

关于 5G 前传的解决方案探讨分析

张连军

天元瑞信通信技术股份有限公司, 陕西 西安 710075

[摘要]随着 5G 的规模化部署, 5G 承载网的建设受到越来越多的关注。5G 网络结构为核心网-CU-DU-AAU 四部分, 核心网-CU 称为回传, CU-DU 称为中传, DU-AAU 称为前传。前传作为移动回传网的重要部分, 前传解决方案直接影响机房、电源、管线等的规划和建设, 前传方案的选择将直接影响运营商的投资和建设效率。本文主要为 5G 前传的解决方案的探讨分析。

[关键词]CU; DU; AAU; 回传; 中传; 前传

DOI: 10.33142/ec.v4i2.3322

中图分类号: TN929.1

文献标识码: A

Discussion and Analysis on the Solution of 5G Fronthaul

ZHANG Lianjun

Tianyuan Ruixin Communication Technology Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710075, China

Abstract: With the scale deployment of 5G, more and more attention has been paid to the construction of 5G load network. 5G network structure is four parts of core network-CU-DU-AAU, core network CU is called backhaul, CU-DU is called middlehaul, DU-AAU is called fronthaul. As an important part of mobile backhaul, fronthaul solution directly affects the planning and construction of computer room, power supply, pipeline, etc. the selection of fronthaul scheme will directly affect the investment and construction efficiency of operators. This paper mainly discusses and analyzes the solution of 5G fronthaul.

Keywords: CU; DU; AAU; backhaul; middlehaul; fronthaul

引言

根据 3GPP 5G RAN 功能切分, 5G 重构为 AAU、DU、CU 多级架构, 相应传送网分为:

前传: AAU-DU, 点到点传输。

中传: DU-CU, 点到点为主。

回传: CU-核心网, 点到多点传输。

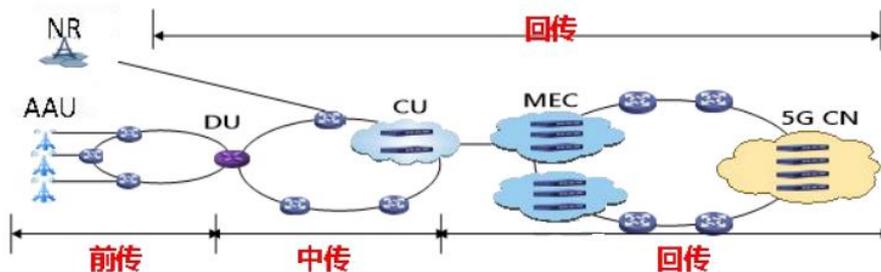


图 1 5G 网络架构示意图

1 5G 网络前传的承载需求分析

5G 前传对承载网的带宽和时延均提出了更高的要求, 时延要求低于 $100\mu\text{s}$ 。5G 前传的接口类型有 CPRI 接口和 eCPRI 接口两种, CPRI 接口速率为 100GE, eCPRI 接口速率为 25GE, 目前主要使用的 25Gbps eCPRI 接口。前承载方案主要包括传统的光纤直驱方案、无源波分复用方案、半有源波分复用方案、有源波分复用方案和 WDM-PON 承载方案。

2 5G 前传的解决方案分析

2.1 光纤直驱方案

DU 与 AAU 的端口间全部采用点到点光纤直连, 一般的传输距离控制在 10 公里内, 考虑到经济性, 建议传输距离控

制在 2 公里内。由于光纤直驱方案简单易行，建设成本最低，时延等性能最好，可满足前传承载需求，因此已成为 5G 前传的首选方案。该方案将满足大部分应用场景。

一个 5G 基站前传需要 2-12 芯光纤，因此 5G 前传将消耗巨大的光纤资源，光纤直驱方案分为单纤单向和单纤双向两种。采用单纤双向可节约一半光纤的资源，所以单纤双向方案比单纤单向方案更有应用前景。

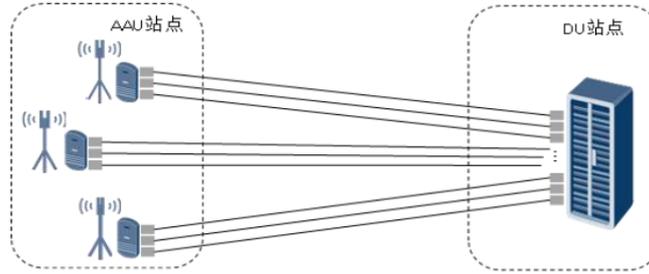


图 2 光纤直驱拓扑示意图

2.2 无源波分复用方案

无源波分复用（WDM）方案的组网架构如图 3 所示，应用时可以根据具体场景分为星型、总线型等组网拓扑。

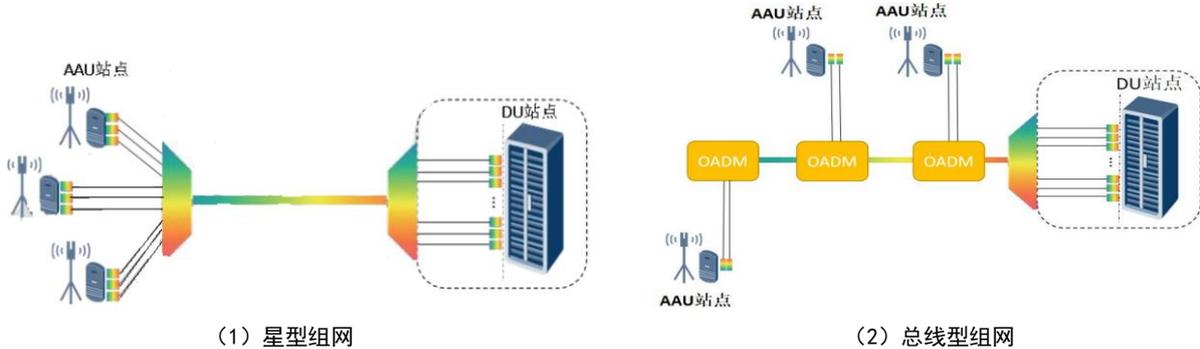


图 3 无源波分复用组网示意图

无源 WDM 方案采用无源合分波器和彩光直驱，DU 和 AAU 上采用带波长的彩光模块，在 DU 侧配置光合分波器，在 AAU 节点配置光分插复用器，利用 WDM 技术，可以大幅降低光纤资源的消耗。WDM 设备对前传业务进行对前传业务采用纯透传处理，因而对时延特性影响极为有限。缺点在于：彩光光模块会对 AAU 基站管理提出新的要求，无法采用信号复用技术提高波长利用率，业务的 OAM 管理功能有限。另外，每个 DU 与 AAU 波长连接在物理上是点对点的连接，因此需要进行复杂的波长规划和功率预算是彩光直驱需要考虑的关键问题。

2.3 半有源波分复用方案

半有源波分复用方案选择非对称的设备形态，AAU 侧远端采用多形态的无源设备，DU 侧局端采用大容量、多功能的有源设备，适用于星型组网及总线型组网。

半有源波分复用（WDM）方案的组网架构如图 4 所示，应用时可以根据具体场景分为星型、总线型等组网拓扑。

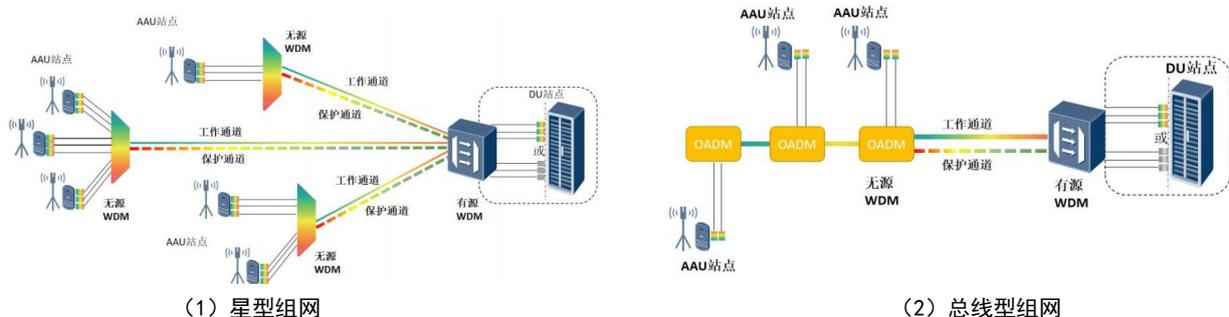


图 4 半有源波分复用组网示意图

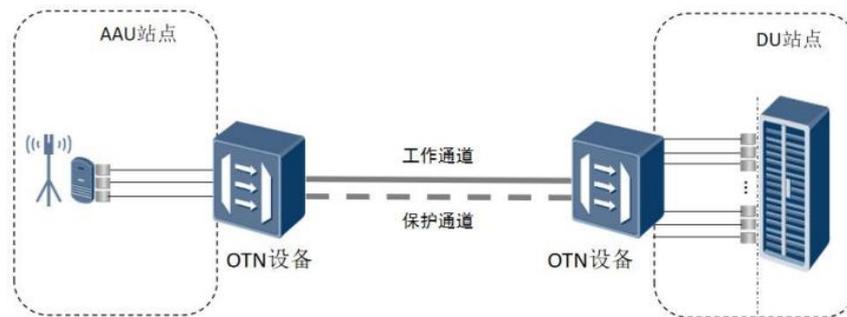
半有源 WDM 承载方案在 AAU 侧使用彩光模块，远端采用无源设备与 AAU 连接，通过合分波器复用多个波长后在一根光纤中进行传输以节省光纤资源。DU 设备侧可采用彩光模块或白光模块，局端采用低功耗有源设备与 DU 连接。采用有源 WDM 设备将前传的彩光信号进行转发，并对 AAU 的彩光模块进行运维。

半有源波分复用方案适用于光纤资源受限或接入距离较长的场景，同时适用于对网络监控或安全性有一定要求的场景。该方案继承了无源波分复用方案低成本、低时延、低功耗的优点，远端无源设备可以适应多场景需求，利于建设便利性，同时局端有源设备满足有监控、有保护、可管理需求，利于维护便利性。

综上所述，该方案完全满足 5G 前传的总体要求，建议为主要的 5G 前传技术方案。

2.4 有源波分复用方案

有源波分复用组网方案如图 5 所示：

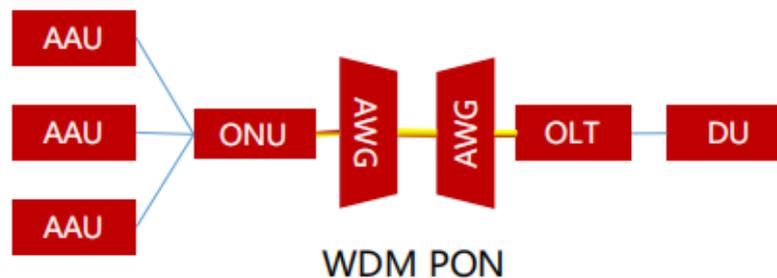

图 5 有源波分复用组网示意图

有源波分复用方案通过波分复用技术及光转发器技术，实现复用波长进行传输以节省光纤资源，并提供客户侧与无线设备白光光模块接口对接能力。

有源波分复用方案可提供自动保护倒换机制，具备丰富的 OAM 管理功能，维护界面清晰，支持前传网络的可管理性和可运维性。缺点是会引入系统时延，不满足低时延的要求；系统设备功耗进一步提高了网络运营的成本，不满足低成本的要求。综上所述，该方案不满足 5G 前传低时延要求，建议谨慎选用。

2.5 WDM-PON 承载方案

有源波分复用组网方案如图 6 所示：


图 6 WDM-PON 组网示意图

WDM-PON 是一种宽带接入网演进技术，此系统中光线路终端 OLT（光线路终端）部署在 DU 侧，可提供多个不同波长的光源，实现控制、交换和管理功能。光网络单元 ONU 部署在 AAU 侧提供特定波长。OWDN（光波长分配网络）部署在 OLT 与 ONU 之间，实现波长分配。OLT 与 ONU 之间使用预先设计的波长工作，但在多波长情况下采用特定波长光源 ONU 种类过多，易造成仓储问题，因此目前基于无色 ONU 技术方案是 WDM-PON 系统的主流，但技术成熟度仍处于较低水平。

3 5G 前传方案分析

光纤直驱方案成本最低，部署简便且后期运维便利，在光纤资源较为丰富的场景下是首选方案。无源 WDM 方案建设成本低廉，可解决光纤资源紧张的问题，此方案由纯光路器件构成，较有源 OTN 方案故障率更低，但出现故障后难以定位。半有源 WDM 方案在解决光纤资源紧张问题的同时在有源侧提供适当的运维功能，仍无法避免彩光模块对基站提出的管理要求。有源 OTN 承载方案拥有丰富的 OAM，有效提高了前传的维护管理能力，但对电源和机房条件要求高，建设难度大，后期维护成本高，WDM-PON 方案拥有丰富的 OAM，有效提高了前传的维护管理能力，但对电源和机房条件要求高，建设难度大，后期维护成本高，并且技术成熟度低。

各种 5G 前传方案架构及优劣势对比如图 7 所示，并从成本、运维、技术成熟度几方面对各方案进行排序，见表 1。

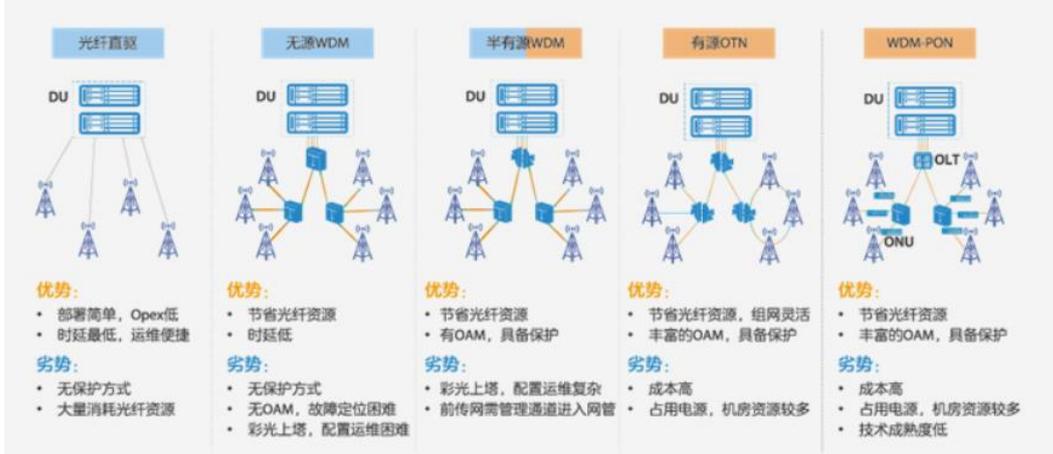


图 7 各 5G 前传方案架构及优劣势对比图

表 1 各方案成本、运维、技术成熟度排序

排序	类型	建设成本	运维效率	技术成熟度
由高到低		WDM-PON	OTN	光纤直驱
		OTN	WDM-PON	无源 WDM
		半有源 WDM	光纤直驱	半有源 WDM
		无源 WDM	半有源 WDM 方案	OTN
		光纤直驱	无源 WDM	WDM-PON

4 结束语

5G 前传方案涉及巨大的建网投资，同时占用大量光纤资源，方案的选择对各个部署点的资源占用和建设周期都有突出影响。对比当前主要的 5G 前传方案的研究进展可知，半有源方案平衡了建网成本和后期运维，并在大幅降低光纤使用量的同时具有一定的运维能力，未来有望成为 5G 前传建网的主流方案。

[参考文献]

[1] 李福昌, 马彰超, 孙雷等. LTE 网络 BBU 集中化部署关键解决方案[J]. 邮电设计技术, 2014(10).
 [2] 段树侠, 胥俊丞, 杨伟等. BBU 集中化部署及本地传送网应对策略研究[J]. 邮电设计技术, 2017(11).
 [3] 尹祖新, 朱常波, 顾荣生等. 中国联通本地基础网络架构规划思路及演进[J]. 邮电设计技术, 2017(11).
 [4] 陈烈强, 顾荣生, 尹祖新等. 面向 5G 需求的本地基础网络架构浅析[J]. 邮电设计技术, 2018(11).
 [5] 周子义, 杨洋. 适应 5G 业务发展的接入光缆网规划原则[J]. 邮电设计技术, 2019(7).
 作者简介: 张连军 (1979-6), 男, 内蒙古鄂尔多斯市人, 汉族, 大学本科学历, 中级工程师, 研究方向传送网、无线网络设计。