

爱上乐高

LEGO:
creation on your time

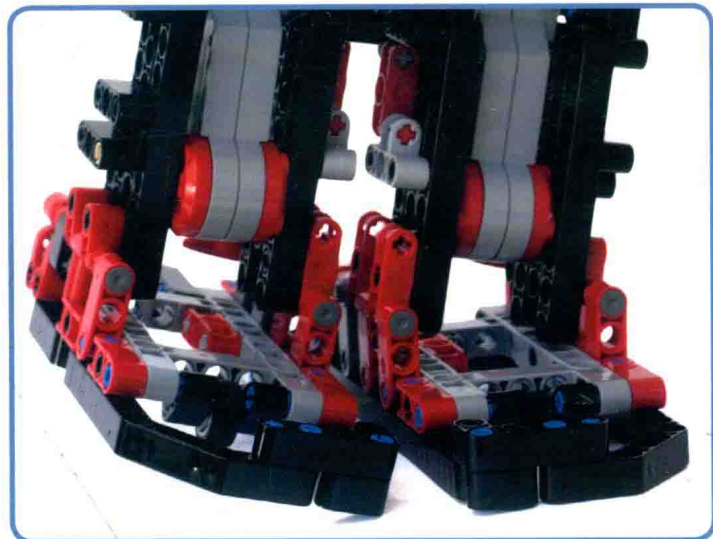
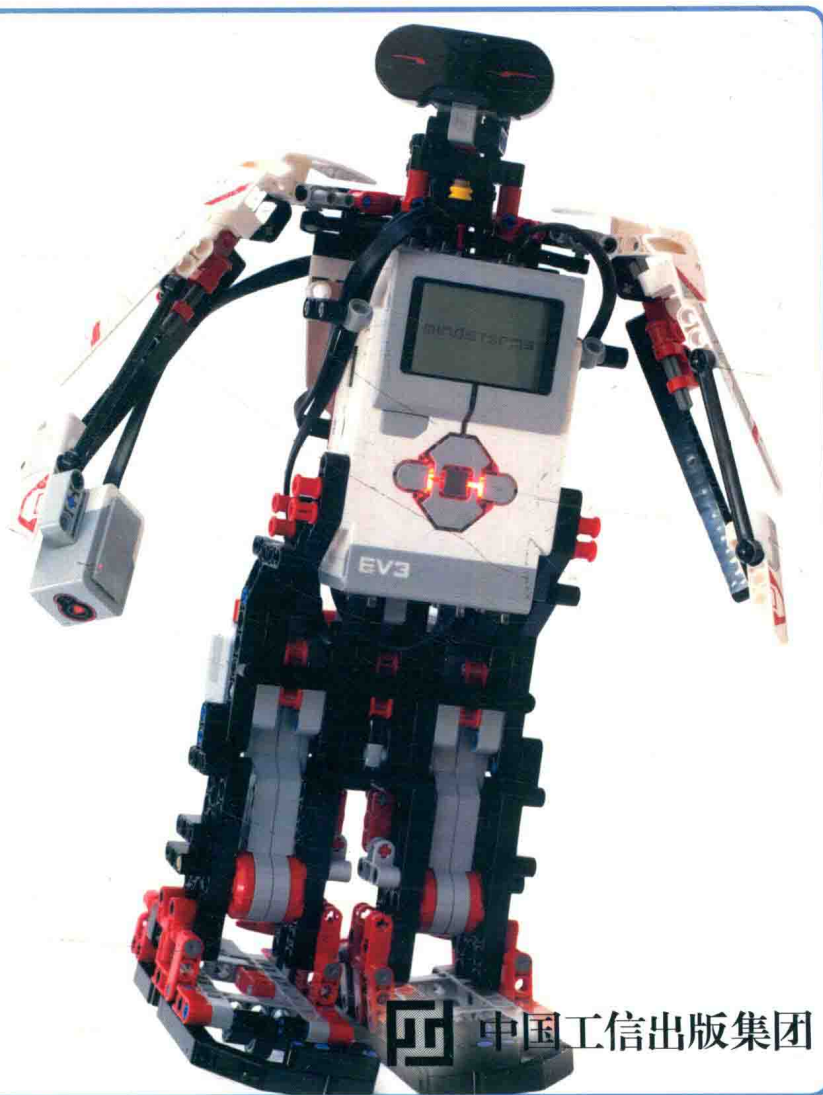
THE LEGO® MINDSTORMS® EV3 DISCOVERY BOOK



乐高机器人EV3探索书 (全彩)

机器人搭建和编程初学指南

[荷] Laurens Valk 著
王睿 译



中国工信出版集团

人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

爱上乐高

LEGO:
creation on your time

THE LEGO® MINDSTORMS®
EV3 DISCOVERY BOOK

乐高机器人EV3探索书 (全彩)

机器人搭建和编程初学指南



[荷] Laurens Valk 著
王睿 译

人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (C I P) 数据

乐高机器人EV3探索书 : 全彩 : 机器人搭建和编程
初学指南 / (荷) 沃尔克 (Valk, L.) 著 ; 王睿译. —
北京 : 人民邮电出版社, 2016. 7
(爱上乐高)
ISBN 978-7-115-42198-2

I. ①乐… II. ①沃… ②王… III. ①智力游戏
IV. ①G898. 2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第093197号

版权声明

Copyright © 2014 by Laurens Valk. Title of English-language original: The LEGO MINDSTORMS EV3 Discovery Book (Full Color): A Beginner's Guide to Building and Programming Robots, ISBN 978-1-59327-532-7, published by No Starch Press. Chinese-language edition copyright © 2016 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书简体中文版由 BIG APPLE AGENCY 代理 No Starch Press 授权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。

-
- ◆ 著 [荷] Laurens Valk
译 王 睿
责任编辑 宁 茜
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>
北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 889×1194 1/20
印张: 17.6 2016 年 7 月第 1 版
字数: 592 千字 2016 年 7 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-5855 号

定价: 89.00 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

目 录

13	第一部分 入门	141	第四部分 车辆和动物机器人
14	第 1 章 准备好 EV3 套装	142	第 12 章 EV3 方程式：赛车机器人
19	第 2 章 搭建第一个机器人	171	第 13 章 机器蚂蚁 ANTY
34	第 3 章 编写和修改程序		
43	第 4 章 用编程块编程：“动作”块	197	第五部分 高级编程
57	第 5 章 “等待”“重复”“自定义”块和多任务	198	第 14 章 数据线
		224	第 15 章 “数据操作”块和有数据线的“自定义”块
67	第二部分 给有传感器的机器人编程	239	第 16 章 常量和变量
68	第 6 章 传感器	246	第 17 章 在 EV3 上玩游戏
81	第 7 章 颜色传感器		
94	第 8 章 红外传感器	255	第六部分 机器人和人形机器人
101	第 9 章 程序块按键和旋转传感器	256	第 18 章 自动机械臂：SNATCH3R
107	第三部分 机器人搭建技巧	302	第 19 章 能走路说话的机器人：LAVA R3X
108	第 10 章 梁、轴、连接件和电机	340	附录 A 程序、EV3 程序块和无线连接的故障排除
123	第 11 章 齿轮	348	附录 B 在程序块上编程

爱上乐高

LEGO:
creation on your time

THE LEGO® MINDSTORMS®
EV3 DISCOVERY BOOK

乐高机器人EV3探索书 (全彩)

机器人搭建和编程初学指南



[荷] Laurens Valk 著
王睿 译

人民邮电出版社

试读结束，需要全本PDF请购买 www.ertbook.com

图书在版编目 (C I P) 数据

乐高机器人EV3探索书 : 全彩 : 机器人搭建和编程
初学指南 / (荷) 沃尔克 (Valk, L.) 著 ; 王睿译. —
北京 : 人民邮电出版社, 2016. 7
(爱上乐高)
ISBN 978-7-115-42198-2

I. ①乐… II. ①沃… ②王… III. ①智力游戏
IV. ①G898. 2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2016) 第093197号

版权声明

Copyright © 2014 by Laurens Valk. Title of English-language original: The LEGO MINDSTORMS EV3 Discovery Book (Full Color): A Beginner's Guide to Building and Programming Robots, ISBN 978-1-59327-532-7, published by No Starch Press. Chinese-language edition copyright © 2016 by Posts & Telecom Press. All rights reserved.

本书简体中文版由 BIG APPLE AGENCY 代理 No Starch Press 授权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。

-
- ◆ 著 [荷] Laurens Valk
译 王 睿
责任编辑 宁 茜
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>
北京方嘉彩色印刷有限责任公司印刷
- ◆ 开本: 889×1194 1/20
印张: 17.6 2016 年 7 月第 1 版
字数: 592 千字 2016 年 7 月北京第 1 次印刷

著作权合同登记号 图字: 01-2012-5855 号

定价: 89.00 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

内容提要

每个人都可以用乐高 MINDSTORMS 搭建出真正的机器人，它改变了我们对机器人的看法。最新的 MINDSTORMS 套装 EV3 功能更强大，而本书是一本知识完整、帮助新手入门的图书。

本书从简单机器人的基本搭建和编程开始，涉及电机、传感器做实验和 EV3 编程，然后进一步讨论一系列越来越复杂的机器人，讲解如何用高级编程技巧如数据线、变量和定制的编程块来编程。你还会学到基本的搭建技巧，例如，如何有效地在设计中使用梁、齿轮和连接件。

本书介绍了通过搭建和编程掌握 EV3 套装如下各种可能的用法：

- ◎ EXPLOR3R，用传感器在屋内导航和巡线的轮式车辆
- ◎ EV3 方程式赛车，流线型远程遥控赛车
- ◎ ANTY，用 6 条腿走路的生物，能根据环境调整自己的行为
- ◎ SNATCH3R，可以自动寻找、抓取、提起和移动红外信标的机械臂
- ◎ LAVA R3X，可以行走和说话的人形机器人

本书中还有 150 多个搭建和编程的挑战题目，鼓励你进行更有创造力的思考，以及把学到的知识应用到创造你自己的机器人上。以《乐高机器人 EV3 探索书（全彩）：机器人搭建和编程初学指南》作为指南，你很快就能自己创造出出色的作品！

译者简介

王睿，创酷网（www.chuangkoo.com）联合创始人之一，乐高爱好者，北京航空航天大学硕士，曾就职于大型国企和世界500强企业，任汽车电子工程师。译有《乐高搭建指南（第2版）》《乐高神话》《乐高神奇之旅》《乐高科技系列搭建指南》《乐高机器人EV3探索书（全彩）：机器人搭建和编程初学指南》等乐高相关书籍。

关于作者



劳伦斯·沃尔克 (Laurens Valk)，荷兰机器人工程师，他毕业于荷兰代尔夫特理工大学，是机械工程学士。他也是 MINDSTORMS 社区合作伙伴 (MCP) 之一，该社区成员是由 MINDSTORMS 爱好者组成的，负责协助测试和开发新的 MINDSTORMS 产品。在 2013 年 EV3 正式面市的前一年，他就开始用 EV3 设计机器人，他其中的一个设计被用作 EV3 套装的官方附赠机器人设计。

劳伦斯喜欢设计机器人和撰写关于搭建机器人及为机器人编程的教程，所以世界各地的机器人粉丝都可以重现他的设计，并且学到很多关于机器人的知识。他曾写过几本关于乐高机器人的书，包括销量最好的本书的第一版《乐高机器人 NXT 2.0 探索书》(*The LEGO MINDSTORMS 2.0 Discovery Book*, No Starch Press 出版, 2010)。他的关于机器人的博客地址是 <http://robotsquare.com/>。

关于技术审稿员

克劳德·鲍曼 (Claude Baumann)，有15年在课外班教高级乐高MINDSTORMS机器人的经验。他创建了ULTIMATE ROBOLAB，这是一种交叉编译环境，可以用乐高RCX firmware进行图形化编程，他还利用这个软件构想出世界上唯一的乐高RCX自我复制程序（有人称之为“病毒”）。近期，他作为MINDSTORMS社区合作伙伴（MCP）参与了EV3的开发。他曾是多所中学机器人项目的评审员，同时著有*Eureka! Problem Solving with LEGO Robotics* (NTS Press, 2013)，还写了很多文章和会议报告。他对机器人声源定位尤其感兴趣。克劳德是卢森堡（欧盟）一所寄宿中学的网络主管，已婚并有3个孩子和3个了不起的孙子。

致 谢

首先，我要感谢本书第一版的读者。你们从世界各地发来的数不清的邮件和评论是我撰写本书的源动力，你们的反馈给了我很多新的灵感。

本书的撰写原则和结构与第一版相同，但是由于是从乐高 MINDSTORMS NXT 到 EV3 的过渡，所以本质上还是重写。感谢那些有才华的朋友们的热心帮助。

非常感谢克劳德·鲍曼审核本书中用到的技术及提出的改进建议。还要感谢马克·安德鲁·巴泽尔古伊、马丁·博加特、肯尼斯·马德森、赞德·索达特，早在 2012 年，他们就测试了本书中提到的机器人原型。

还要感谢 No Starch 出版社，为本书第一版的成功发行以及新版书的出版付出的辛苦努力。感谢出版商威廉·波洛克、编辑斯福·克雷默、塞丽娜·杨让本书如期出版，感谢赖利·霍夫曼和艾莉森·劳将书的原稿制作成全彩的形式，感谢利·波勒解决了我过去几年遇到的所有的商业问题。

感谢乐高集团开发出这么有启迪和教育意义的机器人套装，并且在设计过程的早期就和社区的玩家们积极接触。感谢乐高 MINDSTORMS EV3 团队，包括卡米拉、大卫、弗莱明、亨里克、拉·乔、拉斯、李、琳达、玛丽、斯蒂芬和威廉。

感谢 LDraw 社区，本书中用到的搭建说明都是由该开发工具生成的。尤其要感谢菲利普·于尔班为 EV3 零件制作了 3D 的 LDraw 模型，感谢迈克尔·拉赫曼设计出 MLCad，感谢特拉维斯·科布斯设计出 LDView，感谢凯文·克莱格开发出 LPub 4 和 LSynth。此外，还要感谢约翰·汉森开发出 EV3 抓屏工具。

最后，感谢我的朋友们和家人在本书漫长的写作过程中，对我一如既往的支持。最重要的是，感谢 Fabienne 带给我的无尽的鼓励。谢谢你——你是最棒的！

说 明

你是否已经准备好开始探索机器人的奇妙世界了？当你开始读这本书时，我想你应该已经选定乐高 MINDSTORMS EV3 机器人套装作为学习工具了，这个选择非常不错！

2005 年，我开始接触 MINDSTORMS，那年我 13 岁，用的是当时可用的机器人发明系统。起初，这只是一个爱好，但是后来，我发现机器人实在是太吸引人了，所以就决定读一个工程方面的学位。乐高 MINDSTORMS 确实是熟悉多种机器人和工程概念的优秀的学习资源，如编程、电机和传感器的使用。

本书旨在帮助读者探索 MINDSTORMS 的多种可能性，希望读者也能像我一样从中得到很多的乐趣，并且学到很多东西！

为什么写这本书？

乐高 MINDSTORMS EV3 机器人套装包含了大量的零件和 5 个机器人的搭建说明。玩家在搭建这些机器人和为它们编程的过程中可能会获得很多乐趣，但是对初级玩家来说，在这些模型之外摸索新的玩法，可能会有一点点困难。套装虽然提供了能让机器人正常工作的工具，但是在用户自行搭建机器人并编程的过程中要用到的知识方面，用户指南只提供了一小部分内容。

本书作为指导手册，旨在帮助读者在创造、构建和为自己的机器人编程的同时，发现乐高 MINDSTORMS 的魅力。

本书适合什么类型的读者？

本书适合没有乐高 MINDSTORMS 的搭建或编程经验的读者。书中从基本知识

讲到高级编程，读者可以逐步搭建出复杂精细的机器人。新用户可以从第1章开始阅读，再根据第2章的搭建说明一步步地搭建出基本机器人，并进行编程。对有一些MINDSTORMS基础的用户来说，可以直接选择他们感兴趣的章节阅读。高级玩家可能对第五部分的高级编程章节和第六部分的机器人设计章节更感兴趣。

如何利用本书学习？

虽然读者可以把本书当作指导手册，但是我认为它更像练习册。本书综合讲解了搭建、编程和挑战机器人，没有大篇幅的、难以理解的理论章节。

例如，读者在学习基本编程技巧的同时，也可以学习如何使自己的第一个机器人动起来，在搭建新机器人时，还可以学到更多高级编程。本书的宗旨是“边做边学”，我想这也是学习如何搭建MINDSTORMS机器人和为其编程的最好方法。

探索

为了帮助读者更好地理解每章的概念，我在全书中贯穿了很多所谓的探索或挑战的内容。探索的题目可能是让读者在示例程序的基础上做出扩展，或者是编写全新的程序。例如，一旦你可以让机器人发出声音和在屏幕上显示文字，那么你就可以挑战让机器人说话的同时，还可以在屏幕上显示字幕。

在很多章节的末尾，你还会发现设计探索的部分。这是给读者提供一些思路，用来修改或改进对应章节搭建的机器人。例如，读者可以挑战通过在电机和轮子之间增加齿轮的方式，让赛车机器人开得更快，甚至还可以设计一个全新的机器人，把EV3设计成防盗警报器。

估算难度和时间

为了帮助读者选择挑战哪个探索题目，我分别对它们做了难度级别的划分。简单探索（）是用与例子中相似的技巧编程或扩展就能解决的问题。中等探索（）需要深入思考，或者需要将之前学过的一些技巧和新理论结合起来解决问题。复杂探索（）需要超越现有的例子，发挥创造性来解决问题。

在设定难度等级时，我假设读者是按照本书的章节顺序阅读的。这就是说，在第4章标记“复杂”的挑战，事实上可能比第19章标记“复杂”的挑战要容易很多。

此外，每个探索题目都给出了解决它所需要的大概时间，分为短时挑战（）、一般挑战（）、长时挑战（）。典型地，短时挑战只需要在示例程序上稍微改动一

点儿就能完成，而长时挑战需要编写全新的程序。

一般来说，设计探索需要花费更多的时间，因为它需要同时改动搭建和程序。这部分内容是根据预估的搭建（）和编程（）的工作量对它们进行分级的。

寻找解决方案

有些需要探索的题目会给出一两条线索，帮助读者入门，但是每个探索的题目都可以有很多解决办法。是否完全按照提示做并不重要，或许你还能想出我没有想到的好办法。

同样，每个探索给出的难度等级和所需要的时间都只是估计值。如果你在解决某个问题时花费的时间较长也是非常正常的。当你开始接受挑战时，觉得开心就好！

有些探索题目的解决办法可以查看 <http://ev3.robotsquare.com/>。这些解决方案可以带你入门，但是你也要发挥创意，去解决那些无法下载解决方案的挑战。

每章的重点

本书共分6个部分，这里是每部分的简单介绍。读者可能还不熟悉这里用到的一些术语，但是在正式阅读本书后，你就会学习到它们。

第一部分：入门

第一部分中，第1章主要介绍EV3套装中有什么东西。第2章，读者可以搭建出第一个机器人，并学习EV3的零件。第3章会用EV3软件给机器人编程。第4章用基本编程块编写出第一个程序，使机器人可以动起来。最后，第5章学习基本编程技巧，如使机器人做重复的动作和同时做多件事情。

第二部分：给有传感器的机器人编程

这一部分的内容全是关于传感器的，传感器是MINDSTORMS机器人的基本零件。第6章，我们会在之前搭建的机器人上增加触动传感器，学习有传感器的编程技巧。第7章学习颜色传感器的相关内容，第8章讲述红外传感器和红外信标的相关内容，第9章介绍两类内置式传感器的相关内容。

第三部分：机器人搭建技巧

这部分涵盖了EV3套装中的乐高科技搭建零件。第10章学习梁、轴和连接件的使用，第11章介绍如何在机器人上使用齿轮。

第四部分：车辆和动物机器人

学会使用电机和传感器后，我们就可以用学过的知识尝试搭建两个机器人。第12章

学习搭建 EV3 方程式赛车，第 13 章学习搭建机器蚂蚁 ANTY。

第五部分：高级编程

第五部分介绍高级编程的概念。读者将会学习如何使用数据线（第 14 章）、如何在 EV3 上处理传感器的值和计算（第 15 章）、如何使机器人通过变量记住东西（第 16 章）。最后，第 17 章会教你如何把所有这些编程技巧综合起来，创造出可以让你在 EV3 神奇屏幕上玩类似画板游戏的机器人。

第六部分：机器人和人形机器人

前面我们已经学习了电机、传感器和很多高级编程技巧，这部分我们将创造两个复杂的机器人。在第 18 章，我们将搭建 SNATCH3R 并为它编程，SNATCH3R 是自动机械臂，它可以自主发现、抓握、举起和移动红外信标。

最后，在第 19 章，我们要搭建 LAVA R3X，也即本书封面上的人形机器人，它能走路和说话。它的设计灵感来源于上一代乐高 MINDSTORMS 的著名的阿尔法·雷克斯（Alpha Rex）人形机器人。

配套网站

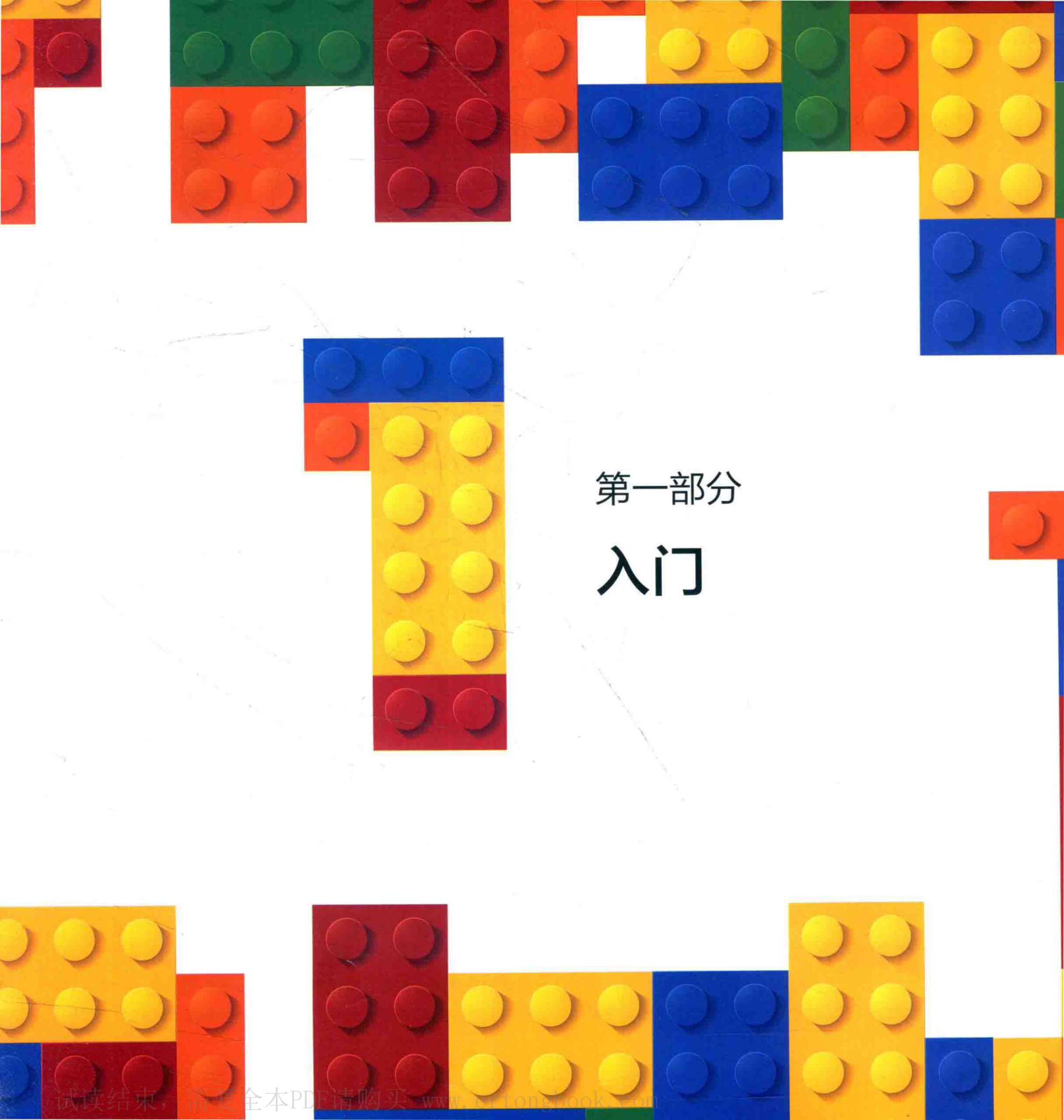
你可以在配套网站（<http://ev3.robotsquare.com/>）上找到其他有用的网址，下载本书中所有的示例程序和本书中部分探索题目的解决方案。

结语

MINDSTORMS 可以激发人们的创造力，适合各个年龄段的人群。那么，现在就拿起你的 EV3 机器人套装，从第 1 章读起，迈入乐高 MINDSTORMS 的创想世界吧！我希望本书能够帮助你打开想象之门，创作出好的作品！

目 录

13	第一部分 入门	141	第四部分 车辆和动物机器人
14	第 1 章 准备好 EV3 套装	142	第 12 章 EV3 方程式：赛车机器人
19	第 2 章 搭建第一个机器人	171	第 13 章 机器蚂蚁 ANTY
34	第 3 章 编写和修改程序		
43	第 4 章 用编程块编程：“动作”块	197	第五部分 高级编程
57	第 5 章 “等待”“重复”“自定义”块和多任务	198	第 14 章 数据线
		224	第 15 章 “数据操作”块和有数据线的“自定义”块
67	第二部分 给有传感器的机器人编程	239	第 16 章 常量和变量
68	第 6 章 传感器	246	第 17 章 在 EV3 上玩游戏
81	第 7 章 颜色传感器		
94	第 8 章 红外传感器	255	第六部分 机器人和人形机器人
101	第 9 章 程序块按键和旋转传感器	256	第 18 章 自动机械臂：SNATCH3R
107	第三部分 机器人搭建技巧	302	第 19 章 能走路说话的机器人：LAVA R3X
108	第 10 章 梁、轴、连接件和电机	340	附录 A 程序、EV3 程序块和无线连接的故障排除
123	第 11 章 齿轮	348	附录 B 在程序块上编程



第一部分 入门