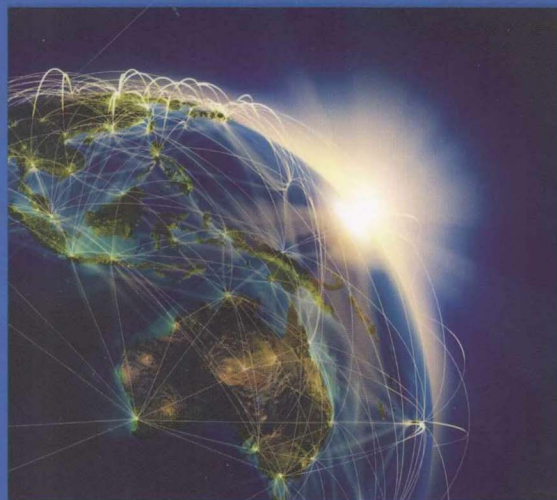


指挥与控制技术丛书

指挥与控制概论

ZHIHUI YU KONGZHI GAILUN



秦继荣
编著



国防工业出版社
National Defense Industry Press

内 容 简 介

本书从指挥与控制的基本概念入手,通过对指挥与控制基本概念、指挥与控制学、指挥与控制系统、指挥与控制相关技术、指挥与控制在现代战争中的应用、指挥与控制在国家应急事务中的应用、指挥与控制建模与仿真等几个方面进行分析和研究,力图构建“指挥控制学”的基本框架,为读者提供一个研究指挥与控制的新视觉。

本书适合从事指挥控制、信息对抗、现代战争和武器装备及相关领域研究开发的科技人员以及高校教师、研究生和高年级本科生使用。

图书在版编目(CIP)数据

指挥与控制概论/秦继荣编著. —北京:国防工业出版社,2012.9

(指挥与控制技术丛书)

ISBN 978-7-118-08415-3

I. ①指... II. ①秦... III. ①指挥控制系统 IV.
①E072

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 214642 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 100048)

国防工业出版社印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 710×960 1/16 印张 12 $\frac{3}{4}$ 字数 220 千字

2012 年 9 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3500 册 定价 36.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

018058822

指挥与控制技术丛书

E07
1027-4

指挥与控制概论

秦继荣 编著

国防工业出版社

·北京·

丛书序

从20世纪50年代国内开始研制的火炮指挥仪、火力控制系统,到20世纪末指挥自动化系统,再到目前的一体化综合指挥控制系统,指挥与控制(Command and Control, C&C)的理论、技术及工程应用经历了从无到有、从小到大、由简单到复杂的发展历程。作为这一发展历程的参与者、见证者和推动者,北方自动控制技术研究所创造性地提出建立指挥与控制学科的建议,选取了指挥与控制学科中几个基础性、关键性、前瞻性的问题展开研究,编写了本套丛书。丛书共4本,分别是:《指挥与控制概论》、《指挥控制与火力控制一体化》、《数字化士兵技术》和《指挥与控制战》。

《指挥与控制概论》是在梳理、分析研究指挥与控制技术发展历程的基础上,从学科发展的层面阐述指挥与控制学科的理论基础、学科属性、研究内容、应用领域、发展趋势及与其他相关学科的相互关系等。

《指挥控制与火力控制一体化》立足于指挥与控制是火力打击武器体系的灵魂,在当前技术发展中,主要表现为指挥控制与火力控制一体化的特征。抓住这一特征,探讨了指挥控制与火力控制一体化的概念、地位和作用,阐述了指挥控制与火力控制一体化的系统构成、系统设计、关键技术及实现方法等。

《数字化士兵技术》将数字化士兵看成一个指挥控制与火力控制一体化系统的主体,从系统工程的角度阐述了数字化士兵在火力、指挥控制、侦察通信等方面的新特征、新变化,对数字化士兵技术和系统进行了较为详细的研究。

《指挥与控制战》着眼于信息化战争胜负的核心——指挥与控制,探讨在作战过程中,如何运用多种手段,攻击包括人员在内的整个敌方指挥与控制系统,破坏或干扰敌指挥与控制,以干扰、削弱或破坏敌指挥与控制能力,同时保护己方的指挥与控制能力不被削弱。重点是用指挥与控制战的思想对当前的一些信息化、网络化对抗手段加以梳理,使其成为完整的指挥与控制战理论和技术体系。

指挥与控制对国家安全、经济发展和社会进步具有重大战略意义。本套丛书主要关注指挥与控制的基础理论,不仅在军事领域有广泛应用,而且在民用领域,如交通管制、航空管制、治安监控、应急指挥与控制等方面,也具有普遍的应用前景,对促进指挥与控制学科理论发展,推动我国的指挥与控制科学技术进步具有积极意义。

中国工程院院士

国家自然科学基金委员会信息学部主任

全军信息化专家咨询委员会副主任



前 言

为了更深入、更全面地理解指挥与控制的内涵,构建完整的指挥与控制学科,从基本概念、基本原理、理论框架、系统应用等方面描述指挥与控制是非常必要的,也是非常有意义的。

一般认为,指挥与控制是军事领域的特定词汇,其实,在人们的日常生活中,到处都可以看到指挥与控制行为的体现,人们生活中的很多行为都是指挥与控制概念的物化。如何理解指挥与控制,指挥控制学科包含哪些内容,指挥与控制的基本概念和原理在日常生活中是如何体现出来的,这都是当前需要研究的问题。

本书从指挥与控制的基本概念入手,通过对指挥与控制基本概念、指挥与控制学、指挥与控制系统、指挥与控制相关技术、指挥与控制在现代战争中的应用、指挥与控制在国家应急事务中的应用、指挥与控制建模与仿真等几个方面进行分析和研究,力图构建“指挥控制学”的基本框架,为读者提供一个研究指挥与控制的新视觉。

全书共分为12章。第1章~第5章阐述了指挥与控制的基本概念、指挥与控制学、指挥与控制理论,第6章介绍了指挥与控制相关技术,第7章、第8章介绍了指挥与控制系统及其效能评估,第9章~第11章介绍了指挥与控制在现代战争和国家事务中的应用,第12章阐述了指挥与控制系统的建模与仿真,附录包括有关CCRP的介绍等。

在本书的编著过程中,赵爱军同志、黄迎馨同志参与了前期的资料搜集整理、提纲细化等工作。王校会研究员对全书进行了多次审阅,提出了修改意见。杨瑞光同志、侯瑞同志、王海燕同志、张文锦同志、许国鹏同志、邓天志同志、齐浩同志参与了修改校对工作。在本书编著过程中,参考了许多专家的论著,对形成本书的观点大有裨益,在此表示衷心感谢。在本书的编辑、出版工作中,得到了北方自动控制技术研究所、《火力与指挥控制》杂志编委会和编辑部的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于作者水平有限,加之时间仓促,不妥之处,敬请读者批评指正。

编著者
2012年1月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 指挥与控制的概 念	1
1.1.1 指挥	1
1.1.2 控制	2
1.1.3 指挥与控制	3
1.2 指挥与控制概 念模型	4
1.2.1 认知过程模 型	5
1.2.2 能力层级模 型	6
1.2.3 OODA 环模 型	7
1.3 指挥与控制的起 源	8
1.3.1 人类战争孕 育了指挥与控制	8
1.3.2 社会发展促 进了指挥与控制	9
1.4 指挥与控制的发展	10
1.4.1 指挥与控制 技术的发展	10
1.4.2 指挥与控制 系统的发展	11
第 2 章 指挥与控制 学的体系结构	14
2.1 指挥与控制学 的学科性质	14
2.1.1 学科定位	14
2.1.2 学科特点	16
2.2 指挥与控制学 的体系结构和技术	17
2.2.1 体系结构	17
2.2.2 技术体系	17
2.3 指挥与控制学 的研究方法	19
2.3.1 基本方法	19

2.3.2	相关方法	19
2.4	指挥与控制学科创建	24
2.4.1	指挥与控制学科创建的提出	24
2.4.2	指挥与控制学科筹建研讨的当前状况	25
2.4.3	指挥与控制学科创建的若干问题思考	27
2.5	指挥与控制学科发展的机遇	28
2.5.1	“指挥与控制”学科形成与“控制论”诞生背景的相似性	29
2.5.2	指挥与控制学科发展的机遇	29
第3章	指挥与控制学基本原理	32
3.1	测不准原理	32
3.1.1	基本概念	32
3.1.2	测不准原理在指挥与控制中的应用	32
3.2	时空转换原理	33
3.2.1	基本概念	33
3.2.2	原理应用	34
3.3	适应性原理	34
3.3.1	基本概念	34
3.3.2	指挥与控制中的适应性特征	35
3.4	系统整合原理	36
第4章	指挥与控制理论基础	37
4.1	系统论	37
4.1.1	基本概念	37
4.1.2	理论应用	38
4.2	控制论	38
4.2.1	基本概念	38
4.2.2	理论应用	40
4.3	信息论	42
4.3.1	基本概念	42
4.3.2	信息论和指挥与控制的关系	42
4.4	运筹学	42
4.4.1	基本概念	42
4.4.2	方法分析	43

4.4.3	应用示例	44
第5章	指挥与控制理论扩展	50
5.1	复杂性理论	50
5.1.1	基本概念	50
5.1.2	指挥与控制学的复杂性特征	52
5.2	耗散结构理论	52
5.2.1	基本概念	53
5.2.2	耗散结构理论在指挥与控制学中的应用	53
5.3	协同学	54
5.3.1	基本概念	54
5.3.2	协同学的体系结构	55
5.3.3	指挥与控制中的协同学	56
5.4	突变论	59
5.4.1	基本概念	59
5.4.2	突变理论对指挥与控制研究的指导意义	60
5.5	自同步理论	61
5.5.1	基本概念	61
5.5.2	自同步的特点	62
5.5.3	自同步的价值	64
5.5.4	自同步方法	65
第6章	指挥与控制相关技术	68
6.1	信息获取技术	68
6.1.1	信息的获取方式	68
6.1.2	对信息获取的要求	69
6.2	信息融合技术	70
6.2.1	信息融合的基本要素	71
6.2.2	指挥和控制系统中的不确定性	72
6.2.3	用于多传感器信息融合的D-S方法	76
6.2.4	基于信息论的多传感器数据融合方法	80
6.2.5	基于认识模型的多传感器数据融合方法	83
6.2.6	智能数据融合	88
6.3	指挥与控制中的辅助决策技术	92

6.3.1	辅助决策的任务	92
6.3.2	辅助决策的特征	93
6.3.3	辅助决策的要求	93
6.3.4	辅助决策的方法	94
第7章	指挥与控制系统	97
7.1	指挥与控制系统概念模型	97
7.1.1	面向组织的概念模型	97
7.1.2	基于功能实体的概念模型	98
7.1.3	基于物理结构的概念模型	100
7.2	指挥与控制系统基本功能	101
7.2.1	指挥与控制的职责和指挥与控制的关系	101
7.2.2	指控过程中的行为准则和约束条件	102
7.2.3	态势监视与评估	102
7.2.4	相互作用	103
7.3	系统分类	103
7.3.1	系统分类依据	103
7.3.2	系统分类	103
7.4	系统特点	104
7.4.1	层次性	104
7.4.2	交互性	104
7.4.3	扩展性	104
第8章	指挥与控制系统效能评估	105
8.1	概述	105
8.1.1	指挥与控制系统效能评估的含义	105
8.1.2	指挥与控制系统效能评估的内容	107
8.1.3	指挥与控制系统效能评估的原则	108
8.1.4	指挥与控制系统效能评估的目的和意义	109
8.2	指挥与控制系统效能评估的指标	110
8.2.1	确立指标体系的原则	110
8.2.2	指挥与控制系统效能指标	111
8.3	指挥与控制系统效能评估步骤	111
8.3.1	确定目标	111

8.3.2	约束条件	112
8.3.3	分析流通过程	112
8.3.4	定义指标体系	113
8.3.5	选择评估方法	113
8.3.6	数据综合给出结论	114
8.4	指挥与控制系统的效能评估方法	114
8.4.1	PAU 方法	115
8.4.2	PRD 方法	115
8.4.3	ADC 方法	116
8.4.4	层次分析法	116
8.4.5	模糊综合评判法	119
8.4.6	系统效能分析法	119
8.4.7	系统模型法	121
8.4.8	模拟分析方法	122
8.5	效能评估示例	122
8.5.1	ADC 方法示例	122
8.5.2	SEA 方法示例	123
第9章	指挥与控制在现代战争中的应用	124
9.1	现代战争的特点	124
9.1.1	信息化	124
9.1.2	网络化	125
9.2	现代战争对指挥与控制的要求	126
9.2.1	准确	126
9.2.2	快速	126
9.3	现代战争中的作战指挥与控制一体化	127
9.3.1	思想一体化	127
9.3.2	体制一体化	128
9.3.3	平台一体化	128
9.3.4	信息一体化	129
9.4	现代战争中的指挥与控制系统	130
9.4.1	美国陆军指挥与控制系统	130

9.4.2	海军舰艇编队指挥与控制系统	133
第 10 章	网络中心战的指挥与控制	135
10.1	网络中心战中指挥与控制的特点	135
10.1.1	速度更快	135
10.1.2	更加精确	136
10.1.3	整体性增强	136
10.1.4	更为灵活	137
10.1.5	协调性更好	137
10.2	网络中心战对指挥与控制过程的影响	138
10.2.1	压缩指挥与控制时间	138
10.2.2	形成协同指挥与控制模式	139
10.2.3	提高决策质量和灵活性	140
10.3	网络中心战给指挥与控制带来的挑战	141
10.3.1	网络中心战对指挥与控制系统的要求	141
10.3.2	现有指挥与控制系统与网络中心战需求之间的差距	142
10.4	网络中心战理论在指挥与控制中的具体应用	143
10.4.1	网络中心战在水面舰艇防空作战中的应用	143
10.4.2	网络中心战条件下的舰艇编队指挥与控制网络	146
第 11 章	指挥与控制在国家应急事务中的应用	149
11.1	应急指挥体系	149
11.1.1	我国应急指挥与控制体制	149
11.1.2	我国应急指挥与控制运行机制	151
11.1.3	应急指挥与控制保障系统	152
11.2	区域性传染病疫情指挥与控制系统	155
11.2.1	系统应具备的能力	155
11.2.2	系统构成	156
11.2.3	系统运行过程	157
11.3	地震救援指挥与控制系统	160
11.3.1	系统应具备的能力	160
11.3.2	系统构成	161
11.3.3	应急指挥与控制模式	162
11.4	应急反恐指挥与控制系统	164

11.4.1	系统应具备的能力	164
11.4.2	系统构成	165
11.4.3	系统运行过程	167
第 12 章	指挥与控制建模与仿真	169
12.1	指挥与控制系统建模与仿真方法	169
12.1.1	作战模拟	169
12.1.2	系统试验床	170
12.1.3	基于 DIS/HLA 的建模与仿真	170
12.2	指挥与控制系统建模与仿真的意义	171
12.2.1	重要的应用价值	171
12.2.2	重要的科研价值	171
12.3	指挥与控制系统建模与仿真特点	172
12.3.1	面向信息流的建模与仿真	172
12.3.2	系统科学工程	172
12.3.3	分布式系统	172
12.4	指挥与控制系统建模与仿真应用	173
12.4.1	作战训练	173
12.4.2	装备论证和效能评估	173
12.4.3	作战研究	174
12.5	一个典型的指挥与控制仿真系统	174
12.5.1	系统组成	175
12.5.2	仿真管理系统	177
12.5.3	仿真实体	178
12.5.4	模型资源系统	180
12.5.5	系统表现形式	180
12.5.6	系统特点	182
附录 A	CCRP 简介	185
附录 B	近几年 CCRP 国际学术会议主题	187
	参考文献	188
	后记	190

第1章 绪 论

1.1 指挥与控制的概念

为了更加深入地理解指挥与控制的概念,可以从指挥、控制、指挥与控制三个概念逐步加以阐述。

1.1.1 指挥

基于不同的出发点和角度对“指挥”一词的解释各不相同。早在战国时期,《荀子·富国》中就有“拱揖指挥,而强暴之国莫不驱使”的记述。此处所说的“指挥”,指的是一种调度活动。

“指挥”一词的本源很难准确考证。通俗说法有两个:一是指手的动作,指就是指向,挥就是挥动。指向并挥动,是人们运用这种特殊方式来调动他人行动的活动;二是指“指麾”,麾,是发令的小旗。“指麾”,是人们使用发令用的小旗来调动他人行动的活动。且不说这两种说法哪种更加准确,却均被引伸为“发令调度”活动。现代的解释也有两种:一种解释是,指挥是对资源(包括人员、装备和信息)在时间和空间上有序安排的行为,这种解释强调了指挥的行为特征;另一种解释是,指挥是针对不确定性问题提出解决方案并采取行动,最终获得成功,这种解释突出了指挥的目的性。

指挥是依据某种目的,通过对任务、责任和资源(包括人员、装备和信息)的分配,对一定范围内的人和事产生一定的限制。指挥的概念模型如图 1.1 所示。在该图中,目的是指挥的动机所在,认知是指挥的基础。通过对资源的了解,指挥的外在表现是一系列的行为,这些行为是通过指挥者和被指挥者之间的交互来实现的。通过上面的阐述可见,指挥将目的(任务)、责任和资源有机结合起来。

在针对某一具体任务进行指挥时,可利用的资源和被指挥对象的能力和素质将对指挥行为产生较大的影响。另外,可用信息的质量也将影响指挥能力的发挥。

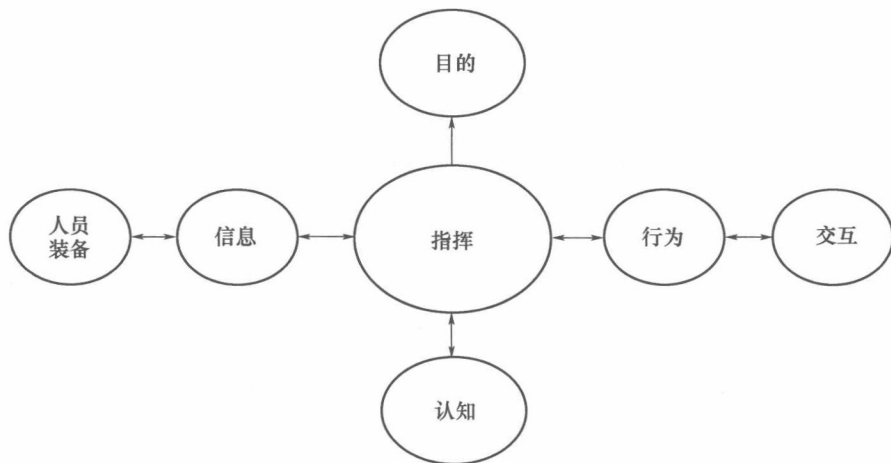


图 1.1 指挥的概念模型

1.1.2 控制

“控制”有许多解释,经常随着领域的不同而变化。在工程系统领域,控制可定义为所使用的算法和反馈。控制功能由具体的物理装置完成,即控制的物化表现为电子系统中的反馈回路,化学和材料加工过程中的控制器、数控机床系统,航天飞行器上的操控系统,甚至在因特网上控制传输流量的路由协议等。现代控制应包括高可靠的软件系统、自主汽车和机器人、战场指挥系统和生物工程系统等。在信息时代,控制科学是一门以新兴的复杂性科学为基础的科学。现代控制是一门信息科学(包括模拟和数字信息),控制是基于信息的控制。

“控制”也普遍地存在于社会科学和自然界中。生物系统通过反馈来保持热量、化学和生物条件的动态平衡。全球气候的动态变化取决于大气、海洋、陆地和太阳间的相互反馈。反馈的例子无处不在,如引起动物和植物间复杂的相互作用、市场上的商品与服务的交换、经济活动中个人与公司间的反馈等。反馈是控制的关键要素。

《辞海》对“控制”一词的定义:掌握住不使其任意活动或超出范围,操纵使其处于自己占有、管理或影响之下。

本书给出的控制定义:控制是基于一定的目标,通过调整与达成目标有关系的行动元素,保证当前和(或)计划的行动在设定的范围内进行。调整是在确立的控制范围内开展的。控制的本质是保证某种环境内的具体元素的值在指挥意图所确定的界限范围之内。控制可以是个体或组织的行为,也可以是物化的行为。这一点在维纳的“控制论”中体现得最为明显。

1.1.3 指挥与控制

事实上,指挥与控制是不可分离的。指挥体现、表达和传递意图,通过控制达到目的;控制是达到目的的手段,只有接受了指挥命令控制才有意义;达到控制目标只是完成了某种控制任务,只有最终满足指挥意图(目的性)才算完成了指挥与控制。

指挥与控制作为一个整体出现是社会发展和技术进步的产物。从20世纪50年代开始,计算机逐渐成为功能强大的运算工具之后,西方军队才将计算机及控制技术引入到军事领域,将工程领域的控制技术和战争中的指挥艺术相结合,产生了军事领域的指挥与控制。如美国国防部提出并有限实施的“指挥与控制研究计划(CCRP)”,极大地推进了美国指挥与控制领域利用先进技术的水平,极大地增强了美国国防部对信息时代国家安全含义的理解,其指挥与控制理论与技术研究成果,推进了新军事变革和国防转型。同时,指挥与控制的方法、概念在军事领域的成功应用逐步推广到社会生活的方方面面,由此实现了指挥与控制在现实生活中的应用和拓展。

也就是说,指挥与控制是个体或组织基于最终目的,通过对各种要素的信息进行收集与评估并作出决策,来实现资源、任务和责任的分配并根据需要进行调整的,最终实现预定的目的。

指挥与控制本身并不是终点,而是实现预定目的的一种手段。指挥与控制关注众多实体(如个人与组织)与资源(包括信息)在某些任务、目的与目标方面所取得的成就。指挥与控制(或管理)是怎么回事或者怎样实施,不应当等同于为什么需要指挥与控制(或管理)或者成功地创造价值需要什么功能。

从以上的定义可体会到指挥与控制的属性:

- (1) 目的性——完成使命任务;
- (2) 有限性——资源是有限的。

指挥与控制的要素包括以下四个方面:

(1) 最终目的。实现某种意图是指挥与控制的目的,为了达到这一目的,需要进行控制,即指挥与控制是为了达到最终意图的。

(2) 收集与评估信息。为了进行指挥与控制,需要持续不断地获得与达成最终意图有关的各种因素的状态,根据这些因素的状态变化,评估这些变化对达成最终意图的影响,并及时做出决策上的调整。脱离信息的收集,盲目地进行指挥与控制,最终必然导致无法达成最终目的。也就是说,信息的收集和评估是指挥与控制的基础。

(3) 确定任务、责任及相互关系。指挥与控制做出的决策包含三个要素:任

务、责任和相互关系。指挥与控制的最终目的可以是一个或多个任务,为了完成任务,需要赋予一定的责任并明确相互之间的关系。

(4) 确定规则与限制条件。指挥与控制的进行不是盲目的或杂乱无章的,而是遵循一定规则的、在一定限制条件下进行的。在指挥与控制的过程中,需要确定指挥与控制的规则和明确各种限制条件。也就是说,规则和限制条件是指挥与控制的必要条件。

指挥与控制是人类社会的活动,也可以是类人系统(具有人类社会部分功能的系统)的活动,是达成个体或群体共同目标的一种有效手段。有人的群体活动就会有指挥与控制,不管是否使用了计算机、通信系统、探测设备等工具,人类的指挥与控制活动都存在。指挥与控制主体通过决策,形成并发出指令,支配、操纵、协调以该主体为中心的各类资源协同行动,达到预定目标。

对于人类社会而言,人是指挥与控制的主体。对于具有层级关系的人类群体而言,指挥与控制的主体是相对的。某层级对其下级来讲是指挥与控制的主体,对其上级而言却是指挥与控制的客体。指挥与控制实现的是人类个体或群体的共同目标。指挥与控制过程中,指挥与控制主体运用指挥与控制工具系统,支配、调度和操纵以人为中心的资源来实现共同目标。指挥与控制过程包括指令的形成、传递、执行、执行控制、效果验证、修正指令等,循环往复,直到达到目标为止。指挥与控制过程既是人类形成合力发挥群体效应的过程,也是信息与物质和能量有效结合的过程。

1.2 指挥与控制概念模型

概念模型是对真实世界活动进行概念抽象与描述,并运用语言、符号和框图等形式,对抽象出的概念进行有机组合而形成的。形成概念模型需要人为地对真实世界(人、物、事等)进行处理,抽取它们的本质特征(如结构特征、功能特征、行为特征等),并把这些特征用各种概念,采取一定的形式精确地描述出来,然后,根据概念之间的相互关系,进行有机地组合来共同说明所研究的问题。

概念模型是连接真实世界与仿真世界的桥梁,在许多情况下,概念模型常常只存在于开发人员的头脑中,或隐含在程序中,很难得到重用,而且,概念模型的描述也常常出现许多不一致的现象,以致于严重影响模型的逼真度。如何把概念模型显式地表示出来,如何进行一致性的描述,使得概念模型真正成为真实世界与仿真世界相联系的桥梁,是建立概念模型的关键。

对于真实世界来说,建立概念模型的主要目的如下:

(1) 用于研究客观世界实体的动作和交互作用,以提高模型和仿真的互操作性和重用性。