

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

實習光交接機(OXC)與多協定 Lambda 交接技術

行政院研考會/省(市)研考會編號欄

服務機關：中華電信北區分公司

出國人 職 稱：助理工程師

姓 名：謝碧燕

出國地區：德國

出國期間：91年7月1日至91年7月14日

報告日期：91年10月14日

系統識別號:C09102823

公務出國報告提要

頁數: 30 含附件: 否

報告名稱:

實習光交接機(OXC)與多協定 Lambda 交接技術

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

/ 盧婉屏/2344-3261

出國人員:

謝碧燕 中華電信台灣北區電信分公司 設計處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 德國

出國期間: 民國 91 年 07 月 01 日 -民國 91 年 07 月 14 日

報告日期: 民國 91 年 10 月 14 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: OXC,GMPLS

內容摘要: 光傳輸技術因網際網路的應用而趨更高頻寬及多樣化服務介面發展, 整個光傳輸網路也更形複雜, SDH、WDM、OXC 及 GMPLS 的整合應用, 儼然成爲下一代網路的研發趨勢。職於 91 年 7 月 1 日至 14 日期間奉派至德國斯圖卡特國際標準電子公司 (Alcatel) 實習光交接機(OXC)與多協定 Lambda 交接 (MPλS) 技術, 本文即介紹 Alcatel 公司產品 Lambda Gate 的設計理念、基本架構及應用, 第一章引言, 說明此行實習目的, 第二章介紹 Lambda Gate 主要系統設備架構, 第三章介紹光傳送網路架構, 第四章說明該設備於提高網路存活度的設計, 第五章介紹 GMPLS 於 Lambda Gate 的應用機制, 第六章則略述實習心得及提出建議。

目錄

0. 摘要	1
1. 引言	2
2. 光交接機系統概述	3
2.1 光交接機系統架構	4
2.2 光交接機功能架構	5
2.2.1 OTH 交接矩陣	6
2.2.2 SDH VC-4-nc/4 交接矩陣	7
2.2.3 輸入/輸出系統	8
2.2.4 時序產生及分配子系統	8
2.2.5 網路管理及維護介面	9
2.2.6 設備保護	9
3. 光傳送架構	10
4. 網路存活能力及保護	13
4.1 與 SDH 有關之網路保護機制	14
4.2 與 OTH 有關之網路保護機制	20
4.3 Lambda Gate 及網路管理系統	22
5. 以 GMPLS 為基礎的網路及智慧型光網路	24
5.1 智慧型光網路	24
5.2 智慧型光網路的好處	26
6. 心得與建議	27
7. 英文縮寫名詞彙編	28

0.摘要

光傳輸技術因網際網路的應用而趨更高頻寬及多樣化服務介面發展，整個光傳輸網路也更形複雜，SDH、WDM、OXC 及 GMPLS 的整合應用，儼然成為下一代網路的研發趨勢。

職於 91 年 7 月 1 日至 14 日期間奉派至德國斯圖卡特國際標準電子公司 (Alcatel) 實習光交接機(OXC)與多協定 Lambda 交接 (MP λ S) 技術，本文即介紹 Alcatel 公司產品 Lambda Gate 的設計理念、基本架構及應用，第一章引言，說明此行實習目的，第二章介紹 Lambda Gate 主要系統設備架構，第三章介紹光傳送網路架構，第四章說明該設備於提高網路存活度的設計，第五章介紹 GMPLS 於 Lambda Gate 的應用機制，第六章則略述實習心得及提出建議。

1.引言

隨著金融、購物、娛樂及電子商務等新服務相繼應用到網際網路上，造成大量的網路頻寬需求，愈來愈多的網際網路服務提供者（Internet Service Provider：ISP）的路由器需要透過可自動加入或取出訊號的全光網路作連結，不同網路經營者之間也將是光的連接應用，可預見的未來網路將是端對端的光傳輸網路（包含了接取網路、都會區網路及核心網路），網路的傳送單位也將由同步數位階層/同步光纖網路（Synchronous Digital Hierarchy/Synchronous Optical Network：SDH/SONET）的時槽改為光通道層級。現有波長多工（Wavelength Division Multiplexing：WDM）技術雖已大大提高了每心光纖可傳送之光通道數，然未來的全光網路不應只是大容量的資訊高速公路而已，它還必需具備多樣服務介面、更彈性的訊務頻寬調度及更智慧的網路管理機制等等，始得應付未來網路高頻寬、多樣化的需求。

職於91年7月1日至14日期間奉派至德國斯圖卡特國際標準電子公司（Alcatel）實習光交接機（Optical Cross Connector：OXC）與多協定 Lambda 交接（Multi-Protocol Lambda Switching：MP λ S）技術。即希望了解該公司下一代光傳輸網路的發展趨勢及應用，本文僅就該公司 OXC 之系統架構、制定標準中的光傳送架構（Optical Transport Hierarchy：OTH）及配置 GMPLS（Generalized Multi-Protocol Label Switching）的 MP λ S 應用機制概略介紹。

2. 光交換機系統概述

為能提供彈性頻寬的服務，未來的傳輸網路節點如圖 1 所示，將是個多重服務平台，可支援如光傳輸架構 (Optical Transport Hierarchy : OTH)、SDH/SONET、光纖分散式數據介面 (Fiber Distributed Data Interface : FDDI)、網際網路協定 (Internet Protocol : IP)、非同步傳送模式 (Asynchronous Transfer Mode : ATM)、十億比次以太網路 (Gigabit Ethernet) 及淨光通道等等，不同設備 (如 1641SX、1664SX、1674)、不同應用 (如設備型號 1641SX 的交換矩陣執行 VC-12 的交接、1664SX 及 1674 的交換矩陣執行 VC-4/VC-4-nc(n=4,16,64)交接，1764 的光通道交換矩陣則執行波長交換) 的交接系統共用一個共同的控制維護系統。

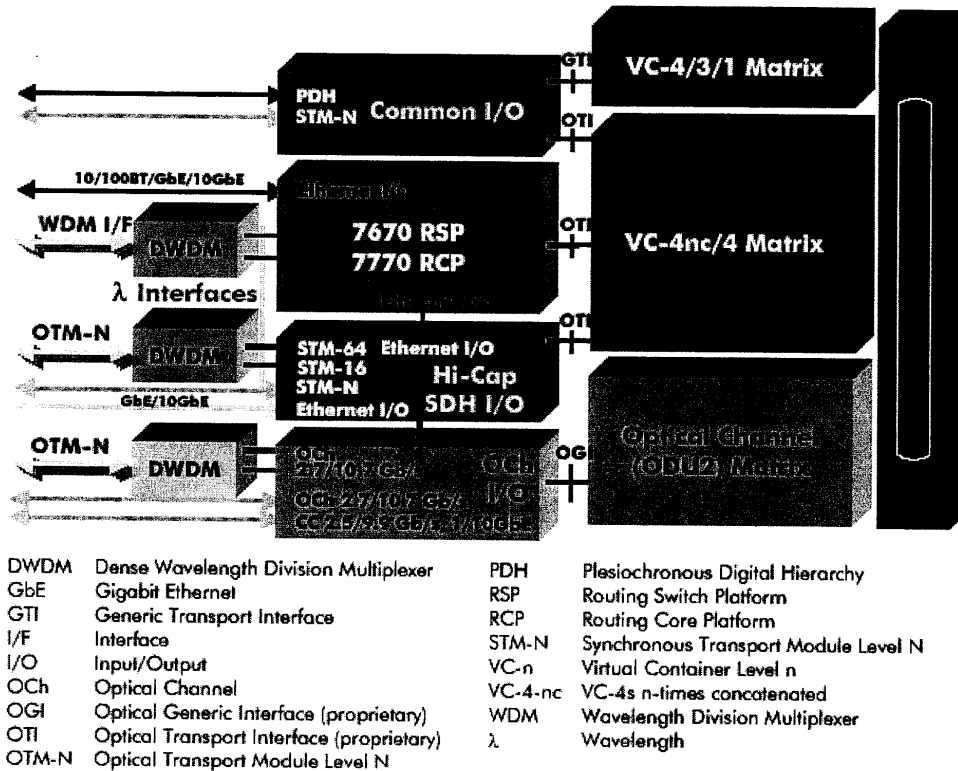


圖 1. 阿爾卡特公司多重服務節點方塊圖

2.1 光交接機系統架構

圖 2 為阿爾卡特公司多重服務接取光交接機設備（後續以 1674 Lambda Gate 稱之）方塊圖，此一設備為 SDH 技術的數位交接系統及光通道交換系統之增效組合，它具備同步數位架構介面 (SDH Interface: STM-1/4/16/64, SONET Interface: OC3c、OC12、OC48、OC192)、淨通道介面（速率：2.5Gbit/s、9.9Gbit/s）、光傳送架構介面（OTH Interface: OTM0.2、OTM-1r.2、OTM0.1，速率：2.7Gbit/s 及 10.7bit/s）以及二階式交接矩陣，一為可執行 VC-4/VC-4-nc (n=4,16,64) 交接之 VC-4-nc/4 交接矩陣，透過 OTI (Optical Transport Interface) 與 SDH 介面及其他設備（如 IP 路由器及 ATM 路徑交換器）等銜接，另一個可執行波長交換之光通道交接矩陣則透過 OGI (Optical Generic Interface) 與淨通道介面、OTH 介面銜接。

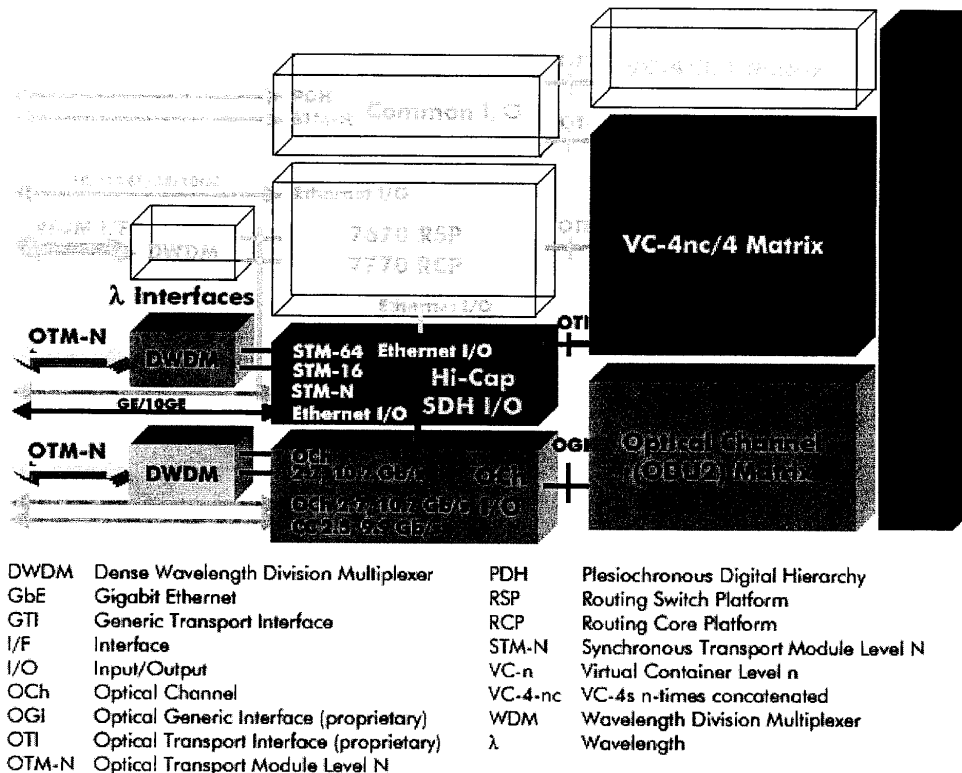


圖 2. 阿爾卡特公司多重服務接取光交接機設備方塊圖

2.2 光交接機功能架構

Lambda Gate 依功能可分為下列三個功能方塊，如圖 3 所示：

(1) 交接矩陣：分為 SDH 及 OTH 子系統

Lambda Gate 是一個二階的交接矩陣架構，包含了 OTH
ODU1/ODU2 交接矩陣及 SDH VC-4-nc/4 交接矩陣。

(2) 輸入/輸出系統：包含 SDH 及 OTH 子系統

(3) 時序之產生及分配子系統 (SDH 子系統需用)

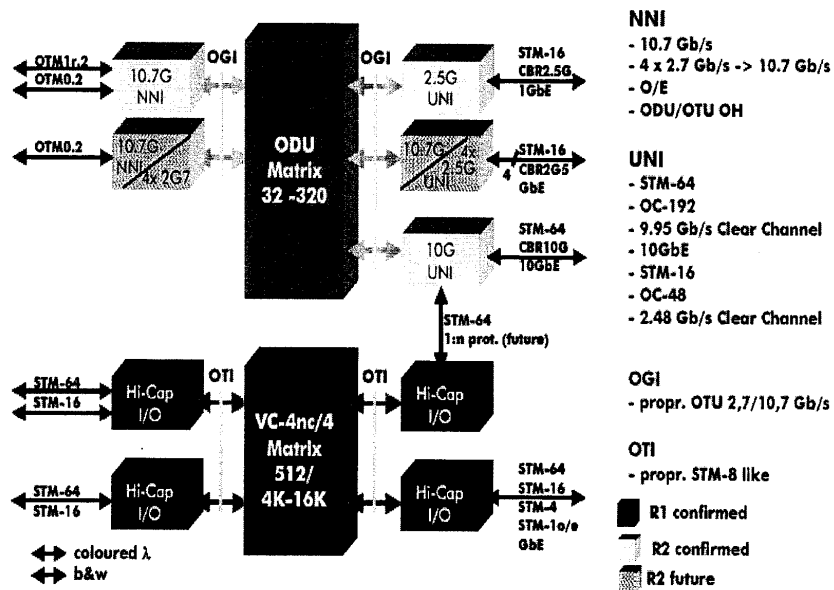


圖3. 光交接機功能方塊圖

2.2.1 OTH 交接矩陣

OTH 交接矩陣特有的好處是保持訊務在光層中以光波長的型式通過，只有那些需要在 VC-4 或 VC-4-nc 層處理的訊務才投落或加入。OTH 交接矩陣以完全不阻塞方式交換波長，支援單向、雙向、廣播連接及網路保護，以 2.7Gbit/s 及/或 10.7Gbit/s 波長執行交接(ODU1/ODU2)，2.5 Gbit/s、STM-16 或 2.7 Gbit/s 的訊號可透通的直接交換或多工成 10.7 Gbit/s 後接入交接矩陣，較高速率的訊號如 40 Gbit/s 及 43 Gbit/s 則分割成多個 10.7 Gbit/s 再接入交接矩陣進行交接。OTH 交接矩陣為一 1+1 備援系統，當偵測到經過 OTH 交接矩陣的訊號消失或光訊號劣化時，將在 50ms 內自動切換。此系統容量可以是 32、80、160、320 λ ，高密度多變化的交換單元達 32 λ ，中心級配置 160 λ 為基本區塊如圖 4，末端級則依訊務需求分配到 OTH 輸入/輸出框，初建期末端級無需滿裝，要擴充時可在不中斷運作狀況下擴充相關介面。

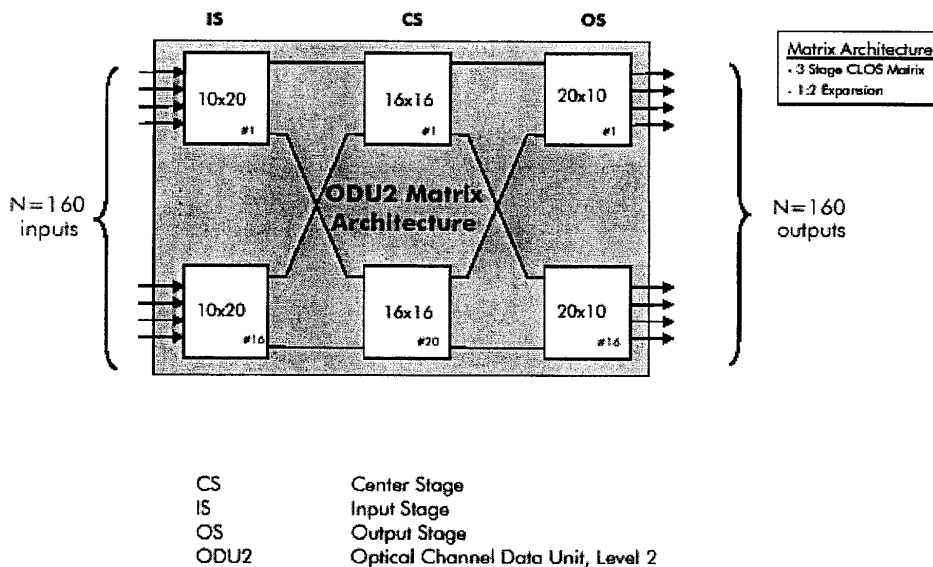


圖 4：三階式 160 埠 OTH 交接矩陣

2.2.2 SDH VC-4-nc/4 交接矩陣

SDH VC-4-nc/4 交接矩陣為三階式、不阻塞交接矩陣，具備了將 VC-4 訊務匯集成較高頻寬或自較高頻寬分離出 VC-4 的功能，使得網路經營者得以更經濟的利用其網路。它支援單向、雙向、廣播連接及網路保護，可在 VC-4、VC-4-nc (n=4,16,64) 進行交接。最大系統容量達 16384 (16K) STM-1 等量之數據流如圖 5，中心級完全配置以 4K 的基本方塊，分散至 SDH 輸入/輸出機框的內部連接線及末端級則可依訊務需求調整，末端級於初建期不必滿裝，需增設時可在不中斷運作狀況下擴充。

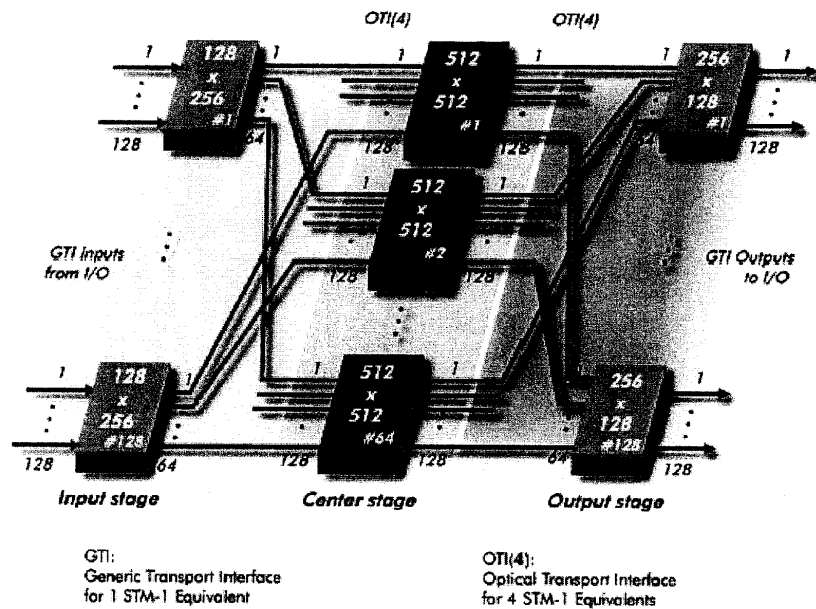


圖 5：三階式 16384 埠 STM-1 交接矩陣

2.2.3 輸入/輸出系統

Lambda Gate 為 OTH 及 SDH 子系統提供全頻寬的速率整合及訊號投落介面，所有介面可在有需要時才擴充，非常有彈性而無限制。

OTH 子系統輸入/輸出介面如下列：

- Och @ 43.3 Gbit/s(OTM-3)，
- Och @ 10.7 Gbit/s(OTM-2)，
- Och @ 2.7 Gbit/s(OTM-1)，
- 9.9 Gbit/s clear channel，
- 2.5 Gbit/s clear channel，
- STM-64/STM-16，
- OC-192/OC-48，
- 1GbE
- 10GbE。

SDH 子系統輸入/輸出介面如下列：

- STM-64 Optical/OC-192，
- STM-16 Optical/OC-48，
- STM-4 Optical/OC-12，
- STM-1 Optical and electrical/OC-3c，
- 1GbE，
- 10GbE。

2.2.4 時序產生及分配子系統

時序產生及分配子系統的功能在於分配、監視 SDH 子系統內的時序與定時參考信號，系統時鐘可以自動選取、人工選取及自由運轉等三種方式同步於 2.048 MHz 參考源。

2.2.5 網路管理及維護介面

Lambda Gate 提供外接控制介面與多個操作系統及網路管理系統（如 Alcatel 1354 NP/Alcatel 1354RM、Alcatel 1355VPN/BonD、AVIP-TE 或 Alcatel 1353 SH）介接，透過 Q3 及 TL1 與當地或遠端元件管理者（Element Manager：EM）溝通的介面。

Alcatel 1354 NP 為一網路保護操作系統（Network Protection Operation System：NPOS），當執行減少網路保護容量設定時仍得確保路徑重建能力。

Alcatel 1354RM 為一區域管理者（Regional Manager：RM），為使保護切換時間降到最低，經由元件管理者（EM）：Alcatel 1353SH，需確認 SNCP/MSP 的路徑保護功能。

1355VPN 為一虛擬網路管理者（Virtual Private Network：VPN），乃透過 1354NP 或 1354RM 及 1353SH 執行。

AVIP-TE 為一訊務設計工具（Traffic Engineering Tool），經由隨選頻寬管理者（Bandwidth on Demand Manager）：1355VPN/BonD，可支援來自 IP 路由器的隨選頻寬需求。

2.2.6 設備保護

為保護 Lambda Gate 網路元件使免於因設備的信號失敗造成相關交接訊務的中斷，Lambda Gate 子系統均配置備援功能。

所有核心系統如控制設備、交接矩陣、時序產生及分配等均為 1+1 保護，所有電介面輸入/輸出子系統設計為 1:N 保護，所有光介面輸入/輸出子系統亦提供 1+1 保護，STM-1 及 STM-4 子系統另可選用 1:4 保護。

3.光傳送架構

如圖 6 所示：基本上，OTH 像 SDH 一樣定義了區段（Optical Multiplex Section：OMS，Optical Transmission Section：OTS）及通道（Optical Channel：OCh）。

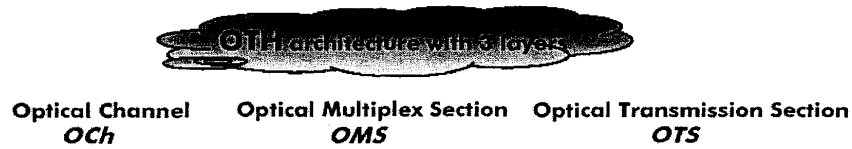


圖 6:光傳送架構（Optical Transport Hierarchy）示意圖

OTH 分為電域及光域，在電域中，可包裝各種使用者端不同應用層的信號，如 SDH/SONET、ATM、FDDI、IP、GbE 及淨通道。如圖 7 所示，對任一可包裝成光通道架構的訊號而言，光通道提供了完全透通的傳送媒體。

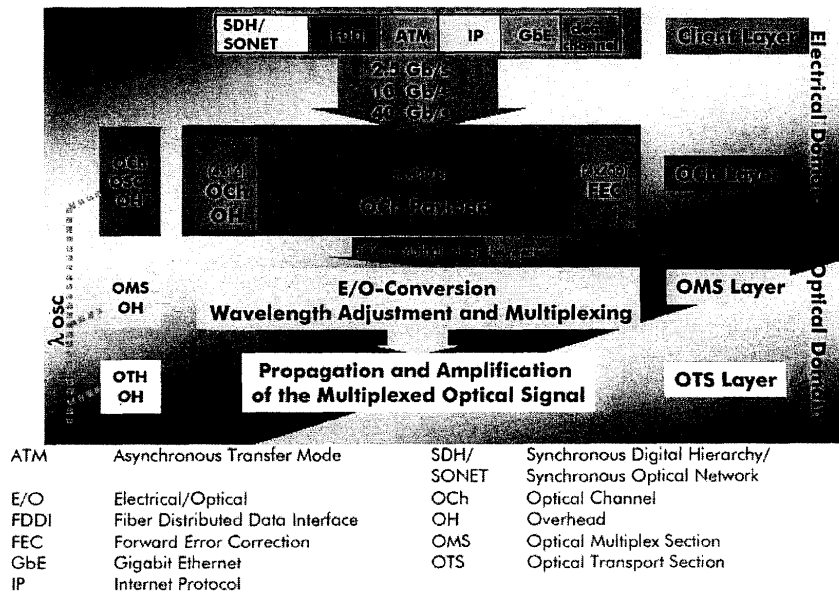


圖 7. 光傳送架構（Optical Transport Hierarchy）

在光域中，只有架構在光傳送模組之不同域間網路節點介面 (inter-domain Network Node Interface: IrDI) 被定義，網路節點介面 (Network Node Interface: NNI) 的不同應用如圖 8 所示。

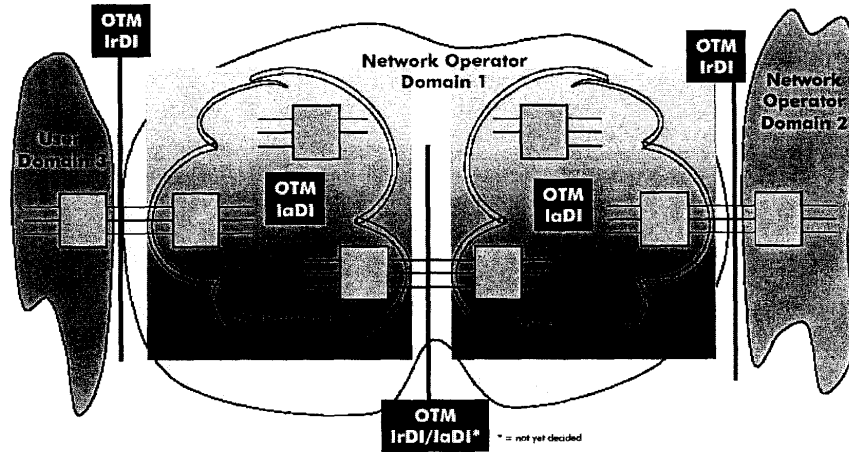


圖 8：不同域間及同域內網路節點介面示意圖

IrDI：Inter-Domain Network Node Interface

IaDI：Intra-Domain Network Node Interface

OTM：Optical Transport Module

OTM-n.m 的定義為 n 表示光通道的數量，m 表示 OTM 內單一通道的速率，光通道可由不同的成份組成，如圖 9 所示。

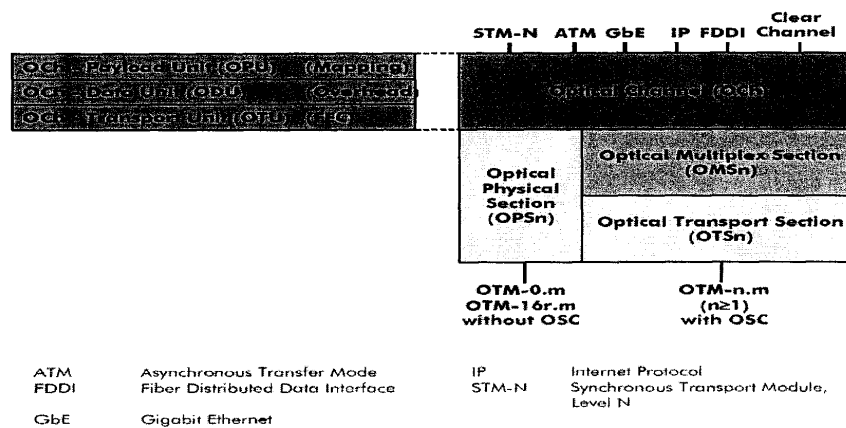


圖 9：光通道模組組合示意圖

光通道架構主要設計為光通道酬載單元 (Optical Channel Payload Unit : OPU)、光通道傳送單元 (Optical Channel Transport Unit : OTU)、及光通道數據單元 (Optical Channel Data Unit : ODU) 三層，如圖 10 所示。基本上它是一個包裝酬載的碼框，碼框的前面安排了 OTU、ODU 及 OPU 標頭，後面則有 FEC (Forward Error Correction) 機制。一個碼框共有 4 列 4080 行，每行 1 個 byte 寬。FEC 採用雷德所羅門碼編碼法 (Reed-Solomon Code 239/255)，即傳送 239 比次中若有錯誤，有 8 個比次可以被校正。由光域進入電域時，FEC 機制在每個 3R 區段產生及終端。雷德所羅門碼編碼法的誤碼校正能力，加大了二節點間的時間，可減少再生器的使用，當然的也降低了投資成本。

相對於光通道有關的各種不同的標頭則包含了加框化、多重框化標示，路徑、區段及前後連接監視標頭，保護切換訊息，及為管理用之通訊通道。

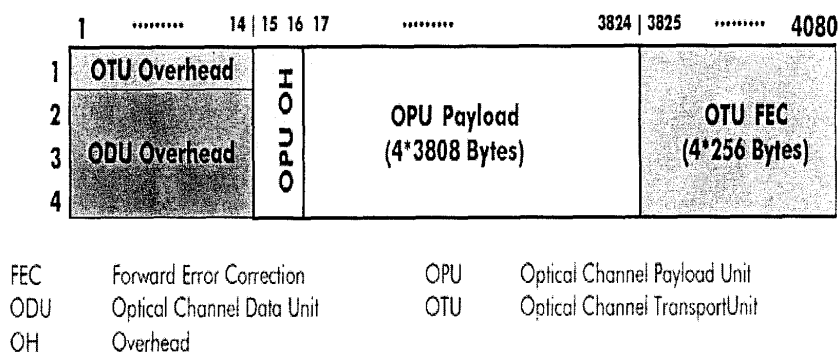


圖 10：光通道架構(Optical Channel Structure)

4. 網路存活能力及保護

基於支援各自不同的設備架構層級，Lambda Gate 具有 SDH 及 OTH 二組網路保護救援機制。

第一組機制定義了 Lambda Gate 及其與 SDH 有關的信號及介面如 MSP、SNCP、MS-SPGing、NPE 和網路修復 (Restoration)。

第二組機制則以支援 OTH 相關的信號實體為主，包括了

- 1+1 OMS trail protection
- 1+1 OCh trail protection
- 1+1 /1:n OCh sub network connection protection
- OMS shared protection ring
- OCh shared protection ring
- Client protection
- ODU SNCP
- OCh network restoration

值得一提的是結合 SNCP 及網路修復 (Restoration) 的多點障礙保護機制，可建立 1:n 保護路徑，將提升網路可用度及降低投資成本。

4.1 與SDH有關之網路保護機制

4.1.1 多工區間保護

(MSP : Multiplex Section Protection)

如圖 11 所示，MSP 架構包含輸出端的信號廣播：送出 VC-4 信號到二個不同路徑的多工區間，與接收端的選擇功能。接收端依信號品質及 MSP 協定選定其中一個信號接收。二區段必須終端在同一個機框中。

MSP 又分為單方向端切換 MSP (Single-ended MSP) 及雙方向端切換 MSP (Dual-ended MSP)，單方向端切換 MSP 只處理單方向信號的切換，雙方向端切換 MSP (Dual-ended MSP) 則透過區段標頭 (Section Overhead) 的 K1/K2 位元組，啟動另一個信號方向的接收器之切換動作。

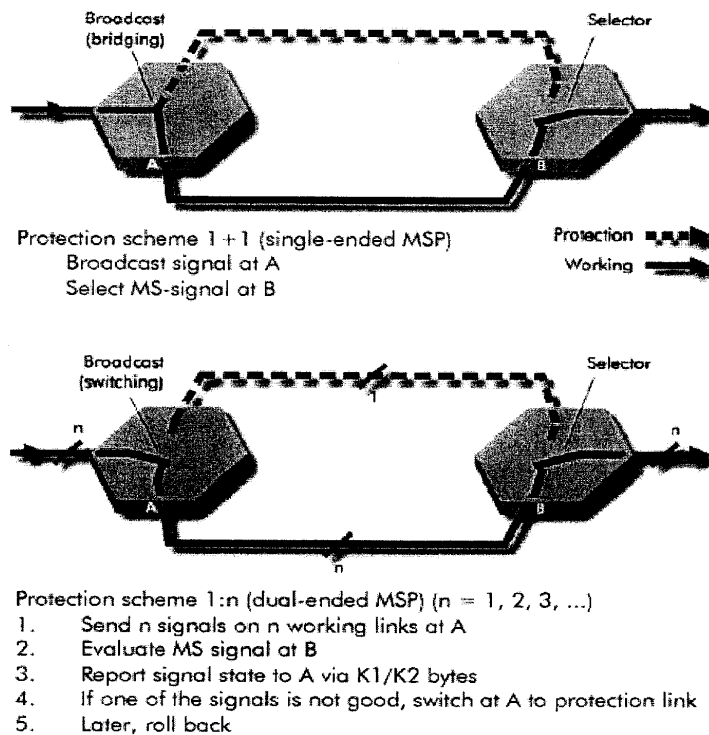


圖 11. MSP : Multiplex Section Protection

4.1.2 MS-SPRing :

Multiplex Section Shared Protection Ring

多工區間分享保護環 (Multiplex Section Shared Protection Ring : MS-SPRing) 可分類成 2 心光纖環及 4 心光纖環二種型式，利用 K1/K2 二組字元表示以執行自動保護切換。

MS-SPRing 有二種保護切換模式，稱為環切換及區間切換；所有的 MS-SPRing 均可支援環切換，如圖 12：所有受影響的訊務將轉由長路徑的保護通道載送。區間切換只有 4 心光纖環可支援，因工作及保護通道分置在不同光纜上，若是只有工作通道受損，其訊務將可由同一區間之保護通道承載。如圖 13。

2 心及 4 心光纖環之保護切換均由 K1/K2 所控制，保護切換時間小於 50ms。

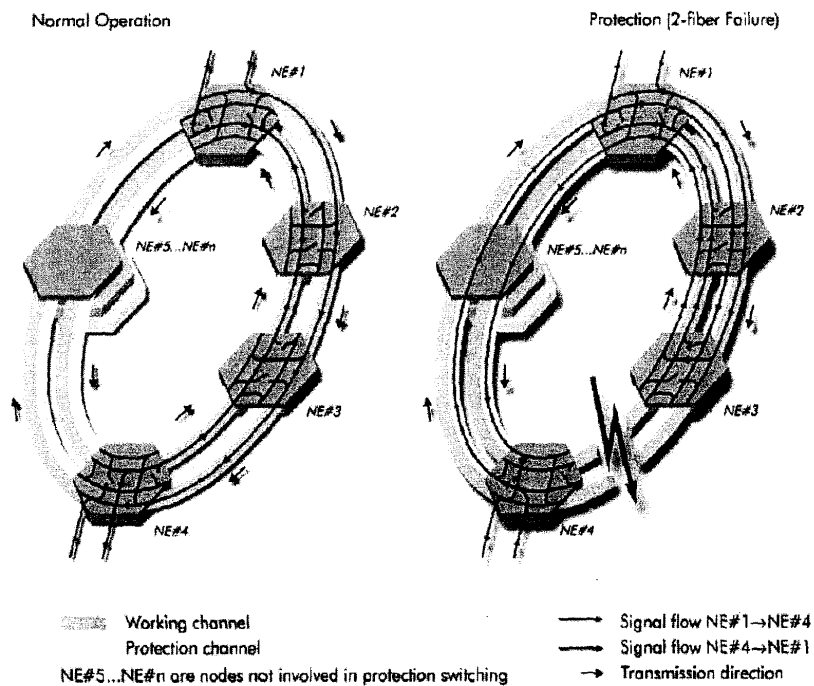


圖 12：2 心光纖環 MS-SPRing 環切換

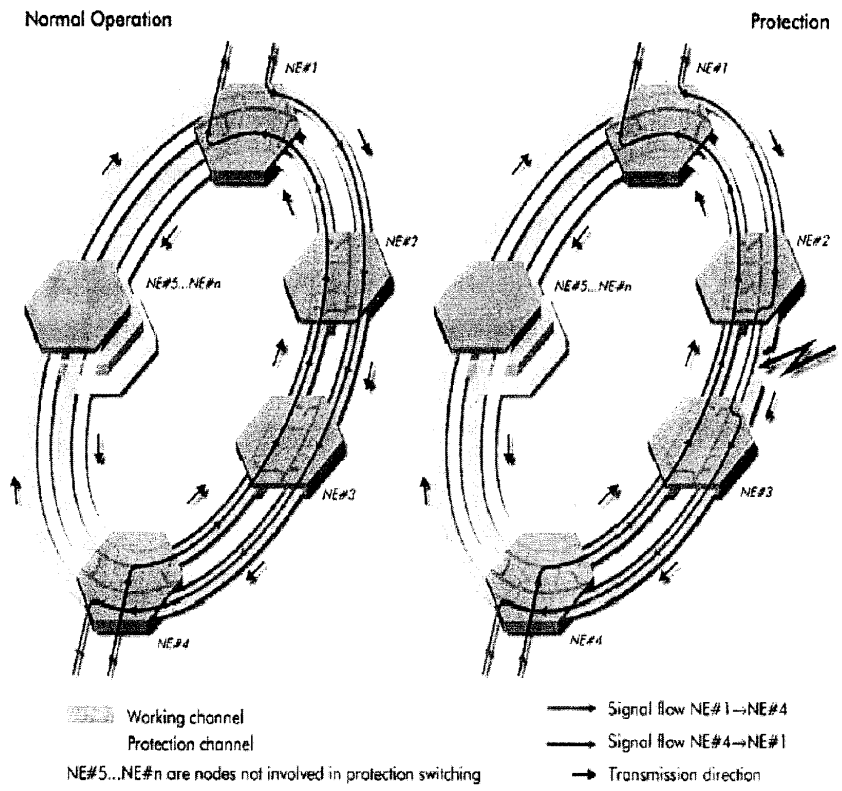


圖 13：4 心光纖環 MS-SPRing 區間切換

4.1.3 NPE : Network Protection Equipment

網路保護設備 (Network Protection Equipment : NPE)，如圖 14 所示，是修改型的 MS-SPRing，符合 ITU-T G.841，主要為了那些非常長距離的傳輸路徑（如跨海系統）所設計的，避免免因保護路徑過長造成信號的劣化及浪費可用頻寬；當環保護切換時，所有受影響訊務將橋接到障礙的節點上，經由保護通道轉送訊務。該保護切換由 K1/K2 所控制，保護切換時間小於 200ms。

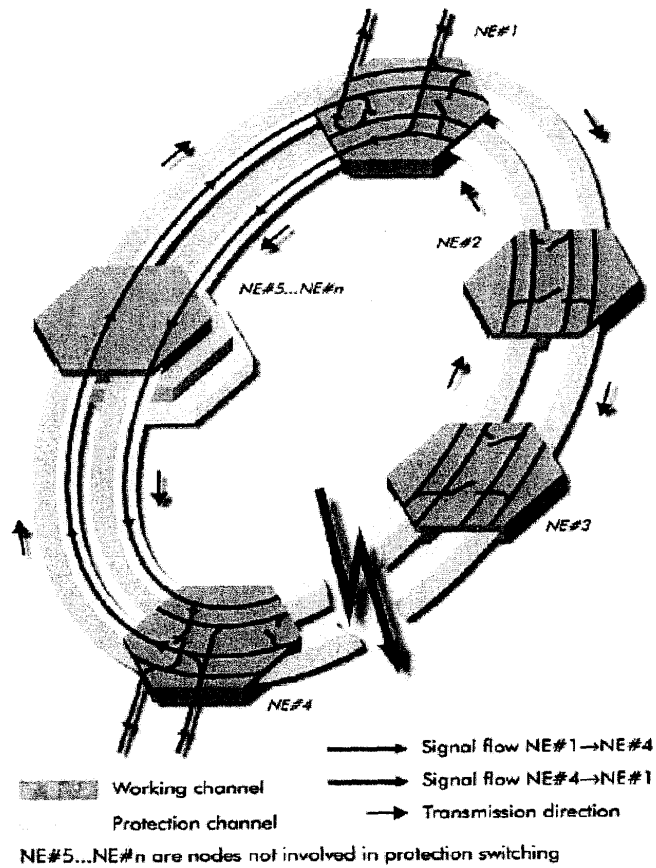


圖 14:NPE 的應用

4.1.4 子網路連接保護

(Subnetwork Connection Protection : SNCP)

是一種可應用在各種實體架構(網狀、環狀或混合式)的專線保護機制。可部分或全部保護網路連接。在伺服器層利用內在的監視保護(SNC/I)機制，以避免線路不通。

一個 SNCP 的結構包含輸出方向 VC-4 信號的廣播：送出 VC-4 信號到二個不同路徑的多工區間，與接收方向的選擇功能。接收端依信號品質選定其中一個信號接收，如圖 15。

SNCP 為單方向端切換 (Single-ended, Unidirectional) 保護模式，雙向信號的每一方向信號選擇，由各方向獨立進行，二個方向的選擇器功能互不相溝通。二路由的優先次序相同，故沒有自動回復機制，也就是：當目前工作的路由被偵測到故障時，備援路由的信號將被選用，之後這被選用路由即成為工作路由。

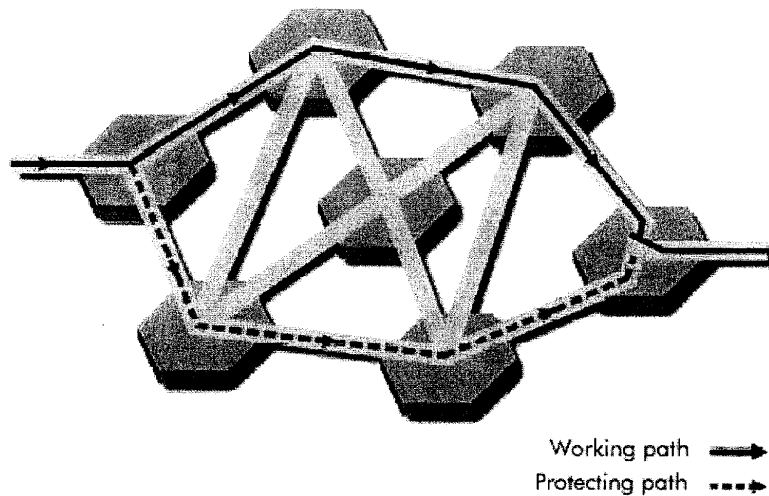


圖 15：SNCP：Subnetwork Connection Protection

4.1.5 SNCP與網路修復的結合

Lambda Gate 支援 SNCP 與網路修復機制結合的程序，以提高網路可用度及保護網路免於因多點障礙造成訊務中斷。如圖 16，為避免已切換至保護路由之線路（此時已成為工作路由），因障礙路由修復時間過長，形成長時間的無備援路由狀態。藉由網路管理系統（Network Management System：NMS）的修復管理，再另行建立橋接保護路由，當第二個障礙發生時，可執行 SNCP 切換到第二保護路由，快速恢復其訊務。

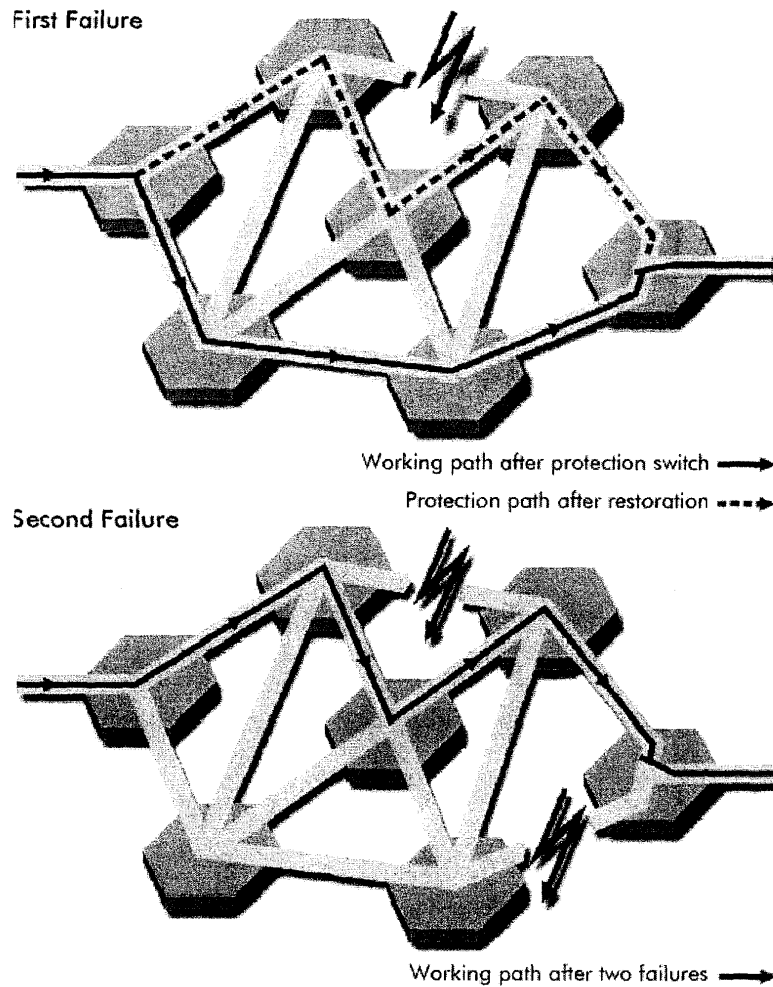


圖 16：具修復功能的 SNCP

4.2 與OTH有關之網路保護機制

4.2.1 1+1 光多工區間保護

(1+1 Optical Multiplex Section Protection : 1+1 OMSP)

OMSP 是應用在 OMS 專屬的點對點保護機制，當工作中 OMS 出現障礙或信號品質低於所需水準時，將由保護 OMS 取代，OMS 保護可以單向或雙向進行。

1+1 結構的 OMSP，專屬的保護路徑只用來作保護用，其在輸出端是一個永久性的橋接器，接收端保護切換器純粹依當地的訊息決定所要選擇的路由，也可以不使用自動保護切換 (Automatic protection switching : APS) 協定。

此一機制未來將與 WDM 系統連接應用，Lambda Gate 未來的版本也將會支援 1:n 或 n:m 保護方式。

4.2.2 1+1 /1:n 光通道子網路連接保護

(1+1/1:n Optical Channel Sub-network Connection Protection : 1+1 /1:n OCh SNCP)

OCh SNCP 之應用在輸出端複製 OCh，一路當工作 OCh，另一路則為保護的 OCh SNC，當障礙發生，相關的保護 OCh SNC 將被選用。

在 1:n OCh SNC/S 保護架構裏，則是 n 路 OCh SNC 分享一路外加的 SNC 保護；正常狀態下，此一保護用容量可用來搭載較低優先順序的額外訊務，但不提供保護，當較高優先順序訊務發生障礙時，此一額外訊務將被取代。此一架構需要 APS 協定且可應用於 OCh 層。

4.2.3 光通道分享保護環

(Optical Channel shared Protection Ring : OCh SPRing)

此架構虛擬的為每一路 OCh 預先指配 1:1 的保護路由及容量，正常狀態下，保護用 OCh 並未搭載工作中 OCh 之備份訊務，故可供額外訊務使用，並可與其他相同環路之 OCh 分享；當需修復網路障礙時，被影響的 OCh 將以預先指配的波長、點對點方式切換到逆向路由。

4.2.4 光多工區間分享保護環

(OMS shared protection ring : OMS-SPRing)

OMS-SPRing 係將整個 OMS 的負載等分成工作及備援容量，例如：2 心光纖 OTM-n 環，可有 $n/2$ 個 OTU 當工作通道， $n/2$ 個 OTU 作為保護備援；4 心光纖 OTM-n 環，可有 n 個 OTU 當工作通道， n 個 OTU 作為保護備援，當區段或節點障礙時，此環路保護容量可經由多點環路的任一 OMS 擷取之。該保護容量在平時可用來搭載較低優先順序的額外訊務，但不提供保護。

此一機制未來將與 WDM 系統連接應用。

4.2.5 光通道網路修復

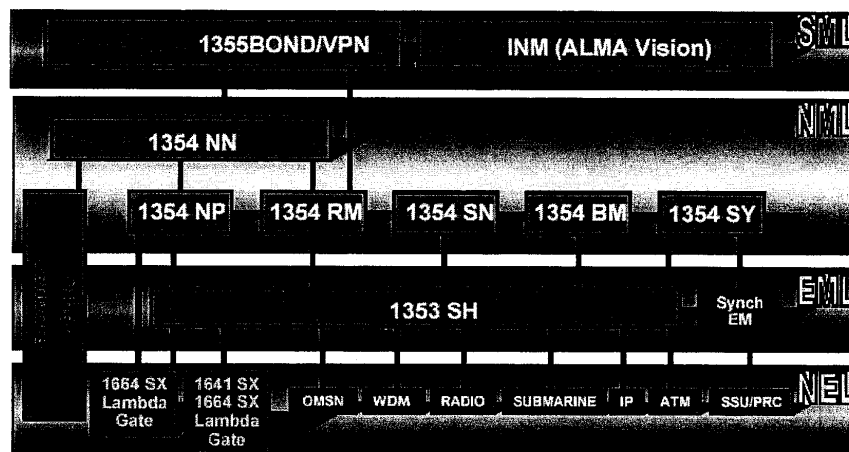
(Optical Channel Network Restoration)

光通道網路修復技術係建立在光通道交接系統上，此修復機制所用的邏輯包含了重新尋找路由 (Re-routing)。欲修復受損的線路，將選用整個光層網路上尚有可用頻寬的各種不同設備，此機制無法只靠設備元件的功能完成，必須和特有的網路管理系統一起運作始得完成。如同 4.1.5 節所述 SDH 設備的 SNCP 與網路修復的結合機制，將提供光傳送網路高的網路存活度。

4.3 Lambda Gate及網路管理系統

Lambda Gate 是典型的在網路上發展出來的設備，也因此易於由 Alcatel 網路管理系統 (Network Management System) 所管理。為了加強系統控制能力 (controllability)，一旦控制網路失去作用，元件管理者 (EM) 可將 Lambda Gate 當成獨立的網路元件來管理。依據網路發展方式，Lambda Gate 的內建式網路管理者在 NMS 的內部內建機制，如圖 17 所示。

由於直接內嵌於 NMS 的設計，Lambda Gate 可完全經由網路保護管理系統 (NPOS)：Alcatel1354NP 去管理骨幹上任一路徑與線路的修復工作，為能達到修復的目標，異地備援設計的 NPOS 要管理網路上所有的資源及分配備用頻寬容量。



ADM	Add/Drop Multiplexer	NEL	Network Element Layer
ATM	Asynchronous Transfer Mode	NML	Network Management Layer
EML	Element Management Layer	OMSN	Optical MultiService Node
INM	Intelligent Network Management	PDH	Plesiochronous Digital Hierarchy
IP	Internet Protocol	SDH	Synchronous Digital Hierarchy

圖 17：網路元件管理者的嵌入及在 NMS 內的 Lambda Gate

應用 4.1 及 4.2 節所述的網路保護機制及 NMS 各元件控制下的網路修復機制，為整個網路提供了高存活度的保證。根據鏈路或節點的障礙所在位置，為受影響訊務重新尋找路徑的作業程序，即稱之路徑修復。

集中式修復管理系統（Alcatel 1354NP）不斷的計算來自整個網路的各式告警，修復機制一啟動，修復管理系統馬上行動，受影響的各路徑被繞道到適合網路的備用頻寬。

修復網路的目標時間為 2 秒鐘，建立在特殊狀態下的時間則可能降到數個千分之一秒。

5. 以 GMPLS 為基礎的網路及智慧型光網路

5.1 智慧型光網路

基於不同的傳輸網路部署及調度方式（單一網路元件或集中式網管），不同網路（如 IP、ATM、SDH/SONET 等）間相互連接的需求，導致一種稱為智慧型光網路（Intelligent Optical Network：ION）的強烈趨勢，即架構在共同的分散式網路管理上之整合及管理網路。

這樣的網路（ION）須對使用者提供快速的隨選頻寬服務（Bandwidth On Demand Service：BODS）及不同供應商與網路的互連能力。相關的定義及協定正在 IETF、OIF、T1 及 ITU-T 各制定標準的團體中討論。圖 18 所示為 Alcatel 對 ION 的演進架構。

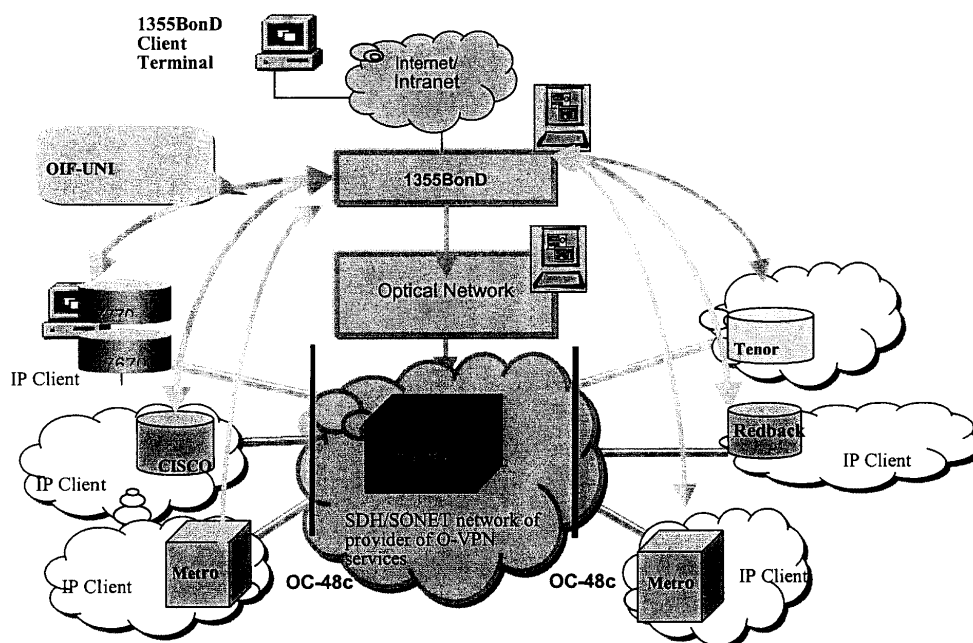


圖 18：Alcatel 向 ION 演進示意圖

智慧型光網路是建立在網路元件具有自動且分散的建立、釋放、維持通訊路徑的能力，而不需要網路管理的協助。這樣的機制需經由網路的智慧化來達成，網路元件利用信號及路徑控制數據通道和相鄰的節點通訊，以此分散方式建立完整的網路。經由控制數據通道足夠的訊息在各節點間交換，可學得整個網路的拓樸及架構、可到達的端點、允許路徑的建立/釋放，又因具備拓樸知識，當出現鏈路、節點或路徑障礙時，即可提供繞道能力。

因為智慧型光網路所定義之協定將與設備提供廠商無關，如此可允許在多廠家及多網路上快速建立路徑而不需人為的介入。網路障礙如路徑、鏈路、或節點障時，會在網路上或跨越網路引發受影響訊務的重新尋找路徑機制。這樣的機制亦稱為動態頻寬指配 (Dynamic Bandwidth Allocation)。

圖 19 即說明了 Lambda Gate 支援動態頻寬指配的步驟：

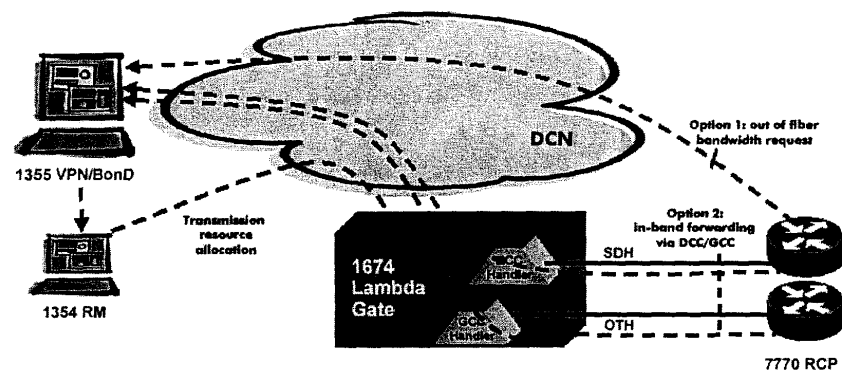


圖 19 動態頻寬指配的演進

步驟 1：由訊務設計工具 AVIP-TE 所管理的 Alcatel 7770RCP 透過 AVIP-TE 與 VPN 管理者 1355VPN/BonD 間專用介面轉送的 'out-of-fiber'，使 IP 路由器 Alcatel 7770RCP 發出動態頻寬指配要求，Lambda Gate 內部的傳輸資源指配即透過 1354RM 啟動。

步驟 2：動態頻寬指配的要求即透過數據通信網路專用的 SDH DCC 或 OTH GCC 通道，轉送到 VPN 管理者。

步驟 3：VPN 管理者 1355VPN/BonD 即通知 1354RM 啟動傳輸資源指配。

5.2 智慧型光網路的好處

— 提供客戶隨選頻寬服務 (Bandwidth On Demand)

由於能快速設定點對點服務，又具備網路修復能力，經由尋找替代路由的機制，尚可節省光纖的使用。

— 提供點對點及不同等級 SLA：

依不同等級 SLA 等級，設定保護路由及保護路由的數量。

— 提供 IP VPN 服務

— 降低系統運作成本

具快速且自動系統維運設定

單一的管理系統

6. 心得與建議

光傳送網路的高頻寬、低損失及不易受干擾等特性，使其成為傳送網路的最愛，全面光化的目標已由骨幹網路擴展到接取網路，面對大量互連的光訊號，光交接系統成為全光網路的基礎。Lambda Gate 即是為了處理大量訊務流而設計的光交接系統，此一超大容量智慧型的光網路平台，提供了 320 λ (速率為 2.5 或 10Gbit/s) 光層交接能力及 16,384 STM-1 (以 VC4 為交接單位) 等量的 SDH 層交接能力。在德國，德意志電信即以交接系統佈置在主要傳輸節點上，傳輸網路則同時採用 ALCA TEL 及 LUCENT 兩廠家系統，提供互為備援傳輸網路。

整合 IP 控制及光信號、可彈性設定通訊路徑及路徑選擇的 GMPLS，因其能支援新興服務與 IP 路由器的網路互連而倍受矚目。

然就 Lambda Gate 或全球設備廠商之光交接設備而言，尚有許多通訊規約待標準化，如何完成理想中的跨網路、跨設備互連？不同技術標準的各種傳送介面如何介接？搭配 GMPLS，NMS 的應用和運作該如何改變？穩定度如何？所有網路元件是否均可支援 GMPLS？

對網路經營者，何時引進此新設備本身就是個大課題！面對客戶端日益增加的頻寬需求、多樣化網路介面，需要怎樣的設備？點對點服務如何介接及傳送？既有網路是否可以升級？（經由設備硬體更換或軟體升級）？需要多少額外的投資？

套句廣告詞：科技始終來自於人性，個人認為：設備的引進總是因應提供服務的需求，未來的光交接設備至少應具備二個特性：一是解決現階段機房內大量光纖成端與跳線的問題，二是應具備可彈性調度訊務的能力。至於所需介面為何？則應考慮與客戶端設備的演進一致，始能獲得較佳的投資效益。

7. 英文縮寫名詞彙編

APS	Automatic Protection Switching
ATM	Asynchronous Transfer Mode
BonD	Bandwidth on Demand
BODS	Bandwidth on Demand Service
EM	Element Manager
FDDI	Fiber Distributed Data Interface
GMPLS	Generalized Multi-Protocol Label Switching
ION	Intelligent Optical Network
IP	Internet Protocol
ISP	Internet Service Provider
MP λ S	Multi-Protocol Lambda Switching
NMS	Network Management System
NPOS	Network Protection Operation System
OCh	Optical Channel
OCh SNCP	Optical Channel Sub-network Connection Protection
OCh SPRing	Optical Channel shared Protection Ring
ODU	Optical Channel Data Unit
OMS	Optical Multiplex Section
OPU	Optical Channel Payload Unit
OTH	Optical Transport Hierarchy
OTM	Optical Transport Module
OTS	Optical Transmission Section
OTU	Optical Channel Transport Unit
OXC	Optical Cross Connector
SDH/SONET	Synchronous Digital Hierarchy/Synchronous Optical Network
WDM	Wavelength Division Multiplexing