

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：實習)

赴歐實習

『寬頻無線接取網路規劃新技術』

出國報告書

服務機關：中華電信北區分公司
台北東區營運處

出國人職稱：助理工程師
姓名：吳星毅

行政院研考會/省(市)研考會 編號欄

出國地點：德國

出國期間：民國 92 年 10 月 19 日至 92 年 11 月 1 日

報告日期：民國 93 年 1 月 27 日

公務出國報告提要

頁數: 31 含附件: 否

報告名稱:

實習寬頻無線接取網路規劃新技術

主辦機關:

中華電信台灣北區電信分公司

聯絡人/電話:

盧婉屏/2344-3261

出國人員:

吳星毅 中華電信台灣北區電信分公司 台北東區營運處 助理工程師

出國類別: 實習

出國地區: 德國

出國期間: 民國 92 年 10 月 19 日 - 民國 92 年 11 月 01 日

報告日期: 民國 93 年 01 月 27 日

分類號/目: H6/電信 H6/電信

關鍵詞: 寬頻無線接取網路

內容摘要: 本報告書主要分為目的、過程、研習心得、建議等部份。研習心得主要探討三部分，第一部分為無線光通信（Free Space Optical）系統之原理與基礎架構，第二部分介紹目前無線光通信系統之應用情形，最後一部分以本次實習所參觀之德國Lightpointe公司無線光通信系列產品為例，介紹無線光通信設備之安裝與維護，並介紹該無線光通信設備之光網管介面（OMI）以及無線光通信設備之故障診斷與排除。最後於建議部分提出本次出國實習的感想及個人的淺見供參考。

本文電子檔已上傳至出國報告資訊網

摘要

本報告書主要分為目的、過程、研習心得、建議等部份。研習心得主要探討三部分，第一部分為無線光通信（Free Space Optical）系統之原理與基礎架構，第二部分介紹目前無線光通信系統之應用情形，最後一部分以本次實習所參觀之德國 Lightpointe 公司無線光通信系列產品為例，介紹無線光通信設備之安裝與維護，並介紹該無線光通信設備之光網管介面（OMI）以及無線光通信設備之故障診斷與排除。最後於建議部分提出本次出國實習的感想及個人的淺見供參考。

目錄

	頁次
一、目的.....	1
二、過程.....	2
三、研習心得.....	3
3.1 無線光通信系統之原理與基礎架構.....	3
3.2 無線光通信系統之應用.....	7
3.3 無線光通信系統設備之安裝與維護.....	14
3.3.1 設備安裝.....	14
3.3.1.1 設備安裝點之選擇.....	14
3.3.1.2 設備安裝點之準備.....	23
3.3.1.3 安裝設備步驟.....	24
3.3.2 設備維護.....	28
3.3.3 光網管介面 (OMI)	28
3.3.4 故障種類與排除.....	29
四、建議.....	30

一、目的

電信市場開放之後，台灣的電信事業發展進入了戰國時代，從行動電話、國際電話到固網的開放競爭，對一般民眾而言是一大福音，因為競爭的結果使得所付之電信費用降低了許多，而電信公司服務的品質也因此得到提昇。對於電信業者而言，提供高品質、高可靠度、的電信服務是必須的，因為只有朝這些方面去努力，才能留住客戶，維持公司的永續經營。

在高度發展的都市中，各種地下管道如電力、電信、自來水、瓦斯、交通號誌等大多佔滿道路，而當所建設之管道不敷使用時，要再進行擴充便是一項相當困難的事。以電信管道為例，經過數十年來的建設，其使用率已經相當高，若要進行擴充，將會面臨許多的困難，例如縣市政府對於路證核准之時程長、需繳交道路挖掘使用費、遇施工困難工程時間延宕等等都會造成電信公司的成本不斷提高，且由於時間延宕會導致對客戶供線之延遲，對電信公司及其客戶會造成很大的損失。

在傳統地下管道之建設愈來愈困難之際，無線通信技術提供了另一個選擇，其中無線光通信技術 (Free Space Optical, FSO) 更是一項適合的解決方案。無線光通信技術為利用雷射光作為在大氣中傳輸的媒介，其傳輸具有高頻寬、高可靠性、高方便性 (容易安裝) 及價格低廉等特性，相對於傳統地下管道而言是一可靠之替代技術。本次實習即是至德國 Lightpointe 公司學習無線光信設備之技術，以期對於本公司未來相關之建設能有助益，亦提供研習後之建議作為日後建設之參考。

二、過程

日期	地點	工作內容
10/19- 10/20	Taiwan--> Frankfurt--> Dresden	去程
10/21- 10/22	Dresden	至 Lightpointe 公司參觀工廠及實習無線光通信技術
10/23	Dresden--> Frankfurt	工廠實習及行程
10/24- 10/25	Frankfurt	整理資料 (休假日)
10/25- 10/30	Frankfurt	無線光通信設備之光學, 電子單元之實習及現場安裝
10/31- 11/1	Frankfurt--> Taiwan	回程

三、研習心得

無線光通信 (Free Space Optical, FSO) 傳輸為利用雷射光透過大氣來傳送數位信號的過程，是一種可簡單、快速、低成本安裝且無須執照的技術，其提供可靠且具彈性的數位信號傳輸服務，故其可以應用於許多的場合。今以德國 Lightpointe 公司所生產之無線光通信設備為例，介紹無線光通信系統之原理與基礎架構 (3.1)、無線光通信系統之應用 (3.2)、無線光通信設備之安裝與維護以及其網管技術等 (3.3)。

3.1 無線光通信系統之原理與基礎架構

無線光通信系統使用單一或多波束紅外線雷射連接需傳輸之兩端點，此兩端點可視實際狀況利用直線傳輸或透過另一套設備之轉接達到傳輸之目的。如 Figure 3.1、Figure 3.2 所示，傳輸端於發射源發射一細窄的紅外線波束載送來自網路設備介面端接收的光輸入資料，相對於另一端的接收端透過接收鏡面於接收光束後，經過濾光訊號，並重置於網路端輸出光纖連接介面，此系統為雙向傳輸並在發射與接收上達到同步傳輸。

無線光通信系統之特點為其可提供光纖傳輸容量、免傳輸執照及實體介質、僅需 OSI 第一層傳輸介質及可與現有用戶終端設備整合等。但無線光通信系統並不提供以下之功能，如進階架構、交換與路由機制、以特定通訊協定傳輸急需發展新網路架構或拓樸來作整合。以下將無線光通信系統之優點分析如下：

1. 成本較低 (與傳統有線通信系統比較)。
2. 安裝容易。
3. 無須傳輸執照。
4. 頻寬大 (約 2Mbps~2.5Gbps)。
5. 可靠度高。
6. 室內及室外皆可安裝。

7. 協定透通性 (Protocol Transparent)。

8. 機動性高。

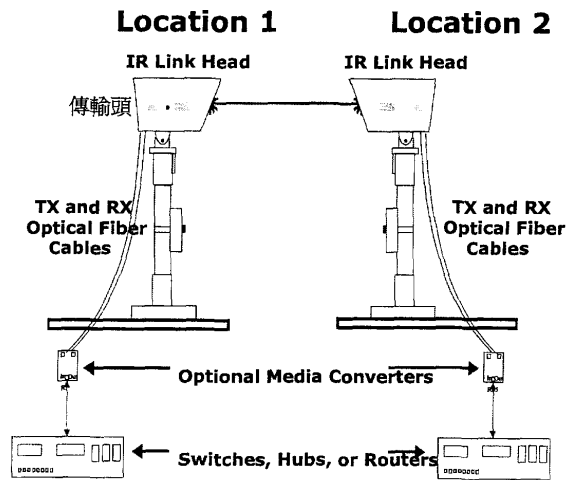


Figure 3.1：無線光通信設備基礎架構

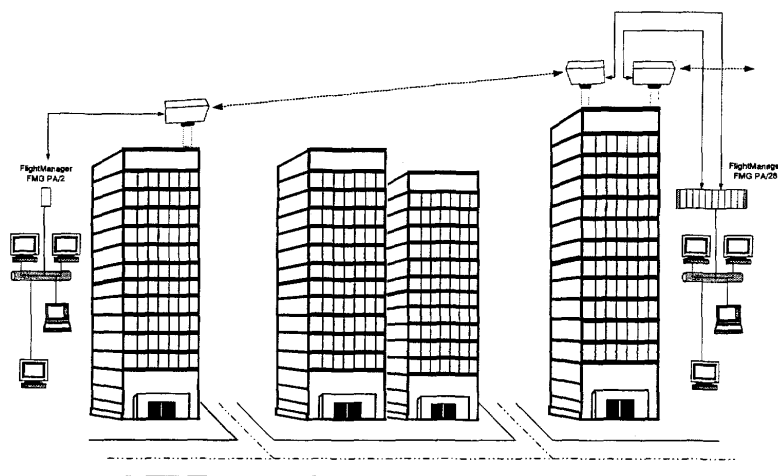


Figure 3.2：無線光通信系統網路基礎架構

無線光通信系統可安裝於室內或室外，Figure 3.3~ Figure 3.5 說明因對應安裝場所不同之下的配置情況。

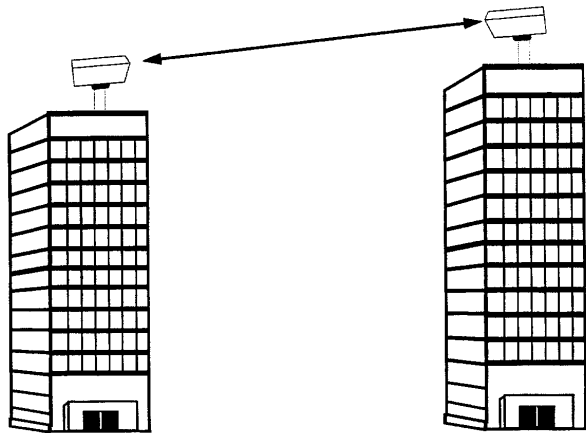


Figure 3.3：屋頂對屋頂配置

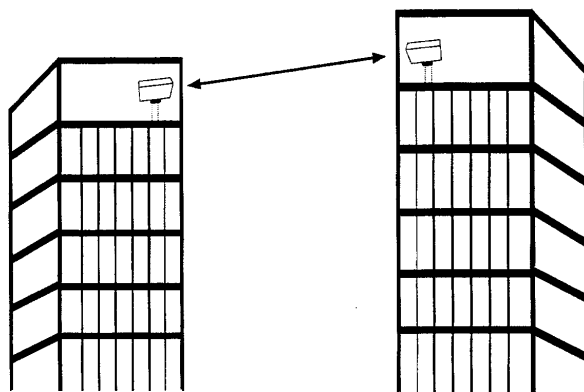


Figure 3.4：窗對窗配置

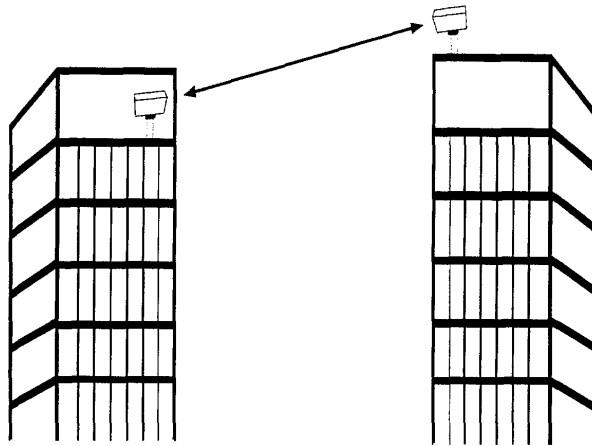


Figure 3.5 窗對屋頂配置

以上所示的三種配置情形之下，在安裝設備時需考慮幾點因素，包括距離（設備對設備）、角度（設備對設備、設備對窗）以及色彩等。其中若設備裝於窗戶中，如 Figure 3.4 及 Figure 3.5 所示，其設備與窗戶間之角度限制如 Figure 3.6 所示。而距離之限制請參考 Figure 3.7 所示。

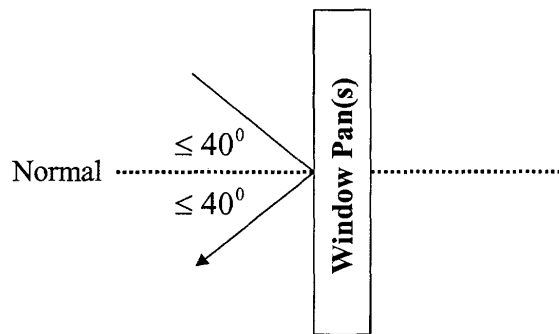


Figure 3.6 設備與窗戶間之角度限制

3.2 無線光通信系統之應用

無線光通信系統應用之範圍非常廣泛，以此次 Lightpointe 公司之一系列產品為例，如 Figure 3.7 所示，傳輸頻寬可從 2 Mbps 至 2.5 Gbps，傳送距離最遠可達四公里之遠，可應用之場合相當多，茲將其應用情形分別敘述如下：

2.5 Gbps	FlightSpectrum 2.5G/1000				
1.25 Gbps	FP 1.25G/300	FS 1.25G/1000			
622 Mbps	FP 622/300	FS 622/1000			
155 Mbps	FP 155/600 FP 155/500 FP 155/300	FS 155/2000 FS 155/1000	FS 155/4000		
52 Mbps	FP 52/600	FS 52/2000	FS 52/4000		
10 Mbps	FL 10/350				
2 Mbps					
	350 米	600 米	1000 米	2000 米	4000 米

Figure 3.7: Lightpointe 公司 FSO 設備頻寬及傳輸距離表

一、困難地形應用：

如 Figure 3.8 所示，在 A 點與 B 點間有鐵路阻隔，佈線不易，可採用 FSO 方式解決；故當佈線遭遇困難地形阻礙時，如鐵路、河流等，FSO 為解決此困難之理想方法之一。

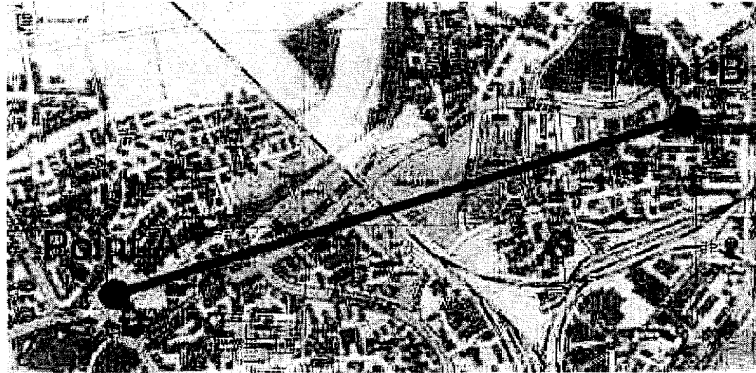


Figure 3.8：困難地形中點對點之連接

二、電信業者之連結

如 Figure 3.9 所示，FSO 應用於電信業者之連結。

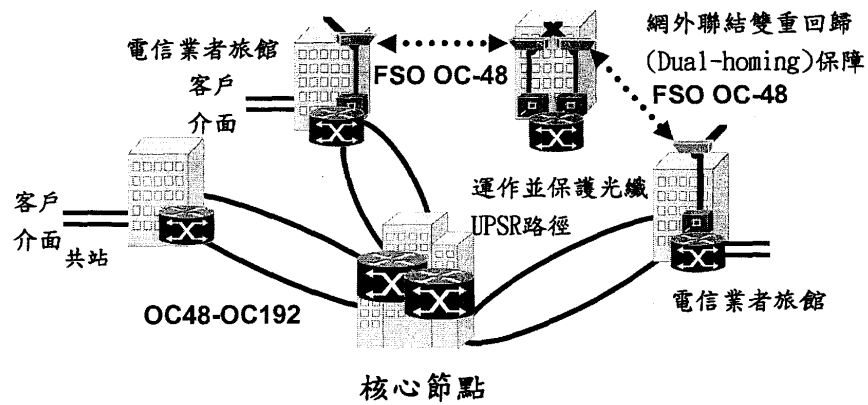


Figure 3.9：電信業者之連結

三、區域網路到區域網路間之延伸

如 Figure 3.10 所示，FSO 應用於區域網路間之延伸。

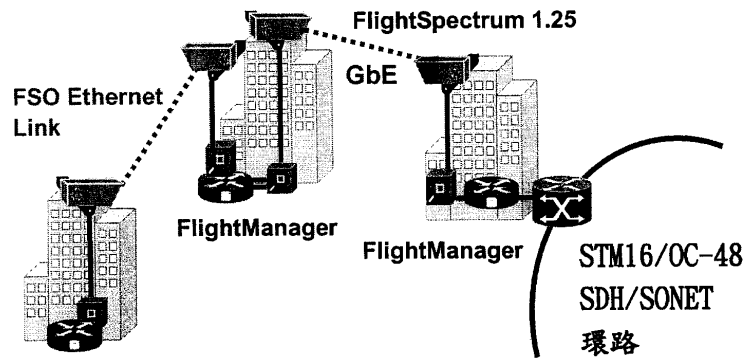


Figure 3.10：區域網路到區域網路間之延伸

四、都會環路延伸及連接網外建築物

如 Figure 3.11 所示，FSO 可用來作為都會環路之連接（當建築物沒有第二個光纖接入點時）以及與網外建築物間連接用。

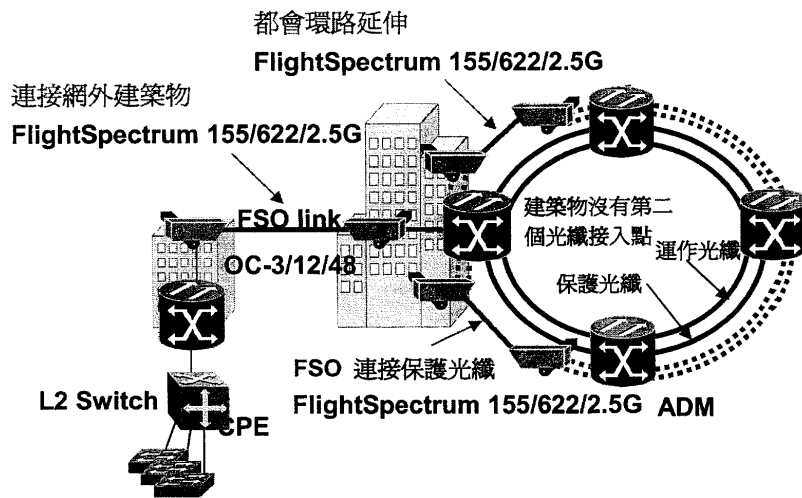


Figure 3.11：都會環路延伸及連接網外建築物

五、路徑備份

如 Figure 3.12 所示，FSO 作為 A 大樓與 B 大樓間路徑備份之用。

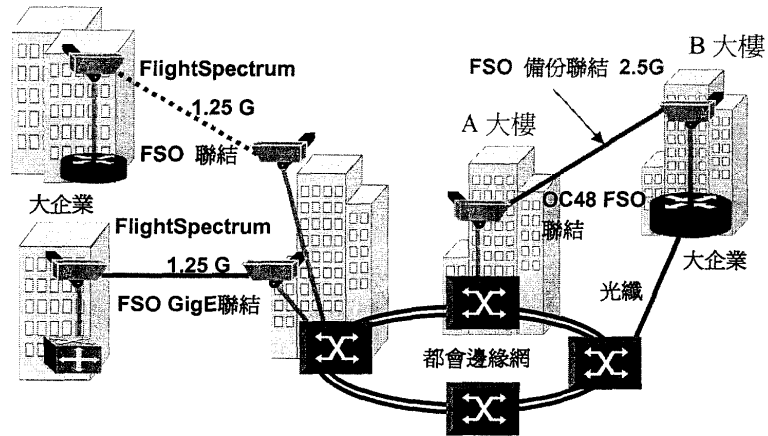


Figure 3.12：路徑備份

六、網路恢復

如 Figure 3.13 所示，FSO 作為網路恢復之應用，當環路上任一點發生故障時，利用 FSO 作為網路恢復之作用。

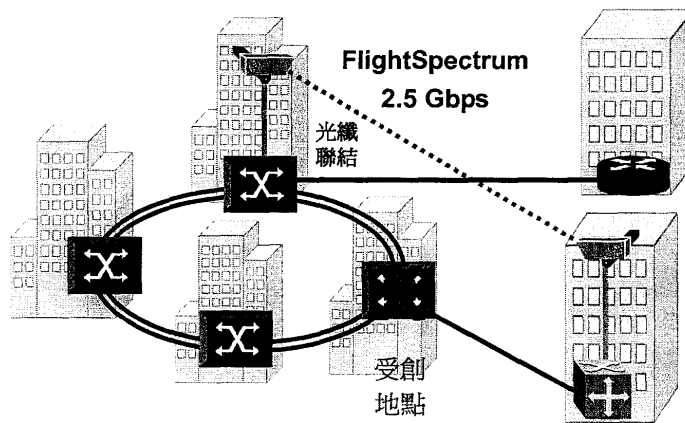


Figure 3.13：網路恢復

七、完成都會環路

如 Figure 3.14 所示，當都會環路中因地形限制、住戶抗爭等因素造成光纜佈放不易時，FSO 可用來作為環路路由之完成。

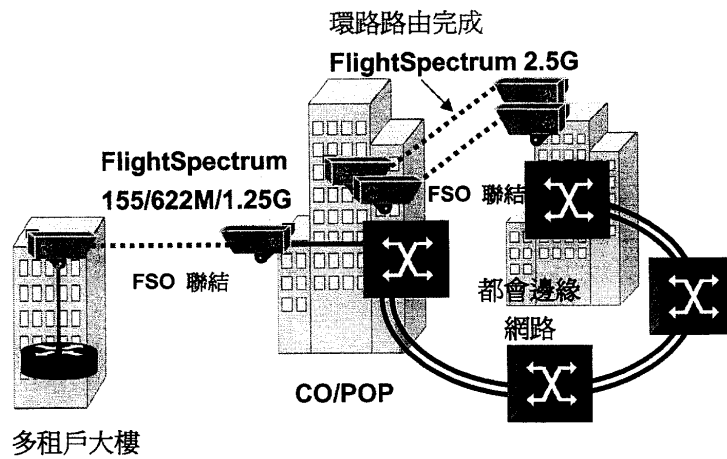


Figure 3.14：都會環路完成

八、重要事件服務

如 Figure 3.15 所示，FSO 可應用於當有緊急或臨時重要事件發生時，如大型節慶、娛樂表演、各類比賽、災變等，作為臨時延伸涵蓋通信範圍之用。

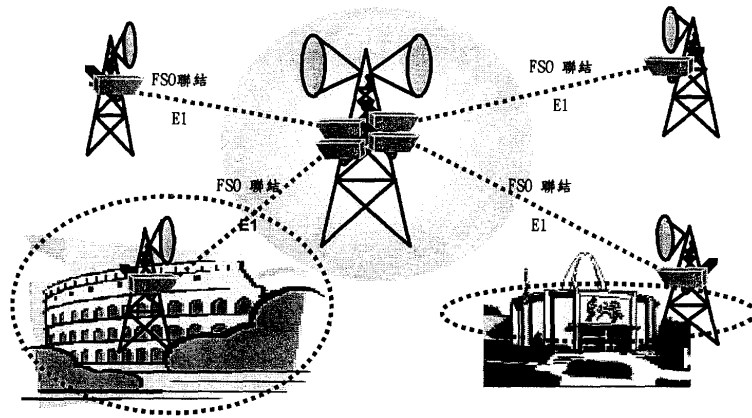


Figure 3.15：重要事件服務

九、行動無線通信之應用

由於 3G 行動通信系統與現有 2G/2.5G 系統相較，其需要更大之資料處理能力，而 FSO 可應用於提供本地資料回流，如 Figure 3.16 所示。

十、FSO 加 RF 之應用

以 FSO 作為通訊之主要路由，而以 RF 作為通訊之第二路由，如此架構之優點為可提昇通訊頻寬並提高 RF 之選擇範圍，如 Figure 3.17 所示。

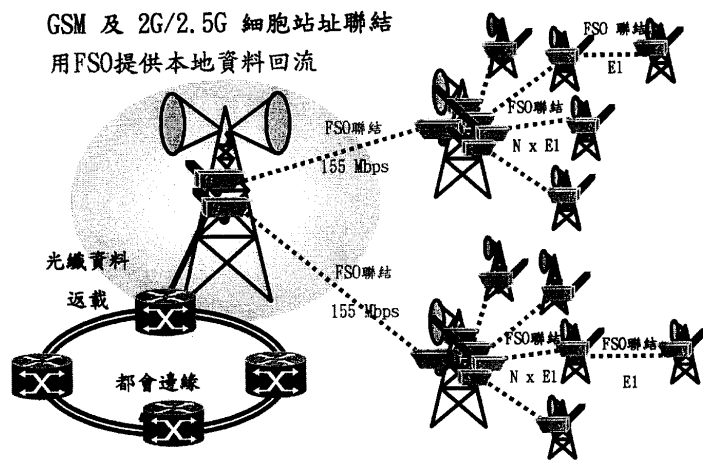


Figure 3.16 : 行動無線通信之應用

FSO as Primary Link with RF Backup

**LightPointe/FSO acts as
primary link in IP network
and protection via HSRP**

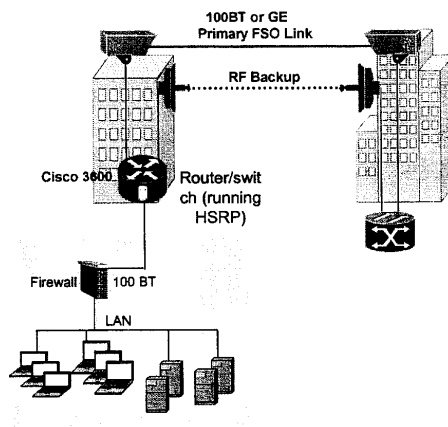


Figure 3.17 : FSO 加 RF 之應用

3.3 無線光通信系統設備之安裝與維護

3.3.1 設備安裝

3.3.1.1 設備安裝點之選擇

安裝地點之選擇需考慮以下因素：

一、確認符合兩端位置及需求之系統

- 資料傳輸率及協定。
- 使用雷射測距儀或全球定位儀 GPS 量測準確的距離。
- 實際兩端傳輸頭安裝點距離是否已在設備最大傳輸距離？
- 為單模或多模的介面？
- 光介面的波長。

二、確認實際視線一直線可到達

- 是否有空調熱氣發散裝置，樹木或其他障礙物在視線直距中間造成妨礙或中斷連線？
- 是否有可能有人員工作活動於此空間造成干擾傳輸？
- 無排氣孔，大且平坦的屋頂或煙囪在中間。

三、確認傳輸的安全

- 傳輸的波束狹窄且為不可見光，在不中斷波束路徑下使它不容易被分接。
- 確認其他設備安裝位置於傳輸頭後方，期使攔截傳輸波束源者不易隱藏。

四、評定環境架設狀況

- 架設基座平台是否穩定不會震動。
- 基座安裝位置是否不易受環境溼度及溫度影響(如頂樓水塔或空調)
- 評估是否有避雷保護裝置需求。
- 如果可能，使用不易把屋頂穿裂的安裝金屬配件。

五、評定系統使用時架設位置

- 容易操作傳輸頭。
- 穩定的位置/平台式的架設。
- 對系統安裝者與維護者有安全考量。

六、評定架設位置在運作上的完善性

- 靠牆邊可避免阻礙傳輸。
- 靠牆邊降低溫度或其他屋頂廣告閃光燈具的影響。
- 如果可能，安置可稍避惡劣天氣之安裝點。
- 人員雷射安全考量。

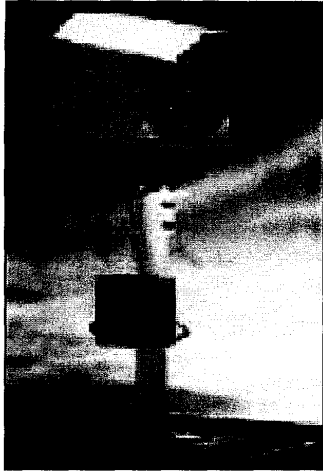
七、考量架設基座

- 能鑽孔固定。
- 屋頂屋凸表面。
- 水泥牆面。
- 窗戶後內牆或地面。

八、考量安裝型態

- 標準安裝固定組件(地面或牆面)。
- 其他特定架設固定組件。

以下為針對不同安裝位置之範例說明：



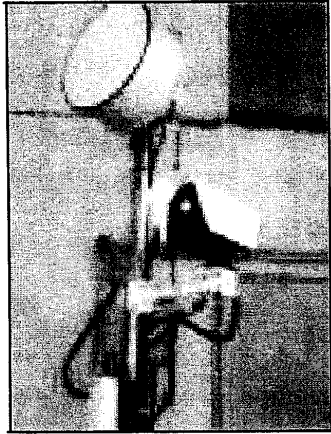
標準一般安裝：
一般直立型安裝固定於實體地
面上，可用膨脹螺絲或固定栓
。

Figure 3.18：標準一般安裝



辦公室地面安裝：
在辦公室或實驗室或短時間穩
定地面的架設需求皆可採用，
放置於穩固的基座上。

Figure 3.19：辦公室地面安裝



固定桅桿附掛安裝：

使用U型門與桿作托架方式簡單固定於原有桅桿需注意其它天線是否會因風產生整體搖動。

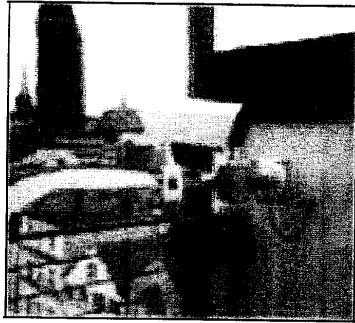
Figure 3.20：固定桅桿附掛安裝



特別製訂安裝：

依環境顧客需求，特製長度之固定桿與加強固定方式。

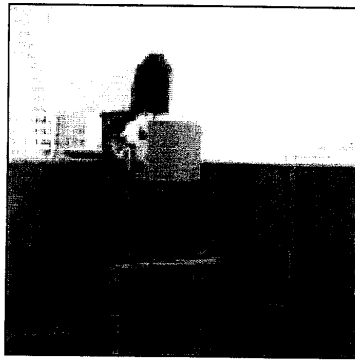
Figure 3.21：特別製訂安裝



牆面安裝：

當可鑽孔安裝於一般垂直牆面時可考量此種安裝，架設桿需水平固定於穩固的牆面，使用之螺門需深入紮實。

Figure 3.22：牆面安裝



矮牆安裝：

女兒牆夠高時可採此種安裝，特製底盤固定於穩固邊牆，需注意前方不能有人走動遮蔽。

Figure 3.23：矮牆安裝



特製鐵索安裝：

針對較高之桅桿與風強區域加以固定。

Figure 3.24：特製鐵索安裝



鐵塔安裝：
針對需較高之可視點
加以穩固昇高。

Figure 3.25：鐵塔安裝



多傳輸頭安裝：
針對同方向一個以上
傳輸頭的架設方式。

Figure 3.26：多傳輸頭安裝（同方向）



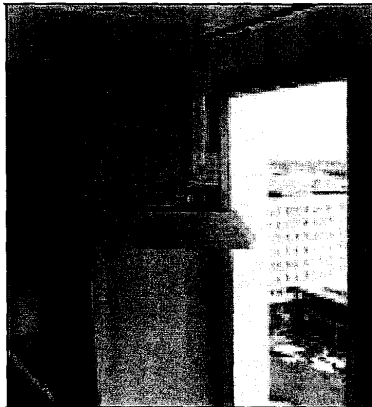
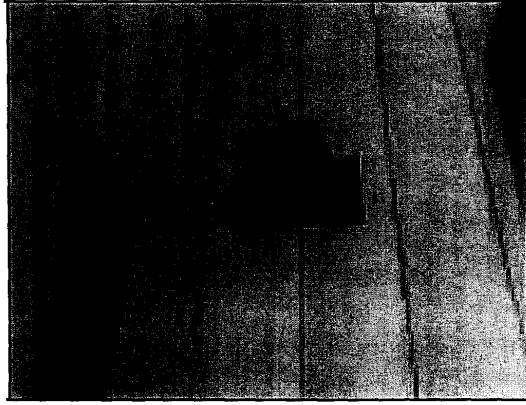
標準室外牆邊安裝：
一般直立型安裝固定
於實體地面牆邊，可
用膨脹螺絲或固定
栓。
。

Figure 3.27：標準室外牆邊安裝



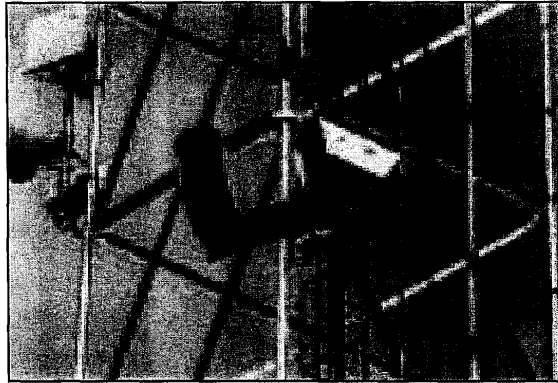
多傳輸頭安裝：
不同方向一個以
上傳輸頭的架設
方式。

Figure 3.28：多傳輸頭安裝（不同方向）



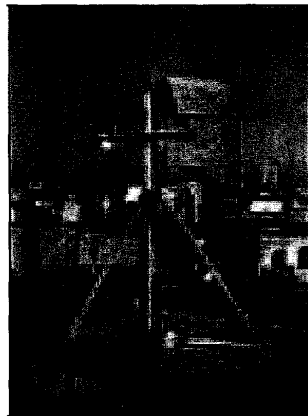
牆邊倒掛安裝：
選定窗邊樑柱倒
掛安裝，需固定於
實體牆比較穩固。

Figure 3.29：牆邊倒掛安裝



高壓鐵塔附掛
安裝：
兩個傳輸頭以
平衡桿方式附
掛鐵塔邊桿。

Figure 3.30：高壓鐵塔附掛安裝



不鑽孔安裝：
下邊使用磚塊於底座壓制固定
左圖以裝水膠箱固定。

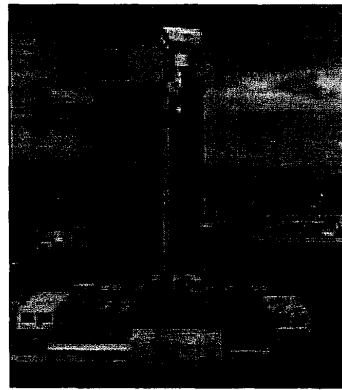


Figure 3.31：不鑽孔安裝

3.3.1.2 設備安裝前之準備

一、檢查安裝點空間需求

- 一個以上多傳輸頭可以安裝在同一個安裝點共站。多傳輸頭中如有同波長同指向同一共站點方向的傳輸頭應該間隔至少 2.7 米，對於不同方向的傳輸頭則沒有限制。

二、架設前確認安裝地面或牆面

- 檢查安裝表面示為可鑽孔裝門的實心固體材。
- 確認安裝表面於無其他嚴重破裂或損壞。
- 檢查表面確認是堅固的。

三、檢查可用的電力供給

- 確認電源延伸線路足夠長度。
- 使用標準的線徑等級的線材。
- 需了解該棟建築規範需求。

四、檢查網路介面

連接依據對方系統型態與備份需求提供不同的連接路由數量。通常會牽比實際需求線路一倍的數量。

- 決定光纖型態 (單模或多模)。
- 如果備份需求考量,最少放置 8 芯線路。
- 光網管介面 OMI 是使用多模光纖。

五、檢查光纖纜線路由

系統可使用單模或 50/62.5 μm 的多模光纖。

- 確認使用正確的光纖。
- 傳輸頭網路介面連接終端為 SC 接頭。
- 傳輸頭網路介面皆有標示(Data IN, Data OUT, and OMI)。

六、使用光纖纜線測試儀檢查來自傳輸頭網路介面與光網管介面的光衰減值。

- 量測光纖損失以確保可接受的傳輸效能。

3.3.1.3 安裝設備

當決定安裝點之位置及完成安裝前之準備工作後，即可開始進行設備安裝之工作；雖然大部分之安裝可由一人完成安裝上之所有需求及傳輸頭對準程序，但是由兩個人協同安裝則能更有效率且安全的完成工作。以下針對設備之安裝分成十二個步驟敘述如下：

步驟一：安裝固定下座 (Figure 3.32) 於實心地面或牆面。

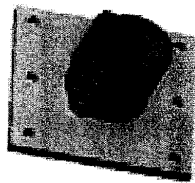


Figure 3.32

步驟二：為確保穩定，盡可能保持架設桿在最短需求的高度，最大建設架設桿長度為 70 公分。

步驟三：螺絲上鎖螺紋，裝上旋轉座於傳輸頭底部。(Figure 3.33)

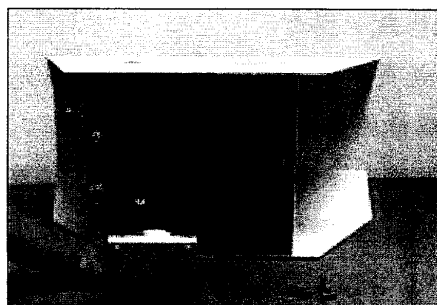


Figure 3.33

步驟四：將上座與旋轉座緊靠四個對應螺孔，用提供的螺絲螺帽鎖緊固定。(Figure 3.34)

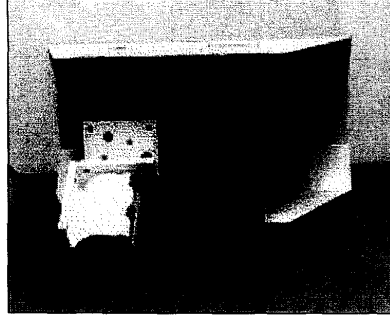


Figure 3.34

步驟五：將架設桿置入下座上並鎖緊下座側邊四顆固定螺絲，勿過度鎖緊。(Figure 3.35)

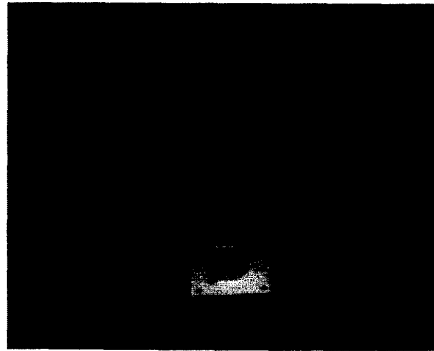


Figure 3.35

步驟六：將上座整組套入架設桿部份，並鎖緊上座側邊四個螺絲。(Figure 3.36)

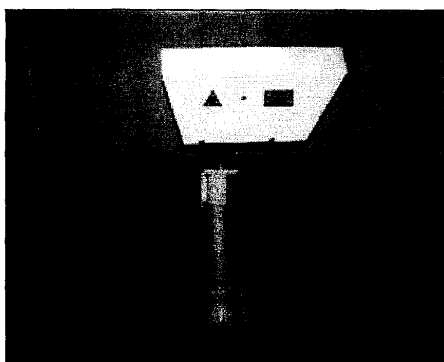


Figure 3.36

步驟七：鎖緊電源供應盒與固定環座間之四個螺絲。(Figure 3.37)

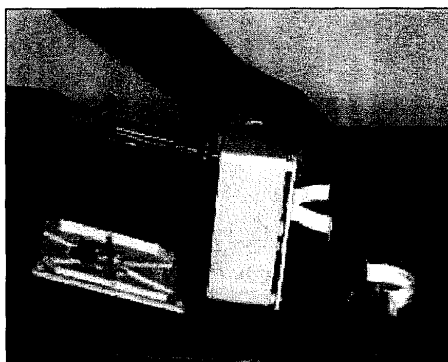


Figure 3.37

步驟八：裝上塑膠固定環套將電源盒底座半環靠上架設桿，鎖上另一半環片，位置可盡量調整靠向上座，確認電源盒的出線防水接頭那面是向下的，裝置方向才正確。(Figure 3.38)

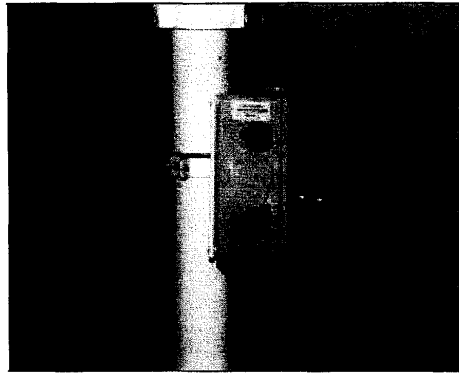


Figure 3.38

步驟九：接上傳輸頭 12V 直流電源接頭。

步驟十：裸線接上 110VAC 市電及 12VDC 傳輸頭電源線到電源盒對應端子座鎖緊。

步驟十一：打開遙控接頭塞蓋，按卡榫插入遙控電源接頭栓並確實鎖緊。(Figure 3.39)

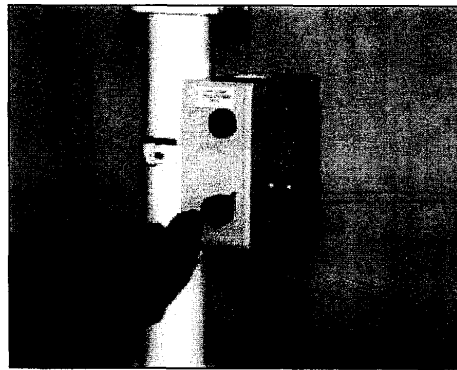


Figure 3.39

步驟十二：於安裝第二個傳輸頭重複以上步驟。

3.3.2 設備維護

無線光通信設備之維護須注意兩件重要事項，一為定期清理傳輸頭之前窗，維持前窗之乾淨；另一則為定期檢視傳輸頭傳輸的前方區域是否有新的障礙物，以保證光傳輸路徑之暢通。

3.3.3 光網管介面 (OMI)

光網管介面為提供從遠端監控及測試無線光通信系統的工具，從傳輸頭所擷取到之資訊可用來監控系統運作之效能及診斷故障的參考。其連接方式為透過一對多模光纖纜線傳達到個人電腦平台，再經由雙向 V.24 轉換器將光訊號轉換成 RS-232 電訊號，插入電腦 RS-232 通訊埠。光網管介面之連接方式如 Figure 3.40 所示。

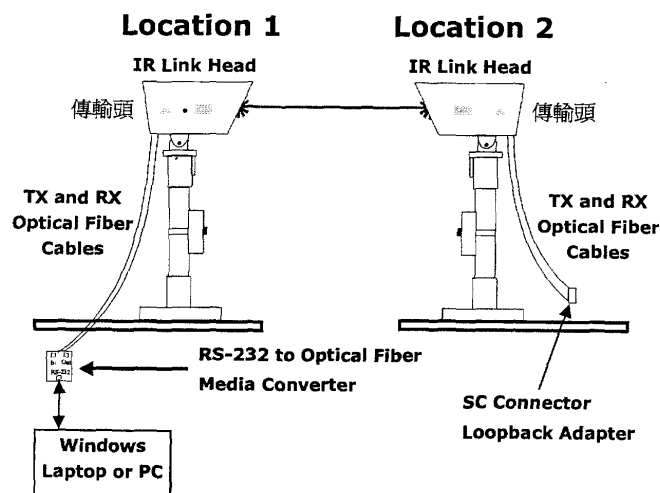


Figure 3.40：光網管介面系統診斷測試接線

3.3.4 故障種類與排除

設備之故障種類可以分為三部分：網路設備問題、環境問題引發之故障及系統本身故障。今將其故障之種類及其原因以 Table 3.1 敘述如下。

故障種類	故障原因
網路設備問題	1.過高的輸出信號功率。 2.不佳的網路輸入信號。 3.電纜長度過長。 4.電纜接續錯誤。 5.新加入網路元件。 6.光纖損壞。 7.光信號微弱。 8.光纖連接器損壞。 9.線路編碼錯誤。
環境問題造成	1.發散的煙霧。 2.豪雨、雪、霧及冰雹。 3.熱氣暴流（閃光）。
系統本身故障	1.品管不佳。 2.人為因素。

Table 3.1 設備故障種類及原因

大部分故障問題檢查的功能均可透過電腦與光網管程式精確地找出來，而針對故障之種類及時提出解決之方法，必可使故障造成之損失減少至最低。

四、建議

自從電信自由化之後，台灣的電信事業進入另一個嶄新的階段，由於市場的開放競爭，使得各項的電信服務有了快速的進步，人們也享受到了自由化所帶來的各種好處。在此同時，電信公司也不斷地嘗試引進新的技術以提升服務的品質，因為只有不斷的提昇品質，才能保持競爭力，讓企業的經營能夠永續。

一項新技術的引進必須考量許多的因素，而決定新技術成功與否則需要決策者之智慧。近年來在台灣，電信地下管道的建設可說是遭遇到愈來愈多的困難，如馬路路權的取得不易（包含縣市政府路證核發嚴格、居民抗爭等）、挖路成本提高（如縣市政府收取道路使用費、道路管線複雜施工不易等）、政府對於地下管道之政策（如共同管道、電纜共溝之建設）等在在都影響了電信地下管道的建設，而因為電信地下管道建設之延遲造成對客戶申裝電路時程之延滯，不僅對客戶造成損失，也影響到電信服務之品質，對電信公司之聲譽有很大的影響。

本次至德國參觀研習有關之無線光通訊設備，在其技術上而言可解決若干在埋設電信地下管道時所遭遇的困難，利用無線光傳輸技術取代傳統的實體線路，其在經濟性、時效性、可靠性、安全性等之表現均較以往提升了許多。故建議未來在以下的幾種情況之下，可考慮使用無線光通訊技術來解決所遭遇之難題。

- 一、在實體線路無法連絡供裝之地區：如河流、湖泊、峽谷、鐵道等障礙之阻隔或是供線不易之偏遠山區，使用無線光通訊技術解決。
- 二、作為交換局間與大樓間、大樓與大樓間之主要或是備援電路：無線光通訊設備，其目前所能達到之距離及其所能提供之頻寬，以本次實習參觀之設備為例，距離最遠可至 4 公里，頻寬最大可達 2.5 Gbps，故不論是在交換局與大樓之間或是大樓與大樓間均可考慮使用無線光通訊技術來作為連絡。

三、需要可立即供裝或是臨時性電路需求之客戶：有時電信公司會遇到需緊急供線或是臨時電路需求的案子，在這種情形之下，由於無線光通訊技術所具有之安裝簡易、快速之特性，使得在這類的情況下，考慮使用無線光通訊技術來解決會使問題變得相當的容易。