



GAODENG ZHIYE JIAOYU SHIPINLEI ZHUANYE XILIE JIAOCAI

• 高等职业教育食品类专业系列教材 •

食品机械与设备

S H I P I N J I X I E Y U S H E B E I

主 编 刘 晓 杰 南 浩 太



中国轻工业出版社

高等职业教育食品类专业系列教材

食品机械与设备

主编 刘晓杰 南浩太

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

食品机械与设备/刘晓杰, 南浩太主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2007. 8

高等职业教育食品类专业系列教材

ISBN 978-7-5019-6038-5

I. 食… II. ①刘…②南… III. 食品加工设备-高等学校: 技术学校-教材 IV. TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 095263 号

责任编辑: 白 洁

策划编辑: 白 洁

责任终审: 孟寿萱

封面设计: 刘 鹏

版式设计: 马金路

责任校对: 吴大鹏

责任监印: 胡 兵 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京宝莲鸿图科技有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 20.5

字 数: 380 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6038-5/TS·3523 定价: 28.50 元

读者服务部邮购热线电话: 010-65241695 85111729 传真: 85111730

发行电话: 010-85119845 65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部联系调换

51042J4X101ZBW

高等职业教育食品类专业系列教材 编审委员会成员名单

(按姓氏笔画为序)

主 任	张安宁					
副主任	朱 珠	莫慧平	刘 冬			
委 员	马 越	王 锋	马兆瑞	孙连富	刘用成	
	李五聚	吴云辉	杜克生	杨 君	杨爱萍	
	杨登想	张旭光	张孔海	梁传伟	翟玮玮	

前 言

本书根据高职高专食品专业人才培养目标和基本要求来编写,精简、重组并整合教学内容,与食品加工工艺课程的教学内容紧密结合,增添典型的生产加工实例。在掌握基础理论知识的同时,强化实训、突出实效,提高学生在实际工作岗位上的适用行为原则。

本教材的主要特点:

(1) 食品机械与设备是一门综合性、实用性较强的应用学科,是研究如何把各类食品由原料加工成产品、并使其保证有良好的外观、口感、组织状态及营养性,保持结构完整、卫生安全等。

(2) 着重论述食品工业生产中常用典型的食品机械与设备的基本结构、性能参数以及工作原理。

(3) 吸收了一些在近年来发展较快、应用较为广泛的新型食品设备。并采用食品机械与设备-食品生产工艺流程相对应的技术路线教学方法,使学生对本门课程的学习变得更加直观和生动。

(4) 本教材充分体现高职高专的教育特色,突出实用性,采取按照某种食品加工工艺流程的路线来教学,做到由浅入深,循序渐进。每章后面都留有练习题,目的是帮助学生理解并掌握其教学内容,培养学生能够综合运用所学知识的能力。

本书在编写过程中,参考了相关书籍,并吸收了大量知识,在此谨向有关编著者表示深深的谢意。参考书目列于书后。

本书由长春大学机械学院刘晓杰教授、吉林工商学院南浩太教授主编,刘晓杰教授整理并统稿。参加本书编写的人员(以章节为序):绪论、第三章由长春大学机械学院刘晓杰编写;第一章、第七章由广东轻工业职业技术学院沈健编写;第二章、第六章由徐州工业职业技术学院安莹编写;第四章、第五章由杨凌职业技术学院程联社编写;第八章由吉林工商学院南浩太编写。

由于作者水平和经验所限,书中缺点错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

目 录

绪论	1
第一章 方便食品生产机械与设备	3
第一节 方便面生产机械与设备	3
第二节 方便米饭生产机械与设备	18
第三节 膨化食品生产机械与设备	29
第四节 罐藏食品生产机械与设备	45
练习题	61
第二章 焙烤、油炸食品生产机械与设备	62
第一节 面包生产机械与设备	62
第二节 饼干生产机械与设备	77
第三节 其他焙烤、油炸食品生产机械与设备	100
练习题	106
第三章 软饮料生产机械与设备	107
第一节 碳酸饮料生产机械与设备	107
第二节 果蔬汁饮料生产机械与设备	116
第三节 其他软饮料生产机械与设备	129
练习题	133
第四章 蛋白食品生产机械与设备	134
第一节 乳粉、炼乳生产机械与设备	134
第二节 酸奶生产机械与设备	161
第三节 冰淇淋生产机械与设备	170
第四节 大豆制品生产机械与设备	183
练习题	186
第五章 肉制品生产机械与设备	187
第一节 中式肉制品生产机械与设备	187
第二节 西式肉制品生产机械与设备	195
第三节 其他肉制品生产机械与设备	208
练习题	211
第六章 酿造调味品及酒类食品生产机械与设备	212
第一节 酿造调味品生产机械与设备	212

第二节 酒类生产机械与设备.....	241
练习题.....	263
第七章 糖果、巧克力生产机械与设备.....	264
第一节 糖果生产机械与设备.....	264
第二节 巧克力生产机械与设备.....	285
练习题.....	294
第八章 其他食品生产机械与设备.....	295
第一节 输送机械与设备.....	295
第二节 制冷、冷冻机械与设备.....	304
第三节 外包装机械与设备.....	314
练习题.....	319

绪 论

一、食品机械与设备的分类

食品工业原料及其加工工艺项目繁多,使得食品机械与设备的规格、品种也层出不穷。我国还尚未制订食品机械的分类标准,目前国内较为流行的分类方法主要有两种:食品加工产品对象分类法和食品机械设备功能分类法。

食品加工产品对象分类法即按所用的原料或产品进行分类,如米类加工机械与设备,焙烤食品机械与设备,制糖加工机械与设备,乳品机械与设备,酿造机械与设备,面类食品机械与设备,豆制品加工机械与设备,肉制品加工机械与设备,果蔬机械与设备,水产品机械与设备,饮料机械与设备,调味品机械与设备,糖果机械与设备,方便食品机械与设备,炊事机械与设备,罐头食品机械与设备等。

食品机械设备功能分类法即按食品机械设备的功能、工作原理和特点进行分类,如物料输送机械与设备,原料预处理机械与设备,粉碎、均质及混合机械与设备,热加工机械与设备,冷冻加工机械与设备,成型、挤压机械与设备,装料及包装机械,生化反应设备等。

本书的编写体系是按食品加工产品对象分类的方法。

二、食品机械与设备的要求

(1) 食品机械与设备应满足各类食品的特定加工工艺要求,满足生产工艺的实用性和多样性需求。如在一台机器或一条食品生产流水线上采用不同的原料、不同的配方、改变不同的工艺参数或者调整设备的设置,就可以生产出不同的食品,从而达到一机多能、一机多用的效果。

(2) 食品机械与设备在使用过程中必须符合《中华人民共和国食品卫生法》的有关规定。其结构的设计不仅要考虑便于清洗和易于拆卸的特点,还要杜绝出现死角,避免物料的积存,防止微生物的滋生。同时还要求与食品直接接触的零部件必须选用耐腐蚀、无毒的材料。

(3) 食品机械与设备在使用中必须具有可靠性和耐久性的特点。食品加工多数都属于连续生产方式,如果生产中某一个部件出现了问题,不仅可影响生产,严重时还会造成全线停产,导致所投入的原料部分或全部报废,这会给企业带来巨大的损失。

三、食品机械与设备的发展趋势

食品工业已经成为我国国民经济的重要支柱产业。近年来，食品机械与设备的发展也极为迅猛。目前，在国内食品机械与设备工业已完全形成了一个独立的工业体系。

食品机械与设备的发展是和食品工业的发展紧密联系在一起的，食品工业的发展以及市场的需求推动和促进了食品机械与设备的发展，而食品机械与设备的发展又为食品工业的发展奠定了技术基础。可以说食品工业现代化必须依赖于食品机械的发展及其现代化的水平，离开了现代化的仪器和设备，现代食品工业就无从谈起。

近年来，我国食品机械虽然实现了跨越式发展，但总的看来，我国食品机械工业起步相对较晚，科研、设计、制造的基础还比较薄弱，现在急需解决以下几方面的问题：

(1) 深入研究基础理论 食品机械与设备的加工对象非常复杂，有固体、液体、气体和固体、液体、气体的混合物。由于食品所具有的特殊性质，只有对食品颗粒间力学性质、黏弹性质、电学性质、热学性质等的研究不断加深，才能促进食品机械的设计与发展。

(2) 高新技术的应用 食品机械与设备的应用与研究，应当与高新技术结合起来。主要包括：光机电一体化技术、超声波技术、光谱分析技术、遥感探测技术、超高压加工技术、电磁技术、微波技术、超临界萃取技术、微胶囊技术、超微粉碎技术等。

(3) 系列化、通用化和标准化 加强对食品机械与设备的系列化、零部件的通用化及零件的标准化研究。

(4) 研究传统食品工业化的生产 研究我国各地区、各民族的名优特色传统食品，将其实现工业化，就应不断研制开发出适应其加工工艺特点的相应机械与设备。

(5) 果蔬深加工设备的研究 我国水果、蔬菜产量居世界第一，原料出口的比重逐年增加；而在果蔬的转化、深加工产品的种类、保鲜度的提高、增加其附加值等方面，专用的机械设备还比较欠缺，还需要不断的研发才能实现。

(6) 水产品及肉类深加工设备的研发 随着人民生活水平的不断提高，人们对传统的水产品、肉类精深加工的产品种类、食用方式也有了更高要求，因此，还要研制出适用的食品机械与设备。

我国地大物博，食品原料资源十分丰富。为了满足人们对食品的营养需求，在保证原有食品特色、种类及需求量的基础上，还应不断研制和开发新型食品原料及适应新产品要求的新型的食品加工设备。因此，在食品机械与设备新产品的研制与开发方面具有非常广阔的发展空间。

第一章 方便食品生产机械与设备

【教学目标】 使学生在了解各类方便食品生产工艺流程的基础上，掌握其机械与设备的结构、工作原理，学会生产设备的选型、使用及日常维护。

第一节 方便面生产机械与设备

方便面又称“速煮面”、“快速面”或“即食面”；日本称其为“即席面”；欧美等国称为“快速面”，也称“快餐面”。它是以面粉或荞麦粉为主原料，加水、盐、碱及其它能提高面团黏弹性的物质，按常法制成面条，经蒸煮、油炸或其它干燥方法制成面块，并添加调味汤料或配菜，制成的色、香、味、美、营养丰富的方便主食。

方便面按生产工艺方法分为油炸干燥面和非油炸干燥的风干面两大类。油炸面占方便面生产总量的绝大多数，其特点是油炸脱水速度快（70s）， α 化程度高达80%以上，面条有微孔，复水性好，沸水浸泡3min即可食用。由于油炸面含油较多（20%左右），故产品成本较高，且容易变质。热风干燥面不具有前者的优点，但成本较低，不易变质，保存时间长。两者各有利弊，从加工工艺上看只是脱水干燥采用的方法不同而已，其它均无差异。

方便面的生产工艺流程大致为：

和面→熟化→复合压延→切条折花→蒸面→定量切断→脱水干燥→冷却→检测与包装

下面对方便面生产中的一些关键生产设备进行重点介绍。

一、和面、压延成型机械与设备

（一）和面机

和面机有立式和卧式两种，卧式的又可分为单轴和双轴两种。立式和面机转速较慢，发热量小，能形成良好的面筋组织，但需要较长的搅拌时间；卧式和面机有较高的搅拌速度，一般为50~100r/min，多数使用70~80r/min，每批物料搅拌时间为10~20min/次，生产能力较大，同时配有盐水定量装置，能自动定量加水，具有定时停机、自动放料的功能，自动化程度较高。

图1-1为绝大多数方便面生产线中采用的卧式双轴和面机。电动机通过皮带轮经减速器变速后，直接将动力传给两根转向相反的搅拌轴，对有一定加水

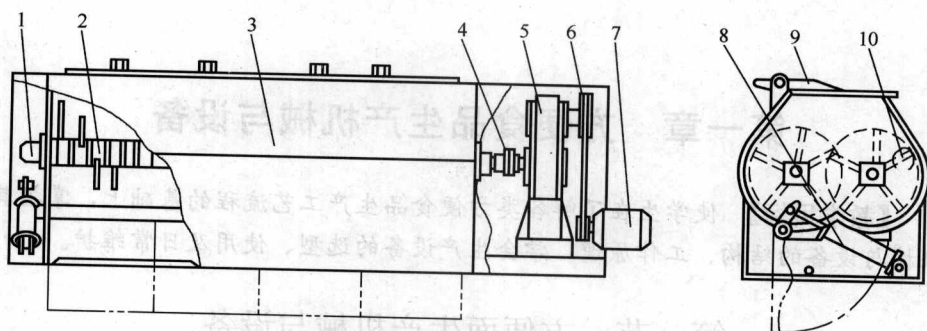


图 1-1 卧式双轴和面机结构示意图

- 1—轴承座 2—搅拌轴 3—箱体 4—联轴器 5—减速器 6—皮带
7—电动机 8—汽缸 9—盖 10—搅拌桨叶

比的面粉进行搅拌。正常工作时面箱的上盖和下出料口是关闭的，搅拌完成后由压缩空气驱动，打开气动出料门，和好的散粒状面靠重力落入下面的熟化机。

(二) 复合压片机

复合压片机是形成面片的主要设备。复合压片机如图 1-2 所示，它将熟化后的颗粒状面团压成两片面片，再复合压制成一片面片。

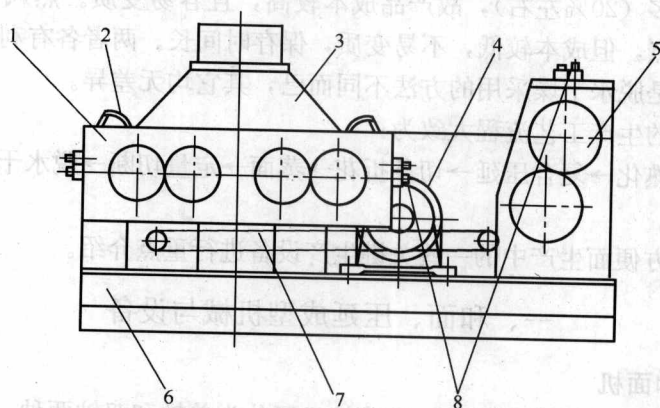


图 1-2 复合压片机结构简图

- 1—压片机构 2—插面机构 3—接料机构 4—传动装置 5—复合装置
6—机座 7—输送皮带 8—调节丝杠

该机工作时，由喂料机来的经过熟化的面团在插面机构 2 的作用下，经两对作相对运动的初轧辊轧成 5mm 厚的面带，然后两条面带经复合轧辊轧成一条厚度为 5mm 的面带。

(三) 压延成型机

压延成型机如图 1-3 所示，它是用于对面片连续进行多道辊轧，并完成切制面片形成波纹形状面带的。

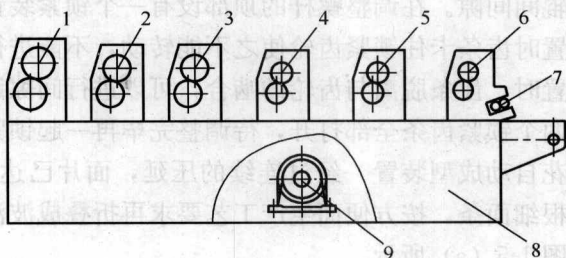


图 1-3 压延成型机结构简图

1、2、3、4、5、6—压片装置 7—成型装置 8—机架及外罩 9—传动装置

1. 工作原理

工作时，减速电机通过多组链轮、齿轮的传动，带动压片装置、成型装置协调运动。由复合机来的面带经过 5~7 对直径逐步减小、转速逐步提高的轧辊的滚压，形成具有一定强度和韧性的符合工艺要求的面带，然后经过切刀和成型装置，形成波纹状的面条。

2. 主要结构

(1) 压辊间隙调节机构 面片厚度由图 1-4 所示的压辊间隙调节机构进行

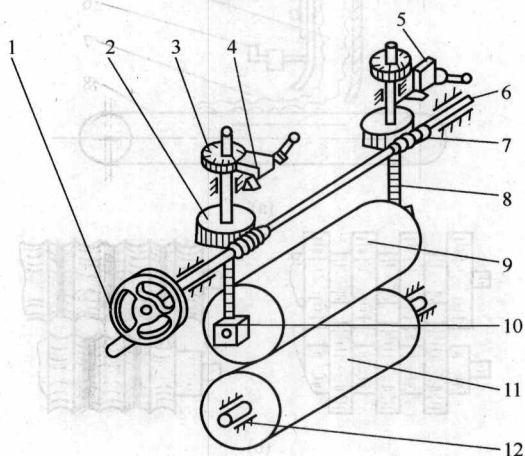


图 1-4 轧辊间隙调节机构示意图

1—手轮 2—蜗轮 3—锁紧齿轮 4、5—锁紧齿条 6—蜗杆轴 7—蜗杆
8—调整螺杆 9—动辊 10—滑块、螺母 11—定辊 12—机架支撑

调整。在每对压辊中，位于上方的辊可在滑槽中上下运动，而下方的辊的位置是固定的。通过调节手轮带动蜗杆轴上的两个蜗杆转动，同时驱动两个蜗轮，蜗轮和与其连接的调整螺杆一起转动，再通过滑块上的螺母使动辊整体上升和下降，从而改变辊间间隙。在调整螺杆的顶部设有一个锁紧装置，锁紧齿条处于图中 4 所示位置时齿条卡住锁紧齿轮使之不能转动，不能进行间隙调整；处于图中 5 所示位置时，齿条脱离与齿轮的啮合，可以进行间隙调整。所以在调整间隙时，需将两个锁紧齿条全部打开，待调整完毕再一起锁紧。

(2) 切条折花自动成型装置 经过连续的压延，面片已达到所需的厚度，需将其切成若干根细面条，按方便面生产工艺要求再折叠成波浪形花纹。完成此过程的装置如图 1-5 (a) 所示。

切面轧辊俗称面刀，是由一对带沟槽的辊筒组成，相互啮合，使面片从相

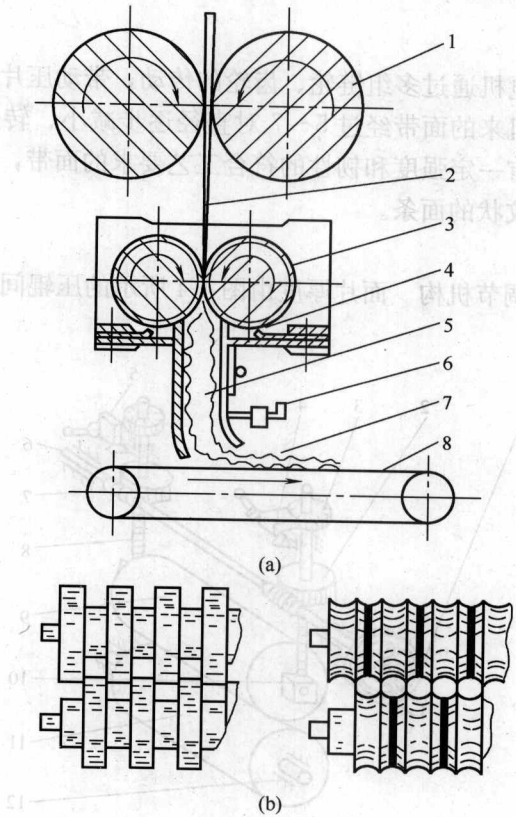


图 1-5 切条折花自动成型装置示意图

- 1—完成轧辊 2—未切面片 3—面刀 4—钢梳 5—折花成型导盘
- 6—压力门重量调整螺栓 7—已折花面块 8—输送带

对旋转而啮合的齿辊中通过，利用齿辊凹凸沟的两个侧面相互紧密配合而旋转的剪切力作用，把面片纵向剪切成面条，分别嵌入相对齿辊的沟槽内，并通过装在齿辊下方与齿辊具有相同齿距的钢梳紧贴齿辊凹槽内，以铲下嵌于沟槽内的面条或铲除沟槽内黏附的面屑，保证切面能顺利进行。面刀有矩形和圆形两种，如图 1-5 (b) 所示。

各种面条的粗细规格不同，我国面刀的槽宽过去是用英制计算的，习惯上称“几扣刀”，即表示每英寸 ($1\text{in}=2.54\text{cm}$) 长度内割出几条沟槽。如“8 扣刀”即表示 1in 长有 8 条沟槽，依此类推。

现在我国已逐步采用公制，槽宽以 mm 为单位。通用的标准槽宽为 1, 1.5, 2, 3, 6 mm 五个规格。在我国一般油炸型方便面通常采用“10 扣刀”，即沟槽宽度为 1.27 mm 。

面条折花是该工序的关键。因为面条经切条成型后，若以直条状态进行蒸煮，由于面条之间间隔小，非常容易粘连，从而大大降低面条的品质。因此，目前方便面生产都采用波纹成型工艺，这样制品不但状态美观，而且条状波纹之间空隙大。所以，蒸煮时容易使淀粉 α 化，不易粘连。油炸固化以后的面块结构坚实，在贮藏和运输过程中不易碎裂，食用时复水速度快。

折花自动成型器是装在面刀下方的一个精密设计制作的波浪成型导向盒。切条后的面条进入导向盒，与盒内壁摩擦形成运动阻力，由于输送带的运动速度小于面条的运动速度，自然地在盒中形成滞留，在盒的导向作用下有规律地折叠成细小的波浪形花纹。而这种花纹的大小和松紧程度受两个因素的影响：①调节门上压力大小：可以靠增减压力门重量调节螺栓上螺母的重量，来改变压力门对面条的压力（图中螺母未示出）。压力门重量大时，摩擦力大，产生的波纹紧密，反之疏松。②面条线速度与输送带速度之比：速比大时，波纹紧密，反之疏松。通常速比为 $(7\sim 10):1$ 。

3. 操作注意事项

复合、压延成型机正常工作时应注意的是复合与压延两部分的速度配合和压延时面厚度的调整。复合机与压延成型机是相对独立的两台机器，各自有其动力及传动系统，若两者的工作速度不能协调，必造成生产的中断。如压延部分的面片处理能力大于复合部分的面片生产能力，在两机结合处的面片就会被拉断；反之，面片将堆积、折皱，破坏了面片的外形，使压延无法进行。各机均有自己的无级调速系统，在生产中均需精心调整，以达到运动速度的协调。间隙定好后不须经常调整。在最初调整时，应从最后一道轧辊向复合机方向按顺序进行调整。经过反复调试，面片出现一定的张紧度，但在复合机与压延成型机结合处必须保留一定的松弛度，因为此处的面片未经过压延，没有达到一定的组织密度，即强度较低。面片的厚度和速度关系到两机的工作协调，一般先将面片的厚度调定后再调整速度。

二、熟化机械与设备

蒸面机用于完成蒸面工序，使方便面糊化定型，见图 1-6。

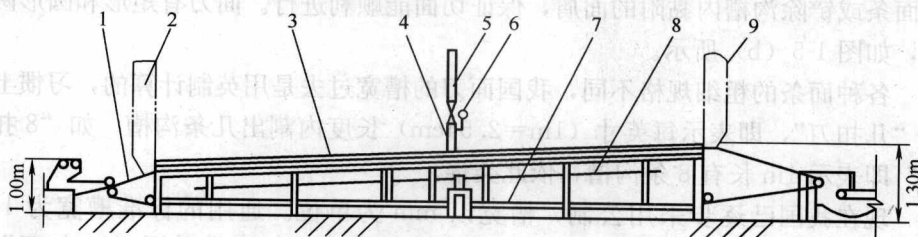


图 1-6 连续式蒸面机示意图

- 1—输送带 2—排汽筒 3—上盖 4—蒸汽流量计 5—阀门 6—压力表 7—底架
8—蒸汽管道 9—排汽筒

蒸面机在 5 万包以下的设备通常为直线隧道式，而在大规格设备中，为减少占地面积，通常采用多层机形式，但其主体均是一条长方形隧道。工作时，已折起波纹的面条放置在钢丝网状输送带上，在隧道中运行，由蒸汽喷嘴喷出的蒸汽通过网带对面条加热，从而使面条变熟。另外，蒸面过程中要设法让面条多吸些水分，为此设计了倾斜式连续蒸面机。

该机具有 1:30 的斜度，进口处低，出口处高。当在通道内用多孔喷汽管喷出蒸汽时，蒸汽沿着斜面从低向高在蒸面机中分布，这样必然是低的一端蒸汽量较小，又由于进入蒸面机时的面条温度较低，蒸汽遇冷后即冷却，面条吸收蒸汽水分使含水量增加，有利于面条的 α 化，高的一端蒸汽量较多，温度亦高，面条中的水分被加热蒸发出来，含水量降低。这样倾斜式连续蒸面机中的温度从低到高，面条中水分量从高到低。符合淀粉 α 化的机理，面条容易蒸熟，蒸汽利用率较高。

蒸面时通入 0.15~0.2MPa 的蒸汽，喷出减压后通道内温度控制在 96~98℃。蒸面时间以 60~90s 为宜，但是要防止蒸得过度，以避免破坏面条的韧性及食用口感。

三、切块、干燥机械与设备

(一) 定量切块装置

面带进入油炸机之前，趁其尚具有一定的柔韧性时进行定量切块，切成每块 100g 的叠成双层的面块，再经分路装置把原来 3 路面块分成 6 路，最后送入油炸机。完成此操作采用如图 1-7 所示的定量切断二折式切块装置和图 1-8 所示的滑槽式自动分路输送装置。

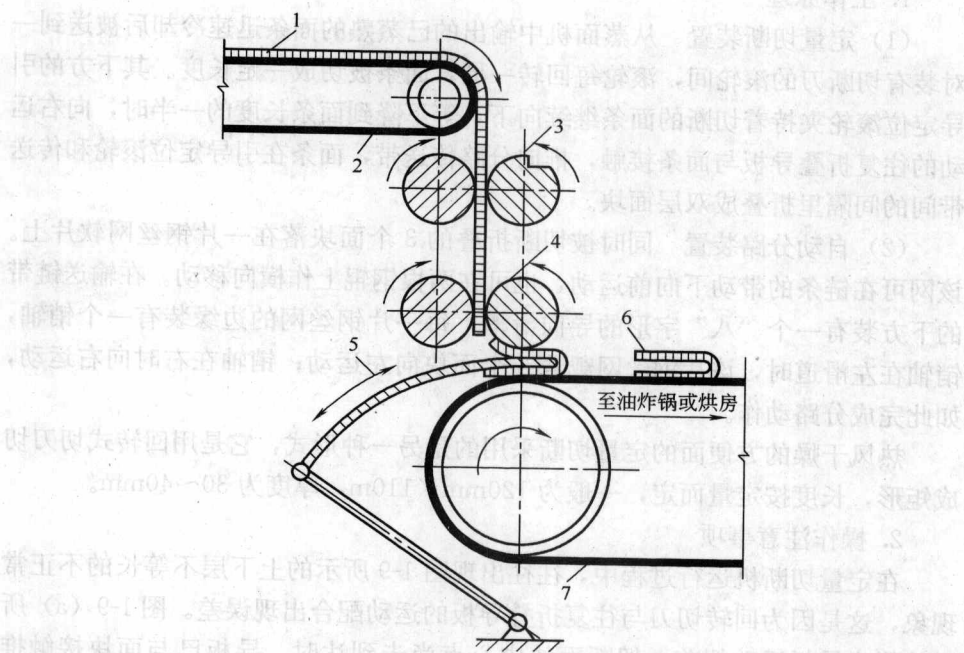


图 1-7 定量切断二折式切块装置示意图

- 1—蒸熟的面条 2—输送带 3—回转式切断刀 4—引导定位滚轮 5—往复式折叠导板 6—双折成型的面块 7—排列传送带

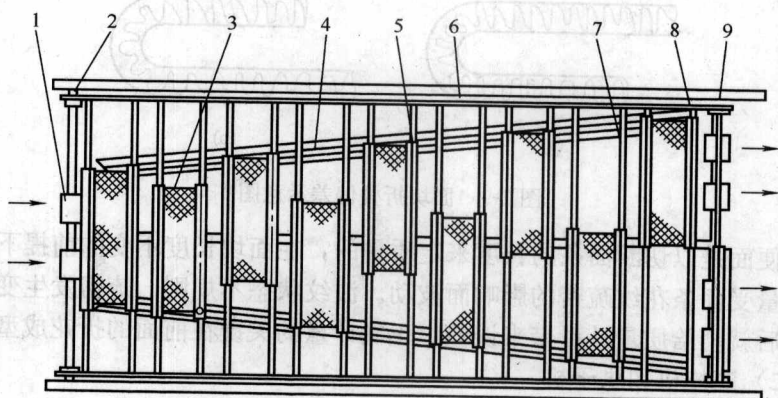


图 1-8 滑槽式自动分路机工作原理示意图

- 1—滚轮 2—链轮(从动) 3—钢丝网软片 4—导向滑道 5—销轮 6—机架
7—钢辊 8—链 9—链轮(主动)

1. 工作原理

(1) 定量切断装置 从蒸面机中输出的已蒸熟的面条迅速冷却后被送到一对装有切断刀的滚轮间，滚轮每回转一周，面条被切成一定长度。其下方的引导定位滚轮夹持着切断的面条继续向下，等下降到面条长度的一半时，向右运动的往复折叠导板与面条接触，推向分路传送带，面条在引导定位滚轮和传送带间的间隔里折叠成双层面块。

(2) 自动分路装置 同时被切断折叠的 3 个面块落在一片钢丝网软片上。该网可在链条的带动下向前运动，也可在两根钢辊上作横向移动。在输送链条的下方装有一个“八”字形的导向滑槽，每一片钢丝网的边缘装有一个销轴，销轴在左滑道时，该片钢丝网载着 3 个面块向左运动；销轴在右时向右运动，如此完成分路动作。

热风干燥的方便面的定量切断采用的是另一种形式，它是用回转式切刀切成矩形，长度按定量而定，一般为 $120\text{mm} \times 110\text{mm}$ ，厚度为 $30 \sim 40\text{mm}$ 。

2. 操作注意事项

在定量切断机运行过程中，往往出现图 1-9 所示的上下层不等长的不正常现象，这是因为回转切刀与往复折叠导板的运动配合出现误差。图 1-9 (a) 所示情形为导板运动超前，切断面块中心点尚未到达时，导板已与面块接触推面。图 1-9 (b) 所示为导板运动滞后，中心点已过，导板才与面块接触推面。上述问题出现时需调整导板摆杆与摆杆轴的安装角。出现图 1-9 (a) 情况时，摆杆向左调；出现图 1-9 (b) 情况时，摆杆向右调。在机器上是通过调节“调整螺栓”进行的。

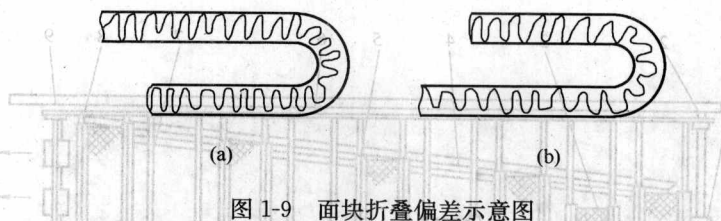


图 1-9 面块折叠偏差示意图

方便面是以切断面条的长度来定质量的，在面块长度不变的前提下，每块面的质量受面条花纹疏密的影响而波动。波纹状态不规则、疏密发生变化，定长切断后就会给质量计量带来误差，正确计量的关键在前面的折花成型工序。

(二) 油炸机和烘干机

1. 油炸机

油炸是一种高温短时的干燥方法。连续式油炸机由主机、热交换器、循环用油泵、粗滤器和贮油罐等部分组成，如图 1-10 所示。主机由油槽和带模盒的输送链组成。其工作过程是：从分路机送来的面块滑入有 6 路面盒的输送