

轻工业技工学校统编试用教材

乳品工艺

内蒙古轻工科学研究所
内蒙古轻工业学校

编

中国轻工业出版社

轻工业技工学校统编试用教材

乳 品 工 艺

内蒙古轻工科学研究所 编
内蒙古轻工业学校

轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书简要地介绍了牛乳的成份及性质和各种主要乳制品的加工方法。着重叙述了市乳、炼乳、乳粉、奶油、干酪素与乳糖、干酪、酸乳饮料和冷饮等的加工工艺流程、工艺计算和工艺条件,各主要过程的基本原理、设备结构、操作要点和故障排除。取材于当代较新的工艺与技术。内容丰富,通俗易懂,适合于乳品及食品技工学校教学使用,亦可供乳品厂职工培训、中专学校和其他有关部门的专业人员学习参考。

轻工业学校统编试用教材

乳 品 工 艺

内蒙古轻工科学研究所 编

内蒙古轻工业学校

中国轻工业出版社出版

(北京市东长安街6号)

北京市卫顺印刷厂印刷

华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

850×1168毫米1/32 印张: 23 字数: 590千字

1989年10月 第一版第一次印刷

1993年1月 第一版第二次印刷

印数: 3001—6500 定价: 17.80元

ISBN 7-5019-0325-5/TS·0214

前 言

为加速培养轻工业后备技术工人，建设成一支以在职中级技术工人为主体的，技术结构比较合理，具有较高政治、文化、技术素质的工人队伍，以适应轻工业生产建设发展的需要，我们根据轻工业部颁发的有关行业《工人技术等级标准》中级工人应知应会要求，组织编写了轻工业技工学校专业教材。

乳品加工专业教材由我部委托内蒙古自治区轻工业厅牵头组织，内蒙古轻工科学研究所、内蒙古轻工业学校为主编单位，书稿经乳品行业技工教材审稿会审议。编写组同志根据审稿会议意见，对原稿内容作了增删。

本书陈慎行主编，金世琳主审，绪论、第一、五章由金世琳编写，第二章由陈慎行编写，第三章由蔡智琨编写，第四、六、七、八、九章由陶云章编写。

本书适用于技工学校乳品专业教学和在职工人中级技术培训使用，也可作为具有初中毕业文化程度和初级技术水平的工人自学教材。

本教材编审过程中得到了黑龙江省乳品工业研究所及有关乳品厂等单位的大力协助，并提供了宝贵的资料。派出了富有实践经验的教师、工程技术人员参加了审稿工作，谨此表示感谢。

由于我们组织编审工作缺乏经验，疏漏之处在所难免，敬请读者批评指正，以便今后修订。

轻工业部技工教材编审小组

目 录

绪论	(1)
第一章 牛乳的成分及性质	(12)
第一节 牛乳的化学成分	(12)
第二节 牛乳的物理性质	(48)
第三节 牛乳与微生物	(58)
第四节 异常乳	(67)
第五节 乳与乳制品的风味	(71)
第六节 加热对乳的影响	(80)
第二章 市乳	(97)
第一节 原料乳	(97)
第二节 原乳的检质及计量验收	(101)
第三节 净乳和脂肪标准化	(111)
第四节 市乳的种类	(124)
第五节 高温短时杀菌法 (HTST 法)	(127)
第六节 洗瓶及罐装	(139)
第七节 超高温灭菌法 (UHT法)	(144)
第八节 无菌包装	(150)
第九节 再制奶、调制奶和强化奶	(154)
第十节 设备清洗	(159)
第三章 炼乳	(161)
第一节 甜炼乳工艺流程	(161)
第二节 标准化及预热杀菌	(163)
第三节 加糖	(167)
第四节 浓缩原理 (一)	(171)
第五节 浓缩原理 (二)	(176)
第六节 浓缩原理 (三)	(183)

第七节	盘管式真空浓缩锅	(188)
第八节	外加热式蒸发器	(196)
第九节	液膜式蒸发器	(205)
第十节	真空浓缩装置的附属设备	(223)
第十一节	冷却与结晶	(239)
第十二节	甜炼乳的品质控制	(247)
第十三节	淡炼乳的生产工艺	(254)
第十四节	淡炼乳的均质与灭菌	(259)
第十五节	淡炼乳常发生的质量事故	(265)
第四章	乳粉	(268)
第一节	乳粉的种类及其成分	(268)
第二节	全脂乳粉	(270)
第三节	脱脂乳粉	(347)
第四节	乳粉的质量标准	(349)
第五节	乳粉的理化特性及其在生产过程中的控制	(355)
第六节	乳粉的缺陷及其防止方法	(366)
第七节	配制乳粉	(373)
第八节	速溶乳粉	(430)
第九节	其他乳粉	(444)
第五章	奶油	(462)
第一节	奶油的种类	(462)
第二节	奶油的生产工艺	(462)
第三节	成品奶油的质量指标	(516)
第四节	奶油缺陷及其原因与预防	(519)
第五节	奶油的保藏和运输	(521)
第六章	干酪素与乳糖	(523)
第一节	干酪素	(523)
第二节	乳糖	(529)
第七章	酸乳饮料	(536)

第一节	酸牛乳、乳酸菌饮料的质量标准	(536)
第二节	发酵剂	(539)
第三节	酸牛乳	(546)
第四节	乳酸菌饮料	(567)
第五节	发酵酪乳	(572)
第六节	嗜酸乳杆菌牛乳	(574)
第七节	其他发酵乳及乳酒类	(575)
第八节	异常发酵	(577)
第八章	冷饮	(580)
第一节	冰淇淋	(580)
第二节	雪糕及冰棍	(655)
第三节	冷饮设备的清洗	(670)
第四节	乳饮料	(673)
第五节	冷饮食品车间的卫生要求	(679)
第九章	干酪	(681)
第一节	干酪的种类及其成分组成	(681)
第二节	我国硬质干酪的卫生标准GBn142-81	(684)
第三节	对原料乳的要求与检验	(685)
第四节	干酪的理论得率	(686)
第五节	发酵剂	(688)
第六节	凝乳酶	(692)
第七节	干酪的一般制法	(694)
第八节	几种主要干酪的制法	(702)
第九节	融化干酪的制法	(715)
第十节	著名干酪简介	(721)

绪 论

一、乳的基本概念

乳是从哺乳动物的乳腺分泌的一种具有胶体特性的生物学液体，是多种成分的混合物。经过证实，在牛乳中至少有100种化学成分，但主要是由水、脂肪、磷脂、蛋白质、乳糖、盐类、维生素、酶类等所组成。牛乳中化学成分的含量会依乳牛的品种、泌乳期、个体牛的健康情况、疾病、饲养与放牧条件以及挤奶情况等因素的变化而不同。这许多成分在牛乳中并不是都呈真正溶液状态存在，除了其中所含的乳糖和一部分可溶性盐类能够形成真正溶液状态之外，蛋白质则与不溶性盐类形成胶体悬浮液，脂肪则形成乳浊液状态存在于乳中。所以说，牛乳是由三种体系构成的一种均匀稳定的悬浮状态和乳浊状态的胶体性液体。其中水是分散介质，脂肪以脂肪球状态存在于乳浊液中，脂肪球直径约为0.1~10微米，绝大部分为2~5微米，蛋白质则呈亚微细粒及次微胶粒状态存在于胶体悬浮液中，微粒直径约为5~300纳米，乳糖及可溶性盐类则以分子、离子状态溶于水中，呈超微细粒状态，直径不到1纳米。牛乳中所含的水分绝大部分以游离状态存在，成为乳的胶体体系的分散介质。也有极少部分水分是同蛋白质结合存在的，叫作结合水。在乳糖结晶时和乳糖晶体一起存在的叫作结晶水。

乳的胶体状态及化学成分图解如图1。

乳是哺乳动物在哺乳期的唯一食物，乳中所含成分既产生热能，又提供身体发育成长的物质，乳中还含有抗体，可以防止犊牛不受疾病感染。犊牛从降生到离奶吃草这一阶段之成长，大约需要1000升的牛乳，人们为了利用牛乳，不断地对牛的品种进行培育，

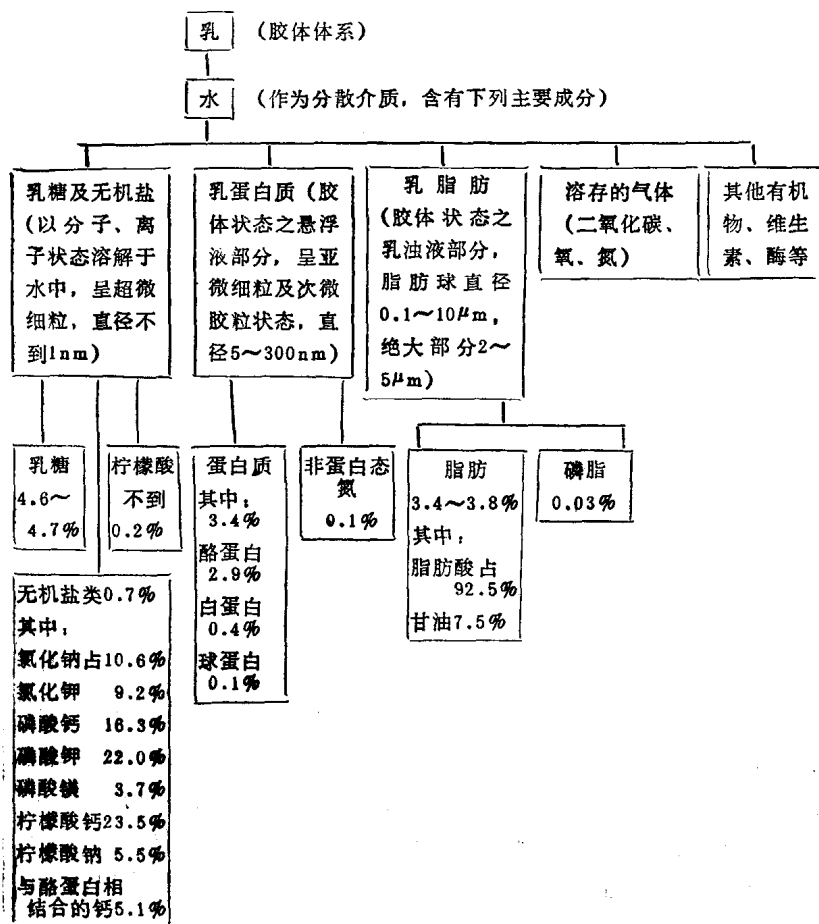


图 1 乳的胶体状态及化学成分

现在的奶牛一般在一个泌乳期内可产5,000升牛乳,个别良种可产10,000升。一般小母牛成长至7~8个月后即达性成熟,但不15~18个月不能交配,其妊娠期265~300天,所以一个小母牛其第一个产犊年龄约为2½岁。

乳牛在产犊前就开始分泌乳汁,所以犊牛一降生就可以吃到初乳,一直泌乳持续大约300天,这叫作一个泌乳期。然后进入

大约60~65天的涸乳期，在这个时期，一般要停止挤奶，等到第二胎产犊7天之后再恢复挤奶。

泌乳期日数的长短及产奶量多少，会因牛的品种、个体牛的健康状况、奶牛年龄和疾病以及牛场的饲养管理情况等而不同。奶牛产犊后1.5~2月之间，产奶量最大，其后逐渐减少，至第9个月开始显著降低，到第10个月末，第11个月初即达涸乳期。但这是指奶牛要按时进行配种或通过人工授精，使其怀胎并能按时产犊的正常情况而言。如果奶牛在应交配的时期没有使其交配怀孕而中断了这一胎次，则因为耽误了一个胎次的泌乳期，收益会大受损失。

二、牛乳加工处理后的名称及作为食品的营养价值

牛乳是一种营养丰富的食品，尤其是婴儿成长发育上所必不可少的食品。牛乳中重要的营养成分是蛋白质、脂肪、乳糖、矿物质和各种维生素。儿童在发育旺盛时期如果不给予合理的食品，则以后无论怎样注意也不会再发育好，最简便的办法是给儿童多吃牛乳和各种乳制品。牛乳中含有最多最全的营养成分，人在劳动强度大时不仅消耗热量多，而且维生素的消耗也大，如果长期得不到营养补充，就会影响人的健康，牛乳和各种乳制品则是最理想的保健食品之一。对孕妇、产妇和年老体弱以及患病需要疗养的人们来说，牛乳也是非常必要的食品。

蛋白质在人体内消化过程中降解为各种氨基酸，便于被人体吸收，然后再形成人体蛋白质。有的氨基酸可以在人体内合成，不必一定要依靠从食物来摄取，然而也有一些氨基酸不能在人体内合成，必须由摄取的食物中来满足，这种氨基酸叫作必需氨基酸，例如赖氨酸、色氨酸、亮氨酸、异亮氨酸、蛋氨酸、苏氨酸、苯丙氨酸、缬氨酸等八种都属于必需氨基酸，乳与乳制品中

含有丰富的必需氨基酸和其他氨基酸。

乳脂肪较其他食用的动物脂肪中含有较多的必需脂肪酸，而且短链饱和脂肪酸所占比率高，这是乳脂肪的特点，另外，乳脂肪的熔点比其他动物脂肪的熔点低，易于消化吸收，不仅如此，在乳脂肪中含有所有已知的脂溶性维生素，其中维生素A和胡萝卜素含量很高，胡萝卜素在人体内会形成维生素A。

乳糖在自然界里只存在于乳中，人体内消化乳糖时，每一分子乳糖可获得一分子葡萄糖和一分子半乳糖。葡萄糖是血液中唯一适合的糖，血液把葡萄糖送给每一个细胞，细胞把葡萄糖转化成二氧化碳和水，并且利用这个转化过程中释放的能量而发生热量。半乳糖对于幼儿的智力发育非常重要，它能促进脑苷和粘多糖类的生成。乳糖的另一个重要特性是它能在肠道内促进有益的乳酸菌的生长和繁殖，由于乳酸的生成，可以有利于钙和其他矿物质的吸收。乳糖与钙的代谢有关，食物中添加乳糖有利于婴儿对钙的吸收，对防止佝偻病有效；同样，对于饮用牛乳不足的婴幼儿，在食物中补充磷酸二钙时，添加乳糖，则可促进对钙的吸收，制造钙质饼干及乳儿糕时，在配料中添加适量的乳糖，有利于幼儿对钙的吸收。

牛乳中含有广范围的矿物质元素，大部分对人体的发育形成和代谢调节上起重要作用，有几种是必需的，就是：钙、磷、硫、钾、碘、氯、铁、铜、锌、镁、锰、钴等，其中尤以钙、磷、铁和碘特别重要，牛乳是钙、磷两种矿物质和硫的优秀来源。每天喝1升牛乳可以满足成年人和成长中的儿童对钙的全部需要量和对磷的一半以上的需要量。对于发育旺盛的青年，则需要更多的牛乳才能满足对钙、磷的需要量。牛乳中的钙和磷都易于被人体吸收，在其他食物例如菠菜中含有的钙就不象牛乳那样容易吸收，谷物中的磷也不如牛乳那样容易吸收，特别是当维生素D不足时。对于成长发育中的儿童或者怀孕及喂奶期的妇女，需要大量的铁，牛乳不能作为铁和铜、钴等的良好来源，最好是多吃

添加了铁盐和叶酸及维生素B₁₂等各种营养素的强化奶粉。

人类所需要的各种维生素都可以在牛乳中发现，牛乳是维生素B₂(核黄素)的一个良好的来源，但是避免牛乳遭受日光照射以保护核黄素不被破坏是非常重要的。牛乳同样是维生素A的良好来源，特别是当奶牛在放牧期，乳中维生素A和胡萝卜素含量高。牛乳中同样有相当含量的维生素B₁(硫胺素)。牛乳中尼克酸的含量较少，但因牛乳蛋白质中色氨酸含量高，尼克酸可以由色氨酸在人体内合成，所以牛乳还具有抗癞皮病的效果。牛乳中含有丰富的维生素D，在儿童的发育时期，骨骼的形成必须借助于维生素D，儿童缺维生素D，骨骼软弱，易弯曲变形，这就是大家熟知的佝偻病或称软骨症。人体内不能制造维生素D，只能从食物中摄取，或者是从胆固醇借助于太阳的紫外线照射来生成维生素D，这就是为什么儿童必须多晒太阳的原因。稀奶油中不仅含有丰富的维生素D，还含有多量的胆固醇，在发育成熟中的人脑和神经系统的组织的重要组成部分是由胆固醇构成的，所以儿童在发育时期多吃稀奶油等乳制品，同时多晒太阳，多做户外的游戏活动是非常有益的。

我国古时就有饮乳习惯，而且很了解乳品的营养价值和医疗作用，如古代文献中记载的乳糜、乳酪、酥酪、醍醐等各种与乳有关的名词和产品。

现代的牛乳加工处理后的名称种类繁多，举例如下：

1. 消毒乳（或称杀菌乳）

挤奶之后所收集的未经加热处理杀菌消毒的乳叫作原乳（生乳），这种生乳中含有细菌，不能直接饮用，生乳必须经过杀菌消毒。杀菌的方法分为低温长时间杀菌法、高温短时间杀菌法和超高温瞬间杀菌法。第一种杀菌法是62~65℃，30分钟加热，多为间歇式分批生产，效率低，现已不太采用此法。第二种杀菌法是72~75℃，15~16秒或80~85℃，10~15秒加热，为连续式生产，现在多采用该法。第三种是135℃，加热2秒钟为较新的工

艺方法，如与无菌灌装结合则可生产灭菌乳。

牛乳经杀菌后迅速冷却到10℃以下，灌装封口，并在10℃以下冷藏一夜，次日清晨销售。牛乳经杀菌之后所有病原菌都被杀死，其他非病原菌的99%以上也都被杀死，这种杀菌乳不仅在饮用上能保证安全卫生，而且提高了牛乳的保藏性，牛乳中的营养成分如蛋白质、脂肪、乳糖、矿物质和主要维生素等几乎不被破坏。如果杀菌乳不被强烈的日光照射，则维生素B₂（核黄素）也不受损失。低温长时间杀菌法的牛乳中有10%以下的维生素B₁（硫胺素）和20%以下的维生素C受到损失，但在高温短时间杀菌法和超高温瞬间杀菌法的牛乳中，这两种维生素损失是很小的。我国目前各城市所生产的消毒乳绝大部分都是采用不锈钢制的板式杀菌器经高温短时间杀菌法连续式生产的方式。超高温瞬间杀菌经灭菌灌装的灭菌乳也在一些城市开始生产。

2. 酸牛乳

这种乳制品不仅营养丰富而且具有一定的医疗效果，特别是对于消化系统有整肠、增进食欲，防止便秘等疗效。牛乳经均质后，在高温短时间加热杀菌，冷却后添加人工培养的乳酸菌发酵剂，在恒温下（一般为45℃左右）培养发酵2~3小时，控制使最终酸度达到80~90°T，然后在5℃下冷藏，次日清晨销售。酸牛乳具有一种微酸和芳香的风味，蛋白质凝块软而均匀柔润，易于消化。

3. 可可牛乳

是一种最受欢迎的乳品饮料，我国不少城市已有生产和销售。因为牛乳中添加了可可和糖，其营养价值有所提高，全脂乳制成的加糖可可牛乳其发热量比普通消毒乳要高。一般都使用脱脂乳或半脱脂乳。

4. 淡炼乳

牛乳经预热杀菌，然后在真空下低温浓缩，除去牛乳中二分之一以上的水分，再经均质、冷却、装罐密封，在116℃下蒸汽加压灭菌15分钟。这种乳制品可耐保藏，过去多用于喂养婴儿，

现已不用，目前则作为喝咖啡或红茶时添加之用，但也逐渐为其其他种类的乳制品所取代。该种产品今后的方向为供食品加工原料用。

5. 甜炼乳

这种乳制品是牛乳加15~16%的糖，经预热杀菌，真空浓缩到二点五分之一，使蔗糖含量提高到45~45.5%，装罐密封，可耐保藏，这种乳制品因含有过多的蔗糖，不适于喂养婴幼儿，也不适于老年人长期饮用。该种产品今后的方向为供食品加工原料用。

6. 全脂乳粉

这种乳制品是乳经杀菌、真空浓缩、喷雾干燥制成之粉体状成品，装罐或袋密封，可耐保藏。

7. 麦乳精

这种产品是采用真空干燥制成的一种含乳的固体饮料。其外观呈酥松轻脆的多孔状碎片，吸湿性强，故都为密封罐装，因其质轻，所占容积大，故都采用高型罐密封。这种产品是以乳粉、炼乳、奶油、蛋粉、麦精、可可粉、砂糖、葡萄糖及柠檬酸和香精等配成，有的还添加维生素A、B₁和D等，成品可强化麦乳精。

8. 奶油

牛乳经分离机分离得稀奶油和脱脂乳，将稀奶油杀菌，然后冷却成熟，再进行搅乳，分除酪乳后，水洗、加盐、压练、包装即成奶油。

9. 干酪

牛乳经杀菌后添加干酪发酵剂和凝乳酶，使乳蛋白质形成凝块，切割后分除乳精，入模压榨成型并加食盐，然后在低温下成熟发酵，形成干酪。营养价值很高，是蛋白质、脂肪和钙、磷、硫的丰富来源，并含有多量的维生素。干酪中的蛋白质极易消化，而且风味优良。

以上几种是我国生产的主要乳制品，此外，如冰淇淋等也是属于乳制冷饮食品。除牛乳外，以山羊乳为原料生产的乳制品也

占很大比重，而且发展很快。乳制品中的新产品也在不断涌现，如母乳化奶粉，各种婴儿奶粉等。但目前我国乳品的生产无论在产量上或是品种数量上都远远满足不了广大人民生活消费的需要，除了直接饮用和食用的各种乳制品外，糖果、饼干、糕点、面包、酸乳饮料等食品加工上还需要大量的乳制品作为配料之用，此外，一些乳制品还是造纸、皮革、印染、化工、医药、军工、建筑、机械等工业的重要辅助材料，我国的乳品工业自建国以来三十余年产量有很大增长，技术有显著提高。

三、乳品加工过程的特点和分类

乳品工业是以乳为原料通过各种加工工艺过程可以制成许多种类的乳制品成为最终产品，供消费者直接食用或饮用，也可作为其他食品工业的配料，再制成种类繁多的食品和饮料。所以乳品工业是紧密与一般食品工业相结合而形成的，近年来则这种趋势更加增大。由于科学研究的发展和新工艺、新技术的不断出现，使不同原料不同产品的食品工业互相交叉、互相渗透，如生物化学、微生物学、物理学及其他等等基本科学训练，它们是给我们一个系统的食品科学而不是各种产品科学。譬如冷却速度对于奶油组织结构的影响这一问题，从产品来看它是属于乳品工业的范畴，从加工过程来看则它是与单元操作的冷冻有关，而在研究这一问题时则需要很多基本科学知识，流变学的科学可以使我们阐明了组织结构方面的知识，工程学则可以使我们从数学计算上判断冷却速度，物理学则阐明了脂肪的结晶过程，感官评价的基本科学训练则结合流变学的测定与消费者感官爱好给以评价，所以它是一个系统的、综合的科学技术。乳品虽然是古老的，但乳品工业在整个食品工业中，在许多领域它还是比较年青的，特别是在科学研究方面和学校教育方面。因为牛乳是极易腐败的，是一种多成分的胶体液，用一般历史上古老传统的食品加工方法

诸如烘干、盐渍、烟熏等方法来处理乳是不适宜的，所以在乳品工业中不断出现新的工艺和新的技术，而且一个主流的趋势是机械化、自动化。在乳品工业中的工艺过程可以概要地图示如图2。

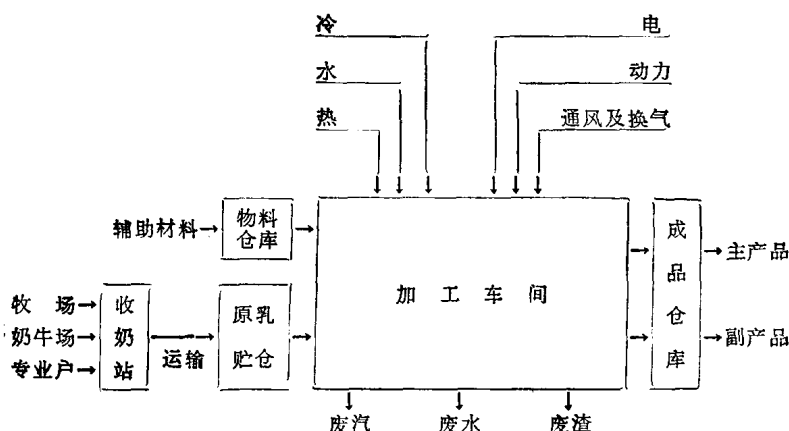


图 2 乳品加工车间外部的物料转换关系

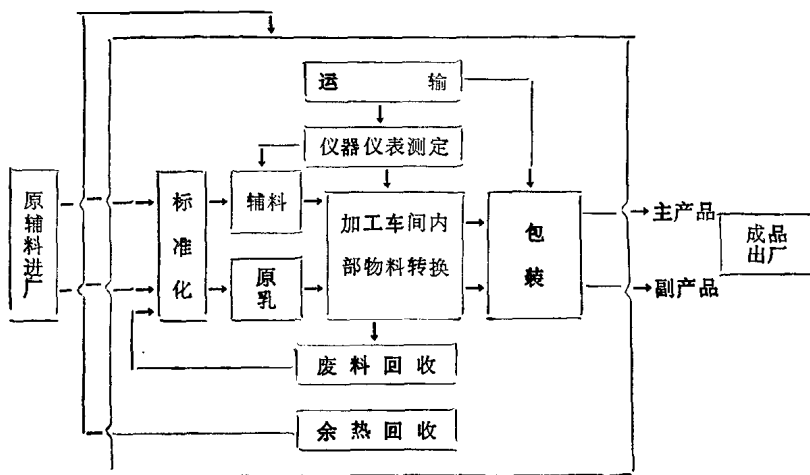


图 3 加工车间内部物料转换情况

在图 2 中表示了加工车间外部的物料转换关系，它表示出(1)原乳的供应，(2)工程服务系统，(3)废弃物的排除与回收处理，(4)最终产品的贮存与出厂。图中方格的加工车间由图 3

来表示，它是由六个辅助的厂内物料转换关系构成，图中标准化区域中包括净化和主要制造过程的准备阶段，即原料的预处理，包括原料中细菌及酶的控制管理，固体物含量的控制，化学成分及状态的控制，物理状态的控制，属于这一过程的，举例来说如脱气、净乳、杀菌、稀奶油分离、脱臭等等都是。经过上述调节好了的原料则送到主要制造过程以产生产品，同时排除并回收废弃物和余热的回收，产品则经过包装区域包装后入库出厂。乳品工厂的工艺过程一般如图4所示，大致可以分为三个主要区划：

(1) 固态形成，(2) 固体液体分离、净化和调节，(3) 加热脱水及整形。

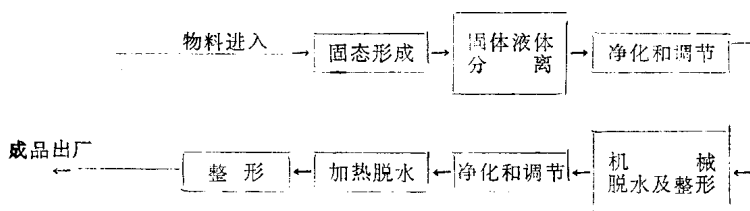


图4 乳品工厂的工艺过程中物料转变

表-1

一般乳品工厂加工过程的分类

	奶 油	干 酪	干 酪 素	乳 清 蛋 白	乳 糖	乳 粉 及 乳 清 粉	炼 乳
固态形成	搅拌形成奶油粒	凝块形成和切割	凝块搅碎	加热沉淀	结晶	结晶	—
固体液体分离	排除酪乳	排除乳清	排除乳清	静置沉降	离心脱除母液	喷雾干燥排除水分	标准化
第一次净化及调节	洗涤加盐	堆放保温	水洗	水洗	水洗	—	添加稳定剂
机械脱水及整形	压 练	加盐入模压榨	离心脱水	过滤	离心脱水	流化床附着	—
第二次净化及调节	—	成 熟	搓 碎	洗涤搓碎	—	喷涂卵磷脂	—
加热脱水	—	—	沸 腾 床 干燥	干燥	干燥	第二段干燥	浓缩
整 形	压型包装	整 修	粉碎过筛	粉碎过筛	—	过筛	冷却结晶