發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262



前言—應對不測的韌性思維

隨著現代科技文明的進展，現代社會存在多重且複合型的風險。不同於工業發展前的社會，都市文明與科技產品服務所構建營運的社會存在相當之風險，並且風險一但實現後，亦有可能進一步觸發其他的災害風險。因此，伴隨風險的文明社會，對於風險的認識與管控對於社會經濟的持續發展及其重要。

另外，在進入二十一世紀的第二個十年之後，全球化政治經濟體系產生裂痕，地緣政治風險陡升

Phoca PDF

，全球生產供應鏈存在廣泛的風險。該風險不但源自於全球產業鏈綿長所導致暴露在更加複雜的風險下；也來自於生產模式在突發災變後的應變不足之下。前者的風險，來自於全球產業鏈從設計、生產、運輸與銷售使得產品服務暴露在變因多元與眾多風險因素下；而後者則在於例如疫情、突發災變下史生產鏈中斷或減弱時，直接衝擊既有生產服務模式所引發之風險與近一步的災害。

地緣政治風險、貿易戰、大流行疫情等挑戰下，過去既有的生產營運模式日漸顯得應對左支右絀。面對風險的加劇，整體社會的承受與應對能力開始受到關注。當今日益受到重視的社會韌性提升，所涉及關注者即在此。

同時，近期的地緣政治等風險也表明，包括戰爭等一系列可能危機與風險，所致生的災害與風險狀況有可能長期化。換言之，人們與社會不僅要在風險時現實，承受危險，加以應對。更重要的是從危險中自保存活，並試圖脫離危險狀態，更可能因為承平狀態之系統無法迅速恢復，以致必須以應急或替代之系統承接常態運作。甚至，進一步地，在蒙受結構性損失之後，重建與構建取代過去系統營運的新模式以承接未來。

故此，基於上述之可能挑戰，面對風險之不測，既有的系統必須要經過檢視。並且基於風險存在且必須管控的前提下，加強整體社會政治經濟體系的韌性，以應對可能的挑戰。換言之，建構營運系統與管治機制的承受與應對可能性，實為社會韌性提升之主要需求與任務。

而論及韌性，從根本邏輯上來說，過往論及之效率原則，實則多忽略了面對風險的安全建構。特別在現代都市文明與經濟活動賴以開展的基礎設施與其相關服務，往往極容易忽略。蓋大多數的基礎設施與其營運服務，多有公共財的特性與特徵。多數人在使用或獲得其便利上，雖不可或缺

Phoca PDF

，但囿於多數並非直接付費使用，而由公共收支投入承擔，遂使得多數人以為這些基礎設施之存在與營運為理所當然，從而也多更為忽略基礎設施與服務的脆弱之處，更遑論思及相關韌性的提升。

審究現代科技文明社會的風險複雜多元且無處不在，加以地緣政治風險的風雲突變與日益加劇，因此基於風險管控與應對之需求，提升社會國家的基礎設施與韌性刻不容緩。而論及社會韌性的提升，關鍵或在對於
設施設計與營運安排上的保有彈性與系統
冗餘。亦即，
面對可能遭到破壞與易毀的既有系統，我們除建設備援或後備系統之於，各系統之間的轉換與替代彈性尤為重要；此外，系統的設計與安排之初
就應該留存有系統冗餘之空間，而非僅以滿足設計需求為已足。彈性有助於不測狀況下的調度替補，而冗餘更可讓系統面臨可能突發過載情形下容有迴旋的空間。

因此，應對紛雜不測的危機可能，從設想上就應該在追求效率配置之於，將安全的需求納入系統建構中的必不可少的關鍵部分。實際上，透過安全機制的建設以管控風險，效率追求才有可持續性。且同樣的，在運作系統時，留有應對不測風險的能量與能力，將可使治理的可信賴性存有更堅實的基礎。

台灣當前所面臨的不僅僅是發展日益繁盛複雜的科技文明社會所面臨的各類不同以往的風險挑戰。同時，所處地位與地緣在近年來則日益升高的地緣政治風險無可回避。從近年來各地爆發的各種危機事件來看，危機事件所引發的災害，不再僅聚焦於單一特定領域，一但爆發，必迅速擴及

Phoca PDF

整體社會各個層面。且若回應能力能量有限之狀況下，危難有可能存在長期化的趨勢。如此，在危難發生時迅速應對以保全；在應對後逐步回復；甚至在極端狀況下，有可能必須在危難持續之狀況下與之共存，並試圖繼續維持發展，以求最終克服所存在的危難故。這都將考驗整體社會會的韌性存有與否與強度若何。

關於「糧食安全」的基礎設施韌性

從地理環境來看，台灣作為一個島嶼構成的海洋國家，主要的基本生存物資大量依賴透過海洋貿易運輸取得。而其中食品是重要的基礎民生物資。台灣的糧食自給率已不足三成，大量的糧食透過進口以維持整體社會的糧食需求。且從糧食需求的結構來觀察，國人的主要食品來源除水產與蛋類能達到100%
的自給率外，多數仍必須透過進口方式來滿足糧食需求。而熱量主要來的的米穀類也需要大量進口。而近年來，國人飲食的結構也產生改變，米穀類之需求已被其他肉類之需求所超越。而動物蛋白質不但相當數量比例仰賴進口，更為重要者，即或是台灣自己產銷供應隻動物禽類也仰賴進口之飼料進行生產。這又使得有關飼料作物的輸入與儲藏成為亦須一併重視之問題。

台灣糧食供給的結構將影響糧食安全的思考與規劃。台灣作為一個工商繁盛的出口導向經濟體，在天然條件與資源限制下，農業生產部門的生產供給有其限制，糧食越來越依賴進口。然這一方式要能運作如常，必須奠基於通暢無阻而穩定安全的全球政治經濟環境。當意外甚至干擾全球經貿係體的危機出現，則這樣的邏輯與結構下運作所得的穩定供應便會產生阻滯甚至中斷，從而帶來重要的危機。

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

故此，在糧食安全的角度上，面對這類不測，首先必須擴充儲備與增加替代來承受可能的風險。擴大儲備必須投入儲備設施與開發更為妥善的儲存技術，且透過更為經濟的調配機制以提升儲存設施與系統的運作效率。當然，儲存設施與系統的自身安全保障機制也必然需要納入考量。

例如台灣當前雖有例如公糧之儲備，然而，當前公糧的儲備設施與方法仍多以常溫、包裝庫存為多。但這類設施已相對簡陋，且管理亦未得當，常有蛛網、霉變等情形，致使糧食質變而不得不在保存期限之前處理。
參考日本等先進國家倉儲設施多彩低溫、筒裝儲存之方式，並以較先進的倉儲管理，而使得糧食之儲存期限得以持續較長之期間，並保持糧食之品質。

或者，儲存之狀態或可進一步將部分糧食家工程即食品之形式，一方面有利於長期儲存，同時在緊急狀況下也可以更方便的供給食用之所需。

除此之外，替代性的來源，不論是輸入來源或是台灣自身可生產的替代來源，也應該被納入建構供應系統韌性的選項。即使，這些項目未能全面取代，但能夠部分的填補或作為需求系統的調整選項，也應該是直得建構與擴充的部分。油脂、食品與飼料均十分仰賴的「黃小玉」（大豆、小麥及玉米）為例，這是我們主要仰賴進口且自給率嚴重不足的品項。調節需求比配，尋求一定比例的分散與替代，在安全的考量下有其必要。

最後，出乎常態的風險實現，有可能並非一時，且回復至原有的狀態所需的時間可能有遷延或長期化的趨勢。因此，基於安全的必要，在結構調整與擴充系統安全上，有必要以擴充更多的安全儲備能量與系統選項彈性來應對外來的挑戰可能。充足的準備不但有助於消除恐慌，爭取更多的

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

應對時間與空間，更重要的是，這也有助於既有系統的運作強度升級與韌性提升。

關於「能源安全」基礎設施的韌性

台灣是能源高度仰賴進口的國家。特別是台灣的技術密集製造業與其他核心產業大都有對能源的高度需求。而台灣主要的能源產出又以絕大部分必須以進口方式輸入的化石燃料（石油、天然氣及煤炭）為主，而這些能源產地又遠來台灣，必須以漫長的船運方式輸入。期間還必須經過爭議與風險高企的海域，加上近來來台海周邊與南海的地緣政治風險升溫，都使台灣能源安全風險升溫。

而台灣的能源基礎設施一但遭到破壞，能源產出與運作效能下降或中斷，則必然使得社會整體運作機能缺失。甚至連防衛的能量也會大幅下降。

面對此一挑戰，從基本上來說，建立與加強戰備儲備是基礎的共識。然而，這又與所使用的能源類型有關。例如石油儲備之加強，必須建立更多的儲油罐等設施來建立戰備儲備。而現代科技衍生的複合型風險機率增高與軍事科技的進步，使得傳統一般的儲存設施面對重大災變與軍事破壞具有「易毀性」，若不經過升級或加固，往往極易在災變與攻擊下摧毀。更因為現在能源系統設施的日益複雜與數位運作化，電磁破壞與駭客侵入也可能會使得設施陷於癱瘓。因此能源基礎設施的設計、安排的基於安全的寬冗有其必要。而面對軍事威脅，改矗立於地表的設施於地下化的加固儲存設施，並安排資訊安全與設施保全系統與資源及人員的配置均有其必要。

而另外，再生能源的發展，提供了仰賴進口能源的台灣一個新的選項與韌性提升的思考路徑。台

Phoca PDF

灣有優良的風場，部分地區的日照充足，環島範圍內有充沛的潮汐能來源，地底甚至有地熱可作為潛在能源發展的選項。然而，必須認識到，迄今為止，多數的再生能源仍然在能源產出的持續性上還未能完全替代傳統的主要能源發電方式。因此，再生能源開發與建設，在相當期間內的發展是在降低能源系統對於傳統能源來源的依賴性，並對於緊急狀況下的補充。同時也是優化能源結構的的可能且必要選項。因此，擴充再生能源作為能源結構的強化可視為能源安全韌性提升的方向。

除此之外，台灣的能源輸配線路，如何合理安排，並基於安全進行分散式配置作為全國總體輸配系統的補充與緊急替代也是應該一併考慮之處。區域乃至社區化的能源與儲能設施，平時可以作為平衡尖峰用能的補充，緊急時則作為替代，這類的重新安排與設置，將有助於能源安全的基礎設施建設與維護提升其韌性，以應對不測。

關於「資訊與通訊安全」的關鍵基礎設施韌性

隨著資通電設施在21
世紀的爆炸性發展與普及，當前的全球政治經濟與社會穩定發展已經脫離不開資訊流動的運用與確保。台灣的ICT
產業發達，與世界經濟關係密切亦十分仰賴資訊流通。網際網路經濟活動的蓬勃與日益廣泛，更是台灣政治經濟發展的未來關鍵。因此，資訊與通訊的關鍵基礎設施，既是攸關民生經濟的，也攸關戰略安全的。

台灣與世界的聯通，特別是網際網路為基礎的電信通訊與資訊交換，主要依賴海底光纖電纜系統

Phoca PDF

與世界聯通。而這主要聯通世界的海底光纖電纜主要透過四個海底電纜登陸站（分別位於頭城、淡水、八里與枋山），並直接連通日本、韓國」中國、香港、新加坡與美國，再與世界連結。若因為災變或地緣政治衝突原因被破壞或中斷，則必會影響台灣與世界資訊、經濟甚至政治關係之連結，而使台灣陷入資訊與通訊斷絕的窘境。而若敵對國家行為者刻意針對數量有限且目標明確的設施設備進行攻擊破壞，則資通訊系統處於「易毀性」極高之狀態。

作為增強資通訊的韌性提升選項，近年來引起熱議關注的低軌道通訊衛星系統，是最常被提到的替代選項。從技術與發展前景而言，通訊衛星確實是深受期待的系統。然而，現時仍還處在技術需要繼續發展有待成熟的階段（雖然目前之預估尚屬樂觀），然而，目前較為成熟的系統供應者是否可靠頗令人擔憂。特別是在台灣特殊的地緣政治衝突風險下，商業低軌道通訊系統業者是否會因為自身的商業利益考量而拒絕在特定卻亟需的情境下卻拒絕提供服務？此是目前最被質疑之處。

因此，作為「替代的替代」，與其她的通訊系統商簽約，甚至發展從技術到營運掌控全面自主的低軌道通訊系統在資通訊韌性提升上是勢必需要考量與投資建設的。而除此之外相類的技術也可一併考量。例如部署平流層氣球、大型高空長航程巡弋無人機等似乎也值得考量。這類技術相對成熟，也容易取得成功，可在低軌道通訊系統全面成成熟前最為「備援」甚至「備援的備援」。並通過海外接收站的投資，讓這類系統可在必要時接手備援，維持基本通訊的維持，避免台灣成為資訊封鎖下的資訊孤島。

關於「民生設施」與「道路橋樑」的基礎設施韌性

除了上述的食品、能源與通訊之外，民生設施的與道路橋樑的安全與韌性提升也極為重要。

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

民生設施的部分除前述的與能源相關的電力輸配送等設施之外，自來水系統、城市排水系統（包含雨水與污水排放系統）、淨水設施、集水區或水庫，以及天然瓦斯書珮儲惟等系統等亦十分重要。因為無論是生存或生活，用水問題始終是基礎而關鍵的問題；而瓦斯系統則為台灣城市生活民生與商業需求的基礎設施設備。而除面對天災與災變、複合型災害之外，在地緣衝突之下，遭到滲透破壞、恐怖攻擊甚至軍事破壞等，既有的相關設施，多年來在承平安全的環境下，其設置、設計、建設與營運，缺乏對於此等風險態勢的評估與應對處置。且基於效率與快速發展的原則與原因，在這類風險下，安全係數不足。

而道路橋涼的設施，是交通與物流配送的基礎。台灣工商經濟的發展，與交通建設的大力投資與投入息息相關。台灣道路網絡密集綿密，橋樑隧道涵洞等建設也數量龐大。但多年的道路交通安全的維護雖投入巨大的營運資源，然而，對於可能的蓄意滲透破壞，甚至大規模破壞卻欠缺認識與應對。在硬體建設與強度提供的同時，考量不測而烈度強烈的破壞威脅可能，建制廣泛而高效的道路橋樑安全維繫監管系統，並建置相關的緊急應對機制與資源配置，同時，預留安排有迅速回復基本運作或常態能力是關鍵基礎設施韌性提升的應有思考與舉措。

關於「民防與設施保全能力」的關鍵基礎設施韌性

除了上述的各種設施、系統之外，強化社會整體面對災變與衝突的應對機制，確保從個體、社區、區域到整體社會的第一時間存活，繼而回復生活機能，甚至在災害與破壞可能長期性或傷害持續下，持續發展，最終排除障礙是民眾與社會的挑戰與必須面對的課題。

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

台灣地處天然災害頻仍之地，當前地緣政治風險高生，風雲詭譎，面對之挑戰不可謂不大。然而，一但遇到風險增高或風險實現，若災害發生地點若應對能量微薄，事事需要中央政府甚至調撥軍事資源與能力才能應變，則台灣面對更高的不測時，顯然是極為危險的。是想，每當頻發的風災、水災或地變，地方政府竟立即處於癱瘓而必須向中央或其他區域求援並等待物資與援救能量進入現場。則當更為廣泛的大規模災變或是軍事攻擊時，前線軍隊既要應對當前之敵，還必須被要求抽身、調撥資源回援受災地區救援任務。這種情況真是讓人不敢想像，也十分的不合理並難以期待成效。

因此，整備、組織訓練應變與救災的人員、建構調撥緊急救援修護的資材器械的機制，並隨時進行必要的無預警演練以加強應對能力，對整體社會、區域甚至社區鄰里都值得投入投資之事。

而台灣現行之體制，民防事務歸屬地方政府之權責，在緊急態勢下，地方政府之機關首長，更是民防任務的指揮官。故此，地方政府不但應該組織訓練民防組織，並應該投入經費與訓練，甚至應隨著新威脅態勢的發展趨勢，隨時擴充、調整與儲備民防能量。然而，現實卻是，地方政府對民防事務輕忽且不用心，資源分配寡少，且投入之資金預算，對於訓練裝備之投入維護明顯不足，竟然有居於六
都之首的城市，民防經費中投入
訓練與設備之投入僅佔年度預算4%
的荒謬絕倫的事態。而民防組織的封閉性、缺乏有效的鼓勵民眾參與及人員老化、觀念訓練落後陳舊之問題，也都凸顯既有民防系統雖聊備一格卻難以應付事態的窘境。甚至面對一場中等的災害，其投入與量能甚至不及某些主動投入的民間慈善團體。既有的狀況讓人不安與悲觀。

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

因此，從整體社會面來思考，不論前述的各種面向之基礎建設韌性提升，實有賴社會系統之支援與資源調撥方可有效完成。而運用制度建立以其系統性的保障是避免見樹不見林的偏誤所必須，更是資源最是配置所必須。民防建設、組織、訓練與量能的質與量的提升，既要投入資源，更要破壞性建構思維的入手。因應挑戰與威脅趨勢，合理的建構民防體系，組織動員民間技術與量能，台灣已到了必須要通盤檢討，全面重建的重要時刻。

即以前述社會運作所需的基礎設施之存在與營運確保，利用與安排非屬軍事防衛部門的的公、民資源，組織並投入人力與技術，來應對可能的基礎設施維護需求，是當前的課題。例如，日益增多的網路駭客入侵龐大而眾多的基礎設施，進行竊取個資或破壞運作機制，需要有日常即可應對的能力。這種能力不必不成比例地動輒動用寶貴的高精尖如軍事領域專才，而應該活用豐沛與擁抱新知與新技術的民間資源來加以應動。這種更為靈活與彈性的作為，廣泛與多層面但有系統的規劃與應用，實為韌性提升的關鍵，也是最有效果與最佳的做法。

結論

自冷戰結束後，在相當大的國際範圍內，人們已經習於相對和平穩定的生活，致使包括行為模式與思維面向都趨於欠缺風險意識，忽略未來潛在的挑戰。過去，我們的生產與產業模式，基於競爭效率，仰賴「及時化生產」（Just-in-Time,

JIT

）的模式，以至於盡可能地壓低庫存與資材儲備以削減成本，獲取最大的利潤。但地緣政治風險與大流行疫情提醒了人們，基於既有社會與系統的存活，戰略性資源的彈性與冗餘十分必要，也是應對災疫戰亂所必要。這是韌性提升思維的關鍵。關鍵基礎設施是整體社會持續運作並賴以發

Phoca PDF

發佈：2024-05-22, 週三 10:30
點擊數：8262

展的基礎，它們的存續與安全保障，不僅應考慮經濟效率，更應該思考安全。在此情形下，從設計到資源的維護與儲備，皆應該考量到系統冗餘與安保投入的必要。彈性與靈活調撥，將成為應對的基本原則。而前期的預估與事前的超前部署，不但有必要，更是應對不測必有的韌性思維。

作者 何澄輝 為黑熊學院共同創辦人暨首席顧問、台灣安保協會副秘書長

Phoca PDF