



普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校食品系统工程专业教材

现代食品系统工程学导论

主 编 ◎ 于秋生

副主编 ◎ 张国农

主 审 ◎ 陈正行

Introduction to
Modern Food System Engineering



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位



普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校食品系统工程专业教材

现代食品系统工程学导论

Introduction to
Modern Food System Engineering

上架建议：食品工业

了解更多...



中国轻工业出版社二维码

ISBN 978-7-5184-2701-7



9 787518 427017 >

定价：74.00 元

高等学校食品系统工程专业教材

现代食品系统 工程学导论

于秋生 主 编
张国农 副主编
陈正行 主 审

于秋生 主 编
张国农 副主编
陈正行 主 审

 中国轻工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代食品系统工程学导论/于秋生主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2020. 1

普通高等教育“十三五”规划教材 高等学校食品系统工程专业教材

ISBN 978-7-5184-2701-7

I. ①现… II. ①于… III. ①食品工程-系统工程学-教材 IV. ①TS2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 239536 号

责任编辑: 钟 雨 责任终审: 李克力 封面设计: 锋尚设计
版式设计: 锋尚设计 责任校对: 吴大鹏 责任监印: 张 可

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 河北鑫兆源印刷有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2020 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 25.25

字 数: 570 千字

书 号: ISBN 978-7-5184-2701-7 定价: 74.00 元

邮购电话: 010-65241695

发行电话: 010-85119835 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请与我社邮购联系调换

181203J1X101ZBW

序

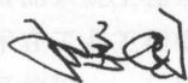
2016年6月2日，一个载入中国高等教育史册的日子，拥有世界上工程教育规模最大的中国成为国际本科工程学位互认协议《华盛顿协议》的正式会员。《华盛顿协议》是本科工程教育学位互认协议，是世界上最具影响力的本科工程教育专业认证的国际互认协议。从2005年起，中国开始建设工程教育认证体系，逐步在工程专业开展认证工作，并把实现国际互认作为重要目标。截至2017年年底，教育部高等教育教学评估中心和中国工程教育专业认证协会共认证了全国198所高校的846个工科专业（其中包括21所高校的食品科学与工程专业）。通过专业认证，标志着这些专业的质量实现了国际实质等效，进入全球工程教育的“第一方阵”。

我国10多年来的工程教育专业认证工作表明，课堂教学已经成为工程教育改革的“最后一公里软肋”。工程教育专业认证强调专业人才培养结果导向，要求教师将毕业生出口要求分解对应到课程上去，并在课程教学中有效实施。

《现代食品系统工程学导论》，填补了食品系统工程学教材方面的空白。科学、规范、合理、实用是编撰本书的基本原则。更新知识体系和教学内容，按照两化融合的需求，强调学科交叉与融合，强化工程能力与素质培养，是编撰本书的基本思想。推动教师更新工程知识、掌握新的实践技能、丰富工程实践经验，不断强化工程实践能力，是编撰本书的基本目的。食品加工工程的设计是集多学科大成的系统工程，是以某个或某类产品为目标范例、多学科最新技术的共同展现，它的成熟性、先进性、协调性与各个学科的发展、进步是分不开的，更重要的是与设计者对各学科的博采水平相关。全书从田头到餐桌，从食品工厂的规划、选址、设计、建设、运行、管理以及经济、社会效益等，内容详实而全面。本书为我国食品工程化教育的教材建设、课程设置、师资队伍和教学方法以及人才培养模式等方面开了先河，给读者以崭新的理念。该书的通篇内容给人以很多启迪，是一部不可多得的好教材。

希望食品教育界和工业界今后出版更多的这类书籍，为我国食品科学与工程专业的工程教育打下更加坚实的基础，走向更加辉煌的明天。

中国工程院院士
北京工商大学校长



2019年10月

前言

食品科学与工程专业在过去的几十年的教学实践中有完整的教学体系,学科建设、课程设置、师资队伍等均符合当时的教学要求,整体教学水平良好,为国家培养了大批食品专门人才,满足了各方面的需求。

随着食品领域大工业化时代的到来,学科建设在不断地进步,人才的市场需求也在发生着变化。然而,我国高校食品专业的工程化教学水平与先进国家相比,仍有差距。普遍存在的现象是,食品专业学生工程化概念淡薄、工程化能力差、无法满足食品工业发展对工程技术人才的需求。随着我国经济模式的转变,生产技术从单元技术发展成数字化模块技术,食品学科的课程设置、师资队伍和教学方法等的建设都要与时俱进。

面对当前这一亟待改革的现状,对于从事食品科学与工程专业教学、研究的工科院校,首先要从食品工程认证教育的教材建设入手,拟定新的教学计划,引进或培养新的食品工程化方面的人才。适时推进食品工程化知识的积淀和凝炼工作,建立系统的、科学的工程化理论来指导食品工业生产的设计思路,即培养学生将科研技术放大、落地,切实落实于可操作性强的生产中的能力,在工业化中体现技术、体现研究成果,做到并做好对食品工业全产业链的管理。只有这样才能强化学生提高企业的经济效益和社会效益,增强产品市场竞争力的意识,才能彻底扭转片面地认为仅仅选设备、单元操作、工厂设计、画画图纸等就是工程化的观念,从而建立起食品工程系统论的思想,进而扎实地把食品工程教育认证工作推向更高层次。

中国轻工业出版社十分重视和关心食品工程认证教育的教材建设和编写,成立了编委会,并先后多次召集相关院校的专家教授参加教材编写会议,《现代食品系统工程学导论》一书应运而生。

全书共有十一章,涵盖的内容主要有:现代食品系统工程学的主要概念,系统工程与食品工厂设计,运筹学技术在工业工程中的应用,食品工程物流学——从田头到餐桌,工业区位论——厂址选择,现代食品加工工艺与工程设计基础,信息化与食品智能制造,美学体验,环境安全制约原理,工程技术经济系统,系统工程方法与哲学思考。这些内容的核心,是要建立理论思维模式和工程思维模式,同时将理论思维模式延续到工程思维模式,在阐明“食品工程”的本质的基础上,将思维转化为实践,服务于实践,进而全方

位指导规划、设计、运行、管理好一个食品工厂。

参加本书的编写人员都是江南大学的老师和有多年工厂实践的博士、硕士，书中内容是他们多年从事食品科学与工程专业教学、科研工作以及工厂实践体会的总结。编写分工如下：第一章于秋生，第二章李珍妮，第三章朱熹、陆宁，第四章韩粉丽、陆宁，第五章张芬芬、徐晖，第六章於慧利，第七章陈天祥，第八章徐珍珍，第九章平向莉、张宁，第十章张国农，第十一章于秋生。于秋生负责统稿。

本书将系统工程的概念引入食品工程领域，希望能引起学界、业界的重视和同仁的共鸣。本书不仅可作为高等学校“食品科学与工程专业”的教材，也可供从事食品科学研究、食品工程设计和食品工厂管理的科技工作者参考。

本书诚邀中国工程院院士、北京工商大学校长孙宝国教授为本书作序，江南大学陈正行教授为本书审稿人，对他们付出的辛勤劳动表示由衷的感谢。

对参与本书编写大纲讨论的中国轻工业出版社李亦兵副编审、贵州大学邓力教授、湘潭大学刘忠义教授、安徽农业大学陆宁教授、四川农业大学邬应龙教授、江南大学范大明教授、江南大学冯伟博士所提出的宝贵意见致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之编写时间仓促，难免有疏漏不妥之处，诚望广大读者不吝指正、赐教。

编者

2019年9月

目 录

第一章 现代食品系统工程学的主要概念

学习指导

2

第一节 名词释义

2

一、科学

2

二、技术

2

三、工程

3

四、系统与系统论

4

五、系统工程

4

六、理论思维和工程思维

5

第二节 循环经济与食品加工发展趋势

8

一、工业循环经济与系统工程

8

二、我国循环经济的发展对策与主要目标

10

三、循环经济与食品加工发展趋势

12

第三节 生态经济与食品加工产业链

14

一、生态经济的基本概念

14

二、生态经济与食品加工产业链

15

第四节 清洁生产与可持续发展

17

一、清洁生产的基本概念

17

二、清洁生产是一项系统工程

20

三、清洁生产与食品工业可持续发展

20

第五节 工业系统集成主要技术在食品工业中的应用

21

一、食品工业系统集成方法

21

二、工业系统集成主要技术在食品工业中的应用

23

三、科技协同创新在食品工程发展中的重要性

24

四、计算机技术在食品工程中的应用

24

五、智能制造“个性化定制”将是食品加工的发展方向

25

思考题

26

参考文献	26
第二章 系统工程与食品工厂设计	
学习指导	28
第一节 系统	28
一、系统的定义和分类	28
二、系统的特征	30
三、系统论中的规律	31
第二节 系统工程	33
一、系统工程的定义	33
二、系统工程研究内容的特点	34
三、系统工程的基本定律	34
四、系统工程处理问题的基本观点	35
五、系统工程的应用	37
第三节 系统工程方法论	37
一、系统工程的构思原则	38
二、硬系统工程方法论	40
三、软系统工程方法论	41
第四节 工程控制论	42
一、控制论的基本概念	43
二、控制系统的质量指标	44
三、工程控制论的理论范畴	46
四、工程控制论的理论程序	48
第五节 系统工程与食品工厂设计	49
思考题	54
参考文献	54
第三章 运筹学技术在食品工程中的应用	
学习指导	56
第一节 工程运筹学基本概念	56
一、运筹学的定义和特点	56
二、运筹学与工业工程的基本关系	57

第二节 工业工程应用中的运筹学技术	60
一、工业工程规划中的运筹学技术	60
二、工业工程设计中的运筹学技术	64
三、工业工程评价中的运筹学技术	69
四、工业工程协同创新中的运筹学技术	72
第三节 制造资源计划中原料供应的运筹学技术	78
一、制造资源计划简介	78
二、计划评估和审查技术与 MRP-Ⅱ 中生产提前期的估计	79
三、制造资源计划中主生产计划的制订	81
第四节 柔性制造系统及其相关运筹学方法	83
一、柔性制造系统及其柔性概念	83
二、柔性制造系统中的加工车间问题	84
三、柔性制造系统中“柔性”的定量评价模型	84
第五节 全面质量管理中运筹学的应用	86
一、全面质量管理简介	86
二、应用数理统计方法, 全面提高产品质量	86
三、运用决策树法, 降低全过程产品的质量成本	87
四、应用网络法, 缩短企业全面质量管理体系的运行周期	88
思考题	89
参考文献	90
第四章 食品工程物流学——从田头到餐桌	
学习指导	92
第一节 存贮与流动	92
一、存贮问题的基本要素	92
二、确定型连续需求的物资流动与存贮策略	94
三、随机型的连续需求的物资流动与存贮策略	104
第二节 食品物流设计	110
一、食品物流系统定义和特点	110
二、食品物流设计	113

	三、食品物流中的标准制定和实施	117
第三节	物流过程中的食品质量控制	118
	一、环境对食品流通的影响	119
	二、食品在物流过程中的质量安全控制	121
	三、大数据时代下的食品安全追溯系统	125
第四节	物流成本与物流成本管理	127
	一、物流成本	127
	二、物流成本管理	130
	三、物流成本控制	132
	思考题	138
	参考文献	139
第五章	工业区位论——厂址选择	
	学习指导	141
第一节	区位选择与众多影响因子的偶合	141
	一、区位概述	141
	二、韦伯的工业区位论	142
	三、区位选择遵循的原则	144
	四、区位选择的导向	146
	五、食品企业集聚的区位形态	150
	六、企业总部的区位选择与特点	154
第二节	区位与产业链	155
	一、产业链的空间概念	155
	二、产业集群的空间形态	156
第三节	食品工厂厂址选择	158
	一、区位条件和区位因子	158
	二、食品加工业区位选择	159
	三、厂址选择	159
第四节	食品工业园及其系统规划	164
	一、食品工业园的类型	164

	二、食品工业园区发展策划的原则	166
	三、食品工业园的规模及其配置	167
	思考题	169
	参考文献	169
第六章	现代食品加工工艺与工程设计基础	
	学习指导	172
	第一节 食品加工过程关键技术发展现状及问题分析	173
	一、食品加工过程主要单元操作的关键技术	173
	二、食品加工过程的新技术应用	182
	第二节 食品原料的综合利用开发及其生态产业链集成模式	199
	一、食品加工过程存在的关键问题	199
	二、食品原料的综合利用开发	201
	三、食品原料生态产业链集成思路	212
	思考题	214
	参考文献	214
第七章	信息化与食品智能制造	
	学习指导	217
	第一节 信息化	217
	一、信息	217
	二、信息论	218
	三、信息化	219
	第二节 控制论	222
	一、控制的概念	222
	二、控制论研究什么	222
	三、信息在控制过程中的作用	222
	四、“三论”的相互关系	224
	第三节 两化融合	225
	一、基本概念	225

二、物联网加快制造业两化融合	226
三、智能制造：两化融合主战场	228
第四节 工业 4.0 和智能制造	229
一、工业 4.0 离我们有多远	229
二、智能制造信息化助力企业打造智慧工厂	229
三、中国制造 2025	230
第五节 大数据	234
一、大数据概念	234
二、大数据生态系统	237
三、大数据可视化和可视分析	238
第六节 食品智能制造工厂案例	239
一、无人水饺工厂	239
二、打造智能乳品、饮料工厂	240
思考题	242
参考文献	242
第八章 美学体验	
学习指导	245
第一节 科技美学	245
一、科学美的含义	245
二、技术美的含义	246
三、审美在科技研究领域里的重要意义	248
第二节 工程美学	249
一、工程美学特征	250
二、工程设计美与工程美的相关性	252
三、工程美实例	254
第三节 产品美学	261
一、产品的审美追求	261
二、产品的功能	261
三、产品的审美构成	263

第四节	食品与美学	265
	一、中国食品饮食的审美构造	265
	二、食品与艺术审美	266
	三、现代食品工业设计与美学	267
	思考题	272
	参考文献	272
第九章	环境安全制约原理	
	学习指导	275
	第一节 环境安全制约原理	275
	一、环境安全制约原理的基本内容	275
	二、环境安全制约原理的出发点	275
	三、安全标准化及标准体系	276
	第二节 环境安全管理与标准化	282
	一、环境安全管理的主要范畴	282
	二、环境管理的标准化	283
	第三节 职业安全管理与标准化	286
	一、职业安全管理的概念	286
	二、职业安全管理的标准化	287
	第四节 工程实施法规与设计规范	288
	一、工程项目管理	289
	二、工程项目实施法规	291
	三、工程项目的设计规范	293
	第五节 安全辨识、评价与控制	296
	一、安全辨识概述	296
	二、安全分析与评价	299
	三、风险与临界控制	301
	第六节 知识产权	304
	一、知识产权保护	304

	二、知识产权贯标	307
	三、企业秘密	309
	思考题	311
	参考文献	311
第十章	工程技术经济系统	
	学习指导	314
	第一节 概述	314
	一、定义	314
	二、研究对象	314
	三、工程经济学的研究方法	314
	四、工程经济学的特点	315
	五、工程经济学的内容	315
	六、工程技术与经济的关系	315
	第二节 现金流量构成与资金等值计算	316
	一、现金流量及其分类	316
	二、建设项目的现金流量	317
	第三节 建设项目资金筹措与资本成本	323
	一、建设项目资金总额的构成	323
	二、建设项目资金的筹措	323
	三、资本成本	326
	第四节 经济效果评价指标与方法	327
	一、经济效果评价指标	327
	二、方案类型与评价方法	331
	第五节 不确定性分析	334
	一、盈亏平衡分析	334
	二、敏感性分析	336
	第六节 建设项目的财务评价	338
	一、财务评价的程序	338
	二、财务评价的内容、基本财务报表与评价指标的对应关系	339
	三、建设项目投资估算	339
	四、流动资金估算	341

五、财务评价中的几个具体问题	341
第七节 价值工程	342
一、价值工程	343
二、价值工程的实施步骤和方法	344
三、价值工程在企业中的应用	347
第八节 风险决策	348
一、风险决策准则	348
二、决策树在技术经济评价中的应用	349
三、不确定条件下的决策准则	350
四、风险管理	351
思考题	352
参考文献	353
第十一章 系统工程方法与哲学思考	
学习指导	355
第一节 再论工程的划界、本质与特征	355
一、工程的划界	355
二、工程的本质	357
三、工程活动的特征	357
四、工程和工程管理的哲学思考	360
五、建立企业系统工程的哲学思考	360
第二节 现代工程的基本特点及其哲学思考	364
一、工程规模的庞大化、结构复杂化、系统集成化	364
二、工程目标的多元化	366
三、工程活动中的科技含量与联动性	367
四、工程活动的生态（环境）影响力增大	368
五、工程活动的数字化	370
第三节 工程哲学理念下的“顶层设计”	370
一、顶层设计“从生活内涵到深层本质”	371
二、顶层设计“从社会需要到现实可能”	371
三、顶层设计“从思想隐喻到现实方法”	372
四、企业的顶层设计	373

第四节 竞争与协同	376
一、系统发展的动力和源泉是竞争和协同	376
二、试从五律协同看可持续发展	379
三、企业战略联盟	381
四、基于协同学的企业未来核心竞争力研究	383
思考题	386
参考文献	386