

综合集成方法论的发展及应用

顾基发

中国科学院系统科学所

2004. 5. 15

目 录

- 综合集成方法论概述
- 国外综合集成类似研究
- 综合集成几个主要研究内容
- 国外综合集成方面的应用
- 国内综合集成的应用
- 综合集成实验

1. 综合集成方法概述

1990年

- 开放的复杂巨系统(Open Complex Giant System)
 - 生物体系统、社会系统、人体系统、地理系统、军事系统
- 从定性到定量综合集成系统方法论

1992年

- 综合集成研讨厅 (Hall for Workshop on Meta-synthetic Engineering)

1. 综合集成方法概述（续）

- 在这些研究和应用中，通常是科学理论、经验知识和专家判断相结合，形成和提出经验性**假设**（**判断**或**猜想**）。而这些经验性假设不能用严谨的科学方式加以证明，需借助现代**计算机技术**，基于各种统计**数据**和**信息**资料，建立起包括大量参数的**模型**，而这些模型应建立在经验和对系统的理解上并经过**真实性检验**。这里包括了感情的、理性的、经验的、科学的、定性的和定量的知识综合集成，通过人一机交互，反复对比逐次逼近，最后形成结论。

1. 综合集成方法概述（续）

- 实质是将**专家群体**、**统计数据**和**信息**资料三者有机结合起来，构成一个高度智能化的人机交互系统，它具有**综合集成**的各种**知识**，从感性上升到理性，实现**从定性到定量**的功能。

综合集成方法特点

- **定性**研究与**定量**研究有机结合；
- **科学**理论与**经验**知识结合；
- 应用**系统思想**把多种学科结合起来进行综合研究；
- 根据复杂巨系统的层次结构，把**宏观**研究与**微观**研究统一起来；
- 必须有**大型计算机系统支持**，不仅有管理信息系统、决策支持系统等功能，而且还要有综合集成的功能。

综合集成的一些核心思想：

人-机结合，以人为主(人工知能、思维科学、信息科学、计算机和通讯科学)

强调知识的应用 (知识科学)

吸取智慧(思维科学、创造性思维)

群体的智慧(组织科学、心理科学)

从定性到定量-大胆假设-小心求证(社会科学与自然科学的合；讨论+定量分析)

三种综合

定性综合

定性和定量结合的综合，
从定性到定量的综合

如何组织讨论(会议组织、达成共识、Ba和研讨厅)

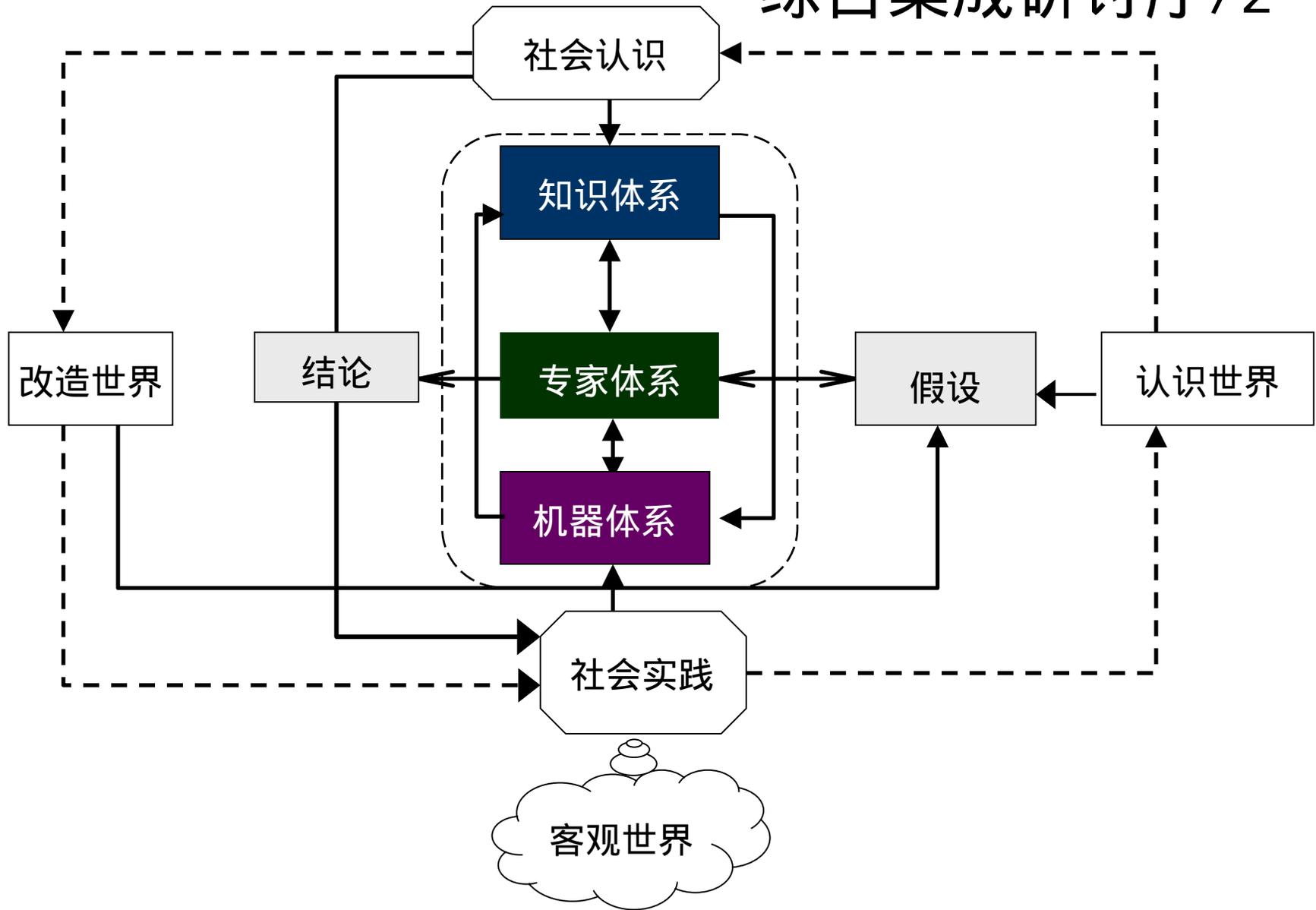
如何进行复杂系统的定量分析（系统学、复杂性科学）

模型集成（自动快速建模）

综合集成研讨厅/1

把人脑中的知识同系统中的数据库、模型库和知识库等有关信息结合起来。系统提供分布式的专家研讨环境,专家可在不同的用户终端上发表见解,对其他专家的意见进行评价;还可在用户终端进行必要的数据信息查询,以获得问题的背景信息;并可利用研讨厅提供的统一的公用数据和模型,对参加研讨的局中人的决策后果进行评价或判断。

综合集成研讨厅/2



信息、知识、智慧综合集成

从定性到定量综合集成方法

研究 路线	从上到下与 从下到上结 合；从整体 到部分与从 部分到整体	人机结合、 人网结合、 以人为主； “人帮机、 机帮人”	技 术 路 线
----------	---	--	------------------

应用基础

系统工程的应用

技术基础

现代信息技术

方法基础

系统科学、数学科学

理论基础

思维科学

哲学基础

辩证唯物主义实践论认识论

2. 目前国际上综合集成的相关研究

Meta-analysis → Meta-synthesis

- 项目
 - 定性综合集成的解析方法(美国, 2000-)
 - 应急管理 ENSEMBLE 项目 (欧盟, 2000-)
 - 综合的科学 (日本, 1997-2002)
 - 社会经济复苏项目 (俄罗斯)
- 研究
 - 定性综合 (澳大利亚)
 - 分布式专家系统的综合 (澳大利亚, etc.)

2.1 定性综合集成的解析方法

美国、澳大利亚

- Comprehensive Research Synthesis
- Qualitative Metasynthesis

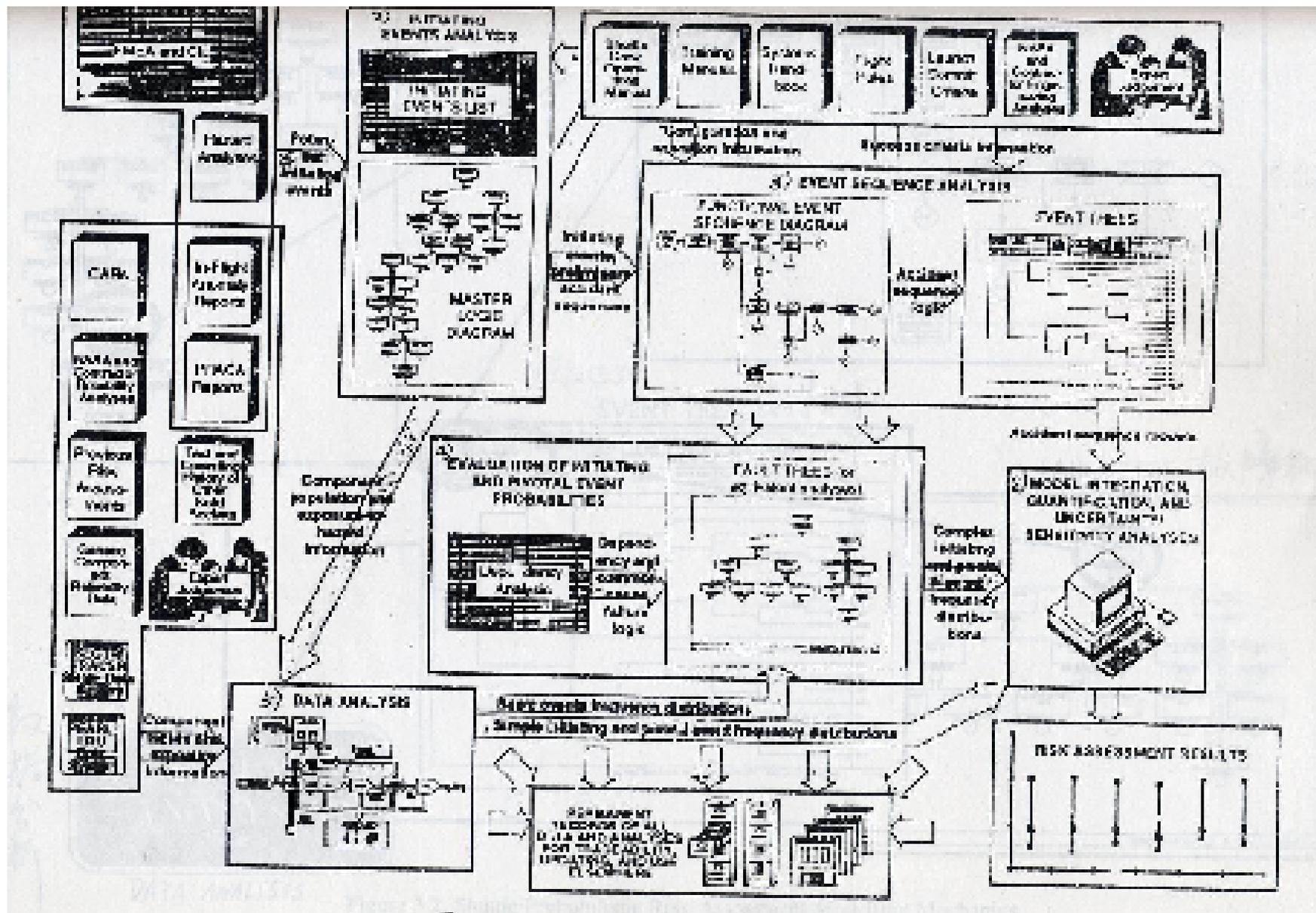
社会科学界有学者介绍他们自己的研究发展过程，开始使用定性方法，后来使用定量方法，包括meta-analysis方法。

- “**定性综合集成的解析方法**” (*Analytic techniques for qualitative metasynthesis*) , Sandelowski & Barroso, 2000-2005, 美国国立卫生研究所资助项目

2.2 概率风险评估 (*Probabilistic Risk Assessment*)

- 航天系统的风险与安全领域的研究因为涉及的部件和分系统以及元件的个数是巨大的，引起故障的因素是众多的，相互间的关系又极为复杂。但是分析总系统的数据直接可用的又是很少的几个。因此综合应用各种可用的分系统数据，定量的和定性的，客观的和主观判断的分析都是十分必要的。*PRA方法提出的方法论实质上是一种从定性到定量的综合集成的过程。*它是基于实验数据，多种信息，数学模型和专家知识合成一体来对空间系统的安全性加以评估。目前在*NASA和ESA都在应用PRA方法。美国的核工业部门也在应用（见图1）。*

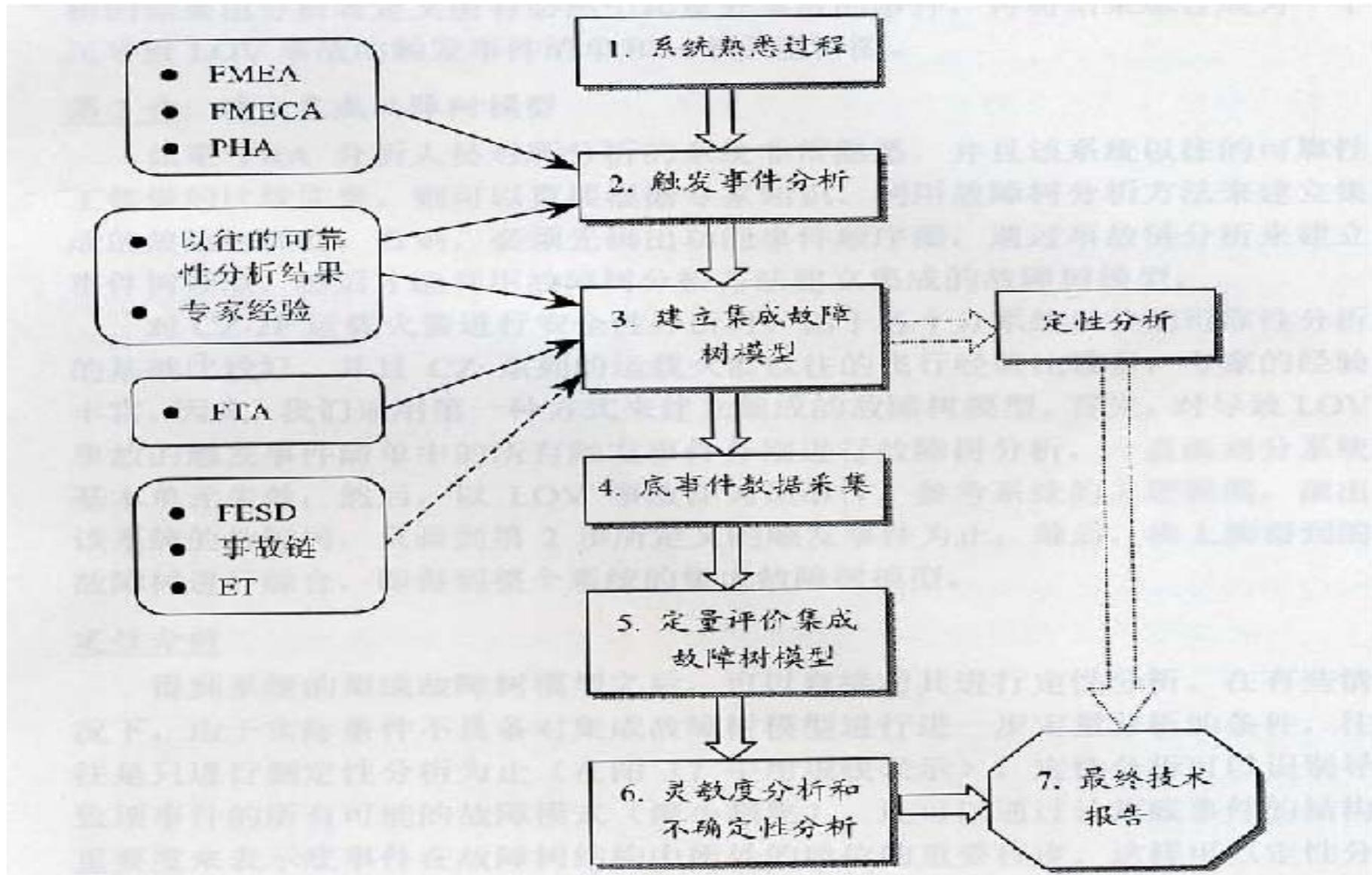
图1 NASA的PRA工作框图



CPRA

- **我国提出CPRA已用于评估载人飞船的安全性**
(见图2)。
 - 赵丽艳、顾基发. 概率风险评估 (PRA) 方法在我国某型号运载火箭安全性分析中应用, 系统工程理论与实践, 2000, 20 (6): 91~97.

图2 CPRA的工作框图



3. 综合集成几个主要研究内容

3.1 模型集成

3.2 意见的综合-共识

3.3 数据、模型和知识的综合-综合集成
系统重构

3.4 工具（研讨厅）

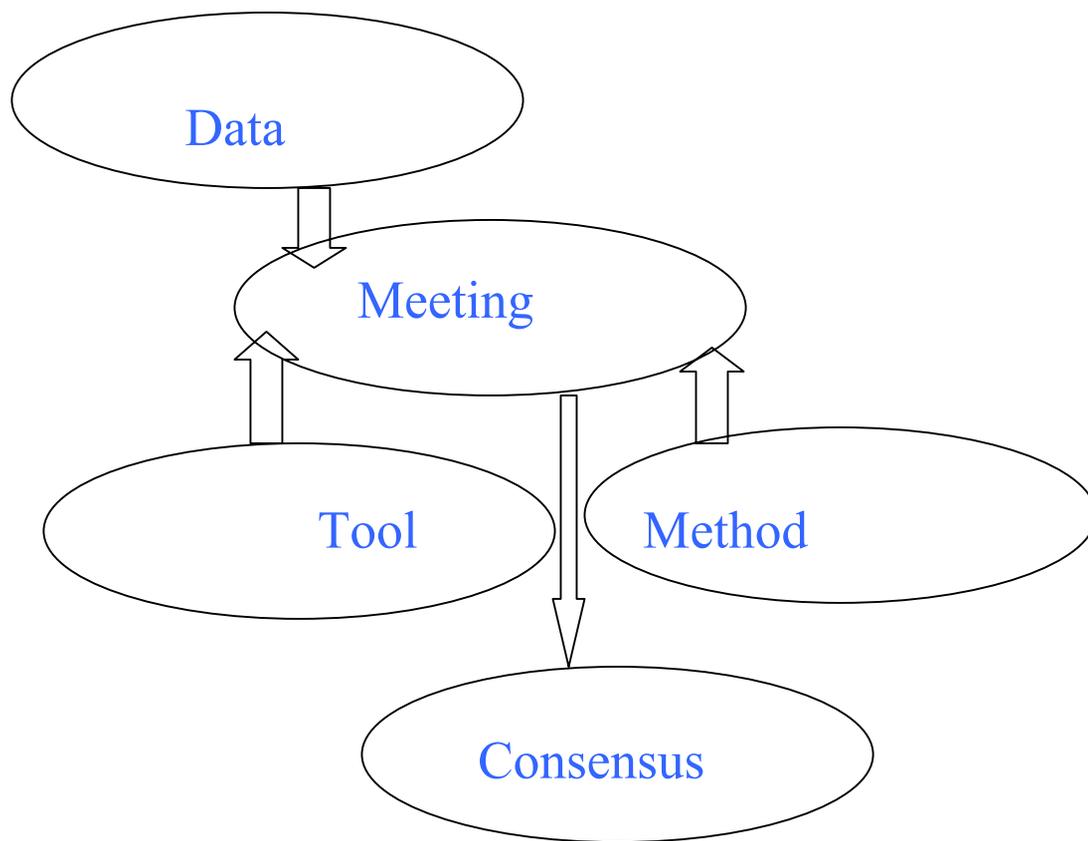
DOME: World Wide Simulation Web



3. 2意见的综合-共识

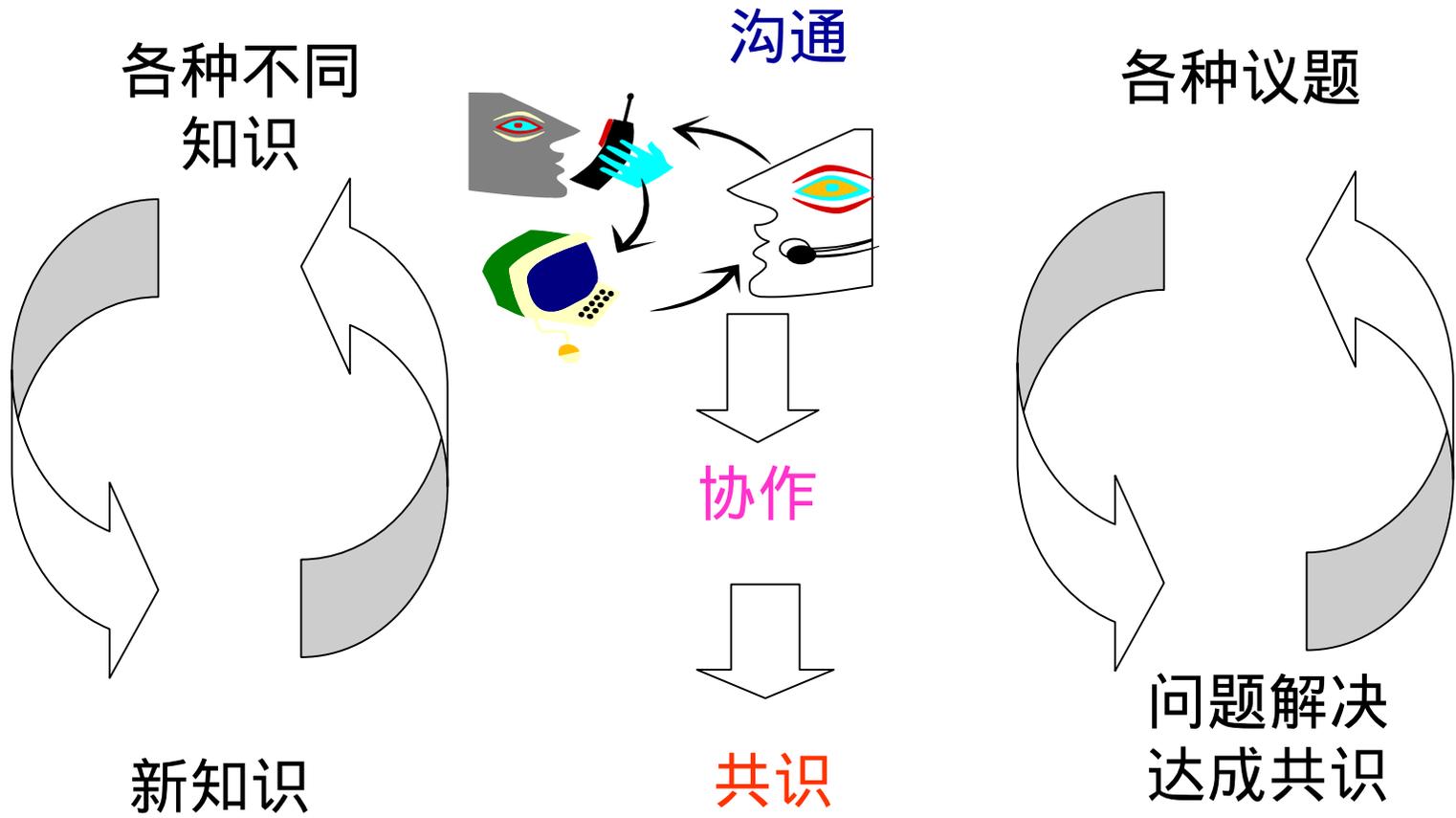
- 我们认为**意见综合**的目的是为了取得某种**共识**。有不同意义下的共识，如各种数学意义下的共识、模糊共识、统计共识、多目标优化意义下的Pareto共识和竞争共识等。
- 达成共识的3种会议类型(简单共识-科协型、研究共识-科委型和决策共识-计委型，
- 基于综合集成研讨厅思想的MDTMC (Meeting-Data-Tool-Method(Model) -Consensus) 系统

DMTMC 系统



- 为了专家们开好会，首先对会议（Meeting）要加以设计，包括议程、邀请专家名单（知识和利益背景）、主席和会议的协调员或建导员（facilitator）和会议的场（Ba）。
- Ba是日本学者提出来的，它包括有形的场（即会场）和无形的场（会议气氛），英国的Kidd认为Ba就是物理-事理-人理系统方法中的人理。

群体工作



3.3 数据、模型和知识的综合-综合集成系统重构

- Klir在1976年就提出重构分析（Reconstructability Analysis），重构分析的目的在于处理每个分系统与其整体之间的关系的问题，重构分析涉及识别与重建的2个问题。前者从分系统信息来推断整个系统的信息，后者是对于一个给定的总系统如何将它剖分成尽可能小的子系统，再让它用子系统信息以一定近似的程度去重构成一个总系统。舒光复将重构分析与综合集成结合起来，使之能将数据、信息、模型和专家知识结合起来，并将之用于我国GDP的增长率的预测。从表1所示结果来看将知识放进去的重构分析预测精度有显著改善。

表1. 系统重构计算结果

•年份	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
•年鉴值	11.6	11.3	4.1	3.8	9.2	14.2	13.5
•数据预测值	11.01	12.52	12.31	6.54	13.59	14.27	14.63
•考虑知识经验	11.39	11.87	4.53	3.82	8.73	14.33	12.08
•年份	1994	1995	1996	1997	1998		
•年鉴值	12.6	10.5	9.6	8.8	7.8		
•数据预测值	12.79	7.35	7.07	7.22	7.08		
•考虑知识经验	13.21	9.93	9.09	8.04	8.08		

•舒光复. 综合集成系统重构及宏观经济研究中的应用, 系统工程学报, 2001, 16 (5): 349-353.

4. 国外综合集成方面的应用

- 地球、环境方面
- 医学
- 空间系统
- 物理系统、工程设计
- 经济
- 社会

5. 国内综合集成的应用

5.1 地理和环境

5.2 工程系统

5.3 社会经济系统

5.4 军事系统

5.5 模式识别

5.4 军事系统

中国解放军强调新装备要形成系统作战能力(解放军报2003年4月23日-人民网)

我们要实现武器装备跨越式发展，很有必要在不断更新观念的同时，在思想方法、在军事方法论上来一场革命。“横向技术一体化”、“**综合集成**”、“**系统集成**”、“体系对抗”，都包含着系统思想，是系统思想、系统方法在装备建设中的运用。不用系统思想看装备建设，就抓不住问题的实质；不以**综合集成**的系统方法研究装备建设，就会陷于以往那种陈旧发展模式的窠臼。

军事应用

作战模拟、训练

长江二号师团模型（军事科学院）

海上战役计算机作战模拟教学系统（国防大学等）

武器综合评价

研讨厅

空间作战综合集成研讨厅

战争决策综合集成研讨厅

网络化防空作战系统综合集成

武器装备论证综合集成研讨厅

战略问题

新装备要形成系统作战能力

研讨室
(Xi'an)



总体研讨室
(北京)



同步 I



异步



同步 II

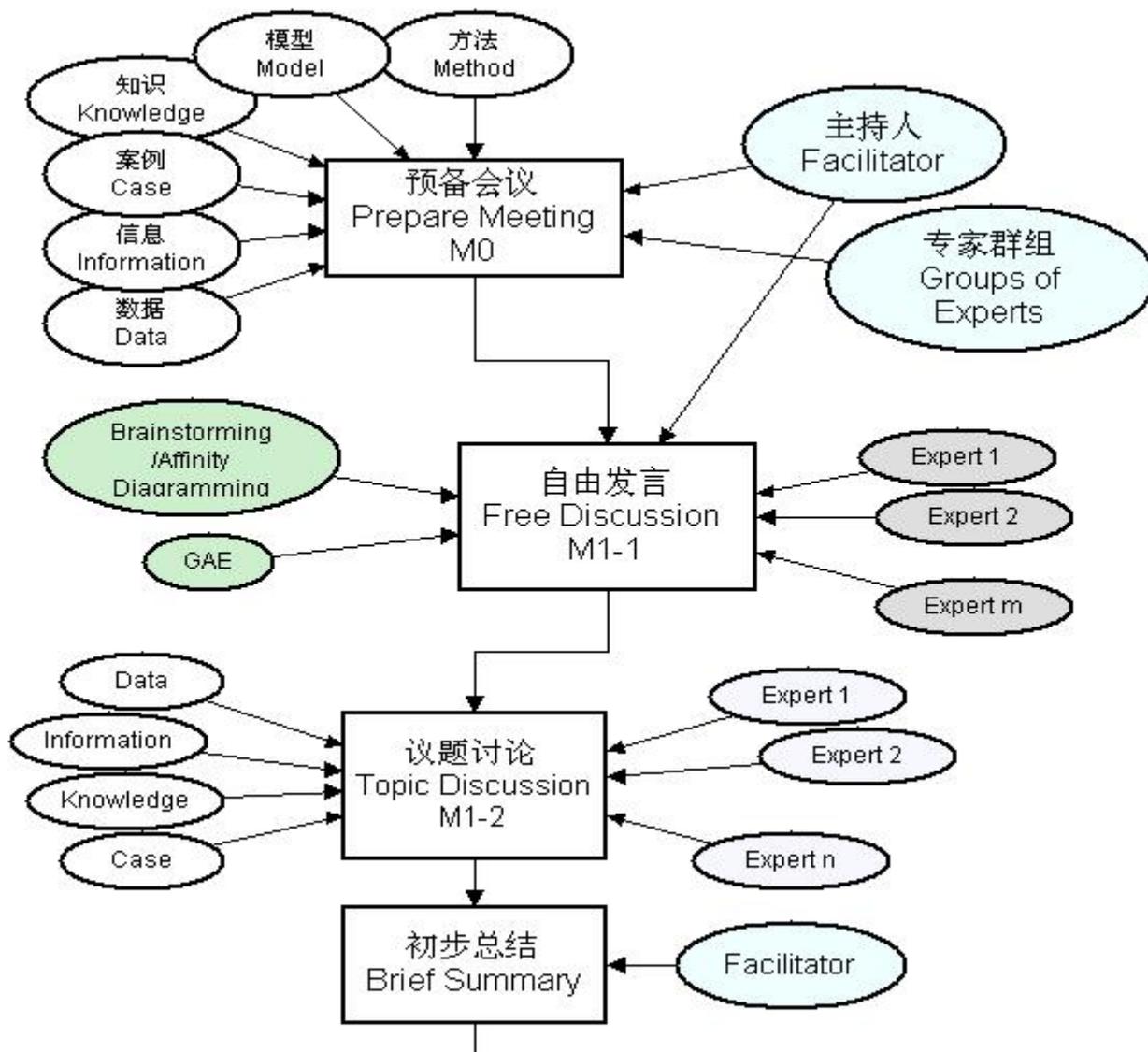


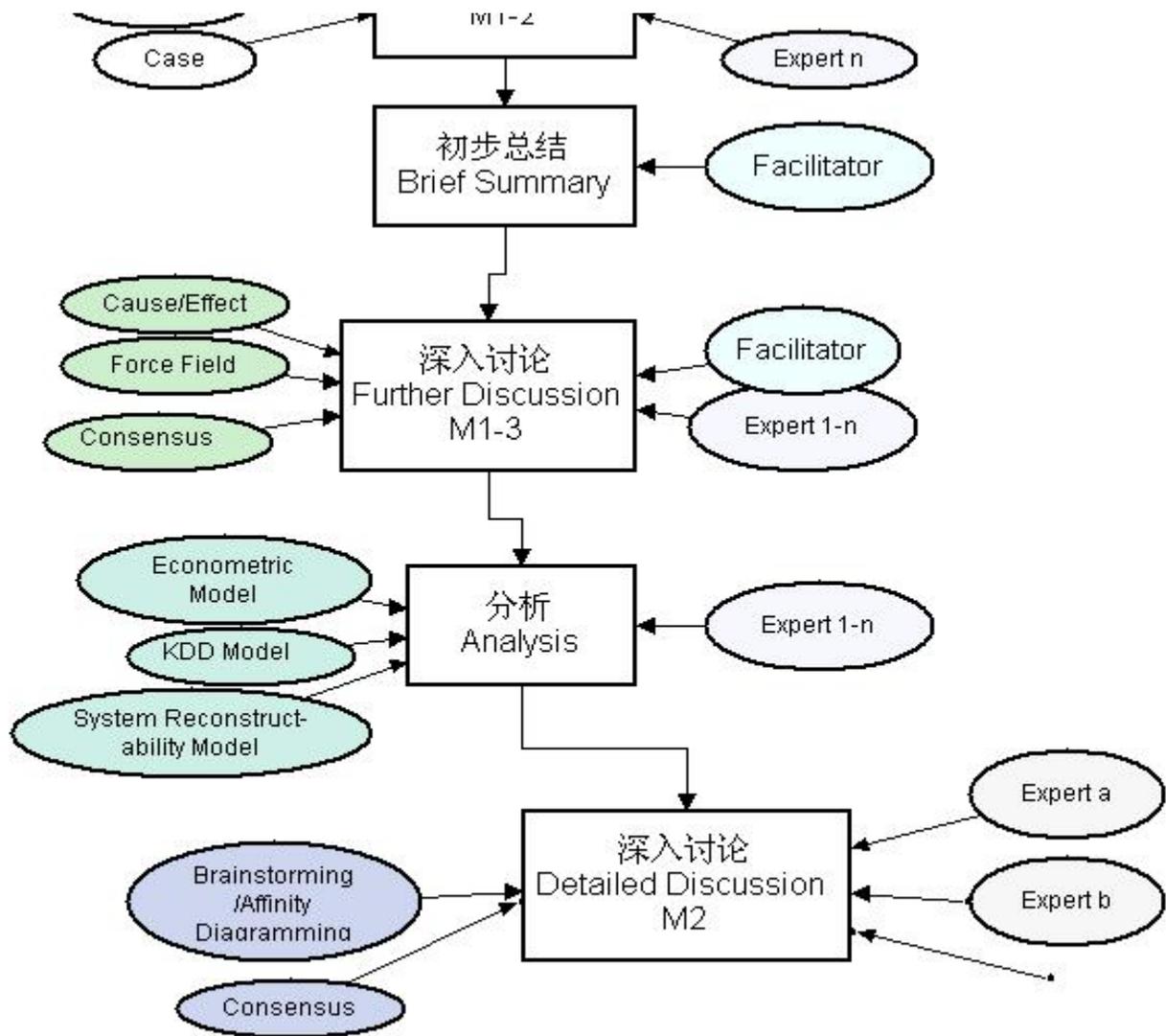
研讨室
(北京)

Decision
Technologies
Agent

Modeling
Agent

IIASA实验： **SARS**对中国经济的影响





1	How to Overcome SARS's Effect to China Economy?
2	这一次SARS的爆发,确实使我们对很多的问题产生了反思,从短期来说,我们怎么样来减少SARS对我们经济的影响,也就是我们怎么样使成本控制到最小的情况。但是,从长期来说,我们应该不仅是考虑把成本减少到最小的程度,更重要的是怎么样通过SARS的冲击,把坏事变成好事,特别是怎么样我们能够从SARS的爆发过程中,暴露的我们工作中和体制中的问题,能够很好的加以解决。
3	大家知道SARS对经济的影响有很多的特殊性,这使我们联想到美国的9.11事件,因为这两场危机有很多相似的地方,但是同时又有不同的地方,因为危机的本身,象金融危机,美国的9.11事件,都给美国和整个世界都产生了不同的影响,
4	SARS对中国的影响,大家前一段时间都谈了很多,大概的共识就是在短期会产生很大的影响,具体产生多大影响,存在着一定的分歧,从0.5到2个百分点,
5	但是不管怎么样,现在的问题就是说我们经济学家应该把重点从对预测影响到怎么样向政府提供更好的建议,向企业提出更好的建议,使之受SARS影响的损失减少到最小的程度。
6	SARS现在对GDP的立即影响的是比较充分的,能不能从特殊性的角度谈一下?
7	SARS的特殊性,是一种传染病的形式,而且是大家未知的传染病的形式,从特殊性来讲,首先影响的是人流问题,凡是和人流有关的产业,首先受到重大的冲击。因为在我们整个人流、物流和资金流,第一受到重大冲击的就是人流的问题,类似服务业、旅游业这些受冲击比较大。
8	其他的制造业,他们的影响可能要比较长的时间才慢慢的显现出来。但是,如果这个病能够很快的控制下来,我们认为对制造业的影响不是很大,会有影响,但是不会很大。
9	说到SARS的特殊性,和9.11事件比较,我想谈几个方面。第一,SARS是有很强的传染性,从所有的国家来看,必须全国一盘棋,条块分管的体制不太适应。如果说北京的SARS控制不好,上海的经济也不会很好,整个人流、物流就会被限制住。
10	从SARS冲击的产业来看,主要是第三产业,但是有两个特点:第一,第三产业吸纳了很多剩余的下岗职工和民工,所以冲击这部分企业,不但给我们国家的经济产生直接的影响,对就业产生很大的影响,更重要的是我们国家的城镇的就业问题,是值得我们重视的。

Fiscal Policy

我们一直强调,中央财政应该在疫情的控制提供资金上的最大的支持,为什么强调中央财政,有几方面的原因。

第三点,很多地方财政,尤其是中西部地区,县、地、市的地方财政,他们缺乏基本的财政的能力,他们主要是满足吃饭都不够,很多的支出靠专项拨款、转移支付来进行。所以,事实上分权体制只是理论上的,事实上我们国家从现状来看,还是中央财政起主导作用的财政体制。

所以从资金的有效程度来看,中央财政充分发挥它的作用,然后把我们的国家经济不平等的情况加以充分的考虑,对一些贫困的地方给予补助,这是应该的,也是必要的。

Effect to Economics

Effect to Social System

谈到了关于就业,中长期影响不大,但是短期的影响,我们一定要特别注意这两个人群,一个是农民工的问题,农民工的收入,是目前在农村唯一的比较快的收入。第二,我们要注意本届大学生的就业的问题。

更重要的是,要调查中国的基础设施投资的政策,尤其是在公共卫生领域的工作重点问题以及危机应急制度。因为现在有可能性,就是中国在寻求经济繁荣的过程中,会有各式各样的危险,中国要做好积极的准备,应对那些危机。

SARS是一个突发事件,始料未及的,对社会影响很大,我们从这里学到很多的教训,主要是对其他的一些体制比较信息共享,也让民众能够互助,这是一种共识。

从SARS冲击的产业来看,主要是第三产业,但是有两个特点:第一,第三产业吸纳了很多剩余的下岗职工和民工,所以冲击这部分企业,不但给我们国家的经济产生直接的影响,对就业产生很大的问题。事实上我们国家的城镇的就业问题,一直是很严重的问题,SARS把这个问题更加雪上加霜了。

在短期的这些影响,主要的是对于公共消费的影响和旅游业的影响。在这方面我们没有国内的一些公共数据,对公共卫生体系而言也是这样。

由于我们的整个经济更向资本密集化的方向转变,所以我们就业的容纳程度越来越低,如果我们城市保持大量的失业,农村保持大量的隐性失业,GDP增长再快,到以后也会产生重大的社会问题。

Group Argumentation by GAE

(See Tang's report)

*** Announcement Tang enter the CSM2003 BAI

Wierzbicki ology my
Nakamori nagement
creation
Tang ht thinking
Gu
Zhou tuwei oning ion
Shi gaco
Shi g pricing
Kaden ewicz networks
Tian rowski
Stagl es ak ima ntainy on
data mining
Yun essels
Granat sing
Michaowski em ogramming
Reinisch

Viewpoint

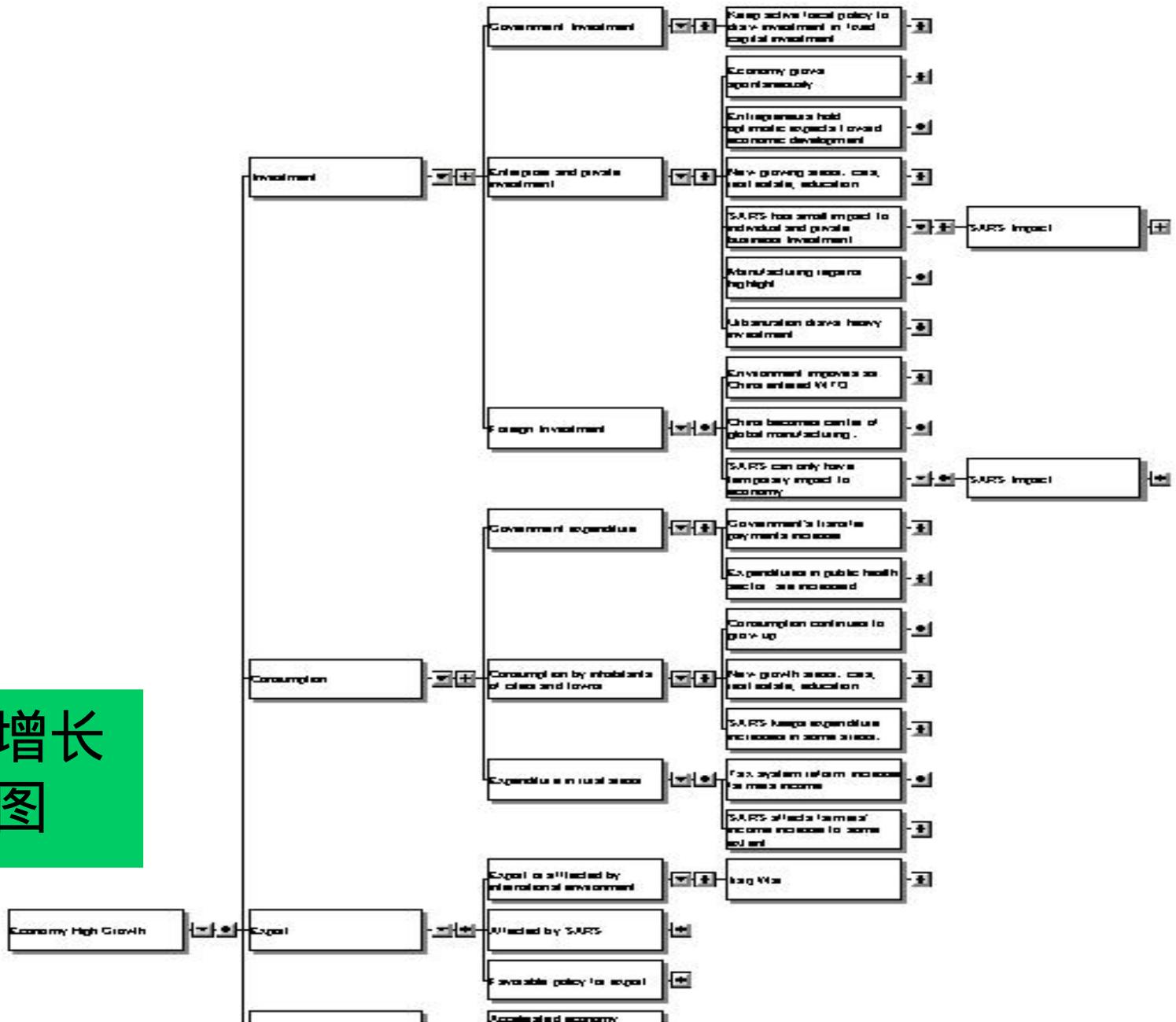
Keyword1 : [seiv]
Keyword2 : vt.解救, 保存, 保全, 保留, 节省, 储蓄
wi.挽救, 节省, 救球
prep.除...之外
Keyword3 : n.救球

Common View Personal View Google View

就绪

开始 Microsoft ... GAEsystem http://loc... Brainstorm... 无标题 - C... 34% 7:45

高趋势增长的因果图



M1-3 Further Discussion

20	<input type="checkbox"/>	M1-3 Further Discussion		
21	<input type="checkbox"/>	 Design of Scenario about Economic Development		
22	<input type="checkbox"/>	 Cause & Effect about Economic Scenario-High Trend		
23	<input type="checkbox"/>	 Force Field Analysis - High Trend		
24	<input type="checkbox"/>	 Cause & Effect about Economic Scenario - Mid Trend		
25	<input type="checkbox"/>	 Force Field Analysis - Mid Trend		
26	<input type="checkbox"/>	 Cause & Effect about Economic Scenario - Low Trend		
27	<input type="checkbox"/>	 Force Field Analysis - Low Trend		
28	<input type="checkbox"/>	 Discussion on Adjustment & Control Factors		
29	<input type="checkbox"/>	 Scenario Description		

分析

不同建模：

- ***Model I:*** 计量经济模型
- ***Model II:*** KDD模型
- ***Model III:*** 系统重构模型



Define Issue:

Election Setup

Voting Type

- Multivote
- Group Multivote
- Rating Vote

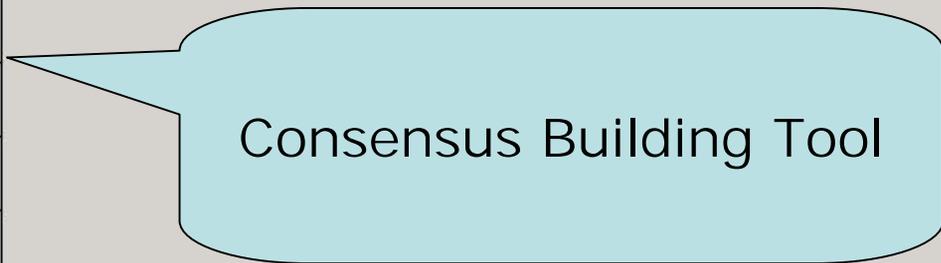
Votes per Voter:	1
Scale:	1 ... 5
Weighted Criteria?	<input type="checkbox"/>
Legend:	Strongly against ... Strongly for
Virtual Vote or Recorder (R):	(Select One ...)

Voter List

?	Name	Email	Please Vote	Has Voted
	xjtang	xjtang@mail.iss.ac.cn	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	yjliu	yjl@btamail.net.cn	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	jfgu	jfgu@amss.ac.cn	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	(Enter Name)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ballot

Candidates		Votes
Name	Notes	# of Votes:
High		<input type="radio"/>
Keep same		<input type="radio"/>
Low		<input type="radio"/>
(Enter Name Here)		



Consensus Building Tool

谢谢！

***Synte*gration®**

is a revolutionary approach to group decision making and planning. Using a set of 30 participants, the unique structure of a Synte

gration allows different aspects of a central problem to be examined in parallel. A major failing of conventional approaches to solving complex problems and disputes is that different aspects of the problem are inevitably tackled in a linear sequence. This linearity often results in positions taken early in the sequence limiting the exploration of issues discussed later. Many of us will have experienced the problem of sitting through agenda led meetings where the implications of item 5 should have been taken into account in item 2, but were not because it had not been discussed yet. Synte

gration operates in a non-linear way, through the interconnected discussion of multiple aspects of the central problem so that issues reverberate around the decision system.

Synte

gration is useful for the resolution of complex problems, particularly those where there are multiple viewpoints. This is often the case with the formation of public policy, where different stakeholder groups can make a relevant and useful contribution. In the commercial sphere, Synte

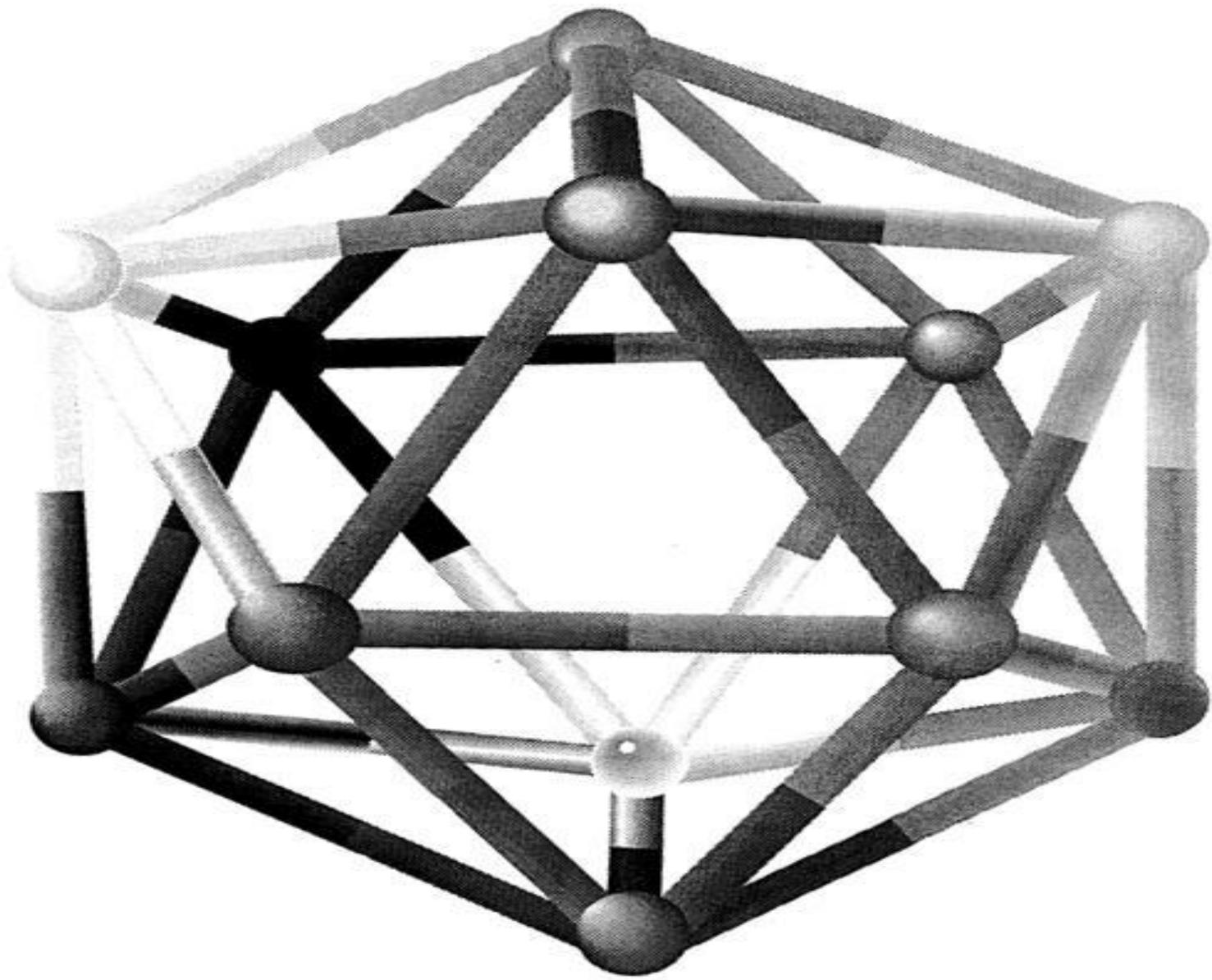
gration is useful as a problem solving tool, and for strategic planning, since it provides a structured framework for management teams to explore their strategic options from their various perspectives.

小组集成(Team Syntegrity)

Beer 在1994年提出小组集成(Team Syntegrity)作为一种指导社会活动的知识共识与共享的民主方法的方法论,这种方法论是基于一种非层次、系统的协议,可以促进持有多样性的但都是合法的观点的人之间进行参与式和平等的对话。它也可帮助人们集成分开的知识以达到互相理解。它通过结构化的对话将他们的对某些有趣的特殊的议题的知识和经验经过不断合作而有效地组织而集成起来。它利用正二十面的多面体(有12个顶点、20个面及30条边)这种结构,通过组织几个自由民主的讨论会最后形成12个专题并邀请30个经过适当挑选的专家组成专题小组再组织多次(一般3次)讨论。每个专家可以以正面的角色参加2个专题,以批评者的角色参加另外2个专题的讨论。经过这样反复讨论最后形成决策或者某些共识。有关会议协同集成(Syntegration这个词也可看成Synergy和Integration的组合词)的过程有不少网上文章介绍(例如www.phronts.com)。这种会议一般持续3-5天(较多的是用3.5天)。

在最近拾年来在很多国家和不同的领域,例如,改进管理、解决冲突、知识管理、战略选择和项目管理等得到应用。

在哥伦比亚用于环境部门帮助他们达到知识共享。
加拿大有人用它来分析风险,
有人曾用这个方法组织写纪念Beer的论文集。

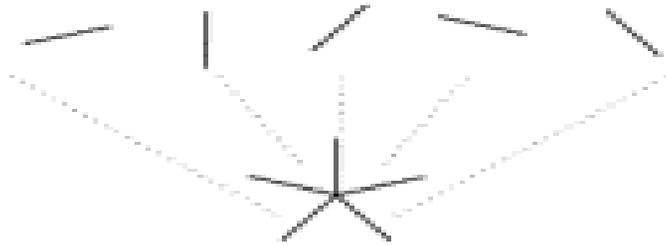


A Model for Creative Synergy



Here are five people.

Here they are again – focussed on a topic of mutual interest – no boss, no delegates. It is a model for creative synergy at the intimate, family level.



Here are two groups of five people.



And here are another two groups of five people.



Now bring 6 groups together and it is the answer to how to arrange 30 people – without hierarchy – to hold on to creative synergy and to focus on 12 topics.