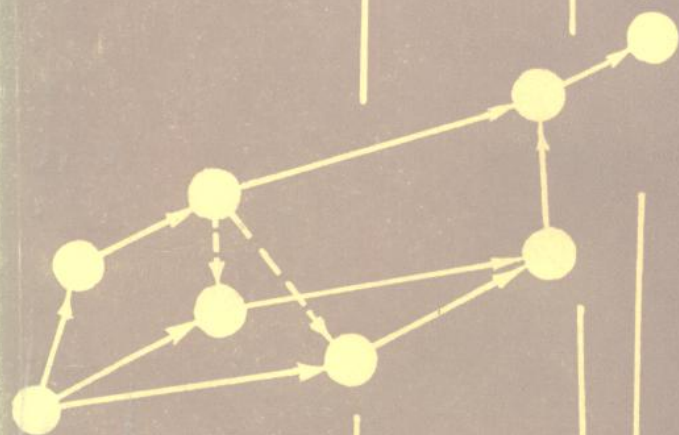


W.C.特纳 著
[美] J.H.迈兹 著
K.E.凯斯 著
李剑华 译



工业与 系统工程导论

冶金工业出版社

246184

工业与系统工程导论

W.C.特纳

[美] J.H.迈兹 著

K.E.凯斯

李剑华 译



冶金工业出版社

EA 10 / 15
内 容 提 要

本书系根据美国Prentice-Hall公司出版的《Introduction to Industrial and Systems Engineering》一书翻译的。本书是该公司工业与系统工程国际丛书之一。全书分三部分。

第一部分叙述一般工程的历史，特别是工业工程的历史，试图说明本学科的目的、范围、发展情况和应用的领域等；第二部分详细阐明工业与系统工程的应用范围和领域，着重介绍每种技术的合理运用，以及电子计算机在各领域中的应用；第三部分论述运筹学和大规模系统概念对工业与系统工程的影响，并介绍工业与系统工程师使用的一些基本技术，如数学规划、计划评审技术等。本书附录有概率论、统计学、泊松分布和正态分布表，以及专业工程师的手册等。

本书是美国用于大学学习的教科书，其内容丰富全面，列举事例深入浅出，易于接受。可供我国大专院校企业管理、工业经济、管理工程、系统工程等师生参考，也可作为工矿企业工程技术人员、管理人员、以及对现代管理科学有兴趣人员的读物。

工业与系统工程导论

W.C. 特纳

[美] J.H. 迈兹 著

K.E. 凯斯

李剑华 译

责任编辑：林 聪

冶金工业出版社出版
(北京北河沿大街嵩祝院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

山西新华印刷厂印刷

850×1168 1/32 印张 12 1/2 字数 327 千字

1982年12月第一版 1986年6月第二次印刷

印数 7,001~9,500 册

统一书号：15062·3870 定价 3.10 元

译者的话

工业与系统工程是一门新兴的综合性科学，对改善我国工业企业的科学管理，加速四个现代化的进程，有很大的促进作用。但是想要找到一本全面而系统介绍这方面知识的书籍，却颇为难得。译者阅读了这本“工业与系统工程导论”的原文之后，感到此书涉及问题广泛，内容比较丰富，有些独特之处，可作我们继续深入钻研的向导，故特译出，以供研究工业系统工程人员的参考。

此书是美国高等学校广泛采用作讲授工业系统工程的教科书，是Prentice-Hall图书公司的“工业与系统工程国际丛书”之一。除前三章外，每章后都附有讨论题和练习题，可加深对内容的理解和编写教材的借鉴，而且还有如下一些特点：

首先此书对工业与系统工程这学科的形成和发展，作了较详细的历史叙述，同时对工业与系统工程教育的演进，也有所阐明。其次，对于工业与系统工程所采用的最新技术和方法，作了深入浅出的介绍，并且列举实例，以证明其用途。再次此书中所举例证，既切合实际情况，又能前后相连，贯通一气，使读者有整体感觉。最后，此书能以微观经济的观点，对工业企业作了全面和系统的阐述，内容包括生产工程、厂址选择、工厂布置、工作测定、财务补偿、作业计划、质量控制、工程经济、人事管理、物料运输以及组织设计等。另外，此书还对运筹学、大规模系统、数学规划、工程项目管理和概率模型等都进行了重点剖析，对了解国外讲授本门学科的内容，有很大的帮助。

本书译文承中南矿冶学院况光宇同志审校，有些章节又承潘长良同志和黄存绍同志校阅，此外还蒙企业管理教研室的大力支持，译者在此，谨致谢意。但是由于译者学识谫陋，水平有限，谬误之处，谅还不少。如蒙读者不吝指正，则铭感无既矣。

译者

1980年12月

前 言

本书是工业与系统工程的入门，是专为介绍工业工程课程内容而编写的教科书。其目的是要解释工业与系统工程，说明其在实业界中的地位，指出其实用领域的广阔图景，并介绍了一些解题的方法。本书对于需要大概了解工业工程的人也是非常有用的。

本书并不是对任何出现过的个别技术作详细叙述的教本，而只是指出工业与系统工程师在广泛的各种组织中能起些什么作用。特别注意叙述在各种情况下可以使用的工具或方法。不是采用传统的用技术去找问题的方法，而是首先把问题说明，然后再讨论使用解决问题的技术。

本书分为三部分：第一部分叙述一般工程的历史，特别是工业工程的历史，试图说明本门学科的范围及发展。然后给予工业与系统工程以现代的解说，并加以讨论；这一切说明本门学科的目的和目标，并且指明可以应用的领域。第一部分最后一章讨论了工业与系统工程在组织中的地位，以及如何进行管理 and 控制。

第二部分详述工业与系统工程的实用范围或领域。每项实用领域都有专章。对每个领域都提出一个典型问题以便说明其职能，然后展开研究采用的工具和方法。这样研究的目的是要强调各种各样方法的正确使用，因为现代计算方法对工业与系统工程已具有重大的影响。所以第二部分的各章几乎都讨论到电子计算机化方法。

第三部分讨论运筹学和大规模系统概念对工业与系统工程的影响。首先说明运筹学的定义，并叙述其历史。接着就讨论对工业与系统工程师一些有用的基本的运筹学方法。特别着重表明运筹学已经大大地提高了工业与系统工程师解决问题的能力。第三

部分最后一章，讨论系统的概念，并说明它与工业工程即使不尽相同也是密切相连的。

第三部分各章与第二部分各章的形式相同，提出一个问题说明需要采用的方法的理由，并介绍采用的方法？同时也讨论了电子计算机化。第三部分和第二部分一样，讨论都是在标准的现代大学肄业生水平上进行的。

我们要对许多接触这份还在修订中的材料的学者们所提出的意见表示感谢。我们也要感激我们的学术界和工业界的同行，他们共同地促进了我们对工业工程教育的研究工作。

W.C.特纳

J.H.迈兹

K.E.凯斯

目 录

前言

第一部分 工业工程的历史、定义和地位..... 1

1. 工程和工程教育的历史概述 1

1-1 引论 1

1-2 早期发展情况 1

1-3 现代的状态 3

1-4 工程程序 5

1-5 工程职业 6

1-6 职业道德 7

1-7 职业执照 8

1-8 工程教育 10

1-9 工程师专业改进协会的鉴定 11

1-10 未来的课题 13

2. 工业与系统工程 14

2-1 历史概述 14

2-2 工业工程的组织 17

2-3 工业工程的定义 18

2-4 工业工程教育 19

2-5 运筹学的影响 20

2-6 对其他工程学科的关系 21

2-7 工业与系统工程设计 22

2-7-1 人类活动系统 22

2-7-2 管理控制系统 23

3. 工业与系统工程职能的组织和管理 26

3-1 工业与系统工程师的典型活动 26

3-2 对整体组织的关系 29

3-3 工业与系统工程职能的内部组织 29

3-4 对工业与系统工程职能的效果计量方法 30

第二部分 工业工程的职能范围 32

4. 生产工程 32

4-1 引论 32

4-2 产品-生产设计的相互作用	32
4-3 程序工程	33
4-3-1 冶金过程	33
4-3-2 铸造	34
4-3-3 金属成型	35
4-3-4 金属切削	38
4-3-5 焊接	41
4-3-6 连接和装配	42
4-3-7 精整	42
4-3-8 程序图表——材料单	43
4-4 职能	46
4-4-1 工具、夹具和卡具设计	46
4-4-2 成本估算	48
4-4-3 维修系统设计	49
4-4-4 包装系统	49
4-5 实例	51
4-6 电子计算机的应用	53
5. 厂址选择	57
5-1 引论	57
5-2 考虑事项	58
5-3 分析技术	59
5-3-1 线性规划的运输方法	60
5-3-2 多项目标	65
5-3-3 数学规划 (选择使用)	68
5-3-4 公用事业部门的地址问题	73
6. 工厂布置	82
6-1 引论	82
6-2 一般考虑事项	84
6-3 系统布置设计 (SLP)	87
6-4 电子计算机布置设计 (供选择)	95
7. 工作测定和设计	104
7-1 引论	104
7-2 工作简化	106
7-2-1 流程图表	107
7-2-2 左右手图表	109

7-2-3 其他图表	111
7-2-4 动作节约原则	114
7-2-5 人类工程	115
7-3 工作测定	117
7-3-1 直接时间研究	118
7-3-2 时间研究的标准数据	122
7-3-3 预定时间	123
7-3-4 预定时间的标准数据	124
7-3-5 工作取样	124
7-4 电子计算机和工作测定与设计	125
8. 财务补偿	129
8-1 引论	129
8-2 职务分析	130
8-3 职务评定	132
8-3-1 职务评定的评定等级方法	132
8-3-2 分类或等级说明	133
8-3-3 因素比较	133
8-3-4 点数评定	136
8-4 工资调查	142
8-5 工资支付	142
8-5-1 计时制	143
8-5-2 测定计时制	143
8-5-3 计件奖励制	143
8-5-4 标准计时奖励制	144
8-5-5 小组奖励制	145
9. 作业计划与控制	148
9-1 引论	148
9-2 作业计划与控制的职能	148
9-2-1 预测	149
9-2-2 作业计划	149
9-2-3 存贮计划和控制	149
9-2-4 作业日程安排	149
9-2-5 调度和进程控制	149
各职能的综合	149
预测的技术	150

9-3-1 滑动平均法	150
9-3-2 指数加权滑动平均法	151
9-3-3 回归分析法	152
9-4 作业计划的技术	154
9-5 存贮计划与控制的技术	157
9-6 作业日程安排的技术	161
9-6-1 作业日程安排的目的	161
9-7 调度和进程控制	163
10. 质量管理	167
10-1 引论	167
10-2 抽样验收	169
10-2-1 检查	169
10-2-2 抽样检查	170
10-2-3 设计计数抽样验收方案	172
10-2-4 平均检出质量和平均总的检查数	176
10-2-5 其他计数方案	176
10-2-6 计量抽样验收	177
10-3 控制图	178
10-3-1 计量控制图	179
10-3-2 计数控制图	184
11. 财务管理和工程经济	187
11-1 引论	187
11-2 会计	188
11-3 成本会计	192
11-4 工程经济	195
11-5 利息因数	196
11-5-1 一次偿付复利因数	196
11-5-2 其他利息因数	198
11-5-3 示例	201
11-6 再谈配件公司的现值算法	203
11-7 电子计算机对会计和工程经济的影响	205
12. 人事管理	208
12-1 引论	208
12-2 选拔、考核和安置	209
12-3 工作(能力)评估、训练、教育和晋升	211

12-4 职务分析和说明	216
12-5 劳工关系	216
12-6 安全规划	218
12-7 福利和服务(工作)	219
12-8 激励、监督和信息交流	220
12-8-1 激励	221
12-8-2 监督	222
12-8-3 信息交流	224
13. 管理系统设计	227
13-1 引论和远景	227
13-2 组织设计的程序	227
13-2-1 规定目标	228
13-2-2 确定职能	228
13-2-3 划分职能	229
13-2-4 职能的目标	230
13-2-5 职务说明	230
13-2-6 管理控制	230
13-3 组织设计是持续的和动态的	230
13-4 组织结构	231
13-5 组织内的协调	232
13-6 保持设计现代化	232
14. 物料搬运、分配和路程安排	234
14-1 引论	234
14-2 物料搬运	235
14-2-1 设备概念	235
14-2-2 物料搬运的原则	239
14-2-3 定量技术	241
14-3 分配	245
14-3-1 仓库位置	246
14-3-2 作业管理的程序安排(路线选择)	246
14-3-3 公用事业区的路程安排	255
第三部分 运筹学和大规模系统分析的影响	261
15. 运筹学	261
15-1 引论和定义	261
15-2 历史	263

15-3 运筹学与工业工程的相似性	264
15-4 运筹学的性质	265
15-5 运筹学的分类	267
15-5-1 确定性的方法	267
15-5-2 随机性的方法	268
15-6 电子计算机的影响	270
16. 确定性的数学规划	271
16-1 引论	271
16-2 问题的提法	271
16-3 无约束条件的最优化	272
16-4 线性规划	279
16-4-1 分派问题	283
16-4-2 运输问题	288
16-5 其他技术	291
16-5-1 非线性规划	292
16-5-2 整数规划	292
16-5-3 0—1规划	292
16-5-4 二次规划	292
16-5-5 几何规划	292
16-5-6 其他规划	292
16-6 电子计算机的影响	292
17. 工程项目管理	295
17-1 引论	295
17-2 工程项目的计划网络	297
17-3 关键线路法 (CPM)	299
17-3-1 正向线路	301
17-3-2 反向线路	303
17-3-3 活动总的裕余时间	303
17-3-4 关键线路	304
17-4 计划评审技术 (PERT)	304
17-5 时间-费用比较研究法	309
17-6 资源调整	314
17-7 计划评审技术费用系统	315
18. 概率模型	318
18-1 引论	318

18-2 排队论	318
18-2-1 排队系统结构	319
18-2-2 排队论的术语和符号	320
18-2-3 单一服务通道	321
18-3 存贮控制	324
18-3-1 单一周期模型——无准备费用	324
18-3-2 批量——重订点模型	327
18-3-3 周期检查模型	328
18-4 马尔可夫链	329
18-4-1 正规的马尔可夫链	329
18-4-2 吸收的马尔可夫链	331
18-5 模拟	333
18-5-1 模拟示例	333
18-5-2 过程生成	334
18-5-3 时间流的原理	335
19. 系统的概念	341
19-1 引论	341
19-2 专门术语	341
19-3 系统工作情况的动态控制	342
19-4 系统设计的范例	343
19-4-1 需求量预测 (I)	343
19-4-2 作业计划 (II)	345
19-4-3 存贮计划和控制 (III)	345
19-4-4 作业日程安排 (IV)	346
19-4-5 调度和进程控制 (V)	347
19-4-6 相互联系	347
19-5 结束语	348
附录	350
A. 概率论和统计学	350
A-1 引论	350
A-2 基本概率理论	350
A-2-1 样本空间	351
A-2-2 概率	352
A-2-3 事件	354
A-2-4 事件的概率	355

A-2-5 运算法规则	356
A-3 组合	357
A-4 随机变量	357
A-5 离散型分布和连续型分布	359
A-5-1 离散型分布的性质	360
A-5-2 二项分布	361
A-5-3 泊松分布	362
A-5-4 均匀分布	364
A-5-5 连续分布的性质	364
A-5-6 正态分布	366
A-5-7 指数分布	367
A-5-8 矩形分布	368
A-5-9 分布概要	370
A-6 期望值与偏离程度	370
A-6-1 平均值	370
A-6-2 方差	371
A-7 总体和样本	372
A-7-1 总体	372
A-7-2 样本	372
A-7-3 样本统计量	373
A-7-4 样本平均值的分布	374
A-8 中心极限定理	375
B. 表格	378
表B-1 泊松分布——累积	378
表B-2 正态分布——累积	381
C. 专业工程师的道德守则	385

第一部分

工业工程的历史、定义和地位

1. 工程和工程教育的历史概述

1-1 引 论

“工业”和“工程”这两个词，怎样结合而形成“工业工程”这个术语呢？为什么工业工程要在工科学院教授，而不在财经学院教授呢？工业工程与其他工程学科、及经营管理和社会科学有什么关系呢？

要了解工业工程在现代复杂世界中的作用，学习促进工业工程演变的历史发展情况是大有益处的。有许多方式编写工程的历史。本章所叙述的比较简略，因为我们着重于回顾工程发展的最重要部份；特别是那些导致工业工程成为专业研究的部份。至于比较完整的史实在参考文献①②③可以查到。

1-2 早期发展情况

工程和科学曾经是平行而相辅地发展，然而并不总是同一速度发展。科学关心的是基础知识的探索，工程关心的是把科学知识用于解决问题和改善生活。很明显，知识在未被发现之前是不能利用的，但是一旦发现后，就马上可以利用。在力求解决问题时，工程对于科学在需要新知识的领域又提出反馈，因而科学与工程是携手并进的。

① L.S.de Camp, The Ancient Engineers (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1963).

② J.D.Kemper, The Engineer and His Profession, 2nd ed (New York: Holt, Rinehart & Winston, 1975).

③ R.J.Smith, Engineering as a Career, 3rd ed (New York: McGraw-Hill Book Company, 1969).

虽然“科学”与“工程”各自都有显著的特性，并且被视为是不同的学科；而在某些情况下，“科学家”和“工程师”可能就是同一个人。这种情况在古代尤为如此，因为在那时很少有交流基础知识的手段。发现知识的人也就同时使其投入应用。

完整的早期工程实践的年代史，不在本书范围之内。感兴趣的读者可以在德坎普著的“古代工程师”一书中找到最好的叙述，该书描述并用图画说明了许多早期的发展情况。

每当我们想到早期工程的成就时，我们会自然地想到这样一些杰出的成就，如金字塔、万里长城、罗马建设工程等等。这些工程的成就，每一项都包含着基本知识有成效的应用。

但是正如一些基本的事物一样，许多成就并不都为人所知。斜面、弯弓、车轮、螺丝起子、水车、船帆、简单杠杆和许许多多的其他设备装置等，在工程师努力设法改善人民生活事业中，都起了很大作用。

几乎所有1800年以前的工程发展的结果都与物理现象有关，如克服摩擦力、起重、蓄电、牵引、制造、连接等。1800年以后的发展结果都与化学和分子现象有关，如电、材料的性能、热过程、燃烧和其他化学方法。

数学方面所取得的进展，对几乎一切工程的发展，都是十分重要的。进行准确测量距离、角度、重量和时间的方法和程序，对于几乎所有早期工程成就都是必要的。由于这些方法和程序的改进，才取得了较大的工程成就。

数学的另一重要作用，是能够把现实情况用抽象的项来表示。利用一个复杂系统的数学模型，可以弄清系统中各变量间的关系。通常叫做勾股定理的简单关系就是这样一个范例。这定理说明一个直角三角形的斜边，可以表示为相邻两边的平方和的平方根。使用抽象模型，表示复杂的实际系统，是工程师的一种十分重要的手段。

作为早期发展情况的最后说明，让我们来议论一下一种在早期发展中没有发现过的情况。这种忽略了的早期发展情况，是与

人类行为科学有关的。对人类行为的了解是相当落后于数学、物理和化学等科学的发展的。这对于工业工程师来说是很重要的，因为工业工程师设计的各种系统，包括作为基本组成部分的人在內。在下一章中，我们可以知道人类行为科学的进展迟缓，已经妨碍了工业工程师努力去设计包括人在內的最优系统。

1-3 现代的状态

尽管在1400年和1750年之间，已有许多重要的发展，可是我们还是主观地确定现代工程开始于1750年。我们选择1750年，作为现代工程的开始，有两个理由：

(1) 在十八世纪法国出现了工程学校。

(2) 土木工程师这个名词是在1750年第一次使用的。

早期工程的原理，首先是在军事学校讲授，而主要是关于道路桥梁的建筑和要塞工事。这一部分的学术训练当时叫做军事工程。当一些相同的原理应用于非军事业务时，那就自然而然地指那些民用工程，或简单地说，即土木工程了。

在物理和数学领域中的相互有关的进展，已奠定了机械原理实际应用的基础。一个重要的进展，就是研制了能够作有用功的实用蒸汽机。这样的发动机一旦使用（大概是1700年），许多能用它驱动的机械装置就研制出来了。这些工作终于在1800年初（十九世纪），导致机械工程这一性质不同的学科的出现。

此类进展的另一范例是，十八世纪后期对电学和磁学所进行的基本研究工作。虽然早期科学家已经知道了磁性和静电，但是对于这些现象的了解，却是在1752年本杰明·富兰克林著名的风筝实验以后才开始的。以后的半个世纪，电学的基础主要是由德国和法国的科学家奠定的。

电学第一次有效的运用是塞缪尔·莫尔斯研制出的电报术（大概是1840年）。托马斯·爱迪生发明碳丝灯（大约是1880年），就导致了广泛使用电力照明。这就又促进了发电、输电和用电的迅速发展，以达到节省劳力的目的。选择这类活动作为专