

中国联通 5G RedCap 终端 白皮书 (2023 版)

中国联通
2023 年 10 月

目 录

前言	1
1. 概述	2
2. RedCap 产品分类	2
2.1. RedCap 模组	2
2.2. RedCap 终端	2
3. RedCap 技术要求	3
3.1. RedCap 基本通信功能要求	3
3.1.1. 制式及选网要求	3
3.1.2. 通信协议要求	3
3.1.3. 频段和带宽要求	3
3.1.4. 基本能力要求	4
3.1.5. 峰值速率要求	4
3.1.6. 接入控制与终端识别要求	5
3.1.7. BWP 要求	5
3.1.8. 移动性要求	6
3.1.9. 功率等级要求	7
3.1.10. 节能特性要求	7
3.1.11. 5G 切片要求	8
3.1.12. IP 协议栈要求	9
3.1.13. 终端一致性测试要求	9
3.2. RedCap 增强功能要求	9
3.2.1. 5G LAN 要求	9
3.2.2. SIB9 高精度授时	9
3.2.3. URLLC 功能要求	10
3.2.4. 定位要求	11
3.2.5. 小数据包传输	11
3.2.6. 覆盖增强功能	11
3.2.7. NPN 功能要求	12
3.2.8. SUL 要求	12
3.2.9. 语音能力要求	12
3.2.10. 短信能力要求	12
4. RedCap 模组要求	12
4.1. 元器件要求	12
4.1.1. 应用处理器和存储单元	13
4.1.2. USIM/eSIM 卡	13
4.2. 封装要求	13
4.3. 尺寸要求	13
4.4. 接口要求	13
4.5. 功耗性能要求	18
4.6. 平台接入要求	18

4.7. Open CPU 要求	18
4.8. 应用场景需求	18
5. 5G RedCap 终端要求	19
5.1. 工业控制终端	19
5.1.1. 工业 DTU	19
5.1.2. 工业 CPE	20
5.1.3. 工业网关	21
5.1.4. 工业路由器	21
5.2. 电力终端	22
5.2.1. 产品分类	22
5.2.2. 硬件要求	22
5.2.3. 软件要求	22
5.3. 视频监控终端	23
5.3.1. 产品分类	23
5.3.2. 硬件要求	23
5.3.3. 软件要求	23
5.4. 车载终端	24
5.4.1. 产品形态	24
5.4.2. 硬件要求	24
5.4.3. 软件要求	24
5.5. 可穿戴设备	25
5.5.1. 硬件要求	25
5.5.2. 卡槽要求	25
6. RedCap 发展展望	25
附录	28
更新记录	28
略语列表	28

前 言

5G 发展至今，我国已经建成全球规模最大、技术最先进的 5G 网络，5G 移动电话用户近 7 亿户，5G 连接数全球占比超 60%，5G 赋能行业应用已经初见成效。然而，我们仍然面临着 5G 模组价格高、功耗大、行业需求碎片化严重、应用规模化发展缓慢的问题。RedCap 轻量化 5G 终端技术作为 3GPP R17 版本中最先商用、最具市场发展前景的新技术，通过减少终端带宽、天线数量、调制阶数等方式大幅降低了 5G 终端成本和功耗，同时也可继承 5G 高可靠低时延、网络切片、5G LAN 等 5G 原生能力，是当前 5G 产业规模化发展的迫切需求。

2023 年，为推动 RedCap 产业加速商用，中国联通围绕标准、试验、应用、生态等方面开展系列工作，取得了诸多成效：在标准方面，联动布局 RedCap 国际标准、行业标准，为 RedCap 技术研发提供依据；试验方面，开展覆盖全频段、全部厂商的 RedCap 功能、性能、网络优化、网管、端网协同等技术验证，推动 RedCap 端到端成熟；应用方面，基于商用模组雁飞 NX307，面向工业、电力、车联网等重点行业开展应用示范；在生态方面，携手行业伙伴重磅成立业界首个 5G RedCap 产业联盟，启动“轻联万物 2025”行动计划，推动 RedCap 产业链生态成熟完善。

为进一步推动 RedCap 产业成熟及规模化商用，中国联通结合产业发展现状，深度调研产业需求，针对 RedCap 芯片/模组/终端提出最新的技术及产品要求，为 RedCap 产品商用提供研发依据。未来，中国联通将根据产业发展需求，迭代更新此白皮书。

1. 概述

本白皮书规定了中国联通 5G RedCap 终端设备在制式、频段、基本功能、基本业务及增强功能方面的要求。

本白皮书应用于中国联通 5G RedCap 模组和终端产品，自发布之日起生效。除本白皮书所列相关要求外，5G RedCap 产品还应遵循相关国家和行业要求。

2. RedCap 产品分类

RedCap 产品主要分为模组类产品和终端类产品。

2.1. RedCap 模组

RedCap 模组主要分为基础型模组和定制型模组。RedCap 基础型模组以基本通信功能为主，无明显行业属性，聚焦碎片化应用场景，应支持 3.1 章所述的 RedCap 基本通信功能要求；RedCap 定制型模组，根据行业属性，应以 3.1 节基本通信功能为基础，并根据行业特性需求，定制叠加 5G LAN、高精度授时、URLLC 等增强功能。

2.2. RedCap 终端

RedCap 终端根据其具体的应用场景主要分为工业控制终端、电力终端、视频监控终端、车载终端、可穿戴设备。RedCap 终端应至少满足 3.1 章所述的 RedCap 基本通信功能要求和第 5 章所述的其他非通信类要求。除此之外，RedCap 终端产品可基于模组能力，定制

叠加 5G LAN、高精度授时、URLLC 等增强功能，以满足特定细分行业需求。

3. RedCap 技术要求

3.1. RedCap 基本通信功能要求

3.1.1. 制式及选网要求

RedCap 产品应至少支持 SA/LTE 双模。

RedCap 产品的 5G 模式，应支持 SA（option2）模式。

RedCap 产品开机接入模式优先级顺序为：5G SA > LTE。

3.1.2. 通信协议要求

RedCap 产品应支持 3GPP R17 h20 及以后协议版本。

3.1.3. 频段和带宽要求

RedCap 产品在 NR 模式的频段和带宽要求如表 1 所示。

表 1 5G NR 工作频段和带宽要求

工作频段	上行频段 (MHz)	下行频段 (MHz)	信道带宽 (MHz)	子载波间隔 (kHz)	双工模式	要求
n78	3300 - 3800	3300 - 3800	10、15、20	30	TDD	必选
n1	1920 - 1980	2110 - 2170	5、10、15、20	15	FDD	必选
n8	880 - 915	925 - 960	5、10、15、20	15	FDD	必选
n5	824-849	869-894	5、10、15、20	15	FDD	必选

RedCap 产品在 LTE 模式下的频段要求如表 2 所示。

表 2 LTE FDD 模式下的工作频段要求

工作频段	频段 (MHz)	要求
B3	1800	必选

B5	850	必选
B1	2100	必选
B8	900	必选

3.1.4. 基本能力要求

RedCap 产品应支持如下基本能力要求：

表 3 RedCap 基本能力要求

技术	要求	
调制方式	上行 256QAM	对于速率需求高的产品，二选一必选
	下行 256QAM	
	上行 64QAM	必选
	下行 64QAM	必选
MIMO	1T2R	必选 (视频监控、车联网、工业/电力数传类等 速率需求高的场景)
	1T1R	可穿戴及其他速率需求低场景
12比特PDCP SN长度	必选	
18比特PDCP SN长度	可选	
12比特RLC-AM SN长度	必选	
18比特RLC-AM SN长度	可选	
支持8个DRB数	必选	
SRS天线轮发	支持下行2流的TDD频段必选	
能力上报	必选	

3.1.5. 峰值速率要求

RedCap 产品峰值速率要求如下：

表 4 RedCap 理论峰值速率

RedCap	制式	配置	峰值速率
--------	----	----	------

终端类型			
1T2R	TDD 2.5ms 双周期 特殊时隙配比 10: 2: 2	下行: 64/256QAM, 20M 带宽	105/140Mbps
		上行: 64/256QAM, 20M 带宽	26/35Mbps
	FDD	下行: 64/256QAM, 20M 带宽	170/226Mbps
		上行: 64/256QAM, 20M 带宽	90/120Mbps
1T1R	TDD 2.5ms 双周期 特殊时隙配比 10: 2: 2	下行: 64/256QAM, 20M 带宽	52/70Mbps
		上行: 64/256QAM, 20M 带宽	26/35Mbps
	FDD	下行: 64/256QAM, 20M 带宽	85/113Mbps
		上行: 64/256QAM, 20M 带宽	90/120Mbps

3.1.6. 接入控制与终端识别要求

RedCap 产品应支持基于系统消息 cell barred 的驻留与接入控制：应支持系统信息中对 1Rx/2Rx 的 RedCap UE 的 cell barred 设置的驻留与接入控制。

RedCap 产品必选支持基于 4-Step RACH 的 Msg1 和 Msg3 的 RedCap UE 识别；RedCap 终端可选支持基于 2-step 的 MsgA 识别 RedCap。

3.1.7. BWP 要求

对于初始 BWP，应支持如下要求：

表 5 初始 BWP 要求

功能	要求
RedCap 终端和 non-RedCap 终端共享初始上行 / 下行 BWP	必选

独立下行初始 BWP — 包含 CD-SSB	必选
独立下行初始 BWP — 不包含 CD-SSB	必选
独立上行初始 BWP	必选
禁用 common PUCCH 传输的跳频	必选
独立 common PUCCH 资源配置	可选

对于专用 BWP，应支持如下要求：

表 6 专用 BWP 要求

功能	要求
上行/下行专用 BWP	必选
下行专用 BWP 支持 NCD-SSB	必选

3.1.8. 移动性要求

应支持空闲态和连接态下 NR RedCap 小区系统内同频/异频移动性过程，包括小区重选、切换和重定向，其中切换功能具体要求如下：

- 1) 在原小区上工作于包含 CD-SSB 的 BWP，切换到目标小区中包含 CD-SSB 的 BWP。
- 2) 在原小区上工作于包含 CD-SSB 的 BWP，切换到目标小区中包含 NCD-SSB 的 BWP。
- 3) 在原小区上工作于包含 NCD-SSB 的 BWP，切换到目标小区中包含 CD-SSB 的 BWP。
- 4) 在原小区上工作于包含 NCD-SSB 的 BWP，切换到目标小区包中包含 NCD-SSB 的 BWP。

应支持空闲态和连接态下 NR RedCap 到 LTE 异系统的移动性过程，包括小区重选、重定向和切换；

应支持空闲态和连接态下 LTE 到 NR RedCap 异系统的移动性过程，包括小区重选、重定向和切换。

3.1.9. 功率等级要求

RedCap 产品，应支持功率等级如表 7 所示。

表 7 功率等级要求（SA）

功率等级	最大输出功率	要求
Class 3	+23 dBm	必选
Class 2	+26 dBm	推荐

3.1.10. 节能特性要求

RedCap 产品应支持基于 R17 的节能特性：

- 1) 必选支持 RRC_IDLE 态下 e-DRX 功能；推荐支持 RRC_INACTIVE 态下 e-DRX 功能；
- 2) 必选支持 RRC_IDLE 态下测量放松功能，推荐支持 RRC_INACTIVE 态下测量放松功能；
- 3) 推荐支持 PEI、PDCCH skipping、搜索空间组切换 (SSSG)、RRC_CONNECTED 状态 RRM 测量放松、RLM 测量放松、寻呼分组功能、辅助 TRS。

注：对于可穿戴等 2C 场景和视频类长时间不间断传输需求的场景，e-DRX 和测量放松功能要求可适当放宽。

RedCap 产品应支持如下 R15/R16 的节能特性：

- 1) 支持连接态下的 C-DRX (R15)；
- 2) 支持 enhanced skipUplinkTxDynamic (R16)；

- 3) 支持Wake Up Signal (R16);
- 4) 支持终端辅助信息 (R16) 上报: RRC状态转换、下行MIMO层数。

3.1.11. 5G 切片要求

5G RedCap 产品应具备同时接入两个及以上网络切片的能力, 支持按应用选择网络切片的功能;

支持 5G 切片业务的 5G RedCap 产品应支持网络切片选择辅助信息 (NSSAI) 配置和存储, 并携带切片标识 (S-NSSAI) 传递给网络, 支持 NAS/RRC 网络切片过程;

支持 5G 切片业务的 5G RedCap 产品应支持和处理网络切片选择策略 (NSSP):

- 支持由网络侧下发和模组预配置的策略规则。
- 当网络切片订阅发生更改, 支持通过更新配置信令完成策略规则的更新。
- 必选支持以 DNN、IP 三元组业务特征属性进行网络切片选择, 推荐支持 APP ID、FQDN 等业务特征属性进行网络切片选择。

为了保持后续能力扩展、“上层-底层” 标准化适配、业务属性感知、灵活可演进等原因, RedCap 产品推荐使用调制解调器中心化 (Modem-Centric) 架构设计, 即业务属性与网络切片的匹配等过程在调制解调器中实现, 通过新增加切片相关的 SDK 或者软件中间件的方式, 由 Modem 依据 URSP 实现终端业务应用的特征属性与切片之间

的匹配对应。

3.1.12. IP 协议栈要求

RedCap 产品应支持 IPv4 单栈、IPv6 单栈以及 IPv4/v6 双栈，默认打开 IPv4/v6 双栈。在同时获得 IPv4 和 IPv6 地址时，需能够正常访问仅兼容 IPv4 的业务应用、仅兼容 IPv6 的业务应用以及同时兼容 IPv4 和 IPv6 的业务应用。

3.1.13. 终端一致性测试要求

RedCap 产品应符合 3GPP 射频、协议、无线资源管理一致性要求。其中，终端射频一致性应满足 3GPP TS 38.521-1 (FR1)，TS 38.521-2 (FR2) 及 TS 38.521-4 (性能) 要求，终端协议一致性应满足 3GPP TS 38.523-1 要求，终端无线资源管理一致性应满足 TS 38.533 系列规范要求。

3.2. RedCap 增强功能要求

对于定制类模组和终端产品，RedCap 产品增强功能的具体特性要求如下：

3.2.1. 5G LAN 要求

支持 5G LAN 的 RedCap 产品，应支持基于支持基于层三 IP 类型会话和层二以太网类型的 5G LAN 会话管理过程。

3.2.2. SIB9 高精度授时

支持 SIB9 高精度授时的 RedCap 产品，应支持基于 R16 的 SIB9

高精度授时功能，包括 UE 接收 SIB9 时钟参考信息，UE 支持对外提供时钟接口。

3.2.3. URLLC 功能要求

支持 URLLC 功能的 RedCap 产品应支持表 8 所示具体功能：

表 8 URLLC 要求

技术特性		要求	注释
上行免调度传输 (上行配置授权)	第一类配置授权的 PUSCH 传输 (configured grant Type 1)	二 选 一	基于 R16 协议，UE 有上行数据传输时，立即使用基站配置的 Type 1 的配置授权资源进行传输
	第二类配置授权的 PUSCH 传输 (configured grant Type 2)		基于 R16 协议，UE 有上行数据传输需求时，根据基站配置的 Type 2 的配置授权资源传输上行数据
低码率 MCS 表格 /CQI 表格	高可靠 CQI 表格	必 选	UE 支持上报的 CQI 索引和目标误块率 0.00001 相应的表格（即 3GPP TS38.214 的 Table 5.2.2.1-4）对应，即 cqi-Table 参数 'table3'
	PDSCH 传输采用低码率 MCS 表格	必 选	UE 支持 3GPP TS38.214 的 Table 5.1.3.1-3 所给的低码率 MCS 表格（Table 5.1.3.1-3: MCS index table 3 for PDSCH）（具体 UE 配置场景见 3GPP TS38.214）
	PUSCH 传输采用低码率 MCS 表格（采用 CP-OFDM 波形）	必 选	UE 支持 3GPP TS38.214 的 Table 5.1.3.1-3 所给的低码率 MCS 表格（Table 5.1.3.1-3: MCS index table 3 for PDSCH）（具体 UE 配置场景见 3GPP TS38.214）
	PUSCH 传输采用低码率 MCS 表格（采用 DFT-S-OFDM 波形）	必 选	UE 支持 3GPP TS38.214 的 Table 6.1.4.1-2 所给的低码率 MCS 表格（Table 6.1.4.1-2: MCS index table 2 for PUSCH with transform precoding and 64QAM）（具体 UE 配置场景见 3GPP TS38.214）
PDSCH/PUSCH 时隙级重复发送	PDSCH 时隙级重复发送	推 荐	根据系统在多个（N=2、4 或 8）连续时隙中给 UE 分配的相同的时域资源，UE 在多个时隙上重复发送 PDSCH

	PUSCH 时隙级重复发送	推荐	根据系统在多个（N=2、4 或 8）连续时隙中给 UE 分配的相同的时域资源，UE 在多个时隙上重复发送 PUSCH
PDCCH 高聚合等级	PDCCH CCE AL=16	必选	PDCCH 可支持更高的聚合等级，即 CCE AL=16
基于逻辑信道优先级（LCP）的映射规则	PUSCH 资源映射	推荐	UE 支持 lcp-Restriction 能力，系统支持基于 LCP 映射规则，为不同承载配置独立的 PUSCH 调度控制参数（参考 3GPP TS 38.321 的 5.4.3.1）

3.2.4. 定位要求

支持定位功能的 RedCap 产品，如属于室内固定型产品，应支持获取 CELL-ID 进行基站定位的能力；对于室外移动型产品，应支持基于 GNSS 和 A-GNSS 的定位能力（如果支持 GNSS，则需包含 GPS 和北斗支持能力，且应支持北斗独立和北斗优先）。

支持定位增强功能的 RedCap 产品，推荐支持 UL-TDoA 定位、E-CID 定位功能。

3.2.5. 小数据包传输

支持小数据包传输功能的 RedCap 产品应支持基于 4-step RACH 的小数据包传输及基于 Type 1 PUSCH 配置授权的小数据包传输，可支持小数据包传输关联的独立下行初始 BWP 包含 NCD-SSB，支持基于 Type 1 PUSCH 配置授权的小数据包传输的 RedCap 产品可支持 PUSCH 的重复传输。

3.2.6. 覆盖增强功能

支持覆盖增强的 RedCap 产品应支持基于 R17 的 PUCCH 信道重复传输增强，PUSCH 信道重复传输增强，可选支持多时隙承载传输块（TBoMS）。

3.2.7. NPN 功能要求

支持 NPN 功能的 RedCap 产品应支持基于 CAG 的接入控制。

3.2.8. SUL 要求

支持 SUL 功能的 RedCap 产品应支持 SUL_{n78-n81} 及 SUL_{n78-n84} 频段。

3.2.9. 语音能力要求

支持语音业务的 RedCap 产品，应支持 VoNR 和 EPS Fallback 流程，EPS Fallback 流程应支持当通话结束后应能基于网络或自主的方式快速返回 NR。

3.2.10. 短信能力要求

支持短信业务的 RedCap 产品 SA 模式下，应支持 SMS over NAS 的短信业务，可支持 SMS over IP (IMS) 短信方式。

4. RedCap 模组要求

如无特殊说明，RedCap 基础性和定制型模组在满足第三章所述的基础功能及增强功能外，还应支持如下要求。

4.1. 元器件要求

4.1.1. 应用处理器和存储单元

RedCap 模组推荐满足下表配置：

表 9 RedCap 应用处理器和存储单元要求

RAM	FLASH
≥1Gb	≥1Gb

4.1.2. USIM/eSIM 卡

支持中国联通发布的物联网卡，包括普通插拔式 USIM 卡或嵌入式 UICC 卡，嵌入的 M2M 卡的技术参数要求参见《中国联通 M2M UICC 卡技术规范 v2.0》和《中国联通 M2M UICC 卡生产技术规范 v2.0》。

推荐支持 eSIM 功能，eSIM 技术要求参见《中国联通 eSIM 总体技术规范 v4.0》。

4.2. 封装要求

模组封装方式为 LGA/LCC+LGA 或 M.2 或 mini PCIe。

4.3. 尺寸要求

要求 LGA/LCC+LGA 封装方式的 5G RedCap 模组尺寸长宽为 32mm*29mm，厚度不大于 2.8mm；

要求 M.2 封装方式的 5G RedCap 模组尺寸长宽为 30mm*52mm，厚度不大于 3.8mm；

要求 mini PCIe 封装方式的 5G RedCap 模组尺寸长宽为 30mm*51mm，厚度不大于 4.9mm。

4.4. 接口要求

RedCap 模组接口要求见表 10：

表 10 5G RedCap 模组接口要求

接口名称		接口说明	接口特性	接口要求
VBAT	电源接口	外接直流电源	I	必选
VRTC		模组时钟供电输入	I	可选
VDD_EXT		标准电压输出接口	O	对于 LGA/LCC+LGA 封装必选
USIM_DET	SIM 接口	SIM 检测脚	I	必选*
USIM_RST		SIM RESET 信号	O	
USIM_CLK		SIM CLK 信号	O	
USIM_DATA		USIM DATA 信号	I/O	
USIM_VDD		USIM 卡供电	O	
5G_ANT0	射频接口	5G 天线 0	I/O	必选
5G_ANT1		5G 天线 1	I/O	
4G_ANT0/5G_ANT4		4G 天线 0/5G 天线 4	I/O	推荐
4G_ANT1/5G_ANT5		4G 天线 1/5G 天线 5	I/O	推荐
WIFI_ANT0		WIFI 天线 0	I/O	可选
WIFI_ANT1		WIFI 天线 1	I/O	可选
GNSS_ANT		GNSS 天线	I	可选
PCIE_CLK_REQ	PCIE	PCIE 时钟请求信号	O	可选
PCIE_HOST_RST		PCIE 重置信号	O	
PCIE_HOST_WAKE		PCIE 唤醒信号	I	
PCIE_CLK_P		PCIE 参考时钟信号	O	
PCIE_CLK_M		PCIE 参考时钟信号	O	
PCIE_TX_P		PCIE_数据发送信号	O	
PCIE_TX_M		PCIE_数据发送信号	O	
PCIE_RX_P		PCIE_数据接收信号	I	
PCIE_RX_M		PCIE_数据接收信号	I	
GPIO	数据通信接	通用输入输出接口	I/O	对于

	口			LGA/LCC+LGA 封装必选
I2C_SCL		单向时钟线	I/O	可选
I2C_SDA		双向数据线	I/O	
SPI_CS	SPI	SPI 接口片选信号	0	对于 LGA/LCC+LGA 封装推荐
SPI_MISO		SPI 接口 MISO 信号	I	
SPI_MOSI		SPI 接口 MOSI 信号	0	
SPI_SCLK		SPI 接口时钟信号	0	
USB_DETECT	USB*	USB 热插拔信号	I	可选
USB_VBUS		USB 插入检测信号；有效电压范围：3.3V~5.25V	I	
USB_DN		USB 高速差分信号负极	I/O	
USB_DP		USB 高速差分信号正极	I/O	
USB_ID		USB 的 ID 检测信号	I	
USB_OTG_EN		外部升压 DCDC 使能；当 USB_ID 被拉低时，这个脚输出高电平	0	
USB_SS_TX_P		USB 超速发送端正极	0	
USB_SS_TX_M		USB 超速发送端负极	0	
USB_SS_RX_P		USB 超速接收端正极	I	
USB_SS_RX_M		USB 超速接收端负极	I	
DBG_UART_RX	调试用串口	调试 UART 数据接收	I	可选
DBG_UART_TX		调试 UART 数据发送	0	
FORCE_BOOT	控制及状态接口	强制下载，防变砖	I	必选
PWRKEY		电源开关，用于模组上电/下电	I	必选
STATUS		模组当前工作状态指示： 低电平：关机； 高电平：上电且模组系统工作正常	0	可选
FLIGHTMODE		模组飞行模式控制：低电	I	可选

		平：飞行模式 高电平：正常模式		
NETLIGHT		模组网络状态指示	0	可选
RESET_N		用于模组复位，低电平使能	1	必选
STATUS		指示模块的运行状态	0	可选
AP_STATUS		指示 AP 的运行状态	1	可选
IRIG_B	授时接口	用于输出 IRIG-B 码参考信号	0	推荐
PPS_OUT		用于输出 1PPS 参考信号	0	推荐
ADC	AD 转换接口	AD 转换	1/0	可选
PCM_SYNC	PCM 音频	PCM 同步信号	0	可选
PCM_DIN		PCM 输入数据	1	
PCM_DOUT		PCM 输出数据	0	
PCM_CLK		PCM 时钟	1	
I2S_WS	I2S 音频	I2S 字选信号	0	可选
I2S_DIN		I2S 输入数据	1	
I2S_DOUT		I2S 输出数据	0	
I2S_CLK		I2S 时钟	0	
I2S_MCLK		I2S 系统时钟	0	
SDIO_DATA0	SDIO	SDC 数据位 0 或 eMMC*数据位 0	10	可选
SDIO_DATA1		SDC 数据位 1 或 eMMC*数据位 1	10	
SDIO_DATA2		SDC 数据位 2 或 eMMC*数据位 2	10	
SDIO_DATA3		SDC 数据位 3 或 eMMC*数据位 3	10	
SDIO_DET		SD 检测脚或 eMMC 数据位 5	1	
SDIO_CLK		SDC 时钟或者 eMMC 时钟	0	

SDIO_CMD		SDC 命令或者 eMMC 命令	0	
WL_SW_CTRL	控制接口	WLAN 开关控制	D0	可选
WL_PA_MUTING		用于 PA 停止工作的 WLAN XFEM 控制	D0	
WL_LAA_AS_EN		WLAN LAA ASS 使能信号	D0	
WL_LAA_RX		用于 LAA 接收器的 WLAN XFEM 控制	D1	
OTG_EN		USB 的 OTG 功能使能引脚	D0	
USB_SS_SW		USB 的 Type-C 开关控制信 号	D0	
RFFE0_CLK		天线调谐器 MIPI CLK	D0	
RFFE0_DATA		天线调谐器 MIPI DATA	D10	
ANT_CTRL0		天线调谐器控制 0	D0	
ANT_CTRL1		天线调谐器控制 1	D0	
SGMII_TX_P	SGMII	SGMII 发送差分信号	0	对于 LGA/LCC+LGA 封 装, RGMII 和 SGMII 接口 2 选 1 支持
SGMII_TX_N		SGMII 发送差分信号	0	
SGMII_RX_P		SGMII 接收差分信号	1	
SGMII_RX_N		SGMII 接收差分信号	1	
ETH_INT_N		Ethernet PHY 中断信号	1	
ETH_RST_N		Ethernet PHY 重置信号	0	
MDIO_DATA		管理数据传输接口	I/O	
MDIO_CLK		管理数据时钟接口	0	
VMDIO		电源提供	0	
RGMII_MD_IO	RGMII	RGMII MDIO 管理数据信号	I/O	
RGMII_MD_CLK		RGMII MDIO 管理时钟信号	0	
RGMII_RX_CTL		RGMII 接收控制信号	1	
RGMII_RX_CLK		RGMII 接收时钟信号	1	
RGMII_RX_0		RGMII 接收数据信号	1	
RGMII_RX_1		RGMII 接收数据信号	1	
RGMII_RX_2		RGMII 接收数据信号	1	
RGMII_RX_3		RGMII 接收数据信号	1	
RGMII_TX_CTL		RGMII 发送控制信号	0	
RGMII_TX_CLK		RGMII 发送时钟信号	0	
RGMII_TX_0		RGMII 发送数据信号	0	
RGMII_TX_1		RGMII 发送数据信号	0	
RGMII_TX_2		RGMII 发送数据信号	0	
RGMII_TX_3		RGMII 发送数据信号	0	

RGMI1_INT_N	RGMI1_PHY中断信号	1
RGMI1_RST_N	RGMI1_PHY重置信号	0

*1 对于 eUICC 卡内置于模组中的情况不要求支持 USIM 相关接口。

*2 要求 USB 接口至少支持 USB 2.0。

4.5. 功耗性能要求

RedCap 模组应满足如下功耗性能要求：

表 11 5G RedCap 模组接口要求

用例名称	最大功耗参考值
5G SA 网络下待机	<40mA
5G SA 网络下数据传输	<450 mA

4.6. 平台接入要求

要求支持通过雁飞 SDK 接入联通雁飞格物 DMP 平台，实现模组上电自注册、数据采集、物网协同安全管理等功能。

4.7. Open CPU 要求

RedCap 模组如具备 OpenCPU 能力，推荐硬件至少具备以下能力：

- （1）CPU 频率不低于 1GHz；
- （2）DMIPS 不低于 1500DMIPS；
- （3）模组采用 Linux 系统；
- （4）至少具备 1Gb 以上 DDR 与 1Gb 以上 Flash 配置。

4.8. 应用场景需求

对于应用于不同细分行业的 RedCap 定制模组产品，在支持 3.1 节基础通信功能要求的同时，应根据其应用场景类别支持下表所对应的增强功能要求。

表 12 5G RedCap 定制模组增强要求

场景类别 增强技术	工业控制/电力 (控制类)	视频监控/电力 (采集类)	可穿戴	车载/车联网
5G LAN	必选			
高精度授时	必选	推荐		
URLLC	推荐	推荐		推荐
定位	推荐	推荐	必选	必选
小数据包传输	推荐			
覆盖增强	推荐	推荐	强烈推荐	
NPN	推荐			
SUL			推荐	推荐
语音			必选	推荐
短信			必选	推荐

5. 5G RedCap 终端要求

如无特殊说明，RedCap 终端除第三章所述的基础功能外，还应根据其所属终端类别支持下述章节的软、硬件要求。同时，建议根据其搭载模组面向的应用场景，支持相应 RedCap 增强功能。

5.1. 工业控制终端

5.1.1. 工业 DTU

5.1.1.1. 产品分类

根据使用场景 5G DTU 分为室内型、室外型和野外型。

按照安装形式，DTU 分为桌面型和上架型。

5.1.1.2. 硬件要求

支持内置天线，可按需安装外置。

支持 Nano SIM 卡。

电磁兼容 (EMC) 性能满足 GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》系列国标要求。

可选支持定位能力。

物理接口应至少支持以太网口、串口及 Wi-Fi 其中一种。

5.1.1.3. 软件要求

支持本地网络管理功能。

支持远程管理能力。

支持固件升级，含本地升级、远程升级。

支持数据透传。

5.1.2. 工业 CPE

5.1.2.1. 硬件要求

支持内置天线，可按需安装外置。

支持 Nano SIM 卡。

电磁兼容 (EMC) 性能满足 GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》系列国标要求。

支持 Wi-Fi 5 能力 2.4GHz 和 5GHz 双频段接入, 推荐支持 Wi-Fi 6 能力, 2*2 MIMO, 80 MHz 带宽, 2.4GHz 和 5GHz 双频段接入。

物理接口应至少支持以太网口、串口。

5.1.2.2. 软件要求

支持本地网络管理功能。

支持远程管理能力。

支持固件升级，含本地升级、远程升级。

支持 Wi-Fi AP 工作模式。

5.1.3. 工业网关

5.1.3.1. 硬件要求

支持内置天线，可按需安装外置。

支持 Nano SIM 卡。

电磁兼容 (EMC) 性能满足 GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》系列国标要求。

物理接口应至少支持以太网口、串口及 Wi-Fi 其中一种。

5.1.3.2. 软件要求

支持本地网络管理功能。

支持远程管理能力。

支持固件升级，含本地升级、远程升级。

支持协议转换、数据处理、数据存储等边缘计算能力。

5.1.4. 工业路由器

5.1.4.1. 硬件要求

支持内置天线，可按需安装外置。

支持 Nano SIM 卡。

电磁兼容 (EMC) 性能满足 GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》系列国标要求。

应至少支持以太网接口。

5.1.4.2. 软件要求

支持本地网络管理功能。

支持远程管理能力。

支持固件升级，含本地升级、远程升级。

支持 VPN 接入能力，如 IPSec、L2TP 等。

5.2. 电力终端

5.2.1. 产品分类

根据电力行业的应用场景，可分为控制类、视频类、数传类。

5.2.2. 硬件要求

至少支持 RS232 或 RS485 其中一种接口，推荐两种接口都支持。

室内型 RedCap 终端防护等级必选支持 IP30 级以上；室外型 RedCap 终端防护等级必选支持 IP65 级以上。

5.2.3. 软件要求

支持加密存储终端设备存储的密码、密钥等重要数据，防止信息泄露。

推荐支持安全启动功能，保障固件的完整性和合法性。

推荐支持安全升级功能，保障待升级固件完整性和合法性。

推荐支持安全调试功能，对物理或逻辑调试接口应配置为受限使用（禁用或授权后打开）。

推荐支持具有国密算法的 IPSEC 安全加密。

5.3. 视频监控终端

5.3.1. 产品分类

根据使用场景分为室内型、室外型、防爆型等类型。

5.3.2. 硬件要求

电源接口支持在额定电压 $-25\% \sim +25\%$ 范围内正常工作。

采用 PoE 供电的终端符合 IEEE Std 802.3af、IEEE Std 802.3at 或 IEEE Std 802.3bt 标准。

可选支持有线网络接口，符合 IEEE 802.3 标准。

支持控制接口、音频输入输出接口、报警输入输出接口、存储接口中的一种或多种接口。

电磁兼容 (EMC) 性能满足 GB/T 17626 《电磁兼容 试验和测量技术》系列国标要求。

室外型终端应至少支持 IP65 防护等级。

防爆终端本安型应符合 GB/T 3836.1-2021、GB/T 3836.4-2021 国标规定；隔爆型应符合 GB/T 3836.1-2021、GB/T 3836.2-2021、GB/T 3836.31-2021 的规定。

5.3.3. 软件要求

支持音视频参数（如图像分辨率、帧率等）的远程调节功能。

可选支持根据 5G 链路状态自适应动态调整视频码率。

音频要求支持 G.711A、G.711mu、AAC 中的一种或多种编码格式。

视频要求支持 H.264 (High Profile、Main Profile、Basic

Profile) 编码格式；可选支持 H. 265、MJPEG 编码格式。

支持输出两路或两路以上的视频码流。

支持云存储、SD 卡存储、FTP 存储、NAS 存储的一种或多种存储方式。

支持终端固件远程升级 FOTA 功能。如果发生升级失败，终端应支持退回到原有版本并正常工作，或者正常重启并重新发起升级。

可选支持人脸识别算法，对运动人脸进行检测、识别、抓拍、比对功能。

5.4. 车载终端

5.4.1. 产品形态

根据使用场景 T-BOX 车载终端分为前装和后装。

5.4.2. 硬件要求

支持内置天线，可按需安装外置。

支持车规级认证。

推荐支持 C-V2X，并支持 Uu 和 PC5 接口的业务并发。

支持 Open CPU，提供丰富的 Telematics SDK 支持开发 TSP 应用。

支持 Wi-Fi 5 能力 2.4GHz 和 5GHz 双频段接入。

支持双频 GPS。

推荐支持高精度定位。

5.4.3. 软件要求

支持本地网络管理功能。

支持远程管理能力。

支持固件升级，含本地升级、远程升级。

支持数据透传。

5.5. 可穿戴设备

5.5.1. 硬件要求

应支持定位功能。

推荐支持 NFC 功能、蓝牙功能。

5.5.2. 卡槽要求

应采用可插拔式、贴片式和嵌入式三种卡槽中的一种。

- 对于可插拔式的儿童手表，应支持大小为 4FF 的 USIM 卡
- 对于贴片式的儿童手表，应满足<中国联通 M2M UICC 技术要求>中对“消费电子级贴片卡”的相关要求
- 对于嵌入式的儿童手表，应满足《中国联通 eSIM 总体技术规范》、《中国联通 eSIM 下载服务器技术规范》、《中国联通基于 eUICC 的 eSIM 终端技术要求》

6. RedCap 发展展望

随着工业、电力、视频、车联网等中高速物联网场景需求的不断增长，以及以 2G/3G/4G 为主的物联网应用迭代走向 5G 化，5G RedCap 将迎来非常广阔的市场空间。中国联通将携手 RedCap 产业合作伙伴

共建产业生态，在标准、测试、网络、终端、应用、生态等方面全面发力，构建完备标准体系，积极开展场景化试验，适当超前构建网络能力，全面推进 RedCap 产品研发和孵化，真正实现 5G 万物互联的“有根生长”，高质量赋能行业数智化转型。

《中国联通 5G RedCap 终端白皮书》编写委员会

策划：

梁 鹏|刘北阳|周澄华|魏进武|范济安|李 研

主 编：

周 晶|陈 丹|范 斌|王明会|闵爱佳|辛荣寰|周光涛

编委成员：

师 瑜|邱 学|肖 羽|傅成龙|梁 辉|朱子园|仇剑书|谢仁芳|刘启锋|
白钰|方培森|王运付|刘 霞|王海静|姜元山|杜部致|孙会芳|丁志东

支持单位：

鼎桥通信技术有限公司

联发科技股份有限公司

高通无线半导体技术有限公司

翱捷科技股份有限公司

紫光展锐(上海)科技有限公司

上海移远通信科技股份有限公司

深圳广和通无线股份有限公司

维沃移动通信有限公司

上海新基讯通信技术有限公司

归芯科技(深圳)有限公司

附录

更新记录

版本号	主要修订内容	更新日期
V1.0	制定了 RedCap 产品技术要求、模组要求、终端产品要求	2022.12
V2.0	更新 RedCap 产品基本能力要求、增强功能要求、终端要求	2023.10

略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
ANT	Antenna	天线
BWP	Bandwidth Part	部分带宽
CA	Carrier Aggregation	载波聚合
CAG	Closed Access Group	封闭接入组
Cat 1/1bis	Category 1/1 bis	终端等级 1/1 bis
CD-SSB	Cell-Defining Synchronization Signal Block	小区定义的同步信号块
CLK	Clock	时钟
CPE	Customer Premise Equipment	客户前置设备
CPU	Communications Processor Unit	通讯处理器单元
CQI	Channel Quality Indicator	信道质量指示
DCI	Downlink Control Information	下行链路控制信息
e-DRX	Extended Discontinuous Reception	扩展非连续接收
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	增强移动宽带
eSIM	Embedded-Subscriber Identity Module	嵌入式用户身份模块
FDD	Frequency Division Duplexing	频分双工
FQDN	Fully Qualified Domain Name	完全限定域名
IMS	IP Multimedia Subsystem	IP 多媒体子系统
IP	Internet Protocol	国际互连协议
IPv6	Internet Protocol Version 6	第 6 版国际互连协议
GNSS	Global Navigation Satellite System	全球导航卫星系统
GPS	Global Positioning System	全球定位系统
LAN	Local Area Network	局域网
LGA	Land Grid Array	栅格阵列封装
LPWA	Low Power Wide Area	低功耗广覆盖

LTE-MTC	Long Term Evolution-Machine Type Communication	长期演进机器类型通信
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制与编码策略
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output	多入多出
NAS	Non-Access Stratum	非接入层
NB-IoT	Narrow Band-Internet of Things	窄带物联网
NCD-SSB	Non Cell-Defining Synchronization Signal Block	非小区定义的同步信号块
NPN	Non-Public Network	非公共网络
NR	New Radio	新空口
NSSAI	Network Slice Selection Assistance Information	网络切片选择辅助信息
NSSP	Network Service Support Point	网络业务支持点
PCIe	Peripheral Component Interconnect express	高速串行计算机扩展总线标准
PDCCH	Physical Downlink Control Channel	物理下行链路控制信道
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	分组数据汇聚协议
PEI	Paging Early Indication	寻呼早期指示
PUCCH	Physical Uplink Control Channel	物理上行链路控制信道
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	物理上行链路共享信道
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅调制
RACH	Random Access Channel	随机接入信道
RAM	Random Access Memory	随机存取存储器
RRC	Radio Resource Control	无线资源控制
SA	Standalone	独立组网
SDK	Software Development Kit	软件开发工具包
SIB	System Information Block	系统信息块
SMS	Short Message Service	短信息服务
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
TSN	Time-Sensitive Networking	时间敏感网络
UCI	Uplink Control Information	上行链路控制信息
UE	User Equipment	用户设备
UICC	Universal Integrated Circuit Card	通用集成电路卡
UL-TDOA	Uplink Time Difference of Arrival	上行到达时间差
uRLLC	Ultra-reliable and Low Latency Communications	超可靠低延迟通信
URSP	User Equipment Route Selection Policy	用户路由选择策略
USIM	Universal Subscriber Identity Module	全球用户识别模块
UTDOA	Uplink Time Difference of Arrival	上行链路到达时间差定位
VoNR	Voice over New Radio	基于 NR 的语音通话

