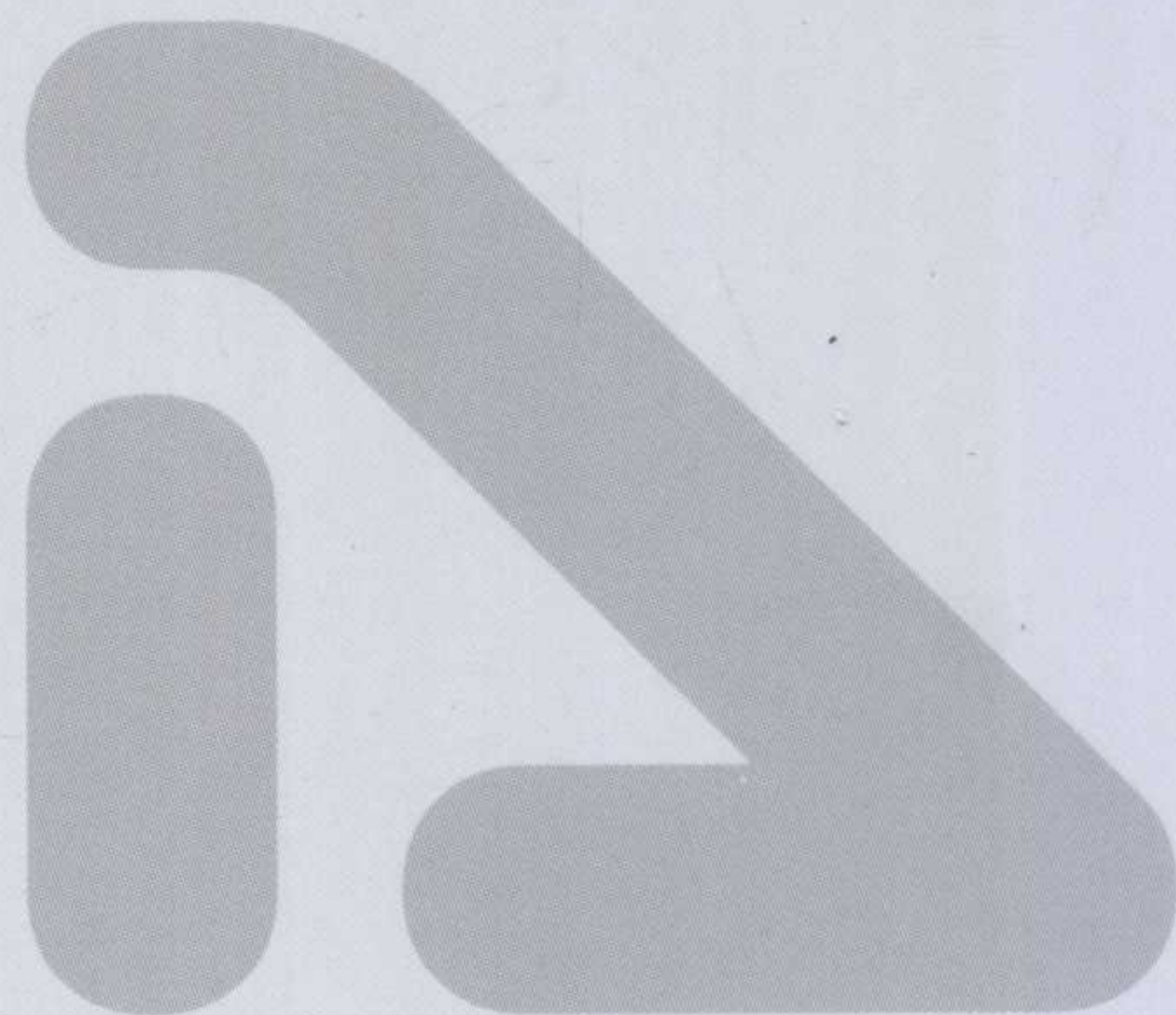


万卷方法

TUJIE AMOS
ZAI WUESHU
YANJIUZHONG
DE
YINGYONG



图解 AMOS 在学术研究中的应用

李茂能 著

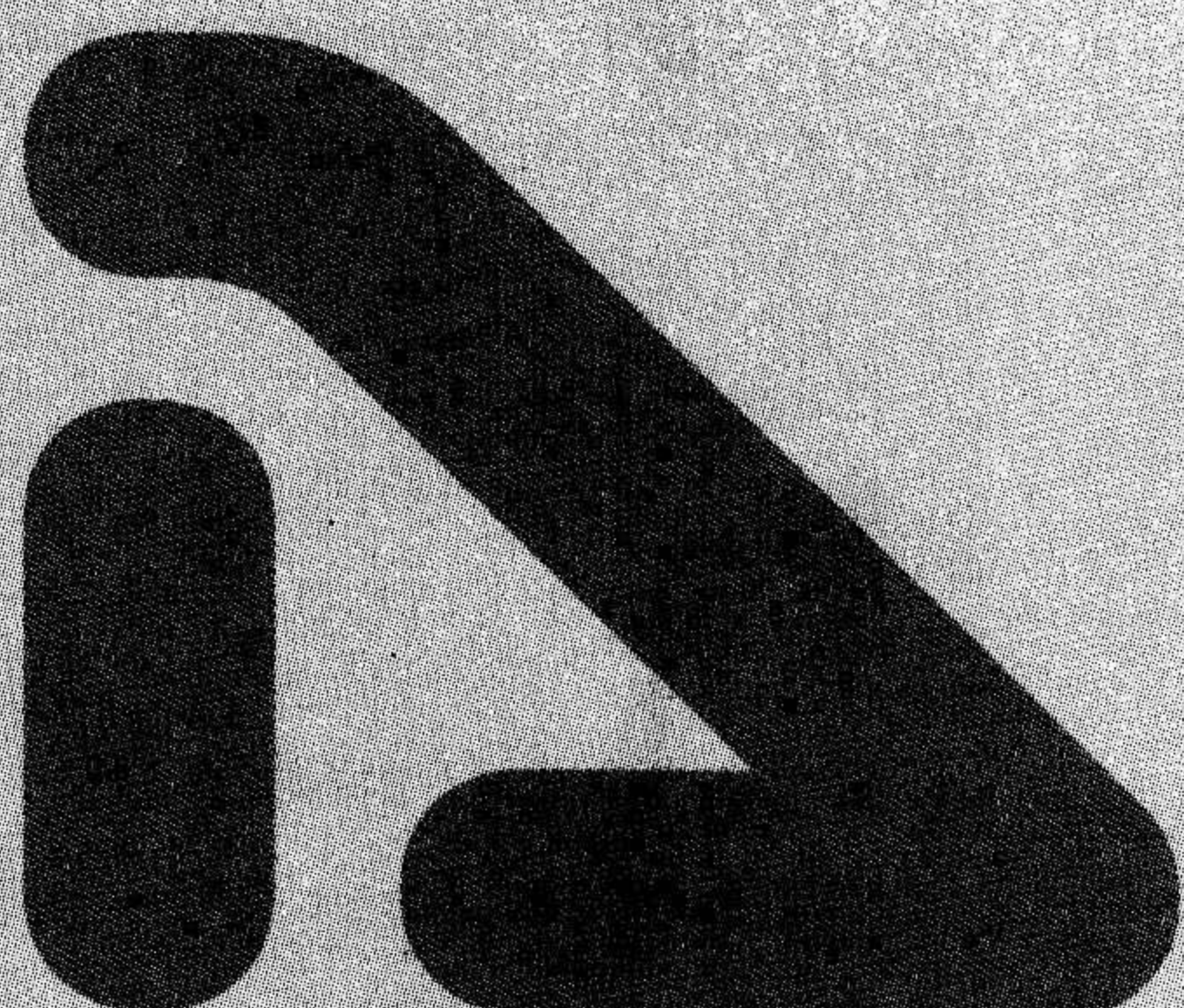


重庆大学出版社

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

万卷方法

TUJIE AMOS
ZAI WUESHU
WANJISHONG
DE
XINGWONG



图解 AMOS 在学术研究中的应用

李茂能 著

重庆大学出版社

图解 AMOS 在学术研究中的应用。原书由台湾五南图书出版股份有限公司出版。原书版权属台湾五南图书出版股份有限公司。

本书简体中文版专有出版权由台湾五南图书出版股份有限公司授权重庆大学出版社在大陆地区出版发行简体字版本。未经出版者书面许可,不得以任何形式复制。

版贸渝核字(2010)第 180 号

图书在版编目(CIP)数据

图解 AMOS 在学术研究中的应用/李茂能著. —重庆:
重庆大学出版社, 2011. 8

(万卷方法)

ISBN 978-7-5624-6223-1

I. ①图… II. ①李… III. ①统计分析—统计程序,
AMOS—应用—社会科学—研究方法 IV. ①C32

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 141531 号

图解 AMOS 在学术研究中的应用

李茂能 著

责任编辑:林佳木 版式设计:林佳木
责任校对:陈 力 责任印制:赵 晟

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:邓晓益

社址:重庆市沙坪坝正街 174 号重庆大学(A 区)内

邮编:400030

电话:(023) 65102378 65105781

传真:(023) 65103686 65105565

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn (营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787 × 1092 1/16 印张:18.75 字数:399 千

2011 年 8 月第 1 版 2011 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4 000

ISBN 978-7-5624-6223-1 定价:39.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换
版权所有,请勿擅自翻印和用本书
制作各类出版物及配套用书,违者必究

序 言

自从结构方程模型软件 Amos 5.0 版发行之后, Amos 软件除了继续新增统计分析功能之外, 还在操作界面、程式语法与操作方法上, 出现了一些重大变动。因此, 本书前面三章, 分别在说明 Amos 5.0/ 6.0 不相容及变动之处并介绍 Amos 6.0/ 7.0 之新增功能与特色。尤其是其新增的贝氏 (Bayesian) SEM, 将 SEM 推向另一应用新境界。Amos 利用马可夫链蒙地卡罗 (MCMC) 估计法, 展现 SEM 的新风华: 适用于小样本、可检验自订参数的假设、利用先验分布解决模式中负的方差估计值的问题, 以及使用贝氏插补法, 建立多个插补数据集以有效处理遗漏值问题。

第四章之后, 则调整了新近 SEM 学术的新知及量表信、效度检验的新技术。这些章节内容主在扩增 SEM 知能: 包含 Bootstrapping 在 SEM 上的应用、贝氏 SEM 与 Bootstrapping 的相对效能分析、复核效度之应用、类别变量编码法与回归分析及 SEM 分析之关系、交互作用与间接效果之分析、线性与非线性成长曲线分析、量表发展与指标建构的信度和效度检验。除了理论之深入浅出的简单说明外, 大半通过 Amos 软件的操作与学术研究上的实例, “从图中学, 从做中学”, 以消弭理论与实务上之差距。文中, 亦分享了 SEM 学术的国际新动态: 例如, Tetrad SEM, Krippendorff a, Ralerting-CV, Taras DM, 幽灵变量法、调节型中介效果、片段线性成长模式等。

本书系笔者 2006 年《结构方程模型软件 Amos 之简介及其在测验编制上之应用: Graphics & Basic》一书的延伸与进阶课程, 两书具有互补功能, 对于 Amos 的操作与 SEM 的运用, 更加的深入、充实与完整。近年来我国量化研究的量与质均有显著的提升, 如欲更上层楼, 端赖学科领域知识的再创新与测量品质的再突破。深信本书对学术创新与研究品质提升, 能扮演关键性的辅助角色: 可以快速扩增您的学术视野及竞争力, 而与国际顶尖的 SEM 学术脉动同步。因此, 本书不仅是 Amos 爱好者, 亦是 LISREL 使用者的随身宝典。

本书的资料搜集、阅读及撰写费时三年, 过程中深感眼力与体力已青春不在, 但盼以个人有限的生命换取无限的学术价值。在本书完成之际, 要特别感谢过去大学及研究所提携我学术成长的许许多多国内外师长, 尤其台湾师大郭生玉老师的即时提拔与教诲, 方能奠定日后作学问的稳固基础; 而国

外 University of Georgia 教育心理系的 Dr. Huberty, Dr. Olejnik 与心理系的 Dr. Lautenschlager 等教授在研究方法学、应用统计学与测量专业上之启迪与要求,更是笔者继志述事的专业标竿。此外,亦要感谢正在美国 UCLA 河滨校区攻读物理学博士学位的邱显智先生,他的限时资料搜集服务,让我的文献搜寻更有效率;亦要感谢嘉义大学数教所林姿怡与教政所吴丽华同学的原始资料,及其他许许多多研究者在期刊中呈现的论文数据,以作为本书活生生的实例论证,对于理论之应用当可不言而喻。更要感激多年来默默耕耘的内人丽云老师,为了经营一个温馨的家,牺牲自我、教育子女,以利笔者之写作。当然五南图书出版公司,不畏景气寒冬慨允付梓以及编辑群的多方协助,本书才得以完美体现于读者面前。

最后,本书之撰写过程无不兢兢业业及殚精竭虑,但恐能力未逮或思虑不周,倘有挂一漏万或疏误之处,亦盼海内外方家同好不吝斧正,并借此书抛砖引玉,期待更多的学者投入 SEM 学术、测量统计学之研究,以突破目前学术研究及量表编制上的困境,期能开展我国量化学术研究之新境界。

李茂能 谨识
于嘉义大学
2009 春

目 录

第一章	Amos 5.0 与 Amos 6.0 不相容与变动之处	1
第一节	使用者界面变动之处	1
第二节	Amos 5.0 与 Amos 6.0 不相容之处	3
第三节	操作方法相异之处	3
第四节	Amos 6.0 之新增四项操作功能	4
	本章习题	5
第二章	Amos 6.0 新增功能与特色简介	6
第一节	贝氏估计法与马克夫链模拟法	6
第二节	贝氏 SEM 的 Amos 操作与解释	7
第三节	MCMC 聚敛之诊断分析	15
第四节	缺失数据填补法	17
第五节	Amos 的数据填补操作步骤	19
第六节	利用 Amos 内建之编辑器撰写增益集:以 SRMR 为例	23
	本章习题	26
第三章	Amos 7.0 新增功能与特色简介	27
第一节	Bayesian SEM 已能处理次序性类别数据与截断数据	27
第二节	提供次序性类别数据与截断数据的缺失值填补法	32
第三节	提供缺失值、次序性类别数据与截断数据的事后预测概率分布	33
第四节	增加 Hamiltonian MCMC 演算法	35
第五节	MCMC 参数的自动调节	35
第六节	提供贝氏模型适配度指标	36

第七节 剪贴簿功能的改善	37
本章习题	37
第四章 Bootstrapping 的意义及其在模型比较上的运用	40
第一节 Bootstrapping 的意义与用途	40
第二节 Bootstrapping 统计分析之实例示范	41
第三节 Bootstrapping 在模型比较上的运用	45
本章习题	50
第五章 潜在特质变化分析	51
第一节 潜在特质变化分析的意义与重要性	51
第二节 Amos 的 LCA 分析路径图的操作	52
第三节 LCA 在统计及研究设计上的要求	53
第四节 单因子潜在特质变化分析	55
第五节 双因子潜在特质变化分析	60
第六节 双因子潜在特质变化的共变分析	72
第七节 多重指标潜在特质成长模型	77
第八节 Amos Basic 程序	92
本章习题	94
第六章 Amos Bayesian SEM 与 Bootstrapping 的应用及相对效能分析	101
第一节 贝氏 SEM 参数估计误差与抽样样本大小的关系	102
第二节 Bootstrapping 的参数估计误差与抽样样本大小的关系	109
第三节 传统 SEM 的参数估计误差与抽样样本大小的关系	112
第四节 贝氏 SEM 与 Bootstrapping SEM 的相对效能分析	113
本章习题	114
第七章 复核效度的意义与应用实例	115
第一节 复核效度的意义与策略	115
第二节 复核效度统计分析程序	116
第三节 复核效度的不同形式与内容	116
第四节 Amos 应用实例分析与解释	117
本章习题	124
第八章 回归分析与方差分析、SEM 分析的关系	125
第一节 虚拟编码	125
第二节 效果值编码	130
第三节 正交编码	132

本章习题	134
第九章 交互作用效果与间接效果的检验	135
第一节 交互作用效果的检验方法	136
第二节 直接效果的检验方法	150
第三节 间接效果检验的基本假设与流程	151
第四节 间接效果的检验方法	152
第五节 条件式中介效果	173
第六节 中介效果的实例解说	186
本章习题	193
第十章 测量工具的编制:量表发展与指标建构	196
第一节 反映性指标与形成性指标的定义	196
第二节 反映性指标与形成性指标的特点与不同	198
第三节 形成性测量的争议	200
第四节 量表发展的过程	201
第五节 指标建构的过程	213
第六节 量表效度检验的内涵与方法	218
第七节 后记	251
本章习题	251
第十一章 结语:继往开来	258
第一节 Amos 16.0 的新功能	258
第二节 Amos 17.0 的新功能	258
参考文献	260
附录 1 二层次因素分析 VB. NET 程序:Amos 6.0 程序设计	267
附录 2 Number Sense 四因素修正结构:Amos 6.0 程序	269
附录 3 间接效果检验的 VB. NET 程序设计:Amos 6.0 程序	272
附录 4 建构信度的 Amos 语法程序	275
附录 5 SEMCAI 增益集:SEMCAI. xla 的操作步骤	278
附录 6 Vanishing Tetrad 统计检验的步骤	281
术语对照表	283

第一章 Amos 5.0 与 Amos 6.0 不相容与变动之处

Amos 5.0 拥有轻松易学的操作界面,近几年来其内涵更加强化,使得 Amos 在 SEM 软件界更为耀眼,而获得更多的研究者青睐。Amos 于 2005 年更新上市之 Amos 6.0,其使用者界面、Basic 程序语法及部分操作方法相比 Amos 5.0 出现一些变动,使用者必须加以留神。为避免使用者在应用上之障碍及不便,特先将 Amos 5.0 与 Amos 6.0 在操作界面、程序语法与操作方法之相异之处,简介如下。

第一节 使用者界面变动之处

Amos 6.0 Graphic 界面的功能表单相比 Amos 5.0 Graphic 界面的功能表单上的命名,出现两处的变动。第一是 [View/Set] 简化为 [View],第二是 [Model-Fit] 改名为 [Analyze],请参阅图 1-1 Amos Graphic 6.0 之使用者界面。另外,Amos 6.0 Graphic 界面的功能表单亦增列了增益集 [Plugins] 表单(从 Tools 表单中独立出来),以提供研究者撰写增益集与 6 个已事先设计好的动态连结库,供研究者点选使用。当然撰写增益集需要有撰写 VB.NET 的基本能力,才能得心应手。研究者如何利用 Amos 内建之编辑器撰写增益集之实例,请参阅本书第二章中第六节之范例说明。

从图 1-1 与图 1-2 的功能表单来看,研究者当会发现从 Amos 6.0 起,已能卷动右侧之路径图框,而在 [Analyze] 的表单中亦增加了贝氏估计法 (Bayesian Estimation) 与缺失数据填补 (Data Imputation) 两个统计新功能。另外,从 Amos 6.0 起研究者须先点选 [Plugins] 下之 [Standardized RMR] 动态连结库,等出现空白窗口后再执行统计分析,才能在空白窗口中显现 SRMR 指标值,否则无法显示 SRMR 值。

从 Amos Graphics 6.0 之 [Analyze] 表单知,Amos 新增贝氏估计法 (Bayesian Estimation) 与缺失数据填补法 (Data Imputation) 等统计方法,为其他 SEM 统计软件难能向背。尤其是在 Graphics 模式下,研究者尚可在图 1-3 的 VB 窗口中,编写程序以计算及输出自定之统计量数(例如,新的适配度指标),使得 Amos Graphics 兼具便利与弹性之要求。

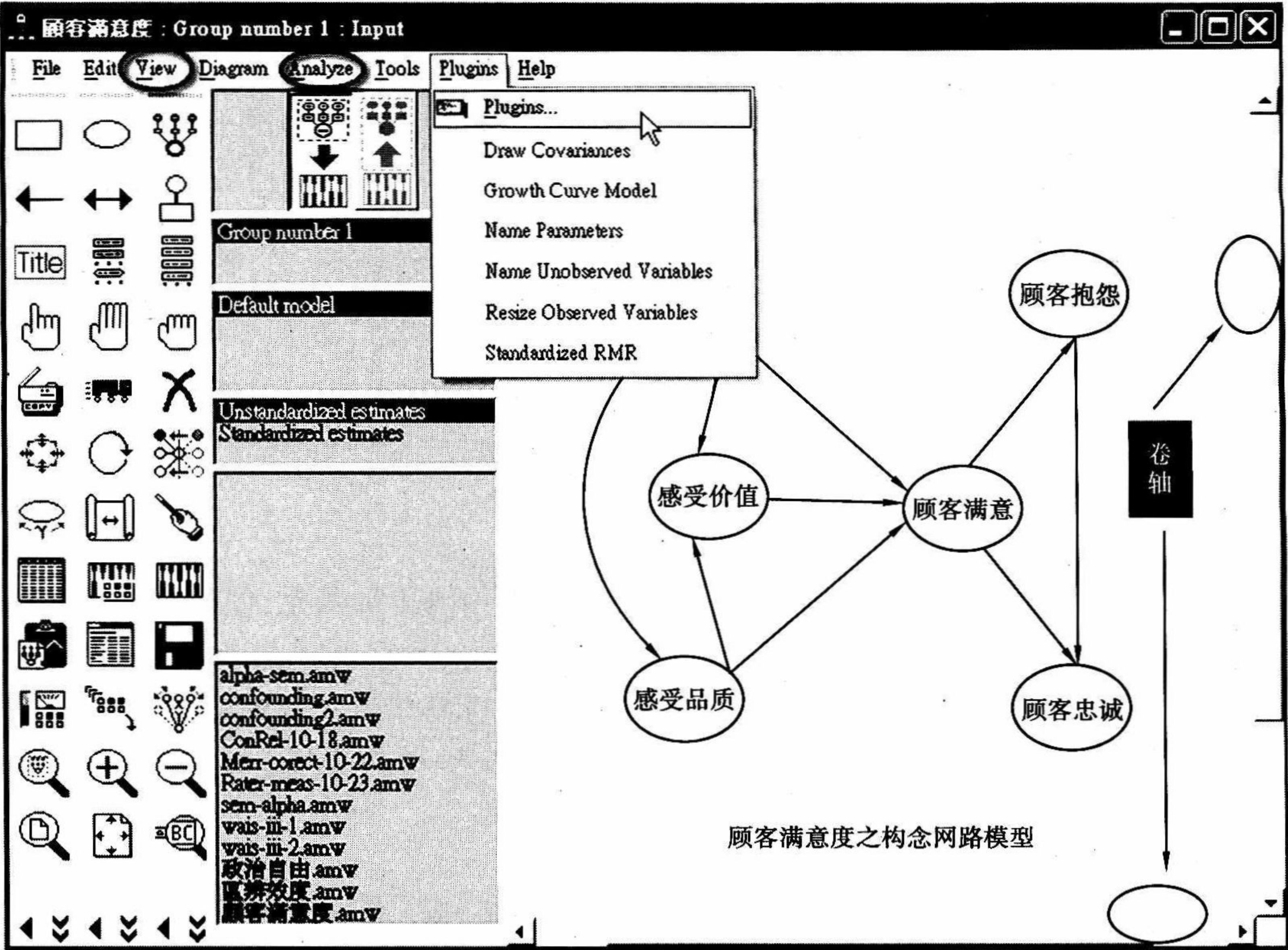


图 1-1 Amos Graphic 6.0 之使用者界面

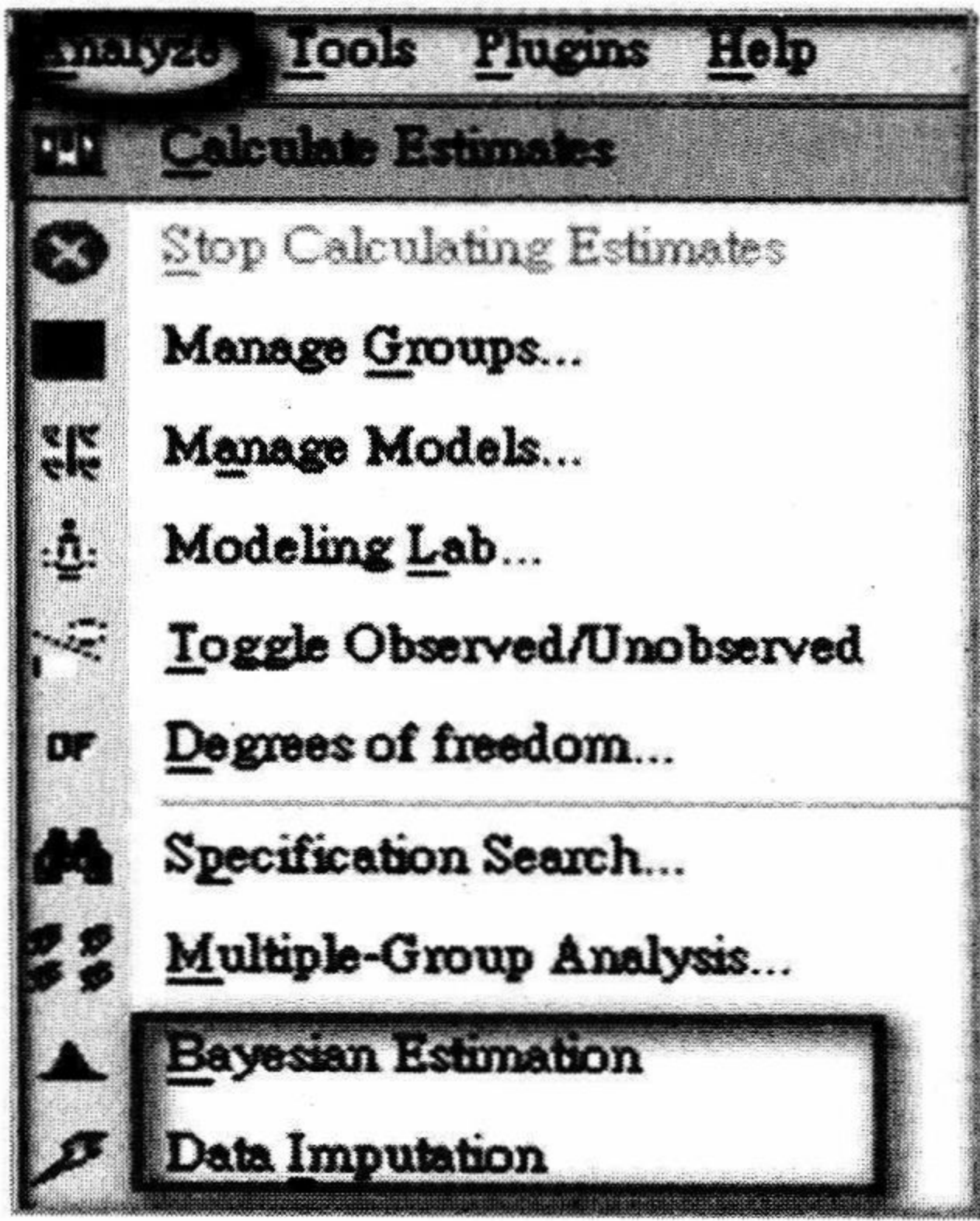


图 1-2 Amos Graphic 6.0 [Analyze] 表单内容

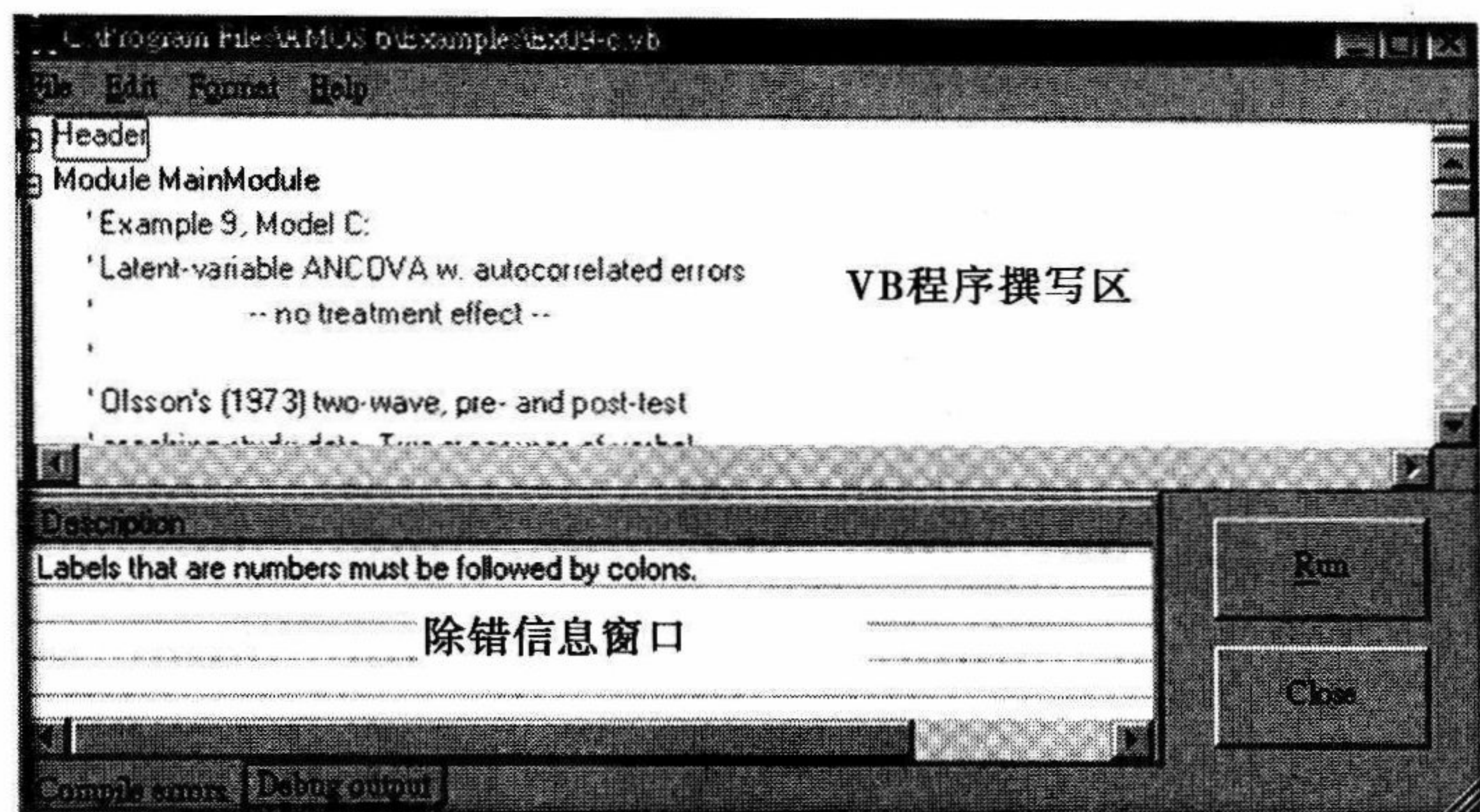


图 1-3 VB 编辑区及除错窗口

第二节 Amos 5.0 与 Amos 6.0 不相容之处

部分 Amos 6.0 所储存之 *.amw 文件(尤其是涉及 Bayesian SEM 的), Amos 5.0 会出现格式不符的警讯而无法正确读入该文件, 研究者必须在 Amos 6.0 [File] 表单下的 [Save As] 的对话框中, 在存档类型中选取 [Amos 5.0 Input File] 的文件类型进行存档之后(参见图 1-4), 才能再由 Amos 5.0 正确读取。

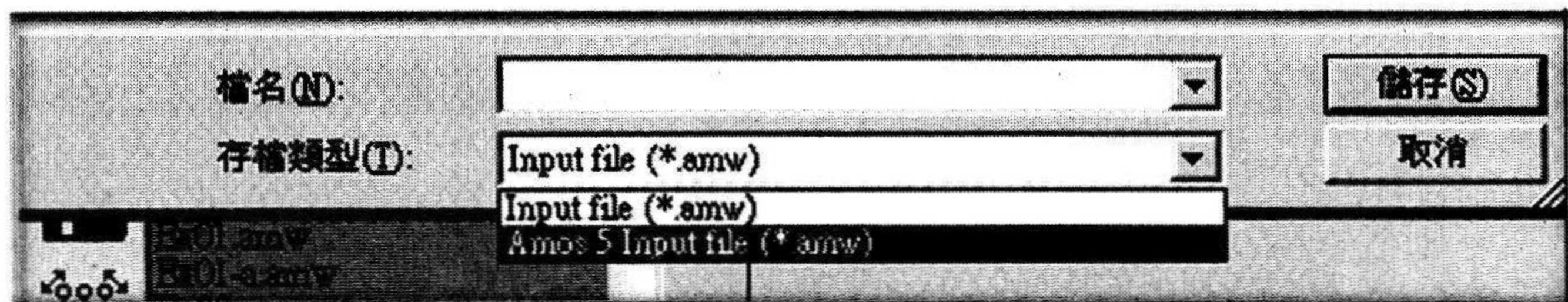


图 1-4 储存 Amos 6.0 之文件格式

另外, 在 Amos Basic 语法程序方面, Amos 6.0 已更新到 VB.NET 版本。为了避免与 VB.NET 关键词的冲突, Amos Engine 类别的两个成员: Structure 方法与 Dir 属性, 分别更名为 Astructure 与 AmosDir, 实例请参见附录一、附录二。另外, TmatrixID enum 与 TMtrixContents enum 的成员名称之字首 ma 均予以取消。例如, maImpliedMoments 须简化为 ImpliedMoments, 而 maTotalEffects 须简化为 TotalEffects。

第三节 操作方法相异之处

[Ctrl + B] 在 Amos 5.0 中, 原系 Tools→Outline 的快速键(Key shortcuts), 在 Amos 6.0 中变更为 Analyze→Bayesian 的快速键, 但此设定仅限于美式键盘之设定。其次, 在 Amos 6.0 的图框中, 已无法双击一个对象以打开对象属性窗口, 研究者必须改按鼠标右键后, 在跳出窗口上点选 [Object Properties], 再进行对象属性的设定。此外, 在 Amos 6.0 界面中, 研究者如需网络协助, 只须将鼠标移到相关之对象或图像上, 按下 F1 之后, 即会显示相关的网络协助内容。

第四节 Amos 6.0 之新增四项操作功能

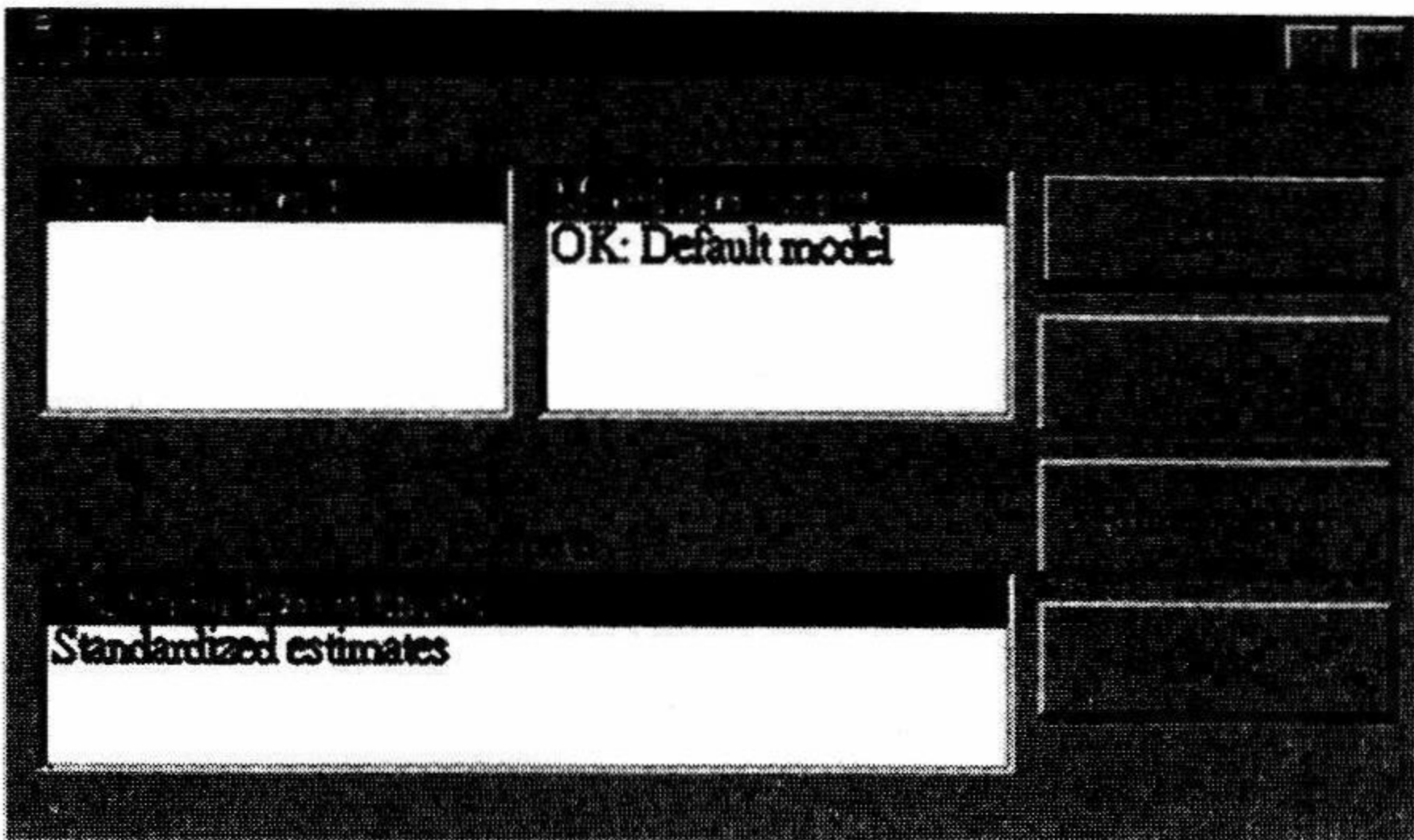


图 1-5 Amos 6.0 打印控制

一、打印路径图前,可以预视

研究者如只须打印路径设计图,请在图 1-5 中 Models 窗口下点选[Model spec],如欲打印路径设计图及相关之未标准化参数估计值,请先在[Formats]窗口中点选[Unstandardized estimates],接着在[Models]窗口中点选[OK: Default model];如欲打印出路径设计图及其标准化参数估计值,则请在[Formats]窗口中点选[Standardized estimates]。

二、改良对象放大与缩小及路径图之卷动

Amos 6.0 使用者将鼠标置于图框中,即可以使用鼠标中间之滚轮放大与缩小路径图,亦可用鼠标上下或左右卷动图框中的路径图(参见图 1-6 之右侧绘图区),使得较大模型的设计更为便捷。

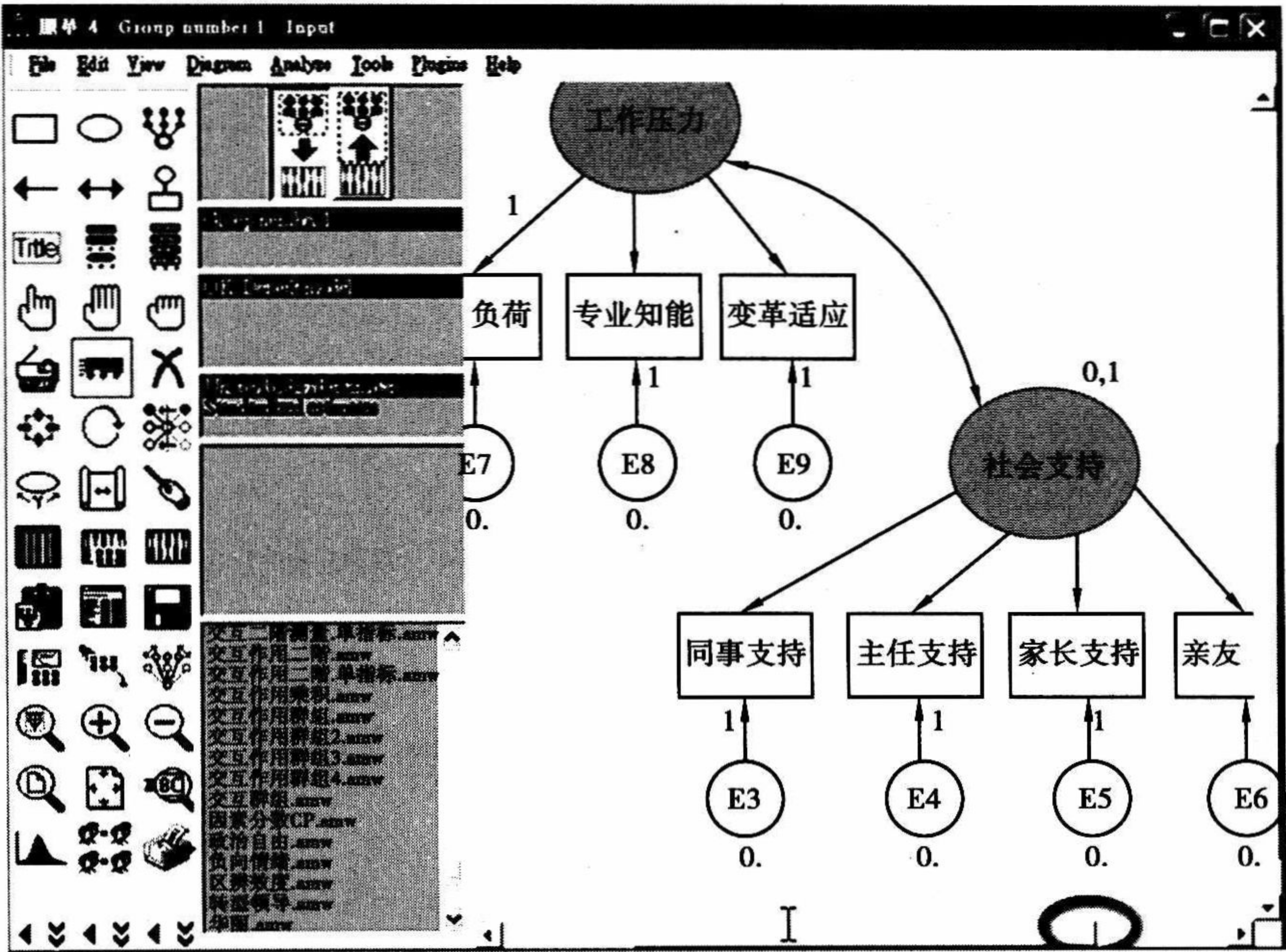


图 1-6 Amos 6.0 之制图区卷轴

三、可以同时开启多个 Amos Graphic 窗口

Amos 6.0 研究者可以同时开启两个以上 Amos Graphic,因此可以同时开启两个以上

不同路径图,以利路径图间之编辑与拷贝。

四、可以拷贝全部或部分路径图

研究者如欲拷贝全部路径图时,可以点选[Edit]功能表单下之[Copy],或使用[Ctrl + C]拷贝至剪贴簿。如欲拷贝部分路径图时,须先使用事先点选所欲拷贝之对象,再点选 Edit 功能表单下之[Copy],或使用[Ctrl + C]拷贝至剪贴簿。

本章习题

1. Amos 6.0 与 Amos 5.0 在使用者界面上有哪些重大改变?
2. Amos 6.0 新增了哪些统计功能?

第二章 Amos 6.0 新增功能与特色简介

本章旨在说明 Amos 6.0 新增的功能与特色。Amos 6.0 版的最大特色是提供了贝氏 SEM 估计法、三种新的缺失数据填补法与自定增益集,增添 Amos 不少超越群伦之风华。

第一节 贝氏估计法与马克夫链模拟法

基本上,贝氏估计法乃是结合研究者在数据未搜集前对于测量与结构模型中之待估计参数的先验信念(prior distribution)与实证证据(likelihood of the data),以获取估计参数的事后概率分布(posterior distribution),再进行统计推论。概念上,事后概率分布($p(\theta|y)$)等于 θ 之事前概率分布乘以观察值 y 之最大概似值: $\text{posterior} = \text{prior} * \text{likelihood}$ 。本法特色乃是研究者可以明确地运用对于模式参数的先验知识(如前人之研究或相关理论),以获致参数估计值之事后概率分布,因而可以改善参数估计值及更适合使用于小样本上,并可以避免不合理之模式参数值出现(如负的方差),或进行自订参数函数的估计与检验。Amos 6.0 为了进行总体参数的事后概率分布之推估,会先运用最大概似法初步取得模式参数的估计值,再运用马克夫链模拟法(Markov Chain Monte Carlo, 简称 MCMC)模拟模式参数估计值的未确定性。基本上,MCMC 技术具有两种演算型态:(1) Gibbs 漫步法:一次仅从目标条件概率密度函数(target pdf)中抽取一个参数,其余参数保持恒定;(2) Metropolis 漫步法,则所有的参数可能同时产生变动。

Amos 6.0 所采用的 MCMC 演算法为 Metropolis 演算法。首先,从初步的参数估计值中产生许许多多的参数向量,以建立这些相关参数的事后概率分布,此种新 MCMC 模拟法更符合实际及解决更复杂的问题,是贝氏统计的新宠儿。上述这些 MCMC 候选参数向量的产生,是依据 $\theta_{\text{candidate}}^{t+1} = \theta^t + ax$ 的函数依序产生出来的,其中 x 是正态分布的随机向量(平均数为 0,而协方差矩阵是利用最大概似法所估计来的),而 a 是 MCMC 的微调参数(tuning parameter)。假如前后所产生出来的随机向量相同,Amos 会加以抛弃,继续产生下一个随机向量,一直到所需 MCMC 样本能满足为止。当 Amos 获得研究者所需的样本数之后,会开始进行数据瘦身(thinning),以降低前后样本间之自变相关(autocorrelation),进而降低 MC(Monte Carlo)误差,并提高样本点之代表性。瘦身方法及程序简述如下:Amos 第一次瘦身时会保留偶数样本点,Amos 第二次瘦身时会二中取一,Amos 第三次瘦身时会四中取一,以此类推。因此瘦身三次时,Amos 需要产生 8 个样本才能保留一个样本。

第二节 贝氏 SEM 的 Amos 操作与解释

启动 Amos 贝氏 SEM,有两种方法:

①拉下 Amos [Analyze] 表单,点选 [Bayesian Estimation];②点选图像。因为在 Amos 贝氏 SEM 中必须使用原始数据进行统计分析,进行 Bayesian SEM 时,在分析属性窗口中,须勾选 [Estimate means & intercepts]。接着,启动 Amos 贝氏 SEM 后,会出现如图 2-1 之 Bayesian SEM 的窗口,Amos 即会开始产生 MCMC 样本。为便利研究者运用图 2-1 中各项功能表单下之功能,Amos 亦均以图像形式呈现其下。因此,使用者可以点选这些图像即可,不必再打开选单点选相关之表单。图 2-1 之底部系事后分布的统计摘要表,表中呈现了事后分布的估计平均数、标准误(SE)、标准差(SD)、聚敛标准(CS)、偏态、峰度、极小值与极大值。其中标准误,系 Monte-Carlo 的事后估计平均数的未确定性指标,当其值 SE 为 0 时即表示完全聚敛(CS = 1.0)。研究者如欲建立参数的置信区间则需使用 SD,才是表示事后平均数与真正参数值的差距。很可惜,在 Bayesian SEM 分析中,Amos 并未提供标准化的参数估计值。如有需要,研究者必须亲自利用相关变量的标准差,计算标准化的参数估计值 $(=b \frac{S_x}{S_y})$ 。

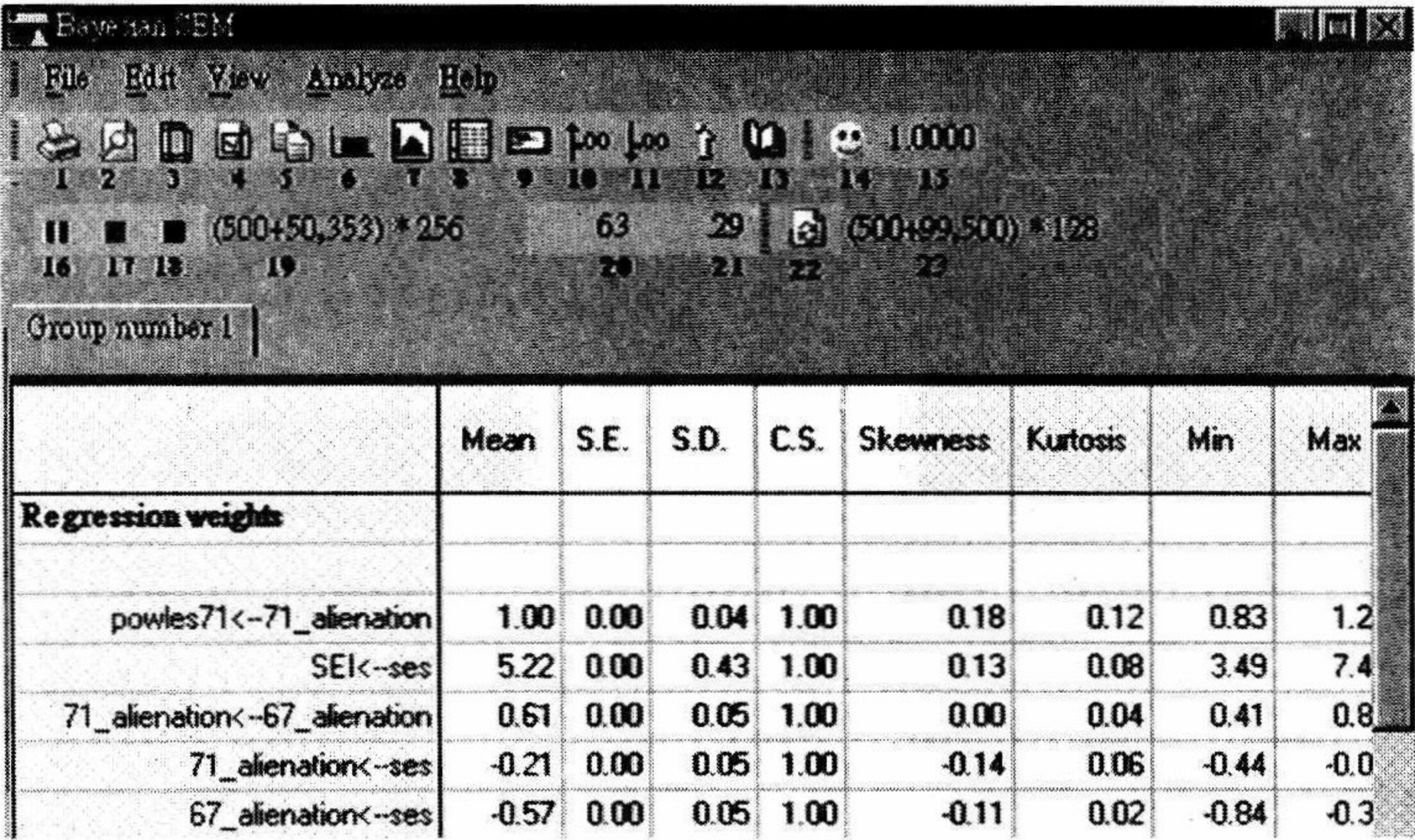


图 2-1 Amos 6.0 [Bayesian SEM] 的操作界面

假如,您点选图 2-1 功能表单中的 [View],即可进行各项贝氏统计量之查看与设定,请参见图 2-2 之操作界面。这些表单功能亦出现在图 2-1 上方的功能图像中,它们的功能及操作方法将介绍于后,在此不赘述。换言之,研究者可以不必打开图 2-2 [View] 下之功能表单,直接点选图 2-1 上方的 6~11 相关功能之对应图像即可。

为便于使用者操作 Bayesian SEM,特在图 2-1 的操作界面上,针对各图像加注数字编码以利查考,并依编码次序介绍 Bayesian SEM 窗口中各项功能之操作方法如下:

1.  表示打印

打印贝氏统计分析结果。

- 2. 表示打印预览
预览贝氏统计估计法之统计分析结果。
- 3. 进行打印设定
- 4. 进行统计量输出、更新显示、先验概率与 MCMC 参数等之设定, 亦可点选图 2-2 中的 [Options] 功能表单点选, 即会出现如图 2-3 [Bayesian Options] 之交谈窗口。
[Bayesian Options] 功能表单下的各项设定简介如下:

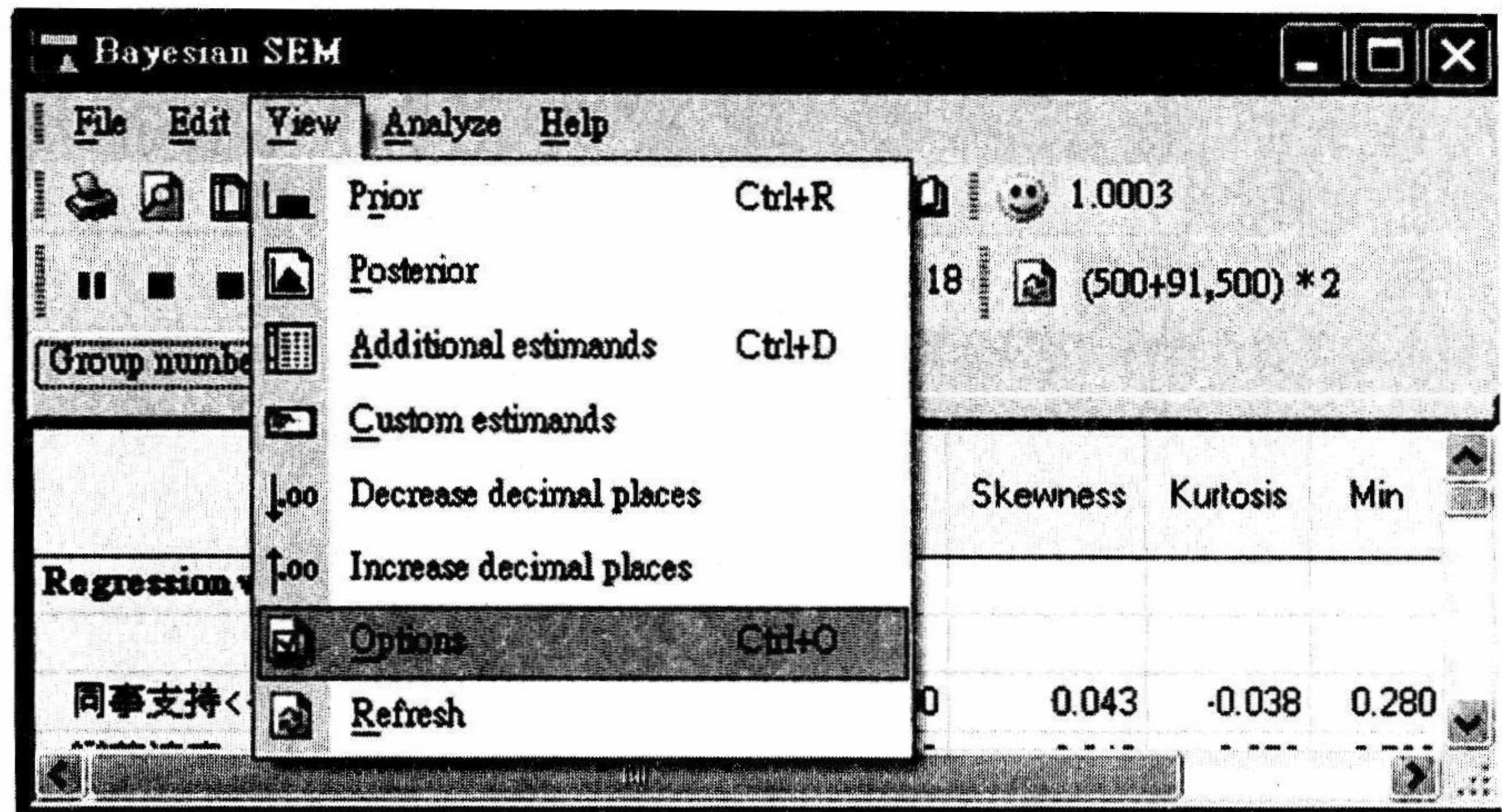


图 2-2 Bayesian SEM 的 [View] 操作界面

(1) 当您点选图 2-3 之 [Display], 可以进行各项统计量数之设定。
例如, 平均数、标准误、标准差等描述统计量。

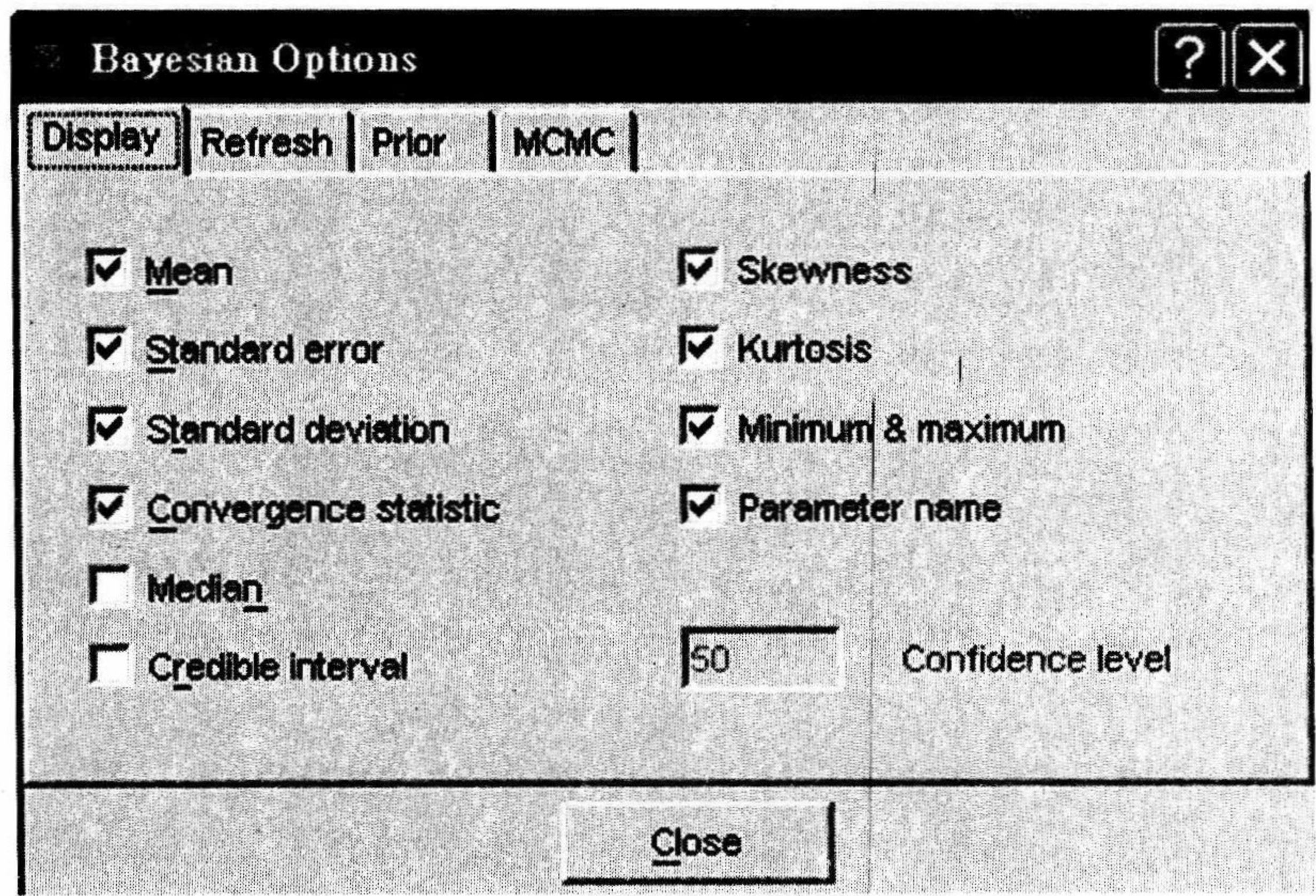


图 2-3 Bayesian SEM 的 Display 操作界面

(2) 当您点选图 2-4 之 [Refresh], 可以进行抽样结果的统计更新之设定。
例如, 您可手动设定, 每隔几个观察值或每隔几秒钟就加以更新。

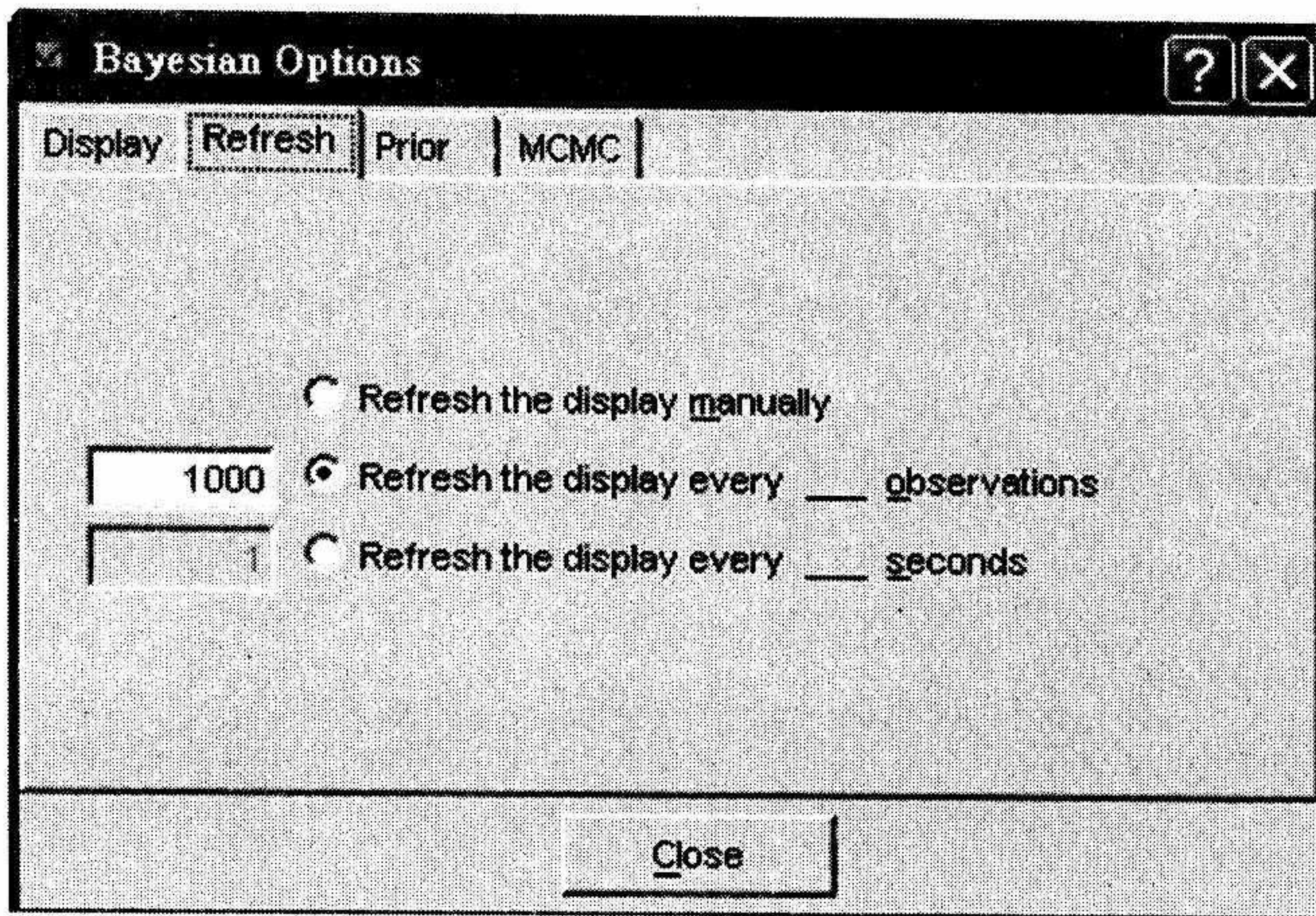


图 2-4 Bayesian SEM 的 Refresh 操作界面

(3) 当您点选图 2-5 之[Prior], 可以进行参数的 Prior 设定。

在 Prior 表单上勾选[Admissibility test], Amos 会将参数的 prior 设定为 0, 可以解决非正定矩阵的问题, 这与 LISREL Output 中 Ridge 常数的设定功能类似。在 Prior 表单上勾选[Stability test], 亦可将参数的 prior 设定为 0, 可以解决回归方程解不稳定的问题。

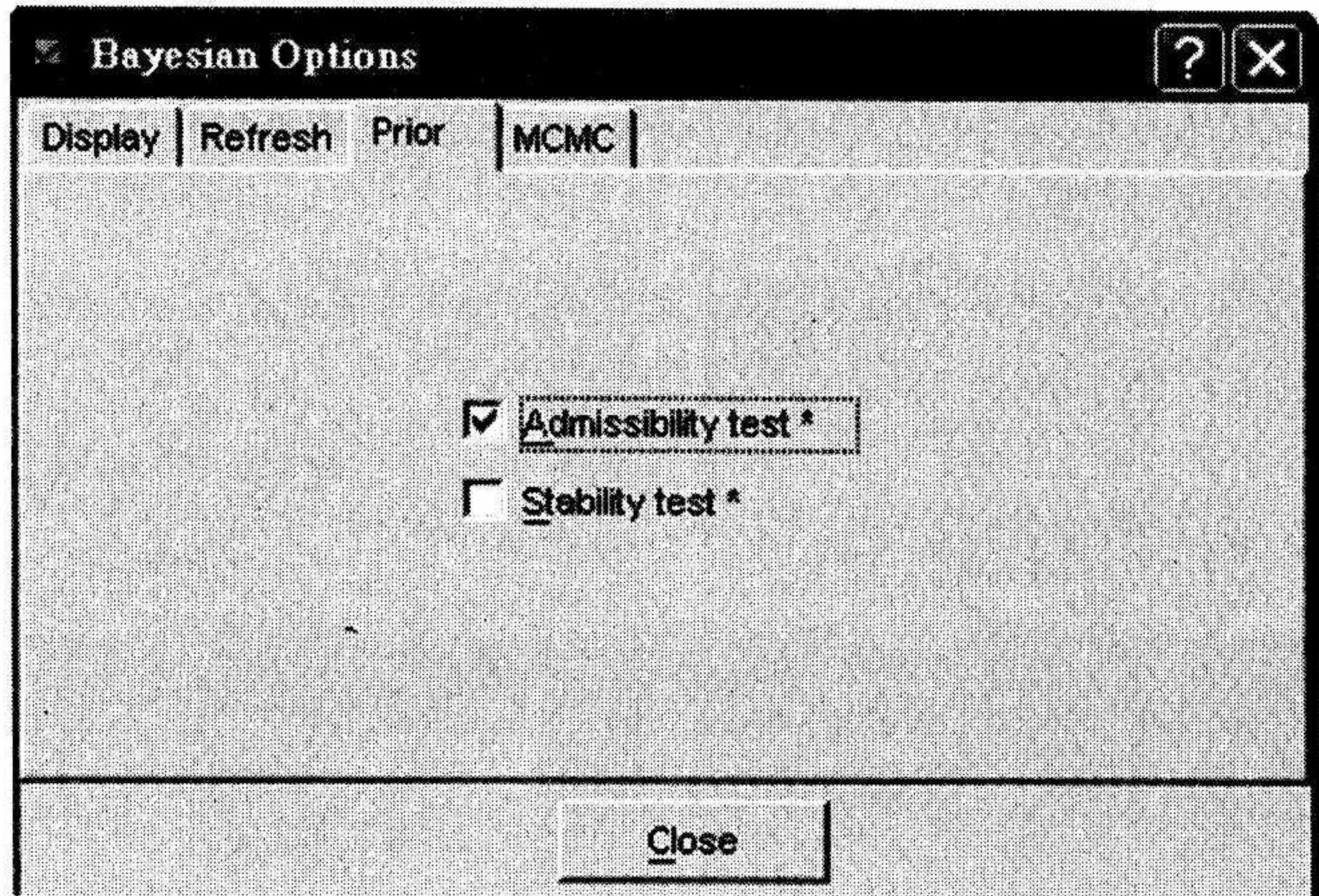


图 2-5 Bayesian SEM 的 Prior 操作界面

(4) 当您点选图 2-5 上方之[MCMC]按钮, 可以进行各项抽样参数之设定, 如图 2-6 左侧窗口所示。

图 2-6 中所示的数据均为内定值, 前两个数据之设定, 可用来设定将来及目前分析中最大样本保留数(Max observations), 当产生的数据点超越此极大值, 为了降低前后样本间之自变相关, Amos 会自动瘦身, 而可能暂时会导致 CS 值再度升高。因此当您所设定之 CS 标准经过一段长时间仍然无法收敛时, 请试着调高此极大值之设定, 否则只有降低 CS 标准了。第三个设定系用来设定抛弃样本数(Number of burn-in observations), 第四个设定系用来设定微调参数(Tuning parameter), 第五个设定系用来设定样本批组数(Number of batches for batch means), 计算各批组数据间的自变相关(相关过高时, 需要较多的数据产生)及 Monte Carlo 标准误, 最后一个方框系用来设定聚敛标准(Convergence criterion), 此标准设定愈小, 则数据产生的时间通常会愈久。