



混合组网构筑连接新生态：

5G、RedCap与 韧性连接战略指南

前言

五年前，关于5G的行业讨论主要围绕理论性能展开：千兆级速率、毫秒级时延以及机器通信方式的全新变革。当时普遍预言一场转型变革近在眼前：5G将颠覆旧有技术体系，迎来一个万物智能互联的理想时代。

时至2026年，喧嚣已然散去。现实并非从4G到5G的简单迭代切换，而是多种技术共存的复杂混合生态。我们已认识到，技术“更新”未必等同于性能“更优”：倘若独立组网漫游协议尚未成熟，那么单纯的5G高速率对于全球分布式联网设备群而言价值寥寥。

对于企业而言，当下的挑战不再仅仅是接入最新一代网络，真正的考验在于运用多元技术，构建韧性网络架构：既要借力全球广泛覆盖的4G LTE网络，也要善用低功耗广域网（LPWA），以及5G RedCap（精简版5G）和非地面网络（NTN）。

本指南是对此前《5G演进之路》展望报告的更新，专为当下规划设备群布局的架构师和决策者量身打造，通过构建能够适应未来十年网络演进的方案，让物联网设备群兼具稳健性、合规性与前瞻性。

Telenor IoT团队



目录

摘要：混合组网构筑连接新生态.....	4
01: 行业现状审视 —— 4G LTE 与“安全港”	5
02: 5G 家族新成员 —— 5G RedCap	7
03: 全域覆盖新方案 —— 非地面网络	8
结论.....	9
2026-2030 年过渡期核查清单	10





摘要： 混合组网构筑连接新生态

2026年连接行业格局的关键词是技术共存，而非替代。面向全球分布式设备群的技术路径，已从单一押注5G，转向务实的多技术融合。

受2G、3G网络退网和5G SA (独立组网) 部署进度参差不齐的影响，“单一SKU，全球通用”的落地难度陡增。退网并非断崖式关停，而是分阶段进行的多年演进过程，需要企业审慎规划、稳步布局。

要点速览：核心策略

- **并非简单的技术替代关系：**5G虽已商用，但不会像当年4G取代2G那样彻底取代4G网络。
- **4G仍是骨干网络：**4G依然是全球覆盖最广的通信方案，预计到2035年前后都将持续作为企业物联网的骨干网络。尽管全球通信产业生态系统整体稳健，但部分运营商优化网络业务布局的策略可能早于预期，因此托管漫游服务成为应对差异化网络环境的稳妥选项。
- **5G具备差异化能力：**5G不再只是单纯的“高速网络”（增强型移动宽带 eMBB）。依托5G SA架构，5G针对不同业务需求划分出专属能力层级：面向高密度接入的海量物联网（mMTC）、面向低时延、高可靠场景的关键任务物联网（URLLC，不过目前该技术的规模化应用与运营商大范围落地支持仍较为有限），以及兼顾性能与成本的新兴中端层级——5G RedCap。
- **卫星通信作为兜底保障网络：**通过与蜂窝通信标准体系深度融合，非地面网络已从小众前沿技术跃升为多个垂直行业的关键方案。

A woman with dark hair in a ponytail, wearing a white long-sleeved shirt and a bright yellow safety vest with reflective stripes, is shown in profile from the waist up. She is holding a tablet computer with both hands and looking towards the left. In the background, there is a tall metal tower with several large, rectangular antenna arrays mounted on it. The sky is a clear, bright blue.

01: 行业现状审视

—— 4G LTE与“安全港”

“4G即将过时”的论调存在误区。相关数据表明，尽管2G、3G正陆续退网以释放频谱资源，但4G LTE实际上正在成为5G时代的基础骨干网络。

我们的产品方案中包含面向特定低功耗需求的专用移动物联网技术 (LTE-M、NB-IoT)，但在亚洲部分地区、拉丁美洲等区域常遭遇漫游协议碎片化问题。相比之下，LTE Cat-1具备极强的兼容性，在大多数市场可实现媲美消费级智能手机的全球网络覆盖。部分早期采用低功耗广域网技术的企业曾遇到设备集成难题：他们需要选用双模硬件才能弥补

全球连接的缺口，而这原本通过标准4G即可轻松实现。

此外，部分低功耗广域网方案因受信令限制难以支持短信功能，而LTE Cat-1在大多数网络下均支持标准语音和短信服务。这对于依赖短信唤醒触发机制的设备而言至关重要。

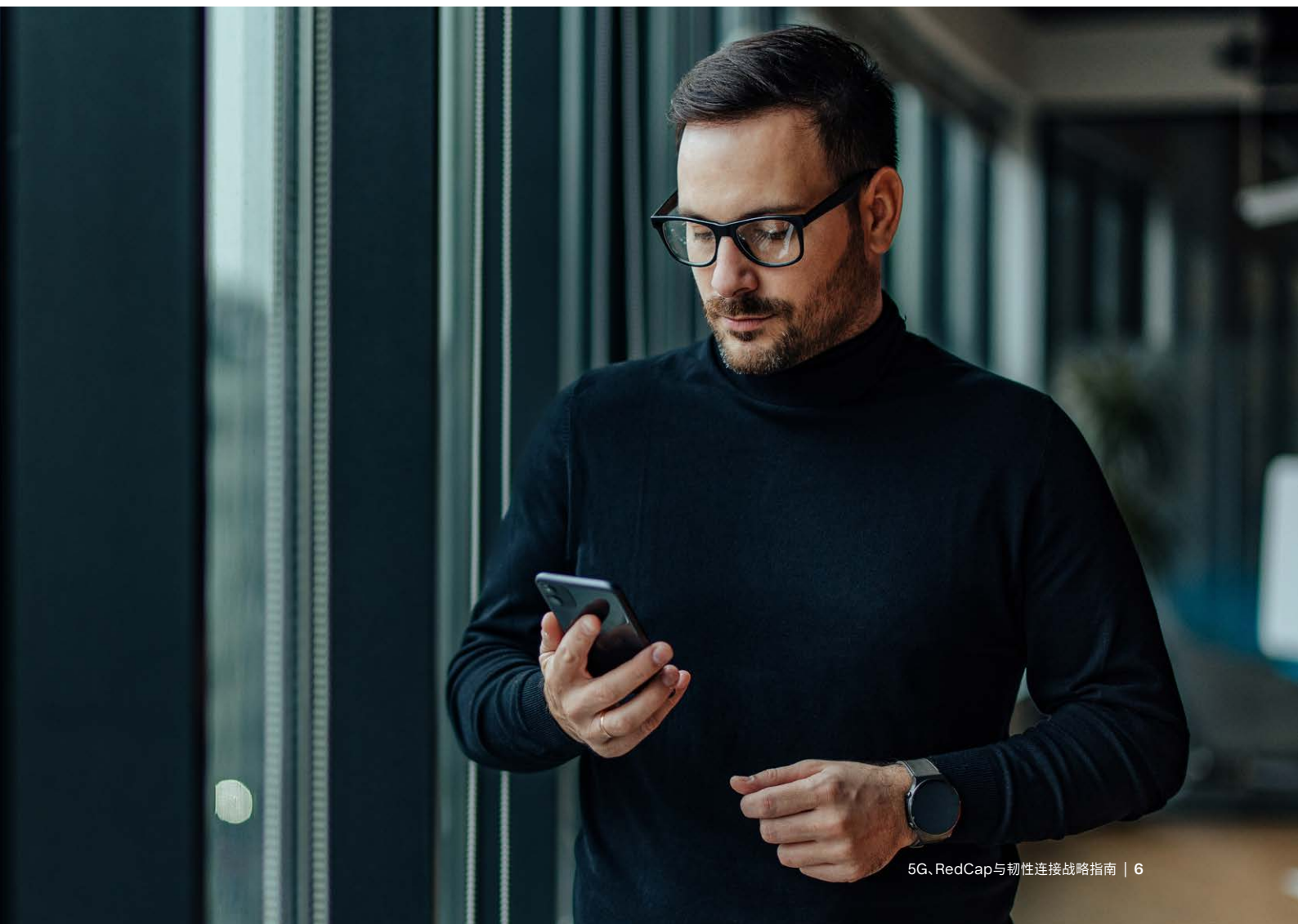
架构师速览

- **4G技术生命周期长，但各地部署存在差异：**当前市场预测显示，4G作为主流通信技术将持续沿用至**2035年前后**。然而，全球范围内的长生命周期不等同于“全球划一”。4G技术标准固然稳固，但各地运营商关停特定频段或网络的动作可能提早。
- **硬件的黄金平衡点：**LTE Cat-1 bis凭借单天线设计提升了成本效益，成为当下颇具性价比的方案。相关数据印证了其主流地位：截至2024年末，4G LTE技术约占全球蜂窝物联网连接总量的57%，确立了其运营骨干网络的地位。对于硬件研发团队而言，网络标准化的长远目标是打造“单一SKU”，实现全球通用。Telenor IoT提供具有全球覆盖能力的连接服务，涵盖200多个国家和地区的超过500个运营商网络，已成功帮助企业实现这一目标。

战略建议：安全可靠的托管方案

企业不应依赖无管控的公开市场漫游来保障设备在4G网络上长期稳定运行，正确策略应当是将高可靠性硬件与托管式统筹调度服务相结合：

- **硬件层面：**在满足数据传输和功耗要求的前提下，建议选用LTE Cat-1 / Cat-1 bis方案，在不牺牲全球网络覆盖能力的同时，降低设备成本并简化设计架构。（注：对于电池供电、低数据传输量的终端设备，LPWA技术仍是标准方案。）
- **服务层面：**选择具备多IMSI引导能力的**托管漫游**服务商。该服务可让设备群免受单一运营商网络策略调整带来的冲击。若某地区某家运营商提前关停网络，托管服务会自动将您的设备引导至该区域内其他正常运营的网络上。





02: 5G家族新成员

—— 5G RedCap

5G最初的定位聚焦两类场景：追求超高传输速率的增强型移动宽带（eMBB），以及NB-IoT、LTE-M这类窄带物联网。5G RedCap (Release 17) 及其演进版本eRedCap填补了两者之间的空白。这些技术旨在逐步替代LTE Cat-4，并最终取代Cat-1，以中等速率、优于LPWA的时延表现，为企业提供了平滑迁移至5G的精简路径。

然而，实际的网络情况要复杂得多。RedCap必须依托5G SA核心网才能部署，无法在当前全球占主导地位的5G NSA网络上运行。即便是在已部署5G SA的区域，相关国际漫游协议仍处在逐步完善的阶段。

战略建议：厘清应用场景，差异化布局

现阶段切勿将RedCap直接作为LTE Cat-1或Cat-4的全球通用替代方案，建议采取差异化分层策略：

产品经理速览

- **长期演进方向：**RedCap极有可能成为LTE Cat-4的替代方案，填补低速传感终端与高速视频应用之间的技术空白。
- **分阶段演进：**技术迭代并非一蹴而就。RedCap需要5G SA，eRedCap落地还需要更多时间，这些都意味着实现全球无缝覆盖，必须做好长期布局的准备。
- **漫游生态滞后：**尽管RedCap终端在其归属市场或许表现优异，但由于5G SA漫游协议尚未成熟，设备跨境使用时可能需要回退至4G网络。
- **定向5G迁移：**针对需要高性能网络的本土场景（如安防监控、智能可穿戴设备），持续关注RedCap进展；同时评估本地5G SA基础设施部署情况，结合行业生态成熟度开展硬件测试。
- **全球规模化部署：**针对跨境物流、全球统一SKU业务，在**5G SA漫游和RedCap技术全面成熟**（预计2020年代后期）前，仍需根据业务需求将LTE Cat-1/Cat-1 bis或Cat-4作为核心连接层。切勿过早将“RedCap性能指标”写入全球服务等级协议（SLA）。



03: 全域覆盖新方案

—— 非地面网络

长期以来，卫星连接依赖专用硬件和独立的计费体系，数据套餐资费高昂。如今，随着3GPP Release 17和18标准的落地，卫星连接正开始获得蜂窝芯片组的原生支持。

这一技术普惠落地趋势意味着，符合3GPP标准的物联网芯片组已初步具备非地面网络通信能力（例如卫星NB-IoT）。然而，受限于天线架构、能效管理、跨区域监管合规及服务集成度等因素，非地面网络解决方案尚未实现真正“即插即用”。

与此同时，终端直连卫星技术也在发展，利用标准LTE频谱资源实现终端与卫星的直接通信。尽管该技术发展前景广阔，但在实际应用中，可能需要对终端设备进行优化调试，以确保稳定运行，且相关监管合规流程仍在推进当中。

决策层速览

- **互补而非替代：**非地面网络并非城市场景终端的核心连接层，而是地面网络中断时的通信保障兜底方案。

- **窄带优先：**初期部署的非地面网络基于卫星NB-IoT技术，适用于间歇性位置追踪、紧急求救、设备状态上报等场景，暂不支持视频流媒体或海量遥测数据传输。

战略建议：构建天地融合韧性网络架构

针对需长期运行于荒漠、远洋及乡村等偏远区域的资产，切勿将卫星通信作为事后补救方案。

- **采用混合组网模式：**抓住下一轮硬件更新的契机，导入**支持Release 17 NTN的通信模组**，提前布局卫星链路兜底能力，适配未来业务发展需求。
- **先行验证：**必须认识到“标准化”不等同于“即插即用”。应在预算中预留集成测试资金，针对卫星通信模式下实现稳定天线性能、功耗管控开展调试优化。

结论



“5G演进之路”绝非一场新旧技术间的线性迭代，而是技术版图的持续拓宽。未来的连接生态是天地融合架构——既需要成熟技术的稳定可靠性，也离不开新兴技术的创新潜能。

- 1. 放眼当下及未来数年，LTE仍是物联网连接的基石：**若现阶段需要在全球范围内稳定运行的通信方案，4G LTE依旧是骨干网络，既可作为主通信链路，也是5G网络可靠的回退保障。具体LTE制式的选择，主要取决于实际应用场景。Telenor IoT凭借深厚的专业积淀，可助您在众多方案中厘清路径，为您的设备群匹配优选技术方案。
- 2. 积极应对旧制式网络关停：**全球范围内2G、3G网络关停已成既定事实，而非潜在风险。如果您的设备仍依赖短信唤醒或2G回退机制，须立即开展设备核查，避免设备因持续搜寻旧制式网络信号而导致连接中断、电池异常耗尽等问题。
- 3. 提前布局5G SA升级过渡：**切勿被动等待5G网络覆盖完善，当下就应结合5G SA的技术特性规划硬件迭代路线图，以便后续充分发挥RedCap、网络切片、高阶省电模式等技术优势。同时，需要结合5G漫游协议的最新进展提前完成设备兼容性验证，仅靠本地无线信号覆盖，并不能保证设备可以接入核心网络。目前5G漫游业务尚处于起步阶段，制定分阶段迁移策略至关重要。
- 4. 基于韧性目标评估非地面网络：**对于关键设备资产而言，通信中断造成的损失往往超出部署卫星兜底方案的投入。需要结合自身业务场景评估非地面网络的应用价值，随着非地面网络技术被纳入标准蜂窝通信演进体系，集成这一通信保障方案已具备充分的现实可行性。

为何选择Telenor IoT?

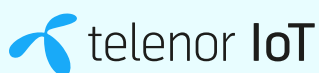
面对碎片化的全球物联网格局，您需要一位能够助您从容应对复杂难题的合作伙伴。Telenor IoT在200多个国家和地区管理联网设备，妥善处理跨境漫游、属地合规以及与网络退网相关的繁杂事务。我们凭借深厚的专业积淀，实现混合组网策略落地：无论是当下依托4G与卫星通信的组网方案，还是待5G SA、5G RedCap等技术在部署日趋成熟后的演进路径，我们都能为您提供支持。携手Telenor IoT，您将拥有一位负责统筹调度的合作伙伴，让全球物联网连接化繁为简。

联系我们，了解详情：sales@telenorconnexion.com

2026–2030年过渡期核查清单

参照本核查清单，锚定韧性连接策略，统一团队行动标尺。

岗位角色	战略执行事项
首席技术官/ 首席信息官	排查“死循环”隐患：确保设备固件不会持续搜寻微弱老旧2G/3G网络信号而导致电池快速耗尽。建议设置强制逻辑：一旦旧制式网络接入失败，设备自动切换至4G网络。 明确资产关键等级：若设备资产需在偏远地区保持联网，应在下一代硬件版本迭代中，强制要求具备“地面蜂窝+非地面网络”混合组网能力。
物联网架构师	结合应用场景选定4G LTE通信制式：面向全球通用机型，优先选用Cat-1、Cat-1 bis作为稳妥的默认方案，既能降低硬件开发复杂度，又可提高跨境漫游兼容性；对带宽需求较高的场景，选用Cat-4及以上制式。 固件逻辑优化：确保设备优先搜索4G/LTE-M网络，无可用网络时再回落至NB-IoT或旧制式网络；禁止设备锁定NB-IoT网络，以防因该制式漫游支持不足而导致通信中断。
产品经理	理性规划RedCap和eRedCap迭代预期：产品路线规划需匹配5G SA漫游成熟度（预计2020年代后期），不能仅依据单一地区的网络部署进度；eRedCap技术落地时间会更晚。 前瞻规划：若当前部署的设备生命周期超过10年，应选用具备5G就绪能力或符合长期4G合规标准的通信模组，确保设备可平稳运行至2030年代。
采购	优先选用托管漫游服务：确认合作的物联网连接服务商能够动态切换运营商网络，规避单一运营商提前关停4G网络带来的断网风险。 评估通信模组的长期存续能力：优先选择明确承诺对所选通信技术路径（LTE-M、NB-IoT、LTE Cat-1/Cat-1 bis）提供长期技术支持的供应商，保障硬件生命周期内可平稳跨越网络迭代过渡期。



关于Telenor IoT

Telenor IoT是全球知名电信运营商挪威电信集团旗下专注于托管物联网连接服务的业务单元，依托集团全球分布的规模化网络资源和稳定可靠的运营能力，为客户提供物联网综合解决方案。我们助力全球企业实现产品的安全连接、高效管理和规模化部署。服务客户既涵盖拥有大规模联网设备的跨国集团和汽车行业领军企业，也包括注重便捷性和灵活性的中小型企业。

Telenor IoT深耕物联网领域20余载，已构建覆盖欧洲、中东与非洲、美洲及亚太地区的全球销售网络，设备连接数超3,000万台。我们凭借卓越的服务品质赢得了客户的高度认可，成为沃尔沃汽车、斯堪尼亚、日立、Verisure、长城汽车等知名企业信赖的合作伙伴。



iot.telenor.com



hello@telenorconnexion.com