

透過能源部門的現代化提高加勒比海地區對災害和氣候變遷的韌性

一、前言

加勒比海地區因其地理位置的關係，容易發生災害。反復發生的災害和氣候變遷衝擊顯示出社會、經濟和環境有著高度脆弱度，且再加上加勒比海目前對進口化石燃料相當地依賴以及財政上的限制，取得及推廣永續能源仍然是加勒比海地區的長期挑戰。

加勒比小島嶼發展中國家 (The Caribbean Small Island Development States, SIDS) 面臨各種技術、制度和監督管理的障礙，這些障礙往往阻礙再生能源和能源效率措施的實施；而且在再生能源管理方面，各國政府也面臨許多挑戰，例如：技術和人力資源有限、數據差距、過時/無效/不足的政策及法規、重疊/競爭性任務、過時/不適當的關稅、低效的管理與維護及消費者教育/意識等。這些因素導致加勒比海地區有世界上最高的電力成本、低品質的電力服務、高能源損失以及難以被單一個國家輕易吸收的繁重投資需求。

為了增強加勒比海地區能源系統整體韌性，並利用氣候變遷調適和災害風險管理之間的投資和政策互補性，拉丁美洲和加勒比海地區經濟委員會 (Economic Commission for Latin America and the Caribbean, ECLAC) 所屬加勒比次區域總部下永續發展和災害組的副環境事務官 Leda Peralta

Quesada 及顧問 Adrián Flores Aguilar 發表了一份研究報告 (The enhancement of resilience to disasters and climate change in the Caribbean through the modernization of the energy sector, 2020)，報告中進行能源與每個社會部門的互補性及其與災害風險管理的聯繫的討論，並研究如何促進整合能源政策的政府範圍管理。

二、簡介

加勒比海地區持續地重度依賴進口化石燃料，這不僅影響了各個國家的財政，限制了投資能力和發展機會，也同時對環境破壞和長期生態系統韌性構成了重大威脅。若要克服這些問題，探索和開發該地區的綠色成長潛力，並同時採取措施促進低碳排放和氣候調適發展的措施，這可以降低投資和營運成本，並創造規模經濟，從而促進融資的機會。

現行的加勒比永續能源路線圖和策略 (Caribbean Sustainable Energy Roadmap and Strategy, C-SERMS) 雖然已認知到該地區面臨的潛力、優勢及障礙，並呼籲進行區域能源整合；然而，現有的節能和再生能源開發倡議、策略和政策，尚未充分探索各區域的聯繫和規劃提供整體化能源的機會。加勒比海地區仍然需要一個新的整合路線圖，特別是考慮到各個國家系統必須升級/現代化並能加以協調的法規。此外，需要一個區域對話議程來確定共同目標和優先事項，並確保高層政治的參與。

(一) 區域聯繫的挑戰

區域聯繫的機會也受到小型、過時和孤立國家電網的阻礙，這導致重要的能源損失、高營運成本、低品質的電力服務、難以納入再生能源、對災害和氣候變遷的抵禦能力降低，以及無法滿足當前和未來的住宅和工業能源需求；這些障礙與有限的公共投資能力相結合，阻礙了再生能源和節能技術的使用。

（二）整體能源規劃的必要性

加勒比海地區使用再生能源的巨大潛力得到廣泛認可，一些區域和國際組織則強調，使電網現代化並提高其技術能力以納入再生能源的重要性；這可能導致更低的關稅、更高的效率以及更清潔和更智慧的電網，從而產生更廣泛的好處，例如能源安全、業務連續性以及提高對災害和氣候衝擊的韌性。

（三）能源部門災害風險管理

為了因應能源部門相關的挑戰，A. Lores and L. Peralta (2020)堅持將能源、災害風險管理和氣候變遷政策融合將帶來好處，這需要加勒比海地區國家和區域合作夥伴之間採取協調行動，以實現能源系統的現代化。所謂能源系統的現代化，是在氣候變遷和災害的背景上升級電網，提高再生能源的普及率並提高能源效率。

再生能源在因應能源部門的挑戰、區域氣候變遷和災害風險管理議程方面的政策整合，扮演了非常重要的角色。加勒比海地區得天獨厚的地理位置和地形條件，為部署目前所

有已知的再生能源技術提供了很大的潛力，以達到能源多元化及停止依賴化石燃料作為主要能源來源；儘管過去幾年再生能源在能源結構中的普及率有所增加，但仍有極大潛力有待充分利用。

此外，加勒比經濟體在過去幾年中從農業走向工業和服務業的轉變已為部署永續能源措施打開了一扇機會之窗，例如建築、交通、工業和旅遊服務等核心部門的節能，永續能源措施能以迅速且負擔得起的方式影響能源系統。最後，因為氣候變遷和災害脆弱度的需求，加勒比能源系統重新設計電網並結合技術進步來改善服務。決策者和管理者應克服當前的能源模式，推動能源的多元化和分布、需求端能源效率的提升、區域電力連結及消費者行為的改變。

（四）能源系統在促進對災害及氣候變遷韌性的角色

能源效率及再生能源的促進及使用是全球趨勢，它反映了環境問題、提高生產力及創新的需求。除了尋求現代化經濟的轉型，政府應考量兩個主要理由於現代能源系統轉型。首先，能源系統應全時提供核心服務，而不僅僅是在發生危機時；其次，精心設計及現代化的能源系統有助於降低社會和經濟對災害衝擊的脆弱度。

此外，韌性投資可以在災害發生時避免損失；在減少與災害相關的投資背景風險的情況下，透過刺激創新及支持經濟活動來釋放發展潛力；藉由災害風險管理，即便災害多年未曾發生過，對於所投資的社會、環境和經濟仍會產生綜合

效益。

能源系統的現代化與其他領域(例如氣候變遷、自然資源保護、環境退化、扶貧、土地利用規劃和分區等)有著直接的綜效作用。氣候變遷、災害風險管理和能源之間的強大綜效作用主要(但不完全)來自可用的技術替代方案，並且可以透過完善的政策制定和可靠的獲取資訊來得到更好的利用。例如，減緩和調適都可以通過努力，改進能源部門基礎設施對自然威脅的回應，同時提高其日常效率和成本效益，從而降低風險的可能性和嚴重性。

幸運的是，加勒比海地區國家正處於轉折點，全球承諾、資源可用性和政治意願為他們提供了一個極好的機會，可以將災害挑戰轉化為經濟和社會永續發展和韌性轉型的替代方案。然而，該地區面臨著與氣候變遷、災害風險管理和能源政策融合相關的若干挑戰。需要解決這些挑戰，不僅要消除這些措施和技術普及的障礙，還要解決諸如電網老化、當前及預計的電力尖峰需求、財政資源稀少缺乏及其他相關問題等方面的問題。

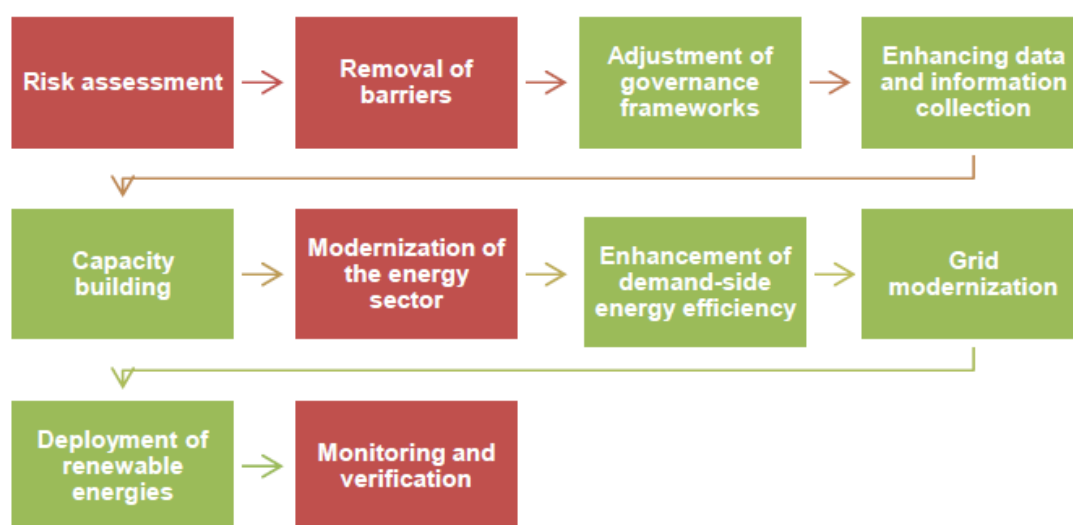
(五) 韌性能源部門的組成

實現能源系統對災害和氣候變遷的韌性是一個複雜的過程，通過調適和減緩之間的多部門綜效，可以更好地實現韌性建置 (Resilience building)，這兩種方法及其他相關措施都必須考慮當地條件，例如優先事項、治理框架、可用資金、基礎設施、能力、資訊獲取和意識。

為了幫助利益相關者簡化這一過程，此研究提出了一種基於分階段方法的結構，這種分階段的方法是為中長期計畫而設計的，不應被視為廣泛的萬用解決方案(one-size-fits-all solution)，其基本的關鍵要求應由技術人員和政策制訂者探索和擴展。在這方面，這些韌性能源部門組成部分的採納及履行，將取決於決策者和利益相關者正確評估當地的現狀並確定明確的目標和指標，以引導部門的長期計畫。基於上述所有內容，該指南包括四個部分，即風險評估、消除障礙、能源部門現代化及監測和查證；韌性能源部門組成之階段方法，如圖 1 所示。

三、風險評估

根據全球災害風險減少基金(Global Facility for Disaster Risk Reduction, GFDRR)，災害管理應建立在五個支柱(Pillars)之上：風險辨識、風險降低、整備、財務保護和韌性回復；GFDRR 災害風險管理行動的支柱，如表 1 所示。



資料來源：A. Lores and L. Peralta (2020)

圖 1、韌性能源部門的組成與階段

表 1、GFDRR 災害風險管理行動的支柱

支柱 1	風險辨識	藉由建立評估和分析能力，改進對災害風險的辨識和理解。
支柱 2	風險降低	透過在政策和投資中更多地考慮災害風險，避免了在社會中新風險的產生且降低風險。
支柱 3	準備	透過發展預測和災害管理能力，提高管理危機的能力。
支柱 4	財物保護	通過財務保護策略，提高政府、私營部門和家庭的財務韌性。
支柱 5	韌性回復	通過支持重建規劃，以更快、更有彈性的回復。

資料來源：A. Lores and L. Peralta (2020)

A. Fores and L. Peralta (2020)研究側重於事前階段，即風險辨識、風險降低和整備，因為它們為解決導致災害發生的潛在脆弱度及避免損害與損失提供了很好的機會；以下根據 ECLAC 在加勒比海地區災害評估方面建立韌性的一些措施的經驗，說明災害風險管理行動的支柱，每個國家應根據其國家的情況和能力，制訂適當的行動組合。

(一) 風險辨識

風險辨識聚焦在兩個方面，首先，它考慮了對多種威脅的評估，包括其頻率、強度和規模。其次，它辨識暴露的基礎設施、服務、社區和其他元素，以及它們的脆弱度。透過辨識風險，可以預見潛在的風險災害對社會、環境及經濟的影響。地理資訊學技術的實施，包括數據生成、公眾取得、製圖和建模，對於這一辨識過程的指引更有幫助。加勒比地

區在確定影響國家的主要威脅類型方面取得了重要進展，貝里斯及牙買加等一些國家已經評估了特定地區或特定部門的風險及潛在損害與損失。然而，大多數國家仍然缺乏暴露在風險中的資產部門和地理參考清單，以及對暴露及潛在成本的全國性評估，或者沒有公開共享。這些基礎設施地圖/清單將有助於優先考慮針對有暴露風險的資產之干預、搬遷和/或改造活動。

除了資訊的產生之外，機構間及跨機構的共享數據、基於社區的災害風險減少及其他知識是不可缺少的。風險辨識這一支柱對於降低風險和整備非常重要，因為它可以向政策制定者和決策者提供有關人口及基礎設施的社會、經濟、環境和物理脆弱度的具體資訊。資訊和可靠的數據也應該要可以供給所有參與者隨時使用，並在提高對危害、風險領域的認識以及與其他措施交流，以管理災害風險。

（二）風險降低

風險降低是一個持續和動態的過程，需要長期關注，並應始終伴隨著非結構性策略，例如扶貧和適當的領土規劃。當風險暴露及其潛在的有害影響被辨識出來和理解後，就可以採取行動來降低這種風險。在風險降低這一支柱中，政策及投資計畫等工具對於降低現有風險和防止出現新風險至關重要；在這方面，還必須考慮與氣候變遷相關的衝擊。根據風險的類型，風險可以被減少，或至少減少社區或資產對特定威脅的暴露度，結構性和非結構性預防和減緩措施是風

險降低的核心組成部分。

在風險降低方面，更深層次的韌性需要多元化的發電方式，這樣單一發電廠的故障不會導致社區完全斷電。除了能源組合(energy matrix)和分配形式的多元化之外，還必須考慮再生能源在災害應變及復原中的作用，尤其是為供水、衛生及電信等關鍵部門提供備用電源。發電資產的地理分散可大大降低未來災害中發電能力完全喪失的風險。此外，藉由將消費者置於更靠近發電端的位置，社區將減少對遠距電網的依賴，這些電網仍然極易受到極端天氣事件導致風災、洪水及/或山崩地滑的衝擊。

（三）整備

即使可以辨識和解決風險，也無法消除風險。因此，整備是指政府、企業和社區用於預測、因應自然危害或災害的衝擊並從中恢復的知識和能力。「整備」支柱應有助於從應變到復原的有組織轉型，因為所有程序都應系統化、共享和協調，以便對緊急情況進行統一管理。大多數拉丁美洲和加勒比國家已透過預警系統、應變計畫和緊急因應將其努力集中在這一支柱上；與此同時，這導致對災害風險管理其他領域的關注減少，突出了加強其他支柱的必要性，整備的程度和品質將與風險的正確分析和現有的預警系統密切相關。

關於能源系統的準備工作，建議先確定最常見的損壞類型並儲存重要的零組件。在巴哈馬，在每個颶風季節之前，公用事業公司都會儲備電線桿，因為架空線路損壞是最常見

的問題之一。

儘管再生能源是備用電源的推薦來源，但許多機構在災難發生後仍然依賴發電機；因此，確保發電機正常運行並且島嶼/社區能夠獲得燃料是非常重要的。能源密集行業，如電信業，需要特殊規定以確保持續獲得能源，特別是考慮到災害期間及之後的急劇需求增加；這種情況需要一個協調的因應災害能源策略，讓所有部門都能參與其中，確定他們的優先事項，並分配責任和投資。

四、障礙的移除

A. Flores, and L. Peralta (2020)在此報告研究背景即指出，阻礙加勒比海國家再生能源計畫部署的關鍵問題，包括：治理架構、執法、制度及人力資本等；而報告中提出了政策和治理架構的調整、加強數據和資訊的收集及能力建構等三項移除前述障礙的方法。

在政策和治理架構的調整方面，調整治理架構最大的挑戰是各種機構和法規之間的協調，這就是為什麼當地的投入在政策和實施戰略的設計中至關重要的主要原因，當地利益相關者對其行業有深入的了解，意識到面臨的挑戰，而且可以識別制度及/或監管瓶頸。因此，了解該部門的治理是設計(或改革)政策和規劃的必要條件。治理架構是指現代能源政策和規劃，包括：可衡量的再生能源和再生能源目標、分配責任、建立時間表、溝通和問責機制、分配資源(財務和非財務)，並以合理的預算規定為基礎。

現代能源政策必須伴隨著監管機構，負責為所有利益相關者創造有利環境並確保透明度、問責制及公平條件。一些國家已經建立或正在建立國家監管機構。這是決定性部署再生能源和能源效率的關鍵組成部分，因為監管機構應為所有感興趣的利益相關者制定指南、標準、關稅方法和其他法規。

加勒比災害緊急管理署(Caribbean Disaster Emergency Management Agency, CDEMA)制定的2014-2024年區域綜合災害管理戰略和規劃架構(草案)認知到能源部門風險管理的重要性，因為它通常會受到極端天氣及氣候的衝擊。與能源相關的基礎設施通常受災害影響，並對其他部門產生嚴重影響；因此，建議通常包括以分散式工廠、家庭採用再生能源技術、將再生能源用於海水淡化及備用電源等形式，作為促進永續能源(再生能源和能源效率)的重要組成部分

報告認為治理變革應優先考慮每個國家內最關鍵的領域，而這需要對當地條件和能力進行詳細評估。應該要設計一個指導能源部門現代化的指導機構及支援單位，該機構的主要職能是協調機構及其優先事項/利益，以及起草具有明確作用及任務的聯合工作計畫；明確的工作計畫將提高效率和問責制。預計該指導機構將提出具體措施並合作為其部署創建適當的規範框架結構(例如，國家能源政策)；此外，它有望創造並實現一個商業環境，以加速公共和私人對再生能源滲透、能源效率提升及電網現代化的投資。它還應作為促進區域合

作以分享和引進最佳做法的橋樑。最後，指定實體應盡可能使本地能源效率和再生能源目標適應區域目標，而且指導實體/機構應根據納入能源效率及再生能源技術和措施的國家能源政策展開工作。

在加強數據和資訊收集方面，主要是需要數據和品質資訊來指導決策、監控和驗證未來的情境和加以改善。基線數據不足或不足可能會阻礙進行可靠評估、識別和降低風險以及評估災害對基礎設施(包括能源系統)、生態系統和人口的影響的努力，基線數據不足也可能導致對所需努力的高估或低估。

確保正確收集和處理資訊和數據的一些最關鍵的行動包括：協調資訊收集和溝通，例如與現有的倡議合作，填補已確定的數據和資訊的空白；提供對更新數據的開放和用戶友好訪問；創建和/或改革國家數據收集和追蹤系統；制定數據和資訊收集、共享和傳播指南。另外，促進與公眾的溝通亦相當重要，例如：實施更有效溝通的選項(例如，教育計畫等)；制定與公共、私營部門、學術界、研究機構和其他利益相關者共享數據和資訊的指南。

在能力建立方面，新技術和活動的結合需要專業技能和知識，必須建立和/或提高地方和區域能力，以因應能源系統現代化帶來的挑戰，從而增強對災害的抵禦能力。儘管地區一直得到多項能力建設倡議的支持，但仍然存在重要的知識差距和體制的有效性障礙，包括工作重複、人員流動性大、

機構記憶和專業知識喪失以及缺乏協調，為了解決這種情況，政府機構和相關利益相關者必須開發共享資料庫、網絡和協作架構，以指導機構結構和運作。

能源部門因應氣候變遷挑戰的有效性取決於其機構的績效，其中包括對每個機構的作用和責任的理解。能力建構領域的努力必須著眼於確定夥伴關係的機會，簡化監管體系並促進與該地區永續能源解決方案相關的研究和開發。此外，當地工作人員更適合確定優先計畫和最佳實施方案；因此，在計畫設計、計畫管理、部門數據的收集和解釋以及能源相關領域的專業培訓等領域進行能力建構相當重要。

五、能源部門的現代化

A. Flores, and L. Peralta (2020)為加勒比海地區國家提出了其能源部門現代化的建議，包括：促進需求端能源效率、納入再生能源及電網現代化，茲分別摘要說明作者在上述項目中對加勒比海地區國家的下階段建議如下：

(一)促進需求端能源效率

需求端能源效率和其他節能措施對於能源部門現代化的挑戰相當重要，因為它們是降低與能源系統相關的環境和社會經濟成本的最具成本效益和最快的方式。當使用較少的能量輸入來提供相同的服務，或當相同數量的能量輸入提供更多的服務時，就實現了需求端能源效率。鑑於氣候變遷的挑戰，這一概念在兩個方面具有相關性：(i)使用的能源越少，產生的排放量就越少，以及(ii)有成本效益的能源效率，以低

成本實現環境效益，從而可以降低經濟成本實現氣候變遷政策目標，例如減少二氧化碳排放、增強韌性。與採用再生能源技術或對電網進行現代化改造不同，能效改進是方便的，因為它們通常是降低與能源系統相關成本的最便宜和最快的方法。

在增強對災害和氣候變遷的韌性的背景下，能源效率措施雖是主要但不僅限於建築和住宅部門，因為這兩個部門通常會占用大量用於冷卻/加熱、照明的電力。建築部門的許多韌性措施與能源效率措施重疊，這些措施可以通過降低營運成本和節約能源來減少對能源基礎設施的需求和壓力，從而使社區受益。

此報告認為，運輸部門的效率本質上意味著能源部門的效率，運輸部門的能源使用由一系列因素決定，包括：燃料類型、是否存在高效可靠的公共交通等。從增強能源效率的角度來看，運輸部門可以實施一系列行動，從技術變革到結構變革，可以幫助減緩氣候變遷，例如：車隊電氣化、運輸需求管理等。國際貨幣基金組織(2016)指出，考慮到交通運輸占拉丁美洲和加勒比海地區初級能源消耗總量的 36%，加勒比海地區運輸部門在實施能效提升措施方面顯示出巨大潛力。

儘管需求端能源效率措施和其他節能措施至關重要，這些措施是降低與能源系統相關的環境和社會經濟成本的成本最低、速度最快的方法；報告認為，仍有一些地方障礙不

允許公共和私營部門進一步發展。在加勒比海地區促進能源效率措施的最關鍵步驟包括五大方向：制定標準；透過有針對性的立法支持能源效率；實行政策以支持加強建築和運輸部門的能源效率，展開需求端能效提升的可行性研究；建立增強能源效率和再生能源部署之間的聯繫，以更多地有效解決這兩方面的問題；與其他加勒比海國家合作，尋找共同能源效率問題的解決方案並制定/實施區域策略。

(二) 納入再生能源

決策者應考慮的第一步是評估他們希望納入其能源結構的再生能源技術類型，每項技術都有其技術規範，並在結構和治理調整方面有不同的特殊的挑戰。在這兩種情況下，利益相關者都應考慮災害對再生能源資產的潛在影響；氣溫和水溫、可用水量和海平面是對能源基礎設施構成威脅的最重要的氣候因素。

再生能源對實現能源和氣候變遷減緩和調適目標的融合的貢獻是無可爭議的，與任何其他部門(即工業、建築和運輸)相比，透過對發電的干預來減少溫室氣體排放的速度更快。再生能源技術分為兩類：(i)可調度(即生質能、地熱和水電)和(ii)不可調度或可變再生能源 (variable renewable energy, VRE)(即海洋能、太陽光電和風能)。前者始終可用，並提供接近於從化石燃料或核電廠獲得的容量因數，它的可調度性意味著可以根據系統要求和需求變化來控制其來源；後者的產生主要依賴於氣象條件，因此，VRE 的容量因數有限，電

網營運商無法全面規劃這些再生能源的發電量，僅裝機容量的一部分被認為是統計可調度的，並且在 VRE 中占很大比例的電網需要備用容量。

能源轉型邁向更高比例的再生能源需求，需要管理人員從技術、經濟和地域的角度重新思考電力系統的設計、營運和規劃。此外，利益相關者應該以更加協調和靈活的方式來符合供需。在增加再生能源的部署之前，決策者應該考慮一些重要的關鍵行動，首先，重要的是加強對再生能源的政策承諾並調動資金；其次，必須在機構和相關參與者之間建立支持再生能源部署的機構、技術和人員能力；最後，必須藉由鼓勵地方和區域參與以及促進再生能源發展的國際合作，利用再生能源對永續發展的衝擊影響。這一階段最重要的行動有兩大面向：

首先是取消對電網接入的壟斷並鼓勵民營獨立電廠(IPP)發電，主要需先促進關鍵利益相關者之間的對話，以確定實施改革的行動計畫；建立一致和明確的指導方針和參與規則，以允許 IPP 完全納入；建立有能力設計和執行優先的倡議、政策、計畫和活動的獨立監管機構。

其次，透過監管改革激勵再生能源發電，根據國際和區域最佳實踐制定政策組合；制定示範性立法；確定和實施支援政策，例如，躉購制度、採用生產稅收抵免、建立淨計量/淨計費、利用拍賣/招標、制定專注於再生能源的農村電氣化專項計畫；確定並實施專門針對電力供應有限的地區/人群的

政策機制；制定再生能源配額標準(RPS)，通過強制電力供應公司從再生能源中獲取一部分供應能源來促進再生能源；開發一種漸進式監管方法，將發電格局從現有資產轉變為更智慧 and 分散式的方法。

(三)電網現代化

由於再生能源資源的廣泛可用性以及分散式發電系統的更廣泛需求，加勒比海地區國家必須克服當前典型的集中式電力。儘管現行的電網在某種程度上可能與可用的再生能源技術(即主要是可調度的再生能源)兼容，但如果要發揮再生能源的全部潛力，則需要對其設計和技術特徵進行調整。

鑑於加勒比海地區的特點，即多島國家和小而分散的人口，智慧電網和分佈式發電將有助於提高對災害和氣候變遷的韌性；由於定居點分散且人口稀少，這增加了與提供公用事業和發展基礎設施相關的成本，這些基礎設施長距離供應小社區。

智慧電網的概念包括對當前能源系統典型提出改變的每一個定義，智慧電網是可以智慧地整合所有連接到它的發電機、消費者和那些同時有效提供永續、經濟和安全電力供應的用戶的行為和行動的電力網絡；即使在發生災難時，現代智慧電網也能夠儲存、通信並做出有關提供電力服務的決策。現今並沒有標準化的智慧電網模型，因此智慧電網的設計取決於實施者的目標和能力。

分散式發電模式允許公用事業和電力用戶使電網能源多

樣化，儘管安裝分散式發電機意味著高投資成本，但這些系統的資本化可以通過高電壓/集中式發電系統的輸配電節省來平衡。

從技術角度來看，將再生能源，尤其是可變再生能源(VRE)併入電網，需要進行實質性的轉變，例如允許從由上而下(即從發電機到用戶)到由下而上(即最終用戶提供電力供應)的雙向能量流動，這可確保安裝分散式發電時的穩定性；建立有效的電力需求和電網管理機制，在系統可變性增加的情況下，減少峰值負荷，提高電網的靈活性、因應性及供應安全性；改善區域、國家和地方層面的電網互聯，這將提高電網平衡能力、可靠性和穩定性。在存在大量可變再生能源的情況下，引入技術和程序以確保適當的電網運行、穩定性和控制(例如，頻率、電壓、功率平衡)；另外有必要引入儲能容量，在電力供應超過需求時儲存來自可變再生能源的電力，以提高系統靈活性和供應安全性。

為此，加勒比海地區必須尋求採用最新的技術和設計方案，這些選項並不包括適用於每個國家的通用解決方案，而是根據特定的當地挑戰而納入的替代方案。每個國家都應與國家利益相關者協調進行深入的評估和規劃過程，以確定新電網應具有的最佳特徵，並選擇其中一個或多個應考慮的因素，諸如電網目前的狀態、資源可用性、目標和指標、資金和本地能力等因素。

六、監測與驗證

通過能源系統現代化來增強對災害的回復力，需要進行監測和驗證，以確定和評估其影響的實際範圍。干預的每個階段都需要一組指標，使評估者能夠衡量與基線情境相關的績效，監測和核查機制必須從計畫設計中納入，包括財政和技術資源的分配、週期和問責措施。

在災害風險管理方面，拉丁美洲及加勒比經濟委員會制定了一種方法，該方法對於確保實現抗災能力非常有用。該組織確定了七個關鍵要素：

(一)災害風險管理治理架構：

包括以下因素：促進災害風險管理的工具；將災害風險管理與氣候變化聯繫起來；獲取資訊和公眾參與；將恢復納入開發過程的標準。

(二)用於災害風險管理決策的品質資訊：

包括以下因素：技術指南的責任；激勵資訊和知識的產生和傳播。

(三)在計畫準備和評估週期中整合災害風險管理

(四)地域方法：

包括：災害風險管理流程的去中心化；土地利用規劃。

(五)部門方法。

(六)宏觀經濟政策：

包括：政策；資金管理；風險轉移機制的管理。

(七)災害風險管理策略和開發的整合

包括：國家發展策略中的災害風險管理；災後恢復，永

續發展的機會。

七、結語與建議

本報告將能源系統的韌性作為災害風險管理的一個組成部分，認為要因應氣候變遷，必需要考慮電力供應價值鏈的所有組成部分。因此，報告建議通過四項主要活動來促進加勒比海地區能源部門的韌性，包括：風險評估、消除障礙、能源部門的現代化，以及監測和驗證。由於加勒比海地區國家利益相關者對能源系統現代化以提高效率、獲取和成本效益的更廣泛興趣，該地區在這方面顯示出巨大的改進潛力。

另外，A. Flores, and L. Peralta (2020)還就千里達及托巴哥、格瑞那達兩國的狀況，探討分析其個別能源部門與災害回復力，並分別提出其邁向能源現代化的相關建議。

永續能源推動能源系統現代化，以全面因應災害和氣候變遷衝擊帶來的挑戰。氣候變遷的衝擊並不是促使決策者轉向更永續的能源典型的唯一問題，特定國家/地區的變革驅動因素可能會鼓勵更快地採用某一種再生能源技術而不是另一種。這些變革的驅動因素受到發展優先事項的影響，包括：政治、社會、環境和經濟因素。

一個重要的驅動因素是需要減少(或消除)對化石燃料的依賴，A. Flores, and L. Peralta (2020)認為，更具野心和長期的驅動因素也浮出水面，其中最重要的是：(1)能源市場的發展；(2)提高電力部門的可靠性；(3)再生能源的國內能源產量增加；(4)減少電價波動；(5)能源自給自足；(6)更新自發電和

分散式再生能源的規範架構；(7)電網現代化；(8)多元化能源生產組合，促進國內企業創新和新業務；(9)區域和地方互聯互通，以及(10)低碳排放。

能源系統需具備氣候變遷韌性已經逐漸成為因應氣候變遷衝擊的主流政策，此報告所提出的檢討分析程序及內容，即風險評估、消除障礙、能源部門的現代化，以及監測和驗證，適用於急需檢討能源部門之氣候韌性的國家及地區，是相當值得學習與參考的方向。

參考文獻

A. Lores and L. Peralta (2020), *The enhancement of resilience to disasters and climate change in the Caribbean through the modernization of the energy sector*, Studies and Perspectives series - ECLAC subregional headquarters for the Caribbean, No. 84 (LC/TS.2019/118-LC/CAR/TS.2019/7), Santiago, Economic Commission for Latin American and the Caribbean (ECLAC).

(Retrieved from:

https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/45098/S1901175_en.pdf)