

极简网络 BBU 集中部署策略研究

Research on Centralized Deployment Strategy of BBUs for Ultra-Simplified network

吴家海¹,索小新²,王慧东²,尤 扬²(1. 中国联通江西分公司,江西 南昌 330096;2. 中讯邮电咨询设计院有限公司郑州分公司,河南 郑州 450007)

Wu Jiahai¹, Suo Xiaoxin², Wang Huidong², You Yang²(1. China Unicom Jiangxi Branch, Nanchang 330096, China; 2. China Information Technology Designing & Consulting Institute Co., Ltd. Zhengzhou Branch, Zhengzhou 450007, China)

摘 要:

在通信网络由规模化建设转向存量优化、效能提升的背景下,传统 BBU 分散部署模式逐步暴露出机房冗余、资源利用率低、运维成本高、网络安全性不足等问题。以极简网络架构为导向,系统研究 BBU 集中部署与资源整合策略,从机房选址、安装规范、整合原则、实施管控等维度提出方案,并结合运营商案例验证方案的可行性。结果表明,BBU 集中整合部署可有效提升网络资源利用率、降低网络运营成本、简化网络拓扑结构、增强网络运行健壮性。

关键词:

极简网络; BBU; 集中部署; 资源整合; 网络集约化; 运维优化

doi:10.12045/j.issn.1007-3043.2026.06.006

文章编号:1007-3043(2026)06-0031-05

中图分类号:TN929.5

文献标识码:A

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Abstract:

Against the backdrop of communication networks shifting from large-scale construction to stock optimization and efficiency improvement, the conventional distributed deployment of BBUs has gradually brought drawbacks including redundant equipment rooms, low resource utilization, high operation and maintenance costs and insufficient network security. Guided by the ultra-simplified network architecture, it systematically investigates the strategies for centralized BBU deployment and resource integration. Implementation schemes are proposed from the perspectives of equipment room site selection, installation specifications, integration principles and implementation management, and the feasibility of the schemes is verified by engineering cases of operators. The research demonstrates that centralized integrated deployment of BBUs can effectively raise network resource utilization, cut O&M expenditure, simplify network topology and improve network robustness.

Keywords:

Ultra-simplified network; BBU; Centralized deployment; Resource integration; Network intensification; Operation and maintenance optimization

引用格式:吴家海,索小新,王慧东,等. 极简网络 BBU 集中部署策略研究[J]. 邮电设计技术,2026(6):31-35.

0 引言

随着移动通信技术迭代升级,国内通信网络已进入存量优化、降本增效的高质量发展阶段。3G/4G/5G 多网协同运行导致接入设备激增,大量基带处理单元(BBU)分散部署于非核心节点机房,引发机房租赁成本攀升、设备冗余、资源利用率低、运维繁杂、安全隐患突出等问题。极简网络理念应运而生,其核心是以架构节点为锚点,推进 BBU 集中部署、低效机房退租、存量资源复用,实现网络架构扁平化和运营成本最低化。

BBU 作为无线接入网核心设备,其部署模式决定网络复杂度、资源效率与运维成本。传统分散部署模式虽具部署灵活的优势,但已与运营商降本增效、集约化发展的目标相悖。推进 BBU 集中部署与资源整合,是无线接入网优化的必然选择,也是极简网络落

收稿日期:2026-05-11

地的核心环节。本文围绕BBU集中部署现状、方案设计、整合策略及应用成效展开研究,构建可落地的策略体系,为网络极简演进提供支撑。

1 BBU集中部署现状与问题分析

当前国内主流运营商BBU集中部署程度偏低,多数设备就近部署于基站机房。以某省级运营商为例,BBU部署于汇聚节点、综合业务接入点、普通基站机房的占比分别为7.2%、18.6%、74.2%,呈现高度分散、单点规模小、整合难度大的特征。

在通信网络建设初期,分散部署模式具备部署灵活、基站接入快捷等优势,但随着全网规模持续扩张、多代际通信设备长期共存,该模式的弊端日益凸显,主要集中在以下4个方面。

1.1 机房冗余,运营成本高

BBU分散部署大大增加机房规模,重复建设电源、空调等配套基础设施,增加维护成本、电费、租赁等费用,带来巨大的OPEX压力,加大降本增效难度。

1.2 设备分散,资源利用率低

3G/4G/5G各制式BBU及传输网络设备独立部署,板卡端口、带宽等核心资源无法共享,资源利用率长期偏低,资源浪费问题突出。

1.3 配套老化,运行环境恶劣

目前基站机房普遍存在空间有限、散热差等问题,动力系统处于超负荷、超期服役状态,设备故障风险上升;同时退网设备未及时清理,加剧机房负荷,影响设备稳定运行。

1.4 结构脆弱,网络安全不足

BBU分散部署导致网络节点多、拓扑结构复杂,受地理环境影响,分组网易形成大环、长链,抗风险、抗故障能力弱,单点设备故障或传输中断易引发区域性通信业务中断,难以满足现阶段通信服务要求。

综上所述,推进设备集中部署、加快低效非节点机房退租,是降本增效、强化网络安全的重要路径,对通信网络高质量、集约化、智能化发展具有重要现实意义^[1]。

2 BBU集中部署方案设计

2.1 集中部署机房选取标准

机房是BBU集中部署的核心载体,选址需同时满足以下条件。

a) 机房稳定。优选站址稳定的机房,通常选用运

营商自有机房或长期租赁机房,其中汇聚点机房稳定期不低于10年,普通集中机房不低于5年。

b) 传输资源丰富。应紧邻传输网络核心节点,或位于传输资源丰富的区域,以满足BBU集中部署信号前传与回传的传输需求。

c) 电力供应可靠。具备稳定可靠的市电电源,优选双路市电输入,配备一定时长的后备电源,以保障设备的持续供电,电力容量满足当前设备运行及未来扩容需求。

d) 同步需求。具备安装GPS天线的条件,GPS安装需保证南边较空旷,南向90°视野无遮挡,保障时钟同步精度。

e) 效益测算。场地租赁费、电费等成本优于腾退前,实现降本增效目标。

f) 安全管理。配备良好的安全防护设施,建立健全标准化运维及安全管理制度,确保设备和数据的安全^[2]。

2.2 BBU安装及散热优化原则

结合设备散热模式,优化安装布局,提升散热效率、降低运行温度,同时严控单机柜规模。

a) 左右进风型BBU:采用竖装机框部署,BBU竖装后热回流路径被切断,散热效率提升,BBU单板温度和风扇转速均降低。实测数据显示,竖装优化改造后,设备进风口温度由31.3°降至19.2°;出风口温度由36.6°降至24.6°,散热效能提升显著。同时单框安装宜控制在4台BBU,并加装专用隔板以抑制乱流,保障设备散热均匀。竖装BBU机柜正视图如图1所示。竖装BBU机柜侧视图如图2所示。

b) 前后进风型BBU:采用横装机框部署,加装挡风板以抑制热回流,提升散热效果。实测数据显示,



图1 竖装BBU机柜正视图

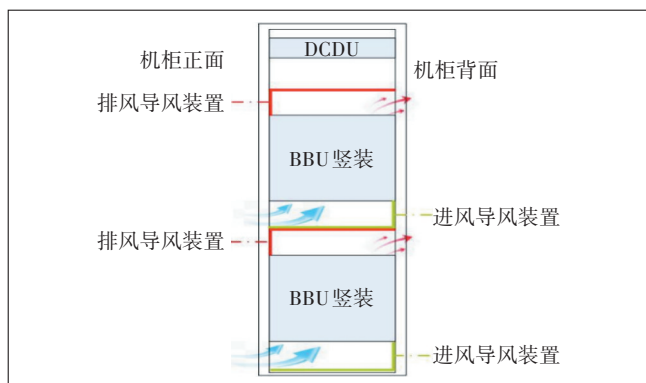


图2 竖装BBU机柜侧视图

横装优化改造 30 min 后,设备进风口温度由 37°降至 27°;出风口温度由 41°降至 30°。同时考虑安全及稳定性,单机柜 BBU 数量宜不超过 8 台,配置双路备份电源,设备间预留充足散热间隙^[3]。

横装改造前风向流动示意如图 3 所示。横装改造后风向流动示意如图 4 所示。

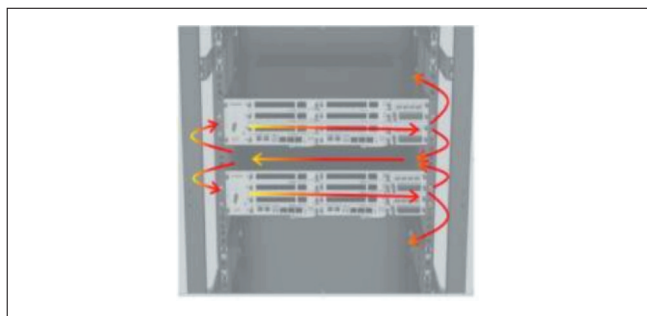


图3 横装改造前风向流动示意

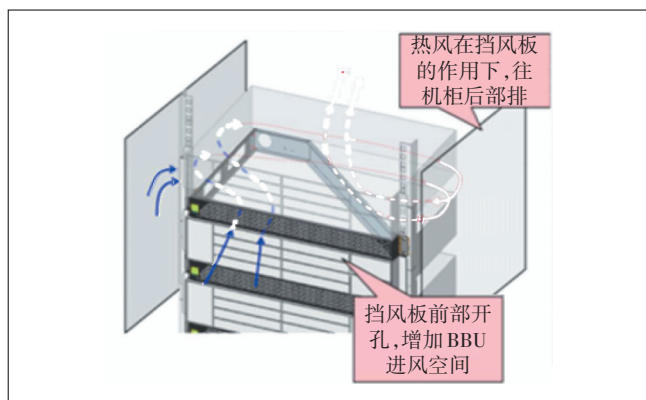


图4 横装改造后风向流动示意

2.3 传输与配套资源优化

设备集中部署后,传输纤芯需求大幅增加,宜采用低成本建设方案,以节约传输和配套资源,同时充

分盘活存量资源,降低改造成本。

a) 传输资源:根据业务场景、传输资源以及前传距离等,灵活采用低成本方案,如低业务基站可采用 RRU 级联(级联级数 ≤ 3 ,路由总长度 ≤ 10 km);纤芯资源紧张场景可采用单纤双向光模块、无源波分等方案,控制新建光缆规模。

b) 配套资源:充分盘活、复用已腾退机房配套资源,实现机房供电能力平稳扩容,最大限度降低改造投入。

2.4 集中规模管控原则

综合考虑机房资源、网络整体架构及节点重要性等,合理确定 BBU 集中部署规模:单节点汇聚机房集中部署 60 套,综合接入点集中部署 30 套,BBU 池集中部署 10 套,提升机房空间综合利用率^[4]。

3 BBU 资源整合策略

BBU 资源整合是在集中部署基础上,根据 BBU 板卡能力、端口资源、业务负荷水平等,进行一框多站、一框多制、一板多模的集约化部署,最大限度盘活存量资源,减少新增设备投入。

3.1 BBU 整合原则

a) 制式兼容整合:对同制式或兼容制式 BBU 进行充分整合,优先利旧板卡与端口资源。

b) 板卡 CPU 负荷:4G CPU 负荷与用户数有较强的关联性,与小区数、业务量的关联性较弱。当 4G CPU 利用率为 70% 时,平均 RRC 用户数约 1 300 个,平均每 BBU 下挂小区数为 15 个^[5]。CPU 利用率关系如图 5 所示。

c) 传输带宽利用率:基站传输为 IPRAN 时,带宽利用率(秒粒度)与小区数有较强的关联性,与业务量(15 min 粒度)、用户数的关联性一般。当带宽利用率为 70% 时,平均每 BBU 下挂小区数为 16 个;基站传输为智能城域网时,与三者关联性都不强。带宽利用率关系如图 6 所示。

3.2 整合禁忌与谨慎场景

为保障网络稳定与业务体验,BBU 整合需严格规避高风险场景,谨慎对待特殊场景,以防网络故障发生。

3.2.1 禁止整合场景

a) 单 BBU 承载用户超过 1 300 个。

b) 跨 TAC 整合,特殊场景不可避免时,需重新规划站点 TAC 归属。

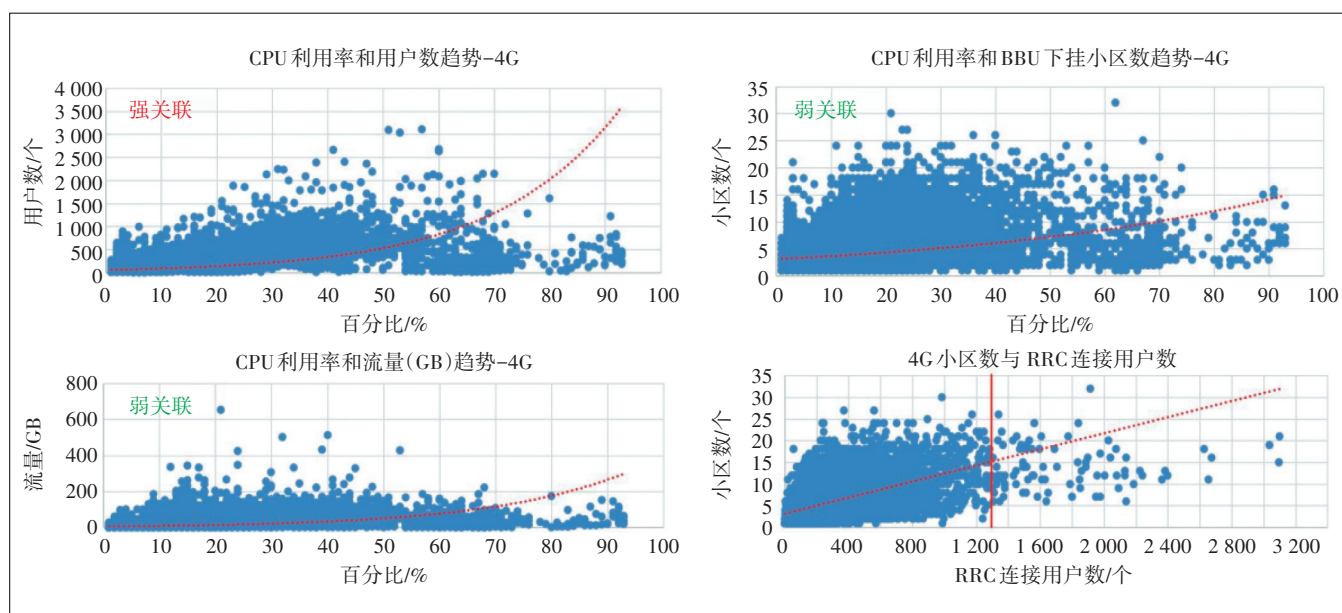


图5 CPU利用率关系

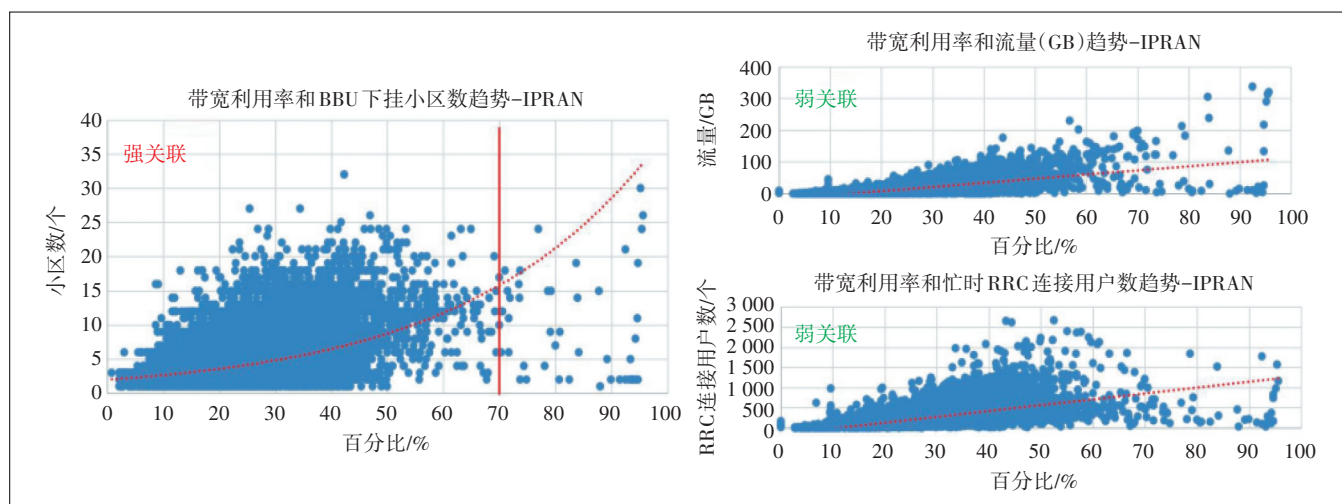


图6 带宽利用率关系

c) 跨制式整合,如5G/4G制式设备的整合。

d) 数字化室分系统整合,需预留较大的小区分裂空间。

e) 考虑到未来演进及容灾冗余,5G需预留2个BBU槽位以用于扩容或者小区分裂,4G保留1个BBU槽位。

3.2.2 谨慎整合场景

a) 业务热点区域、重保场景、高铁站点等重要场景。

b) 宏站和室分BBU谨慎合并,避免参数策略冲突。

c) 物联网小区站点,即使合并也要作为保留方。

3.3 整合后负荷监控

BBU整合后一周内,需强化核心指标实时监控,保障网络平稳运行,待无异常情况后;纳入日常运维监控体系。

a) CPU负荷。整合后忙时CPU平均负荷>70%的次数一周出现3次及以上时,需及时更换更高能力主控板或进行BBU分裂。

b) 传输带宽。定期监控传输带宽使用情况,端口平均吞吐率(秒级)>70%的次数一周出现3次及以上时,需进行回传端口扩容或BBU分裂^[6]。

3.4 BBU集中整合流程

BBU整合属于多专业、多环节的系统性工程,遵循回局前一回局当晚一回局后三段式流程,保障业务割接平稳、全网业务零中断。

3.4.1 回局前准备

a) 收敛锚点站。全量收敛节点机房周边基站,前传路由距离原则上不超过10 km。

b) 资源核查。实施前确保传输路由、电源配套等资源到位。

c) 方案设计。编制BBU回局设计方案,规划Node-BID、CI、小区编号、IP地址、邻区数据等脚本的制作。

d) 数据备份。提前完成数据备份工作。

3.4.2 回局当晚实施

a) 业务割接。同步完成数据制作、业务割接、基站开通、参数配置(包含邻区)、测试优化、设备拆除与安装等工作。

b) 故障处理。提前制定预案,快速应对单板故障、新建小区无法激活、电源欠压告警、GPS故障等突发问题。

3.4.3 回局收尾

a) 业务验证。开展告警和指标的监控,验证业务指标正常。

b) 拆除处置。拆除物料等造册处置,通过系统完成拆除流程工单,确保流程和审计合规。

c) 资源管理。完成全生命周期及资源信息调整流程,更新待删除和新入网资源。

d) 退租办理。BBU拆除后,办理租赁订单退租手续。

4 BBU集中整合案例

联通某地(市)分公司积极推动极简网络建设,兼顾网络布局,多方联动、快速响应,快速推进BBU回撤和资源整合工作,形成可复制、可推广的实践经验。

4.1 实施策略

以降成本、提效能为核心导向,目标制定与进度计划由传输专业牵头,专项回撤整合方案由无线专业负责,坚守“能退网不回撤、能整合先整合”原则,优先利旧存量设备,缓解机房电源压力。

4.2 实施成果

a) 设备精简。BBU腾退359台,回撤29台,电源改造40处,退网3G BTS 76台,腾退机房109个;机房

数量由163个缩减至54个,BBU设备数量由2 002台缩减至1 643台,BBU集中度由12.28台提升至30.4台。

b) 节约成本。年节约铁塔租费36万元、空调分摊费6万元、电费40万元,累计节约运营成本82万元/年,效益突出。

c) 安全性提升。对架构节点及OLT局点进行光缆路由成环改造,同时对主干及以上光缆同路由、路由不安全等隐患进行整治优化,提升架构节点路由安全性。

5 结束语

在通信网络极简演进的大趋势下,设备集中部署与资源整合,是优化网络架构、提升资源效能、降低运营成本的重要手段。在实际落地中,运营商可紧抓多网升级换代契机,统筹规划,跨专业协同,适度储备传输、电源等基础资源,同时杜绝盲目集中整合,兼顾业务稳定运行与未来网络长远演进,为下一代通信技术规模部署奠定基础。

未来相关研究,可聚焦BBU池化、云化架构下的集中整合策略,充分利用AI智能调度、自动化智能运维等技术,提升智能化与自动化水平,推动极简网络向更高效、更安全、更智能的方向持续演进。

参考文献:

- [1] 王明军. BBU回局及整合实施策略研究[J]. 长江信息通信, 2024, 37(9): 200-202.
- [2] 温亮, 朱惠斌. 极简网络视角下机房演进趋势分析[J]. 广东通信技术, 2022, 42(4): 69-71+75.
- [3] 宋玉飞, 郭嘉伦. 机房BBU集中及整合的策略研究[J]. 广东通信技术, 2023, 43(12): 73-76.
- [4] 赵超. 关于BBU集中数的探讨[J]. 通信与信息技术, 2022, (2): 65-67.
- [5] 于亮. 极简网络设计与移动网业务负载优化分析[J]. 数字技术与应用, 2024, 42(3): 55-57.
- [6] 黄少华, 孔令俊. BBU回撤的关键点分析[J]. 中国宽带, 2023, 19(9): 91-93.

作者简介:

吴家海, 学士, 主要从事移动通信网络规划和建设工作; 索小新, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动通信网络规划研究工作; 王慧东, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动通信网络规划研究工作; 尤扬, 高级工程师, 硕士, 主要从事移动通信网络规划研究工作。