

文章编号:2095-7386(2020)02-0091-05

DOI:10.3969/j.issn.2095-7386.2020.02.018

鲜湿面自动成型装置系统方案与关键部件设计

尹强,李钱,胡凹,熊志超,杨红军,严清华,张国全

(武汉轻工大学机械工程学院,湖北武汉430023)

摘要:为解决当前鲜湿面制作生产效率低、自动化程度不高等问题,提出并设计了一种鲜湿面自动成型装置,详细论述了其系统方案和结构组成,并重点设计了关键部件——压延辊筒、压辊调距装置。该鲜湿面自动成型装置结构紧凑、模块化程度高、自适应能力强,可为进一步构建整条鲜湿面自动化生产线提供思路。

关键词:鲜湿面;自动成型;系统方案;关键部件

中图分类号:TP 23

文献标识码:A

System scheme and key parts design of automatic forming device for fresh wet noodles

YIN Qiang, LI Qian, HU Ao, XIONG Zhi-chao, YANG Hong-jun, YAN Qing-hua, ZHANG Guo-quan

(School of Mechanical Engineering, Wuhan Polytechnic University, Wuhan 430023, China)

Abstract: In order to solve the problems of low production efficiency and low automation of fresh wet noodles, an automatic forming device is put forward and designed in this paper. The system scheme and structure composition are described in detail, and the key parts of the system, such as calendaring roller and calendaring roller adjustment device are designed. The automatic forming device has compact structure, high modularization degree and strong adaptive ability, which can lay a foundation for further building the whole automatic production line of fresh wet noodles.

Key words: fresh wet noodles; automatic forming; system scheme; key parts

1 引言

鲜湿面是非油炸类面条的主要品种之一,能较好地保留面制品中的绝大部分营养成分,符合当前食品安全和健康饮食的发展需求,是老少皆宜的大众食品。因鲜湿面的生产工艺与常见的方便面、干面等油炸类面条不同,因此不能直接照搬油炸类面条的制造设备用于制作鲜湿面,目前鲜湿面生产工艺流程的方案还没有一个统一的标准^[1-3]。国外市场中,面食生产线比较先进的当属日本,日本汤姆株

式会社是全球规模最大的专业制面机械设备制造商之一,其研发的SODICKTOM鲜湿面生产线基本上可以实现无菌化与智能化生产,但与之对应的造价也极其高昂,引进成本过高;国内市场中,鲜湿面大多由家庭作坊生产,多为手工或半自动化成型,生产效率低下,自动化生产程度不高,难以实现规模化生产^[4-6]。笔者前期结合碱面条手工生产的工艺流程,对碱面条生产线及关键生产工艺技术进行了研究,取得了一定的成果和经验^[7-9],但也存在一些不足,比如,前期研制的面皮切断裹卷装置存在体积大、维

收稿日期:2020-01-04.

作者简介:尹强(1978-),男,副教授/高工,博士,E-mail:yinqiang@whpu.edu.cn.

基金项目:武汉轻工大学2020年度校立科研项目(项目编号:No.2020Y10);湖北省教育厅重点项目(项目编号:D20161706).

修差、实用性不强等缺陷,特别是前期缺乏对鲜湿面自动化生产的前端技术——自动化成型技术开展深入和系统的研究,这制约了鲜湿面整套生产线的布局 and 自动化程度的发展。

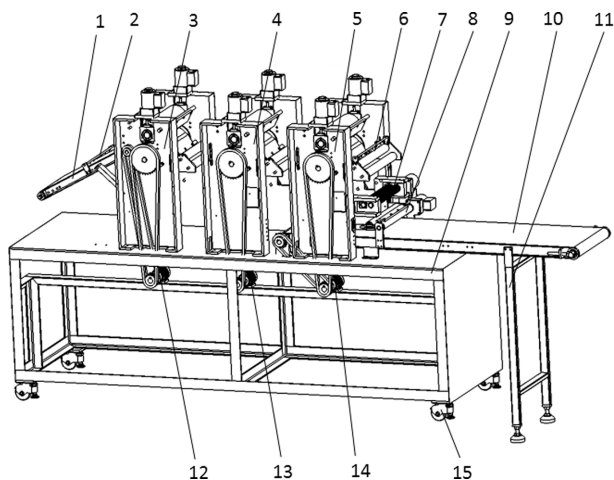
因此,笔者在综合鲜湿面成型装置研究现状和市场需求的基础上,参照已有的相关成熟面机,提出并设计了一种鲜湿面自动成型装置,具有结构紧凑、模块化程度高、自适应能力强等显著特点,能够代替人工制面并提高生产效率,可为进一步构建整条鲜湿面的自动化生产线奠定基础。

2 鲜湿面自动成型装置系统方案

鲜湿面自动成型装置的工艺原理方法主要是先将醒发好的面皮送入三级连续压延机,利用复合压延使初始面皮达到预设的厚度,然后经过面条成型切丝组件将面皮切成预定的截面形状,再通过面条定长切割组件将面条切断成设定的长度,最后将成型的面条输送至下一个工序。

2.1 整体结构

鲜湿面自动成型装置主要由压延机组、厚度检测组件、面条成型切丝组件、面条定长切断组件、电机组件以及机架组件构成,其整体结构示意图如图1所示。整个鲜湿面成型工艺过程大体可以分解为两大部分:第一部分为面皮的三级压延,即面皮经第一、二、三级压延机顺次完成压延;第二部分为面条成型切断,即由面条成型切丝组件、面条定长切断组件分别完成面条的截面成型和定长切断。

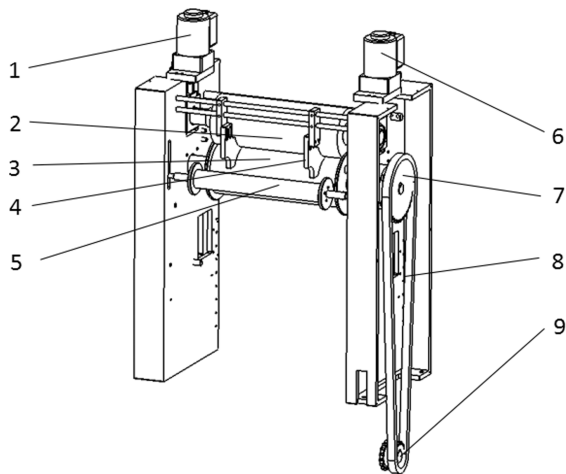


1. 面皮输送带组件;2. 面皮初始厚度测距组件;3. 第一级压延机;
4. 第二级压延机;5. 第三级压延机;6. 面皮厚度检测组件;
7. 面条成型切丝组件;8. 面条定长切断组件;9. 机架组件;
10. 面条输送带组件;11. 输送带支撑杆组件;12. 第一级压延机电机组件;
13. 第二级压延机电机组件;14. 第三级压延机电机组件;
15. 脚轮支座

图1 成型制作装置系统整体结构示意图

2.2 压延机

在鲜湿面制作的过程中,压延这道工序直接影响最终生产的鲜湿面质量。在本自动成型装置中,采用三级连续压延,面皮输送组件、第一级压延机、第二级压延机、第三级压延机和面条输送带组件依次固定安装在机架组件上,其中三级压延机的结构组成均大体相似,该三级压延机组合的作用是实现面皮的连续压延,利于将面皮压延至预设厚度。每级压延机主体结构图如图2所示。



1. 左侧伺服电机组件;2. 上辊;3. 下辊;4. 限位板组件
5. 面皮输入支撑轮组件;6. 右侧伺服电机组件;
7. 下辊右链轮;8. 右传送链;9. 双排链轮

图2 压延机主体结构

每级压延机不同之处在于各自的上辊和下辊的辊筒直径不同,以实现不同的压延比,上辊和下辊并列安装在压延机的机架上,每级压延机的电机组件带动压延机的双排链轮旋转,双排链轮同步带动右传送链运动,将动力经右传送链传递给下辊右链轮,从而带动压延机上辊和下辊的相向同步旋转,实现对上辊和下辊之间的面皮进行压延。

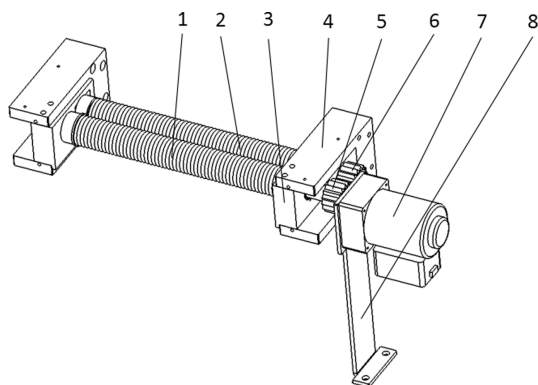
此外,由于第一级压延机、第三级压延机分别与面皮输送带组件和面条输送带组件相连接,同时分别承担着面皮输入和面条输出的功能任务,这两级压延机的双排链轮除了带动右传送链,还需分别带动面皮输送带传动链、面条输送带传动链运转,实现两路动力同步传递:一是将动力经右传送链至下辊右链轮,从而带动上辊和下辊的旋转来实现对面皮的压延;二是将动力经输送链轮传送至面皮或面条输送带传动链,从而使面皮输送带组件能将面皮连续输送至第一级压延机,或者使面条输送带组件将制作完成的面条连续输送到下一道工序。

2.3 成型切断装置

面皮经过上述的三次压延后达到预设厚度,后续还需进行成型切丝、定长切断的操作才能完成面条的成型制作。

2.3.1 面条成型切丝组件

本装置设计的面条成型切丝组件即面刀组件,面刀又可称为切丝刀,由一对旋转速度相同、旋转方向相反的啮合齿辊构成。面刀组件的机构组成如图3所示,其中啮合的齿辊Ⅰ和齿辊Ⅱ构成了切丝刀,面条的截面形状由齿辊Ⅰ和齿辊Ⅱ在啮合处的齿梳截面形状确定。



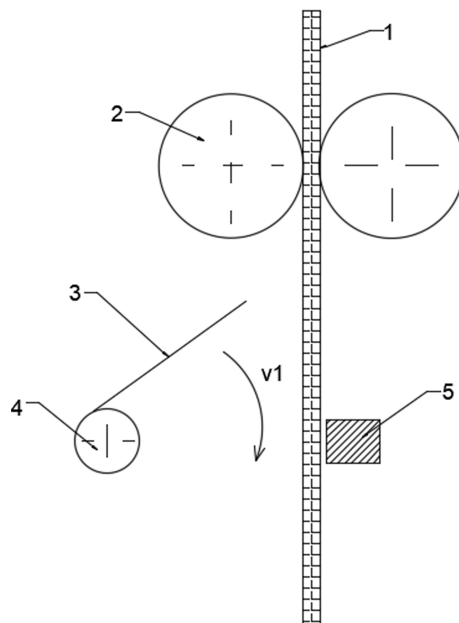
1. 齿辊Ⅰ; 2. 齿辊Ⅱ; 3. 面刀调节块; 4. 面刀固定座; 5. 主驱齿轮;
6. 同步啮合齿轮; 7. 面刀电机组件; 8. 面刀电机支架

图3 面刀组件

面刀组件的齿辊Ⅰ和齿辊Ⅱ并列安装在两个面刀调节块上,齿辊Ⅰ和齿辊Ⅱ有预设形状的齿梳,两齿辊上的齿梳交错嵌套排列,在两齿辊的同步相向旋转下,齿梳及侧刃会将面皮切成所需截面形状的面条。面刀调节块嵌套固定在面刀固定座上,面刀调节块可实现齿辊Ⅰ和齿辊Ⅱ横向平移,便于面皮穿过两齿辊之间完成切形。齿辊Ⅰ的轴上固定装有主驱齿轮,并与面刀电机组件输出轴固定连接,面刀电机组件固定安装在面刀电机支架上。齿辊Ⅱ的轴上固定装有同步啮合齿轮,与主驱齿轮啮合安装。面刀电机带动齿辊Ⅰ旋转的同时,通过主驱齿轮和同步啮合齿轮的传动,使齿辊Ⅱ同步相向旋转,从而完成成型切丝动作。

2.3.2 面条定长切断组件

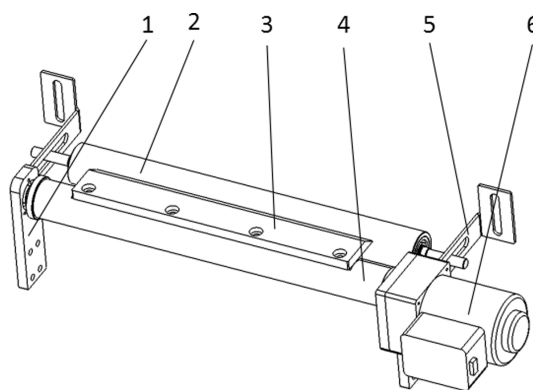
在经过成型切丝后,面皮已经被切成了细长的面丝,若面丝长度连续或过长,将不利于蒸煮、包装与销售等后续工序,所以还需对面丝进行定长切断,使之形成一段段长度相等的面条。定长切断过程中需采用专用的面条切断装置,其工作原理如图4所示。



1. 面丝; 2. 切丝面刀; 3. 切断刀; 4. 回转轴; 5. 定刀块

图4 面条切断设备工作原理图

在面条定长切断装置中,“定长切断”功能主要是由回转轴和切断刀来实现的,回转轴每旋转一周,切断刀就到达定刀块处,并在其辅助定位下,将面丝从此处切断。由于回转是按照预设的固定角速度进行旋转的,所以回转轴每旋转一周,面丝就被切断一次。切断刀如此连续循环旋转,切断的每段面条的长度就基本相等。面条的长度可通过切断刀的旋转速度来设定。



1. 回转轴支架; 2. 定刀轴; 3. 切断刀; 4. 回转轴;
5. 定刀轴支架; 6. 回转轴电机组件

图5 面条定长切断组件

面条定长切断组件如图5所示,回转轴电机组件带动面条定长切断组件的回转轴旋转,回转轴上固定安装的切断刀也随之旋转,面条沿定刀轴表面向下移动,当切断刀的端顶部旋转至定刀轴表面时,就会将面条切断。回转轴每旋转一周,切断刀就把

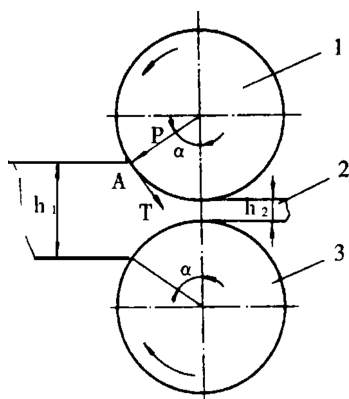
面条切断一次。面条的长度由回转轴电机组件控制回转轴的旋转速度来确定。

3 鲜湿面自动成型装置关键部件设计

在本鲜湿面自动成型装置中,压延机的主要作用是将松散的面皮轧成细密的、达到规定厚度要求的薄面片。面皮经过三级连续压延,其目的是使面筋网络更加细密、厚薄均匀,并有一定的韧性和强度,利于后续成型切断、蒸煮等工序。压延辊筒作为压延机的核心部件,其压延比和辊筒直径的选择直接关系到面皮的压延质量和生产效率。上辊、下辊的间距直接影响到面皮在压延前后的厚度差,进而影响到面皮压延质量和面条截面宽度的一致性。因此,我们着重对鲜湿面自动成型装置的两个关键部件——压延辊筒、压辊调距装置进行了研究和设计。

3.1 压延辊筒机构结构设计及参数设定

在压延机中,压延辊筒(简称为压辊)是最为关键的一类部件,通常以一对上、下压辊组的形式出现。压辊组直接与面皮接触,面皮在通过压辊组的间隙时受到挤压,从而在通过压辊加工工序后变成较薄的面皮。压辊工序示意图如图6所示。



1. 上压辊;2. 面皮;3. 下压辊

图6 压辊工序示意图

图6中的标识2是正在被加工的面皮,而标识1和标识3是一对旋转方向相反、速度相同的压辊, P 和 T 分别是面皮受到的径向压力与滑动摩擦力, α 为导入角,即面皮压辊接触边界点与压辊组中心点连线所夹之角。面皮在压延过程中能顺利进入压辊间隙的力学稳定性条件为 $T \geq P$,分析后可以得到 $\alpha \geq \frac{h_1 - h_2}{1 - f}$ (f 为面皮和压辊之间的摩擦系数),由此可以推断出一个结论,即面皮在经过压辊工序前与压辊工序后的厚度差 $h_1 - h_2$ 较小时,面皮能够更加顺利地进入一对压辊之中,并更好地完成这一工序。

面皮在压辊工序前后所产生的厚度差 $h_1 - h_2$ 由在设计时选定的压延比决定,因此预先选定合适的压延比是极为重要的。压延比又称为压薄率,是面皮在压辊工序前后所产生的厚度差 $h_1 - h_2$ 与进入工序前的面皮厚度 h_1 的比值,关键之处在于压延比的选取不能太大也不能太小;如果压延比过大,极易导致面皮断层,甚至造成面皮大面积破裂,产生的次品不符合生产要求,导致返工重做,从而大大降低了生产效率;如果选择的压延比过小,则会导致面皮经过单道压辊工序的厚度差变化不明显,从而又要增加压辊组的组数来弥补单组压延力度的不足,这就造成了不必要的成本浪费和设备体积扩大,不符合生产要素中的经济性与实用性。在参考了市场上现有的压延机规格并经过多次实验论证后,笔者确定了最终的压延参数,见表1。

表1 压延参数表

过程	辊筒直径 /mm	面皮厚度 /mm	压延比	转速 (r/min)	线速度 (m/s)
复合	240	4	40	5	0.063
压延	300	4	50	8	0.126
连续	240	2.4	40	15	0.189
压延	180	1.7	29	30	0.283
	150	1.3	24	45	0.353

本方案的辊筒材料采用304不锈钢,三级连续压延选用的上述辊筒直径和压延比参数既保证了面条质量,满足了生产效率,同时也节约了成本。本方案压辊实物装配图见图7所示。



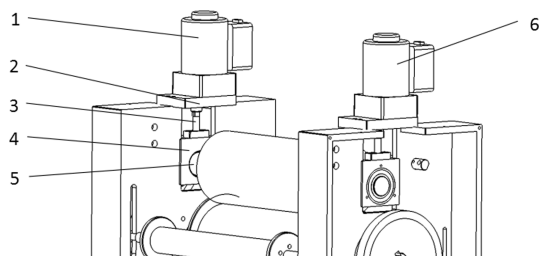
图7 压辊装配体

3.2 压辊调距装置设计

同一对压辊的中心距将直接影响面皮在经过该次压辊工序前后的厚度差,在本方案设计中,三组压延机中的压辊中心距是不一样的,这是由于面皮每经过一级压延后,都会变得更薄、更加紧实,压延阻力也会越大,若是压辊中心距固定,易造成面皮在经过某一级压延机的时候出现机器卡壳。而且,由于上、下压辊存在制造误差或装配误差,易使压延的面

皮厚薄不均。

本方案中设计的压辊调距装置可以克服上述隐患,在压延机工作时,若出现面皮破损、面皮厚薄不均等情况,压辊调距装置可实现压辊间距的自适应调节,无需停机调整或维护。调距装置整体结构见图 8 所示。



1. 左侧伺服电机组件转轮;2. 电机组件安装衬板;3. 丝杆;
4. 滑块;5. 上辊轴;6. 右侧伺服电机组件

图 8 压辊调距装置

其中上辊和下辊间距的调节是通过控制上辊轴的上下移动来实现的,左侧伺服电机组件、右侧伺服电机组件安装在电机组件安装衬板上,电机输出轴分别与两侧丝杆固定连接,丝杆与滑块为丝杆螺母的联接方式,上辊轴通过轴承安装在滑块上。当需要调整压辊间距时,伺服电机启动,并驱动丝杆在水平方向转动,从而使滑块可以沿着螺纹方向实现铅垂方向的移动,进而实现上辊轴的上下平移,改变上辊和下辊的间距大小。

本压辊调距装置的显著效果在于:可实现不停机在线实时测量面皮压延前后的厚度,改变了传统繁琐费力的工作方式,提高了生产效率,保证了产品质量及一致性;依据面皮压延前后厚度测量采取的自适应调整方法,提高了压延机的智能水平和自动化程度,通过实时微调压辊间距,自动适应了面皮压延过程中因厚度变化引起的实时调整需求。其相关技术成果的创新性和实用性较强,目前已申请了 3 项发明专利^[10-12]。

4 总结

鲜湿面成型是鲜湿面制作工程中的一道重要工序。为解决当前鲜湿面成型制作生产效率低、自动化程度不高等问题,笔者提出并设计了一种鲜湿面自动成型装置,详细论述了其系统方案和结构组成,并对其关键部件进行了重点设计和研究。该鲜湿面自动成型装置作为鲜湿面自动化生产线的关键装

置,其技术优势主要在于结构紧凑,可实现多级压延、面条成型切丝、面条定长切断等一体化功能;采用了三级连续压延,利于使初始面皮逐步达到预设的厚度,提高了鲜湿面制作效率,保证了产品质量及面皮厚度的一致性,节约了人力成本;采用模块化设计,利于拆卸、维护和功能扩展;自动化程度较高、自适应能力强,压辊间距实时可调,可以适应制作不同规格的鲜湿面条,弥补了同类成型面机的不足。本技术成果可为进一步构建整条鲜湿面的自动化生产线提供思路。

参考文献:

- [1] 刘晔东. 生鲜湿面自动化生产工艺及设备改进中的几个创新点[J]. 食品安全导刊, 2019, 37(12): 120-121.
- [2] 任元元, 孟资宽, 王波, 等. 高品质鲜湿面加工工艺优化[J]. 食品与发酵科技, 2019, 55(04): 46-51.
- [3] 张佳乐, 修琳, 许秀颖, 等. 杂粮鲜湿面的制作工艺优化[J]. 食品工业, 2019, 40(09): 23-28.
- [4] 齐婧. 不同粒度区间面粉对鲜湿面品质的影响[J]. 现代面粉工业, 2017, 31(05): 47.
- [5] 黄元昌. 压延机辊筒调节之进展[J]. 橡塑技术与装备, 2017, 43(11): 31-37.
- [6] 周文化, 郑仕宏, 张建春, 等. 鲜湿面工业化技术的研究[J]. 粮油食品科技, 2016, 32(03): 1-3.
- [7] 尹强, 彭辉, 张国全, 等. 碱面条自动化生产关键工艺研究及装置设计[J]. 食品工业, 2018, 39(3): 217-219.
- [8] 尹强, 杨创, 彭辉, 等. 碱面条松散装置方案设计及仿真分析[J]. 食品与机械, 2017, 33(9): 110-113.
- [9] 尹强, 王成, 张国全. 碱面条自动化蒸煮装置设计[J]. 轻工科技, 2018, 34(3): 43-45.
- [10] 武汉轻工大学. 一种面皮压延厚度实时监测及自适应调节方法: 中国, CN110583725A [P]. 2019-12-20.
- [11] 武汉轻工大学. 一种用于鲜湿面条制作的压延机: 中国, CN110547307A [P]. 2019-12-10.
- [12] 武汉轻工大学. 一种鲜湿面条自动成型制作装置: 中国, CN110583724A [P]. 2019-12-20.