

第五章 廣域網路與用戶迴路

前言

- ◆ 5-1 廣域網路簡介
- ◆ 5-2 廣域網路的實體層規格
- ◆ 5-3 廣域網路的鏈結層協定
- ◆ 5-4 用戶迴路 (xDSL 與 FTTx)
- ◆ 5-5 虛擬私人網路 (VPN)
- ◆ 實作練習：使用VPN Gate進行VPN連線測試

5-1 廣域網路簡介

- ◆ 傳輸距離可延伸至很大地理範圍的網路稱做廣域網路。目前全球最大的廣域網路便是網際網路(Internet)

爬電線桿架設線路



透過通訊衛星傳送訊號



挖掘路面, 埋設管線

圖 5-1 廣域網路連線的架設工程

廣域網路簡介

- ◆ 5-1-1 末端用戶與傳輸骨幹
- ◆ 5-1-2 廣域網路的傳輸模式

*Networking
Essentials*

15th Edition

5-1-1 末端用戶與傳輸骨幹

- ◆ 電信公司開放給大眾租賃的線路通稱為『專線』或『租線』
- ◆ 從連線用戶到電信公司機房之間的廣域網路連線稱為『末端用戶』；電信公司機房之間的連線,則稱為『傳輸骨幹』連線

5-1-1 末端用戶與傳輸骨幹

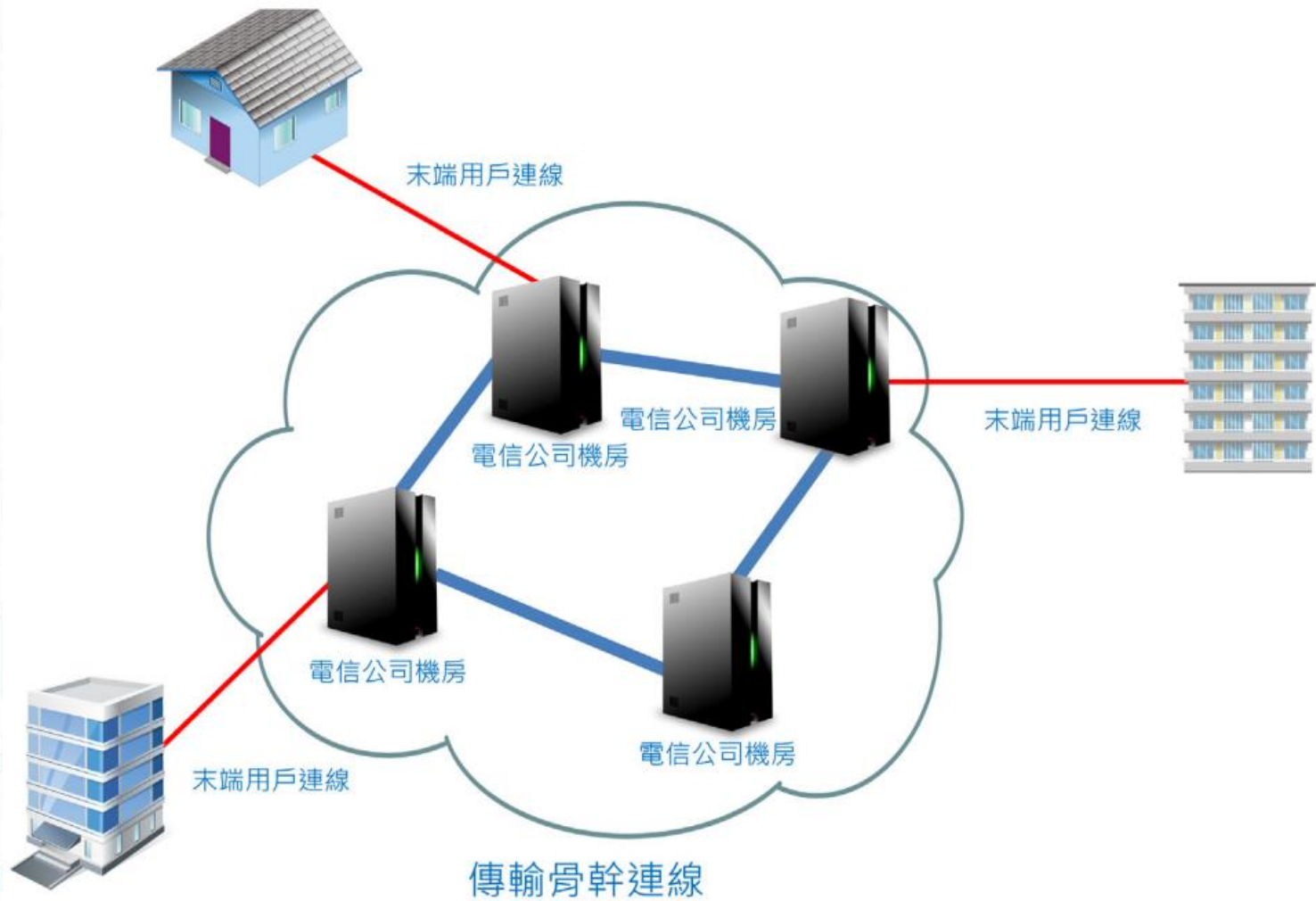


圖 5-2 末端用戶與傳輸骨幹

5-1-2 廣域網路的傳輸模式

廣域網路所採用的傳輸模式有 3 種：

- ◆ 電路交換 (Circuit Switching)

傳統的類比式電話系統就是典型的電路交換傳輸系統

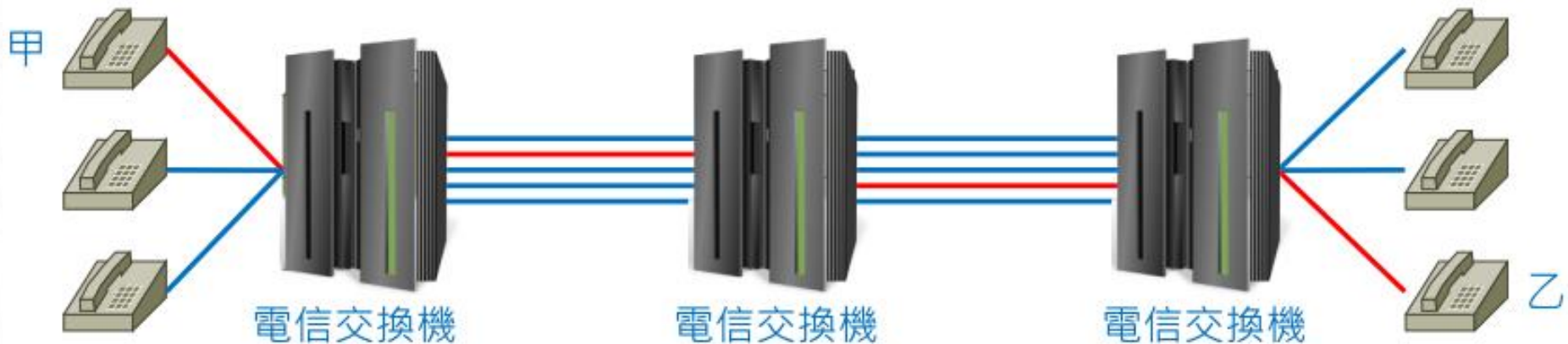


圖 5-3 電路交換網路

廣域網路的傳輸模式

◆ 封包交換 (Packet Switching)

- ◆ 數位式電腦網路使用的則是封包交換傳輸技術
- ◆ 其最大優點是可在單一條傳輸通道上提供多工傳輸

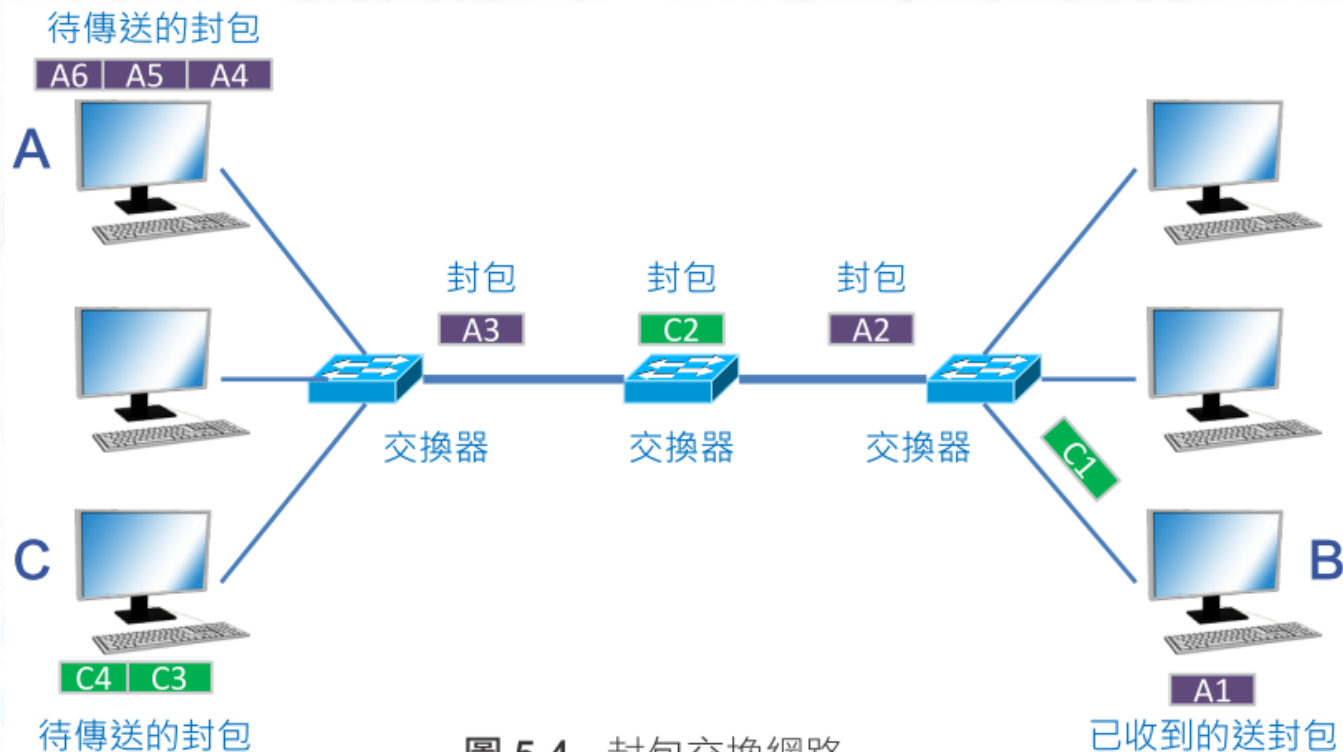


圖 5-4 封包交換網路

廣域網路的傳輸模式

◆ 細胞交換 (Cell Switching)

- ◆ 固定長度的封包就稱為『傳輸細胞』(Cell), 可提高封包的傳輸效能

Networking
Essentials

15th Edition

5-2 廣域網路的實體層規格

- ◆ 5-2-1 T-Carrier
- ◆ 5-2-2 SONET/SDH

*Networking
Essentials*

15th Edition

5-2-1 T-Carrier

- ◆ T-Carrier 透過『分時多工』技術同時進行多通道語音通話,將類比的語音訊號經過取樣程序轉換成數位資料,再傳遞出去
- ◆ T-Carrier 家族裡第一個成員為 T1,採用兩對雙絞線當作傳輸媒介,一對發送資料,另一對接收資料,達到全雙工傳輸
- ◆ T-Carrier 家族成員的傳輸速率依照『數位訊號』規格劃分等級,北美與歐洲的分法稍有差異：

T-Carrier

表 5-1 北美版 T-Carrier 傳輸規格表

種類	DS 等級	傳輸速率	傳輸通道	相對傳輸速率	傳輸媒體
FT1 (1)	DS0	64 Kbps	1	1/24 個 T1	雙絞線
T1	DS1	1.544 Mbps	24	1 個 T1	
T1C	DS1C	3.152 Mbps	48	2 個 T1	
T2	DS2	6.312 Mbps	96	4 個 T1	同軸纜線、多模光纖、微波
T3	DS3	44.736 Mbps	672	28 個 T1	
T3C	DS3C	89.472 Mbps	1344	56 個 T1	
T4	DS4	274.176 Mbps	4032	168 個 T1	
T5	DS5	400.352 Mbps	5760	240 個 T1	

表 5-2 歐洲版 T-Carrier 傳輸規格表

種類	DS 等級	傳輸速率	傳輸通道	傳輸媒體
E1	DS1	2.048 Mbps	30	雙絞線
E2	DS2	8.448 Mbps	130	雙絞線
E3	DS3	34.368 Mbps	480	同軸纜線、多模光纖、微波
E4	DS4	44.736 Mbps	672	同軸纜線、多模光纖、微波
E5	DS5	565.148 Mbps	7680	同軸纜線、多模光纖、微波

5-2-2 SONET/SDH

- ◆ SONET 用來銜接各種不同的高速光纖連線
- ◆ SDH 與 SONET 略有差異, 但大致相同, 其劃分的連線等級如下表：

表 5-3 SONET 傳輸速率對照表

SONET 等級	SDH 等級	傳輸速率	相對傳輸速率
OC-1	STM-0	51.84 Mbps	1 個 OC-1 (1/3 個 OC-3)
OC-3	STM-1	155.52 Mbps	3 個 OC-1 (1 個 OC-3)
OC-12	STM-4	622.08 Mbps	12 個 OC-1 (4 個 OC-3)
OC-48	STM-16	2488.32 Mbps	48 個 OC-1 (16 個 OC-3)
OC-192	STM-64	9953.28 Mbps	192 個 OC-1 (64 個 OC-3)
OC-768	STM-256	39813.12 Mbps	768 個 OC-1 (256 個 OC-3)

5-3 廣域網路的鏈結層協定

- ◆ 5-3-1 訊框傳送 (Frame Relay)
- ◆ 5-3-2 非同步傳輸模式 (ATM)

*Networking
Essentials*

15th Edition

5-3-1 訊框傳送 (Frame Relay)

- ◆ 訊框傳送簡化了早期 X.25 協定, 將『偵測錯誤與修正錯誤』的工作改由傳輸端與接收端的上層協定執行。因此可以大幅提升傳輸效能
- ◆ 使用 Frame Relay 技術時, 連線 2 端需建立虛擬連線

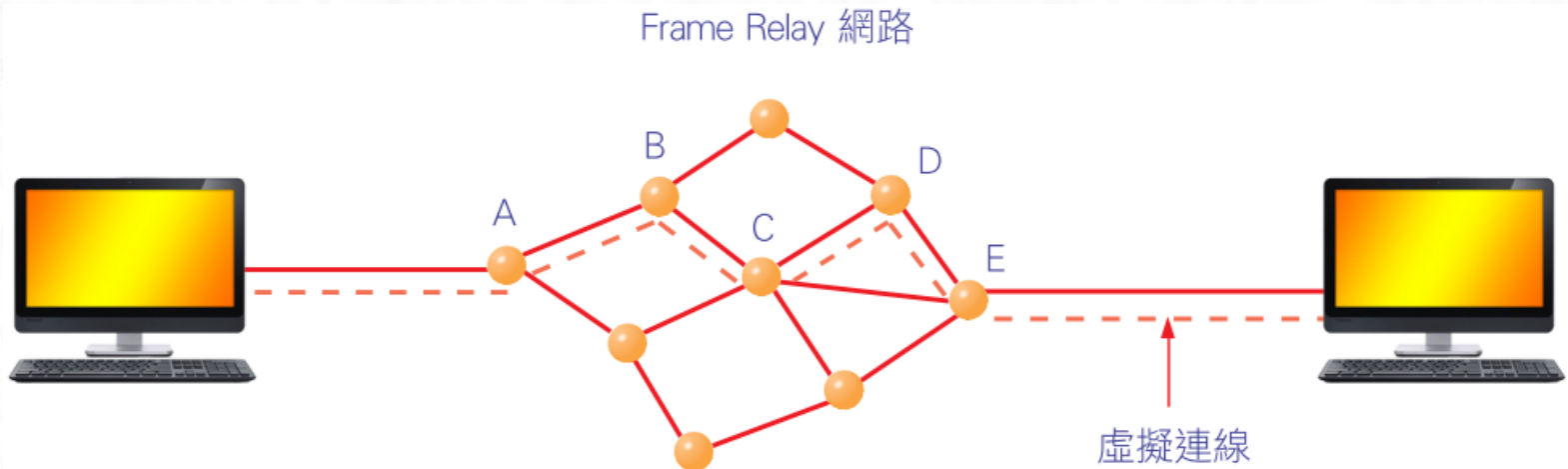


圖 5-5 虛擬連線的功用有如實際的專線

訊框傳送 (Frame Relay)

- ◆ 虛擬連線有 2 種：
 - ◆ 永久式虛擬連線 (Permanent Virtual Circuit, PVC)
 - ◆ 交換式虛擬連線 (Switched Virtual Circuit, SVC)

*Networking
Essentials*

15th Edition

訊框傳送 (Frame Relay) 的優點

- ◆ 節省遠距傳輸資料的成本
- ◆ 節省長途通信的成本
- ◆ 容易擴充

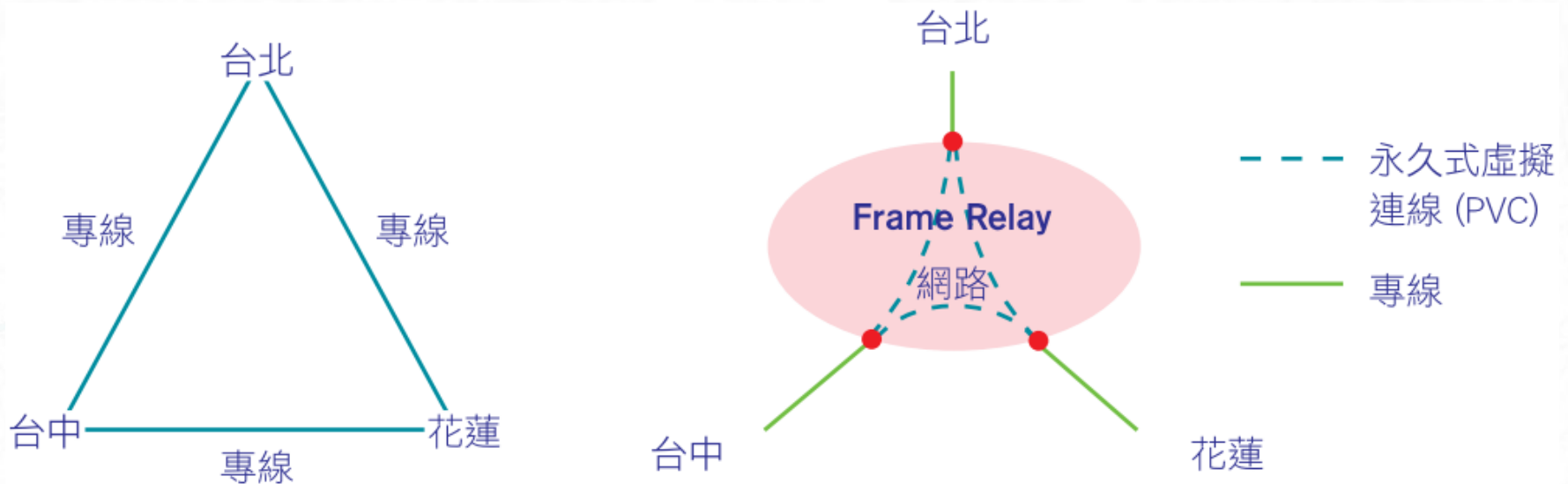


圖 5-6 左圖的方式必須租用 3 條長途專線, 費用昂貴; 右圖則只要租用 3 條連接到當地 Frame Relay 網路的專線, 費用比較低廉

以訊框傳送網路連接區域網路

- ◆ 區域網路要透過訊框傳送的技術相連, 必須使用 **FRAD** 裝置, 將區域網路中的封包轉換成訊框後送出

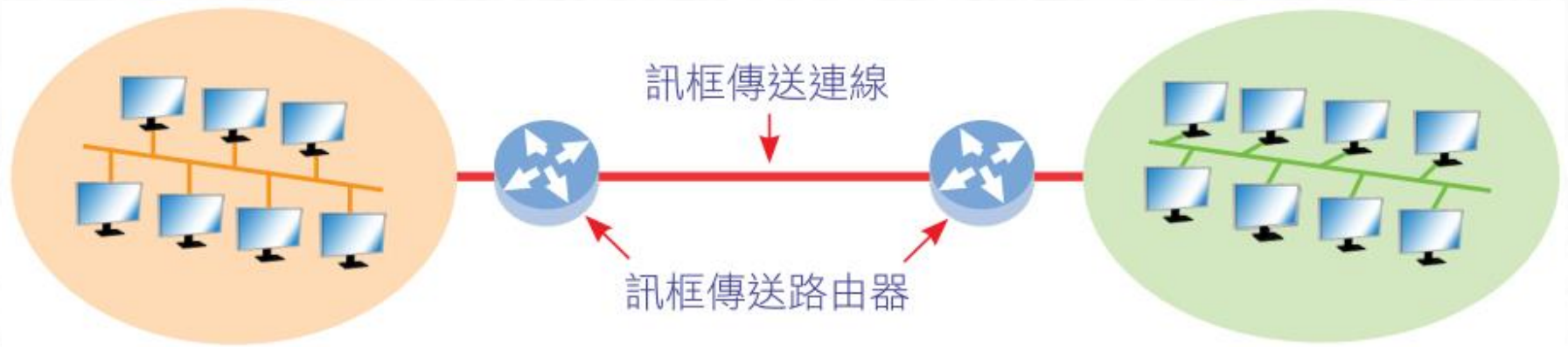


圖 5-7 區域網路透過訊框傳送技術串連起來

5-3-2 非同步傳輸模式 (ATM)

- ◆ 非同步傳輸模式 (ATM) 具有高速傳輸、獨佔頻寬、可提供保證頻寬、可限制傳輸延遲等等優點
- ◆ ATM 網路的基本架構

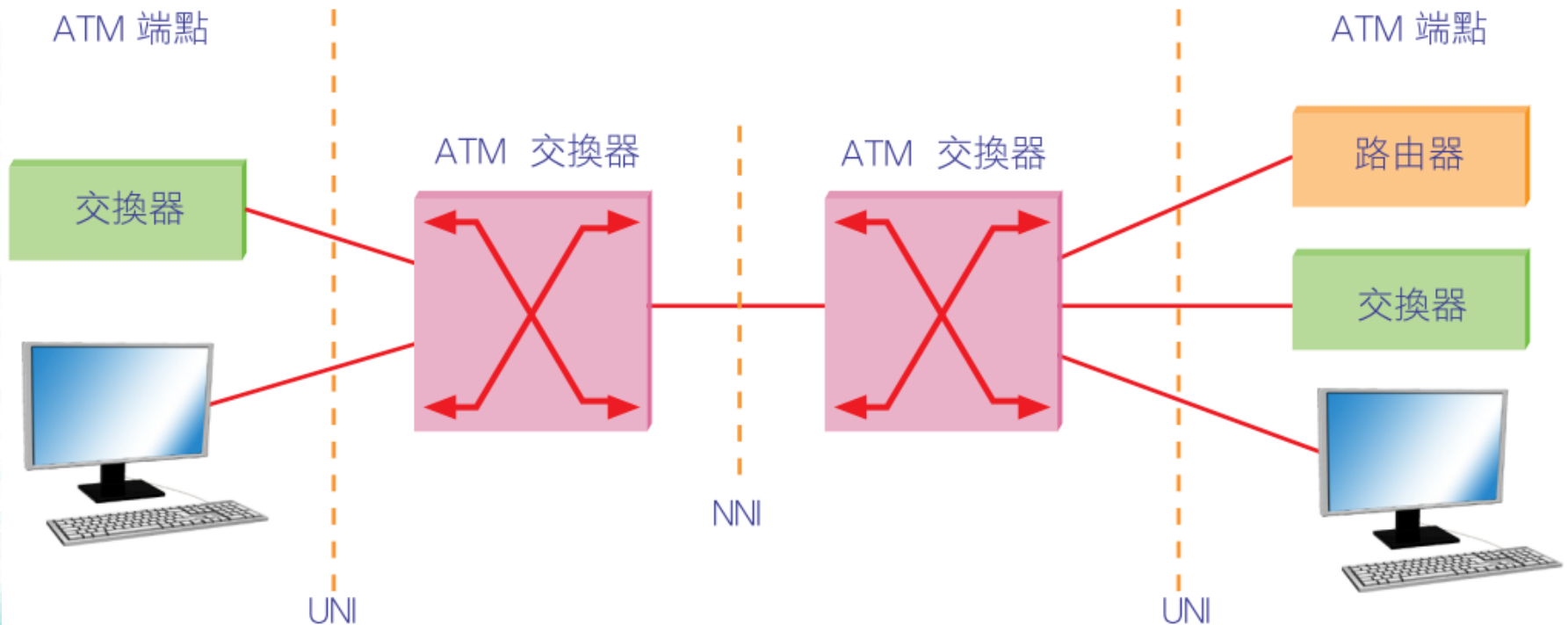


圖 5-8 ATM 網路架構

5-3-2 非同步傳輸模式 (ATM)

◆ ATM 網路的基本架構

- ◆ ATM 交換器：負責在輸入埠和輸出埠之間建立實體的電路連線
- ◆ ATM 端點：可以是個人電腦、交換器、路由器等等設備

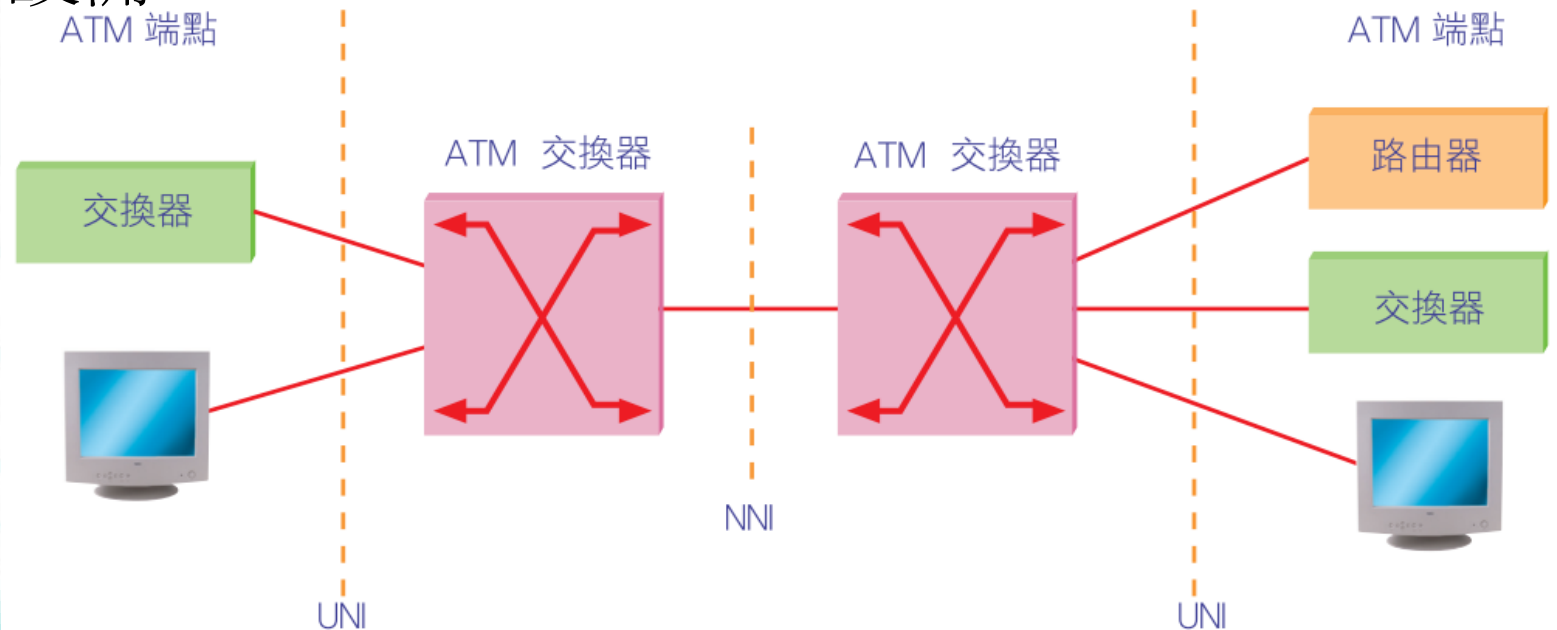


圖 5-8 ATM 網路架構

ATM 網路的工作原理

- ◆ ATM 網路使用固定長度的封包, 稱為『傳輸細胞』(Cell), 每個傳輸細胞為 53 Bytes
 - ◆ 表頭為 5 Bytes
 - ◆ 其餘的 48 Bytes 用來承載資料 (Payloads)

Networking
Essentials

15th Edition

ATM 網路的工作原理

◆ ATM 網路傳輸過程如下：

VC : Virtual Channel, 虛擬通道

VCC : Virtual Channel Connection, 虛擬連接

◆ 1. 建立連線

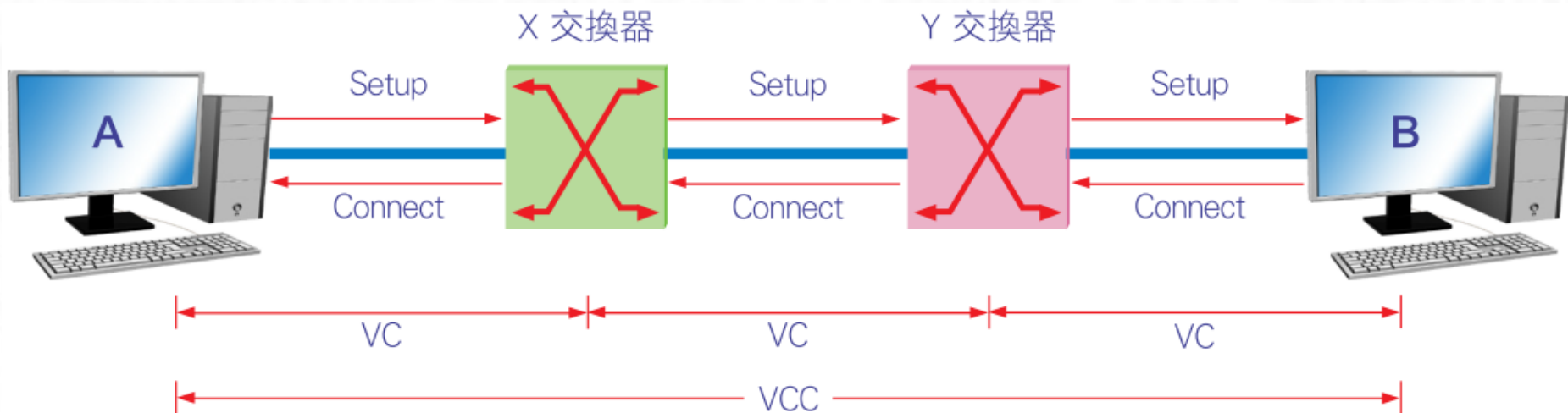


圖 5-9 ATM 網路傳輸示意圖

- ◆ 在要求連線 (Setup) 訊息中還包含了頻寬要求與 QoS (Quality of Service) 要求, 若網路狀況無法滿足要求, 會拒絕連線
- ◆ 上圖 A 電腦到 X 交換器、X 交換器到 Y 交換器、Y 交換器到 B 電腦這 3 段連線都稱為虛擬通道 (VC, Virtual Channel), 每個 VC 都有獨立的編號, 稱為虛擬通道識別碼 (VCI, VC Identifier)。
- ◆ 3 個 VC 所組成的連線稱為虛擬通道連線 (VCC, VC Connection)。

ATM 網路的工作原理

◆ 2. 傳輸資料

為方便管理, 多個 VC 會集成成一個VP (Virtual Path), 並以 VPI (VP Identifier) 來識別。VPI 與 VCI 都會記錄在細胞的表頭 (Header) 內, 用以辨識傳送的路徑, 在傳輸過程中, ATM 交換器也會視需要更改其內容。

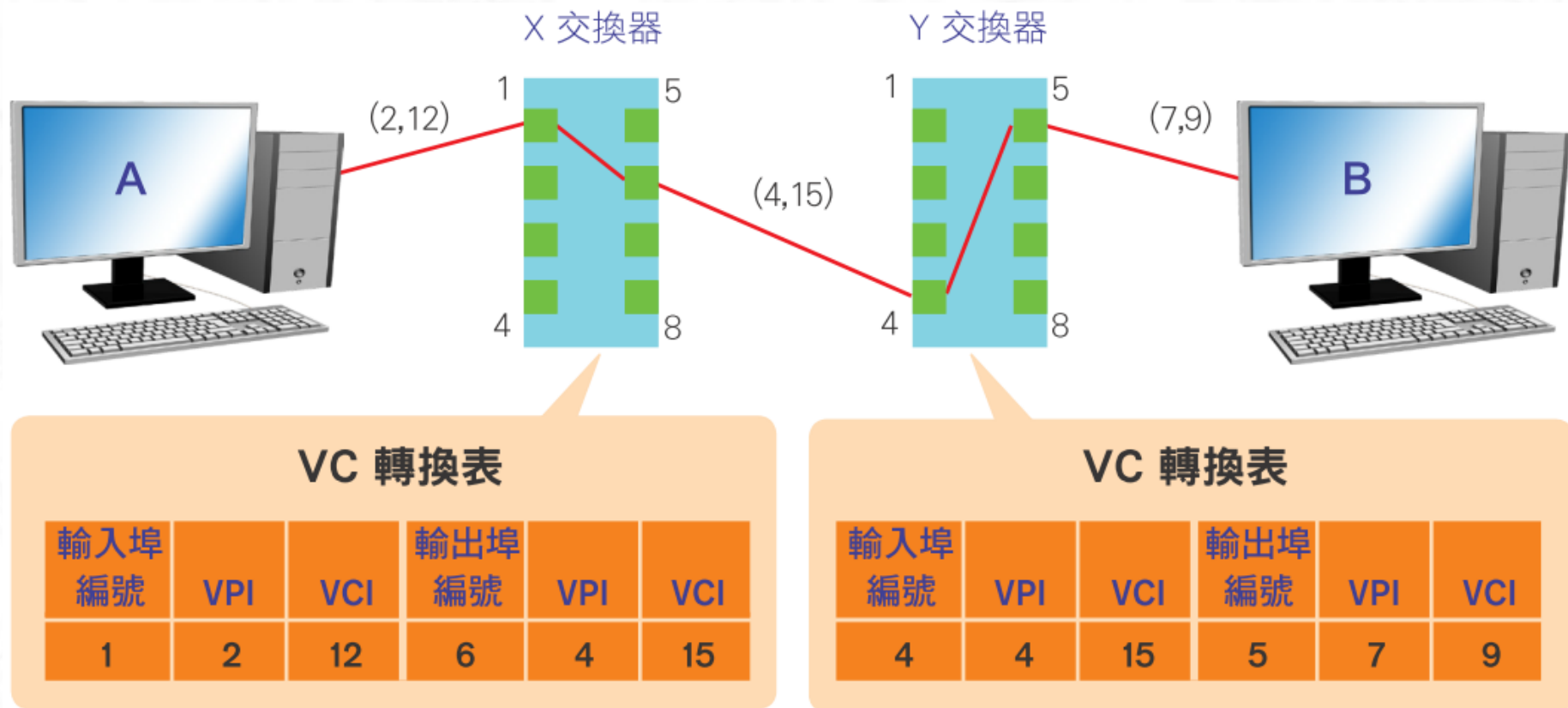


圖 5-10 VC 轉換表

ATM 網路的優點

- ◆ 減少選擇路徑動作
- ◆ 省略錯誤檢查和流量控制工作
- ◆ 固定封包長度

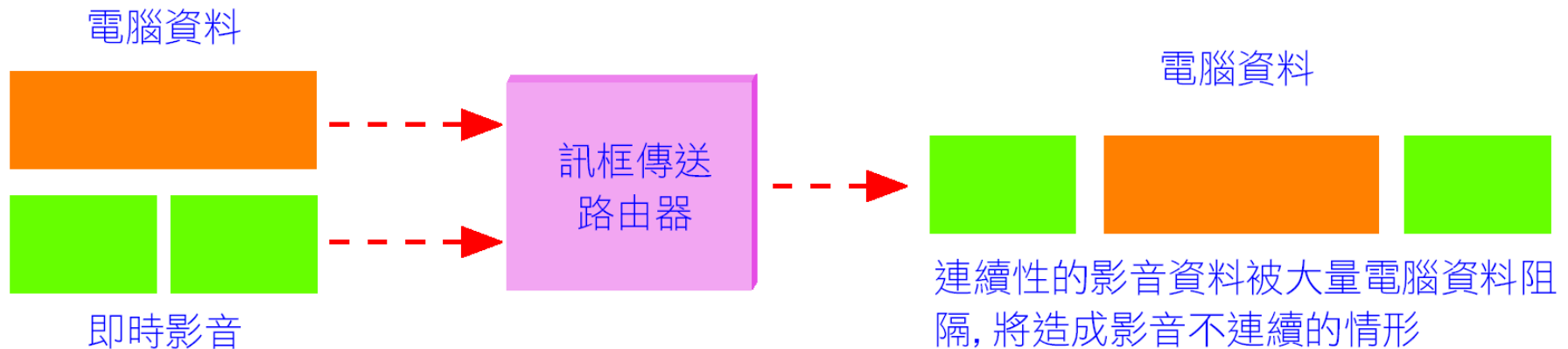


圖 5-11 影音資料的傳輸率無法保持固定

ATM 網路的優點

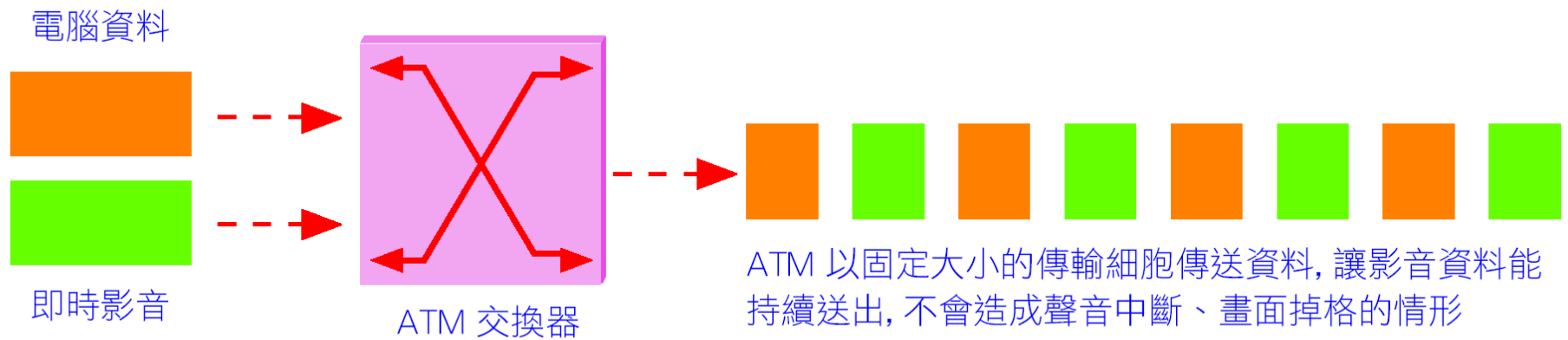


圖 5-12 影音資料能保持穩定的傳輸率

ATM 網路的優點

- ◆ 每個連線擁有專屬頻寬
- ◆ 提供多樣化的傳輸速率
 - ◆ 能提供 25 Mbps、51 Mbps、100 Mbps、155 Mbps、622 Mbps、2.4 Gbps 等傳輸速率
- ◆ 支援多種傳輸介質

ATM 技術在區域網路的應用

- ◆ ATM LAN 的最大優勢, 就是每條連線都有專屬頻寬, 不會因電腦數量增加而降低網路效益

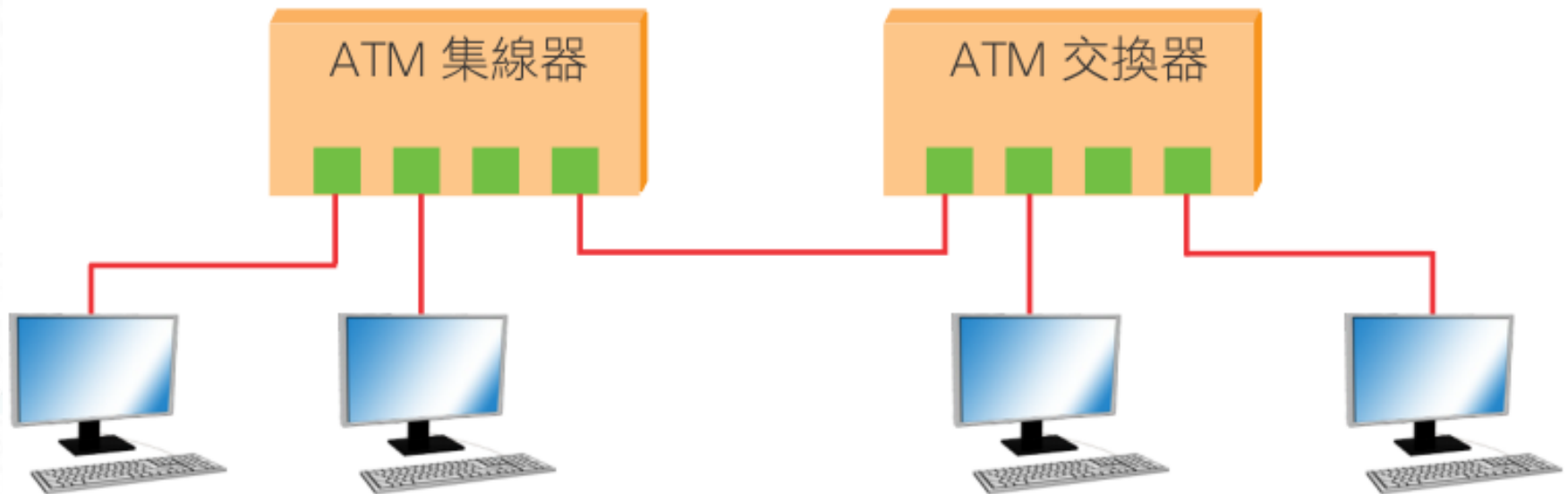


圖 5-13 ATM LAN 必須使用 ATM 專屬網路設備來架設

ATM 技術在區域網路的應用

- ◆ 有廠商以 ATM 網路作為橋樑, 連接既有的乙太網路, 使乙太網路之間能擁有高速傳輸, 而且毋需花大錢換掉乙太網路設備

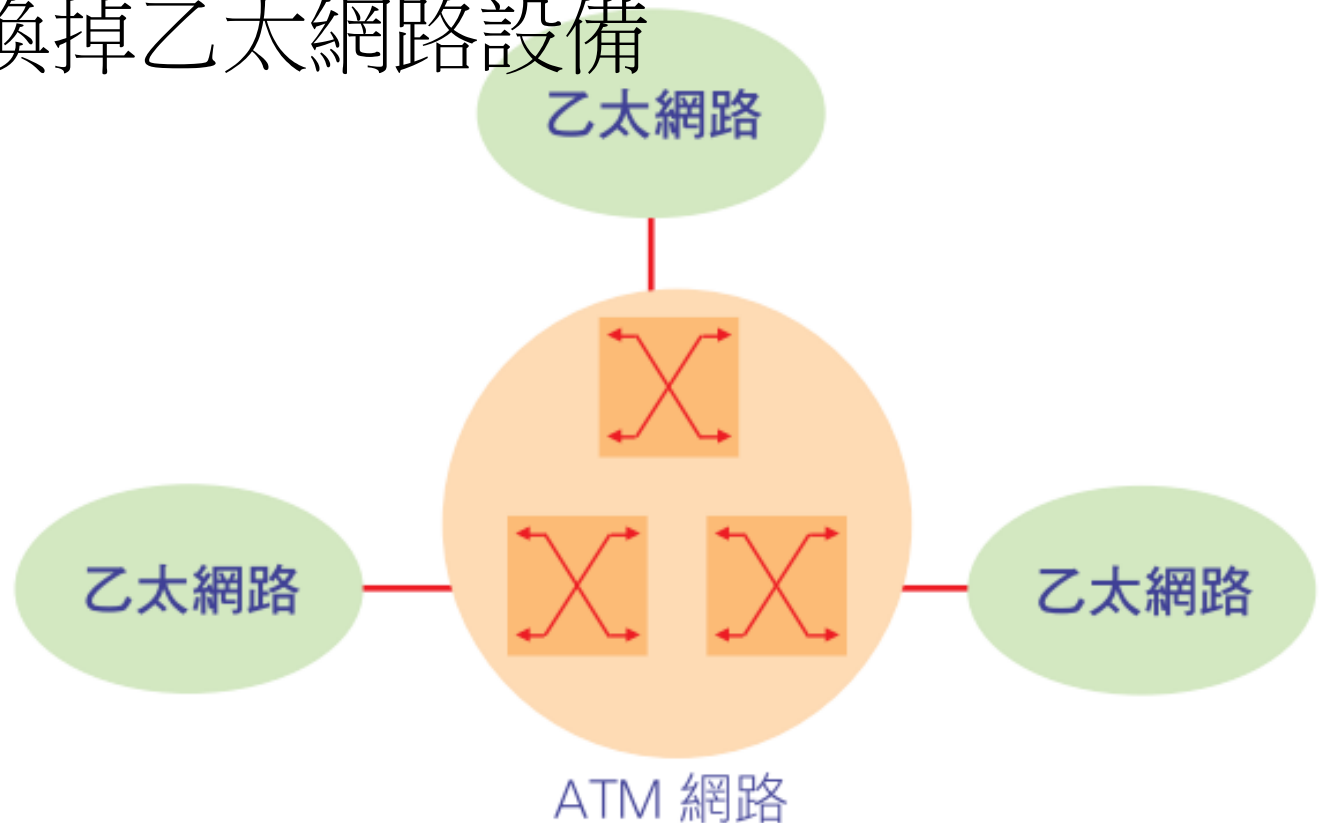


圖 5-14 ATM LAN 網路架構

5-4 用戶迴路 (xDSL 與 FTTx)

- ◆ 5-4-1 數位用戶迴路 (xDSL)
- ◆ 5-4-2 光纖迴路 FTTx

*Networking
Essentials*

15th Edition

5-4-1 數位用戶迴路 (xDSL)

- ◆ 由於傳統用戶迴路速度實在太慢,但無法短時間內全面更換,所以就出現DSL 數位用戶迴路技術
- ◆ DSL 的種類眾多,其中最普及的是非對稱式數位用戶線路 - ADSL

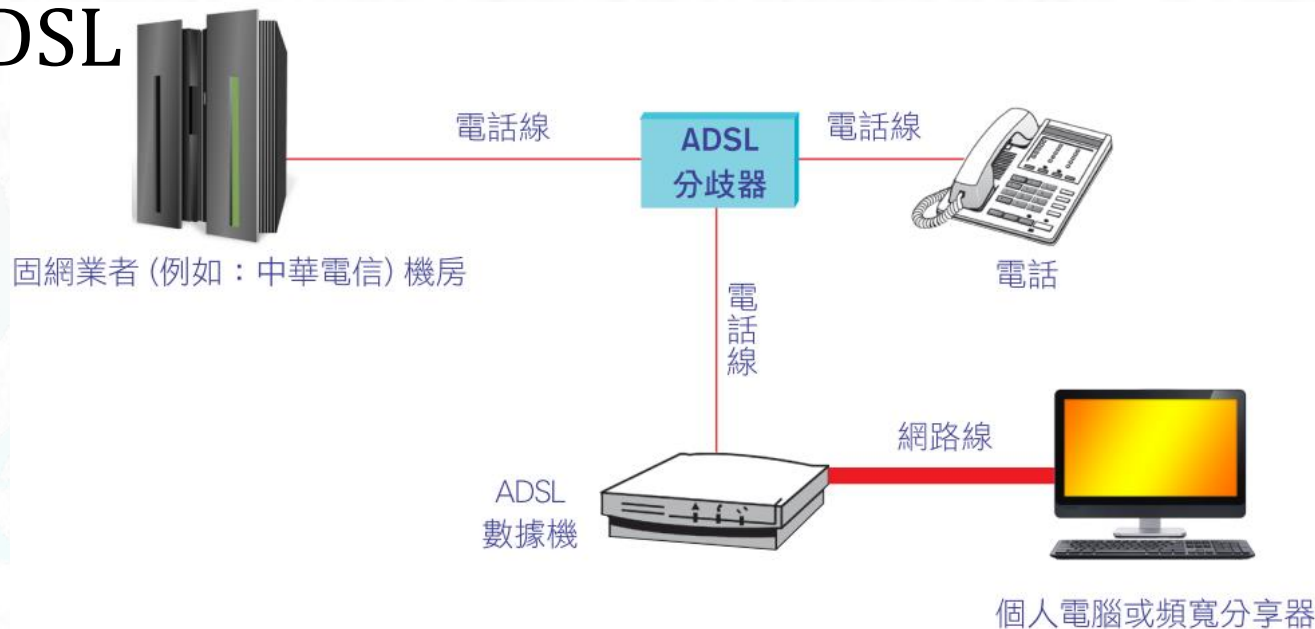


圖 5-15 『ADSL 分歧器』將電話通訊及電腦通訊的訊號分開

數位用戶迴路 (xDSL)

- ◆ 由於電話系統只利用低頻 ($\sim 4\text{Khz}$), 所以 **ADSL** 就利用這項特性, 將數據資料以高頻透過相同線路傳送
- ◆ 典型 **ADSL** 採用 **DMT** 調變技術切割子通道, 由於切割後下行的頻寬遠大於上行頻寬, 所以稱為『非對稱式』

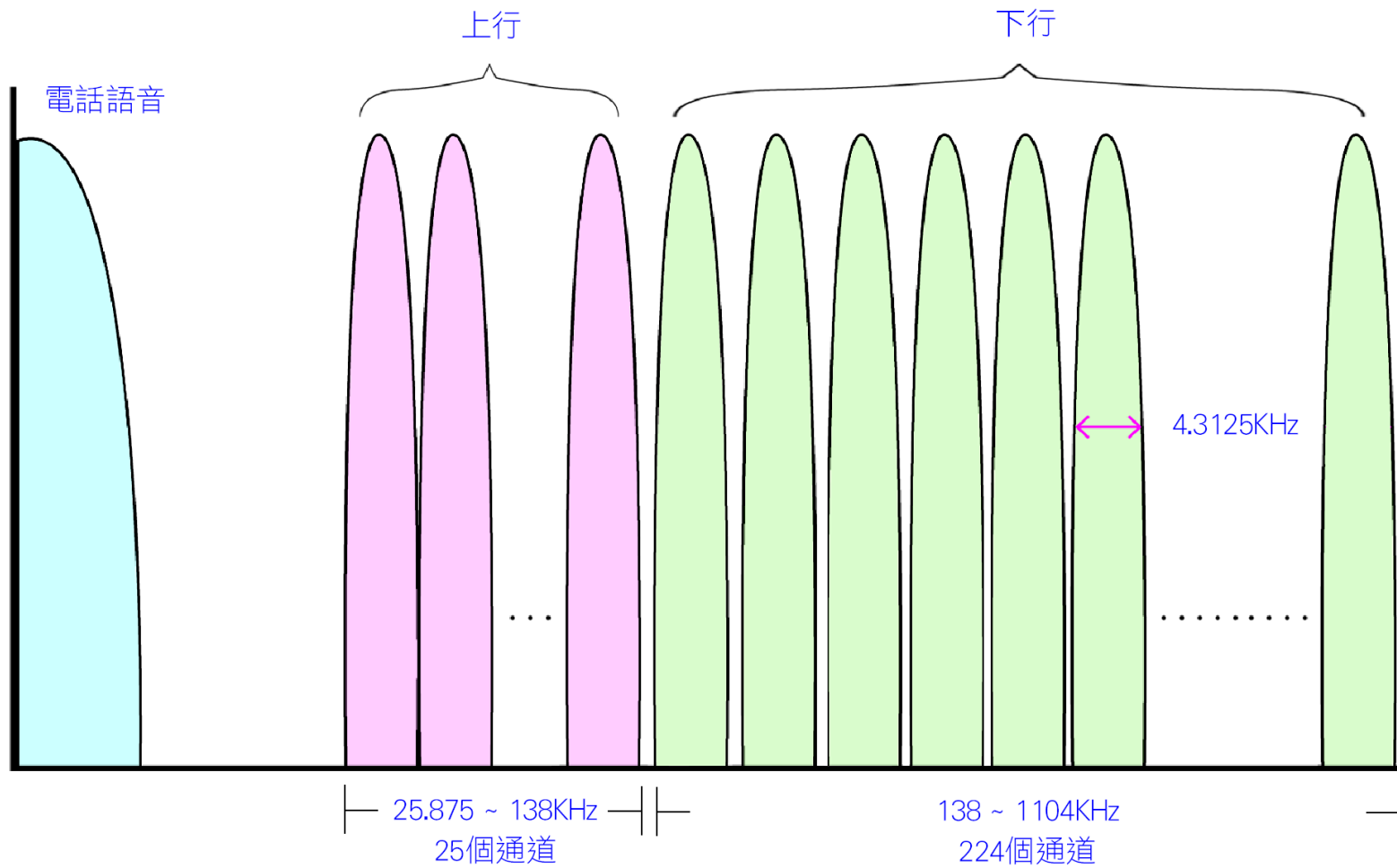


圖 5-16 DMT 調變技術

超高速數位用戶迴路 - VDSL

- ◆ VDSL 可提供高達 50Mbps 的傳輸速率, 但傳輸距離極短
- ◆ VDSL 在台灣的主要應用是配合光纖到府 FTTx 使用, 當光纖無法直接拉到用戶端時, 就用 VDSL 做為用戶與光纖之間的高速連線

其它的 xDSL 技術

- ◆ ADSL2+：頻帶擴充一倍達 2.2MHz
- ◆ SHDSL：
 - ◆ 單銅絞線數位用戶迴路
 - ◆ 『對稱式』,最高 2.3Mbps 的速率
 - ◆ 會用掉傳統電話的語音通道
- ◆ SDSL
 - ◆ 對稱式數位用戶迴路
 - ◆ 上行及下行的速率相同
 - ◆ 可提供1.544 Mbps/2.048 Mbps 的傳輸速率
 - ◆ 適合企業用戶
 - ◆ 是廠商專屬技術,非國際標準

5-4-2 光纖迴路 FTTx

- ◆ FTTx 中的 x 是數種不同『光纖到 x』，也就是不同的光纖迴路用戶端設備
 - ◆ FTTC (Curb/街角)
 - ◆ FTTCab (Cabinet/光化箱)
 - ◆ FTTB (Building/社區大樓)
 - ◆ FTTH (Home/住家)：『真正的』光纖到府服務

光纖迴路 FTTx

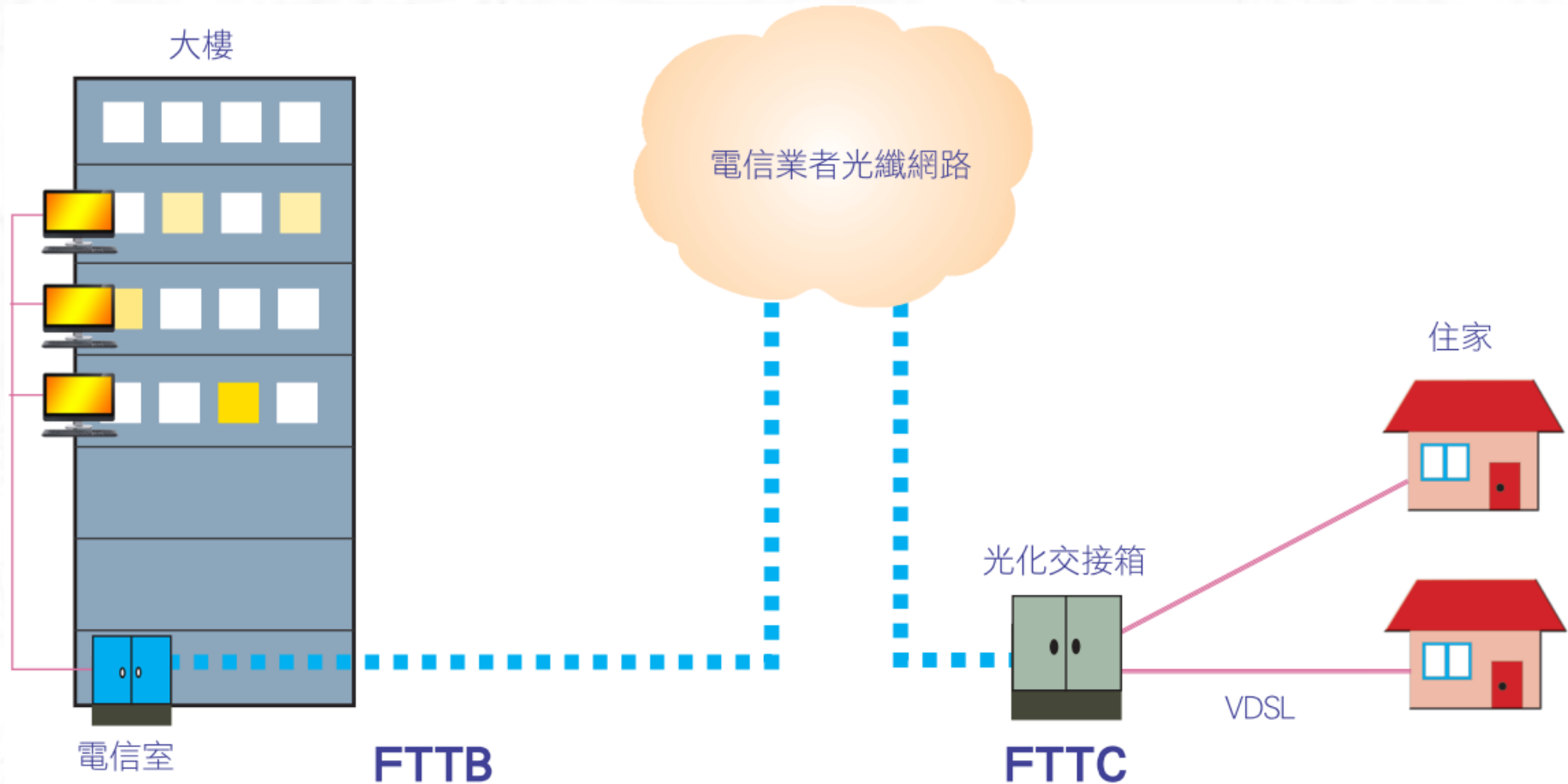


圖 5-17 FTTB 及 FTTC 是目前常見的光纖迴路接取方式

5-5 虛擬私人網路 (VPN)

- ◆ 5-5-1 什麼是虛擬私人網路？
- ◆ 5-5-2 Point-to-Network 虛擬私人網路
- ◆ 5-5-3 Network-to-Network 虛擬私人網路

*Networking
Essentials*

15th Edition

5-5-1 什麼是虛擬私人網路？

- ◆ 假設要建立台北和美國的公司網路連線, 可考慮方案：
 - ◆ 1. 利用電話撥接
 - ◆ 2. 利用專線
 - ◆ 3. 利用網際網路
- ◆ 以方案 3 為基礎, 『將封包封裝在另一個封包內』的技術, 就是通道技術
- ◆ 利用通道技術, 透過網際網路建立一個安全的傳輸管道, 這種網路便稱為虛擬私人網路

5-5-1 什麼是虛擬私人網路？

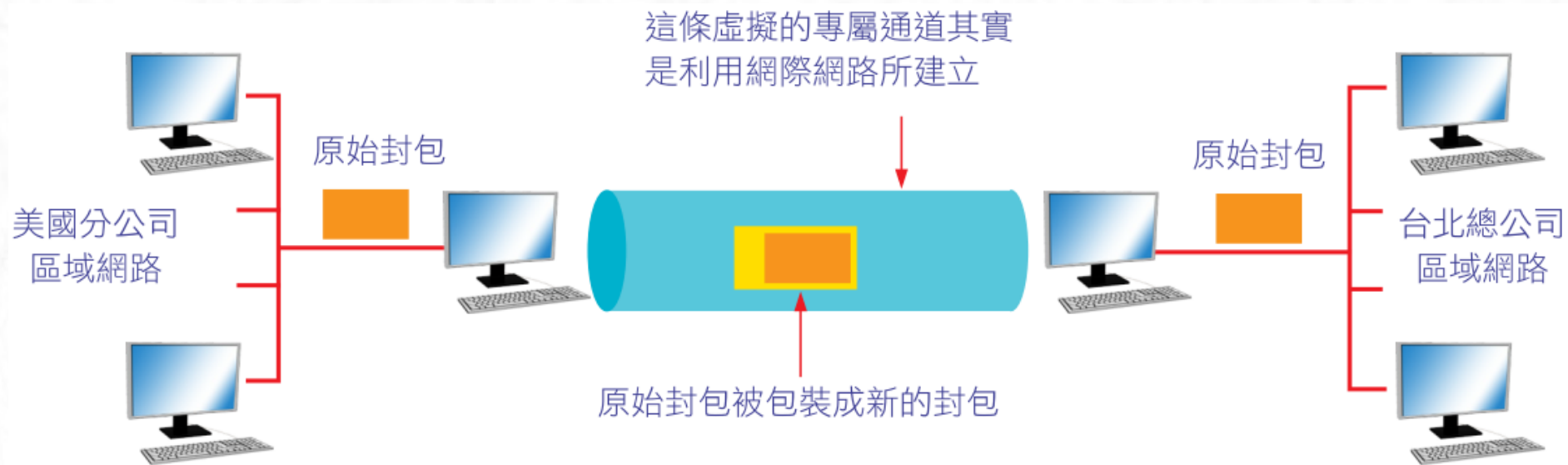


圖 5-18 VPN 傳輸示意圖

5-5-2 Point-to-Network 虛擬私人網路

- ◆ VPN 用戶端先透過數據機連接網際網路, 才能與 VPN 伺服器建立 VPN 連線



圖 5-19 Point-to-Network 架構

5-5-3 Network-to-Network 虛擬私人網路

- ◆ 在此架構下, A 網路的電腦要傳資料到 B 網路的電腦, 會自動建立 VPN 連線
- ◆ 目前電信業者也有提供 VPN 網路服務



圖 5-20 Network-to-Network 架構

實作練習：使用VPN Gate進行VPN連線測試

◆ 安裝用戶端程式



使用VPN Gate進行VPN連線測試



The screenshot shows the 'Download' page of the VPN Gate website. The browser address bar displays 'www.vpngate.net/cn/download.aspx'. The page has a navigation menu with links: 'VPN 服务器列表', '什么是 VPN Gate', '如何连接', '下载', '加入我们', '论坛', '镜像站点', and 'Languages'. The main heading is '下载' (Download). Below it, a blue banner reads 'VPN Gate Client 下载 (Windows, 免费软件)'. The text explains that the client uses SoftEther VPN Client and can connect to public VPN relay servers. It mentions that the throughput is higher than L2TP, OpenVPN, or SSTP. A red text block states: '你很幸运, 你可以下载 VPN 客户端程序。有些国家, 例如像中东, 阻止下载的网址。该 VPN 客户端程序是免费的。您可以分发。请上传你的国家的网站上, 以帮助你周围的人。使用国内的上传网站。我们爱互联网用户在你的国家。我们想帮助他们。' Below this, a link is provided: '下载 SoftEther VPN Client + VPN Gate Client 插件' with the URL 'vpngate-client-2015.03.25-build-9530.132153.zip'. A yellow callout bubble with the number '2' points to this link, containing the text '點選此連結'. Below the link, it says '语言: 简体中文, 英语, 日语' and 'Windows'. At the bottom, it lists compatible operating systems: '兼容的操作系统: Windows, CPU: Intel x86 and x64' and provides a direct download link: 'download.vpngate.jp/common/cd.aspx/vpngate-client-2015.03.25-build-9530.132153.zip'.

VPN Gate 下载

www.vpngate.net/cn/download.aspx

VPN 服务器列表 什么是 VPN Gate 如何连接 下载 加入我们 论坛 镜像站点 Languages

下载

VPN Gate Client 下载 (Windows, 免费软件)

安装带有 SoftEther VPN Client 的 VPN Gate Client 插件。它可用简单的配置连接到 VPN Gate 的一个公共 VPN 中继服务器, VPN 通信的吞吐量比使用 L2TP、OpenVPN 或 SSTP 要高。OpenVPN 或 SSTP 二进制文件有赛门铁克的副署签名。

你很幸运, 你可以下载 VPN 客户端程序。有些国家, 例如像中东, 阻止下载的网址。
该 VPN 客户端程序是免费的。您可以分发。请上传你的国家的网站上, 以帮助你周围的人。
使用国内的上传网站。我们爱互联网用户在你的国家。我们想帮助他们。

2 點選此連結

下载 SoftEther VPN Client + VPN Gate Client 插件
vpngate-client-2015.03.25-build-9530.132153.zip
语言: 简体中文, 英语, 日语
Windows

兼容的操作系统: Windows, CPU: Intel x86 and x64
download.vpngate.jp/common/cd.aspx/vpngate-client-2015.03.25-build-9530.132153.zip Server 2008 / 7 SP1 / Server 2008 R2 SP1 / Hyper-V

使用VPN Gate進行VPN連線測試



使用VPN Gate進行VPN連線測試

3 點選 SoftEther VPN Client



使用VPN Gate進行VPN連線測試



按下一步鈕

4 選取我同意
最終用戶許
可協議

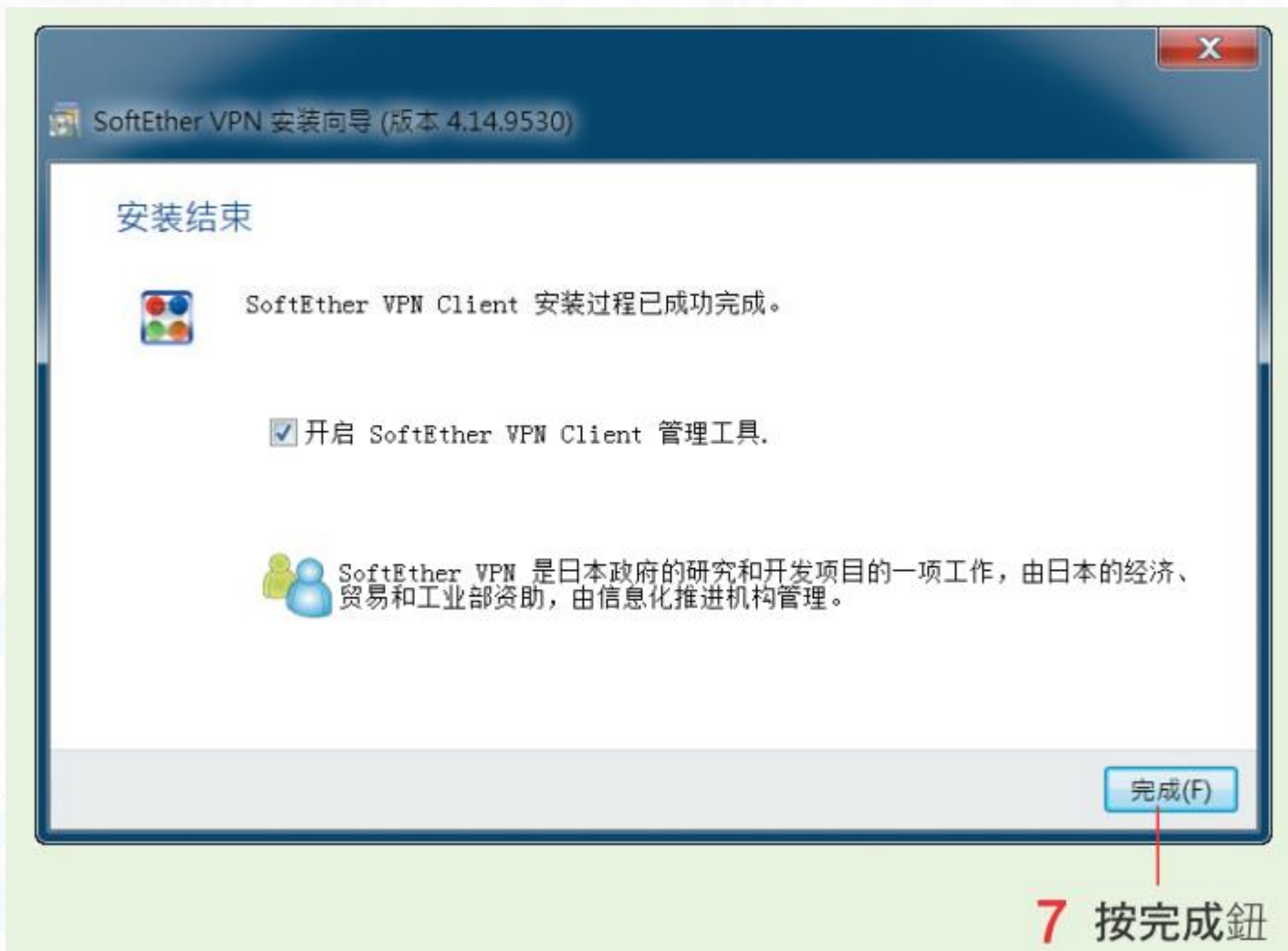
5 然後連著 3
個畫面都直接
按下一步鈕

使用VPN Gate進行VPN連線測試



6 按是鈕安裝必要的外掛功能

使用VPN Gate進行VPN連線測試



使用VPN Gate進行VPN連線測試

◆ 建立VPN連線

1 雙按此項目



使用VPN Gate進行VPN連線測試

2 選擇要連接到哪一部 VPN 伺服器

SoftEther VPN 客戶端的 VPN Gate 学术试验项目插件

VPN Gate 公共 VPN 中继服务器 日本筑波大学的一个学术项目 筑波大学 University of Tsukuba

通过使用 VPN 连接经由全世界志愿者提供的公共 VPN 服务器获得自由访问互联网。绕过您的本地故障防火墙的数据包拦截，并安全地隐藏你的 IP 地址。

VPN Gate 学术官方网站

刷新列表(R)

在这个地球上的 98 公共 VPN 中继服务器！(更新于 2015-03-25 11:52:16)

DDNS 唯一主机名	IP 地址 (主机名)	国家/地区	运行时间	VPN 会话	线路速度
vpn803454193.opengw...	60.36.43.179 (i60-36-...	Japan	15 小时	50 会话	68.2 Mbps
vpn782750624.opengw...	114.170.245.171 (p61...	Japan	4 天	24 会话	71.7 Mbps
vpn714664886.opengw...	220.253.114.199 (220...	Australia	3 小时	4 会话	28.1 Mbps
vpn151235354.opengw...	14.34.44.244	Korea Republic of	11 天	37 会话	64.6 Mbps
vpn939656381.opengw...	121.130.132.173	Korea Republic of	3 小时	30 会话	48.0 Mbps
vpn864200154.opengw...	1.234.189.82	Korea Republic of	21 分钟	9 会话	90.2 Mbps
vpn436407108.opengw...	112.186.239.133	Korea Republic of	8 天	18 会话	57.1 Mbps
vpn432958511.opengw...	121.160.154.60	Korea Republic of	1 小时	5 会话	Mbps
vpn232381220.opengw...	222.158.42.174 (ntsit...	Japan	3 天	9	
vpn975182481.opengw...	59.22.89.28	Korea Republic of	4 小时		
vpn979852272.opengw...	39.114.43.59	Korea Republic of	1 小时		
vpn901415150.opengw...	121.145.51.88	Korea Republic of	2 小时		
vpn187061244.opengw...	118.127.212.3	Korea Republic of	4 小时		
vpn319721655.opengw...	182.215.2.30	Korea Republic of	19 小时	22	

带有更快线路速度值 (Mbps) 和较小 Ping 结果的 VPN 服务器让你更加舒适。如果你使用国外的 VPN 服务器，您可以浏览从您所在国家无法访问的网站。

代理设置(P)

连接到 VPN 服务器(C)

Implemented as a plug-in for SoftEther VPN. (c) VPN Gate Project at University of Tsukuba, Japan.

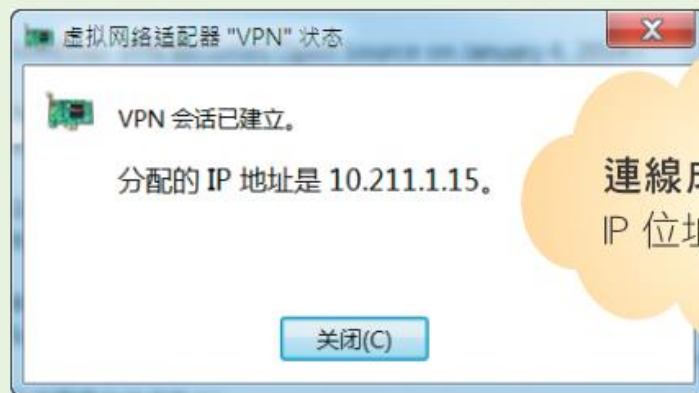
這些都是免費使用的 VPN 伺服器

3 按連接到 VPN 服務器鈕

使用VPN Gate進行VPN連線測試



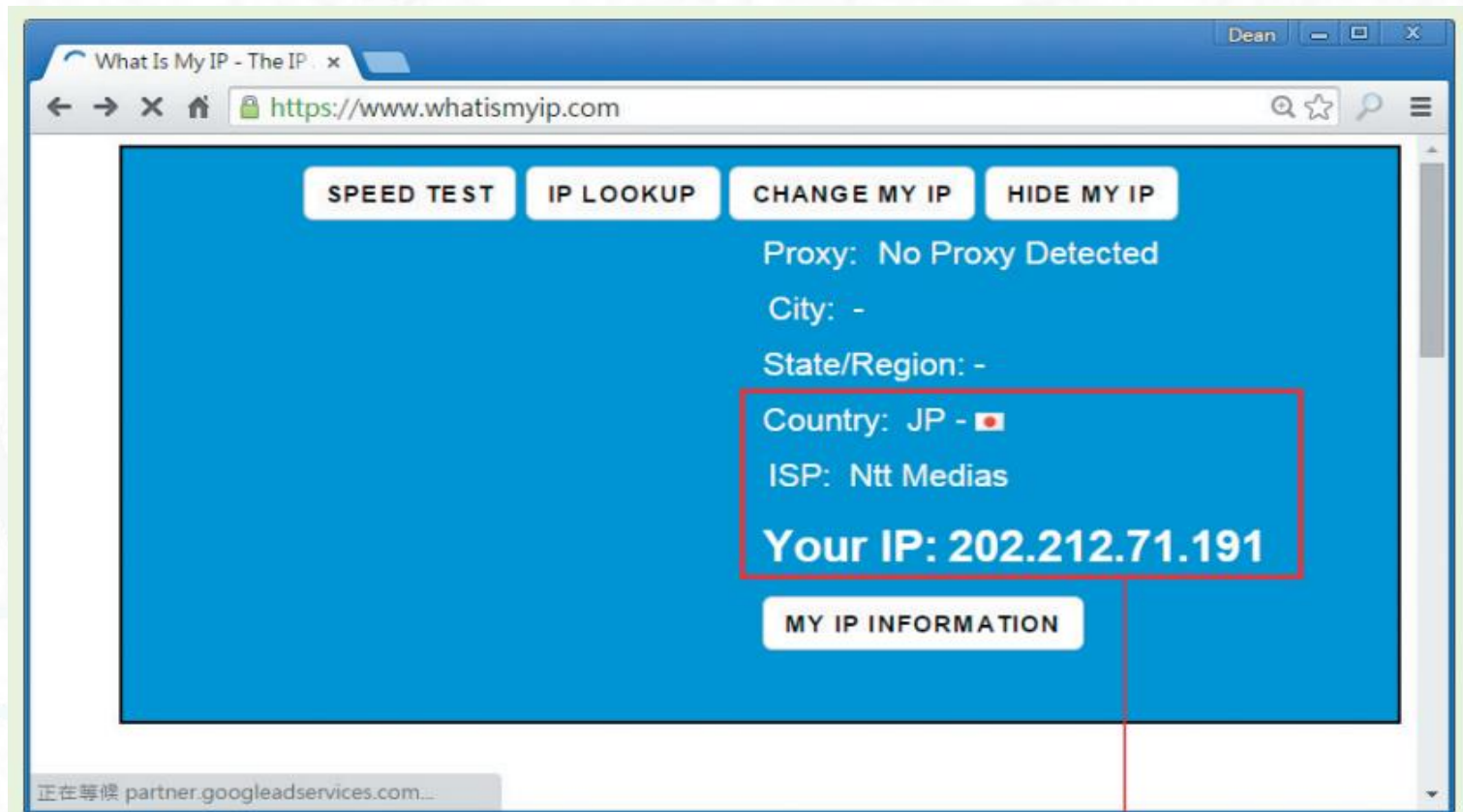
4 按確定鈕



連線成功，取得
IP 位址

使用VPN Gate進行VPN連線測試

◆ VPN連線測試



畫面顯示是來自於日本的 IP, 表示您已成功透過 VPN 連上網際網路

使用VPN Gate進行VPN連線測試

在已建立的連線按右鈕，執行『斷開』命令，即可中斷連線

