


研 究 报 告

R/TAF 002-2021



物联网终端与模组测试优化研究报告 第 1 部分：公众移动通信

Study report on Internet of Things terminal and module test optimization

Part 1: Public mobile communication

电信终端产业协会

2021 年 1 月 13 日

版 权 声 明

本研究报告版权属于电信终端产业协会，并受法律保护。转载、摘编或利用其它方式使用本研究报告文字或者观点的，应注明“来源：电信终端产业协会”。违反上述声明者，本协会将追究其相关法律责任。



目 录

前言	III
1 研究背景	4
2 公众移动通信物联网信息技术模组和终端研究	4
2.1 模组	4
2.1.1 模组定义	4
2.1.2 模组功能	5
2.1.3 模组封装	6
2.1.4 模组硬件接口	7
2.2 终端	8
2.2.1 采用模组的终端架构	8
2.2.2 采用模组的终端的行业应用	9
2.3 模组与终端测试继承性分析	10
3 国内外公众移动通信终端和模组测试体系介绍	10
3.1 海外公众移动通信终端和模组测试体系介绍	11
3.1.1 GCF 测试体系	11
3.1.2 PTCRB 测试体系	11
3.1.3 欧、美、日、韩等区域和国家的法规测试体系	12
3.2 国内公众移动通信终端和模组测试体系介绍	12
4 针对公众移动通信终端和模组测试体系优化的分析和建议	13
4.1 进网检测的测试例分析	13
4.1.1 测试例情况	13
4.1.2 测试优化分析	13
4.2 型号核准的测试例分析	14
4.3 商业测试体系	15
5 总结和建议	15
参考文献	17

前 言

公众移动通信越来越广泛的应用到物联网终端中，多数物联网终端集成无线模组，从而使得先进无线通信技术可以快速应用到不同行业中。本报告中的物联网终端为广义物联网终端，其中包括包含无线通信模组的信息技术设备（手机除外）以及家电类设备，也包括各种消费类和行业的物联网终端。保证物联网互操作性和一定的通信性能对于保证行业应用和消费者用户体验都非常重要，而大部分物联网终端具有低成本要求，对于测试时间和成本都比较敏感。

本报告对模组定义、功能、封装、接口和采用模组的集成终端架构进行分析，集成终端在基于模组进行开发时，基本不会修改通信协议、功能和性能等，因此在采用同样模组的的不同集成终端之间可以保证通信部分的稳定性和一致性。

广泛研究海外认证体系中的模组和终端的测试继承性体系，包括欧、美、日、韩以及其他国家情况，世界上大部分国家法规测试中，终端产品可以继承模组认证结果，GCF和PTCRB也构建了比较完整的允许终端测试继承模组认证结果的测试体系。海外测试体系对于终端侧在继承模组认证的基础上，要求进行一些额外测试，包括音频接口、电源接口、SIM接口、辐射测试、MMI（人机接口）、以及应用使能等，以确保终端整体安全可靠。

本报告针对进网检测、型号核准和商业测试提出具有可重用性和继承性的模组测试例分析，分别给出模组和终端侧开展测试的优化建议。本报告可用于优化物联网模组和终端测试流程，减少不必要的测试时间，降低测试冗余，减轻企业负担。研究结论可供型号核准、进网检测、商业认证测试、运营商集采测试等认证和测试体系参考。

承担机构：物联网工作组（WG5），信息通信终端工作组（WG1）

研究单位：高通无线通信技术（中国）有限公司，中国信息通信研究院，中国电信移动终端运营中心，中国移动通信集团终端有限公司，中国联通网络通信有限公司，高新兴物联科技有限公司，上海移远通信技术股份有限公司，小米通讯技术有限公司，华为技术有限公司，青岛海尔通信有限公司，真珍斑马技术贸易（上海）有限公司北京分公司，联想（北京）有限公司，深圳市广和通无线股份有限公司，芯讯通无线科技（上海）有限公司，上海移柯通信技术股份有限公司

项目负责人：高路

项目参与人：李俨，杜志敏，陈书平，王江胜，高宏，郑为，陈逸泽，薛震，韩傲雪，耿炎，王海兰，张立竹，路鹏，何成林，尹源，卢丽敏，张晓伟，胡志琴，李俊鹏，李洲，牛忠贤，杨磊，翁元，陈光，卢小琴，李鹏程，潘峰，张青华

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

1 研究背景

公众移动通信越来越广泛的应用到物联网终端中，多数物联网终端集成无线模组，从而使得先进无线通信技术可以快速应用到不同行业中。本报告中的物联网终端为广义物联网终端，其中包括包含无线通信模组的信息技术设备（手机除外）以及家电类设备，也包括各种消费类和行业的物联网终端。保证物联网终端互操作性和一定的通信性能对于保证行业应用和消费者用户体验都非常重要，在物联网项目中，如果没有作充分的通信测试和认证，则可能产生网络连接问题，将意味着物联网终端的行业用户将把更多的项目时间花费在蜂窝连接组件的功能上，而不是专注于物联网应用程序交互；同时，大部分物联网终端具有低成本要求，对于测试时间和成本都比较敏感。因此，应该设计合理的测试体系，使得物联网终端能够尽可能重用模组测试的结果，既降低整体测试时间和成本，又保证终端整体互操作性和性能。

本研究可用于推动公众移动通信网终端和模组行业发展，考虑模组和物联网终端测试例，优化测试体系，研究物联网终端测试如何重用（继承）一定的模组测试，减少不必要的重复测试项目，降低测试冗余，减轻企业负担。本研究报告成果可供型号核准、进网检测、商业测试、运营商集采测试等体系参考。

2 公众移动通信物联网信息技术模组和终端研究

本章节主要针对公众移动通信物联网模组和采用模组的终端情况，以及主要应用场景等进行调研总结。

2.1 模组

2.1.1 模组定义

模组，也称为模块，是无线电发射设备的一种组件。2014年无线电管理局发布了《工业和信息化部关于加强“非独立操作使用的无线电发射模组”型号核准管理的通知》，在附件中给出了非独立操作使用的无线电发射模组的定义，其中包括完整的非独立操作使用的无线电发射模组以及限制性非独立操作使用的无线电发射模组。

a) 非独立操作使用的无线电发射模组的定义

指具备无线发射功能，但是不能独立工作，须嵌入到其他设备中才能正常发射所需无线电信号的模组。

b) 完整的非独立操作使用的无线电发射模组的定义

满足如下条件的非独立操作使用的无线电发射模组称为“完整的非独立操作使用的无线电发射模组”。

- 1) 该模组应具有数据缓冲/调制单元。
- 2) 该模组射频单元应有完整的屏蔽。
- 3) 该模组应使用一体化天线。
- 4) 该模组应有独立的电源管理和明确的供电要求。
- 5) 该模组符合国家其他有关法律、法规要求。

c) 限制性非独立操作使用的无线电发射模组的定义

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

不满足上述第二条第1项至第4项中任意一项的非独立操作使用的无线电发射模组，称为“限制性非独立操作使用的无线电发射模组”。

GCF对模组的定义为：无线模组是指可嵌入到成品中以提供3GPP/3GPP2功能的设备，无线模组使制造商能够以离散的物理功能模组方式向其产品添加移动连接，为既定的产品类别增加价值，同时充当创建全新产品的催化剂。

PTCRB对模组的定义是成品的WWAN无线电设备，它们无法通过标准化的外部接口（例如USB，PCMCIA，CF卡，MMC，RS-232或IEEE-1394）直接连接到主机。一个模组可能包含或可能不包含内置天线系统或SIM/USIM接口。

欧盟RED指令对于无线模组定义是一种无线电设备，旨在安装到主机产品中。在REDCA技术指南[9]中给出了几种模组类型示例，比如，使用主机的控制和电源的插拔式模组，使用主机的控制和电源的焊装或者插入到主机中的模组且包含集成天线或者有天线连接器，使用主机的控制和电源的焊装到主机中的模组且不包含集成天线也没有天线连接器，这类模组通过主机产品的电路连接到主机的天线上，但是也指出模组产品可以不限于这几种类型。

美国FCC在模组认证中对模组的定义是一种有形的可以清楚划定的设备，这些设备在安装或连接到主机产品时可以运行，FCC定义了四种物理配置（即模组类型）：

- a) 单模发射机：一个完整的RF传输子组件，旨在与其他设备结合使用，必须证明其遵守FCC规则和策略，且独立于任何主机；
- b) 限制性单模组发射机：仅在受限于特定在运行主机上和/或相关授予条件的情况下，才符合FCC第15.212(a)(1)中模块化规则的单模组发射机；
- c) 分离模组发射机：一种符合单模组发射机要求的RF传输系统，该系统分为射频前端部分和控制元件部分，并且可以证明该分离模组发射机在一系列相似类型的主机上满足合规性；
- d) 限制性分离模组发射机：仅当受限于特定在运行主机上和/或相关的授予条件时，才符合分离模组的定义和技术规则的分离模组发射机。

CCSA TC5 WG9制定了《5G通用模组技术要求（第一阶段）》，其中5G通用模组基本逻辑结构如图1所示，主要包含主芯片和射频前端部分。根据其用途和功能的不同，5G通用模组还可包含MCU/AP单元、定位单元、传感器单元、SIM/USIM单元以及天线部分等。其中，天线、MCU/AP、定位单元、传感器、SIM/USIM等为可选功能。



图1 5G通用模组逻辑结构图

2.1.2 模组功能

模组是对多种芯片、器件进行再设计与集成的产物；同时考虑多种通信协议、网络制式、体积、干扰、功耗、特殊工艺等，例如工业级的耐高低温、抗震动、抗电磁干扰等要求；

通用模组需要满足不同客户、不同应用场景的需求，需要满足下游用户的多种多样通信需求，概括起来蜂窝通信模组的核心功能：

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

- a) 无线接入功能：单模，多模，双连接，MIMO，多载波，SA/NSA等
- b) 分组域业务（PS）功能：数据业务，VoLTE，VoNR等
- c) 短信功能：NAS短信，IMS短信等
- d) 电路域业务（CS）功能：主要在2G，3G时代的语音通话，CSD，视频通话等业务功能

以上这些模组具有的通信业务功能，只要在模组级别上功能正常，在终端级别可以继承。也就是说模组集成到不同终端以后，可以保持模组级别的功能稳定性和一致性。

2.1.3 模组封装

封装是一种将集成电路用外用的管壳（比如绝缘的塑料或陶瓷材料）打包的技术。封装也可以说是安装半导体集成电路芯片用的外壳，它不仅起着安放、固定、密封、保护芯片和增强导热性能的作用，而且还是沟通内部集成电路与外部电路的桥梁，内部集成电路的接电通过导线引到封装外壳的管脚上。比较常见的模组封装技术有LGA封装、LCC封装、miniPCIE接口封装、M.2接口封装等。

LGA封装

LGA的全称叫做“land grid array”，或者叫“平面网格阵列封装”。这种封装方式的特点就是模组硬件管脚都在模组的PCB上，整个模组的背部就像网格一样，如图2所示。

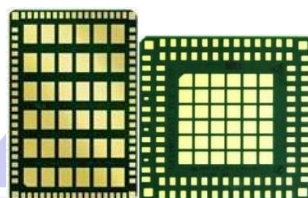


图2 LGA封装示意图

LCC封装

LCC全称：Leadless Chip Carriers（无引脚芯片载体），也称作QFN。贴片式封装的一种，即基板的四个侧面只有电极接触而无引脚的表面贴装型封装。为了便于模组的焊接，LCC封装的模组通常把四周的管脚做成邮票孔形状，如图3所示。



图3 LCC封装示意图

miniPCIE接口封装

实际上，MINI PCI-E 是一种基于PCI-E 总线的接口，具有统一标准的管脚定义，在笔记本和数码设备上应用广泛。基于这一标准接口设计制作的通信模组，习惯上称为miniPCIE接口封装的模组，如图4所示。

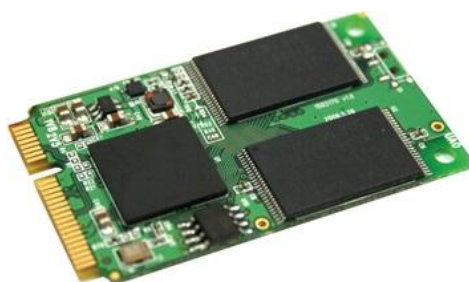


图4 miniPCI-E 接口封装示意图

M.2接口封装

M.2接口是为超极本(Ultrabook)量身定做的接口标准,以取代原来的mSATA接口,如图5所示。M.2接口是一种兼容性十分广泛的微型接口,该接口可以通过设置其接口上的KEY槽,以实现不同功能的接口,M.2接口可以支持的协议有PCIe, PCIe-LP, HSIC, SSIC, M-PCIe, USB, SDIO, UART, PCM/I2S, I2C, SMBus, SATA, Display Port。在通信模组上普遍使用的协议是PCIe和USB。



图5 M.2 接口封装示意图

2.1.4 模组硬件接口

模组硬件管脚也就是模组的硬件接口,是其内部电路与外部电路沟通的桥梁,常见的硬件模组接口见表1。

表1 常用模组硬件接口

接口分类	接口名称	描述	
必要接口	电源接口	外接直流电源,给模组正常工作供电; A类电压:截止电压3.3V,最高电压4.3V,典型电压3.8V B类电压:截止电压3.135V,最高电压4.4V,典型电压3.3V	
	RF接口	用于连接外部天线和模组的接口	
	数据IO接口	UART	连接模组和主控芯片;用于传输控制指令和数据 属于低速接口
		USB	连接模组和主控芯片;用于传输控制指令和数据 属于高速接口
		PCIE	连接模组和主控芯片;用于传输控制指令和数据 属于高速接口
音频接口	PCM数字音频接口	连接模组和Codec芯片,用于传输语音数据	

表2 常用模组硬件接口（续）

SIM/USIM卡接口			
扩展接口	控制及状态接口	PWRKEY 开关键	给物联网终端提供模组开关机控制
		STATUS 模组工作状态指示	指示模组工作状态，检测是否已经上电开机
		FLIGHTMODE 飞行模式控制	控制模组飞行模式的打开和关闭
		NETLIGHT 模组网络状态指示	指示模组网络状态，是否注册到网络，是否进行通信业务等
		RESET复位接口	对模组进行复位的控制接口
	音频接口	I2S 数字音频接口	另一种传输音频数据的接口
	数据IO接口	GPIO	通用IO接口，用于连接外设，如传感器等
		SPI	串行外设接口，是一种高速的，全双工，同步的通信总线，外接设备包括Flash RAM, 网络控制器、LCD显示驱动器、A/D转换器和MCU等
		SDIO	SDIO在SD标准上定义了一种外设接口，为模组挂载外部存储
	模拟接口	ADC	采集外设模拟信号的接口，供模组进行模数转换，用于连接输出模拟量的传感器。

2.2 终端

2.2.1 采用模组的终端架构

采用模组的物联网终端多种多样，从系统架构上归纳起来，可以分为以下三种：

a) 胖 AP+模组架构

胖 AP 是指具有较高性能的应用处理器，物联网终端的主要外设器件和设备直接和胖 AP 相连。通常胖 AP 一般具有智能操作系统，如 linux，android 等，如图 6 所示。

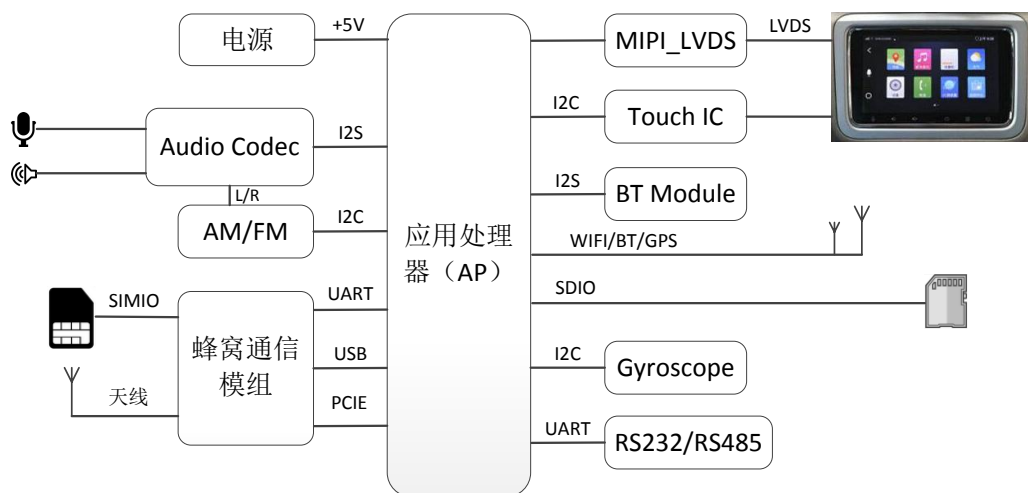


图6 胖 AP+模组架构示意图

b) 瘦 AP+模组架构

瘦 AP 是指性能较低功能简单处理器，比如 MCU，一般不带操作系统。物联网终端的主要外设器件和设备与模组相连，由模组在 MCU 控制下操作外设，如图 7 所示。

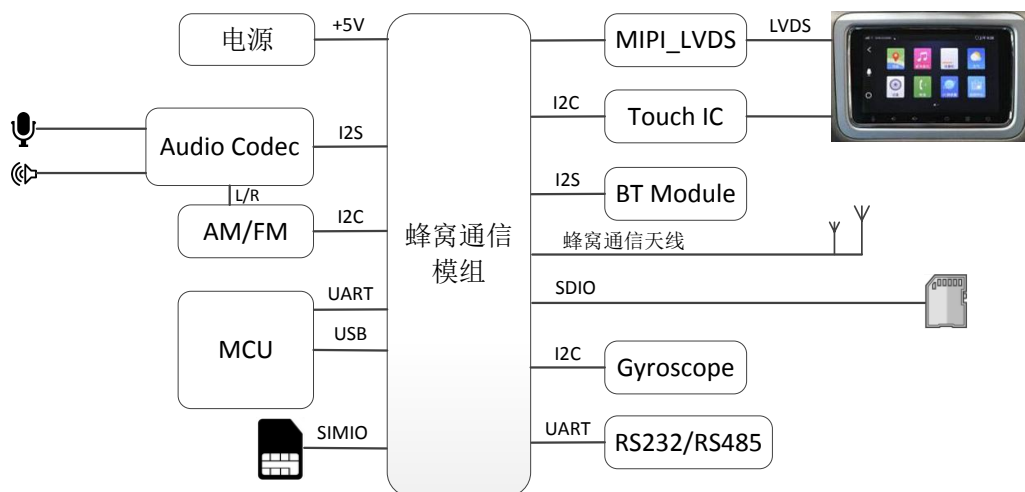


图 7 瘦 AP+模组架构示意图

c) 单模组架构

在这种架构下，MCU 和外部 AP 被省掉，物联网终端的外设器件和设备全部连接到模组上，模组既提供通信功能，又做主控，如图 8 所示。

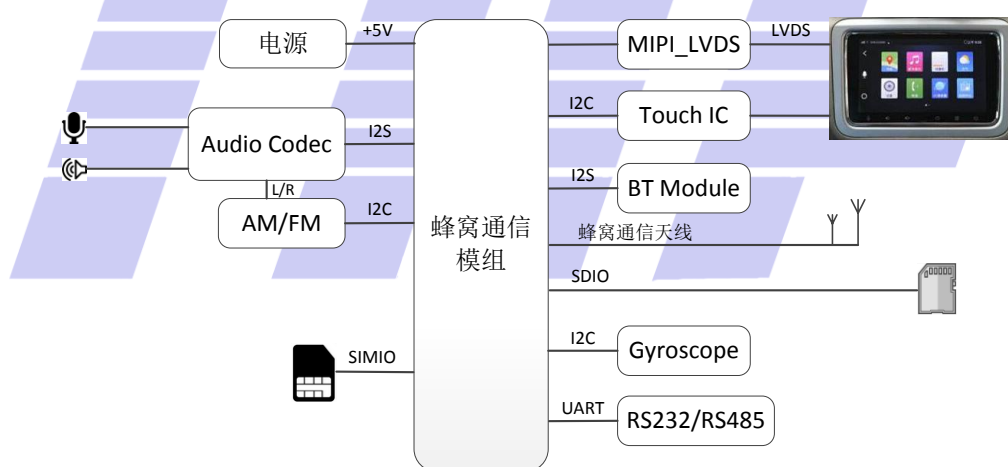


图 8 单模组架构示意图

上面三种架构中，模组在物联网终端的运行环境，相对于模组进行入网测试和型号核准测试时的运行环境，主要在天线和 SIM 卡连接两个方面发生变化。由于天线性能的高低，直接影响物联网终端的通信效果，所以在物联网终端级别应当复测受天线影响的项目，其他项目则可以继承模组测试的结果。

2.2.2 采用模组的终端的行业应用

随着移动通信技术的不断发展，当前移动通信模组和物联网终端已经应用到了社会中的各个行业各个方面。按照业务类型的不同，可以分为以下七类：

a) eMBB（超宽带）

eMBB 模组适用于对数据量、传输速率有较高要求的使用场景。主要应用于个人计算机、CPE、视

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

频直播和视频监控等行业。

b) URLLC (低延时)

URLLC 模组适用于对传输时延、传输稳定性有较高要求的使用场景。广泛应用于无人机、电力配电设备、智慧工厂、智慧园区等行业应用。

c) LPWA (低功耗)

LPWA 模组适用于对数据传输量较小，对待机功耗要求较高的场景。广泛应用于远程水电煤气抄表、共享单车、烟感安防等行业应用。

d) 智能模组

智能模组具有较高的计算能力，可在本地进行例如数据加密、图像处理等操作，广泛应用于银行或商业的手持终端、远程教育、便携执法仪、物流运输等行业。

e) 车载模组

车载模组主要应用于 T-Box/OBU/RSU，利用 4G/5G 无线通信、C-V2X，GNSS 卫星定位、加速度传感和 CAN 通讯功能，来实现车辆远程监控、远程控制、安全监测和警报、远程诊断等在线应用。

f) MTC(机器通信)

工厂内海量机器之间的通信和交互，比如工业机器人，工业传感器数据回传等。

g) 智能家居

智能家居以住宅为平台，利用蜂窝移动通信技术、无线局域网、有线网络、安全防范技术、自动控制技术、音视频技术将家居生活有关的设施集成，如音视频设备、照明系统、窗帘控制、空调控制、安防系统、数字影院系统、影音服务器、影柜系统、网络家电等。

2.3 模组与终端测试继承性分析

通过对模组定义、功能、封装、接口以及采用模组的终端架构进行研究，发现模组通信功能集成到终端以后，在物理层协议、MAC层和网络层协议可以保持稳定，终端厂家在基于模组进行开发的时候，不会修改物理层接收机和层3以下的接入层协议。也就是说采用同样模组的不同厂家的终端性能，在这类测试例上是可以保持一致的，因此不需要重复测试。对于毫米波频段测试，目前主流测试方式已经基本不支持传导测试，主要在暗室内通过基站模拟器，采用OTA空中接口方式进行测试。如果模组本身已经集成射频前端和天线模组，则在模组上完成的接收机功能性能以及协议一致性等测试，可以在不同厂家终端上保持一致性，也不需要重复测试。

为了保证终端认证或者测试过程中能够有效地继承模组测试，需要满足一定条件，才能允许终端继承模组测试，以下是一些常见的继承条件的要求：

- 终端产品制造商，除了可以禁用由模组制造商定义的支持频段或功能以外，不得修改模组。
- 被继承模组认证有效期需要在3年之内，到期应按照当前认证要求补充测试并更新证书；终端证书的有效期的起始日期为该终端认证日期而不是模组认证日期。
- 对于模组认证需要有版本控制机制和备案机制，对于每个被继承的模组需要有测试报告，对于支持的协议和功能有描述。

但是对于一些上层协议以及终端应用开发相关的安全以及功能性测试、或者与终端外设紧密相关的功能性能测试，以及和天线集成相关的性能测试例，建议在模组级别完成测试以后，对于采用该模组的终端仍然需要进行测试，以确保终端整体安全可靠。对于信息安全和功能，需要评估模组的具体支持能力，评估终端形态和功能以及安全需求，然后决定在模组级别的测试例集合和继承终端可以继承的模组测试例集合。

3 国内外公众移动通信终端和模组测试体系介绍

3.1 海外公众移动通信终端和模组测试体系介绍

本节主要调研 GCF、PTCRB 国际认证组织，以及欧、美、日、韩等国家监管体系中，终端和模组测试关系体系现状，重点收集相关国外测试体系中具有可重用性和继承性模组测试例相关情况的信息。本节内容也可供国内模组和物联网终端厂商出海测试参考。

3.1.1 GCF 测试体系

GCF是一个独立的组织，为基于蜂窝技术的设备（例如GSM，UMTS，LTE，NB-IoT和3GPP的5G）定义认证框架。GCF根据供应商和运营商的成员资格进行运营，并且拥有多个工作组，负责接受由3GPP和GSMA等组织制定的测试规范，并制定认证标准和测试方法，以使供应商的设备有资格获得GCF认证。GCF认证在许多地区得到广泛使用，可以被视为全球认证机构。

在GCF测试体系中，引入了允许测试例继承的测试体系，如图9所示。比如模组和采用模组的终端之间进行继承，对于已经认证过的平台，也可以在一定条件下，对于采用了该平台的模组和终端上进行继承。这种测试体系可以避免重复测试，在保证测试一致性和测试有效性的情况，提高测试效率，降低测试成本。GCF中还引入了IoT芯片测试，目前正在研究更具一般意义的芯片测试继承体系。

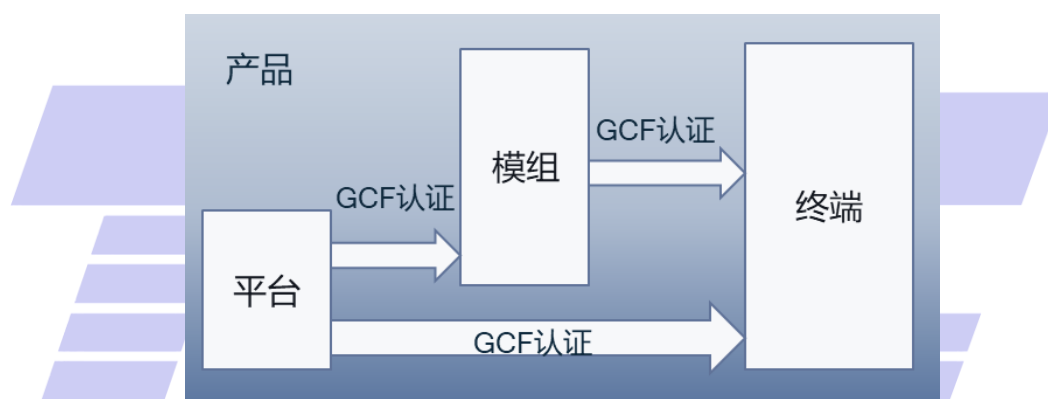


图9 GCF测试体系示意图

对于已通过设备嵌入的GCF认证模组提供3GPP功能的设备，在GCF-CC附件G中描述了缩小范围的最小认证准则集合，在附件F.5.1，F.5.2中描述了缩小范围的路测测试例集合。对于由嵌入式GCF认证模组提供3GPP功能的设备，至少需要根据GCF-CC附件G中列出的适用测试范围对设备进行回归测试。

GCF规定：终端产品制造商，除了可以禁用以由模组制造商定义的支持频段或功能以外，不得修改模组。如果模组的软件或硬件由最终产品制造商修改，则他们不能使用GCF-AP 7.2.7中所述的经GCF认证的嵌入式模组的认证过程，也就意味着不能继承模组测试例。对于包含GCF认证模组的产品，制造商必须通过提供对模组或最终产品进行测试的证据来确保符合适用的认证标准。对于包含GCF认证模组产品，制造商必须提供在模组或终端测试的证据，确保遵守适用（compliance）认证标准。GCF给出了在终端侧必须评估的最低认证准则，包括音频接口、OTA、供电、SIM接口、辐射测试、用户接口、应用使能（application enabler）、路测等。若最终产品的功能未评估为模组认证的一部分，则必须进行评估，并在必要时进行全面的回归或差异测试。

3.1.2 PTCRB 测试体系

PTCRB认证可以证明被认证设备符合4G和5G网络互操作性的国际无线标准。北美许多无线运营商要求设备访问其网络前获得此认证。如果没有PTCRB认证，供应商将冒着其设备在这些网络上运行不佳的风险。CTIA是PTCRB认证过程和PTCRB IMEI TAC分配的管理机构。

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

在PTCRB测试体系中，也存在测试例继承的程序，比如PTCRB对于采用了PTCRB认证过的模组的终端定义为集成终端，对于集成终端在进行评估前提下，PTCRB认证可以减少测试例。

在PTCRB的认证流程中，对于继承测试例也提出一些条件约束，比如集成终端应采用与其嵌入模组一样的软件版本，模组认证应在3年有效期以内，如果模组认证超过3年，则模组需要重新认证，或者按照PTCRB要求在集成终端侧增加一些差异测试例。

在继承模组测试例之后，集成终端侧仍然需要对于一些认证测试例重新评估，包括音频接口、电源接口、SIM接口、辐射测试、MMI（人机接口）以及应用使能等。

此外，PTCRB还定义了家族概念、子设备、父设备、改型设备等概念，允许厂商在有密切设计联系的模组之间和设备之间也通过继承测试，进一步简化测试。

3.1.3 欧、美、日、韩等区域和国家的法规测试体系

在欧、美、日、韩等国家的法规测试都采纳了模组测试继承体系，在模组进行过的大部分测试例，在采用了模组的终端侧，可以免于重复测试。

在欧盟RED指令认证体系中，主机制造商必须完成对适用于无线电的所有必需法规要求的评估，并完成借助通告机构审核的RED认证或自我声明合规性。RED指令中并无对模块的定义，由于所有产品均须由制造商或进口商保证其合规性，制造商一般可以利用模组测试报告来证明是否符合RF法规。主机制造商负责所有主机级别的认证要求（例如，RF暴露，产品安全，电源效率，主机EMC）。为指导行业相关方对模组认证的具体申请流程，由欧盟下属行业协会REDCA(Radio Equipment Directive Compliance Association)起草了针对模组认证的指导书TGN01。

在美国FCC法规测试中，终端厂家在其嵌入的模组测试完成的情况下，提交已经认证过的模组FCC ID之后，FCC允许终端侧只额外测试射频辐射、电磁辐射暴露、终端EMI测试，在满足要求后允许终端厂家仍使用原模组FCC ID。具体流程可以参考FCC KDB 996369。

在日本法规测试中，最终产品可以利用书面提交的模组化认证结果，只要主机层面作特定信息（例如天线更改）更新。

在韩国法规测试中，在最终产品可以利用模组化认证结果来豁免射频测试，并完成系统级的EMC，安全和SAR，以获得新的最终产品的KC证书。

在世界上大部分其他国家法规测试中，最终产品可以继承模组认证结果，完成系统级EMC和安全要求等测试。在有些情况下，最终产品可以直接使用模组证书，无需获取新的证书/批准号。

3.2 国内公众移动通信终端和模组测试体系介绍

本节对于国内当前主流测试体系中如何处理终端测试和模组测试关系进行简要整理，包括型号核准、进网检测、商业测试体系等。

目前我国无线电设备型号核准测试中，根据2014年《工业和信息化部关于加强“非独立操作使用的无线电发射模组”型号核准管理的通知》以及中华人民共和国工业和信息化部公告 2019年第39号《关于无线电发射设备型号核准若干事项的公告》，对于嵌入或使用“限制性非独立操作使用的无线电发射模组”的可独立使用的无线局域网（含蓝牙）、公众移动通信终端（含NB-IoT、eMTC）的“信息技术类设备和家用电器类设备”同系列产品，若无线电发射模组已通过型号核准，最终设备型号核准时仅需对与辐射特性相关的参数（具体依照相关无线电管理规定或标准执行）进行测试。对于嵌入了“完整的非独立操作使用的无线电发射模组”的可独立使用的设备，无需重复测试，应在设备标签或说明书中直接采纳模组的型号核准证书。目前模组测试的继承限于2019年【39】号公告附件2定义的产品目录，包括6类信息技术类设备和10类家用电器类设备等，信息技术类设备包括计算机（如台式计算机、便携式计算机、平板电脑、自助服务平台等）、（如台式计算机、便携式计算机、平板电脑、自助服务平台等）打印机、绘图仪、扫描仪、复印机等，家用电器类设备包括制冷电器（如冰箱、冷风机等）、制冷电器

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

（如冰箱、冷饮机等）、厨房电器（如电灶、电磁灶、电烤箱、电饭锅、洗碗机、消毒柜、热水器、食物加工机、智能杯具等）、电暖电器（如电热毯、取暖电器等）、个人护理电器（如按摩器、电子秤、足疗机等）、声像电器（如电视机、音响、麦克风、数字照相机、数字摄像机等）、空调器（如空调、空气净化器、风扇等）、照明电器（如灯等）、家庭娱乐设备（如游戏机等）、智能音乐器械（如智能电子琴等）等。

对于公众移动通信终端，需要通过进网检测测试，目前在进网检测认证体系里，对于模组和终端分别开展测试，终端测试还不能继承（重用）模组测试的结果。

在型号核准和进网检测体系之外，在运营商测试体系中，有些测试已经部分采纳了模组认证，比如中国移动的入库测试体系中，当所采纳模组通过中国移动入库认证的测试时，在终端进行测试时，可以一定程度继承模组测试结果，减少重复测试例。而我国的商用认证测试服务蓬勃发展，可为各行各业提供满足特定测试需求的测试服务，以保证不同行业的应用服务质量要求，目前商用测试体系中尚没有考虑到模组和终端测试优化。

4 针对公众移动通信终端和模组测试体系优化的分析和建议

本节分析国内当前测试体系中，模组测试例和终端测试例的情况，分析和筛选模组测试中对于终端测试具有可重用性和继承性的测试例，研究整体测试流程优化。

4.1 进网检测的测试例分析

《电信设备进网管理办法》是为了保证公用电信网的安全畅通和网络信息安全，加强电信设备进网管理，维护用户和电信业务经营者的合法权益，根据《中华人民共和国电信条例》而制定的，并参照2004年7月1日开始实施的《行政许可法》进行了调整和完善，是电信设备进网管理工作的指导文件。随着电信市场开放和各种新业务的出现，电信市场已经出现了多家电信业务经营者、多种电信业务网络并存的局面，不同经营者的网间和不同业务类型的网间互联互通问题越来越突出，这就要求涉及网间互联的设备必须执行统一的标准。公用电信网的网络与所传送的信息是否安全对经济发展、国家安全和社会稳定有着重要影响，电信设备是电信网的重要组成部分，电信设备的监管与电信业务、电信技术、电信运营、网络和信息安全等环节的监管密不可分。电信终端设备、WWAN无线电通信设备和涉及网间互联的设备，实行进网许可管理是十分必要和重要的。

4.1.1 测试例情况

针对移动终端的进网检测项目围绕保证网络互联互通和安全可靠而设置，具体测试项目随着技术和市场发展可能出现增减调整，针对目前正在执行的进网检测的测试例进行梳理和分类，并提出优化建议。移动终端的进网检测项目，无线技术制式不同，具体测试项目不同，但是大体分类是相似的。主要分为：射频接收机测试，数据接收性能测试，协议一致性，网络互联互通，接入层信息安全协议（加密鉴权等），SIM/USIM终端兼容性，IPv6，信息安全和功能，音频测试，OTA（天线性能），EMC（电磁兼容），SAR（电磁辐射暴露）等。

4.1.2 测试优化分析

对于大部分采用基站模拟器用线缆传导方式进行的测试例，在模组级别完成测试例以后，该测试例在采用该模组的终端级别无需重复测试。这部分测试例大多与模组物理层接收机设计以及层3以下的协议栈有关系，终端厂家在基于模组进行开发的时候，基本不会改动。也就是说采用同样模组的不同厂家的终端性能，在这类测试例上是可以保持一致的，因此不需要重复测试。对于毫米波频段测试，目前主流测试方式已经基本不支持传导测试，主要在暗室内通过基站模拟器，采用OTA空中接口方式进行测试。

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

如果模组本身已经集成射频前端和天线模组，则在模组上完成的接收机功能性能以及协议一致性等测试，可以在不同厂家终端上保持一致性，也不需要重复测试。

但是对于一些上层协议以及终端应用开发相关的安全以及功能性测试、或者与终端外设紧密相关的功能性能测试，以及和天线集成相关的性能测试例，建议在模组级别完成测试以后，对于采用该模组的终端仍然需要进行测试，以确保终端整体安全可靠。对于信息安全和功能，需要评估模组的具体支持能力，评估终端形态和功能以及安全需求，然后决定在模组级别的测试例集合和继承终端可以继承的模组测试例集合。

在表3中，我们针对进网检测中，对于模组级别测试，以及对于终端中采用了模组且该模组通过模组级的测试，提出测试例优化建议，有些测试例在终端级别无需重复测试。

表3 对于进网检测中模组级测试例和采用模组的终端级测试例建议

测试例集合	是否模组级进行测试	是否在集成终端级进行测试
射频接收机测试	是	否
数据接收性能测试	是	否
协议一致性/RRM	是	否
网络互联互通	是	否
接入层信息安全协议（加密鉴权等）	是	否
SIM/USIM 终端兼容性	是	否
IPv6	取决于模组支持能力	是(如果终端可加载应用)
信息安全和功能（含 VoLTE）	取决于模组支持能力	取决于终端支持能力(通常无屏的非智能终端免测)
音频测试	是（数据类模组不要求）	是
EMC（电磁兼容）	传导测试	辐射测试
OTA（天线性能）	可选（建议根据模组是否带天线销售来判断是否需要做 OTA（带天线，并且终端对模组中集成的天线无遮蔽、无附加处理和无性能影响则做，否则不做）	是
SAR/MPE（电磁辐射暴露）	可选（建议模组厂家采用自愿原则）	是
模组和终端之间的电气接口	是	是

4.2 型号核准的测试例分析

型号核准是强制认证要求，为了保证不同类型的无线电发射设备的频率都可以在国内合法使用，所有在国内销售的无线电发射设备（微功率设备除外）都必须申请无线电型号核准认证。型号核准的主要内容是对无线电发射设备工作的频率、频段、发射功率、频率容限、占用带宽（或发射信号的频谱特性）、带外杂散及杂散辐射等频谱参数进行核定。这些射频参数直接关系到有限的频谱资源能否得到科学利用、空中电波秩序能否得到有效维护，无线电安全能否得到有力保障。

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

对于采用基站模拟器用线缆传导方式进行的测试例，在模组级别完成测试例以后，该测试例在采用该模组的终端级别无需重复测试。对于毫米波频段测试，如果模组本身已经集成射频前端和天线模组，则在模组上完成的发射机基本参数测试，可以在不同厂家终端上保持一致性，也不需要重复测试。

在表3中，我们针对型号核准中，对于模组级别测试，以及对于终端中采用了模组且该模组通过模组级的测试，提出测试例优化建议，有些测试例在终端级别无需重复测试。

表4 对于型号核准中模组级测试例和采用模组的终端级测试例建议

测试例	是否模组级进行测试	是否在终端级进行测试
最大发射功率	是	否
最大发射功率回退	是	否
最小输出功率	是	否
发射关闭功率		
发射打关闭时间模板 (transmit on/off time mask)	是	否
频率容限	是	否
EVM	是	否
占用带宽	是	否
频谱杂散模板 (spectrum emission mask)	是	否
ACLR	是	否
发射机互调	是	否
传导杂散 (conducted spurious emission)	是	否
辐射杂散 (radiated spurious emission)	可选	是

目前在型号核准产品名录中可以采用模组继认证的设备种类有限[2]，不能涵盖本报告2.2.2 章节中的大部分行业应用终端，建议扩大设备名录，适应我国垂直行业中采纳蜂窝物联网终端的快速增长的发展需求，在型号核准产品名录中增加更多采用模组的物联网产品。

4.3 商业测试体系

对于物联网终端，TAF可以开展一定的商业认证，在模块层面测试基本功能最小集颁发TAF物联网模块认证证书，在终端测不必重复模组测已经做过的测试，而是根据物联网终端的功能和行业用户的需求，开展OTA天线性能、电源接口、机卡接口、人机接口、应用使能、性能维度（比如连接稳定性和功耗）等测试，颁发TAF物联网终端认证证书。

进一步可以研究面向不同行业需求的菜单式商业测试例集，比如选取某一行业通信和应用需求的测试例菜单，对于测试例集合进行分析，划分出模组测试，以及终端测试例集合，并且提出模组测试中可以被终端测试继承的测试例集合。目的是要充分研究行业需求，在保证协议性能一致性和网络互操作性的前提下，为不同行业用户定制最精简的测试例集合。

5 总结和建议

本研究报告分析具有通用性的对于终端测试具有可重用性和继承性的模组测试例，可用于优化物

物联网终端与模组测试优化研究报告 第1部分：公众移动通信

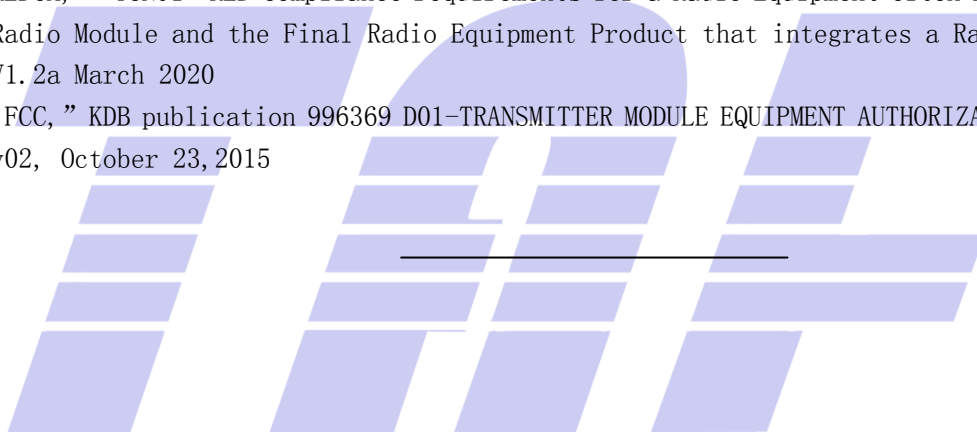
联网模组和终端的测试流程，减少不必要的测试时间，降低测试冗余，减轻企业负担。本报告结论可供型号核准、进网检测、商业认证测试、运营商集采测试等测试体系参考。


在未来的工作中，建议TAF应关于不同版本的模组之间的测试继承特性开展进一步研究，未来还可以针对芯片测试的继承性开展研究，并给出相应的测试优化建议。



参 考 文 献

- [1]. 《工业和信息化部关于加强“非独立操作使用的无线电发射模组”型号核准管理的通知》，2014年3月
- [2]. 无线电发射设备型号核准若干事项的公告（中华人民共和国工业和信息化部公告 2019年第39号）
- [3]. TC5WG9#107-016_H-2019009069_5G通用模组技术要求（第一阶段）（送审稿）
- [4]. GCF certification criteria V3.80.1, October 15th, 2020
- [5]. GCF Application Procedure V3.70.0, 28 September 2020
- [6]. PTCRB Process Overview of PTCRB Certification Program and IMEI Control V3.1, November, 2020
- [7]. PTCRB, ” How to Certify an Integrated Device” , Revision 1.2, May 2020
- [8]. GSMA, ” IoT device certification landscape”, September 2019
- [9]. REDCA, “TGN01- RED compliance requirements for a Radio Equipment often referred to as Radio Module and the Final Radio Equipment Product that integrates a Radio Module”, V1.2a March 2020
- [10]. FCC, ” KDB publication 996369 D01-TRANSMITTER MODULE EQUIPMENT AUTHORIZATION GUIDE” , v02, October 23, 2015





电信终端产业协会研究报告
物联网终端与模组测试优化研究报告 第一部分：公众移动通信

R/TAF 002—2021

*

版权所有 侵权必究

电信终端产业协会印发

地址：北京市西城区新街口外大街 28 号

电话：010-82052809

电子版发行网址：www.taf.org.cn