

建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之可行性研究

內政部建築研究所協同研究計畫報告

111
年度

建築工地施工過程地下水再利用 納入綠建築評估系統之可行性研究 成果報告

內政部建築研究所協同研究計畫報告

中華民國 111 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

計畫編號：11115B0010

建築工地施工過程地下水再利用 納入綠建築評估系統之可行性研究 成果報告

研究主持人： 羅時麒

協同主持人： 廖朝軒

研 究 員： 蔡欣遠、徐虎嘯、陳麒任、游伯堅

研究助理： 黃偉民、劉立群

研究期程： 中華民國 111 年 3 月至 111 年 12 月

內政部建築研究所協同研究計畫報告

中華民國 111 年 12 月

（本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見）

目次

目次	I
表次	III
圖次	V
摘要	VII
ABSTRACT.....	錯誤! 尚未定義書籤。
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與背景.....	1
第二節 研究方法與步驟.....	3
第三節 小結.....	10
第二章 文獻蒐集與分析探討	11
第一節 新建建築工程排降地下水相關法規與政策規範.....	11
第二節 新建建築工程排降地下水工法比較分析	19
第三節 新建建築工程排降地下水再利用現況	23
第三章 新建建築施工過程地下水祛水計畫與評析方法之研究.....	31
第一節 新建建築施工過程地下水祛水計畫之案例蒐集	31
第二節 新建建築施工過程地下水祛水計畫之評析方法內容探討.....	35
第三節 小結	43

第四章 新建建築施工過程排降地下水之祛水工程規劃.....	45
第一節 新建建築工地地下水祛水工程之規劃目標	45
第二節 研提建築施工過程地下水祛水臨時用水計畫 書之需求項目與內容綱要	47
第三節 新建建築工地地下水祛水規劃與泵浦操作對 策.....	55
第五章 建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築體系 指標評估方法之研議	57
第一節 建築工地施工過程地下水祛水再利用與綠建 築評估系統之關係.....	57
第二節 建築工地施工過程地下水祛水再利用納入綠 建築評估體系之可行性分析	58
第三節 建築工地施工過程地下水祛水再利用納入綠 建築評估體系方案之研議	65
第六章 結論與建議	69
第一節 結論.....	69
第二節 建議.....	71
參考書目	73
附錄一 審查會議記錄	75
附錄二 工作會議記錄	97
附錄三 專家諮詢會議記錄	101

表 次

表 1-1 點井工程類型及其適用條件	5
表 2-1 臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項之設置臨時水塔容量表	11
表 2-2 新建建築工程排降地下水相關的中央法規與施工規範彙整.....	12
表 2-3 各縣市政府建築工程施工管制要點與辦法.....	18
表 2-4 臺灣各地下水分區之年地下水量彙整表.....	24
表 2-5 地下水污染物監測標準值.....	25
表 2-6 臺灣各地下水區水質監測值低於地下水污染物監測標準值之比率整理表	25
表 3-1 ○○大樓新建工程臨時鑿井祛水工程預定進度表 .	33
表 3-2 新建建築工程案例地下水祛水計畫書蒐集彙整	36
表 3-3 新建建築工程案例地下水祛水計畫書內容架構比較表.....	36
表 3-4 新建建築工程案例地下水祛水計畫書評估內容與分項計畫比較表	38
表 4-1 建築工地內部施工用水量參考表.....	49
表 4-2 建築工地內部機械用水量參考表.....	50
表 4-3 建築工地內部生活用水量參考表.....	50
表 4-4 洗車設備設置型式與規定.....	51
表 4-5 建築工地用水計畫簡表.....	53

表 5-1 綠建築評估系統分級評估制度九大指標配分表	58
表 5-2 綠建築評估系統各指標計分法	59
表 5-3 綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準 ..	60
表 5-4 綠建築評估系統水資源指標大耗水項目及彌補措施評估表	61
表 5-5 綠建築評估系統基地保水指標各類保水設計之保水量計算及變數說明	63
表 5-6 方案一納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準	65
表 5-7 方案二納入綠建築評估系統水資源指標大耗水項目及彌補措施評估表	65
表 5-8 方案二納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準	65
表 5-9 方案三地下水再利用儲水塔裝置之建議容量	66
表 5-10 方案三納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準	66

圖次

圖 1-1 研究流程圖	8
圖 1-2 研究進度甘特圖	9
圖 2-1 集水坑祛水工法示意圖	20
圖 2-2 點井祛水工法示意圖	21
圖 2-3 深井祛水工法示意圖	23
圖 2-4 臺中市區地下各項細部水質項目監測站監測圖	27
圖 2-5 臺中市區地下水污染程度指數監測站監測圖	27
圖 3-1 ○○大樓新建工程泵浦與抽水井設置間距示意圖 ..	32
圖 3-2 ○○大樓新建工程鑿井工程施工圖說	32
圖 3-3 ○○大樓新建工程泵浦變頻自動控制祛水工程	34
圖 3-4 ○○大樓新建工程地下水資源再利用對外取水口 ..	34
圖 3-5 ○○大樓新建工程建築工地內部地下水資源再利用	35
圖 3-6 新建建築工程地下水祛水計畫書之規劃流程示意圖	40
圖 3-7 泵浦的揚程抽水量特性曲線示意圖	41
圖 4-1 建築工地施工過程地下水祛水工程示意圖	46
圖 4-2 建築工地施工過程地下水祛水管理與再利用示意圖	46
圖 4-3 建築工地地下水祛水計畫書評估需求與計畫項目之 樹狀圖	47

圖 4- 4 建築工地施工過程地下水祛水再利用水平衡圖	52
圖 5- 1 建築工地地下水祛水計畫與綠建築評估系統關係圖	57
圖 5- 2 候選綠建築證書申請流程圖	57

摘要

關鍵詞：綠建築、建築工地、袪水、地下水再利用

一、研究緣起

面對氣候變遷對水資源的影響，各區域水資源經理基本計畫，主要透過開源、節流、調度、備援等策略多管齊下辦理各項水資源建設及管理工作。其中「開源」係多元水資源開發提高供水能力，尤其 109 年氣候異常，國內首次發生豐水期無颱風侵臺所帶來的降雨，面對嚴峻枯水挑戰，除落實各項節水及水源調度措施外，更採取增加抗旱水井、埤塘利用、伏流水利用、移動式淨水設備及緊急海淡機組等多元水源使用，以減緩旱象衝擊；然在 110 年初水情仍持續嚴峻，尤其以台灣中、南部地區的情況最為緊迫，台中市首以新建案建築工地點井地下水做為緊急抗旱水源之一，大幅減緩水庫的供水壓力。

由於建築工地開發在地基基礎開挖時，為平衡地基通常會進行排降地下水工程，而其抽取的量體依工地規模平均一天可達數千噸甚至上萬噸，且整體地下水抽排時程通常需持續 8 至 12 個月，可見其量體驚人，然而建築工地所抽取的地下水多係以排入管溝系統放流處置，未針對其作妥適的運用規劃，使得水資源浪費。鑒於建築工地所需用水量較大，每月自來水費通常需耗費數萬元，若能透過抽取的地下水做為工地臨時用水，尤其一般地下水源若非受自然或人為嚴重污染的地區，其水質通常僅需簡易淨水處理即可直接作為非接觸用水利用(如建築工地機械用水、清掃、灑水、沖廁及消防用水等)，不僅可大幅降低建築工地開發所需的用水成本，更可達到水資源永續利用之目的。為協助有效運用建築工地地下水資源，考量目前國內尚無建築工地施工過程地下水再利用之相關衡量方法與基準，本計畫蒐集調查現行建築工地施工過程之地下水利用之案例，並針對建築工地排降地下水量與工地臨時用水量進行評析，同時就該地下水之貯集與多元利用提供規劃建議，據以研提建築工地臨時用水計畫書需求項目與內容綱要，以作為納入綠建築評估系統之參考。

本研究案執行期程為十個半月，爰引本所協同研究計畫需求說明，研究計畫之研究旨在研議建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之可行性。本計畫將蒐集彙整建築相關法規(含水利法)與相關政策規範與現行建築工地施工過程具地下水利用之相關案例，進而評析施工過程排降地下水量與工地臨時用水量，並研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要，針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議，期能有效提高國內建築工地地下水再利用的規劃意願，使其成為產業常態用水的來源之一。

二、研究方法及過程

研究內容初步之 5 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集彙整建築相關法規(含水利法)與相關政策規範。
2. 現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集與分析。
3. 施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析。
4. 研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要。
5. 針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議，並研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析。

本計畫蒐集彙整建築工地排降地下水之相關法規與相關政策規範，針對現行新建建築工地施工過程之地下水再利用的案例蒐集與分析，並透過建築工地的抽排地下水或祛排水計畫書進行蒐集彙整，探討施工過程排降地下水量與工地臨時用水量，並提出多元利用之建議，進而研提建築工地地下水祛水工程與臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要，最後匯集研究成果而研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析，預計本計畫之研究內容將對未來綠建築體系發展與其推廣應用上具重要參考價值。

三、重要發現

國內針對排降地下水常以祛水、縮水或束水等名詞稱呼，然僅內政部營建署、

行政院農委會水土保持局及各政府的工務局的施工規範第 02240 章具有祛水之定義與工法說明；而建築工地地下水的祛水作業的鑿井工程，惟有經濟部水利署施工規範第 02243 章中針對鑿井工程進行說明，然常聽到的工地點井作業，目前尚未有相關法規或規範進行詳細說明。因此，本計畫在建築工地地下水祛水工程的相關文獻蒐集，將鑿井工程簡易分為集水坑祛水工法、點井祛水工法及深井祛水工法，經案例彙整成果，發現國內建築工地排降地下水作業，反而係深井祛水工法較為多數，且臺中因地質特性，則多以人工的方式進行鑿井，其他地區則多以機具鑽鑿的方式進行。

民國 110 年在國內水情持續嚴峻的情況下，行政院核定「緊急抗旱水源應變計畫 2.0」，其中包括建築工地地下水再利用，此為國內首次將其作為緊急備援水使用，由於建築工地地下水的抽取量豐沛，當時舒緩水庫與多處地區的枯水問題；然旱災過後，直至今日僅臺中市將建築工地地下水再利用之規定增訂於建築物施工管制辦法中，且各新建工程的地下水祛水計畫書中僅以簡易條列的方式針對地下水再利用計畫進行說明，使得實際設置應用上較欠缺地下水再利用的供水標的之方針，且多數地下水仍為直接放流至公共排水溝。透過國內十大地下水分區的污染物監測成果顯示，僅濁水溪沖積扇與嘉南平原平均合格率僅有 79.3 及 81.4 分，其他八大地下水分區合格率皆在 90 分以上；統計每年的地下水抽用量，僅濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原三區屬於超抽的情況，而其他七大地下水分區每年的地下水補助量皆大於抽用量，因此國內在地下水的開發利用應極具潛力。

四、主要建議事項

建議一

建築工地施工過程地下水再利用案例進行綠建築評估系統之試評與驗證之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

由於本年度完成建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之方案研擬，但考量國內建築工地各地區地質與現地條件，以及擋土工程、地下水祛水時程與祛水計畫內容之不同，其評估比例與方式應針對前述不同限制條件而進行調整，故建議後續應針對國內相關縣市的建築工程案例進行蒐集彙整，並藉用水計畫書草稿進行綠建築評估系統之試評，驗證其評估參數與審核標準並進行用水計畫書草稿增修訂，進而研議建築工程地下水祛水管理及再利用在綠建築評估系統之標準與方法，作為未來綠建築體系發展與推廣應用上之重要參考。

建議二

建築工地施工過程地下水再利用與祛水管理之相關法規制度檢討與增修訂：短中期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、經濟部水利署、地方政府

國內針對建築工地施工過程地下水再利用，目前僅台中市的建築施工管制要點與辦法中規定建築工地有抽排水者，應設置地下水資源再利用裝置，其計畫內容則納入該市建築工地的地下水祛水計畫書中，然地下水祛水再利用計畫之內容並未詳述建築工地整體的用水規劃與其再利用之比例，故造成許多再利用裝置未能有水資源永續利用之實質效益；另外，國內建築工地地下室開挖進行地下水祛水作業，其計畫書名稱與需求內容依主辦機關而有所差異，未有標準化的相關規定。建議各主管機關應一致化地下水祛水計畫書名稱並定義內容相關名詞，統整計畫書內容架構與編列方式，且為促進水資源永續利用應統一增加「地下水祛水再利用計畫」，進而針對建築工地施工過程地下水再利用與祛水管理進行相關法規制度之檢討與增修訂，作為未來建築工地相關政策發展與永續水資源利用之參考。

ABSTRACT

Keywords: green building, construction sites, dewatering, groundwater utilization

1. Purpose of the research

Facing the impact of climate change on water resources, the basic plan and management of regional water resource systems are mainly by using water resources development, conservation, scheduling and backup strategies. Among them, "development " refers to the development of multiple water resources to improve the water supply capacity. In year 2020, there was no typhoon visiting Taiwan in the wet season due to climate change. In the face of severe water shortage, multiple water resources such as drought-resistant wells, pit ponds, stagnant water, mobile water purification equipment and emergency desalination units have been adopted to mitigate the water shortage due to drought. The drought condition continued and was not improved especially in middle and southern Taiwan. For the first time in Taichung city, the groundwater dewatering from the building construction sites was used as emergency drought-relief water sources which greatly reduced the water supply pressure of the reservoir.

For constructing the foundation of the buildings, the groundwater dewatering is needed if groundwater level is high during the foundation excavation. The amount of the groundwater pumped may reach thousands of tons or even tens of thousands of tons per day depending on the scale and groundwater condition at the construction site. And the time period of groundwater dewatering usually lasts for 8 to 12 months. Also, groundwater dewatering from the construction sites is mostly discharged into drainage system without reuse as water resources. Due to large amount of water consumption at construction sites, the monthly water fee usually costs tens of thousands New Taiwan Dollars. In areas without groundwater pollution, this water can be reused with simple

water purification systems for non-contact water use. This can reduce the cost of water fee at construction site but also achieve the goal of sustainable utilization of water resources. In order to promote the efficient of groundwater reuse and establish relevant measurement methods and benchmarks at construction sites for groundwater reuse in Taiwan, this project collects and investigates selected cases for construction site of buildings with groundwater dewatering. And the amount of groundwater withdrawal and the water consumption at construction sites were evaluated and analyzed. Recommended and suggestions for the storage and multiple utilization of the groundwater were made. Based on these information, the water demand for each water use unit and contents of the temporary water consumption plan for the construction site are recommended and developed as a reference for consideration in the Green Building Evaluation System.

This research project takes ten months. Based on the requirements of the project, it aims to study the feasibility of incorporating groundwater reuse into the green building assessment system during the construction process at construction sites. This project collects relevant building regulations and relevant policies and norms and relevant cases of groundwater utilization in the construction process of current building sites. Then, the amount of groundwater dewatering during the construction process and the temporary water consumption items at constructions sites were studied. Hence, draft of the temporary water use plan was proposed which included water demand items and water consumption requirement and contents of the water use plan. Major expectations of this project are to effectively improve the groundwater reuse at construction sites of buildings and treat this water resource as source of industry.

2. Methodology and procedures

Research methodology and procedures include following five items:

- Collect and compile relevant building regulations (water conservancy law) and related policy specifications.

- Collection and analysis of groundwater utilization cases in the construction process of current building sites.
- Evaluation and analysis the amount of groundwater dewatering during the construction process and the temporary water consumption of the building sites.
- Clarify the water demand items and develop the draft outline of the temporary water use plan at construction sites of building.
- Propose suggestions for groundwater storage and multiple utilizations of groundwater withdrawal at construction sites of buildings. Study the feasibility of incorporating groundwater storage and multiple utilization into the green building assessment system.

3. Major findings

The definition of “groundwater dewatering” is generally found in the Construction and Planning Agency, MOI, the Soil and Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, and the public works bureaus of various levels of governments in the Chapter 02240. The well-sinking project for the drainage of groundwater in the building sites is only explained in the Chapter 02243 of the Construction Regulations of the Water Resources Agency, MOEA. However, the definition of “well point dewatering” at construction sites of buildings is no relevant regulations or regulations. Specifications are detailed. Therefore, this project collects relevant literature on groundwater dewatering at construction sites of buildings. Dig well engineering can be roughly divided into sump excavation method, point well excavation method and deep well excavation method. The data from the collected cases show that the groundwater dewatering at the construction site is mostly by the deep well excavation method. Due to the geological characteristics in Taichung areas, well drilling is mostly carried out manually but other areas are mostly carried out by machine drilling.

The Executive Yuan had approved the "Emergency Drought Relief Water Source

Response Plan 2.0", which reused the groundwater dewatering at construction sites of building. Groundwater dewatering was used as emergency backup water for the first time in Taiwan. Due to adequate amount of water extraction, drought condition had been relieved in many areas. However, Taichung City has added the regulations on the reuse of groundwater in construction sites of buildings to the building construction regulations but with short and simple paragraph and not reasonable reuse of groundwater. From the pollutant monitoring results of the top ten groundwater zones in Taiwan, the Zhuoshuixi alluvial fan and the Jianan Plain have an average grade of 79.3 and 81.4 points, separately. Other eight groundwater zones have the grade greater than 90 points. From the statistics of the annual groundwater withdrawal, Zhuoshuixi alluvial fan, Jianan Plain and Pingtung Plain are all belong to over-pumping areas and groundwater recharge is larger than groundwater withdrawal for other seven groundwater regions. Therefore, development and utilization of groundwater in Taiwan are available in the future.

4. Major recommendation items

Through this research, following two recommendations are made for immediate- and short- to middle- term period:

Recommendation 1

Research on the trial evaluation and verification to the green building evaluation system based on the cases of groundwater reuse in the construction process of the building sites: immediate

Organizer: Architecture and Building Research Institute, MOI

Co-organizers: Taiwan Architecture & Building Center

The results of research in this year have developed the programs for incorporating groundwater reuse into the green building evaluation system during construction process at the building sites. For considering the geological and local conditions of

various regions of construction sites as well as the differences contents for the earth retaining works, groundwater dewatering schedule and the content of the dewatering plan. The assessment ratio and method should be adjusted according to the above-mentioned different constraints. Therefore, it is recommended that the more construction projects of buildings at different counties and cities should be collected. Then, the draft temporary water use plan should be evaluated and verified for green building assessment system. Furthermore, the evaluation parameters and audit standards are added and revised in the draft temporary water use plan, and the standards and methods for the management and reuse of groundwater in construction sites in the green building evaluation system are discussed. They are important for the development and promotion of the green building rating system in the future.

Recommendation 2

Review and amendment of relevant laws and regulations for groundwater reuse and dewatering management at construction sites of building: short- to middle- term

Organizer: Architecture and Building Research Institute, MOI

C0-organizer: Construction and Planning Agency, MOI; Water Resources Agency, MOEA; Local Governments

At present, the construction control regulations and measures in Taichung City stipulate that if there is pumping and drainage in construction sites of building, groundwater resource reuse devices should be installed which is included in the city's construction sites of building in the groundwater dewatering plan. However, the content of the groundwater dewatering reuse plan does not in detail about the overall water reuse plan and the percentage of reuse. Hence, water reuse devices cannot achieve the substantial benefits of sustainable water resource utilization. In addition, for groundwater dewatering operations, the name of the plan and the content of the requirements do not have standardization. Therefore, it is suggested that all central/local governments should unify the name of the groundwater dewatering plan, define the

terms related to the content of temporary water use plan at construction sites of buildings, summarize the content structure and arrangement of the plan, review and amend relevant laws and regulations for groundwater dewatering and reuse and management during building construction period. These will provide as the reference for policy development of future groundwater dewatering at construction sites of building and sustainable water resources utilization.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

壹、研究緣起

臺灣年平均降雨量高達 2,500 公釐，約為世界平均值的 2.6 倍，屬於降雨量豐沛的地區，但因山高坡陡流短且急，使得雨水急流入海，據統計約 80% 降雨量蒸發或流入海，僅 20% 約 177 億噸可貯留使用，其中可使用的水約 22% 由水庫供應、46% 由河川取水、32% 抽用地下水；然因國內降雨時空分布不均明顯，降雨時間主要在每年的 5~10 月，其降雨量占約全年的 78%，主要依賴梅雨季節與颱風降雨，因此在每年梅雨及颱風降雨量若不如預期，或汛期結束前水庫未能有效蓄滿，即可預知來年春季的旱象之必然，故必須於 5 月梅雨季節前審度用水，啟動備用水源並研擬應變計畫，係為維持國內發展的必要對策。

由於近年全球受氣候變遷而造成降雨型態急遽變化，109 年臺灣更面臨五十六年來最嚴重乾旱的情況，國內在水資源面臨不足之情勢，面對嚴峻枯水挑戰，且開發新水源不易之困境下，除落實各項節水及水源調度措施外，行政院核定「緊急抗旱水源應變計畫 1.0」採取增加抗旱水井、埤塘利用、伏流水利用、移動式淨水設備及緊急海淡機組等多元水源使用，以減緩旱象衝擊；至 110 年初水情仍極為嚴峻，進而提出「緊急抗旱水源應變計畫 2.0」強化區域調度、伏流水開發、淨水廠周邊水源利用、臺中緊急海淡、增設淨水處理設備、建築工地地下水利用等工作。其中建築工地地下水利用係為首次作為緊急抗旱水源的項目，以往建築工地在施工過程開挖所排降的地下水，多係直接由管溝系統放流而造成水資源的浪費，故地方政府已開始應用建築工地點井地下水進行貯集利用並作為重要的抗旱水源之一，其不僅可供應建築工地內部用水，更可透過檢驗、處理與評估後而對外提供自來水公司供應民生的抗旱用水、消防局的災備用水、環保局的清潔水源，以及企業、工業、公家或民間單位交易使用(如台積電)等多元利用，使其成為產業活水的來源，並提升都市水資源管理能力與基地環境因應氣候變遷之調適

能力。

貳、研究背景

以往建築工地開挖基地所排降的地下水，多未將其妥善的利用而直接由管溝系統放流至河川，然而一般地下水源具水量穩定且水質較少污染的特性，在建築工地每日所需用水量龐大的情況下，如能將抽取的地下水源直接貯集利用，相比由自來水廠的管路配水更能符合節能減碳與永續水資源利用的效益；並且在目前新水源開發不易的情況下，可設置臨時水塔進行建築工地地下水的貯集並考量多元利用配置，除了供應建築工地內部用水外，可提供自來水公司供應民生的抗旱用水、消防局的災備用水、環保局的清潔水源，以及企業、工業、公家或民間單位交易使用(如台積電)等，不僅提高水資源利用成效，更達到循環經濟之效益。綠建築評估體系係以生態、節能、減廢、健康為發展主軸，故針對建築基地開發過程有關水資源利用的評審，應有其考量的必要。

今年聯合國世界水資源開發報告(The UN World Water Development Report 2022)的主題為「地下水：讓被忽視的資源可視化(Groundwater: Making the invisible visible)」，描述全世界地下水開發、管理和治理相關的挑戰和開發可能性，並說明地下水約佔地球上淡水的 99%，然其被知甚少，因而常常被低估、管理不善與濫用，使其浪費、枯竭或污染；在面臨全球氣候變遷的影響之下，使得世界許多地區水資源短缺日益嚴重，故如何妥善利用地下水的巨大潛力，以及對其進行永續管理的必要性將不能再被忽視。國內地下水開發作為產業利用已行之有年，然針對建築工地地下水利用最早係自 102 年由臺中市環境保護局環境影響評估審查委員會訂定的「臺中市環境影響評估應承諾事項」，其中第 13 項即係有關建築工地排降地下水需承諾施工期間所抽取地下水應有適當儲存設備，加強水資源再利用於抑制粉塵灑水、道路洗掃、流動廁所、洗車用水、植栽澆灌等施工期間用水；今年度(111 年)臺中市都發局更將建築工地排降地下水相關事項納入「臺中市建築物施工管制辦法」的法規當中，規定建築工地有抽排水者，應設置地下水資源再利用裝置。

有鑑於國外水資源開發趨勢與國內已逐漸重視建築工地排降地下水資源再

利用之議題，考量將建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統而達到永續水資源與多元水資源開發之目的，藉本年度計畫「創新循環綠建築環境科技計畫(二)」作「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之可行性研究」，針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議，並研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析，預期可提供綠建築評估體系與政府政策制定之重要參考範疇，並助於未來應用推廣，進而達到永續水資源與節能減碳之效益。

第二節 研究方法與步驟

爰引內政部建築研究所協同研究計畫需求說明研究內容，將研究案之工作項目如下：

研究內容初步之 5 項研究內容，研究案之工作項目如下：

1. 蒐集彙整建築相關法規(含水利法)與相關政策規範。
2. 現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集與分析。
3. 施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析。
4. 研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要。
5. 針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議，並研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析。

以下則依據工作項目分述採用之研究方法：

壹、蒐集彙整建築相關法規(含水利法)與相關政策規範

本計畫擬蒐集國內有關建築工地相關法規，如水利法、建築物施工管制辦法等，並參照各縣市政府的建築管理自治條例，進而針對建築工地地下室開挖及排降地下水與利用相關之研究報告、發展策略及政策規範(如用水計畫書、緊急抗旱水源應變計畫 2.0)等相關文獻進行彙整分析，將作為本案建築工地地下水貯集

及其他多元利用規劃之參考依據。

貳、現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集與分析

由於目前國內僅少部分縣市政府對於建築工地排降地下水進行貯集利用進行規範與限制，故擬將蒐集彙整現行建築工地施工過程已針對地下水進行利用之案例，並透過專家諮詢與調查的方式進行探討與分析，將作為本案評析施工過程排降地下水量與工地臨時用水量以及研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要之參考依據，其研究擬採用之方法概述如下：

1. 案例蒐集與分析—擬藉新建建築工程工地地下水資源再利用名冊之建築工地聯繫相關負責人，並針對該建築排降地下水方法與其量體估算、工地臨時用水量估算、地下水貯存水塔設計、地下水水質與貯集利用項目等相關內容進行蒐集彙整。
2. 專家技術諮詢及調查—擬針對前述案例進行現地調查並針對建築工地施工過程之地下水利用相關技術進行諮詢，進而召集相關領域的專家學者辦理兩場諮詢座談會，擬討論國內現行建築工地施工過程之地下水利用實務設計上的問題、國內各地下水區之水質與貯集利用情況、建築工地臨時用水計畫書需求性與內容討論，以及地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性等。

參、施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析

建築工地地下室開挖為平衡地基將於施工過程進行排降地下水工程，施工過程排降地下水量的估算需先考量建築應用的排降地下水工法，其工法的選擇將依現地條件而不同，常見的工法主要可分為明排水法與點井工程，如后說明。

1. 明排水法—通常用於土質較好、水量不大、建築地基可擴大者，一般採用截、疏、抽的方法：
 - (1) 截：在現場周圍設臨時或永久性排水溝、防洪溝或擋水堤，以攔截雨水、潛水流入施工區域；

(2) 疏：在施工範圍內設置縱橫排水溝，疏通、排除場內地表積水；

(3) 抽：在低窪地段設置集水、排水設施，並利用抽水機抽排。

2. 點井工程—作業簡單，且費用較低，係利用抽水設備不斷抽出地下水，使地下水位降到坑底以下，直至土方和基礎工程施工結束為止；點井工程可分為單層輕型、多層輕型、噴射、電滲、深井等類型，依其土壤條件與降低地下水位深度彙整如表 1-1 所示。

表 1-1 點井工程類型及其適用條件

點井工程類型	土壤水力傳導係數 $k(m/s)$	降低水位深度(m)
單層輕型	$10^{-4} \sim 10^{-7}$	3 ~ 6
多層輕型	$10^{-4} \sim 10^{-7}$	6 ~ 12(依點井層數)
噴射點井	$10^{-5} \sim 10^{-8}$	8 ~ 20
電滲點井	$< 10^{-8}$	宜配合其他類型工程
深井點井	$\geq 10^{-7}$	> 10

(資料來源：本研究蒐集彙整)

本計畫考量建築工地臨時用水之評估項目初步可分為生產用水、生活用水和災備用水等三大類，各類的供水項目將依各建案性質而不同，大致研擬的供水項目如后說明：

1. 生產用水—包括工程用水(如澆注混凝土、模板澆水、澆磚及清洗、灑水抑制揚塵等工作)與機械用水(如攪拌機、機械冷卻及機具清洗等)。
2. 生活用水—主要依工地規模與現場人數而定，考量係透過地下水貯集利用，故以非接觸用水項目為主，如沖廁、澆灌、洗衣用水等。
3. 災備用水—包括建築工地消防用水與緊急抗旱儲備水源等。

肆、研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要

本節將彙整前述各項成果，針對未來建築工地排降地下水量供應工地臨時用水量、放流量與其他多元利用量，研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要，初步研擬的計畫書大綱條列如后：

1. 建築工地簡介
 - (1) 開發單位基本資料
 - (2) 建案內容說明
2. 計畫用水量(工地臨時用水推估)
 - (1) 生產用水(含用量推估計算式)
 - (2) 生活用水(含用量推估計算式)
 - (3) 災備用水(含用量推估計算式)
3. 水源供應規劃(排降地下水量推估)
 - (1) 排降地下水工法
 - (2) 量體推估公式或模擬模式
4. 排降地下水貯集利用規劃
 - (1) 節水規劃(替代工地臨時用水之節水率)
 - (2) 地下水多元利用規劃(依工作項目(五)成果收錄)
 - (3) 放流量推估
 - (4) 臨時貯存水塔容量估算
 - (5) 水平衡圖
5. 綠建築評估系統評分
(依工作項目(五)成果收錄)。

伍、針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議，並研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析

建築工地將排降的地下水進行貯集，不僅可供應建築工地內部用水，更可透過檢驗、處理與評估後提供對外的多元地下水利用，本計畫擬研提的多元利用與相應單位將分列如后說明：

1. 自來水公司－供應民生的抗旱用水；
2. 消防局－災備用水(如消防車用水)；
3. 環境保護局－清潔水源(如灑水車用水)；
4. 企業、工業、公家或民間單位－水交易(如機具冷卻水源、製程用水等)。

考量建築工地進行地下水貯集與多元利用目前尚未有相關鼓勵與設置誘因，本計畫後期將研議將其納入綠建築評估體系的水資源指標項目或優惠加分項目中，期能有效提高國內建築工地地下水再利用的規劃意願，研究成果可做為建築工地臨時用水計畫書與評估指標之參考依據。

依據工作項目與內容，本計畫之研究步驟如下圖 1-1 所示。

執行計畫流程

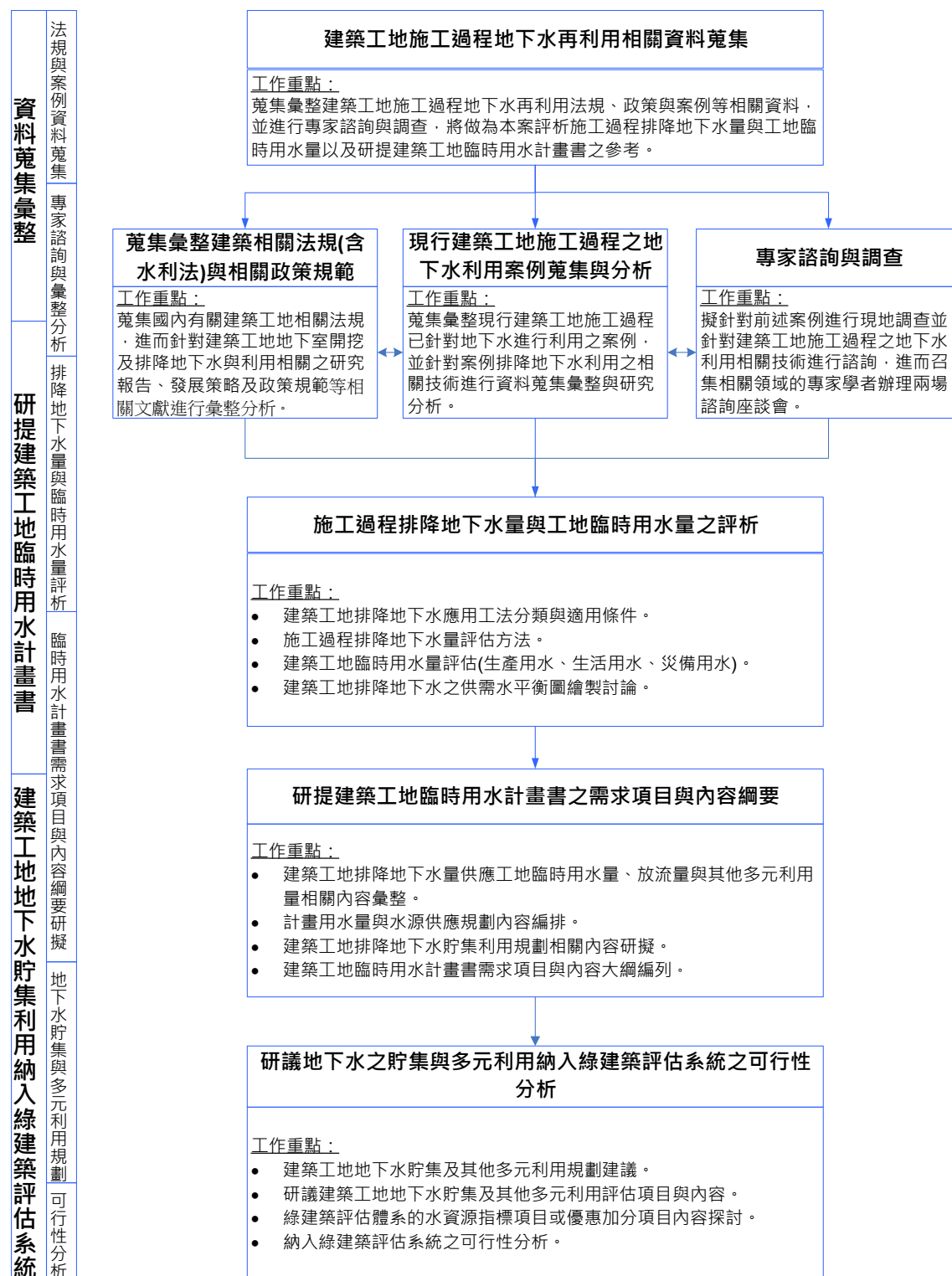


圖 1-1 研究流程圖

(資料來源：本計畫成果)

本年度研究進度甘特圖如圖 1-2 所示。

工作項目 \ 月	第 1 個月	第 2 個月	第 3 個月	第 4 個月	第 5 個月	第 6 個月	第 7 個月	第 8 個月	第 9 個月	第 10 個月	備註
蒐集彙整建築相關法規(含水利法)與相關政策規範											
現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集與分析											
施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析											
期中報告撰寫(6/30 前繳交)											
研提建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要											
針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議											
研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之可行性分析											
召開座談會											
期末報告撰寫(10/14 前繳交)											
資料蒐集分析報告修訂及定稿(12/9 前繳交)											
預定進度 (累積數)	6%	12%	24%	32%	41%	47%	62%	76%	97%	100%	

圖 1-2 研究進度甘特圖

(資料來源：本計畫成果)

第三節 小結

依據本計畫之目的及研究內容，本計畫期末完成建築工地排降地下水之相關法規與相關政策規範以及現行建築工地施工過程之地下水利用案例之蒐集彙整，並針對新建建築工地地下水抽排水計畫書或袪水計畫書進行研究討論，進而評析施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之計算方法，以及研擬新建建築工地地下水袪水工程與臨時用水計畫書之內容架構，並研議地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之相關內容。本計畫期末工作執行成果概略如下：

- 完成建築工地排降地下水之相關法規與相關政策規範蒐集彙整；
- 完成現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集與分析；
- 完成新建建築工程排降地下水工法比較分析；
- 完成新建建築工程排降地下水再利用現況與可行方案探討；
- 完成施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之計算方法評析；
- 完成新建建築工地地下水袪水工程與臨時用水計畫書之內容架構研擬；
- 針對建築工地地下水貯集及其他多元利用提出規劃建議；
- 完成地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之相關內容研議

其它詳細執行成果與報告撰寫將分列於後面諸章節說明。

第二章 文獻蒐集與分析探討

本章主要針對本計畫之研究背景、目的及內容，本研究蒐集國內外研究現況及相關研究文獻進行回顧，彙整並進一步就下列三個面向：「新建建築工程排降地下水相關法規與政策規範」、「新建建築工程排降地下水工法比較分析」及「新建建築工程排降地下水再利用現況與可行方案」，茲分述如下：

第一節 新建建築工程排降地下水相關法規與政策規範

國內現行新建建築工程排降地下水相關的中央法規，如內政部營建署《建築技術規則建築設計施工編》中針對建築工地開挖作業與地下建築物訂定相關規定，並於建築工程施工規範《第 02240 章 排水》針對施工期間為排除地表水及降低地下水壓進行規範；經濟部水利署的《水利法》與《地下水管制辦法》中針對抽取地下水訂定相關規定，並在施工規範《第 01572 章 工地環境保護》針對施工期間廠商應辦理之水污染防治等相關環境保護措施，以及《第 02243 章 鑿井工程》針對鑿井引水工程進行相關施工規範；行政院環境保護署《環境影響評估法》、《開發行為環境影響評估作業準則》與《開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準》亦針對開發行為(包括供水、抽水或引水工程等)訂定相關規定與罰則，臺中市政府環境保護局更訂定《臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項》，針對開發案件施工期間訂定十九項應承諾事項，其中針對地下水抽水後再利用，說明應設置臨時水塔，並提供附近居民、公共設施及工地所需之用水，進而提供設置臨時水塔容量表供開發單位參考，如下表 2-1 所示。

表 2-1 臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項之設置臨時水塔容量表

地下水總抽取量	設置臨時水塔容量	備註
100 萬噸以下	至少 5 噸至 10 噸	-
100 萬噸至 150 萬噸	至少 10 噸以上	-
150 萬噸以上	至少 15 噸以上	-

(資料來源：臺中市環境保護局，臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項，民國 110 年)

針對前述國內現行新建建築工程排降地下水相關的中央法規與施工規範，彙整如下表 2-2 所示。

表 2-2 新建建築工程排降地下水相關的中央法規與施工規範彙整

單位	法規	施工規範
內政部營建署	<u>建築法 (111.05)</u> 第一章 總則 第 1 條 為實施建築管理，以維護公共安全、公共交通、公共衛生及增進市容觀瞻，特制定本法；本法未規定者，適用其他法律之規定。 第九章 附則 第 101 條 直轄市、縣（市）政府得依據地方情形，分別訂定建築管理規則，報經內政部核定後實施。 <u>建築技術規則建築設計施工編 (110.10)</u> 第八章 施工安全措施 第三節 擋土設備安全措施 第 154 條 凡進行挖土、鑽井及沉箱等工程時，應依左列規定採取必要安全措施： 1. 應設法防止損壞地下埋設物如瓦斯管、電纜，自來水管及下水道管渠等。 2. 應依據地層分布及地下水位等資料所計算繪製之施工圖施工。 3. 靠近鄰房挖土，深度超過其基礎時，應依本規則建築構造編中有關規定辦理。 4. 挖土深度在一·五公尺以上者，除地質良好，不致發生崩塌或其周圍狀況無安全之慮者外，應有適當之擋土設備，並符合本規則建築構造編中有關規定設置。 5. 施工中應隨時檢查擋土設備，觀察周圍地盤之變化及時予以補強，並採取適當之排水方法，以保持穩定狀態。 6. 拔取板樁時，應採取適當之措施以防止周圍地盤之沉陷。 第十一章 地下建築物 第二節 建築構造 第 198 條 地下建築物應調查基地地下水位之變化，根據雨季之最高水位計算其上揚力，並做適當之設計及因應措施以防止構造物	<u>建築工程</u> <u>施工規範-</u> <u>第 02240 章</u> <u>祛水</u> 說明施工期間為排除地表水及降低地下水壓，在設計圖說容許之區域範圍內，設置之地下水祛水系統及地面排水設施與施作之規定。

	之上浮。 第 199 條 地下建築物應於適當位置設置地下水位觀測站，以供隨時檢討其受水浮力之影響。	
經濟部水利署	<u>水利法 (110.05)</u> 第 五 章 水利事業之興辦 第 46 條 1. 興辦水利事業，關於左列建造物之建造、改造或拆除，應經主管機關之核准： 一、防水之建造物。 二、引水之建造物。 三、蓄水之建造物。 四、洩水之建造物。 五、抽汲地下水之建造物。 六、與水運有關之建造物。 七、利用水力之建造物。 八、其他水利建造物。 2. 前項各款建造物之建造或改造，均應由興辦水利事業人備具詳細計畫圖樣及說明書，申請主管機關核准。如因特殊情形有變更原核准計畫之必要時，應由興辦水利事業人聲敘理由，並備具變更之計畫圖樣及說明書，申請核准後為之。但為防止危險及臨時救濟起見，得先行處置，報請主管機關備案。 3. 未經主管機關核准而擅行施工之水利建造物，主管機關得令其更改或拆除。 第 47 條 興辦水利事業經核准後，發生左列情事之一者，主管機關應撤銷其核准或予以限制；於必要時，並得令其更改或拆除之： 一、設施工程與核定計畫不符或超過原核准範圍以外者。 二、施行工程方法不良，致妨害公共利益者。 三、施工程序與法令不符者。 四、在核准限期內，未能興工或未能依限完成者。但因特殊情形申請主管機關核准予以展期者，不在此限。 第 47-1 條 1. 中央主管機關為防止某一地區地下水超抽致影響地下水資源永續利用、海水入侵或地層下陷，得劃定地下水管制區，限制或禁止地下水之開發；其管制區劃定程序、鑿井與水權登記管制及其他應遵行事項之辦法，由中央主管機關定之。 2. 地下水管制區有農業用水之需要，其劃定程序、鑿井與水權	<u>施工規範</u> <u>第 01572 章</u> <u>工地環境保護</u> 施工期間廠商應辦理之水污染防治、空氣污染防制、噪音振動防制、環境保護計畫、工區鄰近道路應辦理之環境保護措施、工程完工後各項臨時環保設施之拆除與復原等以及其他所有未列細項之相關環境保護措施。 貳、水污染防治： 四、廠商於施工期間應配合工址現況及工程施工作業需要，施做臨時性排水及導水設施，

登記管制及其他應遵行事項之辦法，中央主管機關應會商中央農業主管機關定之。 3. 第一項地下水管制區內已取得之水權，主管機關得予限制、變更或廢止。 第 60 條 1. 為管理地下水開發，地下水鑿井業應向所在地直轄市或縣（市）政府申請許可，始得申請公司或商業登記。 2. 地下水鑿井業之許可、資格、條件及其分類、技術條件、施工、經營管理事項及其所屬技術員、技工之資格、施工管理事項及其他應遵行事項，由中央主管機關訂定地下水鑿井業管理規則管理之。 <u>地下水管制辦法 (106.06)</u> 第 1 條 本辦法依水利法第四十七條之一第一項及第二項規定訂定之。 第 3 條 本辦法用詞定義如下： 一、鑿井：指挖鑿或設置於地面以下，可抽汲地下水之建造物者。 二、引水：指抽汲地下水並加以使用或收益者。 第 4 條 管制區內之鑿井，應依本法第四十六條規定辦理。 第 5 條 鑿井引水位於第二級管制區內者，應符合下列各款規定之一；其位於第一級管制區內者，以符合第一款、第四款、第六款或第七款規定之一為限： 一、自來水系統尚未到達或尚未供水地區之家用及公共給水。 二、經主管機關同意，進行地下水人工補注及回用。 三、因應中央各目的事業主管機關政策需要，報經中央主管機關同意，對於地下水水權重新調配引水。 四、中央農業主管機關或臺灣省政府核定之養殖漁業生產區，規劃作為公共管線之水源，經中央主管機關同意，並指定適當地點鑿井引水。 五、溫泉法劃定公告之溫泉區內，依其溫泉區管理計畫規劃為公共管線之水源，並經中央主管機關同意。 六、國防設施或營區、國際航空站、國際商港、消防機關、醫學中心或區域醫院，供水有中斷之虞，必須設置備用水井。 七、主管機關或中央目的事業主管機關為預防戰爭、天然災害或其他重大變故，對公共利益或經濟造成重大影響，有設	以維持工區現有排水及灌溉溝渠水路等之暢通，避免中斷水路。 五、廠商為配合整地、開挖作業、填土作業、材料堆置等，必須於工區範圍內之適當位置上，如各溝渠匯流處、各排水分區出口處或基地低窪地等處，設置臨時性攔砂及導排水設施，以減緩水流及攔截因沖蝕而流失之土石。 <u>施工規範</u> <u>第 02243 章</u> <u>鑿井工程</u> 說明鑿井工程之材料、設備、施工及檢驗等相關規定。
---	--

	置備用水井之必要，並經中央主管機關同意。 <u>地下水鑿井業管理規則 (104.08)</u> 第 1 條 本規則依水利法第六十條第二項規定訂定之。 第 2 條 本規則所稱地下水鑿井業，指承攬供觀（監）測、研究、調查、抽汲、補注地下水之水井鑽鑿、維護及封填工程之公司或商號。 第 5 條 地下水鑿井業分下列三等： 一、甲等：得承攬第二條所列各項工程。 二、乙等：得承攬管徑三十公分、深度一百公尺以內之水井鑽鑿、維護及封填工程。 三、丙等：得承攬以手工鑽鑿之水井工程。 前項地下水鑿井業應具備營業能力之條件如下： 一、甲等：資本額新臺幣三百萬元以上，具備五十馬力及十五馬力以上鑿井機各一套，電焊機及氧焊機各二套，三十馬力以上抽水機、洗井機及砂樣分析器各一套，並置有專任技術員一人及技工二人以上者。 二、乙等：資本額新臺幣一百萬元以上，具備十五馬力以上鑿井機、電焊機、氧焊機及十二馬力以上抽水機各一套，並置有專任技工二人以上者。 三、丙等：資本額新臺幣三十萬元以上，具備手工鑿井全套設備，並置有專任技工一人以上者。	
行政院環境保護署	<u>環境影響評估法 (92.01)</u> 第 二 章 評估、審查及監督 第 5 條 1. 下列開發行為對環境有不良影響之虞者，應實施環境影響評估： 一、 工廠之設立及工業區之開發。 二、 道路、鐵路、大眾捷運系統、港灣及機場之開發。 三、 土石採取及探礦、採礦。 四、 蓄水、供水、防洪排水工程之開發。 五、 農、林、漁、牧地之開發利用。 六、 遊樂、風景區、高爾夫球場及運動場地之開發。 七、 文教、醫療建設之開發。 八、 新市區建設及高樓建築或舊市區更新。 九、 環境保護工程之興建。 十、 核能及其他能源之開發及放射性核廢料儲存或處理場所之興建。 十一、 其他經中央主管機關公告者。	-

	2. 前項開發行為應實施環境影響評估者，其認定標準、細目及環境影響評估作業準則，由中央主管機關會商有關機關於本法公布施行後一年內定之，送立法院備查。 第 7 條 1. 開發單位申請許可開發行為時，應檢具環境影響說明書，向目的事業主管機關提出，並由目的事業主管機關轉送主管機關審查。 第 18 條 1. 開發行為進行中及完成後使用時，應由目的事業主管機關追蹤，並由主管機關監督環境影響說明書、評估書及審查結論之執行情形；必要時，得命開發單位定期提出環境影響調查報告書。 2. 開發單位作成前項調查報告書時，應就開發行為進行前及完成後使用時之環境差異調查、分析，並與環境影響說明書、評估書之預測結果相互比對檢討。 3. 主管機關發現對環境造成不良影響時，應命開發單位限期提出因應對策，於經主管機關核准後，切實執行。 第 三 章 罰 則 第 23 條 有下列情形之一，處新臺幣三十萬元以上一百五十萬元以下罰鍰，並限期改善；屆期仍未改善者，得按日連續處罰： 一、違反第七條第三項、第十六條之一或第十七條之規定者。 二、違反第十八條第一項，未提出環境影響調查報告書或違反第十八條第三項，未提出因應對策或不依因應對策切實執行者。 三、違反第二十八條未提出因應對策或不依因應對策切實執行者。 <u>開發行為環境影響評估作業準則 (110.02)</u> 第 一 章 總 則 第 1 條 本準則依環境影響評估法第五條第二項規定訂定之。 第 二 章 環 境 影 響 之 預 防 對 策 第 16 條 1. 開發單位施工及營運之用水，依水資源相關法規須檢附用水計畫書者，應先向水資源主管機關提出用水計畫書之申請。 2. 前項開發行為基地位於地下水管制區者，如需抽取地下水時，應依水利法及地下水管制辦法等相關規定辦理。 3. 抽取地下水者，應調查開發行為基地內地下水水位、水質，並提出有效防止地下水污染及地盤（層）下陷措施。	
--	--	--

	第 31 條 開發單位對於開發行為因基礎開挖與處理、抽沙、填土、高填方或地下深開挖包含隧道、涵管以及營運期間可能造成之各種地面沈陷或地下水位變化等現象，應予預測研判其可能影響，並納入環境保護對策。 開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準(109.08) 第 13 條 供水、抽水或引水工程之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估： 一、抽水、引水工程，符合下列規定之一者： (一)抽、引取地面水、伏流水每秒抽水量二立方公尺以上。但抽取海水供冷卻水或養殖用水使用者，或引水供農業灌溉使用者，不在此限。 (二)抽取地下水每秒抽水量○．二立方公尺以上。 (三)抽取溫泉（不含自然湧出之溫泉）每秒抽水量○．○二立方公尺以上。 (四)抽取地下水位於地下水管制區。但抽取地下水每秒抽水量未達○．二立方公尺、抽取溫泉（不含自然湧出之溫泉）每秒抽水量未達○．○二立方公尺或抽取地下水目的為工程施工，經地下水管制區主管機關同意者，或抽取地下水目的為地下水污染改善或整治、檢測水質或進行水文地質特性調查者，不在此限。	
--	--	--

（資料來源：本研究蒐集彙整）

國內直轄市、縣（市）政府為落實及維護建築物施工場所之公共安全、公共交通，促進市容觀瞻，依據地方情形分別訂定建築管理自治條例及建築工程施工管制要點或辦法，針對各縣市政府建築工程施工管制要點與辦法彙整如表 2-3 所示。以臺中市《臺中市建築物施工管制辦法》為例，此辦法係依《臺中市建築管理自治條例》第二十七條第四項規定訂定之，其中與新建建築工程排降地下水相關者，依條文內容說明如后。

第四章 安全措施

第二十八條

承造人於地下室開挖時，其擋土支撐作業除依相關規定外，應依下列規定辦理：

一、擋土工法施作前應確認現場地質狀況及地下水情形，並於施工時派專人

隨時檢查改善擋土設施，以避免附近道路與鄰房發生崩塌沉陷。必要時，應先設法改善鄰房基礎使成穩定或適當支撐後，再行開挖地下室。

二、施工計畫書應載明擋土設施施工步驟圖說，並於擋土支撐完成後檢附現場照片送都發局備查。

三、地下室開挖採用自然坡度施工者，依下列規定辦理：

(一)與鄰房保留足夠安全間距。

(二)開挖面與坡肩須有適當保護措施，坡肩保護寬度應與開挖深度相同，且其地表面不可加載荷重。但經都發局核准採取其他適當措施者，不在此限。

(三)地表面部分發生龜裂時，應即以塑膠布覆蓋龜裂部分或採取其他適當措施，並繼續觀察；龜裂繼續擴大時，應迅即回填，另行採用其他擋土工法。

四、隨時注意開挖中有無發生異常出水現象，並設置排水溝以防止附近雨(污)水流入開挖區內，且應設置坑池或點井，以利排水；有抽排水者，應設置地下水資源再利用裝置(民國111年3月1日增訂內容)。

五、搬運擋土材料或結構鋼材等長尺度之構材時，應注意其上下及周圍之行人及車輛安全，並派專人持指揮旗或指揮燈在場維持交通秩序。

六、設在擋土支撐上之棧橋，構臺應有足夠強度與支持力，並應隨時加以補強。

表 2-3 各縣市政府建築工程施工管制要點與辦法

縣市政府	建築物施工管制要點與辦法
基隆市	基隆市建築物施工中管制要點(89.07)
台北市	臺北市建築工程基礎開挖安全措施管理作業要點(95.11)
	臺北市建築管理工程處處處理建築工程違規施工作業原則(103.08)
	臺北市建築物施工中維護公共設施管理要點(106.03)
	臺北市建築工程施工時段管制辦法(107.01)

	臺北市建築工程施工中必須勘驗部分作業要點(109.11)
	臺北市建築工程辦理施工計畫審查會備查作業原則(109.11)
新北市	新北市政府建築工程施工中管制要點(102.07)
桃園市	桃園市建築物施工中管制要點(108.12)
新竹市	新竹市建築物施工中管制要點(97.10)
臺中市	臺中市建築物施工管制辦法(111.03)
彰化縣	彰化縣建築物施工中管制要點(105.12)
臺南市	臺南市建築物施工中管制要點(105.06)
高雄市	高雄市政府建築施工注意事項(101.04)
宜蘭縣	宜蘭縣建築工程施工勘驗執行辦法(109.10)
花蓮縣	花蓮縣建築物施工管制辦法(108.04)

(資料來源：本研究蒐集彙整)

第二節 新建建築工程排降地下水工法比較分析

建築工程施工期間開挖地下室為避免地下水位高於建築基礎，而造成土體側向位移與沉降，使得地基不穩，故於土方工程的施工期間需進行排降地下水作業來疏乾基土中的水分而提高地基強度，而工程中常將疏排水的作業稱為祛水（縮水或束水）；國內新建建築工地常見的排降地下水工法主要可分為集水坑祛水工法及鑿井祛水工法（點井、深井）兩種，分別說明如后。

一、集水坑祛水工法

集水坑祛水工程，又稱明(渠)排水工法，通常適用於粗粒土層(如：礫石)或滲水量小的粘土層且祛水量不大的建築工地，而地質鬆散或基坑壁不穩定者不適用；其主要係在建築基地開挖時於基礎坑底設置集水坑，並沿基坑底部周圍或中央開挖排水溝，藉排水溝將地表逕流雨水或地下水匯流入集水坑，進而設置泵浦將集水坑的水抽出基坑外，此為較為簡單且迅速的祛水工法。

集水坑深處以一次開挖至適當層底所需排水之深度為宜，如果開挖深度較深，則採分層明溝排水，以一層一層加深排水溝和集水坑的方式，逐步達到基坑斷面

和基礎坑底標高之設計要求。雨季施工時，應在基坑周圍或地面水的上游，開挖截水溝或修築土堤，以防地面水流入基坑內。集水坑排水工法的示意圖，如圖 2-1 所示；排水溝、集水坑及泵浦的設計說明如后：

- 排水溝—排水溝沿基坑周圍(距基坑邊緣至少保留約 0.4 m 的距離)或中央進行開挖，排水溝寬不大於 3 m，排水溝底應低於基礎坑底 0.4~0.5 m 且坡度約 1%。
- 集水坑—集水坑應沿基礎坑底接近擋土牆處進行設置，通常間距 20~40 m，直徑約 0.6~0.8 m，集水坑底應低於基礎坑底 1~2 m，其尺寸通常能使流入的水量呈現平衡狀態；如需長時間抽水，建議在集水坑周圍設置板樁，並在集水坑底鋪設約 0.3 m 厚度的粗礫石。
- 泵浦—以離心式泵浦搭配吸水軟管安裝於集水坑內或以沉水泵浦設置於集水坑內的方式，當集水坑累積到一定水位時，以自動或手動的方式啟動泵浦進行排水作業，將水排至基地外的排水管網，且應避免倒流回基坑內。

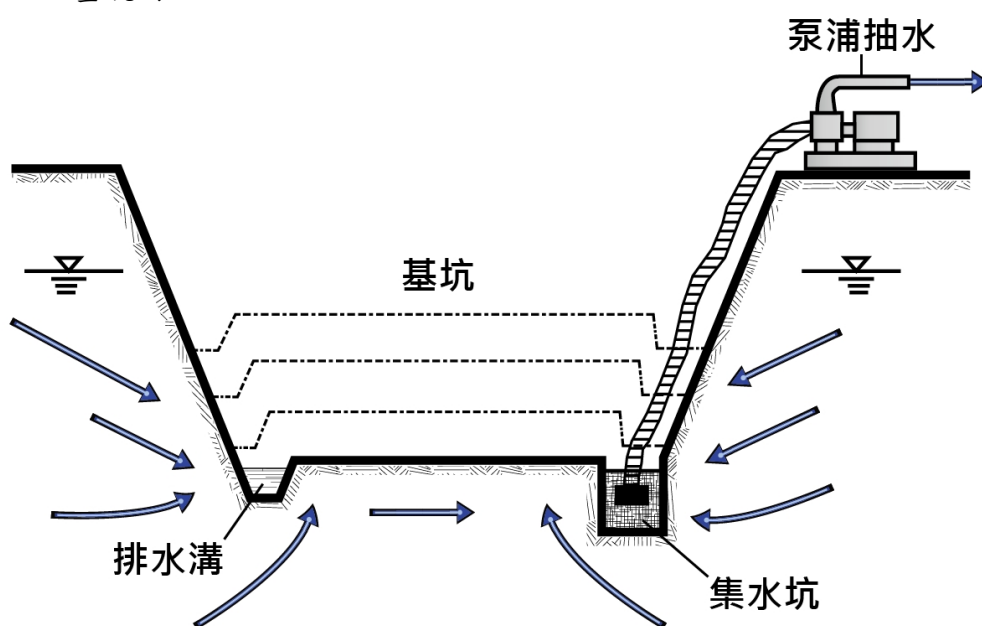


圖 2-1 集水坑排水工法示意圖

(資料來源：本研究團隊繪製)

二、鑿井排水工法

鑿井排水工法主要分為強制排水工法(如：真空排水、電氣滲透排水)及重力

祛水工法兩種，以下將針對常見的真空祛水一點井、重力祛水一深井，兩種工法進行說明：

（一）點井祛水

點井祛水工法可適用於湧水量較多的砂質層，對於低滲透性的黏土層亦可達到排水效果，較不適用於砂礫層；其係依建築工地不同而於基坑周圍以單排線狀、雙排線狀或環狀進行設置(兩井間距約 1.5~3.0 m)，並連結所有井管以真空泵浦進行抽水至集水箱，進而排出基地外，如圖 2-2 示意。

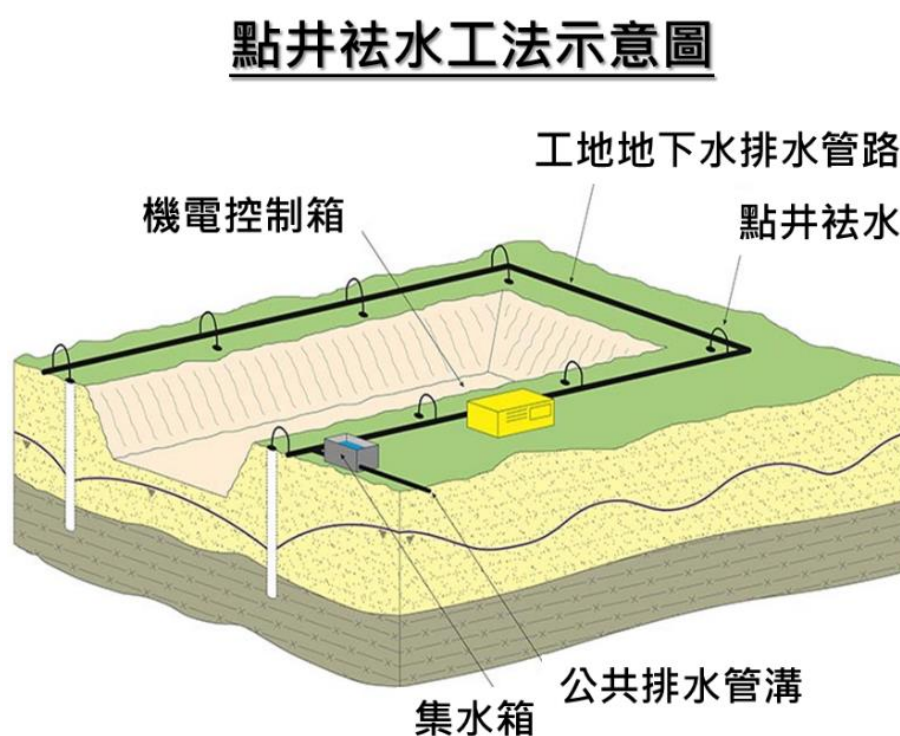


圖 2-2 點井祛水工法示意圖

（資料來源：本研究團隊繪製）

點井設置步驟說明：

- （1）鋪設地下水排水管：用以導排與收集各點井地下水的管路，以接近自然水位之位置為有利；
- （2）鑿井：可透過套管打入所需深度(井管與填料設置完畢後再拔除套管)或以高壓機輪泵浦以自行噴射沖孔，其孔徑一般不小於 300 mm；
- （3）井管埋設：於孔洞中垂直設置約 30~50 mm 的井管，井管下端銜接濾

水管與迴轉接頭，並在井管與孔壁間的下半部(濾水管處)填塞砂料、上半部(井管本體)填塞氣密材料，使地盤土壤內部孔隙的水達高度真空；

- (4) 抽水站設置：以真空泵浦抽排至集水箱，進而排出基地外，故抽水站應設置在公共排水管溝附近。

(二) 深井祛水

深井祛水工法常用於基地面積廣闊的砂礫層，砂質層亦適用，深井依規劃可設置於基坑周圍或基坑內，並依地質條件不同考慮兩井間距約 15~20 m，通常最大者不超過 25 m；其鑿井孔徑較大，依井管尺寸與建築工地條件而有所不同，一般若以機具鑿井孔徑約 300~800 mm，若以人工鑿井則約 1000 mm。鑿井完成後於孔壁埋設套管，並於中央設置井管，井管下端接濾水管，套管與井管間需填入礫石或其他濾水材料，進而設置沉水泵浦進行祛水作業，如圖 2-3 示意。

機具鑿井與人工鑿井的作業型式差異如后說明：

機具鑿井可分為衝擊式、擴孔式及旋轉式三種：

- 衝擊式—針對岩盤或是堅硬地層，使用鑿井機直接吊起鑽頭衝擊鑿井。
- 擴孔式—以中空鋼管衝擊，鋼管底部有活動鋼板，當衝擊時，鋼板開啟灌入泥沙，升起時鋼板閉合，提起土層。
- 旋轉式—使用旋轉及重力轉碎土石，鑽頭型式是由三個鑽頭所組合而成，井內使用大量泥漿或凝結劑，一方面保持井壁不坍塌，另一方面絞碎的土石可藉由泥漿浮力浮出井端，此工法並藉由反循環的方式，在井口使用污水馬達把泥漿水抽至沉澱池中，待土石沉澱後再把泥漿打入井中循環。

國內中南部地區因部分地質為較大顆粒的礫石層且地下水源豐富，多以人工的方式進行鑿井，其人工鑿井的作業步驟說明如后：

- (1) 機具挖坑：先透過挖土機挖掘約 5 m 的深度，並吊放直徑約 1 m 的水泥涵管，逐一堆疊至地面；
- (2) 人工鑿井：至少三人為一組，一員潛水作業與挖掘深井、一員操作捲揚機吊放棄土石、一員紅土製作和控制水溫與其他機具；潛水挖掘作業約

每挖 1 m 需於壁面塗抹 30~50 mm 的紅土，若為不穩定地質則需邊挖掘邊塗抹；

- (3) 套疊涵管：挖掘到預定深度時，置入直徑約 0.9 m 的水泥涵管，並由底部逐一堆疊至前述 1 m 的水泥涵管相結合，即完成鑿井作業。

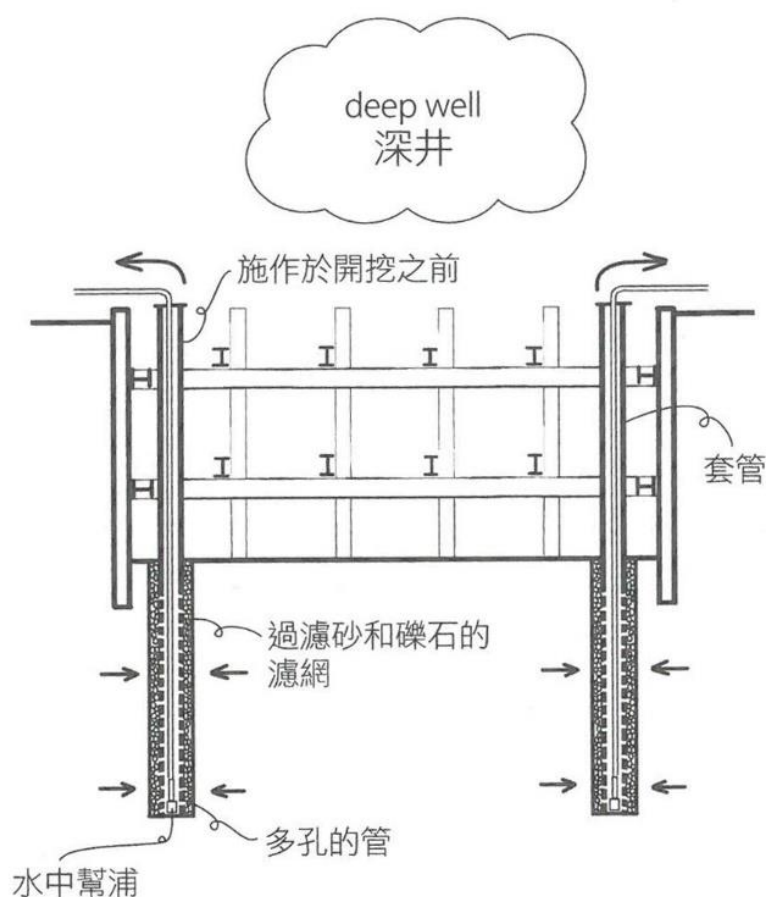


圖 2-3 深井祛水工法示意圖

(資料來源：冠德建設)

第三節 新建建築工程排降地下水再利用現況

國內自早期即開發地下水(占供水水源 32%)，農、漁業更長期仰賴其供應，雖早期常發生地下水過度開發而造成許多環境影響，但近年已針對管理不善與濫用提出相關解決方案；根據目前統計台灣十大地下水分區，僅濁水溪沖積扇、嘉南平原及屏東平原三區，每年屬於地下水超抽的情況，而多數的地下水區仍具有

開發潛力，如表 2-4 所示。對於地下水之開發與使用仍須注意超抽地下水的地區以及潛在的水質污染的問題，故需審慎調查與配合管理以確保在滿足用水需求與開發效益之原則下，避免過度開發與耗費公帑。

表 2-4 臺灣各地下水分區之年地下水量彙整表

地下水分區	抽用量	補注量	超抽量
臺北盆地	40.7	51.0	—
桃園中壢台地	156.8	343.2	—
新竹苗栗地區	167.4	435.0	—
臺中地區	268.4	555.4	—
濁水溪沖積扇	2,006.9	1,380.7	626.2
嘉南平原	1,366.6	852.8	513.8
屏東平原	1,132.8	777.8	355.0
蘭陽平原	60.2	304.2	—
花蓮臺東縱谷	155.0	351.8	—
離島地區(澎湖)	7.8	9.4	1.5

單位：百萬立方公尺

（資料來源：行政院主計總處，綠色國民所得帳編制報告(環境與經濟帳)，民國 110 年）

自 99 年行政院環境保護署訂定「土壤及地下水污染整治法」其中第六條第一項規定各級主管機關應定期檢測轄區土壤及地下水品質狀況，其污染物濃度達土壤或地下水污染管制標準者，應採取適當措施，追查污染責任，直轄市、縣(市)主管機關並應陳報中央主管機關；其污染物濃度低於土壤或地下水污染管制標準而達土壤或地下水污染監測標準者，應定期監測，監測結果應公告，並報請中央主管機關備查；102 年因應「土壤及地下水污染整治法」第六條第二項修正之「地下水污染監測標準」針對地下水污染物監測訂定標準值，如表 2-5 所示。

表 2-5 地下水污染物監測標準值

濃度單位：毫克／公升

監測項目	監測標準值	
	第一類	第二類
鐵 (Fe)	〇・一五	一・五
錳 (Mn)	〇・〇二五	〇・二五
總硬度 (以 CaCO ₃ 計)	一五〇	七五〇
總溶解固體物 (Total dissolved solid)	二五〇	一二五〇
氯鹽 (Chloride as Cl ⁻)	一二五	六二五
氨氮 (Ammonium nitrogen)	〇・〇五〇	〇・二五
硫酸鹽 (以 SO ₄ ²⁻ 計)	一二五	六二五
總有機碳 (Total organic carbon)	二・〇	一・〇
總酚 (Phenols)	〇・〇一四	〇・一四

(資料來源：行政院環境保護署地下水污染監測標準，民國 102 年)

根據 101 年行政院環保署區域性地下水質監測結果，比較臺灣各地下水分區的各项水質監測值低於地下水污染物監測標準值之合格比率，如表 2-6 所示。成果顯示，多數地下水分區的平均合格率为九成以上，僅濁水溪沖積扇及嘉南平原平均合格率約八成左右，其中花蓮臺東縱谷地下水質狀況最佳，濁水溪沖積扇最差；氨氮的水質項目顯示為地下水分區平均合格率最低者，僅離島地區為 100% 合格，兩個分區為八成以上、三個分區為七成以上、一個分區六成以上的合格率，其他三個地區包括臺北盆地、濁水溪沖積扇及嘉南平原的合格率不到五成。針對合格率較低的地下水分區，應就地下水水質進行整體規劃，有效整合及凝聚各單位之共識及資源，以使水源水質得到適當保護及改善，完備地下水監測，各種用途均應符合其使用標準，並搭配定期監測，以有效掌控地下水水質。

表 2-6 臺灣各地下水區水質監測值低於地下水污染物監測標準值之比率整理表

單位：監測值低於地下水污染物監測標準值之比率(%)

地下水分區	總硬度	總溶解 固體	氯鹽	氨氮	硫酸鹽	總有機碳	平均合格 率
臺北盆地	100.0	100.0	100.0	44.4	100.0	96.6	91.6
桃園中壢台地	100.0	100.0	100.0	72.7	100.0	100.0	96.1
新竹苗栗地區	98.7	98.7	98.7	75.6	98.7	99.4	95.7
臺中地區	100.0	100.0	100.0	72.5	100.0	100.0	96.1
濁水溪沖積扇	67.4	72.8	89.1	38.0	88.0	100.0	79.3
嘉南平原	87.0	75.7	80.8	37.2	89.5	99.5	81.4
屏東平原	87.2	87.2	87.2	80.5	94.4	100.0	90.9
蘭陽平原	100.0	95.6	95.6	60.0	100.0	100.0	93.0
花蓮臺東縱谷	100.0	100.0	100.0	86.5	100.0	100.0	98.1
離島地區(澎湖)	90.5	81.0	81.0	100.0	95.2	100.0	92.5
平均	91.0	88.4	91.1	60.2	95.0	99.5	89.3

(資料來源：行政院環境保護署，民國 102 年)

地下水原本水質良好，乃因先天所處環境優勢。當水藏在地底下土壤中其土壤本身就是基本水污染處理之功能，土壤中附著之微生物可長時間穩定接觸地下水分解水中有機質污染物，地下水傳輸過程中，土壤具有過濾作用，通常未受外來污染之地下水抽出後煮沸殺菌後即可生飲。而土壤地下水被污染，土壤本身因微生物固定附著於土壤介質中長時間直接接觸被污染物，土壤微生物易於馴化後分解外來污染物，故土壤及地下水本身就具有一定程度比地表水更高之污染自淨能力。而河川地表水通常污染排放承受水體，容易操受污染，不論是家庭污水排放工業區污水處理場廢水排放之承受水體均為河川水體，因此地下水先天水質就有比地表乾淨優勢，尤其是深層地下水幾乎不受地表入滲污染物之影響水質良好，唯一可能污染來源就是淺層地下水受地表隨機性隨意土壤棄置有毒或有害廢棄物或廢液導致局部性土壤及地下水污染。惟此種隨機性棄置廢棄物或廢液比較容易事先察覺掌控而避免持續擴大污染範圍，故只要建築基地周邊事先加強環境任意棄置污染物稽查即可確保基地地下水水質優良不受外來污染，建築基地排水排放

具高度回收再利用之價值。

目前水利署等相關單位於全台各地已設有地下水質監測站，如圖 2-4、圖 2-5 所示，而建築工地建築過中可參採鄰近水質測站數據，作為袪水水源水質背景之參考數據。



圖 2-4 臺中市區地下各項細部水質項目監測站監測圖

(資料來源：經濟部水利署)

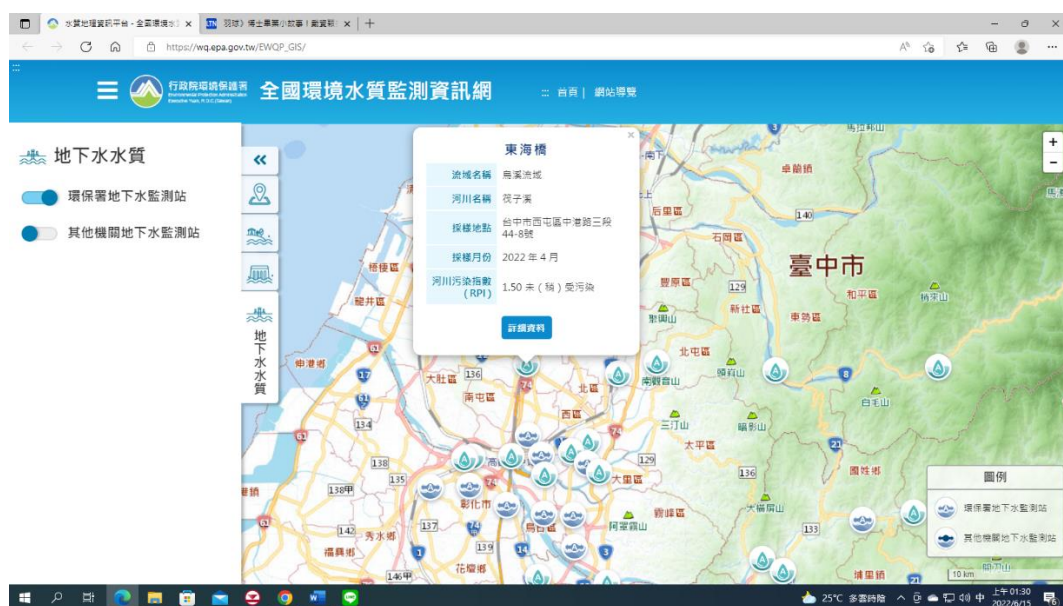


圖 2-5 臺中市區地下水污染程度指數監測站監測圖

(資料來源：經濟部環保署)

以往國內水資源的使用均以地面水為優先，地下水為輔且地下水開發係以替代水源為主，由於地下水具有水量穩定且不易受污染之優勢，故國際上多以地下水資源作為當各種緊急事件影響原有供水系統時之重要備援水源。透過建築工地排水進行再利用，國外早於 2013 年紐西蘭之春石城地區和基督城都市地區，即開始將建築基地排水後一部分地下水經沉澱池控制處理後，並由當地水資源局於取水口進行水質監測，並不定時派環境稽查員稽查水質狀況，最終將建築排水置於鄰近地區儲水槽供當地民眾使用；而剩餘部分地下水則將泵送或水車載運至鄰近地區之草皮植被經土壤草皮過濾進行排放，允許排水通過土壤滲透來補注地下水量，此補注地下水源方法需大面積密集或同等級草皮生長的區域來捕獲細粉沙粒後，將建築排水重回地下水文循環中，以穩固平衡區域地下水文環境。另外，2018 年紐西蘭塔拉納基地區亦針對建築基地開發排水之水源作為生態用水，係將其直接導入下游端咪咪(Mimi)沼澤森林進行沉澱處理池後放流至沼澤森林區成為自然環境生態用水，並於多處設置排水沉澱池，且於出水口進行水質監測。美國於 2015 年加州里弗賽德地區，長期持續性乾旱的情況下，加州西部市政水區公布迅速創造性建築工地使用再生水法案，將建築工地排水改用再生水成為加州節水要求新政策之一，並於同年 7 月生效。通過在建築工地使用再生水進行土壤調節和排水固體物控制，當地大約 10 個建築工地提供再生水，在里弗賽德地區，該法案施行在第一個再生月就超過 85 萬加侖，在 8 月再生水總計超過 160 萬加侖，在當年提供超過 500 以上用戶足夠之飲用水。

而國內目前尚未完整建置以地下水作為緊急事件備援用水之供水井網，為求穩定我國水資源供應及降低缺水事件所引致之衝擊，經濟部於「前瞻基礎建設計畫-水環境建設」之「水與發展」項下研提「防災及備援水井建置計畫(106-109 年)」，將辦理「防災緊急備援井網」及「常態備援水井建置」等二項主要工作。「防災緊急備援井網」將分兩階段辦理，第一階段依據水利署規劃成果優先辦理桃園、新竹及台中地區，第二階段於民國 107 年辦理嘉義、台南、高雄及屏東等地區備援井設置地點檢討及基本設計作業，並將參考當地民意及需求擇定適宜地區推動辦理；另「常態備援水井建置」辦理地區為台中及屏東地區，以增加臺中及屏東地區自來水系統常態供水穩定度，改善部分水壓不足及減量供水問題，加強管線

末端復水能力，並於旱象來臨，地面水不足時，可額外補充地面水不足之水源，以提升用水效率及供水品質。(108 年經濟部水利署，防災及備援水井建置計畫)

由於臺中地質土壤大都屬礫石層居多，建築基地在基礎開挖時產生大量地下水需外排至鄰近雨水下水道系統，恰好成為抗旱工作中列為考量的新興開發水資源，經濟部水利署與自來水公司積極配合抗旱，水利署辦理抗旱水源設置作業，自來水公司辦理有關建築工地地下水淨水場設置作業屬旱災天然災害需緊急處置，於臺中市區建築工地選擇地下水質良好建築工地，依建築工程地下水井祛水量，進行淨水處理設備配置設置快濾、加藥、加壓等淨水處理設備，水質監測 2 星期結果，淨水處理水質結果良好，濁度大都在 0.5NTU 以下、餘氯約控制在 0.3~0.7 mg/L 間、pH 在 6.5~7.5 間，其他各項檢項如重金屬、揮發性有機物、農藥或消毒副產物等皆遠低於飲用水水質標準，已可作為飲用水用途，該年合計最大產水能力約每日可產水 9.3 萬噸，經過自來水公司現地淨水、消毒處理後送入大臺中民生用水供水系統。臺中市政府為廣闢水源與營造、建築不動產公會合作，鼓勵業者在工地設置免費取水點，將興建地下樓層挖到的淨水層地下水，提供公務水車及民眾使用，而非像過去排至水溝，直至今年 6 月份已有 93 處新建建築工程將工地地下水資源實施再利用並提供取水點，可用於消防局救災水車，環保局抑制粉塵灑水、道路洗掃及植栽澆灌等，一般民眾如有需求亦可取水作為日常雜用。

同時桃園市政府為延緩石門水庫水量水情吃緊情況，首度規劃營建工地地下水回收再利用，經桃園市府都發局主導營建工地祛排水回收再利用計畫，初步估計目前桃園市進行之營建工地地下水每日平均出水量最高可達 2,600 噸，為有效利用工地祛排水資源，都發局盤點全市約 83 處深開挖工地地下水回收再利用的情形，後續持續推動後預計將有更具體祛排水再生量之成效數據。台南市政府推動建築工地抽取地下水回收，以大型 RO 淨水設備處理後再導入自來水配水管網，由台南市府向經濟部水利署爭取 4 台大型移動式 RO 淨水設備及 3 台砂濾設備，並於台南市歸仁區視察首座建設工地大型移動式 RO 淨水設備啟用供水，每日可產出水量約 380 噸，每月可產出水量約 11400 噸，完工後 4 台 RO 淨水設備設置完竣後，每日可產出水量約 1560 噸，每月可產出水量約 4 萬 6800 噸，以穩

定供應自來水、工業用水，減輕自來水供水壓力；另 3 台砂濾設備設置完竣後，每日可產出水量約 1130 噸，協助供應洗車業清潔用水；RO、砂濾設備於在短期半年左右的運作期間，供水效益達 27 萬噸。

第三章 新建建築施工過程地下水袪水計畫與評析方法之研究

本章節將針對新建建築施工過程排降地下水相關案例進行蒐集，並進行現場探勘與諮詢，進而藉各案例提供之排降地下水計畫或地下水袪水計畫之規劃與評析方法等內容進行探討，然目前僅臺中市新建建築工程地下水袪水計畫書之內容，有針有程地下水再利用進行規劃，故為符合本案研究主軸，將多以臺中市新建工程的相關內容進行討論，以作為本案後續針對地下水再利用之研究參考。

第一節 新建建築施工過程地下水袪水計畫之案例蒐集

由於去年(2021 年)國內在缺水旱象及科技大廠用水迫切的情況下，臺中配合行政院「緊急抗旱水源應變計畫 2.0」實施建築工地地下水利用緊急處理工程，亦為國內首次將建築工地地下水做為緊急備援水，除了將其納入緊急供水系統，更依據各建築工地的抽排水計畫書而評估每日供水量，鼓勵業者在建築工地外設置免費取水點，提供公務水車或民眾使用，進而每個月公告「臺中市新建建築工程工地地下水資源再利用名冊」以供民眾知悉利用。因此，本年度計畫在執行初期積極與臺中市政府都發局、營造單位與工程公司接洽，並針對目前進行中的新建建築工地進行探勘。本節先針對案例基本資料、地下水與開挖深度、泵浦、鑿井數、工期及再利用項目等相關內容進行現地勘查與初步討論，後一節再針對各案地下水計畫的評析方法進行深入探討。

以○○大樓新建工程為例，其位於臺中市區，基地面積約 $1,260 \text{ m}^2$ ，為地下 5 層、地上 22 層鋼筋混凝土結構建築物。由於案例地下室開挖深度為地下 21.8 m，依地質鑽探顯示地下水位在地下 2.9 m，故需在土方工程期間進行排降地下水工程。因臺中市區的地質特性，地表底下多為卵礫石層，其結構堅硬及自立性良好，故多以擋土柱作為擋土設施；亦因卵礫石層夾帶粗、細砂的地質，使之透水性良好且地下水豐沛，多以人工鑿井的方式進行鑿井工程。該案例依地下室開挖深度需鑿井深度為 33 m，並依地質條件與泵浦規格（100HP）推斷抽水涵蓋半徑而以 15~17 m（經驗值）作為兩井的設置間距，其抽水井設置間距與泵浦設置

示意如圖 3-1 所示，共需於建築基坑周圍設置 6 口深井，其深井、濾砂池及基地外公共排水溝位置分布如圖 3-2 所示。

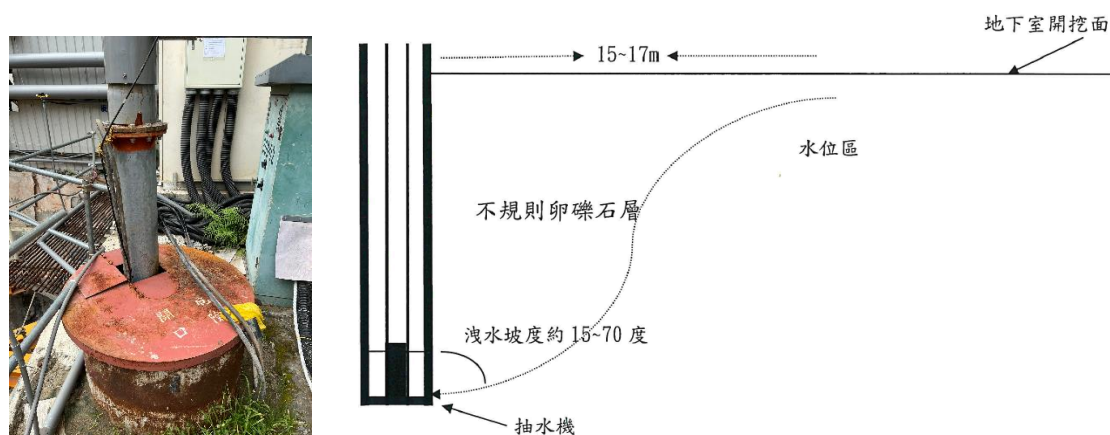


圖 3-1 ○○大樓新建工程泵浦與抽水井設置間距示意圖

(資料來源：本研究團隊拍攝、台中市政府住宅發展工程處)

說明：

1. 使用 100HP x6 台抽水機(●)、集水井(●)、雨水下水道(●)
2. 排水管(→)
3. 濾砂池(濾): 濾砂完成即可拆除濾砂池。
4. 預埋設 200mmPVC 管 6 支，每支約 200m
由基地集水區至光復路雨水下水道。(→)

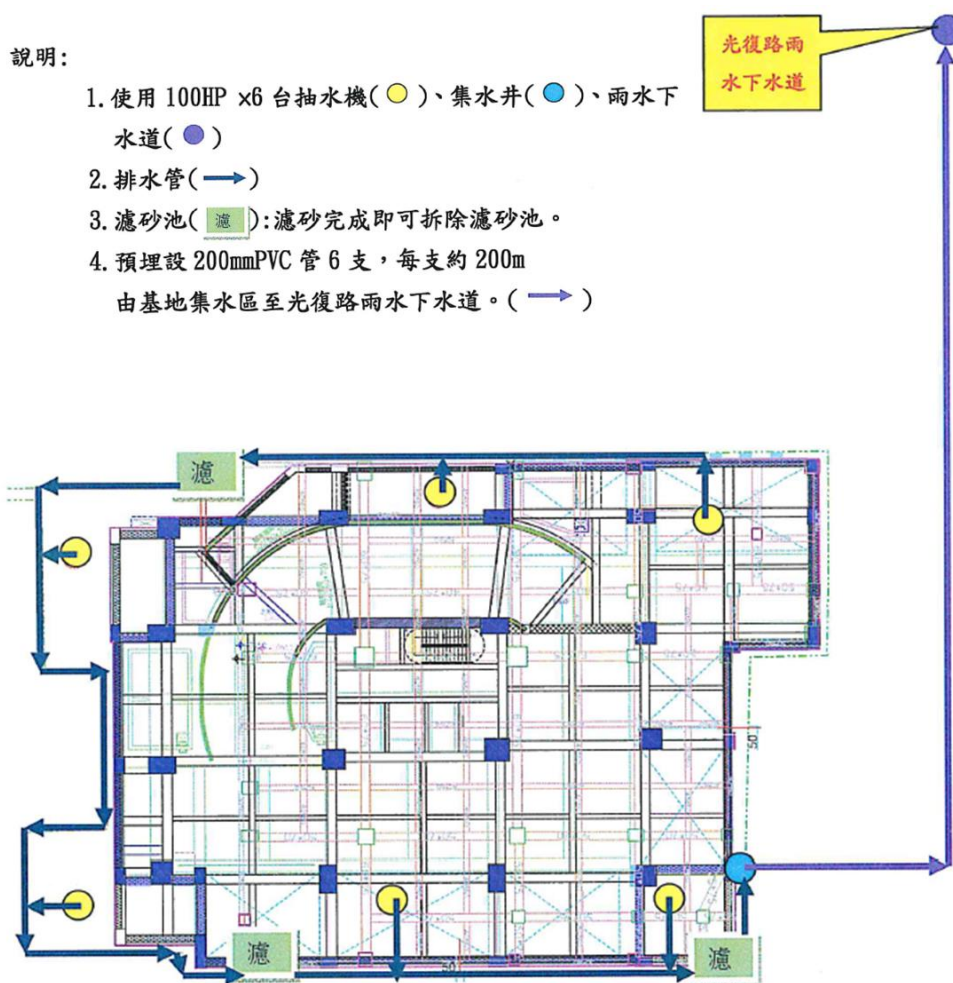


圖 3-2 ○○大樓新建工程鑿井工程施工圖說

(資料來源：台中市政府住宅發展工程處)

當鑿井作業與泵浦設置完成後，即可開始進行祛水工程，祛水工程為 24 小時不間斷施作，工程人員需以水位觀測儀於每小時進行水位變化紀錄，直至地下水位低於預定開挖深度 1 m 以下為止，地下水位達預定深度後，爾後紀錄時間將改為 2~3 小時記錄一次；整體祛水工程的時程約一年九個月左右，預定進度表如表 3-1 所示。

表 3-1 ○○大樓新建工程臨時鑿井祛水工程預定進度表

項	工程項目	開始時間	完成時間	備註
1	假設工程	109.04.15	110.01.04	-
2	抽水井工程	110.01.05	110.01.29	-
3	擋土牆支撐工程	110.01.30	110.09.04	開始抽排
4	土方開挖工程	110.08.06	110.09.14	持續抽排
5	筏基結構體工程	110.09.15	110.10.20	持續抽排
6	B5F-B1F 結構體工程	110.11.04	111.05.20	持續抽排
7	1F-6F 結構體工程	111.05.21	111.09.08	持續抽排
8	7F 結構體工程	111.09.09	111.10.14	停止抽排封井作業

（資料來源：台中市政府住宅發展工程處）

本研究團隊探勘該案的時間為 111 年 4 月 20 日，此階段已完成最底層的筏基結構體工程，正執行 B5F-B1F 結構體工程項目，故此時結構體具備一定的重量，可針對此階段調整地下水位需求高度以減少不必要的抽排水；因此，在確保工地地下水安全的前提下，為節省建築工地長期祛水工程的用電量，該案將 6 口井實施泵浦變頻自動控制來進行祛水作業，係透過變頻設備安裝並增加水位控制系統的方式，達到節能減碳的目的，同時獲得降低地下水位坡度與永續地下水的功效，其現場設置如圖 3-3 所示。



(a) 泵浦變頻自動控制設備現場設置情況



(b) 自動控制項目與顯示器

圖 3-3 ○○大樓新建工程泵浦變頻自動控制祛水工程

(資料來源：本研究團隊拍攝)

○○大樓新建工程為臺中市新建建築工程工地地下水資源再利用的 93 處取水點之一，亦收錄於「臺中市新建建築工程工地地下水資源再利用名冊」中，每日供水量可達 2,600(CMD)；該案於建築工地外設置 1 m³ 的集水塔，並提供消防用、環保用及一般用(民眾取水用)三種取水口，如圖 3-4 所示；另外，於建築工地內部設置 3 m³ 的集水塔，作為建築工地生活用水(如：沖廁、清洗、地面降溫與抑制揚塵等)使用，如圖 3-5 示意。



圖 3-4 ○○大樓新建工程地下水資源再利用對外取水口

(資料來源：本研究團隊拍攝)



圖 3-5 ○○大樓新建工程建築工地內部地下水資源再利用
(資料來源：本研究團隊拍攝)

第二節 新建建築施工過程地下水祛水計畫之評析方法內容探討

繼前節案例蒐集與探勘後，進而本節針對各項地下水祛水工程的規劃書進行蒐集與內容探討，然由於地下水祛水工程應用在多數的建案或公共工程計畫中，應用在公共工程的所彙整的相關資料，如交通部高速公路局「國道高速公路後續路段橋梁耐震補強工程(區段○-○)第○○標-祛水施工計畫」、○○市政府捷運工程局「○○車站祛水計畫」、台灣電力股份有限公司○○施工處「○○發電廠○○分廠復建計畫先期一標-施工兼急救與救難便道與廢營區段土木工程-擋水工、導水工及祛水分項施工計畫書」等，其設計內容與評估範圍較廣且對應不同的主辦機關，如與單純新建建築基地的工程內容相比，將增加彙整分析上的複雜性。因此，本計畫將主要針對新建建築工程地下水祛水計畫的內容進行探討，通常新建建築工地地下水祛水計畫書係以獨立成冊或以分項施工品質計畫書的形式，與工程施工計畫書同時送地方權責單位審核，然由於目前針對建築工地地下水祛水工程尚未有明確定義其計畫書名稱與其內容編排架構之相關規定，故地下水祛水計畫書詳載的內容於評析方法，將因應不同地區、工程公司與主辦機關需求而有所不同，本節針對新建建築工程案例地下水祛水工程相關之計畫書彙整如表 3-2 所示。

表 3-2 新建建築工程案例地下水祛水計畫書蒐集彙整

案例名稱	新建建築工程地下水祛水計畫	主辦機關
○○公共住宅統包工程	祛水工程施工暨品質計畫	台北市政府都發局
○○國際會展中心新建工程	點井抽排水計畫書	臺中市政府建設局
○○國民運動中心新建工程	抽排水分項施工計畫	臺中市體育處
○○社會住宅新建工程	開挖、祛水計畫	臺中市政府住宅發展工程處
○○大樓新建工程	臨時抽排水工程計畫書	臺中市政府住宅發展工程處

（資料來源：本研究蒐集彙整）

依表 3-2 彙整新建建築工程案例地下水祛水之相關計畫書，發現各計畫書名稱皆不同，本節將針對各計畫地下水祛水方法與計畫書內容架構進行比較，以○○公共住宅統包工程、○○國際會展中心新建工程、○○國民運動中心新建工程及○○大樓新建工程為例，其主辦機關分別為台北市政府都發局、臺中市政府建設局、臺中市體育處及臺中市政府住宅發展工程處，將計畫書內容架構比較彙整如表 3-3 所示，進而將個案例相應的評估內容與分項計畫整理如表 3-4。

成果顯示各案例除○○公共住宅統包工程的「祛水工程施工暨品質計畫」屬於地下水祛水計畫書研擬前的試驗作業計畫，故尚未針對機具臨時應變計畫、因應颱風雨季或瞬間豪大雨應變計畫及停止抽水封井計畫等內容作編列；其他案例的地下水祛水計畫書雖編排方式不同，但針對新建建築工地地下水祛水工程的評析與分項計畫內容皆有完成相似的內容摘錄，其中僅○○國際會展中心新建工程及○○大樓新建工程兩案有針對地下水祛水再利用進行計畫研擬。

表 3-3 新建建築工程案例地下水祛水計畫書內容架構比較表

案例	○○公共住宅 統包工程	○○國際會展中心 新建工程	○○國民運動中心新 建工程	○○大樓 新建工程
計畫 名稱	祛水工程施工暨品質 計畫	點井抽排水計畫書	抽排水分項施工計畫	臨時抽排水工程計畫 書
機	台北市政府都發局	臺中市政府建設局	臺中市體育處	臺中市政府

關				住宅發展工程處
計劃書內容架構	一、前言及摘要 二、基地相關資料 三、抽水試驗場配置 四、抽水井構造 (一) 抽水井 (二) 單井出水量估算 (三) 抽水機規格檢討 五、施工機具及施工方法 六、抽水試驗機具和周邊設備 七、現場抽水試驗 八、含水層中之水流行為及分析方法 九、試驗結果整理及分析 (一) 水理參數分析 (二) 參數選用 (三) 抽水規劃 十、結論與建議	第一章 工程概述 第二章 人員組職及職掌 第三章 施工方法與步驟 一、抽排水規劃 二、抽排水機使用概述 三、抽排水施工說明 四、抽水井與濾砂池尺寸 五、抽水井觀測、維護及檢查 六、安全監測建議 第四章 施工機具及材料 第五章 機具臨時應變計畫 一、抽水井故障或抽水量不足時之應變措施 二、施工用電設備 三、台電恢復供電操作步驟 四、雨季豪雨時大量積水之應變措施 五、基地總抽水量排及水溝容許排水量 六、基地抽水機平面配置 七、配合逕流廢水計畫 八、因應颱風雨季或瞬間豪大雨應變計畫 九、基地開挖期間若遇颱風雨季或瞬間豪大雨應變措施 第六章 預定進度 第七章 停止抽水施工計畫評估 五、抽排水再利用 第八章 作業安全衛生計管理與設施設置措施 附件 逕流廢水削減計畫	壹、抽排水工程概述 貳、人員組織 參、施工步驟及方法 肆、抽水施工計畫 伍、機具臨時應變計畫 陸、基地總抽水量、排水溝容許排水量 柒、因應颱風雨季或瞬間豪大雨應變計畫 捌、抽水封井計畫 玖、勞工安全衛生與環境保護措施 壹拾、施工規範	壹、抽水工程概述 貳、抽水施工計畫 參、機具臨時應變計畫 肆、抽水井觀測、維護、檢查 伍、抽水機配置、排水路徑 陸、因應颱風雨季或瞬間豪大雨應變計畫 柒、停止抽水封井計畫 附件、抽排水再利用、切結書、土地謄本、地籍圖謄本、營造業登記證、技師証

(資料來源：本計畫成果)

表 3-4 新建建築工程案例地下水祛水計畫書評估內容與分項計畫比較表

案例名稱		○○公共住宅 統包工程	○○國際會展中 心新建工程	○○國民運動中 心新建工程	○○大樓 新建工程
計畫書名		祛水工程施工暨 品質計畫	點井抽排水計畫 書	抽排水分項施工 計畫	臨時抽排水工程 計畫書
主辦機關		台北市政府 都發局	臺中市政府 建設局	臺中市體育處	臺中市政府 住宅發展工程處
工程概述		✓	✓	✓	✓
預定進度			✓	✓	✓
單井定量抽水試驗、 水理分析與參數選擇		✓			
地下水祛 水施工 規劃	地質鑽探構造圖	✓	✓	✓	✓
	抽(排)水機構造 概述	✓	✓	✓	✓
	排水路徑規劃	✓	✓	✓	✓
	井管、濾水管、 填料與配置說明	✓	✓	✓	✓
	濾水池構造說明	✓	✓	✓	✓
	公共排水溝負荷 能力估算		✓	✓	✓
	施工機具及材料 說明	✓	✓	✓	✓
	施工方法與步驟	✓	✓	✓	✓
抽水井觀測、維護、 檢查(含安全建議表)		✓	✓	✓	✓
機具臨時應變計畫			✓	✓	✓
因應颱風雨季或瞬間 豪大雨應變計畫			✓	✓	✓
停止抽水封井計畫			✓	✓	✓
抽排水再利用計畫			✓		✓

(資料來源：本計畫成果)

綜整各案例新建建築工程地下水的祛水計畫書之內容，主要係先透過建築工地土方工程與地質鑽探構造等相關基本資料，確認開挖深度、地質結構與地下水位而進行地下水祛水施工規劃。其中僅○○公共住宅統包工程的案例，因依其統包工程計畫書的要求，在地下水祛水施工規劃前需先完成單井定量抽水試驗，將導水係數 T 與儲水係數 S 等水理參數進行模擬驗證，並藉由滲透係數 K 的關係式（ $K = T/b$ ， b 為含水層厚度）推得地下水含水層的滲透係數 K 值，以及地下含水層的水流與洩降情況等相關模擬分析，作為後續地下水祛水規劃評估參數之依據。

地下水祛水施工規劃內容考量抽水機選擇規格、抽水井開挖深度、井數與設置間隔規劃，並考量濾砂池、排水管路與公共排水溝之排水路徑，以台中市祛水計畫書為例，抽水機與抽水井的規劃設計多係透過泵浦工程公司進行規劃，若祛水量過大或不如預期，則可在祛水工程作業期間更換泵浦規格或增加抽水井的方式進行修正；在滿足降低地下水的祛水量設計的同時，亦需針對公共排水溝的負荷能力進行評估，其係計算建築基地 5 或 10 年頻率降雨的地表逕流量與地下水祛水量之總和，應小於公共排水溝的容許量，而颱風或瞬間豪大雨應變計畫亦以此方法進行評估。祛水計畫書中還包括其他子計畫，如機具緊急應變計畫、觀測、管理、維護、檢查項目、停止祛水封井計畫、以及臺中市新建建築工地僅有的祛水再利用計畫等，針對新建建築工程地下水的祛水計畫書整體內容架構之流程，可彙整如圖 3-6 所示意。

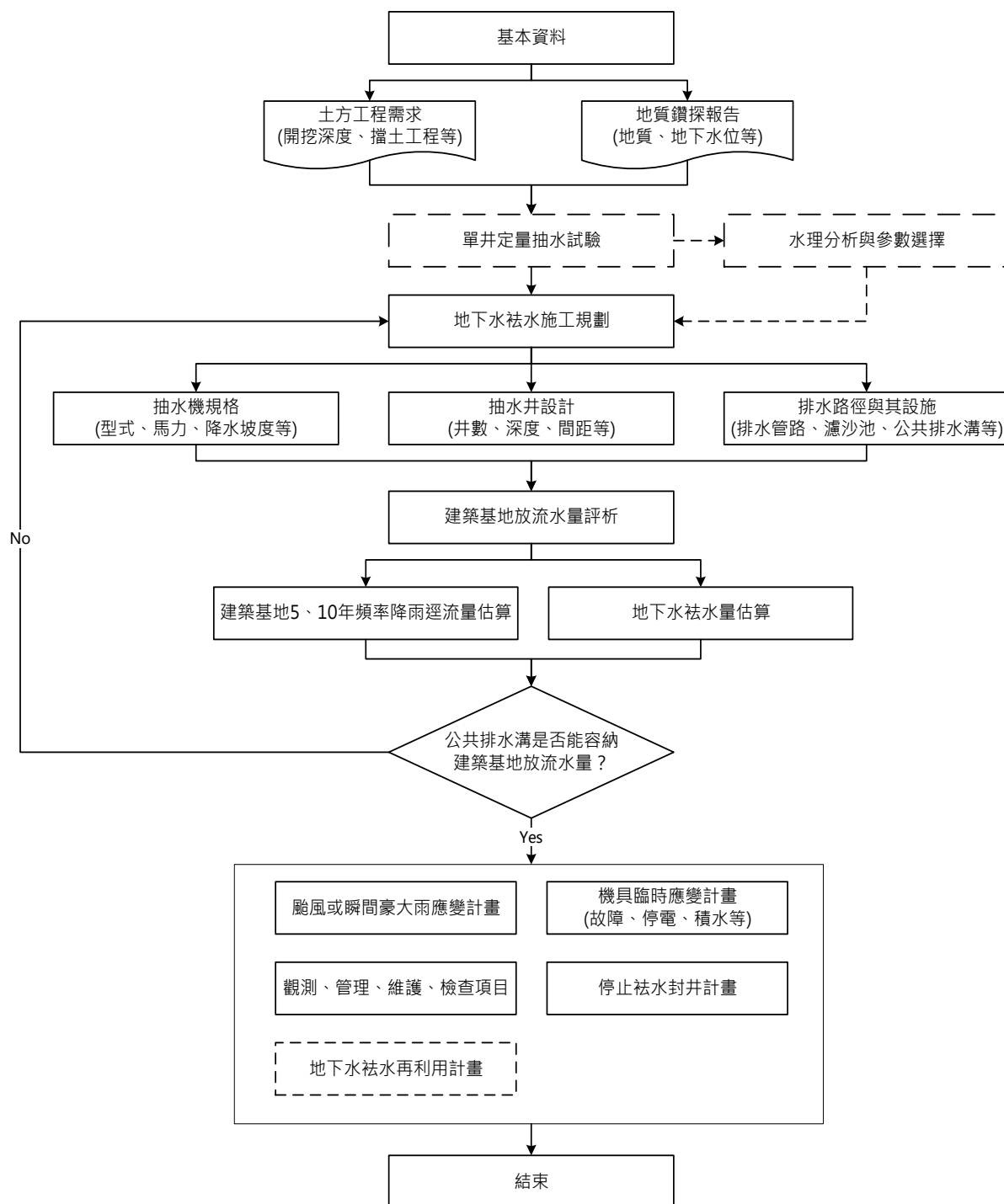


圖 3-6 新建建築工程地下水抽水計畫書之規劃流程示意圖

(資料來源：本計畫成果)

建築工程的地下水放流通常係排放至公共排水溝，考量公共排水溝的容許排水量，以曼寧公式(Manning's Formula)計算：

$$\text{公共排水溝容許排水量(cms)} = \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \times A \quad (3-1)$$

其中，

n ：曼寧係數($\text{sec}/[\text{m}^{\frac{1}{3}}]$)；

R ：水力半徑(m)；

S ：水力坡度(m/m)；

A ：公共排水溝斷面面積(m^2)。

新建建築工程地下水抽水計畫書中抽水量的計算方式，將不考慮管路摩擦損失，直接參考設置泵浦的揚程抽水量特性曲線圖，如圖 3-7 示意，進而對照抽水揚程而得到抽水量(如為中古泵浦，則需依實際情況打折其抽水速率)，故總地下水抽水量計算為：

$$\text{地下水抽水量}(\text{cms}) = \text{泵浦抽水量}(\text{m}^3/\text{min}) \times \text{泵浦數量} \times \frac{1}{60} \quad (3-2)$$

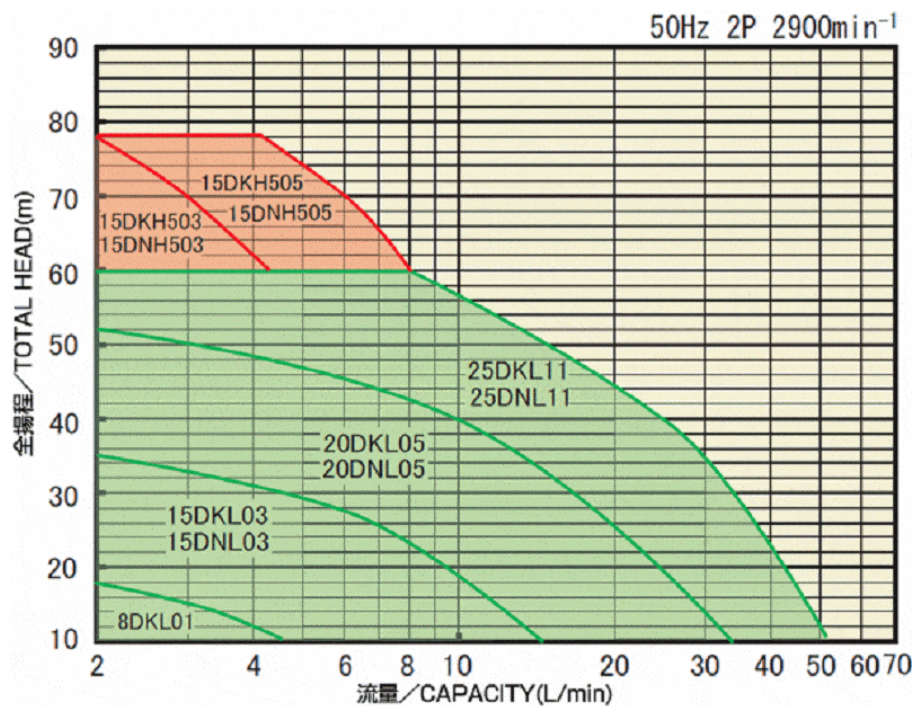


圖 3-7 泵浦的揚程抽水量特性曲線示意圖

(資料來源：台灣二國股份有限公司)

同時考量建築基地降雨時期的逕流量，多數計畫書以 5 年、10 年頻率降雨或以最大降雨量平均最大值進行分析，若在因應颱風雨季或瞬間豪大雨應變計畫中，則需考量其他降雨統計資料進行分析(如最大累積降雨量、最大日降雨量等)，進而以合理化公式進行計算：

$$\text{建築基地設計降雨尖峰流量(cms)} = C \times I \times A \quad (3-3)$$

其中，

C：逕流係數；

I：設計降雨 5 年或 10 年頻率之降雨強度，採中央氣象局降雨強度公式表推導，或採最大降雨量平均最大值(臺中市區平均降雨延時 1 小時，故採 60 分鐘計算)；

A：集雨面積(m^2)。

進而透過以下判斷式確認公共排水溝容許排水量能負荷降雨時期建築基地的放流量：

$$\begin{aligned} \text{降雨時期建築基地放流量(cms)} &= \text{建築基地設計降雨尖峰流量} + \text{地下水祛水量} \\ &< \text{公共排水溝容許排水量(cms)} \end{aligned} \quad (3-4)$$

新建建築工程地下水祛水計畫書中，僅臺中市多數建築工地具有再利用計畫，然其目前係以簡易條列式說明其應用原則，以○○社會住宅新建工程案的「開挖、祛水計畫」為例，其地下水祛水再利用計畫內容為以下四點：

1. 抽水井安裝、濾清完畢後，本基地將在基地內○○街設置一只 1,000 公升集水塔，此水塔將抽水井抽取之地下儲存，方便爾後抽排水之水資源再利用。
2. 集水塔加裝可控制水量大小之蝶閥開關，便於往後管控用量。
3. 此水塔之蓄水於基地內可提供圍籬濾植栽之灌溉水源、出入口路面清洗之水源，並於桶身註明” 僅用於日常雜務”，切勿飲用。
4. 此水塔之蓄水於基地外可提供鄰近住戶、周邊公園、綠地、行道樹等非與人體直接接觸灌溉、灑水用途，亦可供給環保局灑水車或消防局消防車之水源。

第三節 小結

藉前兩節新建建築施工過程地下水祛水計畫之案例蒐集與評析方法之內容探討，此針對地下水祛水再利用的規劃前，先就前述討論新建建築工地的地下水祛水計畫書整體內容架構、以及其中地下水祛水施工規劃與地下水祛水再利用計畫等內容進行討論。

1. 新建建築工地的地下水祛水計畫書整體內容架構—由於目前新建建築工地地下水祛水計畫書之名稱與內容綱要依主辦機關而有所差異，後續應建議各主管機關一致化地下水祛水計畫書名稱並定義內容相關名詞，進而統整計畫書內容架構與編列方式，且為促進水資源永續利用應統一增加「地下水祛水再利用計畫」之相關內容。
2. 地下水祛水施工規劃—由於施工期間地下水祛水規劃將影響其再利用的祛水量體，考量目前地下水祛水施工規劃係計算一個地下水位目標值後，在土方工程期間 24 小時不間斷持續抽水，以保證地下水位低於建築基礎；而地下水祛水量的計算係於公共排水溝容許排水量評估時才進行說明，故本計畫考量如何在施工過程於穩定地基的前提下而進行地下水的合理抽排，提出以下規劃建議：
 - 建築工地排降地下水目的，即係使建築結構體重量能夠抵制地下水的浮力，故建築工地地下水祛水計畫應配合結構工程的施工期程而調整；故建議應在地下水祛水計畫中規劃各施工期程的地下水位之目標值，考量以人工監控或自動監控的方式，研擬泵浦的調整對策之相關內容(如：關閉哪幾個泵浦或採變頻抽蓄等方法)，進而應擬定地下水祛水的量體評估或研擬監測計畫，方可做為再利用之參考依據；
 - 依地下水祛水計畫書內容發現公共排水溝容許排水量的評估，在降雨期間僅考量建築基地本身的逕流量與該建案的地下水祛水量，但未針對降雨期間集水區上游排往公共排水溝的水量，故若考量上游水量使得公共排水溝具有一定的初始水量，則將使建築基地本身逕流量加上地下水祛水量亦超過實際公共排水溝所剩餘的容許量；因此針對前述

探討的合理地下水祛水之對策，不僅減少其抽蓄量達到節能減碳之目的，更可降低降雨期間的造成溢淹之問題。

3. 地下水祛水再利用計畫－目前在地下水祛水計畫書中僅以簡易條列的方式說明集水塔與對於建築工地內部與外部的應用項目，綜整本案現地勘查成果與考量未來永續水資源發展提出以下建議；

- 因建築工地場域限制，使得多數地下水祛水的集水塔僅設置約 1 m³ 的容量，使得大部分的地下水仍係透過公共排水溝放流，故應針對建築工地地下水研議其他臨時集水的設施或直接運送他處做為其他利用；
- 考量前述問題，建議在新建建築工地地下水祛水計畫書應針對建築工地內部臨時用水量進行估算，並增加對於工地外部的供水之策略，使建築工地地下水祛水之水資源能具有更多元的規劃（除消防局、環保局、自來水公司、民生用水等之外，企業、工業、公家或民間單位簽訂水交易契約亦為可行方案）。

第四章 新建建築施工過程排降地下水之祛水工程規劃

本章節將綜整前章節討論內容研擬新建建築工地地下水祛水工程之規劃目的，並確立研究方針，依規劃目的研擬地下水祛水規劃與泵浦操作對策，進而研提建築施工過程臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要，並提出多元利用之規劃建議，以作為本案後續納入綠建築評估系統可行性之研究參考。

第一節 新建建築工地地下水祛水工程之規劃目標

透過前章節完成建築工地施工過程地下水祛水工程相關案例進行蒐集與評析，並於結論中提出目前建築工地施工過程地下水祛水計畫與再利用計畫之相關問題與建議事項；通常建築工地在進行地下室開挖作業，為使基地地下水位低於計畫開挖範圍的基底，藉泵浦設計規格計算降水曲線進而於開挖範圍的四周或基坑內部佈設祛水井，並進行地下水祛水作業，其抽汲的地下水將排至公共排水溝進行放流，如圖 4-1 示意。考量建築工地施工過程地下水祛水規劃之目的，除避免建築工地基坑發生湧水或砂湧現象、穩定基礎及工程安全等主要目標外，本節針對前章節探討成果，將建築工地地下水祛水與再利用計畫，在符合前述主要目標的原則下，歸納為兩點個重點目標：

- 地下水祛水再利用—達到節水、減碳之目的；
- 減少/合理抽汲地下水—達到保水與節能之目的。

建築工地施工過程地下水祛水再利用係透過原地下水祛水工程，將抽汲的地下水經沉砂池後儲存至集水塔，作為工地內部清潔、沖廁等臨時水源或對外提供消防、災備等多元用水，達到節約水資源與減少自來水輸送所產生的碳排之效益；建築工地可考量工程進度，在基底防水工程完工後或結構工程的載重能承受地下水浮力時，提高地下水祛水之水位設定而減少地下水抽汲量，達到保護水資源與減少泵浦抽水能耗之目的，如圖 4-2 示意。欲使建築工地地下水祛水計畫落實前述兩目標，應量化其目標效益，地下水祛水再利用將研擬建築工地用水計畫書，

並研析地下水的替代率與其在地下水再利用的同時所減少的排放率；而減少/合理抽汲地下水的方法，應針對地下水抽汲量進行評估並依工程進度研擬祛水策略，以地下水減少抽汲的比例或排放率作為效益指標。針對前述兩個研究方針，將於本章第二、三節中進行討論。

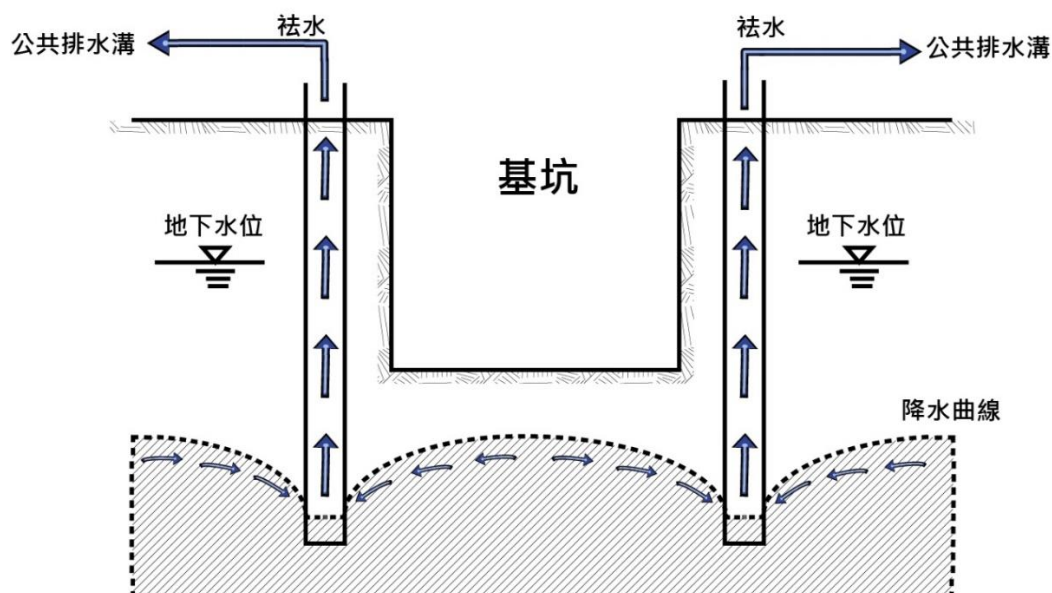


圖 4-1 建築工地施工過程地下水祛水工程示意圖

(資料來源：本研究團隊繪製)

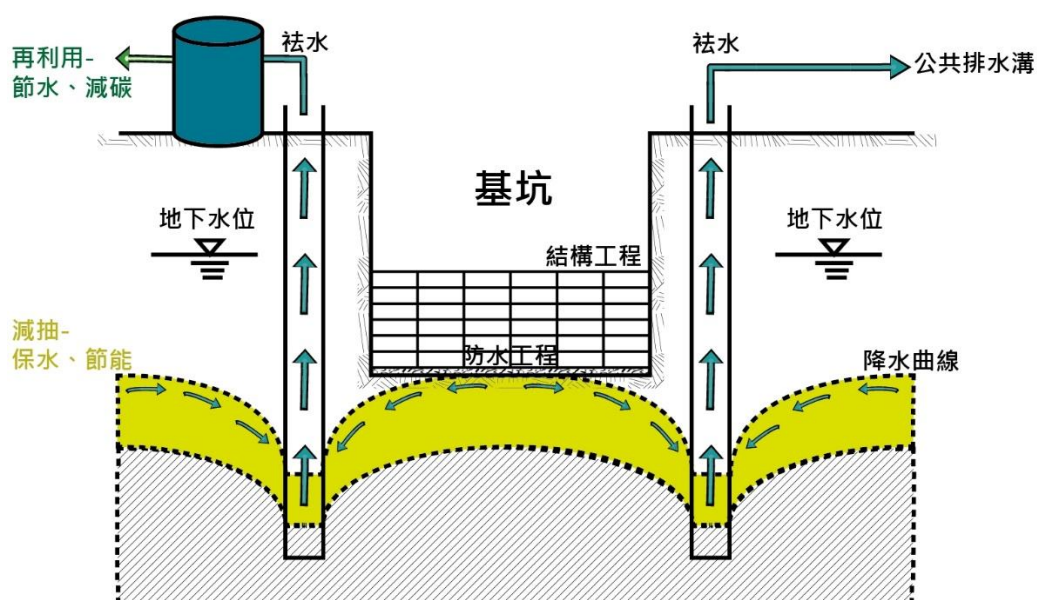


圖 4-2 建築工地施工過程地下水祛水管理與再利用示意圖

(資料來源：本研究團隊繪製)

第二節 研提建築施工過程地下水袪水臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要

本計畫第三章已針對目前國內新建建築工程案利的地下水袪水計畫書之內容架構、評估內容與其分項計畫進行彙整比較，其成果如前表 3-3、表 3-4 所示；本節將研提建築工地用水計畫書之需求項目與內容綱要，而考量其在地下水袪水計畫書之定位，首先統整前述所提建築工地施工過程地下水袪水計畫書之評估需求與計畫項目，彙整如圖 4-3 所示。

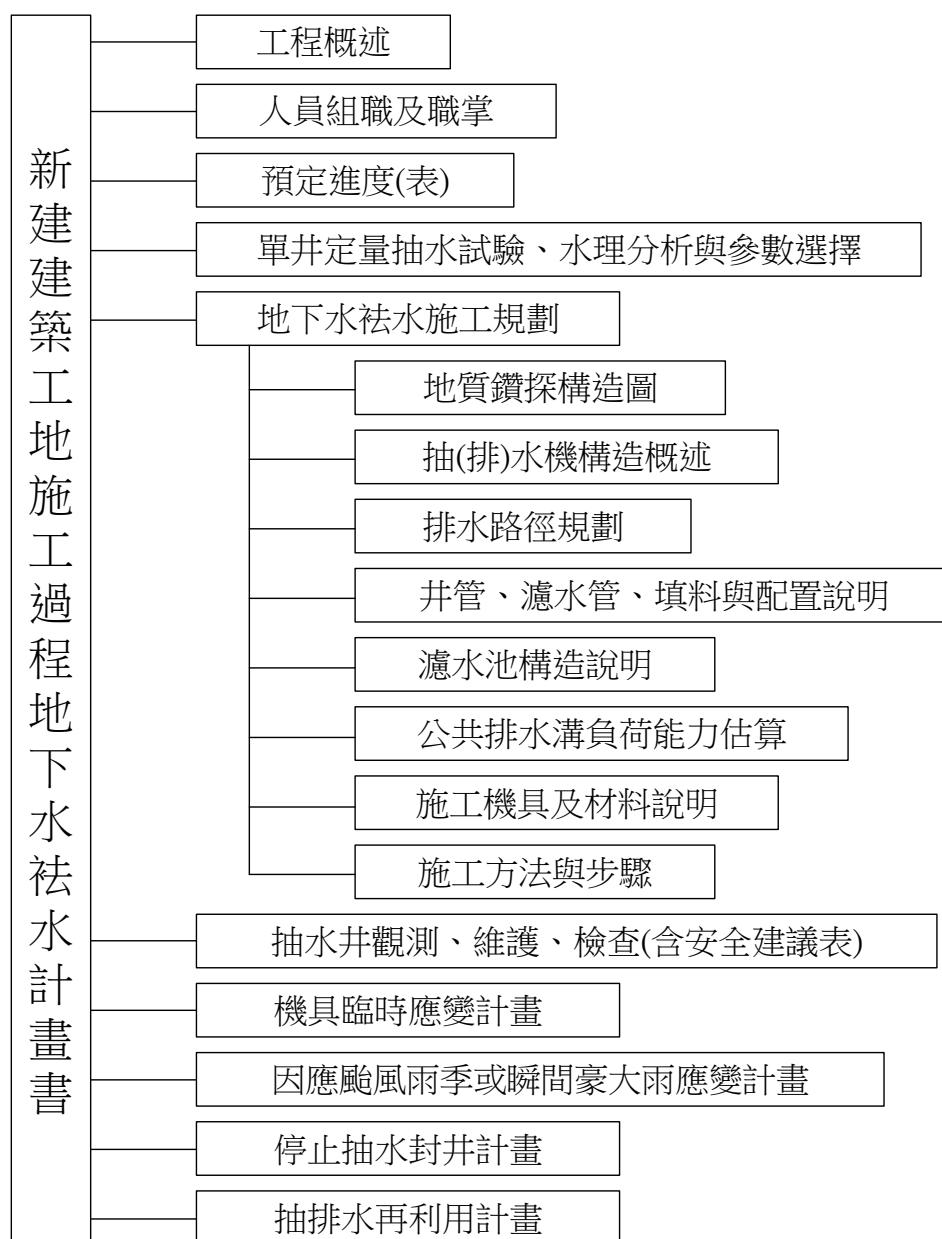


圖 4-3 建築工地地下水袪水計畫書評估需求與計畫項目之樹狀圖

(資料來源：本研究成果)

鑒於目前建築工地案例之地下水祛水計畫書中的評估需求與計畫項目，僅台中市規定撰寫的抽排水(祛水)再利用計畫有敘述有關工地用水的相關內容，但其並未針對地下水再利用之需水量進行估算，以及針對取代工地用水量體的比例做量化評估，故本計畫將建築工地用水計畫書定位於抽排水(祛水)再利用計畫項下進行需求項目與內容綱要之研提。本計畫針對建築工地用水計畫書研擬 6 點需求項目與內容綱要，條列如下：

- (1) 基本資料—開發計畫名稱及開發單位之基本資料表填寫。
- (2) 計畫概述—開發計畫目的、建築工地基本資料(配置、規模、人員等內容)。
- (3) 水源供應計畫—自來水臨時水權用水計畫、地下水祛水計畫。
- (4) 計畫用水量—工地用水項目(生活用水、生產用水等)與總用水量、地下水再利用項目(工地內部用水項目、對外多元供水項目)與用水量、地下水祛水再利用率與水平衡圖。
- (5) 緊急應變計畫—因應乾旱缺水時期之應變措施，設置緊急應變蓄水設施供應工地內部用水。水源的緊急應變：自來水水源，應配合政府自來水停止及限制供水相關規定之各階段供水措施擬訂；地下水水源，則配合政府進行緊急抗旱水源調配措施。
- (6) 附錄 建築工地用水計畫簡表

針對 6 點前述建築施工過程地下水祛水臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要，本章節將針對第 4 點計畫用水量的部分進行詳細探討，以及第 6 點的建築工地用水計畫簡表進行研擬，分為建築工地計畫用水量、水平衡圖與地下水祛水利用效率評估、以及研擬建築工地用水計畫表等三個部分說明。

一、建築工地計畫用水量

由於本計畫係針對新建建築工地施工過程地下水祛水再利用進行研擬，故建築工地用水項目之編撰，考量地下水可再利用除建築工地內部用水外，另可提供建築工地外進行多元供水，其項目分別說明如后。

1. 建築工地內部用水

本計畫將建築工地內部用水項目分為三個方面：

- 生產用水—施工用水、機械用水等；
- 生活用水—盥洗、飲用、沖廁等；
- 環境用水—清洗機具設備、洗車、地面抑制揚塵等。

(1) 生產用水

生產用水係指現場施工用水，施工機械用水、運輸機械和動力設備等，以及附屬生產企業用水等，而附屬生產企業用水(如預拌混凝土)的用水將不在本計畫建築工地內部用水的討論範圍，此將前述歸納為施工用水與機械用水兩個用水項目，針對施工用水量個估算可參考表 4-1、機械用水則參考表 4-2 所示。

表 4-1 建築工地內部施工用水量參考表

施工項目	施工用水量	單位
混凝土澆置總用水	1700~2400	L/m ³
混凝土養護水	200~700	L/m ³
水泥拌合水	300	L/m ³
攪拌機清洗	600	L/台
砌磚用水	150~250	L/m ³
砌石用水	50~80	L/m ³
澆磚	200~250	L/每千塊磚

(資料來源：本研究蒐集彙整)

表 4-2 建築工地內部機械用水量參考表

機械名稱	耗水量 (L)	單位	備 注
挖土機	200~300	m ³ ·台	以挖斗容量 m ³ 計
起重機	15~18	t·台	以起重機噸數計
打樁機	1000~1200	t·台	以錘重噸數計
壓路機	15~18	t·台	以壓路機噸數計
空壓機	40~80	(m ³ /min)·台	以壓縮空氣機排氣量 m ³ /min 計
鑽岩機	3~12	台·min	—

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(2) 生活用水

針對建築工地內部所有人員含負責人與施工人員等的生活用水量評估，可參考表 4-3 所示。

表 4-3 建築工地內部生活用水量參考表

用水對象	耗水量	單 位
盥洗、飲用	25~40	L/人·日
沖廁	40~60	L/人·日

(資料來源：本研究蒐集彙整)

(3) 環境用水

由於《營建工程空氣污染防制設施管理辦法》規定營建工程進行期間，應於營建工地運送具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物之車行出入口，設

置洗車台，且如造成路面色差之情形則要求應洗掃鄰接道路，其洗車用水可透過洗車設備設置型式並依其規格進行評估，參考表 4-4 所示。

表 4-4 洗車設備設置型式與規定

設備項目	設備規格
自動感應開門	自動洗車設備入口應設置感應開門，當工程車輛進入洗車台時，自動啟動沖洗設備。
洗車台	洗車台規格應符合下列規範之一： 一、設置具跳動路面之洗車平台，且應符合下列規定： （一）平台寬度應大於運輸車輛寬度一・二倍。 （二）運輸車輛行駛於上，可產生上下振動，去除輪胎及車身沾黏之泥沙。 二、設置混凝土鋪設之洗車水槽，且應符合下列規定： （一）水槽寬度應大於運輸車輛寬度一・二倍。 （二）水槽深度應達三十公分以上，水深應達二十公分以上。 （三）每日應置換洗車水槽廢水，置換廢水體積應為水槽容量五倍以上。
沖洗設備	沖洗設備應設置於洗車台二側，並符合下列規定： 一、沖洗設備佈設總長度至少應大於洗車台長度，每一噴水口設置間隔應為五十公分以下。 二、噴水口應採高低噴水角度間隔設置，沖洗面應涵蓋車體及輪胎。 三、噴水水壓應達三 kg/cm ² 。 四、車輛通過洗車台期間，應持續沖洗。

（資料來源：營建工程空氣污染防制設施管理辦法，民國 111 年）

2. 建築工地外部多元供水

本計畫針對建築工地外部供水策略出分為四個面向：

- 消防局－消防用水(如消防車用水)；
- 環境保護局－清潔水源(如灑水車用水)；
- 企業、工業、公家或民間單位－水交易(如機具冷卻水源、製程用水等)；
- 自來水公司－僅供緊急抗旱之民生用水。

(補)

二、水平衡圖與地下水祛水利用效率評估

(補)

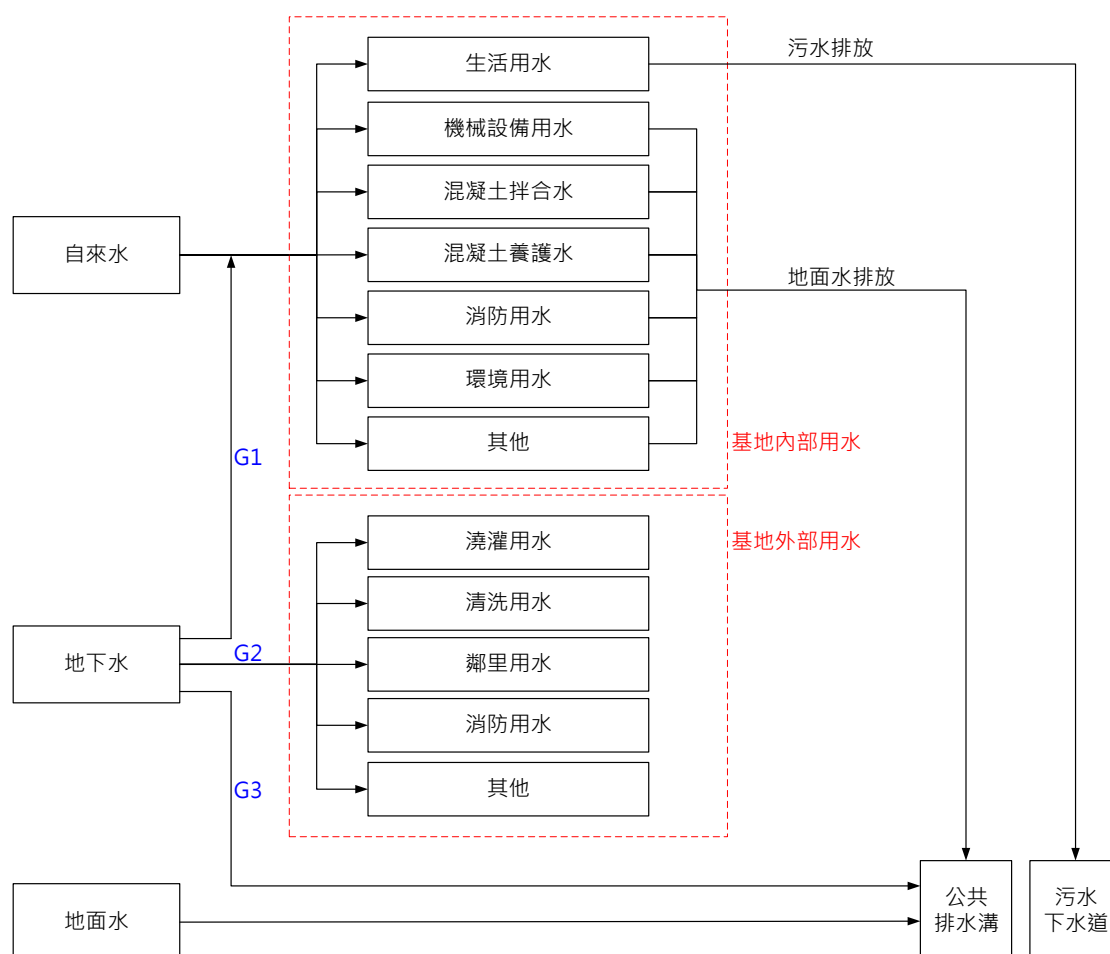


圖 4-4 建築工地施工過程地下水祛水再利用水平衡圖

$$\text{地下水利用率 (Groudwater Utilization Ratio, GUR)} = \frac{G1+G2}{G1+G2+G3} \times 100\% \quad (4-1)$$

$$\text{地下水排放率 (Groudwater Discharge Ratio, GDR)} = \frac{G3}{G1+G2+G3} \times 100\% \quad (4-2)$$

三、研擬建築工地用水計畫表

綜整前述探討成果，此針對建築工地用水計畫書研擬用水計畫簡表，其將可作為後續納入綠建築評估系統之指標參考。

表 4-5 建築工地用水計畫簡表

一、基本資料		
1.開發計畫		
2.開發單位		
3.負責人		
4.地址		
5.聯絡人		
6.聯絡電話		
7.電子郵件		
二、計畫概述		
建築工地 基本資料	(1) 簡述建築工地配置情形： (2) 土地面積：_____平方公尺 (3) 建物面積：_____平方公尺 (4) 簡述建築工地人員配置情形：	
三、水源供應計畫		
自來水	地下水(GS)	合計
依供水來源應分別說明及檢附資料如下：		
(1) 自來水：應取得自來水事業收費單據紀錄或自來水事業同意供水文件影本。		

(2) 地下水：地下水取水計畫書。如需水權，則應取得水權登記，應檢附有效水權狀(或臨時用水執照)、免為水權登記證明文件或主管機關同意興辦水利事業函文影本。				
四、計畫用水量				
1. 計畫用水量	自來水(TU)	地下水(GU)		合計
		工地用水(G1)	多元供水(G2)	
	計畫用水量補充說明(地下水用水項目說明)：			
2. 節水率	依照下列公式計算建築工地節水率(本案藉地下水水源節水，即指地下水替代率)： $\text{節水率} = \frac{\text{地下水計畫工地用水量(G1)}}{\text{自來水計畫用水量(TU)} + \text{地下水計畫工地用水量(G1)}} \times 100\%$ 建築工地節水率：_____%			
3. 地下水利用	依照下列公式計算分別計算地下水利用與排放率： $\text{地下水利用率} = \frac{\text{地下水計畫工地用水量(G1)} + \text{多元供水量(G2)}}{\text{地下水總水源供應量(GS)}} \times 100\%$ $\text{地下水排放率} = \frac{\text{地下水總水源供應量(GS)} - \text{地下水計畫用水量(GU)}}{\text{地下水總水源供應量(GS)}} \times 100\%$ (1) 建築工地地下水利用率：_____% (2) 建築工地地下水排放率：_____%			
4. 用水平衡圖				
五、緊急應變計畫				

(1) 緊急應變蓄水設施容量：_____m³。

(2) 簡述緊急應變機制：

六、檢附文件目錄

(資料來源：本研究成果)

第三節 新建建築工地地下水祛水規劃與泵浦操作對策

考量新建建築工地實施地下水祛水工程，係使建築結構體重量能夠抵制地下水的浮力，故本節將針對結構工程各建造階段(筏式基礎、地下室 B1~B_n、樓層 1F~n F)結構體重量與地下水浮力進行評估。

新建建築工地土方開挖地下水浮力的計算方式如下式：

$$F = (GW - FD) \times A \times D \quad (4-3)$$

其中，

F：建築基地地下水浮力(m.t.)；

GW：地下水位(GL-，m)；

FD：建築基坑開挖深度，(GL-，m)；

A：開挖面積(m²)；

D：水體密度(m.t./m³)。

建築結構重量 W

$$F < W \quad (4-4)$$

其中，

W：建築結構重量(m. t.)。

藉由前述計算方式獲得結構工程各階段結構體所能承載的浮力，可在基坑防水工程完工後，配合地下水位監測，透過關閉部分泵浦或以泵浦降頻抽水的方式提升地下水位而減少地下水的抽汲量。以台中○○○建築工地案為例，該建築工地自民國 108 年 8 月到 111 年 6 月間地下水祛水作業實施泵浦降頻抽水，透過原 12 組泵浦設置規格預估兩年抽汲量為 76,737,600 m³，而實際實施兩年泵浦降頻抽水後的抽汲量為 44,507,808 m³，所減少的抽汲率達 42%，其量體相當於保留了 9.5 座石岡水壩的水量，其減少的量體實屬可觀。

然前述建築工地施工期間地下水祛水的量體評估係透過泵浦規格與數量進行估算，但實際長期的泵浦運行與中途修繕等作業皆會影響其估算成果，以及抽汲至目標水位後，其抽汲量並非為最大值，此皆會造成估算上的誤差，故在建議透過數值模擬的方式進行地下水位與量體評估；目前廣為應用的地下水模擬模式為地下水模擬系統(Groundwater Modeling System，GMS)，尤其是其中 MODFLOW 模擬模式，係在給定的初始及邊界條件下，可以透過相對應之數學方程式求解得到地下水循環的通水量，並描繪出整體地下水循環過程。其建構數值模式之前，需先要了解現地的水文與氣候條件、地表地形、地質構造、水文地質等資訊，藉由基礎資訊的彙整來建立數值模式，可將模式模擬結果應用於建築工地地下水祛水的量體評估之參考。

第五章 建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築體系

指標評估方法之研議

第一節 建築工地施工過程地下水祛水再利用與綠建築評估系統之關係

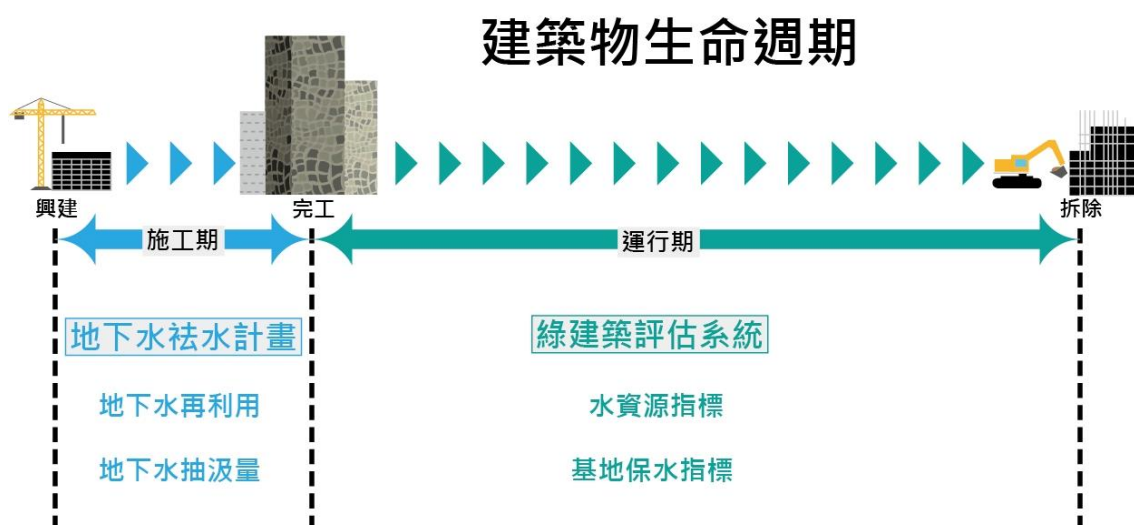


圖 5-1 建築工地地下水祛水計畫與綠建築評估系統關係圖

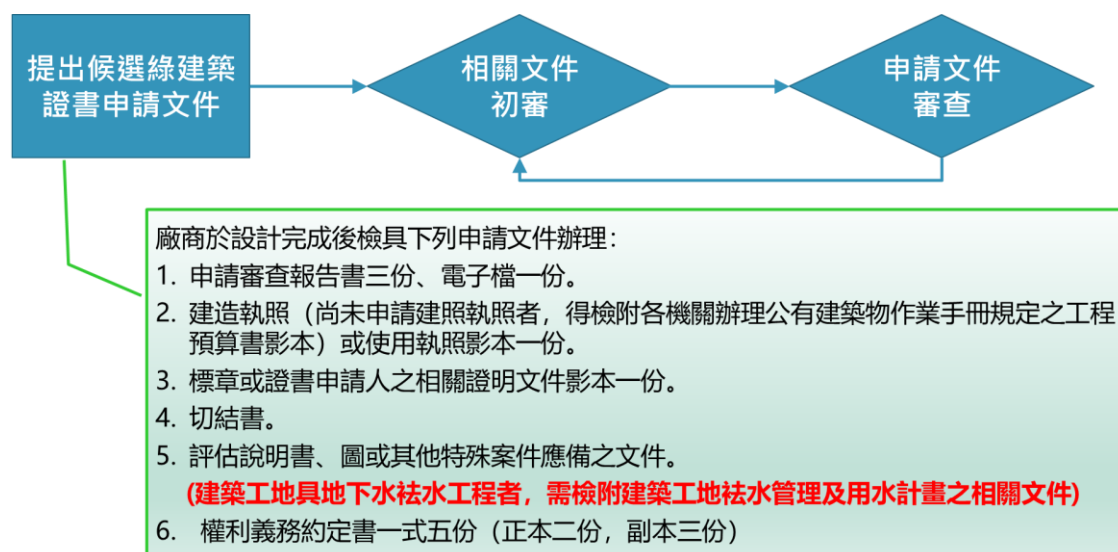


圖 5-2 候選綠建築證書申請流程圖

第二節 建築工地施工過程地下水取水再利用納入綠建築評估體系之可行性分析

綠建築評估系統採用各分項指標得分換算機制，並控制對於綠建築效益而配置得分比重，總分為 100 分，其九大指標配分上限與統籌配分方式如表 5-1 所示。綠建築評估系統分級評估公式：

$$RS = \sum RSi \quad (5-1)$$

$$RSi = a \times Ri + c, \text{ 且 } 0.0 \leq RSi \leq b \quad (5-2)$$

其中，

i：九大指標參數，1~9；

RS：分級評估總得分（分）；

RSi：各指標分項系統得分（分），如表 5-2 所示；

Ri：各指標得分變距，無單位。為各指標的設計值與基準值的絕對值差與基準值之比，即依表 5-2 之公式計算；

a：合格變距 Ri 得分權重，如表 5-2 之 RS 公式第一項；

b：各指標的配分上限，如表 5-2 所示；

c：各指標計算的常數（分），如表 5-2 之 RS 公式之常數項

表 5-1 綠建築評估系統分級評估制度九大指標配分表

四大範疇	九大指標		配分	
			指標配分上限 b	範疇配分
生態	一．生物多樣性指標		9 分	27 分
	二．綠化量指標		9 分	
	三．基地保水指標		9 分	
節能	四．日常節能指標	建築外殼節能指標 EEV	9 分	32 分
		空調節能指標 EAC	16 分	
		照明節能指標 EL	7 分	
減廢	五．CO ₂ 減量指標		8 分	16 分
	六．廢棄物減量指標		8 分	
健康	七．室內環境指標		12 分	25 分
	八．水資源指標		8 分	
	九．污水垃圾改善指標		5 分	
綠建築創新設計	採優惠加分之認定制度			

（資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型）

表 5-2 綠建築評估系統各指標計分法

九大指標		設計值	基準值	得分變距 Ri	統得分 Rsi 公式 RSi=a×Ri+c	得分限制
一．生物多樣性指標		BD	BDc	R1=(BD-BDc)/BDc	RS1=18.75×R ₁ +1.5	0.0<RS1≤9.0
二．綠化量指標		TCO ₂	TCO ₂ c	R2=(TCO ₂ -TCO ₂ c)/TCO ₂ c	RS2=6.81×R ₂ +1.5	0.0≤RS2≤9.0
三．基地保水指標		λ	λc	R3=(λ-λc)/λc	RS3=4.0×R ₃ +1.5	0.0≤RS3≤9.0
四．日常 節能指標	外殼節能	EEV	0.20	R4 ₁ =EEV	RS4 ₁ =11.3×R4 ₁	0.0≤RS4 ₁ ≤9.0
	空調節能	EAC	0.90	R4 ₂ =(0.90-EAC)/0.90	RS4 ₂ =36.0×R4 ₂	0.0≤RS4 ₂ ≤16.0
	照明節能	EL	1.0	R4 ₃ =1.0-EL	RS4 ₃ =14.0×R4 ₃	0.0≤RS4 ₃ ≤7.0
五．CO ₂ 減量指標		CCO ₂	0.82	R5=(0.82-CCO ₂)/0.82	RS5=19.40×R ₅ +1.5	0.0≤RS5≤8.0
六．廢棄物減量指標		PI	3.30	R6=(3.30-PI)/3.30	RS6=13.13×R ₆ +1.5 (一般建築物) RS6=10.0×Sr (舊建築再利用)	0.0≤RS6≤8.0
七．室內環境指標		IE	60.0	R7=(IE-60.0)/60.0	RS7=18.67×R ₇ +1.5	0.0≤RS7≤12.0
八．水資源指標		WI	2.00	R8=(WI-2.0)/2.0	RS8=2.50×R ₈ +1.5	0.0≤RS8≤8.0
九．污水垃圾指標		GI	10.0	R9=(GI-10.0)/10.0	RS9=5.15×R ₉ +1.5	0.0≤RS9≤5.0

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

一、水資源指標

EEWH-BC 之「水資源指標」為門檻指標之一，其系統得分 RS8 必須大於 1.5 才算合格。水資源指標亦先計算 WI 指標，WI 指標由表 5-3 所示各節水項目得分累計而成，最後再以公式 5-4 換算成其系統得分 RS8，其公式如下：

$$WI = a + b + c + d + e + f + g \quad (5-3)$$

系統得分

$$RS8 = 2.50 \times (WI - 2.0) / 2.0 + 1.5 \geq 1.5, 0.0 \leq RS8 \leq 8.0 \quad (5-4)$$

其中，

RS8: 水資源指標系統得分（分）；

WI: 水資源指標，無單位；

a: 大便器省水器材得分，無單位，見表 5-3；

b：小便器省水器材得分，無單位，見表 5-3；

c：供公眾使用水栓省水器材得分，無單位，見表 5-3；

d：浴缸或淋浴得分，無單位，見表 5-3；

e：雨中水設施得分，無單位，見表 5-3；

f：空調節水得分，無單位，見表 5-3；

g：智慧水表得分，無單位，見表 5-3。

表 5-3 綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準

	設備功能敘述	採用率 ^{*1}	給分權重	得分
大便器	無設置大便器	a0=1.0	a0'=1.0	$a=a0 \times a0'$ = 或 $a=\sum ai \times ai'$ =
	設置無省水標章的馬桶	a1=	a1'=-2.0	
	具有有效期限之普級省水標章的一段式馬桶或單段式省水型沖水閥式便器	a2=	a2'=1.0	
	具有有效期限之金級省水標章的一段式馬桶或單段式省水型沖水閥式便器	a3=	a3'=2.0	
	具有有效期限之普級省水標章的兩段式馬桶或兩段式省水型沖水閥式便器	a4=	a4'=2.0	
	具有有效期限之金級省水標章的兩段式馬桶或兩段式省水型沖水閥式便器	a5=	a5'=3.0	
小便器	無設置小便器	b0=1.0	b0'=0.5	$b=b0 \times b0'$ = 或 $b=\sum bi \times bi'$ =
	設置無自動感應沖便器且無節水沖洗設計之小便器	b1=	b1'=-1.0	
	自動感應沖便器或有節水沖洗設計之小便器	b2=	b2'=1.0	
供公眾使用之水栓	無設置水栓或全部為免評估之水栓*2	c0=1.0	c0'=0.5	$c=c0 \times c0'$ = 或 $c=\sum ci \times ci'$ =
	水栓無省水標章且無裝置省水閥、節流器、起泡器等省水配件或器材者	c1=	c1'=-1.0	
	具有有效期限之省水標章或裝置省水閥、節流器、起泡器等省水配件或器材之水栓	c2=	c2'=0.5	
	自動感應水栓或自閉式水栓	c3=	c3'=1.0	
	具有有效期限之省水標章之無動力腳踏式水栓	c4=	c4'=1.5	
浴缸或淋浴	住宿類、飯店類建築之浴室以淋浴替代浴缸比例設計達 $\geq 50\%$ 者	是、否	d1'=1.0	d=d1'+d2'
	無浴室設計、浴室採用一般浴缸設計，或浴室以淋浴替代浴缸比例設計達 $< 50\%$ 者	是、否	d1'=0.0	
	5%>私人用按摩浴缸或豪華型 SPA 淋浴設備之浴室單元比例	是、否	d2'=0.0	
	30%>私人用按摩浴缸或豪華型 SPA 淋浴設備之浴室單元比例	是、否	d2'=-1.0	
	50%>私人用按摩浴缸或豪華型 SPA 淋浴設備之浴室單元比例	是、否	d2'=-1.5	
	私人用按摩浴缸或豪華型 SPA 淋浴設備之浴室單元比例 $\geq 50\%$	是、否	d2'=-2.0	
雨中水設施或節水澆灌系統	具表 2-8.2 的大耗水項目，但不設置該表規定之任何彌補措施	有、無	e1'=-2.0	e= $\sum ei'$
	不具表 2-8.2 的大耗水項目，也無設置該表所規定之任何彌補措施	是、否	e2'=0.0	
	具表 2-8.2 的大耗水項目，且設置該表相對應之彌補措施	有、無	e3'=3.0	
	不具表 2-8.2 的大耗水項目，且額外設置 $Ns \text{ m}^3$ 以上之雨水貯集利用或中水利用設施者（Ns 為表 2-8.6 所列之儲水天數）。	是、否	e4'=4.0	

空調 節水	採用具備減少冷卻水飛散、蒸發、排放功能之節水型冷卻水塔（提出型錄說明）	有、無	$f1'=2.0$	$f=\sum f_i'$
	冷卻水塔除垢方式由化學處理方式改為物理處理方式（提出型錄說明）	有、無	$f2'=2.0$	
	設置空調冷凝水回收系統（提出系統設計圖）	有、無	$f3'=2.0$	
智慧水表	設置智慧水表	有、無	$g'=0.1$	$g=$
總得分 WI			$=a+b+c+d+e+f+g=$	

（資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型）

針對一些大量耗水的建築案例要求設置彌補措施，例如採用大量人工草皮、草花花圃之設計，或設置大面積耗水之盆栽壁掛綠化、屋頂薄層綠化(符合綠化量指標覆土深度規定或有節水、保水、蓄水功能且經認證者除外)，或設置按摩浴缸、SPA、三溫暖、噴水池、戲水池、游泳池等大耗水設施，或大規模開發案例，要求其設置節水澆灌系統、雨水貯集利用、中水利用設施等彌補措施（mitigation）或具智慧水表的監控方式。表 5-4 所列大量耗水項目之彌補措施評估，是依專家建議之開源及節流之方法，若符設置彌補設施條件者，於綠建築申請時，必須提出該項彌補設施之設計圖面與計算說明書，以利查核。若同一申請案中有一項以上大耗水項目時，必須個別採取彌補措施方能通過，若同時採用雨水或中水系統彌補者，其替代率或設施容量規模，必須依項目數量累算才能獲得及格。設置雨水或中水的再利用者，必須依節之簡易評估計算法，其中若需計算雨、中水之自來水替代率（Rc）時，應提出 Rc 計算書，同時必須提送自來水與雜用水分離之給水配管系統圖，以作為評審依據。

表 5-4 綠建築評估系統水資源指標大耗水項目及彌補措施評估表

大耗水項目查核		管制規模	彌補措施
1	有澆灌的人工草坪或草花花圃（種植灌喬木下之綠地或運動場、遊戲場之雜生草地或不澆灌的草地不列為查核對象）	面積 100m^2 以上且占總綠地面積 1/5 以上	所有綠地設置微滴灌、噴霧器噴灌、自動偵濕澆灌等節水澆灌系統以節約用水，或設置自來水替代率 5% 以上或耗水綠地每 100m^2 設置 $0.5 \times N_s\text{m}^3$ 以上之雨水貯集利用或中水利用設施。
2	親水設施、游泳池、噴水池、戲水池、SPA 或三溫暖等公用設施（生態水池、湖泊不在此限）	設施面積（含更衣等附屬設施） 100m^2 以上	必須設置自來水替代率 5% 以上，或相當於該用水設施（游泳池、水池）容量 25% 以上之雨水貯集利用或中水利用設施。
3	設置盆栽壁掛型綠化或屋頂薄層綠化者	面積 50m^2 以上者	設置盆栽壁掛型綠化或屋頂薄層綠化面積每 50m^2 設置 $0.5 \times N_s\text{m}^3$ 以上之雨水貯集利用或中水利用設施。

4	大規模開發案例	開發總樓地板面積兩萬 m ² 以上，或基地規模 2 公頃以上且建蔽率達 15% 以上時	必須設置自來水替代率 5% 以上，或者每一萬 m ² 樓地板面積或每一公頃基地設置容量 10.0×Ns m ³ 以上之雨水貯集利用或中水利用設施。且需裝置智慧水表，並說明用水之監控方式。
5	特殊案例	經評定具有指標意義或示範功能之建築案例	必須設置自來水替代率 5% 以上，或者每一萬 m ² 樓地板面積或每一公頃基地設置容量 10.0×Ns m ³ 以上之雨水貯集利用或中水利用設施。

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

二、基地保水指標

對於基地保水指標的系統得分 RS3，以基地保水指標設計值 λ 與基準值 λ_c 依公式 5-5 計算。由於 $\lambda-\lambda_c$ 可能出現負值，其系統得分 RS3 必須有 $0.0 \leq RS3 \leq 9.0$ 之限制，但地下水位深度小於 1m 而免評估時，令 $RS3=1.5$ 分。基地保水指標設計值，亦即其指標設計值 λ 為原基地保水量 Q_0 與開發後基地保水量 Q' 之相對比值，其中開發後基地保水量(Q') 不得大於原基地保水量(Q_0)，若大於 Q_0 ，則以 Q_0 計算。且計算之 λ 值需大於或等於基地保水基準值 λ_c ，其計算公式如式 5-6 所示。 λ 值越大，代表保水性能越佳，反之則越差。基地保水指標基準值 λ_c 為假設法定空地之半均為綠地之情形，其計算法如式 5-7 所示。其值為 1.0 時，代表土地開發行為完全無損於原來自然裸露土地的保水功能。

$$\text{系統得分 } RS3 = 4.0 \times ((\lambda - \lambda_c) / \lambda_c) + 1.5, \text{ 且 } 0.0 \leq RS3 \leq 9.0 \quad (5-5)$$

$$\lambda = \frac{\text{開發後基地保水量 } Q'}{\text{原土地保水量 } Q_0} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i}{A_0 \cdot f \cdot t} \geq \lambda_c \quad (5-6)$$

$$\lambda_c = 0.5 \times (1.0 - r) \quad (5-7)$$

其中，

RS3: 基地保水指標系統得分 (分)。

λ : 基地保水指標，無單位。

λ_c : 基地保水指標基準，無單位。學校校園整體評估採 0.5，但其他建築

基地以及學校局部基地分割評估時，採 $\lambda_c = 0.5 \times (1.0 - r)$ 。

Q' ：開發後各類保水設計之保水量總和(m^3)，即 $\sum_{i=1}^8 Q_i$ 。

Q ：各類保水設計之保水量(m^3)，其計算方式詳見表 5-5。

Q ：原土地保水量(m^3)， $Q=A \times f \times t$ 。

A ：基地總面積 (m^2)。

r ：法定建蔽率。

f ：基地最終入滲率(m/s)。

t ：降雨延時(s)。取 86400 s(24hr)。

表 5-5 綠建築評估系統基地保水指標各類保水設計之保水量計算及

變數說明

項目	各類保水項目	保水量(m^3)計算公式	變數說明
常用保水設計項目	Q1 綠地、被覆地、草溝	$Q1 = A1 \cdot f \cdot t$	$A1$ ：綠地、被覆地、草溝面積 (m^2)，草溝面積可算入草溝立體周邊面積。
	Q2 透水鋪面	$Q2 = 0.5 \cdot A2 \cdot f \cdot t + 0.05 \cdot h \cdot A2$ (連鎖磚型) $Q2 = 0.5 \cdot A2 \cdot f \cdot t + 0.3 \cdot h \cdot A2$ (通氣管結構型)	$A2$ ：透水鋪面面積 (m^2)。 h ：透水鋪面級配層厚度 (m) ≤ 0.25 (若基層為混凝土等不透水鋪面，則 $Q2=0$)
	Q3 人工地盤花園土壤貯集設計	$Q3 = 0.05 \times V3$	$V3$ ：花園土壤設施總設置體積 (m^3)，最多計入深度 0.6 m 以內之體積。
特殊保水項目	Q4 貯集滲透空地或景觀貯集滲透池	$Q4 = 0.36 \cdot A4 \cdot f \cdot t + V4$	$A4$ ：貯集滲透空地面積或景觀貯集滲透水池可透水面積 (m^2)，池深安全根據規定。 $V4$ ：貯集滲透空地可貯集體積或景觀貯集滲透水池高低水位間之體積 (m^3)。
	Q5 地下貯集滲透設施	$Q5 = 0.36 \cdot A5 \cdot f \cdot t + r \cdot V5$	$A5$ ：地下貯集滲透設施可透水區域之總側表面積 (m^2)，底部面積不予計算。 r ：孔隙率，礫石貯集設施為 0.2，組合式蓄水框架為 0.9。 V ：蓄水貯集空間體積 (m^3)，但若為礫石貯集時則最多計入地表深度 1m 以內之體積。
	Q6 滲透管	$Q = (2.88 \cdot x^{0.2} \cdot k \cdot L6 \cdot t) + (0.1 \cdot L6)$	$L6$ ：為滲透管總長度 (m)。 x ：開孔率，無單位，以小數點表之。滲透管末端必須外連至基地外排水系統始被認定有效。
	Q7 滲透陰井	獨立滲透設計 $Q7 = (1.08 \cdot f \cdot n \cdot t) + (0.015 \cdot n)$ 搭配滲透設計 (滲透管 或滲透側溝) $Q7 = (0.54 \cdot f \cdot n \cdot t) + (0.015 \cdot n)$	n ：滲透陰井個數 (個)。
	Q8 滲透側溝	$Q8 = (0.36 \cdot a \cdot k \cdot L8 \cdot t) + (0.1 \cdot L8)$	$L8$ ：滲透側溝總長度 (m)。 a ：側溝材質為透水磚或透水混凝土為 18.0，紅磚為 15.0。側溝末端必須外連至基地外排水系統始被認定有效。

(資料來源：2019 年版綠建築評估手冊基本型)

三、優惠加分原則

所謂綠建築創新設計，並非獨一無二或前所未有的設計，而是是現行綠建築評估系統所無法評估或評估不足，但卻對綠建築有實質貢獻且具有環境教育意義的設計。該辦法乃特別對於一些不能量化、不能計算的被動式設計、環境生活智慧，或一些合乎環境美學、健康舒適的巧思進行優惠加分，以彌補現行系統之不足。本原則對於綠建築創新設計的優惠加分原則如下：

1. 被認定為可優惠加分之創新設計，必須具備現有評估手冊所無法評估或評估不足的內容，同時必須以該案試用版本之指標評估內容密切相關，且應能凸顯綠建築技術 結合造型美學、文化風貌、環境調和、自然生態、再生能源之創意，且對綠建築有 教育示範意義者為限。
2. 優惠加分方式可依其各評估指標之貢獻程度以及符合其他項目得分之公平比例原則下來判斷，可針對各項貢獻給予合理加分至該指標滿分為止，若其貢獻跨越多項指標，亦可同時取得各項指標優惠加分至各指標最高分為止。若該指標有申請條件限制，但申請案因特殊原因擬申請該指標，得由「綠建築技術認定小組」認定之。如 1 公頃以下之基地得由「綠建築技術認定小組」評估其申請合理性申請生物多樣性 指標。
3. 本優惠加分之申請方式，必須由申請者提出自擬的優惠加分申請表，以及如下案例 A、B、C 所示之合理可信之實驗或模擬分析資料或符合科學專業理論與社會經驗原則之說明書，若遇美學與精神層面上難以量化說明者，亦可以照片圖說做為申請資料。優惠加分之評審方式由「綠建築技術認定小組」進行技術檢討及認定，確認該作品之創新設計對綠建築精神有實質貢獻且具教育意義，經該小組成員三分之二以上投票通過後認定之。

第三節 建築工地施工過程地下水袪水再利用納入綠建築評估體系方案之研議

一、水資源指標

$$WI = a + b + c + d + e + f + g + h \quad (5-8)$$

其中，

h：建築工地施工期間節水得分，無單位，見下表 5-6、5-8、5-10。

方案一：增加建築工地施工期間地下水袪水再利用裝置之評分項目與評分標準

表 5-6 方案一納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準

	設備功能敘述	採 用 率 * 1	給 分 權 重	得 分
建 築 工 地 施 工 期 間 地 下 水 袪 水 再 利 用 裝 置	地下水再利用率或自來水替代率 < 2%	是、否	h1' = -1.0	h = h1'
	地下水再利用率或自來水替代率 > 5%	是、否	h1' = 1.0	
	地下水再利用率或自來水替代率 > 10%	是、否	h1' = 2.0	
總得分 WI		= a + b + c + d + e + f + g + h =		

方案二：納入大耗水彌補措施及評分項目與評分標準

表 5-7 方案二納入綠建築評估系統水資源指標大耗水項目及彌補措施評估表

大耗水項目查核		管制規模	彌補措施
6	建築工地施工期間實施地下水袪水工程	日地下水袪水量達 1,000m ³ (CMD) 以上	必須設置地下水再利用率或自來水替代率 5% 以上之地下水袪水再利用裝置。

表 5-8 方案二納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準

	設備功能敘述	採用率	給分權	得分
--	--------	-----	-----	----

		*1	重	
建築工地施工期間地下水再利用裝置	具上表大耗水項目，但不設置該表規定之任何彌補措施	是、否	h1'=-1.0	h=h1'
	不具上表大耗水項目，也無設置該表所規定之任何彌補措施	是、否	h1'=0.0	
	具上表大耗水項目，且設置該表相對應之彌補措施	是、否	h1'=1.0	
	不具上表大耗水項目，且額外設置地下水再利用率或自來水替代率 5%以上之地下水祛水再利用裝置。	是、否	h1'=2.0	
總得分 WI		=a+b+c+d+e+f+g+h=		

方案三：建築工地地下水再利用儲水塔裝置得分

表 5-9 方案三地下水再利用儲水塔裝置之建議容量

建築工地基地面積(m ²)	地下水再利用儲水塔裝置之建議容量(m ³)	備註
基地面積 < 1,000 m ²	至少 2 噸以上	需配置水錶，紀錄地下水使用量。
1,000 m ² ≤ 基地面積 < 5,000 m ²	至少 5 噸以上	
5,000 m ² ≤ 基地面積 < 10,000 m ²	至少 10 噸以上	
10,000 m ² ≤ 基地面積	至少 20 噸以上	

過建築工地於施工過程的地下水祛水作業期間，設置再利用儲水塔裝置並配置水錶進行監測，針對儲水塔建置後的實際使用情況進行評估，其(日)平均使用率可表示如下式：

$$\text{地下水(日)平均使用率 } (R_g) = \frac{\text{地下水(日)平均使用量 } (W_g)}{\text{儲水塔容量 } (V_g)} \times 100\% \quad (5-9)$$

表 5-10 方案三納入綠建築評估系統水資源指標評分項目與評分標準

	設備功能敘述	採用率	給分權	得分
建築工地施工期間地下水再利用裝置	建築工地於施工過程具地下水祛水工程，但未設置地下水再利用儲水塔裝置。	是、否	$h1 = -1.0$	$h = h1'$
	建築工地於施工過程不需地下水祛水工程，而設置地下水再利用儲水塔裝置並符合上表建議容量與配置水錶。	是、否	$h1 = 0.0$	
	建築工地於施工過程具地下水祛水工程，設置地下水再利用儲水塔裝置並符合上表建議容量與配	是、否	$h1 = 1.0$	

置水錶，且在祛水作業期間地下水(日)平均使用率 ＜50%		
建築工地於施工過程具地下水祛水工程，設置地下水再利用儲水塔裝置並符合上表建議容量與配置水錶，且在祛水作業期間地下水(日)平均使用率 ≥50%	是、否	h1= 1.5
建築工地於施工過程具地下水祛水工程，設置地下水再利用儲水塔裝置並符合上表建議容量與配置水錶，且在祛水作業期間地下水(日)平均使用率 ≥100%	是、否	h1= 2.0
總得分 WI=a+b+c+d+e+f+g+h=		

二、基地保水指標

增加系統得分之基礎分數

$$\text{系統得分 RS3} = 4.0 \times ((\lambda - \lambda c) / \lambda c) + 1.5 + \alpha, \text{ 且 } 0.0 \leq \text{RS3} \leq 9.0 \quad (5-10)$$

建築工地施工期間日地下水祛水量達 1,000m³(CMD)以上：

■ 未實施地下水祛水減抽管理， $\alpha = -1$ ；

■ 實施地下水祛水減抽管理：

地下水減少抽汲率 > 10%， $\alpha = 0.2$

地下水減少抽汲率 > 30%， $\alpha = 0.5$

地下水減少抽汲率 > 50%， $\alpha = 1$

$$\text{地下水減抽率(\%)} = \frac{\text{傳統祛水工程總祛水量} - \text{祛水管理後總祛水量}}{\text{傳統祛水工程總祛水量}}$$

$$= \frac{(Q_0 \times \sum_{k=0}^n T_k) - (\sum_{k=0}^n Q_k T_k)}{Q_0 \times \sum_{k=0}^n T_k} \quad (5-11)$$

其中，

Q_0 ：開工前地下水祛水流量計算/模擬值 (cms)。

Q_k ：結構工程 k 階段之地下水祛水流量計算/模擬值 (cms)。

T_k ：結構工程 k 階段之工期，即工期內祛水作業時間之天數 (day)。

第六章 結論與建議

本計畫主要針對綠建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之可行性研究相關課題進行探討及內容編撰，其研究項目之結論與相關建議事項分別說明如后。

第一節 結論

壹、完成建築相關法規(含水利法)與相關政策規範蒐集彙整

本計畫完成內政部營建署的建築技術規則建築設計施工篇、建築工程施工規範、建築法及各縣市政府建築施工管制要點、辦法，行政院環保署的開發行為環境影響評估作業準則、環境影響評估法及臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項，以及經濟部水利署水利法、地下水管制辦法及施工規範等相關政策規範蒐集彙整；其中僅臺中市建築物施工管制辦法及臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項中針對建築工地地下水取水再利用訂定相關規定。

針對「取水」之定義，僅內政部營建署、行政院農委會水土保持局及各政府的工務局的施工規範第 02240 章具有取水之定義與工法說明；而建築工地地下水的取水作業的鑿井工程，惟有經濟部水利署施工規範第 02243 章中針對鑿井工程進行說明；然建築工地的針對「點井」的說明與定義，目前尚未有相關法規或規範進行詳細說明。

貳、完成現行建築工地施工過程之地下水利用案例蒐集，並完成施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析

本計畫已針對新建建築施工過程排降地下水相關案例完成蒐集彙整，並進行現場探勘與諮詢，藉各案例提供之排降地下水計畫或地下水取水計畫之規劃與評析方法等內容進行探討，由於目前僅臺中市新建建築工程地下水取水計畫書有針有程地下水再利用進行規劃，故為符合本案研究主軸，將多以臺中市新

建工程的相關內容進行討論。

由於建築工地在進行地下室開挖作業，為使基地地下水位低於計畫開挖範圍的基底，藉泵浦設計規格計算降水曲線進而於開挖範圍的四周或基坑內部佈設抽水井，並進行地下水抽水作業，其抽汲的地下水將排至公共排水溝進行放流；考量建築工地施工過程地下水抽水規劃之目的，除避免建築工地基坑發生湧水或砂湧現象、穩定基礎及工程安全等主要目標外，本計畫將建築工地地下水抽水與再利用計畫，在符合前述主要目標的原則下，另歸納出地下水抽水再利用及減少/合理抽汲地下水之兩點個重點目標。

參、完成建築工地臨時用水計畫書之需求項目與內容綱要之研提

本計畫針對建築工地用水計畫書研擬 6 點需求項目與內容綱要：

- (1) 基本資料—開發計畫名稱及開發單位之基本資料表填寫。
- (2) 計畫概述—開發計畫目的、建築工地基本資料(配置、規模、人員等內容)。
- (3) 水源供應計畫—自來水臨時水權用水計畫、地下水抽水計畫。
- (4) 計畫用水量—工地用水項目(生活用水、生產用水等)與總用水量、地下水再利用項目(工地內部用水項目、對外多元供水項目)與用水量、地下水抽水再利用率與水平衡圖。
- (5) 緊急應變計畫—因應乾旱缺水時期之應變措施，設置緊急應變蓄水設施供應工地內部用水。水源的緊急應變：自來水水源，應配合政府自來水停止及限制供水相關規定之各階段供水措施擬訂；地下水水源，則配合政府進行緊急抗旱水源調配措施。
- (6) 附錄 建築工地用水計畫簡表

肆、完成地下水之貯集與多元利用納入綠建築評估系統之研議

由於建築工地施工過程地下水祛水再利用，可達到節水與減碳之效益，研析目前綠建築評估系統相關指標，其與水資源指標的節約水資源之目的相近；而進行祛水管理而減少地下水抽汲量可達到保水與節能的功效，其與基地保水指標的涵養地下水資源之目的相近。

透過本計畫研析與專家諮詢會議成果，建築工地地下水再利用納入綠建築評估系統將選擇以水資源指標之方案三，以設置地下水再利用儲水塔裝置與其(日)平均使用率計算作為評估指標，使實際應用與檢核上較為簡易，更利於後續推行，且當遇水情嚴峻時亦可快速提供使用。

第二節 建議

建議一

建築工地施工過程地下水再利用案例進行綠建築評估系統之試評與驗證之研究：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

由於本年度完成建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之方案研擬，但考量國內建築工地各地區地質與現地條件，以及擋土工程、地下水祛水時程與祛水計畫內容之不同，其評估比例與方式應針對前述不同限制條件而進行調整，故建議後續應針對國內相關縣市的建築工程案例進行蒐集彙整，並藉用水計畫書草稿進行綠建築評估系統之試評，驗證其評估參數與審核標準並進行用水計畫書草稿增修訂，進而研議建築工程地下水祛水管理及再利用在綠建築評估系統之標準與方法，作為未來綠建築體系發展與推廣應用上之重要參考。

建議二

建築工地施工過程地下水再利用與祛水管理之相關法規制度檢討與增修訂：短

中期可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署、經濟部水利署、地方政府

國內針對建築工地施工過程地下水再利用，目前僅台中市的建築施工管制要點與辦法中規定建築工地有抽排水者，應設置地下水資源再利用裝置，其計畫內容則納入該市建築工地的地下水祛水計畫書中，然地下水祛水再利用計畫之內容並未詳述建築工地整體的用水規劃與其再利用之比例，故造成許多再利用裝置未能有水資源永續利用之實質效益；另外，國內建築工地地下室開挖進行地下水祛水作業，其計畫書名稱與需求內容依主辦機關而有所差異，未有標準化的相關規定。建議各主管機關應一致化地下水祛水計畫書名稱並定義內容相關名詞，統整計畫書內容架構與編列方式，且為促進水資源永續利用應統一增加「地下水祛水再利用計畫」，進而針對建築工地施工過程地下水再利用與祛水管理進行相關法規制度之檢討與增修訂，作為未來建築工地相關政策發展與永續水資源利用之參考。

參考書目

中文部分：

- 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型(BC)，2019。
- 行政院主計總處，綠色國民所得帳編製報告，2021。
- 行政院環境保護署，環境影響評估法，2003。
- 行政院環境保護署，地下水污染監測標準，2013。
- 行政院農業委員會，農田水利施工規範第 02204 章，2005。
- 林政賢，綠建築評估指標適用性之研究，國立成功大學，2004。
- 科技部，IPCC 氣候變遷第六次評估報告「衝擊、調適與脆弱度」之科學重點摘錄與臺灣氣候變遷衝擊評析更新報告，2022。
- 楊偉甫，循環永續水資源政策，土木水利，第四十二卷，第三期，2015。
- 臺中市政府，臺中市建築物施工管制辦法，2022。
- 臺中市政府環境影響評估審查委員會，臺中市實施環境影響評估開發單位應承諾事項，2021。
- 國家發展委員會，我國地下水資源政策之研究，2014。
- 經濟部水利署，用水計畫審核管理辦法，2022。
- 經濟部水利署，地下水管制辦法，2017。
- 經濟部水利署，防災及備援水井建置計畫，2019。
- 經濟部水利署，緊急抗旱水源計畫 2.0，2021。

英文部分：

- Ghulami, M., Gourbesville, P., & Audra, P., Impacts on groundwater for a deep excavation below the water table during the construction of a commercial building: A case study in Nice. 6th IAHR Europe Congress, Warsaw, Poland, June 30th – July 2nd, 2020.
- Ma'ruf M. F., & Darjanto H., Excavation Adjacent to the Existing Building: A Study Case. Proceedings of the 2nd Makassar International Conference on Civil Engineering Makassar, Indonesia, August 11-12, 2015.
- Nor S. Zailani, et al., Study of the Groundwater Flow During Excavation Work at Construction Site. Research in Management of Technology and Business, 2(2), 429-442, 2021.
- Omar Y. Mohammed, & Ammar A. Shiekha., Dewatering System Control by MATLAB Software, E3S Web of Conferences, 2021.
- Simon M., & Hubert Q., An innovative dewatering system to reduce the environmental impact. XVII European Conference, 2019.
- Tokgoz, M., Koray K. Yilmaz, & Yazicigil, H., Optimal Aquifer Dewatering Schemes for Excavation of Collector Line. Journal of Water Resources Planning and Management, 248-261, 2002.

附錄一 審查會議記錄

內政部建築研究所 111 年度

「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築
評估系統之可行性研究」協同研究計畫案

期初審查會議

審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	地下水再利用，確實是好的想法，值得鼓勵，樂見其成。納入綠建築評估系統，當然也是好的方向。	感謝委員的支持與肯定。
2	若納入綠建築評估，則未來施工廠商，就要照做。私人或民間機構的工程比較沒有問題，即使增加工程費用也會做，有問題是公家單位之工程，有沒有把這些因素考量，酌量提高編裝預算，或本研究結論是否也要告知工程會、主計處等相關單位？	感謝委員意見，由於中央法令目前尚未有針對建築工地施工過程地下水再利用的相應規定，故本計畫在評價制度上初步以獎勵方式進行研擬。
3	會不會有超抽的情形而造成負面影響，且其抽水計畫應由誰撰寫？誰審核？如何管制與控制？(工地主任或有無專業人員負責？)	由於國內地形特性，多數地區的地下水水量豐沛，建築工地開挖地下室常藉由點井工程而抽排地下水；目前國內僅部分建管單位要求規劃臨時抽排水工程計畫書，且多由泵浦廠商進行規劃與內容編撰，故應針

		對權責分配、審核方式與排降地下水的操作規則進行後續討論。
4	P.7 工程地下水位，依各工地狀況不同，水質可使用狀況亦不同，如何納入建築評估系統，做法？	地下水源一般較為乾淨，但建築工地排降地下水做為非接觸用水之貯集利用，初步仍需考量周邊是否有加油站或其他可能污染源，並進行初步水質檢測與後續監測，避免造成使用上的健康風險。
5	P.15所示計畫用水量之生產、生活、災備用水，如何儲備，是否預設專用水池、水塔？	考量地下水抽排水量與工地用水量，進而討論地下水貯集專用水池或臨時水塔的設置容量，並參考「臺中市環境影響評估應承諾事項」臨時水塔容量之建議值。
6	建築工地地下水再利用納入綠建築評估體系，預計如何納入？基地保水之 Q0應納入考量，水資源效益需考量，因可能衝擊雨水回收再利用。	感謝委員意見，由於綠建築評估體系中的基地保水與水資源指標主要係針對建築物施工後之運行期的評價，然施工期地下水源抽排的量體驚人，卻未有相應制度進行管理，故如何納入綠建築評估體系為本計畫案重要研討的工作項目之一。
7	未來如何擬定可行性、地下水用水量及利用量等內容？調查分析顯得重要，建議分基地內、基地外之應用，應予以區分。	感謝委員建議，依據不同的排降地下水工法與操作規則，將影響抽排的地下水量，而其利用標的將依照委員建議考量基

		地內(如工程用水、生活用水)與基地外(如工廠用水)之應用，方達到多元利用之目的。
8	工地施作抽取地下水用量甚鉅，本研究值得進行。	感謝委員的支持與肯定。
9	事前對地下水抽取量之預估，如何合理化及施作當中地下水量之登錄，以及如何貯集再利用，在量與質均需注意，有適當之監測計畫，方能做為建築評估指標之參考。	感謝委員建議，針對工地地下水貯集利用納入綠建築評估指標初步考量地下水利用量體的評價，水質則需針對其水質相應的制度或法規討論；目前國內臨時抽排水工程計畫書針對抽取地下水量體係透過泵浦規格進行量體評估，如何合理化抽取地下水與針對其量體評估，將作為本案研究重點項目。
10	若可強化調查目前的可再生利用之項目、與貯集或儲存之場域或設施、以及運輸方式，當更有利於日後推動計畫之參考。	感謝委員意見，後續案例調查與專家諮詢將針對委員所提的內容進行資料蒐集與討論。
11	若非缺水期，地下水補注，亦可考量。	感謝委員意見，考量建築物生命週期，施工期的水資源管理相當重要，故不論雨、旱季，應藉制度建立來進行管理。
12	評估項目可再考量其可行性。	感謝委員意見，將遵照辦理。
13	建築工地施工過程地下水再利	國外部分國家或州市已訂定工

	用為我國抗旱的策略之一，請問是否有國內外的成功案例可參考?潛力為何?困難為何?	地地下水相應的管理措施與計畫書，其中更考量環境生態的影響，後續將持續彙整分析作為本計畫研究之參考。
14	為協助水利署有效運用前揭施工過程地下水再利用，請問納入綠建築標準評估系統之實務可行性為何?可規劃納入之指標為何?如何評估?	由於基地保水與水資源指標主要係針對建築物施工後之運行期的評價，在施工期的地下水資源，目前初步考量透過綠建築評估體系的優惠加分項目進行研擬。

內政部建築研究所 111 年度

「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築
評估系統之可行性研究」協同研究計畫案

期中審查會議

審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	根據本研究之調查，案例現況分析及地下水多元利用評估，將其納入綠建築評估系統之評估項目，原則可行。惟地下水多元利用係屬節水範疇，而非保水，故若予納入，宜納入水資源指標。	感謝委員的支持與肯定，本計畫將依委員建議納入水資源指標為主軸，另因考量施工期間地下水抽汲量極其龐大，未來完工後以綠建築基地保水之規劃恐難以彌補其損耗，故亦針對納入基地保水指標進行考量。
2	另目前法令規定尚未具足，不僅中央法令未規定，地方政府也僅臺中市政府納入相關規範。若能參採臺中市政府作法，由主管機關將其納入治水計畫書，提供做為佐證文件，則將有助於綠建築審議之執行。	感謝委員意見，本案將初步提出納入綠建築指標之評估方針，未來應針對相關法令及規範增修之相關內容進行蒐集與檢討，以利未來綠建築發展與推廣應用。
3	報告書P.63，圖4-1模糊無法辨識，其餘圖文亦請檢視清晰度。	感謝委員意見，後續將依委員意見進行修正。
4	報告書公式4-3，式中無 K_2 ，代號說明有兩個 K_2 無 K_3 ，請配合	感謝委員意見，後續將依委員意見進行修正。

	修正。	
5	建築工地排降地下水位通常為工程所需，一是地下水產生上浮力，在上部結構尚未完成前，自重不足以抵抗水的浮力；二是開挖階段地下水位會對開挖階段的檔土支撐形成側向壓力，尤其在深開挖時本身土壓力就很大，若再加上水壓會使檔土支撐承受很大的力量，須減壓。故其抽水是由結構行為決定，而非由需求決定。	感謝委員意見，建築基地開挖前將計算結構工程的施工階段結構體重量能承受原地下水位之浮力時，基坑內地下水祛水作業即可結束；基坑外則依委員所提第二點，仍依擋土工法性質而決定是否持續不間斷地下水祛水。然基坑內的地下水未設定目前多數皆設定基底以下的單一目標值，未依結構工程進度使結構體重量提高而進行調升，因此造成地下水資源的浪費。
6	建築工地進行排降地下水位工程都是有階段性的，例如在地下工程施工階段，或至某一層樓完成為止，並非永久持續性，故屬於假設工程。據瞭解並非營造廠依水利法向水利單位申請之案例，其適法性建議應與水利主管機關研議。	感謝委員意見，台中市建築工地地下水祛水計畫書送審係與施工計畫書與品質計畫書等一同送主管機關審議，如營建署工程處、市府都發局、市府建設局等；目前地下水祛水再利用計畫併於地下水祛水計畫書中，未來其再利用水源的定位，如是否應適法再生水發展條例，仍需未來進行討論。
7	工地地下水應限制其用途為工程用水、清潔車輪、污染防治灑水、沖廁及圍籬綠化用水等，不應作為民生用途，除非能夠更深層的處理與更嚴謹的驗	感謝委員建議，工地地下水主要作為工地內部供水，對外則如環保局灑水車用水、消防局消防用水、或工廠製成水等；民生用途將考量利用在乾旱期間

	證。	作為災備用水為主，此時仍需進行水質淨化處理，如移動式淨水設備進駐，方能保證水源安全無虞。
8	研究案例的地下水位2.9m應為最上層的水位，是否還要其他較低地水層，可進一步研議。因為太接近地表的水層，一般易污染不太建議取用。	感謝委員建議，由於本案為台中案例，其因地質特性，地表底下多為卵礫石層，故於基地開挖範圍未至更深層地下水層；若開挖範圍包含兩層以上地下水層，其抽水涵管將設置分段開孔管進行抽汲；地下水再利用將考量其用水標的，且應避免工廠或加油站附近的地下水。
9	基地保水只考慮淺層，但祛水一般多為深層，而且地下水有區域差異，在不同地區因條件不同，其方式應也會有所不同。	感謝委員建議，由於國內目前針對工地地下水祛水再利用僅台中市具有較完整資料與相關規範，未來可持續蒐集建築案例的地下水祛水計畫相關資料，並考量不同基地規模、區域特性、地質與水文條件、以及祛水工法等差異進行彙整討論。
10	為避免地下水資源的浪費，建築工地的地下水抽取應有所規範，相關施工規範建議應有全國的統一性規定，再授權因應地方需求給予因地制宜的調整彈性。	感謝委員意見，如何依工程進度做地下水的妥適抽排及再利用，目前仍無相關法源對此進行約束，故本計畫將初步提出其規劃構想，建立地下水管理與多元利用之對策，供未來相關施工規範研議之參考。

11	本研究探討地下水再利用的祛水與用水，藉由水質、入滲與抽取貯集再利用進行探討，方向明確可行性高。	感謝委員的支持與肯定。
12	根據祛水規劃，建議除目前規劃內容外，應可增加抽用極限量的考量，避免因抽取過度造成地層下陷，並請於後續研究中，將滲水量與用水量，依其地質與氣候特性進行應用與連動之評估，以符實際需求。	感謝委員建議，由於國內目前針對工地地下水祛水再利用僅台中市具有較完整資料與相關規範，未來可持續蒐集建築案例的地下水祛水計畫相關資料，並考量不同基地規模、區域特性、地質與水文條件、以及祛水工法等差異進行彙整討論。
13	有關施工過程之地下水管制，期能納入綠建築評估系統，惟對於排降地下水，不同基地、規模與水文特性宜納入考量。	感謝委員意見，本計畫將初步研擬建築工地地下水用水計畫書，作為納入綠建築評估系統之評估依據，未來仍須針對不同基地、規模與水文特性等進行適地性討論。
14	排降地下水之多元利用可先予以調查及分析，如目前之基地內外用水，建議可進一步強化法令之地下水利用規範，以提升地下水之利用率。	感謝委員意見，本計畫將研擬工地內部與外部多元利用之規劃構想，未來可針對相關法源的蒐集與檢討，研議其規範與發展對策。
15	後續該置入綠建築標章的哪項指標，建議應審慎評估，兼顧比例原則，以免造成排擠效應。	感謝委員意見，後續將召開專家技術諮詢與座談會，針對綠建築評估與可行性之進行討論，使計畫內容能更符合未來

		實務設計上之參考
16	本案須因地制宜，有關地下水的來源與去化，建議依照基地條件、建築規模與水文特性之不同進行評估，方能有效提升建築工地之地下水利用率。	感謝委員意見，本計畫將初步研擬建築工地地下水用水計畫書，作為納入綠建築評估系統之評估依據，未來仍須針對不同基地、規模與水文特性等進行適地性討論。
17	本案已依研究進度甘特圖，完成相關法規與規範的蒐集，以及現行建築工地施工之地下水利用案例分析，並初步探討施工過程排降地下水量與工地臨時用水量之評析，期中研究成果符合預期進度與內容。	感謝委員的支持與肯定。
18	報告書P. 48之校正係數有區間者如2~2.5，如何使用。	感謝委員意見，針對工地用水量估算內容後續將修正錯誤內容並補充說明。
19	報告書P. 50之生活參考用水量表，其序號3及4應為重複，並請增加沖廁用水。此外洗衣間用水量單位是否有誤，請修正。	感謝委員意見，針對工地用水量估算內容後續將修正錯誤內容並補充說明。
20	建議是否能於第五章增列建築工地施工過程地下水再利用衍生之成本，以及地下水再利用所產生之效益比較等內容，俾利後續推廣使用。	感謝委員建議，由於目前僅台中市實施工地地下水去水再利用，就目前資料蒐集與探勘討論，其衍生成本(如貯集水塔)將遠低於地下水再利用所節省的自來水費。

21	建議請簡化地下水再利用納入綠建築評估系統之公式或計算式，並以鼓勵性質為設計方向。	感謝委員意見，研議納入綠建築水資源指標需藉建築工地用水計畫書進行評定，故後續將持續針對用水計畫書內容將如何符合實際需求並精簡化進行討論。
22	建議考慮枯水期、地下水位較低區位、山坡地等水位不同區域，其適用條件不同，應有不同之修正係數。	感謝委員意見，未來仍須針對不同基地規模、區域特性、地質與水文條件、以及祛水工法等差異進行適地性討論。
23	本研究案之案例調查、評析與分析內容完整充實，符合預期成果。	感謝委員的支持與肯定。
24	本研究案係本所協助經濟部水利署，為有效運用地下水資源，考量目前國內尚無建築工地施工過程地下水再利用之相關衡量方法與基準所規劃辦理。	由於目前仍無相關法源對建築工地地下水祛水再利用進行約束，故本計畫將提出其規劃構想，建立地下水管理與多元利用之對策，望能達到節能減碳與永續水資源的綠色低碳建築工地之目的。
25	有關建築工地施工過程之地下水抽取，應先訂立合理之抽用評量基準，再依其抽用量進行規範與管制。至後續該納入哪項綠建築評估指標，因地下水抽取屬施工階段，建議可併同建築土方的概念，納入廢棄物減量指標評估。	感謝委員建議，由於建築工地地下水祛水期間，涉及土方開挖工程、擋土工程、結構工程等持續進行，因此建築工地地下水祛水規劃需因應前述不同工程內容與時程進行考量；因地下水祛水計畫考量因素眾多，故本計畫將先針對水資源(地

		下水)的部分作為納入綠建築評估指標，暫不針對土方處置的部分進行考慮。
--	--	------------------------------------

內政部建築研究所 111 年度

「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築
評估系統之可行性研究」協同研究計畫案

期末審查會議

審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	本案已完成內政部營建署、行政院環保署、行政院農委會、經濟部水利署及各地方政府在建築工地地下水再利用之相關規定蒐集與彙整，符合預期進度與內容。	感謝委員的支持與肯定。
2	依研究成果發現，現階段國內在建築工地施工過程的相關祛水工法與再利用標的等，均尚未有明確規範，如何有效提升建築工地的地下水資源利用成效，應可納入後續研究之重點。	感謝委員意見，將遵照辦理。
3	未來建築工地施工地下水祛水再利用，不論放入綠建築評估指標的「水資源指標」或是「基地保水指標」，建議均應針對不同區位與基地條件，訂立不同的評估標準，以符實際需求。	感謝委員意見，後續考量不同區位與基地條件選擇較可行的方案，未來應透過試評與驗證使評估系統更完善並符合實際需求。
4	建築施工過程抽取地下水及依工程進度調降抽水量，均為工	感謝委員意見，將遵照辦理。

	程上排降地下水位、節能及保護水資源之必要作為，且各基地條件、規模、地質及水文特性不同，保水之目標效益量化不易。故未來納入綠建築評估時，建議仍以考量列入「水資源指標」為宜。	
5	表5-1~5-5均係引用自綠建築評估手冊，請修正資料來源及調整排版漏繕部分。	感謝委員意見，後續將針對排版漏繕之內容進行修正。
6	地下水替代率公式為 $TU/(TU+G1)$ ，其是否代表仍有部分用水為自來水，故其水平衡圖即須顯示哪些用水可能直接使用自來水，或在地下水不足時必須以自來水補充。另這些數據是指全工程期間之抽取量或工程某階段的抽用量，亦請補充說明。	感謝委員意見，地下水主要取代建築工地非接觸用水的部分，至於接觸用水(如飲水、洗衣、洗手等)及施工作業規定需要自來水的部分，則依然使用自來水；後續將針對此部分內容加強說明。
7	本研究完成新建建築工程地下水祛水計畫書規劃流程及評估項目，可供各建築工程參考，成果值得肯定。	感謝委員的支持與肯定。
8	本報告書內容缺漏如下：P. 51第四章第二節一、2. 建築工地外部多元供水之說明；P. 52第四章第二節二、水平衡圖與地下水祛水利用效率評估之說明；P. 56第四章第三節祛水規劃與泵浦操作對策之內容；P. 57~66第五章各節內容。	感謝委員意見，後續將針對委員所提的內容完成補充。

9	本研究建議「地下水再利用率」納入綠建築之「水資源指標」，以「地下水減少抽汲率」納入「基地保水指標」，所謂「地下水再利用率」是否指 P. 52、54 地下水利用率，「地下水減少抽汲率」如以 P. 56 透過泵浦設置規格作為分母，是否可能造成設計多配置泵浦以提高減少抽汲率。	感謝委員建議，「地下水再利用率」係指建築工地的地下水抽汲量與再利用量的比值；而後水資源指標方案三提及的「地下水利用率」係針對儲水塔的利用率進行計算，為避免混淆而訂定不同的名詞。
10	請補充 P. 29，有關桃園及臺南推動地下水汰水回收再利用之規定。另有關建築工程地下水汰水再利用時水質之確保、緊急應變措施、增加公共排水溝負荷能力之因應，以及適宜推動地下水再利用需考量如水質、是否容易缺水、地下水位高低及區域等因素，建議可納入後續研究辦理。	感謝委員建議，目前僅臺中市的建築工程施工管制要點與辦法具地下水汰水再利用的規定，其 p.29針對桃園及臺南係針對中央抗旱2.0計畫所推動的內容進行說明。
11	其他報告書錯漏部分：P. 4工法名稱與P. 19以下工法名稱應統一；P. 11起右上角缺漏章名。P. 47標題「…地下水汰水臨時用水計畫書…」與圖4-3左側「…地下水汰水計畫書…」應統一。P. 53第2行「作為後續納入綠建築評估系統之指標參數」，惟後續未見，請一併修正。	感謝委員意見，後續將針對內容錯漏的部分進行修正。
12	P. 5有關點井工程，其不一定在基礎工程結束後就停止，有時	感謝委員意見，建築工地地下水汰水時程受建築結構物類別

	因開挖深度、地下支撐解壓過程需要，仍須持續抽水至地面層完竣。	及開挖、擋土工法差異等影響，故針對祛水再利用的評估仍須參酌建築施工計畫書中的地下水祛水計畫之內容。
13	地下水再利用會因深度與是否處於雨季，其水位與水量均會有所變化，不易正確評估。如臺中市一般地層多為卵礫石，透水性好且水質佳，但臺北市則多為黏土地質，其地下水位雖高但水質不一定好，差異相當大。此外許多地下室開挖的施工災害，均與抽取地下水不當有很大關連，不可不慎。	感謝委員意見，建築工地地下水祛水作業以施工安全性與地基穩定作為主要考量，而本案針對地下水再利用納入綠建築體系，係按原施工計畫書中的祛水規劃所抽汲的地下水進行利用。
14	祛水工法並非適用所有基地，後續如納入綠建築評估系統，建議應針對不同區位條件訂定相關評估準則，並針對有祛水工程需求的基地，方才適用，以避免部分案例為求高分，採用不當工法致衍生相關問題。	感謝委員意見，本案考量建築工地地下水祛水再利用納入綠建築評估，即係針對有地下水祛水需求的工地，鼓勵其設置再利用措施而給予相應的獎勵分數。
15	將祛水量加入「水資源指標」得分項目，因目前多數案例於該項指標已可取得滿分，故將其納入評分項目，因與其他得分項目相比未必容易，恐無法提升申請意願。	感謝委員意見，本年度先提出基本構想，鼓勵具地下水祛水工程的建築工地進行再利用，未來仍需進行試評與驗證等工作。
16	有關地下水浮力應屬工程問題，其解決方式甚多，如透過連續壁的摩擦力、抗浮地錨及解壓工法等均可達成，不一定	感謝委員意見，由於工程實際施作所應用的工法與遇到的問題較為複雜，故本案主要針對案場本身祛水規劃所抽汲的地

	須採祛水工法。	下水做再利用的評估討論。
17	當祛水是為了施工期間的地下水側壓力和工作安全時，就是一個假設工程，其與為抵抗水浮力屬永久性的工程內容，本質上就不同。如屬前述施工期間內的側壓力，則在假設工程範疇，故一般未必列入工程設計規劃範圍內，無長期存在的必要，故將其列入綠建築標章「水資源指標」，建議應再予以斟酌。	感謝委員建議，後續將針對委員所提的內容進行討論與報告內容修訂。
18	本研究已針對建築施工過程排除地下水相關案例完成蒐集彙整，成果豐碩。	感謝委員的支持與肯定。
19	針對抽汲的地下水將其排至公共排水溝進行放流，係避免建築工地施工過程地下水，造成建築基坑發生湧水或沙湧現象，為穩定工程安全的手法之一。故如何兼顧安全與地下水資源合理運用，建議應進一步評估，以利後續推行。	感謝委員意見，由於建築工地地下水祛水量體龐大，希望在確保施工安全性與地基穩定的情況下，減少地下水資源的浪費。
20	本案主要探討建築施工過程的地下水資源再利用與相關對策，內容與方法考量完善，予以敬佩。	感謝委員的支持與肯定。
21	針對建築施工過程的地下水再利用計畫，目前研究提出二個策略與綠建築指標結合，一為「水資源指標」的地下水再利	感謝委員意見，考量評估內容的簡易性與不改變祛水作業內容的情況下，水資源指標相比為比較可行的方式。

	用（h 項），適用於候選綠建築證書時的提出，另一為「基地保水指標」，藉由工法的調整予以對應，適用於施工後的審查評估。此二策略較容易執行的部分應為「水資源指標」，而「基地保水指標」的部分，似有較多內容需要調整，但無論何種策略，權重與得分應可再進一步研議。	
22	地下水狀況深受當地氣候與水文條件的影響，建議未來可採用氣候分區並搭配地下水文進行分區管理。	感謝委員意見，後續採納委員建議作為納入綠建築評估系統可行性之考量。
23	有關施工過程之地下水管制，未來納入綠建築評估系統之「水資源指標」，其係依照採用率給分的鼓勵方式，或將其列為大耗水項目要求需進行相關彌補的強制規範，宜審慎評估。另依目前實際綠建築標章申請案例，多數案件在「水資源指標」均可透過省水器具採用率與節水澆灌系統等較易達成的設計手法取得高分，因此將其納入做為鼓勵項目恐成效不大。此外透過祛水量作為大耗水項目的評估基準，其相關評估準則，應進一步研議，俾利後續推行。	感謝委員建議，納入綠建築評估系統將遵照委員建議，將以鼓勵的方式進行研議。
24	至如將其納入綠建築評估系統之「基地保水指標」，依目前	感謝委員建議，由於綠建築評估系統單一指標已訂定評分上

	研究將其規劃於該指標的系統得分項目並給予最高1分，其誘因可能不高。因為依現行綠建築評估指標之規定，各項指標的系統得分均有上限，如要增加誘因並呈現施工地下水祛水量的重要性，建議應將其列為外加得分項目，且不受指標系統得分上限規範，方能提升成效。	限，即使優惠加分原則亦不可超過此分數，故如欲額外疊加建築施工時期祛水在利用分數上去，實需另外詳加研議。
25	經本署研究建築工地地下水再利用尚包含取代鄰近公園澆灌用水、景觀用水，以及排入鄰近滯洪池或蓄水池進行地下水補注等方式，且極具可行性，本署今年已有成功試辦案例，建議可一併納入本計畫。	感謝委員建議，後續將參採委員所提之試辦案例計畫內容進行討論。
26	在相關法規及政策規範部分，建議水利法第83-7條已規定一定規模之土地開發案應提送出逕流管制計畫，其中包含削減洪峰流量方案，建議可一併納入本計畫內參考。	感謝委員建議，後續將針對委員所提的內容進行討論與報告內容修訂。
27	針對建築基地點井抽排量，依110年度台中建築工地案例(勤美之森)，使用智慧監控將可有效減少抽排量，建議納入綠建築標章評分考量。	感謝委員意見，透過智慧監控進行祛水管理可減少地下水抽汲量，並達節能減碳之效益，後續亦作為納入綠建築標章評分考量項目之一。
28	P. 48有關建築工地計畫用水量，建議補充地下工程施工期間工區可利用地下水之主要用水需求項目及各用水項目之用	感謝委員建議，後續將針對委員所提的內容進行研議。

	水量探討。	
29	P. 53、P. 54，三、水源供應計畫及四、計畫用水量，建議增加用水項目及小計，並補充單位。	感謝委員意見，後續將針對委員所提的內容進行研議。
30	P. 54，有關地下水利用之地下水總水源供應量(GS)應採簡單量化易操作，內容尚未給出建議；另地下水排放率其中分子之(GS及GU)有部分仍需排放，這部分是否須扣除。	感謝委員意見，後續將針對委員所提的內容進行討論與調整。
31	P. 66，有關地下水減少抽汲率計算困難，易偏離實際，是否改以地下室開發面積與地下水利用量比值較易計算。另請研擬建築工地用水計畫表，並建議補充計算案例，以檢視其可行性。	感謝委員意見，考量評估內容的簡易性與不改變祛水作業內容的情況下，水資源指標相比為比較可行的方式。
32	本研究案之案例調查、評析與分析內容完整充實，資料蒐集詳盡，符合預期成果。	感謝委員的支持與肯定。
33	本研究係為因應110年行政院緊急抗旱水源應變計畫需求由經濟部水利署提出，依本研究規劃方向，建議納入綠建築評估系統之「水資源指標」，並採鼓勵方式推動較為適宜。	感謝委員建議，將遵照辦理。
34	後續將持續辦理相關研究進行進行案例試評分析，俾利後續推行。	感謝委員建議，本計畫初步完成納入綠建築評估系統可行性分析，未來應針對案例進行試評分析，使評估內容更臻完備。

附錄二 工作會議記錄

第一次工作會議

「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統
之可行性研究」
工作會議紀錄

開會時間：111 年 月 日(星期) 午 時 分

開會地點：內政部建築研究所討論室(一)

主持人：

聯絡人及電話：蔡研究助理欣遠

02-24622192 # 6160、6120；0910-516-390

出席者：

列席者：內政部建築研究所

發言人	內容

附錄三 專家諮詢會議記錄

內政部建築研究所 111 年度
「建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系
統之可行性研究」
第一次專家諮詢會議

委員意見及研究單位回應一覽表

項次	委員意見	研究單位回應
一	王副執行長婉芝： - 台灣受極端氣候影響日益嚴峻，本計畫希望透過「綠建築評估手冊-基本型(2019年版)」水資源指標強化，達到開源之目的，將建築工地施工過程地下水再利用納入水資源指標評估，本次共計提出 3 種評估方案，符合計畫目標需求。 - 方案一為每一申請個案皆須評估，如地下水位過低或可能基地內無抽取地下水之需求，如何計算再利用率及替代率？請再考量。 - 方案二是將却水工程納入大耗水評估項目，其中管制規模為日却水量達 1000m³(CMD)以上，彌補措施為計算地下水的再利用率或自來水替代率，符合需要祛水的工地才進行評	- 感謝委員的支持與肯定。 - 感謝委員建議，方案一係以鼓勵性質增進建築工地進行節水，對於實際應用上仍許多方面需詳加修訂。 - 感謝委員建議，方案二在推行上需相關機關或第三方認證單位配合驗證與審視等工作。 - 感謝委員建議，方案三相較前兩項方案之評估與實際應用上較為容易，不須繁雜的評估計算，亦利於候選綠建築證書的審查作業。

	估，本方案在評估上較有彈性，就評定機構查閱報告時，日地下水祛水量達1000m³(CMD)其標準該提出哪些相關驗證報告，或可由各地方市府水利局協助審視計畫書及祛水量，以利後續評估。 4. 方案三以基地面積及儲水塔裝置容量進行評估，檢核明確方式簡單，且當遇水情嚴峻時亦可快速提供使用。	
二	李科長豪偉： 1. 研究計畫團隊針對施工階段水資源(地下水)因應在時間(短暫時施工期間)、空間(工地設備及施工工作性)、效益(施工祛水>>基地保水)等面向上，致力尋求一平衡點所做的努力給予肯定。 2. 目前建築法規定之施工計畫書申報及勘驗程序中承造人(專任工程人員)勘驗報告書可以配合檢視機制。 3. 建議評估系統儘量採目視可檢測(如儲水塔設置等)簡易且明確之方式，採納入綠建築標章程序者，亦可為主管建築機關提供一公正第三方認證機構，俾利落實執行。 4. 有鑑於公有或公共建築物多有採PCM統包工程管理模式，統合設計及施工階段，較能預為	1. 感謝委員的支持與肯定。 2. 感謝委員建議，施工計畫書中具地下水祛水規劃者且進行再利用措施，在申請綠建築證書需針對其祛水規劃內容配合檢視。 3. 感謝委員建議，水資源指標方案三考量儲水塔設置進行評估，相較前兩方案簡易且明確。 4. 感謝委員建議，未來應針對公有或公共建築物進行試評驗證與增修定，使評估系統更加完備，並作為後續推動試行之依據。

	概估及掌握施工過程(包括開挖安全及地下水祛水)，建議優先推動試行。	
三	夏專案經理偉根： 1. 建築工地在地下水祛水係以安全性與施工性作為主要考量，故寧可多抽而避免影響工程進行；如若工程為逆打工法，其祛水時程較長。 2. 施工期間地下水可用於灑水、沖廁、洗街等，而生活用水仍需自來水。 3. 如建築物外具滯洪設施之規劃，可規劃施工時程在祛水作業之前，解決地下水蓄水位置之問題，更亦利於灑水車載水。	1. 感謝委員建議，建築工地地下水祛水作業因應地區特性、建案規模與應用工法等不同而影響，後續仍需進行案例試評與修訂，以確保評估系統的通用性。 2. 感謝委員建議，地下水水質通常較乾淨，但經簡易處理後仍建議以取代非接觸用水(沖廁、澆灌、灑水、洗地等)，不建議作為生活上的接觸用水。 3. 感謝委員建議，未來可納入建築工地地下水再利用規劃上的建議。
四	陳董事長昌鉉： 1. 工地地下水祛水將以安全性為考量，可透過自設水塔供應洗車台與衛生系統使用。 2. 小規模案例滯洪設施多作於建築筏基，故施工期間無法先作為地下水貯蓄空間。 3. 現場祛水工程進行係按圖施作，並依實際情況進行調整。評估內容應簡單化、表格化，需裝設何種設施等說明；如需另外計算比較不可行。 4. 地下水祛水作業進行現場觀測很重要，多數營造廠皆具有基	1. 感謝委員建議，由於祛水量體龐大，透過自設水塔取代工地內部份自來水，不僅節省水費更提高水資源永續之效益。 2. 感謝委員建議，如滯洪設施位於筏基將無法預先作為地下水儲水設施，需另設置儲水塔進行再利用。 3. 感謝委員建議，針對水資源指標方案三相較其他方案簡化其計算過程。 4. 感謝委員建議，在不影響施工安全與地基穩定的前提下，依建案工期進行地下水祛水機制之調

	本概念，進行泵浦適度關閉以調整地下水位。	整，可減少地下水資源的消耗並達到節能減碳之效益。
五	張建築師矩墉： 方案一： 1. 原雨水利用率是針對建築物使用階段，而地下水祛水工程利用除非適用於其他案場，否則僅在於施工階段前期，必要性重要性都需要重新考量比較。而其他案場是否合宜？能否舉證、認證？恐怕都須再審慎考量。 2. 所謂替代率如何計算會是一大疑慮，還要考慮出水量多寡，避免為了拉高替代率而超抽地下水，引起其他後遺症。 方案二： 1. 地下開挖階段祛水工程，是由營造廠依其專業判斷，於哪個階段實施、點多少井、降多少水位，都是視施工安全所需，非由建築師設計。而且也有可能隨時會有變化，不易準確評估。 2. 以日地下水祛水量達 1,000m³ (CMD) 以上為管制標準依據為何？如何確認地下水祛水量達 1,000m³ (水表認證)？是否替代率 5% 是否太低或是太高仍須研究。 3. 所謂「具上表大耗水項目」應改為，「達地下祛水管制規	方案一： 感謝委員建議，由於建築工地地下水祛水量體龐大，希望在確保施工安全性與地基穩定的情況下，減少地下水資源的浪費；方案一係以鼓勵性質增進建築工地進行節水，對於實際應用與不同案場評估合宜性，仍需後續詳加修訂。 方案二： 感謝委員建議，建築工地地下水祛水再利用納入綠建築水資源指標的評估，係按原施工計畫書中的祛水規劃所抽汲的地下水進行利用，並非另外設計。 方案三： 感謝委員建議，方案三儲水塔容量建議為最低基準，主要參考目前實際案場具地下水再利用儲水塔作為工地內沖廁、洗車等用途之容量，並依不同案場規模進行彙整而得到；日平均使用率係透過水錶監測計算得到，評分內容主要針對有設置儲水塔即給予分數獎勵，並在利用規劃較多元且使用率較高的情況下而增加得分。

模」，…。 4. 最後一類「未達地下祛水管制規模，但額外設置地下水再利用率或自來水替代率 5%以上之地下水祛水再利用裝置。」，要避免為了拉高替代率而超抽地下水。 方案三： 1. 地下水日平均使用量是否有一定之標準？若無就無法評估。 2. 使用量與基地面積有關或是與樓地板面積有關？或是還要參照構造類別(鋼構、RC)？工法類別(順打、逆打)？或是開挖擋土工法(連續壁、擋土樁、預壘樁、鋼板樁、預壘樁)？ 3. 地下水再利用儲水塔裝置之建議容量如何產生？ 4. 水質標準是否要訂定？ 5. 提供給其他案場使用時可否計算在內？ 6. 給分用日平均使用量較會有超抽疑慮，若改以「日祛水量」使用 50%、100%來給分是否會較合理。 總結： 1. 祛水工程對建築工地而言是安全問題，若不審慎對應，就是工安事件不可小看。 2. 每個基地因狀態條件、建築物規模、施工條件，其可祛水量不同，是否應以自身的利用量和自身基地施工過程的祛水量	總結： 1. 感謝委員意見，建築工地地下水祛水作業應以施工安全性與地基穩定作為主要考量，故本案針對地下水再利用納入綠建築體系，將暫不針對祛水作業之操作管理做研擬，僅針對各案原祛水規劃所抽汲出的地下水進行討論。 2. 感謝委員建議，未來應針對不同案場之建築物進行試評驗證與增修定，使評估系統更加完備，並作為後續推動試行之依據。。 3. 感謝委員建議，未來需針對國內建築工地地下水祛水管理之相關政策法規與規範進行歸納與彙整探討，俾利其在綠建築體系上的推行。 4. 感謝委員建議，缺水時期可作為緊急災備用水，而雨水豐沛時期建築工地地下水對外供水，仍須訂定相關法令與配套制度。 5. 感謝委員建議，本案主要針對綠建築評估體系相應內容進行制定，未來如試行階段成效顯著，應由營建署或水利署於施工階段即可進行規範，更能達到地下水祛水管理的成效。
--	--

	比值檢討。 3. 有些建築物要深開挖，需大量祛水是不得已為之。都發建管單位要求低開挖率，又要滿足更多車位，不深開挖又不行。所以源頭是來自有些法規要求不太周延。 4. 若自身利用後尚有餘水，是否得送自來水單位處理，亦為利用方式之一。 5. 施工階段的事務不見得一定要透過建築標章來管理，最好是由施工管理手段在承造人提出施工計畫時就做要求，由施工者自行依其所需作必要之利用，若有餘裕是否得以提供其他案場或使用者使用，或是由自來水單位處理利用、水利單位補注地下水都可。	
六	鄭科長元康： 1. 點井施工期間祛水，非以水資源開發目的之抽汲水，且屬有限期回歸利用或供不特定對象使用者，僅須依水利法申請核准建造水利建造物，毋須申請水權水權登記。地下水利用可由行政措施處理，即由地方政府、起造人透過行政手段協調利用點井排出之地下水。惟因起造人原無使用該地下水之需求且有工期之壓力，宜由地方	1. 感謝委員意見。 2. 感謝委員建議，建築工地地下水供給鄰近住家、工廠或公家機關等使用，水價與載運費用為一個需克服的問題。 3. 感謝委員建議，後續將針對委員建議內容納入方案三之佐證方式進行討論。 4. 感謝委員建議，如於建築工地地下水祛水期間具有其他蓄水空間(如案場滯洪設施或鄰近儲水空間)，亦可作為方案三所提之

	政府盡力主動媒合，有利資源循環、提升水資源使用效率。 2. 建議地下水再利用率應提出幾個適用的案例(例如滯洪池補注、提供消防用水、灑水、澆灌、取代景觀池等)，另不限於替代自來水，取代鄰近公家機關地下水井的使用也是再利用的方式之一。 3. 點井祛水再利用建議須有一套認定方式，例如以公家機關開具證明再利用量，或提供其他佐證資料(例如影片紀錄)，否則單以水錶數據紀錄認定恐會有漏洞。 4. 方案三儲水塔的部分，建議不限於儲水塔，大型開發案因出流管制關係常會配合設置滯洪池，若在施工期間已先設置滯洪池儲水利用或進行補注亦是再利用方式，可納入評分考量。 5. 另本署今(111)年委託國立雲林科技大學辦理「臺中經貿園區點井地下水資源之利用」，建議可參考相關研究成果。	儲水塔。 5. 感謝委員建議，後續將遵照委員建議參考相關研究報告。
七	鄭教授政利： 1. 台灣地區法規多已明文禁抽地下水，地下水的保護是永續環保重要一環，建築工地地下水祛水工程為建築施工過程必要之施工措施，祛水再利用僅彌	1. 感謝委員建議，將遵照辦理。 2. 感謝委員意見，建築物整體生命週期由製程開始、建置完成運行期至結束，故本案考量製程(施工期間)的水資源永續之目的而

補部分既有環境衝擊，給予獎勵措施應該審慎為宜。 2. 綠建築標章評估主要係以建築生命週期使用狀態之環境影響為對象，建築工地地下水祛水之水源係屬施工期間不確定也不穩定之水源，無法與建築日常用水與節水利用合理聯結，作為水資源指標建築日常節水加分項目誠屬不妥，鼓勵方式不合常理也易誤導水資源指標評分架構，建請審慎再評估為宜。 3. 綠建築保水指標評估計算理論基礎，也是以建築使用狀態之環境影響為對象，工地地下水祛水僅為施工期間不確定也不穩定之水源，在保水指標項目上羅列加分項目恐有不妥，建請審慎評估為宜。 4. 建築工地地下水祛水工程為建築施工過程必要之施工措施，祛水再利用若要納入綠建築標章項目加分鼓勵，建議考慮廢棄物減量指標應該是比較合適之對象。 5. 建築工地地下水祛水工程為建築施工過程必要之施工措施，祛水再利用有彌補部分既有環境衝擊之效益，台灣部分地方縣市有相當良好之實績，建議應該朝地方政府建築管理及建	納入綠建築體系。 3. 感謝委員建議，納入綠建築基地保水指標確實存在許多施工期間的不確定與不穩定因素，且同時需法源配合較可行。 4. 感謝委員建議，後續將針對納入廢棄物管理之議題進行相關研議。 5. 感謝委員建議，本年度案先提出構想，以得分獎勵鼓勵施工單位節水，未來地方政府建築管理及建築工地相關管制規範如何配合確實相當重要。
---	---

	築工地相關管制規範，研提強制辦法或鼓勵條例為宜。	
--	--------------------------	--

建築工地施工過程地下水再利用納入綠建築評估系統之可行性研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：**羅時麒、廖朝軒、蔡欣遠、徐虎嘯、陳麒任、游伯堅、黃偉民、劉立群**

出版年月：111 年 12 月

版次：第 1 版

ISBN：978-626-7138-40-3（平裝）