



普通高等教育“十三五”规划教材
高等学校油脂工程专业教材

油脂工厂设计

Oil Plant Design

何东平 主编

DESIGN



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
高等学校油脂工程专业教材

油脂工厂设计

Oil Plant Design

何东平 主编

陈文麟 主审

图书在版编目 (CIP) 数据

油脂工厂设计/何东平主编. —北京: 中国轻工业出版社, 2017.4

普通高等教育“十三五”规划教材

高等学校油脂工程专业教材

ISBN 978-7-5184-0638-8

I. ①油… II. ①何… III. ①油脂制备—化工厂—设计—高等学校—教材 IV. ①TQ647

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 238227 号

责任编辑: 张 靓 文字编辑: 方朋飞 责任终审: 张乃东
整体设计: 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: 三河市万龙印装有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1092 1/16 印张: 26.75

字 数: 570 千字 插页: 2

书 号: ISBN 978-7-5184-0638-8 定价: 64.00 元

邮购电话: 010-65241695 传真: 65128352

发行电话: 010-85119835 85119793 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

Email: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

150332J1X101ZBW

本系列教材编委会

主 任

王兴国

何东平

刘玉兰

委 员 (按姓氏笔画排序)

马传国

王学良

安 骏

刘元法

刘长海

刘 晔

刘零怡

刘睿杰

毕艳兰

孙尚德

华欲飞

李桂华

肖付刚

肖安红

谷克仁

邹孝强

吴时敏

汪学德

张世宏

张永泰

张维农

陈凤香

罗 质

金青哲

郑竟成

郑 操

杨国龙

胡传荣

胡志雄

姚 理

袁 超

贾友苏

唐年初

梁少华

曹文明

曹 栋

魏安池

本书编委会

主 编

何东平 武汉轻工大学 教 授

副主编

刘玉兰 河南工业大学 教 授

刘元法 江南大学 教 授

参 编

刘长海 仲恺农业工程学院 教 授

胡传荣 武汉轻工大学 教 授

贾友苏 北京农学院 副教授

张世宏 武汉轻工大学 讲 师

安 骏 中粮食品营销有限公司 工程师

王学良 武汉百信环保能源科技有限公司 工程师

主 审

陈文麟 武汉轻工大学 教 授

序

追溯十多年前的2005年,由全国相关领域八十八位编委共同参与,由本人主编的《中国油脂工业发展史》历经十五年正式出版发行,出版后受到全国油脂界及相关行业专业人士的一致好评。书中介绍了我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”的发展历史,每当重温这些文字,都会使我这个油脂战线的“老兵”心潮澎湃,心情久久难以平静。

自新中国成立以来,我国“油脂专业教育及油脂专业科技书籍”从无到有,从弱到强。这是我国几代“油脂人”辛勤耕耘、发奋图强的结果,来之不易,弥足珍贵,应该发扬光大,指引我们在今后的实际工作中,取得更加辉煌的业绩。

高等学校油脂专业系列教材由江南大学王兴国、武汉轻工大学何东平和河南工业大学刘玉兰三位教授担任编委会主任,联合三十余位高等院校、科研院所及相关企业的编委共同编写而成。在十一部高等学校油脂专业系列教材付梓之际,特邀请我这个油脂科研“老兵”为本套教材作序。其实,当得知我国设立“油脂专业”的这三所高等学府能够破除门户界线,精诚合作编撰本套系列教材,共同分享油脂专业科技和教育的最新科研成果,为我国培养更多、更好、素质更高的油脂专业人才而共同努力时,感到由衷的欣慰。

我国油脂专业高等教育蓬勃发展的大幕正在我们面前徐徐展开,相信本套教材将为我国油脂专业教育以及人才的培养注入新的能量,并为我国油脂行业的发展奠定更加坚实的基础。

中国粮油学会油脂分会会长
中国粮油首席专家



油脂工业是我国粮油工业的重要组成部分,它是农业生产的后续产业,又是食品工业、饲料工业、轻工业和化学工业的重要基础产业,肩负着满足人民健康生活的物质需求和社会提供多种必不可少的工业原料的双重任务,在我国国民经济中具有十分重要的地位和作用。

我国不仅是油料生产大国和油脂消费大国,同时也是油料油脂加工大国和油料油脂进出口大国。就油脂加工而言,我国的油脂加工能力之大、企业数量之多均属世界之最。2016年我国八大油料的总产量为 5884.7 万 t,其中油菜籽产量为 1400 万 t、花生果产量为 1770 万 t、大豆产量为 1310 万 t、棉籽产量为 961.7 万 t、葵花籽产量为 265 万 t、芝麻产量为 64 万 t、亚麻籽产量为 39 万 t、油茶籽产量为 240 万 t。2016 年我国进口各类油料合计为 8952.9 万 t,其中进口大豆为 8391.3 万 t、油菜籽 356.6 万 t、芝麻 93.2 万 t;进口各类植物油总量为 688.4 万 t,其中进口大豆油 56 万 t、菜籽油 70 万 t、棕榈油 447.8 万 t、葵花籽油 95.7 万 t、花生油 10.7 万 t、橄榄油 4.5 万 t。2016 年我国食用油市场的总供给量为 3466.5 万 t,其中包括国产油料和进口油料合计产生的食用油 2743.4 万 t,直接进口的各类食用油合计为 723.1 万 t;2016 年我国食用油的食用消费量为 3075 万 t,工业及其他消费为 338 万 t,出口量为 13.5 万 t,合计年度需求总量为 3426.5 万 t。2016 年度我国食用油的自给率为 32.3%。

油脂工厂设计是油脂工业发展过程中的一个重要环节,其目的是为民众提供更多、更好、更优质的既安全卫生又营养丰富的油脂产品。油脂工厂的完整设计,一般包括基本建设与设计文件、厂址选择和总平面图设计、工艺设计、设备计算及选型、车间布置设计、管路设计、辅助车间和装备设计、公用系统设计、废水处理和经济技术分析等设计内容。

本书由何东平任主编,刘玉兰、刘元法任副主编。具体编写分工如下:何东平编写绪论、第一章、第六章、附录;贾友苏编写第二章;刘玉兰编写第三章;刘元法编写第四章;张世宏编写第五章;胡传荣编写第七章;刘长海编写第八章;王学良编写第九章;安骏编写第十章。

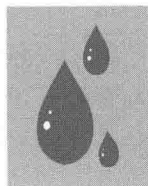
感谢中国粮油学会首席专家、中国粮油学会油脂分会会长王瑞元教授授高级工程师为《高等学校油脂工程专业教材》写序。

武汉轻工大学何东平教授科研教学团队的王澍、陈哲、高盼、曹维、张静雯、吴建宝、叶展、王斌、初柏君、彭辉、潘泓艺、王娟、尹佳、田杰、吕小义、阮瑜琳、周力、乔雪、付杰、万聪、宁程茜和李永发等研究生参与了本书的资料整理和书稿校订等工作,在此向他们表示衷心的感谢。

诚请武汉轻工大学陈文麟教授为本书主审,感谢他为本书付出的辛勤劳动。

限于编者水平,书中恐多疏漏,敬请读者和专家批评指正。

编 者



目 录

Contents

绪 论	1
一、学习“油脂工厂设计”课程的意义	1
二、“油脂工厂设计”课程的内容	1
三、“油脂工厂设计”课程的特点	2
四、学习“油脂工厂设计”课程的要求	2

第一章

油脂工厂基本建设与设计文件 3

第一节 基本建设概述	3
一、基本建设的阶段	3
二、基本建设程序	4
三、设计工作程序	5
第二节 基本建设程序中的主要阶段	5
一、项目建议书	5
二、可行性研究报告	6
三、设计任务书	6
四、设计文件	7
第三节 设计类型和设计阶段划分	10
一、设计的组成	10
二、设计类型	10
三、设计阶段划分	10
思考题	11

第二章

油脂工厂厂址选择和总平面图设计 12

第一节 厂址选择和技术勘察	12
一、厂址选择的基本要求	12
二、技术勘察的内容和目的	13
第二节 工厂总平面设计	15

一、工厂总平面设计的内容	15
二、总平面设计的基本原则	17
三、不同使用功能的建筑物和构筑物在总平面设计中的相互关系	19
四、总平面设计中交通线路和工程管线的布置	19
五、总平面设计的步骤	21
思考题	23

第三章 油脂工厂工艺设计 24

第一节 工艺设计的内容和步骤	24
一、工艺设计的内容	24
二、工艺设计的步骤	24
第二节 产品方案及班产量的确定	25
一、制定产品方案的意义和要求	25
二、班（日、年）产量的确定	25
三、产品方案的制定	26
四、产品方案的比较与分析	26
第三节 生产工艺流程设计	27
一、工艺流程设计的原则、依据和步骤	27
二、工艺流程图	28
三、工艺管道及仪表流程图	36
四、首页图	50
五、设备一览表	50
第四节 工艺计算	51
一、物料衡算	51
二、热量衡算	53
三、用水量计算	54
四、用汽量计算	55
思考题	57

第四章 油脂工厂设备计算及选型 58

第一节 设备计算及选型的一般原则	58
第二节 定型设备的计算和选型	59
第三节 非定型设备的计算与选型	59
第四节 主要设备的选用与设计	60
一、泵的选用与设计	60
二、容器类设备的设计	60
三、换热器设备的设计	72
四、塔设备的设计	78
五、反应釜的设计	83
第五节 化工设备图	92
一、化工设备图的基本知识	92

二、化工设备图的表达特点	94
三、化工设备图的尺寸分析及标注	98
四、化工设备图的绘制	99
五、化工设备图的阅读	100
思考题	101
第五章 油脂工厂车间布置设计	102
第一节 车间布置设计的内容和程序	102
一、车间布置设计的依据	102
二、车间布置设计的内容	103
三、车间布置设计的原则	103
四、车间布置设计的程序	104
第二节 车间布置设计对建筑的要求	104
一、建筑基础知识	105
二、车间布置设计对建筑的要求	106
第三节 车间设备布置	109
一、车间设备布置的内容	109
二、车间设备布置的要求	109
三、车间设备布置的方法和步骤	113
第四节 车间设备布置图	113
一、设备布置设计的图样	113
二、设备布置图的内容	113
三、设备布置图与建筑图之间的关系	114
四、设备布置图的一般规定	114
第五节 设备安装详图和管口方位图	119
一、设备安装详图	119
二、管口方位图	119
思考题	121
第六章 油脂工厂管路设计	122
第一节 管路设计的内容和方法	122
一、管路设计的基础资料	122
二、管路设计的内容和方法	123
第二节 管路布置的常规要求	131
一、管路布置的原则	131
二、管路布置的要求	132
第三节 管路附件及管路连接	134
一、管路附件	134
二、管路的连接	135
第四节 管路的保温、油漆、热膨胀及其补偿	137
一、管路的保温	137

	二、管路的油漆及标识	139
	三、管路热膨胀及其补偿	139
第五节	管路安装与试验	141
	一、管路的安装	141
	二、焊接、热处理和检验	142
	三、管路的试验	142
第六节	管路布置图	144
	一、管路布置图的视图	144
	二、管路布置图的标注	147
	思考题	149

第七章 油脂工厂辅助车间和装备设计 150

第一节	原料接收装备的设计原则	150
第二节	化验室及中心实验室的设计原则	151
	一、化验室	151
	二、中心实验室	175
第三节	原料及成品等仓库的设计	181
	一、仓库的概念及分类	181
	二、仓库设计的基本要点	181
	三、仓库的平面布置要求	182
	四、仓库容量和面积的计算	183
	五、仓库的形状	185
	六、仓库的结构形式	185
	七、仓库建筑	186
	八、仓库的技术设施	192
	九、自动化立体仓库	195
	十、仓库在总平面布置中的位置	203
第四节	机修车间的设计	203
	一、机修车间的设计内容	204
	二、机修车间设备的选择	204
	三、机修车间的组成及布置	205
	四、机修车间面积和对土建的要求	206
第五节	电力及其他维修工程	207
	一、电力维修	207
	二、其他维修工程	208
第六节	运输设施	209
	一、厂外运输	209
	二、厂内运输	209
	三、车间运输	210
	思考题	211

第八章	油脂工厂公用系统设计	213
第一节	公用系统的主要内容	213
	一、概述	213
	二、公用工程区域的划分	213
	三、对公用系统设计的要求	214
第二节	给排水系统设计	215
	一、设计内容及所需的基础资料	215
	二、用水分类及水质要求	216
	三、全厂用水量计算	217
	四、水源及其选择	218
	五、给水系统	219
	六、配水系统	221
	七、冷却水循环系统	222
	八、排水系统	222
	九、消防水系统	223
第三节	供电及自动控制的设计	223
	一、供电及自控设计的内容和要求	224
	二、电力负荷及供电的特殊要求	224
	三、电力负荷计算	225
	四、供电系统设计原则	228
	五、变配电设施及对土建的要求	228
	六、厂区外线设计	230
	七、车间配电设计	230
	八、工厂照明设计	230
	九、建筑防雷和电气安全设计	233
	十、仪表与自动控制系统设计	234
第四节	供汽系统设计	244
	一、用汽要求	245
	二、锅炉设备的分类与选择	245
	三、燃料消耗量、灰渣量及贮运	251
	四、锅炉房在厂区的位置设计	253
	五、锅炉房的布置和对土建的要求	253
	六、烟囱及烟道除尘设计	254
	七、锅炉的给水处理	255
第五节	采暖与通风设计	256
	一、采暖与防暑设计	256
	二、通风与空气调节设计	261
	三、空气净化设计	268
第六节	制冷系统设计	271
	一、制冷装置的类型	271
	二、常规的制冷系统	272
	三、冷库容量的确定	274

四、制冷设备的选择计算	275
五、冷库总耗冷量 Q_0 计算概要	280
六、冷冻站位置的选择	281
七、冷库设计概要	282
思考题	283

第九章 油脂工厂的废水处理 284

第一节 废水来源、水量、水质及特点	284
一、废水来源	284
二、水质、水量及特点	285
第二节 废水处理工艺及其再利用	286
一、国内外油脂工厂废水处理工艺的发展	286
二、废水处理的常规工艺流程	287
三、常规工艺的设计参数	288
四、废水处理后的再利用	289
第三节 各处理工段及工艺介绍	289
一、隔油池	289
二、气浮池	291
三、活性污泥工艺	293
四、接触氧化工艺	295
五、SBR 工艺	300
六、高效好氧反应器工艺	302
七、厌氧、好氧处理工艺	305
八、生物活性炭工艺	311
九、生物过滤工艺	315
十、混凝过滤工艺	318
第四节 废水处理工程实例	323
一、废水来源	323
二、工程设计要求	323
三、处理工艺流程及说明	323
四、主要构筑物	324
五、处理效果	324
六、设计特点及经验教训	324
七、技术经济评价	324
八、工程实例的综合比较	325
思考题	328

第十章 油脂工厂技术经济分析 329

第一节 技术经济分析的内容和步骤	329
一、技术经济分析的目的与作用	329
二、技术经济分析的内容	331

	三、技术经济分析的具体步骤	331
第二节	技术经济分析的主要指标	332
	一、企业的组织结构系统	332
	二、技术经济分析的指标体系	334
	三、税收与税金	341
第三节	技术方案经济效果的计算与评价方法	343
	一、技术方案的确定性分析	344
	二、技术方案的不确定性分析	350
第四节	设计方案的选择	351
	一、设计方案的综合分析	352
	二、设计方案选择的原则	352
	思考题	353

附 录

油脂工厂设计常用资料	354
------------	-----

一、图纸幅面尺寸 (摘自 GB/T 14689—2008)	354
二、图框格式 (摘自 GB/T 14689—2008)	354
三、部分建筑图例 (GB/T 50001—2001)	355
四、饱和水蒸气的性质 (以温度为准)	357
五、筒体	359
六、内压筒体壁厚	361
七、压力容器封头 (摘自 GB/T 25198—2010)	362
八、管路法兰及垫片	368
九、设备法兰及垫片	369
十、支座	370
十一、人孔与手孔 (摘自 HG/T 21515—2014、HG/T 21528—2014)	376
十二、视镜 (摘自 HG/T 21619、21620)	377
十三、补强圈 (摘自 JB/T 4736—2002)	378
十四、填料箱	379
十五、常见键和键槽	382
十六、玻璃管液面计	383
十七、常用标准搅拌器	384
十八、管道布置图和轴测图上管子、管件、阀门及管道特殊件 图例 (HG/T 20549. 2—1998)	389
十九、焊缝的基本符号 (GB/T 324—2008)	400
二十、风名、风速、地面物体象征对照表	404
二十一、油脂工业技术经济指标	405

参考文献

407



绪 论

Introduction

一、学习“油脂工厂设计”课程的意义

油脂科学技术和油脂工业相互依存，油脂科技的发展推动了油脂工业的发展，而油脂工业的发展又促进了油脂科技的进步。油脂工业是我国粮油工业的重要组成部分，它是农业生产的后续产业，又是食品工业、饲料工业、轻工业和化学工业的重要基础产业，肩负着满足人民健康生活的物质需求和社会提供多种必不可少的工业原料的双重任务，在我国国民经济中具有十分重要的地位和作用。

油脂是人类膳食最重要的成分之一。20 世纪 50 年代以来，借助于先进分析仪器及分析技术在油脂研究领域中的广泛应用，油脂科学技术学科得以迅速发展，由此大大促进了对油脂营养和理化性质的认识。随着对油脂营养和理化性质认识的不断深入，油脂作为人类膳食原料和工业原料的重要程度愈加凸显。化学工程技术和机械工程技术的迅速发展、先进制造材料的应用、机电一体化以及信息技术、计算机集成控制技术的综合应用，促进了油料油脂加工、油脂化工技术的发展和油脂加工厂实现综合化、大型化、自动化以及以节能环保为目标的油脂工程装备技术的发展。与此同时，随着人们健康意识的增强，更多的医学、营养学专家与油脂科学家一起对油脂在人体内的功能进行了大量研究，促进了油脂营养学和油脂安全技术的发展。

在油脂工业发展的过程中，要求油脂工业设计工作者除了具有计算、绘图、表达等基本功和专业理论、专业知识外，还应对工厂设计的工作程序、范围、设计方法、步骤、内容、设计的规范标准、设计的经济性等内容熟练掌握和运用。不管是新建、改建和扩建一个油脂工厂，还是进行新工艺、新技术、新设备的研究，都需要进行设计。油脂工厂设计必须符合国民经济发展的需要，符合科学技术发展的新方向，为民众提供更多、更好、更优质的既安全卫生又营养丰富的新油脂。因此，油脂工厂设计工作是油脂工业发展过程中的一个重要环节。在当前我国油脂工业产品大幅度增长、质量不断提高、技术装备迅速更新的形势下，学习“油脂工厂设计”这门课程更具有特别重要的意义。

二、“油脂工厂设计”课程的内容

油脂工厂设计的内容一般包括：油脂工厂设计中基本建设和工厂设计的组成、厂址选择和总平面图设计、油脂工厂工艺设计、辅助车间和装备的设计、工厂卫生及全厂生活设施、气力输送、公用系统、环境保护措施、基本建设概算、技术经济分析等。这些

都围绕着油脂工厂设计这个主题,并按工艺对各专业设计的要求分别进行设计。各专业之间应相互配合,密切合作,发挥集体的智慧和力量,共同完成油脂工厂设计的任务。

三、“油脂工厂设计”课程的特点

油脂工业产品一般具有批量大、品种多、功能特定、专用性强等特点,要求一个生产装置、一条生产线的设计应尽可能达到优化、多用的目的。因此,我们在进行油脂工厂设计时,必须根据实际情况,因地制宜地采用综合生产流程与多功能生产装置,力求达到“一线多用,一机多能”的目的,以取得最佳的经济效益。这就要求在设计中必须了解国家基本建设的有关方针政策,掌握基本建设的工作程序、内容和范围;了解油脂工厂工艺设计在总体设计中的地位 and 作用,掌握生产工艺设计的方法、步骤和生产工艺;了解生产工艺设计与公用工程设计的关系,熟悉公用工程设计的有关知识;了解国家在环境保护方面的有关法规、标准和要求,熟悉油脂工厂工艺设计的设计说明书和工艺设计图的有关内容、特点、表示方法、规范和标准等知识。

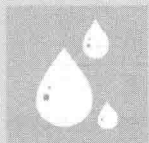
与此同时,还应注意在商品激烈竞争中反馈来的信息,进一步改进设计,完善工艺,提高质量,不断开发、设计、研制更好更多的新产品。

油脂工业产品生产的另一特点是生产方法的多样化,即工艺路线或技术路线的多样化。生产同一种产品可以选择不同的起始原料,采用不同的生产方法;而选择同样的起始原料,经过不同的加工过程,可得到不同的终端产品。而且在相同的技术路线中,又可采用不同的生产工艺流程。

四、学习“油脂工厂设计”课程的要求

通过本课程的教学,使学生初步了解基本建设的重要意义、一般程序和有关设计文件,学习油脂工业工厂有关工艺设计的基本理论,掌握油脂工业工厂设计的基本内容和方法,培养学生查阅资料,使用手册、标准和规范以及整理数据、提高运算和绘图的能力。油脂工业工厂设计涉及许多专业内容,包括油脂加工工艺学、化学工程学、机械工程学、土建工程学、电气工程学、控制工程学、地质工程学和环境工程学等。在整个工程设计中,工艺是核心,直接为工艺服务的有:机械、设备、自控、电气、建筑和结构等专业知识。

“油脂工厂设计”是适合于油脂工程专业的一门专业课程。它是以工艺设计为主要内容的多学科的综合课程,同时又是一门实用性很强的课程。学习本课程后,要把在学校所学的知识,通过毕业设计的实践进行综合运用。但因油脂种类复杂,品种繁多,在本教材中无法面面俱到,只能根据油脂工厂设计的特点,叙述其基本原理及设计方法,因此在学习过程中要求同学们多参阅有关各专业设计的参考书及资料,以便把本课程学习好,为毕业后即将从事的专业工作打下坚实的基础。



第一章

油脂工厂基本建设与设计文件



本章知识点

了解油脂工厂的基本建设的阶段、基本建设程序中的主要阶段、油脂工厂设计类型和设计阶段划分。

基本建设是国民经济中的重要组成部分。遵循国家规定的有关基本建设程序，是完成基本建设的重要保证，而建设项目的完成和组织施工的实现又必须以设计文件为依据。因此，从事油脂工厂设计，首先必须了解工厂基本建设的程序和有关设计文件的编制规定。根据新中国成立以来基本建设的实践经验，目前我国建设一个大、中型油脂工厂（工程）的设计必须经过可行性研究、初步设计、施工图设计以及施工服务、试车验收等过程。

第一节 基本建设概述

一、基本建设的阶段

一个建设工程从项目提出、建设实施到建成投产一般要经过的阶段如图 1-1 所示。

目前我国正处于投资体制改革时期，有关项目审批制度按国务院国发（2004）20 号国务院关于投资体制改革的决定文件，将按项目投资主体、资金来源、项目性质分别实行审批制、核准制、备案制，具体如下。

（1）政府投资主要用于关系国家安全和市场不能有效配置资源的经济和社会领域，包括加强公益性和公共基础设施建设，保护和改善生态环境，促进欠发达地区的经济和社会发展，推进科技进步和高新技术产业化。对于政府投资项目，采用直接投资和资本金注入方式的，从投资决策角度只审批项目建议书和可行性研究报告，除特殊情况外不再审批开工报告，同时应严格政府投资项目的初步设计、概算审批工作。

（2）对于企业不使用政府投资建设的项目，一律不再实行审批制，区别不同情况实行核准制和备案制。其中，政府仅对重大项目和限制类项目从维护社会公共利益角度进行核准，其他项目无论规模大小，均改为备案制，项目的市场前景、经济效益、资金来