

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：實習)

## 赴美實習【全光式波長交接(OXC)技術】出國報告書


服務機關：中華電信股份有限公司

預算項目：九十一年度派員出國進修研究實習  
計畫第六項

出國人姓名：駱啟民 副工程師

出國期間：九十一年五月十九日至五月三十一日

出國地區：美國

報告日期：九十一年九月十日

## 摘要

電信產業經過 2001 年的網路泡沫化，整個產業景氣在 2002 年仍持續下滑，可能 2003 年依然無法樂觀預測景氣回升，以往全球競相投資長程 DWDM(Dense Wavelength Division Multiplexing)陸纜及海纜系統熱潮所致的供給過剩，及電信公司大幅刪除電信設備投資費用，已重創 DWDM 設備供應商，使其縮減較先進光系統之研發與生產，目前許多大廠皆已延後大型(1024 埠 x 1024 埠)光交接(Optical Cross-connect, OXC)系統之研發，轉而配合電信公司低 CAPEX 及低 OPEX 成本之需求，生產多服務介面及自動調度與復原之 OXC 系統。本次「光波長交接(OXC)技術」實習的目的即在加速 OXC 網路的引進，充分利用網狀網路之容量規劃及最佳化以提供更多新服務，並滿足客戶之隨選頻寬及 SLA(Service Level Agreement)需求，進而創造本公司更多營收。

職奉派前往 NORTEL NETWORKS 公司及 CIENA 公司實習 OXC 設備及網管系統技術，除了掌握 OXC 技術的現況及趨勢，亦了解其客戶的商用情形及營運策略。近期來講，兩家公司之 OXC 設備之容量大約為 640Gbit/s(64 埠 x 10Gbit/s)，皆有 STM-16、STM-64 介面，並發展智慧型軟體(自動控制平面)，以提供自動化供裝(provisioning)與復原功能。此外，NORTEL NETWORKS 公司之 HDX 設備第二版將提供 STM-1、STM-4 介面，系統容量未來可擴充至 3.84 Tbit/s(384 埠 x 10Gbit/s)；至於 CIENA 公司之 Core Director 設備已可提供 STM-1、STM-4 介面，系統容量未來可擴充至 7.86 Tbit/s(786 埠 x 10Gbit/s)。

此次實習，已深切感受全球電信產業之不景氣，使得各電信公司放慢全光網路建設之腳步，因此 DWDM 設備廠商已被迫延後大型 OXC 系統研發至 2003 年以後，預估都會區 OADM 網路之大量及普遍建設亦將延後至 2004 年~2005 年，近期之網路型態將以 TDM + Ethernet 服務 over SDH 網路為主，2003 年本公司可望完成大都會區之 OADM 網路建設，屆時可提供客戶所需之波長服務(TDM、Ethernet、SAN 等服務)。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 NORTEL NETWORKS 公司之 HDX 設備及網管技術實習的內容，第四章詳述 CIENA 公司之 Core Director 設備及網管技術實習的內容，第五章提出心得及建議。

# 赴美實習【全光式波長交接(OXC)技術】出國報告書

## 目 次

<u>一、</u>	<u>目的</u> .....	3
<u>二、</u>	<u>過程</u> .....	3
<u>三、</u>	<u>實習 NORTEL Optera Connect HDX 設備及網管技術</u> .....	4
	<u>1. Optera Connect HDX 設備</u> .....	4
	<u>1.1 HDX 設備特性</u> .....	4
	<u>1.2 HDX 設備架構</u> .....	5
	<u>1.3 HDX 設備之維運功能</u> .....	12
	<u>2. Preside 網管系統</u> .....	16
	<u>2.1 網路管理架構</u> .....	16
	<u>2.2 網路元件庫存及管理</u> .....	17
	<u>2.3 NORTEL NETWORKS 控制解決方案</u> .....	17
	<u>2.4 OPTera Smart OS</u> .....	18
	<u>2.5 Preside 多兆位元(Multiterabit)元件管理者</u> .....	18
	<u>2.6 Preside 應用平台</u> .....	20
	<u>2.7 差異性-閘道</u> .....	22
	<u>2.8 網路最佳化工具及服務</u> .....	22
<u>四、</u>	<u>實習 CIENA Core Director 設備及網管技術</u> .....	26
	<u>1. CIENA Core Director 設備</u> .....	26
	<u>1.1 設備特性</u> .....	26
	<u>1.2 CIENA® CoreDirector™ 交換結構</u> .....	27
	<u>1.3 CIENA® CoreDirector™ 網路及服務應用</u> .....	31
	<u>2. ON-Center 網管系統</u> .....	36
	<u>2.1 ON-Center 服務管理組</u> .....	36
	<u>2.2 ON-Center 整合網路管理組</u> .....	39
	<u>2.3 ON-Center 模型及規劃系統</u> .....	49
<u>五、</u>	<u>心得及建議</u> .....	50

## 一、目的

職駱啟民奉派前往 NORTEL NETWORKS 及 CIENA 公司實習光波長交接(Optical Cross-Connect, OXC)系統設計及應用技術，其目的在學習 OXC 最新產品、長途網路應用及網路維運技術，並探討未來技術的 Roadmap(產品商用化的研發與生產時程)。在 NORTEL NETWORKS 公司的 HDX 設備實習，除了掌握其最新產品技術外，亦深入了解北美市場的應用狀況。至於在 CIENA 公司的 CoreDirector 設備實習，令人印象深刻的是其致力發展之自動調度與復原協定，即光發信及選路協定 (Optical Signaling and Routing Protocol, OSRP)，可使電信公司簡化維運人力及降低 OPEX 成本，當然 NORTEL NETWORKS 公司亦進行類似功能之 OPTera Smart OS 軟體之發展。由於使用 OXC 設備構成網路時，須牽涉複雜光參數設計及網路最佳化等問題，因此，上述兩家廠商皆有網路規劃工具，提供電信公司進行網路規劃設計時的最佳輔助。

## 二、過程

此次實習含行程各計 13 天，其內容如下：

日期	地點	內容
91 年 5 月 19 日	台北—舊金山	去程
91 年 5 月 20~24 日	舊金山	NORTEL OPTera Connect HDX 實習： System Engineering / Planning System Architecture / Optical Networking System Control (OAMP) Function Network Application Network Management System Operation & Testing Procedure
91 年 5 月 25~26 日	舊金山	假日休息(整理資料)
91 年 5 月 27~29 日	舊金山	CIENA CoreDirector 實習： System Engineering / Planning System Architecture / Optical Networking System Control (OAMP) Function System Demo and Operation Network Management System Operation & Testing Procedure
91 年 5 月 29~31 日	舊金山—台北	返程

### 三、實習 NORTEL OPTERA CONNECT HDX 設備及網管技術

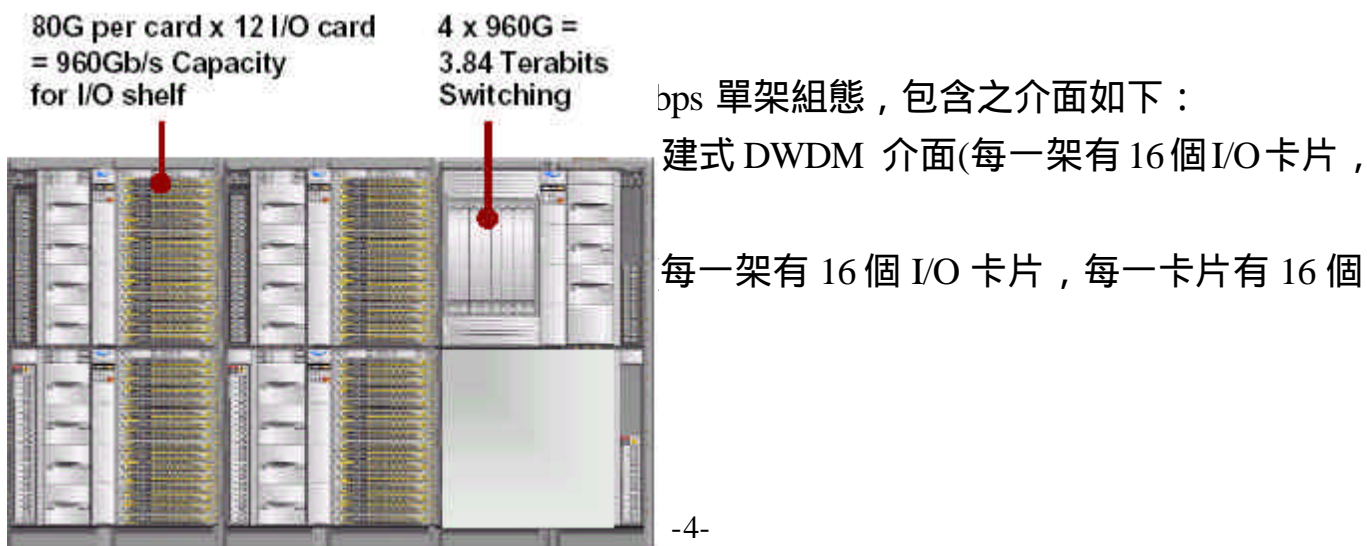
#### 1. Optera Connect HDX設備

OPTera Connect HDX光交換設備可提供數兆位元(terabit)之交換容量，加上內建之OPTera Smart OS軟體智慧，可使電信公司提供服務彈性之改善、連接與網路管理之最佳化及光網際網路(Optical Internet)可靠度之強化。OPTera Connect HDX允許數百個路由器、ATM及SONET/SDH設備之互連，除了提供透通波長服務(自2.5 Gbps至40 Gbps)之連接性，亦可彙整、集結及復原網路內之次波長服務。Preside網管系統提供完整之光層管理及端對端網路之分區管理。

##### 1.1 HDX 設備特性

- (1) 兆位元之規模性(Terabit Scalability)：OPTera Connect HDX每一架(shelf)提供384個OC-192/STM-64 (24,576個STM-1)之交換能力，目前商用的OPTera Connect HDX系統之總交換容量為640 Gbps，未來可擴充至3.84 Tbps，如圖三-1所示。

圖三-1 光交換容量之兆位元解決方案



- 2 片矩陣模組(MXT 用於同步及通信)
- (2) 軟體智慧開創新服務：OPTera Connect HDX平台內建之OPTera Smart OS軟體智慧，係採用ITU-T自動交換式傳送網路(Automatically Switched Transport Network, ASTN) 標準之最先進發信(signaling)能力，主要特性如下：
- 自動拓樸發現及網路察覺(awareness)
  - 可變式選路引擎
  - 動態端對端光路徑之供裝
  - 分級CoS/QoS之支援
  - 分布式控制架構
  - GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)選路及發信(signaling)協定
  - 網狀規劃工具
- (3) 電信等級可靠度：OPTera Connect HDX平台之平面設計及全保護式I/O，使得系統可靠度達到99.999%。
- (4) 下一代光網際網路：未來的願景是普遍存在之光學、智慧之網路及無法預測之服務，OPTera Connect HDX將是構建此願景之關鍵方塊，其彈性頻寬、規模性及智慧型之平台可幫助電信公司面對未來挑戰及驅動下一代網路之演進。
- (5) 端對端服務管理
- 非阻塞式交換架構
  - 彈性服務能力：高埠密度(每一卡片有 4 個 STM-64 埠或 16 個 STM-16 埠)、整合 DWDM 介面、VC-4 至 VC-4-64c 彙整單位、波長及次波長序連(VC-4, VC-4-2c, VC-4-3c, ... VC-4-64c)管理。
  - 復原機制：1+1 線狀、不保護、網狀。
  - STM-16/STM-64 服務之故障管理及效能監視
  - 外部定時信號輸入
  - 元件及網路管理：TL-1 命令與 CORBA 介面、Preside 網路管理支援。

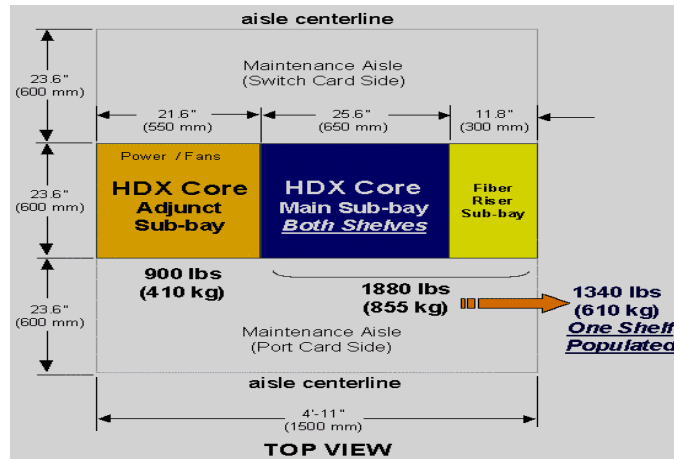
## 1.2 HDX 設備架構

### 1.2.1 機械結構

- (1)機架組成及尺寸：HDX 係由 I/O 機架及核心機架組成，每一機架則由主次機架及副次機架組成。主次機架包含交換模組及/或線路光卡，副次機架包含電源模組、

風扇、機架控制器及人機介面埠，光纖上升次機架則用以管理光跳接線及導引跳接線至光纖導管。HDX 核心機架之尺寸為 83.7" x 59.0" x 23.6"，如圖三-2 所示。

圖三-2 核心機架尺寸及重量



HDX 核心機架地板負載如下：

機器+服務區域(as per GR-63-CORE) = 29 ft<sup>2</sup> (2.7 m<sup>2</sup>)

全部重量 = 2780 lbs (1265 kg) (both shelves populated)

地板負載 = 96 lbs/ ft<sup>2</sup> (470 kg/m<sup>2</sup>) (both shelves populated)

全部重量 = 2240 lbs (1020 kg) (one shelf populated)

地板負載 = 77 lbs/ ft<sup>2</sup> (378 kg/m<sup>2</sup>) (one shelf populated)

HDX I/O 機架之尺寸為 83.7" x 59.0" x 14.8"，如圖三-3 所示。

HDX I/O 機架地板負載如下：

機器+服務區域 = 19.4 ft<sup>2</sup> (1.8 m<sup>2</sup>)

全部重量 = 2010 lbs (915 kg) (both shelves populated)

地板負載 = 104 lbs/ ft<sup>2</sup> (508 kg/m<sup>2</sup>)

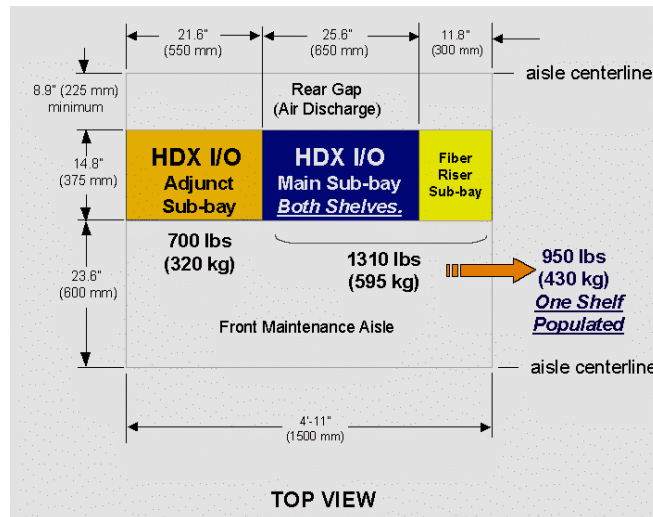
全部重量 = 1650 lbs (750 kg) (one shelf populated)

地板負載 = 85 lbs/ ft<sup>2</sup> (417 kg/m<sup>2</sup>)

(2)單架(shelf)容量：單架交換矩陣容量可達 3.84 Tbps (release 4.0)，單架 I/O 容量則為 640 Gbps。

(3)埠容量：48 個 80 Gbps 埠(尚未商用)、96 個 40 Gbps 埠(尚未商用)、384 個 10 Gbps 埠及 1536 個 2.5 Gbps 埠。

圖三-3 I/O 機架尺寸及重量



(4)足印(footprint)：交換核心機架(包含機架、電源附屬品及光纖管理)之尺寸是 Width 47.3"/1500mm x Depth 23.6"/600mm x Height 86.6"/2200mm，I/O 機架(包含機架、電源附屬品及光纖管理)之尺寸是 Width 47.3"/1500mm x Depth 14.8"/375mm x Height 86.6"/2200mm。每一 HDX 機架包含兩個架(shelves)，各有 16 個卡槽，光卡可插入核心機架之任一卡槽，光介面種類如下：

- 4 x 10G DWDM T/R 電路模組(OC-192 or STM-64)
- 4 x 10G SR T/R (短距離)電路模組(OC-192 or STM-64)
- 16 x 2.5G SR T/R (短距離)電路模組(OC-48 or STM-16) (DWDM in Rel 2.0)
- POI 240G (並行光介面)電路模組(Release 2.0)
- 10 Gb S-VSR
- 可供裝多埠(multi-port)OC-3/OC-12 SR (STM-1/STM-4) (Release 2.0)

HDX 係高密度交接系統，HDX 核心機架是包含交換模組之雙面機架，機架背面最多可裝置 8 片垂直交換模組。背面之每一交換模組可經由雙面中層板與正面之支路卡片連接，HDX 平台可交換 VC-4 自任一埠至任一埠。HDX Release 1.0 提供 640 Gbps 單一架組態，需要三片交換模組(兩片工作、一片保護)，如須擴充至 3.84 Tb/s (HDX Release 2.0)，則須 6 片交換模組用於工作及 2 片交換模組用於保護。圖三-4 顯示 HDX 核心機架背面之交換模組。

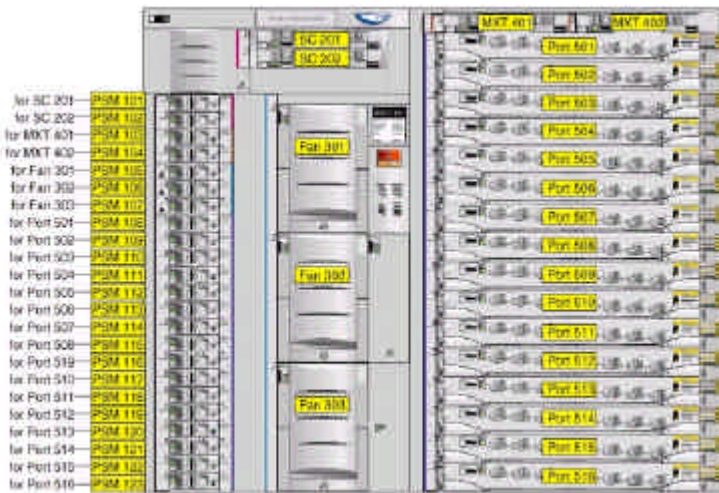


圖三-4 HDX 交換模組配置圖(Release 1.0 組態)



HDX 核心機架(雙面),可收容線路光卡、並行光介面卡(in Release 2.0 導入 HDX I/O Bay(單面),以建立高密度 10 G/2.5 G 埠收集裝置)並導入核心機架之交換模組。HDX 核心機架及 HDX I/O 機架有相似之實體屬性-使用主機架、次機架及光纖上升裝置,主機架包含載送訊務之卡片(交換模組或線路光卡)及兩片矩陣與定時信號(Matrix and Timing, MXT)卡片,次機架位於主機架左側,其包含電源與冷卻功能、兩個架控制器、人機介面、遙測裝置及外部通信,三個風扇模組用於 NE 之冷卻,23 個功率服務模組(Power Service Modules, PSM)用於次機架及主機架冗餘功率之提供,光纖上升裝置提供光纖自機架至附屬光纖托盤之導引路徑。圖三-5 及圖三-6 分別顯示 HDX 核心與 I/O 機架之正面觀察及背面觀察:

圖三-5 HDX 核心及 I/O 之正面觀察



**Gigabit I/O Port Capacity**

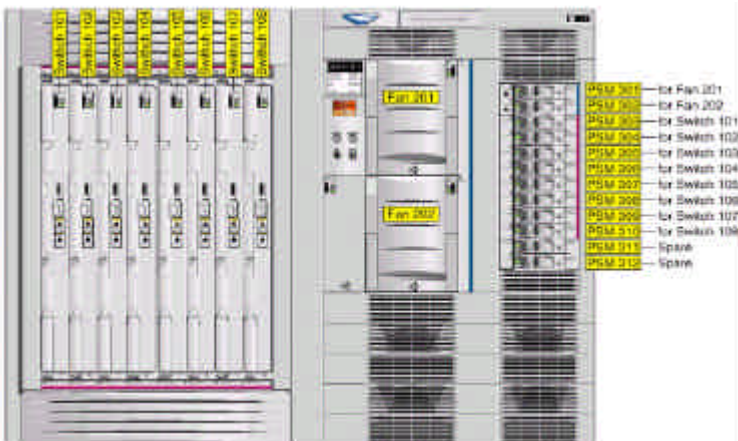
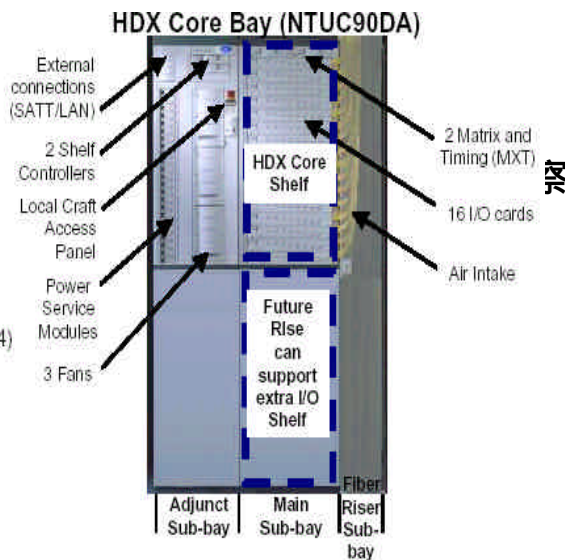
- ✓ 640 Gb/s traffic bandwidth per shelf non blocking (16 port slots x 40G)
- ✓ One or two shelf per Core bay
- ✓ 16 Port Card slots per shelf
- ✓ Management:
  - 2 Matrix and Timing cards/shelf
  - 2 Shelf Controller cards/shelf

**Port Cards - (16 cards per shelf)**

- ✓ Quad 10G DWDM T/R (OC-192/STM-64)
- ✓ Quad 10G SR T/R (OC-192/STM-64)
- ✓ Hex 2.5G SR T/R (OC-48/STM-16)

**Packaging**

- ✓ Adjunct Sub-bay – Power and Cooling
- ✓ Main Sub-bay - Optics
- ✓ Fiber Riser Sub-bay - Fiber routing



**Terabit Switching Capacity**

- ✓ 1.6 Tbit/s non-blocking switch matrix and hardware fault protected per shelf (2 Switch cards x 800 Gbit/s per card)

**Connection Management**

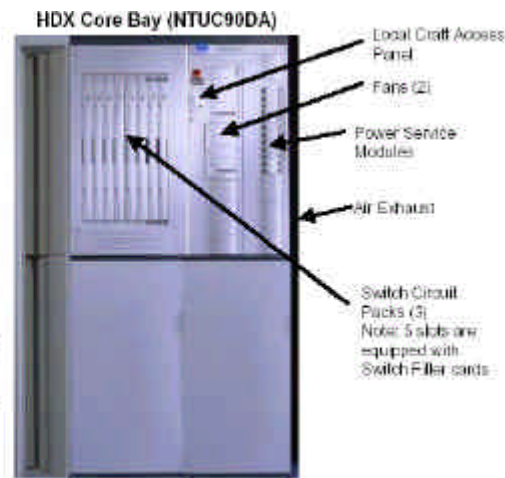
- ✓ Any-to-any connections (STS-1 for SONET and VC-4 level for SDH)

**Switch Cards (3 per shelf)**

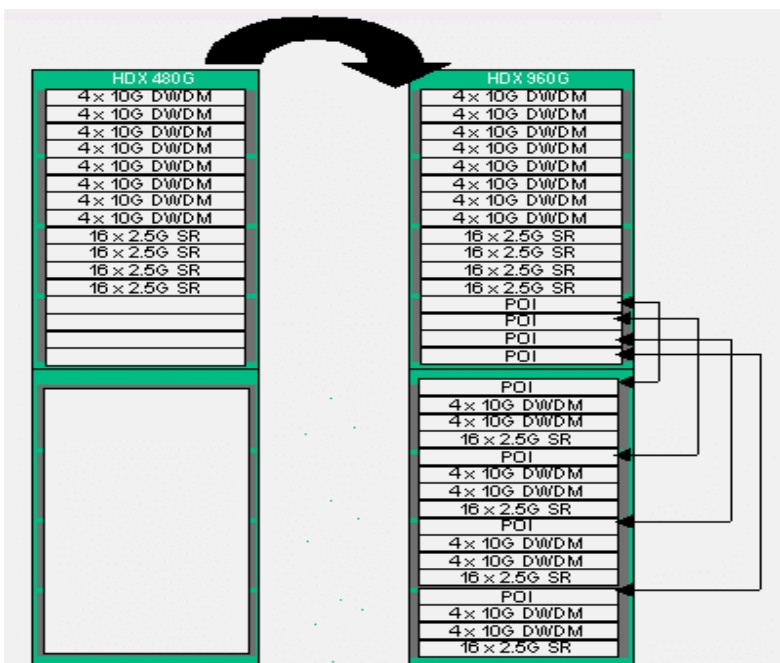
- ✓ 800 Gbit/s per card
- ✓ 1:2 Revertive protection
- ✓ Every Port card connected to every Switch card

**Packaging**

- ✓ Adjunct Sub-bay - Power, Cooling management
- ✓ Main Sub-bay - Houses Switch cards



提供 3.84 Tbps 系統容量，並行光介面 (Parallel Optical I/O) 之雙向 VECSEL 介面可支持 2.5G 與 10G 信號，並提供最佳化 HDX 平台擴充之範例。提供 800 Gbps 之範例



Breaker)需求：  
需求表

Breaker Recommendation	
V	
A	250 A per Shelf
A	200A per Shelf



表三-2 顯示在滿載及最大穩態熱負載下之功率消耗值：

表三-2 HDX 功率消耗表

組態	功率消耗(Watts)
單一 HDX 核心架(Release 1.0 之最大值)	6,700
單一 HDX 核心架(未來版本之最大值)	10,250
NTUC90DA-單一 HDX 核心架(Release 1.0)	6,700

#### 1.2.4 服務介面

- 1 x 40 Gbps DWDM 線路卡
- 8 x 10 Gbps (OC-192/STM-64) NRZ DWDM 線路卡
- 8 x 10 Gbps (OC-192/STM-64)短距離線路卡
- 32 x 2.5 Gbps (OC-48/STM-16) 短距離線路卡
- 光互連匯流排：使用低成本之 240 Gbps POI 線路卡來互連 OPTera 系列產品
- 超短距離(VSR)介面應用於超短距離、低成本之設備互連
- 透通光介面
- 單一 80 Gbps DWDM 線路卡

### 1.3 HDX 設備之維運功能

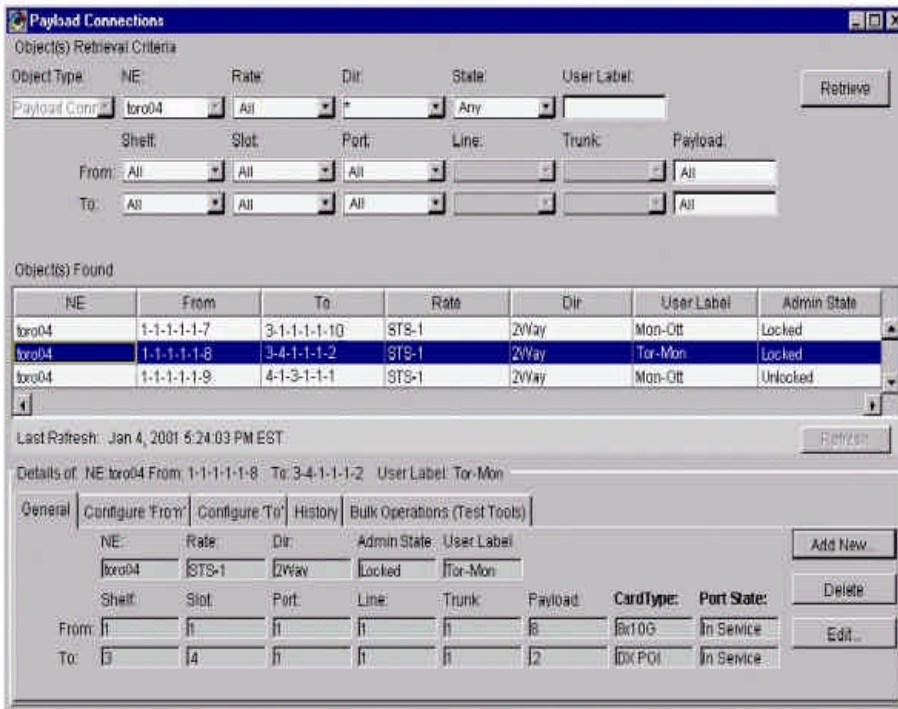
#### 1.3.1 服務供裝

HDX 連接管理者工具提供下列特性：

- 增加、刪除、編輯及測試接取
- 參數之自動選擇
- 連接設定需輸入進入/離開埠、連接速率、通道、連接方向及接標籤
- 跨越多個 HDX 架之透通連接
- 巨量供裝提供一特定 NE 之多重連接
- 連接之建立/刪除/修改之操作紀錄

OPTera Connect HDX 軟體提供設施管理之便利方式，其物件發現器(Object Finder)工具可過濾及顯示連接狀態，遠端 NOC 亦可執行此功能，圖三-8 顯示連接管理畫面：

圖三-8 OPTera Connect HDX 連接管理畫面

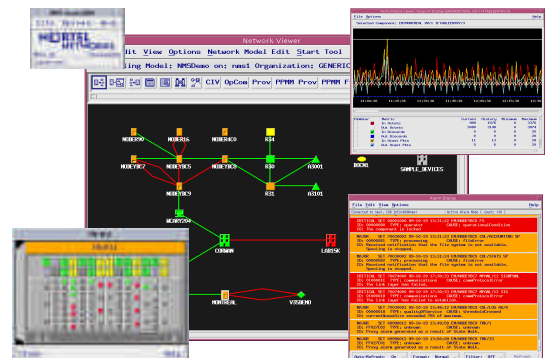


除了埠對埠連接管理 GUI，網狀連接供裝瀏覽器提供波長或次波長連接之遠端供裝，UNI 則提供動態連接設置(setup)，如圖三-9 所示。

圖三-9 OPTera Connect Controller(OCC)管理功能

## OCC Management

- MESH Connection Manager
- OCC Element Management
- OCC Topology View
- OCC Fault and Performance Management
- Shelf Level View
- OCC Configuration
- OCC Remote Login
- IP Device Adapter for Communication with Preside



OCC 能擷取每一連接之使用量資訊，使得電信公司可提供依使用量記帳之傳送服務，帳務功能係依據 GR-1110-CORE “Broadband Switching System (BSS) Generic Requirements”及 OIF2001.340 “OIF Connection Usage Records for Billing Purposes”標

準，每一紀錄包含下列資訊：

- 連接開始日期及時間
- 連接結束日期及時間
- 經過時間(Elapsed time)
- 服務之連接等級
- 連接頻寬
- SDH、SONET、及酬載指示器
- 路徑類型(工作、保護或重撥)
- 紀錄產生理由

### 1.3.2 OPTera Smart OS 控制平面

OPTera Smart OS 之拓樸自動發現、彈性網狀復原及動態連接等功能，可使網路最佳化及提供客戶定做頻寬，加速下一代服務之出現。經由 OPTera Smart OS、OPTera Smart Agent 及 Smart Management System for OPTera 三種動態軟體平台，Nortel Networks OPTera 產品可提供邊對邊(edge-to-edge)光靈活性。

OPTera Smart Agent 可安裝於各種客戶(client)裝置，例如：路由器、交換器、儲存設備及伺服器，經由 OPTera Smart OS 之智慧光層之連接，即可提供定做之隨選即時頻寬。Smart Management System for OPTera 包含網路管理、服務管理及網路規劃工具，提供下一代光服務之規劃、建立及遞送，使得服務提供者可充分利用智慧型光網狀網路。網路規劃工具可模擬及規劃網狀網路，使其最佳化；網路管理提供自動化障礙通知及診斷、事先主動效能報告、設備庫存及網路軟體更新；服務管理提供客戶關係管理、服務位階管理、訂單管理及庫存管理。

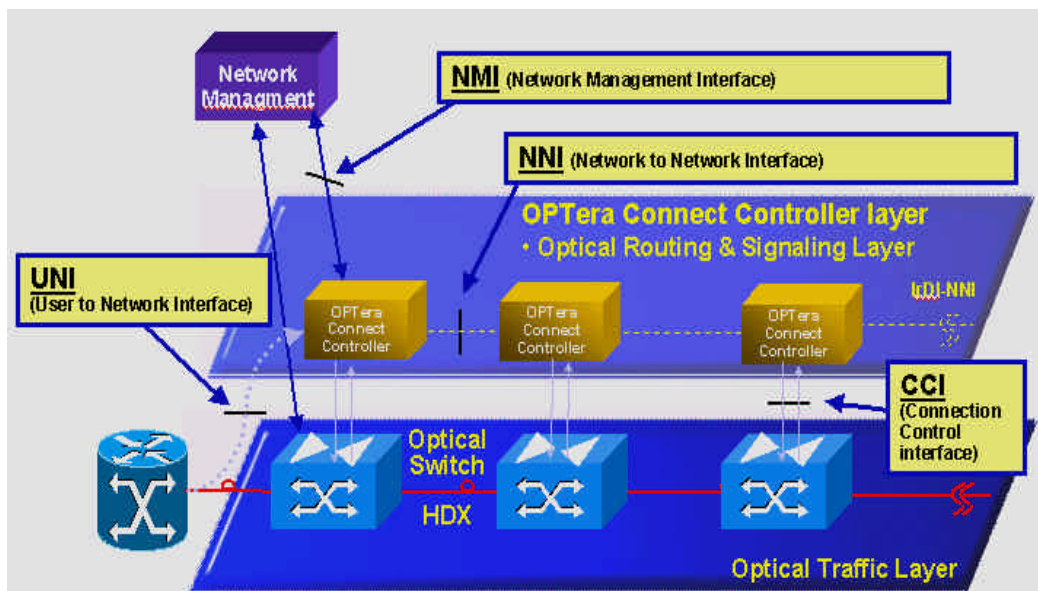
為充分利用網狀網路之優點，Nortel Networks 已經建立 OPTera Connect OS 光控制平面，OPTera Connect HDX 完全與 OPTera Smart OS 相容，並支持下列特性：

- 光連接之自動選路及發信(signaling)
- 拓樸與資源之自動發現
- 智慧型光選路及發信演算法
- 分布式架構
- 快速端對端連接管理
- 依據服務屬性(頻寬、位元錯誤率、延遲、可用性)之路徑計算
- 客戶驅動之端對端連接性

OPTera Connect OS 之核心是 OPTera Connect Controller (OCC)，其為電信等級之微處

理器，負責管理光選路及發信層之運作，一分佈式 OCC 網路即用以控制光交換層，圖三-10 顯示各控制層及定義層與層間之介面：

圖三-10 OPTera Smart OS 控制層



經由下述兩種介面，  
之 OIF Supercomm 包括 Cisco、Avici 及作展示 GMPLS UNI  
四季商用化。

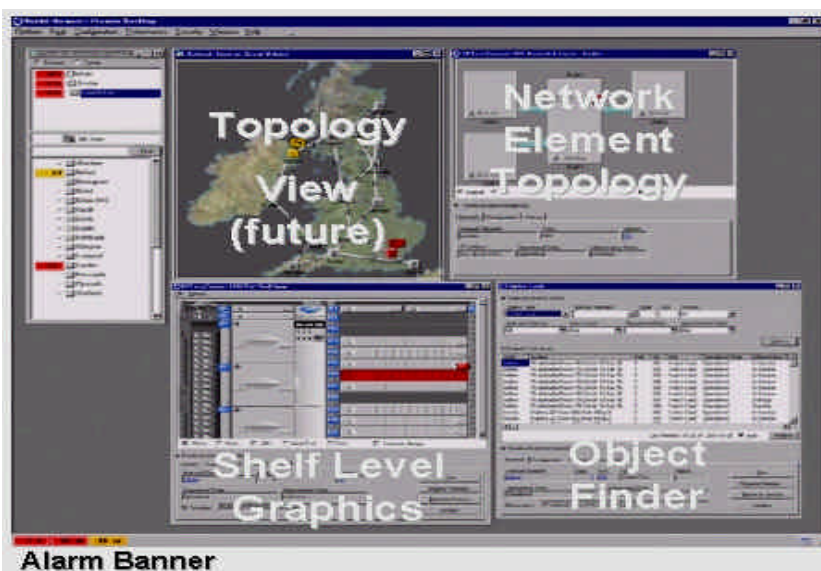
成設備告警、設施告警、及環境告警。HDX 之外部及內部通信皆使用 IP，但外部之 IP 埠無法接取內部位址。Synchronization, Alarms, and Telemetry Termination (SATT) 模組提供遙測及外部通信連接，遙測係使用纜線插腳連接，外部 LAN 通信則使用 10/100 Base-T 連接器。

經由實體 DCC 纜線、LAN、POI 介面或光信號中之 DCC，OPTera Connect HDXs 可與其他 HDX 機架通信。

網路元件經由 TL1 介面報告警報至上層網管系統，可選擇自動報告或手動 TL1 詢問，OPTera Connect HDX 符合 Telcordia GR-833 規格，GUI 提供網路觀察、機架觀察及卡板觀察，當告警發生時，GUI 可快速彈出(pop-up)故障之 NE 及卡片。圖三-11 顯示同一螢幕上之每一種觀察：



圖三-11 OPTera HDX GUI



牛管理系統(Element Management 及 EMS 皆提供 GUI 平台(based)之行(northbound)介面，以利 Nortel 介面。第一版 OPTera Connect HDX

Preside 網管系統提供元端之元層管理及端對端網路之分區管理，其 OAM&P 之特性如下：

- 光區段觀察(Optical Section View, OSV)：單一畫面顯示多個地點之光組件，簡化 DWDM 系統之管理，提供光系統之真實表示及狀態。
- 光功率管理(Optical Power Management, OPM)：允許每一波長之功率調整，使得酬載之遞送距離可以適當的延伸。
- 波長路徑管理(Wavelength Path Management)：追蹤一波長路徑及連接光層與訊務層。

Preside 網管系統提供網路監視、故障管理、端對端連接管理、光層管理、效能報告、告警歷史瀏覽及根本原因分析，此外，Preside 網管系統具有北行之 CORBA

介面，可提供故障、NE 發現、PM 統計性及連接管理等資訊。

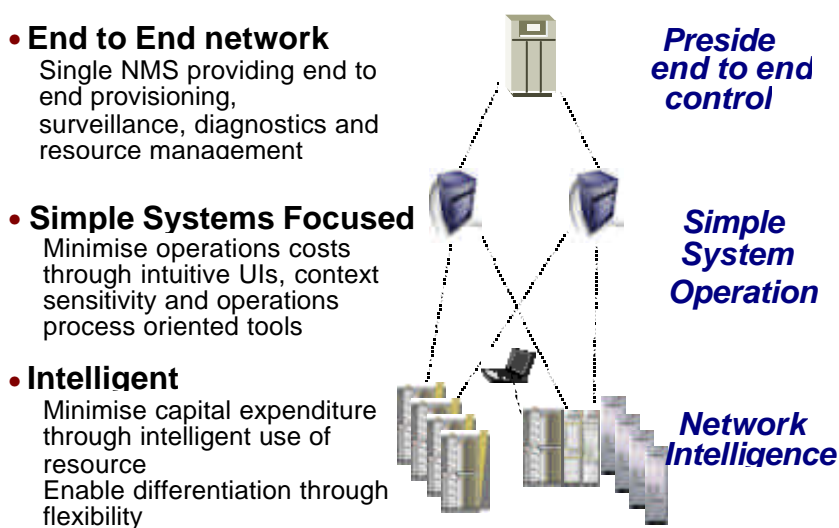
## 2.2 網路元件庫存及管理

OPTera Connect HDX 使用 IP 基礎設施來提供內部及外部通信，NE 中之每一功能方塊皆有一內部 IP 位址。在 NE 進行組態設定之過程中，將自動地指定內部 IP 位址至每一機架及電路卡板，每一機架已配置大量之 IP 位址，以利未來擴充至高密度電路卡板。為避免私用 LAN 連接至公用 DCN，任何來自外部 DCN 之 IP 訊務將被阻擋，防止其到達內部 LAN，同時內部訊務亦不能經由公用埠流出至外部網路。OPTera Connect HDX 之全部模組自動地被發現及增加至機架庫存，經由 GUI 介面，HDX EMS 及人機介面可顯示每一節點之設備及模組實體。

## 2.3 NORTEL NETWORKS 控制解決方案

OPTera Connect HDX 及創新的網狀網路設計不僅大幅降低設備每位元之連接成本，也減少功率消耗及地板空間。NORTEL 之網路控制解決方案，不僅滿足客戶的需求，同時亦使 CAPEX 及 OPEX 最小化，此一方案包含提供全球管理之網管系統、特定區域控制之元件管理系統及符合客戶需求之 NE，如圖三-12 所示：

圖三-12 NORTEL 之網路控制解決方案



Nortel 之光管理解決方案包含下列主要組件：

- OPTera Smart OS：光網路裝置之智慧
- Preside 多兆位元(Multiterabit)元件管理者：智慧型及數兆位元光網路裝置之 OAM&P
- Preside 應用平台：SONET/SDH 及 DWDM 網路之控制及觀察

## 2.4 OPTera Smart OS

分布於 HDX 設備之 OPTera Smart OS 可使 CAPEX 最小化,並提供靜態光傳送服務、下一代隨選頻寬及光虛擬專用網路(Optical Virtual Private Network, OVPN)服務。

OPTera Smart OS 可使網路快速反應網路情況及客戶服務需求,卻無需人工之介入。

(1)降低 CAPEX:今日若客戶要求訊務保護時,唯一的方法是供裝一完全冗餘之路徑,由於此額外固定成本,使得費率結構較無彈性,OPTera Smart OS 之彈性網狀復原即可解決上數之問題,其可提供不同類型之服務保護,以符合客戶之服務及預算需求,服務等級(Lasses of Service)有下列五種:

- 路徑保護:事先配置之冗餘路徑,類似傳統 SNCP (提供 50ms 復原時間)
- 網狀保護:定義事先配置之冗餘路徑由多個服務共用,從統計觀點,這些服務不可能同時失效(200ms 復原時間)
- 重撥:OPTera Smart OS 網路偵測到故障時,將重新設計及選路以避開故障(復原時間約需數秒)
- 不保護:故障發生時,將導致服務中斷。
- 以優先權取得(pre-emptable):高優先權服務將佔有低優先權服務使用之頻寬。

與傳統網路設計相比,OPTera Smart OS 光網路證明可省下 30% 之 CAPEX。

(2) 開創新服務:OPTera Smart OS 可允許客戶直接對電信公司的網路要求服務,“客戶驅動”服務可使客戶設備連接至 Smart Optical Network 及要求服務等級與每分鐘頻寬需求。例如:客戶使用白天訊務之平均位階來決定其服務速率需求,亦可能需要數據儲存設施之備援,此種備援導致訊務使用量之峰值速率遠大於其平均值,且耗費數小時來進行備援,一旦數據移轉過程中有錯誤且必須重新開始,將衝擊客戶正常之商業運作,目前客戶有兩種選擇,接受此種衝擊或付出大量錢購買額外頻寬。如果使用 OPTera Smart OS,客戶能要求特定期間內使用峰值速率,其他時間使用平均速率,可使備援程序有更大之安全與速率,而不須支付固定高容量專用連接之成本。在 Supercomm 2001 年貿易展上,Nortel Networks 與 EMC<sup>2</sup> 之儲存系統、Juniper Networks 之 IP 路由器成功地展示這些能力,OPTera Smart OS 支持商業成長及允許網路動態反應商業訊務之變化,此外,OPTera Smart OS 提供呼叫紀錄,可使服務業者計算服務費用及分析訊務趨勢。

## 2.5 Preside 多兆位元(Multiterabit)元件管理者

PMEM(Preside Multiterabit Element Manager)提供 OPTera Connect HDX、OPTera Connect PX 及 OPTera Long Haul 5000 系列產品之維運與效能管理,並使訓練需求最小化及減少光傳送設備之安裝、維護與組構時間。PMEM 完全與 Preside 網路管理工具組合一起整合,包括 Preside 應用平台、Trail 管理及光(DWDM)應用組合,PMEM 之畫面顯示如圖三-13。

圖三-13 PMEM 畫面



節點設施供裝、節點連接管理及安  
者。  
GUIs，簡化工作流程及時間。

- 故障、效能及庫存資訊之彈性收集，包括故障及 PM 點之歷史觀察。
- 提供即插即用(plug and play)之標準介面，未來提供開放式介面，以利 OSS 整合。

### (3)一般系統特性

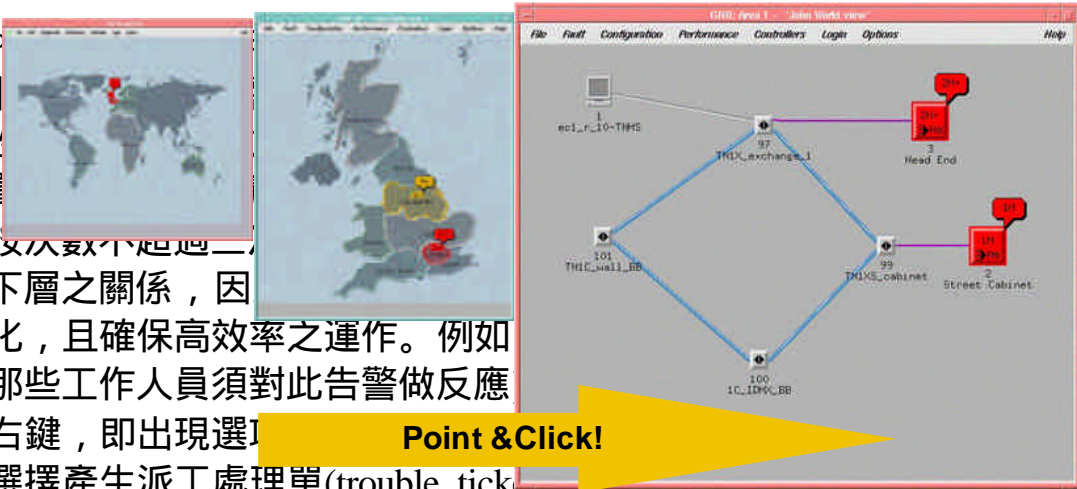
- 雙同級平台能力，以分擔保護模式(shared protection mode)運作，具有處理緊急任務之彈性。
- 介面管理，確保 PMEM 與 Preside、HDX、LH5000 之版本無相依性，使系統升級複雜度最小化。
- 經由 Java 及 IP 之使用，可在任一地點之客戶平台接取 EMS 或本地人機終端介面。

## 2.6 Preside 應用平台

Preside 可被安裝於低成本工作站(例如：HP C3600)，起始成本低但不會衝擊規模性，安裝 Preside 應用平台(Application Platform, AP)之單一 C3600 最多可管理 1500 NE，使用多台 C3600 工作站或建置伺服器等級之機器，Presides 可管理之 NE 數目高達 10,500。圖形式網路瀏覽器可顯示網路拓樸及訊務狀態，例如：當訊務被保護切換至一冗餘路由時，光纖中斷之位置及訊務之新路由將被顯示出來。一旦安裝好 Preside AP，可依據使用者之角色及職責來調整網路之觀察，以符合個人之需求，圖形編輯器促進 NE 之布局(layout)及階層式分群，分群可依背景地圖來彈性調整成區域或機房之表示，如圖三-14 顯示，Preside AP 允許網路觀察之彈性分層及巢串。

圖三-14 多重位階網路觀察之範例

Point & Click!



喜歡圖形觀察；若此外，告警嚴重發生時，NE 將依通常使用滑鼠之點選單很清楚顯示上訓練成本可最小有詳細內容(包括至此告警並按下處理；或者，他可選擇特定節點/技術工具 登入 EMS 或登入 NE 命令列來觀察機架圖形，以確認那一槽位之卡片故障，並取得產品編碼、系列號碼及符合 G.827 之效能數據。

Point & Click!

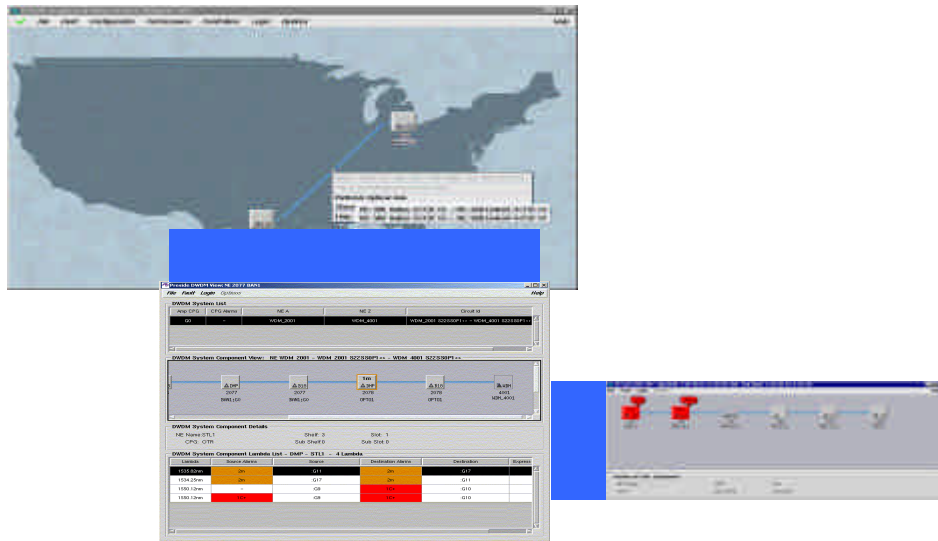
(1)管理同步服務：對 SDH 及 SONET 同步網路，Preside Trail 管理者應用提供有效之頻寬管理，使 CAPEX 最小化。Preside Trail Manager 於安裝完成後，將持續搜尋網路能力、容量及服務之相關資訊，並存入資料庫，這些資料有利於電信公司迅速販售多餘頻寬及導引網路規劃過程。Preside Trail 管理者可產生 VC-12 至波長容量之實體連接與被支持服務之報告檔，網路規劃工具可輸入這些報告檔，以利新服務與網路演進之規劃。Preside Trail 管理者亦提供使用者介面，以利客戶服務之供裝，它有兩種使用者介面-主要 Trail 管理者視窗及路由諮詢器(Route Advisor)，主要 Trail 管理者視窗允許使用者依據清楚之設計來供裝服務，路由諮詢器允許使用者指定服務之起始點及終止點，再由它設計一適當路由。

主要 Trail 管理者視窗提供網路導航能力及執行管理功能(包含服務之增加、刪除、複製及編輯)，它提供一簡易之搜尋引擎，經由服務狀態(準備好，未準備好)、選路或名稱之指定，即可找到使用者欲尋覓之服務，Trail 管理者提供八個彈性欄位(包括 trail 名稱)，可儲存服務之相關資訊，進而精確觀察及管理全部客戶之服務。

路由諮詢器減少服務供裝之人力、訓練及時間。當客戶要求一服務時，通常指定欲連接之地點、速率及保護位階，路由諮詢器允許使用者組合 NE 以表示不同之出席點(points of presence)及定義共同之保護類型，例如：操作人員僅須指定“倫敦 IP 集線器 site A”連接至“多倫多 VoIP 閘道 Site B”之速率及政策，路由諮詢器即建立最適當之鏈路，網狀諮詢器使用最佳裝配(best pack)之演算法則，以確保更多其他新客戶使用網路之剩餘容量，一旦路由諮詢器已經決定可能之路由，將顯示出來並依照低成本路由至高成本路由順序排列，使用者可詳細瀏覽每一建議路由以確認是否滿意，Trail 管理者有網路狀態之最新觀察，因此能立即使用剩餘資源來提供新服務。

(2)管理波長服務：Preside光應用可瀏覽一芯光纖上之各種服務與彼此間之關係；亦可了解服務中斷係那一地點之設備故障所導致及隔離故障原因所在，圖三-15顯示光系統診斷之畫面，使用者於圖形式網路瀏覽器選取一光纖，再使用DWDM觀察器瀏覽DWDM鏈路上之各種波長服務，當故障發生時，使用者確認受影響波長及開啟Optical Section View，以詳細觀察每一片電路卡板，另外，Nortel之光功率管理者(Optical Power Manager, OPM)提供DWDM線路系統之信號品質與跨距損失測量之圖形顯示。一旦故障被確認且已有修復計畫，可使用Preside Trail管理者確認客戶訊務之優先權，以決定那些修復動作有較高優先權。

圖三-15 波長服務之診斷畫面



- (3) 簡化網路維護：光網路之維護包括每日網路事件之緊急處理及事先主動之維護，Preside提供之簡易工具可幫助使用者之維護程序自動化。以下是軟體管理及備援與復原之兩種範例-軟體管理可自動地分布新版軟體至NE，確保整體網路被更新至最新狀態，它依據管理者之時程安排來控制軟體之傳遞及確保每一系統安全地接收到新備份軟體；備援與復原自動地保護被儲存於元件管理層之組態資料，即使處於最糟情況，仍能復原資料並送給EMS平台，它保存日誌檔案以確保使用者複審狀態，此外，亦提供標準檔案傳送之樣板(template)工具，以利收集其他廠家之產品資料。上述兩種工具皆可在網管中心執行以降低維護人力與時間。

## 2.7 差異性-闢道

Preside之開放性使它可與其他維運支援系統及其他廠家的管理軟體互相作用，全功能之CORBA及ASCII 介面允許使用者現有軟體工具連接至Preside，成功互連之範例包括Micromuses Netcool system、Compaqs TeMIP及 Clarifys trouble management system，此種特性有利於區別你及競爭者之差異性，無論是客戶網路管理、隨選頻寬或光VPN服務，對整體Nortel光領域之單一接取點可使自動化客戶驅動服務成為你的服務目錄之一部份。

## 2.8 網路最佳化工具及服務

今日許多廠家避談有關網狀網路之困難問題：如何知道一網路問題將導致之結果與如何規劃那些SLAs給我的客戶？光纖中斷時，假如一網狀網路自動保護客戶服務是否意味客戶訊務將被遷移至較不有效率之路由？如何規劃硬體需求以符合網狀網路之未來需求？為解決上述問題，Nortel Networks提供一先進規劃及最佳化工具組如下：

- 網狀模擬器-瞭解網路問題之衝擊

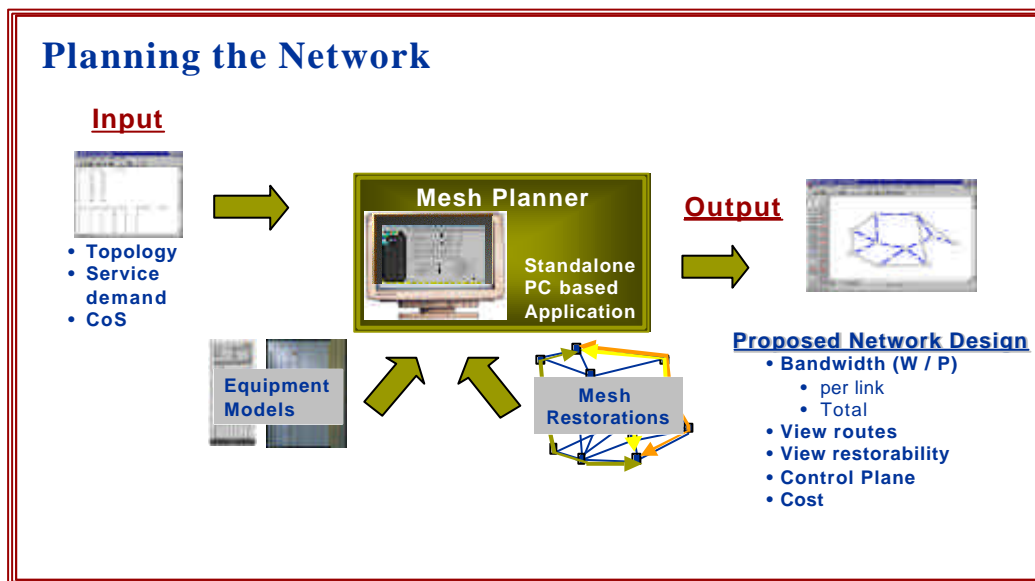
- 網狀諮詢器-監視鏈路使用率、分析訊務形狀及安排維護時程
- 網狀適化(optimizer)器-重新封裝訊務以達成更有效之頻寬使用率
- 網狀規劃器-依未來訊務需求來規劃網路

### 2.8.1 網狀規劃器

如圖三-16所示，網狀規劃器係規劃新網路或成長型網路之單機應用(安裝於PC)，當現有網路能力與容量資訊及期望之訊務需求被指定時，網狀規劃器將提供一導引報告：

- 每一鏈路之工作及保護頻寬臨界值
- 設備數目及成本
- 鏈路容量、大小、備用、充滿程度及內容
- 選路之觀察(顯示一指定之A-Z需求跨越網狀網路之選路路徑)
- 可復原能力之觀察(鏈路故障時，顯示訊務如何被復原)

圖三-16 網狀規劃器

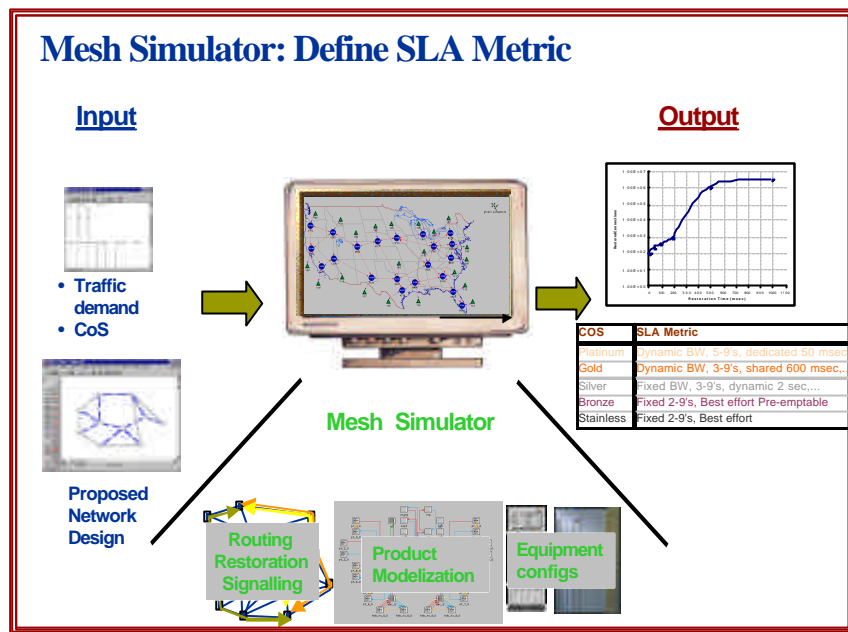


### 2.8.2 網狀模擬器

如圖三-17所示，網狀模擬器係允許客戶定義服務之SLA參數之單機(PC或工作站)應用，一般係模擬一網路故障(光纖或設備)及測量每一連接在特定服務等級下之復原時間，以判斷你能提供客戶那一位階之SLA效能(在網路演進之各階段下)及分析故障情況對你的經營帶來多大衝擊。



圖三-17 網狀模擬器



### 2.8.3 網狀佳化器

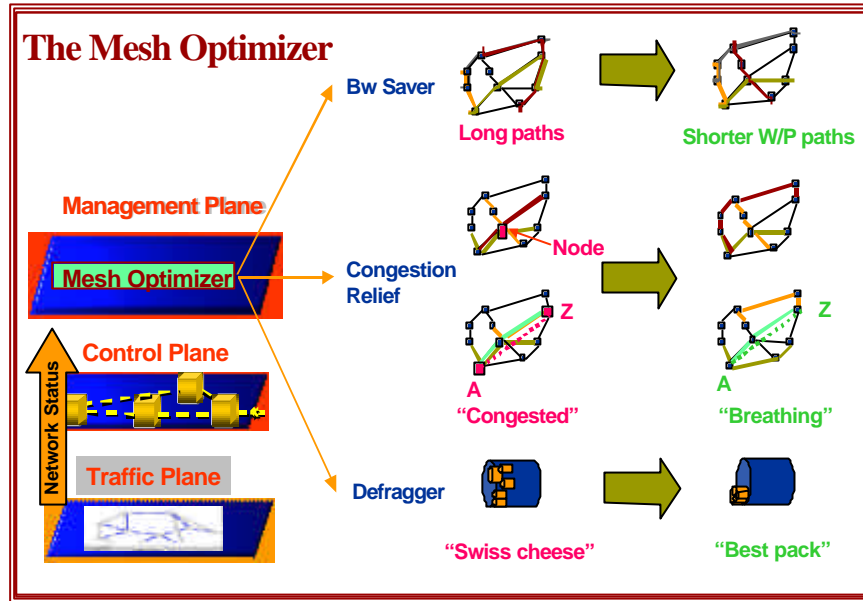
如圖三-18所示，網狀佳化(optimizer)器係充分使用網路現有資源，進而確保網路運作於最佳效能位階之網路應用，它擷取網路數據及建議如何最佳地使用資源，以滿足現有網路需求。例如：一A-Z連接(保護及/或工作)能被重新映射至一不同路由而導致更有效之網路利用。此種反片段(de-fragmentation)功能可創造出每一鏈路之大量可用頻寬，以利載送高速序連之服務(STM16c, STM64c)。

### 2.8.4 網狀諮詢器

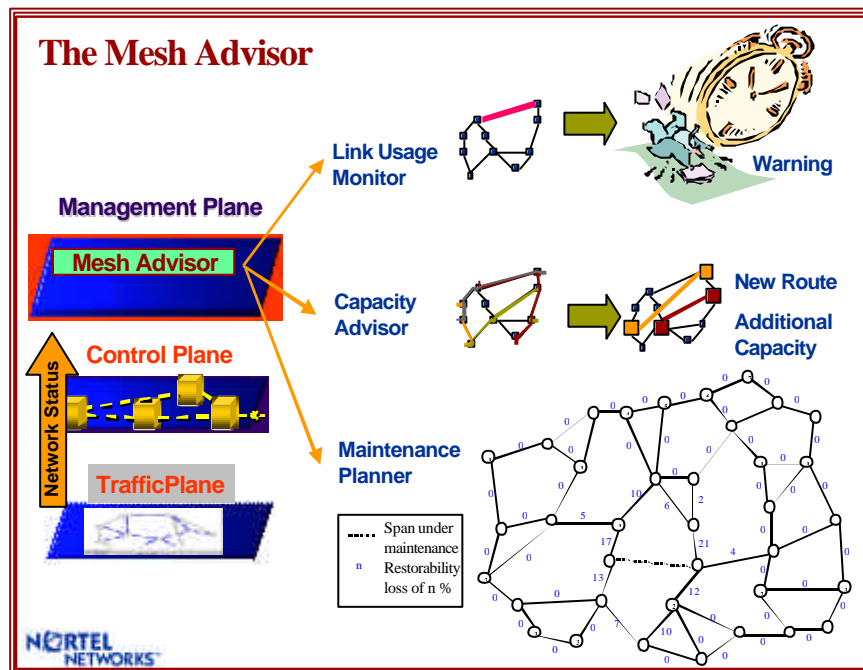
如圖三-19所示，網狀諮詢器係建議什麼時候須加入新資源，及指示如何導引一特定運作以確保網路運作於所需效能位階之網路應用。網狀諮詢器執行下述四種關鍵角色：

- (1)鏈路使用率監視器(Link Usage Monitor)：監視鏈路使用率，當工作或保護頻寬之預定使用率臨界值被超過時，即發出一警告，每一鏈路皆可定義一臨界值。
- (2)復原分析器(Restoration analyzer)：允許客戶估定復原效能，客戶選擇任何鏈路及決定任何可復原連接之復原速度(當鏈路故障發生時)。
- (3)容量諮詢器(Capacity Advisor)：定義關鍵性訊務成長之各種情況，以確認網路是否滿足需求，並建議須加入那些新資源。
- (4)維護規劃器(Maintenance Planner)：瞭解進行於一個或多個跨距之排定維護動作對客戶服務之衝擊。

圖三-18 網狀佳化器



圖三-19 網狀諮詢器



## 四、實習 CIENA Core Director 設備及網管技術

隨著數據訊務之快速成長，傳統靜態式傳送網路將演進成智慧型傳送網路，CIENA Core Director 設備係因應此趨勢而發展出來，可以最低的持有成本來打造具高規模性 (scalability)、高維運彈性及高存活性的下一代傳送網路。ON-Center 網管系統係服務提供者有效管理網路及服務之工具，ON-Center 系統結合 CoreDirector 內建之 LightWorks OS 可有效規劃、建置及監視各種光服務。

### 1. CIENA Core Director設備

#### 1.1 設備特性

- (1)網路規模性(Network Scalability)：傳送網路不僅必須滿足短期容量要求，亦須能隨著訊務之成長來擴充其容量。網路規模性的首要元件是節點容量，為因應未來 WDM(Wavelength Division Multiplexing)需求，交換器的交換容量必須可擴充至 Terabits。為提供不同應用，交換器亦須支援多種網路介面及交換單位 (granularity)，MultiWave CoreDirector™ 可在單一機架內支援 640 Gbps 訊務交換，未來可以多機架的組構方式擴充至 48 Tbps(尚未商用)。單一機架 CoreDirector™ 可提供 256 個 STM-16 或 64 個 STM-64 介面，甚至可升版至 STM-256 介面(尚未商用)。任一介面可用軟體組構成 STM-64, STM-16, STM-4 或 STM-1 之傳送頻寬。
- (2)維運彈性：當網路成長時，維運負荷亦隨之增加，此時須減少網路元件之人工介入成本，以維持網路效能之一致性。例如：服務彙整(Grooming)即是長時間及人工密集的處理過程，為因應此情況，LightWorks™ OS 經由光發信及選路協定(Optical Signaling and Routing Protocol, OSRP)來執行自動化的服務供裝及服務彙整；CoreDirector™ 節點則使用 OSRP 來交換拓樸資訊及快速決定特定電路穿越網路之適當路由。
- (3)網路存活性：客戶對不同的網路服務有不同的保護需求，例如：線狀保護、環狀保護及網狀保護。CoreDirector™ 提供跨距(span)保護及連接(connection)保護，其中連接保護可依照客戶的服務位階協定(Service Level Agreement, SLA)來調整每一電路的優先權及保護位階，並依據電路服務品質來收取不同的費用，進而提升客戶滿意度及整體利潤。
  - (i)跨距保護：有關大容量復原能力之應用，LightWorks™ OS 提供非常快速復原時間的線狀及環狀保護機制。LightWorks™ OS 提供標準的 1+1, 1:1 及 1:N 線狀自動保護切換(Automatic Protection Switching, APS)，有關環狀組態，CIENA® 引進虛擬線路切換環(Virtual Line Switched Ring, VLSR™)的觀念，VLSR 的保護切換類似 4F-BLSRs，反應時間為 50 ms，且經由軟體改變環中成員資格(membership)，能有效提升管理效率，另外，多重環可共用保護頻

寬的功能進一步提升頻寬的使用率，創造更多營收。

- (ii) 連接保護：經由多個服務參數，連接保護提供服務分級，能選擇地保護特定客戶或服務，服務參數則包括最大可忍受延遲、優先權或路由分散性。應用多種不同的復原機制，可提供一連接之適當服務位階，另外，線路保護機制及連接位階復原可在同一網路內共存及互補。
- (4) 經濟效益：CoreDirector™ 可管理自波長至 STM-1 容量的訊務，有效降低維運成本，例如：有效減少空間與功率的消耗；及減少網路規劃、服務供裝的時間與成本。CoreDirector™ 與傳統 SDH 設備相比，如圖四-1 所示，可大幅減少機架空間及功率消耗。

圖四-1 CoreDirector 設備與傳統 SDH 設備之機架空間比較



## 1.2 CIENA® CoreDirector™ 交換結構

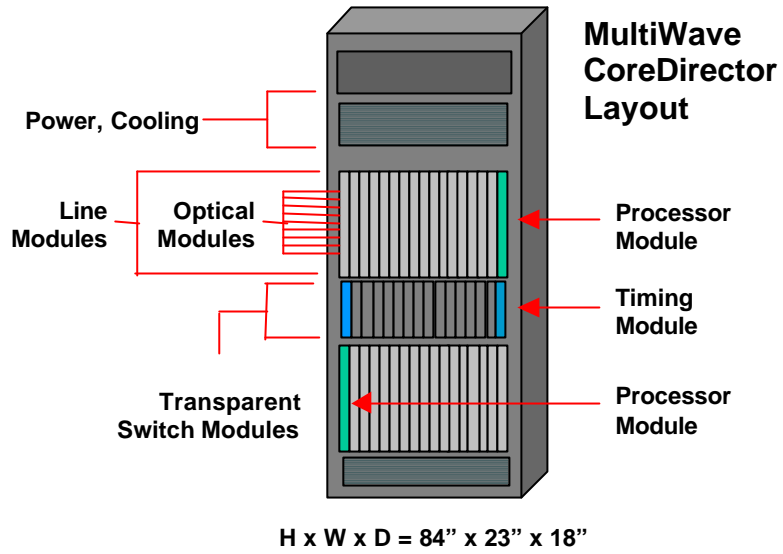
### 1.2.1 機械設計

第一版的 CoreDirector™ 提供單一機架組態(7' high, 23" wide)，最大交換容量為 640 Gbps，係由三個架(shelf)組成，每架包含十七個插槽，如圖四-2 及圖四-3 所示：

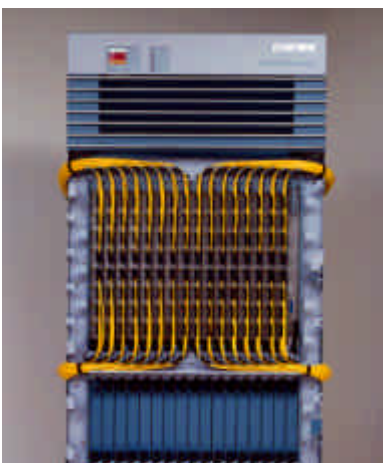
- (1) 上、下架係光介面架：每一架包含十六個線路模組(Line Module)及一個處理器控制模組。
- (2) 中間架係交換架：包含十五個交換模組及兩個定時信號模組。
- (3) 電源及冷卻系統位於機架上方，纜線管理亦整合於機架內。

每一線路模組包含八個光模組，如圖四-4 及圖四-5 所示，因此單一機架最多提供 256 個光模組；至於處理器控制模組則負責節點之交換管理功能及外部管理介面。

圖四-2 MultiWave CoreDirector 佈局?



圖四-3 MultiWave CoreDirector 實機?

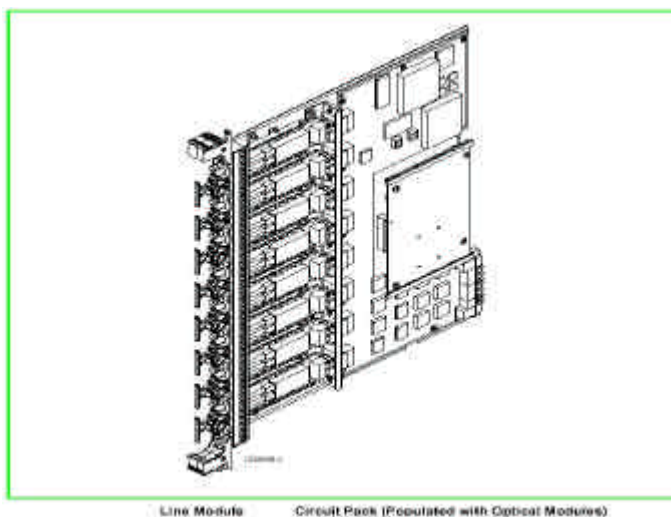


(transparent)交換結構，中間交換架最多可收容 15 片交換模組及 (ng)模組。定時信號模組提供系統時鐘信號參考源及控制節點

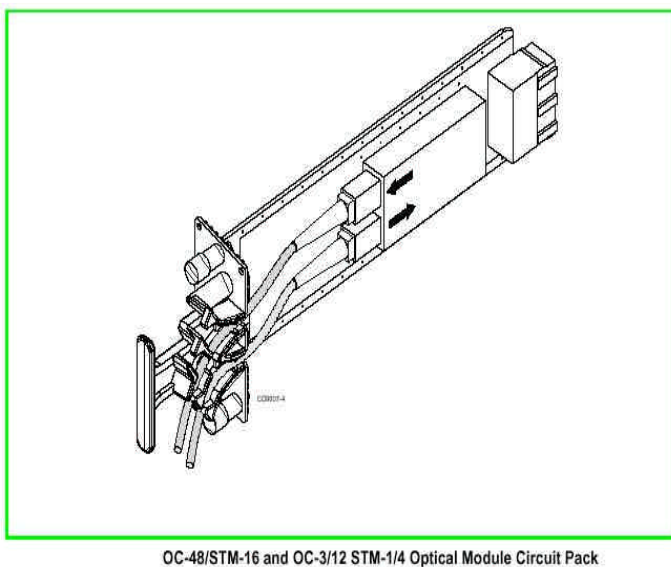
之即時活動，亦提供時鐘信號輸入及輸出介面。

為確保節點持續運作，全部的電路模組皆提供冗餘(redundancy)保護，例如：定時信號模組、處理器控制模組及風扇模組被組構成 1:1 保護；交換模組支持 2:13 保護；服務介面(光模組及線路模組)可被組構成 1+1 或 M:N 冗餘保護；另外，管理及定時信號介面包含 BITS I/O、10/100BaseT Ethernet、RS-232 dial-in/out 及本地人機(craft)介面皆有冗餘保護，上述電路模組之故障檢知及切換則是自動作用。

圖四-4 線路模組(Line Module)?



圖四-5 光模組(Optical Module)?



### 1.2.2 服務介面

CoreDirector™ 提供一系列 SONET/SDH 介面，自 OC-3/STM-1 至 OC-192/STM-64，可避免使用額外之低速多工設備，所有介面提供通路化及序連(channelized and

concatenated)服務，包含專線服務至寬頻數據服務，例如：IP 及 ATM。

- (1) OC-3/STM-1 介面：運作於 1310 nm 及適合中距離之應用，單一機架組構最多可提供 256/512 個 OC-3/STM-1 介面。
- (2) OC-12/STM-4 介面：運作於 1310 nm 及適合中距離之應用，單一機架組構最多可提供 256/512 個 OC-12/STM-4 介面。
- (3) OC-48/STM-16 介面：運作於 1310 nm 及適合短距離之應用，單一機架組構最多可提供 256 個 OC-48/STM-16 介面。
- (4) OC-192/STM-64 介面：適合短距離之應用，單一機架組構最多可提供 64 個 OC-192/STM-64 介面。
- (5) OC-3, OC-12 及 OC-48 光介面符合 Bellcore GR-253-CORE，OC-192 介面則符合 Bellcore GR-1377-CORE。

### 1.2.3 交換矩陣

CoreDirector™可交換訊務自任一輸入埠至任一輸出埠，且結構(fabric)具有彈性及協定透通性的優點，係因其分開處理酬載訊務及控制資訊，所以能夠提供 STM-1、STM-4、STM-16、STM-64 及甚至 STM-256 信號的交換，卻不必進行交換結構之升級。經由交換模組之增加，可擴充交換結構之規模(交換容量)，一節點的組構可自最少兩片交換模組至最多 15 片交換模組(冗餘保護之 640 Gbps 交換結構)，交換系統容量之升級可在系統服務中執行，而不致於中斷服務。

CoreDirector™架構有兩個基本的設計目標：一是消除其他網路元件(多工、彙整及交換)的需求，另一是有效的管理光網路之巨量頻寬。CoreDirector™之主要特性如下：

- (1)任一埠至任一埠的連接性：CoreDirector™是一非阻塞性(non-blocking)結構，可交換訊務自任一輸入埠至任一輸出埠，另外，任一輸入通道子集合可被交換至任一尚未被配置的通道，同時包含 U 形交換之能力。
- (2)整合型多工：CoreDirector™之設計可有效多工較低速率信號至較高速率的輸出波長，例如：4 個 OC-3/STM-1 介面可多工成一個 OC-12/STM-4 介面，4 個 OC-12/STM-4 介面可多工成一個 OC-48/STM-16 介面。另外，CoreDirector™能夠交換及彙整個別之通道，可提升頻寬使用率。
- (3) 交換單位：一網路元件若僅有粗調的頻寬單位(例如 OC-48/STM-16)，將無法管理較低速的支路(例如 STS-3c/VC-4)，另一方面，若僅有微調的頻寬單位，亦不適合於高速序連電路的寬頻數據應用。因此，為避免上述缺點，CoreDirector™同時具備波長管理及電路(STS-1/STM-1)管理的能力，而無需增加額外成本，並有效節省設備成本、機架空間及功率消耗。

- (4) 自動化彙整：經由電路之自動化彙整，MultiWave CoreDirector™ 明顯降低運作複雜性。LightWorks™ OS 確認電路被適當的彙整，使得電路可依需求被供裝，並經由 OSRP 來自動化電路供裝的處理過程，充分利用網路容量。
- (5) 電氣再生：具有透通電氣交換結構的 MultiWave CoreDirector™ 進一步整合再生能力，可減少外部再生器之需求。

#### 1.2.4 系統容量升級

MultiWave CoreDirector™ 交換架構可提供超過單一機架 640 Gbps 組構之容量，其架構之逐漸延伸可形成跨越多個機架的多階交換設備，最終可提供 48 Tbps (尚未商用)，相當於 15,360 個 OC-48/STM-16 實體介面或 3,840 個 OC-192/STM-64 實體介面，且進行容量升級的過程不致中斷服務。

#### 1.2.5 系統軟體升級

為提供電信等級的可用性，系統軟體的升版不會中斷服務。軟體升版係將所需軟體下載至冗餘處理器，再進行處理器的切換，在升版過程中，現有服務不受影響，管理者仍可使用現有功能，當然在處理器切換的短暫期間，節點的改變(例如：增加或移除連接)是不可能。管理者若決定終止升版，冗餘處理器亦可以復歸至先前的軟體版本。

### 1.3 CIENA® CoreDirector™ 網路及服務應用

The LightWorks™(整合 Silicon Software Optics Systems)之維運管理及供裝(OAM&P)功能係以 Bellcore 標準為基礎，提供完整的故障(Fault)、組態(Configuration)、效能(Performance)及安全(Security)等管理特性，本系統之管理架構起源於 ITU-T 的 Telecommunications Management Network (TMN) 及 Bellcore 的 Information Networking Architecture(INA)架構，並利用 CORBA 及 Java 技術提供一規模性及分布式之網路管理解決方案。

LightWorks™ 管理應用提供開放式 CORBA 介面，以利維運支援系統(Operations Support System, OSS)整合。

LightWorks™ OS(即 OSRP)可允許網狀及環狀網路共存，傳統服務需要傳送層的網路保護，至於其他支持電路優先權及利用額外頻寬的服務則可被組構成網狀架構，因此服務提供者利用網狀及環狀混合的網路，可提供分級的服務。

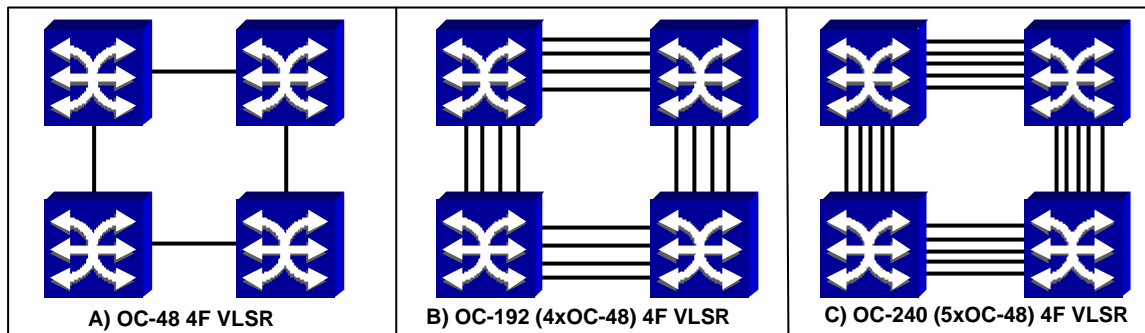
#### 1.3.1 環狀架構

CoreDirector™ 可組構成虛擬線路切換環(Virtual Line Switched Rings, VLSRs)，VLSRs 強化今日 SONET/SDH 4F-BLSR 之能力，除了提供相等的復原效能外，更可抽象摘要(abstracting)環與環間之實體相依性，將有助於簡化環狀網路之管理，降低維運成本。



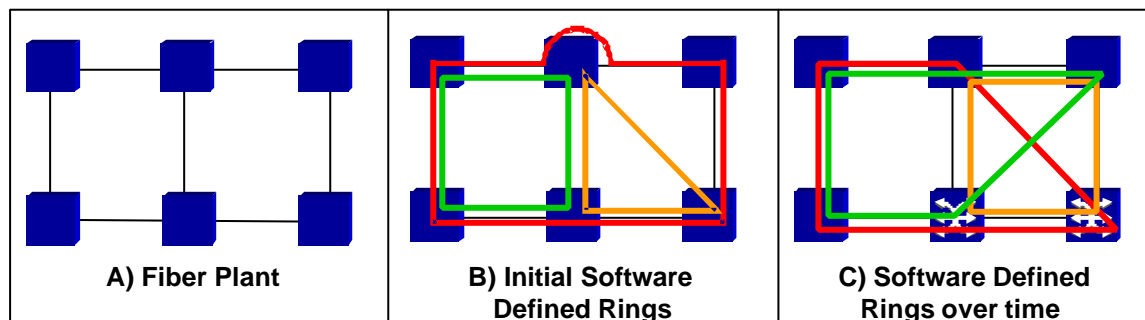
- (1) 超寬頻環狀網路：傳統 SONET/SDH 4-芯 BLSR，若欲擴充容量，則須另增建重疊的 4-芯 BLSR，不但需要額外空間及功率，且須分開管理。超寬頻環狀網路可用軟體組構，邏輯的集結環狀節點之間的可用容量，使得容量可超過 OC-48/STM-16 或 OC-192/STM-64 之速率，CoreDirector™ 可定義 6 個或 8 個 OC-48s/STM-16 VLSRs，因此，經由新介面之增加，就能簡易的擴充一個邏輯環狀網路，如圖四-6 所示。

圖四-6 CoreDirector™ 擴充 VLSR 示意圖



- (2) 簡化環狀網路管理：如圖四-7 所示，經由軟體命令，可改變環狀網路中各節點之成員資格，但不會衝擊實體光纖之建置，同時減少規劃時間及人力，此一特性可避免目前實體網路拓樸隨著成員資格變化而改變之缺點。此外，節點可以參與多個不同之環狀網路，以提供服務分級及較佳網路利用率。

圖四-7 環狀網路之管理



- (3) 消除環網互連之網路元件：傳統上使用交接設備來互連環網，應用 CoreDirector™ 即可消除這些額外設備，係因 CoreDirector™ 具有高容量及虛擬環之優點。另外，經由 OSRP 之運作，可供裝跨越多個環的電路。

### 1.3.2 網狀架構

網狀網路雖可提升網路頻寬之使用效率，但是當網路故障發生時，如何快速復原端對端服務亦是另一重要課題。端對端復原執行於連接層才能提供客戶應用之不同保護需求，且因共用線路容量，進而提升網路使用率。LightWorks™ OS 的 FastMesh 功能即允許管理員動態調整復原管理之能力。

### 1.3.3 端對端容量管理

LightWorks™ OS 消除傳送網路供裝服務之人工處理過程，大幅降低規劃時間及人力，並加速服務供裝，導致更高之服務營收。自動化電路供裝通常考慮網路目前狀態及各種連接屬性，包含頻寬、保護機制、優先權及最佳路徑，使得電信公司可提供客戶分級之傳送服務。經由 OSRP，LightWork™提供端對端連接管理能力，單一網路管理者能快速供裝跨越網路之電路，而不須與其他單位或人員進行協調。管理者至少可指定下列資訊：

(1)連接頻寬：指定多個 STS-1/STM-1 是序連或個別通道。

(2)起點及終點資訊：進入節點、出去節點、埠及通道資訊

一旦上述資訊被指定後，網路將視網路狀態及可用資源來供裝電路。連接選路協定之設計係考慮一電路路徑被決定所需之各種度量(metrics)，這些度量包括鏈路權值、網路延遲、保護類型、連接優先權與特性，允許客戶非常嚴謹的定義每一電路之服務參數，連接選路協定確保連接電路通過適當路徑及被快速供裝，供裝時間通常在毫秒等級，其長短則由節點數目、旅行距離及被選路由可用性來決定。

### 1.3.4 多重服務/優先權等級

每一電路可依客戶要求定義不同之服務等級，部分參數如下：

- Maximum Delay Propagation
- Link Weight Cost Factor
- Line Protection Requirement
- Mesh Restoration Priority
- Pre-emption and Pre-emptability
- Minimal Cost Routing
- Exclusive or Preferred Routing
- Implicit or Explicit Routing
- Reversion Timer

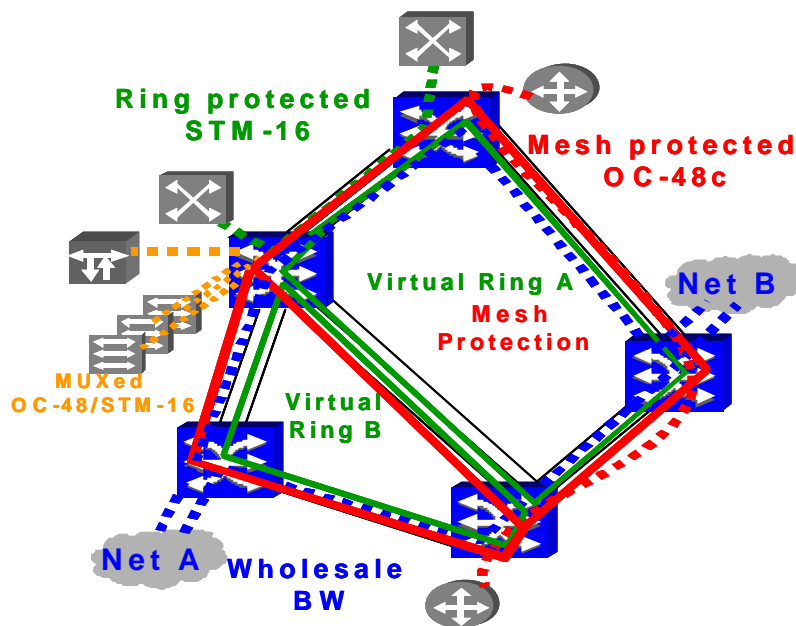
目前對多個保護位階有一組預定之優先權等級如下表：

服務等級	服務等級參數
Ring Only	High Priority, Non Pre-emptable
Linear or Ring Connection	High Priority, Non Pre-emptable
Partially Line-Protected Connection	High Priority, Non Pre-emptable
Non-Line-Protected Connection (no line protection)	High Priority, Non Pre-emptable
Best effort non-line-protected connection	Low Priority, Non Pre-emptable
Extra Traffic	Low Priority, Non Pre-emptable

### 1.3.5 多重保護及復原機制

傳統 SDH 網路之保護選項僅限於全部保護(50ms)或不保護。雖然線路保護提供最安全可靠的保護,但成本昂貴(網路容量有一半用於保護),大部分 IP 數據服務不須 50ms 保護,且能容忍較長之保護切換時間,因此 best effort 網路之線路保護及網狀復原可一起使用,以提供多重保護等級,如圖四-8 所示。

圖四-8 CoreDirector™ 之保護及復原機制



CoreDirector™ 提供之保護機制如下：

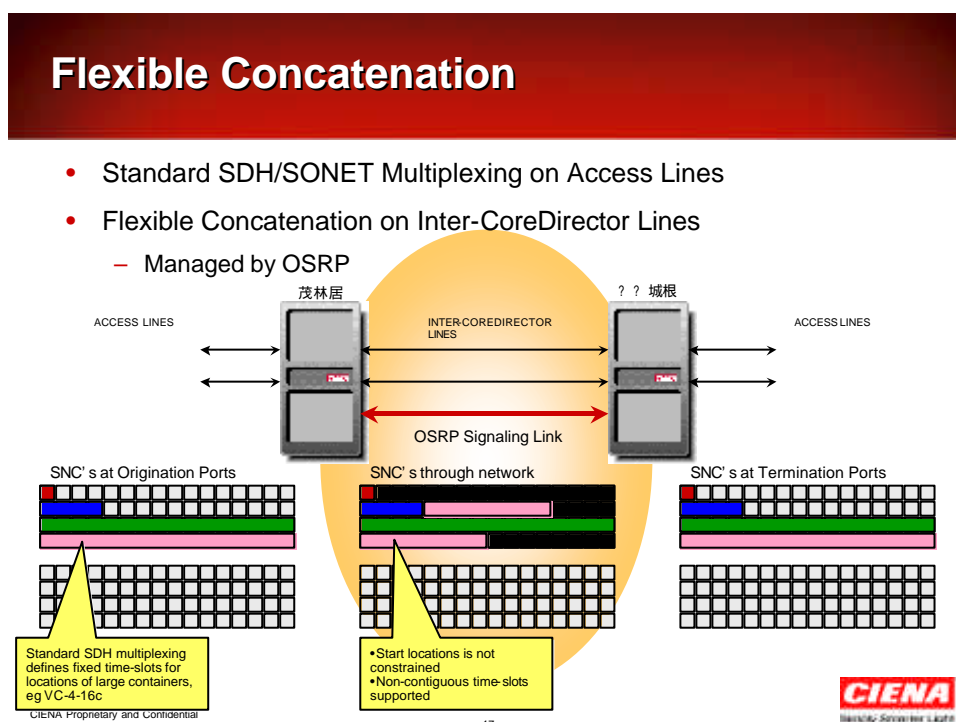
- 線狀 MSP 保護(<50ms);
- MS-SPRING 環狀保護(<50ms);
- Best Effort 線路保護(>50ms);

- 電路網狀保護(>100ms);

### 1.3.6 彈性 VC-3/VC-4 序連

CoreDirector 可利用光鏈路上任何備用 VC-n 容量(即使 VC-n時槽是非連續的)來構成一序連信號，此自動化序連特性導致光線路上備用容量之最大使用率，如圖四-9 所示。數據訊務之容量變化可能忽高忽低，因此設備須具有頻寬利用最佳化之能力，CoreDirector 之彈性 VC-3/VC-4 時槽序連即能因應數據訊務之叢發特性，進而創造最大之營收。

圖四-8 CoreDirector™ 之彈性 VC-3/VC-4 序連



## 2. ON-Center網管系統

ON-Center 管理應用組係服務提供者有效管理網路及服務之工具，ON-Center 系統結合 CoreDirector 內建之 LightWorks OS 可有效規劃 建置及監視各種光服務，ON-Center 除了簡化服務提供者每日之作業程序，同時提供網頁瀏覽之客戶網管能力。

ON-Center 管理應用組包含三部分：

- 服務管理組：光服務之建置及管理。
- 整合網路管理組：提供 CIENA 光網路端對端之 FCAPS (fault, configuration, accounting, performance, and security management)。
- 模型及規劃組：提供 CIENA 光網路之模型、規劃及模擬。

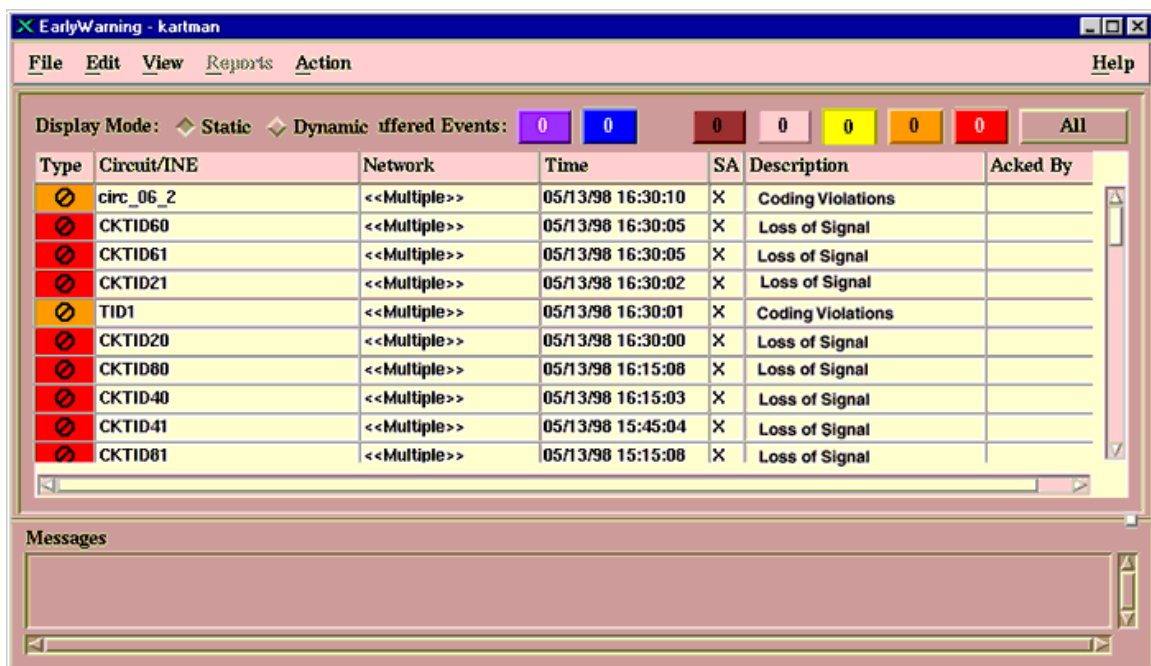
### 2.1 ON-Center 服務管理組

ON-Center 光服務管理組包含兩種應用：服務層管理者(Service Layer Manager, SLM) 及客戶網路管理者(Customer Network Manager, CNM)。SLM 能監視端對端服務、管理 SLA、事先主動維護服務以避免中斷及精確標出多廠家網路故障原因；CNM 則是一附加伺服器，可提供客戶之安全接取，使得客戶能監視其所購光服務之品質。

#### 2.1.1 服務層管理者(SLM)

(1)服務監視及報告：本特性可將網路障礙互相關聯(correlate)至受影響的服務，經由 ON-Center 告警顯示，如圖四-9 所示，網路操作員將被立即通知網路中某一服務是否已失效。

圖四-9 ON-Center 告警顯示畫面



Type	Circuit/INE	Network	Time	SA	Description	Acked By
⊗	circ_06_2	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:10	X	Coding Violations	
⊗	CKTID60	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:05	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID61	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:05	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID21	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:02	X	Loss of Signal	
⊗	TID1	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:01	X	Coding Violations	
⊗	CKTID20	<<Multiple>>	05/13/98 16:30:00	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID80	<<Multiple>>	05/13/98 16:15:08	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID40	<<Multiple>>	05/13/98 16:15:03	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID41	<<Multiple>>	05/13/98 15:45:04	X	Loss of Signal	
⊗	CKTID81	<<Multiple>>	05/13/98 15:15:08	X	Loss of Signal	

ON-Center SLM 支持服務及載體(亦即網路及設備)之定義。載體失效時, ON-Center 將通知網路操作員故障的根本原因及確認那些服務受影響。ON-Center 告警顯示可事先主動通知網路操作員某一服務是否接近 SLA 之違背, 另外, ON-Center 亦可定義每一服務之可用性承諾(設定警告與違背臨界值), 及產生故障處理(trouble shooting)報告及客戶報告, 基本之客戶報告如圖四-10 所示。

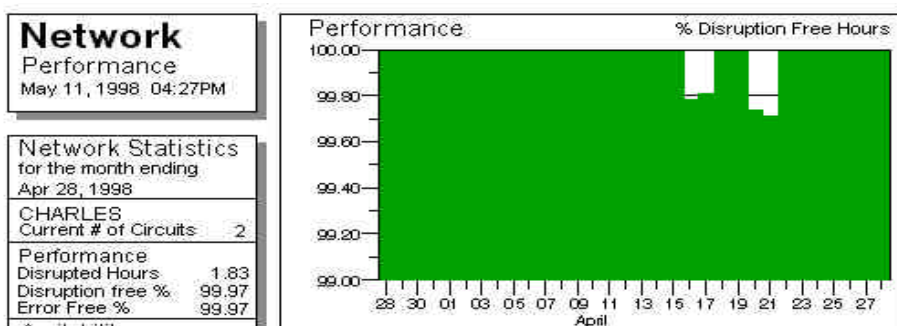
圖四-10 ON-Center 客戶報告

Report	Unit of Measurement	Yearly	Quarterly	Monthly	Daily	Hourly
Network Comparison	DS	X	X	X		
Network Analysis	DS	X	X	X		
Network Performance	DS	X	X	X		
Circuit Performance	DS			X	X	
Circuit Availability	FS			X	X	
Circuit Compliance	ES				X	
Circuit Analysis	DS			X	X	
MP Comparison	DS			X	X	
MP Performance	DS			X	X	
MP Availability	FS			X	X	
MP Compliance	ES				X	
MP Analysis	DS				X	X

(MP 代表監視點, MP 報告包含詳細之效能監視資料)

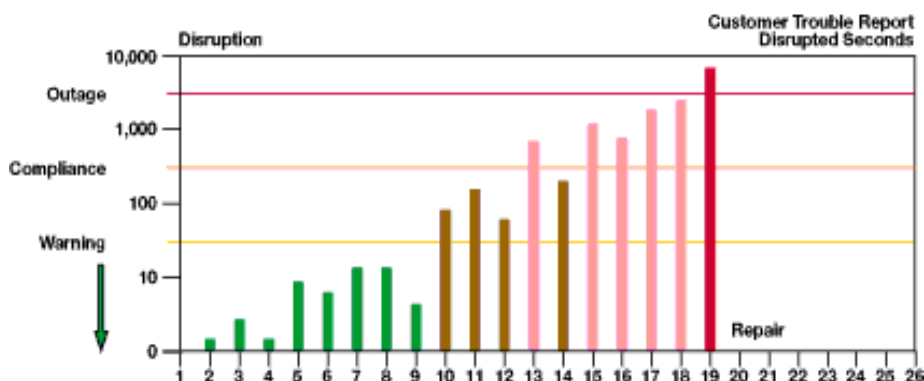
客戶服務效能報告如圖四-11 所示。

圖四-11 客戶服務效能報告



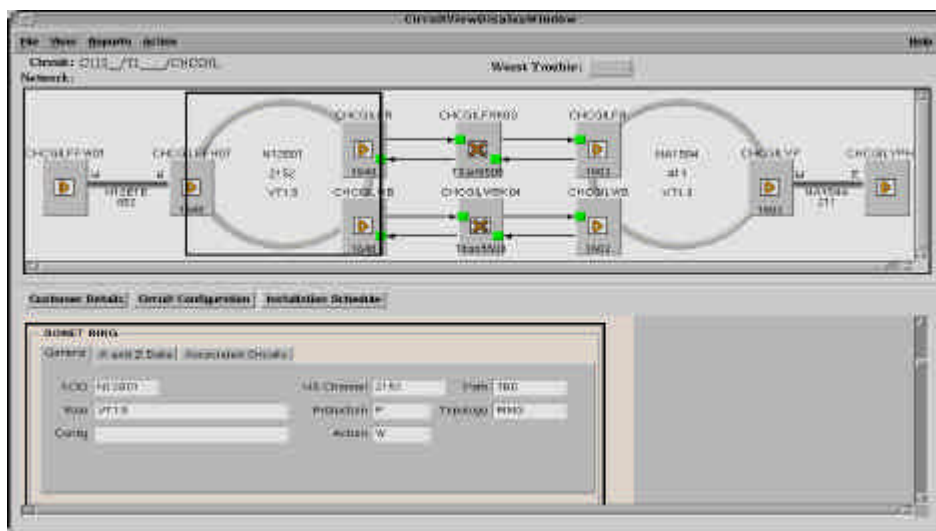
圖四-12 顯示 SLA 承諾之符合性。

圖四-12 SLA 承諾之符合性



(2)端對端服務拓樸映射及故障隔離：本特性允許網路操作員觀察一服務端對端之拓樸及快速隔離出影響服務的故障所在，圖四-13 顯示端對端拓樸之觀察。

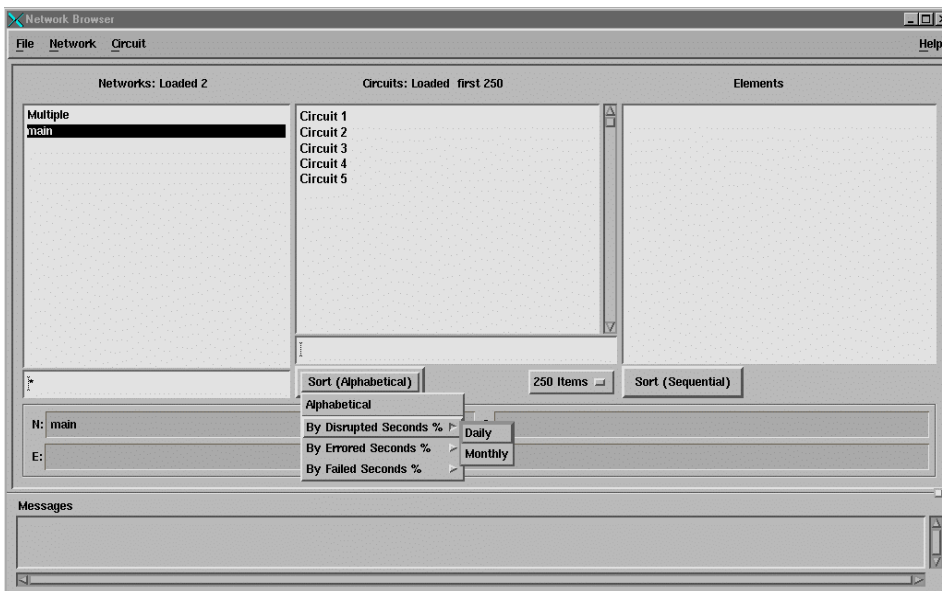
圖四-13 端對端拓樸示意圖



發生時，這些綠點將改變顏色，在下詳細觀察設備狀態。

判斷那些服務在未來會發生些電路有較頻繁之效能測量

圖四-14 事先主動監視畫面



趨勢判斷。

視特性，此介面提供客戶之遠  
得客戶只能觀察一組選定的服

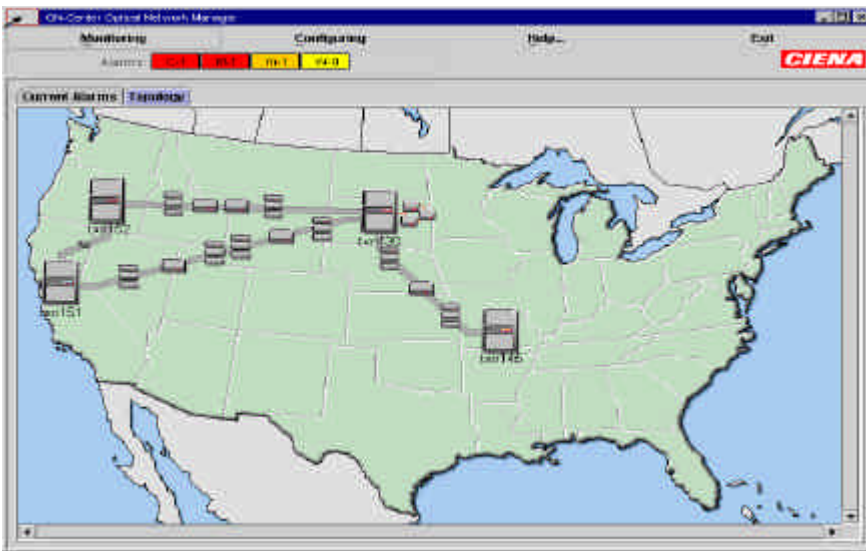
應用允許網路操作員執行

CIENA 光網路之每日監視及故障處理，此外，亦包含兩種元件管理層(element management layer, EMS)應用：DWDM 設備之傳送網路管理者(Transport Network Manager, TNM)及光交換器之交換網路管理者(Switching Network Manager, SNM)。本組應用之 NML 特性如下：

- (1)網路整體圖示：係 CIENA 光網路之端對端拓樸地圖，可即時顯示網路元件狀態，如圖四-15 所示。
- (2)端對端圖示服務開啟(Turn-up)：經由選取地圖上之服務端點，即可提供新服務之點與按(point-and-click)供裝。
- (3)集結告警顯示：提供全部 CIENA 設備之單一集結告警顯示，如圖四-16 所示。



圖四-15 CIENA 光網路之拓樸顯示



示

Current Alarm Summary

Event	Time (UTC)	Source	Service Impact	Description	Ack	Res.	Additional Text
W	Jun 20, 14:30:01	brs30-1-W-10-2		Threshold crossed		✓	PM-CCA
M	Jun 19, 17:26:27	brs30-CFU-2		Fan over driven	✓	✓	
M	Jun 18, 02:51:45	brs40-CFU-2		Fan over driven	✓	✓	
M	Jun 18, 00:44:56	brs40-CFU-1		Fan not synchronous	✓	✓	
M	Jun 18, 02:44:56	brs40-CFU-2		Fan not synchronous	✓	✓	
M	Jun 18, 09:38:22	brs30-CFU-1		Fan not synchronous	✓	✓	
M	Jun 18, 03:38:22	brs30-CFU-2		Fan not synchronous	✓	✓	
M	Jun 15, 18:46:02	brs30-CFU-2		Fan low rpm	✓	✓	
M	Jun 15, 19:02:10	brs40-CFU-2		Fan low rpm	✓	✓	

Selected Event Details:

Time (UTC)	Jun 20, 14:30:01	Severity	Minor
Description	Threshold crossed	Ack Status	Not Acknowledged
Source	brs30-1-W-10-2	Ack By User	None
Impact	Service Independent	Ack Time	
Additional Text	PM-CCA		

Event Specific:

CircuitID	
Timeouts	

Status

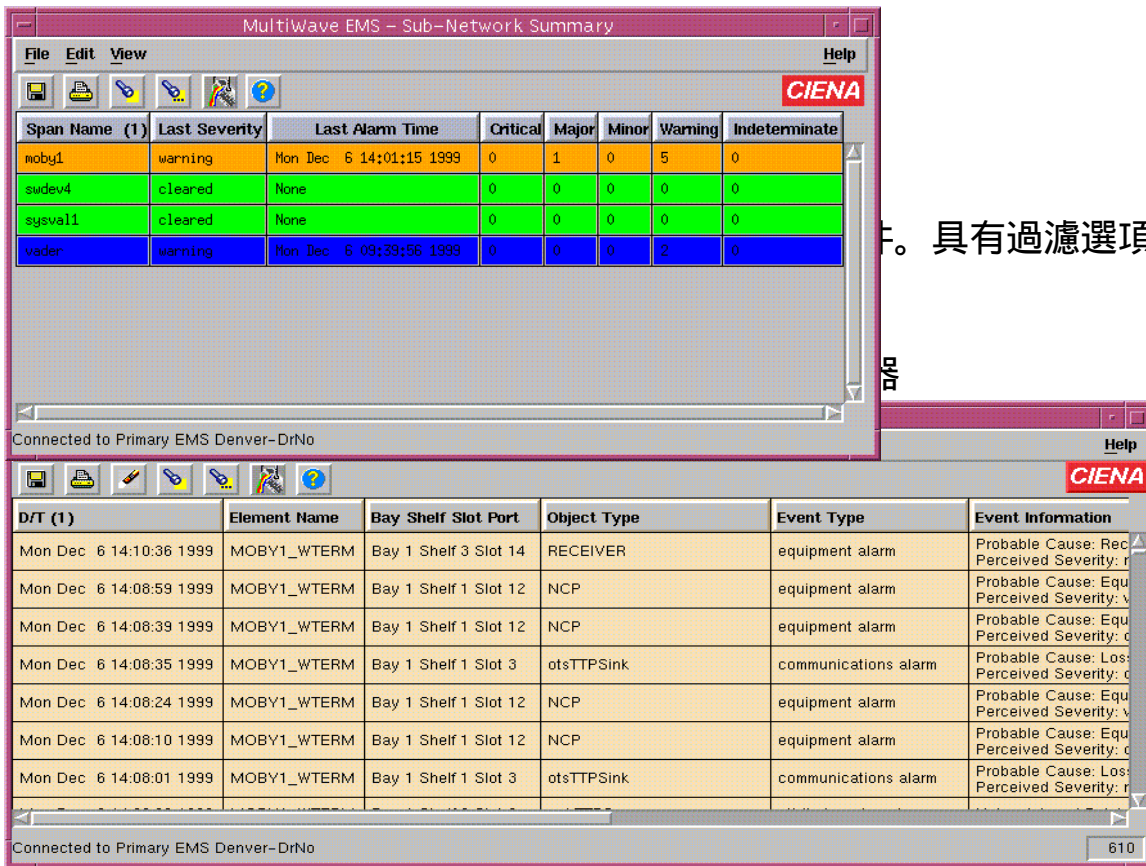
如下所述。

登入網路元件之人機介面。

設備之網路概觀。

(3) 子網路摘要：每一跨距或環之告警摘要，如圖四-17 所示。

圖四-17 子網路摘要畫面



具有過濾選項，可顯示一特

(6) AMM 狀態顯示：顯示 WDM 設備收集之系統環境告警，如圖四-19 所示。

(7) 歷史效能監視數據：本模組亦收集類比及數位效能監視之歷史數據。

(8) NE 庫存顯示：可顯示每一 NE 之電路板庫存，並可以摘要報告格式列印出來，如圖四-20 所示。

圖四-19 監視點觀察器

Monitor Point Viewer : MOBY1\_OLA2

File Edit View Help

Connected EMS Atlanta-Octo CIENA

Location (1)	Monitor Point Name	Monitor Point State
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 01	GPIN 1	OPEN (Normal)
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 02	GPIN 2	OPEN (Normal)
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 03	GPIN 3	OPEN (AIS (M3100))
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 04	GPIN 4	OPEN (Normal)
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 05	GPIN 5	OPEN (Normal)
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 06	GPIN 6	OPEN (Normal)
Bay 1 Shelf 1 Slot 14 Point 07	GPIN 7	OPEN (Normal)

圖四-20 NE 庫存顯示

MultWave EMS - Network Element Inventory Display: MOBY1\_WTERM

File Edit View Help

NETWORK ELEMENT CIRCUIT PACKS

NE Name (1)	NE Type
HEBY1_NTRM	MUR99 Terminal

Type (1)	Bay number	Shelf number	Slot number	Board Revision
AMPLIFIER	1	1	7	2
CONLINE	1	3	3	1
TRM_CONLINE	1	2	3	1
DUAL SPLITTER	1	2	10	
NO	1	1	12	0
TERMINATE	1	1	12	0
POWER SUPPLY	1	2	10	4

Circuit Pack Details

Bay: 1 Shelf: Slot: 3

Type: AMPLIFIER

Part Number: 133-0204-300 Software Version: 4.2.0

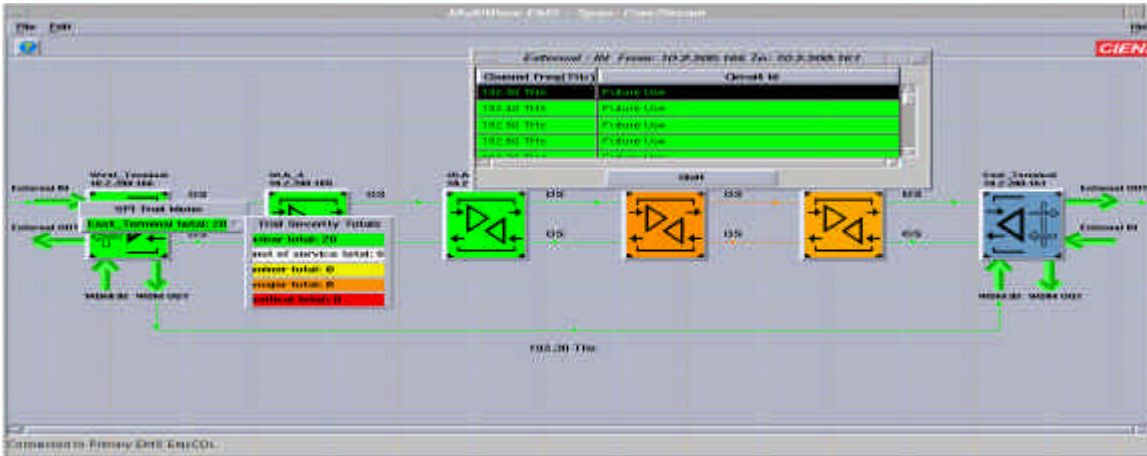
Revision level: Primary Image: 4.2.0

Serial Number: A8071529 Standby Image: 4.3.0.0

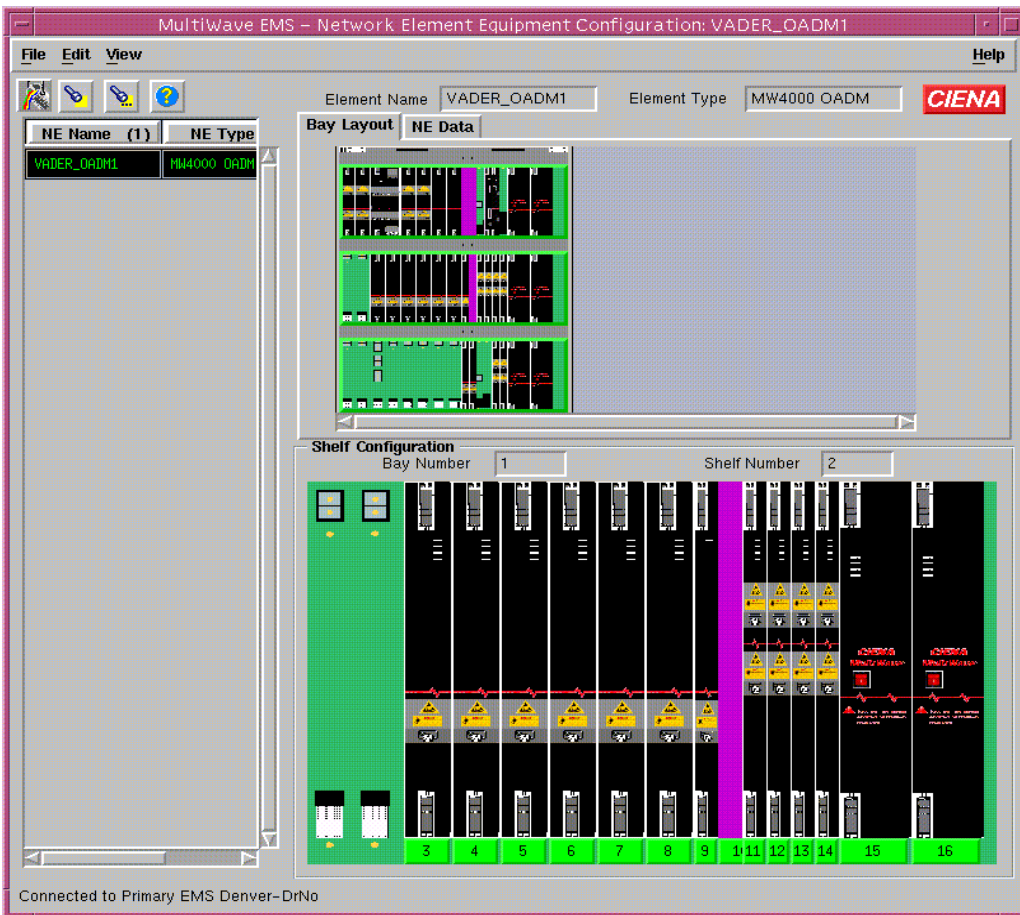
Connected to Primary EMS Server - Off

- (9) 跨距拓樸顯示：網路跨距/環之詳細圖形顯示，包括穿越跨距之全部信號的描述，如圖四-21。
- (10) NE 設備組態顯示：WDM 設備整體機架或某一架面板之圖形顯示，亦包含每一電路板之狀態及組態數據，如圖四-22 所示。

圖四-21 跨距拓模顯示

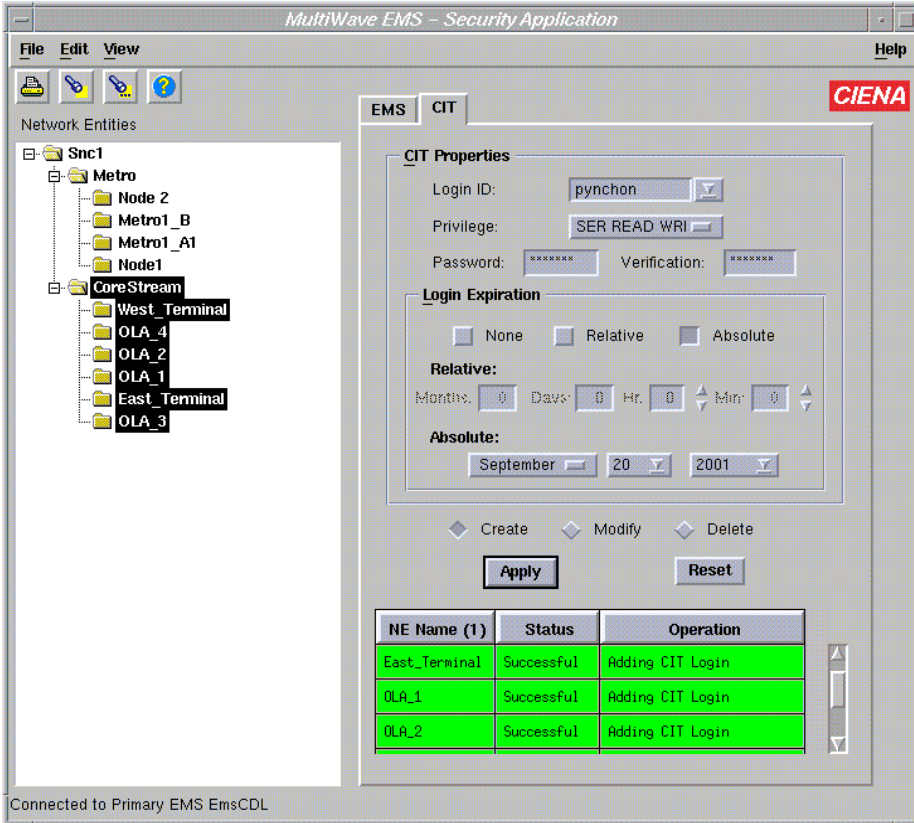


圖四-22 NE 設備組態顯示



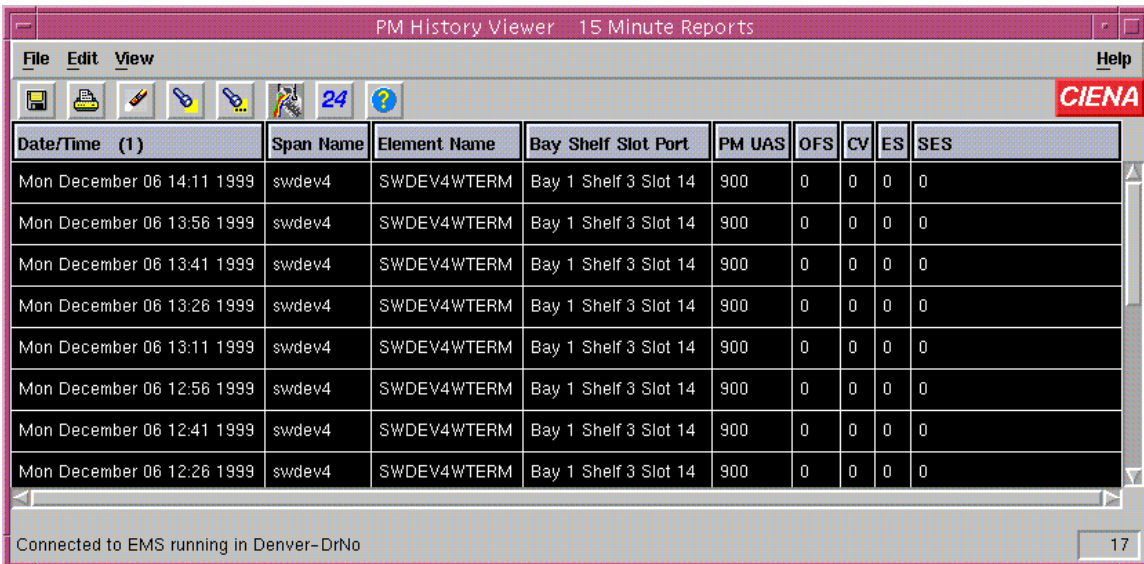
- (11) 來自 GUI 之軟體分佈：經由 GUI 介面，網路操作員可分佈軟體至多個 WDM NE。
- (12) 組態設定之改變：允許網路操作員可個別登入一個 NE 或同時登入多個 NE，以設定管理臨界值，如圖四-23 所示。

圖四-23 NE 組態設定之改變



(13)效能監視顯示(15 分鐘及 24 小時趨勢): WDM 設備之歷史 PM 數據可以表格方式或長期趨勢圖顯示，如圖四-24 所示。

圖四-24 PM 歷史觀察器(15 分鐘報告)



## 2.2.2 ON-Center 交換網路管理者(SNM)

- (1) EMS 框架(backend)：提供 EMS 之高階觀察及其他 EMS GUI 之接取選項單，並顯示網路告警之計數，如圖四-25 所示。

圖四-25 EMS 框架

		New			Outstanding		
		Critical	Major	Minor	Critical	Major	Minor
NE		0	5	42	0	5	42
EMS		0	0	0	0	0	4

Connected to: snm.ciena.com as: emsadmin

- (2) 拓樸觀察：顯示地圖上被管理及不被管理 CoreDirector 的地理位置及提供其他 EMS GUI 之接取方法。本功能使用圖像(icon)代表 NE，並以顏色區分告警嚴重等級，亦允許操作員使用網路地圖來供裝 CoreDirector 之間的子網路連接。
- (3) 告警觀察：利用表格及過濾、分類能力來列出目前被宣稱之告警，告警資訊包括時間、模組、嚴重等級等，如圖四-26 所示。

圖四-26 目前告警之顯示

Severity	Time (UTC)	System	Source	Service Imp...	Description	Ack	Additional Text
m	Oct 22, 2000 13:23:20	EMS	Mediator-txn240		CoreDirector Auxil...	✓	txn240
m	Oct 22, 2000 13:23:19	EMS	Mediator-txn239		CoreDirector Auxil...	✓	txn239
m	Oct 22, 2000 13:23:18	EMS	Mediator-txn242		CoreDirector Auxil...	✓	txn242
m	Oct 22, 2000 13:22:53	EMS	Mediator-txn241		CoreDirector Auxil...	✓	txn241
m	Oct 22, 2000 07:31:21	txn242	1-A-3-2		Threshold crossed		Section Code Violation...
m	Oct 22, 2000 07:31:16	txn241	1-A-14-1		Threshold crossed		Line Unavailable Secon...
m	Oct 22, 2000 07:31:15	txn242	1-A-1-3		Threshold crossed		Line Unavailable Secon...
m	Oct 22, 2000 07:31:12	txn241	1-A-14-1		Threshold crossed		Section Severely Emre...
m	Oct 22, 2000 07:31:11	txn242	1-A-1-3		Threshold crossed		Section Severely Emre...

Selected Event Details		Alarm Details	
Time (UTC)	Oct 22, 2000 13:23:20	Ack Status	Acknowledged
System	EMS	Ack User	emsadmin
Source	Mediator-txn240	Ack Time	Oct 22, 2000 13:26:25
Description	CoreDirector Auxiliary Management Connection Down	Impact	Service Independent
Additional Text	txn240	Severity	Minor

49 Items

(4) 事件觀察：以表格方式提供歷史及即時事件之觀察，並可過濾及分類，事件資訊包括時間及來源，如圖四-27 所示。

圖四-27 即時事件之觀察

System	Source	Description	Time (UTC)	Additional Text
txn242	TTP~1-A-1-3~8~56~6~...	Alarm deleted	Oct 22, 2000 07:36:29	
txn242	1-A-1-3	Loss of signal alarm cleared	Oct 22, 2000 07:36:29	Sonet Alarm Cleared
txn242	A-1-3	Replaceable unit missing alarm ass...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	CP~A-1-3~62~56~14~E...	Alarm created: {version=1.0, type=...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	CP~A-1-3~62~56~14~E...	Alarm deleted	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:26	
txn242	A-1-3	Replaceable unit missing alarm cle...	Oct 22, 2000 07:36:25	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:23	
txn242	A-1-3	Replaceable unit missing alarm ass...	Oct 22, 2000 07:36:23	
txn242	CP~A-1-3~62~56~14~E...	Alarm created: {version=1.0, type=...	Oct 22, 2000 07:36:23	
txn242	A-1-3	Circuit Pack state changed: {versio...	Oct 22, 2000 07:36:23	

(5) SNC 摘要/供裝：以表格方式顯示全部之 SNC，並可過濾及分類，此外，可顯示節點之 OSRP 詳細資料。SNC 之組態包含取消一連接之供裝、啟動一連接、及復歸連接自保護路由至工作路由，如圖四-28 所示。

圖四-28 連接摘要顯示

Name	Source NE	Source P...	Destination NE	Destination P...	Service Class	Signal Ty...	SNC State
ph1	txn239	A-8-5	txn242	A-6-1	APS/VLSR Protected	STS-12c	Working

Circuit Details

Name: ph1      Label: test

Originating End Point: Node txn239, End Point A-8-5-1,2,3,4,5,6,7,8

Terminating End Point: Node txn242, End Point A-6-1-1,2,3,4,5,6,7,8

Service Class: Service Name APS/VLSR Protec..., Priority Level High

Status: Operational State Enabled, Admin State Unlocked, SNC State Working

Route Information: Routing List OSRP Defined, Exclusive , Uses Home Ro...

Backoff Period: 1, Max Delay: 999, Mesh Restorable

Reversion: Revertive , Time to Revert: 30 secs

Service Class options:  APS Working Line,  VLSR Working Line,  Protection Line,  Unprotected Line,  Preempting,  Preemptibility

Buttons: Cancel, Apply

1 Items

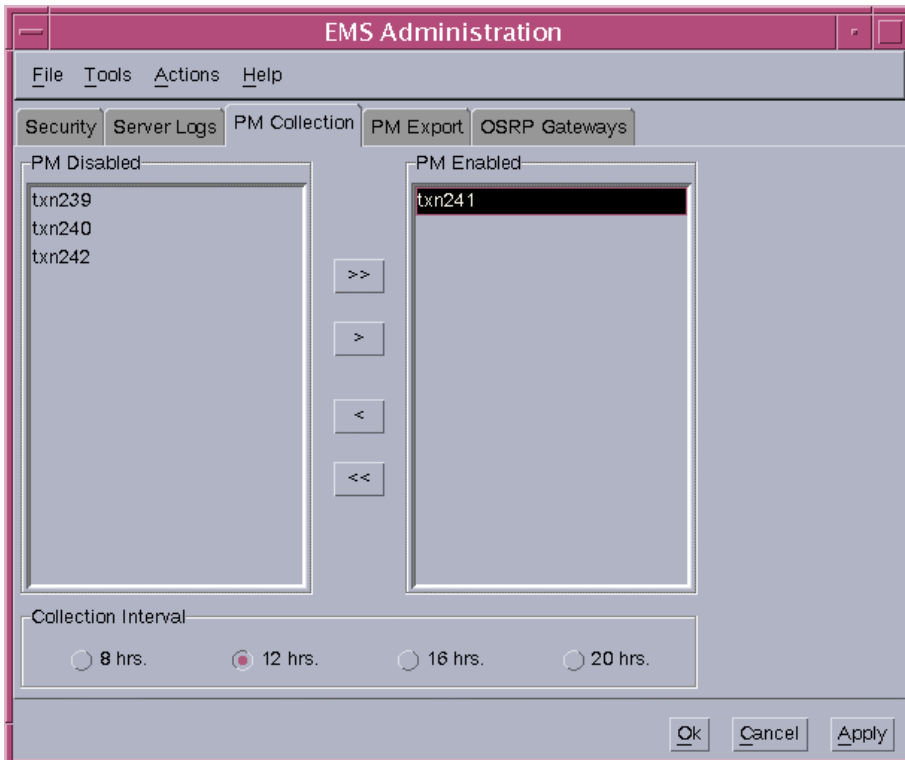
(6)NE 摘要：提供全部被管理 CoreDirector 之清單，並可過濾及分類，如圖四-29 所示。

圖四-29 NE 摘要顯示

Location	IP Address	NE Name	NE Type	Security Violat...	New Alarms	Outstanding A...
	10.2.200.87	txn240	CoreDirector		m	m
	10.2.200.84	txn239	CoreDirector		M	M
	10.2.200.93	txn242	CoreDirector		M	M
	10.2.200.90	txn241	CoreDirector		M	M

(7)PM 管理：允許操作員設定 PM 收集期間及決定收集那些設備之 PM 數據，如圖四-30 所示。

圖四-30 PM 管理畫面

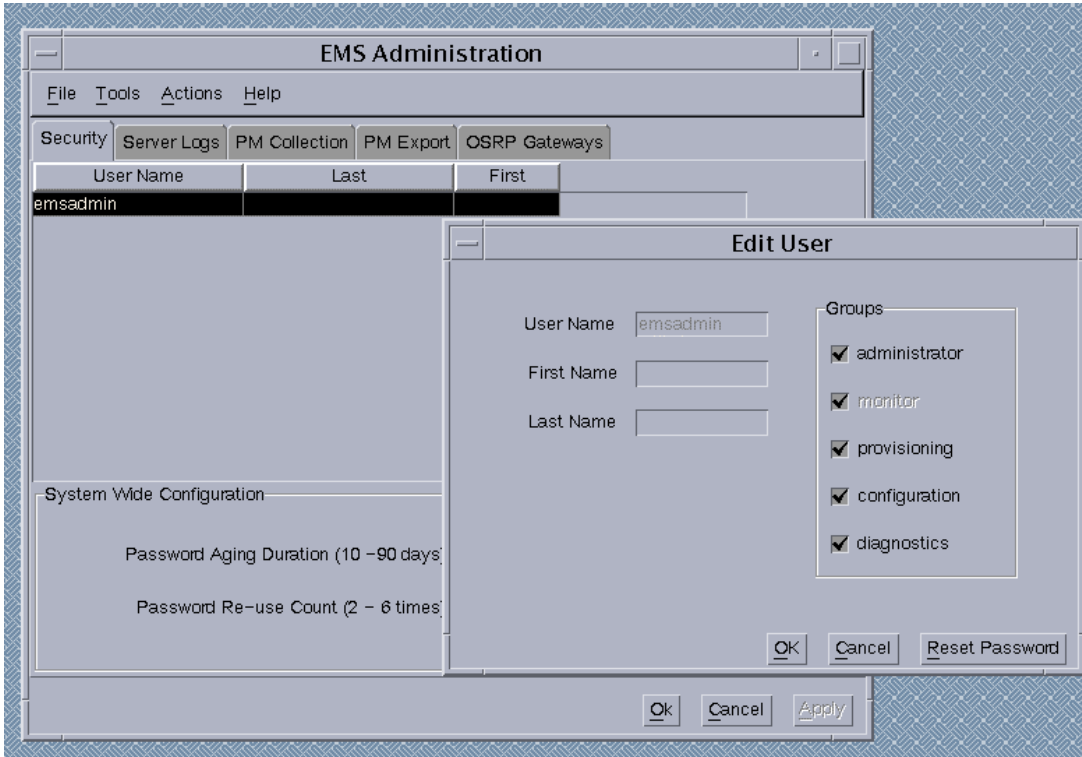


(8)安全管理：可指定接取權限、密碼及有效時期，如圖四-31 所示。

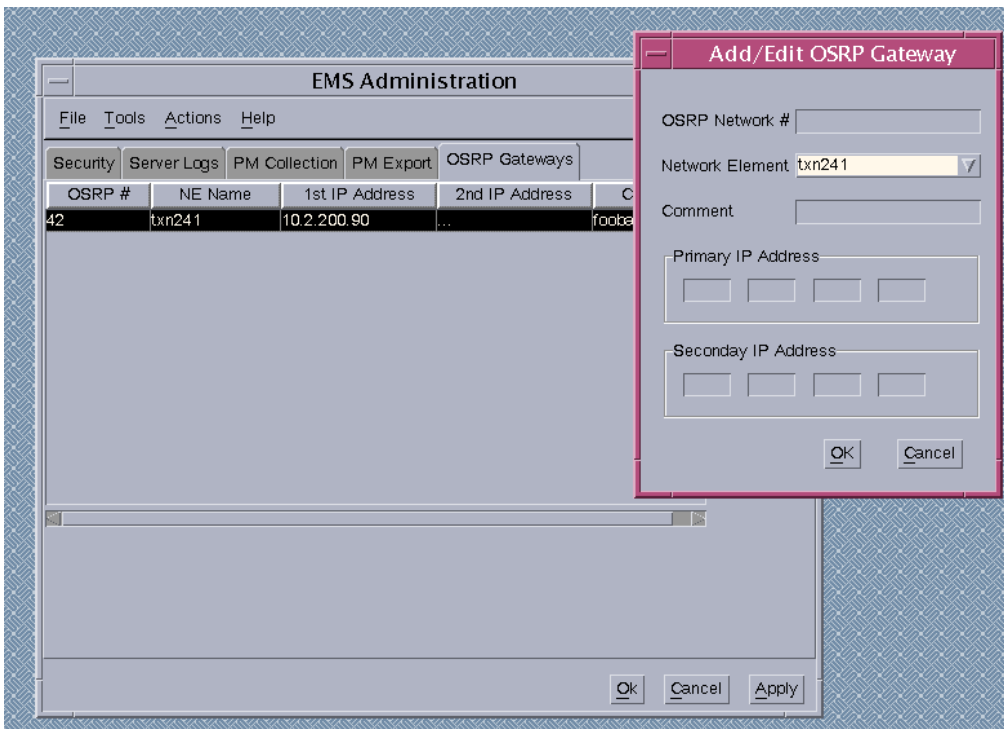
(9)OSRP 閘道管理：應用於自動拓樸發現(discovery)之閘道 CoreDirector 節點可被組構，如圖四-32 所示。



圖四-31 安全管理畫面



圖四-32 OSRP 閘道管理畫面



### 2.3 ON-Center 模型及規劃系統

CIENA 之模型及規劃系統(Modeling and Planning System, MPS)提供離線之模型建立及設計能力，使得管理者能有效規劃頻寬及資源，且可模擬各種網路組態及情況，有助於未來容量、資源利用及服務建置之規劃，此外，本系統亦可促進主動性與防護性之網路維護，主要功能如下：

- 遞增式網路設計及連接選路模擬。
- 假設性故障及服務復原分析。
- 容量及資源規劃。
- 使用率分析及報告。

## 五、心得及建議

目前商用 OXC 系統之交換結構(switch fabric)有電及光兩種 – 電信公司現有 OXC 大部份以電交換結構為主，如欲提昇傳輸數速率時，則須將系統升級；具光交換結構的 OXC 則在初步發展階段。在 2005 年以前，光交換器市場仍將由光-電-光交換器主導，但是全光結構之 OXC 隨著成本下降，未來將與超長距離 DWDM 系統結合，提供可組構及動態之波長服務。

- (1)電交換結構：目前 CIENA、Sycamore 及 Tellium 交貨之 OXC 即屬此類，可處理較小頻寬及管理網路較易。直到最近，state-of-the-art ASIC 技術仍被認為最多可支援 512 埠 x 512 埠之電交換結構，但是 Brightlink Networks 及 Velio Communications 已宣稱可生產上千埠之電交換結構，將使電信公司延後採用光交換結構之 OXC，不過 Brightlink Networks 已於 2002 年 5 月停止營業並解雇員工。
- (2)光交換結構：光空間交換結構之大小自 64 x 64 輸入/輸出埠演進至 2000 年之 256 x 256 輸入/輸出埠。目前製作光交換結構(optical switch fabric)之技術包含 MEMS(Micro-Electro-Mechanical Systems)、液晶(liquid crystals)、液體泡(bubbles)、全像(holograms)、熱\_光感應(thermo-optics)及音\_光感應(acousto-optics)等技術，但是仍無一種技術接近廣泛商用之階段。現已商用之系統大都採用 MEMS 技術，但是由於光組件係屬勞力密集產業，短期之內，光交換結構-OXC 系統的價格仍將高居不下。

Calient Networks、OMM 公司、Onix Microsystems 公司及 NORTEL NETWORKS 公司(購併 Xros)於 2000 年 10 月即宣告開始研發 1000 埠以上之全光交換器，但隨著電信市場景氣持續低迷，NORTEL NETWORKS 公司已於 2002 年 3 月停止大容量(1000x1000 埠)全光 OXC 系統(OpteraConnect PX)之開發；Lucent Technologies 公司隨後於 2002 年 8 月證實它已暫停開發全光交換器(LambdaRouter)，目前僅宣佈兩位客戶(Global Crossing Holdings Ltd.及 Japan Telecom)使用 LambdaRouter。雖然如此，仍有少數競爭廠商繼續開發全光 OXC 市場，例如：Calient Networks 公司即宣稱 Japan Telecom 已建置它的全光交換器(採用 MEMS 技術之 DiamondWave 256 system)；Corvis 公司及 CIENA 公司則使用 Corning 公司之液晶技術來製作全光交換器。

2003 年，本公司可望開始引進 OXC，配合 OTM 及 OADM 使用，可提升本公司網路頻寬利用及服務供裝之效率。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：

- 較佳的彙整(Grooming)功能，可至 STM-1 位階之交接。
- 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。

但長期而言，超高密集(大於 100 個波長通道)之 WDM 設備及漸趨成熟之 40 Gbit/s 系

統技術將驅動光交換結構-OXC 系統之市場成長，光交換結構-OXC 系統可減少機架空間(footprint)、降低功率消耗及操作成本，且允許電信公司將服務升級至更高速率而無須更換光系統核心，將是開啟全光網路之鑰。隨著可調雷射及可調濾波器之商用，OXC 系統中波長之轉換、尋路(routing)、快速供裝及復原(provisioning and restoration)將可實現，並降低庫存及操作成本。

全光網路建設仍是一條漫長遙遠的路，為了永續經營，本公司除了提升現有網路之槓桿效益外，更要謹慎的引進新技術，以免在這波競爭浪潮中被判出局。本公司現有 SDH 傳送網路在未來 3~5 年內仍是提供各種服務之重要平台，因此須繼續投入相關維運人力以提升 SDH 網路品質，但隨著 DWDM 技術滲透至都會網及接取網及自動控制平面技術漸趨成熟，本公司宜加強光工程(Optical Engineering)及 GMPLS(Generalized Multi-Protocol Label Switching)發信(signaling)協定相關人力之培訓，以因應新世代光網路之規劃、設計、建設及維運，確保本公司之永續經營。