

辽宁粮食干燥技术发展现状与趋势分析

高树成^{1,2},王 赫^{1,2},赵学工^{1,2}

(1. 辽宁省粮食科学研究所,辽宁 沈阳 110032;2. 国家粮食一玉米干燥工程中心,辽宁 沈阳 110032)

摘要:分析了辽宁粮食干燥技术及设备的发展现状,包括:干燥工艺现状、干燥机结构形式、干燥热源、干燥检测和控制。总结了干燥行业存在的问题和弊端,分析了未来粮食干燥技术发展趋势,提出大力推广粮食干燥节能减排技术和智能控制技术、推动粮食干燥热源环保升级换代等建议,对促进粮食流通产业健康发展具有一定的指导意义。

关键词:粮食;干燥;技术;装备

中图分类号:S 379.5 文献标识码:A 文章编号:1007-7561(2016)06-0103-03

Analysis of present situation and development trend of grain drying technology in Liaoning province

GAO Shu - cheng^{1,2}, WANG He^{1,2}, ZHAO Xue - gong^{1,2}

(1. Liaoning Grain Science Research Institute, Shenyang Liaoning 110032;

2. National Grain - Corn Drying Engineering Center, Shenyang Liaoning 110032)

Abstract: The current situation of grain drying technology and equipment in Liaoning province was analyzed, including drying technology, structure of drier, heat source, detection and control. The problems and disadvantages existing in the drying industry were summarized. The development trend of grain drying technology was analyzed. The suggestions, including energy - saving and emission - reduction technology, intelligent control technology and upgrade and update of the heat source, were put forward, which has an important guiding significance for expediting the development of the grain circulation industry.

Key words: grain; drying; technology; equipment

近几年,辽宁粮食年总产量在2 000万t以上,其中玉米产量占年粮食总产量的80%以上,稻谷约占15%以上。由于冬季气温低、湿度大,致使玉米收获时水分高达25%~35%;而稻谷收割逐步以机械化收割代替人工收割,收购时间的前移和集中,稻谷收获后水分一般在20%左右,最高达到23%。随着农业机械化进程的加快,大量的高水分粮食必须通过集中干燥至安全水分以内,确保其储存安全。因此,粮食干燥作为粮食产后的重要环节,是保障粮食后续储藏及加工品质的重要手段。

1 粮食干燥技术与设备现状分析

为解决粮食干燥能力不足问题,我省利用世行贷款、国债投资、中央配套及中储粮、华粮等企业自筹资金,先后建设600余套粮食干燥机系统,年干燥能力900万t,改善了传统粮食干燥成本高、效率低、

机械化程度差等问题。

1.1 干燥工艺现状

目前,玉米干燥系统主要由烘干塔、燃煤热风炉、换热器、输送机、烘前仓、烘后仓等设施设备组成,多采用混流、顺逆流、横流等干燥工艺,普遍以高温(90~180℃)热空气为介质强制降水,使玉米水分在3~8h内,由30%左右降到14%,粮食烘干系统机械化程度虽然得到提高,但自动化程度明显滞后。稻谷干燥主要以上海三九、日本金子公司工艺技术为主导,采用烘干—缓苏、低温、低速等干燥工艺,配有较完善的控制技术,保证稻谷干燥后爆腰率符合国家标准。

1.2 干燥机结构形式

采用的主流粮食干燥机分为连续式和批式循环式两大类,其中玉米多采用连续式干燥机,根据烘干原理不同,分为混流、逆流、横流、顺流等多种形式。水稻多采用批式循环式干燥机,单机适合小批量烘干作业,多台并联使用可满足大规模生

收稿日期:2016-06-28

基金项目:2015年辽宁省科学技术计划项目(2015020002-202)

作者简介:高树成,1963年出生,男,教授级高级工程师。

产作业。

1.3 干燥热源

通常以燃煤、燃油、生物质三种热源为常用配套热源,其中玉米以燃煤热风炉最为普遍,燃油及生物质能源以稻壳、秸秆为主,多用于批式循环式稻谷干燥机。

1.4 干燥检测和控制

在理论研究方面,谷物干燥的物理基础是热传导和水分扩散,即传热传质基本原理,研究的内容主要是各种结构干燥设备的谷物加热和水分的扩散速率。在技术发展方面,随着电子计算机的迅速发展,已逐步实现谷物干燥设备自动化管理控制和指导操作。但粮食行业普遍存在基础理论研究落后于技术应用的现象,干燥技术水平还不高,粮食干燥过程控制仍处于计算机指导操作阶段,还没有达到计算机完全代替人来工作。

2 粮食干燥行业存在的问题

尽管经过十余年的努力,干燥技术有了快速的发展。但随着人们对粮食品质要求的日益提高,以及环保理念的升级,现有烘干技术已不能适应生产需要。

2.1 基础理论研究薄弱

理论研究缺乏是制约干燥技术与设备发展的一大瓶颈。相关的大专院校、科研院所及干燥设备制造企业没有完善的实验平台,实验手段落后,产品研发投入不足,因而在设备设计中带有很大的盲目性,工艺参数不尽合理,尤其是没有针对不同物料的干燥特性,对现有干燥设备关键部位进行精准研究,影响了干燥机的使用效果。

2.2 干燥工艺创新性不足

市场供给方面,目前仅我省就有干燥设备加工企业200余家,这些企业结构小、散、乱,大企业不强,小企业不专,产品规模化、规范化和标准化程度低。由于企业不重视或无力开展产品的技术革新,致使多家企业生产机型雷同,没有自己的特点和品牌产品,其市场占有率仍然处于低价竞争的无组织状态,致使用户多是重复性的低水平建设;市场需求方面,由于粮食流通中价格与质量不挂钩,粮食烘干企业普遍考虑眼前利益,片面要求烘干降水,不重视烘后粮品质,存在以低价格因素采购设备的思想意识,而对系统自动化、配套性、精度等因素考虑较少,一定程度上抑制了粮食干燥技术的进步。

2.3 干燥系统热效率低

整机热效率低。常规粮食烘干工艺“露天”作

业,周围没有维护保温设施,散失大量热能,加之热风炉燃烧效率和换热效率都较低,造成烘干机系统整机平均热效率只有55%左右;余热回收利用少。现有粮食干燥机排烟温度高达100~120℃,尾部干燥段排出的废气温度35~60℃,冷却段排出的废气温度20~40℃。由于烘干过程中未采用任何废气回收工艺,而是直接排入大气,浪费了大量能源。

2.4 自动化程度低

东北地区现有各种粮食烘干机5000多台,其中辽宁省1000余台,干燥工艺形式繁多,产品结构五花八门,其烘干机外观粗放不精致、结构不合理、加工精度低,影响了干燥机的使用性能及粮食的干燥质量,因此其主机结构外观质量、成套性和功能组合性方面亟需功能提升;粮食干燥水分控制技术还停留在原始经验控制水平,不能实现对成品粮水分的精准控制,操作工人仍依靠经验、手动操作为主,一些干燥机虽然配备了控制系统,但受使用局限性或专业操作人员不稳定,客观上制约了粮食干燥高新技术的应用及发展。

3 粮食干燥技术的发展趋势

3.1 开展粮食干燥关键工艺技术参数优化理论研究

基础理论研究是新技术、新产品开发的基础,干燥技术的发展是干燥设备进步的前提。系统研究不同干燥工艺、不同工况条件下的粮食干燥特性参数对烘后粮食品质变化规律的影响,建立不同干燥特性参数与烘后粮食品质影响性分析数据库;开展烘前、烘后粮质量指标对干燥能耗的影响性分析,确定烘前、烘后粮质量与干燥能耗的评价标准,为优化粮食干燥设备结构及控制烘后粮品质提供理论基础;优化稻壳、秸秆等生物质能源燃烧和换热设备结构以及能量转换工艺技术参数,提高稻壳和植物固体燃料等生物质能源燃烧热值及换热效率。

3.2 创新干燥工艺,推广干燥新技术

3.2.1 推广粮食干燥节能减排技术

3.2.1.1 余热回收工艺

将干燥系统冷却段、干燥尾气段、热风炉烟气等废气余热回收,避免能源浪费,降低干燥能耗。在多数加热的粮食干燥系统中,干燥系统的最后1~2个加热段和冷却段排出的废气温度为30~60℃,且含湿量小,具有回收利用价值;热风炉烟气温度一般120~150℃,通过回收利用减少SO₂排放,实现换热与排尘两种功能。示范库点测试数据显示:在气温5℃时,干燥废气回收温度47℃,冷却废气回收温

度 34 ℃, 烟气回收温度 22 ℃。在做好余热回收的同时, 需对热风炉、换热器、热风机及热风室进行保温处理, 有效降低系统热损失, 提高系统热效率。

3.2.1.2 烟气脱硫工艺

根据粮食烘干机系统的实际, 将先进的湿法脱硫除尘工艺技术与现有的粮食干燥系统进行集成, 在烟气排放工艺路线上增设湿式脱硫除尘装置。采用镁法脱硫工艺, 以工业氧化镁为脱硫剂, 加水搅拌制成氧化镁浆液, 加水稀释后经循环泵在塔内循环喷淋, 吸收烟气中的二氧化硫生成亚硫酸镁, 经曝气氧化生成硫酸镁, 由此降低 SO₂ 排放量 80% 以上。

3.2.1.3 玉米皮屑回收工艺

由于干燥机烘干作业排出的废气含有大量的玉米皮屑等轻杂质, 废气杂质不采用回收工艺直接排入大气, 会造成环境污染; 如直接进入换热器, 也会造成杂质集聚、堵塞管路。结合现有烘干系统工艺, 通过采用吸附、沉降工艺设备, 将干燥废气等轻杂质回收后, 通过保温管道送回换热器与冷空气进行热交换, 再引入干燥机系统内, 如此反复循环, 不但实现废气清洁化生产, 使废气余热得到再利用, 解决了轻型杂质“满天飞”、作业环境差的难题, 有利于文明生产。

3.2.2 推广低温保质干燥技术

针对玉米干燥过程中的不同阶段, 结合其物理和化学特性, 采用不同的热风温度, 进行预热升温、等速蒸发、均衡缓苏、低温干燥、缓速冷却工艺, 确保粮温 50 ℃ 以下; 优化干燥系统进粮、干燥、缓苏、冷却、排粮和供热等单元结构, 以及相互间的匹配组合和技术参数, 实现低温保质干燥设备结构创新, 保持干燥后玉米籽粒原有的活力和新鲜度, 避免玉米籽粒表层过度烘干所造成的品质下降和粮食损失。

北方地区水稻干燥一般在 10 ~ 12 月和来年的 3 ~ 4 月份, 此时环境温度一般降到 -5 ℃ 以下, 谷物温度应保持在 40 ± 2 ℃ 变化, 处于水稻干燥的 43 ℃ 警戒粮温以下, 因此不会因干燥影响其品质^[1]。为解决批式低温稻谷干燥单机产量低的问题, 应研究适应国情、结构简单、生产率高、价格低廉、热效率高、烘后粮品质好及适合多种热源的干燥机型。顺逆流、混逆流等工艺技术及低温、大缓苏段的稻谷专用干燥机是未来的发展趋势。

3.3 推动粮食干燥热源环保升级换代

3.3.1 电热储能技术应用

采用先进的高压控制技术和储能保温技术, 将夜晚电网闲置、廉价低谷电、风电或太阳能转换成热

能储存起来, 经温度调节装置将储能炉内 300 ~ 500 ℃ 的热空气转换成稳定的、适合粮食干燥需要的热风输出, 形成新一代粮食干燥机热源, 取代现有的高能耗、重污染、费人工的燃煤热风炉, 实现热损耗率 ≤ 5% (锅炉热效率 ≥ 95%)。电热储能炉使用过程中无任何废水、废气、废渣产生及 SO₂ 等废气排放, 符合清洁、低碳、环保的要求^[2]。

3.3.2 生物质能源应用

充分发挥固体生物质燃料低成本、低污染特点, 加强生物质成型燃料以及生物柴油的开发利用, 提高生物质燃料的燃烧值, 降低其在粮食干燥过程中的使用成本; 采用流化床、扩散等先进燃烧技术, 研制适合于稻壳、秸秆等生物质燃料的热风装置, 提高生物质燃料的燃烧效率; 研究利用换热高效、便于清洁、使用寿命长的新型换热器, 在减排的同时提高热效率; 加强生物质燃气红外辐射技术在粮食干燥领域的理论与应用研究, 以沼气、稻壳煤气等生物质燃气作为气源, 研发生物质燃气粮食干燥机, 促进农村生态环境的发展^[3]。

3.4 推广智能控制技术

3.4.1 粮食干燥智能控制系统

研究不同干燥方式、不同物料脱水状况、不同环境的干燥工艺参数及控制参数, 确定实时调控工艺参数控制方案与控制技术; 研究经济适用的智能控制技术与设备, 工艺的合理匹配及多层分区域控风、控温、控湿技术, 提高粮食干燥自动控制技术的准确度和前瞻性, 实现粮食干燥水分的精准控制。研发粮食干燥系统智能控制技术软件及智能装备, 提高粮食干燥控制技术的智能化、标准化、精准化。

3.4.2 智慧干燥设备

围绕“智慧干燥设备”, 加速烘干装备智能化的研发与创新, 创建以传感器、微控制器、水分检测设备为核心的智能一体化控制系统, 利用互联网信息技术, 通过计算机终端和软件操作, 实现远程监测、控制、自动化作业和高效服务。

参考文献:

- [1] 奚河滨, 王桂湘, 曹崇文. 水稻组合干燥工艺的研究[C]. 全国干燥大会论文集, 2002 年.
- [2] 刘国辉, 任丽辉, 赵学工, 周岗霞. 电热储能技术在粮食干燥领域的应用[J]. 现代食品, 2015(8): 65-68.
- [3] 范立, 吴家正, 李晗. 我国生物质能源在粮食干燥中的应用[J]. 粮食与饲料工业, 2014(12): 18-22. 