

水資源管理、水風險與財務表現： 以台灣上市櫃公司為例

劉育盈 *

摘 要

氣候變遷不僅影響全球企業關注綠色生產及供應，對於各地的暴雨、洪水、乾旱等極端氣候事件所造成的經濟損失，許多企業亦提出相對應的水資源管理措施。本文將水資源管理能力視為企業永續發展的所需能力之一，研究目的為探討台灣上市櫃公司用水量、用水密集度、用水效率、水風險對財務績效和財務風險的影響，也將運營效率對用水效率與財務表現的間接影響納入考量。本文使用了 95 家公司的樣本，這些公司同時包含 2016-2021 年水資源管理與財務表現的數據，並採用最小平方迴歸模型來獲得研究結果。研究結果發現整體來看水資源管理對財務風險的影響比對財務績效的影響來得大。用水密集度提高會增加財務風險。用水效率提高會減少財務績效並增加財務風險，但提高營運效率能調節用水效率對財務表現的影響。水風險對財務績效有顯著負向影響且對財務風險有顯著正向影響。受到氣候變遷影響，台灣企業應需關注如何穩定掌握營運所需水資源，並且在提升用水效率之前先提高營運效率。政府在水價制定上需考量將用水價格反映水資源價值，投資者或債權人可以依照不同產業的生產特性將水風險納入投資評估指標當中。

關鍵字：用水量、回收利用水量、營運效率、水風險、財務表現

JEL 分類代號：G00

* 中正大學財務金融學系碩士，「2023 臺灣銀行經濟金融論文獎」碩士組優選得主

壹、緒論

一、研究動機

水對於人類的發展至關重要，聯合國於 2015 年宣布了 2030 永續發展目標(Sustainable Development Goals, SDGs)，其中第六項(SDG 6)「淨水與衛生」，期望 2030 年以前，達到人人都享有水、衛生及水資源的永續管理，SDG 6 不僅影響水資源層面，亦影響其他永續發展目標的進行。如 SDG 2「消除飢餓」，為保糧食安全及農業永續發展需要穩定的水供給、SDG 7「可負擔的潔淨能源」，能源的生產和運輸需要水、SDG 12「負責任的消費和生產」，透過水資源回收利用，可以促使生產過程減少使用自然資源，水資源管理決策不僅影響環境，對社會經濟的發展亦有間接影響力。

然而，隨著全球人口增加及經濟發展，水資源需求不斷增加，水資源越來越稀缺，世界資源研究所(WRI, 2019)表示，全球約四分之一國家面臨「極高度」之水資源壓力，農業灌溉、工業用水等就取用了各國可用水資源 80%以上，即便該國家低度缺水，受到流域等區域因素影響，仍然有可能包含高度缺水的地區。而台灣雖然降雨豐沛，受到地形、降雨季節集中、降雨型態影響，從水庫到淨水廠的多為混濁的水，處理過後的乾淨可用水仍然所剩無幾。在所有可用地表水中，農業用水約占七成，生活用水次之，約占二成，而工業用水只占剩下的不到一成(經濟部水利署, 2021)。

極端氣候造成洪水及乾旱，亦間接造成大幅度經濟影響。聯合國(UN, 2020)宣稱，在 2010 年到 2018 年間，所有自然災害中有 74%與水有關，且過去 20 年間造成近 7,000 億美元的總經濟損失。聯合國第 27 屆氣候峰會(COP27)中，水安全行動首次被納入全球氣候目標，期望能將成功的水資源管理案例推廣到其他水資源短缺的國家。碳揭露計畫(CDP, 2020)的研究指出，不處理水風險的成本是採取作為的五倍。除了對當地造成影響，對於像台灣有眾多跨國企業的國家來說，若供應鏈位置過於集中也可能導致斷鏈或影響生產效率。Rayer et al.(2021)的研究表明，全球洪水和乾旱的氣候責任應相當於股價的 2% 至 3%。因此投資人對於高度排放的公司應減少投資，且投資願意積極面對水安全議題的公司。

根據水利法施行細則，工業用水，指供應工廠、礦場作業上之冷卻、消耗及廢水處理等用水。水在工業活動中扮演重要角色，例如在半導體產業，許多製程需要使用到比飲用水純淨數千倍的超純水，以避免電子設備受到汙染，以往晶圓廠每使用 1,000 加侖的超純水，就需要 1,400 至 1,600 加侖之自來水供應轉換(Risk, 2013)，若有一點雜質則會

影響到生產良率。然而，受到極端氣候影響，台灣降雨越來越不穩定，枯水期越來越長，暴雨越來越集中，可用水資源短缺的情況日益嚴重。台灣因 2020 年颱風未登陸，2021 年上半年又未降雨，經查詢至 2021 年五月底許多水庫的蓄水量低於 20%，甚至某些水庫不到 10% (經濟部水利署)，某些地區多次經歷限水，甚至影響到供電，當時工業用水亦被要求增加節水量。因此水資源管理對企業來說，是永續發展能力的關鍵之一，企業可透過提升用水效率來穩定供貨或降低生產成本。

水的價值與水的價格並非等值，其背後的隱藏價值常被忽視。台灣在過去被聯合國列為全球第十八位的缺水國家，然而，根據國際水協會(International Water Association, IWA)公布，在 2021 年調查的 178 個城市中，台灣家用平均水價(每度 12.23 元)僅高於印度(每度 4.20 元)、斯里蘭卡(每度 2.58 元)。台灣是製造業重鎮，當我们用大量的水電在製造產品又低價賣給外國，就是變相的在出口水、出口電。考量到水情，台灣水資源價值越來越受到重視，台灣在 2023 年 2 月開始徵收耗水費，枯水期之單月用量若逾 9,000 度則每度徵收 3 元，但為了鼓勵節水行動，若使用再生水、海淡水可減徵。對每月用水超過上萬度之產業，如石化、造紙、光電、電子與鋼鐵業等耗水產業衝擊最大。因此未來若未擬定節水策略或是投資節水設施，勢必會反映在營運成本上，造成財務負面影響。

綜上敘述，企業面臨的水議題的風險為降雨模式或氣候模式變化、颱風或洪水等事件嚴重程度提高、水價合理化之後的成本上升。同時若積極處理水風險帶來的機會為減少用水量、穩定供貨成本、採用節水措施帶來的被投資機會。企業應將水資源管理能力納入永續發展目標，尤其高耗水產業之公司應將水資源管理視為重大議題處理，利害關係人也應將企業之水資源管理能力納入決策之權衡項目之一。

二、研究目的

永續發展議題在近年來越來越被重視，尤其疫情後許多供應鏈斷鏈，永續議題由過去在乎企業社會責任，轉向企業本身能否長久經營之風險管理能力。而企業的水資源管理能力不只對環境造成影響，同時也反映企業之營運能力，因此本文將企業之水資源管理能力視為企業永續發展能力之一，將水資源管理表現劃分為企業水資源取用、企業水資源使用效率、企業所在地區之水風險，並個別將之與財務績效及風險連結。

關於企業水資源管理與財務表現之關聯性的相關文獻，目前多以他國企業為研究對象，且皆針對特定產業研究(Simionescu et al., 2020; Fu & Jacobs, 2022; Jouvenot, 2021; Weber & Saunders-Hogberg, 2020)。而過去 Chang and Liu(2018)針對台灣上市櫃公司之研究因水資源揭露資訊有限，關於用水相關數據僅能以自來水用水量代表。台灣在 2021 年

後規定上市櫃公司需申報 ESG 相關資訊，其中包含揭露並申報用水相關資訊如用水量、水資源管理及減量目標。本文欲針對台灣之上市櫃公司進行研究，並依照全球永續性報告協會(GRI)之揭露框架蒐集更完整之用水資訊，將水資源使用與財務表現結合。

企業除了能透過減少用水量之方式管理水資源，亦可重複利用現有水資源達到自行創造更多水供給。例如台積電透過建置用水回收系統，每滴水平均可使用 3.5 次 (台積電)，盡可能讓現有水資源價值最大化。因此本文亦探討企業水資源使用效率與財務表現的關聯性，並期望有正向關係。

水資源穩定程度受地域影響，台灣豐枯水期水量懸殊程度以南部最明顯(國家災害防救科技中心，2020)。除了研究企業本身的水資源管理行動對財務表現的影響，本文亦探討企業所在環境之水風險條件(如發生乾旱、洪水之機率)，是否進一步影響財務表現。

三、研究架構

本研究架構分為五個章節：第一章為緒論，說明本研究的背景、研究動機與研究目的；第二章為文獻探討，回顧過往相關文獻作為建立假說的依據；第三章為研究方法，建立假說並說明本研究的資料來源及樣本選擇、變數定義與實證模型；第四章為敘述統計、變數相關性分析與迴歸分析之結果與推論；第五章為結論。最後一部分則為參考文獻及附錄。

貳、文獻探討

本章首先探討企業之用水現狀，包含水資源相關議題及常見水資源管理方式。第二節針對企業之水資源揭露及市場對於企業之水資源相關行為的反應進行探討。最後整理水資源管理、水風險與財務表現的相關文獻。

一、水資源議題與企業用水現狀

(一) 企業面臨的水資源議題

關於企業環境層面之永續發展，業界及文獻多針對碳揭露或淨零排放等相關議題進行討論。但近年來由於水資源短缺，尤其是氣候變遷更加劇對水資源環境的影響，各界開始關注水資源議題。當代企業可能遇到的水資源議題包括過度用水造成用水供應壓力、水汙染影響當地水資源品質、水價合理化、氣候變化和自然災害等因素造成的水風險影響。根據 CDP(2020)，企業在減少用水方面有大幅進展，近三分之二的公司正在減

少或維持取水量，超過一半的公司實施監測廢水排放的質量，但針對水污染的行動仍需被關注，只有 4.4% 的企業揭露了水污染減少目標的進展情況。

(二) 企業實踐水資源管理的動機

國家的人口成長率、極端氣候事件和乾旱為影響企業水管理實踐的宏觀因素(Ortas et al., 2019)。即使全球可用水資源正逐漸減少，隨著人口成長及工業發展，帶來更多獲利、就業機會的同時，企業所需資源也隨之增加，加上近年來極端氣候造成乾旱或洪水的機率提高，人們正在直接或間接改變我們賴以生存的水資源質量，擴大水資源供需差距，使企業需要採取節水行動讓生產或供應穩定。除此之外，全球水資源分布不均亦影響著節水行動的強度，Debaere(2014)發現水資源為國際貿易的比較優勢，水資源較豐富的國家出口較多用水密集的產品，水資源較稀缺的國家則以少出口用水密集產品的方式來節水，儘管相比傳統的生產要素(勞力、實體資本)，水資源對出口的影響力沒有那麼大，但在水定價或相關政策錯誤之下，用水密集型的產品出口商仍需關注氣候變遷對於降雨量的影響。

水資源對商業活動造成影響不容小覷，如生產成本增加和水資源供應不順暢可能造成營運中斷、若產品對水資源環境不友善也可能造成聲譽影響或客戶流失、違反水資源使用相關監管規定也可能使企業需要支付罰款。Newborne and Dalton(2016)說明了促進企業實施水行為(water behaviours)之內外部因素。企業內部關係人如員工及供應商影響水行為之因素包括公司章程中載明之使命、宗旨，以及公司財務結構及產業性質。外部利害關係人如消費者、政府或監管機構、以及提供資金的投資人亦會影響水行為。內、外部關係人可能因為聲譽、生產成本、監管合規、風險管理、企業社會責任等因素影響企業實施水資源管理策略。

(三) 企業如何進行水資源管理

農業、大部分商品及能源產業的公司可以透過購買期貨合約或保險等金融避險方法、購買水權或水交易、採取增加可靠供應水資源的行動或減少水需求等方法降低所面臨的水風險(Larson et al., 2012)。其中，金融避險方法僅能解決因水資源供應風險所造成的財務影響，無法解決水資源稀少問題。而購買水權或水交易雖能暫時解決水資源問題，並且在水資源分配上更有效率，但可用的水資源量仍沒有增加，用水成本也可能因為水資源市場供需變動而增加。增加水供應或是減少水需求則能根本地解決水資源短缺的風險，雖然企業在實施初期可能需要額外投入成本，但長期而言可因供水穩定而使生產及供貨風險降低，尤其用水密集產業更需要以此方法管理水資源。

ISO 46001(水資源效率管理系統)之框架，期望企業以減少、取代或再利用水資源達到用水效率，並且維持或提高水資源效率。劉力禎(2021)亦針對 ISO 46001 之示範案例整理了水資源效率利用的方法，如使用優化製造流程、透過水處理減少污染物負荷、製程水的再利用、非製程用水的再利用、使用替代水、冷卻水塔運行的優化、使用節水裝置等。雖然在資源匱乏的情況下水資源再利用變得越來越重要，但也要權衡節水與節能之間的機會，過於頻繁地再利用水資源可能會消耗大量能源(Newborne & Dalton, 2016)。

除此之外，Furlong et al.(2017)進行了七個澳洲廢水和雨水再利用項目之個案分析，考慮各個案之風險管理、財務估計及資金面向。在風險管理方面發現個案越複雜、規模越大，涉及的風險就越大。財務估計方面因為較多主觀評估因素，較難跨個案直接比較。資金方面發現大多數項目都需要政府資助等外部資金，由於政府資助越來越少，水資源相關項目亦須考量到被私部門之資金投資的可能性。因此企業的節水活動除了要考慮帶來的用水穩定機會，也要考慮節水的機會成本。

二、企業水揭露與財務表現

(一) 投資人是否在乎水資源管理

水資源管理越來越受到投資人重視，目前亦出現許多與水資源管理相關的金融商品，水的可投資商品包括與水業務相關的基金、指數、個股，或是根據對用水效率和用水影響的評估，提供創新解決方案的公司也被包括在內(Craig et al., 2021)。Burritt et al.(2016)表示許多利害關係人已開始對與水資源管理有關的揭露感興趣，包括投資者、供應商、貿易協會、員工、監管機構及政府、消費者、當地社區及非政府組織。且針對日本的 100 家企業研究，發現擁有規模較大、對水敏感的公司和所有權分散的產業因為需要積極回應利益相關者的隱憂，揭露水準較高。

環境、社會和治理(ESG)投資分析的重要步驟中，企業水風險評估越來越被視為重要問題。因為與水資源短缺和水質相關的風險會影響投資人對金融市場的反應。Afrin et al.(2022) 發現市場對負責的水資源保護行動有正向反應，對不負責的水資源保護行動有負向反應，且若過去有負責的績效紀錄，則會降低投資者對不負責任表現的懲罰。負責的水資源保護行動及過去的負責績效紀錄皆會產生遞減邊際報酬，投資者根據企業對水資源的影響反映水保護行動的市場價值。

企業的用水風險除了影響公司的財務風險，亦會影響投資人的投資風險。Adriaens et al.(2014) 將水風險視為系統性風險，模擬持有四家電力公司之投組風險，發現水風險會影響收入和經營成本，且水的財務風險指標可以改善資產配置決策，以減少投資組合中

的水風險，低水風險值(waterVaR)的公司使投資組合風險波動下降，高水風險值的公司則加劇了投資組合風險。

(二) 企業水揭露與財務表現的關係

水揭露(water disclosure)是指公司公開報告有關其用水和管理做法的訊息，以及它們對水資源的環境影響，包括有關水源、使用和廢水排放的詳細訊息，以及為減少用水量或提高用水效率所做的任何努力，目前全球有關水資源的揭露框架包括全球永續性報告協會準則(Global Reporting Initiative Standards, GRI Standards)之環境指標第 8 項到第 10 項(EN8-EN10)、碳揭露計畫之水安全問卷調查(CDP Water Security Questionnaire)、根據產業訂定不同永續準則的永續會計準則委員會(Sustainability Accounting Standards Board, SASB)，以及評估國際標準(International Organization for Standardization, ISO)之 2014 水足跡(ISO 14646)等。揭露與水有關的風險和管理策略的公司可能能更好地識別和減輕潛在的財務風險，例如水資源短缺或監管合規問題。此外，對環境影響更加透明的公司可能會受到具有社會責任感的投資者和客戶的青睞，這可能會帶來更多銷售額或更好的股價。

過去的研究結果發現水揭露與財務績效之間存在正相關關係。Khuong et al.(2022) 分析了水資源訊息揭露對越南上市公司公司價值的影響，發現水資源訊息揭露越多，公司績效(ROA、ROE)越好。符合社會的期望下，進行水資源訊息揭露有助於在利益相關者和投資者面前建立公司的品牌、聲譽和良好形象，因而影響績效。而 Ali et al.(2021) 以電力公司為樣本，亦發現企業水資源訊息揭露(包括資源削減政策和節水政策)對每股盈餘(EPS)具有顯著的正相關關係。然而，目標用水效率(每單位收入的用水量減少)與 EPS 顯著負相關，可能原因為對於電力公司來說，採取水行動以面對水風險的成本高於不採取任何行動。

企業的水揭露也在過去的文獻中與財務風險相關。Zhou et al.(2018)以中國之高水敏感產業的 334 家上市公司為樣本，發現企業水訊息揭露與企業資本成本之間顯著負相關。但只有當水訊息揭露程度提高到一個臨界值時，水訊息揭露才有助於降低企業的資金成本。

三、水資源管理與財務表現

(一) 水資源取用、用水效率與財務表現的關係

在過去研究中，用水量及用水效率皆對財務績效造成負面影響。Chang and Liu(2018)以台灣 2008 年到 2013 年自願揭露用水量的上市櫃公司為樣本，發現企業用水量越低，

企業財務表現越好，但用水密集度越高的企業，反而財務表現越好，且發現高耗能產業會弱化用水量及財務表現的負向關係，以及強化用水密集度與財務表現的正向關係。Fu and Jacobs(2022)以 2010 年到 2019 年的全球消費品產業之公司為樣本，亦發現提升用水效率會降低財務風險，但反而會降低利潤，且發現運營效率高，才能以有成本效益的方式提高用水效率，進而提高獲利能力及降低風險。可能原因為水價過低，企業的節水成本高於使用更多自來水的成本。

除了用水效率，水資源存量、永續水供應管理、供應鏈水資源管理等整體水資源管理能力的綜合評估亦會對財務績效造成影響。不同產業因為用水強度不同，在財務上也會有不同程度的影響，尤其高耗水產業需要注意對營運的影響。Weber and Saunders-Hogberg(2020)的研究表示企業責任績效會影響水資源管理，進而影響財務表現。食品飲料產業若由內而外地(inside-out)將水資源管理列為重大性 ESG 議題處理，則可進一步提升財務績效。Jouvenot(2021)則以美國製造業為研究對象，發現因為營運成本降低，水資源管理能力能使公司價值增加。乾旱時，做好水資源管理的公司比做得較差的公司營運成本來得低，好的水資源管理能夠降低非預期成本，進而提高公司價值。因為資訊科技產業生產過程中需要大量的超純水，Simionescu et al.(2020)針對 S&P 500 指數之資訊科技業的公司研究，發現總用水量，在財務績效上對資產報酬率有正面影響，但在市場反應上對市淨率有負面影響，反映投資者將水資源之管理措施視為額外費用。

(二) 水風險與財務表現的關係

除了企業本身之水資源管理，企業所處環境之水資源壓力亦可能影響財務表現。WRI 之水風險圖集將各地區之水風險來源分為實體水量風險(physical risks quantity)、實體水質風險(physical risks quality)、監管及聲譽風險(regulatory and reputational risk)，再將此三種風險細分為水壓力、季節變化、水質優養化及 ESG 風險分數等 13 個指標進行總體水資源風險評估。氣候相關財務資訊揭露準則(TCFD)將氣候變遷所造成的財務風險分為實體風險(physical risks)及轉型風險(transition risk)。對照到因氣候變遷之水資源方面可能面臨的風險，企業可能面臨之實體水風險如因乾旱、颱風等造成降雨變化，可用水不穩定所造成的財務影響。而企業可能面臨之轉型水風險如因應法規變化導入節水措施導致的財務風險。

目前較少關於企業面臨的整體水風險與財務績效之相關文獻，但針對氣候相關風險對企業財務表現影響之相關文獻，存在有關水資源氣候風險與財務表現之關聯性的相關文獻。Sun et al.(2020)探討氣候風險對中國上市礦業公司之財務影響，將降雨導致之水災、乾旱、颱風、高溫、低溫冰凍納入氣候風險，發現因為礦場需要保持乾燥，乾旱風

險與中國上市礦業公司之財務表現(ROA)顯著正相關，而颱風多位於中國沿海地區，與中國礦業公司之地區不同而與財務表現不相關。

針對水風險與財務風險之間的關係，Huynh et al.(2020)發現乾旱風險與企業之權益資金成本顯著正相關，市場投資人認為乾旱為投資風險之一，且清楚了解乾旱的特性對投資風險的影響。乾旱延續長度越長、乾旱強度越大以及乾旱的財務成本越高，會使乾旱風險與權益資金成本正相關性越大，但若企業將廠房設置在多個不同地區(州)，則能分散乾旱對權益資金成本的影響。另外亦針對企業之財務結構進行討論，某些企業基於預防動機持有較高現金，若持有之現金與投資之相關性越小，則能減緩乾旱對於資金成本的影響。

總結第三節之文獻，用水量越多、用水密集度越高，不一定會增加企業之財務績效，但企業之水資源管理能力與用水效率的提升與財務績效有正相關性，且提高用水效率有助於降低企業財務風險。而雖未有綜合評估之水風險與財務表現之相關文獻，但文獻亦證明企業所在區域之乾旱風險與財務風險正相關。雖然針對財務風險的文獻較少，但顯然值得被納入研究範圍。

參、研究方法

一、資料來源與樣本選取

本研究以 2016-2021 年間台灣的上市櫃公司為研究對象，資料頻率為年資料。公司財務表現相關數據取自台灣經濟新報(Taiwan Economic Journal, TEJ)資料庫。2021 年後政府規定上市櫃公司須申報用水量，故有關水資源管理相關數據，2021 年之數據取自 TEJ 資料庫，而 2016-2020 年之數據取自公開資訊觀測站的上市櫃公司企業社會責任報告書(或企業永續報告書)。關於企業所在地之水風險，因台灣之上市櫃公司之永續報告書多使用世界資源研究所(World Resources Institute, WRI)之水風險圖集(Aqueduct Water Risk Atlas)鑑別廠房所在地之水風險，本文利用 TEJ 資料庫之公司地址至 WRI 蒐集企業水風險資訊。樣本篩選剔除資料不齊六年的公司以及非揭露企業集團全廠房用水資訊的公司，共計 95 家公司，包含 570 筆觀察值。

有關總用水量、回收利用水量等水資源相關數據，因台灣大多數企業之永續報告書使用全球永續性報告協會(Global Reporting Initiative, GRI)之揭露框架，故水資源相關數據比照 TEJ 資料庫之蒐集方式。若永續報告書或企業責任報告書以日資料揭露水資源相

關資料，則以日用水量乘以一年 250 日工作日估算年用水量。

二、變數定義

(一) 衡量財務表現之變數

1. 財務績效(ROA)

本文定義財務績效為資產報酬率，以稅前淨利/平均資產總額衡量。

2. 財務風險(Z score)

本文定義財務風險為 Altman(1968)定義之財務風險值，以公式 $\text{Altman Z-Score} = 0.012 X_1 + 0.014 X_2 + 0.033 X_3 + 0.006 X_4 + 0.999 X_5$ 衡量之。其中 X_1 為營運資金/資產總額 = (流動資產-流動負債) / 資產總額； X_2 為保留盈餘/資產總額； X_3 為稅前息前利潤/資產總額； X_4 為公司市值/負債總額； X_5 為營業總收入/資產總額。

(二) 衡量水資源管理之變數

1. 總用水量(Total Water Use, TWU)

總用水量根據 GRI-G4-EN8，為當年度之地表水、地下水、組織直接蒐集和貯存的雨水、來自其他組織的廢水、市政供水或其他水利設施(自來水、水庫)用水量(噸)之加總，為了去除偏態將總用水量取自然對數。

2. 用水密集度(Water Intensity, WI)

依照 Chang and Liu(2018) 之研究，用水密集度為總用水量/生產成本。本文將總用水量定義由自來水取用量更改為根據 GRI-G4-EN8 定義之總用水量。生產成本由營業成本衡量。

3. 用水效率(Water Efficiency, WE)

本文之用水效率定義為每噸用水量之使用次數，以(總用水量+回收利用水量)/總用水量衡量之。回收利用水量為根據 GRI-G4-EN10 蒐集之公司回收及再利用的水量。

4. 水風險(Risk)

WRI 之水風險圖集以水量風險、水質風險及監管風險三個面向之 13 個指標加權計算地域之整體水風險(overall water risk score)，針對不同產業亦設有不同權重。各指標參考 WRI 公布之衡量方式(Hofste et al., 2019)整理於附錄 1，各產業在不同指標間的權重亦

重新製表呈現於附錄 2。本文將 TEJ 之公司地址輸入水風險圖集查詢，並將該公司之 TEJ 產業別對應到水風險圖集之產業別，以基期之水風險總值分數鑑別企業所在地之水風險。

(三) 控制變數

1. 營運效率(Operational Efficiency, OE)

本文參考 Fu and Jacobs(2022)之研究將營運效率納入模型中，該文使用包絡分析法將收入定義產出，並以員工、不動產、廠房及設備定義投入，衡量每單位投入所得到的產出，在財務定義上因與固定資產周轉次數相似，本文以固定資產周轉次數衡量企業營運效率，以還原全年營收/平均固定資產定義之。還原全年營收以當年累計營收/季別 $\times 4$ 衡量。

2. 高耗水產業(Industry)

根據水利署民國 110 年各業別工業用水量排名，用水量最大之前五名為電子零組件製造業(佔總工業用水量 21.9%)、化學材料及肥料製造業(20.16%)、基本金屬製造業(10.42%)、食品及飼品製造業(7.47%)、金屬製品製造業(6.85%)。本文將上述產業對照 TEJ 產業別後歸類為高耗水產業(設虛擬變數 $Industry = 1$)，其他產業別則屬於低耗水產業($Industry = 0$)。

3. 公司規模(Size)

本文定義公司規模為公司當年淨營業收入取自然對數。

4. 年度效果(Year)

2016~2021 年之研究期間，以 2016 年為基準年，依序設五個虛擬變數。

5. 營收成長率(Sales Growth, SG)

本文定義營收成長率為 $[(\text{當年淨營業收入} - \text{前一年淨營業收入}) / \text{前一年淨營業收入}] \times 100\%$ 。

6. 負債比率(DEBT)

本文定義負債比率為 $(\text{負債總額} / \text{資產總額}) \times 100\%$ 。

三、研究假說與實證模型

本文探討企業之水資源管理能力及財務績效之相關性，依照 Fu and Jacobs(2022)之研

究框架將財務表現分為財務績效及財務風險，並根據文獻探討將水資源管理能力分為水資源取用、水資源使用效率，並延伸探討企業所在地區之水風險是否間接影響企業之水資源管理能力，使財務表現受影響。

(一) 研究假說

1. 財務表現與水資源取用的關係

根據第二章之文獻探討，總用水量對財務績效之影響研究結果不一。台灣為促進企業 ESG 轉型，已開始徵收耗水費，水資源取用量越多將對生產成本造成影響，尤其對耗水產業衝擊更大。因此本文假設水資源取用會對財務績效有負面影響，且正面影響財務風險，因而提出假說一：

$H1_a$ ：總用水量會負面影響企業之財務績效。

$H1_b$ ：總用水量會正面影響企業之財務風險。

根據 Chang and Liu(2018)之研究結果，在 2008 年~2013 年用水密集度越高的台灣上市櫃公司，財務績效越好，顯示當時水資源之價值並未被反映在水資源使用之財務影響上。然而，根據本文之參考文獻，投資人等利害關係人越來越在乎水資源管理，且水資源是國際貿易之比較優勢，台灣在被聯合國列缺水國家之下，用水密集型產業仍需注意水資源使用量。隨著消費者及投資人之環保意識提升，在企業用水直接成本及機會成本提高之下，假設用水密集度會負面影響財務表現，因而提出假說二：

$H2_a$ ：用水密集度會負面影響企業之財務績效。

$H2_b$ ：用水密集度會正面影響企業之財務風險。

2. 財務表現與水資源使用效率的關係

氣候變遷之下，水資源可取用量隨著季節越來越不穩定，豐水期時間縮短，枯水期越來越長，因此許多企業期望透過將水回收利用的方式減少對水資源取用的依賴性，增加每滴水之使用效率，且若回收率高過產業基準，將被收取較低之耗水費費率。本文假設企業在面臨如乾旱之環境變化時，水資源管理良好的公司能穩定生產所需水源，進而反映在財務績效及風險上，因而提出假說三：

$H3_a$ ：用水效率會正面影響企業之財務績效。

$H3_b$ ：用水效率會負面影響企業之財務風險。

如第一章所述，水資源管理能力是永續發展能力之一。企業在用水效率提升之下，回收利用水之技術進步，可使企業本身有能力提升及掌握水資源可使用量，進而降低因為用水風險而導致生產或供貨上的中斷風險，因此假設用水效率會影響企業的營運效率，進而影響財務績效或財務風險。另一方面若企業因為營運效率高，如提前掌握水情、增加水資源回收設備或了解水資源管理所帶來的機會與風險，亦可能因為減少對環境水資源的取用，減少用水成本而反映在財務表現上，因此進一步提出假說四：

H4_a：營運效率高的企業，用水效率會正面影響財務績效。

H4_b：營運效率高的企業，用水效率會負面影響財務風險。

3. 財務表現與所在地區之水風險的關係

受到地形、氣候、季節影響，台灣企業所在地區之缺水程度不一，尤其以南部供水風險較大，且當地之水資源需求、環境監管亦會影響企業之水資源風險，其中水資源需求受到不同產業用水特性影響。因此假設企業所在地及產業別加權下之水風險會影響財務績效及財務風險，故提出假說五：

H5_a：水風險會負面影響企業之財務績效。

H5_b：水風險會正面影響企業之財務風險。

(二) 實證模型

1. 模型一

(自變數未加入用水效率及營運效率之交乘項、控制變數未加入營運效率)

<i>Model 1_a</i>	$ROA_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 Risk_i + \beta_5 Industry_i + \beta_6 Size_{i,t} + \beta_7 Year_t + \beta_8 SG_{i,t} + \beta_9 Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
<i>Model 1_b</i>	$Zscore_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 Risk_i + \beta_5 Industry_i + \beta_6 Size_{i,t} + \beta_7 Year_t + \beta_8 SG_{i,t} + \beta_9 Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$

2. 模型二

(自變數加入用水效率及營運效率之交乘項、控制變數加入營運效率)

<i>Model 2_a</i>	$ROA_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 WE_{i,t} \times OE_{i,t} + \beta_5 Risk_i + \beta_6 OE_{i,t} + \beta_7 Industry_i + \beta_8 Size_{i,t} + \beta_9 Year_t + \beta_{10} SG_{i,t} + \beta_{11} Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
<i>Model 2_b</i>	$Zscore_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 WE_{i,t} \times OE_{i,t} + \beta_5 Risk_i + \beta_6 OE_{i,t} + \beta_7 Industry_i + \beta_8 Size_{i,t} + \beta_9 Year_t + \beta_{10} SG_{i,t} + \beta_{11} Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$

3. 模型三

(考量單一產業影響性，因年度間及公司間資料相同，自變數去除水風險、控制變數去除高耗水產業)

<i>Model 3_a</i>	$ROA_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 WE_{i,t} \times OE_{i,t} + \beta_5 OE_{i,t} + \beta_6 Size_{i,t} + \beta_7 Year_t + \beta_8 SG_{i,t} + \beta_9 Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$
<i>Model 3_b</i>	$Z\ score_{i,t} = \alpha_0 + \beta_1 TWU_{i,t} + \beta_2 WI_{i,t} + \beta_3 WE_{i,t} + \beta_4 WE_{i,t} \times OE_{i,t} + \beta_5 OE_{i,t} + \beta_6 Size_{i,t} + \beta_7 Year_t + \beta_8 SG_{i,t} + \beta_9 Debt_{i,t} + \varepsilon_{i,t}$

其中，*i* 為公司別，*t* 為年度， $ROA_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的財務績效； $Z\ score_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的財務風險； $TWU_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的總用水量； $WI_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的用水密集度； $WE_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的用水效率； $Risk_i$ 表示 *i* 公司的水風險； $OE_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的營運效率； $Industry_i$ 表示 *i* 公司是否為高耗水產業； $Size_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的公司規模； $Year_t$ 表示第 *t* 年的年度效果； $SG_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的營收成長率； $Debt_{i,t}$ 表示 *i* 公司第 *t* 年的負債比率。

肆、實證結果與分析

本章第一節對各個變數的敘述性統計進行討論，並彙整水風險數據。第二節探討各個變數的相關係數。第三節則針對迴歸模型的實證結果進行深入的討論，並按照水資源取用、水資源使用效率、所在地區水風險及控制變數分別探討分析。

一、敘述性統計

(一) 變數敘述統計

表 1 為本文所有變數之敘述性統計結果，可以看出在財務表現變數方面，ROA 平均為 7.1%，平均而言，樣本公司的財務績效呈現獲利的表現；以財務風險來看，ALTMAN Z SCORE 平均為 0.8，位於 Altman(1968)定義之破產區。

以水資源管理相關變數來說，總用水量(TWU)在樣本間差異大，取對數後 TWU 最大值為鴻海 2017 年的 8.04，總用水量為 10,937 萬噸，TWU 最小值為弘塑 2017 年的 3.61，總用水量為 4,033 噸。用水效率(WE)方面，每滴水使用次數最大值為亞聚的 125 次，最小值為每滴水使用 1 次，除了宏洲六年都無回收利用水資源，東陽、和大、東聯、勝一、台達電、凌陽、超豐、立凱-KY 在 2016 年至 2021 年間才開始回收利用水資源。用水密集度(WI)來看，每單位營業成本中，台肥總用水量最高，長榮航總用水量最低。從水風

險(RISK)來看，水風險最高為電力產業，最低為石油和天然氣業。

表 1 敘述性統計

研究變數		平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
財務表現變數						
ROA	財務績效	0.0710	0.0700	0.2913	-0.4450	0.0847
Z SCORE	財務風險	0.8040	0.7400	2.4917	0.0346	0.4037
水資源管理變數						
TWU	總用水量	6.0150	6.0700	8.0389	3.6056	0.8324
WI	用水密集度	0.1610	0.0800	5.0018	0.0009	0.4289
WE	用水效率	5.6600	1.2000	125.0000	1.0000	16.4038
RISK	水風險	1.6330	1.5815	1.9274	1.1416	0.2817
控制變數						
OE	營運效率	3.0910	1.9800	37.2300	0.2900	3.8006
INDUSTRY	高耗水產業	0.7580	1.0000	1.0000	0.0000	0.4287
SIZE	公司規模	7.2980	7.3077	9.7777	5.1544	0.7062
YEAR	年度別	2.5000	2.5000	5.0000	0.0000	1.7093
SG	營收成長率	0.0690	0.0422	2.1538	-0.7987	0.2461
DEBT	負債比率	0.4244	0.4347	0.9228	0.0714	0.1624
觀察值		570	570	570	570	570

表 1 為本文所有變數之敘述性統計結果。樣本期間為 2016 年至 2021 年台灣上市櫃公司，包含具 6 年完整資料之公司共計 95 間，總樣本數為 570 筆。本敘述統計資料包含平均數、中位數、最大值、最小值及標準差。

(二) 產業別及水風險統計

本文首先使用公司地址之經緯度鑑別水風險，由表 2 可以看出所選樣本有 68 家公司位於北部地區，約有三成位於台灣通常因為降雨不足而易缺水的中南部地區。台灣因為經緯度跨域不大，且所選樣本多集中於北部地區，以地域性質來看單純以經緯度鑑別出的 13 個水風險個別指標及總風險在企業間無太大差異。

表 2 所在地統計

雙北地區	桃園市	新竹地區	苗栗縣	台中市	彰化縣	雲林縣	台南市	高雄市	屏東縣	總計
31	18	17	2	7	3	1	4	10	2	95

表 2 為所選樣本公司設立地址統計表，新北市、台北市歸類於雙北地區，新竹縣、新竹市歸類於新竹地區。

同一地點下可能因為產業間的用水特性差異而存在不同程度的水風險，本文以世界資源研究所(WRI)水風險圖集之產業加權水風險值鑑別該企業的水風險分數。表 3 為本文樣本於不同資料集中之產業別對照表，分別將 TEJ 產業別對應到本文第三章定義之高耗水產業分類，以及對應到水風險圖集產業別分類。

各產業之水風險指標加權權重呈現於附錄 2。WRI 水風險圖集設定基礎初始水風險指標權數(Default)，並根據產業特性調整其他九大耗水產業之權重。若 TEJ 產業別無法對應到水風險圖集之產業別，本文將該企業歸類為 Default 產業，其中大多為 TEJ 產業別分類下的製造業。由表 4 可以看出所選樣本有七成屬於高耗水產業，且約有半數對應到水風險圖集屬於半導體產業。

表 3 為台灣地區在 WRI 水風險圖集定義下之產業加權總水風險值，本文使用水風險評分進行第三節之迴歸分析。可以看出大部分產業之風險評分介於 1~2 之間，水風險標籤屬於低-中水風險。

表 3 台灣地區產業水風險

水風險產業	水風險評分	水風險標籤
Default	1.2034	Low - Medium(1-2)
Oil & Gas	0.9509	Low(0-1)
Mining	1.1416	Low - Medium(1-2)
Construction Materials	1.3610	Low - Medium(1-2)
Textile	1.4436	Low - Medium(1-2)
Chemicals	1.5352	Low - Medium(1-2)
Food & Beverage	1.5815	Low - Medium(1-2)
Agriculture	1.8242	Low - Medium(1-2)
Semiconductor	1.8904	Low - Medium(1-2)
Electric Power	1.9274	Low - Medium(1-2)

表 3 為台灣地區將水風險圖集之 13 個水風險指標(見附錄 1)依照產業加權後的總風險值。Default 代表台灣地區水風險指標加權後之總水風險初始值，本文將無法對應到水風險圖集產業別的 TEJ 產業別歸類於此。其他耗水產業如石油和天然氣業(Oil & Gas)、礦業(Mining)、建築材料業(Construction Materials)、紡織業(Textile)、化學業(Chemicals)、食品與飲料業(Food & Beverage)、農業(Agriculture)、半導體業(Semiconductor)、電力業(Electric Power)於台灣地區之總水風險值亦呈現如圖，各產業加權值分別呈現於附錄 2。

二、相關係數分析

為了進一步了解各變數之間的關係，使用皮爾森(Pearson)相關係數來進行樣本間的分析，若相關係數高於 0.7 訂定為高度線性相關，相關係數介於 0.4 到 0.7 訂定為中度線性相關，當變數間有高度線性相關，將不排除有共線性之關係之可能性。從表 5 可以觀察到 Industry 與 RISK 之相關係數為 0.68，為中度線性相關，TWU 與 SIZE 之間相關係數為 0.72 為高度線性相關，因為迴歸分析後之 VIF 檢定發現 Industry、RISK、TWU、SIZE 在迴歸式裡不存在多重共線性，因此保留此四個變數在迴歸式裡，詳細數據呈現於附錄 3。

表 4 產業別統計對照表

水利署統計 高耗水產業	計數	WRI 水風險 圖集產業名	計數	TEJ 產業別	TEJ 產業名	計數
高耗水產業	72	Chemicals	18	03	石化	4
				08	玻璃陶瓷	1
				11	輪胎、橡膠原料	2
				21	石化、染料及顏料、藥、樹脂、其他化學	11
		Food & Beverage	4	02	油脂飼料、飲料乳品、其他食品	4
		Mining	4	10	金屬基本	4
		Semiconductor	46	24	主機板、半導體	19
				25	主機板、光電/IO、電子零組件	4
				26	光電/IO	7
				27	電子零組件、通訊設備	3
				28	主機板、光電/IO、電子零組件	10
非高耗水產業	23	Construction Materials	2	01	水泥製造	2
				05	機械業、汽車組件	3
		Default	16	06	電線	1
				09	造紙	1
				12	汽車組件	2
				15	機車船製造、空運業	3
				16	餐飲飯店	1
				20	金屬製品、五金及家具、鞋及旅行箱、其他	4
				22	醫療耗材	1
		Electric Power	1	23	公用事業	1
		Textile	4	04	人纖、成衣	4
加總	95		95			95

表 5 相關係數表

研究變數	ROA	Z SCORE	TWU	WI	WE	RISK	OE	INDUSTRY	SIZE	YEAR	SG	DEBT
ROA	1.0000											
Z SCORE	0.3380	1.0000										
TWU	0.1093	0.0149	1.0000									
WI	-0.0515	-0.2161	0.2945	1.0000								
WE	0.0183	0.0150	0.0979	-0.0414	1.0000							
RISK	-0.0143	-0.1159	0.1852	0.0123	-0.2108	1.0000						
OE	0.1525	0.6824	0.0203	-0.1216	-0.0632	0.1194	1.0000					
INDUSTRY	0.0168	0.0580	0.1414	0.0384	0.0945	0.6885	0.1345	1.0000				
SIZE	0.1815	0.1593	0.7223	-0.0886	0.0610	0.1131	0.2546	0.0919	1.0000			
YEAR	0.0747	-0.0571	0.0244	-0.0156	0.0259	0.0000	0.0006	0.0000	0.0333	1.0000		
SG	0.2394	0.0795	0.0392	-0.0241	0.0315	0.0575	0.0802	0.0016	0.0239	0.1688	1.0000	
DEBT	-0.3145	0.0555	0.1238	-0.0694	-0.0527	-0.1475	0.1679	-0.1341	0.3179	0.0153	-0.0074	1.0000

表 5 為本文變數之相關係數分析。變數為 ROA :資產報酬率(%) ; Z score : Altman Z 值 ; TWU :總用水量(噸)取自然對數 ; WI :用水密集度(噸/元) ; WE :用水效率(次) ; Risk :水風險 ; OE :營運效率(次) ; Industry : 高耗水產業 ; Size : 淨營業收入(元)取自然對數 ; Year : 年度別 ; SG :營收成長率(%) ; DEBT :負債比率。

三、迴歸分析

(一) 整體迴歸分析結果

由表 5 可以看出營運效率(OE)與應變數財務風險(Z SCORE)中度線性相關，為了釐清水資源管理與營運效率各自對財務表現的影響程度，6-Model1_a 及 6-Model2_a 分別呈現加入營運效率變數(OE)前後水資源管理對財務績效(ROA)的迴歸分析結果，且 7-Model1_b及 7-Model2_b分別呈現加入營運效率變數(OE)前後水資源管理對財務風險(Z SCORE)的迴歸分析結果，以量化其差異性。

1. 財務表現與水資源取用的關聯性(TWU、WI)

表 6 及表 7 分別為 2016 年到 2021 年財務績效(ROA)及財務風險(Z SCORE)與水資源管理之關聯性迴歸分析結果。由 6-Model1_a可以看出加入營運效率變數前，總用水量(TWU)與財務績效之間顯著負相關，支持假說H1_a，並且與 Chang and Liu(2018)之研究結果相同，對環境的取水量越低，有助於增加財務績效，而 6-Model2_a表示營運效率的加

入弱化了總用水量與財務績效之間的負相關顯著性。由 *7-Model2_b* 可看出，總用水量僅對加入營運效率後之財務風險有顯著負向關係，總用水量越高，Z SCORE 越大，財務風險越低，與假說 *H1_b* 相反。

表 6 的結果表示不管營運效率加入前後，用水密集度(WI)與財務績效沒有顯著相關性。表 7 的結果表示不管營運效率加入前後，用水密集度與財務風險產生顯著之正向關係，代表每單位營業成本用水量提高，會增加企業的財務風險，與假說 *H2_b* 相同。

2. 財務表現與水資源使用效率的關係(WE、WE*OE)

6-Model1_a 表示迴歸式加入營運效率前，用水效率(WE)與財務績效產生顯著之負向關係，且 *6-Model2_a* 表示營運效率加入後負相關更為顯著，代表用水效率越好，並不會為企業帶來更好的財務績效，與假說 *H3_a* 相反，但與 Fu and Jacobs(2022) 之研究結果相同。若用水效率隨著營運效率(WE*OE)提高，則會顯著反映在財務績效上，與假說 *H4_a* 相同，並且與 Fu and Jacobs(2022) 之研究結果相同，可能原因為目前水價太低，企業採取水資源管理行動不符合成本效益。

7-Model1_b 及 *7-Model2_b* 表示，用水效率皆在加入營運效率變數前後與財務風險產生顯著之正向關係，代表用水效率越好，反而會為企業增加財務風險，與假說 *H3_b* 相反。但若用水效率隨著營運效率提高，則財務風險越低，與假說 *H4_b* 相同，並且與 Fu and Jacobs(2022) 之研究結果相同，不只是國際數據，台灣數據也顯示營運效率皆對用水效率與財務績效及財務風險間的關係有調節作用。

3. 財務表現與所在地區之水風險的關係(RISK)

6-Model1_a、*6-Model2_a*、*7-Model1_b* 及 *7-Model2_b* 表示，企業所在地之水風險(RISK)皆在加入營運效率變數前後顯著負向影響財務績效，並且顯著正向影響財務風險，與假說 *H5_a* 及 *H5_b* 相同。Huynh et al.(2020) 的研究結果表示乾旱相關的氣候風險會使權益資金成本增加，Adriaens et al.(2014) 之研究結果亦說明投資水風險低之公司能降低投資組合風險，表示投資人考量到水相關風險時，因為可能影響企業之營業收入及成本，所需要的報酬率更高，這與本文假設 *H5_b* 之研究結果相似，水風險提高會增加財務風險。

4. 財務表現與控制變數的關係

表 6 表示高耗水產業(INDUSTRY)不與財務績效相關，且該模型不具年度效果，其他控制變數與 ROA 呈顯著相關。表 7 表示加入營運效率後，營收成長率(SG)由與財務風險相關轉為不相關，負債比率(DEBT)由不相關轉為相關。

本文以變異數膨脹因子(Variance Inflation Factor, VIF)作為判斷變數之間是否存在共線性之依據，結果呈現於附錄 3。表 6 及表 7 之模型變數 VIF 值皆小於 10，表示變數之間不存在多重共線性。

(二) 營運效率之效果分析

在 6-Model2_a或 7-Model2_b皆能看出用水效率與營運效率的交互作用會改變用水效率對財務表現的影響方向，因此在表 8 及表 9 欲控制營運效率的影響性，將樣本依據營運效率的排序分位數，分組為營運效率高的前 50%(8_H-Model2_a、9_H-Model2_b)，以及營運效率低的後 50% (8_L-Model2_a、9_L-Model2_b)，分別討論不同營運效率下用水效率如何影響財務績效及財務風險。

1. 財務表現與水資源取用的關聯性(TWU、WI)

總用水量(TWU)越高，從表 6 及表 7 之整體迴歸分析結果來看，會降低財務績效(ROA)及增加財務風險(Z SCORE)。而分組迴歸分析結果8_L-Model2_a表示財務績效的降低在營運效率低的公司較明顯，表示企業無法利用額外的營運收入去抵銷高用水量所帶來的成本，與假說H1_a相同。9_H-Model2_b表示營運效率高的公司若增加總用水量，反而會降低財務風險，與假說H1_b相反，可能原因為營運效率高的公司能好好利用手上取得的水資源，進而反映在財務風險上。

用水密集度(WI)從整體迴歸分析結果來看，對財務績效沒有顯著影響，但會增加財務風險。8_L-Model2_a之分組迴歸分析結果則表示對於營運效率低的公司來說，用水密集度越高，則財務績效越好，與假說H2_a相反。不管是營運效率高或營運效率低的公司，用水密集度越高皆會增加財務風險，與假說H2_b相同。

2. 財務表現與水資源使用效率的關係(WE、WE*OE)

用水效率(WE)方面，整體來說，一滴水能使用的次數越多，也就是回收水量越高，反而減少財務績效及增加財務風險。9_H-Model2_b之分組迴歸分析結果表示營運效率高的公司，用水效率提高會增加財務風險，與假說H3_b相同。

關於營運效率對用水效率的作用(WE*OE)，整體來說營運效率能增加取得的水資源之使用效率，進而增加財務績效，且減少財務風險，可能原因為水資源之使用效率提高額外帶來的利潤或減少的成本，能與採取水資源管理行動(如：投資水資源回收設備)所帶來的成本抵銷。從9_H-Model2_b及9_L-Model2_b可以看出不管是營運效率高或營運效率低的公司，營運效率提高皆能對用水效率在財務風險上有反轉影響。

表 6 水資源管理與財務績效之關聯性

Dependent Variable: ROA		
	6-Model1 _a	6-Model2 _a 加入營運效率(OE)
	估計係數 (標準差)	估計係數 (標準差)
constant	-0.0537 (0.0379)	-0.0337 (0.0381)
TWU	-0.0114 (0.0065) *	-0.0052 (0.0066)
WI	-0.0020 (0.0085)	-0.0034 (0.0084)
WE	-0.0004 (0.0002) *	-0.0013 (0.0005) ***
WE*OE		0.0004 (0.0002) **
RISK	-0.0547 (0.0168) ***	-0.0569 (0.0166) ***
OE		0.0023 (0.0009) **
INDUSTRY	0.0129 (0.0105)	0.0091 (0.0104)
SIZE	0.0502 (0.0074) ***	0.0425 (0.0077) ***
YEAR	0.0016 (0.0018)	0.0016 (0.0018)
SG	0.0817 (0.0127) ***	0.0762 (0.0126) ***
DEBT	-0.2372 (0.0206) ***	-0.2406 (0.0204) ***
Observations	570	570
Adj. R-squared	0.2572	0.2762
F-statistic	22.8861 ***	20.7437 ***

表 6 為 2016~2021 年財務績效(ROA)與水資源管理之迴歸分析結果，6-Model1_a及6-Model2_a分別為加入營運效率前後之模型。變數為 ROA: 資產報酬率(%); TWU: 總用水量(噸)取自然對數; WI: 用水密集度(噸/元); WE: 用水效率(次); Risk: 水風險; OE: 營運效率(次); Industry: 高耗水產業; Size 淨營業收入(元)取自然對數; Year: 年度別; SG: 營收成長率(%); DEBT :負債比率。其中***、**、*表示達 1%、5%及 10%顯著水準。

表 7 水資源管理與財務風險之關聯性

Dependent Variable: Z SCORE		
	7-Model1 _b	7-Model2 _b 加入營運效率(OE)
	估計係數 (標準差)	估計係數 (標準差)
constant	0.8870 (0.1949) ***	1.4699 (0.1355)
TWU	-0.0092 (0.0332)	0.1310 (0.0233) ***
WI	-0.1955 (0.0437) ***	-0.2220 (0.0298) ***
WE	-0.0030 (0.0011) ***	-0.0109 (0.0017) ***
WE*OE		0.0041 (0.0007) ***
RISK	-0.5663 (0.0862) ***	-0.6109 (0.0588) ***
OE		0.0693 (0.0033) ***
INDUSTRY	0.3109 (0.0542) ***	0.2184 (0.0371) ***
SIZE	0.1071 (0.0383) ***	-0.0912 (0.0273) ***
YEAR	-0.0191 (0.0093) *	-0.0174 (0.0064) ***
SG	0.1807 (0.0652) ***	0.0637 (0.0447)
DEBT	-0.0855 (0.1058)	-0.2092 (0.0725) ***
Observations	570	570
Adj. R-squared	0.1354	0.59791
F- statistic	10.9030 ***	77.91837 ***

表 7 為 2016~2021 年財務風險(Z SCORE)與水資源管理之迴歸分析結果，7-Model1_b及7-Model2_b分別為加入營運效率前後之模型。變數為 Z score：Altman Z 值；TWU：總用水量(噸)取自然對數；WI：用水密集度(噸/元)；WE：用水效率(次)；Risk：水風險；OE：營運效率(次)；Industry：高耗水產業；Size：淨營業收入(元)取自然對數；Year：年度別；SG：營收成長率(%)；DEBT：負債比率。其中***、**、*表示達 1%、5%及 10%顯著水準。

3. 財務表現與所在地區之水風險的關係(RISK)

整體來說，水風險(RISK)會降低財務績效與增加財務風險。從表 8 及表 9 可以看出營運效率高的公司，財務績效及財務風險皆會被水風險顯著影響。營運效率高的公司因為每單位固定資產能轉換成更高的收入，且所選樣本大部分為高耗水產業，代表水風險之財務績效及財務風險的敏感度在營運效率高的公司更大。

表 8 水資源管理與財務績效之關聯性(依照營運效率高低分組)

	Dependent Variable: ROA	
	8_H - Model2 _a 營運效率高之公司 (OE 分位數排序後 50%)	8_L - Model2 _a 營運效率低之公司 (OE 分位數排序前 50%)
	估計係數 (標準差)	估計係數 (標準差)
constant	0.1028 (0.0532) *	-0.3802 (0.0649) ***
TWU	-0.0013 (0.0106)	-0.0213 (0.0099) **
WI	0.0187 (0.0412)	0.0188 (0.0097) *
WE	-0.0007 (0.0006)	0.0023 (0.0019)
WE*OE	0.0002 (0.0002)	-0.0029 (0.0018)
RISK	-0.0701 (0.0187) ***	-0.0042 (0.0353)
OE	0.0017 (0.0010) *	0.0878 (0.0118) ***
INDUSTRY	0.0142 (0.0122)	-0.0172 (0.0208)
SIZE	0.0216 (0.0138)	0.0789 (0.0103) ***
YEAR	0.0026 (0.0023)	0.0018 (0.0025)
SG	0.0765 (0.0158) ***	0.0484 (0.0182) ***
DEBT	-0.1973 (0.0282) ***	-0.2607 (0.0278) ***
Observations	282	288
Adj. R-squared	0.2440	0.4161
F- statistic	9.2465 ***	19.5902 ***

表 8 為 2016~2021 年財務績效(ROA)與水資源管理之迴歸分析結果， 8_H - Model2_a及 8_L - Model2_a分別為依照營運效率高低分組之模型。變數為 ROA :資產報酬率(%)；TWU :總用水量(噸)取自然對數；WI :用水密集度(噸/元)；WE :用水效率(次)；Risk :水風險；OE :營運效率(次)；Industry : 高耗水產業；Size : 淨營業收入(元)取自然對數；Year :年度別；SG :營收成長率(%)；DEBT :負債比率。其中***、**、*表示達 1%、5%及 10%顯著水準。

表 9 水資源管理與財務風險之關聯性(依照營運效率大小分組)

Dependent Variable: Z SCORE		
	9_H - Model2 _b 營運效率高之公司 (OE 分位數排序後 50%)	9_L - Model2 _b 營運效率低之公司 (OE 分位數排序前 50%)
	估計係數 (標準差)	估計係數 (標準差)
constant	2.1813 (0.2171)	0.0899 (0.1402)
TWU	0.2645 (0.0434) ***	-0.0078 (0.0213)
WI	-0.8465 (0.1683) ***	-0.054 (0.0209) **
WE	-0.0114 (0.0023) ***	-0.0054 (0.0041)
WE*OE	0.0035 (0.0009) ***	0.0088 (0.0038) **
RISK	-0.7231 (0.0765) ***	0.0773 (0.0762)
OE	0.0569 (0.0041) ***	0.2474 (0.0255) ***
INDUSTRY	0.1762 (0.0497) ***	-0.0227 (0.0449)
SIZE	-0.2462 (0.0564) ***	0.024 (0.0222)
YEAR	-0.0288 (0.0094) ***	-0.0102 (0.0054) *
SG	0.0566 (0.0645) ***	0.0225 (0.0393)
DEBT	0.0263 (0.1151)	-0.1421 (0.0601) **
Observations	282	288
Adj. R-squared	0.6160	0.4099
F- statistic	41.9815 ***	19.1206 ***

表 9 為 2016~2021 年財務風險(Z SCORE)與水資源管理之迴歸分析結果， 9_H - Model2_b及 9_L - Model2_b分別為依照營運效率高低分組之模型。變數為 Z score：Altman Z 值；TWU：總用水量(噸)取自然對數；WI：用水密集度(噸/元)；WE：用水效率(次)；Risk：水風險；OE：營運效率(次)；Industry：高耗水產業；Size：淨營業收入(元)取自然對數；Year：年度別；SG：營收成長率(%)；DEBT：負債比率。其中***、**、*表示達 1%、5%及 10%顯著水準。

4. 財務表現與控制變數的關係

營運效率高的公司，控制變數方面只有營收成長率(SG)及負債比率(DEBT)與財務績效顯著相關。而除了負債比率，其他控制變數皆與財務風險相關。營運效率低的公司，除了虛擬變數高耗水產業(INDUSTRY)不與財務績效相關，模型亦不具年度效果。財務風險方面只有營運效率(OE)及負債比率(DEBT)與之相關。

營運效率高之公司模型變數 VIF 值皆小於 10，表示變數之間不存在多重共線性。營運效率低之公司，用水效率(WE)與用水效率*營運效率(WE*OE)具有線性關係，雖然 VIF 值較大可能使結果不易顯著，但為了避免刪除變數後之統計偏誤，仍將變數保留於模型中。

(三) 半導體產業子樣本分析

由表 4 可以看出所選樣本約有半數對應到水風險圖集屬於半導體產業，且半導體相關產業為台灣經濟成長動能之一，故本文將水風險圖集之產業別為 Semiconductor 的公司樣本分組歸類為半導體產業進一步深入探討，對應到 TEJ 產業別為 24、25、26、27、28、31 之公司，其餘公司歸類到非半導體產業，分別探討不同產業類別下，水資源取用及用水效率如何影響財務績效及財務風險，篇幅因素省略詳細內文說明，研究結果參見結論。

伍、結論

本研究旨在探討公司的水資源管理對於公司財務績效與財務風險的影響，並進一步探討企業面臨的水風險對財務表現的影響。最後進行兩種子樣本分析，首先根據公司營運效率大小將樣本劃分，加以討論不同營運效率與用水效率的關係對財務表現的影響，另外也將樣本依照是否為半導體業分別探討水資源管理對財務表現的影響。

研究結果發現整體來看水資源管理對財務風險的影響比對財務績效的影響來得大。總用水量提升，會降低財務績效及降低財務風險。用水密集度提高會增加財務風險。不考慮營運效率下，用水效率提高會降低財務績效，並增加財務風險。在用水效率與營運效率的交乘下，營運效率能增加取得的水資源之使用效率，進而增加財務績效，並降低財務風險，且不受營運效率高或低或是否為半導體產業影響。水風險對財務績效有顯著負向影響且對財務風險有顯著正向影響。

針對研究結果對相關單位提出建議，對於企業來說，用水及節水行為對財務風險的影響更為明顯，台灣受到氣候變遷影響，枯水期越來越長，增加回收利用水量等水資源

管理活動雖然需要額外投入資金，但仍需權衡水風險對營運風險的潛在影響。另外，企業在提升用水效率之前應該要先提高營運效率，從實證結果來看，水資源管理有助於財務表現的原因為營運效率的加乘作用。對政府來說，水價制定上需要考量用水的外部成本，讓用水價格能反映水資源價值，雖然台灣在 2023 年開始增加耗水費，但與國際相比水價仍然偏低，且本文取樣有七成為耗水產業，代表大部分取樣公司的生產成本並未反映水資源之價值，卻在反映利潤上，水資源以此方面來說是企業的套利工具。對於投資者或債權人來說，可以看到水風險確實會影響企業財務風險，可以依照不同產業的生產特性將水風險納入投資評估指標當中。若未來有意改善用水效率的企業增加，也能將水資源管理相關項目納入永續投資的標的物。

本文有三個主要貢獻，首先，本文以水資源的可使用次數衡量用水效率，因與財務相關的水資源相關文獻稀少，本文增添一種可參考的衡量方法。第二，過去文獻多使用用水量資訊衡量對財務表現的影響，本文蒐集之水風險變數將環境水供給風險及監管風險納入考量，並將產業性質納入水風險數據蒐集標準，但未來的研究者須注意，本文因資料限制採用的地址為公司設立地址，未來的研究可考慮將企業所有廠房之水風險納入評估。最後，目前水資源相關文獻大多針對國際資料探討，本文蒐集台灣上市櫃公司自願揭露於永續報告書之用水數據，且蒐集自來水以外的用水資訊，使資料更清楚反映用水狀況。惟因可觀察公司數較少，未來研究者建議取得更多觀察值再進行研究。

參考文獻

一、中文文獻

- 台積電. 一滴水在台積電公司運用 3.5 次的旅程. <https://esg.tsmc.com/ch/update/greenManufacturing/caseStudy/3/index.html>
- 國家災害防救科技中心.(2020). 臺灣乾旱災害特性. <https://dra.ncdr.nat.gov.tw/Frontend/Disaster/RiskDetail/BAL0000022>
- 經濟部水利署. 再生水媒合資訊平台. <https://rwrsp.wra.gov.tw/wraInfo.aspx>
- 經濟部水利署. 防災資訊服務網-水庫蓄水統計表. <https://fhy.wra.gov.tw/fhyv2/monitor/reservoir>
- 經濟部水利署. (2021). 110 年各標的用水統計年報. <https://wuss.wra.gov.tw/annuals.aspx>
- 劉力禎.(2021). 有水當思無水之苦—提升產業用水效率成關鍵. 永續產業發展期刊, 91, 53-59.

二、英文文獻

- Chang, Y.-L., & Liu, C.-J.(2018). 低水電有助於公司績效嗎. *管理學報*, 35(1), 103-136.
- IWA. *Total Charges Drinking Water for Cities in 2021 For A Consumption Of 100 m³*. <https://waterstatistics.iwanetwork.org/graph/VG90YWwgQ2hhcmdlcyBECmlua2luZyBXYYXRlciBmb3IgQ2l0aWVzIChVUyQp/100/2021>
- UN. (2020). *UN WATER, Water Facts, Water and Disasters*. <https://www.unwater.org/water-facts/water-and-disasters>
- Risk, C. W.(2013). 8 Things You Should Know About Water & Semiconductors. *CWR, July, 11*, 2013. <https://www.chinawaterrisk.org/resources/analysis-reviews/8-things-you-should-know-about-water-and-semiconductors/>
- WRI.(2019). *17 Countries, Home to One-Quarter of the World's Population, Face Extremely High Water Stress*. <https://www.wri.org/insights/17-countries-home-one-quarter-worlds-population-face-extremely-high-water-stress>
- WRI. *Water Risk Atlas* <https://reurl.cc/XE2OyM>
- Adriaens, P., Sun, K., & Gao, R.(2014). Bridging physical and financial business water risk: waterVaR and waterBeta metrics for equity and portfolio risk assessment. *Ross School of Business Paper*(1237).
- Afrin, R., Peng, N., & Bowen, F.(2022). The Wealth Effect of Corporate Water Actions: How Past Corporate Responsibility and Irresponsibility Influence Stock Market Reactions. *Journal of Business Ethics*, 180(1), 105-124.
- Ali, I. M., Husin, N. M., & Alrazi, B.(2021). The effect of corporate water disclosure on financial performance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*.
- Altman, E. I.(1968). Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy. *The journal of finance*, 23(4), 589-609.
- Burritt, R. L., Christ, K. L., & Omori, A.(2016). Drivers of corporate water-related disclosure: evidence from Japan. *Journal of Cleaner Production*, 129, 65-74.
- CDP.(2020). *A WAVE OF CHANGE The role of companies in building a water-secure world*.
- Craig, M., Coulombe, E., Lombardi, C., & ElGarhy, N.(2021). How Do Investors Assess Water Risks? In *Water Risk and Its Impact on the Financial Markets and Society: New Developments in Risk Assessment and Management*(69-102). Springer.
- Debaere, P.(2014). The global economics of water: is water a source of comparative advantage? *American Economic Journal: Applied Economics*, 6(2), 32-48.
- Fu, W., & Jacobs, B. W.(2022). Does increased water efficiency improve financial performance? The important role of operational efficiency. *International Journal of Operations & Production Management*, 42(3), 304-330.

- Furlong, C., De Silva, S., Gan, K., Guthrie, L., & Considine, R.(2017). Risk management, financial evaluation and funding for wastewater and stormwater reuse projects. *Journal of environmental management*, 191, 83-95.
- Hofste, R. W., Kuzma, S., Walker, S., Sutanudjaja, E. H., Bierkens, M. F., Kuijper, M. J., Sanchez, M. F., Van Beek, R., Wada, Y., & Rodríguez, S. G.(2019). Aqueduct 3.0: Updated decision-relevant global water risk indicators. *World Resources Institute*, 784.
- Huynh, T. D., Nguyen, T. H., & Truong, C.(2020). Climate risk: The price of drought. *Journal of Corporate Finance*, 65.
- Jouvenot, V.(2021). Does Water Management Affect Firm Value? *Available at SSRN 4056529*.
- Khuong, N. V., Nguyen, T. T. H., Bui, H. M., Liem, N. T., Quoc, P. A., Nhi, D. Q. Y., Loan, N. T. K., Thu, D. M., & Bao, N. Q.(2022). The effect of water disclosure on firm value in Vietnamese listed companies. *Polish Journal of Environmental Studies*, 31(4), 3645-3651.
- Larson, W. M., Freedman, P. L., Passinsky, V., Grubb, E., & Adriaens, P.(2012). Mitigating Corporate Water Risk: Financial Market Tools and Supply Management Strategies. *Water Alternatives*, 5(3).
- Newborne, P., & Dalton, J.(2016). Water Management and Stewardship: Taking stock of corporate water behaviour. *International Union for Conservation of Nature*.
- Ortas, E., Burritt, R. L., & Christ, K. L.(2019). The influence of macro factors on corporate water management: A multi-country quantile regression approach. *Journal of Cleaner Production*, 226, 1013-1021.
- Rayer, Q., Haustein, K., & Walton, P.(2021). Water Insecurity and Climate Risk: Investment Impact of Floods and Droughts. In *Water Risk and Its Impact on the Financial Markets and Society*(157-188). Springer.
- Simionescu, L. N., Gherghina, Ș. C., Sheikha, Z., & Tawil, H.(2020). Does Water, Waste, and Energy Consumption Influence Firm Performance? Panel Data Evidence from S&P 500 Information Technology Sector. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(14), 5206.
- Sun, Y., Yang, Y., Huang, N., & Zou, X.(2020). The impacts of climate change risks on financial performance of mining industry: Evidence from listed companies in China. *Resources Policy*, 69, 101828.
- Weber, O., & Saunders-Hogberg, G.(2020). Corporate social responsibility, water management, and financial performance in the food and beverage industry. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 27(4), 1937-1946.
- Zhou, Z., Zhou, H., Zeng, H., & Chen, X.(2018). The impact of water information disclosure on the cost of capital: An empirical study of China's capital market. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 25(6), 1332-1349.

附錄 1 水風險衡量指標說明

風險指標	子風險指標	欲衡量之風險
物理風險量 Physical risk quantity	基線水壓力 Baseline Water Stress	衡量總取水量與可用可再生地表水和地下水供應的比率。
	基線水耗竭 Baseline Water Depletion	衡量總耗水量與可用可再生水供應的比率。
	年際變化 Interannual variability	衡量可用供水的年間平均變化，包括可再生地表水和地下水供應。
	季節變化 Seasonal variability	衡量可用供水的年內平均變化，包括可再生地表水和地下水供應。
	地下水位下降 Groundwater table decline	衡量地下水位的平均下降量，為研究期間(1990-2014)的平均變化。
	河流洪水風險 Riverine flood risk	衡量平均每年受河流洪水影響的人口百分比，佔現有防洪標準保護人口的百分比。
	沿海洪水 Coastal flood	衡量平均每年受沿海洪水影響的人口百分比，佔現有防洪標準保護人口的百分比。
	乾旱風險 Drought risk	衡量可能發生乾旱、暴險的人口及資產，以及人口和資產遭受不利影響的脆弱性。
物理風險質量 Physical risk quality	未經處理的連接廢水 Untreated connected wastewater	衡量透過污水處理系統連接且未處理至少初級處理水準的生活廢水的百分比。
	沿海富營養化潛力 Coastal eutrophication potential	衡量河流氮(N)、磷(P)和矽(Si)刺激沿海水域有害藻華的潛力。此指標用於勾勒人類活動在某處產生足夠的點源和非點源污染，從而可能導致環境退化的情況。
監管和聲譽風險 Regulatory and reputational risk	未改善/無飲用水 Unimproved/no drinking water	衡量從未受保護的挖井或泉水，或直接從河流、水壩、湖泊、池塘、溪流、運河或灌溉渠獲取飲用水的人口百分比。
	未改善/無衛生設施 Unimproved/no sanitation	衡量使用沒有厚板或平台的坑式廁所、懸掛式/桶式廁所，或直接在田野、森林、灌木叢、開放水域、海灘、其他開放空間處理人類排泄物的人口百分比。
	Peak RepRisk 國家 ESG 風險指數 Peak RepRisk country ESG risk index	量化了相應國家/地區與環境、社會和治理(ESG)問題相關的商業行為風險暴露。

附錄 1 參考 WRI 之水風險衡量指標說明(Hofste et al., 2019)整理成表。水風險分數介於 0-1 代表低風險；介於 1-2 代表低-中風險；介於 2-3 代表中-高風險；介於 3-4 代表高風險；介於 4-5 代表高度風險。

附錄 2 水風險指標產業權重

風險指標	子風險指標	Default	Agriculture	Chemicals	Construction Materials	Electric Power	Food and Beverage	Mining	Oil and Gas	Semiconductor	Textile
物理風險量	1 基線水壓力	4	4	2	2	4	4	2	1	2	2
	2 基線水耗竭	4	4	2	2	4	4	2	1	2	2
	3 年際變化	0.5	2	1	0.5	1	1	1	0.5	1	1
	4 季節變化	0.5	0.5	1	0.5	2	0.5	1	0.5	1	0.5
	5 地下水水位下降	4	4	2	2	0.5	4	2	1	2	2
	6 河流洪水風險	1	1	4	1	2	0.5	4	1	1	1
	7 沿海洪水	1	1	4	1	4	0.5	4	4	1	2
	8 乾旱風險	2	4	2	1	4	2	4	0.5	1	1
物理風險質量	9 未經處理的連接廢水	2	1	2	1	0.25	2	0.5	0.25	4	4
	10 沿海富營養化潛力	1	4	0.25	0.5	1	2	0.25	0	2	1
監管和聲譽風險	11 未改善/無飲用水	2	2	2	1	0.25	1	4	4	1	2
	12 未改善/無衛生設施	2	2	2	1	0.25	1	4	4	1	2
	13 Peak RepRisk 國家 ESG 風險指數	0.5	0.25	2	0.5	0.25	2	4	4	2	4

附錄 2 參考 WRI 之水風險衡量指標說明 Table 3 (Hofste et al., 2019)重新製表。權重為 0 表示該指標與該產業不相關。權重為 0.25 代表與該產業的相關性非常低。權重為 0.5 代表與該產業相關性較低。權重為 1 代表與該產業有中等相關性。權重為 2 代表與該產業高度相關。權重為 4 代表與該產業有非常高的相關性。

附錄 3 實證模型之變數 VIF 值

樣本及 模型 變數	全樣本 未加入 營運效率	全樣本 加入 營運效率	子樣本 營運效率高 之公司	子樣本 營運效率低 之公司	子樣本 半導體 產業公司	子樣本 非半導體 產業公司
	6-Model1 _a 7-Model1 _b	6-Model2 _a 7-Model2 _b	8 _H - Model2 _a 9 _H - Model2 _b	8 _L - Model2 _a 9 _L - Model2 _b	10 _T - Model3 _a 11 _T - Model3 _b	10 _F - Model2 _a 11 _F - Model2 _b
TWU	3.08	3.27	5.31	3.95	7.45	2.58
WI	1.42	1.42	2.44	1.82	2.38	1.50
WE	1.24	6.45	9.49	22.37	10.05	6.37
WE*OE		6.21	9.60	19.86	12.74	6.20
RISK	2.38	2.39	1.83	5.99		
OE		1.35	1.55	1.43	5.19	1.20
INDUSTRY	2.18	2.20	1.73	4.94		
SIZE	2.95	3.24	6.16	3.24	6.97	2.63
YEAR	1.03	1.03	1.07	1.04	1.07	1.02
SG	1.04	1.05	1.11	1.08	1.09	1.07
DEBT	1.19	1.21	1.31	1.29	1.24	1.47

附錄 3 為本文所有子樣本及回歸模型之各變數 VIF 值，包含加入營運效率前後的全樣本(共 570 個觀察值)，子樣本包含營運效率高之公司(共 282 個觀察值)、營運效率低之公司(共 288 個觀察值)、半導體產業公司(共 276 個觀察值)以及非半導體產業公司(共 294 個觀察值)。