

行政院及所屬各機關出國報告

(出國類別：實習)

赴美實習「用戶線網路配線技術」報告

服務機關：中華電信研究所

出國人 職 稱：副研究員

姓 名：李昭慶

出國地區：美國

出國期間：民國 90 年 12 月 4 日至 15 日

報告日期：民國 91 年 3 月 12 日

摘要

本次赴美研習主題為用戶線網路配線技術，研習項目包含參加 BICSI (Building Industry Consulting Service International) 舉辦之“Designing Telecommunication Distribution Systems” 電信配線設計課程以及參觀 Siemens 公司 Building Automation System 建築物自動化系統。

BICSI 課程包含最新電信法規、標準、規範，配線室設計，水平配線及管道設計，工作區配置，主幹配線及管道設計，設備室配置，引進設施配置等等主要內容。Siemens 公司 Building Automation System 研習內容則包含門禁管制，消防系統，空調控管等系統。

目錄

| | |
|-------------|----|
| 1. 目的 | 1 |
| 2. 過程 | 2 |
| 3. 心得 | 28 |
| 4. 建議 | 29 |

圖目錄

| | |
|---|----|
| 圖 1 配線室設計平面圖 | 11 |
| 圖 2 地板管槽平面配管圖 | 13 |
| 圖 3 蜂巢式管道佈放示意圖 | 13 |
| 圖 4 天花板線槽設計示意圖 | 15 |
| 圖 5 週邊線槽系統圖 | 16 |
| 圖 6 扁平線纜平面轉彎示意圖 | 18 |
| 圖 7 電信與電力轉接盒設置位置圖 | 18 |
| 圖 8 建築物間二階配線圖 | 19 |
| 圖 9 建築物內二階配線圖 | 19 |
| 圖 10 狹孔及管套示意圖 | 20 |
| 圖 11 電纜前端製作拉環示意圖 | 22 |
| 圖 12 建築物之間地下鋪管方式示意圖 | 23 |
| 圖 13 引進設施以地下埋管方式設計示意圖 | 26 |

表目錄

| | |
|--|----|
| 表 1 出國研習行程說明表 | 2 |
| 表 2 設備顏色代表意義對應表 | 7 |
| 表 3 依照服務面積應設置配線室面積大小之建議表 | 11 |
| 表 4 佈放線纜數量與管道適用尺寸對照表 | 14 |
| 表 5 圓管尺寸與建議之佈線量參考表 | 21 |
| 表 6 引進電纜對數與埋設管徑數量需求對照表 | 25 |

1 . 目的

本次出國參加研習課程包含 BICSI 之“Designing Telecommunication Distribution Systems” 電信配線設計課程以及 Siemens 公司 Building Automation System 建築物自動化系統研習。

BICSI (Building Industry Consulting Service International)起始於 1940 年代由 AT& T、 Bell Canada 所共同組織，其目的在於協助建築師、工程師設計建築物電信管線、管道。經過多年發展目前該組織會員已超過 20,000 人員，並且遍佈 85 個國家。總部設於美國佛州 TAMPA 之 BICSI 在教育及訓練電信人員之經驗豐富並具公信力，除了定期舉辦研討會及研習課程，也有配線技術設計(Registered Communications Distribution Designer，簡稱 RCDD)與網路技術證照(RCDD/LAN)考試，目前取得 RCDD 人員已經超過五千人，其教育課程具專業水準，參與課程學習到最新配線趨勢以及設計標準受益匪淺，對提升用戶線網路配線技術能力極有助益。

Siemens 公司 Building Automation System 是世界上著名建築物自動化系統設備廠商之一，此次在參加配線課程結束後能有機會見識 Siemens 公司為當地 ST microelectronics 公司設計之自動化系統，對實務上有明顯幫助。

2 . 過程

此次出國研習用戶線網路配線技術是依據九十年度中華電信公司派員出國訓練計畫第 79 項辦理。行程包含參加 BICSI “Designing Telecommunication Distribution Systems”課程，以及 Siemens 公司 Building Automation System 研習，行程說明如表一。

表 1 出國研習行程說明表

| 出國行程說明 | 日期 | 地點 | 主要行程概述 |
|--------|-------------------|---------|-----------------|
| | 90 年 12 月 4 日 | 台北至美國 | 由台北至美國（去程） |
| | 90 年 12 月 5~10 日 | 亞利桑那 | 參加 BICSI 佈線設計課程 |
| | 90 年 12 月 11~13 日 | 亞利桑那 | Siemens 公司研習 |
| | 90 年 12 月 14,15 日 | 亞利桑那回台北 | 亞利桑那回台北（回程） |

BICSI “Designing Telecommunication Distribution Systems”六日研習課程安排相當豐富緊湊，內容包含有關電信法規、標準、規範，配線室設計，水平配線及管道設計，工作區配置，主幹配線及管道設計，設備室配置，引進設施配置等等主要內容，課程最後一天並安排綜合練習，結束後頒發結業證書。此次科目內容全由具有 RCDD 證照 BICSI 講師 Phil Klingensmith 授課，Phil 在電信界已有 30 年，曾任職 AT&T、Lucent，因此經驗相當豐富，授課內容技巧也相當專業。Siemens 公司 Building Automation System 研習內容則包含門禁管制，

消防系統，空調控管等系統。西門子公司當地是由 Bret Anthony 引導參觀 ST microelectronics 公司內部之自動化系統，Bret 是具有 PE (Professional Engineer) 證照之專業銷售工程師。以下針對本次研習內容進一步說明：

電信法規(Code)、標準(Standard)、規範(Regulation)

為維護工程進行中人員財產之安全以及確保設備能正常運作，政府及民間相關組織均有建立整體設計運作之法規及標準供遵循引用，這些法規與標準通稱為規範。規範常牽涉到電信公司與各級政府相關法案，必須確實遵守，因此配線設計人員必須事前有整體之認識，設計才能周全、施工才能順利。

與電信配線設計有關之主要法規與標準以及其制定單位如下：

歐洲CENELEC(Comité Européen de Normalisation Electrotechnique) 有下列相關電信標準：

- EN 50173, *Information Technology— Generic Cabling Systems.*
- EN 50174, *Information Technology— Cabling Installation.*
- EN 50310, *Application of Equipotential Bonding and Earthing in Buildings with Information Technology Equipment.*

在美國Federal Communications Commission (FCC) Part 68提供用戶配線、設備連結至網路通訊：

- FCC Part 68, *Connection of Terminal Equipment to the Telephone Network.*

U. S. National Fire Protection Association (NFPA)有著名之法規 NEC：

- NFPA- 70, *National Electrical Code (NEC).*

NEC 旨在保護人員財產免於電氣之傷害。在美國大部分聯邦、州、自治市政府採用它作為必要法規。

U. S. National Electrical Safety Code ® (NEC ®)

NEC 提供架空 地下施工人員之安全防範, 是由 IEEE制定, NIST (the National Institute for Standards and Technologies)頒布。

IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc.)發行很多電信相關標準, 其中 IEEE 802所制定之地區都會網路標準最為著名, IEEE 802.3使用匯流排架構bus topology以及CSMA/ CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)技術制訂地區網路實體層與數據鏈結層標準如以太網路標準Ethernet、 Fast Ethernet、 Gigabit Ethernet 等, 依不同實體層媒介有:

- IEEE 802.3y— 使用 Category 3 以上對絞電纜, 速率達100 Mb/s
- IEEE 802.3z— 使用光纜, 速率達1000 Mb/s (Gigabit Ethernet)
- IEEE 802.3ab— 使用 Category 5 以上對絞電纜, 速率達 1000 Mb/s (Gigabit Ethernet)

IEEE 802.5發展token ring網路通訊之擷取技術及實體層信號。

IEEE 802.11發展無線網路通訊之擷取技術及實體層信號, 其相關工作有:

- IEEE 802.11a—5 GHz 實體層規格
- IEEE 802.11b—2.4 GHz 實體層規格

國際上ISO/ IEC JTC1 (International Organization for Standardization/ International Electrotechnical Commission Joint Technical Committee Number 1) 有下列相關電信標準:

- ISO/ IEC 11801, *Information Technology— Generic Cabling for Customer Premises.*
- ISO/ IEC 14763- 1, *Information Technology— Implementation and*

Operation of Customer Premises Cabling— Administration.

TIA/ EIA (Telecommunications Industry Association/ Electronic Industries Alliance) 制定相當多有關電信之標準，其中最具代表性文件有：

ANSI/ TIA/ EIA- 568系列之配線標準

- ANSI/ TIA/ EIA- 568- A, *Commercial Building Telecommunications Cabling Standard*, 1995.
- ANSI/ TIA/ EIA- 568- B.1, *Commercial building telecommunications cabling standard part 1: general requirements* .
- ANSI/ TIA/ EIA- 568- B.2, *Commercial building telecommunications cabling standard part 2: 100 ohm balanced twisted-pair cabling*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 568- B.3, *Commercial building telecommunications cabling standard part 3: optical fiber cabling components standard*.

ANSI/ TIA/ EIA- 569系列之管道標準

- ANSI/ TIA/ EIA- 569- A, *Commercial Building Standard for Telecommunications Pathways and Spaces*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 569- A- 1 *Addendum 1*, 2000. Replaces Section 4.7, *Perimeter Pathways*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 569- A- 2 *Addendum 2*, 2000. Replaces Section 6.3.3, *Furniture Pathways*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 569- A- 3 *Addendum 3*, 2000. Revision to Subclause 4.3, *Access Floors*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 569- A- 4 *Addendum 4, Poke- Thru Devices*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 570- A, *Residential Telecommunications Cabling Standard*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 606, *Administration Standard for the Telecommunications Infrastructure of Commercial Buildings*.
- ANSI/ TIA/ EIA- 607, *Commercial Building Grounding and Bonding Requirements for Telecommunications*.

- TIA/ EIA/ IS- 729, *Technical Specifications for 100 Ohm Screened Twisted- Pair Cabling.*
- TIA/ EIA TSB67, *Transmission Performance Specifications for Field Testing of Unshielded Twisted- Pair Cabling Systems.*
- TIA/ EIA TSB72, *Centralized Optical Fiber Cabling Guidelines.*
- TIA/ EIA TSB75, *Additional Horizontal Cabling Practices for Open Offices.*
- TIA/ EIA TSB95, *Additional Transmission Performance Guidelines for 4- Pair 100- Ohm Category 5 Cabling.*

在線纜耐燃安全之測試上有以下幾種具代表性標準：

- UL 910, *Test for Flame- Propagation and Smoke- Density Values for Electrical and Optical Fiber Cables Used in Spaces Transporting Environmental Air.*
- IEEE 1666, *Test for Flame- Propagation Height of Electrical and Optical Fiber Cables Installed Vertically in Shafts.*
- UL 1685, *Vertical- Tray Fire- Protection and Smoke Release Test for Electrical and Optical Fiber Cables.*

其他電信材料耐燃測試標準有：

- ASTM 84- 80, *Surface Burning Characteristics of Building Materials.*
- CISCA, *Recommended Test Procedures for Access Floors.*
- NFPA 255, *Surface Burning Characteristics of Building Materials.*
- UL 444 and 13, *Adopted Test and Follow- Up Service. Requirements for the Optional Qualification of 100- Ohm Twisted- Pair Cables.*

配線室(Telecommunications rooms 簡稱 TR)設計

配線室之設置主要是為服務同一樓層區域，提供主幹及水平配線連接的場所。每棟建築至少需要一間配線室或設備室，而每層樓不論

使用面積多小至少要設計一間配線室，一棟大建築物裡配線室數目是沒有上限的。

由於配線室內有主幹配線、水平配線，在面積較小(500 m²)或特殊之建築內，配線室與設備室共用，還有可能放置引進設施、電話網路設備。在複雜的線路與設備中，為了容易管理，利用不同顏色識別碼標示區別配線室內之不同設備，可以有事半功倍之效，表 2 是識別顏色與代表設備之對應表，也適用於設備室及引進設施之設備。

表 2 設備顏色代表意義對應表

| 顏色 | 代表意義 |
|----|---------------------|
| 橙 | 分界點 |
| 綠 | 網路連接設備 |
| 紫 | 一般設備(PBX, 多功機、集線器等) |
| 白 | 一階主幹線纜 |
| 灰 | 二階主幹線纜 |
| 藍 | 水平配線 |
| 棕 | 園區主幹纜系統 |
| 黃 | 其他系統 |
| 紅 | 主要電話系統或預留未來使用 |

為減少水平配線距離，配線室設置地點盡量靠近服務場所中心位置，且設於公用並容易進出場所。在多樓層建築中，各樓層配線室需垂直設置。設計應預防水患，勿設於低窪或者鄰近有水患可能性之場所(如：廚房、浴室、消防池)。室內為防止灰塵及靜電產生，

可考慮以鋪設瓷磚代替地毯，以及在地面、牆、及天花板以油漆或特殊塗層處理。

配線室內管道之配置需考慮未來擴充應用，垂直主幹配線管道至少須佈放103 mm (4 trade size)之圓管3支，同樓層之配線室間佈放至少78 mm (3 trade size)圓管1支。管線設計盡量由配線室左方開始佈放，設計由左至右配置，可充分利用室內面積，所有設備與遮蔽電纜均需接地。垂直管需突出地面25~75 mm；水平管需突出牆面25~50 mm，並離地面至少2.4 m高。佈線後管道口需作防火牆安全措施。

配線室門之尺寸設計至少寬0.91 m (3.0 ft) 高 2.0 m (6.7 ft [80 in])，可以180度開啟以及上鎖，為了搬運儀器方便不得有門檻之設計，中間門柱則視需要可以設置。門外開之設計可增加配線室空間運用，但美國有些地區商業大樓法規禁止此設計，則無法這般設計。

配線室內如果有空調系統，必須維持24小時空調之運轉，且最好能有緊急供電電源提供使用。室內需維持正壓狀態，並且至少能維持每小時空氣循環一次。溫度應控制於10~35℃，溼度85%以下；如含主動元件設備時，溫度應控制於18~24℃，溼度30~55%。

配線室內應有防火設施設計，天花板如裝有灑水器，應用網罩保護以防意外碰撞。而為保護設備遭滲水損害，配線室內最好使用穩定氣體(二氧化碳、氮)之乾式消防管線。

配線室地板載重應符合ANSI/ TIA/ EIA- 569- A 規定地板最低載重 2.4 kpa (50 lbf/ ft²) , 如有放置大型儀器設備超出地板之載重範圍 , 設計人員需提高地板載重等級 , 或請結構工程師進行加強設計。

配線室內燈光設計應注意室內之照明亮度 , 在地板上 1 m (3 ft) 位置測量至少需500 lux (50 呎燭光(footcandles)) , 並遵守下列原則 :

- 勿使用感光開關
- 照明設備高度至少離完成地板 2.6 m (8.5 ft)
- 地板牆壁使用明亮顏色之油漆增加亮度
- 最好設置緊急照明設備
- 燈光電源不可由配線室之電力提供 , 且最好至少一盞以一般電源一盞能以緊急電源供應。

配線室需提供至少兩條設備專屬20A之電力線 , 每條均為120V交流電含雙插座出口 , 並提供一 120 V ac 備用雙插座 (供測試儀器 工具使用)。備用電源插座需距完成地板至少 150 mm (6 in)高度 , 且距周圍牆壁 1.8 m (6 ft)以內。配線室電力設計並須注意下列事項 :

- 所有插座不得與開關共用同一電源
- 最好設置自動轉換緊急供電能力
- 最好提供使用專屬配電面板
- 配線設備使用之配電面板必須與提供照明之配電面板分離
- 最好設計至少一個插座以一般電源供電一個插座以緊急電源供應

配線室內如無機架設備，則至少一面牆需鋪設AC級以上之夾板供設備架設，夾板至少需高2.4 m (8 ft) 且至少厚度19 mm (0.75 in)，鋪設之夾板必須考慮承受架設設備之重量。配線室內需預留跳接配線空間，預留接續硬體上下 125 mm ~ 150 mm (5 in ~ 6 in) 空間，作為配線使用。盡量避免將交接或儀器設備設置於轉角位置，因為不僅每面牆各損失300 mm (12 in) 空間而且不易施工。使用跳線及跳接線之長度限制如下：

5 m (16 ft)：配線室部分

10 m (33 ft)：配線室以及工作區部份之總合

20 m (66 ft)：配線室如作為主要交接MC及中間交接IC用途

除此外，走道寬度需至少留1 m，壁掛式設備距牆150 mm以方便跳接，均是設計時需考慮之處。

配線室面積大小設計與其服務面積有關，表3是依照服務面積應設置配線室面積大小之建議表，BICSI所建議最小面積比

ANSI/TIA/EIA-569-A 寬0.3 m，是為了使配線室中央可放置機架以充分利用室內空間之緣故，圖1是配線室平面設計圖，中央可放置機架，垂直幹纜由左方進入，往右延伸再設置交接設備。服務面積小於500 m²之樓層，以設置深度較淺之配線室(約0.6 m)或配線箱取代表列之配線室。

配線室需注重門禁管理確保通訊安全，因此必須上鎖，且鑰匙需由值班人員移交24小時看管。如配線室由多家電信公司服務，考慮裝置紀錄系統記載維修人員進出以及維修內容，以釐清權責。

表 3 依照服務面積應設置配線室面積大小之建議表

| If the Serving Area Is... | Then the Interior Dimensions of the Room Must Be at Least... |
|---|--|
| 500 m ² (5000 ft ²) or less | 3.0 m x 2.4 m (10 ft x 8 ft). (See note below.) |
| Larger than 500 m ² and less than or equal to 800 m ² (>5000 ft ² to 8000 ft ²) | 3.0 m x 2.7 m (10 ft x 9 ft). |
| Larger than 800 m ² and less than or equal to 1000 m ² (>8000 ft ² to 10,000 ft ²) | 3.0 m x 3.4 m (10 ft x 11 ft). |

NOTE: ANSI/TIA/EIA-569-A recommends a minimum TR size of 3.0 m x 2.1 m (10 ft x 7 ft). The size of 3.0 m x 2.4 m (10 ft x 8 ft) is specified here to allow a center rack configuration (see Figure 7.1).

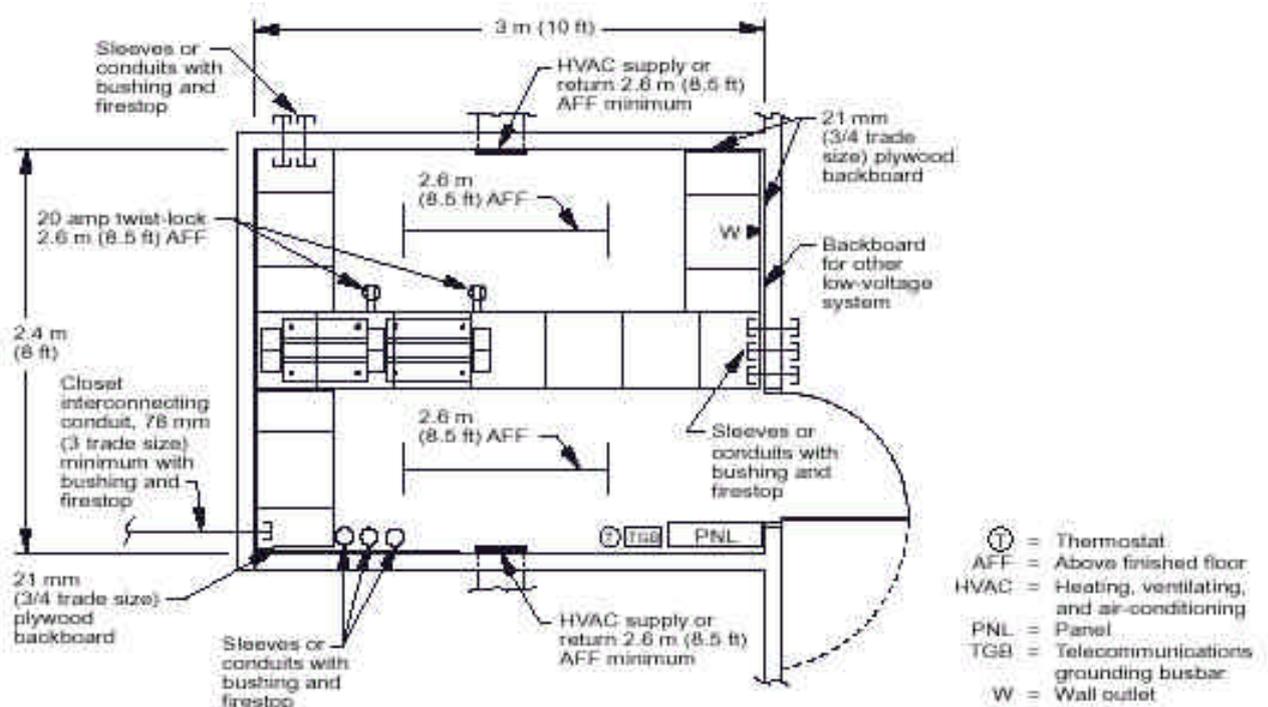


圖 1 配線室設計平面圖

水平配線系統(Horizontal Distribution System)設計

水平配線系統包含管道(Pathway)與線纜(Cabling)系統兩大部分。

管道系統種類多，可配合建築物結構設計或使用者選用，以往國內多以 PVC 圓管佈放，近來高架地板下、天花板上管道也逐漸引用，

以下簡單介紹常用管道系統：

地板管槽(Underfloor Duct)：此類型均為方形金屬管，有主幹(Feeder)及枝幹(Distribution)管道之區分。主幹管由配線室佈放出，位於下層。枝幹管連接主幹管垂直置於上方，交接處埋設交會盒(Junction Box)作為佈線使用。圖 2 顯示部分區域之平面配管圖，管道應避開樑柱成等距之佈放(枝幹約 1.5 m)。佈放管道之尺寸大小取決於服務面積，通常 10 m² 面積之工作區配置 1 in² 之管徑。樓板下管道有預埋式(Enclosing Duct in the Slab)以及後鋪式(Enclosing Duct with Fill)兩種型式。前者在樓層灌漿前管道需預先完成鋪設；後者之管道位於拼裝地板內，可隨時鋪設，其優點是設計彈性大，更改容易、且多一層防火作用，缺點則是會增加樓層重量、不會強化建築結構、減少地板至天花板空間、且增加材料成本。

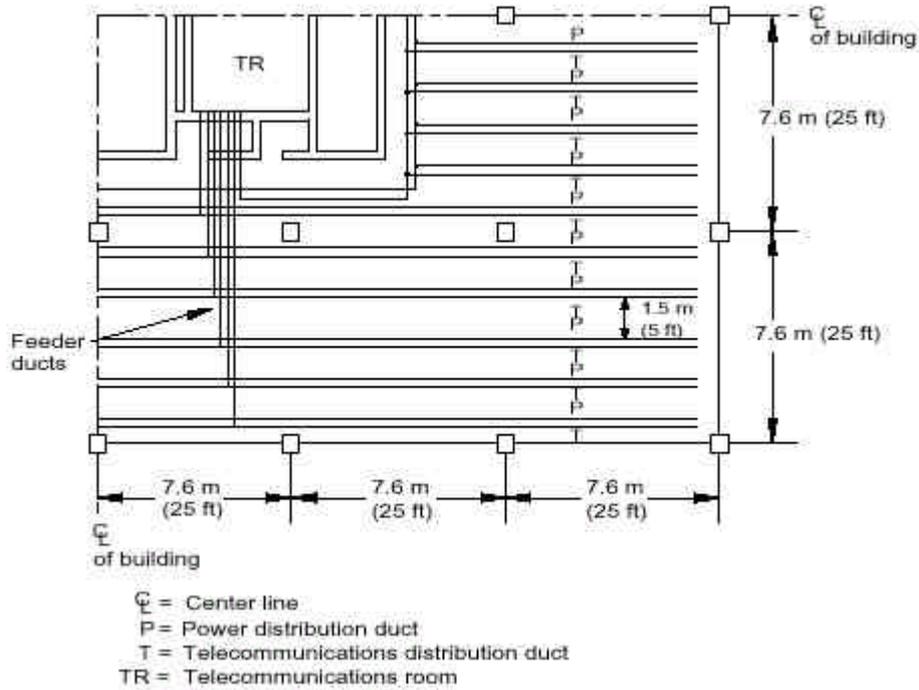


圖 2 地板管槽平面配管圖

蜂巢式地板系統(Cellular Floor System)：其設計與地下管槽有相似之處，不同處在其主幹(Trench Duct)位於蜂巢管道上方但也呈垂直設置。圖 3 為蜂巢式管道佈放示意圖，蜂巢管道一個單元寬度固定為 450 或 600 mm，有 3 或 4 管大小不同之設計供選用。

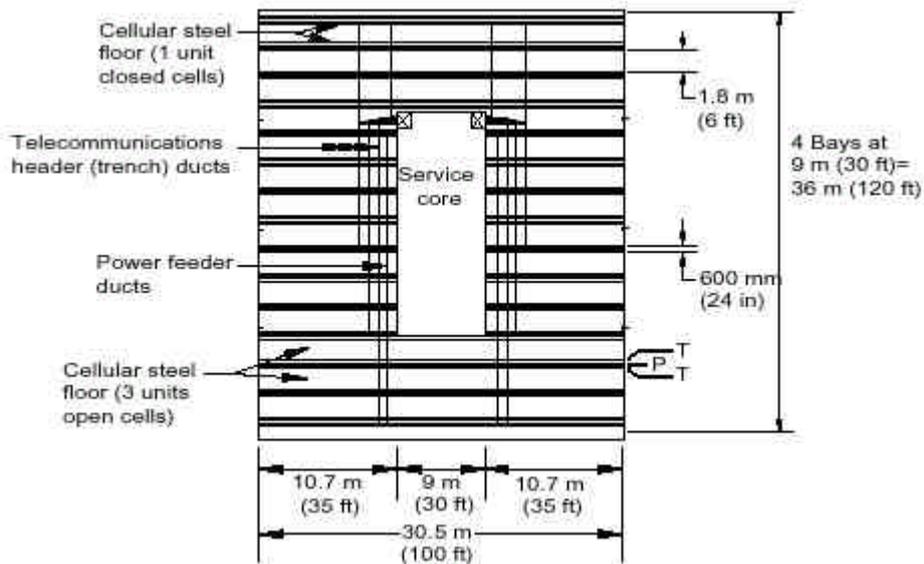


圖 3 蜂巢式管道佈放示意圖

圓形管(General Conduit)：此種管道可以直線距離由配線室佈放至出線匣，設計時要避免超過 2 個 90 度直角轉彎，超過 30 m 時要設置拉線盒，以方便佈線施工。表 4 是佈放線纜數量與管道適用尺寸對照表，其運算基礎乃根據每一管道遇直角轉彎減少 15% 之線纜佈放量，2 個直角轉彎減少 30%，又管道內線纜以 40% 為適當之佈線數量，因此經過 2 個直角之管道，其佈線比率為 $70\% \times 40\% = 28\%$ 。

表 4 佈放線纜數量與管道適用尺寸對照表

| Inside Diameter mm | Trade Size | Cable Outside Diameter mm (in) | | | | | | | | | |
|-----------------------|------------|-----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| | | 3.3 (0.13) | 4.6 (0.18) | 5.6 (0.22) | 6.1 (0.24) | 7.4 (0.29) | 7.9 (0.31) | 9.4 (0.37) | 13.5 (0.53) | 15.8 (0.62) | 17.8 (0.70) |
| 16 | 1/2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 21 | 3/4 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 27 | 1 | 8 | 8 | 7 | 6 | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 0 |
| 35 | 1-1/4 | 16 | 14 | 12 | 10 | 6 | 4 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 41 | 1-1/2 | 20 | 18 | 16 | 15 | 7 | 6 | 4 | 2 | 1 | 1 |
| 53 | 2 | 30 | 26 | 22 | 20 | 14 | 12 | 7 | 4 | 3 | 2 |
| 63 | 2-1/2 | 45 | 40 | 36 | 30 | 17 | 14 | 12 | 6 | 3 | 3 |
| 78 | 3 | 70 | 60 | 50 | 40 | 20 | 20 | 17 | 7 | 6 | 6 |
| 91 | 3-1/2 | | | | | | | 22 | 12 | 7 | 6 |
| 103 | 4 | | | | | | | 30 | 14 | 12 | 7 |

高架地板(Access Floor)：高架地板一般高 150 mm 以上，樓層較低或特殊考量之環境才採用低於 150 mm 之地板。一般來說高於 200 mm 之地板較容易進行管道線纜之施工，纜線架上方至高架地板之空間需預留 50 mm 空間。高架地板承受力需高於 2.4 kpa，需放置設備儀器之地板則需高於 4.8 kpa。

天花板佈線系統(Ceiling Distribution Systems)：設計天花板佈線系統時，天花板高度由完成地板算起不得高於 3.4 m，管道佈放方式可

以圓管直線佈放至服務區，或沿走道上方佈放纜架方式。各服務區內線纜以垂直管(Utility Column)自天花板引下再到出線匣。天花板內管道與空間也有規定，管道上距樓頂至少需 300 mm，下距天花板 75 ~ 150 mm，都是為方便施工設想。除了上述方式外，另一常用簡單佈線系統為掛勾(J-Hook)，可直接掛載 6.4 mm 線纜 50 條，掛勾設置距離間隔為 1.2 ~1.5 m，適用於使用面積較小之設計。圖 4 為天花板線槽設計方式之一。

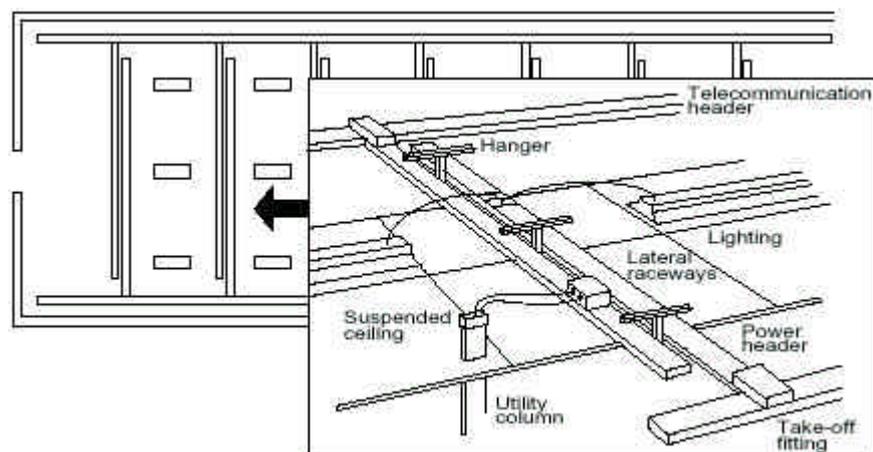


圖 4 天花板線槽設計示意圖

週邊線槽系統(Perimeter (surface) Raceway Systems)：此系統對大量採用辦公室活動隔間之設計尤其方便，圖 5 顯示週邊系統在大小隔間上之應用。

纜線佈線方式內容與本公司“建築物整合式配線系統設計原則”內容闡述相近，在此不再多做說明。

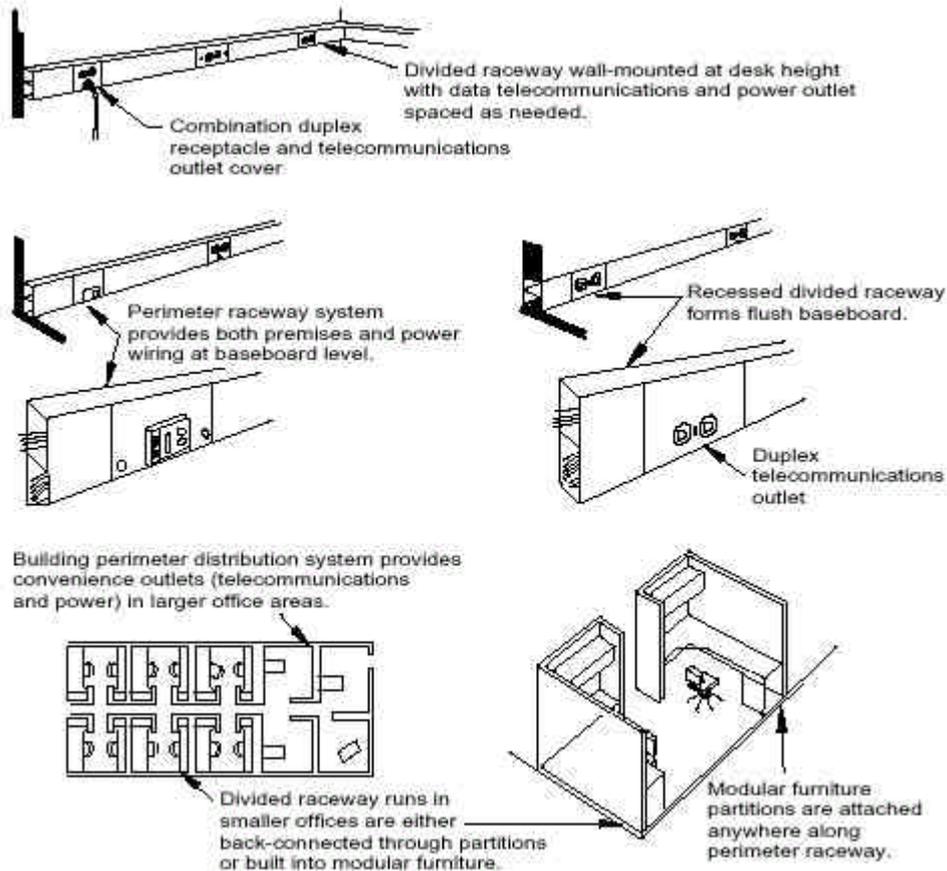


圖 5 週邊線槽系統圖

工作區 (Work Area 簡稱 WA)

工作區的大小依標準規定約 10 m²，區內需設置至少 1 個與電力插座等高，距離 1 m 內之電信出線匣。工作區之設計有開放空間(Open Office Distribution Systems)以及地毯專用 (Undercarpet Cable Systems 簡稱 UCS) 兩大系統。開放空間系統除一般配線外，另有集中轉接點(Consolidation Point 簡稱 CP)以及多使用者出線匣 (Multi- User Telecommunications Outlet Assemblies 簡稱 MUTOAs) 等配線設計方式具備彈性調整特性，可以更有效配合開放空間之環境做適當設計。開放空間設計在本公司設計原則中也有詳述，在此

不另多做說明。

地毯配線系統施工技巧要求較高以往較少採用，但隨著通訊的便利，會議廳、旅館、辦公室等場所配合其整體裝潢設計使用地毯下配線系統之需求增加。地毯下配線為求美觀及實用，其線纜設計成扁平形狀，配線轉彎之處必須小心修剪其外被再彎曲避免產生皺摺，同時不能破壞外被保護銅導體之功能。圖 6 顯示扁平線纜進行平面轉彎之做法。扁平電纜與一般電纜間以轉接盒作接續稱為轉接點(Transition Point)。地毯配線區的大小依標準規定約 9 m x 9 m，配線長度在 10 m 以內，如圖 7 所示電信與電力轉接盒設置於對角最佳，盡量遠離電力線，不得已兩線須平行佈放時需間隔 150 mm 以上，若需跨越，電信線纜需在上方。地毯下配線系統雖然較為美觀，但有下列缺點：

- 受限於扁平之結構，電纜之傳輸性能不及一般電纜。
- 電纜轉彎施工不易
- 無法避免之踐踏及滾壓會急速降低其傳輸性能

因此採用扁平電纜必須考慮使用設備與傳輸上之需求。

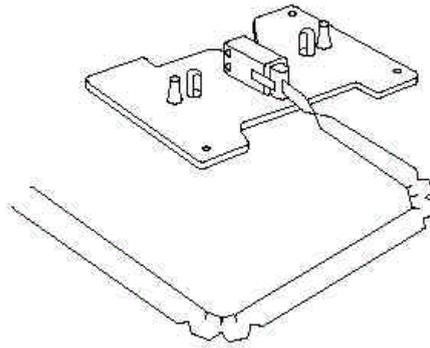


圖 6 扁平線纜平面轉彎示意圖

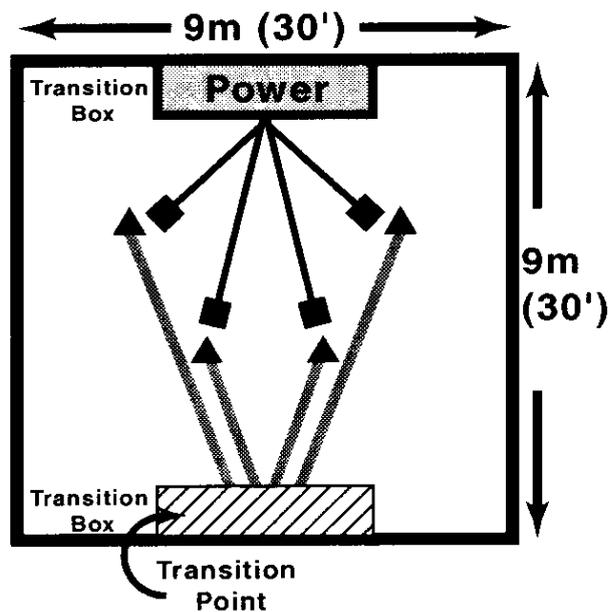


圖 7 電信與電力轉接盒設置位置圖

主幹配線系統 (Backbone Distribution System) 設計

主幹配線系統是提供配線室、設備室、以及引進設施設備間之連接系統，包含建築物內以及建築物之間的管道配線。配線系統主要以星狀為主，如果建築樓層較高或者建築園區較大，則配線可以二階星狀系統設計，圖 8、9 分別是建築物之間以及建築物內之二階配線圖示。

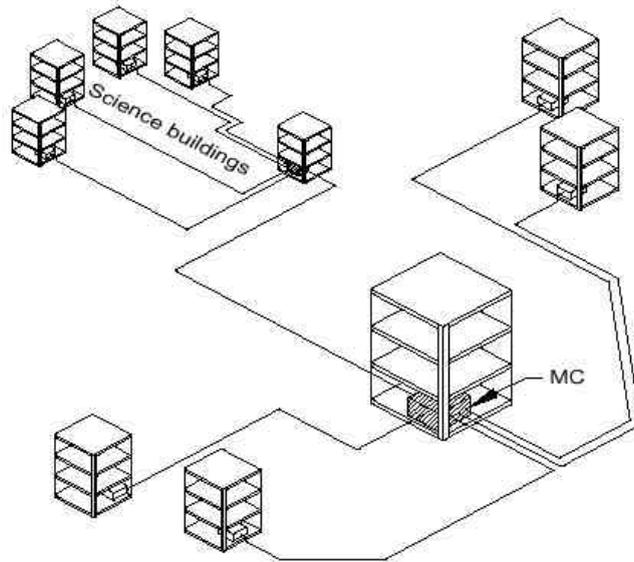


圖 8 建築物間二階配線圖

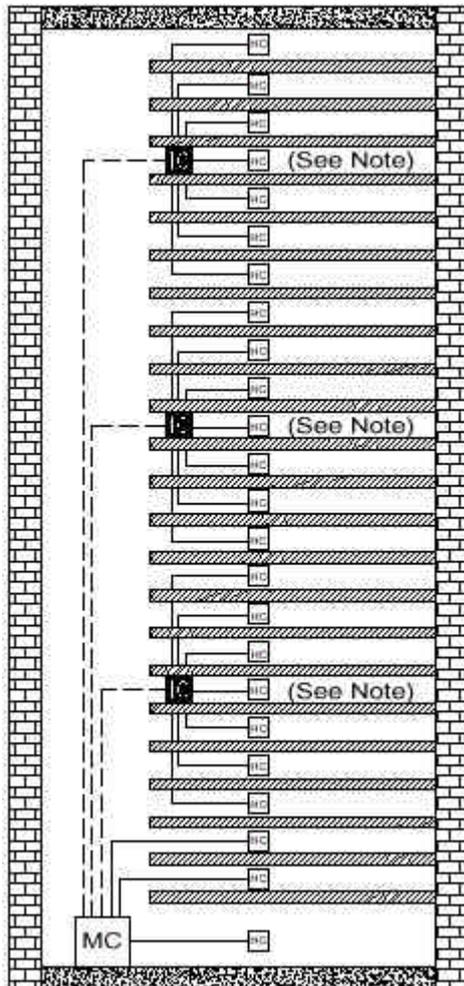


圖 9 建築物內二階配線圖

主幹配線主要有管道以及線纜兩大系統，管道系統依使用量大小可

能有圓形管(Conduit)、線槽(Raceway)、井狀通道(Shaft)、以及穿樓之管套(Sleeve)或狹孔(Slot)等設施。井狀通道使用在線纜量需求大但離設備室較遠之場所(如設備室位於地下室而 30 層樓有大量線纜需求之大樓)，基於安全考量，井狀通道不可由升降梯通道權充。管套或狹孔常見於配線室內左側地板，貫穿上下樓層供垂直主幹線纜佈放，圖 10 為兩種管道之示意圖，管套適用於使用面積小於 50000 m² 之建築，狹孔可用於使用面積較大之建築。主幹圓形管之佈放線纜量取決於線纜數量，如果是 1 或 2 條則線纜截面積可佔管內及面積之 50%，如果佈放 3 條以上線纜則需降為 40%，表 5 是圓管尺寸與建議之佈線量參考表。

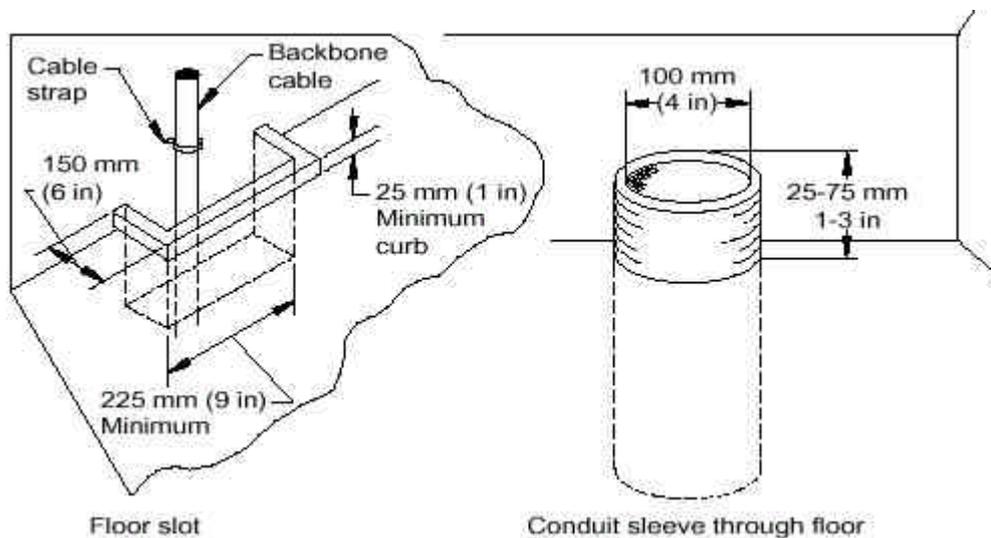


圖 10 狹孔及管套示意圖

表 5 圓管尺寸與建議之佈線量參考表

| Conduit | | | Area of Conduit | | | | | | | | Minimum Radius of Bends | | | |
|-----------------------|--------------------|-----------------|--|-----------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|----------------------|---------------------------------|--|-------------------------|----|------|----|
| Trade Size mm (in) | Internal Diameter* | | Area = .79D ² Total 100% | | Maximum Occupancy Recommended | | | | | | D | | E | |
| | | | | | A | | B | | C | | | | | |
| | | | | | mm ² | in ² | 1 Cable 50% Fill | 2 Cables 50% Fill | 3 Cables or More 40% Fill | Layers of Steel within Sheath | Other Sheath | | | |
| mm | in | mm ² | in ² | mm ² | in ² | mm ² | in ² | mm ² | in ² | mm | in | mm | in | |
| 21 (3/4) | 20.9 | 0.82 | 345 | 0.53 | 183 | 0.28 | 107 | 0.16 | 138 | 0.21 | 210 | 8 | 130 | 5 |
| 27 (1) | 26.6 | 1.05 | 559 | 0.87 | 296 | 0.46 | 173 | 0.27 | 224 | 0.35 | 270 | 11 | 160 | 6 |
| 35 (1-1/4) | 35.1 | 1.38 | 973 | 1.51 | 516 | 0.80 | 302 | 0.47 | 389 | 0.60 | 350 | 14 | 210 | 8 |
| 41 (1-1/2) | 40.9 | 1.61 | 1322 | 2.05 | 701 | 1.09 | 410 | 0.64 | 529 | 0.82 | 410 | 16 | 250 | 10 |
| 53 (2) | 52.5 | 2.07 | 2177 | 3.39 | 1154 | 1.80 | 675 | 1.05 | 871 | 1.36 | 530 | 21 | 320 | 12 |
| 63 (2-1/2) | 62.7 | 2.47 | 3106 | 4.82 | 1646 | 2.56 | 963 | 1.49 | 1242 | 1.93 | 630 | 25 | 630 | 25 |
| 78 (3) | 77.9 | 3.07 | 4794 | 7.45 | 2541 | 3.95 | 1486 | 2.31 | 1918 | 2.98 | 780 | 31 | 780 | 31 |
| 91 (3-1/2) | 90.1 | 3.55 | 6413 | 9.96 | 3399 | 5.28 | 1988 | 3.09 | 2565 | 3.98 | 900 | 36 | 900 | 36 |
| 103 (4) | 102.3 | 4.03 | 8268 | 12.83 | 4382 | 6.80 | 2563 | 3.98 | 3307 | 5.13 | 1020 | 40 | 1020 | 40 |
| 129 (5) | 128.2 | 5.05 | 12 984 | 20.15 | 6882 | 10.68 | 4025 | 6.25 | 5194 | 8.06 | 1280 | 50 | 1280 | 50 |
| 155 (6) | 154.1 | 6.07 | 18 760 | 29.11 | 9943 | 15.43 | 5816 | 9.02 | 7504 | 11.64 | 1540 | 60 | 1540 | 60 |

由於主幹線纜之對數較多，線纜的重量隨之增加，相對的提高了線纜佈放之危險性。佈放高樓之主幹需特別加強安全防護，適當的施工工具如：繩索、固定帶、滑車輪、絞車、支撐，以及相關訓練等必須在事前準備妥當才能進行施工。垂直主幹佈線可以由下往上或由上而下兩種方式施工，由下往上困難度較高需要工具較多。進行上拉前需固定絞車檢測煞車機制，以及準備好各樓層之固定帶，電纜前端需有原廠製作之拉環或依照圖 11 兩種方式製作之拉環才能提供安全保障。電纜拉至定位後，由最下層開始以固定帶將其固定，每樓層線纜需適度鬆弛再固定，固定帶須選擇能承受電纜重量之等級(通常其標示以千磅為單位，如：2.2M、6M、10M..)，每公尺設置 1 個，每層樓至少 3 個。由上而下佈放需要工具較少，但需能將

線軸運至頂樓而且需有足夠空間放置相關機具以及進行佈放工程，
 線纜放至定位後，同樣由最底層往上固定。

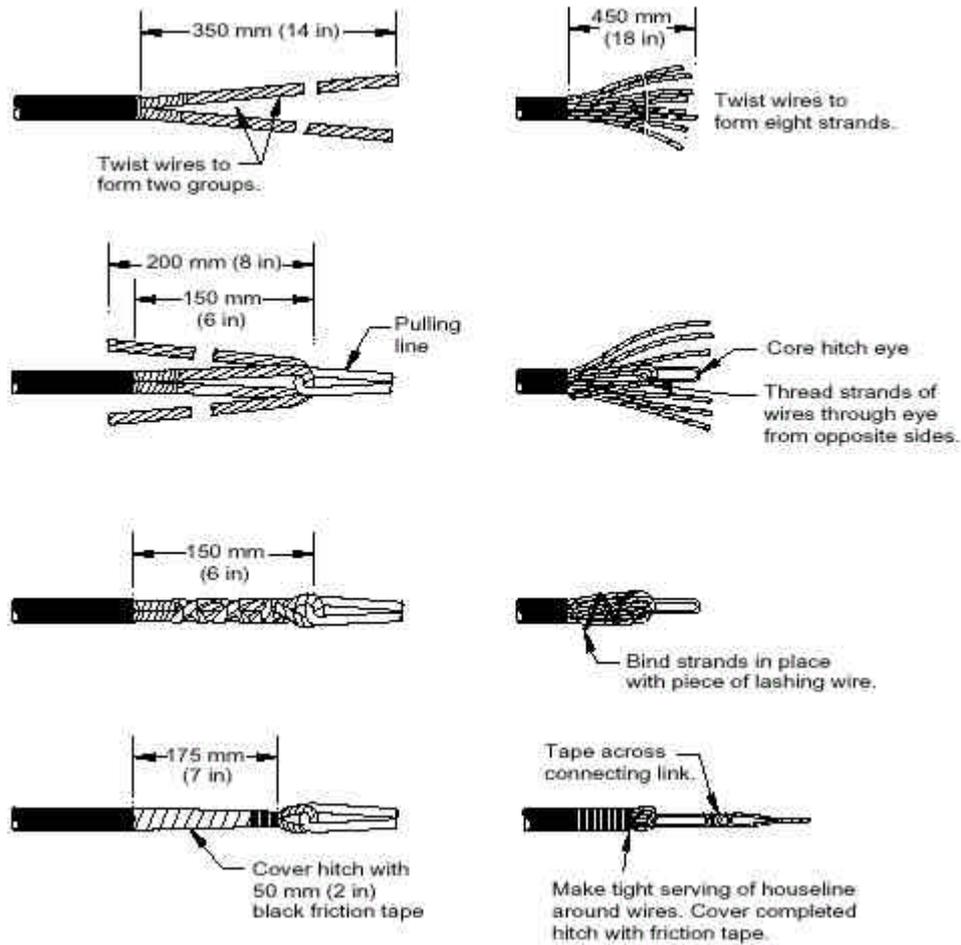


圖 11 電纜前端製作拉環示意圖

建築物間之主幹佈線有地下鋪管、直埋、以及架空三種施工方式，
 其中第一種方式雖然設計比較複雜，建設費用較高，但優點為：安
 全、維修容易、使用期長，以長期利益著想較適合採用，圖 12 為建
 築物之間地下鋪管方式佈線之示意圖，圖中 note 表設置維護人孔位
 置，位於路旁以及較安全處。

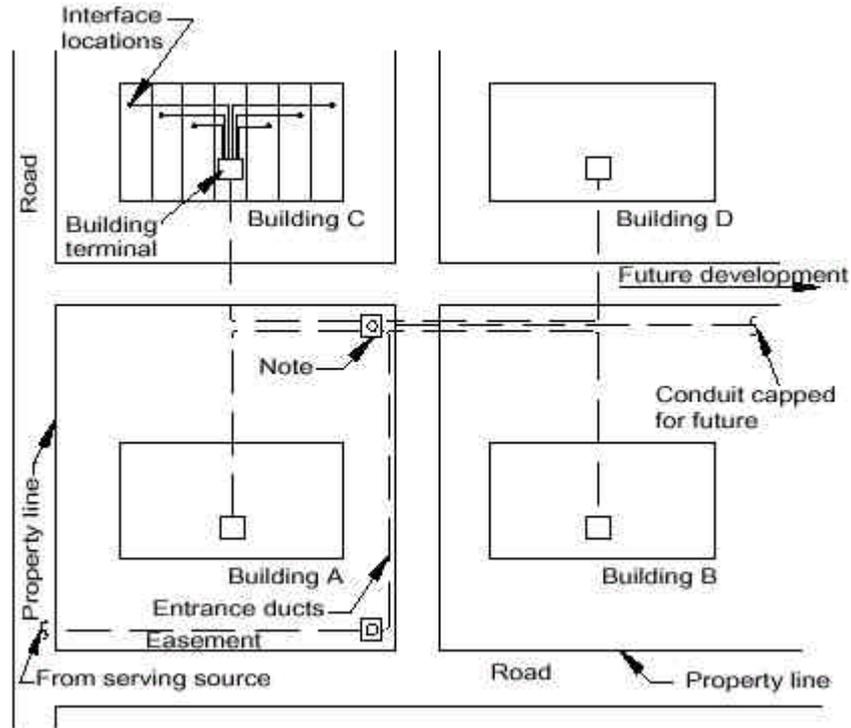


圖 12 建築物之間地下鋪管方式示意圖

設備室 (Equipment Room 簡稱 ER) 設計

設備室設置服務對象為一建築物或園區，比配線室服務之同樓層範圍更廣。設備室內除了語音系統外，尚需考慮共同天線、火警、門禁..等等系統之設置。其設置面積取決於服務區域內工作區數量，工作區數目乘以 0.07 m^2 為設備室設計需要之面積，設備室最小面積為 14 m^2 。如區域內有建築物自動化系統設計 (Building Automatic System 簡稱 BAS)，則再加上 BAS 區數目乘以 0.02 m^2 為設備室設計需要之面積。

設備室位置應遠離電磁干擾源 EMI (如：變壓器、馬達、發電機、x-光設備、無線電發射器、雷達發射器、內燃機...等等設備)，不宜設

在有滲水之虞、具濕氣、腐蝕氣體、陽光直射、高溫...等不利環境因素之場所。設備室內應設置空調系統，控制溫度在 18 ~ 24 ，溼度在 30% ~ 55%。設備室之牆必須由完成地板連接至水泥樓頂，牆面要有兩道淺色系防火塗層處裡，地板以瓷磚取代地毯避免產生靜電及灰塵，門尺寸至少為 1.8 m x 2.3 m ，不可以有門檻以及中央門柱以方便大型儀器搬運。

設備室內垂直管道進入通常以管套或狹孔方式設計，至少預留 103 mm 尺寸圓管 3 支，事後再挖掘不但需多支付工程費用而且會破壞主體結構，並產生灰塵甚至漏水之後遺症。

設備室內管道設計方式有：

架空纜線架：依據法規 NEC Article 318 之規定設計，避免妨礙燈光、通風、防火設備...等設計之功能

高架地板：適合較大面積之設備室使用，設計時需按照 NEC Article 645 之規定設計

網綁或吊掛：此種方式是將掛勾或網綁帶固定於牆上、天花板上、或其他固定物上固定線纜，建構費用比較便宜，但承受線纜有限，適用於較小設備室。

設備室內不需再佈放圓管，除了可減少額外支付之材料費用外，也不置於影響線纜佈放數量以及限制更改設計路徑之彈性。

設備室內絕對不可存放腐蝕性、可燃物、爆炸性、以及其他危險物品：如酸性、鹼性之清潔劑、肥料、殺蟲劑、紙張、桶裝瓦斯、天

然氣、石棉...等等物品。

引進設施 (Telecommunications Entrance Facilities) 設計

引進設施是外線引進到屋內之設備，外線引進屋內 15 m 之內要做交接，並做好接地防護措施。此處之功能有分界點、電氣保安，會有不同業者(如電話、網路、有線電視、閉路電視、保全...等等)之設備。高度使用通訊聯絡之行業(如：醫院、機場、警消、軍事、電視公司、電腦中心...等單位)視需要可設置雙重引進設施建立備援系統，引進外線有地下埋管、直埋、以及架空三種方式。

地下埋設之管數與引進電纜數量有關、也與使用面積有關，基本上引進 1 對線提供 10 m² 面積使用，如果引進光纜，則埋管中需佈放管中管保護。表 6 是引進電纜對數與埋設管徑數量需求之對照表。

表 6 引進電纜對數與埋設管徑數量需求對照表

| Telephone Entrance Pairs... | Require... |
|-----------------------------|--|
| 1-99 | One 53 mm (2 trade size) conduit plus 1 spare. |
| 100-300 | One 78 mm (3 trade size) conduit plus 1 spare. |
| 301-1000 | One 103 mm (4 trade size) conduit plus 1 spare. |
| 1001-2000 | Two 103 mm (4 trade size) conduits plus 1 spare. |
| 2001-3000 | Three 103 mm (4 trade size) conduits plus 1 spare. |
| 3001-5000 | Four 103 mm (4 trade size) conduits plus 1 spare. |
| 5001-7000 | Five 103 mm (4 trade size) conduits plus 1 spare. |
| 7001-9000 | Six 103 mm (4 trade size) conduits plus 1 spare. |

埋管之設計須注意不得有超過 2 個 90 度轉彎以及超出 90 度之設計，進入屋內之圓管，其突出高度為 100 mm，不同於設備室之 25 ~

75 mm，並將出口封緊，以防鼠類、水氣或有害氣體進入，佈線後立即作防火牆安全措施，圖 13 顯示引進設施以地下埋管方式設計圖。埋管盡量避免共用，會有以下缺點：

- 可能使不同性質之線纜產生干擾
- 限制未來再擴充之空間
- 不同時間佈放線纜可能造成線纜間之損傷
- 增加維護工作困難度

若無法避免共用管道，則必須要求其他業者分攤保險費用，並向其收取月租金。

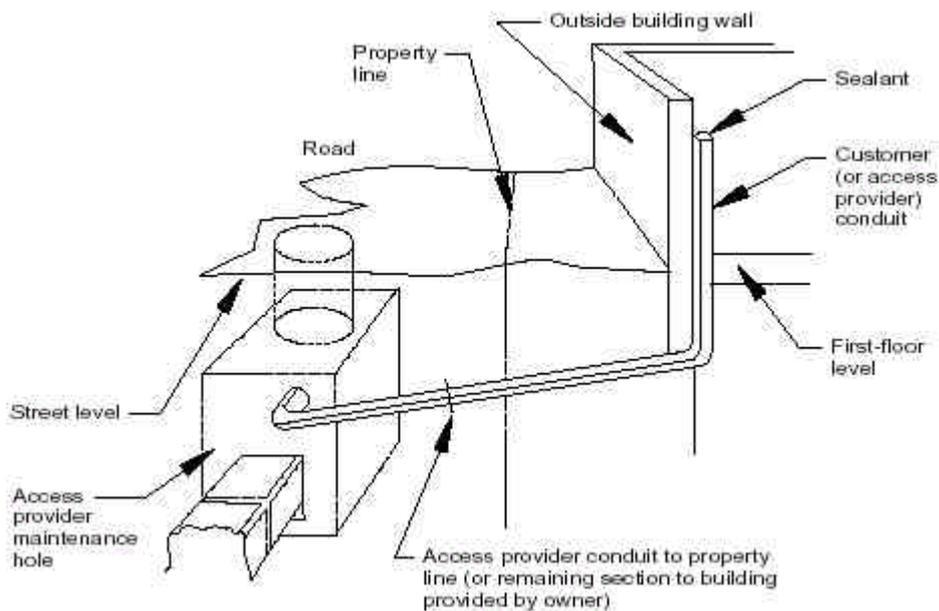


圖 13 引進設施以地下埋管方式設計示意圖

直埋方式雖然較為簡單，但卻容易意外挖斷，直埋之電纜至少需深入地面 600 mm，如挖深超過 1.5 m 需在兩側作支撐防坍塌，堆土需清至離挖溝旁 600 mm 外不會妨礙施工之位置。回填時須注意均勻

防止凹陷產生。

架空方式由於承重問題限制佈設線纜數量 100 對以下，因此只適合小建築引進，電桿至建築之距離需小於 30 m，其缺點為：

- 外露影響觀瞻
- 缺乏保護
- 需防強風
- 需考量高度。

自動化系統 (Building Automation System)

Siemens 公司自動化系統研習地點在鳳凰城之 ST microelectronics 公司，內容包含門禁管制，消防系統，空調控管等系統，該公司使用 Siemens APOGEE Automation System 管理以及控制系統，其門禁系統主要是管制人員以感應式識別證進出授權部門，並記錄進出時間，影像監控記錄是以 VHS 錄影帶方式儲存，門禁系統也能管理跨機構的人員、承包商、和訪客的進出。消防系統主要是以偵煙、感溫方式設定警報器，如果火警報器作響，保全人員可透過閉路電視瞭解實際情況，採取各種應變程序如：打開逃生安全門，控制風機和風門防止煙霧之擴散，並決定啟動滅火設備，系統適時的監控不但可減少人員疏散時間也可以避免不必要之錯誤警報發生。空調系統之溫控對於生產半導體產品之 ST microelectronics 公司是非常重

要的，因此在生產線區溫度誤差可控制在 0.2 以內，而這拜賜於系統中利用比例、微分、積分高階的 PID 演算法，精準的將溫控系統控制在最小變動值。Siemens 公司表示門禁管制、消防系統、空調控管等系統可以整合運作，但 SC microelectronics 希望三套系統獨立操作，因此沒有進行整合。

Siemens APOGEE Automation System 控管系統樞紐位於中央電腦系統的管理層，其所屬工作站操作介面軟體 INSIGHT 能提供視窗動態圖示操作功能，針對工作站操作人員，系統可以控制層級限制操作員可編輯的區域，也限制其操作範圍，並留下使用記錄，增加系統之安全性。另外現場控管系統之高性能直接數位控管器 DDC 功能之處理機也是系統中重要組成，部分處理機甚至可設定獨立工作，進行複雜之控制、監視和能源管理功能，同時處理機具備直接與其他處理機進行網路通訊之功能。

3 . 心得

此次研習內容相當廣泛，課程幾乎包含了整體配線設計之核心重點，雖然因上課時間實在有限，講師不得不以很快的速度傳授，當場的吸收打了些折扣，但對配線設計之整體概念的了解有很大助益，可以說是在最短時間灌輸所有配線設計領域基本要領之高效率課程。BICSI

不但在研習課程內容安排上表現高效率，研習全程皆由一位經驗豐富具有 RCDD 證照講師負責上課，不需其他工作人員協助，也充分表現其人事管理之效率。

配線設計技術在佈線配管設計上已經漸趨成熟完整，未來發展可能會著重在管理上，以往配線系統給人的印象總是凌亂不堪，那些錯綜複雜的線纜總讓維修人員產生無力感。健全的管理，不但可以使維修工作容易進行，通信品質及安全性也會提高，系統的建設年限也可延長，未來如果配線室、設備室、引進設施與多家業者共同使用，則完善的管理更是不可或缺，因此建立合適之電信配線管理系統，應是配線設計未來注重的方向。

4 . 建議

在美國，法規對挖掘工程之管理是相當嚴謹的，開挖前必須得到所有土地所有單位同意，此舉有時費時經年，更有無法取得許可而不得不放棄工程之情形。在各州都有專責單位免付費電話供查詢當地地下管線相關資訊，開挖地點必須事前確認並標記清楚其他管路再進行工程，違反其規定或肇事危害大眾者必會受到嚴厲之處罰。在台灣，遭意外挖斷電信、電力線纜之情形時有所聞，而水管、油管、天然氣管也偶會發生，相關單位應重視此問題，立法規範並貫徹執行，以提高

工程品質。另本公司是否也能成立專責單位致力於防止此類意外事件發生，或者在發生後的最短時間搶修復原，也算是提升對客戶之服務品質。

先進地區如北美、歐洲、日本等地均有其自行訂定之標準、法規，甚至鄰近美國之加拿大，也有訂定了與美國不盡相同之法規提供其國內工程使用，蓋因各地環境、民情不同，不能一體適用。國內不管是地理位置或氣候型態均有獨特之處，因此本公司長期致力於制定適合國內使用之電信相關規範，提供本公司工作人員施工的依循，而研究所一向是主要的制訂單位。個人參加此次研習覺得，不論是設計人員或其他工作人員，認識工作上相關標準、法規、規範，可以使工作進行更為順利，而制訂適合國內使用之相關規範，是意義非凡且有實質貢獻。