

适应 5G 业务发展的接入光缆网规划原则

Planning Principles of Access Optical Cable Network for 5G Service Development

周子义¹, 杨 洋² (1. 湖南省邮电规划设计院有限公司, 湖南 长沙 410126; 2. 中国电信股份有限公司湖南分公司, 湖南 长沙 410011)

Zhou Ziyi¹, Yang Yang² (1. Hunan Planning & Designing Institute of Post & Telecommunication Co., Ltd., Changsha 410126, China; 2. China Telecom Hunan Branch, Changsha 410011, China)

摘 要:

根据 5G 新业务的特点, 对接入光缆网规划原则提出一些见解, 特别是对主干光缆环的建设提出规划思路。接入光缆网规划重点是规划综合接入区内的主干光节点和主干光缆环, 提出了确定主干光节点的位置和容量的方法, 并对不同业务的纤芯需求和纤芯数进行了分析和统计。

关键词:

5G; 接入光缆网; 综合接入; 规划
doi: 10.12045/j.issn.1007-3043.2019.07.016
中图分类号: TN914
文献标识码: A
文章编号: 1007-3043(2019)07-0072-05

Abstract:

According to the characteristics of 5G new service, some opinions are put forward on the planning principles of access optical cable network, especially on the construction of backbone optical cable ring. The key point of access optical cable network planning is to plan the backbone optical node and backbone optical cable ring in the integrated access area, and the method of determining the location and capacity of backbone optical node is put forward. The demand and number of fibers in the same service are analyzed and counted.

Keywords:

5G; ODN; Integrated access; Planning

引用格式: 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): 72-76.

0 前言

5G 建设已经迫在眉睫, 如果把 5G 基站视为“兵马”, 那接入光缆网就是“粮草”, 提前做好接入光缆网规划显得尤为重要。5G 技术特点对移动基站分布密度提出了更高的要求, 如何适应新业务发展需要, 这为接入光缆网规划提出了新的课题。

1 接入光缆网构架及分层原则

1.1 接入光缆网构架原则

接入网由业务节点接口(SUI)和用户网络接口(UNI)之间的一系列传送实体组成, 接入光缆网就是连接 SUI 和 UNI 之间面向所有信息通信客户和上层业务网络的接入层基础物理网络。接入光缆网应遵循统一规划、分期建设的原则, “网络结构相当稳定, 能适应新业务发展”是接入光缆网规划的目标。

根据承载的业务划分, 接入光缆网可分为公众接入网(主要针对家庭用户和一般政企用户)、政企接入网(主要针对重要政企用户)和基站接入网, 现阶段部分通信运营商还是采取分别组网的方式(见图 1)。这种按业务独立组网的方式, 容易造成纤芯分布不均且不易调配, 光缆利用率非常低。

收稿日期: 2019-05-17

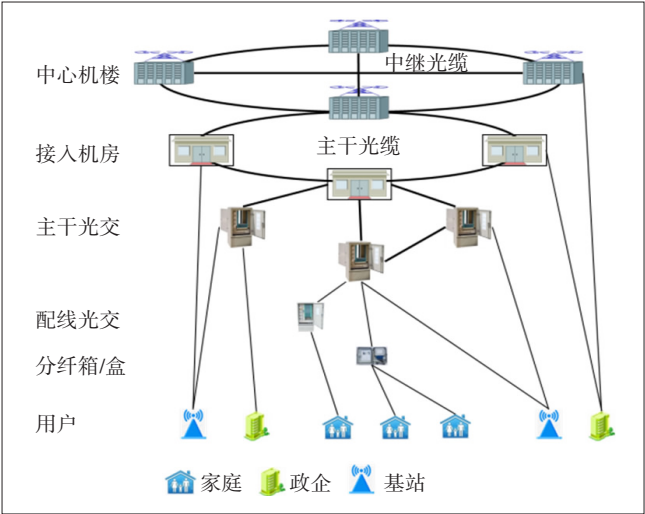


图1 接入光缆网现状图

根据5G业务的特点,为达到覆盖效果,相比4G而言,5G基站将会非常密集,并且成均匀分布趋势。5G基站越来越靠近用户,与家庭用户分布特点类似,为了充分利用光纤资源,可以将上述3个相对独立的接入光缆网进行整合,采取综合接入方式(见图2)。综合接入方式就是划定一个全业务综合接入区,在该接入区内统一规划建设接入光缆网,通过灵活跳纤的方式承载所有业务接入(见图3)。接入区内一般设置一个综合接入点(全业务综合机房)。接入区根据道路和地形组建多个主干光缆环,在主干光缆环上设置多个主干光节点(主干光交),每个主干光节点覆盖一定的片区,相邻片区之间实现不重叠无盲区覆盖。在片区内设置多个配线光节点(配线光交),配线光节点覆盖相应小区(居住小区或重要政企驻地),负责收容本小区内的所有业务,从而在一个综合接入区内实现全业务承载。

1.2 接入光缆网分层原则

根据业务类型不同接入光缆网可以分为2层或3层,根据用户特点和需求,采取分层次接入方式(见图

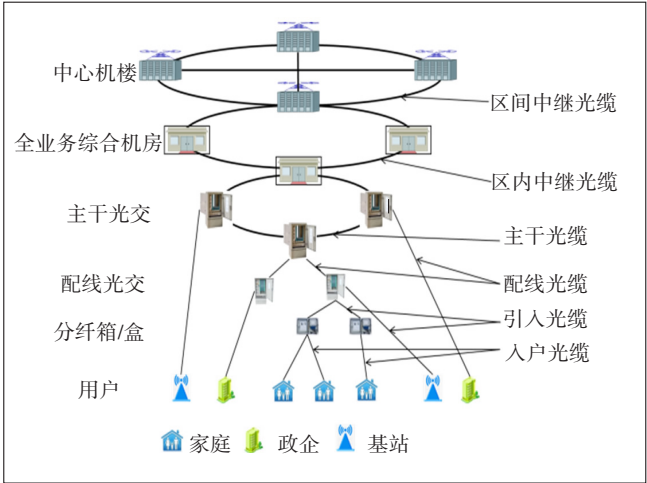


图2 接入光缆网规划图

3)。2层结构包括主干层(主干光节点、主干馈线光缆)和配线层(配线光节点、配线光缆),3层结构包括主干层、配线层和引入层(引入光节点、引入光缆),其中主干光缆以环型结构为主,配线光缆结构根据不同业务分为星型、树型和环型3种,引入光缆以星型和树型结构为主,个别重点用户也可以采用环型结构组网。不同用户分层结构详见表1。

表1 接入光缆网层次划分表

层次	适用用户类别	接入说明
2层	重要政企部门和室外基站	直接通过主干光节点接入
3层	家庭用户、普通企业、营业网点和室内分布系统	通过配线光节点接入

根据业务对网络质量、组网方式和安全性要求不同,建议重要政企部门和室外基站等业务采取2层接入方式,直接通过配线光缆接入;对于家庭用户、普通企业、营业网点等客户,建议采取3层接入方式,即通过引入光缆接入;室内分布系统根据其密集覆盖的特点,建议就近接入配线光节点,即也采取3层接入方式。

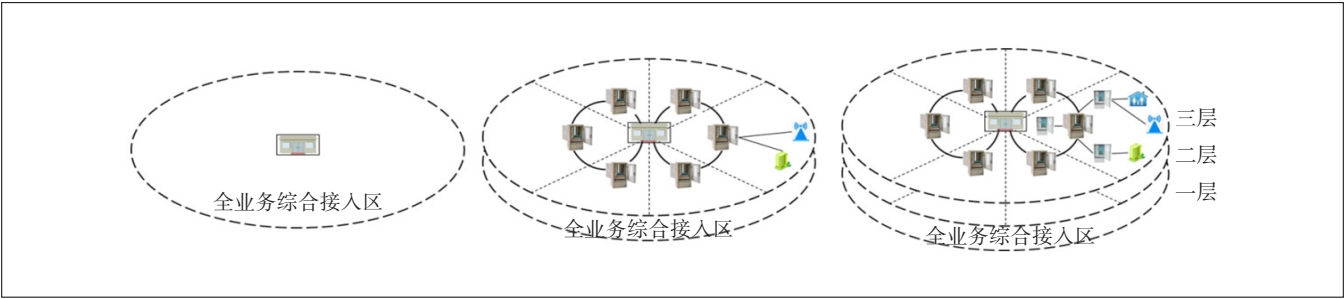


图3 全业务承载和分层次接入示意图

2 接入光缆网规划思路

接入光缆网规划主要是对“点”“线”“面”3者进行统一部署,“点”是指综合接入点、主干光节点、配线光节点和引入光节点,“线”是指主干光缆环、配线光缆和引入光缆,“面”是指综合接入区、片区和小区。

接入光缆网整体规划思路是“面”→“点”→“线”,其中重点是规划确定综合接入区、主干光节点和主干光缆环。

2.1 综合接入区

根据接入方式分析,业务以 PON 接入方式为主。有关综合接入区合理覆盖面积可以参照《光纤接入网规划设计手册》和《接入光缆与 ODN 网络规划方法》等资料,按最经济 OLT 覆盖理论半径进行测算,详细计算方法本文因篇幅所限免于累述,具体结论可参照表 2。

表 2 综合接入点覆盖面积分析表

用户密度 (户/km ²)	可接受最大面积 /km ²	最经济覆盖面积 /km ²	可接受最小面积/ km ²
3 000	23	12	6
6 000	14	7	4
10 000	10	5	3

对现有已覆盖综合接入区,根据运营商现有局所分布,结合地形、道路和现有通信资源等因素综合判定,对不合理的接入区进行优化调整,对于新开发区,接入区初期可暂按 3 000 户/km²进行区域覆盖,后期根据用户密度提升情况再进行分割。在确定接入区时应综合考虑道路(或规划道路)和现有资源的分布情况,便于主干光缆环的建设。

根据道路和地形将综合接入区划分为若干个独立的片区,各片区需考虑主干光缆能到达和便于主干光节点的设置等因素。片区再划分为若干个小小区,每相邻小小区之间需无缝覆盖。

2.2 光节点

2.2.1 主干光节点

主干光节点需尽可能设置在片区的中心位置,并便于线缆进出。主干光节点所覆盖片区面积不宜过大,覆盖半径 300~800 m,交接容量不宜超过 576 芯,一般覆盖 5~9 个配线光节点。

2.2.2 配线光节点

配线光节点需尽可能设置在小区的中间位置,并

便于线缆进出,覆盖半径 100~300 m,交接容量不宜超过 288 芯。

2.2.3 引入光节点

引入光节点直接接入用户,一般设置在相应楼层或引入点,接入容量不宜超过 24 芯。

2.3 主干光缆环

综合接入区确定后,根据道路和通信管道资源情况综合规划主干光缆环路由,主干光缆可以采取分批建设的模式,不具备建设条件的主干光缆可适当延后,但主干光缆纤芯需按中长期规划容量进行规划和建设。

主干光缆纤芯的确定需综合考虑业务传输类型,纤芯可按独享纤芯、共享纤芯和预留纤芯进行分配。共享纤芯和预留纤芯建议分配 12~24 芯,每个主干光节点的独享纤芯需考虑线缆收敛比(主干:配线=1:1.2~1.5)并整合为 12 倍数的纤芯。

主干光缆环上接入的主干光节点以 2~4 个为宜,主干光缆纤芯配置在 144~300 芯为宜。

3 业务和接入方式分析

3.1 5G 新业务接入方式分析

根据技术研究,三大通信运营商一致认为波分复用型无源光网络(WDM PON)接入技术将成为 5G 前传承载主流技术。PON 按信号分配方式可分为功率分割型无源光网络(PSPON)和 WDM PON。目前 EPON、GPON 均属于 PSPON,PSPON 采用星型耦合器分路,上行、下行传送采用 TDMA/TDM 方式,实现共享信道带宽,分路器通过功率分配将 OLT 发出的信号分配到各个 ONU 上。WDM PON 则是将波分复用技术运用在 PON 中,光分路器(OBD)通过识别 OLT 发出来的各种波长,将信号分配到各路 ONU。

采用 WDM PON 技术承载 5G 前传业务时,可以将 OBD 放置在配线光节点(或主干光节点),向下直连 AAU/RRU,向上经主干光缆直连 OLT。

3.2 主要承载的业务和接入方式

按用户类别进行划分,接入光缆网承载的业务主要包括如下 3 种。

a) 家庭业务。家庭业务主要包括固定语音、上网和视频业务,一般采用 PSPON+FTTH 接入方式。

b) 政企业务。家庭业务主要包括固定语音和上网业务,根据业务需要采用 PSPON、MSTP、PTN、IP-RAN、SDH、VPN 等接入方式。

c) 自营业务。自营业务主要包括运营商自身营业网点、移动基站和室内分布系统等,根据组网技术和对网络安全性要求不同可采取 PSPON、IPRAN 和 WDMPON 等接入方式。

4 需求分析和纤芯统计

4.1 配线光缆纤芯需求分析

在接入光缆网规划和建设过程中,配线光缆连接主干光节点和配线光节点(或业务接入点),起到承上启下的作用,主干光缆的纤芯数需依据配线光缆汇总而来,在有引入光缆的场景中也要通过线缆收敛到配线光缆,因此配线光缆纤芯需求量的统计非常重要。根据不同业务对纤芯需求进行分析,具体详见表3。

表3 配线光缆纤芯需求分析表

业务类型	业务对象	接入方式	配线光缆纤芯需求分析
家庭业务	居住小区、宿舍楼等	PSPON	覆盖住户数的1%~2%
政企业务	普通企业、视频监控等	PSPON	用户接入点数量的3%~6%
	重要政企部门	MSTP、PTN、IPRAN、SDH、VPN	业务接入点数量的2~4倍
自营业务	营业网点	PSPON	用户接入点数量的3%~6%
	5G、室内分布系统	WDMPON	AAU/RRU数量的5%~10%

家庭业务一般采取 PSPON 接入方式,在综合考虑实装率(75%)、分光比(1:50)和线缆收敛比(配线:引入=1:1.5~1:2)情况下,配线光缆纤芯数按覆盖住户数的1%~2%统计。

政企业务和自营业务采取 PSPON 接入方式时,在考虑分光比(1:16~1:32)的情况下,配线光缆纤芯数按用户接入点数量的3%~6%统计。

政企业务和自营业务采用非 PON 接入方式时,根据不同的传输方式(双芯单向/双芯双向),配线光缆纤芯数按业务接入点数量的2~4倍统计。

自营业务采用 WDMPON 接入方式时,在考虑分波比(1:20)和传输方式(单芯单向/单芯双向)的情况下,配线光缆纤芯数按 AAU/RRU 数量的5%~10%统计。

4.2 用户规划数量统计

用户规划数量需按覆盖区域内规划期末的数据进行预估。

家庭用户按 FTTH 考虑,采用 PSPON 接入方式,用用户数量按小区或区域内覆盖住宅数来统计。

当政企用户和自营业务采用 PSPON 接入方式时,根据客户需求,按接入的信息点数量来统计。

当政企用户和自营业务采用非 PON 接入方式时,根据客户接入的业务类型分别进行统计。

相比 4G 频段,5G 频段更高,频谱越大衰减就越大,为了满足信号覆盖要求,必须通过增加大量的基站来弥补。根据测算,5G 基站密度将是 4G 基站的 2~3 倍,5G 站间距在城市中心区域为 200~300 m,郊区为 500~1 000 m,农村为 1 500~2 500 m。国际电信联盟无线电通信局(ITU-R)定义了 5G 的 3 类典型业务场景:增强型移动宽带(eMBB)、大规模机器类通信(mMTC)、超可靠低时延通信(uRLLC)。其中 uRLLC 业务对 5G 站址分布起主要约束作用,特别是为了满足车联网(自动驾驶)对信号覆盖要求,城区街道和郊外主要道路上需做到无缝可视覆盖,道路沿线 200~300 m 需设置一个 5G 基站。

5G 基站、AAU/RRU 数量和配线(或引入)光缆纤芯数需根据基站分布密度进行测算,具体分析详见表4。

表4 每平方公里内 5G 基站及纤芯测算表

区域类型	站间距/m	基站/(个/km ²)	AAU/RRU/个	纤芯/芯
城市中心区域	200~300	16~25	48~75	48~150
郊区	500~1 000	1~4	3~12	3~24
农村	1 500~2 500	0.16~0.44	0.48~1.33	1~3

由表4可见,5G 建设初期对接入光缆的纤芯需求主要集中在城市中心区域和主要道路。

5 规划示例

5.1 规划场景设置

该规划示例场景在某城区,如图4所示综合接入区覆盖面积为 7 km²,相应用户分布密度详见表5,各类用户均匀分布,主干光缆路由上有可用管道资源。

5.2 规划流程

5.2.1 统计配线光缆纤芯数

根据前文所述原则,本接入区规划配线光缆纤芯数如表6所示,规划纤芯按高配和低配的平均值,合计需要 830 芯。

5.2.2 确定主干光节点数



图4 综合接入区覆盖图

表5 相应用户分布密度

序号	用户类型	分布密度	备注
1	家庭用户	6 000 户/km ²	
2	一般政企用户、视频监控点	500 户/km ²	渗透率按 50% 计取
3	重要政企用户	8 户/km ²	渗透率按 50% 计取
4	5G 室外 AAU/RRU	20 个/km ²	覆盖半径按 125 m 计取
5	5G 室内 AAU/RRU	80 个/km ²	

表6 配线光缆纤芯汇总表

序号	用户类型	接入用户数	低配纤芯	高配纤芯	规划纤芯
1	家庭用户	42 000	420	840	630
2	一般政企用户、视频监控点、营业网点	1 400	42	84	63
3	重要政企用户	28	56	112	84
4	5G 室外 AAU/RRU	140	7	14	11
5	5G 室内 AAU/RRU	560	28	56	42
	合计	44 128	553	1 106	830

主干光节点按覆盖半径 500 m 规划,本接入区需设置 9 个主干光节点,每个主干光节点至少占用主干光缆 92 芯以上。

5.2.3 组建主干光缆环

本接入区根据道路的实际分布情况组建 3 个主干光缆环(见图 5),每个主干光缆环设置 3 个主干光节点,在适当考虑 12~24 芯共享和预留纤芯后,每个主干光缆环需配置 288~300 芯。



图5 主干光缆环路由图

6 总结

接入光缆网规划重点是规划综合接入区内的主干光节点和主干光缆环,即选准主干光节点的位置和容量,确定主干光缆环的路由和纤芯数。5G 基站作为接入光缆网中一类用户,只要在确定基站分布密度和对纤芯需求的情况下,接入光缆网的规划工作也并不难。接入光缆网的规划是一份长期的工作,经常受管道资源和主干光节点选址等因素限制,主干光缆环可能无法一次布放到位,这需要规划和建设部门持续推进或灵活处理。

参考文献:

[1] 王庆. 光纤接入网规划设计手册[M]. 北京:人民邮电出版社, 2009.
[2] 中国电信股份有限公司. 接入光缆与 ODN 网络规划方法[EB/OL]. [2018-08-03]. <https://wenku.baidu.com/view/598c864a852458fb770b5659.html>.

作者简介:

周子义,毕业于北京邮电大学,高级工程师,学士,主要从事光通信网络咨询、规划和设计工作;杨洋,毕业于中南大学,工程师,学士,主要从事承载网及接入光网的规划研究、建设项目管理工作。

