

我们的解决方案

引言

即便您面对的是一个已量产的成熟芯片，核心目标也是理解其设计精髓，并在此基础上快速实现自主创新，本方案提供一套完整的“反向分析+正向工程”的解决方案：从物理拆解到参数提取，从 TQV 结构设计与验证到量产工程服务。通过我们，您可以在规避知识产权风险的同时，找到差异化创新点，并以最低成本、最快速度获得可量产的产品原型。

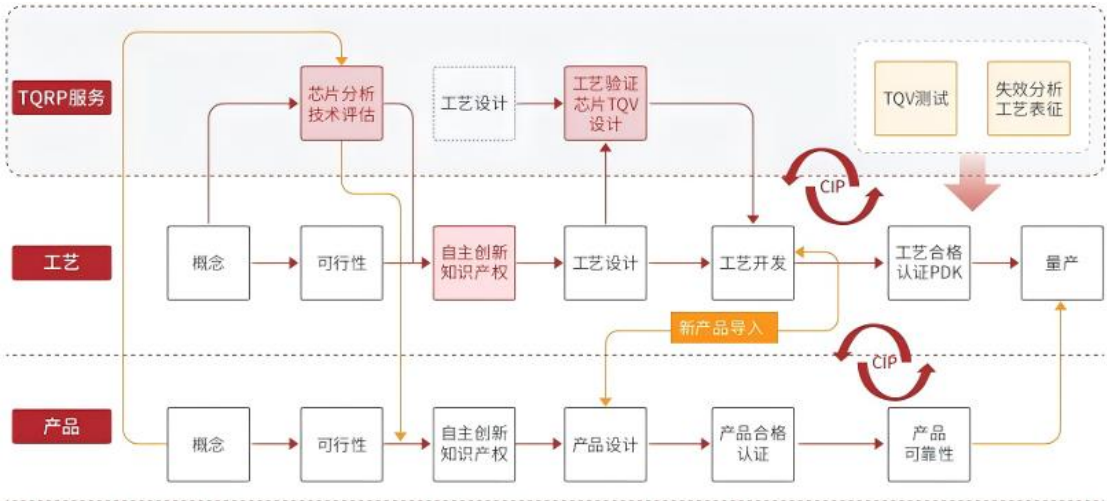


图 1 整体解决方案流程

第一部分：技术开发——从芯片到可复现的设计数据

1.1 样品制备：我们如何“切”开芯片的层层秘密

芯片内部结构如同迷宫，常规的机械研磨或化学蚀刻会破坏关键信息。“该怎么切”通常是一大难点，我们拥有丰富的经验和技術，可针对不同封装类型（塑封、陶瓷、金属壳）和不同工艺节点（微米级到先进工艺）制定差异化策略：

- 无损预处理：对于高价值样品，采用 X 射线分层成像辅助定位，标记目标区域。
- 精准去封：通过热应力控制、激光辅助或微铣削技术，逐层去除封装材料，保持芯片完整性。

层次剥离：采用反应离子刻蚀（RIE）与湿法蚀刻相结合的方式，逐层去除金属化层、介质层，使得每个关键层的平面结构均可清晰成像。

横截面制备：针对垂直结构（如深沟槽、TSV、特定晶体管剖面），采用聚焦离子束（FIB）或精密切割制备纳米级平整截面。

1.2 关键参数提取与核心工艺推断

从解析结果中，精准提取芯片的核心电参数、结构参数、材料参数及制造工艺细节（包括但不限于器件尺寸、掺杂浓度、互连工艺、封装工艺等），形成完整的参数数据库，为后续正向开发提供核心依据。

表 1 提取关键参数

参数类别	具体参数示例	用途
几何尺寸	线宽、间距、接触孔尺寸、多晶硅栅长	复现设计规则、建立版图
层次结构	金属层数、介质厚度、阶梯覆盖角度	推断工艺流程顺序

器件参数	晶体管阈值电压、掺杂类型（通过 SEM/EBIC 推断）、电容结构尺寸	建立 SPICE 模型
材料信息	金属材料（Al/Cu/W）、阻挡层材料、钝化层材料	选择代工厂工艺菜单

同时，我们结合逆向工艺分析，推断出该芯片的：

- 工艺模块顺序（STI → 阱注入 → 栅氧化 → 多晶硅 → 自对准硅化物 → 接触孔 → 金属层 1.....）
- 关键工艺条件（如快速热退火的疑似温度区间、CMP 平整度要求等）

在提取过程中，我们会主动标注“疑似专利保护的**特色结构**”与“行业通用设计”，帮助客户明确可自由使用部分与需规避或绕道的部分，并基于通用结构提出改进建议，形成创新点。

第二部分：产品开发——从验证结构到量产工程

2.1 TQV 设计：在微区快速制造验证结构

有了逆向提取的设计规则与工艺信息，下一步不是直接仿制，而是设计一套专属的 TQV 验证芯片，用于快速验证关键模块的可制造性与性能。

TQV 设计原则：

- 包含关键尺寸矩阵（不同 L/W 的晶体管、电容、电阻）
- 包含工艺监控结构（蛇形线测电阻、梳状结构测漏电、环振测速度）
- 包含客户目标器件的缩比/修改版本（体现差异化创新）

快速制造通道：通过与工艺产线合作，我们可以在微区（小批量、短周期）内完成 TQV 结构的流片，周期大大缩短，大幅降低试错成本。

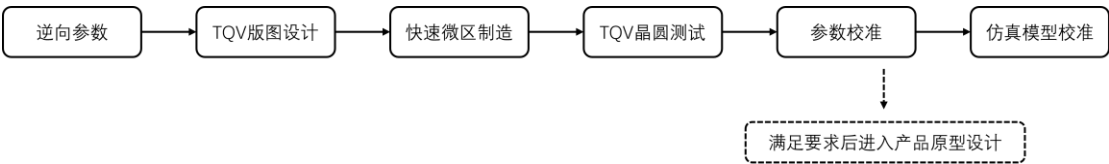


图 2 TQV 设计与测试闭环

2.2 测试、表征与建模

对 TQV 结构进行直流/射频/噪声/温度特性测试，获取真实数据：

- 测试内容：I-V 曲线、C-V 曲线、f_T、1/f 噪声、温度系数等
- 表征分析：结合 SEM/TEM 对 TQV 结构进行物理验证，确保“设计-制造-测试”闭环
- 建模与仿真：建立紧凑模型（BSIM/PSP 等）或行为级模型，用于后续产品仿真

在完成模型校准后，我们将其封装为可执行的 PDK。该 PDK 包含经过验证的器件模型、设计规则检查（DRC）文件、版图与原理图对比（LVS）规则以及参数化单元（PCell），可直接对接代工厂的制造流程；能大幅降低从仿真到流片的不确定性。

2.3 产品开发路径：概念验证 → 原型 → 量产

基于校准后的仿真模型，我们为客户提供三级产品开发服务，如表 2：

表 2 产品开发路径

阶段	交付物	周期	目标
概念验证	可行性仿真报告 + 基础版图 + 关键模块 TQV 测试数据	6-8 周	证明“反向提取+创新点”可形成可工作芯片
研究级原型	完整芯片工程样片（小批量）	12-16 周	实验室环境验证功能与性能
产品级原型	通过可靠性测试的工程样片 + 量产测试方案建议	20-24 周	接近量产版本的芯片，用于客户系统验证
量产工程服务	良率提升方案、测试程序优化、	长期	帮助客户顺利进入批量生

	代工厂导入支持		产
--	---------	--	---

产品开发流程示意图如图 3 所示：

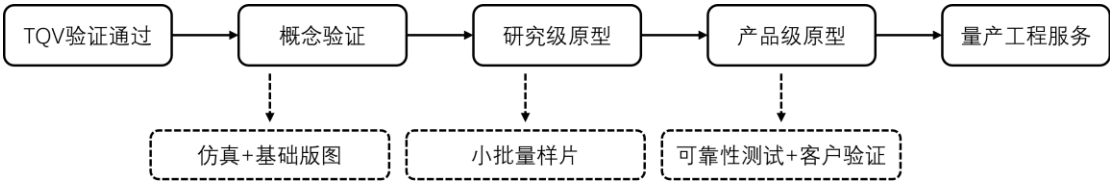


图 3 产品开发流程示意图

第三部分——关键交付物

在整个服务流程中，我们并非简单交付一份“报告”就结束，我们而是从反向分析到正向工程，覆盖了芯片二次开发的完整链条，按照客户需求，提供完整、准确与极具价值和意义的交付物。

表 3 关键交付物总览

阶段	交付物
反向分析	层次图像数据库、关键参数列表、推断工艺流程、知识产权风险标注
TQV 验证	TQV 版图、快速制造晶圆、测试数据、校准后的仿真模型
产品原型	研究级样片、产品型样片、测试方案、可靠性报告
量产服务	良率分析报告、代工厂导入支持文档

第四部分——总结

我们的解决方案，不在于还原一颗已有的芯片，而是站在成熟设计的基础上，用更短的时间、更低的成本、更清晰的风险边界，完成属于自己的产品。

我们提供的不是一份报告或几张图片，而是一天完整的工程路径：从“怎么切”开始，逐层提取可复现的设计规则和工艺信息；通过 TQV 快速验证关键模块，用校准后的模型和 PDK 搭建起设计与制造之间的可靠桥梁；最终交付给客户的，是经过测试的实体样片、可导出的设计数据，以及支撑量产落地的工程服务。

这套方案的终点不是“复现”，而是“超越”——在充分理解原有设计的基础上，帮助客户找到差异化创新点，避开知识产权雷区，做出属于自己的、可量产的芯片产品，来提供相关服务。