

應用地質技師講座

水文地質調查技術與案例研析

簡報者：林榮潤



財團法人中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

大地工程研究中心
水文地質組

CV

林 榮 潤 Alan



學歷



成大 地球科學系

碩士

94

成大 環工系

輔系

92

成大 教育學程

地科領域

94



中央 太空科學與工程研究所

博士

109

經歷



應用地質技師/水利維護役

技師

95~96



成大水工所

工程師

97~99



財團法人中興工程顧問社

研究員

99~迄今

專長

水文地質、防災科技、遙測技術

財團法人中興工程顧問社
SINOTECH ENGINEERING CONSULTANTS, INC.

2



水文地質調查 技術與案例研析

簡報大綱

一、前言

二、水文地質調查技術

三、水文地質單元劃分

四、案例分析

五、結語

一、前言

NEWS



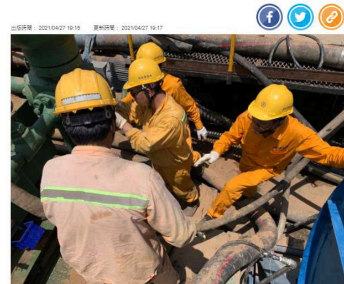
台中市政府配合經濟部水利署及台灣自來水公司推動「抗旱2.0計畫」

新建建築工地地下水資源共4.8萬噸、緊急抗旱井共11.5萬噸、伏流水開發共6.5萬噸，及緊急海淡廠共1.5萬噸，預計5月底全數完成後，供水系統每日可增加24.3萬噸公共用水，進一步減緩水庫用水負擔，降低民眾生活衝擊。(4/27*6)*經濟發展局

尋找救命水 | 多元水源來抗旱
本文 2021-04-26 21:00
採訪/攝影 吳世祥
攝影/採訪 謝子恆



【獨家】中油挖3抗旱井遇阻！台中救命水5/20才能完工



金台水庫不穩，中油4月挖3抗旱井遇阻，圖為「國家抗旱隊」，於台中龍角潭等水庫開闢緊急抗旱井，中油遇阻
圖片來源：蘋果新聞網

天下雜誌 40

本日必看 · 預告屏殺送命潮？房地產-2.0為什麼不如預期

產業 · 製造

56年大旱》鑿井、回收污水緩不濟急，台灣還能怎麼辦？

台灣水情拉警報，超過五成水庫即將見底，專家研究指出，颱風路徑往北走、掠過台灣的機率在增加，颱風過門不入讓台灣陷入缺水危機。鑿井、回收污水緩不濟急，台灣還能怎麼辦？(中大太遙中心對說安教授)

一、前言

中興工程顧問社

5

天下 40

西部水庫集水區降雨歷年最低 近20年主要水庫集水區平均降雨量(毫米)



*統計期間為前年6月至當年2月底
資料來源：經濟部水利署

過去20年每年6月到隔年2月降雨量平均為1778公釐，前10年有4次低於平均值、後10年有5次，2021年降雨量僅有752公釐，較平均雨量少了1000公釐，旱象比以往都更為險峻（水利署）。

前年6月到當年2月
乾旱雨量指標
1778公釐

一、前言

中興工程顧問社

6

水文地質概念

在地下水資源的評估與管理方面，必須先瞭解區域的**水文地質架構**。

水文地質架構之基本與重要的靜態元件為地質單元與**水文地質單元**。



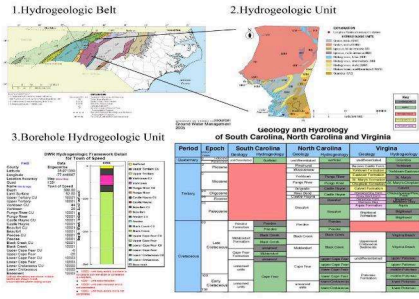
一、前言

(資料來源：地調所, 2012)

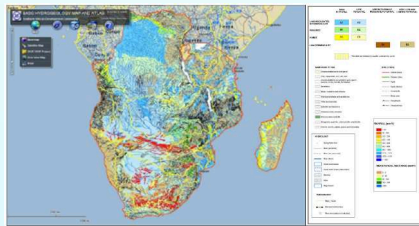
中興工程顧問社

7

水文地質單元劃分 (1D與2D)



(修改自：北卡羅來納州地質調查所, 2008)



(修改自：南非SADC, 2009)

文獻	尺度	參考因子					
		集水區	地形	地質分區	地質年代	地層	岩性
聯合國教科文組織(UNESCO)	大	V				V	V
美國地質調查所(2003)	大	V					
美國佛羅里達州地質調查所(1986)	小					V	V
美國堪薩斯州地質調查所(1988)	小					V	
美國北卡羅來納州地質調查所(1999)	大/小		V	V			V
美國地質調查所(2007)	小					V	V
加拿大地質調查所(2007)	大	V	V	V		V	
丹麥環境資源部(1999)	大/小					V	V
義大利地質地震土壤調查所(2003)	小						V
英國地質科學院(1976)	小				V		V
愛爾蘭地質調查所(2005)	小	V				V	V
印度水資源部(2009)	大					V	V
印度土地資源部(2008)	大	V					
南非發展組織(SADC) (2009)	大						V
日本通商產業省工業技術院(1986)	小				V		V
Bear(1972)	小						V
Taylor、Hood與Zimmerman(1983)	小				V	V	
何春華 (1955與1986)	小				V	V	
經濟部水資源統一規劃委員會(1986)	大			V	V	V	
經濟部水資源局(1992)	大		V		V	V	V

一、前言

臺灣水文地質調查現況 (1/3平原區與2/3山區)

中興工程顧問社

8



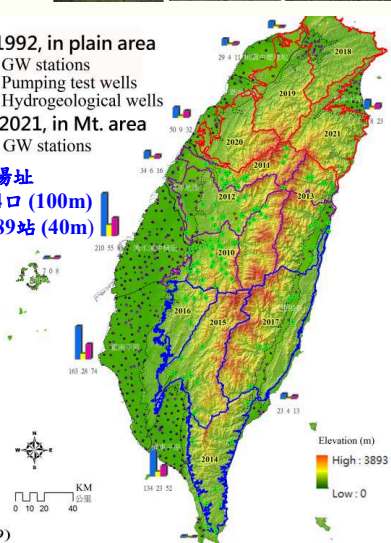
地質法

- 甫於2010年11月16日三讀通過。
- 針對地下水補注議題，需將區域性之地下水流源頭地區及具有多層地下水層之共同補注區且其補注之地下水體可做為區域性供水之重要水源地區，劃定為地下水補注地質敏感區。



Since 1992, in plain area
 ■ GW stations
 ■ Pumping test wells
 ■ Hydrogeological wells
 2010~2021, in Mt. area
 ● GW stations

台灣山區場址
 地質井134口 (100m)
 6"觀測井89站 (40m)



Revised from WRA (1999)

(一)水文地質調查流程

山區

臺灣南段山區地下水位觀測與水力特性調查



(二) 岩心紀錄 @ 平原區與山區

未固結沉積物之分類及地質鑽探岩心紀錄規範

平原區

地質 分區	地層 岩性	本計畫鑽探所得之岩心	岩心	岩相	分層	相對	照圖	圖
西部 麓山 帶	沈積岩 地層	礫石層 砂岩 泥岩 頁岩	   					
中央 山脈 西翼	堅硬成 層度低 砂岩、 泥岩	石英砂岩 紫雲砂岩 板岩	  	  	  	  	  	北山系第1 層砂岩 (Ga) 113-115.5m 砂岩粗砂 (Sa) 115.5-117.5m 砂岩中砂 (Sa) 117.5-120.5m 砂岩中砂 (Sa) 120.5-122.5m 砂岩中砂 (Sa) 122.5-124.5m 砂岩中砂 (Sa) 124.5-126.5m 砂岩中砂 (Sa) 126.5-128.5m 砂岩中砂 (Sa) 128.5-130.5m 砂岩中砂 (Sa) 130.5-132.5m 砂岩中砂 (Sa) 132.5-134.5m 砂岩中砂 (Sa) 134.5-136.5m 砂岩中砂 (Sa) 136.5-138.5m 砂岩中砂 (Sa) 138.5-140.5m 砂岩中砂 (Sa) 140.5-142.5m 砂岩中砂 (Sa) 142.5-144.5m 砂岩中砂 (Sa) 144.5-146.5m 砂岩中砂 (Sa) 146.5-148.5m 砂岩中砂 (Sa) 148.5-150.5m 砂岩中砂 (Sa) 150.5-152.5m 砂岩中砂 (Sa) 152.5-154.5m 砂岩中砂 (Sa) 154.5-156.5m 砂岩中砂 (Sa) 156.5-158.5m 砂岩中砂 (Sa) 158.5-160.5m 砂岩中砂 (Sa) 160.5-162.5m 砂岩中砂 (Sa) 162.5-164.5m 砂岩中砂 (Sa) 164.5-166.5m 砂岩中砂 (Sa) 166.5-168.5m 砂岩中砂 (Sa) 168.5-170.5m 砂岩中砂 (Sa) 170.5-172.5m 砂岩中砂 (Sa) 172.5-174.5m 砂岩中砂 (Sa) 174.5-176.5m 砂岩中砂 (Sa) 176.5-178.5m 砂岩中砂 (Sa) 178.5-180.5m 砂岩中砂 (Sa) 180.5-182.5m 砂岩中砂 (Sa) 182.5-184.5m 砂岩中砂 (Sa) 184.5-186.5m 砂岩中砂 (Sa) 186.5-188.5m 砂岩中砂 (Sa) 188.5-190.5m 砂岩中砂 (Sa) 190.5-192.5m 砂岩中砂 (Sa) 192.5-194.5m 砂岩中砂 (Sa) 194.5-196.5m 砂岩中砂 (Sa) 196.5-198.5m 砂岩中砂 (Sa) 198.5-200.5m 砂岩中砂 (Sa) 200.5-202.5m 砂岩中砂 (Sa) 202.5-204.5m 砂岩中砂 (Sa) 204.5-206.5m 砂岩中砂 (Sa) 206.5-208.5m 砂岩中砂 (Sa) 208.5-210.5m 砂岩中砂 (Sa) 210.5-212.5m 砂岩中砂 (Sa) 212.5-214.5m 砂岩中砂 (Sa) 214.5-216.5m 砂岩中砂 (Sa) 216.5-218.5m 砂岩中砂 (Sa) 218.5-220.5m 砂岩中砂 (Sa) 220.5-222.5m 砂岩中砂 (Sa) 222.5-224.5m 砂岩中砂 (Sa) 224.5-226.5m 砂岩中砂 (Sa) 226.5-228.5m 砂岩中砂 (Sa) 228.5-230.5m 砂岩中砂 (Sa) 230.5-232.5m 砂岩中砂 (Sa) 232.5-234.5m 砂岩中砂 (Sa) 234.5-236.5m 砂岩中砂 (Sa) 236.5-238.5m 砂岩中砂 (Sa) 238.5-240.5m 砂岩中砂 (Sa) 240.5-242.5m 砂岩中砂 (Sa) 242.5-244.5m 砂岩中砂 (Sa) 244.5-246.5m 砂岩中砂 (Sa) 246.5-248.5m 砂岩中砂 (Sa) 248.5-250.5m 砂岩中砂 (Sa) 250.5-252.5m 砂岩中砂 (Sa) 252.5-254.5m 砂岩中砂 (Sa) 254.5-256.5m 砂岩中砂 (Sa) 256.5-258.5m 砂岩中砂 (Sa) 258.5-260.5m 砂岩中砂 (Sa) 260.5-262.5m 砂岩中砂 (Sa) 262.5-264.5m 砂岩中砂 (Sa) 264.5-266.5m 砂岩中砂 (Sa) 266.5-268.5m 砂岩中砂 (Sa) 268.5-270.5m 砂岩中砂 (Sa) 270.5-272.5m 砂岩中砂 (Sa) 272.5-274.5m 砂岩中砂 (Sa) 274.5-276.5m 砂岩中砂 (Sa) 276.5-278.5m 砂岩中砂 (Sa) 278.5-280.5m 砂岩中砂 (Sa) 280.5-282.5m 砂岩中砂 (Sa) 282.5-284.5m 砂岩中砂 (Sa) 284.5-286.5m 砂岩中砂 (Sa) 286.5-288.5m 砂岩中砂 (Sa) 288.5-290.5m 砂岩中砂 (Sa) 290.5-292.5m 砂岩中砂 (Sa) 292.5-294.5m 砂岩中砂 (Sa) 294.5-296.5m 砂岩中砂 (Sa) 296.5-298.5m 砂岩中砂 (Sa) 298.5-300.5m 砂岩中砂 (Sa) 300.5-302.5m 砂岩中砂 (Sa) 302.5-304.5m 砂岩中砂 (Sa) 304.5-306.5m 砂岩中砂 (Sa) 306.5-308.5m 砂岩中砂 (Sa) 308.5-310.5m 砂岩中砂 (Sa) 310.5-312.5m 砂岩中砂 (Sa) 312.5-314.5m 砂岩中砂 (Sa) 314.5-316.5m 砂岩中砂 (Sa) 316.5-318.5m 砂岩中砂 (Sa) 318.5-320.5m 砂岩中砂 (Sa) 320.5-322.5m 砂岩中砂 (Sa) 322.5-324.5m 砂岩中砂 (Sa) 324.5-326.5m 砂岩中砂 (Sa) 326.5-328.5m 砂岩中砂 (Sa) 328.5-330.5m 砂岩中砂 (Sa) 330.5-332.5m 砂岩中砂 (Sa) 332.5-334.5m 砂岩中砂 (Sa) 334.5-336.5m 砂岩中砂 (Sa) 336.5-338.5m 砂岩中砂 (Sa) 338.5-340.5m 砂岩中砂 (Sa) 340.5-342.5m 砂岩中砂 (Sa) 342.5-344.5m 砂岩中砂 (Sa) 344.5-346.5m 砂岩中砂 (Sa) 346.5-348.5m 砂岩中砂 (Sa) 348.5-350.5m 砂岩中砂 (Sa) 350.5-352.5m 砂岩中砂 (Sa) 352.5-354.5m 砂岩中砂 (Sa) 354.5-356.5m 砂岩中砂 (Sa) 356.5-358.5m 砂岩中砂 (Sa) 358.5-360.5m 砂岩中砂 (Sa) 360.5-362.5m 砂岩中砂 (Sa) 362.5-364.5m 砂岩中砂 (Sa) 364.5-366.5m 砂岩中砂 (Sa) 366.5-368.5m 砂岩中砂 (Sa) 368.5-370.5m 砂岩中砂 (Sa) 370.5-3

資料來源：地調所(2014)

黃進達(2008)

11. 地質鑽探岩心記錄表

鑽探方法：
岩心狀態：乾、濕、完整、鬆散
鑽取日期：
記錄日期：
記錄者：

代码	岩性						颜色	洗 样 特 征	化石	泥 植 物 反 应		
	L	C	M	Z	a	b				砂	藻	菌
0												
1												

山區

- 地質圖元、岩石與土壤描述、未固結岩心粒徑
- 岩心破裂指數、RQD、標準貫入、及其它相關鑽探資訊。

工程地質探勘資料庫(Geo2010)

截至109年12月31日止，共收錄鑽孔資料：50,352孔，岩心總長度：1,735,695公尺

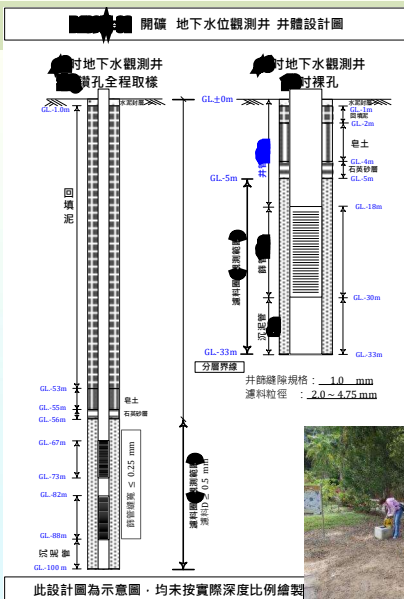
<https://geotech.moeacgs.gov.tw/imoeagis/>

(三) 孔內水文地質調查作業

山區



(四) 井體設計與分層建議



二、水文地質調查技術

13

(五) 鑿井與抽水試驗

鑿井、建井

井管與濾水管安置

- 材質為UPVC且管徑為10吋
- 續接符合ASTM F480相關規範
- 除了頂部6公尺套管及底部6公尺盲管外，全管開篩

濾料填放及井圈封隔

- ✓ 濾料填放延伸至濾管之上但不使相鄰兩含水層貫通
- ✓ 填放時以輸送帶填入為主
- ✓ 濾料下方封隔區域以井底以上2公尺範圍內為原則

擴水洗井工作

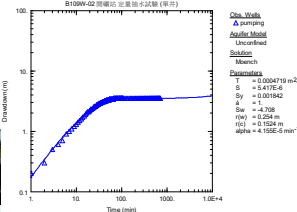
1. 利用吊筒(Bailer)上下反覆振盪使井圈濾料密實
2. 安裝沉水式抽水機抽除泥水使含水層與井間水流暢通，以最佳井況使後續之抽水試驗更詳實可靠



抽水試驗

抽水試驗

- 分成5級抽水試驗
($Q_5 \geq 2.5 Q_1$)
- 各級抽水時間相等
- 連續定量抽水12小時，視情況而定應作48-72小時
- 抽水試驗始終維持一定觀測水位淺降變化情形
- 定量抽水完成後立即停抽進行回升試水
- 回升試水原則以兩小時為限



水力參數

- 比出水量(S_y , specific yield)
- 井出水量(well yield)
- 孔隙率(porosity)
- 水力傳導係數(K , hydraulic conductivity)
- 導水係數(T , transmissivity)
- 蓄水係數(S , storage coefficient)

二、水文地質調查技術

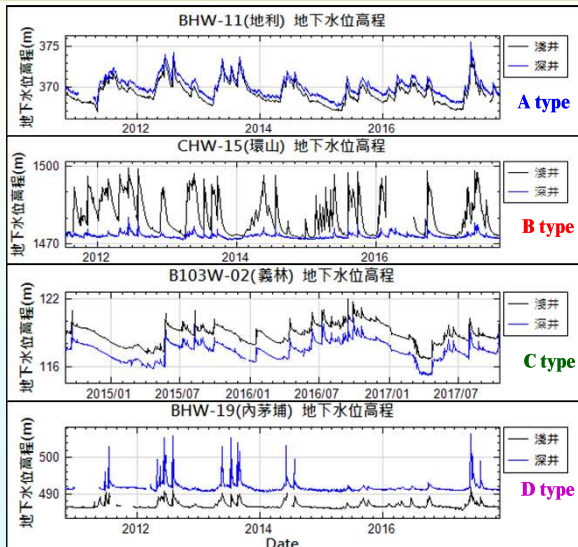
14

(六) 地下水位觀測成果

□ 深淺井地下水位變動型態探討

- 可利用深淺井水位波動幅度推測其地下水補注來源受降雨影響的程度。
- 可利用深淺井水位變動型態差異，推測其是否具分層特性。

Type	深淺井水位變動型態
A	深淺井水位及波動幅度均一致，不具分層特性
B	具分層特性，且淺層受降雨影響較深層明顯
C	具分層特性，且深、淺層均明顯受降雨影響
D	具分層特性，且深層受降雨影響較淺層明顯

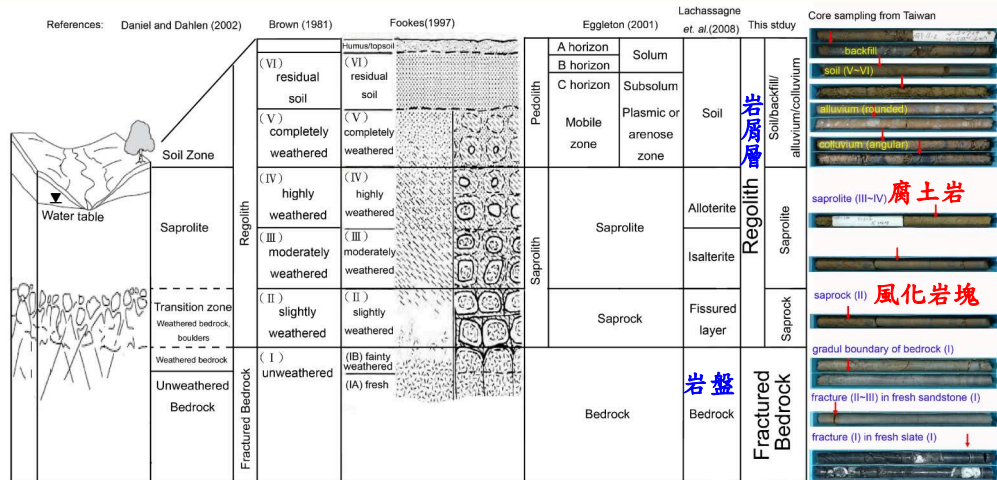


三、水文地質單元劃分

山區

15

(一)水文地質單元分層(1D-山區)



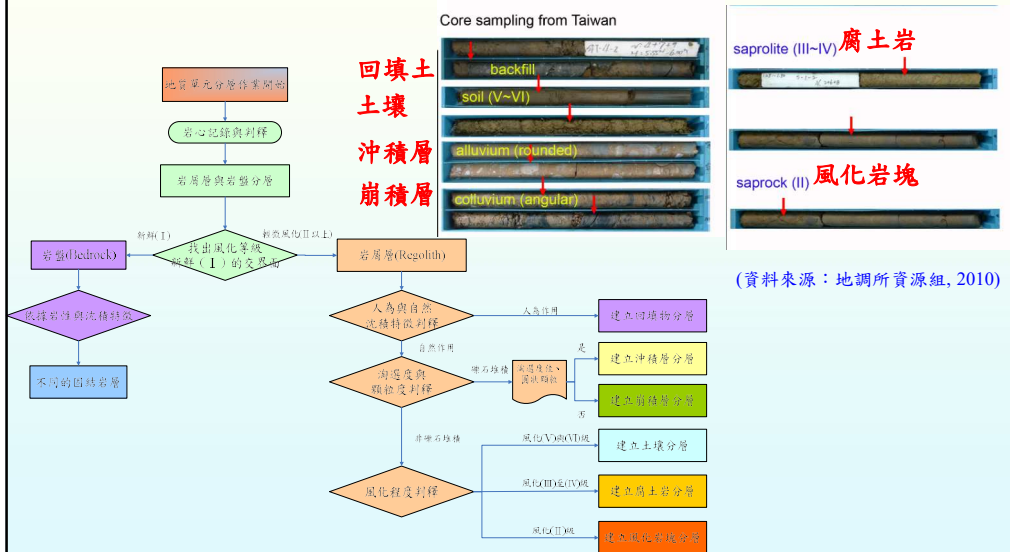
(資料來源：地調所資源組, 2010；Lin and Liou, 2020)

三、水文地質單元劃分

山區

16

鑽孔(水文)地質單元分層作業(1D-山區)



三、水文地質單元劃分

山區

17

水文地質單元與含水層特性

K (m/s)	1	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}	10^{-9}	10^{-10}	10^{-11}	10^{-12}
相對滲透性	高				中				差				
含水層	良好的				較差的				極差的				
未固結地質材料	洩透度良好礫石				砂與礫，或有洩透度良好的砂				極細砂、黏土、或土壤				
未固結基質	-				泥碳		層狀紋理黏土		未風化黏土				
固結岩層	高度裂隙岩石				儲油岩層		砂岩		新鮮石灰岩與白雲岩		新鮮花崗岩		

(修改自：Bear, 1972)



含水層分類	地下水資源產能等級與簡稱	導水係數 (m ² /min)	達達係數 (m/s)	比出水率 (cmh/m)	井出水率 (L/min)	井出水率 (CMD)
Class 1	高(H)：區域性供水，抽水量可提供城鎮與灌溉所需。	>0.05	>4E-5	>3.6	>600	>864
Class 2	中等(M)：地方性供水，抽水量可提供小社區與地方灌溉所需。	3E-3~0.05	2E-6~4E-5	0.4~3.6	60~600	86.4~864
Class 3	低，部分地區較佳(L)：局部地方性供水，抽水量只可提供個人所需。	3E-5~3E-3	2E-8~2E-6	4E-3~0.4	0.6~60	0.86~86.4
Class 4	微量(P)：地下水資源缺乏。	<3E-5	<2E-8	<4E-3	<0.6	<0.86

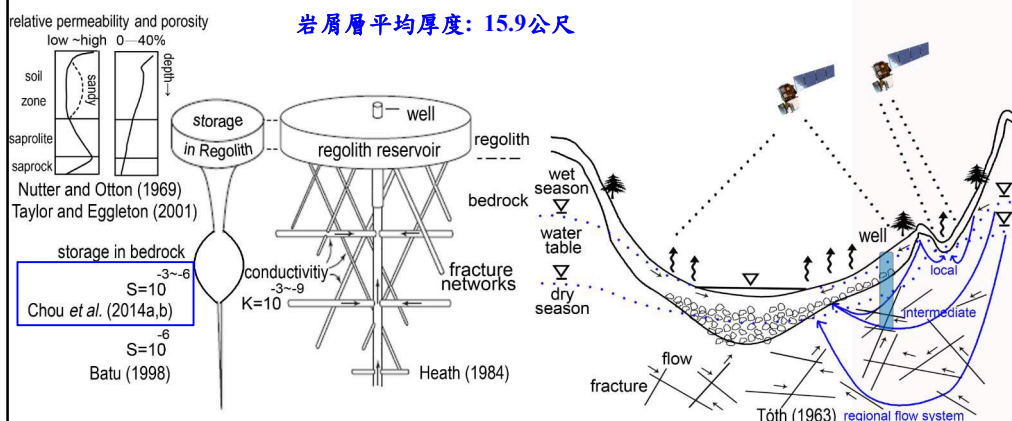
(修改自：Struckmeire與Margat, 1995)

三、水文地質單元劃分

山區

18

水文地質單元概念模型 (山區)

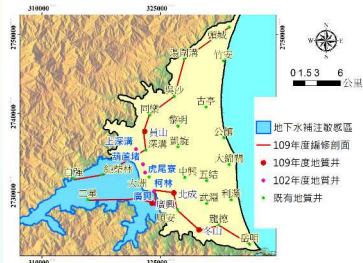


(資料來源：Lin and Liou, 2020)

三、水文地質單元劃分 平原區

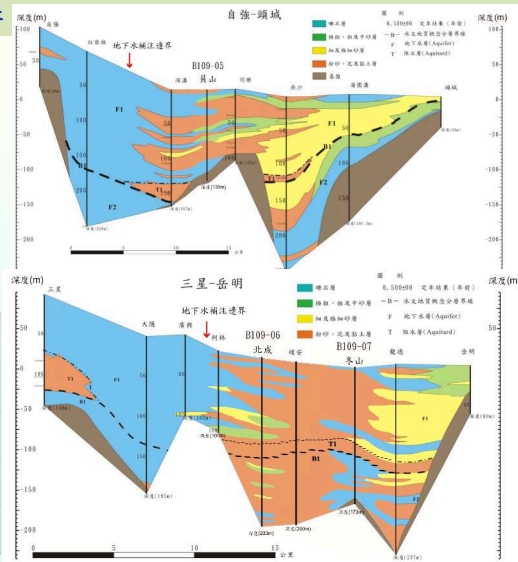
豐中興工程顧問社 19

(二)水文地質單元分層 (1D-平原區) 與架構



含水層	水文地質單元	一般岩心紀錄 (依據粒徑)	Geo2010地質圖元
含水層	(1)礫石層	細至極粗粒礫石	砂質礫石、紅土礫石、黏土質礫石、粉土質礫石等
含水層	(2)極粗、粗及中砂層	極粗、粗及中砂	礫質砂、粗砂、中砂、鈣質砂等
含水層	(3)細、極細砂層	細、極細砂	細砂、粉土質砂、黏土質砂等
阻水層	(4)粉砂、泥、黏土層	粉砂、泥、黏土	粉土(粉砂)、砂質粉土、泥、黏土等

(資料來源：地調所資源組, 2020)

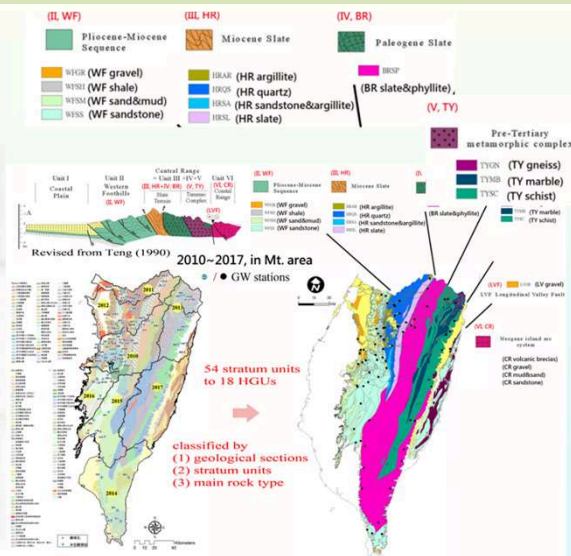


三、水文地質單元劃分 台灣

豐中興工程顧問社 20

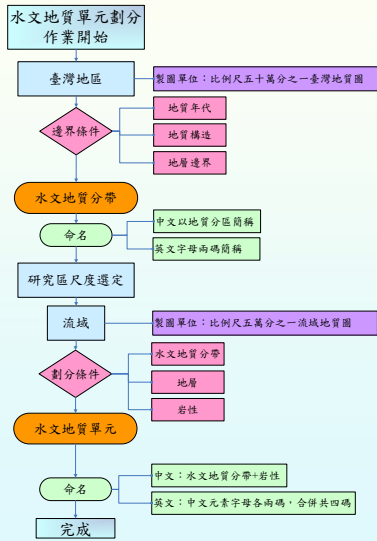
(三) 水文地質單元建立 (2D)

經濟部中央地質調查所
數值地質圖比例尺五萬分之一



三、水文地質單元劃分

(三) 水文地質單元建立 (2D)



水文地質分帶	水文地質單元	主要岩性
各分帶	UCRK	未固結岩層
III. 西部麓山帶(WF)	WFRL	石灰岩礫(RL)
	WFGR	礫岩(GR)
	WFSM	砂岩夾泥岩(SM)
	WFSS	砂頁岩互層(SS)
	WFSH	頁岩(SH)
Iva. 中央山脈西翼 雪山山脈(HR)	HRAR	硬頁岩(AR)
	HRQS	石英質砂岩夾板岩(QS)
	HRSA	砂岩與板岩互層(SA)
	HRSL	板岩(SL)
Ivb. 中央山脈西翼 聲標山脈(BR)	BRSP	板岩與千枚岩(SP)
V. 中央山脈東翼 太魯閣與玉里帶(TY)	TYSC	片岩、千枚岩等(SC)
	TYGN	片麻岩(GN)
VI. 花東縱谷(LV)	TYMB	大理岩(MB)
	LVGR	礫岩(GR)
VII. 海岸山脈(CR)	CRGR	礫岩(GR)
	CRMS	泥岩、砂頁岩互層(MS)
	CRSS	砂頁岩互層(SS)
	CRBR	火山角礫岩(BR)

(資料來源：地調所資源組, 2013)

三、水文地質單元劃分

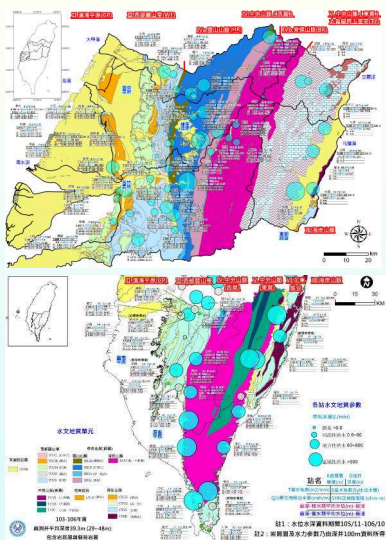
(四) 水文地質單元特性

地調所中南段山區

118個地質井(100m)

72站觀測井 (40m)

部落觀光用水

[illegible]

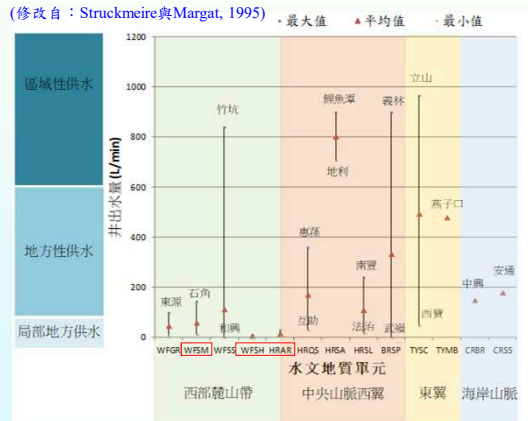
(資料來源：地調所資源組, 2017)

地質因子

(四) 水文地質單元特性

地下水資源產能等級	井出水量(L/min)	井出水量(CMD)
高(H)：區域性供水	>600	>864
中等(M)：地方性供水	60~600	86.4~864
低，部分地區較佳(L)	0.6~60	0.86~86.4
微量(P)：地下水資源缺乏	<0.6	<0.86

(修改自：Struckmeire與Margat, 1995)



(資料來源：地調所資源組, 2017)

Category		Number of sites	Number of GWPS	Percentage (%)
(1) Geological section	The Central Range (HR, BR, TY)	37	23	62.2
	WF	33	10	30.3
	CR	2	2	*
(2) Rock type	Slate (HRSA, HRSL)	5	4	80.0
	Schist (TYSO)	9	7	77.8
	Quartz (HRQS)	7	5	71.4
	Phyllite (BRSP)	12	6	50.0
	Gravel (WFGGR)	5	2	40.0
	Sandstone and shale (WFSS, CRSS)	23	8	34.8
	Mud, shale, argillite (WFSM, WFSH, HRAR)	9	1	11.1
	Marble, volcanic breccias (TYMB, CRBR)	2	2	*

(資料來源：Lin and Liou, 2020)

潛能場址(井出水量>86.4CMD)

- 中央山脈>西部麓山帶
- 板岩、片岩、石英岩機率高

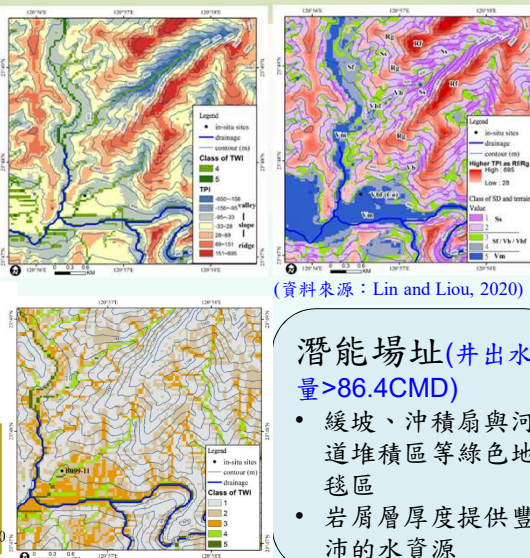
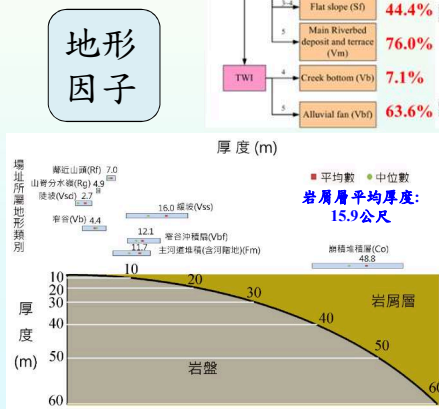
中興工程顧問社

(一)山區潛能場址探勘

地調所中南段山區

118個地質井(100m)

72站觀測井 (40m)



(資料來源：Lin and Liou, 2020)

潛能場址(井出水量>86.4CMD)

- 緩坡、沖積扇與河道堆積區等綠色地毯區
- 岩屑層厚度提供豐沛的水資源

四、案例分析

(一) 山區潛能場址探勘

地調所中南段山區

118個地質井(100m)

72站觀測井 (40m)

綜合
因子

地形

• 44~76%

48.6%

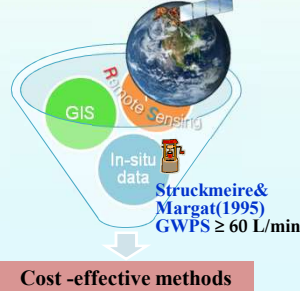
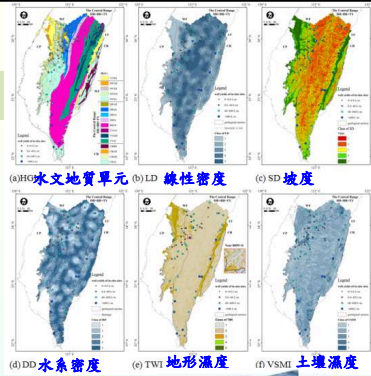
地質

• 35~80%

RS+GIS

• 針對不同地形與地質
場址評估準確性可達 84.7%

(資料來源：Lin and Liou, 2020)



四、案例分析

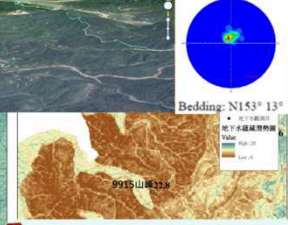
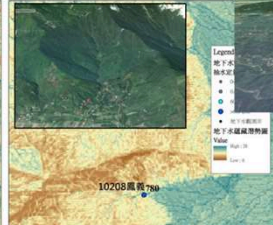
(一) 山區潛能場址探勘

大陸找水諺語 (河北省第四水文地質大隊, 1979)

(彙整自：地調所資源組, 2017)

“兩溝相交、泉水滔滔” “兩山夾一嘴、嘴前常有水” “岩層平如桌、有水也不多”

Legend
地下水觀測井
抽水定額_Q
● 0-0.5 L/m
● 0.5-50 L/m
● 50-500 L/m
● >500 L/m
● 地下水觀測井
地下水蘊藏潛勢圖
Value
High: 28
Low: 6

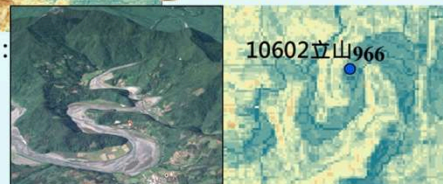


★雙溪匯流適合集水廊道：

09921羅娜
10203燕子口
10206池南
10302義林
10304雙流

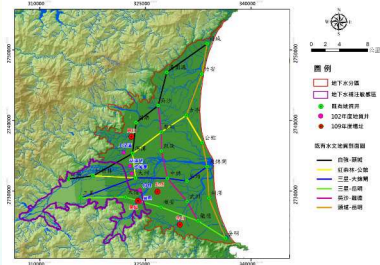
★窄河道底部：

09911地利
10001石角
10208鳳義

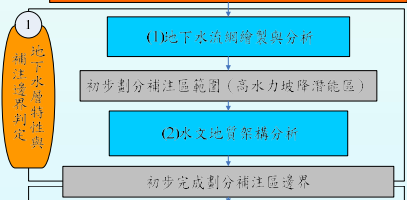


四、案例分析

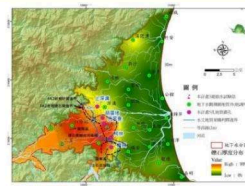
(二) 蘭陽平原地下水補注區劃設



地下水補注邊界劃設流程



(資料來源：地調所, 2015 & 2020)

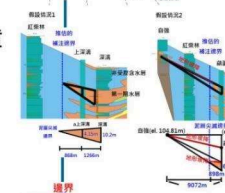


地下水補注邊界劃分

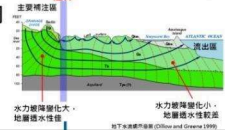
1. 岩相與沉積環境 (扇頂)



2. 水文地質架構分析

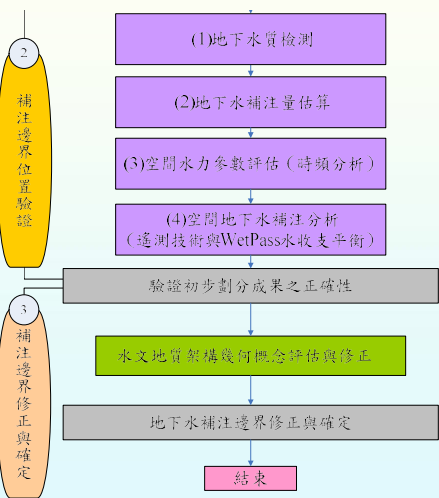


3. 地下水流網與水力梯度



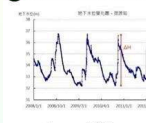
四、案例分析

(二) 蘭陽平原地下水補注區劃設



(資料來源：地調所, 2015 & 2020)

4. 地下水補注量評估



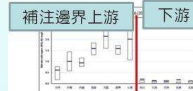
Su(1994)與 Rutledge(2000)所提之地下水位變動法

$$r = S_y \times \Delta H$$

r 為單位面積補注量 $[L^3/L^2]$,
 S_y 為比儲水係數 $[L^3/L^3]$,
 ΔH 為地下水位變化量 $[L]$ 。

■本計畫只有一處抽水試驗，故需蒐集既有的成果來評比。

5. 地下水水質檢測

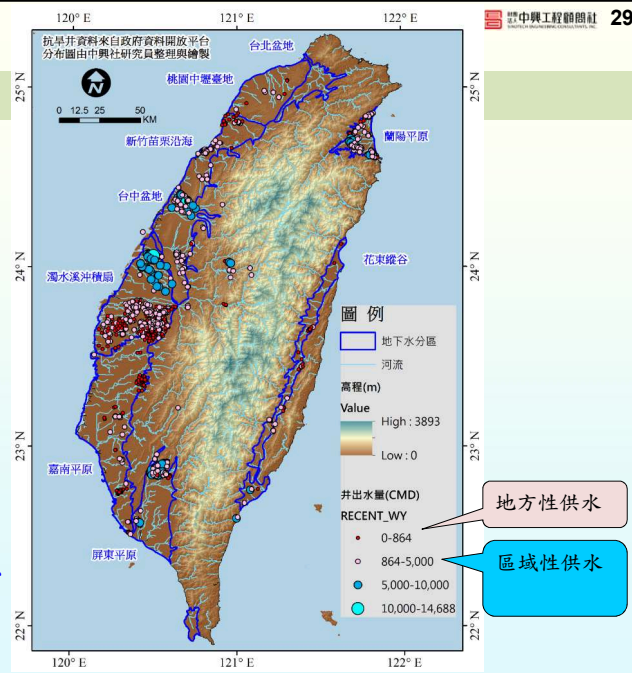


• 硝酸態氮(NO_3-N)濃度高於 0.5 mg/L ，視為地下水快速補注之區域 (江崇榮等, 2005)
• 鐵離子濃度 (0.3 mg/L)：在氧化狀態的含水層地下水的鐵濃度很低 (通常 $< 0.1\text{ mg/L}$)，而當地下水中的溶氧隨著時間推移逐漸耗盡，氧化鐵因為微生物還原作用轉成二價鐵，導致地下水中鐵濃度升高。

四、案例分析

(三) 抗旱井

- 時間：民國43-104年
- 位置：除了台北盆地與恆春半島
- 數量：958口
- 深度：350m以內，兩處602m與900m
- 近期出水量：0~14,688 CMD
- 相對較多水量的區域：
蘭陽平原扇頂區、大安溪、大甲溪、濁水溪沖積扇北側、屏東平原扇頂區。

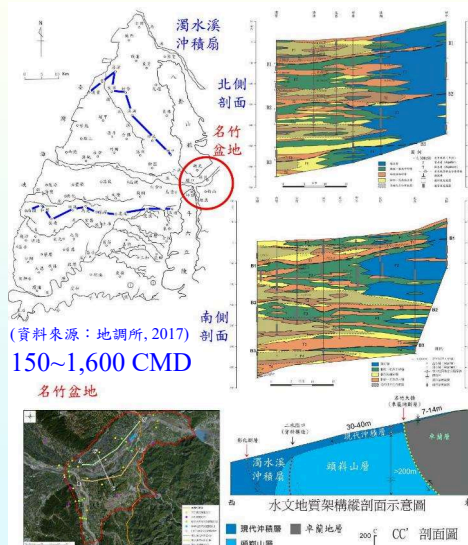


地方性供水

區域性供水

四、案例分析

(三) 抗旱井-濁水溪沖積扇

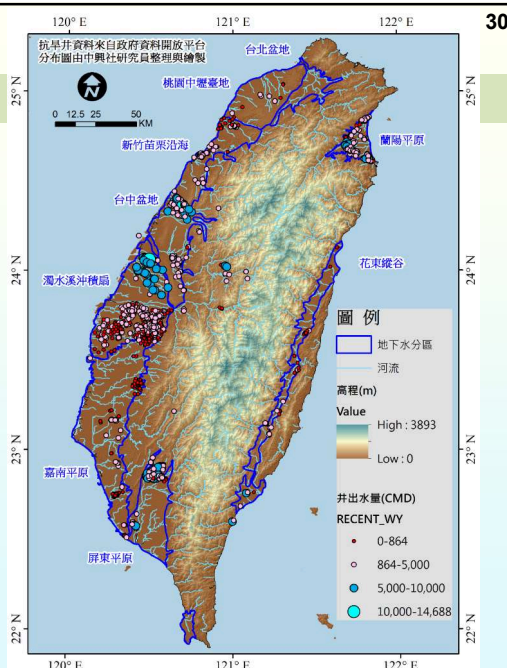


(資料來源：地調所, 2017)
150~1,600 CMD

名竹盆地

水文地質架構剖面示意圖

■ 現代沖積扇 ■ 沖積地帶 ■ 扇頂山麓

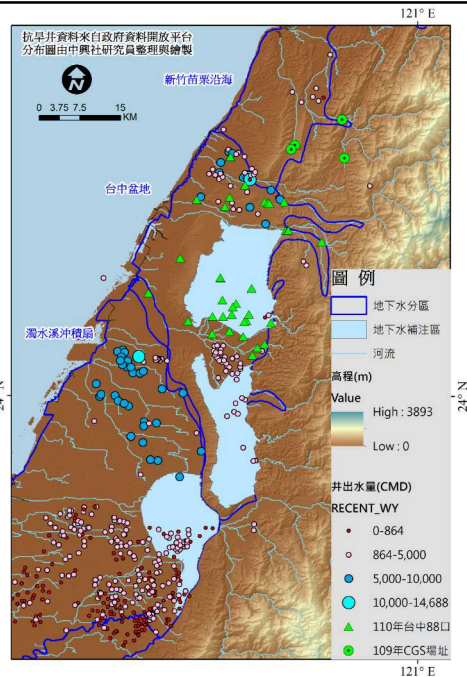
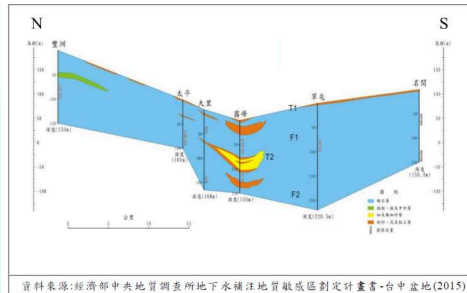


30

四、案例分析

(三) 抗旱井-台中盆地

- 時間：民國110年
- 位置：台中盆地北側至大安溪
- 數量：88口
- 規劃出水量：500~5,000 CMD

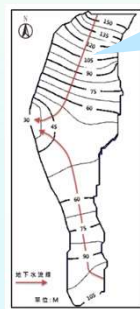


31

四、案例分析

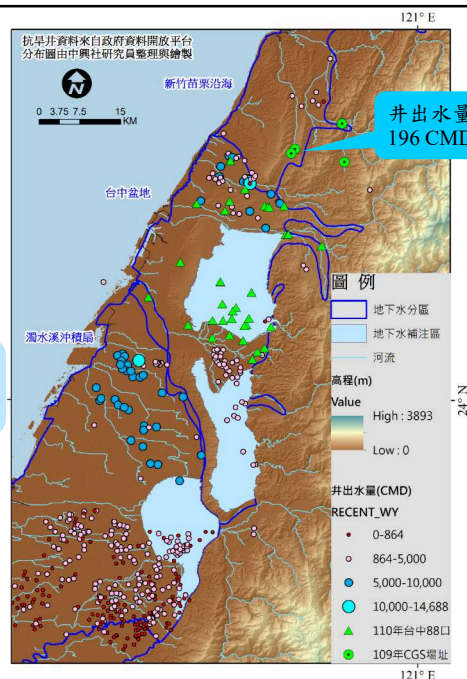
(四) 未開發之藍金

站名	井距(m)	抽水量(L/min)	T (m ² /min)	單位洩降出水量Q/s (cmh/m)	地質單元
峨眉	單井	3.6	1.2×10 ⁻⁴	0.06	楊梅層
開礦	單井	1.9	4.7×10 ⁻⁴	0.03	觀音山砂岩
南湖	單井	6.0	3.0×10 ⁻³	0.09	卓蘭層
三義	單井	72.8	4.6×10 ⁻²	0.93	頭嵵山層
三義(2)	6.0	136	3.4×10 ⁻²	1.05	火炎山段



高水力坡降及地下水補注區

(資料來源：地調所, 2015 & 2020)

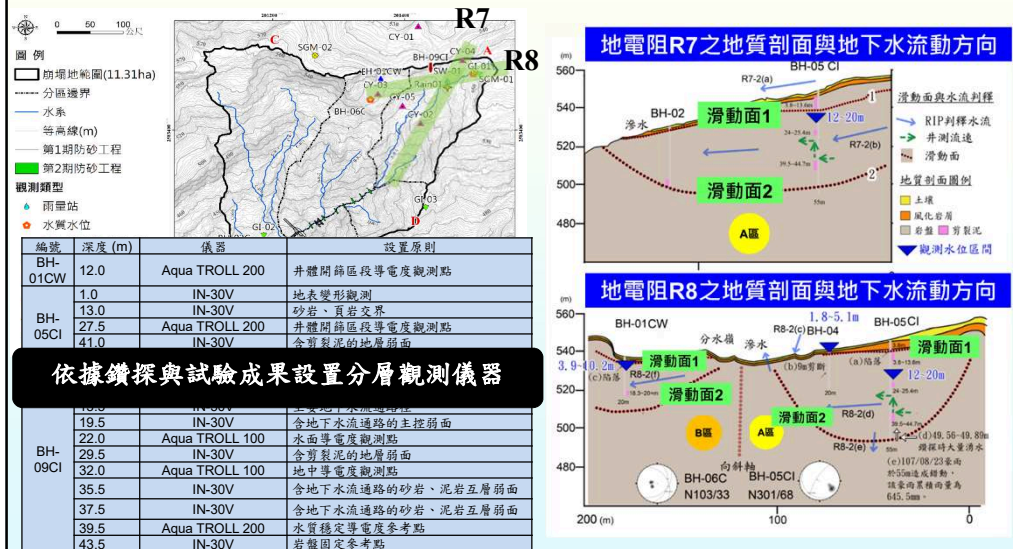


32

四、案例分析

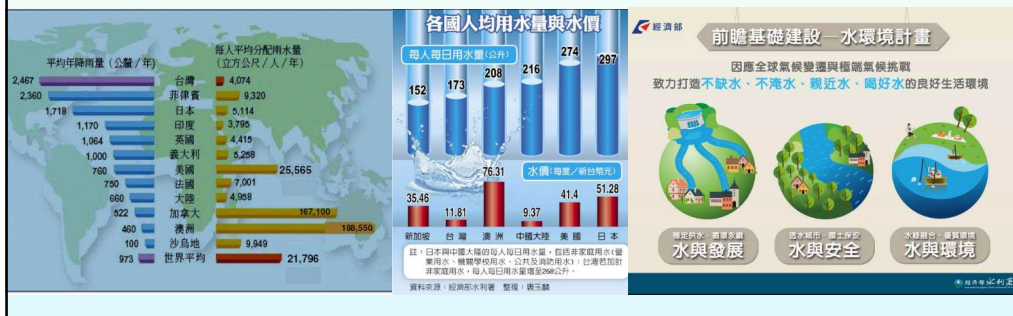
(五)坡地災害

(資料來源：水保局南投分局, 2020)



五、結語

- ☑ **多元取水**，刻不容緩。
- ☑ 欲瞭解區域的**水資源**與**坡地災害**之特性，完善的**水文地質調查**是必要的。
- ☑ 台灣都會區亦是重要的地下水區、積極建設之外，應重視**地下水補注區**與**韌性(海綿)城市**的發展。




35



中興工程顧問社

大地工程

研究中心

GERC RESEARCH CENTER

掌握 先進技術
地工

核心業務

- ◎ 水文學 風險管理
- ◎ 隧道安全 與管理
- ◎ 地工試驗 與分析
- ◎ 水文地質
- ◎ 地熱資源 評估
- ◎ 破碎帶
- ◎ 引道地 帶建設
- ◎ 地質調查



地址：臺北市內湖區新湖二路288號3F
電話：(02) 8791-9198
<https://gerc.sinotech.org.tw/>

廣告

Thank you
for your attention~