

DOI:10.3969/j.issn.1007-9580.2017.05.010

海贝柱自动晾晒设备设计

刘 晓¹, 侯加林¹, 张观山¹, 周 伟²

(1 山东农业大学机械与电子工程学院, 山东 泰安 271018;

2 山东乳山华信食品有限公司, 山东 威海 264500)

摘要:针对当前传统人工晾晒海贝柱效率低下、容易造成污染等问题。设计了海贝柱自动晾晒机械,采用阶梯式晾晒生产线对湿海贝柱分级晾晒,多条晾晒生产线分时、高效的工作,机器上方设有遮板以保证晾晒作业不被污染而且不受天气条件的影响。整机采用stm32单片机、传感器等技术实现自动化作业,机器控制系统监测到生产线发生故障或海贝柱出现堆积时会立即停止工作以便于检查故障、减少损失。试验结果表明:机械晾晒不会造成海贝柱内的营养成分的流失,机械晾晒海贝柱的干基含水率达到30%仅需12h,机械晾晒海贝柱能节省大量的干燥时间,显著的提高了晾晒效率,避免了人工晾晒过程导致的二次污染和损失。该研究为海贝柱自动晾晒机械的研制提供了技术参考。

关键词:海贝柱;晾晒机械;传感器;自动化

中图分类号:S986.1

文献标志码:A

文章编号:1007-9580(2017)05-050-05

扇贝具有较高的营养价值及药用价值,其闭壳肌的干制品俗称干贝,其营养价值极高,深受消费者喜爱。海产贝类的干燥是贝类加工过程中的重要环节。目前干制品的生产仍然停留在较低的传统加工水平上,即主要以小作坊式的自然风干加工为主,卫生条件难以得到保证,生产周期较长,干燥手段落后和生产效率低下已经成为制约扇贝干制品发展的重要原因^[3-4]。海贝柱自动晾晒设备(以下简称晾晒设备)是专门为智能、高效地完成贝柱干燥而设计。当扇贝柱从贝壳上脱离并煮熟冷却之后^[5-10],晾晒设备可使多条干燥生产线分时工作,使海贝柱得到充足的晾晒,不仅提高了晾晒效率,而且可节约大量劳动力,有效带动和促进当地扇贝养殖户增产、增收^[11-15]。

部,用以遮挡雨雪和污染物,保证晾晒不受天气条件的制约,防止晾晒过程中发生二次污染。

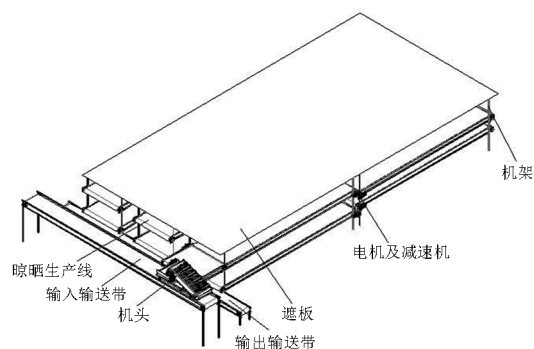


图1 晾晒设备结构示意图

Fig.1 Structure of the automatic scallop drying machine

1 基本结构及工作原理

1.1 基本结构

晾晒设备主要由机架、输入输送带、机头、输出输送带、晾晒生产线、电机及减速机和遮板等部分组成(图1),可置于食品加工厂房楼顶,有助于海贝柱的自然晾晒;遮板安装在晾晒生产线的顶

1.2 工作原理

通过蒸汽式脱壳技术将海贝柱从贝壳上脱离并将海贝柱蒸煮达到可食用标准的湿海贝柱^[16],晾晒设备工作时,滑轮带动机头在机架上行走,当机头和第一条晾晒生产线对齐时,滑轮停止转动,电机及减速机开始工作,湿海贝柱由输入输送带通过机头输送至第一条晾晒生产线上,每一条晾晒生产线分为四段阶梯式晾晒纱网。当第一条生

收稿日期:2017-08-02

基金项目:山东省重点产业关键技术创新工程项目(2016CYJS03A02-3)

作者简介:刘晓(1993—),男,硕士研究生,研究方向:农业机械与装备。E-mail:535441091@qq.com

通信作者:侯加林(1963—),男,教授,博士生导师,研究方向:现代农业装备技术。E-mail:jlhou@sda.edu.cn

产线的第一段晾晒纱网铺满时,机头运动至第二条生产线并与之对齐然后将第二条生产线的第一段晾晒纱网铺满湿海贝柱,以相同方式,直至三条生产线的晾晒纱网铺满湿海贝柱(图2)。晾晒一段时间后,三条生产线把晾晒完毕的海贝柱输送至输出输送带上,将干海贝柱收集起来以便于进行封装贮存销售。

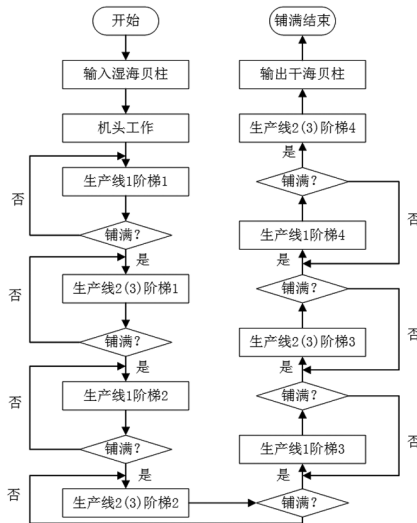


图2 贝柱晾晒流程图

Fig.2 Structure of the automatic scallop drying machine

2 晾晒设备设计

2.1 机头机构

机头机构包括机架、输送带2~4、滑轮、行程开关、挡板和电机及减速机1~3(图3)。

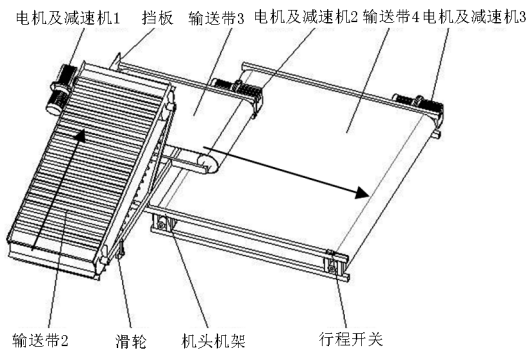


图3 机头机构结构示意图

Fig.3 Structure of the nose mechanism

机架为整体结构框架,输送带2上垂直设置柔性材料的拨板,海贝柱由输送带2末端位置落

至输送带3上,输送带4安装在机架上,机架下方设有可活动滑轮,滑轮内有电机,滑轮滑动带动机架在输入输送带上前后滑动,行程开关安装在机架下侧,用以检测整个机架所在位置;挡板安装在机架上并位于输送带3的左侧以防海贝柱溅落。机头工作时,输送带2将来自输入输送带的海贝柱拨至输送带3上,输送带4将海贝柱输送至晾晒生产线。

2.2 晾晒生产线

晾晒生产线包括机架3、驱动部分、从动部分、晾晒纱网1~4、链条、电机及减速机4~7、激光对射传感器和滑板(图4)。机架III为晾晒设备的整体框架,每一段晾晒纱网前后各对应设有一个驱动部分和从动部分,用于带动每层晾晒纱网运动,晾晒纱网固定在链条上。晾晒纱网包括晾晒纱网1~4,呈阶梯下降设置;激光对射传感器用以检测海贝柱是否到达晾晒纱网1的末端;滑板安装在晾晒纱网2的后端,海贝柱通过滑板从晾晒纱网2滑落至晾晒纱网3,再从高阶梯晾晒纱网3落至低阶梯晾晒纱网4。

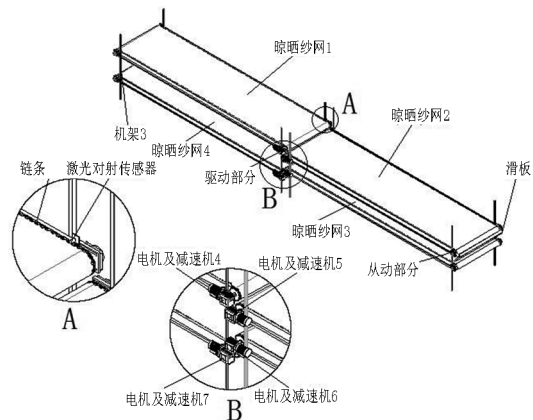


图4 晾晒生产线结构示意图

Fig.4 Structure of the drying production line

驱动带座轴承焊接在机架3上,以带动驱动轮轴的旋转;电机及减速机安装在驱动轮轴的右侧,用以提供动力;驱动轮轴左右两侧各安装有一个驱动链轮,用以带动链条运动(图5)。电机及减速机带动各个驱动链轮旋转,驱动链轮带动链条和晾晒纱网运动,同时链条带动从动链轮旋转。从动部分和滑板安装在晾晒生产线末端位置(图6)。从动部分的作用是辅助驱动部分的运动更加平稳。每条晾晒生产线的上方都设有透光遮板,既能遮挡雨

雪和杂物,又能使贝柱得到充分日晒。

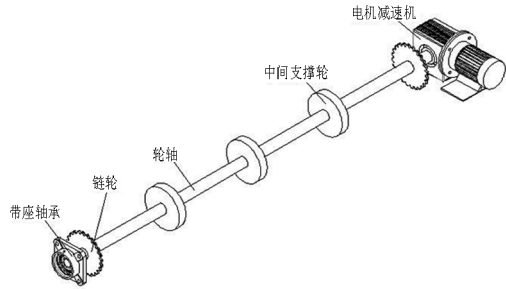


图 5 驱动部分结构示意图

Fig.5 Structure of the drive part

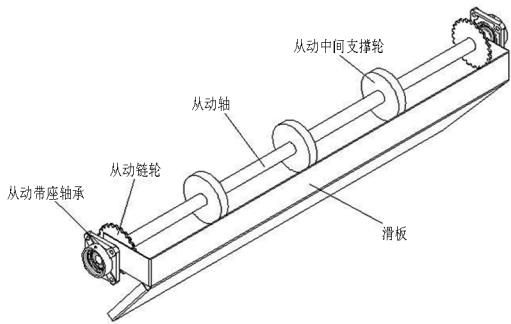


图 6 从动部分结构示意图

Fig.6 Structure of the driven part

2.3 自动化控制

干燥生产线自动控制是全自动远程智能调节系统。通过控制输入输出输送带、机头、各晾晒生产线,实现贝柱自动生产干燥一体化。同时,系统具有故障检测功能,当系统监测到故障并停止运转,或者出现贝柱堆积情况,中心节点立即发送控制信号,各生产线立即停止工作,以便检查故障。自动控制系统由 stm32 单片机、网关节点(协调器)、功能节点(路由器)组成。协调器和路由器统称为全功能设备(FFD)。为了方便网络的布置,本系统中的功能节点全都设置成路由节点。协调器节点建立网络和配置网络当中的各种参数,一旦建网成功后协调器就充当路由器。路由器节点负责上传自身或其他节点向协调器发送的数据包。硬件设计有激光对射传感器和行程开关。

采用 M12 激光对射光电开关传感器辅助监测生产线运行状态,以及监测干燥生产线贝柱铺设程度^[17]。图 7 为激光对射开关实物图。在控制系统中,使用行程开关^[18]检测机头确定机头所在的位置。各节点采用太阳能供电系统^[19]。



图 7 激光对射传感器

Fig.7 Laser beam sensor

2.4 系统软件

系统采用星型网络拓扑结构,网络中设置了一个协调器节点和多个终端设备节点^[20]。软件流程图如图 8 所示。

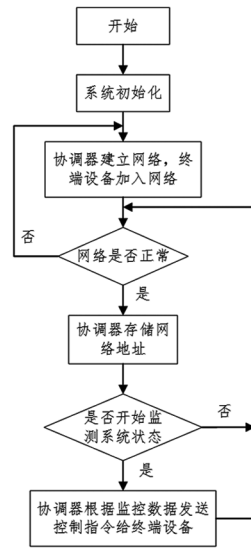


图 8 软件流程图

Fig.8 Software flow diagram

2.5 晾晒设备样机

根据上述设计方案,采用 SolidWorks 软件对机器建立三维几何模型并进行样机试制,机器的主要技术参数为:生产线长度 24 m,生产线数量 3 个,阶梯电机功率 0.75 kW,配套减速机减速比 20 : 1。

3 试验

3.1 试验条件

试验地点在威海乳山市乳山口镇工业园华信集团晾晒场。天气晴朗,温度 26℃,相对湿度 45%。海湾扇贝湿贝柱样品购于威海乳山市某海鲜市场。晾晒前湿贝柱质量为 (36.01 ± 0.15) g,平均干基含水率 235%。试验设备:天平、自动定氮仪、苯酚-硫酸试剂、无水乙醚试剂、烤箱。

3.2 试验过程及结果分析

由于干贝柱加工处理没有相关标准,试验参

照鱿鱼干标准,当海贝柱样品的含水率降至 30% 时即达到干燥终点^[21]。干基含水率以下式计算:

$$X = \frac{m - m_c}{m_c} \times 100\%$$

式中: X —贝柱干基含水率,%; m —湿贝柱的质量, g; m_c —绝干贝柱的质量, g。

运用常压干燥法测得海贝柱的含水率,使用自动定氮仪测定海贝柱的蛋白质含量,采用硫酸-苯酚法测得总糖含量,采用索氏抽提法测得粗脂肪含量(表 1)。

表 1 不同干燥方法海贝柱基本成分的比较

Tab.1 Comparison of basic components in scallops for different drying methods

项目	样品质量/ g	水分/ %	蛋白质/ %	脂肪/ %	总糖/ %
晾晒前	36.01±0.15	72.30	20.92	2.89	3.02
人工晾晒	11.62±0.52	30.01	63.13	2.18	2.62
机械晾晒	11.53±0.21	29.99	63.21	2.26	2.79

海贝柱样品经过人工晾晒和机械晾晒后,其基本成分发生了变化(表 1)。两种晾晒方法都能显著增加蛋白质含量,而对总糖和脂肪含量没有显著变化。这是由于晾晒后,大量的水分流失会导致其他成分占的比例增加,同时可看出经过这两种自然晾晒后,各成分所占比重差异并不明显。

在试验过程中,人工晾晒每 2.5 h、机械晾晒每 1 h 从样品中取湿贝柱测其质量,并计算出其干基含水率。图 10 可以看出,机械晾晒的含水率下降速度明显大于人工晾晒,干基含水率达到 30%,机械晾晒需要 12 h,人工晾晒需要 50 h,表明使用机械晾晒海贝柱能节省大量干燥时间。

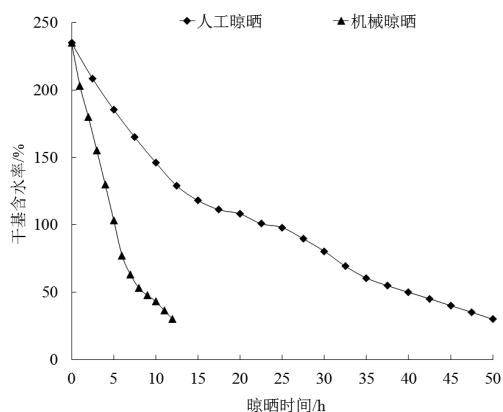


图 10 干基含水率和晾晒时间的关系

Fig.10 Relationship between moisture content of drying base and drying time

4 结论

晾晒生产线使用的晾晒纱网具有通透性,可提高海贝柱晾晒效率;采用链传动,传动平稳,适用于远距离输送,并能防止打滑现象;晾晒生产线阶梯式,可有效降低人工翻晒海贝柱的劳动强度;晾晒设备上方设有遮板,可让晾晒在雨雪天气进行,同时避免了二次污染。试验表明:机械晾晒方式与热风干燥等方式相比,能保持干贝的风味和口感,且不会造成营养物质的破坏;与人工晾晒相比,能节约大量劳动力,提高海贝柱晾晒的工作效率。 □

参考文献

- [1] 张新明,顾成柏,王秀敏.扇贝营养价值研究进展[J].养殖与饲料,2009(9):58-60.
- [2] 苏秀榕,李太武,丁明进.扇贝营养成分的研究[J].海洋科学,1997(2):10-11.
- [3] 王晓洁,刘新生,孙科深,等.栉孔扇贝营养物的提取与分析[J].食品科学,2007(11):271-275.
- [4] 李伟青,王颖,孙剑锋,等.贮存过程中即食贝柱风味成分分析[J].食品工业,2011(10):103-105.
- [5] 郭洁.扇贝柱太阳能干燥效果初探[D].保定:河北农业大学,2015.
- [6] 励建荣.我国水产品加工业现状与发展战略[J].保鲜与加工,2005(3):1-3.
- [7] 孙丽雯,刘倩,侯丽丽,等.冷风干燥对扇贝柱品质及结构的影响[J].农产品加工(学刊),2013,(24):1-4,7.
- [8] 刘征,王颖,张政.不同热风干燥温度对扇贝柱干燥特性及品质的影响[J].食品工业,2012,33(8):37-40.
- [9] 李秋实,王家忠,弋景刚,等.海湾扇贝闭壳肌剥离设备的发展现状与展望[J].广东农业科学,2013(10):198-201.
- [10] 孔德刚,弋景刚,姜海勇,等.海湾扇贝开壳取贝柱工艺方案的研究[J].中国农机化学报,2014(2):230-234.
- [11] 解秋阳,王家忠,弋景刚,等.利用水射流剥离海湾扇贝柱的方法及装置[J].食品与机械,2014(3):90-93.
- [12] 张国琛,毛志怀.水产品干燥技术的研究进展[J].农业工程学报,2004(4):297-300.
- [13] 张国琛,毛志怀,牟晨晓,等.微波真空干燥扇贝柱的物理和感官特性研究[J].农业工程学报,2004(3):141-144.
- [14] 徐国恒.蛋白质的变性[J].生物学通报,2010,45(4):23.
- [15] 张静,弋景刚,姜海勇,等.蒸汽式扇贝柱脱壳技术优化[J].广东农业科学,2013(14):120-122.
- [16] 李伟青.即食扇贝柱货架期动力学模型研究[D].保定:河北农业大学,2012.
- [17] 李清宇.激光对射式光电传感器实现定位车快速精确定位[J].水运工程,2015(4):50-54.
- [18] 张富正.行程开关中的结构应用[J].中国新技术新产品,2012(24):76-77.
- [19] 张秀清,李艳红,张超.太阳能电池研究进展[J].中国材料进展,2014(7):436-441.
- [20] 徐健,杨珊珊.基于 CC2530 的 ZigBee 协调器节点设计[J].物联网技术,2012(5):55-57.
- [21] SC/T 3208-2001 鱿鱼干[S].

(下转第 72 页)