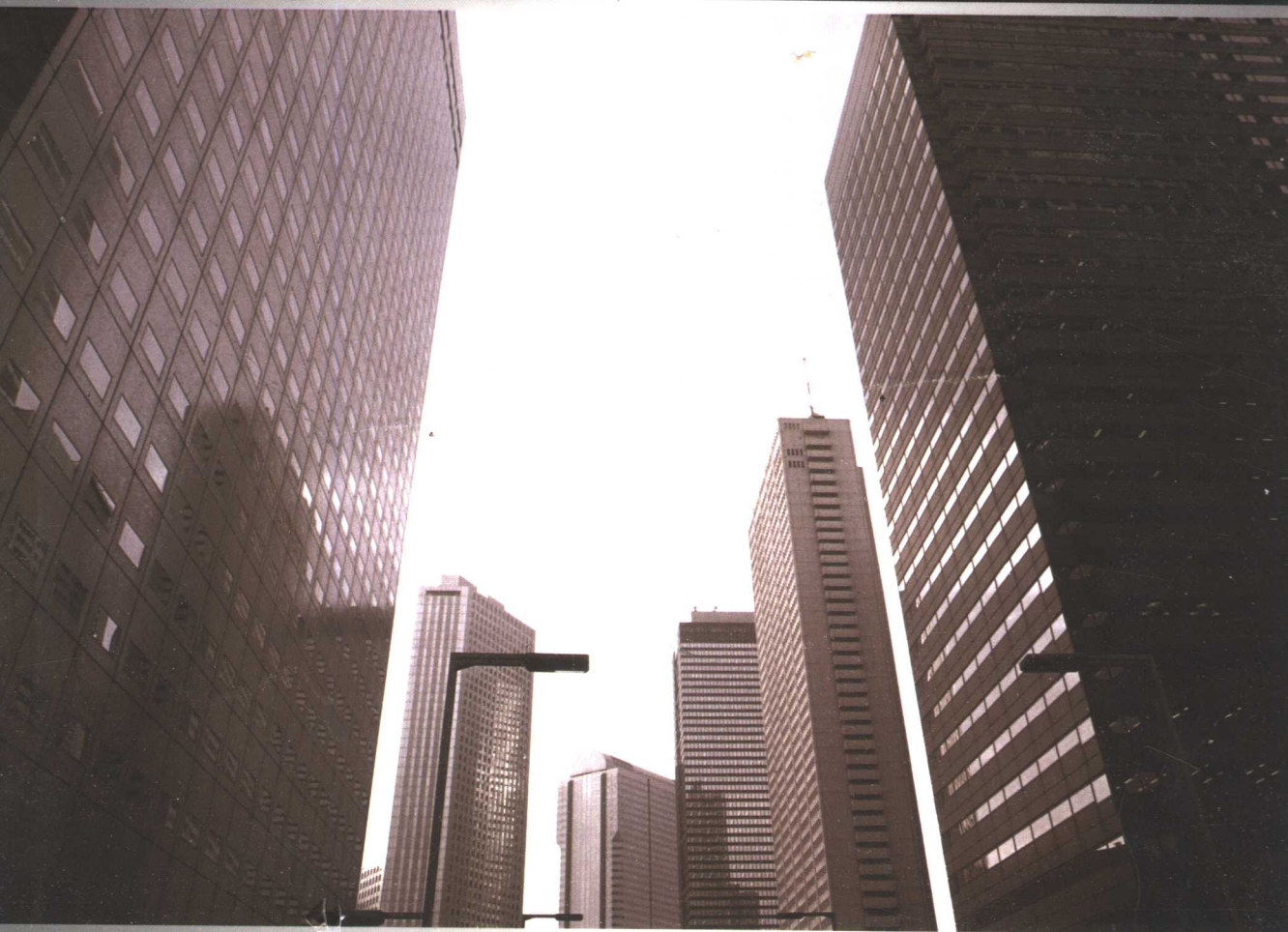




建筑工程材料 生产工艺设计

王中平 金左培 主 编

**JIANZHU GONGCHENG CAILIAO
SHENGCHAN GONGYI SHEJI**



化学工业出版社



建筑工程材料 生产工艺设计

王中平 金左培 主 编

**JIANZHU GONGCHENG CAILIAO
SHENGCHAN GONGYI SHEJI**



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

建筑工程材料生产工艺设计/王中平, 金左培主编.
北京: 化学工业出版社, 2007. 6
ISBN 978-7-122-00280-8

I. 建… II. ①王…②金… III. 建筑材料-生产工艺
IV. TU5

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 055610 号

责任编辑: 常 青 窦 臻
责任校对: 李 林

文字编辑: 杨欣欣
装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市前程装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19½ 字数 515 千字 2007 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言

建筑工程材料生产企业一般是具有一定规模、一次性投资量较大、比较复杂的工程系统，设计过程中对设计人员的综合知识结构有较高的要求。大量的技术改造工程中，有相当部分参与者需要更新（温习）设计知识或最新的规范，本书汇总了最新的政策、规范 and 设计要求，以满足此类读者需求。材料工程专业的本科学生需要了解工厂工艺设计的过程和要求，建立起基本工艺设计的概念，本书提供了这类知识。

本书从一个较宽的面上，对涉及工程设计的相关知识进行了汇总，按照工程建设项目开展的顺序，从立项到设计逐项介绍；着重论述了项目可行性研究、生产工艺布置、设施选择、技术经济分析和环境评价等知识，并介绍了目前国际上较为成熟的设施规划的概念和理论，从方法学的角度研究探索设计过程的一般规律；作为对前面知识的应用，本书选择了典型建材生产设计过程给出了具体实例；最后针对设计咨询公司的体制和国际建设工程界通行的 FIDIC 合同进行了概括性的介绍，以使读者能从更高的视角对工艺设计过程有进一步的认识。

由于工艺设计涉及的学科范围广泛，许多问题不存在精确（非此即彼）的结论，更多地取决于技术经济政策和设计者的经验，因此工艺设计工程师的知识面应该足够宽，对其他专业设计工作的理解应有一定的深度，为方案的合理选择和项目设计阶段不留遗憾奠定基础。

本书可供从事工程材料生产工艺设计的专业人员和其他相关设计人员参考，也可作为材料工程专业本科工艺设计课程的教学参考书。

本书由同济大学王中平、金左培主编，全书由王中平负责统稿。各章的编写人员如下：第 1、2、5、6、16 章由王中平执笔编写，第 4、8、12 章由金左培执笔编写，第 3 章由上海时代建筑设计院张瑾执笔编写，第 7 章由武汉建筑材料工业设计研究院邓胜天执笔编写，第 9、14 章由上海建筑材料工业设计研究院沈春国执笔编写，第 10、11 章由上海环保（集团）有限公司陈俊执笔编写，第 13 章由南京凯盛水泥技术工程有限公司李安平执笔编写，第 15 章由武汉建筑材料工业设计研究院冯明执笔编写。

本书在编写过程中，承蒙武汉建材设计研究院和南京建材设计研究院提供部分技术资料，谨此致以衷心的感谢。

本书的编写参考了相关的文献资料，汲取了众多同行的精华思想，主要的参考资料已经列在书后参考文献中，在此向文献的作者一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中不当之处在所难免，诚请各位读者批评指正。

编者

2007 年 2 月

目 录

1 导论	1
1.1 设计和工艺设计的含义	1
1.2 设计工作的任务和内容	2
1.3 工艺设计的重要性	2
1.4 设计工程师应具备的素质	3
1.5 设计过程中设计人员应遵循的一般工作原则	4
1.6 工程设计限制	4
2 设计方法学和设施规划理论简介	7
2.1 工程设计方法学	7
2.1.1 工程设计与自然科学研究在处理问题的方法上的差异	7
2.1.2 工程设计的特点	8
2.1.3 工程设计方法的历史和现状	8
2.1.4 工程设计方法讨论的内容	9
2.2 设施规划的理论特点及发展现状	12
2.2.1 设施规划的概念和意义	12
2.2.2 设施规划的发展历程及现代特点	14
2.3 设施规划理论主要内容	16
2.3.1 设施布置问题的模型与算法概述	17
2.3.2 Muther 系统化设施布置规划 (SLP)	18
2.3.3 Quarterman Lee 对 Muther 的 SLP 的改进——FacPlan	21
2.3.4 物料搬运系统分析方法 (SHA)	24
2.4 计算机辅助布置设计	29
2.5 国内外水平的对比	30
2.6 设施规划的发展趋势	31
3 工程建设概述	33
3.1 工程建设的概念	33
3.1.1 项目及其特征	33
3.1.2 工程建设项目及其特点	33
3.2 工程建设项目的分类	35
3.2.1 按建设性质划分	35
3.2.2 按投资作用划分	35
3.2.3 按行业性质和特点划分	36
3.2.4 按资金来源划分	36
3.3 我国现行投资体制概况	37

3.4 工程建设程序	38
3.4.1 工程建设程序的概念	38
3.4.2 工程项目建设各阶段工作内容	39
4 项目建议书	45
4.1 项目建议书的定义和作用	45
4.2 项目建议书的内容和深度	45
4.3 项目建议书实例	47
5 建设项目的可行性研究	53
5.1 可行性研究的含义	53
5.2 可行性研究的地位与作用	53
5.3 可行性研究的依据和信息资料采集的要求	54
5.4 可行性研究的内容和要求	55
5.5 可行性研究与项目申请报告的区别和联系	57
5.6 工业项目可行性研究的重点	58
5.6.1 市场预测及建设规模	58
5.6.2 原材料来源与资源利用	59
5.6.3 设施选址(厂址选择)	59
5.6.4 技术方案、设备方案和工程方案	59
6 设施选址	63
6.1 设施选址意义及其考虑因素	63
6.1.1 设施选址概述	63
6.1.2 设施选址的基本原则	64
6.1.3 设施选址考虑的因素	64
6.2 设施选址的步骤与内容	67
6.2.1 设施选址的步骤	67
6.2.2 设施选址报告	69
6.2.3 设施选址的环境影响评价	69
6.3 设施选址方法	70
6.3.1 优缺点比较法	70
6.3.2 加权因素分析法	70
6.3.3 重心法	71
6.3.4 线性规划——运输法	72
6.3.5 德尔菲分析模型	73
6.3.6 其他方法	74
7 总平面图及运输设计	77
7.1 概述	77
7.1.1 总平面图及运输设计的主要内容	77
7.1.2 总平面图及运输设计的依据和特点	78
7.1.3 总平面图及运输设计的影响因素	79
7.1.4 总平面图及运输设计的基本原则	80
7.1.5 总平面图及运输设计的一般步骤	81

7.2 总平面图布置	83
7.2.1 总平面图布置原则	83
7.2.2 总平面布置的技术要求及任务	83
7.2.3 平面布置的主要方式	84
7.2.4 确定厂区通道的宽度	84
7.3 竖向布置	85
7.4 管线综合布置	86
7.5 厂区运输	87
7.6 绿化设计	88
7.7 技术经济指标	89
7.8 总平面图及运输设计文件的编制	89
7.9 工业设施系统布置	91
7.9.1 设施布置的依据	91
7.9.2 工厂设施系统布置的基本资料	93
7.9.3 工厂设施系统布置程序 (SLP 法)	93
7.9.4 生产过程的空间组织	95
7.9.5 设施布置的优化	95
8 工艺设计的原则、程序及工艺平衡计算	97
8.1 工艺设计的原则和程序	97
8.1.1 工艺设计的原则	97
8.1.2 工艺设计的程序	98
8.2 物料平衡	99
8.2.1 水泥厂的物料平衡	99
8.2.2 玻璃工厂的物料平衡	103
8.2.3 耐火材料厂的物料平衡	105
8.2.4 陶瓷厂物料平衡计算	109
8.3 车间工艺流程的选择	112
8.4 工艺设备的选型和计算	113
8.4.1 水泥厂工艺设备的选型和计算	113
8.4.2 玻璃厂工艺设备的选型和计算	115
8.4.3 耐火材料厂工艺设备的选型和计算	115
8.4.4 陶瓷厂工艺设备的选型和计算	116
8.5 储库平衡计算	116
8.5.1 物料的储存期	116
8.5.2 各类储库的计算	117
8.6 定额指标、工作制度及定员	120
8.6.1 水泥厂	120
8.6.2 玻璃厂	122
9 生产车间工艺布置	125
9.1 工艺设计布置的原则和要求	125
9.1.1 厂房布置的原则和要求	125
9.1.2 设备布置的原则和要求	127
9.2 原料车间工艺设计布置的原则和要求	129

9.2.1	原料储存	129
9.2.2	原料破碎	132
9.2.3	原料粉磨	133
9.3	烧成车间工艺设计布置的原则和要求	139
9.3.1	熔窑的工艺设计布置	139
9.3.2	隧道窑的工艺设计布置	140
9.3.3	回转窑的工艺设计布置	140
9.4	成型车间工艺设计布置的原则和要求	142
10	建设项目财务评价	145
10.1	概述	145
10.1.1	项目评价的概念	145
10.1.2	项目财务评价的内容、程序和指标	146
10.1.3	项目财务评价的基本原则	146
10.2	财务基本数据的收集与计算	147
10.3	编制财务报表和财务分析	150
10.3.1	财务现金流量表	150
10.3.2	利润与利润分配表	153
10.3.3	财务计划现金流量表	154
10.3.4	资产负债表	155
10.3.5	外汇平衡表	156
10.4	不确定性分析	156
10.4.1	盈亏平衡分析	156
10.4.2	敏感性分析	157
10.5	评价结论	157
10.6	财务评价例题	158
11	环境影响评价与环境保护	169
11.1	概述	169
11.1.1	环境影响评价的概念	169
11.1.2	环境影响评价与环境保护的相关性	169
11.2	建设项目环境影响评价	169
11.2.1	建设项目环境影响评价的相关法律法规	169
11.2.2	建设项目环境影响评价的目的和原则	171
11.2.3	建设项目环境影响评价的程序和内容	171
11.3	环境保护	173
11.3.1	环境保护设计的原则	173
11.3.2	环境保护治理措施的设计	173
11.3.3	污染治理效果	174
12	土建及其他相关知识	175
12.1	土建	175
12.2	劳动安全与职业卫生	176
12.3	给水排水	177
12.4	供暖通风	178

12.5 电气及过程自动化	180
12.5.1 供电、配电	180
12.5.2 车间电力拖动	180
12.5.3 车间照明	181
12.5.4 工艺过程自动化及其设计	182
13 水泥厂工艺设计实例	185
13.1 水泥生产新型干法技术概况	185
13.2 新型干法水泥生产工艺及主要设备	186
13.2.1 原燃料预均化	186
13.2.2 原料粉磨	187
13.2.3 生料均化库	188
13.2.4 熟料烧成	190
13.2.5 水泥粉磨	192
13.3 水泥厂工艺设计计算	194
13.3.1 原料配料方案与计算	194
13.3.2 全厂物料储库及堆场的计算	196
13.3.3 原料磨选型计算	196
13.3.4 增湿塔选型计算	197
13.3.5 烧成系统选型计算	197
13.3.6 煤粉制备系统选型计算	202
13.3.7 水泥粉磨系统(两套辊压机+球磨机系统)选型计算	202
13.4 水泥厂工艺施工图设计实例	203
13.4.1 主要设备表	203
13.4.2 全厂平面布置图	203
13.4.3 原料粉磨及废气处理	205
13.4.4 烧成窑尾	206
13.4.5 烧成窑中	218
13.4.6 烧成窑头	218
13.4.7 实际操作画面	222
14 商品混凝土生产工艺设计实例	223
14.1 概述	223
14.1.1 商品混凝土生产工艺的主要组成	223
14.1.2 生产工艺布置形式	223
14.1.3 生产工艺流程	224
14.2 商品混凝土搅拌站(楼)的组成	226
14.3 生产规模和产品纲领	226
14.4 厂址选择	226
14.5 总平面布置	227
14.6 原材料	231
14.7 混凝土配合比设计	233
14.8 原材料输送及储存	233
14.8.1 原材料输送	233
14.8.2 原材料储存	234

14.9	原材料配比称量	240
14.9.1	原材料配比称量工艺设计要求	240
14.9.2	设备选型	240
14.9.3	原材料配比称量控制	243
14.10	混凝土搅拌	243
14.10.1	混凝土搅拌装置类型	243
14.10.2	搅拌机生产能力计算	246
14.10.3	工艺设计布置	246
14.10.4	工艺设计布置实例	249
14.11	试验室	252
14.12	混凝土回收站	254
14.13	环保除尘	255
14.14	机修、汽修车间	256
15	墙体材料生产工艺设计实例	259
15.1	总论	259
15.1.1	项目背景及建设的必要性	259
15.1.2	设计依据及主要原则	260
15.1.3	设计范围	260
15.1.4	技术方案和主要设备来源	260
15.1.5	主要技术经济指标	261
15.1.6	结论	262
15.2	市场预测和建设规模	263
15.2.1	市场预测	263
15.2.2	建设规模	264
15.3	建设条件	264
15.3.1	厂址选择及运输条件	264
15.3.2	原材料供应	264
15.3.3	供电	265
15.3.4	供热	265
15.3.5	供排水	265
15.3.6	气象条件	266
15.4	设计方案	266
15.4.1	工艺设计	266
15.4.2	建筑设计	274
15.4.3	结构设计	274
15.4.4	电气及生产过程自动化设计	275
15.4.5	给排水	277
15.4.6	动力	278
15.5	技术经济分析	279
15.5.1	编制依据	279
15.5.2	基础数据	279
15.5.3	财务评价	279
15.5.4	财务盈亏能力分析	280
15.5.5	结论	280

15.6 工艺布置图和工艺流程图	280
16 工程设计公司（院）的运作和 FIDIC 简介	285
16.1 我国设计公司的现状	285
16.1.1 工程设计院的历史发展过程	285
16.1.2 设计行业市场的重大变化	285
16.1.3 我国在世界设计市场的地位	286
16.1.4 发展方向	287
16.2 国外公司的运作模式	288
16.2.1 国外设计公司基本类型	288
16.2.2 国外设计单位的业务范围和业务机构	289
16.2.3 国外设计公司的项目管理	289
16.3 FIDIC 合同的介绍	290
16.3.1 FIDIC 组织	290
16.3.2 FIDIC 合同文本介绍	292
16.3.3 其他国际工程合同文本简介	296
参考文献	298

1 导论

1.1 设计和工艺设计的含义

“设计”这词经常使用，人们可以以生活常识为起点来认识其含义，它或是外观的形状，或是事物的物质配置，如形状、草图、色彩、织法、图案等；有时以科技的角度去看待设计则是一个产品及其生产过程，或是产品的使用便利性，其中包含了人体工学的概念，也包含有经济学的含义，如购买价格或服务价值的显现。

辞海给出的“设计”定义是这样的：根据一定的目的要求，预先制订方案图样等的活动。

处于不同的知识背景、专业基础工作岗位的人，对以上解释各有不同理解。文艺创作者的设计是其进行作品创作时的构思活动；企业经理们的设计是其对企业生产经营的规划；服装设计和机械设计都称之为设计，但所追求的具体目标和思考重点又迥然不同。

从广义上来讲，设计是一种规划。设计的结果可以是一份文件，也可以是一张（套）图纸，或是一个计划书。

在今天市场经济条件下，设计更多的是对市场需求的回应，这种需求更多的可能是指潜在性的，因为对现存的需求大部分已经得到服务了。

总结生活、生产中的方方面面，对设计可作如下的分类。

(1) 产品设计 人们生活（生产）中所使用器物（设施）的生产产品（工具）设计，包括工业设计、大批量生产设计、工业工艺设计、工程（工艺）设计、时装设计、服装设计、装饰设计、美容设计。

(2) 传媒设计 现代的人们通过传媒技术相互联系和经营形成了新的社会结构，人们利用这种便利生活方式作为设计起点，从而形成传媒设计，包括视觉设计、广告设计、展示设计、包装设计、电视设计、电影设计。

(3) 空间设计 人们生活场所的建筑、道路、公园和环境的空间设计，越来越影响着人们的生活，包括环境景观设计、城市设计、室内装饰设计、建筑设计、建筑外观设计。

广义上的设计概念是如此宽泛，本书涉及到的仅仅是其中产品设计中的工程设计。

所谓工程，是科学知识和经验的实际应用，是利用自然科学原理使自然资源为人类服务而形成的各种学科的总称。它是科学原理和社会利益之间的桥梁，并在人类改造和利用自然的实践中产生并不断发展完善。一方面，它随着科学的发展不断分化为许多专门学科，如机械工程、土木建筑工程、采矿工程、电力工程、通信工程、化工工程、桥梁工程等；另一方面，又不断综合出许多新的学科，如环境工程、海洋工程、航空宇航工程、系统工程等，至今已形成庞大的有层次的体系。各种工程有的范围较窄，有的涉及整个社会。

所谓工程设计是在建设工厂、矿山、铁路、桥梁及建筑工程之前，按照国家标准，结合生产实践、科学技术及经济发展情况，经过调查研究和科学分析，进行周密思考及计算绘图工作，最后提供出作为建设施工依据的设计文件及图纸的过程。一般分为初步设计和施工图设计两个阶段进行。对技术特别复杂的工程项目，有时采取三阶段设计的方式（初步设计、技术设计和施工图设计）。

在工程设计的进程中，对于生产型的工厂，应依据其生产产品的工艺过程为设计主线来进

行,因此就出现了工业工艺设计,所谓工业工艺设计是工艺规程设计和工艺装备设计的总称,是工业企业工艺准备工作的主要组成部分。工艺规程设计主要包括:决定产品制造和质量检验的过程与方法;选择设备;确定必要的工艺装备;制定工时定额和原材料消耗定额;拟定劳动组织和生产组织等。工艺装备设计是根据工艺规程的要求,设计或选择各工序所需要的专门生产设备和工具。

文献资料上(主要是国外的)的工厂设计概念,是上述的工艺设计概念和与工艺设备配套的建筑物和构筑物的设计合在一起,形成一个完整生产系统的工程设计。随着生产发展的要求,依赖于经验的定性设计不能满足企业对成本控制的要求,工厂设计的研究拓展至工作物料储运方法(material handling)与工厂布置(plant layout)的理论研究,工厂布置及物料搬运、库存控制成为研究的重点,20世纪60年代初美国学者缪瑟(R. Muther)提出了著名的系统化设施规划方法(systematic layout planning, SLP),该方法具有实用性和系统化的特点,把工厂设计从经验性设计推向了量化设计,具有方法论地位,设施规划的研究已拓展至交通运输、港口、民航甚至文教、卫生等系统中,其理论及方法已渗透于城市规划、区域开发、建筑学、市政工程等领域。

1.2 设计工作的任务和内容

工业企业工程项目,不论规模大小,是大型还是中小型;也不论是新建还是扩建,其基本建设的第一道程序就是设计工作。工厂设计工作包括总(整)体设计与局部设计。凡是设计范围涉及整个工业企业的,称总体设计。总体设计是包括了企业内应该配置的一切单项工程的完整设计,其主要内容有总平面布置、生产车间、动力车间(如锅炉房、变电站、给排水工程等)、厂内外运输、自控仪表、采暖通风、环境保护工程、福利设施、办公楼、技术经济与概算等单项工程设计,还有有关设施地址(厂址)选择、生产检测与控制仪表、环境保护、生产组织与劳动定员、技术经济与概算等内容。凡是设计的范围不涉及整个工业企业的全部内容,只是其中的某些部分,甚至于某一个设备,称局部设计。新建工厂的设计属于总体设计,扩建工厂的设计以局部设计者居多。

工厂设计工作的内容包括参加建设项目的决策、编制各个阶段设计文件、配合施工和参加验收、进行总结的全过程。所负责项目设计的单位和从事工厂设计的人员,都要有高度的责任心和良好的素质,对每个工程项目都要负责到底,直到该工程项目达成投产,全部达到设计能力,经业主验收考核技术经济效果合格,才算完成设计任务。

1.3 工艺设计的重要性

从总体设计来说,生产工艺设计是总体设计的主导设计,生产工艺专业是主体专业,它起着贯穿全过程并且组织协调各专业设计的作用,工艺专业向配套专业提出的要求将作为配套专业设计的重要依据。所以,生产工厂工艺设计的范围是负责全厂生产工艺流程设计和各生产车间的设计,并向配套专业人员提出设计要求。作为配套专业也有自身的工艺,如供热、供冷、给排水等工程,就要根据供热、供冷、给排水等专业知识来负责配套部分的工艺设计。例如工艺专业根据生产用水的要求,对工艺用水、冷却用水,提出水质、水温等要求,供水专业在设计中就要考虑离子交换、电渗析、冷却塔等水处理流程和设备,以满足生产用水的水质、水温等要求。在车间布置设计时,工艺专业依据工艺流程、设备配置对厂房的长、宽、层高及门、楼梯、办公生活服务用房的位置提出要求,土建专业在设计中应尽可能满足工艺的合理要求。

反过来,土建专业为了贯彻国家标准,要求厂房的长、宽、高要服从模数制的规定,工艺专业也应执行。在设计中会遇到很多诸如此类的协作配合设计问题,因此,工厂工艺设计不仅要求工艺设计具有先进性和合理性,而且也将直接影响到其他协同设计的配套专业的设计先进性和合理性。

1.4 设计工程师应具备的素质

一个善于解决工程难题的设计人员应该具备什么样的素质,一直是工程设计研究中受到关注的问题之一。20世纪50年代,德国设计工程师 Robert Matousek 在其所著《工程设计》一书中,就曾提出十五个条件作为一个好的设计师应具备的品质和能力,它们是:

a. 形象思维能力; b. 综合的能力; c. 分析的能力; d. 创造的才能; e. 思维专注; f. 好的记忆力; g. 强的责任心; h. 接受任务的勇气; i. 虚心好学力求完善的精神; g. 耐心; k. 坚强的意志; l. 美学的修养; m. 气质的修养, n. 知人善任, 合作共事; o. 熟练的说写能力。

在其他有关工程设计的著作中,也不乏有关设计师品质及能力的论述。概括起来,有以下几个方面。

(1) 工程设计以科学技术知识为基础 是否掌握有关科学技术知识,是能否搞工程设计的前提。因此作为一名设计师,应具有本学科坚实的基础科学理论知识和宽广的知识面。分析、综合、思维、创造等各种能力的提高离不开知识的积累。工程设计又是一项实践性很强的工作,存在许多技巧问题,要求有丰富的实践经验。一个好的设计师必须是善于将理论和实际、知识和经验密切结合起来,并且不断吸收新的科学技术成果和先进经验,只有这样,才能提高自己的设计能力,适应发展需要。没有科学知识,缺乏对事物本质的认识,经验将不能正常发挥作用,寻求解决问题答案的方法也就成了无源之水、无本之木。而缺乏实践,脱离实际,将无从判别工程设计中诸因素的相互关系,无法确定各相关程度的重要性。好的设计师应懂得时间流逝与需求上的迫切性,并在工作中采取坚持不懈和灵活多变的態度。

(2) 树立系统、全局和发展的观念 工程设计的目的是满足人类社会需求,要受多种因素的约束。因此应该具有系统的观点、全局的观点、发展变化的观点。既会分析,又善于综合;既重视物,又看到人;既懂科学知识,又不乏美学修养。也就是说,需要树立正确思考问题的方法。持片面地、孤立地、静止地看待事物的形而上学观点的人,是搞不好工程设计的。对待任务和工作,要从整体和全局着眼,不应片面强调自己的局部。处理问题,要因时、因事、因地制宜,适应情况发展和变化。在业务准备上,除掌握本学科的专业知识,应该认识到交叉学科、横向学科、软科学的重要性,能用现代科学方法论指导自己,只有这样,在工程设计上才可能创造性地搞出成果。

(3) 创新精神 工程设计是一种智力活动,是为了达到一定目的,即针对一项实际工程问题思考的过程,是要提出和实现现在还不存在的某种事物。这除了上述科学知识和正确的思考方法外,很重要的一点就是创新精神。要有乐观的和自信的态度,坚信能找到解决问题的办法,坚毅顽强地去追求目标,有不达目的誓不罢休的意志;要好奇,对新事物敏感且善于接受,总是存在不满足感,力求更加完善,不断进取。抱残守缺、安于现状、不思进取、害怕困难的人,搞不出什么好的工程设计,他所能做到的,至多也只是一些模仿和重复的工作。

(4) 团队精神 工程设计是一种群体工作,非个人能力所能完成。尤其是科学技术发展到今天的水平,且不说那些大型的工程项目,如阿波罗登月飞行、三峡水利工程等,需相当多的人员共同努力;即使是一些具体机器设备的设计,如飞机、汽车、数控机床等,也决非个人所能胜任,何况它的实现还涉及管理、制造等许多方面。因此设计师必须具有良好的职业道德和

思想修养。善于和群体中其他各方面人员合作共事，协同作战。自己要有对任务的责任感，对时间的紧迫感；肯于承担困难，乐于帮助别人，听得进别人的批评意见，肯虚心向别人的长处学习；对那些不成熟的、有缺陷的，但含有某种创新的见解、建议和概念，能热情支持和鼓励；对处理那些虽然尖锐对立，但其出发点是为了搞好工作，而且言之有据的矛盾观点，善于做出有原则的妥协。所有这些，是整个设计能够成功的思想保证。

1.5 设计过程中设计人员应遵循的一般工作原则

在设计过程中，针对不同的设计工序和它所需达到的目标，可以采用不同的求解方法与技术。例如，为了获得最完善的资料信息，可采用从某空间域的定点出发，探索所有方向的系统探索法；为了对某一问题寻求解答，可采用在没有压力下的自由讨论中积累各种设想的智暴法；为了改善机械系统经济性能，可采用从经济观点对现有解答进行分析和评价的价值分析法；为了从多个方案中决策选出最满意的方案，可采用诸如效益比较综合评价法。总的来说，在设计过程中采用了多种解决问题的方法，它们可分成求解、评价、判别性能、防止思考失误等多种类型。

除方法性问题外，为了控制设计者的行为，还提出了一些设计人员应注意的一般设计工作原则。这些原则具体如下。

① 批判地接受所有给出的资料，不随意使用未经审查和核实的资料。

② 采用有效的控制方法，以尽可能经济的方式得到系统的功能。在设计过程的每个工序中，都要争取最好的效果，在最短设计周期内，准确寻求给定条件下的最满意解。将设计成本控制在合理的范围。所谓尽可能经济的方式可以是成本最低、使用费用最低，或产品整个寿命周期成本最低。

③ 要从整体着眼，在设计系统中整体考虑各子系统之间的联系和影响作用。建立全面考虑的综合评价标准。

④ 应有条理有计划地开展设计活动，制定必要的设计规程和检查监督规程。

⑤ 设计过程中不能单纯依靠记忆，应将重要的信息记录下来，并以经济的方式分类，便于查询，因为人的记忆并不是很可靠的。

以上所列的各项原则是否足够充分，还可以进行深入讨论与研究。但它们至少对控制设计人员行为有一定的指导意义。每个设计人员都应该根据自己的工作经验，不断总结自己采用的方法和遵循的原则，以提高设计的效能。

1.6 工程设计限制

所有工程项目必然受到技术的、需求的、经济的、环境的，甚至是道德规范的限制，因此工程设计的限制是普遍存在的。

(1) 为满足社会资源共享的目的，导致设计受到限制 在新建设施时，已经存在的设施系统需要利用和兼容，这时必须对新设施附加限制条件，不能自成一体设计全新的系统，新设施的体系要向下兼容，向具有通用性的标准看齐。这种限制的目的在于提高新体系适应市场的能力，设计师应予以严格遵守。

(2) 为满足系统内外的各种约定，导致设计受限制 为保证新设施的经济性，一般都应尽可能使用（或调整后使用）原有的装备和工艺。设计师必须清楚，这是必须考虑的限制条件，绝不允许放弃系统内的原有资源不用而重新投入建设资金；为使新设施生产的产品有更多的用

户，必须满足系列性、标准性和互换性，这时设计就受到标准和规范的限制；还有使用地区用户的风俗习惯、地质条件、气候条件等均可能对设计带来某些约束条件。

(3) 来自环境保护的要求，设计受到限制 工业文明给世界环境带来的巨大负面影响，很多国家现在已为保护环境而做出许多严格的规定，甚至制定了相关的法律。现已提出 ISO14000 系列标准，为环保而对人类行为做出限制。符合环保要求已成为现代设计的一个显著特征，也是工程设计中的一项强制性限制。

工程设计限制标志着人类在创造物质文明的同时也注意精神文明建设；标志着人类从感性走向理性，从而用限制来规范各类创造行为；标志着现代工业走向有序可控发展，是创造走向成熟的具体表现。

