

新世纪高职高专教改项目成果教材

Xinshiji Gaozhi Gaozhuan Jiaogai Xiangmu Chengguo Jiaocai

食品加工机械与设备

刘晓杰 主 编

王维坚 副主编

高等教育出版社

内容提要

本书是教育部新世纪高职高专教改项目成果教材。

本书主要内容包括：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，生化反应设备等内容。本书有配套的多媒体助学课件光盘，通过大量的动画使本教材的内容变得更加丰富、直观。

本书可作为高等职业院校、高等专科学校、成人高等院校、本科院校高职教育相关专业学生的学习用书，也可供五年制高等职业院校学生及其他有关人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

食品加工机械与设备 刘 晓 杰 主 编 . — 北 京 : 高 等 教 育 出 版 社 , 2004. 11

ISBN 7 - 04 - 015767 - 5

. 食 刘 食品加工设备 - 高等学校 : 技术学校 - 教材 . TS203

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 109757 号

策划编辑 张庆波 责任编辑 李京平 封面设计 刘晓翔 责任绘图 朱 静
版式设计 范晓红 责任校对 杨雪莲 责任印制

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010 - 58581000

经 销 新华书店北京发行所

印 刷

购书热线 010 - 64054588

免费咨询 800 - 810 - 0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

开 本 787 × 1092 1/16

印 张 16.75

字 数 400 000

版 次 年 月 第 1 版

印 次 年 月 第 次 印刷

定 价 27.20 元 (含光盘)

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题，请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号：15767 - 00

出版说明

为认真贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高 [2000]3号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是：“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究项目涉及高职高专教育的地位、作用、性质、培养目标、培养模式、教学内容与课程体系、教学方法与手段、教学管理等诸多方面，重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。与此同时，为了贯彻落实《教育部关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》（教高 [2000] 2号）的精神，教育部高等教育司决定从 2000年起，在全国各省市的高等职业学校、高等专科学校、成人高等学校以及本科院校的职业技术学院（以下简称高职高专院校）中广泛开展专业教学改革试点工作，目标是：在全国高职高专院校中，遴选若干专业点，进行以提高人才培养质量为目的、人才培养模式改革与创新为主题的专业教学改革试点，经过几年的努力，力争在全国建成一批特色鲜明、在国内同类教育中具有带头作用的示范专业，推动高职高专教育的改革与发展。

教育部《计划》和专业试点等新世纪高职高专教改项目工作开展以来，各有关高职高专院校投入了大量的人力、物力和财力，在高职高专教育人才培养目标、人才培养模式以及专业设置、课程改革等方面做了大量的研究、探索和实践，取得了不少成果。为使这些教改项目成果能够得以固化并更好地推广，从而总体上提高高职高专教育人才培养的质量，我们组织了有关高职高专院校进行了多次研讨，并从中遴选出了一批较为成熟的成果，组织编写了一批“新世纪高职高专教改项目成果”教材。这些教材结合教改项目成果，反映了最新的教学改革方向，很值得广大高职高专院校借鉴。

新世纪高职高专教改项目成果教材适用于高等学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、继续教育学院和民办高校使用。

高等教育出版社

2002年 11月 30日

前 言

本书是根据高职高专食品专业人才培养目标和基本要求编写的，是新世纪高职高专教改项目成果教材。

本书在编写过程中，依据高职高专食品专业人才培养规格的要求，着重论述食品工业生产中常用的食品机械与设备的基本结构、性能参数以及工作原理，吸收了一些近年来发展较快、应用较广的新型食品设备，并采用现代化多媒体教学手段，使教学变得更加直观和生动。

本书由长春大学机械学院教授刘晓杰担任主编并统稿，吉林粮食高等专科学校王维坚担任副主编。

全书由吉林大学生物与农业工程学院副院长、博士生导师殷涌光教授担任主审，他对本教材提出了非常宝贵的建设性修改意见，在此谨表示诚挚的谢意。

参加本书编写的人员（以章节为序）有：长春大学机械学院刘晓杰（概述、第一章），吉林粮食高等专科学校食品工程系王维坚（第二章的第一节、第二节、第三节，第三章、第五章）、黑龙江大学生命科学学院吴国峰（第四章的第一节、第二节、第三节、第四节、第八章）、郑州牧业工程高等专科学校食品工程系魏庆葆（第二章的第四节、第四章的第五节、第六章、第七章）。多媒体助学课件由长春大学朱志伟、张彤、姜俊海、刘亦菲、刘明辉、张化勋以及吉林粮食高等专科学校刘天明参与制作。

由于作者水平和经验所限，书中不妥之处敬请广大读者批评指正。

编 者

2004年 7月

目 录

概述	(1)	第四节 油炸设备	(141)
第一章 物料输送机械与设备	(3)	第五节 烟熏蒸煮烘干设备	(148)
第一节 固体输送机械与设备	(3)	第五章 食品冷加工机械与设备	(153)
第二节 流送装置	(17)	第一节 冷却装置	(153)
第二章 原料预处理机械与设备	(28)	第二节 冻结装置	(155)
第一节 清洗机械与设备	(28)	第三节 冷冻浓缩和冷冻干燥设备	(171)
第二节 分级分选机械与设备	(38)	第六章 成形、挤压机械与设备	(179)
第三节 果蔬原料预处理设备	(57)	第一节 压延机	(179)
第四节 肉类原料预处理设备	(66)	第二节 饼干成形机械	(183)
第三章 粉碎、均质及混合机械与设备	(73)	第三节 搓圆机	(190)
第一节 粉碎机械	(73)	第四节 包馅机	(195)
第二节 均质机	(84)	第五节 软料糕点成形机	(204)
第三节 混合机械	(92)	第六节 挤压机	(209)
第四节 调和机械	(100)	第七章 装料及包装机械	(215)
第四章 热加工机械与设备	(110)	第一节 装料机械	(215)
第一节 杀菌装置	(110)	第二节 包装机械	(227)
第二节 焙烤设备	(131)	第八章 生化反应设备	(246)
第三节 预煮设备	(136)	参考文献	(258)

第五章 食品冷加工机械与设备

第一节 冷却装置

食品的冷却实质上是食品与冷却介质进行热交换的过程，食品本身的热量传递给冷却介质，再利用制冷系统把这部分热量移走，使冷却过程得以进行下去，直至食品的温度降低到预定的温度为止。

按照冷却介质和热交换方式的不同，冷却方法可分为空气冷却、水冷却、冰冷却和真空冷却四种。下面介绍空气冷却装置、水冷却装置和真空冷却装置。

一、空气冷却装置

空气冷却装置布置在食品冷却室或冷却隧道中，利用冷风机送出的冷风在食品间循环，吸收食品的热量。空气冷却装置由冷风机和挡板组合而成，结构简单，安装维修灵活方便。

冷风机有落地式与吊顶式两种，安装在冷却室和冷却隧道的一端或顶部，冷空气沿挡板形成的风道吹向食品，换热后返回。图 5 - 1 - 1 为食品冷却室结构示意图。

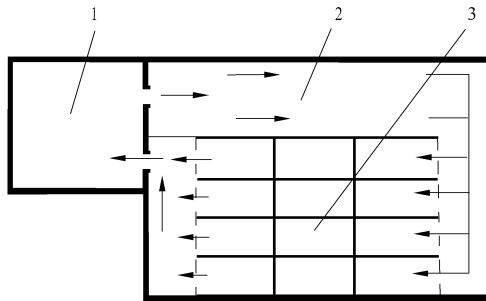


图 5 - 1 - 1 空气冷却室结构示意图

1—冷风机；2—冷却室；3—货架

二、水冷却装置

水冷却装置是将净水或盐水（海水）经过机械制冷处理变成低温的冷却水，然后用冷却水浸泡或喷淋的方式冷却食品。常用的水冷却装置是喷淋式冷却装置（图 5 - 1 - 2）。

喷淋式水冷却装置由水冷却器、冷却舱、水泵及管路组成。净水或盐水（海水）通过制冷机 1 降温，一般净水的温度降至 $0.5 \sim 2$ ，盐水（海水）的温度降至 $-0.5 \sim -2$ ；冷却水进入冷却隧道 2，经喷嘴 3 喷淋至食品表面与食品进行热交换；冷却隧道内设置一条带式输送机 4 运载食品，喷嘴均匀地分布在输送带的上方，冷却隧道的长度由食品冷却时间确定，一

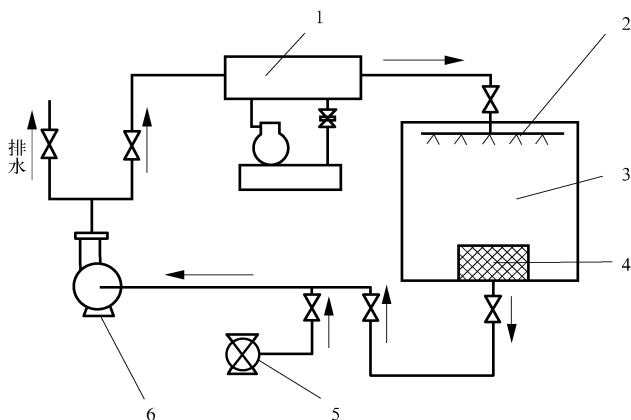


图 5 - 1 - 2 喷淋式水冷却装置示意图

1—水冷却器；2—喷嘴；3—冷却舱；4—滤网；5—进水阀；6—循环水泵

一般为 10 m 以内，食品冷却的时间大致为几分钟到十几分钟，在此范围内冷却时间的变化可由输送带带速来调控。冷却水的流速会直接影响到食品冷却速度，但水的流速也不宜太快，否则会产生泡沫，影响传热效果。经过热交换的水由冷却隧道底部过滤网 5 过滤后经排水孔 6 排出，冷却水可在系统内循环使用，但须经过滤、添加杀菌剂杀菌并注意用一段时间后应更换。

水冷却装置适合于鲜度下降较快的生鲜食品冷却，通常用于禽类、鱼类和某些水果、蔬菜的冷却。它的优点是冷却速度快，所需的空间小，并避免了产品的干耗。这种装置的缺点是可能产生污染，并且有相当一部分食品与水接触后会影响产品外观并且储存性能下降，不能在此装置中冷却。

三、真空冷却装置

真空冷却方法是使被冷却的食品处于真空状态，并保持冷却环境的压力低于食品表面的水蒸气压，造成食品中的水分蒸发，水分在蒸发过程中带走大量的蒸发潜热，使食品的温度降低。真空冷却装置如图 5 - 1 - 3 所示。

真空冷却装置主要用于蔬菜（尤其是叶菜类）的冷却，它的主体是真空舱，经整理的蔬菜装入打孔的纸板箱后，放入真空舱，封闭舱门，打开真空泵使舱内压力降至 6.566×10^3 Pa，在此压力下，水在 1 就沸腾，于是蔬菜表面的水分就会迅速汽化，1 kg 水变成水蒸气时能够吸收 2 464 kJ 的热量，这样蔬菜本身的温度便急速下降。

在 6.566×10^3 Pa 1 的真空舱内，水由液态变为水蒸气时，体积要增大近 20 万倍，即使使用二级真空泵系统抽真空，也不能将舱内的水蒸气在短时间内排出，真空舱内的压力不可能稳定保持在 6.566×10^3 Pa 附近，这种情况会造成冷却过程不能继续进行下去。为了快速排除水蒸气，真空舱中设置了一套制冷装置，使水蒸气重新冷凝成水而排除，保证真空舱内稳定的真空度。

真空冷却装置的特点是冷却速度快，一般在 10 ~ 20 min 即可完成冷却操作；冷却后的食品储存期长，且冷却过程中水分的蒸发量只有 2% ~ 4%，不会影响蔬菜饱满的外观；易于处

理散装的食品。该装置的缺点是成本高，少量使用时不经济。

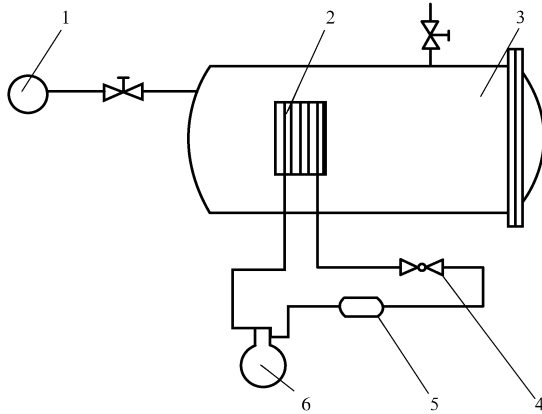


图 5 - 1 - 3 真空冷却示意图

1—真空泵；2—冷却器；3—真空冷却槽；4—膨胀阀；5—冷凝器；6—压缩机

第二节 冻结装置

食品冻结的方法和装置种类很多，按冷却介质与食品接触的方式可将食品冻结装置分为空气冻结装置、间接接触冻结装置和直接接触冻结装置三大类。

一、空气冻结装置

空气冻结法利用冷空气作为食品的冷冻介质，以自然对流或强制对流的方式与食品进行换热。由于空气资源丰富，无任何毒副作用，其热力学性质早已为人们所熟知，所以，用空气做介质进行冻结是目前我国应用最广泛的一种冻结方法，其冻结设备的型式也很多。空气冻结装置的缺点是由于空气的导热性差，与食品间的换热系数小，故所需的冻结时间较长。

空气冻结装置有隔架式冻结装置、隧道式冻结装置、螺旋式冻结装置和流化床冻结装置等几类。

(一) 隔架式冻结装置

隔架式冻结装置是一种间歇操作的冻结设备，其冻结室往往是箱式或房间式，内有蒸发排管制成的隔架，室温一般为 $-18 \sim -25$ 。这种冻结装置在操作时将食品盛装于料盘中，放在隔架上，然后进行冻结，当冻结完成时，设备停止运转并卸货。在冻结过程中，冷空气靠自然对流（流速为 $0.03 \sim 0.12 \text{ m/s}$ ）或利用送风机搅动空气（流速为 $1 \sim 2 \text{ m/s}$ ）来与食品进行热交换。图 5 - 2 - 1 为隔架式冻结间示意图。

此类冻结装置结构简单，使用维护方便，费用低。缺点是冻结速度缓慢，一般冷空气自然循环的要 $36 \sim 72 \text{ h}$ ，冷空气强制循环的要 $20 \sim 48 \text{ h}$ ；此类设备的操作方式为间歇操作，劳动强度大、生产效率低，另外设备的冷负荷也不均匀。

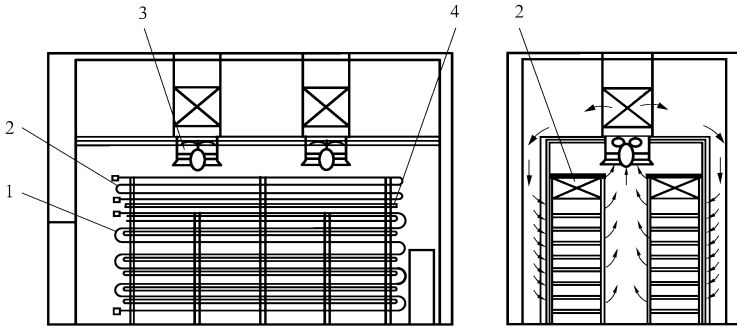


图 5 - 2 - 1 隔架式冻结间示意图

1—隔架式排管；2—顶部排管；3—轴流通风机；4—出风口

(二) 隧道式冻结装置

隧道式冻结装置可以进行连续或半连续的冻结生产，早期的冻结隧道采用了冷空气强制循环的供冷方式，后来“隧道”这一名词扩大到了所有的空气强制循环供冷的冻结装置，而无论其是否具有隧道的形状。根据食品在冻结时的传输方式，隧道式冻结设备可分为传送带式、吊篮式、推盘式冻结装置等几种。

1. 传送带式冻结装置

传送带式冻结装置是典型的隧道式冻结设备，由蒸发器、风机、传送带及包围在它们外面的隔热壳体构成。此类冻结装置中，食品的承载及传输部件是传送带，它有网带和链式传送带两种，传送带不同，冻结装置的结构型式略有不同。传送带式冻结隧道可用于冻结块状食品(如整鱼或鱼片)、剔骨肉、肉制品、果酱及其他包装或散装食品。

图 5 - 2 - 2 中冻结装置的传送带为不锈钢网带。带减速器的调速电动机通过链传动驱动主

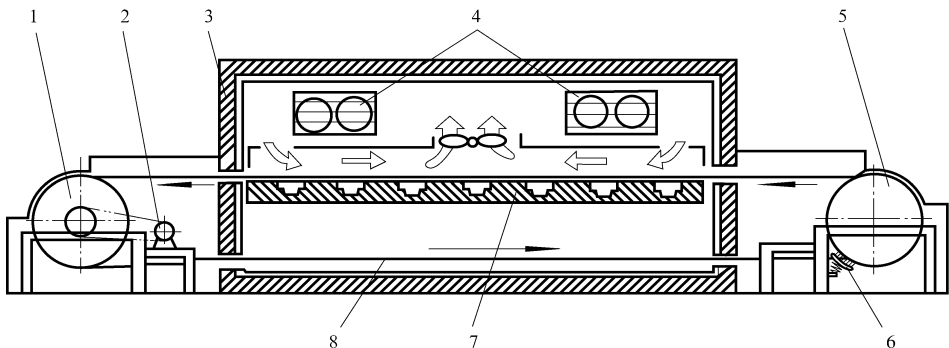


图 5 - 2 - 2 带冷冻板的传送带冻结装置

1—主动轮；2—调速电机；3—隔热层；4—冷风机；

5—从动轮；6—清洗刷；7—冷冻板；8—不锈钢传送带

动轮，使不锈钢网带向前运动。食品置于网带上，隧道设有冷风机，根据食品在隧道里所处的位置不同，冷空气循环的方式可以设计成顺流、逆流和混流等几种型式。网带的上下两面可采用

同样的冷空气循环方式,也可在网带下部设一蒸发排管制成的冷冻板与食品换热(图 5-2-2 即为此种装置)。一般冷冻板的温度为 -40°C 左右,冷空气的温度为 -35°C 左右,在此条件下,厚 15 mm 的食品冻结时间约为 12 min;厚 40 mm 的食品冻结时间为 41 min。冻结不同的食品可以靠调节传送带的速度来得到不同的冻结时间。

图 5-2-3 所示为链式传送的冻结隧道,其传输系统为两条平行工作的液压驱动链式传送带。食品盛装在冻结盘中,冻结盘有盘盖,盘盖能自动开关,为了产生必要的挤压力,并考虑到产品在冻结过程中的膨胀,盘盖还富有一定的弹性。盘的外部加上了翅片以强化换热。工作时,由装卸设备将冻结盘推上传送带并合盖,液压传动机构驱动传送带逐步向前移动,使冻结盘通过驱动室 A 进入水分分离室 B。在分离室内,由于上一工作周期的融霜操作而粘附在盘子外面的大部分水被去除,剩余的水分则结成冰,保证水分不被带入冻结间 C 和 D 内,以免蒸发器结霜。食品的冻结过程是在冻结间 C 和 D 内进行的,轴流风机吸入经板片式蒸发器冷却的冷空气,向冻结盘压送。为加速冻结过程,并保证食品降温的均匀性,在各个冻结间内,气流流过盘子的方向互为反向。冻结盘到达转向装置时,改变运动方向,随后返回装卸设备。此时,冻结盘自动脱出链条卡扣,在除霜装置上经过热蒸汽加热或温水浸渍后,被送至端部位置并翻转,盘盖自动打开,食品冻块落在输送带上,传输到包装工位。

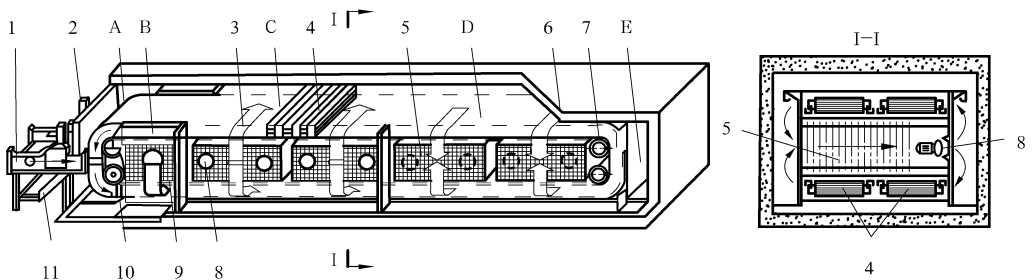


图 5-2-3 带式冻结隧道 (前东德生产)

- 1—装卸设备; 2—除霜装置; 3—空气流动方向; 4—冻结盘; 5—板片式蒸发器;
6—隔热外壳; 7—转向装置; 8—轴流风机; 9—光管蒸发器;
10—液压传动机构; 11—冻结块输送带;
A—驱动室; B—水分分离室; C、D—冻结间; E—旁路

该装置的特点是投资较低,通用性强;自动化程度较高。其蒸发温度为 -41°C ,空气平均流速为 9.5 m/s 。对于中等大小的青鱼,在进货温度 5°C 和热中心温度为 -25°C 的条件下,平均冻结能力为 30 t/d 。

2. 吊篮式连续冻结装置

吊篮式连续冻结装置目前主要用于家禽等食品的冻结,其结构如图 5-2-4 所示。家禽宰杀晾干后,用塑料袋包装,装入吊篮中,吊篮上传送链,由进料口输送到冻结间内,用冷风吹约 10 min,使家禽表面快速冷却,达到色泽定型的效果。然后进入喷淋间,用 -24°C 左右的乙醇溶液(浓度 40%~50%,由离心泵泵送)喷淋 5~6 min,使家禽表面层快速冻结。接着回到冻结间,在连续运行过程中,从不同的角度受到风吹,使家禽各处温度均匀下降。冻结过程结束后,吊篮到达卸料口卸料。

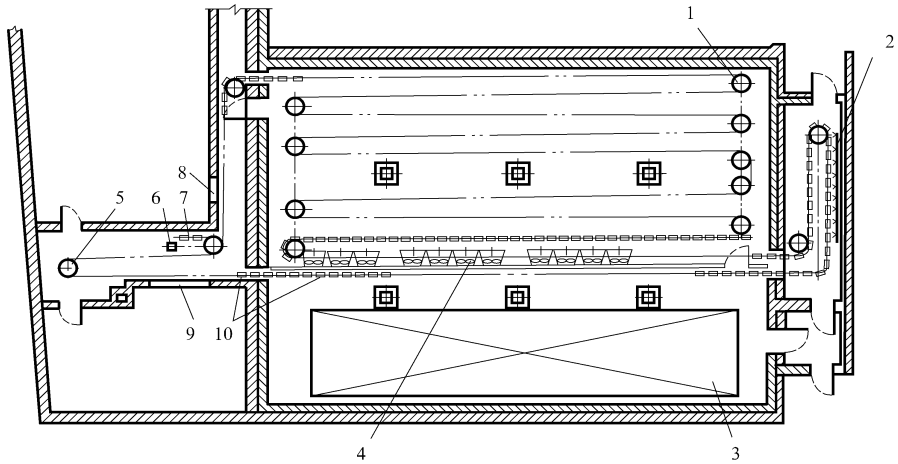


图 5-2-4 吊篮式连续冻结装置

- 1—横向轮；2—乙醇喷淋系统；3—蒸发器；4—轴流风机；5—张紧轮；
6—驱动电机；7—减速装置；8—卸料口；9—进料口；10—链盘

冻结间的冷风由落地式冷风机组供给，冷风机组的蒸发器为干式翅片排管，配轴流风机若干台。传送链采用可拆链，链速由冻品的冻结时间和生产能力确定，一般为 $0.4 \sim 1.2 \text{ m/min}$ 。

吊篮式连续冻结隧道的特点是机械化程度高，减轻了劳动强度，提高了生产效率，冻结速度快、冻品各部位降温均匀，色泽好，质量高；主要缺点是结构不紧凑，占地面积较大，风机耗能高，经济指标差。

3. 推盘式连续冻结隧道

这种装置主要用于冻结果蔬、虾、肉类副食品和小包装食品等。其结构如图 5-2-5 所示，由隔热层、冷风机、冲霜淋水管、冻结盘提升装置构成。

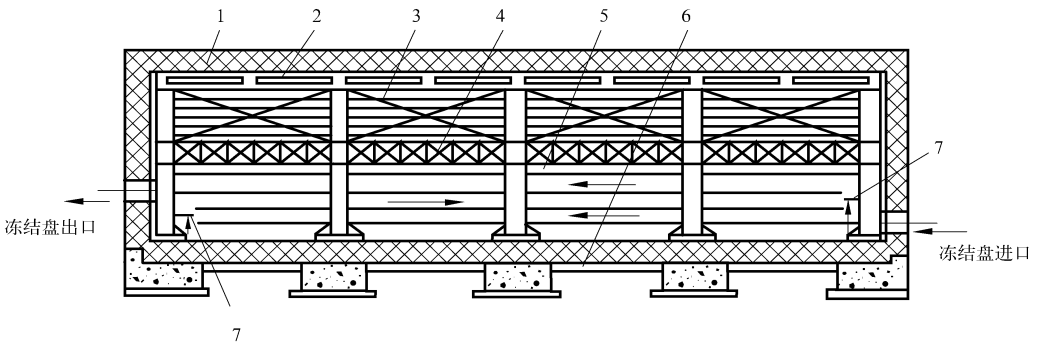


图 5-2-5 推盘式连续冻结隧道

- 1—绝热层；2—冲霜淋水管；3—翅片蒸发排管；4—冷风机；
5—集水箱；6—水泥空心板；7—冻结盘提升装置

盛装食品的冻结盘在货盘入口处由液压推盘机构推入隧道，每次同时进两只盘，冻结盘到

达第一层轨道的末端后，被提升装置升到第二层轨道……在此过程中，冻品被冷风机强烈吹风换热，不断地降温，冻结后经出口推出。

冻结盘推进设备的推进装置如图 5-2-6 所示。冻结盘底部焊有两条扁钢，承放在两道扁铁组成的滑轨上，每对滑轨有两个推动装置。在液压系统的作用下，推头顶住盘底的扁钢，将冻结盘向前推进。当推头后退复位时，被冻结盘后端的扁钢压下，滑过后，由于偏心作用，推头自动抬起、复位并进入推进状态。通过推头的反复动作，冻结盘便向前移动。

通过时间继电器控制液压系统的电磁阀可改变传送速度，以调整食品的冻结时间，一般可调范围为 40~60 min。这种冻结装置可以根据具体情况做成多层或多排输送结构。

推盘式连续冻结隧道的特点是连续生产，冻结速度较快；构造简单、造价低；设备紧凑，隧道空间利用较充分。

(三) 螺旋式冻结装置

螺旋式冻结装置是一种高效的多用途设备，既适合一些无包装食品的单体冻结（如饺子、烧麦、贝类、果蔬及汤圆、鱼丸等），也适合于有包装的食品冻结（如冰淇淋的硬化）。该装置实际上是一种特殊的多层带式隧道冻结装置，它是把由活动扣环组成的不锈钢网带做成了一个曲面，围绕着中心转筒，重叠缠绕成 15~30 层的螺旋带式系统，其结构示意图如图 5-2-7 所示。

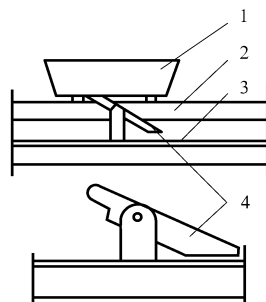


图 5-2-6 冻结盘推进装置
1—冻结盘；2—滑轨；
3—推动轨；4—推头

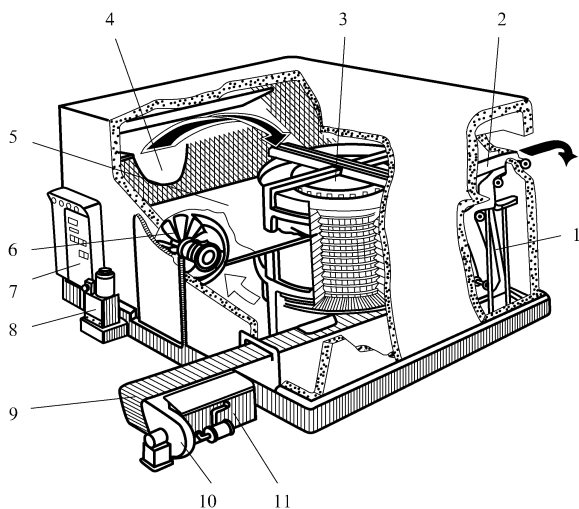


图 5-2-7 螺旋式冻结装置

- 1—皮带张紧装置；2—出口口；3—转筒；4—翅片蒸发器；
- 5—分隔气流通道的顶板；6—风扇；7—控制板；8—液压装置；
- 9—进料口；10—干燥传送带的风扇；11—传送带清洗系统

这种装置由转筒、翅片蒸发器、风机、传送带及一些附属设备组成。其主体部分为一个液压传动的中心转筒，靠摩擦力带动传送带随着转筒一起运动。传送带的螺旋升角约为 2° ，由于转筒的直径较大，所以传送带接近于水平，食品或冻结盘不会下滑。

被冻结的食品可直接放在传送带上，也可采用冻结盘，食品随传送带进入冻结装置后，由下盘旋而上，冷风则由上向下呈竖向流动，与食品逆向对流换热，提高了冻结速度，与空气横向流动相比，冻结时间可缩短 30% 左右。食品在传送过程中逐渐冻结，冻好的食品从出料口卸出。冻结装置还配有传送带的清洗和吹干系统，供冻结无包装食品时使用。

螺旋式冻结装置占地面积小（其占地面积仅为一般水平输送带面积的 29%），可连续化生产，生产效率高，可以方便地调节冻结时间，冻结产品质量好；该装置的缺点是在小批量、间歇式生产时，耗电量大，成本较高。

（四）流化床冻结装置

食品流态化冻结装置的工作原理是用一股高速冷空气向上吹颗粒食品，颗粒食品被吹起并悬浮在气流中，颗粒间相互碰撞、混合，使颗粒暴露在冷气流中，迅速地冻结。采用这种方法冻结食品时，由于高速冷气流的包围，强化了食品冷却、冻结的过程，有效传热面积较正常冻结状态大 3.5 ~ 12 倍，换热强度也大大提高，从而大大缩短了冻结时间。该装置具有冻结速度快、冻结产品质量好、耗能低和易于实现机械化连续生产等优点，适合于冻结球状、圆柱状、片状及块状颗粒食品，尤其适合于果蔬产品的单体快速冻结加工。

流化床冻结装置通常由物料传送系统、冷风系统、除霜系统、围护结构、进料机构和控制系统组成。而按其机械传送方式可分为：斜槽式流态化冻结装置、带式流态化冻结装置（其中又可分为一段带式 and 两段带式流态化冻结装置）和振动流态化冻结装置（其中包括往复振动和直线振动流态化冻结装置）。

1. 斜槽式流态化冻结装置

斜槽式流态化冻结装置也称盘式流态化冻结装置，如图 5 - 2 - 8 所示。这种冻结装置没有传送带，颗粒食品在一块固定的多孔底板（称为槽或盘）上靠穿过多孔底板的冷空气的力量移动，槽的进口稍高于出口，以便食品可借助风力自动向前移动，冻结的食品由出料口的滑槽连续排出。

在斜槽式流态化冻结装置中，产品层的厚度可达到 120 ~ 150 mm，虽然厚度增加可使冻结量提高，但风机的能量消耗也将过多。产品层的厚度、冻结时间和冻结产量均可通过改变进料速度和排出堰的高度来调节。

该装置的蒸发温度在 -40°C 以下，垂直向上的风速为 6 ~ 8 m/s，冻品间风速为 1.5 ~ 5 m/s，冻结时间一般为 5 ~ 10 min。

斜槽式流态化冻结装置的主要特点是构造简单、成本低；冻结速度快，冻品降温均匀，质量好。

2. 一段带式流态化冻结装置

一段带式流态化冻结装置与斜槽式冻结装置不同，在该装置中产品是靠传送带输送，而不是借助气动来通过冻结间的，见图 5 - 2 - 9。

食品首先经过脱水振荡器去除表面的水分，然后随进料带进入松散相区域，此区域的流态化程度较高，食品悬浮在高速的气流中，从而避免了食品间的相互粘结。待到食品表面冻结

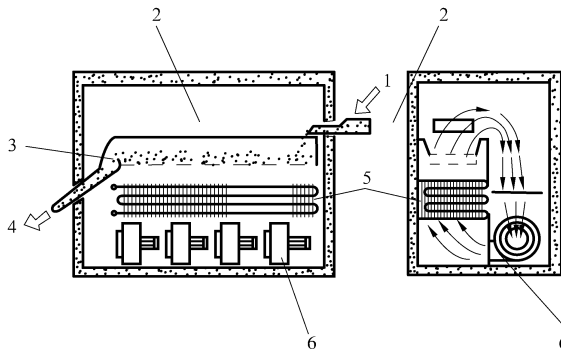


图 5-2-8 斜槽式流态化冻结装置

1—进料口；2—斜槽；3—排出堰；4—出料口；5—蒸发器；6—风机

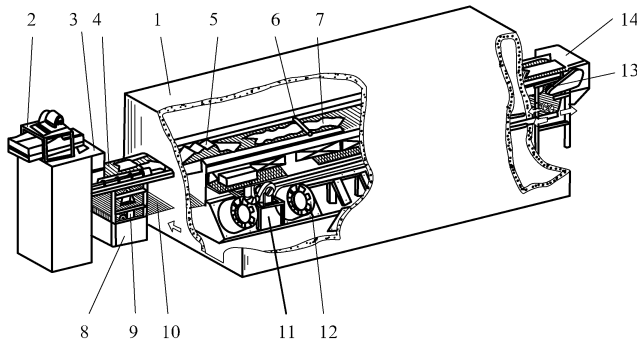


图 5-2-9 一段带式流态化冻结装置示意图

1—隔热层；2—脱水振荡器；3—计量漏斗；4—变速进料带；5—松散相区；
6—匀料棒；7—稠密相区；8、9、10—传送带清洗、干燥装置；
11—离心风机；12—轴流风机；13—传送带变速驱动装置；14—出料口

后，经匀料棒均匀物料，到达稠密相区域，此时仅维持最小的流态化程度，使食品进一步降温冻结。冻结好的食品最后从出料口排出。

与斜槽式流态化冻结装置相比，该装置允许冻结的食品种类更多、产量范围更大；由于颗粒之间摩擦强度小，因此易碎食品通过冻结间时损伤较小；但由于食品厚度较小、冻结时间较长，所以单位面积的冻结量较斜槽式流态化冻结装置小。

3. 两段带式流态化冻结装置

该装置将食品的冻结分为前后两个区段，分别由两段传送带输送食品，除传送带外，其他结构与一段带式流态化冻结装置基本相同；第一段传送带为表层冻结区，功能相当于一段式的流态化区域；第二段传送带为深温冻结区，功能与一段式的半流态化区域相同。两段传送带间有一高度差，当冻品由第一段到第二段时，因相互冲撞而有助于避免彼此粘结。

与一段带式冻结装置相比，两段式系统更适合于大而厚的产品，如肉制品、鱼块、肉片、草莓等；上层带子的移动速度可比下层带子的快三倍，这样，上层带子上的产品层较薄，再加

上该段的气流速度也较高，从而防止了食品颗粒粘结。

4. 往复振动式流态化冻结装置

图 5 - 2 - 10 为国产往复振动式流态化冻结装置。其主体部分为一带孔不锈钢钢板，在连杆机构带动下作水平往复式振动。钢板厚 2 ~ 3 mm，孔径 3 mm，孔距 8 mm，每 500 mm 长度为一孔群，间隔 20 mm，以增强流化床的强度。脉动旁通机构为一旋转风门，可按一定的角速度旋转，使通过流化床和蒸发器的气流量时增时减（10% ~ 15%），因而可以调节到适于各种食品的脉动旁通气流量，实现最佳流态化。

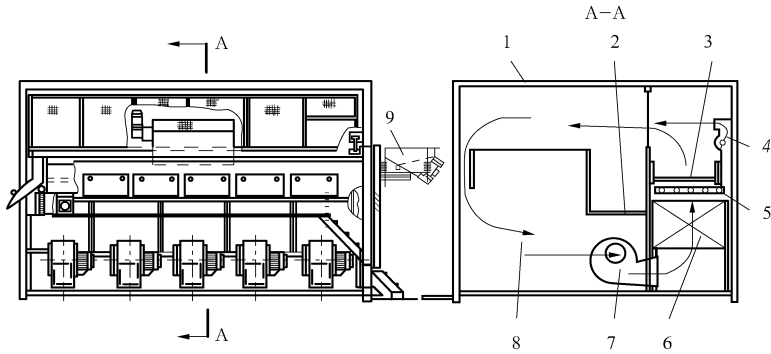


图 5 - 2 - 10 往复振动式流态化冻结装置

- 1—隔热箱体；2—操作检修廊；3—流化床；4—脉动旋转风门；
5—融霜淋水管；6—蒸发器；7—离心风机；8—冻结隧道；9—振动布风器

冻结装置运行时，食品首先进入预冷设备，表面水分被吹干，表面硬化，避免了相互间的粘连。进入流化床后，冻品受钢板振动和气流脉动的双重作用。冷气流与冻品充分混合，实现了完全的流态化。冻品被包围在强冷气流中，时起时伏，像流体般向前传送，确保了快速的冻结。这种方式消除了沟流和物料跑偏现象，使冷量得到充分有效的利用。

流态化冻结装置适用于冻结球状、圆柱状、片状、块状颗粒食品，尤其适于果蔬类单体食品的冻结。

二、间接接触冻结装置

间接接触冻结法指的是把食品直接放在由制冷剂（或载冷剂）冷却的金属板、盘、带或其他冷壁上，与金属表面接触进行热交换。间接接触冻结法由于直接接触换热，与空气冻结法相比，具有热效率高、冻结时间短的特点，同时供冷不采用冷风机，可显著节约能源。该法适宜冻结形状规则的产品。

间接接触冻结装置有三种主要类型：平板式冻结装置、钢带式冻结装置和回转式冻结装置。

（一）平板式冻结装置

平板式冻结装置的主体是一组空心钢质或铝合金平板，平板用柔性耐压胶管与冷冻装置连接，将制冷剂引入平板内。工作时将食品放在两相邻的平板间，借助油压系统使平板与食品紧密接触换热。金属平板具有良好的导热性能，当接触压力为 7 ~ 30 kPa 时，传热系数可达

93 ~ 120 W / (m² · K)。

平板冻结装置的特点如下：

(1) 对厚度小于 50 mm 的食品，冻结速度快，干耗小，冻品质量高。

(2) 在相同的冻结温度下，它的蒸发温度可比吹风式冻结装置提高 5 ~ 8 °C，而且不用配置风机，电耗比吹风式冻结装置减少 30% ~ 50%。

(3) 可在常温下工作，改善了劳动条件。

(4) 占地少，土建费用低，建设周期也短。

平板冻结装置的缺点是厚度超过 90 mm 以上的食品不能使用；未实现自动化装卸的装置仍需要较大的劳动强度。根据平板的工作位置，平板式冻结装置可分为卧式和立式两种。

1. 卧式平板冻结装置

卧式平板冻结装置普遍用于冻结长方体或尺寸规则的产品。根据操作方式和机械化程度，这种装置又可分为间歇式和连续式两种。

(1) 间歇卧式平板冻结装置 如图 5 - 2 - 11 所示，冻结平板设在一个隔热层很厚的箱体内，箱体的一侧或相对的两侧有门。一般有 6 ~ 16 块平板，平板间距由液压升降装置调节，冻结平板上升时，两板最大间距可达 130 mm，下降时，两板间距视食品冻结盘的高度而定。如不使用冻结盘，为了防止食品变形和压坏，可在平板之间放入与食品厚度相同的限位块。冻结时，先将冻结平板升至最大间距，把食品放入，再降下上面的冻结平板，压紧食品。依次操作，直至把冻结盘放进各层冻结平板中为止。然后供液降温，进行冻结。

间歇卧式平板冻结装置的主要缺点是装卸需要劳动力多，操作时有停工期（每个周期 10 ~ 30 min）。

(2) 连续卧式平板冻结装置 如图 5 - 2 - 12 所示，食品装入冻结盘并自动盖上盖后，随传送带向前移动，并由压紧机构对冻结盘进行预压缩，最后，冻结盘被升降机提升到推杆前面，由推杆 5 推入最上层的两块平板间。当这两块平板之间填满冻结盘时，再推入一块，则位于最右面的那个冻结盘将由降低冻结盘装置送到第二层平板的右边缘，然后被液压推杆 8 推入第二层平板之间。如此不断反复，直至全部平板间均装满冻结盘时，液压装置压紧平板，进行冻结。冻结完毕，液压装置松开平板，推杆 5 继续推入冻结盘，此时，位于最低层平板间最左侧的冻结盘则被推杆 8 推上卸货传送带，在此盖从冻结盘上分离，并被送到起始位置，而冻结盘经翻转装置翻转后，食品从冻结盘中分离出来，经翻转机构再次翻转后，冻结盘由升降机送到起始位置，重新装货，如此重复，直至全部冻结货盘卸货完毕时，平板间又填满了未冻结的产品，再进行第二次冻结。除冻结盘装货外，所有操作都是按程序自动完成的。

卧式平板冻结装置主要用于冻结分割肉、肉副产品、鱼片、虾及其他小包装食品的快速冻结。

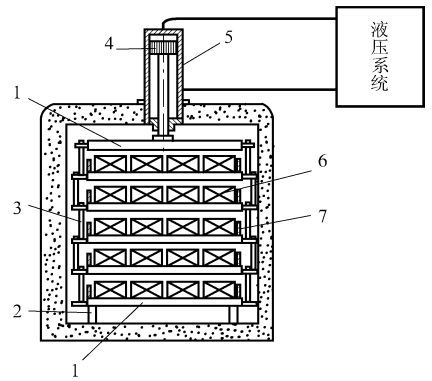


图 5 - 2 - 11 间歇卧式平板冻结装置

- 1—冻结平板；2—支架；3—连接铰链；
- 4—液压元件；5—液压缸；
- 6—食品；7—木垫块

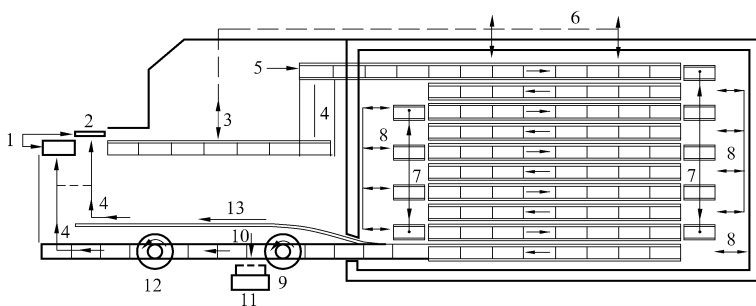


图 5 - 2 - 12 连续卧式平板冻结装置

- 1—货盘；2—盖；3—冻结前预压；4—升降机；5—推杆；6—液压系统；
7—降低冻结盘装置；8—液压推杆；9—翻盘装置；10—卸料；
11—传送带；12—翻转装置；13—盖传输带

2. 立式平板冻结装置

立式平板冻结装置的结构原理与卧式平板冻结装置相似，只是冻结平板垂直排列，如图 5 - 2 - 13所示。该装置在工作时冻品可直接倒入平板间进行冻结，便于机械化操作，可节省大量劳动力；同时由于省略了储存和处理冻结盘的装置，大大缩小了占用空间。但不如卧式灵活，一般只能生产一种厚度的块状产品。

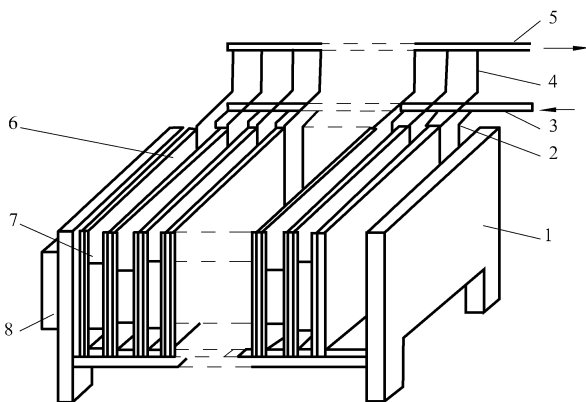


图 5 - 2 - 13 立式平板冻结装置

- 1—机架；2—4—橡胶软管；3—供液管；5—吸水管；
6—冻结平板；7—定距螺杆；8—液压装置

冻结结束后，冻品脱离平板的方式有上进上出、上进下出和上进旁出等多种。平板的移动、冻品的升降和推出等动作均由液压系统驱动和控制。平板间装有定距螺杆，用以限制两平板间的距离。

立式平板冻结装置最适用于散装冻结无包装的块状产品，如整鱼、剔骨肉和内脏，但也可用于包装产品。