

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

赴 NORTEL 公司實習「10G-DWDM 及 SDH 光纖傳輸網路技術」
出國報告書

	服 務 機 關	職 稱	姓 名
出國人	中華電信北區分公司	工程師	黃 治
	中華電信北區分公司	副工程師	魏榮里

出國地點：美國、加拿大

出國期間：91 年 10 月 6 日至 91 年 10 月 19 日

報告日期：92 年 1 月 30 日

系統識別號:C09104181

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 65 含附件: 否

報告名稱:

10G-DWDM及SDH光纖傳輸網路技術實習

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人／電話:

／

出國人員:

黃治 中華電信台灣北區電信分公司 長途傳輸處 工程師

魏榮里 中華電信台灣北區電信分公司 長途傳輸處 副工程師

出國類別: 實習

出國地區: 加拿大 美國

出國期間: 民國 91 年 10 月 06 日 -民國 91 年 10 月 19 日

報告日期: 民國 92 年 02 月 10 日

分類號/目: H6／電信 H6／電信

關鍵詞: 10G-DWDM,SDH, STM-64,網管系統,RPR

內容摘要: 本分公司第二期SDH建設案中之SDH與DWDM設備介面頻寬為2.5G，為配合全區網路頻寬之急遽需求，本次第三期骨幹網路建設案將SDH與DWDM設備之介面提昇至10G速率，除因應目前頻寬需求外，並作為新一代網路架構之基礎。雖然目前10G-DWDM及SDH技術已日趨成熟，但對於電信網路之光纖通信技術演進而言，其仍扮演一個重要的角色。本分公司未來將於既有之基礎架構上配合新一代相關光交換網路設備，強化網路之靈活度、可靠度與穩定性。本案之提出報告主要由三大部分組成。第一部份包括OPTera Connect DX之系統架構、服務平台、應用界面、及其高容量SNCP與MS-Spring技術規格與網路保護機制等。第二部份將說明OPTera Long-Haul 1600 DWDM設備，內容包括Service Interface、Wavelength Translators種類、Combiner Optical Services、Optical Protection Rings、1600G Amplifier、無中繼海纜光纖傳輸系統說明。第三部份介紹Preside網管系統應用工作平台，包括網管系統概論、管理架構、資訊網路之設置、通信協定、聯邦網路功能及CORBA在Preside網管系統之架構等。另外，亦對本次研習之RPR技術整合數位傳輸網路作探討，希此整合技術能增加本分公司未來網路架構與服務平台其穩定性與安全性，並以最低之建設成本，強化頻寬效率、提昇指配彈性、擴容性、容錯度，俾提供使用者更優質、更高速、更有效率之電訊服務。最後我們提出本次研習之感想與建議，希對本分公司未來新一代網路平台之定位與建構，包括SDH、DWDM、OADM等規劃設計、施工建設及維運管理有所助益。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘 要

本分公司第二期 SDH 建設案中之 SDH 與 DWDM 設備介面頻寬為 2.5G，為配合全區網路頻寬之急遽需求，本次第三期骨幹網路建設案將 SDH 與 DWDM 設備之介面提昇至 10G 速率，除因應目前頻寬需求外，並作為新一代網路架構之基礎。雖然目前 10G-DWDM 及 SDH 技術已日趨成熟，但對於電信網路之光纖通信技術演進而言，其仍扮演一個重要的角色。本分公司未來將於既有之基礎架構上配合新一代相關光交換網路設備，強化網路之靈活度、可靠度與穩定性。

本案之提出報告主要由三大部分組成。第一部份包括 OPTera Connect DX 之系統架構、服務平台、應用界面、及其高容量 SNCP 與 MS-Spring 技術規格與網路保護機制等。第二部份將說明 OPTera Long-Haul 1600 DWDM 設備，內容包括 Service Interface、Wavelength Translators 種類、Combiner Optical Services、Optical Protection Rings、1600G Amplifier、無中繼海纜光纖傳輸系統說明。第三部份介紹 Preside 網管系統應用工作平台，包括網管系統概論、管理架構、資訊網路之設置、通信協定、聯邦網路功能及 CORBA 在 Preside 網管系統之架構等。另外，亦對本次研習之 RPR 技術整合數位傳輸網路作探討，希此整合技術能增加本分公司未來網路架構與服務平台其穩定性與安全性，並以最低之建設成本，強化頻寬效率、提昇指配彈性、擴容性、容錯度，俾提供使用者更優質、更高速、更有效率之電訊服務。

最後我們提出本次研習之感想與建議，希對本分公司未來新一代網路平台之定位與建構，包括 SDH、DWDM、OADM 等規劃設計、施工建設及維運管理有所助益。

目 錄

一、目的	3
二、過程	3
三、研習心得	4
1. OPTera Connect DX	4
1.1 Network Configurations	4
1.2 Equipment Overview	5
1.3 彈性的服務平台	7
1.4 支援直接 DWDM 介面	8
1.5 支援 Gigabit Ethernet 服務介面	8
1.6 高密度的 STM-1 埠輸出	8
1.7 SNCP 及 MS-Spring 之延伸架構	9
2. OPTera Long-Haul 1600 DWDM SYSTEM	9
2.1 Services Interface	9
2.2 Wavelength Translators	10
2.3 Combiner Optical Services	11
2.4 Optical Protection Rings	12
2.5 OPTera Long Haul 1600G Amplifier	13
2.6 無中繼器海纜光纖傳輸應用	17
3. Preside 網管系統應用工作平台	25
3.1 概述	25
3.2 網路管理架構	25
3.3 網管資訊網路之設置	26
3.4 Preside 應用平台及其通訊協定	29
3.5 Preside 聯邦網路功能	30
3.6 網路系統之存活性	32
3.7 CORBA 在 Preside 網管系統之架構	35
4. RPR 技術整合數位傳輸系統	37
4.1 概述	37
4.2 分封數據網路	38
4.3 Ethernet 與網際網路協定	40
4.4 RPR 技術	41
4.5 結合 GFP 基礎之 RPR 技術	43
4.6 使用 RPR 技術整合電信傳輸網路	58
四、感想與建議	62
五、附錄:簡寫名詞	64

一、目的

本案奉總公司九十一年九月二十六日信人二字第 91A3501038 號函，派員至 NORTEL 公司研習「10G-DWDM 及 SDH 光纖傳輸網路技術」實習，以對本分公司第一次採用之 10G-DWDM 與 SDH STM-64 傳輸設備相關技術及網路管理系統進行研習培訓，俾利未來網路系統設計、建設及維運。

二、過程

此次本分公司同仁共二人奉派赴 NORTEL 公司實習，本案研習行程概要如下：

<u>日期</u>	<u>地點</u>	<u>行程</u>
90/10/06 ~ 90/10/07	台北-波士頓	去程
90/10/07~ 90/10/11	波士頓	「10G-DWDM and SDH Provisioning & NMS Integration」實習
90/10/12~ 90/12/13	波士頓-蒙特婁	例假日及行程
90/10/14~ 90/12/17	蒙特婁	「10G-DWDM and SDH Backbone Network Engineering Integration」實習
90/10/18~ 90/12/19	蒙特婁-台北	返程

三、研習心得

1. OPTera Connect DX

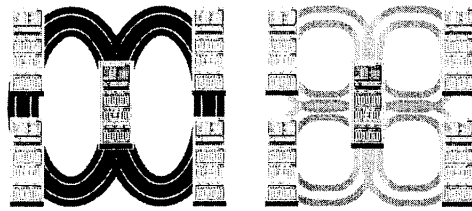
1.1 Network Configurations

北電網路 OPTera Connect DX 為針對現代電信業者所設計的一個具備智能、高度擴充性及提供多重服務的 STM-64 系統，它不再僅限於提供傳統的 ADM(Add/Drop Multiplexer)的功能，而且可以作為全功能的光交接機。在任一個建設 OPTera Connect DX 的節點，它可以提供由環路至環路、環路至支路、支路至支路的電路交換功能，並且具有 GbE 介面的支持。藉由它，電信業者可以大大的改善提供服務的反應時間並提高效率。

據北電網路表示，OPTera Connect DX 是目前全世界最廣泛使用的 10Gbps 光交接機，在全球已經擁有超過 6,000 個系統的建置量。而且，OPTera Connect DX 的客戶均為各國各區域的領導電信業者，目前北電網路的 110 位主要客戶包含了諸如 Verizon、西南貝爾、Qwest、中國電信及加拿大貝爾等等。

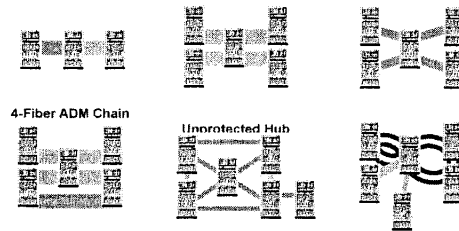
OPTera Connect DX 光交接機擁有極大的系統容量，可以同時容納 2 個四芯環或 4 個二芯環在一個系統內交接。其豐富的組態能力還支持 2x4F ADM、2F/4F 點對點、Linear Chain ADM 等，見圖 1。

Network Configurations



The OPTera Connect DX provides capital and operational savings by allowing multiple lines from a single bay. The reduction of back-to-back

Network Configurations



OPTera Connect DX can be provisioned in many ways to

圖 1 : OPTera Connect DX 網路組態

1.2 Equipment Overview

OPTera Connect DX 光交接機提供高密度的光介面輸出，在一個系統上擁有 8 個 STM-64 群路卡槽位可支持多達 8 個 STM-64 介面，16 個支路槽位其可支持的支路卡包括 1xSTM-16、4xSTM-4、16xSTM-1 及 2xGbE。其頻寬交接功能則由 2 片互為備援的交接模組構成，依系統的容量可以選用的模組容量則有 65G、100G 及 140G 三種。除此之外，其最上層的共控部分則容納有電力開關、Shelf Controller、Message Exchange Card、聯絡電話、網路管理單元及維護單元等共控元件見圖

2。

Equipment Overview

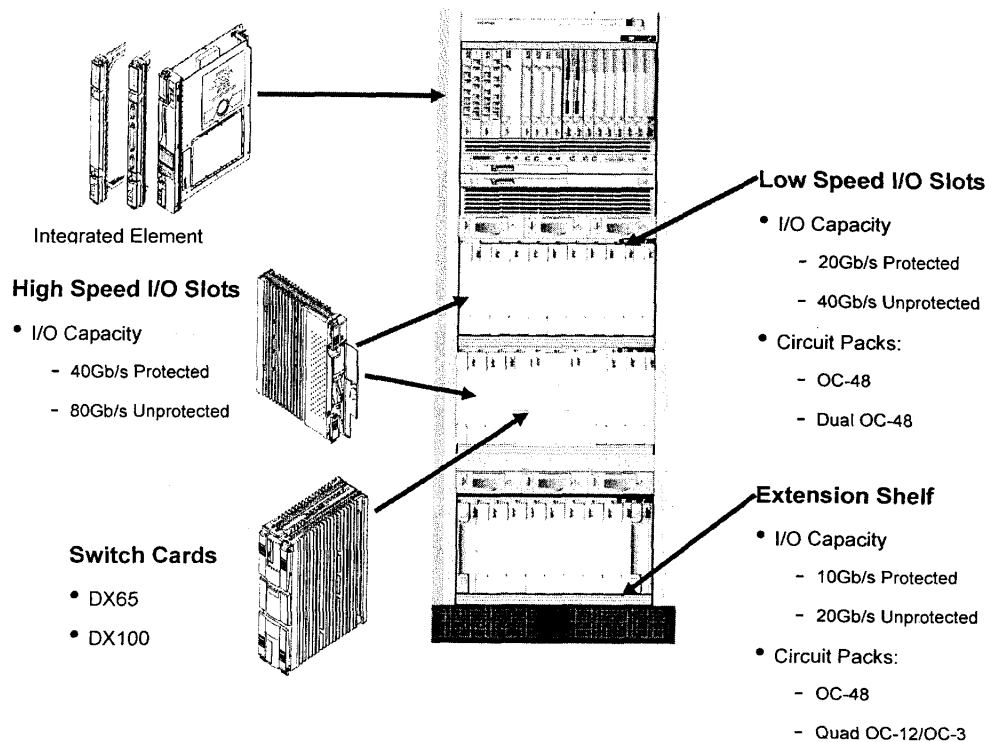


圖 2：OPTera Connect DX 系統組成

在長途傳輸的應用上，OPTera Connect DX 光交接機則完全可以與其 OPTera Long Haul 1600 DWDM 系統完全相容，使客戶得以對其既有在 OPTera Connect DX 光交接機上的投資得到最大的節省。OPTera Long Haul 1600 DWDM 系統為北電網絡的 10G DWDM 傳輸系統，目前在全球已有超過 12,000 套的裝機量。

1.3 彈性的服務平台

OPTera Connect DX 光交接機在作為一個高容量的 STM-64 ADM 的同時，還提供了完整的光交接功能。OPTera Connect DX 的光交接功能使得它在一個工作平台上可以同時支持 SDH 及 SONET 的標準，它可以有效率的管理從 155 Mbps、622 Mbps、2.5 Gbps 及 10 Gbps 的頻寬包括 Gigabit Ethernet。不單如此，OPTera Connect DX 還可以直接接入多個速率從 STM-64/16/4/1 或 OC-192/48/12/3 的環路，因為全部速率從 STM-64/16/4/1 的電路均可收容進一套 OPTera Connect DX 光交接機內，這一功能不單減少了傳統作法需要的設備數量，更增加了網路的连接管理效率，詳如圖 3 說明。

Multiple Rings Termination

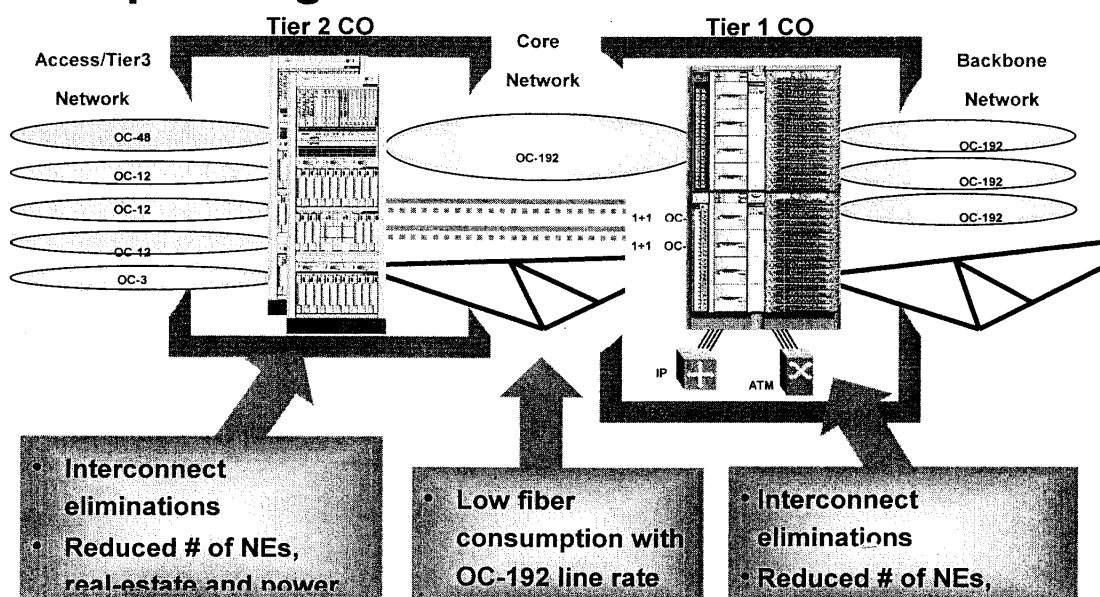


圖 3：OPTera Connect DX 多個環路連接能力

1.4 支援直接 DWDM 介面

OPTera Connect DX 光交接機可以選購整合的 DWDM 2.5Gbps 介面或 10Gbps DWDM 介面，它們提供 DWDM 的光接口可以直接接入北電網絡的 OPTera Long Haul optical DWDM 系統而省去光波轉換模組（Wavelength Transponder）的介入。

1.5 支援 Gigabit Ethernet 服務介面

隨著新興的 Ethernet 服務的廣泛，由傳統傳輸網路提供原生的 Ethernet 介面的需求也成為近來對 SDH 網路的挑戰。OPTera Connect DX 光交接機可以提供 16 個槽位作為 gigabit Ethernet 介面卡使用，目前每一片 gigabit Ethernet 介面卡有 2 個埠，共計在一個系統上可以提供達 32 個 gigabit Ethernet 埠。

1.6 高密度的 STM-1 埠輸出

OPTera Connect DX 光交接機目前提供的 STM-1 介面卡為 16 埠/一卡，在一個標準的 ETSI 機架上提供高達 256 個 STM-1 埠的輸出。也就是說，其支路的容量在計算保護介面的情況下最大可以將 2 個匯接在一個系統的 10G 環的頻寬（20Gbps）全部卸下。若不計算保護介面，則可以將 4 個匯接在一個系統的 10G 環的頻寬（40Gbps）全部卸下。因為其高密度的支路容量，使得 OPTera Connect DX 光交接機可以同時匯接多個 10G 環，並且節省客戶的機房空間及單位耗電量（以每一 STM-1 埠為單位）。

1.7 SNCP 及 MS-Spring 延伸架構

OPTera Connect DX 光交接機提供延伸的 SNCP 及 MS-Spring 環路接入/接出功能。單獨一套 OPTera Connect DX 提供的容量如下：

- 128 個 STM-1 SNCP rings
- 32 個 STM-4 SNCP rings
- 12 個 STM-16 SNCP rings
- 12 個 STM-16 MS-Spring rings
- 4 個 2 芯 STM-64 MS-Spring rings
- 2 個 4 芯 STM-64 MS-Spring rings

2. OPTera Long-Haul 1600 DWDM SYSTEM

2.1 Services Interface

北電網絡在 10G DWDM 光傳輸上的產品為，OPTera Long Haul 1600，它是一個開放的、提供多重業務並支持各種端對端速率的光傳輸平台。整個系統的設計最大可以傳輸達 terabit 的容量，其提供服務內容見圖 4。

Service Interfaces

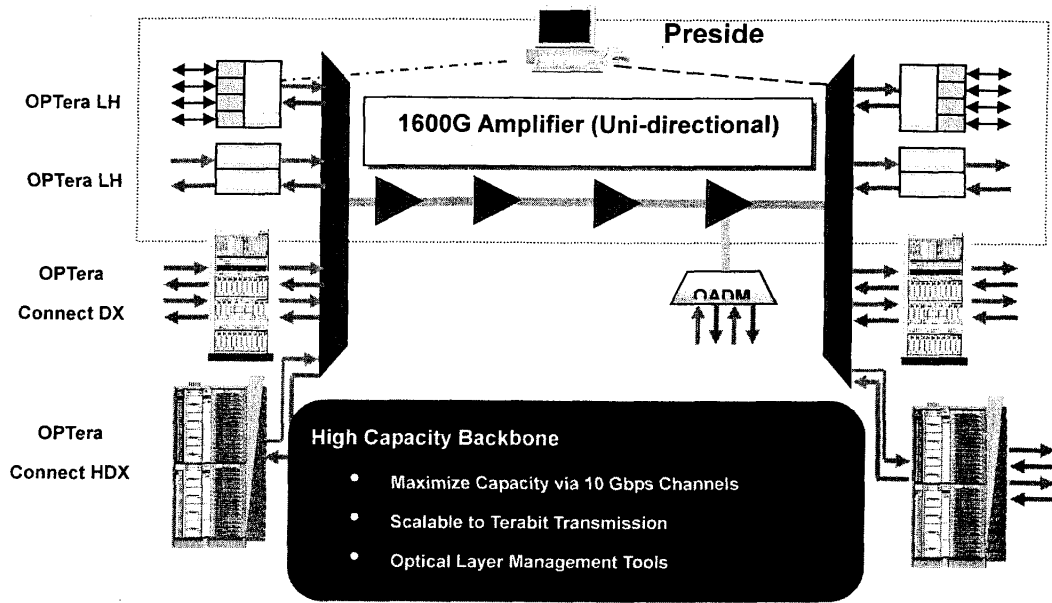


圖 4：OPTera Long-Haul 1600 服務內容示意圖

北電網絡 OPTera Long Haul 1600 系統提供若干不同的模組以支持更大彈性的光網路應用功能包括如下說明。

2.2 Wavelength Translator

光波長轉換器(Wavelength Translator)有 2.5G 或 10G 兩種，它們均提供通透開方的光介面使得不同廠家的不論 SONET/SDH、IP 及 ATM 設備其光介面均可以透過 OPTera Long Haul 1600 來傳遞。

Wavelength Translators

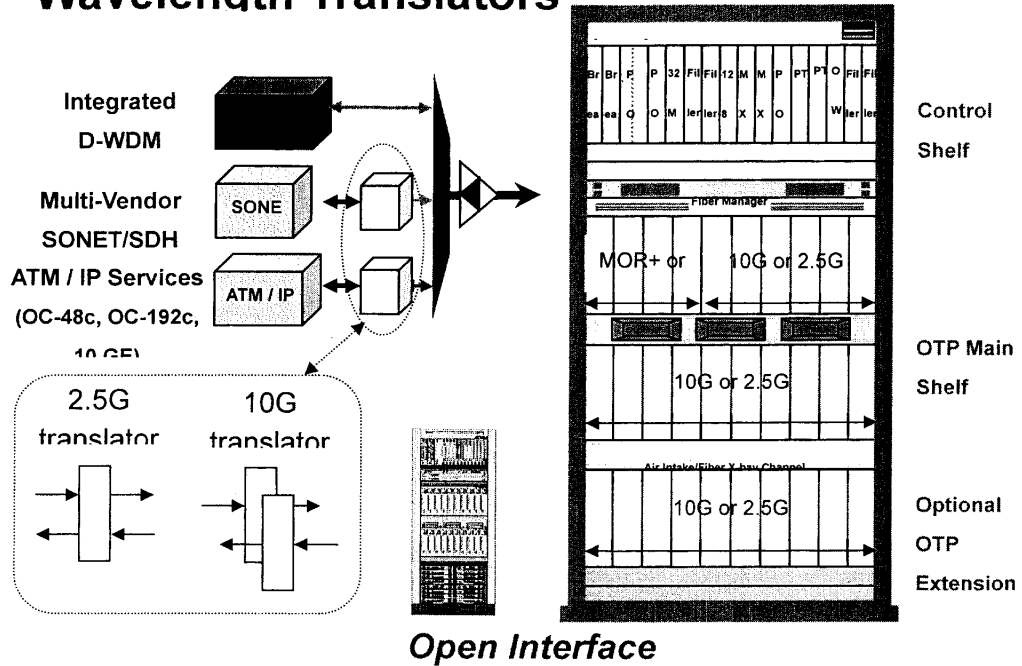
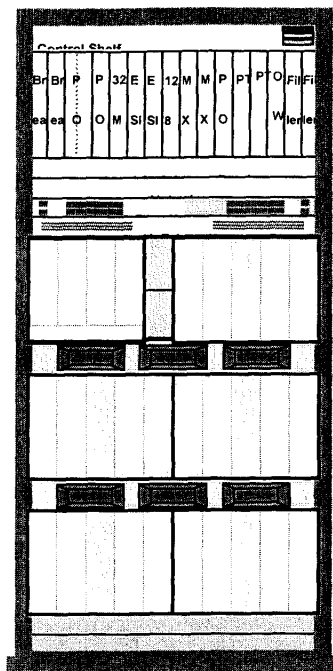


圖 5：OPTera Long-Haul 1600 提供開放的光介面

2.3 Combiner Optical Service

光波長合併器(Wavelength Combiner)，它可以匯集多個 622Mbps、2.5Gbps 或 Gigabit Ethernet 的頻寬成爲一個 10Gbps 的信號，然後再將這一個 10Gbps 的信號承載在一個光波上。這樣的作法提高了系統在光波通道的利用效率，而不是將這低速率的頻寬個別佔用掉一個光波通道，因此也提高了每對光纖的容量並降低了每一位元的傳輸成本。

Combiner Optical Services



- Maximizes wavelength usage
- Transparent aggregation of four 2.5G (OC48/STM16 or OC48c/STM16c) channels to 10Gb/s line rate
- Restoration performed by subtending equipment
- FEC available on 10Gbps line
- Single card 4:1 Combiner
- 8:1 GigE Combiner
- Hybrid Combiner

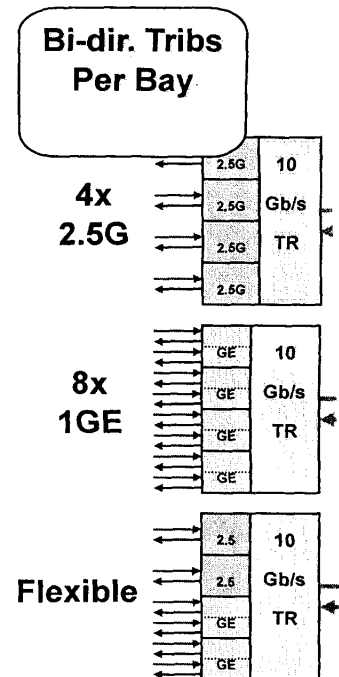


圖 5：OPTera Long-Haul 1600 光波長合併器(Wavelength Combiner)應用示意圖

2.4 Optical Protection Rings

OPTera Long-Haul 1600 系統並提供可選擇使用的光保護環模組(Optical protection ring module)供用戶配置，它提供整個系統在光纜發生故障斷裂的事故或傳輸節點故障發生時，作一個自我回復的機制，可以將每一個光通道的傳輸切換到另一個備用的光纜路由，並保持相同傳輸的品質（見圖 6）。

Optical Protection Rings

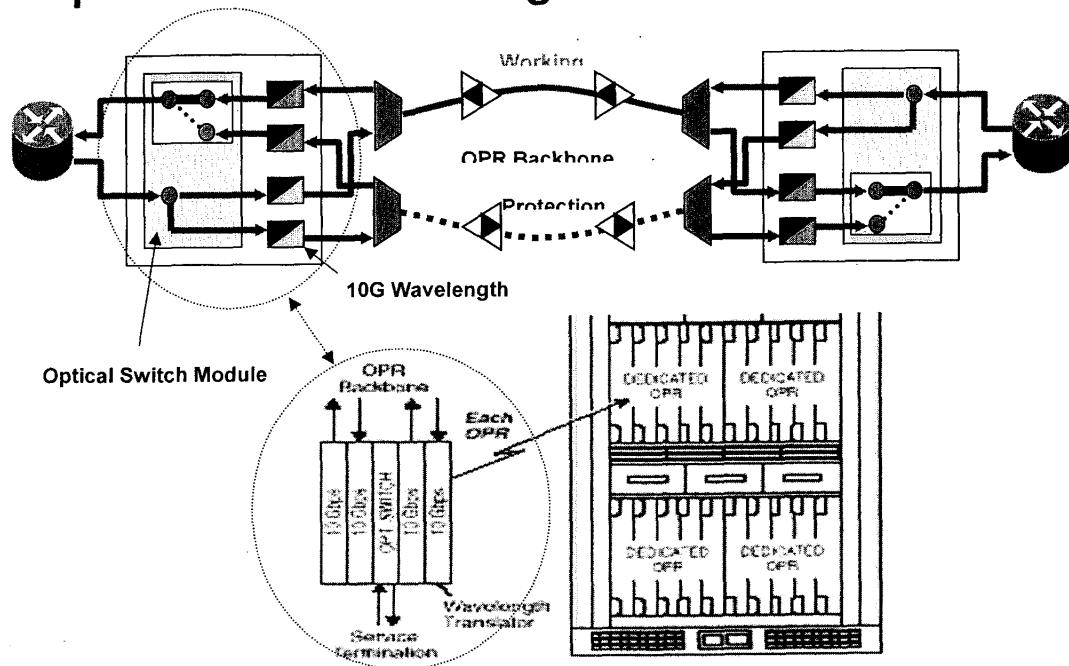


圖 6：OPTera Long-Haul 1600 光保護環模組應用

2.5 OPTera Long Haul 1600 Amplifier

OPTera Long Haul 1600 的光放大器應用先進的 EDFA (Erbium Doped Fiber Amplifier) 技術，它的特殊設計可以應用在所有型態的光纖上包括 DSF (Dispersion Shifted Fiber)、NDSF (Non-Dispersion Shifted Fiber) 或 NZ-DSF (Non-Zero Dispersion Fiber)。OPTera Long Haul 1600 的光放大器系統並可以在線上升級為可提供光塞取 (optical add/drop) 功能的系統，或因為光纜老化需要增加的光色散的補償亦可在線上進行而不必重新進行工程規劃，也不必中斷繼有服務。

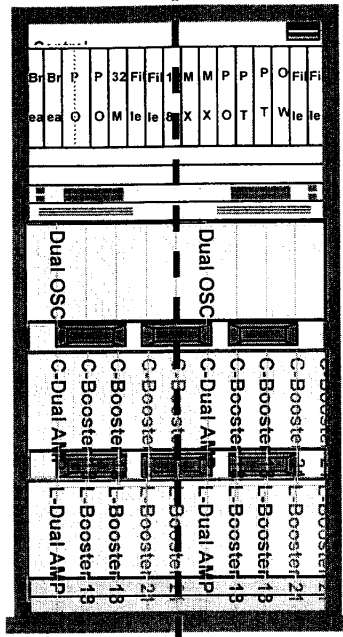
OPTera Long Haul 1600 的光放大器 Dual Amplifier，設計的另一特點是它可以作為前級/後級放大器或中繼放大器，它可支持的 DWDM 應用在雙向(bidirectional)應用時可以在一芯光纖上放大 160 個光通道(1.6-Tbps 的頻寬)，亦或者在單向(unidirectional)的應用時在每一芯光纖上放大 80 個光通道，整個系統使用二芯光纖。

用戶亦可以選擇使用光塞取多工的模組(Optical Add/Drop Multiplexer) 在 OPTera Long Haul 1600 的光放大器系統上，這一個模組使得中繼的光放大器系統可以加入或卸下多個光通道，在中繼站提供光通道的服務而不必重新作工程規劃再安裝一個 DWDM 終端設備。 這一個設計使得客戶可以得到最少的網路建構成本，並增加最大的彈性，因為在若干中繼站上可以只有少數零星對光通道的需求，OPTera Long Haul 1600 光放大器光塞取多工的模組可以適當的滿足這些需求，將所需的少數通道在中繼站擷取下來，同時其他的光通道則可以直接放大通過。.

OPTera Long Haul 1600 的光放大器系統說明如圖圖 7 及圖 8 所示。

OPTera Long Haul 1600G Amplifier

Building Blocks



- Dual Amplifier (+14 dBm)
- Booster Amplifier (+18 dBm)
- Booster Plus Amplifier (+21 dBm)
- Out-of-band Optical Service Channel
- Distributed Raman Amplifiers
- Main shelf slots available for
 - OSA, ILF, Dual OSC

圖 7：OPTera Long-Haul-1600 光放大器系統

1600G Amplifier

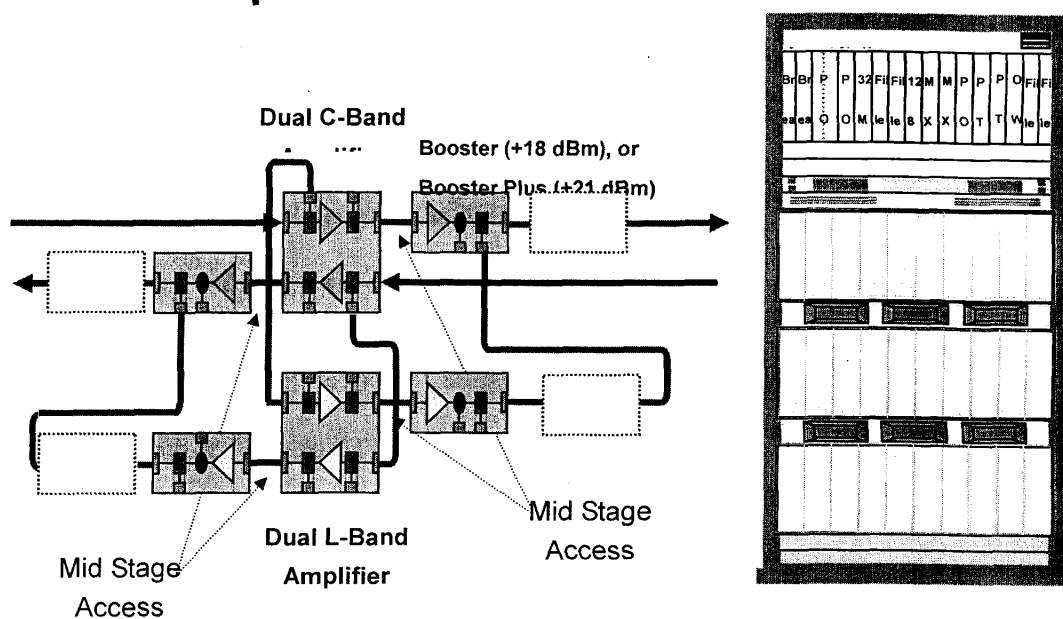


圖 8: OPTera Long-Haul 1600 光放大器連結示意圖

2.6 無中繼器海纜光纖傳輸應用

北電網絡的無中繼器海纜方案係針對多種應用的需要而產生。這一個無中繼器海纜方案可以幫助客戶在較長距離的跨海且沒有中繼海底電力設備支援的環境下，建立一個高容量的光纖傳輸鏈路。這些鏈路提供較長的傳輸距離，並且使得客戶得以克服陸上及海上的環境限制。

Unrepeatered Submarine System

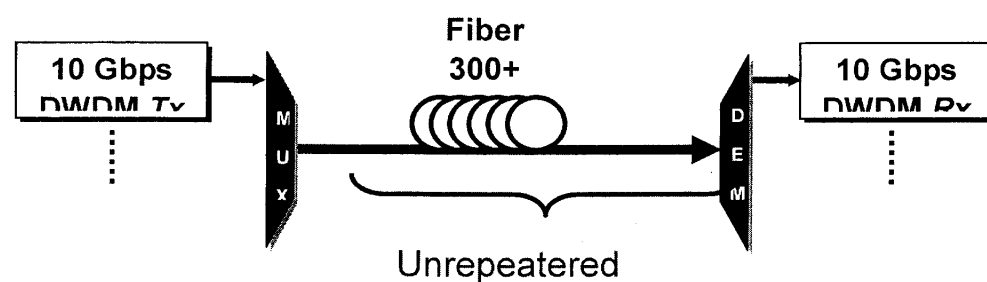


圖 9：無中繼器海纜方案

無中繼器海纜系統與陸上系統非常相象，為了易於操作及例行維護所有的主動元件均安裝於陸上。傳統的海纜系統高度依賴特別訂製的海底中繼技術，例如它的光中繼器經過特別設計可以佈放在海底使用達 25 年以上而不須要主動維護。這類中繼器需要對抵抗環境因素的挑戰及高度可靠性的要求，其造價不但高，而且因為它在海底層層的實體包裝保護及電力供應的限制，所以從另一方面來說也成為海纜系統在擴容上的瓶頸設備，見圖

10。

Drivers for Eliminating Undersea Repeaters

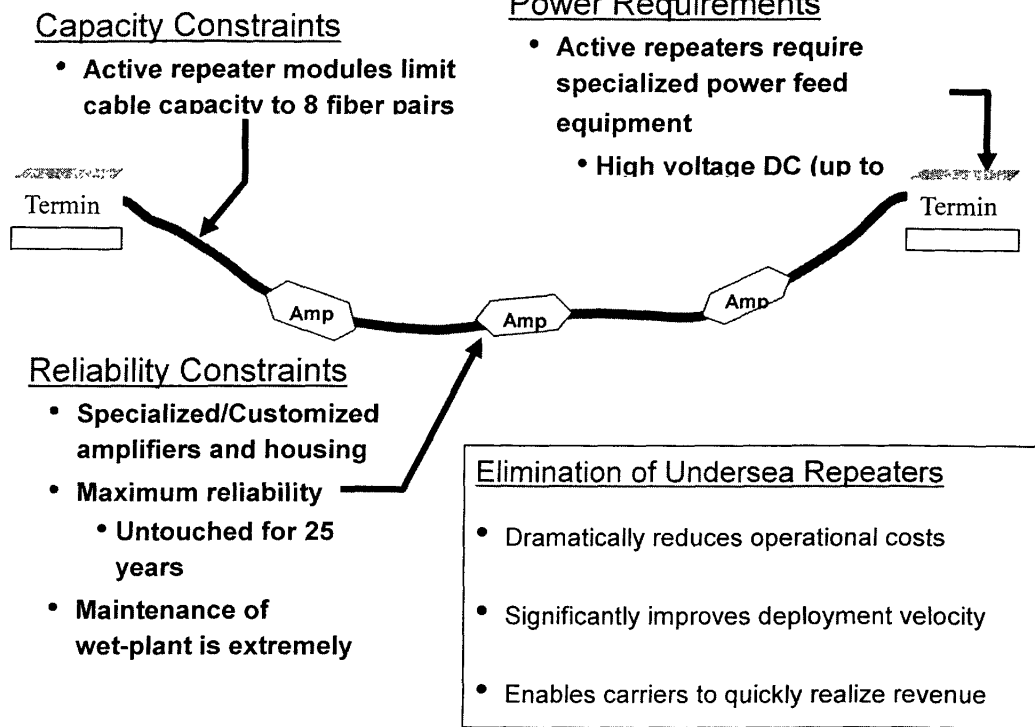


圖 1 0：傳統海纜系統的限制

北電網絡擁有商業用的新興超長距離光纖傳輸技術，在同一個 OPTera Long-Haul 1600 的系統平台上可以支援陸上及海底光纜的應用。在陸上的系統，它可以減少遠端電力中繼器的數量，在海底光纜的應用上，可以消除位於海底放大器元件的佈放。不論是應用在陸上或海上，其管理的介面及平台都相同，如同圖 1 1 所示，電信業者可以利用這一個無中繼器系統建置在其陸海交界的區域，在海域的部分可以提供一個備份光纜路由，並且由同一個管理平台控制。

Common Unrepeatered/Terrestrial

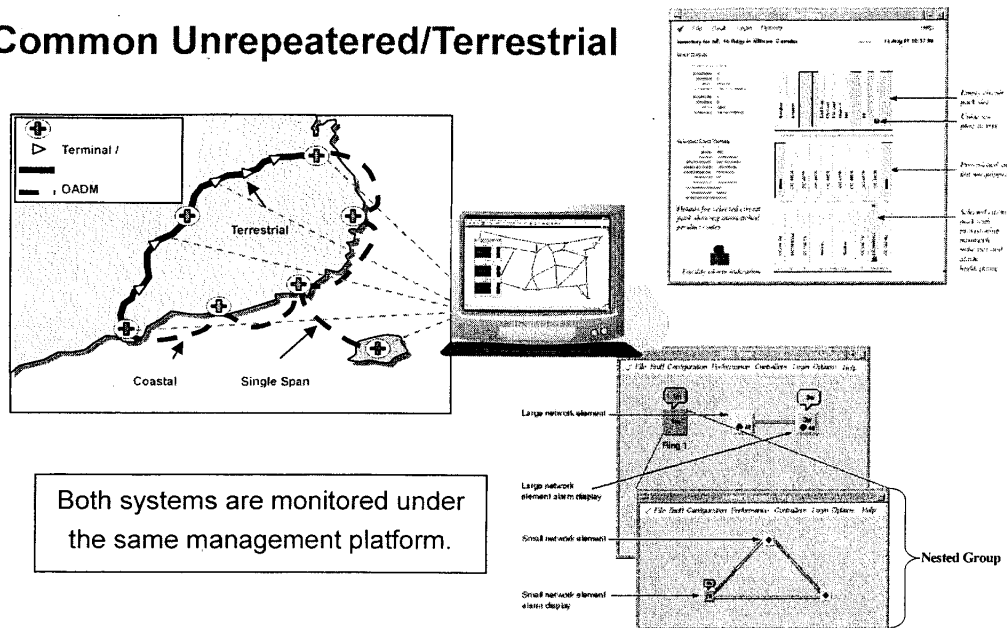


圖 1 1：典型的無中繼器海纜／陸上系統

使用無中繼器系統，電信業者不必再擔心海底中繼器在實體包裝上的可靠度的限制，所以因為不再有中繼器的需要，整個網路營運的成本得以顯著的下降，建置網路的時程也較快，也使得電信業者可以快速提供服務，實現營收。

Unrepeated System Topology

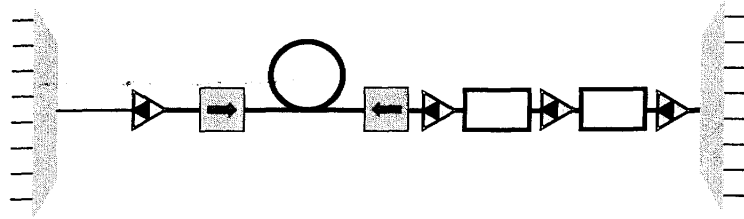


圖 12:無中繼器海纜系統所使用的技術

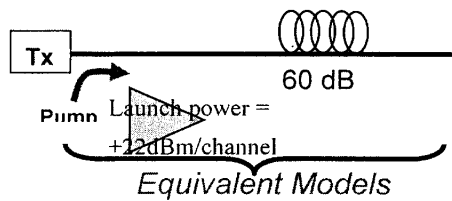
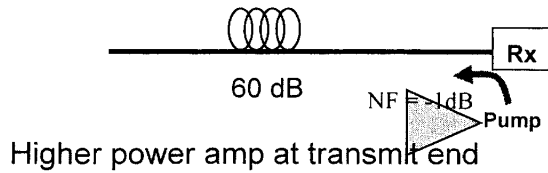
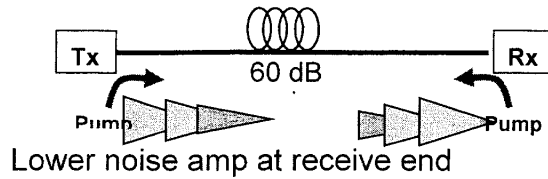
北電網絡的無中繼器海纜系統由 OPTera Long-Haul 1600 的 DWDM 傳輸平台結合以下元件以延長其傳輸距離構成：

- 。利用先進的分散式 Raman 放大器來放大光訊號
- 。使用傾斜式補償法(slope compensating)的光色散補器
- 。特別模擬計算設計非線性的光傳輸系統
- 。充份利用前置錯誤編碼技術(Forward Error Correction Code)
- 。最小化光纖及連結的損耗(系統內使用全矽化(Pure Silica Fiber)的光纖)

Raman 放大器激發傳輸光纖來放大末端的光波能量到達接收器，北電網絡充分應用其 Raman 放大器在無中繼器海纜系統，因為單一鏈路的構成 Raman 放大器佈放在遠處的接收端，其放大原因是藉由將雷射光反向打入光纖，然後激發與光波同方向的光擴散效應沿著光傳輸媒體的物理效應增加了每一光波長的能量。

Raman Amplification Equivalent Models

Gradual amplification of signal



Co- and Counter- propagating Raman source gradually amplifies using transmission fibre as gain medium

- Useable on any installed transmission fiber
- Reduces effective span loss to improve performance
- Combined with high power & low noise EDFA to enable wide gain flattened bandwidth for wavelength

圖 13: Raman 放大器工作原理及放大效應

北電網路在全球無中繼器海纜系統的網路

- 北歐跨越北海無中繼器海纜網路

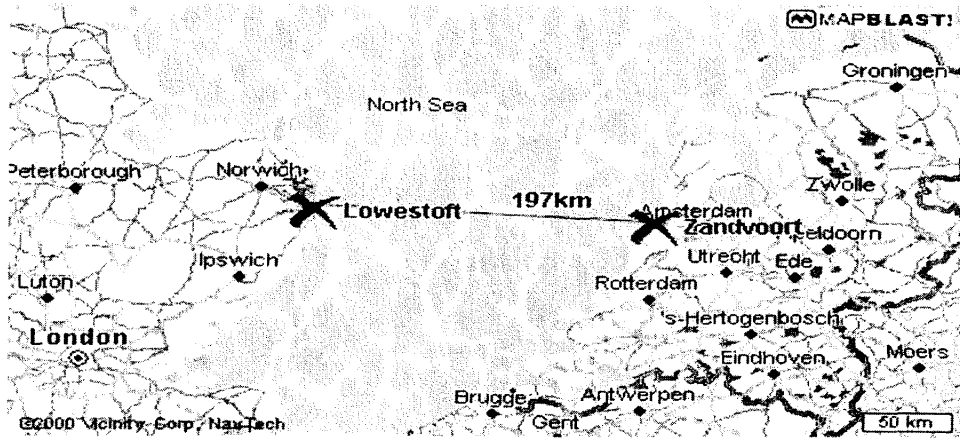


圖 14: 197 公里，無中繼器，11x10G 光通道，可擴充至 40x10G

- 歐洲地中海無中繼器海纜網路

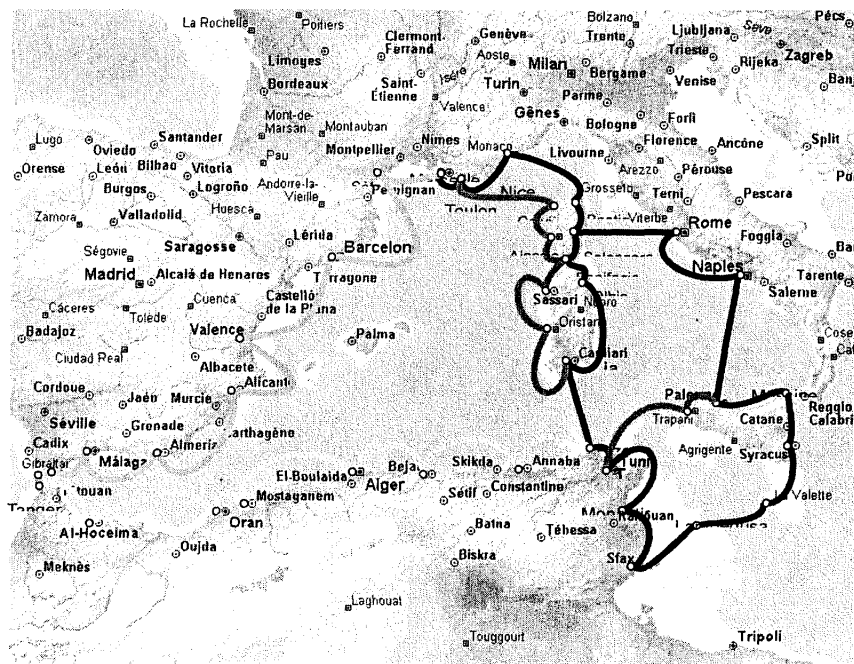


圖 15: 歐洲地中海無中繼器海纜網路

- 紐西蘭無中繼器海纜網路



圖 16: 紐西蘭無中繼器海纜網路，容量 **16x2.5G**

- 菲律賓無中繼器海纜網路



圖 17: 菲律賓無中繼器海纜網路，8x10G 容量環路系統，共 5 個環路

3.Preside 網管系統應用工作平台

3.1 概述

北電網絡 Preside 網管系統工作平台為一系列於 HP 工作站上執行的應用軟體。Preside 網管系統工作平台提供其光傳輸系統設備的客戶一個單一的存取窗口，可對其網路執行操作、管理、維護等功能。它收集網路上即時的資訊，例如：告警及傳輸電路效能等資料。透過工作站的作業系統，提供操作人圖形化的人機介面，並且提供多個客戶端電腦可以經由工業界標準的 CORBA(Common ObjectRequest Broker Architecture)軟體介面，接入 Preside 網管系統以整合客戶個別的應用程式。

3.2 管理網路架構

Preside 應用工作平台的管理網路通常包括若干個子網路，在 Preside 的定義中稱之為控制幅度(Controller Span)，每一個控制幅度包括若干個網元。一個控制幅度的定義為由同一個主要及備援控制器所管理的一群網元的集合，而同時一個主要及備援 OPC 則形成一對控制單元。在 Preside 網管中，控制器可以是實體的安裝在網元內或存在於一個獨立的工作站，這兩者並不須要並存在同一個網元。以上所述的控制器提供操作、管理、維護及作業所需的訊給予各個網元。

一個控制器可以為下列：

- (1)一個北電網絡的網元管理系統，例如存在於 OPTera Connect DX, OPTera Long-Haul 1600, TN-16X 上的 OPC(Operation Controller)控制卡片
- (2)一個管理目標代理伺服器(Managed Object Agent:MOA)，例如 OPTera Metro 系列使用的 EC-1 工作站或其他廠商的管理目標代理伺服器
- 控制器還作為 Preside 網管系統及各個網元之間溝通資訊的中介者。舉例來說，每一個主要控制器收集其管理的網元上的告警資料再傳送至 Preside 網管系統，然後 Preside 網管系統收集所有來自控制器的告警資料，以圖形化的方式顯示整個網路的告警情形。

在某些網路的需要上，客戶亦可以使用兩套 Preside 工作站監控同樣的控制器，這樣的配置可以使一套工作站作為主要，令另一套作為備援以防止主要 Preside 工作站有任何故障時可以隨時接手工作。雖然大部分的時候，使用不要備援的工作站，但這可以增加整個網管系統的可靠度及彈性，特別是客戶可以使用備援的系統如果需要對主系統作軟體升版的動作時。

3.3 網管資訊網路的設置

Preside 網管系統係一系列於 HP 工作站上執行的應用軟體，並且使用 Ethernet 介面透過 TCP/IP 標準網路協定來溝通，其資訊網路的要求可以是支持 TCP/IP 協定的區域網路或廣域網路。Preside 工作站及控制器所使用的介面均為 Ethernet 10/1000-Base-T。

Preside 網管系統的資訊來自於各個子網路，以下述方式達成：

- 網元提供資料予控制器
- 控制器將所得到的資料送予 Preside 工作站
- Preside 工作站的網管系統將其得到的所有資料以圖形化的方式顯示，並且提供管理人員一個操作、管理、維護的人機介面

有兩個方法作為 Preside 工作站與控制器之間的連結：

- 如果 Preside 工作站與控制器存在同一個機房，則使用區域網路直接連接
- 如果 Preside 工作站與控制器不在同一個機房，則使用廣域網路的连接方案以克服區域網路在距離上的限制

下圖 1 顯示一個典型的 Preside 工作站在一個獨立的 SDH/SONET 網路的內的配置，這樣一個獨立系統可以支持達 150 個控制幅度及 1,500 個網元。

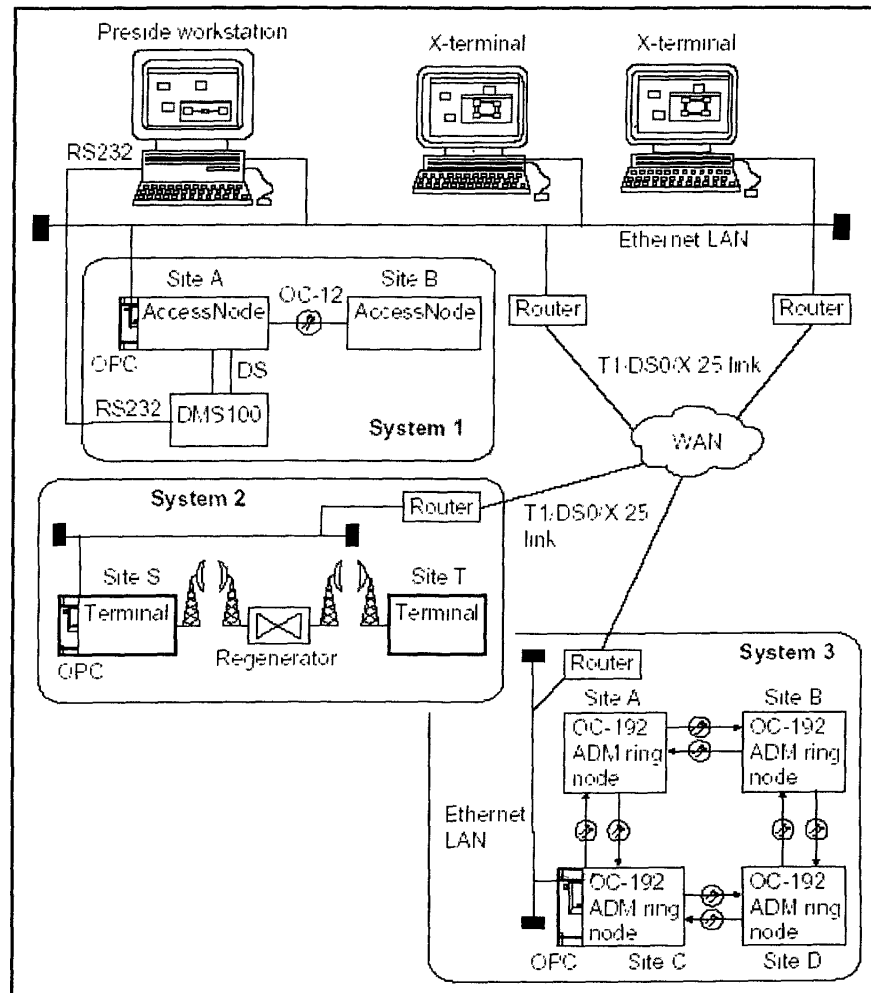


圖 1：一個典型的 **Preside** 網路管理系統配置

3.4 Preside 工作應用平台及其通訊協定

通訊協定是資訊透過各種方法穿越網路的標準，下表列出 Preside 工作應用平台所使用的通訊協定：

通訊協定	定義	何時使用於 Preside 工作應用平台之資料網路
XDR external data representation	北電網絡自有標準	北電網絡的網管控制器使用，此協定存在於 SDH/SONET 的 Data Communication Channels (SDCCs) 用來傳遞資料給 Preside 工作應用平台
TL1 Transaction Language 1	機器對機器的通訊語言	當 Preside 工作應用平台必須經由管理目標代理伺服器(Managed Object Agent:MOA)來監控網元時，由管理目標代理伺服器對網元溝通使用 through TL1 MOAs.
TCP/IP transmission control protocol/internet protocol	一個常見於 Ethernet 網路的通用工業標準通訊協定	IP 位址可以唯一的用來辨認在 Ethernet 網路上的網路設備，在管理網路內，每一個控制器都被給予一個唯一的 IP 位址，Preside 工作應用平台則依此辨認每一個控制器並且派送資訊。
X 25	一個使用在分封交換網路的通訊協定。	在廣域網路中使用，特別是控制器位於 Preside 工作應用平台的遠端時，則使用此一協定將資訊透過廣域網路來傳遞。
Ethernet	一個在區域網路上最廣泛使用的實體層及資料層通訊協定	用來作為 Preside 工作應用平台之間的溝通或控制器對外的通訊介面
CORBA common object request broker architecture	一個軟體業界的工業標準，用來作為分散式的目標導向計算	用來作為 Preside 提供給其他應用軟體整合的標準介面(它允許其他軟體可以存取 Preside 的圖形介面及資料)

3.5 Preside 聯邦網路功能

Presdie 亦提供聯邦網路的功能以擴大其管理規模，聯邦網路功能將多個 Preside 網管系統及網元控制器透過 TCP/IP 網路串連在一起，使用聯邦網路可以聯結若干個 Preside 網管系統在一起，共計可以管理達到 10,000 個網元及 750 個控制幅度。這樣的功能大大的增加了管理的子網路數量。

一群互相連結在一起的 Preside 網管工作站稱為一個聯邦 (Federation)。界於 Preside 網管工作站與各個網元控制器之間的網路連結可以是直接或非直接的連結。一個 Preside 網管工作站在一個聯邦內也可以是直接的聯邦節點或非直接的聯邦節點(Federation Node)。

直接的及非直接的聯邦節點

直接及非直接的連結都是邏輯上的連結而並非指實際上的網路電路連接，因為所有的網元控制器及 Preside 網管工作站都是連結在同一個 TCP/IP 網路內。直接的及非直接的聯邦節點依定義如下：

- 直接聯邦節點——一個具有直接連結(Direct Connection)到網元控制器的聯邦節點，直接聯邦節點直接由網元控制器收集資訊。
- 非直接聯邦節點——一個具有非直接連結(inDirect Connection)到網元控制器的聯邦節點，非直接聯邦節點則向直接聯邦節點收集資訊。

註：非直接聯邦節點擁有與直接聯邦節點相同的管理能力。

Preside 網管工作站與控制器的溝通都是經由 TCP/IP 網路。所有設定、安裝、管理及維護的動作則可全由客戶來負責。一個控制器可以最多由 25 個聯邦節點來管理（1 個直接聯邦節點，24 個非直接聯邦節點經由直接聯邦節點。）

圖 2 顯示一個聯邦網路的範例。在範例中，聯邦節點 1 (Federation Node 1)擁有一個到控制器的直接連結，聯邦節點 2 (Federation Node 2)擁有一個到控制器的非直接連結。聯邦節點 1 為直接聯邦節點，而聯邦節點 2 為非直接聯邦節點，但它們都經由邏輯的聯邦連結得到管理控制器的權利。

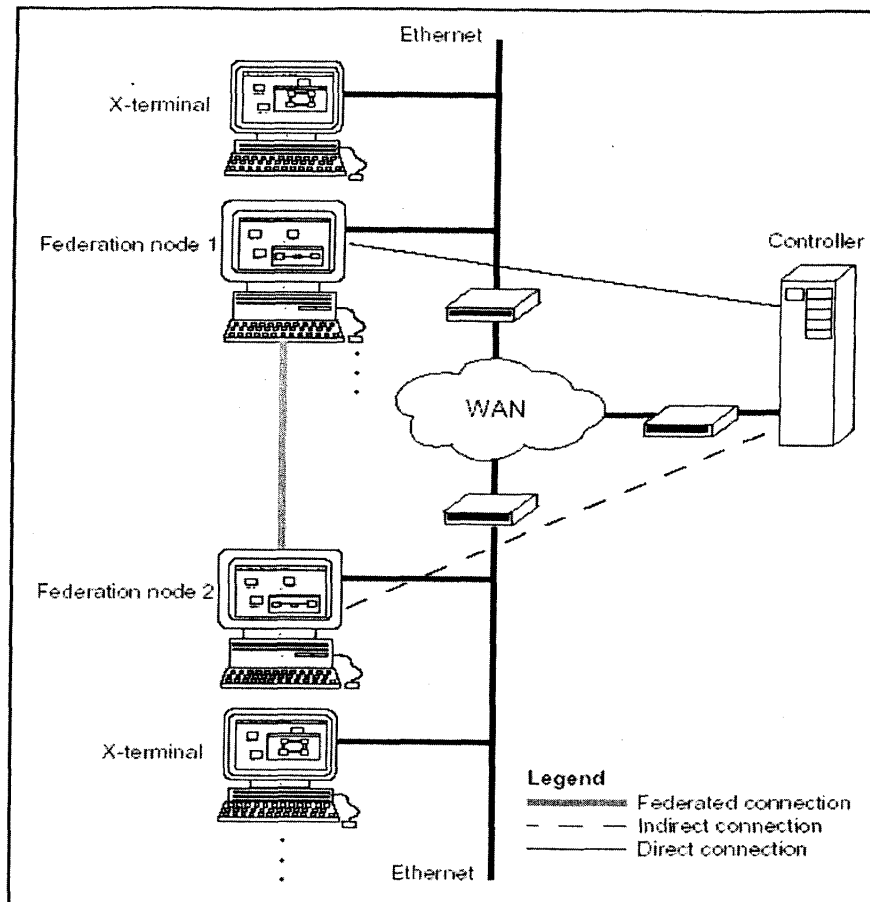


圖 2：Preside 聯邦網路的範例

3.6 網管系統的存活性

如果一條通往控制器的非直接連結中斷，Preside 的網管工作系統軟體則會自動的試著去尋找另一個直接聯邦節點來提供連往控制器的資訊連結。

在下圖 3 中顯示一個非直接連結的範例。一旦聯邦節點 2 失去與控制器的連結，非直接聯邦節點 3 則會自動找到經過直接聯邦節點 1 的一條非直接連結來取得控制器的資訊。

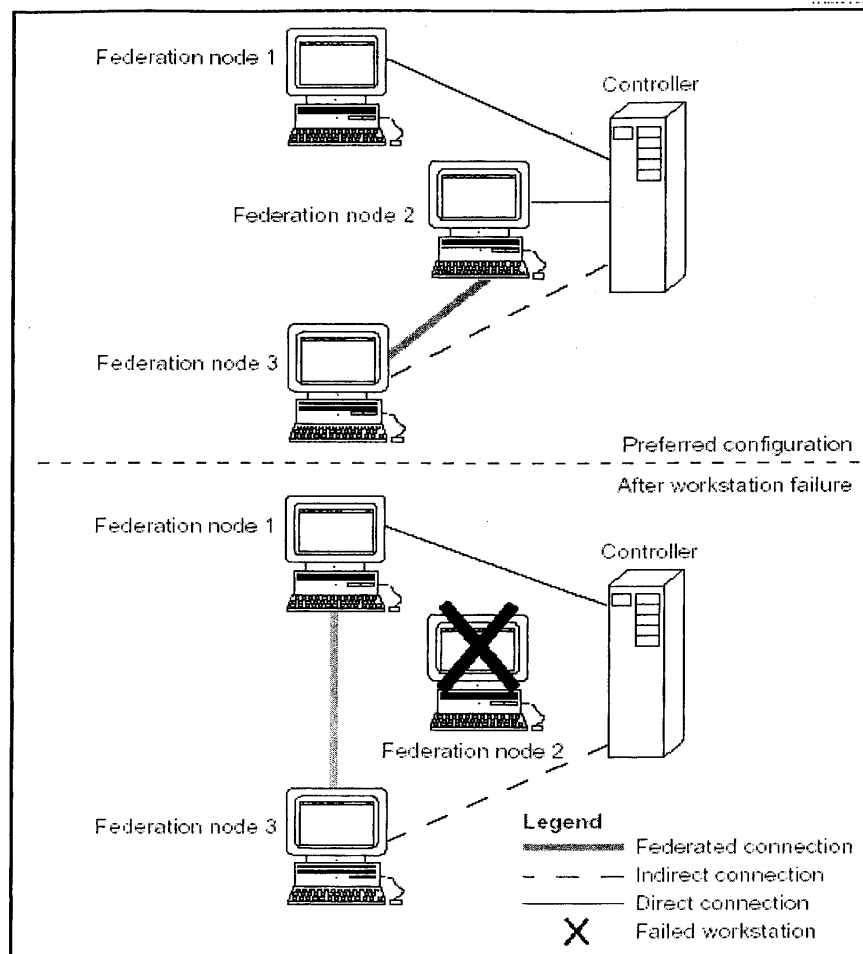


圖 3：非直接連結的範例

但是如果另一條非直接連無法經由存在的直接聯邦節點建立，經由 Preside 網管系統決定的一個強迫程序將會建立一條直接的連結由一個非直接聯邦節點至控制器。如此一來，這一個非直接聯邦節點被提昇為直接聯邦節點，其餘的非直接聯邦節點就可以透過這一個節點達到存取控制器資訊管理網元的目的。一旦網路的連結故障修復，Preside 網管系統的智能也會自動地恢復原來的配置，取消直接連結並將這一個被提昇的直接聯邦節點降級為非直接聯邦節結。

下圖 4 顯示一個強迫非直接聯邦節點升級的例子。在此例中，在直接聯邦節點 1 及 2 故障發生後，非直接聯邦節點 3 被強迫須建立一條直接連結至控制器，並被提昇為直接聯邦節點。

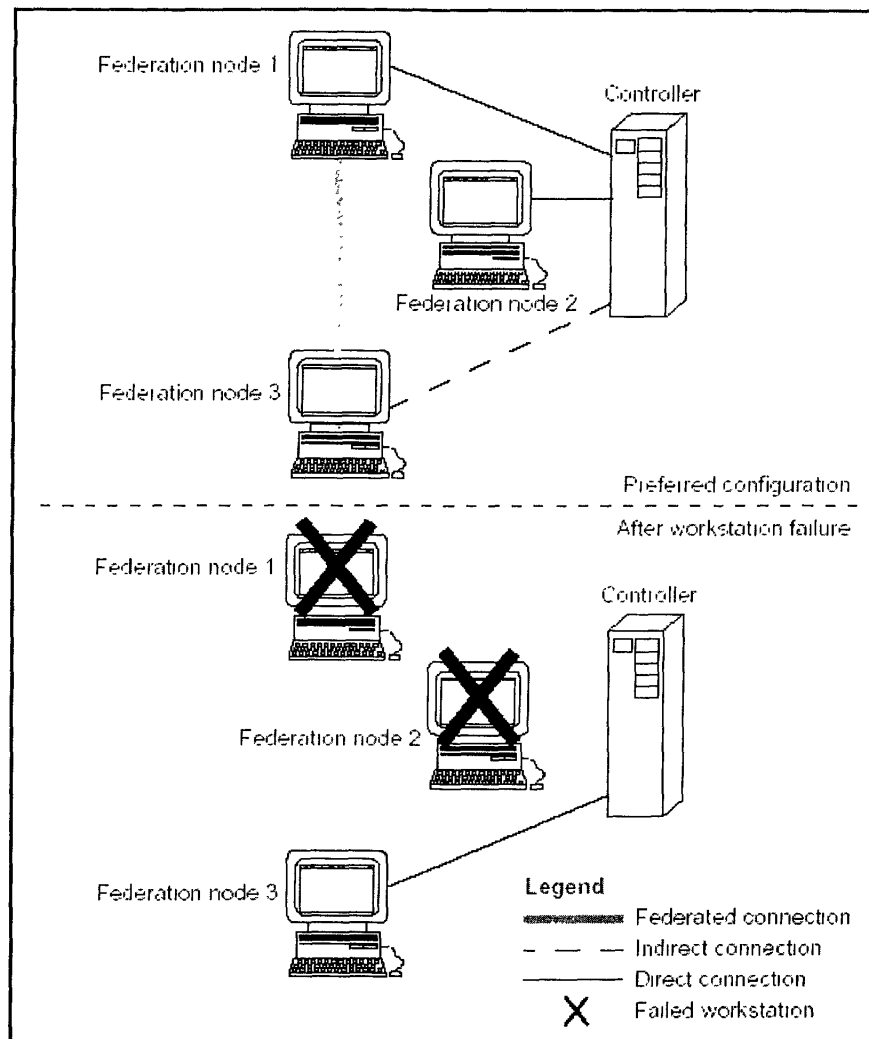


圖 4：一個強迫非直接聯邦節點升級的範例

3.7 CORBA(Common Object Request Broker Architecture) 在 Preside 網管系統的架構

Preside 網管工作平台不單是一個網管系統，它更融合了多種軟體技術並且可以擴充作為多廠商設備的整合管理系統。Preside 網管工作平台的軟體組成採取模組化的架構，每一群組相關的功能都形成一個建構區塊(Building Blocks)，每一個建構區塊間彼此經由開放式的介面，並依客戶需求組成具有不同能力的 Preside 網管系統。Preside 網管系統經由開放的 CORBA 標準，實現分散式目標導向的計算環境，並且將 Preside 網管系統與其他軟體系統整合且跨越不同工作平台。

Preside 的 CORBA 介面提供一個開放的標準，作為與客戶其他軟體系統整合的窗口。Preside 網管系統的用戶可以開發他們的軟體透過 CORBA 介面操作使用 Preside 內可執行的建構區塊(Building Blocks)來存取北電網絡的網路設備或甚至是其他廠商的設備的資訊。

CORBA 的優點

- 經由工業界標準的 CORBA 介面，Preside 網管工作平台的軟體可以與其他非北電網絡的設備連結，並且提供開放的存取介面給予客戶端應用軟體
- 經過 CORBA 送給建構區塊(Building Blocks)的訊息是由多廠家支持的業界標準所定義，沒有相容性的問題

- CORBA 支持由不同的廠家發展在不同硬體平台的的管理目標代理伺服器(Managed Object Agents:MOAs)

圖 5 顯示 Preside 網管系統的 CORBA 架構。

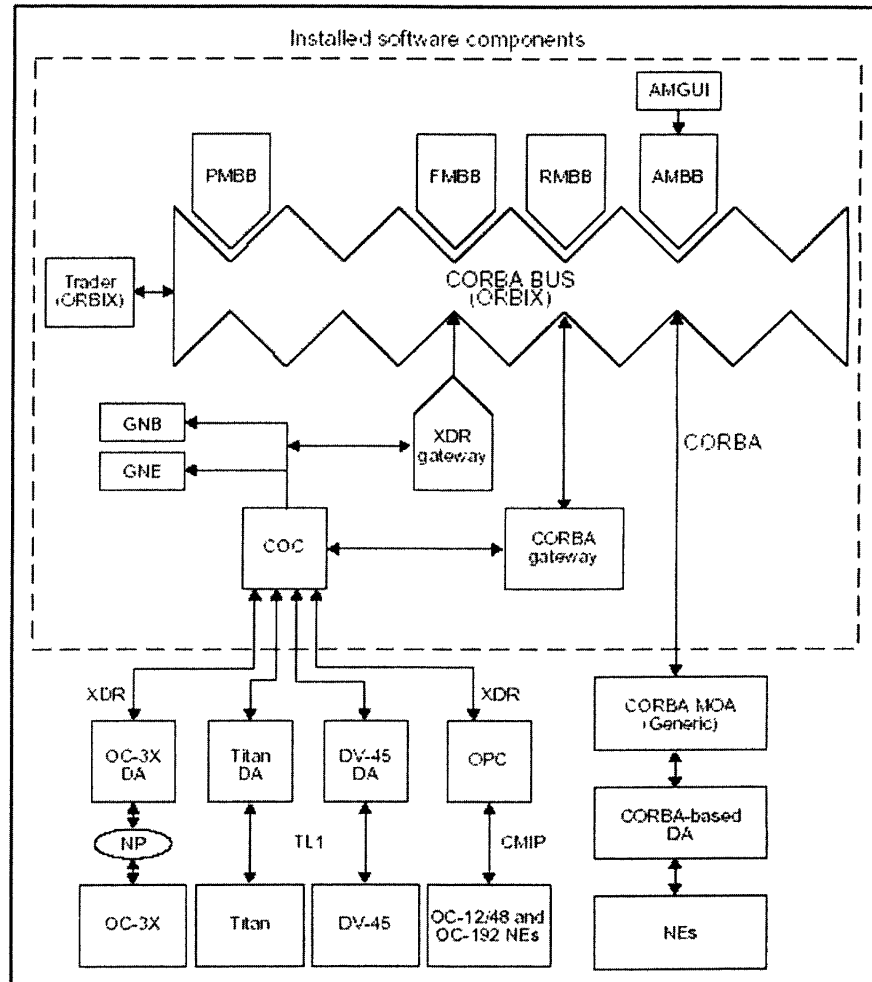


圖 5：Preside 網管系統的 CORBA 架構

註：Preside 網管系統的用戶可以正常使用正常網管系統功能而不須安裝 CORBA 或建構區塊(Building Blocks)，但是對於需要透過 CORBA 管理目標代理伺服器來管理的設備則無法看到。

4.RPR (Resilient Packet Ring) 技術整合數位傳輸網路

4.1 概述

目前因為 Ethernet 其低成本,簡單及成熟的技術使然,我們觀察到在歐美若干電信業者之 headends 及 Hub 機房中使用 Ethernet 來裝載 IP 封包正成為廣泛使用的傳輸機制。支持”IP over Ethernet”的數位傳輸網路更可以提供第一個具有擴容性,彈性及低成本的整合方案為現在,新興或未來的電信服務產出更多的加值收入。為有效成功的引進這一個多重服務的 IP/Ethernet 傳輸網路,差異化及優先分級的服務機制也會變得重要。更進一步來說,電信業者需要的是一個具有高度穩定性及效能的網路來支持它提供重要的服務,例如:語音及重要的數據商業網路。

儘管今天許多解決方案能夠有效地匯集、區別並傳輸 Ethernet 封包,但 RPR(Resilient Packet Ring)的解決方案融合 Ethernet 分封交換的效率及 SONET/SDH 傳輸技術的彈性與可靠度將兩者作一有效的結合。RPR 的解決方案是在一個單一平台上提供電信業者最具成本效率及可靠度的選擇。正當今天的光傳輸網路的需求是從如何在一個網路傳遞 Packet over SDH (PoS), ATM 到 Ethernet 電路,並且滿足從語音,數位視訊及數據專線的多樣化的服務,使用以 RPR 為基礎的光傳輸網路可以將傳統的 TDM、PoS、ATM 及 Ethernet 電路整合到一個單一的傳輸平台及網路。

將多種不同的寬頻數據服務整合至一個統一的 RPR 傳輸解決方案可以減少在 headends 及 Hub 機房中所需要重覆建置的設備數量,所以不單可以降

低成本並可減少網路維運的複雜度。一個整合的 RPR 傳輸網路使得電信業者享有最低的網路持有成本，並提供強化的頻寬效率，服務彈性，擴容性，容錯度並提昇供應服務的速度。

4.2 分封數據網路：PoS / ATM

目前電信業者建置的傳統數據傳輸架構可經由多種不同方法來達成。電信業者目前大多使用 SONET/SDH 為 Layer 1 或再加上 ATM 網路為 Layer 2 來達成數據傳輸的目的，這樣的架構係基於若干基本的原因而形成，包括：網路擴充性，可靠度，當然還不外乎以上兩者(SONET/SDH 及 ATM)皆為成熟的標準技術。

在這樣的架構下，動態的 IP 封包可以透過我們熟知的協定，例如，Packet over SONET/SDH(PoS)，被承載在 SONET/SDH 或 ATM 的電路上，此協定使得 IP 封包可以在以 TDM 為基礎的光傳輸網路上傳遞。雖然這一方法保留了 SONET/SDH 可靠的優點，但也有若干負面的缺點存在，首先就是成本上的考量，因為和普遍且低價的 Ethernet 介面相較之下，這類具備 PoS 協定的硬體介面顯得非常昂貴（例如，在北美市場上一個 OC-3c WAN 的埠為美金 \$12,000-\$15,000，可是一個 100baseT Ethernet 埠只要大約美金 \$500-\$1,000）。其次就是透過傳統 Layer 1 傳輸網路來處理 Layer 2 封包服務所增加的負擔及喪失的效率。封包網路的流量趨勢和傳統 TDM 電路正好完全相反，它們皆為動態而且具有“突發傳輸”(bursty)的自然特性，然而現在的 SONET/SDH 網路卻是為提供定額速率的專線電路（例如：1.5 / 45 /

155 / 622 / 2488 Mbp)而設計，無法滿足 Layer 2 封包服務的特性。因為 IP 封包的最大流量是由其使用的 TDM 電路速率來決定，所以在傳統的 SONET/SDH 網路上，要提供一個 IP 頻寬的電路需求，如同圖 1 7 所示，網路上必須事先決定其速率並且控制 IP 流量維持在相當的穩定的狀況下方能達到有效使用 SONET/SDH 網路的目的。

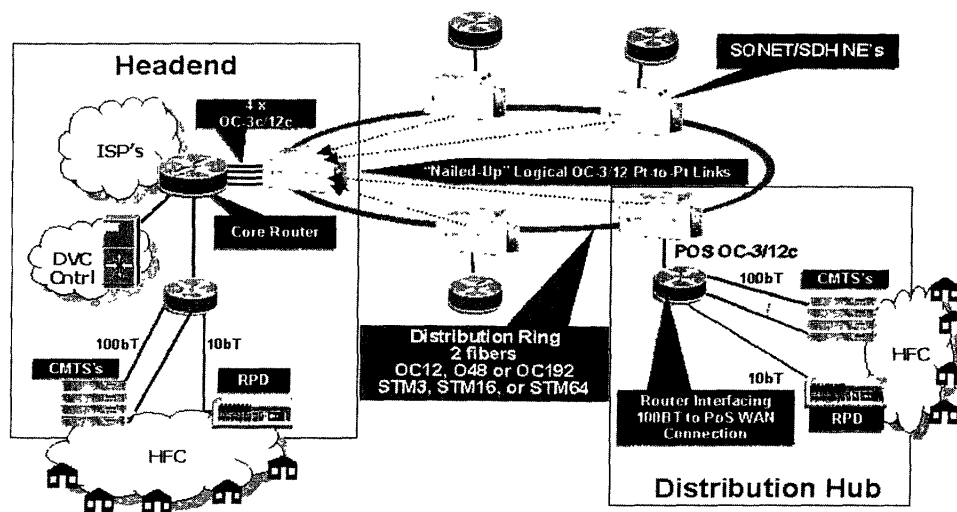


圖 1 7：電信業者數據傳輸網路示意圖

在上圖中，每當一個新的 Router 加入網路之中，一個新的 TDM 電路便必須為它建立並且相對增加 SONET/SDH 網路營運成本。當我們將一個以封包為基礎的流量透過一個定額速率的專線電路來傳送時，我們所做的是將一個動態而且具有“突發傳輸”(bursty)特性的流量映射到一個靜態的固定電路上，其結果得到的是較高的網路使用成本及非常低的頻寬使用率，無效率且浪費。更進一步的缺點是，以定額速率電路為基礎的網路是無法提供真正的，點對點的無連結性封包服務。當一個即時的

封包流量持續提昇時，靜態的固定定額速率電路將會被耗盡，必須再建立一個更大速率的固定電路以因應。

4.3 Ethernet和網際網路協定

成熟且穩固的區域網路服務結合住家及企業網際網路連線的需求，為電信業者造就一個更大的商機。透過低成本的 Ethernet 接取及網際網路服務，在重點的消費市場上，若干應用，例如高速網際網路連線、VoIP、隨選視訊、互動電視及家庭連網服務，都正持續成長並將帶動且可充份利用寬頻接取的優勢。值此同時，同樣對電信業者重要的是，全球資訊網為企業生產力的成長及市場的擴充創造出了更多機會，當企業持續將其網路建置的工作及非核心的服務，例如：optical LAN services、managed optical VPN services、managed hosting、wholesale Internet access，等等外包同時，一個可以迅速提供寬頻服務的電信業者將在這一個高度成長的市場成為主要贏家。目前全球的趨勢上，介於企業與它們的客戶群之間的數位通道，最基本的要求是無論這些數位通道是經由多少 LAN/MAN/WAN 網路層層的連接，其最終接入的方式均為 IP 承載於 Ethernet 的形式。

Ethernet 基本上提供的便是一個無連接性的網路，其網路的容量是藉由一個個低成本且以硬體交換為核心交換器所構成。利用其動態頻寬分享的基本特性，Ethernet 與今天廣泛以數據為主的 IP 應用可做最佳的組合。我們看到目前 Gigabit Ethernet 已經是成熟的技術且大幅建置，而且 10 Gigabit Ethernet 也正逐漸興起，Ethernet 的角色正轉變得愈加重要。針對分封交換

及傳輸的要求，Ethernet 協定正快速地成為無論在 LAN, MAN 或 WAN 上一個共通的新的 Layer 2 介質。

當我們都瞭解到點對點(End-to-End)的 IP over Ethernet 的電路即將成為主要數據用戶的要求，電信業者必須找到一個方法使得它們的光傳輸網路不僅要滿足傳統 TDM 電路的要求，也要能有效率地提供點對點以 Ethernet 為基礎的封包化電路服務。在轉換其網路的同時，電信業者還要考量到如何透過由成本效率，擴容性，網路可靠度及彈性的改善，去增強其提供服務的總體能力。電信業者的挑戰在於找到一個簡單低價的解決方案，使得動態的數據封包得以輕易的穿梭在 LAN, MAN, 及 WAN 三個網路之間。

因此 RPR (Resilient Packet Ring) 技術的興起便是專門為 MAN 及 WAN 所設計，它可以結合封包電路及傳統 TDM 電路的不同特性，使兩者並存在一個共用的傳輸網路上。RPR 網路提供一個低成本，具擴容性的傳輸解決方案，它能容納傳統數據專線及新興的“IP over Ethernet”應用於一身，使所有現有的 ATM 及 SDH 電路可同時與新的數據分封電路經由 RPR 網路結合在一起。

4.4 Resilient Packet Ring (RPR) 技術

正因為許多的電信業者體認到它們需要一個有效可靠而且以封包為基礎的傳輸機制來提供新興的業務，並且保持它們現有在傳輸網路上的投資不會成為浪費，也就是說，它們主要的需求不單是要一個能有效傳遞傳統專線

電路的網路，並且希望這一網路還能有效的傳遞以封包為基礎的數據電路，它能在傳遞原生的 Ethernet 流量時還能保有相當於 SONET/SDH 的良好特性及效能。

於是開始便有許多設備供應商嘗試者解決並滿足以上的需求，它們研發出新的設備並供應給電信業者建構這樣的網路，但這很快便形成一個問題，因為在各個設備供應商中間並沒有一個工業標準可以依循，因此不同設備供應商所生產的設備之間的互通性便無法保證。

在 2002 年，IEEE(Institute of Electrical and Electronic Engineers) 標準化委員會看到這一個問題，並且認為需要一發展一個整合 Ethernet 及 SONET/SDH 網路的標準來規範。在同年十一月，IEEE 802.17 RPR 工作小組成立，小組成員計 126 席由設備供應商及電信業者共同組成，目標在為定義一個新的協定使得 Ethernet 封包可以在光傳輸環上傳遞，並且具有和 SONET/SDH 相等的傳輸效率。

在 2001 年初，若干公司成立 RPR alliance 聯盟來推廣這個新的 IEEE 802.17 標準，並且提供市場資訊作為標準化工作小組的參考。最後的技術問題辯論在 2001 年九月完成，2001 年末達成第一份標準草案。基本上，有兩個不同的解決方案被提出，其中之一由 Nortel Networks, Alcatel, Dynarc, Luminous, Lantern, and Corrigent 所支持的是使用 GFP (Generic Framing Procedure)及 CAP (Control Access Protocol) 作為強化現在的

Ethernet 協定及今天的 SONET/SDH 網路的方法。另一個方案，由 Cisco Systems 所支持，稱為 DPT(Dynamic Packet Transport)，使用 Cisco Systems 的 SRP(spatial reuse protocol)協定，並且應用在今日 Layer 3 的路由器硬體內。

IEEE 802.17 標準在 2002 年春天經過投票並定案，預期將會在 2003 年初公佈。

4.5 結合GFP基礎之Resilient Packet Ring (RPR) 技術

以 GFP 為基礎的 RPR 方案結合了 Ethernet 的效率及 SONET/SDH 傳輸技術的高度可靠性及環路自動保護的彈性。此一 RPR 方案是藉由將 Ethernet 封包的交換能力整合在 SONET/SDH 的光傳輸設備之上來建立一個智能，分散性的 Layer 2 交換網路。如圖 1 8 說明這一個方法：

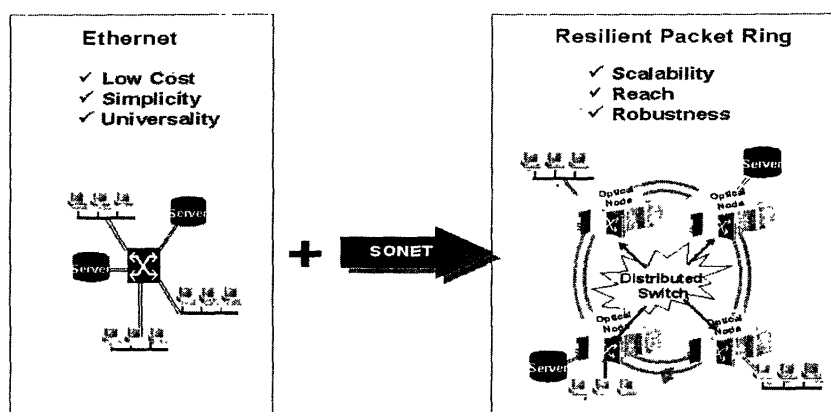


圖 1 8： RPR 網路結合 Ethernet 與 SONET/SDH

每一個 RPR 的介面卡都是一個具有高度智能的 layer 2 Ethernet 交換機。RPR 卡可依不同速率的 Ethernet 介面，例如：10/100bT, 10/100bFX 及 GbE，而有多種埠的密度組合，並且每一個埠都支持標準的 Ethernet 協定如，IEEE 802.1q 及 IEEE 802.1p 等。

在光傳輸網路上使用 RPR 技術的主要優勢在於它使得可以光傳輸網路具有動態分配頻寬的能力。RPR 技術允許將所有，或部分的 SONET/SDH 環的頻寬可以配置為一個共享的資源，然後動態地將這一個共享頻寬分配給建置在環路上的任若干個 RPR 設備使用。在 SONET/SDH 環上每一個動態的共享頻寬我們可以稱之為虛擬 **RPR** 環(virtual RPR ring)，如同圖 1 9 所示。如果需要，一個 SONET/SDH 環甚至可以支持多個各自獨立的虛擬 RPR 環。

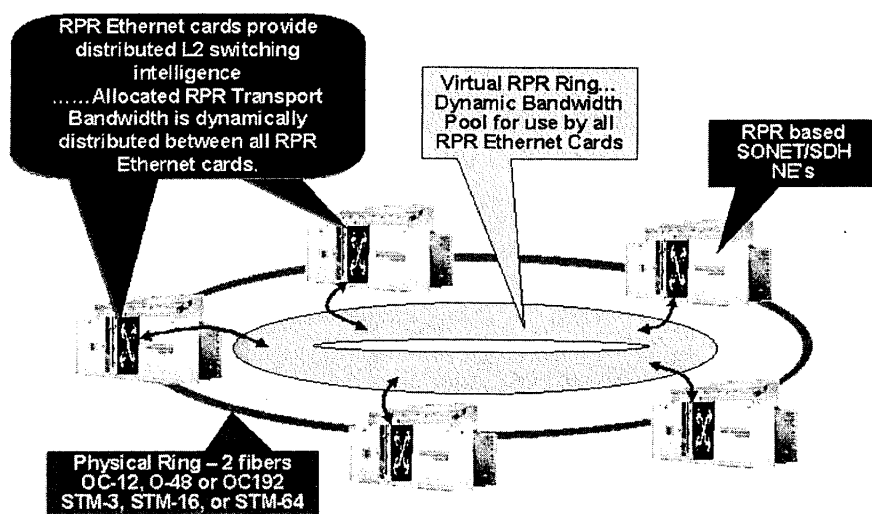


圖 1 9：虛擬 **RPR** 環(virtual RPR ring)

RPR 網路提供以下許多的好處：

- 有效的頻寬利用
- 電信等級的 Ethernet 效能
- 強化的 Layer 2 Ethernet 智能
- 擴容性
- 可調的客戶端頻寬管制
- 傳遞並滙集原生的 Ethernet 流量
- 自動化網路拓樸發現及頻寬再利用 (Spatial Re-use of Bandwidth)
- 彈性化的服務等級協定 (Service Level Agreements)
- 統計式的動態性多工
- 支持現有的 TDM 及 ATM 流量

4.5.1有效的頻寬利用

和傳統的 PoS 及 ATM 相比較使用 RPR 後 SONET/SDH 的頻寬利用率可以大幅提昇。當一個 Ethernet 封包進入一個 RPR 的 Ethernet 埠後，它會被映射到一個虛擬 RPR 環上傳送，而如前所述一個虛擬 RPR 環的頻寬為，可以是全部或部分的 SONET/SDH 環的頻寬，並且 RPR 環的頻寬可以動態地由多個 RPR 設備所共享。任何未配置給 RPR 環的 SONET/SDH 環的頻寬則仍可繼續依傳統的方法為 TDM 電路提供服務並且還是享有 SONET/SDH 環自動保護切換的可靠度。

一個虛擬 RPR 環則同時使用了 SONET/SDH 環上，working 及 protection 的頻寬，如圖 2 0 所示。在虛擬 RPR 環上，protection 的頻寬不再為

保護 working 的頻寬預留，所以在 RPR 環上我們可以利用到 兩倍的頻寬而不必作任何特別的工程變動。舉例來說，如果一個 OC-12/STM-4 (622 Mbps) 的 SONET/SDH 頻寬配置給一個虛擬 RPR 環使用，包括 working 及 protection 的頻寬都將被配置 (622 Mbps working + 622 Mbps protection 等於 1.244 Gbps)。因此一個沒有阻塞，全線路速率的 GbE 連結可以輕易的建立起來，但是卻僅僅使用了傳統 OC-12/STM-4 (622Mbps)的 SONET/SDH 頻寬。

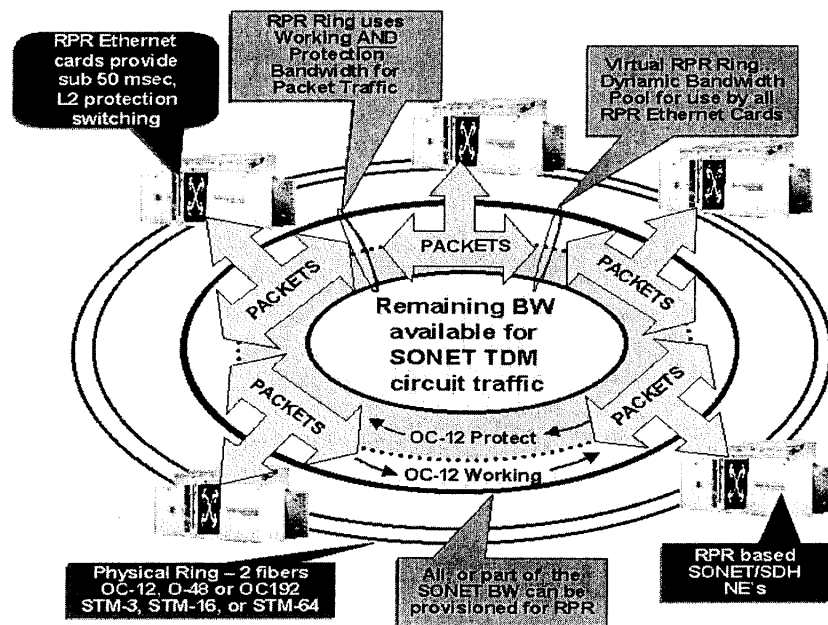


圖 2 0：虛擬 RPR 環則同時使用了 SONET/SDH/SDH 環上，working 及 protection 的頻寬

若有任何網路設備或線路故障發生時，可用的 RPR 頻寬則被減半和傳

統的 SONET/SDH 電路相同。由 RPR 卡執行的封包切換時間則低於 50 微秒或線路。具有優先佇列機制(priority queuing mechanism)的 RPR 設備並可保證高優先權封包的 QoS 品質，因此具有高優先權的封包流量，例如：語音，即時因為網路故障發生造成網路擁塞時，可以被優先處理而且不會被丟棄。

4.5.2 電信等級的Ethernet效能

在 SONET/SDH 環上建立的 RPR 頻寬並具有自動保護切換的能力，這一個功能係由 layer 2 擁有網路智能的 RPR 卡來執行。這些卡使用它們自己的故障回復機制，這是一個更適合以封包導向的流量的設計機制，並提供與 SONET/SDH 的要求類似的於 50 微秒完成切換的保證。每一個 RPR 卡並且都保持一個事先設計到所有其他 RPR 卡的主要及備份路徑，這些路徑都是自動學習並儲存在卡片內。一旦網路故障發生，在故障修復之前，備份的路徑便會被選擇，而所有的封包都經過這個路徑來傳遞。IEEE 802.1d 的 Spanning tree 協定並不會在此使用，因為使用 Spanning tree 的回復機制最大可能要花上數分鐘才能完成。

為處理這些封包，RPR 網路的介入所增加的網路處理負擔相當有限，特別是當和傳統利用 Layer 3 的路由器的作法相比較時，RPR 技術所保證的封包延遲時間及突發流量控制都來得較有效率。在 RPR 的領域內，它提供可預期的封包延遲時間，因為對它而言，所有封包的處理都是簡單的目的地

查表並向前沿同一路徑遞送。再者，在光鏈路上的封包延遲時間只受限於光的傳輸速度。更好的是，針對一對給定的起點及目的地 RPR 網路從來不必擔心並安排封包傳送順序，因為所有封包流量都會沿著同一路徑前進，所以 RPR 網路不會帶來不可控制突發流量。結論是，對重要的封包服務應用，點對點的服務品質保證（SLA）可以隨時維持。

4.5.3 強化的Layer 2 Ethernet 智能

RPR 網路不僅將 Ethernet 封包以一個非常可靠、有效率的方式傳遞，它們並且提供強化的 Layer 2 Ethernet 智能。

RPR 環的服務品質是由 IEEE 802.1p 標準來達成，透過這一個標準，不同優先權的資料封包可以映射到四個不同優先權的佇列中。由用戶端的 Ethernet 設備決定 Ethernet 封包中的優先權設定位元，它定義了封包映射到那一個佇列的決定，這是完全透通的服務。也就是所有經過 IEEE 802.1p 標準設定的封包在進入 RPR 環後，其優先權設定位元將不會被再更動。這樣的設計使得多種不同服務等級的封包可以在一個單一的 Ethernet 電路上實現。例如：VoIP、IP 視訊、加值的資料服務、上網連線等等不同服務品質要求的應用可以在一個或多個實體的 Ethernet 連結上呈現，如下圖 2 1。

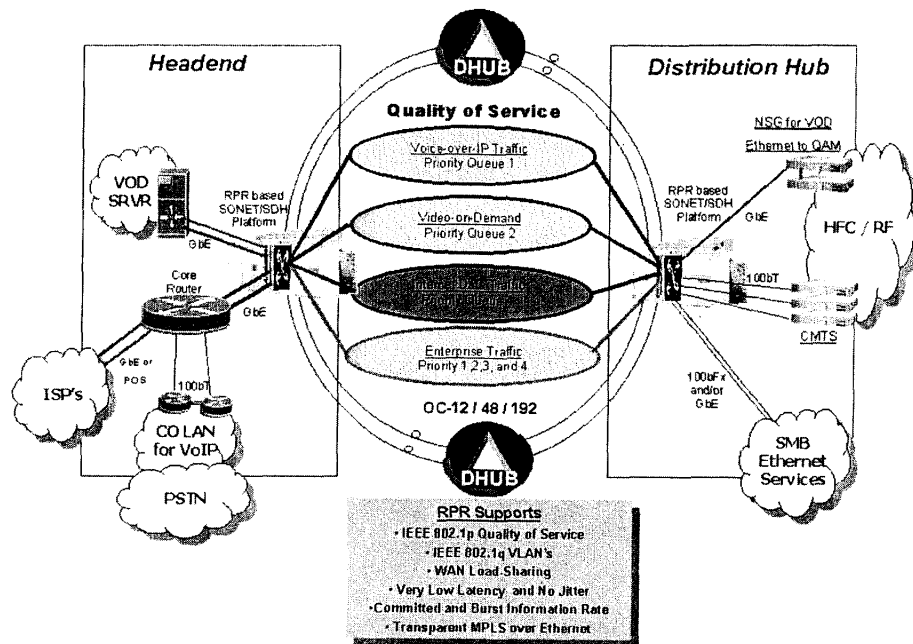


圖 2 1 : RPR 支持的 Ethernet 服務品質

IEEE 802.1q 標準定義的 VLAN 也同樣在 RPR 網路上支持，這一功能允許使用者視其需要可以分割它的 Ethernet 頻寬成為若干虛擬的區域網路 (Virtual LANs)。VLAN 的機制是在 Layer 2 將客戶端的 Ethernet 流量切割成多個獨立的個體，使得在一個共用的實體 Ethernet 網路平台上可以提供多個彼此相互獨立而且私密及安全的區域網路群組。例如，資料流量可以依不同公司、部門、使用者的類型或不同應用(語音、視訊或資料)切割成多個 VLAN。電信業者正可以使用 VLAN 的好處在一個分享的 Ethernet 網路上為其客戶提供邏輯上的多個 VLAN 分割，只要維持其在網路對這些 VLAN 群組的設定管理的獨立性即可。

透過 RPR 網路，VLAN 機制的達成是將每一個個別的客戶端 Ethernet 封包映射到一個單一的 TD(Transparent Domain) 上。從 UNI 到另一個 UNI，

和某一特定 TD 相連結的客戶端的 Ethernet 封包都會被再包裝到一個具有 24 位元 RPR 封包頭(header)的 RPR 封包內再穿越整個網路傳遞。和 IEEE 802.1q 標準不同的是，IEEE 802.1q 僅容許最多定義 4096 個 VLAN，但 24 位元 RPR 封包頭其可義定的 VLAN 或 TD 其規模可以到達 1 仟 6 佰萬個。更好的是，透過這一個包裝，電信業者的 RPR 網路不須要像今日許多由 IEEE 802.1q 標準再開發的其他標準機制一樣，須要涉及並管理到其客戶端的 Ethernet 位址空間。

RPR 網路所需的操作管理也高度的簡化。當要建立一個穿越 RPR 網路的 Ethernet 服務時，所有需知道的訊息僅有提供服務的兩個端點，其餘中繼的網路設備都不須要設定。所以不管是開通一個服務、或更改現存服務參數內容的反應時間都顯著減少。

IP 單點對多點廣播的應用提供我們一個方法在網路上同時傳送多個資訊給多個人而不必重覆 N 次的拷貝並傳送。RPR 網路設備同樣具有這一個能力，可以在 RPR 環上如同一個 IGMPv2 的主機散播多份內容的拷貝。這一能力不但節省 WAN 的頻寬，而且不需要路由器的介入了。

Ethernet 本質上是一個具有”突發傳輸”(bursty)特性的流量。RPR 網路在客戶端介面上提供網路智能可以管制進入的封包流量。進一步說，RPR 可以和 CAP (Control Access Protocol)協定合作，保證每一片 RPR 卡對虛擬 RPR 環頻寬得到平等的取存使用權。因此，即使在一個高度擁塞的網路上，

一片 RPR 卡也不會耗盡整個頻寬。

4.5.4 擴充性

藉由現有 SONET/SDH 光傳輸網路的技術，RPR 提供一個成長的網路擴充的空間。今日，在一對光纖上，RPR 在 SONET/SDH 網路上的建置規模可以由 OC-3/SMT-1 到 OC-192/STM-64，在 DWDM 上則可以到多個 OC-19/STM-64 的頻寬。結合 RPR 的有效率頻寬利用的特性，RPR 網路可以跨越接入、城域及核心網路。延伸現有全球建置的 SONET/SDH 技術，和長距離的 DWDM 光傳輸系統，一個 RPR 網路理論上並沒有距離的限制。

RPR 的擴充性也延伸到頻寬管理及提供服務的方便上。為區域網路設計的 IEEE 802.1q 標準定義 12 位元的封包頭而只有至多 4096 VLANs。如同上一節提到，RPR 增加了 12 位元強化這一個設計，使得 RPR 網路可以提供最大 1 仟 6 佰萬個 VLANs。因此如果 RPR 網路因為長程光傳輸網路的成長而倍數擴充時，整個 VLANs 的數目亦足夠支持它的成長。

當 RPR 網路成長，頻寬成長時，其客戶端的使用頻寬亦相對成長，RPR 網路設備支持以埠為單位，在客戶端管制可使用頻寬從 1 Mbps 到 1Gbps 以每 1Mbps 為單位增加。見圖 2 2，

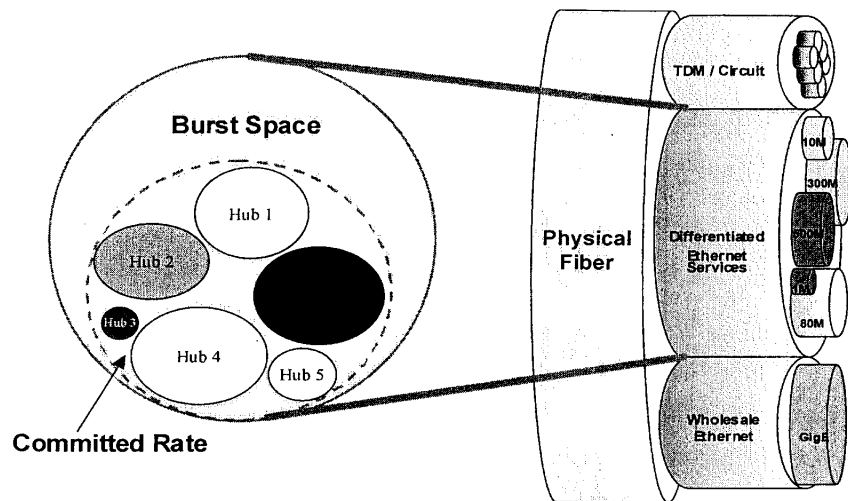


圖 2 2: RPR 頻寬管制

4.5.5 可調的客戶端頻寬管制

以 RPR 技術來說，在客戶端的頻寬管理是非常有彈性的。以 RPR 為基礎的 Ethernet 方案允許其頻寬管理的彈性從以埠為管理單位到以封包為管理單位。電信業者可以管制使用頻寬從 1 Mbps 到 1Gbps 並以每 1Mbps 為單位增加。封包式的服務則使得提供服務的頻寬速率不再限制為傳統的專線速率(例如：155 / 622 / 2488 Mbps)，見圖 2 3，

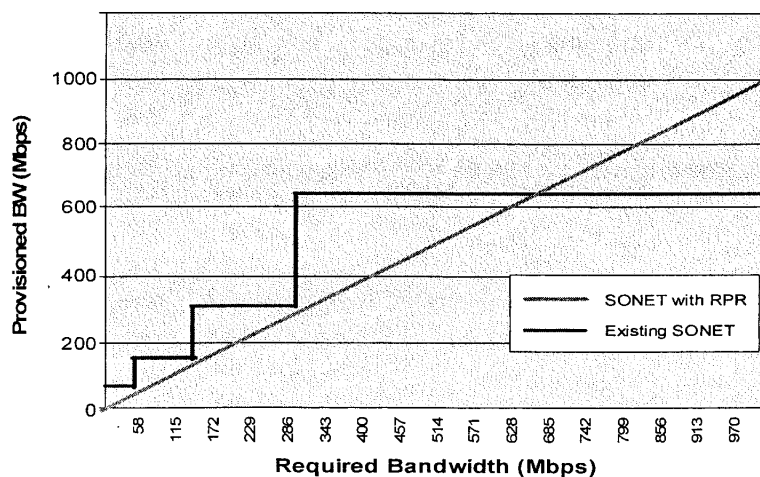


圖 2 3：在 RPR 上，高度細分的，可調封包頻寬

經由管理機制，電信業者可以設定，例如：最低 1Mbps 頻寬保證同時提供控制型的突發傳輸速率（允許 5 秒鐘最大 10Mbps 突發傳輸的，1Mbps 保證服務）的線路。這樣的服務不僅滿足了暫時性的高頻寬需求，同時保證客戶的最低頻寬需求。所以，頻寬的供應是完全的彈性並且相當接近客戶的個別需要，也提高了電信業者在產業上的競爭力。

4.5.6 傳遞並滙集原生的Ethernet流量

RPR 基礎的光網路可以接受 Ethernet 訊號以它們原生的格式包括 10bT、100bT 或 Gigabit Ethernet。另外，Ethernet 流量的滙集也可以在 RPR 網路上實現，特別是為滙流式的流量型態有顯著的好處，例如：我們見到的接入網設備及其他電信業者的數據應用。以一個簡單的電信業者光分散式傳輸環來說，所有的接入點可以配置一個 10/100bT 速率的 Ethernet 卡，而頭端則配置一個 GbE 速率的 Ethernet 卡。並且在頭端，視實際需求，一個或多個的 GbE 埠等同於若干個遠端的接入 10/100bT 速率的總合也可以配置，如同在圖 2 4 中的說明。再強化的是，因為 RPR 提供完整 IEEE 802.1q VLAN 標準的支持，因此允許電信業者可以對 Layer 2 的廣播有完整的控制能力。

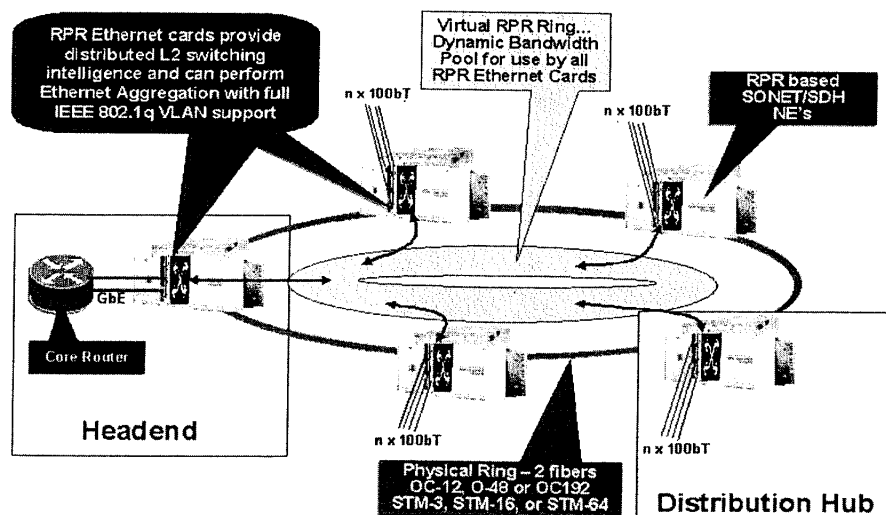


圖 2 4：在 RPR 環上的 Ethernet 滙集

4.5.7 自動化網路拓樸發現及頻寬再利用

對 RPR 技術而言，自動化網路拓樸發現是一個關鍵的功能，它使得所有在虛據 RPR 環上的設備可以發現彼此並知道所有在環路上的 RPR 設備數量。這一個協定使得安裝完成的 RPR 卡可以動態的在每當有新的設備、卡片或路徑加入時，學習並更新其網路拓樸。因此每一個 RPR 設備都可以自行決定在環路上到其他 RPR 設備最短的和備用的傳遞路徑。

對一個點到點的封包服務來看，在一個封包傳遞的過程中，它並不會佔用到整會環路的頻寬 RPR 設備，從出發到終點的路徑僅為整合環路的一部分，如同圖 2 5 所示。除非環路上有故障發生，導致出發點設備選擇備用路徑，否則這一個出發到終點的路徑將會是最短路徑。

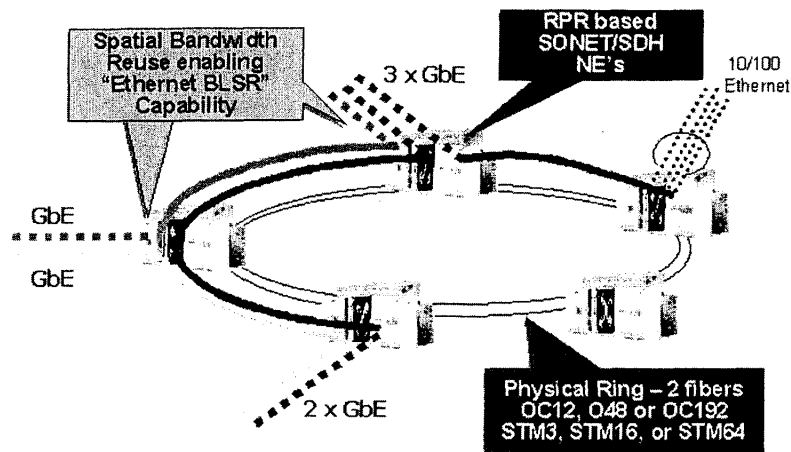


圖 2 5：在 RPR 環上的頻寬再利用

以上圖示的“Ethernet 共用保護環(Ethernet BLSR)”功能允許兩對在環路上二個不重疊的路徑可以同時傳遞封包。並且和一些傳統的 MAN 技術(如 FDDI)不同的是，封包不必在繞過一圈回到其出發點後才會被從環路上移除，RPR 環在封包一旦到達目的點之後就會被解下並從環路上移除。此一功能有效地增加了在光環路上的頻寬的利用效率。頻寬再利用顯著地提昇了環路頻寬的效率，減少網路複雜度並維持了 SONET/SDH 傳統電信等級的可靠性。

4.5.8 彈性化的服務等級協定 (Service Level Agreements)

如果一個多重業務的電信業者想要推出差異化的 Ethernet 封包服務，那其服務等級協定的內容一定要具有彈性、可以被監督並且保證。電信業者可以利用 RPR 技術本身提供的豐富服務特性來規劃其包括住家及商業應用的不同 Ethernet 封包服務產品內容。又因為 RPR 技術減少了在一個網路上所需設備的數量，所以一個服務等級協定可以在一個更加確定的網路環境下

監督及執行。舉例來說，一個電信業者可以規劃其服務等級協定包含以下一個或多個特性：

- 網路可用度 – 一般到百分之 99.999。
- 最低承諾資料速率 CIR (Committed Information Rate) – 從 1 Mbps 到 1Gbps 以每 1M 為單位增加。
- 控制的突發傳輸速率 CBR (Controlled Burst Rate) – 定義最大突發傳輸速率及允許時間。
- 網路故障回復 – 50 微秒到 1 分鐘。
- 服務故障回復 – 少於 1 分鐘到 5 分鐘。
- 封包延遲 – 接入延遲介於 10 到 50 微秒，網路延遲介於 50 微秒到 500 微秒。
- 封包丟棄率 – 0% to 5%。
- 封包輸出效能 – 盡可能(Best Effort)傳輸到 100%。
- Ethernet 透通性 – MAC 層及提供 VLAN。
- 埠保護 – 完全的 1+1 保護，分享式保護或無保護。
- 網路保護 – 封包層，SONET/SDH/SDH 層或光傳輸層。
- 頻寬的遞增 – 即時視需求提供 CIR 及 CBR。
- 客戶端的頻寬切割 – 提供虛據的私有環路, VLAN。
- 網路規模 – 接入網、城域網、區域網或國家級骨幹網。
- 網路拓樸 – 點對點、一點到多點或多點到多點。

舉例來說，對住家服務而言，VoIP 的服務可以給予一個特定的服務等級協定包括一組高級的 RPR 服務特性。因此網路服務效能參數，諸如 99.999% 的可靠度、CIR、CBR、10 微秒封包延遲、無封包丟棄、100%封包輸出效能與完全的埠及網路保護都必須包含。相反的，一個”盡可能傳遞(Best Effort)”，僅供一般上網的應用則可以給序一個較低的服務等級協定，它所佔用的網路資源也較少。針對商業應用，則必須允許客戶端的網路設備視其需求直接將其 Ethernet 的流量參數映射為 RPR 的參數。

4.5.9統計式的動態性多工

RPR 解決方案另一個值得一提的功能是它統計式的動態性多工能力。RPR 網路允許來自多個客戶端的資料封包被傳遞在一個單一的 SONET/SDH 包裝下。RPR 網路並使得多點到多點的封包交換藉由一個分散的網路架構來完全。有了統計式的動態性多工能力，RPR 網路使得可用的傳輸頻寬可以被動態分配於不同的網路溝通群組之間。因此，RPR 的傳輸頻寬可以在低用量及高用量的客戶群之間分配，而滿足以上兩種用戶的即時(just in time)服務可以同時達成。當此統計式的動態性多工使用時，它可以平滑掉因突發傳輸產生的流量高峰，在 SONET/SDH 的平台下平均分配頻寬，如圖 2 6 所示。統計式的動態性多工並且兼顧到在維持高優先權流量的服務品質的同時，允許電信業者開放超過總體 RPR 傳輸頻寬的服務數量。

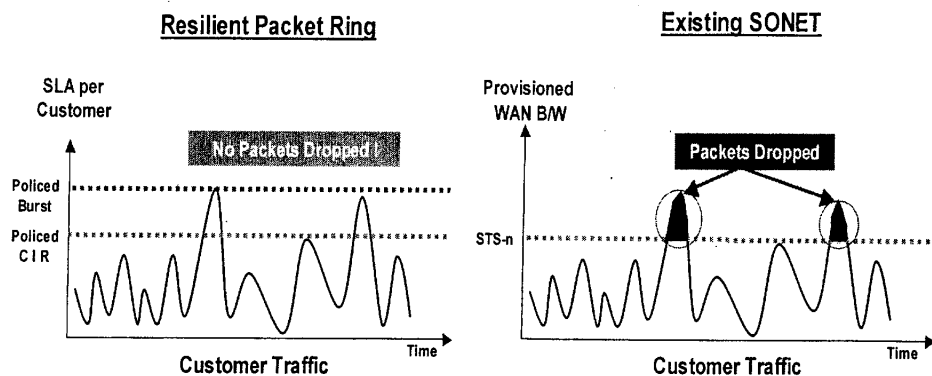


圖 2 6：統計式的動態性多工增加頻寬效率

4.6 使用RPR技術的整合電信傳輸網路

應用在電信網路上，RPR 提供一個解決數據服務的完整方案如圖 2 7 所示。在下圖中，RPR 網路設備利用來供應接入網路的多重服務包括 VoIP、數位機上盒(Set-Top Box)、隨選視訊、企業的 ATM/TDM/原生 Ethernet 連接，還有所有現存的 PoS 及 TDM 流量。

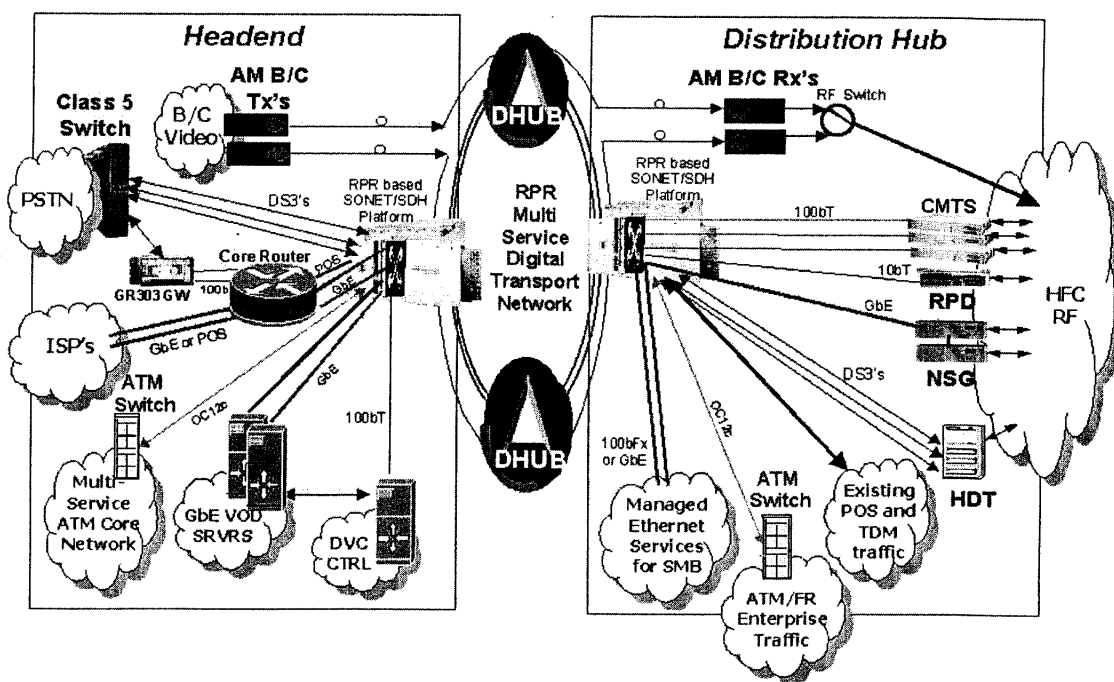


圖 2 7：電信業者使用 RPR 的整合服務網路架構

使用 RPR 技術，電信業者可以整備它們的傳輸網路來因應並賺取新興的封包式數據服務所帶來的營收來源。更進一步，電信業者更可以大幅地降低其維運的複雜性，同時增加提供服務的反應時間及可靠性。一個以 RPR 技術為背景的整合服務網路提供許多優勢，包括：

- 成本效益
 - 使用單一平台提供包含 Layer 1 及 Layer 2 的整合數據服務。
 - 延伸現有的 SONET/SDH 建置符合封包服務的要求。
 - 所有現存的 TDM 服務支持都不變
 - 顯著的簡化維運及節省成本。
- 擴充的功能
 - 以封包交換為目的的智能型傳輸平台創造動態的頻寬分配能力。
 - 可調的服務頻寬，管制在從 1 Mbps 到 1Gbps 以每 1Mbps 為單位增加。
 - 以 802.1p 標準為主的四個服務等級維持點對點的封包差異化服務。
 - 動態頻寬管制，滿足 CIR (Committed Information Rate)及突發傳輸的要求。
 - 最短路徑傳輸及頻寬再利用增加更大的頻寬效率。
 - 針對封包廣播提供的封包解下並再傳遞機制降低了網路過載的機率。
 - 提供點對點、一點對多點或多點對多點的虛據私有網路連結

- 簡單化
 - 自動化的網路拓樸及路徑產生。
 - 動態學習網路拓樸並更新路徑。
 - 端點到端點的設定/中繼網路設備會自動學習。
- 擴充性
 - SONET/SDH 的擴充性從 OC-3/STM-1 to OC-192/STM-64
 - 光層的擴充性從 LAN 到 MAN 到 WAN。
 - Ethernet 的擴充性從 802.1q (4096 個 VLAN) 到 1 仟 6 佰萬個 VLAN。
- 效能
 - 提供可事先定義的 Layer 2 封包交換延遲而且沒有擁塞。
 - 支持即時的 VoIP 及視訊應用。
 - 不使用 Spanning Tree 演算法作為網路回復的機制，因為它可以花費上數分鐘才得到網路的回復。RPR 使用主要及備用的路由表可在 50 微秒內回復網路。
 - 當網路設備故障時，RPR 仍受到 SONET/SDH 50 微秒內保護切換的保護。
 - 電信等級的可靠度。
- 服務等級協定
 - 提供真正的點對點封包服務。

- 基於保證資料速率(CIR)、突發傳輸(Burst Rate)、服務品質(QoS)、
虛據私有網路(VPN)連結、安全性及提供服務的反應時間，提供一個可管理的服務等級協定。
- 因為封包服務的差異化，計費方式可以為月租費制、計時制或計量制。

四、感想與建議

1. 本分公司第三期 10G-SDH 及 DWDM 系統建設案正積極進行中，雖然 SDH 具有環路保護機制，但由於每一 DWDM 系統可提供至 320G 之高網路頻寬，對於光纜故障時，DWDM 並無自動切換保護功能，故於重大光纜故障之緊急應變處理能力亟需加強。
2. 10G-SDH 及 DWDM 傳輸系統設計施工及電路調度時，除了應考量東西部光纜路由之保護，未來應再結合新一代全光網路設備，如 OADM、OXC 等，彌補無法彈性調度之缺點，強化東西部相互備援緊急切換之機制，並依序將各案之網管系統作整合，使網路管理更有效率、有智慧之運作，以縮短搶修時間，提昇網路維運品質。
3. 對於本分公司未來網路架構之定位與發展策略，應研擬下一代網路演進及整體網絡解決方案，結合目前既有之技術於 DWDM 網路基礎上建構，並積極培訓相關人才與技術，加強與各國家之互動及經驗交換，參加國際研討會汲取新知，以及時引進更先進之技術與觀念，強化本分公司之競爭力。
4. 本次研習之 RPR 技術在降低其網路維運複雜度的同時，亦能協助提供任何整速率、多種服務等級的封包化服務予它們的住家及企業用戶。RPR 技術為具有成本效益考量和高度可靠性的解決方案，其為針對電信業者今日與未來多業務服務導向的趨勢所設計的單一平台及網路。
5. 未來之網路將是電信網與 IP 網之融合，針對今日電信業者面臨的各式各

樣的數據服務需求，提供機會增加營收也增加寬頻服務的市場佔有率是目前的首要。未來若能引進 RPR 技術，則可整備本分公司之傳輸網路以因應這些未來的挑戰，其將帶來同時如同傳統 SONET/SDH 一般可靠但又具有智能、可提供透通的點對點封包服務的 Ethernet 網路。

五、附錄:簡寫名詞

AM – Amplitude Modulation
ATM – Asynchronous Transfer Mode
BLSR – Bi-directional, Line Switched Ring
BW - Bandwidth
CAP- Control Access Protocol
CAPEX – Capital Expenditure
CBR – Constant Bit Rate
CMTS – Cable Modem Termination System
CO- Central Office
CRM – Customer Relations Management
DHUB – Distribution Hub
DPT – Dynamic Packet Transport
DVC – Digital Video Compression
DVB-ASI – Digital Video Broadcast Asynchronous Serial Interface
DWDM – Dense Wavelength Division Multiplexing
ETSI – European Telecommunications Standardization Institute
FR – Frame Relay
GbE – Gigabit Ethernet
Gbps – Gigabits per second
GFP – Generic Framing Procedure
HDT – Host Digital Terminal
HE - Headend
HFC – Hybrid Fiber Coaxial
IEEE – Institute of Electrical and Electronic Engineers
INM – Integrated Network Management
ISP – Internet Service Provider
IPPV – Impulse Pay Per view
IP- Internet Protocol
JIT – Just in Time
LAN – Local Area Network
MAN – Metropolitan Area Network
Mbps – Mega bits per second
MPLS – Multi Protocol Label Switching
MSO – Multiple System Operator
NE – Network Element
NEBS – Network Equipment Building System
NSG – Network Services Gateway...Ethernet to QAM Converter made by Harmonic Inc.
OAM+P – Operations, Administration, Maintenance, and Provisioning

OC – Optical Carrier
PC – Personal Computer
PCM – Pulse Code Modulation
POS – Packet over SONET/SDH/SDH
PPV – Pay Per View
PSTN – Public Switched Telephone Network
QAM – Quadrature Amplitude Modulation
QOS – Quality of Service
RF – Radio Frequency
RPD – Return Plant Demodulator
RPR – Resilient Packet Ring
SAN - Storage Area Network
SDH – Synchronous Digital Hierarchy
SLA – Service Level Agreement
SNMP – Simple Network Management Protocol
SOHO – Small Office, Home Office
SONET/SDH/SDH – Synchronous Optical Network
SRP – Spatial Re-use Protocol
STB – Set Top Box
STM – Synchronous Transfer Mode
STS - Synchronous Transport Signal
TD – Transparent Domain
TDI – Transparent Domain Identifier
TDM – Time Division Multiplexing
UNI – User to Network Interface
VLAN – Virtual Local Area Network
VOD – Video on Demand
VoIP – Voice Over Internet Protocol
VPN – Virtual Private Network
WAN – Wide Area Network