

全面诠释手机基带芯片
全面深入讲述手机基带电路



手机电路揭密系列丛书

SHOUJI DIANLU JIEMI XILIE CONGSHU

杰尔与 Skyworks 芯片组手机 电路原理与维修



张兴伟 等 编著

手机电路揭密系列丛书

杰尔与 Skyworks 芯片组 手机电路原理与维修

张兴伟 等 编著

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

杰尔与 Skyworks 芯片组手机电路原理与维修 / 张兴伟等编著. —北京: 人民邮电出版社, 2007.7

(手机电路揭密系列丛书)

ISBN 978-7-115-15959-5

I. 杰... II. 张... III. ①移动通信—携带电话机—电路②移动通信—携带电话机—维修 IV. TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 034062 号

内 容 提 要

本书对采用杰尔 (Agere) 基带芯片组、Skyworks 基带芯片组与射频信号处理器组建的各种具有代表性的 GSM 手机电路的各个方面作了全面的描述。

本书分两大部分共 9 章: 第 1 章讲述杰尔数字基带信号处理器的相关知识; 第 2 章讲述杰尔模拟基带信号处理器的相关知识; 第 3 章讲述采用杰尔的 TRIDENT 与 CSP1093、PSC2006 基带芯片组成的手机电路; 第 4 章讲述采用杰尔的 TRIDENT 与 CSP1093、PSC2106 基带芯片组成的手机电路; 第 5 章讲述杰尔的 TRIDENT 与 CSP2200 基带芯片组成的手机电路; 第 6 章讲述杰尔的 TRIDENT-HP 与 CSP2600 基带芯片组成的手机电路; 第 7 章讲述 Skyworks 的基带与射频芯片组; 第 8 章讲述采用 Skyworks 的基带芯片 CX80501-31、CX20524-12 与射频处理器 CX74017 组成的手机电路; 第 9 章讲述采用 Skyworks 的基带芯片 CX805-32、CX20524-13 与复合射频处理器 CX74063 组成的手机电路。

本书对杰尔芯片组、Skyworks 芯片组相关的手机芯片电路进行了全面、深入的解析, 极具实用性、指导性, 既可作为手机维修人员的芯片资料速查手册、芯片电路学习参考书, 又可作为中等职业学校相关专业师生的教材或参考读物, 对于那些想了解手机芯片电路的技术人员也不无裨益。

手机电路揭密系列丛书

杰尔与 Skyworks 芯片组手机电路原理与维修

◆ 编 著 张兴伟 等

责任编辑 梁 凝

◆ 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 电子函件 315@ptpress.com.cn

网址 <http://www.ptpress.com.cn>

天津市海波印务有限公司印刷

新华书店总店北京发行所经销

◆ 开本 787×1092 44/16

印张 15.25

插页 8

字数 360 千字

2007 年 7 月第 1 版

印数 1—4 000 册

2007 年 7 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-15959-5/TN

定价: 32.00 元

读者服务热线: (010) 67129258 印装质量热线: (010) 67129223

声 明

我们致力于移动通信设备（手机）维修技术书籍的编辑出版，任何时候都不反对参考、引用我们书中的内容（但请标明出处）。但是，我们发现一些以赢利为目的的大范围肆意抄袭本工作室图书的行为；有些网站也不加以声明，将我们的作品当作自己的原创。

对此，我们特声明如下：

凡未经出版者书面允许，对本工作室图书的一部分或全部（包括信号图片、分解电路图）进行转载、复制或在其他出版物引用等行为，均属侵权行为。我们将委托律师事务所通过司法途径追究相关的侵权行为。

张兴伟工作室 www.zxwlab.com

前 言

移动通信发展到今天，进入手机生产领域的厂家多达七八十家，国外厂家有三星、摩托罗拉、诺基亚、LG、松下、夏普、NEC、三菱、西门子和索尼爱立信等，国产手机厂家有 TCL、联想、康佳、科健、波导、海尔、南方高科、首信、东信、夏新、托普、普天和华为等。

如今，在市面上销售的 GSM、CDMA、3G 手机多达数百种，其具体电路也是多种多样，这对于手机维修人员来说，是一个不小的挑战。

但是，手机种类虽多，但手机芯片生产商却只有有限的几家。除诺基亚、摩托罗拉手机基本上采用自己的专用复合射频处理器、数字基带信号处理器、复合电源管理器外，其他众多的手机厂家的手机电路基本上是以有限几个手机芯片生产商的手机芯片组来组建的。所以，如果能了解掌握这些手机芯片，对于手机维修人员来说，就真正可以做到“触类旁通”了。

目前，常见的手机芯片生产商有美国德州仪器（TI）、美国模拟器件公司（ADI）、英飞凌科技公司（Infineon）、飞利浦（Philips）、杰尔（Agere）、Skyworks、日立（Hitachi）、Silicon Laboratories、RF Micro Devices 和美国高通等。其中，日立及 RF Micro Devices 主要是提供射频信号处理器、发射功率放大器等射频方面的器件；美国高通则主要提供 CDMA 手机的解决方案。其余的生产商基本上都可以提供数字基带信号处理器、模拟基带信号处理、复合射频信号处理器等 GSM 或 CDMA 手机解决方案。

在以往众多的手机维修书籍中，除少数教材外，其他大多数都是讲述单一的机型电路及其故障维修，射频电路讲述比较多，而基带电路方面的内容比较少。

因此，我们开始查阅、分析了近两百种的手机电路及其芯片资料，并对其总结，力图在手机人员提供更具指导性、实用性的手机维修资料，使手机维修人员或其他电子技术人员能通过通过这些资料迅速地了解各种手机的电路。

本书将对采用杰尔（Agere）基带芯片组、Skyworks 基带芯片组与射频信号处理器组建的具有代表性的 GSM 手机的电路原理与故障检修进行详细讲述，可以说是目前关于杰尔芯片组、Skyworks 芯片组手机电路最全面的图书。

相对于以往的手机维修技术书籍，本书第一次全面、深入地对手机的基带电路进行了讲述，填补了以往手机维修技术资料在这方面的空白。

本书只是“手机芯片组”系列丛书中的一本。在系列丛书的第一、二、三本，已经对诺基亚的复合电源管理器、复合射频信号处理器、数字基带信号处理器，摩托罗拉的复合电源管理器、复合射频信号处理器，以及飞利浦芯片组、TI 芯片组、ADI 芯片组、Silicon Laboratories 射频芯片组、英飞凌芯片组、杰尔基带芯片组、日立射频芯片组、Skyworks 射频芯片组、RF Micro Devices 的功率放大器，以及 CDMA 手机的各种芯片电路进行了详细的讲述。

我们编辑本套系列丛书的目的在于，希望读者能通过本套丛书去从容应对那些层出不穷的新型手机，跟上市场上机型更新的步伐。

经过长时间的整理和编著，这套丛书终于能够面世。由于条件所限，虽然我们做了众多的努力，但由于手机芯片的资料搜集困难，加上作者自己的水平所限，在芯片电路的理解分析方面难免会出现偏差，书中错误在所难免，恳请读者批评指正。

作 者

2005 年 7 月于广州

目 录

第 1 章 Agere 数字基带信号处理器	1
1.1 TRIDENT 处理器简介	1
1. ARM 微处理器内核	2
2. DSP16000 处理器内核	2
1.2 TRIDENT 处理器外接端口分解	3
1. 电源接口	3
2. 存储器接口	4
3. DSP 的地址线、数据线	5
4. 中断接口	6
5. 按键接口	6
6. 时钟与复位	7
7. SIM 卡接口	8
8. 红外线接口	9
9. 复合电源控制	9
10. 其他端口	9
1.3 复合电源管理器 PSC2006	10
1. 开机触发	10
2. 电压调节器	10
3. 复位与开机维持	12
4. SIM 卡接口电路	12
5. 其他控制功能	13
1.4 复合电源管理器 PSC2106	13
1. 开机触发	13
2. 电压调节器	15
3. 复位与开机维持	15
4. SIM 卡接口电路	16
5. 其他控制功能	16
第 2 章 Agere 模拟基带信号处理器	17
2.1 模拟基带信号处理器简介	17
1. CSP1093 处理器简介	17
2. CSP2200 处理器简介	19
2.2 CSP1093 处理器电路	21
1. CSP1093 的供电	21

2. DSP 接口	21
3. 系统时钟接口	21
4. 射频基带接口	21
5. 射频串行控制接口	24
6. 时序控制接口	25
7. 接收音频接口	27
8. 发射音频接口	27
9. DAI/JTAG 接口	28
2.3 CSP2200 处理器电路	28
1. CSP2200 的电源接口	28
2. 开机触发	28
3. 电压调节器	30
4. 复位与开机维持	31
5. SIM 卡接口	31
6. 串行控制接口	32
7. 时钟接口	32
8. DSP 接口	32
9. 射频串行控制接口	32
10. 时序控制接口	33
11. 音频及基带接口	33
12. 其他接口	34
第 3 章 TRIDENT 与 CSP1093、PSC2006 芯片组手机电路	35
3.1 复合电源管理器电路	35
1. 开机触发	35
2. 电压调节器	37
3. 复位与开机维持	38
4. SIM 卡接口电路	38
5. 充电电路	38
6. 其他控制功能	39
3.2 数字基带信号处理器电路	40
1. 存储器接口	40
2. DSP 的地址线、数据线	42
3. 中断接口	43
4. 按键接口	44
5. 时钟与复位	44
6. SIM 卡接口	46
7. 红外线接口	46
8. 复合电源控制	46

9. 其他端口	46
10. 照相机电路	47
3.3 模拟基带信号处理器电路	48
1. DSP 接口	48
2. 系统时钟接口	48
3. 射频基带接口	48
4. 射频串行控制接口	50
5. 时序控制接口	50
6. 接收音频接口	51
7. 发射音频接口	52
3.4 射频电路	53
1. 天线电路	53
2. 接收复合射频处理	53
3. 频率合成	56
4. 发射复合射频处理	56
5. 功率放大电路	58
3.5 故障维修	59
1. 不开机	59
2. 无送话	59
3. 无接收声	62
4. 无音乐声	62
5. 照相机故障	62
6. SIM 卡故障	62
7. 充电故障	63
8. 射频故障	63
9. 其他故障	63
第 4 章 TRIDENT 与 CSP1093、PSC2106 芯片组手机电路	65
4.1 复合电源管理器电路	65
1. 开机触发	65
2. 电压调节器	67
3. 复位与开机维持	67
4. SIM 卡接口电路	67
5. 其他控制功能	68
6. 充电电路	68
4.2 数字基带信号处理器电路	69
1. 存储器接口	69
2. DSP 的地址线、数据线	70
3. 中断接口	72

4. 按键接口	73
5. 时钟与复位	73
6. SIM 卡接口	75
7. 红外线接口	75
8. 复合电源控制	75
9. 其他端口	75
10. 照相机电路	76
4.3 模拟基带信号处理器电路	78
1. DSP 接口	78
2. 系统时钟接口	78
3. 射频基带接口	78
4. 射频串行控制接口	80
5. 时序控制接口	80
6. 接收音频接口	81
7. 发射音频接口	82
4.4 射频电路	83
1. 天线电路	83
2. 接收复合射频处理	86
3. 频率合成	86
4. 发射复合射频处理	86
5. 功率放大电路	87
4.5 故障维修	87
1. 不开机	87
2. 无接收	90
3. 无发射	90
4. 无送话	90
5. 无接收声	91
6. 无音乐声	91
7. SIM 卡故障	91
8. 其他故障	91

第 5 章 TRIDENT 与 CSP2200 芯片组手机电路

5.1 模拟基带信号处理器电路	92
1. 开机触发	92
2. 电压调节器	94
3. 复位与开机维持	95
4. SIM 卡接口	95
5. 串行控制接口	96
6. 时钟、DSP 接口	96

7. 射频控制接口	97
8. 音频及基带接口	98
9. 其他接口	100
5.2 数字基带信号处理器电路	100
1. 存储器接口	102
2. DSP 的地址线、数据线	103
3. 中断接口	105
4. 按键接口	105
5. 时钟与复位	105
6. SIM 卡接口	107
7. 复合电源控制	108
8. 其他端口	108
5.3 射频电路	110
1. 天线电路	110
2. 接收复合射频处理	111
3. 频率合成	114
4. 发射复合射频处理	114
5. 功率放大电路	114
5.4 故障维修	114
1. 不开机	117
2. 无接收	117
3. 无发射	118
4. 无送话	118
5. 无接收声	118
6. 无音乐声	118
7. 其他故障	119
第 6 章 TRIDENT-HP 与 CSP2600 芯片组手机电路	120
6.1 模拟基带信号处理器电路	120
1. 开机触发	120
2. 电压调节器	122
3. 复位与开机维持	122
4. SIM 卡接口	123
5. 串行控制接口	123
6. 时钟、DSP 接口	123
7. 射频控制接口	124
8. 音频及基带接口	125
9. 其他接口	127
10. 音频解码电路	128

6.2 数字基带信号处理器电路	129
1. 电源	131
2. 存储器接口	131
3. DSP 的地址线、数据线	134
4. 中断接口	134
5. 按键接口	135
6. 时钟与复位	135
7. SIM 卡接口	137
8. 复合电源控制	137
9. 其他端口	137
6.3 射频电路	142
1. 天线电路	142
2. 接收复合射频处理	142
3. 频率合成	144
4. 发射复合射频处理	146
5. 功率放大电路	146
6.4 故障检修	146
1. 不开机	146
2. 无接收	149
3. 无发射	149
4. 无送话	150
5. 无接收声	150
第 7 章 Skyworks 基带与射频芯片组	151
7.1 数字基带信号处理器 CX805-32	151
1. 时钟与复位	154
2. 存储器接口	155
3. 按键接口	155
4. SIM 卡接口	155
5. 与模拟基带信号处理器的接口	156
6. GPIO 接口	157
7. 红外线接口	157
8. I2C 串行总线	157
9. 其他接口	158
7.2 混合信号处理器 CX20524-12	158
1. CX20524-12 的电源管理单元	158
2. SIM 卡接口电路	160
3. I/Q 接口	160
4. GPO 接口 (射频控制)	161

5. I2C 串行接口	161
6. 与数字基带信号处理器的接口	161
7. 音频接口	163
7.3 复合射频处理器 CX74017	164
1. CX74017 接收机电路	165
2. CX74017 频率合成电路	166
3. CX74017 发射机电路	167
7.4 复合射频处理器 SKY74963	170
1. SKY74963 接收机电路	171
2. SKY74963 频率合成电路	172
3. SKY74963 发射机电路	174
7.5 功率放大器	176
1. 功率放大器模组 CX77304	176
2. 功率放大器模组 SKY77325	177
第 8 章 CX80501-31 与 CX20524-12、CX74017 芯片组手机电路	181
8.1 模拟基带信号处理器电路	181
1. 电源管理单元电路	181
2. SIM 卡接口电路	184
3. 基带信号接口	184
4. 射频控制	184
5. I2C 串行接口	185
6. 与数字基带信号处理器的接口	185
7. 音频接口	186
8.2 数字基带信号处理器电路	188
1. 时钟与复位	188
2. 存储器接口	190
3. 按键接口	192
4. SIM 卡接口	192
5. 与模拟基带信号处理器的接口	192
6. GPIO 接口	193
7. 红外线接口	195
8. I2C 串行总线	196
8.3 接收机射频电路	196
1. 天线开关电路	196
2. 复合接收射频处理	196
8.4 发射机射频电路	198
1. 复合发射射频处理	198
2. 功率放大器	199

3. 功率控制电路	200
8.5 故障维修	200
1. 不开机	200
2. 无接收	203
3. 无发射	203
4. 其他故障	204
第 9 章 CX805-32 与 CX20524-13、CX74063 芯片组手机电路	205
9.1 模拟基带信号处理器电路	205
1. 电源管理单元电路	205
2. SIM 卡接口电路	208
3. 基带信号接口	209
4. 射频控制	209
5. 与数字基带信号处理器的接口	210
6. 音频接口	212
9.2 数字基带信号处理器电路	214
1. 时钟与复位	215
2. 存储器接口	215
3. 按键接口	216
4. SIM 卡接口	216
5. 与模拟基带信号处理器的接口	216
6. GPIO 接口	218
7. 和弦音铃声电路	218
8. 其他接口	220
9.3 接收机射频电路	221
1. 天线开关电路	221
2. 复合接收射频处理电路	221
9.4 发射机射频电路	223
1. 复合发射射频处理电路	223
2. 功率放大电路	223
3. 功率控制电路	224
9.5 故障维修	224
1. 不开机	224
2. 无接收	227
3. 无发射	227
4. 其他故障	228

第 1 章

Agere 数字基带信号处理器

杰尔系统 (Agere Systems) 是全球领先的集成电路方案供应商。杰尔系统的前身是原朗讯科技微电子部, 朗讯科技自 1996 年 AT&T 拆分时即已设立。2000 年 12 月, 朗讯科技微电子部正式更名为杰尔系统。

在移动电话方面, 杰尔系统推出了一系列基带芯片组, 如 Sceptre LE、Sceptre TC、Sceptre HP、Sceptre HP 和 Vision 等 (参见《GSM 手机电路揭秘 (二)》一书)。

三星、首信等 GSM 手机采用了杰尔系统的芯片, 其中, 三星公司采用杰尔系统芯片的 GSM 手机最多。

1.1 TRIDENT 处理器简介

如图 1-1 所示, TRIDENT 处理器 (TR09 处理器) 是一个双内核处理器, 它包含一个 ARM7TDMI 微处理器内核和一个 DSP16000 数字语音处理器内核。

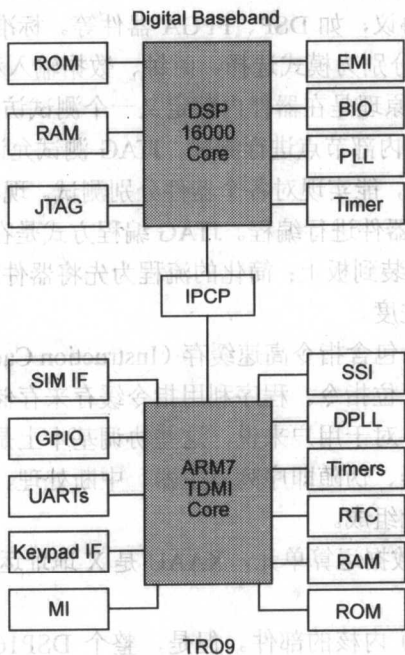


图 1-1 TRIDENT 处理器内部功能单元方框图

1. ARM 微处理器内核

TRIDENT 处理器内的微处理器内核是 ARM7TDMI。

ARM (Advanced RISC Machines) 是微处理器行业的一家知名企业。ARM 将其技术授权给世界上许多著名的半导体及 OEM 厂商。ARM7TDMI 是一个 ARM 微处理器内核，而不是芯片。飞利浦 OM6357、TI 的 CALYPSO、ADI 的 AD6526 等数字基带信号处理器的微处理器内核都是 ARM7TDMI。

ARM7TDMI 内核与其他部件如 RAM、ROM 及片内外设组合在一起，才构成一个现实的芯片。ARM7TDMI 处理器可支持 32 位的 ARM 指令集、16 位的 Thumb 指令集。

Thumb 指令集是 ARM 指令集的子集，但它能提供比 16 位体系结构更高的性能、比 32 位体系结构更高的代码密度。因此，Thumb 指令集使 ARM7TDMI 核非常适合于存储器宽度和代码密度有限制的嵌入式场合。

从图 1-1 所示的方框图中可以看到，TRIDENT 处理器的微处理器单元提供 SIM 卡接口、通用输入输出接口 (GPIO)、UART 接口及按键接口 (Keypad IF)，在 TRIDENT 处理器内集成了微处理器及 DSP 的 ROM/RAM 存储器。TRIDENT 处理器的微处理器单元还包含实时时钟、Timer 和数字锁相环 (DPLL) 等。

2. DSP16000 处理器内核

TRIDENT 处理器内的 DSP 内核是 DSP16000。DSP16000 是一个 16 位的定点数字语音处理器 (DSP) 内核，它可以非常高效率地执行信号编码算法。DSP16000 单元包含 DSP、片内存储器、外接存储器接口及 JTAG 测试接口。DSP16000 内核的功能单元如图 1-2 所示。

JTAG 是一种国际标准测试协议 (IEEE 1149.1 兼容)，主要用于芯片内部测试。现在多数的高级器件都支持 JTAG 协议，如 DSP、FPGA 器件等。标准的 JTAG 接口是 4 线接口：TMS、TCK、TDI 及 TDO，分别为模式选择、时钟、数据输入和数据输出线。JTAG 最初是用来对芯片进行测试的，基本原理是在器件内部定义一个测试访问口 (TAP, Test Access Port)，通过专用的 JTAG 测试工具对内部节点进行测试。JTAG 测试允许多个器件通过 JTAG 接口串联在一起，形成一个 JTAG 链，能实现对各个器件分别测试。现在，JTAG 接口还常用于实现 ISP (在线编程)，对 Flash 等器件进行编程。JTAG 编程方式是在线编程，在传统的生产流程中，先对芯片进行预编程，再装到板上；简化的流程为先将器件固定到电路板上，再用 JTAG 编程，从而大大加快了生产进度。

DSP16000 内的 SYS 部分包含指令高速缓存 (Instruction Cache) 及控制 (Control) 单元，指令高速缓存兼容 16 位及 32 位指令。程序利用指令缓存来存储及执行那些重复操作。控制单元则负责整个系统的协调。对于用户来说，这些协调基本上是无形的、不可见的。控制单元由指令解码器、序列发生器、伪随即序列发生器、中断处理、等待状态发生器以及低电压待机模式控制逻辑等功能单元组成。

DSP16000 中的 DAU 是数据运算单元，XAAU 是 X 地址运算单元，YAAU 是 Y 地址运算单元。

存储器并不是 DSP16000 内核的部件。但是，整个 DSP16000 单元可包含内接双端口 ROM 存储器及 RAM 存储器，外接存储器扩展接口。

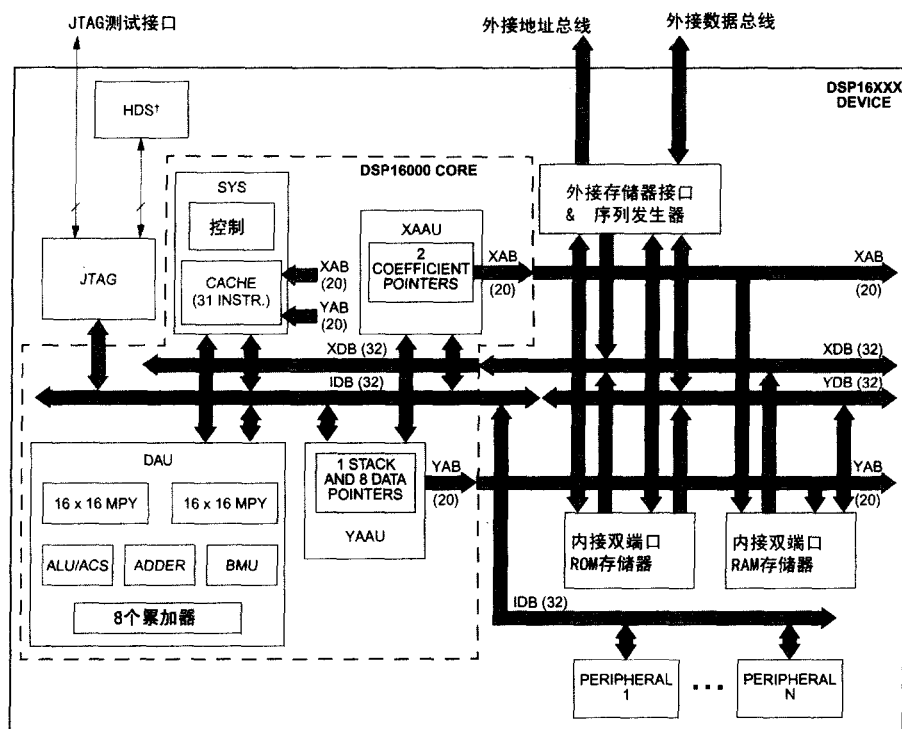


图 1-2 DSP16000 的功能单元方框图

1.2 TRIDENT 处理器外接端口分解

在这一节，将从维修的角度对 TRIDENT (TR09) 处理器的外接信号端口进行分解讲述。图 1-3 和图 1-4 所示为三星 E608 手机、S108 手机的 TRIDENT 处理器电路图，在阅读后面的内容时以供参考。

E608 手机采用的是 TRIDENT (TR09WQTEF15IN2B-DT)、CSP1093 (CSP1093CR1-RT10-DT) 和 PSC2106 (PSC2106A1WUS-DT) 芯片；S108 手机采用的是 TRIDENT (TR09WQTEB17IN2B-DT)、CSP1093 (CSP1093CR1-RT10-DB) 和 PSC2006 芯片。

1. 电源接口

TRIDENT 处理器至少需要 3 个不同的电源，给处理器内的不同单元电路供电（参见图 1-3 中的标注）。

TRIDENT 处理器的电源由复合电源管理器 PSC2006 或 PSC2106 提供。其中，VCC_1.8A 是 1.8V 的电源，主要给 TRIDENT 芯片的处理器内核供电。VCCD 电源是 2.8V 的电源，主要给 TRIDENT 处理器内的各种接口电路供电。

TRIDENT 芯片内的实时时钟电路采用一个专用电源——VRTC。在开机状态下，VRTC 电源由 PSC2006（或 PSC2106）提供；在关机状态或手机电池被取下时，由手机中的后备电池提供 VRTC 电源。