

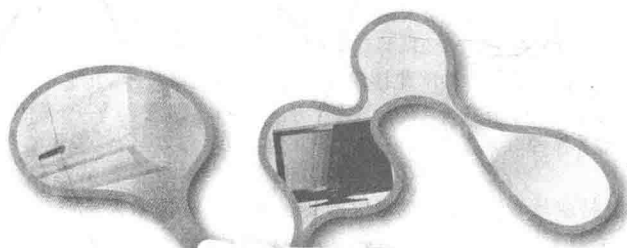
廖建尚 编著

基于Cortex-M3 和IPv6的物联网技术

开发与应用

清华大学出版社





基于Cortex-M3 和IPv6的物联网技术 开发与应用

廖建尚 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书介绍了基于 Cortex-M3 和 IPv6 的物联网开发技术与应用,由浅入深地对物联网系统的开发进行介绍。全书采用任务式开发的学习方法,共积累了 70 个趣味盎然、贴近生活的案例,每个案例均有完整的开发过程,分别是明确的学习目标、清晰的环境开发要求、深入浅出的原理学习、详细的开发内容和完整的开发步骤,最后进行总结和拓展,引导读者轻松完成理论学习,并将理论与开发实践有机地结合起来。

本书按照知识点分类,将嵌入式系统和物联网系统的开发技术、Cortex-M3 接口技术、传感器驱动、无线传感网络技术、Contiki 操作系统基本知识和网络技术、IPv6 综合开发技术、物联网平台开发技术、Android 移动互联网开发结合在一起,实现了各种领域的物联网的数据采集、传输和控制,并提供案例及其源代码,读者可以快速上手。

本书既可作为高等院校相关专业的教材或教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员查阅,且适合微处理器和物联网系统开发爱好者使用。

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。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

基于 Cortex-M3 和 IPv6 的物联网技术开发与应用/廖建尚编著. —北京:清华大学出版社,2017
ISBN 978-7-302-47217-9

I. ①基… II. ①廖… III. ①互联网络—应用—研究 ②智能技术—应用—研究 IV. ①TP393.4
②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 125798 号

责任编辑:刘向威 张爱华

封面设计:文 静

责任校对:焦丽丽

责任印制:宋 林

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:010-62770175

邮 购:010-62786544

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

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:36.5

字 数:890 千字

版 次:2017 年 11 月第 1 版

印 次:2017 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2000

定 价:89.00 元

产品编号:074143-01

前 言

物联网和移动互联网的迅猛发展慢慢改变了人类社会的生产方式、人们的工作方式、生活习惯等。国家规划在 9 大重点领域推广物联网,分别是智能工业、智能农业、智能物流、智能家居、智能交通、智能电网、智能环保、智能安防、智能医疗,并得到了广泛的应用且逐步改变着这些产业的结构。

物联网系统涉及的技术很多,对于一个有志于从事物联网开发的人,必须掌握处理器外围接口的驱动开发技术、相应传感器的驱动开发技术,能开发应用程序和移动端程序。本书从 STM32 处理器入手,详细讲解微处理器接口驱动、传感器驱动、无线网络技术、基于 Contiki 操作系统网络开发技术、基于 IPv6 的多无线网络融合技术、Android 开发技术和云平台开发技术以及物联网高级应用技术。书中理论清晰,实践案例丰富,逐步引导读者掌握物联网的各种开发技术。

本书是一本由浅入深地对物联网系统进行开发的书籍,全书采用任务式开发的学习方法,共积累了 70 个趣味盎然、贴近生活的案例,每个案例均有完整的开发过程,分别是明确的学习目标、清晰的环境开发要求、深入浅出的原理学习、详细的开发内容和完整的开发步骤,最后进行总结与拓展,引导读者进行理论学习,并将理论用于开发实践进行验证,强调理论与实践的有机结合,每个案例均附上完整的开发代码,在源代码的基础上可以快速进行二次开发,能方便地将其转化为各种比赛的案例,便于工程技术开发人员和科研工作人员进行科研项目等。

第 1 章介绍物联网的发展状况以及和 IPv6 的联系,讨论了本书开发使用的硬件平台 STM32 和物联网开发的软件环境搭建,以及如何用 IAR 建立工程。

第 2~4 章介绍基于 STM32 的开发技术,其中第 2 章是 STM32 外围接口开发,开发任务有 GPIO 控制、外部中断、串口通信、SYSTICK 定时器、LCD、实时时钟、独立看门狗、窗口看门狗、定时器中断、内部温度传感器和 DMA 开发,引导读者掌握 STM32 外围接口开发;第 3 章是传感器驱动开发,在 STM32 的基础上完成各种传感器的原理学习与开发,有光敏传感器、温湿度传感器、雨滴/凝露传感器、火焰传感器、继电器、霍尔传感器、超声波测距传感器、人体红外传感器、可燃气体/烟雾传感器、酒精传感器、空气质量传感器、三轴加速度传感器、压力传感器、RFID 读写和步进电机控制等,所介绍的传感器均是目前在社会上广泛应用的;第 4 章介绍了 4 种常用的无线网络技术,有 IEEE 802.15.4 无线网络驱动开发、IEEE 802.15.4 点对点通信开发、蓝牙无线网络开发和 WiFi 无线网络开发,通过项目开发阐述了 4 种网络的特点。

第 5~7 章介绍 Contiki 操作系统和基于 Contiki 的开发技术,其中第 5 章介绍易于移植到微处理器上的小型操作系统 Contiki,讨论了 Contiki 应用和数据结构,并将 Contiki 移

植到 STM32,并在 Contiki 系统上进行进程开发、多进程开发、进程通信开发、定时器驱动开发和基于 Contiki 的 LCD 驱动开发;第 6 章介绍基于 Contiki 操作系统的无线网络项目开发,分别详细阐述了 Contiki 网络工程开发、IPv6 网关实现,并分模块实现三种网络的 IPv6 开发,分别有 IEEE 802.15.4 节点 RPL 组网开发、蓝牙节点 IPv6 组网开发、WiFi 节点 IPv6 组网开发、节点间 UDP 通信开发、节点间 TCP 通信开发、PC 与节点间 UDP 通信开发、PC 与节点间 TCP 通信以及 Protosocket 编程开发。第 7 章介绍基于 IPv6 的物联网综合项目开发,详细分析了基于 IPv6 的多无线网络融合框架、节点数据通信协议,结合项目实现了信息采集及控制(UDP)、信息采集及控制(CoAP)、传感器综合应用以及传感器的自定义开发。

第 8 章和第 9 章是高级技术应用开发,其中第 8 章介绍物联网平台综合项目开发,讨论了智云物联网平台的基本使用方法和一种用于数据传输的通信协议,并且实现了 IPv6 的节点硬件驱动开发、Android API 开发和 Web API 开发,实现了云平台的应用;第 9 章是物联网云平台高级项目开发,有 4 个综合应用项目,分别是可燃气体检测系统开发、自动浇花系统开发、智能家居监控系统开发和农业环境自动监控系统开发,实现了物联网云平台的高级应用,也对全书的知识点进行了应用和串联。

本书特色:

(1) 任务式开发。抛开传统的理论学习方法,选取合适的案例将理论与实践结合起来,通过理论学习和开发实践,快速入门,由浅入深,逐步掌握 Cortex-M3 和 IPv6 的物联网开发技术。

(2) 各种知识点融合。将嵌入式系统和物联网的开发技术、STM32 处理器基本接口驱动、传感器驱动、常用无线技术、小型操作系统、IPv6、Android 移动互联网开发等相结合,实现了强大的物联网数据采集、传输和处理。

本书既可作为高等院校相关专业的教材或教学参考书,也可供相关领域的工程技术人员查阅,也适合微处理和物联网开发爱好者使用。

本书在编写过程中,借鉴和参考了国内外专家、学者、技术人员的相关研究成果,在此谨向有关作者表示深深的敬意和谢意。感谢中智讯(武汉)科技有限公司在本书编写过程中提供的帮助,特别感谢清华大学出版社的编辑在本书出版过程中给予的指导和大力支持。本书是“广东高等职业教育品牌专业建设项目(2016gzpp044)”研究成果之一。

由于本书涉及的知识面广,时间又仓促,限于笔者的水平和经验,疏漏之处在所难免,恳请专家和读者批评指正。

编者

2017 年 3 月

目 录

第 1 章 物联网开发硬件与软件	1
1.1 任务 1 认识物联网	1
1.1.1 物联网的含义与基本特征	1
1.1.2 中国物联网产业发展现状	2
1.1.3 中国物联网技术发展存在的问题	4
1.1.4 IPv6 和物联网发展	5
1.1.5 IPv6 技术简介	6
1.2 任务 2 认识物联网开发套件	7
1.2.1 学习目标	7
1.2.2 STM32W108	7
1.2.3 ZXBee 无线节点	7
1.2.4 硬件连接和调试	9
1.2.5 ZXBee 无线节点硬件资源	11
1.3 任务 3 搭建物联网开发环境	12
1.3.1 学习目标	12
1.3.2 开发环境	12
1.3.3 原理学习	12
1.3.4 开发步骤	12
1.4 任务 4 IAR 项目开发	13
1.4.1 工程目录创建	14
1.4.2 工程设置	16
1.4.3 程序下载和调试	19
1.4.4 下载 hex 文件	21
第 2 章 STM32 外围接口开发	24
2.1 任务 5 GPIO 驱动	24
2.1.1 学习目标	24
2.1.2 开发环境	24
2.1.3 原理学习	24
2.1.4 开发内容	25

2.1.5	开发步骤	28
2.1.6	总结与扩展	28
2.2	任务 6 外部中断	28
2.2.1	学习目标	28
2.2.2	开发环境	28
2.2.3	原理学习	29
2.2.4	开发内容	30
2.2.5	开发步骤	32
2.2.6	总结与扩展	32
2.3	任务 7 串口通信	32
2.3.1	学习目标	32
2.3.2	开发环境	32
2.3.3	原理学习	32
2.3.4	开发内容	33
2.3.5	开发步骤	35
2.3.6	总结与扩展	35
2.4	任务 8 SYSTICK 定时器	36
2.4.1	学习目标	36
2.4.2	开发环境	36
2.4.3	原理学习	36
2.4.4	开发内容	36
2.4.5	开发步骤	38
2.4.6	总结与扩展	38
2.5	任务 9 LCD	38
2.5.1	学习目标	38
2.5.2	开发环境	38
2.5.3	原理学习	38
2.5.4	开发内容	39
2.5.5	开发步骤	46
2.5.6	总结与扩展	46
2.6	任务 10 实时时钟	47
2.6.1	学习目标	47
2.6.2	开发环境	47
2.6.3	原理学习	47
2.6.4	开发内容	47
2.6.5	开发步骤	50
2.6.6	总结与扩展	50
2.7	任务 11 独立看门狗	50
2.7.1	学习目标	50

2.7.2	开发环境	50
2.7.3	原理学习	50
2.7.4	开发内容	51
2.7.5	开发步骤	52
2.7.6	总结与扩展	52
2.8	任务 12 窗口看门狗	53
2.8.1	学习目标	53
2.8.2	开发环境	53
2.8.3	原理学习	53
2.8.4	开发内容	54
2.8.5	开发步骤	55
2.8.6	总结与扩展	55
2.9	任务 13 定时器中断	56
2.9.1	学习目标	56
2.9.2	开发环境	56
2.9.3	原理学习	56
2.9.4	开发内容	57
2.9.5	开发步骤	59
2.9.6	总结与扩展	59
2.10	任务 14 内部温度传感器	59
2.10.1	学习目标	59
2.10.2	开发环境	60
2.10.3	原理学习	60
2.10.4	开发内容	60
2.10.5	开发步骤	62
2.10.6	总结与扩展	62
2.11	任务 15 DMA	62
2.11.1	学习目标	62
2.11.2	开发环境	63
2.11.3	原理学习	63
2.11.4	开发内容	65
2.11.5	开发步骤	68
2.11.6	总结与扩展	69
第 3 章 传感器驱动开发		70
3.1	任务 16 光敏传感器	70
3.1.1	学习目标	70
3.1.2	开发环境	70
3.1.3	原理学习	70

3.1.4	开发内容	70
3.1.5	开发步骤	73
3.1.6	总结与扩展	73
3.2	任务 17 温湿度传感器	73
3.2.1	学习目标	73
3.2.2	开发环境	73
3.2.3	原理学习	73
3.2.4	开发内容	76
3.2.5	开发步骤	79
3.2.6	总结与扩展	80
3.3	任务 18 雨滴/凝露传感器	80
3.3.1	学习目标	80
3.3.2	开发环境	80
3.3.3	原理学习	80
3.3.4	开发内容	81
3.3.5	开发步骤	83
3.3.6	总结与扩展	83
3.4	任务 19 火焰传感器	83
3.4.1	学习目标	83
3.4.2	开发环境	83
3.4.3	原理学习	83
3.4.4	开发内容	84
3.4.5	开发步骤	85
3.4.6	总结与扩展	86
3.5	任务 20 继电器	86
3.5.1	学习目标	86
3.5.2	开发环境	86
3.5.3	原理学习	86
3.5.4	开发内容	88
3.5.5	开发步骤	89
3.5.6	总结与扩展	89
3.6	任务 21 霍尔传感器	89
3.6.1	学习目标	89
3.6.2	开发环境	89
3.6.3	原理学习	89
3.6.4	开发内容	91
3.6.5	开发步骤	92
3.6.6	总结与扩展	92
3.7	任务 22 超声波测距传感器	93

3.7.1	学习目标	93
3.7.2	开发环境	93
3.7.3	原理学习	93
3.7.4	开发内容	94
3.7.5	开发步骤	95
3.7.6	总结与扩展	96
3.8	任务 23 人体红外传感器	96
3.8.1	学习目标	96
3.8.2	开发环境	96
3.8.3	原理学习	97
3.8.4	开发内容	97
3.8.5	开发步骤	98
3.8.6	总结与扩展	98
3.9	任务 24 可燃气体/烟雾传感器	99
3.9.1	学习目标	99
3.9.2	开发环境	99
3.9.3	原理学习	99
3.9.4	开发内容	100
3.9.5	开发步骤	102
3.9.6	总结与扩展	102
3.10	任务 25 酒精传感器	102
3.10.1	学习目标	102
3.10.2	开发环境	102
3.10.3	原理学习	102
3.10.4	开发内容	103
3.10.5	开发步骤	104
3.10.6	总结与扩展	105
3.11	任务 26 空气质量传感器	105
3.11.1	学习目标	105
3.11.2	开发环境	106
3.11.3	原理学习	106
3.11.4	开发内容	106
3.11.5	开发步骤	108
3.11.6	总结与扩展	108
3.12	任务 27 三轴加速度传感器	109
3.12.1	学习目标	109
3.12.2	开发环境	109
3.12.3	原理学习	109
3.12.4	开发内容	110

3.12.5	开发步骤	115
3.12.6	总结与扩展	115
3.13	任务 28 压力传感器	116
3.13.1	学习目标	116
3.13.2	开发环境	116
3.13.3	原理学习	116
3.13.4	开发内容	117
3.13.5	开发步骤	120
3.13.6	总结与扩展	121
3.14	任务 29 RFID 读写	121
3.14.1	学习目标	121
3.14.2	开发环境	121
3.14.3	原理学习	121
3.14.4	开发内容	124
3.14.5	开发步骤	132
3.14.6	总结与扩展	133
3.15	任务 30 步进电机控制	134
3.15.1	学习目标	134
3.15.2	开发环境	134
3.15.3	原理学习	134
3.15.4	开发内容	135
3.15.5	开发步骤	137
3.15.6	总结与扩展	137
第 4 章	无线传感网络技术开发	138
4.1	任务 31 IEEE 802.15.4 无线网络驱动开发	138
4.1.1	学习目标	138
4.1.2	开发环境	138
4.1.3	原理学习	138
4.1.4	开发内容	140
4.1.5	开发步骤	143
4.2	任务 32 IEEE 802.15.4 点对点通信开发	144
4.2.1	学习目标	144
4.2.2	开发环境	144
4.2.3	原理学习	144
4.2.4	开发内容	144
4.2.5	开发步骤	148
4.3	任务 33 蓝牙无线网络开发	150
4.3.1	学习目标	150

4.3.2	开发环境	150
4.3.3	原理学习	150
4.3.4	开发内容	153
4.3.5	开发步骤	155
4.4	任务 34 WiFi 无线网络开发	160
4.4.1	学习目标	160
4.4.2	开发环境	160
4.4.3	原理学习	160
4.4.4	开发内容	164
4.4.5	开发步骤	165
第 5 章	基于 Contiki 操作系统的基础项目开发	168
5.1	任务 35 认识 Contiki 操作系统	168
5.1.1	学习目标	168
5.1.2	原理学习	168
5.2	任务 36 认识 Contiki 操作系统的数据结构	171
5.2.1	学习目标	171
5.2.2	原理学习	171
5.3	任务 37 Contiki 操作系统移植	175
5.3.1	学习目标	175
5.3.2	开发环境	175
5.3.3	原理学习	175
5.3.4	开发内容	175
5.3.5	开发步骤	184
5.3.6	总结与扩展	184
5.4	任务 38 Contiki 操作系统的进程开发	185
5.4.1	学习目标	185
5.4.2	开发环境	185
5.4.3	原理学习	185
5.4.4	开发步骤	191
5.4.5	总结与扩展	191
5.5	任务 39 Contiki 多进程开发	192
5.5.1	学习目标	192
5.5.2	开发环境	192
5.5.3	原理学习	192
5.5.4	开发步骤	193
5.5.5	总结与扩展	193
5.6	任务 40 Contiki 进程通信基础开发	194
5.6.1	学习目标	194

5.6.2	开发环境	194
5.6.3	原理学习	194
5.6.4	开发步骤	195
5.6.5	总结与扩展	196
5.7	任务 41 Contiki 进程通信高级开发	196
5.7.1	学习目标	196
5.7.2	开发环境	196
5.7.3	开发内容	196
5.7.4	开发步骤	200
5.7.5	总结与扩展	200
5.8	任务 42 定时器驱动开发	200
5.8.1	学习目标	200
5.8.2	开发环境	200
5.8.3	原理学习	200
5.8.4	开发步骤	202
5.8.5	总结与扩展	202
5.9	任务 43 基于 Contiki 的 LCD 驱动开发	203
5.9.1	学习目标	203
5.9.2	开发环境	203
5.9.3	原理学习	203
5.9.4	开发步骤	209
5.9.5	总结与扩展	210
第 6 章 基于 Contiki 操作系统的无线网络项目开发		211
6.1	任务 44 Contiki 网络工程开发	211
6.1.1	学习目标	211
6.1.2	开发环境	211
6.1.3	开发内容	211
6.1.4	开发步骤	218
6.1.5	总结与扩展	218
6.2	任务 45 IPv6 网关实现	219
6.2.1	学习目标	219
6.2.2	开发环境	219
6.2.3	原理学习	219
6.2.4	开发内容	220
6.2.5	开发步骤	229
6.3	任务 46 IEEE 802.15.4 节点 RPL 组网开发	235
6.3.1	学习目标	235
6.3.2	开发环境	235

6.3.3	原理学习	235
6.3.4	开发内容	238
6.3.5	开发步骤	243
6.4	任务 47 蓝牙节点 IPv6 组网开发	244
6.4.1	学习目标	244
6.4.2	开发环境	244
6.4.3	原理学习	244
6.4.4	开发内容	245
6.4.5	开发步骤	249
6.5	任务 48 WiFi 节点 IPv6 组网开发	251
6.5.1	学习目标	251
6.5.2	开发环境	251
6.5.3	原理学习	251
6.5.4	开发内容	251
6.5.5	开发步骤	253
6.6	任务 49 节点间 UDP 通信开发	255
6.6.1	学习目标	255
6.6.2	开发环境	255
6.6.3	原理学习	256
6.6.4	开发内容	256
6.6.5	开发步骤	260
6.7	任务 50 节点间 TCP 通信开发	262
6.7.1	学习目标	262
6.7.2	开发环境	262
6.7.3	原理学习	262
6.7.4	开发内容	263
6.7.5	开发步骤	266
6.8	任务 51 PC 与节点间 UDP 通信开发	268
6.8.1	学习目标	268
6.8.2	开发环境	268
6.8.3	原理学习	269
6.8.4	开发内容	269
6.8.5	开发步骤	270
6.9	任务 52 PC 与节点间 TCP 通信	272
6.9.1	学习目标	272
6.9.2	开发环境	272
6.9.3	原理学习	272
6.9.4	开发内容	273
6.9.5	开发步骤	274

6.10	任务 53	Protosocket 编程开发	276
6.10.1	学习目标		276
6.10.2	开发环境		276
6.10.3	原理学习		276
6.10.4	开发内容		276
6.10.5	开发步骤		278

第 7 章 基于 IPv6 的物联网综合项目开发 280

7.1	任务 54	基于 IPv6 的多无线网络融合框架	280
7.1.1	学习目标		280
7.1.2	开发环境		280
7.1.3	原理学习		280
7.1.4	开发内容		280
7.1.5	开发步骤		282
7.2	任务 55	节点数据通信协议	290
7.2.1	学习目标		290
7.2.2	原理学习		291
7.3	任务 56	信息采集及控制(UDP)	294
7.3.1	学习目标		294
7.3.2	开发环境		294
7.3.3	原理学习		294
7.3.4	开发内容		294
7.3.5	开发步骤		302
7.3.6	总结与扩展		305
7.4	任务 57	信息采集及控制(CoAP)	305
7.4.1	学习目标		305
7.4.2	开发环境		305
7.4.3	原理学习		305
7.4.4	开发内容		307
7.4.5	开发步骤		311
7.4.6	总结与扩展		315
7.5	任务 58	传感器综合应用	315
7.5.1	学习目标		315
7.5.2	开发环境		315
7.5.3	开发内容		316
7.5.4	开发步骤		329
7.6	任务 59	传感器的自定义开发	333
7.6.1	学习目标		333
7.6.2	开发环境		333

7.6.3	开发内容	333
7.6.4	开发步骤	339
第8章	物联网平台综合项目开发	341
8.1	任务 60 智云物联开发基础	342
8.1.1	学习目标	342
8.1.2	智云物联平台介绍	342
8.1.3	智云物联基本框架	343
8.1.4	智云物联常用硬件	344
8.1.5	智云物联优秀项目	344
8.1.6	开发前准备工作	345
8.2	任务 61 智云平台基本开发	346
8.2.1	学习目标	346
8.2.2	开发环境	346
8.2.3	原理学习	346
8.2.4	开发内容	347
8.2.5	开发步骤	351
8.2.6	总结与扩展	357
8.3	任务 62 物联网通信协议	357
8.3.1	学习目标	357
8.3.2	开发环境	357
8.3.3	原理学习	357
8.3.4	开发内容	362
8.3.5	开发步骤	364
8.3.6	总结与扩展	366
8.4	任务 63 IPv6 的节点硬件驱动开发	366
8.4.1	学习目标	366
8.4.2	开发环境	367
8.4.3	原理学习	367
8.4.4	开发内容	372
8.4.5	开发步骤	382
8.4.6	总结与扩展	384
8.5	任务 64 Android API 开发	385
8.5.1	学习目标	385
8.5.2	开发环境	385
8.5.3	原理学习	385
8.5.4	开发内容	391
8.5.5	开发步骤	409
8.5.6	总结与扩展	411

8.6	任务 65	Web API 开发	411
8.6.1		学习目标	411
8.6.2		开发环境	411
8.6.3		原理学习	411
8.6.4		开发内容	416
8.6.5		开发步骤	457
8.6.6		总结与扩展	463
8.7	任务 66	开发调试工具	464
8.7.1		学习目标	464
8.7.2		开发环境	464
8.7.3		原理学习	464
8.7.4		开发内容	464
8.7.5		开发步骤	467
8.7.6		总结与扩展	469
第 9 章 物联网云平台高级项目开发			470
9.1	任务 67	可燃气体检测系统开发	470
9.1.1		学习目标	470
9.1.2		开发环境	470
9.1.3		原理学习	470
9.1.4		开始内容	471
9.1.5		开发步骤	480
9.1.6		总结与扩展	482
9.2	任务 68	自动浇花系统开发	483
9.2.1		学习目标	483
9.2.2		开发环境	483
9.2.3		原理学习	483
9.2.4		开发内容	485
9.2.5		开发步骤	500
9.2.6		总结与扩展	502
9.3	任务 69	智能家居监控系统开发	503
9.3.1		学习目标	503
9.3.2		开发环境	503
9.3.3		原理学习	503
9.3.4		开发内容	505
9.3.5		开发步骤	531
9.3.6		总结与扩展	532
9.4	任务 70	农业环境自动监控系统开发	533
9.4.1		学习目标	533