

EnFortius® LPC 低功耗设计验证工具

EnFortius® Low Power Checker V22.11

低功耗设计与验证

近年来，人工智能、5G、大数据中心、汽车等应用带来的IC功能和复杂度爆炸性增长。除了与日俱增的产品性能和越来越高的产品集成度，SoC芯片低功耗设计的重要性与日俱增。低功耗设计不仅是产品提高竞争力的核心要素，而且还成为产品能否正常上市的瓶颈。

图1显示了集成电路中功率密度趋势和功率设计需求的对比，随着摩尔定律的演进，集成电路的面积逐步缩小，而其单位面积的功耗不降反升。随着温度的升高，漏电流也会增加，从而导致更大的功耗。据实验显示，温度升高还会导致芯片的平均故障率呈指数上升。通过低功耗设计手段不仅可以实现节能，还可以延长产品寿命。

降低功耗的方法有很多，IC设计中常用的电源管理技术包括：多电压、电源关断、动态电压频率调节、自适应电压频率调节、衬底偏置电压调节等。对此，业界已经推出了相应的标准来描述功耗设计意图——IEEE 1801标准（UPF），该标准定义了从RTL到GDS全流程的低功耗管理设计意图，帮助功耗的优化以及相关的设计验证与实现。由于低功耗设计方法学的快速迭代，该标准也成为了IEEE变化最快的标准之一，自2008年第一个版本推出以来，IEEE-1801一共经历了4次大的更新，不同版本之间的兼容性问题使该标准成为EDA领域最难支持的标准之一。

随着IC复杂度提升，设计上需要更多的功能模块整合，电源划分更加细致，并且需要更弹性的动态电压操作，在这种趋势下，势必会将系统功耗优化推向极致。这对于低功耗设计是一个难点，对于之后的验证工作也带来了不小的挑战。芯片工程师亟需一款工具可以快速定位低功耗设计中的缺陷，并找出问题的根源。

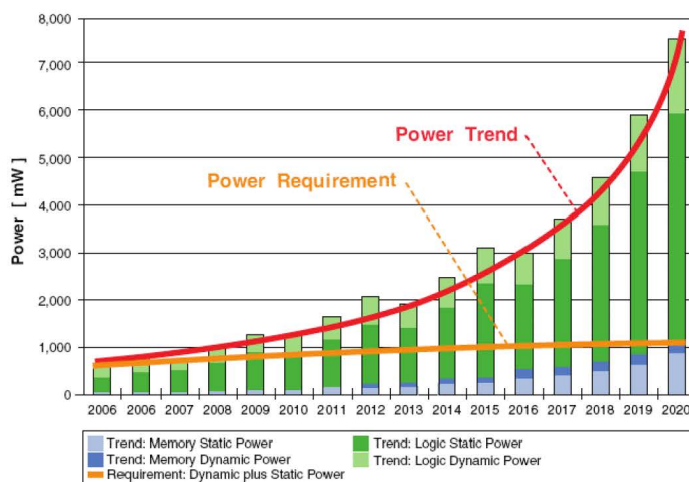


图1 (Source: IRTS)

EnFortius® Low Power Checker (LPC) 低功耗设计静态验证工具

英诺达自主研发的EnFortius® Low Power Checker (LPC) 的核心电源管理意图数据库是基于IEEE1801-2018 最新版的UPF3.1信息模型搭建的，配合目标导向的查错信息设计，LPC可以帮助设计师尽快定位并分析低功耗设计的相关问题。作为低功耗设计流程中的一款关键工具，LPC在RTL设计阶段可以确保UPF中描述的电源管理意图在设计 and 验证阶段的完整性，在逻辑及物理实现阶段的正确性，以及独立检查电路中低功耗设计的正确性。

低功耗检查内容及使用场景

LPC低功耗检查主要包括以下几个方面

◆ 工艺库完整性验证 (Library Power Checks) :

- 检查目标库中低功耗单元的完整性;
- 检查低功耗单元定义的正确性;
- 检查UPF自定义完整性。

◆ UPF完整性验证 (Power Intent Checks) :

- 检查信号隔离和电位转换策略有无缺失;
- 检查信号隔离和电位转换策略有无重复定义;
- 检查低功耗设计策略的控制信号有无错误。

◆ 逻辑网表完整性验证 (Logic Netlist Checks) :

- 检查信号隔离和电位转换逻辑是否缺失;
- 检查信号隔离和电位转换逻辑是否冗余;
- 检查信号隔离等低功耗设计的控制信号是否连接正确。

◆ 物理网表完整性验证 (Physical Netlist Checks) :

- 检查所有逻辑单元电源线连接是否正确;
- 检查CMOS衬底电源线连接是否正确;
- 检查特殊器件的电源连接 (比如反偏二极管);
- 所有逻辑网表中的验证。

LPC可以用在RTL到GDSII流程中的以下3个阶段 (图2) :

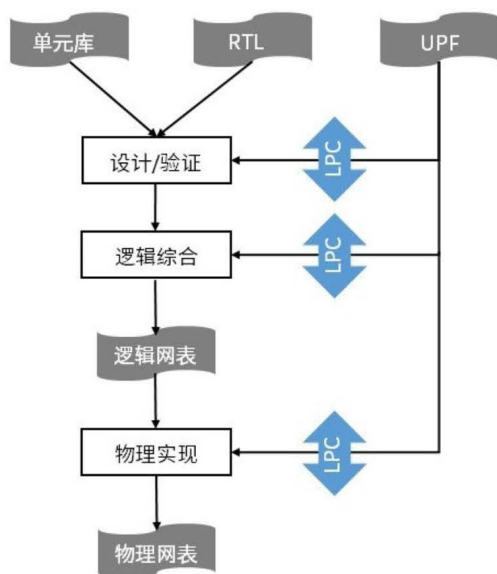


图2 使用场景

技术特点

◆ 核心功能覆盖全面

- 低功耗设计意图检查: UPF语法及语义自查。
- 低功耗设计策略检查: UPF策略全覆盖 - 信号隔离器、电位转换器、状态保持器、电源开关。
- 全流程设计检查: RTL阶段, 后逻辑综合阶段及后物理实现阶段。
- 签收阶段电路级检查: 仅根据电源状态表检查是否存在低功耗逻辑及电源连接准确性。

◆ 以快速报错定位为导向的技术创新

- 创新的查错信息数据库: 目标导向; 方便重复核查、筛选报错信息。
- 独特的电源状态表高效算法: 支持大容量快速检查。
- 完整的UPF信息模型数据库: 支持最新版UPF信息模型; 可访问所有的UPF信息。
- 底层架构可以让用户方便地制定自定义检查内容: 内部数据结构以Tcl Obj形式读取。
- 全新的GUI界面: 针对低功耗设计验证需求、以快速报错定位为导向的图形界面。

主要技术指标

LPC需要读入以下标准的设计相关文件完成指定的验证任务:

- ◆ **工艺库输入:** 支持最新的行业工艺库文件标准Liberty。
- ◆ **设计输入:** 可以读入RTL和网表。RTL输入方面, LPC支持最新的Verilog-1164和最新的SystemVerilog-1800国际标准。
- ◆ **电源管理意图输入:** 支持最新UPF标准, 兼容老版本。

UPF支持

UPF版本变化快, 一些旧版本的语法及语义可能在新版本有变化或修改, 甚至被删除。此外, 在一些关键的语义上, 不同版本的UPF有不同甚至是相冲突的定义, 这给支持UPF的EDA工具和IC设计工程师都带来了很大的挑战。虽然客户常用的版本是UPF2.1, 但一些老版本的命令也会使用。LPC支持最新版本的UPF3.1, 同时也兼容一些常用的老版本UPF (比如UPF1.0/2.0/2.1等) 命令及语义, 从而保证最大程度的通用性及灵活性用以支持不同客户的实际需求。