



新观点新学说学术沙龙文集⑧

中国科学技术协会学会学术部 编

仿真——认识和改造 世界的第三种方法吗



中国科学技术出版社

新观点新学说学术沙龙文集⑧

仿真——认识和改造世界的 第三种方法吗

中国科学技术协会学会学术部 编

中国科学技术出版社

· 北 京 ·

图书在版编目(CIP)数据

仿真——认识和改造世界的第三种方法吗/中国科学技术协会学会学术部编.

—北京:中国科学技术出版社,2007.9

(新观点新学说学术沙龙文集⑧)

ISBN 978-7-5046-4820-4

I. 仿… II. 中… III. 仿真-文集 IV. N032-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 148737 号

自 2006 年 4 月起本社图书封面均贴有防伪标志,未贴防伪标志的为盗版图书。

中国科学技术出版社出版

北京市海淀区中关村南大街 16 号 邮政编码:100081

电话:010-62103177 传真:010-62183872

<http://www.kjpbbooks.com.cn>

科学普及出版社发行部发行

北京长宁印刷有限公司印刷

*

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16 印张:8.625 字数:250 千字

2007 年 10 月第 1 版 2007 年 10 月第 1 次印刷

印数:1-2000 册 定价:18.00 元

序

近年来,仿真技术不但成功地应用于众多高新技术领域,而且在国民经济各个领域也得到广泛应用,并正向服务于系统的全寿命、全系统和管理的全方位方向迅速发展。

国外发达国家对现代建模与仿真技术给予了充分的重视。2005年前后,在美国总统信息技术顾问委员会提交给总统的报告、美国科学院发表的研究报告、美国国防部报告及美国能源部报告中均提出,计算机仿真技术已与理论和实验并列成为进行科学研究的第三支柱,计算科学(包括:算法及建模仿真软件、计算机和信息科学、计算设施)是研究解决复杂问题、增强美国竞争力的重要手段。

在建模与仿真技术、建模与仿真支撑系统技术(特别是高性能计算机)、仿真应用技术等方面,我国经过四十余年的发展,取得了长足的进步。但是与先进国家相比,在现代建模与仿真的理论、方法、技术、工具、产业与应用等在总体上还存在阶段性的差距。

本期沙龙以“仿真是信息时代认识和改造世界的第三种方法吗?”为主题,贯彻中国科协提出的“三个倡导、四个没有、五个突出、六个自主”的理念和原则,为我国从事建模与仿真技术、教育、产业与应用的有识之士提供一个平台,研讨国际上有关的发展现状和趋势,分析我国的现状、特点和存在的关键问题,充分发挥“学术交流”作为原始创新源头主流的引导作用,为促进我国建模与仿真技术、教育、产业与应用的持续发展作出新的贡献。

本期沙龙历时一天半,与会专家围绕主题,百花齐放,百家争鸣,展开了热烈和认真的探讨,虽然观点不尽统一,但通过研讨,取得了不少的收获,表现在以下几个方面:

(1)提高了对仿真发展和仿真内涵的认识。这些包括仿真有关的理论基础、方法论、技术体系以及应用范围,等等。

(2)提高了对仿真重要性的认识,即仿真是信息时代国民经济各领域的系统论证、实验、分析、设计、运行、维护、辅助决策、人员训练、教育等活动中一种具有特色的、有效、重要的甚至是不可缺少的研究手段。

(3)加深了理论研究、实验研究与仿真研究在认识和改造世界活动中三者之间的异同和关系的理解。

(4)提高了在我国仿真事业持续发展中要进一步开展工作的认识,包括:在各类应用需求的推动下,要持续地重视发展建模/仿真技术,建模/仿真系统的研究、开发与应用;迫切需要采取措施,大力发展自主的仿真产业,推动仿真学科建设和仿真的普及工作。

本期沙龙提出了该主题值得进一步探讨的问题,包括:信息时代认识改造世界对研究手段总的需求是什么,为顺应这种需求,应该如何发展仿真?在信息时代认识、改造世界活动中,仿真的独特作用是什么?它与理论研究、实验研究有何根本区别?

期望现代建模与仿真技术、教育、产业与应用的持续发展为我国建成创新型国家作出新的更大的贡献。

李幼亮 敬

2007年7月

目 录

建模与仿真技术正成为 21 世纪中认识和改造世界的重要研究手段	李伯虎(2)
仿真——信息时代人类认识和改造世界的方法的发展 ...	陈宗基(8)
仿真科学是 21 世纪科学的一种重要支柱	曾宪钊(11)
关于仿真科学技术的几点思考	王行仁(16)
仿真是信息时代认识世界的第三种途径吗	胡晓峰(19)
谈复杂系统研究孵化了仿真研究技术	
——兼论仿真是信息时代认识世界与改造世界的第三种方法	刘兴堂(25)
仿真科学是一门科学	康凤举(28)
仿真是信息时代认识世界的重要方法	段海滨(34)
分析仿真是信息时代认识与改造世界的第三种方法	姚益平(37)
仿真是信息时代认识世界的第三种方法吗	肖田元(42)
仿真怎样才能成为信息时代认识和改造世界的第三种方法	杨南征(51)
仿真不是科学认识世界的第三种方法	张 霖(57)
仿真已逐渐成为认识世界的不可缺少的手段	范文慧(68)
仿真应该是可以作为我们探索认识世界的第三种方法 ...	周 泓(71)
仿真重于科学实验	崔凯云(74)
信息时代的仿真技术离得开理论研究和实验吗	杨 明(76)

仿真学科的研究与思考	王正中(84)
仿真的发展	吴连伟(91)
仿真是认识世界的方法吗	刘藻珍(94)
仿真是信息时代认识与改造世界的第三种方法	金炜东(100)
仿真是探索认识世界的一种新方法	张明廉(104)
仿真是信息时代认识与改造世界的重要途径	马 萍(106)
仿真是适应多学科领域的应用技术	王江云(108)
专家简介	(112)
部分媒体报道	(125)

(25) 堂兴波	去式林三策
(28) 举凤翥	举林门一景举林真
(34) 蔡燕群	去式要重
(37) 平益源	去式林三策
(42) 永田青	去式林三策
(12) 陈南群	去式
(27) 霖 游	去式林三策
(68) 慧文燕	去式林三策
(17) 周 周	去式林三策
(47) 云霞	去式林三策
(70) 周 琳	去式林三策



会议时间

2007年6月15日上午8:30

李伯虎◎

主持人

李伯虎院士：

尊敬的各位科协领导、各位来宾和代表，早上好！“中国科协第八期新观点新学说学术沙龙”正式开始。

首先请允许我代表中国系统仿真学会，表达谢意。第一，要衷心感谢中国科协学会学术部为我们搭建了一个自由研讨、交流观点的平台；第二，要衷心感谢各位专家、媒体记者和各位代表的光临与热情的参与；第三，要衷心感谢沙龙筹委会的同志付出的辛勤劳动。

这次沙龙研讨的主题是“仿真是信息时代认识和改造世界的第三种方法吗？”与此同时，在沙龙里边也可以对“现代科学发展中是什么孵化了仿真研究技术”，“仿真与理论研究和实验研究的关系是什么”，“仿真对未来世界研究的作用是什么”，“仿真的应用范围是什么”，“仿真与创新关系是什么”等议题进行研讨。

中国科协举办的“新观点新学说的学术沙龙”，是中国科协2006年推出新的学术品牌，主要的目的是要充分发挥学术交流作为原始创新源头主流的引导作用，为科学工作者提供对还没有成熟或者还没有获得主流认可的学术观点、理论和灵感进行交流。中国科协还进一步提出了“三个倡导、四个没有、五个突出、六个自主”。我们期望这期沙龙能够充分贯彻这些理念和原则，在各位积极参与下取得圆满成功。



建模与仿真技术正成为 21 世纪中认识和改造世界的重要研究手段

◎李伯虎

现代建模与仿真技术是以相似原理、模型理论、系统技术、信息技术以及建模与仿真应用领域的有关专业理论与技术为基础,以计算机系统、与应用相关的物理效应设备及仿真器为工具,根据用户的项目需求,利用系统模型对已有或设想的系统进行研究、分析、设计、加工生产、试验、运行、评估、维护和报废(全生命周期)活动的一门多学科的综合技术。

我认为,建模与仿真技术正成为 21 世纪中认识和改造世界的重要研究手段。理由如下:

第一,目前的事实:建模与仿真技术的在各领域的应用正向广度与深度迅速发展。

现代建模与仿真技术已成功地应用于航空航天、信息、生物、材料、能源、先进制造等高新技术领域和工业、农业、商业、教育、军事、交通、社会、经济、医学、生命、生活服务等众多领域中的系统论证、试验、分析、运行、维护、辅助决策及人员训练、教育、娱乐等。目前,现代系统建模与仿真技术的应用正向服务于系统的全寿命、全系统和管理的全方位方向迅速发展。

第二,21 世纪的科学与工程、社会科学、管理科学、生命科学及军事等各领域的发展单靠理论、实验这两种研究手段无法完善解决,而现代建模与仿真技术却能发挥其独特的作用。

21 世纪中期,在科学与工程、社会科学、管理科学、生命科学及军事等各领域遇到的认识问题和改造问题,如航空航天、复杂制造系统、石油勘探、社会经济系统、气象预报、交通管理系统、基因工程、生物医药、军事体系对抗系统等的系统论证、试验、分析、设计、运行、维护、辅助决策及人员训练、教育等。这些问



题单靠理论、实验这两种手段是无法完善解决的,因为:

- 系统组成关系复杂;
- 系统行为复杂;
- 系统的子系统间交互关系复杂;
- 系统与其环境之间交互关系复杂;
- 系统和能量交换复杂等。

实践表明,通过现代系统建模与仿真技术的应用,可以独自或与理论、实验这两种手段结合后予以较好地解决上述问题。

第三,近年来,现代建模与仿真的理论、方法、技术体系基本形成并正迅速的发展,这为其成为重要研究手段提供了良好的基础。

半个多世纪来,现代建模与仿真技术在各类应用需求的牵引及有关学科技术的推动下,其专业技术体系日趋形成,但至今尚无权威定义。

我们认为,现代建模与仿真技术以相似原理、模型理论、系统技术、信息技术以及建模与仿真应用领域的有关专业技术为基础,已形成较完整的技术体系,它由建模技术、建模与仿真支撑系统技术,以及仿真应用技术为核心构成。

在建模技术方面,从被建模系统类型分,它包括人体建模技术、环境建模技术和实体建模技术。按建模技术方法分类,它包括基于机理建模技术、基于数据建模技术、基于系统辨识的建模技术、面向对象建模技术、多视图建模技术、多模式建模技术、多分辨率建模、多媒体建模技术和智能化建模技术(基于规则、基于学习、基于类比、基于演化)等。

在建模与仿真支撑系统技术方面,它涉及系统总体技术、建模/仿真实验/评估工具引擎(算法、语言、软件、工具集)技术、虚拟现实(VR)/可视化技术、集成框架/平台技术、中间件/虚拟化技术、模型库/知识库管理技术、仿真计算机技术、仿真器技术等。

仿真应用技术包括共性应用技术及与应用领域有关的专用仿真应用技术。其中,共性应用技术涉及系统模型的验证/仿真模型的校核/用户认可(VV&A)技术、仿真运行实验技术、仿真结果的分析与评估技术等;与应用领域有关的专



用仿真应用技术涉及科学与工程、社会科学、管理科学、生命科学及军事等各领域有关的专用仿真应用技术。

目前,建模与仿真技术正向“数字化、虚拟化、网络化、智能化、集成化、协同化”为特征的现代化方向发展。

第四,为适应 21 世纪中各类应用发展的需要,要积极发展下列建模与仿真技术。

- 基于现代网络/虚拟化技术的分布建模与仿真技术;
- 智能系统建模及智能仿真系统技术;
- 综合自然/人为环境的建模与仿真技术;
- 复杂系统/开放复杂巨系统的建模/仿真技术;
- 虚拟样机工程技术;
- 高性能仿真计算硬件与软件技术;
- 普适化仿真技术;
- 嵌入式仿真技术;
- 训练仿真器技术;
- 仿真语言技术等。

最后,值得指出,自 20 世纪 50 年代以来,我国的建模与仿真技术和应用已取得了长足的发展。但是,为了适应当前各类应用发展的需求,一方面要继续重视发展建模与仿真技术与系统的研究、开发与应用,同时迫切需要大力发展自主的仿真产业和对建模仿真学科的建设与仿真专业人才的培养。期望现代建模与仿真技术、产业与应用的持续发展为我国建成创新型国家作出积极的贡献,为 21 世纪的发展作出重要的贡献。

肖田元:

这次的主题“仿真是信息时代认识和改造世界的第三种方法吗”?我的观点是“仿真是信息时代认识世界的第三种方法,但不是或者还不能够说是改造世界的第三种方法”。我和李老师的观点有两点差别:第一点差别,认识世界这



一点,应该说已经可以认为是第三种方法了。第二点差别,在改造世界程度上,我认为这是不同领域的问题,因为作为理论研究、试验研究,属于科学研究的范围,而改造不仅仅是科学研究的范围,这个范围更大了。从这个意义上来讲,对于改造世界的方法,现在还没有一种权威性的说法是三种方法或者几种方法,我现在还没看到。因为作为社会来说,可以有三种活动,自然活动、社会活动、思维活动,改造世界是从三个活动的角度来谈的,不是从方法来谈。所以我认为从科学的角度,从认识世界的角度来说已经成为第三种方法,改造世界的提法,我认为有点过了。

李伯虎:

我希望注意以下几点:

第一,我谈的是“重要研究手段”,不是“重要手段”。因为我认为原来只说是认识和改造世界的重要手段,其内涵有点含糊。第二,为什么说“改造”呢?因为仿真与建模技术现在参与了改造现实世界的活动,比如现在有些路段的交通堵塞已有改善,一路走过去,多段都是绿灯,这很好。其中,就用了建模与仿真技术来改造原来的红绿灯调度管理系统。又如,仿真系统已经成为军事系统的一部分,直接参与系统的决策等。因此,仿真技术已不仅仅是认识世界的研究手段了。第三,为什么不提第三种方法?我觉得目前这样提法容易被更多的人接受。

王行仁:

我的看法,建模仿真技术现在已经成为重要的手段,但是否认为是认识和改造客观世界的重要手段?应该说既认识也改造,比如说咱们对任何一个产品,规定研制过程、方案认定、设计、生产制造,都用到建模仿真手段,把原来低速的变成高速的,也是改造了。所以我的观点是建模仿真已经是认识和改造客观世界的重要手段,但是不是称为第三种方法?在目前情况下不一定这么提。有不同意见,可以,反正是客观存在,建模仿真技术具有认识和改造



仿真——认识和改造世界的 第三种方法吗

客观世界的能力。在《仿真》一书中，作者提出了第三种方法，即仿真。这是一种新的认识世界和改造世界的方法，它通过建立模型，利用计算机技术，对系统进行模拟和仿真，从而认识系统的本质和规律，并在此基础上进行改造和优化。

刘兴堂：认识 and 改造，应该说是是一个整体，社会也好，认识是手段，是观察的过程，观察的过程是认识的过程。认识以后，通过各种手段、方法来改造，这是目的。举一个很浅显的例子，比如说仿真与建模技术，是不是能够改造世界、认识世界？我认为是可以的。比如说认识到了过去的产品制造，要搞一个蓝图，太啰嗦了。通过建模与仿真技术中的虚拟现实技术，也就是现在的虚拟样机，就不需要图纸了，你说是不是把世界改造了？

肖田元：

谁也不会否认仿真能改造世界，在改造当中是不是“第三种方法”，把它放到这么高的位置，争论在这里。仿真作为一种新的认识世界和改造世界的方法，它通过建立模型，利用计算机技术，对系统进行模拟和仿真，从而认识系统的本质和规律，并在此基础上进行改造和优化。

梁炳成：是不是第三种方法呢？举个例子，在航空航天领域或者说很多大系统的研制中，以前有一种说法，叫“画加打”，即先画图设计，加工试制，然后进场打靶。如果没有仿真手段，则效率低，周期长，成本高，性能也很难上得去。随着建模与仿真技术的发展，国外和国内好多从事这行业的人们，选择建模与仿真的手段。比如一个型号的设计，当时靶试发现了问题，理论方法研究也做了，实验方法又不成熟，怎么办？我们选了仿真的手段，很快解决了问题。仿真手段有效，我们称它是第三种认识和方法，不过分。

康凤举：仿真是不是理论分析、实验方法之后的第三种方法呢？我认为不是。为什么呢？大家可以想一想，所谓理论分析，往往是通过科学发现或通过科学实验总结出来再上升为理论，反过来可以用于指导科学实验，理论分析还离不开科



学实验的验证。可以说,理论分析、科学实验是在我们认识世界、改造世界的过程当中,不同阶段的不同的方法形式,不是两个可以截然分开的方法,没有实验,怎么说明理论的正确,这种不同阶段的不同形式,也是在不断转化的。科学实验过程当中,也要有理论去指导,理论也要通过科学实验不断进行修正,所以这两种方法都是认识客观世界过程中具体的方法。仿真科学方法应该比它们高一个层次,仿真是在虚拟世界中进行的,虚拟世界是我们现实世界中的各种复杂现象和研究方法的映射,相对于现实世界研究方法来说,虚拟世界的仿真方法是第二种方法。即是说,现在说的理论分析和科学实验都是在现实世界当中进行的,而仿真是在虚拟世界当中进行的,所以从大类方法去划分,是两大类方法。因此,不能说仿真是在理论分析、科学实验之外的第三种方法,我认为这是不妥的。

。要不去衣裤三样物界世道时味其人类人升知息前最真也,代为弊,为其
的界世道时味其人类人不该理前未姓息前否,未姓息前的心时衣裤三样物以量代
衣裤三样物升知息前最未姓真也升理,理衣裤三样物衣裤三样物衣裤三样物
衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,此因。一女志神前理衣裤三样物
。衣裤三样物衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物

：刘敬梁

个黑点。理衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物
理衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物衣裤三样物
理衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物衣裤三样物
理衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物衣裤三样物
理衣裤三样物衣裤三样物升知息前最未姓真也,理衣裤三样物衣裤三样物



仿真——信息时代人类认识和改造世界的方法的发展

◎陈宗基

对于这个问题,我有两个观点。首先,我不同意仿真是信息时代人类认识和改造世界的第三种方法这种提法。所谓第三种方法就是区别于第一、第二种方法,即区别于理论研究和实验研究这两种方法。实际上仿真的模型依赖于理论研究和分析,而且仿真从某种意义上讲也是实验研究,是基于模型的实验研究。特别需要指出的是,仿真的可信性需要实验的验证和确认,由此可见仿真不能区别于理论研究和实验研究成为人类认识和改造世界的第三种方法。而且仿真与理论研究和实验研究相比,不是同一层次的概念,因此,称仿真是信息时代人类认识和改造世界的第三种方法不妥。

其次,我认为,仿真是信息时代人类认识和改造世界方法的发展,其主要动力是以计算机为核心的信息技术,在信息技术的驱动下人类认识和改造世界的理论研究和实验研究的方法有了新的发展,现代仿真技术是信息时代理论研究和实验研究新发展的标志之一。因此,仿真技术是信息时代理论研究和实验研究的新手段,但仿真技术不是独立于理论研究和实验研究的第三种方法。

梁炳成:

仿真是人们在研究一项复杂重大问题时进行决策的强有力手段。在理论分析缺乏数据和实验研究条件尚不具备的情况下,仿真可以说是唯一可行的科学手段。不管你称不称仿真是第三种方法,它在这种情况下实际上已是人们研究客观事物的首选方法。



康凤举：

仿真技术的出现很早，虚拟世界的研究方法的运用自古就有。举一个例子，有很多宗教教义，都是讲的虚拟神话世界，比如研究上帝，研究地狱，通过这个去感受虚拟世界，告诉人们做了坏事要下地狱，劝导人们规范自己的行为。我不主张神学，这也不属于自然科学，只是说人们很早就采用了仿真的方法。

陈宗基：

照这种说法，更说明仿真不是新出现的第三种方法。从大的范围来说，我要认识世界，改造世界，我要进行理论实验，这是一种方法。第二种是在虚拟世界塑造的现实世界，是大的研究方法。

李伯虎：

从方法论来说，可以将理论研究、实验研究和建模仿真技术研究分为不同类型。

梁炳成：

先有老大，后有老二，然后有老三。信息时代的一个重要特征，用一句通俗的话来说是“消息灵通”了。在“消息灵通”的环境下，客观世界的内容就更丰富、更复杂了，当人们用已有的认识客观世界中各种复杂事物的理论研究方法和实验方法来进行推理和试验研究时，或因缺乏数据，或因试验条件不充分，无法进行；但用仿真的手段可以胜任，仿真就成了“第三种方法”了。仿真帮你解决了问题，你又不愿给它一定的地位，这对吗？

李伯虎：

在解决一个实际问题时，完全可以是混合应用上述几种手段。



刘兴堂：

：举凤重

“我们的讨论是在自然科学领域讨论，还是要搞成广义的讨论？不同的讨论范围，最后得出的结论肯定是不一样的。”

金炜东：

“第三种方法”的观点可以后面讨论，李老师刚才没有提出第三种方法，针对你这点我提出，理论与实践相结合的方法，在范畴上不太一致，比如你是理论研究、实验研究还是独自的仿真研究，这个仿真研究在技术上，在某一个比较狭隘层次上研究的，实际上从更宽、更宏观的范畴，应当适合理论研究、实验研究相结合的，对某一个问题，理论研究是这样的。作为重要研究手段，可能适合理论研究和实验研究，许多方面是相结合的。

：索白李

李伯虎：

最主要是对建模仿真技术的理解，本身是一个综合性的东西，里面就包括理论和实验。

：张融荣

“仿真”一词，其来源有多种说法。一种说法是，仿真（Simulation）这个词最早是由美国人在第二次世界大战期间提出的。当时，美国军方为了研究战争的规律，需要一种能够模拟战争过程的方法。于是，他们提出了“仿真”这个概念。另一种说法是，仿真这个词最早是由法国人提出的。据说，法国人最早使用这个词是在1940年代。还有一种说法是，仿真这个词最早是由日本人提出的。据说，日本人在1940年代就已经开始使用这个词了。总之，仿真的概念最早是由军事领域提出的，后来才逐渐扩展到工业、农业、医学等领域。

：索白李

“仿真”这个词最早是由军事领域提出的，后来才逐渐扩展到工业、农业、医学等领域。