

//



付永领 祁晓野 编
李庆 审校

AMESim

系统建模和仿真

—从入门到精通



北京航空航天大学出版社

TP391.75

34

AMESim 系统建模和仿真 ——从入门到精通

付永领 祁晓野 编
李 庆 审校

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

AMESim 4.2 是 IMAGINE 公司于 2004 年 9 月推出的最新版本,提供了一个系统工程设计的完整平台,使得用户可以在同一平台上建立复杂的多学科领域系统的模型,并在此基础上进行仿真计算和深入的分析。本书全面而深入地介绍了 AMESim 的基本功能及使用方法,共 19 章,主要包括软件的简介、简单实例分析及高级特点的应用、与控制软件的接口技术、后处理及系统设计分析工具等。本书本着实用的原则,由浅入深,循序渐进,力求使初学者真正学会使用 AMESim。

本书适用于所有使用和需要使用 AMESim 的读者,包括科学研究和工程技术人员、理工科院校的学生等。

图书在版编目(CIP)数据

AMESim 系统建模和仿真:从入门到精通/付永领编.

北京:北京航空航天大学出版社,2006.6

ISBN 7-81077-758-0

I. A… II. 付… III. 计算机辅助计算—软件包,
AMESim IV. TP391.75

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 027017 号

AMESim 系统建模和仿真——从入门到精通

付永领 祁晓野 编

李 庆 审校

责任编辑 韩文礼

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

<http://www.buaapress.com.cn> E-mail: bhpress@263.net

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:28.5 字数:730 千字

2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 7-81077-758-0 定价:69.00 元

序 言

机电液气控系统在国防领域和工农业生产设备中有广泛的应用,其技术水平和产业化程度关系到国家核心竞争力的强弱。日本曾经立法,大力发展以机电液气控技术为核心的机械电子技术,经过十几年的努力已经使其在机器人、自动控制、照相机和录像机、液压气动、车辆和舰船、火箭等领域都有很大发展并处于国际领先地位。中国已经进入到制造业大国行列,但是自主设计和创新设计能力和水平还亟待提高。现代产品的设计要求在尽可能短的时间内以最低的成本推出新的产品,那么只有根据动态性能指标要求来设计系统,从系统的角度优化设计元部件,才能设计出性能优良的产品,满足日益激烈的市场竞争和愈加苛刻的技术要求,增加自主创新能力。

由于机电液气控系统的非线性以及研究研制过程耗时和耗资巨大,业内人士很早就开始运用仿真和优化手段进行设计。其中法国 IMAGINE 公司开发的系统工程高级建模和仿真软件包 AMESim,能够从元件设计出发,可以考虑摩擦、油液和气体的本身特性、环境温度等非常难以建模的部分,直到组成部件和系统进行功能性能仿真和优化,并能够联合其他优秀软件进行联合仿真和优化,还可以考虑控制器在环构成闭环系统进行仿真,使设计出的产品完全满足实际应用环境的要求。AMESim 作为系统仿真的标准平台受到了世界各国用户的一致认可。本书在全面系统介绍 AMESim 软件的同时,用大量实例帮助读者学习如何一步一步熟悉使用 AMESim,一直到利用 AMESim 的各种高级功能来完成多学科领域复杂系统的建模和分析。该书既有理论说明,又有实例佐证,使读者深入学习到多学科系统建模和仿真的方法,为读者进行原创设计提供了很好的工具书。

北京航空航天大学

王占林

2005 年 12 月

引 言

系统仿真技术从最初的机械、液压系统仿真,逐渐发展到今天可以进行机、电、液、热、电磁等多学科系统仿真,成为系统虚拟优化设计的主流技术。这样的长足进步,除了计算机技术的迅猛发展外,更决定于系统仿真工具软件自身的进步。

随着国内工业界对设计和研发的要求迅速提高,越来越多的工程技术专家意识到系统仿真在整个产品研发周期中的重要性,强烈要求一种系统仿真软件工具:具备深厚的技术积累,拥有先进的软件内核,具有强大的技术生命力,不断创新性地扩展应用领域;同时,此工具必须易于应用,代表系统仿真技术的主流发展方向。

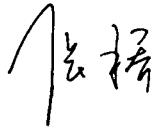
AMESim 正是能在过去、现在和将来满足用户要求的系统仿真工具,这一强大的系统仿真工具,已经在世界范围内得到了广泛的应用和赞誉。它被广泛用于航天、航空、船舶、兵器、汽车、工程机械、加工机械和石油石化等行业。

世冠工程(北京)有限公司,致力于将这一强大的工程软件介绍给包括香港和台湾地区的广大中国用户,为中国用户的系统仿真工作提供世界级的解决方案,从而让中国用户能够分享世界仿真技术发展最前沿的成就和技术,实现仿真技术与世界同步进步。

2003年成立的北航 IMAGINE 教研培训中心,为国内用户了解、学习 AMESim,提高系统仿真应用水平,起到了积极的推动作用,中心的专家们以他们出色的工作为工程界应用 AMESim 提供了帮助。

我们期待,这本中文使用手册的出版,将为广大中国 AMESim 用户提供入门和专业级别的指导,并为更多的中国工程技术人员提高系统仿真应用水平提供帮助。

世冠工程(北京)有限公司副总经理



2005年12月

前 言

AMESim(Advanced Modeling Environment for Simulations of engineering systems)是法国 IMAGINE 公司自 1995 年开始推出的一种新型的高级建模和仿真软件,IMAGINE 公司于 2004 年 9 月推出了其最新版本 AMESim4.2。

AMESim 4.2 提供了一个系统工程设计的完整平台,使得用户可以在同一平台上建立复杂的多学科领域系统的模型,并在此基础上进行仿真计算和深入的分析。用户可以在 AMESim4.2 平台上研究任何元件或系统的稳态和动态性能。

AMESim4.2 采用基于物理模型的图形化建模方式,用户可以直接使用 AMESim4.2 提供的丰富的元件应用库,使得用户可以从烦琐的数学建模中解放出来,从而专注于物理系统本身的设计。

目前,AMESim 已经成为用于车辆、越野设备、航空航天以及重型设备工业的多学科领域,包括流体、机械、热分析、电磁以及控制等复杂系统建模和仿真的优选平台。它具有以下一些特点:

① AMESim 在统一的平台上实现了多学科领域的系统工程的建模和仿真,包括机械、液压、气动、热、电和磁等物理领域。不同领域的模块之间直接的物理连接方式使得 AMESim 成为多学科领域系统工程建模和仿真的标准环境。

② AMESim 的智能求解器能够根据用户所建模型的数学特性自动选择最佳的积分算法,并根据在不同仿真时刻的系统特点,动态地切换积分算法和调整积分步长,以缩短仿真时间和提高仿真精度。内嵌式自动的数学不连续性处理工具解决了数字仿真的杀手——间断点的问题。

③ AMESim 基本元素的理念,即从物理系统中提取出构成工程系统的最小要素,使得用户可以用尽可能少的要素来建立尽可能详细地反映工程系统和零部件功能的复杂模型。

④ AMESim 定位在工程技术人员使用,建模的语言是工程技术语言。基于物理模型的图形化建模方式使得 AMESim 成为在汽车、液压和航天航空工业研发部门的理想选择。仿真模型的扩充或改变都是通过图形用户界面(GUI)来进行,不需要编写任何程序代码。AMESim 使得用户可以从烦琐的数学建模中解放出来,从而专注于物理系统本身的设计。

⑤ AMESim 系列产品中的 AMESet 为用户提供一个标准化、规范化和图形化的二次开发平台。用户不仅可以直接调用 AMESim 所有模型的原代码,而且还可以把用户自己的 C 或 FORTRAN 代码模型以图形化模块的方式综合进 AMESim 软件包。AMESet 可以将用户在 AMESim 上建立的模型生成标准化的 C 或 FORTRAN 代码,并为此生成相应的标准的说明文档。

⑥ AMESim 保留了四个层次的建模方式:数学方程级、方框图级、基本元素级和元件级。不同的用户可以根据自己的特点和专长选择适合自己的建模方式或多种方式的综合使用。

⑦ AMESim 提供了齐全的分析工具以方便用户分析和优化自己的系统。分析工具有:线性化分析工具(系统特征值的求解、Bode 图、Nichols 图、Nyquist 图、根轨迹分析)、模态分析工具、频谱分析工具(快速傅里叶转换 FFT、阶次分析 Order Analysis、频谱图 Spectral maps)以及模型简化工具(Activity Index)。

⑧ AMESim 具有多种仿真运行模式:动态仿真模式、稳态仿真模式、间断连续仿真模式以及批处理仿真模式。

⑨ AMESim 提供了丰富的与其他软件的接口。

- ▶ 控制软件接口: Matlab, MatrixX;
- ▶ 多维软件接口: Adams, Simpack, VL Motion, Flux;
- ▶ 实时仿真软件接口: xPC, dSPACE;
- ▶ 优化软件接口: iSIGHT, OPTIMUS;
- ▶ 数据处理接口: Excel。

由于 AMESim 的特点及其具有的优势,在国外的大学、研究设计单位和工业部门早已成为建模和仿真领域的一种标准软件。在国内也有越来越多的科学工作者参加到学习和倡导这种语言的行列中来,目前,迫切需要一本中文版的教材。笔者很早就开始接触并使用 AMESim,在使用过程中意识到其作为一种高级建模和仿真平台,必将有助于国内建模和仿真领域的发展,为自主创新提供一个很好的利器。

本书主要由付永领、李庆、齐海涛、卢宁、高波、万波等合作完成,最后由李庆审校;另外,参加翻译和校稿的还有课题组的研究生等,在此一并表示感谢。

限于编者水平及时间有限,对于书中的错误和缺点望广大读者批评指正。

编者

2006年2月

目 录

第 1 章 引 论

1.1	AMESim 是什么	1
1.2	如何使用 AMESim	2
1.3	如何使用文档	3
1.4	本手册的组织结构	4
1.5	AMESim 4 软件包	4
1.5.1	AMESim	4
1.5.2	AMECustom	5
1.5.3	AMESet	5
1.5.4	AMERun	5
1.5.5	AMESim 产品的全体家族	6
1.6	AMESim 4.2 的新特点	7
1.6.1	Export 工具	7
1.6.2	设计分析	8
1.6.3	编译器标志	9
1.6.4	稳态运行	9
1.6.5	向量显示	9
1.6.6	接 口	9
1.6.7	子模型调用的修改	11
1.6.8	模型简化和实时仿真	12
1.6.9	系统比较	12
1.6.10	打包和解包	13
1.6.11	列 举	14
1.6.12	参数和变量的查看	16
1.6.13	在线帮助	17

第 2 章 AMESim 工作空间

2.1	AMESim 用户界面	18
2.1.1	主窗口	18
2.1.2	主菜单	19
2.1.3	工具栏	19
2.1.4	鼠标右键菜单	23
2.1.5	应用库	24
2.2	AMESim 的四种工作模式	26
2.2.1	方案模式	26

2.2.2	子模型模式	26
2.2.3	参数模式	26
2.2.4	运行模式	27
2.3	诀窍和技巧	27
2.3.1	锁定解锁按钮	27
2.3.2	旋转和镜像一个图标	28
2.3.3	状态条	28
2.3.4	删除元件	29
2.3.5	拖 放	29
2.3.6	添加一些文本	29
2.3.7	端 口	29
2.3.8	显示/消隐元件标注	29
2.3.9	在线帮助	30
2.3.10	键盘快捷键	31
第 3 章 入门篇		
1	启动 AMESim	32
3.2	创建新系统方案	33
3.2.1	打开一个新系统	33
3.2.2	锁定按钮	34
3.2.3	应用库/类库	34
3.3	实例 1: 质量弹簧系统的仿真	35
3.3.1	搭建质量弹簧模型	35
3.3.2	给元件分配子模型	38
3.3.3	设置参数	39
3.3.4	运行仿真	42
3.3.5	绘制曲线图	43
3.3.6	使用回放功能	47
3.3.7	存储和退出 AMESim	48
3.4	实例 2: 一个简单的机械系统	49
3.4.1	搭建连线	50
3.4.2	在系统方案上显示标注	51
3.4.3	参数设定	53
3.4.4	改变参数数值	53
3.4.5	参数名, 子模型和变量名的别名	55
3.4.6	设置参数并运行仿真	56
3.4.7	使用“外部变量”功能	57
3.4.8	使用旧的最终值	60
3.4.9	放大图形	60
3.4.10	连续运行	61

3.5 实例 3:使用隐含变量的系统	62
3.5.1 一个图标的多个子模型	63
3.5.2 信号端口	64
3.5.3 隐性变量	65
3.6 实例 4:有代数环的系统	67
第 4 章 高级实例	
4.1 实例 1:四分之一车(续)	69
4.1.1 状态计数功能	69
4.1.2 动态运行和稳态运行	71
4.1.3 存储数据/下载数据	75
4.1.4 给图形加文本	76
4.2 实例 2:转动惯量	76
4.2.1 获得 AMESim 示范实例	77
4.2.2 转速和转矩的符号规定	77
4.2.3 数据采样的失真	78
4.2.4 非连续性打印输出	79
4.3 实例 3:汽车悬架	80
4.3.1 同时显示两个或多个 AMESim 系统	80
4.3.2 选择元件、线和文本	82
4.3.3 拷贝、删除、剪切和粘贴动作	83
4.3.4 动态块	85
4.3.5 比较不同悬架时的车体位移	86
4.3.6 编辑现有文本的属性	87
4.4 实例 4:凸轮操纵阀	87
4.4.1 模型描述	88
4.4.2 系统仿真	88
4.4.3 产生 XY 曲线	91
4.4.4 使用绘图管理器	92
4.4.5 改变曲线的属性	93
4.5 实例 5:车辆动力传动系统	95
4.5.1 使用表格编辑器来创建一个一维表格数据文件	96
4.5.2 创建系统并设置参数	97
4.5.3 运行仿真	98
第 5 章 批运行和线性分析	
5.1 引 言	100
5.2 实例 1:四分之一车的模型	100
5.2.1 选择性保存	100
5.2.2 批运行	102
5.3 实例 2:一个弹射器的锁定状态示范	107

5.3.1	锁定状态介绍	107
5.3.2	示 范	108
5.3.3	锁定状态	109
5.3.4	误差类型	112
5.4	实例 3:简单质量弹簧系统的线性分析	112
5.4.1	线性分析	113
5.4.2	特征值分析	115
5.4.3	平衡位置	118
5.5	实例 4:质量-弹簧(mass - spring)减震系统的频率响应分析	119
5.5.1	Bode 图, Nichols 图和 Nyquist 图	119
5.5.2	根轨迹分析	121
5.6	实例 5:一个机械系统的模态分析	124
5.6.1	模 态	124
5.6.2	模态分析与时域之间的关系	128
第 6 章 超级元件工具		
6.1	引 言	130
6.2	使用标准图标来构造 PID 控制器的超级元件	130
6.2.1	平面系统和包含超级元件系统的比较	130
6.2.2	创建一个超级元件	132
6.3	超级元件工具	135
6.3.1	用超级元件来替换一个子模型	135
6.3.2	展开一个超级元件	135
6.3.3	更改一个超级元件的参数	136
6.3.4	绘制一个超级元件的变量曲线	137
6.4	管理超级元件	138
6.5	使用自己的图标来构造 PID 控制器的超级元件	141
6.5.1	创建一个超级元件库	142
6.5.2	创建一个超级元件图标	145
6.6	创建一个包含全局参数的通用超级元件	149
第 7 章 AMESim 与 MATLAB 的接口		
7.1	引 言	155
7.2	示 例	155
7.2.1	设置 MATLAB 路径列表	155
7.2.2	设置 MATLAB 工作区域	156
7.2.3	将 AMESim 结果导入 MATLAB 中	157
7.2.4	在 MATLAB 中运行 AMESim 仿真	158
7.2.5	将 AMESim 中的线性化结果导入 MATLAB 中	161
7.3	参考资料	163
7.3.1	可用的专用的 .m 文件	163

7.3.2	将 AMESim 中随时间变化的瞬时结果导入到 MATLAB 中	164
7.3.3	将 MATLAB 中的线性系统导入到 AMESim 中	166
7.3.4	在 MATLAB 中运行 AMESim 仿真	170
第 8 章	活性指数	
8.1	引 言	173
8.2	数学定义	173
8.3	使用 AMESim 活性指数工具	174
8.3.1	实例 1: 车辆传动系统	174
8.3.2	实例 2: 三柱塞泵(研究型的例子)	178
第 9 章	AMEPilot 和输出模块基础篇	
9.1	引 言	188
9.2	多项式的积分器	188
9.2.1	设置输出	189
9.2.2	运行仿真	192
9.2.3	使用复合输出参数	193
第 10 章	AMESim 的设计探索功能基础篇	
10.1	引 言	196
10.2	主动悬挂的例子	196
10.3	试验规划	199
10.4	优 化	205
10.5	Monte Carlo	210
第 11 章	在各种模式下都可用的工具	
11.1	选择对象	214
11.2	通过永久的工具条按钮来使用工具	215
11.2.1	更改模式	215
11.2.2	将选中的项复制到辅助系统	215
11.2.3	方案注释工具	215
11.2.4	绘制曲线	217
11.2.5	表格编辑器	217
11.3	通过方案区域菜单使用的工具	218
11.4	通过菜单工具条使用的工具	222
11.4.1	File 文件菜单, 如图 11.19 所示	222
11.4.2	Edit 编辑菜单	228
11.4.3	Options 选项菜单	236
11.4.4	View 视图菜单	243
11.4.5	Interface 接口菜单	243
11.4.6	Graphs 图形菜单	244
11.4.7	Icons 图标菜单	245
11.4.8	Tools 工具菜单	250

11.4.9	Windows 窗口菜单	256
11.4.10	Help 帮助菜单	256
第 12 章	在方案模式下可用的工具	
12.1	引 言	259
12.2	给方案添加对象	259
12.2.1	AMESim 中重叠的规则	259
12.2.2	给方案添加元件	259
12.2.3	给方案添加一个新的管路	261
12.3	删除 AMESim 对象,删除和剪切操作	261
12.3.1	删除对象	261
12.3.2	删除多余的线	262
12.3.3	重新连接多余的管道	263
12.4	AMESim 辅助系统	263
12.5	移动元件	264
12.6	AMESim 端口	264
12.7	删除子模型	266
12.7.1	为什么要删除一个子模型?	266
12.7.2	删除一个或多个子模型的过程	266
12.8	接口菜单	268
第 13 章	子模型模式中的可用工具	
13.1	子模型模式-选择子模型	269
13.2	首选子模型按钮	269
13.3	为一个元件选择一个子模型	269
13.4	删除一个元件的子模型	272
13.5	为一个元件分配一个超级模型	272
13.6	将超级元件从一个元件中删除	273
13.7	影像子系统	274
第 14 章	参数模式中的可用工具	
14.1	引 言	276
14.2	直接改变子模型和超元件的参数值的方法	276
14.2.1	改变常规子模型和定制的超元件的参数的方法	276
14.2.2	改变不带全局参数的常规超元件的参数	282
14.2.3	改变带全局参数的常规超元件的参数	282
14.2.4	定制子模型参数的改变	282
14.2.5	载入/保存参数值	283
14.2.6	编辑名称和值	284
14.3	参数菜单	285
14.3.1	载入/保存 Load/Save 系统参数设置	285
14.3.2	设定最终值	286

14.3.3	全局参数	288
14.3.4	批运行参数	290
14.3.5	共用参数设置	290
14.3.6	输出设置	292
14.4	菜单栏中其他菜单提供的参数设置工具	292
14.4.1	视图(View)菜单中参数选项	292
14.4.2	Tools 菜单中的 Compare systems 选项	296
14.4.3	写附加文件功能	300
14.5	右键操作	300
14.5.1	Copy/Paste parameters 复制/粘贴参数	300
14.5.2	载入/保存参数 Load/Save parameters	301
第 15 章 运行模式下的可用工具		
15.1	引言	303
15.2	时域和线性分析模式	303
15.3	运行仿真	304
15.3.1	保存变量的当前状态和下一状态	304
15.3.2	状态变量的锁定状态	306
15.3.3	设置运行参数	307
15.3.4	所用到的积分方法	313
15.3.5	Simulation run 对话框	314
15.4	载入/保存曲线配置	316
15.5	状态计量工具(State count facility)	317
15.6	回放工具	317
15.6.1	回放控制命令(Replay Control Command)	318
15.6.2	回放本地设置的改变	319
15.6.3	使用饱和值	320
15.6.4	建议	320
15.7	为什么做线性分析?	320
15.8	进行线性分析	321
15.8.1	设置线性分析时间	322
15.8.2	线性分析状态	322
15.8.3	改变变量的线性分析状态	323
15.8.4	特征值分析	324
15.8.5	模态	325
15.8.6	波特图,尼科尔斯图和奈奎斯特曲线	328
15.8.7	根轨迹曲线	330
15.9	加快缓慢仿真的仿真速度	331
第 16 章 绘制曲线工具		
16.1	引言	333

16.2	简单曲线	333
16.3	曲线族	334
16.4	AMEPlot 的结构	334
16.5	AMEPlot 工具栏	336
16.6	AMEPlot 菜单栏	337
16.6.1	File 下拉菜单	337
16.6.2	Edit 下拉菜单	339
16.6.3	View 下拉菜单	340
16.6.4	Tools 下拉菜单	341
16.6.5	Windows 下拉菜单	344
16.6.6	Help 下拉菜单	344
16.7	AMEPlot 的主窗体	344
16.7.1	Axis Format 菜单	345
16.7.2	Plot 曲线图菜单	346
16.7.3	margin 菜单	350
16.7.4	Curve 菜单	350
16.7.5	Text 菜单	352
16.8	Plot 管理器	353
16.8.1	绘制已存变量函数的曲线	353
16.9	AMEPlot 的有效操作快捷方式	357
第 17 章 三维绘图和阶次分析工具		
17.1	表面绘图	358
17.1.1	表面绘图的类型	359
17.1.2	创建一个表面绘图	360
17.1.3	表面绘图选项	363
17.2	XYZ 绘图	363
17.3	阶次分析工具	365
17.3.1	光谱图	365
17.3.2	创建光谱图	368
17.4	阶次振幅	371
17.4.1	定 义	371
17.4.2	阶次跟踪方法	371
17.4.3	参考速度	371
17.4.4	创建一个阶次振幅图	372
第 18 章 AMESim 输出模块		
18.1	引 言	374
18.2	相关术语	374
18.3	AMESim 输出的主要原则	374
18.4	输出参数设置对话框	375

18.5	输出的输入参数	375
18.5.1	为输出设置增加输入	375
18.5.2	从输出设置中删除输入	376
18.5.3	输入参数特性	377
18.5.4	向量作为输入参数	379
18.5.5	格式化字符串作为输入参数	380
18.6	输出简单输出	381
18.6.1	在输出设置中添加简单输出	382
18.6.2	在输出设置中删除简单输出	382
18.6.3	简单输出参数属性	382
18.7	复合输出参数	382
18.7.1	在输出设置中添加复合输出	382
18.7.2	在输出设置中删除复合输出参数	383
18.7.3	复合输出参数属性	383
18.7.4	表达式求值规则	383
18.8	在 AMESim 外控制仿真	384
18.8.1	设置输入参数	385
18.8.2	执行仿真程序	386
18.8.3	获取结果	386
18.9	MESim 与其他软件的直接接口	387
18.9.1	针对 iSIGHT 和 Optimus 的接口	387
18.9.2	AMESim/Visual Basic 接口	387
第 19 章 AMESim 设计探索模块		
19.1	引言	392
19.2	术语	392
19.3	主要功能	392
19.3.1	DOE	392
19.3.2	优化	393
19.3.3	蒙特卡罗	394
19.4	主要原理	394
19.5	设计探索对话框	394
19.5.1	描述	394
19.5.2	研究的目录	395
19.5.3	执行面板	395
19.5.4	控制 DOE 的操作	396
19.6	设计探索定义对话框	403
19.6.1	介绍	403
19.6.2	DOE	404
19.6.3	优化	409

19.6.4	蒙特卡洛法	412
19.7	设计探索绘图对话框	414
19.7.1	介绍	414
19.7.2	静态部分	415
19.7.3	动态部分	415
19.7.4	交互作用图表	417
19.7.5	关于不同研究类型可能的绘图阵列,如表 19.2 所列	420
附录 A AMESim 的表格编辑器的支持格式		
A.1	概述	421
A.2	1D 表格格式	421
A.3	2D 表格格式	422
A.4	3D 表格格式	423
A.5	1D 双表格格式	425
A.6	XYs 表格格式	426
附录 B AMESim 用到的特殊文件		
B.1	概述	428
B.2	AMESim 的节点	428
B.3	AMEIcons 文件	430
B.4	submodels.index 文件	430
B.5	AME.make 文件	431
B.6	为 AMESim 产生的文件	432
B.7	文件的清空工具	433
B.8	打包和拆分工具	433
附录 C 输出函数的说明		
参考文献		