

行政院及所屬各機關出國報告
(出國類別：實習)

赴歐實習【全光網路技術及應用】出國報告書

| |
|------------------|
| 行政院研考會 編號欄 |
| |
| H6/ CO9005192 |

服務機關：中華電信股份有限公司
預算項目：九十年年度派員出國進修研究實習計畫第
三、十二、三十五、十九項及九十年年度(資
本支出)出國實習計畫第 111 案
出國人姓名(1)：林永山 副工、李世仁 助工(總公司)、
黃榮添 助工(北區分公司)
出國人姓名(2)：駱啓民 副工(總公司)、劉清雲 助工(中
區分公司)
出國期間(1)：九十年十月十三日至二十六日
出國期間(2)：九十年十月十三日至十一月二日
出國地區：瑞士、義大利
報告日期：九十一年一月二十三日

系統識別號.C09005192

公 務 出 國 報 告 提 要

頁數: 54 含附件: 否

報告名稱

赴瑞士、義大利實習全光網路技術及應用

主辦機關

中華電信股份有限公司

聯絡人/電話

姜學民/2344-5405

出國人員:

林永山 中華電信股份有限公司 規劃處 副工程師
駱啓民 中華電信股份有限公司 技術處 副工程師
李世仁 中華電信股份有限公司 網路處 助理工程師
黃榮添 中華電信台灣北區電信分公司 設計處 助理工程師
劉清雲 中華電信台灣中區電信分公司 規劃設計處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 義大利 瑞士

出國期間: 民國 90 年 10 月 13 日 -民國 90 年 11 月 02 日

報告日期: 民國 91 年 01 月 23 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: MOVAZ,ALCATEL,DWDM,SDH,OADM,OX,OSC,EDFA,O-SNCP,Transponder,C-band,L-band,RAYexpress,RAYstar, RAYtracer,1686 WM,1696 Metro Wave,1353SH,1354RM

內容摘要: 2001年的網路公司泡沫化及全球經濟不景氣等因素重擊電信產業及服務業，也暴露出全球競相投資長程DWDM陸纜及海纜系統熱潮所致的供給過剩，當都會寬頻傳輸網路架構仍在引進階段及全球光網路產業生產成本偏高的情況下，都會網路瓶頸將是未來數年內長程DWDM網路利用率偏低的主要因素。本次「全光網路技術及應用」實習的目的即在加速都會DWDM網路的引進，破除網路瓶頸，以維持本公司的高度競爭力。職等奉派前往MOVAZ公司及ALCATEL公司實習全光網路設備及網管系統技術，除了掌握DWDM技術的現況及趨勢，亦了解其客戶的商用情形及營運策略。本報告將詳述本次實習內容及感想：第一章及第二章說明實習之目的及過程，第三章詳述MOVAZ全光網路設備及網管技術實習的內容，第四章詳述ALCATEL全光網路設備及網管技術實習的內容，第五章提出心得及建議。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

赴歐實習【全光網路技術及應用】出國報告書

目 次

| | |
|---|----|
| 一、 目的 | 3 |
| 二、 過程 | 3 |
| 三、 實習 MOVAZ 全光網路設備及網管技術 | 5 |
| 1. RAYexpress 設備 | 5 |
| 2. RAY extender 設備 | 10 |
| 3. RAY Star 設備 | 11 |
| 4. 網路應用及架構 | 18 |
| 5. RAY tracer 網管系統 | 22 |
| 四、 實習 ALCATEL 全光網路設備及網管技術 | 25 |
| 1. ALCATEL 1686 WM 設備 | 25 |
| 2. ALCATEL 1696 Metro Wave 設備 | 38 |
| 3. ALCATEL 1353 SH 及 1354 RM 網管系統 | 47 |
| 五、 心得及建議 | 54 |

一、目的

職駱啓民、李世仁、林永山、黃榮添及劉清雲等五人奉派前往 MOVAZ 及 ALCATEL 公司實習全光網路技術及應用，其目的在學習 DWDM 最新產品、網路應用(長途、都會及接取)及網路維運技術，並探討未來技術的 Roadmap(產品商用化的研發與生產時程)。在 MOVAZ 公司的實習，除了掌握其最新產品技術外，亦實際接觸其客戶，深入了解新電信公司的供應商選擇原則及網路建置與營運的策略。至於在 ALCATEL 公司的實習，其完整的全光網路產品系列及世界各國客戶的銷售及商用狀況提供全光網路演進策略的寶貴參考，值得注意的是 ALCATEL 新一代 SDH 產品可同時收容 PDH、SDH、ATM、Fast Ethernet 及 Gigabit Ethernet 等服務，開創 SDH 技術的新應用，並衝擊電信公司有關 SDH 技術應用的思考模式及未來演進的策略。

二、過程

此次實習含行程各計 14 天及 21 天，其內容如下：

| 日期 | 地點 | 內容 | 實習人員 |
|------------------|------------|--|---|
| 90年10月 13~14日 | 台北— 蘇黎克 | 去程 | 李世仁、林永山、 黃榮添、駱啓民、 劉清雲 |
| 90年10月 15~19日 | 蘇黎克 | MOVAZ DWDM/OADM 實習： Metro & Access Networking Trends and Solutions System Architecture /Optical Networking System Control (OAMP) Function System Demo and Operation | 同上 |
| 90年10月 20~21日 | 蘇黎克— 米蘭 | 移動行程(例假日)及行程 | 同上 |
| 90年10月 21~28日 | 米蘭 | ALCATEL DWDM/OADM 實習： Trends of Optical Networking DWDM/OADM/OXC System Architecture Optical Network Solutions and Application Control (OAMP) Function Operation & Testing Procedure Network Management System | 李世仁、林永山、 黃榮添於 10 月 25 ~26 日返回台北， 駱啓民、劉清雲繼 續實習 |

| | | | |
|------------------|-------|---|---------|
| 90年10月 29~31日 | 米蘭 | ALCATEL DWDM/OADM 實習： System Engineering/Planning Site Operation and Practice | 駱啓民、劉清雲 |
| 90年11月 1~2日 | 米蘭—台北 | 返程 | 同上 |

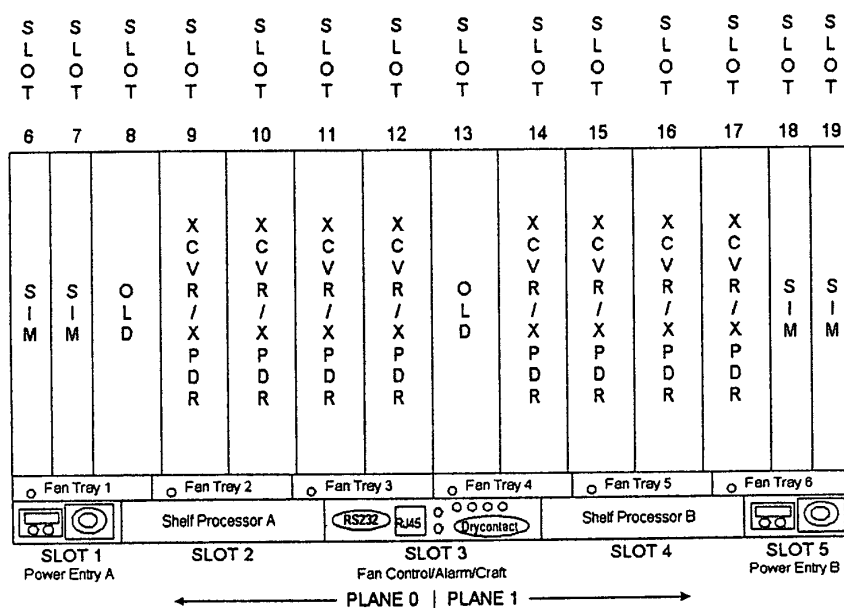
三、實習 MOVAZ 全光網路設備及網管技術

Movaz光網路產品包含RAYexpress(即OADM)、RAYextender(即光放大器及色散補償模組)、RAYstar(即光交換器及OADM)及RAYtracer網管系統。

1. RAYexpress設備

RAYexpress係可收容多種服務的光塞取多工機(Optical Add/Drop Multiplexer, OADM)，在線路側可送收20個保護波長，在支路側則可塞取4個保護波長或8個無保護波長，支路介面包含自SDH STM-1/STM-4至GbE的3R介面模組。RAYexpress機架如圖一所示，包含光線路驅動器(optical line drivers, OLDs)、轉頻器(transponders, XPDRs)、收發器(transceivers, XCVRs)、服務介面模組(service interface modules, SIMs)、機架處理器(shelf processors, SPs)、電源入口單體(power entry units)、風扇控制器(fan controller)、告警/人機介面單體(alarm/craft interface unit)、風扇托盤(fan trays)、光濾波器機架(optical filter shelf)及框架/背板(chassis/backplane)。

圖三-1 RAYexpress 機架組構



1.1 框架及背板

RAYexpress框架則包含垂直槽及水平槽，共有27個槽如圖三-1所示。

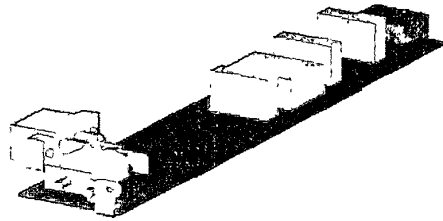
RAYexpress背板分布電路組(circuit packs)、風扇托盤及風扇控制單體間的連接電路，背板分成子背板0及子背板1，分別支持槽8至槽12及槽13至槽17的連接電路，進而提供網路元件的冗餘性。每一個框架處理器皆與兩個子背板上的OLDs、XPDRs及

XCVRs進行通信。

1.2 電源入口單體

如圖三-2所示，電源入口單體終接0.36 VDC至0.75 VDC的輸入電壓並加以濾波，再經由背板電路分布至每一電路組，並有8 Ampere斷路器保護電壓超載情況。

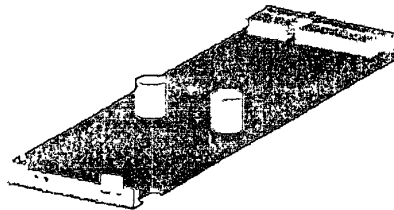
圖三-2 電源輸入單體



1.3 機架處理器

如圖三-3所示，機架處理器負責機架管理、軟體管理、告警管理及故障管理，並經由背板送收信號。每一機架處理器具有提供Stratum 3E位階時鐘信號的內部振盪器，並可接收來自每一OLD的155 Mbps光監視通道(optical supervisory channel, OSC)信號。

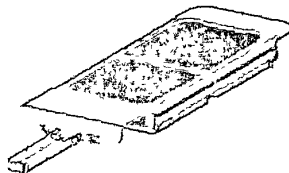
圖三-3 機架處理器



1.4 風扇托盤及控制器、告警及人機介面(Craft Interface)單體

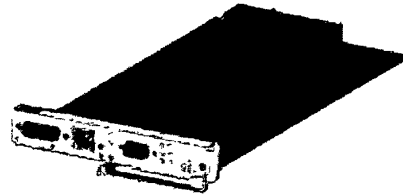
風扇系統包含六個風扇托盤及一個控制器單體，此控制器單體亦提供告警及人機介面，每個風扇托盤包含兩個風扇，如圖三-4所示。為提供電力備份，每個風扇同時接收來自兩個獨立的12-volt匯流排之電源。

圖三-4 風扇托盤



風扇控制器控制及監視風扇運作、RJ-45 Ethernet插座、DB-9控制台(console)埠、告警介面及風扇狀態LEDs，如圖三-5所示。風扇控制器亦有T1/E1定時(timing)輸出，可連接至外部BITS定時源。

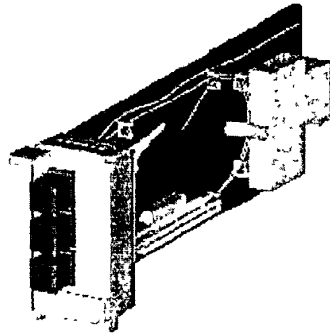
圖三-5 風扇控制器單體



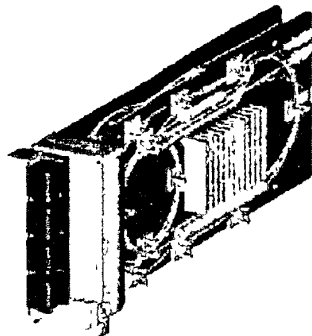
1.5 光線路驅動器

如圖三-6及圖三-7所示，光線路驅動器(Optical Line Driver, OLD)執行OSC的塞取功能，OSC通道係載送155 Mbps網路控制資訊的1310 nm波長通道，有兩種選項：27 dB跨距的長程(long-reach)OSC通道及34 dB跨距的超長程(ultra-long-reach)OSC通道。OLDs有三種版本：無EDFA(erbium-doped fiber amplifier)的長程OSC、有EDFA的長程OSC及有EDFA的超長程OSC。EDFA增益有17dB、20dB及25dB。

圖三-6 無EDFA的Optical Line Driver



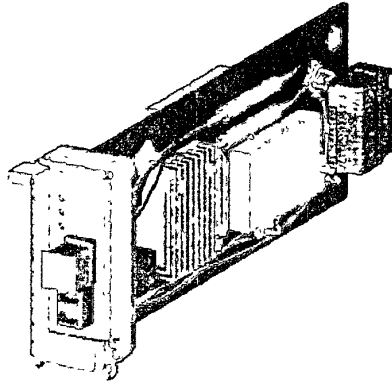
圖三-7 有 EDFA 的 Optical Line Driver



1.6 轉頻器(Transponder)

轉頻器如圖三-8，將15xx光信號轉成電信號，再轉成1310 nm光信號(支路側輸出)。轉頻器輸入的速率可從100 Mbps至2.5 Gbps。表三-1列出轉頻器的支路介面參數。

圖三-8 轉頻器



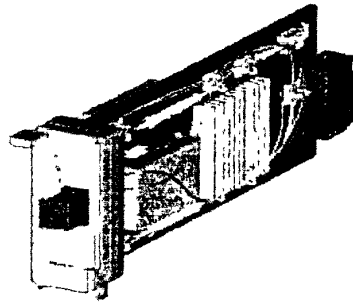
表三-1 轉頻器的支路介面參數

| Type | Port Count | Transmit Wavelength | Transmit Range | Receive Wavelength | Receive Range | Span Range |
|------|------------|----------------------------|-----------------|----------------------------|-----------------|------------|
| 2R | 1 | HI: 1266 nm LO: 1360 nm | -3dBm -10dBm | HI: 1266 nm LO: 1360 nm | -6dBm -15dBm | 2 km |
| 3R | 1 | HI: 1290 nm LO: 1330 nm | -3dBm +7dBm | HI: 1200 nm LO: 1600 nm | -3dBm -14dBm | 12 km |

1.7 收發器(Transceiver)

如圖三-9所示，收發器負責濾波器機架及SIMs間信號流的O/E及E/O轉換，並經由電氣背板與機架處理器互相通信(雷射偏壓、雷射功率及接收功率等資訊)。

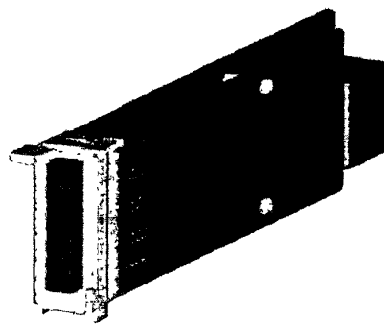
圖三-9 收發器



1.8 服務介面模組

如圖三-10所示，服務介面模組(Service Interface Module, SIM)提供聚合(aggregation)、線路側保護及效能監視，每一框架(chassis)可安裝四片SIM卡板。被聚合的電信號經由機架背板送至相對的收發器。表三-2列出SIM介面參數。

圖三-10 四埠SIM



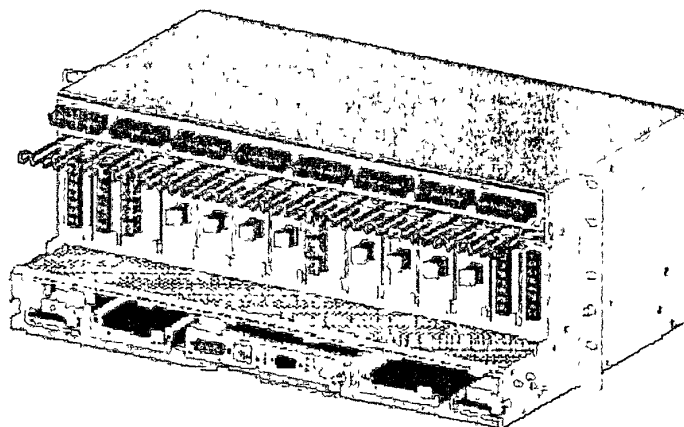
表三-2 SIM 介面參數

| SIM Card | Port Count | Transmit Wave-length | Transmit Range | Receive Wave-length | Receive Range | Span Range |
|-----------------------------------|------------|----------------------------------|-----------------|----------------------------------|------------------|------------|
| OC-3/ OC-12 STM-1/ STM-4 | 4 LC | HI: 1274 nm LO: 1356 nm | -8dBm -15dBm | HI: 1261 nm LO: 1580 nm | -25dBm -10dBm | 5 km |
| Gigabit Ethernet | 2 LC | HI: 1300 nm LO: 1320 nm | -8dBm -15dBm | HI: 1200 nm LO: 1600 nm | -20dBm -5dBm | 6 km |
| 3R Trans- parent SIM | 1 LC | HI: 1266 nm LO: 1360 nm | -3dBm -10dBm | HI: 1266 nm LO: 1360 nm | -15dBm -6dBm | 2 km |

1.9 光濾波器機架(Optical Filter Shelf)

如圖三-11所示，光濾波器機架負責波長的塞取功能，每一機架最多可收容八個濾波器模組，每一模組負責取下一特定的ITU-柵(grid)。

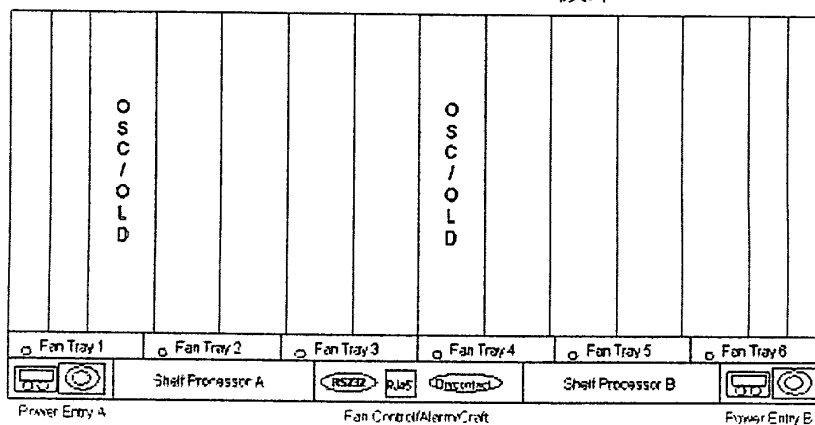
圖三-11 濾波器機架



2. RAY extender設備

RAY extender可為post放大器，或line放大器，或色散補償模組。RAY extender的框架及大部分組件與RAYexpress相同，如圖三-12所示。

圖三-12 RAY extender機架



2.1 組件

滿載的RAYextender包含兩個機架處理器、兩個電源接口、一個風扇控制器、一個或兩個有EDFA的OLD。

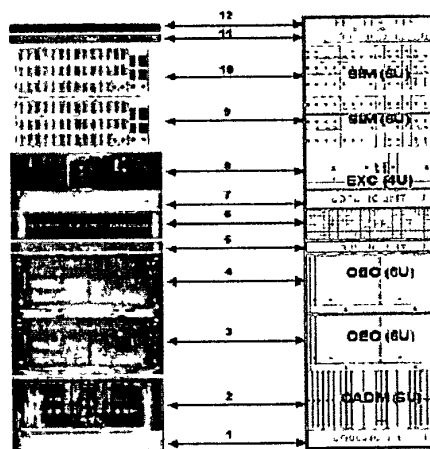
2.2 信號流程

OLD終接線路側信號並過濾出OSC信號，再送至機架處理器；機架處理器處置效能監視功能，然後將信號送回OLD。

3. RAY Star設備

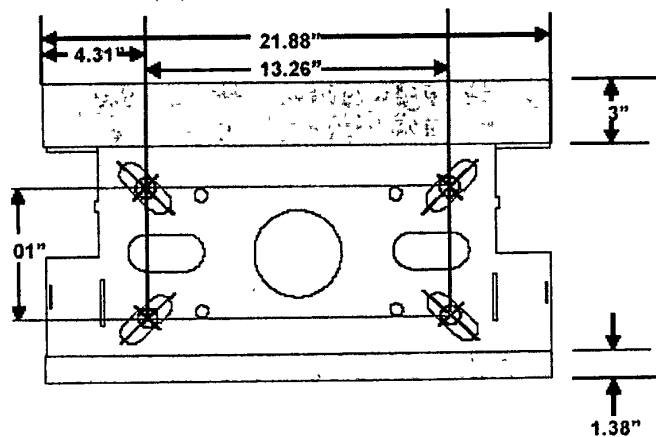
RAYstar係容量為1.36 Tbps的多服務波長交換機(包含光塞取及光交接功能)，如圖三-13所示，可支持C波段80波長，應用於接取、都會及區域性網路。

圖三-13 RAYstar 組構範例



RAYstar採用標準足印(footprint)的七呎機架(bay)，如圖三-14所示。

圖三-14 RAYstar機架足印



RAYstar具有下列特色：

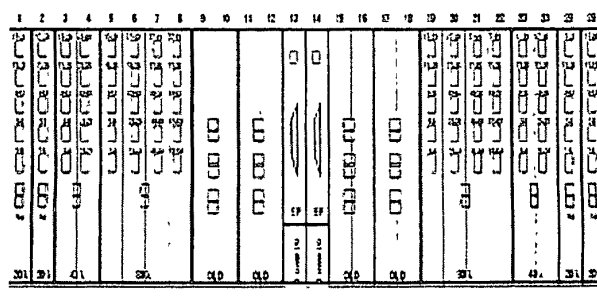
- 高密度光塞取多工。

- 整合型光放大器，以延伸傳輸距離。
- 電氣交接提供服務連接性。
- 自動功率等化，可動態調整功率位階。
- 服務聚合使波長通道的利用率提升。
- G-MPLS控制平面提供即時光供裝、動態復原、資源發現及鏈路管理。
- 取得專利權的波長交接，提供波長的彈性重組構。
- 可設置於接取環或點對點連接的頭端；或都會/區域的網狀/環狀網路節點。
- 可處理不同傳送格式：每一機架可收容80波長@10 Gbps或320波長@ 2.5 Gbps。
- 提供線路保護、UPSR保護及路徑保護。
- 定時平面收集、處理及分布定時信號，允許RAYstar與同步數位網路整合。

3.1 RAYstar OADM機架

RAYstar OADM機架負責光分波多工解多工、OSC管理、放大及效能監視，線路側的信號由OLD卡板終接，抽出1310 nm OSC信號及分送至兩個機架處理器。OADM卡板則負責波長解多工及分送每一波長信號至OEO機架的收發器/轉頻器。RAYstar OADM機架在plane 0分割成26個槽位及在plane 1分割成12個OLD/OADM槽位，如圖三-15所示，槽位13及14收容機架處理器及功率輸入/輸出模組。每一機架處理器監視輸入信號效能及提供人機介面/CLI介面，功率輸入/輸出模組經由電氣背板提供電力至其他卡片，其他24個槽位保留給OADM及OLD卡板。

圖三-15 A RAYstar OADM Shelf



3.1.1 OADM 多工/解多工卡板

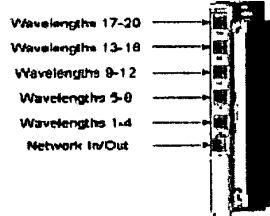
RAYstar提供四種類型的多工/解多工卡板：20波長(200 GHz 間隔)、2 x 4波長(200 GHz 間隔，接取點對點應用)、40波長(100 GHz 間隔)及80波長(50 GHz間隔)。

- 2 x 4波長多工/解多工卡板：每一卡板可用以終接兩個遠端點對點RAYexpress應用，2 x 4波長卡板可被收容於槽位1至8(Plane 0)及槽位19至26(Plane 1)，因而提供

全部16組保護或32組非保護4波遠端RAYexpress機架的終接。

- 20波長多工/解多工卡板：本卡板適合接取或都會應用，可被收容於槽位1至8(Plane 0)及/或槽位19至26(Plane 1)，因而提供全部8組保護或16組非保護20波環狀網路的終接，如圖三-16所示。

圖三-16 RAYstar 20波長多工/解多工卡板



- 40波長多工/解多工卡板：每一卡板佔用雙槽位，適合都會區應用，可被收容於槽位1至8(Plane 0)及/或槽位19至26(Plane 1)，因而可連接全部4組保護或8組非保護40波RAYstars，如圖三-17所示。

圖三-17 RAYstar 40波長多工/解多工卡板



- 80波長多工/解多工卡板：每一卡板佔用四槽位，適合都會區應用，可被收容於槽位1至8(Plane 0)及/或槽位19至26(Plane 1)，因而可連接全部2組保護或4組非保護80波RAYstars。

3.1.2 OADM OLDs

OLDs負責載送酬載波長的放大及1310 nm OSC信號的取出，每一卡板佔用兩槽位。

- Access Optical Line Driver (AOLD)：應用於20波長及2 x 4波長多工/解多工卡板的前級放大器(pre-amplifier)，通常用以連接RAYexpress環至RAYstar，可被收容於槽位9至12(Plane 0)及/或槽位15至18(Plane 1)。AOLD-Single可連接單一網路至RAYstar；AOLD-Dual則可連接兩個網路至RAYstar。
- Metro Optical Line Driver (MOLD)：應用於40波長及80波長多工/解多工卡板的前級放大器(pre-amplifier)，通常用以連接RAYexpress至RAYstar，可被收容於槽位9至12(Plane 0)及/或槽位15至18(Plane 1)，如圖三-18所示。

圖三-18 RAYstar都會型OLDs



MOLD有三種組構：(1)長距離的MOLD-LR，收端有前級EDFA及提供外部色散補償模組的連接埠。(2)超長距離的MOLD-ULR，送端與收端皆有EDFA及提供外部色散補償模組的連接埠。(3)穿越型MOLD-PT，提供穿越光信號的放大，送端與收端皆有EDFA，但送端的EDFA有較高增益。

3.1.3 RAYstar OADM機架處理器

本模組提供機架管理及OSC管理功能，並與EXC機架的系統機架處理器通信。

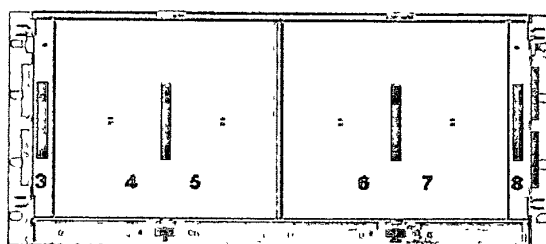
3.1.4 RAYstar OADM Power I/O

冗餘電源輸入/輸出卡板提供機架處理器及OLD卡板所需的電力，每一卡板內建斷路器。

3.2 RAYstar OEO機架

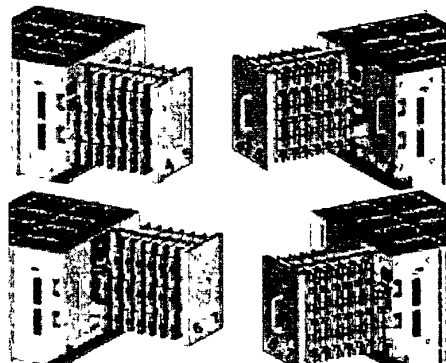
光-電-光(OEO)機架包含送收器及轉頻器，轉頻器將線路側的光信號轉成支路側的光信號，並經由跳接板取下支路信號。送收器則將OADM機架的光信號轉成電信號，並經由高頻電纜送至電氣交接機架(Electrical Cross-connect, EXC)。如圖三-19所示，每一OEO機架佔用兩個抽屜(分別用於plane 0或plane 1)，每一抽屜有一mid-plane，兩側各可保持最多20個送收器及/或轉頻器，此種設計允許較大的模組性、服務彈性及較低的現場維運成本。

圖三-19 OEO機架



OEO機架中的送收器及轉頻器如圖三-20所示。

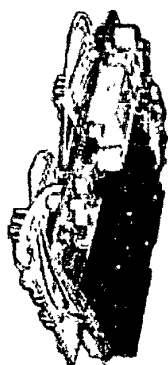
圖三-20 OEO機架的送收器及轉頻器



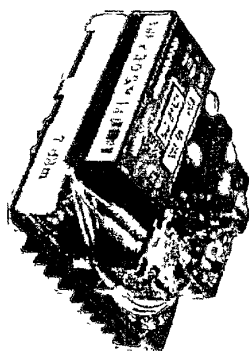
RAYstar有下列轉頻器(圖三-21)及送收器(圖三-22)：

- 2.5Gb/s 3R轉頻器：標稱距離500km(距離可隨光纖類型、色散補償及放大等因素而改變)，佔用OEO抽屜的兩個垂直槽，每一抽屜可收容14塊卡板，抽屜側的跳接板提供支路埠的接取。
- 10Gb/s 3R轉頻器：標稱距離400km，佔用OEO抽屜的兩個垂直槽，每一抽屜可收容14塊卡板，抽屜側的跳接板提供支路埠的接取。
- 2.5Gb/s送收器100km：本卡板佔用一個槽位，每一抽屜可收容40塊卡板，用以連接SIMs (提供2.5Gb/s服務)，標稱距離100km(距離可隨光纖類型及放大等因素而改變)。
- 2.5Gb/s送收器500km：本卡板採用可傳輸較長距離的光學組件，每一卡板佔用一個槽位，每一抽屜可收容40塊卡板。

圖三-21 RAYstar轉頻器



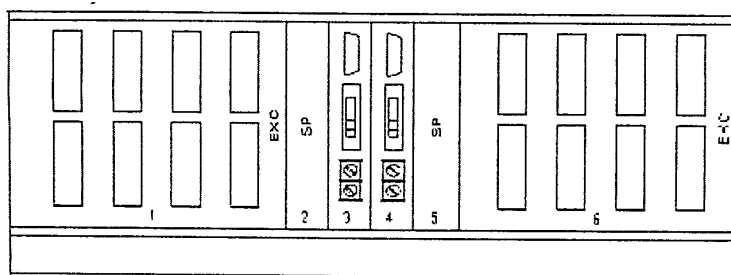
圖三-22 RAYstar 送收器



3.3 RAYstar電氣交接機架

電氣交接機架如圖三-23所示，它包含兩個告警電路組(在槽位3及4)及兩個機架處理器(在槽位2及3)。

圖三-23 RAYstar EXC機架(槽位編號圖)

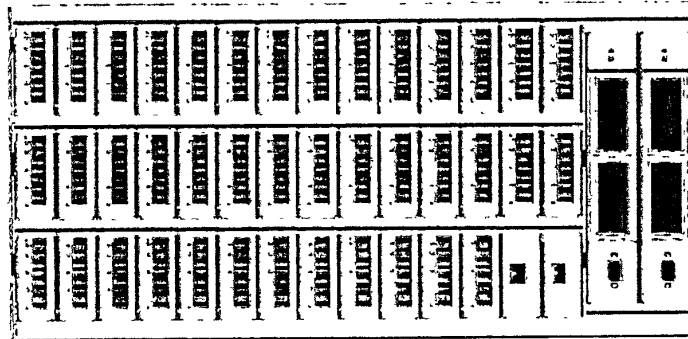


EXC機架收容一個或多個EXC卡板，每一卡板容量可為160 x 160 λ (2槽位)、240 x 240 λ (3槽位)及320 x 320 λ (4槽位)，EXC卡板通常成雙配置，以提供冗餘(redundant)保護，其可連接SIM卡板至OEO抽屜內的送收器。

3.4 RAYstar SIM機架

SIM機架(如圖三-24及圖三-25所示) 提供40個服務介面模組的終接埠，並包含兩個機架處理器槽位及冗餘電源輸入/輸出單體，SIM機架經由電氣背板與EXC機架介接。

圖三-24 RAYstar SIM機架



圖三-25 RAYstar SIM機架槽位編號圖

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----------|--------------|--------------|
| 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | DATA NO & SP | DATA NO & SP |
| SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | SIM | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | POWER IO | POWER IO | 15 | 16 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

3.5 系統定時

RAYstar定時系統包含下列功能：

- 選取一線路介面或外部BITS介面做為定時參考輸入。
- 濾除抖動及漂移(jitter and wander)。
- 產生內部時鐘信號(鎖定參考源頻率)。
- 整平定時重置所致的相位暫態(phase transients)。
- 重分布時鐘信號至SDH線路介面及BITS介面。
- 當外部參考源走失時，提供一穩定的內部時鐘信號(holdover)。

4. 網路應用及架構

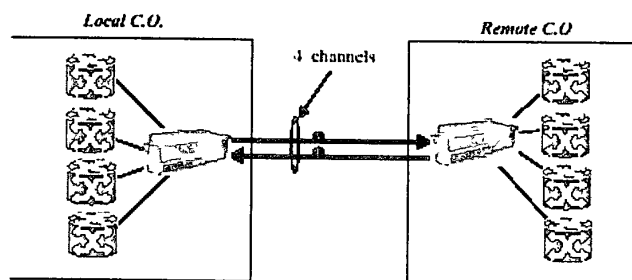
4.1 應用範例

Movaz產品提供廣泛的都會DWDM應用。

4.1.1 解除光纖匱乏

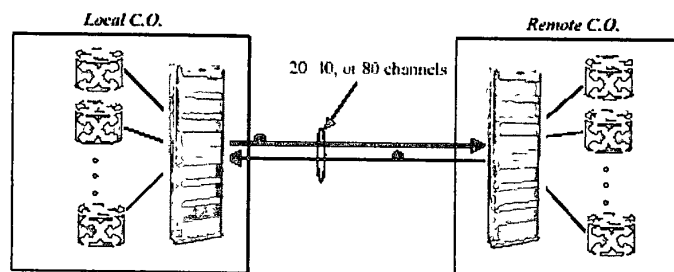
當訊務成長用盡SDH系統所能提供的容量時，傳統解決方式可能再佈放新光纖或將SDH系統升級，相對地，建置RAYexpress平台(圖三-26)可大幅增加頻寬而無需佈放新光纖。

圖三-26 RAYexpress點對點應用



亦可建置RAYstar平台(圖三-27)，以滿足較高容量的需求，點對點組構最多提供80路波長通道。

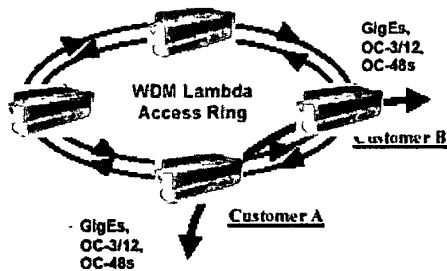
圖三-27 RAYstar點對點應用



4.1.2 都會數據網路傳送

高速都會數據網路傳送須支援多種協定，如Gigabit Ethernet、STM-1、STM-4、FICON、ESCON及其他協定，為避免客戶端堆疊各種設備(浪費成本及難以管理)，有必要建置多服務平台來調適客戶訊務的成長需求。RAYexpress及RAYstar平台可以環狀組構建構(圖三-28)並提供立即的SDH、Gigabit Ethernet及數據服務傳送能力，並視客戶的服務成長，在現有機架中逐漸增加電路卡板。

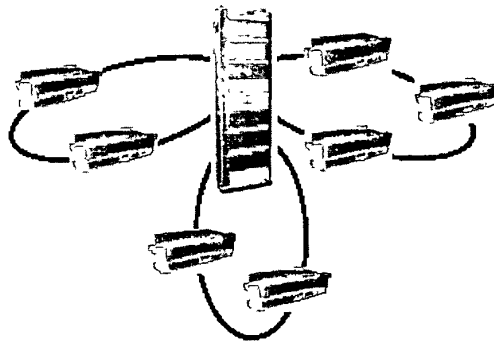
圖三-28 都會數據網路傳送



4.1.3 環網的互連

RAYstar可管理光通道及選路(route)，當訊務成長時，其光通道交換及環網互連能力提供一動態及可伸縮的解決方案。

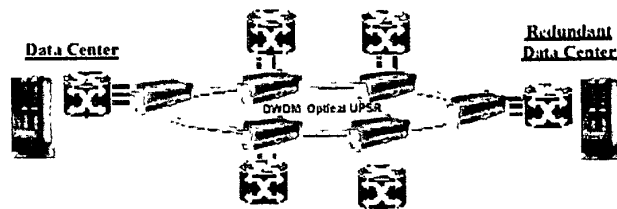
圖三-29 環網互連



4.1.4 網路存活率

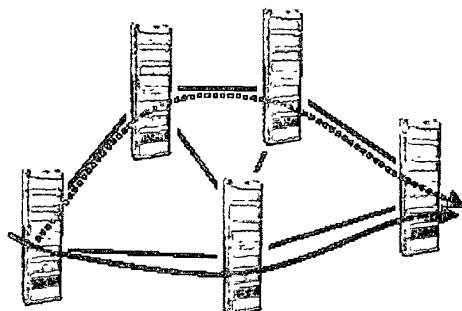
網路存活率係高速商業及數據應用的基本需求，亦即必須考慮節點及鏈路的可存活率。RAYexpress平台可被建置成1+1保護的點對點及環狀拓樸，因而提供立即的DWDM傳送存活率，如圖三-30所示。

圖三-30 RAYexpress提供網路存活率



RAYstar平台的建置可提供核心網路的保護，如圖三-31所示，其網路拓樸有點對點、環狀及網狀，並提供1+1、1:1及1:N保護機制，此外，亦提供復原機制。

圖三-31 RAYstar提供核心網路的保護



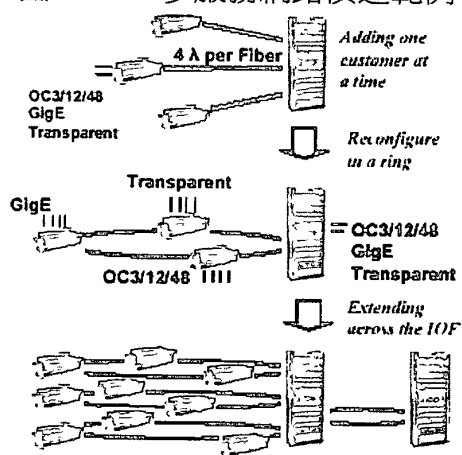
4.1.5 多服務網路演進

使用Movaz網路元件的網路演進範例如下：

- 一開始是數個點對點連接；
- 當節點數增加時，電信公司為提升網路效率，決定改成環狀拓樸；
- 隨著服務需求的增加，再擴充成多個環網。

RAYstar的交換能力及網管系統的自動化A-Z供裝埠僅提供所有節點的全部連接性，亦大幅簡化電路的管理及供裝。

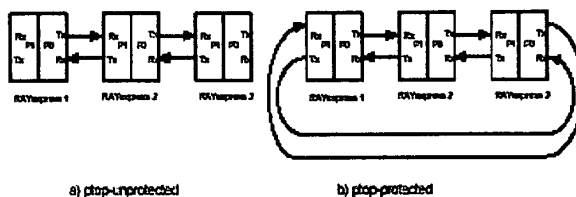
圖三-32 多服務網路演進範例



4.2 點對點拓樸

當設計一個全部冗餘的點對點網路(圖三-33)，Movaz建議多重RAYexpress組構，如須聚合、保護及效能監視，建議使用冗餘SIM卡板組構，每一點對點應用可有路由分散或非路由分散的路徑。

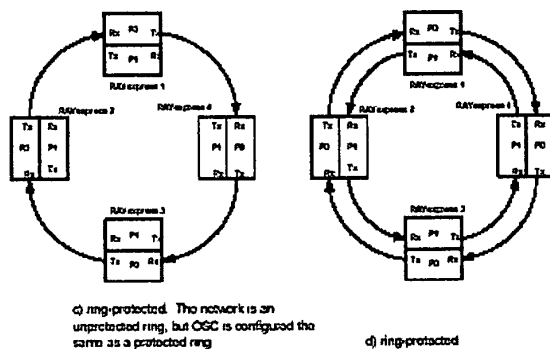
圖三-33 RAYexpress點對點拓樸範例



4.3 環狀拓樸

RAYexpress支持多重光SNCP環設計，如圖三-34所示，Movaz支持光SNCP環的非冗餘支路電路，送收器驅動不同平面的工作及保護環路徑，當單一線路故障或信號劣化時，經由網路保護，可避免服務中斷。經由冗餘SIM電路組分別安裝於plane 0及plane 1，RAYexpress亦可支持1+1支路側冗餘性，每一SIM卡板同時與兩個送收器通信，以維持環狀分散，使服務不受支路側故障的影響。

圖三-34 RAYexpress SNCP環拓樸範例

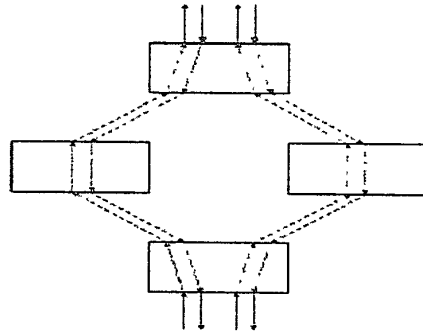


圖三-34中的順時針環係由plane 0終接，至於逆時針環則由plane 1終接。

4.4 約束式(Constrained)網狀拓樸

約束式網狀拓樸係點對點及光SNCP環技術的混合，圖三-35顯示路由分散的冗餘約束式網狀電路。

圖三-35 RAYexpress約束式網狀拓樸範例



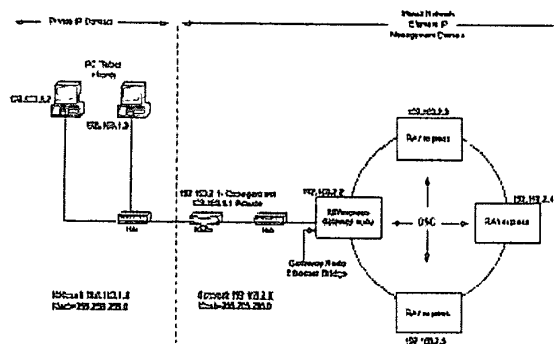
5. RAY tracer網管系統

Movaz設備有三種供裝工具：command line介面、網管系統圖形介面及TL1介面。RAYexpress、RAYextender及RAYstar軟體已包含command line介面及TL1介面，RAYtracer網管系統(Network Management System, NMS)軟體與硬體無關，有獨立的工程原則。

5.1 網路元件管理連接性

RAYexpress網路元件經由人機介面或Ethernet介面與管理系統連接，前述兩種介面位於風扇控制單體，人機介面允許單一節點的接取，至於多個節點的管理須經由Ethernet介面，如圖三-36所示。

圖三-36 經由TCP/IP網路的NMS連接性



管理網路包含專用的IP網域及Movaz網路元件網域，假設此專用網域的參考點為192.168.1.n，則可指定三種裝置的IP位址：

- PC Telnet client #1 : 192.168.1.2
- PC Telnet client #2 : 192.168.1.3

- 路由器(專用網域Ethernet介面)：192.168.1.1

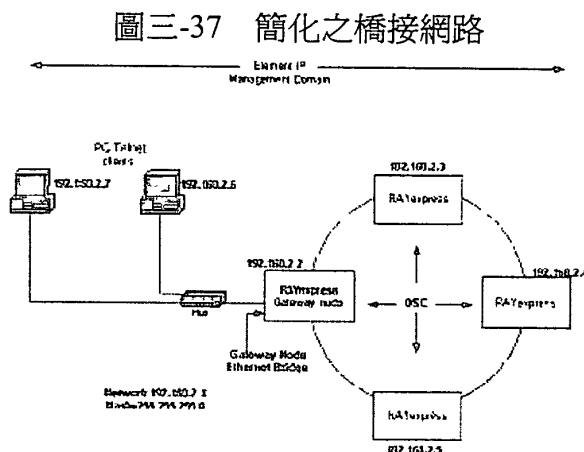
假設網路元件網域的參考點為192.168.2.n，則可指定五種裝置的IP位址：

- RAYexpress Ethernet橋接節點：192.168.2.2
- RAYexpress節點2：192.168.2.3
- RAYexpress節點3：192.168.2.4
- RAYexpress節點4：192.168.2.5
- 路由器(NE管理網域Ethernet介面)：192.168.2.1

位於專用IP網域的PC可經由telnet client與Movaz IP網域的節點2(IP位址192.168.2.3)建立通信管道，程序如下：

- (1) Telnet client PC辨識目標網路若非屬自有網路的部分，則送出ARP(Address Resolution Protocol)封包至預設路由器(IP位址192.168.1.1)，要求MAC位址。
- (2) 路由器回以ARP答覆封包(包含請求client PC的MAC位址)。
- (3) PC送出酬載封包至路由器，再由其轉送至目的地。
- (4) 路由器辨識目的地位址共享同一網路，並廣播ARP封包以取得RAYexpress節點2(IP位址192.168.2.3)的MAC位址。
- (5) RAYexpress橋接節點(IP位址192.168.2.2)將訊務橋接至Ethernet介面及OSC通道，並辨識ARP廣播封包及儲存請求裝置的MAC位址於ARP table。
- (6) RAYexpress橋接節點經由OSC通道重複廣播封包至全部節點。
- (7) OSC環上的每一節點檢查ARP請求，如節點非被請求的目標，則將ARP封包轉送至下一節點，目標節點將取下封包，並送出單播(unicast)答覆(包含它的MAC位址)至原來的請求裝置。圖三-36顯示RAYexpress節點2(IP位址192.168.2.3)對ARP請求的答覆(送出自己的MAC位址)範例。
- (8) RAYexpress (192.168.2.2)扮演橋接器角色，檢查來自RAYexpress(IP位址192.168.2.3)的ARP答覆封包。
- (9) RAYexpress (192.168.2.2)參考它的ARP table，知道此答覆被定址至Ethernet segment的路由器。
- (10) RAYexpress (192.168.2.2)取下來自OSC環的ARP請求，並轉送至它的Ethernet介面及路由器。
- (11) 此路由器建立PC Telnet client及RAYexpress節點2間的通信路徑。

備註：如果移除路由器，圖三-36可簡化成一簡單的橋接網路，如圖三-37所示，但管理架構將有所限制。RAYexpress Ethernet橋接節點有一允許八個登錄(entries)的ARP table，如Ethernet segment成長超過八個裝置，ARP table將丟棄較舊的ARP登錄，因此建議RAYexpress Ethernet segment的裝置須少於八個，大於八個，則應採用圖三-37的架構。



5.2 網路管理考慮

5.2.1 平台需求

RAYtracer係管理RAYstar及RAYexpress網路元件的網路管理/元件管理系統，其最低的硬體需求如下：

- Sun Blade 1000工作站或Sun Enterprise 250伺服器
- 1GB of RAM
- WebNMS應用所需的1GB磁碟儲存
- Oracle資料庫所需的1GB磁碟儲存

工作站及伺服器平台的效能相當，如果考慮彈性及擴充性，則建議使用Sun Enterprise伺服器平台，其特性包含冗餘熱插頭(hot-plug)電源供給、冗餘熱插頭磁碟驅動器、獨立數據路徑及自動化系統復原。

5.2.2 Oracle資料庫考慮

RAYtracer採用Oracle資料庫來儲存網路元件組構、網路拓樸資訊及效能監視數據。應用於較小網路時，RAYtracer及Oracle資料庫可在同一伺服器上運行，但不建議如此做，係因資源必需用於Oracle的運行。較佳方案係在分開的兩個平台上各自運行Oracle及RAYtracer，RAYtracer伺服器可組構成Oracle資料庫的資料庫位置(IP或主機位址)，經由TCP/IP對話來通信，建議二者之間應維持至少6個連接。

四、實習 ALCATEL 全光網路設備及網管技術

ALCATEL 光網路產品包含 1686 WM(長距離及高容量 DWDM 系統)、1696 Metro Wave 設備(即 OADM)，網管系統包含 1353SH 系統(網路元件層管理)及 1354RM 系統(區域網路層管理)。

1. ALCATEL 1686 WM設備

1.1 前言

1686 WM 設備在 ALCATEL 全光網路設備中係應用在主幹(backbone)或都會區(metropolitan)網路中，利用 C-band (Conventional band 1530-1565nm)WDM 終端機可提供 32 個不同光波長通道接取能力，如再昇級加入 L-band (Long band 1570-1620nm)WDM 終端機，利用 C-L band 耦合器(coupler)可擴充至 64 個不同光波長通道。應用時可架設在目前常見的 G.652 (Single Mode Fiber)、G.653 (Dispersion Shift Fiber)、G.655 (Non-Zero Dispersion Shift Fiber)光纜上。1686 WM 設備接取光支路信號 (Optical Tributary signal)有兩種不同輸出入介面：

- (1) 開放式介面：非 ITU-T G.692 相容之光通道信號須藉由波長調適器 WLA (WaveLength Adapter)轉換成符合標準之光波長，才能進入分波多工/解多工器，經由 WLA 可以介接其他不同廠牌之光通道信號，可提供的介面有：非 SDH 多重速率介面(100Mb/s-1.25Gb/s)及 SDH STM-1, STM-4, STM-16, STM-64 速率介面等。
- (2) 整合式介面：可不須經由 WLA，直接介接 ITU-T G.692 相容之光通道信號進入分波多工/解多工器，如 Alcatel 設備 ADM(1664SM,1661SM)之 G.692 相容 STM-16 光信號。

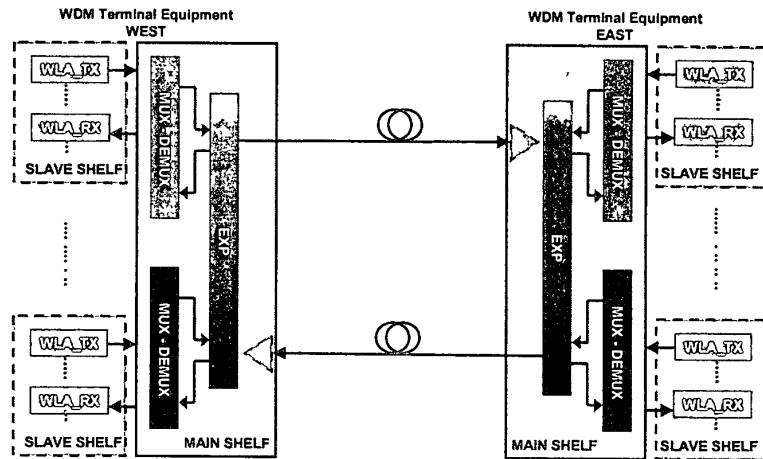
此外 1686 WM 設備光彙集信號(Optical Aggregate signal)介面有 2.5Gb/s 及 10Gb/s 兩種速率，其最重要的技術就是利用光線路放大器(Optical Line Amplifier)來同時放大 C-band 或 L-band 內各個光波通道信號，再同時分波傳送至他端，1686 WM 光線路放大器分為兩種，一種型號為 1924 OFA 單級放大(Single stage Amplifier)介面，適用於短距離都會區之經濟型架構應用，另一種型號為 1925 OFA 兩級放大(Double stage Amplifier)介面，適用於長距離 10Gb/s 及光信號塞取多工 OADM 之應用架構。

1.2 應用架構

1686 WM 設備應用架構可分成下列四種：

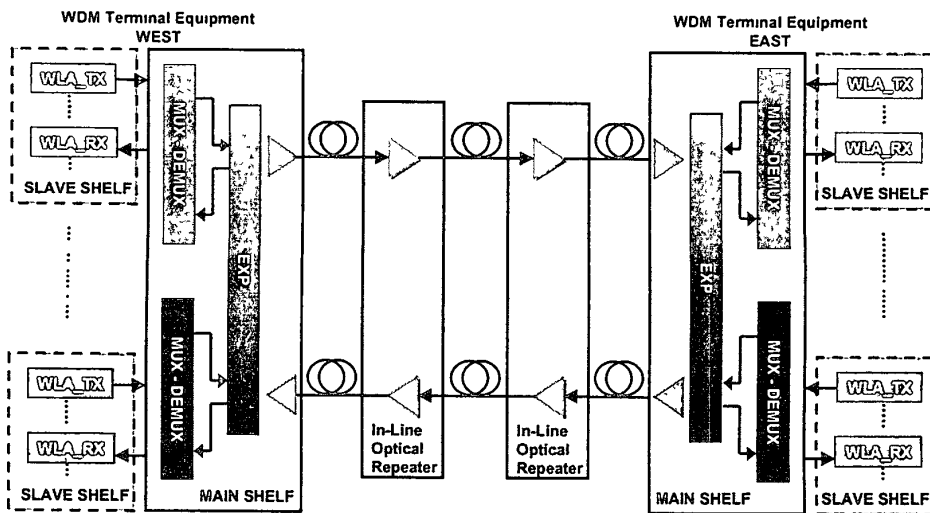
- (1) 不含光線路放大器點對點銜接(如圖四-1)：這種應用適合於都會區網路，跨越區域小於 40 公里。

圖四-1 不含光線路放大器點對點銜接



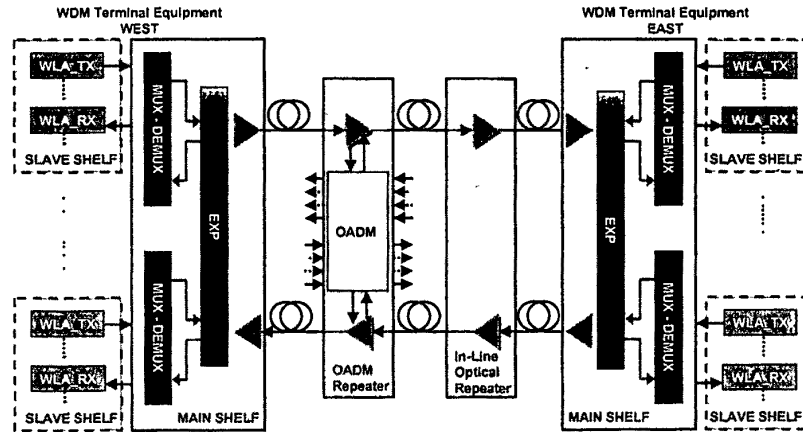
- (2) 含光線路放大器點對點銜接(如圖四-2)：第二種應用適用於長距離骨幹網路，其端對端銜接可容許信號損失高達 340 db，因利用光線路放大器無需中繼信號再生處理。

圖四-2 含光線路放大器點對點銜接



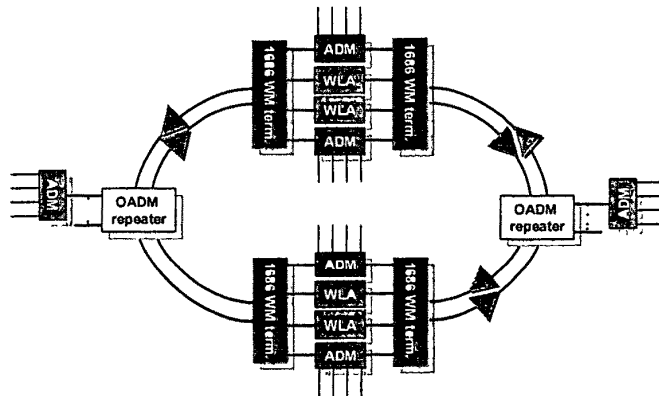
- (3) 多點銜接(含光放大器及光信號塞取多工 OADM 如圖四-3)：1686 WM 設備允許在光線路放大器中繼站作支路光波通道塞取(add/drop)服務，每 OADM 站最高可提供 16 個雙向光波長通道塞取服務。

圖四-3 多點銜接(含光放大器及光信號塞取多工 OADM)



- (4) 環路架構(如圖四-4)：將兩套 1686 WM 終端設備作背對背(back to back)銜接，可組成一個光纖環路，環路中並可加入光塞取多工 OADM 服務功能。

圖四-4 環路架構



1.3 系統結構及功能

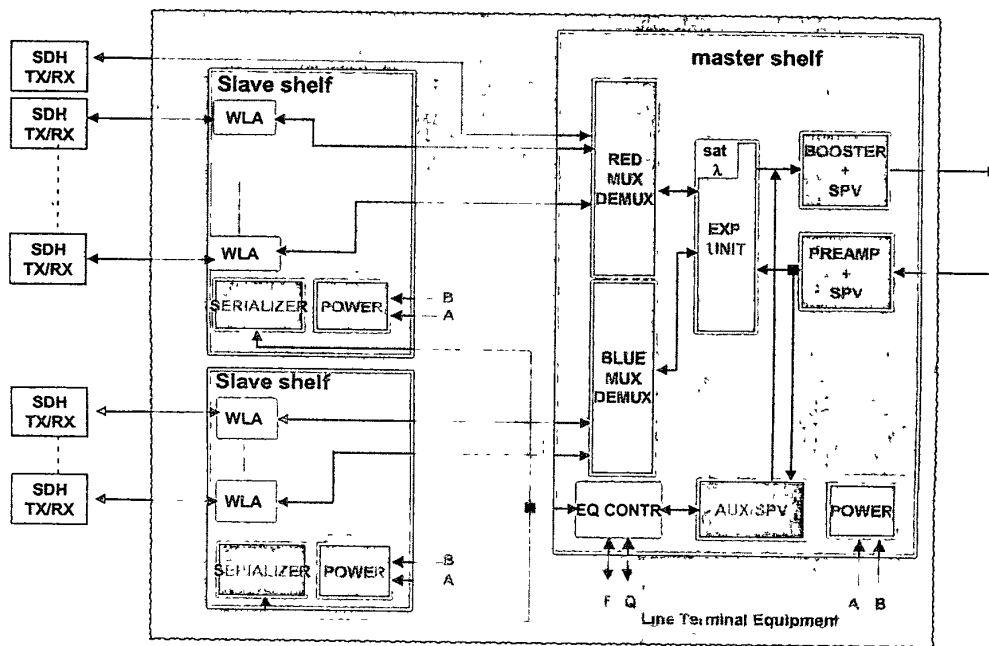
1686 WM 主要構成元件有分波多工終端機、光線路放大器及光塞取多工放大器等三種，詳述如下：

(1) 分波多工終端機(Wavelength Division Multiplexing Terminal Equipment)

1686WM 利用 ITU-T G.692 規定之 100GHZ 通道間距，在 C-band 波段上可分離出 32 個不同波長通道。在圖四-5 分波多工終端機方塊圖，32 個波長通道中 16 個較長波

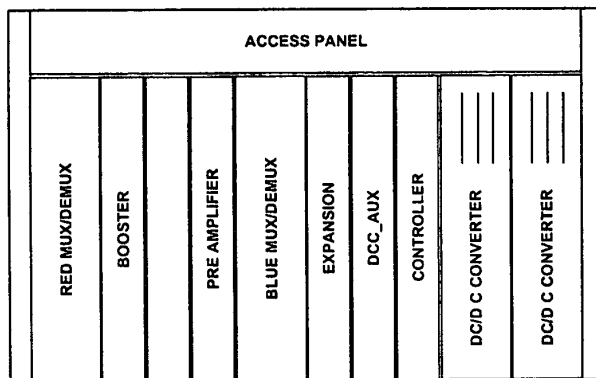
長之波段稱紅色波段 (RED band)，紅色波段之光波通道介接入紅色多工/解多工器，其他 16 個較短波長之波段稱藍色波段 (BLUE band)，藍色波段之光波通道介接入藍色多工/解多工器。紅/藍多工器多工之信號，再耦合至擴充單體 (Expansion unit)，擴充單體中的飽和控制波長信號(saturation λ)可在光波信號塞取時作為調整維持光功率在一定準位用，因此在擴充單體與飽和控制波長信號多工後，再進入光功率放大器 (booster amplifier)，經放大信號後加入光監視通道信號 (Optical Supervisory Channel, OSC)再送出。相反地在接收端，WDM 光信號進入前置光放大器前，先分離出光監視通道信號再予以放大後進入擴充單體，擴充單體再經由分歧器(splitter)分別送至紅/藍解多工器，然後介接出 16 個不同波長之光通道信號。

圖四-5 分波多工終端機方塊圖

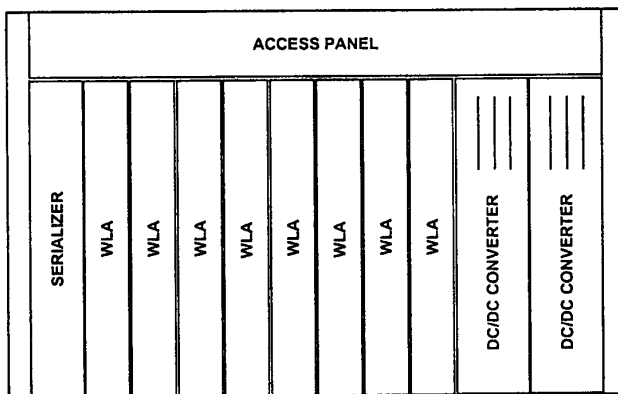


圖四-6 及圖四-7 分別為分波多工終端機中的主機框(Master shelf)及附屬機框(Slave shelf)接取組裝圖，其電源模組卡板均提供 1+1 保護切換，每個附屬機框可收容 4 路光通道 WLA 開放介面(每路送/收各使用 1 片 WLA 卡板)，最高可堆接 8 組，即 32 路光通道 WLA 開放介面，WLA 卡板如偵測到失去輸入信號，則會自動關掉輸出信號。圖四-8 為機架實裝圖，其中(a)為使用整合式通道介面時，無需加掛 WLA 附屬機框。(b)為開放式通道介面。通道介面如為 10Gb/s 高速率時，則需另裝設色散補償單體 (Dispersion Compensation Unit, DCU)shelf，供發送端使用。

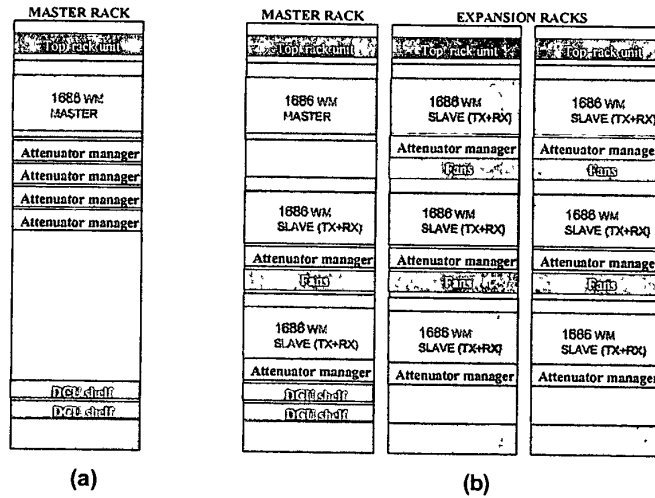
圖四-6 主機框(Master shelf)接收組裝圖



圖四-7 附屬機框(Slave shelf)接收組裝圖



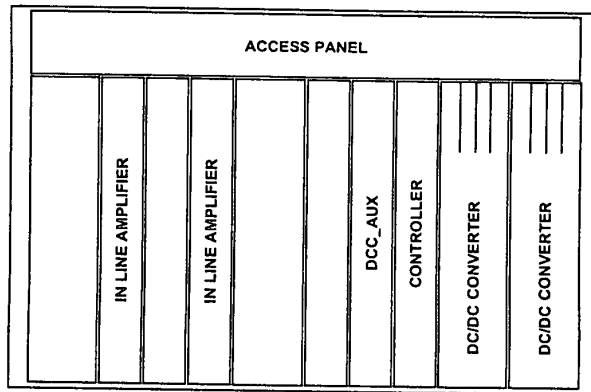
圖四-8 為機架實裝圖



(2)光線路放大器(In-Line Optical Repeater)

彙集後之 WDM 光纜傳送信號，須靠光線路放大器來提昇增益(gain)，如圖四-9 為光線路放大器機框接取組裝圖，含東西向兩組光放大器卡板，WDM 光彙集信號進入光放大器之前先分離出 OSC，供設備網管用，於放大功率後再加入 OSC 信號，如此即使光線路放大器障礙仍可供遠端監控設備使用。

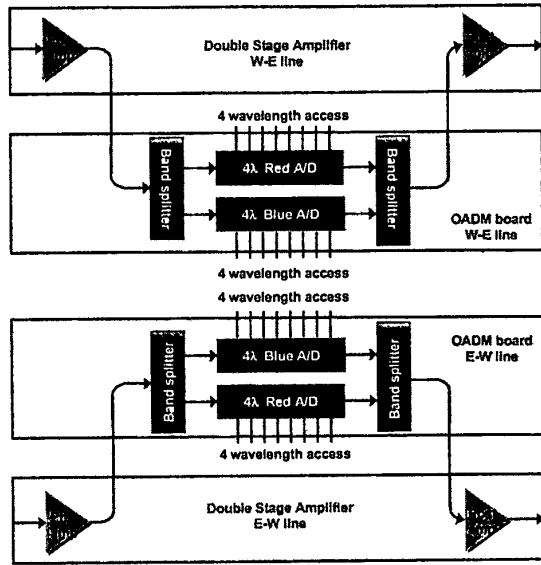
圖四-9 光線路放大器機框接取組裝圖



(3)光塞取多工放大器 OADM(Optical Add/Drop Multiplexing)Repeater

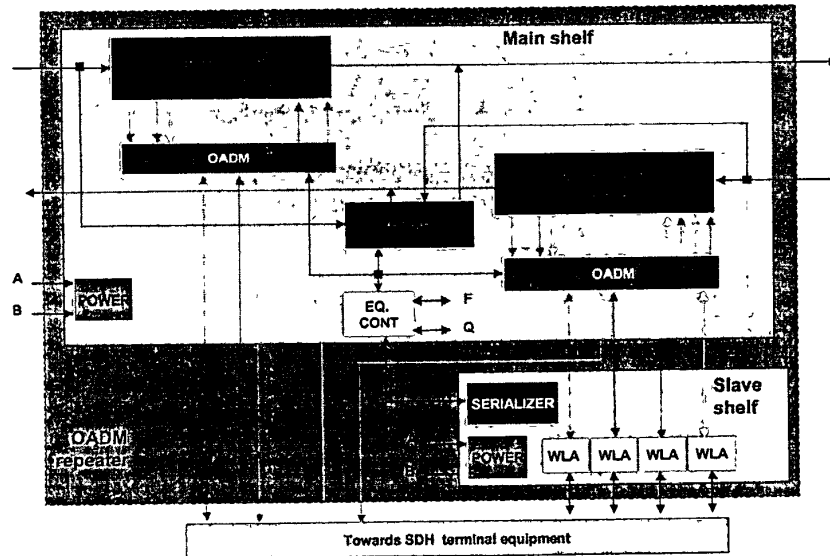
1686WM OADM 放大器如圖四-10，可塞取 16 個光波道 (每個方向 8 個)，其塞取功能係由網管主機以軟體設定。

圖四-10 OADM 單體方塊圖

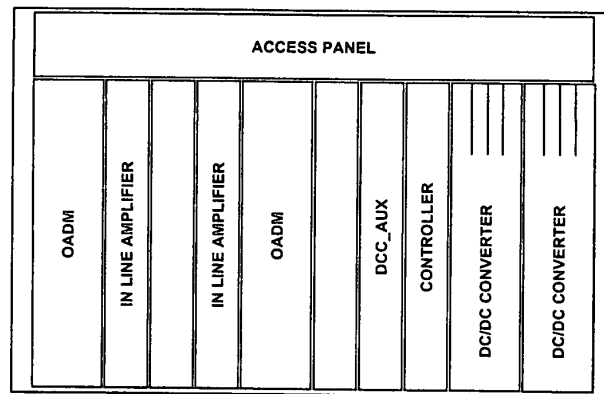


圖中 W-E OADM 卡及 E-W OADM 卡各可接受 8 路光波通道，以 100GHz 光通道間距為例，預先保留作 OADM 塞取用之通道號碼為：Ch31, Ch33, Ch35, Ch37, Ch43, Ch45, Ch47, Ch49，如此其餘通道仍可供其他應用需求使用，而利用保留通道塞取信號亦不會降低 WDM 線路的頻寬。圖四-11 及圖四-12 分別為整個光塞取多工放大器 OADM 方塊圖及其接取機框圖。每個光塞取多工放大器主機框最高可接四個附屬 WLA 機框，亦即可提供 16 路雙向光波道使用。

圖四-11 OADM 方塊圖



圖四-12 OADM 接取機框圖



1.4 光信號保護切換運作

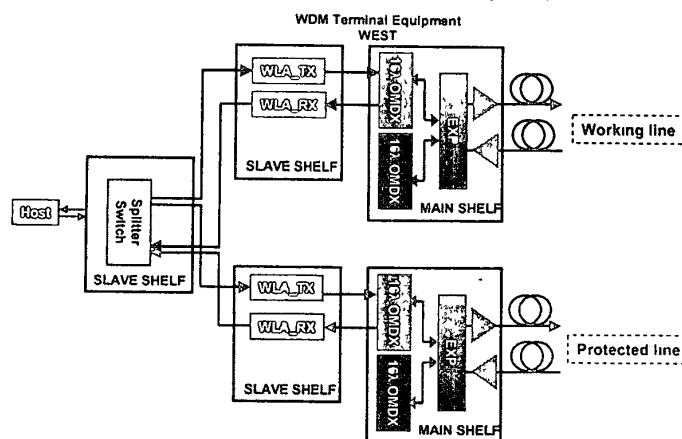
1686WM 可提供光通道及 WDM 線路保護，其多點對多點線型架構及環狀架構之運作情形，詳述如下：

1.4.1 多點對多點線型架構有兩種組態

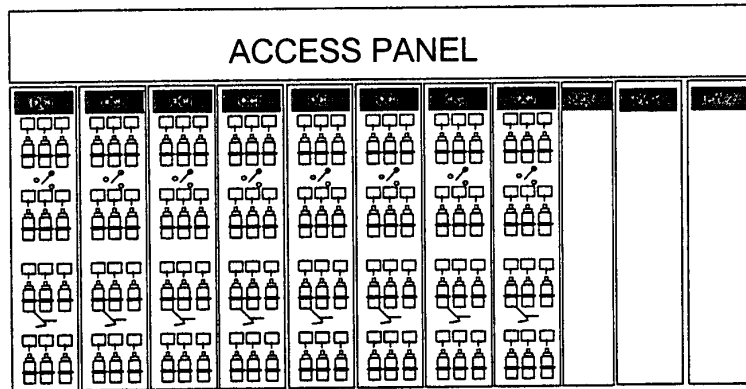
(1)光通道保護(Optical Channel protection)

如圖四-13 本項運作需兩個 WDM 主機框終端設備，傳送端支路信號係分歧橋接至不同之 WDM 彙集光信號，反之接收端亦經由選擇開關送回應用主機(Host)，保護切換的機制係由信號消失 LOS(Loss Of Signal)或信號劣化 SD(Signal Degrade)來促發運作，SD 的相關指標為過多的位元誤碼 EX_BER(Excessive Bit Error Rate)。圖四-14 為光通道保護接取面板(Access Panel)，每片 Och protection 卡可提供兩路光通道作保護切換，每框可提供八片 16 路，兩框即可提供 32 路光通道保護切換使用。

圖四-13 光通道保護方塊圖



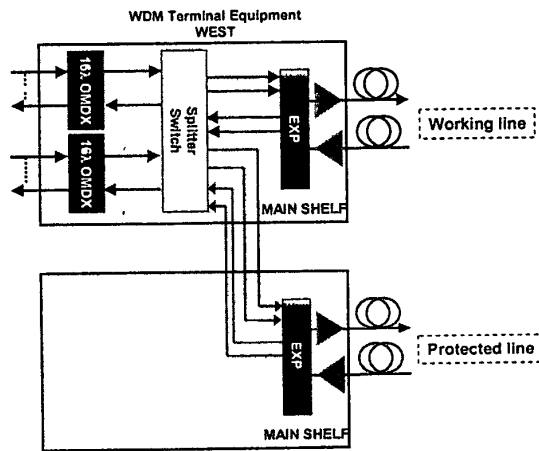
圖四-14 為光通道保護接取面板(Access Panel)



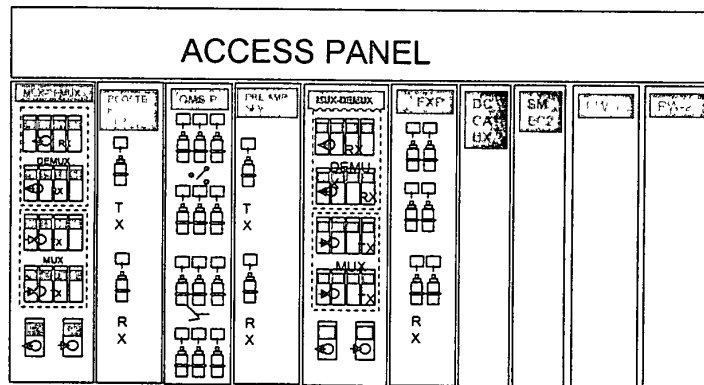
(2)光信號多工區段保護 OMS-P(Optical Multiplex Section Protection)

OMS-P 保護機制如圖四-15，亦需兩個 WDM 主機框終端設備，惟其運作係將紅色波段及藍色波段多工後之彙集信號橋接至不同之 EXP 擴充板，再送出 WDM 彙集信號，反之，接收端信號則經由選擇開關送回多工器，OMS-P 保護切換的機制係由信號消失狀態 LOS 來促發運作。圖四-16 及 4-17 分別為工作(working)及保護(protection)機制之 WDM 主機框組裝圖。

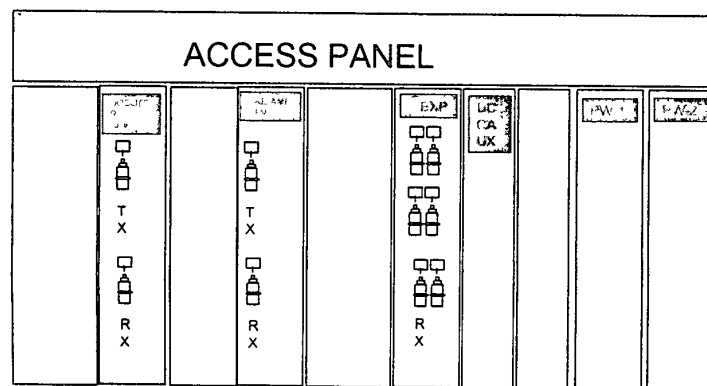
圖四-15 OMS-P 保護方塊圖



圖四-16 工作(working)機制之 WDM 主機框組裝圖



圖四-17 保護(Protection)機制之 WDM 主機框組裝圖



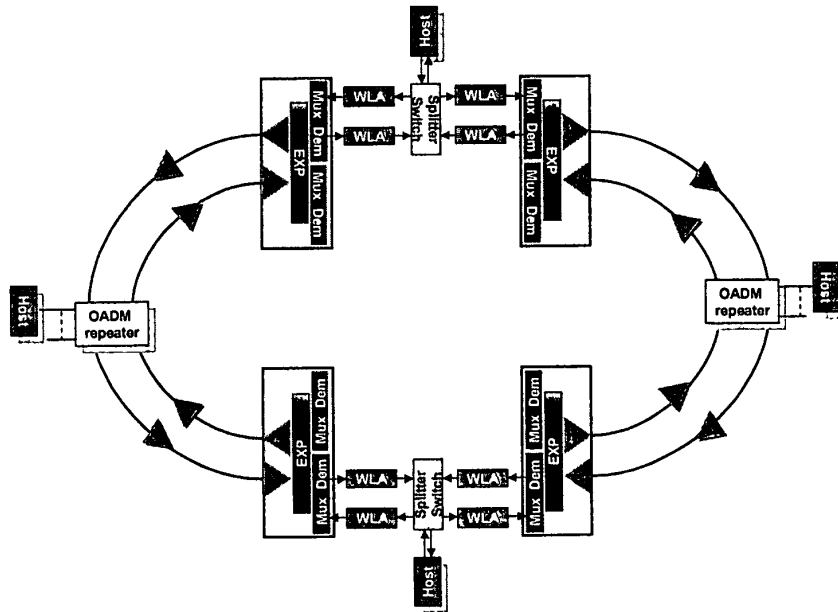
1.4.2 環路保護切換(Ring protection)

1686WM 在環路保護切換概念係參由 SDH 光層的子網路連結保護(SubNetwork Connection Protection)而得，稱光信號子網路連結保護(Optical SNCP)。此外在雙節點(dual node)之兩個互連環路架構下，則可用光信號子網路連結保護含投落及延續(O-SNCP with Drop and Continue)架構，這種架構中即使有兩段光纜被切斷或者有一互連節點損壞，仍可維持環路正常運作，分別詳述如下：

(1) 子網路連結保護(Optical SNCP)

O-SNCP 網路保護機制同上述光通道保護 Och protection 一樣，由 Host 主機進入之支路信號經光分歧器橋接至不同方向的 WDM 光彙集信號，反之由不同方向來的 WDM 光彙集信號則經由光切換開關再進入 Host 主機，光切換開關係由設定 LOS 或 EX_BER 條件來觸發，切換時間為十幾毫秒 msec。而最大不同之處如圖四-18 所示，係將兩個 WDM 主機框終端設備背對背銜接，以兩個 1686 終端站構成一個環路，並利用不同方向之 WDM 彙集光纜線路作保護，或者是以一個 1686 終端站搭配多部光塞取多工放大器 OADM Repeater 形成環路保護架構。

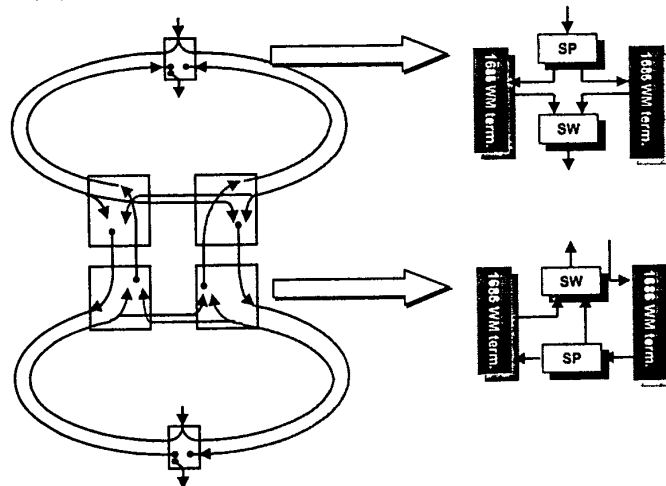
圖四-18 O-SNCP 網路保護架構



(2) 光信號子網路連結保護含投落及延續 (O-SNCP with Drop & Connection)

圖四-19 為 O-SNCP with D & C 雙環路架構，其支路信號進出節點的架構同上述 O-SNCP，而在互連的節點，光彙集輸入信號經由分歧器一分為二，其中一路進入光切換開關(二對一)，另一路則繼續(Continued)進入相鄰節點之光切換開關，同樣地，由相鄰節點繼續(Continued)進入本節點之信號也會銜接至光切換開關，此光切換開關輸出信號則進入另一個環路之互連節點，如此可形成雙環路保護運作，其光切換開關條件亦同上述 O-SNCP 係由設定的 LOS 或 EX_BER 來觸發。

圖四-19 為 O-SNCP with D & C 雙環路架構

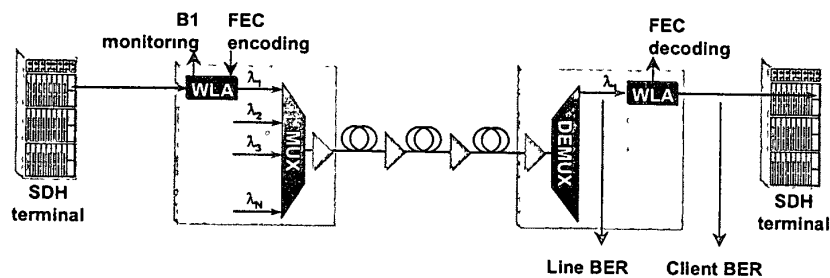


1.5 系統維運

(1)光信號效能監視(Optical Performance Monitoring)

如圖四-20 為含有頻帶外前向錯誤更正 OOB-FEC(Out Of Band-Forward Error Correction)功能之 WLA 介面卡，由 B1 信號可監視客戶端(亦即 WLA 輸入端)送來信號，進入 WLA 後加入 FEC 碼可用來識別特定光雜訊型態的位元誤碼(BER)，並於送入客戶端(亦即 WLA 輸出端)前及早期監視及維護光通道信號品質，因具有錯誤更正能力，擁有 OOB-FEC 功能之 WLA 卡可提升傳送距離及容量。

圖四-20 具備 OOB-FEC 功能的 WLA 介面卡



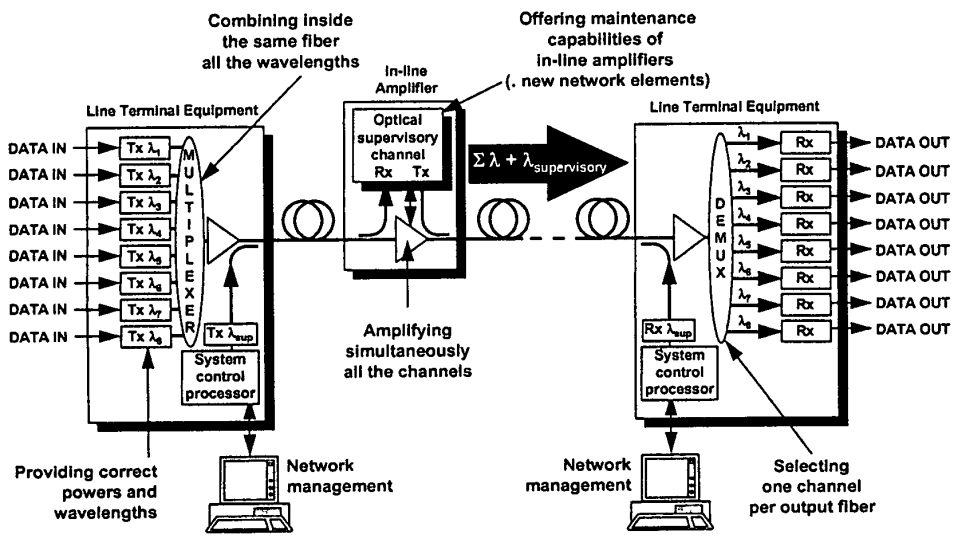
(2)光監視通道信號(Optical Supervisory Channel signal)

光監視通道信號主要是用來維護遠端光線路放大器及傳送 64Kb/s 網管資訊、連絡電話用。如光纜被切斷，光線路放大器會送出失去信號資訊經由光監視通道信號送給網管主機。如光線路放大器損壞，光監視通道信號亦可正常工作並送資訊給網管系統。如光監視通道信號有問題，WDM 會照常運作並指出失去光監視通道信號。1686 WM 光監視通道信號使用 1480 及 1510nm 兩個波長，分別作送收不同方向用。

(3)網管架構

如圖四-21 本地操作終端機(local craft terminal)係經由 F 介面與 1686WM 設備介接，網路各元件網管資料均由設備控制單體(Equipment Controller)來收集，因此本地操作終端機可透過設備控制單體進行 WDM 設備各元件之狀態監視及設定，其配備為具備 Windows NT 之標準個人電腦。中央網管主機則經由 Q3 介面與 1686WM 介接，1686WM 可視為一群網路元件，接受網管主機管理維護。

圖四-21 本地操作終端機管理 1686WM 設備的示意圖



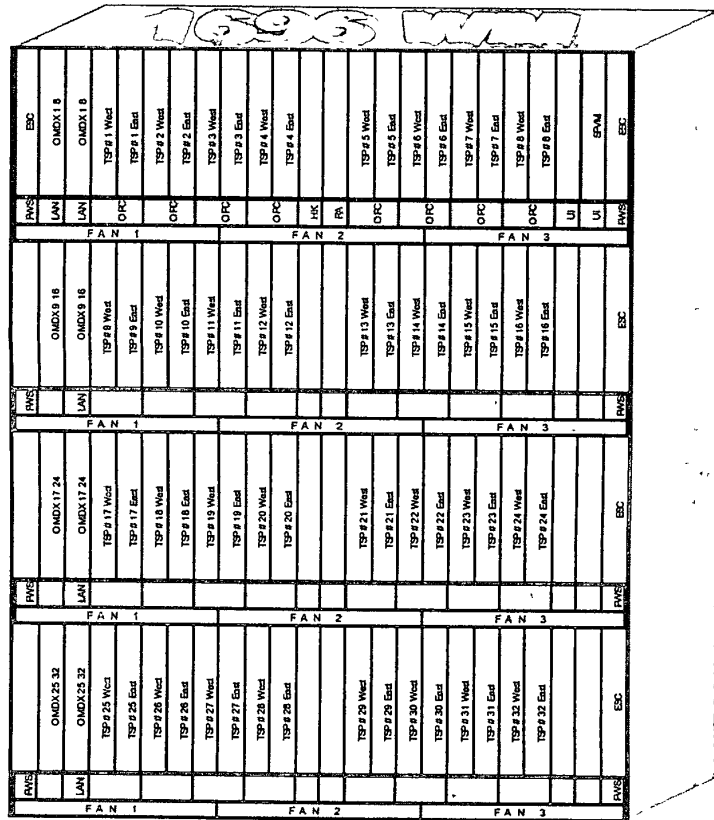
2. ALCATEL 1696 Metro Wave設備

1696 Metro Wave 基本上是一個 OADM，其採用模組化設計，最大可擴充至有保護之 32 Channels 和無保護之 64 Channels 或其混合使用模式。擴充可在 In-service 情況下進行，不會影響或中斷任何使用中訊務。

2.1 機架布局(layout)

1696 Metro Wave 機架設計包含一主架(master shelf)及三個擴充架，圖四-22 顯示 32 個通道的背對背終端機組構：

圖四-22 32 通道背對背終端機(西側 32 通道及東側 32 通道)



每塊卡板的功能敘述如表四-1：

| Card reference | Description |
|-------------------------------|---|
| Multi-Clock card | 3R-Multi-rate card for all bit rates from 100 Mb/s to 2.5 Gb/s |
| 2.5 Gb/s Optical Channel Card | 2.5 Gb/s Optical Channel Card supporting ITU-T G.709 optical channel overhead |
| 4 x Any TDM concentrator | TDM concentrator accepting plug-in cartridges |
| Low bit rate cartridge | Plug-in cartridge for 4 x Any concentrator supporting FE, |

| | |
|------------------------------|--|
| | FDDI, ESCON, digital video |
| SDH/SONET cartridge | Plug-in cartridge for 4 x Any concentrator supporting STM-1/OC-3 and STM-4/OC-12 |
| GbE/FC cartridge | Plug-in cartridge for 4 x Any concentrator supporting GbE and Fiber Channel |
| 10 Gb/s Optical Channel Card | 10 Gb/s Optical Channel Card supporting ITU-T G.709 optical channel overhead |
| OMDX | 8 ch. mux/demux card for hub nodes |
| 4 ch. OADM | 4 channel OADM |
| 8 ch. OADM | 8 channel OADM |
| ESC | Equipment / Shelf controller card |
| SPVM | Optical supervisory channel card (1510 nm) |
| EDFA | Optical amplifier card |
| OPC | Optical protection card (1 per optical channel) |
| Fans | Fan drawer (1 per shelf) |
| PWS | Power supply card |
| HK | House-keeping card |
| RA | Remote alarm card |
| UI | User interface for data user channel |
| LAN_Q | LAN access card for network management |
| LAN_IS | LAN access card for inter-shelf connection |

2.2 都會網路應用

1696 Metro Wave 系統應用於都會(Metropolitan)主幹及接取網路，其可滿足 Wavelength 管理之要求，並接受同一網管系統操作，提供電信公司一個完整的 Metropolitan Total Solutions。

都會網路 DWDM 和長途 DWDM 之應用必須有所區隔。接取客戶之介面較複雜多樣化，但頻寬較小距離較短因此在設計上必須符合下列目標：

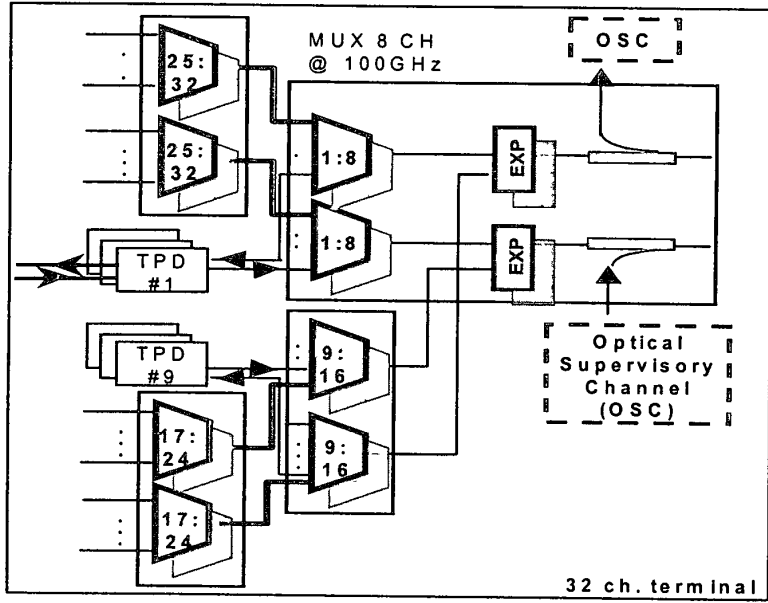
- 低價位
- 加值服務
- Protection/Restoration 功能
- 透明化的轉送客戶資料

1696 Metro Wave 有各種介面供通信業者或企業使用：

- Synchronous Transmission Services : STM-1/SONET OC-3, STM-4/SONET OC-12, STM-16/ SONET OC-48
- Switched Data Services : ATM 155, 622 and 2488Mb/s
- Data Center Services : ESCON, Fiber Channel (FC, 2FC)
- LAN Services : FDDI, Fast Ethernet and Gigabit Ethernet, Digital Video

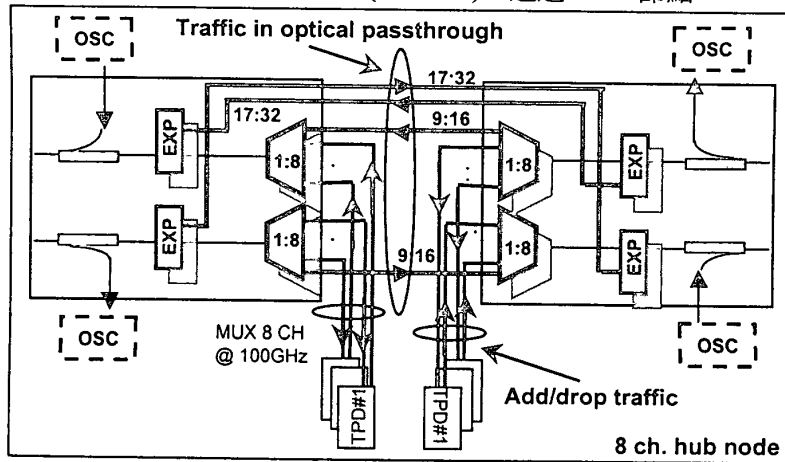
1696 Metro Wave 允許電信公司依需求量逐步以 8 通道倍數擴充，亦能配合網路拓僕，將其組構成 HUB 節點或 OADM 節點。HUB 組構的應用架構如圖四-23 及圖四-24，OADM 組構的應用如圖四-25。

圖四-23 32 通道的終端節點

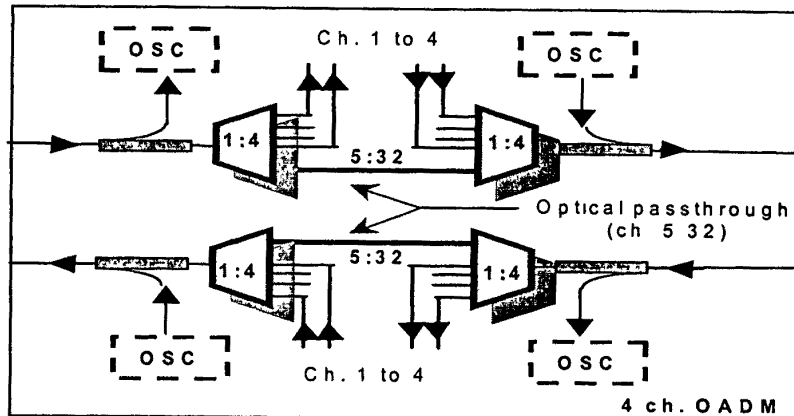


EXP : Expansion between band
 OSC : Optical Supervisory Channel
 TPD : Transponder

圖四-24 可伸縮的(Scalable) 8 通道 HUB 節點



圖四-25 4通道的 OADM 節點



各種型態運用主要依據 Add/Drop 數量而定：終端節點可 Add/Drop 所有 λ (32 Channels)，HUB 節點可 Add/Drop 8 Channels，OADM 節點可 Add/Drop 4 Channels，各型態可選擇保護或不保護的工作機制。

2.3 波長頻譜

1696 Metro Wave 可支援最大 32 Channels。它遵循 ITU-T G.692 建議的標稱中心波長 (nominal central wavelength)，以 100GHz 為通道間距，表四-2 詳列本系統使用之波長 (4 個波長為一組)。

表四-2 1696 Metro Wave 使用的中心波長

| Channel | λ [nm] | Channel | λ [nm] | Channel | λ [nm] | Channel | λ [nm] |
|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|---------|----------------|
| 1 | 1553.33 | 9 | 1543.73 | 17 | 1561.42 | 25 | 1535.82 |
| 2 | 1552.52 | 10 | 1542.94 | 18 | 1560.61 | 26 | 1535.04 |
| 3 | 1551.72 | 11 | 1542.14 | 19 | 1559.79 | 27 | 1534.25 |
| 4 | 1550.92 | 12 | 1541.35 | 20 | 1558.98 | 28 | 1533.47 |
| 5 | 1549.32 | 13 | 1539.77 | 21 | 1557.36 | 29 | 1531.90 |
| 6 | 1548.51 | 14 | 1538.98 | 22 | 1556.55 | 30 | 1531.12 |
| 7 | 1547.72 | 15 | 1538.19 | 23 | 1555.75 | 31 | 1530.33 |
| 8 | 1546.92 | 16 | 1537.40 | 24 | 1554.94 | 32 | 1529.55 |

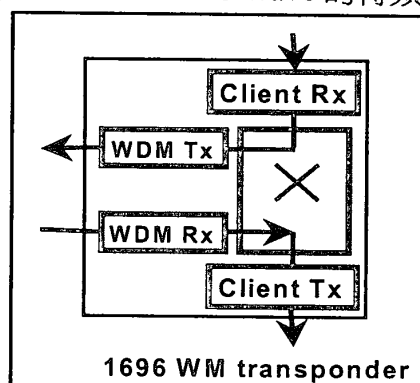
2.4 轉頻器(Transponders)

轉頻器主要功能是把不同的設備或路由透過它轉成不同的波長(Wavelength)然後耦合入單一光纖內。轉頻器通常以 O-E-O 光電轉換進行 3R 再生。

1696 Metro Wave 支援四種型態的轉頻器，其架構如圖四-26 所示：

- A universal 3R 轉頻器，可接受不同速率的電路從 100Mb/s 到 2.5Gb/s。
- 2.5 Gb/s 轉頻器符合 ITU-T G.709 規範，可提供端對端的 Channel 管理。
- 10Gb/s 轉頻器符合 ITU-T G.709 規範，可提供端對端的 Channel 管理。
- 可組合 4 種低速介面轉頻器，透過 TDM 結合器把 4 種低速介面多工組合成 2.5 Gb/s 或 10Gb/s 轉頻器。

圖四-26 1696 Metro Wave 的轉頻器架構



2.4.1 複頻卡 Multi-Clock Card (MCC)

MCC 是一塊 3R 轉頻器，它支援 100Mb/s 至 2.5Gb/s 之各種速率服務包括：Fast Ethernet, FDDI, ESCON, FCCON, Digital Video, STM-1/OC3, STM-4/OC12, Giga Ethernet, STM-16/OC48 等等。

MCC 上各介面速率可經由遠方經營者遙控設定，本硬體之波長為可調式目前版本提供 2 種可調波長，未來可提供 4 種可調波長，如此可有效降低備品之存量。同時本轉頻器支援 Performance Monitoring 資訊並以 SDH/SONET 之 B1 Byte 型式載送。1696 Metro Wave MCC 轉頻器皆含有一組交接(Cross-connect)結構，可進行本地及遠方 Loop-back testing、Drop and continue 並執行 O-E-O Regeneration。

2.4.2 專用 2.5 Gb/s Optical Channel Card (OCC)轉頻器

OCC 是一塊 3R 轉頻器，它支援 2.5Gb/s 端對端速率服務。它是屬於固定速率之轉頻器，可接受 SDH/SONET 標準格式(2.488Gb/s)。OCC 遵循 ITU-T G.709 規範，可提供端對端的 Channel 管理。Optical Channel Overhead 包含在表頭，它可提供 QOS 及連接的各項資訊。

2.4.3 專用 10 Gb/s Optical Channel Card (OCC)轉頻器

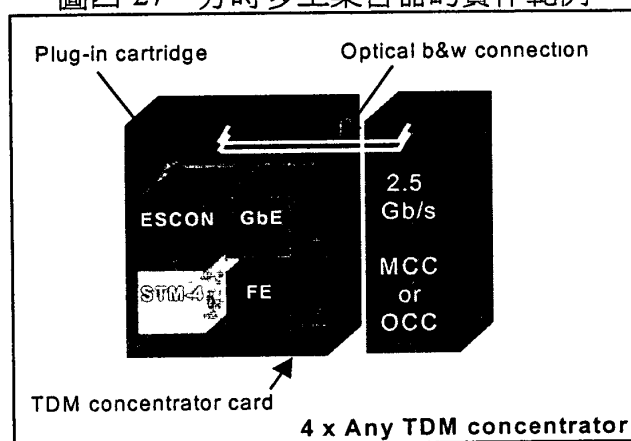
本轉頻器功能類似 2.5 Gb/s Optical Channel Card。但其速率提升至 9.953Gb/s，除可接

受 SDH/SONET 標準格式外，亦支援 10GbE 介面。本卡板可當長途 Long haul 使用亦可經由 OA 作功率放大，支援更長距離的都會網路。

2.4.4 分時多工(TDM)集合器

本卡板如圖四-27 所示，係 OCC、MCC 之前級，它支援 100Mb/s 至 2.5Gb/s 之各種速率服務包括：Fast Ethernet, FDDI, ESCON, FCON, Digital Video, STM-1/OC3, STM-4/OC12, Giga Ethernet, STM-16/OC48 等各種介面以卡匣方式值在本系統，最多可同時值入 4 個卡匣。

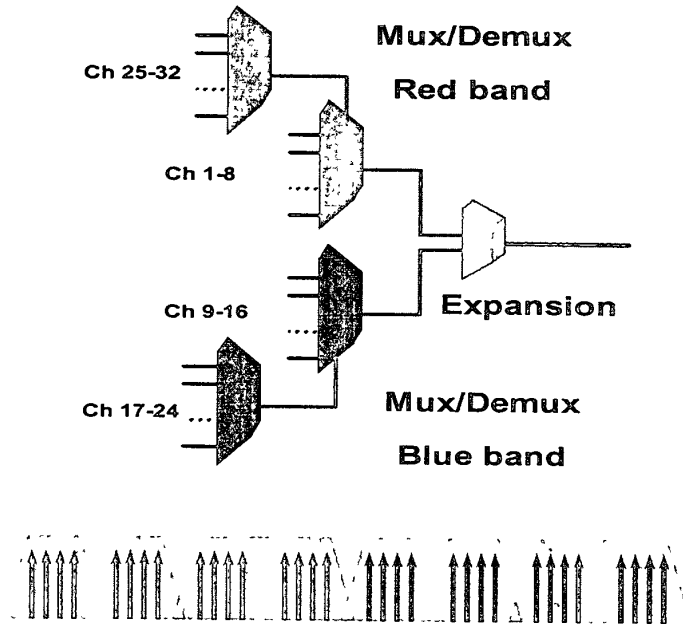
圖四-27 分時多工集合器的實作範例



2.5 波長數擴充原則

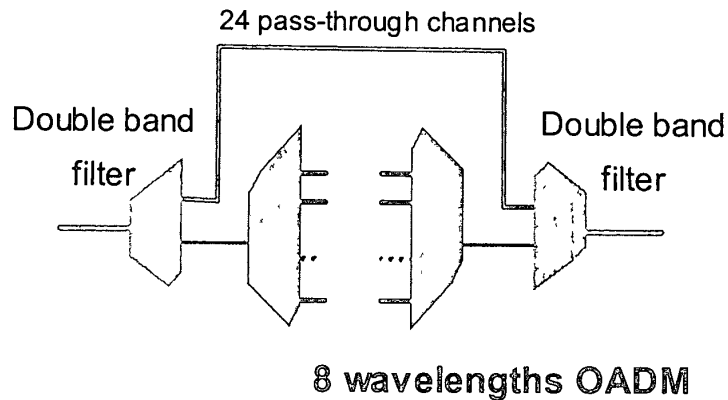
1696 Metro Wave 多工/解多工皆以 4 組 8 Channels 波長為元件，4 組光源耦合成單一光波。Expansion Card 把光源耦合，而每一 Sub-rack 搭載 8 路俱保護之 WDM。光波指配完全依照 ITU-T Compliant grid Assigned，圖四-28 顯示兩組(Red band, Blue band)之組成及其波長分配。

圖四-28 兩組(Red band, Blue band)波段及波長分配

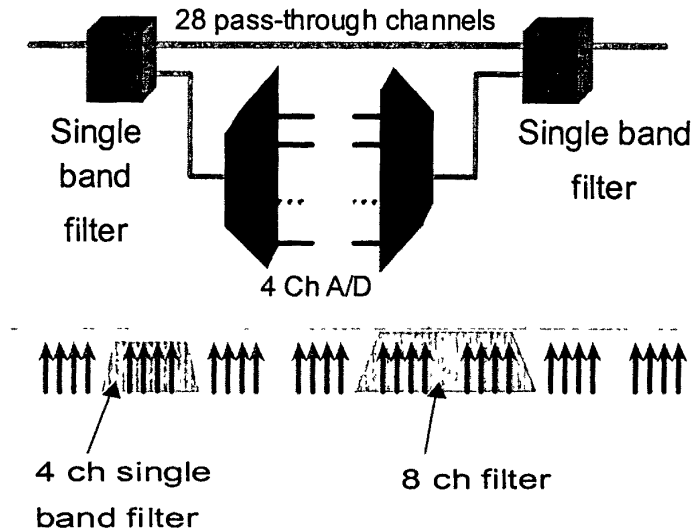


1696 Metro Wave 之擴充不會影響工作中之現有訊務，並可依照設置地點之特性選舉不同型態 OADM 應用。通常 OADM 應用有 4 通道的塞取或 8 通道的塞取，相對應的濾波器(Filter)中心波長並不相同，詳如圖四-29：

圖四-29 4 通道塞取及 8 通道塞取的系統結構



4 wavelengths OADM

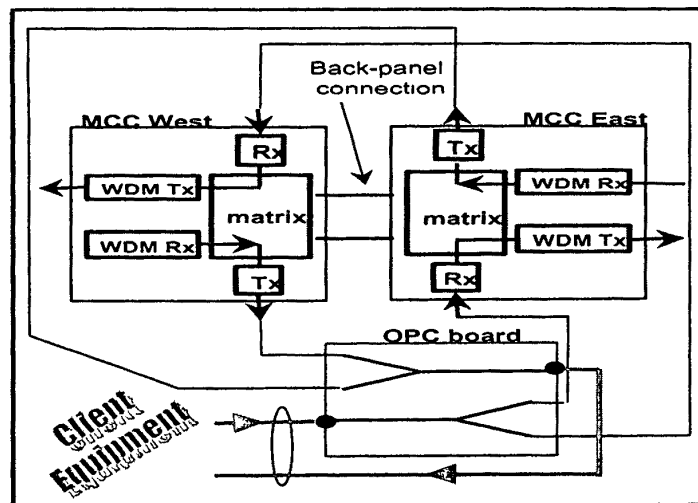


2.6 保護功能

1696 Metro Wave 提供兩種保護方式：

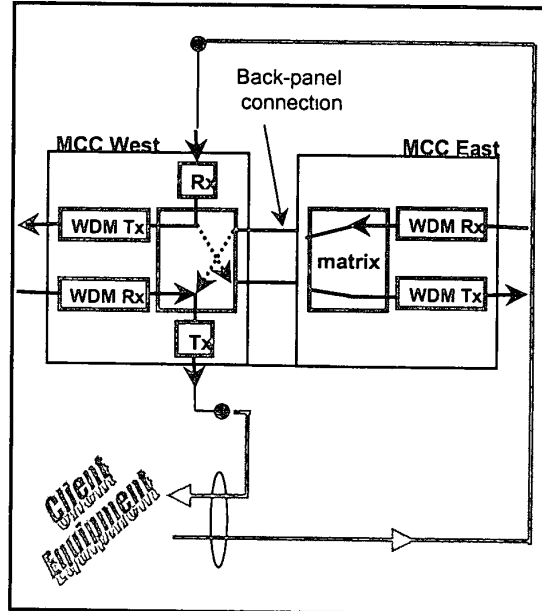
- Optical SNCP/UPSR：如圖四-30，OPC (Optical Protection Card)及轉頻器用以分枝及結合 1696 Metro Wave 及客戶設備間的光信號，送端的信號被分枝，同時沿著環狀網路的順時針及逆時針路由到收端，收端則依收信情況選取較好的信號。

如圖四-30 Optical SNCP/UPSR：應用 MCC 轉頻器的實作範例



- Electrical SNCP/UPSR：如圖四-31，類似 Optical SNCP/UPSR，但轉頻器沒有備份，且不須 OPC，可降低成本。

圖四-31 Electrical SNCP/UPSR：應用 MCC 轉頻器的實作範例

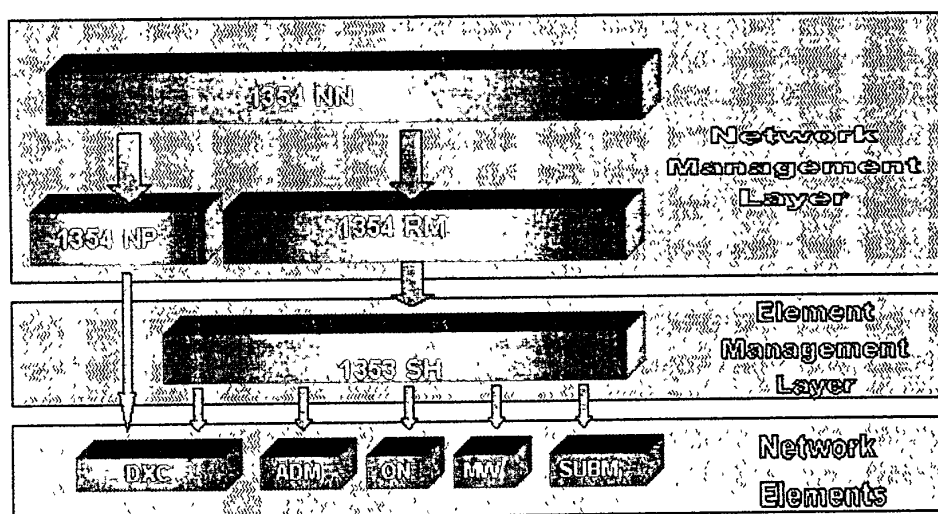


3. ALCATEL 1353 SH及1354 RM網管系統

隨著新一代寬頻 SDH 系統及光網路元件在傳輸網路的引進，為使網路工作者知道如何節省成本及確保所需的服務品質，集中及整合的網路管理系統是必備的。

基於在電信網路供應方面的廣泛經驗，Alcatel 提供全方位符合 ITU-T 管理規則之 Alcatel 1300 系列網路管理系統以管理 Alcatel Optinex™ 系列產品，該系列使得操作員能在複雜的電信網路管理中，即時提供新服務以應客戶隨時改變之需求。圖四-32 為 Alcatel 傳輸網路管理系統。

圖四-32 Alcatel 傳輸網路管理系統



其中網路管理層(Network Management Layer)負責網路內服務的設定與利用，1354RM 為區域網路管理員，主要的功能為負責完成端對端連接程序的管理，網路故障即時告警與診斷及提供網路工作者維修的工具，並可監視客戶個別電路的服務品質，為網管作業系統主要的成員。1354NN 可整合不同公司或跨區域網路端點的連接，藉 Qnn 介面與下層網路管理員(1354RM)溝通。1354NP 為新一代的網路處理器，可管理網狀的光骨幹網路，考慮光纜實際拓撲的結構，內建備援雙路由以保護訊務。

元件管理層(Element Management Layer)負責網路資源的利用，最下層為網路元件層。1353SH 是網路元件管理員，提供網路工作者操作、管理、維護 SDH 塞取多工機(Add & Drop Multiplexers)，數位交接機(DXC)，分波多工機(WDM)，SDH/PDH 微波及海纜傳輸等設備，為網管作業系統主要的成員。

3.1 Alcatel 1353SH 簡介

Alcatel 1353SH 網路元件管理員與區域網路管理員 Alcatel 1354RM 組合，可提供區域網路內各類 SDH 傳輸網路規模完整的端對端管理方案。

3.1.1 主要機能

Alcatel 1353SH 提供：

- 網路狀態即時資訊之故障管理功能(Fault Management)。
- 操作網路元件資料之組態管理(Configuration Management)。
- 符合 ITU-T G.826/G.784 規定之效能監視(Performance Monitoring)功能以建立、收集、儲存及顯示被管理網路元件的效能資訊。
- 資料完整與網路接取之安全管理(Security Management)。

3.1.2 支援的網路元件

Alcatel 1353SH 處理：

- 各類 Alcatel SDH 塞取多工機 16xx SM(Add & Drop Multiplexers)。
- Alcatel SDH 4/1 數位交接機(交接可達 448xSTM-1 頻寬)。
- Alcatel SDH 4/4 數位交接機(交接可達 1280xSTM-1 頻寬)。
- 光終端機(Synchronous Line Equipment)。
- 1686WM 及 1640WM 分波多工(WDM)系統。
- ⊕ 高及中容量的 SDH 微波系統 96LUxT。
- ⊕ 中容量 PDH 微波系統 94LUX。
- 各類海纜網路元件。

3.1.3 系統主要工作

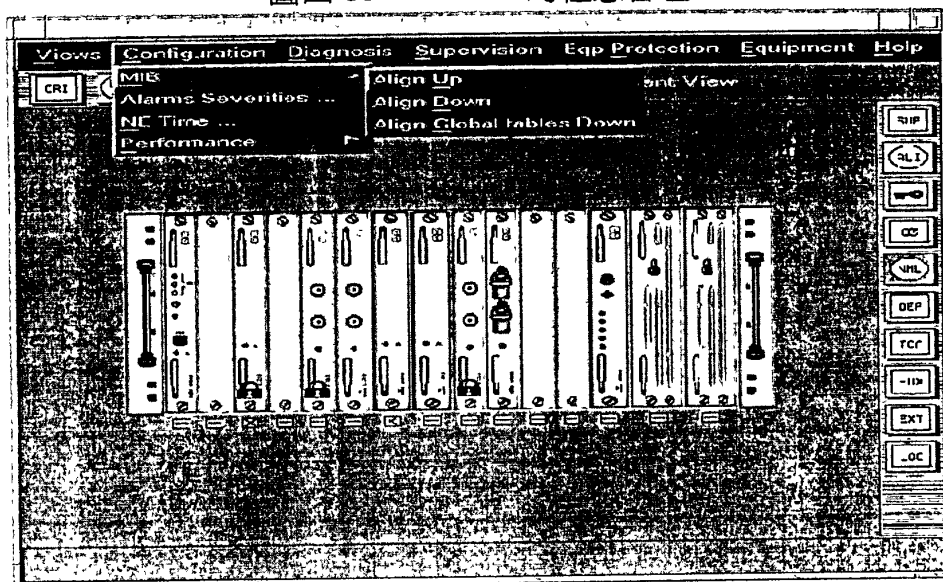
- 網路元件連接之建立與監視。
- 網路元件監視之啟動與停止。
- 實體組態資料之上載與校整。
- 傳輸組態之設定。
- ⊕ 各類連網元件故障告警及事件發生正常運作之即時監視。
- ⊕ 各類網路元件管理服務圖示。
- VC-4, VC-3 及 VC-12 等級之交接管理。

3.1.4 組態管理(Configuration management)

Alcatel 1353SH 提供從管理中心建立、設定及修改設備組態參數的功能，如圖四-33 所示，第一次由各地終端機鍵入(NE-位址，OS-位址)參數後，Alcatel 1353SH 與網路元件建立溝通，並接管所有組態工作。其服務包括：

- 應用及系統參數的管理。
- 網路元件的提供。
- 網路元件工作參數的管理。
- 上/下載資料及驗證。
- 狀態管理。

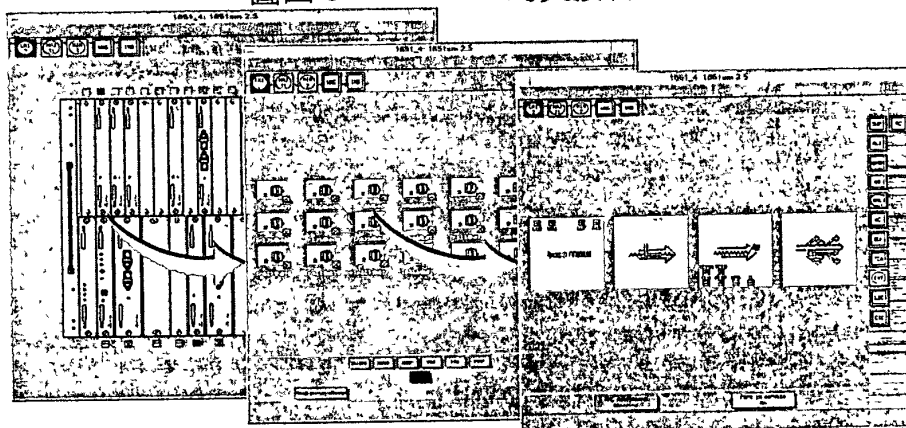
圖四-33 1353SH 的組態管理



3.1.5 交接管理(Cross Connection Management)

交接管理如圖四-34 所示，提供一套利用圖示以建立網路元件的交接及監視連接實況以供維護的功能，只要在各設備清單及代表可交換資源的圖塊選擇起始點及終端點就可完成連接，可選擇多重終端點以保護廣播信號。

圖四-34 1353SH 的交接管理



3.1.6 故障管理(Fault Management)

故障管理如圖四-35 所示，可即時監控被管理網路資源的狀態、故障偵測、隔離並由操作者採取修護的動作。其服務包含：

- 顯示目前告警的網路元件。
- 告警篩選、列印及儲存。
- 二級告警作用的起用/停用。
- 告警嚴重性設定。
- 告警資料轉送至外界 EML-型的作業系統。

圖四-35 1353SH 的故障管理

| Record | Time/Alarm | Friendly Name | Type | Severity Level | Probable Cause | Status | Ack. Clear, Resv. Flag |
|---------------------|----------------|----------------|---------------|----------------|-------------------|--------|------------------------|
| 18/02/1998 09:23:30 | emlDomain202 | emlDomain202 | Communication | Major | EML not reachable | Naok | Nclr Nrsv 0 N |
| 18/02/1998 09:23:31 | emlDomain202 | emlDomain202 | Communication | Major | EML not reachable | Naok | Nclr Nrsv 0 N |
| 18/02/1998 12:00:22 | emlDomain200 | emlDomain200 | Communication | Major | Alarms Misaligned | Naok | Nclr Nrsv 0 N |
| 18/02/1998 12:00:18 | emlDomain202 | emlDomain202 | Communication | Major | EML not reachable | Naok | Nclr Nrsv 0 N |
| 18/02/1998 12:38:42 | Path2M-414-dxc | Path2M-414-dxc | Communication | Warning | Alarm in PD1 Port | Naok | Nclr Nrsv 0 N |

3.1.7 效能管理(Performance Management)

效能管理提供一套能起動與停止監視實體網路資源活動的功能，並可收集、處理及圖示有用的資料。只要網路的元件能支援，所提供的資料皆依據 G.826 的建議。

效能監視功能可設定網路資源效能的管制值，一旦達到管制值就會產生品管告警，如此可使操作者能監視個別客戶的服務等級合約(Service Level Agreements)。

3.1.8 安全管理(Security Management)

安全管理提供一套防止使用者、程序或其他未授權的接取，接取權利由 FADs 及 NADs(Functional Access Domains/Network Access Domains)訂定。

FADs 允許對於應用程式預先設定不同的接取權給不同等級的操作者，不同的操作權利是依據相關的操作作業來設定，如管理者(Administrator)或單純為網路監督者(Supervisor)，操作者權利設定檔可隨客戶的需求而設定。

NADs 允許被管理的網路元件分割成不同的操作者區域，例如依據操作者地理上的責任而分割，NADs 一般可處理到網路元件，大的網路元件像 DXCs 則可處理到埠，用 NAD 的功能，操作者可提供客戶 VPN(Virtual Private Networks)的服務，整個網路中，客戶只能看到屬於他們的部分。

3.2 Alcatel 1354 RM 簡介

Alcatel 1354 RM 是網路管理層的應用程式之一，提供網路操作者在 SDH 網路中管理端對端連接的工具，Alcatel 1354 RM 是依據 ITU-T G.803/805 傳送網路架構而設計的，結合 Alcatel 其他網路管理應用程式，可提供一包含元件、網路及服務管理員的完整管理方案，結合元件管理員 Alcatel 1353SH，Alcatel 1354 RM 在小、中及大型的各類 SDH 傳輸網路中，即可提供一完整的端對端區域網路管理方案。

3.2.1 組態管理(Configuration Management)

- (1) 網路構成(Network Construction)：網路構成程序提供網路管理層(NML)操作者從被管理的傳輸網路中定義傳送網路資源，完全支援 ITU-T G.803/805 分層與分割的概念。網路邊界資源(例如埠)定義為網路接取點。網路構成程序部分的功能為節點間實體鏈路負載信號結構的定義與實行，以及受保護/未保護較高階路徑(HO-Trail)的組成。較高階路徑(HO-Trail)為連接網路兩不同節點的較高階信號櫃，較高階路徑(HO-Trail)隨節點需要塞入/取出接取訊務而建立/終止。
- (2) 終端路徑的組態與操作(Path Configuration and Operations)：終端路徑組態的管理如圖四-36 所示，在處理路徑/電路的建立、修改與釋放，終端點可能在管理的網路內，也可能不在管理的網路內，對於建立終端點不在管理網路內的路徑，Alcatel 1354RM 利用虛擬網路元件來完成，終端路徑的設立可分為定義(definition)、指配(allocation)、實行(implementation)及運轉(commissioned)等狀態。

圖四-36 1354RM 的路徑組態管理

| Path Id | User Label | Type | Config St | Rate | Protection | Alarm St |
|---------|------------------|-------|-------------|--------|------------|----------|
| 65 | g-thru-n6-v5 | RTDIR | Implemented | 14M-10 | None | Cleared |
| 66 | g-backtra2-v5 | BLMVR | Implemented | 14M-10 | None | Cleared |
| 81 | g-backtra2-v5/v4 | RTDIR | Implemented | 14M-10 | None | Cleared |
| 82 | g-thru-n6-v5/2 | RTDIR | Implemented | 14M-10 | None | Cleared |

在定義狀態，操作者指定所有路徑的屬性，主要的屬性有：路徑名稱，兩個以上的終端點，路徑速率(2、34、45、140Mbit/s)，路徑形式(單向/雙向、廣播)，路徑保護方式(無、端對端、環狀、加強的)，告警傳送方式，復原的規則。在指配、實行、運轉狀態的轉移上可指定為自動的或手動的，系統也支援廣播路徑的保護，在路徑指配狀態前(經由自動最小成本 Dijkstra 演算法執行成功的路徑搜尋後，相關資源被鎖定於資料庫中)，操作者可加條件限制使用或不使用某些網路資源，或者強迫路徑跟另一路徑的路由相同，在路徑實行狀態，系統(Alcatel 1354 RM)藉 EML 系統對網路元件發出所有相關的指令，在此狀態結束前，操作者可用埠作路徑折回的測試，如果測試成功，操作者即將此路徑置於運轉狀態。

使用者可在路徑定義前要求某些操作自動執行(經由延緩動作或批次檔排定路徑工作)，路徑的所有資訊包含相關的狀態與屬性均登錄在路徑清單(Path List)中。

利用瀏覽軟體每一路徑均可用圖顯現出來，並根據操作者所做的篩選及選定的範圍，顯示出所有相關的參數與路由資訊，操作者還可執行很多路徑操作的動作，例如：CTPs/TTPs 位階的交換啟動，保護路由的加入/移除，廣播路徑 legs 的加入/移除，路徑報告的產生。

3.2.2 保護及復原(Protection and Restoration)機制

(1)保護機制：在所管理的網路內，Alcatel 1354 RM 支援被管理網路的各種保護機制，依據子網路與互連的型式，操作者可選擇最適合的保護方式來建立路徑，系統支援的保護機制如下：

- 子網路連接保護(SNC-P)
- 二芯光纖多工區段共享保護環(2F MS-SPRING)
- 四芯光纖網路保護設備(NPE)
- 經由取下及繼續設施增強子網路互連保護

(2)復原機制：在較高階終端路徑與區段路徑失敗時，Alcatel 1354 RM 可以根據終端路徑與區段路徑建立時所指定的復原規則來執行相關的訊務復原動作。

3.2.3 故障管理(Fault Management)

EML 來的基本告警通知由 Alcatel 1354 RM 故障管理程式處理以偵測出受衝擊的 NML 實體，收到 EMLs 發出的告警通知並執行網路相關性過程(correlation process)後，Alcatel 1354 RM 將產生網路告警(型式、發生時間、嚴重性及可能的原因等)，如圖四-37 所示。系統產生的網路告警有實體的鏈路連接、多工區段路徑、較高階路徑及終端路徑等，系統允許操作者對每一告警指定一適當的告警嚴重性指配設定檔(profile)，對於每一網路告警皆可能獲得與其相關的基本告警。

圖四-37 1354RM 的故障管理

| Date/Time | Source | Severity | Message | Clear | Reset | Print | Done |
|---------------------|----------------|-----------------------|-------------------|-------|-------|-------|------|
| 18/02/1998 09:23:31 | emlDomain202 | Communication Major | EMM not reachable | Naok | Nclr | Nrst | 0 N |
| 18/02/1998 12:00:22 | emlDomain200 | Communication | Alarms Misaligned | Naok | Clr | Nrst | 0 N |
| 18/02/1998 12:00:18 | emlDomain202 | Communication Major | EMM not reachable | Naok | Clr | Nrst | 0 N |
| 18/02/1998 12:00:42 | Port2M-414-dxe | Communication Warning | Alarm in PDI Port | Naok | Nclr | Nrst | 0 N |

爲了支援爆發性的告警，系統設有告警的優先等級及安全防護機制。所有含有告警物件(如 TTPs、CTPs、埠等)之網路拓撲結構物件(如節點、子網路、鏈路連接等)皆以圖示顯現出來，其顏色表示受影響物件最高告警嚴重性等級，網路告警均記錄於目前告警清單中，在回應及清除後則存於告警歷史資料檔中。

爲了幫助操作者每日的故障管理工作，故障管理系統提供了一套故障管理功能包括：回應及人爲清除、個人化告警計數設定、資料檔查詢、產生報表等。想瞭解告警的詳細情形，還可往下層的元件管理程式查詢，系統還允許告警資訊送往外界系統作進一步的處理(如 Trouble Ticketing 系統)。

3.2.4 效能管理(Performance Management)

Alcatel 1354 RM 提供使用者對於傳送實體如終端路徑或較高階區段路徑定義效能量測及取出與檢視效能資料。在定義品質量測時，使用者可選取特定的傳送實體設備，量測時間(15 分鐘或 24 小時)，自動或人爲的起動及停止。傳送實體選取後，Alcatel 1354 RM 選取網路接取點(NAP)做爲監視點，假如網路接取點(NAP)爲一虛擬網路元件，則自動選取下一個真實的 CTP，使用者也可起動一傳送實體中間點(CTPs)的監視。進行終端路徑效能量測時，報告可自動產生(如每個月列印一次效能量測資料)或依使用者的要求產生，並且可用圖示表現出效能資訊。除了將品質資料輸出到外界系統，Alcatel 1354 RM 也支援排程做效能監視資料的保存及備份。

3.2.5 安全管理(Security Management)

Alcatel 1354 RM 使用 UNIX 系統安全機制，整個系統的接取是依據使用者的帳號及密碼來保護，Alcatel 1354 RM 可支援到五級的功能接取領域(FADs)，一個 FAD 是指系統所有應用軟體及管理功能的部分集合。Alcatel 1354 RM 也支援網路接取領域(NAD)，一個 NAD 代表所管理的網域內能指配給操作者的網路實體(路徑、節點及網路接取點)之部分集合，管理者可以限定個別使用者的管理權限及資源。

五、心得及建議

此次實習，目睹了全光網路技術加速創新的競賽，電信大廠 ALCATEL 為維持其市佔率，不但 DWDM 系統技術屢破世界紀錄，且 SDH 產品亦進入新世代的多服務供裝平台。而後起的電信新廠 MOVAZ 為快速反應市場需求，採用其 3D MEMS 的專利技術，創造出 800 x 800 的全光交接系統，使得電信公司重新聚焦。

未來本公司的傳送主幹網路架構將從 IP/SDH/WDM 或 ATM/SDH/WDM 架構演進至 IP/WDM 網路架構，單一波長的傳輸速率則從 10G 升級至 40G，以滿足未來寬頻多媒體服務的需求。

全光網路為長程之建設目標，目前光元件正蓬勃發展之中，但全光系統產品普遍價位過高且未臻成熟，因此不宜快速演進至全光網路，應依市場產品的 Roadmap，分階段引進全光網路設備，並注意系統未來的整合及聯貫性，以免浪費投資。建議分成下列三階段來實現全光網路。

- 引進超長傳輸距離的 DWDM 系統，減少電氣再生器的使用，降低網路建置及維運成本。
- 引進全光交接系統(OXC)，直接交換光信號(波長)，可有效利用主幹網路的頻寬及加速服務的供裝。
- 引進全光路由器(可能至 2010 年以後)，直接交換光封包，完成全光網路的演進。

2002 年底至 2003 年初，本公司可望開始引進 OXC，配合 OTM 及 OADM 使用，可提升本公司的網路品質及服務供裝效率。OXC 產品市場目前分成 O-E-O 及 O-O-O 架構，現階段仍以主推 O-E-O 架構的 OXC 供應商較佔優勢，主因為：

- 較佳的 Grooming 功能，可至 STM-1 的交接。
- 具網路管理及信號效能監視等功能。
- 技術非常成熟且成本較低。

固網新業者於去年中已陸續加入市場展開營運，新固網業者雖然在 Last Mile 遇到瓶頸，但在骨幹網路建設上，因無舊包袱牽絆，得以建置新一代網路設備，進入市場與我們競逐。另外，電信總局已開放國際海纜出租業務及多項增值業務，2002 年，電信業務的開放更無底限，因此我們的競爭者會更多且挑戰更強。本公司與客戶雙贏的策略將是持續全光網路的演進，以 cost-effective 的網路提供客戶更高速及高品質的寬頻服務，除了創造新客戶以外，更可保住舊客戶。

全光網路建設的競賽，我們不能輸在起跑點上。未來十年內，DWDM 技術及 SDH 技術將持續佔據傳送主幹網路的核心技術平台，唯有致力相關設計及維運人才的培訓，才能在電信全球化的浪潮下勝出。