

季戊四醇干燥系统的节能改造

杨明平 付勇坚 黄念东

(湖南科技大学化学化工学院, 湖南湘潭 411201)

摘要:介绍了湖南某厂季戊四醇干燥系统改造前后的工艺流程及干燥机理,指出原干燥系统存在颗粒易沉积、热风与物料接触时间短、能耗及热损失大、一次干燥不完全、尾粉量多等问题;用振动流化床替代气流干燥床,并对物料在床层内的停留时间、风量及给料量等系统参数进行调整,使改造后干燥系统的干燥能力达到 350~400 kg/h,尾粉量减少 2%,总装机容量减少 114.5 kW,每年节省电耗 41.8 万 kW。

关键词:季戊四醇;干燥;振动流化床;改造

中图分类号:TQ223.164;TQ051.892

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)06-0051-02

Energy saving transformation for pentaerythrite drying system

YANG Ming-ping, FU Yong-jian, HUANG Nian-dong

(School of Chemistry and Chemical Engineering, Hunan University of Science and Technology, Xiangtan 411201, China)

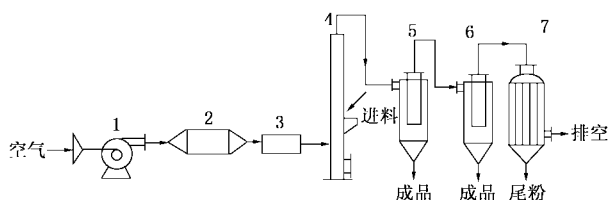
Abstract: The process and mechanism of the drying system in pentaerythrite production before and after modification in a plant in Hunan Province were introduced. The problem existing in the former system is such as easy particle accumulation, short-time contact of hot air and feed, large energy consumption and heat loss, incomplete first drying, and large amount of tail powder, etc. The vibrated fluidized bed was used instead of airflow drying bed, and the stay-time of feed in bed, the amount of airflow and feed were adjusted, to make the drying capacity of the modified drying system reach 350~400 kg/h, and reduce tail powder and the total installation capacity by 2% and 114.5 kW, respectively, and save electric power by 418 000 kW per year.

Key words: pentaerythrite; drying; vibrated fluidized bed; modification

湖南某厂对季戊四醇产品的干燥原来采用的是原化工部第一设计院设计的气流干燥床。该干燥床耗能较大,而且一次干燥成品水分含量达不到产品的质量标准要求,要使产品符合质量要求,就必须进行重复干燥,这样势必延长干燥操作时间,从而影响到季戊四醇装置的整体生产能力,导致该厂季戊四醇装置的生产能力达不到设计要求。

1 改造前的状况

改造前的气流干燥系统流程见图 1。



1—鼓风机;2—蒸汽加热器;3—电加热器;4—气流干燥管;
5—第一除尘器;6—第二除尘器;7—布袋除尘器

图 1 改造前的干燥系统流程示意图

空气由鼓风机吸入后,经过蒸汽加热器、电加热器,使其温度升高到 175℃左右,然后进入气流干燥管。季戊四醇湿料在干燥管内与热风进行热交换,从而达到干燥的目的。季戊四醇干燥后通过 2 个旋风除尘器,从其底部得到产品,再经过 1 个布袋除尘器回收尾粉。

该干燥系统存在以下几点不足:

①湿料全靠气流托起而上升,大颗粒势必沉积在干燥管底部,如果干燥时间过长,就会将风管堵死,必须定期对风管进行清理。

②热风与物料接触时间短。要求热风温度高,必须使用电加热,从而造成能耗高、热损失大。

③季戊四醇湿料经一次干燥很难达标,大部分需要经过二次干燥。这样不但延长了干燥时间,影响装置的生产能力,而且还会造成成品损失大,严重影响到产品的产量。

④气流速度快,颗粒相互碰撞的几率大。这样导致尾粉量多,严重时尾粉量可达到 3% (质量分数,下同)。

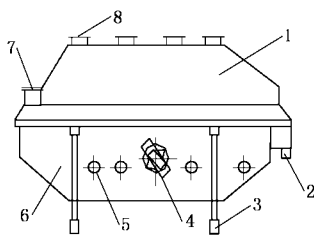
2 振动流化床的应用

2.1 季戊四醇的干燥机理

季戊四醇湿料中的水分为非结合水分,水分只是吸附于颗粒表面间的缝隙中,且这些水分与物料的结合是机械结合,结合力较弱,结合水分的气化过程与纯水类似,因此干燥过程所需热风温度没有必要达到 175℃。另外,季戊四醇系晶体颗粒,湿料中水的临界质量分数为 7%~8%,干燥过程中恒速干燥时间较长,属表面气化控制过程。因此,在干燥过程中就要求湿料与热风的接触时间要长,接触面积要大。

2.2 振动流化床的结构及干燥原理

振动流化床由进料口、出料口、进风口、出风口、振动电机、减振器、底座及床体构成,其中床体由上盖体、流化床板及下腔体组成。其结构简图如图 2 所示。



1—上盖体;2—出料口;3—底座;4—振动电机;
5—进风口;6—下腔体;7—进料口;8—出风口

图 2 振动流化床的结构示意图

振动流化床是固体流态化在干燥中的应用,它是依靠安装在床体上的 2 台振动电机所产生的激振力使物料在干燥床内跳跃前进;与此同时干燥床下腔体输入的热风通过流化床板的气孔与物料正交接触,使物料处于流化状态并进行热交换,潮湿的空气通过引风机由床体上部的出风口排出,干物料由出料口排出,从而完成了物料的脱水干燥过程。

2.3 振动流化床的优点

振动流化床与气流干燥床相比,具有以下优点:

①振幅的增加有利于有效传热系数的增加。

②物料是在激振力的驱动下跳跃前进的,因而无结块、无死角及吹穿现象发生。

③在振动流化床中物料的输送是由激振力来完成的,同时物料被抛离流化床板;而气流干燥床中物料的输送则完全是靠用来干燥的热风完成的,因而振动流化床所选用的鼓风机无论在风量还是在风压上都远低于气流干燥床的鼓风机,体现了其节能的

一面。

④物料在激振力及具有一定压力的热风的双重作用下呈现出理想的流化状态,使得物料与热风进行充分接触,从而得到了含水均匀的干燥成品。

⑤在振动流化床中还存在着颗粒与气体分布板的传热作用,从而充分利用了热能。

3 改造后的状况

3.1 改造后的干燥系统流程

笔者根据该厂装置的生产能力,选择了 DZQ3×45 型振动流化床,流化床尺寸为 4 500 mm×280 mm×150 mm。改造后的振动流化床干燥系统流程见图 3。

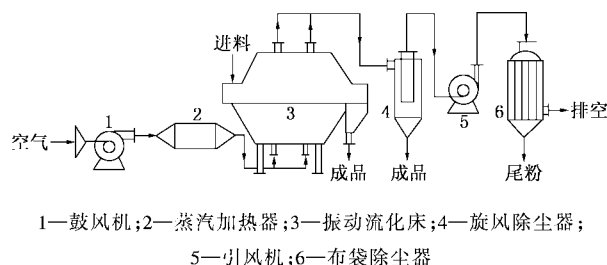


图 3 改造后的干燥系统流程示意图

空气由鼓风机吸入后,经蒸汽加热器加热到 120~135℃,然后进入流化床与物料充分接触。物料由进料口进入后,经过 1~2 min 的恒速干燥,从出料口得到成品,部分颗粒小的物料随风进入旋风除尘器,98%的物料沉积在底部变为成品,然后经过引风机到布袋除尘器,从布袋除尘器回收尾粉。相对改造前而言,改造后的干燥系统存在以下优点:

①取消了电加热器,减轻了用电负荷,节约了操作费用。

②可通过改变振动电机的激振力来调整物料的干燥时间,物料不但可一次干燥达标,而且对热风温度的变化反应不明显,从而缩短了干燥时间,提高了热效率,也为提高整套装置的生产能力创造了条件。

③振动干燥的气速相对气流干燥要低,物料间相互碰撞减少,从而尾粉量减少(仅 1%),增加了收率。

④操作简单、稳定,操作弹性大。

3.2 系统调试

3.2.1 物料在床层内停留时间的调整

改变振幅,即调整振动电机的激振力,也就是通过调节电机偏心轮之间的距离来调整物料在床层内

(下转第 62 页)

一半是出口到中国。显而易见,中国已经成为韩国企业的一个关键市场。尽管根据一些工业分析家预测,由于国内需求增长,韩国化工产品对中国的出口

可能会减少,但目前韩国化学工业的发展仍依赖于对中国的出口。

近年韩国石化工业供求状况见表 2。

表 2 韩国石化产品供求状况

kt

	2001 年	2002 年	增长/%	2003 年	增长/%		2001 年	2002 年	增长/%	2003 年	增长/%
合成树脂						合成橡胶					
生产	9017	9552	5.9	9792	2.5	生产	398	415	4.3	427	2.8
进口	136	189	38.5	146	-22.6	进口	31	37	19.5	31	-15.7
出口	4728	4876	3.1	5266	8.0	出口	230	256	11.2	272	6.5
国内需求	4425	4865	9.9	4672	-4.0	国内需求	199	197	-1.3	186	-5.5
合成纤维						汇总					
生产	5768	6124	6.2	6559	7.1	生产	15183	16091	6.0	16778	4.3
进口	989	1145	15.9	1045	-8.8	进口	1156	1371	18.6	1222	-10.9
出口	1908	2014	5.6	2194	9.0	出口	6866	7146	4.1	7732	8.2
国内需求	4848	5256	8.4	5409	2.9	国内需求	9472	10318	8.9	10267	-0.5

韩国化工企业对中国的直接投资势头正猛。随着北京 2008 年举办奥运会,预计中国的化工市场由于建筑和汽车相关工业的需求增长将形式大好。因此,韩国化工企业正积极在中国建立新工厂或者扩大其在中国现有工厂的生产能力。

根据由日本贸易振兴会(JETRO)和日本发展经济研究所(JIDE)编著的《2004 年远东经济预测》,

(上接第 52 页)

的停留时间。在改变振幅不能满足调节要求的情况下,可以通过改变振动电机的激振角,就能够达到调节目的。

3.2.2 风量的调整

风量对流化床内物料的流化态至关重要,流化状态的好坏对物料干燥影响较大。一般鼓风量与引风量要配套,若鼓风量太少,输送的热源就不足,同时风速太低,就不能使物料充分流化,则达不到预期效果;若鼓风量太大,因风速太高,小颗粒物料将随热风进入旋风除尘器,增加了旋风除尘器的负荷,则除尘效果会降低,造成尾粉量增加,热源损失大。只有当物料在床层 100 mm 范围内沸腾,并通过观察孔可见到物料上表层界限清楚、床层内可见度良好,此时才是最佳的干燥状态。为此,必须经过一定时间对鼓风机和引风机进行风量的配套调节,才能达到目的。鼓风量与引风量的配套标准是进料口和出料口既不排出热风,也不吸入冷风。

3.2.3 给料量的调整

做到给料均匀、连续,使物料均匀地散布在整个

2004 年韩国经济将增长 5.1%,比 2003 年的增速高出 2.1 个百分点。其中,私营企业为了增加收入将恢复投资增长;由于 IT 工业在世界范围内开始复苏,资本投资将有所增长;对中国市场的出口依然保持旺盛的发展势头。由此可以推定,在此经济背景下,2004 年,韩国化学工业有望实现飞跃式发展。

流化床上。

4 实际效果

改造前后 2 套干燥装置的能源消耗见表 1 所示。

表 1 改造前后 2 套干燥装置的能源消耗

	气流干燥	振动流化床干燥
鼓风机/kW	18	3
电加热器/kW	110	无
蒸汽加热器/m ²	2×30	4×25
破碎机/kW	无	2×0.75
振动电机/kW	无	2×0.75
引风机/kW	无	7.5
总装机容量/kW	128.0	13.5

改造后的振动流化床干燥系统经过一段时间的运行,干燥能力达到 350~400 kg/h,且操作简单、稳定,操作弹性大,对风量及热风温度要求不高。与改造前的气流干燥相比,其尾粉量减少 2%,总装机容量减少 114.5 kW,年节电达 41.8 万 kW·h,节能降耗较为显著。