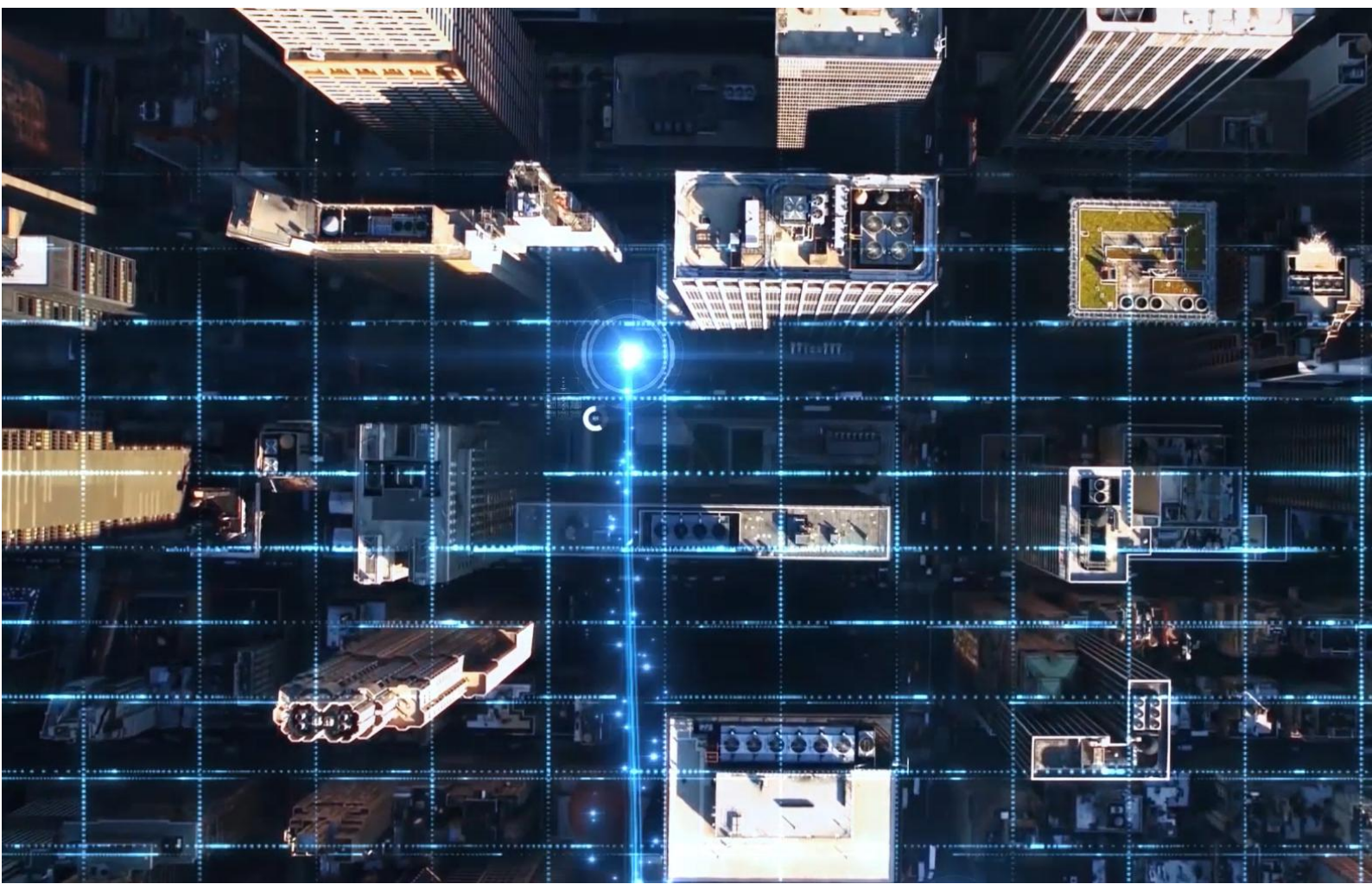


2021 年 终端测试仪表新需求报告

中国移动通信有限公司研究院



目 录

1. 前言	4
2. 5G 终端测试仪表产业进展.....	5
2.1. 5G 终端测试认证标准进展	5
2.2. 5G 终端测试仪表进展	7
3. 面向 5G 终端的测试仪表需求	9
3.1. 协议版本要求	9
3.2. NR 新功能测试需求	10
3.2.1. URLLC/IIoT	10
3.2.2. 灵活帧结构	13
3.2.3. NPN/CAG	14
3.2.4. 终端切片	14
3.2.5. 节电特性	15
3.2.6. SON/MDT	16
3.2.7. 测量增强	17
3.2.8. 音视频功能	18
3.2.9. MIMO 增强	18
3.2.10. 高铁增强	19
3.2.11. 移动性增强	20
3.2.12. CA/DC 及 SUL	21
3.2.13. 高功率	22
3.2.14. 终端能力上报增强	23
3.2.15. 频段需求	23
3.3. 通用测试能力需求	23
3.3.1. 定位测试能力	23

3.3.2. 信道模拟能力	24
3.3.3. 业务模拟及测量能力	24
4. 总结	26
参考文献	26

1. 前言

5G 作为新一代移动通信技术，能够为用户提供更高带宽更低时延的业务体验，是当前社会广泛关注的热点。伴随 2019 年 6 月工信部 5G 商用牌照发放，全球 5G 发展已经全面进入商用部署的阶段，并在 2020 年迎来了 5G 加速发展的关键阶段。

5G 第一版国际标准（3GPP NR R15 版本）于 2018 年 9 月正式冻结，第二阶段国际标准（3GPP NR R16 版本）在 R15 版本的基础上进行了全面增强，于 2020 年 6 月正式冻结，即刻成为业界广泛关注和讨论的热点，支持 R16 特性的 5G 终端芯片预计将在 2021 年面世。测试认证是保障终端产品质量的重要手段，为满足 NR R16 终端芯片功能与性能测试需求，产业已启动支持 R16 特性的终端测试仪表研发。

本报告旨在从运营商角度，介绍未来 1-2 年面向 NR 新特性的终端测试仪表需求，为仪表厂商提供开发 NR Rel-15 及 Rel-16 测试功能的要求和依据，助力 5G 测试产业健康有序发展。本报告第二章主要介绍了面向 5G 终端测试标准化及测试仪表产品的产业发展现状，第三章着重介绍了下阶段 5G 终端的测试仪表需求，明确了 Rel-16 及部分 Rel-15 特性引入的优先级需求，同时对测试仪表的信道仿真、业务模拟等通用测试能力提出需求，最后进行总结与展望。本报告可与《终端芯片新需求报告(2021 年版)》搭配阅读。

本报告包含的功能特性主要面向 sub-6GHz R16 协议版本定义的新功能及部分 R15 特性，产业已支持的 R15 基本功能不在本报告描述范围内，毫米波不在本报告描述范围内。在本文中使用了“基本需求”、“增强需求”和“可选需求”三种词汇来描述需求等级，其中：

- “基本需求”是指面向 Rel-16 商用终端测试需求，仪表所必须提供的基础功能；
- “增强需求”是指对 Rel-16 商用终端功能及性能提升有重要作用、后续可能会使用、推荐测试仪表提供的功能；
- “可选需求”是指未作硬性要求，测试仪表可选择提供的功能。

本报告由中国移动研究院撰写，得到了大唐联仪、星河亮点、是德科技、罗德与施瓦茨、安立、思博伦等行业领军企业的大力支持，在此表示感谢。

2. 5G 终端测试仪表产业进展

5G 终端技术要求高、软硬件复杂度高，需要通过完善的测试保证终端功能及性能能够满足商用需求，凸显了终端测试的重要性。

2.1. 5G 终端测试认证标准进展

在标准化方面，3GPP、GCF 等组织制定的 5G 终端测试认证标准为 5G 测试仪表的研发奠定基础，是 5G 终端测试产业发展中不可或缺的环节。

3GPP RAN5 负责制定终端一致性测试标准，是国际通用的基础测试方法。RAN5 在 2017 年底启动 5G 终端测试标准工作，至今已经发布了一系列 5G 终端一致性测试标准以及相关的研究报告，并已于 2019 年 6 月完成了从 Rel-15 到 Rel-16 的版本升级。随着 3GPP R16 标准冻结，R16 特性进入了测试标准制定阶段，目前 3GPP RAN5 已启动多个 Rel-16 测试标准项目，将面向 SON/MDT、IIoT、终端节电、移动性增强、MIMO 增强等 Rel-16 特性开展测试标准制定。从以下 RAN5 在研项目列表中可以看出，在 R15 测试标准接近完成后，RAN5 标准化的重心将转到 R16 特性，并且开始关注 5G 专网、5G 车连网、工业物联网等偏向实际应用场景特性的测试。

表 2-1 3GPP RAN5 5G 在研项目一览表

项目	说明
UE Conf. Test Aspects 5G system with NR and LTE	R15, 5G 总项目
High power UE (power class 2) for EN-DC (1 LTE TDD band + 1 NR TDD band)	R15, 高功率终端
High power UE (power class 2) for EN-DC (1 LTE FDD band + 1 NR TDD band)	R15, 高功率终端
UE Conformance Test Aspects Rel-16 NR CA and DC; and NR and LTE DC Configurations	R16, NR CA/NR DC/EN-DC 新频段组合
UE Conformance Test Aspects New Rel-16 NR bands and extension of existing NR bands	R16, 新 NR 频段及现有 NR 频段带宽扩展

项目	说明
SON and MDT support for NR	R16, NR 最小化路测及自组织网络
UE Conformance Test Aspects Support of NR Industrial Internet of Things	R16, 工业物联网
UE Conformance Test Aspects NR mobility enhancements	R16, 移动性增强
UE Conformance Test Aspects Enhancements on MIMO for NR	R16, MIMO 增强
UE Conformance Test Aspects UE Power Saving in NR	R16, 终端节电
NR performance enhancement	R16, 数据传输性能测试
Single Radio Voice Call Continuity from 5G to 3G	R16, NR 到 UTRAN-FDD 的语音切换
UE Conformance Test Aspects RF requirements for NR frequency range 1	R16, FR1 CA 射频性能测试
CLI handling for NR	R16, 交叉链路干扰
UE Conformance Test Optimisations on UE radio capability signalling	R16, UE 能力上报优化
UE Conformance Test Aspects 5G V2X with NR sidelink	R16, 5G 车联网
B1C Signal in A-BDS Positioning System Support for LTE and NR	R16, NR A-BDS 定位
UE Conformance Test Aspects Private Network Support for NG-RAN	R16, 5G 专网

GCF 作为终端测试认证领域最有影响力的组织之一，负责终端认证标准制定、测试仪表验证以及终端认证。2017 年年底，中国移动在 GCF 牵头提出 5G 终端一致性测试立项建议并获得通过，启动 5G 终端认证标准化工作。截止目前，GCF 已经建立包括 5G 射频测试、协议测试、定位测试等共计 10 个认证项目，全面覆盖 Rel-15 功能；随着 NR 技术演进，GCF 于 2020 年 12 月通过了首个 NR Rel-16 立项（NR IIoT），标志着 NR Rel-16 认证标准启动制定、相应测试系统启动研发。

表 2-2 GCF 5G 认证项目汇总

项目编号	项目名称	说明
WI-500	5G RF Transmitter and Receiver Conformance Testing	5G 射频发射机和接收机测试
WI-501	5G RRM Conformance Testing	5G 无线资源管理测试
WI-502	5G De-Mod/CSI Conformance Testing	5G 射频解调/CSI 上报测试
WI-503	5G AS Protocol Conformance Testing	5G 接入层协议测试
WI-504	5G NAS Protocol Conformance Testing	5G 非接入层协议测试
WI-505	5G IMS Protocol Conformance Testing	5G IMS 协议测试
WI-506	5G Positioning Test	基于 5G 的 A-GNSS 测试
WI-508	USIM Interworking with 5G	5G USIM 机卡接口测试
WI-509	USAT Interworking with 5G	5G USAT 机卡接口测试
WI-510	5G NR Carrier Aggregation	5G SA 载波聚合测试
WI-512	5G EN-DC Carrier Aggregation	5G NSA 载波聚合测试
WI-513	Interworking between NR with 5GC and E-UTRA with EPC	5G SA 和 4G 互操作测试
WI-515	NR Industrial Internet of Things	Rel-16 NR 工业物联网测试
WI-507	5G Field Trial Testing	5G SA 和 NSA 外场测试

2.2. 5G 终端测试仪表进展

终端设备测试按照测试内容主要分为以下几类：终端综合测试仪、一致性（协议、射频、RRM、机卡）测试系统、功能和性能测试系统（数据速率、功耗、漫游、高铁等）、OTA 测试系统。

目前，以上几类 5G 测试仪表对于 R15 特性的支持能力已经较为成熟，均已支持 SA/NSA 双模、NR 基本协议功能、n41/n79/n28 等多种频段、系统内及 4/5G 系统间移动性、UL MIMO、Power Class2、上下行 256QAM、CDRX 等节电特性、灵活帧结构等功能以及相应的测试能力，部分仪表已具备 VoNR、下行两载波聚合的测试能力。

5G 终端综测仪通过模拟 5G 基站、核心网环境来支持 sub-6GHz 和毫米波频段射频指标、基本协议流程等测试，与终端的芯片研发、设计开发、生产制造、

入网认证、维修服务等应用密不可分，是可以为终端产品提供全程服务保障的基础设备。目前 5G 综测仪均可支持 NR R15 主要功能，成熟度较高，部分集成度较高的综测仪产品同时具备 4G、NB-IoT、eMTC 等功能。

一致性测试系统方面，主要包含协议一致性、射频（RF）一致性和无线资源管理（RRM）一致性三部分，分别用于验证终端通信协议栈实现的正确性、射频性能指标和标准的符合性和偏离度、无线资源管理是否达标。经过近两年的发展，国内外主流仪表厂商均已推出商用的 5G 终端一致性测试系统，尤其是国产仪表厂家在一致性测试方面研发进展较快，已具备成熟的仪表测试能力，并逐步引领测试仪表产业发展。协议一致性方面，大唐联仪、星河亮点、是德科技、安立在 NR n41、n79、n28 频段的测试项目均已达到 GCF TPAC 要求，具备成熟的测试能力，罗德与施瓦茨也正在逐步展开相关频段的测试用例验证；射频一致性方面，在射频接收机和发射机一致性测试项目中，星河亮点、是德科技、安立、罗德与施瓦茨在 NR n41、n79、n28 频段上均已达到 GCF TPAC 要求，在射频解调性能一致性测试项目中，是德科技、安立、星河亮点整体进度较快，在 n41 及 n79 频段上均已达到 GCF TPAC 要求；RRM 一致性测试方面，星河亮点整体进展较快，已达到 n41、n79、n28 频段的 GCF TPAC 要求，是德科技、安立、罗德与施瓦茨在 n41 及 n79 频段上也已达到 GCF TPAC 要求，具备较为成熟的仪表测试能力。除此之外，星河亮点、是德科技、安立在 5G n41、n79、n28 频段和 4G B39/B40/B3 频段之间的互操作项目已达到 GCF TPAC 要求，大唐联仪、罗德与施瓦茨也正在积极展开相关频段的测试用例验证，从而为终端 4G、5G 互操作功能提供测试保障；思博伦在基于 5G 的 A-GNSS 一致性测试项目已达到 GCF TPAC 要求。同时，部分仪表已逐步具备验证载波聚合等新特性测试能力，是德科技、星河亮点、大唐联仪在 n41 频段带内及 n41、n79 频段带间下行两载波聚合项目均已达到 GCF TPAC 要求，安立也正在逐步展开 5G NR 载波聚合相关频段的测试用例认证。

5G 终端功能及性能测试是由运营商根据网络部署需求制定的测试方案，并联合仪表厂商对测试用例进行共同的开发与验证。该系统可通过仪表模拟真实的

网络环境，用于测试终端在不同场景模式下的性能表现，可实现自动化测试。相对于外场测试，该系统可灵活配置网络环境，利于节省测试资源、有效定位问题；相较于一致性测试，其具有更加接近实际网络的特点，并且可通过对特定场景及实际问题进行针对性用例考察来弥补一致性测试用例的不足。5G 终端功能及性能测试主要考察吞吐量、功耗、基本功能及移动性三大方面内容。目前大唐联仪、是德科技、罗德与施瓦茨、安立、星河亮点均可支持相关测试。其中，大唐联仪、是德科技、罗德与施瓦茨已基本完成 n41、n79 频段吞吐量、功耗、基本功能及移动性中高优先级用例开发验证；安立逐步支持吞吐量、基本功能、移动性功能等用例。同时，目前是德科技、罗德与施瓦茨已支持 n28 频段 30M 带宽的吞吐量、移动性功能用例测试；是德科技、大唐联仪已初步具备支持基于 NR 的 IMS 语音业务测试能力。

综上，目前 5G 测试仪表对于 R15 特性的支持能力已经较为成熟，并有部分仪表已逐步支持 R16 新特性的测试功能，后续将进一步推进对基于 NR 的 IMS 音视频通话、载波聚合等特性的测试能力，同时，为移动性增强、NR MDT、IIoT、终端节能、NR 定位等 R16 特性的测试做好技术储备，下章将介绍具体的测试需求。

3. 面向 5G 终端的测试仪表需求

如上文所述，本报告着重于介绍 Rel-16 以及 Rel-15 增强特性对终端测试仪表的需求，对于 SA/NSA 双模、UL MIMO、Power Class2 等仪表已支持的 Rel-15 功能，仪表均已支持，下文不再赘述。

3.1. 协议版本要求

支持模拟 5G 模式，3GPP R15 需支持 2019 年 6 月或以上协议版本，3GPP R16 需支持 2020 年 9 月或以上协议版本。

支持模拟 LTE 模式，需支持 3GPP R13 或以上协议版本。与 5G 相关的技术特性及功能（如 EN-DC、Inter-RAT 互操作）需支持 3GPP R15 2019 年 6 月或以上协议版本。

3.2. NR 新功能测试需求

目前，终端芯片厂商已经开始规划并研发基于 3GPP R16 协议版本的 5G 终端芯片产品，预计 R16 新特性的技术验证在 2021 年 Q2 会陆续展开，测试表应基于该时间点具备相应的测试能力。本节主要介绍中国移动重点推动的终端测试仪表无线通信新特性需求，主要适用对象为终端综测仪、终端一致性测试系统、终端 NS-IoT 测试系统等。

3.2.1. URLLC/IIoT

● 短时隙调度（Mini-slot）

支持 mini-slot 级调度，即调度颗粒度缩短至符号级（2/4/7 个符号），可起始于时隙内的任意一个符号。

需求等级：基本需求

● 增强的设备处理能力（Capability2）

支持符号级的 PDSCH 处理时延（N1）与 PUSCH 准备时延（N2）。

需求等级：基本需求

● 上行免调度传输（UL grant-free）

NR R15 在每个带宽部分 BWP 中可以激活一个免调度配置；R16 进一步增强，支持同一个 BWP 激活多个免调度配置，有效降低时延并提升可靠性。

需求等级：基本需求

● 低码率 MCS/CQI 表格

支持以下低码率 MCS/CQI 表格，以提升数据信道传输可靠性

需求等级：基本需求

表 3-1 低码率 CQI 表格

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
0	out of range		
1	QPSK	30	0.0586
2	QPSK	50	0.0977
3	QPSK	78	0.1523

CQI index	modulation	code rate x 1024	efficiency
4	QPSK	120	0.2344
5	QPSK	193	0.3770
6	QPSK	308	0.6016
7	QPSK	449	0.8770
8	QPSK	602	1.1758
9	16QAM	378	1.4766
10	16QAM	490	1.9141
11	16QAM	616	2.4063
12	64QAM	466	2.7305
13	64QAM	567	3.3223
14	64QAM	666	3.9023
15	64QAM	772	4.5234

表 3-2 低码率 MCS 表格

MCS Index I_{MCS}	Modulation Order Q_m	Target code Rate $R \times [1024]$	Spectral efficiency
0	2	30	0.0586
1	2	40	0.0781
2	2	50	0.0977
3	2	64	0.1250
4	2	78	0.1523
5	2	99	0.1934
6	2	120	0.2344
7	2	157	0.3066
8	2	193	0.3770
9	2	251	0.4902
10	2	308	0.6016
11	2	379	0.7402
12	2	449	0.8770
13	2	526	1.0273
14	2	602	1.1758
15	4	340	1.3281
16	4	378	1.4766
17	4	434	1.6953

MCS Index I_{MCS}	Modulation Order Q_m	Target code Rate $R \times [1024]$	Spectral efficiency
18	4	490	1.9141
19	4	553	2.1602
20	4	616	2.4063
21	6	438	2.5664
22	6	466	2.7305
23	6	517	3.0293
24	6	567	3.3223
25	6	616	3.6094
26	6	666	3.9023
27	6	719	4.2129
28	6	772	4.5234
29	2	reserved	
30	4	reserved	
31	6	reserved	

● 重复传输（PUSCH/PDSCH repetition）

支持 NR R15 PUSCH 和 PDSCHSlot 级别的重复传输,最大重复次数为 8 次,每次传输可使用不同的冗余版本,以提高软合并的性能。

需求等级: 基本需求

● PDCCP 冗余传输（PDCCP Duplication）

基于 CA 和 DC 场景, NR 系统通过 PDCCP 冗余传输方式提升数据传输可靠性, NR R15 支持 2 条冗余链路, 对应到 2 个 RLC 实体, 提高空口传输的可靠性。

需求等级: 基本需求

● 控制信道增强

包含 PDCCCH 及 PUCCH 增强, PDCCCH 可采用更大的聚合等级（如支持聚合等级 16）、PUCCH 可支持长格式（如 Format1），通过更多的资源传输控制信息, 从而提升可靠性。

需求等级: 增强需求

● URLLC 资源抢占

支持 3GPP R16 上行取消指示（ULCI, Uplink Cancelation Indication），通过

发送 PDCCH 通知终端取消其上行传输。

需求等级：增强需求

● 其它功能

NR R16 标准还包含多项 URLLC/IIoT 增强技术，例如，面向低时延需求的子时隙的 HARQ-ACK 反馈、PDCCH 检测能力提升 (monitoring span)、一个 BWP 中多个 UL 免调度/DL SPS 配置等，面向高可靠性需求的 PDCCH compact DCI、不同业务独立 HARQ-ACK 反馈、mini-slot 级别 PUSCH 重复传输等，Intra-UE 场景下业务优先级识别和不同业务优先级间的上行信道复用和抢占技术，以及 TSN (时延敏感型网络，Time Sensitive Networking) 等相关技术点。以上功能推荐仪表支持。

在超低时延技术特性中，Mini-slot、增强的设备处理能力等计划于 2021 年上半年开始相关技术验证，免调度、URLLC 资源抢占等特性的验证工作将于 2021 年下半年陆续展开。在提高可靠性的新特性需求中，低码率 MCS/CQI 表格、重复传输、PDCP 复制等将从 2021 年上半年开始陆续展开技术验证。

3.2.2. 灵活帧结构

目前测试仪表均已支持 5ms 单周期帧结构（10 个 slot 典型配置为：DDDDDDDSUU，其中 S 符号级为 DDDDDDDGGGUUUU），这里不再赘述。对其它帧结构需求如下：

● 2.5ms 周期帧结构

支持 3U1D1S、5D3U2S 等多种 2.5ms 周期的帧结构，具体为：以 30kHz 子载波间隔为例，2.5ms 单周期 3U1D1S 帧结构，10 个 slot 典型配置为：DSUUUDSUUU，其中 S 符号级为 DDDDDDDDDDDGGUU；2.5ms 双周期帧结构，10 个 slot 典型配置为：DDDSU DDSUU，其中 S 符号级为 DDDDDDDDDDDGGUU。

需求等级：基本需求

● 1ms 周期帧结构

为降低 TDD 系统上下行转换周期较长对时延的影响，NR 可支持灵活的帧

结构配置，降低反馈时延。为满足垂直行业大上行 URLLC 业务需求，需支持 4.9GHz 频段 1ms 周期的帧结构，slot 典型配置为：DS，其中 S 符号级为 GGUUUUUUUUUUUUUU。

需求等级：基本需求



图 3-1 1ms 周期帧结构示意图

目前，测试仪表均已支持 2.5ms 单周期和双周期帧结构并已在 2020 年下半年用于模组测试。1ms 单周期帧结构预计于 2021 年 Q4 开始相关验证。

3.2.3. NPN/CAG

3GPP 在 R16 阶段设计了 NPN（Non-public network）来为满足行业客户的网络进行隔离封闭式管理的需求，主要需求如下：

- 公众网集成 NPN（PNI-NPN，PLMN Integrated NPN）

支持模拟 CAG 小区以及相应功能，支持通过系统消息广播 PLMN ID 和 CAG ID 标识，支持 CAG 小区接入及相应的信令流程。

需求等级：基本需求

- 独立专网（SNPN，Standalone NPN）

支持模拟独立专网小区及相应功能，支持通过广播消息配置 PLMN ID 和 NID 标识（NPN ID），支持 NPN 小区接入及相应的信令流程。

需求等级：增强需求

3.2.4. 终端切片

- 切片标志（NSSAI）功能

支持通过 NAS 信令配置网络切片参数信息，包括 Configured NSSAI、Allowed NSSAI、Rejected NSSAI；支持在 RRC、NAS 信令消息中解析终端上报的网络切片标识（S-NSSAI）。

需求等级：基本需求

- **终端路由选择策略（URSP）功能**

支持通过 NAS 信令配置 URSP 规则，包括业务应用的 Traffic Description（APPID/IP3 元组/FQDN/DNN/ConnectionCapability）等业务属性信息、Traffic Descriptor 对应的切片标志信息；支持生成测试 URSP 策略所需的业务标志信息（Traffic Description）

需求等级：基本需求

- **切片与 PDU 会话功能**

支持终端发起的携带切片标识 S-NSSAI 的 PDU 会话建立请求，支持判断 PDU 会话和 URSP 规则配置的业务 TD 是否匹配。

需求等级：基本需求

- **业务功能**

支持通过生成模拟数据包模拟多个应用业务或者连接到真实的业务服务器实现多个应用业务并发功能，能够生成并验证切片测试需要的应用层数据，支持测试终端从应用业务到切片的映射能力。

需求等级：基本需求

3.2.5. 节电特性

- **节能信号指示**

支持 3GPP R16 节能信号指示，引入基于 PDCCH 结构的节能信号（DCI-Format 2_6）指示终端是否在下一个 DRX 周期开启 on duration timer；支持 CSI 测量上报与节能信号解耦，支持在 DRX 非激活期接收 CSI 测量上报。

需求等级：基本需求

- **跨时隙调度**

支持 3GPP R16 动态跨时隙调度指示，通过调度 DCI 指示终端应用的最小 PDSCH/PUSCH 调度时隙。

需求等级：基本需求

- **最大 MIMO 层数限制**

支持 3GPP R16 基于 BWP 配置不同的下行最大 MIMO 流数，通过 BWP 切换实现终端的下行最大 MIMO 流数调整。

需求等级：增强需求

- **Dormant BWP**

支持 3GPP R16 辅小区休眠态（Scell dormancy），支持在一个 SCell 中配置一个下行休眠 BWP（Dormant BWP），支持通过 DCI 信令指示进行休眠 BWP 和非休眠 BWP 之间的切换。

需求等级：基本需求

- **RRM 测量放松**

网络侧控制的空闲态/非激活态终端的邻区 RRM 测量放松，通过系统消息通知终端 RRM 测量放松。

需求等级：可选需求

- **UE 辅助信息上报**

根据终端上报的辅助信息对终端的参数进行重配置

需求等级：可选需求

目前测试仪表已开始基于 R15 特性的终端节电测试，面向 R16 终端节能特性的评估验证预计在 2021 年 Q3 进行。

3.2.6. SON/MDT

3GPP 定义的 SON（自组织网络）/MDT（最小化路测）技术，主要用于实现网络自主进行智能化操作，通过智能化的网络自配置与自优化方案，降低网络运维成本，提升网络性能和用户体验。支持 SON/MDT 技术的终端需支持自动邻区关系优化(ANR)功能、最小化路测(MDT)功能和层二测量的上行数据包发送时延等功能，对测试仪表的需求如下。

- **ANR 功能**

支持 3GPP R15 自动邻区关系优化(ANR)功能，能够模拟服务小区及多个 5G、

4G 邻小区，支持 ANR 测量配置，支持接收并解析终端上报的 5G、4G 邻区 PCI 和 CGI（小区唯一标识）信息。

需求等级：基本需求

● MDT 功能

支持 3GPP R16 最小化路测（MDT）功能，支持连接态 Immediate MDT 和空闲态 Logged MDT，支持 Immediate MDT 和 Logged MDT 的测量配置、接收并处理终端上报的测量信息及位置信息；支持模拟 GPS、北斗等卫星信号，支持接收并解析终端上报的位置信息；支持接收并解析 Radio Link Failure(RLF) Report/无线链路失败报告、RRC Connection Establish Failure（RCEF） Report /RRC 连接建立失败报告等异常场景功能。

需求等级：基本需求

● 层二测量的上行数据包发送时延功能

基于 QoS 监控（QoS monitoring）需求，支持配置 UL PDCP Packet Average Delay by UE 的测量、接收并解析层 2 测量信息。

需求等级：增强需求

● 随机接入优化（RACH 优化）

支持接收并解析终端发送的随机接入报告（RACH report），并根据随机接入报告调整相关随机接入参数配置。

需求等级：增强需求

在测试方面，SA ANR 功能预计 2021 年将开展技术验证测试，MDT 功能预计 2021 年 Q3 R16 版本终端芯片将陆续支持。

3.2.7. 测量增强

CSI-RS 最早引入是用于检测下行链路信道状况，3GPP R16 阶段重新定义了 CSI-RS 功能，用于更加全面地获取信道状态信息、实现波束级别的移动性测量。主要需求如下：

● 基于 CSI-RS 的测量增强

支持 3GPP Rel-16 协议版本中的服务小区 CSI-RS RRM L3 测量，支持接收并解析终端上报的 CSI-RSRP、CSI-RSRQ、CSI-SINR 等指标的测量结果

需求等级：基本需求

3.2.8. 音视频功能

- VoNR 语音通话业务

支持在 5G 承载建立语音业务，支持 VoNR 信令流程及 EPS Fallback 流程，支持 VoNR 与 VoLTE 之间的语音通话切换。

需求等级：基本需求

- ViNR 视频通话业务

支持在 5G 承载建立视频业务（ViNR），并支持 VoNR 与 VoLTE 之间的视频通话切换。

需求等级：增强需求

- 5G RAN 特性

（1）支持语音方案相关的 RAN 特性，包括 ROHC 头压缩、C-DRX、RLC 分段，以上特性在终端测试仪表均已支持，这里不再赘述。

需求等级：基本需求

（2）支持 Slot aggregation、下行 SPS、上行 Configured Grant、通过 MAC CE 触发终端发起语音编码 codec 调整等。

需求等级：增强需求

目前芯片对 VoNR 功能的支持较为成熟，预计在 2021 年 Q1 启动基于仪表的 VoNR 测试。

3.2.9. MIMO 增强

- 上行满功率

支持新的 UE capability 和新的码本以及 Tx mode，包括 Mode 1（配置新码本）和 Mode 2（修改功率控制和端口资源配置）这两种传输方案。

需求等级：基本需求

● Low PAPR DMRS

支持低 PAPR 序列,支持接收并处理低 PAPR 序列生成的上行 DMRS 序列、SRS 和 PUCCH 格式 0 和 1 调制符号,包括引入长度为 6、12、18、24、30 的调制序列和长度大于 30 的 Gold 序列。

需求等级：基本需求

● Multi-Beam

支持 3GPP R16 通过 MAC CE 更新 PUSCH 和 SRS 的 Pathloss RS。对于 PUSCH,支持通过 MAC-CE 消息激活对应于 SRI 域取值的路径损耗参考信号;对于非周期和半持续性 SRS 资源集,支持通过 RRC 信令配置多个路径损耗参考信号,用 MAC-CE 激活其中一个。

需求等级：增强需求。

● MU-CSI 码本增强

R15 的 CSI-RS typeII(MU)码本只支持 2 流,且开销较大;3GPP R16 引入新的空频压缩码本(1-2 流, MU-MIMO),扩展码本支持最高 4 层传输(3-4 流扩展, MU-MIMO)。

需求等级：增强需求。

● Multi-TRP

3GPP R16 引入多点协作传输,在下行传输中支持单个 DCI 调度同一个数据资源,或者两个 DCI 独立调度不同的数据资源;在上行传输中支持分别向两个 TRP 或者向一个 TRP 反馈 ACK/NACK。

需求等级：增强需求。

R16 阶段 MIMO 增强特性计划于 2021 年 Q3 进行测试验证。

3.2.10. 高铁增强

● 高速标识

支持 3GPP R16 引入的高速标识,支持通过广播/RRC 重配下发高速标识

（HighSpeedConfig）给终端，用于终端对高速场景的判别。

需求等级：基本需求。

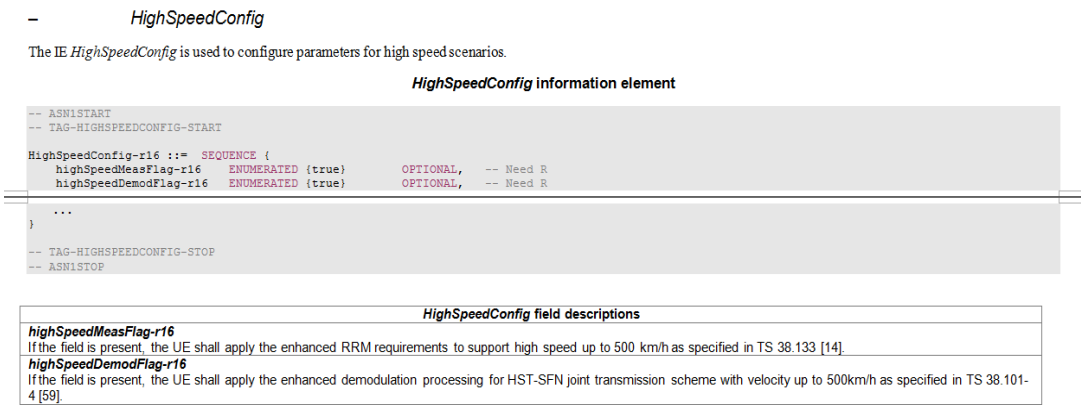


图 3-2 高铁标识

● 跟踪参考信号

支持通过 RRC 信令配置多种跟踪参考信号（Tracking Reference Signal, TRS），支持 TRS 配置切换。

需求等级：基本需求

● 高铁信道模型

支持模拟速度在 500km/h 下的高铁场景信道环境，支持在该信道模型下的终端吞吐量等性能指标测试。

需求等级：基本需求

3.2.11. 移动性增强

● 条件切换

支持条件切换（Conditional Handover，CHO），支持预先配置若干小区作为 UE 切换的目标小区；UE 执行测量，检测到切换触发条件满足时直接向目标小区发起接入，完成条件切换。

需求等级：基本需求。

● 双协议栈切换

双协议栈切换（Dual Active Protocol Handover，DAPS HO）要求终端在切

换过程中始终保持与源小区连接，直到与目标小区开始进行收发数据为止，即在切换过程中终端同时从源小区和目标小区接收和发送数据。

需求等级：可选需求。

3.2.12. CA/DC 及 SUL

- 载波聚合及 SUL 频段组合要求如下

表 3-3 载波聚合及 SUL 频段组合需求

条目	描述	等级
下行载波聚合（2CC）	支持n41(100M+60M) 带内连续载波聚合功能	基本需求
	支持n41(100M)+n28(30M) 带间载波聚合功能	基本需求
	支持n41(100M)+n79(100M) 带间载波聚合功能（R16特性）	基本需求
上行载波聚合（2CC）	支持n41 (100M+60M) 带内连续载波聚合功能，每载波均为两流	基本需求
	支持n41(100M)+n28(30M) 带间载波聚合功能（R16特性）	增强需求
	支持n41(100M)+n79(100M) 带间载波聚合功能（R16特性）	增强需求
SUL频段	支持SUL载波为n83、NUL载波为n41的SUL频段组合	增强需求

- 下行载波聚合两载波间 SRS 轮发

支持 3GPP R15 载波间 SRS 轮发功能，支持在 TDD 频段的辅载波上接收并处理 SRS 参考信号。

需求等级：基本需求

- 带间载波聚合帧头不对齐

支持 3GPP R16 NR inter-band CA 帧头不对齐功能，不同载波保持时隙的边界对齐，载波间帧头最多可以偏移 $\pm 2.5\text{ms}$ 。

需求等级：基本需求。

- 上行轮发（TX Switching）

支持 3GPP R16 针对上行载波聚合（UL CA）的载波间 TDM 轮发功能，支持 1Tx 与 2Tx 间的上行通道切换。支持接收并处理终端上报的切换时延，并且在上行通道切换过程中不进行上行数据调度。

需求等级：基本需求

- Dormant BWP

支持 3GPP R16 辅小区休眠态（Scell dormancy），支持在一个 SCell 中配置一个下行休眠 BWP（Dormant BWP），支持通过 DCI 信令指示进行休眠 BWP 和非休眠 BWP 之间的切换。

需求等级：基本需求

- Option4（NE-DC）

Option4 在 SA（Option2）基础上，增加与 4G 双连接。5G NR 是主锚点，4G 仅作为数据通道。仪表应支持模拟 Option4 组网场景下的 5G NR 及 4G 小区，并支持相应的协议功能。

需求等级：基本需求

- 空闲态提前测量

推荐配置 CA/DC 增强特性中的空闲态提早测量（Early Measurement）。

需求等级：增强需求

- RRC Resume

推荐配置 RRC Resume 中保存 SCell 配置信息的功能。

需求等级：增强需求

目前已有部分仪表支持基于 R15 的下行载波聚合测试，基于 R16 的上/下行载波聚合预计 2021 年 Q3 开始相关测试

3.2.13. 高功率

- PC1.5（+29 dBm）

在 n41 频段下，可选支持测试终端总发射功率达到 Power Class 1.5（总发射功率+29 dBm）

需求等级：增强需求

- EN-DC 高功率（PC2）

支持终端发射功率测试，支持测试 EN-DC（1 LTE TDD band + 1 NR TDD band/1 LTE FDD band + 1 NR TDD band）模式终端总发射功率达到 Power Class 2

(+26dBm)。

需求等级：可选需求

3.2.14. 终端能力上报增强

- 分段的 UE 能力上报功能

针对 UE 能力上报在某些场景下可能超过 RRC 消息上限的问题，例如引入载波聚合后的 UE 能力消息过长，3GPP R16 引入 UE 能力上报优化机制，当 UE 能力消息超过 9KB 时，终端可拆分成多个独立的短 RRC 消息进行发送。仪表应支持接收并解析分段的 UE 能力上报信令。

需求等级：增强需求

3.2.15. 频段需求

- 仪表需支持的 NR FR1 频段要求如下

表 3-4 频段需求

工作频段	上行（仪表收）	下行（仪表发）	等级
n41	2496MHz-2690MHz	2496MHz-2690MHz	基本需求
n79	4400MHz-5000MHz	4400MHz-5000MHz	基本需求
n28	703MHz-748MHz	758MHz-803MHz	基本需求
n39	1880 MHz-1920 MHz	1880 MHz-1920 MHz	增强需求
n40	3300MHz - 3800MHz	3300MHz-3800MHz	增强需求
n3	3300MHz-4200MHz	3300MHz-4200MHz	增强需求
n34	2010 MHz – 2025 MHz	2010 MHz – 2025 MHz	增强需求
n8	880 MHz – 915 MHz	925 MHz – 960 MHz	增强需求

3.3. 通用测试能力需求

本章节主要介绍终端测试仪表需要具备的通用测试能力，主要适用对象为终端综测仪、射频一致性测试系统、终端 NS-IoT 测试系统、终端定位测试系统等。

3.3.1. 定位测试能力

- NR 定位功能

支持接收并解析上行定位参考信号 SRS for positioning，支持发送下行定位参考信号 PRS，支持配置及接收面向 PRS 的信号强度(RSRP)、信号时间差(RSTD)等测量信息，支持验证终端测量精度

需求等级：基本需求

- 定位算法测试

支持模拟 NR 多小区环境（四小区）的定位环境，支持测试 Multi-RTT、UL-TDOA、DL-TDOA、NR E-CID 等定位算法的精度测试。

需求等级：基本需求

本节需求适用于终端定位测试系统，基于 5G NR 的定位功能及性能测试预计将于 2021 年 Q2 开始启动。

3.3.2. 信道模拟能力

- 衰落信道模型：

支持模拟 3GPP TS 38.101-4 附录 B.2 定义的多径衰落传输条件，包括 TD-LA30/TD-LB100/TD-LC300 等信道模型、30ns/60ns/100ns 等 Delay Spread 取值、标准定义的多普勒频偏值、标准定义的 MIMO 拓扑以及相关性系数。

高铁场景信道模型要求详见 3.2.10。

需求等级：基本需求

- 测试能力：

支持基于以上衰落信道模型的数据业务吞吐量性能、语音业务连续性等测试。

需求等级：基本需求

本节需求适用于终端综测仪、射频一致性测试系统、NS-IoT 测试系统。目前射频一致性系统已具备信道模拟能力，部分 NS-IoT 测试系统已支持衰落信道下的吞吐量测试，预计 2021 年 Q1 将用于终端测试。

3.3.3. 业务模拟及测量能力

- 数据业务模拟能力

支持模拟 TCP、UDP、FTP、IP 等数据传输功能，支持灵活配置数据包大小、数据包发送间隔、数据传输线程数量等，支持测量数据传输过程中的吞吐量、时延等指标。

需求等级：基本需求

● 语音业务模拟能力

支持 NR SIP/IMS 协议及相关业务流程，包括注册、鉴权、会话控制、呼叫控制等过程；支持生成及解析 RTP/RTCP 数据包，支持模拟端到端语音通话业务功能。

在模拟 5G 语音业务时，需支持 AMR-NB、AMR-WB、EVS 音频编解码，包括：AMR-NB 的 12.2kbps、10.2kbps、7.95kbps、7.40kbps、6.70kbps、5.90kbps、5.15kbps、4.75kbps 八种编解码类型，AMR-WB 的 23.85kbps、23.05kbps、19.85kbps、18.25kbps、15.85kbps、14.25kbps、12.65 kbps、8.85kbps、6.6kbps 九种编解码类型，和 EVS 13.2kbps、24.4kbps 两种编解码类型。

需求等级：基本需求

● 视频业务模拟能力

支持模拟端到端视频通话业务功能，支持 H.264、H.265 视频编解码，包括 3GPP R13 TS 26.114 的 5.2.2 节中的规范的 ITU-T H.264 CHP 级别 3.1 或支持 H.265 Main Profile, Main Tier, 级别 3.1。

需求等级：增强需求

● 用户模型模拟能力

支持通过生成业务数据包或者连接真实服务器，实现模拟特定用户使用模型，如模拟 30%时长语音通话、30%时长网页浏览、20%时长待机的用户使用模型。

需求等级：基本需求

本节需求适用于终端综测仪、NS-IoT 测试系统。数据业务模拟能力目前大部分测试仪表已经支持，语音业务测试预计在 2021 年 Q1。

4. 总结

本报告对未来 1-2 年面向 NR Rel-16 终端的测试仪表明确了需求，旨在为仪表厂商提供开发 NR Rel-16 测试系统的要求和依据，助力 5G 终端及测试产业发展。基于本报告提出的新需求和新能力，后续将开展相应的测试用例研发并投入终端芯片评测，形成完整的闭环以持续推进 5G 终端芯片及测试产业成熟，满足 5G 技术演进需求。

参考文献

- [1] 中国移动通信有限公司研究院，《终端芯片新需求报告（2021 年）》
- [2] 中国移动通信有限公司研究院，《5G 终端、芯片及测试产业报告(2020 年)》
- [3] 中国移动通信有限公司研究院，《面向 URLLC 场景的无线网络能力白皮书（2020 年）》