



# 5G时代 光纤光缆应用白皮书



# CONTENTS

## 1.

1. 引言 01-02

---

## 2.

2. 5G承载网及其对光纤光缆的要求 03

2.1 5G承载网的主要特点 04-06

2.2 5G承载网对光纤光缆的要求 07





# 3.

- 3. 5G承载网的光纤光缆解决方案 **08**
  - 3.1 骨干网及云化数据中心互联光纤光缆解决方案 **09-11**
  - 3.2 数据中心光纤光缆解决方案 **12-13**
  - 3.3 城域网汇聚和核心层光纤光缆解决方案 **14-18**
  - 3.4 城域网接入层光纤光缆解决方案 **19-22**
- 

# 4.

- 4. 总结与展望 **23**
- 参考文献 **23**



# 1. 引言

1G让移动通话成为可能,2G打开了数字时代的大门,3G网络带来了高清图片、视频通话,4G催生了直播、短视频等互联网产业的兴起,5G作为第五代移动通信网络,将为世界开创一个万物互联的“5G时代”,造就一次社会和产业的变革。

5G的三大应用场景主要包括增强型移动宽带(eMBB)、大规模机器通信(mMTC)以及超高可靠低时延通信(uRLLC)。“信息随心至,万物触手及”,5G将渗透到未来社会的各个领域,以用户为中心构建全方位的信息生态系统;5G将使信息突破时空限制,提供极佳的交互体验,为用户带来身临其境的信息盛宴;5G将拉近万物的距离,通过无缝融合的方式,便捷地实现人与万物的智能互联。

随着中国工信部正式发布5G商用牌照,我国5G建设将进入实质阶段,也将给光纤光缆行业带来新的机遇和挑战。“5G商用,承载先行”,5G的业务定位将使运营商不仅需要专注于无线接入网(RAN),也需要延伸到存放内容的数据中心(DC),综合考虑涉及RAN与DC之间的全光网建设。目前传统的三大电信运营商均表示将以5G独立组网(SA)为目标架构,但会基于非独立组网(NSA)进行前期5G的快速部署以及试点。采用5G独立组网架构意味着后期相关电信运营商将独立于4G核心网之外,重新搭建各自新的5G核心网以支持未来5G业务的发展。

5G频段高、覆盖差,预计各类型的5G基站数量将会是4G基站数量的2倍,且其中需要相当数量的微基站以及室分基站协助宏站进行覆盖。根据工信部在2018年末的数据统计,三大传统电信运营商4G基站总数已经达到428万个,所以无论采用独立组网还是非独立组网,5G基站的部署数量都将是非常庞大的。根据目前三大传统电信运营商发布的信息:2019年将在40多座城市启动5G初步商用,预计共建设8~10万个5G宏站;2020年实现规模商用,将在数百个城市建设60~80万个宏站;2021~2027年实现大规模商用,进一步聚焦城市和县城及发达乡镇,需要部署百万量级的宏站和千万量级的小基站。密集的基站部署给光纤组网带来更高的挑战,为了满足5G的大带宽需求,接入网需要更多的光纤来支撑复杂的路由环境。所以,近期工信部通信科技委常务副主任、中国电信科技委主任韦乐平指出:“5G的竞争正演变为一场光纤基础设施的竞争,光纤基础设施资源成为5G差异化竞争要点,在5G时代光纤将存在数亿芯公里的需求空间”<sup>[1]</sup>。



表1: 中国四大运营商5G发展与规划 [2]

	中国电信	中国移动	中国联通	中国广电
发展策略	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 共同促进5G标准成熟</li> <li>· 共同打造5G智能网络</li> <li>· 共同创新5G应用模式</li> <li>· 共同繁荣5G终端产业</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 5G+计划</li> <li>· 5G+4G</li> <li>· 5G+AICDE</li> <li>· 5G+Ecology</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 开展5G规模试验, 打造产业生态</li> <li>· 进行5G配套资源的改造, 研究推进5G的共建共享</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 以“智慧广电”战略为主线, 推动“全国一网”整合发展, 今年基本完成“全国一网”的股份公司组建</li> </ul>
2019年 规划投资额度	90亿元	不超过172亿	60-80亿元	N/A
标准建设	主导5G国际标准化项目及任务33项, 申请5G发明专利197项	牵头15个项目, 申请专利超过千项	牵头立项3个项目	N/A
网络规划	以独立组网为目标方向, 初期同步推进非独立组网和独立组网规模试验	以独立组网为目标架构, 同步推进非独立组网和独立组网发展	主要地区4G/5G共存的核心网基本改造完毕	整合全国各省分散广电网络, 推进全国一张网建设, 基于700MHz频段开展业务试点

本白皮书基于5G承载网业务需求, 结合当前光纤光缆网络现状, 归纳总结了5G网络对光纤光缆的具体要求, 提出了适合当前5G承载各层网络建设的光纤光缆解决方案, 旨在为后续我国5G承载网光纤光缆部署、国际国内标准的推动、新型光纤光缆研发及产业健康有序发展提供参考。



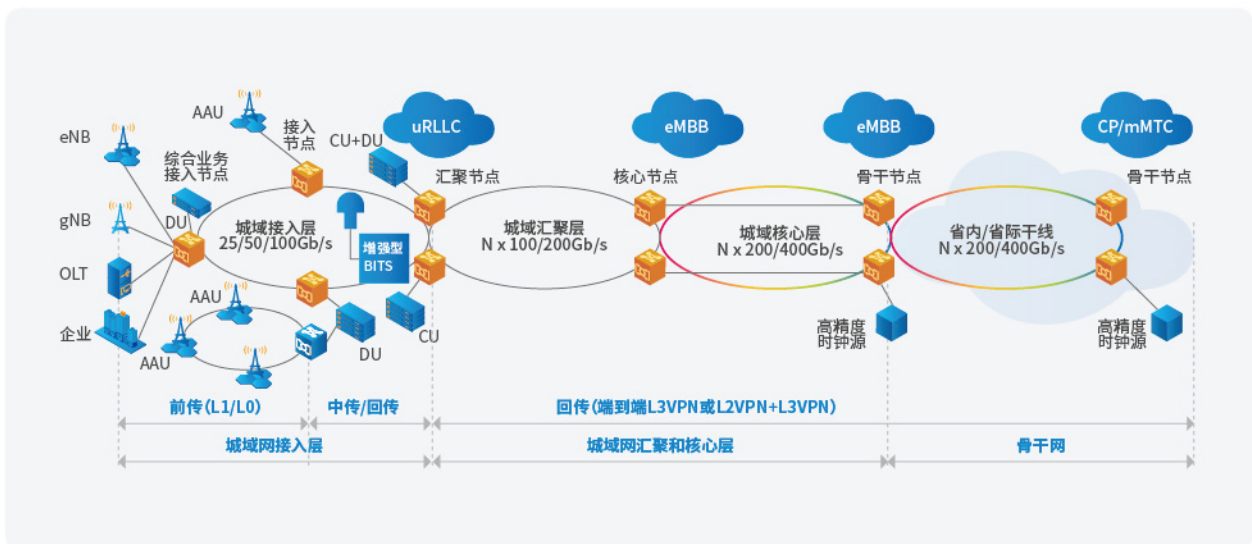
## 2. 5G承载网及其对光纤光缆的要求

我国运营商经过多年网络建设和优化,已形成较为稳定的光纤光缆网络。但5G的高速率、低时延特征对光纤容量及连接密度提出了更高的要求,并且光纤基础设施的架构、功能、路由拓扑和光纤类型也都将发生变化。

按照当前技术方案,5G承载网架构包括城域网和骨干网,其中城域网又可分为接入层、汇聚层、核心层三层构架。接入层多为环形组网,而汇聚层和核心层根据光纤资源情况,可分为环形组网和双上联组网两种类型。其中,接入层由主干光缆、配线光缆和引入光缆构成,方便快捷的边缘接入,有利于低成本、高带宽业务的快速接入和开通。为提高基础资源利用率,城域网将逐渐向一张网络同时承载多种业务的方向发展演进,以实现包括无线、固定宽带、专线、数据中心互联等在内的综合业务承载。



图1: 5G承载网络转发面组网架构 [3]





## 2.1 5G承载网的主要特点

### 密集组网和架构集中化

相对于4G网络,5G网络的频段更高,每个基站覆盖的范围更小,所以需要更多的基站来实现网络广覆盖。而基于具体技术需求和业务应用,未来5G基站数将是4G的数倍,5G带宽需求也约为4G的10倍,所以相对于4G网络,5G各个网络分层中的带宽需求也将增加。

根据5G承载网络分层组网架构,各层具体业务接口和相关点分析见表2。在5G的热点高容量典型场景中,将采用宏微异构的超密集组网架构进行部署,以实现5G网络的高流量密度、高峰值速率性能。5G RAN在建设初期主要采用gNB宏站以及集中单元(CU)和分布单元(DU)合设模式;在5G规模建设阶段,将采用CU和DU分离模式,并实施CU云化和集中化无线接入网(CRAN)建设模式。



表2: 5G承载网络分层组网架构和接口分析 [3]

网络分层	城域接入层		城域汇聚层	城域核心层/干线
	5G前传	5G中回传	5G回传+DCI	5G回传+DCI
传输距离	<10/20km	<40km	<40-80km	<40-80/几百km
组网拓扑	星型为主,环网为辅	环网为主,少量为链型或星型链路	环网或双上联链路	环网或双上联链路
客户接口	eCPRI:25GE CPRI:N×10G/ 25G或1×100G	5G初期: 10GE/25GE 规模商用: N×25GE/50GE	5G初期: 10GE/25GE 规模商用: N×25GE/50GE/ 100GE	5G初期: 25GE/50GE/100GE 规模商用: N×100GE/400GE
线路接口	10/25/100Gb/s灰光 或N×25G/50Gb/s WDM彩光	25/50/100Gb/s灰光或 N×25G/50Gb/s WDM彩光	100/200Gb/s灰光或 N×100Gb/s WDM彩光	200/400Gb/s灰光 或N×100G/200G/ 400Gb/s WDM彩光



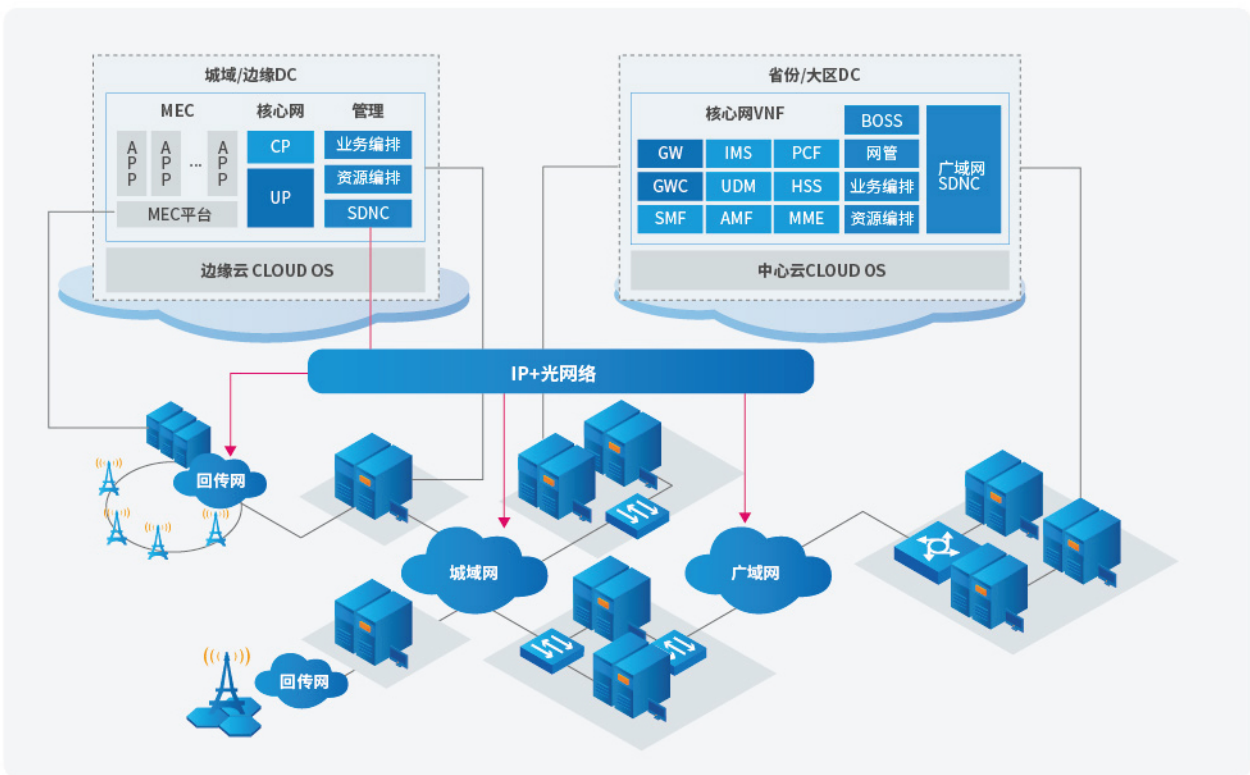
## 2.1 5G承载网的主要特点

### 云化大带宽网络

5G核心网部署可采用“中心-边缘”两级数据中心的组网方案。在实际部署中,不同运营商可根据自身网络基础、数据中心规划等因素灵活分解为多层次分布式组网形态。

网络功能虚拟化(NFV)的引入将使5G网络构建成一个虚拟化的网络环境;而软件定义网络(SDN)的引入则使得网络的可编排性得到提升,并分离网络的数据与控制面,SDN/NFV技术将是支持5G网络的重要手段。从业务需求以及技术发展角度来看,未来5G全云化时代的到来将会占用大量核心网络带宽,因此超大带宽及超大容量已成为运营商最基本的网络需求。从业务需求以及网络构架出发,未来5G场景汇聚层、核心-核心/核心-边缘数据中心之间的光互连以及骨干网网络流量都会显著增加,N\*100G/400G以及超400G技术将会广泛应用在5G网络汇聚层和核心层以及骨干网。而在数据中心内部,能够适应高密度连接,支持短波分复用(SWDM)和单纤双向传输(BiDi)技术,能够兼容下一代以太网标准的抗弯曲、大容量、高速率、高效率新型多模光纤也将成为热点。

图2: 端到端云化组网参考架构 [4]





## 高网络效率要求

在5G建设中，频谱效率和成本也是重点关注的因素。网络中日益增加的终端设备和光纤光缆线路大幅提升了运维成本，5G通信网络需要充分利用网络运行过程中产生的大量数据来降低网络运维成本，提升网络运营效率，提供更加智能的网络运营和管理能力。

# 5G





## 2.2 5G承载网对光纤光缆的要求

针对5G承载网以及相关部署场景的特点，我们归纳了5G承载网对光纤光缆的要求：

### 满足当前应用要求， 并考虑未来技术升级或需求增长需要

当前5G网络构架以及技术方案的选择仍然存在一定的不确定性，如独立组网和非独立组网方案，在前传段也存在不同的技术方案；而不断增长的业务需求也将带动相关技术不断演进。光纤光缆作为基础物理层，不仅要考虑满足当前应用要求，也要考虑兼容未来发展需要。例如，在骨干网以及云化数据中心互连方面，需要考虑未来400G以及T比特高速系统对非线性及OSNR的更高要求；在数据中心内部互联方面，需要考虑光纤跳线进一步密集布线的需要以及未来新一代以太网传输技术的演进；在接入层部署时，需要考虑弯曲性能对未来XG PON方案中长波长窗口开通的影响。

### 适应复杂应用环境， 高效灵活的部署开通方式

考虑到未来5G需要在复杂布线环境中进行大规模的基站部署，以及在数据中心内部高密度布线，抗弯曲性能将是5G承载网以及数据中心内光纤光缆最重要的特点之一；能够进行光电同传的光电复合光缆以及拉远光缆也会在5G前传段发挥巨大的作用；而在管网资源紧张的城市热点地区，小外径光缆以及微簇光缆又可以协同5G网络实现灵活高效地开通。

### 成熟可靠的技术方案， 较低的运营维护成本

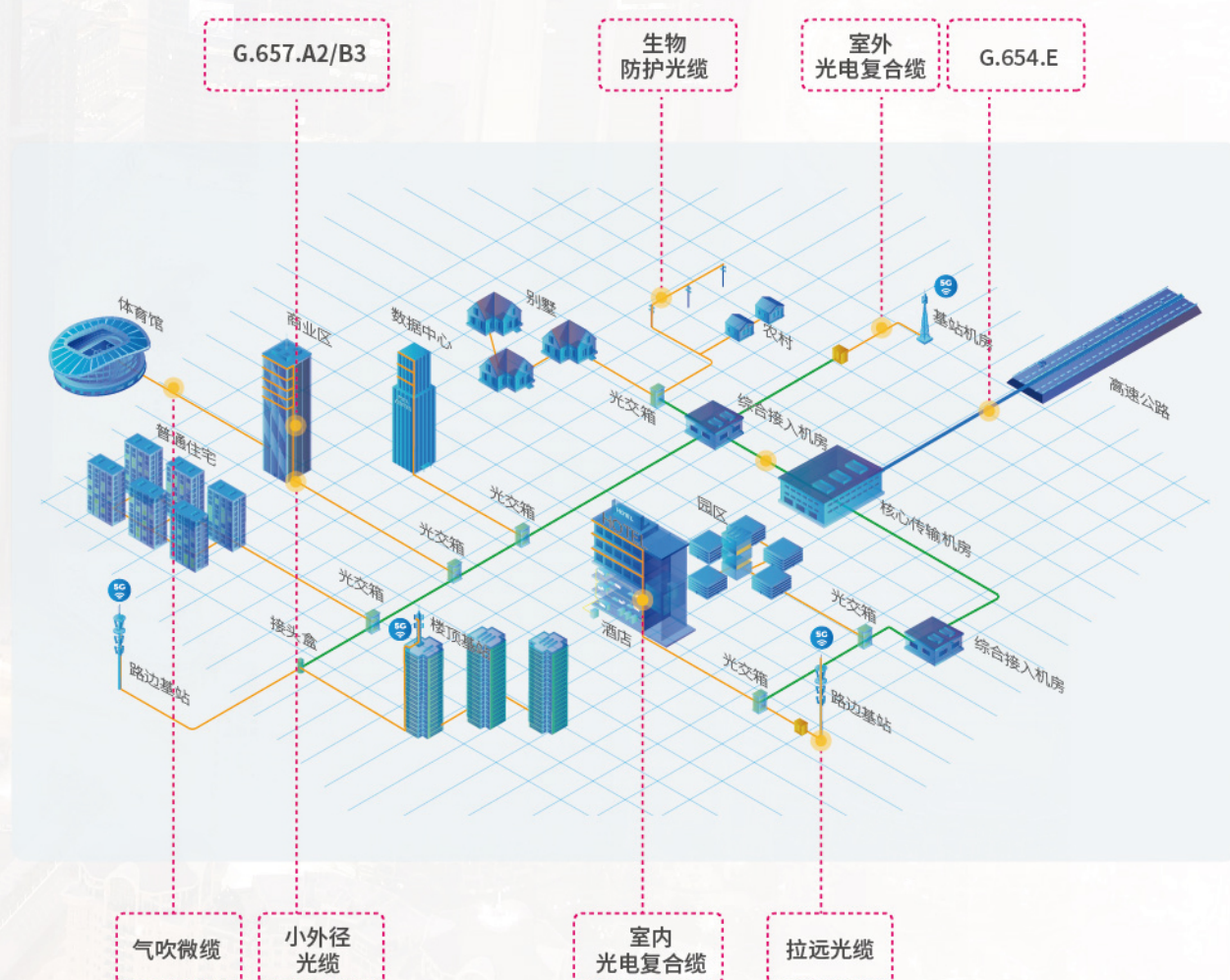
在接入和汇聚层，为了配合高效率网络部署和开通要求，采用新型的小型化、高密度气吹微管微缆敷设技术，可以有效提高承载网建设的效率，降低运营维护的成本。在特定场景下，使用生物防护光缆也可以增加5G承载网的可靠性。



### 3. 5G承载网的光纤光缆解决方案

针对5G承载网的相关业务特点以及部署方式,长飞公司提供了全面可靠的光纤光缆解决方案。

图3: 5G承载网光纤光缆解决方案



## 3.1 骨干网及云化数据中心互联光纤光缆解决方案

### 大有效面积 G.654.E光纤

随着核心网及云化数据中心之间传输速率和传输容量的不断增加，400G以及超400G技术将成为城域网核心层、省内外骨干网以及云化数据中心互联的主要技术选择。

从传输技术角度上分析，400G比100G有更高的频谱效率、更低的单位比特成本和更低的功耗的优势，但也面临高阶调制系统带来的更高OSNR以及更低非线性效应方面的要求。相对于传统的G.652.D光纤，大有效面积 G.654.E光纤具有更低的衰减系数和更大的有效面积，可显著降低光纤的非线性效应，提高系统的OSNR，从而增加系统无中继传输距离，减少中继站数量，降低网络时延。此外，新型G.654.E光纤为数据中心和中继站选址在地理位置上提供了一个更加灵活的选择，从而降低数据中心整体建设成本。

从系统总体建设成本角度进行了相关核算，假设传输距离为2000km，采用单载波400G传输系统以及96芯GYTA光缆结构，采用新型G.654.E光纤较使用传统的G.652.D光纤整体成本降低10%~15%。



表3: 400G系统中传统光纤与G.654.E传输距离对比

系统速率 [bps]	40G	100G	400G	400G
光纤类型	常规G.652	低衰减G.652	低衰减G.652	新型G.654.E
最大容量 [Tbs]	3.2	8	20	20
极限电中继距离 [km]	6000	3200	<800	<2000
链路典型衰减 [dB/km]	0.21	0.20	0.20	0.18
光纤有效面积 [ $\mu\text{m}^2$ ]	80	80	80	130



图4: G.654.E光纤扩大数据中心选址范围示意图



2016年,长飞公司配合中国联通建立了世界上第一条陆地干线大有效面积G.654.E光纤线路。该项目分别在东部干线网络和西部干线网络开展试点,其中东部山东济南-青岛段,光缆长度约430km,进行400G系统的传输性能现网测试验证;西部试验网选择了新疆哈密-巴里坤段,光缆长度约150km,充分验证了G.654.E光纤光缆在较恶劣的环境下长期运行的稳定性[5]。



中国移动京津济宁干线光缆采用长飞公司的G.654.E光纤,全长1539.6km,是目前世界上距离最长的G.654.E陆地光缆干线。试商用测试重点验证了现网铺设的G.654.E和G.652.D光缆链路损耗、光缆损耗和熔接损耗等关键指标,以及两种类型光纤多跨段100G/200G/400G混传系统的性能。测试结果显示,相比G.652.D光缆,G.654.E光缆损耗平均改善0.02dB/km,与预期一致;在G.654.E光缆承载100G/200G/400G系统时,各项传输性能核心指标均相应提升。在G.654.E光缆现网跨段配置并保证标准余量前提下,单载波400G16QAM首次实现超过600km的传输距离,单载波200G16QAM超过1000km的传输距离,单载波200G QPSK编码实现超过1500km的传输距离,标志着G.654.E光纤已经具备了商用能力[6]。

通过中国移动和中国联通的相关现网测试和综合评估,兼具大有效面积和低衰减特性的G.654.E光纤在业内已经被确定为支撑下一代超高速、长距离和大容量传输的最佳选择。

## 3.1 骨干网及云化数据中心互联光纤光缆解决方案

### 全干式光缆

随着我国经济的不断发展,绿色环保的理念逐步深入到各行各业。而全干式光缆突破了传统的油膏填充阻水方式,在光缆松套管和缆芯中均采用干式阻水材料,零油膏用量,节约资源,绿色环保;且全干式光缆具有更轻的重量,有利于光缆安装,同时其采用柔软抗弯折材料制作松套管,套管可直接在小尺寸接头盒内盘留,满足骨干网施工的各种要求。

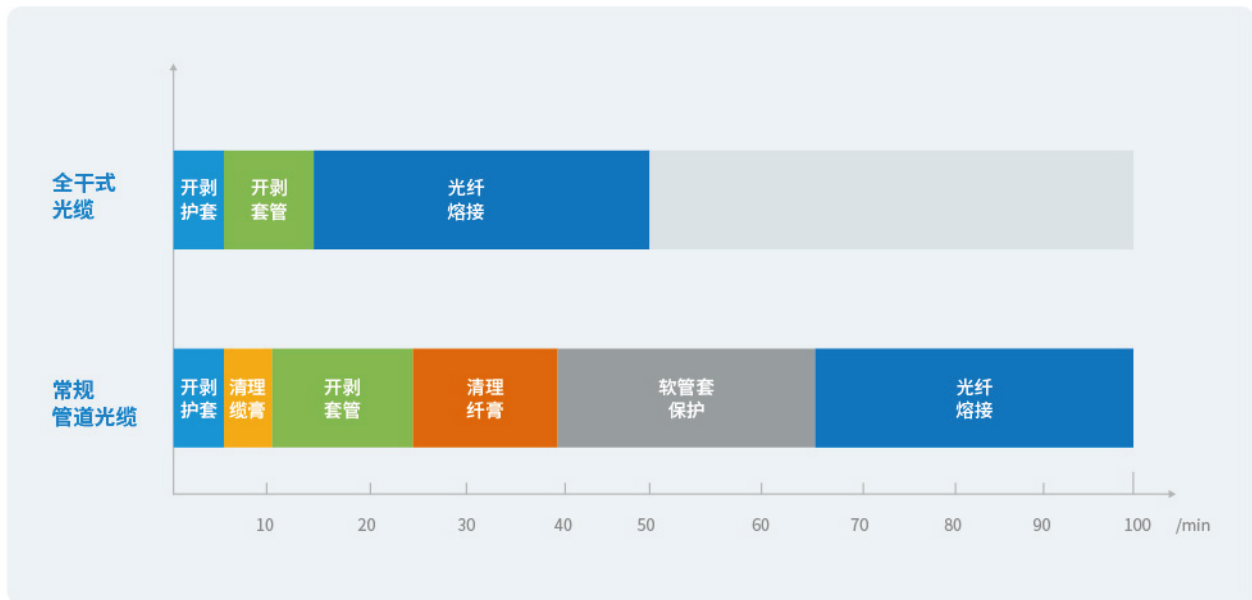
更重要的是全干式光缆改变了传统的施工接续方式,光纤接续中无需清除油膏和软套管保护,从而可以提高施工接续效率30%-60%。



#### 墨西哥 国家宽带工程

在墨西哥国家宽带工程长达上千公里的线路上,采用非自承式架空敷设方式,使用长飞新型全干式光缆进行了试点工程,全套工程满足客户需求,已稳定运行多年,验证了全干式光缆运行的长期可靠性。

图5: 全干式以及传统48芯GYTA光缆接续各步骤耗时对比





## 3.2 数据中心光纤光缆解决方案

### 高端通信多模光纤

为了适应5G新的业务特点以及网络构架,云化数据中心的建设将成为未来5G发展的热点。而随着数据中心对网络带宽需求的不断增长,数据中心内部传输速率由10G/25G,40G/100G向25G/100G,200G/400G演进,新需求和技术演进对数据中心内部互连的多模光纤提出了新的性能要求:兼容现有以太网标准的同时能满足未来升级至400G、800G,甚至更高传输速率的要求;需要可支持如SWDM、BiDi等多波长复用技术的宽带高带宽性能;以及可适应数据中心密集布线场景的优异抗弯曲性能。在此背景下,多模光纤及其应用的相关标准在持续升级,弯曲不敏感OM4和OM5多模光纤将是数据中心建设的热点光纤。

其中新型宽带多模OM5光纤可支持更多的工作波长、更高的传输速率,具有足够的开放性、扩展性和灵活性,能够为以太网升级提供余量空间,支持未来不同的网络应用,赋予数据中心更强的生命力。在850nm~950nm波段,OM5光纤可支持多个波长同时传输,相较于并行传输的100G-SR4方案,采用波分复用技术的100G-PAM4-BiDi方案和100G-SWDM4方案为数据中心网络布线精简了3/4的光纤用量。OM5光纤在PAM4调制技术及波分复用技术的加持下足以支持150米的100Gb/s、200Gb/s和400Gb/s传输系统,并为未来短距离高速传输网络提供升级余量。

表4: OM3/OM4/OM5 多模光纤带宽性能以及传输距离对比

光纤类型	有效模式带宽 (MHz.km)		满注入带宽 (MHz.km)			链路长度(米) @850nm 波长							
	850nm	953nm	850nm	953nm	1300nm	10 GBASE-SR	25 GBASE-SR	40 GBASE-SR4	100 GBASE-SR4	100 GBASE-SR10	400 GBASE-SR16	400 GBASE-SR8*	400 GBASE-SR4.2*
OM3	>2000	/	>1500	/	>500	300	70	100	70	100	70	70	70
OM4	>4700	/	>3500	/	>500	550	100	150	100	150	100	100	100
OM5	>4700	>2470	>3500	1850	>500	550	100	150	100	150	100	100	150

\*来自IEEE 802.3cm最新修订稿,预计最终版本2019年底前发布

## 3.2 数据中心光纤光缆解决方案

图6: 多模100G-PAM4-BiDi数据传输示意图

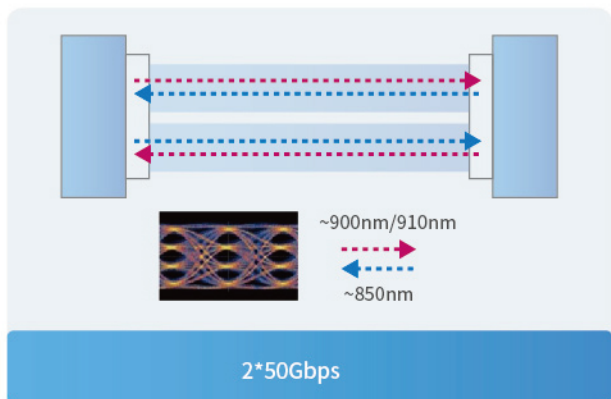
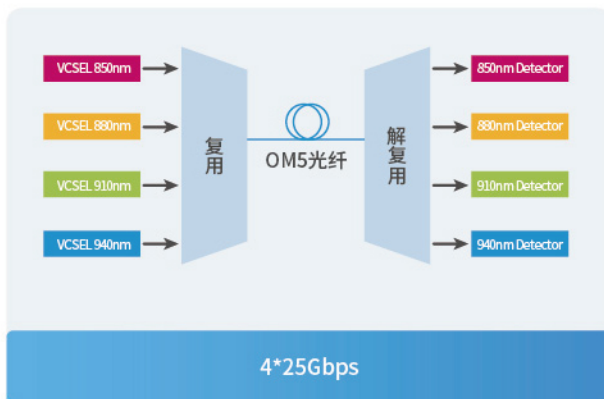


图7: 多模100G-SWDM4数据传输示意图



中国铁路总公司数据中心项目,采用长飞公司的超贝®宽带OM5弯曲不敏感多模光纤,这是国内大型数据中心首次规模使用OM5多模光纤。OM5多模光纤为该数据中心提供了低成本、低能耗、高性能、完美兼容的优质解决方案。

长飞公司的超贝®OM4弯曲不敏感多模光纤,用于阿里巴巴数据中心网络布线项目和京东旗下京东金融的机房布线项目,为其业务提供稳定可靠的网络数据传输。

### 超大芯数光缆

在数据中心内部互连等特定场景,需要使用高密度的超大芯数光缆,利于线缆维护和管理。超大芯数光缆接续简单便捷,其套管具有良好的柔韧性和抗弯曲能力,易于施工,能够很好地适应不同的安装环境。目前长飞公司可以提供最大芯数为7776芯的超大芯数光缆。

#### 横琴 “智能岛”

横琴“智能岛”建设工程项目中,长飞公司超大芯数光缆以多环、多路由方式连接横琴和珠海保税区,此次长飞公司超大芯数光缆的批量供货,将在网络和信息化层面,有力地推动横琴创新平台的建设,对于促进广东自贸试验区横琴片区信息化建设和科技创新,提升横琴信息科技产业发展水平,打造横琴“智能岛”意义重大。



### 3.3 城域网汇聚和核心层光纤光缆解决方案

在城域网光纤光缆网络建设中,经常面临着施工建设成本高,现有路由资源紧张以及部署环境中的生物危害等困难,而新型的气吹微缆、小外径光缆、微簇光缆和生物防护光缆可以有效降低或解决相关风险和困难。

图8: 城域网线缆解决方案



## 3.3 城域网汇聚和核心层光纤光缆解决方案

### 小外径光缆

在5G承载网的接入层或汇聚层进行光缆网络部署时,经常会遇到现有的管道资源紧张,且部署环境复杂的情况,所以高密度的光纤接入对光缆的尺寸以及光纤的弯曲性能提出了更高的要求。

降低光纤外径尺寸可以提高光缆中的光纤密度,利于实现光缆小型化。200微米小外径弯曲不敏感光纤在兼容G.657.A1/A2光纤优异的抗弯曲性能基础上,光纤玻璃部分仍为125微米,但将光纤涂覆层从250微米减小为200微米,从而完美地将光纤小型化和抗弯曲性能进行了有效结合。采用200微米G.657.A1/A2光纤时,在光缆外径不变的前提下可以大幅提高光纤芯数,或者在光纤芯数不变的前提下减小光缆外径。最优情况下较常规结构光缆直径可降低50%,显著提高光缆管道的光纤安装密度,节约管道资源。

图9: (a) 200微米小外径弯曲不敏感单模光纤尺寸和(b)小外径光缆尺寸

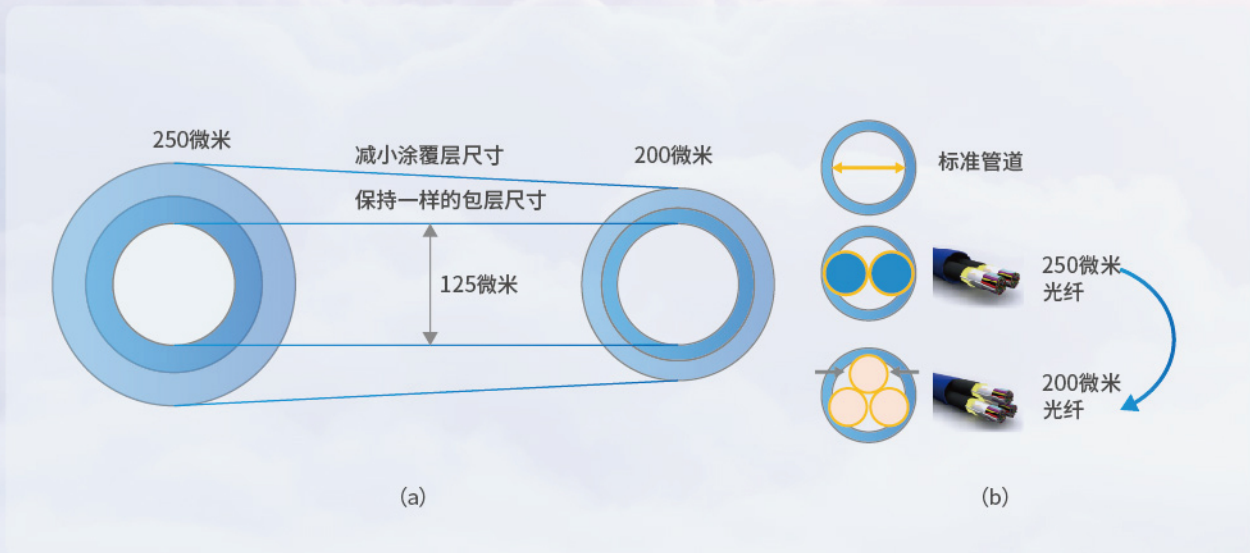




表5: 小外径光缆的尺寸优势

光缆类型	松套管层绞	骨架式带缆		层绞式带缆		束管式带缆	GYTA-G.657.A2 (200微米)	直径 减小幅度
		4芯光纤带	6芯光纤带	4芯光纤带	6芯光纤带			
光纤单元	12芯2.4mm松套管	4芯光纤带	6芯光纤带	4芯光纤带	6芯光纤带	12芯光纤带	-	-
96芯	13.6mm	13.2mm	-	14.7mm	-	14.4mm	8.1mm	38%~45%
120芯	14.8mm	-	14.1mm	17.9mm	15.6mm	15.7mm	9mm	36%~50%
144芯	17mm	14.1mm	15.8mm	17.9mm	16.8mm	15.7mm	9.8mm	30%~45%

## 湖北 武荆干线

在湖北武荆干线全长206公里的项目中,采用长飞200微米小外径弯曲不敏感光纤光缆,在直径40/33mm的一根硅管中气吹敷设两根直径10/8mm微管,再分别在微管中气吹敷设一根96芯层绞式气吹微缆及一根48芯层绞式气吹微缆。该项目实现了多条光缆在干线上共用一根硅芯管,管道利用率增加,节约建设和运营成本。本案例的成功不仅解决了现有业务对光纤的需求,而且证明了微管微缆技术应用于二级干线传输的可行性。

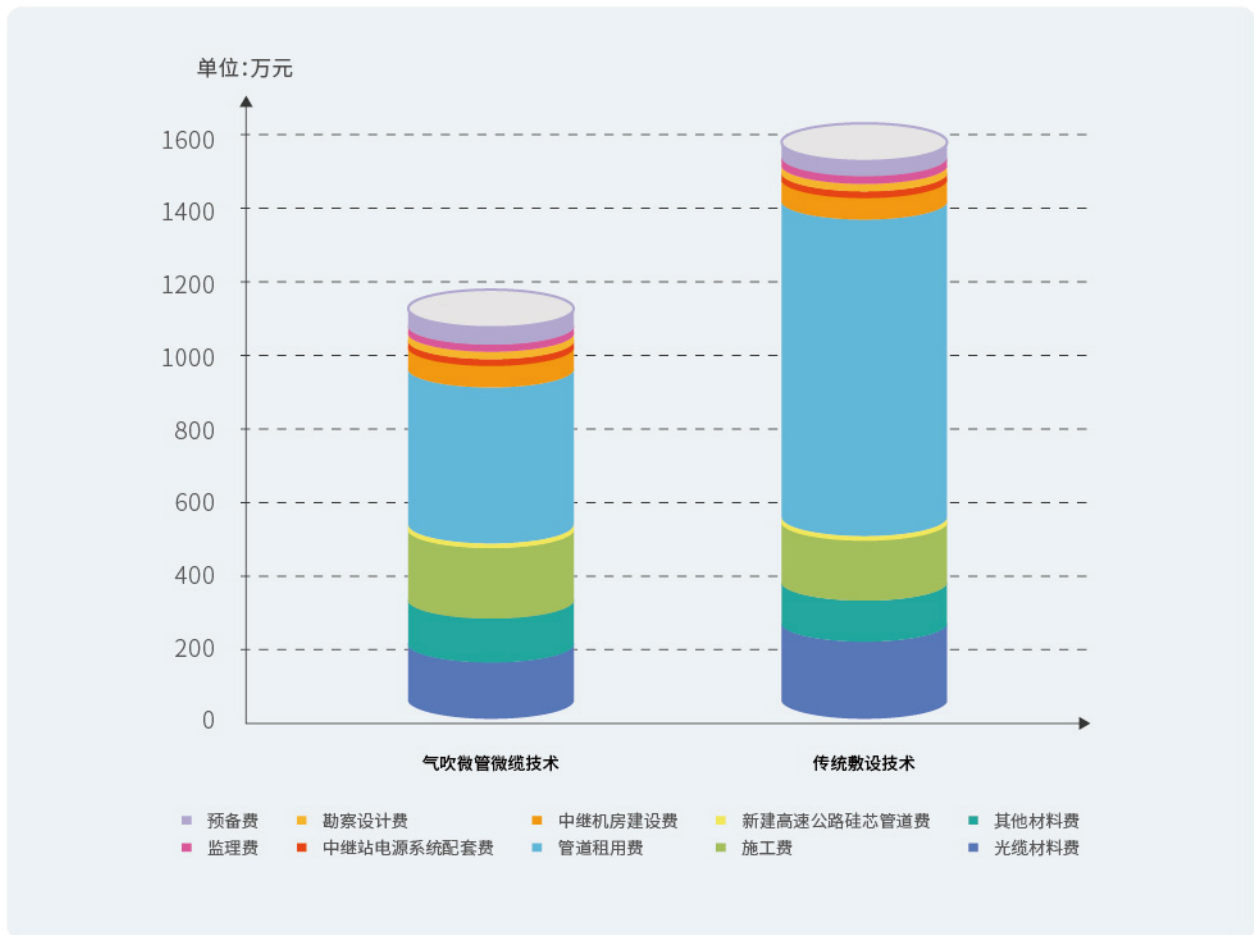
## 3.3 城域网汇聚和核心层光纤光缆解决方案

### 气吹微管微缆

气吹微管微缆同传统光缆  
相比较有两大优势：

- 第一：** 在采用小外径弯曲不敏感光纤的基础上，气吹微缆施工中相关缆、管等配套产品的尺寸可以最大程度的减小，提高了光纤密度和管道利用率。
- 第二：** 采用新型的高压气体气吹铺设方式，可以一次性实现1.5公里光缆的气吹铺设，避免了地面开挖，非常适合在城域网现有管道中进行施工，减少总体建设周期和成本；且无须事先设定接续盒和光缆分歧的位置，可以在不影响其它光缆正常运行的情况下，随时、随地切断外保护管和其中的微管，进行光缆分歧，同时节省人孔、手孔和接续头的数量，降低综合成本。

图10: 气吹微管微缆建设成本分析





以144芯气吹微缆解决方案为例,气吹微缆中光纤密度可增大到5倍,管道敷设密度可提高6倍,同时气吹施工速度可达60m/min,施工效率大大高于传统的牵引施工方式。由于采用了新型的铺设方式以及新型的光缆结构,如图10所示,气吹微管微缆解决方案可以显著降低建设成本。

### 上海移动 接入机房光缆 路由改造

上海移动静安区综合业务区接入机房光缆路由改造项目位于旧城区,管道资源紧张。采用人工牵引,在仅有的一孔栅格管中布放4根直径10/8mm的微管,然后在其中一根微管中敷设一根96芯松套层绞式气吹微缆,该项目不仅解决了旧城区线路现有光纤的需求,还创建了管孔资源,为将来扩容做了准备,管道利用率显著增加。

### 徐州 中石化小区 驻地网

徐州中石化小区驻地网项目位于旧小区,光缆需穿过地下外径110mm的PVC管道及垂直引入建筑的外径30mmPVC管道,部分管道中已敷设了光缆且存在直弯角。在1-3#光交,采用人工牵引在管道中布放直径10/8mm的微管,直接从光交接箱牵引到每栋楼的配线箱,然后在微管内气吹敷设12芯松套层绞式气吹微缆;在其余光交,采用人工牵引在管道中布放直径5/3.5mm的微管,直接从光交接箱牵引到每栋楼的配线箱,然后在微管内气吹敷设2芯高性能气吹单元EPFU。

两个项目中分别采用人工布线和气吹微管微缆布放方式,气吹微管微缆方案操作简便、效率高,成功解决了安装难题,受到施工单位以及业主客户的高度好评。

## 微簇光缆

在5G接入或汇聚层的光缆铺设过程中,经常遇到需要从主干光缆引出或分出支干光缆单元的情况。

微簇光缆可以将微单元进行拨出分离,避免了敷设多根小芯数光缆的繁琐施工,并且微簇光缆中光纤芯数可以达到864芯,光缆直径不到19mm,仅占传统光缆50%截面积,重量仅55%,微单元芯数也可根据具体需求进行定制。

## 生物防护光缆

5G室外线缆布线环境复杂,需要考虑对室外线缆做好必要的防护。在室外环境中,光缆线路的破坏主要来自啮齿类、鸟类、蚁类等生物的啃咬啄食,因此,需要对室外线缆做一定的预防处理。当前通过物理防护与化学防护方式结合的生物防护光缆,防护效果优异,且可根据防护性能、防护对象以及使用环境的不同进行结合,制定种类齐全的产品解决方案(如防鼠光缆,防鸟啄光缆,防火光缆等),供客户选择和参考。

例如,在江苏/安徽等农村地区光网建设项目中,长飞公司提供了轻型自承式架空防鼠光缆,目前已稳定运行,验证了该结构光缆的防鼠性能。

## 3.4 城域网接入层光纤光缆解决方案

在5G超密集组网的建设过程中，接入层建设主要面临的困难是海量新建宏基站和室内微基站的密集光纤连接、以及特定情况下的基站光电一体同传的问题。接入段复杂的布线环境，尤其是在室内进行光纤光缆布线时，线缆的弯曲损耗会影响整体链路传输性能。另一方面，考虑到以后5G供应链以及核心元器件的多样性和开放性，未来使用有源以太网（POE）方案直接供电的方式可能会受到限制，光电复合缆在未来可能会有更广泛的应用。

### 弯曲不敏感光纤

G.657.A2/B3光纤是在国内外FTTx建设中被广泛使用，且反响良好。其完美解决了常规光纤在小弯曲半径下损耗大的问题，可以满足光纤入户等室内外复杂布线条件下的安装施工需求，克服墙角转弯、跳线固定以及线缆高张力等情况带来的弯曲附加损耗，保证通信系统稳定运行。所以我们在5G接入层推荐继续使用这两款G.657光纤产品。

FTTH入户段施工的过程中，某些用户家中的管线由于陈旧、损坏，基本无法施工。要实现光纤入户必须部分明线，传统皮线缆明线部分影响客户家中的装修，客户体验很差。某些客户还不允许在用户家门口的墙上开洞，导致光缆无法进入到用户家中。长飞公司提供的隐形光缆入户方案，在用户门外设置一个门头盒，从楼道弱电井敷设过来的皮线光缆在门头盒中与隐形光缆熔接，隐形光缆穿过墙洞进入到用户家中，在用户家中，隐形光缆沿墙角线进行敷设，直到ONU放置点。针对某些用户不允许在门口的墙上开洞的情况，可用0.9mm外径的隐形光缆从门缝处穿入到用户家中，再用保护胶进行固定和保护。客户采用长飞公司隐形光缆方案后，解决了某些客户家中光纤到户的问题，提升了客户体验。

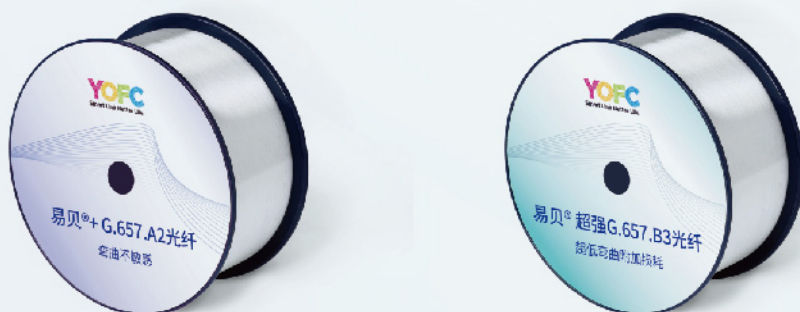




图11: 室内0.9mm外径的隐形光纤布线方案



### 广州海闻公司 办公以及工作区 项目

基于长飞公司相关解决方案,在广州海闻公司办公以及工作区进行了FTTD的重新布线。使用了0.9mm外径的隐形G.657光缆沿墙角布线,肉眼几乎不可见,实现了光纤到桌面,为客户提供高速畅通的网络接入,同时丝毫未影响和破坏客户办公室的装修环境。

## 3.4 城域网接入层光纤光缆解决方案

### 室内和室外光电复合缆

随着5G网络建设,通信光缆和设备不断地向用户侧延伸,远端基站、通信机房、用户接入点等室内应用场景对传输速率和设备供电提出了更高要求,原有POE已无法满足要求,而采用室内/室外光电混合缆方案可同时支持光纤大容量高速传输和实现高效电能与光信号的共缆传输,提供对设备电源的集中监控和维护,并有利于网络中电源设备的集中建设、运维,降低建设和运维成本并提升效率。如使用包含蝶形光缆(G.657.A2光纤制备)的光电复合缆,既可满足室内小弯曲半径布放要求,又能够在分离后可现场制作光纤快速连接器,施工操作简单方便,可以大幅降低安装维护成本。

图12: 室内光电复合缆连接示意图

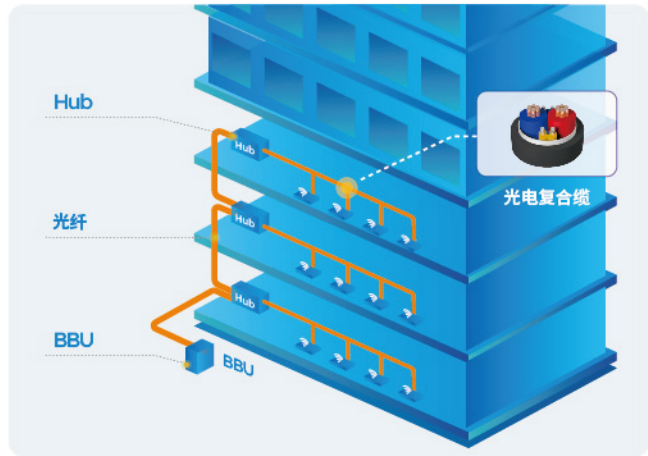


图13: 远程供电示意图

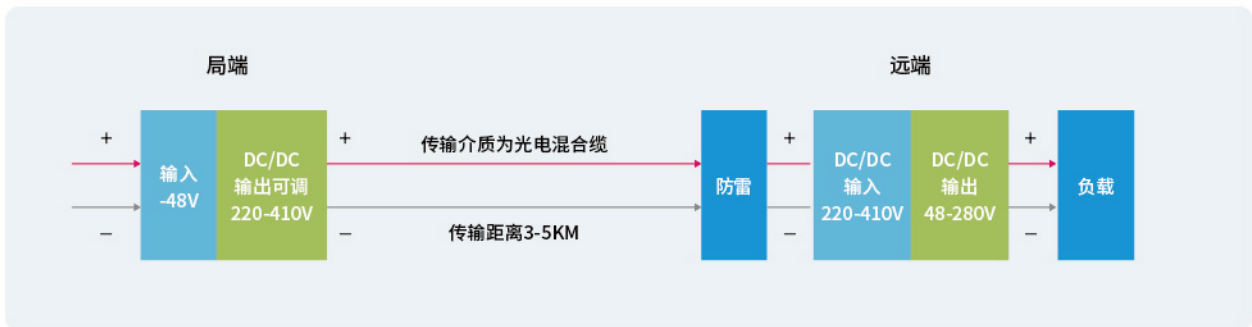


图14: 室外光电复合缆点对点应用场景



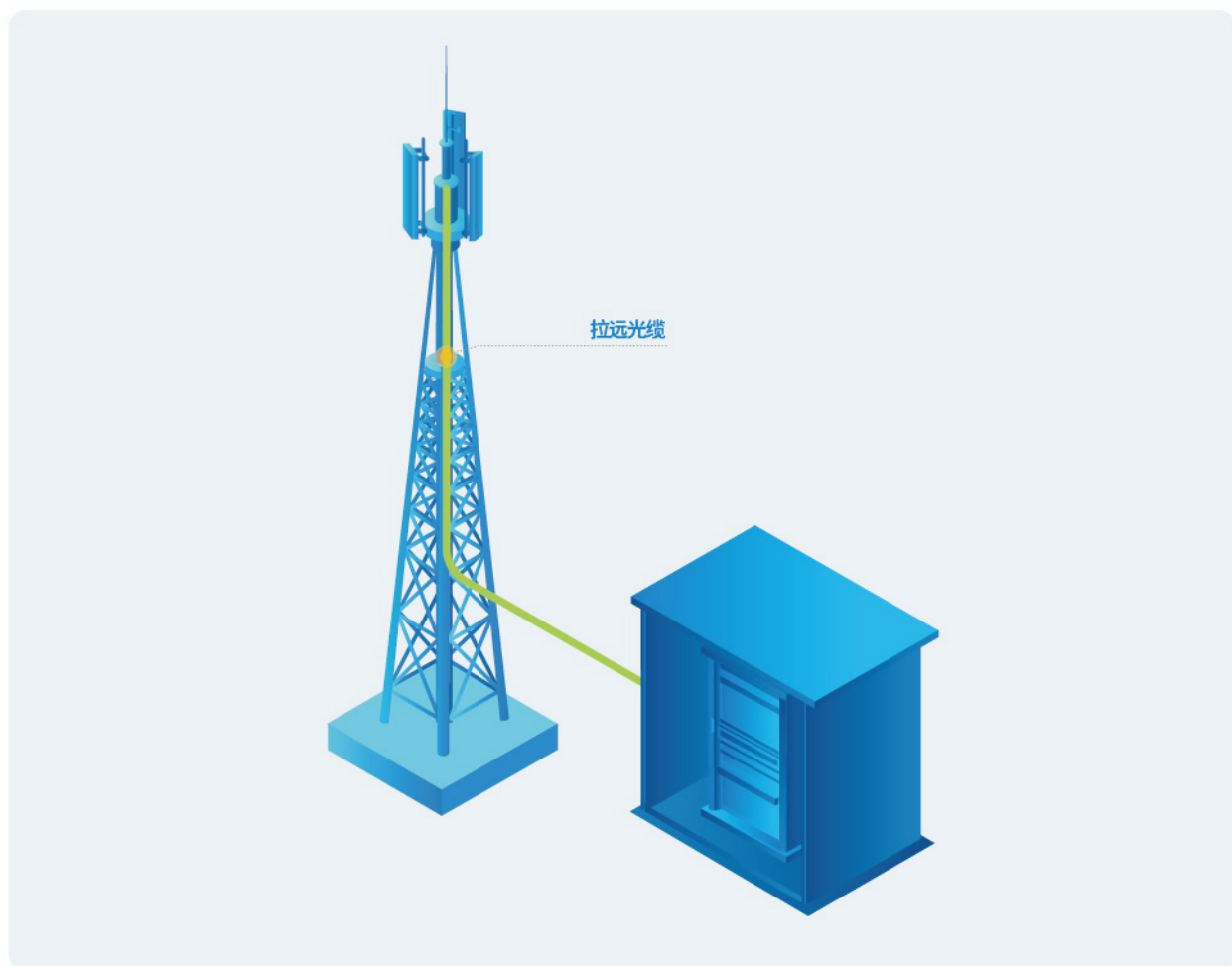


## 室外拉远光缆

室外拉远光缆可为分布式基站提供灵活部署的调配方案, 实现有源天线单元(AAU)之间的资源调度和调配, 室外拉远光缆连接示意图如图15所示, 利用基站拉远, 可以统筹基站资源, 提高组网效率, 便于网络优化, 降低建设和运营成本。



图15: 基站室外拉远光缆连接示意图



## 4. 总结与展望

5G时代, 丰富多彩的移动互联网和物联网产业发展对移动通信网络提出了更高的要求和挑战。随着5G牌照的发放, 5G已进入商用关键期。“5G网络, 光纤承载”, 高品质高性能的光纤光缆是5G网络的基础, 新型光纤和光缆技术必将为5G网络建设提供更好支持。“智慧联接, 美好生活”, 长飞公司将致力于不断提供高品质的光纤光缆产品与解决方案, 为客户创造价值, 共同促进光通信产业有序发展, 鼎力支持5G规模商用和持续发展。

### 参考文献

- [1] 韦乐平. 5G给光纤、光模块、WDM光器件带来新机[EB/OL].  
<http://www.cctime.com/html/2019-6-12/1453879.htm>
- [2] 高超. 发令枪响, 看四大运营商5G时间表、路线图[EB/OL].  
<http://news.ccidnet.com/2019/0612/10470637.shtml>
- [3] IMT-2020(5G)推进组. 5G承载网络架构和技术方案白皮书[EB/OL].  
[http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/t20180928\\_186179.htm](http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201809/t20180928_186179.htm)
- [4] IMT-2020(5G)推进组. 5G核心网云化部署需求与关键技术白皮书[EB/OL].  
[http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201806/t20180621\\_174513.htm](http://www.caict.ac.cn/kxyj/qwfb/bps/201806/t20180621_174513.htm)
- [5] Shikui Shen et al. G.654.E Fibre Deployments in Terrestrial Transport System[C].  
Optical Fiber Communication Conference, M3G.4, 2017.
- [6] 李允博. 中国移动首次成功完成新型光纤长距离传输单载波400G系统试商用测试[EB/OL].  
<http://www.cww.net.cn/article?id=447352&from=singlemessage&isappinstalled=0>





# 5G



长飞光纤光缆股份有限公司

股票代码: 601869.SH 06869.HK

地址: 中国武汉光谷大道9号 (邮编: 430073)

电话: +86 400-006-6869 邮箱: 400@yofc.com

[www.yofc.com](http://www.yofc.com)

© 201906 长飞光纤光缆股份有限公司版权所有



微信订阅号