

气力输送系统中炭黑破碎率的试验研究

李 勇, 李 光

(青岛科技大学 山东省高分子材料先进制造技术重点实验室, 山东 青岛 266061)

摘要:讨论炭黑破碎的机理及其对橡胶产品质量的影响,并针对炭黑 N326 的输送,设计了输送压力参数正交试验,确定出获得最小炭黑 N326 输送破碎率的输送压力参数,并验证其同样适用于其他品种炭黑的输送。另外,还发现了正交试验数据排列不能与实际输送情况相违背的问题,为今后的试验工作积累了宝贵的经验。

关键词:气力输送;炭黑;破碎率;正交试验

中图分类号:TQ330.38⁺1;TQ330.4⁺93 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-890X(2014)08-0493-03

近年来,气力输送行业有了长足的发展,特别是双辅管输送系统以及脉冲气力栓流输送系统的出现,使得原本难以实现的密相气力输送成为了现实。借助上述新技术,设计人员已经掌握了解决密相气力输送中出现的堵管和压力损失问题的方法,但是关于如何降低被输送物料的破碎率的方案却还没有得到实践的认可。

物料破碎率的增大会导致输送中粉尘和细分含量的增加,大大增加除尘难度,造成物料粘结,影响后续工艺^[1]。尤其是对炭黑等物料,细分含量的增加直接影响所生产出来的橡胶产品的质量。因此对气力输送物料破碎率的研究是非常重要的。本文通过研究炭黑气力输送中炭黑颗粒的破碎率,系统地论述破碎率检测的试验过程,并根据不同输送条件下检测的炭黑 N326 和 N234 的破碎率,总结出获得最小破碎率的输送参数。

1 炭黑颗粒的破碎机理

炭黑作为一种填充剂,主要用于对橡胶的补强,改善橡胶的性能,如定伸应力、拉伸强度、撕裂强度和硬度等,以提高轮胎等产品的耐磨性能等。研究表明,炭黑的比表面积是影响炭黑补强效果的重要因素。炭黑粒子越小,则比表面积越大,活性点越多,补强效果越好。但是炭黑颗粒太小,在胶料中难以分散,反而降低补强效果。正是由于对炭黑颗粒大小的这种苛刻要求,使得炭黑气力

输送中破碎率的高低对橡胶产品质量的好坏起着至关重要的作用。

炭黑在输送过程中的破碎主要是由于在气流的推动下炭黑颗粒与颗粒、炭黑颗粒与管道内壁之间的碰撞以及炭黑与管壁之间的摩擦所致。在稀相输送中,由于输送气速较大,因此冲击是产生破碎的主要因素。但在密相输送中,由于物料是以栓状或者沙丘流的方式运动,因此物料与管壁的摩擦和物料在弯管处的冲击是导致物料破碎的主要因素。

2 破碎率测试实验

2.1 试验设备和条件

本次试验采用某轮胎厂的炭黑输送管道。管道内径 152 mm,整个输送管道长 70 m,其中垂直提升高度 30 m,水平长度 40 m,管路中包括 4 个 90°弯管、2 个二位分配阀。采用 1.5 m³ 压送罐双罐输送。输送管道如图 1 所示。

此外,炭黑颗粒取样的好坏直接影响试验结果。本次试验采用的取样方法为:输送前在太空包卸料时,取袋中料剩余一半时的炭黑试样 3 份。输送结束后,从物料储仓下部取料管中取试样 3 份。试验采用的称量仪器为电子天平,其精度为 0.1 g,每份试样标准质量为 50 g。采用转速为 220 r·min⁻¹ 的振动筛分机,取用 3 个 120 目的标准筛和 3 个标准托盘,筛分时间设定为 5 min。

本次试验所用的炭黑为 N326,其输送前的堆积密度为 0.49 t·m⁻³,属于补强炭黑。

作者简介:李勇(1962—),男,内蒙古卓资人,青岛科技大学教授,硕士,主要从事气力输送与橡胶机械技术工作。

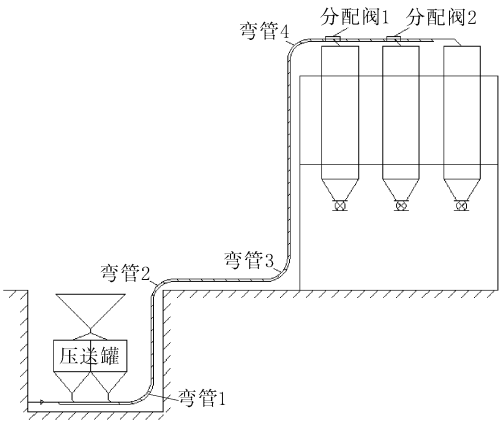


图1 输送管道示意

2.2 正交试验设计

对于一套炭黑压送罐气力输送系统,在输送前需要设定有关的压力参数。本次试验选取了5个压力参数:压送罐整压压力(A)、主管输送压力(B)、辅管输送压力(C)、输送结束弯管压力(D)和辅管阀开启压力(E)。

试验采用正交试验方法,基本思想是在试验中通过参数与参数的正交,在不影响试验结果的情况下减少试验次数^[2]。例如本试验有5个因子,每个因子有2个水平,则全面试验需要做 $2^5=32$ 次试验。而利用正交试验方法只需8次试验就能得到最优试验结果。炭黑 N326 破碎率正交试验设计如表1所示。

表1 炭黑 N326 破碎率正交试验设计

水 平	压力因子/MPa				
	A	B	C	D	E
1	0.1	0.3	0.35	0.1	0.08
2	0.06	0.25	0.3	0.025	0.05

3 结果与讨论

3.1 试验数据分析

炭黑 N326 破碎率正交试验数据如表2所示。

选取方案1,比较输送前后炭黑 N326 的粒径分布(见表3),以说明破碎率增量产生的机理。

根据炭黑相关资料,定义粒径大于0.125 mm的颗粒为粗颗粒,小于0.125 mm的颗粒为细颗粒,因此本组数据的破碎率增量为7.7%。

通过对表2数据分析可知,极差 $R:A>$

表2 炭黑 N326 破碎率正交试验数据

试验方案	压力因子/MPa					破碎率增量/%
	A	B	C	D	E	
1	0.1	0.3	0.35	0.1	0.08	7.73
2	0.1	0.3	0.35	0.025	0.05	6.20
3	0.1	0.25	0.3	0.1	0.08	4.26
4	0.1	0.25	0.3	0.025	0.05	3.87
5	0.06	0.3	0.35	0.1	0.05	6.24
6	0.06	0.3	0.35	0.025	0.08	5.47
7	0.06	0.25	0.3	0.1	0.05	7.93
8	0.06	0.25	0.3	0.025	0.08	7.22
$\bar{K}_1$	5.515	6.41	6.41	6.54	6.17	
$\bar{K}_2$	6.715	5.82	5.82	5.69	6.06	
R	1.2	0.59	0.59	0.85	0.11	

表3 输送前后炭黑 N326 的粒径分布

粒径/mm(目数)	输送前	输送后
$>1(\leq 20)$	6.7	6.4
0.5(35)	39.5	33.9
0.25(60)	25.7	23.1
0.15(100)	18.8	18.7
0.125(120)	1.6	1.6
0.1(160)	3.2	5.5
$<0.1(>160)$	4.5	9.9

$D>B=C>E$ 。R值代表该列因子在试验范围内变化时对试验指标的影响程度,R值越大,该列因子对试验指标的影响越显著。

在本次试验中由于试验数据有限,所排列的正交表出现了第2列与第3列取值顺序相同的情况(见表2),即第2列的顺序为 $B_1, B_1, B_2, B_2, B_1, B_1, B_2, B_2$,与第3列的顺序 $C_1, C_1, C_2, C_2, C_1, C_1, C_2, C_2$ 实质是一样的。导致第2列与第3列的R值相等。该情况的发生有试验数据不足的原因,但更主要的是在设计试验时没有考虑到正交表中数值的排列位置,致使在尝试设计正交表时出现了主管输送压力和辅管输送压力都等于0.3 MPa的情况发生,这在实际气力输送系统输送中是不会出现的,在实际输送中辅管的设定压力都要略大于主管输送压力,以避免由于主管压力过大而使辅管无法补气的情况发生。根据R值可知,各因子对试验指标影响的大小顺序为: $A>D>B=C>E$ 。

根据破碎率增量越小越好的标准,得到最佳压力设定参数(MPa)为:压送罐整压压力 0.1,主管输送压力 0.25,辅管输送压力 0.3,输送

结束弯管压力 0.025,辅管阀开启压力 0.05。

3.2 试验结果验证

为了验证上述正交试验得出的最小炭黑 N326 破碎率的输送压力参数同样适用于不同种类的炭黑输送,选用物理特性与炭黑 N326 反差较大的炭黑 N234 来试验验证^[3]。炭黑 N234 输送前的堆密度为 0.34 t·m⁻³,其粒径分布也与炭黑 N326 大不相同。验证方法为利用上述破碎率最小输送压力参数及上述正交试验中方案 1 的压力条件,分别对炭黑 N234 进行输送,并比较输送后的炭黑颗粒破碎率。经过输送以及对炭黑颗粒的取样分析得到试验数据,如表 4 所示。

根据表 4 数据分析可知,利用最小破碎率压力参数输送时,炭黑 N234 的破碎率增量为 5.8%,而方案 1 则为 6.7%。由此看见,本次正交试验获得的试验结果有效可行,并且适用于炭黑 N326 以外的炭黑种类。

4 结语

通过对炭黑 N326 气力输送的压力参数设计正交试验,确定出获得最小破碎率的输送压力参数,并通过试验证明该组压力参数对炭黑 N234 同样具有减小破碎率的效果。另外,还发现了正交试验数据排列不能与实际输送情况相违背的问题,为今后的试验工作积累了宝贵的经验。

表 4 不同输送条件下炭黑 N234 粒径分布比较 %			
粒径/mm(目数)	输送前	输送后	
		最小破碎率压力参数	方案 1
>1(≤18)	28.6	18.8	21.5
0.5(35)	42.0	38.0	36.4
0.25(60)	17.6	19.3	17.9
0.15(100)	8.0	13.7	12.8
0.125(120)	0.5	1.0	1.2
0.1(160)	1.5	3.2	4.9
<0.1(>160)	1.4	5.5	4.7

参考文献:

[1] GB/T 14853.2—2006,橡胶用造粒炭黑 第 2 部分:细分含量和粒子磨损量的测定[S].
[2] 李纪锦,耿振中,高天宝.气力输送中炭黑破碎率试验的正交设计[J].硫磷设计与粉体工程,2006(5):26-28.
[3] 约翰 S.迪克.橡胶技术:配合与性能测试[M].北京:化学工业出版社,2004:11.

收稿日期:2014-02-21

Experimental Research on Carbon Black Breakage Rate in Pneumatic Conveying System

LI Yong,LI Guang

(Qingdao University of Science and Technology,Qingdao 266061,China)

Abstract: The mechanism of the breakage of carbon black and its effect on the quality of rubber product were discussed. The conveying pressure and other parameters were optimized for carbon black N326 by using orthogonal experiment, and the parameters were also suitable for the conveying of other different kinds of carbon black. Moreover, it was found that the testing order in the orthogonal experiment design had to be arranged by considering the actual operated situation, which was a valuable experience for future trials.

Key words: pneumatic conveying; carbon black; breakage rate; orthogonal experiment

一种橡胶挤出滤胶机分流板
中图分类号: TQ330.4⁺4 文献标志码: D
由大连橡胶塑料机械股份有限公司申请的专利(公开号 CN 102950742A,公开日期 2013-03-06)“一种橡胶挤出滤胶机分流板”,涉及的橡胶挤出滤胶机分流板包括机头、分流板、过滤网、螺杆、机筒和分流板开孔。其中机头与机筒连接,螺杆在机筒内部并与机筒存在一定间隙,分流板

嵌在机头内部,过滤网由分流板支撑固定,分流板开孔设置在分流板上。其特征在于 2 个以上分流板开孔在长度的末端合并为 1 个出胶孔,分流板开孔顺出料方向成孔径逐渐放大锥形通孔。该分流板开孔结构简单,制造成本低,减压效果明显,可有效避免分流板被压碎,使大规格橡胶挤出滤胶机的研发成为可能。

(本刊编辑部 赵 敏)