



普通高等教育“十三五”规划教材

FOOD PLANT DESIGN

食品工厂设计

岳田利 王云阳 ©主编



中国农业大学出版社
China Agricultural University Press



普通高等教育“十三五”规划教材

食品工厂设计

岳田利 王云阳 主编

中国农业大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

食品工厂设计是一门涉及政治、经济、工程、技术和环境等诸多学科的综合性较强的课程。本书以食品专业培养目标为出发点,以专业国际工程认证的要求为导向,以工艺设计为核心,图文并茂,主要内容包括:基本建设程序和工厂设计的内容,厂址选择,食品工厂总平面设计,工业建筑基础知识,食品工厂工艺设计,食品工厂辅助部门,食品工厂卫生设计,公用工程,食品工厂安全生产与环境保护,基本建设概算,技术经济分析等。

本书可作为大专院校食品科学与工程、食品质量与安全专业和相关专业的教材,也可作为相关领域科研人员、企业工程技术与管理人员以及其他希望了解食品工厂设计知识的读者的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

食品工厂设计 / 岳田利, 王云阳主编. —北京: 中国农业大学出版社, 2019. 1
ISBN 978-7-5655-2096-9

I. ①食… II. ①岳… 王… III. ①食品厂-设计-高等学校-教材 IV. ①TS208

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 203282 号

书 名 食品工厂设计

作 者 岳田利 王云阳 主编

策划编辑 宋俊果 刘 军

责任编辑 郑万萍

封面设计 郑 川

出版发行 中国农业大学出版社

社 址 北京市海淀区圆明园西路 2 号

邮政编码 100193

电 话 发行部 010-62818525, 8625

读者服务部 010-62732336

编辑部 010-62732617, 2618

出版部 010-62733440

网 址 <http://www.cau.edu.cn/caup>

E-mail cbsszs@cau.edu.cn

经 销 新华书店

印 刷 涿州市星河印刷有限公司

版 次 2019 年 1 月第 1 版 2019 年 1 月第 1 次印刷

规 格 889×1194 16 开本 18.75 印张 570 千字

定 价 56.00 元

图书如有质量问题本社发行部负责调换

全国高等学校食品类专业系列教材

编审指导委员会委员

(按姓氏拼音排序)

- | | | | |
|-----|--------|-----|--------------|
| 毕 阳 | 甘肃农业大学 | 孟素荷 | 中国食品科学技术学会 |
| 陈 卫 | 江南大学 | 南庆贤 | 中国农业大学 |
| 陈复生 | 河南农业大学 | 蒲 彪 | 四川农业大学 |
| 陈绍军 | 福建农林大学 | 钱建亚 | 扬州大学 |
| 陈宗道 | 西南大学 | 石阶平 | 国家食品药品监督管理总局 |
| 董海洲 | 山东农业大学 | 史贤明 | 上海交通大学 |
| 郝利平 | 山西农业大学 | 孙宝国 | 北京工商大学 |
| 何国庆 | 浙江大学 | 孙远明 | 华南农业大学 |
| 贾英民 | 河北科技大学 | 田洪涛 | 河北农业大学 |
| 江连洲 | 东北农业大学 | 王 硕 | 天津科技大学 |
| 李洪军 | 西南大学 | 夏延斌 | 湖南农业大学 |
| 李新华 | 沈阳农业大学 | 谢笔钧 | 华中农业大学 |
| 李云飞 | 上海交通大学 | 谢明勇 | 南昌大学 |
| 林家栋 | 中国农业大学 | 薛长湖 | 中国海洋大学 |
| 刘金福 | 天津农学院 | 严卫星 | 国家食品安全风险评估中心 |
| 刘景圣 | 吉林农业大学 | 岳田利 | 西北农林科技大学 |
| 刘静波 | 吉林大学 | 赵丽芹 | 内蒙古农业大学 |
| 罗云波 | 中国农业大学 | 赵谋明 | 华南理工大学 |
| 马 涛 | 渤海大学 | 周光宏 | 南京农业大学 |

编写人员

主 编 岳田利 (西北农林科技大学)
王云阳 (西北农林科技大学)

副主编 夏杨毅 (西南大学)
高振鹏 (西北农林科技大学)

参编人员 (按姓氏拼音排序)

崔福顺 (延边大学)
邓洁红 (湖南农业大学)
段旭昌 (西北农林科技大学)
黄 英 (塔里木大学)
李梦琴 (河南农业大学)
李志刚 (山西农业大学)
林德荣 (四川农业大学)
盛文军 (甘肃农业大学)
史亚歌 (西北农林科技大学)
田玉庭 (福建农林大学)
王 媛 (西北大学)
王周利 (西北农林科技大学)
许 原 (武夷学院)
薛彩霞 (西北农林科技大学)
张佰清 (沈阳农业大学)
张保军 (内蒙古农业大学)
张志伟 (青岛农业大学)
朱丽霞 (塔里木大学)
纵 伟 (郑州轻工业学院)

出版说明

(代总序)

时光荏苒，食品科学与工程系列教材第一版发行距今，已有14年。总计120余万册的发行量，已经表明了这套教材受欢迎的程度，应该说它是全国食品类专业教育使用最多的系列教材。

这套教材已成为经典，作为总策划的我，在再再版的今天，重新翻阅这套教材的每一科目、每一章节，在感慨流年如水的同时，更有许多思考和感激。这里，借写出版说明（代总序）的机会，再一次总结本套教材的编撰理念和特点特色，也和我挚爱的同行们分享我的感悟和喜乐。

第一，优秀的教材一定是心血凝成的精品，杜绝任何形式的粗制滥造。

14年前，全国40余所大专院校、科研院所，300多位一线专家教授，涵盖生物、工程、医学、农学等领域，齐心协力组建出一支代表国内食品科学最高水平的教材撰写队伍。著作者们呕心沥血，在教材中倾注平生所学，那字里行间，既有学术思想的精粹凝结，也不乏治学精神的光华闪现，诚所谓学问人生，经年积成，食品世界，大家风范。这精心的创作，和彼敷衍的粘贴，其间距离，岂止云泥！

第二，优秀的教材必以学生为本，不是居高临下的自说自话。

注重以学生为本，就是彻底摒弃传统填鸭式的教学方法。著作者们谨记“授人以鱼不如授人以渔”，在传授食品科学知识的同时，更启发食品科学人才获取知识和创造知识的思维与灵感。润物细无声中，尽显自由思想，彰耀独立精神。在写作风格上，也注重学生的参与性与互动性，接地气，说实话，深入浅出，有料有趣。

第三，优秀教材与时俱进、推陈出新，绝不墨守成规、原地不动。

首版再版再再版，均是在充分收集和尊重一线任课教师和学生意见的基础上，对新增教材进行科学论证和整体策划。每一次工作量都不小，几乎覆盖食品学科专业的所有骨干课程和主要选修课程，但每一次都不敢有丝毫懈怠，内容的新颖性，教学的有效性，齐头并进，一样都不能少。具体而言，此次再再版，不仅增添了食品科学与工程最新理论发展，又以相当篇幅强调了食品工艺的具体实践。每本教材，既相对独立又相互衔接互为补充，构建起系统、完整、实用的课程体系。

第四，优秀教材离不开出版社编辑人员的心血倾注。

同为他人作嫁衣裳，教材的著作者和编辑，都一样的忙忙碌碌，飞针走线。这套系

列教材的编辑们站在出版前沿，以其炉火纯青的专业技能，辅以最新最好的出版传播方式，保证了这套教材的出版质量和形式上的生动活泼。编辑们的高超水准和辛勤努力，赋予了此套教材蓬勃旺盛的生命力。

这里，我也想和同行们分享以下数字，以表达我发自内心的喜悦：

第1版食品科学与工程系列教材出版于2002年，涵盖食品学科15个科目，全部入选“面向21世纪课程教材”。

第2版（再版）食品科学与工程系列教材出版于2009年，涵盖食品学科29个科目。

第3版（再再版）食品科学与工程系列教材将于2016年暑期出版（其中《食品工程原理》为第4版），涵盖食品学科36个科目，增加了《食品工厂设计》《食品分析》《食品感官评价》《葡萄酒工艺学》《生物技术安全与检测》等9个科目，调整或更名了部分科目。

需要特别指出的是，这其中，《食品生物技术导论》《食品安全导论》《食品营养学》《食品工程原理》4个科目为“十二五”普通高等教育本科国家级规划教材；《食品化学》《食品化学综合实验》《食品工艺学导论》《粮油加工学》《粮油加工学实验技术》《食品酶学与工程》6个科目为普通高等教育农业部“十二五”规划教材；《食品生物技术导论》《食品营养学》《食品工程原理》《粮油加工学》《食品试验设计与统计分析》为“十五”或“十一五”国家级规划教材。

本套食品科学与工程系列教材出版至今已累计发行超过126万册，使用教材的院校140余所。

第3版有500余人次参与编写，参与编写的院所近80家。

本次出版在纸质基础上引入了数字化元素，增加了二维码，内容涉及推荐阅读文字，直观的图片展示，以及生动形象的短小视频等，使教材的内容更加丰富、信息量更大，形式更加活泼，使用更加便捷，与学生的阅读和学习习惯更加贴近。

虽然我的确有敝帚自珍的天性，但我也深深地知道，世上的事没有百分百的完美。我还要真心地感谢在此套教材中肯定存在的那些不完美，因为正是她们给了我们继续向前的动力。这里，我真诚地期待大家提出宝贵意见，让我们与这套教材一起共同成长，更加进步。

罗云波

2016年5月5日 于马连洼

前 言

从我们的祖先基于高山流水的灵感，发明创造了汉字“厂”开始，工厂被赋予了流水线的基本内涵，即产品生产制造的流水线。距今 2000 多年前的秦朝建立了早期的按照标准制造兵器的流水线，形成了早期由若干个流水线组成的工厂，直到 18 世纪 60 年代的第一次工业革命诞生了现代意义的工厂，再到 19 世纪 60 年代，以电的发明为标志的第二次工业革命使工厂进入了电气化时代，而发展到今天的工厂已实现了数字化智能化甚至无人化。当今世界食品工业面临着资源的紧缺化、生态的失调化、人口的过量化等巨大压力与挑战，食品安全、营养与健康成为人类生存与可持续发展的基本保障，设计什么样的食品和什么样的食品制造工厂才能满足这一基本需求和基本保障，成为全球食品科技界的最大科学问题和工程问题，安全、营养、健康食品的个性智能制造成为未来食品工厂设计的主题。

食品工厂设计是食品工业企业进行建设的第一步，成功的食品工厂设计应该有先进的工艺技术、合理的平面布置、科学的管道分布，技术上先进、经济上合算，建成后各项技术指标、经济指标能达到国内先进水平或国际先进水平；食品工厂设计是食品类专业的核心专业课，是高级食品工程技术人才培养的骨干工程训练课程；食品工厂设计是一门综合性非常强的课程，它涉及工程、工艺、设备、环保及经济等诸多学科，设计人员必须具备这些相关学科的理论 and 实践经验，才能胜任食品工厂的设计工作。基于以上思考并结合《食品科学与工程类教学质量国家标准》有关要求，我们组织编写了这部《食品工厂设计》教材，教材力求突显安全、营养、健康食品个性智能制造的现代食品工厂设计理念，追求节能、低碳、环境友好的食品工厂设计目标要求，这部教材凝聚了全国十几所高等院校食品科学与工程专业、建筑工程专业及经济管理专业具有丰富教学经验的一线教师的教学科研成果，是全体编写人员智慧的结晶。

本书由西北农林科技大学岳田利教授统稿，全书由绪论和 11 章内容组成，绪论由西北农林科技大学岳田利编写，第 1 章基本建设程序和工厂设计的内容由湖南农业大学邓洁红、山西农业大学李志刚编写，第 2 章厂址选择由福建农林大学田玉庭、塔里木大学朱丽霞编写，第 3 章食品工厂总平面设计由西南大学夏杨毅、西北农林科技大学高振鹏编写，第 4 章工业建筑基础知识由河南农业大学李梦琴、内蒙古农业大学张保军编写，第 5 章食品工厂工艺设计由西北农林科技大学王云阳、高振鹏编写，第 6 章食品工厂辅助部门由西南大学夏杨毅、郑州轻工业学院纵伟编写，第 7 章食品工厂卫生设计由西北农林科技大学段旭昌、延边大学崔福顺编写，第 8 章公用工程由山西农业大学李志刚、西北农林科技大学史亚歌编写，第 9 章食品工厂安全生产与环境保护由四川农业大学林德荣、青岛农业大学张志伟编写，第 10 章基本建设概算由沈阳农业大学张佰清、塔里木大学黄英编写，第 11 章技术经济分析由西北农林科技大学薛彩霞、甘肃农业大学盛文军编写，部分设计案例由西北农林科技大学王周利、西北大学王媛、武夷学院许原编写。

在本书编写过程中，得到中国农业出版社及许多同仁的大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢！

食品工厂设计涉及诸多学科，知识技术发展迅速，由于编者的知识面、专业水平及时间限制，虽然尽了最大努力，书中仍难免留有不妥乃至错误之处，敬请各位专家、读者批评指正，编者不胜感激！

岳田利

2018 年 9 月于西安

目 录

绪 论	1	2.4.1 厂址选择报告的基本内容	32
0.1 食品工业的分类及特点	1	2.4.2 有关附件资料	33
0.2 食品工厂设计的意义和作用	2	2.5 建厂条件评价	33
0.3 食品工厂设计的任务和内容	2	2.5.1 资源条件评价	34
0.4 食品工厂设计的特点	3	2.5.2 原材料供应条件评价	34
思考题	4	2.5.3 燃料及动力供应条件评价	35
第 1 章 基本建设程序和工厂设计的内容	5	2.5.4 交通运输和通信条件评价	35
1.1 基本建设程序	6	2.5.5 外部协作配套条件和同步建设 评价	36
1.1.1 基本建设概述	6	2.6 环境影响评价	36
1.1.2 项目建议书	6	2.6.1 选址地区的环境状况	36
1.1.3 可行性研究	8	2.6.2 主要污染源和污染物	37
1.1.4 项目评估	15	2.6.3 控制污染的方法与措施	37
1.1.5 设计计划任务书	16	2.6.4 环境影响评价结论	37
1.1.6 设计工作	17	思考题	38
1.1.7 施工、安装、试产、验收及交付 使用	19	第 3 章 食品工厂总平面设计	39
1.2 工厂设计的任务与内容	19	3.1 总平面设计的任务、内容和基本 原则	40
1.2.1 工厂设计的任务和分工组织	19	3.1.1 总平面设计的任务	40
1.2.2 工厂设计的内容	20	3.1.2 总平面设计的内容	40
1.2.3 工厂设计的步骤	21	3.1.3 总平面设计的基本原则	41
思考题	22	3.2 食品工厂总平面布局	42
第 2 章 厂址选择	23	3.2.1 单位工程在总平面中的相互 关系	42
2.1 厂址选择的重要性及原则	24	3.2.2 厂区划分	43
2.1.1 厂址选择的重要性	24	3.2.3 建筑物和构筑物的布置	43
2.1.2 厂址选择的一般原则	24	3.2.4 厂内运输	44
2.1.3 厂址选择原则举例	25	3.3 总平面设计方法	46
2.2 厂址选择的工作程序	25	3.3.1 总平面布置的形式	46
2.2.1 厂址区域的选择	25	3.3.2 总平面设计的步骤	48
2.2.2 厂址的选择	26	3.4 总平面设计的主要技术指标	50
2.3 厂址选择的基本方法	27	3.4.1 有关参数	50
2.3.1 基本方法	27	3.4.2 技术经济指标	54
2.3.2 厂址的定性比选	30	3.5 总平面设计图的绘制	56
2.3.3 厂址比选结论	31		
2.4 厂址选择报告编制	32		

3.5.1 总则	56	5.7 生产车间工艺布置设计	118
3.5.2 一般规定	56	5.7.1 食品 GMP 对生产车间工艺布置	
3.5.3 总平面设计范例	58	设计的要求	119
思考题	59	5.7.2 生产车间工艺布置设计的原则	119
第4章 工业建筑基础知识	60	5.7.3 生产车间工艺布置设计的步骤与	
4.1 工业建筑的分类和组成	61	方法	119
4.1.1 工业建筑的分类	61	5.8 生产车间设备布置图的绘制	123
4.1.2 工业建筑的组成	63	5.8.1 概述	123
4.2 工业建筑的结构	67	5.8.2 设备布置图的绘制	124
4.2.1 单层工业厂房的结构	67	5.8.3 设备布置图的标注	128
4.2.2 多层工业厂房的结构	68	5.8.4 不同设计阶段中的设备布置图	130
4.3 工业建筑标准化及图例	73	5.8.5 设备布置图的绘制步骤	130
4.3.1 建筑的工业化和标准化	73	5.9 水、汽用量的估算	130
4.3.2 建筑模数的协调	73	5.9.1 用水量估算	130
4.3.3 主要建筑参数的确定	75	5.9.2 用汽量估算	134
4.3.4 建筑设计图例	75	5.10 管路计算与设计	138
思考题	79	5.10.1 管路设计的标准化与管材选择	138
第5章 食品工厂工艺设计	80	5.10.2 给水管道的计算及水泵选择	140
5.1 概述	81	5.10.3 蒸汽管道的计算与选择	145
5.1.1 工艺设计的重要性、内容和基础		5.10.4 制冷系统管道的计算及泵的	
资料	81	选择	145
5.1.2 工艺设计的步骤	81	5.10.5 生产车间水、汽等总管的确定	151
5.2 产品方案及班产量的确定	81	5.10.6 管道附件、管道连接及管道	
5.2.1 产品方案	81	补偿	151
5.2.2 班产量的确定	81	5.10.7 管道保温与标志	153
5.2.3 产品方案的表达	82	5.10.8 管路设计图绘制	155
5.2.4 产品方案的比较与分析	84	5.10.9 管路安装与试验	159
5.3 工艺流程设计	84	思考题	160
5.3.1 工艺流程的选择与设计	84	第6章 食品工厂辅助部门	161
5.3.2 工艺流程方框图的绘制	85	6.1 原料接收部门	162
5.3.3 设备工艺流程图的绘制	87	6.1.1 蔬菜原料接收站	162
5.4 工艺物料衡算	96	6.1.2 水果原料接收站	162
5.4.1 物料计算的方法	96	6.1.3 水产原料接收站	162
5.4.2 物料平衡图	105	6.1.4 肉类原料接收站	163
5.4.3 物料平衡表	106	6.1.5 收奶站	163
5.5 设备选型	106	6.2 中心实验室与化验室	163
5.5.1 设备选型的原则	106	6.2.1 中心实验室	163
5.5.2 设备生产能力的计算	106	6.2.2 化验室	167
5.5.3 主要设备选择配备实例	110	6.3 仓库	168
5.6 劳动力计算	115	6.3.1 食品工厂仓储的特点	168
5.6.1 劳动定员的组成	115	6.3.2 仓库的类别	169
5.6.2 劳动定员的依据	116	6.3.3 仓库容量的确定	169
5.6.3 劳动力的计算	116	6.3.4 仓库面积的确定	170

6.3.5 食品工厂仓库对土建的要求	170	8.2.2 食品工厂对水源的要求	208
6.3.6 仓库在总平面布置中的位置	171	8.2.3 水处理系统	209
6.3.7 现代化仓库管理	171	8.3 给排水工程	210
6.4 商品运输	172	8.3.1 设计内容及所需的基础资料	210
6.4.1 厂外运输	172	8.3.2 给水工程	211
6.4.2 厂内运输	173	8.3.3 排水工程	213
6.4.3 车间运输	173	8.4 供热工程	214
6.5 维修工程	173	8.4.1 设计内容及所需的基础资料	214
6.5.1 机修车间	173	8.4.2 锅炉容量的确定和锅炉的选择	214
6.5.2 电的维修	175	8.4.3 锅炉房的位置和设计要求	215
6.5.3 其他维修	175	8.4.4 热工监测及控制	216
6.6 其他辅助设施	175	8.5 供电工程	217
6.6.1 工厂管理机构	175	8.5.1 供电及自控工程设计	217
6.6.2 食堂	175	8.5.2 供电要求与相应措施	217
6.6.3 更衣室	175	8.5.3 负荷计算	217
6.6.4 浴室	175	8.5.4 供电	218
6.6.5 厕所	176	8.5.5 照明	219
6.6.6 医务室	176	8.6 自动控制	219
思考题	176	8.6.1 自控设计的任务和内容	220
第7章 食品工厂卫生设计	177	8.6.2 自控设备的选择	220
7.1 食品工厂设计卫生规范	178	8.6.3 自控系统	220
7.1.1 生产环境对食品安全卫生的 影响	178	8.7 采暖与通风工程	224
7.1.2 食品工厂设计卫生规范	178	8.7.1 采暖	224
7.1.3 食品卫生规范对食品工厂设计的 卫生要求	181	8.7.2 通风与空调	225
7.2 食品工厂常用的卫生清洗消毒方法与 设施	185	8.7.3 局部排风	226
7.2.1 食品工厂设备清洗方法及设施	185	8.8 制冷工程	227
7.2.2 食品工厂设备的消毒方法	190	8.8.1 冷库的分类与库容量计算	227
7.3 食品工厂 GMP 与 HACCP 管理	192	8.8.2 耗冷量计算	228
7.3.1 食品工厂 GMP 管理	192	8.8.3 制冷系统	229
7.3.2 食品工厂的 HACCP 管理	198	8.8.4 制冷设备的计算与选择	229
7.3.3 GMP 管理与 HACCP 管理的 关系	205	8.8.5 冷库设计概要	230
思考题	205	思考题	231
第8章 公用工程	206	第9章 食品工厂安全生产与环境保护	232
8.1 概述	207	9.1 安全生产	233
8.1.1 公用工程的主要内容	207	9.1.1 生产中的不安全因素	233
8.1.2 公用工程的区域划分	207	9.1.2 防火防爆	233
8.1.3 公用工程的一般要求	207	9.1.3 防毒	235
8.2 水处理工程	208	9.1.4 用电安全	235
8.2.1 食品工厂对水质的要求	208	9.1.5 安全性评价	236
		9.2 环境保护工程	236
		9.2.1 工业废气处理	237
		9.2.2 工业废水处理	239
		9.2.3 固体废弃物处理及综合开发	

利用	242	11.1.3 技术经济分析的方法	261
9.2.4 噪声污染	243	11.2 总投资估算	262
9.2.5 绿化与美化工程	245	11.2.1 固定资产投资估算	263
9.2.6 环境评价	246	11.2.2 流动资金估算	265
思考题	247	11.3 产品成本与销售利润	266
第10章 基本建设概算	248	11.3.1 产品成本估算	266
10.1 项目概算	249	11.3.2 销售利润估算	268
10.1.1 项目概算的意义	249	11.4 经济评价	271
10.1.2 项目概算的内容	249	11.4.1 经济评价所需的基础数据	271
10.2 工程项目的概算方法	253	11.4.2 经济评价指标	271
10.2.1 工程项目的层次划分	253	11.4.3 经济评价方法	272
10.2.2 工程项目的性质划分	254	11.5 设计方案的选择	278
10.2.3 概算文件的组成	254	11.5.1 方案选择的原则	278
10.2.4 概算书的编制依据和编制方法	255	11.5.2 方案的综合分析	279
思考题	258	思考题	281
第11章 技术经济分析	259	推荐学习书目	283
11.1 技术经济分析概述	260	参考文献	285
11.1.1 技术经济分析的原则	260		
11.1.2 技术经济分析的主要内容	261		

绪 论

0.1 食品工业的分类及特点

食品工业是指以农业、渔业、畜牧业、林业以及工业的产品或半成品为原料,制造、提取、加工成食品或半成品,具有连续而有组织的经济活动工业体系,它是一个最古老而又永恒的常青产业,伴随着地球人类文明的演进而发展,历史悠久。食品工业囊括了人类生活的方方面面,包括基础的谷物加工、肉类食品的加工、水果和蔬菜的加工、饮料生产、食品添加剂生产、乳制品加工等。

按照国家统计局和中国标准化研究院起草,国家质检总局、国家标准化管理委员会批准发布,2017年10月1日实施的《国民经济行业分类》(GB/T 4754-2017),可以将食品工业分为4个大类、21个种类和36个小类。4个大类名称分别为:①农副产品加工业,包括植物油加工、水产品加工、谷物磨制、饲料加工、屠宰及肉类加工等;②食品制造业,包括乳制品,调味品、发酵制品、方便食品、焙烤食品、罐头食品制造业等;③酒、饮料和精制茶制造业,包括酒、饮料,精制茶加工;④烟草制品业,包括烟叶复烤及卷烟制造等。

近年来,我国食品产业结构不断优化,效益持续增长,投资规模进一步扩大。规模以上食品工业企业主营业务收入达11.35万亿元(2015年),比2010年增长了87.3%,年均增长13.4%。食品工业企业主营业务收入占全国工业企业主营业务收入的10.3%,利润总额占12.6%,上缴税金占19.3%。食品工业与农林牧渔业的总产值之比达1.11:1。对全国总产值增长贡献率6.6%,拉动了全国工业增长0.4个百分点。食品产业不仅大量转化了大宗农产品,也大幅度增加了农民收入和农业效益,带动了农民脱贫致富和农村经济的健康发展。

我国食品工业已发展成为门类比较齐全,既能满足国内市场需求,又具有一定出口竞争能力的产

业,并实现了持续、快速、健康发展的良好态势。食品工业总产值年均递增10%以上,产品销售收入快速增长,经济效益大幅度提高,继续保持位列国民经济各产业部门前列的地位,在保障民生、拉动消费、促进经济与社会发展方面继续发挥重要的支柱产业的作用。我国对全球210多个国家和地区出口食品,其中,“一带一路”沿线国家对进口食品的旺盛需求为我国食品工业发展提供了巨大的国际市场。“一带一路”是中国食品工业走出去的历史新机遇,更多国内食品企业纷纷借助“一带一路”走出国门,有效促进了国内外食品贸易的交流发展。“一带一路”增加了我国食品走向世界的机会,有助于我国食品企业更好地掌握全球食品的需求动态,有助于食品工业形成新的商业模式与社会价值实现模式,有助于中国食品产业在世界食品市场竞争中,实现生产要素的跨区域合理化配置,带动行业发展。当前,我国食品工业总产值约占世界食品工业总产值的20%,居世界第一位。但初级加工占工业总产值的比重达60%,深加工食品制造仅占工业总产值的30%,我国食品工业仍属于以初级食品加工为主的资源型产业,食品产业现代化程度较低,食品工业科技创新能力不足。与此同时,我国农产品及食品仍然存在成本较高、档次较低、产量过剩却仍大量进口的市场矛盾,制约着食品行业的发展。

“民以食为天”揭示了食品在人类生活中的重要地位,食品产业是永远的朝阳产业。“十三五”时期是中国食品行业发展的关键期、转折期和历史机遇期,要按照“创新、协调、绿色、开放、共享”的发展理念,以一、二、三产融合为主线,以营养健康为目标,以食品加工为主导,坚持创新发展、融合发展、绿色发展、开放发展、重点发展、人才发展、前瞻发展、理念发展、改革发展、跨越发展,建立符合新时代要求和经济发展规律的、新型的食品工业产业体系,领跑世界食品工业发展新潮流。

0.2 食品工厂设计的意义和作用

食品工厂设计,就是以特定食品加工为目标,运用先进的生产工艺技术,通过工艺设计与工程地质勘察和工程测量、土木建筑、供电、给水排水、供热、采暖通风、自控仪表、三废处理、工程概预算以及技术经济等配套专业的协作配合,用图样并辅以文字做出一个完整的工厂建设蓝图,按照国家规定的基本建设程序,有计划、按步骤地进行工业建设,把科学技术转化为生产力的一门综合性学科。

在食品工业的发展中,工厂设计发挥着重要作用:①工厂设计是食品生产的基本条件,是食品卫生、安全、质量的物质保证;②不管是新建、改建、扩建一个厂,还是进行新工艺、新技术和新设备的研究,都需要进行设计,而且是第一步所必须做的,是生产的基本条件;③工厂设计是否先进、合理,与以后工厂的效益和兴旺密切相关。食品工厂设计有助于培养食品行业应用性、综合性人才,有助于促进和提升我国食品行业的整体水平。食品工厂的建设和改造,食品工艺的发明和提升,新型食品技术和装备的应用,都需要进行设计,科研成果的工业化,离不开设计的支撑。

食品工厂建设的先进性反映了一个国家的经济和科学发展水平,而食品工厂的先进性首先取决于其工厂设计的合理性,食品工厂的设计工作是食品工厂扩大再生产、更新改造原有企业、提高产品质量和生产效率、促进国民经济和社会发展的重要技术经济活动。随着人民对食品的需求日益多样化、食品安全问题日益严峻化,食品工厂的设计要求也越来越高。此外,食品工厂设计是一个系统工程,涵盖了食品行业设计的方方面面,食品工厂的设计需要符合国民经济发展需要,符合科学技术发展趋势。合理、有效的食品工厂的设计,能够为人民提供更多、更好、更优质的食品,更加完善地保障食品安全与营养健康。食品工厂的设计,对保障我国食品产业健康、快速发展,提升食品产业在“一带一路”中的作用,具有重要意义。

科技创新一直以来都是食品产业的支柱。没有好的技术,生产不出好的产品,食品工业中,生产工艺科技一直居首要位置。我国食品工厂企业,在资源利用、高效转化、智能控制、工程优化、清洁生产和技术标准等方面相对落后,特别是在食品加

工制造过程中的能耗、水耗、物耗、排放及环境污染等问题尤为突出。学习和探讨绿色环保的食品工厂设计,有助于深入研究与集成开发食品绿色加工与低碳制造技术,进而提升产业整体技术水平,推动食品生产方式转变,实现传统食品工厂转型升级和可持续发展。目前,食品加工企业中,国产设备的智能化、规模化和连续化能力相对较低,成套装备长期依赖高价进口和维护,食品工程装备的设计水平、稳定可靠性及加工设备的质量等与发达国家相比存在较大差距。食品工厂的设计,能够系统地把握和熟悉各类型的食品设备,促进我国食品机械装备制造的技术改造和提升。未来食品产业将会逐步从“传统机械化加工和规模化生产”向“工业4.0”与“大数据时代”下的“智能互联制造”、从“传统热加工”向“冷加工”、从“传统多次过度加工”向“适度最少加工”、从“依赖自然资源开发”向“人工合成生物转化”等方向发展。食品工厂设计,有助于从源头入手,着眼于未来新型化、个性化、智能化的食品加工与制造。

《“十三五”食品科技创新专项规划》提出,到2020年,实现规模以上食品企业主营业务收入突破15万亿元,预期年均增长7%左右,工业食品的消费比重全面提升,形成一批具有较强国际竞争力的知名品牌、跨国公司和产业集群,推动食品产业从注重数量增长向提质增效全面转变。培育食品高新技术企业,力争2020年企业数量达到5000家。力争到2020年全面提升我国现代食品装备制造业的技术开发与装备创制能力,显著提高我国食品装备自给率、自动化率、工程化能力和国际竞争力,支撑我国现代食品制造业转型升级和可持续发展。实现这一目标,需要对现有的食品工业进行整体的改造和升级,在这一过程中,各种新的工艺、技术、设备的研究和应用,都需要进行设计,才能投入生产实际。所以,高科技、高附加值、绿色的食品工厂设计,对实现《“十三五”食品科技创新专项规划》的目标,具有重要意义。

0.3 食品工厂设计的任务和内容

食品的生产 and 消费需要加工过程便捷、可靠,以保障产品的一致性、高品质和高产量,这离不开科学、先进的食品工厂设计。食品工厂设计的总体任务是根据国家法律法规、国际国内标准与规程对

食品生产企业的食品加工工厂进行科学论证与设计规划,运用先进的生产工艺技术,通过工艺主导专业与工程勘查、测量、建筑、水电暖的供给与排放、仪表、三废处理、工程概算以及技术经济等配套专业的协作配合。用图样形式并辅助以文字绘制完整的工厂建设图,工业建设完成后,使食品工厂能满足食品加工技术和安全卫生生产的要求。通过设计这个过程,使得国家有关政策方针得以体现,使得科学技术转化为实际的生产力,使得工厂建设更切合实际、安全实用、有更好的经济效益。

食品工厂的设计是一门涉及政治、经济、工程和技术诸多学科的综合性较强的科学技术。食品工厂设计者要具有计算、绘图、表达等方面的专业理论知识和扎实的设计功底,要掌握食品加工与食品安全专业知识,还要充分了解设计的规范标准、经济和法律政策的相关要求。最后,还要有较强的创新能力,才能完成有关的设计工作。

食品工厂设计的内容一般包括工厂建设、总平面设计、工艺设计、食品卫生与安全设计、技术经济分析等大的方面。还包括如建筑、结构、给水、排水、供电、自动控制、采暖通风和空气调节、热能动力(包括供汽、制冷、压缩空气及其他动力)、环境保护等非工艺设计,并按照设计阶段进行投资估算、概算、预算以及技术经济分析等。这些设计可以专业化、分解化、模块化,共同围绕着食品工厂设计这一主题,紧密配合、互相合作,共同组成食品工厂的设计任务。

食品工厂的建设必须根据拟建设项目的性质对建厂地区及地址的相关条件进行实地考察和论证分析,最后确定食品工厂的建设地点。考察和论证内容包括工厂建设的资源条件、厂址条件和环境条件等。总平面设计是食品工厂总体布置的平面设计,其任务是根据工厂建筑群的组成内容及使用功能要求,正确处理建筑物、交通运输、管路管线、绿化区域等布置问题。技术经济分析的核心内容是技术与经济的最佳结合问题,它通过应用技术经济理论和方法进行定性、定量的综合分析,是在多种方案的比较中选择技术上可行、先进,经济上有利、合理,财政上有保证的最优方案的过程。食品工厂工艺设计是食品工厂设计的主体,就是按工艺要求进行工厂设计。其决定着预期食品在工厂中是如何生产的,具体内容包括原材料和生产者的使用、环境条件,以及所有决定工厂设计的需求。食品工厂工

艺设计的基本内容有:产品方案、规格及班产量确定;主要产品生产工艺流程的选择和论证等。

在食品工厂设计中,必须重视食品卫生与安全。食品卫生是指为防止食品在生产、收获、加工、运输、贮藏、销售等各个环节被有害物质污染,保证食品有益于人体健康所采取的各项卫生措施。食品卫生是食品安全的必要条件,食品安全是食品卫生的充分条件。随着人们对食品质量和食品安全意识的增强,人们对食品卫生和食品安全越来越重视,为防止食品在生产、加工、销售过程中的污染,保证食品卫生安全,食品生产过程对食品生产设施的卫生要求也越来越高,所以在现代食品工厂的设计过程中需要贯穿新的食品安全与卫生设计和生产管理理念和规范,以利于食品生产过程中的安全卫生管理,降低食品生产过程的质量安全卫生控制成本,保证产品的质量。在工厂设计时,一定要在厂址选择、厂房布局和车间布置及相应的辅助设施设计等方面,严格按照国家食品安全法、良好生产规范(GMP)、危害分析与关键控制点(HACCP)、企业食品生产许可(CS)、食品生产许可审查细则等标准规范和有关规定的要求,进行周密、全面的考虑。

0.4 食品工厂设计的特点

了解食品工厂的特点,是进行食品工厂设计的重要条件。只有根据食品工厂的特点进行设计,才能设计出符合食品生产要求的工厂。食品工厂的特点:①生产季节性强,生产品种要经常变换;②卫生要求高;③劳动力密集型;④生产条件较差。

食品工厂设计的先进性反映着一个国家的经济和科学技术发展的水平,也反映着人民生活水平的高低,在食品工业发展中具有重要的地位和作用,而食品工厂的先进性取决于工厂设计的合理性。工厂设计得不合理、存在缺陷或设计上缺乏前瞻性,会导致工厂无法正常生产,出现返工、改造等情况,耗费人力、物力,造成巨大的经济损失。

因此,食品工厂设计具有以下特点:

(1) 结合国情,注重技术先进性和经济合理性
在确定工艺流程、车间布局、设备选型、基础设施和管线布置时必须遵循国家有关法律法规和规范条例。

(2) 综合性强

食品工厂设计涉及政治、经济、工程和技术诸

多学科。要求设计者具有扎实的理论基础，丰富的实践经验和熟练的专业技能，只有这样才能有高质量的设计。食品制造从厨房工业发展到现在，涉及不同的学科。因此，食品工厂的设计需要基于自然和生物科学的知识、大多数工程学科内容、相关法规、运营管理和经济评价的整体方法。一个典型的工厂包括食品加工和包装线、建筑和外部景观，以及公用设施供应和废物处理设施。食品工厂设计本质上是跨学科的，需要食品科学家、微生物学家和化学、机械和控制工程师以及其他专家综合论证实施。

(3) 生产方法的多样化

生产同一品种，可以采用不同的起始原料，采用不同的生产方法；选择同样的起始原料，经过不同的加工方法，可以得到不同的终产品。在相同的技术路线中，可以采用不同的工艺流程。科学技术的进步和生产水平的提高，可供选择的技术路线和生产方法越来越多。

(4) 食品种类多，季节性强

这就要求生产线、装置的设计尽可能达到优化、多用的目的，力求做到“一线多用，一机多能”的目的，以提高经济效益。

(5) 卫生要求高

考虑卫生设施，保障工作人员安全和具有良好的工作条件，减轻劳动强度，同时注意防止污染、保护环境、改善和美化环境。

食品工厂设计还要符合以下原则：①符合精心设计的总原则：做精心设计、投资省、技术新、质量好、收效快、回收期短；②设计的技术经济指标以达到或超过国内同类型工厂生产实际平均先进水平为宜；③积极采用新技术，力求设计在技术上具有现实性和先进性，在经济上具有合理性；④必须结合实际，因地制宜，体现设计的通用性和独特性相符的原则，并留有适当的发展余地；⑤食品类工厂还应贯彻国家食品卫生有关规定充分体现卫生、优美、流畅并能让参观者放心的原则；⑥设计工作必须加强计划性、各阶段工作需要明确进度。

思考题

1. 简述我国食品工业的发展现状与机遇。
2. 食品工厂设计在食品产业中的意义及作用是什么？
3. 食品工厂设计的主要内容有哪些？
4. 食品工厂设计有什么特点？



第 1 章

基本建设程序和工厂设计的内容



学习目的与要求

通过本章的学习，了解食品工厂基本建设程序；掌握可行性研究的原则和方法；掌握项目建议书、可行性研究报告、设计计划任务书的编制方法；明确食品工厂设计的任务和内容。