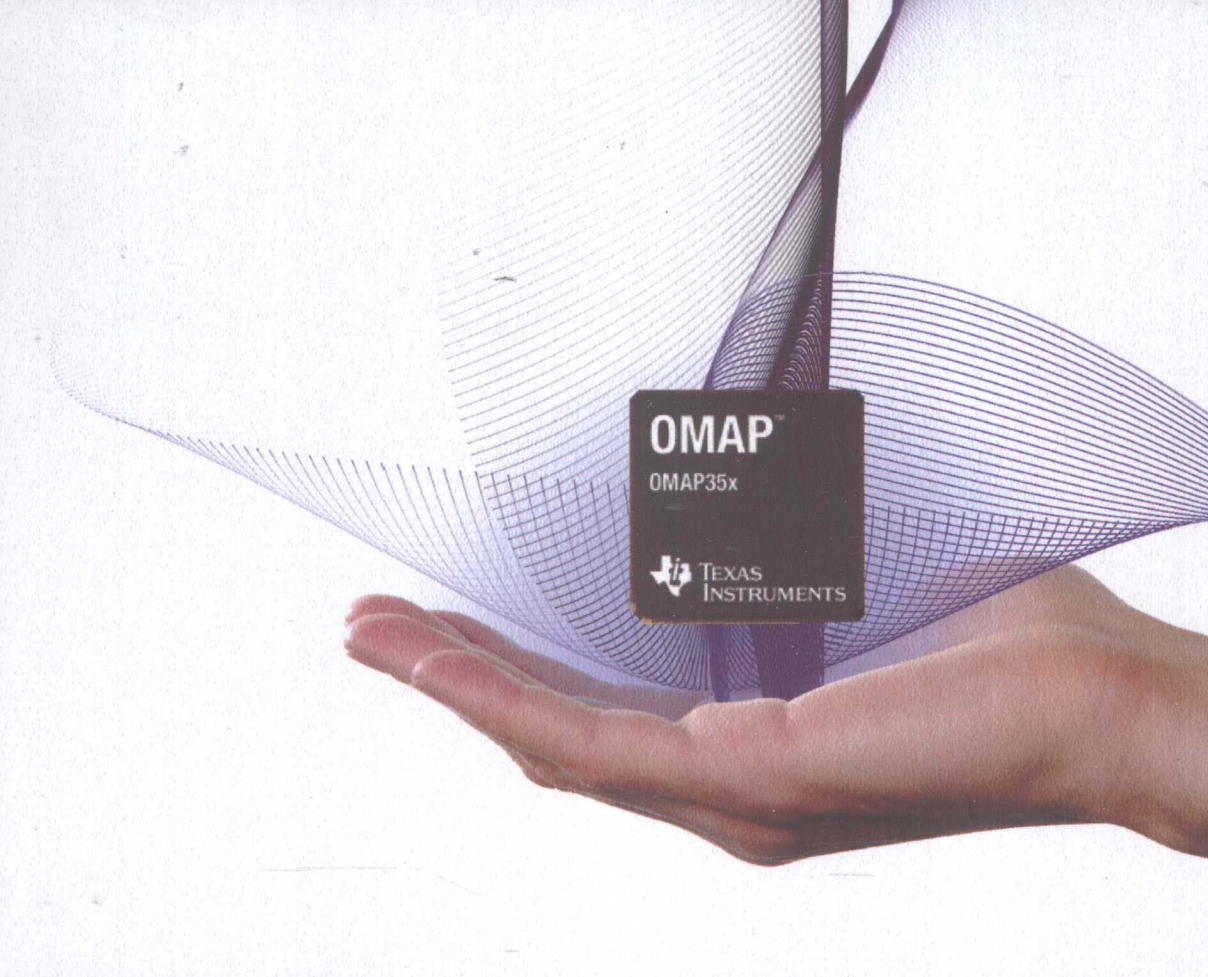




OMAP3原理及系统设计

纪 震 曾启明 黄伟淦 编著



科学出版社

OMAP3 原理及系统设计

纪 震 曾启明 黄伟淦 编著

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书主要介绍美国德州仪器公司 OMAP3 双核处理器的结构原理、硬件系统设计和基于 Google Android 的软件开发。硬件部分具体论述了 OMAP3 处理器的架构、硬件系统设计、PCB 实现及系统调试;软件部分详细介绍了 Android 操作系统移植、内核驱动开发和应用程序设计等内容。

本书是首部完整和有针对性地论述 OMAP3 原理、开发、应用技术及解决方案的书籍。配书光盘中提供了 OMAP3 处理器的芯片数据手册、设计方案原理图、PCB 文件、内核源码及应用程序源码等大量的硬件和软件开发资料。

本书内容实践性强,适合研究、开发各种移动电子设备的工程师和研究人员阅读,同时也适合相关专业的研究生参考。

图书在版编目(CIP)数据

OMAP3 原理及系统设计/纪震,曾启明,黄伟淦编著. —北京:科学出版社,2011.6

ISBN 978-7-03-031510-6

I. ①O… II. ①纪…②曾…③黄… III. ①移动终端-应用程序-程序设计 IV. ①TN929.53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 111969 号

责任编辑:余 江 张丽花 / 责任校对:张小霞
责任印制:张克忠 / 封面设计:迷底书装

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

骏杰印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 6 月第 一 版 开本:720×1000 1/16

2011 年 6 月第一次印刷 印张:13 1/4

印数:1—3 500 字数:282 000

定价:36.00 元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

嵌入式应用、移动网络和数字信号处理器的发展速度已经远远超出了大多数人最初的预想,并影响和改变着人们的生活。随着对智能移动电子产品的需求越来越高,作为其重要组成部分的智能移动设备处理器也在飞速发展。针对高端电子产品的应用,全球知名半导体芯片厂商美国德州仪器公司(TI)推出了 OMAP3 双核处理器平台。OMAP3 处理器采用 ARM 公司 Cortex-A8 和 TI 公司 C64x+DSP 的双核架构,相对采用 Cortex-A9 架构的处理器平台而言,其性能将获得四倍以上的提升。

本书主要介绍基于 OMAP3 平台的硬件设计和基于 Google Android 的软件开发原理及应用。通过实际开发案例,硬件部分具体论述了 OMAP3 处理器的架构、硬件系统设计、PCB 实现及系统调试;软件部分详细介绍了基于 OMAP3 的 Android 操作系统移植、内核驱动开发和应用程序设计等内容。

本书是首部完整和有针对性地论述 OMAP3 原理、开发、应用技术及解决方案的书籍。理论与实践相结合,是本书最大的特点。对于那些有实际开发经验的工程师,配书光盘中提供了大量关于 OMAP3 硬件和软件开发的资料,包括芯片数据手册、设计方案原理图、PCB 文件、内核源码、应用程序源码等。本书内容实践性强,不仅适合开发各种移动电子设备的工程师和研究人员阅读,同时也适合相关专业的研究生参考。

感谢美国德州仪器公司在本书的编写过程中提供的帮助,特别是美国德州仪器公司亚太区大学合作部的沈洁经理、潘亚涛、黄争、王春容等人,以及每天工作在深圳大学—美国德州仪器公司 DSPs 技术中心对最新技术保持激情的同事们。

感谢国家自然科学基金项目(60872125)、霍英东基金会基础性研究项目、教育部重点研究项目及新世纪优秀人才支持计划、广东省自然科学基金项目(10151806001000002)及高层次人才项目、深圳市杰青项目的资助。

作 者

2011 年 4 月于深圳大学—美国
德州仪器公司 DSPs 技术中心

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 OMAP3 平台	1
1.2 OMAP3530 开发套件	2
第 2 章 示例演示	6
2.1 硬件连接	6
2.2 操作系统演示	7
第 3 章 硬件系统	9
3.1 OMAP3530 芯片	9
3.2 存储器	10
3.3 系统电源	10
3.4 系统时钟	11
3.5 外围接口	12
第 4 章 OMAP3530 系统设计	22
4.1 系统框图	22
4.2 电气特性	23
4.3 电源设计	27
4.4 系统时钟设计	38
4.5 存储电路设计	39
4.6 外围电路设计	44
第 5 章 基于 OMAP3530 的 PCB 设计	72
5.1 基本概念	73
5.2 PCB 设计	79
5.3 电路调试	97
第 6 章 KIT-OMAP3530 软件系统	100
6.1 KIT-OMAP3530 开发环境	100
6.2 KIT-OMAP3530 启动方式	115
6.3 X-loader 简介	116
6.4 U-boot 简介	119
6.5 Linux Kernel 简介	121

6.6 开源文件系统	124
第7章 Android 软件系统	126
7.1 Android 系统结构	126
7.2 Android SDK 开发环境	129
7.3 创建 Android 应用程序	134
第8章 Android 系统移植	141
8.1 Git Android 源代码下载	141
8.2 Android 内核修改及编译	143
8.3 Android 文件系统编译	153
8.4 Android 文件系统启动脚本及流程	166
第9章 运行 Android 系统	172
9.1 在 SD 卡上运行 Android 系统	172
9.2 NandFlash 上运行 Android 系统	173
第10章 Android 移植及实例	183
10.1 Android HAL 简介	183
10.2 Android HAL 技术	184
10.3 Camera 的 HAL 及移植实例	185
参考文献	199
附录 A 搭建 TFTP 服务器	200
附录 B 制作双分区 SD 卡	202

第 1 章 概 述

1.1 OMAP3 平台

OMAP(Open Multimedia Applications Platform, 开放式多媒体应用平台)是美国德州仪器公司(以下简称 TI 公司)针对移动通信以及多媒体嵌入应用系统开发的应用处理器架构体系。OMAP 平台包含三个组成部分,分别是高性能低功耗的处理器、易于使用的开放式软件架构和全面的支持网络,这三个组成部分为 2.5G 及 3G 无线应用提供了一个强大的软硬件基础。借助该平台,开发人员可以在短期内开发出各种多媒体移动终端,如语音处理、视频流、电视会议、高保真音频、定位服务、安全性、游戏、移动商务、个人管理等多媒体应用。

OMAP 平台由于其出色的性能,多年来一直得到 Nokia(诺基亚)、Palm、NEC、HTC、Panasonic、Fujitsu 等世界主要移动设备制造商的青睐。诺基亚公司早期的 S60 机型受到处理器速率以及较小的运行内存因素的影响,难以在性能方面要求较高的智能手机领域发展;N93 成为首款搭载 OMAP2420 处理器的产品,并具备 320 万像素卡尔蔡司认证镜头以及高达 VGA 画质的视频记录能力,刷新了当时智能手机的记录;后续推出更高性能的 N900 中开始采用 OMAP3 平台。其实早期 OMAP3 系列处理器并非只有诺基亚采用,首款支持 720p 摄像的手机三星 i8910 采用了 OMAP3430 处理器;而首款搭载 1200 万像素拍照镜头的索尼爱立信 U1 则采用了 OMAP3420 处理器;摩托罗拉的复兴之作 Droid 以及 Milestone 也都采用了 OMAP3430 处理器。

图 1-1 是 OMAP 平台的发展示意图。OMAP3 平台在 OMAP2 处理器强大的多媒体性能基础上,增加了对高性能娱乐和复杂图形等新领域的支持。作为业内首个基于 ARM Cortex-A8 架构的处理器,OMAP3 的处理能力能够达到 ARM11 处理器的三倍。

TI 公司推出的 OMAP35x0 系列是 OMAP34x0 系列处理器的升级,OMAP3530 是该系统中性能指标最为全面及优越的。OMAP3530 的运行主频达到 720MHz,而 DSP 处理器运行频率则达到了 520MHz,同一系列中的 OMAP3525 处理器主频及 DSP 运行频率分别为 600MHz 和 430MHz。定位较为大众化的 OMAP3515 以及 OMAP3503 两款处理器则省略了 DSP 处理器核心,运行频率为 600MHz。

OMAP3530 处理器主要特性如下:

- 720MHz ARM Cortex-A8 内核;
- 520 MHz C64x+DSP;

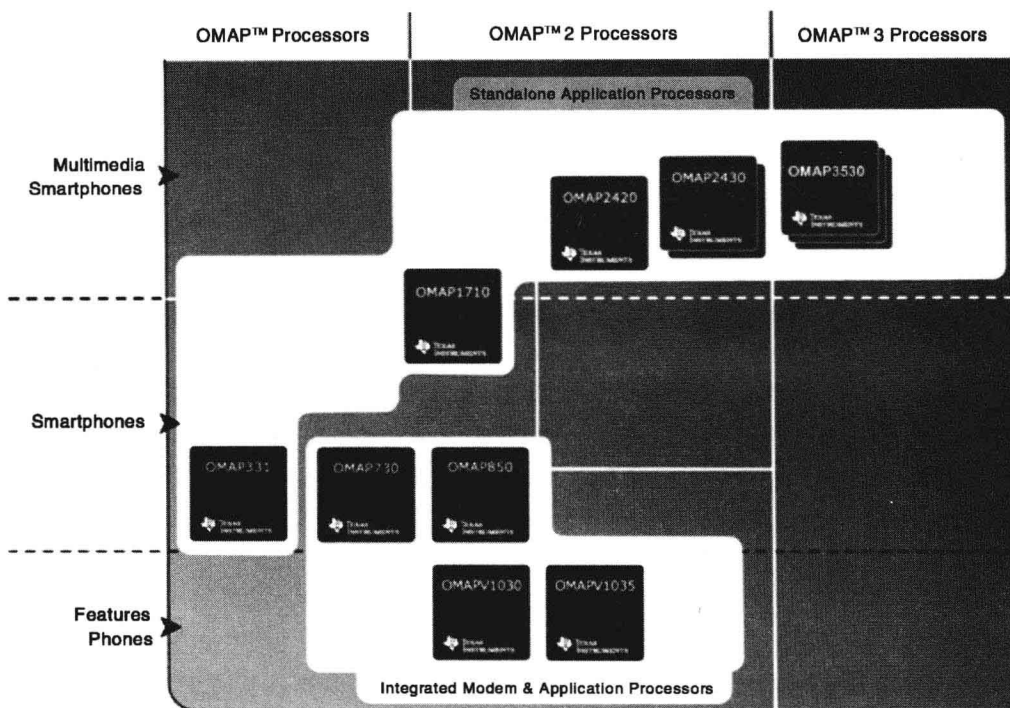


图 1-1 OMAP 平台发展示意图

- 支持 1400 Dhrystone 每秒百万条指令 (MIPS)；
- POWERVR SGX 3D 图像加速器；
- 高性能图像、视频、音频(IVA2.2)加速子系统；
- 增强型直接存储器接口控制器；
- 支持 Linux、WinCE、Android 等多种操作系统；
- 完全兼容 C64x 和 ARM9 的代码。

1.2 OMAP3530 开发套件

拥有强大性能的 OMAP3530 可广泛用于流媒体、2D/3D 游戏、视频会议、高清静态图像、3G 多媒体手机、高性能 PDA 等项目的评估与应用。OMAP3530 推出后不久，北京瑞泰创新和深圳英蓓特首先发布了基于 OMAP3530 的 MID (Mobile Internet Device) 开发板，其他开发方案公司也紧跟其后，纷纷推出各自的 OMAP3530 开发套件。市面上所有的 OMAP3530 开发套件均根据 TI 公司提供的核心方案设计，架构相同，不同的只是外围接口和软件支持。下面将简单介绍三款不同的 OMAP3530 开发套件。

1. 英蓓特 Devkit8000(图 1-2)

Devkit8000 评估套件是一个功能丰富的开发平台,为开发者使用 TI OMAP35xx 系列处理器提供了完善的硬件和软件开发环境,使嵌入式设计人员可以快捷评估 OMAP3530 处理器。开发板支持 Linux 2.6.28 操作系统及 WinCE 6.0 操作系统,并包含完善的底层驱动程序,并提供成熟的操作系统 Google Android 及 Angstrom (GPE)的发布版本,方便用户快速设计系统驱动及其定制应用软件。

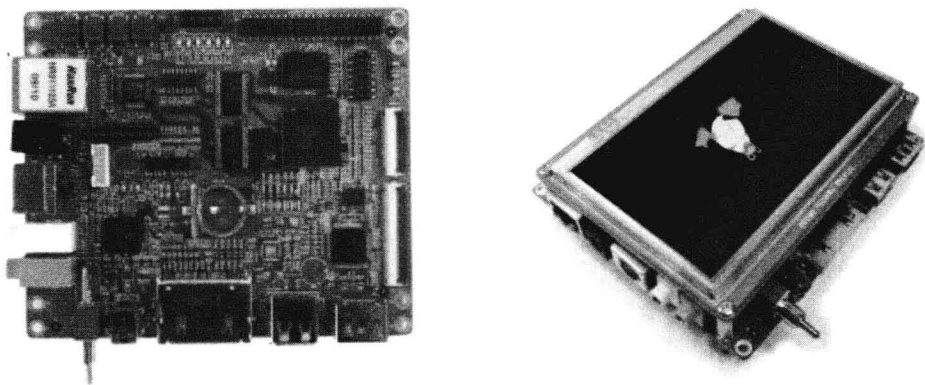


图 1-2 英蓓特 Devkit8000

该套件提供了一个完整的实验评估平台,包括不同尺寸的触摸 LCD 屏、SD 卡、电源及各种接口转接线等。设计者能够使用 Devkit8000 的板载系统快速开发出基于 OMAP3530 芯片的相关产品。详细的开发套件资源如下:

- 基于 TI OMAP3530 处理器,板载 128MB DDR SDRAM、128MB NAND Flash。
- 支持 DVI-D、VGA、TFT-LCD 三种显示输出,可输出高清信号。
- 支持摄像头输入、USB Wi-Fi、GPS 定位、GPRS 通信、CDMA。
- 支持 XDS100v2 仿真器和 TDS560 Puls 仿真器调试。
- 外扩 USB OTG、串口、网口、摄像头、音频、SD/MMC、键盘等接口。
- 支持 WinCE 6.0 及 Linux 2.6.28 系统,完全兼容 beagleboard。

2. 瑞泰创新 ICETEK-OMAP3530-EVM(图 1-3)

ICETEK-OMAP3530-EVM 评估板以 TI OMAP3530 DSP 为主处理器,具有丰富的外设接口,并采用 DSP 核心板扩展模式,具有标准的扩展接口,兼容 OMAP35xx 系列核心板,使开发人员仅在更换 DSP 核心板的基础上就能迅速对 OMAP35xx 系列进行评估,从而降低开发成本,加快产品的上市速度。

评估板详细的资源特性如下:

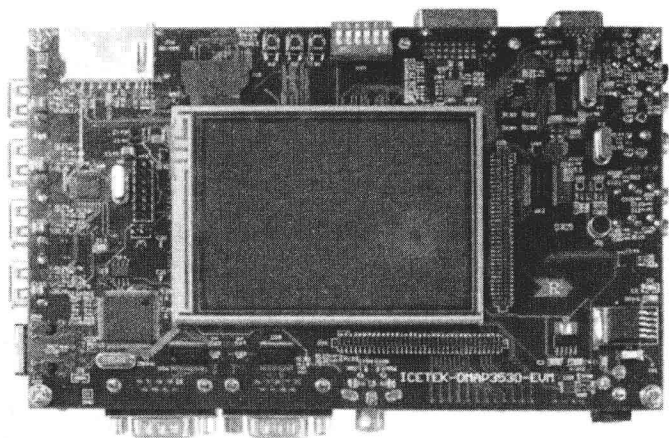


图 1-3 瑞泰创新 ICETEK-OMAP3530-EVM

- OMAP3530 主处理器,板载 128MB DDR2、128MB NAND Flash。
- OMAP35xx 核心板接口:3 个(Pin-to-pin 兼容 OMAP35xx 系列处理器)。
- 音频:1 个麦克风、4 个音频输入输出接口。
- 视频:VGA、DVI-D、TV、S-Video 视频输出接口各 1 个,2 个液晶显示屏接口。
- USB OTG、异步串口、以太网口、SD/MMC、键盘等接口。

3. 深圳大学 KIT-OMAP3530

KIT-OMAP3530 是深圳大学—美国德州仪器公司 DSPs 技术中心推出的基于 OMAP3530 处理器的开发套件。针对不同的用户,套件开放完整的硬件设计资料和软件代码,无论是初学者,还是经验丰富的工程师,都可以利用该套件快速了解 OMAP3530 的软硬件设计,并应用到产品设计上。与市面上其他 OMAP3530 的开发套件不同,KIT-OMAP3530 的重点在 Google Android 的开发上。套件附带的开发手册从内核到应用程序,详细介绍了 Google Android 在 OMAP3 平台上的开发步骤。

图 1-4 和表 1-1 介绍了 KIT-OMAP3530 开发板的硬件资源。开发板集成度高,扩展了丰富的外设接口。在软件资源上,套件提供了完整的软件开发平台,包括 Android 2.2、Linux 2.6.28 和 WinCE 6.0 操作系统。套件不仅包含 Android 完整的内核源码及底层驱动程序,同时详细给出深圳大学在 OMAP3530 上的 Android 开发过程,方便用户快速编写系统驱动及开发应用软件。

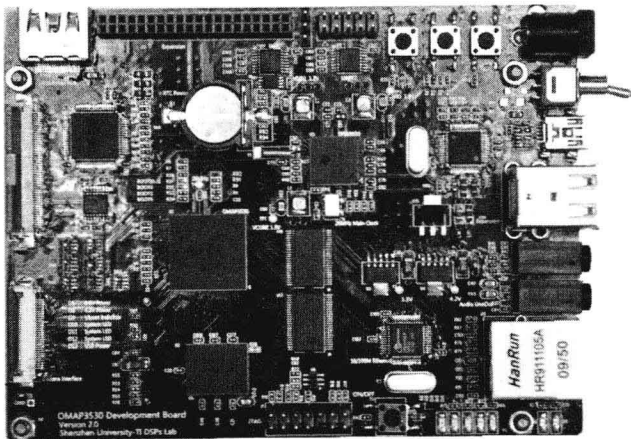


图 1-4 KIT-OMAP3530 硬件系统

表 1-1 KIT-OMAP3530 开发板硬件资源

部 件	特 性
处理器	OMAP3530, Pin-to-pin 兼容所有 OMAP3 系列芯片 720 MHz ARM Cortex-A8 core 520 MHz TMS320C64x+DSP core
存储器	16 位, 128MHz NAND Flash 32 位, 128MB DDR SDRAM, 时钟频率 166MHz 可 Pin-to-pin 替换更高容量的存储器
TPS65930 电源管理 IC	供电、功耗控制、音频、USB OTG、按键
调试接口	14 pin JTAG、以太网、串口、LED
音频接口	3.5mm 音频输入输出插座
视频接口	通用 Camera 和 USB 摄像头接口 1 路 DVI-D 视频输出 24 位色触摸屏接口
触摸屏	4.3 寸 4 线触摸式, 480×272 分辨率
外围传输接口	3 路 3 线 RS-232 串行接口 2 路 USB OTG 扩展接口 2 路 SD/MMC 接口, 其中 1 路支持 1.8V 逻辑电压 1 路多通道 SPI 接口 1 路 McBSP 接口 1 路 I ² C 接口 2×2 键盘接口
按键	复位、用户
LED 指示灯	

第2章 示例演示

2.1 硬件连接

市面上所有的 OMAP3530 开发套件均根据 TI 公司提供的核心方案设计,架构相同。以下设置过程适用于所有的 OMAP3530 开发套件。需要注意的是,为防止带电操作和静电对开发板造成损害,在硬件连接时应该断开电源。

1. 准备配件

取出开发板,检查是否有明显损坏。准备电源、串口线、SD 卡以及显示屏。如果系统输出为 DVI-D 接口,需要 DVI-D 连接线和带 DVI-D 接口的显示器。

2. 连接串口及设置

使用套件配带的串口线连接开发板上的串口插座和计算机的 COM1。在计算机端打开超级终端或者其他端口监测软件,参数设置如图 2-1 所示。

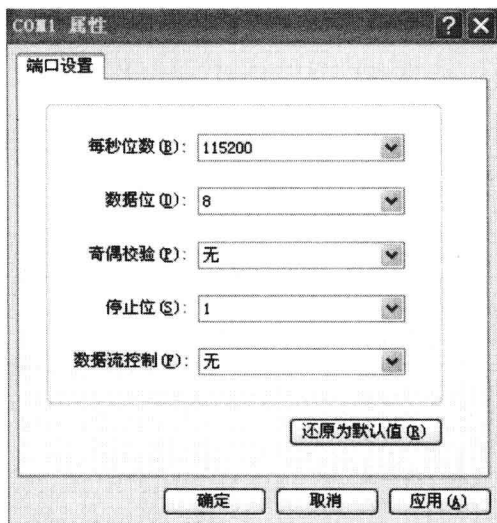


图 2-1 串口通信参数设置

3. 准备 SD 卡

OMAP3530 支持串口(UART3)、Flash、USB 和 SD 卡四种启动方式,芯片的默认启动顺序为 Flash→USB→UART3→SD,若 Flash 中已烧写启动代码,可以按住相关启动按键改变启动顺序,使系统从 SD 卡中启动。系统启动所需的文件都在 SD 卡的 EXT3 和 FAT32 分区中,制作双分区 SD 卡的方法请见附录 B。

分区后,按照 2.2 节步骤将文件复制到 SD 卡相应的分区中,并插入开发板 SD 卡座中。

4. 连接显示设备

市面上 OMAP3530 开发套件都支持多种的图形界面输出方式,需要根据不同的输出方式修改相关启动参数。

最后,连接电源到开发板电源插座,启动板子。

2.2 操作系统演示

由于安装 Android 及 Linux 系统到 SD 卡时,需要在 Linux 系统完成。读者可以先按 6.1 节的步骤安装完 Linux 后,再按这一节的步骤安装 Android 及 Linux 系统的演示例程。

1. Android

将光盘目录 kit-omap3530/demo/android/fat32/下的 MLO、u-boot. bin 和 uImage 文件按顺序复制到 SD 卡的 FAT32 分区下:

```
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ cp /media/kit-omap3530/demo/android/fat32/MLO /media/fat32
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ cp /media/kit-omap3530/demo/android/fat32/u-boot. bin/media/fat32
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ cp/media/kit-omap3530/demo/android/fat32/uImage/media/fat32
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ rm -rf /media/ext3/*
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ sudo tar jxvf /.../kit-omap3530/demo/android/ext3/RFS. tar.bz2-C
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ /media/ext3
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ sync
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ umount /media/fat32
bertrand@ bertrand-desktop: ~$ umount /media/ext3
```

将完成的 SD 卡插入开发板,启动后即可进入 Android 系统。

2. Linux

KIT-OMAP3530 开发套件提供的 Linux 是 Angstrom 桌面发布版本,将 SD 卡按照附录 B 格式化为 FAT32 和 EXT3 两个分区,按照类似 Android 的步骤将对应镜像

复制到 SD 卡。

```
bertrand@bertrand-desktop: ~$ cp /media/kit-omap3530/demo/linux/fat32/MLO /media/fat32
bertrand@bertrand-desktop: ~$ cp /media/kit-omap3530/demo/linux/fat32/u-boot.bin /media/fat32
bertrand@bertrand-desktop: ~$ cp /media/kit-omap3530/demo/linux/fat32/uImage /media/fat32
bertrand@bertrand-desktop: ~$ rm -rf /media/ext3/*
bertrand@bertrand-desktop: ~$ sudo tar jxvf /.../kit-omap3530/demo/linux/ext3/RFS.tar.bz2-C
bertrand@bertrand-desktop: ~$ /media/ext3
bertrand@bertrand-desktop: ~$ sync
bertrand@bertrand-desktop: ~$ umount /media/fat32
bertrand@bertrand-desktop: ~$ umount /media/ext3
```

将完成的 SD 卡插入开发板,启动后即可进入 Angstrom 系统。

第3章 硬件系统

3.1 OMAP3530 芯片

OMAP3530 是基于 TI 公司增强型 65nm 工艺和 OMAP3 架构设计的高性能多媒体应用器件。在 OMAP3 系列处理器中,OMAP3530 是性能最全面的一款器件,包括了 720MHz 的 ARM 核、520MHz 的 DSP 核、视频显示前端、2D/3D 图形加速器等部分。图 3-1 是 OMAP3530 的架构框图。

OMAP Applications Processor

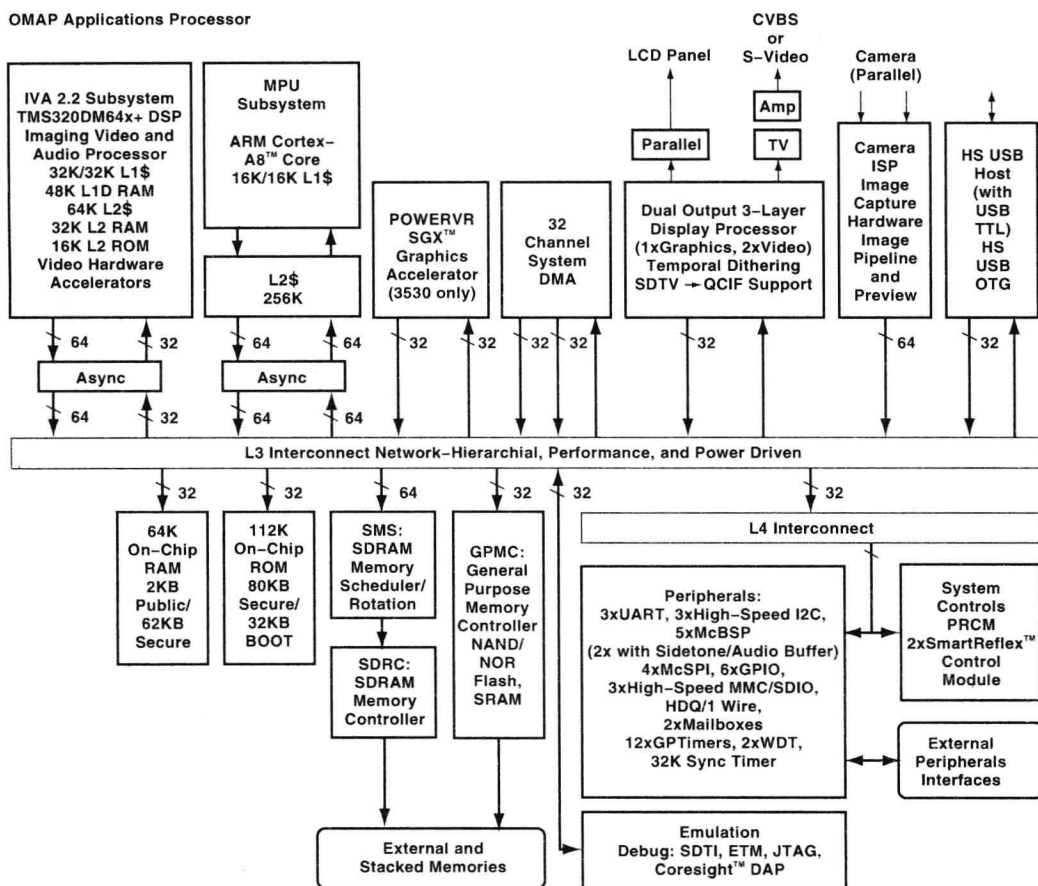


图 3-1 OMAP3530 架构图

OMAP3530 支持多种嵌入式操作系统,例如:

- Android
- Window CE
- Linux

3.2 存 储 器

根据 OMAP3530 的封装特点,存储器可以选择 POP 封装形式或者普通 BGA 封装形式。受限于焊接技术和加工成本,国内的 OMAP3530 开发套件均采用普通 BGA 封装形式存储器。Micron 半导体公司型号为 MT29C1G24MADLAJA-6IT 的 MCP (Multi Chip Package)封装形式存储器是 TI 公司提供的推荐方案。MT29C1G24 将容量为 128MB 的 LPDDR SDRAM 和 128MB 的 NAND Flash 封装在单一芯片内,可以有效减少电子产品的电路板尺寸,提高集成度。图 3-2 给出了该器件的结构示意图。

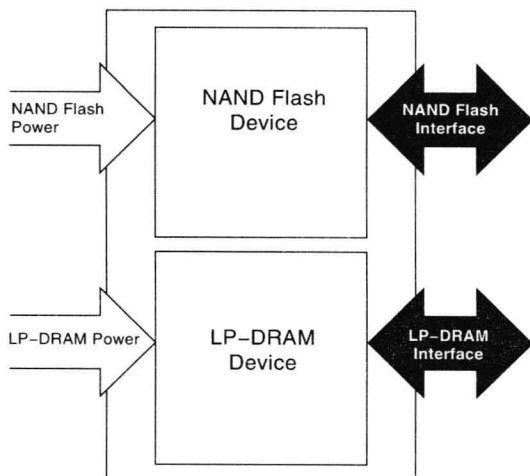


图 3-2 MCP 封装存储器

3.3 系 统 电 源

TPS65930 是专门为 OMAP 系列芯片设计的多功能电源供电及管理器件,包括多路开关电源和线性电源、USB OTG 驱动器、模数转换器、实时时钟、电源控制器、双通道立体声音频输入输出接口等部件。

TPS65930 的封装尺寸如图 3-3 所示。

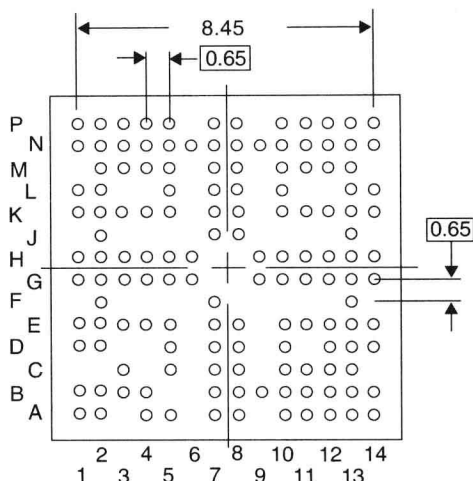


图 3-3 TPS65930 封装尺寸(单位:mm)

3.4 系统时钟

根据各 OMAP3530 开发套件提供商的设计不同,开发板中可能有多个不同时钟源,如深圳大学 KIT-OMAP3530 中有四个不同的时钟源:26MHz 主时钟、32.768kHz RTC 时钟、30MHz USB HUB 时钟和 25MHz 以太网电路时钟。

如图 3-4 所示,通过有源晶振产生的 26MHz 主时钟是整个系统的核心,该时钟首先进入 TPS65930 进行同步和整个系统的初始化,同时为 OMAP3530 提供一个 26MHz 的方波时钟。32.768kHz 时钟由无源晶振配合 TPS65930 的 PLL 电路产生。

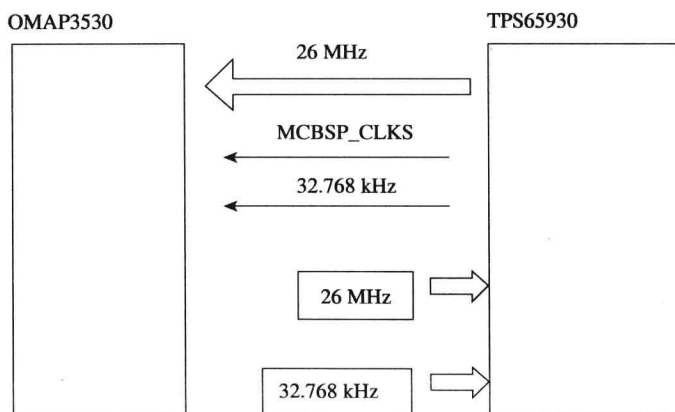


图 3-4 系统时钟