

美國加州聖地亞哥天然氣與電力公司服務區域潛在氣候變遷衝擊與調適行動

一、前言

加州在 2006 年發布了第一份氣候變遷評估報告，該報告闡明了氣候變遷對加州特定部門的影響，並促進具里程碑意義的州眾議會 32 號加州的全球暖化解決方案法案 (California's Global Warming Solutions Act)。而在第二次評估報告(2009 年)更進一步指出，有鑑於氣候變遷正在持續發生且不可避免，因此調適可與減緩互補，在因應氣候變遷上相得益彰。第二次評估報告亦促進加州於同年發布第一個氣候調適策略。2012 年，加州的第三次氣候變遷評估報告在預測氣候變遷對當地包括人類和自然系統的影響，以及探索調適可能遭遇的困難方面取得了重大進展。

加州的第四次氣候變遷評估報告以更嚴格及全面的氣候變遷情境，探討加州的區域脆弱度和調適策略，並將觀察與預測的氣候變遷資訊納入決策中的資料庫與工具。這些資訊可直接為加州的能源部門、水資源和管理、海洋和海岸、森林、野火、農業、生物多樣性和棲息地以及公共衛生提供脆弱度評估和調適策略。第四次評估報告中包括 44 份技術報告，主要是氣候相關風險和調適方案的科學基礎，還有 9 份區域報告與 1 份概述海洋和沿海區域氣候風險和調適方案的報告，及一些有關部落和土著問題與氣候正義的報告，以及

一份全面的全州摘要報告。44 份技術報告的其中 1 份是潛在氣候變遷衝擊與調適行動-美國加州聖地亞哥天然氣與電力公司服務區域，即是關於一份有關加州聖地牙哥天然氣與電力公司(San Diego Gas & Electric Company, SDG&E)的脆弱度與調適方案的報告。此研究報告旨在進一步了解氣候變遷驅動的災害，如何衝擊天然氣基礎設施與服務。由氣候變遷驅動的沿海災害，主要衝擊乃是海平面上升；而氣候變遷透過河流與洪氾區淹沒、高熱、野火及山體滑坡等衝擊，亦會衝擊內陸地區。這些氣候變遷危害，對加州的能源基礎設施會構成嚴重威脅。下列事件可能會威脅到加州天然氣服務的可靠性與韌性，包括：海平面上升造成沿海長期淹沒、由於海平面上升與偶發暴風雨而造成臨時沿海洪水事件、海平面上升推動沿海侵蝕加劇、降水事件與相關內陸洪水頻率與強度變化、野火燒毀面積增加、發生更頻繁、更激烈的極端高溫事件，以及滑坡變化等。

儘管存在這些風險，但加州投資者所持有公用事業(IOU，亦即上市公用事業公司)缺乏關鍵的氣候危害資訊，以及針對應變方法的清晰指引或最佳作業實務，這些資訊對於主動進行調適與基礎設施調適性投資至關重要。南加州天然氣公司(Southern California Gas Company, SoCalGas)認識到氣候危害會帶來風險，因此積極參與這項研究以評估氣候危害對其基礎設施的潛在衝擊，以便確定調適措施。

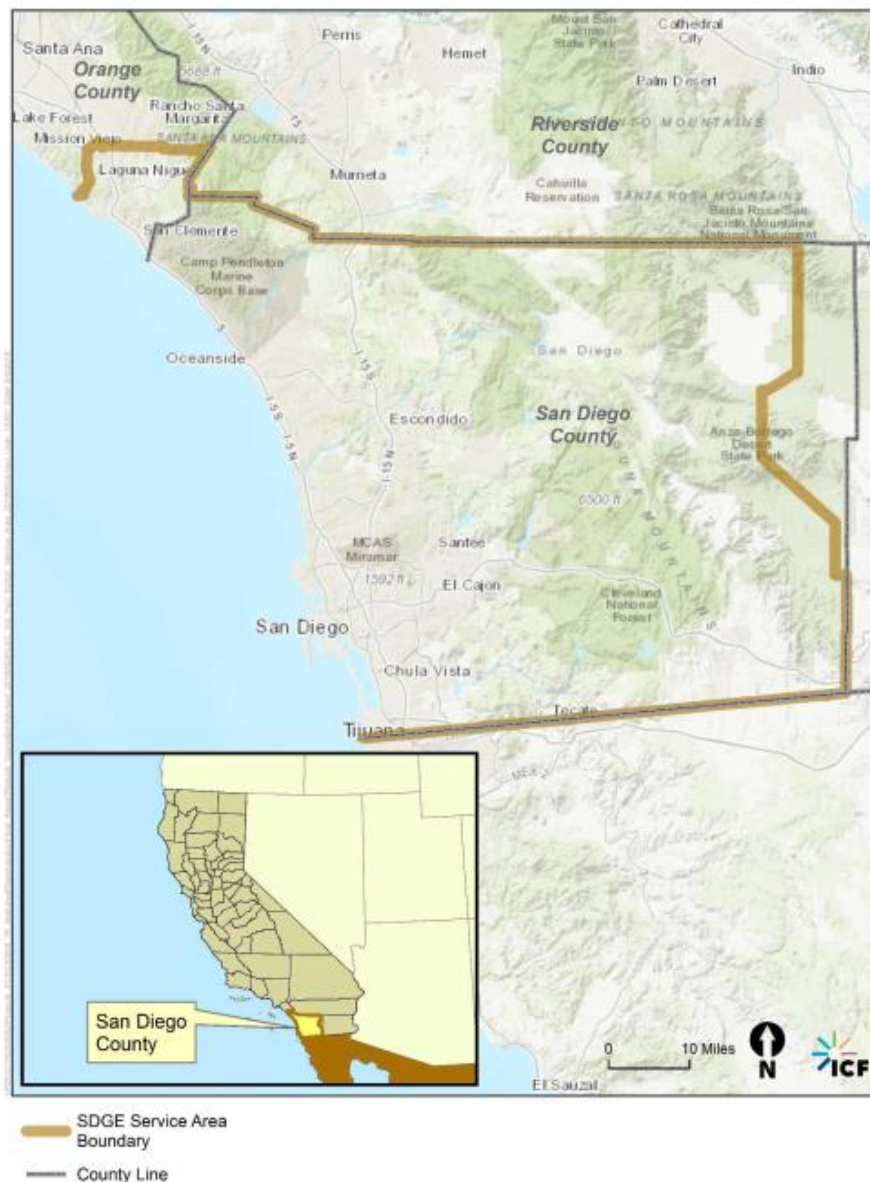
這項研究報告的第一個目標是深入了解 SDG&E 服務區

內天然氣系統可能遭受特定氣候變遷危害及其相關衝擊。第二個目標是研究氣候變遷如何衝擊天然氣基礎設施(包括直接衝擊，例如對基礎設施物理損害；以及間接衝擊，例如對天然氣需求、供應及市場價格衝擊)。第三個目標是確定潛在的近期與長期調適措施，並鑑別隨著時間推移這些措施的潛在實施方式(即隨著時間推移調適的“靈活途徑”)。

此研究進行全系統的氣候變遷暴露與衝擊評估，以確定對 SDG&E 服務區內(圖 1)大部分地區的天然氣資產的潛在衝擊。研究所獲得暴露評估的結果，將用於分析針對天然氣資產與基礎設施和資產的潛在直接衝擊，以及針對天然氣供應與市場價格的潛在間接衝擊。

SoCalGas 與 SDG&E 乃是 Sempra Energy 所持有的公用事業公司。SoCalGas 從美國西南部供應商處購買天然氣，並為自己與 SDG&E 客戶儲存天然氣。接著 SDG&E 將天然氣運輸、分配及銷售給加州聖地亞哥郡與南部橘郡的 330 萬客戶。發電與為建築物提供暖氣，乃是天然氣需求兩個主要來源。這種需求是季節性的，通常在冬季供暖月份最高。然而，在極端炎熱夏季，空調使用量激增時，需求亦可能達到頂峰，因為高熱會導致電力需求與天然氣發電需求激增。

SoCalGas 依據保密協議為此研究報告提供有關其服務區域內關鍵資產類型與位置數據，包括超過 168 萬個「點資產」與 26,000 英里(42,000 公里)「管線資產」。



資料來源：SDG&E, ESRI

圖 1、SDG&E 服務範圍

美國加州隨著氣候衝擊出現，已經制定計畫並頒布法規來減少氣候變遷脆弱性。自 2009 年以來，加州已經透過實施「加州保護計畫」(Safeguarding California Plan，最新版本於 2018 年發布(CNRA 2018))來協調其調適政策方法，其中即包括專門針對能源行業章節。該章節又以 2016 年發布的『能源行業計畫實施行動計畫』(Energy Sector Plan Implementation Action Plan) (CNRA 2016)為基礎。

加州公共事業委員會 (California Public Utilities Commission, CPUC) 第 13-11-006 號規則於 2013 年推出，旨在將基於風險的決策架構納入公共事業一般費率案例 (General Rate Cases, GRCs) 內。此規則要求公共事業每三年提交一次風險評估與減緩階段 (Risk Assessment and Mitigation Phase, RAMP) 檔案，說明公用事業部門面臨風險的優先順序，目的是深入了解公用事業機構如何鑑別與量化風險以及減輕風險，特別是與安全相關風險者。SoCalGas 於 2016 年 11 月提交第一份 RAMP 報告。該報告涵蓋氣候變遷給整個 SoCalGas 服務區中天然氣系統帶來風險，並鑑別出近期減緩措施。

一、方法論

此報告使用以下方法來進行：

- 基礎文獻審查：以了解有關該地區沿海與內陸災害、天然氣行業對氣候變遷衝擊與調適，以及與該地區及其他地區與調適規劃相關共同努力的當前知識水準。
- 利益相關團體參與：包括技術諮詢委員會會議，以及整個研究過程中與 SoCalGas 部門內部公用事業利益相關團體的持續參與。在整個研究過程中，研究團隊與 SoCalGas 專家密切合作，後者透過定期電話通話、研討會與電話採訪提供意見，還提供其他方式用以獲得不易取得的數據與資訊。
- 暴露度分析：利用最新海平面上升資訊來了解沿海與內

陸災害可能與天然氣基礎設施相交處。

- 直接衝擊評估：針對暴露之基礎設施類型，與可能特別遭到集中衝擊破壞的地理位置進行評估。
- 間接衝擊評估：針對可能出現的間接衝擊進行定量模擬與定性評估，尤其是對天然氣需求、供應可用性與市場價格潛在衝擊者。
- 為 SoCalGas 發展潛在『靈活彈性調適途徑』與優先調適措施，重點在於實施有助於便利取得關鍵資訊、路標與閾值的措施，以協助 SoCalGas 隨著時間流逝評估與選擇其他合適的調適措施。

基礎文獻審查

基礎文獻審查的目的，乃是確保研究是建立在(而不是重複)關於氣候變遷對能源系統衝擊以及已知調適措施與過程的最新研究基礎上。同時使研究團隊能夠確定可能與本研究互補的近期與進行中調適性工作，例如美國能源部(DOE)能源部門氣候調適力合作計畫，以及在聖地亞哥地區進行中的局部調適性工作等。

暴露度分析

研究分析天然氣資產將面臨的以下潛在危害：

- 沿海災害-沿海波浪洪水、海岸侵蝕及潮汐氾濫；
- 內陸洪水-洪氾區；
- 野火-每年燃燒面積變化；
- 極端高溫-每年極端高溫天數變化；

- 滑坡-易發生滑坡的地質構造。

進行暴露度分析的產出結果，可以提供有關潛在危害程度以及這些危害區域與天然氣基礎設施相交的詳細空間資訊。研究團隊及其合作夥伴 SoCalGas 採用一種三階段方法來完成這項暴露分析：

- 第一階段涉及全面研究、數據收集以及針對與單個危害和關鍵天然氣資產位置相關的數據品質評估。
- 第二階段包括增加(例如填補空間覆蓋範圍中數據空白)與/或調整(例如定位到 SDG&E 服務區)危險資訊，以更好地決定針對天然氣資產的暴露。
- 第三階段應用地理資訊系統(GIS)軟體，針對每種危害疊加天然氣資產，以確定潛在暴露程度。

評估直接與間接衝擊

為了解氣候危害的潛在直接和間接影響，研究團隊將文獻綜述中的研究與 SoCalGas 專業知識相結合，並模擬了氣候變遷情境對天然氣需求、供應和市場價格的影響。這為研究提供了來自全國各地天然氣資產所有者的觀點，對天然氣資產和運營的潛在直接影響的細節以及對公用事業及其客戶的潛在間接影響的定量估計。直接影響是指由於暴露在危害中，而導致的基礎設施損壞和服務中斷，而間接影響則是指對天然氣供應、需求及市場價格的影響。為了評估直接影響，研究團隊採用了兩方面的方法。研究小組使用 GIS 在空間上的暴露量與天然氣資產的位置重疊，以識別暴露的資產。

然後，研究團隊與公用事業代表舉行了研討會，以使結果真實可信，並了解預測的風險將如何影響其資產和服務。該研究小組還採取了雙管齊下的方法來評估間接影響，首先制定參考和氣候變遷情境，然後利用天然氣市場模型評估對天然氣供應、需求和市場價格的潛在影響。

值得注意的是，這不是全面的漏洞評估，而是使用有關單個資產的設計資訊來確定特定資產可能受到的影響或對特定資產的影響將如何精確影響整個系統。相反地，該評估探討了氣候變遷對一系列資產類型的潛在影響，並且從總體上考慮了更大的系統可能受到氣候變遷危害的潛在影響。

鑑別調適措施與路徑

在不斷變化的風險環境（例如海平面上升的非線性變化）的情況下評估調適措施，對傳統的方案、計畫和執行構成了挑戰。儘管氣候科學有了顯著進步，但變遷時間和變遷幅度仍存在不確定性。此外，從現在到經歷氣候變遷影響的時間之間，許多其他因素可能會發生變化。例如，人口統計和能源使用將發生變化、土地使用決策可能會影響基礎設施的位置和種類、技術會不斷發展、及天然氣系統的其他功能可能會發生變化。

為了幫助 SoCalGas 面對未來的不確定性以因應氣候變遷，研究團隊採取了靈活的調適路徑方法來識別和評估短期和長期調適措施。研究小組之所以選擇這種方法，是因為這種方法適用於管理長期與複雜系統中的風險(通常這類系統

存在高不確定性)。

研究團隊從利益相關者那裡獲取了資訊，這種參與集中在兩個截然不同但互補的研討會上。這些研討會共同幫助研究團隊確定和評估對建構可行的靈活調適路徑至關重要的要素。這些要素包括：一套可行的潛在強化和調適措施規劃、做出調適決定時應使用的標準、現有的決策過程可以幫助促進調適性決策、以及有關觸發調適性決策過程的潛在 24 個閾值的時間範圍的資訊。根據在這些研討會上收集到的資料，研究小組進一步構建了幾種可行的靈活調適路徑以及要採取的優先調適行動。

二、分析結果

暴露度與直接衝擊

總體而言，天然氣系統可能會受到所研究之氣候危害的有限直接衝擊。分析結果顯示，發生衝擊時，很可能是局部化，並且僅衝擊少數客戶；或者將是逐漸提高對維修/維護的衝擊，而不是廣泛的服務中斷。但是，可能會發生局部衝擊，維護與維修成本亦可能會增加，這一事實顯示需要採取調適措施，以確保系統在未來的持續韌性。

表 1 匯總 SDG&E 服務區天然氣系統所面臨的潛在氣候變遷危害(按危害分類)。

表1、天然氣系統所面臨的潛在氣候變遷危害(按危害分類)

危害	潛在衝擊概述
沿海危害	大量潛在資產暴露在外，但整體管線不被認為對沿海危害具有高度敏感，特別是沿海波浪洪水與沿海淹沒方面。儘管敏感性

危害	潛在衝擊概述
	被認為相當低，但跨水面管線則被認為是最有可能發生影響的資產。海岸侵蝕可能會造成資產的物理損壞，但接觸有限。預期暴露區域中大量服務連接可能會導致公用事業成本提高，須修復損壞連接點並重新連接客戶，或者直接關閉廢棄設施。
野火	基礎設施通常具有較低預期暴露度與敏感性。野火造成的最重大影響，可能來自與野火事件發生後，恢復服務連接的相關成本。
極端熱浪	總體而言，基礎設施的預期暴露與敏感性較低。可能遭受的衝擊形式，包括壓縮機站額外冷卻成本、壓縮機設備磨損增加以及戶外工人安全預防措施等。
內陸洪水	管線通常不是大面積暴露，總體衝擊預期很小，但如果將來洪水增加，影響程度可能會升高。洪水地區有兩個主要輸電資產，還有為人口稠密地區服務的兩個壓力調節站。儘管敏感性被認為相當低，但跨水面管線也被認為是可能受到衝擊的資產。
滑坡	總體而言，系統所占比例較低，潛在衝擊有限。滑坡目前並不常見，但由於極端降水變化，將來滑坡頻率與範圍都可能發生變化。滑坡往往只影響少數客戶，但是當這種情況發生時，衝擊很大。

資料來源：Bruzgul et al. (2018)

間接衝擊

為分析氣候變遷危害對公用事業及其客戶的間接衝擊，此研究報告使用 ICF 天然氣市場模型(Gas Market Model, GMM®)，來鑑別針對需求、供應可用性及市場價格的潛在衝擊。研究團隊與 SDG&E 與 SoCalGas 合作，為 2050 年天然氣市場定義兩種方案：一種參考方案不包含氣候變遷條件；另一種氣候危害方案則明確包括氣候變遷以及極端氣候危害或「震盪」(shock)年。

針對天然氣系統供應潛在間接衝擊的分析顯示，該系統具有調適預期變化的能力。GMM 分析結果顯示，由於市場力量(例如加州再生能源投資組合標準)導致總體需求下降，

儘管參考價格與氣候危害情況都在整個預測中為加州提供充足天然氣供應，但是天然氣價格可能會在未來極端氣候年中，飆升到每 MMBtu(million British thermal unit, 1Btu 定義為在 1 大氣壓下讓 1 磅的水升高 1°F所需的熱量)超過 10 美元。價格上漲衝擊可能會間接導致客戶能源成本增加，考慮到管線容量與未來需求總體下降，預計天然氣可以滿足需求。

在參考案例中，隨著天然氣需求下降，該系統預計將具有產能過剩與天然氣價格小幅上漲趨勢。總體趨勢顯示預測需求隨時間推移而下降，預計到 2035 年，流入 SDG&E 地區年平均流量將隨著需求下降至約 0.30 Bcfd (billion cubic feet per day, 每日十億立方英尺)。然而，GMM 僅預測每月價值，它不是每日模型，也不預測每日高峰需求。因此，該模型無法捕捉由於氣候衝擊而導致每日峰值需求如何隨時間變化情況。

靈活彈性調適途徑

此研究所舉辦調適研討會的一個關鍵發現是，選擇、評估及優先考慮調適措施的全系統時，採用「自上而下」多準則方法似乎並未必是最好方法。在實務中，適當行動通常是針對特定情況，因此以高層級策略層面來討論調適問題未必適合。

總體而言，引入評分系統來對調適措施優先等級進行排序乃是無濟於事。因為公用事業公司一般依據針對野火與河流洪水等氣候驅動災害衝擊具備進行管理經驗，並且充分了

解針對給定災害與位置的適當調適措施。因此，與其採用新的評分系統，不如確保具備適當資訊與決策架構，從而使現有風險管理系統包括氣候變遷考慮因素。將氣候變遷考量因素整合到風險管理中，將使 SoCalGas 能夠持續監控氣候變遷風險並更新氣候數據，而無需全面檢查現有風險管理系統。研究團隊發現，SoCalGas 設備會隨著時間過去逐漸損壞(例如腐蝕)，因此發生衝擊的形式將是維護、維修與更換成本增加。研究亦發現，在應對氣候變遷時地方社區與公司都負有重要的共同責任，須要做出相互補充的調適決策。

最後，與其他利益相關者合作來採用程序化的方法，對於選擇最適合 SoCalGas 與社區的調適措施組合至關重要。如果在未能廣泛考量情況下做出調適決定，所選取調適措施可能不是最合適選擇，甚至可能會對自身產生意想不到衝擊。例如，暴露於沿海災害的天然氣資產可能與其他重要社區資產並列。最具成本效益的對策可能是社區實施保護公用事業與非公用事業資產保護性結構。因此，重要調適決策應考慮更廣泛背景，並與社區協調作出決策。

依據此研究與其舉辦之研討會相關結果，鑑別出 8 種潛在調適措施，如表 2 所示。其中 4 種被視為是近期優先措施(參見表 2 中粗體字部分)。

表2、調適措施與指示性實施步驟之範例(優先措施以粗體字顯示)

行動代碼	行動敘述	調適行動
A	升級基礎架構設計與維護規格	• 依據行動D(區域協商)與任何其他適當數據來源輸入，審查工程設計與維護規格，以了解加強標準將如何維持當前系統對氣候變遷危害的韌性。 • 與國家和加州標準制定機構合作，確保具備協調一致流程，並最大限度地降低應對氣候變遷威脅(包括成本效益分析)的過度設計/設計不足可能性。 • 新建天然氣基礎設施設計與現有系統作業實施加強標準。 • 依據定義的路標與閾值，監視與評估標準實施(操作C)。
B	將氣候變遷危害圖納入規劃與運作	• 審查透過研究進行的危害風險映射(mapping)，進行適當加強以與SoCalGas GIS系統保持一致。 • 導入危害風險映射，以與SoCalGas GIS系統保持一致。 • 與主要用戶組進行內部訓練，並提高對新風險映射的認識。 量身定制訓練以支持特定決策。 • 透過傳統系統使用情況統計資訊與用戶回饋來評估系統使用情況。
C	路標與閾值評估	• 開發一套路標與閾值，以確定調適行動的轉移何時接近(路標)或達到(閾值)。
D	區域協商	• 與區域利益相關者討論更廣泛機會與限制計畫。這些計畫將有助於社區範圍韌性(例如由城市/縣領導的任何社區級調適投資計畫)。
E	成本效益分析方法	• 認識到可能需要調整傳統經濟技術，以調適多種未來情況，從而確定一種適當過程或方法，以評估各項措施的成本與收益，包括支持一般費率案例應用。 • 使用來自加強危害映射(操作B)的輸入來微調成本效益分析。 • 使用區域協商意見(行動D)來完善融資措施計畫(例如，成本分攤調適計畫的能力)。
F	加強系統管理技術	加強系統管理技術(例如智慧儀表、遠程控制閥)，以加強抵禦預期風險能力。
G	選址與搬遷	利用透過評估行動B-E進行的分析得出輸入，將資產重新安置到降低氣候危害風險地點。

行動代碼	行動敘述	調適行動
H	調整供氣與儲存系統以增強韌性	- 鑑別在現有天然氣供應管線中斷時特別容易出現問題的位置。 - 評估透過增加分佈式儲存來減輕供應風險的潛力。

資料來源：Bruzgul et al. (2018)

三、結論與未來方向

總體而言，天然氣資產與服務可能受本研究探討氣候危害的衝擊有限。這些衝擊可能以增加維修/保養需求或局部故障形式發生。這些成本增加的累積衝擊，無法在此研究中予以量化，但鑑於可能暴露的資產數量龐大，其潛在衝擊將十分巨大。由於預期對氣候危害之暴露有效，以及針對潛在衝擊的現有物理保護措施予以限制緣故，預計這些衝擊不會造成廣泛破壞。

SoCalGas 系統可能會受到最大衝擊的資產包括：

- 資產中位於海灣與河口周圍低窪地區，與鄰近易造成資產腐蝕的懸崖與鄰接海岸線沙丘者(值得注意的是，隨著海平面上升，預期的暴露範圍在世紀中葉到本世紀末之間將會顯著增加)，
- 預期野火燃燒面積增加地區的地上壓力調節器，
- 預期會受到極端高溫地區衝擊的壓縮機站會大幅增加，
- 洪氾區內的壓力調節站與輸電資產，以及
- 穿越水面的管道。

使用 ICF 天然氣市場模型(GMM®)針對需求、供應可用性及市場價格的潛在衝擊的分析，SoCalGas 系統具有調適預

期變化的能力。具體而言，基於加州與其他地方極端氣候條件假設，2050 年極端氣候『震盪』情境不會導致區域供應短缺，因為輸氣管線容量充足。但是，GMM 並未提供可以呈現每日峰值天然氣需求的時間分辨率。例如，GMM 無法捕獲單日需求飆升的短期衝擊，這可能會導致供應量設限。如果僅探討每月平均數可能會低估短期需求峰值的衝擊。在 2050 年氣候極端「震盪」情況下，天然氣市場價格也可能會超過參考案例，天然氣價格可能會飆升至每 MMBtu 10 美元以上。

儘管總體衝擊可能受到限制，但天然氣系統可能受到一定程度的氣候變遷衝擊。因此，有必要進行調適以確保將來燃氣系統的持續韌性。本研究團隊發現，採用迭代與靈活彈性調適途徑來進行調適，而不是預先實施全套調適措施，將可使 SoCalGas 能夠隨著時間流逝做出關於調適投資的更明智決策，並且更能了解有關氣候變遷在氣候、客戶需求、天然氣系統、新技術及其他因素方面的更多資訊。

透過此研究得以鑑別出針對 SoCalGas 的立即調適措施為：

1. 將氣候變遷危害映射納入規劃與營運；
2. 鑑別出可用於鑑別何時接近或達到調適決策需要的路標與閾值；
3. 與區域利益相關者協商，以尋找得以提高社區範圍韌性的機會；

4. 調整成本效益分析技術，以解決氣候變遷的獨特特徵。

儘管此研究取得多項科學進展，但由於研究範圍與可用數據受到限制，因此在獲得結果時存在許多侷限性，因此在闡釋此研究發現結果時應考量這些限制。這些具體限制包括：

- 風險暴露分析假設到本世紀中葉以及 21 世紀後期，現有資產將保持不變。實際上，天然氣系統在未來 80 年中可能會發生變化。但是難以預測由於人口結構、技術進步與其他因素變化而導致的基礎設施將如何變化。
- 由於安全性、數據機密性與保全方面考量，無法在研究中獲得或報告某些得以為研究結果提供更多特異性的資訊。無法公開鑑別特定線路或資產，以確保系統安全性，或者出於保密原因，無法鑑別客戶。
- 靈活彈性調適途徑可以為 SoCalGas 提供一個架構與一系列初始行動。但是還需要進行更多工作，將其納入 SoCalGas 現有決策過程，以便更好地實施這些措施，從而可能發現有益的其他支持措施。
- 無法從 SoCalGas 處獲得所需的特定成本資訊，以評估更佳量化衝擊的潛在成本。

此研究範圍只涵蓋天然氣部門。但是，天然氣與電力是更廣泛能源領域的主要組成部分。在某些情況下，天然氣與電力更是彼此替代品(例如天然氣或電力可用於運轉住宅建築物中爐灶、熱水器、供暖系統等)。因此，為實現真正具有彈性能源系統目標，重要的是考量在某些情況下是否應擴大

能源(電力或天然氣)的作用。由於由於氣候變遷，預期對天然氣系統衝擊有限，這一點尤為重要。未來的研究應考慮擴大天然氣服務以提高能源韌性程度，以及應優先考量的情況。靈活調適途徑方法強調這樣一個事實，即在短期內採取行動並不需要關於未來的完美資訊。因此可以從現在開始採取一些初始措施來開始調適過程。然後在將來調整調適措施，以解決氣候、人口成長與土地利用、能源需求與技術的變化。

此外，未來可調查氣候衝擊的其他變化因素。氣候不是將來會改變的唯一事物；人口、需求、供應特徵與其他因素意味著，未來天然氣系統的外觀與運行方式可能與今天不同。需要進行更多的研究來告知客戶隨時間變化的可能情況，包括潛在的衝擊與彈性，以協助增進對未來氣候條件潛在衝擊的理解。

參考文獻

1. Judsen Bruzugul, Robert Kay, Beth Rodehorst, Andy Petrow, Tommy Hendrickson, Maya Bruguera, Kevin Petak, Dan Moreno, Julio Manik, David Revell (2018). POTENTIAL CLIMATE CHANGE IMPACTS AND ADAPTATION ACTIONS FOR GAS ASSETS IN THE SAN DIEGO GAS AND ELECTRIC COMPANY SERVICE AREA. (Retrieved from: https://www.energy.ca.gov/sites/default/files/2019-11/Energy_CCCA4-CEC-2018-009_ADA.pdf)
2. SDG&E. (2016). Partnership for Energy Sector Climate Resilience. Part I. Vulnerability Assessment, San Diego Gas and Electric (SDG&E).