



桃園市 三維管線資料庫

正確性提升作業之探討

劉軍希／桃園市政府養工處 處長

顏淑芬／桃園市政府養工處道路管理資訊中心 主任

邱建豪／桃園市政府養工處道路挖掘科 科長

劉新達／台灣世曦工程顧問股份有限公司 經理

因應三維地理資訊系統的發展，政府大力推動三維國家底圖建置計畫，包含三維建物、三維道路及三維管線資料庫等，其中管線埋設在地底下，難以進行調查工作，致使建置工作更為困難，包含埋深資料不完整、精度品質不一致等問題。本文將介紹如何訂定管線精度品質指標，並說明三維管線建置方式及如何提升精度品質指標。

前言

三維視覺化展示技術可以協助三維管線的建置，也是未來三維 GIS 應用之重要資料，故各級政府及管線單位均積極建置三維管線資料庫。因既設管線正確資料多已滅失，故首先進行地上物人手孔及附屬設施之測量工作，並據以修正管線之空間資料，再利用竣工圖、設計圖等資訊進行補充，若以上二者皆無資料則以一般設計值（如埋深 1.2 m）為概略值填入，目標為將屬性資料補齊補完整為優先工作。如此方式雖與現況有誤差，但已可實現三維管線視覺化及輔助業務管理之工作。

以上快速建置三維管線之方式，精度有很大的提升空間。考量多數管線測量作業均為區域、小範圍之補測，故如何藉由管線精度指標訂定，讓使用者瞭解資料之品質亦是重要課題。以下將介紹三維管線之精度品質指標、建置方式及提升精度之作業方式。

訂定管線精度品質指標

三維管線建置作業推動流程可分為三個階段：補

齊、補合理、補正確。補齊主要為屬性欄位皆須有值，屬性不可缺漏。補合理之屬性為設計值，但需與管線單位提供之型錄尺寸一致，並增加三維檢核提升人手孔與管線相對關係之正確性，如管線埋深是否有與孔座相接等檢核。

補正確為人手孔及附屬設施之屬性、坐標正確性修正作業，一般是透過實測、調查等圖資更新作業來進行，如：一般挖掘申請之圖資更新、開孔調查之屬性量測等。

由於道路挖掘多屬小範圍之作業，故圖資更新亦屬於零散方式進行，致使管線圖資其精度品質是極度不一致。又若人手孔測量作業時，並無開孔調查，故僅坐標正確，圖資精度品質指標應設為【僅坐標正確】，以表示坐標正確，但屬性並未經調查確認。為讓使用者可以正確地瞭解圖資品質，故將補正確分四個等級，分別為屬性坐標皆合理、僅屬性正確、僅坐標正確、屬性坐標皆正確，如圖 1，各等級之意義說明如下：

1. 屬性坐標皆合理：完成坐標及屬性合理性修正工作，合理性包含值域及圖層間空間關性之合理性。

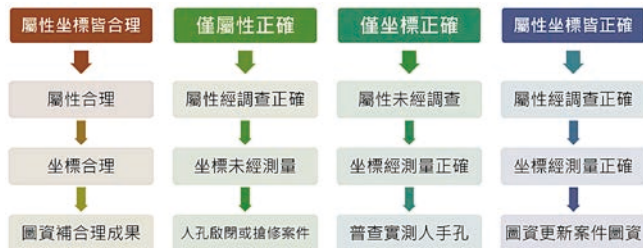


圖 1 管線圖資精度品質分級圖



圖 2 管線圖資精度品質分級圖

2. 僅屬性正確：指孔蓋蓋部長寬、孔深等屬性皆為現地實際尺寸；管線為其管徑大小、管線材料、埋深之屬性為現場埋設管線之實際資訊。孔蓋主要於人手孔啟閉時，可量測孔蓋尺寸及深度等屬性，但無進行 GPS 測量作業，故此類圖資更新案件之成果需設為【僅屬性正確】。又如於圖資更新或搶修案件時，使用交會法進行圖資更新作業，僅可更新管線或孔蓋之屬性，也是同類型之更新模式。
3. 僅坐標正確：指孔蓋坐標為實際測量位置，屬性為設計值者，如：現今公共設施管線資料庫，大部分孔蓋、閘、栓之位置有經過測量，但屬性未經開孔調查確定，尚為設計值，故應設為【僅坐標正確】。
4. 屬性坐標皆正確：指孔蓋或管線屬性為現地實際尺寸，如：孔蓋、管徑大小、孔深、管線埋深、管線材料等屬性，且設施之坐標有經過 GPS 測量者。如原圖轉繪之管線，只有其中一節點與新增之實測管線相接時，且於開挖時有測量該管線之管徑、管線材料、埋深等屬性，則該管線就為【屬性坐標皆正確】。

以上之管線資料分級工作，已落實於桃園市道管中心平台之資料庫中，如圖 2 所示，並隨圖資測量成果更新作業同步更新，以提供使用者正確之圖資品質指標。

補合理作業

資料補齊（完整）僅符合營建署資料標準建置基本規範，其資料於三維圖台展示時常有不合理情形，例如人孔過小或過寬、管徑大小及圖資連接性等疑慮，故需提升坐標及屬性之合理性，說明如下：

1. 屬性合理性：針對各單位、各資料欄位進行合理性規範，如孔蓋寬度可依各單位類型進行範圍限制，尺寸單位與蓋部寬度是否搭配，孔蓋地盤高是否與 DEM 相近等，如表 1。
2. 三維幾何合理性：因應三維管線之合理性，增加三維幾何合理性的檢核條件，如管線是否與孔座相接、開關閘口徑是否與所銜接之管線的管徑寬度相同等，如圖 3，管線埋深值大於人孔深度造成了不合理的現象。
3. 管線類型檢核：管線一般皆會依其服務目的而分不同等級，如電信管線可分為幹管、配管及用戶接管等，電力管線可以分為高壓管、低壓管、用戶管等。不同等級之管線有不同之屬性值域，如表 2。人孔管線亦因管線類別不同，而有不同之連接規則，如幹管均由人孔與人孔連接、配管為手孔與手孔連接，用戶接管為手孔與用戶間之管線，如圖 4。

表 1 合理性檢核規則案例表

欄位名稱	選填條件	值域檢核		固定值檢核		備註
尺寸單位	必填	0,1,2,3		0,1,2,3		需與蓋部寬度、長度確認合理性，0:mm, 1:inch, 2:cm, 3:m
孔蓋種類	必填	0	1	0	1	孔蓋種類 0: 人孔, 1: 手孔, 蓋部寬度及蓋部長度依據人孔或手孔而有不同條件，若為圓孔時蓋部寬度為直徑，蓋部長度為 0
蓋部寬度	必填	50~300cm	40~300cm	76.6(cm)	60x120, 50x100, 40x80(cm)	
蓋部長度	必填	0	40~300cm	0		
孔深m	必填	0.5~2.5m	0.5~1.5m	0.5~2.5m	0.5~1.5m	
地盤高m	必填	0~1660m		與DTM比對差距1m內		

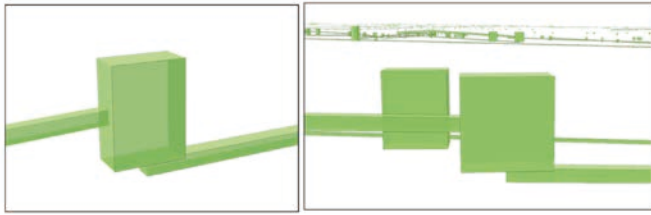


圖 3 管線埋設深度與人孔孔深不一致案例圖

表 2 電信管線管線重類檢核規則案例表

管線種類	單根管徑	平均埋深(m)	涵管條數
幹管	3吋、4吋	1.1-1.3	4以上
配管	2吋、3吋、4吋	0.6-1.2	2-12
用戶管	1.5吋、2吋、3吋	0.4-0.8	1-4

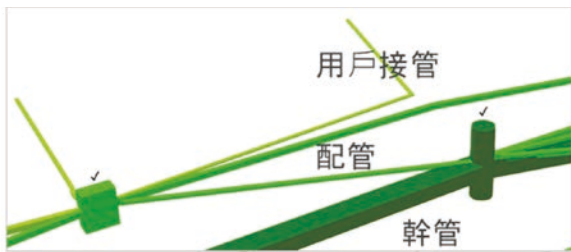


圖 4 電信管線類別分類圖

4. 人手孔旋轉角修正：一般手孔多為長方形，且多平行與前後管線走向，故需將旋轉角度修正至與最近的管線方向平行，如圖 5。

人手孔坐標正確性提升作業

人手孔測量可以提升坐標正確性，桃園市政府分階段進行人手孔之調查及測量工作，目前之調查進度如圖 6 所示，主要分為 3 大計畫進行。

1. 都市計畫區 8 米以上道路人手孔調查測量：主要於 101 ~ 106 年間進行測量，多使用全測站測量方式進行。



圖 5、人手孔旋轉角修正 3D 呈現 (左為原始圖, 右為修正後)

2. 市區道路及縣鄉道普查：於 100 ~ 106 年間進行，主要目的為道路普查工作，並同步進行人手孔測量工作，採用光達測量車方式進行測量。
3. 全市巷弄及無名道路普查：自 107 年開始執行，採用測量車及地面測量並用方式進行，目前仍在進行中，預計 111 年完成。

人手孔屬性正確性提升作業

人手孔大部份屬性需於開孔後方可調查，如人手孔內部尺寸、人孔深度等。而同時也可同時調查該人手孔之連接管線之屬性，如埋深、管徑高度、管徑寬度等，調查內容如圖 7 所示。

外業開孔成果可繪製成人孔展開圖，並可以三維方式呈現，如圖 8 所示，將調查之管線位置標示在三維手孔孔壁上 (以圓圈表示)。透過上述成果展示，可做為與開孔處相接管線位置正確性之修正作業，如圖 9 所示。因經過現地勘查和量測之開孔成果，具有明確人孔坐標、管道位置與深度資料後，可據此成果修正管線位置與埋深。比對修正前後的 3D 電信管線，修正後管線與手孔正確相接並可將配管與用戶接管清楚分層。



圖 6 人手孔測量作業規劃圖

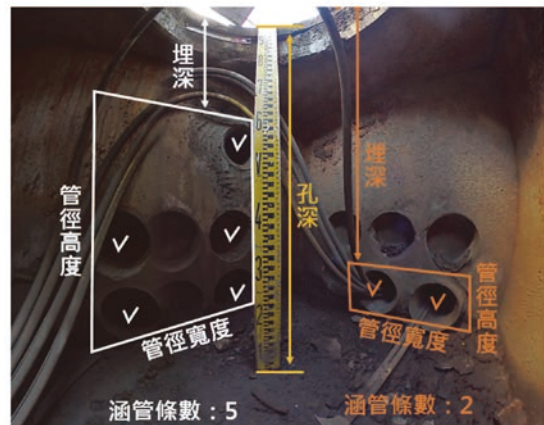


圖 7 開孔調查項目範例圖

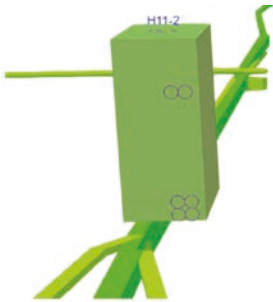


圖 8 人孔展開圖立體圖

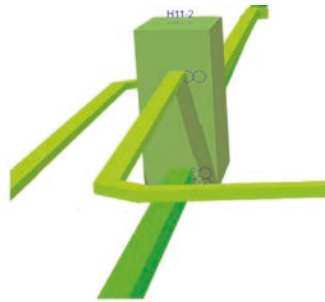


圖 9 管線埋深及位置修正圖

管線坐標正確性提升作業

地下管線多無正確的位置和埋設深度，造成在不同管線設施間不合理碰撞。如何逐步消除管線設備間各種衝突，首要之務為提升管線之正確性。針對不同管線類型，可參考施工及實測案例，藉此分析不同管線配置態樣，進而擬訂不同管線修正方式，以提升管線之正確性。以下針對管線通用性原則及針對管線類別特殊修正原則兩方面進行說明。

1. 管線通用修正原則

- (1) 判斷管線端點為實測孔或非實測孔：管線埋在地面下無法確認位置，人手孔即為辨識管線的種類和分布的依據。經過實際測量的人手孔能確認管線端點位置，也可以用來推測非實測人手孔的分布情形。如圖 10 所示，若管線為直線且其前後人孔為實測，則可視該管線坐標為正確。但若該管線處於轉彎處，雖其前後人孔為實測，仍不宜視為正確。
- (2) 管線走固定管溝位置：設定管線走固定管溝位置，管線依重要性分成幹管、配（支）管和用戶管（各類管線有各自的名稱，以下通稱為幹管、配管和用戶管），其埋設順序也應如同重要性順序。為了簡化施工流程和提升作業效率，開挖一條管溝內可能不單只埋設一種。這之中最早埋設、最重要為幹管，配管和用戶管由其延伸直至設備或用戶。
- (3) 管溝線形平行道路邊界：管溝通常沿著道路方向開挖，修正作業時管溝形狀須保持與路形相符、平行路緣。

2. 管線特殊修正原則：電力的幹管、配管呈現共同管溝配置，管溝中心埋設幹管和人孔；配管位於幹管上方，但不一定對齊中心，手孔則偏離中心設於人孔旁，但不與其平行，且通常是靠近人行道的一



圖 10 管線正確化之判斷原則案例圖

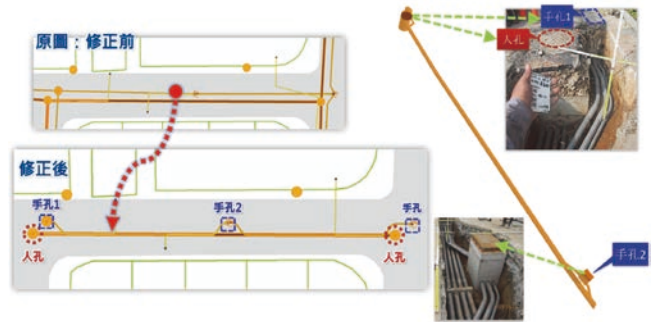


圖 11 電力管線低壓管線位置修正案例圖

側，因此將配管修入幹管管溝，用戶管也依幹管管溝修正，如圖 11 修正範例。

管線屬性正確性提升作業

除了大規模之人手孔測量外，桃園市每年約有 8000 件之道路挖掘案件，依據「桃園市道路挖掘管理自治條例」之規定，均需進行圖資異動之更新工作，如下圖為自來水用戶接管案件，則需針對新設管線進行坐標測量及屬性更新工作，如圖 12 所示。

針對管線單位提報之圖資更新資料，為明挖且確實量測管線坐標及屬性調查之資料，屬於坐標及屬性皆正確資料，對於資料庫現況更新維護極為重要且珍貴，因此於圖資更新作業流程中擬定相關檢核機制確保圖資品質及作業成果確實回饋至公共管線資料庫。管線單位提送圖資更新資料後，檢核機制包含：

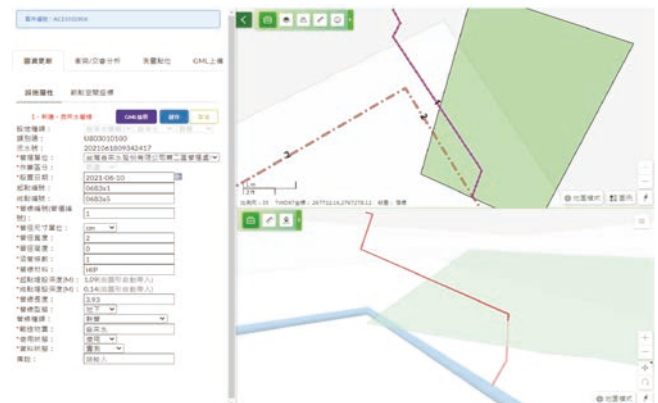


圖 12 三維管線圖資更新操作案例圖

1. 圖資更新審查：由路權機關針對管線單位提送之資料「逐案」進行審查，檢核以圖資資料合理性為主，不合格案件可由系統進行退件，再由管線單位修正或補充資料後重新提送，藉以修正資料內容。
2. 內業抽查：針對路權機關審查已通過之案件進行再審查作業，抽查內容為圖資資料合理性檢核。
3. 外業抽測：針對路權機關審查已通過且為 GPS 測量之案件，挑選明確可辨之物件，如人手孔、閘栓等，以檢核管線單位測量成果精度。

為完善審查作業流程，系統針對內業抽查及外業抽測不合格案件，提供不合格退件功能，讓管線單位可直接於系統中進行退件資訊查詢及修正作業，其完整流程修正如圖 13 所示。

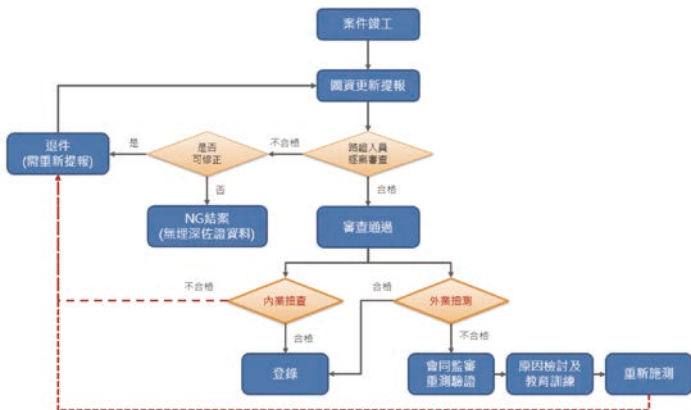


圖 13 圖資更新審查標準流程圖

新建工程之管線資料庫建置

新建工程之管線資料庫需要有完整之標準程序進行建置工作，以確保其正確性。新建工程包含市地重劃、區段徵收、道路新闢或拓寬工程等施工範圍面積大的工程，這些工程的圖資建置與提供的流程與一般道路挖掘案件並不相同，且多會包含 BIM 模型檔案。桃園市政府已針對工程提出公共設施管線圖資建檔與移交規定，列點說明如下：

- 一、作業規範：依據「桃園市政府養護工程處三維公共管線資料格式與作業規範」，包含測量、管線圖資建置作業。新建工程之管線測量尤其重要，需在管線埋設後，CLSM 澆置前進行測量工作，方可取得正確之管線坐標資訊，如圖 14 所示。
- 二、圖資繳交清單：圖資繳交清單，如表 3 所列。



圖 14 新建工程管線在澆置 CLSM 前完成測量工作示意圖

表 3 管線圖資移交清單項目

繳交類別	項次	繳交項目	檔案內容規定
GML 格式檔案	1	工程中各公共管線設施之 GML 檔案	欄位需符合桃園市 GML 範例檔
	2	人手孔、管線、設施等測量成果報告	需符合營建署測量標準，測量精度應在 20cm 以內
BIM 模型檔案	3	BIM 模型原始檔案	欄位內容至少需包含項次 1 之 GML 欄位內容
	4	IFC 業界基礎類別檔案	<ul style="list-style-type: none"> • 尺寸單位為公尺 (M) • 欄位內容至少需包含項次 1 之 GML 欄位內容
	5	BIM 工作執行計畫書	至少包含「BIM 模型檔案命名原則」與「色彩計畫與管線顏色設定原則」。
	6	插入點坐標說明	<ul style="list-style-type: none"> • 說明 BIM 模型之插入點坐標值 • 承上，坐標之平面基準應採用內政部公告之 TWD97 (1997) 二度分帶坐標系統。高程基準應採用內政部 TWVD2001 一等水準系統。

結語

管線資料正確性是資料應用之關鍵，有正確的資料，方可推廣管線相關應用，桃園市已完成管線圖資精度品質指標之訂定，並提供圖形化查詢界面供使用者查詢，以便使用者正確地使用圖資，提升對圖資使用之意願及信心。

管線資料庫正確化本是一條漫長的路，桃園市已朝正確方向大步邁進，規劃了完整的圖資更新機制，並利用三維管線平台提升圖資正確性，並將可擴大未來之應用。

參考文獻

1. 109 年度桃園市 3D 公共設施管線測量暨系統功能維護及資料建置委託服務案成果報告書。
2. 桃園市公共設施管線位置調查 (監驗) 暨系統建置第十期計畫委託建置服務工作成果報告書。
3. 109 年，內政部營建署「公共設施管線資料標準」第二版。