

第一章 推動組織與調適架構

一、氣候變遷因應推動會

依據《氣候變遷因應法》(以下簡稱《氣候法》)第14條第1項規定：「直轄市、縣(市)主管機關設直轄市、縣(市)氣候變遷因應推動會，由直轄市、縣(市)主管機關首長擔任召集人，職司跨局處因應氣候變遷事務之協調整合及推動。」、第14條第2項規定：「推動會之委員，由召集人就有關機關、單位首長及氣候變遷因應學識經驗之專家、學者派兼或聘兼之。」以及第20條第1項規定：「直轄市、縣(市)主管機關應依行動綱領、國家調適計畫及調適行動方案，邀集有關機關、學者、專家、民間團體舉辦座談會或以其他適當方法廣詢意見，訂修氣候變遷調適執行方案送直轄市、縣(市)氣候變遷因應推動會，報請中央主管機關會商中央目的事業主管機關核定後實施，並對外公開。」是以各縣市主管機關應設「氣候變遷因應推動會」(以下簡稱推動會)，由縣市主管機關首長擔任召集人，職司跨局處因應氣候變遷事務之協調整合及推動，並依行動綱領、國家調適計畫及調適行動方案，邀集有關機關、學者、專家、民間團體舉辦座談會或其他適當方法廣詢意見，訂修氣候變遷調適執行方案(以下簡稱調適執行方案)送氣候變遷因應推動會，報請中央主管機關會商中央目的事業主管機關核定後實施，並對外公開。

環境部氣候署於112年3月14日「氣候變遷因應法地方政府成立氣候變遷因應推動研商及專屬中央事項說明會議」指示各縣市應於112年9月30日前完成前開所述推動會之設立，桃園市政府(以下簡稱本府)於同年7月17日完成要點修正，將《桃園市政府永續發展會設置要點》修正為《桃園市政府永續發展及氣候變遷因應推動會設置要點》，並依據此要點設置本推動會，內容包括：推動會之權責、組成與各類人員職責、運作機制(如：會議召開頻率、會議出席規定等)，以及當屆規劃或已辦理之會議日程、討論議題、決議成果等具體且相關資訊。

(一)推動會權責

本府為落實本市永續發展、溫室氣體減量及氣候變遷調適政策理念，並藉此完成永續發展及淨零排放相關事務之協調推動，特設本推動會。本推動會主要權責如下：

1. 研訂本市永續發展願景與策略，並審議永續發展相關重大議案。
2. 研訂本市氣候變遷因應願景與策略，並審議氣候變遷相關重大議案。
3. 推動永續發展與氣候變遷事務之國內外城市及組織合作，並積極參與國際及全國永續發展相關會議或行動。
4. 其他有關永續發展及氣候變遷因應事項。

(二)推動會組成及人員職責

1. 本推動會設置委員二十五人至二十七人，其中召集人一人，由市長兼任之；副召集人二人，由副市長兼任之；其餘委員由市長就下列人員聘（派）兼之：
 - (1) 教育局局長。
 - (2) 經濟發展局局長。
 - (3) 交通局局長。
 - (4) 環境保護局局長。
 - (5) 社會局局長。
 - (6) 水務局局長。
 - (7) 智慧城鄉發展委員會主任委員。
 - (8) 都市發展局局長。
 - (9) 工務局局長。
 - (10) 農業局局長。
 - (11) 財政局局長。
 - (12) 衛生局局長。
 - (13) 原住民族行政局局長。
 - (14) 專家、學者、產業界或社會團體代表九人至十一人。
2. 本推動會聘任委員任期二年，期滿得續聘之，任期內出缺或有不適當之行為經市長解聘時，得補聘至原任期屆滿之日止。代表機關出任者，應隨其本職進退。
3. 全體委員任一性別不得低於委員人數三分之一。
4. 本會置執行長二人，由本府環境保護局局長及智慧城鄉發展委員會主任委員兼任之，依召集人指示協調本會事務。副執行長二人，由本府環境保護局副局長及智慧城鄉發展委員會副主任委員兼任，襄助執行長辦理有關事務。

(三)推動會運作機制

1. 本推動會每半年至少召開一次委員會議，必要時得召開臨時會議，由召集人召集之。召集人不克出席會議時，由副召集人代理之。
2. 本推動會得視需要召開工作會議，規劃委員會議之議案及協調辦理委員會議決議事項。
3. 本推動會決議之事項，分行本府各相關機關辦理。但經主席裁示之重大市政決議事項，由本府智慧城鄉發展委員會追蹤管制。
4. 本推動會委員應親自出席會議。除召集人及副召集人外，如因故不能親自出席時，得指派代表出席。

(四)推動會歷次辦理情形

本府依據《桃園市政府永續發展及氣候變遷因應推動會設置要點》聘(派)任十三位本府局處首長以及九位專家、學者、產業界或社會團體代表為本市第一屆推動會成員，並於 112 年 12 月 25 日召開本府第一屆推動會第一次委員會議。

本府第一屆推動會第一次委員會議討論議題如下：

1. 本推動會運作模式

本府於 112 年 7 月 17 日修訂《桃園市政府永續發展及氣候變遷因應推動會設置要點》，並依據此要點設置本推動會，運作模式如圖 1 所示。

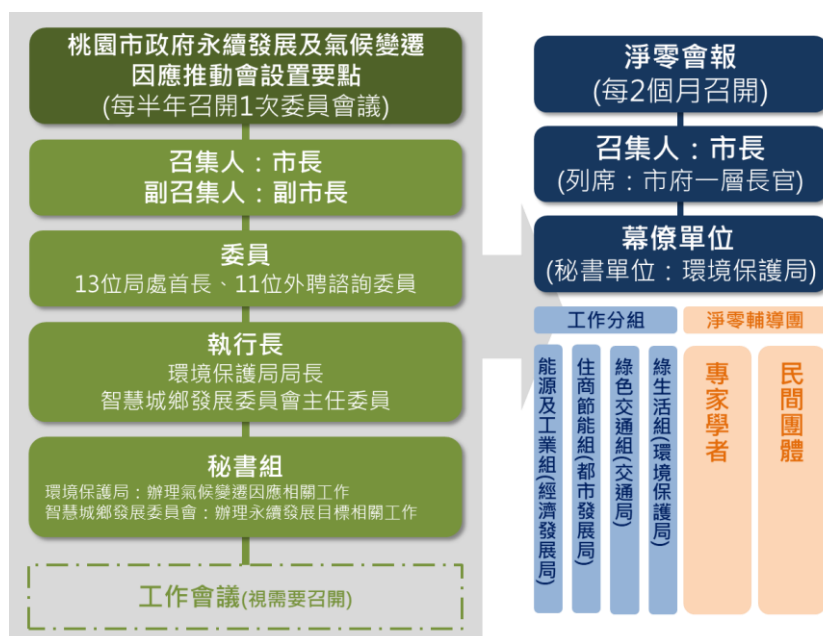


圖 1、桃園市政府永續發展及氣候變遷因應推動會運作模式

2. 本推動會配合中央事項

根據《氣候法》第 15 條及第 20 條規定，桃園市政府應依行動綱領及部門行動方案，邀集有關機關、學者、專家、民間團體舉辦座談會或以其他適當方法廣詢意見，訂修溫室氣體減量執行方案及氣候變遷調適執行方案送本推動會後對外公開。

3. 本次會議後續工作重點

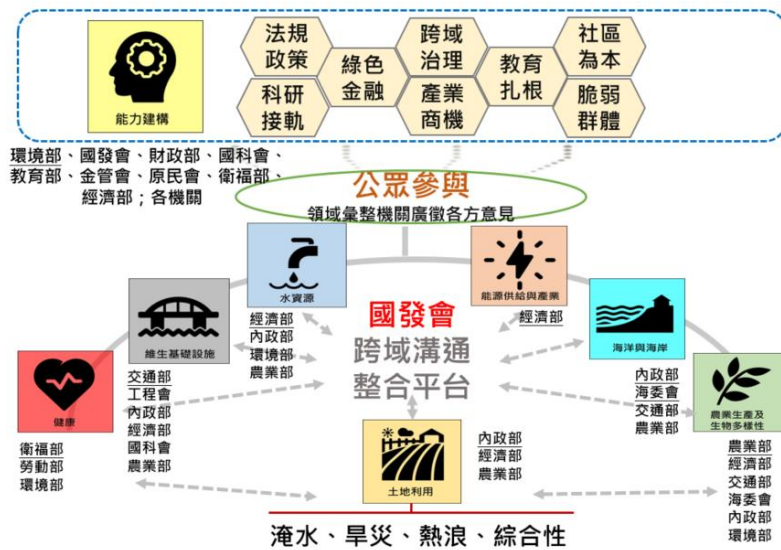
- (1) 審議本市第二期溫室氣體減量執行方案 112 年成果報告
- (2) 審議本市氣候變遷調適執行方案。

二、調適領域架構及分工

依《氣候法》第 20 條，各縣市應依行動綱領、國家調適計畫及調適行動方案訂修調適執行方案；另依《氣候變遷因應法施行細則草案》第 15 條規定，為因應氣候變遷風險，各級政府應推動調適方案及作為，促進我國自然環境、經濟、社會、國民、事業及脆弱群體等建構氣候變遷調適能力並提升韌性，緩和因氣候變遷所造成之損害，因此本市氣候變遷調適執行方案及作為將依循以下基本原則：

- (一)以科學為基礎，檢視現有及最新國內外資料、推估未來可能之氣候變遷，並評估氣候變遷風險，藉以強化風險治理及建構氣候變遷調適能力。
- (二)發展因地制宜、由下而上或社區、原住民族為本之氣候變遷調適。
- (三)強化脆弱群體因應氣候變遷衝擊之能力，並充分考量人權潛在影響。

我國國家氣候變遷調適行動計畫（112-115 年）已於 112 年 9 月公告，並將調適領域由原先八大領域及能力建構變更為七大領域及能力建構，前述領域包含：維生基礎設施、水資源、土地利用、海岸及海洋、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性、健康。而原先於調適領域之一的「災害」領域，則將其精神及相關措施融入於其他領域，如圖 2。



資料來源：環境部氣候變遷署同舟共濟臺灣氣候變遷調適平臺。

圖 2、本期國家氣候變遷調適行動計畫領域架構

以下就本推動會之權責業務及目標與相關氣候危害類型分別進行說明：

(一) 權責業務及目標

桃園市氣候變遷調適執行方案之最高主管機關為本府，執行機關為本府各目的事業主管機關，其權責劃分及氣候變遷調適相關業務內容如下：

1. **環境保護局：**
推動溫室氣體減量管理、氣候變遷調適、資源循環、海岸環境維護及其他有關事項。
2. **經濟發展局：**
推動再生能源、工商輔導節能、氣候變遷產業調整支援措施及其他有關事項。
3. **都市發展局：**
推動氣候變遷韌性都市規劃設計、綠建築、綠建材、建築能效管理、桃園埤圳重要濕地及其他有關事項。
4. **交通局：**
推動綠色運輸、市區公車電動化、公共自行車系統、電動車輛友善環境、交通號誌節能及其他有關事項。
5. **工務局：**
辦理氣候變遷韌性都市規劃、設計及施工及其他有關事項。

6. **水務局：**
因應氣候變遷洪旱災害風險，辦理防洪、滯洪、水利、水土保持、下水道工程及其他有關事項。
7. **農業局：**
推動氣候變遷農業調適、在地生產、在地消費食材、育林固碳、農業廢棄物再利用及其他有關事項。
8. **衛生局：**
推動氣候變遷因應之疾病監測、醫療照護服務及其他有關事項。
9. **民政局：**
推動寺廟宗教活動減碳、輔導氣候變遷民政體系災害防救及其他有關事項。
10. **教育局：**
推動本市高級中等以下學校氣候變遷環境教育、氣候變遷調適識能扎根及其他有關事項。
11. **原住民族行政局：**
減低氣候變遷對原住民族傳統文化及知識的衝擊及其他有關事項。
12. **地政局：**
辦理氣候變遷韌性非都市土地分區調整作業及其他有關事項。
13. **文化局：**
推動受氣候變遷衝擊古蹟、歷史建築、聚落、文化景觀、遺址等之指定、登錄、保存、維護、管理及文獻資料之蒐集與保存及其他有關事項。
14. **智慧城鄉發展委員會：**
推動智慧城市、聯合國永續發展目標及其他有關事項。
15. **勞動局：**
辦理氣候變遷產業人才培育、勞工減緩氣候變遷衝擊作業及其他有關事項。
16. **主計處：**
分配有限資源，協助推動氣候變遷調適市政建設及其他有關事項。
17. **財政局：**
推動氣候變遷調適計畫經費及其他有關事項。
18. **警察局：**

推動氣候變遷調適課程沿線交通疏導、降低氣候變遷交通影響衝擊及其他有關事項。

19. 消防局：

氣候變遷災害防救體系建置及推動和其他有關事項。

20. 婦幼局

推動婦幼族群氣候變遷減緩及調適醫療照護服務及其他有關事項。

21. 其他機關：

其他推動淨零及氣候變遷有關事項。

根據國家氣候變遷調適行動計畫（112-115 年）的調適框架，各調適領域的中央主（協）辦機關已清楚明訂，本期調適執行方案依中央各主（協）辦機關之業務職掌對應桃園市各局處業務職掌，彙整出桃園市氣候變遷各調適領域的主（協）辦局處，如表 一所示；桃園市氣候變遷各調適領域的主（協）辦局處及調適目標如表 二所示。

表一、氣候變遷調適領域中央政府主（協）辦機關以及對應桃園市主（協）辦局處整理表

領域	主辦機關	協辦機關	對應桃園市局處
能力建構	環境部	國家發展委員會、國家科技及技術委員會、教育部、金融監督管理委員會、原住民族委員會、衛生福利部、經濟部、文化部、交通部、各機關	環境保護局 、主計處、地方稅務局、財政局、原住民族行政局、衛生局、交通局、文化局、經濟發展局、教育局、都市發展局、智慧城鄉發展委員會、客家事務局
維生基礎設施	交通部	公共工程委員會、內政部、經濟部、國家科學及技術委員會、農業部	工務局 、民政局、警察局、消防局、地政局、經濟發展局、農業局、捷運工程局
水資源	經濟部	內政部、環境部、農業部林業及自然保育署及農村發展及水土保持署、經濟部水利署、臺北市政府臺北自來水事務處、金門縣政府、連江縣政府、澎湖縣政府、臺灣自來水公司	水務局 、經濟發展局、民政局、地政局、環境保護局、農業局
土地利用	內政部	經濟部、農業部	都市發展局 、經濟發展局、地政局、水務局、農業局
海岸及海洋	內政部 海洋委員會	農業部、交通部中央氣象署	環境保護局 、農業局
能源供給及產業	經濟部	-	經濟發展局
農業生產及生物多樣性	農業部	海洋委員會、經濟部、交通部、環境部	農業局 、環境保護局、經濟發展局
健康	衛生福利部	勞動部、環境部	衛生局 、社會局、勞動局、環境保護局、婦幼局

註：對應桃園市局處下方表格粗體字標示為該調適領域對應桃園市之主辦局處，其餘為協辦局處。

表二、桃園市氣候變遷各調適領域主（協）辦局處及調適目標

調適領域	主辦局處	協辦局處	調適目標
能力建構	環境保護局	主計處、地方稅務局、財政局、原住民族行政局、衛生局、交通局、文化局、經濟發展局、教育局、都市發展局、智慧城市鄉發展委員會、客家事務局	<ul style="list-style-type: none"> ● 落實具整體性及綜效性之作為，提升國家因應氣候變遷基礎能力，強化民眾、事業及團體的參與合作，使各易受氣候氣候變遷衝擊領域藉此受益，將綜合效益最大化
維生基礎設施	工務局	民政局、警察局、消防局、地政局、經濟發展局、農業局、捷運工程局	<ul style="list-style-type: none"> ● 強化維生基礎設施建設能力 ● 提升維生基礎設施因應氣候變遷之調適能力
水資源	水務局	經濟發展局、民政局、地政局、環境保護局、農業局	<ul style="list-style-type: none"> ● 確保供水穩定，促進民生產業永續發展 ● 強化供水韌性，有效應對極端枯旱氣候 ● 完善供水環境，致力邁向水源循環永續
土地利用	都市發展局	經濟發展局、民政局、地政局、環境保護局、農業局	<ul style="list-style-type: none"> ● 降低氣候變遷衝擊，促進國土利用合理配置
海岸及海洋	環境保護局	農業局	<ul style="list-style-type: none"> ● 建構適宜預防設施或機制，降低海岸災害 ● 提升海岸災害及海洋變遷之監測及預警
能源供給及產業	經濟發展局	-	<ul style="list-style-type: none"> ● 提升能源產業氣候風險辨識能力與推動調適策略 ● 完善製造業氣候風險管理 ● 提升中小企業之氣候風險意識及機會辨識能力
農業生產及生物多樣性	農業局	環境保護局、經濟發展局	<ul style="list-style-type: none"> ● 增進生態系統因應氣候變遷之服務量能 ● 提升農業氣候風險管理能力 ● 發掘氣候變遷下多元農產業機會

調適領域	主辦局處	協辦局處	調適目標
健康	衛生局	社會局、勞動局、環境保護局、婦幼局	<ul style="list-style-type: none"> ● 確保氣候變遷下之環境品質 ● 強化氣候變遷下之緊急醫療、防疫系統及勞工健康保護 ● 提升民眾調適能力

(二) 權責業務目標之氣候危害類型

以下就八大領域之氣候危害類型進行說明：

1. 維生基礎設施

維生基礎設施易受高溫、極端降雨及海平面上升之氣候衝擊因子(同氣候壓力因素)影響，以下針對我國四大運輸系統(公路、鐵路、空運、海運)於表三中列舉各運輸系統的氣候變遷衝擊危害資訊。

表 三、我國四大運輸系統（公路、鐵路、空運、海運）氣候變遷衝擊危害資訊

運輸系統及設施		高溫	強降雨	強風	暴潮/風浪	海平面上升
公路系統	結構(包含橋梁及隧道)	-	1.土壤含水量過高影響道路邊坡、隧道口結構的強度 2.強降雨沖刷橋梁基礎	強風影響橋梁結構	暴潮/風浪加劇橋墩的沖刷	
	基礎/地表下	-	路基受沖蝕掏空	-	-	加劇路基的沖刷
	排水	-	排水不良造成淹水	-	-	-
	橫斷面	-	道路的橫斷面，面臨強風暴雨沖刷等影響	-	-	-
	材料	鋪面材料軟化與標線變形	-	-	-	-
	周邊環境	引發邊坡野火	路廊因地表逕流溢淹，影響周邊排水系統與生態環境	路樹傾倒造成道路中斷	-	-
	替代道路	-	替代道路數量低，強降雨時可能面臨運輸中斷	-	海浪越堤溢淹災害，海岸線退縮，淘刷公路底部基座	替代道路被淹沒
	交通場站	-	交通場站聯外道路淹水，造成運輸中斷	-	交通場站聯外道路淹水，造成運輸中斷	-

運輸系統及設施		高溫	強降雨	強風	暴潮/風浪	海平面上升
鐵路系統	軌道構造(包含橋梁、)軌道、隧道	軌道彎曲變形	1.橋梁鋼鐵結構腐蝕、橋梁及基樁沖刷 橋面板變位或傾倒 2.橋墩及橋面板結構破壞 3.隧道排水系統設施阻塞沖蝕、隧道路基流失 4.鐵軌腐蝕 5.軌道破壞或淤積、軌道路基破壞及流失	-	-	-
	車站或其聯外道路	-	車站淹水,乘客無法進出車站	-	-	-
	調車場、維修設施、支援設備和其他	架空電車線受損	列車無法正常行駛	1.列車無法正常行駛 2.架空電車線受損	臨海設施淹水或淹沒	臨海設施淹水或淹沒
航空系統	空側設施	電力照明系統負荷	1.鋪面結構的損壞和惡化 2.鋪面表面毀損 3.排水能力負荷	電力照明系統負荷	-	-

運輸系統及設施		高溫	強降雨	強風	暴潮/風浪	海平面上升
	航站和陸側設施	建築物 and 結構受損	1. 阻礙聯外運輸、流通、裝載和停車 2. 地面基礎破壞 3. 建築物 and 結構受損	-	-	-
	支援設備和其他	1. 電氣系統故障或短缺 2. 火災風險增加 3. 導航和衛星信號失真	1. 機場聯外道路因淹水或落石、坍方阻斷 2. 航機因強降雨、跑道積淹水而無法正常起降	通信系統故障提高	臨海設施因暴潮/風浪沖刷及衝擊而受損	-
海運系統	港口	-	聯外道路淹水或中斷營運	影響設備操作、航班停駛	碼頭與設備損壞	船舶無法靠泊

資料來源：本執行方案彙整自「維生基礎設施領域氣候變遷調適行動方案(112-115年)」

2. 水資源

氣候變遷對水資源的影響因子可綜整為四項，分別是溫度上升、不降雨日數增加、降雨強度增加以及海平面上升，上述影響因子對我國水資源調適範圍內的(1)水資源開發與保育、(2)水資源供給、(3)水資源需求等課題將造成衝擊。

(1) 水資源開發與保育

依據開發與保育的標的，水資源開發與保育的細項課題可分為：地表水與地下水。

(2) 水資源供給

依據供給的程序，水資源供給的細項課題可分為：水庫蓄水、水庫取水、河川引水、淨水、輸水以及地下水抽用。

(3) 水資源需求

依據各需求來源，水資源需求的細項課題可分為：農業用水、生活用水以及工業用水。

表四逐項分析 4 項氣候變遷影響因子對 11 項水資源細項課題的影響，並從中確立氣候變遷對於水資源的主要衝擊（共計 17 項），「溫度上升」主要導致水資源需求提升，影響地表水資源的蘊藏量，「不降雨日數增加」主要影響水資源設施原本蓄豐濟枯的調節功能，「降雨強度增加」主要影響水資源設施的可蓄水量，並導致濁度上升而影響取水與減低淨水效率；「海平面上升」主要影響地下水資源的蘊藏量。綜合上述分析結果，在我國水資源調適範圍內，共計有 9 項將承受氣候變遷主要衝擊的水資源細項課題：地表水、地下水、水庫蓄水、水庫取水、河川引水、淨水、農業用水、生活用水及工業用水，應進一步逐項評估風險，以作為國家水資源調適行動方案規劃與推動的基礎。

表 四、我國水資源氣候變遷衝擊危害資訊

水資源及水體設施		溫度上升	不降兩天數增加	降雨強度增加	海平面上升
水資源開發與保育	地表水	導致蒸發散量增加，影響地表水資源的蘊藏量	影響地表水資源的蘊藏量	-	-
	地下水	-	降低入滲量，影響地下水資源的蘊藏量	-	導致鹽水入侵地下水含水層，影響地下水資源的蘊藏量
水資源供給	水庫蓄水	導致蒸發散量增加，影響水庫蓄水量	影響蓄水，降低蓄豐濟枯調節功能	導致淤積量增加，可蓄水量減少	-
	水庫取水	-	-	導致濁度上升，影響取水	-
	河川引水	-	導致河川流量降低，影響取水	導致濁度上升，影響取水	-
	淨水	導致水質劣化，影響淨水效率	導致水質劣化，影響淨水效率	導致濁度上升，影響淨水效率	-
	輸水	-	-	-	-
	地下水抽用	-	-	-	-
水資源需求	農業用水	導致蒸發散量增加，農業用水需求增加	導致灌溉水源短缺，影響農產	-	-
	生活用水	導致生活用水需求增加	-	-	-
	工業用水	導致工業冷卻用水需求增加	-	-	-

資料來源：本執行方案彙整自「水資源領域氣候變遷調適行動方案(112-115年)」

3. 土地利用

根據國發會國家氣候變遷調適行動計畫（112-115 年）的內容，考量國土空間係人居生活、產業發展、資源系統等多元活動之載體，本領域面對氣候變遷，主要考量溫度及降雨極端化趨勢下，對於人居環境或重要生態環境產生之衝擊，或其衍生之機會。本領域在極端降雨趨勢下之「淹水」、「乾旱」，以及極端高溫趨勢下之「熱浪」對於城鄉地區產生之影響，將係本期行動關注重點。

極端降雨衍生之淹水議題，可謂臺灣長久且普遍性的災害及氣候變遷議題，未來推估臺灣年總降雨量有增加的趨勢，在最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末臺灣平均年總降雨量增加幅度約為15%、31%；就連最大1日暴雨強度亦有增加趨勢，最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末平均年最大1日暴雨強度增加幅度約為20%、41.3%。在降雨型態改變且極端化之趨勢下，城鄉地區將相對於現況更容易面臨淹水災害，以氣候變遷長久性變化之尺度而言，防洪減洪工程及設施保護標準具有技術與成本之限制，勢必需要針對溢淹水議題導入綜合性調適策略，並透過土地使用規劃，提升居住及產業韌性。

極端氣候衍生之乾旱議題，與本領域及水資源領域具有高度關聯性，水資源領域係從開源、節流、調度、備援及管理策略切入，確保供水穩定性，避免產生旱災，而就本領域而言，則係考量自然氣象產生之乾旱現象與各空間發展情形、水資源供給系統佈建等關聯，以併同納入土地使用適性發展。又針對重要生態環境而言，乾旱現象將對於棲地環境、生態食物鏈、物種多樣性等面向產生影響，故亦應預為因應。

而極端高溫則為近年我國人民逐漸有感的氣候變遷議題，且臺灣各地氣溫未來推估將持續上升，在全球暖化最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末之年平均氣溫可能上升超過 1.8°C 、 3.4°C ，而以極端高溫事件而言，各地高溫 36°C 以上日數增加。最劣情境(SSP5-8.5)下，21世紀中、末，增加幅度約8.5日、48.1日。又高溫現象受到建成環境及人為熱源產生熱島效應等影響，將導致都市地區溫度上升趨勢更為顯著；另考量高溫現象將對生態物種及棲地造成系統性影響，尤以高海拔地區之溫度變化程度將可能更加劇烈，尚需掌握相關資料以建構調適策略模式。

4. 海岸及海洋

氣候變遷所衍生的各類衝擊因子對臺灣不同部門與領域所造成衝擊有其差異，但可初步歸納於我國具潛在顯著影響之因子為：溫度(熱與冷)、降雨(濕與乾)、海岸與海洋(海平面上升、海洋熱浪、酸化等)。透過了解降雨、海平面上升等變化趨勢，有助於推動海岸及海洋領域調適目標建立：

(1) 降雨變化趨勢及其衝擊

未來暖化情境下極端降雨強度增加、侵臺颱風機率降低與降雨型態改變(全臺極端降雨、全臺連續不降雨日數、侵臺颱風頻率，參考 WGI 重點摘要報告)。依據未來降雨趨勢推估，可能帶來的衝擊為淹水。全臺極端降雨(最大 24 小時累積雨量之 95 百分位數值)，除中部地區於世紀中略為減少，其他區域皆呈現增加趨勢。以臺北、宜蘭、臺南、高屏四分區淹水發生機率為例(以現有條件進行模擬)，世紀中較基期之淹水機率呈現持平或略為增加，世紀末增加幅度更為明顯。

(2) 海平面上升趨勢及其衝擊

- A、海平面上升:全球暖化氣候變遷使得海水體積因熱膨脹、加上冰河、高山、格林蘭及極地冰層融解，造成海平面上升，臺灣沿海海平面上升問題應屬於全球性的問題，因此同樣面臨海平面上升的威脅。依據 IPCC AR6 升溫 2°C 情境顯示，臺灣周邊海域海平面上升約 0.5 公尺，於升溫 4°C 情境將導致海平面上升 1.2 公尺。
- B、海洋熱浪:暖化氣候造成全球海水溫度異常上升、海水異常酸化，導致海洋生物棲地環境變化及珊瑚礁白化，因此各國同樣面臨海洋狀態異常之威脅。於 IPCC 模擬之全球暖化最劣情境(SSP5-8.5)下，21 世紀中、末之年平均氣溫可能上升超過 1.8 °C、3.4 °C；理想減緩情境(SSP1-2.6)下，可能增加 1.3 °C、1.4 °C，全球暖化連帶海水溫度隨之升高。

5. 能源供給及產業

本領域可分為能源供給以及產業領域兩個方面進行說明：

(1) 能源供給領域

國外有諸多案例顯示氣候變遷對全球能源產業造成相當影響，如 2012 年颶風珊迪(Hurricane Sandy)摧毀美國紐約變電所之電力設施，使運作出現問題導致爆炸；2017 年颶風哈維(Hurricane Harvey)挾帶災難性降雨引發洪水，導致德州煉油廠關閉；2022 年 10 月奈格颱風 (Nalgae) 肆虐菲律賓，造成 280 個城鎮電力供應中斷。而英國氣候風險獨立評估報告之技術報告 (UK Climate Risk Independent Assessment (CCRA3) Technical Report1)，也闡述高溫、乾旱、海平面上升及極端降雨事件對於能源設施都有相當程度的衝擊。

極端天氣事件對能源供給設施的衝擊最為直接明顯，過去我國也曾因颱風、極端降雨、及乾旱等事件，導致設施損壞，進而影響能源供給，例如：

- A、極端降雨衝擊事件：2017 年 6 月梅雨鋒面侵襲，因雨勢過大，造成輸電鐵塔倒塌，機組因此跳機。同年 7 月尼莎颱風登陸，造成輸電電塔倒塌，進而影響供電。
- B、乾旱衝擊事件：2020 年到 2021 年上半年，除北臺灣外，中南部地區雨量偏少，颱風也未登陸，釀成半世紀來最嚴重旱災。水情告急下，導致水力發電廠無法取水發電，影響發電量。

經濟部能源局自 2011 年起，即開始推動「溫室氣體管理與調適推動計畫」，建立相關風險評估方法與工具，以及提供氣候變遷資料等，協助並輔導能源產業鑑別氣候衝擊、評估氣候風險，並進一步規劃與執行調適行動。根據歷年調適工作推動之成果，可發現國內各種能源類型，在過去已面臨強風、極端降雨、乾旱、高溫、鹽害腐蝕等不同氣候類型之衝擊，相關衝擊影響如表 五所示。

表 五、能源產業受氣候衝擊影響彙整表

能源類型	氣候衝擊影響				
	強風	極端降雨	乾旱	高溫	鹽害腐蝕
火力發電	造成線路與粉煤機跳脫	儲煤場降下超大豪雨，影響煤場排水	影響冷卻系統	影響發電效率	-

水力發電	-	廠房淹水，發電設備嚴重受損無法運轉發電	水力發電能力明顯下降	使雷擊趨勢上升，造成機組設備損壞	-
風力發電	風力機組設備吹損、折斷	-	-	使雷擊趨勢上升，造成葉片、機組設備損壞	-
太陽光電	光電板可能被吹損	可能造成光電板損壞	-	影響發電效率	光電板失去發電效益
輸配電設施	強風吹斷樹枝，影響設備	造成變電所淹水，開關設備損壞	-	高溫跳機之可能性	鐵塔等設施恐造成鏽蝕
供油設施	導致進船偏移，暫緩卸收油料	燃料油管線沖斷	-	-	管線設備鹽分鏽蝕
供氣設施	風速大於船舶靠港規定，導致 LNG 船無法進港	雨沖毀導致過河段管線裸露	-	-	管線設備鹽分鏽蝕

資料來源：「能源供給及產業領域氣候變遷調適行動方案（112-115 年）」

(2) 產業領域

經濟部工業局自民國 101 年起推動「製造業企業調適示範專案」，透過調適管理程序，協助企業鑑別氣候風險及其潛在衝擊項目。根據歷年製造業調適示範專案推動結果發現，造成製造業生產效能降低之氣候事件主要為「強降雨」、「乾旱」及「高溫」，其原因如下：

- A、瞬間強降雨造成排水不及，導致廠區淹水，可能使生產設備停擺或損壞，臺電公司電力供應緊急跳脫，導致工廠無法營運。
- B、由於部份產業製程需要穩定、持續的水資源，故當瞬間強降雨造成原水濁度過高導致暫停供水，或者因乾季降雨減少致使供水量不穩定，皆可能會影響產業製程。

C、夏季高溫造成民生用電及工業用電需求增加，可能提高跳電風險，影響生產設備運作並降低產能。其次，高溫會降低冷卻水塔之冷卻效率，亦加劇用電量之需求，同時影響生產製程。

各氣候事件對產業之衝擊，分別依降雨強度增加、降雨強度減少及高溫三種情形說明如下：

A、降雨強度增加，可能造成淹水、坡地及暫停供水，主要影響層面較廣泛，包括資產面-重要設施或公用設備損壞、製程面-生產中斷損失、供水/供電系統停擺、人員面-人員安全及管理調度、供應鏈-運輸通路停擺、財務面-額外的營運成本及生產成本增加。

B、降雨強度減少將衍生乾旱（缺水）的災害衝擊，主要影響面向以製程面及財務面為主，分別為供水不足，將造成部份產業製程中斷，以及因應水源不足，額外增加之製程用水成本，或增設之儲水設施成本。

C、高溫可能產生的產業影響層面包含資產面-重要設施或公用設備損壞、製程面-缺電風險增加導致限電、人員面-高溫造成的身體不適及流行疾病影響工作人員安全及管理調度、財務面-用電量增加造成之營運成本上升，以及冷卻相關之生產成本增加。

6. 農業生產及生物多樣性

農業部門主要的氣候影響複雜，以農糧為例，溫度上升暖化趨勢可能會使臺灣果樹種及品種之栽培區域遷移、果實產期的提前或延後，及品質的降低；氣溫升高造成夏季高溫期延長，夏季蔬菜生產品種少，增加病蟲的危害；氣候暖化更會使花卉開花時序改變，使花農增加產期調節成本。降雨型態改變影響露天栽培作物，降雨頻率改變影響蔬菜及果樹之產量，降雨量不足會造成農作物缺水，降雨強度過大會直接破壞作物外觀與品質。然前述衝擊對於不同生產區位與個別品項而言，到衝擊的規模不同，其因應之方式亦不同，因此，仍有待個別產業品項之評估，方能掌握風險變化。

以遠洋漁業為例，則可能面臨漁場位移與資源的變動，海上風暴次數與強度增加，對海上作業安全危害增加，使漁業生產成本增加。養殖漁業面臨的衝擊包括養殖物種罹病率與死亡率提高、漁產

品價格波動幅度加劇、魚油與魚粉的供給問題、極端氣象造成的低溫寒害、颱風暴雨引發土石流、漂流木與污染物，嚴重影響養殖池與沿岸養殖海域的水質與環境。此外，漁業資源降低、原物料價格上漲，衝擊飼料來源，恐增加成本支出。

畜牧業則可能面臨的衝擊包含牧草之產量、品質及病蟲害之危害使生產成本提高；氣溫的上升有利於病蟲害的發展與疾病媒蚊之傳播，使得畜禽疾病增加，生產性能降低；氣溫上升造成動物之熱緊迫，使得動物採食量減少、生理機能下降而影響產量。

氣候變遷不僅影響農業生產環境、農產品生產的質與量，亦將衝擊農民所得、農產運銷及需求市場，短期內之產量大增減將有供應不穩定的問題，長期則影響整體產業發展，且我國農業生產資材多由國外進口，原物料價格亦受氣候影響上漲，衝擊資材來源，恐增加生產成本支出，影響生產利潤，可見資材在全球受氣候風險影響下，亦將衝擊我國生產，應於未來風險評估時一併考量。

在生物多樣性方面，氣候變遷已對生物多樣性產生重大影響。溫度、氣候模式、降雨量和海平面的變化都正在影響生態系統，許多物種已改變分布範圍、季節活動模式、豐度，以及物種間的交互關係。尤其以臺灣島嶼型和多高山生態系的環境，氣候變遷各類情境已經顯示海岸濕地將快速縮減，不同海拔生物分布快速變動，另既有長期監測資料已證實不少高海拔生物之適生範圍持續往更高海拔區域移動，棲地面積縮減和更高頻度的嚴重擾動，將可能導致各類生態系功能受損，更多物種面臨滅絕風險。

7. 健康

氣候變遷所衍生的衝擊於本領域最具潛在顯著影響之四大面向分別為：高溫、乾旱、海平面上升及極端降雨。這些衝擊因子在不同領域所造成衝擊有其差異，對臺灣環境，包括水質水體、空氣品質、病媒生物以及環境監測、廢棄物和化學品處理等可能造成廣泛影響，說明如下：

(1) 高溫

高溫天氣和空氣污染之間存在複雜的關係，高溫可能導致臭氧濃度升高，造成對人體健康有害；此外，高溫和乾燥的天候可能會導致火災風險增加，除了引發森林火災和農作物損失，進一

步造成空氣品質劣化，另外也會提高因資源回收場火災和衛生掩埋場悶燒的風險；若有涉及化學品的火災，可能釋放出危險物質，對周遭環境和人體健康造成危害。

許多環境品質監測站儀器的溫度會升高，可能會影響儀器的精度和穩定性，也影響監測數據的準確性，而易發洪災區可能導致儀器毀損並且喪失原有功能，兩者皆會增加維護成本。

聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)對於高溫下預測，危害性節肢動物在全世界分布上有往高緯度與高海拔移動的趨勢，最大原因可能來自於病媒生物分布區域的擴張。隨著病媒生物分布區域的擴張，傳染病的傳播風險可能會增加，例如近年來臺灣的埃及斑蚊呈現北移擴張的趨勢，推測未來登革熱的中、高度風險區會隨之增加。

溫度除了對環境造成危害，對人體的健康衝擊呈現 U 字型曲線，在極端高低溫發生時，總死亡率、心肺相關疾病死亡及就醫率皆會上升。極端高溫可能造成熱衰竭、熱痙攣、中暑和死亡，人體雖有逐漸適應高溫的能力，但適應力有其侷限。此外，極端高溫或低溫都會加重原有疾病，各國分析皆顯示心血管、呼吸和腎臟病的急診就診率與總死亡率隨熱浪的持續時間和強度增強而增加。因此，極端高低溫事件對先天性疾病或慢性疾病患者的衝擊最大。

再者，長時期在戶外活動或工作的社群，尤其是體力勞動者，在極端高低溫期間的健康風險也大。全球超過半數的非家庭勞動時間都發生在戶外，主要在農業和建築領域。高氣溫環境暴露可能對於勞工造成職業安全與健康影響，當長時間、高頻率熱暴露或持續進行重體力作業的勞工將面臨熱危害的風險，容易使勞工因疲倦而注意力下降、造成安全意外與傷害的發生，嚴重時可促發熱衰竭、熱中暑，甚或死亡。

2003 年熱浪對歐洲之衝擊，顯示已開發國家也逃不過氣候變遷之影響。全歐洲至少有 35,000 額外死亡人數，僅在法國就有約 15,000 人額外死亡，80% 死者年齡超過 75 歲。由於溫帶國家大多數民眾家中皆無冷氣可調節，巴黎建築中常見的錫屋頂在冬天可為各家戶聚熱，但在此熱浪期間造成室內熱累積，以致於居住頂樓者有較高之健康風險。

臺灣研究也顯示在極端高低溫發生時，總死亡率、心肺疾病死亡及就醫率等皆上升。在熱傷害方面，綜合溫度熱指數每日最高值在 33°C 以上，中暑等熱相關死亡及就醫率皆急遽增加，WBGT 比溫度更適合做為戶外活動者的熱指標。針對一般民眾，每日最高溫在 34°C 以上，總死亡率、心肺疾病死亡及就醫率等皆會急遽上升。原有心肺疾病患者及三高族群都是脆弱族群。同時，社經因素是重要中介因子，社經條件及醫療資源好的地區所受衝擊較小；而老年人、獨居者、原住民及身心障礙等脆弱族群比例高的地區衝擊則較大。

(2) 極端降雨

氣候變遷導致降雨型態改變，極端降雨的強度增加，可能導致山區坡地崩塌、泥砂土石流等現象，帶來土石、泥沙等大量污染物流入水體，影響水質。大雨也會將土壤內肥料養份沖刷進湖中，成為有害藻類的營養來源，導致水體中的有害物質濃度增加。

洪水及土石流發生不但破壞生態環境，更直接造成傷殘與死亡。在臺灣，暴雨主因是梅雨和颱風。臺灣平均每年四個颱風侵襲；同時，海溫上升也使得未來發生強烈颱風的機率增加且強度更高，與暴潮加乘作用下，加速侵蝕海岸線，破壞港口功能及沿岸居民的生活環境。以下先介紹暴雨所致災害對健康的衝擊。

此外，極端降雨所致水災對健康直接衝擊為死亡與肢體傷殘。緊接著是傳染病之發生風險增加，包括使用或接觸不潔之水所造成的痢疾、霍亂、A 型肝炎、鉤端螺旋體病等。因為暴雨增加大量地表逕流，造成原先堆積或掩埋的污染物及病媒的快速擴散，污染水源，增加人體暴露於不同病原體的機會。再者，由於水處理設施在洪水期間可能遭到破壞，或因暴雨而超出原本處理容量，增加腹瀉、急性腸胃炎與水媒及食媒傳染病風險。另外，淹水逐漸退去後，積水處亦提供蚊子孳生的良好環境，則會提高當地蟲媒傳染病風險。

在水災發生期或之後，若多人待在擁擠避難所，也易增加急性呼吸道傳染病或是接觸性皮膚傳染病之風險。另外，暴雨或洪水可能破壞基礎建設，導致停電，影響醫療系統運作、抽水系統停擺或垃圾無法處理等，使民眾暴露於高健康風險之環境中。淹

水後房屋室內之黴菌、真菌孢子等過敏原數量會大增，造成後續室內空氣污染及過敏性疾病的增加。2005 年美國卡崔娜風災後，紐奧良市受淹水影響的房舍就面臨此問題。此外，極端降雨災害的長期影響是心理健康，受到衝擊的民眾可能產生焦慮、抑鬱、創傷後壓力症候群等心理疾病，甚至自殺或傷人事件。水災亦會導致農作物災損，價格飆漲或糧食缺乏會造成中低收入戶營養失衡不足的問題。

近年臺灣最慘痛的極端降雨案例是八八風災。2009 年 8 月臺灣當時面臨由 2002 年以來最嚴重的乾旱，不久，莫拉克颱風引發八八水災，成為五十年來最嚴重的水患及土石流災害。8 月 6-10 日短短四天內累積雨量創臺灣有測站以來的新高，屏東縣三地門鄉尾寮山雨量站累積雨量達 2,908.5 毫米，近三公尺，為全國之冠，前十名均達 2,300 毫米以上，相當於臺灣平地的年平均雨量。多處發生淹水、山崩與土石流，最為慘重的高雄縣甲仙鄉小林村一夜間被土石流淹沒，491 位村民不幸罹難。此次災害總計造成全臺約 20 座橋梁毀損，56 處河堤及 4 處海堤損壞，經濟損失達七百億。直接健康衝擊為全臺 677 人死亡、失蹤 22 人、重傷 4 人，尚未包括後續傳染病及心理受創等健康衝擊。

(3) 乾旱

氣候變遷影響營養的過程錯綜複雜。季節變化影響各不同農作物生長季長短，影響各地可生產之糧食種類、數量與其品質，間接影響糧食價格、選擇與營養攝取，最終造成健康影響。暖化及乾旱可能降低糧食產量和品質，目前確知已對糧食缺乏地區的作物生產力構成威脅。長期乾旱透過影響農作物生長環境濕度、植物本身及土壤性質等途徑影響民眾之飲食及營養攝取。

長期缺乏降雨影響大氣中的水汽量，相對濕度降低、小雨減少、露水減少皆可能影響農作物的品質（如大小、甜度等）。乾旱也影響地表土壤及植物的水份蒸散，影響程度與土壤特性及植物種類有關。不同植物的葉片截留雨水及組織內保留水份的能力差異很大；氣溫上升又加速地表土壤及植物的蒸發速度，不利於植物保留水份，以致影響農作物生長。

乾旱亦會影響土壤性質，表土水份會持續蒸發，容易風蝕及沙粒化，大風或洪水一來易流失。由於表土需數十年至百年的時間逐漸形成，表土流失等於喪失當地可用作農耕的土地面積。長期乾旱會擴大沙漠化面積，伴隨而來之沙塵暴以及長程輸送，可能造成人畜死亡、下風處空氣品質惡化與心肺疾病就醫率上升。乾旱對健康的影響包括飲用水及糧食生產兩方面。缺水可能會使淡水水質不良，降低飲用水水質、水量，造成後續水媒傳染病。

乾旱及其伴隨的饑荒問題被認為是最致命的氣象災害之一，除了影響水源和食物供應，也會間接影響植物病原菌的生態及蟲媒的分布。植物病蟲害感染及地力損失加重糧食問題嚴重性。糧食不足會造成營養不良，導致孩童智力及生長發展之遲緩，甚至可能影響對其它傳染病的免疫力。

(4) 海平面上升

即使控制全球升溫在 2°C 以內，相對於 1995-2014 年，全球平均海平面在 2100 年可能會上升 0.3~0.6 公尺，到 2300 年可能增加 0.3~3.1 公尺。即使氣候趨於穩定，已暖化的地球仍會持續發生融冰，造成海平面緩步上升，影響小島、三角洲、沿岸低窪區和沿海城市的環境生態，尤其是暴潮對海岸的侵蝕，海平面上升造成沿海地區地下水鹽化或是地層下陷等問題，將影響靠海維生民眾的生計，並衍生當地社區遷徙、收入驟降等問題。

綜上所述，臺灣民眾的健康在氣候變遷趨勢下高溫、極端降雨、乾旱及海平面上升等四方面，都會受到衝擊，因此，必須針對未來氣候變遷情境進行氣候-健康風險評估。

三、氣候變遷風險評估及調適架構

執行氣候變遷風險評估並制定相應之調適需有明確且完整的決策架構，本府參考我國國家氣候變遷調適行動計畫（112-115 年）作法，採用《氣候變遷風險評估作業準則（草案）》第 4 條及第 8 條訂定之「兩階段六構面」風險評估與調適架構進行決策；兩階段六構面之流程如圖 3 所示，兩階段六構面之詳細說明如下：



圖 3、氣候變遷風險評估及調適架構流程圖

(一) 第一階段：辨識氣候風險與調適缺口

第一階段包含界定範疇、檢視現況、評估風險等 3 構面，作為調適規劃與行動之依據，若經辨識無調適缺口，第二階段即不予執行。

1. 界定範疇(\$5)：第一構面為設定目標，劃定出潛在風險項目，尋找議題間之關係進行跨領域評估，並藉由歷史資料分析特定區域狀況，或分析長時間趨勢變化與所帶來影響，內容涵蓋：
 - (1) 權責業務及目標；
 - (2) 權責業務目標之氣候危害類型、可能受影響時期或其空間範圍；
 - (3) 邀集有關機關、學者、專家或民間團體等利害關係人共同界定評估範疇；
 - (4) 其他法令及政策所訂定之業務項目。
2. 檢視資源及現況氣候衝擊(\$6)：第二構面為盤點潛在風險項目現今資訊、現行調適策略、所面臨之施行困難與自身調適能力等，並納入如脆弱度分析、恢復力等評估手段，瞭解特定區域或潛在風險項目概況，其步驟包含：
 - (1) 辨識可掌握資源
此階段主要依據不同調適領域的權責單位進行資源盤點。

(2) 評估現況氣候衝擊

此階段任務為分析各調適領域氣候變遷衝擊。

3. 未來氣候變遷風險評估(§7)：第三構面基於特定區域之基礎資料、地域特性、脆弱度等貧資訊，納入氣候或天氣現象潛在引發之影響，乃至於災害或好發災害類型，評估特定區域氣候風險及風險程度高低。執行方式如下：

- (1) 參採當期氣候變遷科學報告、現有及最新國內外氣候科學資訊之建議，並以調適應用情境評估氣候變遷對權責業務之衝擊或風險；
- (2) 未來氣候變遷風險評估成果得分別以經濟、社會、健康、環境、生態、文化、脆弱族群，或易受衝擊領域相關權責機關業務調適目標等受影響程度之圖資及數據呈現，以辨識未來調適缺口或指認風險熱區。

(二) 第二階段：調適規劃與行動

第二階段包含綜整決策、推動執行、檢討修正等 3 構面，並依第二階段推動情形，可視需要再行檢視第一階段並滾動修正。

1. 綜整決策(§9)：第四構面為進入調適策略階段，依照先前步驟所彙整之國內外調適方針，或自行發展之可行調適策略，經由評估合適程度與預估成果效益，制定執行推動計畫。執行步驟條列如下：
 - (1) 擬定達成調適目標或滿足調適缺口之調適策略、政策或計畫；
 - (2) 擬定調適策略、政策或計畫推動期程；
 - (3) 評估調適選項之有效性、可行性及可能的負面影響；
 - (4) 評估優先執行之調適選項。
2. 推動或執行調適選項(§10)：第五構面為調適策略執行階段，經由研究或測試評估策略是否可行，並遵循執行計畫內容，實地執行調適策略運用，工作重點在於：
 - (1) 調適策略、政策或計畫推動期程之符合程度；
 - (2) 可建立量化評估指標，做為評估調適策略、政策或計畫執行成效之依據；
 - (3) 若無法建立量化指標，可透過訪談、焦點團體、專家諮詢等方式，協助檢視調適執行成效。
3. 檢討或修正調適選項(§11)：第六構面目的為檢視並觀察調適策略施行過程與計畫之間的偏差程度，與執行後所帶來之效益，並針對偏差部分進行滾動式修正，使調適策略逐步邁入正軌，其作法包含：

- (1) 檢討調適目標或缺口之符合程度；
- (2) 針對跨易受衝擊領域之調適策略、政策或計畫實施內容，評估潛在的正負面影響；
- (3) 彙整執行調適規劃與行動過程之調適障礙，並提出未來解決方案；
- (4) 參採當期氣候變遷科學報告、現有及最新國內外氣候科學資訊之建議，滾動式進行氣候變遷風險評估，作為調適選項修正依據。