

Design of Quick-Frozen Food Factory with Daily Output of 120 Tons

Zhipeng Li, Chunjiao Zhong, Peiwen Zhou, Yuanying Huang, Fulai Liu*

Department of Food, Foshan University, Foshan Guangdong

Email: 2433248835@qq.com, ¹liufulai338@163.com

Received: Dec. 19th, 2019; accepted: Jan. 1st, 2020; published: Jan. 8th, 2020

Abstract

According to local economic development status, environmental situation, and production condition, an appropriate production process is designed for the investment in the construction of a frozen food factory which can produce 120 tons of food per day. On the basis of production needs, research has been conducted to design the factory's general layout and workshops, to demonstrate the process, to select the equipment, and to calculate the material balance and the construction budget.

Keywords

Quick Freezing, Food Factory, Process Equipment

日产120吨速冻食品的工厂设计

李志鹏, 钟春娇, 周佩雯, 黄远莹, 刘富来*

佛山科学技术学院, 食品系, 广东 佛山

Email: 2433248835@qq.com, ¹liufulai338@163.com

收稿日期: 2019年12月19日; 录用日期: 2020年1月1日; 发布日期: 2020年1月8日

摘要

依据当地的经济状况、环境状况以及生产情况, 设计出合理的生产工艺, 投资建设日产120吨的速冻食品工厂。根据生产需要, 依次进行了工厂总布局设计、车间设计、工艺论证、设备选型、物料衡算、建筑概算等研究设计。

*通讯作者。

关键词

速冻食品, 工厂, 设计

Copyright © 2020 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

速冻食品拥有着便利、健康、卫生、营养、实惠的优点, 利用低温来保存食品并延长食品的保存时间, 不需要在食品中加入其它成分, 同时使食品中的营养最大限度的保存下来。速冻食品厂的建造不仅可以增加就业岗位、推动当地经济发展, 同时也可以带来较大的社会效益。

随着时代的发展, 现有的传统食品已经不能满足人民的要求, 需要多种多样的食品。而速冻食品由于能够把食物原有的风味、色泽等保存下来, 保存时间长、食用方便, 所以速冻食品能更好地满足当前人们的需求。速冻食品是将被需速冻的食品, 在适当的加工之后, 迅速冷冻食物, 并于 -18°C 以下的低温条件下贮藏运输的冷冻产品[1][2]。

2. 厂址的选择

本厂厂址选择在河南省周口市经济技术开发区。周口市开发区内交通便利, 火车站、客运站、周口港均在辖区; 地势平坦、开阔, 人口密度低; 当地人员众多, 劳动力充足; 也是国家重要的大型商品粮、优质棉、黄牛、槐山羊、生猪生产及肉类加工出口基地[3]。

3. 总平面设计

3.1. 总平面设计说明

厂区建筑说明

办公楼、原料库、生产车间、冷库、车棚、餐厅、停车场、宿舍。根据实际需要, 将办公楼修建为四层, 办公室、会议室、医务室和中心实验室都在其中[4]。主干道为 10 m 宽, 非主要道路为 5 m 宽。为使原料运入和产品的输出方便, 厂区内设置三个大门, 其中两个作为车辆进出, 另一个用于员工进出。为避免飞虫、鸟类、植物茎叶、絮状物品对生产车间、食品原物料的影响, 绿化远离生产车间, 靠近生活区域。

3.2. 平面设计主要参数

厂区总面积: 25376 m^2 , 建筑物占地面积: 9670 m^2 。

建筑系数[5]

$$\text{建筑系数} = \frac{\text{建筑物面积} + \text{构筑物面积}}{\text{工厂总面积}} = 37.7\%$$

依据工厂建筑的经验数据得知: 建筑系数为 25%~40%。因此, 本设计基本符合食品工厂的设计要求, 并且还留有一定发展空间。厂区各主要及辅助部门布置见表 1。

Table 1. Plant main and auxiliary departments layout
表 1. 厂区各主要及辅助部门布置

名称	面积(m ²)	名称	面积(m ²)
汤圆生产车间	78 × 39 = 3042	粽子生产车间	78 × 21 = 1638
宿舍	29 × 20 = 580	货车停放区	40 × 20 = 800
办公楼	40 × 15 = 600	中心实验室	20 × 10 = 200
绿化面积	6720	机修室	10 × 8 = 80
自行车库	11 × 4 = 44	餐厅	10 × 17 = 170
锅炉房 + 浴室	20 × 17 = 340	医务室	10 × 4 = 40
预留地	79 × 16 = 1264	配电室	9 × 6 = 54
门卫	5 × 3 × 6 = 90	冷库	62 × 36 = 2232

3.3. 总平面设计图

总平面设计图见图 1。

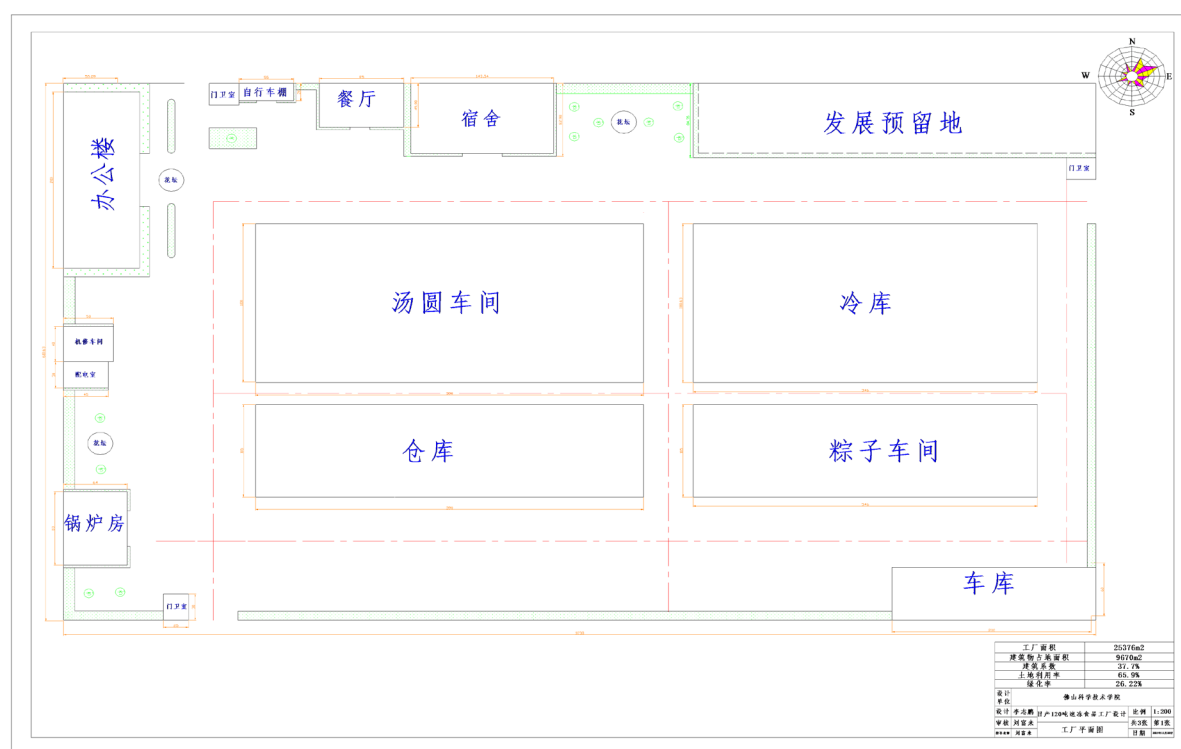


Figure 1. Master plan
图 1. 总平面设计图

3.4. 土地利用系数[6]

$$\text{土地利用系数}(\%) = \frac{\text{建筑物面积} + \text{构筑物面积} + \text{辅助工程面积}}{\text{工厂总面积}} = 65.9\%$$

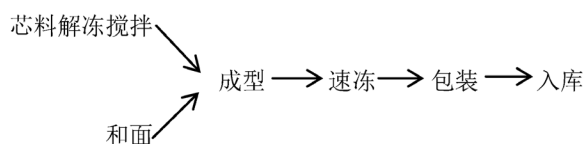
3.5. 绿化率

$$\text{绿化率}(\%) = 6720/25620 = 26.22\%$$

4. 工艺设计

4.1. 主要产品工艺流程的确定

4.1.1. 汤圆生产工艺



4.1.2. 工艺操作要点

① 馅料处理 芯料要先自然解冻 12 h，然后用铁钩勾起内膜袋，防止破碎的袋子进入芯料当中，若进去，则需将芯料完全解冻后，取出破损塑料袋后使用；放入搅拌机中搅拌均匀[7]。

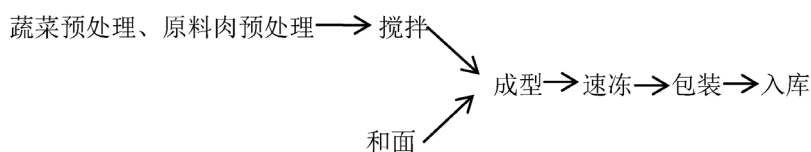
② 和面 一定量的糯米粉加入到和面机中，加入等比例的水，搅拌均匀，加入添加剂，在用搅拌机搅拌至均匀不粘手即可。控制面温在 15~20℃。

③ 成型 通过汤圆机成型，通过传送带进入速冻机中。要求制作好的汤圆要圆滑光洁，无鸡爪纹等外观问题。

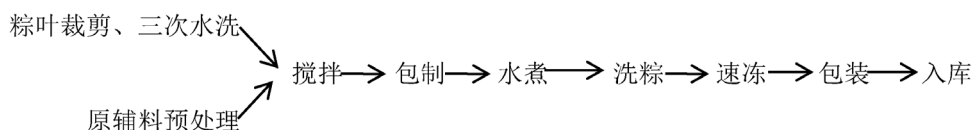
④ 速冻 成型后的汤圆快速进入温度在-30℃以下的速冻机中，冷冻约 30 分钟，测定汤圆中心温度在-18℃以下。

⑤ 包装 包装区主要使用立式包装机，通过金检机后装箱，码垛完成后，送入冷库。包装好的产品在外存放时间不可超过 20 min。

4.1.3. 饺子生产工艺流程



4.1.4. 粽子生产工艺流程



4.2. 主要产品工艺流程图

主要产品工艺流程图见图 2。

5. 生产运行测算

5.1. 车间产量

汤圆车间日产量为 100 t，车间内设计 6 条生产线。其中三条生产线生产芝麻汤圆，日产量为 50 t；两条生产线生产花生汤圆，日产量为 40 t；另一条生产线生产迷你汤圆，日产量为 20 t。不同汤圆品种的原辅料配比如表 2。

原辅料与包装材料的用量(每班 11 小时的用量): 60 吨/班, 按每箱 20 袋, 每袋 500 g 计。经物料衡算, 每班生产汤圆所需原辅材料量见表 3。

5.2. 设备选型

主要设备明细

经计算选择的主要设备[8][9]见表 4。

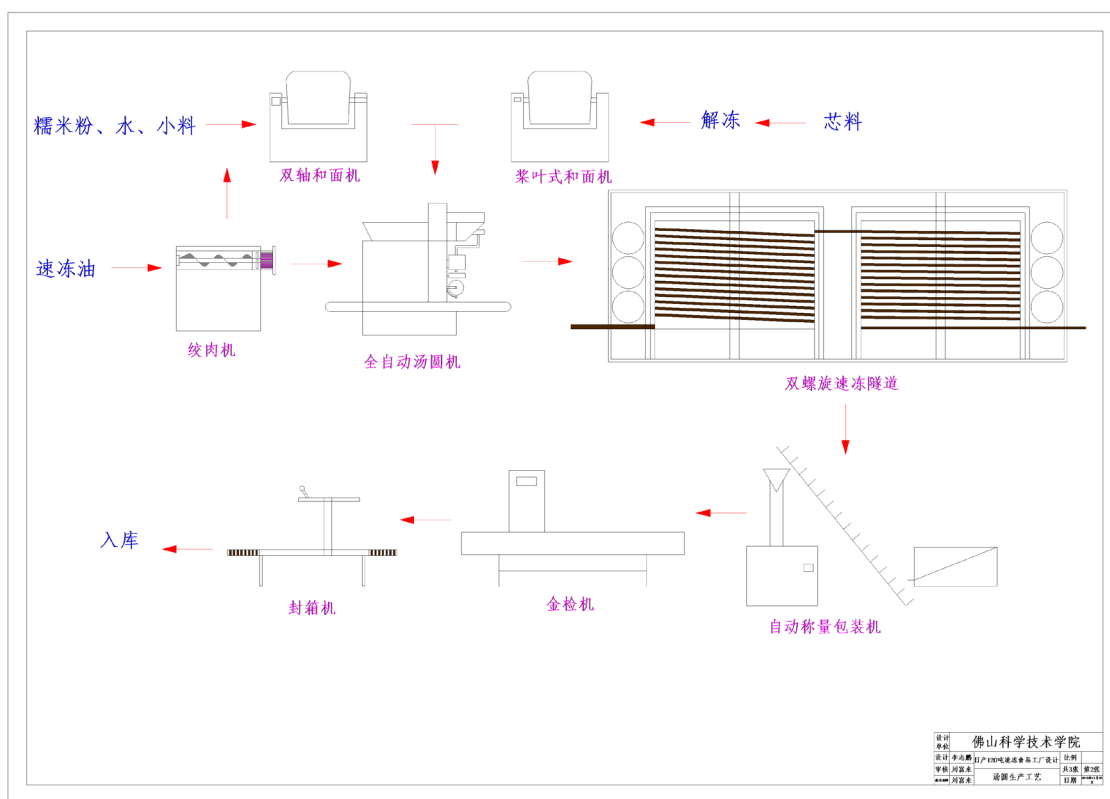


Figure 2. Product process flow chart

图 2. 产品工艺流程图

Table 2. The ratio of raw and auxiliary materials of different varieties of tangyuan

表 2. 不同汤圆品种原辅料配比

品种原辅料	芝麻汤圆	花生汤圆	迷你汤圆
糯米粉	100	100	100
水	80	80	80
速冻油	5	5	5
速冻芝麻料	57.5	—	—
速冻花生料	—	57.5	—
添加剂	2.5	2.5	2.5
包装袋(卷)	1.5	1.5	1.5
包装箱(个)	25	25	20

Table 3. Raw materials needed for production of tangyuan (kg) per shift
表 3. 每班生产汤圆所需原辅料(kg)

品种	芝麻汤圆	花生汤圆	迷你汤圆	总用量
糯米粉	24010	12010	4000	40020
水	20408.16	10208	3350	33966.16
速冻油	960.06	580.02	193.5	1733.58
速冻芝麻料	13986.24	—	—	13986.24
速冻花生料	—	6998.56	—	6998.56
添加剂	622.62	312.12	104.04	1038.78
包装袋(卷)	20	10	4	34
包装箱(个)	5000	4000	1000	10000

Table 4. Equipment selection list
表 4. 设备选型一览

序号	设备名称	生产能力	型号	外形尺寸(mm) (长 × 宽 × 高)	台数	生产厂家	单价 (万元)
1	和面机	400 kg/h	HWT50II	1040 × 675 × 960	4	威利朗机械制造有限公司	2.5
2	绞肉机	1200 kg/h	—	900 × 700 × 1000	2	汇康机械有限公司	4.2
3	送料车	180 L	—	630 × 640 × 710	6	得利斯有限公司	0.38
4	汤圆机	4800~15000 只/小时	XZ4T—1502	2600 × 1200 × 1400	12	旭众食品器械有限公司	12.8
5	输送带	—	FB-15000	(15000) × 850 × (750~850)	4	盛海不锈钢设备有限公司	0.6
6	双螺旋速冻机	6000 kg/h	SD	14400 × 7000 × 4800	4	云新机械设备有限公司	50
7	斗式供料机	18 m ³ /h (可调)	ZB-C	2100 × 730 × 2350	6	众信包装设备有限公司	2.2
8	自动称量 包装机	200~3000 g	标准 10 斗 组合秤	—	6	海创机器有限公司	12.8
9	金属探测机	—	DLM-509Y	—	6	连新金属检测设备有限公司	3.26
10	全自动封箱机	30 箱/分	—	1020 × 850 × 1450	14	高真机械有限公司	0.7
11	平面台	—	—	1700 × 750 × 800	40	刚德不锈钢设备有限公司	0.075

5.3. 生产定员

汤圆车间定员情况见表 5。

根据实际生产情况，两个车间共需工人 226 人；办公人员和后勤人员一般为工人总数的 10%~15%，约 23 人；中心实验室的人员约 4 人，化验室的人员约 4 人；因此，本厂总人数约 257 人。

6. 汤圆车间的平面布置图的设计

6.1. 汤圆车间平面布置图设计说明

① 根据生产所用设备的大小以及人员的多少，暂定一层车间。车间层高设定为 6 m。

② 消毒室设置在男女更衣室外，员工进入车间必须在更衣室内换上生产专用衣服，通过风淋室进入生产区域。其中男更衣室面积为 39 m²，女更衣室面积为 69 m²。

Table 5. Glutinous rice ball workshop personnel
表 5. 汤圆车间定员

序号	岗 位	每班定员	两班定员	备 注
1	车间主任	1	2	——
2	班 长	3	6	——
3	面料制作工	5	10	男工
4	芯料制作工	4	8	男工
5	汤圆机操作工	12	24	以女工为主
6	包装工	35	70	——
7	装库人员	5	10	6条线共用
8	品控	2	4	——
9	维修人员	4	8	——
10	清洁人员	2	4	——
	合 计	73	146	——

③ 芯房面房临近成型区，芯房面房各自设计一个小型仓库，暂时存放原物料。芯房面积为 108 m²，面房面积为 108 m²。

④ 根据生产需要把俩条生产线放在车间，两条传送带，机器合理放置。每日下班员工都要把机器清理干净。成型区面积 864 m²。

⑤ 在成型区设计品尝室，方便检查人员现场监控产品质量。品尝室面积为 54 m²。

⑥ 把两台双螺旋速冻隧道放在传送带后面。两台机器之间留有适当距离，方便维修工人对速冻隧道进行维护和修理。

⑦ 把产品包装区分为内包装和外包装两个区域。由于生产汤圆多是简装汤圆，因此使用立式包装机，外包装区域配置有金检机和自动封箱机，每袋产品必须通过金检机。包装区面积 324 m²。

⑧ 把包装材料库放在包装区，方便员工拿到包装材料，利于生产。材料库面积 162 m²。

⑨ 成品冷库设置在外包装区之后，产品过金检和称重，码垛后必须马上送进产品冷库。冷库面积为 2232 m²。

6.2. 汤圆车间平面布置图

汤圆车间平面布置图见图 3。

7. 建筑概算

7.1. 建筑工程费用估算

建筑工程费用估算见表 6。

7.2. 购买车间设备和工器具费用

汤圆车间的设备及工器具购置费用见表 7。

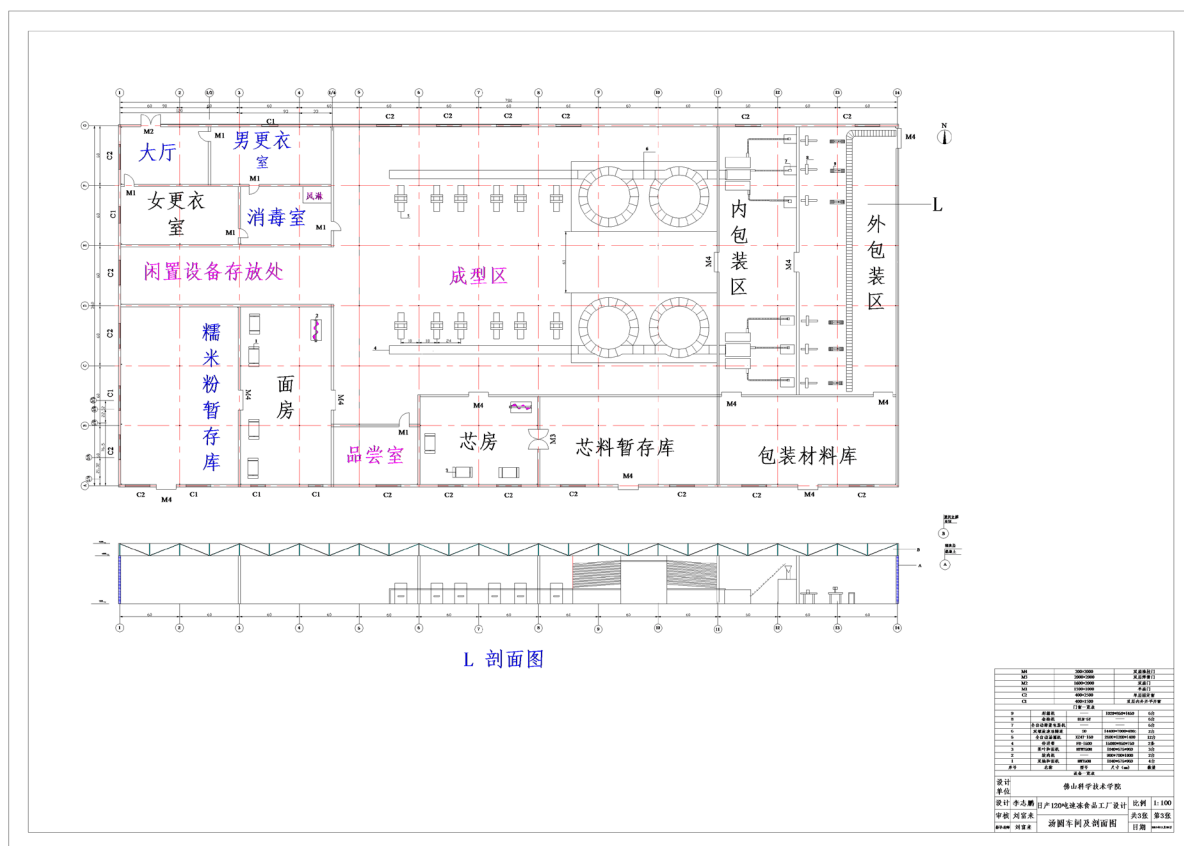


Figure 3. Floor plan of tangyuan workshop
图 3. 汤圆车间平面布置图

Table 6. Construction cost estimation
表 6. 建筑工程费用估算

序号	建(构)筑物名称	面积(m ²)	单价(万元)	总价(万元)
1	冷库	3700	0.75	2775
2	道路、地坪	5708.5	0.035	200
3	大门	3 (个)	8.5	25.5
4	围墙	550	0.04	22
5	厂区绿化	7165	0.01	71.65
合计				3094.15

Table 7. Purchase of equipment and tools
表 7. 设备及工器具购置

序号	设备名称	型号	台数	单价(万元)	总价(万元)
1	和面机	HWT50II	12	2.5	30
2	绞肉机	—	2	4.2	8.4
3	料车	200L	20	0.38	7.6
4	汤圆机	XZ4T—1502	14	12.8	179.2

Continued

5	输送带	FB-15000	5	0.6	3
6	双螺旋速冻机	SD	4	50	200
7	Z型斗式供料机	ZB-C	2	2.2	4.4
8	自动称量包装机	标准 10 斗组合秤	8	12.8	102.4
9	枕式自动包装机	TDB-450	8	2.89	23.12
10	金属探测机	DLM-509Y	12	3.26	39.12
11	喷码机	SL-302	12	2.3	27.6
12	全自动封箱机	—	12	0.7	8.4
13	工作台	—	30	0.075	2.25
合计					635.49

7.3. 安装工程费用

一般依照设备价格的比例进行计算，大部分设备的安装费用为设备价格的 10%左右，所以安装费用初步的估算为 64 万元[10]。

7.4. 其它费用

工程项目的其他费用的估算见表 8。

7.5. 项目建设总费用

工程总投资估算见表 9。

7.6. 产品利润测算

根据生产情况，500 g/袋芝麻、花生汤圆售价约为 20 元，迷你汤圆约为 15 元/袋，粽子售价为 30 元/袋。饺子售价为 20 元/袋。一天可售出芝麻、花生汤圆 8000 袋，迷你汤圆 10000 袋，粽子 5000 袋，饺子 5000 袋，一年销量约为 6070 万元，去除员工工资 1058.4 万元、原物料、水电及其他费用共计约 2098.4 万元，一年收入预计 2913.2 万元。预计 3 年内便可回本盈利。

Table 8. Other cost estimation

表8. 其他费用估算

序号	项目	标准	金额(万元)
1	建设单位管理费	1.5%	46.43
2	工程监理费	1.2%	37.14
3	勘察设计费	3%	92.85
4	工程保险费	0.3%	9.29
5	征地费	3 万元/亩	118.92
6	员工培训费	300 元/人	7.71
7	预备费用		247.6
合计			559.94

Table 9. Total investment estimation**表9.** 总投资估算

序号	项目名称	合计(万元)	占投资(%)
1	建筑工程费用	3094.15	65.09%
2	设备及工器具购置费	635.49	13.37%
3	安装工程费用	64	1.34%
4	其它费用	559.94	11.78%
5	流动资金	400	8.41%
6	建设总投资	4753.58	

8. 工程总结

本文依据当地经济状况以及环境状况，设计出最佳的生产工艺，并依据工艺进行合理的工厂设计和车间布置，方便员工和车辆进出。该厂建设后，可以增加就业岗位，增加人民收入，带动当地经济发展，且当地人民对于速冻食品欢迎程度高，购买力较好；对于该厂产生的污水问题，会通过粪池预处理后，排入开发区污水管网中[11]；包装过程产生的废纸集中起来，放置到指定位置，不堵塞交通过道，定期卖出，节约成本。因此，从建筑地点、工艺方案、经济和环境效益上看，都是可行的。

参考文献

- [1] 夏文水. 食品工艺学[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2013: 153-156.
- [2] 华泽钊. 食品冷冻冷藏原理与设备[M]. 北京: 机械工业出版社, 1999: 162-165.
- [3] 周口市经济技术开发区[J]. 纪检与监察, 2003(12): 47.
- [4] 无锡轻工业学院. 食品工厂设计基础[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 1999: 100-110.
- [5] 汤定明. 年产六千吨马蹄香肠的工厂设计[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 湖南农业大学, 2017.
- [6] 叶平. 年产 20000 吨速冻米面制品工艺设计[D]: [硕士学位论文]. 无锡: 江南大学, 2008.
- [7] 陈露. 关于冷冻冷藏食品企业生产工艺流程的文献综述[J]. 吉林农业, 2013(3): 273.
- [8] 马海乐. 食品机械与设备[M]. 北京: 中国农业出版社, 2011: 265-268.
- [9] 中国食品机械设备网. <http://www.foodjx.com/product>
- [10] 明晶. 速冻玉米热狗产品的开发及工厂设计[D]: [硕士学位论文]. 哈尔滨: 哈尔滨商业大学, 2016.
- [11] 张国农. 食品工厂设计与环境保护[M]. 北京: 中国轻工业出版社, 2010: 253-257.