

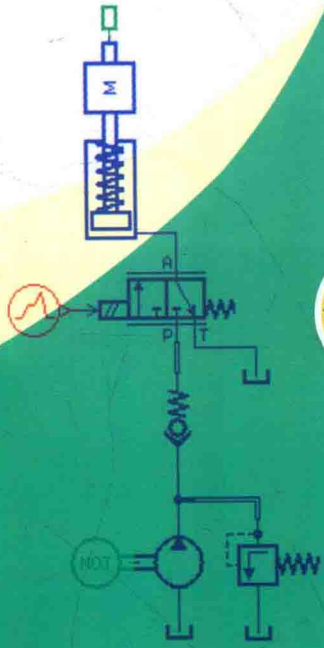
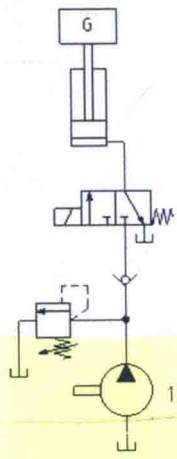
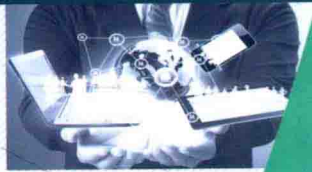


内附光盘



液压系统 **Amesim** 计算机仿真进阶教程

梁全 谢基晨 聂利卫◎编著



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

液压系统 Amesim 计算机仿真进阶教程

梁全 谢基晨 聂利卫 编著



机械工业出版社

本书是用 Amesim 仿真软件进行液压系统计算机仿真的进阶教程,重点通过实例的方法,介绍用 Amesim 仿真软件进行液压系统建模和仿真的基本理论和操作技巧。所列举的实例,涵盖了流体力学、泵、缸、蓄能器、控制阀、回路及比例伺服系统等领域。读者通过实例的学习,既能够掌握 Amesim 基本操作技巧,又能够学习液压传动基础知识,一举多得。

本书可供工程技术人员、科研单位和高校本科生研究生学习,也可供从事液压系统计算机仿真的科研人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

液压系统 Amesim 计算机仿真进阶教程/梁全, 谢基晨, 聂利卫编著. —北京: 机械工业出版社, 2016. 3

ISBN 978-7-111-52830-2

I. ①液… II. ①梁… ②谢… ③聂… III. ①液压系统 - 计算机仿真 - 软件包 IV. ①TH137-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 020421 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: 黄丽梅 责任编辑: 黄丽梅 版式设计: 霍永明
责任校对: 刘志文 封面设计: 陈 沛 责任印制: 李 洋
北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2016 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 15 印张 · 305 千字

0 001—3 000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-52830-2

ISBN 978-7-89405-960-4 (光盘号)

定价: 49.00 元 (含 1CD)

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

前 言

随着计算机技术的飞速发展,各行各业涌现出了名目繁多的仿真软件,流体传动与控制领域也不例外。通常所说的流体传动与控制系统指液压系统,也包括气动系统。本书主要讲解液压系统的计算机软件仿真方法,并且主要介绍的是液压传动系统的静态特性仿真,不涉及伺服系统的动态性能仿真。

目前市面上流行的液压系统计算机仿真软件主要包括 FluidSim、Automation Studio、HOPSAN、HyPneu、Easy5、DSHplus、20-sim、Amesim、MATLAB 等。本书介绍利用 Amesim 软件进行液压系统计算机仿真的基本方法,以期为 Amesim 软件在中国的普及贡献一点绵薄的力量,促进国内相关领域的发展。

本书介绍的是液压系统仿真的基本知识,要想看懂本书,必须拥有一定的液压基础知识。笔者在写作本书的过程中,深深地体会到液压技术本身的功底对液压仿真的重要性,建议读者在学习本书的同时也应该更深入地学习液压工程知识。但反过来,笔者认为,Amesim 完全能够胜任液压虚拟实验室的功能,对提高用户的液压工程能力,也能够起到一定的作用。

本书的体系结构参考了国内通行的液压传动教材的结构,目的是想介绍一种思想,一种用 Amesim 解决液压工程问题的思想。本书旨在证明一点,Amesim 可以解决绝大多数液压工程的仿真问题,它提供了从流体力学到液压传动、直到伺服控制的完整的液压解决方案。

阅读这本书,读者首先要知道用 Amesim 进行仿真的基本步骤,即建立模型草图,赋予子模型,参数设置,最后是仿真。本书关注用 Amesim 解决液压问题,因此许多关于 Amesim 的基本操作方法,介绍得不多,比如仿真结果的显示和处理、批处理的设置方法、超级元件的设置方法、图标的绘制和创建等。这些操作方法,读者可以从本书的姊妹篇《液压系统 Amesim 计算机仿真指南》和 Amesim 的帮助文件中找到相关答案。所以读者学习 Amesim,最好拥有一定的英文基础。

本书的特色是介绍了 Amesim 液压库中没有的元件的仿真模型构建方法,比如增压缸、多级缸、压力继电器、插装阀、柱塞泵等元件的 Amesim 仿真方法。通过学习这些元件仿真模型的建立方法,读者最重要的是掌握其建模思想,一旦掌握了建模思想,就能够举一反三,从而能够建立从前没有见过或 Amesim 库中没有提供的元件的仿真模型,进而解决实际工程问题。

本书第1章介绍了液压系统仿真基础知识,读者可以先大致阅读一下本章,

重点是了解用 Amesim 进行液压系统计算机仿真所需要的四个步骤,待到学习逐渐深入后,可以再返回来重新详细阅读,这样读者就能够加深对 Amesim 的理解,从而提高能力,解决更深层次的问题;第2章介绍了液压油和液压流体力学的仿真方法,主要介绍了流体的属性及其仿真实例、流量静力学及其仿真实例、流体动力学及其仿真实例、流体流动时的压力损失、孔口和缝隙的流动,这一章的内容在后面的章节中会经常用到,并且内容比较抽象,读者要细心研读;第3章介绍了液压泵的仿真方法,重点介绍了柱塞泵的仿真建模方法,这一章的仿真实例比较复杂,完整再现了柱塞泵的 Amesim 仿真建模方法,并且涉及到了液压库、液压元件设计库、机械库、信号库等内容,有一定难度;第4章介绍了液压缸的仿真方法,包括柱塞缸、活塞缸等内容;第5章介绍了蓄能器的仿真方法,并给出了仿真实例;第6章介绍了液压控制阀的仿真方法,着重介绍了液压库中方向阀、压力阀和流量阀的性能特点和参数设置方法,还介绍了用液压元件设计库搭建插装阀仿真模型的方法,本章对液压系统建模有很大的参考价值;第7章介绍了液压回路的仿真,包括调速回路、方向控制回路、压力控制回路,还介绍了利用 Amesim 的平面机构库和液压库联合进行仿真的方法;第8章介绍了比例伺服系统的仿真方法,由于本书的目的不是介绍液压系统动态特性的仿真方法,因此这一章没有介绍动态系统的常见内容(如时域分析、频域分析和校正等),而是通过循序渐进的设计实例,介绍了比例伺服液压系统的设计方法,并用仿真验证了设计方法的可行性,对提高读者的液压系统设计能力有一定的帮助。另外,本书所有的液压原理图图形符号都采用了《GB/T 786.1—2009 流体传动系统及元件图形符号和回路图》标准。本书所有的仿真实例均由 Amesim Rev13 创建。本书还附带了包含所有仿真实例文件的光盘。

本书在编写过程中,得到了西门子公司仿真工程师聂利卫、谢基晨的大力帮助和支持,特别是谢基晨工程师不厌其烦的解释和讲解,帮助作者克服了许多仿真难题,并且两位工程师也对全书的体系结构给出了良好的意见建议,并亲自撰写了部分章节,在此对两位工程师的帮助表示深深的感谢!

Amesim 软件庞大复杂、功能众多,液压技术体系严谨、博大精深,笔者自知自己液压功底尚浅,写作本书,只希望能够起到抛砖引玉的作用,希望对提高国内的液压元件、液压系统设计分析能力,贡献自己的一点力量。

写作时间仓促,必然存在这样或那样的错误和疏漏之处,恳请国内同行批评指正,联系方式:liangquan6@126.com。

梁 全

目 录

前言	
第 1 章 液压系统仿真基础知识	1
1.1 仿真概述	1
1.2 Amesim 中液压仿真的总体介绍	4
1.2.1 Amesim 中的库	4
1.2.2 液压系统的组成	6
1.2.3 简单实例	9
1.3 系统代数环的概念与解决方案	14
1.3.1 代数环的概念	14
1.3.2 代数环的解决方法	15
第 2 章 液压油和液压流体力学的仿真方法	16
2.1 流体的基本属性	16
2.1.1 概述	16
2.1.2 流体密度	16
2.1.3 流体的可压缩性	17
2.1.4 黏性	20
2.1.5 存在空气和气泡的流体	21
2.1.6 气穴和气蚀现象	22
2.1.7 液压流体属性子模型	22
2.1.8 流体属性仿真实例	25
2.2 流体静力学	28
2.2.1 液体的静压力及其特性	28
2.2.2 静压力基本方程式	29
2.2.3 液体静压力的仿真	29
2.2.4 帕斯卡原理	30
2.2.5 帕斯卡原理仿真	30
2.3 流体动力学	33
2.3.1 液体连续性原理	33
2.3.2 流体连续性原理仿真	34
2.3.3 理想液体的伯努利方程	36
2.3.4 实际液体的伯努利方程	36
2.3.5 动量方程	36
2.4 孔口和缝隙流量	37

2.4.1	孔口流动	37
2.4.2	缝隙流动	40
2.4.3	Amesim 中的节流孔	40
2.4.4	总结	41
2.4.5	孔口流量公式的仿真	42
2.4.6	参考压力下的流量	44
2.4.7	孔口出流	45
2.5	液体流动时的压力损失	48
2.5.1	液体的流动状态	48
2.5.2	压力损失	49
2.5.3	流体属性对层流紊流的影响	50
2.6	动量方程的应用	54
2.6.1	滑阀液动力	54
2.6.2	锥阀阀口通流面积及压力流量方程	56
2.6.3	锥阀的稳态液动力	57
2.6.4	圆柱滑阀液动力仿真	57
2.6.5	锥阀的稳态液动力	59
第3章 液压泵的仿真方法		61
3.1	采用液压库的液压泵仿真方法	61
3.1.1	流量源的使用方法	61
3.1.2	定量泵模型的使用方法	62
3.1.3	变量泵模型的使用方法	62
3.1.4	恒压变量泵模型的使用方法	63
3.2	液压泵液压元件设计库仿真基础知识	64
3.2.1	常见泵的机械结构及工作原理	64
3.2.2	Amesim 中构建泵模型常用库元件	65
3.3	柱塞泵的仿真	68
第4章 液压缸的仿真方法		84
4.1	液压缸仿真的基础知识	84
4.2	液压库中的液压缸模型	84
4.3	柱塞缸仿真	85
4.3.1	柱塞缸仿真模型	85
4.3.2	柱塞缸仿真实例	86
4.4	活塞缸仿真	90
4.4.1	单杆双作用	90
4.4.2	双杆双作用	91
4.4.3	差动式	91
4.4.4	单杆单作用	92
4.4.5	增压缸	92

4.4.6 增速缸	93
4.4.7 多级缸仿真	93
第5章 蓄能器的仿真方法	96
5.1 蓄能器仿真简介	96
5.1.1 蓄能器技术概述	96
5.1.2 蓄能器功用	97
5.1.3 蓄能器的计算和选型	97
5.1.4 Amesim 中的蓄能器参数	99
5.2 蓄能器仿真实例	101
5.2.1 蓄能器数学模型的简单验证	101
5.2.2 较复杂的蓄能器仿真	103
第6章 液压控制阀的仿真方法	109
6.1 液压控制阀 Amesim 仿真概述	109
6.2 单向阀	109
6.3 方向控制阀的仿真	114
6.3.1 方向控制阀的系统级仿真	114
6.3.2 方向控制阀的元件级仿真	115
6.4 压力控制阀的仿真	121
6.4.1 溢流阀仿真	121
6.4.2 减压阀仿真	132
6.4.3 顺序阀仿真	136
6.4.4 压力继电器仿真	145
6.5 流量控制阀的仿真	149
6.5.1 节流孔的仿真	149
6.5.2 节流阀的仿真	156
6.5.3 调速阀的仿真	156
6.6 插装阀的仿真	158
6.6.1 插装方向控制阀	158
6.6.2 插装压力控制阀	163
6.6.3 插装流量控制阀	164
6.6.4 插装阀仿真综合实例	165
第7章 液压回路的仿真	169
7.1 液压回路仿真的基础知识	169
7.2 调速回路的仿真	169
7.2.1 进油节流调速回路	169
7.2.2 回油节流调速回路	174
7.2.3 旁路节流调速回路	179
7.3 方向控制回路的仿真	181
7.4 压力控制回路的仿真	189

7.5	平面机构库和液压库的仿真	195
第 8 章	比例伺服系统的仿真方法	201
8.1	伺服系统仿真基础知识	201
8.1.1	比例换向阀的流量计算	202
8.1.2	流量计算实例	203
8.1.3	仿真实例 1	203
8.2	不考虑负载和摩擦的双活塞杆阀控缸系统	204
8.2.1	理论分析	204
8.2.2	仿真实例 2	206
8.3	不考虑负载和摩擦力的单活塞杆阀控缸系统	209
8.3.1	单活塞杆液压缸的面积比	209
8.3.2	前进行程: 两腔的压力和控制边上的压力降	210
8.3.3	后退行程: 两腔的压力和控制边上的压力降	211
8.3.4	速度计算	212
8.3.5	使用三位四通比例换向阀的阀控缸系统前进后退速度的比较	213
8.3.6	使用三位四通开关阀的阀控缸系统前进后退速度的比较	213
8.3.7	仿真实例 3	213
8.4	考虑负载和摩擦的双活塞杆阀控缸系统	216
8.4.1	驱动活塞的最大力	216
8.4.2	匀速运动时的活塞力	216
8.4.3	负载压力、腔体压力和通过控制边的压力降	217
8.4.4	运动速度的计算	217
8.4.5	泵的大小	218
8.4.6	仿真实例 4 (考虑负载和摩擦力的双活塞缸液压缸速度的计算)	218
8.4.7	负载力对运动速度的影响	221
8.5	考虑负载和摩擦的单活塞杆阀控缸系统	222
8.5.1	驱动活塞的最大力	222
8.5.2	恒定运动速度的输出力	223
8.5.3	负载压力、腔体压力和控制边的压力差	223
8.5.4	前进和后退行程的速度计算	224
8.5.5	负载力的影响	224
8.5.6	泵的规格	224
8.5.7	仿真实例 5 (考虑负载和摩擦力的单活塞杆阀控缸速度的计算)	225
	参考文献	227

第 1 章 液压系统仿真基础知识

1.1 仿真概述

按百度百科中对仿真的定义，仿真应该是：利用模型复现实际系统中发生的本质过程，并通过对系统模型的实验来研究存在的或设计中的系统，又称模拟。上面这句话基本道清了仿真的本质。笔者认为，仿真有两个直接的目的：一个是分析现有系统；另一个是辅助设计新系统。仿真在实际系统不存在时，就能在一定程度上对其进行了解、研究。试想，价格昂贵、搭建费时费力的传动系统，借助仿真，在一台小小的个人计算机上就可以运行，在还没有搭建实际的系统时，就能够对将来要发生的事情做出规划和预测，那将在多大程度上节省金钱和时间呀！

要进行仿真，离不开软件。在工程仿真领域，有许多的仿真软件，其中名气最大的当属 MATLAB。如果要用 MATLAB 来进行仿真的话，需要对仿真的对象十分了解，然后在 MATLAB 的 Simulink 之中搭建物理模型。随着 MATLAB 的发展，目前 MATLAB 中也逐渐增加了许多仿真库，如 SimMechanical、SimHydraulic 库等，前者可以完成机械机构的仿真、后者可以完成液压系统的仿真。对于初学者来说，这在很大程度上降低了入门的门槛。Amesim 虽没有 MATLAB 功能强大、灵活自如，但在液压领域内，其仿真功能要强于 MATLAB，本书将主要介绍 Amesim 仿真软件在液压领域内的应用。

Amesim 软件是 LMS 旗下的一款性能很强大的系统仿真软件（现已被西门子公司收购），能够实现对机械、液压、气动、电气、热等多个领域的仿真计算。Amesim 将上述领域的工程问题抽象成仿真元件，分别归类进机械库、液压库、气动库、电气库、热库等库中。当使用 Amesim 进行相关领域的工程问题仿真时，用户只需拖动相应库中的图标，加以简单的连接，再赋予特定的参数，就可以方便迅速地完成仿真模型的搭建。因此，笔者的经验是，掌握了仿真的基本方法后（Amesim 仿真的基本方法很容易掌握），剩下的工作就是要熟悉 Amesim 中名目繁多的库，将工程中的实际问题抽象成现成的库元件的组合，这是一个 Amesim 仿真工程师所要做的工作。

初次接触 Amesim 时，往往觉得无从下手，再加上介绍 Amesim 的资料不多，刚开始学习时可能会遇到困难。我给读者的建议是多实践。学习 Amesim，首先要明白，要在 Amesim 中进行仿真，都必然要经历四个阶段：草图阶段、子模型阶段、参数设置阶段和仿真阶段。

第一步是草图阶段，在该阶段中，用户主要是将 Amesim 中提供的库中的仿真元件有机地连接在一起，形成自己的仿真模型。而怎样将这些仿真元件连在一起，就是我们要学习的内容。不同的库仿真背景不同，究竟该怎样组合，和库所对应的工程背景有关。本书主要介绍液压库，对于液压（Hydraulic）库来说，基本上草图阶段建立的模型和液压系统原理图一模一样，因而相对简单；而对于液压元件设计（Hydraulic Component Design）库来说，搭建的仿真草图和液压元件的机械结构很相近，这一阶段考验用户对所仿真对象的理解程度。

第二步是子模型阶段。之所以要有子模型阶段，是对上一步草图阶段的仿真模型进一步完善。草图阶段只是建立了仿真模型之间的联系，而每个仿真模型具体的物理特性还没有给定，这正是子模型阶段要完成的任务。对于 Amesim 库中的仿真元件来说，每个仿真元件对应的子模型可能有一个或者多个。这里有必要说一下子模型。笔者认为，可以将子模型理解成描述仿真元件物理特性的数学公式（虽然笔者不是 Amesim 软件的开发人员，但笔者相信，Amesim 的实际情况正是如此），这些数学公式可能是线性方程、非线性方程或微分方程。由于草图中通常不只包含一种元件，表面上看建立的是一堆元件，实际上建立的是线性方程组、非线性方程组或微分方程组。以液压库中的固定节流孔为例，从图标上看，固定节流孔只是一个元件，但在工程实践中，节流孔可能有多种形式，比如平行缝隙、同心环形缝隙和偏心环形缝隙等，每一种都对应不同的数学公式。用户在草图中选定了固定节流孔元件后，下面的任务就是指定到底是何种形式的节流孔，也就是什么样的方程，所以当然要有这一步！

第三步是参数设置模式。顾名思义，该步骤是为仿真对象设置参数。为仿真对象设置参数，实际上是为上一步建立的方程组赋值系数。Amesim 在参数设置阶段有点特殊，当首次或更改了子模型后，要进入到这一阶段，首先要进行编译链接，如果编译能够顺利通过，就说明用户的仿真模型在链接上是没有错误的，这时就可以设置各个子模型的参数，其实就是为上一步设定的方程组中的系数赋予具体的值；如果模型有错误，编译失败，用户要返回到第一步或第二步，修改模型。参数设置阶段决定了最终建立的仿真模型与实际系统的相似度，很显然，参数设置越准确，仿真的结果与系统实物的运行结果越吻合。在本书中，笔者尽量通过查找液压元件样本，得到实际元件的仿真关键参数（如流量压力特性），然后将该参数赋值到仿真模型中，以求仿真结果与实际系统更加接近。

最后一步是仿真阶段。进入该阶段后，运行仿真。实际上 Amesim 在后台求解我们前面建立的方程组（虽然用户看起来这根本不是方程组，只是一些图形，而 Amesim 方便就方便在这）。求得的解，通常是与时间相关的变量。将该变量从“Variables”窗口中拖动到草图窗口中，Amesim 将自动绘制出曲线图，而这个曲线图，就是我们需要的仿真结果。用户后期可以对这些曲线进行处理，这些通常都是动几下鼠标的事。

至此，我们就完成了整个仿真过程。

从上面的分析读者可以看到，系统的仿真其实没有什么神秘的，简单说，不过是找到一组数学公式来描述现实生活中的实际系统，然后赋予这些数学公式以正确的系数，最后再求解这组数学公式。Amesim 将上述过程图形化，并提供了求解方程组的多种算法，方便了用户。

由于本书主要是讲解液压系统的 Amesim 仿真方法，因此我们再单独介绍一下液压系统的建模步骤。

液压领域的建模分成液压系统建模和液压元件建模。对于液压系统，可以先根据原理图进行草图模型的构建；再为草图元件赋予子模型；然后是为子模型赋值参数；最后是仿真。对于液压元件，要根据其机械结构或物理原理，创建草图模型，后面的过程和系统建模一样。

Amesim 功能强大，既可以进行液压系统静态特性的仿真，也可以进行液压系统动态特性的仿真。

液压系统静态特性是指液压系统由瞬态过程进入稳态过程后的输出状态。例如泵或阀的流量、执行机构的速度、元件的效率、系统的稳定性等。求解静态特性一般需建立静态模型，通常是一组代数方程，然后用计算机进行数值求解（在 Amesim 中，用户看不到自己建立的代数方程组，而是由那些图形和子模型构成代数方程组，这保证了 Amesim 的易用性，用户不需要太多数学知识，就可以进行建模）。静态计算除了用于静态设计外，静态的稳定值又是动态计算的起点。

动态特性是指控制系统在接到输入信号以后，从初始状态到最终状态的响应过程，即通称的瞬态响应。对液压系统来说，主要是指高压管道与高压腔的压力瞬态峰值与波动情况、负载或控制机构（控制阀和变量泵的变量机构）的响应速度。求解动态特性需要建立动态模型，通常是一组以时间为独立变量的微分方程。

掌握了以上步骤，基本就算掌握了仿真的基本方法了。剩下的工作，就是熟悉 Amesim 中多种多样的库了。笔者认为，这时不仅考验用户的 Amesim 建模能力，更考验用户的专业背景，可以这样说，对自己的专业越熟悉，越能用好 Amesim。那么想要用好 Amesim，需要具备哪些方面的基础知识呢？第一，数学知识必不可少，特别是一些简单数学运算是很常用的。比如，方向的确定、单位换算、参数的间接求取等；第二是一些物理学知识，比如力学知识、电学知识、热力学知识等，因为 Amesim 主要是工程仿真，说白了就是一些物理学现象。其中力学和电学知识在 Amesim 之中用得很多，力、功、压力、压强、速度、加速度等是很常见的，就不再赘述了。另外一个很重要的知识是逻辑知识，这方面其实也不叫专门知识，但是很重要，许多时候在做控制时需要一个很清晰的逻辑思维。

最后要告诉读者的是，仿真终究是仿真，无论何时也代替不了实物样机。我们不能因为掌握了一点仿真技巧就沾沾自喜，在得到仿真结果后，还是要回到应用实践中去，在实践中检验仿真的正确性。

1.2 Amesim 中液压仿真的总体介绍

随着机电液一体化技术的发展, 液压传动与控制系统在大型工程机械装备中的重要性进一步提高。末端执行机构对动作的快速性、准确性和稳定性要求的增加也对液压系统动作的控制精度、复杂程度、动态响应特性等提出了更高要求。以满足静态性能要求和实现预定动作循环为目的的传统的液压设计手段已不能满足当前的工程需要, 而通过软件仿真则可有效缩短设计周期, 减少试验的成本及实验引发的危险事故, 同时可及时掌握系统的动态工作特性, 通过对仿真数据的分析评价, 为液压系统及整机的优化提供理论依据, 进一步提高液压系统和整个机械装置的工作可靠性。

Amesim 即 Advanced Modeling Environment of Simulation (高级建模仿真环境), 是 1995 年由法国 IMAGINE 公司基于键合图理论开发的软件, 目前该公司已被西门子公司收购。

Amesim 主要应用于机械及液压系统建模、仿真和动力学分析, 由于其能够为流体动力、热传动、系统控制提供较好的仿真环境, 现已在汽车的燃油喷射、悬挂系统、ABS 制动控制、工程机械的传动、液压管路、润滑控制、航空航天机的机翼回路控制、火箭助推器、飞机吊舱等多个领域广泛应用。

1.2.1 Amesim 中的库

Amesim 是一个仿真软件, 其主要特点是为用户提供一个仿真平台, 使用户在对仿真背后的数学知识不是非常熟悉的情况下, 仍然能够搭建复杂的仿真系统进行仿真。

在 Amesim 中, 预先提供了众多的数学模型。Amesim 将这些数学模型进行了归类, 这些仿真模型的归类称为“库”。正是由于 Amesim 中预先提供了这些建模准确、使用方便的“库”, 才使得利用 Amesim 软件搭建各类仿真系统变得易如反掌, 提高了仿真的效率和准确性。因此, 从某种程度上说, 学习 Amesim 的仿真方法, 主要是对 Amesim 中库的学习。

由于本书主要是介绍 Amesim 液压系统的仿真, 因此免不了要和各种各样的液压库打交道, 在 Amesim 中, 最常使用的与液压相关的库有如下三种: 标准液压库 (Hydraulic, HYD)、液阻库 (Hydraulic Resistance, HR) 和液压元件设计库 (Hydraulic Component Design, HCD)。启动 Amesim 后, 在默认情况下, 这三个库应该出现在右侧的“Library tree”列表中, 如图 1-1 所示。

为什么在 Amesim 中提供了三个与液压相关的库呢? 这是因为每个库分别满足了液压仿真中不同方面的需求。

标准液压库主要是通过库内典型液压元件进行液压系统仿真。标准液压库的仿真元件如图 1-2 所示。

- ▷ IFP Engine
- ▷ CFD 1D gas dynamics
- ▷ IFP Exhaust
- ▷ Hydraulic
- ▷ Discrete Partitioning
- ▷ Hydraulic Component Design
- ▷ Hydraulic Resistance
- ▷ Filling
- ▷ Thermal

图 1-1 与液压相关的 Amesim 库

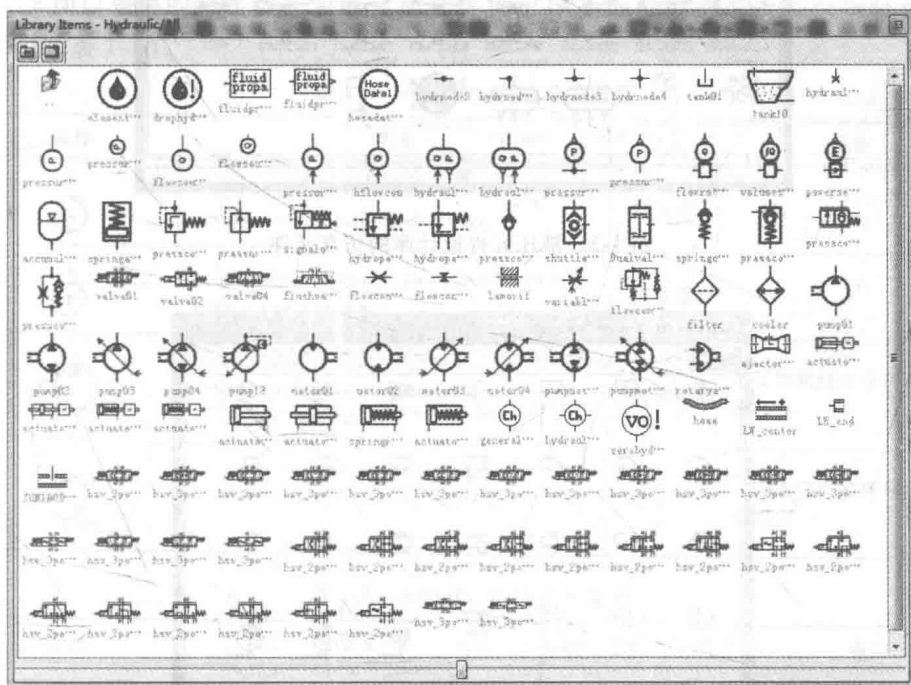


图 1-2 标准液压库的仿真元件

液压元件设计库是由基本几何结构单元组成的基本元素库，用于根据几何形状和物理特性详细构建各种液压元件的仿真模型。液压元件设计库的仿真元件如图 1-3 所示。

液阻库主要用于分析液压管网中的压力损失和流量损失。液阻库的仿真元件如图 1-4 所示。

在本书中，我们主要讲解液压库和液压元件设计库。

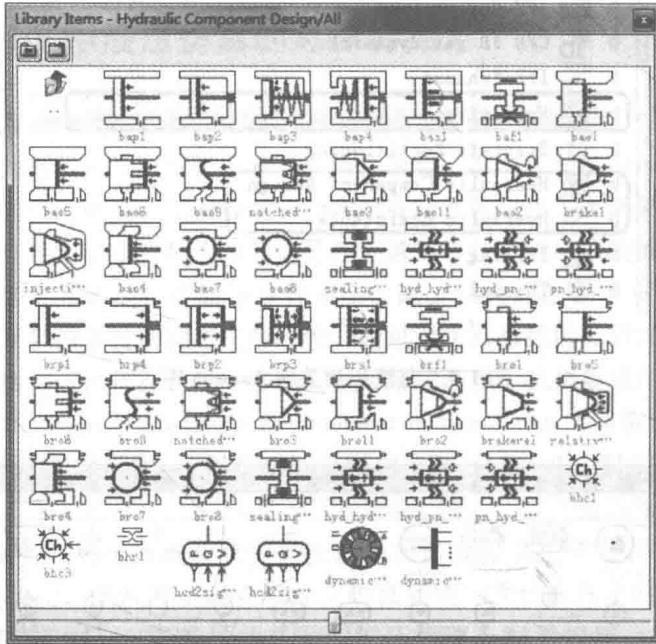


图 1-3 液压元件设计库的仿真元件

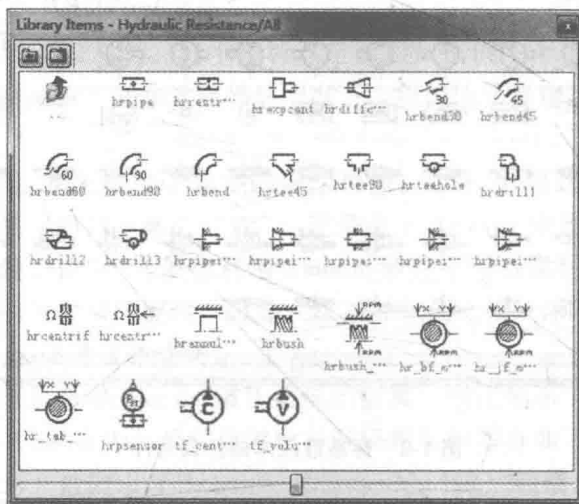


图 1-4 液阻库的仿真元件

1.2.2 液压系统的组成

要进行液压系统计算机仿真，首先要了解什么是液压系统。一个完整的、能够正常工作的液压系统，应该由以下五个主要部分组成：

(1) 动力装置 该装置是供给液压系统压力油,把机械能转换成液压能的装置。最常见的形式是液压泵。

(2) 执行装置 该装置是把液压能转换成机械能的装置。其形式有做直线运动或摆动的液压缸和做回转运动的液压马达,它们又称为液压系统的执行元件。

(3) 控制调节装置 该装置是对系统中的压力、流量或流动方向进行控制或调节的装置,如溢流阀、节流阀、换向阀等。

(4) 辅助装置 上述三部分之外的其他装置,如油箱、滤油器、油管等,它们对保证系统正常工作是必不可少的。

(5) 工作介质 传递能量的流体,即液压油与压缩空气。

以上液压系统的5个组成部分,在Amesim的液压库、液压元件设计库中都有对应的仿真模型。

下面以表格的形式将其中的主要元件按上述5个组成部分进行归纳整理(见表1-1~表1-5)。

表 1-1 Amesim 中的动力装置








图标	英文	中文	备注
	hydraulic pressure source can be used as a perfect pressure compensated pump	恒压源	
	hydraulic flow source/sink can be used to replace a pump or motor	恒流源	
	fixed displacement hydraulic pump	定量泵	需要和机械库中的电动机配合
	variable displacement hydraulic pump	变量泵	需要和机械库中的电动机配合

表 1-2 Amesim 中的执行装置

图标	英文	中文	备注
	jack/mass with double hydraulic chamber and single rod	双作用单活塞杆带负载液压缸	需要和机械库、信号库中的元件配合
	hydraulic actuator with single shaft and double flow ports	双作用单活塞杆液压缸	需要和机械库、信号库中的元件配合
	hydraulic actuator with one connected and one unconnected shaft and double flow ports	双作用双活塞杆液压缸	需要和机械库、信号库中的元件配合
	hydraulic actuator with spring assistance, single shaft and single flow port	单作用弹簧回程液压缸	需要和机械库、信号库中的元件配合

(续)





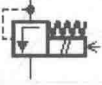






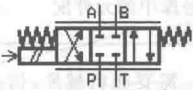
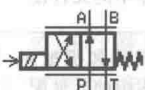
图标	英文	中文	备注
	fixed displacement hydraulic motor	定量马达	需要和机械库中的旋转负载配合
	variable displacement hydraulic motor	变量马达	需要和机械库中的旋转负载配合

表 1-3 Amesim 中的控制和调节装置

图标	英文	中文	备注
	hydraulic pressure relief valve	溢流阀	
	Pressure reducer	减压阀	
	signal operated hydraulic pressure relief valve	电磁溢流阀	可当作比例、伺服压力阀使用
	hydraulic operated hydraulic 2 ports valve	顺序阀	通过对各个端口进行控制,可以实现各种顺序阀的功能
	spring loaded hydraulic check valve	带弹簧单向阀	
	pilot spring loaded hydraulic check valve	液控单向阀	
	hydraulic restrictor	节流孔	
	variable hydraulic restrictor	可调节流阀	
	hydraulic flow regulator	调速阀	
	PB - AT 0 PA - BT	3 位 4 通中位机能为 O 型的换向阀	需要和信号库中的元件配合使用
	PB - AT PA - BT	2 位 4 通换向阀	需要和信号库中的元件配合使用