

本科生毕业论文(设计)

日产量 50 吨乳粉厂设计

姓 名_____

学 号_____

专 业____

班 级_____

指导教师_____

学 部____

答辩日期_____

课题题目及来源：

课题题目： 日产量 50 吨乳粉厂设计

课题来源： 教师命题

课题研究的意义和国内外研究现状：课题研究的意义主要在于中国加入 WTO 之后，各个行业也包括乳品行业一定要跻身于世界顶尖行列之中，这就需要大量的工厂建设，以推动乳品行业的发展和国民经济的发展，使中国早日跻身世界发达国家的行列。

国内外研究现状：三聚氰胺的爆发将使行业内所有企业面临同样严峻的考验，那就是消费者对于相关政府机构食品安全监测能力的怀疑，对于企业经营诚信度的怀疑，以及国内乳品消费热情的骤减。在危机形成与上升的这一阶段，我们相信任何来自企业的声明或辩解、对于事件本身的补救措施甚至对于未来守信经营的承诺都会显得苍白，中国乳业或将因此迎来寒冬。估计在事件被曝光后的数月，市场恐慌情绪可能导致国内乳品消费同比锐减 50%甚至更高，由于乳品消费存在较强刚性特征，预计 09 年国内乳品消费或将能够恢复到正常年份的 70%左右，消费信心的恢复则需要更长时间，因此我们不认为 09 年以后几年内国内乳品消费热情会有持续明显的改观。

相对国内来讲国外的形式也及其复杂，在三聚氰胺事件后，国外国家也对本国的乳品行业进行了大幅度的检查，结果也是不符合国家标准的居多，但应该在短时间内作出调整，使之尽快的恢复正常，因为我们知道，国外对乳制品的需求量远大于中国，所以面对这样严峻的问题，各国都会积极应对，克服困难，使乳品行业尽早的恢复。

课题研究的主要内容和方法，研究过程中的主要问题和解决办法：
研究内容：

1. 乳粉厂的工艺流程及论证
2. 全脂乳粉的物料及热量衡算
3. 主要的设备选型
4. 劳动组织设计
5. 利润及成本估

方法：通过查阅资料文献，上网搜索信息，指导教师指点，应用大学课堂内所学的专业知识，把这些东西有机的结合在一起，就完成了论文的设计

研究过程中的主要问题：工艺流程的论证，物料衡算，热量衡算，工艺流程制图

解决办法：参考文献，查阅资料，咨询指导教师

课题研究进度安排：

11月10日	选题
2008年11月10日~2009年5月20日	接受指导老师的指导
2008年11月10日~11月15日	拟定论文大纲
11月16日~11月21日	搜集、查阅、整理相关资料
2008年11月22日~2009年3月20日	初稿形成
3月20日~3月25日	初稿审定
3月26日~3月30日	第一次修改
3月31日~4月6日	第一次审定
4月7日~4月15日	第二次修改
4月15日~4月20日	定稿
4月21日~5月18日	论文评阅小组评审论文（设计）
5月23日	毕业论文（设计）答辩

课题研究所需的参考文献:

- [1] 程国全, 柴继峰, 王转等. 物流设施规划与设计. 北京:中国物资出版社, 2003. 9.
- [2] 杜刚. 废旧家电产品回收工厂设施规划与设计的研究. 硕士学位论文. 2005. 3.
- [3] 郭晓峰, 郑棣华. 基于最优配送路线的选址方法研究. 物流技术. 2001 (4):28—30.
- [4] 郭成宇. 现代乳品工程技术. 北京:中国化学工业出版社, 2003.
- [5] 理查德·缪瑟. 系统布置设计. 北京:中国机械工业出版社, 1989.
- [6] 刘成果. 中国奶业年鉴 2003. 北京:中国农业出版社, 2004. 6.
- [7] 乔聚林, 蒲俊. 乳品厂原地清洗(CIP)设备的应用. 包装与食品机械. 2001 (6):25—28.
- [8] 轻工部上海轻工设计院. 中华人民共和国行业标准—乳品工业设计规范 QB6002—92. 北京:中国轻工出版社.
- [9] 食品工业年鉴编辑部. 中国食品工业年鉴 2004. 北京:中国食品出版社. 2005. 6.
- [10] 吴立军, 顾晓宇. 巴氏杀菌乳生产工艺的研究. 冷饮与速冻食品工业. 2005 (6):18—20.
- [11] 武建新. 乳品技术装备. 北京:中国轻工出版社, 2001. 1.
- [12] 杨柳英. 南京奶业集团液态奶南京市场营销策略研究. 硕士学位论文, 2004.
- [13] 闰莉, 张立新. 设施选址评价方法研究. 西安建筑科技大学学报(自然科学版). 2004. 9:314—316.
- [14] 袁京红. 乳品厂标准化设计和基本要素. 中国乳品工业. 2002 (5):15—16.
- [15] 赵玉田. 中国乳业发展现状和未来. 中国农垦经济. 2001 (8):30—32.
- [16] Albors,Becerra. Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality. Food science and technology,[J],2002,13:334-340.
- [17] Serafettin Celik Ihsan Bakirci. Some properties of yoghurt produced by adding mulberry.pekmez (concentrated juice) [J]. International Journal of Dairy Technology, 2003,56(1):26-29.
- [18] Robert Pnanclin.PH Homeostasis in lactic acid Bacteria[J].J Dairy Sci, 1993,76(8)2354-2365.
- [19] Lynk R.M,Snandlin Woder.Influenceof temperature on as sociative growth of Streptococcus thermophilus and Lactic Bulgaricus[J].J Dairy Sci, 1986, 69 (10) : 558-568.
- [20] Tamime.AY,Robinson.R.K.Yoghurt Science and Technolog[M]Oxford: Pergamon Press Ltd, 1985:276-401.

指导教师审查意见：

该同学的毕业论文是日产量 50 吨的乳粉厂设计。该同学对课题研究的意义明确，前期对乳粉厂加工现状进行了充分的资料查询和搜集。并在此基础上制定了设计路线和实施方案。设计思路符合食品厂设计要求，内容及时间安排合理。

经审查同意该同学开展此课题研究。

指导教师签字：

200 年 月 日

教研室审查意见：

_____ 教研室主任签字：

200 年 月 日

学部审查意见：

学部主任签字：

(公章)

200 年 月 日

本科生毕业论文（设计）评语（一）

姓名		学号		专业 班级		总 成绩	
毕业论文（设计）题目：							
答 辩 委 员 会 评 语	答辩成绩						
	<p style="text-align: center;">主任签字： _____ 年 月 日</p>						
答辩委员会成员签字							
学部 毕业 论文 （设 计）领 导小 组意 见	<p style="text-align: center;">组长签字： _____ 年 月 日 学部公章</p>						

本科生毕业论文（设计）评语（二）

姓名		学号		专业班级	
毕业论文（设计）题目：					
指导教师评语	指导教师成绩				
指导教师签字：		年 月 日			

本科生毕业论文（设计）评语（三）

姓名		学号		专业班级	
毕业论文（设计）题目：					
评 阅 教 师 评 语	评阅教师成绩				
评阅教师签字：			年 月 日		

本科生毕业论文（设计）任务书

姓名	刘鑫	学号	054131440	专业班级	2005-A																								
毕业论文（设计）题目：日产 50 吨乳粉厂设计																													
<p>毕业论文（设计）的立题依据</p> <p style="text-indent: 2em;">根据 GBT5410-2008, 以及国家对食品行业的规范要求, 以推动国民经济发展, 使中国尽快的跻身世界经济大国为目的, 运用专业理论知识, 进行工厂设计。</p>																													
<p>主要内容及要求</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 乳粉厂的工艺流程及论证 2. 全脂乳粉的物料及热量衡算 3. 主要的设备选型 4. 劳动组织设计 5. 利润及成本估算 <p>要求查阅资料, 文献, 符合国家各项指标要求, 合理安排工厂作息制度。</p>																													
<p>进度安排</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">2008 年 11 月 10 日</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">选题</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2008 年 11 月 10 日~ 2009 年 5 月 20 日</td> <td style="text-align: center;">接受指导老师的指导</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2008 年 11 月 10 日~2008 年 11 月 15 日</td> <td style="text-align: center;">拟定论文大纲</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">11 月 16 日~ 11 月 21 日</td> <td style="text-align: center;">搜集、查阅、整理相关资料</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2008 年 11 月 22 日~2009 年 3 月 20 日</td> <td style="text-align: center;">初稿形成</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 月 20 日~ 3 月 25 日</td> <td style="text-align: center;">初稿审定</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 月 26 日~ 3 月 30 日</td> <td style="text-align: center;">第一次修改</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3 月 31 日~ 4 月 6 日</td> <td style="text-align: center;">第一次审定</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 月 7 日~ 4 月 15 日</td> <td style="text-align: center;">第二次修改</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 月 15 日~ 4 月 20 日</td> <td style="text-align: center;">定稿</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4 月 21 日~ 5 月 18 日</td> <td style="text-align: center;">论文评阅小组评审论文（设计）</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2009 年 5 月 23 日</td> <td style="text-align: center;">毕业论文（设计）答辩</td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-right: 20%;">学生签字:</p> <p style="text-align: right; margin-right: 20%;">指导教师签字:</p> <p style="text-align: right; margin-right: 20%;">年 月 日</p>						2008 年 11 月 10 日	选题	2008 年 11 月 10 日~ 2009 年 5 月 20 日	接受指导老师的指导	2008 年 11 月 10 日~2008 年 11 月 15 日	拟定论文大纲	11 月 16 日~ 11 月 21 日	搜集、查阅、整理相关资料	2008 年 11 月 22 日~2009 年 3 月 20 日	初稿形成	3 月 20 日~ 3 月 25 日	初稿审定	3 月 26 日~ 3 月 30 日	第一次修改	3 月 31 日~ 4 月 6 日	第一次审定	4 月 7 日~ 4 月 15 日	第二次修改	4 月 15 日~ 4 月 20 日	定稿	4 月 21 日~ 5 月 18 日	论文评阅小组评审论文（设计）	2009 年 5 月 23 日	毕业论文（设计）答辩
2008 年 11 月 10 日	选题																												
2008 年 11 月 10 日~ 2009 年 5 月 20 日	接受指导老师的指导																												
2008 年 11 月 10 日~2008 年 11 月 15 日	拟定论文大纲																												
11 月 16 日~ 11 月 21 日	搜集、查阅、整理相关资料																												
2008 年 11 月 22 日~2009 年 3 月 20 日	初稿形成																												
3 月 20 日~ 3 月 25 日	初稿审定																												
3 月 26 日~ 3 月 30 日	第一次修改																												
3 月 31 日~ 4 月 6 日	第一次审定																												
4 月 7 日~ 4 月 15 日	第二次修改																												
4 月 15 日~ 4 月 20 日	定稿																												
4 月 21 日~ 5 月 18 日	论文评阅小组评审论文（设计）																												
2009 年 5 月 23 日	毕业论文（设计）答辩																												

本表一式三份, 学生本人、指导教师、学部各一份。

日产量 50 吨乳粉厂设计

摘 要

随着社会的进步,国民经济的增长,乳粉产业的发展贯穿于世界乳品的发展历史之中,在人类食品中占有特殊的地位,它对人类健康和增强身体素质的重要价值逐渐被国民重视。

本文是根据食品厂设计的要求设计日产量 50 吨全脂乳粉工厂,其中包括厂址选择,产品制定方案,生产工艺流程,并进行物料衡算。根据工艺要求以及计算结果来选择机器设备,根据各个岗位的工作量不同来进行劳动人事安排,达到有效的工作饱和和状态,本设计采用两班制,每班生产 8 小时,然后对水,电,气进行计算,合理的安排,以免浪费。最后绘制车间平面图,工艺流程图,达到具备日生产 50 吨全脂乳粉的目的。

关键词: 全脂乳粉; 工厂设计; 生产工艺

Daily output 50 ton powdered milk factory design

Abstract

Along with society's progress, national economy growth, powdered milk industry development penetration in world dairy produced historical development, holds the special status in human food. It was taken gradually to the human health and the enhancement physical quality's important value by the national.

This article was acts according to the food products factory design through AutoCAD the request design daily output 50 ton fat powdered milk factory, And included the factory site choice, the product formulation plan, the technique of production flow, and carried on the material balance. Chosen the machinery equipment according to the technological requirement as well as the computed result, did not come together according to each post's work load carried on the work personnel arrangements, achieved the effective work saturated condition, the design used the double shift, each class worked 8 hours, then adding water, the electricity, the gas carries on the computation, reasonable arrangement, in order to avoid wastes. Finally the plan workshop horizontal plan, the flow chart, achieved has the date to produce 50 ton fat powdered milk the goal.

Key word: Fat powdered; Milk plant design; Technique of production

目 录

摘要.....	i
Abstract.....	ii
第 1 章 绪论.....	1
1.1 我国全脂乳粉发展现状.....	1
1.2 我国全脂乳粉发展前景.....	1
1.3 设计的目的及可行性.....	2
1.4 设计的内容.....	3
第 2 章 厂址选择.....	4
2.1 厂址选择的原则.....	4
2.2 厂址选择的依据.....	4
2.3 厂址的确定.....	6
第 3 章 平面布置说明.....	8
3.1 总平面设计的基本原则.....	8
3.2 生产车间的平面布置.....	9
第 4 章 生产工艺流程.....	10
4.1 生产工艺流程图.....	10
4.2 生产工艺论证.....	11
4.2.1 原料乳的收纳.....	11
4.2.2 原料乳的预处理.....	11
4.2.3 杀菌.....	12
4.2.4 均质.....	12
4.2.5 浓缩.....	12
4.2.6 干燥.....	12
4.2.7 出粉.....	13
4.2.8 筛粉.....	13
4.2.9 包装.....	13
第 5 章 物料衡算.....	14
5.1 产品方案的确定.....	14

5.2	生产规模及主要的工艺参数.....	14
5.3	原料乳及产品成分确定.....	14
5.3.1	原料乳成分.....	14
5.3.2	成品乳的成分.....	14
5.4	标准化计算.....	14
5.4.1	乳脂肪 F 与非脂干物质 SNF 之比 R	15
5.4.2	脱脂乳中非脂乳固体:	15
5.4.3	每吨原乳配成标准乳所需脱脂乳量 G	15
5.4.4	制脱脂乳需要分离原料乳量.....	15
5.4.5	一吨原料乳和去除的稀奶油 (G2) 量.....	16
5.4.6	理论出粉值.....	16
5.4.7	出粉率.....	16
第 6 章	浓缩热量衡算.....	17
6.1	各效蒸发水量.....	17
6.2	蒸发水分所需热量.....	18
6.3	各效消耗蒸汽量.....	18
6.4	喷雾干燥塔设计.....	18
6.4.1	干燥的目的.....	18
6.4.2	干燥的特点.....	18
6.4.3	喷雾干燥流程.....	19
6.5	喷雾干燥塔热量计算.....	20
第 7 章	主要设备选型.....	24
7.1	选择设备的原则.....	24
7.2	主要设备的选型.....	24
第 8 章	公共系统.....	26
8.1	用水系统及用水量的估算.....	26
8.1.1	乳粉厂用水分类.....	26
8.1.2	给水系统和配水系统.....	26
8.1.3	冷却水循环系统.....	26
8.1.4	排水系统.....	26

8.1.5	全厂用水量的估算	27
8.2	供电系统及用电量的估算	27
8.2.1	供电要求和相应措施	27
8.2.2	车间配电原则	27
8.2.3	主车间配电	27
8.2.4	用电量的估算	27
8.3	全厂用汽量的计算	28
第9章	劳动组织	29
9.1	基本原则	29
9.1.1	劳动力组织原则	29
9.1.2	企业组织原则	29
9.2	车间劳动制度	29
9.3	乳粉车间人员编制	29
9.4	辅助部门人员编制	29
9.5	管理人员编制	30
第10章	经济技术分析	31
10.1	产品成本核算	31
10.1.1	原料乳	31
10.1.2	包装材料	31
10.1.3	水电燃料	31
10.1.4	劳动成本	32
10.1.5	设备折旧费	32
10.1.6	产品成本核算表	32
10.1.7	全年成本核算	32
10.2	产品收入核算	32
10.3	利润上缴	33
10.4	全厂总投资	33
10.4.1	设备投资估算	33
10.4.2	全厂总投资估算	34
10.5	投资回收期	34

结论	35
参考文献	36
致谢	37

日产量 50 吨全脂乳粉厂设计

第 1 章 绪论

1.1 我国全脂乳粉发展现状

食品工业是中国最具活力的主要产业之一，进入 21 世纪食品工业发展速度进一步加快，预计未来几年，食品加工产业链继续延伸扩展，中国食品产业将继续保持高速发展的势头。

乳与乳制品是最接近完善的食品，在人类食品中占有特殊的地位，随着生活水平的提高，人们开始注重饮食的营养和保健。乳粉产业的发展贯穿于世界乳品的发展历史之中，在人类食品中占有特殊的地位，乳粉是一种营养价值高，储藏期长，方便运输的产品，它对人类的健康和增强身体素质的重要价值逐渐被国民重视，此外，随着对外开放先进的乳品加工工艺的引进和跨国公司的涌入，我国的乳品市场和加工企业发生巨大的变化。为了满足我国乳业快速发展和积极应对加入 WTO 带来的乳业发达国家的挑战，有必要对乳品的厂区，车间卫生，技术及乳制品的原料，生产加工工艺，工厂设计等加以重视。

今年突如其来的三鹿奶粉事件将整个乳品行业陷入被动之中，随着国家对此事的高度重视，和对过往产品的大力检测，越来越多的品牌产品都被检测出三聚氰胺，对于乳品界来说确实是个不小的压力，当然很多品牌的全脂乳粉也名列其中，但是这也是一次不错的警钟，从此中国的乳品行业将进入一个崭新的时代。

1.2 我国全脂乳粉发展前景

危机的爆发将使行业内所有企业面临同样严峻的考验，那就是消费者对于相关政府机构食品安全监测能力的怀疑，对于企业经营诚信度的怀疑，以及国内乳品消费热情的骤减。在危机形成与上升的这一阶段，我们相信任何来自企业的声明或辩解、对于事件本身的补救措施甚至对于未来守信经营的承诺都会显得苍白，中国乳业或将因此迎来寒冬。估计在事件被曝光后的数月，市场恐慌情绪可能导致国内乳品消费同比锐减 50% 甚至更高，由于乳品消费存在较强刚性特征，预计 09 年国内乳品消费或将能够恢复到正常年份的 70% 左右，消费信心的恢复则需要更长时间，因此我们不认为 09 年以后几年内国内乳品消费热情会有持续明显的改观。

1.3 设计的目的及可行性

大学四年的全面学习,包括基础知识和专业知识,使我们在离开学校,步向社会之际,有了一定的基础应用技能。本设计是将我们学到的知识应用到实践中来。在独立完成这个设计的过程中,一方面巩固学到的知识,另一方面通过查阅,整理资料增加我们的认识和科研技能,同时,进一步熟悉工厂的生产实际,培养我们理论联系实际的能力,锻炼了我们作为一名技术骨干应有的独立工作能力。

众所周知,乳品工业是食品工业的重要行业之一。从满足人民日渐提高的生活需要,促进农牧生产方面,还是加速国民经济的发展,乳品工业都具有举足轻重的地位。乳制品营养丰富,是国防、勘探、劳保、旅游方面必须的方便食品和保健食品,对促进儿童健康成长尤有突出的作用。随着人民生活水平的提高,乳制品将日益显示出其重要作用。

我们是世界四大文明古国之一,在史前人们就开始利用乳制品具有了悠久的历史。至今仍为许多风味优美的民族乳制品。在广大牧区,乳制品是牧民的主要食品之一。但是,在半封建半殖民地的中国,乳品工业得不到发展,广大的城乡居民还谈不上消费乳制品。解放后,我国乳品工业蓬勃发展。从小到大,产量和乳品企业的数量迅速增加。我国最早的基点是在上海,广州,现在各自治区都已建立了数量不等的乳品厂。真是星罗棋布。就连世界屋脊西藏,在海拔 4000 米以上的那曲,也建起了第一做乳品厂。1978 年全国乳品产量比 1952 年增长了数十倍,创造了建国以来的最高水平。

而在乳品工业发展的国家,乳品是主要的食品,有些国家平均每人每年牛乳的消费量超过 500 公斤,在乳业发展的国家乳品工业已经成为一个规模宏大,品种繁多,自动化程度甚高的发达的工业部门。1978 年,奶牛头数达 2543 万头,牛乳产量达 415.7 万吨,乳制品产量达 2884 万吨,奶量平均单产高的国家达 6542 公斤/头·年,现在国际上乳制品的年贸易量高达数百万吨,足见乳品工业在国民经济中占有重要地位。

可见,与国外比较,我国人民的消费乳水平存在差距。再者,我国地大物博,人口众多,自然条件优越,因而乳品工业高速发展的必要性和可能性都具备,特别是在改革开放以后,人民的生活水平日渐提高。在食品的质量要求商越来越高,营养要求有所侧重,各种休闲食品业应运而生,乳品工业越发显得在这方面举足轻重的作用,党的政策的倾斜,南方地区的奶牛饲养迅速发展,这也为南方乳品的发展提供了条件。查阅资料也可发现,南方相对于北方,南方乳品工业的发展潜力是较大的。市场上的奶粉、炼乳

大部分是北方的乳品厂，或国外进口的，南方本地的产品较少见。其实，本地产品如果质量跟得上，竞争能力是很大的。

乳品厂的重要原料是鲜乳，鲜乳营养丰富，极易腐败，具有多种成分的液体。本设计需要日产量为 50 吨，在目前情况下，原料的供应不成问题，因为奶牛的饲养者纷纷出现，产品的广阔市场为工厂的生存和发展提供了良好的保证。

1.4 设计的内容

1. 乳粉厂的工艺流程及论证
2. 全脂乳粉的物料及热量衡算
3. 主要的设备选型
4. 劳动组织设计
5. 利润及成本估算

第 2 章 厂址选择

2.1 厂址选择的原则

工业生产的布局,涉及到一个地区的长远规划。一个食品工厂的建设,对当地资源,交通运输,农业发展都有密切关系。食品工厂的厂址选择是否恰当,将直接影响工农关系,城乡关系,有时甚至影响到基建进度,投资费用及建成投产后的生产条件 and 经济结果。同时,对产品质量和卫生条件,对职工的劳动环境等,都有密切的关系。

1. 厂址选择,首先符合国家的方针政策:

食品工厂的厂址应设在当地的规划区内,以适应该地远近期规划的统一布局,并尽量不占,少占良田,做到节约用地。所需用地可按基建要求,分期分批征用。

2. 厂址选择,应以生产条件考虑:

(1) 根据我国具体情况,食品工厂一般倾向于设在原料产地附近大中城市之郊区,个别产品为有利于销售,可设在市区。这不仅可获得足够数量和质量新鲜的原料,利于工厂对农村生产的指导和联系,便于辅助材料及包装材料的获得,利于产品销售,还可减少运输费用。

(2) 厂区的标高应高于当地历史最高洪水位,特别是主厂房和仓库。厂区的自然排坡度最好在 0.004~0.008 之间。

(3) 厂址有可靠的地质条件,应避免将工厂设在流沙,土崩断层上。对特殊地质及溶洞,失陷性应尽量避免。厂址应有一定的地耐力,建筑冷库的地方地下水为不能过高。

(4) 厂址附近有有良好的卫生环境,没有有害气体,粉尘,及其他扩散性污染源,特别是上风向地区的工矿企业,更需要它们对食品厂生产无害处,厂址不应选在受污染河流的下游。

(5) 所选厂址面积不大,应尽量满足生产要求,并有发展余地和留有适当的空余场地^[14]。

2.2 厂址选择的依据

在以上的前提下,在选择乳品厂时,一般要考虑以下几个方面:

1. 原料供应

要考虑原料供应的来源,时期及数量,质量等方面问题。乳品厂以鲜奶为主要原料,因而选择厂址的时候要做奶源调查,尽量使乳品厂靠近奶源,减少运输设备。

2. 水源与排水

必须有充足的水源,且保证水质符合饮用水的标准。地势地形应使排水通畅,确保厂区的卫生条件,工厂排水符合环保法,不得危害周围环境。

乳品厂生产时,需要大量的水,因而最好要在靠近有水源的地方。或在有供应自来水的地方。乳品生产时又有大量废水及少量的废渣向外排放,因而要在排污公共设施附近,以免污染周围环境。

3. 占地与面积

需满足建厂和发展的要求,又要节约用地,尽量利用荒山坡地。

4. 地势和地质

地势要平坦,坡度不宜超过3%,以便减少工程量和有利于厂区运输线路的布置。要有良好的地址,避免进行特殊的基础处理,以利于节省投资。应避免在矿山,流沙地带,滑坡地段,淤泥地,古河道,古墓地,人防工程区建厂。

5. 劳动力

乳品厂应靠近劳力源。由于生产有淡,旺季之分,在生产人员应注意统筹安排,既使旺季能提高产量,在淡季时又能安排剩余劳动力。

6. 动力

厂址应有靠近高压电元。乳品厂一般要求连续生产,不能停电,这样需要有二路高压电源,同时也要考虑燃料供应方便些。

7. 交通运输

厂址要方便运输。尽量接近城市马路或公路,以减少道路的建设费用,同时考虑奶源的运输费用,可能情况下,尽量采用水路运输。

8. 环境

不得有污染食品的不良环境。包括厂址周围不得有粪便堆场,垃圾堆场,煤堆场,传染病医院,火葬场或焚化场,污水沟或污水处理站。放射性污染及其他有害气体粉尘污染源,也不宜在医院附近。应注意到距离较远的厂区主导风向的上风位置的污染源的影响。

9. 位置

(1) 厂址的位置是根据以下原则确定的：一般说，原料量大的宜放在原料产区；成品量大和产品不耐保存的应设在城市。因此乳品厂应设在城市的郊县以适应以上的要求。

(2) 同时亦应考虑劳动力的来源，由于乳品厂的生产具有季节性，在生产旺季时，需要大量的临时工，所以在考虑厂址选择时应尽量靠近城市。

(3) 厂址位置应尽量远离机场，通讯中心和其他军事设施。因为这些部门对与工厂的距离，厂房及构筑物高度及厂内设备均有严格的限制。

(4) 厂址位置不要设在文物区；名胜风景区强的地震区。

(5) 职工生活区的位置应尽量靠近城镇以减少集体福利事业的投资，并能方便职工的生活。

10. 风向、朝向和景向

(1) 风向：全年的主导风向应尽量在工厂区的上风位，居民区下风位，锅炉烟囱应在厂区下风位。

(2) 朝向：尽量采用南北向为的位置，以利于通风、采光和避免西晒。

(3) 景向：使主要厂房在马路线公路两旁，以符合城建的规划要求。^[2]

2.3 厂址的确定

根据上面的综合分析，确定选择黑龙江省克东县为本次设计的厂址。

如图 2-1，克东县位于黑龙江省北部，地处小兴安岭与松嫩平原过渡带，地势丘陵起伏，毗邻对俄重要口岸黑河市。全县是一个以农业为基础、工业为主导的县。克东县始建于 1915 年，历史悠久，因后建于克山县并位居其东而得名。克东县隶属于齐齐哈尔市，人口 28.3 万，辖 4 镇 3 乡 98 个行政村，10 个农林牧场。

克东县地处低纬度，属中温带典型大陆性季风气候，四季分明，风调雨顺，年平均气温 1.2 摄氏度，极温在+37 至-37℃之间，平均积温 2100 至 2300 摄氏度之间，年日照 2720 小时，年降水量 500-600 毫米，无霜期 131 天。

据统计，克东县一季度全县奶牛存栏 26740 头，牛奶产量 7325 吨，同比分别增长 27.2%和 25.0%；生猪生产得到恢复性增长，生猪存栏 40678 头，同比增长 5.0%；家禽存栏 30 万只，同比增长 4.0%；肉类总产量达到 2567 吨，同比增长 2.4%。第一季度畜

牧业总产值实现 5440 万元，同比增长 57.1%。畜牧业生产的良好开端为克东县实现乳业快速发展奠定了坚实基础。

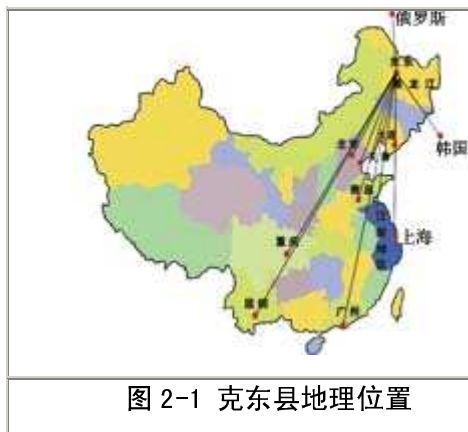


图 2-1 克东县地理位置

第3章 平面布置说明

3.1 总平面设计的基本原则

总平面设计必须贯彻国家的各项方针、政策,在符合防火、卫生规范的前提下,尽可能节约用地,不占、少占农田;减少劳动强度,节约建筑材料,具体应注意以下几方面。

1. 平面紧凑:

必须按设计任务书和选择厂址报告进行设计,按不同的规模和类别结合周围环境,布置上力求紧凑,节约用地。

2. 布置合理:

(1) 建筑物、构筑物的布置必须符合工艺流程要求,力求生产线略短,避免交叉和往返运输,合理组织人流物流。

(2) 动力设施应接近负荷中心,以缩短管线,减少损耗。

(3) 根据生产性质不同,动力供应,货运周转,卫生防火等分区布置。

(4) 主车间应与食品卫生有影响的综合车间,废品仓库、媒堆,大量烟尘或有害气体排出车间间隔一定的距离,主车间应设在锅炉房的风位;并把有大量烟尘排出的车间布置在厂区边缘及常年主导风向的下侧。

(5) 供水设施相对集中,并接近水源,管道的走向机厂区的排水,应结合厂区的地形。有组织地排入城市地下系统或河流。

(6) 生产区和生活区、厂前区和生活区分开。

(7) 厂区建筑物间距应从放火、卫生、防震、防尘、噪音、日照、通风等方面考虑,在符合有关规范的前提,是建筑物间的距离最小。

(8) 乳品生产对卫生有较高要求。生产车间应注意朝向,使车间通风良好,并和厂外公路有一定距离,中间设有绿化地带阻挡尘埃。公厕与主车间、食品原料仓库或成品库保持一定的距离。

(9) 收奶、成品应接近于出口和入口,运煤不穿越生产区,而另设出入口,厂要考虑绿化的可能。

(10) 厂区各建筑物布置应符合规划要求。同时合理的利用地质和地形,水文等的自然条件。

① 合理安排建筑物道程基本标高，以即保证不受洪水影响，是排水畅通，同时又节约土方工程。

② 在坡地，土地建设工厂可采用不同标高安排道路及建筑物，即进行合理的竖向布置。

③ 互相影响的车间，尽量不要放在同一建筑物里。但相似车间尽量放在一起，提高场地利用率^[14]。

3. 提高土地利用率

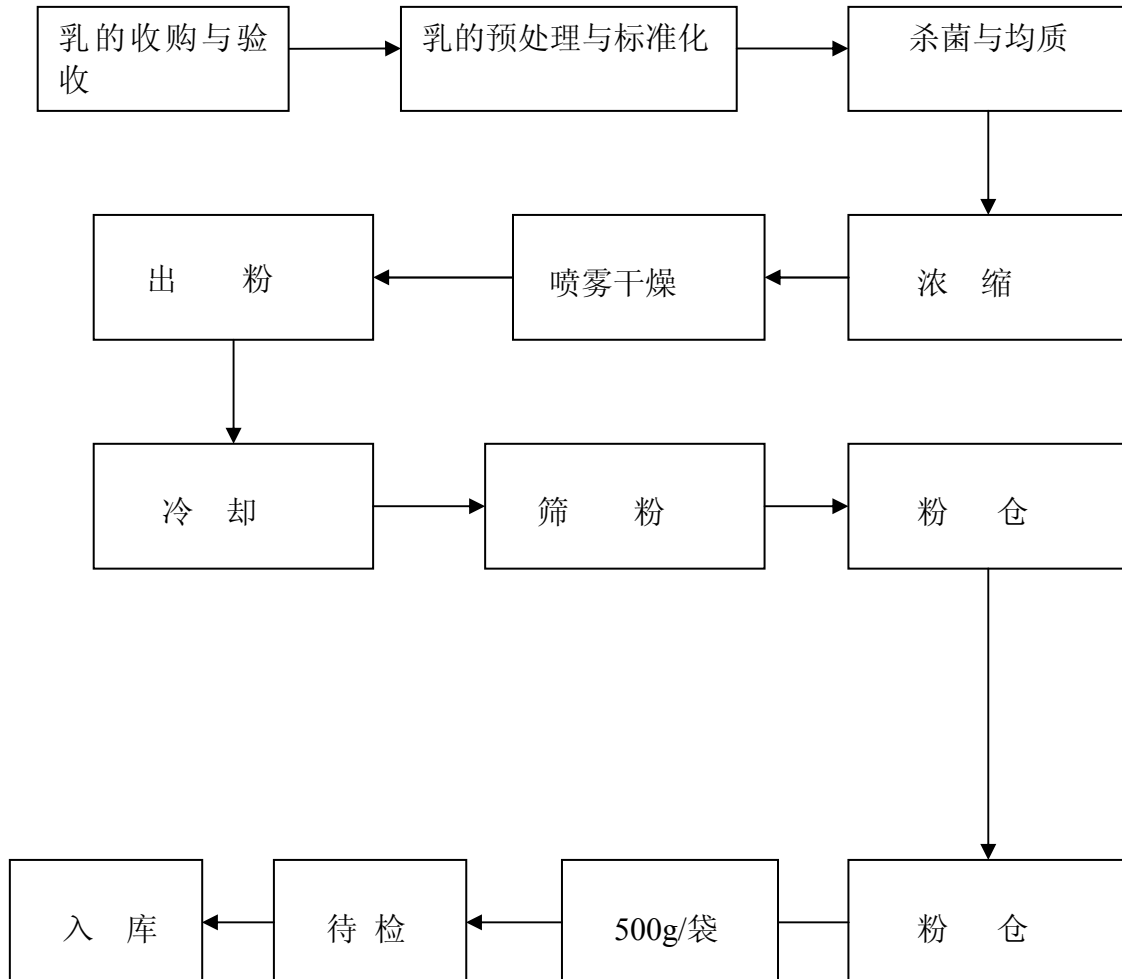
在现在社会内，由于用地趋向紧张，在不占，少占农田的政策下，应尽可能提高土地的利用系数。在符合工艺流程的前提下，宜将生产性质，放火，卫生，运输条件等方面相似的车间，仓库予以合并，集中布置，建筑物外形力求方正。^[9]

3.2 生产车间的平面布置

厂房设计要宽敞明亮，留有合理的操作空间，内部设施一定要完善。设有生产过程的中间检测间，最终产品检测间，更衣间及外跨的参观走廊等。厂房的高度主要风机决定，考虑到工人的操作及排气要求，所以厂房的适宜高度应在 7m 以上。其次要考虑出粉间的高度。因为，干燥设备有高位布置的需要，乳品厂生产车间的布置是工艺设计中最重要的部分，不仅与建成投产后的生产实践有很大的关系，而且影响到工厂整体。车间布置一经施工就不易改变，所以在设计过程中不惜全面考虑。而全厂的占地面积还要包括锅炉房，配电间，原料房，成品房，办公区，生活区及绿化林带等工艺设计必须与土建，给排水，供电，供气，通风采暖，制冷以及安全卫生等方面取得统一和协调。具体如图所示。

第4章 生产工艺流程

4.1 生产工艺流程图



4.2 生产工艺论证

4.2.1 原料乳的收纳

1. 原料乳的收纳

表 4-1 原料乳的验收标准如下

表 4-1 原料乳验收标准

项目	指标	检测方法
色泽	呈乳白色或稍带微黄色	取适量试样于 50ml 烧杯中，在自然光下观察色泽和组织状态
组织状态	呈均匀胶态流体，无沉淀，无杂质和肉眼可见异物	取适量试样于 50ml 烧杯中，先闻气味，后用温开水漱口，再品尝样品滋味
滋味和气味	具有新鲜牛乳固有的香味，无其他异味	

2. 原料乳过滤

所谓过滤就是将液体微粒的混合物，通过多孔质的材料将其分开的操作。在牛乳方面用于除去鲜乳的杂质和液体乳制品生产过程中的凝固物。过滤的方法有常压过滤，吸附和加压过滤等。本设计采用常压过滤^[5]。

3. 乳的净化

原料乳经过数次过滤后，虽然除去了大部分的杂质，但是，由于乳中污染了很多极为微小的机械杂质和细菌细胞，难以用一般的过滤方法除去。为了达到最高的纯净度，我们采用离心净乳机净化。利用机械的离心力，将肉眼不可见的杂质去除，使乳达到净化的目的^[13]。

4.2.2 原料乳的预处理

标准化的原理：

乳制品中脂肪与无脂干物质之间比值取决于原料乳中脂肪与无脂干物质之间的比值，而标准化后乳中的脂肪与无脂干物质之间的比值取决于原料乳中脂肪与无脂干物质

之间的比例。

4.2.3 杀菌

在前处理对鲜奶采用 85℃, 15 秒高温短时巴氏消毒处理, 这可以杀灭并终止嗜冷菌的生长, 也可大幅杀灭常规菌。使鲜奶在较长的低温贮存期保证质量。在巴氏消毒处理的同时对原料奶进行净乳处理。巴氏消毒机和净乳机的处理能力为 25/吨, 巴氏消毒处理后的原料奶送至巴杀奶仓贮存^[1]。

4.2.4 均质

均质的目的在于破碎脂肪球, 使其分散在乳中, 形成均匀的乳浊液。均质前将原料乳预热到 60~65℃, 效果最佳。

4.2.5 浓缩

干燥的目的是为了除去液态乳中的水分, 使产品以固态存在。本设计采用的是三效蒸发器。

三效设备特点:

1. 接触物料材质: 全部采用不锈钢 SUS304 材料;
2. 设备由一、二、三效加热器, 一、二、三效蒸发分离器、预热器、混合式冷凝器、热压泵、真空泵、物料泵、平衡槽、电控箱、工作台及所有管路、阀门组成。
3. 蒸汽耗量低, 1kg 蒸汽可蒸发 3.3kg 水。
4. 蒸发温度低, 部分二次蒸汽经喷射式热压泵重新吸入一效加热器, 热量得到充分利用, 蒸发温度相对较低。
5. 浓缩比大, 降膜式蒸发, 使粘度较大的料液容易流动蒸发, 不容易结垢, 浓缩时间短, 浓缩比可达到 1:5。
6. 电源、各进、出物料泵、真空泵等控制及真空系统仪表及温度仪表全集中于操作箱控制盘控制, 实现自动化操作生产^[13]。

4.2.6 干燥

喷雾干燥采用立式上排风宽体塔, 压力喷雾并带有细粉回收附聚功能。细粉回收采用一级 2 台并联型旋风分离器, 回收的细粉经旋转阀排出后, 用罗茨风机经风管送至干燥 5 顶部吹入与喷雾液滴附聚, 各喷枪喷雾角度分别可调并可控制关闭和开启。塔内底部装有固定式流化床, 用来二次干燥, 可较大地提高热效率。本项目喷雾干燥器为较低

温型喷雾干燥器,使用安全性较高,但仍配有防火、防爆设施和泄爆门。喷雾干燥器配有 CIP 清洗装置,每段(约一个月)生产运行后,均可清洗消毒。塔出粉口下接有摇动流化床,摇动流化床分三段,头 2 段为热风加热干燥段,风温 30℃。流化床前 2 段进风系统有风机、过滤器和加热器组成。振动流化床排风带出的细粉则由旋风分离器分出送回塔顶附聚。经流化床冷却后的奶粉,分离出粉块后,以真空输粉的方式送入贮粉仓待包装^[3]。

4.2.7 出粉

喷雾干燥结束后应立即将乳粉送至干燥室外并及时冷却,避免乳粉受热时间过长,特别是对全脂乳粉,受热时间过长会引起乳粉中游离脂肪的增加,严重影响乳粉的质量,使之在保存中容易引起脂肪的氧化变质。乳粉的色泽,滋气味,溶解度同样会受到影响。

4.2.8 筛粉

采用机械震动筛,筛底网眼为 40-60 目。目的是为了使乳粉均匀,松散,便于冷却。

4.2.9 包装

1. 包装的目的:

- (1) 防止乳粉吸湿、结块、变质。
- (2) 便于销售、携带,利于运输、贮藏。
- (3) 避免紫外线照射。
- (4) 防止乳粉中香味散失。
- (5) 防止外界的一切污染。
- (6) 利用包装引起消费者注意,并注明重量成分、用途及食用方法等^[8]。

2. 包装时影响产品质量的因素

- (1) 包装时乳粉的温度。
- (2) 包装室内湿度。
- (3) 空气。

第 5 章 物料衡算

5.1 产品方案的确定

产品方案:

日产量 50 吨全脂乳粉 大约需要原料奶 400t

5.2 生产规模及主要的工艺参数:

年生产天数 300 天/年;

日生产时间 16h/天;

采用两班制 每班 8h;

小时产量 3.85t/h;

班产量 25.03t;

生产规模 15000t/年;

5.3 原料乳及产品成分确定

5.3.1 原料乳成分

脂肪: $F=3.5\%$

非脂干物质: $SNF=8.1\%$

总干物质: $Ts=11.6\%$

脂肪与非脂干物质比: $R=3.5/8.1=0.432$

5.3.2 成品乳的成分

根据 GB5410—1999 规定

脂肪 $\geq 26\%$, 水分 $\leq 5.0\%$, 非脂乳固体 $\geq 34\%$

此次设计规定脂肪: $F=27\%$ 水份 $=3.0\%$

非脂干物质: $SNF_1=70\%$

脂肪与非脂干物质比: $R_1=27/70=0.386$

5.4 标准化计算

从原料乳中直接标准化(在线标准化)配成标准化乳。

5.4.1 乳脂肪 F 与非脂干物质 SNF 之比 R

1. 原乳成分:

脂肪含量 $F=3.5\%$ 非脂乳固体 $SNF=8.1\%$
 总干物质 $Ts=11.6\%$ 脂肪/非脂乳固体 $R=3.5/8.1=0.432$

2.成品标准:

脂肪 $F_1=27\%$ 非脂乳固体 $SNF_1=70\%$
 脂肪/非脂干物质比 $R_1=27/70=0.386$
 原乳 $R=0.432$ 成品乳 $R_1=0.386$

$R > R_1$ ，由此看出原料乳中脂肪含量偏高，必须在原料乳中添加脱脂乳才能达到标准的成分。

设定：脱脂乳含脂肪 $F_2=0.2\%$ ；稀奶油含脂肪 $F_3=40\%$

5.4.2 脱脂乳中非脂乳固体:

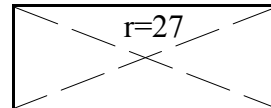
$$\begin{aligned} SNF_2 &= SNF \times (100 - F_2 / 100 - F) \\ &= 8.1 \times (100 - 0.2 / 100 - 3.5) \\ &= 8.377\% \end{aligned}$$

5.4.3 每吨原乳配成标准乳所需脱脂乳量 G

因为 $F=3.5\%$, $F_2=0.2\%$, $F_1=27\%$ $p=3.5$ $r-q=26.8$

$$M_1 : 1000 = 23.5 : 26.8$$

$$M_1 = 876.87 \text{kg}$$



$q=0.2$ $r-p=23.5$

5.4.4 制脱脂乳需要分离原料乳量

设：分离原料乳可得到 (M_2) 脱脂乳和 (M) 稀奶油根据脂肪含量守恒

$$G \times F = M_1 \times F_2 + M_2 \times F_3 \text{ 且 } G = M_1 + M_2$$

$$\Rightarrow M_2 = M_1 \times \frac{F - F_2}{F_3 - F} = 876.87 \times \frac{3.5 - 0.2}{40 - 3.5} = 79.28 \text{kg}$$

则需要分离原料乳： $G = M_1 + M_2 = 876.87 + 79.28 = 956.15 \text{kg}$

5.4.5 一吨原料乳和去除的稀奶油 (G_2) 量

$$\text{一吨原料乳可制得标准乳量: } \frac{1956.15}{1876.87} = \frac{1000}{G_1} \Rightarrow G_1 = 959.47 \text{kg}$$

$$\text{去除的稀奶油量: } G_2 = 1000 - G_1 = 1000 - 959.47 = 40.53 \text{kg}$$

1. 原料乳经预处理→冷却→贮存(损失率按 0.5%计算)

$$M_0 \Rightarrow \text{经标准化} \Rightarrow 959.47\text{kg} ; M_1 = 959.47 \times (1 - 0.5\%) = 911.50\text{kg}$$

2. 标准化乳经输送、冷却、贮存(损失率按 0.2%计算)

$$M_2 = M_1 \times (1 - 0.2\%) = 911.50 \times (1 - 0.2\%) = 893.27\text{kg}$$

3. 浓缩后料液浓度取 48%(损耗按 0.4%计算)

$$M_3 = \frac{893.27 \times 11.6\% \times (1 - 0.4\%)}{48\%} = 220.57\text{kg}$$

4. 喷雾干燥后, 可得 97%的奶粉(损耗按 0.5%计算)

$$M_4 = \frac{220.57 \times 48\% \times (1 - 0.5\%)}{97\%} = 108.60\text{kg}$$

5. 冷却、包装(损失率按 0.2%计算)

$$M_5 = M_4 \times (1 - 0.2\%) = 108.60 \times (1 - 0.2\%) = 108.38\text{kg}$$

5.4.6 理论出粉值

$$\frac{1000 \times 12.2\%}{97\%} = 125.77$$

5.4.7 出粉率

$$\frac{\text{实际出粉值}}{\text{理论出粉值}} = \frac{108.38}{125.77} = 86.17\%$$

第 6 章 浓缩热量衡算

1 吨原料乳经标准化乳经输送、冷却、贮存后料液量为 893.27kg, 那么 400 吨原料乳在标准化贮存后浓缩前的料液量为 357308kg; 标准乳中的固体含量为 11.6%, 浓缩乳浓度控制在 48%。

$$\text{原料液处理量: } M = \frac{357308}{2\text{班} \times 8} = 22331.75 \text{ kg/h}$$

$$\text{水分总蒸发量: } W = M \times \left(1 - \frac{X_0}{X_3}\right) = 22331.75 \times \left(1 - \frac{11.6\%}{48\%}\right) = 20888.78 \text{ kg/h}$$

由于原料液处理量大, 本设计采用的是三效式降膜蒸发器, 而且需要向制造商定制大处理量的三效降膜蒸发器。处理量为 22331.75 kg/h

表 6-1 三效主要技术参数

项目	三效
生产能力: (约)	20000~25000kg/h
蒸汽消耗量: (约)	4000kg/h
冷却水消耗量: (约)	105t/h

6.1 各效蒸发水量

表 6-2 三效降膜式蒸发器各效参数

项目	I 效	II 效	III 效
蒸发温度/°C	70	57	45
真空度/kPa	69	83	90
加热蒸汽温度/°C	81	70	57
物料进口温度/°C	94	70	57
物料出口温度/°C	70	57	45
出料浓度/(%)	21	30	48

$$1. W_1 = M \times \left(1 - \frac{X_0}{X_1}\right) = 22331.75 \times \left(1 - \frac{11.6\%}{21\%}\right) = 9996.12 \text{ kg/h}$$

$$2. W_2 = (M - W_1) \times \left(1 - \frac{X_1}{X_2}\right) = (22331.75 - 9996.12) \times \left(1 - \frac{21\%}{30\%}\right) = 3700.69 \text{ kg/h}$$

$$3. W_3 = (M - W_1 - W_2) \times \left(1 - \frac{X_2}{X_3}\right) = (22331.75 - 9996.12 - 3700.69) \times \left(1 - \frac{30\%}{48\%}\right) = 3238.10 \text{ kg/h}$$

6.2 蒸发水分所需热量

表 6-3 不同温度水蒸汽的热焓

	R (生蒸汽)	R_0	R_1	R_2	R_3
蒸汽温度/°C	164.7	81	70	57	45
热焓/kJ/kg	2071.5	2307.9	2331.3	2366.5	2389.5

$$Q_1 = W_1 \times R_1 = 9996.12 \times 2331.3 = 2.33 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

$$Q_2 = W_2 \times R_2 = 3700.69 \times 2366.5 = 0.87 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

$$Q_3 = W_3 \times R_3 = 3238.10 \times 2389.5 = 0.77 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

6.3 各效消耗蒸汽量

$$D_1 = \frac{Q_1}{R_1} = \frac{2.33 \times 10^7}{2331.3} = 0.9 \times 10^4 \text{ kg/h}$$

$$D_2 = \frac{Q_2}{R_2} = \frac{0.87 \times 10^7}{2366.5} = 3600 \text{ kg/h}$$

$$D_3 = \frac{Q_3}{R_3} = \frac{0.77 \times 10^7}{2389.5} = 3200 \text{ kg/h}$$

6.4 喷雾干燥塔设计

6.4.1 干燥的目的

干燥是利用热量使湿物料中水分等湿分被汽化除去,从而获得固体产品,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,扩大供应范围,还可以在干燥同时改变食品的风味或形状等,并能提高食用的方便。

6.4.2 干燥的特点

1. 干燥速度快,物料受热时间短。浓缩乳经喷雾成 10—200 微米的乳滴,其单位重量的表面积很大,热交换迅速,水分蒸发极快,受热时间短,乳粉具有很高的溶解度。

2. 干燥过程温度低,乳粉品质好。采用顺流干燥流程,热空气温度虽高,但物料

水分蒸发温度却不超过该状态下热空气的湿球温度,对全脂乳粉的色香味,营养成分及维生素等影响很小。

3. 调节工艺参数,可以控制成品的质量指标。选用适当的雾化器或调节干燥条件,可以改变制品的颗粒状态,大小,容重或水分,使制品具有良好的流动性,分散性,可湿性和冲调性。

4. 卫生质量好,产品不易污染。因干燥在密闭状态下的干燥室内进行,湿物料在干燥前受设备污染,产品杂质度很低。

5. 操作控制方便,适合于连续化,自动化,大型化生产^[10]。

6.4.3 喷雾干燥流程

全脂乳粉制造工艺流程,通常采用顺流或混流型,这样在干燥初期就可以获得较大的温度差,水分蒸发快,且粒子膨胀成近似球形的颗粒。至于干燥后期则与较低温度的热空气接触,受热比较均匀,成品的颗粒状态和品质均佳。

喷雾干燥工艺流程如图 6-1 所示。

首先,将过滤的空气由鼓风机吸进,通过空气加热器加热至 130—160℃后,送乳喷雾干燥室。同时将浓缩乳由高压泵送至喷雾器,或由奶泵送至离心喷雾转盘,喷成 10-20 微米的乳滴与热空气充分接触,进行强烈的热交换和质交换,迅速地排除水分,在瞬间完成蒸发,获得干燥。随之沉淀于干燥室底部。通过出粉机构不断地卸出及冷却。夹杂在废气中的极细微粉粒,在旋风分离器或带滤器中分离回收。废气则由排风机排楚。最后进行筛粉和包装^[11]。

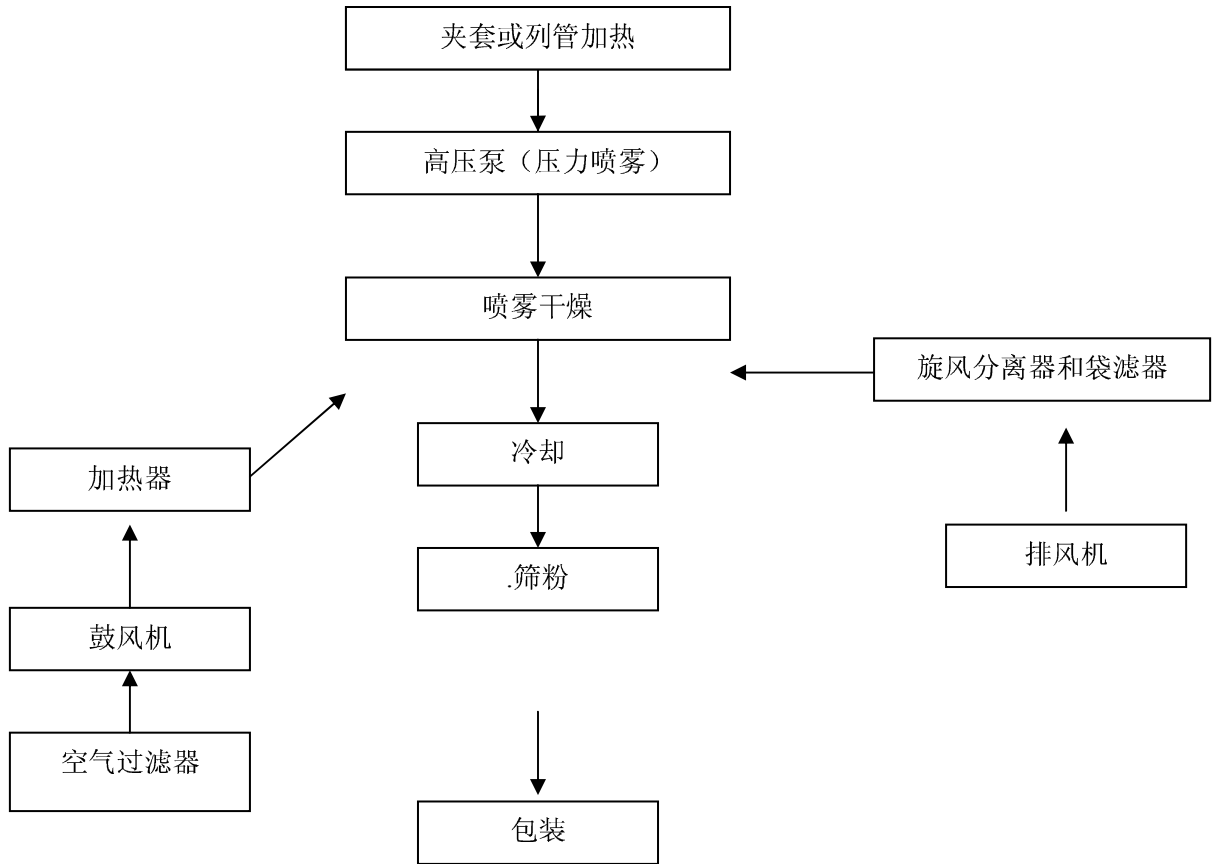


图 6-1 喷雾干燥工艺流程

6.5 喷雾干燥塔热量计算

6.5.1 设备处理能力

已知：1 吨原料乳经浓缩后质量为 220.57kg，那么 400 吨原料乳经过浓缩加工后质量为 $220.57 \times 400 = 88228\text{kg}$

则干燥设备的处理量为： $M_0 = \frac{88228\text{kg}}{16\text{h}} = 5514.25\text{kg/h}$

喷雾干燥塔内水分含量：52%→8%

6.5.2 物料性质

水的比热： $C_p = 4.187\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$ 乳粉干物料比热： $C_{p_r} = 2.09\text{kJ/kg}\cdot^\circ\text{C}$

浓缩乳进料温度： $t_\lambda = 45^\circ\text{C}$ 离开喷雾干燥塔温度： $t_{\text{出}} = 70^\circ\text{C}$

浓缩乳含水量: $w_1 = 52\%$ 喷雾干燥产品含水量: 8%

6.5.3 新鲜空气性质

新鲜空气温度: $t_0 = 20^\circ\text{C}$ 新鲜空气湿度: $\phi_0 = 65\%$

6.5.4 喷雾干燥室产量

理论水分蒸发量:

$$W_0 = M_0 \times \left\{ 1 - \frac{1-w_1}{1-w_2} \right\} = 5514.25 \times \left\{ 1 - \frac{1-52\%}{1-8\%} \right\} = 2646.84\text{kg/h}$$

理论干燥产品(含水 8%)量:

$$G_0 = M_0 - W_0 = 5514.25 - 2646.84 = 2867.41\text{kg/h}$$

在喷雾干燥塔设计时,应适当增大设备生产能力,为保证生产顺利进行。

设定:喷雾干燥室蒸发量 $W=3000\text{kg/h}$ 。

$$\text{设备需要处理物料量: } M = \frac{W \times (1-w_2)}{w_1 - w_2} = \frac{3000 \times (1-8\%)}{52\% - 8\%} = 6272.72\text{kg/h}$$

干燥成品量: $G=M-W=6272.72-3000=3272.72\text{kg/h}$ 。

6.5.5 喷雾干燥部分比容计算

表 6-4 设计参数

参数	单位	新鲜空气	热空气	废气
温度/ t	$^\circ\text{C}$	20	150	80
相对湿度	$\%$	65	0	12
湿度/ r'_m	$\text{kg}_\text{水}/\text{kg}_\text{干空气}$	0.011	0.011	0.035
焓/ H	kJ/kg	49	182	176

公式: $v = 4.64 \times 10^{-3} \times (0.622 + \gamma_m) \times (273 + t)$ (单位: m^3/kg)

① 新鲜空气比容: $v = 4.64 \times 10^{-3} \times (0.622 + 0.011) \times (273 + 20) = 0.86\text{m}^3/\text{kg}$

② 热空气比容: $v = 4.64 \times 10^{-3} \times (0.622 + 0.11) \times (273 + 150) = 1.24\text{m}^3/\text{kg}$

③ 废气比容: $v = 4.64 \times 10^{-3} \times (0.622 + 0.035) \times (273 + 80) = 1.08\text{m}^3/\text{kg}$

④ 干燥室内空气的平均比容: $v_{op} = \frac{v_1 + v_2}{2} = \frac{1.24 + 1.08}{2} = 1.16\text{m}^3/\text{kg}$

6.5.6 空气用量计算

- ① 每小时绝干空气用量 $L = \frac{W}{r_{m2} - r_{m1}} = \frac{3000}{0.035 - 0.011} = 120000.00 \text{ kg}_{\text{干空气}} / \text{h}$
- ② 需要新鲜空气的容积： $V_0 = L \times v_0 = 120000 \times 0.86 = 103200.00 \text{ m}^3 / \text{kg}$
- ③ 热空气容积： $V_1 = L \times v_1 = 120000 \times 1.24 = 148800.00 \text{ m}^3 / \text{kg}$
- ④ 干燥过程热空气用量 $V_{op} = L \times v_{op} = 120000 \times 1.16 = 192000.00 \text{ m}^3 / \text{kg}$
- ⑤ 废气容积： $V_2 = (L+W) \times v_2 = (120000+3000) \times 1.08 = 162000.00 \text{ m}^3 / \text{kg}$

注：废气排出量是进风量和水分蒸发量的总和。

6.5.7 干燥室热量衡算

1. 带入热量计算

(1) 热空气带入热量

已知：热空气温度为 150°C → 焓 $H = 182 \text{ kJ/kg}$ ；每小时绝干空气用量： $L = 120000.00 \text{ kg/h}$

$$Q_1 = L \times H_1 = 120000 \times 182 = 2.18 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

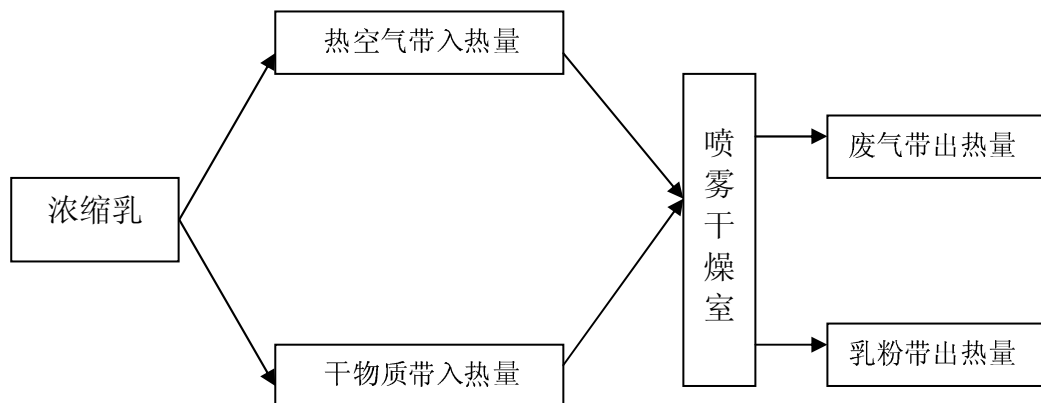


图 6-2 带入、带出喷雾干燥室的热量

(2) 干物料带入热量

已知：干燥成品量： $G=3272.72\text{kg/h}$ ；干物料比热： $C_{P_{\text{干}}} = 2.09\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$

浓缩乳进料温度：

$$t_{\lambda} = 45^{\circ}\text{C} \Rightarrow Q_2 = G \times C_{P_{\text{干}}} \times t_{\lambda} = 3000 \times 4.187 \times 45 = 5.65 \times 10^5 \text{ kJ/h}$$

$$\text{带入总热量 } Q_{\lambda} = Q_1 + Q_2 = 2.18 \times 10^7 + 5.65 \times 10^5 = 2.24 \times 10^7 \text{ kg/h}$$

2. 带出热量计算

(1) 废气带出热量（已知：废气温度为 80°C ，焓 $H176\text{kJ/kg}$ ）

废气排出量是进风量和水分蒸发量的总和：

$$L + W = 120000 + 3000 = 1.23 \times 10^5 \text{ kg/h}$$

$$Q_1^{\circ} = (L + W) \times H_2 = 1.23 \times 10^5 \times 176 = 2.16 \times 10^7 \text{ kg/h}$$

(2) 乳粉带出热量：

干燥成品量： $G=3272.72 \text{ kg/h}$ ；干物料比热： $C_{P_{\text{干}}} = 2.09\text{kJ/kg}\cdot^{\circ}\text{C}$

乳粉出料温度： $t_{\text{出}} = 70^{\circ}\text{C}$

$$Q_2^{\circ} = G \times C_{P_{\text{干}}} \times t_{\text{出}} = 3272.72 \times 2.09 \times 70 = 4.78 \times 10^5 \text{ kJ/h}$$

$$\text{带出总热量 } Q_{\text{出}} = Q_1^{\circ} + Q_2^{\circ} = 2.16 \times 10^7 + 4.78 \times 10^5 = 2.21 \times 10^7 \text{ kJ/h}$$

3. 热损失计算

$$\eta = \frac{Q_{\lambda} - Q_{\text{出}}}{Q_{\lambda}} = \frac{2.24 \times 10^7 - 2.21 \times 10^7}{2.24 \times 10^7} = 1.4\%$$

第 7 章 主要设备选型

7.1 选择设备的原则

从设备的设计选型上,可以反映出所设计工厂的先进性和生产的可靠性。因此在设备的工艺设计和选型时应考虑如下原则:

- (1) 满足工艺要求,保证产品的质量和产量。
- (2) 保证工艺过程中实施的安全可靠。
- (3) 经济上合理,技术上先进。
- (4) 投资省,耗材料少。
- (5) 运行费用低,水电汽消耗少。

(6) 操作清洗方便,耐用易维修,备品配件供应可靠,减轻工人劳动强度,实施机械化和自动化方便。

- (7) 结构紧凑,尽量采用经过实践考证明确实性能优良的设备。
- (8) 考虑生产波动与设备平衡,留有一定余量。
- (9) 考虑设备故障及检修的备用。^[15]

7.2 主要设备的选型

为满足生产的需要,选择生产设备。如表 7-1 列出生产所需的主要生产设备^[6]。

表 7-1 生产所需主要设备

序号	设备名称	型号	规格	数量
1	奶槽车	SPB	50t	8 台
2	奶仓		60t	2 个
3	奶泵	BAW150(N302)	5000kg/h	4 台
4	板式换热器	BP2-J-15	15m ²	4 台
5	均质机		10000L/h	1 台
6	立式贮奶罐		60t	4 个
7	奶油罐		1000kg	1 台
8	保温罐		20t	2 个
9	三效降膜蒸发器		自行定制	1 台
10	高压泵	W6	60L/min	2 台
11	喷雾干燥塔		自行定制	1 个
12	流化床		与喷雾干燥塔配套	1 个
13	振动筛粉机	RPOS-1000	1000kg/h	4 个
14	充氮包装机			4 个
15	CIP 清洗系统			1 个

第 8 章 公共系统

8.1 用水系统及用水量的估算

8.1.1 乳粉厂用水分类

1. 清洗设备用水。
2. 洗刷地坪用水。
3. 冷凝二次蒸汽和真空泵用水。
4. 进入产品用水。

5. 冷却用水。

6. 生活用水。

7. 消防用水。

8.1.2 给水系统和配水系统

1. 自来水给水系统：装接技术简单，初投资费用少，上马快，水质可靠；但水费高，使用费高。

2. 地下水给水系统：水质温和，理化指标变化小，不易受外部污染，水温变化小，井深水源一般不需进行处理即能达到生产和生活用水要求。取水构筑物简单，一次投资费用不大日常费用少；但含多种矿物质，水硬度高，可能含有害物质，如果用水量大，会导致地面下沉。

3. 地面水给水系统：水费便宜，日常费用少；但技术管理复杂，取水构筑物多，需系统的净水装置，一次性投资大，水温随季节变化，易受环境污染^[7]。

8.1.3 冷却水循环系统

制冷、空调降温、蒸发浓缩等需要冷却水，为减少给水消耗，常设置冷却水循环系统。

8.1.4 排水系统

1. 排水采用明沟。明沟宽 200mm，深 200mm，坡度为 1/180。明沟终点排水地漏，用铸铁排水管或焊接钢管排至室外^[7]。

2. 外管道最小覆盖深度：在行车道下，一般不小于 0.7m。

8.1.5 全厂用水量的估算

全厂用水包括：清洗设备用水、洗刷地坪用水、冷凝二次蒸汽和真空泵用水、进入产品用水、冷却用水、生活用水、消防用水^[12]。估算出大约每天用水 7000 吨。

8.2 供电系统及用电量的估算

8.2.1 供电要求和相应措施

1. 负荷随季节变化较大，大中型厂宜设两台变压器供电，以适应负荷的剧烈变化。

2. 用电性质属Ⅲ类负荷，一般采用单电源供电，但乳粉厂供电不及时将造成原料变质，可采用双电源供电。

3. 某些车间内水、汽多，湿度高，所以供电线路及电器应考虑防潮。

4. 为减少电能损耗和改善供电质量, 厂内变电所要接近负荷高度集中的地方。
5. 随着机械化水平不断提高, 用电设备也会逐年增加, 配电设施要有一定发展余地^[4]。

8.2.2 车间配电原则

1. 配电装置的防护性能要适应环境特征。
2. 车间内部的动力和照明电源应分开。
3. 配电装置应留有一定的备用容量、备用回路。
4. 配电装置的保护应互相配合、以保证可靠性和选择性。
5. 车间内的启动、控制设备按情况可集中控制或分散控制、当工艺设备许可时优先选择直接启动方式。

8.2.3 主车间配电

收奶、喷雾、浓缩等场所湿度高, 因此, 电气设备、器材宜按湿热带条件 (TH) 型选择。车间总配电最好是在一单独的小间内, 分配电装置和启动控制设备要能防水气、防腐蚀, 并尽可能集中于车间的某一场所。干线、支干线截面积根据计算在放大 1~2 级。除收奶、喷雾、浓缩等场所采用铜芯导线为宜外, 其余可用铝芯导线^[7]。

8.2.4 用电量的估算

生产车间工艺用电可根据配电器和耗电率来确定。经验数据: $P=300$ 度/小时; 则生产车间电器总功率估算: $W=P \times t=300 \times 13=3900$ 度, 考虑到照明用电和意外用电情况, 增加 15%用电量, 总用电量: $3900 \times (1+15\%)=4485$ 度。

8.3 全厂用汽量的计算

根据生产的经验: 单位产品的耗汽量如表 8-1 所示。

表 8-1 单位产品耗汽量

产品名称	全脂奶粉	全脂甜奶粉	甜炼乳	干酪素
耗汽量 (t) /t 成品	10~16	10~13	3.5~4.5	8~10

已知: 每日 100t 原料乳可制得全脂奶粉 10838kg, 取 11 吨, 所以此设计每日可制得 $11 \times 4=44$ t。且取耗蒸汽量为 (14t/t 全脂奶粉) \rightarrow 理论一日耗蒸汽量: $44 \times 14=616$ t。

第 9 章 劳动组织

9.1 基本原则

9.1.1 劳动力组织原则

由于食品工厂定员的多少直接影响到工厂的经济效益,以及工厂一些辅助设施的个数、大小,所以在设计时可参照明仿生产条件的老厂,在编排产品方案时要使用班产量来调动劳动力,使每班所需工人数基本一致,在生产高峰期可请用临时工。

9.1.2 企业组织原则

企业实行厂长负责制,各部门负责人直接受厂长负责,并实行三级管理,厂、科、车间及人员编制以组织好生产为原则。

9.2 车间劳动制度

由于牛奶属于不耐贮存食品,故基本上全年都可以生产。本设计暂定每周工作六天(周一~周六),国家法定节假日照常休息,平均年工作日为300d。在正常情况下,乳粉车间每天实行两班制,每班八小时,其中打扫、清洗1.5h,实际生产时间为6.5h,机械设备大修和保养时间分插入每月月底^[6]。

9.3 乳粉车间人员编制

表 9-1 各部门基本生产工人数

工种	班制	男工	女工	总人数	最大班人数
收奶工段	2	6	2	8	4
预处理	2	4	2	6	3
预热分离	2	2	2	4	2
浓缩	2	4	4	8	4
干燥	2	4	2	6	3
出粉	2	4	2	6	3
包装	2	2	4	6	3
入库	2	12	0	12	6
化验室	2	1	1	2	1
总计		39	19	58	29

9.4 辅助部门人员编制

表 9-2 辅助部门生产工人数

工种	班制	男工	女工	总人数	最大班人数
锅炉房	2	12	0	12	6
配电房	2	6	0	6	3
机修间	1	8	0	8	8
冷机房	2	6	0	6	3
水泵房	2	4	2	6	3
运输队	2	8	0	8	4

原辅料库	2	2	2	4	2
成品库	2	2	2	4	2
总计		48	6	54	31

9.5 管理人员编制

表 9-3 主要管理人员数

工种	班制	男工	女工	总人数	最大班人数
厂部	1	3	1	4	4
技术部	1	4	2	6	6
设备科	1	2	1	3	3
财务科	1	2	2	4	4
供销科	1	12	2	14	14
保卫科	2	8	0	8	4
总务处	1	2	2	4	4
质检部	1	1	2	3	3
食堂	2	6	4	10	5
总计		40	16	56	47

第 10 章 经济技术分析

10.1 产品成本核算

10.1.1 原料乳

说明：已知 50 吨全脂乳粉需要原料乳约 400 吨。

生产 1 吨全脂乳粉需要原料乳 $\frac{400}{50} = 8t$ ，设定每吨原料乳回收价格为：1500 元。

所以生产 1 吨全脂乳粉所需原料乳价格： $8 \times 1500 = 12000$ 元。

10.1.2 包装材料

1. 塑料袋

本设计选用的产品包装为：500g/袋；则一吨奶粉可包装成的袋数 $\frac{1000}{0.5} = 2000$ 袋，

设定塑料袋价格为：0.35 元/只，则包装一吨奶粉的塑料袋价格： $2000 \times 0.35 = 700$ 元。

2. 纸箱

将全脂乳粉装箱：24 袋/箱；一吨奶粉可包装成的箱数 $\frac{2000}{24} = 83.33$ 箱，取 83 箱。

设定纸箱价格为：3.7 元/只，则包装一吨奶粉的纸箱价格： $83 \times 3.7 = 307.1$ 元。

10.1.3 水电燃料

1. 水

已估算出全厂每日用水量： $Q = 7000\text{t/d}$ ；

每吨奶粉的耗水量 $\frac{7000}{50} = 140\text{t}$ ；设定水价格为：2.0 元/t。

则生产一吨奶粉所需的水价为： $140 \times 2.0 = 280$ 元。

2. 电

已估算出每日总用电量：4485 度；则每吨奶粉的耗电量 $\frac{4485}{50} = 89.7$ 度；设定电价为：1 元/度，则生产一吨奶粉所需的电价为： $89.7 \times 1 = 89.7$ 元。

3. 燃料

经验数据：每吨奶粉的耗煤量 1.3t；

设定煤价为：500 元/吨，则生产一吨奶粉所需的燃料价为： $500 \times 1.3 = 655$ 元。

10.1.4 劳动成本

工厂总人数约为 168 人，设定每人平均工资为：1100 元/月（每月平均 30 天）。

则生产一吨奶粉所需的劳动成本为： $\frac{1100 \times 168}{50 \times 30} = 123.2$ 元。

10.1.5 设备折旧费

设备折旧费设定为生产每吨奶粉：118 元。

10.1.6 产品成本核算表

表 10-1 产品成品核算表

序号	名称	消耗定额	单价	合计（元）
1	原料乳	8t	1500 元/吨	12000

2	塑料袋	2000 袋	0.35 元/袋	700
3	纸箱	83 箱	3.7 元/箱	307.6
4	水	140t	2.0 元/t	280
5	电	89.7 度	1 元/度	89.7
6	燃料	1.3 t	500 元/吨	655
7	劳动成本	/	123.2 元	123.2
8	设备折旧费	/	118 元	118
合计				14273.5

10.1.7 全年成本核算

已求得：生产每吨奶粉的成本费用为 14273.5 元/吨奶粉，每日生产奶粉 50 吨。
 设定一年工作 300 天，则全年成本=14273.5×50×300=210631575 元≈2.11×10⁸ 元。

10.2 产品收入核算

已求得：每吨奶粉可装奶粉 2000 袋；设定：每袋全脂奶粉出厂价为 10 元/袋，
 则全年产值：2000 袋 ×10 元×50 吨×300 天=3.0×10⁸ 元/年。

10.3 利润上缴

表 10-2 利润表

序号	项目	计算方法	合计(万元)	单位产品额(元/吨)
1	全年产品成本	产品成本	21100	14237.5
2	非生产支出	占成本的 1.2%	253.2	168.5
3	全年产品商业成本	1+2	21353.2	14210.6
4	产品出厂价	产品收入	30000	20000
5	年税金	4×10%	3000	2000
6	年上缴利润	4-(3+5)	5646.8	3789.3
7	国家收入	5+6	8646.8	5789.3

10.4 全厂总投资

见表 10-3。

10.4.1 设备投资估算

1. 车间设备投资：5000 万元。

2. 全厂公用系统投资：1000 万元。
3. 设备安装费用：按设备价值的 10%计算， $5000 \times 10\% = 500$ 万元。
4. 设备保养费用：20 万元。
5. 水、汽管道安装费：50 万元。
6. 不可见费用按设备总投资的（5%）计算， $(5000+1000+500+20+50) \times 5\% = 328.5$ 万元。

则设备投资预算= $5000+1000+500+20+50+328.5=6898.5$ 万元。

表 10-3 投资比例及主要建材表^[7]

工程和费用名称	占总投资/%	备注
建筑工程	35	包括：土建、给排水照明，
设备	42	土建工程主要建材包括水
安装工程	7	泥、钢材、塑窗料、木材、
工器具购买	1	软木等，具体数量由建造工
其他工程费用	15	程大小确定

10.4.2 全厂总投资估算

由于设备投资占全厂总投资的 42%，则全厂总投资额为 $\frac{6898.5}{42\%} = 16425$ 万元。

10.5 投资回收期

投资回收期计算公式：回收期 = $\frac{\text{全厂总投资}}{\text{年利润}}$

已知：全厂总投资=16425 万元；年上缴利润=5646.8 万元。

则投资回收期 = $\frac{16425}{5646.8} \approx 2.91$ 年。即约为 3 年。

结 论

(1) 整厂实现了优化。本设计除对生产工艺、设备进行了科学合理的布置外，还紧紧围绕工艺实际需要在劳动组织、辅助部门、公用系统、土建、防火、卫生等方面进行了合理的设计，使得整厂各环节紧凑、合理，可以发挥最高的工作效率。

(2) 优化了全脂奶粉的工艺。本设计以原奶及成品的指标为计算依据，设备的选型紧紧围绕生产的实际需要，以降能降耗、提高产品品质为原则，使得整套工艺及设备配置科学合理。同时在设计的同时考虑到了工艺的兼容性：如在生产线上增加一个配料罐即可实现生产全脂甜奶粉、全脂营养素强化奶粉；流化床的应用可以实现生产各种风味奶粉等。

(3) 三效顺流降膜蒸发器的使用。代替原来的双效升膜蒸发器，使得能源消耗降低了 50% 以上，大大降低了产品成本；同时由于三效浓缩使用较低的温度，有效保护了牛奶中热敏性营养成分，减少了牛奶蛋白的热变性，提高了全脂奶粉的质量。

(4) 充氮包装的应用。提高了产品的货架期。目前充氮包装在国内的应用还刚刚开始，且主要是国外公司应用到婴幼儿配方奶粉，在全脂奶粉的包装上本设计是首创，也是本设计的独到之处。

(5) 通过经济技术分析，本设计投资回收期约为 3 年，实现了良好的投资回收期，每年上缴利润为 5646.8 万元，本项目合理、可行。

参考文献

- [1] 李建强、乳品加工技术、中国轻工业出版社、1994: 87~90
- [2] Albers、Becerra、Influence of substituting milk powder for whey powder on yoghurt quality、Food science and technology、2002: 113-123.
- [3] 郭本恒、乳粉、化学工业出版社、2003: 35~36
- [4] 张裕中、食品加工技术装备、中国轻工业出版社、1999: 60~63
- [5] 武建、乳制品生产技术、中国轻工业出版社、2002: 58~59
- [6] 涂建国、食品工厂设备、中国轻工业出版社、1991: 53~61
- [7] 周镇江、轻化工工厂设计概论、中国轻工业出版社、1992: 4~8、66~72
- [8] 内蒙古轻工科学研究所、乳品工艺、中国轻工业出版社、1989: 79~80
- [9] Serafettin、Some properties of yoghurt produced by adding mulberry.pekmez (concentrated juice) [J]、International Journal of Dairy Technology 、2003: 26-29.
- [10] 孔保华、乳品科学与技术、科学出版社、2006: 33~34、61~63
- [11] 顾瑞霞、乳与乳制品工艺学、中国计量出版社、2006: 46~48
- [12] 骆承庠、乳与乳制品工艺学、中国农业出版社、2006: 14~16
- [13] 郭成宇、现代乳品工程技术、化学工业出版社、2004: 107~114
- [14] 张中义、食品工厂设计、化学工业出版社、2007: 24~25、43~46
- [15] 张麒麟、乳制品生产常用设备、中国轻工业出版社、1995: 25~27
- [16] Tami C, Gene W. Position of the American dietetic association: Local support for nutrition integrity in schools [J]. J Am Diet Assoc. 2000; 100(1): 108-111

致 谢

值此论文完成之际,首先衷心感谢导师赵晶老师,在赵老师的悉心指导和教诲下我才得以顺利地完成本课题的设计工作。在与赵老师的交往、讨教的过程中,深深为她严谨的治学态度和踏实的工作作风所感染,这将激励和鞭策我在今后的学习、工作中更加严格的要求自己,为社会做出应有的贡献。同时也衷心感谢赵老师提供了大量的资料和咨询,她百问不厌,受人尊敬。令我在本文写作过程中还得到其他老师的热心指导和帮助,这里表示感谢!最后感谢东方学院的每一位老师,你们的一言一行时刻激励着我不停追求,您们的为人师表,是我的楷模。

祝各位老师工作顺利,身体健康,全家幸福!