

工艺与设备

SBS 胶粒干燥特性及后处理装置扩量改造

许红星

(中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司,北京 102500)

摘要:针对 SBS 现有生产工艺和设备中存在的问题,在单层圆筒形流化床干燥试验装置上,采用减重法对 SBS 生产装置中膨胀干燥机出口处的 SBS 胶粒进行了干燥动力学研究。测定了风温、风速、筛板开孔率与干燥速率的关系;并从微观结构上分析了不同牌号 SBS 的干燥特性。得到了适合生产装置操作条件的干燥曲线,为优化生产装置,提高产量提供了理论依据,并提出了可行的改进措施。

关键词:SBS 胶粒;后处理装置;干燥动力学;流化床

中图分类号:TQ333.1

文献标识码:A

Drying features of SBS particles and capacity expansion of post-treating unit

XU Hong-xing

(Beijing Yanshan Petrochemical Corporation, SINOPEC, Beijing 102500, China)

Abstract: In accordance with the problems occurred in the existing production process and equipment of styrene-butadiene-styrene block copolymer (SBS), the drying kinetics for the SBS particle at the outlet of the drying extruder was studied by using weight-subtraction method on the single-layer cylinder fluidized-bed drier. The dependence of the drying rate on the wind temperature, wind speed and number of sieve tray holes was determined; the drying features of SBS products of different grades were analyzed on the basis of their microstructures. A curve of drying suitable to the operational conditions of SBS plant was derived; a theoretical basis as well as th practicable improvement measures was put forward for optimizing the plant and raising the production yield.

Key words: styrene-butadiene-styrene copolymer; finishing equipment; drying kinetics; fluidized-bed

丁苯热塑性弹性体(SBS)因其性能优异,应用范围广,已成为中国石油化工股份有限公司北京燕山分公司(简称燕化公司)一个重要的效益增长点。近年来,由于 SBS 市场需求旺盛^[1],1998 年燕化公司将合成橡胶厂 SBS 生产装置规模由 1 万 t/a 改扩建为 3 万 t/a,由于后处理生产线利用原有设备,仅增加了第三振动干燥箱和抽排风系统,改造后的装置在保证成品挥发分及 SBS 颗粒均匀度的前提下,4402 牌号的最高生产能力可达 2.8 t/h,1401 牌号最高达 3.6 t/h,但这与 3 万 t/a 规模的平均处理能力(4.4~4.5 t/h)尚有一定差距。

该公司为解决生产中的瓶颈问题,针对 SBS 后处理生产线的工艺及设备情况,建立了干燥中试试

验装置,对 SBS 工业产品胶粒进行了模拟振动流化床的干燥特性研究,同时对胶粒的微观结构进行测试,以找出 SBS 胶粒干燥过程的规律,为工业装置的扩量改造提供可靠的理论依据,提出了可行的改造方案。

1 后处理工艺流程

燕化公司 SBS 生产装置后处理的流程为:从凝聚来的 SBS 水胶浆经过振动脱水筛脱水、挤压机脱水、膨胀干燥机脱水、振动流化床干燥、气力输送、称重、包装最终成为合格产品。其脱水干燥部分采用双机械脱水干燥为主和振动输送机式热力干燥为辅的生产线。如图 1 所示。

收稿日期:2002-06-05

作者简介:许红星,男,1958 年生,MBA 硕士,高级工程师,中国石油化工股份有限公司燕山分公司副经理,长期从事高分子合成和化工生产的技术和管理工作。

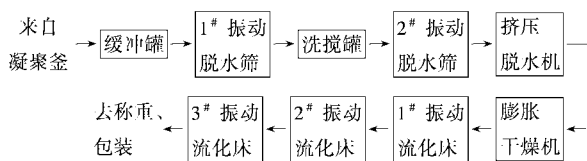


图1 SBS后处理工艺流程示意图

从脱水筛出来的湿胶,藉重力自由落入挤压脱水中,由具有几何压缩比和带刮刀的螺杆的机械挤压,使湿胶含水质量分数由50%降至8%~10%,然后藉重力进入膨胀干燥机,在夹套外加热下,经特殊组合的螺杆和带剪切刮刀的机筒,在挤压混炼剪切下使湿胶在机筒内成为高温、高压状态,在出多孔模头时突然闪蒸,同时由高速旋转切刀将胶条切成所要求规格的胶粒,落入后序振动干燥流化床干燥,然后去称重、包装。由于振动脱水筛出口SBS的含水率为40%,而产品要求为小于0.5%,因而,挤压机、膨胀干燥机出口的含水率以及振动流化床干燥器的干燥效果就成为能否扩产的关键。膨胀干燥机出口含水率主要取决于电热能转换^[2],振动流化床的干燥效果依赖于SBS的干燥特性^[3]。

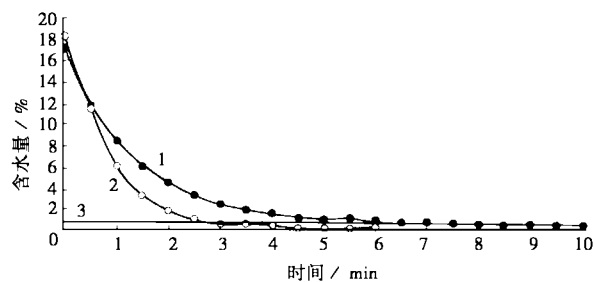
2 干燥动力学试验结果及讨论

为使干燥动力学试验结果能直接用于装置的改造,采用单层圆筒形流化床干燥器,模拟振动流化床干燥箱。在每次干燥过程中固定干燥条件,干燥条件的选取与工业装置的工艺条件范围相一致,物料湿含量的测定采用减重法,使用电子天平固定干燥时间间隔,固定称量时间和称量物料,直到物料质量不再随干燥时间的延长而变化为止。在干燥终点时取样,由红外湿分平衡分析仪分析测定得到产品终点湿含量。经数据处理得到干燥曲线和干燥速率曲线。试验用胶料为两种典型的SBS牌号SBS1401(线型)和SBS4402(星型),取自装置现场膨胀干燥

机出口,对两种牌号较难干燥的SBS4402(星型)测定了不同风速、不同风温、不同床层高度及不同风量下的湿分与干燥时间的关系。SBS热力学干燥试验装置流程如图2所示。

2.1 SBS1401和SBS4402干燥性能对比

由图3可以明显看出,SBS1401干燥性能要好于SBS4402,SBS1401不但干燥速率高,而且终点湿含量低于SBS4402。为探讨造成这一差异的原因,笔者测试了它们的部分物性数据及孔隙状况(见表1)。从胶粒结构上看,二者比表面积差别不大,孔隙SBS4402大于SBS1401,说明SBS4402大孔多,可能因为SBS4402是星型结构,软化点低,水在汽化时,产生的气泡不易破裂所致,从而造成SBS4402的结合水含量高于SBS1401,干燥时间相对要长一些。



1—SBS4402;2—SBS1401;3—含水率0.6%
床层厚度10mm,温度85℃,风速0.45m/s

图3 SBS4402和SBS1401的对比干燥曲线

表1 SBS的堆积密度、比表面积、孔隙及孔径分布

牌号	堆积密度/ g·cm ⁻³	比表面积/ m ² ·g ⁻¹	孔隙/ ml·g ⁻¹	孔径分布/ μm
SBS1401	0.34	0.21	0.3327	1~150
SBS4402	0.34	0.20	0.3742	1~200

注:①样品取自膨胀干燥机出口;②比表面积用液氮吸附法测定;③孔隙用压汞法测定。

2.2 不同干燥温度下的干燥曲线

由于SBS4402的干燥速率不如SBS1401,故其他

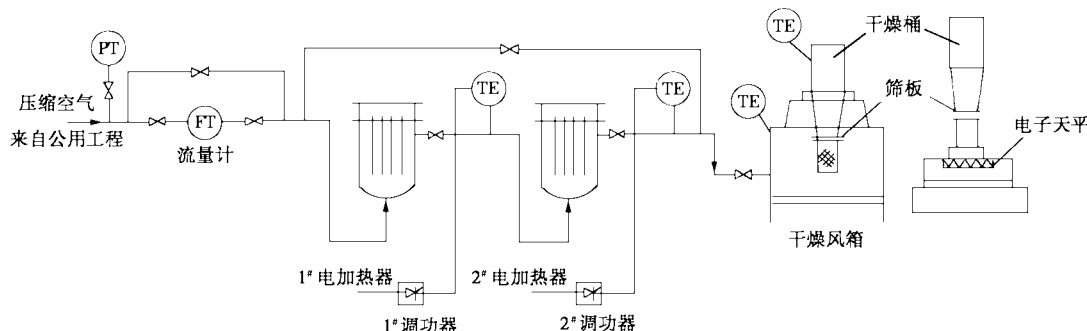
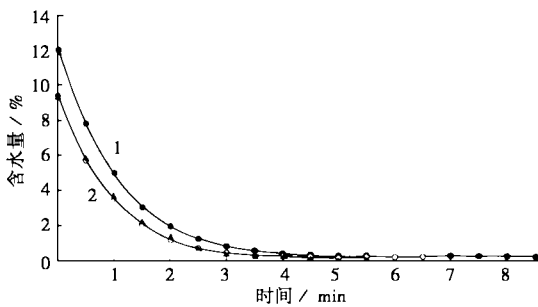


图2 SBS胶粒热力学干燥试验装置流程示意图

的动力学数据以讨论 SBS4402 为主。图 4 为相同风量、相同初始物料和相同床层厚度时 SBS4402 在不同干燥温度下的干燥曲线。可见,在相同的干燥时间下,风温越高,产品湿含量越低;在相同初始湿含量下,风温越高,所需干燥时间越短。由此可见,提高干燥温度对干燥过程有利,但鉴于 SBS 为热敏性物料,聚丁二烯段(PB)由于含有双键而化学性质十分活泼,温度过高会引发氧化降解和交联反应,造成胶粒表面软化、粘连结块、颜色发黄。根据经验选取风温以不高于 120℃ 为宜。

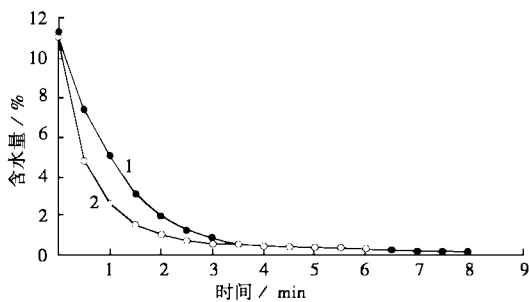


1—85℃;2—95、100℃
床层厚度 20 mm, 气速 0.45 m/s

图 4 SBS4402 的干燥曲线

2.3 不同干燥气速下的干燥曲线

图 5 为 SBS4402 在风温 100℃、物料厚度 40 mm 时不同气速下的干燥曲线。明显可见,在相同的干燥时间下,气速越大含水量越低,特别是在过程的前半段,气速大的曲线斜率明显大于气速小的曲线斜率,提高气速可提高干燥能力。



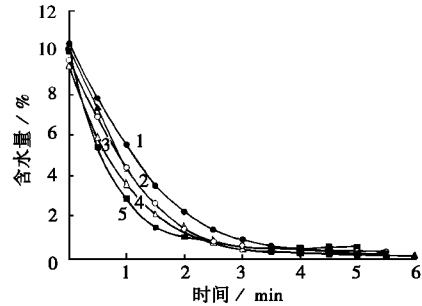
1—气速 0.45 m/s;2—气速 0.67 m/s
床层厚度 40 mm, 风温为 100℃

图 5 SBS4402 的干燥曲线

2.4 不同床层厚度下的干燥曲线

图 6 为 SBS4402 在不同床层厚度下的干燥曲线。由图可见,在同一干燥时间下,物料层越薄,含水量越低;在相同的含水量下,物料层越薄,所需干

燥时间越短。但在床层厚度为 10 ~ 40 mm,含水量降到 0.5% 所需的时间相差不大,说明在干燥能力允许的范围,由于恒速段干燥速度较快,而降速段干燥速度只受 SBS 内部水分扩散速度控制,床层厚度不是影响干燥时间的主要因素。

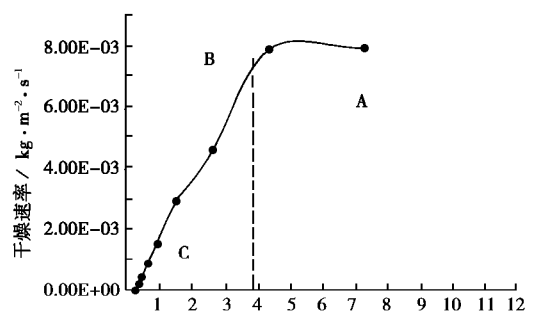


1—床层厚度 50mm;2—40mm;3—30mm;4—20mm;5—10mm
风温 100℃, 气速 0.45 m/s

图 6 SBS4402 的干燥曲线

2.5 干燥速率曲线

SBS 的干燥过程分为两个阶段:恒速干燥阶段和降速干燥阶段。由干燥曲线图 4 至图 6 可以看出,在含水量大于 4% 时,处于恒速干燥阶段,干燥速度受热量向固体表面传递速度的控制,在合适的干燥气速和干燥温度下,该阶段的干燥时间较短,且物料初始含水量的变化对干燥时间影响较小;含水量小于 4% 时,则为降速干燥阶段,干燥速度由固体内部湿分运动速度决定。



水分质量 300 g, 风温 100℃, 气速 0.45 m/s

图 7 SBS4402 干燥速率曲线

从图 7 的 SBS 干燥速率曲线更加清楚地反映了这一明显变化(图中干燥速率为单位时间内干燥筒单位截面积所干燥的水分质量)。图 7 中 AB 段为恒速干燥阶段,BC 段为降速干燥阶段。B 点为临界点,临界点的含湿量为临界含湿量^[4]。可见,SBS 的临界含湿量约为 4%。由于过了临界点以后,SBS 的

干燥速度开始下降,在含水量 1.5% 以下变得极其缓慢,而 SBS 成品的含水量一般要求低于 0.5%,因此,强化降速干燥阶段的干燥效果,保证足够的干燥时间至关重要。

2.6 筛板参数及样品结构形态对干燥性能的影响

从 SBS4402 样品在干燥器筛板开孔率相同、孔径不同和孔径相同、开孔率不同的条件下的干燥曲线可以看出:在开孔率相同的情况下,孔径越小,干燥速率越大,越有利于干燥;相同孔径,开孔率越大,干燥速率越大,越有利于干燥,但孔径的尺寸需根据实际物料尺寸而定,既不能造成堵塞,又不能漏胶,开孔率以胶料处于流化状态为佳。另外,对挤压脱水机出口的 SBS1401 样品,在温度 100℃、床层厚度 40 mm、风速 0.59 m/s 下进行了干燥试验,结果显示干燥至含水量 0.7% 时约需 30.5 min,由此看出,膨胀干燥机的闪蒸过程不仅带走大量水分,更为重要的是闪蒸使胶粒内部结构发生膨化,生成大量的微米级毛细孔和毫米级的孔隙,这些膨化的毛细孔和孔隙对加速胶粒内部湿分向外的扩散极为有利,闪蒸膨化过程对干燥非常重要,是不可缺少的。

3 扩产改造方向

影响 SBS 后处理生产能力的主要原因是脱水筛、脱水机和干燥机出口的 SBS 含水率偏高,尤其是后续的 3 台振动流化床干燥机由于设备结构、振动参数、风量、风温和停留时间等参数未达到最佳值,影响了干燥效果。为此,需从以下几方面加以改进。

(1) 脱水筛和脱水机

通过延长脱水筛的停留时间,可降低其出口处 SBS 的含水率;脱水机可选用新型深度挤压脱水机,使出口的物料含水质量分数在 6% 以下。根据 SBS 干燥的特点,采用机械深度脱水在干燥效果和节能上是有效的,既可避免 SBS 在膨胀干燥机中因过热而引起的变质,也可避免不同牌号 SBS 胶种处理量和挥发分差别较大的缺点。

(2) 膨胀干燥机

从目前装置的现状看,膨胀干燥机要提高其产能只能以牺牲部分水含量为代价,但必须保证在模头处有闪蒸,使胶粒内部结构发生膨化,保证后续干燥的有效进行。

(3) 干燥箱

根据干燥动力学结果及生产装置振动流化床干

燥箱的实际情况,胶粒离开膨胀干燥机进入流化床干燥箱时的含水质量分数约 4% ~ 5%,已基本处于降速干燥阶段,除少量因闪蒸而产生的游离水外,其余的水分都在 SBS 胶粒内部,整个干燥过程是首先游离水蒸发,此时干燥速率取决于风温、风速。随着干燥的进行,干燥速度由内部湿分运动速度所决定。为此要求:①生产装置中 3 个干燥风箱热风温度都应提高。1# 箱要比 2#、3# 箱高,加热空气温度应达到 120℃。因 1# 箱的胶粒表面仍存少量水分,所以即使加热空气温度较高,胶粒表面温度也不会升得过高。②各干燥箱风量配置应由现场 1#、2# 箱的 1 台风机,3# 箱的 2 台风机供风,改为 1# 箱为 2 台风机,以提高风量。③2#、3# 箱属降速干燥阶段,停留时间应进一步延长到大于 5 min。④筛板开孔率应适当提高,孔径以 2 mm 为宜;为保证处理能力、停留时间及流化效果,宜采用较大振幅(双振幅 $\beta > 8 \sim 10$ mm),较大振动角($\delta \geq 45^\circ \sim 60^\circ$)和可调的适当振频,床层厚度应控制在 40 mm 左右。

4 结论

(1)为提高 SBS 产量,在装置现有条件下应使脱水筛和脱水机出口物料的含水质量分数分别降为 40% 和 6% 以下,膨胀干燥机要保证模头处有闪蒸,出口含水质量分数以 4% ~ 5% 为宜。

(2)SBS 流化床干燥过程分为恒速干燥阶段和降速干燥阶段,其临界湿含量为 4%。其在降速阶段的干燥速度由颗粒内部湿分向表面运动的速度所控制。

(3)SBS 的干燥速度随着干燥风温的升高、风速的增大而加快,但风温以 100 ~ 120℃ 为宜。

(4)线型结构的 SBS1401 比星型结构的 SBS4402 易于干燥。

(5)SBS 在 100℃ 下干燥至含水质量分数低于 0.5% 以下均需约 5 min。

参考文献

- [1] 何祚云.国内外 SBS 产需状况分析及国内发展建议.合成橡胶工业,1999,22(3):131 ~ 134
- [2] Perry and Chilton. Chemical Engineers Handbook[M]. New York: McGraw-Hill, 1984
- [3] Alam s, et al. Principles of Unit Operations[M]. New York: John Wiley & Sons Inc. 1979
- [4] 柴成敬等.流化床干燥器中临界湿含量测定.化学工程,1995,23(2):40 ~ 44