

低碳集成技术在 DDGS 生产中的应用

赵二永

(安徽丰原燃料酒精有限公司,安徽 蚌埠 233050)

摘要: 玉米燃料乙醇及食用酒精企业的 DDGS 是构成企业经济效益的重要产品。通过工艺及装备技术提升获取优质、高附加值 DDGS 产品成为酒精企业共同追寻的目标。对影响 DDGS 产品质量的因素进行分析和总结,介绍了当前国内外低碳集成技术在 DDGS 生产中的应用,就 DDGS 加工工艺、装置设计、生产过程控制等提出了建议。

关键词: DDGS 质量; 生产工艺; 低碳集成技术; 过程控制

中图分类号:TS262.2;TS261.4;X797

文献标识码:B

文章编号:1001-9286(2011)05-0103-03

Application of Low-carbon Synthesis Technology in the Production of DDGS

ZHAO Eryong

(Fengyuan Fuel Alcohol Co.Ltd., Bengbu, Anhui 233050, China)

Abstract: DDGS is an important product producing economic benefits in enterprises manufacturing corn fuel alcohol and edible alcohol. Accordingly, to obtain quality and high value-added DDGS products through the improvement of relative techniques and equipments has become the common interest for alcohol enterprises. In this paper, the factors influencing the quality of DDGS were analyzed and summarized. The application of low-carbon synthesis technology in DDGS production at home and abroad was introduced. And the recommendations for improving DDGS processing techniques, apparatus design, and process control were put forward. (Tran. by YUE Yang)

Key words: DDGS quality; production techniques; low-carbon synthesis technology; process control

DDGS 全称为含可溶物干酒精糟颗粒,是玉米在生产酒精过程中经过液化、发酵、蒸馏除酒精后得到的残留物干燥处理的产物^[1],它由 DDG(Distillers dried grains,干酒精糟)及 DDS(Distillers dried solubles,可溶性酒精糟液)组成。深色的 DDGS 表明加工过程中加热过度、受热时间过长、氮成分焦化和未发酵糖分引起的美拉德反应程度加剧。这种情况下不仅颜色深,还会导致蛋白质变性,氨基酸利用率低。Ergul 等人(2003)发现,颜色是鸡肉氨基酸消化率的良好预测指标,颜色越黄表明赖氨酸、胱氨酸和苏氨酸的消化率越高^[2]。DDS 的比例不同对其营养成分有很大的影响。DDS 的比例越高,其蛋白质的含量越低,脂肪的含量越高,磷的含量也会提高^[3]。在干燥过程中,DDS 添加比例越大,DDGS 颜色越深,这与加热过度导致的颜色深还应有所区分^[4]。

不同地理位置生长的玉米和品种间的差异、酒精的生产工艺流程、谷物发酵方式以及副产品加工工艺等对其生产出来的 DDGS 的质量都有很明显的影响。通过工艺及装备技术提升获取优质、高附加值的 DDGS 产品成为酒精企业共同追寻的目标。

1 DDGS 工艺设计与副产品生产

可靠性和最大的经济回报率是现代乙醇与食用酒精

收稿日期:2011-01-18

作者简介:赵二永(1981-),男,安徽蚌埠人,副总工程师,高级酿酒师。

装置 DDGS 工艺设计所必须考虑的两个重要问题。系统停车清洗和检修的时间应尽可能短,酒精主装置生产不能被 DDGS 生产单元的问题所限制。为此,以下每个子系统或单元的运行都必须稳定、可靠,子系统或单元包括:蒸馏后酒精糟液热量回收;酒精糟液固体/液体分离;蒸发;干燥;中间品输送及产品包装;废气排放物处理;废水处理;自动化控制。

DDGS 生产装置的稳定运行还与前工序发酵效率有很大的关系。未转化的淀粉和糖导致固液分离困难,粘污蒸发器及干燥机的热传输表面,造成传热效果差、生产能力下降,DDGS 颜色深等问题。

其次,工艺系统的选择还要考虑投资成本、运行成本及综合效益。工程投资成本取决于设备的选择和设计能力,采用浓醪发酵技术或适当回配部分清液均可以减少蒸发载荷,降低投资。

与运行成本同样重要的是设备的可靠性和使用寿命。DDGS 加工全过程均具有一定腐蚀性,但侵蚀的程度与水分含量有关。例如,总固体含量为 30% 的湿饼的腐蚀性强于总固体含量为 90% 的 DDGS。分离与蒸发单元需要使用不锈钢材料,304 不锈钢是几乎所有应用的推荐材料。一些干燥器中的加热表面、干燥后的 DDGS 产品输送及储存等环节腐蚀性较小,为节省投资成本可以

选择碳钢材料。

2 按工艺系统选择设备

2.1 总釜馏物热回收

蒸馏之后的酒精糟液是一种热流体,具有酸性及粘性。酒精糟液中富含蛋白质和其他适合细菌生长的营养成分,根据储存条件的不同将会快速发生分解。

蒸馏后的酒精糟液性质:饱和液体温度为80~120℃,总固体含量8%~14%,溶解固体含量2%~8%,pH4.5以下(腐蚀性),含有纤维、蛋白质、脂肪/油、水、酵母细胞、乙酸和乳酸、丙三醇及其矿物质等成分。

除真空蒸馏系统外,蒸馏之后的总釜馏物为过热液体,如果蒸馏后的第一个工艺是过筛或离心,往往会损失闪蒸的汽化潜热。可用的热回收工艺包括与待加热的流体进行热交换(蒸馏进醪预热、粉浆或拌料水预热等)。

2.2 液体/固体分离

酒精糟液8%(或以上)的总固体中,有3%(或以上)是溶解的固体,其余为悬浮固体。由于酒精糟液中固形物含量低,良好的液体/固体分离是DDGS生产运行实现高效、低维护的关键。国内酒精糟液分离中经历了板框过滤机、转鼓真空过滤机、三足过滤机、卧式螺旋卸料沉降离心机等方法。基于卧式螺旋离心机具有机构性能、占地面积、设备费用、维护费用、劳务费用、对环境的影响、生产能力等突出优点,国内越来越多的酒精企业将卧式螺旋离心机作为酒精糟处理的首选设备^[5]。

2.3 板框压滤机

传统板框压滤机虽然分离效果较好,但不能连续分离,且受到工作环境差、劳动强度大、板框受热易变形、滤布消耗量大等因素的影响,限制了其在大型酒精装置中的推广应用^[6]。鉴于此,全自动化压滤机技术的开发和应用将成为替代传统板框压滤机的一种发展趋势。

受国外采用的筛网和压榨机相结合分离方法的启发,经过试验和应用发现,压力曲筛和板框压滤机相结合的运行效果优于单独使用板框压滤机。表1为不同分离方式分离效果的对比结果。

表1 不同分离方式分离效果对比 (%) (质量)

项目	板框压滤机	压力曲筛/板框压滤机	卧螺离心机
清液悬浮物	<0.8	<1.0	>1.5
湿糟水分	<62	<60	<72

由于卧式螺旋离心机与板框压滤机分离酒精糟液各有利弊,为进一步降低酒精生产能源消耗,研究和开发出一种更加高效、节能的固液分离新技术或新装备很有必要。

2.4 蒸发

分离后的清液中含有很多可溶性的营养成分,为了回收这部分养分,就必须将水分蒸发,以便得到干物质含量30%~40%的浓浆。这种浓浆单独进一步干燥可得

DDS,如果浓浆与湿糟混合干燥就可制成DDGS。

2.4.1 蒸发器

蒸发器被广泛应用于众多行业,但只有部分类型的蒸发器被成功运用于乙醇和食用酒精装置中。可选择的有强制循环蒸发器、膜式蒸发器。离心清液浓度越高,粘度越大,浓浆出料的效体适合选择强制循环蒸发器。降膜式蒸发器布膜装置的结构设计是核心技术之一,保证进入每根加热管的流量均衡,并均匀成膜状落下对于降膜式蒸发器高效运行至关重要。

蒸发过程需要消耗大量热能,为了减少生蒸汽消耗,可以利用低压蒸发蒸汽的焓并将其用于进一步蒸发,从而使热能得以重新利用。如:WHE(干燥机二次蒸汽废热)蒸发、MVR机械蒸汽再压缩(蒸汽透平机驱动、电机驱动)、蒸汽冷凝水及液化液闪蒸汽回收、蒸馏系统组合蒸发器等。使用以上一种或多种热源相结合的集成蒸发技术在实际应用中节能效果显著。

2.4.2 最佳运行周期应当与浓浆浓度实现平衡

蒸发器的清洁成本是非常昂贵的,会引起生产损失,需要能量输入而没有产品输出。如采用化学清洗还会产生腐蚀剂和其他化学品的成本。每个装置都应当通过平衡浓浆浓度、运行成本和清洗周期,使得每次清洗后的蒸发器运行时间和效率达到最佳。干燥机除去水分所消耗的能量至少是蒸发器蒸发水分所用能量的4~5倍,尽可能在蒸发单元多去除一部分水分,实践证明,生产35%浓浆的总成本可能会高于生产30%浓浆的总成本,因为35%浓浆的蒸发运行周期较短。在干燥过程中,由于加入的浓浆浓度高,易产生更多的小球颗粒,不利于干燥。

2.5 干燥

在许多乙醇和食用酒精生产装置中,干燥器是主要的耗能设备,也是最大的空气排放源。干燥器的选择取决于各种工艺和运行考虑,主要考虑因素包括:可用的能源(气、油、蒸汽);需要干燥的副产品(DDGS、DDS);投资成本/运行成本的平衡;腐蚀;停机清洁间隔时间;空气预热方法,包括热回收(考虑烟道气、蒸汽冷凝水、回收废气);环境问题(干燥器排放),如清除颗粒、挥发性有机化合物、气味。

2.5.1 干燥机的类型

目前,国内酒精企业常用的干燥机有转筒干燥机、管束干燥机、转盘式干燥机。燃烧(直燃式、间接燃烧式)旋转干燥机、环式气流干燥机在美国酒精工厂应用较为普遍。环式气流干燥机包括旋风分离器,用于将干产品从输送空气流中分离出来,以及空气循环,用于能量的回收再利用系统。由于环式气流干燥采用了高温瞬间干燥技术,物料受热时间短,有效改善了DDGS产品质量。目前,该技术已被国内酒精企业引进,并取得成功应用。

2.5.2 将浓浆干燥成可溶物

浓浆是一种粘性很大的液体,易于粘污接触表面,干

燥后的可溶物吸湿性极强,难以处理。因此,在选择采用直接干燥蒸发后的浓浆工艺时,需要谨慎考虑。

2.5.3 干燥器的进料调整

湿槽的水分一般为 60%~70%,浓浆的水分则可能高达 75%。这种混合物直接进入大多数干燥机中而不加以调整会造成快速堵塞、粘壁,有时还会造成干燥机着火。因此,应对干燥机进料进行调整,通常采用回流一部分干产品将其与湿槽和浓浆混合的方式来降低干燥机进料水分含量,干燥机进料水分 30%时可提高干燥机性能。

对于进入干燥机的各种物料(湿槽、浓浆、返回的干产品)都必须是连续、稳定、可计量、可调节的。干燥机进蒸汽管道需安装调节阀、安全阀、压力表等,干燥机内部及二次蒸汽管道处应安装温度、压力显示仪表,便于操作人员调节和控制。

选择湿槽/浓浆/回流干产品混合输送设备时也需要在投资成本与运行性能之间寻求平衡。可使用的设备包括:具有搅拌叶片的 U 形槽螺旋输送机、具有搅拌叶片的搅拌机/双螺旋输送机(卧式)、固体/液体连续在线混合机、高速混料器。

综合考虑混合效率、功率以及腐蚀/侵蚀控制,双螺旋搅拌机是一个很好的选择。

2.6 中间品输送及产品包装

松散固体输送常用的方法有两种:机械输送和气流输送。

2.6.1 机械输送

机械输送机包括螺旋输送机、带式输送机、刮板输送机和斗式提升机。

输送机类型的选择取决于输送段的长度、高度变化、松散固体的性质(水分含量、容积密度、流动性)、流速等几个因素。

2.6.2 气流输送

当输送距离较长和(或)高度变化较大时,可以选择气流输送。负压气流输送具有:物料在密闭管道内运行,不扬尘,环境整洁;可以从几处同时吸取物料,输送到一处集中,管道布置灵活,占地小;可远距离输送、能耗低;由于输送气流的压力低于大气压力,可以蒸发物料中的水分,同时还可以降低物料温度,起到冷却效果等特点。适合于干燥后的 DDGS 产品输送。

但是,必须要考虑到的设计问题,如:应用仅限于低湿度散装固体;DDGS 含有纤维及小球颗粒,具有研磨性;气流输送时应采用耐磨性好的管道材料和平背弯头;适宜的固气比;气流输送空气/固体分离及尾气处理。

2.7 废气/气排放物处理

干燥器空气污染排放物的来源包括干燥器烟囱废

气、旋风分离器、脉冲布袋除尘器排气口,主要污染物是粉尘。干燥器废气选择湿式洗涤,除尘效果良好。气流输送尾气采用旋风分离、布袋除尘后即可引入高空排放。

2.8 废水排放物处理

蒸发器冷凝水和 CIP 清洗水是乙醇生产两大主要废水来源。蒸发器冷凝水的 BOD 范围为 1000~5000。冷凝水为酸性(通常是乳酸和乙酸),pH 值在 4.0 以下。

废水系统必须解决的问题有:降低 COD/BOD、减少悬浮固体、温度、酸度、厌氧转化甲烷回收、污泥处置。

近年来,随着国内酒精企业清洁生产意识的提高和废水处理技术的日益成熟,酒精废水采用厌氧转化-好氧处理工艺,出水水质各项指标均能稳定达标排放。

另外,采用化学品或离子树脂交换法等处理方式,去除蒸发冷凝水中的乳酸、乙酸等有毒有害物质,然后回用作为拌料用水,可大幅度降低酒精生产水资源消耗和污染物排放,对于发展低碳经济、实现清洁生产具有重大意义。

3 自动化控制

随着自动化控制水平的提高,现代乙醇生产装置采用分散控制、集中管理,利用先进的网络传输技术实现了整个企业的信息现代化管理。操作人员和生产管理人员可以通过监控网络对离心机、蒸发器、干燥机以及附件进行有效控制和管理,保证了生产系统的安全可靠运行,提高了装置的生产技术管理水平。

4 结束语

积极吸收、借鉴国外先进酒精生产技术,大胆研究和应用 DDGS 低碳集成技术,将酒精糟液变废为宝,实现 DDGS 副产品成为酒精企业的重要获利手段,将有利于推动和促进我国燃料乙醇和食用酒精产业的健康、快速发展。

参考文献:

- [1] 吕明斌,郭吉原,刘雪芹 DDGS 的质量控制要点[J].中国家禽,2007,29(10):45.
- [2] John Meredith.The Alcohol Textbook[M].4th Edition. Nottingham:Nottingham University Press,2003(26):365-374.
- [3] 张铭.DDGS 的生产工艺、研究利用现状及在畜禽生产中的应用[J].饲料工业,2008,29(21):53.
- [4] 甘在红,邵彩梅.DDGS(玉米)的选择和生产工艺对质量的影响[J].饲料与畜牧:新饲料,2009(11):18.
- [5] 龙杰红,刘君芳.DDGS 用卧式螺旋卸料沉降离心机的选择[J].过滤与分离,2002(3):37-39.
- [6] 王平先.DDGS 生产技术及其节能工艺与设备选择方案[J].宿州教育学院学报,2005,8(3):131.