

# T/CAICI

中国通信企业协会团体标准

T/CAICI 99—2024

## 5G 前传接入网工程技术规范

Technical specification for 5G front-haul access network engineering

2024-12-03 发布

2024-12-25 实施

中国通信企业协会 发布

## 目 次

|                                   |    |
|-----------------------------------|----|
| 前言                                | II |
| 1 范围                              | 1  |
| 2 规范性引用文件                         | 1  |
| 3 术语和定义                           | 2  |
| 4 缩略语                             | 3  |
| 5 总体方案                            | 3  |
| 5.1 前传范围与组网结构                     | 3  |
| 5.2 前传速率                          | 4  |
| 5.3 前传系统规划                        | 5  |
| 5.4 方案选择                          | 5  |
| 6 设计                              | 6  |
| 6.1 前传设备设计                        | 6  |
| 6.2 光纤网络设计                        | 12 |
| 6.3 传输性能指标设计                      | 13 |
| 7 施工                              | 13 |
| 7.1 施工前检查                         | 13 |
| 7.2 前传设备安装                        | 14 |
| 7.3 光纤网络敷设及安装                     | 14 |
| 7.4 链路测试                          | 15 |
| 8 验收                              | 15 |
| 8.1 竣工文件                          | 15 |
| 8.2 工程验收                          | 16 |
| 9 运行维护                            | 18 |
| 附录 A（资料性）应用代码说明                   | 19 |
| 附录 B（资料性）前传 25Gbit/s 光收发合一模块光功率参数 | 23 |
| 附录 C（资料性）单纤双向波分复用器插入损耗参数          | 26 |
| 参考文献                              | 28 |

## 前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由中国通信企业协会团体标准管理委员会提出并归口。

本文件负责起草单位：中国移动通信集团设计院有限公司、安徽电信规划设计有限责任公司、江苏亨通光电股份有限公司、华能国际电力股份有限公司上海石洞口第二电厂、河北电信设计咨询有限公司、上海邮电设计咨询研究院有限公司、北京万成瑞讯科技有限公司、中徽建技术有限公司。

本文件主要起草人：杨珩、黄乐天、丁为民、余嗣兵、崔北柱、于涛、马钧、陈思勤、吴炯翔、查万纪、刘峰、黎炜珺、程晓东、段庆、付斌、金巍、罗杰。

# 5G 前传接入网工程技术规范

## 1 范围

本文件规定了接入网工程中与 5G 前传接入有关的术语和定义、应用到的技术方案、前传设备的配置，以及工程涉及到管线与设备敷设安装的设计、施工、验收和运行维护等要求。

本文件适用于 DU 和 AAU 设备前传接口之间采用光纤直连、无源波分复用、半有源波分复用等传输技术解决方案时，工程的设计、施工、验收和运行维护等环节工作。4G 前传接入网工程可参照本文件执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 50689—2011 通信局(站)防雷与接地工程设计规范
- GB 51120—2015 通信局(站)防雷与接地工程验收规范
- GB 51158—2015 通信线路工程设计规范
- GB 51171—2016 通信线路工程验收规范
- GB/T 51242—2017 同步数字体系（SDH）光纤传输系统工程设计规范
- GB/T 51369—2019 通信设备安装工程抗震设计标准
- GB/T 51380—2019 宽带光纤接入工程技术标准
- GB/T 51421—2020 架空光(电)缆通信杆路工程技术标准
- YD/T 1821—2018 通信局（站）机房环境条件要求与检测方法
- YD/T 2199—2010 通信机房防火封堵安全技术要求
- YD/T 2759—2014 10Gbit/s 单纤双向光收发合一模块
- YD/T 2759.2—2020 单纤双向光收发合一模块 第 2 部分：25Gb/s
- YD/T 3125.2—2019 通信用增强型 SFP 光收发合一模块（SFP+） 第 2 部分：25Gbit/s
- YD/T 3131—2016 无线基站 BBU 与 RRU 互连用 SFP/SFP+光收发合一模块
- YD/T 4013.1—2022 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 1 部分：总体技术要求
- YD/T 4013.3—2022 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 3 部分：LWDM
- YD/T 4013.6—2023 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 6 部分：南向接口
- YD/T 4019.1—2022 25Gb/s 波分复用（WDM）光收发合一模块 第 1 部分：CWDM
- YD/T 4019.2—2022 25Gb/s 波分复用（WDM）光收发合一模块 第 2 部分：LWDM

YD/T 4019.3—2022 25Gb/s 波分复用（WDM）光收发合一模块 第3部分：DWDM

YD/T 4019.4—2022 25Gb/s 波分复用（WDM）光收发合一模块 第4部分：MWDM

YD/T 4020.1—2022 城域接入用单纤双向波分复用器 第1部分：DWDM

YD/T 4020.4—2023 城域接入用单纤双向波分复用器 第4部分：MWDM

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

**无源波分复用系统** passive wavelength division multiplexing

简称无源 WDM，是相对于有源波分复用系统的另一种波分复用系统，用于前传时，DU 侧、AAU 侧均为无源设备，由光复用器/解复用器组成。系统本身无 OAM 功能，仅可通过无线设备网管对 CPRI/eCPRI 接口光模块状态、性能指标进行监测管理。

#### 3.2

**半有源波分复用系统** semi-active wavelength division multiplexing

简称半有源 WDM，是面向前传的一种波分复用系统，该系统的一端设备为有源设备，放置于 DU 侧，由光复用器/解复用器和发射机/接收机组成；另一端为无源设备，放置于 AAU 侧，由光复用器/解复用器组成。系统的有源部分支持支路、线路和模块的监控等光层 OAM 功能，支持线路保护，具备配置管理、性能管理、告警管理等功能。

#### 3.3

**粗波分复用** CWDM, coarse wavelength division multiplexing

中心波长分别位于 O、E、S、C、L5 个波段，波长间隔为 20nm，支持 18 通路的波分复用系统。本文件中粗波分复用系统是指用于 5G 前传的 6 通路 25Gbit/s 或 12 通路 10Gbit/s 的波分复用系统。

#### 3.4

**中等波分复用** MWDM, medium wavelength division multiplexing

中心波长由 CWDM 系统 1271~1371nm 的中心波长分别左右偏移 3.5nm 得到，波长间隔依次分别为 7nm 和 13nm，支持 6 通路 25Gbit/s 或 12 通路 25Gbit/s 的 5G 前传波分复用系统。

#### 3.5

**细波分复用** LWDM, LAN wavelength division multiplexing

中心波长位于 O 波段零色散点附近，通路间隔为 800GHz，介于传统密集波分复用（通常为 100GHz 和 50GHz）和粗波分复用（20nm，约 3THz 左右）之间，支持 12 通路 25Gbit/s 的 5G 前传波分复用系统。

#### 3.6

**密集波分复用** DWDM, dense wavelength division multiplexing

中心波长位于 C 波段，波长间隔 50GHz 或 100GHz，支持 40、80 通路的波分复用系统。本文件指

用于 5G 前传的 12、24、40 通路的波分复用系统。

### 3.7

#### 通路 channel

传送光信号的通信信道，每个信道通过频谱分割实现，在频域上占用标准化的带宽。不同方向上的两个光通路实现信号的双向传输功能。

### 3.8

#### 端口无关 port-agnostic

自动将 AAU 侧设备工作波长调节至其所连接光复用器/解复用器/分插复用器物理端口对应的波长上，波长可调谐 AAU 侧设备可以在消息通道协助下完成该功能。

## 4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

|       |            |                                        |
|-------|------------|----------------------------------------|
| 5GC   | 5G 核心网     | 5th Generation Core Network            |
| AAU   | 有源天线单元     | Active Antenna Unit                    |
| AWG   | 阵列波导光栅     | Arrayed Waveguide Grating              |
| CPRI  | 通用公共无线接口   | Common Public Radio Interface          |
| CU    | 中央单元       | Centralized Unit                       |
| DU    | 分布式单元      | Distributed Unit                       |
| eCPRI | 增强通用公共无线接口 | enhanced Common Public Radio Interface |
| NRZ   | 不归零编码      | Not Return to Zero                     |
| OADM  | 光分插复用器     | Optical Add-Drop Multiplexer           |
| ODN   | 光分配网       | Optical Distribution Network           |
| ODU   | 光解复用器      | Optical Demultiplexer Unit             |
| OLP   | 光线路保护      | Optical Line Protection                |
| OMA   | 光学调制幅度     | Optical Modulation Amplitude           |
| OMU   | 光复用器       | Optical Multiplexer Unit               |
| TDP   | 最大发送和色散的代价 | Transmitter and Dispersion Penalty     |
| TFF   | 薄膜滤波器      | Thin-film filter                       |

## 5 总体方案

### 5.1 前传范围与组网结构

a) 本文件所述 5G 前传，是指 5G 接入网 DU 与 AAU 设备之间的承载部分，其位置如图 1 所示。

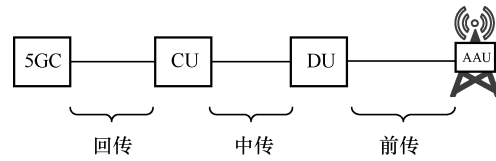


图 1 5G 接入传输组成示意图

b) 无线 DU 与 AAU 设备组网结构应包含点到点直连、链状、星型和环状等结构，如图 2 示意。示意图中 AAU 设备位于同一物理站址。

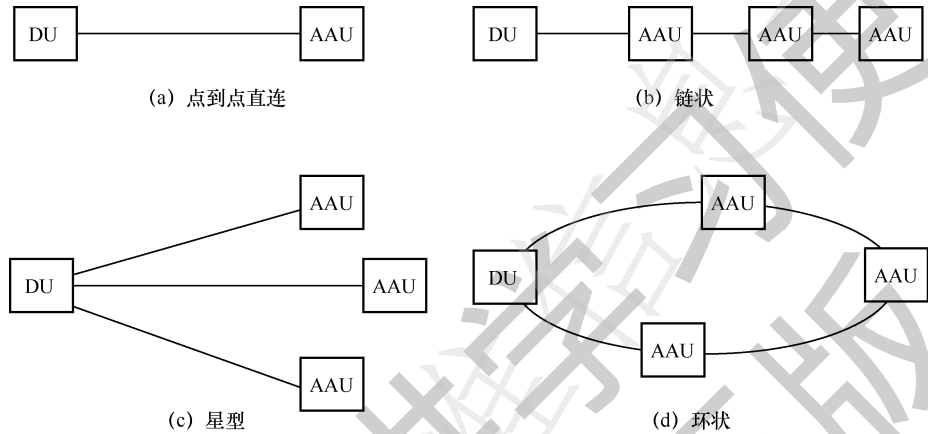


图 2 DU 与 AAU 设备组网结构示意图

5.2 前传速率

a) 5G 基站前传接口的光模块配置应满足 DU 至 AAU 数据传递的速率要求，典型场景下配置的光模块速率可参照表 1。

表 1 5G 前传接口光模块速率配置

| 国内 5G 频段 | 5G 频谱范围                            | 典型前传速率需求<br>(Gbit/s) | 配置光模块速率 <sup>1、2</sup><br>(Gbit/s) | 使用许可单位 | 备注    |
|----------|------------------------------------|----------------------|------------------------------------|--------|-------|
| 700M     | 上行：703~733MHz<br>下行：758~788MHz     | 7.4 (4TR)            | 10                                 | 广电     | 已清频地区 |
| 900M     | 上行：904~915MHz<br>下行：949~960MHz     | 7.4 (4TR)            | 10                                 | 联通     |       |
| 2.1G     | 上行：1920~1940MHz<br>下行：2110~2130MHz | 9.8 (4TR)            | 10                                 | 电信     |       |
| 2.1G     | 上行：1940~1960MHz<br>下行：2130~2150MHz | 9.8 (4TR)            | 10                                 | 联通     |       |
| 2.6G     | 2515~2615MHz                       | 16.8 (64TR)          | 25                                 | 移动     |       |
| 3.5G     | 3400~3500MHz                       | 16.8 (64TR)          | 25                                 | 电信     |       |
| 3.5G     | 3500~3600MHz                       | 16.8 (64TR)          | 25                                 | 联通     |       |

表 1 5G 前传接口光模块速率配置表（续）

| 国内 5G 频段                                      | 5G 频谱范围      | 典型前传速率需求<br>(Gbit/s) | 配置光模块速率 <sup>1、2</sup><br>(Gbit/s) | 使用许可单位 | 备注 |
|-----------------------------------------------|--------------|----------------------|------------------------------------|--------|----|
| 4.9G                                          | 4800~4900MHz | 16.8（64TR）           | 25                                 | 移动     |    |
| 4.9G                                          | 4900~4960MHz | —                    | —                                  | 广电     |    |
| 注：1. 指为单小区配置的光模块速率。<br>2. 光模块速率应可满足无线前传最大速率需求 |              |                      |                                    |        |    |

b) 5G 室分前传接口的速率应根据室分采取的技术方案确定。

### 5.3 前传系统规划

- a) 5G 前传系统应由光纤网络、可能使用到的传输设备及安装机柜组成。前传光纤网络应包含前传光缆、配线设施（局站 ODF、沿途跳纤设施、室外箱/柜等）。
- b) 5G 前传系统应在 DU 设备所在信源机房的服务范围内规划组建。
- c) 前传解决方案应综合 DU 侧信源机房覆盖范围内可用于前传的光纤资源、前传路由安全性、物理站址密度、单物理站址小区数、站点安全性等因素进行选择。
- d) 5G 前传解决方案应包含光纤直连方案、前传 WDM 设备方案。前传 WDM 设备方案可为无源 WDM 设备方案或半有源 WDM 设备方案。
  - 1) 光纤直连方案是指 DU 与 AAU 的 CPRI/eCPRI 接口之间，以光纤一对一直连接或跳接的前传解决方案。
  - 2) 无源 WDM 设备方案是指通过无源波分复用系统设备的复用/解复用器，以少量纤芯满足多个 AAU 的 CPRI/eCPRI 接口上连 DU 的前传解决方案。
  - 3) 半有源 WDM 设备方案是指 DU 侧信源机房采用有源波分复用系统设备、AAU 侧基站采用无源波分复用系统设备，可对前传网络端到端实施管控，以少量纤芯满足多个 AAU 的 CPRI/eCPRI 接口上连 DU 的前传解决方案。
- e) 5G 前传系统采用的光纤直连方案、无源 WDM 设备方案和半有源 WDM 设备方案，参考配置模型应如图 3 所示。
- f) 无源/半有源 WDM 设备方案可选择 CWDM、MWDM、LWDM 或 DWDM 系统，选择 CWDM、MWDM、DWDM 系统设备接入的站点应采用单一波分复用技术，选择 LWDM 技术时可与 CWDM 技术组成混合传输系统。

### 5.4 方案选择

- a) 采用光纤直连方案应符合下列规定。
  - 1) 单物理站址前传所需纤芯为 1~2 芯时，宜采用光纤直连技术方案。
  - 2) 单物理站址前传所需纤芯为 3 芯及以上时，应结合现有纤芯资源、新建光缆路由条件、新建光缆距离等因素综合考量。
    - 利用现有纤芯资源采用光纤直连技术方案时，除满足本期需求外余留应不少于 4 芯。
    - 当光缆的建设条件较差，或需新建光缆长度超过 1.0km 时，不宜采用光纤直连方案。

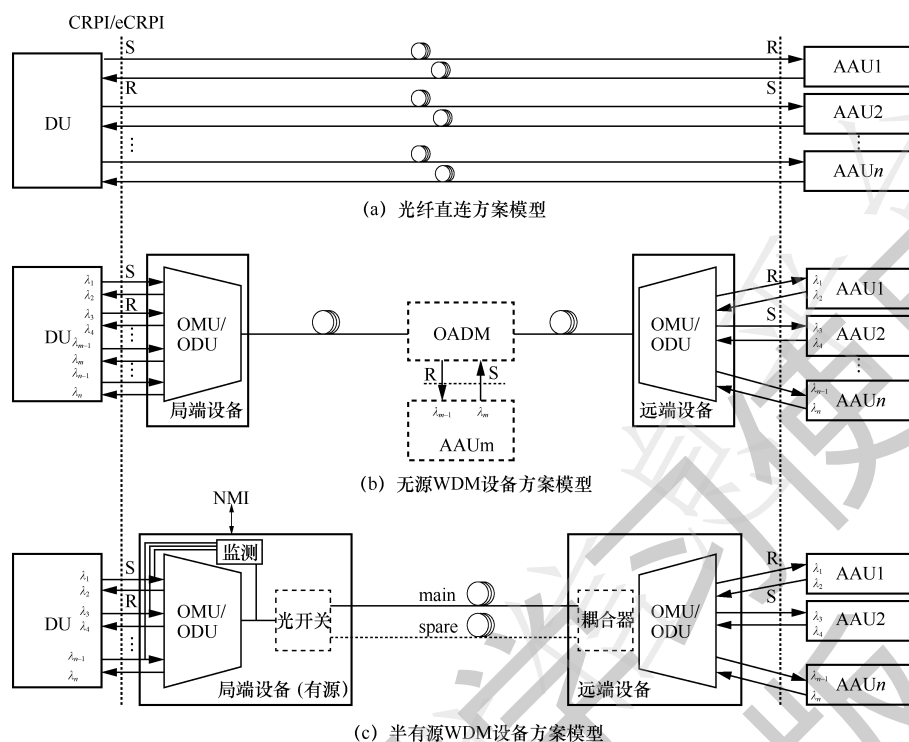


图3 5G 前传系统参考配置模型

b) 采用无源 WDM 设备、半有源 WDM 设备方案应符合下列规定。

- 1) 前传可靠性要求一般的站点可采用无源 WDM 设备方案，可靠性要求较高的站点宜采用半有源 WDM 设备方案。
- 2) 对于室内、隧道等连续覆盖场景，可通过光分插复用器以无源或半有源 WDM 设备方案建设。
- 3) 当前选用无源 WDM 设备方案，后期宜结合产业链发展逐步向半有源 WDM 设备方案平滑升级。

c) 前传解决方案还应针对无线 DU 至 AAU 设备组网结构来选择。前传解决方案与无线设备组网结构、光缆网需满足架构的对应关系应符合下列规定。

- 1) 点对点直连结构，应选择光纤直连方案，光纤网络由 DU 侧到 AAU 侧直达。
- 2) 星型结构，可选光纤直连方案、无源/半有源 WDM 设备方案，对于半有源 WDM 设备方案选取光线路保护功能时，光纤网络应具备物理分离的主备端到端路由。
- 3) 链状结构，应选择光纤直连方案，光纤网络由 DU 侧至 AAU 侧直达，并依次级联。
- 4) 环状结构，应选择光纤直连方案，光纤网络应具备两条物理分离的端到端路由。

## 6 设计

### 6.1 前传设备设计

#### 6.1.1 一般要求

a) 前传系统应选用城域  $N \times 25\text{Gbit/s}$  波分复用系统，系统应满足以下要求。

- 1) 支持 25Gbit/s 速率传输或 25Gbit/s 与 10Gbit/s 速率混合传输。
  - 2) 支持对 25Gbit/s eCPRI 或 CPRI 选项 10 业务的透明传输。
  - 3) 前传系统时延应满足 CPRI/eCPRI 接口时延要求，含光纤链路单向时延小于 100 $\mu$ s。
  - 4) 加入线路保护功能的系统，业务受损后倒换响应时间应小于 50ms。
- b) 前传系统应匹配无线设备组网结构，以点到点、总线型等拓扑结构进行设计，典型拓扑结构如图 4 所示。

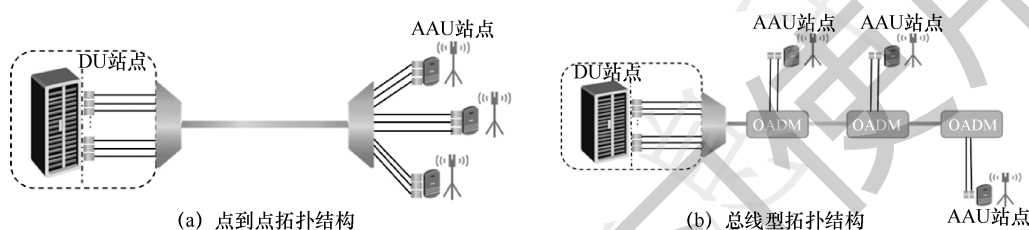


图 4 前传设备典型拓扑结构示意图

- c) 前传设备宜使用无源设备或半有源设备，可选用 CWDM、MWDM、LWDM 或 DWDM 系统。
- d) 无源 WDM 设备应包含 WDM 光模块和光复用器/解复用器，半有源 WDM 设备应包含 WDM 光模块、DU 侧有源设备和 AAU 侧光复用器/解复用器。
- e) 前传设备速率和通路数应按当期工程的实际需求配置，同站址建设的 4G 站，其信源机房与 5G 信源机房共址时，前传设备可统筹配置。

### 6.1.2 系统通路配置要求

- a) 鉴于规划、配置和维护的复杂程度，使用固定波长 WDM 光模块的前传系统通路宜控制在 12 个及以下。
- b) 前传 CWDM 系统 6 通路、12 通路配置应符合表 2 和表 3 要求。

表 2 CWDM 系统 6 通路分配

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |             |             | DU 至 AAU 方向 |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) |
| 1  | 27          | 10 或 25     | 1271        | 33          | 10 或 25     | 1331        |
| 2  | 29          |             | 1291        | 35          |             | 1351        |
| 3  | 31          |             | 1311        | 37          |             | 1371        |

表 3 CWDM 系统 12 通路分配

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |             |             | DU 至 AAU 方向 |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) |
| 1  | 27          | 10 或 25     | 1271        | 33          | 10 或 25     | 1331        |
| 2  | 29          |             | 1291        | 35          |             | 1351        |
| 3  | 31          |             | 1311        | 37          |             | 1371        |

表 3 CWDM 系统 12 通路分配（续）

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |            |            | DU 至 AAU 方向 |            |            |
|----|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|    | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） |
| 4  | 39          | 10         | 1391       | 45          | 10         | 1451       |
| 5  | 41          |            | 1411       | 47          |            | 1471       |
| 6  | 43          |            | 1431       | 49          |            | 1491       |

c) 前传 MWDM 系统通路配置应符合表 4 要求。

表 4 MWDM 系统通路分配

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |            |            | DU 至 AAU 方向 |            |            |
|----|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|    | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） |
| 1* | 27          | 25         | 1274.5     | 26          | 25         | 1267.5     |
| 2* | 29          |            | 1294.5     | 28          |            | 1287.5     |
| 3* | 31          |            | 1314.5     | 30          |            | 1307.5     |
| 4  | 33          |            | 1334.5     | 32          |            | 1327.5     |
| 5  | 35          |            | 1354.5     | 34          |            | 1347.5     |
| 6  | 37          |            | 1374.5     | 36          |            | 1367.5     |

注：标“\*”的建议为 6 通路时工作波长窗口配置。

d) 前传 LWDM 系统通路配置应符合表 5 要求。

表 5 LWDM 系统通路分配

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |            |            | DU 至 AAU 方向 |            |            |
|----|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|    | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） |
| 1* | L1          | 25         | 1269.23    | L7          | 25         | 1295.56    |
| 2* | L2          |            | 1273.54    | L8          |            | 1300.05    |
| 3* | L3          |            | 1277.89    | L9          |            | 1304.58    |
| 4  | L4          |            | 1282.26    | L10         |            | 1309.14    |
| 5  | L5          |            | 1286.66    | L11         |            | 1313.73    |
| 6  | L6          |            | 1291.10    | L12         |            | 1318.35    |

注：标“\*”的建议为 6 通路时工作波长窗口配置。

e) 前传 LWDM/CWDM 混合传输系统通路配置应符合表 6 要求。

表 6 LWDM/CWDM 混合传输系统通路分配

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |             |             | DU 至 AAU 方向 |             |             |
|----|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|    | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) |
| 1* | L1          | 25          | 1269.23     | L7          | 25          | 1295.56     |
| 2* | L2          |             | 1273.54     | L8          |             | 1300.05     |
| 3* | L3          |             | 1277.89     | L9          |             | 1304.58     |
| 4  | L4          |             | 1282.26     | L10         |             | 1309.14     |
| 5  | L5          |             | 1286.66     | L11         |             | 1313.73     |
| 6  | L6          |             | 1291.1      | L12         |             | 1318.35     |
| 7* | C5          | 10          | 1351        | C11         | 10          | 1471        |
| 8* | C6          |             | 1371        | C12         |             | 1491        |
| 9* | C7          |             | 1391        | C13         |             | 1511        |
| 10 | C8          |             | 1411        | C14         |             | 1531        |
| 11 | C9          |             | 1431        | C15         |             | 1551        |
| 12 | C10         |             | 1451        | C16         |             | 1571        |

注：标“\*”的建议为 LWDM/CWDM 混合传输系统 12 通路时工作波长窗口配置。

f) 前传 DWDM 系统通路频率间隔为 100GHz，波长配置应符合表 7 要求。

表 7 DWDM 系统通路分配

| 序号              | AAU 至 DU 方向 |             |             | DU 至 AAU 方向 |             |             |
|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                 | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) | 波长标签        | 速率 (Gbit/s) | 标称中心波长 (nm) |
| 1 <sup>a</sup>  | 1           | 10 或 25     | 1529.55     | 1           | 10 或 25     | 1550.12     |
| 2 <sup>a</sup>  | 2           |             | 1530.33     | 2           |             | 1550.92     |
| 3 <sup>a</sup>  | 3           |             | 1531.12     | 3           |             | 1551.72     |
| 4 <sup>a</sup>  | 4           |             | 1531.90     | 4           |             | 1552.52     |
| 5 <sup>a</sup>  | 5           |             | 1532.68     | 5           |             | 1553.33     |
| 6 <sup>a</sup>  | 6           |             | 1533.47     | 6           |             | 1554.13     |
| 7 <sup>b</sup>  | 7           |             | 1534.25     | 7           |             | 1554.94     |
| 8 <sup>b</sup>  | 8           |             | 1535.04     | 8           |             | 1555.75     |
| 9 <sup>b</sup>  | 9           |             | 1535.82     | 9           |             | 1556.55     |
| 10 <sup>b</sup> | 10          |             | 1536.61     | 10          |             | 1557.36     |
| 11 <sup>b</sup> | 11          |             | 1537.40     | 11          |             | 1558.17     |
| 12 <sup>b</sup> | 12          |             | 1538.19     | 12          |             | 1558.98     |

表 7 DWDM 系统通路分配（续）

| 序号 | AAU 至 DU 方向 |            |            | DU 至 AAU 方向 |            |            |
|----|-------------|------------|------------|-------------|------------|------------|
|    | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） | 波长标签        | 速率（Gbit/s） | 标称中心波长（nm） |
| 13 | 13          | 10 或 25    | 1538.98    | 13          | 10 或 25    | 1559.79    |
| 14 | 14          |            | 1539.77    | 14          |            | 1560.61    |
| 15 | 15          |            | 1540.56    | 15          |            | 1561.42    |
| 16 | 16          |            | 1541.35    | 16          |            | 1562.23    |
| 17 | 17          |            | 1542.14    | 17          |            | 1563.05    |
| 18 | 18          |            | 1542.94    | 18          |            | 1563.86    |
| 19 | 19          |            | 1543.73    | 19          |            | 1564.68    |
| 20 | 20          |            | 1544.53    | 20          |            | 1565.50    |

注：标“a”的为 DWDM 系统 12 通路时工作波长窗口配置，标“a”“b”的为 DWDM 系统 24 通路时工作波长窗口配置。

- g) 前传系统通路配置，应根据无线前传接口速率、通路数和前传设备拟采用的 WDM 技术共同确定。

### 6.1.3 设备配置要求

- a) DU 侧和 AAU 侧设备应配对使用，光复用/解复用器应采用相同的 WDM 技术。  
b) 前传系统应根据端口速率、通路数的配置需求，选择可用的 WDM 系统设备。对应关系见表 8。

表 8 设备端口速率、通路配置需求建议选用 WDM 系统对应

| 模型   | 端口速率×通路数              | 可选用前传 WDM 系统                       |
|------|-----------------------|------------------------------------|
| 模型 1 | 10Gbit/s×6            | CWDM、DWDM、LWDM/CWDM 混合传输           |
| 模型 2 | 10Gbit/s×12           | CWDM、DWDM、LWDM/CWDM 混合传输           |
| 模型 3 | 25Gbit/s×6            | CWDM、MWDM、DWDM、LWDM、LWDM/CWDM 混合传输 |
| 模型 4 | 25Gbit/s×12           | MWDM、DWDM、LWDM、LWDM/CWDM 混合传输      |
| 模型 5 | 10Gbit/s×6+25Gbit/s×6 | CWDM、DWDM、LWDM/CWDM 混合传输           |

- c) DU 侧和 AAU 侧设备之间宜使用单纤双向接口，设备至 DU/AAU 宜使用双纤双向接口。  
d) 在不替换光模块的前提下，无源设备方案宜可通过平滑升级演进为对应 WDM 技术的半有源设备方案。  
e) 对于半有源设备方案，DU 侧有源设备应满足以下要求。  
1) 设备可通过新增或替换板卡实现线路侧的检测、保护倒换功能。  
2) 有源设备断电，业务不中断。  
3) 应支持直流-48V 供电方式，网管设备应支持交流 220V 供电方式。

- 4) 运维能力: CWDM 支持 DU 侧设备发收光功率的检测; MWDM、LWDM、DWDM 支持 DU/AAU 设备模块在线检测。
- 5) 网管能力: 具备配置、性能、告警管理能力。DWDM 支持可调光模块的波长调谐能力。
- f) DU 侧有源设备应可安装于 19 英寸或 21 英寸标准机柜, 无源设备安装时宜配置机架式机框。AAU 侧设备应支持室外标准箱(柜)等环境下安装, 并提供安装配件。
- g) 设备应能在以下环境长期稳定可靠工作。  
室内场景(含室外配空调的设备机柜): 环境温度 $-5^{\circ}\text{C}\sim+40^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 $15\%\sim85\%$ ;  
室外场景: 环境温度 $-35^{\circ}\text{C}\sim+55^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度 $5\%\sim98\%$ 。
- h) 设备防尘防水等级应能满足以下要求。  
室内场景使用设备应满足 IP20 的防护等级; 室外场景使用设备应满足 IP65 的防护等级。

#### 6.1.4 光模块配置要求

- a) 前传接口应使用光收发合一模块, 采用 LC 接口类型。
- b) 光纤直连方案选用光模块的性能和参数指标应符合 YD/T 3131—2016、YD/T 3125.2—2019、YD/T 2759—2014 及 YD/T 2759.2—2020 的相关规定。
- c) 无源设备/半有源设备方案选用 WDM 光模块的性能和参数指标应符合 YD/T 4019.1—2022、YD/T 4019.2—2022、YD/T 4019.3—2022、YD/T 4019.4—2022 的相关规定。
- d) 采用相同 WDM 技术的光模块应具备不同厂家设备或仪表的兼容性, 具有完整的互操作性和兼容性, 支持 DU 侧无线设备网管对前传接口状态、性能指标进行监测管理。
- e) 前传系统应根据配置的光模块参数计算光功率预算, 系统的光功率预算应可满足前传光纤链路衰减需求, 并留有一定维护余量。初始采用无源方案时, 光功率预算还应留有升级半有源方案的额外插损冗余。系统的光功率预算应按 6.3.3 中的方法计算。
- f) 光模块温度等级应根据下列场景进行配置, 以确保建成的系统可以长期稳定、可靠地工作。  
室内场景(含室外配空调的设备机柜): 商业温度等级光模块,  $0^{\circ}\text{C}\sim+70^{\circ}\text{C}$ 。  
室外场景: 工业温度等级光模块,  $-40^{\circ}\text{C}\sim+85^{\circ}\text{C}$ 。

#### 6.1.5 设备供电要求

- a) DU 侧有源设备宜采用按列辐射方式供电, 列内通过列头柜或者开关电源辐射至各机柜, 设备主备电源线应分开引接。
- b) 电源线截面的选取应根据设备最大工作电流、供电段落长度和允许电压降数值确定。
- c) 列头柜或开关电源内的二级熔丝或空气开关容量应根据机柜内设备满配置耗电量的 1.2~2 倍核算。

#### 6.1.6 网络管理要求

- a) 无源设备中光复用/解复用器无法直接管理, 由无线设备对前传光模块进行管理和检测, 并监测光模块内工作温度、工作电压、偏置电流、发射光功率和接收光功率等信息。
- b) 半有源设备可通过 DU 侧有源设备网络管理单元盘实施配置、性能、告警管理。设备相关标准应符合 YD/T 4013.6—2023 的规定。

- 1) 配置管理：支持模块软环回配置、远程光模块复位、安全密码配置等功能；DWDM 设备支持可调谐光模块的波长自动调节功能。
- 2) 性能管理：支持光模块中心波长/频率、收发光功率、电压、温度、电流、厂商信息等的上报和查询；可选支持业务离线检测功能。
- 3) 告警管理：支持模块接收无光告警、光模块的功率/温度/电压/电流等参数越限告警上报和查询。

#### 6.1.7 接地要求

有源设备及安装机柜接地应符合 GB 50689—2011 的相关规定。

#### 6.1.8 抗震要求

设备及设备机柜的安装，其抗震加固应符合 GB/T 51369—2019 的相关规定。

### 6.2 光纤网络设计

#### 6.2.1 一般原则

- a) 前传光纤网络应根据站点中远期业务需求和网络技术发展趋势规划建设。
- b) 前传光纤网络的结构和容量应在现有接入光纤网络基础上统筹规划和设计，同一覆盖区域内不宜叠加多张接入光纤网，同一路由不宜分散设置多条小芯数光缆。
- c) 光缆线路路由应安全可靠、经济合理，且便于施工、维护。
- d) 新建光缆线路时，应充分考虑共建共享要求。

#### 6.2.2 光纤光缆设计要求

- a) 前传光缆宜按树状分纤结构建设，无线设备环状结构组网时，光缆网应按环形结构建设。
- b) 用于前传的光纤宜采用 G.652D 光纤，纤芯容量需根据前传系统方案，按终期需求进行配置，并应留有一定冗余。
- c) 前传接入应充分利用现有 ODN 网络，新建前传光缆时，应按 GB/T 51380—2019 相关要求，与宽带光纤接入网统一规划，统筹建设。
- d) 前传半有源设备配置 OLP 时，主备应按不同物理路由进行设计。
- e) 新建前传光缆时，光缆的选型、敷设和防护应符合 GB 51158—2015 和 GB/T 51421—2020 相关要求。

#### 6.2.3 前传配线设施设计要求

- a) 前传光纤网络中使用到的 ODF、箱（柜）均应采用定型化产品，其性能应符合现行国家、行业产品标准要求。
- b) 室外箱（柜）应支持落地、壁挂、架空或抱杆方式安装，用于前传设备安装的室外箱体应具备 IP65 防护等级。
- c) 配线设施在通信机房内安装时，需满足 GB 51158—2015 的相关要求。在室外公共区域安装时，安装位置应选在铁塔或抱杆附近，地质稳定，环境干燥、整洁，光缆进出线便利，安装地点应

有利于散热。

- d) 用于前传设备安装的箱（柜），除满足本期设备安装位置需求外，应预留必要的扩容空间。

#### 6.2.4 防雷与接地设计要求

- a) 光缆在配线设施内成端时，光缆内的金属构件、配线设施应做好防雷接地，设计要求应符合 YD/T 5206 的相关规定。
- b) 室外箱（柜）安装于基站塔下或楼顶环境时，箱体必须做好防雷措施，设计要求应按 GB 50689—2011 的相关要求执行。

#### 6.2.5 抗震要求

配线设施安装的抗震加固设计应符合 GB/T 51369—2019 的相关规定。

### 6.3 传输性能指标设计

- a) 光纤链路衰减应小于系统的光功率预算并留有维护余量。
- b) 光纤链路衰减指标应按下式计算。

$$\text{光纤链路衰减} = A_f \times L + A_c \times N + A_w \times 2 + A_m \quad (1)$$

式中：

$A_f$ ——含熔接的光纤传输衰减系数（dB/km）。G.652D 光纤可根据波段范围取值，1265~1340nm 可按 0.4dB/km 计取，1340~1460nm 可按 0.35dB/km 计取，1460~1620nm 可按 0.28dB/km 计取。

$L$ ——从 AAU 到 DU 的光纤链路总长度（km）。

$A_c$ ——活动连接器插损（dB/个）。按 0.5dB/个计取。

$N$ ——链路中活动连接器数量（个）。

$A_w$ ——光复用/解复用器的插损（dB）。光复用/解复用器的插损应按照附录 C 取定，半有源设备还应包含线路监测、线路保护单元插损，线路监测可按 0.3~0.5dB 考虑，线路保护单元插损应按 5dB 考虑。

$A_m$ ——维护余量（dB）。工程中维护余量应结合链路中活动连接的数量、链路长度、光缆路由的安全性等因素确定，宜为 1~2dB。

- c) 系统的光功率预算应根据光模块的光功率参数计算，为“最小 OMA 发送光功率—最大发送和色散的代价（TDP）—最大 OMA 接收灵敏度”。光模块的光功率参数应按照附录 B 取定。

## 7 施工

### 7.1 施工前检查

- a) 设备或设备机柜安装空间的位置、高度、承重、引入孔洞、电源、地线、防火设施等安装环境应符合设计要求。机房的温度、相对湿度、洁净度等应符合 YD/T 1821—2018 的相关规定。
- b) 设备和器材外包装应完整、无明显缺陷，规格、型号、数量等应符合设计要求。不符合设计要求或无出厂检验合格证的设备和器材不得在工程中使用。
- c) 设备出厂测试记录及产品合格证应符合现行国家或行业产品标准的要求。

- d) 前传设备使用到的光模块，外观应平滑、洁净、无油渍、无伤痕及裂纹，产品牢固，与连接器插拔平顺。
- e) 光纤连接线长度、两端的光纤连接器插头类型应符合设计要求，光纤连接器件端面应装配合适的防尘帽，光纤类型应有明显的标记。
- f) 光纤连接线和光缆施工前应进行通光检查。
- g) 其他配套器材应符合现行国家或行业产品标准的技术要求。

## 7.2 前传设备安装

- a) 设备的安装方式、安装位置等应符合设计要求，设备排列应满足 GB/T 51242—2017 的相关规定。
- b) 设备安装机柜、箱（柜）安装方式和安装位置等应符合设计规定，机柜、箱（柜）安装应端正牢固。机房环境下，列内机面平齐，机架间隙不得大于 3mm，垂直偏差不应大于机架高度的 1%。
- c) 设备安装时应满足以下要求。
  - 1) 采用无源设备方案时，机房安装环境下设备应通过配套机架式机框在 19 英寸或 21 英寸标准机柜内安装，室外安装环境下应根据设计要求新建或利旧适配的室外标准箱（柜）。
  - 2) 采用半有源设备方案时，DU 侧机架式有源设备应在标准机柜内直接安装，电源线、工作地线、保护地线的安装数量、规格、型号应符合设计要求。
  - 2) 机柜、室外箱（柜）内设备安装应端正牢固、横平竖直。
  - 4) 设备的端口应做好标识，设备中未使用的连接器插头应盖上防尘帽。
- d) 前传设备配置的光模块及系统通路应按设计进行安装和配置，安装后应及时做好光模块及各通路对应工作波长的记录。
- e) 楼板或墙壁的预留孔洞布放线缆后应按 YD/T 2199—2010 的相关规定进行防火封堵。
- f) 机柜、设备及设备连接线缆应做标识，标识应符合电信业务经营者要求，统一、清晰、准确，线缆标识应标明起止端点。
- g) 直流电源引接应符合下列规定。
  - 1) DU 侧有源设备采用-48V 直流供电时，其输入电压变动允许范围为-40V~-57V。
  - 2) 列柜或开关电源的二级熔丝或空气开关容量应根据设计核算值进行配置，不得以小负荷熔丝或空气开关并联替代大负荷熔丝或空气开关。
  - 3) 线缆选择及布线应符合设计要求，并满足 GB/T 51242—2017 的相关规定。
- h) 有源设备及安装机柜接地应严格按设计要求执行，并符合 GB 51120—2015 的相关规定。

## 7.3 光纤网络敷设及安装

- a) 前传光缆和沿途配线设施的敷设安装和线路保护防护应符合 GB 51171—2016 和 GB/T 51421—2020 的相关要求。光缆引入机房时，应采取严格的防火封堵处理措施。
- b) 前传光缆在 DU 侧、AAU 侧应通过配线设施进行成端，DU 侧应通过跳纤引接至 DU 设备，AAU 侧可通过跳纤或专用缆引接至 AAU 设备。光缆在用于安装前传设备的箱（柜）内成端时，应为设备预留安装位置及必要的扩容空间。
- c) 配线设施在通信机房或公共区域安装时，安装位置应符合设计要求。室外箱（柜）安装应避让

临近的建筑门窗及走道,单开门交角应不小于  $120^\circ$ ,双开门交角应不小于  $100^\circ$ (门与箱体交角)。

- d) 壁挂、架空或抱杆方式安装的箱(柜),其安装高度应满足如下要求。
  - 1) 在电杆、墙面、地下室安装时,箱体底面距站立面高度不宜小于  $2.5\text{m}$ 。
  - 2) 在机房内、封闭竖井中安装时,箱体底面距站立面高度不宜小于  $1.8\text{m}$ 。
  - 3) 特殊环境下不能满足要求时,安装高度不应小于  $0.3\text{m}$ ,不得阻挡消防疏散通道。
- e) 前传光缆和配线设施的防雷与接地、抗震加固措施应严格按设计要求执行。

## 7.4 链路测试

- a) 链路测试应符合下列规定。
  - 1) 对于光纤直连方案,应测试前传光纤网络各新建光缆段、全程链路在  $1310\text{nm}$  波长窗口的衰减,其指标应满足前传系统光功率预算。
  - 2) 对于无源、半有源设备方案,应根据前传系统使用到的通路波长测试链路的衰减。前传选用 CWDM 系统 6 通路、MWDM 系统、LWDM 系统时,仅需测试  $1310\text{nm}$  波长窗口衰减;选用 DWDM 系统时,仅需测试  $1550\text{nm}$  波长窗口衰减;选用 CWDM 系统 12 通路、LWDM/CWDM 混合传输系统时,应测试  $1310\text{nm}$ 、 $1550\text{nm}$  双窗口衰减。其测试结果应符合各波长窗口光功率预算。
- b) 系统功能应验证设计要求的各项业务的支持和连通性,各业务均能良好支持并连通正常。
- c) 系统性能应测试前传速率、业务类型、时延、误码和丢包性能等指标,并应满足无线网 CPRI/eCPRI 接口对传输的要求。
- d) 对于半有源方案,网管系统应具备配置管理、性能管理、故障告警管理等网管功能,检查项目应遵循合同或设计要求。

## 8 验收

### 8.1 竣工文件

- a) 工程竣工后,施工单位应编制竣工文件,工程初验前将竣工文件提交建设单位,份数应一式三份。
- b) 工程竣工文件应包括下列内容。
  - 1) 工程说明。
  - 2) 开工报告。
  - 3) 建筑安装工程量总表。
  - 4) 已安装设备明细表。
  - 5) 工程设计变更单。
  - 6) 重大工程质量事故报告。
  - 7) 停(复)工报告。
  - 8) 随工签证记录/隐蔽工程检验签证。
  - 9) 交(完)工报告。

- 10) 交接书。
- 11) 验收证书。
- 12) 测试记录。
- 13) 竣工图。
- 14) 备考表。
- c) 竣工文件应符合下列规定。
  - 1) 内容应齐全，按规定内容应无缺页、漏项、颠倒现象。
  - 2) 竣工图纸应与实际竣工状况相符。施工过程中没有变更的，设计图纸可作为竣工图纸；个别变更的，可在原设计图纸上用红笔改绘为竣工图纸；当较大变更或原设计图纸无法改绘时，应重新绘制。
  - 3) 竣工图应加盖竣工图章，竣工图章的基本内容应包括：“竣工图”字样、施工单位、编制人、审核人、技术负责人、编制日期、监理单位、总监理工程师、监理工程师。
  - 4) 测试记录数据应真实准确。
  - 5) 文件资料书写应字迹清楚、版面整洁、规格一致，装订应符合归档要求。
- d) 竣工文件可按单项工程装订成册，内容较多时，可分册装订。
- e) 竣工文件可根据工程建设单位数字化管理要求采用电子化档案。
- f) 当 5G 前传接入包含在其他工程项目中实施时，竣工文件内容可统筹编制，其中涉及 5G 前传接入部分应满足以上规定和要求。

## 8.2 工程验收

- a) 随工检验应采取巡视、旁站等方式进行。对隐蔽工程项目，应由监理或随工代表签署“隐蔽工程检验签证”并留存隐蔽工程影像或图像资料，签字信息应包括但不限于日期、地点及双方签名。
- b) 监理或随工代表应对检验项目签收，对出现的问题做好记录，重大问题应及时上报建设单位。
- c) 设备安装工程的质量过程控制应符合表 9 的规定。

表 9 设备安装工程质量过程控制

| 序号 | 验收子项 | 检验内容            |
|----|------|-----------------|
| 1  | 有源设备 | 型号、安装位置及安装加固    |
|    |      | 设备间线缆布放、端接、端口标识 |
|    |      | 设备加电、调测         |
| 2  | 无源设备 | 型号、安装位置         |
|    |      | 设备间线缆布放、端接、端口标识 |
| 3  | 光模块  | 型号、安装位置         |
|    |      | 通路配置、波长标识       |
| 4  | 室内机柜 | 安装位置及安装加固       |
|    |      | 接地线安装、接地电阻      |

d) 光缆线路安装工程的随工检验项目应符合表 10 的规定。

表 10 光缆线路安装工程随工检验项目

| 序号 | 验收子项    | 检验内容                              |
|----|---------|-----------------------------------|
| 1  | ODF 安装  | 型号、安装位置与安装加固                      |
|    |         | 机架、单元框、光纤终端单元安装                   |
|    |         | 光纤槽道                              |
|    |         | 防雷接地线布放安装                         |
|    |         | 光纤连接线布放安装、纤序标识                    |
| 2  | 光缆交接箱安装 | 型号、安装位置与安装加固                      |
|    |         | 机柜、单元框、光纤终端单元安装                   |
|    |         | 防雷接地系统安装及接地线布放                    |
|    |         | 光纤连接线布放安装、纤序标识                    |
| 3  | 光缆分纤箱安装 | 型号、安装位置与安装加固                      |
|    |         | 分纤箱编号、纤序标识                        |
|    |         | 防雷接地处理                            |
| 4  | 光缆终端盒安装 | 型号、安装位置与安装加固                      |
|    |         | 防雷接地处理                            |
| 5  | 光缆敷设    | 单盘检验、路由复测、光缆布放、光缆标牌               |
|    |         | 直埋光缆沟深及沟底处理、回填、沟坎加固、障碍物处理         |
|    |         | 架空杆路路由偏差、立杆洞深、光缆盘留工艺、挂钩间距         |
|    |         | 管道光缆人（手）孔弯曲处理、管口封堵等；墙壁光缆安装高度、走线工艺 |
|    |         | 与其他设施间距                           |
|    |         | 光缆保护措施                            |
|    |         | 接头盒位置及深度                          |
|    |         | 防水、防火与接地处理措施                      |
| 6  | 光缆成端与接续 | 光纤接续衰耗、热熔管安装工艺、余纤盘留               |
|    |         | 光缆金属构件接地、接头盒封装                    |

- e) 工程施工结束，施工单位向建设单位提交完工报告、竣工文件后，建设单位应组织设计、监理和施工单位对工程进行竣工验收。
- f) 竣工验收应对设备安装工艺和光缆线路安装工艺进行抽查，并应对系统主要指标进行复测。
- g) 竣工验收中发现的质量不合格项目，应查明原因，分清责任，由责任方限期妥善处理。
- h) 竣工验收时，应按备件清单对各项备件数量进行清点，并应对各种备件板进行联机测试，确认性能良好。

- i) 竣工验收应对工程质量、档案及投资决算进行综合评定，评出质量等级，并应对工程设计、施工、监理和相关管理部门的工作进行总结，并给出书面评价。
- j) 竣工验收合格后应颁发验收证书。

## 9 运行维护

- a) 运行维护管理单位应健全、完善可行的运行维护管理制度，加强对维护质量的检查，保证光纤网络和前传设备的各项性能指标符合网络发展要求。
- b) 运行维护单位应按照运行维护管理制度要求对前传光纤网络和设备进行例行检查、定期检查、日常巡检，各类检查应形成检查记录。
- c) 运行维护单位维护范围应包含但不限于下列内容。
  - 1) 前传光纤网络维护的工作内容应包含光缆、光缆接头盒、配线设施的维护。
  - 2) 前传设备维护的工作内容应包含无源设备、半有源设备及设备安装机柜的维护。
- d) 运行维护单位应对维护工作建立技术资料档案并妥善保管，技术资料应真实、完整、齐全。技术资料档案应包含但不限于下列内容。
  - 1) 设计文件和图纸。
  - 2) 施工文件和工程验收资料。
  - 3) 日常巡检维护情况及记录，包括日常巡检记录、清除故障和隐患记录、资源变更情况记录等。
  - 4) 定期检查情况及记录，包括对涉及安全、质量的关键项定期检查记录、指标变化趋势分析记录等。
- e) 运行维护单位在维护工作过程中，不应影响前传系统安全性能和使用功能，维护带来的光纤链路额外衰减指标应在本文件第 6.3.2 条规定的范围内。
- f) 运行维护单位应定期检查仓储，做到故障抢修所需材料、设备、备用缆线及仪表、工具齐全，状况良好。运行维护管理单位应加强值班管理制度，保障应急抢修工作。

## 附录 A

### （资料性）

### 应用代码说明

#### A.1 光收发合一模块应用代码

*D-B-In.w*

其中，

*D* 表示标称传输距离，具体包括以下几种。

——*S*：表示短距。

——*M*：表示中距。

——*L*：表示长距。

*B* 表示支持的传输速率，具体包括以下几种。

——1.25G：表示支持 CPRI Option1/2 接口速率。

——2.5G：表示支持 CPRI Option3/4 接口速率。

——6G：表示支持 CPRI Option5/6 接口速率。

——10G：表示支持 CPRI Option7/7A/8 接口速率。

——6G/10G：表示支持 CPRI Option5/6/7/7A/8 接口速率。

——Q10G：表示支持 CPRI Option3/4/5/6/7/7A/8 接口速率。

——12G：表示支持 CPRI Option9 接口速率。

——6G/10G/12G：表示支持 CPRI Option5/6/7/7A/8/9 接口速率。

——Q12G：表示支持 CPRI Option3/4/5/6/7/7A/8/9 接口速率。

——25G：表示支持 CPRI Option10 和 25G eCPRI 接口速率。

*I* 表示接口类型，具体包括以下两种。

——*T*：表示双纤双向接口。

——*B*：表示单纤双向接口。

*n* 表示波长系统类型。

——*s*：表示单波系统。

——*m*：表示多波系统。

*w* 表示发送中心波长。

[来源：YD/T 3125.2—2019，附录 A.4]

#### A.2 25Gbit/s CWDM、LWDM、MWDM 光收发合一模块应用代码

*25G-R-Xw-T*

其中，

25G 表示支持的传输速率为 25Gbit/s。

*R* 表示标称传输距离。

CWDM 光模块，包括以下 4 种场景。

——10：表示 10km 应用场景；

——10e: 表示 10km 增强型应用场景, 适用在线路系统中接入光环行器的场景。

——15: 表示 15km 应用场景。

——15e: 表示 15km 增强型应用场景, 适用在线路系统中接入光环行器的场景。

LWDM 光模块, 包括以下 4 种场景。

——8e: 表示 8km 带保护应用场景。

——10: 表示 10km 不带保护应用场景。

——15: 表示 15km 不带保护应用场景。

——15p: 表示 15km 带保护应用场景。

MWDM 光模块, 包括以下 4 种场景。

——10: 表示 10km 应用场景。

——10e: 表示 10km 增强型应用场景。

——15: 表示 15km 应用场景。

——15e: 表示 15km 增强型应用场景。

$X$  表示系统分类, 包括以下 3 种。

——C: 表示 CWDM 系统。

——L: 表示 LWDM 系统。

——M: 表示 MWDM 系统。

$w$  表示发送中心波长。

$T$  表示工作温度, 包括以下 3 种。

——C: 表示商业级。

——I: 表示工业级。

——E: 表示扩展级。

[来源: YD/T 4019.1—2022, 5.2; YD/T 4019.2—2022, 5.2; YD/T 4019.4—2022, 5.2]

### A.3 25Gbit/s DWDM 光收发合一模块应用代码

$P-OcW-N-y-tz(F)$

其中,

$P$  表示光模块波长自动调节能力。

——AD: 表示支持端口无关, 具备波长自动调节能力。

——缺省表示不具备波长自动调节能力。

$O$  表示光模块光纤接口类型, 包括以下两种。

——D: 表示双纤双向接口。

——S: 表示单纤双向接口。

$c$  表示通道间隔, 包括以下两种。

——50: 表示 50GHz。

——100: 表示 100GHz。

$W$  表示是否波长可调谐, 包括以下两种。

——*F*: 表示固定波长。

——*T*: 表示波长可调谐。

*N* 表示光模块支持的最大可调波长数量, 包括以下几种。

——12: 表示光模块最大可调波长数量 12。

——20: 表示光模块最大可调波长数量 20。

——40: 表示光模块最大可调波长数量 40。

*y* 表示系统支持的最高光通路速率等级, 包括以下几种。

——3: 表示 NRZ 25G。

*t* 表示链路中支持的光放大器配置, 包括以下两种。

——*D*: 表示链路中不含有光放大器。

——*A*: 表示链路中含有光放大器。

*z* 表示光纤类型。

——2: 表示 ITU-T G.652 光纤。

*F* 表示应用于具备 FEC 功能的系统。

[来源: YD/T 4019.3—2022, 5.2]

#### A.4 城域 N×25Gbit/s WDM 的应用代码

$XnIW-yz-O$

其中,

*X* 表示系统分类, 包括以下几种。

——*C*: 表示 CWDM 系统。

——*D*: 表示 DWDM 系统。

——*L*: 表示 LWDM 系统。

——*M*: 表示 MWDM 系统。

*n* 表示系统支持的最大波长数, 包括以下几种。

——3: 表示系统最大波长数为 3, 双向波长数为 6。

——6: 表示系统最大波长数为 6, 双向波长数为 12。

——12: 表示系统最大波长数为 12, 双向波长数为 24。

——20: 表示系统最大波长数为 20, 双向波长数为 40。

*I* 表示光模块与光复用/解复用器之间的接口类型, 包括以下两种。

——*D*: 表示双纤双向接口。

——*S*: 表示单线双向接口。

*W* 表示系统的标称传输距离, 包括以下两种。

——10: 表示 10km 应用场景。

——15: 表示 15km 应用场景。

*y* 表示系统所支持的传输速率, 包括以下两种。

——2: 表示 NRZ 10Gbit/s, 例如 CPRI。

——3: 表示 NRZ 25Gbit/s, 例如 25Gbit/s eCPRI 或 CPRI 选项 10。

*z* 表示光纤类型。

——2: 表示 ITU-T G.652 光纤。

*O* 表示系统的 OAM 功能, 包括以下两种。

——*Y*: 表示系统支持 OAM 功能, 实现方式包括光模块调顶等方式。

——*N*: 表示系统不支持 OAM 功能。

[来源: YD/T 4013.1—2022, 5.2]

## 附 录 B

(资料性)

## 前传 25Gbit/s 光收发合一模块光功率参数

## B.1 前传 25Gbit/s 双纤双向光收发合一模块光功率参数

表 B.1 25Gbit/s 双纤双向光模块光功率参数

| 应用代码          | 标称传输距离 | 发送中心波长 (nm) | 平均发送光功率 (dBm) | OMA 发送光功率 (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | 平均接收光功率 (dBm) | OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|---------------|--------|-------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|
| S-25G-Ts.1310 | 300m   | 1260~1360   | -6.8~+2.0     | -6.0~+2.2       | ≤3.5               | -10.3~+2.0    | ≤-10.5          |
| M-25G-Ts.1310 | 10km   | 1295~1325   | -3.8~+3.0     | -3.0~+3.0       | ≤2.7               | -12.8~+2.0    | ≤-13.0          |
| L-25G-Ts.1310 | 15km   | 1295~1325   | -0.8~+6.0     | 0~+6.0          | ≤2.7               | -13.3~+2.0    | ≤-14.0          |

[来源: YD/T 3125.2—2019, 6.3.3]

## B.2 前传 25Gbit/s 单纤双向光收发合一模块 (NRZ) 光功率参数

表 B.2 AAU 至 DU 光功率参数

| 标称传输距离 | AAU 侧发送中心波长 (nm) | AAU 侧平均发送光功率 (dBm) | AAU 侧最小 OMA 发送光功率 (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | OMA 发送光功率减去 TDP (dBm) | DU 侧平均接收光功率 (dBm) | DU 侧 OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|--------|------------------|--------------------|-------------------------|--------------------|-----------------------|-------------------|----------------------|
| 10km   | 1260~1280        | -2.0~+4.0          | -3.0                    | ≤2.7               | ≥-4.0                 | -11.5~+2.0        | ≤-13.0               |
| 15km   |                  | 0~+6.0             | 0                       | ≤2.7               | ≥-1.5                 | -13.4~+2.0        | ≤-14.0               |

[来源: YD/T 2759.2—2020, 6.3.1]

表 B.3 DU 至 AAU 光功率参数

| 标称传输距离 | DU 侧发送中心波长 (nm) | DU 侧平均发送光功率 (dBm) | DU 侧最小 OMA 发送光功率 (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | OMA 发送光功率减去 TDP (dBm) | AAU 侧平均接收光功率 (dBm) | AAU 侧 OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|--------|-----------------|-------------------|------------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|
| 10km   | 1320~1340       | -2.0~+4.0         | -3.0                   | ≤2.7               | ≥-4.0                 | -11.5~+2.0         | ≤-13.0                |
| 15km   |                 | 0~+6.0            | 0                      | ≤2.7               | ≥-2.0                 | -13.9~+2.0         | ≤-14.5                |

[来源: YD/T 2759.2—2020, 6.3.1]

## B.3 前传 25Gbit/s CWDM 光收发合一模块光功率参数

表 B.4 25Gbit/s CWDM 光模块光功率参数

| 标称传输距离 | 发送中心波长 (nm) | 平均发送光功率 (dBm) | OMA 发送光功率 (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | 平均接收灵敏度 (dBm) | OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|--------|-------------|---------------|-----------------|--------------------|---------------|-----------------|
| 10km   | 1271        | 0~+7.0        | ≥-1.1           | ≤1.0               | ≤-13.0        | ≤-14.1          |

表 B.4 25Gbit/s CWDM 光模块光功率参数（续）

| 标称传输<br>距离 | 发送中心<br>波长（nm） | 平均发送<br>光功率（dBm） | OMA 发送<br>光功率（dBm） | 发送和色散代价<br>（TDP）（dB） | 平均接收<br>灵敏度（dBm） | OMA 接收<br>灵敏度（dBm） |
|------------|----------------|------------------|--------------------|----------------------|------------------|--------------------|
| 10km       | 1291           |                  |                    |                      |                  |                    |
|            | 1311           |                  |                    |                      |                  |                    |
| 15km       | 1271           |                  | ≥-0.6              | ≤1.5                 | ≤-19.0           | ≤-19.6             |
|            | 1291           |                  |                    |                      |                  |                    |
|            | 1311           |                  |                    |                      |                  |                    |
| 10km       | 1331           |                  | +1.0~+7.0          | ≥-0.1                | ≤4.0             | ≤-13.0             |
|            | 1351           | ≤4.5             |                    |                      |                  |                    |
|            | 1371           |                  |                    |                      |                  |                    |
| 15km       | 1331           | +2.0~+8.0        | ≥+1.4              | ≤5.5                 | ≤-19.0           | ≤-19.6             |
|            | 1351           |                  |                    | ≤6.0                 |                  |                    |
|            | 1371           |                  |                    |                      |                  |                    |

[来源：YD/T 4019.1—2022，6.3]

表 B.5 25Gbit/s CWDM 增强型光模块光功率参数

| 标称传输距离 | 发送中心波长（nm） | 平均发送光功率（dBm） | OMA 发送光功率（dBm） | 发送和色散代价（TDP）（dB） | 平均接收灵敏度（dBm） | OMA 接收灵敏度（dBm） |
|--------|------------|--------------|----------------|------------------|--------------|----------------|
| 10km   | 1271       | 0~+6.0       | ≥-1.1          | ≤1.0             | ≤-14.0       | ≤-15.1         |
|        | 1291       |              |                |                  |              |                |
|        | 1311       |              |                |                  |              |                |
| 15km   | 1271       |              | ≥-0.6          | ≤1.5             | ≤-19.0       | ≤-19.6         |
|        | 1291       |              |                |                  |              |                |
|        | 1311       |              |                |                  |              |                |
| 10km   | 1331       | +2.0~+8.0    | ≥+0.9          | ≤4.0             | ≤-14.0       | ≤-15.1         |
|        | 1351       |              |                | ≤4.5             |              |                |
|        | 1371       |              |                |                  |              |                |
| 15km   | 1331       | +3.0~+8.0    | ≥+2.4          | ≤5.5             | ≤-19.0       | ≤-19.6         |
|        | 1351       |              |                |                  |              |                |
|        | 1371       |              |                | ≤6.0             |              |                |

[来源：YD/T 4019.1—2022，6.3]

## B.4 前传 25Gbit/s MWDW 光收发合一模块光功率参数

表 B.6 25Gbit/s MWDW 光模块光功率参数

| 标称传输距离 | 发送中心波长 (nm)                                       | 平均发送光功率 (dBm) | 最小 OMA 发送光功率 (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | 平均接收灵敏度 (dBm) | 最大 OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|--------|---------------------------------------------------|---------------|--------------------|--------------------|---------------|--------------------|
| 10km   | 1267.5、1274.5、<br>1287.5、1294.5、<br>1307.5、1314.5 | +2.0~+7.0     | +1.0               | ≤1.0               | ≤-13.0        | -14.0              |
|        | 1327.5、1334.5                                     |               |                    | ≤3.0               |               |                    |
|        | 1347.5、1354.5、<br>1367.5、1374.5                   |               |                    | ≤4.5               |               |                    |

[来源：YD/T 4019.4—2022，6.4]

## B.5 前传 25Gbit/s LWDM 光收发合一模块光功率参数

表 B.7 25Gbit/s LWDM 光模块光功率参数

| 标称传输距离和场景 | 发送中心波长 (nm) | 平均发送光功率 (dBm) | OMA 发送光功率减去 TDP (dBm) | 发送和色散代价 (TDP) (dB) | 平均光功率灵敏度 (dBm) | OMA 接收灵敏度 (dBm) |
|-----------|-------------|---------------|-----------------------|--------------------|----------------|-----------------|
| 10km 不带保护 | 见表 5        | 0~+6.0        | ≥0                    | ≤1.5               | ≤-12.9         | ≤-14.0          |
| 8km 带保护   |             | +2.0~+7.0     | ≥+2.0                 | ≤2.0               | ≤-14.9         | ≤-15.5          |
| 15km 不带保护 |             |               | ≥+1.5                 |                    |                |                 |
| 15km 带保护  |             |               | ≥+1.8                 |                    | ≤-19.4         | ≤-20.0          |

[来源：YD/T 4019.2—2022，6.4.2]

## B.6 前传 25Gbit/s DWDM 光收发合一模块光功率参数

表 B.8 25Gbit/s DWDM 光模块光功率参数

| 标称传输距离 | 发送中心波长 (nm) | 平均输出功率 (dBm) | 光通道代价 (dB) | 平均每通道接收功率 (dBm) | 接收机灵敏度 (dBm) | 备注        |
|--------|-------------|--------------|------------|-----------------|--------------|-----------|
| 10km   | 见表 7        | -2.0~+4.0    | ≤3.0       | -18.0~-5.0      | ≤-21.0       | 基于 APD 接收 |

[来源：YD/T 4019.3—2022，6.3]

附 录 C

(资料性)

单纤双向波分复用器插入损耗参数

C.1 CWDM 复用器插入损耗参数

表 C.1 CWDM 复用器插入损耗参数

| 发射中心波长 (nm)                   | 光复用/解复用器成对插损 (dB) |       |
|-------------------------------|-------------------|-------|
|                               | 3 波长对             | 6 波长对 |
| 1271、1291、1311                | ≤4.2              | ≤5.7  |
| 1331                          | ≤3.2              | ≤4.7  |
| 1351、1371                     | ≤2.2              | ≤3.9  |
| 1391、1411、1431、1451、1471、1491 | —                 | ≤3.9  |

C.2 MWDM 复用器插入损耗参数

表 C.2 MWDM 复用器插入损耗参数

| 发射中心波长 (nm)                               | 光复用/解复用器成对插损 (dB) |                         |
|-------------------------------------------|-------------------|-------------------------|
|                                           | 无源波分复用系统          | 半有源波分复用系统<br>(含分光器引入插损) |
| 1267.5、1274.5、1287.5、1294.5、1307.5、1314.5 | ≤5.8              | ≤6.1                    |
| 1327.5、1334.5                             | ≤4.2              | ≤4.5                    |
| 1347.5、1354.5、1367.5、1374.5               | ≤2.7              | ≤3                      |

[来源: YD/T 4020.4—2023, 6.3.1]

C.3 LWDM 复用器、LWDM/CWDM 混合传输复用器插入损耗参数

表 C.3 LWDM 复用器插入损耗参数

| 标称传输距离和场景     | 发射中心波长 (nm)              | 通路数   | 光复用/解复用器成对插损 (dB) |
|---------------|--------------------------|-------|-------------------|
| 10km 不带保护     | 1269.23、1273.54、1277.89、 | 3 波长对 | ≤4.5              |
| 15km 不带保护/带保护 | 1295.56、1300.05、1304.58  |       | ≤4.0              |

[来源: YD/T 4013.3—2022, 9]

表 C.4 LWDM/CWDM 混合传输复用器插入损耗参数

| 系统类型                             | 发射中心波长（nm）      | 通路数        | 光复用/解复用器成对插损（dB） |        |
|----------------------------------|-----------------|------------|------------------|--------|
|                                  |                 |            | 中距               | 长距和超长距 |
| 12×25Gbit/s+<br>6/12×10Gbit/s 模型 | 1269.23~1318.35 | LWDM 6 波长对 | ≤4.5             | ≤4.0   |
|                                  | 1351~1531       | CWDM 6 波长对 |                  |        |
|                                  | 1551、1571       |            | ≤3.5             | ≤3.0   |

[来源: YD/T 4013.3—2022, 附录 A.3]

## C.4 DWDM 采用薄膜滤波器（TFF）复用器、采用阵列波导光栅（AWG）复用器插入损耗参数

表 C.5 DWDM 采用薄膜滤波器（TFF）复用器插入损耗参数

| 滤波器类型 | 发射中心波长范围<br>(nm)                   | 通道间隔<br>(GHz) | 通路数    | 光复用/解复用器<br>成对插损 (dB) | 支路光模块<br>接口类型 |
|-------|------------------------------------|---------------|--------|-----------------------|---------------|
| TFF   | 1529.55~1533.47<br>1550.12~1554.13 | 100           | 6 波长对  | ≤5.5                  | 单纤双向          |
|       | 1529.55~1538.19<br>1550.12~1558.98 | 100           | 12 波长对 | ≤6.5                  | 单纤双向          |
|       | 1529.55~1544.53<br>1550.12~1565.50 | 100           | 20 波长对 | ≤7.5                  | 单纤双向          |
|       | 1529.55~1533.47<br>1550.12~1554.13 | 100           | 6 波长对  | ≤5.0                  | 双纤双向          |
|       | 1529.55~1538.19<br>1550.12~1558.98 | 100           | 12 波长对 | ≤6.0                  | 双纤双向          |

[来源：YD/T 4020.1—2022，6.4.1]

表 C.6 DWDM 采用阵列波导光栅（AWG）复用器插入损耗参数

| 滤波器类型 | 发射中心波长范围<br>(nm)                   | 通道间隔<br>(GHz) | 通路数    | 光复用/解复用器<br>插入损耗 (dB/个) | 支路光模块<br>接口类型 |
|-------|------------------------------------|---------------|--------|-------------------------|---------------|
| AWG   | 1529.55~1538.19<br>1550.12~1558.98 | 100           | 12 波长对 | ≤5.5                    | 单纤双向          |
|       | 1529.55~1544.53<br>1550.12~1565.50 | 100           | 20 波长对 | ≤5.5                    | 单纤双向          |
|       | 1529.55~1538.19<br>1550.12~1558.98 | 100           | 12 波长对 | ≤5.5                    | 双纤双向          |
|       | 1529.55~1544.53<br>1550.12~1565.50 | 100           | 20 波长对 | ≤5.5                    | 双纤双向          |

[来源：YD/T 4020.1—2022，6.4.2]

### 参 考 文 献

- [1] GB/T 4208—2017 外壳防护等级（IP 代码）
  - [2] YD/T 4013.2—2022 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 2 部分：CWDM
  - [3] YD/T 4013.4—2022 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 4 部分：MWDM
  - [4] YD/T 4013.5—2022 城域 N×25Gbit/s 波分复用（WDM）系统技术要求 第 5 部分：DWDM
-

中国通信企业协会团体标准  
5G 前传接入网工程技术规范  
T/CAICI 99—2024

\*

人民邮电出版社出版发行  
北京市丰台区成寿寺路 11 号邮电出版大厦  
邮政编码：100164  
北京华邦印刷有限公司印刷  
版权所有 不得翻印

\*

开本：880×1230 1/16 2024 年 12 月第 1 版  
印张：2.25 2024 年 12 月北京第 1 次印刷  
字数：64 千字

15115 • 4283

定价：70.00 元

本书如有印装质量问题，请与本社联系 电话：(010)53915956