



装备运筹学教程

□ 陈庆华 郭全魁 宋华文 著 □



国防工业出版社

National Defense Industry Press

本书得到总装备部“1153”人才工程专项经费资助

装备运筹学教程

陈庆华 郭全魁 宋华文 著

国防工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

装备运筹学教程 / 陈庆华, 郭全魁, 宋华文著. —北京: 国防工业出版社, 2007. 1

总装备部研究生教育精品教材

ISBN 7-118-04914-X

I. 装... II. ①陈... ②郭... ③宋... III. 运筹学—应用—武器装备管理—研究生—教材 IV. E075

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 153964 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)

北京四季青印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 880 × 1230 1/32 印张 9 1/4 字数 282 千字

2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 68428422

发行邮购: (010) 68414474

发行传真: (010) 68411535

发行业务: (010) 68472764

前 言

军委首长曾经指出,要进一步完善科学决策的机制和手段。正确决策是军事斗争成败的关键。现代国防和军队建设是一个庞大的系统工程,涉及许多方面的问题,现代战争更是充满着复杂的变量和不可测因素,这就要求我们必须实现决策科学化。我们必须坚持走群众路线,群策群力,集思广益,从群众中集中起正确的意见,再依靠群众贯彻到实践中去。凡属于重大决策,都应先由决策咨询机构进行研究论证,广泛听取专家意见,在多种方案中选择最佳方案,努力实现领导决策与专家辅助决策相结合。进行重大决策,光有定性分析是不够的,还必须有科学的定量分析。美军从20世纪70年代开始就将计算机模拟技术用于作战模拟、武器评估、作战条令检验以及作战力量分析等方面,建立了各种类型的作战模拟系统。我军计算机作战模拟问题抓得也是较早的,这个问题要进一步抓下去,努力建设我们的国防评估系统、武器装备评估系统、军队作战能力评估系统和质量较高的战略、战役层次的作战模型。

军委首长的这一指示不仅阐明了开展军事领域决策优化研究的意义,而且指明了开展决策优化研究的方向,要采取定性分析与定量分析相结合,要建立数学模型与开展作战模拟,以辅助决策。这些工作正是运筹学所研究的内容。简单地说,运筹学就是“定性定量,模型模拟,方案优选,辅助决策”。运筹学是第一次世界大战到第二次世界大战期间形成的一门新兴学科,当初是为了研究军事作战领域的有效战术问题;第二次世界大战结束后,逐渐形成了一套理论与方法,并广泛应用于政治、经济、外交、军事等各领域。第二次世界大战后,继续研究军事领域的运筹学被习惯上称为“军事运筹学”。军事运筹学研究的内容可以依照军兵种(陆、海、空、天)分类,也可以按照规模层次(战略、战役、战术)分类,也可

以按照业务部门(作战、政工、后勤、装备)分类。研究装备领域的军事运筹学称为装备运筹学。从装备运筹学的自身研究内容来看,又可以分为两个部分:一部分是研究装备全系统、全寿命的管理;另一部分是研究具体武器、武器系统的不同寿命阶段的决策优化问题,诸如装备发展论证、装备科研试验、装备采购订货、装备仓储运输、装备使用保障、装备退役报废的决策优化问题。本书系统地介绍了装备运筹学的基本理论与方法。全书共分4章。第1章重点论述了装备运筹学的形成过程、装备运筹学与装备系统工程的关系,装备运筹学的特点。以后3章以装备发展论证、装备运输保障、装备管理等为主线,分别采用数学规划、网络理论、对策决策方法等展开研究;以期建立装备领域决策优化模型之间的联系与求解方法的通用性。本书从装备学的3个方向与运筹学的3个分支的结合上,建立了装备运筹学的基本理论与方法体系。

本书可作为军事装备学、军事运筹学、作战指挥学、军事后勤学等专业的研究生教材,也可供有关专业的军校教师、研究生和大学高年级学员以及从事装备发展论证、装备采购、装备管理保障等工作的人员参考。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 装备运筹学的形成	1
1.2 装备运筹学与装备系统工程的关系	6
1.3 装备运筹学的特点	13
第 2 章 装备发展论证与数学规划	15
2.1 线性规划问题	15
2.2 整数规划问题	43
2.3 非线性规划问题	65
2.4 多目标规划问题	90
2.5 习题	126
第 3 章 装备运输保障与网络理论	134
3.1 最短连接问题	134
3.2 多点运输问题	146
3.3 最优网络流问题	169
3.4 最大匹配与最少分仓问题	183
3.5 计划网络图问题	191
3.6 习题	205
第 4 章 装备管理活动与决策方法	217
4.1 决策与对策问题	217
4.2 存储与装载	250
4.3 排队问题	260
4.4 装备损耗预测问题	272
4.5 习题	295

参考文献	299
后记	301

第1章 绪 论

1.1 装备运筹学的形成

装备,是指实施和保障军事行动的武器、武器系统和军事技术器材等的统称。装备工作是对装备科研、订货、保障部队使用直至装备退役、报废的全系统、全寿命管理活动的统称^[1]。我军的装备工作是军队工作的基本组成部分,是形成和提高部队战斗力、履行军队职能的重要保障。装备工作的基本任务是贯彻执行党中央、中央军委的方针、政策,发展适应军事斗争需要的装备,保持装备的适度规模和良好的技术状态,建立和完善具有中国特色的装备体系,保障部队作战、训练和其他各项任务的顺利完成。

运筹学的研究对象是人们在军事、国民经济、政府部门和其他领域活动中的决策优化问题,在上述这些活动中需要优化而且能够进行定量分析的各类问题构成它的研究领域。运筹学与其他各学科不同的地方就在于它从决策优化的角度研究人们的各类活动,力求不仅从定性方面而且着重从定量方面提供可操作的决策理论和方法。

装备运筹学的研究对象是军事活动中装备领域的决策优化问题,也就是说用运筹学理论与方法研究装备论证、装备科研、订货、保障部队使用直至装备退役、报废的全系统、全寿命管理活动中的决策优化问题。这种研究在军事装备学的其他各分支中虽然有所涉及,但总的来说,不大明显而且多半限于定性的说明。要使我们的研究真正解决问题,不仅要有定性分析,更要有定量分析。装备运筹学是军事装备学的一个重要研究手段。

“运筹”一词最早出自《史记·高祖本纪》,“夫运筹策帷幄之中,决胜于千里之外,吾不如子房”。

关于“运筹帷幄”思想,在我国可以追溯到更远。我国古代伟大的军事思想家、春秋末期的齐国人孙武在他所著的不朽军事著作《孙子兵法》中就闪烁着“运筹帷幄”的思想。他从战术、战略、武器、供给和哲学的角度,对春秋前战争史进行了周密考查,从中引出深刻的哲理,提出了许多合理运用人力、物力获取战争胜利的见解。孙武在写作《孙子兵法》的过程中,事实上是在自己的脑子里按不同战斗条件推演矛盾斗争的整个过程,是采用一些半经验理论运用模拟作战的思想研究战争。因此,可以说,孙武是我国古代最早提出军事运筹思想和作战模拟思想的伟大的军事哲学家^[2]。

军事运筹学作为一门现代科学,西方国家普遍认为产生于第一次世界大战到第二次世界大战后期。首先要提到的是英国的汽车工程师兰彻斯特。1914年,他发表了关于古代冷兵器战斗和近代枪炮战斗的数学模型论文,建立了战斗损耗方程,第一次应用微分方程分析数量优势与胜负的关系,定量地论证了集中兵力原则的正确性。

人们可以推断兰彻斯特提出的两类战斗损耗方程可能是基于他的半军事经验,这些半军事经验可以在克劳塞维茨的著作《战争论》中找到。比如书中写道:“如果两支数量不等的步兵和炮兵编成的部队在同样大的地区内平行配置,那么,在所有的射击都是以单个人为射击目标的情况下,命中的弹数同射击的人数成正比。如果射击目标不是单个人,而是一个整体,如一个步兵营、一个横队等,那么命中的弹数同射击的人数也成正比。因此,对战争中的、甚至散兵战斗中的射击,大多数确实是可以作这样估计的。”^[2]

克劳塞维茨在《战争论》中又写道:“假设有50个人同一个500人的步兵在同样大的地区内对抗,如果50发子弹中有30发中靶,即打中对方步兵营所在的正方形地区,那么对方的500发子弹中就有300发打中50人所在的地区。但是500人的密度是50人的密度的10倍,因此50人一方的子弹的命中率也是对方的10倍,从而50发子弹打中的人数恰恰同这一方被对方500发子弹打中的人数一样多。”“因此,两支兵力不等的部队之间的火力战的效力,取决于射击者的人数和被射击的敌军人数;换句话说,数量优势在火力战中不起决定性作用,因为一方用大量的射击所

获得的利益,会由于对方的射击更容易命中而被抵销。”^[2]

1935年,英国对新研制成功的雷达系统进行作战使用方法的研究,研究范围由技术试验发展到有效战术,军事人员与科学家紧密合作,通过大规模空中演习,进行战术评估和改进,为英国在第二次世界大战期间的防空体制的建立起到了很大作用。1938年,英国作战研究部主任罗威把这一工作称作“作战研究”,以区别技术方面的研究^[3,4]。

受此启发,从1940年起,英、美、加拿大等国军队中先后成立了若干个这样的专门的“作战研究”小组。这些“作战研究”小组运用自然科学的方法评估空军和海军的战斗行动效能,提供一系列有关战斗革新和战术计划的建议,为取得第二次世界大战的胜利作出了重要贡献^[3,4]。例如:

通过研究,提出反潜艇深水炸弹的合理爆炸深度,使德国被击潜艇数量增加了3倍。

提出当船只受敌机攻击时,大船应急转向,小船应慢转向,使盟军船只中弹数由47%降到29%。

论证了盟军商船安装高炮的合理性,使商船损失率由25%降到15%。

提出了以平均飞机出动架数作为维修系统的效能准则,使飞机出动架次几乎增加了一倍,显著提高了有限数量的飞机对商船的护航能力。

由以上这些例子可以看出,第二次世界大战时期“作战研究”的特点:(1)研究集中在短期战术性作战急需的问题上;(2)使用实战统计数据;(3)结果直接提供给作战指挥人员并可立即得到实践检验。

第二次世界大战后,美国等国家仍保留着“作战研究”小组,但其应用重点则从“战术”问题转向“规划”问题,如设计未来战争的武器系统、论证合理兵力结构、制订国防规划等。这种研究不再限于有实际数据的作战行动,而更多地是研究以最小费用达到给定目标的途径^[5,6]。

另一部分人员则根据第二次世界大战期间的军事实践和战后一些非军事背景的实践,对“作战研究”的一些理论和方法进行总结,并且开始成功地运用于非军事领域。对于运用于非军事领域的“作战研究”,人们就称之为“作业研究”或“运用研究”。从20世纪40年代末到60年代,

美国等先后出版了有关的学术著作,设置了专业,培养了大学本科与硕士人才,成立了学会,设立了众多的研究机构等;后来还成立了国际性的协会联合会^[6]。

1955 年秋,钱学森在乘船回国途中,向同船回国的许国志谈了回国后开展“作战研究”的设想。“作战研究”在英国称为“Operational Research”,而在美国称为“Operations Research”,按英文直译为“作战研究”或“运用研究”,都不很妥当。后来许国志在谈到当时讨论译名时说,清华大学周华章教授按中国“运筹帷幄”的内涵,提出了一个新的学科——“运筹学”,从此,“运筹学”的名称一直沿用至今。“运筹学”产生于军事领域,后来又在非军事领域得到广泛的应用,人们为了区别它们,习惯上称研究军事领域的运筹学为军事运筹学。

我国的军事运筹学最早是从 20 世纪 50 年代军队院校开设“武器射击使用”课程开始的,回国后的钱学森教授于 1958 年在国防部第五研究院组建了作战研究处,并组织翻译出版了《运用研究,战斗部,发射》一书,这是我国最早公开出版的军事运筹学著作;之后国防工业出版社又于 1973 年、1975 年出版了两本译著《现代武器运筹学导论》和《军事技术运筹学基础》,这些译著的出版对我国军事运筹学的推广起到了重要作用。

国防科技大学于 1981 年底招收的运筹学硕士研究生是我军第一期运筹学研究生,授予理学硕士学位;之后又以军事技术运筹学专业目录招收了硕士研究生,授予工学硕士学位;1988 年国防科技大学军事运筹教研室的同志以书面形式向总部建议,在军事学门类中增设二级学科“军事运筹学”,获得批准;1990 年 10 月,国务院学位委员会在公布研究生学科目录时正式将军事运筹学作为二级学科列入军事学门类的“军队指挥学”一级学科中,授予军事学学位,这标志着我国军事运筹学专业人才的培养上了一个新台阶。现在我军已有了“军事运筹学”专业的博士点、硕士点,并出版了军事运筹学专业的许多教材。

1984 年 10 月,由国防科技大学七系、军事科学院军事运筹所、海军装备论证中心运筹所、合肥炮兵学院等发起,在国防科技大学成立了全军军事运筹学研究会,后经总参军训部批准定名为“中国人民解放军军事运筹学学会”,这是我国军事运筹学发展的又一个重要里程碑。军事运

筹学学会于1985年、1987年、1989年以及从1994年以后每年一次的学术年会,大大推进了我国军事运筹学的学术活动。

我国军事运筹学研究为我军现代化建设和决策的科学化发挥了重要作用。但是军事运筹学的理论研究与实际应用,无论是在广度上还是深度上,还不适应当前世界新军事变革的严峻挑战和我军军事斗争准备的迫切要求。

世界新军事变革的一个重要内容是军事技术的革命,主要指数字化、精确制导以及激光武器、动能武器、微波武器等新概念武器;当然还包括对人员的培训和作战仿真等;除此以外,还包括国防技术的管理。如何对有限的军事资源进行合理有效的分配,通过降低成本,提高管理水平,实现最大化的效能,成为世界各军事大国关注的重要问题,也是新军事变革的重要内容^[6]。

随着我国社会主义市场经济体制的建立与不断完善,特别是加入WTO以后,为了加强我军的装备现代化建设,我军的装备工作也发生了一系列深刻的变化,从管理体制上实现了由分散管理向集中统一管理的转变。2000年12月发布施行的《中国人民解放军装备条例》,对我军的装备工作规定了必须遵循的若干原则,其主要内容是^[1]:

(1) 坚持装备建设的集中统一领导,实行装备的全系统、全寿命管理。

(2) 坚持装备现代化建设与国家经济建设协调发展,满足军事需求,提高部队战斗力。

(3) 坚持从国情、军情出发,有所为、有所不为,走投入较少、效益较高的装备建设道路。

(4) 坚持科技强军,依靠科技进步,推动装备发展。

(5) 坚持自力更生为主,借鉴国外先进技术,努力提高装备的自主创新能力。

(6) 坚持质量第一,加强科学管理,推动装备的通用化、系列化、组化。

(7) 坚持依法治装,严格规章制度,保持良好的装备工作秩序。

(8) 坚持人才为本,尊重知识,尊重人才,培养和造就高素质的人才

队伍。

(9) 坚持继承优良传统,积极改革创新,建立符合装备建设规律和社会主义市场经济要求的运行机制。

当前装备论证、装备科研、装备订货正面临着一个新形势,建立和完善竞争机制、评价机制、监督机制、激励机制等4个机制,已变得刻不容缓,对于开展这一领域的军事运筹学研究是一个严峻的挑战;而我军装备管理体制的转变,又为我们对装备的全系统、全寿命管理活动中的军事运筹学研究提供了良好的机遇^[7,8]。

我军新的装备保障体制建立以后,要尽快形成具有我军特色的装备保障理论,形成与各种作战样式、各种战法相适应的装备保障法;要建立战略、战役和战术各个层次、各种类型的装备保障体系和装备保障管理信息网络;要形成与主战装备同步发展,与部队各级保障任务系统配套,与作战环境相适应的保障装备体制和系列;要形成法规制度、储备供应、装备管理、技术保障和人才培养相协调的新管理体系。

上述这些装备管理保障活动,都迫切需要军事运筹学工作者参加;在装备管理保障活动中,加强运筹分析,对装备管理保障能力进行科学预测与评估,开展决策优化的研究,对于加快装备现代化建设和军事斗争准备,必将产生巨大的推动作用。

由于历史的原因,我国的军事运筹学研究较少涉及装备科研、装备订货、装备保障、装备退役、装备报废的全系统、全寿命的管理。军事运筹学本身迫切需要在装备领域拓展其研究范围,形成其颇具特色的重要分支——装备运筹学^[8],为推进中国特色的军事变革,建设信息化军队,打赢未来信息化战争,发挥更大的作用。

1.2 装备运筹学与装备系统工程的关系

要深刻理解装备运筹学与装备系统工程的关系,首先要明确运筹学与系统工程的概念、形成、各自的研究方法及其相互关系。由于前一节对运筹学、装备运筹学的有关概念、形成、研究对象和方法等做了比较详细的论述,这一节着重介绍一下系统工程的有关概念和来历。

首先对“系统”的概念进行界定。“系统”一词虽已司空见惯,但是对“系统”概念的认识和理解却并不容易。在人们长期的实践活动中,不同时期、不同领域、不同专业出身的学者对“系统”概念的描述也不相同,比较典型的是以下3个定义。

定义 1.1 贝塔朗非:“系统是相互作用的多元素的复合体。”

定义 1.2 钱学森:“系统是由相互作用和相互依赖的若干组成部分结合成的具有特定功能的有机整体。”

定义 1.3 美国国防系统管理学院:“系统就是由人、产品和过程集合的有能力满足规定要求或目标的合成物。”

定义 1.1 是对系统概念最一般定义上的界定,具有普遍性,其理论意义是揭示了系统所具有的3个基本特点。第一个特点是多元性;第二个特点是相关性,系统中的所有元素都按照该系统所特有的、与系统外相区别的方式,彼此关联在一起;第三个特点是整体性,系统中的所有元素具有整体的结构、整体的特性、整体的状态。

定义 1.2 除指出了定义 1.1 所揭示的系统的三个基本特点外,对系统中的所有元素具有的整体的结构、整体的特性、整体的状态又深入了一步,强调了系统具有特定的功能。

定义 1.3 明确了将人和过程作为系统的要素,强调了系统具有满足人们事先规定要求和预定目标的能力;更多的是指人们根据事先设计而构建的人造系统。

下面给出定义 1.4。

定义 1.4 自然界、人类社会和人的思维领域都是由“元素”构成的,“元素”之间客观上存在着某种聚合性;当人们在研究某种属性的问题时,有些“元素”之间的关系比较密切,有些“元素”之间的关系相对比较疏远,关系比较密切的“元素”具有相同的属性,能够按照特定的关系和运行过程聚合起来,成为一个能输出一定功能的“聚合体”;人们为了研究问题的方便,称这个聚合体为系统。

组成“系统”的“元素”的相同属性称为系统的属性。“系统”输出的功能称为系统的功能,也称为系统的生命力。“系统”中“元素”之间的特定的关系称为系统的结构。系统运行的过程受系统中某种规则所制约,

系统运行过程在外观上表现出的某种状态可以被人们所认识。

从定义 1.4 的描述中,一方面可以看到,“系统”是唯物的,强调了“系统”的物质性基础,是客观存在的。另一方面又必须看到,“系统”又是辩证的,强调了“系统”是人们的一种思维形式,是主观意识的表现,是人们认识客观世界的一种普遍模型和通用方法。“系统”的概念是人们在处理客观世界的无限性与人类认识的有限性之间的矛盾时的一种方法。

系统的属性取决于组成它的“元素”和“元素”间的关系,也就是说,对同样的“元素”建立不同的结构(即确定“元素”间不同的关系),就会有不同的总体属性。因此,从普遍意义上来说,系统的价值称为系统结构的势能。为了提高人造系统的价值,可以从两个方面入手,可以用不同的“元素”组成系统,也可以用“元素”间的不同关系来组成系统。研究系统的概念,其目的之一是构造一个新的系统,能提供某种产品或某种服务;之二是描述已存在的系统,通过考察系统的输入与输出,研究系统的运行状态,通过干预系统的运行,使系统保持人们期望的额定的输出功能。

系统广泛地存在于自然界,人们为了便于研究,需要对系统进行分类。如何对系统进行分类,取决于人们的研究目的。人们依据不同的研究目的,对系统选择不同的分类方法。由于研究目的的多样性,对系统的分类也是多样的,但最基本的分类方法可归纳为以下几种。

(1) 按照系统的组成元素分类,可以分为自然系统、人造系统、复合系统。

(2) 按照系统与外界的关系分类,可以分为封闭系统、开放系统。

(3) 按照系统的运动状态分类,可以分为静态系统、动态系统。

(4) 按照系统组成“元素”的形态分类,可以分为实体系统、非实体系统。

(5) 按照系统的规模分类,可以分为小型系统、中型系统、大型系统、巨型系统。

(6) 按照系统的“元素”间的关系性质分类,可以分为结构系统、过程系统。

(7) 按照系统对环境变化的适应情况,可以分为自适应系统、非自适应系统。

(8) 按照系统与人的关系分类,还可以分为可控系统、非可控系统。

自适应系统是指系统对外界环境的变化具有适应能力;也就是说,当外界环境变化时,系统能随即作出反应,改变其自身的状态甚至组织关系来适应这种变化,从而保持系统的功能(即系统的生命力)。人是最高级的自适应系统,因此人们在创建人造系统时,为了提高人造系统的实用价值,总是希望它具有自适应能力。为此出现了对人的能力的模拟的研究。

归纳起来,由于系统的属性是由其组成“元素”和“元素”之间的关系所决定的,所以系统的分类也是以系统的这两个基本因素为依据的,更多的是以其“元素”之间的关系划分的。这里所指的“元素”之间的关系包括系统内部元素之间的关系,系统与外界环境之间的关系。系统的外界环境又称为外界系统;系统与外界系统的关系常常被称为约束或目标,或者一部分称为约束,一部分称为目标,而且约束与目标是可以互相转换的,约束和目标界定了系统边界;边界以内的称为系统的成员,边界以外的称为系统的外界环境。

建立了“系统”的概念之后,现在研究系统工程产生的背景。

近几十年来,科学技术的突飞猛进和社会生产力的巨大提高,把人们活动的范围大大地扩展了,好像地球等宏观空间大大地变小了,使得系统开发与工程发展必然要涉及到自然资源枯竭、能源危机、经济发展不平衡、交通负担加重和对自然环境的污染等问题,这就不仅涉及到综合运用各专业领域的成果在大范围多部门之间进行协作,还要涉及到政策和教育等方面。因此必须综合地解决这些问题。在这个过程中,问题的重要特征是上述各种因素具有很大的不确定性和不分明性,从而不断地出现危机和竞争局面,这些问题就是所谓的系统开发与工程发展的系统性问题,必须寻找一种理论来解决所出现的系统性问题,这就是系统工程产生的背景^[5]。

从近代科学到现代科学,培根式的还原论发挥了重要作用,在自然科学中取得了巨大成功。它所遵循的途径是把事物分解成局部或低层次事物来研究,认为低层次或局部问题弄清楚了,高层次或整体问题也就清楚了。如果低层次或局部问题仍弄不清楚,还可以继续分解下去,直到把各层次的问题弄清楚为止。物理学和生物学等的研究成就,表明还原论方

法在科学技术发展中的重要作用以及它的有效性。但随着科学技术的发展,还原论的不足之处正日益明显。早在 20 世纪 30 年代,理论生物学家贝塔朗非就曾说过,当生物学研究已经到了分子层次,出现了分子生物学时,他对生物整体的认识反而模糊了。这使他转向整体论,并提出了一般系统论方法。整体论方法作为科学方法论是很重要的,而且对系统科学的发展起到了重要的推动作用。

在系统科学中,直接与改造客观世界的社会实践相联系的应用层次,就是系统工程。现代数学的发展与计算机技术的进步为系统工程的应用创造了有利的条件。

系统工程与传统的工程技术是不同的,传统的工程技术运用自然科学和技术解决工程产品的设计和制造问题;而系统工程则必须运用社会科学、经济学、工程技术等方面的学科来解决系统开发与工程发展中的社会性问题,它将主要涉及到系统开发与工程发展中的规划、组织、管理、效果评定等活动,并以此来更有效地发挥科学技术的作用。

系统工程涉及各种学科、各个领域的各种内容,它是跨越各条纵线的一条横线。

系统工程在研究问题时,观念、原则是主要的、本质的,而在系统工程中应用数学方法和计算机技术是手段和工具,是为系统工程的观念、原则服务的。

那么,什么是“系统工程”呢?到目前为止,关于系统工程概念的描述已经有很多种,有人说它是一种技术,有人说它是一种方法,比较确切的是 1975 年美国科学技术辞典中的定义和 1977 年美国恰斯诺特在《系统工程方法》中的定义。

“系统工程是研究许多密切联系的元件组成的复杂系统的设计科学。设计该复杂系统时,应有明确的预定目标与功能,并使各元件以及元件与系统整体之间的有机联系,配合协调,以使系统总体能达到最优目标。但在设计时,要同时考虑到参与系统中的人的因素与作用。”

“系统工程是为了研究由许多子系统构成的整体系统所具有的多种不同目标的相互协调,使系统的功能达到最优化,最大限度地发挥系统组成部分的能力而发展起来的一门科学。”