

# 加速大批量生产的移动测试

快速、高效的移动测试的关键事项



## 加速大批量生产的移动测试 快速、高效的移动测试的关键事项

IQxstream® 是一台制造导向的物理层通信系统测试器，相较于更为熟悉的实验室测试环境，在讨论产品测试的时候，这套测试器从根本上体现了新的价值主张。为充分利用其能力，有必要了解，它是如何不同于实验室测试仪器和为什么产品测试与实验室测试有较大差异这一情况。

本技术说明将介绍实验室的测试环境和生产测试之间的差异。它还将描述IQxstream物理层测试仪为生产车间带来的独特优势。

实施生产测试解决方案时，总是会有测试覆盖率和生产能力之间的冲突。生产车间经理希望在他能力范围内，每小时能够测量的设备尽可能多，质量控制经理要确保所有的缺陷能够被检测到，而首席财务官不仅两者都要支持，而且要求最小的资本预算。

设计测试系统时必须考虑的下列因素:

- 测试类型 - 物理层与信号
- 测试速度 - 支持足够多的被测设备 ( DUT ) ，测量速度，配置速度
- 与制造业相关的DUT的失败机制
- 测试类型和所需的测试数量

在清单的最上方是被测的类型。对产品测试来说这是一个非常熟悉的方式，设计人员需要用到哪些测试项目，然后大量复制于生产测试。相比最佳解决方案，无论从成本和生产能力的角度来看，这种方式都过于繁琐。

**实验室测试仪**是彻底为手机，平板电脑或笔记本电脑模块设计和系统集成的测试过程设计。在这个任务中，他们被用于执行物理层，信令和系统测试。除了基本的设计和故障排除，他们的测量结果可用于一致性，调试控制和回归测试。

在实验室环境中，实验室测试仪可能被集成到一个包括信道模拟器和基础设施的模拟器的复杂环境。设计/系统工程师可能会置于手动控制操作，或可能被用来执行复杂的测试脚本，在物理层测试环境下，通过信令性能复杂的干扰、衰落和切换场景测试，探索每一个标准的细微差别。

在这种情况下，易用性，灵活性和顶级的按钮测试能力，是实验室测试优先考虑的能力。测试速度快，仪器成本和易于集成到生产环境的优势远强于传统的事项清单测试方式。

在一定程度上，实验室测试仪是一种多工具的测试。有趣的是，当你专注于执行某一的任务时，实验室测试仪可以掏空你的口袋，并能打动你的朋友，但他们的成本比专用工具多很多，真的不是最方便的选择。



**生产测试** 完全不同于实验室测试。在生产测试中的重点是要准确地判断出移动设备是否工作于最低绝对值。在强调生产线质量的今天，过多或不必要的测试用来发现可能存在的少数缺陷是一笔不合理的开支。

在生产中的基本设定毫无疑问是那些满足客户所有需求并可正确装配的设计，这些设计被始终如一的使用。如果没有这一保证，以现在设备的复杂性，只是简单的用巨大测试规模来验证所有的可能性，很可能会脱离设计人员的初衷。生产车间没有地方来验证数百万行代码的固件，也没有硬件条件关联那些数百万门的DSP/ASIC设计。

生产测试的重点是发现制造缺陷和设计中模拟元件相关的具有代表性的变化。是焊点损坏？是丢掉一个去耦电容吗？还是功率放大器范围是否够用？某一单元的数字信号功能被锁定在固件和ASIC处理器设计中。这一数字信号驱动所有信号并且大量信号的产生和检测并不会由于生产差异而改变。还应当指出的是，数字集成电路芯片是生产制造的一部分，在制造过程中被广泛地测试，当芯片支持数字功能的时候有可能在模块生产期间被损坏，这些损坏是根本性的，容易被检测到，往往通过手机本身的上电测试才能发现。

最佳的生产测试专注于物理层测量，这一领域展现与制造过程相关的区域最大程度变化。发射功率，发射波形的质量，TX频率的精度都是蜂窝站点接收移动信号的能力的关键。在RX端，移动设备成功地在最低和最高的信号电平接收信号解码，表示其在网络上能够成功运作。这些都是由物理层测试仪进行测量。

在生产测试中使用什么样的信号，它在实验室中可以充分证明吗？正确的答案是很少。下面的章节中将详细探讨。

## 信令驱动测试和终端接口

当进行生产测试时，将DUT(Device Under Test，被测设备)置于已配置好测量所需结果或者一系列可创建测量的环境中。从传统空中接口标准的角度来看，实现这一逻辑途径是通过模拟基站和发送信令消息到DUT。

这将包括标准的上电序列，系统获取，然后通过测试设备一个特定模式下令到一个信道。在许多情况下，获得一个给定的测试状态，可能包括单步调试一连串中间状态，这些中间状态被要求与空中接口标准保持一致。每一次这些跳变都包含自身的信号延迟，没有任何增加值与测试相关。但不幸的是，这一痛苦缓慢的过程就像有人在手机上按下通话按钮等待铃声反馈的人可以证明。

为了加速这一过程，让DUT更快地进入一个给定的状态，就要利用它的基带数据端口。实际上，今天几乎所有的移动设备都有方法连接其主处理器，典型的如通过USB端口。使用USB连接，DUT可放入一个特殊的测试模式，直接接受所需状态的命令。这一速度远远超过空中信息传递的速度，这也是今天几乎所有主要IC制造商支持的方式。

这一依赖终端接口的方式而非采用信令，不仅更快，也使得测试过程更简单，更可靠，因为它已不再需要遵循上层信令协议和面对潜在的不同基站制造商的差异。

## 物理层测试仪

一旦我们能够直接指挥移动设备进入一个特定的状态，基本就无需进行信号为基础的测试。这使得无线行业定义出一个新的生产测试设备——物理层测试仪。并不是说物理层测试仪不再支持一些等级的信号，因为物理层测试仪一般不支持双向信令对话，所以在特殊情况下，信号可有节制的使用。

物理层测试仪专注于，如发射功率，调制精度和接收机性能测量。它们并不担心诸如发送短信或切换性能这样的系统级测量中信令对话的状况。

从实验室测试仪到生产线物理层测试仪的改变，就像购买了多用途刀钳和一箱螺丝刀。它们让你的钱花得更更有价值的同时，还让你省去了大量摸索的时间。

IQxstream是测试领域的电动螺丝刀。它增加了自动选择功能，不仅远快于你的手，而且可以使得超越实验室测试仪测试性能的方法成为可能。

IQxstream为完全彻底的支持快速、经济有效的物理层测试。它侧重于检测在生产环境中的差异，避免与典型工程实验室测试设备的复杂性，成本和性能相关的损耗。



## 去耦测量分析

一旦你决定使用物理层测试仪，评估生产中的DUT，很多测试性能优势得以启用。

常规测试由图1a所示的配置，捕获分析序列。具有讽刺意味的是最昂贵的组件测试仪 -硬件捕获 - 在这个测量模型中很少被用到。

大多数物理层测试测量可以被认为是静态的。这并不是说没有时间件的测量，但一般很少或在射频测试仪和DUT之间根本没有来回信号的对话。最多，测试仪（或DUT）作出回应。可以这么说，没有后续的“响应”。由于无需支持一个正在进行的对话，所以没有必要在测试中进行信号的实时解码。

测试允许测试仪分析去耦信号分析如图1b所示。在这种模式下，测量从捕获活动中分开，成为捕获配置模型，从而具备在不同平面分析的条件。分析不再是关键路径的一部分，昂贵硬件捕获设备在同一时间可更充分的利用，你可以通过通用多核处理器进行并行分析。

结果就是在边际成本上拥有更快的测试仪。在测试过程中，这种独一无二的变化为单DUT 测试仪带来两倍的速度。

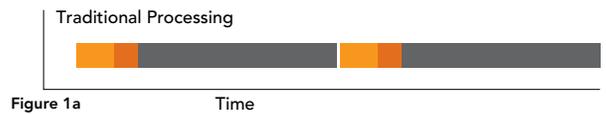


Figure 1a Time

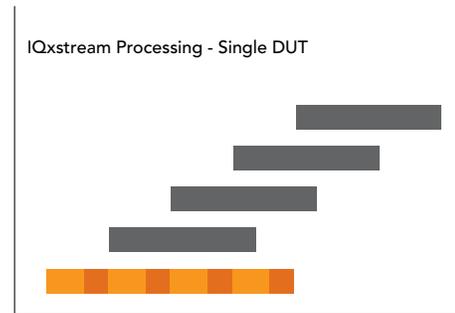


Figure 1b Time

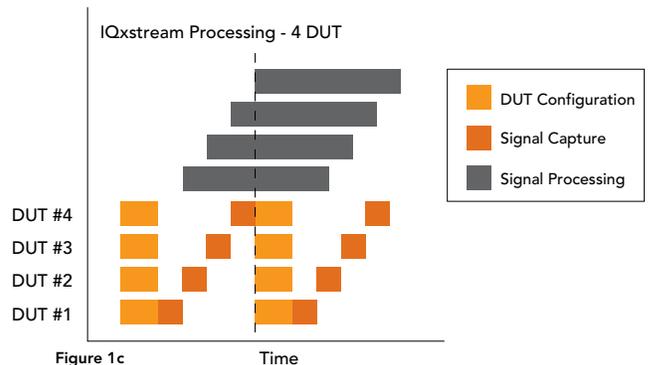


Figure 1c Time

图1 - 去耦测量分析

这种演变的下一步如图1c所示，首先由IQxstream开始。通过支持四个被测设备（DUT），DUT配置具备并行能力，且因为信号捕捉独立于分析，所以DUT重配置可以开始紧随最近的捕获。其次，您将获得显著的性能提升，而仅需增加成本增量的支出。

读者可能会问，测试人员并不需要等待第四个被测设备（DUT #4）信号捕捉完成后，才开始重新配置第一个被测设备（DUT #1）。这当然是真的，但在这样的事件中，具有良好习惯的做法是，确保在重配置过程中的功率放大器处于掉电状态。一旦前面的所有信号捕捉完成，所有被测设备的功率放大器应重新开启。这是为了确保在测试过程中被测设备不互相干扰。例如，你肯定不想在一个被测设备满功率发射时，试图测量处于最低发射功率的另一个被测设备。

## 基于序列的物理层测试 - 下一步

DUT测试通常是发生在通过控制一个DUT成为特定固定配置时,然后从它的输出捕获快照。重复这个过程，每个DUT所需的配置，例如，电源设置，调制类型等。这显示在图2的上部配置/测量序列。虽然远远优于基于信令DUT的配置，仍然有改进的余地。

在序列为基础的测试中，DUT是预先给定序列的配置设置，并准确统计到底有多少时间花费在每个配置上。不需任何测试仪和DUT之间的对话，接下来IQxstream同步配置并测量DUT的配置改变。

而基于序列的测试取决于DUT的能力，现今大多数IC制造商都支持这样的测试。通过图2中的上部和下部比较所示，这种方法可以减少多达50%的测试时间。



图2-IQxstream序列为基础的测试比传统的测试更能节省大量的时间。

这是另一个关于生产为重点的测试仪是什么样子的例子，如IQxstream，可以开发出创新的测试技术。

IQxstream独特架构的改变来自测试设备的限制，到DUT速度的限制 - 取决于DUT如何快速的直接改变到一个新的配置。减少测试时间，同时最大限度地利用昂贵的硬件数据采集设备，是同行业中最具成本效益的解决方案。

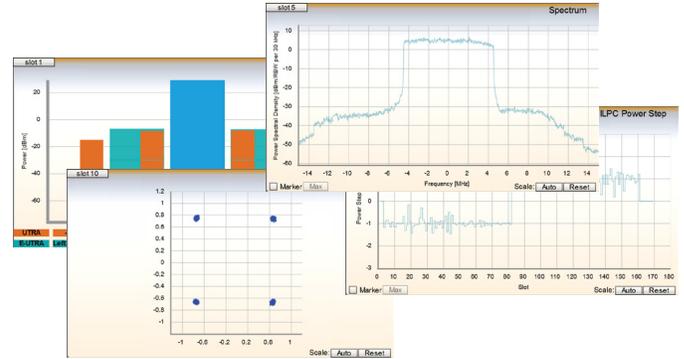
## 捕获分析

这种类型的测试开启的另一个功能是，一旦你捕获一个数据块，多个参数的测量结果可被进行计算出来。例如一个单一LTE捕获结果，可以计算出以下的高等级的参数：

- 功率
- 载波泄漏
- 误差向量幅度
- 占用带宽
- 邻道泄漏比
- 频谱发射屏蔽
- 频率误差

...取决于DUT的配置，您可能还能够计算：

- TX时间掩码
- 带内排放的非资源分配块



计算独立的数据采集，没有捕获速度限制，并对整体测试速度的影响微乎其微。

## 使用‘一旦捕获，测量许多’动态功率测量结果

作为工程师，我们常常觉得在测试项目上非常线性。我们要试图发现什么问题？闭环功率控制就是这样的一个例子。功率控制是移动网络中的一个正常运作的键，所以往往是一个任何生产测试的重要组成部分。LTE的功率控制相对耐受性测试，不仅完整考验移动设备在控制范围内的功率表现，而且在整个测试过程中，改变资源块分配超过1, 25和50这些范围进行测试。

我们通常认为台阶中的每一步和ILPC测试是一个简单的功率测试。通过放大我们关注的发射机的简单TX功率性能，我们认识到，所有的TX测试中，从功率到频谱发射掩码可以为台阶中的每一步提供丰富的数据而不影响捕获时间。

为了避免数据被淹没，就像中间地带计算，计算全套测量每个数据点，测试工程师可以选择测量到每一级。

让我们用一个假设的例子来说明这种技术的力量。在过去，特定的功率放大器制造商专攻设备一点，在线性毗邻交叉点问题上富有经验。一旦离开工厂，当操作接近限制，这些手机的吞吐量就不太稳定。作为ILPC的一部分，使用EVM测量，在零成本生产测试时间内，将保证问题不再存在。

结果：向客户保证不影响生产车间。



内环功率控制测试

## 物理层测试

到目前为止，我们已经讨论了为什么一个信号到生产测试方法是不理想的，但到底什么是我们所说的物理层测试？

物理层测试的重点是最低层的空中接口。它旨在确定与空中信号传输成功必不可少的关键参数的一致性。发射功率，波形的发送质量，TX频率的精度，是所有移动平台性能的关键。在接收端，移动能力成功地在最低和最高的信号电平接收信号解码定义了其在网络上的成功运作。

每个空中接口有细微差别，但是许多测试是相同的或有类似的测量。通常情况下，你会发现一个测试的名称之间会有所不同的各种空中接口的测试规范，但可以考虑以下物理层测量有代表性的样品。

### DUT的发射测量

测量	讨论
发射功率	性能最先进的空中接口是高度依赖于准确的功率控制在一个范围广泛的电源设置和快速变化的信道参数。
误差向量幅度	这是主要的TX质量测量。EVM检测波形失真，这将最终降低准确地接收到信号的能力。
频率误差	频率精度是极为重要的，以避免干扰基站的上行和成功解码。
相邻信道泄漏比	ACLR(相邻信道泄漏功率比)是不干预其他用户和系统相关的几个测量之一。ACLR是在运作中信道旁的立即信道中测量意外的功率
占用带宽	另一个信号质量的措施，这种测量确认信号被局限在其所需的带宽。
频谱发射屏蔽	这种测量方法确保在相邻信道信号的方式最大限度地减少干扰。
载波泄漏	这种测量查找存在的载波频率的输出通常是抑制。
TX时间掩码	这种测量方法着眼于在时间的信号，验证PA的开启，并在正确的时间不会产生任何多余的信号。在大多数数字系统，准确的时域和准确的频域是同样重要的。

不同的是TX(发射机信号)链在天线连接器进行评估，最终输出的TX，RX信号仍然埋在DUT，直到信号完全解码。幸运的是，这个等式的一部分，尽管有许多组件在RX链可以降低，几乎所有的降级都会显示在接收误码率测量或附近的接收阈值。

物理层测试仪一般都取决于DUT在RX测试报告结果的能力。由于RX质量监控是现今空中接口操作的重要组成部分，将此数据发送到外部终端接口对它而言是简单的问题。大部份(如果不是全部)集成电路制造商会提供支持一种或其他形式的误码率测试。

以下两个测试是用来验证接收性能:

### DUT RX 测量

测量	讨论
RX 误码率	RX误码率是一个解码入站信号接收器能力的基本测试。通常这种测量是在在RX接收阈值和最大输入功率。
RSSI	接收信号强度指示器(RSSI)是一个经常被作为校准的测量参数。从最初的初始发射功率水平上根据测得的RSSI计算，在一个DUT的RSSI测量精度时，先用一个基站通信生产的适量电力是关键。

## 结论

在生产测试,主要目的是锻炼移动来尽可能地找到新的制造缺陷,同时最大限度地减少测试时间。数字集成电路已经通过了了广泛的测试在其生产。软件和数码设计已被证明在工程和一致性测试。当出现数字故障时,通常是灾难的,会造成手机不开机,不产生输出或未能接收信号。那些更微妙的通常会出现在物理层测量。因此,最佳的生产测试侧重于物理层测量,面积,展品与最大程度的可变性相关联的制造过程。

物理层测量,允许去耦数据采集的分析过程让测试资源的优化利用。利用‘捕捉一次,测量许多’,IQxstream的能力在两方面具有极大优势,无论是在测试速度方面,还是整体的测试覆盖率。序列为基础的测试和多任务DUT支持的扩展性能上的差距,甚至更多于测试实验室人员。

所有这些功能合并在一起的IQxstream收益率超过10倍的改善测试的吞吐量。相比传统的信号及单DUT测试仪,这增加的能力可以用来降低测试成本和扩大测试覆盖率。

相较于更为熟悉的实验室测试环境,当讨论生产测试时,IQxstream代表一个新的价值主张。它的multi-DUT功能和‘捕捉一次,测量许多’的能力结合一种将数据捕获分析的隔离架构,实现了在制造环境中前所未有的吞吐量和灵活性。

