

物联网

M2M开发技术

——基于无线CPU Q26XX

洪利 孔慧娟 刘盈 厉康 编著



源程序下载地址

<http://www.buaapress.com.cn>的“下载专区”



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

物联网 M2M 开发技术 ——基于无线 CPU Q26XX

洪 利 孔慧娟 刘 盈 厉 康 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书从 Sierra Wireless 公司的 Q2686 无线 CPU 开发平台的基本开发方法入手,介绍基于 Q2686 无线 CPU 开发平台的系统软、硬件开发方法,并以 Q2686 无线 CPU 模块的功能为主线详细介绍了该 CPU 处理器的硬件使用和 C 语言编程。在介绍功能的同时,列举了相应的应用实例,给出了硬件原理和 C 语言程序代码,并附有详细的程序说明,为用户快速掌握 Q2686 无线 CPU 处理器各功能单元的使用提供了便利。本书提供所有程序源代码,读者可在北京航空航天大学出版社网站“下载专区”下载。

本书可作为大学本科嵌入式移动通信相关课程的教材,也可作为信息类本科生和研究生工程训练参考书以及物联网关键组成部分 M2M 嵌入式开发人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

物联网 M2M 开发技术:基于无线 CPU Q26XX / 洪利等
编著. --北京:北京航空航天大学出版社,2011.6

ISBN 978-7-5124-0422-9

I. ①物… II. ①洪… III. ①互连网络—应用—研究
②智能技术—应用—研究 IV. ①TP393.4②TP18

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 074723 号

版权所有,侵权必究。

物联网 M2M 开发技术——基于无线 CPU Q26XX

洪利 孔慧娟 刘盈 厉康 编著

责任编辑 潘晓丽 张雯佳 刘秀清

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

北京时代华都印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:18.75 字数:420 千字

2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0422-9 定价:39.00 元

前言

M2M 是物联网四大支柱业务群之一,长距离无线通信网是物联网四大支撑网络之一。无线 CPU 是长距离无线通信的重要组成部分,是 M2M 业务的具体实现载体,是实现物联网的关键技术之一。

Sierra Wireless 公司的 Q2686/7 系列无线 CPU 是工业级 GSM/GPRS 4 频通信模块,支持 GSM/GPRS 850/900/1800/1900 MHz,可通行全球(日本除外)。Q26 系列无线 CPU 耗电量低,工作温度范围为 -40°C 到 $+80^{\circ}\text{C}$,符合车用电子温度及其他严格的工业环境;支持远程下载,通过 GPRS 传输,即可更新其开发软件版本。Q26 系列无线 CPU 支持 GSM 和 CDMA 版本互换,并搭配其操作系统,支持新技术的发展,包括 EDGE 与 3G。此外,该系列产品提供了丰富的片内外设,如 GPIO、I²C 总线、SPI 总线和 A/D 转换器等。

有别于《Q2406 无线 CPU 嵌入式开发技术》和《无线 CPU 与移动 IP 网络开发技术》两书,本书的编写力求更加通俗易懂,并增加了大量浅显易懂的实验实例,以满足初学者入门之用。为了便于学习和进行模型系统开发,我们设计与本书配套的无线 CPU 嵌入式应用开发平台——最小开发板和开发实验箱。

本书详细介绍了 Q2686 系列无线 CPU 的基本功能、电气特性、最小开发板和开发实验箱的硬件结构及开发方法,并且给出了详细的开发实例。本书各章节的内容安排如下:

第 0 章——物联网与 M2M。介绍物联网定义、四大支柱业务群、四大支撑网络。

第 1 章——Q26 系列无线 CPU 硬件结构。介绍 Q2686/7 系列无线 CPU 各接口的基本功能、电气特性和典型应用实例。

第 2 章——Q26 系列无线 CPU 硬件开发平台。介绍基于 Q2686/7 系列无线 CPU 开发设计的最小开发板和开发实验箱的硬件接口及基本功能。

第 3 章——Open AT 开发环境简介。介绍 Q2686/7 系列无线 CPU 的嵌入式应用程序开发平台 Developer Studio 的安装及使用方法。

第 4 章——Q26 系列无线 CPU 的 ADL 程序设计基础。介绍嵌入式应用程序开发基础知识和高级 API 库函数。

第 5 章——基于 Q26 系列无线 CPU 硬件开发平台的应用实例。介绍基于最小开发板和开发实验箱的实验设计及实验代码。

附录 A——简明 AT 指令。列出 Q2686/7 系列无线 CPU 支持的 AT 指令集。

前 言

附录 B——AT 指令响应。列出 Q2686/7 系列无线 CPU 接收 AT 指令后的响应。

附录 C——常见 ADL 错误信息。介绍 ADL API 被调用时返回的消息。

附录 D——常见基础 API 函数。介绍开发人员在使用 ADL API 开发嵌入式应用程序时所允许调用的基础 API 函数。

参与本书编写工作的主要人员有洪利、孔慧娟、刘盈、厉康以及中国石油大学(华东)嵌入式移动通信 363 实验室的蔡丽萍、章扬、李世宝、丁淑研老师。研究生朱华、吕敬伟、杨强生、马晓伟、乔一新、张正男也参加了资料整理及部分内容的编写工作。

感谢 Sierra Wireless 公司朱海波先生和北京航空航天大学出版社的大力支持使本书得以快速出版。

由于作者水平有限,书中难免有疏忽、不恰当,甚至错误的地方,恳请各位老师及同行指正。有兴趣的读者,可以发送电子邮件到 WirelessCPU@QQ.com,与作者进一步交流;也可发送电子邮件到 emsbook@gmail.com,与本书策划编辑进行交流。

作者

2011 年 3 月

目 录

第 0 章 物联网与 M2M	1
0.1 物联网定义	1
0.2 物联网四大支柱业务群	2
0.3 物联网四大支撑网络	3
0.4 M2M 嵌入式开发	4
第 1 章 Q26 系列无线 CPU 硬件结构	5
1.1 概 述	5
1.2 功能描述	6
1.2.1 RF 功能	7
1.2.2 基带功能	7
1.2.3 软 件	7
1.3 通用连接器(GPC)	7
1.4 电 源	13
1.4.1 电源接口	13
1.4.2 电源引脚	14
1.5 串行接口	14
1.5.1 异步串行通信接口	14
1.5.2 同步串行通信接口	21
1.6 并行接口	25
1.7 键盘接口	28
1.8 SIM 卡接口	29
1.9 通用输入/输出接口	31
1.10 A/D 转换器	33
1.11 D/A 转换器	34

目 录

1.12	温度传感器接口	34
1.13	模拟音频接口	35
1.13.1	话筒输入接口	35
1.13.2	扬声器接口	41
1.14	蜂鸣器接口	43
1.15	充电器接口	45
1.15.1	镍镉/镍氢充电算法	46
1.15.2	锂离子充电算法	47
1.15.3	预充电模式	48
1.15.4	温度监控	48
1.16	ON/ $\overline{\text{OFF}}$ 信号	49
1.16.1	Power ON	50
1.16.2	Power OFF	51
1.17	BOOT	51
1.18	复位信号($\overline{\text{RESET}}$)	52
1.19	外部中断信号	54
1.20	VCC_2V8 与 VCC_1V8 输出接口	55
1.21	BAT-RTC(备用电源)	56
1.21.1	引脚说明	56
1.21.2	典型应用	57
1.22	FLASH-LED 信号	58
1.23	数字音频接口(PCM)	59
1.24	USB 2.0 接口	62
1.25	RF 接口	63
1.25.1	RF 连接	63
1.25.2	RF 性能	64
1.25.3	天线标准	64
第 2 章	Q2686 无线 CPU 硬件开发平台	66
2.1	最小开发板	66
2.2	开发实验箱硬件接口说明	74
第 3 章	Open AT 开发环境简介	80
3.1	Open AT 开发环境安装	80

目 录

3.1.1	安装配置	80
3.1.2	Open AT SDK 的安装	80
3.2	Open AT 应用程序开发	88
3.2.1	创建应用程序	88
3.2.2	生成应用程序	93
3.2.3	调试应用程序	94
3.2.4	下载应用程序	96
第4章	Q26 系列无线 CPU ADL 程序设计基础	97
4.1	ADL 程序设计基础	97
4.1.1	无线 CPU 应用模式	97
4.1.2	应用开发层	98
4.1.3	数据结构	99
4.1.4	函 数	100
4.1.5	ADL 程序结构	100
4.1.6	ADL 开发实例	102
4.2	Q26 系列无线 CPU 高级 API 库函数	103
4.2.1	adl_at.h	103
4.2.2	adl_TimerHandler.h	109
4.2.3	adl_flash.h	111
4.2.4	adl_fcm.h	114
4.2.5	adl_gpio.h	122
4.2.6	adl_bus.h	131
4.2.7	adl_sim.h	143
4.2.8	adl_sms.h	144
4.2.9	adl_call.h	146
4.2.10	adl_gprs.h	150
4.2.11	adl_ad.h	155
第5章	基于 Q26 系列无线 CPU 硬件开发平台的应用实验	162
5.1	实验1 安装熟悉开发环境	162
5.2	实验2 熟悉 AT 指令	163
5.3	实验3 异步串行通信接口——FCM 实验	167
5.4	实验4 GPIO 实验	171

目 录

5.5	实验 5 RS-485 接口实验	175
5.6	实验 6 I ² C 实验	179
5.7	实验 7 SPI 实验	183
5.8	实验 8 SMS 实验	187
5.9	实验 9 GPRS 实验	190
5.10	实验 10 FLASH 实验	200
5.11	实验 11 A&D 服务实验	202
5.12	实验 12 定时器实验	207
5.13	实验 13 键盘接口实验	209
5.14	实验 14 显示屏实验	211
5.15	实验 15 语音呼叫实验	214
5.16	实验 16 点阵实验	218
5.17	实验 17 数字呼叫服务实验	227
5.18	实验 18 键盘和显示器	236
5.19	实验 19 键盘和语音呼叫	251
5.20	实验 20 交通灯实验	257
附录 A 简明 AT 指令		262
附录 B AT 指令响应		268
附录 C 常见 ADL 错误信息		274
附录 D 常见基础 API 函数		276
附录 E 基于 adl_gprs.h 和 adl_fcm.h 的 GPRS 通信的实现		287
参考文献		292

第 0 章

物联网与 M2M

物联网是通过智能感知和识别技术与普适计算及泛在网络的融合应用,被称为继计算机和互联网之后世界信息产业发展的第三次浪潮。周洪波在《物联网:技术、应用、标准和商业模式》一书中结合理论和实践对物联网进行了全面和系统的阐述;下列关于物联网的定义、物联网四大支柱业务群和物联网四大支撑网络的论述即来自该书。

0.1 物联网定义

物联网(Internet of Things)指的是将无处不在(Ubiquitous)的末端设备(Devices)和设施(Facilities),包括具备“内在智能”的传感器、移动终端、工业系统、楼控系统、家庭智能设施、视频监控系统等和“外在使能”(Enabled)的,如贴上 RFID 的各种资产(Assets)、携带无线终端的个人及车辆等等“智能化物件或动物”或“智能尘埃”(Mote),通过各种无线和/或有线的长距离和/或短距离通信网络实现互联互通(M2M),应用大集成(Grand Integration/MAI)以及基于云计算的 SaaS 营运等模式,在内网(Intranet)、专网(Extranet)、和/或互联网(Internet)环境下,采用适当的信息安全保障机制,提供安全可控乃至个性化的实时在线监测、定位追溯、报警联动、调度指挥、预案管理、远程控制、安全防范、远程维保、在线升级、统计报表、决策支持、领导桌面(集中展示的 Cockpit Dashboard)等管理和服务功能,实现对“万物”(everything)“高效、节能、安全、环保”的“管、控、营”一体化 TaaS 服务。预计,物联网及其相关的 TaaS 业务,在基于 Semantic Web 技术的 Web 3.0 基础上,将构成 Web 4.0 的主体,如图 0.1 所示。

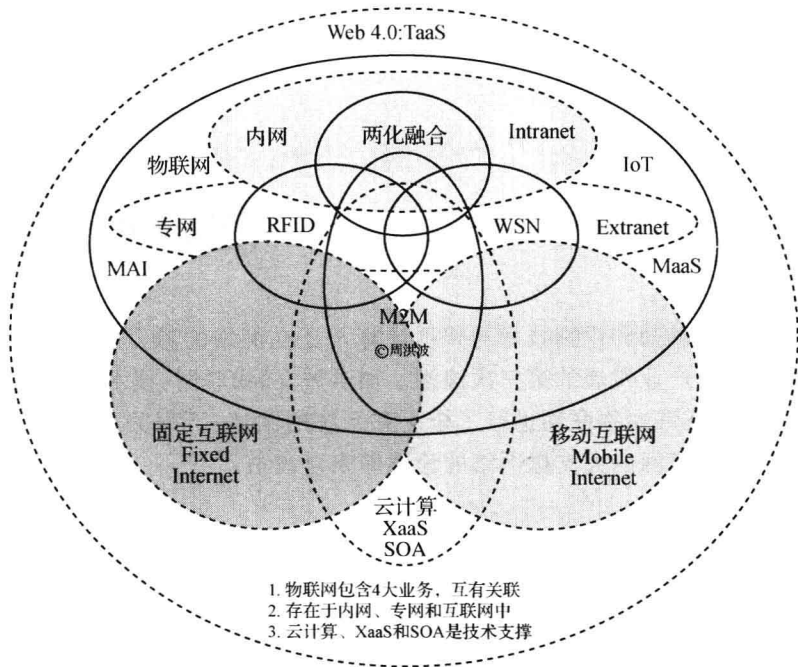


图 0.1 Web 4.0: 物联网

0.2 物联网四大支柱业务群

如图 0.2 所示，物联网四大支柱业务群包括 RFID、传感网、M2M 和两化融合。

① RFID 电子标签属于智能卡一类。物联网概念是 1998 年 MIT Auto-ID 中心主任 Ashton 教授提出来的。RFID 技术在物联网中主要起“使能”(Enable)作用。

② 传感网 借助于各种传感器，探测和集成包括温度、湿度、压力、速度等物质现象的网络，也是温总理“感知中国”提法的主要依据之一。

③ M2M 这个词国外用得较多，侧重于末端设备的互联、集控管理和 X-Internet，中国三大通信运营商也在推 M2M 这个理念。

④ 两化融合 工业信息化也是物联网产业主要推动力之一，自动化和控制行业是其主力，但目前来自这个行业的声音相对较少。

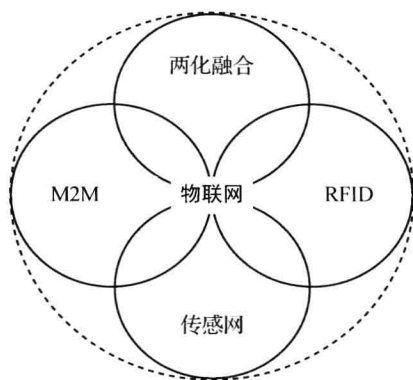


图 0.2 物联网四大业务群

0.3 物联网四大支撑网络

因“物”的所有权特性,物联网应用在相当一段时间内都将主要在内网(Intranet)和专网(Extranet)中运行,形成分散的众多“物连网”,但最终会走向互联网(Internet),形成真正的“物联网”,如 Google Power Meter。

物联网四大支撑网络如图 0.3 所示。包括:短距离无线通信网、长距离无线通信网、短距离有线通信网、长距离有线通信网。

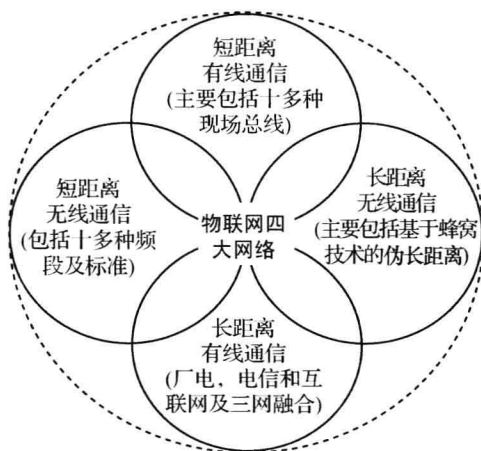


图 0.3 物联网四大网络群

① 短距离无线通信网 包括十多种已存在的短距离无线通信(如 Zigbee、蓝牙、RFID 等)标准网络以及组合形成的无线网状网(Mesh Networks)。

② 长距离无线通信网 包括 GPRS/CDMA、3G、4G、5G 等蜂窝(伪长距离通信)网以及真正的长距离 GPS 卫星移动通信网。

③ 短距离有线通信网 主要依赖十多种现场总线(如 ModBus、DeviceNet 等)标准以及 PLC 电力线载波等网络。

④ 长距离有线通信网 支持 IP 协议的网络。包括:计算机网、广电网和电信网(三网融合)以及国家电网的通信网。

0.4 M2M 嵌入式开发

从物联网定义、物联网四大支柱业务群、物联网四大支撑网络可以看出,M2M 是物联网的关键组成部分。本书将基于 Sierra Wireless 公司的 Q2686 无线 CPU 及 Open AT 开发平台,介绍 M2M 嵌入式开发方法与实践。

第 1 章

Q26 系列无线 CPU 硬件结构

1.1 概 述

WISMO Quik Q2686/7 系列无线 CPU 是一种独立的 E - GSM/GPRS 900/1800/850/1900(MHz)四频 CPU,大小为 40 mm× 32.2 mm×4 mm,重量不到 9 g,是目前最小巧的四频 GSM/GPRS 解决方案,如图 1.1 所示。其遵循 RoHS(电气电子设备有害物质限制)标准,内含 32 位、104 MHz 的 ARM 9 处理器,运行速度为 30MIPS(Million Instructions Per Second),是上一代解决方案的 6 倍。

其具有以下特性:

➤ E - GSM 900/GSM 850 射频单元的工作电压为 3.6 V,功率为 2 W。

➤ GSM 1800/1900 射频单元的工作电压为 3.6 V,功率为 1 W。

➤ 硬件支持 GPRS Class 10。

➤ 具有回声消除和降噪的功能。

➤ 充电电路。

➤ 耗电量极低。在低功耗模式下约为 5 μ A,符合电表等对电力消耗要求严格的应用场合。

➤ 工作温度范围为 -40℃~+85℃,符合汽车电子或其他工业环境要求。

➤ 数字单元工作电压为 2.8 V 和 1.8 V。

Q26 系列无线 CPU 实时时钟采用日历,内嵌 32 MB Flash 和 16 MB RAM,可以有效减轻其他 CPU 的工作量。

Q26 系列无线 CPU 提供了两种外部接口:一种是 RF 接口,用于天线的连接;另一种是通用接口(GPC),用于数字信号、键盘、音频和电源的连接,其包括:电源接口、模拟音频接口、PCM 数字音频接口、5×5 键盘接口、3 V/1.8 V SIM 卡接口、2 个模数转换器、USB 2.0、1 个并行接口、2 个 RS-232 串行接口、44 个通用 I/O 口(25 个工作电压为 2.8 V,19 个工作电压



图 1.1 WISMO Quik Q2686/7 系列无线 CPU

第1章 Q26 系列无线 CPU 硬件结构

为 1.8 V)、串行 LCD(不支持 AT 指令),以及 100 针的系统连接器。

Q26 系列无线 CPU 内嵌 TCP/IP 协议栈,可通过 Open AT 平台进行嵌入式应用开发。开发 Q26 系列无线 CPU 使用 Open AT 4. x 版本,OS 6.60 操作系统。编程可使用开发包中集成的 Eclipse 编程环境,也可以使用 Visual C++ 6.0 或 Visual C++.net 等编程环境。并且能让 GSM 和 CDMA 版本互换,并支持新技术的发展,包括 EDGE(Electronic Data Gathering Equipment,电子数据采集设备)与 3G。

1.2 功能描述

WISMO Quik Q26 系列无线 CPU 的整体体系结构如图 1.2 所示。

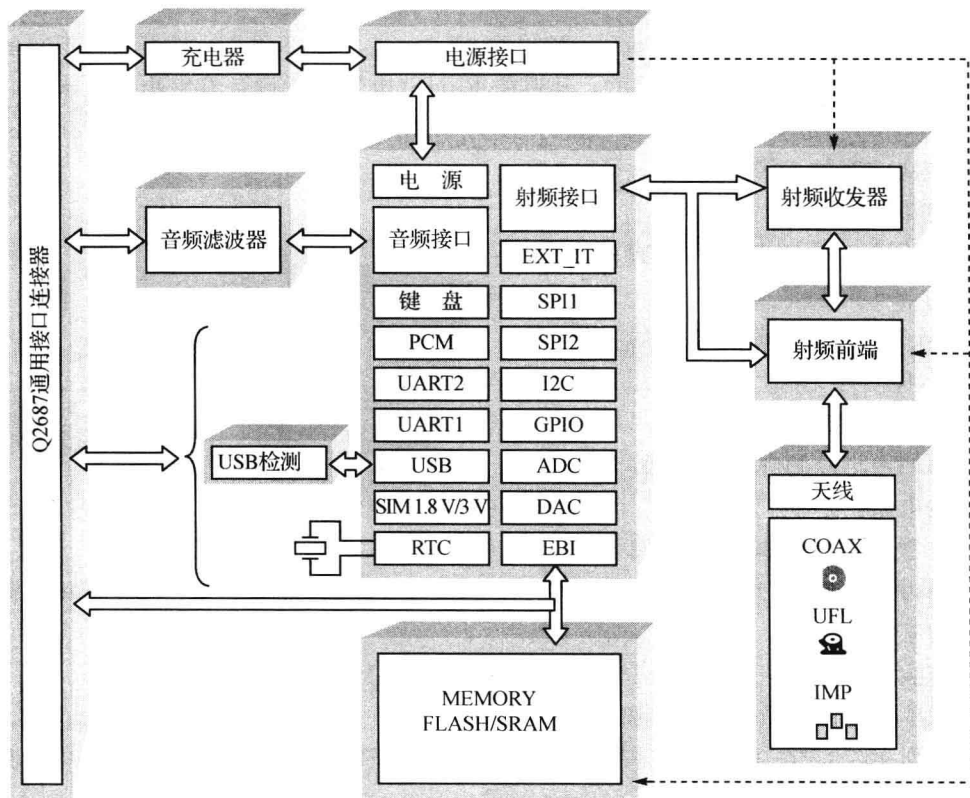


图 1.2 Q26 系列无线 CPU 功能结构图

1.2.1 RF 功能

射频(RF)范围遵从 Phase II E - GSM 900/DCS1800 和 GSM 850/PCS 1900 规范,如表 1.1 所列。

表 1.1 Q26 系列无线 CPU 射频范围

	发送波段(Tx)	接收波段(Rx)
GSM 850	824~849 MHz	869~894 MHz
E - GSM 900	880~915 MHz	925~960 MHz
DCS 1800	1710~1785 MHz	1805~1880 MHz
PCS 1900	1850~1910 MHz	1930~1990 MHz

RF 部分由四频芯片组成,包括以下电路:

- 数字中低频接收器。
- 四频 LNA(低噪声放大器)。
- 偏置锁相环发射器。
- 频率合成器。
- 数字控制石英振荡器。
- 四频 GSM/GPRS 的无线 CPU 收/发前端。

1.2.2 基带功能

WISMO Quick Q26 系列无线 CPU 的数字部分由一个 PCF5212 PHILIPS 芯片组成。此芯片使用 0.18 μm 的 CMOS 混合技术,实现了大规模集成电路的低功耗设计。因此,Q26 系列无线 CPU 适合应用在功率消耗要求较低的场合。

1.2.3 软件

Q26 系列无线 CPU 可以集成在各种应用中,如手持设备,专业应用(遥感勘测、多媒体、自动化等)。对于专业应用,该软件提供了用于控制无线 CPU 的 AT 指令集。但是,AT 指令集不支持那些与外部设备相关的接口(如 LCD 接口和 SPI 总线等)。

1.3 通用连接器(GPC)

WISMO Quick Q26 系列无线 CPU 使用 100 针的接口与印刷电路板(包括 LCD 无线 CPU、键盘、SIM 卡连接器或电池等)连接。表 1.2 列出了 Q2687 系列无线 CPU 通用连接器各引脚的功能。

第1章 Q26 系列无线 CPU 硬件结构

表 1.2 Q2687 系列无线 CPU 通用连接器引脚说明

引 脚	名 称		电 压	I/O*	复位状态	说 明	不使用时引脚设置
	通称	复用					
1	VBATT		VBATT	I		电源	
2	VBATT		VBATT	I		电源	
3	VBATT		VBATT	I		电源	
4	VBATT		VBATT	I		电源	
5	VCC_1V8		VCC_1V8	O		1.8 V 电源输出	悬空
6	CHG - IN		CHG - IN	I		充电器输入接口	悬空
7	BAT - RTC		BAT - RTC	I/O		RTC 电池连接器	悬空
8	CHG - IN		CHG - IN	I		充电器输入接口	悬空
9	SIM - VCC		1.8 V 或 3 V	O		SIM 卡电源	悬空
10	VCC_2V8		VCC_2V8	O		2.8 V 电源输出	悬空
11	SIM - IO		1.8 V 或 3 V	O	上拉 (约 10 k Ω)	SIM 卡数据接口	
12	SIMPRES	GPIO18	VCC_1V8	I	Z	SIM 卡检测	悬空
13	$\overline{\text{SIM}} - \text{RST}$		1.8 V 或 3 V	O	0	SIM 卡复位	
14	SIM - CLK		1.8 V 或 3 V	O	0	SIM 卡时钟	
15	BUZZ - OUT		漏极开路	O	Z	蜂鸣器输出	悬空
16	BOOT		VCC_1V8	I		未使用	增加测试点/跳线/ 开关, 连接到 VCC_ 1V8 (脚 5), 用于 下载
17	FLASH - LED		漏极开路	O	1/未定义	发光二极管输出 接口	悬空
18	$\overline{\text{RESET}}$		VCC_1V8	I/O		无线 CPU 复位	悬空或增加测试点
19	ON/ $\overline{\text{OFF}}$		VBATT	I		开关控制	
20	BAT - TEMP		模拟	I		电池温度检测	接地
21	AUX - ADC		模拟	I		模/数转换	接地
22	$\overline{\text{SPI1}} - \text{CS}$	GPIO31	VCC_2V8	O	Z	SPI1 芯片选择控 制信号	悬空
23	SPI1 - CLK	GPIO28	VCC_2V8	O	Z	SPI1 时钟信号	悬空