

# PhyLS

## AI驱动的物理感知综合平台

- ✓ AI引擎实现多目标优化
- ✓ 通过预测性物理感知技术实现15%的版图PPA优化
- ✓ 作为插件无缝集成至任何EDA工具链

### 产品概述

PhyLS是一个AI原生、物理感知综合平台，旨在加速设计收敛并交付高质量的结果 (quality of results, QoR)。为了弥合前端逻辑综合与后端物理实现之间的关键差距，PhyLS在综合阶段后引入或预测的物理信息，对门级网表进行重综合，通过生成物理设计友好的网表消除成本高昂的后期设计迭代。核心AI引擎通过高效的设计空间探索显著提升了QoR，与业界领先的商业工具相比，可将最终版图的功耗、性能和面积 (power, performance, area, PPA) 降低超过15%，同时将整体设计周期缩短高达40%。

PhyLS以一个轻量级、无缝集成的插件形式提供，可融入任何现有的EDA工具链，包括商业工具流或开源流程。支持标准的Verilog、SDC、LEF和LIB等IEEE格式，无需客户修改现有设计方法学，能够立即提升客户生产力。

### 核心优势

- 采用AI原生的物理综合方法，解决关键的时序、功耗和布线拥塞挑战
- 作为轻量级插件，即插即用，与现有工具链兼容
- 卓越的QoR，与业界领先的商业工具相比，最终布局的PPA降低超过15%
- 利用预测性物理感知技术减少迭代次数，将设计收敛速度提高多达40%
- 支持包括Verilog、SDC、LEF和LIB等标准格式
- 提供全面且集成的RTL到GDSII工具集，包括布局规划、布局、时钟树综合和布线，构建于统一的数据模型之上

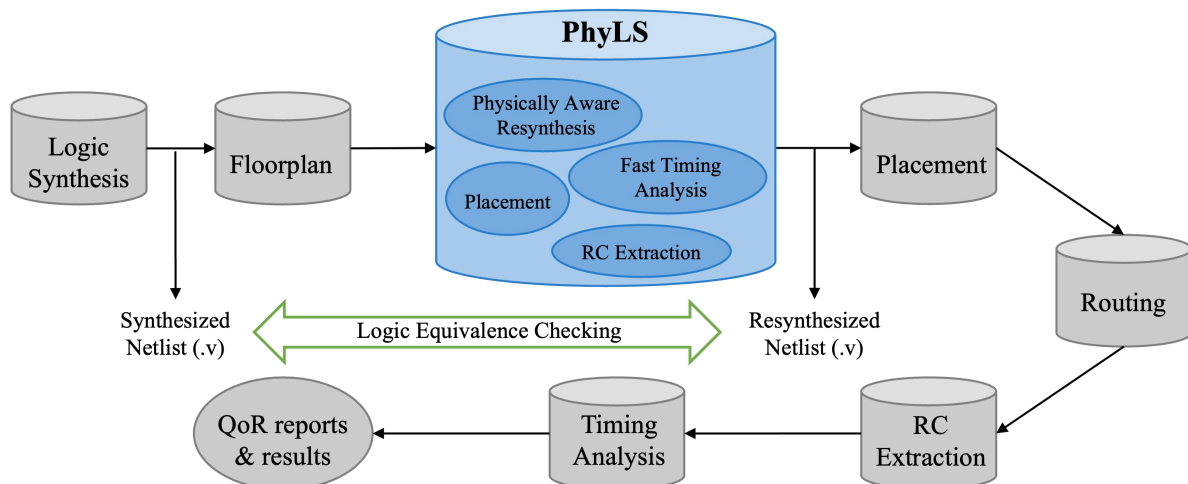


图1: PhyLS在数字EDA流程中的位置

## 无缝流程集成

PhyLS被设计为即插即用，以一个轻量级的无缝插件形式提供，可集成到任何现有的EDA工具链中。这保护了公司在现有工具和方法学上的投入。该平台完全兼容现有的Synopsys、Cadence或开源流程，支持标准的设计输入，包括门级网表 (.v)、时序约束 (.sdc)、Liberty时序库 (.lib) 和库交换格式 (.lef) 文件。这种方法使得用户无需对现有设计方法进行颠覆性且昂贵的改造，即可获得下一代AI优化平台的强大能力。

## PhyLS在流程中的位置

### ■ 输入:

- 门级网表 (Verilog)
- 工艺库 (LIB)
- 物理库 (LEF)
- 时序约束 (SDC)
- 可选的布局规划文件 (DEF)

### ■ 输出:

- 重综合后的门级网表 (Verilog)
- 布局规划或初始布局后的设计 (DEF)
- 全面的QoR和时序报告

## 卓越的结果质量

全新的AI原生优化技术在PPA方面取得了显著的改进。在与具备物理感知功能的业界领先商业综合工具的直接比较中，PhyLS将最差负时序裕量 (worst negative slack, WNS) 降低了10%以上，总负时序裕量 (total negative slack, TNS) 降低了15%，漏电功耗降低了4%。PhyLS利用强化学习 (reinforcement learning, RL) 等智能体探索广阔的设计空间，为每个特定的设计和瓶颈学习定制的优化策略。通过这一过程，PhyLS能够发现非直观的、全局最优的策略，以平衡时序、功耗、面积和布线性之间的复杂权衡，其性能持续超越人工设计的启发式算法。

## 设计收敛速度提升高达40%

加速设计收敛可以缩短先进集成电路设计的上市时间。通过后综合阶段早期引入物理感知，PhyLS将整体设计周期缩短了高达40%甚至更多。这是通过最大限度地减少前端综合团队和后端物理实现团队之间耗时的迭代次数来实现的。该平台的预测引擎能够抢先解决那些可能影响项目进度的关键时序、功耗和布线拥塞挑战，从而为实现流片提供一条更可靠、更高效的路径。

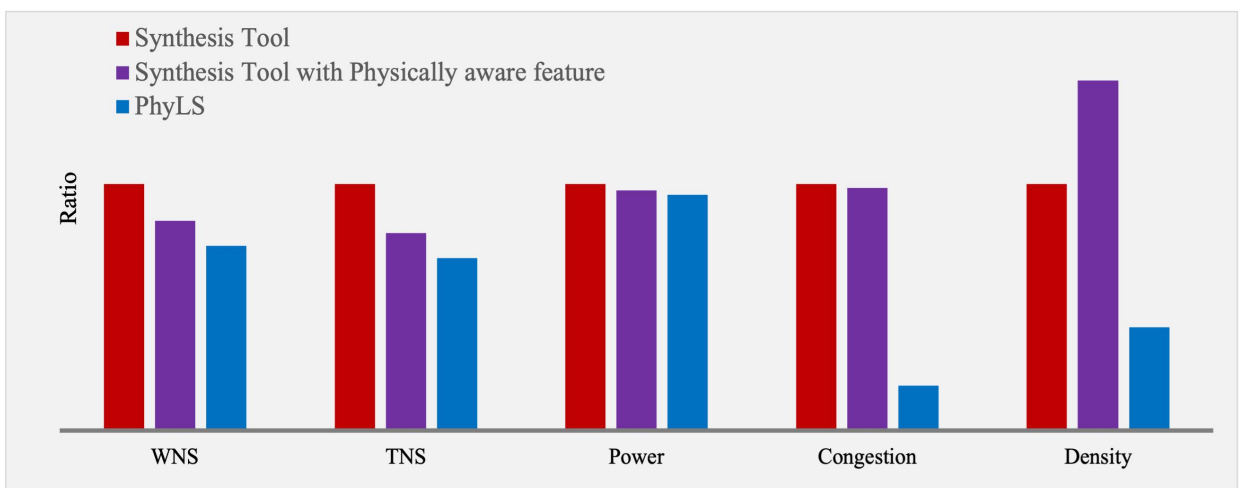


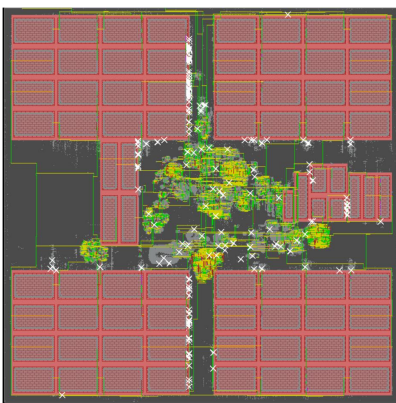
图2: PhyLS获得的版图PPA提升

## 集成的物理实现引擎

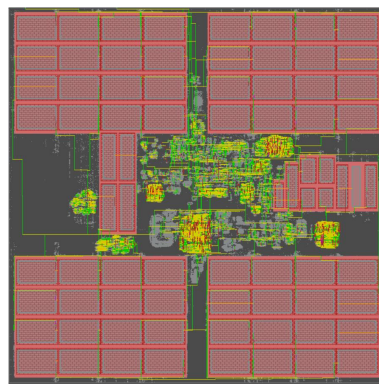
PhyLS作为一个完整的平台运行，可以通过灵活的方法获取物理信息。为获得最高精度，它可以作为一个独立的RTL到GDSII解决方案，利用其全套集成的物理实现引擎在内部生成基准物理数据。此外，为确保无缝集成到任何现有流程中，PhyLS也可以读取外部生成的DEF文件作为物理信息的来源。这种双重能力确保了其核心的AI驱动优化引擎无论是在内部生成还是由外部工具提供的数据上，都能在统一的高性能数据库上，基于最精确的物理环境进行操作。

## 基于图神经网络技术的预测性物理感知

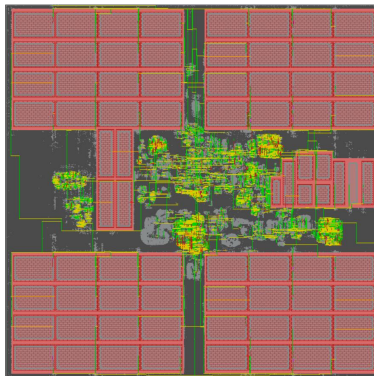
为了实现综合结果与布局结果的高度一致性，PhyLS采用了一个定制设计的图神经网络 (graph neural network, GNN) 来实现前瞻性预测。PhyLS GNN处理电路网表和初始布局数据，以学习单元和连线之间复杂的拓扑关系。这为下游的物理效应（如互连线延迟和布线拥塞热点）提供了准确的预测，为AI智能体做出全局最优决策提供了关键信息。



(a) 传统综合工具生成的版图



(b) 物理感知综合工具生成的版图



(c) PhyLS生成的版图

图3: PhyLS交付面积更小、功耗更低且布线性更优的最终版图

## 设计空间探索

PhyLS使设计人员能够对不同指标进行设计空间探索。其核心的AI原生引擎支持在实现前主动探索不同的设计方案。用户可以通过更改设计约束或主要优化目标（例如，时序、功耗、拥塞）来无缝地运行多个优化实验，并收到一份全面的结果摘要以进行比较，从而找到最佳的PPA权衡。

## 总结

凭借其独特的AI原生优化引擎，PhyLS代表了物理综合领域的一次范式转变。与传统方法相比，它提供了卓越的QoR，并将设计收敛速度提高了多达40%。通过作为一个无缝集成的插件，PhyLS使设计团队能够以前所未有的效率和可靠性达成PPA目标。