

现代工业 系统概论

李伯民 主编 马峻 副主编
温海骏 侯世旺 编 著



国防工业出版社

National Defense Industry Press

现代工业系统概论

李伯民 主 编

马 峻 副主编

温海骏 侯世旺 编著

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

为适应工程科学技术综合化发展趋势与工程技术教育“厚基础、宽口径”专业改革的需要,编写了本书。本书通过对总论、煤炭、石油、电力、化工、生物工程、材料、机械、电子及信息、国防科技、轻工、建筑、环境工程、生态工业等14章的介绍,展示现代工业与社会进步、科学技术、经济、政治、管理、文化、艺术的密切相关,揭示现代工业的理念与工程科学技术的内涵,阐述现代工业系统的基本知识、工业生产基本构成要素、基本工艺流程与工艺方法,并对工业各部门中备受关注的工程技术热点与前沿动态作了简要介绍,为开阔低年级大学生的视野,拓宽工程技术的知识面,增强工程技术素质,树立科学发展观,为培养学生分析和解决复杂工程技术问题的综合能力打下良好的基础。

本书可作为工业工程专业、经管类及工程类专业低年级学生的综合性基础知识教材,亦可作为人文、社科各专业学生了解现代工业的读物,还可作为干部培训、继续教育的工业知识普及读物。

图书在版编目(CIP)数据

现代工业系统概论/李伯民主编;温海骏,侯世旺编著. —北京:
国防工业出版社,2006.9
ISBN 7-118-04747-3

I. 现... II. ①李... ②温... ③侯... III. 工业经济—概
况—中国 IV. F42

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 107944 号

※

国防工业出版社出版发行
(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100044)
天利华印刷装订有限公司印刷
新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 18 字数 412 千字
2006年9月第1版第1次印刷 印数 1—4000册 定价 30.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422
发行传真:(010)68411535

发行邮购:(010)68414474
发行业务:(010)68472764

前 言

现代工业是国民经济活动中最庞大的物质产品生产产业,是推动人类社会进步、实现可持续发展的科学技术的基石。工程科学技术是经济增长的推动力。工业物质与产品生产、再加工,形成了众多工程项目。工程实践的范围越来越大,所应用的科学技术知识越来越广,凸显出工程技术的综合性特征。其综合性表现在工程实践需要多学科基础理论与专业知识的支撑,诸如物理、化学、数学、力学、信息论、系统论、控制论、经济、管理、机械、电气、化工、材料、能源等内容,不仅包含在工程内容中,又体现在工程实践手段中。工程向着纵深展开,从研究、开发、设计到制造、运行、维护、营销、废弃物循环利用与处理,都属于工程的内容。综合性的另一表现是工业部门之间、工程项目之间、不同项目之间、不同工艺流程之间,横向耦合,横向技术一体化。高等工程技术教育应适应现代工业的发展,应回归工程。在“大工程”背景下进行专业改革,提出“厚基础、宽口径”的专业教育模式。我国大学生由中等教育跨入大学,学习工程技术,普遍缺乏现代工业知识,为此,我们编写了《现代工业系统概论》一书。

本书正面展开对现代工业的论述。在现代工业总论中,介绍了产业分类与工业部门的划分,论述了工业经过三百多年的发展,经历了从农业走向工业社会,又从工业社会进入当前的生态工业社会,这样相互联系的三个发展阶段。工业已从“高投入,高消耗,高污染,粗放型经济发展”的传统工业的道路转型为“科技含量高,经济效益好,资源消耗低,环境污染少,人力资源得到充分发挥”的新型工业化道路,实行可持续发展战略,发展循环经济,实施生态工业发展模式,促进人类社会与环境友好和谐地发展。在第2章~第7章分别介绍了基础工业部门中的煤炭、石油、电力、化工、生物工程、材料工业。之所以将生物工程作为一章介绍,是因为生物工程将会对工业各个部门,特别对农业产生巨大影响,生物工程具有巨大的产业潜力。材料工业中涵盖了冶金工业,并对非金属材料中的塑料、陶瓷、玻璃的生产作了必要介绍。在核心工业部门介绍了机械工业、电子及信息产业、国防科技工业,构成第8章、第9章、第10章内容。在机械工业一章中将国民经济的支柱产业汽车工业并入,同机械工业一并论述。第11章、第12章简要介绍了应用工业部门中轻工业与建筑业。第13章论述了环境工程与三废处理。第14章论述了生态工业构建的理论与方法、实施生态工业的操作与生态工业园的建设。

本书为学生学习现代工业基础知识提供基本思路和依托。在内容上突出现代工业基本知识,工业生产基本构成要素,基本工艺流程与工艺方法。从系统工程的视角,用系统工程方法揭示现代工业的理论与工程科学技术的内涵,现代工业与人类社会进步,环境友好,科学技术、经济、文化、艺术法律密切相关,以开阔低年级大学生的视野,拓宽工程技术的知识面,增强工程技术素质,树立科学发展观,为培养学生分析和解决复杂工程技术问

题的综合能力打下良好的基础。

本书力求编写内容简明扼要,概念确切,语言通顺流畅,在内容选择上兼顾国内外情况,汇集工业界关注的热点与前沿技术。在参考文献上选用了权威较高的正式出版物。每章附有复习思考题。本书是一本现代工业知识综合性教材,讲授学时可控制在32学时~48学时(即2学分~3学分),讲授内容可根据不同专业的需要作适当选择。在教学过程中,可通过多媒体、影像资料、参观典型工业企业等多种教学实践环节,使学生加深对现代工业的认识。

本书由李伯民任主编,马峻任副主编,温海骏、侯世旺编著并整理打印文稿。李伯民编写第1章~第4章、第6章、第10章、第13章和第14章,马峻编写第8章和第9章,温海骏编写第5章和第12章,侯世旺编写第7章和第11章。编写中参考了许多学者的著作与成果,一并在参考文献中列出,在此向这些作者致以深深谢意。

由于现代工业系统是一个庞大而复杂的生产系统,涵盖工程技术内容非常广泛和丰富,准确而完善表述是很困难的,又限于编者知识水平及阅历有限,书中的观点和内容尚不完善,必定存在不足和疏漏,敬请专家、工程技术人员和读者批评指正。

编者

2006年7月

目 录

第1章 现代工业总论	1
1.1 产业结构	1
1.1.1 产业的形成	1
1.1.2 产业分类	1
1.1.3 工业与工业结构	2
1.2 工业生产的发展历程	3
1.2.1 四次产业革命	3
1.2.2 工业生产的两重性	4
1.2.3 对传统工业发展的反思	4
1.3 新型工业化道路	4
1.3.1 工业可持续发展战略	5
1.3.2 循环经济	5
1.3.3 生态工业	6
1.4 课程内容与作用	7
1.4.1 开设《现代工业系统概论》课程的必要性	7
1.4.2 课程内容	7
1.4.3 课程作用	8
复习思考题	8
第2章 煤炭工业	9
2.1 煤炭资源	9
2.1.1 煤炭的生成	9
2.1.2 煤炭的分类	9
2.2 煤炭的生产过程及煤矿的安全	10
2.2.1 煤炭资源地质勘探	10
2.2.2 煤炭的开采	10
2.2.3 煤矿的安全和卫生	13
2.3 煤炭加工利用	14
2.3.1 煤炭粗加工	14
2.3.2 煤的转化技术	14
2.4 煤炭生产的系统观	17
2.4.1 科学地确定矿井储量和设计规模	17
2.4.2 矿井三量平衡是保证稳定的	

基本条件	18
2.4.3 煤炭生产与运输能力要配套	19
2.4.4 煤炭工业技术进步的特殊性	19
2.4.5 煤炭工业基地的综合发展	20
2.4.6 符合国情的方针政策是稳定发展的前提	20
复习思考题	21
第3章 石油工业	22
3.1 原油的物性与分类	22
3.1.1 原油的主要物性	22
3.1.2 原油的分类	22
3.2 石油的生成与聚集	23
3.3 石油勘探	23
3.3.1 地质勘探	24
3.3.2 地球物理勘探	24
3.3.3 地球化学勘探	24
3.3.4 钻井勘探	24
3.3.5 钻井	24
3.4 油田开采	25
3.4.1 油藏工程	25
3.4.2 采油工程	26
3.4.3 采油方法	26
3.5 海洋石油钻采	27
3.5.1 海洋钻井特点	27
3.5.2 海洋钻井装置	28
3.5.3 海上钻采	28
3.6 燃气	28
3.6.1 天然气来源	28
3.6.2 天然气分离方法	28
3.6.3 天然气的精制	29
3.6.4 液化石油气	29
3.7 化学燃料	30
3.7.1 甲醇	30
3.7.2 氢	30

3.7.3	化学电源	31
3.7.4	燃料电池	31
3.8	石油的运输	31
3.9	石油的加工	32
3.9.1	炼油的基本工艺和方法	33
3.9.2	炼油厂类型	35
3.9.3	炼油厂的安全生产	35
3.9.4	炼油厂周围环境的保护	36
3.10	石油工业生产的经济观	36
3.10.1	石油资源的合理利用	36
3.10.2	油田的产量和开发强度	37
3.10.3	石油的加工深度和价格体系	37
3.10.4	石油加工的经济规模和横向联合	38
3.10.5	石油工业的节能	38
3.10.6	加强基础性和探索性研究	38
	复习思考题	39
第4章	电力工业	40
4.1	发电厂动力结构与电气系统	40
4.1.1	火力发电	40
4.1.2	水力发电	44
4.1.3	核能发电	48
4.1.4	新能源发电	49
4.2	输电系统	51
4.2.1	输电系统基本运行特性	51
4.2.2	输电系统的潮流分析	52
4.2.3	输电系统稳态运行的调整控制	52
4.3	配电系统	54
4.3.1	配电系统的运行特点和基本要求	54
4.3.2	配电系统的规划设计	55
4.3.3	电力负荷预测	55
4.3.4	配电系统的可靠性和经济指标	55
4.3.5	配电系统接地方式	55
	复习思考题	56
第5章	化学工业	57
5.1	化工概述	57
5.1.1	化学工业	57
5.1.2	化工的特点	57
5.1.3	化工在国民经济中的地位	58

5.2	无机化工	65
5.2.1	无机化工的特点	65
5.2.2	无机化工原料	65
5.2.3	无机化工产品	66
5.2.4	典型无机产品的生产工艺	69
5.2.5	无机化工的发展	71
5.3	有机化工	72
5.3.1	基本有机化工原料	72
5.3.2	合成材料	75
5.4	环境化工	77
5.4.1	环境与健康	77
5.4.2	环境与化学	78
5.4.3	环境工程与环境化学工程	78
	复习思考题	79
第6章	生物工程	80
6.1	生物工程概述	80
6.1.1	生物工程的含义	80
6.1.2	生物工程涉及的学科	80
6.1.3	生物工程的种类及其相互关系	81
6.1.4	生物工程的重要性与应用	82
6.2	基因工程	84
6.2.1	基因工程的概念	84
6.2.2	DNA	85
6.2.3	基因克隆载体	85
6.2.4	目的基因	85
6.2.5	重组DNA导入受体细胞	86
6.2.6	基因工程的应用	86
6.3	细胞工程	86
6.3.1	细胞工程的基础知识与基本技术	86
6.3.2	植物细胞工程	87
6.3.3	动物细胞工程	88
6.3.4	微生物细胞工程	89
6.4	发酵工程	90
6.4.1	发酵类型与技术特点	90
6.4.2	发酵的过程	91
6.4.3	液体深层发酵	92
6.4.4	固体发酵	93
6.5	酶工程	93
6.5.1	酶的发酵生产	93
6.5.2	酶的分离纯化	94

6.5.3 酶分子改造与修饰	94	7.10.1 塑料的定义	136
6.5.4 生物催化剂的固定化技术	95	7.10.2 塑料分类	136
6.5.5 酶反应器	95	7.10.3 塑料的应用	137
6.5.6 生物传感器	96	7.10.4 塑料成型工艺	137
6.6 蛋白质工程	96	复习思考题	137
复习思考题	97	第8章 机械工业	138
第7章 材料工业	98	8.1 机械工程基本概念	138
7.1 材料及材料工业概述	98	8.1.1 有关机械的常用名词	138
7.1.1 什么是材料	98	8.1.2 制造业与机械工业	139
7.1.2 材料的分类	98	8.1.3 机械工程	140
7.1.3 材料技术与产业	99	8.1.4 制造业在国民经济中的地位 和作用	141
7.1.4 新材料工业	100	8.2 机器功能、构成与结构	142
7.2 钢铁工业	101	8.2.1 机器的用途、功能与性能	142
7.2.1 概述	101	8.2.2 机器的组成与结构	143
7.2.2 钢铁材料的应用	101	8.2.3 机电一体化与基本结构要素	144
7.2.3 钢铁工业在国民经济中的位置	102	8.2.4 机器的功能与机构的关系	144
7.2.4 钢铁生产工艺流程	103	8.3 零件的几何形状与互换性	144
7.3 高炉炼铁生产	104	8.3.1 零件的形体构成与分类	144
7.3.1 高炉炼铁生产系统	104	8.3.2 零件的几何形状特征	145
7.3.2 高炉炼铁过程	107	8.3.3 零件的互换性与公差	145
7.3.3 生铁的形成	108	8.4 机械产品的设计	146
7.3.4 炼铁新工艺	108	8.4.1 机械产品的生命周期	146
7.4 炼钢生产	111	8.4.2 设计基本概念	146
7.4.1 电弧炉炼钢	112	8.4.3 机械设计的一般程序	147
7.4.2 氧气顶吹转炉炼钢工艺系统	119	8.5 机械产品的制造	148
7.4.3 转炉炼钢冶金反应	121	8.5.1 制造的定义与分类	148
7.5 铸锭	121	8.5.2 制约制造的因素	149
7.5.1 铸锭工艺	121	8.5.3 制造系统	150
7.5.2 连续铸锭工艺	122	8.5.4 机械制造管理系统	151
7.6 轧钢生产	122	8.5.5 制造系统的评价	152
7.6.1 轧钢生产概述	122	8.5.6 先进制造技术	152
7.6.2 轧钢工艺简介	124	8.6 汽车制造业	152
7.7 钢铁工业未来的发展模式	125	复习思考题	154
7.8 有色金属工业生产简介	126	第9章 电子工业及信息产业	155
7.8.1 有色金属的分类及用途	126	9.1 电子工业简介	155
7.8.2 有色金属生产特点	126	9.1.1 电子制造业的价值描述	155
7.9 陶瓷生产	127	9.1.2 电子制造企业的种类	155
7.9.1 陶瓷材料简介	127	9.1.3 电子制造工业中的人员角色	156
7.9.2 陶瓷的分类	127	9.1.4 电子制造种类	157
7.9.3 陶瓷材料的制备工艺	133		
7.10 塑料生产	136		

9.2 电子制造工艺简介	158	10.5.2 军用混合炸药类型及组成	190
9.2.1 封装技术	158	10.5.3 发射药类型及组成	191
9.2.2 表面贴装技术	160	10.5.4 固体推进剂类型及组成	192
9.2.3 电子制造工艺对产品可靠性的 影响	161	10.5.5 炸药制造工艺	193
9.3 微电子制造技术	162	10.6 国防科技工业的发展	194
9.3.1 微电子技术的历史及现状	162	复习思考题	195
9.3.2 微电子技术的危机	163	第11章 轻工业	196
9.3.3 电子技术的发展方向	164	11.1 概述	196
9.3.4 电子技术与集成电路	165	11.1.1 轻工业的含义	196
9.3.5 电子技术的新方向	166	11.1.2 轻工业在发展国民经济中的 作用	196
9.4 信息产业	167	11.2 纺织和缝纫生产	197
9.4.1 信息产业的形成	167	11.2.1 纺织原料	198
9.4.2 信息产业的社会作用	169	11.2.2 棉纺织生产	198
9.4.3 信息产业的特征	170	11.2.3 化纤生产	202
9.4.4 信息产业在应用领域的发展 情况	170	11.2.4 缝纫加工	203
9.5 智能信息技术	175	11.3 食品加工业	203
9.5.1 智能通信技术	175	11.3.1 粮油加工、屠宰及肉类加工 生产	204
9.5.2 智能计算机技术	177	11.3.2 制糖	205
9.5.3 智能控制技术	178	11.3.3 罐头、饮料生产	206
复习思考题	180	11.3.4 卷烟、酿酒生产	206
第10章 国防科技工业	181	11.4 家用机械、电子及轻化工业	207
10.1 概述	181	11.4.1 家用机械电子产品生产	207
10.2 陆军武器装备	181	11.4.2 轻化工产品生产	208
10.2.1 坦克与装甲车	182	11.4.3 其他轻工业品生产	210
10.2.2 炮兵压制武器	182	11.5 综合平衡地建立轻工业的 原材料基础	212
10.2.3 轻武器	183	11.5.1 轻工业的农产原料来源及其与 农业的关系	212
10.3 海军武器装备	183	11.5.2 轻工业的工矿原料及其与 重工业的关系	213
10.3.1 水面舰艇	183	11.5.3 完善轻工业原材料供应体系	214
10.3.2 潜艇	184	11.5.4 调整产业结构、开拓轻工业 市场	215
10.3.3 海军航空兵装备	184	复习思考题	216
10.3.4 海军战术导弹和舰炮武器	185	第12章 建筑业	217
10.3.5 舰艇导航系统与设备	186	12.1 概述	217
10.4 空军武器装备	187	12.1.1 建筑业的含义	217
10.4.1 战斗机	187	12.1.2 建筑业在国民经济中的地位	
10.4.2 歼击轰炸机和强击机	187		
10.4.3 战略轰炸机	188		
10.4.4 机载武器与火控系统	188		
10.5 火炸药	190		
10.5.1 概述	190		

和作用	218	13.5 噪声及其公害的防治技术	251
12.2 建设程序与施工项目管理	220	13.5.1 噪声与振动的特征	251
12.2.1 相对集中和科学管理的		13.5.2 噪声防治技术	252
必要性	220	13.6 绿色设计制造	252
12.2.2 建设程序	220	13.6.1 绿色产品	252
12.2.3 建设项目管理	223	13.6.2 绿色设计	253
12.2.4 总承包项目管理	224	13.6.3 绿色制造	254
12.3 工程的质量、寿命和施工		复习思考题	255
安全	225	第14章 生态工业	256
12.3.1 问题的提出和必要性	225	14.1 生态工业的提出	256
12.3.2 解决问题的途径必须是综合		14.1.1 可持续发展	256
治理	226	14.1.2 循环经济	257
12.4 建筑工业化	228	14.1.3 生态系统的概念	259
12.4.1 建筑工业化的含义	228	14.2 生态工业概述	262
12.4.2 建筑工业化的基本内容	228	14.2.1 生态工业的含义	262
12.4.3 建筑工业重大技术发展趋势	229	14.2.2 生态工业的类型	262
12.4.4 建筑业实施国际化的策略	231	14.2.3 生态工业的实践原则与发展	
12.4.5 建筑规划和生态城市建设	234	模式	263
复习思考题	241	14.3 生态工业系统工程	264
第13章 环境工程	242	14.3.1 生态工业系统分析	265
13.1 环境工程的基本概念	242	14.3.2 生态工业系统集成	267
13.1.1 环境	242	14.3.3 生态工业系统演化调控	269
13.1.2 生物圈与生态系统	242	14.4 生态工业园区	269
13.1.3 环境保护	242	14.4.1 生态工业园区的类型	270
13.1.4 环境工程内容	243	14.4.2 建立生态工业园区的基本	
13.2 水污染与水质净化	243	原则	270
13.2.1 水的循环	243	14.4.3 生态工业园区建设的框架	
13.2.2 水的污染	243	内容	271
13.2.3 水质指标与标准	244	14.4.4 生态工业园区规划步骤	271
13.2.4 废水处理方法	245	14.5 生态工业园实践与实例	272
13.3 大气污染控制工程	246	14.5.1 丹麦卡伦堡生态工业园	272
13.3.1 大气组成	246	14.5.2 美国的生态工业园	273
13.3.2 大气污染	247	14.5.3 国内生态工业园区的实践	274
13.3.3 控制大气污染的基本方法	247	复习思考题	277
13.4 固体废物处理与控制	249	参考文献	278
13.4.1 固体废物	249		
13.4.2 固体废物处理技术	249		

第1章 现代工业总论

21世纪头20年,我国处于工业化和城镇化加速发展阶段,面临的资源和环境形势严峻,为实现全面建设小康社会的战略目标,抓住战略机遇,必须树立科学发展观,坚持可持续发展战略,走新型工业化道路,发展循环经济,建设生态工业,实现经济、环境和社会进步和谐统一,努力创建资源节约型和环境友好型社会。

1.1 产业结构

1.1.1 产业的形成

产业是国民经济中按一定的社会分工原则,为满足社会某种需要而划分为从事产品和劳动生产及经营的各个部门。它包括国民经济的各个行业,从生产到流通、服务以至于文化、教育等各行各业。产业相对于企业来说,它是同类企业的集合体;相对于国民经济来说,它是国民经济的一个部分。一个产业是具有某种同一属性的经济活动的集合。基于产业分析的目的不同,产业划分形成了三个层次,即“产业集合的阶段性的”。以同一商品市场为单位划分的产业是第一层;以技术工艺相似性为根据划分的产业是第二层;大致以经济活动的阶段性为根据,将国民经济划分为若干个大部门所形成的产业是第三层。

产业的形成是一个历史过程,是随着社会生产力的发展和社会分工而出现的。产业的产生、发展过程,其实质就是社会分工的产生及不断细化过程。农业从畜牧业中分离出来成为独立的农业产业部门,形成了第一次社会大分工。工业和农业的相互分离,出现了第二次社会大分工。工业成为一个独立的产业部门。大约在原始社会向奴隶社会过渡时期出现了第三次社会大分工,商业和其他产业部门相分离,商业成为一个独立的商业部门。

随着社会生产力的发展,社会分工进一步细化。工业内部经过特殊分工,许多新兴产业部门相继产生,不断涌现。社会分工使社会各产业部门形成一个相互联系、相互依存的有机整体。

1.1.2 产业分类

产业分类包括对经济活动进行分解和组合两个方面,并形成多层次的产业概念。产业分类是建立在产业结构概念和进行产业结构研究的基础上的,产业分类服务于产业结构的研究。

根据英国经济学家及统计学家科林·克拉克的三次产业分类法,我国把全部经济活动划分为第一产业、第二产业、第三产业。第一产业(农业)包括种植业、畜牧业、渔业、林业,是中国主要物质生产部门。第二产业(工业、建筑业)包含能源工业、冶金工业、机械工业、电子工业、化学工业、轻纺工业、建筑业,是中国最大的物质生产部门。第三产业

(流通业、服务业)包含交通运输业、邮电通信业、商业、金融业、饮食业、服务业。第三产业包括四个层次:①流通方面包括交通运输业、邮电通信业、商业饮食业、物质供销和其他储运业等部门;②服务方面包括为生产和生活服务的金融、保险、地质普查、房地产、公共事业等部门;③为提高科学文化水平和国民素质服务的教育、文化、广播、电视、科学研究、卫生、体育等部门;④为社会公共事业关系需要服务的国家机关、党政机关、社会团体、军队和警察等部门。我国第三产业有了较快的发展,占国民经济 GDP 的 40% 以上。

按标准产业分类法,就工业而言,对全部工业作了四个层次的分类。第一层次把工业分为采掘业和制造业;第二层次把采掘业和制造业共分为 41 个大类,其中采掘业分为 9 个大类,制造业分为 32 个大类;第三层次是将 41 个大类细分为 212 个种类;第四层次是继续细分为 548 个小类。

按工业结构的三分法,工业分为轻工业、重工业、化学工业。产品单位体积的质量大的工业部门属于重工业,主要包括钢铁工业、有色冶金工业、金属材料工业、机械工业。产品单位体积质量小的工业部门属轻工业。我国把重工业看成是生产生产资料的部门,把轻工业看成是生产消费资料的部门。

根据不同产业在生产过程中对资源的依赖程度的差异,将产业划分为资本集约(密集)型产业、劳动集约(密集)型产业、技术集约(密集)型产业。

1.1.3 工业与工业结构

工业是从自然界取得物质资源和对原材料进行加工的社会物质生产部门。工业包括对矿物资源的开采和对天然林的木材采运,利用矿产品和其他资源生产能源和各种原料,以及将材料进一步加工成各种制成品的各个生产部门。

工业结构或工业部门结构,是指在工业的再生产过程中形成并建立起来的各个工业部门彼此之间和工业部门内部行业之间的生产联系和数量比例关系。其特点是:既包括工业部门相互之间的横向联系,又包括工业再生产过程的纵向联系;既有不同部门之间的物质替换问题,又有不同部门之间的价值补偿问题;每个工业部门既是其他部门存在和发展的条件,其自身的发展也要受到其他部门的制约。

工业化是社会生产力发展到一定阶段的重要标志,是一个国家经济发展和社会进步的必经阶段。工业化是指大工业在国民经济中发展并达到占统治地位的过程,即国民经济结构发生了以农业占统治地位向工业占统治地位的转变,它使一个国家由传统的农业国变为现代工业国。传统型工业化道路(工业过程)分为三个阶段:①“重工业化”阶段,工业以轻工业为中心的发展向以重工业为中心的发展阶段;②“高加工度化”阶段,工业结构由以原材料工业为中心向以加工、组装工业为中心的发展演进;③“技术集约化”阶段,在工业结构“高加工度化”过程中,工业结构进一步表现出“技术集约化”趋势。工业各部门采用越来越高级的技术、工艺和自动化,表现为以技术密集为特征的尖端工业蓬勃发展。在整个工业化过程要过三个关:一是从第一产业中释放出劳动力;二是为向重工业推进积累足够资金;三是为使工业结构向高加工度化发展,必须开发和获得高新技术。

工业各产业部门要协调发展,满足社会不断增长的需要,产业结构必须优化。产业结构优化是在国民经济效益最优的目标下,根据本国的地理环境、资源条件、经济发展阶段、科学技术水平、人口规模、国际经济关系等特点,通过对产业结构的调整,使之达到与上述

条件相适应的各产业协调发展的状态。产业结构优化是一个动态过程。产业结构优化最主要是要达到产业结构合理化、产业均衡发展、产业结构高度化(产业技术水平和持续创新能力增强),在产业发展过程中要做到质量、速度、效益统一,以提高效益为主要目标。

国民经济发展进程中,在调整产业结构时,应选好、选准主导产业。主导产业是在经济发展过程中,或者是在工业化的不同阶段上出现的一些影响全局的、居主导地位的产业部门。主导产业是经济发展的驱动轮,整个经济和其他各产业部门在它的带动下高速增长。主导产业具有多层次性、综合性及序列更替性的特点。主导产业的作业有后向联系效应、旁侧效应及前向联系效应。选择主导产业的基准有依产业间的关联度大小来确定(称为产业关联度基准)、产业协调状态最佳基准、增长后劲最大基准、环境标准等。从不同角度和侧面来评价产业或部门,一个产业很难符合多个基准,在具体实施基准中应注意主导产业与其他产业协调发展。我国作为主导产业的有汽车工业、建筑业、家用电器制造业等,在未来发展中,电子技术、新材料技术、生物技术、先进制造技术及原子能技术等新技术产业群,将在新型工业化过程中完成,推动我国向经济发达及更高层次发展。

1.2 工业生产的发展历程

工业的水平是衡量国家、地区经济发达程度的重要标志。

工业生产主要是物理和化学变化过程及一定的微生物作用过程。实现工业生产应具备一些基本条件,这些条件可分为三类:第一类是有形的条件,即土地、厂房建筑、机器设备、动力供应、供水设施、运输条件和原材料等;第二类是无形条件,即资金、工艺、管理、市场、信息;第三类是人力资源(劳动力)。第一类是工业生产必要条件。工业生产独立性表现在专有性上,即工业生产要求专有技术及技术装备、专有化职工、专有工业品。工业生产中劳动者、劳动手段、劳动对象等方面的专有性,使工业与国民经济其他部门具有比较明显的区别和界限,成为独立的物质生产部门。

工业生产经历了几百年的发展,在市场需求拉动和技术进步推动下,大工业代替了工场手工业,使工业从农业中分离出来,又使大工业本身以越来越快的速度向现代工业发展。现代工业的产生和发展经历了四次产业革命。每一次科学技术的重大革新,都会促进工业的飞速发展,工业地区分布也随之发生重大变化。

1.2.1 四次产业革命

(1)第一次产业革命 18世纪后半叶,产生于英国纺织业的产业革命,以纺织机器的发明和应用为序幕,以蒸汽机动力机器出现为主要特征,使工业建立在机器技术基础之上,产生了大机器工业。

(2)第二次产业革命 发生于19世纪末20世纪初,以电力的发明和应用为主要标志,使工业由蒸汽机时代步入电气化时代。电能的利用为工业的发展开辟了广阔前景,使工业部门结构发生了重大变化,煤炭工业、冶金工业、机械制造业得到改造与提高,创建和发展了一系列新的工业部门,如电机工业、汽车制造业、飞机制造业、石油工业、化学工业,使冶金、机械、石油和化工成为工业生产中的主要工业部门,并导致科学管理的产生。

(3)第三次产业革命 自 20 世纪 40 年代开始,以原子能、电子计算机和空间技术为标志,使工业从机器大生产时代跃进自动化大生产时代,形成了现代工业。电子科学技术的建立和发展,使原来由工作机、发动机、传动装置组成的机器体系,增加了控制机构,形成一种崭新的自动化机器体系,使工业进入自动化阶段,现代工业得以确定。这次技术革命推动了工业部门结构变革的深化,导致了众多技术密集型工业部门的产生和蓬勃发展,如电子工业、航天工业、原子能工业、高分子化学工业等新兴工业,成为现代工业的主要标志。

(4)第四次技术革命 从 20 世纪 70 年代后期开始,以信息技术及微电子技术为中心,包括生物工程、光导纤维、新能源、新材料、机器人等在内的新兴技术与新兴工业。第四次技术革命冲击,渗透到人类社会生活和社会生产的各个领域,世界各国都在根据各自的特点寻求对策,开发高新技术,形成以节约能源、节约资源、新型材料、机器人、微电子技术为主的产业结构。我国国民经济“十一五”计划与科学技术发展规划的制定,为应对第四次技术革命的挑战作出了部署。

1.2.2 工业生产的两重性

构成工业的生产单位为企业。工业企业是一个以生产产品的活动为主线的小系统,其主要目的是通过向社会提供的物质性产品或非物质性服务来获得利益。企业活动的目标是追求最大的利润,至于生产什么产品、生产多少,主要取决于从市场上得到的利益,在它们的生产过程中都是从环境获得资源和能源,生产出产品供给人们消费,同时向环境中输出废物。生产系统是一个以工业生产活动为主体的人工生态系统。这个系统的能源、资源消耗过快,超过了自然生态系统的调节能力,就会使环境发生不良变化,造成严重环境问题。因此,工业生产具有两重性。一方面是从生产原料转化为产品及废料或废品;另一方面是生产出的产品,可以增值,增加收益,扩大投资。

1.2.3 对传统工业发展的反思

20 世纪中期以来,随着科学技术的发展,人们的生活发生了巨大变化,工业迅速发展,城市化速度加快,人类的物质生活水平得到了提高,人们认为工业社会为人类发展带来十分美好的前景。因此,一些理论家认为西方社会走过的工业化道路,是所有发展中国家应效仿的工业化模式。这种传统的发展模式把经济增长作为社会发展的基本标准,并用来衡量社会进步水平,其核心是物质财富的增长,鼓励人们追求物质财富的积累和增加,强调发展速度和数量,使工业化国家生活水平得到普遍提高,但加大了贫富差距,带来一系列问题,如环境污染、生态平衡破坏、资源匮乏等。传统工业化走过的是一条“高投入、高消耗、高污染”的发展道路,这种经济发展模式,主要表现在工业结构不合理,资源配置效益差,属于高投入、高消耗、低效率、低产出、追求数量而忽视质量,用大量的人、财、物等经济资源来支撑发展速度及经济扩张,带来严重的环境问题。工业走着一条先污染后治理的路子。

1.3 新型工业化道路

中国共产党第 16 次全国人民代表大会提出“信息化是我国加快实现现代化和

现代化的必然选择。坚持以信息化带动工业化,以工业化促进信息化,走出一条科技含量高、经济效益好、资源消耗低、环境污染少、人力资源优势得到充分发挥的新型工业化路子”。

1.3.1 工业可持续发展战略

走可持续发展的道路,促进人与自然的和谐,是人类总结历史得出的深刻结论和正确选择。

可持续发展一般定义为:“既满足当代人的需求,又不对后代人满足其自身需求的能力构成危害的发展”。这是可持续发展最核心的理念和最精确的定义。可持续发展是一个涉及经济、社会、文化、技术及自然环境的综合概念。它是一种立足于环境和自然资源角度提出的、关于人类长期发展的战略和模式。

可持续发展的基本思想包括三个方面。

(1)可持续发展鼓励经济增长 可持续发展强调经济增长的必要性,增强国家实力和社会财富,提高人民生活质量和福利水平。它不仅重视经济增长的数量,更追求经济增长的质量,工业发展的效益与质量的提高,必须采取科学的经济增长方式。要达到具有可持续意义的经济增长,必须改变传统的、以“高投入、高消耗、高污染”为特点的工业生产模式和消费模式,实施清洁生产和文明消费,减少经济活动对环境所造成的压力。

(2)工业可持续发展的标志是资源的永续利用和良好的生态环境 经济和社会发展可能超越资源和环境的承载能力。工业可持续发展以自然资源为基础,同生态环境相协调,必须使自然资源的耗竭率低于资源的再生率,使资源能够在能量守恒与质量守恒原理下循环利用,达到物尽其用,用之不竭。

(3)可持续发展的目标是谋求社会的全面进步 可持续发展的观念认为,世界各国的经济发展阶段和目标可以不同,但发展的本质应当包括改善人类生活质量、提高人类健康水平,创造一个保障人们平等、自由、教育和免遭暴力的社会环境。在人类可持续发展系统中,经济发展是基础,自然生态保护是条件,社会进步才是目的。人类共同追求的目标是以人为本的自然—经济—社会复合系统的持续稳定、健康的发展。

当前,与工业可持续发展紧密相联系的技术活动主要有:①发展代表本行业的高新技术;②成熟可靠的污染治理技术;③清洁生产技术;④废物资源化技术。

1.3.2 循环经济

循环经济也称为资源闭环利用型经济,在保持生产扩大和经济增长的同时,通过建立“资源—生产—产品—消费—废弃物再资源化”的物质的清洁闭环流动模式,才能提高人民生活水平,又避免对地球的掠夺式开发所导致的自然生态的破坏。循环经济把清洁生产、资源综合利用、可再生能源开发、灵巧产品的生态设计和生态消费等融为一体,运用生态规律来指导人类社会经济活动的模式。经济的可持续发展是环境保护和社会全面进步的物质基础,只有走以最有效利用资源和保护环境为基础的循环经济之路,可持续发展才能得到实现。可持续发展与循环经济作为目标与途径、目的与手段,相互联系,相互依赖,相互促进。切实加强可持续发展、建设循环经济模式是社会可持续发展的必由之路。我

国发展循环经济的指导思想、基本原则、发展目标和主要指标是：

(1) 指导思想 以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导,树立和落实科学发展观,以提高资源生产率和减少废物排放为目标,以技术创新和制度创新为动力,强化节约资源和保护环境意识,加强法制建设,完善政策措施,发挥市场机制作用,促进循环经济发展。

(2) 基本原则 坚持走新型工业化道路,形成有利于节约资源、保护环境的生产方式和消费方式;坚持推进经济结构调整,加快技术进步,加强监督管理,提高资源利用效率,减少废物的产生和排放;坚持以企业为主体,政府调控、市场引导、公众参与相结合,形成用于促进循环经济发展的政策体系和社会氛围。

(3) 发展目标 力争到 2010 年建立比较完善的发展循环经济法律法规体系、政策支持体系、体制与技术创新体系和激励约束机制。资源利用效率大幅度提高,废物最终排放量明显减少,建成大批符合循环经济发展要求的典型企业。推进绿色消费,完善再生资源回收利用体系,建设一批符合循环经济发展要求的工业(农业)园区和资源节约型、环境友好型城市。

(4) 主要指标 力争到 2010 年,消耗每吨能源、铁矿石、有色金属、非金属矿等 15 种重要资源产出的 GDP 比 2003 年提高 25% 左右;每万元 GDP 能耗下降 18% 以上。农业灌溉水平有效利用系数提高到 0.5,每万元工业增加值取水量下降到 120m³。矿产资源总回收率和共伴生矿综合利用率分别提高 5%。工业固体废物综合利用率提高到 60% 以上;再生铜、铝、铅占产量的比重分别达到 35%、25%、30%,主要再生资源回收利用率提高 65% 以上。工业固体废物堆存和处置量控制在 4.5 亿 t 左右;城市生活垃圾增长率控制在 5% 左右。

1.3.3 生态工业

传统工业化的道路是单向经济发展模式,造成资源匮乏、化石能源短缺、环境日益严重的污染。人类面临巨大危机,只有效法自然生态系统循环法则,建立循环经济模式,发展生态农业、生态工业和生态消费体系,以“效率效益”和“环境质量”双重指标重新审视过去的工农业生产技术与过程并加以改造,自然资源才能得到合理有效利用,污染物排放才能大大减少,人民的生活质量才能得到持续改善,整个自然生态体系才能够千秋万代地持续生存下去。

生态工业是指仿照自然界生态过程物质循环方式来规划工业生产系统的一种工业模式。在生态工业系统中各个生产过程不是孤立的,而是通过物质流、能量流和信息流互相关联,一个生产过程的废物可以作为另一种生产过程的原料加以利用。生态工业追求的是系统内各生产过程从原料、中间产物、废物到产品的物质循环,达到资源、能源、投资的最优利用。

生态工业的目标是达到成熟的生态系统,即物质实现闭合经济,能量最优利用。发展生态工业是实现循环经济的必然途径。生态工业园是生态工业的重要实践形式。今后将逐步从功能经济、非物质化和非碳能源等多方面展开。生态化与信息化是建设可持续发展社会经济的两个翅膀。

1.4 课程内容与作用

1.4.1 开设《现代工业系统概论》课程的必要性

现代工业的发展,经济增长越来越紧密,尤其是工程科学技术,已成为经济增长的内 在推动力。与此同时,工程实践的面越来越广,越来越具有综合性。工程的综合性表现在 三个方面:一是每一项较大的工程实践(项目)都不会只涉及单一学科,而要综合运用多个 学科专业的知识,往往兼有机械、电气、电子化学、材料、能源信息等内容;二是工程的纵 向展开,从研究、开发、设计、制造(建造)、运行、维护直到市场营销、废弃物处理等生命周 期全过程都属于工程的内容;三是工程实践离不开经济和管理,没有经济分析论证,工程 就没有了依据,而缺乏管理,工程实践就寸步难行。

现代工业的各种工程项目实践中科学技术知识的综合、交叉融合,是工程的实际需 要。现代工程师应具备扎实的基础理论和宽广的知识面。相应的工程教育,应从专业很 窄的单科教育转向专业面较宽、综合性较强的宽口径教育,从单纯的自然科学和技术内容 的教育转向兼有经济、法律、人文内容的综合工程教育,从单纯面向研究转向主要面向工 程实践的教育,现代工程需要一大批能综合应用现代科学理论和技术手段,具备求真务实 的科学精神的高素质工程技术人才。

我国基础教育与高等工程教育实际情况,不能适应现代工程的需要。我国基础教育 缺乏工程实践基础知识的认知,大学生由基础教育阶段步入高等工程教育阶段,对工业生 产知识知之甚少,学习工程技术需要过渡一个很陡的阶梯。在工程教育中虽然开设像 “金属工艺学”这类工程基础的课程,但已不能适应现代工程综合性很强的基础知识的需 要。

根据现代工程的需要,工程教育发展的趋势及大学生实际工程知识面缺乏的情况,开 设一门综合性较强的“现代工业基础知识”课程很有必要。

1.4.2 课程内容

现代工业本身是一个庞大、复杂的系统,它植根于国民经济的广袤大地上,自身又可 分为上游产业、中游产业和下游产业,各工业部门间存在着千丝万缕的联系,各自和整体 又有特定的发展规律性。在第二产业中,煤炭工业、石油工业、电力工业属于能源工业。 能源工业和化学工业、材料工业属于上游产业,即基础工业部门。生物工程是高新技术中 的基础学科和基础工程技术的重要组成部分,生物技术广泛应用于各工业部门(特别在 下游产业),学习生物技术时需要应用化学工程技术,因此,本书将生物工程安排在化学 工业之后,归入基础工业部门之中。中游产业主要包含机械制造业、电子工业、国防科技 工业等核心工业部门。下游产业有轻工业、建筑业等应用工业部门。因此,本书分 14 章, 分别是现代工业总论、煤炭工业、石油工业、电力工业、化学工业、生物工程、材料工业(冶 金工业)、机械工业、电子工业及信息产业、国防科技工业、轻工业、建筑业、环境工程、生 态工业。生物工程、环境工程与生态工业在可持续发展战略、循环经济、社会进步、新型工 业化道路中占有重要地位。因此,将这三部分内容引入本书。对于国民经济主导产