DLDP 技术白皮书

Copyright © 2021 紫光恒越技术有限公司 版权所有，保留一切权利。
非经本公司书面许可，任何单位和个人不得擅自摘抄、复制本文档内容的部分或全部，并不得以任何形式传播。
除紫光恒越技术有限公司的商标外，本手册中出现的其它公司的商标、产品标识及商品名称，由各自权利人拥有。本文中的内容为通用性技术信息，某些信息可能不适用于您所购买的产品。

目 录

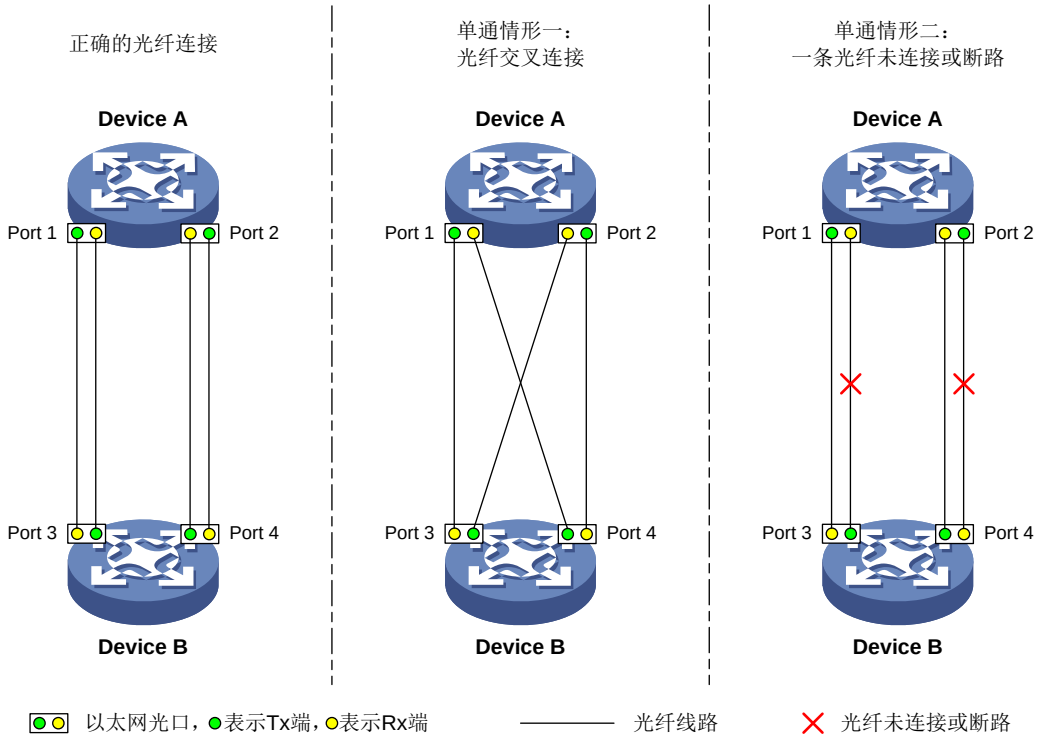
1 概述 ····· 1
1.1 产生背景 ····· 1
1.2 技术优点 ····· 1
2 DLDP 技术实现 ····· 2
2.1 概念介绍 ····· 2
2.1.1 DLDP 邻居状态 ····· 2
2.1.2 DLDP 接口状态 ····· 2
2.1.3 DLDP 定时器 ····· 2
2.1.4 DLDP 认证模式 ····· 3
2.2 工作机制 ····· 3
2.2.1 单邻居检测机制 ····· 3
2.2.2 多邻居检测机制 ····· 5
2.2.3 发现单向链路后的处理机制 ····· 5
2.2.4 链路恢复后的处理机制 ····· 5
2.3 应用限制 ····· 6
3 典型组网应用 ····· 6

1 概述

1.1 产生背景

在实际组网中，有时会出现单通现象，即一条链路上的两个接口，有且只有一端可收到另一端发来的链路层报文，此链路便称为单向链路。图 1 以光纤连接为例，示意了两种单通情形：一种是光纤交叉相连，另一种是一条光纤未连接或断路。

图1 光纤连接的两种单通情形示意图



物理层的检测机制（如自动协商机制）负责进行物理信号和故障的检测。而在单向链路中，由于物理层仍处于连通状态，因此物理层检测机制无法发现设备间的通信异常，从而会导致错误转发、环路等问题。而 DLDP（Device Link Detection Protocol，设备链路检测协议）能够通过在链路层监控光纤或网线的链路状态，检测链路连接是否正确、链路两端可否正常交互报文。当发现单向链路时，DLDP 会根据用户配置自动关闭或由用户手工关闭相关接口，以防止网络问题的发生。

1.2 技术优点

作为链路层协议，DLDP 可以在链路层进行对端设备识别、单向链路识别以及关闭单通接口等工作：

- 如果链路两端在物理层都能独立正常工作，DLDP 会在链路层检测该链路的连接是否正确、链路两端可否正常交互报文，这种检测不能通过自动协商机制实现。
- DLDP 还可与物理层的检测机制协同工作以监控链路状态。物理层的自动协商机制可以进行物理信号和故障的检测，二者协同工作，便可以检测并避免物理和逻辑的单向连接。

2 DLDP 技术实现

2.1 概念介绍

2.1.1 DLDP 邻居状态

假设接口 A 和 B 同处一条链路上，若 A 能收到 B 发来的链路层报文，便将 B 称为 A 的 DLDP 邻居，能够互相收发报文的两个接口互为邻居。DLDP 邻居的状态如表 1 所示。

表1 DLDP 邻居状态

状态	说明
Confirmed（确定）	链路双通时的DLDP邻居状态
Unconfirmed（未确定）	发现新邻居但未确认链路双通时的DLDP邻居状态

2.1.2 DLDP 接口状态

使能了 DLDP 功能的接口简称 DLDP 接口。DLDP 接口可以有一或多个 DLDP 邻居，其状态与各 DLDP 邻居的状态相关，具体如表 2 所示。

表2 DLDP 接口状态

状态	说明
Initial（初始）	当接口已使能DLDP，但全局尚未使能DLDP时的接口状态
Inactive（非活动）	当接口和全局均已使能DLDP，但链路物理down时的接口状态
Bidirectional（双通）	当接口和全局均已使能DLDP，且有至少一个处于确定状态下的邻居时的接口状态
Unidirectional（单通）	当接口和全局均已使能DLDP，且没有处于确定状态下的邻居时的接口状态，处于此状态的接口只能收发DLDP报文

2.1.3 DLDP 定时器

DLDP 在工作过程中使用到的定时器如表 3 所示。

表3 DLDP 定时器

定时器	说明
Advertisement发送定时器	Advertisement报文的发送间隔（缺省为5秒，可配）
Probe发送定时器	Probe报文的发送间隔（固定为1秒）
Echo等待定时器	对邻居进行探测时会启动此定时器（固定为10秒）
邻居老化定时器	每个新邻居的加入都要建立邻居表项，当邻居处于确定状态时启动邻居老化定时器，当收到邻居的Advertisement报文时刷新邻居表项的邻居老化定时器。邻居老化定时器的值是Advertisement发送定时器的值的3倍

定时器	说明
加强探测定时器	若邻居老化定时器超时，则启动该邻居的加强探测定时器（固定为1秒），同时启动Echo等待定时器
DelayDown定时器	接口物理down时不会立即删除所有邻居，而是先启动DelayDown定时器（缺省为1秒，可配），该定时器超时后再核对接口的物理状态：若为down，则删除DLDP邻居信息；若为up，则不进行任何处理
恢复探测定时器	RecoverProbe报文的发送间隔（固定为2秒）。处于单通状态的接口会定期发送RecoverProbe报文来检测单向链路是否恢复

2.1.4 DLDP 认证模式

进行 DLDP 认证，可以防止网络攻击和恶意探测，DLDP 的认证模式如表 4 所示。

表4 DLDP 认证模式

认证模式	DLDP 报文发送端的处理	DLDP 报文接收端的处理
不认证	将DLDP报文的认证字字段置为全0	将接收的DLDP报文的认证信息与本端配置进行比较，若一致则认证通过，否则丢弃该报文
明文认证	将DLDP报文的认证字字段置为明文认证密码	
MD5认证	将DLDP报文的认证字字段置为用MD5算法加密后的密码摘要	

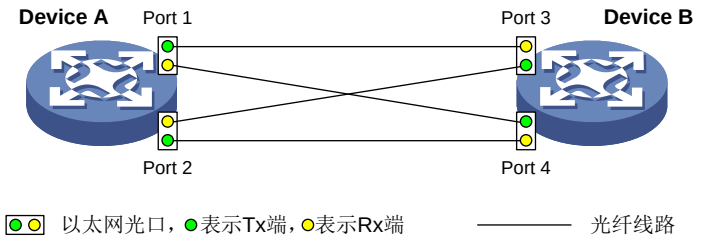
2.2 工作机制

2.2.1 单邻居检测机制

当两台设备通过光纤或网线直接相连时，可以在这两台设备之间启用 DLDP 来检测单向链路，此时这两台设备的接口互为 DLDP 邻居，因此称为单邻居检测。下面分两种情况分别介绍单邻居的单向链路检测过程。

1. DLDP 使能前链路已出现单通

图2 光纤交叉连接示意图



如图 2 所示，在 DLDP 使能之前，Device A 和 Device B 之间的光纤就已交叉连接。当 DLDP 使能后，处于 up 状态的四个接口都进入单通状态，并向外发送 RecoverProbe 报文。下面以 Port 1 为例介绍单向链路的检测过程：

(1) Port 1 收到 Port 4 发来的 RecoverProbe 报文后，回复 RecoverEcho 报文。

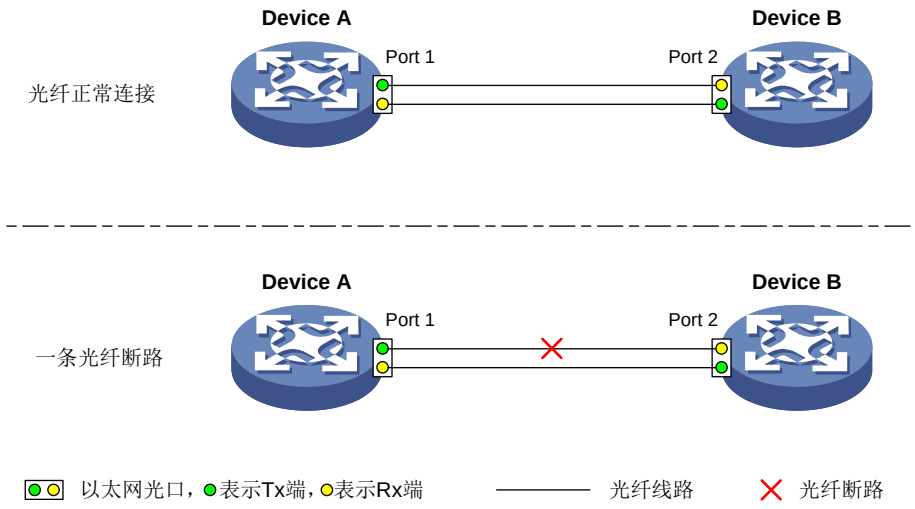
(2) 由于 Port 4 无法收到 Port 1 发来的 RecoverEcho 报文，因此不会与 Port 1 建立邻居关系。

(3) Port 3 虽能收到 Port 1 发来的 RecoverEcho 报文，但由于该报文并不是回复给 Port 3 的，因此 Port 3 也不会与 Port 1 建立邻居关系。

其它三个接口上的检测过程与 Port 1 类似，这四个接口将始终处于单通状态。

2. DLDP 使能后链路才出现单通

图3 一条光纤断路示意图



如图 3 所示，Device A 和 Device B 通过光纤相连。在 DLDP 使能之后，光纤连接起初是正常的，Port 1 与 Port 2 之间的双通邻居建立过程如下：

(1) 处于物理 up 状态的 Port 1 先进入单通状态，向外发送 RecoverProbe 报文。

(2) Port 2 收到 RecoverProbe 报文后，回复 RecoverEcho 报文。

(3) Port 1 收到 RecoverEcho 报文后，发现该报文中携带的邻居信息与本机的相同，于是与 Port 2 建立确定的邻居关系，接口状态由单通变为双通，启动该邻居的老化定时器并定期发送 Advertisement 报文。

(4) Port 2 收到 Advertisement 报文后与 Port 1 建立未确定的邻居关系，为该邻居启动 Echo 等待定时器和 Probe 发送定时器，定期发送 Probe 报文。

(5) Port 1 收到 Probe 报文后，回复 Echo 报文。

(6) Port 2 收到 Echo 报文后，发现该报文中携带的邻居信息和本机保存的相同，于是将邻居状态由未确定切换为确定，接口状态则由单通切换为双通，启动该邻居的老化定时器并定期发送 Advertisement 报文。

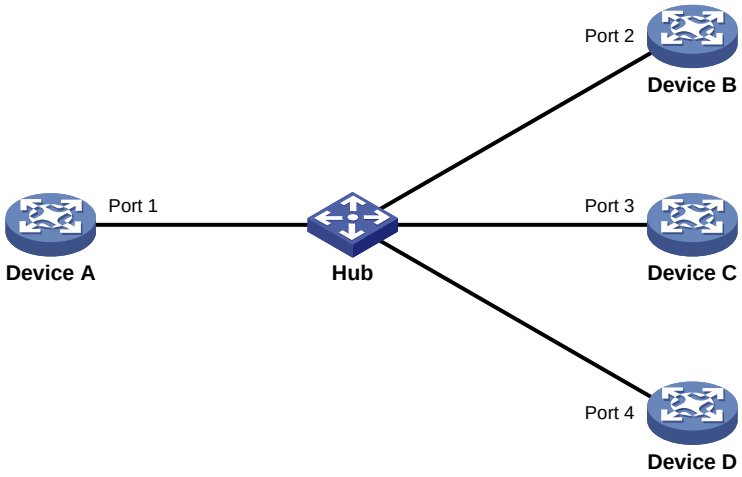
至此，Port 1 与 Port 2 之间的双通邻居关系建立完毕。

此后，假设 Port 2 的 Rx 端突发故障而无法接收信号，该接口将物理 down 并进入非活动状态，但此时由于其 Tx 端尚能发送信号给 Port 1，因此 Port 1 还处于 up 状态。Port 1 在邻居老化定时器超时后，将启用加强探测定时器和 Echo 等待定时器，并向邻居 Port 2 发送 Probe 报文；而由于 Port 1 的 Tx 端已断路，Echo 等待定时器超时后将收不到 Port 2 回复的 Echo 报文，于是 Port 1 进入单通状态，并发送 Disable 报文通知对端。同时，Port 1 删除邻居 Port 2，并启动恢复探测定时器以检测链路是否恢复。在此过程中，Port 2 将一直处于非活动状态。

2.2.2 多邻居检测机制

当多台设备通过 Hub 相连时，也可以在这些设备之间启用 DLDP 协议来检测单向链路，此时每个接口都会检测到一个以上的 DLDP 邻居，因此称为多邻居检测。在多邻居组网环境中，为了能正确检测出单向链路，要求在所有与 Hub 相连的接口上都启用 DLDP，接口一旦发现没有确定的邻居，便进入单通状态。

图4 多邻居组网示意图



如图 4 所示，Device A～Device D 都通过一台 Hub 相连，各设备都支持 DLDP。当 Port 1、Port 2 和 Port 3 发现与 Port 4 的连接出错后，都将删除该邻居，但仍保持双通状态。

2.2.3 发现单向链路后的处理机制

当 DLDP 检测到单向链路时，可以采用以下三种方式关闭单通接口：

- 自动模式：在此模式下，当 DLDP 检测到单向链路时会自动关闭单通接口。
- 手动模式：在此模式下，当 DLDP 检测到单向链路时不会直接关闭单通接口，而是需要用户手工将其关闭；当单向链路恢复为双向链路后，还需要用户手工将其打开。当网络性能较差、设备业务量较大或 CPU 利用率较高时，都容易造成 DLDP 对单通的误判而自动关闭接口，手动模式就是为了避免这种误判而采取的一种折中方案。
- 混合模式：在此模式下，若 DLDP 检测到单向链路，则会自动关闭单通接口；当用户想知道链路是否恢复为双向链路时，需要执行 **undo shutdown** 命令打开端口重新检测链路，若检测到链路恢复为双向链路，则接口恢复正常。

2.2.4 链路恢复后的处理机制

当单向链路恢复双通后，可以通过以下两种方式使接口恢复正常工作：

- 对于被网络管理员手动关闭的接口，需要使用 **undo shutdown** 命令手工打开。
- 对于被系统自动设置为 DLDP DOWN 状态的接口，链路自动恢复机制可自动检测到 DLDP 邻居恢复并重新打开该接口。

其中，链路自动恢复机制可使处于 DLDP DOWN 状态的接口在链路恢复后自动从此状态中恢复，具体过程如下：

(1) 处于 DLDP DOWN 状态的接口每 2 秒向外发送一次 RecoverProbe 报文，该报文中只携带本接口的信息。

(2) 对端接口如果收到该报文，则回复 RecoverEcho 报文作为应答。

(3) 本端接口收到 RecoverEcho 报文后，检查该报文中携带的邻居信息是否与本接口的信息相同。如果相同，便建立邻居表项，设置邻居状态为 Confirmed，本端接口的状态从 Unidirectional 迁移到 Bidirectional，并开始定期发送 Advertisement 报文。

2.3 应用限制

在应用 DLDP 时需要注意：

- 为了防止网络攻击和恶意探测，用户可以对 DLDP 报文进行认证，认证方式分为明文认证和 MD5 认证。为确保检测出单向链路，要保证两端设备的认证方式和认证口令相同。
- 为确保检测出单向链路，要保证两端设备的 DLDP 处于使能状态、Advertisement 报文发送时间间隔相等。
- 为了使 DLDP 在不同的网络环境下都能及时发现单向链路，需要合理调整 Advertisement 报文的时间间隔。如果设定的时间太长，DLDP 协议不能及时关闭单向链路；如果设定的时间太短，会增加协议报文数量，并且在网络环境不好的情况下，由丢失协议报文导致的误检测几率会提高。
- DLDP 运行在聚合和 STP 之下，协议报文的收发不受聚合非选中以及 STP 阻塞的影响。
- 使能了 DLDP 功能的设备之间可以通过透传设备（如 Hub 或未启用 DLDP 的设备）相连。透传设备将 DLDP 协议报文作为数据报文处理，此时聚合非选中以及 STP 阻塞会影响 DLDP 协议报文的转发，进而可能会引起 DLDP 状态机震荡。

3 典型组网应用

典型的 DLDP 组网应用如图 5 所示。Device A 和 Device B 通过光纤相连，Port 2 的 Rx 端所在线路断路，Port 2 处于物理 down 状态。但是，由于 Port 1 检测不到这种情况，仍向 Port 2 发送数据报文，这样就会造成数据报文的丢失。

为了检测出此单通情况，可以在这两台设备上都配置 DLDP 功能。当 DLDP 检测出单向链路后，会自动断开单向链路，就避免了数据报文的丢失。在网络管理员修复链路之后，单向链路会自动恢复为正常状态，继续转发报文。

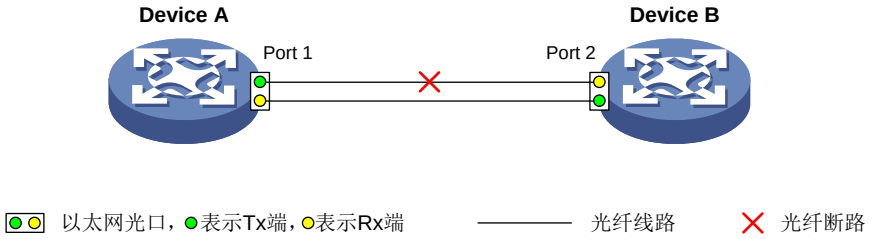



图5 DLDP 典型应用组网图