

食品科学与工程专业

《食品工厂设计》课程设计说明书

题目：日生产 35 吨乳粉的生产车间设计

学生姓名 无言玫瑰

学 号 888888888

专 业 食品科学与工程

班 级 2009-A

指导教师 *****

学 部 食品与环境工程学部

黑龙江东方学院食品与环境工程学部

目 录

第 1 章	产品方案及班产量确实定	- 1 -
第 2 章	工艺流程确定及要点说明	- 2 -
2.1	全脂加糖乳粉的工艺流程设计及要点说明	- 2 -
2.1.1	全脂加糖乳粉的工艺流程	- 2 -
2.1.2	全脂加糖乳粉的工艺要点说明	- 3 -
2.2	婴儿配方乳粉的工艺流程设计及要点说明	- 9 -
2.2.1	婴儿配方乳粉的工艺流程	- 9 -
	婴儿配方乳粉的工艺要点说明	- 9 -
第 3 章	物料衡算	- 11 -
3.1	产品的营养成分指标及标准化计算	- 11 -
3.1.1	全脂加糖乳粉的配方设计及标准化计算	- 11 -
3.1.2	婴儿配方乳粉的配方设计	- 12 -
3.2	物料衡算	- 13 -
3.3	物料平衡表	- 16 -
第 4 章	生产车间设备选型	- 17 -
4.1	主要设备选型及设计	- 17 -
4.1.1	原料乳冷却器的选择	- 17 -
4.1.2	脂肪标准化设备的选择	- 18 -
4.1.3	配料罐的选择	- 18 -
4.1.4	巴氏杀菌机组的设计	- 18 -
4.1.5	浓缩设备的选择	- 20 -
4.1.6	枯燥设备的选择	- 21 -
4.2	主要设备一览表	- 21 -
第 5 章	热量衡算	- 24 -
5.1	加热局部热量衡算	- 24 -
5.1.1	预处理杀菌阶段	- 24 -
5.1.2	真空浓缩阶段	- 24 -
5.1.3	喷雾枯燥阶段	- 24 -
5.1.4	总耗热量	- 25 -
5.1.5	每小时需要蒸汽量	- 25 -
5.2	冷却局部热量衡算	- 25 -
5.2.1	原料乳冷却阶段	- 25 -
5.2.2	杀菌后冷却阶段	- 25 -
5.2.3	总耗冷量	- 25 -

第 1 章 产品方案及班产量确实定

本乳品车间的设计规模是日生产35吨乳粉的乳品厂设计，考虑到原料供给、市场需求等因素，方案生产两种产品，即全脂加糖乳粉和婴儿配方粉，全脂加糖乳粉的日处理量为16吨，婴儿配方乳粉的日处理量为19吨。全脂加糖乳粉采用400g铝塑复合膜袋包装，婴儿配方乳粉采用1000g金属罐包装。由于牛奶属于不耐贮存食品，故根本上全年都可以生产，不分淡旺季。本设计暂定每周工作六天(周一至周六)，并考虑到国家法定节假日照常休息，设备检修、突发事件等引起的停产天数，方案全年生产300天，年产量为1.05万吨，即全脂加糖乳粉为0.48万吨/年，婴儿配方粉为0.57万吨/年，才能满足产量要求。生产班次为两班制，每班工作12小时，扣除清洗时间，每班有效生产时间为10小时，即：全脂加糖乳粉班产量为8.0吨/班，婴儿配方乳粉为9.5吨/班。

第 2 章 工艺流程确定及要点说明

2.1 全脂加糖乳粉的工艺流程设计及要点说明

全脂加糖乳粉的工艺流程

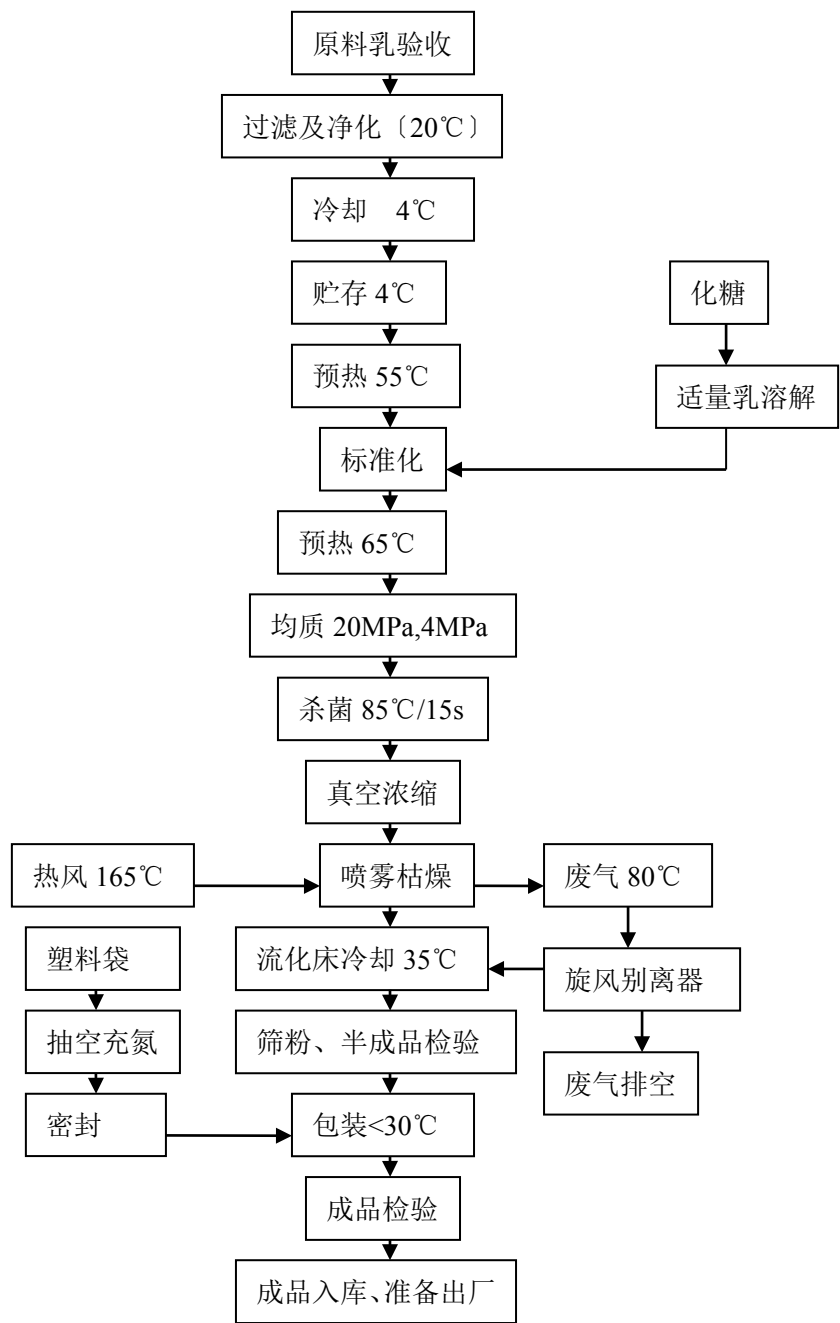


图 2-1 全脂加糖乳粉的工艺流程图

2.1.2 全脂加糖乳粉的工艺要点说明

2.1.2.1 原料乳的收购与运输

①牧场冷却和贮存

牛乳刚挤下的温度约为 37℃，虽然从健康牛刚挤出的奶不带细菌，挤奶时即使特别注意卫生，仍不可保证牛乳中不含细菌。再加上牛乳中丰富的营养物质，正是繁殖细菌的最好培养基。因此为了使挤下的牛乳能立即冷却到 4℃，需要在牧场收奶站设立冷却装置。

②运输

奶的运输是乳品生产的重要环节，在运输过程中必须注意以下几点：

防止奶在途中温度升高，特别要注意在夏季运输途中往往温度很快升高，因此运输时间应安排在夜间或早晨。

保持清洁，运输时所用的容器或奶槽车必须保持清洁卫生，并加以严格杀菌，当原料乳运至工厂卸下后，就要及时清洗。

防止震荡，容器必须装满并盖严，防止运输过程中因震荡而引起的脂肪分裂。

缩短途中时间，按路程计算时间，尽量缩短中途停留时间，以免鲜奶变质。

2.1.2.2 原料乳的验收

验收根本规章要求：①生产无公害鲜牛乳的奶牛饲养管理方式应符合(NY / T5049)的要求。②生产无公害乳制品的原料奶要求符合(NY 5045—2001)标准的规定。

原料乳验收必须符合国家食品平安国家标准《生乳》(GB 19301-2010)规定的各项要求〔详见表 2-1、表 2-2〕，严格地进行感官检验、理化性质检验和微生物检验。如不能立即加工，需贮存一段时间，必须净化后经冷却器冷却至 4~6℃，再打入贮槽进行储存。牛乳在储存期间要定期搅拌和检查温度及酸度。

要注意生产乳粉的牛乳，在送到乳粉加工厂之前，不允许进行强烈的，超长时间的处理。这样的热处理会导致乳清蛋白凝聚，影响奶粉的溶解度和滋气味。

表 2-1 生乳理化指标

项 目		指 标	检验方法
冰点 a,b/ (℃)		-0.500~0.560	GB 5413.38
相对密度/ (20℃/4℃)	≥	1.027	GB 5413.33
蛋白质 (g/100g)	≥	2.8	GB 5009.5
脂肪 (g/100g)	≥	3.1	GB 5413.3
杂质度 (mg/kg)	≤	4.0	GB 5413.30
非脂乳固体 (g/100g)	≥	8.1	GB 5413.39
酸度/ (° T)			

牛乳 ^b	12~18	GB 5413.34
羊乳	6~13	
^a 挤出 3h 后检测		
^b 仅适用于荷斯坦奶牛		

表 2-2 微生物限量

工程	限量[CFU/g(ml)]	检验方法
菌落总数	≤ 2×10 ⁶	GB 4789.2

2.1.2.3 过滤及净化

考虑到杂质来源、杂质颗粒大小以及所处地点的具体条件，我们把过滤主要分成以下三个阶段，把杂质由大到小逐步除去。

①纱布过滤。主要是除去牛乳中混有的粗杂质。将消毒过的纱布折成2~4层让牛奶流过，一般是扎在奶桶口或受奶槽上，但凡将牛奶从一个地方送至另一地方，从一个容器到另一容器，都需用纱布进行根本的过滤。但要注意纱布要严格消毒。

②管内过滤器。安装在物料管内，利用不锈钢丝网去除牛乳中较细杂质。通常选用的是双联式过滤器，它一般用在原料乳称重完后流往换热器冷却的管路中，其体积小，价格低，效率高。

③离心式净化机净化。除去牛乳中及细微的杂质，如空气中的尘埃、细胞鳞片以及牛乳中卵磷脂、上皮细胞、白血球等。

本设计采用在标准化过程中使用三用离心别离机同时进行净化。

2.1.2.4 冷却贮存

经过净化的原料乳立即冷却到 4~6℃，以抑制细菌的繁殖。乳中的微生物的数量随着贮存时间的长短和温度上下而变化。牛乳挤出后微生物变化可以分为五个阶段，即抑菌期、乳链球菌期、乳酸杆菌期、真菌期、衰亡期。在抑菌期内，乳中含有抑制微生物繁殖的抗菌物质，使细菌的繁殖受到抑制。但抑菌期的长短与贮存温度有关，如表 2-2 所示：

表 2-2 抗菌期的长短与贮存温度的关系^[12]

贮存温度/(℃)	-10	0	5	10	25	30	37
抗菌期/(小时)	240	48	36	24	6	3	2

在本设计中，冷却使用板式热交换器，将原料乳迅速冷却到 5℃以下泵入贮乳罐中保持 4℃储存。

2.1.2.5 预热标准化

（1）预热

预热目的: ①降低牛乳黏度便于别离; ②便于将牛乳中杂质和一局部磷脂、酶及微生物别离除去; ③增加脂肪与乳浆的比重差, 便于别离。

牛乳预热温度到达 50°C 上下既可别离稀奶油进行标准化。牛乳的离心别离是凭借牛乳别离机别离钵的高速旋转所产生的离心力, 将比重不同的脱脂乳和稀奶油分开, 分出的稀奶油贮存在储罐中。

(2) 标准化

生产奶粉时, 为了获得具有一定化学组成的产品, 使之符合国家有关规定指标, 生产前必须对原料乳进行标准化。根据国家食品卫生标准规定, 只要使奶粉中脂肪含量不低于 26% 即符合标准化要求。由于乳在枯燥成奶粉后仅仅除去了奶中的水分, 而脂肪与无脂干物质含量的比例根本不变, 所以只要把原料乳中的脂肪和无脂干物质的比例调整到奶粉所要求的比例, 就能生产出合格的奶粉。这种调整原料乳中脂肪与无脂干物质的比例使之符合奶粉指标要求的过程, 称为原料乳的标准化。

全脂加糖奶粉的标准化主要是对原料乳的脂肪含量和蔗糖添加量进行调整, 使之到达成品的标准要求。脂肪标准化是将原料中的脂肪含量与无脂干物质之比 (R_2) 调整到等于乳粉中脂肪含量与无脂干物质之比 (R_1), 蔗糖标准化是将乳中的蔗糖含量与乳干物质之比调整到等于乳粉中蔗糖含量与乳干物质之比。

工艺操作过程是先进行脂肪标准化后在进行蔗糖标准化, 脂肪标准化采用别离机进行, 当 $R_2 > R_1$ 时, 要从原料乳中别离一定质量的稀奶油, 使 $R_2 = R_1$, 当 $R_2 < R_1$ 时, 要从原料乳中别离一些脱脂乳, 使 $R_2 = R_1$ 。脂肪标准化后要在标准化乳中添加蔗糖, 添加量通过蔗糖标准化计算得出, 但按国家规定标准, 加糖乳粉中蔗糖含量应在 20% 以下。参加方法是将蔗糖用一定量的标准乳溶解后参加标准化乳中。

2.1.2.6 预热均质

均质前需要对乳进行预热, 温度过高均质形成的黏化现象就少, 温度过低均质产生的黏化现象较多, 一般在 $60\sim 70^{\circ}\text{C}$ 为佳, 本工艺采用 65°C 。

均质可以使标准化时混合原料乳, 如添加稀奶油或脱脂乳及蔗糖形成一个均匀的分散系。均质采用二级均质法, 即第一级均质采用较高的压力 (20MPa), 目的是通过对脂肪球进行机械处理, 使它们呈较小的脂肪球均匀一致的分散在乳中, 第二级使用低压 (4MPa), 目的是分散已破碎的小脂肪球, 防止黏连, 形成均匀的乳浊液。对于乳粉的加工来说, 将牛乳进行均质化处理以后, 生产的乳粉品质具有较大稳定性, 经均质的浓缩乳在枯燥时, 在全脂乳粉中游离脂肪含量减少。

2.1.2.7 热处理杀菌

这里杀菌的目的主要是杀死如结核杆菌、金黄色葡萄球菌、沙门氏菌、李斯特菌等病原菌, 及进入乳中潜在的病原菌、腐败菌, 以保证乳粉的平安和质量, 提高成品的贮藏性, 抑制酶的活性, 以免成品产生脂肪水解, 酶促褐变等不良现象, 同时可保证沸点进料, 使浓缩过程稳定进行, 提高蒸发速度。

由于本车间的生产规模大，所以采用板式换热器杀菌后，冷却到 4~6℃，返回冷藏罐暂存，随时取用，进行浓缩。一般认为，高温杀菌可以防止或延迟乳脂肪的氧化，但高温长时加热会使局部不稳定蛋白质变性，从而降低了产品溶解度，此外当牛乳在被加热到 100℃ 以上时，容易发生褐变，这将会严重影响牛乳成分，也会使产品颜色加深。本工艺采用高温短时杀菌方法，即 85℃/15s。

由于杀菌后的牛乳不能全部浓缩喷粉，所以采用板式热交换器杀菌后，冷却到 4~6℃，返回冷藏罐暂存，随时取用，进行浓缩。

2.1.2.8 真空浓缩

所谓浓缩，就是用加热的方法，是牛乳中的一局部水分汽化，并不断的除去，从而是牛乳中的干物质含量提高。为了减少牛乳中营养成分的损失，现均使用真空浓缩的方式，由于牛乳处于密闭状态，防止了外界污染，可保证乳粉的卫生量。

真空浓缩的原理：在 8~21kPa 减压状态下，采用间接蒸汽加热方式，对牛乳进行加热，使其在低温条件（60℃ 左右）下沸腾，使牛奶中局部水分不断汽化并排出，从而牛乳中干物质含量由 12% 提高到 50%，到达浓缩的目的。

原料在枯燥之前，先经真空浓缩除去 70%~80% 的水分，可节省加热蒸汽和动力消耗，相应的提高了枯燥设备的能力，降低本钱，同时浓缩也可以提高乳粉的质量。

通常采用减压（真空）浓缩，原料乳浓缩的程度直接影响乳粉的质量，特别是溶解度。浓缩乳的质量要求到达浓度与温度稳定，粘稠度一致，具有良好的流动性，无蛋白质变性沉淀现象，总菌数指标符合卫生标准。一般要求原料乳浓缩至原体积的 1/4，乳干物质到达 45% 左右，浓缩后的乳温一般为 47~50℃，这时的浓乳浓度应为波美 14~16°，比重为 1.089~1.100。

乳粉的浓缩设备要选用蒸发速度快，连续出料、节能降耗的蒸发器。现在常用的蒸发器为双效降膜式、多效降膜式（二效、四效、五效、七效）等蒸发器，有列管式、板式、离心式、刮板式蒸发器等。本工艺采用三效降膜式蒸发器，蒸发温度为一效蒸发温度 68~72℃；二效蒸发温度为 57~62℃；三效蒸发温度为 46~52℃。

在浓缩的过程中，也起到了脱气的作用：牛乳刚挤出后含气体 5.5%~7%，经过贮存、运输、泵送以后，一般气体含量在 10% 以上，而且绝大多数为非结合的分散气体，它们对牛乳加工起到破坏性作用。特别是对于乳粉的加工来说，通过脱气可排除一局部奶腥味以及其他异味，这样可大大改善最终产品的感官效果。

浓缩结束，浓缩乳应进行过滤，一般采用双联过滤器。

2.1.2.9 枯燥

喷雾干燥的目的是为了除去液态乳中的水分，使产品形成固态。防止成品腐烂变质，实现较长时间贮存，减少体积和重量，便于运输，扩大供给范围。还可以在干燥同时改变食品的风味或者形状等。浓缩后的乳打入保温罐内，立即进行干燥。干燥直接影响乳粉的溶解度、水分、杂质度、色泽和风味等，是乳粉生产中的最重要的工序之一。

浓缩后的乳打入保温罐内，立即进行干燥。干燥直接影响乳粉的溶解度、水分、杂质度、色泽和风味等，是乳粉生产中的最重要工序之一。本工序采用压力式喷雾干燥，具体流程如图 2-2 所示：

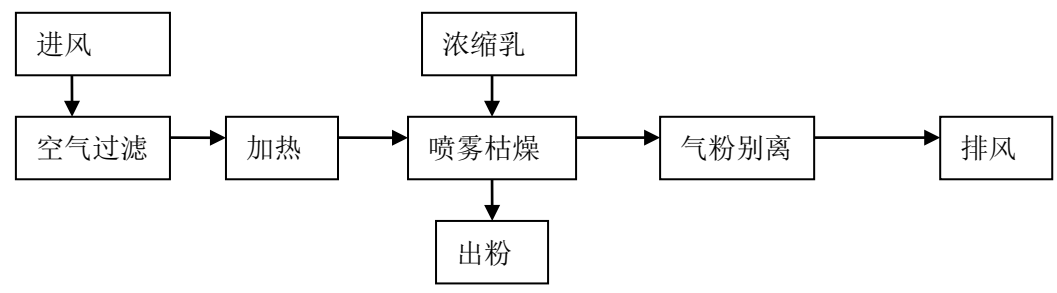


图 2-2 喷雾干燥工艺流程

具体工艺条件为：喷雾压力 20.0~24.0Mpa，物料温度 70~72℃，喷嘴孔径 1.0~2.0mm，进风温度 165~175℃，干燥室温度 75~85℃，排风温度 75~80℃，乳粉水分不超过 5.0%。

2.1.2.9 出粉与冷却

喷雾干燥室内的乳粉温度较高，粉温可达 60℃，要求迅速连续地卸出及时冷却，用 10-20℃左右的冷空气将乳粉一边冷却一边振动。以免受热时间过长，会使全脂乳粉的游离脂肪增加，而严重影响乳粉的质量，在保藏中容易引起脂肪氧化变质，乳粉的色泽，滋气味，溶解度同样会受影响。所以，在喷雾干燥以后，出粉和冷却也是重要的环节。乳品工业常用的出粉机械有螺旋输送机、鼓型阀、涡旋气封阀和电磁振荡出粉装置等。先进的生产工艺，是将出粉、冷却、筛粉、输粉、贮粉和称量包装等工序联接成连续化的生产线。出粉后应立即筛粉和晾粉。使制品及时冷却。喷雾干燥乳粉要求及时冷却至 30℃以下。目前一般采用流化床出粉冷却装置。

2.1.2.10 筛粉与晾粉

乳粉过筛的目的是将粗粉和细粉〔布袋滤粉器或旋风分离器内的粉〕混合，并除去乳粉团块、粉渣，也使乳粉均匀、松散、便于晾粉冷却。采用机械振动筛，网眼 40~60 目。晾粉过程中，不但使乳粉的温度降低，同时乳粉表现密度可提高 5%，有利于包装。

目前多采用流化床出粉冷却装置。先将常温气流经过冷却除湿后再用于冷却乳粉，可以冷却至 18℃以下。而且防止乳粉在输送管道中互相摩擦以致破碎。其中局部微粒可在流化床上予以别离，使制品颗粒大小均匀。

在筛粉和晾粉完成后，需要对半成品乳粉进行检验，具体检验方法见.14。

2.1.2.12 包装

当乳粉贮放时间到达要求后,开始包装。目的在于防止污染和氧化,使成品能保持较久,便于运输与携带。这是乳粉生产的最后一道工序,包装质量直接影响到乳粉的保藏性及商品外观。

采用充氮包装,包装要求称量准确、排气彻底、封口严密、装箱整齐、打包牢固。每天在工作之前,包装室必须经紫外线照射 30min 灭菌后方可使用。包装室配置空调设施,使室温保持在 20~25℃,乳粉冷却到 28℃ 以下,相对湿度 75%。凡直接接触乳粉的器具要彻底清洗,烘干灭菌。操作者的工作服、帽、鞋要求清洁,经过消毒;穿戴要整齐;双手洗净消毒后进入操作。包装材质为塑料铝箔复合袋。规格 400g。

2.1.2.13 装箱入库

装箱入库工序包括产品装入外箱、装上运输车送至仓库等。箱体平整、美观、打包带对称均匀。包装好的乳制品贮藏在温度不高于 15℃,空气相对湿度不高于 85% 的仓库内。

2.1.2.14 检验合格出厂

成品由检验员根据 GB 19644—2010 要求进行检验,对产品进行有关感官、理化、污染物限量〔GB 2762〕、真菌毒素限量〔GB 2761〕、微生物限量进行检测。检验合格方可出厂。

此外,需要建立在线检测技术,在线检测有利于企业质量检验人员对产品质量进行跟踪,并及时调整。检验方法包括化学法、物理法和微生物的快速检测,这就要求企业及科研人员较好的掌握乳制品在线检测技术及设备的开发。

2.1.2.15 CIP 清洗

牛乳加工操作结束后,应及时对设备进行清洗。清洗方法根据不同设备的特性而有所不同。如收奶和贮奶系统可用清水清洗;别离机及杀菌设备先用清水冲洗,继用碱液循环清洗,最后再用清水清洗。必要时还需要用酸液清洗。无论酸洗还是碱洗前后均需用清水清洗,两者不可混合。每次开工生产前,还需要清水按加工程序进行冲洗与设备杀菌,然后由牛乳顶走清水,投入正常生产。具体要求如下:

清洗液原料:① 氢氧化钠:浓度 30%,相对密度 1.328。

② 硝酸:浓度 30%,相对密度 1.18。

清 洗 液:① 氢氧化钠:浓度 2%,温度 60℃~70℃。

② 硝酸:浓度 1%,温度 50℃~60℃。

2.2 婴儿配方乳粉的工艺流程设计及要点说明

2.2.1 婴儿配方乳粉的工艺流程

婴儿配方乳粉的工艺流程如图2-3所示。

2.2.2 婴儿配方乳粉的工艺要点说明

婴儿配方乳粉的预处理同全脂乳粉，只有一些个别的工艺条件有所不同，这里只对不同之处加以说明。

〔1〕采用 40℃左右经过预处理的原料乳在高速搅拌缸内溶解乳清粉、糖等配料，以及维生素和微量元素，然后在与预处理的原料乳搅拌混匀；

〔2〕混合后的物料预热到 65℃，在线参加脂肪局部；然后进行均质，均质压力 20MPa，4MPa；

〔3〕杀菌温度采用 85℃，15s；

〔4〕浓缩工艺要求与全脂加糖奶粉相同，浓缩终点浓度为 45%，但物料的出口温度要求保持 55~60℃，此时为 18° Bé。

〔5〕喷雾枯燥进风温度为 155~165℃，排风温度为 80~85℃，塔内负压 196Pa。

〔6〕包装方法同样采用充氮包装，但包装容器采用金属罐，规格 1000g。

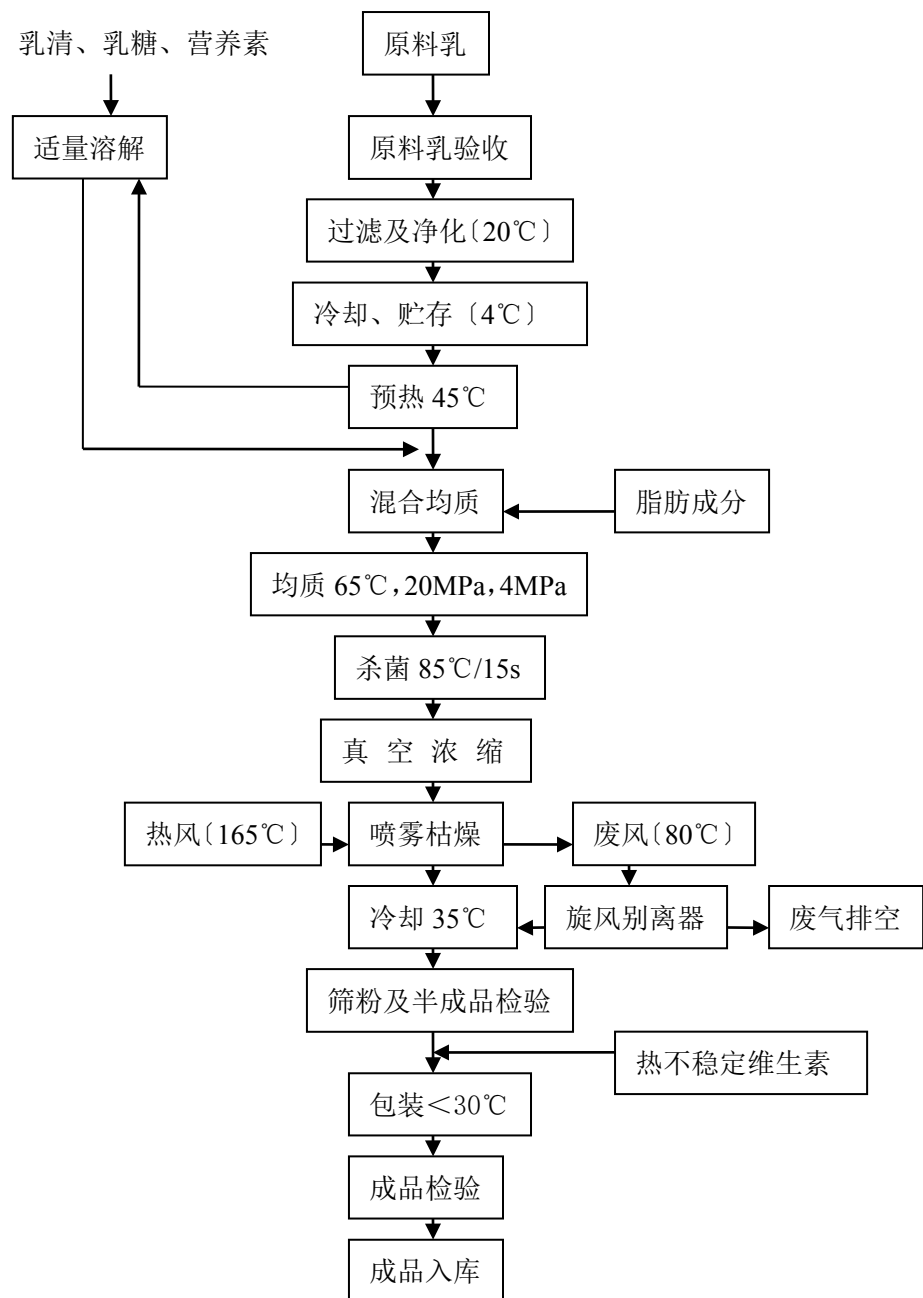


图 2-3 婴儿配方乳粉的工艺流程

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/608111024133006056>