



普通高等教育
“十二五”规划教材

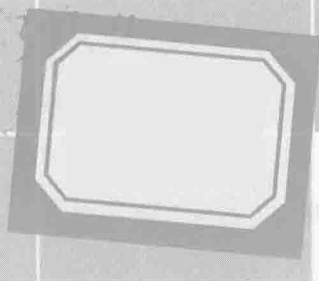
物联网技术原理及实现 ——AnduiBee 开源物联网解决路线

the Internet of Things

车楠 刘胜辉 主编

张宏国 董怀国 副主编





普通高等教育
“十二五”规划教材

物联网技术原理及实现

——AnduiBee 开源物联网解决路线

the Internet of Things

车楠 刘胜辉 主编
张宏国 董怀国 副主编



人民邮电出版社
北京

图书在版编目(CIP)数据

物联网技术原理及实现: AnduiBee开源物联网解决
路线 / 车楠, 刘胜辉主编. — 北京: 人民邮电出版社,
2014.9

ISBN 978-7-115-36284-1

I. ①物… II. ①车… ②刘… III. ①互联网络—应
用②智能技术—应用 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第167887号

内 容 提 要

本书共7章, 内容包括 AnduiBee 系列模块硬件构成与原理图、物联网 MCU 开发及外围模块配置通用方法、Android 移动设备通信开发实验、RFID 应用技术、物联网基础无线通信技术、ZigBee 无线通信技术及 M2M 物联网网关及中间件。

本书可作为高等学校物联网、计算机、信息与通信工程等相关专业物联网课程的教材, 也可供从事物联网研究、开发和应用的科研人员、教学和工程技术人员参考。

-
- ◆ 主 编 车楠 刘胜辉
 - 副 主 编 张宏国 董怀国
 - 责任编辑 马小霞
 - 执行编辑 王志广
 - 责任印制 张佳莹 杨林杰
 - ◆ 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: 787×1092 1/16
印张: 22 2014年9月第1版
字数: 627千字 2014年9月河北第1次印刷
-

定价: 49.80 元

读者服务热线: (010)81055256 印装质量热线: (010)81055316
反盗版热线: (010)81055315

前言

物联网究竟是什么？物联网专业内涵是什么？物联网专业的课程体系应该怎么样构架？应该组织什么样的实验项目来支撑这个课程体系？这几个问题一直是业内教育者所思考的问题，也是困扰我很久的一系列问题。经过近几年的工作，我慢慢得出了答案。

物联网究竟是什么？

物联网本身来讲只不过是概念，其实在这个概念被提出之前很久就存在很多符合物联网特征的应用项目，只不过那时候还没有这个概念，大家通常将诸如此类的应用项目冠名于某某远程控制系统、某某远程采样系统、某某智能系统等。为什么物联网在最近几年异军突起在各个领域成为热点呢？这是由于无线技术、低功耗技术的日趋成熟，随着这些技术从研发到产品化的过程，很多以前很好的创新性应用想法有了扎实的技术依托。在十多年前是很难想象到一个无线传感器节点能够仅依靠电池供电工作长达几年的时间。提及传感器网络里程碑式的应用，不得不提到加州大学伯克利分校的大鸭岛传感器网络监控项目，该项目实施于 2002 年，整个系统仅仅有 30 个节点。而随着技术的发展仅仅在 2007 年左右，ZigBee 联盟提出了能够支持上千个节点的 ZigBee PRO 协议栈，该领域发展的速度可见一斑。还有很多其他技术的发展也延伸了物联网的应用领域，如 RFID 技术的成熟，使得物联网在支付、物流等领域井喷式地发展；云计算技术的迅猛发展，使得物联网所采集的信息有了存储和计算的载体。

综上所述，物联网这个概念是依托于多种技术的发展涌现出来的，其核心是依靠于各种类型设备之间的互联，实现 Machine to Machine (M2M) 级别的应用。

物联网专业内涵是什么？

截止到目前来看，区别于传统专业，物联网专业并没有一个本专业独有的核心技术，事实上物联网应用中所使用的各种技术都是其他学科技术发展的结晶。以无线传感器网络为例，计算机学科贡献了无线通信的应用层、网络层、数据链路层、安全加密等技术；通信学科贡献了物理层技术；电子学科贡献了各种低功耗模块技术；仪器仪表、物理、化学等学科贡献了各种传感技术。也就是说，物联网专业是上述专业发展到一定程度孕育而生的。那么物联网专业内涵在哪里？由于物联网本身涵盖了多个学科的知识范畴，如果简单向某个学科的内涵进行靠拢，那么设置物联网专业本身就缺乏了其应有的意义和价值。事实上，物联网专业设置应该是面向多种现有多学科技术应用集成和物联网系统实现。

物联网专业的课程体系应该怎么样构架？

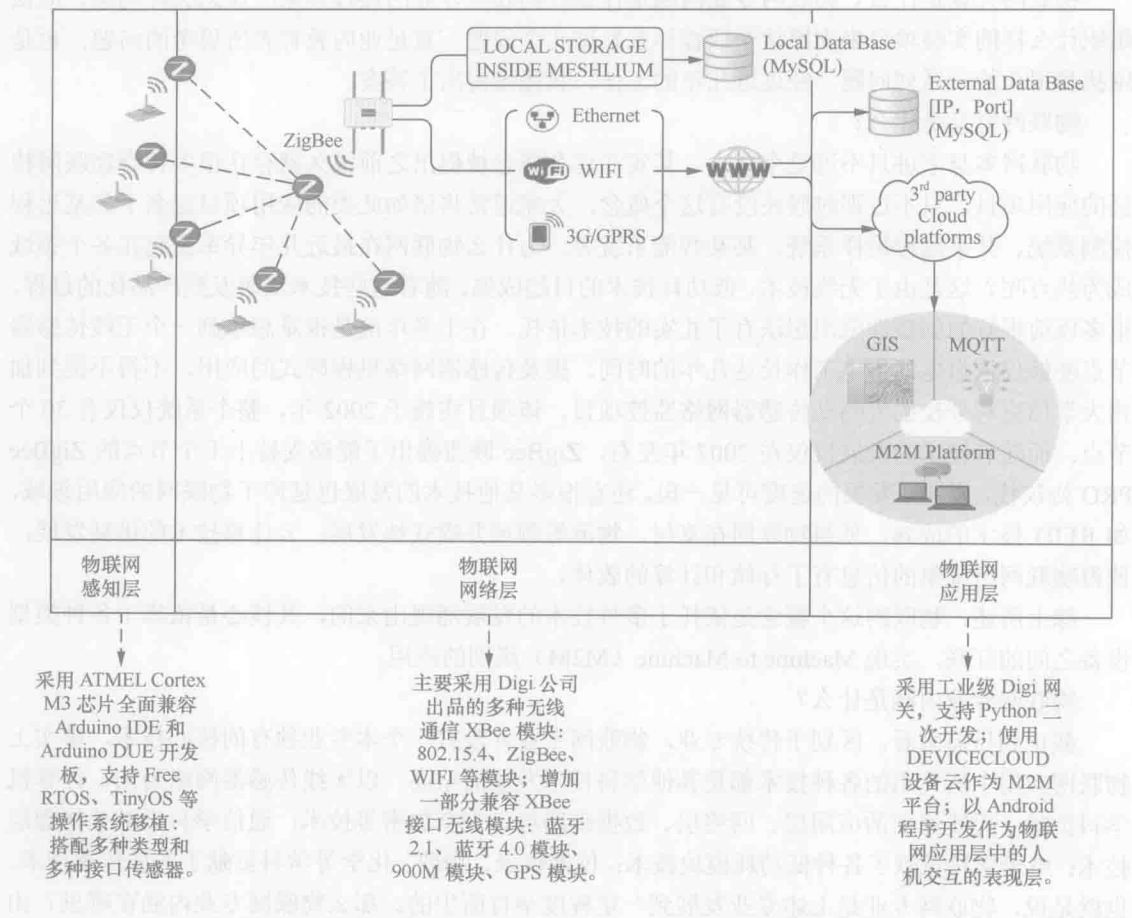
由于物联网专业面向涉及多学科的“工程应用型”人才培养，课程体系应该能够支撑起物联网工程系统集成，也就是说，物联网专业课程体系建设应该与物联网工程体系相符合。现在多数物联网专业的课程体系都是依据此建立起来的，物联网工程体系中一般可以划分为感知层、网络层、应用层。感知层一般涵盖物联网 MCU 技术、传感器技术、RFID 技术等；网络层一般涵盖

ZigBee 技术、802.11 WIFI 通信技术、蓝牙通信技术、802.15.4 通信技术；应用层一般包含中间件技术、移动终端开发技术、云计算技术等。

通常物联网专业应该组织什么样的实验项目来支撑这个课程体系？

根据 Libelium 提出的物联网基本架构，我们提出了 AnduiBee 物联网技术路线用以支撑物联网专业理论和教学工作，而 AnduiBee 的由来在于 $\text{AnduiBee} = \text{Arduino} + \text{Android} + \text{XBee}$ ，即我们选择 Arduino 开源软硬件平台作为开发物联网 MCU 的平台；选择 Android 开源平台作为物联网应用层实现平台；选择 XBee 标准系列射频模块作为网络层实现载体。

AnduiBee 物联网技术路线



根据该架构，结合国际上物联网领域通用技术，AnduiBee 给出了物联网实现的一般化技术路线，而我们 AnduiBee 的教学解决方案就是以该技术路线为依托，以能够使学生搭建和实现一个完整物联网系统为教学目的，结合国际流行的开源软硬件技术，通过深入浅出的实验项目设置，使学生掌握与国际教学水平接轨和工业化水平接轨的物联网技术。通常物联网会被划分为 3 个层：感知层、网络层和应用层，上图给出了 AnduiBee 物联网解决方案针对每个层的技术路线，该技术路线充分参考了 Libelium、Digi 等顶级物联网技术提供商的解决方案，采用了国际流行的开源软硬件技术，符合国际开源软硬件标准。

AnduiBee 物联网实验教学体系是我们依据物联网系统集成所需技术环节制订的实验教学体系,该体系结合了目前国际物联网广泛使用的技术。本书主要讲解的理论和实验教学的项目就是基于这个体系完成的,我们选择了广泛和通用的实验项目,即实验体系中主线和推荐使用部分在本书内进行详细说明,其他部分在 www.anduibee.com 的网站上都能找到详细的指导材料。

本书特色:

目前国内物联网教材存在的问题在于大多只是片面的强调物联网中某个技术环节,如 ZigBee 技术等,缺乏对于物联网工业化的系统观认识,并且该技术相对落后、实现方案陈旧,与国际实验教学水平 and 工业应用水平存在较大差距。国外的相关教材虽然都是讲述目前物联网工业化的主流技术和实现方案,但是售价非常贵且都是英文原版教材,如 *The Hands-on XBee Lab Manual* 和 *Building Wireless Sensor Networks: with ZigBee, XBee, Arduino, and Processing* 这两本教材都是 2012 年出版的优秀教材,所涉及的技术和实现方案都是具有一定行业领先性的,但是上述两本教材都是强调技术的实现方法而对于技术原理并无过多说明。本书所采用的技术实现环节包含上述两本教材中的相关内容,区别在于我们不光提供了上述技术手段的实现过程,并且对该技术原理进行了说明,通过原理去验证技术实现,掌握了上述原理的学生会获得较长“保质期”的知识。另外,我们根据物联网技术发展额外增加一些其他技术章节,如物联网网关及中间件技术、物联网设备云开发、RFID 应用技术、802.11 通信技术等,使得这个教材涵盖物联网技术更加全面、更加具有原理性深度、更具有物联网的系统观。

教学特色:

每个编者都有 10 年以上的教学经验,其中有的博士研究方向就是物联网领域,有的在单片机和嵌入式领域教学和工程经验达 20 余年,从某种程度上讲本书编写过程就是具有各方面特长的教师智慧的融合过程,书中大多数章节已经在教学领域进行过使用,得到过教学验证。事实上来讲,从物联网教学过程中来看,由于物联网多学科交叉和工程性非常强,物联网教学特别适合 CDIO 这种教学模式,亦适用于实验实践环节比重较大的教学。

各章节的相关性:

由于 AnduiBee 本身是一个开源项目,虽然我们实验环节中所采用实验设备使用的都是 AnduiBee 系列模块,但是读者可以根据本书给出的对应于不同模块原理图,自行定制 PCB 板,亦可以采用面包板的方式完成模块搭建。由此我们在第 1 章着重介绍了涉及本书所有实验项目所使用模块的硬件构成和原理图,主要包括 Arduino ARM 开发板、无线模块验证板、无线模块 IO 验证板;第 2 章我们关注的是 Arduino 作为物联网 MCU 控制板时所涉及的一些技术,其中包括单片机原理的 I/O 接口、中断、定时器、PWM、AD、DA 的开发使用方法;多种传感器技术应用如温湿度传感器、光强传感器等;单片机外围接口技术,其中包括 OLED 液晶屏、触摸按键、铁电存储器等外设使用方法。事实上,第 2 章核心所完成的是作为物联网层次中感知层部分所包含的技术环节,并且对于第 1 章中讲述的 Arduino ARM 开发板、无线模块验证板、无线模块 IO 验证板的无线模块的通用配置软硬件使用原理和方法进行了说明。在第 3 章中,我们所涉及的是物联网中所使用的应用层表现技术,该部分主要以目前广泛使用的 Android 移动终端设备作为依托,但是与其他 Android 教材的区别在于,我们主要强调的是涉及物联网使用的一些通信层面的核心技术开发使用方法,其中包括了蓝牙、WIFI、NFC 等,为什么我们在第 3 章中就涉及物联网应用层技术呢?主要原因在于前期应用层的技术实现可以为之后的网络层涉及的蓝牙、WIFI 无线模块、云计算技术环节提供验证方法,当然你如果仅仅关注的是网络层部分,那么本部分是可以略

过的,我们本身是提供验证环节的开源代码和安装 APP,具体可以访问 www.anduibee.com 进行下载。在第 4 章中,我们主要所涉及的技术是目前物联网领域的热点技术:RFID。RFID 在很多物联网分层中被划为感知层中的重要技术,事实上 RFID 技术实现包含了无线射频技术,在该部分主要介绍了 13.56MHz 高频 RFID 技术及 PN532 RFID 读卡器的开发使用方法,由于篇幅限制,我们在 www.anduibee.com 同样提供了高频和超高频 RFID 应用开发技术的教程。在第 5 章中,我们涉及了目前应用领域中广泛使用且应用中网络拓扑较为简单的蓝牙技术、802.11WIFI 技术、802.15.4 技术,该部分区别于第 2 章 Arduino 上的相关技术讲解在于第 5 章都是直接面向对蓝牙、802.11WIFI 无线模块进行配置和开发,而非基于驱动的 Android 应用程序开发。第 6 章中,我们主要讲述了目前物联网领域中面向低功耗网络的核心技术 ZigBee,在第 5 章中讲述 802.15.4 协议作为 ZigBee 协议栈的物理层和数据链路层,由于 802.15.4 协议本身并不是为 ZigBee 所设计的,是可以独立使用的,所以我们把其分割为不同章节进行讲述。第 7 章中,我们主要针对目前物联网专业级别网关及中间件的原理和开发使用方法进行了讲述,并搭配了设备云完成了物联网和云计算结合的开发使用方法说明。

本书工作分配如下:车楠撰写完成第四章、第五章;刘胜辉撰写完成第一章、第三章;高俊峰撰写完成第二章;王姚撰写完成第七章;杜宁撰写完成第六章。实践部分的硬件设计和电路板设计由董怀国和张宏国实现。

致谢:

本书是依托哈尔滨理工大学实验室管理处的自制实验设备项目形成的,由此非常感谢哈尔滨理工大学实验室管理处林家齐处长及全体同仁的大力支持。同样本书所设计的实验系统已经在哈尔滨理工大学软件学院实验中心投入使用,已经开展了针对物联网方向的实验实践活动,在这里感谢哈尔滨理工大学软件学院以刘胜辉院长为首的全体领导成员对于本书和实验系统的长期关注和支持,也感谢为该系统的研发付出极大努力的软件学院全体同事。在此也对 Digi 公司对于本书和配套实验系统的大力支持表示感谢。

编者

2014 年 6 月

目录

CONTENTS

第1章 AnduiBee 系列模块硬件构成与

原理图..... 1

1.1 Arduino ARM 开发板的硬件构成与原理图..... 1

1.1.1 Arduino 核心开发团队成员..... 1

1.1.2 Arduino 名字的由来..... 1

1.1.3 Arduino 是什么?..... 2

1.1.4 Arduino DUE 简介..... 2

1.1.5 Arduino ARM 开发板介绍..... 2

1.2 无线模块验证板硬件构成与原理图..... 11

1.3 无线模块 IO 验证板硬件构成与原理图..... 16

第2章 物联网 MCU 开发及外围模块

配置通用方法..... 19

2.1 Arduino DUE 开发步骤..... 19

2.1.1 Arduino IDE 下载..... 19

2.1.2 Arduino IDE 安装..... 19

2.1.3 Arduino IDE 目录结构..... 20

2.1.4 Arduino IDE 下编程..... 20

2.1.5 Arduino IDE 下软硬件开发的基本步骤..... 21

2.2 Arduino DUE 基础实验..... 22

2.2.1 实验1 数字 IO 接口实验..... 22

2.2.2 实验2 串口通信实验..... 24

2.2.3 实验3 外部中断实验..... 27

2.2.4 实验4 AD 转换实验..... 30

2.2.5 实验5 PWM 实验..... 31

2.2.6 实验6 DA 转换实验..... 32

2.2.7 实验7 Arduino DUE 定时实验..... 32

2.3 Arduino DUE 扩展模块实验..... 34

2.3.1 实验1 蜂鸣器实验..... 34

2.3.2 实验2 温湿度传感器实验..... 35

2.3.3 实验3 铁电存储器实验..... 36

2.3.4 实验4 实时时钟实验..... 38

2.3.5 实验5 OLED 实验..... 40

2.3.6 实验6 电容按键实验..... 44

2.4 通用无线模块软硬件配置方法..... 46

2.4.1 无线模块验证板的 USB 配置方式与 X-CTU 的配置方法..... 46

2.4.2 无线模块 IO 验证板的使用方法..... 51

2.4.3 无线模块验证板的 MCU 配置方式..... 52

第3章 Android 移动设备通信开发

实验..... 54

3.1 Android 开发工具概述..... 54

3.1.1 Android 优势..... 55

3.1.2 Android 版本..... 55

3.1.3 Android 框架..... 56

3.1.4 Android 开发环境安装..... 57

3.1.5 指导书内容..... 61

3.2 Android 快速开发指导..... 62

3.2.1 Android 开发环境简介..... 62

3.2.2 简单工程示例..... 69

3.3 Android 基础实验指导教程..... 73

3.3.1 实验1 Activity 的简单控件与布局..... 73

3.3.2 实验 2 Activity 与 Intent	80	5.1.2 实验 1 蓝牙主/从配置... 168	
3.3.3 实验 3 Android 多线程编程与 Handler	88	5.1.3 实验 2 MCU 模块控制蓝牙模块	171
3.3.4 实验 4 Android 本地服务	93	5.2 WIFI 协议和 XBee S6B 简介	176
3.3.5 实验 5 Android 广播实验	98	5.2.1 概述	176
3.4 Android 无线通信及网络编程实验指导教程	100	5.2.2 WIFI 协议简介	177
3.4.1 实验 1 Android 网络编程	100	5.2.3 XBee S6B 芯片简介	177
3.4.2 实验 2 Android WIFI 编程与 Socket 通信	105	5.2.4 802.15bgn 无线通信实验	178
3.4.3 实验 3 Android 蓝牙编程	114	5.2.5 XBee S6B IP Service 实验	183
3.4.4 实验 4 Android NFC 编程	123	5.2.6 XBee S6B 的 API 封装与解析实验	186
第 4 章 RFID 应用技术	134	5.2.7 基于 XBee S6B 的 HTTP 应用层实验	190
4.1 RFID 应用开发概述	134	5.3 802.15.4 无线传感器网络实验	195
4.1.1 组成结构与工作原理	134	5.3.1 802.15.4 协议及 XBee S1 模块简介	195
4.1.2 产品分类	134	5.3.2 实验 1 802.15.4 点对点通信	200
4.1.3 性能特点	135	5.3.3 实验 2 远程控制模拟和数字 I/O	202
4.1.4 技术标准	135	5.3.4 实验 3 API 操作实现本地和远程控制	211
4.1.5 Mifare 系列射频卡	136	5.3.5 实验 4 配置管脚睡眠和周期睡眠	219
4.1.6 13.56MHz RFID 读写器——PN532	137	5.3.6 实验 5 Arduino 控制 XBee 模块通信	225
4.2 Mifare UltraLight 13.56MHz RFID 实验	141	5.3.7 实验 6 建立星型网络	229
4.2.1 Mifare UltraLight 射频卡	141	5.3.8 实验 7 网络环境下的数字/模拟采样	237
4.2.2 实验 1 读取 MF0 射频卡 UID 的值	143	第 6 章 ZigBee 无线通信技术	245
4.2.3 实验 2 读取 MF0 射频卡的数据页	156	6.1 ZigBee 协议栈与 XBee S2 简介	245
4.2.4 实验 3 写入 MF0 射频卡的数据页	161	6.1.1 ZigBee 协议栈	245
第 5 章 物联网基础无线通信技术	165	6.1.2 ZigBee 的演进过程	246
5.1 蓝牙通信实验	165	6.1.3 XBee S2 ZigBee 模块简介	247
5.1.1 蓝牙协议与 HC-05 简介	165	6.2 ZigBee 网络建立和路由协议实验	249

6.2.1 理论知识	249	6.6.1 实验 1 使用 Arduino DUE 控制 XBee S2 发送远程 AT 命令	287
6.2.2 实验 1 ZigBee 组网实验	250	6.6.2 实验 2 XBee S2 的数字/模拟采样	290
6.2.3 实验 2 单播和广播	257	第 7 章 M2M 物联网网关及中间件	297
6.2.4 实验 3 Many to one 和 Source 路由实验	263	7.1 物联网网关及中间件	298
6.3 ZigBee 2007 安全	268	7.1.1 Digi ConnectorPort X2e 的软硬件架构	298
6.3.1 理论知识	268	7.1.2 Digi ConnectorPort X2e 性能指标	299
6.3.2 实验 1 不使用信任中心的 ZigBee 安全机制	270	7.1.3 设备云服务	300
6.3.3 实验 2 使用信任中心的 ZigBee 安全机制	272	7.2 Connector X2e 网关基础开发方法	300
6.4 ZigBee 网络中终端节点休眠实验	274	7.2.1 针对 Connector X2 网关的 Python 编程	300
6.4.1 理论知识	274	7.2.2 Connector 网关与 ZigBee 节点间通信实验	308
6.4.2 实验 1 终端节点管脚休眠	275	7.3 Connector X2 网关 DIA 中间件开发方法	312
6.4.3 实验 2 终端节点周期休眠	277	Connector X2e 网关 DIA 中间件编程实验	316
6.4.4 实验 3 终端节点周期休眠 I/O 采样	279	7.4 Device Cloud 配置方法与信息获取	328
6.5 ZigBee 应用层实验	281	Device Cloud 配置与 Android 端程序设计实验	329
6.5.1 理论知识	281		
6.5.2 ZigBee 应用层实验	282		
6.6 ZigBee 模块与 MCU 配合开发方法	287		

AnduiBee 系列模块硬件 构成与原理图

AnduiBee 是一个开源软硬件项目，本书首先对实验验证部分所使用的硬件设备的硬件构成和原理图进行说明，这样读者可以根据原理图，自行搭建实验电路或者研发适合实验使用的模块。本章主要介绍 Arduino ARM 开发板、无线模块验证板、无线模块 IO 验证板 3 种模块的实现方法，其中 Arduino ARM 开发板主要作为物联网 MCU 来使用，直接可以与无线模块验证板进行连接；而无线模块验证板可以与任何 XBee 标准封装的射频模块相连，可以直接通过 USB 连接到计算机上，并通过计算机串口完成对于射频模块的配置和使用，也可以连接到 Arduino ARM 开发板上，并通过物联网 MCU 的串口完成射频模块的配置和使用；无线模块 IO 验证板可以安装在无线模块验证板上，主要验证无线射频模块的 I/O 管脚的输入和输出，即完成采样和控制。

1.1

Arduino ARM 开发板的硬件 构成与原理图

1.1.1 Arduino 核心开发团队成员

图 1-1 所示为 Arduino 核心开发团队成员自左向右：David Cuartielles，Gianluca Martino，Tom Igoe，David Mellis 和 Massimo Banzi（摄于纽约）。



图 1-1 Arduino 核心开发团队成员

1.1.2 Arduino 名字的由来

意大利北部一个如诗如画的小镇 Ivrea，横跨过蓝绿色 Dora Baltea 河，它最著名的事迹是关于一位受压迫的国王。公元 1002 年，国王 Arduino 成为国家的统治者。不幸的是，两年后即被德国

亨利二世国王给废掉了。今日，在这位无法成为新国王的出生地，cobblestone 街上有家叫“di Re Arduino”的酒吧纪念了这位国王。Massimo Banzi 经常光临这家酒吧，且他将这个电子产品计划命名为 Arduino 以纪念这个地方。这个最经典的开源硬件项目诞生于意大利的一间设计学校。

1.1.3 Arduino 是什么？

通俗地说，Arduino 就是一块可编程的 I/O 板，听起来不就是类似单片机的东西么，酷在什么地方呢？

第一，可编程，而且很简单。如果你有 C/C++/Java 的开发经验，并且有一定的电路常识，写这个东西的程序就是小菜一碟。

第二，带有 USB 接口，直接插在计算机上，安装一个驱动，下载一个开发环境（还是绿色免安装的），就可以开始编程了。

第三，非常便宜，由于 Arduino 是“开放源码的硬件”，没有收专利费用，有兴趣的人都可以搭建，到了中国更是不得了，价格现在便宜到几十块钱，学生都买得起。

第四，周边设备非常丰富，从各种各样的传感器到步进电机、红外激光，甚至 Mini SD 卡，什么东西都有，这些模块都是“电子积木”，插上去就可以用，实在是玩电路、搭机器人、居家旅行的最好玩具。

部分 Arduino 模块如图 1-2 所示。

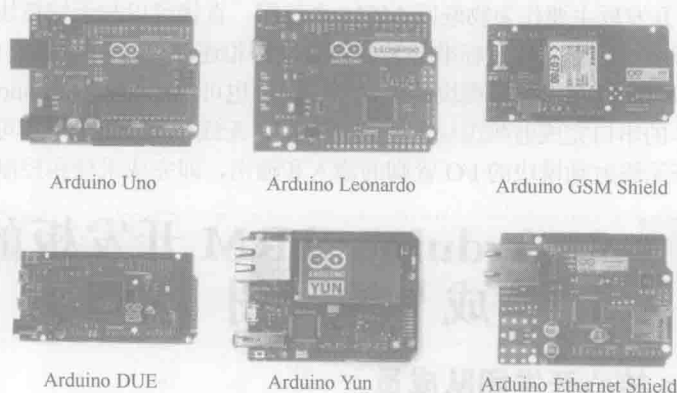


图 1-2 部分 Arduino 模块

1.1.4 Arduino DUE 简介

Arduino DUE 开发板如图 1-3 所示。

Arduino DUE 是以 ATMEL SAM3X8E ARM Cortex M3 CPU 为基础的开发板，是第一块使用 32 位 ARM 核的 Arduino 板，包含 54 位数据 IO（12 位可用于 PWM 输出）；12 位模拟量输入，4 个 UARTS；84MHz 时钟；1 个 USB OTG 接口；1 个 USB 转串行接口；2 位 DAC；2 个 TWI；1 个 SPI 插头；1 个 JTAG 接口；1 位 RESET 和 1 位 ERASE 按键。注意：Arduino DUE 工作在 3.3V，IO 引脚忍受的最大电压为 3.3V，供给高的电压，如 5V 会损坏开发板。

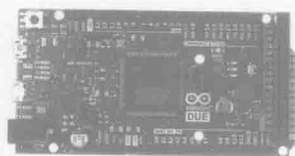


图 1-3 Arduino DUE 开发板

1.1.5 Arduino ARM 开发板介绍

Arduino ARM 开发板硬件结构框图如图 1-4 所示。

Arduino ARM 开发板实物图如图 1-5 所示。

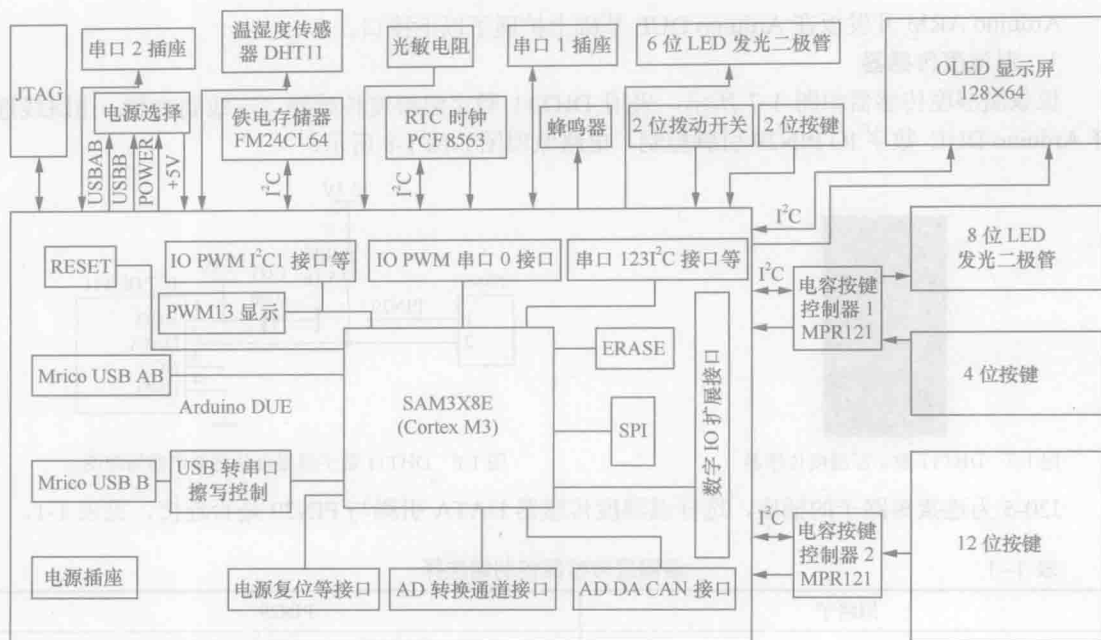


图 1-4 Arduino ARM 开发板硬件结构框图

Arduino ARM 开发板的核心部分基本兼容 Arduino DUE，为方便用户使用，Arduino ARM 开发板对其 Arduino DUE 部分做了以下改动。

(1) 2.1mm 电源插座 Arduino DUE 输入电压 $V_{IN}=7\sim 12V$ ，Arduino ARM 开发板为 $V_{IN}=5V$ 。

(2) Arduino DUE 电源主要由 2.1mm 电源插座、USB Programming Micro USB 及 USB Native Micro USB 插座输入，自动选择。Arduino ARM 开发板改为通过“电源选择”电路选择。

(3) Arduino DUE 上的 SPI 插座为 6P，Arduino ARM 开发板在 6P 的基础上又增加了两个引脚，分别接 Arduino 数字 IO 50、52 引脚。

Arduino ARM 开发板引脚定义如图 1-6 所示。

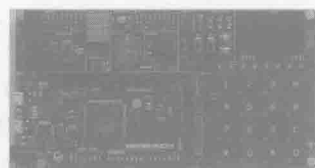


图 1-5 Arduino ARM 开发板实物图

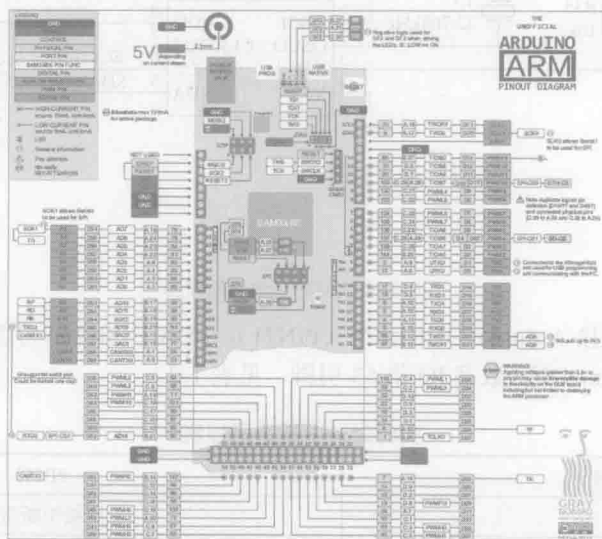


图 1-6 Arduino ARM 开发板引脚定义

Arduino ARM 开发板在 Arduino DUE 基础上扩展了以下接口。

1. 温湿度传感器

板载温湿度传感器如图 1-7 所示，采用 DHT11 数字温湿度传感器，一线制控制。由跳线选择 Arduino DUE 数字 IO PIN29 引脚控制。电路原理图如图 1-8 所示。

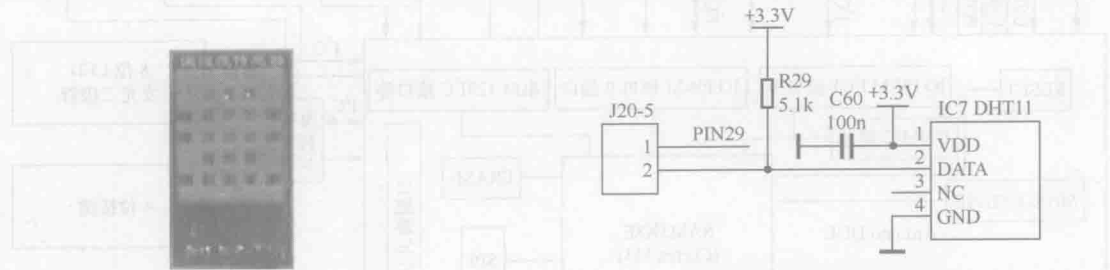


图 1-7 DHT11 数字温湿度传感器

图 1-8 DHT11 数字温湿度传感器电路原理图

J20-5 为连接短路子的插座，选择温湿度传感器 DATA 引脚与 PIN29 是否连接，见表 1-1。

表 1-1 温湿度传感器控制端选择

短路子	PIN29
	连接
	断开

2. 实时时钟

板载实时时钟如图 1-9 所示。实时时钟采用 PCF8563，PCF8563 是一款针对低功耗而优化的 CMOS 实时时钟/日历芯片。所有的地址和数据都是通过一条双线双向的 I²C 总线串行传输，从地址是 1010001b，中断引脚 INT 为开漏输出。电路原理图如图 1-10 所示。

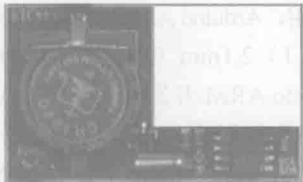


图 1-9 实时时钟

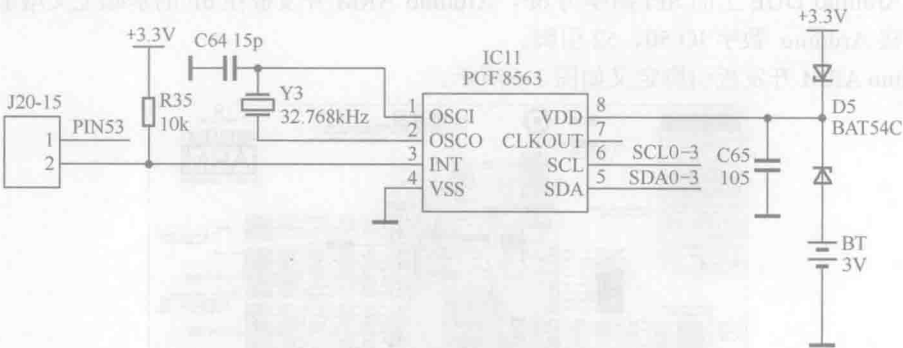


图 1-10 实时时钟电路原理图

PCF8563 I²C 接口接 Arduino DUE SCL (PIN21)，SDA (PIN20) 引脚，中断引脚通过 J20-15 选择连接，接 Arduino DUE 数字 IO 第 53 引脚，见表 1-2。

表 1-2 实时时钟中断选择控制

短路子	PIN53
	连接中断引脚
	断开中断引脚

3. 蜂鸣器

板载有源蜂鸣器如图 1-11 所示, 采用+5V 供电。电路原理图如图 1-12 所示。

J20-6 为连接短路子的插座, 选择蜂鸣器引脚与 Arduino DUE 数字 IO 的第 30 引脚是否连接, 见表 1-3。



图 1-11 有源蜂鸣器

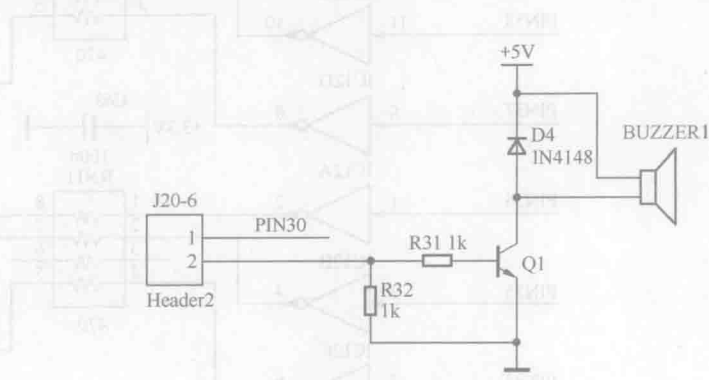


图 1-12 有源蜂鸣器电路原理图

表 1-3

蜂鸣器选择控制

短路子	PIN30
	连接
	断开

4. 铁电存储器

板载铁电存储器实物图如图 1-13 所示, 存储器为 FM24CL64 8KB I²C 接口铁电存储器, 地址选择线 A2~A0 接地, 从地址是 1010000b。电路原理图如图 1-14 所示。FM24CL64 I²C 接口接 Arduino DUE SCL (PIN21)、SDA (PIN20) 引脚。



图 1-13 铁电存储器

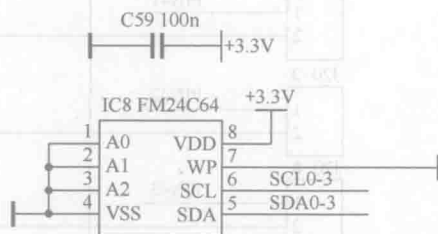


图 1-14 铁电存储器电路原理图

5. 6 位 LED 发光二极管

板载 6 位 LED 发光二极管实物图如图 1-15 所示, 电路原理图如图 1-16 所示。6 位 LED 发光二极管 LED5~LED0 由 PIN39~34 接 74HC04 六反相器驱动, 输出高电平时, 发光二极管亮。

74HC04 最大输入电流 I_{IH} 和 I_{IL} 都很小, 对 Arduino DUE 引脚性能影响不大, 可同时设置为其他功能。

6. 2 位拨动开关, 2 位按键

板载 2 位拨动开关及 2 位按键实物图如图 1-17 所示, 电路原理图如图 1-18 所示。

2 位拨动开关, 拨到上方输出高电平, 拨到下方输出低电平。

2 位按键, 按下时输出低电平, 不按时输出高电平。

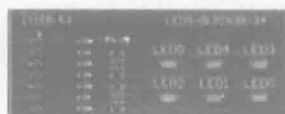


图 1-15 LED 发光二极管

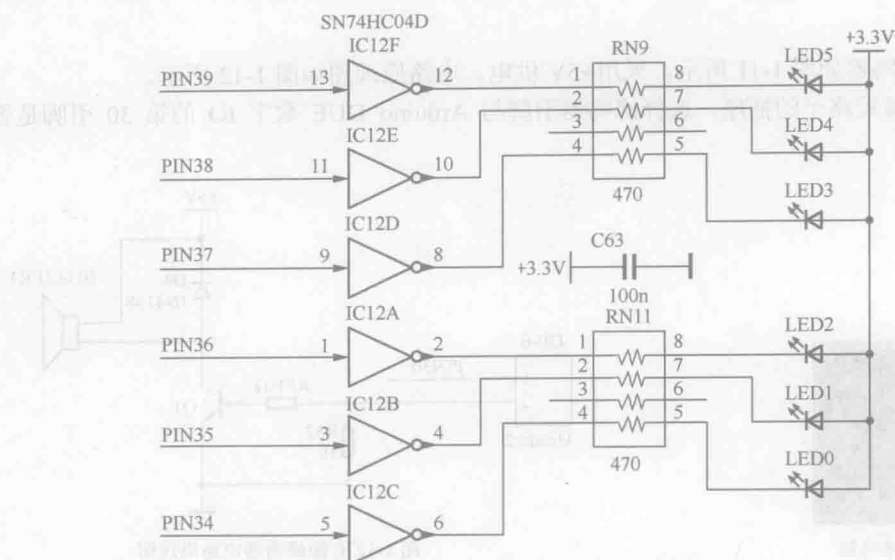


图 1-16 6 位 LED 发光二极管控制电路



图 1-17 拨动开关、按键实物图

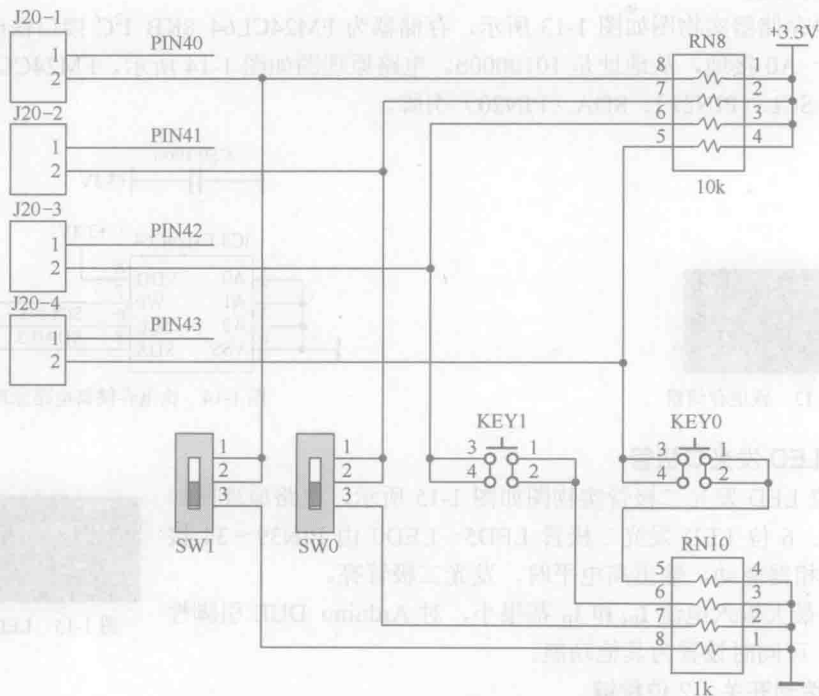


图 1-18 拨动开关、按键原理图

J20-1, J20-2, J20-3, J20-4 为连接短路子的插座，分别选择拨动开关 SW1、SW0 及按键 KEY1、KEY0 与 Arduino DUE 数字 IO 第 40、41、42、43 引脚是否连接。