

基于 SDN 的宽带接入网测试方法 基于 PON 设备 YANG 模型的控制器南向接口

1 范围

本文件描述了基于PON设备YANG模型的控制器南向接口针对系统、硬件、软件、VLAN、QoS、告警、组播、PON接口、切片等进行管理的测试方法。

本文件适用于公众电信网环境下PON系统中基于PON设备YANG模型的控制器南向接口的测试，专用电信网也可参照使用。

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。

YD/T 3963-2021 基于SDN的宽带接入网技术要求 OLT设备

YD/T 4201-2023 基于SDN的宽带接入网测试方法 OLT设备

YD/T 4476-2023 基于SDN的宽带接入网 基于PON设备YANG模型的控制器南向接口

IEEE 802.1Q 局域网和城域网桥和桥接网络标准（IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks—Bridges and Bridged Networks）

IETF RFC 3986 统一资源标识符（URI）：通用语法（Uniform Resource Identifier (URI): Generic Syntax）

IETF RFC 6241 网络配置协议（Network Configuration Protocol）

IETF RFC 7950 YANG 1.1数据建模语言（The YANG 1.1 Data Modeling Language）

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

网络配置协议 NETCONF

一种简单的基于RPC的机制进行NETCONF客户端和服务端之间的通信协议。客户端一般是一个运行在网络/网元管理器上的脚本或APP；服务器一般是被管网元。NETCONF的客户端和服务端均可发起会话。

[来源：YD/T 3827-2021，3.1.1]

3.2

YANG

一种抽象的数据模型语言。NETCONF用YANG来模型化配置和状态数据。

[来源：YD/T 3827-2021，3.1.2]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

DBA: 动态带宽分配 (Dynamic Bandwidth Allocation)
DHCP: 动态主机配置协议 (Dynamic Host Configuration Protocol)
EPON: 以太网无源光网络 (Ethernet Passive Optical Network)
GPON: 吉比特无源光网络 (Gigabit-Capable Passive Optical Networks)
gRPC: 谷歌远程过程调用 (Google Remote Procedure Call)
IGMP: 互联网组管理协议 (Internet Group Management Protocol)
IP: 互联网协议 (Internet Protocol)
LOID: 逻辑标识 (Logical ID)
MAC: 媒体存取控制 (Media Access Control Address)
NETCONF: 网络配置协议 (Network Configuration Protocol)
OLT: 光线路终端 (Optical Line Terminal)
ONU: 光网络单元 (Optical Network Unit)
PON: 无源光网络 (Passive Optical Network)
PPPoE: 以太网上的点对点协议 (Point-to-Point Protocol Over Ethernet)
QoS: 服务质量 (Quality of Service)
SDN: 软件定义网络 (Software Defined Network)
SN: 序列号 (Serial Number)
SNI: 业务节点接口 (Service Node Interface)
SP: 严格优先级 (Strict Priority)
SSH: 安全外壳协议 (Secure Shell)
UNI: 用户网络接口 (User Network Interface)
URI: 统一资源标识符 (Uniform Resource Identifier)
UTF: Unicode转换格式 (Unicode Transformation Format)
VLAN: 虚拟局域网 (Virtual Local Area Network)
WR: 加权轮循 (Weighted Round)
XG-PON: 10Gbit无源光网络 (10-Gigabit-capable Passive Optical Network)
XGS-PON: 对称10Gbit无源光网络 (10-Gigabit-capable Symmetric Passive Optical Network)
XML: 可扩展标记语言 (Extensible Markup Language)

5 测试配置

测试配置如图1所示, 主要由接入网SDN控制器、OLT、ODN、ONU和数据网络分析仪组成。测试中配置使用的数据模型结构和节点命名规则应按照YD/T 4476-2023中第6章、第7章和附录A的要求。测试中配置协议NETCONF协议应符合YD/T 3963-2021中第7.2节的相应规定。

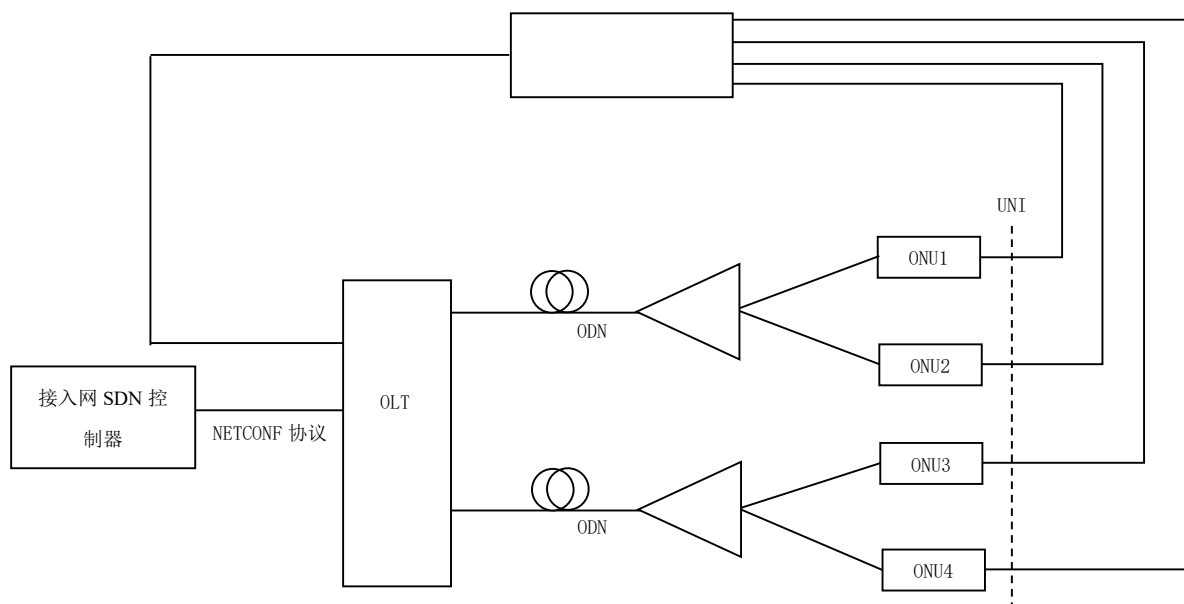


图1 测试配置

6 NETCONF 接口功能测试

6.1 管理通道建立测试

6.1.1 测试目的

测试接入网SDN控制器和OLT的管理通道建立功能。

6.1.2 测试配置

测试配置见图1。

6.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备；
- b) 接入网SDN控制器向OLT发起带有NETCONF用户名密码的SSH连接请求；
- c) 接入网SDN控制器向OLT发送获取设备YANG模型请求。

6.1.4 预期结果

步骤b)中，OLT设备与接入网SDN控制器建立SSH连接。OLT设备与接入网SDN控制器基于IETF RFC 6241完成能力交互并将设备所有支持基于YD/T 4476-2023的YANG模型定义到基于IETF RFC3986的URI中，在能力交互过程中发送至接入网SDN控制器；

步骤c)中，OLT将所有的设备所有支持基于YD/T 4476-2023的YANG模型信息发送至接入网SDN控制器，接入网SDN控制器应缓存这些YANG模型信息。

6.2 查询功能测试

6.2.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器对于OLT的配置查询功能。

6.2.2 测试配置

测试配置见图1。

6.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过接入网NETCONF接口向OLT设备发送查询请求。
- c) 接入网SDN控制器通过接入网NETCONF接口向OLT设备发送查询配置请求。

6.2.4 预期结果

步骤b)和c)中，接入网SDN控制器能够正确发送查询请求并查询到OLT设备基于查询请求返回的相应配置信息。返回的配置信息应承载于格式良好的XML，其编码格式为UTF-8且数据结构应符合IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求。

6.3 过滤查询功能测试

6.3.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器对于OLT的配置过滤查询功能。

6.3.2 测试配置

测试配置见图1。

6.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送过滤查询请求，过滤请求类型应支持IETF RFC 6241中定义的subtree类型，可支持IETF RFC 6241中定义的xpath类型。
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送过滤查询配置请求，过滤请求类型应支持IETF RFC 6241中定义的subtree类型，可支持IETF RFC 6241中定义的xpath类型。

6.3.4 预期结果

步骤b)和c)中，接入网SDN控制器能够正确发送过滤查询请求并查询到OLT设备基于过滤查询请求返回相应的配置信息。返回的配置信息应承载于格式良好的XML，其编码格式为UTF-8且数据结构应符合IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求。

6.4 配置编辑功能测试

6.4.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器对于OLT配置的编辑功能。

6.4.2 测试配置

测试配置见图1。

6.4.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送创建配置请求；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求；
- d) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送合并配置请求；
- e) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求；
- f) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送替换配置请求；
- g) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求；
- h) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送删除配置请求；
- i) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求；
- j) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送移除配置请求；
- k) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求。

6.4.4 预期结果

步骤c)、步骤e)、步骤g)、步骤i)和步骤k)中，接入网SDN控制器能够正确发送请求，则OLT设备向接入网SDN控制器返回OK，并且接入网SDN控制器能够通过查询请求在OLT设备的运行数据区中查询到相应配置结果。配置结果应遵守IETF RFC 6241第7.2对于NETCONF编辑功能的要求，并且OLT应生效相应配置结果。若接入网SDN控制器下发的配置请求不符合IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求，则OLT设备应符合IETF RFC 6241 附录A的NETCONF错误列表向接入网SDN控制器返回相应的错误信息，且接入网SDN控制器能够正确解析错误信息。

6.5 配置更改丢弃功能测试

6.5.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器对于OLT的更改丢弃功能。

6.5.2 测试配置

测试配置见图1。

6.5.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送创建配置请求A；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送更改丢弃请求；
- d) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送创建配置请求B；
- e) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送提交请求；
- f) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的运行数据区发送查询配置A的请求；
- g) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备的运行数据区发送查询配置B的请求。

6.5.4 预期结果

步骤f)中，接入网SDN控制器能够正确发送请求，OLT设备应符合IETF RFC 6241 附录A的NETCONF错误列表向接入网SDN控制器返回相应的错误信息，且接入网SDN控制器能够正确解析错误信息。

步骤g)中，接入网SDN控制器能够正确发送请求，并查询到OLT设备基于查询请求返回的配置B的信息。返回的配置信息应承载于格式良好的XML，其编码格式为UTF-8且数据结构应符合IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求。

6.6 配置数据区锁定和解锁功能测试

6.6.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器对于OLT的NETCONF数据区的锁定和解锁功能。

6.6.2 测试配置

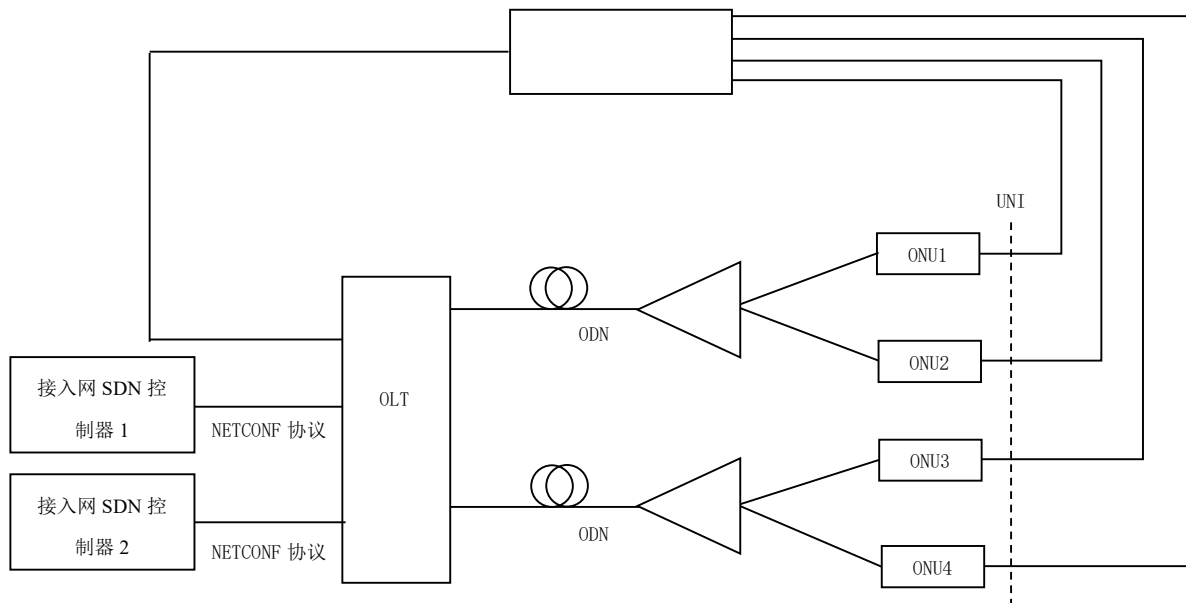


图2 配置区锁和解锁功能测试配置

6.6.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图2连接设备，接入网SDN控制器1和接入网SDN控制器2使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器1通过NETCONF接口向OLT设备发送锁定候选数据区请求；
- c) 接入网SDN控制器2通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送创建配置请求；
- d) 接入网SDN控制器1通过NETCONF接口向OLT设备发送解锁候选数据区请求；
- e) 接入网SDN控制器2通过NETCONF接口向OLT设备的候选数据区发送创建配置请求。

6.6.4 预期结果

步骤c)中，配置失败，OLT设备应符合IETF RFC 6241 附录A的NETCONF错误列表向接入网SDN控制器返回相应的错误信息；

步骤e)中，配置成功。

6.7 配置保存功能测试

6.7.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口的接入网SDN控制器控制OLT配置保存功能。

6.7.2 测试配置

测试配置见图1。

6.7.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询整个运行数据区的请求A；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送复制配置请求，将运行数据区复制到启动数据区；
- d) OLT设备重启；
- e) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询整个运行数据区的请求A。

6.7.4 预期结果

步骤b)和步骤e)中，OLT设备应基于查询请求A返回的配置信息应完全相同。配置信息应承载于格式良好的XML且其编码格式为UTF-8。返回的配置信息的XML的数据结构应满足基于IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求。

7 PON 设备系统 YANG 模型测试

7.1 设备系统查询测试

7.1.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器获取OLT系统信息。

7.1.2 测试配置

测试配置见图1。

7.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询系统信息查询请求。

7.1.4 预期结果

步骤b)中，接入网SDN控制器能够正确发送查询请求，正确查询并基于YD/T 4476-2023中第6.2节的YANG模型定义内容和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求解析OLT设备返回的OLT系统软件版本信息。返回的OLT系统信息的相应参数数值正确。

7.2 设备系统时间配置测试

7.2.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器管理OLT系统时间。

7.2.2 测试配置

测试配置见图1。

7.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询系统时间信息的查询请求；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备配置系统时间；
- d) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询系统时间信息的查询请求。

7.2.4 预期结果

步骤c)中，接入网SDN控制器能够正确发送配置请求并配置成功，并在步骤d)中接入网SDN控制器能够正确的查询到并基于YD/T 4476-2023中第6.2节的YANG模型定义内容和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求解析所配置的OLT系统时间信息。返回的系统时间信息的相应参数数值正确。

8 PON 设备硬件 YANG 模型测试

8.1 硬件资源查询测试

8.1.1 测试目的

测试接入网SDN控制器获取OLT硬件资源，并验证通过接入网SDN控制器获取的硬件资源信息是否符合YD/T 4476-2023的第6.3节中定义的硬件模型。

8.1.2 测试配置

测试配置见图1。

8.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的所有硬件资源请求。

8.1.4 预期结果

步骤b)中，接入网SDN控制器能够正确发送查询请求，并基于YD/T 4476-2023的第6.3节中定义的硬件模型和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求解析OLT设备返回的硬件资源信息。返回的硬件资源信息的相应参数数值正确，节点命名应符合YD/T 4476-2023第7.1节相应的规定。

8.2 硬件资源变更查询测试

8.2.1 测试目的

测试接入网SDN控制器查询OLT硬件资源变化的信息，并验证通过接入网SDN控制器获取到的OLT硬件资源变化的信息是否符合YD/T 4476-2023的第6.3节中定义的硬件模型。

8.2.2 测试配置

测试配置见图1。

8.2.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的所有硬件资源请求；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送告警订阅请求
- d) 插入新的一块PON板后，接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的硬件资源变化及所有硬件资源信息的请求；
- e) 插入新的一个光模块后，接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的硬件资源变化及所有硬件资源信息的请求；
- f) 拔除新插入的光模块后，接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的硬件资源变化及所有硬件资源信息的请求；
- g) 拔除新插入的PON板后，接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询OLT设备的硬件资源变化及所有硬件资源信息的请求。

8.2.4 预期结果

步骤b)中，接入网SDN控制器能够正确发送查询请求，并基于YD/T 4476-2023中第6.3节YANG模型定义内容和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求解析OLT设备返回的硬件资源信息。返回的硬件资源信息相应参数数值正确，节点命名应符合YD/T 4476-2023第7.1节相应的规定；

步骤c)，步骤d)，步骤e)和步骤f)中，接入网SDN控制器能够正确发送查询请求，并基于YD/T 4476-2023中第6.3节YANG模型定义内容和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求解析OLT设备返回相应的硬件资源变化信息，在所有的硬件资源信息中能够查询到相应节点发生的变化和变化时间。返回的硬件资源信息相应参数数值正确，节点命名符合YD/T 4476-2023第7.1节相应的规定。同时接入网SDN控制器能正确收到步骤c)，步骤d)，步骤e)和步骤f)中所产生故障相应的硬件资源变化产生的告警，并基于YD/T 4476-2023中第6.3节的YANG模型定义内容和IETF RFC7950对于YANG模型编码生成XML的要求正确解析告警信息。

8.3 硬件资源重启测试

8.3.1 测试目的

测试接入网SDN控制器配置硬件资源重启，验证YD/T 4476-2023的第6.3节中定义的硬件模型。

8.3.2 测试配置

测试配置见图1。

8.3.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；

- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送重启某一单板（例如：PON板）的请求；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送重启OLT整框的请求。

8.3.4 预期结果

步骤b)中，接入网SDN控制器能够正确发送配置请求，OLT设备对指定单板进行了重启；
步骤c)中，接入网SDN控制器能够正确发送配置请求，OLT设备对整框进行了重启。

9 PON 设备 GPON YANG 模型测试

9.1 GPON ONU 认证测试

9.1.1 测试目的

测试接入网SDN控制器配置OLT与ONU设备的连接和认证，验证YD/T 4476-2023的第6.10节中定义的GPON模型。

9.1.2 测试配置

测试配置见图1。

9.1.3 测试步骤

测试步骤如下：

- a) 按测试配置图1连接设备，接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道；
- b) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备添加GPON ONU A，ONU A为SN认证配置，SN=“ABCD00000001”，位置为1槽1口；
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备添加GPON ONU B，ONU B为LOID认证配置，LOID=“aaabbbccc”，位置为1槽2口；
- d) 将SN=ABCD00000001的GPON ONU1连接到OLT的1槽1口上；
- e) 将SN=ABCD00000002的GPON ONU2连接到OLT的1槽1口上；
- f) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询ONU认证配置请求；
- g) 将LOID=“aaabbbccc”的GPON ONU3连接到OLT的1槽2口上；
- h) 将LOID=“aaabbbeee”的GPON ONU4连接到OLT的1槽2口上；
- i) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口修改ONU A的SN配置，SN=“ABCD00000002”；
- j) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口修改ONU B的LOID配置，LOID=“aaabbbeee”；
- k) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询ONU认证配置请求；
- l) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口删除ONU B的认证配置。

9.1.4 预期结果

步骤d)中，ONU1成功完成注册认证并上线；
步骤e)中，ONU2不能注册上线；
步骤g)中，ONU3成功完成注册认证并上线；
步骤h)中，ONU4不能注册上线；
步骤i)中，ONU2成功完成注册认证并上线，ONU1不能注册上线；
步骤j)中，ONU4成功完成注册认证并上线，ONU3不能注册上线；

步骤f)和步骤k)中,接入网SDN控制器能够正确发送查询请求,并基于YD/T 4476-2023中第6.10节定义的GPON模型解析OLT设备返回的ONU认证配置信息。返回的ONU认证配置信息的相应参数数值正确,数据的节点命名符合YD/T 4476-2023第7.2节和第7.3节相应的规定。

9.2 GPON ONU上行DBA测试

9.2.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器在OLT配置GPON ONU上行DBA,验证YD/T 4476-2023的第6.10节中定义的GPON模型。

9.2.2 测试配置

测试配置见图1。

9.2.3 测试步骤

测试步骤如下:

- a) 按测试配置图1连接设备,接入网SDN控制器使用NETCONF协议与OLT设备建立管理通道,且GPON ONU1和GPON ONU2处于正常工作状态并已上线和配置相关业务;
- b) 利用数据网络分析仪向ONU发送以太网数据流,帧的大小设为随机包长,业务流正常;
- c) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口配置OLT对ONU1的DBA参数为固定带宽40Mbit/s,保证带宽60Mbit/s,最大带宽100Mbit/s;
- d) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口配置OLT对ONU2的DBA参数为保证带宽890Mbit/s,最大带宽1000Mbit/s;
- e) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询ONU的DBA配置请求;
- f) 配置数据网络分析仪对ONU2发送上行速率为1Gbit/s流量,对ONU1不发送上行流量,观察ONU2获得的上行带宽;
- g) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口修改OLT对ONU1的DBA参数为固定带宽100Mbit/s,保证带宽100Mbit/s,最大带宽200Mbit/s;
- h) 接入网SDN控制器通过NETCONF接口向OLT设备发送查询ONU的DBA配置请求;
- i) 配置数据网络分析仪对ONU2发送上行速率为1Gbit/s流量,对ONU1发送上行速率为200Mbit/s流量,检查ONU1和ONU2获得的上行带宽。

9.2.4 预期结果

步骤f)中:ONU2获得至少960Mbit/s;

步骤i)中:ONU2获得890Mbit/s~900Mbit/s带宽,ONU1获得100Mbit/s~110Mbit/s带宽;

步骤e)和步骤h)中,接入网SDN控制器能够正确发送查询请求,并基于YD/T 4476-2023中第6.10节定义的GPON模型解析OLT设备返回的ONU的DBA配置信息。返回的ONU的DBA配置信息的相应参数数值正确,数据的节点命名符合YD/T 4476-2023第7.2节和第7.3节相应的规定。

9.3 GPON ONU状态查询测试

9.3.1 测试目的

测试基于NETCONF/YANG接口接入网SDN控制器获取GPON ONU状态信息,验证YD/T 4476-2023的第6.10节中定义的GPON模型。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/778015023005006052>