

爱上机器人

Robot:
making on your time

Apress®

机器人制作 初学指南

[美] David Cook 著

臧海波 译

(第3版)

Robot Building For Beginners (Third Edition)



第3版全新升级！新增认识3D打印、用3D打印的方法制作机器人结构等内容。



27个章节，400多幅图片，深入浅出，步骤详细，手把手教你一步步制作电池供电机器人，菜鸟变达人不是梦！



中国工信出版集团



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱上机器人

Robot:
making on your time

Apress®

机器人制作 初学指南

[美] David Cook 著

臧海波 译

(第3版)

Robot Building For Beginners (Third Edition)

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

机器人制作初学指南 : 第3版 / (美) 大卫·库克
(David Cook) 著 ; 臧海波译. — 北京 : 人民邮电出版
社, 2017. 6

(爱上机器人)

ISBN 978-7-115-45159-0

I. ①机… II. ①大… ②臧… III. ①机器人—制作
—指南 IV. ①TP242-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第073195号

版权声明

Robot Building for Beginners(Third Edition) by David Cook ,ISBN:978-1-4842-1360-5. Original English language edition published by Apress Media. Copyright 2015 by Apress Media. Simplified Chinese-language edition copyright ©2017 by Post & Telecom Press. All rights reserved.

本书简体中文版由 Apress Media 授予人民邮电出版社在中国境内出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或节录本书中的任何部分。版权所有, 侵权必究。

内 容 提 要

《机器人制作初学指南(第3版)》是一本专注于基础和实践的业余机器人制作参考书, 介绍了一个电池供电的小型自主循线(无需遥控)机器人的完整制作过程和相关知识, 图文并茂, 内容详细。书中内容通俗易懂, 不需要具备专业理论知识。只要你对机器人感兴趣, 喜欢使用工具和手工制作, 就可以马上开始行动。

◆ 著 [美] David Cook

译 臧海波

责任编辑 周璇

责任印制 周昇亮

◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市丰台区成寿寺路11号

邮编 100164 电子邮件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

三河市海波印务有限公司印刷

◆ 开本: 800×1000 1/16

印张: 21

2017年6月第1版

字数: 503千字

2017年6月河北第1次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2016-2411号

定价: 99.00元

读者服务热线: (010) 81055339 印装质量热线: (010) 81055316

反盗版热线: (010) 81055315

广告经营许可证: 京东工商广字第8052号

译者序

《机器人制作初学指南（第3版）》是我的第7本译著。本书给我的体会正如作者提到的那样：“我喜欢搭建机器人，希望你能喜欢上搭建机器人。”

全书从工程实践的角度介绍了一个电池供电的小型循线机器人的完整制作过程。书中内容非常详细，分章节介绍了包括制作机器人所需的工具、材料、原型机测试、焊接技术、结构制作，以及最后的总装和调试的全部过程。

现在市场上业余机器人制作类书籍还非常缺乏（包括外文书市场）。对于刚开始学习，想亲自动手做出一个机器人的爱好者来说，最需要解决的是详细的制作说明和原材料的购买两大问题。从书中内容可以看出作者在这方面下了不少功夫，以机器人上必不可少的关键部件——电机为例，除了介绍了常见电机的原理、类型、规格、用法和齿轮电机的减速比换算等知识以外，还列出了配套的供应商、产品编号和价格等采购信息。当然，书中给出的购买渠道更适合北美市场，国内爱好者可以把它作为一个参考。我们有自己的更好的资源——淘宝。

买不到符合要求的零件怎么办？本书的另一个特点是引入了自制零件和元器件改造的思路，这是一个发挥创意的部分。比如用黑色记号笔涂抹光敏电阻背面以改善元器件的光学灵敏度，用铜套管制作和乐高十字轴配套的轴连接器，用M&M糖豆包装筒固定电机，用快餐盒制作机器人的外壳，以及最后部分的用3D打印机和在线软件设计制作一体化结构等。这些内容不光丰富了机器人制作的乐趣，同时也带有很大启发性。

希望读者可以对书中介绍的内容加以灵活运用，喜欢上机器人DIY并打造出自己的个性化作品。

臧海波
于北京通州

作者简介

David Cook 是 Robot Room 网站的站长，写过近百篇涉及软件、电子和机械加工方面的文章。

作为一名软件工程师，他编写过流行的 TaskMaker RPG 系列和 MacSki 游戏，获得过 Macworld Game Hall 年度最佳游戏的头衔。多年以来，他先后担任过 Motorola、SmartSignal 和 GE 的产品设计师。

最近，他发布了一款面向学生、业余爱好者和小型加工中心的印制电路板（PCB）设计软件，名为 Copper Connection。

目前，David 在芝加哥担任着 Microsystems 公司的产品开发副总裁一职。Microsystems 的服务对象是法律和生命科学领域的专业人员。许多新的应用依赖于自然语言处理和启发式差错校对算法，David 领导的团队拥有 3 项申报专利。除了技术以外，Microsystems 还致力于为设计师提供更满意的工作氛围，并强调与客户互动。

致谢

虽然我是这本书的作者，但功劳属于大家。

首先我要感谢 Apress 出版社和其他优秀图书的作者，感谢他们对我的支持和鼓励。感谢 Apress 工作人员的专业与热情，使这本书的写作过程变得很轻松。

只是我的妻子对 Apress 的营销部门稍微有点意见，他们认为本书的第 3 版最好加入 3D 打印的内容。这个提议正好给我借口购买了一台打印机，现在我们的客厅里摆满了成捆的塑料丝。

如果你购买过本书之前的版本，那么你会发现 4 个熟悉的名字：Stacey、Trung、Rim 和 Nasser。我有幸与他们一起工作了 15 年左右的时间，他们经常会在午餐时间或办公室里听到我关于新试验或新工具的高谈阔论。谢谢他们的友谊。

感谢 Microsystems 的各位同仁，特别是我们团队的成员：Stew、Andrew、Jacek、Jason、Jay、Josh、John、Phil、Kim、Nkem、Isaiah、Cody、Dave、Ernie、Ed、另一位 Dave、Scott、Anam、Miranda、Melody、Mike、Mark、Matt，尤其是 Michael。如果我忘记了某个人，请把你的名字写在这里：_____。

最好的留到最后，感谢我的两个好儿子 James 和 Sam，以及我的好妻子 Rachel。你们永远是我心里的家。

前言

写这本书的原因是我喜欢搭建机器人。我希望你也能喜欢上搭建机器人。

业余机器人制作需要用到很多工具和材料，需要花大量时间一点点探索。我想把自己掌握的经验写下来，希望可以给你提供一个参考。

通过网络，你会惊奇地发现世界上的机器人爱好者数量非常之多，涉及的领域非常之广。毫无疑问，即使是自制机器人，你也已经成为了这些机器人发明家中的一员。

读者群

本书面向的是青少年或成年人，只要你对科技和家中的创造发明感兴趣，就可以动手参与，不用考虑是否接触过工程专业。

本书介绍的是一个电池供电、饭盒大小的机器人的制作过程。这是一个自主式机器人，也就是说，它不需要遥控。

开始你需要先购买一些工具，完成原型机的设计和机器人的结构以后，还要自己焊接一块电路板。当进行到本书结尾部分的时候，你会对业余机器人制作有一定了解，并可以设计和搭建出自己的机器人。

“‘电锯杀手’在哪里？”

本书不涉及毁灭性机器人。但是，如果你喜欢制作个性化机器人，书中介绍的技术可以为你打下一个良好的基础。

“休斯敦，我们有一个问题。”

如果你是一位经验丰富的工程师，想了解更多关于多维视觉系统、现场可编程门阵列（FPGA）或 7 自由度机器人手臂方面的知识，那么这本书对你来说可能有点过于简单。

你可以快速翻阅一下，看看本书哪部分对你有帮助。

不具备学习焊接的条件

如果你还没有参加工作，资金有限，但是时间非常充足，或者目前还不具备使用台钻或电烙铁的条件，那么我强烈建议你从 LEGO® MINDSTORMS® 套件开始学习。虽然乐高机器人套件上面的电路有一定局限性，但是界面非常友好，可以帮助你快速搭建出有趣的机器人。

这个套件的最新版本是乐高 MINDSTORMS EV3。之前版本的机器人技术类套件（1、1.5、2）和 NXT 已经不再生产。你可以去库存商店或拍卖网站试试运气，说不定能以成本比运费还低的价格买到一套。

如果你决定使用乐高积木，请准备一套乐高 MINDSTORMS 积木、几块电池和一本 Apress 出版的 MINDSTORMS 图书。

不想使用乐高，也不具备焊接条件

如果你想要一个比乐高更先进，使用更方便的结构搭建套件，可以考虑 Parallax 的 Boe-Bot 机器人。这个机器人带有一个 BASIC 处理器、电路板、电机、车轮、底盘、操作手册、光盘、教程，以及一个 USB 或 RS-232 串行端口。Boe-Bot 不需要焊接。

如果你更喜欢步行机器人，可以看看 Parallax 的 Penguin。又或者，如果你想要一个预先装配好（通电就能用）的机器人，可以看看 Parallax 的 Scribbler。

Parallax 还提供基于更先进的 Propeller 处理器的机器人，比如 Stingray。这种机器人更适合那些学习过软件编程的爱好者。

Arduino 是一个开源控制器，类似 Parallax 的 BASIC Stamp 或 Propeller。Solarbotics 和 SparkFun Electronics 两个网站上提供了多个品种的 Arduino 电路板，可以直接使用跳线，不需要焊接。

材料列表说明

本书提到的工具和元器件都尽可能地提供了配套的供应商、材料编号和大致的价格，不存在偏爱某个特定的供应商或材料的问题。

材料价格以美元为准。但是请注意，书中给出的价格和编号只是一个参考，购买请以实际情况为准。

本书的勘误表、更新信息和最新的材料清单请访问 Robot Room。

获取更新信息

欢迎随时访问 Robot Room。你可以看到我搭建的其他机器人和其他与机器人有关的俱乐部和网站。

CONTENTS

目录

第 1 章 欢迎机器人发明家	1
四门学科	1
什么是自制机器人	1
大脑	2
电源	3
传感器	4
动作和反馈	5
其他元器件	6
身体	6
搭建	7
循序渐进	7
制作模块	7
乐趣第一，不怕失败	7
寻找同好，获得帮助	8
不断进取	8
第 2 章 如何购买材料和工具	10
获取免费信息	10
发现有价值的信息	11
善用对比	11
零件统计	11
比较价格	12
怎么省钱	12
第 3 章 安全常识	14
年龄和经验的重要性	14

详细说明	14
会看化学品标签	15
佩戴护目镜	15
保管护目镜的方法	15
穿着安全服	15
确保通风良好	16
正确储存	16
让周围的人了解你的工作	16
饭前洗手	16
远离有害元素	16
铅	17
水银	17
镉	18
购买带有 RoHS 标志的安全产品	18
电击	18
AC 和 DC 的区别	18
使用可充电电池和专用变压器	19
使用空气开关和带漏电保护的插座	19
保留地线	20
不带电工作	20
不要制作危险的机器人	20
控制好电机尺寸	21
照明	21
注意休息，做好计划	21

第4章 数字万用表

必备功能	22
数字显示	22
位数	23
直流电压	23
直流电流	23
电阻	23
表笔或探针	23
过载 / 熔丝保护	24

附加功能	24
电容	24
二极管	24
连通性	24
频率	24
占空比	25
自动量程	25
自动关机	25
晶体管	25
双显	26
最大值	26
最小值	26
支架	26
可选功能	26
电感	26
数据接口	27
示波器	27
背光	27
秒表 / 单脉冲宽度	27
温度	27
声音	28
计数器	28
条形图	28
数据保持	28
数据自动	28
高 / 低 / 逻辑	28
记忆	29
相对	29
偏差	29
限定测试 / 比较	29
皮套或橡胶套	29
AC 功能	29
交流电压	29
真有效值	30
交流电流	30
购买挂钩探针	30

万用表对比参考	30
了解低档万用表的功能	31
了解中档万用表的功能	32
了解高档万用表的功能	33
功能和价格的对比	34
尝试其他的万用表	34
先准备好万用表再工作	34
第 5 章 计量单位	35
选择度量衡	35
干进制计数法	35
大 M 和小 m	36
希腊字母 μ 的替换	37
单位缩写	37
信息有限怎么办	38
判断单位	38
扩展第三位	38
颜色和数字的转换	39
用万用表测量元器件值	40
基础知识总结	40
第 6 章 循线机器人	41
明确试验环境	41
路面材质	41
光照条件	42
确定路线	42
弧线和交叉线	43
试验环境的总体要求	44
确定机器人的尺寸	44
认识 Sandwich	44
Sandwich 的结构	45
Sandwich 的身体	49
购买套件	50
搭建	50

第 7 章 9V 电池	51
测量电池电压	51
设置万用表的电压测量挡	51
分析测量结果	52
9V 电池的特性	53
9V 电池推荐	54
推荐	54
不建议使用的电池	56
电池品牌	57
给机器人用上 9V 电池	58
安装电池	58
继续前进	59
 第 8 章 鳄鱼夹子和探针	 60
鳄鱼夹子	60
购买钩夹	60
跳线的测试	61
万用表的连通性测试挡	61
开路测试	62
短路测试	63
测试鳄鱼夹子跳线（短路）	63
查找无效连接	64
跳线连接	64
 第 9 章 电阻	 65
用电阻限制功耗	65
购买电阻包	65
熟悉电阻的大小和误差	66
剪脚	66
购买剪线工具	67
电阻和欧姆	67
测量电阻	68

查看万用表上显示的阻值	68
体验阻值范围	69
在线查找电阻值	69
标记和储存	70
购买元器件收纳盒	70
不要操之过急	71

第 10 章 LED72

了解 LED 的特性	72
LED 的尺寸	72
LED 的形状	73
LED 的镜头透明度	74
LED 的可视角	74
LED 的颜色	75
LED 的亮度	76
LED 的效率	76
超近距离观察 LED	77
认识多色 LED	78
双色 LED	78
三色或三态 LED	78
全彩 LED	78
测试 LED	79
设定万用表的二极管模式	79
分析 LED 测试结果	79
元器件混装包	81
点灯上路	82

第 11 章 供电83

什么是元器件列表	83
元器件组装前的测试	83
查看电路图	84
电源指示电路	84
看见亮光了吗？	85
测试电源指示电路	85

熟悉每个元器件的功能	86
测量电源指示电路	86
测量在线电压	86
测量电流	89
计算电池寿命	90
不要把表笔插在电流端子上测量电压	92
电路总结	93
 第 12 章 免焊测试	94
寻求一种更好的方法	94
免焊面包板	94
用插孔实现连接	95
接线柱	97
怎么挑选面包板	98
免焊面包板的配套连线	99
跳线的选择	100
自制跳线	101
剥去导线两端的绝缘外皮	102
按长度切割导线	102
弯曲导线末端	102
建立连接	104
 第 13 章 设置免焊电路板	105
电源的设计	105
购买 9V 电池连接器	105
把电源连接到接线柱	106
挑选电源开关	106
SPDT 的含义	107
把开关安装到面包板	107
连接电源总线	108
用跳线扩展万用表表笔功能	108
连接下方总线	109
跨接中间的断点	109
安装 LED 电源指示器	109

测量接点电压	110
元器件剪脚	110
机器人的电源开关	110
准备向下进行	111

第 14 章 可变电阻..... 112

电位器	112
微调电位器	112
调节度盘.....	113
电位器的购买	113
电位器的测量	114
LED 亮度调节电路	115
搭建 LED 亮度调节电路	116
亮度平衡电路	116
搭建 LED 亮度平衡电路	117
硫化镉光敏电阻	117
光敏电阻的购买	117
测量光敏电阻的阻值变化范围.....	118
光控电路	118
亮度传感平衡电路	119
亮度传感平衡电路元器件列表.....	120
亮度传感对管	120
光敏电阻的配对	120
阻抗平衡电位器	121
限流电阻.....	121
测试点.....	122
用分压器实现电阻和电压的转换.....	124
搭建亮度传感平衡电路	125
亮度传感电路的平衡调整	125

第 15 章 比较器..... 126

电压比较器	126
认识 LM393	126
比较器的购买	129
亮度比较电路	129

电路图和接线图的对比	129
元器件编号	130
绘制连线和交叉线	130
认识亮度比较电路	131
亮度比较电路的元器件列表	131
搭建亮度比较电路	131
增加光源	134
认识双 LED 光源电路	134
搭建光源电路	135
再次使用多个 LED	136
欣赏简约之美	137
 第 16 章 晶体管开关	 138
负电源的定义	138
认识 2907A 晶体管	139
用万用表测试双极型晶体管	140
使用万用表的晶体管测试功能	140
使用万用表的二极管测试挡	142
双极型晶体管测试电路	143
PNP 型晶体管的测试电路图	143
搭建 PNP 型晶体管测试电路	145
NPN 型晶体管的测试电路图	146
搭建 NPN 型晶体管测试电路	147
带有晶体管的亮度比较电路	147
计算晶体管的电流	147
搭建带有晶体管的亮度比较电路	149
PNP 型和 NPN 型晶体管的总结	150
 第 17 章 直流电机	 151
直流电机的工作原理	151
铁芯永磁直流有刷电机的内部结构	151
带有铁芯的永磁直流无刷电机的内部结构	154
没有铁芯的永磁直流有刷电机	155
简易直流电机电路	156
简易直流电机电路对电机的要求	156