

汽车先进技术论坛丛书

QICHE XIANJIN JISHU LUNTAN CONGSHU

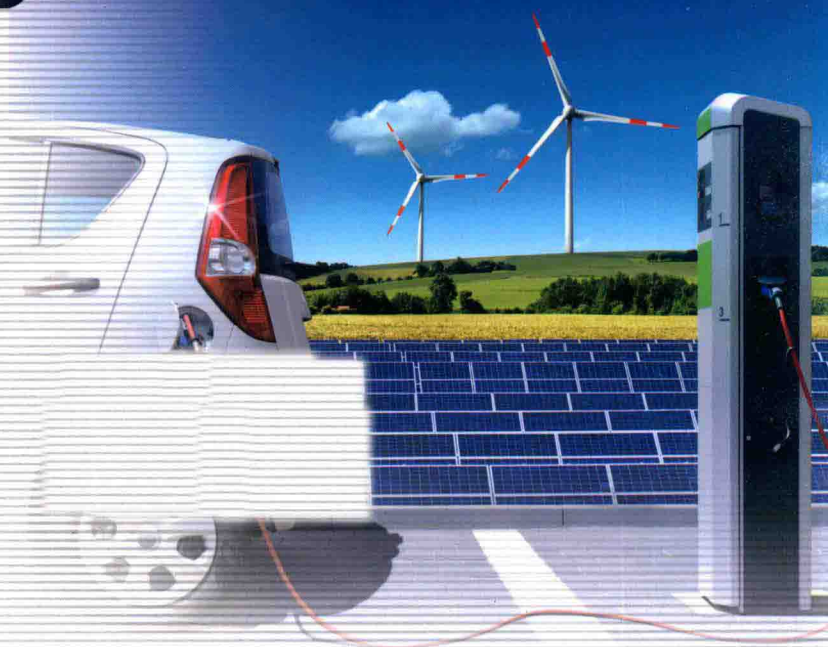
ADVISOR 2002

电动汽车仿真与再开发应用

第2版



曾小华 宫维钧 等编著



本书含1DVD



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

汽车先进技术论坛丛书

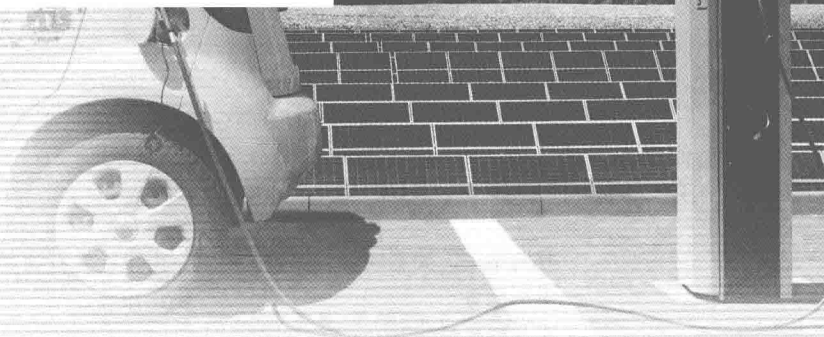
QICHE XIANJIN JISHU LUNTAN CONGSHU

ADVISOR 2002

电动汽车仿真与再开发应用

第2版

曾小华 宫维钧 等编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

ADVISOR 2002 软件为用户提供了丰富的汽车元件与电子控制应用库,特别是在电动汽车领域,该软件具有最为广泛的应用空间。本书主要讲解了 ADVISOR 的应用基础、运行特点、程序与图块数据流、使用方法、再开发以及在我国的应用研究等。本书依据 ADVISOR 2002 软件英文帮助文档,融入编著者多年的教学心得、科研经验和创新体会于其中,同时也编制了使用 ADVISOR 2002 过程中的一些高级应用,非常有参考价值。本书适合汽车技术研究开发人员、在校本科生及研究生使用。

图书在版编目(CIP)数据

ADVISOR 2002 电动汽车仿真与再开发应用/曾小华等
编著. —2 版. —北京:机械工业出版社,2017.3
(汽车先进技术论坛丛书)
ISBN 978-7-111-56033-3

I. ①A… II. ①曾… III. ①电动汽车—计算机仿真
IV. ①U469.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 027015 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
策划编辑:何士娟 李 军 责任编辑:徐 霆 何士娟
责任校对:刘雅娜 封面设计:路恩中
责任印制:李 昂
三河市宏达印刷有限公司印刷
2017 年 4 月第 2 版第 1 次印刷
184mm×260mm·25.5 印张·624 千字
0001—3000 册
标准书号:ISBN 978-7-111-56033-3
ISBN 978-7-89386-120-8(光盘)
定价:85.00 元(含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

序

近年来,全球面临石油资源紧缺、大气污染、温室效应的挑战,对社会环境与经济的可持续发展带来了严重的影响。发展节能、环保的电动汽车已成为世界汽车工业技术创新的主要方向和汽车产业可持续发展的必然选择。我国政府对电动汽车的技术研发和产业化发展给予大力支持,将新能源汽车确定为七大战略性新兴产业之一,旨在培育和发展节能与新能源汽车产业,进一步推动新能源汽车市场化进程。

电动汽车技术新、发展快,相对传统汽车,其动力源的多样性和复杂度提高,涉及的学科领域不断扩大,技术研发难度进一步增加,产品研发过程耗时和耗资更为巨大。现代汽车产品的开发已经逐渐转为基于软件模型的系统工程开发,计算机仿真技术和优化手段在汽车产品设计与开发过程中的作用日渐凸显。仿真技术的应用使产品方案的设计和分析在不同地区和部门之间实现了无缝共享,提高了协同工作效率,缩短了产品开发周期,并且在概念设计阶段,实现了多产品方案的仿真对比论证,降低了研发成本。

电动汽车开发涉及多能源动力总成的构型分析、参数匹配和控制策略开发等关键技术,在模型的扩展性、灵活度和易用性方面对仿真平台提出了更高的要求。ADVISOR 作为电动汽车仿真软件的先行者之一,从1994年开发并投入使用以来,在业界得到了广泛的应用。其图形化、模块化以及模型代码免费开放等优势 and 特点,为电动汽车新技术的研发提供了很大的帮助。

从1999年开始,一汽技术中心就与吉林大学合作,在电动汽车领域开展了深入的理论分析和技术研发。根据一汽技术中心的研发需求,曾小华博士应用 ADVISOR 2002 仿真软件,结合工程实践,在动力总成的构型设计、参数匹配和控制策略开发等方面进行了探索创新,取得了一定的成绩。

该书全面、系统地介绍了 ADVISOR 2002 软件的基本功能和使用方法,深入探讨了电动汽车中各部件的建模与仿真,并在此基础上介绍了软件的再开发应用。全书集理论介绍、使用说明、实例分析和深度开发为一体,内容深入浅出、丰富翔实,相信能够很好地帮助读者学习并掌握 ADVIOSR 2002 软件,并对电动汽车的自主开发、创新起到促进和推动作用。

国际汽车工程学会联合会 (FISITA2012 ~ 14) 轮值主席
中国工程院机械与运载工程学部院士
中国第一汽车股份有限公司副总工程师
中国第一汽车股份有限公司技术中心主任

李骏

第2版前言

自2014年本书第1版出版以来,得到众多新能源汽车企业工程研发技术人员的热烈反响,同时,也受到各院校相关专业师生的普遍欢迎。他们对本书的出版给予了积极评价,并认为,该书是全面阐释 ADVISOR 2002 的首部专著,其出版生逢其时,有助于我国正在发展的新能源汽车开发事业。

这对作者是莫大的鼓励,恰好切合了出版初衷,当然是我们最感欣慰的事情了。

作为专门介绍 ADVISOR 软件基本理论与应用方法的书籍,本书为 ADVISOR 软件的学习者提供了有益的参考与可资的借鉴。

为进一步促进我国新能源汽车产业工程仿真技术,在用好且用足现有 ADVISOR 2002 版本所能提供的有效方法的基础上,深入探究 ADVISOR 软件的精髓,对该软件进行开拓性的再开发研究,特对本书进行了再版修订。

本次修订延续了第1版注重基础、详细讲解的特点,新增了一些章节,力求在注重软件基础性的同时,能够为诸位读者进阶学习提供帮助。

此次修订,原版第1章、第3章、第4章、第5章、第7章,在内容与结构上未做大的变动,仅将原版第6章的6.4节与6.5节并到再版第7章,第7章改作再版第9章,还删除了原版附录D。

对新版章节,做了如下增补:

第2章中,新增了发动机基本理论部分,对发动机的特性曲线与阿特金森循环做了简要介绍。

第6章中,新增了后轴驱动形式与复合电源再开发两部分,并以此为例,详细阐述了 ADVISOR 再开发的基本流程与注意事项。

第7章中,新添加 ADVISOR 与 CRUISE 平台下仿真内容,包含纯电动汽车、混合动力汽车、复合电源对标,以比较不同仿真平台下的结果差异,验证 ADVISOR 仿真结果的精确性。

第8章,新添加 ADVISOR 常见问题释义内容。这是在统计诸位读者、网友应用 ADVISOR 过程中遇到的主要疑难问题基础上,给出的某些合理解释与帮助。

新添加附录D常用循环工况,附录E中国部分EV、HEV行业标准内容,为读者查询提供便利。

本书第2版由吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室课题组组织,由曾小华、宫维钧、张峻恺、孙可华、吴西涛、王振伟、宫钦哲编著,由原第一汽车集团公司规划处高级工程师宫维钧审校。

第2版修订过程中,参考了业界许多同仁的相关文献,在此,对各位编著者表示衷心感谢与敬意。

由于编著者水平有限,不妥与疏漏在所难免,竭诚期望广大读者批评指正。

编著者

2016年8月 于长春

第1版前言

ADVISOR (Advanced Vehicle Simulator) 软件, 由美国可再生能源实验室 (NREL) 于 1994 年 11 月初始开发和使用, 并在互联网上免费发布。经过多次升级, 目前最新的免费版本是 ADVISOR 2002。2004 年, AVL 公司收购了 ADVISOR 2002 版权, 随后便推出收费版本 ADVISOR 2004。

ADVISOR 是在 MATLAB/Simulink 软件环境下开发的高级车辆仿真软件平台。在这个专门针对汽车纵向动力学系统建模的软件下, 用户可以对汽车动力性、经济性、排放性及制动性等主要性能进行预测、方案分析与评估, 还可以对传统汽车、纯电动汽车、混合动力汽车和燃料电池汽车等的各种性能进行快速模拟试验。

目前, ADVISOR 已成为世界汽车行业最普遍使用的电动汽车仿真软件平台之一。它具有图形化、模块化、仿真模型和源代码完全免费开放的优势与特点, 使其在国外的一些大学、汽车研究设计单位、美国能源部和环保署下辖的国家实验室获得了广泛的应用。

由于 ADVISOR 2002 是在工程应用最广泛的 MATLAB/Simulink 软件大环境下开发的, 它具有强大的图形化建模与分析功能。因它对汽车各子系统均采用模块化设计思想, 且仿真模型与源代码又完全免费开放, 故为国内自主研发各种新构型的传统汽车与电动汽车提供了很大的帮助与便捷。

ADVISOR 2002 软件为用户提供了丰富的汽车元件与电子控制应用库, 特别是在电动汽车领域, 该软件具有最为广泛的应用空间。现在, 我国每年都有很多汽车科技工作者、研究生和在校大学生, 加入学习应用 ADVISOR 2002 软件的行列。他们围绕着 ADVISOR 软件平台, 对电动汽车方案设计、性能预测与控制系统的研究, 正在不断深入, 并推陈出新。

作为主编之一的曾小华博士, 早在 1999 年就开始跟踪学习使用 ADVISOR 软件。在这过程中, 他意识到, 将其作为汽车纵向动力学仿真工具与平台, 必会有助于我国汽车建模仿真领域的发展, 于是他在 2003 年将 ADVISOR 2002 仿真软件的高级应用首次引入国内; 同时, 他也认识到, 作为 ADVISOR 2002 的高级应用, 该软件还需不断改进完善, 有待进一步拓展其应用空间。

通过深入探索创新, 结合工程实践, 他发表了一批拓宽 ADVISOR 2002 应用领域的论文, 并推出自主研发的 CHEV2002 仿真开发平台, 为我国汽车产业, 尤其是电动汽车领域自主创新, 提供了一种有价值的尝试机会。

本书依据 ADVISOR 2002 软件英文帮助文档, 融入编著者多年的教学心得、科研经验和创新体会于其中, 同时也编制了使用 ADVISOR 2002 过程中的一些高级应用。这些应用方法与技巧, 在原版文档里并没有, 现将其作为专门一章编排在本书里, 希望对国内广大汽车科技工作者应用 ADVISOR 2002 进行自主开发创新时能提供一点帮助。

我们相信, 具有一定基础知识的读者, 依照本书所介绍的方法步骤, 按图索骥, 基本可以使用 ADVISOR 2002 进行有关电动汽车的仿真模拟。当然, 这是我们最为欣慰的事情了。

本书由吉林大学汽车仿真与控制国家重点实验室课题组组织,由曾小华、宫维钧、李相华、白鸽、彭君、张昶、宫钦哲编写,长春大隆电动汽车技术研究所高级工程师宫维钧审校。

课题组研究生杨顺、李高志、王广义、杨南南等为书稿提出许多宝贵的意见,在此对他们表示衷心的感谢。

编写本书时,参考了业界许多同仁的相关文献,在此对各位著作者表示诚挚的感谢。

需要说明的是,书中有部分图例采自 ADVISOR 2002 软件,但因截图精度所限,部分图面并不十分清晰。读者朋友们安装该软件后,从安装根目录下的 models 文件夹及帮助文档中找到对应的源文件,即可查看所有案例文件。

由于编者水平有限,错误与不妥之处在所难免,期望广大读者批评指正。

为方便读者反馈交流,特提供如下联系方式:

(1) ADVISOR 2002 应用交流群 QQ: 131726378

(2) E-mail: lxh201249@126.com, zengxh@jlu.edu.cn

目 录

序

第2版前言

第1版前言

第1章 ADVISOR 简介	1
1.1 ADVISOR 概述	1
1.2 ADVISOR 的主要特点	2
1.3 ADVISOR 的安装	3
1.3.1 兼容的 MATLAB 版本安装	3
1.3.2 高版本 MATLAB 安装	3
1.4 ADVISOR 的应用范围与局限	4
1.4.1 ADVISOR 的应用范围	4
1.4.2 ADVISOR 可实现的功能	4
1.4.3 ADVISOR 的局限	4
1.5 获得帮助	5
1.5.1 帮助文档	5
1.5.2 获取帮助文档	6
1.6 使用 ADVISOR	6
第2章 ADVISOR 的应用基础	9
2.1 MATLAB 语言与 Simulink 仿真	9
2.1.1 MATLAB 的基础知识	9
2.1.2 Simulink 的基础知识	18
2.2 汽车动力性与燃油经济性	32
2.2.1 汽车驱动力与行驶阻力	32
2.2.2 动力源总功率	36
2.2.3 燃油经济性	37
2.3 电机基本理论	38
2.3.1 异步电机	38
2.3.2 永磁无刷直流电机	40

2.3.3 永磁同步电机	43
2.4 储能装置	44
2.4.1 电化学蓄电池	44
2.4.2 超级电容	49
2.5 发动机基本理论	51
2.5.1 性能指标	51
2.5.2 特性曲线	52
2.5.3 阿特金森循环	55
第3章 ADVISOR 的使用方法	57
3.1 图形用户界面下 ADVISOR 的使用方法	57
3.1.1 启动方法	57
3.1.2 ADVISOR 启动界面	60
3.1.3 整车输入界面	61
3.1.4 仿真参数界面	70
3.1.5 仿真结果界面	81
3.2 图形用户界面下 ADVISOR 的演示实例	91
3.3 非用户界面下的 ADVISOR 使用方法	94
3.4 非用户界面下使用 ADVISOR 的演示实例	98
3.4.1 评价单一设计点值	98
3.4.2 绘制结果图形	98
3.4.3 运行自动调整结构参数	99
第4章 ADVISOR 文件与模型	101
4.1 文件结构	101
4.1.1 文件交互与数据流	101
4.1.2 文件位置	102
4.1.3 文件命名规则	102
4.1.4 ADVISOR 文件的添加与修改	102
4.1.5 查看输入文件	104
4.1.6 删除文件	104
4.2 传动系结构	104
4.2.1 传统汽车	105
4.2.2 串联混合动力汽车	108
4.2.3 并联混合动力汽车	111
4.2.4 并联 SA 混合动力汽车	112
4.2.5 燃料电池汽车	112
4.2.6 纯电动汽车	114

4.2.7 丰田普锐斯混联混合动力汽车	115
4.2.8 本田 Insight 混合动力汽车	116
4.2.9 自定义类型	116
4.3 动力源模块	117
4.3.1 发动机模块	117
4.3.2 燃料电池模块	125
4.3.3 排放后处理系统	126
4.4 电力电气元件	129
4.4.1 发电机/控制器模块	129
4.4.2 能量存储系统	130
4.4.3 电机/控制器模块	137
4.5 传动系	141
4.5.1 转矩耦合器模块	141
4.5.2 行星排模块	142
4.5.3 离合器模块	144
4.5.4 变速器模块	146
4.5.5 液力变矩器模型	151
4.5.6 无级变速器模块	155
4.5.7 主减速器模块	156
4.6 整车、车轮与制动模块	157
4.6.1 车轮动力学模型	157
4.6.2 整车动力学模型	161
4.6.3 制动力控制模块	166
4.7 混合驱动控制策略	169
4.7.1 串联恒温器型控制策略	169
4.7.2 串联功率跟随型控制策略	170
4.7.3 并联电机助力型控制策略	174
4.7.4 自适应控制策略	177
4.7.5 本田 Insight 混合动力控制策略	179
4.7.6 模糊逻辑控制策略	181
4.8 附件模块	186
第5章 ADVISOR 程序与图块数据流	188
5.1 程序	188
5.1.1 电池荷电状态校正	188
5.1.2 自动调整结构参数	188
5.1.3 加速性能测试	192

5.1.4	爬坡性能测试	195
5.1.5	基于汽车行业基准选择构件	198
5.1.6	SAE J1711 测试步骤	200
5.1.7	实际工况测试	202
5.1.8	城市高速工况测试步骤	205
5.1.9	对比仿真	206
5.1.10	优化模板	207
5.2	ADVISOR 结构图的数据流	211
5.2.1	概述	211
5.2.2	后向仿真计算步骤	212
5.2.3	电机与电机控制器的前向/后向仿真数据流	214
第6章	ADVISOR 在我国的再开发应用	218
6.1	基于 ADVISOR 的构型再开发	218
6.1.1	后轴驱动形式再开发	218
6.1.2	4WD 双轴驱动形式再开发	225
6.1.3	基于 ADVISOR 的混合动力构型再开发	231
6.2	基于 ADVISOR 的控制策略再开发	238
6.2.1	并联控制策略研究	239
6.2.2	并联控制策略嵌入 ADVISOR	240
6.2.3	仿真及结果	242
6.2.4	结论	244
6.3	基于 ADVISOR 自定义的 CHEV2002 软件开发	244
6.3.1	利用 MATLAB/Simulink 进行混合动力汽车建模	244
6.3.2	仿真平台人机交互界面制作	245
6.3.3	用虚拟现实工具箱与仪器仪表工具箱制作仿真动画	251
6.4	ADVISOR 再开发应用实例——复合电源再开发	252
6.4.1	车辆参数	252
6.4.2	复合电源功率分流控制策略	254
6.4.3	DC-DC 模型	256
6.4.4	整车顶层模型	256
6.4.5	车辆参数输入	258
6.4.6	复合电源再开发流程	261
6.4.7	仿真结果	262
6.4.8	结论	266
第7章	ADVISOR 与 CRUISE 平台仿真	267
7.1	基于 ADVISOR 前向仿真平台的再开发	267

7.1.1	前向与后向仿真软件的特点	267
7.1.2	前向仿真模块的改进	269
7.1.3	前向模型嵌入 ADVISOR	271
7.1.4	仿真与其结果	271
7.1.5	结论	273
7.2	ADVISOR 与 CRUISE 平台下纯电动汽车仿真对比	273
7.2.1	固定档纯电动汽车仿真对标	273
7.2.2	结论	301
7.3	ADVISOR 与 CRUISE 平台下混合动力汽车仿真对比	303
7.3.1	功率需求与燃油消耗仿真对比验证	303
7.3.2	不同车型的性能仿真对比	307
7.3.3	结论	310
7.4	ADVISOR 与 CRUISE 平台下复合电源仿真对比	310
7.4.1	CRUISE 整车模型	310
7.4.2	整车控制策略	311
7.4.3	仿真结果对比	313
7.4.4	复合电源经济性对比	321
7.4.5	结论	321
第 8 章	ADVISOR 常见问题释义	322
8.1	如何将循环工况数据导入 ADVISOR	322
8.2	电机过载系数对动力性仿真结果影响	324
8.3	ADVISOR 中如何定义质量	324
8.4	根据仿真需求, 怎样选择相关部件版式	325
8.5	ADVISOR 中等效燃油消耗计算方法	327
8.6	ADVISOR 中纯电动汽车电耗计算方法	328
8.7	高版本 MATLAB 下的 ADVISOR 运行常见问题	329
第 9 章	ADVISOR 2004 新功能	336
9.1	传统汽车增加了四轮驱动	336
9.2	简化的工况分析工具	337
9.3	新的燃料电池系统模型	337
9.4	ADVISOR/Saber 联合仿真	337
9.5	燃料电池车辆的自适应控制策略	338
9.6	仿真结果的动态对比	338
9.7	仿真设置界面增加实验设计功能	339
9.8	重组部件库便于建模	339
9.8.1	新布局	340

9.8.2 使用新的库模块	340
附录.....	341
附录 A ADVISOR 中的变量	341
附录 B ADVISOR 数据文件	386
附录 C 常用 MATLAB 命令	387
附录 D 常用循环工况	387
附录 E 中国部分 EV、HEV 行业标准	392
参考文献.....	394

第 1 章

ADVISOR 简介

1.1 ADVISOR 概述

ADVISOR (Advanced Vehicle Simulator, 高级车辆仿真器) 是由美国可再生能源实验室 NREL (National Renewable Energy Laboratory), 在 MATLAB 和 Simulink 软件环境下开发的高级车辆仿真软件。该软件从 1994 年 11 月初始开发和使用, 可以对传统汽车、纯电动汽车和混合动力汽车的各种性能作快速分析, 目前最新的免费版本是 ADVISOR 2002, 商业版本为 ADVISOR 2004。

本书以 ADVISOR 2002 为基础进行介绍。为叙述方便, 除非特指, 以下将 ADVISOR 2002 简称为 ADVISOR。另外, 本书以相对复杂的混合动力系统为例, 介绍 ADVISOR 的应用与再开发。

ADVISOR 用形象图标表示汽车仿真系统中的各个元件, 如图 1-1 所示。每个元件图形下, 都是利用 Simulink 提供的丰富模块库建立的动态系统模型, 图 1-2 是图 1-1 中变速器 gearbox <gb> 模块的内部模型。建模时, 只需在 Simulink 模块库中选择需要的系统模块并将其拖放到用户界面中, 然后将它们连接起来即可。

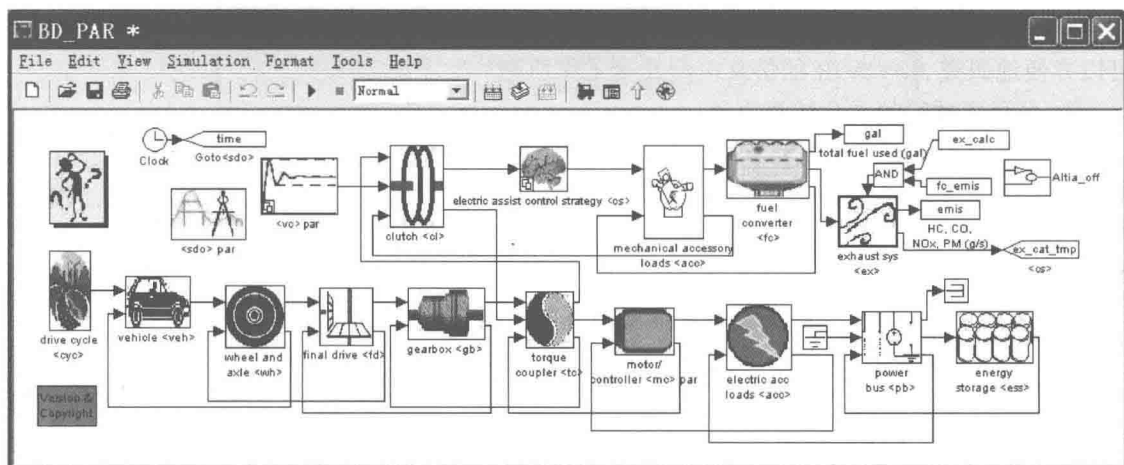


图 1-1 使用 ADVISOR 图标的汽车仿真系统

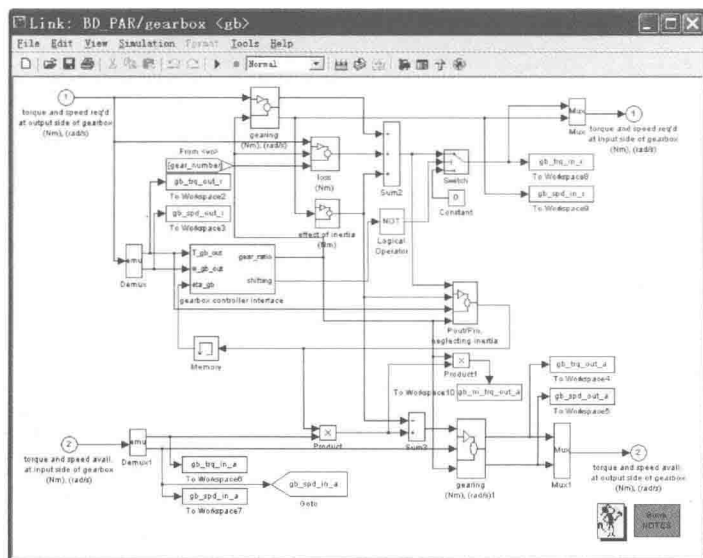


图 1-2 使用 Simulink 系统模块的变速器模型

1.2 ADVISOR 的主要特点

1. 仿真模型采用模块化的设计思想

ADVISOR 按模块建立了发动机、离合器、变速器、主减速器、车轮和车轴等部件的仿真模型。各个模块都有标准的数据输入/输出端口，便于模块间进行数据传递。而且各总成模块都很容易扩充和修改，用户可以在现有模型的基础上，根据需要对一些模块进行修改，然后重新组装需要的汽车模型。这样会大大节省建模时间，提高建模效率。

2. 仿真模型和源代码全部开放

ADVISOR 的仿真模型和源代码在全球范围内完全公开，可以在网站上免费下载。用户可以方便地研究 ADVISOR 的仿真模型及其工作原理。

3. 采用了独特的混合仿真方法

现在的汽车仿真方法主要有前向仿真和后向仿真两种。大多仿真软件采用其中的一种方法，使两种方法优劣不能互补。而 ADVISOR 采用了以后向仿真为主、前向仿真为辅的混合仿真方法，这样便较好地集成了两种方法的优点，既使仿真计算量较小、运算速度较快，又保证了仿真结果的精度。

4. 在 MATLAB 和 Simulink 软件环境下开发研制

MATLAB 是世界上顶尖的可视化科学计算与数学应用软件，其语法结构简单，数值计算高效，图形功能完备，集成了诸多专业仿真工具包，而且还提供了方便的应用程序接口 (API)。用户可以在 MATLAB 环境下直接调用 C、Fortran 等语言编写的程序。MATLAB 内置的计算程序、专业的仿真工具以及与其他应用程序的接口，会减少汽车模型的搭建和仿真计算过程中的工作量，同时也方便了不同编程语言用户之间的合作。

5. 能与其他多种软件进行联合仿真 Co-simulation

汽车是一个复杂的系统，其仿真更是涉及机械、电子、控制等多个领域，工作量很大。

ADVISOR 软件开发过程中也难以涉及所有领域，这样就限制了它一些功能的实现。但是 ADVISOR 设计了开放的软件接口，能与 Saber、Simplorer、VisuaDOC、Sinda/Fluint 等软件进行联合仿真，为用户改进和拓展其功能提供了方便。

1.3 ADVISOR 的安装

1.3.1 兼容的 MATLAB 版本安装

安装软件之前，需要明确软件的版本及其对系统的要求。要求 MATLAB 为 6.1 或 6.5 版本。安装 ADVISOR 的方法比较简单，以 MATLAB 6.5 为例，首先运行 MATLAB，将 ADVISOR 文件所在路径添加到 MATLAB 工作路径下；单击文件夹按钮【File】>> 设置路径 Set Path 栏，出现图 1-3 所示的界面；单击添加文件夹按钮【Add with Subfolders...】，选择 ADVISOR 文件夹，单击保存按钮【Save】保存，关闭该界面，路径就添加完成了。启动 ADVISOR 时，只需在 MATLAB 命令窗口提示符下输入“advisor”，并按进入按钮【Enter】即可。

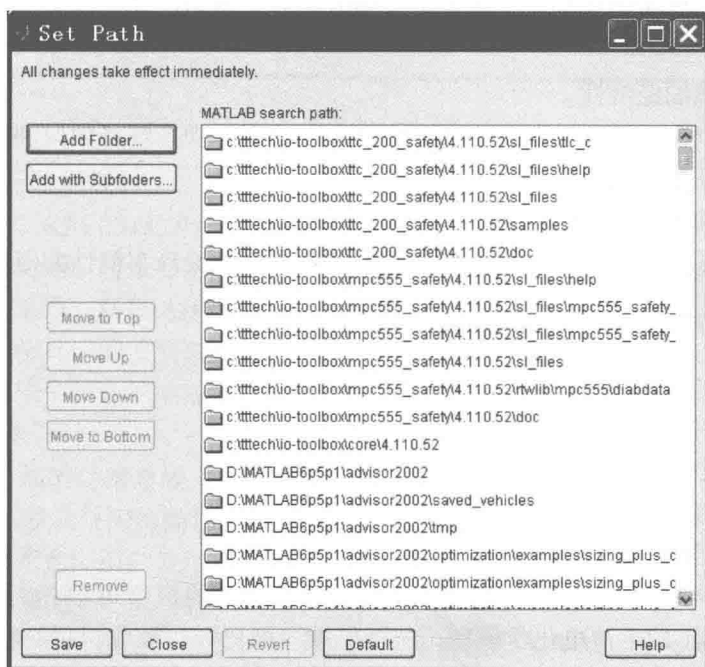


图 1-3 设置 MATLAB 工作路径

1.3.2 高版本 MATLAB 安装

一般情况下，ADVISOR 是不能在 MATLAB 6.5 以上高版本环境下运行的，但是经过以下修改步骤，就可以在高版本 MATLAB 下实现运行 ADVISOR。

① 将 ADVISOR 文件所在路径添加到 MATLAB 的工作路径下。

② 将文件 ADVISOR2002patchforR13.m 复制进 ADVISOR 的文件目录，如 E:\Program \Advisor2002 下。

③ 在 MATLAB 中将运行目录也改为 E:\Program\Advisor2002。

④ 在 MATLAB 的 Command Window 窗口输入“ADVISOR2002patchforR13”，可以直接运行 ADVISOR2002patchforR13.m，之后会看到 ADVISOR 的底层模块被不断更新。

⑤ 更新完成后，在 Command Window 窗口输入“advisor”，运行 ADVISOR，如果 MATLAB 提示出错，则找到出错的文件，一般会是“get_cycle_info.m”。将第 25 行的“break”改成“return”，保存后重新运行 ADVISOR；若继续出错，则找到位置后，将“break”改成“return”。

⑥ 全部修改完后，ADVISOR 即可正确运行。如果第④步中更新出错，则可先做第⑤步，再进行第④步，第④步与第⑤步交替进行，直到没有提示错误为止。

1.4 ADVISOR 的应用范围与局限

1.4.1 ADVISOR 的应用范围

ADVISOR 主要用于快速分析传统汽车、纯电动汽车及混合动力汽车的动力性与经济性。具体如下：

- ① 估计车辆燃油经济性。
- ② 了解传统汽车、纯电动车或混合动力汽车的整个传动系统是如何利用或损失能量的。
- ③ 对比一些循环工况产生的汽车尾气排放量。
- ④ 评价混合动力汽车的能量管理策略。
- ⑤ 优化变速器传动比，以减小燃油消耗、最大限度地提高车辆性能等。

1.4.2 ADVISOR 可实现的功能

- ① 判断车辆是否能跟随循环工况。
- ② 计算一次测试中需要多少燃油或电能。
- ③ 分析动力传动系统部件能提供多大的峰值功率。
- ④ 分析发动机提供的转矩和转速是如何分配的。
- ⑤ 计算变速器的平均效率是多少。

由于 ADVISOR 中的模型都是模块化的，所以各组件的模型可以相对容易地扩展和改进。例如图 1-4 所示的电池电化学模型，包括扩散、极化和热效应，它能够很容易地集成到整车中，并与电机进行协同工作。当然，开发新的、详细的动力传动系统部件模型，需要对 MATLAB/Simulink 环境非常熟悉才行。

1.4.3 ADVISOR 的局限

由于 ADVISOR 最初的开发目的比较单一，而且当时的开发条件有限，所以 ADVISOR 的使用是具有一定局限性的，体现在以下几个方面：

1. 用于分析，而不是用于设计

ADVISOR 最初的开发目的是作为分析工具而不是设计工具。它的各元件模型是准静态的，不能用于预测时间间隔小于 0.1s 的现象，而且物理振动、电磁振动及其他动力学分析，