

管理工程学概论

GUANLI GONGCHENGXUE GAILUN



何国伟

上海科学技术出版社

510.75

管理工程学概论

何国伟



上海科学技术出版社

责任编辑：俞祖元
封面设计：傅昌楣

管理工程学概论

何国伟

上海科学技术出版社出版

(上海瑞金二路450号)

新华书店上海发行所发行 江苏扬中印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 18.5 插页 4 字数 489,000

1982年10月第1版 1984年8月第2次印刷

印数：20,801—36,800

统一书号：13119·987 定价：(科四) 2.10元

DN63/13
内 容 简 介

本书简要地介绍近年来发展的一门科学技术——“管理工程学”即“企业管理的定量理论及方法”。主要包括：市场需要预测、经营决策、计划调度、工作研究、工程心理学及人机工程、劳动力管理、统计质量管理、抽样检查、可靠性等。

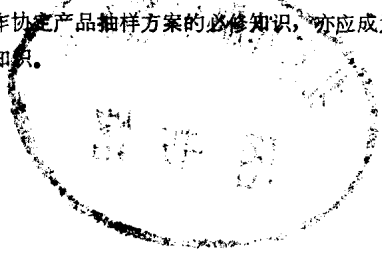
具有初中文化水平的可读懂第一章、第四章到第七章。具有高中文化水平的可读懂本书的大部分内容。学过微积分的可读懂本书全部内容。概率统计的基础在本书内介绍。

本书可供大学企业管理、系统工程、技术经济专业的教师、学生、研究生作为学习国外管理方法的教科书或参考书。

本书可供企业管理干部作为了解国外管理方法的参考书。

本书各章自成体系，可以单独阅读。

本书的第八章、第九章、第十章分别可供国内培训“质量管理”“抽样检查”“可靠性”的短期训练班作为教材。特别是第九章“抽样检查”是外贸工作协定产品抽样方案的必修知识，亦应成为国内签定定货合同的必修知识。



序 言

“管理工程学”是国外近若干年来发展起来的一门科学。在美国叫“Industrial Engineering”，在英国叫“Production Engineering”，在日本则用英文缩写：“I.E.”。管理工程学的含义有宽有窄。宽一点的含义还包括更多的管理科学 (Management Science) 的内容，例如市场预测等等。在日本，有人叫它为“经营工学”。

管理工程学研究的是：如何把给定条件下的生产六要素：人、物资、设备、财、任务、信息，组合成一个合理的科学的生产系统；设计出最佳的组合方法及顺序，并对它的后果予以定量的预测及评价；在生产活动的整个过程中，根据各种反馈信息，对原方案及组合方法、顺序进行必要的调整；其目的是使利润率达到极大。

一个企业就是为达到某个目的由若干部门组合而成的一个系统，管理工程学就是“企业系统工程学。”〔注〕

在资本主义国家内，企业活动的目的是为了得到最大利润率。因此管理工程学是为资产阶级谋取利润的一种工程技术。这里有加紧对体力劳动者及脑力劳动者剥削的一面〔注〕，但也包含对一切大生产都能通用的积极的有益的合乎科学的先进经营管理方法。后者是值得我们认真学习的。至于哪些可以学习则需要大家来讨论。本书只介绍国外这一学科的主要内容，不加评论。

管理工程学既然是一门工程技术，它不可避免地要用到很多工程分析方法、设计方法及数学工具。根据本书原定读者对象的水平，我们尽量介绍这一学科的基本思想，对所用到的数学工具原则上只介绍它们的基本思路。

我们认为：“统计质量管理”、“抽样检查”、“可靠性”是当前肯

〔注〕 根据钱学森同志 1979 年在国防科委系统工程学术讨论会上的报告。

定可以而且也应该迅速引入的先进的科学的管理方法，所以把这三个内容作为本书的重点，写成可供国内短训班使用的教材形式。

本书的编写原则是：每章自成体系，可以单独阅读。以便于某些读者可以只选读自己有兴趣的若干部分内容。

如果要进一步了解国外管理工程学，还需要掌握系统工程学的共同理论基础——“运筹学”的一些基本数学方法及一些必要的数学工具。除了数学分析以外，这大体上包括：矩阵、概率、统计、图论、最优化及规划论、决策及博弈论、马尔可夫过程、排队论、蒙特卡罗方法、多变量分析等内容。尽管国内已有这些学科方面的优秀著作及译著出版，但一般都是为数学系学生编写的。企业管理的学生及干部要通过这些专著来掌握这些方法几乎是不可能的。为此，与本书配套，作者编写了《管理数学》，着重于它们在管理工程中的应用，为自学者提供数学基础，不久亦将出版。

本书的素材是作者于1969年～1974年间离开了原工作岗位、在劳动之余，从国外文献资料中收集的。当时作者坚信：社会主义不会不要科学文化；工业发达国家的企业，用人少，效率高，会做生意，应当有原则地学过来，以改进我们的工作，因此收集及整理了这些将来终会有一部分会对社会主义建设有一些用处的材料。1978～1979年，由于管理现代化研究会何健文总干事等同志，以及出版社有关同志的支持，又补充了一些新的资料，成为本书。

本书的提纲“管理工程学简介”曾作为技术报告提供给1979年的“全国技术经济和管理现代化研究会会议”、“中国自动化学会系统工程会议”，并以此为基础，在北京、天津、四川、安徽、陕西、一机、二机、三机、四机、铁道、国防部门及上海的某些会议上对一万多听众介绍过。根据听众提的意见作了一些补充修改，刊登于《机械工业自动化》杂志1980年第1、2、3期。

深望读者批评指正，使本书能作为引玉之砖，为四个现代化尽一点微薄的力量。

何国伟 1979年10月

目 录

第一章 引言——什么是管理工程学?	1
§ 1 科学管理的重要性	1
§ 2 管理工作的发展史	3
§ 3 总体设计部及系统工程	5
§ 4 管理工程学——企业系统工程	11
第二章 需要预测	16
§ 1 投入产出分析	16
§ 2 市场需要的趋势性预测	23
§ 3 市场调查	36
§ 4 市场需求分析	59
第三章 经营决策	64
§ 1 统计决策	64
§ 2 经营规划	74
§ 3 投资理论	96
§ 4 库存及定货量理论	130
第四章 计划调度	146
§ 1 PERT	146
§ 2 概率PERT	159
§ 3 CPM	163
§ 4 生产线均衡组织法——L.B.	170
§ 5 调度理论	178
第五章 工作研究	190
§ 1 生产过程分析	191
§ 2 时间研究——泰罗制、PTS 及 MTM、工作因子法	197
§ 3 动作研究	215
§ 4 劳动分析——空裕率及工作抽样	226
第六章 工程心理学及人机工程	240

§ 1 产业疲劳	240
§ 2 环境温度及湿度	251
§ 3 照明环境	260
§ 4 色彩调节	266
§ 5 声环境及音乐调节	270
§ 6 空气调节	276
§ 7 控制机器设计	278
第七章 劳动力管理	290
§ 1 劳动力管理的 X 理论及 Y 理论	290
§ 2 职务评价及级别理论	295
§ 3 人事考查理论	310
§ 4 工资及奖金理论	316
第八章 质量管理及统计质量管理的基本方法	332
§ 1 质量管理概述	332
§ 2 数据整理方法(直方图)	340
§ 3 主要因素图(巴列特图)	349
§ 4 原因分析图(因果图)	352
§ 5 什么叫概率?	354
§ 6 正态分布	356
§ 7 子样方差 S^2 及工程能力指数 C_p	362
§ 8 散布图	375
§ 9 管理图	381
第九章 抽样技术 (Sampling Technique)	403
§ 1 抽样检查概说	403
§ 2 二项概率	411
§ 3 抽样检查的特性函数	424
§ 4 计数型单式抽样方案 JIS-Z-9002	428
§ 5 $LTPD$ 方案	434
§ 6 计数挑选型单式抽样方案 JIS-Z-9006	439
§ 7 计数型复式抽样方案——陶琪-罗明方案	446
§ 8 百分比抽样方案及其不科学性	455
§ 9 计数型序贯抽样方案(JIS-Z-9009)	457

§ 10 计数调整型抽样方案(MIL-STD-105D)	470
§ 11 计量型单式抽样方案(JIS-Z-9003, 9004)	478
§ 12 计量调整型抽样方案(MIL-STD-414)	489
第十章 可靠性	502
§ 1 什么叫产品的可靠性?	502
§ 2 电子产品的寿命及故障率	509
§ 3 整机的可靠性设计	525
§ 4 可靠性计划	541
§ 5 电子元器件失效率鉴定试验	543
§ 6 可靠性设计鉴定试验方案——平均寿命的估计及评定	552
§ 7 产品的可靠性接收试验方案——寿命抽样检查方案	558
§ 8 产品的可靠性接收试验方案——序贯寿命抽样检查 方案(MIL-STD-781C)	567
§ 9 质量保障体系各部门的任务	577
参考资料	581

第一章 引言——什么是管理工程学？

§ 1 科学管理的重要性

党中央领导同志指出：“我们现在不但技术水平低，而且管理水平低”、“只有充分认识我们的管理水平低、管理工作混乱的问题，我们才能够切实地总结经验教训，学习和掌握先进的科学技术和合乎科学的先进的经营管理方法。否则，我们就会继续浪费时间、人力和资金，就不能完成我们决定在本世纪内完成的宏伟任务。一定要使全党认识这个问题的严重性。”党中央领导同志把“先进的科学技术”和“合乎科学的先进的经营管理方法”并列地提出来，这是值得注意的！要学习先进的科学技术这一点，很多同志能够理解其迫切性和重要性；但是学习合乎科学的先进的经营管理方法这一点，却并不是所有同志都能够理解其迫切性和重要性的。

有一个典型例子。我国有一个大型机械工厂。一个友好的外国企业代表团前些年详细参观了之后，指出这个厂的生产能力应该而且可达到该厂当年实际生产量的五倍。必须指出：这个厂在我国还是比较先进的。这说明，如果采用先进的合乎科学的经营管理方法，我国的企业潜力将是很大的。

我国是一个大国，但是我国的资金还不那么富裕。当然可以借一些国外贷款，但是借款总是要还的，而且实际上利息并不低。因此，资金主要还是要靠自筹。这里很重要的一条路是：“向管理要潜力、要资金。”不要说象上述工厂可能翻五倍，就是翻上一、二倍，也可以腾出大量的资金来建设。聚宝盆就在眼前，就看我们能不能把宝取出来就是了。

管理是一门科学。越是现代化的大生产，越是要求更严密、更

科学的管理。我们现在不但技术水平低，而且管理水平低。事实上，后者还影响前者。即使企业的技术水平是现代化的，但是如果管理不科学、不先进，则会大大限制与约束企业技术能力的充分发挥（上述的大型机械厂就是一个例子，须知这个厂的管理水平在国内还是高的）。要提高管理水平，既要改革上层建筑和生产关系中同生产力发展不相适应的部分，又要研究组织管理的科学技术和方法。当前看来，在我国特别要大破小生产的经营管理思想，按照经济发展的客观规律改革组织管理。我国虽然早就是一个社会主义的大国，但是我们从落后的半封建半殖民地社会中脱颖而出还不太久。意识落后于存在，小生产的经营管理思想还相当根深蒂固，在相当一部分管理企业的干部中，还或多或少地潜在地存在着其影响。我们不少企业管理干部还不太懂得用大生产的经济规律去组织工业生产。这样的企业管理就在一定程度上妨碍了生产力的发展。所以要提高组织管理水平必须在上层建筑进行必要的改革。

当然，上层建筑如何改革不是本书讨论的内容，但是小生产意识是值得引起注意的。再加近十几年来思想干扰较大，引起人们思想上的混乱。思想路线如果不端正，工作是怎么也做不好的。

提高管理水平要使用一套合乎科学的先进的管理方法。

我国在介绍国外先进的管理方法方面也曾经作过若干工作。1957年10月，苏联第一个人造地球卫星上天，给美国官方以很大的震动。美国海军的特种任务局(SPO)立即委托顾问公司研究加快北极星计划的办法。公司于1958年1月上旬，提出了计划评审技术(PERT)。1月下旬批准试用于北极星计划，使北极星计划提前两年完成。在北极星计划运用PERT取得成效后，美国在全国推广PERT技术。苏联一位科学院院士于1962年在美国参加了PERT的学术会议，回国后就在苏联推广。我国不久也得到了PERT的资料，在某一部门试行PERT技术，取得一些效果，但后来则又被停止实施。华罗庚同志把PERT技术与我国实际结合

起来，取名“统筹法”，在民用口大庆油田、黑龙江林业战线、山西省大同市口泉车站、太原铁路局、太钢以及一些省市公社和大队的农业生产中，推广应用，取得良好的经济效益，得到了毛主席和周总理的赞许和鼓励。由华罗庚同志亲自带领的小分队在各地试点播种，在多年的辛勤努力下，统筹法在我国各地各条战线上得到了较大的成绩，缩短了工程周期，促进了国民经济建设的发展。例如1979年攀枝花的高炉大修，利用统筹法就把大修日期大大缩短了。华罗庚老师以著名的理论数学家身份，不单关心应用数学的发展，并且还身体力行，不顾年老多病，亲自试点，这种精神，值得我们所有后辈科技人员学习。

但是这只是先进管理方法的一个方面，更多的方面还没有在国内试点推广。

§ 2 管理工作的发展史

正如列宁所说的：管理的艺术并不是人们生来就有，而是从经验中得来的。管理的体制亦不是某个先进领导人头脑中突然想出来的，而是在生产力逐步发展过程中逐步形成的。现代管理应先从管理工作的历史发展过程谈起。古时候，一个作为个体劳动者的木匠，根据用户的要求盖一间草房。他要根据用户的要求、根据地址的地形及地质条件、根据当地可以得到的建筑材料（这些用现代化的语言说叫做“约束条件”），考虑若干个可行方案（不同方案的房子形象已在这木匠的脑中形成，尽管他不一定象现在的作法那样写成方案论证报告及画成图样）。在这些方案中，选定一个最佳的方案。然后根据他自己积累的施工经验，制定一个施工顺序。木匠按照“技术上合理、经济上合算、完成时期短”的目标来选定最佳可行方案及施工顺序。在他动手建造之后，随着工程的进展，有可能出现一些他原来没有估计到的情况（例如某些材料用完了，需要代料；由于天气变化，需要调正施工顺序，……），木匠需要根据施工过程中出现的种种情况（用现代化的语言说叫做“反

馈”的“信息”)来修改原来的方案及施工顺序。

总结一下应用户要求盖一间草房的个体劳动者——木匠的工作。用户给他多少钱承包建造这间草房，但建造这间草房不是木匠进行生产的目的。木匠进行生产的目的是通过生产挣钱。房子有一定的要求，技术上应该合理，这是约束条件。在给定的约束条件下，采取做到“经济上合算”，“完成时期短”的目的也是为了多挣钱。所以对这个体劳动者的木匠来说，生产的目的是为了用一定的劳动换取尽可能多的报酬。用现代化的语言来说，他选的“目标函数”是挣的钱。生产的目的是使目标函数达到极大。

木匠实现这个目标函数有两种形式的劳动。一种是以体力劳动表现形式为主的生产劳动，即木匠根据预定方案利用设备(刨、斧、锯……等工具)对原材料(木、竹、……)进行加工及装配的劳动。这种加工及装配是按照木匠脑子中的图样进行的(当时还没有形成现代的按图纸加工装配的制度)。而另一种劳动包括下述几个内容：

1. 考虑若干个可行方案，选定最佳方案；
2. 制定一个最佳的施工顺序；
3. 根据施工过程中反馈的信息，修正方案及施工顺序。

这一种劳动基本上属于脑力劳动的范围，这就是所谓管理任务。但对于古时候这样一个木匠来说，他既是管理者也是生产者，两者是合一的。管理任务也是劳动，但带有指挥性质，此时的木匠是自己管理自己，所以体制最简单。

在产业革命后出现的大工业生产中，管理工作在企业中独立发展成为一个部门。管理部门包括很多具体的大家所理解的一般“管理”工作，例如发工资、计工时、收发器材、……等工作机构。但最重要的职能还是以前木匠劳动中的几个管理问题。企业中的“总工程师”就是由于这个需要而产生的(在研究设计部门中是“总设计师”)，尽管职称不同，他的主要任务还是与木匠一样，即：选定最佳方案、制定最佳施工顺序、根据反馈信息必要时去修改方案及施工顺序。但由于一个企业内部包括若干职能部门及很多工作人

员，因此总工程师比木匠多出了一个协调的职能。在资本主义国家内，活动的目的也是使目标函数——利润率达到极大。这是管理部门的核心。

近二三十年来，科学技术有了很大的发展。工程的复杂性愈来愈高，牵涉面愈来愈广。美国在四十年代研制发展原子弹的曼哈顿计划，参加的人员有一万五千人。但是并不是把这一万五千人集中在一个地方一起干。真正集中在一起的不到一千人。其他一万四千人在自己原来的大学、公司或工厂中，利用原单位的工作条件，进行分配给他们的有关原子弹研制发展的任务。这就出现了一个全新的庞大组织的组织管理问题。一个总工程师或一个“总工程师办公室”是不能应付这个场面的。美国成立了原子能委员会领导这个计划。到六十年代，美国的载人宇宙飞船登月计划——“阿波罗计划”参加者达 42 万人，管理问题更加复杂。科学技术的发展需要迫使人们从管理部门中分离出一个专门的部门，所谓“总体部门”来承担木匠管理上的三个职能及协调职能。有人过去把它理解为“智囊团”，这个理解不恰当。因为智囊团一般是顾问机构，而且往往是非专职的，而总体部门则是一个专职机构，它是领导集团的参谋部。总体部的实践，体现了一种科学方法，这种科学方法就是系统工程 (Systems Engineering)。

§ 3 总体设计部及系统工程

为了达到一定“目的”的若干“单元”按一定关系组成的集体叫做一个“系统”。

例如由口腔、食道、胃、肠、肛门等单元组成一个目的在于消化食物的消化系统。

例如由输入设备、运算器、控制器、内存、外存、输出设备、电源等单元构成一个目的在于计算的电子计算机系统。

例如由超远程警戒雷达、目标雷达、引导雷达、指挥控制用电子计算机、反导弹导弹、通信网路……等单元构成一个目的在于击

落敌人来袭导弹的反导弹导弹系统。

“单元”是相对于“系统”而言的，这是一个相对的而不是一个绝对的概念。例如：在反导弹导弹系统中，指挥控制用电子计算机是一个单元；但是对于电子计算机的输出、输入设备而言，指挥控制用电子计算机又是一个系统。

总体设计部由熟悉系统各方面专业知识的技术人员组成，并由知识面比较宽广的专家负责领导。总体设计部设计的是系统的总体，是系统的“总体方案”，是实现整个系统的“技术途径”。总体设计部一般不承担具体部件的设计，但却是整个系统研制工作中必不可少的技术抓总单位。它比具体的生产、设计部门承担着更重要的任务。它要从更大的全局出发来研究一项任务，对这项任务制定什么具体的目标？要不要干？值得化多大代价去干？有几种可行方案？把系统作为若干分系统有机结合的整体来设计，对每个分系统提出什么恰当的要求？各分系统间如何协调运行？诸方案的利弊得失如何？然后选择几种最合理的所谓最佳方案供领导部门决策。在执行过程中，根据预定与实践的差距随时提出修正方案。所以总体部门实质上是一个参谋部。

“参谋”是军事部门的名词。早期的军事部门并没有参谋。德国的克劳塞维茨总结了拿破仑以前的军事史，把统帅对军队的战略领导称为“艺术”，因为统帅都是依靠自己的才智亲自设计战略计划并亲自指挥军队，直到拿破仑为止。拿破仑是军事史上的一个天才，一身掌握全军的指挥权。但是拿破仑领导的军队已达数十万，需要一个助手，他的助手柏特尔将军可以说是一个最早的参谋。柏特尔根据他协助拿破仑工作的经验及体会，于1796年提出了建立参谋组织的思想。第一个总参谋部是19世纪初在普鲁士军队中建立的。

参谋部的任务是协助统帅根据国家的政治目标、国内外形势，根据掌握的敌情我情，分析研究可行的作战方案，根据可能发生的种种情况，分析其利弊得失，提供统帅决策，并且根据战争进程中的各种情报，及时修改作战方案。所以参谋部实质上是军队的总

体部。

军队需要一个总体部即参谋部是大家现在都能理解及接受的。但是从现代化建设来看，所有企业、机关都应设有一个叫作总体部的参谋部，这一点还没有被所有人认识到。

总体部门的首要任务是从更大的全局出发选定适当的“目标函数”，即能用定量的方法表示出来的达到目标的程度。一个系统往往不是孤立存在的，它往往是更大的系统的一个组成部分。如果不从更大的全局出发，不把自己这个系统作为更大系统的一个组成部分来考虑选定目标函数，则即使对于你这个具体系统来说，目标函数达到了最好值，即术语所谓“极值”。但是从全局来看，不一定是最有利的。

例如前几年有些地方把“粮食产量”作为农业生产的目标函数。为了增加粮食产量，出现了围湖造田、围海造田以至毁林造田的现象。从所制定的以粮食产量为目标函数这一局部指标而言，粮食是增产了一些；但从农业的全局来看，水产及山货产量下降了，总算起来是否值得？如果再从环境生态学来考虑，毁林围湖，减少了抗水旱能力，长期的利弊得失，更需要慎重分析。

又如对于社会主义生产的目标函数如何选定就有两种论点。一种是：“保证最大限度地满足整个社会经常增长的物质和文化的需要，就是社会主义生产的目的，在高度技术基础上使社会主义生产不断增长和不断完善，就是达到这一目的的手段。”而另一种是：“社会的物质和文化生活条件的生产不断增长和日益完善”就是目的。后一种提法的实质是：“生产是目的本身”。如果选定这样的目标函数，就可能出现这样的后果：产品出车间出厂就是目标，出得愈多，目标函数值愈大。从这个观点看，出了厂的就算产品。但从第一种论点看，“产品在消费中才得到最后完成。”“它在消费中才证实自己是产品，才成为产品。”一条铁路，如果没有通车，不被磨损，不被消费，不是现实的铁路；一件衣服，由于穿（被消费），才现实地成为衣服；一间房屋无人居住（不被消费），事实上就不成为现实的房屋。因此，产品的最后完成在于消费。严格地从第一种

观点看,堆在仓库里买不出去的“产品”不能算“现实的产品”,它的“产值”还只是纸面上的,不能算是“现实的产值”。所以,例如一用就炸的高压锅,出厂不远就走不动、要派车来拉回使用单位的被拖拉机……这一类质量低劣不能被消费的“产品”即使到了消费者手中,也不能作为现实的产品被消费。

在目标函数选定之后,总体部门的任务就是要研究:在给定条件下,有那些可行方案?根据利弊得失,提出意见,供领导集团决策。

某些情况下,可能实现的方案都要试一下。不过这只是在极其特殊的情况才如此。例如,在美国四十年代研制原子弹的曼哈顿计划中,如何生产 U235 等原子弹材料是个首要问题。当时大家都没有多少经验。但是由于怕希特勒先搞出来,所以总体部门的负责人欧本海默建议把集中起来的七种认为可能的方案同时上马,分头进行。领导集团同意了他的建议,七个方案一起进行。到1943年,前后都出了成果,最后选定了比较安全的气体扩散法进行大规模生产。但在一般情况下,这样作肯定是费人力费钱的。

总体部门在考虑可行方案时,必须对可能发生的情况加以充分的估计。正好象军队参谋部门制订作战方案时,要对敌人的行动有充分的估计一样。这一方面的任何疏忽,都可能带来严重的后果。

我国当年修建三门峡水库时,由于对泥沙问题没有考虑,对这一个潜在的严重“敌情”没有研究,以致在建成后不得不花费大量人力、物力进行两次改建。同样,黄河建设中除了三门峡水库外,下游花园口、位山、洛口、王旺庄四个低水头枢纽,均因未很好解决泥沙淤积问题而成了废品。这是在我国水利史上很值得总结的一个教训。有些水库考虑到这一个问题,情况就不一样。当然泥沙淤积的问题根本是由于破坏植被,造成水土流失,因此治本是水土保持。但也还有一些治标的措施。如陕西黑松林水库采取了“蓄清排浑,引洪淤灌”的运用泥沙方式,变害为利。十四年来,将水库泥沙的88%引排到灌区淤地,使灌区粮食亩产由建库初的200多