



移动通信系统

PIM 测试功率电平

White Paper

瑞克·哈特曼和汤姆·贝尔

目录

1. 摘要	1
2. 为什么要进行PIM 测试	2
3. 国际电联技术委员会	2
4. 发展中的测试标准	3
5. 高载波功率测试的问题	4
6. 测试的重要性	6
7. 概要	7

1. 摘要

在1999年,国际电联技术委员会发布了一个应用于射频组件及系统中无源互调测试的 62037标准,在未来12年中,无线技术将从以提供语音的2G系统发展到以高速数据为主的4G系统。这些4G系统需要新的网络体系结构与宽带调制方案,才能达到提高网络容量的需求。本文综述了IEX62037标准对系统组件,子系统及当今电信基础设施的适用性以及从技术方面解释是否有必要将PIM测试功率电平从20W增加到40W。

2:为什么要进行 PIM 测试

当两个、或多个射频信号在非线性交界处时,在射频通道中会产生无源互调干扰。这些干扰信号与原始的射频输入信号相调制产生新的干扰信号,如果新的干扰信号落入网络运营商的接收频带内,抬升底噪会导致网络数据速率及服务质量下降。

PIM 多是由不一致的金属接触点在传输高强度电流时造成的,如传输线,射频元件或外部系统中的主波束天线覆盖区域。**PIM** 干扰源的常见来源如下:

- 被污染或射频表面氧化
- 射频接头扭曲
- 射频元件受到冲击和振动导致内部螺丝或铆钉松动
- 射频连接器内部的金属薄片或元件碎屑
- 因不当工具或不正确的组装程序造成射频终端损坏。
- 基站天线对着金属板片或生锈的通风管



无源互调测试是通过使用射频传输信号和高度敏感的接收器来检测和测量并发这些问题的所在。**PIM** 测试可以用来检测射频元件,子系统及移动网络系统的性能,可以识别出靠传统方式如外观检查及参数测量不能发现的问题,如机械性能,材料,工艺等问题。

3:国际电联技术管理委员会 46 工作小组 6

在早期的商业电信中,很容易理解,根据其它通信系统和大多数特别是卫星通信,因为 **PIM** 能产生干扰故影响其性能。认识到这些问题以后,移动运营商和零部件供应商(生产天线,跳线,接头,滤波器,避雷器等等)认识到需找到低 **PIM** 解决方案。但是,关于低 **PIM** 指导方针的资料很少。

随着仪器的发展,世界各地的零部件制造商开始对其产品性能指定不同的或不一致的 **PIM** 参数,一些制造商只对实验室的产品进行互调测试就声称是低 **PIM** 产品,其它厂商则是对不同的部件进行了 **PIM** 测试来核实是设计的问题还是组装的问题。被认证的高阶 **PIM** 产品,如 **IM5**或 **IM7** 是根据的终端用户带宽来操作的,响后,一些制造商指定的差 **PIM** 要进行动态测试,响好的 **PIM** 值要进行静态测试。

此类任意或随意的态度,使他们不可能对产品和性能进行比较,为统一标准,IEC委员会 46 工作组 6 创建了一个关于 **PIM** 测试的行业标准。这个工作小组由设备制造厂商,零部件制造厂商,高校和国际标准组织组成。

4: 发展中推荐的测试标准

刚开始,在工作组中从学术,实用的或政治上进行了很多争论。这些争论包括使用什么方式,多大功率,什么样的互调产品需要测量,怎么样重复测试及动态测试的意义和 **PIM** 测试是或是必要的,因为只有高阶互调会落在移动运营商的接收频带内。

经过大量的分析,试验和讨论,终于在 1999年 IEC 制定并发布 62037 标准。该规范对 **PIM** 测试定义了技术要求,在试验装置及一致性方面提供了建议。如下两个主要原始规范:

- 移动通信系统 **PIM** 测试应使用同样的功率电平 **2*20W**
三阶 **IM** 产品通常代表了响坏情况,因此测量设备 **IM3** 的值。
对于 IEC-62307 的更新版本在 2012年 5 月发布,更多的介绍了对天线,连接器,电缆,电缆组件,滤波器的测试。这个新版本包含了相同的基本建议及规范,测试 **IM3** 使用 **2*20W** 测试标准并为 **PIM** 测试添加了第三个关键需求:
- 被测设备应该受到影响即进行动态 **PIM** 测试
在 1996年,布拉德和里克哈特曼开发了操作简单 **Summitek** 仪器(现在的凯镭思)并为 IEC 规范提供了完整的 **PIM** 测试解决方案。布拉德和里克哈特曼参加了原先的工作小组,他们发明的 **PIM** 分析仪已经变成了事实上的世界标准仪器来执行这个测试。

5:高载波功率测试的问题

新进入 **PIM** 测试设备生产商的企业声称无源互调测试应该使用 **40W** 的功率,而不是 IEC 先前推荐的 **20W** 功率,用高功率能检测出用 **20W** 测试时发现不了的问题,所以建议应该用 **40W** 功率级别测试,它同时也是世界范围内现网 **BTS** 载波运行级别。

为了确定这些争论的正确性,首先,考虑 **PIM** 测试应该代表实际 **BTS** 的级别。在下面的表格中可以看到,**PIM** 测试参数分别从 一个基站的空中接口,载波数,功率电平方面进行了验证。相反,在一个非线性射频通道中,用不同的测试参数来定义测量方法精确的。在下面的文件中可以看到,对于射频元件及供应商产品的测试 **20W** 是足够了。

	PIM 测量	BTS 类型
载波调制类型	连续波	网络类型: GSM, UMTS, CDMA, LTE
载波数	2	1, 2, 3, 4 或更多
每载波带宽	5 kHz	>5 MHz for LTE
载波功率	20W	20W, 40W, 60W, 80W & higher
有影响的互调	IM3	IM5, IM7, IM9 & higher

如果测试目标是模拟实际环境中的基站,则需要使用 **100W**(而不是 **40W**)的测试设备来代替基站的实际发射水准,且测试设备需要能传输 **GSM**, 宽带 **CDMA**或 **LTE** 波形,而不是单独的连续波。因此会造成测试设备更大,更重,更贵且对测试人员会造成更大的安全风险。另外这种设备每隔几年都要进行更换才能跟上不断变化的无线行业(**2G,3G,4G**等等),对测试装备行业是一个好消息,但对于射频制造厂商及网络运营商来说,则需要被迫不断的投资额外的资本支出来跟上不断变化的测试规范。

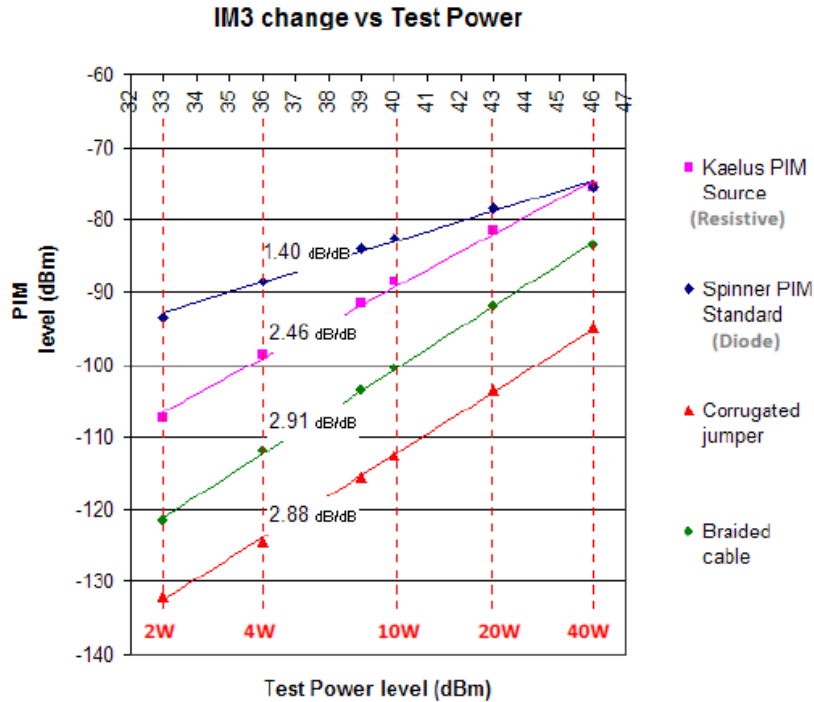
这正是 **IEC** 工作组早在 **1999** 年面临的同样问题,他们面临的挑战是建立一个适合解决此类问题,而不是反复变化的测试标准,**IEC** 研究小组分析了这个问题(几年以上)和制定了行业

标准测试规范 为了处理这份声明,需要使用更高的测试功率而不是行业标准 **20W**。同于要分析 **PIM** 的不同表现形式,就需要增加测试功率以及对系统整体进行测试而不是单独测试各个组件。

产生**PIM**的大小依赖于材料的物理特性。从下面的数据来看,可以得出结论。**Spinner PIM** 标准(生产使用二极管的结构)创造了高水平的**PIM**,波纹电缆(采用固体铜导体在焊接连接)产生的低级别**PIM**在任何给定的测试功耗。

结果

- 对于一个给定的测试功率,越差的材料,会有更更高的PIM
- 测试功率增加, PIM 等级增加
- PIM 随测试功率的增加以线性且以 dB速度上升
- PIM 上升等级随不同PIM 源而不同



另外一个值得注意的是,当测试功率从 **2W** 变化到 **40W** 的区间内, **PIM** 变化等级也是不同的,理论是线性范围内测试功率增加 **1dB** 三阶互调干扰值增加 **3dB**。但在实践中,这种变化速率是很底的,其实产生 **PIM** 材料的物理特性而变化的,在上述例子中, **PIM** 值变化介于 **1.4dB**至 **2.9dB** 之间。如预期的一样,仍然是一个全方位的功率范围测试。

这意味着,如果我们知道 **PIM** 产生的等级,根据材料物理特性选择测试功率电平和我们知道的 **PIM** 变化曲线图,我们就能准确的估计在不同的测试功率条件产生的 **PIM** 的幅度。使用这方面

的知识,我们可以看到,随着功率的增加就没有什么新的或不希望的结果显示。相同条件下在 **40W** 比 **20W** **PIM** 等级要大,但它是一个可预测的数值。

为了验证用 **40W** 能看到在 **20W** 测试时看不到问题这份声明的真实性,,以下两个条件中的一个必须是真实的:

- 1.测试仪器没有足够的接收机灵敏度,相对 **PIM** 信号信噪比要低 **10dB**。
- 2.**PIM** 水平的提高相对于测试功率增加而言不是非线性。

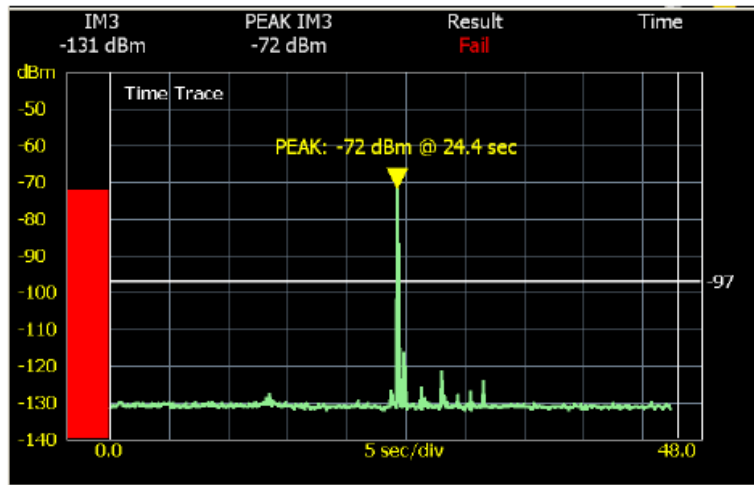
今天制造的高品质 **PIM** 测试仪,其典型底噪值水平在 **-130 dB**。由于 **IM3** 要求的测试水平是工厂测试达到 **-150dBc (-107dBm)**,实地测试达到 **-140dBc (-97dBm)**。典型的信号信噪比达到 **23**至 **33 dB**。这意味着 **PIM**信号电平超过 **10 dB** 的微小信号的测量精度所需的信噪比强 **20** 到 **200** 倍,增加测试功率对测量精度没有好处,反而增加了对测试人员的人身安全风险系数。

本文提出的数据表明,随着测试功率的增加 IM3 是线性增加的,这对大多数射频元件和典型的基站来说是真实的,类似的结果也被其它研究者分别通过不同的功率和频率所证明。

6: 动态测试的重要性

重要的是要强调,所有 PIM 测试的因素都是重要的且必须整体考虑,以确定该系统测试的质量,单独考虑测试功率并不能保证系统无故障,无论测试时使用的功率是多少。

为了解释动态测试的重要性,使用 20W 测试功率,在射频连接线和系统内部插入金属片对其进行了测试,只进行静态测试 PIM 性能很好,当连接件轻轻一动(即动态测试)PIM 值从图中清楚的看到跃升了 50 dB,从而说明问题的存在。



动态测试可以标识出松散的金属连接及接触表面的缺陷而导致的在高功率条件产生的干扰。如果没有动态测试,这些问题可能就不会被发现,直到风吹,塔振动或温度变化而导致这些问题出现。

最近,测试设备制造商新的 PIM 测试标准是 40W 而不是 20W 且不再需要进行动态测试。如果这是真的那肯定是很好的,但不幸的是,这一主张是错误的。单独依靠增加测试功率电平等级而不进行动态测试就来检测系统问题是不行的,运用机械外力即动态测试 PIM 是唯一的出路,以确保该系统是稳定的。要是那样可行的话,IEC 工作小组就不会花 10 年时间来研究 RF 元件进行微调 PIM 测试要求,如跳线电缆组件,射频连接器,滤波器和天线。在新近发布的 IEC 62037PIM 测试规范版本中可以看到。

7:概要

现行的 **PIM** 测试标准是由尊敬的工程师, 科学家和商业电信市场管理者共同主持开发的, 他们通过一个漫长的分析, 测量和辩论的过程来制定的。由原始设备制造商, 零部件制造商, 标准组织和唯一提供 **PIM** 测试解决方案仪器公司 **Summitek** 共同参加制定的。

产生的测试标准已在全球使用超过十年以上。零部件制造商, 原始设备制造商和网络运营商已经建立了约 **2×20W** 的测试互调测量, 同时采用动态刺激验证他们的质量程序和性能要求。如连接器内的金属薄片的例子所示, 动态刺激, 是为查明隐性故障在静态条件下不可见的 **PIM** 测试过程的关键组成部分。

这份文件表明, 没有技术理由来支撑测试功率要用 **40W**(或高或低) 来进行 **PIM** 测试, 该规范在 **1999** 年经 **IEC** 首次发布原始的, 充分考虑后的建议就再也没有改变过。



Americas
+1.303.768.8080