高程資料標準
文件編號：NGISTD-ANC-005-2025.06.19

文件版本：第二版

標準編號：005

研擬單位：內政部地政司

聯絡方式：臺北市中正區徐州路五號7樓

提出日期：中華民國114年6月19日

修正歷史

版次	日期	修正內容	負責單位
第一版	98年6月	—	內政部地政司
第二版	114年7月	本版本主要修正內容如下： 1.因應「國土空間資訊圖資標準訂定程序須知」及「國土空間資訊圖資標準共同規範」等上位規定改變，爰修正相關內容，包括文件封面、標題、編排格式等。 2.增修「一、前言」、「二、範圍」、「三、應用場合及使用限制」、「四、參考文件」、「五、專有名詞及縮寫」及「十、詮釋資料」等章節之內容。 4.增修分析及設計之相關章節內容，包括「六、特性分析」、「七、應用綱要」、「八、資料典」、「九、編碼規則」及「十三、附錄」等章節。 5.「九、編碼規則」章節中修改資料格式，以 GeoTiff、LAS、LASZ 及 CSV 為供應格式。 6.「十一、標準制定單位及維護權責」之標題修改為「十一、標準訂定單位及維護權責」，並更新聯絡資訊之內容。 7.修飾章節之細部文字。	內政部地政司

目錄

一、目的.....1

二、範圍.....1

三、應用場合及使用限制.....2

四、參考文件.....2

五、專有名詞及縮寫.....4

六、特性分析.....7

6.1、識別性.....7
6.2、涵蓋範圍.....7
6.3、坐標參考系統.....8
6.4、時間與版本.....8
6.5、資料幾何型態.....8
6.5.1、高程點.....9
6.5.2、規則網格.....9
6.6、高程參考系統.....10
6.7、原始資料描述.....11
6.8、資料處理歷程.....11
6.9、高程資料轉換模式.....11
6.10、高程資料精度檢核.....11
6.11、管理特性.....12
6.12、點雲編修與分類.....12
6.13、資料格式.....13

七、應用綱要.....13

7.1、高程資料標準 UML 類別圖.....13
7.2、水利地形數值模型 UML 類別圖.....19
7.2、屬性整理.....21

八、資料典.....21

九、編碼規則.....26

十、詮釋資料.....27

十一、標準訂定單位及維護權責.....27

十二、其他.....27

十三、附錄.....27

13.1、綱要及資料範例.....27

表目錄

表5-1　專有名詞 4

表5-2　縮寫 6

表7-1　高程特性分析與類別屬性對照表 14

表7-2　引用 ISO 相關標準之資料型別 21

表8-1　資料典定義說明 22

表8-2　數值地形模型及各類點雲之資料典 23

表8-3　水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之資料典 24

表9-1　資料格式整理表 26

圖目錄

圖6-1　最小外包矩形示意圖 8

圖6-2　直接記錄坐標之高程點 9

圖6-3　規則網格之概念 10

圖6-4　間接記錄網格相對坐標 10

圖6-5　高程表現方式 11

圖7-1　數值地形模型及各類點雲之 UML 類別圖 17

圖7-2　水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之 UML 類別圖 20

一、目的

地形起伏之現象為許多地理資訊應用之必要考量，可運用於三維地形表示及城市模型展示，對於地理分布也可提供高程變化之強化詮釋。由早期紙圖時代之等高線資料到目前廣泛使用之數值地形模型資料，其內容同時包括特定位置之平面及高程資訊，並以此為基礎，提供整體區域之地形起伏與變化狀態，可進一步推演如坡度與坡向資料，提供監測與規劃之參考。由於大範圍高程資料之測製往往需要特定之設備及相當之經費，由測量專業單位進行高程資料之測製，進而透過標準之方式提供，可有效減低應用單位之負擔及確保供應內容之品質，有利於後續之加值應用。

國土空間資訊圖資標準於民國九十三年度開始以 ISO/TC211之19100系列標準為基礎，推動各類主題資料之開放式地理資料流通策略，藉由資料標準訂定及相關機制配合，促進國家級空間資料基礎建設（National Spatial Data Infrastructure，NSDI）終極目標的達成。高程資料標準為跨域高度共同需求之主題資料，且為三維城市模型之必要元素，已列入為國土空間資訊圖資標準之核心資料，爰訂定資料標準，擴大應用面向之需求，爰訂定本標準。本標準之目的包括：

1. 以開放式地理資料格式流通數值地形模型及點雲之成果。
2. 減少無謂之資料處理，促進高程資料之多目標應用。
3. 提升網際網路服務中三維地理資訊加值之可能性。
4. 促進測量資料之跨領域多目標應用。

二、範圍

本標準之涵蓋範疇為內政部計畫所生產之高程資料，包含數值地形模型及點雲，皆為具有高程特性之空間資料，不包含攝影測量影像匹配產製之密點雲。高程資料以點狀表示為基礎，包含規則網格（grid）及離散點（discrete point）等兩類模式。機關所生產之規則網格點及點雲資料可遵循本標準之規劃架構，以開放之形式供應

與流通予需求之單位，並可依需求，進一步透過軟體進行不同高程資料表示之轉換。

三、應用場合及使用限制

本標準以規定高程資料之開放流通格式為主要目的，並不針對應用範圍給予限制。依循本標準流通之高程資料可廣泛應用於如三維地形展示、防救災、水利工程、土石流分析等各類不同之應用領域。國內部分高解析度數值地形模型資料（含網格點及點雲）仍屬於具有機密等級之資料，其成果之發布與分享仍須遵循資料管轄或供應單位之相關規定。

四、參考文件

本章羅列本標準訂定時所引用或參考之國內外標準、規範或相關文件：

4.1、國土空間資訊圖資標準

1. 國土空間資訊圖資標準訂定程序須知，2024。
2. 國土空間資訊圖資標準共同規範，第四版，2024。
3. 國土空間資訊跨域共同規範，第一版，2023。
4. 三維空間資訊框架共同規範，第一版，2023。
5. 詮釋資料標準，第三版，2020。
6. 地址編碼資料標準，第一版，2022。

4.2、國際標準

本標準之設計係以 ISO 19100系列標準為技術之基礎，以下羅列引用之標準名稱：

1. ISO 19103：Geographic information - Conceptual schema language（概念綱要語言），1st Edition，2015。
2. ISO 19107：Geographic information - Spatial schema（空間綱要），2nd Edition，2019。

3. ISO 19109：Geographic information - Rules for Application Schema（應用綱要法則），2nd Edition，2015。
4. ISO 19115-1：Geographic information - Metadata - Part 1: Fundamentals（詮釋資料-第1部分：基本概念），1st Edition，2014。
5. ISO 19118：Geographic information - Encoding（編碼），2nd Edition，2011。
6. ISO 19139-1：Geographic information - XML Schema Implementation（可擴充式標記語言綱要實作），1st Edition，2019。
7. ISO 19157：Geographic information -- Data quality（資料品質），1st Edition，2013。
8. ISO 8601-1：Date and time - Representations for information interchange - Part 1: Basic rules（資訊交換之表示方式-第1部分：基本規則），1st Edition，2019。
9. OGC GeoTIFF Standard，1.1 Version，2019。

4.3、產業或領域之相關標準

1. 水利數值地形資料測製及檢核技術指引，內政部，2020年12月。
2. 國土測繪法，2007年3月21日。
3. 空載光達測製數值地形模型標準作業規範，內政部，2012年。
4. 高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)，內政部，2003年11月。
5. 基本測量實施規則，2007年11月15日。
6. 測繪學辭典，國立編譯館出版，2003年11月。
7. ASPRS LAS 1.4 Format Specification R15，ASPRS，July 9 2019。

五、專有名詞及縮寫

本章羅列本標準中之相關專有名詞及縮寫，提供文件閱讀之參考：

表5-1　專有名詞

英文名稱	中文名稱	定義	參考來源
coordinate system	坐標系統	用以指定如何設定各點在空間上位置之數學法則，其設計必須包括原點、坐標軸、量度單位等要素。	摘錄自國土空間資訊圖資標準入口網站–「資料倉儲及標準制度分組-共同專有名詞註冊資訊表」
coordinate reference system	坐標參考系統	透過指定參考基準而與物件產生關聯之坐標系統，通常用以定義地理參考資料位於地表上的位置。用以指定如何設定各點在空間上位置之數學法則，其設計必須包括原點、坐標軸、量度單位等要素。	摘錄自國土空間資訊圖資標準入口網站–「共同專有名詞註冊資訊表」。
Digital Elevation Model	數值高程模型	Digital Elevation Model（DEM）為描述不含植被及人工建物之地表天然面高程起伏的數值模型。	高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)
Digital Surface Model	數值地表模型	Digital Surface Model（DSM）為表示地球表面可見光無法穿透的最上層表面的數值模型。它與數值高程模型不同之處乃在表示了建物及長年生植被的最上層表面。	高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)
Digital Terrain Model	數值地形模型	Digital Terrain Model（DTM）為土木工程領域內所最先創用之名詞。但因地形一詞包含了地表面上天然及人工物體的所有幾何與屬性，定義過於廣泛。因此在測量領域內將其再分為DEM、DSM、3D City Model 等三種不同意義的模型。	高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)
discrete point	離散點	不規則分布的空間點位。	ISO/TC211
elevation	高程	一種低於或超過某參考平面的垂直距離。地貌的高程是參考平均海平面來表達；自水準基準面起算至地表某點之垂直距離，或稱標高。	國土空間資訊圖資標準相關名詞解釋彙編；測繪學辭典

英文名稱	中文名稱	定義	參考來源
elevation point	高程點	參考選定之坐標參考系統，具有高程值之點位。	本標準自訂
ellipsoidal height	橢球高	由基準橢球體表面上沿法線方向量測至地表特定點位之距離。	ISO/TC211
grid	規則網格	由二條以上之曲線（curves）構成之網絡，所有曲線以系統之方式與其它曲線相交，直線也為曲線之一。	ISO/TC211
Hydraulic Digital Elevation Model, HyDEM	水利數值地形模型	將 HyDEM LAS 之地面點加入三維水利圖徵中之溢堤線、海陸線、海堤線內插而得之1公尺網格成果。	水利數值地形資料測製及檢核技術指引
HyDEM LAS	水利數值地形分類點雲	係將內政部空載光達案點雲分類成果補正水利結構物(如溝渠兩側立面、防洪牆、胸牆、各式堤防等)分類至地面點之成果。	水利數值地形資料測製及檢核技術指引
orthometric height	正高	由地面上一點沿其垂線方向至大地水準面之距離謂之。	測繪學辭典
photo base map	像片基本圖	以垂直航攝像片為底圖，在像片上加繪等高線及必要之地物註記等，製成像片圖。以像片地形圖作為國家基本圖者，稱為像片基本圖。此處所指之像片，應為已作正射糾正，且像比例尺已改為所需成圖尺度之航攝像片。	測繪學辭典
reference point	參考點	在立體模型內大量直接量測所得代表地形的獨立點。	高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)
resolution	解析度	數值地形模型離散點間距離的大小稱為解析度。它決定了該地形模型可表示出地表起伏變化的細微程度。	高精度及高解析度數值地形模型測製規範(技術報告)

英文名稱	中文名稱	定義	參考來源
TWD97	一九九七坐標系統	(1)採用國際地球參考框架(International Terrestrial Reference Frame, ITRF)。ITRF 為利用全球測站網之觀測資料成果推算所得之地心坐標系統，其方位採國際時間局(Bureau International de l'Heure, BIH)定義在1984.0時刻之方位。 (2)參考橢球體採用1980年國際大地測量學與地球物理學會(International Union of Geodesy and Geophysics, IUGG)公布之參考橢球體(GRS80)，其橢球參數如下： 長半徑 a=6378137公尺。 短半徑 b=6356752.3141公尺。 扁率 f=1/298.257222101。 (3)地圖投影方式採用橫麥卡托投影經差二度分帶：臺灣、琉球嶼、綠島、蘭嶼及龜山島等地區之中央子午線定於東經121；澎湖、金門及馬祖等地區之中央子午線定於東經119。投影坐標原點向西平移250,000公尺，中央子午線尺度比為0.9999。	(1)名稱及簡稱引用自「基本測量實施規則」。 (2)說明參考自「內政部87年3月17日台內地字第8781107號函」、「內政部87年11月2日台內地字第8778548號函」及「基本測量實施規則」。
TWVD 2001	二○○一高程系統	屬正高系統，係以平均海水面作為高程起算之參考基準面。現行臺灣本島之平均海水面，係定義在1990年1月1日標準大氣環境情況下，並採用基隆潮位站1957年至1991年之潮汐資料化算而得。	名稱、簡稱及說明皆引用自「內政部103年7月9日台內地字第1030207860號函頒「一等水準測量作業規範」」

表5-2　縮寫

縮寫	英文名稱	中文名稱
CRS	coordinate reference system	坐標參考系統
CSV	comma-separated values	逗號分隔值
DEM	Digital Elevation Model	數值高程模型
DSM	Digital Surface Model	數值地表模型
DTM	Digital Terrain Model	數值地形模型
EPSG	European Petroleum Survey Group	歐洲石油探勘組織
GeoJSON	geographic javascript object notation	—
GML	geography markup language	地理標記語言

縮寫	英文名稱	中文名稱
HyDEM	Hydraulic Digital Elevation Model	水利數值地形模型
IETF	the Internet Engineering Task Force	網際網路工程任務組
ISO	International Organization for Standardization	國際標準組織
JSON	JavaScript object notation	JavaScript 物件表示法
NGIS	national geographic information system	國家地理資訊系統
RFC	request for comments	意見徵求
TWVD2001	TaiWan Vertical Datum 2001	二○○一高程系統
TWD97	Taiwan Datum 1997	一九九七坐標系統
TWSMP	TaiWan Spatial Metadata Profile	臺灣空間詮釋資料子標準
UML	unified modeling language	統一塑模語言
WGS84	world geodetic system 1984	1984世界大地坐標系
XML	extensible markup language	可擴充式標記語言

六、特性分析

依本標準設定之範疇，本章分析離散點、規則網格等高程資料之特性，以為本標準第七章應用綱要設計之基礎。

6.1、識別性

高程資料之常以特定空間範圍為供應之資料集，須賦予具識別性之名稱，以協助解讀與判斷取得資料之內容。建議供應資料可包含以下兩項資訊，以提供資料之識別：

1. 識別名稱：用以說明檔案內容涵蓋區域之文字描述，例如基本地形圖圖號或行政區域之正式名稱。
2. 模型類型：為供應高程資料之類型，目前內政部供應高程資料之模型類型包含「DEM（Digital Elevation Model）」、「DSM（Digital Surface Model）」及「HyDEM（Hydraulic Digital Elevation Model）」三類。

識別名稱及模型類型僅為識別之最低需求，資料供應者得視實際需要，於其他設計屬性加入合適之描述，例如資料之時間或版本。

6.2、涵蓋範圍

單一資料集之涵蓋範圍可參考其西南隅之N、E坐標及網格行數與列數推算，若為引用基本地形圖之圖幅架構，且其範圍完整記錄，可透過圖號取得對應之涵蓋範圍。另外，部分資料亦有可能提供採用最小外包矩形（Minimum Bounding Rectangle，MBR）之概念，以矩形描述涵蓋範圍之極北、極西、極南及極東坐標，注意此僅代表近似範圍，並沒有範圍內均具以點位記錄之要求，例如圖6-1中虛線所圍繞之區域。

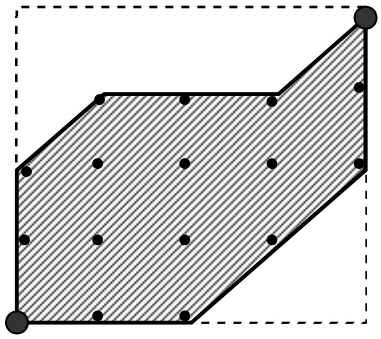


圖6-1　最小外包矩形示意圖

6.3、坐標參考系統

高程資料同時具有平面與高程資訊，必須配合說明參考之平面及高程坐標系統。國內目前使用之坐標資料主要分為經緯度坐標與橫麥卡托投影之二度分帶平面坐標兩大體系，後者又可分為較為早期之 TWD67坐標及 TWD97坐標。高程坐標基準則參考2001臺灣高程基準（TWVD2001）。高程資料流通時應指定其坐標參考系統，並依據國土空間資訊跨域共同規範之規定，優先選用具有EPSG標準代碼之坐標參考系統，以資識別。

6.4、時間與版本

地表之高程起伏現象可能因諸多因素變化，因此高程資料之內容僅為特定時間之起伏狀態描述。由於高程之供應內容為測製時之狀態，因此時間描述應以引用其原始資料之蒐集時間為原則，以時間點（time instant）表示。若處理步驟中涉及使用其他參考資料，則各參考資料之測製時間須一併納入於該參考資料之相關描述。若高程具有固定維護更新之計畫，須視需要設計版本之描述其更新頻率。

6.5、資料幾何型態

6.5.1、高程點

高程點之幾何記錄與空間分布具有不同情形，以離散點表示之高程資料包括不定數目之高程點，點位之空間分布無須遵循特別之規則。每個點位均包括平面與高程兩部分之描述，可直接以三維點幾何型別記錄各點位之平面與高程資訊，如圖6-2中之（N1，E1，H1）、（N2，E2，H2）及（N3，E3，H3）。目前國內之點雲及水利數值地形分類點雲成果，均可歸屬於此類型之資料。

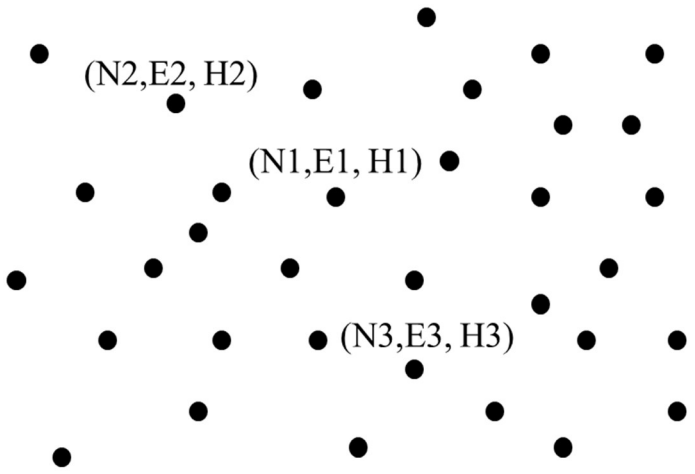


圖6-2　直接記錄坐標之高程點

6.5.2、規則網格

規則網格之高程點可由離散點或點雲成果內插產生。規則網格係由「行」和「列」兩方向之線段系統性地相交所構成（通常為正交，也可為非正交），各取樣點具有固定之間距。「行」和「列」兩個方向各包含二至多個線段，每一個線段稱為網格線（grid lines），線段和線段相交點稱為網格點（grid points）（圖6-3）。規則網格可透過坐標軸定義、網格間距、解析度、坐標原點等參數定義。目前國內數值高程模型、水利數值地形模型皆採用規則網格之幾何型態，包括平面坐標及高程資訊。

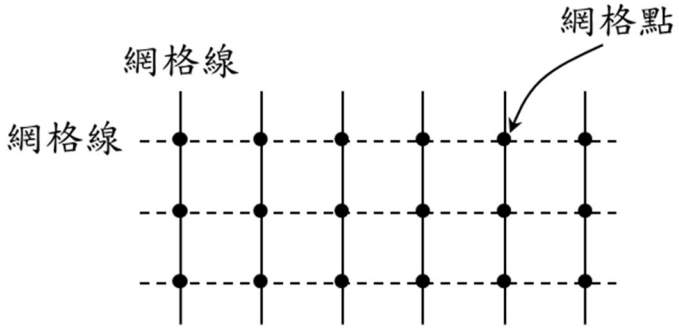


圖6-3　規則網格之概念

由於規則網格模式之高程點在兩個坐標軸上維持固定之平面間距，除可直接記錄各點位之坐標值外，也可依其規則而透過行列數值間接推算實際之坐標，可減少記錄及傳送大量坐標資訊之問題。這樣之記錄方式必須配合記錄原點（Origin）之坐標及縱橫方向之位移向量（Offset vector），以利各網格點實際坐標之計算（圖6-4）。

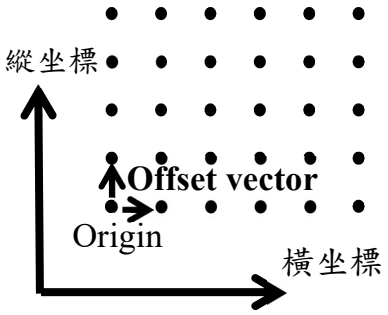


圖6-4　間接記錄網格相對坐標

6.6、高程參考系統

各數值地形模型之供應單位應提供高程之坐標參考系統，以辨認高程屬於 TWD97坐標系統之橢球高或是 TWVD2001正高系統之正高。正高（Orthometric height，H）、大地起伏（Geoid height，N）和橢球高（Ellipsoidal height，h）三者之關係可以下式代表：

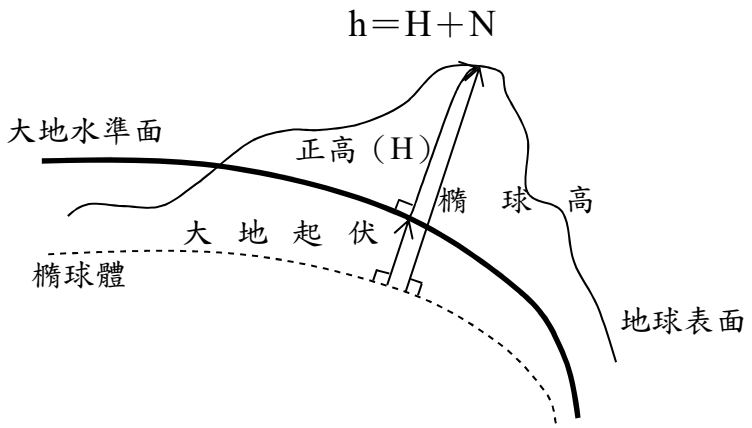


圖6-5　高程表現方式

6.7、原始資料描述

高程資料所引用之原始資料對其品質有絕對之影響。「原始資料描述」之內容需依其特性描述，包括例如航照影像之成像比例尺、飛機飛行高度、原始資料採集設備之名稱、採集設備之率定資料、飛行時間等資訊，同時也必須記錄蒐集或建置原始資料之生產單位，包括生產單位名稱、聯絡人姓名及聯絡方式等資訊，以提供資料使用者之參考。

6.8、資料處理歷程

高程資料之品質亦受資料處理程序之影響，不同高程資料模式之資料處理歷程可能有相當落差，須配合前節已提供之原始資料描述提供資料處理歷程之說明，以協助使用者建立正確判斷。

6.9、高程資料轉換模式

實務上可藉透過軟體之轉換工具，進行不同模式高程資料之轉換。轉換模式之選擇及參數之設定影響高程資料之成果及品質，相關資訊須記錄於詮釋資料或指明參考之規範，以提供說明。

6.10、高程資料精度檢核

各類規格之高程資料均可能有其依循之精度檢核規範，資料流通時得引用其相關規定於品質描述中獲直接指定其參考規範之名稱。例如「高精度及高解析度數值地形模型測製規範」之成果檢核方式分為外業檢核及內業檢核二種，而內業檢核又分為書面檢核及上機

檢核二方式：

1. 外業檢核：

   實地進行高程點位之抽驗，抽驗數目為總數之特定百分比，例如5%，檢核時，赴實地以 GPS 施測檢核點之平面坐標及高程，並將高程換算為正高。由實測高程與 DEM（DSM）內插高程之差值，依規範所列之方法檢定。若由GPS高程換算所得之正高精度高於0.25m，則可於檢定時忽略其誤差，否則應將檢測值高程中誤差併入考慮。

2. 內業檢核

   書面檢核為查核生產單位是否按照規範進行內部自我品質管制及是否填寫完整之書面查核記錄。上機檢核則檢查參與作業之人員是否了解規範及是否依規範執行作業，得由查核者對每位操作人員之成果抽樣進行重覆量測檢驗，或採隨機抽樣方式由作業人員互相交換成果進行獨立的重覆量測，檢核二次獨立量測差異是否在規範訂定之標準內。

6.11、管理特性

為提升後續應用之便利，須依資料實際建置過程所涉及之單位或組織，提供以下不同角色之描述資訊。描述須依 ISO 19115標準之規定，至少包括單位名稱、聯絡人、聯絡方式(如電話、Email 或地址)等基本資訊。

1. 原始資料測製單位
2. 資料處理單位
3. 資料供應單位

6.12、點雲編修與分類

在產製數值高程模型、數值地表模型或水利數值地形模型之前，經光達量測之點雲應先進行濾除與分類，依據物體特徵或主題進行分類，點雲經分類後方可再進行模型產製。例如依「空載光達測製數值地形模型標準作業規範」之規定，點雲分類可分為地面點、非

地面點、水面點與雜點；「水利數值地形資料測製及檢核技術指引」也沿用此分類。點雲編修與分類目前多以軟體輔助進行，過程中可能需要依據地形情況調整參數，有時亦需要人工編修。點雲成果若經過編修與分類，應說明點雲分類之內容，以供使用者解讀與應用。

6.13、資料格式

我國供應之數值高程模型與水利數值地形模型之供應格式主要為 GRD 文字檔與 GeoTiff 格式，點雲成果則為 LAS 格式。由於高程資料之常見應用例如坡度分析、坡向分析、近似高程分析、高程陰影圖、路線剖面分析、開闊度分析、地表形貌分析等，可由商用軟體透過 GeoTiff 格式或載入網格點後再轉網格後進行應用，亦可介接內政部數值地形模型加值應用服務平台之網路服務。由於 GeoTiff 格式之高程資料在國際發展上為主要趨勢，為符合國際發展現況，並兼顧國內現有之成熟應用環境，建議本標準於資料格式部分可納入 GeoTiff 格式及 LAS 格式。而開放資料格式部分，維持原有之檔頭檔案及網格點之文字格式。

七、應用綱要

依據前章資料特性分析成果，本章高程資料之應用綱要，將特性分析之屬性納入至應用綱要內之類別，或記錄於詮釋資料，以提供使用者之作業參考。圖徵、圖徵屬性、行為及圖徵間之關係均採用統一塑模語言（Unified Modeling Language，UML）表示。

7.1、高程資料標準 UML 類別圖

表7-1列舉高程資料之類別及其相關屬性，排列方式依第六章之特性分類區隔，以具體說明設計屬性與資料特性之對應關係。「設計類別」與「設計屬性」兩者之組合即為本標準所納入之類別屬性，未納入綱要設計之項目，則於「納入設計」欄位填入「×」。在設計類別欄位中標示為「詮釋資料」之項目表示該項目為經評估須記錄之項目，但較適合記錄於詮釋資料中，可直接以詮釋資料對應項目記錄。本標準訂定之各類別及設計屬性定義請參考第八章之資料典。

表7-1　高程特性分析與類別屬性對照表

章節	資料特性	納入設計	設計類別	設計屬性	說明
6.1 識別性	識別名稱	✓	高程資料模型	識別名稱	辨識與區隔各高程資料模型供應檔案內容之檔案識別名稱。
	識別名稱	✓	點雲	識別名稱	辨識與區隔各點雲成果檔案內容之檔案識別名稱。
	DEM、DSM 或 HyDEM 其他	✓	高程資料模型	模型類型	說明模型屬於 DEM、DSM 或 HyDEM。
6.2 坐標參考系統	平面坐標系統	✓	高程資料模型	平面坐標參考系統	描述高程資料模型之平面坐標參考系統。
	高程坐標系統	✓	高程資料模型	高程坐標參考系統	描述高程資料模型之高程坐標參考系統。
	平面坐標系統	✓	點雲	平面坐標參考系統	描述點雲之平面坐標參考系統。
	高程坐標系統	✓	點雲	高程坐標參考系統	描述點雲之高程坐標參考系統。
6.3 三維幾何表示	高程點	✓	高程點	geometry	以 ISO19107標準之 GM_Point 描述高程點之三維點位坐標。
6.4 高程表示	高程	✓	高程點	geometry	以 ISO19107標準之 GM_Point 描述高程點之高程。
	高程	✓	高程點	高程	以屬性記錄高程點之高程。
	點雲分類	✓	點雲	點雲分類	區分點雲屬於地面點、非地面點、水面點、雜點或其他。
6.5 涵蓋範圍	涵蓋範圍	✓	高程資料模型	涵蓋範圍	記錄模型的空間涵蓋範圍。
6.6 時間與版本	資料蒐集時間	✓	高程資料模型	原始資料生產日期	以日期描述高程資料模型之原始資料之蒐集時間，以 ISO8601標準之 Date 型別記錄。

章節	資料特性	納入設計	設計類別	設計屬性	說明
	資料蒐集時間	✓	點雲	光達測製日期	以日期描述光達測製時間，以ISO8601標準之 Date 型別記錄。
	產製時間	✓	高程資料模型	模型產製年月	以年月描述高程資料模型之成果產製時間，以 ISO19108 標準之 YearMonth 型別記錄。
	產製時間	✓	點雲	點雲產製年月	以年月描述點雲之成果產製時間，以 ISO19108 標準之 YearMonth 型別記錄。
6.7 點雲編修與分類	點雲分類	✓	點雲	點雲分類	以文字說明點雲分類之內容。
6.8 資料格式	資料格式	✓	高程點	—	納入 GRD 文字檔、GeoTiff、LAS 等資料格式，記錄高程點之三維坐標，或是平面坐標加上高程屬性，以資料格式內容而定。
6.9 管理特性	聯絡人之角色	×	納入詮釋資料	CI_ResponsibilityParty	資料之測製、管理或供應機關
	聯絡單位	×	納入詮釋資料		測製、管理或供應單位之名稱、地址。
	聯絡人之聯絡方式	×	納入詮釋資料		聯絡人之姓名、電話、電子郵件信箱、傳真，服務時間等。
6.10 原始資料描述	飛行高度	×	納入詮釋資料	LI_Source	描述原始資料蒐集設備之飛行高度，此項目記錄於詮釋資料。
	原始資料採集設備名稱	×		LI_Source	描述原始資料蒐集設備之採集設備名稱，此項目記錄於詮釋資料。

章節	資料特性	納入設計	設計類別	設計屬性	說明
6.11 資料處理歷程	生產單位	×	納入詮釋資料	LI_PrpcessStep	描述建置數值地形模型之生產單位。此項目記錄於詮釋資料。
	生產程序	×		LI_PrpcessStep	描述建置數值地形模型之程序。此項目記錄於詮釋資料。
6.12 數值地形模型轉換模式	轉換模式	×	納入詮釋資料	LI_PrpcessStep	描述轉換模式之相關資訊，例如說明採用何種轉換方法及相關參數。此項目記錄於詮釋資料。
6.13 數值地形模型精度檢核	資料品質描述	×	納入詮釋資料	DQ_Result	描述供應數值地形模型之資料品質，是否通過特定標準測試或記錄相關之統計抽樣結果。此項目記錄於詮釋資料。

本標準設計「基本資料」類別、「高程資料模型」類別、「點雲」類別及「高程點」類別，請參考圖7-1。這些類別可用記錄數值地形模型（包括 DEM、DSM）及各類點雲資料。以下分別說明：

1. 說明資料：「基本資料」類別用以記錄高程資料模型及點雲之基本特性，可作為說明資料。基本資料類別具有識別名稱、模型類型、解析度、點雲主題名稱、平面坐標參考系統、高程坐標參考系統、原始資料生產日期及檔案產製年月等屬性。

2. 高程資料模型：「高程資料模型」類別及「高程點」類別構成完整之高程資料檔案，高程資料模型類別為資料集概念，其幾何資料型態為規則網格，高程資料模型內部之網格點以「高程點」類別構成。單一高程點具有點狀之三維坐標。

3. 點雲：「點雲」類別及「高程點」類別構成完整之點雲檔案，點雲類別為資料集概念，其幾何資料型態為高程點，點雲檔案內部之高程點以「高程點」類別構成。單一高程點具有點狀之三維坐標。

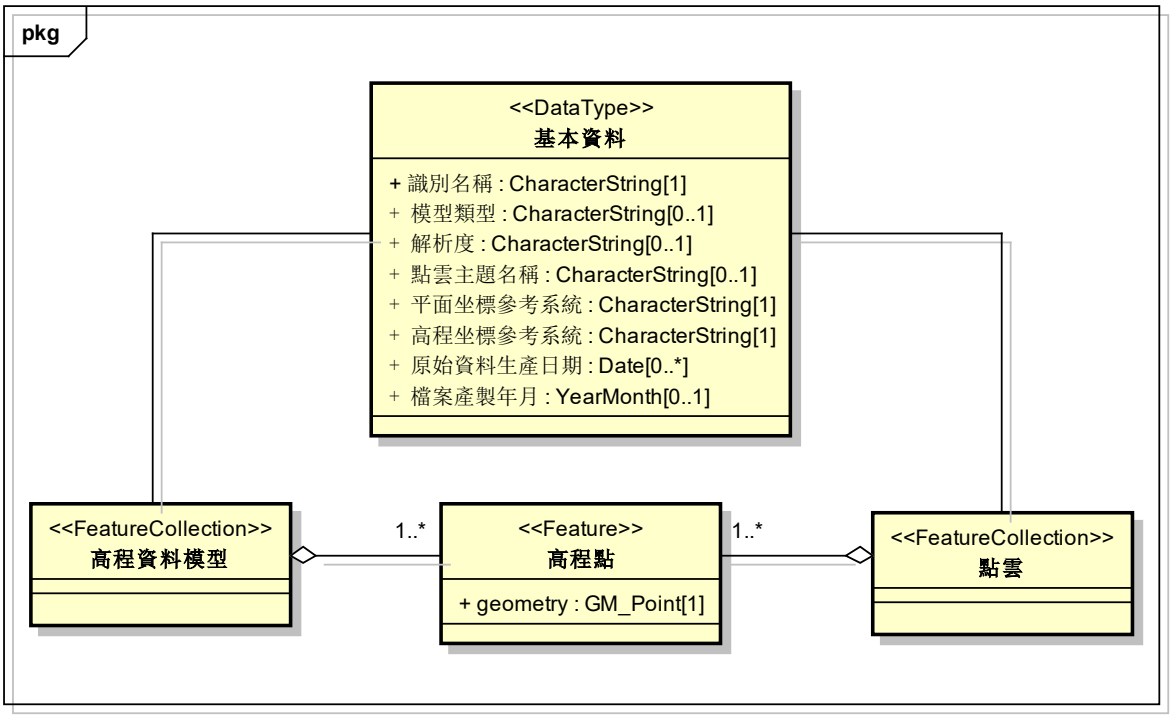


圖7-1　數值地形模型及各類點雲之 UML 類別圖

前述設計之目的為釐清流通資料內應納入之內容及相互關係，實務之資料流通狀況還必須考量採用之流通資料格式，可能有不同之編碼規定（參見第八章）。各類別之屬性設計說明如下：

（1）基本資料

1. 識別名稱：本屬性記錄高程資料模型或點雲之檔案名稱，常以其空間範圍為代表，可為基本圖圖幅之圖號、縣市名稱或足以辨識其空間範圍之文字，資料型別為 CharacterString，必填屬性。

2. 模型類型：本屬性記錄模型類型，以區分模型為 DEM 或 DSM。資料型別為 CharacterString，為條件式屬性，當描述高程資料模型時，此屬性須填寫。

3. 解析度：本屬性記錄高程資料模型中點位之平面距離間距，常用以代表高程資料之模型詳細程度，以 CharacterString 資料型別記錄，記錄數值及單位，為條件式屬性，當描述高程資料模型時，此屬性須填寫。

4. 點雲主題名稱：本屬性記錄點雲的主題名稱，資料型別為 CharacterString，當描述點雲時，此屬性應填寫。其填寫內容可因應點雲測製計畫決定，例如數值高程模型點雲、高精地圖點雲、三維建物模型點雲等。

5. 平面坐標參考系統：本屬性記錄高程資料模型參考的平面坐標系統，資料型別為 CharacterString，必填屬性。如有 EPSG 代碼，應填寫 EPSG 代碼。例如「EPSG:3826」。若平面坐標參考系統尚未於 EPSG 註冊，應填寫國內慣用之簡稱，例如「TWD97[2020]」。

6. 高程坐標參考系統：本屬性記錄高程模型參考的高程坐標系統，資料型別為 CharacterString，必填屬性。若為正高，應填寫「TWVD2001」。若為橢球高，應填寫 EPSG 代碼，例如「EPSG:3823」為 TWD97之橢球坐標參考系統，「EPSG:4326」為 WGS84橢球坐標參考統。

7. 原始資料生產日期：本屬性記錄原始資料的生產日期，資料型別為 Date，為選填屬性。

8. 檔案產製年月：本屬性記錄資料檔案的產製年月，資料型別為 YearMonth，選填屬性。

（2）高程點

1. geometry：本屬性記錄單一高程點的幾何坐標，包括平面位置及高程，資料型別為 GM_Point，必填屬性。

7.2、水利地形數值模型 UML 類別圖

水利地形數值模型為數值地形模型之加值應用成果，其成果之一的水利數值地形分類點雲具有比數值地形模型點雲更詳細之點雲分類，本標準延伸設計其應用綱要，以利其資料流通共享。

水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之 UML 類別圖請參考圖7-2。「水利數值地形模型」繼承自高程資料模型類別，「水利數值地形分類點雲」繼承自「點雲」類別，「HyDEM 高程點」繼承自「高程點」類別。這些類別可用記錄水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲資料。以下分別說明：

1. 說明資料：「基本資料」類別用以記錄水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之基本特性，可作為說明資料。基本資料類別具有識別名稱、模型類型、解析度、點雲主題名稱、平面坐標參考系統、高程坐標參考系統、原始資料生產日期及檔案產製年月等屬性。

2. 水利數值地形模型：「水利數值地形模型」類別及「HyDEM 高程點」類別構成完整之水利數值地形模型檔案，水利數值地形模型類別為資料集概念，其幾何資料型態為規則網格，水利數值地形模型內部之網格點以「HyDEM 高程點」類別構成。單一高程點具有點狀之三維坐標。

3. 水利數值地形分類點雲：「水利數值地形分類點雲」類別及「HyDEM 高程點」類別構成完整之水利數值地形分類點雲檔案，水利數值地形分類點雲類別為資料集概念，其幾何資料型態為高程點，水利數值地形分類點雲檔案內部之高程點以「HyDEM 高程點」類別構成。單一高程點具有點狀之三維坐標，並且具有點雲分類之屬性。

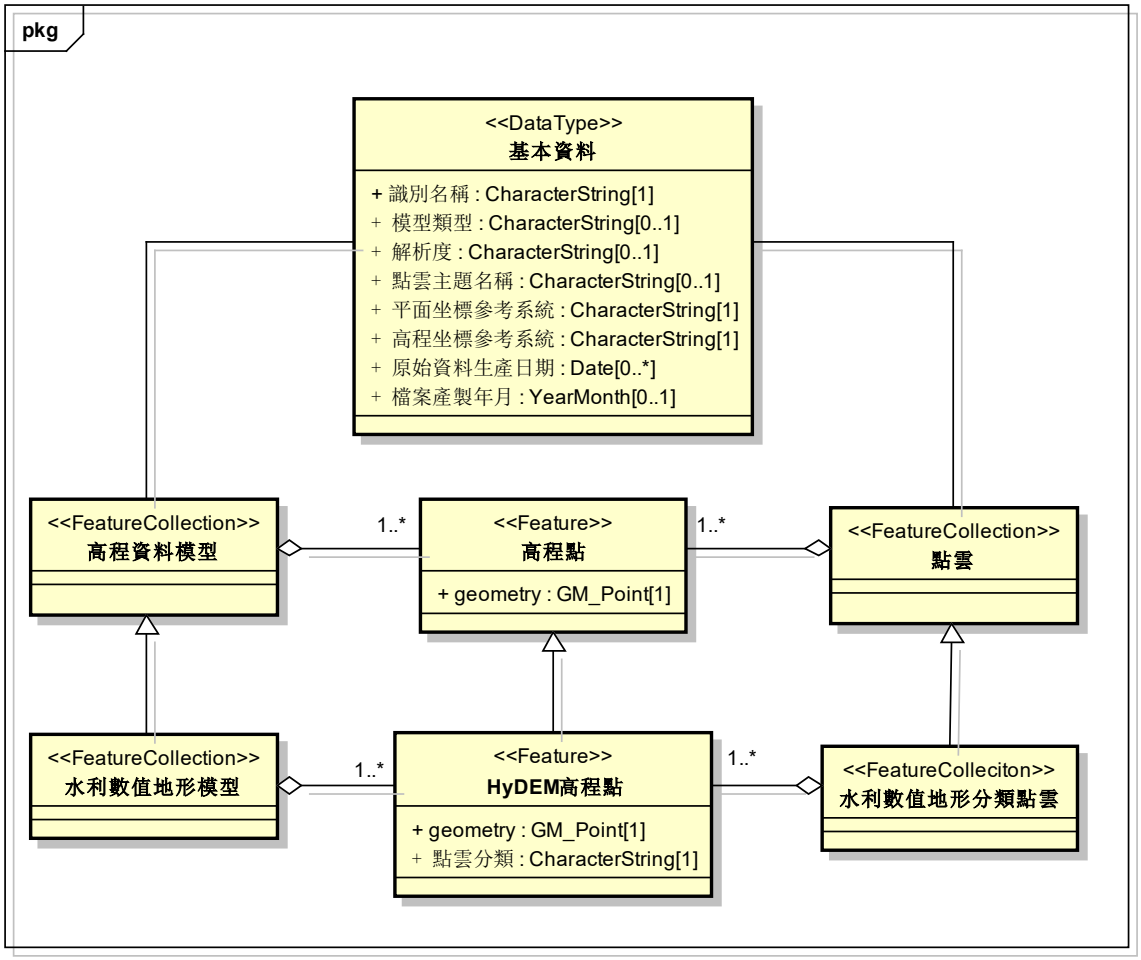


圖7-2　水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之 UML 類別圖

以下說明除了繼承及擴充之屬性設計。

（1）基本資料

- 模型類型：本屬性記錄模型類型，為了與 DEM、DSM 作區隔，本屬性固定填寫「HyDEM」。

（2）HyDEM 高程點

- geometry：本屬性記錄高程點的幾何坐標，資料型別為 GM_Point，必填屬性，記錄高程點之三維坐標。
- 點雲分類：本屬性記錄高程點的點雲分類，資料型別為 CharacterString，必填屬性，在產製水利數值地形模型之作業過程中應先進行點雲之分類，在點雲之檔案格式中應記錄此點雲分類之屬性。分類時應參考水利數值地形資料測

製及檢核技術指引之內容。

7.2、屬性整理

本節羅列前述各應用綱要相同類別屬性之資料型別，所有屬性遵循 ISO 相關標準之資料型別（表7-2）。

表7-2　引用 ISO 相關標準之資料型別

類別名稱	屬性名稱	資料型別	引用標準
基本資料	識別名稱	CharacterString	ISO 19103
	模型類型	CharacterString	ISO 19103
	解析度	CharacterString	ISO 19103
	點雲主題名稱	CharacterString	ISO 19103
	平面坐標參考系統	CharacterString	ISO 19111
	高程坐標參考系統	CharacterString	ISO 19111
	原始資料生產日期	Date	ISO 19108
	檔案產製年月	YearMonth	ISO 19103
高程點	geometry	GM_Point	ISO 19107
HyDEM 高程點	geometry	GM_Point	ISO 19107
	點雲分類	CharacterString	ISO 19103

八、資料典

本標準遵循國土空間資訊圖資標準資料標準共同規範之規定描述資料典。資料典以表格說明第七章以 UML 繪製之應用綱要之類別、屬性名稱或關係、定義、選填條件、可發生次數、資料型別及值域。表8-1簡述資料典表格中各項目之格式及內容表。表8-2及表8-3為資料典，遵循國土空間資訊圖資標準資料標準共同規範之填寫規則。

表8-1　資料典定義說明

項目	說明
類別	類別名稱。
屬性 或關係	類別屬性之名稱或類別之間的關係。
說明	以文字方式說明該屬性代表之意義。
選填條件	項目之填寫與否可區分為「必要項目」(Mandatory，M)、「條件項目」(Conditional，C）及「選擇項目」(Optional，O）等三類情形。
最多發生次數	本欄位說明該項目或關係可發生之最大次數，當沒有固定上限時，以 N 表示。
資料型別	說明該屬性之型別，以方便解讀或後續參考。資料型別可分為兩類，第一類為 ISO 19103標準定義之基本型別，包括如整數（Integer)、實數（Real)、字串（CharacterString)、布林值（Boolean）等型別。第二類為依 ISO/TC211架構或我國相關資料標準已設計之型別，須填寫其完整名稱；類別名稱標註為<<CodeList>>及<<Enmeration>>時，其記錄值請參見本標準附錄 C，以方便資料建置者選擇合適之內容。
值域	部分項目具有特定之值域範圍，須加以規定，例如1..100表示該屬性之最小對應值為1，最大為100，記錄內容必落於此範圍內。
附註	說明條件項目之填寫條件及其他說明事項。

透過資料典之定義和說明，使用者可更清楚了解每一項資料和屬性所代表的意義及如何填寫各項屬性值。

表8-2　數值地形模型及各類點雲之資料典

項次	類別	屬性或關係	定義	選填條件	最多發生次數	資料型別	值域	附註
1.	基本資料	識別名稱	高程資料模型的識別名稱，記錄基本圖圖幅之圖號或縣市名稱。	M	1	CharacterString	文數字	
2.		模型類型	記錄高程資料模型的名稱或代碼。	C	1	CharacterString	文字	條件式屬性，當描述高程資料模型時應填寫 DEM 或 DSM。
3.		解析度	記錄高程資料模型的解析度。	C	1	CharacterString	文字	條件式屬性，當描述高程資料模型時應填寫，點雲資料則不需要填寫；填寫數值及單位，例如5m之解析度，填寫5m。
4.		點雲主題名稱	記錄點雲資料的主題名稱。	C	1	CharacterString	文數字	條件式屬性，填寫點雲之基本資料時應填寫，例如數值高程模型點雲、高精地圖點雲…等 。
5.		平面坐標參考系統	記錄模型或點雲使用的平面坐標參考系統。	M	1	CharacterString	文數字	如有 EPSG 代碼，應填寫 EPSG 代碼。例如「EPSG:3826」。若平面坐標參考系統尚未於 EPSG 註冊，應填寫國內慣用之簡稱，例如「TWD97[2020]」。
6.		高程坐標參考系統	記錄模型或點雲使用的高程坐標參考系統。	M	1	CharacterString	文數字	採用正高系統應填寫「TWVD2001」，採用橢球高應填寫「EPSG:3823」代表 TWD97，填寫「EPSG:4326」代表 WGS84。

項次	類別	屬性或關係	定義	選填條件	最多發生次數	資料型別	值域	附註
7.		原始資料生產日期	記錄模型或點雲的原始資料蒐集日期。	O	N	Date	文數字	
8.		檔案產製年月	記錄模型或點雲的產製年月。	O	1	YearMonth	文數字	
9.	高程點	geometry	記錄高程點的空間幾何坐標。	M	1	GM_Point	數值	

表8-3　水利數值地形模型及水利數值地形分類點雲之資料典

項次	類別	屬性或關係	定義	選填條件	最多發生次數	資料型別	值域	附註
10.	基本資料	識別名稱	水利數值地形模型或水利數值地形分類點雲的識別名稱，記錄基本圖圖幅之圖號或縣市名稱。	M	1	CharacterString	文數字	
11.		模型類型	記錄水利數值地形模型的模型類型名稱。	C	1	CharacterString	文字	條件式屬性，填寫水利數值地形模型之基本資料時應填寫。 固定填寫 HyDEM。
12.		解析度	記錄水利數值地形模型的解析度。	O	1	CharacterString	文字	以數字代表解析度，例如5m 之解析度填寫5m。
13.		點雲主題名稱	記錄水利數值地形點雲資料的名稱。	C	1	CharacterString	文數字	條件式屬性，填寫水利數值地形點雲之基本資料時應填寫。 固定填寫「水利數值地形點雲」。

項次	類別	屬性或關係	定義	選填條件	最多發生次數	資料型別	值域	附註
14.		平面坐標參考系統	記錄模型或點雲使用的平面坐標參考系統。	M	1	CharacterString	文數字	如有 EPSGE 代碼，應填寫 EPSG 代碼。例如「EPSG:3826」。若平面坐標參考系統尚未於 EPSG 註冊，應填寫國內慣用之簡稱，例如「TWD97[2020]」。
15.		高程坐標參考系統	記錄模型或點雲使用的高程坐標參考系統。	M	1	CharacterString	文數字	採用正高系統應填寫「TWVD2001」，採用橢球高應填寫「EPSG:3823」代表 TWD97，填寫「EPSG:4326」代表 WGS84。
16.		原始資料生產日期	記錄模型或點雲的原始資料蒐集日期。	O	N	Date	數字	
17.		檔案產製年月	記錄模型或點雲的產製年月。	O	1	YearMonth	數字	
18.	HyDEM 高程點	geometry	記錄HyDEM高程點的空間幾何坐標。	M	1	GM_Point	數值	
19.		點雲分類	記錄HyDEM高程點的點雲分類。	M	1	CharacterString	數值	依據水利數值地形資料測製及檢核技術指引(2020版本)之水利數值地形分類之項目填寫。 1.地面點 Ground：2 2.水面點 Water：9 3.雜點 Noise：30 4.非地面點 Nonground：31 5.細部水工構造點 Floodwall：64

九、編碼規則

本資料標準之「基本資料」類別用以記錄高程資料模型與點雲（水利數值地形模型與水利數值地形分類點雲亦同）之檔頭內容，依據國土空間資訊圖資標準之規定，透過開放資料格式編碼時，可以 CSV、JSON 及 XML 等資料格式為選擇編碼格式之參考。「高程點」及「HyDEM 高程點」記錄之三維點位，目前在開放資料格式係採用 GRD 文字檔，考量 GeoTiff 及 LAS 為目前具共識、且廣為採用之資料格式，因此擬將 GeoTiff 與 LAS 亦納入本資料標準，作為「高程點」之供應格式。以內政部目前供應之相關高程資料與點雲成果為例，符合本標準之資料表格整理請見表。「高程資料模型」與「點雲」兩類別之綱要及範例請參見附錄13.1。

表9-1　資料格式整理表

項次	資料類型	資料成果	說明資料格式	成果供應格式
1	數值高程模型	數值高程模型	CSV JSON XML	GRD 文字檔 GeoTiff
		數值高程模型點雲	CSV JSON XML	LAS
2	水利數值地形模型	水利數值地形模型	CSV JSON XML	GRD 文字檔 GeoTiff
3		水利數值地形分類點雲	CSV JSON XML	LAS

XML 編碼成果為 XML 綱要，具有目標名稱空間之宣告，設定 XML 綱要之 targetnamespace 為 https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation。

本標準可使用 CSV 及 JSON 格式進行編碼，此兩種格式不須定義綱要。以 CSV 格式進行編碼時，為依循2005年10月發布之 RFC4186，用於記錄基本資料類別之屬性。CSV 文件第一列使用的屬性名稱，為各類別之屬性，並須依次序排列，各屬性之間係以半形逗號「,」為區隔，遇到屬性資料為空值時則保留空值並記錄一次逗號，不得跳過逗號。JSON 格式具有較為簡單之記錄架構，但並因

不具備標準化空間描述之能力，僅適用於描述點狀圖徵，而基本資料為文數字屬性內容，可適用於 JSON 資料格式記錄。

十、詮釋資料

詮釋資料提供對於流通地理資料的輔助描述，以提升使用者對取得資料之了解，國土空間資訊圖資標準架構下所有資料在建置時，均應配合建置符合我國詮釋資料標準之詮釋資料。為完整描述高程資料模型之特性，本標準之應用綱要設計以流通應用時之必要資訊為主，雖納入部分詮釋資料內容，但不可能取代完整詮釋資料項目之功能。任何依本資料標準流通傳輸之高程資料模型，應參酌本標準特性分析及應用綱要設計之成果，遵循現行詮釋資料標準，提供相關詮釋資料內容。

十一、標準訂定單位及維護權責

本標準由內政部地政司研擬，高精度及高解析度數值地形模型之管理單位為內政部地政司。本標準內容之維護及更新由內政部地政司負責，聯絡資訊如下：

聯絡單位：內政部地政司。
地址：臺北市中正區徐州路五號7樓。
電話：(02)23566102。
傳真電話：(02)23976875。

十二、其他

本標準尚無額外規定事項。

十三、附錄

13.1、綱要及資料範例

本附錄為高程資料標準之綱要及範例，以下分別就 CSV、JSON 及 XML 等格式說明。各類高程資料模型及點雲，可依原有之供應格式例如 GeoTiff、LAS 及 LAZ 檔案供應，並以基本資料檔案作為簡易

之說明資料。13.1.1為基本資料之 XML 綱要，13.1.2為各類高程資料模型及點雲之基本資料範例，不僅適用於數值地形模型、各類點雲，亦適用於水利數值地形模型（差異僅於模型類型與點雲主題名稱此兩個屬性之填寫值）。

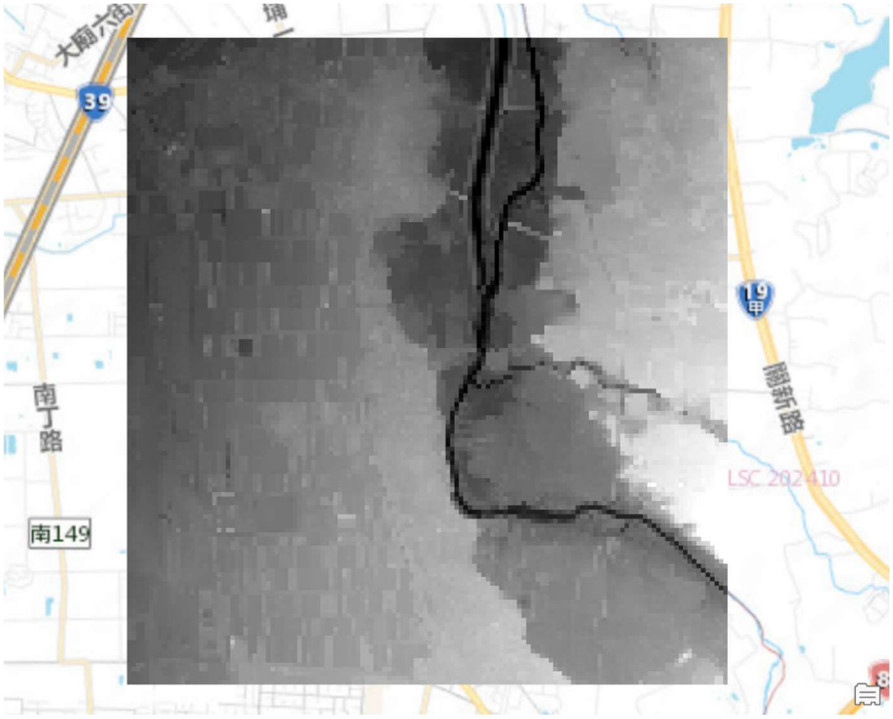
13.1.1、基本資料 XML 綱要

XML 綱要，檔案名稱為 elevation.xsd。檔案內容如下：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema xmlns="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation"
xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
xmlns:gml="http://www.opengis.net/gml"
targetNamespace="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation"
elementFormDefault="qualified">
    <xs:import namespace="http://www.opengis.net/gml"
schemaLocation="https://schemas.opengis.net/gml/3.1.1/base/gml.xsd"/>
    <xs:element name="基本資料">
        <xs:complexType>
            <xs:sequence>
                <xs:element name="識別名稱" type="xs:string"/>
                <xs:element name="模型類型" type="xs:string"
minOccurs="0"/>
                <xs:element name="解析度" type="xs:string"
minOccurs="0"/>
                <xs:element name="點雲主題名稱" type="xs:string"
minOccurs="0"/>
                <xs:element name="平面坐標參考系統" type="xs:string"/>
                <xs:element name="高程坐標參考系統" type="xs:string"/>
                <xs:element name="原始資料生產日期" type="xs:date"
minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
                <xs:element name="檔案產製年月" type="xs:gYearMonth"
minOccurs="0"/>
            </xs:sequence>
        </xs:complexType>
    </xs:element>
</xs:schema>
```

13.1.2、數值地形模型及點雲之基本資料範例

以20公尺 DEM 開放資料為例，下圖是20公尺 DEM 檔案（圖號 94181002）的 grd 檔轉換為 GeoTiff 後在 ArcGIS Pro 軟體中開啟之畫面，底圖為臺灣通用電子地圖，位置在台南市關廟區。



CSV 資料的第一行應標示屬性名稱，以下為圖號94181002之20公尺 DEM 的檔頭 CSV 之資料範例。

```
#識別名稱, 模型類型, 解析度, 點雲主題名稱, 平面坐標參考系統, 高程坐標參考系統, 原始資料生產日期, 檔案產製年月
94181002, DEM, 20m,, EPSG:3826, TWVD2001, 2016-06-24, 2017-09
```

以下為圖號94181002之20公尺 DEM 的點雲 CSV 之基本資料之範例。

```
#識別名稱, 模型類型, 解析度, 點雲主題名稱, 平面坐標參考系統, 高程坐標參考系統, 原始資料生產日期, 檔案產製年月
94181002,,, 數值高程模型點雲, EPSG:3826, TWVD2001, 2016-06-24, 2017-09
```

JSON 格式之20公尺 DEM 資料的說明資料範例為：

```
{
```

```
 "識別名稱": "94181002",

 "模型類型": "DEM",

 "解析度": 20m,

 "平面坐標參考系統": "EPSG:3826",

 "高程坐標參考系統": "TWVD2001",

 "原始資料生產日期": "2016-06-24",

 "檔案產製年月": "2017-09"

}
```


JSON 格式之點雲資料的說明資料範例為：


```
{

 "識別名稱": "94181002",

 "點雲主題名稱": "數值高程模型點雲",

 "平面坐標參考系統": "EPSG:3826",

 "高程坐標參考系統": "TWVD2001",

 "原始資料生產日期": "2016-06-24",

 "檔案產製年月": "2017-09"

}
```


20公尺DEM模型之檔頭XML檔案範例為：


```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<高程資料模型 xmlns="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation
elevation.xsd">
```

```
    <識別名稱>94181002</識別名稱>
    <模型類型>DEM</模型類型>
    <解析度>20m</解析度>
    <平面坐標參考系統>EPSG:3826</平面坐標參考系統>
    <高程坐標參考系統>TWVD2001</高程坐標參考系統>
    <原始資料生產日期>2016-06-24</原始資料生產日期>
    <檔案產製年月>2017-09</檔案產製年月>
</高程資料模型>
```

點雲之檔頭 XML 檔案範例為：

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<點雲 xmlns="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="https://standards.moi.gov.tw/schema/elevation
elevation.xsd">
    <識別名稱>94181002</識別名稱>
    <點雲主題名稱>數值高程模型點雲</點雲主題名稱>
    <平面坐標參考系統>EPSG:3826</平面坐標參考系統>
    <高程坐標參考系統>TWVD2001</高程坐標參考系統>
    <原始資料生產日期>2016-06-24</原始資料生產日期>
    <檔案產製年月>2017-09</檔案產製年月>
</點雲>
```

13.1.3、GRD 格式說明

內政部目前供應之20公尺 DEM 資料採用 GRD 作為資料格式，為開放格式之文字檔，每一網格點是一組 E、N、H 三個坐標值，組成右旋坐標系的三個 X、Y、Z 坐標（如250000 2670000 123.0，坐標之間以一空格隔開）依序由圖幅西南角開始由西向東排完一列後再向北由第二列排起，最後一個點為圖幅之東北角。網格點與點之間以 ASCII 碼之十進位碼13及10(即換列)隔開，網格資料內除每一網格點之 E、N、H 三個坐標值外，不得含有任何其它數據。

網格資料檔範例（E、N、H以一空格隔開，E、N記錄至整數，H取至小數一位）

174475 2627325 9.3

174480 2627325 9.4 174485 2627325 10.0

13.1.4、GeoTiff 格式說明

GeoTIFF（Geographic Tagged Image File Format）是一種專為地理空間資料設計的影像檔案格式，目前由開放地理空間聯盟（OGC）維護。該格式結合了 Tiff 影像格式和空間坐標資料，目前最新版本是 Version 1.1，於2019年發布，支援 EPSG 之坐標參考系統代碼。GeoTIFF 在美國、加拿大、歐洲和澳大利亞等國家被廣泛用作 DEM、DSM 的主要資料格式。

格式結構上，GeoTIFF 通過在標準 TIFF 檔案的標籤中嵌入額外的空間坐標資訊，實現了豐富的地理空間描述。主要包含坐標參考系統參數（如投影類型、基準）、坐標轉換參數（如仿射變換係數）以及像素與地理空間的對應關係。這些資料使得每個像素不僅具有影像資訊，還包含其對應至實際地理空間的精確位置和坐標，增強了地理資料的應用價值和互操作性。

大部分地理空間資訊系統軟體皆可以開啟和處理 GeoTiff 格式，常用軟體包括：

- ArcGIS：ESRI 公司開發的專業 GIS 軟體
- QGIS：開源的地理資訊系統軟體
- ENVI：專業的遙感影像分析軟體
- Global Mapper：多功能的地理空間軟體

13.1.5、LAS 格式說明

LAS (LASer)是由美國遙感探測學會（ASPRS）維護和發布的點雲資料格式標準。目前最新版本是 LAS 1.4版本，於2019年發布。LAS 格式已成為全球地理資訊系統、遙感、測繪和地質勘探領域的主要點雲資料交換標準，特別在美國、加拿大、歐洲和澳大利亞等國家廣泛應用。

LAS 格式的結構非常精細，是開放的 Binary 格式，主要包含三個核心部分：檔案表頭和點雲資料。檔案標頭記錄了整個資料集的基本資訊，如版本、建立日期、點雲資料範圍...等相當多的屬性。點雲資料記錄每個點的三維坐標（X、Y、Z）。

Item	Format	Size	Required
X	long	4 bytes	*
Y	long	4 bytes	*
Z	long	4 bytes	*
Intensity	unsigned short	2 bytes	
Return Number	3 bits (bit 0 – 2)	3 bits	*
Number of Returns (given pulse)	3 bits (bit 3 – 5)	3 bits	*
Scan Direction Flag	1 bit (bit 6)	1 bit	*
Edge of Flight Line	1 bit (bit 7)	1 bit	*
Classification	unsigned char	1 byte	*
Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	char	1 byte	*
User Data	unsigned char	1 byte	
Point Source ID	unsigned short	2 bytes	*
GPS Time	double	8 bytes	*
Red	unsigned short	2 bytes	*
Green	unsigned short	2 bytes	*
Blue	unsigned short	2 bytes	*
Wave Packet Descriptor Index	unsigned char	1 byte	*
Byte offset to waveform data	unsigned long long	8 bytes	*
Waveform packet size in bytes	unsigned long	4 bytes	*
Return Point Waveform Location	float	4 bytes	*
X(t)	float	4 bytes	*
Y(t)	float	4 bytes	*
Z(t)	float	4 bytes	*

可以開啟和處理 LAS 資料的常用軟體包括：

- PDAL：開源點雲資料處理工具
- CloudCompare：免費的開源點雲視覺化軟體
- LAStools：專門處理 LAS 資料的商業軟體套件
- ArcGIS：ESRI 公司的地理資訊系統軟體
- Global Mapper：多功能的地理空間資料處理軟體