


MATLAB仿真应用精品丛书

MATLAB R2016a

控制系统设计与仿真

邓奋发 编著

 中国工信出版集团

 电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>



MATLAB R2016a

Mathematical Computing Software

© 2015 MathWorks



MATLAB 仿真应用精品丛书

MATLAB R2016a 控制系统 设计与仿真

邓奋发 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书以 MATLAB R2016a 为仿真平台,以控制系统为主线,以 MATLAB 为辅助工具,三者有机结合介绍控制系统的仿真设计,实用性强,内容丰富。本书主要内容包括 MATLAB 软件简介、线性控制系统模型、线性控制系统分析、时域分析、根轨迹分析、频域分析、PID 控制器分析、非线性系统分析、状态空间控制系统分析、鲁棒控制器分析和智能控制分析。

本书可作为控制工程、通信工程、电子信息工程领域广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书,也可作为高等院校相关专业的教学用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

MATLAB R2016a 控制系统设计与仿真 / 邓奋发编著. —北京:电子工业出版社,2018.1
(MATLAB 仿真应用精品丛书)

ISBN 978-7-121-33362-0

I. ①M… II. ①邓… III. ①自动控制系统—系统仿真—Matlab 软件 IV. ①TP273-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 321902 号

策划编辑:陈韦凯

责任编辑:康霞

印刷:北京京师印务有限公司

装订:北京京师印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开本:787×1092 1/16 印张:27.25 字数:697.6 千字

版次:2018 年 1 月第 1 版

印次:2018 年 1 月第 1 次印刷

印数:2500 册 定价:69.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zllts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254441;chenwk@phei.com.cn。

前 言

MATLAB 是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件，是 matrix&laboratory 两个词的组合，意为矩阵工厂（矩阵实验室）。MATLAB 和 Mathematica、Maple 并称为三大数学软件，主要包括 MATLAB 和 Simulink 两大部分。MATLAB 的基本数据单位是矩阵，用于算法开发、数据可视化、数据分析，以及数值计算的高级技术计算语言和交互环境。Simulink 是一种用于对多领域动态和嵌入式系统进行仿真和模型设计的图形化环境，主要应用于工程计算、控制设计、信号处理与通信、图像处理、信号检测、金融建模设计与分析等领域。

控制系统仿真技术是利用地面仿真设备来研究飞行器控制系统动态性能的技术，是近几十年发展起来的，建立在控制理论、系统科学与辨识、计算机技术等学科上的综合性很强的实验科学技术。同时，仿真实验作为一种科学研究手段，具有不受设备和环境条件限制、不受时间和地点限制、投资小等优点而得到了人们越来越多的重视。为了进行控制系统的仿真研究，需要建立仿真系统，这就首先要确定系统模型并用仿真计算机和各种仿真设备（如运动模拟器、目标模拟器和环境模拟器等）来具体实现这个模型。这样建成的仿真系统可以重复使用。仿真设备具有通用性，既便于使用又便于维修，比飞行试验的成本低得多，因而仿真是研究和设计控制系统的一种有效方法。

在众多仿真软件中，适用于控制系统计算机辅助设计的有很多，但 MATLAB 以其模块化的计算方法、可视化与智能化的人机交互功能、以矩阵为计算单位、具有丰富的绘图功能、数据处理能力强等独特的特点，而成为控制系统设计和仿真领域最受欢迎的软件系统。

本书以 MATLAB 系统的分析和设计为对象，以 MATLAB 为工具，既介绍了控制系统的特点与分析方法，又介绍了利用 MATLAB 解决各种控制问题，做到了理论与实践相结合。结合目前市场需求，本书在编写上具有如下特点：

(1) 以 MATLAB 为主线，内容紧扣自动控制原理。因此，本书既可以独立使用，也可以作为自动控制原理课程的辅助教材。

(2) 理论与实践相结合。本书以控制系统设计的概念切入，利用 MATLAB 解决实际控制问题，做到理论与实践相结合，提高读者的动手能力。

(3) 深入浅出，内容丰富。本书从控制系统仿真设计最基本的内容着手，逐渐深入各种控制问题，每个概念都有对应的典型实例。

(4) 内容全，覆盖面广。本书内容非常全面，覆盖了大部分控制系统仿真问题，是一本不错的控制系统参考书。

全书共分为 11 章，主要包括以下内容。

第 1 章简单介绍了 MATLAB R2016a，主要包括 MATLAB 的功能特点、工作环境、基础知识等内容。

第 2 章介绍了 MATLAB 线性控制系统模型，主要包括控制系统概述、线性控制系统模

型、系统模型间的转换、系统模型间的连接等内容。

第3章介绍了 MATLAB 线性控制系统分析，主要包括线性系统稳定性概述、线性系统性质分析、线性系统的能控性与能观性等内容。

第4章介绍了 MATLAB 时域分析，主要包括时域分析的方法、二阶系统时域分析、高阶系统分析等内容。

第5章介绍了 MATLAB 根轨迹分析，主要包括根轨迹的基本概念、根轨迹的 MATLAB 函数、控制系统的根轨迹校正方法等内容。

第6章介绍了 MATLAB 频域分析，主要包括频域分析的一般方法、频域分析的系统性能分析、频域分析校正等内容。

第7章介绍了 PID 控制器分析，主要包括 PID 控制概述、PID 控制的设计、PID 控制器参数整定法等内容。

第8章介绍了 MATLAB 非线性系统分析，主要包括非线性系统的其他相关概念、Simulink 介绍、非线性系统分析与仿真、离散系统等内容。

第9章介绍了 MATLAB 状态空间控制系统分析，主要包括状态的基本概念、状态空间表达式的标准型、极点配置等内容。

第10章介绍了 MATLAB 鲁棒控制器分析，主要包括鲁棒控制问题概述、鲁棒控制系统的 MATLAB 法、范数鲁棒控制器的设计等内容。

第11章介绍了 MATLAB 智能控制分析，主要包括智能控制概述、神经网络控制系统、模糊逻辑控制系统、遗传算法等内容。

本书由邓奋发编著，参加编写的还有赵书兰、刘志为、栾颖、王宇华、吴茂、方清城、李晓东、何正风、丁伟雄、李娅、辛焕平、杨文茵、顾艳春、张德丰。

本书可作为控制工程、通信工程、电子信息领域广大科研人员、学者、工程技术人员的参考用书，也可作为高等院校相关专业的教学用书。

由于时间仓促，加之作者水平有限，错误和疏漏之处在所难免。在此，诚恳地期望得到各领域专家和广大读者的批评指正。

编 著 者

目 录

第 1 章	MATLAB R2016a 软件介绍	1
1.1	MATLAB 的功能特点	1
1.1.1	MATLAB 的主要特性	1
1.1.2	MATLAB R2016a 的新功能	3
1.2	MATLAB 窗口介绍	5
1.2.1	启动 MATLAB	5
1.2.2	命令窗口	6
1.2.3	当前文件夹	8
1.2.4	工作空间	11
1.3	MATLAB 基础知识	12
1.3.1	常量与变量	12
1.3.2	矩阵与数组	14
1.4	MATLAB 的控制流	16
1.4.1	循环结构	16
1.4.2	选择结构	17
1.4.3	多选择结构	18
1.5	MATLAB 的帮助系统	19
1.5.1	命令行帮助	19
1.5.2	帮助导航/浏览器	20
1.5.3	DEMO 帮助系统	20
1.5.4	网络资源帮助	21
第 2 章	MATLAB 线性控制系统模型	22
2.1	控制系统概述	22
2.2	线性控制系统模型	23
2.2.1	线性连续系统	23
2.2.2	线性离散时间系统	28
2.2.3	系统模型的相互转换	30
2.2.4	线性系统模型的降阶	35
2.2.5	线性系统的辨识	46
2.3	系统模型间的转换	58

2.4	系统模型间的连接	64
2.4.1	串联方式	64
2.4.2	并联方式	66
2.4.3	反馈方式	67
2.4.4	模型连接的综合实现	69
第 3 章	MATLAB 线性控制系统分析	72
3.1	线性系统稳定性概述	72
3.1.1	系统稳定的概念	72
3.1.2	系统稳定的意义	72
3.1.3	系统特征多项式	73
3.1.4	系统稳定的判定	73
3.2	线性系统性质分析	73
3.2.1	直接判定	73
3.2.2	线性相似变换	77
3.2.3	线性判定的实现	79
3.3	MATLAB LTI Viewer 稳定性判定	80
3.4	线性系统的能控性与能观性	83
3.4.1	能控性	83
3.4.2	能观性	86
3.5	系统的范数	88
3.6	线性系统的数字仿真	89
3.6.1	线性系统的阶跃响应	89
3.6.2	任选输入下的系统响应	95
3.6.3	非零初始状态下系统的时域响应	97
第 4 章	MATLAB 时域分析	98
4.1	典型的时域分析	98
4.1.1	典型输入信号	98
4.1.2	动态与稳态过程	99
4.1.3	时域性能指标	100
4.1.4	一阶系统时域分析	101
4.1.5	线性系统的时域分析求法	102
4.2	二阶系统时域分析	103
4.2.1	二阶系统的数学模型	103
4.2.2	二阶系统分类	103
4.2.3	欠阻尼二阶系统的性能分析	104
4.2.4	二阶系统的重要结论	104

4.3	高阶系统分析	105
4.4	时域稳定性分析	106
4.5	常用时域函数	107
4.6	时域分析的应用实例	110
4.7	MATLAB 图形化时域分析	120
第 5 章	MATLAB 根轨迹分析	124
5.1	根轨迹的基本概念	124
5.1.1	根轨迹方程	124
5.1.2	根轨迹图的规则	125
5.1.3	根轨迹的性能	126
5.2	二阶系统的根轨迹分析	127
5.3	根轨迹的 MATLAB 函数	127
5.3.1	绘制根轨迹	127
5.3.2	计算根轨迹增益	128
5.3.3	频率网格	129
5.4	根轨迹的应用实例	131
5.5	控制系统的校正方法	140
5.5.1	串联校正	140
5.5.2	反馈校正	141
5.6	控制系统的根轨迹校正	141
5.6.1	根轨迹超前校正	142
5.6.2	根轨迹滞后校正	146
5.7	图形化工具	150
第 6 章	MATLAB 频域分析	154
6.1	频域分析的一般方法	154
6.1.1	频率特性的概念	154
6.1.2	频域分析法的特点	155
6.1.3	频率特性的表示法	155
6.1.4	频率特性的几何表示法	156
6.1.5	频域的性能指标	157
6.1.6	典型环节的频率特性	157
6.2	频率分析其他相关概念	164
6.3	频域分析的系统性能分析	165
6.3.1	奈奎斯特稳定判据	165
6.3.2	Bode 图相对稳定性分析	166
6.3.3	频域闭环性能指标	166



6.4	频域分析的 MATLAB 函数	167
6.4.1	奈奎斯特图	167
6.4.2	Bode 图	169
6.4.3	尼科尔斯图	170
6.4.4	求取稳定裕度	171
6.4.5	计算交叉频率和稳定裕度	173
6.4.6	网格线	174
6.5	频域分析的应用实例	175
6.6	频域分析校正	182
6.6.1	频域串联超前校正	182
6.6.2	频域滞后校正	189
6.6.3	频域滞后-超前校正	196
第 7 章	PID 控制器分析	205
7.1	PID 控制概述	205
7.1.1	PID 控制的基本原理	205
7.1.2	PID 控制的优点	206
7.1.3	比例 (P) 控制	206
7.1.4	比例微分控制	208
7.1.5	积分控制	211
7.1.6	比例积分控制	214
7.1.7	比例积分微分控制	216
7.2	PID 控制器的设计	223
7.2.1	连续 PID 控制器	223
7.2.2	离散 PID 控制器	225
7.3	PID 控制器参数整定法	227
7.3.1	Ziegler-Nichols 整定法	227
7.3.2	改进的 Ziegler-Nichols 整定法	233
7.3.3	Cohen-Coon 参数整定	238
7.3.4	最优 PID 整定经验	242
第 8 章	MATLAB 非线性系统分析	246
8.1	非线性系统的其他相关概念	247
8.2	Simulink 介绍	249
8.2.1	Simulink 的特点	250
8.2.2	Simulink 的启动	251
8.2.3	Simulink 实例	252
8.3	非线性系统分析与仿真	253

8.3.1	相轨迹图分析	253
8.3.2	函数法非线性系统分析	256
8.3.3	非线性定时/定常系统	260
8.3.4	饱和非线性环节仿真	261
8.3.5	死区非线性环节仿真	265
8.3.6	间隙非线性环节仿真	267
8.4	离散系统	268
8.4.1	差分方程法	269
8.4.2	Z变换	271
8.5	S-函数	275
8.5.1	S-函数的含义	275
8.5.2	S-函数模块	276
8.5.3	S-函数模板	277
8.5.4	S-函数的实现	280
第9章	MATLAB 状态空间控制系统分析	285
9.1	状态空间控制系统概述	285
9.2	状态的基本概念	287
9.3	状态空间方程	287
9.4	状态空间表达式的标准型	288
9.4.1	对角标准型	288
9.4.2	约当标准型	289
9.4.3	能控标准型	291
9.4.4	能观标准型	294
9.5	极点配置	296
9.5.1	单输入系统的极点配置	297
9.5.2	多输入系统的极点配置	298
9.5.3	极点配置的实例应用	300
9.6	二次型最优控制	309
9.6.1	无限时间 LQ 状态调节	310
9.6.2	无限时间 LQ 输出调节	312
9.6.3	离散二次型最优控制	314
9.7	状态反馈控制系统	316
9.7.1	全维状态观测器的控制器	317
9.7.2	全维状态观测器的调节器	318
第10章	MATLAB 鲁棒控制器分析	327
10.1	鲁棒控制问题概述	327

10.1.1	小增益	327
10.1.2	标准鲁棒性	328
10.1.3	H_∞ 控制概述	328
10.2	鲁棒控制系统的 MATLAB 法	330
10.2.1	鲁棒控制工具箱法	330
10.2.2	系统矩阵法	332
10.2.3	不确定系统法	333
10.3	范数鲁棒控制器的设计	335
10.3.1	H_2, H_∞ 鲁棒控制器的设计	335
10.3.2	H_2, H_∞ 鲁棒控制器的实现	336
10.4	鲁棒控制的其他函数	346
10.4.1	混合灵敏度函数	346
10.4.2	回路成型函数	348
10.4.3	μ 分析的综合鲁棒控制器设计	351
10.5	线性矩阵不等式	353
10.5.1	线性不等式的描述	353
10.5.2	线性矩阵不等式的 MATLAB 求解	354
第 11 章 MATLAB 智能控制分析		361
11.1	智能控制概述	361
11.1.1	智能控制与传统控制的比较	361
11.1.2	智能控制的主要方法	362
11.1.3	智能控制的研究热点	362
11.2	神经网络控制系统	362
11.2.1	神经网络概述	362
11.2.2	神经自适应 PID 控制	365
11.2.3	神经网络的智能控制	365
11.3	三种典型的神经网络控制系统	367
11.3.1	模型预测控制	367
11.3.2	反馈线性化控制	374
11.3.3	模型参考控制	377
11.4	模糊逻辑控制系统	382
11.4.1	模糊控制概述	382
11.4.2	带 PID 功能的模糊控制器	387
11.5	MATLAB 模糊逻辑工具箱的实现	388
11.5.1	模糊推理系统的基本类型	389
11.5.2	模糊逻辑工具箱函数	390
11.5.3	模糊推理的应用实例	396

11.5.4	模糊逻辑工具箱图形用户界面	400
11.5.5	模糊逻辑系统模块	407
11.5.6	模糊推理系统的实现	408
11.6	遗传算法	415
11.6.1	遗传算法概述	415
11.6.2	遗传算法的实现	416
	参考文献	421

第 1 章 MATLAB R2016a 软件介绍



MATLAB 是由 MathWorks 公司开发的一套强大的数学软件，也是当今科技界使用最广泛的计算机语言之一。它集数值计算、符号运算、计算机可视化为一体，是其他许多语言所不能比拟的。尤其是其不断更新的工具箱，更是获得各专业领域科技工作者的青睐。MATLAB 不仅仅在控制领域或数值分析领域所使用，在金融分析、神经网络、优化、虚拟现实等许多领域都能看到 MATLAB 的影子。许多大型软件都提供了 MATLAB 软件接口。

1.1 MATLAB 的功能特点

MATLAB 的应用范围非常广，包括信号和图像处理、通信、控制系统设计、测试和测量、财务建模和分析，以及计算生物学等众多应用领域。附加的工具箱（单独提供的专用 MATLAB 函数集）扩展了 MATLAB 环境，以解决这些应用领域内特定类型的问题。

1.1.1 MATLAB 的主要特性

MATLAB 给用户带来的是最直观、最简洁的程序开发环境。其具有以下主要特性。

1. 编程效率高

MATLAB 由一系列工具组成。这些工具方便用户使用 MATLAB 函数和文件，其中许多工具采用的是图形用户界面，包括 MATLAB 桌面和命令窗口、历史命令窗口、编辑器和调试器、路径搜索和用户浏览帮助、工作空间、文件浏览器。随着 MATLAB 的商业化及软件本身的不断升级，MATLAB 的用户界面也越来越精致，更加接近 Windows 的标准界面，人机交互性更强，操作更简单。新版本的 MATLAB 提供了完整的联机查询、帮助系统，极大地方便了用户使用。简单的编程环境提供了比较完备的调试系统，程序不必经过编译就可以直接运行，并且能够及时报告出现的错误及进行出错原因分析。

2. 简单易用

MATLAB 是一个高级矩阵/阵列语言，它包含控制语句、函数、数据结构、输入/输出和面向对象编程特点。用户可以在命令窗口中将输入语句与执行命令同步，也可以先编写好一个较大的复杂的应用程序（M 文件）后再一起运行。新版本的 MATLAB 语言基于最流行的 C++ 语言，因此语法特征与 C++ 语言极为相似，且更加简单，更加符合科技人员对数



学表达式的书写格式，使之更利于非计算机专业的科技人员使用。这种语言可移植性好、可拓展性极强，这也是 MATLAB 能够深入到科学研究及工程计算各个领域的重要原因。

3. 强处理能力

MATLAB 是一个包含大量计算算法的集合，其拥有 600 多个工程中要用到的数学运算函数，可以方便地实现用户所需的各种计算功能。函数中所使用的算法都是科研和工程计算中的最新研究成果，而且经过了各种优化和容错处理。通常情况下，可以用它来代替底层编程语言，如 C 和 C++。在计算要求相同的情况下，使用 MATLAB 的编程工作量会大大减少。MATLAB 的这些函数集包括从最简单、最基本的函数到诸如矩阵、特征向量、快速傅里叶变换等复杂函数。函数所能解决的问题大致包括矩阵运算和线性方程组的求解、微分方程及偏微分方程组的求解、符号运算、傅里叶变换和数据统计分析、工程中的优化问题、稀疏矩阵运算、复数的各种运算、三角函数和其他初等数学运算、多维数组操作及建模动态仿真等。

4. 图形处理

MATLAB 自产生之日起就具有方便的数据可视化功能，可以将向量和矩阵用图形表现出来，并且可以对图形进行标注和打印。高层次的作图包括二维和三维的可视化、图像处理、动画和表达式作图，可用于科学计算和工程绘图。新版本的 MATLAB 对整个图形处理功能进行了很大改进和完善，使它不仅在一般数据可视化软件都具有的功能（如二维曲线和三维曲面的绘制和处理等）方面更加完善，而且对于一些其他软件所没有的功能（如图形的光照处理、色度处理及四维数据的表现等）同样表现了出色的处理能力。同时对一些特殊的可视化要求，如图形对话等，MATLAB 也有相应的功能函数，保证了用户不同层次的要求。另外新版本的 MATLAB 还着重在图形用户界面（GUI）的制作上做了很大改善，对这方面有特殊要求的用户也可以得到满足。

MATLAB 对许多专门领域都开发了功能强大的模块集和工具箱。一般来说，它们都是由特定领域的专家开发的，用户可以直接使用工具箱学习、应用和评估不同的方法而不需要自己编写代码。目前，MATLAB 已经把工具箱延伸到了科学研究和工程应用的诸多领域，如数据采集、数据库接口、概率统计、样条拟合、优化算法、偏微分方程求解、神经网络、小波分析、信号处理、图像处理、系统辨识、控制系统设计、LMI 控制、鲁棒控制、模型预测、模糊逻辑、金融分析、地图工具、非线性控制设计、实时快速原型及半物理仿真、嵌入式系统开发、定点仿真、DSP 与通信、电力系统仿真等，都在工具箱（Toolbox）家族中有了自己的一席之地。

5. 程序接口

新版本的 MATLAB 可以利用 MATLAB 编译器和 C/C++ 数学库和图形库，将自己的 MATLAB 程序自动转换为独立于 MATLAB 运行的 C 和 C++ 代码。允许用户编写可以和 MATLAB 进行交互的 C 或 C++ 语言程序。另外，MATLAB 网页服务程序还容许在 Web 应用中使用自己的 MATLAB 数学和图形程序。MATLAB 的一个重要特色就是具有一套程序



扩展系统和一组称之为工具箱的特殊应用子程序。工具箱是 MATLAB 函数的子程序库，每一个工具箱都是为某一类学科专业和应用而定制的，主要包括信号处理、控制系统、神经网络、模糊逻辑、小波分析和系统仿真等方面的应用。

6. 可移植性及扩充能力

MATLAB 的可移植性好，基本上不进行任何修改就可在各种型号的计算机和操作系统上使用。此外，MATLAB 的扩充能力极强，其自身附带丰富的库函数可随时调用，而且也可以随时调用自己的用户文件，用户可以随时扩充用户文件，增加功能，此外还可以充分利用 C、FORTRAN 等语言资源，包括已经编好的 C、FORTRAN 语言程序或子程序。

1.1.2 MATLAB R2016a 的新功能

1. MATLAB 产品系列

MATLAB R2016a 在 MATLAB 产品系列的更新主要有以下几个方面。

(1) 实时编辑器

- 开发包含结果和图形及相关代码的实时脚本。
- 创建用于分享的交互式描述，包括代码、结果和图形及格式化文本、超链接、图像及方程式。

(2) MATLAB 方面

● App Designer，使用增强的设计环境和扩展的 UI 组件集构建带有线条图和散点图的 MATLAB 应用。

- 全新的 y-轴图、极坐标图和等式可视化。
- 暂停、调试和继续 MATLAB 执行。

(3) Neural Network Toolbox

使用 Parallel Computing Toolbox 中的 GPU 加速深度学习图像分类任务的卷积神经网络 (CNN)。

(4) Symbolic Math Toolbox

与 MATLAB 实时编辑器集成，以便编辑符号代码和可视化结果，并将 MuPAD 笔记本转换为实时脚本。

(5) Statistics and Machine Learning Toolbox

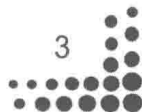
Classification Learner 应用，可以自动培训多个模型，按照级别标签对结果进行可视化处理，并执行逻辑回归分类。

(6) Control System Toolbox

新建及重新设计的应用，用于设计 SISO 控制器、自动整定 MIMO 系统和创建降阶模型。

(7) Image Acquisition Toolbox

支持 Kinect for Windows v2 和 USB 3 Vision。



(8) Computer Vision System Toolbox

光学字符识别 (OCR) 训练程序应用、行人侦测和来自针对 3-D 视觉的动作和光束平差结构体。

(9) Trading Toolbox

对交易、灵敏性和交易后执行的交易成本进行分析。

2. Simulink 产品系列

MATLAB R2016a 在 Simulink 产品系列的更新主要有以下几方面。

(1) Simulink

- 通过访问模板、最近模型和精选示例更快开始或继续工作的起始页。
- 自动求解器选项可更快速地设置和仿真模型。
- 针对异构设备的系统模型仿真，如 Xilinx 和 Altera SoC 架构。
- Simulink 单位，可在 Simulink、Stateflow 和 Simscape 组件的接口指定单位，对其进行可视化处理并检查。
- 变量源和接收器模块，用于定义变量条件并使用生成代码中的编译器指令将其传播至连接的功能。

(2) Aerospace Blockset

标准座舱仪器，用于显示飞行条件。

(3) SimEvents

全新离散事件仿真和建模引擎，包括事件响应、MATLAB 离散事件系统对象制作及 Simulink 和 Stateflow 自动域转换。

(4) Simscape

全新方程简化和仿真技术，用于生成代码的快速仿真和运行时的参数调整。

(5) Simscape Fluids

Thermal Liquid 库，用于对属性随温度而变化的液体的系统建模。

(6) Simulink Design Optimization

用于实验设计、Monte Carlo 仿真和相关性分析的灵敏度分析工具。

(7) Simulink Report Generator

三向模型合并，以图形方式解决 Simulink 项目各修订版之间的冲突。

3. 信号处理和通信

MATLAB R2016a 在信号处理和通信方面的更新主要表现在以下方面。

(1) Antenna Toolbox

该工具箱用于设计、分析天线单元和阵列，并提供了使其可视化的功能。

(2) RF Toolbox

该工具箱是为运营商在通信行业无线电天线设计方面的一款专用软件。

(3) SimRF

SimRF 能够帮助用户进行系统级（而非电路级）的需求分析和算法设计，并快速提供仿真环境。