

行政院暨所屬機關因公出國人員報告書
(出國類別：洽公)

液化天然氣監控及通信系統工程聯繫

出國人： 服務機關：中油公司液化天然氣工程處
職務：儀電組組長
姓名：蘇文政
出國地點：法國、義大利、德國
出國期間：89年12月2日至12月11日
報告日期：90年2月22日

目 次

1.0 摘要及目的	3
2.0 過程	3
3.0 類同步數位階層 (PDH) 與同步數位階層 (SDH) 簡述	
3.1 類同步數位階層 (PDH)	4
3.2 同步數位階層 (SDH)	4
4.0 SDH 之網路拓樸(Network Topology)	5
5.0 通信傳輸設備功能簡介	
5.1 ADM 塞取多工機 (ALCATEL 1641 SM ADM)	7
5.2 系統維運電話(Engineering order wire/EOW)	9
5.3 IAD 整合型網路存取設備 (ALCATEL 1518 IAD)	12
5.4 網路管理系統(ALCATEL 1353 SH)	13
6.0 三期天然氣長途輸氣管線監控系統光纖通信架構	
6.1 光纖骨幹網路架構	16
6.2 中繼站光纖通信示意圖	18
6.3 站體間光通信設備之光纖傳輸架構	19
7.0 心得與建議	20

1.0 摘要及目的

本次出國係執行中油公司八十八年下半年及八十九年度出國計畫第 188 項「液化天然氣監控及通信系統工程聯繫」案。

A8601 液化天然氣接收站第三期計畫之天然氣長途輸氣管線監控系統工程（案號：G86004）主要之工程內容為整合大安溪以北一、二期既有及三期新建配氣站、隔離站、開關站及鐵鈷山注產氣工場、永安接收站之各類監控及營運資訊於內湖調度中心，並以該中心為天然氣全線輸配、監控、調度作業之總控制中心

內湖調度中心與各區域監控中心之通信，以光纖通信網路系統為主，數據專線為輔。由於近年來，通信科技之發展日新月異，已有顛覆舊有系統之趨勢 A8601 液化天然氣接收站第三期計畫之天然氣長途輸氣管線監控系統工程之光纖通信網路系統採用新一代之 SDH（Synchronous Digital Hierarchy）架構及設備，與十幾年前天然氣長途輸氣管線監控系統第一期工程使用之 PDH

（Plesiochronous Digital Hierarchy）架構及設備比較，兩者在規格、功能、特性、結構、介面及網路架構等方面，有極大之差異性

本次出國之主要目的為進一步了解法國 ALCATEL 公司所生產之 SDH 設備塞取多工傳輸設備（ALCATEL 1641 SM ADM）、整合型網路存取設備（ALCATEL 1518 IAD）及網路管理系統（ALCATEL 1353 SH）等之規格、功能、特性及應用於天然氣長途輸氣管線監控系統之實際配置和其網路架構

2.0 過程

- | | |
|---------------|--------------------------------|
| 12月2日~12月3日 | 由台北飛往法國 |
| 12月3日~12月5日 | 抵達法國巴黎；研討通信設備規格功能 |
| 12月5日~12月7日 | 抵達義大利米蘭；參觀通信設備測試工廠及網管系統 |
| 12月7日~12月8日 | 抵達義大利威尼斯；研討通信設備之架構 |
| 12月8日~12月10日 | 抵達德國慕尼黑；研討天然氣長途輸氣管線監控系統之通信網路架構 |
| 12月10日~12月11日 | 由德國返回台北 |

3.0 類同步數位階層 (PDH) 與同步數位階層 (SDH) 簡述

3.1 類同步數位階層 (PDH)

類同步數位階層係數十年前由貝爾實驗室 (BELL LABS) 發展出來的通信傳輸架構，早期主要應用於數位化之語音信號傳輸，目前亦廣泛地用於光纖網路之數位信號傳輸，其信號階層 (傳輸速率) 主要分為 DSo (64Kbps)、DS1 (1.544Mbps) 及 DS3 (44.736Mbps) 三種

PDH 發展至今仍有下述缺點：

- 光訊號介面無國際統一標準
- 利用位元填補執行同步造成多工/解多工結構複雜、價格昂貴且缺乏彈性
- 只能用於點對點之網路架構 (Point to Point Network Architecture)
- 幾無網管系統，不足以應付日趨複雜的網路管理需求

3.2 同步數位階層 (SDH)

同步數位階層之前身為同步光纖網路 (SONET)，同步光纖網路係由 BELLCORE (現為 TELCORDIA TECHNOLOGIS) 所開發，並於 1984 年提出其架構標準，之後為美國國家標準協會 (ANSI) 通過採用，而國際電信聯盟 (ITU) 依據其藍本修改成為適用於光纖、微波及衛星等數位傳輸架構 (詳 ITU-T G.707 G.708 G.709 之規範及定義)，稱為同步數位階層 (SDH)

SONET 與 SDH 係為解決 PDH 所存在之缺點及應付電信市場快速成長之需求而發展出來的，其主要之特點如下：

- 使用標準的碼框架構 (Frame Structure)，提高低速訊號多工交換時之靈活性
- 多工方式係將低速訊號 (例如 E1：2.048Mbps) 透過 ADM 塞取多工機 (ADD-DROP Multiplexer) 分配到各支路 (Tributaries)，再被多工至

STM-1 (155.52Mbps) 碼框，若有高速傳輸需要時，再多工至 STM-N 碼框 (傳輸速率為 $N*155.52\text{Mbps}$) ，之後經由光電轉換成光訊號，藉由光纖傳輸至目的地

- 同步方式係利用碼框中的指標器來作頻率補償和相位變動以保持同步
- 網管方式係在碼框之標頭部分輸入豐富的網管資訊，配合網路管理系統之應用，使得網路之運作、管理及維護功能趨於完備

4.0 SDH 之網路拓樸(Network Topology)

同步數位階層 (SDH) 係數位通信傳輸信號多工之標準，其基本信號碼框為 STM-1 (Synchronous Transport Module-1) ，基本傳輸速率為 155.52Mbps ，利用多工技術，最高傳輸速率可達 9.95Gbps ，通常使用於光纖骨幹網路，

ADM 多工機基本原理為將低速端之訊號匯集多工成高速訊號，之後再經由光電轉換成光訊號，藉由光纖傳輸至目的地。SDH 網路之 ADM 多工機藉由不同網路拓樸(Network Topologies)的連接，可應用於各種不同之網路環境，茲列舉如下：

- 階層狀 (樹狀) 網路拓樸(Hierarchical Topology , Tree Topology)
為最廣泛應用的網路拓樸之一(如圖 4.1-a) ，其網路管理較簡單，且提供了一集中點以便管理其分支網路。但所有流量控制及錯誤處理皆由主站負責，當網路主站當機時則會造成整體網路皆停擺，故最好要有一備援之設計
- 星狀網路拓樸(Star Topology , Hub Topology)
此種網路拓樸(如圖 4.1-b)於區域網路較受歡迎，其特性類似於階層狀網路拓樸，同樣具有管理容易及可靠度低之優缺點

- 環狀網路拓樸(Ring Topology)

環狀網路拓樸(如圖 4.1-c)較常應用於幹線網路。在一般情況下，資料僅往一個方向流動。某一站收到信號後再傳到下一站，較不會發生資料擁塞之情形。但當有任何一站發生故障時則整個網路皆無法運作，故通常皆有一備用路由，可隔離故障之網站。

環狀網路拓樸應用於 SDH 網路上，其資料流為雙向流動，且有 2 線或 4 線光纖之線路保護應用。另外應用於不同之網路特性，可針對資料頻寬做 SNCP (Sub-Network Connection Protection)或 MS-SPRING (Multiple Section Shared Protection Ring)之網路資料頻寬保護。線路保護及網路保護提供 SDH 環狀網路更可靠之網路運作

- 網狀網路拓樸(Mesh Topology)

網狀網路拓樸(如圖 4.1-d)最大之優點為能避免資料擁塞及網路當機之情形。由於有多條通道，資料流有多重之路徑可選擇，可繞過擁塞或當機之網站到達目的地。故此種網站之優點為可靠度高，但系統設計較為複雜

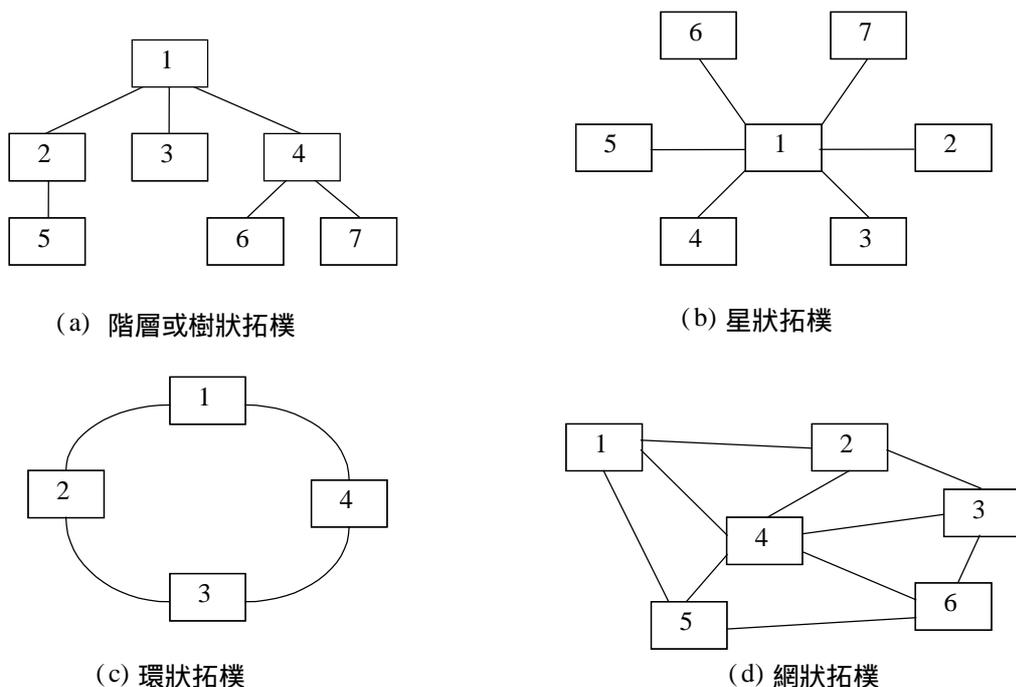


圖 4.1 網路拓樸

5.0 通信傳輸設備功能簡介

5.1 ADM 塞取多工機 (ALCATEL 1641 SM ADM)

1641SM ADM 塞取多工機主要功能為具有數位訊號塞取(ADD-DROP)之功能；亦既可將各種同步及非同步之低速信號彙集多工(ADD)成高速同步信號 STM-1 (155.52 Mbps)之光介面信號，並傳送至兩側(East and West)相對應之 ADM 多工機；反之亦可將高速同步光介面信號解多工(DROP)為各種低速信號至低速介面

低速收容端(Tributary)有 5 個可用之插槽可混合及彈性的搭配插入不同速率之介面卡，同時具有 1+1 或 1+N 之設備保護能力。由於具有低階 VC 之數位進接/跳接(Cross Connect)功能，故於系統規劃時能任意安排低速訊號之目的地

高速彙集端(Aggregate)有 4 個光介面插槽，可作 1+1 之設備保護(TM 應用)及 MS-SPRING 或 SNCP 網路保護(Ring 應用)。當系統容量增大時，可直接插入 STM-4 之卡板，成為 STM-4 之 SDH 網路(ALCATEL 1651 SM-C)

彈性的設備硬體規劃及軟體設計，使得本設備可依實際需求應用於終端多工機(TM)、點對點連結(Point to Point Link)、線性連結(Linear Drop Insert Link)、及集線終端(HUB)或環狀網路(Self-Healing Ring)等架構應用。並具有線路保護(Line Protect)之能力

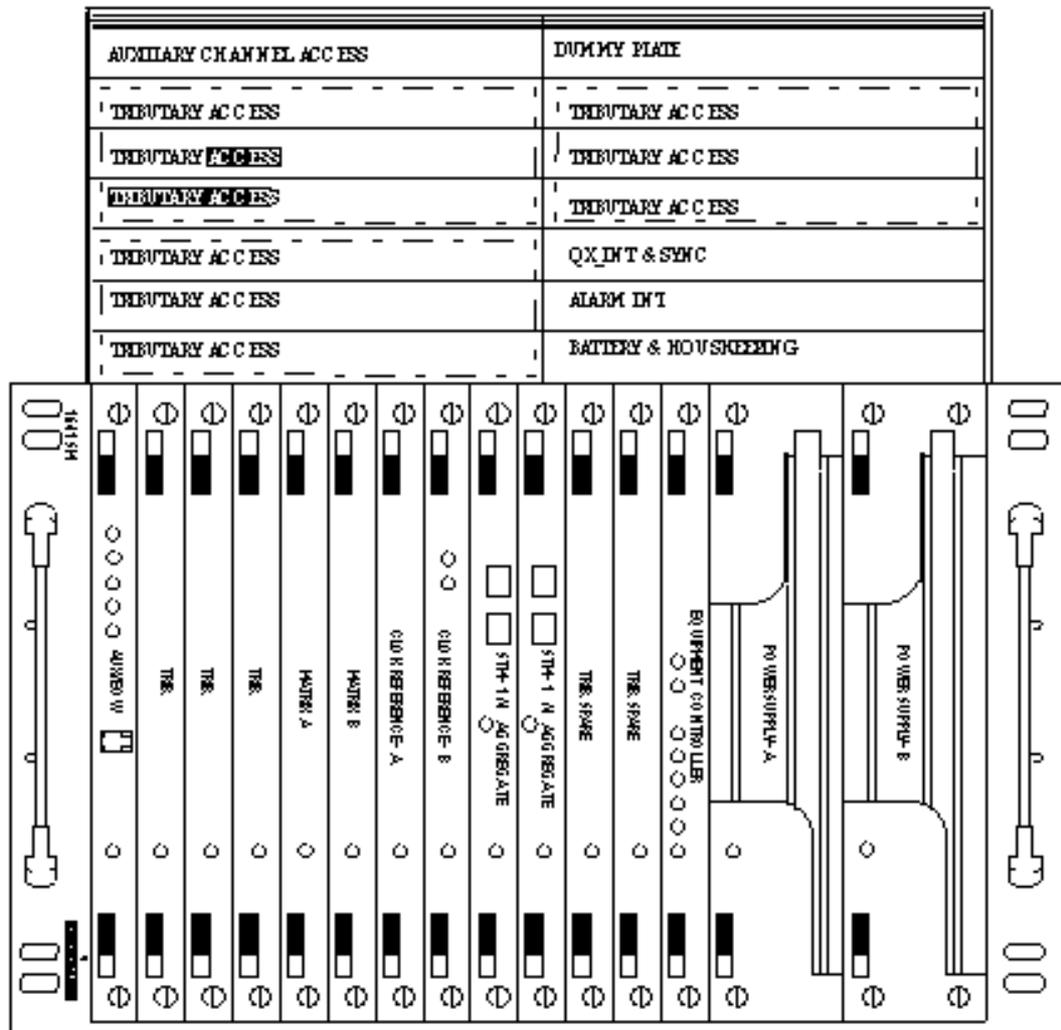


圖 5.1 Alcatel 1641SM 配置圖

5.2 系統維運電話(Engineering order wire/EOW)

為簡化系統維運時的困擾，ALCATEL 1641SM 整合內建式維運電話功能，系統架構如圖 5.3。設備網路維護電話(Engineering Order Wire)利用內建於服務通道之標頭位元組(Head Bytes)E1 和 E2，提供網路維修人員於任一 ADM 設備機房時，能直接透過網路維護電話與控制中心人員直接通話，而不需要另接電話網路

其工作原理乃利用光纖傳輸信號之系統管理資訊欄，直接載收將類比語音轉為數位信號之資訊，並可依應用需求，直接呼叫所欲通話之站台，其呼叫方式以 DTMF 選碼，同時具備工作族群呼叫功能，呼叫所有站台進行會議電話。由於部份站台無 1641SM 設備，並無直接路由銜接此維運傳呼音訊，因此本維運電話系統針對特殊站台採用語音橋接方式，以確保維運電話可直達各站台，提供維運工作人員通話聯繫用，其橋接方式如圖 5.4

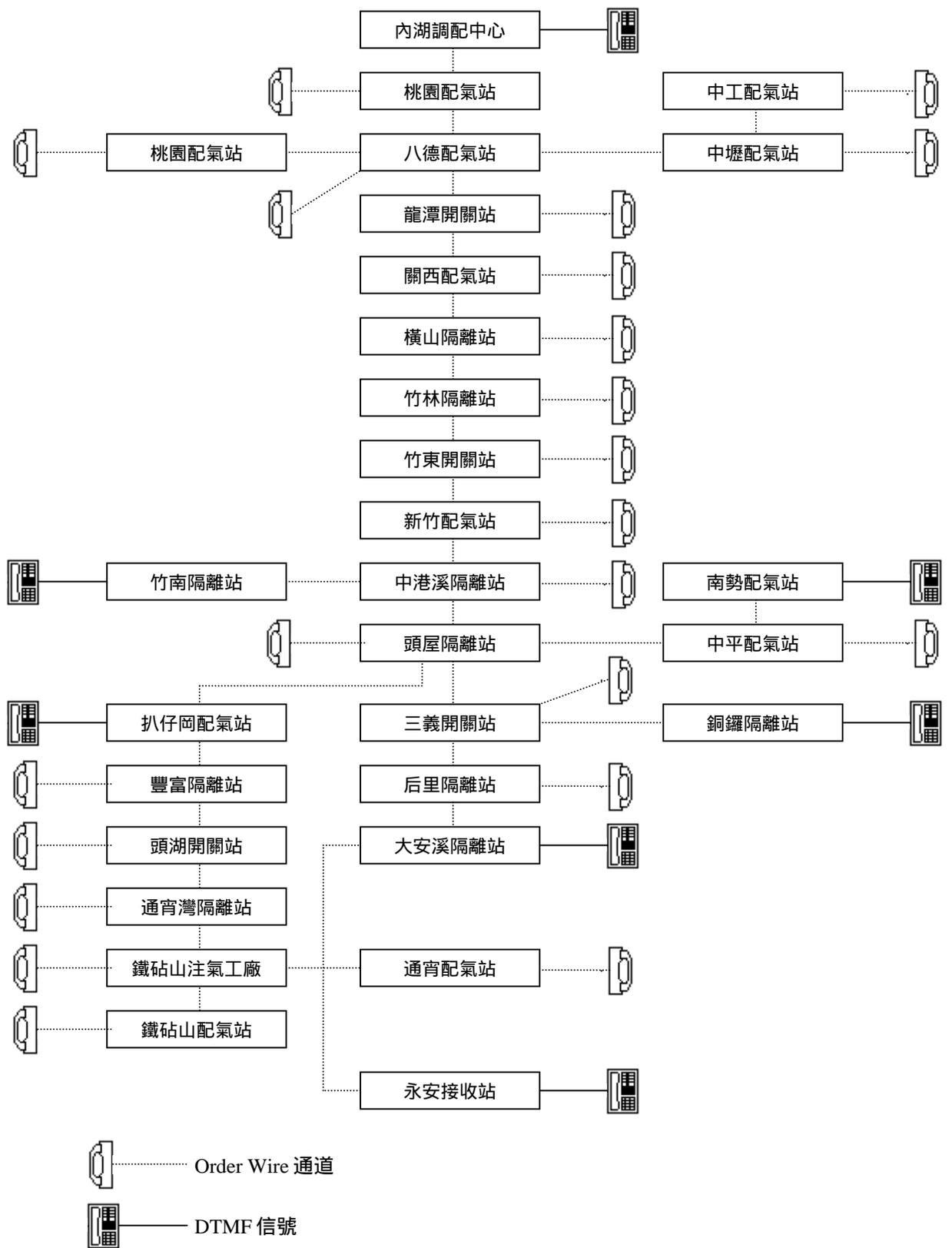


圖 5.3 維修聯絡電話系統架構

5.3 IAD 整合型網路存取設備 (ALCATEL 1518 IAD)

ALCATEL 1518 IAD 為一種 T1/E1 整合型網路存取設備，由於具備多種不同之介面模組，因此可以提供多種用戶所需之功能，經適當之組合可以處理任何語音與數據資料

經由信號處理及轉換後，ALCATEL 1518 IAD 能處理所連接的介面，並且指定 T1 及 E1 內之專用通道。此系統也能處理 DS-0 (64Kbps) 波道之交接 (CROSS-CONNECT) 功能，及 ADPCM/32K 之語音壓縮功能，其單體容量能高達 8 個 T1(DS-1) 或 E1 介面埠

ALCATEL 1518 IAD 低速端的多元化應用需求，可提供各式的低速端用戶介面，如通用同步數據介面、各式語音介面 (含 E&M)、Frame Relay (可用以支援 X.25 介面)，傳統非同步式或同步數據介面等

網管方面具有與終端機介接之能力，也提供選用集中式圖形化管理介面(經由 X.25 網路)之能力

ALCATEL 1518 IAD 由於具備多種不同之介面模組如非同步傳輸多工介面 (ATM)，網際網路/乙太網路介面，框碼傳輸(FR)介面，因此可以提供多種用戶所需不同傳輸資料之交換功能，經適當之組合可以處理所需網際網路封包(Packet)與框碼傳輸間之數據資料交換

5.4 網路管理系統(ALCATEL 1353 SH)

ALCATEL 1353 SH 網路管理系統可依應用需求，於管理中心內直接建置各站之光纖傳輸設備，並可進行路由之指派及監視各相關系統設備。為確保對各站之傳輸設備靈活掌控，本管理系統並能依需求直接處理各站之整合型網路存取設備（IAD）。為確保系統的高營運效能，此管理系統可直接監視、管理及設定各站相關之傳輸設備，如 ALCATEL 1641SM 及 1518 IAD

ALCATEL 1353 SH 網路管理系統的資訊管理路由，採用成熟及普及的乙太網路於網路中心，而所有相關之管理維運訊息利用整合之 ALCATEL 1641SM 同步光纖傳輸網路內建式之資訊處理路由，直接管理調度所有站台之傳輸設備。至於各站內整合型網路存取設備，則經由上層之同步光纖傳輸設備經其互連之 E1 中繼路由，並經此整合型網路存取設備之數據路由，轉換為本地處理 RS-232 介面信號與此設備相連，進而提供監視、管理及設定之功能

ALCATEL 1353 SH 網路管理系統主要功能：

- 網路通信故障即時資訊之處理
- 網路設備操作資料之組態設定
- 網路通信品質之監控
- 網路通信安全之管理
- 網路通信營運資料之儲存及報表列印

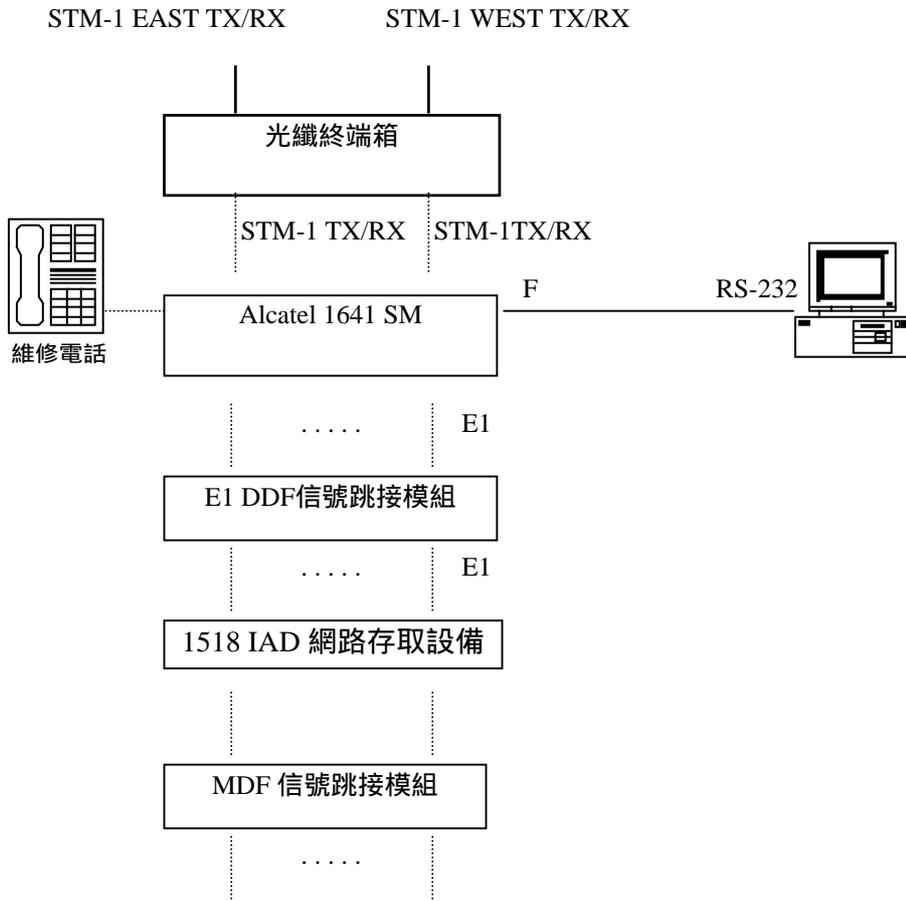


圖 5.5 區域網管架構圖

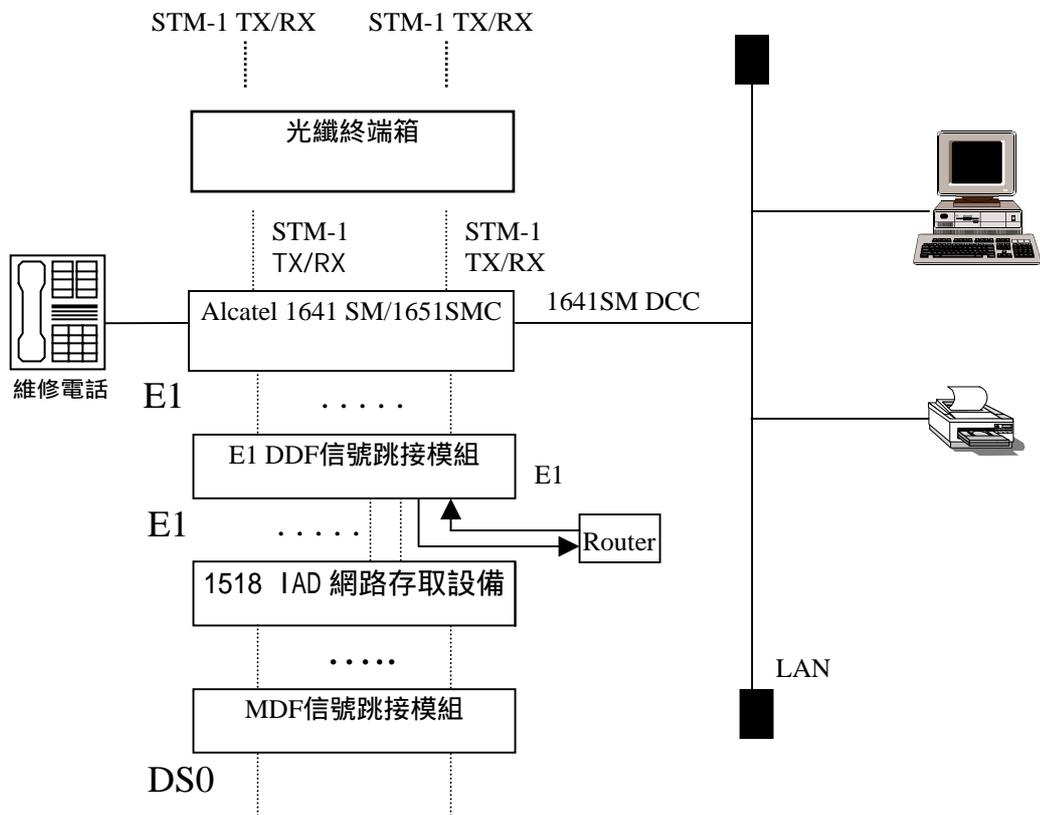


圖 5.6 內湖調配中心網路管理中心

6.0 三期天然氣長途輸氣管線監控系統光纖通信架構

6.1 光纖骨幹網路架構

圖 6.1 為本系統光纖網路之連接圖。各光纖通信設備中繼站 (含各個配氣站、隔離站、開關站等) 是以 STM-1 (155 Mbps) 光纖系統相互連接。ALCATEL 1641SM 塞取多工機可以同時提供雙方向之 STM-1 光纖傳輸；在各自方向之 STM-1 光纖傳輸皆可提供工作及備援保護光送收模組 (STM-1 高速介面單體)，當工作模組故障或光纜無法正常工作時，自動保護開關 (APS) 會自動將光纖傳輸之工作模組切換至備援保護模組，使系統持續正常工作。

ALCATEL 1641SM 塞取多工機為新一代之光纖通信傳輸系統，此系統除依國際規範為其設計標準，可同時整合 OLTE 及 M13 之功能，並改善傳統以 OLTE 及 M13 為光纖通信傳輸骨幹網所造成維運管理及網路架構繁瑣之困擾外，更可借由本設備所具備之各項功能來提升系統維運管理及監視操作等能力，以及系統同步訊號之高精確度，可一併解決目前傳統光纖通信傳輸網路常發生之頻率漂移及資訊誤判之缺失，使系統更穩定。

由於 ALCATEL 1641SM 塞取多工機可同時整合光纖終端機 (OLTE) 及 M13 多工機於同一設備內，而可直接相對應進行光纖纜線之連接，於各設備皆可提供最大 3 個 DS-3 (45 Mbps) 或 63*E1 (2 Mbps) 或混合應用之需求服務容量。

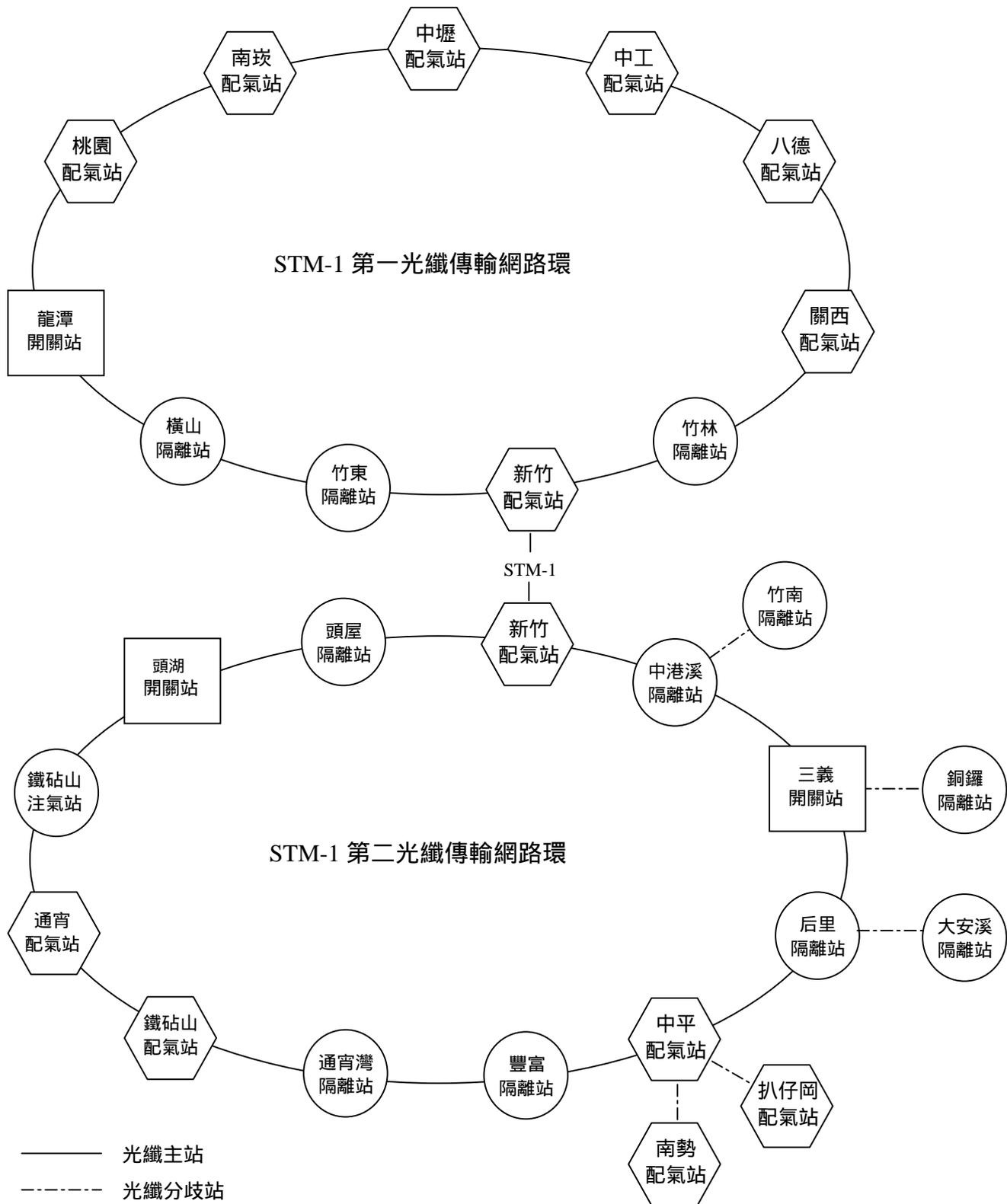


圖 6.1 光纖骨幹連接圖

6.2 中繼站光纖通信示意圖

本系統提供 E1 DDF 跳接線模組連接網路存取設備 (ALCATEL 1518 IAD) 及 ADM 塞取多工機 (ALCATEL 1641 SM)。所提供之 E1 DDF 信號跳接模組擔任一個智慧型數位信號跳接功能，能連接最多 21 個 E1 介面埠，並且能提供維護人員橋接 (Bridge)、路由 (Route) 及監視 (Monitor) 所有連接之信號。E1 DDF 信號跳接模組能與 STM-1 智慧型整合光纖多工傳輸設備備置於同一機架以節省空間及使用操作方便。

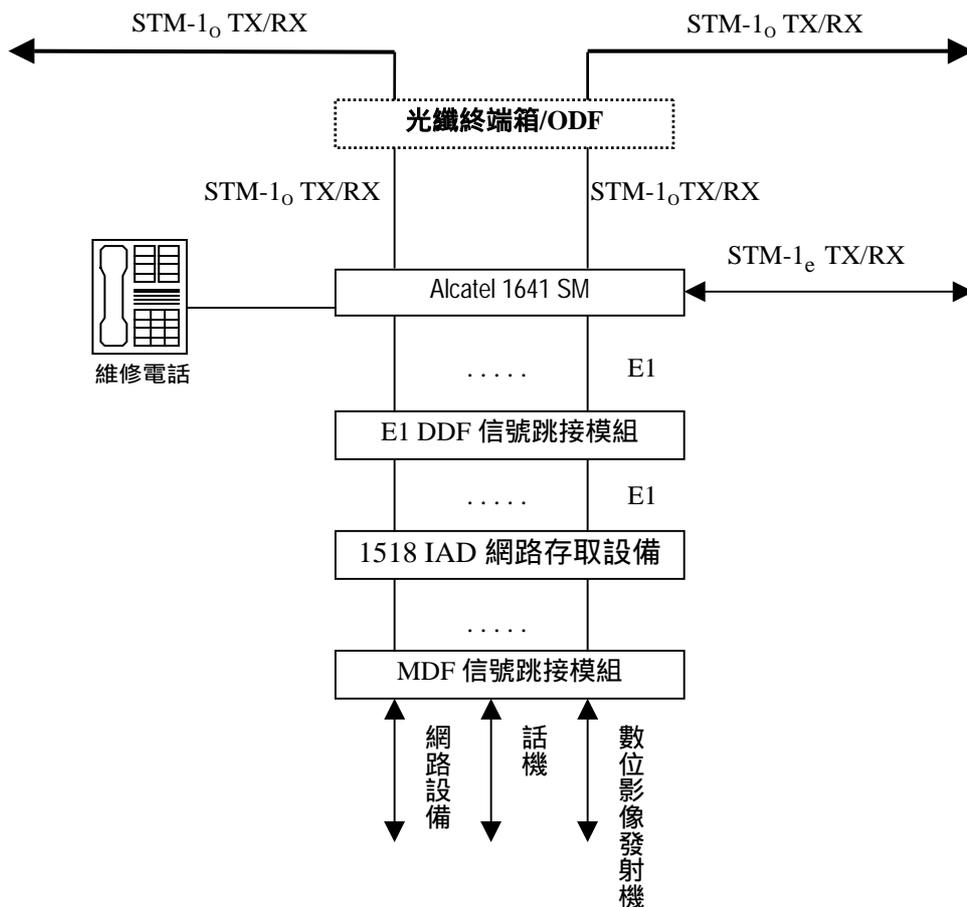


圖 6.2 中繼站 (含各個配氣站、隔離站、開關站等)之光纖通信示意圖

6.3 站體間光通信設備之光纖傳輸架構

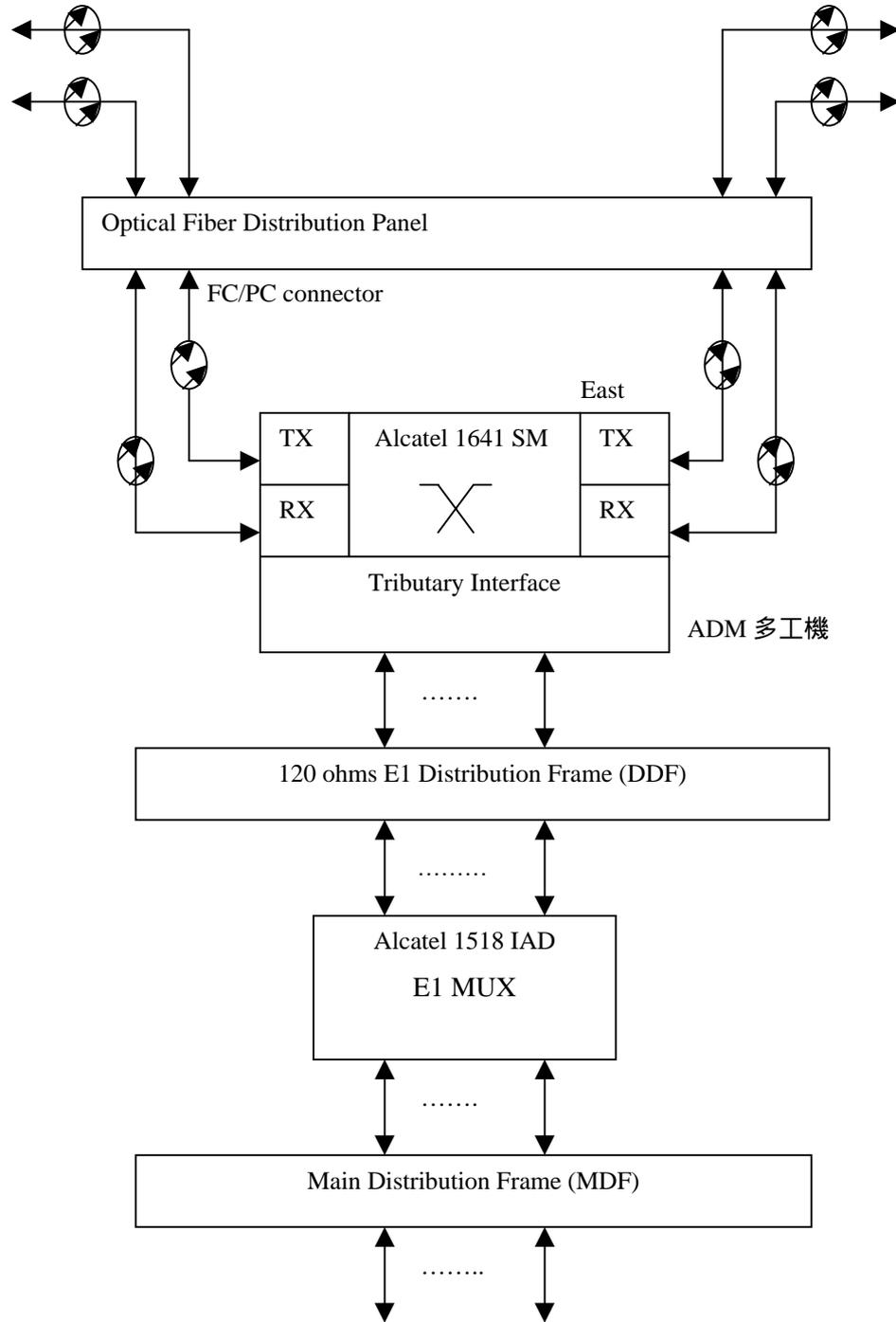


圖 6.3 各站之光通信設備光纖傳輸架構圖

7.0 心得與建議

A8601 天然氣長途輸氣管線監控系統工程之 SDH 光傳輸通信系統骨幹網路，採用法國 ALCATEL 公司生產之設備（ALCATEL 1641 SM ADM、ALCATEL 1518 IAD 等）及網管軟體（ALCATEL 1353 SH），該公司在世界 130 個國家設有據點或分公司，員工總數達十萬人，其 1999 年年營業額為 230 億歐元，其中 SDH 設備之市場佔有率為 29%，與 NEC、LUCENT、MARCONI、SIEMENS 及 NORTEL 等國際知名公司，共同擁有世界 94% 之市場

ALCATEL 公司擁有堅強之網路規劃設計團隊及完善的設備生產及測試工廠，目前本案之光傳輸通信系統骨幹網路已委由該公司規劃設計完成，設備亦上線生產中，預計今年中月開始陸續交貨安裝

本案所建置之 SDH 光傳輸通信系統骨幹網路，除了供給天然氣長途輸氣管線遙測監控之用，亦可提供本公司電信業務之需求，日後並可視通信頻寬需求之增加而加以擴充

雖然 SDH 網路架構及設備，利用標準的碼框架構、傳輸速度及標準的光介面及強大的網管軟體能力，大大地提高了通信頻寬，但是可以預見的事實是：頻寬永遠不足。因為未來通信之發展趨勢，係將語音、數據、影像、動畫、有線、無線及網際網路整合於同一傳輸交換系統，未來的通信世界將是一個整合了多種不同媒體可隨時隨地傳輸資訊之環境，例如視訊會議、遠距教學、智慧型家電、3G 行動電話及隨選視訊等之應用，為了滿足無限頻寬之需求，除了傳輸交換系統之擴充外，光纖容量之擴充為最佳之選擇

光纖之於傳輸設備猶如高速公路之於運輸工具，要增加運輸工具之流量，必須增建高速公路，同理，要增加傳輸頻寬就要增加光纖之容量，由於建置新的光纖網路有成本昂貴、施工不易之困難，採用光分波多工（WDM）或高密度光分波多工（DWDM）以提高既有光纖之容量，遂為未來頻寬發展之趨勢