

第四章 維生基礎設施領域調適措施

4.1 本領域整體調適措施

依據第三章維生基礎設施領域之總目標「提升維生基礎設施在氣候變遷下之調適能力，以維持其應有之運作功能並減少對社會之衝擊」及八大調適策略與目標，擬定維生基礎設施領域各項調適措施如表 4.1 所示。

表4.1 維生基礎設施領域調適措施

調適策略	策略目標	調適措施	
一、既有法令與相關規範之落實與檢討修訂以強化設施的調適能力	提升及強化維生基礎設施之基本抗災能力	1-1	檢視、修訂既有或新建維生基礎設施之設計與抗災規範標準。 <ul style="list-style-type: none"> 至少應以歷史上曾發生之最嚴重事件可能再發生為假設條件，檢核其抗災能力。 現有未達使用年限之結構物，考量其使用年限較短，抗災標準可容許低於新建結構物之要求。
		1-2	檢討易淹水地區公共設施之選址及設計，並檢討提出易淹水地區建築之設計相關規範，減少致災風險。
二、建立設施安全性風險評估機制及生命損失衝擊分析模式	確保設施損害及人員傷亡可降至最低	2-1	建立維生基礎設施可靠度及風險分析之能力，並建立評估指標以作為決策之量化依據，同時滾動式檢討所建立各指標之代表性。
		2-2	以科學論證與模型，模擬各種不同極端天氣事件對於維生設施造成的突發性與中長期的連鎖效應，並著重生命損失的推估。
三、擬定落實維生基礎設施分等級之開發與復建原則	落實國土開發及復育最佳化使用原則	3-1	配合國土保育及復育，對因天然災害受損而需復建的工程，建立分等級復建原則。包括： <ul style="list-style-type: none"> 第 1 級：受損之設施原功能完全恢復； 第 2 級：部分原功能修復； 第 3 級：簡易修復。
		3-2	審慎檢討重覆致災區之治理策略、工法、材料及構造物配置，以降低災區再次受損風險。

調適策略	策略目標	調適措施	
		3-3	檢討橋梁、道路防洪排水設施之選址及設計，將極端天氣、上下游水文及地質變化、生態保育等納入考量。
四、落實維生基礎設施維修養護，以提升其於氣候變遷作用下之調適能力	兼顧維生基礎設施抗災能力及使用生命週期	4-1	針對有抗災能力不足之虞之既有維生基礎設施，進行適當之診斷評估與維修補強，以提升其抵抗衝擊的能力。
		4-2	辦理重要公共設施與維生管道設置、監測、防災、維護管理及補強。
五、加強各管理機關間協調機制與產業、學術界資源之整合，以因應氣候變遷之衝擊	整合跨領域資源以提升系統整體調適效率	5-1	建立明確之維生基礎設施安全管理體制，以及各級政府分工、中央裁量機制。
		5-2	設置依河系為原則所成立之管理協調單位，使交通與水土、林務及河川管理單位協調合作，納入集水區治理單位，並應落實山、河、路、橋共治。
六、提升維生基礎設施營運維護管理人力素質及技術	構建並提升完整之調適人力與技術能量	6-1	若現有工程方法暫無法克服，則採軟性防災措施因應，如辦理疏散避難規劃及演練、建立避難場所等，使災害中之損傷降至最低限度。
		6-2	發展氣候變遷之衝擊評估與脆弱度盤查分析工具，並建立檢測評估人員訓練及資格授證的機制，以有效診斷基礎設施在極端天氣作用下之損傷劣化情形。
七、建置維生基礎設施營運管理資料庫及強化監測作業	建立全方位且可即時流通之資訊平台及支援系統	7-1	建立維生基礎設施各項可能災害之資料庫，以及跨領域間之資訊交流平台，合理推估各種災害的危害程度與範圍，以作為災害防治及救災應變之用，並應不斷更新。
		7-2	持續監測維生基礎設施在不同氣候條件下之抗災能力，並開發網絡型監測系統。
八、研發基礎設施之氣候變遷調適新技術	提升維生基礎設施調適之彈性、能力及機會	8-1	積極研發新技術，並投資人力與經費於國內外相關技術之交流與移轉，以建設耐洪、耐澇、耐旱、耐強風、耐震之基礎設施。

4.2 各系統細部調適措施

鑑於「能源供給」、「供水及水利」、「交通」及「通訊」等四大系統之設施特性與面臨課題不盡相同，為能更適切地因應氣候變遷茲進一步針對各系統設施之細部調適措施說明如后。

一、能源供給系統

能源供給系統包含供油、供電、供氣等系統，分別說明如下：

1. 供油系統之調適課題分析結果，包含「輸油」與「儲油」等相關基礎設施，因此調適措施以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表4.2 所列。

表4.2 供油系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
煉製廠	海岸	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統
輸、配管線	海岸、平原	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統
貯存槽	海岸、平原	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統

2.供電系統之調適課題分析結果，包含「輸電」與「儲電」等相關基礎設施，因此調適措施以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表 4.3 所列。

表4.3 供電系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
核能與火力發電廠、風力發電機組	海岸	提升適應力	二、 四、 六、 七、 八	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統 4. 加強產業氣候變遷調適之研究發展
水力發電廠	山區	提升適應力	二、 四、 六、 七、 八	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統 4. 加強產業氣候變遷調適之研究發展
汽電共生廠	平原、海岸	提升適應力	二、 四、 六、 七、 八	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統 4. 加強產業氣候變遷調適之研究發展
輸、配電系統	山區	提升適應力	二、 四、 六、 七、 八	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統 4. 加強產業氣候變遷調適之研究發展

3.供氣系統之調適課題分析結果，包含「輸氣（瓦斯）」與「儲氣（瓦斯）」等相關基礎設施，因此調適措施以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表 4.4 所列。

表4.4 供氣（瓦斯）系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
接收站	海岸	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統
輸、配管線	海上、海岸、平原	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統
貯存槽	海岸、平原	提升適應力	二、四、六、七	1. 盤查能源供給設施及運作面對氣候變遷脆弱度、衝擊 2. 強化高脆弱度的能源供給與產業設施之調適能力 3. 建構能源供給氣候變遷災害之預警系統

二、供水與水利系統

供水（輸水與儲水）系統之調適課題分析結果，除山區簡易自來水系統需以降低敏感度為調適課題外，均以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略進行調適措施研擬，詳如表 4.5 所列。

水利設施系統之調適課題分析結果，河堤、海堤、水門與抽水站等設施，均以確保設施可抵禦洪水與波浪衝擊，且其設施之機電設備於颱風期間可正常運轉，亦以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表 4.6 所列。

表4.5 供水系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
水庫	山區	提升適應力	一、 二、 四、 六、 七	1.修訂水庫運用要點及水門操作規定。 2.進行水庫設施更新改善。 3.定期執行水庫安全檢查及評估工作。 4.厚植水庫設施營運操作與維護管理人員素質。 5.強化水庫安全監測與水文觀測系統，並建立監測與觀測記錄資料庫。
攔河堰	山區、平原	提升適應力	一、 二、 四、 六、 七	1.進行攔河堰取水設施與排砂設施更新改善。 2.定期執行水庫安全檢查及評估工作。 3.厚植設施營運操作與維護管理人員素質。 4.強化安全監測與水文觀測系統，並建立監測與觀測記錄資料庫。
淨水廠	平原	提升適應力	四、 五、 六、 八	1.定期進行淨水廠設施維護，確保原水處理能力。 2.藉由產學合作，研究降低原水濁度與提升原水處理程序與效能之方法。 3.厚植設施營運操作與維護管理人員素質。
自來水管網	平原	提升適應力	四、 六、 七	1.定期進行管網系統之維護與評估，確保設施供水能力。 2.針對適應力較差之設施進行更新改善。 3.強化供水管網監測能力，確實掌握系統供水之穩定性。
自來水管網/ 工業用水專管	平原	提升適應力	四、 五、 七	1.定期進行跨河管線檢查與安全評估，確保設施安全。 2.強化跨河管線安全監測作業。 3.研發可適應氣候變遷之跨河管線構造物保護工。
簡易自來水	山區	降低敏感度	三	1.建立緊急維生供水系統，用以降低其系統停止供水之脆弱度。 2.配合國土開發與保育計畫，進行緊急維生供水系統規劃與分級開發原則。
灌排	平原	提升適應力	四	1.定期清除輸/排水圳溝內之雜物，確供水可順利輸送。

表4.6 水利系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
河堤	平原	提升適應力	一、 二、 四、 六、 七	1.進行堤防設施維護改善。 2.定期執行水利建造物檢查及安全評估工作。 3.厚植河堤安全檢查及評估工作人員素質。 4.強化安全檢查及評估工作記錄資料庫。
海堤	海岸	提升適應力	一、 二、 四、 六、 七	1.進行堤防設施維護改善。 2.定期執行水利建造物檢查及安全評估工作。 3.厚植海堤安全檢查及評估工作人員素質。 4.強化安全檢查及評估工作記錄資料庫。
水門與抽水站	平原	提升適應力	一、 二、 四、 六、 七	1.進行機電設施維護保養。 2.定期執行水利建造物檢查及安全評估工作。 3.厚植安全檢查及評估工作人員素質。 4.強化安全檢查及評估工作記錄資料庫。

三、交通系統

交通系統設施之調適課題包含公路、鐵路、橋梁、港口及機場等設施，以確保設施可抵禦氣候變遷的影響，且其設施於異常氣候侵襲期間仍可正常運轉，亦以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表 4.7 所列。

表4.7 交通系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
港口	海口、近岸	提升適應力	一、二、四、七	<ol style="list-style-type: none"> 1. 定期進行港灣長期潮位及波浪監測工作，作為未來港埠設施設計及檢討之參考。 2. 檢討老舊碼頭因應氣候變遷之改建需求及迫切性，包括碼頭面高程、抗浪能力、抗震能力、軌道基礎承载力等。 3. 進行港埠設施之體檢及安全評估，並進行必要之維修。 4. 整體規劃研究港埠設置維生基礎設施之需求、以及可能設置位置及建置方式。 5. 進行超強降雨時港區可能發生溢淹區塊之排水設施改善研究。 6. 進行碼頭高程之總體檢及研擬海平面上升而影響碼頭後線設施之因應措施。 7. 修訂港埠相關設計及施工規範，以抵抗氣候變遷極端事件對港灣構造物之破壞。 8. 檢討調整靠港船形橡膠護舷材之配置、形式與工法，以減少氣候變遷極端事件間接對岸壁與護舷材之損壞。 9. 辦理淤沙區整治計畫以維護港埠正常營運需求。
鐵路	山區、平原	提升適應力	一、二、三、五、六、七	<ol style="list-style-type: none"> 1. 檢討鐵路細部設計準則。 2. 建立鐵路工程風險管理分析之機置。 3. 建置施工監測資料。 4. 辦理人力素質提升與教育宣導。 5. 建置鐵路邊坡管理系統。 6. 落實與檢討修訂既有法令與規範。 7. 實施設施安全性風險評估。 8. 擬定優先復建原則。 9. 積極參與各權責單位協調與整合機制。 10. 提升設施養護管理人力素質、技術與防災演練。 11. 強化維修管理及營運安全監測系統。
公路及橋梁	山區、平原	提升適應力	一、二、三、四、五、六、七、八	<ol style="list-style-type: none"> 1. 辦理「降雨量對公路邊坡地下水位及邊坡穩定影響模式之研究」。 2. 檢討修訂既有相關新建維生基礎設施之設計與抗災規範標準。 3. 建立公路系統維生基礎設施之可靠度及風險分析之能力。 4. 配合國土保育及復育採分級方式辦理天然災害修復。 5. 加強整合政府資源、社會資源與學術資源，促進山、河、路、橋共治績效。 6. 為保障用路人安全，持續推動公路防救災地理資訊系統之建置與發展，並辦理相關的教育訓練。 7. 建立維生基礎設施維護管理系統，加強資料庫內容並定期更新作為災害防治及救災應變之用。

表4.7 交通系統之細部調適措施(續)

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
				8. 研發新技術以建設出，可在氣候變遷後所形成新的環境更為耐洪、耐旱、耐風之基礎設施。 9. 辦理橋梁耐震補強相關工作，以增加抗災能力。
機場	平原	提升適應力	一、四、六	1. 辦理航廈結構耐震能力評估與補強，以增加抗災能力。 2. 定期辦理災防演練並進行檢討，以提升災害防救應變效能，並辦理災防教育訓練。
其他	山區、平原	提升適應力	二、七	1. 建置長期氣候監測網，提供適足觀測資料。 2. 強化海象觀測及改善海象預報。 3. 整備氣候資料之品質。 4. 分析氣候變遷現象，提供以科學為基礎的認知。 5. 強化短期氣候預測能力(3-6個月)，做為防災整備及資源調度決策參考。 6. 提升即短時災害性天氣預測作業效能，提供即時通報應用及應變決策參考。 7. 建立氣候變遷推估系統，支援政府建立氣候災害風險管理機制。

四、通訊系統

通訊系統設施之調適課題包含基地台(市話)之傳輸網路、基地台(市話)之設備、基地台(市話)之電力等設施，以確保設施可抵禦氣候變遷的影響，且其設施於異常氣候侵襲期間仍可正常運轉，亦以提升設施對於氣候變遷影響之適應力為主，依據第三章所擬定之策略研擬細部調適措施詳如表 4.8 所列。

表4.8 通訊系統之細部調適措施

設施	系統區位	調適課題	調適策略	調適措施
基地台(市話)之傳輸網路	都市/平原、山區	提升適應力	四	<ol style="list-style-type: none"> 1.制定各類網路設備之定期測試與巡邏作業規範。 2.透過電子化系統，作統計、陳報、分析與管制。 3.以光纖、微波及衛星等方式建構網路多重路由備援機制，有效提高通信網路可靠度。 4.建設傳送網路遍佈全國各地，具有設備保護及網路保護雙重功能。 5.若骨幹光纖網路建置於易坍方路段，建置多重路由。 6.架空電信桿線易遭颱風吹倒，致造成通信中斷區域，加強巡邏，並視需要補強拉線或撐桿。 7.山區及海水沖刷較易崩塌道路，在環境許可下改至道路另一側架設，以減少崩塌受損機率。 8.低窪易淹水區，以提升光化機箱基座高度，並配合頂上型光化機箱配置方式改善。
基地台(市話)之設備	都市/平原、山區	提升適應力	四	<ol style="list-style-type: none"> 1.可偵測固網之交換、傳輸、寬頻、光纖、海纜、網際網路、電力，以行動網路等設備障礙之重大告警。 2.於設備遭受災損時，能迅速並及時通知維運單位，進行搶修復作業。 3.規劃戰備拖車交換機，緊急支援受損交換機。 4.規劃移動式公用電話(配備行動手機充電器)，提供災區臨時對外通信。
基地台(市話)之電力	都市/平原、山區	提升適應力	四	<ol style="list-style-type: none"> 1.加強通信機房發電機、不中斷電源設備、交換式直流電源設備、蓄電池組之穩定運作方式，提高供電可靠度。 2.平時備妥拖車式發電機，以緊急支援通信需求電力。 3.強化偏遠地區機房發電機配置及增加儲油槽容量。 4.地下室機電設備遷移至一樓以上、室外機設備升高或遷移較高處。