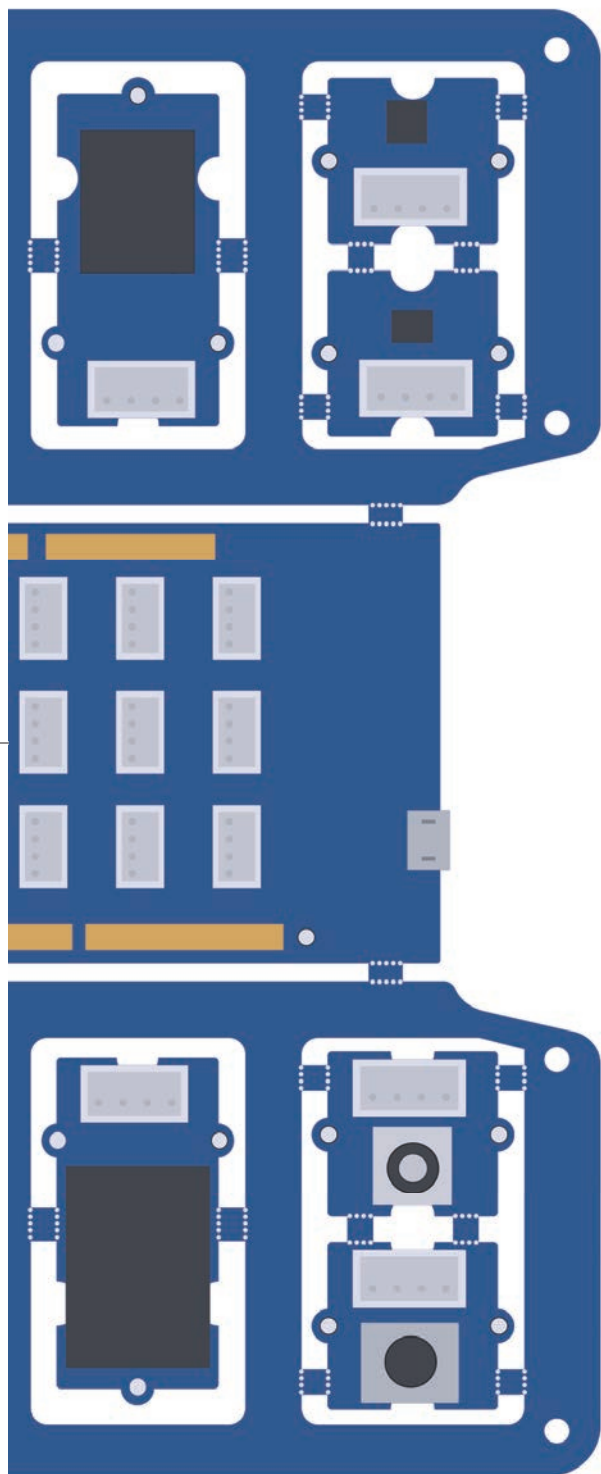




Arduino

图形化编程 轻松学

冯 磊

[俄] 德米特里·马斯洛夫 (Dmitry Maslov)

蒋炜波

—— 著

清华大学出版社
北 京



内 容 简 介

本书基于 Grove Arduino 入门套件、几个扩展模块，以及图形化编程软件 Codecraft，通过 28 个有趣项目带读者入门 Arduino 开源硬件，内容组织：01 章（第 1~14 课），每课通过一个或多个任务，带领读者逐步学习 Grove Arduino 入门套件中 10 个最常用的电子模块，并生动地讲述相关背景知识——LED 灯、蜂鸣器、OLED 显示屏等；02 章（第 15~19 课），首先介绍产品原型的设计启蒙，然后制作 3 个较为复杂的项目，如智能加湿器、遥控电风扇、自动报警器等，提升读者的综合运用能力；03 章邀请了 5 位资深创客分享他们制作项目的经历和感悟，如宇树科技的王兴兴制作机器狗的经历、肯紫科技的余运波研发动力外骨骼的故事等。

书中所有项目均提供了源程序，方便读者参考学习；还为复杂项目提供了可用于激光切割的文件，读者可用它烧刻出适合项目的木质结构件。背景知识包括生活常识和很多物理学科知识点，方便老师进行学科融合教学。

本书适合零经验、期望快速入门开源硬件的个人爱好者，也适合学校或培训机构教学。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签，无标签者不得销售。

版权所有，侵权必究。举报：010-62782989，beiqinquan@tup.tsinghua.edu.cn。

图书在版编目(CIP)数据

Arduino 图形化编程轻松学 / 冯磊, (俄罗斯) 德米特里·马斯洛夫, 蒋炜波著. —北京: 清华大学出版社, 2022.4

ISBN 978-7-302-60266-8

I. ①A… II. ①冯… ②德… ③蒋… III. ①单片微型计算机—程序设计 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2022) 第 036828 号

责任编辑：王中英

封面设计：孟依卉

版式设计：方加青

责任校对：胡伟民

责任印制：沈 露

出版发行：清华大学出版社

网 址：<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址：北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编：100084

社 总 机：010-83470000

邮 购：010-83470235

投稿与读者服务：010-62776969，c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈：010-62772015，zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者：三河市龙大印装有限公司

经 销：全国新华书店

开 本：180mm×210mm

印 张：13.75

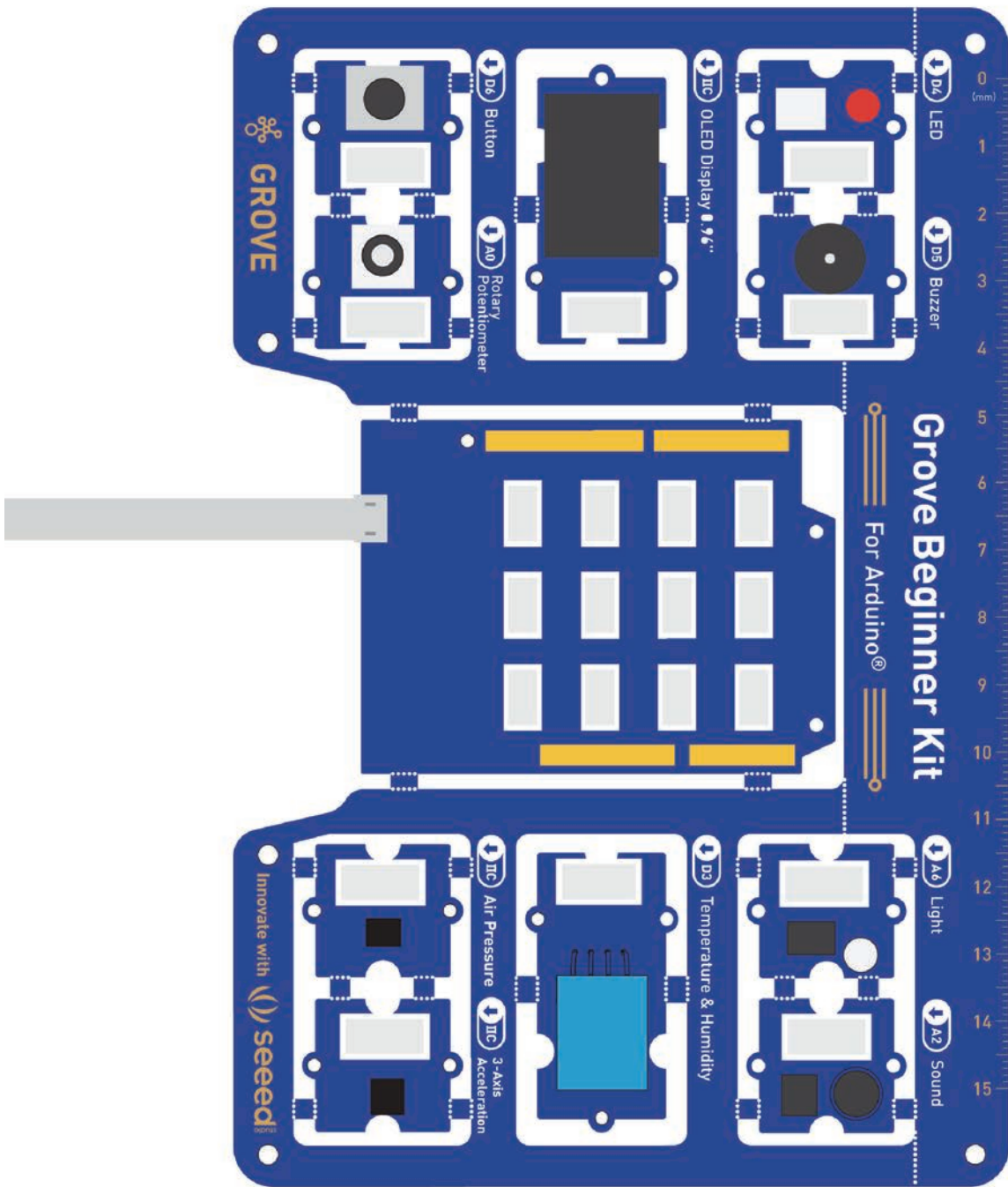
字 数：500 千字

版 次：2022 年 4 月第 1 版

印 次：2022 年 4 月第 1 次印刷

定 价：99.00 元

产品编号：092019-01



与实物比例：1：1



|| Arduino 图形化编程轻松学



推荐序 一



李荣仲

可编程硬件曾是专业工程师上天入地的利器，但需要全面的软硬件知识和很高的研发成本。Arduino 平台通过对底层硬件的简化和封装，极大地降低了可编程硬件的门槛，使这些工具成为了大众的玩具，催生了各种创意和创业项目，是全球创客运动的重要组成部分。我也正是通过 Arduino 入门，研发了 OpenCat 系列机器人，走上了全职创业的道路。

虽然 Arduino 有着非常活跃的全球社区，但国内的用户并没有太多接触它的窗口。矽递科技是较早把 Arduino 引入国内的公司，其定义了一套 Grove 标准接口，方便各种传感器和执行器的接入；而在软件端，矽递科技又开发了一套积木式图形编程界面 CodeCraft，进一步简化了程序的语法细节，保留了对编程思想的提炼。本书综合介绍了这两个体系，方便零基础的用户入门。

这本书首先带你用代码点亮一盏灯，这与我们的祖先学会用火同样意义重大——你将驯服看不见摸不着的电子，把它纳入能被理性操控的实体，并开发它蕴藏的巨大能量。但相比于火的狂放不羁，电子漫游于错综复杂的电路，显得低调而神秘。在后续的章节里，你将通过它的视角，了解电路是如何感知周围环境、传递信号，并反作用于环境的。你将使用电路能理解的编程语言，把逻辑的碎片嵌入敏捷、准确、不知疲倦的程序中，教它代你理解、判断、重复、表达。一方面，个人所能操纵的逻辑单元得以无限扩增，加速对现有资源的利用；另一方面，宝贵的创造力得以从简单的重复中解放出来，探索未知领域的宝藏。

编程是一项实践性很强的技能，本书由浅入深的内容安排可以帮你迈出忐忑的第一步。软硬件结合的呈现方式特别适合把抽象的逻辑过程具象化，而丰富的示例则可以给你带来启发，利用各种功能模块的排列组合解决实际的问题。

历史的进程伴随着信息的创造和传播，未来的蓝图由公理和逻辑展开。我们曾束缚于贫瘠的想象，文明起源于偶然的几次电击。祝大家学得开心，玩得高级！

李荣仲 博士

Petoi & 派拓艺创始人
2021 年 4 月 30 日



推荐序 二



Wayne Seltzer

当下有大量计算机编程语言和硬件开发平台可供初学者选择，其中赫赫有名的就有 Arduino 平台^①。对 STEM 教育（科学、技术、工程和数学教育）而言，最大的挑战就是如何养成终身学习的习惯，以此不断培养自己的能力和技能。

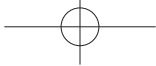
矽递科技设计的 Grove Arduino 入门套件和 Codecraft 软件开发平台，是一个很好的组合，可以满足新手、中级和专家级学习者的需求，如下表所示。

学习者	能力 / 技能	软件开发平台需求	硬件开发平台需求
新手	初次编程；举一反三与实验学习	消除语法错误，具备有限的功能，避免概念混淆和误解	降低复杂性，以获得可靠的成功结果。消除连接和配置问题
中级	充分利用新手所学的技能来创建新的项目。能运用平台支持的大量软件和硬件组件	支持使用附加组件，这些组件易于使用，并用示例代码进行详细说明。调试和故障排除工具必不可少	利用平台所支持的组件实现扩展功能
专家	能够不受限制地进行设计和实现	能够无碍使用编程语言和扩展	使设计能够免受各种限制，具备广泛的硬件与平台兼容性

对于新手来说，图形化编程平台 Codecraft 简单易学。入门套件上微控制器和模块已经通过电路板连接，解决了模块间接线的问题，使学习者能够专注于开发 Arduino 程序。

当学完本书的课程后，就可以顺利进入下一阶段——在设计中添加更多的模块和外部元件，开发复杂的 Arduino 程序。

^① Arduino 平台：一个提供开源的，并易于使用的电子硬件和软件平台，旨在让任何人都可以制作自己的互动项目，平台链接 www.arduino.cc。



IV Arduino 图形化编程轻松学

致教育工作者 / 教师：

相信矽递科技的 Grove Arduino 入门套件和 Codecraft 软件开发平台，能成为你向学生教授 STEM 技能的利器。鼓励学生在编程过程中，多单击 CodeCraft 中的代码按钮，以查看由开发工具自动生成的 Arduino 程序。让学生尝试解释每一行代码都在做什么，有助于帮助他们更快地成为中级和专业的 Arduino 开发人员。

与他人分享你的课程和成功案例，并充分利用全球资源。

致家长：

鼓励孩子与你分享他们所学到的知识，引导他们提出好问题和富有挑战性的想法。当然，最好能和他们一起学习 STEM 技巧！

致学生：

保持好奇心！积极实践！当你创造的东西和你预期的不一样时，恭喜你，这是你学到新东西的大好时机！如果你遇到问题，可以向你的朋友、家人、同学、老师请教或者上网搜索，要相信周围有很多资源可以帮助你。最重要的是，希望你能利用这次经历中学到的新技能，继续挑战自己，创造出更棒的项目。

积极地为自己的项目拍摄照片或视频、撰写说明、绘制草图或流程图……要不遗余力地通过各种在线平台与他人分享你的项目记录，让你的创造力成为他人的灵感。有朝一日，你或许就会创造出一个伟大的 Arduino 库或示例程序，被其他制作者广为使用或借鉴。开源的精髓，就是和你身边甚至是世界各地的人们共同努力，创造一个更美好的世界。

致矽递科技和 Codecraft 团队：

你们精心设计的产品和书让全世界的学生和爱好者都能更容易地学习 Arduino 技能，无论是新手还是专家。衷心感谢为此付出巨大努力的工程师、软件开发人员、课程编辑、产品经理、制造技术人员和所有使这一切成为可能的人们。

谢谢你们！

Wayne Seltzer

科罗拉多大学博尔德分校 CU 科学探索中心讲师，ATLAS 研究所 BTU 实验室总监
科罗拉多大学 STEM 教育网站 buildarobotk12.com 的指导老师，STEM 技术专家兼顾问
博尔德谷学区终身学习社区、咨询委员会的社区代表

亲爱的发明家们，

很高兴有机会写这篇推荐序。

作为既是老师也是学生的我，对借助技术和教育改善人类生活，并使世界变得更美好的力量深感着迷。

我们的世界每时每刻都在变得更加紧密相连，更加自动化，更加复杂。但这个过程充满坎坷，且极具挑战。我们每解决一个“旧世界”的问题，就会冒出一个“新世界”的问题，挑战我们的头脑和想象力。

是的，未来蕴藏着过去从未有过的令人不安的问题，但它也提供了令人难以置信的机遇。其中一些机遇可以在地球上获得，但借助科学和技术，人类现在可以探索更为高远的边界。

就在几天前，美国国家航空航天局（NASA）的“毅力号”火星探测器登陆火星，经过 7 个月，4.8 亿千米的星际旅行，以每小时 39600 千米的速度飞抵火星，并准确地降落在杰泽罗陨石坑内。这辆火星车搭载了一系列神奇的技术：可视光谱相机、激光成像仪、地下实验雷达成像仪、火星环境动态分析仪、利用火星二氧化碳制造氧气的装置、紫外光谱仪和 X 射线光谱仪，以及各种通信仪器，一台可以做出决策、





控制所有火星车操作并与地球上的队友进行通信的计算机，等等。它甚至还配备了一架无人机，这是火星上的第一架飞行器！

你能想象吗？

一个由科学家和工程师组成的团队创造了一台机器，前往另一个星球进行实验，以获得关于我们这个世界的更多认知。这个单一的任务包含了无数的问题，这些问题中的每一个都必须利用现有的和新的技术来解决。

在这个过程中，我们学到了很多，人类探索太空的脚步又迈进了一步。

毅力号的任务是科学和工程学的奇迹之一，我们用技术来解决平凡的日常问题，并扩大我们在宇宙中的影响力。我们用技术来治疗、保护和哺育我们的身体，连接和娱乐我们的心灵，并塑造我们的环境。

世界正变得更加复杂。由于教育和技术的发展，世界也正在变得更大。我们可以用宇宙飞船到达火星（甚至更远），而且可以想象一个更安全、更繁荣和充实的世界。科学技术是用来建设这样一个世界的工具。

无论你是想成为未来太空任务工程团队的一员，还是想研究地球上的问题，旅程都是从当下开始的，始于卑微第一步。它可能是学习如何让一个LED灯闪烁，学习如何让蜂鸣器发出一个音符，或者如何将信息打印到屏幕上……

不积跬步，无以至千里。将漫游车送往另一个星球，发明互联网，或者建造第一辆自动驾驶汽车……都是由充满激情的工程师们在数千年的时间里所做出的难以计数的努力累积而成的。

在个人层面上，每一步都建立在前人的努力之上，结果是成为一个更好的工程师，能够解决更复杂和更重要的问题。你想成为那个工程师吗？

Grove Arduino 入门套件可以帮助你迈出这最初的几步。这些工具可以帮助你更快地学习，减少错误。虽然错误是有用的，因为它们提供了独特的学习机会，但我也相信，太多的错误会产生相反的效果——会使学习者失去动力。

自学正变得越来越普遍，如今越来越多的人采用自学的方式，借助一本书或几个视频，无须老师的帮助。

作为一名教育工作者，当我帮助一名新生开始学习电子技术时，我的主要奋斗目标是让学习曲线尽可能地平缓。很多学生容易在入门阶段就选择放弃，因为他们要学习的信息量太大。而学习是一项长期的工作，所以我们应积极进行各种尝试和努力，以减少学生们早期放弃的风险，并帮助学生坚持足够长的时间，以到达自



信和独立的境界。今天的教育工具比以往任何时候都更为关键，诸如本书使用的 Codecraft（基于 Scratch 3.0）或其他图形化编程语言的创新都有助于实现这一目标。

对于任何想要从头开始学习电子和编程的人来说，这本书是一个很好的选择。即使你从来没有写过一行代码，也可以创建自己的第一个电路并进行编程。本书向你展示了如何使用 Grove Arduino 入门套件与图形化的 Codecraft 网络编程环境。你将学会如何控制灯光、屏幕、蜂鸣器、按键和各种传感器。

如果你想在十年后成为一名工程师，创造神奇的机器，创造未来，这些都是你需要迈出的必要的第一步。

祝你在未来的旅途中一路顺畅，并诚邀你释放自己的创造力，无惧天马行空。

Peter Dalmaris 博士

Maker Education Revolution 作者，Tech Explorations^① 的创始人

2021 年 2 月 20 日

① Tech Explorations 专门为世界各地的学生提供在线创客课程。



作者序 —— Dmitry Maslov

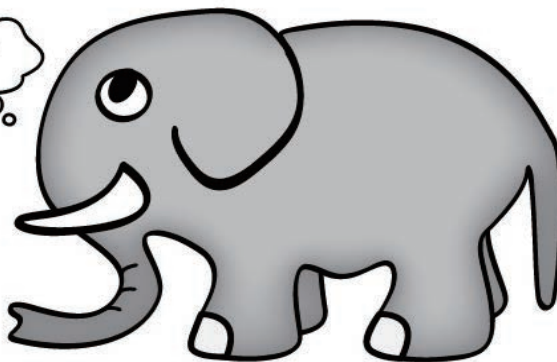
进入 21 世纪以来，整个世界正在快速进行更紧密、更智能的连接。我们的房屋、工厂、道路和公共设施等都开始装各种各样的传感器，不停地收集有关环境的各种数据。现在，你也可以动手制作这类装置！不过，这确实需要学习一些知识。如果你想自己创造一个类似智能手机、计算机或者更“简单”的停车计时器这样的设备，就会发现这需要很多不同的技术能力。事实上，我们每天都司空见惯的科技产品，背后隐藏着复杂的技术，比如：

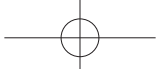
- 绘制和制造 PCB（印制电路板）。
- 设计和制造微控制器或微处理器。
- 为硬件编写软件，包括驱动程序以及系统的应用程序。

作为一个初学者，如果一开始就把项目搞得这么复杂，就好比一条小蛇贪心不足，想一口吞下整头大象。

如何吞掉一头大象？

做梦吧你……





让我们一次咬它一小口，蚕食鲸吞！

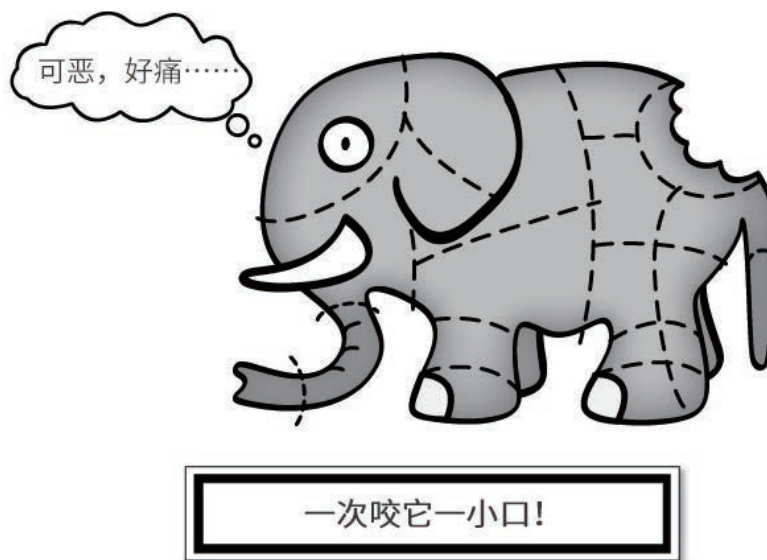
在这本书中，我们基于 Grove Arduino 入门套件准备了一系列的上手项目，入门套件通过电路板整合了开源硬件初学者所需的常用模块，如此就消除了需要用户自己布线的麻烦，降低了硬件工程的复杂性。让读者可以集中精力只面对整个“大象”的一小块——为设备编程。为了进一步降低读者啃下这一小块的难度，我们避开了复杂的 C++ 文本编程（我目睹了很多初学者被文本编程语言劝退），使用了更易上手的图形化编程软件 Codecraft，这样你就可以更容易地学习编程逻辑，理解代码是如何控制硬件工作的。

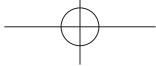
翻阅本书时，我们鼓励你大胆些！本书提供的示例不是标准答案，也欢迎你按自己的想法改编。别担心，编程实验不会弄坏任何东西。创客运动的核心是自由创作精神。我们更希望你把这本书当作一本开源硬件的编程指导手册、参考书——它只是提供了一些建议和指导，真正重要的是你能按自己的想法进行自由创作。

所以，开始吧，祝你一路顺风！

Dmitry Maslov

柴火创客教育课程设计师





作者序 —— 蒋炜波

作为一名中学物理教师，我是在一次极为偶然的机缘下接触到了 Grove Arduino 套件。

在近年来的创客热潮之中，我所在的学校也陆续创办了创客空间、高研实验室等学生科技部门，旨在满足学生在创造性和创新性上的发展需求，同时也给学生提供一个将各个学科融会贯通并付诸实践的发展平台。但是不能回避的一个问题是，学校的学生科技部门始终受众较小，通常一个年级只有约 10% 的同学能够参与其中，面临较为严重的普及化问题。

首先，科技活动的门槛较高。需要学生具备包括编程在内的多种能力，以及创新精神和实践意识，并具备足够扎实的学科素养，这些全面的能力素养要求自然极大地缩减了能够普及的群体。

其次，科技活动的项目传承性较弱。除了少数已经很成熟的项目，更多的是要求每一届学生都需要有自己的创新项目，如果没有合适的项目，相应的科技活动可能就要暂停。

最后，则是科技活动的项目周期太长，时效性不高。活动项目包含的内容很多，需要在设计实施过程中随时处理不断产生的新问题，要求学生投入足够的时间和精力，这与日常的教学有着很大的不同。

如果想要扩大科技活动的受众群体，那么将科技活动与日常的学科教学关联起来，不失为绝佳选择，借此还能够增强日常教学的实践性和创造性，提升教学质量。柴火创客教育的 Grove Arduino 套件在这方面具备非常大的开发潜力。

Grove Arduino 套件给学生提供了一系列已经打包好的套件模块，这些模块各自都有着明确的功能，学生只需要借助 Codecraft 编程平台对这些模块进行合理的组合调度使用，便能够完成具有创造性的活动项目。这无疑极大地降低了学生参与科技活动的门槛，提高了科技活动的效率。

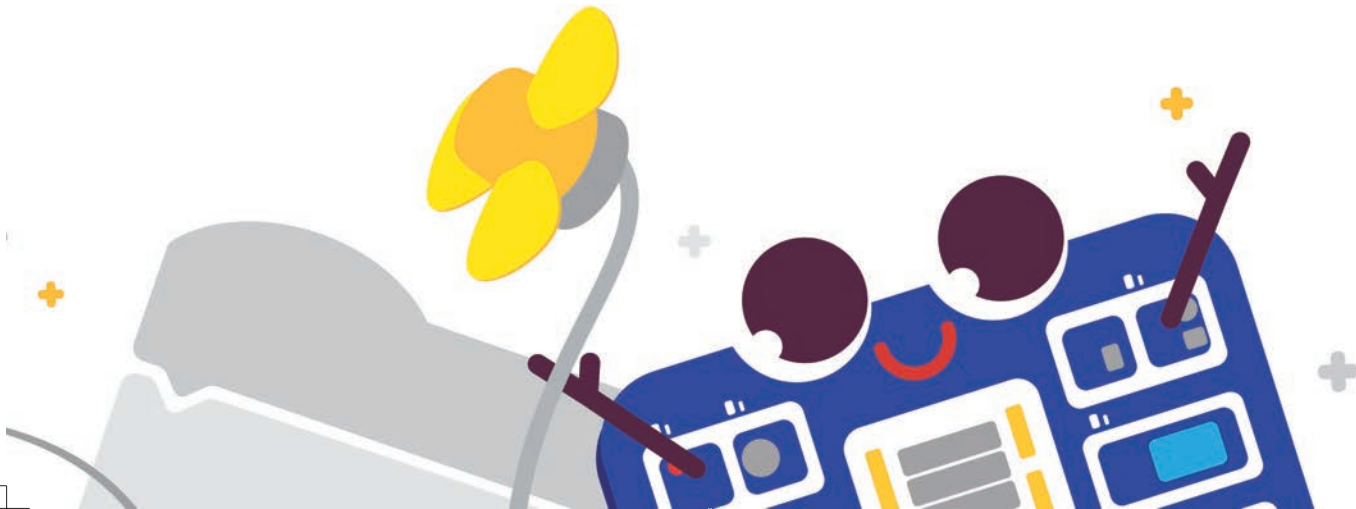
我自己在进行物理教学的时候，总希望学生能够进行一些有创造性的、不用花费过多时间精力的实践活动，这些活动使用一般的物理实验器材是难以完成的，需要有一些已经集成化、模块化的功能明确的设备套件，而 Grove Arduino 套件就是很好的选择。入门套件包含了 LED 灯、蜂鸣器、OLED 显示屏、旋钮式电位器、

光传感器、声音传感器、温度湿度传感器、气压传感器、加速度传感器等模块，拓展套件则包含了更多的模块。这些模块涉及了中学物理中的力、热、声、光、电等各个领域的知识，能够对教学起到很好的支撑作用。学生可以利用这些套件验证所学的物理知识和规律，将学科知识用于实践去解决一些生活问题，甚至还可以利用这些套件进一步深入研究相关的知识内容，可谓一举多得。

如果中学生想要提前接触一些物理和编程知识，或者在学习过程中想要进一步创造和实践，Grove Arduino 套件无疑是绝佳之选。相信随着套件模块的不断丰富，其对中学生日常学习的支撑功能将不断增加，受众群体也将持续扩大。这无论是对当前的创客等科技活动的普及，还是对学校教学质量的提升，都将产生非常积极的作用！

蒋炜波

清华大学附属中学物理教研组副组长





作者序 —— 冯磊

2020 年的某一天，我的同事 Dmitry Maslov（来自俄罗斯，在柴火创客教育我们都叫他迪马）跑来告诉我，他完成了 Grove Arduino 入门套件（英文叫 Grove Beginner Kit for Arduino）的英文课程，我可以准备翻译中文版本了。我把自己调整为“小白”状态，满怀期待地打开了迪马的课程文档……快速浏览一遍后，感觉还是受到了不小的打击，有很多地方表达得过于简略了。迪马是一个动手能力极强的创客老司机，他能以风驰电掣般的速度，完成一门创新课程的整个大纲，以及课程内所需的所有硬件原型的搭建和编程工作。所以很多内容对他来说，简单到无须解释和说明。但这种过于“精炼”的表达对新手不太友好。于是我下决心对课程做大幅度的修订，让“小白”的学习曲线尽量平缓。

重构后的中文版本，保留了迪马的主线大纲和大部分项目示例，但添加了大量的引导性说明、插图、背景知识介绍……甚至修改了部分示例程序，其目的就是对尝试开源硬件入门的学习者尽量友好。最终修订的版本受到大家的广泛认可，为此我们又重新根据中文课程对英文内容做了一遍修订。

2020 年年底，我将此课程的文档发给了清华大学出版社的王中英老师，出版社很快也表达了对课程内容的认可，于是在 2021 年年初开始进行正式出版合作。在根据课程动手编辑书稿之前，我重新审视了 Grove Arduino 入门套件对于开源硬件学习入门读者的意义，还和 Grove Arduino 入门套件的产品经理杨佳谋做了交流，他对本书给予了极大的支持，除了向我介绍 Grove Arduino 入门套件的发展历程，还在编辑过程中解答了大量的技术细节问题。图书立项后，他还帮助我们联络了 Wayne Seltzer 和 Peter Dalmaris 两位海外有名的创客教育老师，他们为本书写了热情洋溢和极具高度的推荐序。尤其是 Wayne 老师，他在写序的时候，不但仔细研读了我们的课程，还尝试向他的学生推荐使用和学习我们的套件，同时提出了很多 Codecraft 软件的修改建议。

经历这些后，我忽然意识到 Grove Arduino 入门套件和这本书对于开源硬件入门用户的意义——更低的开源硬件应用和学习门槛！使用入门套件的初学者现在不需要关心复杂的芯片、电路板引脚以及接线问题，他们将套件直接连接计算机后就可以立即开始编程，把注意力放在通过编程实现自己的项目目标上。整个课程更借

助图形化编程软件 Codecraft，让用户学习和使用开源硬件的门槛进一步降低。

看清这一切后，顿感责任重大，尤其是入门读物，稍有不慎，就可能对读者造成在这一领域的劝退效果。在仔细修订了课程内容后，我考虑除了传授技能外，应该增加一些对开源硬件用户成长有帮助的内容。于是邀请矽递科技经验丰富的产品经理温燕铭，撰写了本书的第 15 课“产品原型设计启蒙”，这篇文章有助于开源硬件入门的小伙伴建立快速做出原型的系统思维。

因为定位是开源硬件的入门读物，少不了要介绍一些和物理有关的知识点，为了让这些内容更浅显易懂，并符合学科知识点科普的要求，几经介绍，有幸得到清华附中初中物理教师蒋炜波老师的支持。蒋老师对涉及的各项知识点做了大量的改写和修订，在此也表示衷心的感谢。

在本书的第 03 章，我有幸邀请了一些个人创客、学校创客教师以及新兴的企业创客，为初学者撰写他们制作项目的经历和感悟。这些被邀请者都在不同层面经历了项目从 0 到 1 的过程，非常感谢他们的无私贡献，在此——泣谢（以下按收到稿件顺序）。

- 个人创客邓斌华分享小汪变色夜灯的制作过程。
- 深圳实验学校高中部刘焱锋老师，讲述他指导的“官龙梦客”学生战队，勇夺深圳市首届中学生创客马拉松比赛第一名的故事。
- 宇树科技提供王兴兴是如何从最初的 XDog 机器狗一路进化，用机器小牛“犇犇”登上 2021 年春晚舞台的幕后故事。
- 肯綮科技的余运波先生，讲述他如何从一个机械外骨骼领域的门外汉，历经 6 年磨炼，带团队做出性能卓越的轻便机械外骨骼的故事。
- 李荣仲博士讲述他如何创作 Bittle 仿生开源机器狗的故事。

在我整理这些创客文稿的时候，从字里行间都感受到了那股强劲的“行动力”，期望读者也能借助这股力量，结合本书的知识，利用自己独特的经历和认知，大胆地去创造，去改变世界。

冯磊

柴火创客教育课程负责人



目录

引言 为什么要学开源硬件 1

01 章 入门套件课程 19

21 第1课 我的第一个 Arduino 程序: Blink

39 第2课 控制 LED 灯的亮度

47 第3课 循环与变量——LED “呼吸灯”

59 第4课 条件语句——用按键控制开关灯

71 第5课 用旋钮调节 LED 灯的亮度

85

第6课 摩尔斯电码发报机和音乐盒

99

第7课 点亮 OLED 显示屏,
开启可视化交互

111

第8课 那些默不作声的硬件真的在工作吗



125 第 9 课 “看见” 声音与制作声控灯

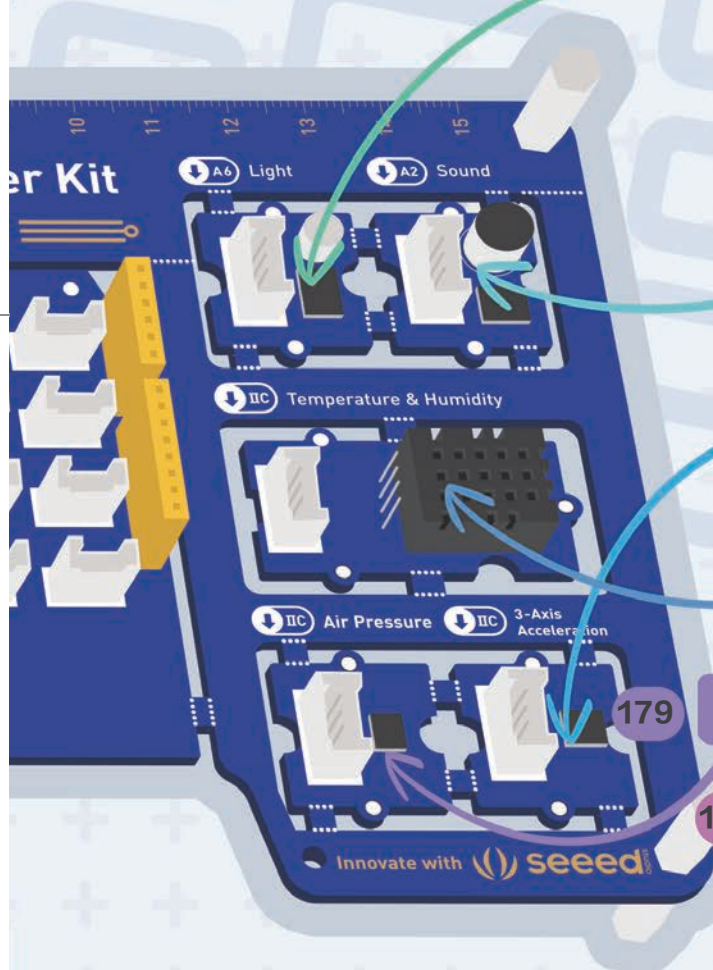
139 第 10 课 光控灯

147 第 11 课 气压计与高度计

168 第 12 课 小小气象站

179 第 13 课 三轴加速度计——运动与平衡

199 第 14 课 入门套件创意脑力训练





02 章 入门套件与扩展项目 207

209 第 15 课 产品原型设计启蒙

225 第 16 课 扩展项目 1: 智能加湿器

237 第 17 课 扩展项目 2: 可转头的遥控电风扇

251 第 18 课 扩展项目 3: 自动报警宝箱

259 第 19 课 扩展项目 4: 超声波测距传感器应用



目录

XVII

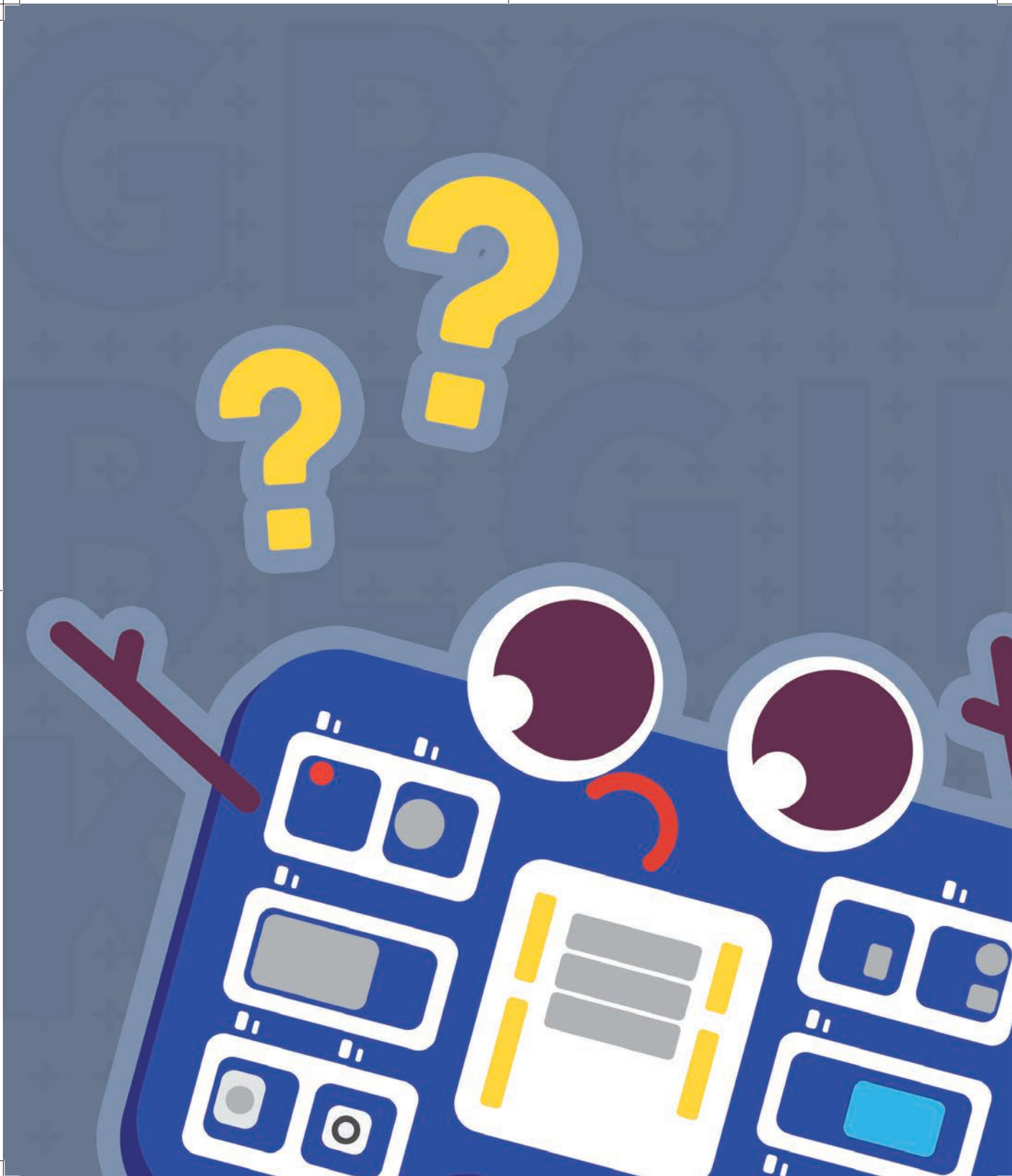
03 章 踏进未知领域 265

- 267 邓斌华 小汪变色夜灯的创作分享
- 271 刘焱锋 我和同学们的创客教育故事
- 277 王兴兴 执着于心——从 XDog 到春晚机器小牛“犇犇”
- 283 余运波 六年磨一剑——肯綮科技的动力机械外骨骼
- 293 李荣仲 OpenCat——从创客到创业的可持续发展

附录 300

- 302 附录 A 词汇表
- 308 附录 B 知识点索引表







引言： 为什么要学开源硬件

为什么要学开源硬件？很简单，为了能创造自己的电子产品。

我们身处一个被各种电子产品包围的世界，小到电子闹钟、门铃，大到彩电、冰箱。通过购买获得的商业电子产品，通常都有特定的、或简单或复杂的功能。你只能按产品提供的功能范围去使用它。如果你不满足于现状，想通过学习自己创造电子产品，那么选择“开源硬件”^①会是好的选择。

电子硬件发展刚刚起步的时候基本都是开源的。那时包括打印机、甚至苹果电脑，它们的整个设计原理图都是公开的。后来出于商业利益的需要，越来越多的公司选择了闭源。但还是有数量众多的个人爱好者（创客）和工程师，在积极发展开源硬件和开源软件^②

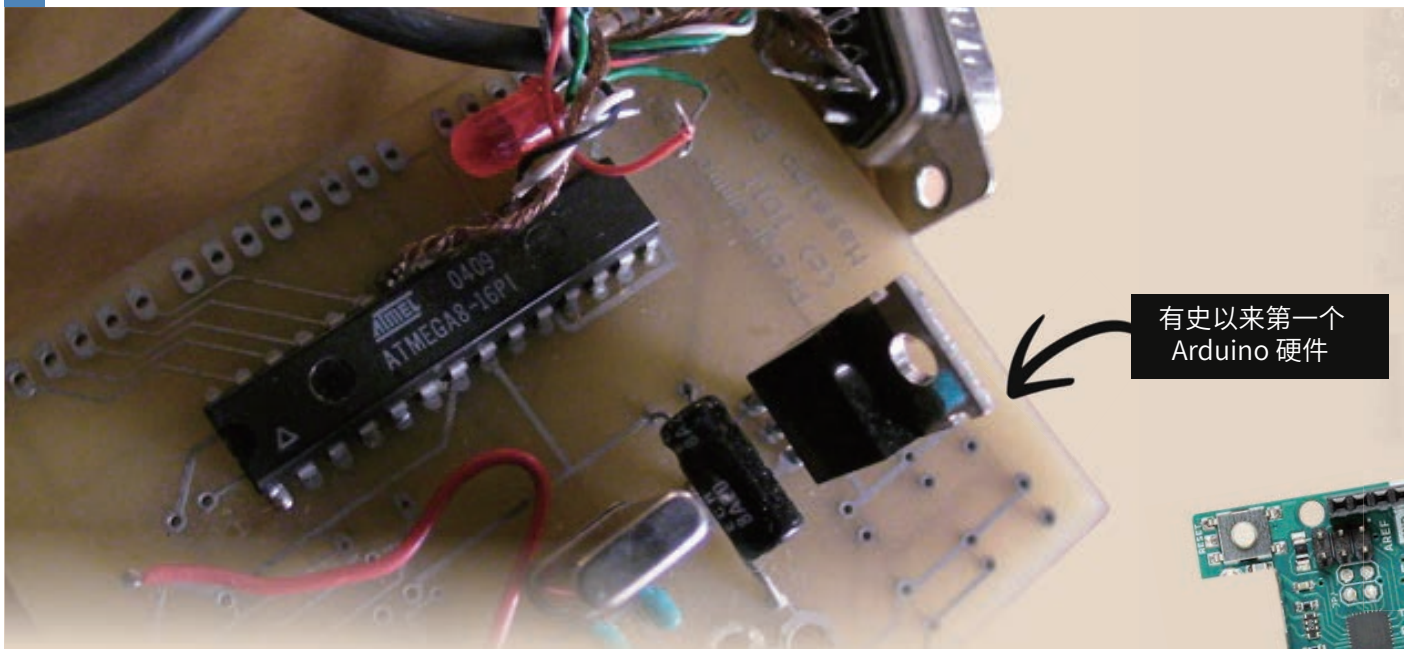
对于刚刚开始接触开源硬件的读者来说，看到一堆长相各异的电子模块会觉得无从下手，但相信我，一旦你对这些模块有所了解后，使用起来并不比乐高积木更复杂。开源硬件和对应的编程软件经过不断发展进化，也变得越来越简单易用。现在 10 岁及以上的学生，或对 Arduino 充满好奇的个人爱好者都能轻松入门。我们将使用 Grove 入门套件、Grove 教育扩展包与 Codecraft 软件（支持 Arduino 及其他硬件的图形化编程平台）带你迈入开源硬件世界的大门。

① 即开放源代码。硬件的设计向公众发布，任何人可制造、修改、分发并使用那些造物。

② 使用者无须向开发者付费，并且开发者开放源代码可以让使用者按需要自己修改的软件。



2 Arduino 图形化编程轻松学



在正式开始学习之前，先熟悉一下 Arduino、Grove、Codecraft 等这些后面经常会见到的名词。



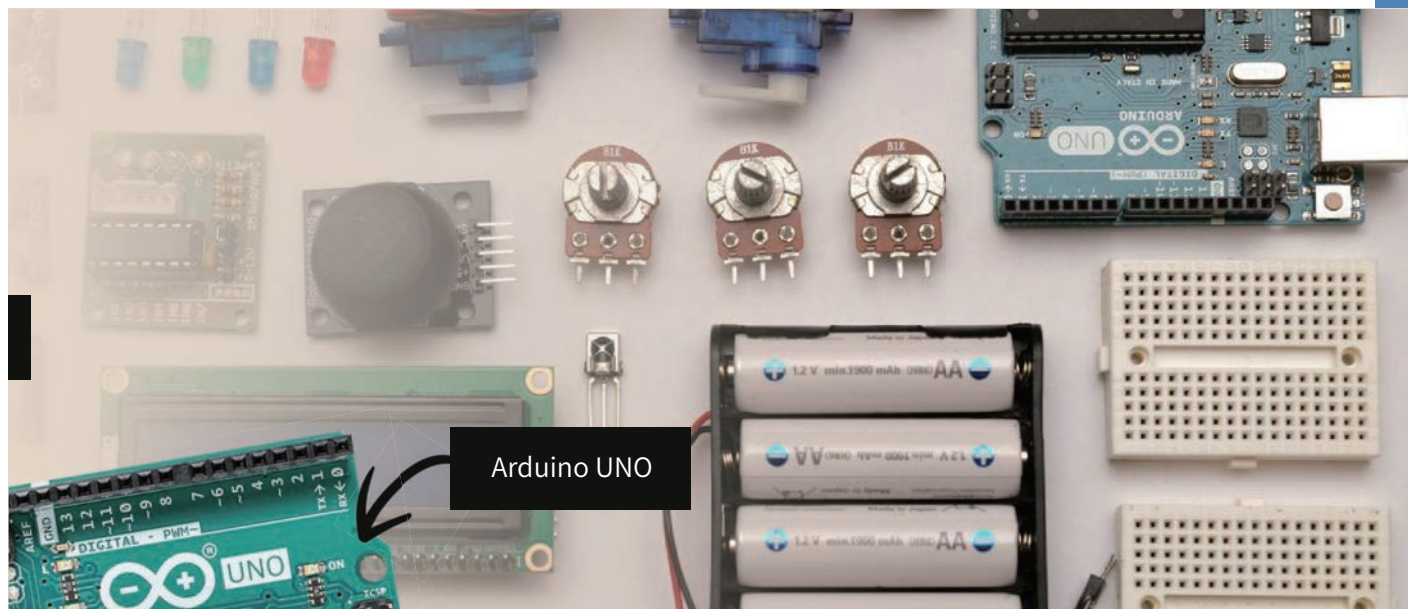
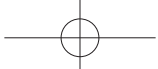
Arduino 的故事

Arduino 的诞生可谓开源硬件发展史上一个新的里程碑。

2003 年，在意大利伊夫雷亚交互设计学院，学生们使用电子元件进行交互设计创作，这些电子设备价格不菲，仅 BASIC Stamp 微控制器芯片的费用就要 50 美元，这对许多学生来说是一笔不小的费用。

埃尔南多·巴拉甘（Hernando Barragán）在马西莫·班兹（Massimo Banzi，在中国也被称为“板子大叔”）和卡西·瑞斯（Casey Reas，一位美国艺术家）的指导下，在 Processing^① 的基础上，创建了 Wiring 开发平台作为硕士论文项目。该项目的目标是为非工程师用户创建简单、低成本的数字项目工具。

^① Processing 是一种开源编程语言，专门为电子艺术和视觉交互设计而创建，其目的是通过可视化的方式辅助编程教学，并在此基础上表达数字创意。



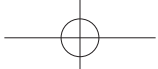
Arduino UNO

2005 年，马西莫·班兹与合作者一起扩展了 Wiring 平台，增加了对更便宜的 ATmega8 微控制器的支持。这个从 Wiring 中分离出来的开发版被称为 Arduino，以帮助设计系在电子学或微控制器编程方面没有经验的学生，创建将物理与数字世界连接的有效原型。从那时起，它已成为最受工程师乃至大型公司欢迎的电子原型制作工具。

现在 Arduino 已经做了大量的改进，变得更加易用和强大。Arduino 作为第一个广泛使用的开源硬件，建立了在线社区，以帮助推广该工具的使用，并受益于数百人的贡献。这些热心的用户帮助调试了 Arduino 的代码，编写了许多示例程序，还创建了各种教程，为其他遇到问题的用户提供了各种帮助和支持。

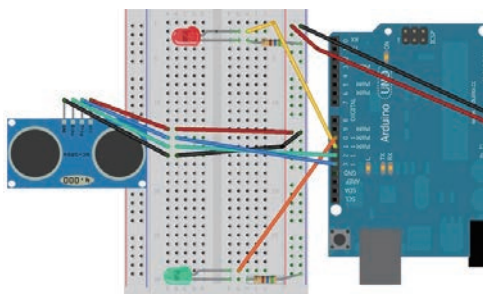
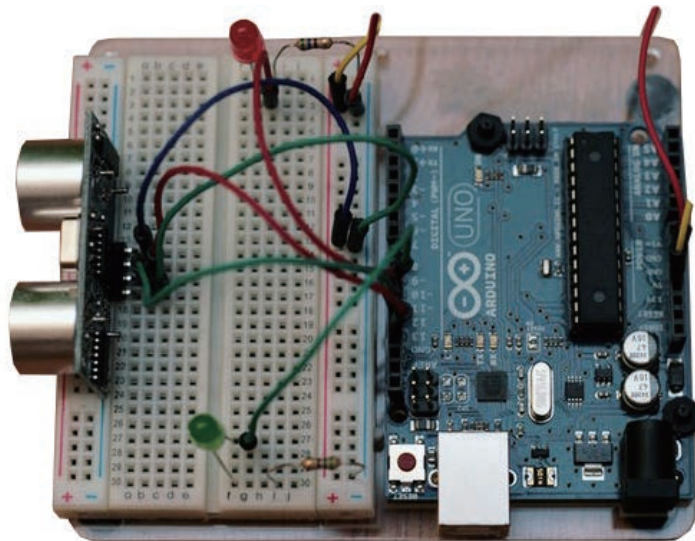
开源硬件的入门门槛

很多 DIY 电子硬件应用、物联网或机器人的初学者是从开源硬件 Arduino 开始的。网上兜售的各种常见的 Arduino 初学者套件，大多是一大包面包板、各种奇形怪状的电路板、电子元器件和大把五花八门的电线。



4 Arduino 图形化编程轻松学

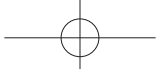
做出的 Arduino 项目通常就像下图这样，不明真相的外行看着就像是一个待拆的土质炸弹（尤其是那些红黄蓝绿的电线会让大家更加深信不疑）。



项目“简易 Arduino 和 超声波测距传感器的示例”的硬件连接图，使用了一个超声波测距传感器（最左侧），当有物体距离传感器距离小于程序设定值时，红灯亮起，大于设定值时，亮绿灯。

作者：Jsvester

硬件可能还不是最复杂的，翻阅各种 Arduino 的书后，会发现编程部分大多使用 Arduino IDE 软件，就是说要学习给这堆电子硬件编程，最好还要懂一些 C 语言，知道如何建立编程环境……这些门槛，让不少初学者望而却步。如果学校或培训机构开设 Arduino 课程，使用这些“零件”级的硬件上课，绝对是一件让教师头疼的事情——各种接线问题、编程错误、零件缺失……有没有对初学者和使用者更为易用的解决方案呢？



Grove 系统 —— 统一接口，让开源硬件更易用

中国科技企业矽递科技（英文 Seeed Studio）从 2010 年开始研发 Grove 系统并不断迭代更新和扩充，它采取积木式的方式来组装电子元件。与基于跳线或焊接的系统相比，连接、测试和构建都变得更容易。与借助传统的面包板和各种电子元件组装项目的方法相比，Grove 大大简化了学习过程并提高了易用性。

Grove 系统由基本处理单元（树干，类似 Arduino UNO 板的处理单元）和各种带有标准化连接器的模块（树枝）组成，Grove 扩展板可以轻松通过标准的 Grove 模块接口和 Grove 连接线（如下图所示）连接多个 Grove 模块。



Grove LED 灯模块，有一个四针的 Grove 接口

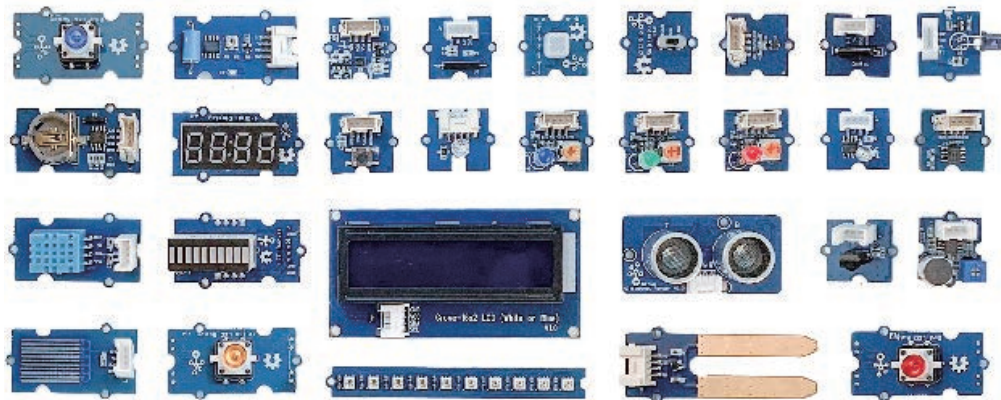


Grove 连接线



Grove 的扩展板

每个 Grove 模块通常只提供 1 个功能，比如一个简单的按键或某个复杂的传感器。至今 Grove 家族已扩展到 300 多个模块，几乎涵盖了常用开源硬件的方方面面。





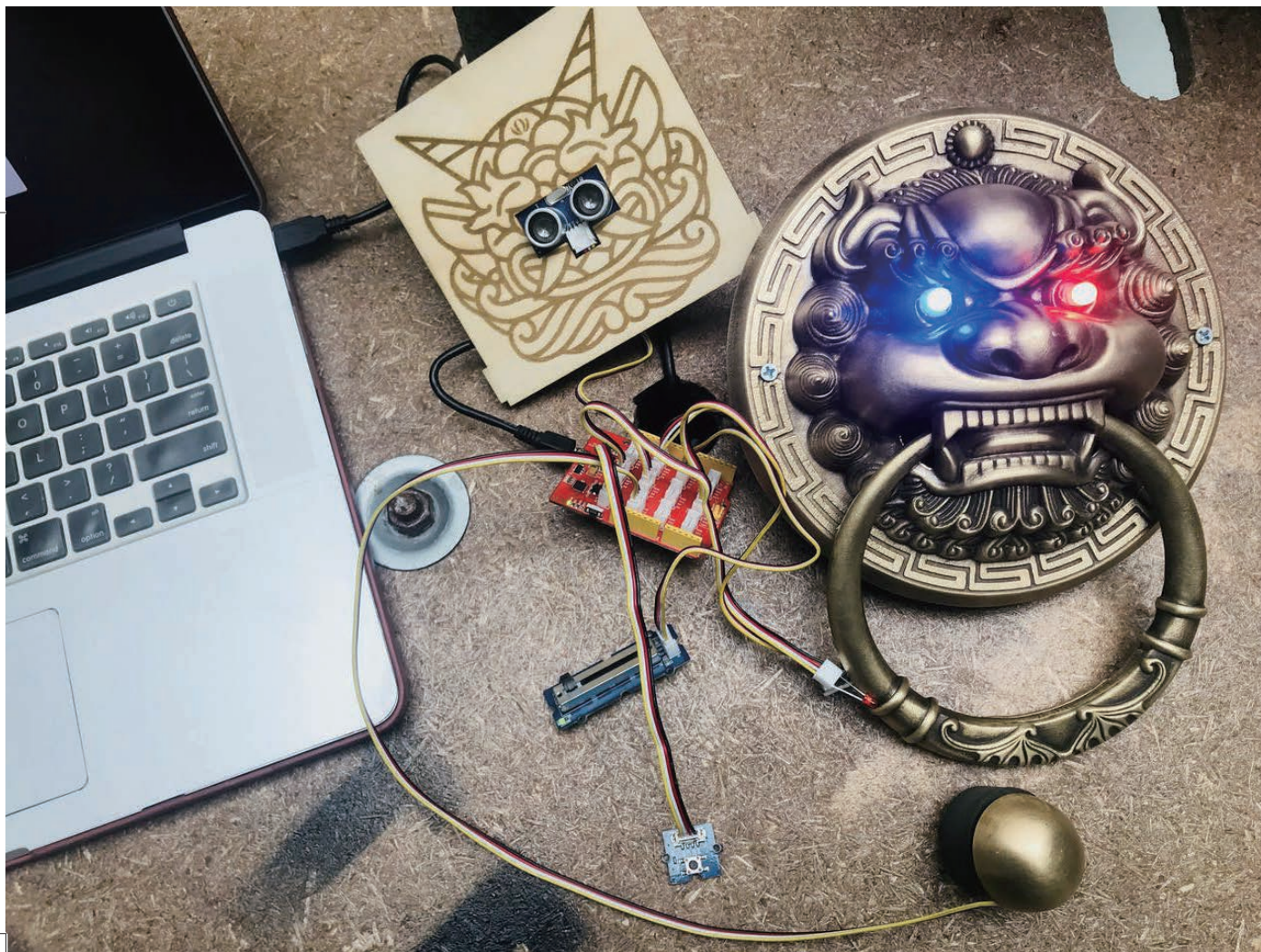
6 Arduino 图形化编程轻松学

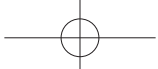
以网友的安全门禁项目为例，使用了多个 Grove 模块，通过 Seeeduino lotus（整合了 Arduino 兼容主控和 Grove 扩展板的 Arduino 兼容板）使用 Grove 连接线进行简单连接，然后编程即可使用。

参考项目见：

Security Access Using Seeeduino Lotus

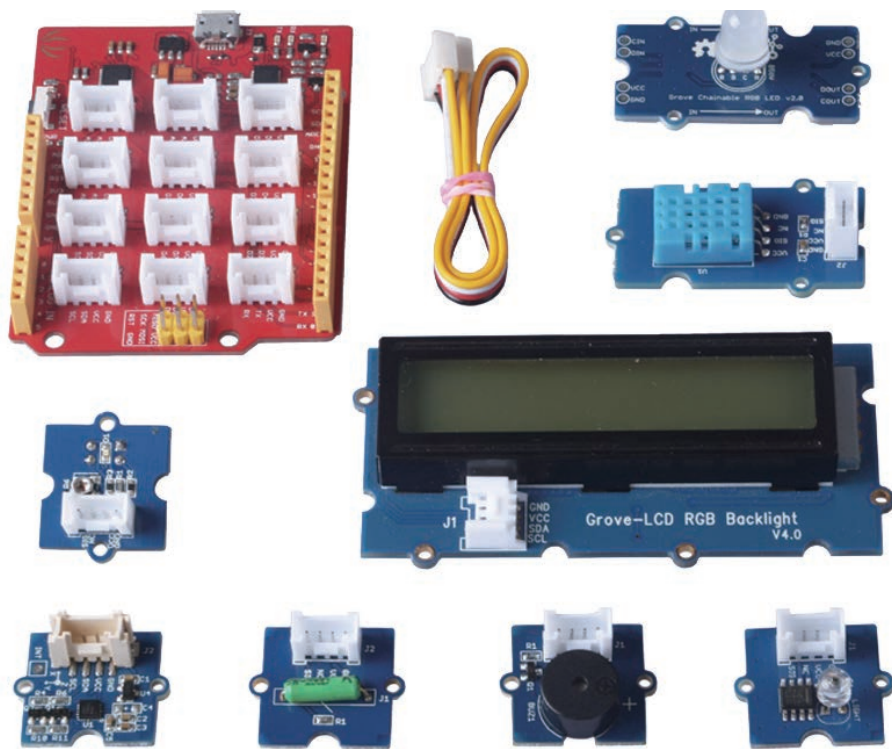
<https://www.hackster.io/limanchen/security-access-using-seeeduino-lotus-7eb90f>





为初学者而生 —— Grove Arduino 入门套件

Grove 通过统一接口，帮助用户解决了 Arduino 硬件接线麻烦的问题。矽递科技为了方便初学者学习 Arduino，2016 年推出了第一代 Grove Arduino 入门套件（本书称其为“旧版入门套件”），如下图所示。旧版入门套件选取了一些常用模块，并搭载了一个 Seeeduino Lotus v1.1（下图中红色的 Arduino 兼容板）。

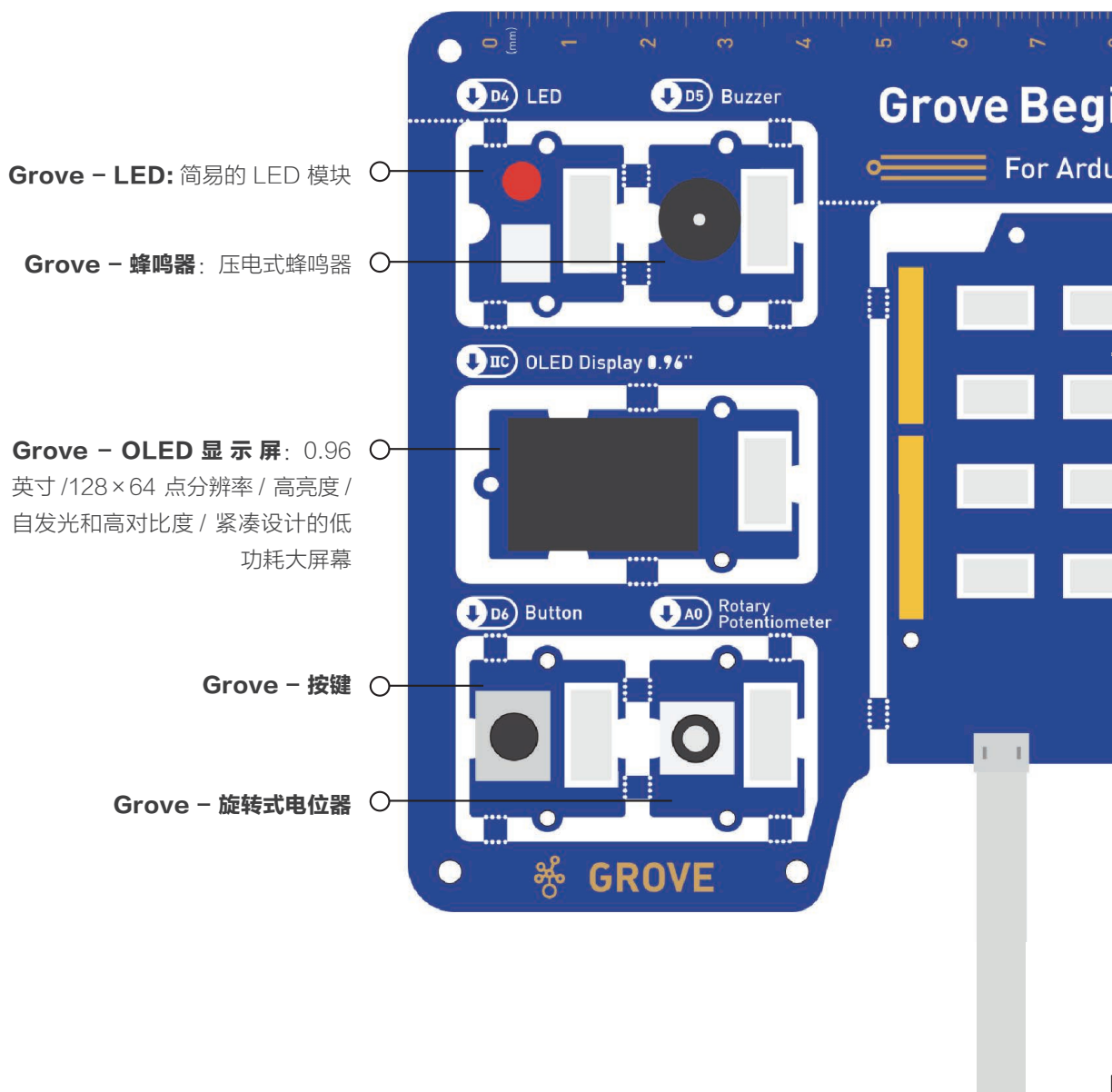


旧版入门套件推出后广受好评，迅速销往全球各地。矽递科技的工程师又进一步琢磨，能不能把整个套件的模块和主控板集成在一个电路板上？这样对于初学者来说，接线的麻烦都省去了，可以把注意力放在如何学习编程和使用上。当然，如果需要也可以把模块拆下放入项目中，如此就有了本书的主角——第 2 代的 Grove Arduino 入门套件。



8 Arduino 图形化编程轻松学

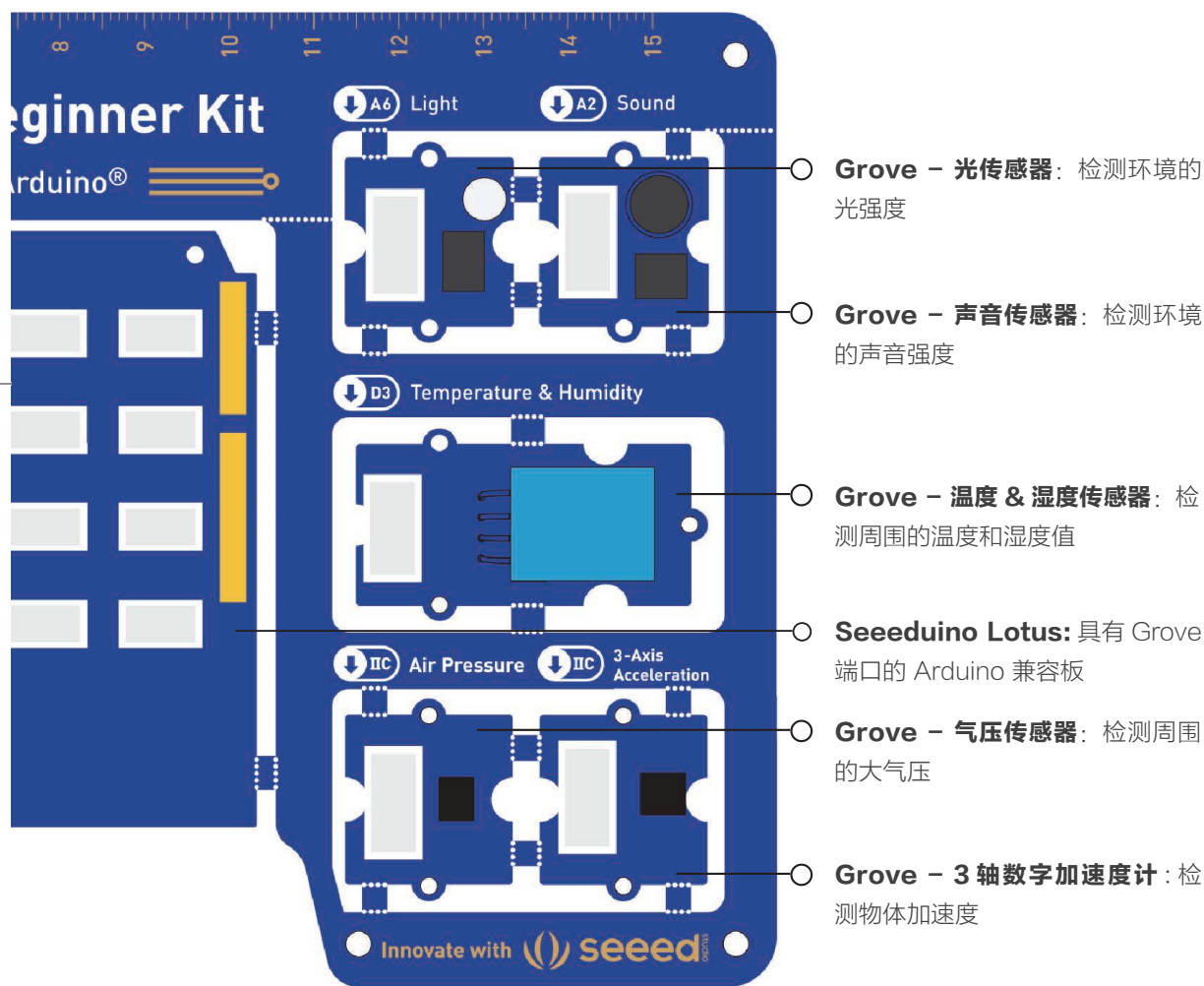
Grove Arduino 入门套件（英文 Grove Beginner Kit for Arduino，本书中简称“[入门套件](#)”，如下图所示）是最好的 Arduino 入门学习套件之一，它无须困难的焊接操作和连接复杂的电路，用户可以专注于学习 Arduino 的使用。本套件是 1 个 Arduino 兼容主板（Seeeduino Lotus）和 10 个 Grove 模块集成一体的 PCB 板。所有模块均已通过 PCB 冲压孔连接到 Seeeduino，因此[无须焊接或连线](#)。当





然，你也可以将模块取出并使用 Grove 数据线连接模块，来构建自己喜欢的任何 Arduino/Seeeduino 项目。

本入门套件的尺寸是：长 17.69 cm，宽 11.64 cm，高 1.88 cm。





特别提醒

默认情况下，Grove 模块均通过 PCB 压印孔连接到 Seeeduino。这意味着如果没有断开连接，则无须使用额外的 Grove 数据线进行连接。默认引脚如下：

模块	端口	引脚 / 地址
LED	数字	D4
蜂鸣器	数字	D5
OLED 显示屏	I ² C	I ² C, 0×78(默认)
按键	数字	D6
旋转式电位器	模拟	A0
光传感器	模拟	A6
声音传感器	模拟	A2
温度 & 湿度传感器	数字	D3
气压传感器	I ² C	I ² C, 0×77(默认) / 0×76(可选)
三轴数字加速度计	I ² C	I ² C, 0×19(默认)

更多有关硬件的详细介绍，请访问官方文档：

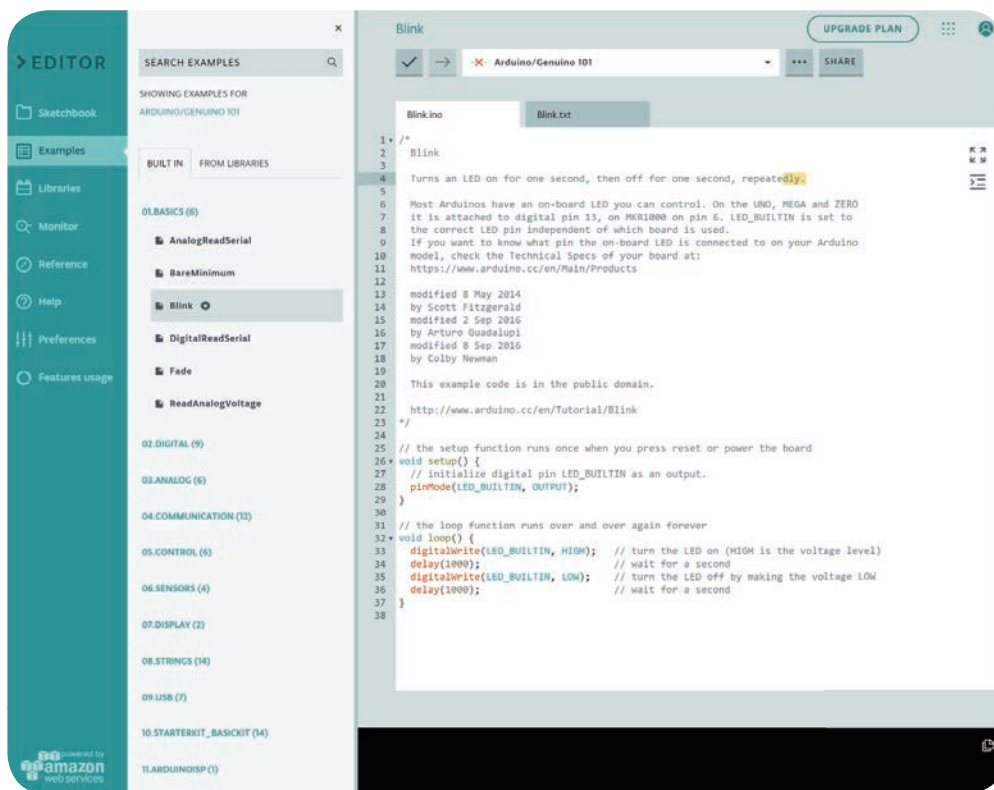
<https://wiki.seeedstudio.com/cn/Grove-Beginner-Kit-For-Arduino/>



Arduino 编程，选文本编程还是图形化编程

Arduino IDE

Arduino 官方提供了 Arduino IDE 编程工具，并同时提供了 Web 版（通过浏览器编程）和离线版（下载并安装后可脱机使用）。下图是一个 Arduino Web 版编程界面截图，界面展示了一个示例程序 Blink（点亮 1 个 LED 灯 1 秒后关闭）。



文本编程界面的优势：适合有编程经验的程序员，而且最好是学过 C 语言编程的用户，上手会比较快。

但这也是让很多初学者觉得比较棘手的部分。

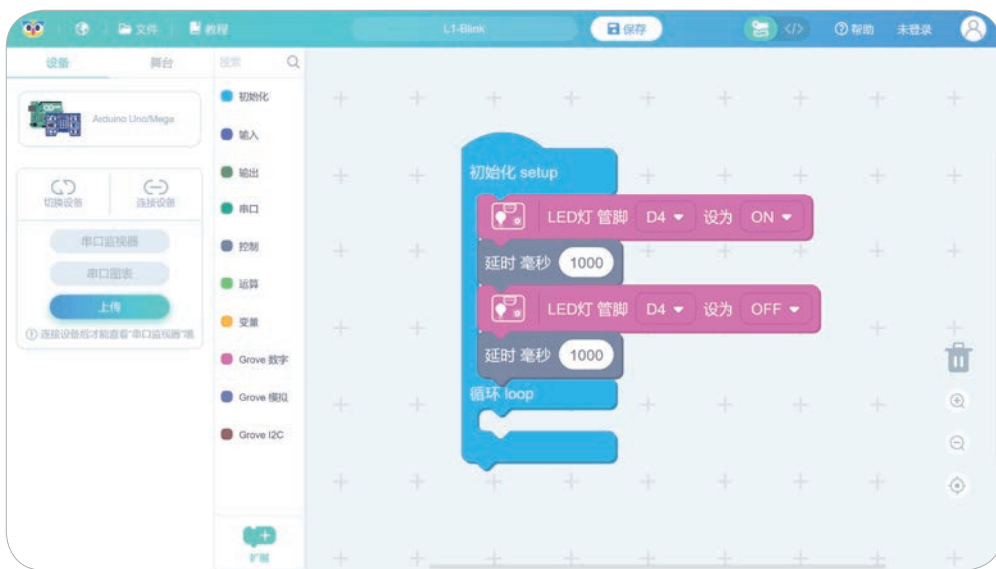
图形化编程软件 Codecraft

Codecraft 是一款由柴火创客教育自主研发、面向 STEAM 教育领域、适合 6~16 岁青少年进行编程学习的图形化编程软件。用户通过简单地拖曳积木即可编程。除了可以对舞台角色进行编程，更支持多款主流硬件设备接入，实现软硬件结合，让编程学习更有乐趣。

还是以实现 Blink 示例的功能为例，用 Codecraft 编写的程序如下图所示。



12 Arduino 图形化编程轻松学

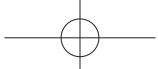


图形化的编程环境，对初学者更加友好。用户可以像搭积木一样来构建自己的程序，而且也能避免文本编程严格的拼写和格式错误问题。

Codecraft 也支持多平台使用，可以在网页端直接使用，或下载桌面版（即 PC 版）离线使用。详细了解 Codecraft 可以访问官网：https://www.tinkergen.com/cn_codecraft。

下面将介绍如何通过网页版 Codecraft 连接入门套件。





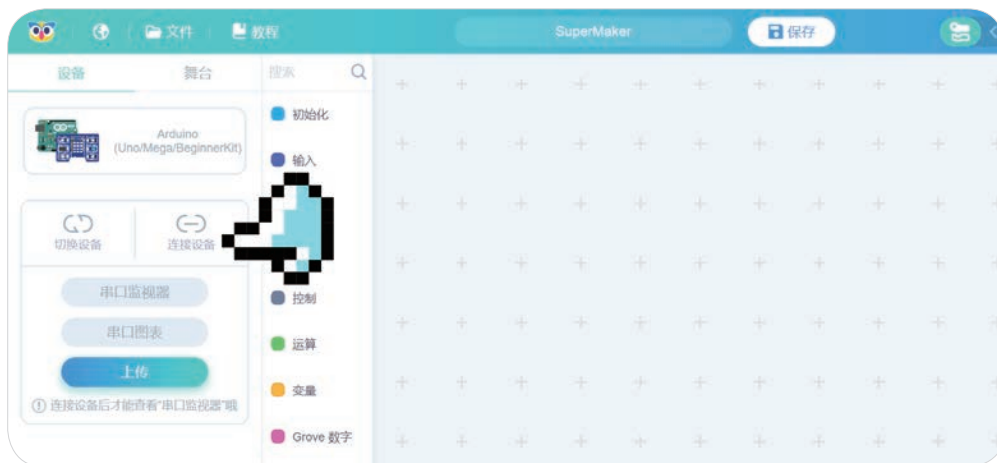
网页版 Codecraft

1. 在 Codecraft 创建 Arduino 项目

在浏览器地址栏输入 Codecraft 在线创作的网址 ide.tinkergen.com，就可进入 Codecraft 的主页，如下图所示。由于需要连接 Arduino 设备，单击小手指示的 Arduino Uno/Mega 按钮，即可新建 Arduino 项目。



成功进入 Arduino Uno/Mega 的设备编程界面，如下图所示。现在可以尝试连接入门套件，单击“连接设备”按钮。





14 Arduino 图形化编程轻松学

2. 连接设备，启动安装设备助手

如果你是在 Codecraft 上首次连接硬件设备，单击“连接设备”按钮会弹出下图所示的提示框。单击“还没下载，立即下载”按钮。

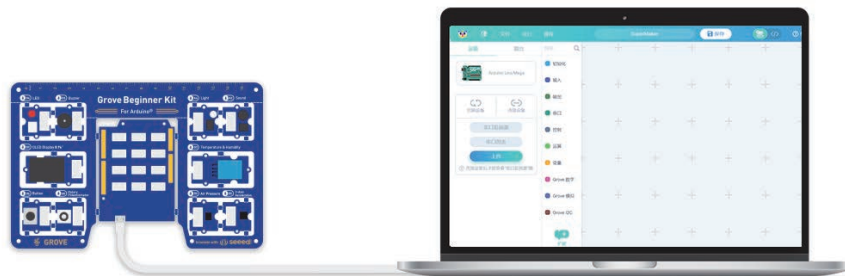
单击后会启动设备助手软件的下载，下载完毕后根据提示进行安装。如下图所示，安装完毕后，“设备助手”图标会出现在任务栏中，即表示“设备助手”已成功安装。



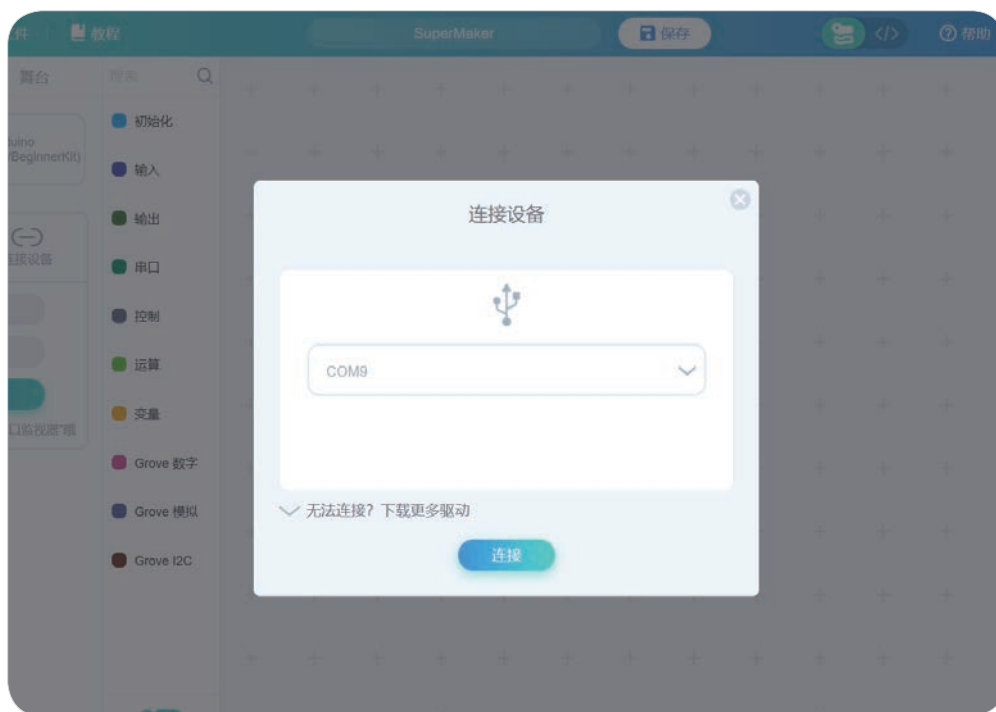


3. 连接入门套件

使用 USB 数据线，让计算机与入门套件相连接，如下图所示。连接成功后，入门套件中间会有一个绿灯亮起。



再次尝试在 Codecraft 中连接设备，单击  按钮，会出现下图所示的“连接设备”对话框。



连接成功会出现如下图所示的提示。关闭“连接设备”对话框。



连接成功后的变化如右图所示。

现在软硬件就位，可以正式开始 Arduino 的入门学习了。



Codecraft PC 版

使用 Codecraft PC 版，可以在无网络环境的计算机上进行编程。

操作系统要求

- Windows 操作系统支持 Windows7 或 Windows10，32 位和 64 位
- Mac 操作系统支持 10.13.6 及以上版本



中文版下载网址

访问中文版下载链接：<https://ide.tinkergen.com/download/cn/>

在下载页面获取需要的 PC 客户端版本，如下图所示，安装后的运行体验和 Web 版的 Codecraft 一致，只是 PC 版不需要运行设备助手。



Codecraft (v2.0)

Codecraft是一款基于Scratch 3.0开发的图形化编程软件工具，适合7-16岁青少年。孩子对编程的学习不会像成人一样，需要更好的方式，而图形化无疑是更直观和更简单的，即使是零基础的学习者也可以通过简单的学习、快速掌握并编写程序来控制硬件，完成项目的创作。

 Codecraft 使用指南

支持产品

Grove Zero, Arduino Uno/Mega, micro:bit, M.A.R.K(CyberEye), Grove Joint, GLINT, Bittle

Web在线版

推荐使用浏览器：Chrome

同时支持 Safari/ Firefox/ 360极速/ 360安全浏览器

在线创作

PC客户端

支持Mac及Windows7以上的系统

Windows版 64位 v2.5.3.9

Windows版 32位 v2.5.3.9

Mac版 v2.5.3.9



特别提醒



网页版 Codecraft 在连接入门套件时，如果已经安装过设备助手还提示需要安装，就可以在计算机桌面找到并运行左面这个图标。

如果你的计算机已经安装了 PC 版 Codecraft，可以找到右面这个图标并运行它。

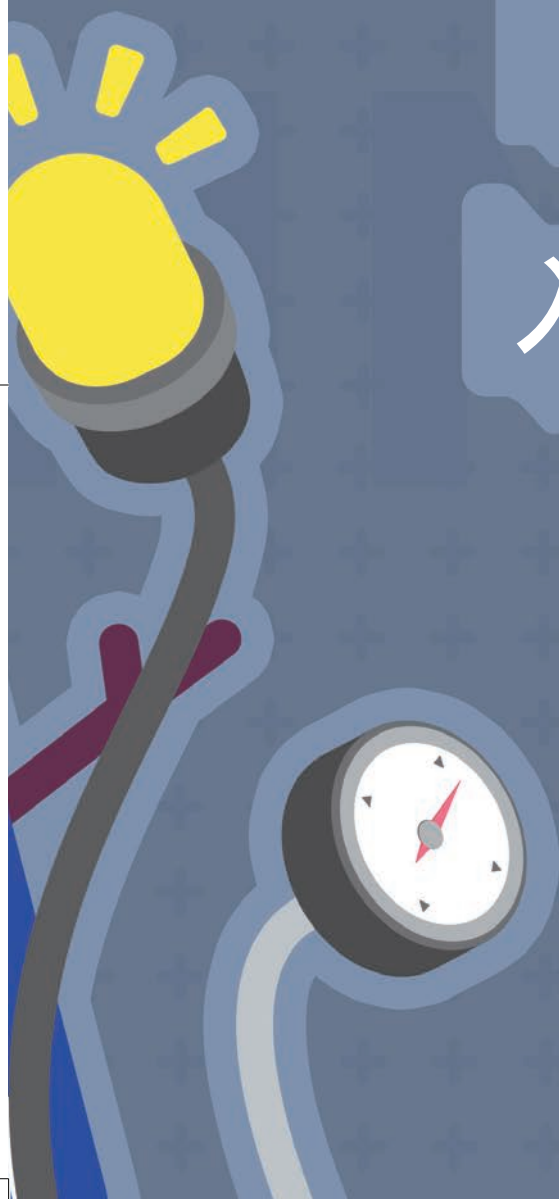




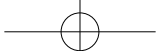


01 章

入门套件课程







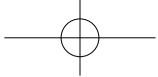
第 1 课

我的第一个 Arduino 程序：Blink

Blink（可译作“闪烁”），是 Arduino 编程的入门挑战，其目的是通过编程让一个 LED 灯闪烁。

感觉任务太简单？要知道罗马不是一天建成的，再复杂的程序也是从第一行代码开始的。Auduino 编程学习者把 Blink（闪烁）程序比作软件编程的“Hello World”。

这将是迈向掌控硬件编程之门的第一个台阶。让我们开始“闪烁”吧！



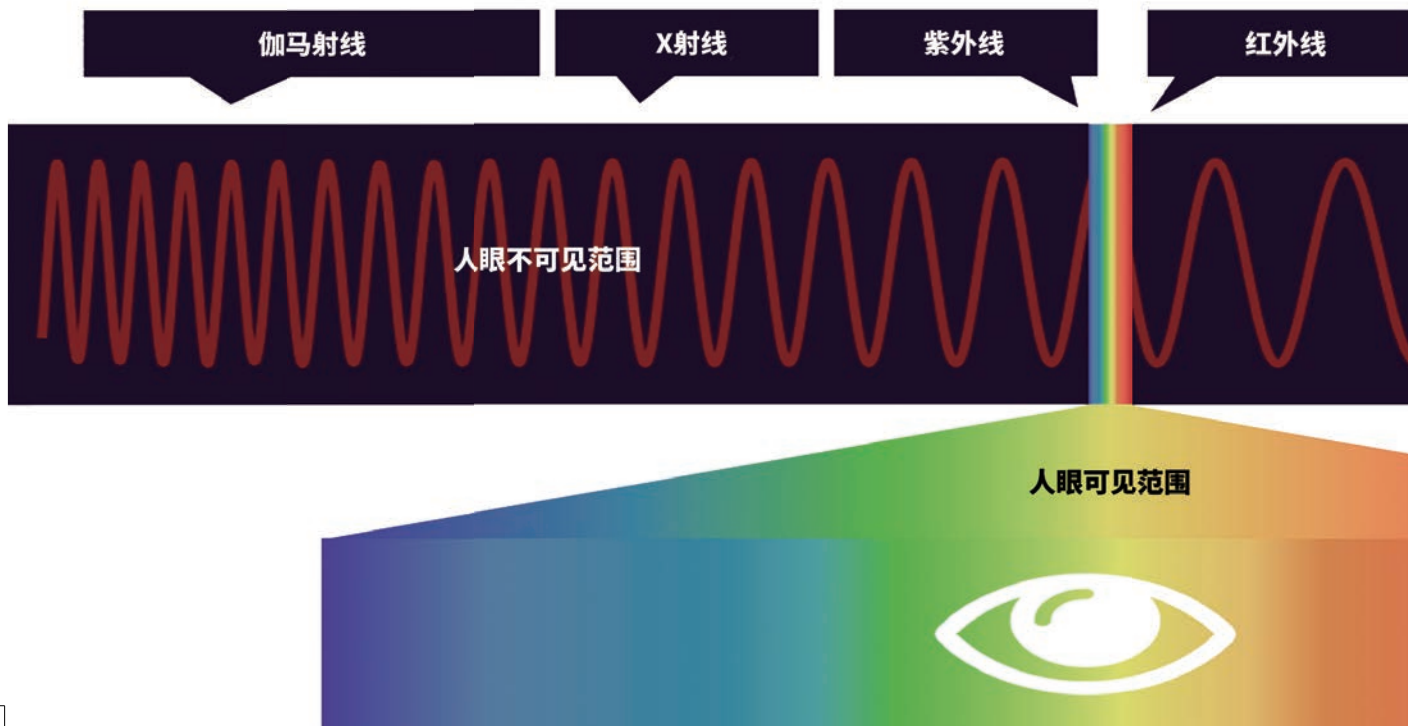
光

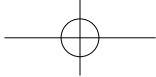
在所有的文化中，光都与神圣和创造紧密相连。光是色彩，装扮缤纷的世界；光是能量，哺育万千生命。它启迪了艺术、宗教和科学，它蕴藏了宇宙的奥秘，数千年来，人们一直在努力尝试解开光的奥秘。

你是否惧怕过黑暗？光在白天几乎无

处不在，世界呈现出五彩缤纷的样子。每当夜晚到来，在没有灯光的环境下，一切颜色尽失，剩下的只有无边的黑暗。人类是依赖光的生物，光既是我们生存的关键，也是我们探索世界的重要工具。

从本质上讲，光是一种电磁波，它和信息通信中使用的电磁波并没有本质的区别。通常所说的“光”或“可见光”，是波长为 400~700nm、可被人眼感受到的电磁波。从整个电磁波的频率范围来看，可见光只是一个极其狭窄的范围，如下图所示。但就是在这个极其狭窄的范围里，我们通过眼睛感受到世间万象。

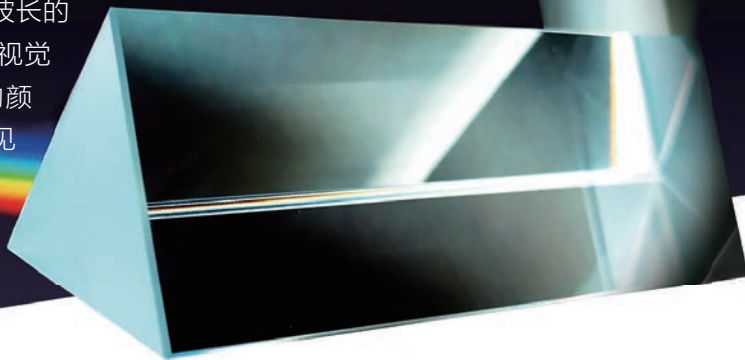




色

17 世纪末期，牛顿证明了色彩并非存在于物体本身，而是**光、物体和视觉系统**三者综合作用的结果。不同波长的可见光在人类眼睛和大脑组成的视觉系统中，会被识别标记为不同的颜色。太阳光包含了各种波长的可见光，太阳光经过三棱镜后，会被分解为各种颜色的光，如右图

所示。太阳光被眼睛接收时，视觉系统将其标定为白色。当黑夜降临，没有任何可见光进入人眼的时候，视觉系统将其标定为黑色。



雷达

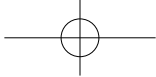
FM

TV

AM

人眼不可见范围



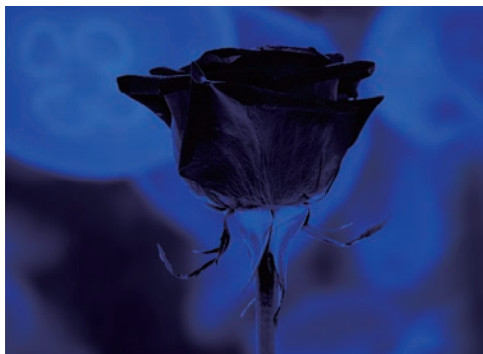


24 Arduino 图形化编程轻松学

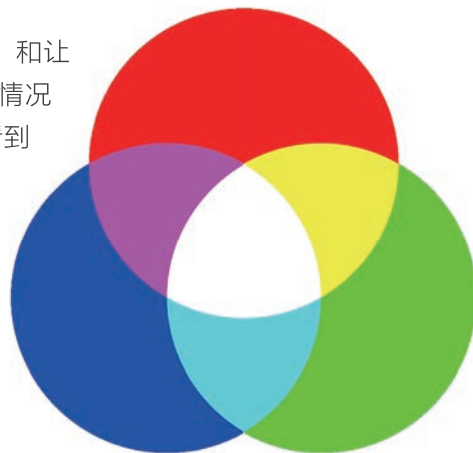
那些不发光的物体之所以会呈现出各种色彩，是因为当太阳光照射它们时，某些波长的可见光（比如红光）不能被物体吸收，这些波长的光（比如红光）被反射回来进入人的眼睛后，视觉系统就会用相应的颜色（比如红色）加以标定，于是我们就会认为这个物体自身的颜色为红色了，如右图这朵红玫瑰。

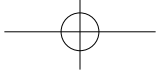
此时，如果把玫瑰花放到无光（黑暗）的环境，并用蓝色的光照射该物体，由于物体只反射红光，蓝光会被吸收，于是便没有光反射回来进入人眼，我们会看到什么颜色呢？

如下图所示，对了，是黑色！

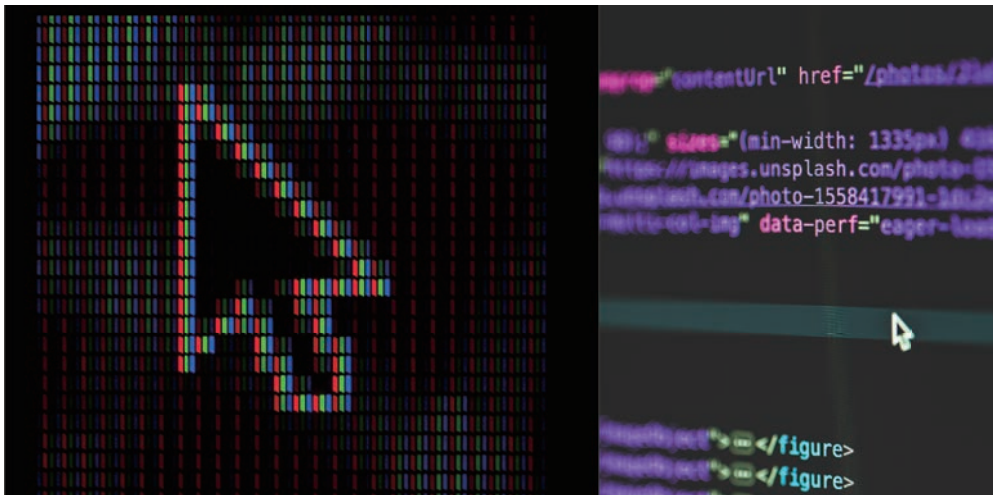


不仅如此，太阳光中的黄光单独进入人眼，和让等强度的红光、绿光混合后进入人眼，这两种情况下大脑会产生相同的视觉反应，都会判定我们看到了“黄色”。以红光、绿光和蓝光为基础进行混合，可以让人的视觉系统产生出各种各样的颜色反应，这就是经典的 RGB 颜色系统，如右图所示。



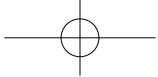


这一颜色系统广泛应用于各种电子设备显示屏中。如下图所示，如果用放大镜观察屏幕上白色的光标图案，就会看到白色实际是由 3 种颜色的像素点合成的。



研究表明，不同种类的动物具有不同的视觉系统，因此看到的这个世界颜色会有很大差异。下图展示了人眼与猫眼看同一个景色的色彩差异。





发光

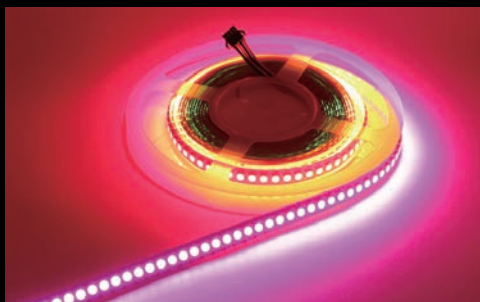
大致了解什么是光后，我们又将如何“制造”它呢？有多种方法。最常见的一种发光方式是让物体发热进行发光，这一类发光物体统称为热光源。比如燃烧一些木头（如右图所示），会释放大量的热，导致温度升高从而发光。再比如烧红的铁水（如右图所示），也能够发光。通常情况下，当物体的温度升高到一定程度时都能够发光。

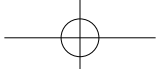


加热金属到极高的温度，金属便开始发光——这正是以前白炽灯泡的工作方式，如右图所示。



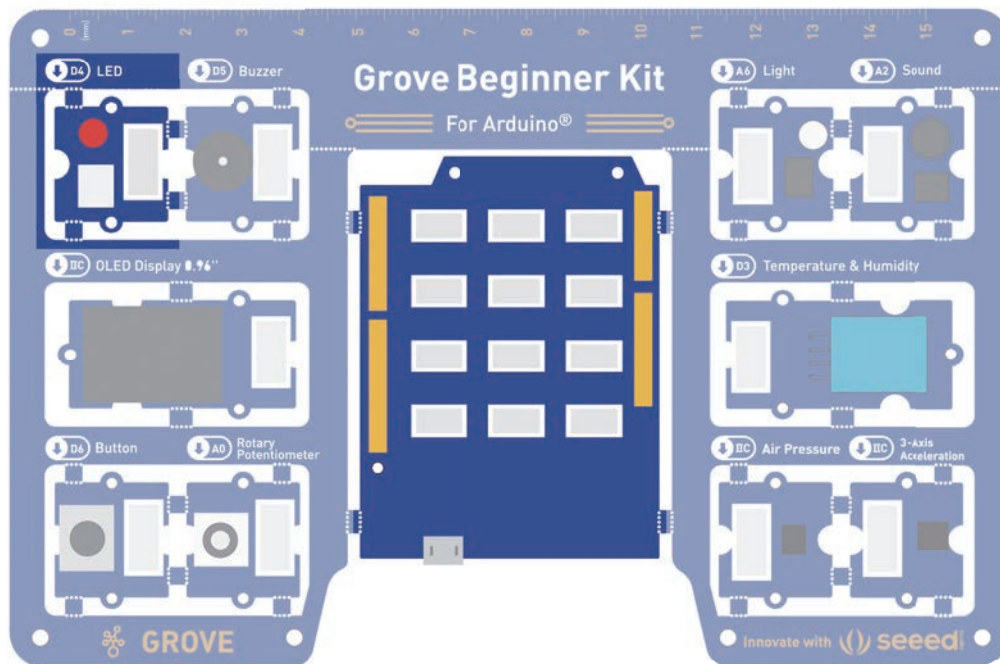
白炽灯泡逐渐被淘汰，取而代之的是更节能的照明光源，例如荧光灯和 LED 灯，如右图所示。这一类光源发光的原理与升高温度发光不同，并不会伴随产生大量的热，通常称为冷光源，这类光源的发光效率高，能量利用率高。





入门套件中的 LED 模块

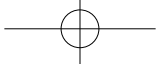
在我们的入门套件中，有一个 LED 模块，标注了  LED 的模块就是 LED 模块，即下图左上角位置。



右图是独立的 Grove LED 模块。

LED 模块包含用作光源的半导体材料。当施加电压时，电子的运动产生光，该过程称为**电致发光**。下面让我们看看如何通过两段代码让这个 LED 模块发光！

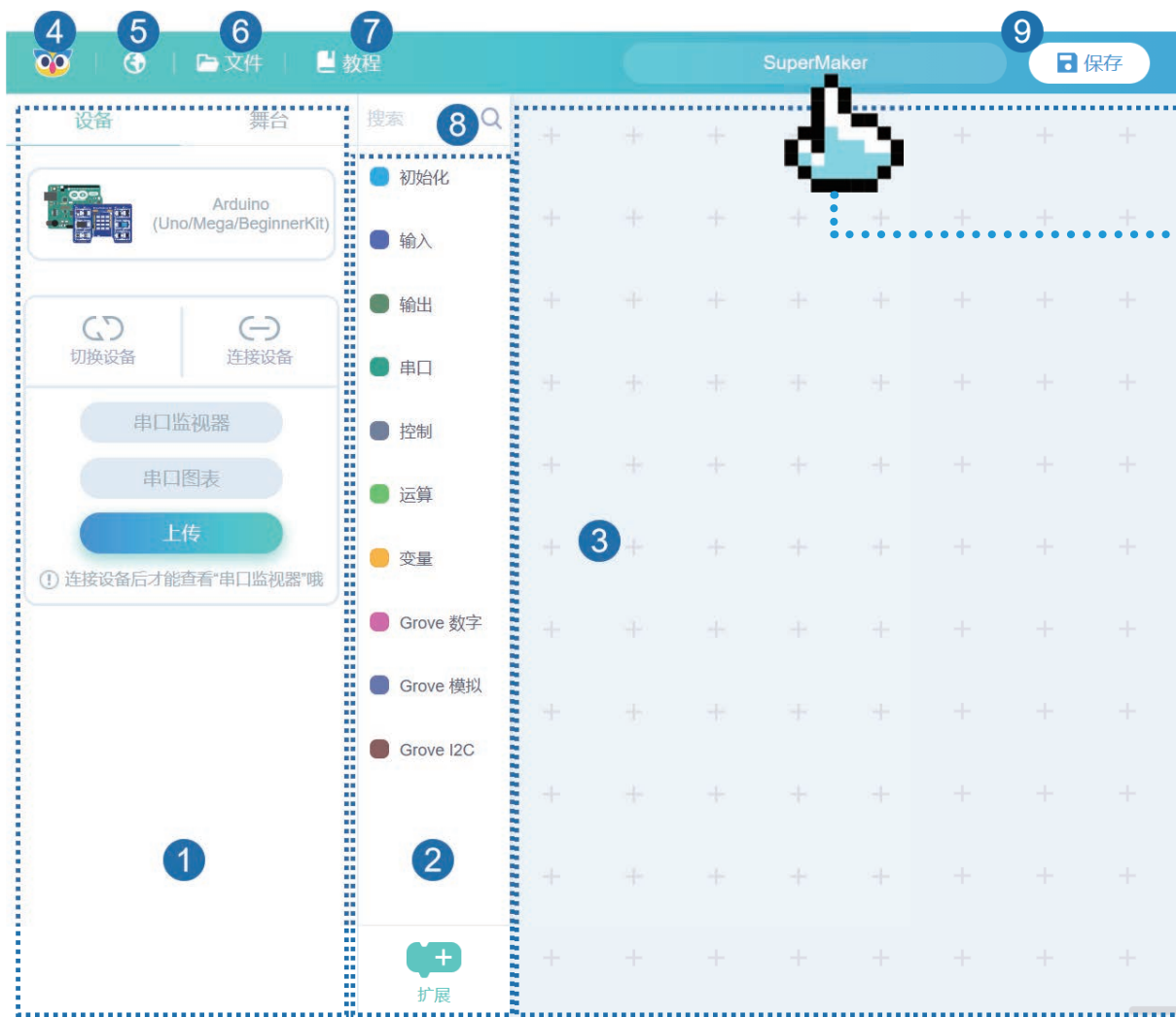




28 Arduino 图形化编程轻松学



任务：编写 Blink 程序，让 LED 灯开始闪烁



► 步骤 1: 认识 Codecraft 编程界面

进入 Codecraft 编程界面（在浏览器输入 <https://ide.tinkergen.com>），界面功能区域如下图所示。

10

11

12

</>

帮助

Leon

Blink

保存

1 设备 / 舞台区：可以在设备与舞台模式之间切换，选择面向设备或舞台的编程。

2 积木分类区：对应设备 / 舞台模式，提供不同类别的编程积木，可以根据积木的分类选择需要的积木块。

3 工作区：可以从积木分类区中拖曳出需要的积木块，放到工作区内，搭建程序。

4 返回 Codecraft 封面：单击该按钮会返回 Codecraft 封面页，如果当前程序没有保存，会提示保存。

5 语言切换：单击该按钮后会出现支持语言的选项，可以切换不同的语言版本。

6 文件：可以“新建”“打开本地文件”“另存为”或“保存到本地”。

7 教程：可以查看有关 Codecraft 的课程与项目案例。

8 搜索：可以搜索程序积木。

9 在线保存文件：可以修改项目名称并保存到云端（需要联网及登录）。

10 积木 / 代码模式切换：可以在这两个模式之间切换，舞台模式或不同设备模式切换的代码语言会有所不同。

11 帮助：用户可以随时查看在线帮助文档，如果用户对 Codecraft 的使用有任何的疑问或者意见，可以随时反馈。

12 登录：如果没有登录，会提示登录或注册；如果已登录，可以访问个人云端作品、进行账号设置、查看我的邀请码及退出登录。

Arduino图形化编程轻松学 3校 正文1.indd 29

2022/4/6 8:50:52

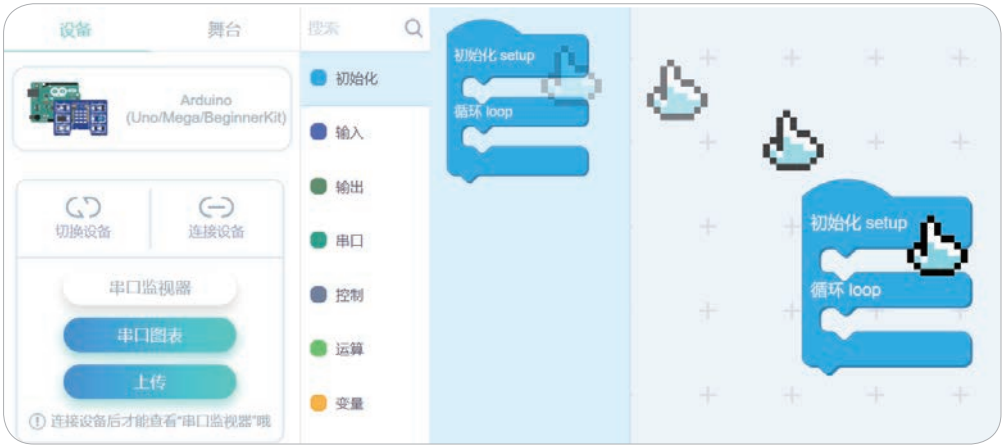
► 步骤 2：添加初始化与循环积木

单击积木分类区第一行“初始化”，可以看到初始化与循环积木。

本书中制作的每个程序都会用到初始化与循环积木，积木由两部分组成——初始化（setup）部分和循环（loop）部分。

- **初始化**部分中的模块将在板子启动时（或按复位按钮后）顺序执行一次。
- **循环**部分中的模块按顺序执行，最后一个模块执行完后，程序会返回循环部分的第一个模块并重复整个过程，这就是为什么将其称为循环部分。

如下图所示，拖曳初始化与循环积木到工作区，添加第一个程序积木。



► 步骤 3：点亮 LED 灯的程序

入门套件的电路板似乎没什么动静，因为初始化与循环积木只是为开始运行程序做准备而已。

在前言介绍硬件的部分，提到一个有关模块端口默认引脚 / 地址的列表（见下页表格），可以把它看作每个模块的门牌号。

模块	端口	引脚 / 地址
LED	数字	D4
蜂鸣器	数字	D5
OLED 显示屏	I ² C	I ² C, 0x78(默认)
按键	数字	D6
旋转式电位器	模拟	A0
光传感器	模拟	A6
声音传感器	模拟	A2
温度 & 湿度传感器	数字	D3
气压传感器	I ² C	I ² C, 0x77(默认) / 0x76(可选)
三轴数字加速度计	I ² C	I ² C, 0x19(默认)

从列表可以看到 LED 模块是数字端口的 **D4**。

单击积木分类区的“Grove 数字”标签，可以看到长长的各种模块的积木列表。在其中找到如下图所示的积木。



拖曳并嵌入初始化与循环积木的初始化部分，如下图所示。

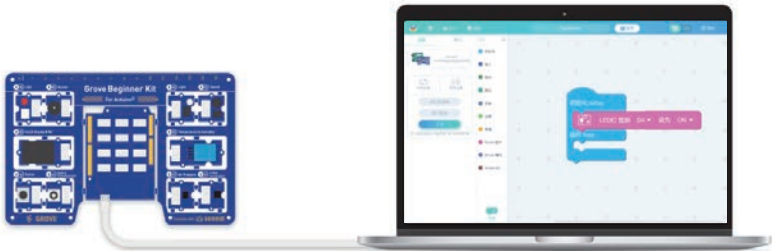


如右图所示，单击积木里管脚右边的 **D2**，在弹出的菜单中选择 **D4**。LED 灯管脚 D4 已经被默认设置为 ON（开）。



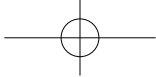
► **步骤 4：连接入门套件并上传**

将入门套件使用 USB 数据线与计算机连接。



如下图所示，单击“上传”按钮。

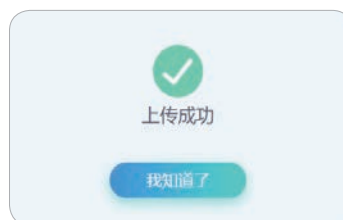




在弹出的“上传”对话框中，单击“确定”按钮。

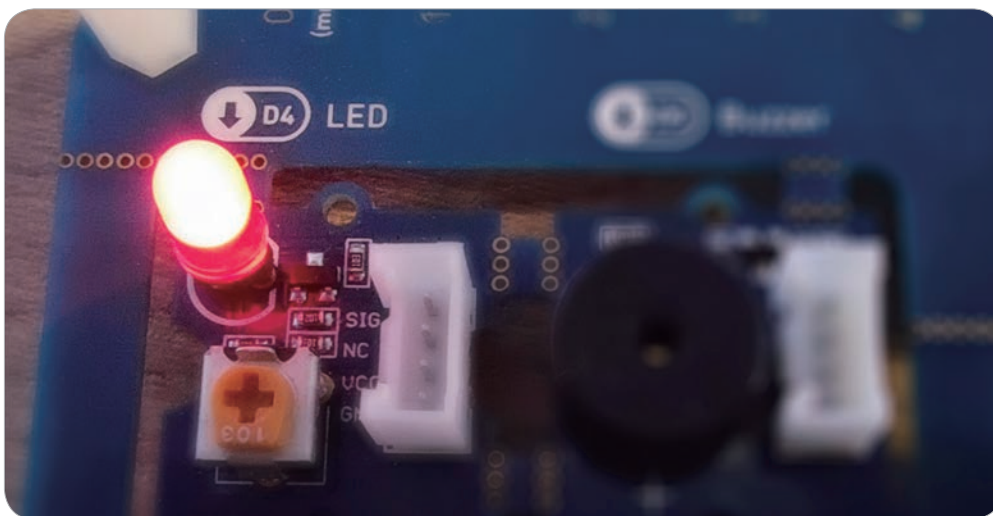


出现正在上传的提示。



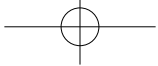
出现“上传成功”的提示。

现在观察入门套件上的 LED 灯，可以看到被点亮了。



特别提醒

请勿近距离直视 LED 灯！点亮的 LED 灯的亮度并不低，如果近距离直视它，眼睛会受到伤害。



34 Arduino 图形化编程轻松学

► 步骤 5：让 LED 灯闪烁

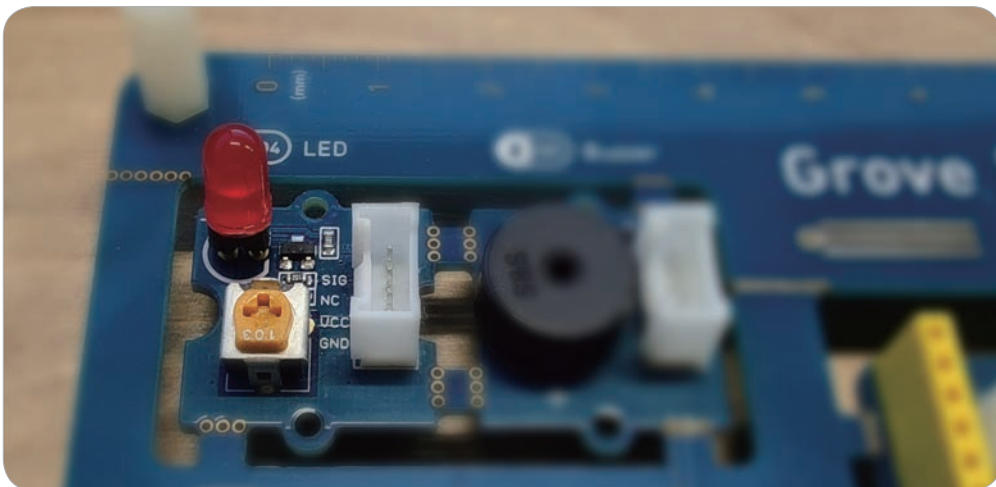
开灯和关灯是同样的积木，如右图所示，LED 灯管脚 D4 设为 ON，在弹出的菜单中选择“复制”。



将复制后的积木嵌入初始化区域，并修改设置 ON 为 OFF(关)，如右图所示。



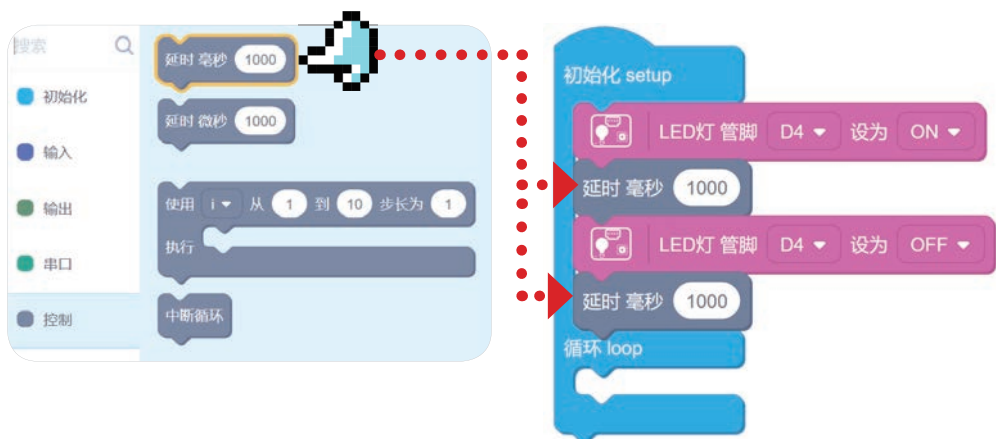
再次上传程序，上传完毕后，如果你运气够好，可能会看到 LED 灯闪了一下（非常短暂）；更大的可能是，你看到的 LED 灯是熄灭的效果。



是因为你的 LED 灯坏了吗？并不是！其实电路板内部的微芯片已经完全按照你的指示执行了操作：闭合电路，使电子流过，然后断开电路，阻止电流。只是这一切发生得太快，以至于来不及看到差异。

现在让我们添加一些延时模块来放慢速度，方便观察。

单击积木分类区的“控制”标签，可以找到积木 ，拖曳到下图所示位置。



最终的程序如右图所示。再次上传，现在可以看到 LED 灯点亮 1 秒后熄灭。

恭喜你，完成了 Arduino 编程的 Blink 挑战，成功点亮了 LED 灯 1 秒，并关闭了它。

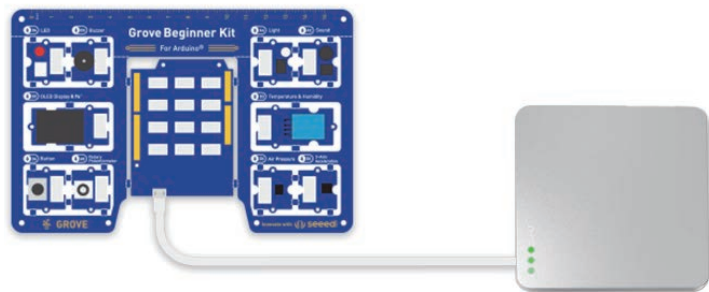


扫描封底二维码访问本书主页，在“资料下载”栏目可获取本书源程序压缩包。

► 步骤 6：脱机运行

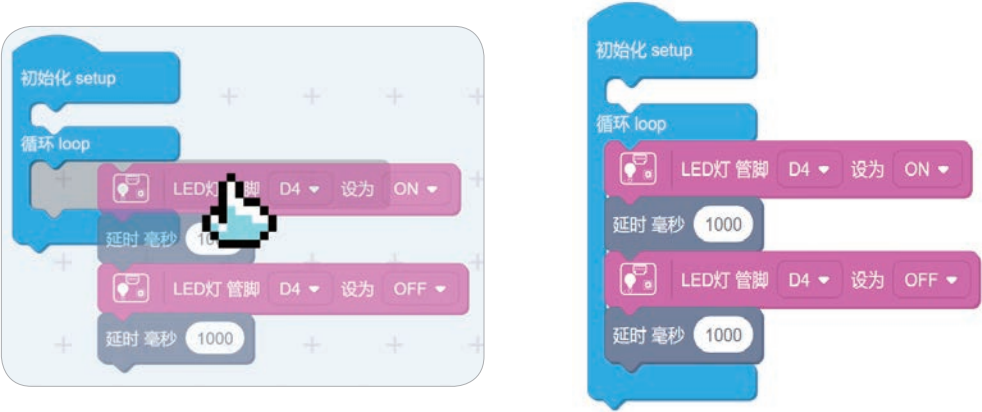
入门套件上传了程序后，是不是必须连接计算机才能运行呢？

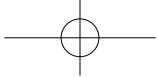
当然不是，我们上传的程序已经被写入入门套件。你可以使用任意给 USB 接口供电的设备（如充电宝、电池盒等）让入门套件工作，如下图所示。



1. 你可以尝试将积木从初始化部分移动到循环部分，效果会如何？

如下面左图所示，可以同时移动多个积木。积木移动到循环部分后，程序如下面右图所示。





2. 代码移动到循环部分后，再删除延时部分的积木，结果是什么？为什么会这样？

如何删除积木

- **删除方法 1：**如右上图所示，可以右击期望删除的积木，在弹出菜单选择“删除”。
- **删除方法 2：**如右下图所示，分离出要删除的积木，这时左侧的积木分类区会出现垃圾桶图标，拖曳要删除的积木到此区域即可删除。



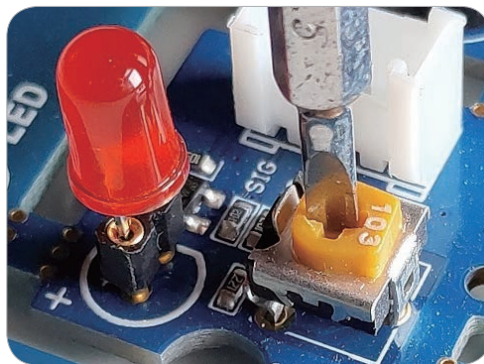
3. 尝试不同的开关和延迟值组合。

4. 尝试调整 LED 模块的亮度。

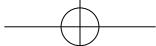
修改程序，保持 LED 灯常亮。如右下图所示，LED 模块上有可变电阻，可以用螺丝刀拧动它，调整 LED 灯的亮度。

5. 用 LED 灯探寻颜色的秘密。

分别找一个白色、蓝色、绿色、红色的物体，放在黑暗环境中。保持红色 LED 灯常亮，也放在这个黑暗的环境中。让红色 LED 灯分别照射在白色、蓝色、绿色、红色物体上，观察此时看到的各物体的颜色。改变 LED 灯的亮度，观察看到的物体颜色是否发生变化。你还可以找更多其他颜色的物体来尝试。用不同颜色的透明塑料纸包裹住正在发光的 LED 灯，观察此时 LED 灯光的颜色。想一想，透明物体的颜色有什么特点呢？



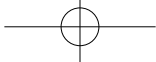




第2课

控制 LED 灯的亮度

第 1 课实现了让 LED 灯 闪烁。拓展练习的部分还介绍了如何用螺丝刀调整 LED 灯的亮度，但这种物理调整方式无法实现自由而精确的控制。这节课将学习如何通过程序来精确调节 LED 灯的亮度。学会了这个技能，以后可以用在控制电机速度、声音的音量等类似的任务上。



背景知识

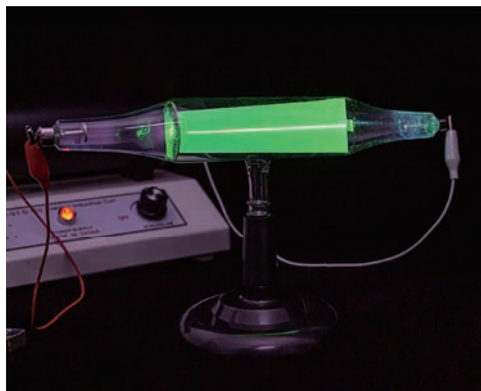
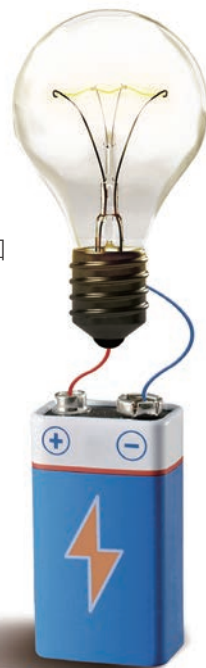
在开始动手编程之前，先了解一下电学的几个基本概念，将有助于我们了解如何改变 LED 灯的亮度。这里将介绍电流、电压和电阻，这三个电学中非常重要的基础知识。

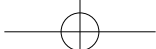
电路里的电流

如右图所示，将小灯泡连接到电池的正极和负极，会得到一个闭合电路，此时电路中有电流通过，并使灯泡发光。那么电流究竟是什么呢？

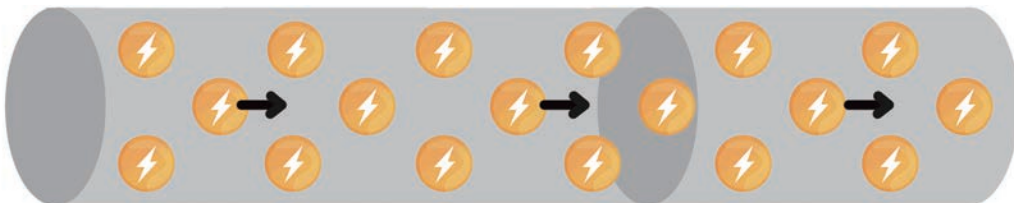
我们知道，物质都是由原子组成的，很长一段时间内人们以为原子不能够再分割，是物质结构的最小单元，这也是“原子”一词的直观含义。英国物理学家约瑟夫·约翰·汤姆逊在对阴极射线（如右图所示）进行研究后，发现了一种质量远小于原子的、带负电的微小粒子，他在 1837 年 4 月 30 日宣布了这一发现，后来人们称这种粒子为电子。

研究表明，**原子**由带负电的**电子**和带正电的**原子核**组成。在金属导体中，带负电的电子可以发生定向的移动，从而形成**电流**。金属导体中电子定向移动的速度很慢，大约为 1mm/s。这么慢的移动速度，为什么闭合灯的开关后，灯马上就能够点亮呢？这是因为闭合开关后，整个导体电路中的可以定向移动的电子会同时发生移





动，如下图所示，灯立即可以被点亮。这就像装满水的管道一样，当你在管道一端打开阀门时，水就会立即流出。



电流的方向

金属导体中是带负电的电子定向移动形成电流，而在酸碱盐水溶液中，带正电的离子也可以定向移动形成电流。既然正电和负电都能够定向移动形成电流，那么该如何定义电流的方向呢？

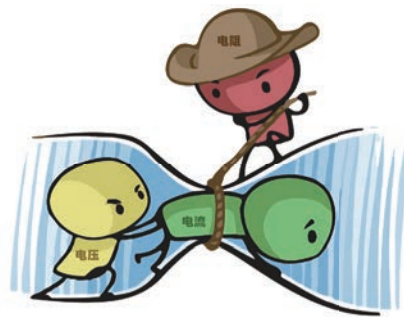
在早期，人们从主观上规定了正电定向移动的方向为电流方向，那么带负电的电子定向移动的方向自然就与电流的方向相反。所以在金属导体电路中，电子从电源的负极流向正极。

电流、电压和电阻

以金属导体组成的电路为例，电子在电路中定向移动形成电流。电子之所以能够定向移动，是因为**电压**的存在，电压是推动电子定向移动形成电流的原因。与此同时，电子定向移动时，还会受到来自导体自身的阻碍作用，这就好比你在穿过人群的时候会受到阻碍一样，这一阻碍作用称为**电阻**。

- 电流用字母 I 表示，它的单位是“安培”（Amp 或 A），简称“安”。
- 电压用字母 U 表示，它的单位是“伏特”（Volt 或 V），简称“伏”。
- 电阻用字母 R 表示，它的单位是“欧姆”（Ohm 或 Ω ），简称“欧”。

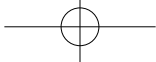
下图可能更有助于你理解这三个概念。



欧姆定律

通过上图可以推测：

- 如果在电阻相同的情况下增加电路中的电压，则会得到更大的电流。
- 如果在电压保持不变的情况下增加电路中的电阻，则会得到更小的电流。



42 Arduino 图形化编程轻松学

德国物理学家乔治·西蒙·欧姆（如下图所示）发现了电流与电压和电阻之间的关系：通过导体的电流，与导体两端的电压成正比，与导体自身的电阻成反比，这就是欧姆定律，其运算公式如下。

$$I = \frac{U}{R}$$

其中，

U 表示电压；

I 表示电流；

R 表示电阻。

欧姆定律还存在两个变形公式，即

$$U = IR \text{ 和 } R = \frac{U}{I}$$

利用欧姆定律可以定量地完成电流、电压和电阻相关的计算问题。

找到改变 LED 灯亮度的手段

回到当前的任务——应该如何改变 LED 灯的亮度呢？理论上可以通过控制流过 LED 灯电流的大小，来控制 LED 灯的亮度。如果期望 LED 灯变暗（电流 I 变小），根据欧姆定律，可以通过以下两种途径：

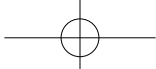
- 增加电阻 (R)。这需要更改电路或导线的物理属性，比如导体的长度、材料、粗细等，在第 1 课的拓展练习中，使用螺丝刀调节 LED 灯亮度的

方式，就属于此方案。

- 降低电压 (U)。降低电压也会减小电流，从而减少单位时间内通过 LED 灯的电子数量，更少的电子意味着更低的 LED 灯光亮度。

在技术上，可以使用称为脉冲宽度调制（也叫 PWM）的**模拟控制技术**来降低电压，该技术可让控制板提供不同的电压。后续章节将详细讨论 PWM 的工作原理——现在可以将其视为一个神奇的黑匣子。当然，这不是魔术，而是科学。





任务：编写 LED 灯调光程序

► 步骤 1：新建项目及初始化

在 Codecraft 创建新的 Arduino Uno/Mega/BeginnerKit 程序，并命名项目名称为“LED 调光”。向工作区拖曳初始化与循环积木，如下图所示。



数字输出与模拟输出的差别

在 Codecraft 的积木分类区单击“输出”标签，可以看到 2 个积木，如左图所示。

“数字输出”的积木只有 ON/OFF 的选项，就是说只能控制开 / 关状态。但“模拟输出”积木可以赋不同的数值。

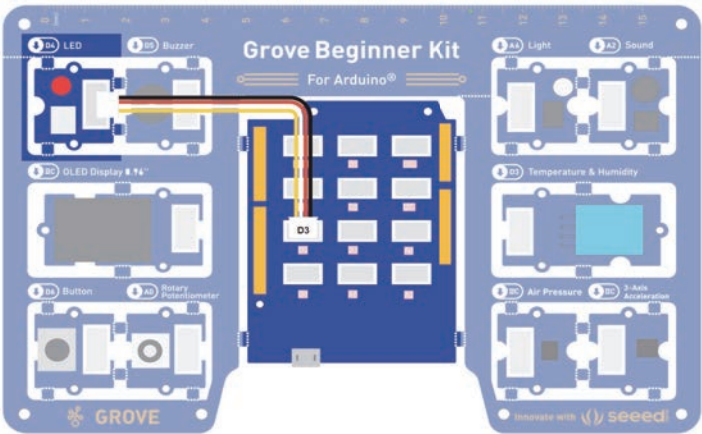


拖曳“模拟输出 管脚 3 赋值 0”积木到初始化与循环积木的循环区域，程序如右图所示。当我们将某一管脚赋值为 0 时，与其相连的 LED 灯会熄灭。



► 步骤 2：建立新的电路连接

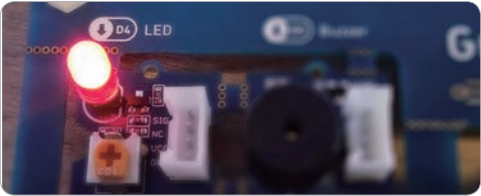
为了让 LED 灯被模拟输出的管脚 3 控制，需要使用 Grove 电缆将模拟输出管脚 3（D3）连接到 LED 模块的插座，连接效果和实物连接图如右图所示。连接完毕后，再用 USB 数据线将入门套件和计算机连接，并在 Codecraft 上连接设备。



► 步骤 3：修改赋值改变 LED 灯的亮度

首先将“赋值”修改为 255（最大值），如右图所示。

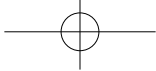
上传程序。上传后可以看到 LED 灯常亮，效果如下图所示。



然后修改“赋值”为 122，修改后的程序如右图所示。再次上传程序，可以看到 LED 灯的亮度变暗。

现在 LED 灯的亮度应该降低为刚刚的一半了，因为我们只为其提供最大输出（电压）的一半。你可能已经猜到了，我们可以





输入 0~255 的任意数字作为赋值，以此来调整 LED 灯的亮度。

► 步骤 4：实现让 LED 灯渐亮的效果

通过复制并修改数值，最终形成右图所示的程序。

此程序将使 LED 灯在 6s 内将其亮度从零（不亮）更改为最大亮度。

在以后的课程中，我们将提供一种更优雅的方法来编写相同的代码。



拓展练习

1. 尝试在能看到 LED 灯发光时寻找模拟输出的最小值。
2. 更改最后的代码样本以使 LED 灯逐渐熄灭（将亮度从最高逐渐降为最低）。
3. 输入数字超出范围会产生什么影响？例如 -1 或者 256。



L2-LED 调光 .cdc

