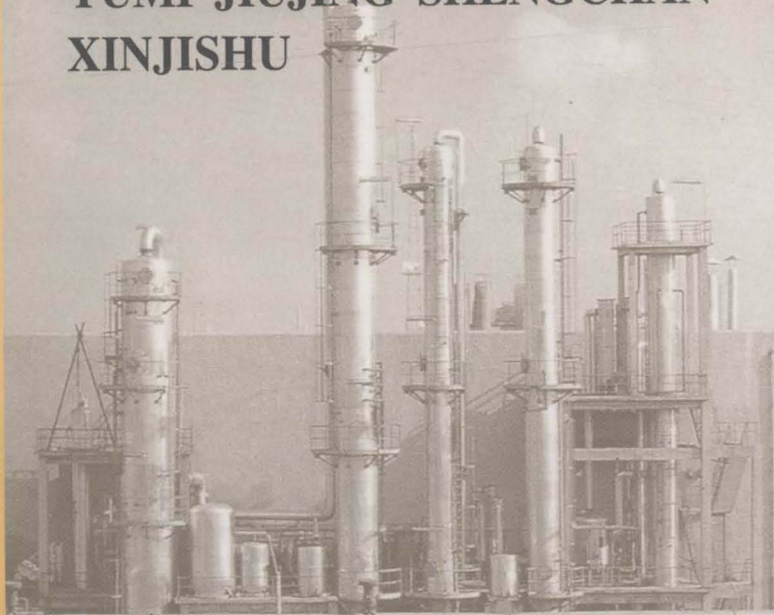


谢林 吕西军 编著

玉米酒精 生产新技术

XIELIN LUXIJUN
BIANZHU

YUMI JIUIJING SHENGCHAN
XINJISHU




中国轻工业出版社

ZHONGGUO QINGGONGYE CHUBANSHE

玉米酒精生产新技术

谢 林 吕西军 编著

 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

玉米酒精生产新技术/谢林,吕西军编著. —北京:
中国轻工业出版社,2000.1 (2001.6 重印)

ISBN 7-5019-2700-6

I.玉… II.①谢…②吕… III.乙醇-生产
IV.TQ223.12

中国版本图书馆CIP数据核字 (1999) 第51935号

责任编辑: 山 边 责任终审: 唐是雯 封面设计: 张歌明
版式设计: 智苏亚 责任校对: 郎静瀛 责任监印: 胡 兵

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街6号, 邮编: 100740)

网 址: // www.chlip.com.cn

联系电话: 010-65241695

印 刷: 中国人民警官大学印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2000年1月第1版 2001年6月第2次印刷

开 本: 850×1168 1/32 印张: 20.625

字 数: 536千字 印数: 3001—6000

书 号: ISBN 7-5019-2700-6/TS·1648 定价: 50.00元

• 如发现图书残缺请直接与我社发行部联系调换 •

前 言

本书是笔者根据1990年至今发表于《食品与发酵工业》、《酿酒科技》、《酿酒》、《酒精工业》、《安徽化工》、《安徽酿酒》和《设备管理与维修》等杂志上的文章,并参考其他新技术、新观点整理编写而成的,后又补充了一些酒精及DDGS生产的新技术。

本书共有十九章,谢林同志编写了第一章至第十六章,吕西军同志编写了第十七章至第十九章。

本书根据我国目前酒精工业的现状 & 酒精工业发展动态,在已出版的酒精生产技术教科书及《酒精工艺学》的基础上增加了当前酒精生产的新技术,如负压环流粉碎、双酶法液化糖化、酒精大罐连续发酵技术的应用、多塔差压蒸馏技术、DDGS生产技术及谷物原料的综合利用、高级酒精的深加工等方面的内容。本书内容力求通俗易懂,深入浅出,特别注意理论与实践相结合,以适于在校学生、工厂的工程技术人员及一线工人的业务参考和自学的需要。

本书在编写过程中得到了陈民伟、荣保金、李文政、马彬等同志的大力支持,在此谨向这些同志表示衷心的感谢。

本书在出版过程中,得到广东省广州市华达生化装备有限公司总经理林水华先生的大力支持,同时自始至终得到了安徽安特集团总裁毋保良先生的大力支持,在此一并表示衷心感谢。

由于笔者水平有限,时间短促,加之手头资料少,书中一定有不少缺点和错误,希望酒精界的老师、同仁和读者指正。

编著者

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 酒精生产常用的谷物原料	(12)
第三章 原料的贮存与清选除杂	(23)
第一节 谷物原料的贮存	(23)
第二节 原料清选的目的	(34)
第三节 原料清选的工艺	(36)
第四节 原料清选的主要设备	(37)
第五节 原料清选的卫生要求	(40)
第四章 谷物原料的粉碎	(42)
第一节 原料粉碎的基本知识	(42)
第二节 谷物原料的粉碎工艺	(47)
第三节 粉碎工艺常见的设备	(55)
第四节 粉碎工序的工艺卫生规范	(65)
第五章 高温双酶法液化糖化工艺	(67)
第一节 蒸煮(液化)糖化工艺中拌料的基本知识	(67)
第二节 传统的蒸煮糖化工艺	(68)
第三节 酒精生产中常用的酶制剂	(71)
第四节 双酶法液化、糖化工艺	(80)
第五节 酒糟离心液的回流	(86)
第六节 酒糟离心液回流工艺的研讨	(88)

第七节	谷物原料酒精厂液化、糖化工艺研讨·····	(92)
第八节	液化糖化工序主要设备·····	(96)
第九节	螺旋板换热器在液化、糖化工序中的应用·····	(110)
第十节	开机停机操作及故障排除·····	(112)
第六章	酒精大罐发酵技术·····	(115)
第一节	酒精发酵的基本理论·····	(115)
第二节	传统的酒精发酵·····	(124)
第三节	酒精连续发酵的基本理论·····	(131)
第四节	酒精大罐发酵技术·····	(138)
第五节	营养盐在酒精大罐发酵中的应用·····	(152)
第六节	小麦、高粱、大米连续发酵生产酒精探讨·····	(158)
第七节	固定化酵母的应用·····	(169)
第八节	酵母回流新工艺·····	(179)
第九节	发酵工序的主要设备·····	(186)
第十节	发酵工序的操作举例·····	(189)
第七章	多效蒸馏技术·····	(193)
第一节	酒精蒸馏与精馏的基本原理·····	(193)
第二节	蒸馏的节能技术·····	(218)
第三节	多效蒸馏工艺·····	(236)
第四节	抽出蒸馏是生产高级食用酒精的关键·····	(260)
第五节	脱甲醇塔在六塔差压蒸馏中的应用·····	(265)
第六节	蒸馏塔与相关设备·····	(268)
第七节	酒精质量问题及解决对策·····	(299)
第八节	多效蒸馏的操作·····	(308)
第八章	共沸精馏生产无水酒精的技术·····	(311)
第一节	无水酒精的用途·····	(311)

第二节	无水酒精生产的原理·····	(311)
第三节	无水酒精的生产方法·····	(312)
第四节	恒沸精馏法生产无水酒精·····	(318)
第五节	分子筛床法生产无水酒精·····	(329)
第九章	酒糟废液的治理 ·····	(333)
第一节	国内酒糟废液的治理·····	(334)
第二节	国外酒糟废液的治理·····	(339)
第三节	我国引进DDGS生产技术的概况·····	(345)
第四节	DDGS国产化的几点建议·····	(346)
第十章	酒精糟液的分离 ·····	(352)
第一节	我国酒糟分离的现状·····	(352)
第二节	DDGS生产离心分离的重要意义·····	(352)
第三节	卧螺机分离工艺中有关问题的讨论·····	(353)
第四节	离心分离的工艺流程·····	(361)
第五节	离心分离工序的主要设备·····	(365)
第六节	离心分离工序的操作·····	(375)
第十一章	酒糟离心液的蒸发与浓缩 ·····	(378)
第一节	蒸发的基本知识·····	(378)
第二节	酒糟离心液浓缩的目的·····	(379)
第三节	酒糟离心液对蒸发浓缩设备及工艺的要求·····	(380)
第四节	蒸发器的类型·····	(380)
第五节	酒糟离心液蒸发工艺应考虑的问题·····	(391)
第六节	常见的蒸发工艺流程·····	(393)
第七节	选择设计酒糟离心液蒸发设备的注意事项·····	(399)
第八节	蒸发设备运行概况举例·····	(400)
第九节	六效真空蒸发的操作规程·····	(401)

第十二章	酒糟的干燥与造粒 ·····	(405)
第一节	干燥与造粒的目的·····	(405)
第二节	DDGS生产中常见的干燥器·····	(405)
第三节	酒糟干燥常见的流程·····	(412)
第四节	酒糟干燥流程的探讨·····	(418)
第五节	造粒机与造粒工艺流程·····	(420)
第六节	DDGS的质量·····	(422)
第十三章	DDGS的生产工艺 ·····	(427)
第一节	DDGS生产的一般工艺·····	(429)
第二节	机械蒸气再压缩节能新技术简介·····	(433)
第三节	采用无蒸发系统的酒糟干燥流程·····	(437)
第四节	采用无离心分离系统的酒糟干燥流程·····	(438)
第五节	酒精工厂的污染及其防治·····	(440)
第十四章	酒精的深加工 ·····	(443)
第一节	概述·····	(443)
第二节	新工艺白酒发展的研讨·····	(444)
第三节	杂醇油对产品质量及人体健康的影响·····	(455)
第四节	俄得克酒的生产技术·····	(459)
第五节	用优质酒精开发的其他新产品·····	(472)
第六节	我国白酒工业发展的探讨·····	(476)
第十五章	玉米油的生产工艺 ·····	(479)
第一节	玉米油开发利用价值·····	(479)
第二节	玉米的脱胚工艺·····	(480)
第三节	玉米胚芽榨油工艺·····	(485)
第四节	玉米胚浸出法制取毛油·····	(489)
第五节	玉米酒精厂发酵罐取油工艺·····	(490)

第六节	DDGS浸出法制油工艺	(491)
第七节	玉米油的精炼	(498)
第八节	玉米油精炼的关键设备	(512)
第九节	玉米油精炼的操作及卫生规范	(541)
第十六章	二氧化碳的回收与应用	(546)
第一节	二氧化碳的用途	(546)
第二节	二氧化碳的性质	(547)
第三节	二氧化碳回收的原理	(550)
第四节	发酵法二氧化碳生产方法	(554)
第五节	二氧化碳回收装置设计	(557)
第六节	二氧化碳生产过程中应注意的问题	(566)
第七节	二氧化碳回收的经济效益	(568)
第十七章	仪表用压缩空气系统	(570)
第一节	供气质量要求	(570)
第二节	供气系统工艺流程	(580)
第三节	压缩空气系统主要设备	(582)
第四节	压缩空气的干燥与干燥器	(585)
第五节	空压机运行负荷控制与系统保护	(599)
第六节	仪用压缩空气系统供气配管	(604)
第七节	仪用压缩空气气源系统与控制 保护电气线路	(611)
第十八章	酒精生产过程自动化	(616)
第一节	工业自动化仪表及控制装置的发展	(616)
第二节	自动调节系统基本知识简介	(618)
第三节	酒精生产过程自动化的现状	(624)
第四节	提高酒精生产过程自动化水平的对策	(626)

第十九章	计算机技术在仪表与控制系统中的应用 ·····	(631)
第一节	计算机系统组成简介·····	(631)
第二节	应用计算机技术的工业自动化仪表·····	(634)
第三节	计算机控制系统的基本组成·····	(637)
第四节	计算机控制系统的类型·····	(639)
第五节	计算机控制系统在酒精工业中的应用展望·····	(645)
附录	·····	(648)
一、	食用酒精国家标准GB10343—89·····	(648)
二、	无水酒精国家标准GB678—90·····	(648)
三、	DDGS质量·····	(649)
四、	汽油醇质量标准(变性)·····	(649)

第一章 绪 论

我国年产酒精约350万吨，仅次于美国、俄罗斯和巴西，居世界第4位。酒精在我国酿酒行业、化工行业、橡胶工业、油漆涂料工业、电子工业、照相胶片及纸浆生产行业、医药行业、香料工业、化妆品行业等，都发挥着重要的作用。

酒精与白酒生产是在酿酒的基础上发展起来的，我国劳动人民早在4000年前就会酿酒。解放以来，我国的酒精工业在产量、质量以及生产技术等方面均有飞速的发展。特别是党的十一届三中全会以来，随着我国改革开放的深入，从国外引进先进技术、先进设备包括酒精糟液治理系统等，使我国的酒精工业在产量、质量及消耗上都有很大的提高和改进，取得了突飞猛进的发展；一部分采用引进技术的工厂，产品质量已达世界先进水平，并采用了微机控制，使自动化水平大大提高；酒精糟液的治理也取得了很大进展，目前已有许多厂已实现了达标排放。

我国酒精生产以发酵法为主，大多数工厂采用薯干为原料，在广东、广西、福建、四川、台湾等省主要以甘蔗糖蜜发酵生产酒精，华北、东北、西北地区则以甜菜糖蜜发酵生产酒精者较多。近年来，随着引进设备及工艺的应用及农作物结构的变化，用谷物原料制酒精的工厂发展速度特别快，特别在黑龙江、吉林二省最为明显，现将我国酒精工业的发展综述如下。

一、我国传统的酒精生产

新中国成立以来，各厂在科研部门、大专院校的密切配合和指导下，进行了一系列的技术改革，如间歇蒸煮改为连续蒸煮，间歇糖化改为连续糖化，液体曲的使用，糖蜜酒精的连续发酵，新型

蒸馏塔的应用,优良酵母菌种的使用,设备工艺的改进及综合利用等方面都取得了不少的成就。但总体水平和国外同期相比仍有很大差距,主要表现在产品质量较差、消耗较高、自动化程度低、工人劳动强度大、环保效益差等方面。

随着我国人民生活水平的提高,对食用酒精的质量要求也越来越高。我国于1956年塔顶部塔板引出“食酒0302—56”医药用酒精。1981年生产“GB394—81”三级酒精可作为食用酒精。1987年5月把“GB394—81”酒精质量标准中二级酒精定为食用酒精。其质量标准和国际上相比都相差甚远。1988年10月在安徽省阜阳市召开的全国酒精工业会议第十四次会员会上颁布了“食用酒精国家标准”草案,其主要指标已接近国际先进水平。原轻工业部于1990年4月在山东召开了全国食用酒精生产许可证工作会议,要求酒精产品质量必须符合“GB10343—89”食用酒精国家标准。新的普级食用酒精国家标准,与以前任何一次发布的食用酒精标准中的各项指标相比,都有较大幅度的提高。

在自控方面,我国绝大多数酒精厂在蒸煮糖化、发酵、蒸馏等工序只采用自动显示仪表,少数较大的工厂则在蒸馏工段采用微机自动控制。

在酒糟废液的治理方面,多数酒精厂直接将酒精糟排入江河,少数较大厂家将酒糟液排入沉淀池,经芦席过滤后,酒糟出售给农民作为饲料,芦席下部过滤的清液直接排出江河。个别较大的酒精工厂则先将酒糟液过滤,滤饼出售,清液送去进行厌氧发酵制取沼气,取得了一定的经济效益和社会效益。

二、酒精新技术的应用与发展

1985年,安徽特酒总厂第一家从国外引进酒精与DDGS生产技术。投产以来,收到了良好的效果,受到全国酒精行业的专家及有关大专院校的普遍关注。尔后北京酿酒总厂、天津酒精厂、哈尔滨酿酒厂、上海酒精厂、吉林梅河口酒精厂、吉林新中国糖厂等10

余家分别从挪威、法国、奥地利等国全套引进或部分引进酒精及DDGS生产技术和设备，为我国酒精行业的技术进步创造了良好的条件。从目前引进的国外酒精及DDGS生产设备和技术的来看，主要有以下特点：

① 谷物原料(主要是玉米)生产酒精蒸馏排出的酒糟液，都采用全干燥法制取全价干酒糟(英文全称是Distiller's dried grains with solubles, 简称DDGS。)的技术。该技术首先是将酒糟用沉降式离心机分离为清液和滤渣。清液的40%回流至液化、糖化工序，其余60%的清液经多效蒸发器蒸发浓缩成浓浆，浓浆和滤渣混合后进入干燥机内干燥成高蛋白饲料添加剂(DDGS)。这不仅消除了酒糟废液的污染。同时又制得国际市场与国内市场紧俏的DDGS。

② 酒糟离心液的回流节约了拌料用水和蒸汽，同时使可发酵性的糖得以充分利用，提高了淀粉出酒率，也较好地平衡了酒精和DDGS的生产。

③ 采用大罐连续发酵、螺旋板式换热器罐外冷却技术，提高了设备利用率，并减少设备内的死角，改蒸汽或热水杀菌为化学药品杀菌，杀菌效果更好，发酵结果更为理想。同时，大罐连续发酵可以减少排放刷罐水对环境的污染。

④ 采用多效蒸馏技术，不但提高了产品质量，热能也得到了多次利用，使能源利用更为合理，节能效果显著。

⑤ 设备优良。除个别罐体外均为不锈钢制造，设备外形美观，性能好，使用寿命长。

⑥ 自动化程度高，整条生产线为仪表自动控制或微机控制，降低了操作工的劳动强度，稳定了生产，提高了产量，降低了生产消耗。

⑦ 在酒精与DDGS生产工艺中，能源的多次利用，工艺路线的交叉，冷却水的重复使用等，使整个工厂在节能降耗、降低生产成本等方面取得了明显的成果。如酒糟离心液的40%回流至液

化、糖化工序,其余60%的酒糟离心液先经过粗馏塔再沸器预浓缩后,再送入蒸发浓缩工序蒸发浓缩,可节约20%的蒸汽,干燥机排出的二次蒸气直接作为蒸发浓缩工序的热源,使蒸发工序基本不用生蒸汽;酒精大罐发酵工序使用的冷却水,再送至蒸馏工序冷却塔顶酒气,节水效果明显。

酒精生产工艺流程如图1-1所示。

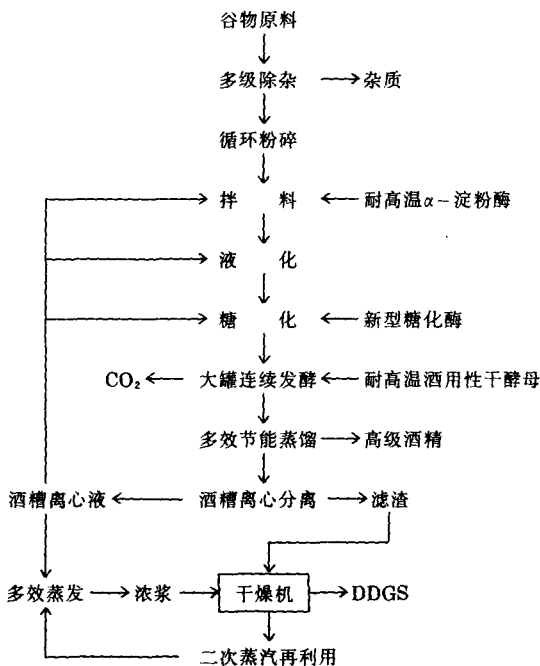


图 1-1 酒精生产工艺流程

(一) 谷物原料的清选与粉碎

原料清选的主要目的是去除原料中的石子、铁块、绳头及砂土等,以防止粉碎机筛子被打烂、泵叶轮磨损、卧螺机推进器磨损而影响分离效率等。清选常用的设备有初清筛永久磁铁、电磁铁、比重去石机等。

粉碎工序一般采用一级循环粉碎，即原料先进入粉碎机，粉碎后的物料经粉碎筛子进入缓冲罐，最后经离心分离筛分离，合格的玉米粉送去液化，不合格的玉米粉返回粉碎机重新粉碎。

(二) 液化与糖化工艺

从引进技术厂家来看，液化与糖化工艺各有千秋，有些生产厂家工艺则采用一次液化法，即一次投入耐高温 α -淀粉酶，在95℃下液化90min完成液化。有些工艺则二次加入耐高温 α -淀粉酶，同时进行喷射蒸煮，条件为125℃，3min。

关于采用不同工艺的糖化的时间，差异较大：

(1) 工艺一：液化醪冷却至60℃，在管道上加入糖化酶，再经螺旋板冷却器冷却至30℃，直接进入发酵罐。

(2) 工艺二：糖化时间为10h，DE值在98%以上的糖化醪送入发酵罐。

(3) 工艺三：多数厂家的糖化时间是1h，将DE值控制在45%~55%的糖化醪送入发酵罐。

酒糟离心液的回流方法不尽相同，但从整体效果来看，回流酒糟离心液不需要加入酸碱调整pH的工艺是合理的。

(三) 酒精大罐连续发酵

酒精大罐发酵技术为许多发达国家如美国、法国和德国等酒精生产普遍采用的技术，我国从安徽特酒总厂引进法国Speichim公司全套技术设备后，再引进并国产化的设备，多数也采用大罐发酵技术。大罐发酵技术的主要优点：占地面积小，投资少，操作方便，便于自动控制等。如安徽特酒总厂年产15kt酒精，共用6个发酵罐，每个容积为430m³；吉林天河酒精饲料有限公司年产30kt酒精的工厂，共有6个发酵罐，每个容积为700m³；美国密西西比河酒精有限公司年产120kt酒精，共有13个发酵罐，每个容积为1500³。

在酒母的培养方面，多数由自己培养酵母改用酒用干酵母，现普遍采用耐高温酒用活性干酵母。它具有耐酒精度数高、耐酸、

耐高温、发酵速度快、使用简单方便等优点。

(四) 多效蒸馏技术的应用

20世纪70年代的世界能源危机,迫使许多发达国家纷纷推出蒸馏节能新工艺,安徽特酒总厂1985年从法国Speichim公司引进的酒精装备中,其中的六塔多效蒸馏节能工艺在我国酒精行业引起极大的震动;以后吉林天力酒精饲料有限公司也引进六塔差压蒸馏节能工艺,吉林天河酒精饲料有限公司引进的多效节能蒸馏工艺也取得了令人满意的成果。目前在我国常见的多效节能蒸馏工艺主要有:

三塔节能蒸馏:粗馏塔/精馏塔/脱甲醇塔(或二精塔)。

四塔节能蒸馏:粗馏塔/醛塔/精馏塔/脱甲醇塔。

五塔节能蒸馏:粗馏塔/醛塔/精馏塔/工业酒精塔/脱甲醇塔。

六塔节能蒸馏:粗馏塔/浓缩塔/纯化塔/工业酒精塔/精馏塔/脱甲醇塔。

八塔节能蒸馏:粗馏塔/浓缩塔/稀释塔/浓缩塔/稀释塔/工业酒精塔/精馏塔/脱甲醇塔。

从引进的多效蒸馏节能工艺来看,主要有以下特点:①工艺技术合理、先进,塔数多,各塔分工细,杂质除去机会多。②能源利用合理。③自动化程度高。④产品质量高,目前引进厂家的酒精质量已达到或接近国际先进水平。

(五) 酒糟废液的治理

我国目前酒糟废液的治理方法主要有:薯干、木薯、糖蜜等为原料酒糟废液的治理主要采用厌氧-好氧法制取沼气。以谷物为原料的引进设备的厂家,普遍采用的是全干燥法制取全价干酒糟的技术路线。该法治理较彻底,变废为宝,切实可行。生产的DDGS营养丰富,蛋白质含量在27%以上,易贮存,便于运输,是良好的饲料添加剂。

DDGS生产方法是采用将粗塔底部排出的酒糟液经离心分

离—蒸发浓缩—干燥造粒的工艺路线,即酒糟先后经过沉降式离心分离成两部分,滤渣(主要是不可溶的物质)直接送入干燥机内干燥,滤液(主要是可溶物)的40%~50%回流至系统内循环使用;另一部分送至多效蒸发器内蒸发浓缩,浓度在45%左右的浓浆送入干燥机内干燥,干燥机排出的含干物质为90%以上的DDGS粉末送去造粒或直接出售。

1. 酒精糟液的分离

引进设备技术的厂家均将玉米酒精糟液由粗塔底部排出后送入缓冲罐,缓冲罐加搅拌器可防止酒糟液中的固形物沉淀。该糟液由螺杆泵泵入离心机中。从国外引进的离心机分离效率达90%以上,滤液中的不可溶固形物小于0.5%,滤渣中的干物质在33%~40%。

2. 酒糟离心液的蒸发与浓缩

蒸发工序的主要目的是将离心液进行浓缩,使可溶物浓缩成40%~45%的浓浆。从节能的角度来看,蒸发工序有多效真空蒸发和热泵技术,如法国Speichim公司提供给安徽特酒总厂的蒸发系统采用的是六效真空蒸发技术;北京酿酒厂引进的蒸发系统采用热泵技术;吉林天河酒精饲料有限公司引进奥地利VOGELBUSCH公司的二效真空蒸发技术;挪威STORBODRTZ公司为三效四罐真空蒸发技术。

3. 干燥与造粒

我国目前用于生产DDGS的干燥机主要有管式干燥机、转盘式干燥机及转碟式干燥机。如安徽特酒总厂使用的是列管式干燥机;蚌埠酒精厂等使用的是转盘式干燥机。从运行状况来看,列管式干燥机机械性能较差,能耗较高,而转盘式干燥机机械性能较好,能耗低,热能综合利用合理。使用转盘式干燥机的工厂、干燥机排放的二次蒸汽可直接作为蒸发工序的加热热源。

造粒系采用挤压式造粒机,造粒的目的是为了贮存和运输方便,从工厂的实际运行情况来看,造粒工序的利用率太低。