

# 隧道電腦自動化地質輸入與立體展示系統之發展

研究單位：台北科技大學材料與資源研究所

計畫主持人：丁原智

類別：資訊

編號：研究報告 131

出版年月：2002年9月

GPN 1009103355

## ◎摘要

研究發展一完全本土化之系統工具軟體，全名為「隧道電腦自動化地質輸入與立體展示系統：G3D-TUN2002」。包括程式系統規劃、輸入界面程式之發展、檔案管理方式研究、展示界面程式開發等。

本系統開發工具軟體使用微軟 Windows 介面操作平台，核心程式以微軟 Visual Basic 6.0 語言發展，並經測試可於 Windows 95/98, NT4.0, 2000 系統中運轉順暢，不會因鍵盤或滑鼠操作錯誤而發生停頓之情形。

目前之系統發展之輸入界面程式功能方面，可藉助台灣全區之數值地形模型 (DTM) 之資料，進行定位輔助，建立區域性不同尺寸之立體地形模塊。並由透過隧道開挖面露頭、地表露頭、鑽孔三點法或鑽孔多點法等方式，輸入地層面或構造位態 (包括平面位置、高程走向、傾斜)，於立體地形模塊內建置地質資料，建立成為一地質模型檔使用本系統展示，或進一步處理。

目前之系統發展之檔案管理與展示界面程式開發功能方面，可經由輸入之地質位態資訊，建立隧道電腦立體自動化地質模型，模型可隨時按地質資料之新增進行更新。使用者並可於電腦地質模型中，任意定義地質剖面、隧道斷面位置，展示高精度全彩剖面、斷面影像。

本系統結合數值地形模型 (DTM) 檔案，使用者可以系統呼叫展示全彩地形立體等高線圖，與各種影像圖 (\*.bmp) 套疊展示虛擬立體地表地形地質特性，協助隧道定線規畫工程地質之研判分析。

為利隧道工程施工之需本系統提供一隧道地質平面、地質剖面、地質斷面三相同步顯示之功能，供使用者研判隧道圍岩之地質結構參考，或進行開挖前方之地質預判之所需。亦可將地質變化製成動畫，或輸出成為虛擬實境檔 (VRML2.0)，以近端網路瀏覽器線上操作展示，或利用網際網路上傳送虛擬實境檔，供遠端展示成果。

## ◎結論與建議

本研究依工作性質與規劃之目標，開發過程大致可分三個階段。第一階段為 G3D-TUN2002 系統規劃與輸入界面程式之發展。第二階段起主要工作為檔案管理方式研究、展示界面程式開發、系統初步測試等。第三階段主要工作為程式使用親和性

之加強、案例應用、系統總測試與安裝光碟之封裝等。目前已依預期目標建置完成「隧道電腦自動化地質輸入與立體展示系統」之發展。包括系統程式的開發與安裝光碟之製作、使用手冊之編撰與系統測試驗證等工作。

本章主要係對本研究之成果提出研發成果之主要結論，並對若干相關議題提出建議與進一步可研究之方向。

## 結論

1. 本系統目前工作大致已按規劃目標完成系統之整體發展。包括程式系統規劃、輸入界面程式之發展、檔案管理方式研究、展示界面程式開發等。本系統 G3D-TUN2002 為一完全本土化之系統工具軟體，全名為「隧道電腦自動化地質輸入與立體展示系統」。
2. 本系統開發工具軟體使用微軟 Windows 介面操作平台，核心程式以微軟 Visual Basic 6.0 語言發展，並經測試可於 Windows 95/98/ NT4.0/ME/2000/XP 系統中運轉順暢，不會因鍵盤或滑鼠操作錯誤而發生停頓之情形。
3. 目前之系統發展之輸入界面程式功能方面，可藉助台灣全區之數值地形模型 (DTM) 之資料，進行定位輔助，建立區域性不同尺寸之立體地形模塊。並由透過隧道開挖面露頭、地表露頭、鑽孔三點法或鑽孔多點法等方式，輸入地層面或構造位態 (包括平面位置、高程走向、傾斜)，於立體地形模塊內建置地質資料，建立成為一地質模型檔使用本系統展示，或進一步處理。
4. 目前之系統發展之檔案管理與展示界面程式開發功能方面，可經由輸入之地質位態資訊，建立隧道電腦立體自動化地質模型，模型可隨時按地質資料之新增進行更新。使用者並可於電腦地質模型中，任意定義地質剖面、隧道斷面位置，展示高精度全彩剖面、斷面影像。
5. 本系統結合數值地形模型 (DTM) 檔案，使用者可以系統呼叫展示全彩地形立體等高線圖，與各種影像圖 (\*.bmp) 套疊展示虛擬立體地表地形地質特性，協助隧道定線規畫工程地質之研判分析。
6. 為利隧道工程施工之需本系統提供一隧道地質平面、地質剖面、地質斷面三相同步顯示之功能，供使用者研判隧道圍岩之地質結構參考，或進行開挖前方之地質預判之所需。亦可將地質變化製成動畫，或輸出成為虛擬實境檔 (VRML2.0)，以近端網路瀏覽器線上操作展示，或利用網際網路上傳送虛擬實境檔，供遠端展示成果。

## 建議

1. 本系統雖已建置完成目前第一版，並初步經測試可應用於實際工程問題上，但長期如何進一步更新，加強使用親和性、功能性與方便性外，仍需透過推廣使用，並由案例之實例應用，彙整各方回饋意見，方能持續不斷地進行系統測試、偵錯與功能加強，使系統向上提升。
2. 由於經濟部中央地質調查所近年於國土資源規劃方面，不遺餘力地推動地質資料庫建置，與統一格式之工作。現階段並已初步推行所謂『Geo2000』資料庫格式。本系統對於其中之鑽探資料庫若能進行銜接，將極有利於未來國土規劃時，有效

利用既有之地質鑽探成果，使資料具高度加值利用性，建議委託單位能繼續支持本系統於此目標下之繼續研發。

3. 本系統可以由建置鑽孔資料表，由各鑽孔剖面上之資料自動建立地質剖面圖，但僅限於層序單純之地層。層面及構造位態之輸入可由三點以上鑽孔資料自動產生或呼叫系統特定格式鑽孔資料表，由鑽孔資料分析後漸次以系統之內建之「新建」、「調整」等功能以半自動方式產生。對於是否可透過選取各鑽孔資料庫或地表地質之資料，即自動建立地質剖面圖，則因實務上許多地質剖面建置過程，橫向地層對比仍需仰賴地質師專業之解釋後，比較可避免完全自動化所易產生之不儘盡合理之判斷。建議於後續計畫中辦理與歷來國內鑽孔地質資料庫或地質調查露頭資料庫之自動化連結應用，以及地質層位對比之自動化方法，或引入人工智慧演算法進行處理(如類神經網路法)，以補強此一自動化研判之機制。
4. 在地質調查過程當中，可能有相當數量之地質資料會有助於當時或後續工程之參考而應當有效保存，例如一些有關鑽孔所得之岩心照片、隧道開挖、野外地質露頭照片、前進探查、震測、水平長鑽孔、地電阻探查等地質探查資料所建立之地質模式等，均為隧道施工參考之重要依據。職是之故，本系統將來亦可結合前述之工程資料，研擬以分散式資料庫架構，將現有系統由一工具程式，整合成為一兼具資料處理與查詢功能之操作平台。
5. 本系統於自動化地質輸入與展示界面已包含較為特殊之地下水面及不整合面。地下水位向來為隧道施工影響極為關鍵之因素，在本研究當中已將地下水位面之三維幾何之模型表現納入系統，使用者可利用三孔以上之鑽孔水位資料輸入(包括孔口座標與孔內水位)建立地下水位面，此地下水面係以一 DTM 地形面加以模擬，不整合面之處理亦同。以雪山隧道東端四稜砂岩層為例：此區段地質變化極大，且地質弱帶常富含高壓水層，本案程式開發對於高度複雜之地質條件，以電腦自動化來處理，目前之難度甚高。因此本系統之開發方向上，對於複雜之地質條件建議朝向模型局部分割化之方式處理，以降低問題之維度。
6. 將來對於更為複雜之水文結構應如何於立體地質模型中輸入與展現仍有進一步研究之空間。此外，系統本階段以地層與主要構造面為主，節理弱面非常發達或局部湧水之情況，現階段限於系統開發硬體之資源有限，本系統未將這些部份納入研究，然而對隧道工程之開挖安定性而言，隧道圍岩之節理弱面發達程度與湧水，對岩體之安定有重大之關聯。因此將來對於這些複雜維度較高之地質因素，如何以本系統來表現，仍有進一步研究之空間。

