

中国移动 5G RedCap 技术产业白皮书



前言

2023 年 2 月，中共中央、国务院印发《数字中国建设整体布局规划》， 其中指出，加快 5G 网络与千兆光网协同建设，推进移动物联网全面发展，是夯实数字中国建设基础，打通数字基础设施大动脉的关键举措之一。当前，我国正引领全球 5G 及移动物联网综合生态建设，在 5G 连接规模、基站规模、产业生态、行业应用等方面全面领先。

5G 发展潜力巨大，但也面临诸多挑战，5G 终端高性能带来的高成本、高功耗就是关键挑战之一。工业和信息化部《5G 应用“扬帆”行动计划（2021-2023）》中明确提出“加快轻量化 5G 芯片模组的研究及产业化，进一步提升终端模组性价比”。为此，业界在 3GPP R17 版本提出兼顾 5G 终端性能与成本的新技术方案，即 5G 轻量化技术 RedCap（Reduced-Capability）。

2022 年 6 月，3GPP R17 RedCap 相关技术标准冻结，中国移动作为主要贡献者积极推动 RedCap 标准化，在 3GPP 率先提出专属初始 BWP 方案成为标准核心增强方案，并在 CCSA 率先牵头 5G 轻量化模组（RedCap）立项，引领 RedCap 关键技术在国际标准、行业标准制定。与此同时，中国移动率先携手产业发布《中国移动 5G RedCap 技术白皮书（2022 年）》，并完成首批 RedCap 端到端实验室及外场测试验证，测试范围和规模业界领先，有力加速了 RedCap 产业成熟。

目前，RedCap 产业已初具雏形，但走向规模商用仍需攻坚克难。本白皮书从移动物联网技术体系出发，明确 RedCap 技术定位及能力，总结端到端产业现状，剖析重点应用场景需求，提出中国移动 RedCap 技术及产品要求，最后提出中国移动 RedCap 产业推进路径，以期能进一步产增强产业信心，明确发展目标，引领 RedCap 端到端产业高质量发展。

中国移动勇担移动信息现代产业链链长，依托协同创新基地和移动通信子链编队等平台及机制，联合产业合作伙伴开展“RedCap 专项攻关”，携手共进，五位一体推进 RedCap 标准、技术、产业、网络、应用高质量发展，加速 RedCap 规模商用，助力数字经济蓬勃发展。

本白皮书的版权归中国移动所有，未经授权，任何单位或个人不得复制拷贝。

CONTENTS

目录

01 RedCap 能力及产业现状 04

- 1. 移动物联网技术体系 05
- 2. RedCap 技术能力 06
- 3. RedCap 标准进展 08
- 4. RedCap 验证结果 09
- 5. RedCap 产业情况 11

02 RedCap 应用场景和需求 12

- 1. 电力行业 13
- 2. 工业行业 14
- 3. 视频监控 16
- 4. 可穿戴设备 17

03 RedCap 技术及产品要求 19

- 1. RedCap 技术要求 20
- 2. RedCap 产品要求 23

04 RedCap 产业推进计划 28

- 1. 网络先行 29
- 2. 技术攻关 29
- 3. 编队推进 30
- 4. 测试孵化 30
- 5. 示范打造 31

05 未来展望 32

缩略语列表 34

CHINA MOBILE

01

移动物联网技术体系

5G 的规模商用开启了万物互联新时代，正加快各行各业数字化转型进程，极大带动了移动物联网的发展。根据工信部数据统计，我国移动物联网连接数已达 18.45 亿，成为全球主要经济体中率先实现“物超人”的国家；根据 GSMA 预测，到 2030 年全球移动物联网连接数将达 53 亿，年增长率保持 20% 以上。

5G NR 可提供高速率、高性能的连接，RedCap 技术的出现补齐了 5G 在中高速率的拼图，形成能够满足低、中、高不同速率要求、4G/5G 协同的移动物联网技术体系。

未来，随着 5G-Advanced（5G 演进）技术的发展和商用，RedCap 可支持当前 Cat1 所覆盖的中速率场景，蜂窝无源物联网可支持更低速率、零功耗的千亿级物联，形成全场景 5G 移动物联网技术体系，如图 1，实现移动物联网能力升级和应用换代，全面助力千行百业的数字化转型。

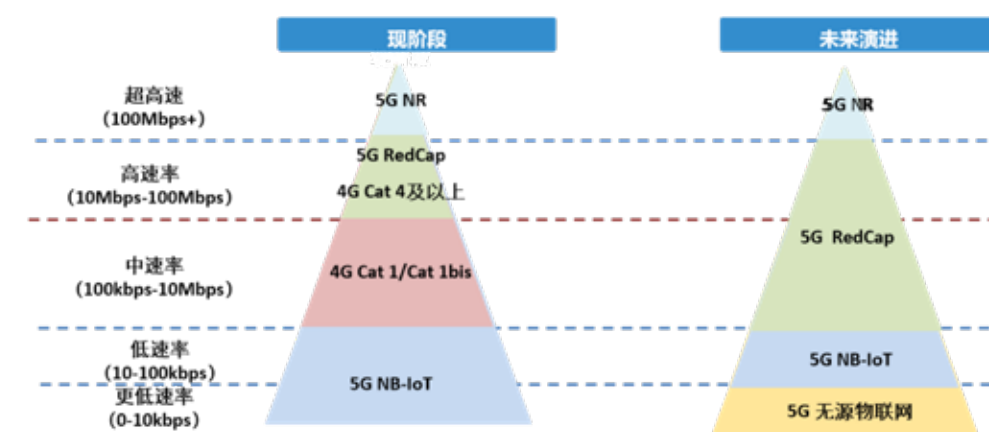


图 1 移动物联网技术体系

面向超高速率场景（>100Mbps），由 5G NR 承载；

面向高速率场景（10~100Mbps），由 4G Cat4 和 5G RedCap 承载，未来随着 4G 流量的不断降低，将逐步由 5G RedCap 承载；

RedCap 能力及产业现状

面向中速率场景（100kbps~10Mbps），由 4G Cat1 承载，未来随着 5G R18 标准版本完善，RedCap 也将具备承载该场景的能力；

面向低速率场景（<100kbps），由 NB-IoT 承载，是 5G 低功耗大连接场景的主要技术；

面向更低速率场景（<10kbps），业界正在研究蜂窝无源物联网技术，是 5G-Advanced 关键技术方向之一，以其更低成本、零功耗的优势可支持物流仓储管理、货物追踪、资产盘存等千亿级物联网场景。

02

RedCap
技术能力

5G R15/R16 版本定义了增强带宽（eMBB）、超高可靠低时延通信（uRLLC）和海量机器类通信（mMTC），其目标分别是提升系统峰值速率、高可靠及低时延、以及万物互联能力。RedCap 是移动物联网技术体系中满足中高速率场景的关键技术，在确保业务需求及性能的前提下，通过裁剪终端能力并与 5G 多种能力组合，不仅可满足 mMTC，还可兼顾部分 uRLLC 和 eMBB 需求，如图 2。

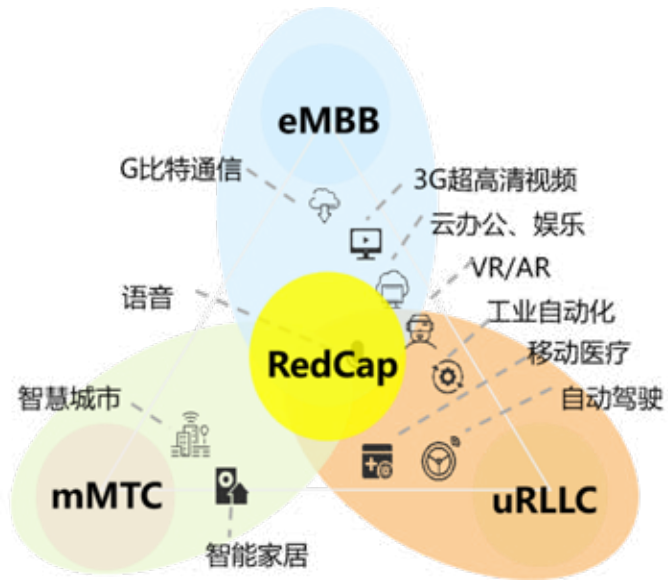


图 2 RedCap 技术定位

作为 5G 的“轻量化”技术，RedCap 可大幅降低 5G 终端成本，同时又可继承 5G 特性，相比 5G NR 和 4G 均具备一定技术优势。

相比 5G，RedCap 通过缩减最大带宽（100MHz → 20MHz）、减少收发天线数目（最低 1T1R）、降低调制阶数（上 / 下行 64QAM），能够有效降低终端复杂度及成本，如表 1，根据 3GPP TR 38.875 协议，相比 5G NR 终端，RedCap 终端复杂度降低约 60%，将有效降低 5G 终端成本。

相比 4G，RedCap 除上下行速率优于 Cat 4 终端外，还具备两方面技术优势，如表 1，是未来面向中高速率物联网场景的目标技术：一是 RedCap 支持多 BWP 动态配置，可充分发挥 5G 大带宽、高容量的优势，小区上 / 下行容量约为 4G 的 7~18 倍；二是 RedCap 可继承 5G 网络切片、低时延、高可靠性、安全隔离等优势，代际优势显著，能够更好的满足不同行业的定制化需求。

技术指标		5G NR	5G R17 RedCap (1T2R)	5G R17 RedCap (1T1R)	4G Cat4	4G Cat1/1bis
带宽		700M: 30MHz 2.6G: 100MHz	20MHz	20MHz	20MHz	20MHz
收发天线		TDD: 2T4R FDD: 1T2R	1T2R	1T1R	1T2R	1T1R
调制		上行/下行 256QAM	上行/下行 64QAM必选 256QAM可选	上行/下行 64QAM必选 256QAM可选	上行/下行 64QAM	上行16QAM 下行64QAM
速率	FDD	上行175Mbps 下行350Mbps	@256QAM 上行120Mbps 下行226Mbps @64QAM 上行90Mbps 下行170Mbps	@256QAM 上行120Mbps 下行113Mbps @64QAM 上行90Mbps 下行85Mbps	@64QAM 上行75Mbps 下行150Mbps	上行5Mbps 下行10Mbps
	TDD	上行250Mbps 下行1.7Gbps ^{注1}	@256QAM 上行22Mbps 下行162Mbps ^{注1} @64QAM: 上行17Mbps 下行122Mbps ^{注1}	@256QAM 上行22Mbps 下行81Mbps @64QAM 上行17Mbps 下行61Mbps ^{注1}	@64QAM 上行15Mbps 下行110Mbps ^{注2}	上行1Mbps 下行7.4Mbps ^{注2}
5G NR优势特性		通过多BWP、uRLLC、网络切片、5G LAN等，在带宽、时延、可靠性、安全隔离、容量等具备优势，可靠性最高可达99.99%，时延最低可达5-10ms			暂无	
注1：下行与上行配比7:2，特殊时隙配比6:4:4 注2：下行与上行配比3:1，特殊时隙配比 10:2:2						

表 1 5G NR、RedCap 与 4G Cat 4、Cat 1/1bis 的技术指标对比

03

RedCap 标准进展

2022 年 6 月，3GPP R17 标准版本正式冻结，标志 RedCap 标准正式完成，进入产业化阶段。标准化内容主要涵盖终端复杂度降低、驻留与接入控制、移动性、终端识别、BWP 配置以及功耗优化等。

目前，3GPP R18 正在研究制定中，在 R18 标准中，RedCap 对标 4G Cat 1/1bis，将通过缩减业务带宽、降低峰值速率等进一步降低终端复杂度。R18 版本 RedCap 预计于 2024 年 Q1 结项。

在 3GPP 中，RedCap 标准关键时间节点如图 3。

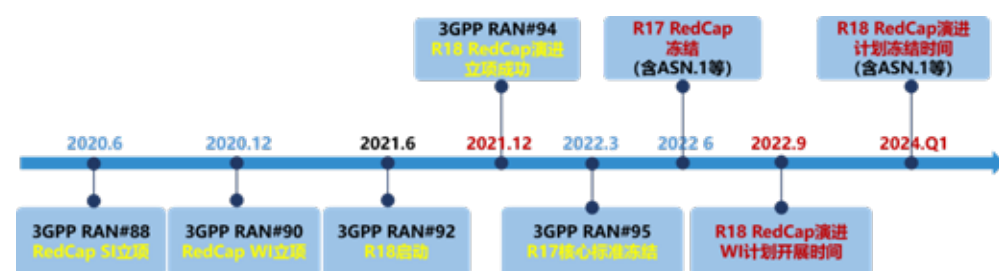


图 3 3GPP 标准进展

国内标准 CCSA 与国际标准同步推进 RedCap 研究，正在开展 RedCap 基站、终端、模组等行标征求意见稿讨论，其中，中国移动牵头立项 RedCap 通用模组行标。CCSA 中 RedCap 标准进展关键时间点如图 4。



图 4 CCSA 标准进展

04

RedCap 试验结果

为明确和验证 RedCap 技术能力，中国移动协同产业合作伙伴开展首轮技术验证，在实验环境及 700MHz、2.6GHz 现网环境下验证了 RedCap 在兼容性、速率、语音、时延、移动性等方面基本功能及性能，整体结果符合预期。

在兼容性方面，现网升级支持 RedCap（含 700MHz 和 2.6GHz）后，能够同时正常接入 RedCap 终端和 5G NR 终端，具备良好兼容性。

在速率方面，采用 64QAM 调制方式，RedCap 1T2R 终端在 700MHz 网络中上行峰值速率可达 82Mbps，下行峰值速率可达 156Mbps；在 2.6GHz 网络中上行峰值速率可达 16Mbps，下行峰值速率可达 112Mbps，均可达理论峰值速率 90% 以上，峰值速率与 4G Cat4 基本相当，略有提升，如图 5。

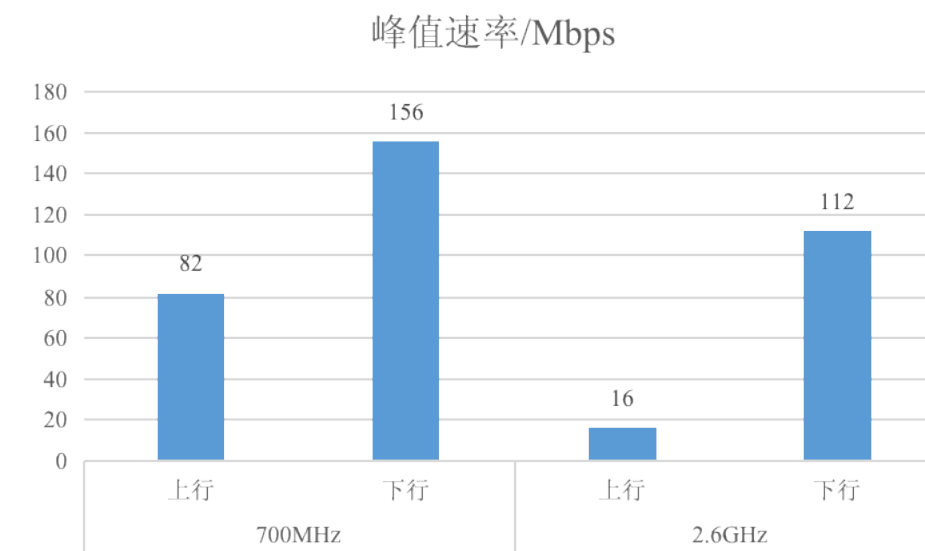


图 5 现网实测峰值速率

在语音方面，RedCap 终端在现网中均能够正常进行 VoNR 业务，RTP 时延在 30ms 以内。

在时延方面，RedCap 终端在现网中 ping 32 字节和 1500 字节的端到端平均时延在 30ms 以内，时延符合预期。

在移动性方面，RedCap 终端在现网连片组网环境下，能够正常实现 5G 系统内互操作（含同频、异频），以及 5G 系统与 4G 系统互操作，切换成功率 100%；其中 5G 系统内切换时延小于 30ms，5G 到 4G 切换时延小于 70ms，4G 返回 5G 重定向时延小于 1s，如图 6。

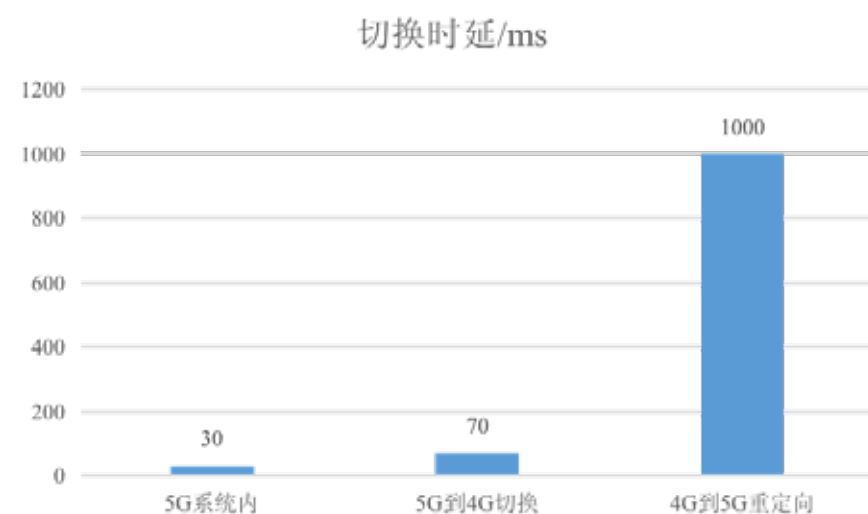


图 6 移动性时延

05

RedCap 产业情况

RedCap 产业发展可分为三个阶段，2022 年为培育期，2023 年为加速期，2024 年及以后为规模发展期，当前 RedCap 正处于产业发展加速阶段。

RedCap 网络

华为、中兴、爱立信、诺基亚、中信科等 5 家网络主设备厂家已参与中国移动组织的 RedCap 技术验证，支持终端接入、用户识别、移动性、数据业务传输等基本功能，正推进多 BWP 等增强型特性。

网络侧预计于 2023 年底前推出 RedCap 商用版本，开始具备商用能力。。

RedCap 芯片

主流芯片厂商（高通、MTK、展锐、翱捷科技等）和新兴芯片厂商（佰路威、新基讯等）对 RedCap 技术高度关注，积极规划相关商用产品。

2022 年芯片厂商已推出原型样机，参加技术验证；预计 2023 年上半年，部分厂商将推出 RedCap 样片；2023 年下半年进一步推出先发产品，具备商用条件；2024 年将有更多芯片厂商推出商用 RedCap 芯片。

RedCap 模组 / 终端

模组整体计划与芯片节奏紧密相关，包括移远、广和通、鼎桥、芯讯通、海信、美格、有方、中兴、中移物联等模组厂家均在进行 RedCap 模组研发。2023 年上半年首批 RedCap 模组发布，支持行业终端产品研发；预计 2024 年，将有更多品牌、更多款型模组商用，开始规模发展。

RedCap 模组商用初期预计售价在 200-300 元，随着商用节奏加速、市场规模发展，预计可降至百元，期望最终能与现阶段 4G Cat4 模组价格持平。

业界针对典型 2B/2C 场景正在加速 RedCap 终端研发，预计 2023 年下半年，将推出面向电力、视频监控、工业互联网、物探等场景的终端样机，2024 年起 RedCap 终端将在更多行业落地，终端类型将愈加丰富，在各行各业应用落地。



02

RedCap 应用场景和需求

RedCap 模组相对于传统 5G NR 模组在成本、功耗、尺寸上实现了较大优化，面向 2C、2B 市场有广泛的应用潜力。RedCap 技术能力在中高速率业务应用场景广泛，主要包括电力行业、视频监控、工业制造、智能穿戴、车联网等场景。电力行业的配电自动化、配网差动保护以及工业领域的工业控制、传感器数采等应用场景对终端成本较为敏感、对网络安全隔离及低时延高可靠要求高，4G 网络已无法满足企业用户需求，RedCap 可大幅度降低终端成本，并结合 5G 切片、uRLLC 等技术满足业务高质量发展需求；在安防行业，海量视频监控设备对网络容量要求高，RedCap 可发挥 5G 百兆大带宽优势，满足业务大容量需求；在消费电子领域，考虑消费电子产品对新技术的持续追求，以及智能穿戴对终端尺寸和功耗敏感的要求，RedCap 可加快驱动智能穿戴业务从 4G 迈入 5G 时代。

下面对 RedCap 在部分典型行业的应用进行详细分类介绍。

01

电力行业

电力配电网的智能终端总体规模预估在 5000 万以上，是 RedCap 重要市场之一，当前 5G 已经在配电网初步形成规模应用，预计 2023 年 5G 终端上线量将超过 100 万。配电网的场景分为秒级时延要求的配电自动化三遥、秒级负荷控制、分布式光伏与输电线路视频监控类业务，如图 7，这类业务正在广泛规模复制；百毫秒级时延要求的保护类业务，如配网差动保护、配网自愈、PMU 等，这类业务当前正联合优秀合作伙伴试点孵化。

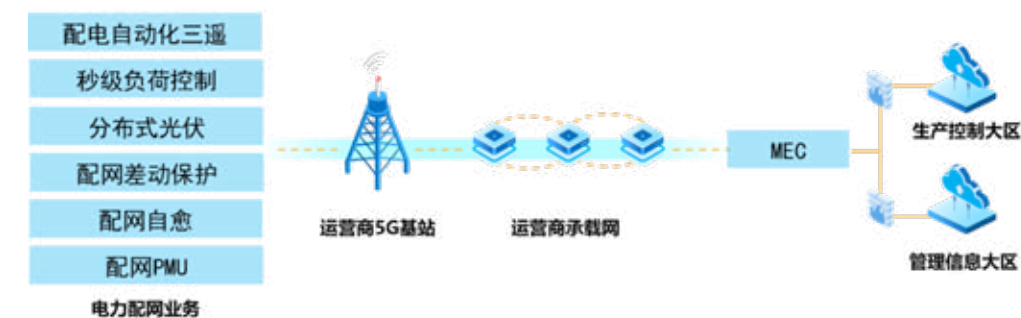


图 8 电力行业场景示意图

配电领域的应用主要是数据采集、远程控制，对于带宽和时延的要求不高，但对于成本敏感，随着 RedCap 的深入应用，结合电力行业的需求进行定制化匹配，将有效降低 5G 电力终端及模组的成本，助力电力行业 5G 应用规模推广。

RedCap 模组在电力行业推广不仅需要满足基本通信需求，也要满足可靠性、安全隔离等特殊要求，电力各应用场景对 RedCap 需求如表 2。

应用场景	带宽	时延	可靠性	授时	切片	5G LAN
配电自动化三遥	20Kbps	1s	99.9%	无	必须	无
秒级负荷控制	20Kbps	1s	99.9%	无	必须	无
分布式光伏	20Kbps	1s	99.9%	无	必须	无
配网差动保护	2.5Mbps	80ms	99.99%	10us	必须	必须
配网自愈	0.5Mbps	200ms	99.99%	10us	必须	必须
配网PMU	2Mbps	50ms	99.99%	1us	必须	必须

表 2 电力行业通信需求

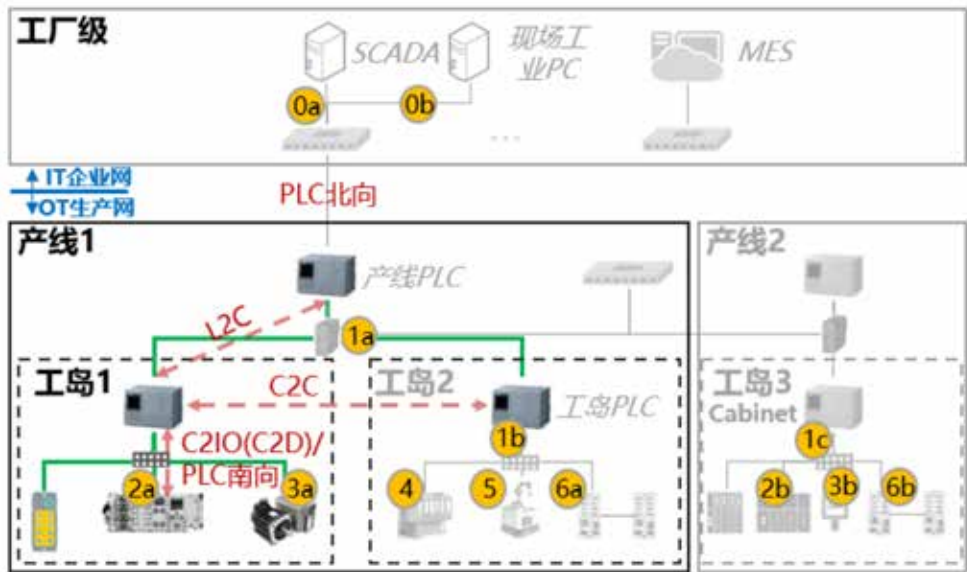


图 9 工业场景示意图

随着 RedCap 终端在工业数采领域逐步应用，其更低成本、更易于集成以及可适配多业务场景需求的特性将给行业带来巨大价值。工业数采类应用对于 RedCap 终端的需求如表 3。

应用场景	带宽	最大时延	可靠性	备注
工业控制类	--	20ms	99.99%	小数据包
传感器数采	<1Mbps	200ms	99.99%	大连接数，低功耗
预测性维护	2.4Mbps	1s	99.9%	
物流AGV	2Mbps	1000ms	99.99%	
扫码枪、打印机	100Kbps	200ms	99.99%	
AI机器视觉	1Mbps	200ms	99.9%	
PDA平板	0.1Mbps	200ms	99.99%	
关键枪具	0.1Mbps	500ms	99.99%	

表 3 工业通信需求

02

工业行业

传统工业覆盖行业较为广泛，包含制造业、钢铁、矿山、石化等行业，RedCap 在工业领域主要是以数据采集类应用为主，如图 8，这类数据采集类应用对接企业 MES、SCADA 等平台系统，特点是数量规模较大，对终端的成本控制要求严，当前这类规模应用的数据采集类应用对时延要求在百毫秒级、带宽需求≤ 2Mbps，预估 5G 的市场空间在 20 万 / 年，逐步提升到百万 / 年的连接数。

03

视频监控

广域的视频监控是 RedCap 规模发展的重要领域，预估用于视频监控的摄像头数量规模将突破亿级，5G IPC（IP Camera 网络摄像头）中模組的成本占比达 30% 以上，是主要成本部件之一，如图 9 为视频监控示意图。RedCap 模組的引入可以有效降低 5G IPC 的成本，提升市场竞争力。



图 9 视频监控场景示意图

视频监控主要分为固定视频监控场景和移动视频监控场景两类。固定视频监控场景主要是指通过安装摄像头，对安全生产、公共安全等实时监控，移动视频场景是指运营车辆、无人机、无人车等装备搭载网络摄像头和 5G CPE 等设备，实现移动场景下的视频监控、立体巡防。

视频监控各应用场景下的摄像头带宽、时延要求与视频的分辨率、帧率息息相关，典型使用的分辨率有 720P、1080P、2K、4K 等。各分辨率和视频帧率下的带宽需求如下表 4。

分辨率	编码方式	典型帧率	带宽	可靠性	时延
720P	H264/H265	25fps	1-3Mbps	99.9%	1s
1080P	H264/H265	25fps	2-8Mbps	99.9%	1s
4K	H264/H265	30fps	6-12Mbps	99.9%	1s

表 4 视频监控通信需求

04

可穿戴设备

可穿戴设备是当前的市场热点，虽然市场规模相较手机而言还较小，但市场年增长率达 40% 左右，未来将是仅次于手机的第二大 2C 终端。可穿戴设备包括智能眼镜、智能手表等，如图 10，其特点是尺寸均比较小，采用电池供电，对于 5G 模組的尺寸和功耗有较高要求，且对广覆盖有需求，初期可通过 5G RedCap/LTE 双模实现连续覆盖。RedCap 相对于传统的 5G 模組具备体积和功耗优势，使电池供电和小尺寸集成成为可能，在可穿戴设备市场具备较大的应用潜力。



图 10 可穿戴场景示意图

可穿戴设备的业务主要以视频通话、信息访问为主，总体对网络的流量压力、业务时延要求等不高，与手机应用相当，各个业务场景对于 RedCap 模組的需求如下表 5。

应用场景	子业务	业务类型	带宽	时延	可靠性	备注
可穿戴设备	智能手环	传统演进型	5-10Mbps	1s	99.9%	低功耗
	智能手表	传统演进型	10-20Mbps	1s	99.9%	低功耗、定位
	智能眼镜	传统演进型	20-30Mbps	1s	99.9%	低功耗

表 5 可穿戴业务需求

综上，RedCap 总体适用于两大类需求，一是有 5G 使用需求但受限于终端成本高，如电力、工业场景；二是有无线化需求，4G 可满足一定需求但长远考虑新技术演进，如视频监控、可穿戴等。除 RedCap 本身技术能力满足上述典型场景以外，RedCap 也将纳入中国移动 5G 精品专网能力体系，为行业客户提供端到端的高品质 5G 专用网络服务能力。

中国移动 5G 专网是基于 700MHz、2.6GHz、4.9GHz 授权频谱，为 RedCap 行业用户提供服务范围、网络能力、隔离度可定制的 5G 通信服务。针对不同的覆盖范围、时延、隔离度以及 SLA 等级需求，提供“优享（公网公用）、专享（公网专用）、尊享（专网专用）”三种模式，其网络能力逐步叠加、网络专用程度逐步提高、网络价值逐步增强，支持叠加差异化运维服务，提供场景化组合及高频套餐，行业客户可按需选择。



03

RedCap 技术及产品要求

01

RedCap
技术要求

基础技术要求

支持 RedCap 基本功能、终端识别、驻留与接入控制、初始 BWP、专用 BWP、移动性、频段等，具体要求如下：

RedCap 基本功能：支持为用户配置最大带宽 20MHz 的 BWP（FR1）；支持 1T1R 和 1T2R 的 RedCap UE 接入，即支持下行最大 1 流 / 2 流 SU-MIMO；支持 PDCP SN 长度 12 比特和 RLC-AM SN 长度 12 比特，支持 PDCP SN 长度 18 比特和 RLC-AM SN 长度 18 比特（终端可选）；支持上 / 下行 MU-MIMO，提升小区吞吐量；支持最大调制阶数 PDSCH、PUSCH 64QAM、256QAM（终端可选支持 256QAM）。

终端识别：支持通过 MSG1 的 PRACH 时域（PRACH Occasion）或码域（PRACH Preamble）识别 RedCap 终端；支持过终端 MSG3 携带的 LCID 识别 RedCap 终端；支持通过传统的 UE 能力上报，识别 RedCap 终端类型。

驻留与接入控制：支持 RedCap 的小区通过系统信息下发 IFRI（IntraFreqReselectionRedCap: allowed, notallowed）来指示是否允许 RedCap UE 小区选择（重选）到同频小区，通过 1Rx/2Rx 的 Cell Barred 指示是否允许 1Rx/2Rx RedCap UE 接入。

初始 BWP：支持 RedCap 和 eMBB 可共享初始 BWP；支持 RedCap 配置独立初始上 / 下行 BWP，支持独立初始下行 BWP 包含 CD-SSB 和整个 CORESET#0、不包括 CD-SSB 和整个 CORESET#0 两种情况。

专用 BWP：支持上 / 下行专用 BWP，支持下行专用 BWP 包含 CD-SSB 和不包含 CD-SSB 两种情况。

移动性：支持 RRC_IDLE 和 RRC_INACTIVE 状态下小区选择与重选；支持小区同 / 异频切换，若小区同频切换时，当前工作 BWP 包含 NCD-SSB，支持为 RedCap UE 进行 GAP 测量配置；支持 NR-LTE 系统间移动性管理等。

频段：RedCap 支持中国移动 700MHz、2.6GHz、4.9GHz。

增强技术要求

(1) 多 BWP 大容量

针对多用户并发的 RedCap 业务场景（如视频监控等），网络支持为 RedCap 终端配置多个业务专用 BWP，充分应用 5G 百兆大带宽优势实现对聚集性并发类业务的强大支持，如图 11。

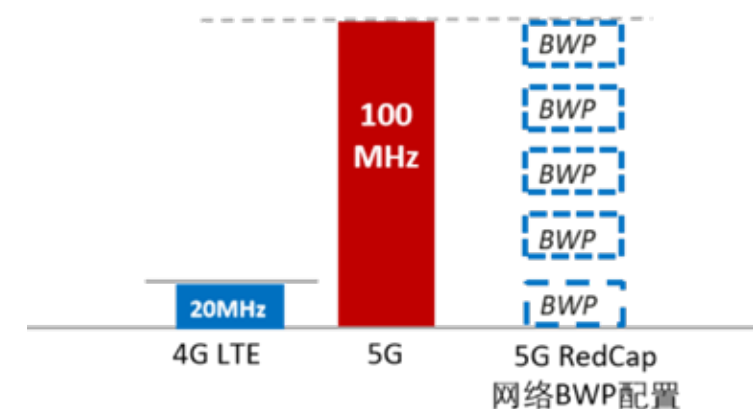


图 11 面向 RedCap 的专用多 BWP 配置特性

(2) 功耗优化

针对可穿戴等功耗敏感的 RedCap 应用，支持 RRM 测量放松机制，支持扩展非连续接收（eDRX）两个 RedCap 特有节电特性，其中，eDRX 原理如图 12，达到节省终端功耗的目的。



图 12 eDRX 功耗优化特性

(3) 与 5G NR 特性融合增强

RedCap 充分利用 5G NR 百兆带宽，通过继承 5G NR 各类优秀特性，在容量、时延、可靠性、安全隔离等具备优势，RedCap 终端面向行业需求可按需引入 5G NR R15/R16/R17 版本特性，如图 13 所示。

在覆盖增强方面，RedCap 终端相比 5G NR 终端进行了收发天线数剪裁，可通过支持 SUL、COMP，以及 3GPP R17 多时隙承载传输块、PUCCH 信道覆盖增强及 Msg3 覆盖增强等特性，提升 RedCap 终端小区边缘性能。

在功耗优化方面，5G 网络和 RedCap 终端可支持 C-DRX、PDCCH 监测指示（R16）、动态上行发送跳过（R16）、RRC 链接释放请求（R16）、PEI（R17）、SDT（R17）等特性，降低终端功耗。

在确定性方面，5G 网络和 RedCap 终端可通过支持预调度、低码率 MCS、slot 重复、双发选收、DS 帧结构、mini-slot 等 URLLC 能力，达到与 5G NR 相当的确定性保障能力。

在安全隔离方面，5G 网络和 RedCap 终端可通过支持切片实现业务的端到端逻辑隔离，通过支持 TTI 级切片资源预留、CAG、Flex 隔离等能力，实现业务的端到端物理隔离。

在高精度同步方面，5G 网络和 RedCap 终端可通过支持 SIB9 高精度授时能力，实现 5G 空口百纳秒级高精度授时。

在定位方面，可通过跳频等技术扩展 RedCap SRS 上行参考信号带宽，提供米级及更高定位精度的定位能力。

RedCap 终端还可按需支持 VoNR、5G LAN、短信等能力。

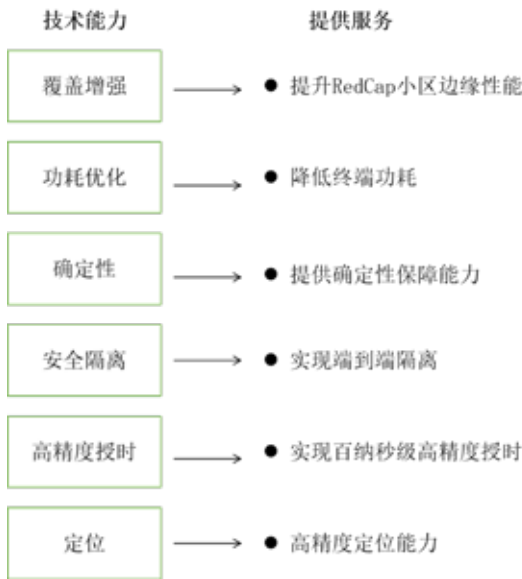


图 13 RedCap 与 5G NR 特性融合

02

RedCap 产品要求

（1）模组产品要求

RedCap 模组是一种将基带芯片、射频器件、存储、电源管理等硬件集成，以 LGA/M.2 等方式进行封装，使用标准接口或指令，达到将数据转换成可传输信号的硬件形态。根据行业特性需求，可定制叠加 5G 切片、5G LAN、高精度授时、URLLC 等增强功能。RedCap 模组产品通信、封装、接口、功耗、存储、业务的具体要求如下：

通信要求：

RedCap 模组产品支持 SA（option2）模式，推荐支持 LTE，开机优先接入 SA 模式；支持 3GPP R17 h20 及以后通信协议版本。针对频段要求，NR 模式下必选 N41、N79、N28；TD-LTE 模式下支持 B39、B40、B41，可选 B34；LTE-FDD 模式下支持 B3、B8。调制方式及 MIMO 流数参考基础技术要求。

封装要求：

封装方式推荐 LCC（含 LCC+LGA）或 M.2 或 Mini-PCIE。其中，LCC+LGA 封装推荐尺寸不大于 32±0.15mm×29±0.15mm，厚度不超过 2.4±0.2mm；M.2 封装推荐尺寸不大于 30±0.15mm×52±0.15mm，单面厚度不超过 2.3±0.08mm，双面厚度不超过 3.6±0.08mm；mini PCle 封装推荐尺寸推荐 30±0.15mm×51±0.15mm，单面厚度不超过 3.6±0.20mm，双面厚度不超过 4.9±0.20mm。

接口要求：

支持 Sim 卡接口，可支持双 SIM 卡（具备分开供电能力，支持双卡单待或双卡双待）；支持 UART 接口，至少包含 2 线、4 线配置，至少 1 路高速 UART 速率不低于 4Mbps；支持 USB 接口，不低于 USB2.0，可选支持 USB3.0 或 USB3.1（Type C）；支持 RGMII&SGMII 接口，作为千兆媒体独立接口连接以太网，LCC/LCC+LGA 封装至少支持 1 种接口能力，M.2/Mini-PCle 封装采用 PCle 接口连接 PHY 芯片实现网口连接；支持至少 1 路 I2C 接口，I2C_

SCL 双向时钟线及 I2C_SDA 双向数据线；支持至少 1 路 IIS/PCM 接口，用于接 Audio codec；支持至少 2 路 ADC，传输不低于 12bit；LGA/LCC+LGA 封装模组，可支持 SPI 接口外接 LCD/Camera；可支持 4-bit 或 8-bit SDIO 接口联接 SD 卡或 eMMC 储存芯片。

功耗及存储要求：

SA 网络下功耗性能，待机模式最大耗流 <40mA，数据传输模式最大耗流 < 450mA；RAM 和 FLASH 分别至少具备 128MByte 空间。

业务要求：

RedCap 模组需支持通过 OneNET SDK 接入中国移动 OneNET 云平台，实现模组快速注册、数据采集、设备管理等功能。

(2) 终端产品要求

基于 RedCap 技术能力，工业制造、智能电力、视频监控及可穿戴等是 RedCap 终端重要的潜在应用场景，RedCap 终端产品除支持基础技术要求和增强功能要求外，还应根据终端类别属性满足相应的软硬件和业务要求。

1.RedCap 工业控制终端

5G RedCap 工业控制终端可实现数据接收、协议转换、无线通讯传输等功能，采用工业级高性能处理器和模组，具有智能应用扩展、安全与隐私保护、边缘计算处理等能力。RedCap 工业控制终端的通信要求、软硬件要求具体如下：

通信要求：

基本功能要求参见基础技术要求。

增强功能要求参见增强功能要求中有关切片、5G LAN 要求，推荐满足 URLLC、高精度授时、定位、小数据包传输、覆盖增强、NPN 要求。

硬件要求：

物理接口至少支持以太网口、串口及 Wi-Fi 其中一种；支持内置天线，可按需安装外置；支

持 SIM 卡接口，推荐支持贴片式 SIM 卡；EMC 特性满足国标《GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术》；室内型防护等级不小于 IP30，室外型不小于 IP66。

软件要求：

支持通信协议、工业协议、多种 VPN 等多种协议；支持多 APN、多 VLAN，以及 TR069 和 MESH 协议等；支持远程管理能力；支持固件升级，含本地升级、远程升级；支持软件多级检测和硬件多重保护机制。

2. RedCap 电力终端

5G RedCap 电力终端可部署和应用用于发电、输电、配电、变电、用电、储电等多个场景，并在带宽、时延、授时、切片等增强能力上进行支持，为电力设备提供安全加密的数传通道以及授时功能，实现数据采集和远程控制等功能。RedCap 电力终端的通信要求、软硬件要求具体如下：

通信要求：

基本功能要求参见基础技术要求。

增强功能要求参见增强技术要求中有关切片要求，电力控制类终端同时满足 5G LAN 和高精度授时要求，推荐满足 URLLC、覆盖增强要求。

硬件要求：

支持至少 2 路以太网口、1 路串口，可选支持 USB3.0 接口；天线接口推荐外置模式，本地安装及拉远安装可选；支持 SIM 卡接口，推荐支持贴片式 SIM 卡；具备可扩展的内置加解密模组接口，根据具体需求可做裁剪；EMC 特性满足国标《GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术》；室内型防护等级不小于 IP30，室外型不小于 IP66。

软件要求：

支持 OPEN CPU 下的客制化应用定制能力；内置电网指定的安全加密芯片，支持电力专网专用的加解密方案，支持 IPSEC、VXLAN 等隧道加密功能；支持 FTU/RTU/DTU/TTU 等电力数据采集格式；推荐支持遥测，遥信，遥控为基础的电力三遥业务；支持网络授时，基于 3GPP TS38.331 标准协议，满足网络授时精度小于 10μs；支持协议转换，由于差动保护终端传输的数据为非 IP 数据，需转换为 IP 数据后通过 5G 网络传输。

3.RedCap 视频监控终端

视频监控终端将摄像机捕捉到视频数据进行压缩加密后, 通过网络传送至服务器或终端用户, 远端用户可实时监控目标现场, 对图像资料实时编辑和存储, 还可以控制摄像机进行全方位地控。5G RedCap 视频监控终端可利用 5G 百兆带宽满足多终端业务并发, 还可以根据不同视频码率要求, 做到上行速率和成本方面的调整。RedCap 视频监控终端的通信要求、软硬件要求及业务要求具体如下:

通信要求:

基本功能要求参见基础技术要求。

增强功能要求参见增强功能要求中有关短信要求, 推荐满足 5G LAN 要求。

硬件要求:

支持常用电源供电, 推荐支持 PoE、DC12V、AC24V 其中一种供电方式; 支持控制接口、音视频输入输出接口、存储接口、报警输入输出接口的一种或多种; 根据终端型态及安装环境, 可选有线网络接口; 支持红外、白光、微光、星光、黑光等夜间可视技术中的至少一种或几种; EMC 特性满足国标《GB/T 17626 电磁兼容试验和测量技术》; 室外型需支持防雷、防浪涌、防静电、心跳、镜像、IP66 及以上防尘防水等功能。

软件要求:

支持主流协议之一, 包括 GB/T28181-2011、GB/T28181-2016、GA/T 1400、onvif、中国移动千里眼协议等; 支持 G.711A、G.711mu、AAC 中的一种或多种音频编码格式; 支持 H.264/H.265 视频编码格式, 可选支持 MJPEG 编码格式; 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; 支持远程升级功能, 远程调节音视频参数(如图像分辨率、帧率等) 功能; 可选支持人脸识别、声音动作异常侦测、识别检测、行为分析等 Smart 侦测功能。

业务要求:

视频监控终端推荐对接中国移动千里眼平台, 此平台支持视频智能应用, 如车牌识别、人脸识别、机非人分析等功能, 可为客户提供多样化个性化服务。

4.RedCap 可穿戴设备

可穿戴设备包括智能手表、智能眼镜、智能头盔等, 具有智能操作系统, 可由用户安装软件程序,

具备无线通信、硬件存储和计算处理能力, 可实现信息交互、语音通话、音视频采集和传输、视频通话、AI 算法等功能。RedCap 可穿戴设备的通信要求、软硬件要求具体如下:

通信要求:

基本功能要求参见基础技术要求。

增强功能要求满足增强功能要求中有关定位、覆盖增强、语音、短信要求, 推荐满足 SUL 要求。

推荐支持 WiFi, 若支持必选 802.11b/g/n 协议, 可选 802.11ac 与 802.11ax 协议; 支持蓝牙模式, 必选蓝牙 4.0 协议, 推荐蓝牙 4.1 及以上协议版本; 智能手表推荐支持 NFC 模式。

硬件要求:

支持加速度传感器, 推荐支持心率、陀螺仪、环境光、霍尔、心电、血氧、气压、电容、地磁等传感器; 支持北斗和 GPS 定位功能, 推荐支持基站、WiFi 定位及融合多重定位功能; 比吸收率(SAR) 满足 GB/T 28446.1-2012 和 GB-21288-2007 中的要求; 使用环保无毒无害材质, 符合 GB 6675-2014 的要求; 智能手表待机或使用过程中, 各表面最高温度不超过 40℃; 智能手表的防护等级至少满足 IP55, 推荐满足 IP67。

软件要求:

支持 VoLTE、双向通话、紧急呼叫、语音消息、一键 SOS、屏蔽陌生号码等功能; 支持定位功能, 实现位置查询、轨迹记录等功能; 支持触摸屏、按键、语音、手势等一种或多种交互操作; 智能手表支持计步功能, 推荐支持心率 / 血氧 / 血压检测等多种运动健康监测功能; 推荐支持中国移动 eSIM 功能。

(3) 行业终端产品管理要求

符合中国移动 5G 行业终端扬帆库引入要求, 并经过中国移动相关单位产品资质审核及产品测试通过的终端硬件产品, 可录入中国移动 5G 行业终端扬帆库。为促进终端产业链健康有序发展, 终端合作伙伴需重视产品管理工作, 保障在库产品质量, 提供客户服务。

终端厂商因关键元器件变更等原因需更新在库产品信息, 应事先告知中国移动相关部门。待评估并受理该变更后, 合作伙伴方可发布新版本, 且该版本应兼容入库测试通过版本的所有功能。若变更产品配置发生变化, 需提供工信部报备证明。



04

RedCap 产业推进计划

面向 RedCap 产业加速发展的新阶段,中国移动勇担移动信息现代产业链链长,依托“移动通信子链”,携手产业合作伙伴启动“RedCap 专项攻关”,围绕标准、技术、产业、网络、应用五位一体,以网络先行提振产业信心、带动产业丰富度,以技术攻关提升系统性能、完善标准,以编队作战聚焦产业资源、形成合力,以测试孵化促进产业成熟,以标杆案例形成示范、拓展应用场景,力争 2023 年底实现端到端商用。

01

网络先行

中国移动积极践行国家“新基建”发展策略,大力推进 RedCap 产业成熟,力争 2023 年底 RedCap 网络具备商用条件,总体推进计划如图 14。

中国移动已完成一阶段 RedCap 技术试验,计划在 2023 年二季度启动 RedCap 二阶段试验,2023 年下半年启动网络升级。同时,围绕重点区域、典型应用,优先部署,为客户提供优质的 RedCap 连接服务。



图 14 中国移动 RedCap 网络推进计划

02

技术攻关

加速构建 RedCap 完备标准体系,积极推动 3GPP R18、CCSA 相关 RedCap 标准制定,支撑 RedCap 商用及后续演进;攻关 RedCap 演进技术,开展容量提升、覆盖增强、功耗优化等增强技术方案以及与切片、URLLC 等 5G 原生技术融合方案研究及试验,构建 RedCap 在大容量、低功耗、确定性、安全隔离等方面的核心技术优势,如图 15。



图 15 RedCap 标准制定及演进技术攻关

03

编队推进

中国移动依托“移动通信子链”成立 RedCap 作战编队，聚焦资源、协同推进，开展贯通网络、芯片、模组、终端、应用等全链条的 RedCap 商用攻关行动，加速推出首批先发产品。首批已成立两支作战编队，如图 16，预计于 2023 年中组织成立第二批 RedCap 作战编队。



图 16 首批两支“RedCap 作战编队”

04

测试孵化

中国移动积极建设协同创新基地，构建 5G-A、5G+ 行业等专项实验室，打造开放、共享的新技术 / 新产品研发、测试、演示环境，与行业伙伴一起推动 5G RedCap 技术和产品成熟，并持续演进。

中国移动提供 5G 物联网开放实验室（以下简称 5G OPENLAB），与行业伙伴一起推动 5G 行业终端、应用和方案成熟，加速促进 RedCap 生态繁荣。5G OPENLAB 定位于面向 5G 物联网领域的产品验证中心、创新孵化中心和生态融合中心，打造快速融入 5G 行业生态的“一站式产业创新验证平台”。如图 17，5G OPENLAB 可为 RedCap 行业生态伙伴提供开放测试环境，包括 RedCap 终端基础功能测试能力、高低温环境下

网络可靠性测试能力、行业应用部署环境、行业信道建模能力、应用端到端测试能力。

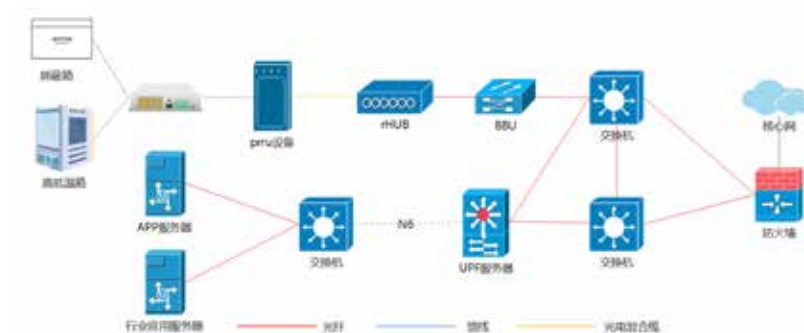


图 17 5G OPENLAB RedCap 网络

依托于中国移动协同创新基地、5G 物联网开放实验室，中国移动将通过专项测试提升 RedCap 产业成熟度和丰富度，在网络设备功能和性能方面，将完成所有设备商的现网试点验证，保障 RedCap 接入现网的兼容性及基本能力；在增强功能验证方面，将开展主设备多 BWP 等增强功能验证，验证 RedCap 在百兆带宽下的大容量；在端网兼容验证方面，开展芯片 / 模组 / 终端现网验证，加速 RedCap 产业成熟，推动 RedCap 商用。

05

示范打造

中国移动已携手产业伙伴开展首批 RedCap 端到端商用项目试点，在浙江国网电力完成电力行业首商用试点，应用在电力秒级负控等场景，验证了 RedCap 能够支持网络切片、确定性等 5G 原生能力，满足电力生产控制类业务的安全隔离、时延可靠性要求；在福建宁德时代完成园区监控摄像头商用试点，应用在厂区 AI 识别场景摄像头，实现对人脸 / 工装穿戴规范的识别；在湖北荆州美的 5G 全连接工厂进行工业场景商用试点，应用在工厂物流 AGV 场景，实现园区监控。

未来，中国移动将进一步联合各行业合作伙伴，持续打造 RedCap 示范案例，拓展更多应用场景，助力企业发展。





05

未来展望

5G 作为构筑万物互联的新一代信息基础设施，是深入推动数字产业化、产业数字化，实现社会数智化转型的关键能力，是践行制造强国和网络强国战略的重要实施基础。中国移动大力推进“5G 专网 + 云 + 应用”全域服务，为垂直行业提供端到端 5G 解决方案，在工业、医疗、教育、交通、能源等 20 余个细分领域“多点开花”，已逐步实现从辅助生产到融入生产的深刻转变；RedCap 作为“轻量级”5G 技术，是 5G 承载体系的重要组成部分，是加速 5G 发展的助推剂，将伴随 5G 在各类有“低成本”通信诉求的行业中广泛应用。在未来，随着 RedCap 成本的逐步降低，5G 端到端解决方案将在电力、安防监控、全连接工厂、智能穿戴、车联网、石化等更多行业场景“百花齐放”，为行业创新提供更多的可能性，赋能千行百业蓬勃发展，为我国数字经济腾飞插上翅膀。

中国移动诚邀产学研用各界伙伴，携手推动 RedCap 技术、产业及应用成熟，加速 5G 技术演进及能力提升，为行业客户提供高质量的 5G 解决方案，为网络强国、数字中国、智慧社会建设提供坚实基础。



06

缩略语列表

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
3GPP	3rd Generation Partnership Project	第三代合作计划
4G	The 4th Generation Mobile Communication	第四代移动通信
5G	The 5th Generation Mobile Communication	第五代移动通信
ADC	Analog to Digital Converter	模数转换器
AGV	Automated Guided Vehicle	自动导引车辆
AI	Artificial Intelligence	人工智能
AM	Acknowledged Mode	确认模式
BWP	Bandwidth Part	部分带宽
Cat 1/1bis	Category 1/1bis	终端等级1/1bis
Cat 4	Category 4	终端等级4
CCSA	China Communications Standards Association	中国通信标准化协会
CD-SSB	Cell-Defining Synchronization Signal Block	小区定义的同步信号块
COMP	Coordinated Multiple Points	协作多点传输技术
CPE	Customer Premises Equipment	用户驻地设备
DTU	Data Transfer Unit	数据传输单元
eDRX	Extended Discontinuous Reception	扩展非连续接收
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	增强移动宽带
FDD	Frequency Division Duplexing	频分双工
FLASH	Flash Memory	闪存
FR	Frequency Range	频率范围
GAP	gap	时间间隙
IPC	IP Camera	网络摄像头
IPSec	IP Security	IP安全协议
LAN	Local Area Network	局域网
LCID	Logical Channel Identification	逻辑信道标识

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
LTE	Long Term Evolution	长期演进
MCS	Modulation and Coding Scheme	调制与编码策略
MES	Manufacturing Execution System	制造执行系统
mMTC	massive machine type communication	海量机器类通信
MU-MIMO	Multiple-User Multiple-Input Multiple-Output	多用户多输入多输出技术
NAS	Non-Access Stratum	非接入层
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
PCM	Pulse Code Modulation	脉冲编码调制
PDA	Personal Digital Assistant	掌上电脑
PDCCH	Physical Downlink Control Channel	物理下行控制信道
PDCP	Packet Data Convergence Protocol	分组数据汇聚协议
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	物理下行共享信道
PEI	Paging Early Indication	寻呼早期指示
PMU	Power Management Unit	电源管理单元
PRACH	Physical Random Access Channel	物理随机接入信道
PUCCH	Physical Uplink Control Channel	物理上行控制信道
PUSCH	Physical Uplink Shared Channel	物理上行共享信道
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	正交振幅调制
RAM	Random Access Memory	随机存取存储器
RedCap	Reduced Capability	轻量能力
RGMII	Reduced Gigabit Media Independent Interface	精简吉比特介质独立接口
RLC-AM	Radio Link Control Acknowledged Mode	无线链路层控制协议确认模式

缩略语列表

缩略语	英文全名	中文解释
RRC	Radio Resource Control	无线资源控制
RRM	Radio Resource Management	无线资源管理
RTU	Remote Terminal Unit	远程终端单元
SA	Standalone	独立组网
SCADA	Supervisory Control And Data Acquisition System	监控与数据采集系统
SDIO	Secure Digital Input and Output	安全数字输入输出
SDT	Small Data Transmission	小数据传输
SGMII	Serial Gigabit Media Independent Interface	串行千兆位媒质独立接口
SIM	Subscriber Identity Module	用户身份识别卡
SLA	Service Level Agreement	服务级别协议
SN	Sequence Number	序列号码
SPI	Serial Peripheral Interface	串行外设接口
SRS	Sounding Reference Signal	信道探测参考信号
SSB	Synchronization Signal Block	同步信号
SUL	Supplementary Uplink	强上行链路
SU-MIMO	Single-User Multiple-Input Multiple-Output	单用户多输入多输出技术
TDD	Time Division Duplexing	时分双工
TTI	Transmission Time Interval	时间间隔
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter	通用异步收发器
UE	User Equipment	用户设备
URLLC	Ultra-reliable and Low Latency Communications	超可靠低延迟通信
VLAN	Virtual Local Area Network	虚拟局域网
VoNR	Voice over NR	基于NR的语音通话
VPN	Virtual Private Network	虚拟专用网络