 检测、识别和可视化纸张缺陷, 最大限度地提高生产能力。早期缺陷检测技术可最大限度地减少浪费, 使造纸厂节约大量的时间和成本。通过早期检测技术, 这些系统还有助于防止卷筒纸断开, 这可能导致代价昂贵的生产中断。根据双方签订的协议, Cognex 将为卷筒纸成像系统提供图像技术, 霍尼韦尔将面向加拿大的造纸厂, 负责这一系统的生产、宣传及销售工作。目前世界各地使用的霍尼韦尔/Cognex 卷筒纸成像系统已经超过 600 套。

霍尼韦尔国际(Honeywell International)公司是一家营业额达 230 亿美元的多元化高科技和制造企业, 该公司在全球业务涉及: 航空产品和服务, 楼宇、家庭和工业控制技术, 汽车产品, 涡轮增压器以及特殊材料。