

硫酸钾镁肥防结块剂的开发研究

孙 刚¹, 王雪萍²

(1. 青海省化工设计研究院有限公司, 青海 西宁 810008
2 青海省测试计算中心, 青海 西宁 810008)

摘 要: 分析了青海中信国安科技发展有限公司生产的“国安”牌硫酸钾镁肥产品在生产和运输中产生的结块现象, 针对硫酸钾镁肥产品产生结块的原因, 开发研制了一种主要成分为阴离子表面活性剂(分子的活性部分有一个带负电荷的离子如磺酸盐、烷基芳基磺酸盐、烷基磺酸盐和脂肪酸铵盐等)的防结块剂产品。
关键词: 防结块剂; 硫酸钾镁肥; 表面活性剂
中图分类号: TQ444 **文献标识码:** B **文章编号:** 1008—858X(2009) 03—0060—03

1 化肥结块机理及表面活性剂的防结块机理

目前公认的化肥结块机理及表面活性剂的防结块机理是晶体桥联理论和毛细管吸附理论, 由 Gamondes 于 1977 年提出。结块理论认为化肥结块的原因是表面被溶解之后继发重结晶, 从而使小结晶粒结合成团。常被采用的结块理论还有化学反应理论、塑性变形理论。而表面活性剂作为防结块剂, 其主要作用是能将化肥颗粒表面由亲水性转变为疏水性, 阻止水份交换, 保护颗粒不受外界潮气的影响; 降低溶液的表面张力, 从而降低晶体物对溶液的毛细管吸附力; 改善化肥结晶习性, 大大降低化肥晶体的界面能, 抑制成核作用, 改进晶体生长。

硫酸钾镁肥结块原因主要有以下几条: 1) 产品含有的水分促使粉体表面溶解, 重结晶, 从而在粉体孔隙处形成晶桥, 随时间推移这些结晶又彼此相互结合, 逐渐形成巨大的团块; 2) 当包装温度较高的产品时, 物料在包装袋内降温过程吸收水分形成溶解结晶, 导致结块; 3) 受机械外力的挤压, 颗粒之间接触面增加, 导致

结块; 4) 当产品粒度较细时, 相对增加了比表面积, 易形成结块; 5) 储存时间过长, 外界空气湿度大, 吸潮后形成结块。

2 试验研究

2.1 试验原料选择

防结块剂用原料一般分为惰性粉末、无机盐、有机物和表面活性剂 4 类。综合考虑价格因素、环境友好及添加剂作用机理等诸多因素, 选择用表面活性剂(十二烷基苯磺酸钠、烷基聚氧乙烯醚等)和有机物(聚丙烯酰胺等)共计 12 种原料进行试验。

2.2 试验对象及方法

硫酸钾镁肥, $K_2O \geq 22\%$, $MgO \geq 8\%$, $S \geq 14\%$ (粉末状); 防结块剂 分散剂 = 1 : 或 1 : 5 (w/w)。

2.3 配方初选

配方设计原则。防结块剂常温下宜为液态, 以方便计量、使用; 防结块剂宜以水溶性为

主, 提高对环境的友好程度; 防结块剂以阴离子表面活性剂为主, 非离子或有机物为辅, 实现用量微量化、环境友好化。

试验方案。先将 12 种物质标记为 A_{1-4} 、 B_{1-4} 和 C_{1-4} , 按可能的两两组合和三组分进行初步配方筛选。添加量分别定为 0.08% 和 0.07%, 硫酸钾镁肥 1.0 kg 塑袋包装 (过 4 mm 筛网), 1 块砖微压, 室内放置 15 d, 最后通过感官触摸、过筛定量、趋势分析, 筛选出 12 种基本配方组分。它们分别为 $6B_2C_1$ 、 $7A_1B_1$ 、 $7A_31B_3$ 、 $6B_2C_1$ 、 $7A_21B_3$ 、 $7A_1B_3$ 、 $1A_24B_32C_1$ 、 $4A_22B_31C_1$ 、 $4A_22B_1C_1$ 、 $4A_32B_31C_1$ 、 $5A_21A_31B_3$ 和 $4A_22B_31C_1$, 进行优化评价试验。

表 1 温度变化下防结块效果评价
Table 1 Evaluation of anti-caking effect under temperature changes

样品名称	添加量 / %	插入深度 /mm	
		盛样器皿 的中部	盛样器皿 的外部
$6B_2C_1$	0.08	0.50	0.60
$7A_21B_1$	0.08	0.20	0.20
$7A_31B_3$	0.08	0.15	0.15
$6B_2C_1$	0.08	0.20	0.25
$7A_21B_3$	0.08	0.25	0.20
$7A_11B_3$	0.08	0.12	< 0.10
$1A_24B_32C_1$	0.07	0.60	0.70
$4A_22B_31C_1$	0.07	0.60	0.90
$4A_22B_1C_1$	0.07	0.50	0.40
$4A_32B_31C_1$	0.07	0.20	0.30
$5A_21A_31B_3$	0.07	0.25	0.20
$4A_12B_31C_1$	0.07	0.40	0.45
空白	0	0.30	0.25

2.4 温度变化评价试验

硫酸钾镁肥产品在包装前后由于温度变化幅度较大, 在相对湿度波动下, 极易引起产品自由水分含量变化, 从而导致产品表面溶解析出的相变过程, 形成颗粒结晶体结合, 产生结块。因此, 为考察极端单因素变化条件下防结块剂的防结块效果, 将经防结块剂处理过的各个样品白天在烘箱内保持 80 ~ 90 °C, 晚上关停敞开降温, 10 d 后采用针插法进行测评。针插法评价原理是将样品置于天平上, 然后用针状物慢慢插向某点位, 当天平处于平衡状态时, 看针状

物插入深度 (见表 1)。深度越深, 表明结块程度较弱; 反之, 结块程度较强。

2.5 吸湿程度评价试验 (见表 2)

将经过配方处理过的各个样品, 用精度 0.1 mg 的分析天平称取样品量 25 g 置于含饱和溶液的干燥器栅栏上, 温度保持 25 °C, 10 d 后测定样品重量, 然后计算吸湿率 (η)。

表 2 高湿度下防结块效果评价
Table 2 Evaluation of anti-caking effect under high humidity

样品名称	吸湿率 /%
$6B_2C_1$	3.01
$7A_21B_1$	3.57
$7A_31B_3$	3.17
$6B_2C_1$	3.50
$7A_21B_3$	3.27
$7A_11B_3$	3.49
$1A_24B_32C_1$	3.38
$4A_22B_31C_1$	3.06
$4A_22B_1C_1$	3.52
$4A_32B_31C_1$	3.53
$5A_21A_31B_3$	3.76
$4A_12B_31C_1$	3.48
空白	3.50

注: 吸湿率 (η) = $[(w - w_0) / w_0] \times 100\%$, 式中 w_0 = 样品初始实验时重量; w = 样品吸湿一定时间后的重量

表 3 模拟条件下防结块效果评价
Table 3 Evaluation of anti-caking effect under simulated condition

样品名称	添加量 / %	松散度 /%	
		30 d	60 d
$6B_2C_1$	0.08	93.10	85.30
$7A_21B_1$	0.08	96.70	87.10
$7A_31B_3$	0.08	93.15	81.30
$6B_2C_1$	0.08	90.20	78.15
$7A_21B_3$	0.08	96.80	89.00
$7A_11B_3$	0.08	95.60	72.90
$1A_24B_32C_1$	0.07	83.75	78.20
$4A_22B_31C_1$	0.07	92.40	85.90
$4A_22B_1C_1$	0.07	73.50	61.90
$4A_32B_31C_1$	0.07	91.10	47.32
$5A_21A_31B_3$	0.07	82.34	59.30
$4A_12B_31C_1$	0.07	74.20	47.70
空白	0	84.60	62.80

2.6 模拟条件评价试验 (见表 3)

模拟法亦称堆放法, 即用袋装试样按 10 袋

一垛堆放,一定时间后将样品从 1 m 高度水平自由落到地面平台上摔包,然后用工业筛网(孔径 5 mm)将样品过筛 0.5 min,最后称取筛余物的重量,以过筛质量除此数表示松散度,松散度越高,防结块效果越好。试验用特制 1.0 kg 编织袋装样品,上置 5 块砖(2.5 kg 块),考察分 30 d 60 d 然后摔包进行测评。

2.7 结果与分析

全面分析以上温度变化(表 1)、吸湿程度(表 2)和模拟条件(表 3)的效果评价试验结果,表明 4A₂B₃1C₁ 为防结块剂最优配方组分。

表 4 防结块剂应用效果

Table 4 Application result of anti-caking Agent

样品名称	松散度平均值/%	
	第 7 层	第 10 层
4A ₂ B ₃ 1C ₁	87.40	98.40
空白样	45.60	

2.8 工业应用评价试验

防结块剂用量按 0.1% 添加,其分散剂按 1:1 配制,共计包装 29.0 t;另取空白对照样 4.0 t(50 kg 袋),一并按 10 层码垛,露天盖帆

布堆放。3 个月时按国标 GB945—89 进行松散度测评。

试验结果表明,经本防结块剂处理过的硫酸钾镁肥防结块效果松散度平均值较好,研制的硫酸钾镁肥防结块剂产品防结块性能优良。

3 结 论

研制的硫酸钾镁肥防结块剂经过温度、吸湿和模拟条件考察,防结块效果显著;研制的硫酸钾镁肥防结块剂以阴离子表面活性剂为主,用量少,符合环保要求。该防结块剂在硫酸钾镁肥生产中有着良好的推广和应用前景。

参考文献:

[1] 张春霞,张应军,徐扬,等.表面活性剂在化肥防结块中的应用[J].日用化学工业,2002,32(6):44—48.

[2] 陈令仪.肥料结块的机理及防结块中的应用[J].广州化工,1984(3):40—47.

[3] 许洪兴,沈根清.复混肥的防结块[J].磷肥与复肥,1998,13(4):52—54.

[4] 谭光薰,苏裕光,王种鸣,等.氯酸钾的防结块技术研究[J].无机盐工业,1991(1):1—4.

[5] 王种鸣,谭光薰.表面活性剂防止无机盐结块的机理研究[J].无机盐工业,1990(6):19—23.

Development and Research of Anti-caking Agent for
Magnesium Potassium Sulfate Fertilizer

SUN Gang, WANG Xue-ping

(1. Qinghai Provincial Chemical Industry Design Co. Ltd. Xining, 810008, China;
2. Testing and Computing Center of Qinghai Province, Xining, 810008, China)

Abstract: The paper analyzed the agglomeration phenomena, which was raised in the production and transportation of Guo'an brand potassium magnesium fertilizer. A kind of anti-caking agent mainly composed of anionic surfactant was developed, of which the active part had negative charged ions, such as sulfonates, alkylaryl sulfonates, alkyl sulfonates, fatty amine salts, etc.

Key words: Anti-caking agent; Potassium magnesium fertilizer; Surfactant