

Apress®

用于物联网的 Arduino项目开发 实用案例解析

[美] 安德尔·杰韦德 (Adeel Javed) 著 翁恺 译

Building Arduino Projects for the Internet of Things
Experiments with Real-World Applications



机械工业出版社
China Machine Press

物联网核心技术丛书

用于物联网的 Arduino项目开发 实用案例解析

[美] 安德尔·杰韦德 (Adeel Javed) 著 翁恺 译



Building Arduino Projects for the Internet of Things
Experiments with Real-World Applications



机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

用于物联网的 Arduino 项目开发: 实用案例解析 / (美) 安德尔·杰韦德 (Adeel Javed) 著; 翁恺译. —北京: 机械工业出版社, 2017.4

(物联网核心技术丛书)

书名原文: Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications

ISBN 978-7-111-56360-0

I. 用… II. ①安… ②翁… III. 单片微型计算机—程序设计 IV. TP368.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 055302 号

本书版权登记号: 图字: 01-2016-8843

Adeel Javed: Building Arduino Projects for the Internet of Things: Experiments with Real-World Applications (ISBN: 978-1-4842-1939-3).

Original English language edition published by Apress Media. Copyright © 2016 by Apress Media. Simplified Chinese-language edition copyright © 2017 by China Machine Press. All rights reserved.

This edition is licensed for distribution and sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Taiwan and Macao and may not be distributed and sold elsewhere.

本书原版由 Apress 出版社出版。

本书简体字中文版由 Apress 出版社授权机械工业出版社独家出版。未经出版者预先书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

此版本仅限在中华人民共和国境内 (不包括香港、澳门特别行政区及台湾地区) 销售发行, 未经授权的本书出口将被视为违反版权法的行为。

用于物联网的 Arduino 项目开发: 实用案例解析

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 陈佳媛

责任校对: 殷虹

印刷: 北京诚信伟业印刷有限公司

版次: 2017 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 186mm × 240mm 1/16

印张: 14.75

书号: ISBN 978-7-111-56360-0

定价: 59.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379426 88361066

投稿热线: (010) 88379604

购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzit@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光 / 邹晓东

这是一本角度独特的书。

大多数和 Arduino 相关的书会把重点放在 Arduino 编程或各种外部传感器、动作器的使用上；大多数和物联网相关的书会把重点放在各种外部传感器的使用和通信模块的编程上。这本书确实是讲物联网的原型开发的，确实是用 Arduino 来做原型开发的，也涉及通信模块和传感器、动作器，但是这本书志不在此。

那么，这本书到底讲了哪些东西呢？这得从下面四条线来讲。

通信线

物联网总是需要一定的通信方式来联网的，本书关心的通信方式只是：

- 通信手段：WiFi 或以太网。这两者的一致之处就是 TCP/IP 网络，这本书并不涉及蓝牙、ZigBEE、LoRa、NB-IoT 这些通信手段，它只关心 WiFi 或以太网这些在家居条件下最容易部署和实现的方式。
- 通信协议：HTTP 或 MQTT。物联网设备用 HTTP 协议配合 JSON 格式来向服务器发送数据已经是常见的手段了，而 MQTT 则可能是更为轻巧的方式。MQTT (<http://mqtt.org>) 是一种物联网连接协议，用于实现非常轻量级的发布 / 订阅方式的消息传输，只需要很少的代码和很小的网络流量就可以实现。本书并没有介绍如何自行搭建 MQTT 代理服务器，而是使用免费开放的 Eclipse 基金会所架设的 MQTT 服务器 (iot.eclipse.org)。

流程线

很多作者只关心如何把传感器的数据送到服务器上，之后就不管了。而本书还关心数

据到服务器之后再怎样做：要不要存储进数据库？要不要发邮件或推特通知？要不要发给其他物联网设备来形成对应的动作？一个数据从传感器采集到最后被某个应用或设备处理，这中间怎么走，也就是物联网应用的流程问题。这样的流程是在服务器上运行的，但是并不需要写专门的服务器程序来实现，现在有一些专门的流程服务来替你完成，你只需要配置就可以了。这本书介绍的流程服务包括：

- ❑ Node-RED (<http://nodered.org>)。Node-RED 是 IBM 新兴技术服务团队创建的物联网流程配置可视化工具。这是一个出色的拖曳式的可重用代码的工具集，每个任务流从收到一个或多个输入开始，比如 HTTP、MQTT 和 TCP；在一个或多个输出任务上结束，比如 HTTP 回复、MQTT 发布、推特等。
- ❑ Signavio Workflow (<https://www.signavio.com/products/workflow/>)。这是一个云端的平台，能自动快速地把工作流和过程导入应用。同样的功能过去常常需要一条企业数据总线和几名开发人员，而现在非技术人员都能可视化地部署消息的转发过程。
- ❑ Xively (<https://www.xively.com>)。这是一个开放的通用物联网平台，通过这个 PaaS 云平台，可将应用、设备、虚拟电子物体、数据及用户链接在一起，从而创建方案，与物理世界的物体交互。
- ❑ 传统的 Apache+PHP+MySQL：本书还介绍了传统的 LAMP 模式，解释了如何构建自己的服务器来接收通过 HTTP 方式传输的数据，并保存在 MySQL 数据库中，之后可以通过 PHP 脚本来查询和访问。

终端线

物联网的两端，可能是机器——传感器和动作器，也可能是人。本书介绍了连接在物联网的两端的四种终端：

- ❑ Arduino
- ❑ 安卓
- ❑ iOS
- ❑ 网页

模式线

物联网应用虽然千变万化、纷繁复杂，但是万变不离其宗，作者总结了几种常见的模式：

- 实时模式：传感器的数据实时地推送到终端。
- 点播模式：终端需要的时候才会拉取传感器的数据。
- 遥控模式：从终端控制动作器。
- 位置感知：利用 GPS 获得地理位置，将坐标实时发送给服务器，并形成后续的流程动作。
- 机器 -> 人：传感器的数据需要人工介入来完成数据的处理和后续流程。
- 机器 -> 机器：传感器的数据直接发给动作器实现相应的响应。

本书分成了两个部分：第一个部分适合对 Arduino 及其网络通信还不熟悉的读者；第二部分则是具体展开各种模式。阅读本书时，不需要从头到尾逐章地读，它不是连续剧而是系列剧，你完全可以直接阅读自己感兴趣的章节。

翁恺

2017 年 2 月

前言 Preface

分析家预测，到了 2020 年，会有超过 500 亿的联网物（设备），在物联网领域的总营收会轻松超过 1.5 万亿美元。

数字看上去巨大，但是物联网究竟是什么呢？是不是就只是把东西连接到互联网上呢？为什么连接后的东西就有意义了呢？

物联网远不止是把东西连接到互联网上那么简单。物联网给沉默呆滞的东西加上感知、通信和响应的能力，从而把它们变得更加智能。人有五官——我们可以看、听、尝、闻和触摸。同样，如果把这些传感器加到东西身上，它们也就可以有同样的感知了。比如，加上摄像头，东西就能看见；加上声音传感器，东西就能听见；加上扬声器，东西就能说话。东西能用的传感器比我们的多多了。把这些东西连接到互联网上，就能与我们交流，与其他东西交流。接下去，下一个前沿方向就是它们也可以运用人工智能来思考了。物联网有大量的应用，下面举两个例子来说明物联网是如何改善人类生活的：

- 监视用于监测生命体征的腕带，发现任何异常，就立刻通知你和你的医生。
- 监视你家房子的保安系统，发现任何入侵行为，就通知你和安保机构。

本书的内容

本书来自于我开始接触物联网的个人体验。本书包含两个部分，第一部分介绍构建物联网应用的基础知识，而第二部分采用基于项目的方法介绍物联网应用开发方法。在每一章的最后，你会得到一个物联网应用的可用原型。

第一部分：基础

第 1 ~ 3 章覆盖了物联网的基础知识。

- 第 1 章介绍本书所用的 Arduino 原型平台。
- 第 2 章讨论了把东西连入互联网的几个方案。
- 第 3 章介绍通信协议，哪些是物联网能用的协议。

第二部分：原型

第 4 ~ 12 章用了第一部分的资料来构建物联网应用的原型。

- 第 4 章介绍 Node-RED，这是一个可视化的设计软件，用来减少物联网应用所需的代码量。
- 第 5 章讨论的是可以实时给用户提供数据的物联网应用的构建，教你如何构建一个入侵检测系统。
- 第 6 章讨论可以遥控东西的物联网应用，比如灯光控制系统。
- 第 7 章展示了用来构建点播物联网应用所需的各种元件。本章要构建一个智能停车系统。
- 第 8 章教你适合网页应用的场景，所用的例子是温度监视系统。
- 第 9 章讨论位置感知装置的重要性。在本章中，你将学习如何开发一个牲畜跟踪系统。
- 第 10 章是关于需要人的响应的场景，在本章中，你将构建一个废物管理系统。
- 第 11 章讨论了物联网的一种模式，当东西越来越智能时，这种模式会非常常见。该章的示例是一个节能系统。
- 第 12 章介绍有助于加速进入物联网领域的一些平台。这一章的例子是构建一个土壤水分控制系统。

阅读本书前的准备工作

物联网应用需要硬件和软件，可以涉及很多不同的技术，所以本书用到了不少技术。不过，我们已经尽力让所用的技术简单、精简。

硬件需求

请参考每一章所提供的完整的说明，因为基于不同的作品，某些元器件不是必需的。

- Arduino Uno 或 Arduino Yún
- 以太网盾板
- WiFi（无线）盾板
- 面包板
- 跳线（面包线，针连针或针连孔的）

- ☐ 光线传感器
- ☐ 运动传感器 (HC-SR501)
- ☐ LED
- ☐ 220 Ω 电阻
- ☐ 接近传感器 (超声波测距 HC-SR04)
- ☐ 温度传感器 (TMP36)
- ☐ GPS 模块 (NEO6MV2)
- ☐ 土壤水分传感器

软件需求

- ☐ Arduino IDE
- ☐ Node-RED
- ☐ MQTT 代理 (本书用了 Eclipse Foundation 提供的免费公开的代理)
- ☐ Android Studio
- ☐ Xcode/Swift
- ☐ PHP 服务器
- ☐ MySQL 服务器
- ☐ 文本编辑器
- ☐ Effektif BPM (基于云的, 需要免费账户)
- ☐ Xively (基于云的, 需要免费账户)
- ☐ Zapier (基于云的, 需要免费账户)

为了更好地帮到你, 我们还专门为这本书建立了一个网站 (<http://codifythings.com>)。这个网站有书中所开发的原型的各种变化和增强版本, 还有其他的原型作品。

本书的读者对象

本书是为想要进入物联网世界的爱好者和专业人士所写的。本书所述的知识需要读者掌握一些 Arduino 或类似的元器件的基础知识, 也需要读者具备一些编程经验。我们用了基础的硬件元器件, 而且给出了逐步搭建电路的说明。我们保持代码简单、可读和简洁, 以帮助新手理解概念、开发出可用的原型。全书的代码风格是一致的, 在需要的地方, 都加入了详细的代码注释。

Contents 目 录

译者序

前言

第一部分 基础

第1章 Arduino 入门 2

1.1 学习目标 2

1.2 硬件需求 2

1.3 软件需求 4

1.3.1 工具栏 5

1.3.2 状态窗口 6

1.3.3 串口监视器窗口 6

1.4 Arduino 编程语言参考 6

1.4.1 执行 Arduino 代码 9

1.5 小结 10

第2章 互联网连接 11

2.1 学习目标 11

2.2 Arduino Uno 的有线连接
(以太网) 12

2.2.1 硬件需求 12

2.2.2 软件需求 12

2.2.3 电路 12

2.2.4 代码 (Arduino) 13

2.2.5 最终的作品 15

2.3 Arduino Uno 的无线连接
(WiFi) 16

2.3.1 硬件需求 16

2.3.2 软件需求 17

2.3.3 电路 17

2.3.4 代码 (Arduino) 17

2.3.5 最终的作品 20

2.4 Arduino Yún 的无线连接
(WiFi) 21

2.4.1 硬件需求 21

2.4.2 软件需求 21

2.4.3 无线设置 21

2.4.4 代码 (Arduino) 26

2.4.5 最终的作品 28

2.5 小结 28

第3章 通信协议 29

3.1	学习目标	29
3.2	HTTP	29
3.2.1	代码 (Arduino)	30
3.2.2	最终的作品	34
3.3	MQTT	35
3.3.1	入侵检测系统	35
3.3.2	远程灯光控制	36
3.3.3	代码 (Arduino)	37
3.3.4	最终的作品	39
3.4	小结	40

第二部分 原型**第4章 复杂流程: Node-RED** 42

4.1	学习目标	44
4.2	硬件需求	44
4.3	软件需求	44
4.4	电路	45
4.5	Node-RED 流	46
4.6	代码 (Arduino)	55
4.6.1	外部库	55
4.6.2	互联网连接 (无线)	55
4.6.3	读取传感器数据	55
4.6.4	数据发布	56
4.6.5	标准函数	57
4.7	最终的作品	58
4.8	小结	58

第5章 物联网模式: 实时客户端 59

5.1	学习目标	60
5.2	硬件需求	60
5.3	软件需求	61
5.4	电路	61
5.5	代码 (Arduino)	62
5.5.1	外部库	62
5.5.2	互联网连接 (无线)	63
5.5.3	读取传感器数据	63
5.5.4	数据发布	65
5.5.5	标准函数	66
5.6	代码 (安卓)	66
5.6.1	项目设置	66
5.6.2	屏幕布局	70
5.6.3	屏幕逻辑	74
5.6.4	MQTT 客户端	76
5.7	最终的作品	84
5.8	小结	86

第6章 物联网模式: 遥控 87

6.1	学习目标	88
6.2	硬件需求	88
6.3	软件需求	88
6.4	电路	89
6.5	代码 (安卓)	90
6.5.1	项目设置	90
6.5.2	屏幕布局	94
6.5.3	屏幕逻辑	98

6.5.4 MQTT 客户端	99
6.6 代码 (Arduino)	104
6.6.1 外部库	104
6.6.2 互联网连接 (无线)	104
6.6.3 数据订阅	105
6.6.4 控制灯光	105
6.6.5 标准函数	106
6.7 最终的作品	107
6.8 小结	109

第7章 物联网模式：点播客户端 110

7.1 学习目标	111
7.2 硬件需求	111
7.3 软件需求	112
7.4 电路	112
7.5 数据库表 (MySQL)	112
7.6 代码 (PHP)	114
7.6.1 数据库连接	115
7.6.2 接收和保存传感器数据	115
7.6.3 停车位数量	117
7.7 代码 (Arduino)	118
7.7.1 外部库	118
7.7.2 互联网连接 (无线)	119
7.7.3 读取传感器数据	119
7.7.4 数据发布	120
7.7.5 标准函数	121
7.8 代码 (iOS)	122
7.8.1 项目设置	122
7.8.2 屏幕布局	124
7.8.3 屏幕逻辑	130

7.9 最终的作品	136
7.10 小结	138

第8章 物联网模式：网页应用 139

8.1 学习目标	139
8.2 硬件需求	140
8.3 软件需求	140
8.4 电路	141
8.5 数据库表 (MySQL)	142
8.6 代码 (PHP)	143
8.6.1 数据库连接	143
8.6.2 接收和保存传感器数据	144
8.6.3 仪表盘	145
8.7 代码 (Arduino)	148
8.7.1 外部库	149
8.7.2 互联网连接 (无线)	149
8.7.3 读取传感器数据	149
8.7.4 数据发布	150
8.7.5 标准函数	151
8.8 最终的作品	152
8.9 小结	153

第9章 物联网模式：位置感知 154

9.1 学习目标	155
9.2 硬件需求	155
9.3 软件需求	155
9.4 电路	156
9.5 数据库表 (MySQL)	156
9.6 代码 (PHP)	158
9.6.1 数据库连接	158

9.6.2	接收和保存传感器数据	159
9.6.3	地图	161
9.7	代码 (Arduino)	164
9.7.1	外部库	164
9.7.2	互联网连接 (无线)	164
9.7.3	获得 GPS 坐标	164
9.7.4	数据发布	166
9.7.5	标准函数	167
9.8	最终的作品	168
9.9	小结	169

第 10 章 物联网模式：人 - 机

	交互	170
10.1	学习目标	170
10.2	硬件需求	171
10.3	软件需求	171
10.4	电路	172
10.5	代码 (Arduino)	173
10.5.1	外部库	173
10.5.2	互联网连接 (无线)	174
10.5.3	读取传感器数据	174
10.5.4	数据发布	175
10.5.5	标准函数	176
10.6	Effektif 工作流	177
10.6.1	创建过程	177
10.6.2	配置过程	178
10.7	Node-RED 流	184
10.8	最终的作品	188

10.9	小结	190
------	----	-----

第 11 章 物联网模式：机 - 机

	交互	191
11.1	学习目标	192
11.2	光线传感器	192
11.2.1	代码 (Arduino)	192
11.3	灯光控制设备	195
11.3.1	代码 (Arduino)	195
11.4	最终的作品	198
11.5	小结	200

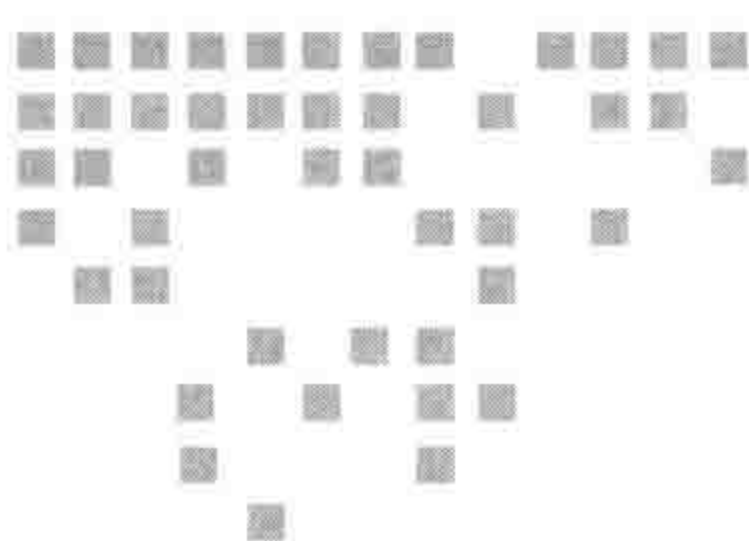
第 12 章 物联网平台

12.1	学习目标	202
12.2	硬件需求	202
12.3	软件需求	202
12.4	电路	202
12.5	Xively 配置	204
12.6	Zapier 配置	208
12.7	Xively 触发器	214
12.8	代码 (Arduino)	215
12.8.1	外部库	215
12.8.2	互联网连接 (无线)	215
12.8.3	读取传感器数据	215
12.8.4	数据发布	216
12.8.5	标准函数	217
12.9	最终的作品	218
12.10	小结	221

第一部分 *Part 1*

基 础

- 第 1 章 Arduino 入门
 - 第 2 章 互联网连接
 - 第 3 章 通信协议
- 



Arduino 入门

Arduino 是一个开源平台，它包括了非常简单易用的硬件和软件。简而言之，Arduino 可以读到传感器的数据，然后来控制像灯光、电机、加热器和车库门这样的装置。Arduino 主要用于原型制作，所以很适合用它编写适合 IoT 初学者的读物。

1.1 学习目标

到本章结束的时候，你将能够：

- ☐ 使用 Arduino 硬件
- ☐ 使用 Arduino IDE
- ☐ 编写、上传和执行基本的 Arduino 程序

1.2 硬件需求

Arduino 有各种模块（又叫作板子），每种板子有不同的规格。如果你的板子不具有你需要的功能，那么总可以找到支持所需功能的盾板（或称扩展板）。在 Arduino 的世界里，盾板和板子很类似，但是只支持特定的功能，比如可以连接到 WiFi 网络，或是能控制伺服电机。盾板就像一个插件，可以将它插到 Arduino 板上。一旦插上，这块 Arduino 板就

也具有了那块盾板的功能。

图 1-1 是 Arduino Uno 的外观图，而图 1-2 是以太网盾板的外观图。

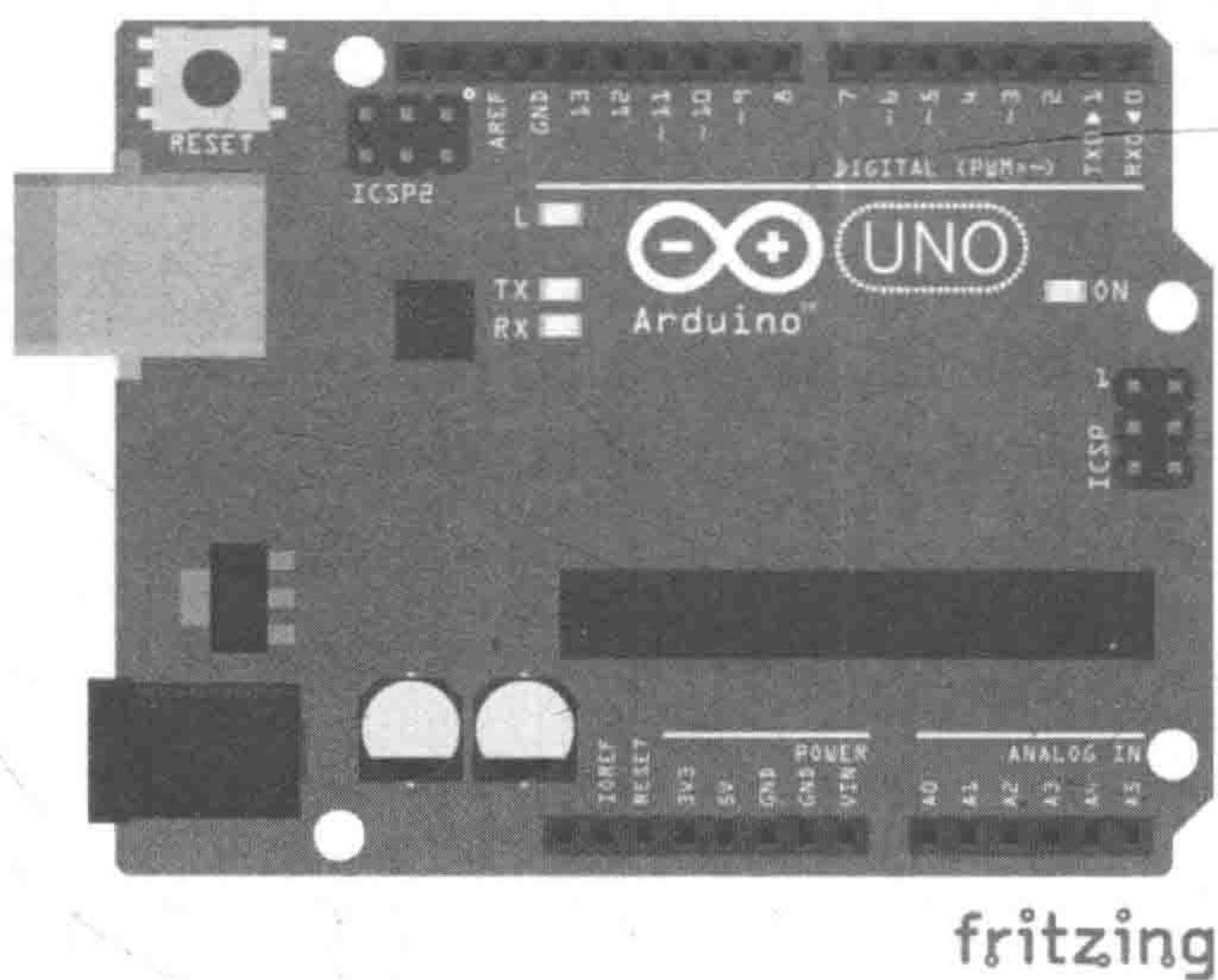


图 1-1 Arduino Uno

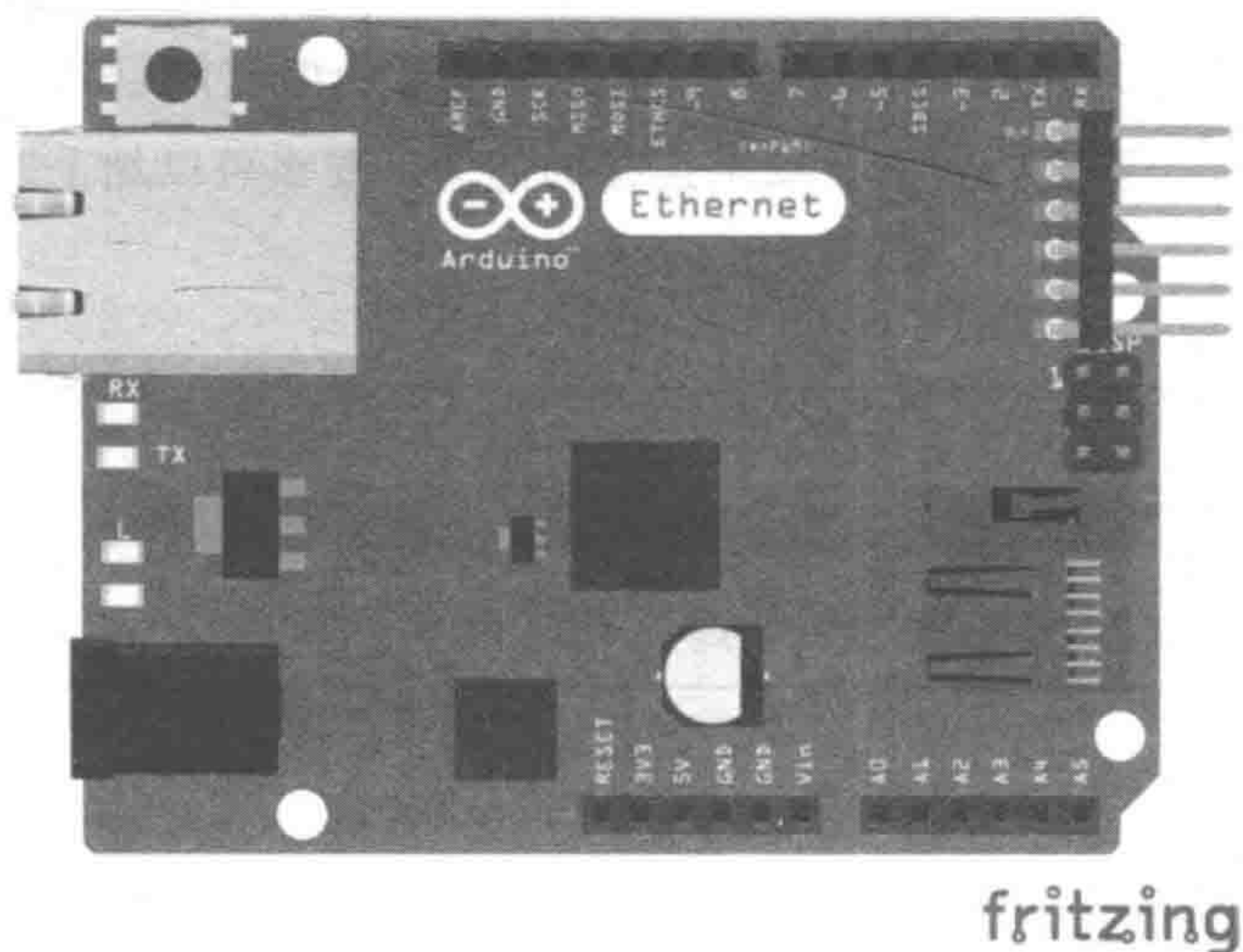


图 1-2 以太网盾板

下面列出了本书中各个作品都会用到的一些重要的板上部件。



注意

当选择不同的 Arduino 板时，部件也会有所不同。

- **数字引脚**：在 Uno 上总共有 14 个数字引脚。数字引脚可以设置为 INPUT（输入）或 OUTPUT（输出），引脚上的状态只能是 HIGH（高）或 LOW（低）。高表示引脚上有电流输出，而低表示没有电流输出。比如，数字引脚可以用来点灯或是灭灯。要点亮，这个数字引脚应该设置为 HIGH；而要熄灭，就应该设置为 LOW。
- **模拟引脚**：Arduino Uno 支持 6 个模拟引脚，A0 到 A5。与数字引脚不同，模拟引脚的读数可以是 0 到 1023 之间的一个值。土壤水分传感器就是能给出模拟读数的一个例子，这样的读数可以进一步识别出土壤中还剩下多少水分。
- **USB 插座**：USB 插座把 Arduino 连接到电脑上，给板子供电、上传代码，还能在串口监视器上接收日志。
- **电池电源**：放于偏僻地方的物联网需要自己的电源。可以用这个电池电源插座来给板子供电。

本书在所有的作品中都用的是 Arduino Uno。Arduino Uno 是最适合初学者的入门级别的板子。尽管本书用的是 Arduino Uno，但你并不一定非用它不可，选择任何一种 Arduino 板子都可以完成本书的作品。由于本书是关于物联网的，互联网连接是重要的需求。无论你决定采用哪块 Arduino 板子，一定要确保它能以某种方式支持互联网连接。你所选的板子要么内置有互联网连接的能力，要么可以加上支持互联网连接的盾板。

 **注意** Arduino Uno 并没有内置的互联网连接功能，所以在本书中用了以太网盾板和 WiFi 盾板。不过，有更先进的板子 Arduino Yún，它有内置的以太网和 WiFi 连接。第 2 章会进一步讨论互联网连接的问题。

1.3 软件需求

Arduino 用一种类似 C 的语言来给 Arduino 板子编程。我们会使用 Arduino IDE 来编写代码和上传代码给 Arduino 板子。从 <https://www.arduino.cc/en/Main/Software> 可以下载最新版本的 Arduino IDE。

一旦在计算机上安装了 Arduino IDE，打开这个软件，它就会装载默认的代码，如图 1-3 所示。