

RedCap

2023

5G轻量化可穿戴类终端 技术要求白皮书

发布单位：中移智库

编制单位：中国移动通信研究院

目 录

1. 前言	2
2. 产业发展现状	4
2.1. 5G（SA）网络发展现状	4
2.2. 4G 可穿戴类终端发展现状	4
2.3. 5G 可穿戴类终端发展预期	4
2.4. 5G RedCap 标准化现状	5
3. 通信能力要求	6
3.1. 模式要求	6
3.2. 频段要求	6
3.3. 天线能力	6
3.4. RedCap 关键技术要求	6
3.4.1. 基本能力要求	7
3.4.2. BWP 要求	7
3.4.3. 接入控制与终端识别	8
3.4.4. 驻留与移动性管理	8
3.4.5. Redcap 节电	8
3.4.6. 射频指标	9
3.4.7. 发射功率	9
3.5. 语音特性	9
3.6. 节能增强	9
3.7. 5G 定位要求	9
3.8. 时延要求	10
3.9. 4/5G 互操作	10
3.10. 覆盖增强	10

3.11. CMAS 和 ETWS	10
4. 其他关键能力	11
4.1. AP/MCU	11
4.2. 固态存储	11
4.3. SIM 卡	11
4.4. 定位能力	11
4.5. 语音能力	11
4.6. 摄像/拍照能力	11
4.7. 视频通话能力	11
4.8. 电池容量	11
4.9. 充电方式	12
4.10. WLAN	12
4.11. 蓝牙	12
5. 总结与展望	13
缩略语列表	14
参考文献	14
附录	15

1. 前言

新一代移动通信技术（5G）作为新基建的核心，已经渗透到人们社会生活的方方面面，为科技创新、经济发展和社会进步注入新活力，带来新机遇。5G 第一版国际标准（3GPP NR R15 版本）于 2018 年 9 月正式冻结，可满足 5G 愿景中移动增强宽带、超高可靠低时延和海量连接的基础指标要求，因而成为了当前全球 5G 网络部署的基础版本。为了能够提供更高质量的服务，满足与垂直行业的深度融合，NR R16 版本对传统 eMBB 业务和垂直行业扩展均进行了增强，该版本于 2020 年 6 月正式冻结。随着 5G 网络商用及技术演进，NR R17 版本于 2022 年

6 月正式冻结，该版本一方面对已商用特性进行增强，优化功能实现、提升性能指标；另一方面 NR R17 版本在新方向进行探索，引入了 RedCap、MBS 等新功能。目前，产业已启动 R17 产品研发，R17 特性需求是业界广泛关注和讨论的热点。

本报告旨在从运营商角度，介绍未来 1-2 年面向可穿戴类终端的 RedCap 关键技术要求、关键产品能力，为可穿戴类设备厂家基于 R17 RedCap 产品研发提供参考和依据，引导 5G 产业健康持续发展。本报告第二章主要介绍了当前 5G 网络、可穿戴终端发展现状及预期、RedCap 技术标准发展历程及现状，第三章着重介绍了可穿戴类终端通信能力要求，第四章重点介绍可穿戴终端其他关键能力要求，最后进行总结与展望。

本报告由中国移动研究院联合高通、MTK、紫光展锐、翱捷科技、必博半导体、工业富联、华为、小天才、OPPO、荣耀、中移物联等公司共同撰写。

撰写人包括陆松鹤、曹蕾、丁源、杨思云、张秋生、李彬、李维成、谭源春、肖华、袁野、左志松、丁方平、樊超。

2. 产业发展现状

2.1. 5G（SA）网络发展现状

中国移动已建成全球最大的 5G 网络，截至 2023 年 8 月底，中国移动已累计开通 5G 基站数超 185 万个，力争于 23 年底支持 RedCap 能力。

2.2. 4G 可穿戴类终端发展现状

4G 可穿戴类终端正在快速发展。随着技术的不断进步，可穿戴类设备的功能越来越强大，形态也越来越多样化，主要为智能手表，智能眼镜，智能手环，智能衣物等；而对于儿童手表，4G 网络是当前产品形态必不可少的基础属性。由于儿童手表需和家长手机联动使用，在儿童手表侧，4G 网络的通信质量显得格外重要。目前在儿童手表上，4G 网络不仅承载了基础语音和数据通信的能力，同时在 APP 应用上承载了如实时状态、心率监测、体温等多维用户信息，并且随着算法云端化越来越普及，对 4G 网络的使用频次和流量都将呈增长趋势。当前，4G 儿童手表在定位业务上还没有很好地满足用户高精度室内定位的需求，希望借助 5G 技术实现室内高精度定位的产品力。4G 可穿戴类终端是一个快速发展和不断创新的领域，未来将有更多类型的设备出现。

2.3. 5G 可穿戴类终端发展预期

5G 可穿戴产品化要素：

网络基础：5G Redcap 网络体验优于 4G+2G 覆盖的网络体验及漫游体验，同时网络资费要适当合理；

终端成本：可与 LTE cat4 终端成本接近的 5G Redcap 终端成本；

差异化应用：可与 4G 终端形成显著的差异化应用，如高精度的 5G 室内定位，5G 云端低时延高丰富度应用，NR NTN 天地一网通等；

功耗续航：终端设备的功耗需要做到与 LTE CAT4 终端功耗水平相当；网络侧需要支持 3GPP 协议上的节能策略，预期协助终端进一步达到比 LTE CAT4 更低的功耗。

2.4. 5G RedCap 标准化现状

为更好地满足工业无线传感器、视频监控和可穿戴设备等中低速物联网应用场景对终端设备低复杂度、低成本、小尺寸、低能耗等的需求，3GPP R17 版本定义了 RedCap (Reduced-Capability) 终端类型，并于 2022 年 6 月标准冻结。将在 R17 的基础上，R18 阶段将研究如何进一步降低终端成本和节能的技术，评估 RedCap 终端的定位性能并进行必要的增强，扩展 RedCap 生态。

随着 3GPP 标准化工作中针对 RedCap 标准的 R17 阶段完成，CCSA 就启动了 RedCap 关键技术的行标制定工作。2022 年 6 月，TC5WG9#120 会议通过了 5G 数字蜂窝移动通信网 轻量化 (RedCap) 终端设备技术要求 (第一阶段) 行标立项，在 TC5WG9#123 会议上通过了 5G 轻量化通用模组技术要求 (第一阶段) 行标立项，为后续 RedCap 技术应用奠定了基础。

3. 通信能力要求

为结合当前 5G 网络实际部署情况、覆盖能力，及网络侧 R17 RedCap 关键技术要求，5G 轻量化可穿戴类终端技术能力要求应于网络紧密结合，保持一致，以保证为用户提供高质量的服务。

3.1. 模式要求

以 RedCap 技术为基础的 5G 可穿戴类终端，应至少支持 5G（SA）能力，当前阶段应同时支持 4G，待支持 Redcap 的 5G 网络覆盖达到 4G 网络覆盖水平，则可选支持 4G。

3.2. 频段要求

RedCap 终端多模多频及语音特性的引入将直接影响终端的成本。

5G 频段及帧结构能力见表 3-1。

表 3-1 5G 频段及帧结构能力

网络模式	频段	上行（终端发）	下行（终端收）	TDD帧结构	特殊时隙
5G	n41	2496MHz-2690MHz	2496MHz-2690MHz	5ms帧周期 DDDDD DDSUU	6:4:4
	n79	4400MHz-5000MHz	4400MHz-5000MHz	2.5ms双周期 DDDSU DDSUU	10:2:2
	n28	703MHz-748MHz	758MHz-803MHz	--	--

3.3. 天线能力

根据频段及终端体积，收发天线能力应至少为 1T1R，推荐 1T2R 能力。

3.4. RedCap 关键技术要求

5G NR RedCap 是 3GPP R17 提出的新型低复杂度 5G 终端类型。R17 RedCap 通过缩减最大带宽缩减、减少收发天线数目、降低调制阶数等方式，能够有效降低终端复杂度，相比 R15 eMBB 终端复杂度能够降低约 60%，设备尺寸也更为紧凑，有利于功耗的降低，使 5G 更适用于可穿戴等新的应用场景。为推动 RedCap 迅速发展，初期可聚焦于易于规模化的 2C 的可穿戴产品，带动 5G RedCap 终端成本下降。

RedCap 协议版本应支持 3GPP R17 2022 年 9 月及以后版本。

3.4.1. 基本能力要求

对于 FR1 系统，应支持最大系统带宽为 20MHz，DL/UL 业务信道调制方式应至少支持 64QAM，为降低 RedCap UE 缓存要求，将 PDCP SN 及 RLC-AM SN 长度从 18 比特调整为 12 比特。

3.4.2. BWP 要求

在初始 BWP 及业务专用 BWP 配置中，应支持配置独立的 BWP。

■ 初始下行 BWP

网络在系统消息中可以为 Redcap 终端配置独立下行初始 BWP，且该 BWP 带宽应不超过 20MHz。

当网络配置的独立下行初始 BWP 中包括 CD-SSB 和整个 CORESET#0 时，在空闲态或者非激活态的 Redcap 终端应支持在该独立下行初始 BWP 中接收 SIB 及监听寻呼。

当网络配置的独立下行初始 BWP 中不包括 CD-SSB 和 CORESET#0 时，在空闲态或非激活态的 Redcap 终端应支持在 CORESET#0 上接收 SIB 及监听寻呼消息。

■ 初始上行 BWP

网络在 NR 载波上的频域位置为 RedCap 终端灵活配置独立上行初始 BWP 时，Redcap 终端应支持在独立上行初始 BWP 上执行随机接入，并支持通过配置 `pucch-ResourceCommon-RedCap-r17`，实现为 RedCap 终端配置独立的 common PUCCH 资源配置。

■ 业务专用 BWP

应支持配置上/下行专用 BWP 能力，支持下行专用 BWP 配置 NCD-SSB。应支持在 RRC_CONNECTED 状态基于 NCD-SSB 进行 RLM、服务小区的测量。应支持配置多 BWP 的能力。

3.4.3. 接入控制与终端识别

在接入控制方面，网络通过在 5G 小区的 SIB1 系统信息中 IFRI（IntraFreqReselectionRedCap）字段指示当小区为 barred 状态时，是否允许 RedCap 终端进行小区选择或重选到同频小区；当 SIB1 不携带该栏位时，代表该小区不允许 Redcap 终端接入。Redcap 终端应选择驻留于支持 RedCap 的 5G 小区，通过接收并正确解析 IFRI 字段以确定当前小区是否允许 RedCap 小区选择(重选)。同时，基站具备通过 MIB 中的 cell barred 指示信息告知 RedCap 终端是否符合接入条件，终端则应支持正确解析 MIB 中的 cell barred 指示信息的能力。

在终端识别方面，Redcap 终端应具备通过 MSG1（PRACH occasion、PRACH Preamble）、MSG3（LCID）及 UE Capability Information 消息上报自身 RedCap 能力，告知网络设备。

3.4.4. 驻留与移动性管理

空闲态和非激活态的 Redcap 终端均应支持驻留于支持 RedCap 的小区以及在支持 RedCap 的小区间进行小区选择与重选的能力，连接态的 Redcap 终端应具备听从网络配置在支持 RedCap 的小区间进行切换的能力。

3.4.5. Redcap 节电

RedCap 围绕降低功耗进行设计，主要包含 RRM 测量放松机制及扩展非连续接收（eDRX）功耗优化特性。

■ 面向 Redcap 的 RRM 测量放松

在空闲态和非激活态，网络可通过系统消息配置 RRM 测量放松的触发条件，当 Redcap 终端满足触发条件时，放松对于邻区的 RRM 测量，以达到节省终端功耗的目的。

在连接态，网络可通过 RRC 重配置消息配置 RRM 测量放松条件，当 Redcap 终端满足触发条件时会通过终端辅助信息(UAI)上报给网络，由网络决策配置合

适的测量参数来放松终端在连接态下的测量，比如减少测量的邻区频点、拉长测量周期等。

■ 面向 RedCap 的 eDRX 功耗优化

在待机状态，终端周期性的醒来监听寻呼是影响功耗的主要因素，针对业务建立时延不敏感的应用场景，为了进一步减少终端功耗，RedCap 引入了 eDRX 节电特性，延长终端监听寻呼的周期，终端在不监听寻呼时可以进入休眠状态。

针对 RRC_IDLE 状态下模组的 eDRX 周期最大扩展至 10485.76 秒，RRC_INACTIVE 状态下模组的 eDRX 周期最大扩展至 10.24 秒。采用更长的 eDRX 周期可增加终端睡眠时长，降低终端待机电流。

3.4.6. 射频指标

应满足 3GPP 38.101-1、38.101-4 中相应频段要求。

3.4.7. 发射功率

应支持 PC3 能力，符合 SAR 要求。

3.5. 语音特性

针对需具备语音/视频能力的业务场景，应支持 VoNR，可支持 ViNR 能力。若支持 4G 能力，则应支持 VoLTE，以满足用户需求。

3.6. 节能增强

应支持 R15/R16/R17 阶段节能关键技术，包括：RRC_CONNECTED 状态 C-DRX（R15）、连接态唤醒信号（R16）、SkipULTxDynamic（R16）、RRC 链接释放请求（R16）、终端节电辅助信息上报（R16 RRC 状态转换）、寻呼提早指示和寻呼分组（R17）、PDCCH skipping（R17）。

3.7. 5G 定位要求

对于可穿戴类终端，5G 蜂窝定位能力具有使用场景和应用需求，降低复杂

度方面，推荐支持基于 R16 版本的 SRS 信号的 5G 定位技术（UTDOA）。

3.8. 时延要求

时延方面，对于可穿戴类终端，终端应具备低时延处理能力。端到端业务面时延应不超过 20ms。

3.9. 4/5G 互操作

应支持 4G 和 5G 间移动性管理，包括重选/重定向/切换。

3.10. 覆盖增强

覆盖能力是移动通信的重要指标。Redcap 因成本考量裁剪了终端的收发天线数目，特别是可穿戴终端，一方面有不低于智能手机的移动性需求，另一方面受限于尺寸，天线性能会有一定的下降，应支持 R15/R16/R17 的覆盖增强技术来弥补这部分的损失，包括基于 slot 的 PUSCH 重复传输（R15/R16/R17）等，推荐支持 PUSCH 多时隙联合信道估计（R17）等。

3.11. CMAS 和 ETWS

应支持 CMAS 能力，正确解析网络发送的 SIB8 中携带 CMAS 信息。

推荐支持 ETWS 能力。若支持 ETWS，应正确解析网络发送的 SIB7 中携带 ETWS 信息。

4. 其他关键能力

4.1. AP/MCU

对于 Open-CPU，处理主频建议不低于 1.7GHz，同时为了保证通信协议及系统软件的流畅运行，RAM+ROM 建议不低于 1GB + 8GB 能力。

4.2. 固态存储

推荐不低于 8GB 能力。

4.3. SIM 卡

应支持插入式 SIM 卡方案或 eSIM 卡方案。

4.4. 定位能力

应至少支持 GNSS 能力，推荐支持蓝牙定位。

4.5. 语音能力

应支持扬声器和麦克风，并应具备话音能力。

4.6. 摄像/拍照能力

手表类型的可穿戴终端，若具备摄像头，应支持摄像和拍照能力，像素建议不低于 720P。

4.7. 视频通话能力

推荐支持视频通话能力，若同时支持 ViNR 能力，应支持通过 5G 网络传输的视频通话。

4.8. 电池容量

手表类型可穿戴终端推荐电池容量不低于 700mAh。

4.9. 充电方式

应至少支持有线充电方式或无线充电方式中的一种。

4.10.WLAN

应支持 WLAN 传输数据，至少 WIFI5 (802.11b/g/n) 能力, 可支持 WIFI6 及以上能力。

4.11.蓝牙

应支持蓝牙能力，推荐至少支持蓝牙 5.2 版本能力。

5. 总结与展望

随着 5G 网络的建设和优化以及新场景的拓展,可穿戴类终端产品日趋丰富,RedCap 能力可穿戴终端的应用将愈加广泛,预计在未来的 2~3 年,5G RedCap 能力的可穿戴类终端将全面走向市场,随着 5G 网络的 RedCap 能力全面开通,结合部分 5G 优势技术,用户体验将赶超 4G 同类型产品,同时以手表型态、VR/AR 型态、眼镜型态等为代表的可穿戴类终端,将逐步替代市场上的同类型产品。目前正在进行的 R18 的标准化中,RedCap 演进新特性还在持续研究,后续 eRedCap 产品也将逐步推向市场。中国移动将持续关注并分析有助于提升 5G 技术应用的端到端性能及优化网络部署的新特性和新技术并考虑适时引入,以不断推进 5G 无线技术演进与用户体验提升,为 5G 融入日常应用而努力。

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
BWP	Bandwidth part	部分带宽
CAG	Closed Access Group	封闭接入组
CD-SSB	Cell-Defining SSB	小区定义SSB
CMAS	Commercial mobile alert system	商业移动警报服务
DRX	Discontinuous Reception	不连续接收
eDRX	Extended DRX	扩展不连续接收模式
ETWS	Earthquake and Tsunami Warning System	地震和海啸预警系统
IFRI	IntraFreqReselectionRedCap	RedCap 同频重选指示信息
MIB	Master Information Block	主信息块
NCD-SSB	Non Cell-Defining SSB	非小区定义SSB
PRACH	Physical Random Access Channel	物理随机接入信道
RACH	Random Access Channel	随机接入信道
RedCap	Reduced Capability	轻量级终端
RRC	Radio Resource Control	无线资源控制
RRM	Radio Resource Management	无线资源管理
SIB	System Information Block	系统信息块
SDT	Small Data Transform	小包传输
TDD	Time Division Duplex	时分双工
UE	User Experience	用户体验
VoNR	Voice over NR	5G语音业务
VINR	Video over NR	5G视频通话
WIFI	Wireless Fidelity	无线连接
WLAN	Wireless Local Area Network	无线局域网

参考文献

[1] QB-E-079-202301, 中国移动 5G sub-6GHz 终端总体技术要求规范

附录

20MHz 系统带宽，RedCap 单用户峰值速率要求

TDD-单用户下行峰值速率（Mbps）

频段	帧结构	特殊时隙	流数	调制方式	下行峰值速率	
n41	5ms帧周期 DDDDD DDSUU	6:4:4	下行2流	256QAM	170	
			下行1流		85	
n79	2.5ms单周期 DSUUU	10:2:2	下行2流	256QAM	77	
			下行1流		38	
	2.5ms双周期 DDDSU DDSUU		下行2流		145	
			下行1流		72	
	1ms单周期 DS	0:2:12	下行2流		110	
			下行1流		55	

TDD-单用户上行峰值速率（Mbps）

频段	帧结构	特殊时隙	流数	调制方式	上行峰值速率
n41	5ms帧周期 DDDDD DDSUU	6:4:4	上行1流	256QAM	25
n79	2.5ms单周期 DSUUU	10:2:2	上行1流	256QAM	75
	2.5ms双周期 DDDSU DDSUU				37
	1ms单周期 DS	0:2:12			53

FDD-单用户下行峰值速率（Mbps）

频段	流数	调制方式	下行峰值速率
n28	下行2流	256QAM	230
	下行1流		115

FDD-单用户上行峰值速率（Mbps）

频段	流数	调制方式	上行峰值速率
n28	上行1流	256QAM	115



中移智库

中国移动通信研究院