

科学鬼才

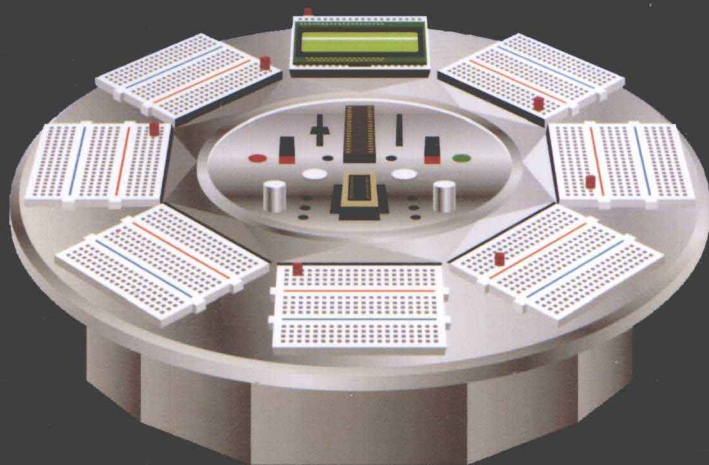
PICAXE
MICROCONTROLLER
PROJECTS FOR
THE EVIL GENIUS

PICAXE

单片机技术应用

[美] Ron Hackett 著

魏昀祺 孙象然 译



教你如何设计和实现PICAXE单片机应用
详细的分步讲解，并且包含丰富的插图、照片和图表
通过各项应用最后组合成一个成熟的机器人系统平台



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

Mc
Graw
Hill Education

科学鬼才

PIC
MICROCONTROLLER
PROJECTS FOR
THE EVIL GENIUS

PICAXE

单片机技术应用

[美] Ron Hackett 著

魏昀赞 孙象然 译

人民邮电出版社
北 京

图书在版编目 (C I P) 数据

科学鬼才 : PICAXE单片机技术应用 / (美) 哈克特
(Hackett, R.) 著 ; 魏昀赞, 孙象然译. — 北京 : 人民
邮电出版社, 2012. 8
ISBN 978-7-115-28752-6

I. ①科… II. ①哈… ②魏… ③孙… III. ①单片微
型计算机 IV. ①TP368.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第137925号

版 权 声 明

PICAXE Microcontroller Projects for the Evil Genius, by Ron Hackett, ISBN: 978-0-07-170326-0.

Copyright © 2011 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Chinese translation edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and POSTS & TELECOM PRESS. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2012 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of McGraw-Hill Asian Holdings (Singapore) Pte. Ltd. and POSTS & TELECOM PRESS.

本书简体中文版由 McGraw-Hill 授权人民邮电出版社出版发行。未经出版者书面许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书的任何部分。

版权所有, 侵权必究。

科学鬼才——PICAXE 单片机技术应用

-
- ◆ 著 [美] Ron Hackett
 - 译 魏昀赞 孙象然
 - 责任编辑 宁 茜
 - 执行编辑 魏勇俊
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子邮件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
 - ◆ 开本: 800×1000 1/16
 - 印张: 16
 - 字数: 426 千字 2012 年 8 月第 1 版
 - 印数: 1-2 500 册 2012 年 8 月北京第 1 次印刷
 - 著作权合同登记号 图字: 01-2012-1729 号
 - ISBN 978-7-115-28752-6
-

定价: 68.00 元

读者服务热线: (010)67132837 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号



内容提要

PICAXE 微控制器因其价格低廉、使用方便等特点，近年来受到世界各地越来越多的人的关注和追捧，许多基于PICAXE 微控制器的各式各样的应用也因此而诞生，相信其在未来一段时间内还会有很大的发展空间。

本书是一本关于PICAXE 微控制器应用的指导书，涉及设计、制作以及调试等各个方面，内容丰富而全面，包含详细的分步讲解，从基础原理到具体的制作步骤，同时还附有丰富的插图、照片和图表，特别适合初学者和爱好者。书中提供了大量简单的应用实例，具有非常高的参考价值。本书在最后一个版块还详细介绍了基于Octavius 智能机器人实验平台，让你可以轻松地为Octavius 开发智能外部设备，增添新的功能。一切皆有可能，唯一的限制是你的想象力。

致谢

ACKNOWLEDGMENTS

在过去的3年里，我能有幸在《Nuts and Volts》杂志写“PICAXE Primer”专栏，这段时间，我学习到了相当多的关于PICAXE编程方面的知识，我想感谢《Nuts and Volts》杂志和杂志发行商Robin Lemieux给我这个机会。如果你还不是《Nuts and Volts》杂志的订阅者的话，我向你强烈推荐它，以及它的姐妹刊物——《SERVO》杂志。除了“PICAXE Primer”专栏外，《Nuts and Volts》杂志定期地出版其他一些关于PICAXE的文章，以及大量的数字和模拟的应用项目。在《PICAXE Microcontroller Projects for the Evil Genius》书里，尤其是在第1部分，很多都是采用之前发表在“PICAXE Primer”专栏的内容，在得到《Nuts and Volts》杂志许可后，这些内容将以崭新的形式呈现在书里，谢谢您，Robin！

Roger Stewart是我在McGraw-Hill的赞助编辑，如果没有他最初的热情和持续的支持与鼓励，也不会有这本书的存在。另外，我的策划编辑Joya Anthony长期以来确保我的写稿有序进行，如果没有Joya，我可能还在书中的一些章节原地打转，停滞不前。我的项目经理Patty Wallenburg总是令整个编辑过程充满乐趣，她也总是乐于为我答疑解惑。同时也感谢其他参与本项目的McGraw-Hill的工作人员，虽然我们没有正面交流，但是我依然对每一位为此书的顺利完成而做出贡献的人表示感谢。

同时，我还要感谢Clive Seager(Revolution Education股份有限公司技术总监)乐意读我的原稿，并且为我解答关于新式M2系列处理器的功能方面的问题。他宝贵的建议在很大程度上确保本书中的内容在技术层面上尽可能完整、正确，剩下的错误完全是我自己的责任。最后，我想表达我对我妻子Susan的爱与感激，感谢她在整个项目过程中，甚至是过去的34年里，对我的宽容、理解和支持。过去的几个月里，我几乎没有闲暇的周末，我都是沉浸在我的地下工作室中。现在这本书完成了，夏天也终于到了，我要开始享受我的生活啦。

译者序

PICAXE 微控制器是一种价格低廉、可编程的集成电路芯片，而且使用起来非常方便。同时，PICAXE 微控制器还为你的创造力提供了无限的可能性，在世界各地，不分年龄和学历，很多人都用它实现了很多令人惊讶的应用。

本书是“鬼才系列丛书”之一，以指导书的形式告诉你如何进行设计、构建以及调试各式各样的PICAXE 微控制器应用。内容丰富、深入浅出、实用性强，既有基础原理的介绍，又有动手制作步骤的讲解。通过详细的分步讲解，丰富的插图、照片和图表，给使用微控制器的初学者和爱好者提供了大量的简单实用的应用实例，具有较高的参考价值。

书中不仅介绍了PICAXE 处理器的基本特性及其工作原理，同时介绍了由M2和X2系列芯片构成的大量的应用实例电路。基本涵盖了PICAXE 处理器应用的软硬件设计的方方面面的知识，本书内容共分为3个部分。第1部分涉及PICAXE 编程知识和I/O 接口技术的基本内容，带领你进入PICAXE 微控制器的学习世界。第2部分开发了一个基于PIXAXE 20X2的主处理器电路，并为主处理器开发了几个独立的外围设备，包括红外遥控信号接收器、字符型显示屏、矩阵键盘、数码管显示器等。第3部分将制作的主/外围设备用于实现一个复杂的功能丰富的机器人实验平台——Octavius。在这部分里，你可以尝试开发一个属于自己的智能机器人。

译者在翻译的过程中，尽量考虑中国人思维方式和阅读习惯，使用中国读者能够轻松接受的方式来表达，希望为广大读者提供一本集技术和趣味于一体的读物。同时，作者在本书中倾注的热情和心血，以及字里行间所展现出来的灵动思维，让我感叹佩服之余也获益良多。

由衷感谢我的同事——中国传媒大学的石东新老师在翻译过程中给予我的无私帮助，感谢中国传媒大学电气信息专业学生：祁得文、任骋翔、肖健琦、邢子、王良等，感谢你们为本书的辛勤付出，你们对本专业的热爱和对生活的激情让我受益匪浅。在

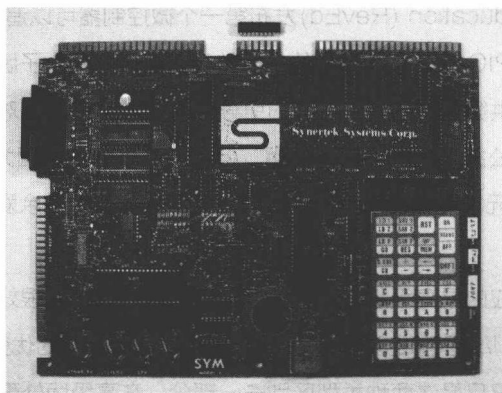
这本书的翻译过程中，大家不仅增进了团队的友谊，更加建立了对PICAXE处理器应用的浓厚兴趣。同时，感谢人民邮电出版社给予我们这样一个难得的机会。如有不当疏漏之处，恳请各方批评指正。

魏昀赟

2012年5月于中国传媒大学

我曾经购买的第一台微型计算机是 Synertek Systems 公司出品的 SYM Model 1 型计算机（如下图所示）。我完全无法忽视广告铺天盖地宣传：“SYM-1 是最多功能和最行进的单板计算机之一，可用于……它引导我们扩展微型处理器领域，同时也是基于微型计算机系统设计的强大的开发工具。”那时（1978 年），SYM-1 是最先进的技术：它以 1MHz 的工作频率运行，拥有 1KB 内存和两个 8 位 I/O 扩展端口，所有这些仅需 239.95 美元！（据美国劳动统计局称，至少相当于现在的 800 美元。）

SYM-1 只能用机器语言进行编程，退一步说，这是一个非常乏味的过程。可是，它的确给我们提供了对于微控制器世界的全面的接触机会。我能用它搭建一个简单的家庭控制系统，这个系统能让我使用房子里的任何一部电话来开灯和关灯、调整温度、设置定时器和闹钟等。我度过了一段愉快的时光，直到有一天一个电话维修工勒令我停止这样做，否则他会没收我的 SYM-1。那时，有明确的法律规定，Ma Bell（美国贝尔电话公司）有权要求任何东西都不能和电话系统相连，所以我就立即遵守了——至少在他离开的时候！我继续使用 SYM-1 进行开发，没过多长时间，首先出现的是 Commodore VIC-20，然后是 Apple IIe，它们都是使用基于如同 SYM-1 里一样的 6502 CPU，所以这样的过渡是很容易的。当我开始写这本书的时候，我把我的 SYM-1 又找了出来，拂去灰尘，通上电，令人吃惊的是，它马上就启动了。



— Synertek Systems 公司的 SYM-1 计算机 —

我不禁要拿SYM-1与我最近购买的Revolution Education的PICAXE-20X2微控制器作比较。如上图所示,在图的中间,SYM-1主板的正上方,你可以看到放了一块20X2。20X2的处理能力远远超过SYM-1主板上的30个处理芯片,它的工作频率高达64MHz,并且有一个内置的BASIC解释器(比机器语言容易编写)和32KB内部存储器,以及8位I/O端口,独立的串行线。一个芯片只要6美元!在SYM-1主板上,包括一个内置键盘用于输入,一个LED显示器用于输出,这两个装置对于20X2处理器来说,都是相对简单的附件。实际上,在本书的第11章和第12章中将对此进行实际的制作。

注意

PICAXE是由Microchip Technology, Inc(美国微芯科技有限公司)授权的注册商标。PICAXE系列产品由Revolution Education股份有限公司开发和发布。Revolution Education公司不是Microchip的代理商,它没有权利利用任何方式对Microchip进行约束。

目前,有9种微控制器,PICAXE-20X2是其中唯一一个由Revolution Education股份有限公司英国工厂(www.picaxe.co.uk)生产的。实质上,PICAXE微控制器是一个带有预安装专有BASIC解释器的Microchip PICs(单片机可编程中断控制器)微控制器。为了编写PICAXE处理器程序,你所需要的就是一个简单的串行或USB连接,将其连接到Mac或者PC,以及Revolution Education的免费开发软件Programming Editor或AXEpad,你可以用这个软件来进行编辑、开发以及测试你的BASIC程序。在第1章中,我们将以第一个应用项目(“Hello World!”)为例,开始详细描述软件Programming Editor的使用。

Revolution Education (RevEd)发布第一个微控制器可以追溯到21世纪初。如下表所示,是通用PICAXE系列芯片的主要特征,被分为两个子版本:教育版和高级版。教育版主要提供微控制器编程方面的引导性的经验,主要针对低年级和高年级的同学,目前被英国公共学校系统广泛使用。但是,准确地说,因为M2芯片非常便宜(每个3美元或4美元)而且易于编程,所以它为学生和各种业余爱好者提供了很好的切入点。

与教育版相对应的是高级版,高级版处理器在几方面都有很好的性能,程序和变量存储区域的大小、I/O引脚的数量以及运行速度,这些方面的优势都是显而易见的。可是,这些特征仅仅只是这两种类型区别的一部分。在高级版处理器中,有相当多的

附加特征不能用简单的表格总结出来，在你已经完成了本书中所有应用项目的运行之后，你将对PICAXE处理器中许多高级特征有一个很好的理解。

PICAXE处理器	教育版						高级版		
	08M2	14M2	18M2	20M2	28X1	40X1	20X2	28X2	40X2
引脚	8	14	18	20	28	40	20	28	40
输入/输出引脚	6	12	16	18	22	33	18	22	33
10比特ADC输入引脚	3	7	10	11	4	7	11	9	12
触摸输入引脚	3	7	10	11	-	-	-	-	-
脉宽调制输出引脚	1	4	2	4	2	2	1	2	2
硬件中断引脚	-	-	-	-	-	-	2	3	3
近似的BASIC代码的行数	200	600	600	600	1000	1000	1000	4000*	4000*
通用变量（字节）	28	28	28	28	28	28	56	56	56
Peek/Poke存储器变量（字节）	48	256	256	256	96	96	128	256	256
Get/Put暂存器变量（字节）	-	-	-	-	128	128	128	1024	1024
数据（只读）存储器（字节）	256**	256	256	256	256	256	256	256	256
最大频率（MHz）	32	32	32	32	20	20	64	40	40

* 总共有4个程序插槽

** 数据存储器与程序存储器共享

附表 目前PICAXE处理器特征简介

综述

本书中一个核心的概念是“多处理器”应用项目设计，换句话说，我们将使用高级版中的PICAXE处理器（20X2），来完成一个“主处理器”的应用，然后再开发几个基于教育版（尤其是08M2）的PICAXE处理器的智能外围设备。例如，在第11章中，我将使用PICAXE-08M2来搭建一个串行接口的键盘，它能够和我们的20X2主处理器进行连接。当然，20X2（或者任何PICAXE处理器）能够在没有外围设备处理器的辅助下，直接同键盘连接。但是我们采用的方法有两个主要的优点：第一，一旦我已经制作了一个“智能的”外围设备（例如：我们的键盘），它就成为一个单独设备，可以与我们将设计的应用简单地连接。假如我有许多应用项目，我不需要很多键盘，那么我就可以按我的需要在各个应用之间共享键盘。第二，在将外围设备和主处理器连接之前，因为在开发和调试过程中，已经完全熟悉了I/O接口编程的许多细节，所以，随着我们开发更复杂的应用项目，我们的多处理器设计方法将极大地简化软件开发的过程。实际上，我们在复杂的应用项目的硬件和软件开发中，正在使用的就是“分而治之”的方法。

在本书的第一部分，我们将从基础开始学起。第一个项目很简单，并且不需要任

何PICAXE编程的前期知识。这部分剩下的内容，我们将主要集中在08M2和20M2处理器上，涉及一些PICAXE编程和I/O接口技术的基本内容。这时，你已经完成了第一部分的应用项目，将为第二部分做准备，去制作一些主/外围设备。

在第二部分，我们将开发一个基于PICAXE 20X2的主处理器电路，然后为主处理器继续完成几个独立的外围设备的开发，包括：

- 红外遥控信号接收器
- 2行16字的字符型显示屏
- 4×4矩阵键盘
- 4位数码管显示器

第三部分我们将把制作的主/外围设备用于Octavius的开发，它是一个复杂的机器人实验平台，包括一个40X2的主处理器和8个面包板操作台，将它进行扩展，提供必要的工作空间，用于开发一系列传感器/电机外围设备，以增加Octavius的功能。Octavius也包括一个独特的时间片调度系统，使它能够和众多的传感器/电机外围设备处理器通信，能极大地简化用于监控各种各样处理器的软件程序，并且在环境中成功地实现导航。

关于本书中所有应用项目的简短而重要的注意事项

在我开始写这本书的时候，PICAXE处理器的新式的M2系列还没有发布，本书所有使用的小型芯片的项目最初是使用之前的M2系列处理器（08M、14M和20M）开发的。当RevEd发布新式M2处理器时，我决定调整所有相关的应用项目，以使书中的项目和信息及时更新。可是，由于很多人（包括我自己）仍然有以前的M系列处理器，所以相关的项目也能用相应的M系列处理器来完成，仅需要对书中提供的软件程序进行较小的修改。当你访问我的网站下载项目软件时，你将看到，对每一个相关的应用项目，都包括了“M”版本和“M2”版本，选择针对你的处理器可用的版本下载就可以了。



前言

PREFACE

刚刚给我打电话的这位可爱的先生，现在81岁，他说他决定将电子技术作为他的爱好，我立即记下了他的号码。在通话中，他常常以这样欢乐的话语结束：“感谢您的帮助，必须让这个应用项目尽快完成，因为我不知道我什么时候会被甩在后面”。我希望这是很长一段时间！

10年前，当我们启动PICAXE系统的时候，我们打算将Microchip PICs(单片机可编程中断控制器)用于学校的项目中，使它们在复杂的硬件或者复杂的编程语言环境下，不会面临任何的技术困难。中间的几年，由于系统的易操作性，PICAXE系统被成千上万的工业用户、业余爱好者和教育机构所采用。令Revolution Education团队感到高兴的事情就是，看到世界各地的用户们，无论老少，所创建出来的精彩应用项目。

在本书中，Ron尽量用简单的例子来解释PICAXE系统是如何运行的，我相信文章通俗易懂的内容将使很多人在PICAXE应用项目上取得进步。希望你在读完书中对最近推出的新式M2系列PICAXE芯片的描述后，能拥有更多的收获。如果你需要进一步的帮助（或者展示出你的应用项目），快加入不断壮大的PICAXE社区www.picaxeforum.co.uk吧！

祝你开心！

Clive Seager

技术总监

Revolution Education 股份有限公司

第一部分 PICAXE 基础知识

第1章 PICAXE 开发与应用概述

- 2 | PICAXE 处理器的选择
- 3 | 如何与 Mac 或 PC 连接
- 4 | RevEd 的开发软件 Programming Editor 和 AXEpad 的使用
- 5 | PICAXE BASIC 编程语言
- 6 | 面包板, 万能电路板, 印制电路板
- 6 | 应用 1 “Hello World”
- 13 | PICAXE 项目的调试

第2章 万能电路板电路介绍

- 15 | 设计万能电路板电路
- 18 | 制作万能板电路用到的工具
- 20 | 应用 2 USB-PA3 PICAXE 程序下载适配器

第3章 制作一个+5V 稳压电源

- 26 | 为面包板电路设计+5V 稳压电源
- 31 | 应用 3 更多的电量, Scotty!

第4章 PICAXE M2系列处理器的硬件综述

- 36 | 通用变量
- 37 | 存储变量
- 38 | 专用变量
- 42 | 应用4 Cylon Eye (克隆眼)

第5章 PICAXE的输入输出接口

- 49 | PICAXE的I/O接口
- 54 | 设置中断
- 58 | 应用5 Mary

第6章 M2处理器的ADC输入端口简介

- 63 | 分压器
- 67 | 应用6 三态数字逻辑探头

第二部分 PICAXE 外部应用

第7章 PICAXE-20X2处理器简介

- 78 | 20X2处理器的先进特性
- 81 | 应用7 搭建20X2主处理器电路

第8章 电视机遥控器的红外信号

- 87 | 标准电视机红外信号的接收与发射
- 88 | 基于红外信号的串行通信

88	基于红外信号的物体检测
89	实验 1：简单的电视机红外信号输入电路
92	实验 2：连接 IR 电路与主处理器
96	应用 8 电视机红外信号输入模块

第 9 章 并行接口 LCD

102	基于 HD44780 LCD 的基础知识
105	实验 1：基于 HD44780 的并行接口 LCD 的连接
109	应用 9 制作 8 位并行接口 16×2 LCD 模块

第 10 章 并行接口 LCD 的串行化

114	在后台接收串行数据
116	应用 10 制作串行化的 16×2 LCD 模块

第 11 章 键盘接口

131	矩阵键盘译码
132	实验 1：矩阵键盘连接
136	实验 2：键值译码
138	应用 11 制作串行 4×4 矩阵键盘

第 12 章 SPI 接口

149	应用 12 制作 SPI 4 位数码管电路
-----	-----------------------

第 13 章 20X2 处理器的后台时钟

163	使用 20X2 处理器的 Timer1
164	拆解矩阵键盘

166	测试改进的键盘
169	应用 13 制作倒数定时器

第 14 章 制作一个可编程的多功能外围设备

177	应用 14 Evil Genius 多功能外围设备
-----	---------------------------

第 15 章 为 Evil Genius MPD 设计程序

194	理解 20X2 内置硬件比较器
197	测试比较器 1 的配置
198	“我们中断程序来让您按键”
201	应用 15 简单的 MPD 操作系统

第三部分 Octavius：先进的机器人实验平台

第 16 章 Octavius 的诞生

206	理解 Octavius
209	应用 16 搭建 Octavius

第 17 章 驱动 Octavius

213	H 桥型电机控制电路
214	L298 双 H 桥直流电机驱动器
215	应用 17 制作 L298 双 H 桥直流电机控制器电路

第 18 章 为 Octavius 编程

227	MaxBotix LV-MaxSonar 超声波距离探测器
-----	-------------------------------

228	实验 1：测试 MaxSonar-EZ0 传感器
230	实验 2：加一个 4 位数数码管显示屏
232	如何控制？
238	应用 18 向 Octavius 致敬！

结束语 Octavius 接下来会发生什么？