

系统工程学导论

(下)

王慧炯编著

上海科

王 慧 炯 编 著

系统工程学导论 下

上海科学技术出版社

1.742

702217

社

XITONG GONGCHENGXUE DAOLUN

系统工程学导论

(下 册)

王 慧 炯 编 著

上 海 科 学 技 术 出 版 社

内 容 提 要

本书扼要地介绍系统工程学各方面的基本内容。上册第一部分介绍系统工程学的概念与观点。第二、三部分介绍系统工程学用来研究各种专业领域的技术方法——定性的与定量的。这些形成了系统工程学的基础部分。下册第四部分是系统工程的技术内容及其对实际的应用。例如,环境研究、组织管理、工程经济与人类工程等。书中以国内外的工程实例,力求历史地、多方面地阐述系统工程学这一边缘学科。

系统工程学是一门不属于某一专业的新学科,是对广泛工程领域的探讨,是从事综合技术工作者的主要工具,也是近代——大批量工程时代的设计基本理论。本书适宜于各种领域的设计技术人员、从事生产管理的技术人员阅读,也可供高等院校系统工程学科专业的师生参考。

3/88/57

系 统 工 程 学 导 论

(下 册)

王 慧 炯 编 著

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 上海中华印刷厂印刷

开本 787×1092 1/16 印张 7.25 字数 170,000

1984 年 6 月第 1 版 1984 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—17,800

统一书号: 15119·2320 定价: (科五) 1.15 元

目 录

第十二章 组织管理	1
第一节 引言	1
第二节 国外工业工程与管理课题概要	1
第三节 系统工程与管理科学	4
第四节 工程系统管理	6
第五节 时间与运动研究	8
第六节 统筹法	12
第七节 工业管理系统设计	15
第八节 电子计算机进入管理领域	13
第九节 其它管理技术	19
第十三章 工程经济	22
第一节 引言	22
第二节 系统工程与经济	22
第三节 工程经济中的几个概念	24
第四节 工程经济的实际例题	29
第五节 国外电业系统工程经济问题实例	35
第十四章 环境研究	43
第一节 引言	43
第二节 一般工程环境	43
第三节 特殊工程环境概述	47
第四节 环境研究与保护	50
第十五章 人类工程学	59
第一节 引言	59
第二节 人类工程学研究对象与任务	59
第三节 人类官能的工程研究	61
第四节 系统的总体运行	66
第五节 人机关系	63
第六节 人类工程与控制论	72
第十六章 控制论	76
第一节 引言	76
第二节 控制论	76
第三节 控制技术概述	82
第四节 信息论	91
第五节 电子计算机和有关问题	97
第十七章 一般系统理论——系统工程学的理论基础	102
参考资料	110
(一)中文资料	110
(二)外文图书	110
(三)外文杂志	111
后记	112

第十二章 组织管理

第一节 引言

五十年代末六十年代初,我国在组织管理方面,曾作了相当的工作。以电力部门为例,在设计方面,过去的电力建设总局曾组织各设计院制订了火力发电厂及线路的扩大初步设计守则与上百册的施工图设计手则,把复杂工程设计各阶段、各工序、工作内容、工作深度要求、纵横关系,都作了严密的科学的划分与联系。在某种程度上,与本书第一章和第三章所介绍霍尔的把总体工程的规划设计分为五个阶段以及扣克在后来把系统工程的全过程划分为八个阶段,而各阶段又划分为更细致的工序,具有类似的思路。在生产管理上,我国电力部生产司过去曾针对生产中各阶段问题,编制过《火力发电厂技术管理参考手册》,在基本建设方面,有过《电力工业基本建设主要制度汇编》,在工业企业的管理方面,我国高等院校,过去也有过这方面的课程与教材。要提高管理水平,一方面,需要认真总结我们近三十年来正反两方面的丰富经验。同时,我们也需要十分注意学习国外一切先进的科学的经济管理方法。

本章结合系统工程,介绍若干国外管理的一些内容。学习资本主义国家的企业管理方针,一是要学,二是必须有分析有批判地学,不能一切照搬。

第二节 国外工业工程与管理课题概要

国外工业工程与管理所研究的课题有下述几方面:

一、企业组织机构

(一)企业组织机构计划 国外对企业组织机构都事先有一个计划,它对企业的活动分类,给以明确的职责界限,明确相互的工作关系。对企业组织机构的建立有四个基本观点:

1. 机构是一个过程,即根据经济结构、人员和其它需要而变。
2. 形成机构要从理想出发,并根据实际人员情况而调整形成“非正式的”机构。以后再发展形成“正式的”机构。情况要根据实际的信息通道、部门的相互作用、职权之间的关系而定。

3. 机构中心需明确分工职责,要有利于专业化。

4. 机构应把各部门活动协调为有机的整体。

(二)机构的分工原则 企业机构的进一步划分,则根据功能、传统习惯、产品、地点分布、用户、生产过程性质、设备与时间等而定。在决定部门分工前,首先要确定企业本身的职责与主要功能。决定企业基层机构活动分工的标准有三: 1. 工作分工应使被分工人员在他们的岗位上得以专业化,并在他们所承担的工作中,不断提高他们所需要的特殊业务知识。 2. 应充分发挥每人的特长。 3. 一群人(科、处等)及分散的活动需成为工作协调的单一整体。他们之间的工作应该相似或相互补充(前者适用于基层工作,后者更适用于上层机构)。

分工的最重要目标是要收到经济上的效果。专业化、能力的充分发挥、部门之间的协调一致,是达到这一目的的重要因素。

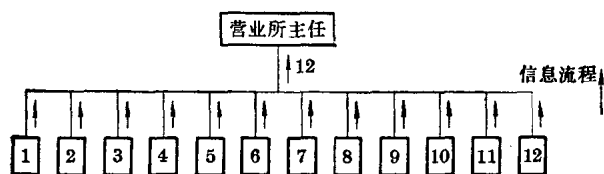


图 12-1 宽的(扩大)控制范围示意图

控制范围,一是限制控制范围,两者的情况分别如图 12-1 和图 12-2 所示。有些管理学者认为:理论上,一个人可以有效地指导与管理 3~8 个人(或部门)的工作(这不适用于基层,愈到基层,由于工作的单一,控制范围愈宽)。实际上,管理范围往往超过这一理论数,因为命令线愈长(指窄的分层控制范围),效率愈低。最经济的答案既要避免过宽(如图 12-1),又要避免过长的垂直命令线(如图 12-2),应在这两者之间求得恰当的平衡。

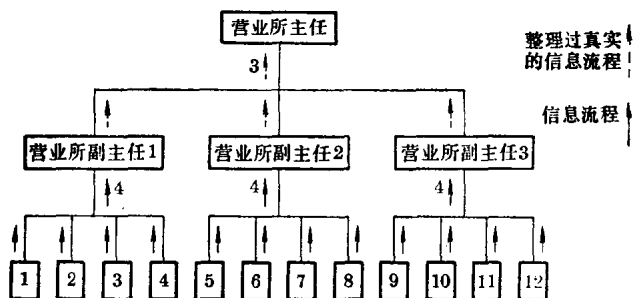


图 12-2 短而分层(限制)的控制范围示意图

在研究企业组织机构方面,国

外还研究有关参谋专家的职责与工作关系、委员会的工作原则及有关权限分散等问题。

二、管理经济学

资本主义国家的管理经济学重点放在利润的计量与控制的探讨以及对市场未来情况的预测。研究市场需求的理论,预测客观需要的方法。对企业需付出的各种费用作了各种分析,对费用作了各种分类,如过去、将来、短期、长期、可变、不变、可控制、不可控制、微增、陷落等种种费用类型。还研究有关价格结构等。国外认为:现在管理的特点是在多种管理决策中,要采取分析方法。现在国外管理经济学中就体现了这些内容。

三、工程经济学

拟在下章介绍。

四、人力管理

国外认为:“一切管理都属于人力管理范畴。其它资源,如动力、材料、设备等,虽然都需要管理,但它们都是通过人而被管理的。”生产负责人实际是管理着执行生产过程的人的工作。在这个前题下,重点研究了有关人力管理的性质、方针、活动、人事部门的组织与人事管理费用。国外人事管理研究的内容约有:人事管理的组织、管理与监督、工作人员关系、训练与工作人员的培养发展(包括各类人员的在职训练、业余教育、假期教育、与学校及大学的配合等)、工资管理、人力调整(包括各种晋级与选拔制度)、职工与经理间的关系、劳动条件(卫生、安全及职工福利与服务等)。

五、时间与运动研究

见本章第五节:时间与运动研究。

六、工厂系统与程序

见本章第七节:工业管理系统设计。

七、工业气候学

重点探讨工厂设计,以保护工作条件不受气候影响。考虑水、风、辐射与空气污染对工厂的影响,并研究在适当情况下,创造可不受气候影响的工作条件。在工业工程与管理中,还探讨了气候、气象学、厂址选择、厂址布置、设备布置、防止空气污染、日照、云雾、湿度等各方面的问題。

八、工厂规划与材料运输*

九、工业标准化

研究标准化的类型(技术标准化与管理标准化),标准化的意义,标准化的等级(工厂级、团体与协会级、国家级、国际级),研究标准化对采购、工程、制造、供应、管理等各方面的作用与经济效益。实现标准化的方法及标准化的技术问题。

十、工具工程

研究工具工程的性质、范围、工艺过程计划、切削速度、产品加工偏差、降低加工费用应研究的工具计划、工具设计、夹具、量具与量具标准等。

十一、工业安全

研究有关工业事故与所造成的损失费用、反事故计划与组织,防止事故的基本原理、设备过程与安全有关的工程设计,建立书面的安全标准与指令,防护措施标准,有关工厂安全因素的几个特殊问题(如电气、化学、空气污染、焊接与其它等的探讨),劳保用品规范的制造(如保护眼睛设备、防毒面具、保护衣等),安全检查,事故调查,特殊工艺,条件,危险地区与健康状况的调查,安全教育,统计报表等。

十二、工业卫生

强调了要做好工业卫生的整体规划。提出企业管理者必需注意六个基本问题。

(一)工作人员的工作质量与他们的身体与精神状况密切相关。

(二)管理人员与工人在工厂或所在工业区域受到相同的影响健康的因素。

(三)各种类型工作有它影响健康的各自特殊性。

(四)大多数职工疾病也有与职业无关的因素造成。因此,卫生规划还要注意到减少影响职工在业余时的疾病因素。

(五)必需要有完整的工业卫生规划与对规划有良好的管理。

(六)工业卫生规划是公共集体规划的一部分,两者必需很好配合协调。

十三、工业统计学

可参见第十章。

十四、检查与质量控制

国外工业管理,对质量控制给予了高度重视。质量控制部门具有下列职责:

(一)推荐与确定质量控制的计划、目标与过程。

(二)推荐与确定组织机构,决定每一岗位的功能、职责和权限。

(三)选择与训练质量检查人员。

(四)与运行部门合作确定操作标准,采取校正措施。

(五)从质量观点,研究新设计的适应性。

(六)建立检查与试验规范及过程,以保证质量。

* 这部分属于工厂设计内容,但应用了运筹学的技术,这对工厂设计者也是可以借鉴的。

(七)与供应部门合作,保证购入产品与原材料质量。

(八)提供加工部门统计质量控制图以改进工艺。

(九)进行产品的出厂试验与寿命试验。

(十)收集分析用户对产品质量的意见。

(十一)为工程部门作设计试验。

(十二)教育所有部门提高对保证产品质量的认识并引起各级人员对产品质量的重视。

(十三)进行关于包装成品试验,保证用户满意等。

十五、工业运筹学

本书第十一章已述。国外工厂在第二次世界大战后,把运筹学家们吸收到工业部门,作为高级领导的主要助手。他们把运筹学定义为:“应用科学原理于工业领域,提出推荐性意见以指导行动。”他们认为:运筹学与科学管理是同义词。运筹学除了应用其它技术外,还要应用许多科学管理发展起来的技术。并且用数学及统计理论与其它方法用于商业问题及组织方法。现在国外的每种管理活动几乎都要采用运筹学。

十六、工业预算

近代工业的发展,使产品成本费用结构起了变化。国外,产品直接费用只占成本的一半,而非直接制造费用(如动力、设备折旧、研究试制、管理费等)也要占一半。非直接制造费用与产品数量没有直接关系。此外,由于大批量生产,近代企业产品损益转折点*愈来愈高。对生产费用需要予以严密控制,工业预算负担了双重任务:一是提供合理估算以帮助企业领导人事先了解人力、财力、原材料与设备的需要及面临的问题,同时也提供实际情况与预计费用的比较尺度。

十七、计算机进入了管理领域

见本章第八节:电子计算机进入管理领域。

上面介绍的国外工业工程与管理,其发展趋势是愈来愈多地进入科学的定量的领域。上述十七个课题,有一半以上需要运用数学技术与相当程度的定量计算。另一方面,管理问题也需要设计规划,例如:机构设计、工具管理系统设计等。由前所述,系统工程是复杂工程设计,若用于管理系统的设计,这样,近代管理与系统工程就产生了联系。

第三节 系统工程与管理科学

一、系统工程与管理的关系

本书第一部分曾阐明复杂系统的特点是大量的人、设备与过程的组合。在一个复杂系统中,如果人与人、人与机器、机器与机器、人与生产过程间各各“自由行动”,读者从常识角度出发,也可以想象出这一复杂系统会产生的结果。有的同志把系统工程理解为控制及控制论的发展,但对复杂系统,管理是必不可少的控制功能,它是时代与历史客观规律的产物。“管理”从英文的原意解释,也包括了“控制”。因此,国外有的学者提出:“系统工程是应用有组织与多技术集体的资源以解决工程问题。如果要把工程技术变为现实世界的有用实体,必需加入管理。管理是经济活动中使物质与人力资源得以变为生产力的重要因素。”因此,要弄清楚系统工程与管理的关系,必需扩大对“控制”的认识。

* 产品损益转折点,是指企业运行在这样一种工况点:既无利润,也不亏本,付出的生产费用正好等于销售收益。

让我们回顾时代所起的变化。二次世界大战以来,科学与技术取得了飞速的发展,茹斯对二次大战后的时代,作了如下的描绘:“我们不再处于大量生产时代,而是处在大量工程时代。新发掘的知识大量地用于解决各领域的特殊新问题。这并非意味着形成物质繁荣的基石——大量生产不再重要,应该强调指出的是,在这时代中,我们应该努力研究资源管理问题。在这些领域中,问题是深奥的,但是管理知识却是如此地有限。”由此可知,在国外也产生了管理与生产发展不相适应的情况。

国外认为,系统工程从工程技术的角度已能处理非常复杂的军事与商业领域的问题,但是在管理方面,进步较为迟缓。系统设计的经理人,必须发展他们自己的道路——工程系统管理。工程系统管理理论,当前还刚开始进入正式管理理论的领域。

二、管理理论的学派与阶段

一 过程管理学派 早在 1881 年,美国密特凡尔钢铁公司总工程师泰勒开展了关于工时定额的研究,于 1903 年在美国机械工程师学会发表了《工厂管理》的论文。以后经过其他人的研究补充,于 1911 年出版了泰勒的《科学管理》一书,把工厂中的管理功能作了定量化和组织化的阐述。其他管理学者又在泰勒的基础上加进管理功能、经理与工作人员间的关系等。这种管理的理论与工作,解决了资本主义国家在大批量生产工业期间的管理问题。美国在五十年代前的工业组织、工作描绘与分工职责,都是以 1911 年的《科学管理》为基础的。因此,有的日本学者把系统工程的起源追溯到 1911 年的《科学管理》。在美国,这种管理被称为“传统的”或“经典的”管理。这种管理的特点是把管理作为人们在一个组织中完成工作的过程。这种学派观点,认为管理理论就是归纳组织工作的经验以改进实际工作。

(二)经典管理学的发展 从四十年代开始,国外对心理学与社会科学作了将近二十年的探索,强调了在管理工作的人事因素。同时,科学家和数学家(特别是运筹学者)认为他们可能使用数学模型来改进管理功能。于是出现了几种新的管理理论对经典的管理理论提出了挑战。其他的管理学派有:

1. 经验学派 是传统学派的分支,它认为只要学习成功的与失败的企业领导人的经验,就可以学到最有效地应用管理的技术。

2. 人类行为学派 中心主题认为:管理是通过人去处理事情,研究管理必须研究人与人之间的关系,强调管理中有关人的部分。它的原理基础认为管理要解决人们集合在一起而完成统一的目标。这一学派强烈地倾向于应用心理学与社会心理学去解决管理问题,而不强调对过程的组织。

3. 社会系统学派 该学派与人类行为学派相似,他们把管理看成是教育与文化上的相互关系。这一理论强调个人必需克服生物的、体格的与社会和环境对个人的限制而形成合作的总体,在合作的总体中,人们愿意相互交换情况并自觉地行动,去完成共同目标的行动。

4. 决策理论学派 这一学派强调从不同方案中,通过直觉思考或数学的帮助去选择某一行行动或概念。

5. 数学学派 他们把管理看成是数学的模型与过程。

以上这些学派,都在大量工程时代的管理方面,取得了不同的成效。但是,复杂的系统工程有它自己要发展的管理技术——工程系统的管理。

第四节 工程系统管理

一、基本概念

工程系统管理使系统工程变成为生产力。工程系统管理的基本概念是:在一个目标下,集中所需要的技术、专家、才能与资源去执行完成系统的任务。其概念起源于军用武器系统的发展。工程系统管理把工程师、会计师与管理专家的专家功能作为一个整体,借以完成完整的产品或为它服务。工程组织的特点是整体系统分部功能的垂直结构(系统的阶层性与次元性的特点)与混合的矩阵结构。它与传统的专业功能较多地在水平结构上相配合不一样。在工程系统管理中,有时工程师指挥会计师工作,有时会计师管理工程师的工作。

对这一工程系统管理,在国外,政府或总公司内面临着在常规企业活动内又要经营某一新的特殊活动。这样就产生了以下问题:在一个总公司内可以进行多少工程活动?工程应如何组织?它们的管理是传统过程管理学派的雏形,还是其它管理学派的混合产物?这些问题都有待于研究和解决。从1950年开始的工程系统管理学派还处于它的青春期。国外学者认为,工程系统管理取得成熟经验后,可能会对商业经济管理产生重大影响。

美国商业研究组织曾召集有实践经验的工程系统领导人讨论有关洲际弹道导弹、飞机发射导弹、军舰发射导弹及新的空中探索工程规划等经验。讨论结果认为,组织完成目标最有效的方式来自先进的技术工业领域,它们与传统概念有显著不同,对传统的管理过程与组织关系需要作很多改革。在先进的技术工业领域,科技人员与一般劳动力的比例有显著的增加,因此,研究与发展本身成为一种特殊企业,需要特殊的管理。

工程系统管理所引起的管理改革仍处在变化与发展中,它的方向是管理功能的集中化。

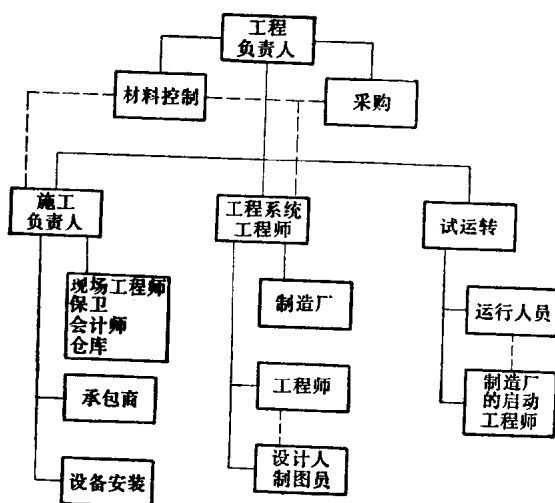


图 12-3 施工工程系统组织图(表示了分工职责关系)

在工程管理中,工程负责人把全部时间集中于某一工程,他的精力与思想集中于解决以最少的时间去完成工程。他必需运用可行性报告去组织力量及获得成果。他要建立对这一工程的手册以确定工作范围、方针、计划等。他负责选择处理每一项目的人员或公司、工程技术、采购、施工等问题。他的工作不仅限于计划,因为计划只是工作的开始。但是他必需研究工程计划、采购计划、发货计划及详细的计划与费用,以保证符合施工总体计划。他是一个“促进者”,促进计划变成现实。他要保证用户在付出代价后,在用户所要求的时刻,让用户得到所要的产品或工程。同时,他也要为工程师与承包商承担责任,不让其他人任意改变意图而使工程费用增加。

二、系统工程对工程系统管理的阶层划分

从系统工程角度,把工程管理划分为几个阶层(系统的阶层性)。例如,第一层是主要执

行人,也可以称为工程经理、工程负责人、工程指导人或其他相应的名称。在工程中,他的责职相当于商业系统的总负责人。他负责实施总体计划以满足用户需要,并负责选择与指导第二级负责人。在两级阶层中,有两个管理功能:系统工程与分配资源。系统工程功能是规定与指导三级阶层系统部件设计中相互交叉时的协调问题。而分配资源功能是处理买方的支付、卖方的资金利润等相互关系,及有关人的技能等问题。系统工程负责人在两级阶层中的功能,还要负责把主要计划的复杂性与相互联系的有关需要采用三级设计人员所熟悉的词汇来告诉他们。在这里,设计人员的定义是广义的,他们可以是数学理论家,工程后期的产品工程师,或是后期的试验驾驶员或宇宙航飞行员。三级阶层具有两种功能:产品设计与管理控制。在非常复杂的系统中,三级阶层的产品设计本身也能形成一套工程系统,与本书第三章所述的系统过程相同,在一定范围内有交叉。近代的系统工程中,可以有三、四层工程经理(或负责人)。一个阶层的主要执行者,也是上一阶层的产品设计者。

三、国外军事系统的系统管理

(一) 以上讲过:“组织完成目标最有效的概念来自于先进的技术工业领域”,国外由于武器系统的发展,没有一家公司能具有设计、加工整套武器系统的能力。因此,在美国的军事系统管理,采取由一家公司对系统总承包而由其它公司采取分包的形式。

(二) 系统的规划控制采取了图 12-4、图 12-5 的形式。完成一个系统的指导工作由最后的使用者(运行)、买主(咨询委员会)以及承包合作者及发展者(系统管理)三方面组成。图 12-4 所示三角体中的各方各自根据系统要求及本身的组织来完成任务。相互间关系的基础应是顺畅的信息流通、程序的协调和一致。在特殊情况下,为了得到最大的合作效果,咨询委员会在许可情况下,还它的部分责职转交给系统管理。这些责职如下:

1. 发出程序的建议以消除从咨询委员会对标准批准与指导的可能时滞。
2. 研究、试验与有关规范标准的部分责职。
3. 对咨询委员会发出有关信息。

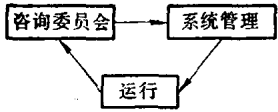


图 12-4 方向性三角关系



图 12-5 规划控制

由此可见,系统管理需要高水平的组织与管理能力。一个管理系统是否有效,取决于一个良好的机构设计。良好的机构应有下列目标:

1. 能创造有效的武器系统。
2. 能以最小费用与最快交货期完成这一系统的任务。
3. 便于优秀技术人员与管理人士的长期发展。

总之,系统管理规划的特点需要高瞻远瞩。它必需把设计、发展、生产、运行、后勤、联络

等各方面协调为一个整体,不是零星地处理问题,而必需把问题作为一个总体来处理。根据我国的情况,钱学森等同志提出了总体设计部的概念,建议“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。”这也是一种对复杂系统的组织管理的概念。

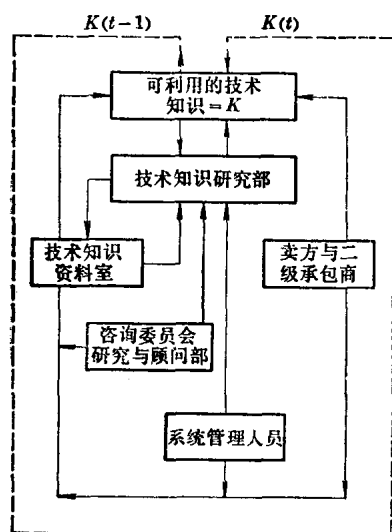


图 12-6 保持最新知识的流程图

(三)信息流程在系统管理中要强调信息流程的重要性。系统工程中有两种信息,一种是为了完成规划而必需维持最新的信息流程,如图 12-6 所示。第二种信息包括为实现规划而维持必要的通讯(状况报告、进度报告、工程改变等)。通讯系统中通道的堵塞是系统管理中极为严重的问题。在通讯的下述三个环节中有产生堵塞的可能:

1. 发生阶段 信息所有者不告诉需要信息的人。
2. 输送阶段 那些应该传递信息的人没有起传递作用。

3. 接收阶段 接收信息的人没有很好地消化它们。

在所有参加武器系统规划的组织群中,对恰当数据、目标、所遇到问题及进度报告的传播与有明确的了解是十分必要的。在系统管理与二级承包商之间,建立非正式与正式的联系对于完成规划与组织机构必需把技术、后勤力量、物力与财力组织起来具有同样的重要性。

第五节 时间与运动研究

一、基本概念

在下节准备介绍系统工程学的主要管理技术——统筹法及 PERT 图等(计划评审与协调技术)。PERT 图也即是华罗庚同志所著《统筹法平话及补充》中的非肯定型问题。统筹法研究工序的主要矛盾线及工序的分细与合并,以提高整个工作进度的工效。但工序是以人的工作为基础,而人的工作又是以单个动作为基础的。这是泰勒当初研究时间与运动(工时定额)的出发点。关于泰勒制,列宁在《苏维埃政权的当前任务》一文中,曾对这个问题作过精辟的论述,列宁写道:“资本主义在这方面的最新发明——泰勒制——也同资本主义其它一切进步的东西一样,有两个方面,一方面是资产阶级剥削的最巧妙的残酷手段,另一方面是一系列的最丰富的科学成就,即按科学来分析人在劳动中的机械动作,省去多余的笨拙的动作,制定最精确的工作方法,实行最完善的计算和监督制等等。”(《列宁选集》第 3 卷第 511 页)。就前一方面来说,无产阶级当然坚决反对。就后一方面来说,不仅资产阶级可以利用,无产阶级也可以利用。下面简单介绍有关时间与运动的研究,所介绍的内容是后人在泰勒的基础上研究发展起来的。

二、时间与运动研究的概要

(一)定义 时间与运动研究探讨下列关系:

1. 科学地决定可取的工作方法。
2. 用时间来鉴定人活动的工作价值。

3. 将有关的这些数据变为实用材料。

(二)时间与运动研究的相互关系 很难把几方面关系完全分开,某一规定的工作方法是时间计量的一个条件,而时间的计量又是提供不同工作方法比较的基础。方法的决定与时间的鉴定在应用上又彼此互相补充。时间与运动的研究——用来表示三种活动:决定方法、鉴定时间及这些数据材料的发展应用。

(三)鉴定时间(工时)的步骤

1. 工作计量 是代表技术水平综合的名词,它用来计算某一等级工人完成某一任务所需的时间。为了保证有效地生产,必需有某种形式计量工作的方法。它可以帮助作出可靠的计划,根据工作量而配备劳动力,提供劳动工资的控制性数字,估算主要的工作。有时,也可作为超额完成任务奖励的依据。为了计量工作,就必需计量时间。有四种计量时间的方法(以下只介绍两种)。

2. 时间研究 对工作计量的时间研究,按下述步骤进行:

(1) 对工作进行分解 将操作分解为单个行动。这可以帮助方法的分析,把无效工作及由此而损失的时间分开,对有效的工作速度评定等级,并分配以适当的松弛裕度。

(2) 记录时间 记录每个行动的时间。在可能情况下,连续地研究几次的操作循环。

(3) 调整时间 根据工作速度和有效度而调整时间,这称为“制定等级”,并采用效果水平与性能数值尺度来计量。时间尺度校正到在 100 次保证性能中的可能时间。

(4) 附加紧急裕度 考虑到不可避免的短时间的工作间断,附加一紧急裕度。

(5) 附加松弛时间 考虑工作人员其它需要及恢复疲劳,再附加松弛的时间。

上述步骤(3)、(4)、(5)可表示为图 12-7。

这种工作计量的时间研究方法可以得到最正确的结果,并考虑了实际工作情况下的各种因素。但因为它太费时,因此只适用于大量重复性工作的场合,例如计划检修、油漆、砌砖等。这些工作内容具有几个基本动作反复、重复的特点。

3. 用解析法估算时间 是估算某一工作的组成单元需花费时间的估算技术。这种工作计量技术的基本假定需要有经过良好训练的估算人,对工作研究与所估计类型的工作具有经验,他能对总工作的每一组成单元的时间作出合理而正确的估计。

作估计前,必需明确工作的性质。估计人对工作划分为单元(请读者回忆本书第六章工程逻辑中的综合和分析),对每一单元作出时间估算,以后再求和并加上附加紧急及松弛时间。这一方法适用于检修、施工等具有非重复性质的工作。它的简单示例如表 12-1 及图 12-8 所示。

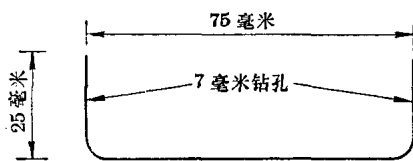


图 12-8 简单 U 形托架示意图

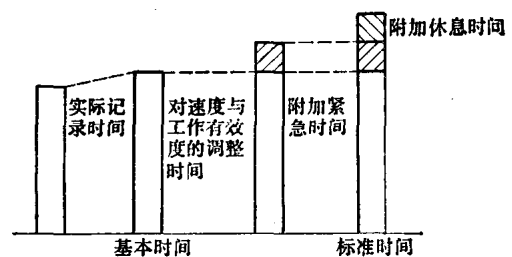


图 12-7 通过时间研究确定的标准时间

关于时间研究,国外还有预定运动时间标准法(PMTS)及行动取样法等,这里不再介绍。上述探讨的目的,在于研究提高工效的途径。下面我们引录在时间与运动研究基础上发展起来的校核表。这种校核表在国外的工业管理工程中有很多类型,如可能性校

表 12-1 解析法估计表

用 25 毫米×3毫米钢条作成如图 12-8 的 U 形托架

工作材料		作 U 形托架一件如图 25×3 毫米钢条
单 元 号	工 作 内 容	基 本 时 间
1	标注长度	
2	装在钳床上	
3	切割至要求长度	
4	标记弯头部分	
5	在钳床上移动并夹定	
6	弯曲 90°	
7	重行在钳床上夹住工件	
8	弯曲工件的另一个 90° 弯头	
9	在钳床上夹正位置	
10	标注钻孔点	
11	钻 2 个 7 毫米孔	
12	用锉刀锉光	
13	从钳床上松下工件	
	基本时间 = 附加紧急时间 = 附加松弛时间 = 标准时间 =	% %

核表、产品分析过程校核表、人的活动分析校核表、人与机器工作关系的校核表等, 这些校核表在研究提高工作效率时可供参用。

三、多人及多人与机器工作过程的校核表

基本原则:

- (一)平衡人员之间的工作量。
- (二)如包括一台机器, 要考虑增加机器利用时间的百分数。
- (三)考虑减轻负担最重的人的工作量。
- (四)消除不必要的步骤(或工序)。
- (五)组合步骤(或工序)。
- (六)尽可能使每一步骤变为容易进行。

1. 能否取消某一操作步骤?

- (1) 由于它的非必要性。
- (2) 改变工作次序。
- (3) 采用新的或不同的设备。
- (4) 改变布置。

2. 能否取消某一移动或搬运工序?

- (1) 把某些操作转移到更合适的其它工作。
- (2) 改变设备、布置与工作次序。
- (3) 采用运输机械,如皮带机等(要分析在合乎经济的条件下)。

3. 能否消除时滞?

- (1) 改变工作次序或改变布置。
- (2) 采用新的或不同的设备。

4. 是否可以取消计核与检查的步骤数?

- (1) 它们是否确有必要? 通过它们可以得到什么资料数据?
- (2) 它们有无不必要的重复?
- (3) 能否由其他人更方便地进行这项工作?
- (4) 它们是否在工序中最好(恰当)的点进行?

5. 能否组合操作步骤?

- (1) 改变工作次序或布置。
- (2) 采用新的或不同的设备。

6. 能否组合移动步骤?

- (1) 改变工作次序或布置。
- (2) 改变一次需搬运的数量。

7. 能否组合时滞?

- (1) 改变工作次序或布置。
- (2) 如果时滞能解决休息问题,能否更好地把它们组合在一起?

8. 计核与检查能否组合?

- (1) 由于改变工作次序或布置。

9. 可否使任何步骤更为安全?

- (1) 改变工作次序,改变布置,采用新的或不同设备。

10. 可否使任何操作更为方便?

- (1) 用更好的工具。
- (2) 改变控制位置或工具位置。
- (3) 采用更好的材料容器、台架或车辆。
- (4) 在可能情况下利用惯性。但在工人必需克服惯性时,又要避免采用这一方法。
- (5) 减轻视力负担(见图 12-9)。
- (6) 使工作场所有更合宜的高度。
- (7) 使用不同肢官的体力(见图 12-9)。

在力量许可范围内,按下列顺序的肢官功能进行工作: (a) 手指; (b) 手腕; (c) 手肘;

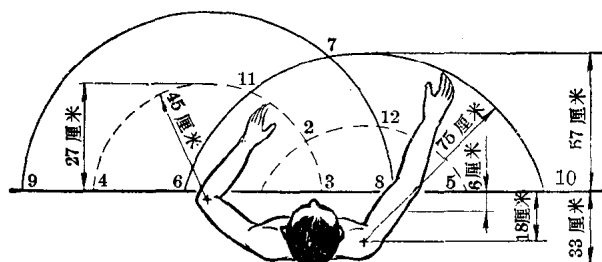
(d) 肩部; (e) 躯干。

- (8) 采用夹具与固定装置。

11. 是否可使搬运工作更为方便?

- (1) 改变布置、缩短运距。
- (2) 改变搬运方向。
- (3) 改变工序中的位置,以缩短运距。

根据人的体型的正常工作范围



人的平均数据

体重:	70 kg
高度:	175 cm
臂长:	75 cm
前臂长:	45 cm
手长:	17.5 cm

图 12-9 人的工作面积

1. 需要视力方向的工作

最好 2-3

其次 2-11-7-12

又次 4-11-7-12-5

2. 需要低视力的工作

最好 4-11-2-12-5

其次 9-7-10

在所有情况下——最好保持在 9-7-10 工作范围

12. 是否可以消除一群人的工作为另一群人所造成的时滞?

(1) 改变这一群中的人数。

(2) 改变这一群人使用的机器数。

(a) 把操纵机器的人的时滞尽可能减小, 以减少机器时滞。

(b) 使机器时滞减小到能适应工作人员的休息与其它时间, 在这段时间内机器处于无人管理状态, 也造成了另一群操作人员的时滞。

(c) 使机器与操作人员的时滞均减到最小, 以保持最经济的平衡。

(3) 在工作人群中重行分配工作。

(4) 改变两群工作人员的工作次序。

上述的校核表提供了提高工效的启发思路的途径。在这里列入了图 12-8 是为了指出第十五章的《人类工程学》, 是如何地从雏形而发展起来的。这张图的人的体形与工作范围是国外的实验结果, 供参考。

第六节 统 筹 法

一、历史背景

统筹法是从 1956 年到 1958 年在美国的四个平行而不同的工程计划与控制中发展起来的。一个工程是美国海军关于发展北极星导弹的规划, 研究发展部门与制造部门对此都缺乏经验。对费用与时间都不能作出正确的估计, 只能靠概率论来决定完成的时间。要求承包商提出三种基础的估算时间, 最短、最可能、最长等三个时间。这些数据通过数学处理分析而决定每一合同的可能完成时间。这一过程称为计划评审与协调技术 (PERT)。在 PERT 的初期, 并没有包括费用的变数。后来发展到把费用数值包括进去 (同样以概率为基础), 这一系统简称为 PERTCO, 因此, PERT 系统包括了对工程的计划与控制的“概率处理”, 适宜于存在不肯定的情况。

另一个工程是美国某公司接受了大型化工厂的承包任务。工程的时间与费用都能正确地估算, 这样发展了一套“工程计划与安排”的方法, 简称 PPS。在这个基础上发展了临界途径法 (简称 CPM)。

我国的华罗庚同志早在六十年代就对统筹法进行了研究,在他的《统筹法平话及补充》一书中对这两种问题均进行了探讨。

二、临界途径法

临界途径法分为四个阶段进行:

(一)初步计划 对计划要做的每件事按顺序列表,并画出有向箭头图,箭头的方向表示工作的顺序,逐步考虑每一工作,并提出下列问题:

1. 紧接在这工作前的是什么?
2. 紧接在这工作后的是什么?
3. 同时还能做什么其它工作?

图 12-10 表示一个简单的具有七个工序的工程。图中表示,在工序 B 、 D 、 E 未完成前,工序 G 不能开始,但工序 A 、 B 、 C 都能同时更早地开始。

(二)分析工序时间 在箭头线下工序编号图旁的括弧中列入工序的估计工日。最长的途径为临界途径(主要矛盾线),在图 12-9 中为 $A+D+G=12$ (周)。这样,在其它的工序线上,都有裕度。

(三)分析费用 对临界途径可以通过增加工程费用而缩短,例如增加劳动力、采取革新或增加机械化措施等。

(四)选择最好途径 对缩短主要矛盾线的每种可能性都应加以研究,以加快总工程的工期。要在提前完成工程的收益和缩短工期所付出的额外代价间作好综合平衡。

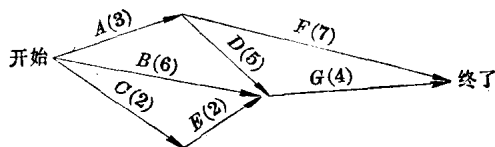


图 12-10 CPM 示意图

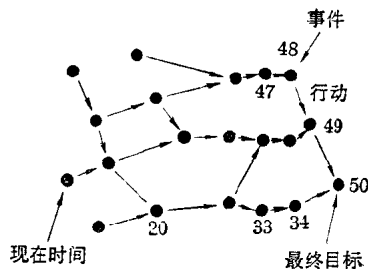


图 12-11 PERT 网络图

三、PERT 图

(一)描绘 PERT 图的步骤如下:

1. 画出事件网络图,从现在时间开始,直至计划目标完成,如图 12-11 所示。
2. 估计完成网络图中每一行动的时间。
3. 通过计算,分析网络情况,研究有效地完成计划的措施。

在上述步骤 1 中,每一事件有一特殊达到的目的,发生在某一时间的特定点。例如,要开始设计次级系统,以估计 25 架飞机在组织飞行中的相对位置组成为一事件。设计过程为一个行动,它连接了二个事件。

在网络图中的行动不仅指物理设备设计,也可以指操作或检修行动*(在我国已有部分电厂在检修中采用了统筹法)或研究、试验等。理论上,在网络图中表示完成每一行动的时间要采用概率分布的形式来表示。

通常有三种时间估计:

* 由于国家的重视,华罗庚同志本人的大力推广,现在国内各行业都广泛地采用了网络图。