

尿素颗粒结块的原因与对策研究及其经济性探讨

王 铎 (潞安化工事业部, 山西 太原 030000)

摘要: 本文将围绕尿素颗粒结块的主要原因开展分析讨论, 包括环境湿度过高、尿素颗粒温度较大、粒径相对较小、储存压力过高、储存时间较长等, 提出控制产品水分, 增加尿素颗粒粒度, 调节成品温度, 改善颗粒强度, 减少颗粒粉尘含量, 注重产品保护等一系列切实有效的应对措施, 并对其经济效益进行了探讨。以此实现尿素成品的安全生产, 稳定运输, 保证尿素颗粒经济价值的充分呈现。

关键词: 液膜; 尿素颗粒; 肥料; 上筛网; 经济效益

0 引言

尿素颗粒是指利用成粒器制成的尿素产品, 其粒径大约在 3~14mm 之间, 具有极强的机械强度, 且不易吸湿, 更多运用在森林施肥、水稻田施肥等领域。能够缓慢地完成氮元素的释放, 满足植物的生长需求, 且使用便捷, 基础性好, 易于存储与运输, 是现阶段我国使用范围较广的一种优秀肥料。但每当高温天气来临, 尿素颗粒在存储与运输环节, 经常会因外部环境因素或外部压力的作用, 频繁发生颗粒结块。

1 尿素颗粒结块的原因分析

为保证本文提出的尿素颗粒结块原因更具有研究价值, 保证后续提出的解决措施更具有针对性, 笔者将以某地方科技有限公司化肥分公司作为研究对象, 该企业主要采用喷射流化床, 进行尿素颗粒的制造, 但在过去的 5 年内, 反复发生尿素颗粒结块问题, 根据客户反映后, 技术人员前往生产现场总结了以下几点尿素颗粒结块原因:

1.1 尿素含水量

结块是指由于晶体自身元素, 比如晶体性质、化学组成、晶体几何形状, 以及外界环境因素的影响, 使晶体表面溶解发生二次结晶, 从而在晶粒间的接触点上产生晶桥, 使晶粒黏合在一起并形成巨大的团块。此类现象的机理大多均与物质水分质量占比有关, 而尿素颗粒同样符合此类情况, 因此含水量大小, 可总结为造成产品产生结块问题的重要影响因素。一旦出现水分占比过高的状况, 会导致产品表面逐渐溶解, 并在压力的影响下, 加速产品变形, 最终提升颗粒间的接触面积。根据研究显示, 尿素水分含量超过 1%, 便会加大结块现象的形成概率。对于尿素颗粒来说, 水分来源更多表现在内部残留水分以及环境空气中的水分。对于存在易吸潮特性的产品来说, 在与空气接触的过程中, 尿素颗粒表面会逐渐形成一种液膜, 此

时溶液浓度与饱和状态下的浓度持平, 若尿素颗粒仍持续不断吸收外界水蒸气, 则压力会超过溶液的水蒸气分压, 最终水分被吸收到液膜表面, 反之, 若产品水蒸气分压一直不超过环境压力, 则液膜水分会大量蒸发, 其中部分溶液会最终会转化为固体, 削减液膜厚度。

由此可见, 尿素颗粒在存储、运输环节会因周围空气湿度的改变, 反复发生稀释、溶解、蒸发的过程, 最终产生二次结晶, 造成颗粒结块。

1.2 尿素温度

在包装过程中, 尿素颗粒温度难以避免会发生改变, 此类因素同样会造成引发结块问题, 若产品的温度高于 50℃, 则会将温度传递至外包装上, 并在后续冷却过程中, 溶解在水分中, 最终结晶析出。除此之外, 如果尿素颗粒的储存位置, 通风效果达不到预期标准, 则同样会在外界压力作用下, 加剧结块现象的形成。

1.3 粒度大小

一般来说, 尿素的粒径较大且较为均匀, 能够最大程度减少与空气的接触面积, 这样能够促进尿素颗粒的固态维持, 避免因过度稀释引发结块现象。但如果尿素的粒径相对较小, 以同质量的尿素颗粒作为研究对象, 粒径较小的产品, 则表面积更高, 与空气接触也会更加充分, 此时, 尿素结块的概率也会随之提升。尿素粒径较小的主要原因在于, 在生产时没有控制好颗粒的均匀度, 圆度较差, 且抗压效果不佳, 无法保持颗粒良好的耐磨性, 在生产和运输环节, 尿素颗粒间的相互摩擦, 会造成颗粒的破碎, 体积减小。

1.4 储存压力

在尿素储存方面, 若管理措施不够完善, 导致堆放层数较高, 则存储压力会上升, 加大颗粒的塑性变形, 减少颗粒间的间隔距离, 增加接触面积, 使颗粒

间的粘合牢固度逐渐增长,最终发生结块问题。

2 避免尿素颗粒结块的有效措施

若想切实减少尿素颗粒的结块形成概率,需要进一步加强工艺的管理效果,结合实际情况,进行工艺指标的调整,要求人员注重产品的质量管控,确保产品包装、储存等内容,均划分在防控范围内,从源头上杜绝漏洞的产生,强化成品的保护力度,具体措施可分为以下几点:

2.1 控制产品水分

根据上述分析可以发现,尿素产品水分含量较高,是引发结块问题的主要原因,为此笔者提出,应当将尿素产品的水分含量控制在0.4%以内,以此符合优等品的制作要求。

一方面要阻止外部环境水蒸气、水分进入到造粒系统当中,保持冷却系统干燥,由技术人员定期做好设备设施的检查、维护,避免因操作装置质量问题导致产品含水量超标。并且,还要第一时间进行低压系统的升级、更新,调整工艺指标,利用改造蒸发系统的形式,缓解系统负荷,实现系统的稳定运行,要求蒸发系统温度始终维持在130℃以上,而真空度则不可低于0.07MPa。这样,不仅能够保证造粒机的尿液浓度得到适当增长,也能使进入造粒机的尿液含量维持在96%以上。

另一方面还要进行造粒机的工艺指标设置,若喷头数量超过10组,则一室床层温度需要控制在105℃以上,至于二室床层,温度则应控制在110~115℃之间,若温度超过标准,很容易加剧尿素颗粒的粉化现象。此外,还要将造粒机的负压调整在-0.45~-0.6kPa之间,结合实际情况进行床层料位的调整,通过安装出振器变频程序,减少能源损耗,达到环保节能的目的。要求尿素下落料位在视镜以上,其作用在于确保物料在造料机中具备充足的停留时长^[1]。

2.2 降低成品温度

尚未冷却完全的尿素颗粒会残留一部分热量,从产品中心向外逐渐转移,此时产品若受到挤压作用,会增大变形几率,最终引发颗粒结块。此类现象在该企业较为常见,为保持尿素成品的高质量、高性能,该企业于2022年7月最终采取以下对策,即:将产品的温度从原有的52℃降低至40℃,并进一步促进颗粒存储区域的通风,实现流化风量的提升,将造粒机的管控作为研究重点,做好床层的温度控制,直至尿素产品的温度恒定在85℃以下。除此之外,还要及

时闭合冷却器出料阀,建设流化床料位,其作用在于增加产品的滞留时间,通过在接料出口安装挡板,增加产品在运输环节的散热面积。而对于夏季高温天气,则要在尿素颗粒存储区域以及包装栈桥皮带两侧,加设窗户,最大程度增强通风效果,促进热量的散发。

2.3 增加产品粒度

只有粒径较大且均匀的尿素颗粒,才能保证与空气接触面积的降低,有利于尿素防吸湿,能够切实避免结块问题的产生。为此,企业可积极参考国内外成功案例,吸取他人的生产经验,比如对于喷射流化床来说,需要将产品的粒径设置在2~4.5mm之间,为保证产品粒径大小达标,应适当更换旋转塞的上筛网,将规格控制在10×5mm左右。并清理好破碎机上面的污染物与灰尘,保证平面旋转筛干净整洁,对进料分布器进行适当改造,控制好皮带轮的尺寸,根据安全标准,进行聚氨酯弹性球的更换,保证筛分效果满足实际要求,提高产品质量。

除此之外,工作人员还要结合实际情况,调节造粒机喷头压力,准确计算标准的返料比,将产品的粒度控制在93%以上^[2]。

2.4 改善颗粒强度与粉尘含量

第一,应增强尿素颗粒的抗压强度,促进尿素的缓释长效,在传送、运输环节,降低粒子因碰撞、挤压而产生的物理灰尘。并在减少产品水分的基础上,适当提高产品内甲醛含量,将其质量分数维持在0.4%~0.5%之间,根据实验研究发现,此时产品的抗拉强度能够超过28N。

第二,要减少产品的粉尘含量,需要进行造粒除尘管线的改造设计,做好环境清理工作,通过适当洒水分,吸附空气中的粉尘,降低尿素颗粒的粉尘质量分数,更换传统的包装袋除尘器,采用全新的脉冲式除尘设备,提高除尘效率。

第三,要注重产品防护,在产品运输、储存等环节注意防潮,保证产品更多是放在干燥区域,而在包装方面则要采用外层覆PE膜的编织袋。此类薄膜具有防潮性,透湿性小的优势。且拉伸伸长率较大,能够有效避免尿素在产品包装袋内产生吸湿效应,并在包装过时,注重产品的质量检查,直至验收通过再进行内袋与外袋袋口折边整齐,且严禁出现跳包、跳线的情况。至于封口链应每10cm封10针左右,封口处则不可少于60针。而在贮存方面,要控制好堆高层数,控制好成品的停留时长,根据经验显示,堆芯高度通

常应维持在 4m 以下。如果成品尿素在运输中环节出现摩擦,便会造成长度相对较低的粒子,出现粉化问题,要尽可能降低到库次数,并用油布盖好尿素包装,避免阳光直射或受到暴雨冲淋。同时,相关工作人员则要保持高水平的专业技术,具备丰富的理论知识,防止因人员操作失误,影响产品质量^[1]。

3 经济效益分析

以某地方工厂为作为研究对象,近年来,由于我国大化肥项目的不断上马,并且国外产品持续流入国内市场,使社会上流通的尿素产品不断增加,且供应量与日俱增。各类化肥企业为了更好经济收入,在竞争激烈的化肥销售市场占据一席之地,选择进一步改善化肥外观质量。而对于农民来说,最为看重的便是尿素结块问题,将避免尿素粉化作为首要目标。由此可见,尿素结块与粉化,已逐渐成为现阶段尿素销售价格的影响因素。

但由于该工厂对于此类问题的重视度不高,频繁发生尿素结块与粉化现象,一般情况下,1t 尿素的销售价与同类型厂家相比,少 100 元左右,每年出现的经济损失甚至超过千万元。直至近几年,该工厂一直致力于解决尿素结块现象,将其作为重点研究课题,并在采用上述治理手段后取得一定成效。

在研究后发现,粉尘、水分控制是影响尿素结块的关键因素,利用合理改造基础设施与设备,结合实际情况进行环境把控与产品包装,可使工厂尿素粉尘含量减少 0.2% 左右,产生的直接经济效益超过 50 万元,也能进一步增强尿素颗粒的实际强度,上涨幅度超过 20%。同时,在采用上述措施后,技术人员决定在产品中适当增加甲醛,用以强化尿素粒子强度,实现稳定水分的目标。经研究发现,在充分考虑经济效益的基础上,遵循经济性原则,搭配工艺冷凝液,在尿素中添加浓度在 0.15% 的甲醛,能够切实满足安全标准。在销售旺季,可适当调整甲醛含量,将其控制在 0.1%。至于在销售淡季,则可将甲醛浓度提升至 0.2%。

此外,为了进一步提高环境温度的调控效率与湿度把控质量,该工厂还选择安装百叶窗,设置自动加湿器,并以百叶窗的开度调控理论为依托,搭载可编程逻辑控制系统,开发全新的微机程序。根据技术人员与尿素质量小组的协商交流后发现,实现百叶窗的自动控制,切实有效,在未来的改造升级中,会得到广泛应用。此类系统能够起到控制尿素产品含水量的

作用,有效降低尿素产品结块的情况,也能在一定程度上降低人员工作强度,缓解人员工作压力,防止人员在夜晚或雨天,因操作不及时,导致尿素产品水分偏高。

在解决该问题后,该厂在实施化肥销售时,每吨可多卖 10 元,预计增收将超过 500 万元。具体的经济支出与收益情况表现为:安装费,依照设备投资的 30% 计算;维修费,需要根据设施投资与土建工程费的差值 3% 完成计算;人员工资;运杂费,依照原料费 3% 计算;管理费,根据销售额 1% 计算;能耗,包括电费、天然气、水费;研发投资,包括前期费用,器材费,药品费;生产装置投资,包括设备投资、辅助设施投资、设计费、土建工程费、安装费、不可预见费;喷涂装置投资,包括计量泵、贮槽等;流动资金。至于在成本核算方面,则包括以下内容:高分子聚合物,原料单价 15000 元/t,年需求量 220t/a;表面活性剂,原料单价 25000 元/t,年需求量 225t/a;增容湿黏涂剂,原料单价 15000 元/t,年需求量 150t/a;消泡剂,原料单价 10000 元/t,年需求量 250t/a。由此可见,工厂总投资大约为 208 万元,每年的纯利润在 612 万元左右,在实现工厂改造,尿素颗粒结块现象的治理后,仅需 5 个月便可收回投资(不含添加剂研发与设备建设)。

4 结论

综上所述,通过对尿素颗粒结块的主要原因开展分析讨论,并提出针对性的解决措施,以此实现成品温度、粒度的有效调节,进行环境因素的动态把控,确保尿素在生产、运输等环节能够保障产品质量,增强品牌效益,切实发挥在农业生产以及环境保护方面的作用。

参考文献:

- [1] 徐亮. 大颗粒尿素生产中的隐蔽故障问题处理策略研究 [J]. 现代盐化工, 2023, 50(04): 14-16.
- [2] 孔佩佩. 中原大化车用尿素颗粒生产及其质量管控 [J]. 中氮肥, 2023(02): 32-34+41.
- [3] 刘平. 流化床造粒大颗粒尿素提高成品粒度措施研究 [J]. 化工设计通讯, 2019, 45(06): 5+9.

作者简介:

王铎(1986-),男,山西阳泉人,2010年7月毕业于太原理工大学,化学工程与工艺专业,本科,化工助理工程师。