

在便携式应用中，利用零功耗 CPLD 来降低系统总成本

引言

传统上，便携式系统设计人员一直使用 ASIC 和 ASSP 来实现便携式系统中的存储器接口、I/O 扩展、上电排序、离散逻辑以及显示等功能。低成本、低功耗、散热和电路板面积要求限制了可编程逻辑在这些领域中的应用。然而，当今 CPLD 在低功耗和低成本以及小外形封装上的创新使可编程逻辑器件能够替代或者改进便携式应用中的 ASIC、ASSP 和分立器件。

由于采用了基于查找表 (LUT) 的体系结构和创新技术来优化成本和功耗，最新的零功耗 CPLD 的特性和功能是老的宏单元产品所不具备的，这些特性包括：

- 单位电路板上的大容量逻辑
- 单位电路板上大量的 I/O
- 片内电压稳压器和振荡器
- 自动关断和自动上电

由于这些 CPLD 的成本非常低，而且特性突出，和老的 CPLD 方案相比，便携式系统设计人员能够将成本和功耗平均降低 50%。结果，产品开发人员更灵活地把产品推向市场，而这是 ASIC 和 ASSP 做不到的。

便携式系统面临的挑战

随着对小型低价格产品（这些产品支持高级功能，电池供电时间较长）需求的不断增长，便携式系统得到了广泛应用。表 1 列出了便携式应用的部分最终市场和产品。

表 1. 便携式市场和应用领域

市场	应用领域
消费类和汽车	<ul style="list-style-type: none"> ● 移动通信手持终端 ● 教育玩具 ● 便携式媒体播放器 ● 移动 GPS 和导航 ● 电子书阅读器 ● 数字相机 ● 移动计算 ● 汽车仪表盘连接 ● 条件接收卡
工业	<ul style="list-style-type: none"> ● 条形码扫描器 ● 工业 PDA ● 摄像模块 ● 销售点终端 ● 远程 / 无线测量 ● I/O 模块
医疗	<ul style="list-style-type: none"> ● 手持式诊断设备 ● 病人监控和治疗
测试测量	<ul style="list-style-type: none"> ● 手持式测试仪 ● 万用表
通信	<ul style="list-style-type: none"> ● 客户前端设备 (CPE) ● PCMCIA 卡 ● 光模块

便携式系统对高级功能的需求越来越大，同时也不断要求减小体积，降低系统成本，这对于系统设计人员而言都是很大的挑战。便携式应用需要的大部分常用功能采用了分立元件来实现，不但成本高，功耗大，而且还增大了电路板面积。这些元件和功能包括：

- 电压稳压器
- 时钟源
- 分立逻辑器件实现电压电平转换和 I/O 扩展
- 电池监视 / 充电
- 显示控制
- 键盘接口
- 协议桥接和转换
- 存储器管理

零功耗 CPLD 降低了系统总成本，减小了电路板面积

在便携式应用中，上面列出的功能通常采用 ASIC、ASSP 或者其他分立器件来实现。然而，所有这些功能都可以集成到零功耗 CPLD 中。最新的零功耗 CPLD 在超小型封装中提供了很大的逻辑容量，非常适合实现单位电路板上需要大量 I/O 引脚的功能，例如便携式应用中的 LCD 显示屏、键盘、闪存和存储器接口等。此外，它还具有很高的逻辑电路板面积比，有助于集成分立元件以缩小 PCB 面积。

例如，Altera® MAX® IIZ CPLD 提供四种低成本 Micro FineLine BGA (MBGA) (0.5-mm 间距) 封装。小型 68 引脚、100 引脚、144 引脚和 256 引脚 0.5-mm MBGA 封装适合便携式应用，帮助系统设计人员在更小的电路板上集成更多的功能，不用牺牲器件功能便可以开发出体积更小的产品。图 1 所示为这些封装的引脚布局。

图 1. 0.5-mm MBGA 封装引脚布局



这些小外形封装提供紧凑型 0.5-mm BGA，采用了突破性的部分安装阵列。68 引脚、100 引脚和 256 引脚封装经过设计，利用 Micro Via PCM 布板规则，在两层 PCB 上就可以完成所有的引脚和电源连接 (144 引脚封装需要四层电路板)。

超小型封装不但节省了电路板面积，而且系统设计人员还可以利用它在单位电路板 (mm^2) 上集成更多的用户 I/O 和逻辑，从而降低了系统总成本。表 2 对比了某些 CPLD 系列每 mm^2 上的 I/O 和宏单元。和基于宏单元的封装相比，小外形封装 MAX II CPLD 在单位面积电路板 (mm^2) 上的 I/O 是其三倍，逻辑容量是其七倍。

表 2. CPLD 系列每 mm² 上的 I/O 对比，以及逻辑容量对比

供应商	CPLD 系列	器件	封装	尺寸 (mm)	I/O	等价宏单元	每 mm ² 上的 I/O	每 mm ² 上的宏单元
Altera	MAX IIZ	EPM240Z	M68	5x5	68	192	2.72	7.68
Altera	MAX IIZ	EPM240Z	M100	6x6	80	192	2.22	5.33
Xilinx	CoolRunner-II	XC2C64	CP56	6x6	45	64	1.25	1.78
Lattice	ispMACH 4000Z	4064Z	CS56	6x6	32	64	0.89	1.78
Lattice	ispMACH 4000Z	4064Z	CS132	8x8	64	64	1.00	1.00
Altera	MAX IIZ	EPM240Z	M68	5x5	68	192	2.72	7.68
Altera	MAX IIZ	EPM240Z	M100	6x6	80	192	2.22	5.33
Xilinx	CoolRunner-II	XC2C128	CP132	8x8	100	128	1.56	2.00
Lattice	ispMACH 4000Z	4128Z	CS132	8x8	96	128	1.50	2.00
Altera	MAX IIZ	EPM570Z	M100	6x6	76	440	2.22	12.22
Altera	MAX IIZ	EPM570Z	M144	7x7	116	440	2.37	8.98
Xilinx	CoolRunner-II	XC2C256	CP132	8x8	106	256	1.66	4.00
Lattice	ispMACH 4000Z	4256Z	CS132	8x8	96	256	1.50	4.00

大逻辑容量 MAX IIZ 器件还有助于设计人员减少电路板元件数量，降低系统总成本。MAX II 器件还支持低频内部振荡器，避免了采用外部时钟源来进行上电排序，也不需要事件计数器和键盘编码器。

表 3 对比了典型便携式应用中的某些 ASSP、分立器件和 CPLD 方案的成本以及优缺点。MAX II CPLD 提供的可编程逻辑资源集成了其他的电路板功能，降低了便携式系统方案总成本，节省了电路板面积，降低了系统复杂度。同样的，在防止产品过时方面，MAX II CPLD 也是替代 ASSP 和分立器件的理想选择。

表 3. 便携式系统中，Altera MAX II CPLD 和分立器件的功能对比

解决方案	CPLD 密度 (MC)	电压稳压器	频率振荡器	灵活的 BOM(2)	产品不会过时	方案的大概价格 (3)
Altera MAX II EPM240M100C5	192	✓	✓	✓	✓	\$4.80
Microchip PIC16F883-I/SP + TI TPS79118DBVR (LDO) + TI SN74AHC1G00DBVR (电压转换器) + TI PAL16R4 (I/O 扩展器)		✓	✓			\$4.45
FTDI 245RL (ASSP) + TI TPS79118DBVR (LDO) + TI PAL16R4 (I/O 扩展器)		✓				\$4.76
Non-Altera CPLD (1) + TI TPS79118DBVR (LDO) + Microchip PIC12F683-E/SN-ND (上电排序控制器)	128-256	✓	✓	✓	✓	\$8.00-\$16.50

注释:

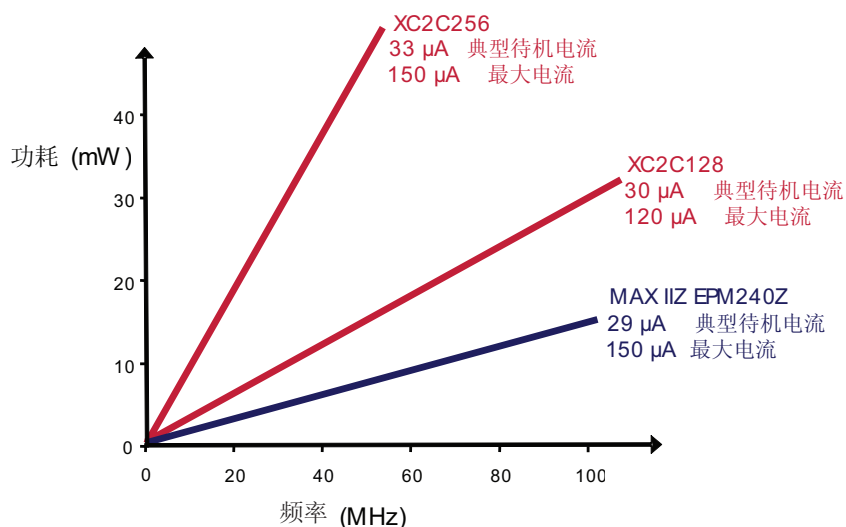
- (1) 非 Altera CPLD 的一个例子是 Xilinx XC2C128CP132-7C (每 1000 片的价格为 7.31 美元)
- (2) 灵活的 BOM 是指能够采用多个不同供应商的产品 (例如，显示屏、闪存或者 A/D 转换器供应商)
- (3) 价格是基于每 1000 片的价格

减小功耗也降低了成本

便携式设计工程师面临的另一挑战是功耗问题。消费者需要功能丰富的小型产品，更需要电池使用时间较长的产品，以满足他们移动生活方式的要求。功耗包括动态功耗和静态功耗两部分，降低这两种功耗都有助于延长电池使用时间。通过采用低成本电池和电源来获得所需的工作时间，降低功耗，从而降低了产品总成本。

MAX II 器件的很多供电系统特性都有助于便携式应用的实现。在 CPLD 业界，MAX II 器件的动态功耗是最低的，其关断功能延长了电池使用时间。MAX IIZ 器件典型的待机电流只有几十个微安，是任何 CPLD 中单位 I/O 或者单位宏单元中功耗最低的。图 2 所示为 MAX IIZ 器件和其他两种 CoolRunner-II 器件的系统功耗对比曲线。CoolRunner-II 器件的红线代表功耗随工作频率的变化，兰线代表的是 MAX IIZ 器件的功耗。同时显示的还有每一器件的典型待机电流和最大待机电流。

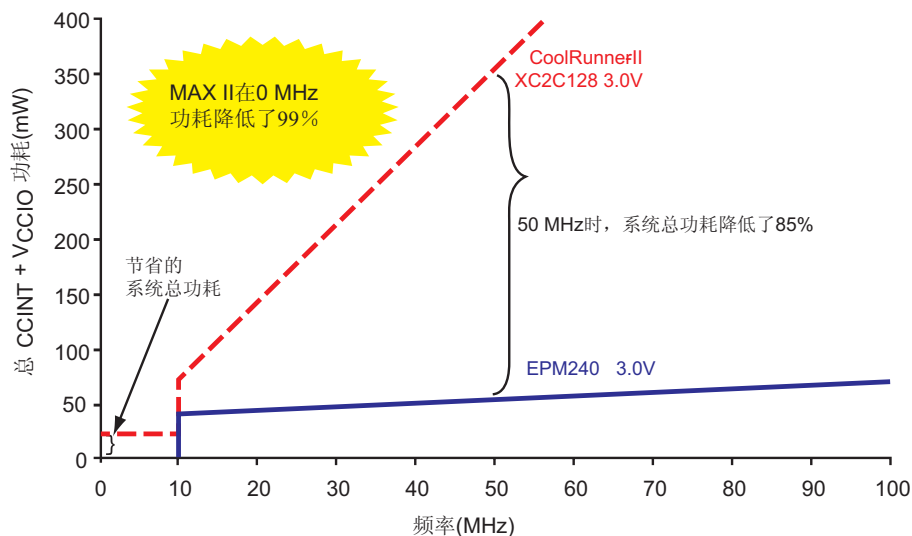
图 2. MAX IIZ 和 CoolRunner-II: 动态和静态功耗



除了具有最低的待机功耗以外，MAX IIZ CPLD 还提供使用方便的关断功能，使便携式系统设计人员能够在 0 MHz 时实现零功耗。和竞争 CPLD 不同，MAX II CPLD 具有优异的功耗系统特性，例如热插拔支持，不用限制电源排序，就可以完全关断，因此，便携式系统不工作时，大大降低了电池功耗。

图 3 所示为完全关断时，MAX II 器件能够在 0 MHz 时实现零功耗。这一应用实例假设 CPLD 的 V_{CCINT} 和 V_{CCIO} 关断时，50% 的输入连接至 V_{CC} ，剩余的 50% 连接至 GND。如图中所示，和 MAX II 器件的关断相比，CoolRunner-II 器件关断时，其 I/O 引脚上的漏电流导致了更大的功耗。MAX II 器件关断时，连接到 V_{CC} 或者 GND 上的多个 I/O 对器件的功耗影响很小甚至没有影响。只有电路的所有输入都确保关断时，老式的 CPLD 器件才能关断，而 MAX II 器件没有这种限制。

图 3. MAX II 和 CoolRunner-II: 便携式系统的关断模式



多电源域便携式系统的一个关键问题是应具有非常灵活的控制机制，每个电源域都比较容易上电和关断。电源转换也非常重要，因为典型的功耗管理系统经常需要从一种供电模式转换到另一种模式。器件的热插拔特性比较关键，如果热插拔特性较差，在关断时的杂散功耗可能要比接通时的功耗还大。

主要的热插拔问题是 PLD 没有加电时的 I/O 引脚泄漏。热插拔漏电流是当器件 V_{CCIO} 或者 V_{CCINT} 没有加电时， V_{CC} 或者 GND 的 I/O 引脚漏电流。即使器件关断，热插拔漏电流也会流过 I/O 引脚，导致系统功耗增加。MAX II 器件支持热插拔功能，具有非常低的静态热插拔漏电流。设计人员在 PCB 上使用以不同模式进行关断的 3.3V、2.5V、1.8V 以及 1.5V 电压器件时，热插拔特性可以帮助他们轻松地进行设计。在便携式系统中，热插拔特性避免了 CPLD I/O 引脚上出现不需要的杂散漏电流通路，更容易实现系统的关断功能。

结论

与 ASIC、ASSP、分立器件和其他 CPLD 器件相比，MAX II CPLD 具有多种关键优势。超小外形封装以及高密度、内核电压稳压器和内部频率振荡器等特性使系统设计人员能够集成电路板上的现有分立器件，从而降低系统总成本，节省电路板空间。MAX II CPLD 不但帮助系统设计人员降低了系统功耗，而且简化了最终产品的系统功耗管理。对于一直使用 ASIC、ASSP 和分立器件的大部分便携式应用，MAX II CPLD 方案总成本非常低，具有明显的优势来替代或者改进这些器件。

其他资源

- MAX IIZ CPLD 的详细信息：
www.altera.com/MAXII
- MAX II 关断设计：
www.altera.com/support/examples/max/exm-power-down.html
- 在便携式应用中使用 MAX II 器件：
www.altera.com/max2-portable
- AN 422: 利用 MAX II CPLD 实现便携式系统的功耗管理：
www.altera.com/literature/an/an422.pdf
- AN 114: Altera 器件高密度 BGA 封装设计：
www.altera.com/literature/an/an114.pdf
- 利用 CPLD 来替代微控制器的 6 种方法：
www.altera.com/literature/wp/wp-01041-six-ways-to-replace-microcontroller-with-cpld.pdf
- 使用零功耗 CPLD 来有效降低便携式应用的功耗：
www.altera.com/literature/wp/wp-01042-using-zero-power-cplds-to-lower-power-in-portable.pdf

致谢

- Martin S. Won, 客户成功计划, 技术组资深成员, Altera 公司。



101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
www.altera.com

版权 © 2007 Altera 公司。保留所有版权。Altera、可编程解决方案公司、程式化 Altera 标识、专用器件名称和所有其他专有商标或者服务标记，除非特别声明，均为 Altera 公司在美国和其他国家的商标和服务标记。所有其他产品或者服务名称的所有权属于其各自持有人。Altera 产品受美国和其他国家多种专利、未决应用、模板著作权和版权的保护。Altera 保证当前规范下的半导体产品性能与 Altera 标准质保一致，但是保留对产品和服务在没有事先通知时的升级变更权利。除非与 Altera 公司的书面条款完全一致，否则 Altera 不承担由此处所述信息、产品或者服务导致的责任。Altera 建议客户在决定购买产品或者服务，以及确信任何公开信息之前，阅读 Altera 最新版的器件规范说明。