

# ●臺北市「光纖到府」創新建設工法介紹

臺北市政府資訊局分析師 郭家城

## 壹、前言

二十世紀末以來，網際網路技術和應用發展相當迅速，各先進國家無不積極規劃具前瞻性之資訊通訊政策。其中，寬頻建設為各國資訊通訊發展之重要環節，先進國家在其資訊通訊計畫中，皆明確勾勒該國寬頻建設發展之願景、目標和方向，期望完善之寬頻建設能帶動資訊通訊產業成長，進而提升國家及城市競爭力。例如：南韓政府斥資1兆3000億韓圓以及民間投資32兆8000億韓圓，自2007年起建構全國性超級寬頻設施；新加坡下世代國家寬頻網路，投資總額30億新元；澳洲政府將投資430億澳元，建設全國光纖到府網路。光纖網路對我們生活的影響，就如同高速公路一般，各處林立的快速道路正可說明其關鍵性地位。

英國每日電訊報（The Telegraph）在2014年2月14日報導中，將臺北市與紐約、巴黎、赫爾辛基、佛羅倫斯、特拉維夫、香港、澳門、伯斯等9座國際知名城市，共同評選為「全球最方便的免費無線上網城市」（Free Wi-Fi networks: the world's most connected cities）；其中更特別將臺北市列舉為9座城市之首。從臺北市政府（簡稱本府）Taipei Free的發展及使用經驗得知，目前的無線網路環境還是有其限制，即「無線有限，有線無限」，無線網路仍必須要由有線的光纖網路在背後支撐高頻寬及相關服務內容。另外，人手一支智慧型手機及行動載具（如智慧型手錶）與增值服務的使用需求，也代表著頻寬的需求更多更大，亦相對需要更完善的有線基礎網路來提供網路頻寬。

本府自2007年底即著手推動本市光纖網路建設相關計畫，如同建設高速公路一般，建設初期需投入龐大經費；考量本府財政困窘，無法於短期內編列足額預算支應以及資通訊建設推動的急迫性，故以釋出共同管道、下水道、人行道、高架道路、橋樑、河堤及捷運等市有公共設施附掛光纖纜線作為對價，依政府採購法第99條（開放民間投資興辦）辦理招標作業，委由廠商負責建設、營運，採收取使用費、權利金之方式，並自負盈虧。歷經多次招流標作業，「臺北市光纖網路委外建設暨營運案」（簡稱光纖到府案）終於2011年12月30日完成簽約，委由台灣智慧光網股份有限公司於4年內完成全市80%家戶覆蓋率的光纖網路建設，打造臺北市為全臺第一個光纖智慧城市。

## 貳、國際城市光纖發展

近年來智慧聯網(Internet of Things, IoT)發展快速，世界各國莫不大力投入相關應用產業推動工作，歐、美、亞各先進國家或城市更積極推動光纖網路建設，概略說明如下：

### 一、美國 LA Fiber：

洛杉磯 350 萬居民免費光纖寬頻服務，建設成本預計 30 億美元至 50 億美元，是由網路營運商提供建設資金，網速在 2Mbps 至 5Mbps 之間使用者必須

接受部分廣告、更高速的寬頻服務則必須付費，並於公共場所提供 Wi-Fi 熱點。

## 二、美國 Google Fiber：

Google Fiber 為 Google 在 2010 年發表的 1Gbps 光纖到府服務。Google 認為高速的網路服務將是創新的基礎，同時也能助長經濟發展與改善教育品質。迄今已在堪薩斯州的堪薩斯市 (Kansas City, Kansas)、德州的奧斯汀市 (Austin) 與猶他州的普羅沃市 (Provo) 提供服務，網速在 5Mbps/1Mbps 免費提供，另提供需付費之 1Gbps/1Gbps 高速寬頻服務。

Google 更於今 (2014) 年度邀請美國 9 大都會區 (包含亞特蘭大 (Atlanta)、山貓 (Charlotte)、納什維爾 (Nashville)、鳳凰城 (Phoenix)、波特蘭 (Portland)、羅列-達勒姆 (Raleigh-Durham)、鹽湖城 (Salt Lake City)、聖安東尼奧 (San Antonio) 與舊金山 (San Jose) 等) 的其他 34 個城市參與 Google Fiber 專案。Google 將與這些城市的領導人展開雙方的共同規畫程序，以便評估 Google Fiber 的建設，Google 將會先擬訂一份需要各城市協助的清單，例如地圖以及各種既有的管線，也會要求城市提供存取當地基礎建設或執行程序的許可；之後進行在這些城市建設 Google Fiber 的相關研究，例如當地的地形、住家的密度，或是當地條件等，以評估建置成本與時間表。

## 三、澳洲 NBN：

2009 年 4 月 7 日澳洲政府宣佈將投資約 430 億澳元，8 年時間建設一張覆蓋全國的超高速光纖寬頻網路。於 2011 年 3 月澳洲議會通過了《國家寬頻網路公司條例草案》和 2011 年電信法修訂法案 (關於 NBN 接入措施的修訂)。其中，《國家寬頻網路公司條例草案》用來規範 NBN 公司的經營範圍、義務以及所有權等問題。

## 四、新加坡 OpenNet：

新加坡政府為促進新加坡資通訊產業成長，將資通訊科技服務融入民眾的生活、學習、工作與休閒活動之中，讓新加坡成為智慧化國家。新加坡政府主導制定資通訊政策與培育產業發展之資訊通訊發展局 (Infocomm Development Authority, IDA) 於 2006 年 3 月提出「下一代國家資通訊基礎建設發展計畫 (Next Generation National Infocomm Infrastructure, Next Gen NII)」，其目標為讓新加坡 90% 的家庭能使用寬頻網路，並提供每個家庭、企業、學校與個人都能使用到 1Gbps 的頻寬速度上網，無線網路則達到 1Mbps 的上網速度。

IDA 期望在新加坡建構一個有能力提供 100Mbps~1Gbps 傳輸能力、具開放存取與營運業者中立特性的光纖網路環境，為使符合企業與社會的未來需求，IDA 向業界發出推展下世代有線寬頻網路的概念徵求聲明 (Request For Concepts, RFC)，針對計畫 7 大關於網路佈建與服務營運的考量重點：網路線路與架構挑選、政府支援、網路覆蓋率與完成時間、網路規模與效益、開放存取、所有權與經營模式、批發與零售服務，最終募集國內外電信營運商、網路系統、軟硬體等業者之相關建議，將未來的網路經營環境依照「結構分離

(Structurally Separated)」與「營運分離(Operationally Separated)」不同模式，將實體網路的營運主體劃分為「被動網路基礎建設營運商(Network Company, NetCo)」、「主動網路基礎建設營運商(Operation Company, OpCo)」與「網路零售服務供應商(Retail Service Provider, RSP)」上下分層經營的營運結構。由 NetCo 負責設計、佈建與維運全新加坡的被動式光纖網路基礎建設，包含管道、人孔、電信機房等；OpCo 負責設置 Switch、Router 等主動式網路傳輸設備，營運與控管光纖網路上的資料傳輸情形；RSP 為提供民眾光纖申辦服務的角度。新加坡政府並為此基礎設施層投資約 30 億新元資金，為新一代全國寬頻網路規劃了三大相互分離的產業層，創造更多就業機會。以政府與網路營運商合作，提供居民高速的光纖寬頻服務及各產業分層服務；並提供在 2Mbps 到 1Gbps 之間的頻寬服務。

## 五、韓國

韓國於 1995 年進行「資訊化推廣計畫」，積極推動韓國資訊基礎建設(Korea Information Infrastructure, KII)，共分 3 階段完成，第一階段為基礎建構期，韓國政府投入 1,726 億韓圓，主要進行全國 155Mbps~2.5Gbps 的骨幹傳輸網路建設、主要城市超高速交換網路(ATM)建置、1 萬處以上與教育、研究等單位相關之公共機關提供頻寬 45Mbps 服務；第二階段為完成期，韓國政府投入 2,226 億韓圓，規劃完成全國 144 各地區骨幹網路架構、ATM 建設完成與服務提供；第三階段為高度化期，韓國政府投入 4,162 億韓圓，主要為增加骨幹網路傳輸與 ATM 需求的建設，以提升網路傳輸的密度，並針對 3 萬 2,000 處相關機構提供 622Mbps 頻寬的服務。

韓國政府於 2004 年推動 BcN (Broadband Converged Network) 計畫，目標為整合有線與無線網路、語音及數據、視訊與網際網路，在任何時間、任何地點，都能提供消費者寬頻、品質保證的無間隙網路服務。BcN 計畫共分為 3 個階段推動，第一階段為基礎準備期，主要為確立計畫細節標準模式，以及建置先期網路試點與實驗性服務；第二階段為建置期，主要包括擴大 BcN 計畫並開始提供商業性服務，以及提供大於 100Mbps 光纖到府接取迴路至 500 萬個家庭；第三階段為成熟期，主要為完成全國 BcN 相關建置，以及提供大於 100Mbps FTTH 的接取迴路至 1,000 萬個家庭。

## 六、中華民國

行政院於 2010 年通過「數位匯流發展方案(2010-2015 年)」、2012 年 5 月通過方案第二版修正，宣示政府將從「整備高速寬頻網路、推動電信匯流服務、加速電視數位化進程、建構新興視訊服務、促進通訊傳播產業升級、豐富電視節目內容、與調和匯流法規環境」等七個主軸，全力推動數位匯流，以協助我國產業轉型、強化國家競爭力。

本府自 2011 年底完成光纖到府案簽約後，為早日提供高速低價的光纖網路通信服務，廠商採分區分階段建設模式，逐步擴大營運範圍，目前已完成第

一階段建設（建設範圍包含 12 行政區區域機房及其骨幹環路、內湖、南港、松山及信義區之建設），預計於今（2014）年年底前內湖、南港、松山及信義等四區將陸續開台營運，屆時內湖區將成為本市第一個可享有高速低價光纖網路服務的行政區。截至 2014 年 8 月底，廠商已完成全市 41% 家戶覆蓋率之光纖網路建設，預計於明（2015）年年底前完成全市 80% 家戶覆蓋率建設。

### 參、引進與先進國家同步的微管溝工法

臺北市為人口集中的直轄市都會型態，為了提供更舒適生活環境及完善的居家品質，本府各項公共建設推動均以妥善的管理維運措施為前提，以維護市民最佳生活機能為主要目標，使環境具備完善城市之生活品質。為了減少建設期間對市民生活機能影響，光纖到府案採用紐約、倫敦等高度發展的先進國際城市所使用微管溝工法安裝地下光纖纜線。微管溝工法有別於傳統管道施工，就像一般開刀與微創手術之別（傷口小、恢復快）；微管溝工法不需要將馬路開膛破肚，只需用一個專門切割機切割出細槽，然後將套好導管的光纖纜線植入其中即可。這項新施工技術不但可以降低管道施工對道路品質之破壞，也大幅減少施工期間對交通和環境的影響，而且能解決目前臺北市道路及人行道下方管線密佈無處佈設的難題，並可縮短工期、提升通訊服務可用性。有關微管溝工法採用之斷面結構，如圖 1 所示。

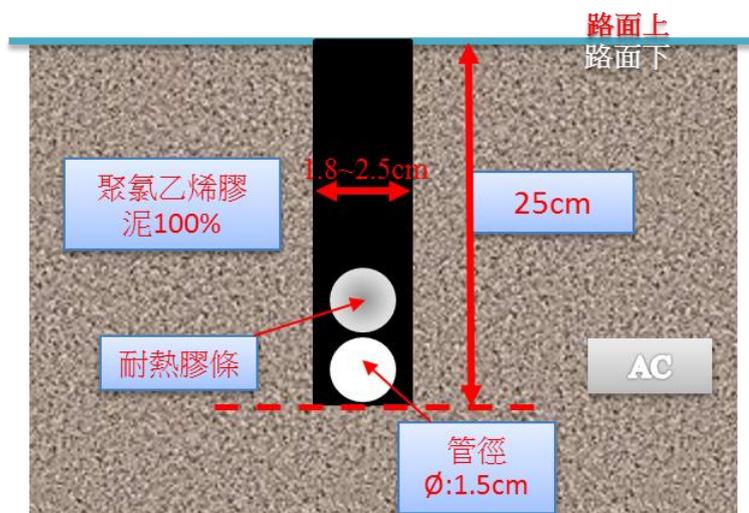


圖 1 微管溝開挖段面圖

一、微管溝工法施工步驟如下（如圖 2 所示）：

- (一) 透地雷達探測：使用透地雷達探測地下管線，以避免因微管溝工法施工，造成其他管線之破壞。
- (二) 交通維持：依第四類交通維持計畫進行交通維持，以保護作業人員安全及維護用路人權利。
- (三) 測量放樣。
- (四) 管溝切割：以溼式工法施作，以避免管溝切割時塵土飛揚。
- (五) 路面清洗。

(六) 乾燥處理。

(七) 鋁管配置。

(八) 膠條配置：因本市路平專案於路寬超過 8 公尺道路銑刨重鋪之厚度為 10 公分，為了避免傷及微管溝之管線，以耐熱膠條加以阻隔，以便在刨除 10 公分之同時，避免拉扯既有管線。

(九) 回填：將聚氯乙烯膠泥加熱至 120°C 後，進行兩次管溝回填。



圖 2 微管溝工法施工步驟

二、微管溝工法優點如下：

- (一) 不需要將馬路開膛破肚，只需要一個專門切割機切割出細槽，將套好導管的光纖纜線植入其中即可。
- (二) 減少大面積開挖、減少路面施工噪音及空氣粉塵。
- (三) 挖掘寬度窄，減少施工時對於交通的衝擊。
- (四) 廢土量少，對環境之衝擊減至最低。
- (五) 解決臺北市道路及人行道下方管線密佈無處佈設的難題。
- (六) 節省大量開支、縮短工期、提升通訊服務可用性。



圖 3 郝市長於 2013.5.8 光纖到府開工典禮記者會中親自操作微管溝切割機



圖 4 施工時對於交通的衝擊小

三、與傳統明挖管道的比較如下表 1：

表 1 微管溝與傳統明挖管溝的比較

比較	一般明挖管溝	微管溝
挖掘速度	100M/6Hr	100M/1Hr
挖掘深度	30cm~120cm	30cm 以上
挖掘寬度	60cm~90cm 以上	2.4cm~3.6cm
施工噪音	70~80 分貝	60 分貝
同時間道路使用	須作完整交維封路	大部分人車仍可使用
環境污染程度	高	低
廢土量(12:1)	1.08m <sup>3</sup> /1m	0.09m <sup>3</sup> /1m
工區寬度	8m 以上	3m 以下
管道一次挖掘路徑	直線	可弧形

四、微管溝工法的限制：微管溝工法並非全然取代現行傳統管道，針對微管溝工法適用說明如下：

- (一) 道路交通條件特殊無法以一般傳統明挖管道施工者。
- (二) 路面更新後確需挖掘埋管道時，為避免大面積破壞路面。
- (三) 無法全路幅封閉的巷弄。
- (四) 橫越路口段或道路段，為減少對交通的衝擊及對路面品質的影響。

五、微管溝的標示：光纖到府案大量以微管溝工法施作後，未來於辨識上勢必造成一定困擾，有鑑於此，光纖到府案以鉚釘作為微管溝標示，其上頭印製 TAIPEI CITY FTTH 字樣，其箭頭指示方向為微管溝之起訖點。



圖 5 微管溝鉚釘樣式

六、微管溝的挖損搶修作業：微管溝為管路埋深較淺，較容易因公共工程施工或其他意外因素造成損壞，為有效縮短搶救時效，迅速搶通以縮短通訊電路中斷時間，本府責成廠商製作「微管溝挖損搶修標準作業程序書」，以達有效啟動指揮、通報、督導、協調與搶修等應變措施。另，本府也要求

廠商於挖損搶修時，需將廢管清除並於同一地點置放新的管線。

#### 肆、全球首創的過溝蓋版工法

目前大多數的手孔是建置於瀝青混凝土（Asphalt concrete, AC）路面上，所涉及之交通維持問題、銑鋪問題、啟閉問題及路平專案之調降皆會對於交通及人文上造成衝擊，又因本府推行人手孔減量及禁止側溝放置接續盒等政策，光纖到府案在本府及廠商努力下，採用全球首創之過溝蓋版工法，在不影響下水道排水功能之前提下，運用溝蓋頂板之空間，研發出全球首創之過溝蓋版工法，以減少下水道內接續盒、路面人手孔及地面置箱的數量。

為因應臺北市現有道路側溝寬度尺寸規格及溝蓋型式種類眾多，光纖到府案研發三種類型之過溝蓋版工法：

- 一、場鑄型過溝蓋版工法：適用於配合側溝整修時，依本府工務局新建工程處及水利工程處核准圖說，一併進場施作場鑄型過溝蓋版。
- 二、預鑄型過溝蓋版工法：適用於現行側溝為預鑄溝蓋，可將既有溝蓋替換為預鑄型過溝蓋版。其施工步驟如下：

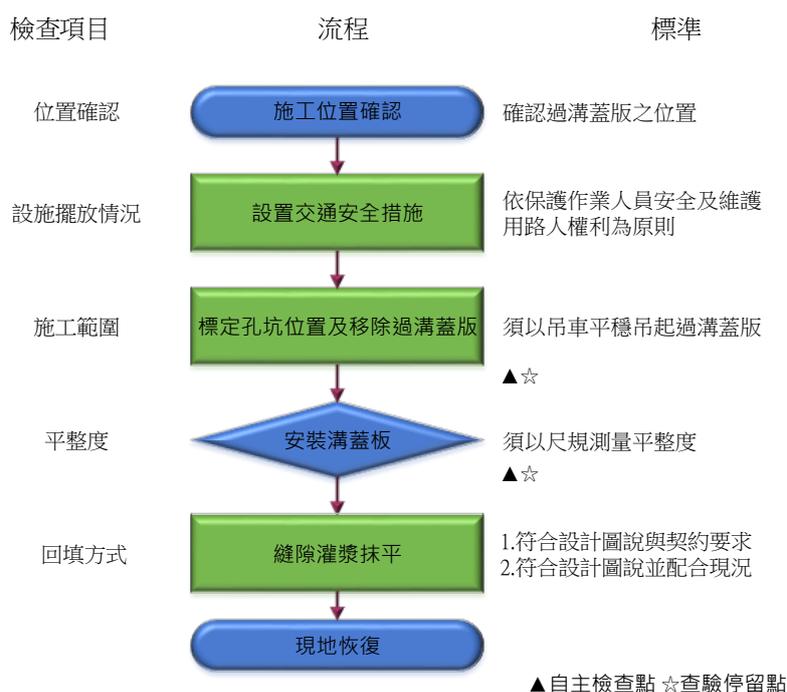


圖 6 預鑄型過溝蓋版施工步驟流程圖

- 三、預鑄預鑄型場鑄過溝蓋版工法：適用於現行側溝已整修為場鑄溝蓋，為節省施工時間及兼顧品質之前提下，將原場鑄側溝蓋切割一預鑄過溝蓋版大小，並置放預鑄型過溝蓋版加以固定。其施工步驟如下：

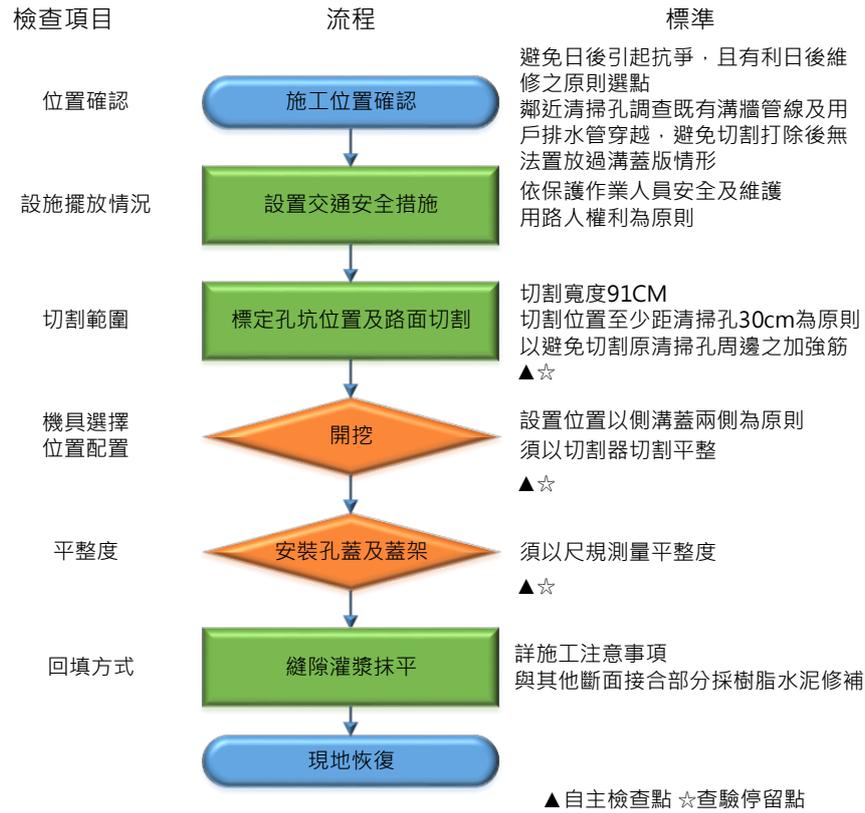


圖 7 預鑄型場鑄過溝蓋版施工步驟流程圖

## 伍、結論

光纖到府案建設完成後，臺北市即擁有一條涵蓋本市家戶80%以上之高速光纖到府網路，除可提供民眾雙向100Mbps以上網路，更可提供企業1Gbps~2.5Gbps之高速網路。廠商將營造公平之電信環境，以透明、合理、無差別待遇原則提供各類電信、有線電視及其他業者同等品質之固定通信網路服務。預估將可帶動雲端產業、數位內容產業、遊戲軟體、IPTV等相關產業發展，提升城市競爭力。

綜觀先進國家的發展方向，智慧家庭必是未來居家生活的趨勢，故本府完成光纖網路寬頻基礎建設後，結合本市Taipei Free無線網路，這些綿密的網路環境，將可以提供市民嶄新多元的雲端服務內容。當本府各機關之重大政策擺脫頻寬限制後，未來業務發展及數位服務，更可無限地盡情發揮。民間企業更可藉由光纖到府建設提供市民多樣化的數位服務。相信在公私部門攜手合作下，未來產業在智慧生活、智慧家庭將更加蓬勃發展，讓生活在臺北市的民眾充分享受光纖智慧城市所帶來的便利服務。