製造業氣候變遷調適指引

經濟部工業局　指導

財團法人台灣綠色生產力基金會　編制

目　錄

1.如何使用這本指引？ 1

2.你所面對的未來 2

2.1 氣候環境 2
2.2 可能的影響 9
2.3 各類型的風險 13
2.4 政府的行動 15
2.5 無限的商機 23

3.你該有的行動 29

3.1 提高認知 29
3.2 評估與管理風險和機會 30
3.3 建立企業對氣候變遷的回復力 31
3.4 相互合作 32
3.5 要克服的障礙 34

4.你可以這樣做 35

4.1 調適管理小組成立 37
4.2 內外部溝通 38
4.3 風險辨識 40
4.4 風險分析 44
4.5 風險評量 47
4.6 風險處理 48
4.7 檢視與改善 51

5.可能的調適行動 53

6.相關網站 60

表目錄

表 1、2013 年與 2007 年氣候變遷評估比較.....2
表 2、全球氣候變遷的影響.....4
表 3、企業於氣候變遷下所面對的課題.....9
表 4、氣候變遷對我國製造業之衝擊影響.....11
表 5、企業於氣候變遷下的風險類型.....14
表 6、「國家氣候變遷調適政策綱領－能源供給與產業領域」 調適策略及措施.....17
表 7、「國家因應氣候變遷行動綱領」願景、原則與內涵.....19
表 8、「氣候變遷調適專區」架構與內容摘要.....22
表 9、氣候變遷下的產品、服務、技術及市場.....25
表 10、企業於氣候變遷下的行動.....33
表 11、調適管理程序文件清單.....36
表 12、調適管理小組權責區分.....38
表 13、基本資料調查表.....41
表 14、生產設施盤查表(示例).....41
表 15、過去氣候衝擊事件彙整表(示例).....43
表 16、氣候衝擊風險辨識調查表(示例).....44
表 17、評估調適行動計畫準則說明.....50
表 18、氣候變遷衍生機會(示例).....51
表 19、可能的氣候變遷衝擊與調適行動.....53
附表一、調適能力盤查清單.....62

圖目錄

圖 1、臺灣未來年平均溫度之時間序列與變化趨勢.....6
圖 2、臺灣未來的季節氣候平均變化.....7
圖 3、極端強降雨颱風發生頻率統計.....8
圖 4、企業所關注的氣候變遷環境和經營風險.....13
圖 5、我國調適八大領域架構.....16
圖 6、國家因應氣候變遷行動綱領推動架構面.....18
圖 7、氣候變遷調適專區示意圖.....21
圖 8、氣候變遷衝擊風險評估程序.....36
圖 9、風險評估計算方法.....45
圖 10、危害-脆弱度矩陣.....45
圖 11、暴露度矩陣.....46
圖 12、氣候變遷衝擊風險矩陣圖(示例).....48
圖 13、調適行動方案規劃流程與方法.....49

1.如何使用這本指引？

近年來國內外相繼出現熱浪、暴雨、乾旱等極端性氣候災害，這些氣候災害已直接地影響著製造業的生產與營運，例如水旱災、熱浪等惡劣氣候所導致的供應鏈或運輸中斷、建物及設備損壞、水電用量大增等；同時，氣候災害也正悄悄地改變著市場對於商品或服務的需求，例如出現了取代傳統柏油的高透水性道路鋪面。有效掌握氣候變遷帶來的影響與商機，已經高度影響著企業的營運及競爭力！

國內現階段「調適」的概念尚未普及於製造業業者，如氣候變遷對企業有何影響？企業對此該如何行動？有什麼工具可以應用？因此，本指引針對製造業業者所需之各項資訊進行蒐集與彙編，期望可提供企業下述協助，促使企業於自身能力範圍內及早落實無悔行動及策略[1]，有效因應氣候變遷以降低未來可能的損失，並取得有利的先機。

- 掌握國內外氣候變遷趨勢，瞭解企業將因氣候變遷受到何種影響。
- 參考國內外企業的調適作法、案例及趨勢，開始思考因應並尋求商機。
- 透過指引提供的表單及工具，進行自我檢視並規劃因應作為。
- 提供有用的參考網站及諮詢管道，以利進一步取得相關資料及協助。

[1] 氣候變遷研究之不確定性高，無法保證預測的情景一定會發生，故推動無悔策略甚為重要，企業所做的因應措施應以「必須」且「有用的」為第一考量，以自身能力範圍內可進行的行動為先。

2.你所面對的未來

2.1 氣候環境

從 1950 年以來，氣候系統的所有層面都可觀察到過去數十年來、甚至數千年以來從未有過的變化：大氣與海洋變暖、雪冰減少、海平面上升、溫室氣體濃度增加!

「人為因素是全球暖化的主因！」聯合國跨政府間氣候變遷專家委員會（IPCC）於 2014 年 11 月發表的第 5 次氣候變遷評估報告(AR5)的《綜合報告》中，以此明確的訊息斷言人類活動就是造成氣候暖化的元兇。而如果持續排碳下去，最糟的情境是在本世紀末升溫 4.8°C，海平面最糟會上升 82 公分；比 2007 年評估升溫最多 4°C、海平面最多升高 60 公分的結論還要不樂觀[2]。

表 1、2013 年與 2007 年氣候變遷評估比較

(與 20 世紀相比)	2007 年評估(AR4)	2013 年評估(AR5)
21 世紀末升溫	最糟情境是 4℃	最糟情境是 4.8℃
21 世紀末海平面上升	最多升高 60 公分	最多升高 82 公分
➢ 根據 2007 年第四份報告(AR4)的衝擊評估，如果全球升溫 4-5℃，全球有 32 多億人面臨缺水危機，並極有可能爆發區域性的糧食短缺。此外，有 3 成海岸濕地消失，並有 1500 萬沿岸居民恐飽受淹水所苦。 ➢ 科技部(前國科會)2011 年研究，如果臺灣在 2090 年升溫 3℃，冬季平均雨量減幅最高恐達 22%，夏季平均雨量最多會增加 26%。		

資料來源：環境資訊中心　http://e-info.org.tw/node/92890

[2] 資料來源：“Climate Change 2013：The Physical Science Basis”, IPCC. (2013)

全球氣候變遷正在加速發生!

在極端氣候事件上，其觀測到自 1950 年後，北半球中緯度地區的降雨量持續增加；而熱浪發生頻率亦增加，特別是在歐洲、亞洲跟澳洲三個區域；北大西洋熱帶氣旋的強度亦有所增加。根據 IPCC 於 2013 年 9 月底發表的 AR5 第一專論《2013 年氣候變遷：物理科學基礎》中，其提出了以下的趨勢。

- 陸域與海域的平均溫度在 1880-2012 年間，合計已升溫 0.85℃。
- 北半球自 1983-2012 年為過去 800 年最暖的 30 年。
- 海平面至水深 75 公尺之間的表層海水的升溫速度，1971-2010 年期間每 10 年升溫 0.11℃。
- 過去 20 年間，格陵蘭與南極大陸融冰量大量增加。而全球冰河退縮速度在 1971-2009 年間，冰河每年消退的速率為 2,260 億噸，但在 1993-2009 年，每年消退速率增加至 2,750 億噸。
- 全球海平面自 1901-2010 年已升高 0.19 公尺，顯著比過去 2 百年的升高速度為高。而自 1901-2010 年每年升高幅度為 1.7mm，但其中 1993-2010 年之間則增加為 3.2mm。
- 2011 年時，二氧化碳、甲烷、氧化亞氮等主要溫室氣體的濃度，較工業革命前分別高出為 40%、150%、20%。若與過往古氣候研究資料相比，目前的溫室氣體濃度是過往 80 萬年中最高的。

全球氣候變化將導致各生態系統、行業及區域等，產生不可逆轉的影響！

若全球溫度上升超過 1.5-2.5°C，生態系統結構與物種分布將面臨重大變化，部分動植物可能面臨滅絕風險；平均溫度上升將影響農作與糧食生產潛力；極端氣候事件也導致死亡、疾病和傷害增加；由於海平面上升，更多人口將受洪澇之害，其中以亞洲和非洲人口稠密的低窪三角洲受影響的人數最多，小島嶼則更加顯得脆弱。

表 2、全球氣候變遷的影響

現象	案例與預測
水資源短缺及乾旱	– 1970 年以來，熱帶雨林地區的降雨量平均每十年減少 2.4%。 – 近 60 年的研究數據顯示，世界近四分之三的河流(約 925 條)都受到氣候變遷影響，主要是流量縮減，例如恆河、科羅拉多、黃河等。 – IPCC 報告指出，到 2020 年非洲將有近 2.5 億人需面對日益嚴峻的缺水問題。IPCC 並預測到 2080 年時，非洲會增加 5%至 8%的乾旱和半乾旱土地。 – 英國氣象模式預測，2080 年地球表面將有 30%會受到極端乾旱影響。
海平面上升	– 本世紀海平面預測將上升 40 厘米，受影響居民將從 1,300 萬人增加至 9,400 萬人。 – 海平面上升 1 米可能影響孟加拉約 17%的陸地面積，毀壞 2,500 萬人的家園和生計。
加重貧富差距	– 嚴重受到氣候災害影響的人當中有 98%住在發展中國家。 – 2004 年到 2009 年，發展中國家因遭受氣候災害，每年需付出 500 至 2,300 億美元代價。

(接下頁)

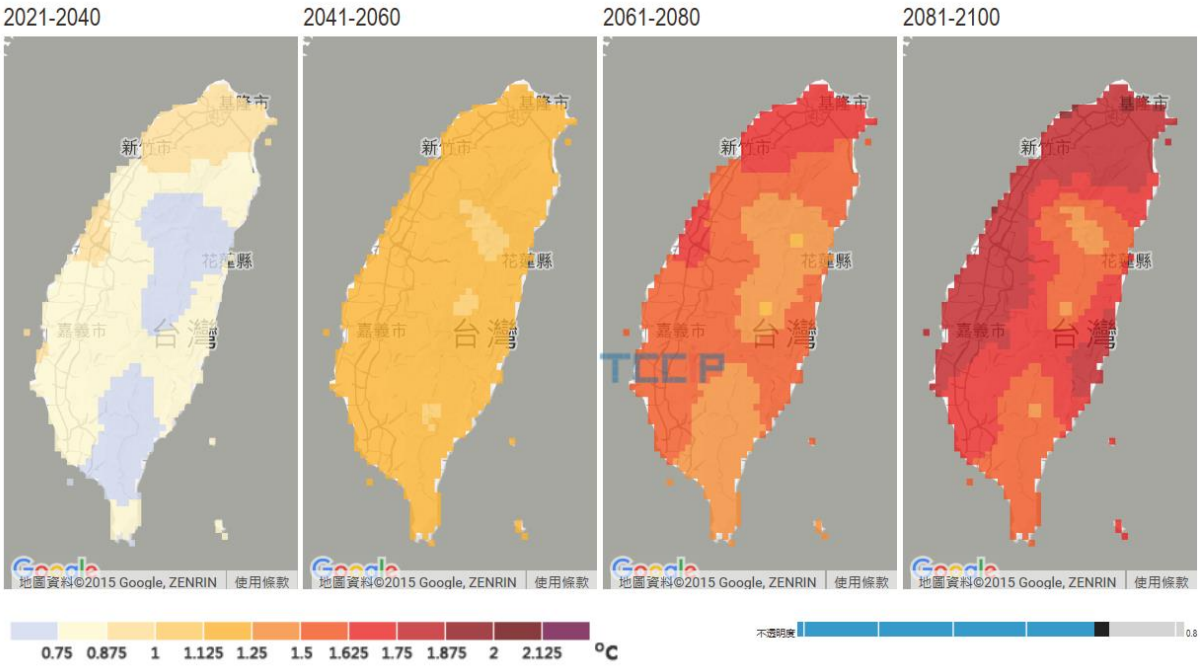
表 2(續)、全球氣候變遷的影響

現象	案例與預測
劇烈高溫	- 2017 年 6 月高溫熱浪導致葡萄牙發生一系列森林大火，造成 64 人死亡；同年 10 月美國加州地區也因森林大火造成 10 人死亡，1,500 間房屋遭焚毀。 - 2015 年 6 月熱浪造成印度 2,300 人死亡、巴基斯坦 1,233 人以上死亡。 - 2014 年 1 月中國全國月均溫較氣候平均值高出攝氏 1.6 度，為自 2002 年以來第二溫暖的 1 月，主要受影響地區為蒙古東部至中國東部。
更頻繁和劇烈的暴風雨與淹水災害	- 2017 年哈維颶風重創美國德州，造成歷年來最嚴重的水患，迫使全美逾一半的聚乙烯塑料產能停擺。 - 2016 年因強降雨導致的巴基斯坦水患，造成全國至少 230 人死亡、210 人受傷、2,267 棟房屋受損。
農業生產力下降及糧食安全問題	- 到 2020 年，非洲國家的雨養農業的產量將減少 50%。 - 未來 20 年內，氣候變化將導致糧食產量下降，引起全球食物價格上漲約 20%。 - 估計迄今氣候變遷已使 4,500 萬人面臨飢餓和營養不良，20 年內會再增加至 7,500 萬人。
公共衛生問題	- 世界衛生組織計算每年有 2.35 億的健康人因受氣候變遷影響，導致瘧疾、腹瀉和營養不良等疾病。 - 氣候變化引發的瘧疾疫情目前估計影響超過 1,000 萬人，導致約 5.5 萬人死亡。 - 血吸蟲病將蔓延中國，預測 2030 年將有 2.1 億人受到威脅。 - 溫度超過可忍受範圍 1º C，新德里的居民死亡率上升 4%，曼谷則為 6%。

資料來源： “Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change”, UNEP, Oxfam, WRI. (2011)

台灣降雨量分布將趨於懸殊，
未來不僅要面臨淹水危機，亦有缺水危機!

依據我國發布之「台灣氣候變遷科學報告 2011」，台灣過去 100 年（1911 至 2009 年）平地溫度上升 1.4℃，增溫速率相當於每 10 年上升 0.14℃，台灣未來夏季持續的高溫熱浪發生頻率將大幅增加；在本世紀末，台灣的平均溫度約將增加 2.5-2.7°C，北台灣較南台灣的增溫幅度略高，而春季較其他季節略低。



資料來源：科技部台灣氣候變遷推估與資訊平台

圖 1、臺灣未來年平均溫度之時間序列與變化趨勢

降雨量變化方面，近 100 年(1911 至 2009 年)降雨日數普遍呈現減少的趨勢，相對的乾旱日數增加，未來冬季平均雨量呈減少趨勢，南台灣未來春季的平均雨量變化與冬季將非常接近。而除了北台灣，未來夏季平均雨量變化主要介於+2%至+26%之間，顯示台灣地區豐、枯水期的降雨量差距將愈來愈大[3]。

[3] 資料來源：台灣氣候變遷科學報告 2011，行政院國家科學委員會。(2011.11)

		近地表氣溫平均變化 (°C)							降水量平均百分比變化 (%)						
區域	季節	最小	10	25	50	75	90	最大	最小	10	25	50	75	90	最大
北台灣	冬(DJF)	1.9	1.9	2.1	2.7	3.1	3.4	3.8	-44	-29	-20	-13	-3	7	33
	春(MAM)	1.7	1.8	2.2	2.6	2.9	3.4	3.9	-31	-24	-14	-8	6	17	36
	夏(JJA)	1.7	1.8	2.2	2.7	3.0	3.3	4.0	-15	-12	-1	14	29	46	64
	秋(SON)	1.6	1.8	2.2	2.6	3.1	3.3	3.8	-33	-25	-10	8	21	28	34
中台灣	冬(DJF)	1.8	1.9	2.0	2.6	3.0	3.3	3.7	-49	-33	-22	-15	-4	6	22
	春(MAM)	1.6	1.8	2.1	2.6	2.9	3.3	3.8	-36	-25	-16	-10	3	17	41
	夏(JJA)	1.8.	1.8	2.2	2.7	3.0	3.2	4.0	-15	13	2	14	26	64	69
	秋(SON)	1.6	1.8	2.2	2.6	3..0	3.3	3.7	-34	-23	-7	11	25	31	45
南台灣	冬(DJF)	1.7	1.7	2.0	2.5	2.9	3.2	3.4	-47	-34	-22	-13	-5	5	8
	春(MAM)	1.5	1.8	2.0	2.5	2.8	3.0	3.6	-41	-26	-21	-14	-5	22	34
	夏(JJA)	1.7	1.7	2.2	2.5	2.9	3.2	4	-20	-19	7	16	26	69	76
	秋(SON)	1.5	1.7	2.1	2.6	2.9	3.1	3.6	-28	21	-8	13	25	36	55
東台灣	冬(DJF)	1.8	1.8	2.0	2.6	3.0	3.3	3.7	-44	-31	-20	-12	-3	5	17
	春(MAM)	1.5	1.8	2.1	2.5	2.8	3.3	3.8	-37	-25	-18	-11	1	20	36
	夏(JJA)	1.7	1.7	2.2	2.6	2.9	3.2	4.0	-17	-15	3	15	26	57	64
	秋(SON)	1.6	1.8.	2.1	2.6	3.0	3.2	3.7	-30	-23	-10	10	23	33	43

資料來源：「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫」計畫辦公室，國家災害防救科技中心，「台灣氣候變遷科學報告 2011」，國科會。(2011.11)

圖 2、臺灣未來的季節氣候平均變化

說明：

(1) A1B 未來發展情境[4]所對應的可能未來氣候變遷範圍在臺灣四個分區的季節氣候平均變化(2080~2099 年平均減去 1980~1999 年平均)

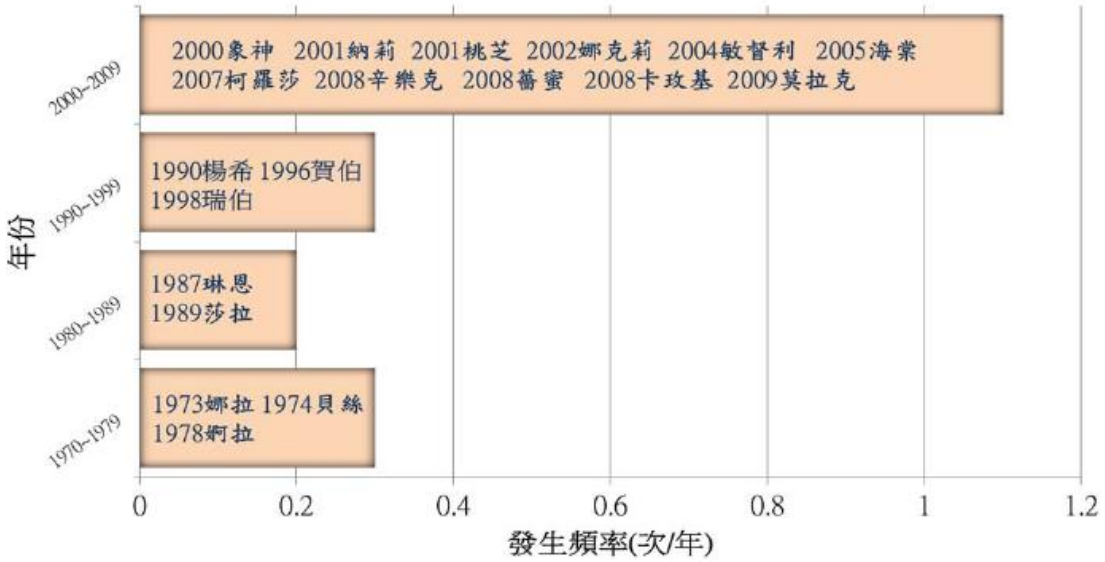
(2) 表中標題列中的 10、25、50、75、90 分別代表該區該季節平均值統計機率密度分布的不同百分位值。降水量變化部分有標記顏色的表示其至少有 3/4 以上的模式都有相同的符號，藍色為降水量增加，橘色為減少。

台灣周遭海域驗潮站測得的海平面高度資料分析結果顯示 1993 年至 2003 年間台灣附近的平均海平面上升速率為每年 5.7mm 上升速率為過去 50 年的 2 倍，略高於衛星所測得的每年 5.3mm，且此數值大於同時期全球平均值上升速率(每年 3.1mm)。台灣周遭海域海平面高度上升的可能的原因，除全球暖化後的平均海平面上升外，部分原因屬於區域性的現象，包

[4] A1B未來發展情景為《IPCC排放情景特別報告》(SRES，2000)中所描述的其中一種情景。A1情景為：世界經濟增長非常快，全球人口數量峰值出現在本世紀中葉，新的和更高效的技術被迅速引進。A1情景分為三組，分別描述了技術變化中可供選擇的方向：化石燃料密集型(A1FI)、非化石燃料能源(A1T)以及各種能源之間的平衡(A1B)。

括近幾十年東太平洋海平面持續下降、西太平洋海平面持續上升、聖嬰現象等氣候現象的影響，以及鄰近海域(如南海)海平面的改變。

近年臺灣的氣候災害(水災、坡地滑動、旱災)次數及程度都呈現增加趨勢，使得世界銀行已將臺灣列為高災害風險區域。而影響台灣的氣候災害事件中，極端強降雨颱風事件在 2000~2009 年的發生頻率更是明顯增加，其所占年總雨量比例從 1970 年代的 15%提高至 2000 年代的 30%。這樣的結果顯示豐水期集中降雨量變多，枯水期降雨量減少，顯見季節降雨越來越不平均，雨季留不住水，且增加洪水風險，而旱季缺少降雨補助，對整體水資源系統之影響日益嚴重。



說明：極端強降雨颱風發生頻率統計(依據 1970~2009 年排名前 20 名之綜合降雨指標)，2000 年以前發生極端強降雨颱風的頻率約 3~4 年一次，2000 年以後發生頻率增加為平均每年發生一次。
資料來源：「臺灣氣候變遷推估與資訊平台建置計畫」計畫辦公室，國家災害防救科技中心，「台灣氣候變遷科學報告 2011」，國科會。(2011.11)

圖 3、極端強降雨颱風發生頻率統計

2.2 可能的影響

英國企業因氣候變遷所造成之損失已持續上升，
計有 29%企業表示在 2008 年營運受極端氣候的干擾[5]。

氣候變遷除了產生直接的災害性衝擊外，亦包括許多間接的隱藏性經濟成本衝擊，例如生產力下降、緊急避難安置、更複雜的管理程序，以及疾病擴散、生態系統破壞等非市場性影響。對於製造業而言，更有以下 3 種營運及營收的影響，包含[6]：

- 面臨資源短缺及更高的投入成本(如能源、水、原物料)
- 物料、設備和基礎建設的加速損壞
- 面對更多極端氣候事件

表 3、企業於氣候變遷下所面對的課題

課題	案例
淹水	– 2017 年哈維颶風重創美國德州，造成歷年來最嚴重的水患，迫使全美逾一半的聚乙烯塑料產能停擺。 – 2013 年康芮颱風侵台，豪大雨造成南部地區淹水，重創雲林豐田、斗六工業區以及台南太乙工業區淹水，其中豐田工業區災損最重。 – 2012 年 612 水災導致桃園縣大園、龜山、中壢等工業區受創嚴重。
市場購買力下降	– 2011 年 1 月歐洲大雪造成聖誕節買氣下降，造成台灣製造之電腦銷售不如預期而影響營收。

(接下頁)

[5] 資料來源：“A Changing Climate for Business”, UKCIP. (2010)
[6] 資料來源：“Managing the Risk form Climate Change: An Adaptation Checklist for Business”, Australian Industry Group. (2011)

表 3(續)、企業於氣候變遷下所面對的課題

課題	案例
供水中斷	– 2015 年 5 月全台遇到 67 年來的大乾旱，為因應水荒起動「供 5 停 2」第三階段限水，北部工業大用水戶減供水量 10%，南部工業大用水戶減供水量 7.5%。 – 2015 年已是美國加州地區連續第四年乾旱，對全球最大的名牌牛仔布供應地產生嚴重影響，迫使製造商必須改用節水製程，增加營運成本。
供電不穩定	– 2017 年台灣夏季高溫，電力供給備載容量長期低於 5%，且無多餘電力可供緊急調度，間接導致 8 月 15 日全臺大停電。 – 2014 年荷蘭萊頓大學科研人員研究了歐洲 1,326 個火力發電廠，從 818 個水域取水，其中有 47 個水域因為頻繁的乾旱和高溫天氣使得水資源緊張導致相關地區電力生產不足。 – 美國 2012 年夏季創紀錄的高溫與乾旱，造成中西部一座火力發電廠因為抽不到冷卻水而暫停營運，而水力發電廠也因水量萎縮而降載運作。
供應鏈中斷	– 2011 年 11 月泰國水災，沖垮全球硬碟供應鏈及造成汽車零件停止供應，導致全球供應鏈中斷，亦造成我國筆電產業面臨硬碟價格翻倍上升而於市場大量掃貨。 – 全球再保龍頭瑞士再保公司(Swiss Re)評估報告指出，印度、泰國、的印尼、馬來西亞、中國等，皆為高洪災風險國家，其廠房卻對洪水與暴風侵襲的抵抗力不足；而這些國家都是台灣製造業主要供應鏈所在，威脅台灣產業生產風險。

(接下頁)

表 3(續)、企業於氣候變遷下所面對的課題

課題	案例
原物料成本上升	– 2017 年澳洲黛比颶風帶來水患推升了國際煤炭價格。 – 2012 年夏天，美國遭受半個多世紀以來最嚴重的熱浪與旱災，使得小麥、玉米、大豆等作物產量受影響。因是全球糧食作物生產重地，除了導致國際糧價上漲，亦造成台灣飼料廠與畜牧業者成本壓力。 – 2010 年俄羅斯熱浪，造成俄羅斯 26%的小麥田損毀，導致穀物禁止出口，隨即引發全球穀物價格上漲。

資料來源：經濟部工業局，「101 年產業溫室氣體管理與調適計畫」彙整。(2012.10)

目前我國製造業已陸續面臨水資源不穩定及淹水等災害，並造成嚴重損失，且尚有多處工業區臨近海岸地區，屬未來海平面上升後之脆弱區位，氣候變遷對於我國製造業的直接及間接影響如表 4 所示。因此為掌握產業對氣候變遷衝擊的影響與脆弱度，加強協助產業建立調適能力有其必要性，以避免產業受到氣候變遷的衝擊而造成重大的損失(包括設備修復及更新、供應鏈中斷、訂單移轉損失、交貨延誤賠償、趕工成本等)。

表 4、氣候變遷對我國製造業之衝擊影響

氣候變遷	氣候衝擊	災害型態	對工廠之直接衝擊	對工廠之間接衝擊
氣溫上升	平均溫度上升	季節性氣候改變（生態系統改變）	–	原物料來源改變（如由國內生產之原物料改為進口）
	夏天持續高溫	熱浪	1.易引發火災 2.設備散熱不易降低良率 3.員工中暑甚至死亡	1.冷卻設備增加耗能 2.冷卻水溫度過高 3.油電價恐調漲 4.空調需求增加 5.限電危機

(接下頁)

表 4(續)、氣候變遷對我國製造業之衝擊

氣候變遷	氣候衝擊	災害型態	對工廠之直接衝擊	對工廠之間接衝擊
颱風/風災	雨量分布不均	乾旱	1.易引發火災 2.缺水造成停工	水價恐調漲
	強降雨增加 颱風強度增加且次數增多	水災	1.淹水造成停工 2.設備/貯槽受損 3.水質惡化（原水濁度增加）影響製程用水	道路中斷造成原物料短缺
		風災	設備/貯槽受損	1.道路中斷造成原物料短缺 2.公共設備損毀引發停電、停水
		土石流	1.工廠遭土石流淹沒 2.設備/貯槽受損	1.道路中斷造成原物料短缺 2.公共設備損毀引發停電、停水
海平面上升	1.暴潮(與颱風結合) 2.暴潮(與低窪地區結合)	水災	1.淹水造成停工 2.設備/貯槽受損	道路中斷造成原物料短缺
		臨海地區淹沒		鄰避效應使工廠往內遷移不易

2.3 各類型的風險

國際企業於外在環境和經營的風險上，
最關注原物料的成本增加、缺水、及能源安全。

在氣候變遷所造成的衝擊影響當中，最受企業所關注的風險集中在環境及經營面(圖 4)，包括原物料、水資源、能源、極端氣候等，皆會對企業之營運造成直接衝擊與損失，其中又以天然資源與原物料成本增加及水資源短缺最具威脅。

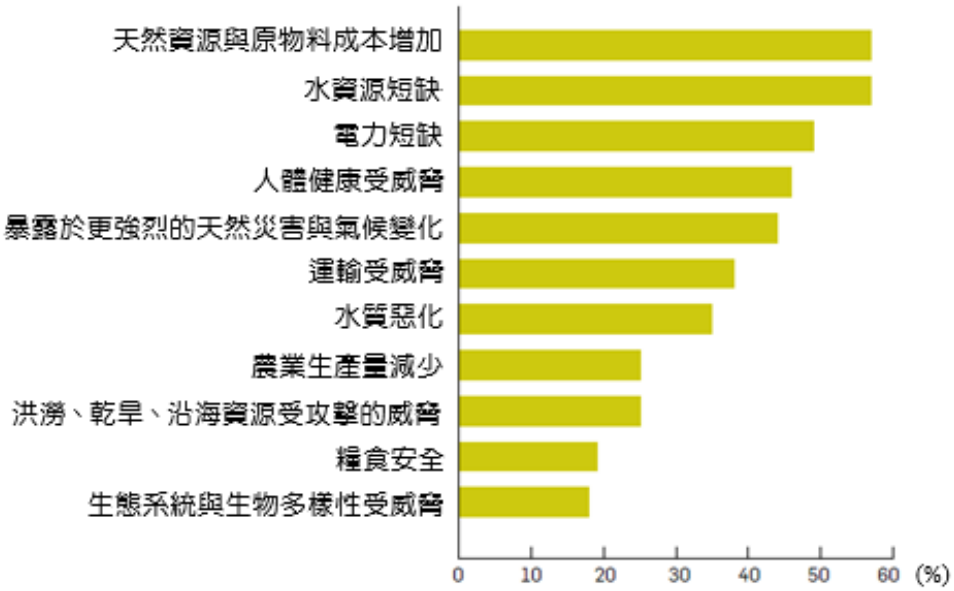


圖 4、企業所關注的氣候變遷環境和經營風險

資料來源：“Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change”, UNEP, Oxfam, WRI. (2011)

除了環境及經營面的直接影響外，更有許多間接造成的衍生性風險存在，分別衝擊著管理、法律、市場、財務，甚至是企業聲譽面向，表 5 羅列企業於氣候變遷下可能的風險類型。

表 5、企業於氣候變遷下的風險類型

風險類型	示例
外在環境和經營的風險	– 氣溫和降水模式改變，導致關鍵原物料供應減少與價格上漲。 – 水和能源的供應不確定性上升。 – 極端氣候導致交通或建築物毀損、供應鏈問題、生產力下降、或保險費用提高。
監督管理和法律風險	國家為適應氣候變化，建立一系列管制工具，以利更有效地管理自然資源及降低災害風險。例如新的土地規劃方式、建築法規等。
財務風險	對無法有效分析氣候風險或採取積極調適行動的企業，投資者的信心下降，減少對該企業的投資。
市場風險	隨著氣候變化或消費者對氣候變遷意識的提升，對某項物品的需求減少，導致市場縮小。例如氣溫升高減少對保暖設備(如羽絨衣)的需求。
政治風險	發展中國家對抗自然資源、糧食安全問題及健康和經濟挑戰時，面對更多的國內政局衝突，進而影響市場穩定。例如糧價上漲為 2011 年北非茉莉花革命的起因之一。
企業形象風險	未加入減緩氣候變遷行列的企業，被消費者視為是氣候變化的加害者，而影響企業形象。例如企業拒絕公布產品碳足跡或不進行碳揭露而遭到消費者抵制。

資料來源：“Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change”, UNEP, Oxfam, WRI. (2011)

2.4 政府的行動

氣候變遷因應是一個跨部門且永無止盡的工作，
並非各級政府與各主管機關單打獨鬥就可以完成，
中央政府協調與分配有限的公共資源於各部門調適工作。

台灣的自然環境與地質條件原本屬於較敏感而脆弱，各種氣候帶來的環境災害經常發生，同時台灣近年來社會經濟快速成長而加重土地開發的壓力，經常發生各種超越自然環境限制的土地利用方式，對國土資源造成直接與間接的破壞，引發各種災害事件而造成龐大的社會經濟損失。加以台灣的都市發展又具有高密度特性，因都市人口與資產集中，在氣候變異情勢下脆弱度將節節升高，正因為如此，台灣亟需正視氣候變遷議題。

為健全國家調適能力，降低社會脆弱度，並建立我國整合性的運作機制，作為政策架構與計畫推動的實施基礎，經建會(現為國發會)委請中央研究院建立跨領域顧問團隊，並邀集相關部會、專家學者、NGO 及產業界代表於 2010 年 1 月 29 日成立「規劃推動氣候變遷調適政策綱領及行動計畫」專案小組，於 2012 年訂定「國家氣候變遷調適政策綱領」。

「國家氣候變遷調適政策綱領」將調適工作分為 8 大領域，分別為災害、維生基礎設施、水資源、土地使用、海岸、能源供給及產業、農業生產及生物多樣性、健康(如圖 5)，行政院於 2014 年 5 月 22 日核定「國家氣候變遷調適行動計畫」，總體調適計畫有「建構氣候變遷調適優質基礎」、「評估氣候變遷風險與調適規劃」及「推動高風險地區之調適計畫」三項，8 大領域提出了 399 項行動計畫，且進一步篩選 64 項優先行動計畫。在政策綱領的架構之下，中央各部會及所屬機關將持續進行調適行動方案與計畫的規劃、執行及控制，以具體落實氣候變遷調適目標。後續並已規劃滾動式

修正機制，將定期評估台灣整體氣候變遷的風險與脆弱度，並據以滾動式檢討修正國家調適政策綱領。製造業相關氣候變遷調適推動，主要是納入「能源供給及產業」的領域當中執行，提出相關的調適策略與措施如表 6 所示。

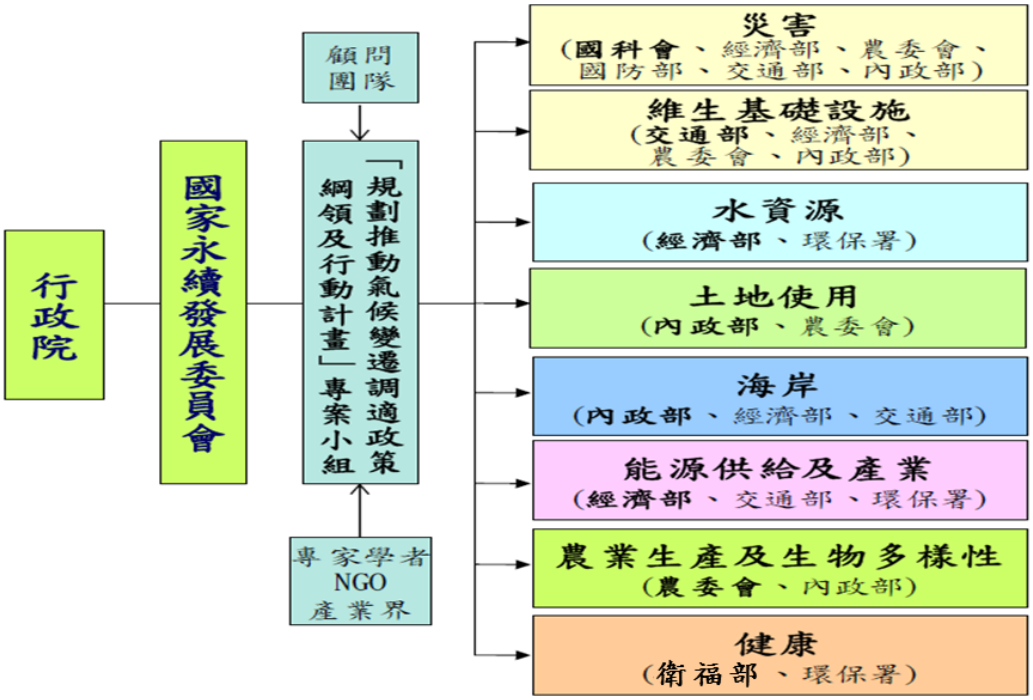


圖 5、我國調適八大領域架構

表 6、「國家氣候變遷調適政策綱領－能源供給與產業領域」調適策略及措施

策略	措施
1.建構降低氣候風險及增強調適能力的經營環境	– 1-1 健全市場機能，短期導正市場扭曲，提升資源生產、使用與配置效率，長期促使產業結構朝向適應氣候變遷方向發展
	– 1-2 檢討修正法規體系及組織制度，建置健全的能源供給與產業適應氣候變遷經營環境。
	– 1-3 研修土地、租稅、金融與保險、勞工、環安、能資源使用、建築物、兩岸與全球貿易等相關法規，協助產業調適。
	– 1-4 參與國際調適相關會議與合作計畫，以提昇產業部門的氣候防禦力及國際競爭力。
2.提供產業因應能源及產業氣候變遷衝擊之支援	– 2-1 提供資金與技術，進行調適必要的研究發展以及設備汰舊換新與投資興建。
	– 2-2 提升投資於生產設備及基礎設施之防禦氣候變遷能力建置之需求。
3.掌握氣候變遷衝擊所帶來的新產品及服務	– 3-1 掌握氣候變遷衝擊為相關產業帶來正面的機會與挑戰。
	– 3-2 掌握制度面的新政策與措施以及氣候變遷衝擊所誘發的商品，為企業帶來新的契機和新的市場。
4.加強能源與產業氣候變遷調適之研究發展	– 4-1 加強人才培訓及技術研發與推廣，協助國內相關產業掌握調適的各種關鍵技術
	– 4-2 強化產業的相關調適能力，減低氣候變遷衝擊所造成之損害成本

(接下頁)

表 6(續)、「國家氣候變遷調適政策綱領－能源供給與產業領域」調適策略及措施

策略	措施
5.通盤檢討能源及產業生產設施之區位及材料設備面對氣候變遷衝擊的適宜性	– 5-1 評估能源與經濟產業系統的氣候變遷衝擊、脆弱度與系統回復力
	– 5-2 通盤檢討能源與產業設施區位與場址面對氣候變遷衝擊的適宜性，提升相關服務功能的可靠度，降低災損風險

資料來源：「國家氣候變遷調適政策綱領」(101.06.25 核定版)

行政院環境保護署延續此一架構與精神，2017 年起，針對溫室氣體減緩及氣候變遷調適，制訂「國家因應氣候變遷行動綱領」(圖 6)。內容包括：願景及目標、我國因應氣候變遷的 10 大基本原則…等(表 7)。

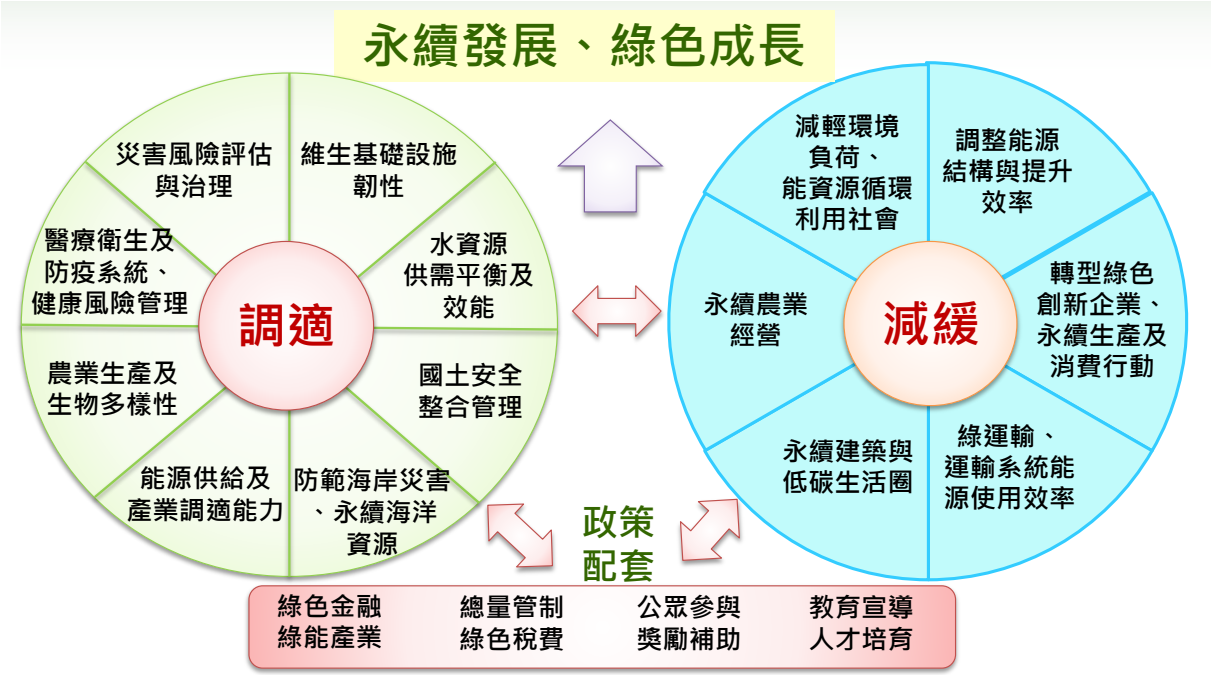


圖 6、國家因應氣候變遷行動綱領推動架構面

表 7、「國家因應氣候變遷行動綱領」願景、原則與內涵

願景	建構能適應氣候風險之綠色低碳家園，確保國家永續發展。
原則	1. 遵循「巴黎協定」與依「蒙特婁議定書」 2. 決策制定與落實公開透明 3. 推動綠色金融及碳定價機制 4. 以非核家園為目標 5. 開發行為應將調適及減緩策略納入環境影響評估考量 6. 提升調適作為及建構韌性發展 7. 提高資源與能源使用效率 8. 建立中央及地方政府、公私部門合作關係及溝通平台 9. 促進國際合作及交流 10.提升全民氣候變遷認知及技能

(接下頁)

表 7(續)、「國家因應氣候變遷行動綱領」願景、原則與內涵

內涵	一、氣候變遷調適： 1. 加強災害風險評估與治理 2. 提升維生基礎設施韌性 3. 確保水資源供需平衡與效能 4. 確保國土安全、強化整合管理 5. 防範海岸災害、確保永續海洋資源 6. 提升能源供給及產業之調適能力 7. 確保農業生產及維護生物多樣性 8. 強化醫療衛生及防疫系統、提升健康風險管理 二、溫室氣體減緩： 1. 調整能源結構與提升效率 2. 轉型綠色創新企業，執行永續生產及消費行動 3. 發展綠運輸，提升運輸系統能源使用效率 4. 建構永續建築與低碳生活圈 5. 促進永續農業經營 6. 減輕環境負荷，建立能資源循環利用社會

在此氣候變遷調適的整體規劃裡，主要工作有兩項，首先是建立未來社會經濟發展情境與氣候變遷情境模擬系統，以瞭解未來的社會、經濟發展狀況與未來氣候變遷情境，規劃相關的減量與調適因應措施，以期能於全球暖化之際，將影響降至最低。

其次是以未來的社會、經濟發展狀況與未來氣候變遷情境為基礎，全盤整合規劃森林、農業、水資源、海岸、土地使用、國土規劃、基礎建設、交通建設、公共衛生、防災、能源、產業等各部門，確定目標、原則與明確的長期、持續性的行動計畫，並定期做檢討成本效益，評估政策是否需

調整，才不會形成資源的浪費。

後續則由行政院於 2016 年 6 月設立能源及減碳辦公室，持續推動溫室氣體減緩及氣候變遷調適工作，以統籌規劃國家能源政策，推動能源轉型及溫室氣體減量，整合跨部會協調相關事務。

為協助產業掌握氣候變遷調適資訊，工業局於「產業節能減碳資訊網」建立「氣候變遷調適專區」，將調適基本觀念及相關評估資訊呈現於專區中(圖 7) ， 讓業者可以於專區中得到各方面最新資訊。

圖 7、氣候變遷調適專區示意圖

專區內含氣候變遷調適基本定義、國內執行現況、衍生商機、評估資訊等，由淺入深幫助業者掌握氣候變遷調適資訊，其網頁架構如表 8 所示。

表 8、「氣候變遷調適專區」架構與內容摘要

	架構	內容
氣候變遷調適專區	氣候變遷調適簡介	簡要說明目前面對氣候變遷之反應作為，並說明何謂調適，其定義及重點
	國內調適執行現況	說明我國於氣候變遷調適下之政策及推動策略，介紹目前執行狀況
	調適執行方法簡介	說明企業於氣候變遷下應有的作為，及所需克服的障礙
	調適衍生商機介紹	介紹氣候變遷調適所能衍生的新市場、新商機或新產品，並提出案例做參考
	調適評估資訊彙整	彙整企業較易遇到災害(洪水、乾旱、土石流等)的評估資訊，並提供評估資訊的查詢
	調適相關網站連結	彙整國內外與調適相關網站，以供企業能夠得到最新資訊
	製造業氣候變遷調適指引	將製造業氣候變遷調適指引放置專區，供有興趣的企業自行下載

2.5 龐大的商機

受調查的 72 家國際企業中，
86%企業相信氣候變遷會帶來商機，
而其中 36%表示“高度重視”氣候變遷所產生的機會[7]。

基於未來數十年人類都無法免於氣候變遷的衝擊，所以生活上可能需要適應更長時間的乾旱、更大的洪水、更高的海平面、更極端的氣溫、以及更多衍生的問題，如糧食短缺、疾病擴散等。而在這轉變及適應之間，企業如何掌握先機，推出新產品及新服務，即為企業未來競爭力關鍵所在。

企業於調適氣候變遷時，同時須思考如何維持競爭力並掌握商業機會，包含下列方向：

(1) 擬定長期營運策略時，將氣候變遷因素納入考慮並評估氣候風險。
(2) 氣候風險管理需要與企業管理策略整合。
(3) 開發新市場及新產品時，考慮氣候變遷因素，建立產品特色。
(4) 發展考慮生命週期的市場產品。
(5) 針對未來氣候變遷可能衍生的新商品或服務，進行市場觀察與調查。
(6) 提早因應氣候變遷，可提升企業形象、吸引顧客。

從直接與間接的影響來看，氣候變遷所衍生的相關經濟商機，可以包含兩個層面，第一、節能減碳相關的綠色環保商機；第二、因應氣候變遷的防護產業。

依照經濟學人的《適應不確定的氣候，充滿商機的世界》報告指出，包括農業、基礎建設與營造等，各產業皆在氣候變遷調適下，衍生出許多重要的產品及服務。智慧電網與永續建築即為基礎建設與營造業重要的創

[7] “Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change”, UNEP, Oxfam, WRI. (2011)

新技術，近年來正全球各地積極被推廣，由於天災來臨時，電力中斷對經濟活動帶來很大的衝擊，因此建置智慧電網預防天氣災變所造成的影響，深受企業與各國政府的重視。

另外在製造產業方面，弗里德黑姆．施瓦茨於《氣候經濟學》一書提到，氣候變遷所帶來的商機中，高科技紡織業逐漸受到矚目，許多人對高科技紡織業的印象，多停留在防曬、抗寒等機能性日常衣物。然而，氣候異常帶來的各種問題，例如氣溫太高、作物生長季節變異等，讓許多產業開始應用高科技紡織品，以隔絕電磁波、輻射、紫外線，以及可防靜電、油污，解決氣候異常帶來的各種狀況。

目前，高科技紡織品在天氣防護應用上，已經被使用在農林水產、建築、土木等領域，以農林水產應用為例，透過高科技紡織品所開發出來的產品，例如遮陽布，可以保護植物免受天氣異常的災害。

氣候變遷所帶來的經濟活動改變，已經如火如荼的在世界各地發生，因此包括各國政府以及企業，紛紛投入發展氣候變遷所衍生出來的相關產業，包括節能減碳的綠色經濟，以及為調適氣候變遷所發展的天氣防護相關產業與商品，如表 9 所示。

表 9、氣候變遷下的產品、服務、技術及市場

類型	趨勢與案例
材料	- 墁砌水泥：具有較佳的保水性及砂漿團聚性，可減少因內外部水分蒸發程度不同而導致的乾縮裂縫，故不易因高溫造成龜裂現象，而能提高施工品質。 - 奈米節能玻璃塗料：為一種液態玻璃塗料，比起一般玻璃能更有效率地抵抗太陽輻射，有效降低冷擊與冷凝現象。夏季時，可保持室內溫度，達到減少空調使用與提高空調效率；冬季時，可有效達到室內保暖效果。 - 多功能紡織品：極端氣候讓許多產業開始應用高科技紡織品，以解決氣候異常帶來的各種狀況，功能包括隔絕輻射、紫外線，以及可防靜電、油汙等。目前已被使用在農林水產、建築、土木等領域，如遮陽布可以保護植物免受天氣異常的災害。
建築結構	- 海綿道路：可將雨水由導水管流入地下水層，除了能將雨水回收再利用，地下的冷空氣由透氣管釋出，達到空氣循環效果，以降低路面溫度，減緩熱島效應。 - 水世界房屋：若海平面大幅上升，低窪地區可利用浮動建築成為人類生活區。有許多荷蘭公司為荷蘭、阿拉伯聯合大公國、馬爾地夫、孟加拉規劃浮動房屋、浮動公寓、浮動聚會所、浮動旅館等。 - 地下城市：若極端天氣衝擊地面社區，可以考量避居地下。為營造地下自然環境，在白天可利用光纖將陽光導入，還可濾除紫外線。

(接下頁)

表 9(續)、氣候變遷下的產品、服務、技術及市場

糧食生產	- 植物工廠：運用 LED 燈等光電科技，建造由人工控制照明、溫度、濕度的植物工廠，可在不受氣候變化干擾下，以高效率、系統性的方式種植蔬果，對抗不穩定的氣候。國內太平洋建設、鴻海、台達電、光寶、金仁寶、億光已紛紛搶進此領域。 - 浮動農場：孟加拉居民為因應經常性淹水現象，已發展浮動農場的技術。 - 垂直農場：為提高土地、水資源與肥料使用效益，避免極端氣候的影響，將出現室內多層的立體農場。 - 耐候農作：為協助農作物調適快速變化的氣候，係透過基因改造方式加速動物、植物的演化過程。蘇格蘭農作物研究機構(Scottish Crop Research Institute)和英國飲料業者利賓納(Ribena)合作，研發更能適應氣候變遷的變種黑醋栗；先鋒(Pioneer)與先正達(Syngenta)已率先推出防洪水種子。 - 提高用水效率：印度 Jain 灌溉公司已研發出多種省水裝置。 - 利用智慧型手機監控：農民使用智慧型手機即時監控稻米的生長狀況，降低肥料的使用量，提升稻米的產量與品質，以兼顧環境的永續發展。
金融	- 巨災債券發行量增加：匯豐銀行在 2009 年發行農作物債券給巴西農民，使農作物受到天災影響時能降低損失。 - 綠色債券：2014 年 7 月台灣半導體大廠日月光集團在新加坡發行亞洲第一批綠色債券，將所得資金用於節能減碳、氣候變遷、環境保育等相關議題的綠色投資計畫。

(接下頁)

表 9(續)、氣候變遷下的產品、服務、技術及市場

資訊服務	– 氣候資訊應用程式：水利署「行動水情 App」，讓民眾可即時收到包括淹水警戒、河川水位警戒、員山子分洪及各水庫洩洪等即時資訊；哈潑柯林斯(Harper Collins)出版社發表名為「脆弱的地球(Fragile Earth)」的 APP，以圖像顯示地球暖化對全球 70 個地點所造成的衝擊。 – 顧問諮詢服務：美國 ICF 國際公司(風險投資公司)已能提供客戶氣候變遷風險管理策略，氣候變遷調適方法選擇，經濟、技術與政策上分析以及地理資訊系統建置與氣候變遷模型建立等服務。 – 災害警示系統：可提供即時警示資訊，依所在區位進行高度、水文…等量測調查，而能進行精確模擬結果，提供使用者完善之預警防災資訊，作為後續應變參考，而能有效降低危害。
市場	– 食品市場需求：2003 年歐洲熱浪造成飲料冰品銷售增加；而在 2008 年英國濕冷夏季，則是熱湯、糕點銷售增加。 – 藥品市場需求：氣候變遷所帶來的疾病，藥品的需求量將會大幅增加。 – 天災導致產品汰換需求：市調機構 GfK 報告指出，泰國 2012 年上半年桌機電腦和筆電銷售量佳，主要歸因於 2011 年底水災帶來的企業換機潮。 – 精明(smart)能源：極端氣候下的家庭用電需求增加，也增加各種電源的選擇，將需要精明電網與精明電錶協助進行最佳安排。

(接下頁)

表 9(續)、氣候變遷下的產品、服務、技術及市場

水回收及再利用	– 雨水回收技術：大鋒公司在工研院奈米中心協助下，首度以滾塑成型技術開發出全世界第一個 ”聚乙烯奈米銀抑菌桶槽”，不僅在抗菌效果表現優異外，針對雨水回收後延長水質酸化時間及抑制異味效果亦相當顯著。 – 無水印染：以「氣體」取代傳統以「水」為媒介的染整生產技術，經過極高壓將氣體液化打進布料內，使得染整製程無需用水，也避免添加化學助劑及除污水排放造成之環境危害。

資料來源：

(1) “科技地產大亨瘋植物工廠”，天下雜誌 505 期。(2012.09.05)
(2) GfK, Thailand’s B2B IT report.
(3) 節能減碳國際簡訊 2012 年 8 月(第 116 期)
(4) “新北推綠建築 材質可透水”，聯合報。(2012.06.18)
(5) “調適與應變 控管氣候風險”，貿易 Trade Magazine 249 期。(2012.03)
(6) “奈米科技 助雨水再生利用”，經濟日報。(2012.07.06)
(7) “創新經營／科技創新 提升綠色生產力”，經濟日報。(2012.10.01)

3.你該有的行動

世界銀行首席經濟學家 Nicholas Stern 在《史登報告》中指出，不斷加劇的溫室效應，已經嚴重影響全球經濟發展，程度甚至可能高於過去的經濟大蕭條與世界大戰。企業於面對氣候變遷應提高認知、評估與管理風險和機會、建立企業對氣候變遷的回復力及相互合作[8]。

3.1 提高認知

企業需要思考如何讓內部行政人員，管理人員和員工，以及合作夥伴和供應鏈，瞭解氣候變遷所造成的衝擊。以下三個關鍵步驟：

- 瞭解氣候變遷可能會影響範圍

  進行企業所在區域之氣候未來預測和變化影響的研究，可幫助評估氣候變化對於企業及其供應商經營的預期產生的影響。

- 提升企業內部對於氣候變遷之認知

  氣候變遷調適需要與整個組織的員工，包括業務、法律、金融等單位的參與。因氣候變化可能帶來的風險範圍廣泛，需通過匯集知識和共享知識，企業可以更請楚瞭解氣候變遷對於公司內部整體之衝擊。

- 蒐集商業調適案例

  找出企業面對氣候變遷衝擊之脆弱點，並專注於漏洞，提早進行預防改善。此外，可蒐集其他相關領域或面臨相同問題的企業，參考其面臨氣候變遷衝擊之調適方法。

[8]資料來源： Turn Bake The Tide http://www.turnbackthetide.ca/index.shtml#.Ul0MqtJT4cc

3.2 評估與管理風險和機會

氣候變遷調適沒有一個標準方法可以適用於所有的企業，所以企業所有者和管理者必須瞭解氣候變遷對企業之影響。評估和管理氣候變遷風險和機會，有三個關鍵步驟：

- 確定商業風險和機會

  藉由評估方法及工具，找出企業面臨氣候變遷之脆弱點，並且於評估風險時，同時思考其所可以衍生之商機。風險及商機包含許多領域，可能包括資產和基礎設施，人力資源，供應鏈和市場。

- 優先風險和機會的管理

  優先次序取決於因氣候變遷所造成的影響發生可能性或頻率和後果的幅度，一旦知道風險，需立即對風險採取應對行動尋找潛在的解決方案，以及建立長期的應變能力。對於氣候變遷所衍生之機會，應好好掌握，並發展新市場、新服務及新商機。

- 執行和監測

  氣候變遷是一個持續發生的狀態，並不是僅發生一次即結束。因此，企業需要持續關注氣候變遷及追蹤氣候變遷所造成的影響，並於未來企業的策略規劃和決策過程納入氣候變遷與調適管理議題。

3.3 建立企業對氣候變遷的回復力

為了讓企業面對氣候變遷能夠有良好的回復力，需採取的行動有三個關鍵步驟：

- 高層的責任分配

  氣候變遷可能會影響企業各層面，因此高層對氣候變遷議題重視並制定管理政策與承諾是不可少的要素，高層人員應宣布提升氣候變遷適應能力之重要性且採取行動，並將消息發布到全公司，讓企業各部門可以配合執行。

- 修訂企業既有的管理流程

  企業習慣使用既定的管理流程，如風險管理、質量保證和業務連續性規劃。應重新檢視並修改或建立新的管理流程，以因應氣候變遷所造成影響，讓整體企業營運可以適應氣候變遷之衝擊。

- 主動向投資者揭露企業面臨之氣候變遷風險

  應向投資者定期報告該企業面臨的氣候變遷風險和相關的管理行動，改善資訊揭露程序，使投資者積極參與氣候調適相關的進展和訊息。若無法有效說明所面對的氣候風險或未積極採取調適行動，將導致投資者信心下降，減少對該企業的投資。

3.4 相互合作

企業間可透過交流與合作，以較低的成本及較高的效率，獲得氣候變遷調適寶貴的知識和訊息。夥伴關係調適工作有三個關鍵步驟：

- 分享經驗

  相同行業的企業往往遭遇類型相似的氣候變遷影響。於氣候變遷調適的新領域中，以經驗分享能有助於加快行動，並降低成本。企業可以由公會進行整合，成立氣候變遷調適管理組織，讓組織內之企業可以互通訊息及參考不同企業的調適行動計畫。

- 實施調適措施和能力建設

  企業於氣候變遷調適的行動可能有利於他人，例如，降低整個供應鏈的風險，或與研究機構建立良好關係，相互交流技術與研究成果。

- 必要的政策因應氣候變遷予以增修

  隨著氣候變化影響加劇，政府政策和監管有增修的必要。企業應告知並鼓勵政府決策者，建立具韌性的地方市場政策及強調公共政策如何能改善資訊落差。

以下將企業與利害關係人間的夥伴關係分為內部經營、產業、市場的互動以及社會、政府決策者的關係三大介面(表 10)，並列舉企業應用這三個關鍵步驟，與各關係人如何進行互動。

表 10、企業於氣候變遷下的行動

行動介面	案例
企業 內部經營	– 高層主管和經理人：建立公司的調適策略，突顯相關商業案例，並盡量以量化的資訊或例證說明調適的風險與機會。 – 經營單位、中階主管及子公司：運用目標與關鍵績效指標，相互溝通例行工作中最相關的調適風險與機會。
企業與產業、市場的互動	– 投資者：改善資訊揭露程序，使投資者積極參與氣候調適相關的進展和訊息。 – 產業集團為最佳實踐網絡：同產業在建立氣候適應能力時，往往面臨相同的挑戰，因此可強調主要困難、共同的利益和經驗，以創造有助於公司調適管理工具與案例研究。 – 供應商：可充分利用技術援助或共同合作的方式。例如企業若依賴農業供給，可主動協助較脆弱的供應者，以減少未來資源短缺或價格升高。 – 客戶：瞭解關鍵客戶的利益與衝擊，提供符合其購買需求的產品及服務。
企業與社會、政府決策者的關係	– 政府決策者：企業應告知並鼓勵政府決策者(1)建立具韌性的地方市場政策。(2)強調公共政策能如何改善資訊落差。 – 社區：識別企業氣候調適策略對公眾社會的影響，瞭解公司能如何協助地方增強氣候韌性。 – 民間社會：與大學及研究機構建立良好關係，相互交流技術與研究成果。

資料來源： “Adapting for a Green Economy: Companies, Communities and Climate Change”, UNEP, Oxfam, WRI. (2011)

3.5 要克服的障礙

在應對氣候變遷的議題上，企業還有許多的挑戰需持續思考與克服：

- 資訊差距：即使企業瞭解氣候變遷風險，仍很難將時間尺度長、且地理尺度廣的科學趨勢等資訊，融合到特定廠址並進行企業決策。
- 風險具不確定性：資訊掌握有限，氣候變化發生時間與規模充滿不確定性，使得公司採取行動面臨極大風險，而影響相關投資決策。
- 長期與短期的時間水平：許多的調適措施都需要投資，然而有些成效可能要 20 至 30 年才看的到；對小企業而言，短期的成本與現金流衝擊，可能比長期的效益顯得更重要。
- 融資的取得性：氣候的風險與不確定性，可能會阻礙公司取得調適所需的資金。
- 私人成本與公共利益：鼓勵私部門投資調適項目的主要挑戰，在於其他人或公司都同時會是受益者，而非只有投資的公司本身受益。
- 低估自然資源運用與保育：企業經營時未將自然資源的貢獻量化，或適當地計算消耗或破壞自然資源的成本。
- 薄弱的政策和法規：若國家政策或地方層級的法規無法促進調適計畫的執行，私人企業的調適就更加困難。

4.你可以這樣做

本指引參考國內環境本土化之評估工具(TaiCCAT 支援調適決策工具)，依據界定問題與設定目標、評估與分析現況風險、評估與分析未來風險、界定與評估調適選項、規劃與執行調適路徑及監測與修正調適路徑 6 個步驟，協助企業導入氣候變遷調適評估概念。另搭配 ISO 31000 風險管理系統及英國氣候衝擊計畫(UKCIP)，可加強氣候變遷調適風險管理方法，建立國內製造業氣候變遷評估程序(如圖 8)，協助企業透過管理組織建立、內外部溝通、風險辨識、風險分析、風險評量、風險處理及檢視與改善等 7 個步驟進行自我檢視並規劃因應工作。

於 2015 年 9 月，國際標準組織(ISO)發布新版 ISO 14001:2015 環境管理系統，改版內容新增考量利害相關者期望、組織內外部議題、風險與機會及其他相關環境議題等，其中強調風險與機會。除涵蓋組織重大環境考量面之正(機會)負面(威脅)衝擊外，企業也需掌握因應氣候變遷執行減緩與調適帶來的風險與機會，例如：未能達到減量目標之風險、水資源短缺及洪水暴漲等環境條件造成的風險。

然而，多數企業尚未針對未來氣候變遷影響建置風險與機會評估，透過本指引建立獨立性調適管理程序文件，如表 11 所示，包括管理手冊、程序書及指導書，廠商可結合既有風險評估模式且簡化調適管理機制，提升調適能力以因應氣候變遷之衝擊，於環境保護與經濟發展上取得平衡，達到企業永續經營的目標。

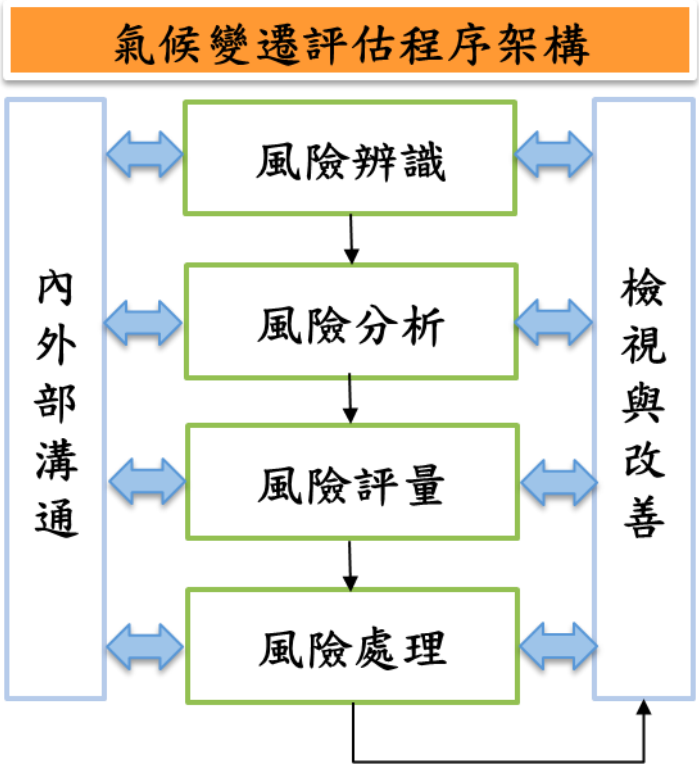


圖 8、氣候變遷衝擊風險評估程序

表 11、調適管理程序文件清單

一階文件 (管理手冊)	二階文件 (程序書)	三階文件 (指導書)
A.氣候變遷調適管理手冊	AA.氣候變遷調適管理組織職掌	-
	AB.文件化資訊	-
	AC.氣候變遷調適管理程序書	AC-1 氣候變遷風險溝通與訓練作業指導書
		AC-2 氣候變遷風險辨識作業指導書
		AC-3 氣候變遷風險分析作業指導書
		AC-4 氣候變遷風險評量作業指導書
		AC-5 氣候變遷風險處理作業指導書
		AC-6 氣候變遷調適管理審查與改善作業指導書

4.1 調適管理小組成立

企業欲推動氣候變遷風險評估，須有企業高層的支持，召集相關人員成立調適管理小組(圖 9)，提供氣候變遷調適評估所需之人力、物力、技術等必要配合支援，並指定執行祕書為執行與聯絡窗口，管理小組內的成員須配合執行祕書以順利完成風險評估與調適管理工作，調適管理小組之權責說明如表 12 所示。

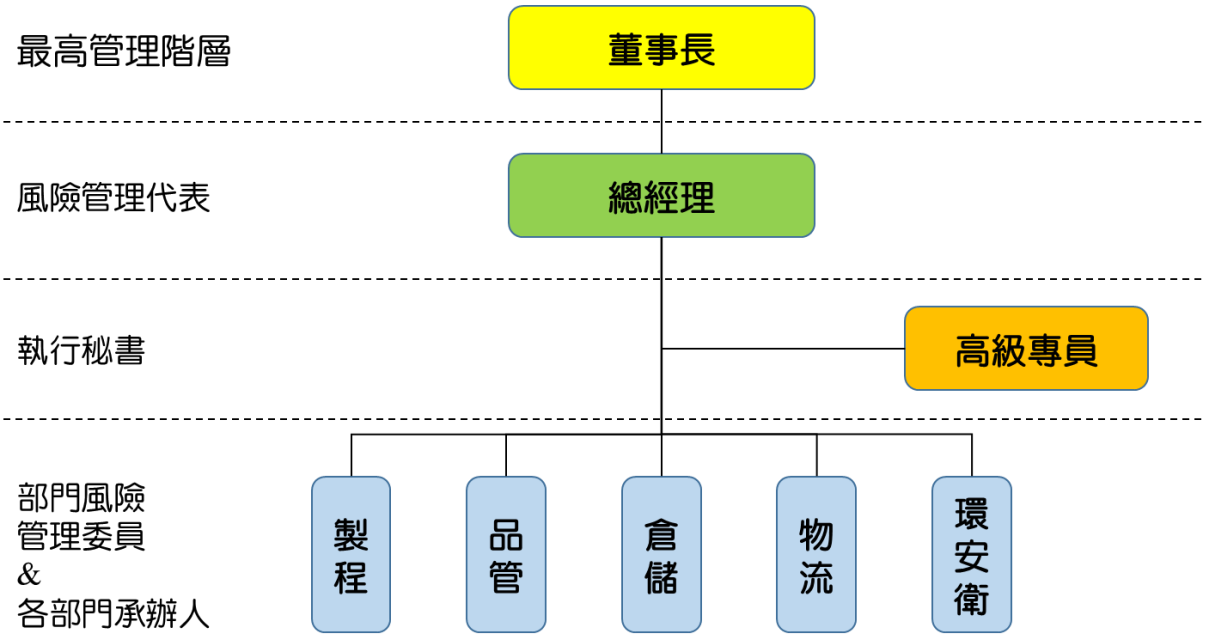


圖 9、調適管理小組組織圖(示例)

表 12、調適管理小組權責區分

組織分工	工作職掌
最高管理階層	1. 實施及維持氣候變遷風險評估與調適管理政策。 2. 指定風險管理代表與批准調適管理小組成立。 3. 提供所需資源以建立、實施、維持及執行風險評估與調適管理。 4. 對組織內各方溝通風險管理之重要性。 5. 確認高風險項目之範圍與邊界。 6. 調適行動方案推行期程與改善績效確認。 7. 後續營運規劃納入氣候變遷風險考量。
風險管理代表	1. 建立風險評估制度，規劃與執行調適行動方案。 2. 指定工廠各部門風險管理代表以進行風險管理。 3. 向最高管理階層報告風險評估與調適管理績效。
執行秘書	1. 協助風險管理代表推動風險管理相關事務。 2. 協助召開風險評估與調適管理會議，並負責會前準備事項。 3. 彙整年度氣候衝擊事件影響記錄。 4. 蒐集並更新未來氣候變遷衝擊資訊。 5. 進行氣候衝擊風險鑑別、評估及分析。 6. 調適行動計畫規劃及檢視。 7. 氣候變遷衝擊衍生機會探討。
部門風險管理委員	1. 提供風險評估所需相關資料，協助評估部門可能遭遇風險與調適行動方案擬訂。 2. 處理及管理該部門之風險管理溝通事宜。 3. 出席風險評估與調適管理會議。 4. 依會議決議事項執行指派工作。

(接下頁)

表 12(續)、調適管理小組權責區分

組織分工	工作職掌
各部門承辦人	1. 協助執行祕書推動氣候變遷調適管理相關事務。 2. 彙整單位內部過去營運受天然災害影響之紀錄。 3. 提供單位內部生產製程或設施未來可能受天然災害影響之相關資訊。 4. 參與調適行動計畫之規劃。 5. 協助規劃氣候變遷可能衍生機會。

4.2 內外部溝通

在風險管理程序任何階段，調適管理小組應與內、外部利害關係人進行溝通，並透過定期教育訓練、調適管理小組會議及跨部門會議進行資料蒐集及交流。

4.2.1 內部溝通

(1)教育訓練

調適管理小組幕僚單位每年應至少提供一次公司內部人員教育訓練，內容包含氣候變遷風險管理原理、公司風險管理程序及風險管理系統表單填寫方式說明。

(2)調適管理小組會議

調適管理小組應每年召開小組會議至少一次。會議內容包含確認氣候與環境變化趨勢及檢視調適方案執行成效。

(3)跨部門會議

部分風險項目議題涉及不同部門，若需要其他部門支援或討論權責分配時，則可不定期由負責部門召開跨部門會議，討論分工方式。

4.2.2 外部溝通

(1)由風險管理執行秘書負責風險外部溝通事宜。

(2)公司供應商、顧客、主管機關等外部利害相關團體若對公司氣候變遷風險管理事務提出任何改善建議，經風險管理執行秘書會同相關部門處理，處理結果由風險管理代表審核後，交由執行秘書歸檔。

4.3 風險辨識

4.3.1 現有調適能力調查

首先針對企業內部的情形，初步調查氣候變遷衝擊對於組織營運 5 個面向的影響與狀態，包括資產(建築結構、廠區位置…等)、製程(資源耗用情形、設備位置…等)、人員(員工教育訓練、緊急應變計畫…等)、供應鏈(供應商氣候變遷脆弱度…等)及財務(相關氣候災害保險…等)，透過調適能力盤查清單(如附表一)，調查各面向尚未完善備妥項目，瞭解調適能力現況。

4.3.2 基本資料及生產設施盤查

廠區所處環境區域的調查內容包含地理環境(廠區所在處及週遭地形、海平面高度、水文及交通運輸情形等)、廠區排水系統設置、避雷設備分布、原物料及產品供應鏈運送路線(如表 13)。藉由廠區整體性的調查，作為定義評估範疇的依據，接著，針對範疇內的生產設備進行盤查，以瞭解廠區設備是否處於易受風險的區位(如表 14)。

表 13、基本資料調查表

一、工廠基本資料

評估廠區名稱	
廠址	
廠區負責人	
廠區人數	
聯絡人	
聯絡人電話	
聯絡人 e-mail	

二、地理環境(說明廠區周遭環境)

座落區位類型		□平原 □丘陵 □台地(被推平的丘陵) □山地 □河谷
廠區為中心方圓 100m 地景		□低矮建物(比廠房低) □高樓建物(比廠房高) □水泥空地 □泥土空地 □農田 □草地 □矮林(灌木) □樹林(喬木) □水池湖泊 □河川 □海岸 □其他_____(可複選)
廠區位於海平面高度(m)		
水文	說明廠區附近河川水文狀況	
	海洋	廠區距海岸線距離____km
山坡	廠區是否位於山坡地	□否 □是
	說明廠區所在坡度	
	廠區四周是否鄰近山坡	□否 □是
廠區附近交通運輸情形		

(接下頁)

表 13(續)、基本資料調查表

三、廠區平面圖

四、供應鏈

1.原物料

區域	原物料名	供應來源	供應比重	運送路線(方式)

2.成品

成品名	銷售地點	供應比重	運送路線(方式)

表 14、生產設施盤查表(示例)

製程/設施名稱	擺放位置	管理單位	若擺放位置為 1 樓，說明距離地面高度(公分)	是否易受溫度影響	是否位於山坡、水岸
冰水機	布廠地下室	空調科	-200	是	無

4.3.3 歷史氣候衝擊調查

因氣候變遷造成的極端氣候現象日趨嚴重且頻率增加，廠區過去曾發生的天然災害，未來仍有可能再次發生，並隨著天然災害強度增加，廠區營運的衝擊也會越大，故須先針對過去氣候衝擊事件進行蒐集彙整及分析(如表 15)，優先列為風險辨識項目之中，所蒐集項目包括災害類型、發生時間、發生事件描述、直/間接影響、採取行動及因應作為等。

表 15、過去氣候衝擊事件彙整表(示例)

災害型態	事件	事件敘述	直接影響	間接影響	事件發生之採取行動	後續因應作為
淹水	強降雨	淹水達 30 公分以上，造成廠內積水，生產及運輸中斷	無直接設備損失	人員無法出入，原料及成品運輸中斷	廠房出入口堆置砂包，疏通排水系統	因應低窪地區淹水設置緊急抽水裝置

4.3.4 氣候因子與受影響設備鑑別

透過跨部門會議討論的方式，調查各單位的重點設備或活動，過去曾發生過的氣候衝擊事件，並以衝擊急迫性與影響嚴重性為依據，初步評估各重點設備或活動對於企業營運的重要程度，完成氣候衝擊風險辨識(如表 16)，後續將進一步針對風險辨識結果有影響的項目深入評估。

以下表中鍋爐重油運輸設備為例，經過部門討論整理出過去曾發生過的氣候衝擊事件有淹水、高溫、鹽害腐蝕、雷擊及強風，考量重油僅有 3 天庫存量，若供應中斷且庫存耗盡下，將導致反應製程中斷。

表 16、氣候衝擊風險辨識調查表(示例)

生產流程	重點設備或活動	淹水	乾旱	高溫	鹽害腐蝕	雷擊	強風	單位
生產反應	鍋爐重油運輸	✓	X	✓	✓	✓	✓	製程
供水階段	自來水	✓	✓	X	X	✓	✓	
空氣輸送	空壓機設備	✓	X	✓	X	✓	X	
產品檢測	儀器設備	X	X	✓	X	✓	X	品管
原料運輸	次要原料運輸	✓	X	X	X	X	✓	倉儲
原料入庫	原料入庫	✓	X	X	X	X	X	
VOCs 冷凝收集系統	VOCs 收集作業	✓	X	X	X	✓	✓	環安衛
人員安全	員工作業	✓	X	✓	X	✓	✓	

4.4 風險分析

風險評估計算方式(圖 10)係以參考「政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)」於 2012 年發布的 Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation (簡稱 SREX)及 IPCC Fifth Assessment Report(IPCC AR5)之定義：風險(Risk)= 危害度(Hazard)× 脆弱度(Vulnerability)×暴露度(Exposure)。

- 危害度：為災害發生的自然變異因素與程度，如強降雨、颱風之次數或頻率。

- 脆弱度：為系統面臨特定危害是否容易致災的程度，如該地區是否容易淹水或是發生坡地崩塌之規模。

- 暴露度：為災害可能受影響的對象性質。

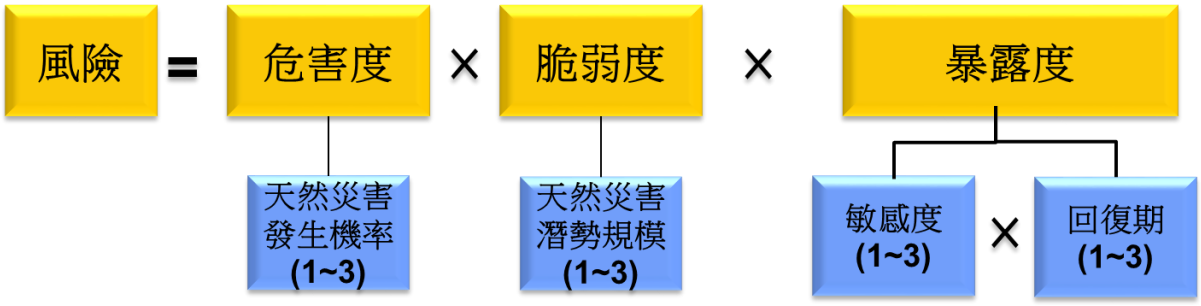


圖 10、風險評估計算方法

4.4.1 危害-脆弱度分析

臺灣氣候變遷調適科技知識平台（以下簡稱 TaiCCAT）對危害-脆弱度定義為自然事件或是現象可能造成人員傷亡、財產損失、環境破壞、建築物與設施損毀，並可以藉由歷史事件分析其發生機率、危害程度等判斷。

危害-脆弱度分析包含了災害潛勢及發生機率的評估，計算方法：「危害-脆弱度=災害潛勢×發生機率」，並以 3×3 二維矩陣方式呈現，如圖 11 所示。

發生機率（危害度）				
高	3	中(3)	高(6)	高(9)
中	2	低(2)	中(4)	高(6)
低	1	低(1)	低(2)	中(3)
危害-脆弱度		1	2	3
		低	中	高

災害潛勢(脆弱度)

圖 11、危害-脆弱度矩陣

(1)災害潛勢分析

災害潛勢為特定地區受自然環境等因素影響所潛藏易致災害之規模，藉由蒐集 NCDR、水利署、氣象局、台電公司等政府部會公開的鄉鎮災害潛勢或研究資料，評估廠區未來遭受氣候衝擊的潛勢，以淹水潛勢為例，氣象局於 104 年 9 月頒訂新版的雨量分級標準，以 24 小時累積降雨量為 200~350mm、350mm~500mm、超過 500mm 分為豪雨、大豪雨、超大豪雨三類，本指引依此分級標準，將衝擊程度化分成低、中、高 3 個等級。

(2)發生機率分析

發生機率則以災害潛勢的重現期，並考量廠區營運時間內至少發生 1 次的機率，若所評估之災害潛勢無重現期的資料可參考，可參考過去發生次數，以淹水發生機率為例，調適管理小組參考災害相關資料，並依廠方實際狀況需求訂定分級標準，將發生機率分為低、中、高 3 個等級。

4.4.2 暴露度分析

TaiCCAT 對暴露度定義為暴露於威脅下的範圍與大小，其影響可能為直接或間歇性，即廠區營運受到氣候變遷衝擊的直/間接影響程度。暴露度分析包含了敏感度及回復期的評估，暴露度計算方法：「暴露度=敏感度×回復期」，並以 3×3 二維矩陣方式呈現，如圖 12 所示。

敏感度	高	3	中(3)	高(6)	高(9)
	中	2	低(2)	中(4)	高(6)
	低	1	低(1)	低(2)	中(3)
	暴露度		1	2	3
			短	中	長
			回復期		

圖 12、暴露度矩陣

(1)敏感度分析

企業依照廠區所在環境區位、氣候風險因子與生產運作模式訂定衝擊面向，包含資產設備受損的修復費用、製程生產中斷的產量損失、人員受傷及人力調度情形、原物料運輸中斷以及因應災害而增加的製造成本，企業可先統計各衝擊面向面對不同的天然災害潛勢所造成的衝擊影響，依可忍受損失情況訂定敏感度等級。

(2)回復力分析

TaiCCAT 對回復力定義為在氣候變遷負面衝擊下可以消弭的程度，以及衝擊之後可以回復至系統原有功能的能力。衡量採取相對應的應變措施以回復到基本運作狀態所需時間。

4.5 風險評量

經危害-脆弱度與暴露度評估後，依照風險評估公式可得各風險數值，並以 6×6 二維矩陣的型式呈現（如圖 13 所示），愈往右上方區塊則表示面對的風險愈大。以風險矩陣呈現好處是可讓企業管理階層易於瞭解並能排序廠區受到各類氣候衝擊風險的程度，不須花費時間理解各類評估流程與過多資訊，在有限時間與資源下，針對較高風險項目優先提出調適行動計畫，以降低未來面對氣候衝擊的損失。

暴露度	危害-脆弱度 1	2	3	4	6	9
9	M	H	H 7.10.	VH	VH	VH
6	L	M 29.30.	H 1.2.	H 23.27.	VH	VH
4	L	L	M 12	M 26	H	VH
3	VL	L	M 5.9.	M	H	H
2	VL	L	L 3.4.6.8.11.	L 14.15.21.24.	M	H
1	VL	VL	VL	L 13.16.17.18.19.20.22.	L	M

風險程度	受衝擊項目
極高風險 (VH)	
高度風險 (H)	1：暴雨淹水/資產-高壓電設備 2：暴雨淹水/製程-自來水 7：暴雨淹水/資產-冰水機設備 23：高溫/製程-電力配電系統
中度風險 (M)	5：暴雨淹水/資產-空壓機設備 9：暴雨淹水/資產-冷卻水設備 12：暴雨淹水/資產-生物(鼓風機)、化學(加藥)處理作業 26：高溫/製程-冷卻水設備 28：落雷/製程-電力配電系統
低度風險 (L)	3：暴雨淹水/製程-自來水 4：暴雨淹水/製程-空壓機設備 6：暴雨淹水/製程-冰水機設備 8：暴雨淹水/製程-冷卻水設備 11：暴雨淹水/製程-生物(鼓風機)、化學(加藥)處理作業 14：乾旱/製程溶解槽
極低度風險 (VL)	

圖 13、氣候變遷衝擊風險矩陣圖(示例)

4.6 風險處理

依上述風險評估流程可得各氣候變遷衝擊之風險程度，企業可針對具較高風險之衝擊項目制定調適行動計畫，對於不同的風險管理階層可運用不同的處理方法(如圖 14 所示)，包括風險規避、風險損控、風險轉移及風險自留，並可透過這四大對策規劃，作為在現有時間與資源限制下進行調適相關決策。另外，氣候變遷衝擊帶來風險亦可能是商機所在，可為企業思考的另一個方向。

- 風險規避：中斷風險源，將可能產生的潛在損失或不確定性排除，此類風險通常影響很大，須立即處理以降低危害。
- 風險損控：以管理方法或制度調整以降低發生機率或減輕發生衝擊，其處理目的並非讓風險不再發生，而是讓風險控制在自身可接受程度。
- 風險轉移：透過工程合約、保險或其他方式將損失之責任及其成本轉移至其他團體，雖可轉移現有風險，但是否會衍生其他風險須思考(如

管理不便、財務負擔)。

- 風險自留：風險損失屬自行可接受範圍，或所能採取行動相當有限，又可能評估調適行動計畫所付出成本遠大於改善效益，因此採取保留現況方式，未來若發展新管理制度/工程技術等，此類風險可進行調整。

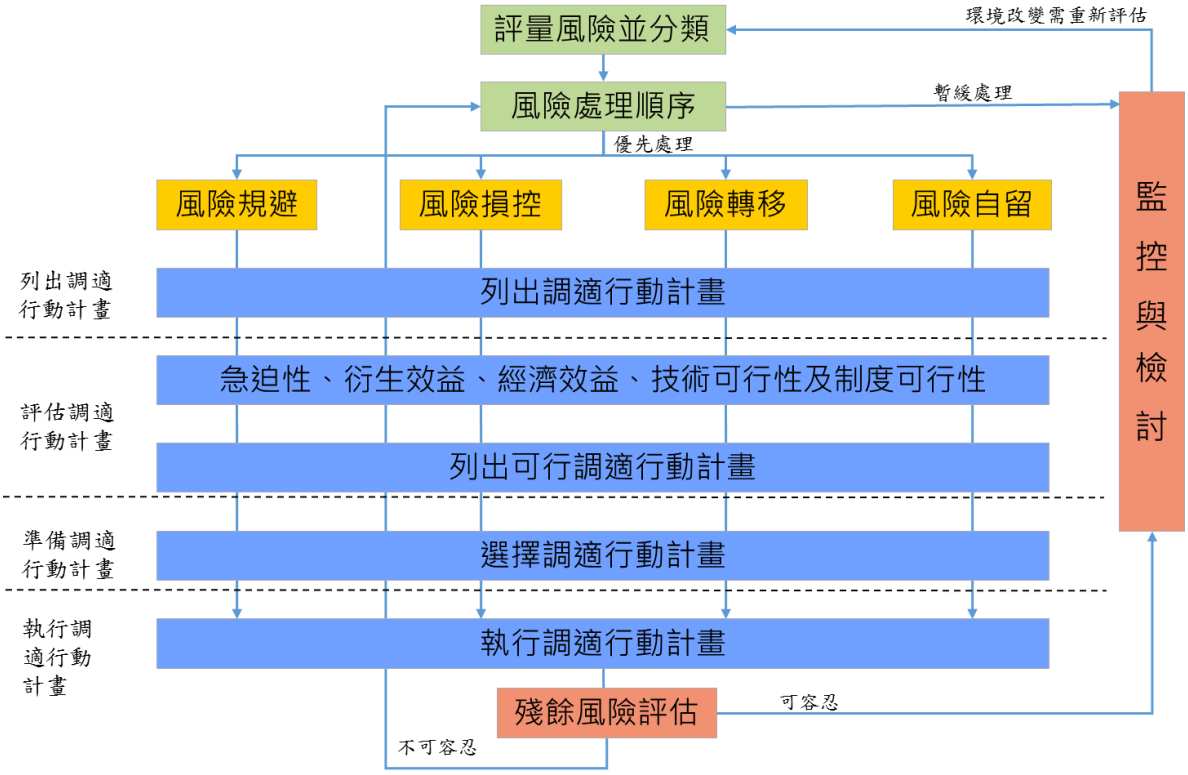


圖 14、調適行動方案規劃流程與方法

4.6.1 評估調適行動計畫執行優先順序

針對較高風險之衝擊項目，可列出未來規劃執行之調適行動計畫，並依照急迫性、衍生效益、經濟效益、技術可行性及制度可行性五個面向進行分析，首先參照優先權等級所定義的準則(如表 17 所示)，討論出在目前狀況下各面向的優先程度，並比較五個面向之間對於企業的重要程度，綜合以上考量要素，排列出各項調適計畫執行的優先順序。

表 17、評估調適行動計畫準則說明

面向	急迫性	衍生效益	經濟效益	技術可行性	制度可行性
說明	衡量此措施是否需立即執行，若延後執行可能帶來極大損失或需付出極大成本	此措施不僅可降低自身風險，亦產生其他效益(無論與氣候變遷相關)，例如帶動產業發展、降低空污等	衡量投入成本與降低損失值之關聯性	考量此技術是否發展成熟，是否可應用推廣	措施執行涉及不同單位，需進行整合協調 -公司內部跨部門 -政府機關 -民間團體
高優先權	無替代方案，需立即執行以降低風險	具顯著衍生效益且對公司帶來良好回饋	措施執行期間降低損失值大於投入成本，益本比>1	國內技術成熟且應用廣泛，技術門檻低	不須改變任何制度即可執行
中優先權	無替代方案但無明確急迫性，或有替代方案但此措施執行時效佳	雖有效益但對公司回饋有限	措施執行期間降低損失值相當於投入成本，益本比=1	國內技術尚未成熟或具有許多不確定性	需適度整合調整以磨合
低優先權	有其他措施可執行	無任何衍生效益	措施執行期間降低損失值小於投入成本，益本比<1	國內外尚未發展成熟，需投入研發，技術門檻高	需大幅度改變以進行整合，複雜性較高

4.6.2 氣候衝擊衍生機會

企業可從降低營運成本、增加產品需求、新產品或技術開發及增加社會形象等面向思考可能的衍生機會，在因應氣候變遷執行相關調適計畫以降低衝擊的同時，掌握衍生的機會與商機，透過企業社會責任報告書(CSR)、碳揭露專案(CDP)及道瓊永續指數(DJSI)等，詳實揭露企業有關氣候變遷之風險與機會、在永續經營及社會責任的目標、成果、承諾及規劃等資訊，可增加外部投資者的投資意願以及獲得利害關係者的支持，藉此強化企業於未來氣候變遷下的競爭力與永續發展。

表 18、氣候變遷衍生機會(示例)

項目	機會面項	未來衍生機會
暴雨	增加產品需求	天災導致產品汰換需求增加
氣候變遷資訊與溝通	增加社會形象	透過公開揭露、獲得投資人、客戶、利害相關者支持

4.7 檢視與改善

進行調適行動計畫後雖可降低風險衝擊，但風險可能未完全減免，仍有部分殘餘風險，企業可自行檢視可否承受或需進一步改善。另於每年度針對氣候與環境變化趨勢與調適方案執行兩大方向定期進行檢視，首先在氣候與環境變化趨勢部分，可檢視風險管理流程中是否有需更新的風險評估資訊，具體的檢核項目包括災害資訊更新與組織內外部變化，其次在調適方案執行部分，可追蹤調適行動方案執行成效，針對成效不彰或進度落後的調適行動方案，進行檢討與改善。

4.7.1 確認氣候與環境變化趨勢

每年需管理審查，檢視是否需重新進行風險評估，檢視項目包含下列兩項。

(1)針對過去曾發生災害之項目需每年檢視，若 IPCC 等研究單位公布新的研究結果或模擬圖資，執行祕書需招集調適管理小組加以確認。

(2)若原評估範疇變動(如擴廠或移址)、公司外部地理環境有明顯的變化、內部製程設備有進行變更改善，執行祕書需招集調適管理小組，重新進行風險評估。

4.7.2 檢視調適方案執行成效

部門風險管理委員需定期檢視調適行動方案的執行進度及成果，依其完成情形加以檢討：

(1)改善完成：部門風險管理委員需於調適行動方案完成後進行執行成果，檢附佐證資料送交執行祕書審查，執行祕書需依調適行動方案完成後的成效，重新分析該項氣候衝擊，評估其殘餘風險，經風險管理代表簽核完成結案程序。

(2)未改善完成：若因故未能於預定完成日內完成，部門風險管理委員需說明原因，向風險管理代表提出展延、變更或終止。

5.可能的調適行動

企業擬定調適行動時應考量：教育、資源效率、意外事故計畫、定期維修/檢查、設計標準、升級/替換設施、需求管理、市場機會、監控、可取得的支援、權益相關者的支持贊助，本指引彙整國外氣候變遷相關調適指引，具體羅列可能的氣候變遷衝擊與調適行動(如表 19 所示)，提供企業規劃方向，擬定出適當的調適行動，以有效降低風險衝擊。

表 19、可能的氣候變遷衝擊與調適行動

風險＆ 要考量的事項	衝擊或威脅	調適選項和機會
資源短缺與投入成本 － 無水的衝擊為何？ － 水價上升 50%會如何？ － 物料漲價兩倍會如何？	**製程、營運、資產：** － 水資源取得性降低，衝擊製程營運。 **供應鏈：** － 供應商受水資源限制，導致主要製程的投入成本增加。 **市場：** － 營運成本增加將負面影響市占率 － 高耗水，使現有產品不再受青睞	－ 增加製程的資源使用效率 － 避免集中使用水源(同時啟用氣冷式與蒸發冷卻系統) － 找尋其他的水源(如回收水) － 發展較省水的產品 － 資源替代/多樣化
能源供給 － 能源價格上升 50%會如何？ － 能源中斷供給會如何?	**製程、營運、資產：** － 更高的能源成本 － 能源需求高峰造成供應中斷 **供應鏈：** － 碳價導致原物料價格上升	－ 研究可提升能源效率的機會 － 建立非碳密集的長期能源策略 － 發展無須碳密集製程的貨品或服

風險＆ 要考量的事項	衝擊或威脅	調適選項和機會
	– 運輸成本增加 **市場：** – 營運成本增加將負面影響市占率 – 高耗能，使現有產品不受青睞	務；在供應鏈上盡量減少碳價衝擊 – 尋找其他燃料或運輸方式 – 參與再生能源專案，採用能源效率的措施
極端氣候事件- **高溫日數增加(示例)** – 電器過熱？ – 建物設計標準？可否承受溫度上升？ – 目前冷卻系統的承載力為何？ – 熱浪造成人員不適或生病，導致缺席率提高？	**製程、營運、資產：** – 資產加速損壞、電器設備運轉效率低、溫度敏感的設備受損 – 使用額外的冷卻設備造成成本增加 – 產品品質受影響 **供應鏈：** – 產品品質受影響 **勞工與人力資源：** – 員工缺席增加 – 工作場所過熱，生產力降低 – 勞動力維護與技能訓練更困難	– 安裝冷卻系統保護設備 – 設計新標準的耐候基礎設施 – 彈性工作讓公司更具競爭優勢 – 將氣候變遷納入長期規劃考量，尤其是重點基礎設施與製程
極端氣候事件 – 基礎設施應付極端降雨事件的能力為何？ – 強降雨發生時，企業受到何影響？	**製程、營運、資產：** – 資產受損 – 能源供給不穩導致營運中斷 **供應鏈：** – 原物料和貨品輸送受影響	– 設計新標準的耐候基礎設施 – 可發展禁得起極端氣候的建材 – 檢視現有的系統，並替換或升級

風險＆ 要考量的事項	衝擊或威脅	調適選項和機會
- 企業營運面對基礎設施遭破壞時，有多脆弱？ - 緊急狀況(如水災)是否阻礙員工上班？ - 保險是否能支付嚴峻極端氣候造成的損失？	- 運送延遲 **財務：** - 難以保全投資與保險 **能資源：** - 公用事業供給中斷 **勞工與人力資源：** - 額外的管理成本 - 員工無法上班	- 為脆弱廠址建立洪水減緩計畫 - 建立氣候變遷調適與防減災，應變復原計畫
投資人期待&消費者行為 - 顧客期待將有何改變？ - 政府政策將如何改變？	**市場：** - 碳密集產品需求降低 - 消費者偏好轉移 - 聲譽變化 - 揭露排放量報告的要求 **供應鏈：** - 產品或服務受衝擊 - 現有產品及服務的任務和規定 **財務：** - 難以保全未考慮氣候變遷風險的投資 - 訴訟費用的支付 - 增加溫室氣體排放的成本 **勞工與人力資源：** - 訓練與技能應用(對氣候的工程、維修、設計等)	- 發展考慮生命週期的市場產品 - 早期行動開拓市場吸引顧客 - 建立品牌意識與產品特色 - 以彈性或遠距工作改善工作與生活平衡 - 公眾層面的激勵 - 社會的需要和倡議 - 衍生性金融

資料來源：1.Australian Industry Group, Managing the Risk from Climate Change: An Adaptation Checklist for Business
2. Recommendations of the Task Force on Climate-related Financial Disclosures

而在資產、製程、人員管理、供應鏈、財務等不同面向下的因應方式，以下行動可提供參考。

1.資產(生產場所、建物)

(1)若工廠位在淹水、土石流潛勢區內，應做好防洪、防土石流準備。

A. 添購沙包、安裝防水閘門、租/買抽水機
B. 定期為排水系統作檢護維修
C. 加強回流裝置、排水渠、及污水渠等設計
D. 提高電源插座高度、分散電力迴圈系統
E. 重要設備及物品擺放位置移至高處

(2)提高建物的防護能力

A. 定期為建物外觀及結構作檢護維修
B. 更新或設計耐候基礎設施
C. 選用耐腐蝕建材
D. 裝設避雷針

(3)選擇新廠址時，確認該區位之氣候災害風險

A. 確認廠區周邊是否有河堤、滯洪區等具減災功能之基礎設施
B. 預先查詢該區位離海岸線距離、是否落於淹水、土石流潛勢區域

2.製程

(1)確保製程的操作條件可應付極端氣候

A. 加強設備檢修

B. 更換設備，如提升器械運作之耐溫範圍、水電使用效率、安裝冷卻系統保護設備。

C. 加強製程用水處理程序，以應付水質惡化情形。

(2)確保氣候災害發生時能持續生產營運

A. 設定內部評估指標，根據氣象及營運狀況如雨量、交通、訂單等，決定應變機制啟動標準。

B. 備援水源及能源的調度，以及降低非必要水源及能源的使用，以確保氣候災害發生時能維持最低營運水準。

3.人員(管理)

(1)視氣候變化狀況，改善工作場所環境與調整工作型態

A. 調整工作型態，如彈性上班時間、遠端工作

B. 鼓勵員工穿著舒適、合宜的服裝

C. 鼓勵定時休息

D. 提高員工氣候變遷調適意識與認知，如辦理內訓課程

E. 確保生產場所溫度適宜且有良好的通風

(2)人事管理規劃時，將氣候變遷影響納入考量

A. 設置氣候災害應變部門、風險管理部門或專責人員

B. 導入針對氣候變遷的風險管理系統，如營運持續管理系統

(3)確認資料儲存安全

A. 確保關鍵資訊設備所在位置，避免受高溫或淹水影響。

B. 定期備份檔案資料，並置於安全位置。

(4)強化面對氣候災害之緊急應變能力

A. 擬訂氣候災害事故緊急應變計畫

B. 定期對員工說明訓練，例：逃生路線、如何緊急關閉企業內的供水、油氣和電力系統

(5)確保企業營運符合國內外趨勢、法規及標準

A. 依據國家因應氣候變遷所調整的相關控管措施、規範，調整內部管理

B. 主動開發氣候資訊平台與建立多元交流管道，互通資訊

C. 積極參與國內與國際交流活動

D. 鼓勵組織內、外部訊息交流與多元合作

4.供應鏈

(1)供應商、配送和物流須備有替代方案或應變策略

A. 考慮替代供應商和/或增加存儲容量

B. 和在地業者合作，使其分享部分供應鏈

C. 規劃多條聯外交通路線

D. 交通中斷時採視訊會議

(2)確保水電氣供應無虞

A. 購買緊急用水、提升備用水源，如加裝水塔、安裝水箱來儲存雨水

B. 增加備用電源，如加裝發電機

C. 考慮替代燃料或儲能設備，如太陽能

D. 注意所在區位枯旱預警發布資訊

5.財務

(1)在財務上預作準備，以應對未來極端氣候所可能造成的損失

A. 購買氣候險

B. 定期檢查資產及其保險內容，是否足夠補償氣候災害造成的損失

C. 確認企業營運受到中斷時，理賠可以負擔

D. 確認理賠時程是合宜的，例如洪災後設備乾燥、客戶恢復下單等皆需一段時間

(2)作投資決策時，將氣候變遷因素納入考量

A. 定期觀察並調查產業發展趨勢

B. 下投資決策前，仔細評估氣候風險

(3)掌握氣候變遷風險，鞏固投資人信心

A. 經常提供氣候變遷相關訊息，與投資者溝通

B. 向投資者報告企業因應氣候的作法與策略

附表一、相關網站

1.台灣氣候與調適資訊網站		
名稱	資訊內容	網址
2011 台灣氣候變遷科學報告	此報告為我國正式發布的氣候變遷報告，內容就溫度、降雨型態、海平面高度的歷史變化與未來趨勢進行分析。	satis.ncdr.nat.gov.tw/ccsr
台灣氣候變遷推估與資訊平台	台灣過去氣候變化統計與未來變化預估資訊	tccip.ncdr.nat.gov.tw
中央氣象局	氣象統計與預報	cwb.gov.tw
國家災害防救科技中心災害潛勢地圖網站	淹水與土石流地圖	satis.ncdr.nat.gov.tw/Dmap/
水利署防災資訊服務網	水文觀測及防災預警資訊	fhy2.wra.gov.tw
水保局土石流防災資訊網	土石流潛勢溪流分布與即時警戒資訊	246.swcb.gov.tw
安全台灣風險管理協作平台	彙整各單位之評估資料，可以地圖圖資的型式檢視	www.safetaiwan.tw/index.html
水利署氣候變遷水環境知識庫	水文相關之氣候變遷知識、研究報告等	demosite.sinotech-eng.com/CCKMV2/
台灣氣候變遷調適科技知識平台	提供調適相關國內外調適文獻知識庫，以及程序工具的應用	taiccat.ncu.edu.tw/main.php
災害管理資訊研發應用平台	洪水災、乾旱與水資源等未來潛勢評估	dmip.tw/

(接下頁)

附表一(續)、相關網站

名稱	資訊內容	網址
颱風資料庫	歷史颱風雨量及風量資訊查詢	rdc28.cwb.gov.tw/TDB/ntdb/pageControl/typhoon
共築方舟—氣候變遷調適入口網	氣候變遷調適相關知識、案例及新文活動資訊	www.tcap.cepd.gov.tw/
高雄都因應氣候變遷調適計畫平台	地方政府執行氣候變遷調適相關成果	kpcc.ksepb.gov.tw/policy_hpm.asp
行政院環境保護署環保新聞專區	提供環保相關國內外重要新聞資訊	http://enews.epa.gov.tw/enews/fact_index.asp

2.國際氣候與調適資訊網站

名稱	資訊內容	網址
聯合國 UNFCCC-Adaptation	全球氣候調適會議進程及政策發展動態	unfccc.int/adaptation/
政府間氣候變化專門委員會 IPCC	定期發佈「氣候變遷評估報告」	ipcc.ch/
歐盟 Europe Climate Adaptation Platform	調適相關新聞與活動、歐洲各國家調適政策、調適工具與資料庫搜索	climate-adapt.eea.europa.eu
英國 UKCIP	企業組織調適的線上工具、案例	ukcip.org.uk
大自然保護協會氣候變化分析嚮導 Climate Wizard	查詢模式推估之全球未來降雨及溫度資料	climatewizard.org/

附表二、調適能力盤查清單

面向	盤查項目	狀態
1.資產	(1) 廠區之建築結構與建材能對抗氣候衝擊(熱浪、強風、暴雨、鹽害、洪旱災)	□是□否
	(2) 廠區內管線、輸送帶及軌道之分布位置安全且不受氣候衝擊影響	□是□否
	(3) 重要防災設備位置安全且不受氣候衝擊影響	□是□否
	(4) 充份瞭解重要排水設施及電源位置及操作方式，可順利緊急關閉	□是□否
	(5) 廠區距離河川或海岸有一定距離且不受影響	□是□否
	(6) 廠區針對可能之氣候衝擊已設有因應設備，如備用水源、備用電力、防水閘門、擋水牆、抽水機等設施	□是□否
	(7) 廠區非屬災害潛勢區	□是□否
2.製程	(1) 生產場所安全且不受氣候衝擊(熱浪、強風、暴雨、鹽害、洪旱災)影響	□是□否
	(2) 製程非屬高耗水製程(用水量大於 1,000 噸/日)	□是□否
	(3) 製程非屬高耗電製程(用電量大於 25,000 瓩)	□是□否
	(4) 製程非屬高耗油製程	□是□否
	(5) 製程使用原物料來源皆有分散的替代來源	□是□否
	(6) 已貯備關鍵原物料，足以供應基本營運所需	□是□否
	(7) 原物料與產品的儲存方式不易受氣候衝擊影響	□是□否
	(8) 廠區內淨水及污水處理程序不易受氣候衝擊影響	□是□否
3.人員(管理)	(1) 定期評估所在區位可能面對之氣候變遷風險	□是□否
	(2) 已備妥工安事故緊急應變計畫	□是□否
	(3) 已建立極端氣候事件緊急應變計畫	□是□否
	(4) 已備有緊急事故相關人員與機關聯絡方式	□是□否
	(5) 可掌握災害預警通知(如旱災、洪災、熱浪)	□是□否
	(6) 熟悉緊急應變設施開關位置及操作方式	□是□否
	(7) 已定期維護空調設備	□是□否
	(8) 已定期維護排水設備、排水溝、防水閘門等	□是□否
	(9) 已定期維護備用設施(如備用能源、貯水設施等)	□是□否
	(10)重要文件儲放位置安全且不受氣候衝擊(熱浪、強風、暴雨、鹽害、洪旱災)影響	□是□否
	(11)重要紙本/電子檔資料已分散儲存，並定期備份	□是□否
	(12)已定期舉辦員工教育訓練，以提升員工氣候變遷調適	□是□否

面向	盤查項目	狀態
	意識與防災應變能力	
	(13)關鍵員工可採遠距離或彈性工作方式	□是□否
	(14)不管在何種天候下，工廠都可以持續營運並接受訂單	□是□否
	(15)已成立調適管理小組	□是□否
4.供應鏈(維生基礎設施)	(1) 具有多條聯外運輸路線，不易受災害造成之交通中斷影響	□是□否
	(2) 廠區已設有備用水容量，可有效因應短期供水中斷	□是□否
	(3) 已設有雨水收集設施或廢水回收設施，加強用水使用效率	□是□否
	(4) 已備有水源緊急備用方案或調度計畫，足以維持基本營運水準	□是□否
	(5) 已備有發電設備，且可有效因應短期供電中斷	□是□否
	(6) 備有電力緊急備用方案或調度計畫，足以維持基本營運水準	□是□否
	(7) 已建立通訊設備損壞之備用方案	□是□否
4.供應鏈(原物料)	(8) 已掌握供應商之氣候變遷脆弱度	□是□否
	(9) 已分散原物料的供應商，降低供貨中斷風險	□是□否
	(10)原物料儲存容量已考量氣候變遷因素	□是□否
5.財務	(1) 評估因天災以致原物料價格上漲對廠商之衝擊	□是□否
	(2) 評估商品因天災而無法銷售所能接受程度(商品泡水、生鮮因停電而腐敗、道路中斷無法出貨)	□是□否
	(3) 已建立歷史災害事件(熱浪、強風、暴雨、鹽害、洪旱災)造成之損害紀錄	□是□否
	(4) 已評估因天災而停止營運期間仍須繳納的費用(如租金、人事費用)	□是□否
	(5) 已投保相關氣候災害保險(如洪旱災、風災保險等)，且足以因應氣候變遷災害造成損失	□是□否
	(6) 具有足夠之備用資金，以因應重大災害造成之影響或損失	□是□否
	(7) 未來設廠選址考量納入氣候變遷影響	□是□否
	(8) 投資策略已納入氣候變遷因素作為考量	□是□否
	(9) 氣候變遷是否對產品市場銷售造成衝擊影響	□是□否
	(10)氣候變遷是否改變產品需求	□是□否
	(11)是否針對氣候變遷的影響	□是□否

經濟部工業局
聯絡人：潘建成 科長
聯絡：(02)27541255 分機 2711
傳真：(02)27043753
地址：台北市信義路三段 41-3 號
E-mail：jcpan@moeaidb.gov.tw

財團法人台灣綠色生產力基金會
聯絡人：林宣宏/張銘城 工程師
電話：(02)29106067 分機 520/608
傳真：(02)29103642
地址：新北市新店區寶橋路 48 號 5 樓
E-mail：n9706@tgpf.org.tw

中華民國 101 年 11 月編制
中華民國 102 年 11 月編修
中華民國 104 年 11 月編修
中華民國 105 年 11 月編修
中華民國 106 年 11 月編修