

NCDR 110-A13

新南向國家防救災應變之盤點系列：
印度篇與尼泊爾篇



國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

國家災害防救科技中心

中華民國 111 年 01 月

新南向國家防救災應變之盤點系列： 印度篇與尼泊爾篇

林又青、施虹如、郭文達、李士強、何瑞益、張志新



國家災害防救科技中心

中華民國 111 年 01 月

中文摘要

本文以印度與尼泊爾為例，先簡介人口與行政區、氣候與地形等特性，並根據國際災害資料庫，針對近 20 年（2000 年至 2020 年）的重大災害事件進行統計與回顧，包含洪水災害、風暴、地震、乾旱、野火以及崩塌等。再來，依據國家階層，說明防災體系，包括其依循的法規、主責機關以及業務範疇。此外，以不同災害類別，詳述防減災相關單位，且透過實際案例說明，更能清楚了解國家的應變作為。本文最後說明印度與尼泊爾國家，與台灣及國際合作之情況，可掌握目前國際援助之相關單位與作為。期望透過本文的整理，增加國內對印度與尼泊爾災害防救知識與管理資訊的瞭解。

關鍵字：國際災害資料庫、防災體系、應變作為

ABSTRACT

This study presents the characteristics of population, administrative division, natural climate and geotopography in India and Nepal. To better understand the natural disasters in nearly 20 years (2000 ~ 2020), this study uses the international disasters emergency events database (EM-DAT) to perform the statistical analyses of major disaster events, including flood, earthquake, landslide, wildfire, drought and storm. Following different levels (centre, state, district and local), this study also describes the institutional framework for disaster management, including present structure, evolution and feature. Governments of India and Nepal develop related agencies for early warning, mitigation, prevention and evacuation of different natural disasters. Several major disaster examples are shown to illustrate how the forecasting systems can be operated to provide helpful warning information. This study finally explains the cooperation situation between India, Nepal and Taiwan. This paper contributes to recent understanding concerning the evolution of disaster management in India and Nepal.

Keywords: international disasters emergency events database, disaster management, disaster emergency action.

目錄

第一章 印度.....	1
1.1 背景說明	1
1.2 近 20 年重大災害回顧	4
1.3 防災體系介紹	11
1.3.1 國家災害管理局	12
1.3.2 國家災害管理研究所	13
1.3.3 國家災難應變部隊	14
1.3.4 一級行政區災害管理局	15
1.3.5 縣災害管理局	16
1.4 減災與應變作為	16
1.4.1 減災制定重點	18
1.4.2 應變預警作為	19
1.4.3 實際案例說明	31
第二章 尼泊爾.....	33
2.1 背景說明	33
2.2 近 20 年重大災害回顧	37
2.3 防災體系介紹	40
2.3.1 國家減災管理局	42

2.3.2	國家緊急行動中心	44
2.4	減災與應變作為	46
2.4.1	國家災害應變啟動架構	46
2.4.2	實際案例說明	51
第三章	國際合作情況	59
3.1	台灣合作方面	59
3.2	國際組織援助情況	60
第四章	結語	63
參考文獻	64

圖目錄

圖 1.1. 印度地理位置與行政區劃分(資料來源：Google 地圖).....	1
圖 1.2. 印度多種天然災害風險圖（資料來源：MHA）	3
圖 1.3. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件比例（資料來源：EM-DAT）	5
圖 1.4. 印度洪水危害圖（資料來源：MHA）	9
圖 1.5. 印度熱帶氣旋危害圖（資料來源：MHA）	10
圖 1.6. 印度災害管理結構圖(資料來源：MHA).....	11
圖 1.7. NDMA 網頁示意圖（資料來源：NDMA）	12
圖 1.8. NIDM 網頁示意圖（資料來源：NIDM）	13
圖 1.9. NDRF 網頁示意圖（資料來源：NDRF）	14
圖 1.10. NDRF 分布圖（資料來源：NDRF）	15
圖 1.11. IMD 網頁示意圖（資料來源：IMD）	20
圖 1.12. IMD 於 7/16 之雨量預警示意圖（資料來源：IMD）	21
圖 1.13. IMD 於 7/16 之一周降雨預警示意圖（資料來源：IMD） ..	21
圖 1.14. 2021 年印度西南季風預報（資料來源：IMD）	22
圖 1.15. IMD 於 7/16 提供之氣旋報告資訊（資料來源：IMD）	23
圖 1.16. 氣旋區域專責氣象中心網頁示意圖（資料來源：IMD） ..	24
圖 1.17. CWC 網頁示意圖（資料來源：CWC）	25

圖 1.18. 洪水警戒分級圖（資料來源：CWC）	26
圖 1.19. INCOIS 網頁示意圖（資料來源：INCOIS）	27
圖 1.20. TEWS 系統網頁示意圖（資料來源：INCOIS）	27
圖 1.21. GSI 網頁示意圖（資料來源：GSI）	28
圖 1.22. NLSM 計畫圈繪範圍示意圖（資料來源：GSI）	29
圖 1.23. Bhukosh 資料庫示意圖（資料來源：GSI）	29
圖 1.24. SASE 網頁與警報示意圖（資料來源：SASE）	30
圖 2.1. 尼泊爾位置與行政分區（資料來源：維基百科；災防科技中心繪製）	34
圖 2.2. 尼泊爾地質圖[23].....	34
圖 2.3. 尼泊爾地形圖[24].....	35
圖 2.4. 尼泊爾年雨量累積分布圖[23].....	36
圖 2.5. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件比例（資料來源：EM-DAT；災防科技中心繪製）	38
圖 2.6. 尼泊爾災害管理結構圖（資料來源：ADRC）	42
圖 2.7. 國家減災管理局（NDRRMA）網頁示意圖（資料來源：NDRRMA）	43
圖 2.8. 災害處置報告示意圖（資料來源：NDRRMA）	44

圖 2.9. 利用多元社群平台傳遞防災相關資訊（資料來源： NDRRMA）	44
圖 2.10. 國家緊急行動中心（NEOC）網頁示意圖（資料來源： NEOC）	45
圖 2.11. 國際援助協調架構（資料來源：CFE-DM，災防科技中心繪 製）	47
圖 2.12. 國家災害應變啟動架構與國際參與者之間的協調機制（資 料來源：OCHA, CFE-DM，災防科技中心繪製）	48
圖 2.13. 能源、水資源和灌溉部（MOEWRI）網頁示意圖（資料來 源：MOEWRI）	50
圖 2.14. 尼泊爾地震監測中心（NEMRC）網頁示意圖（資料來源： NEMRC）	51
圖 2.15. 2015 年尼泊爾大地震災後救援情形（資料來源： Shutterstock 授權於災防科技中心使用）	52
圖 2.16. 2014 年 Sindhupalchok 崩塌空照圖[31].....	54
圖 3.1. 智慧災防新南向計畫-印度與台灣合作	59
圖 3.2. 智慧災防新南向計畫-尼泊爾與台灣合作	60

表目錄

表 1.1. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件（資料來源：EM-DAT）	5
表 1.2. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前 7 大死亡人數事件彙整（資料來源：EM-DAT）	6
表 1.3. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前 7 大經濟損失事件彙整（資料來源：EM-DAT）	7
表 1.4. 印度天然災害減災與預警單位彙整表（資料來源：MHA；災防科技中心整理）	17
表 1.5. 2020 年印度洋安攀氣旋事件之政府應變作為彙整	31
表 1.6. 2021 年陶特氣旋事件之政府應變作為	32
表 2.1. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件（資料來源：EM-DAT）	38
表 2.2. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前五大死亡人數事件彙整（資料來源：EM-DAT）	39
表 2.3. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前五大經濟損失事件彙整（資料來源：EM-DAT）	40
表 2.4. 尼泊爾天然災害減災與預警單位彙整表（資料來源：災防科技中心彙整）	49

表 2.5. 應變組織角色與責任劃分-以 2015 年尼泊爾大地震為例（資料來源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整）	52
表 2.6. 應變組織角色與責任劃分-以 2014 年 Sindhupalchok 崩塌為例（資料來源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整）	55
表 2.7. 應變組織角色與責任劃分-以 2017 年季風洪水為例（資料來源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整）	57
表 3.1. 國際援助組織之相關資訊（資料來源：CFE-DM；災防科技中心彙整）	61

第一章 印度

1.1 背景說明

印度位於南亞，其人口數高居世界第二。根據世界銀行[1]的統計數據指出，近 20 年印度人口迅速增長，由 2000 年 10.57 億、2010 年 12.34 億至 2020 年已達 13.8 億人，約佔世界總人口（2020 年 77.53 億）17.8%。圖 1.1 顯示為印度全國行政劃分，共有 35 個一級行政區，包含：28 個邦、6 個聯邦屬地以及 1 個聯邦首都轄區（德里）。

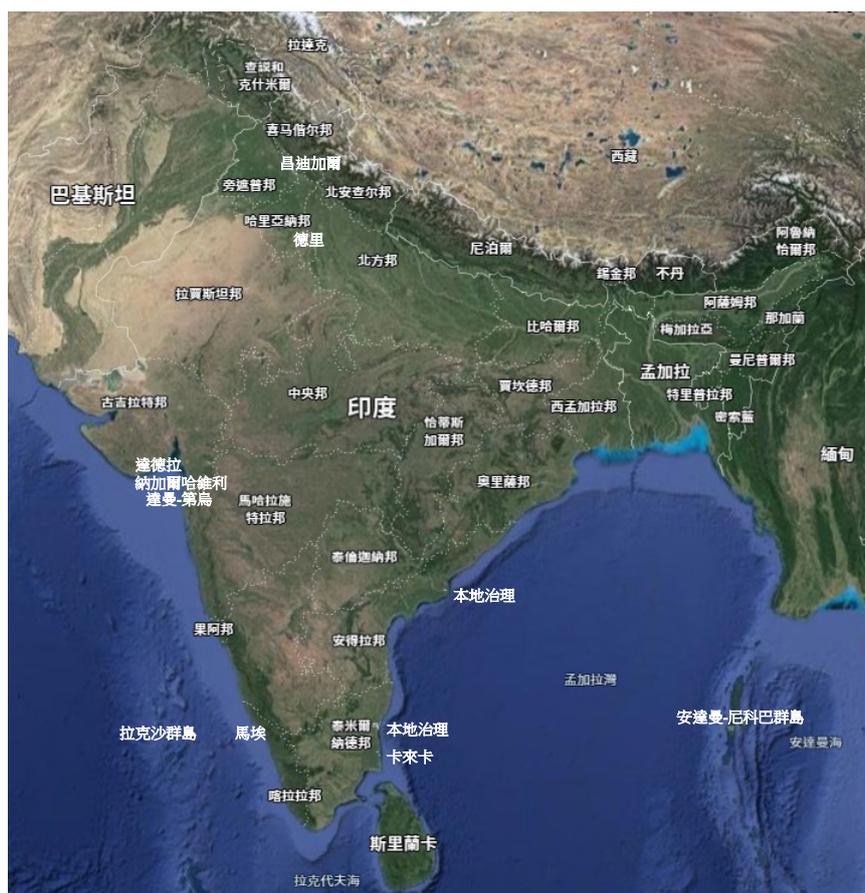


圖 1.1. 印度地理位置與行政區劃分(資料來源：Google 地圖)

印度總面積約 328 萬 7 千餘平方公里，南北長 3,214 公里，東西長 2,993 公里，是世界面積第七大國。印度地理位置如圖 1.1 所示[2]，與阿拉伯海與孟加拉灣相毗鄰，西北部與巴基斯坦接壤，北部與中國、不丹以及尼泊爾接壤，東部則與緬甸接壤。由於受到喜馬拉雅山（Himalayans）和塔爾沙漠（Thar Desert）的影響，使得印度擁有各種氣候區域，大部分屬於熱帶季風氣候區，西北部為副熱帶草原及沙漠氣候，喜馬拉雅北部則為高山氣候區。

此外，印度氣象局（India Meteorological Department, IMD）定義 4 種季節：(1) 冬季，1 月至 2 月；(2) 季風前季節，3 月至 5 月；(3) 季風或雨季，6 月至 9 月；(4) 季風後季節，10 月至 12 月。根據 IMD 的 2020 年氣候總報告資料指出[3]，2020 年印度全國地區之年平均降雨量為 968 毫米，為 1961 年至 2010 年印度雨季長期平均值（Long Period Average, LPA）880 毫米的 110%。然而，降雨分配不均且大多集中在季風前至雨季期間，季風降雨過多，常導致印度發生洪災。

印度擁有豐富多樣的地形地貌，包括：雪山山脈、沙漠、平原、雨林、丘陵以及高原。然而，其獨特的地理特性，使不同地形地貌都具有潛在風險。喜馬拉雅地區容易發生地震與坡地災害，平原地區則

幾乎每年都會受到洪水的衝擊，沙漠地區則受到乾旱影響，而沿海地區係易受風暴襲擊。根據印度內政部 (Ministry of Home Affairs, MHA) 之災害管理報告指出 (2011) [4]，由於印度多種不利的地理氣候條件 (geo-climatic conditions) 及其高度的社會經濟脆弱性 (socio-economic vulnerability)，印度極容易遭受洪水、乾旱、風暴、地震以及野火等災害，35 個一級行政區中就有 27 個是屬於易受災地區 (圖 1.2)。

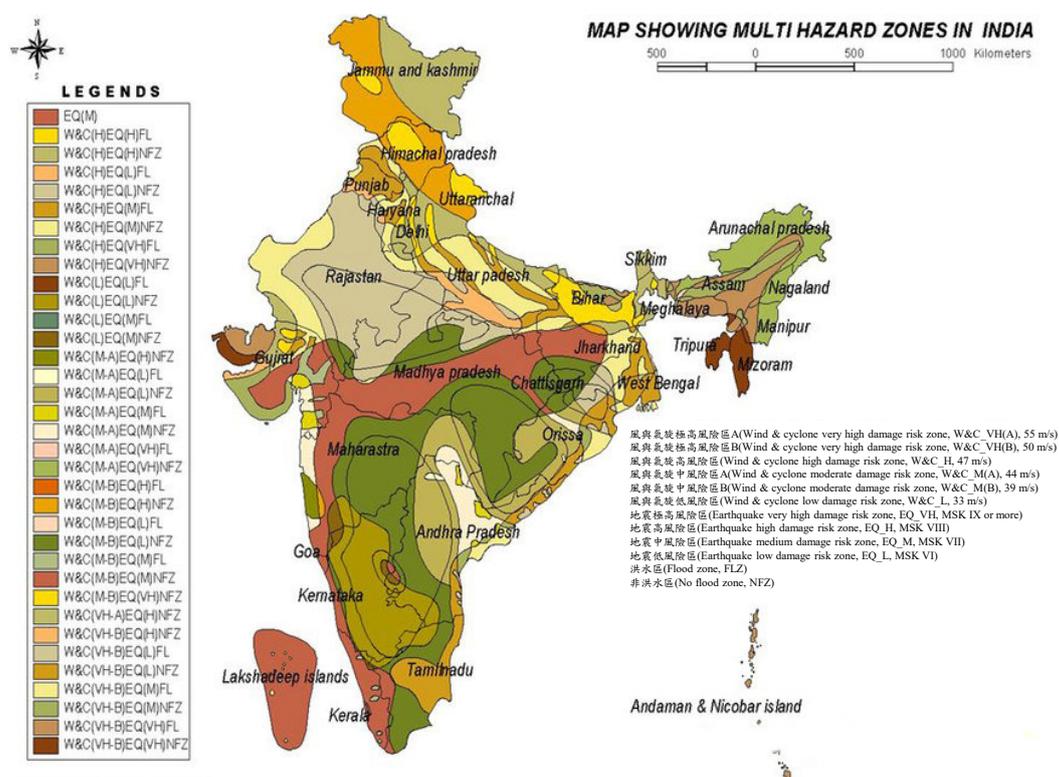


圖 1.2. 印度多種天然災害風險圖 (資料來源：MHA)

此外，全國陸地的 58.6%面積為容易發生中度 (moderate) 到非常高強度 (very high intensity) 的地震；超過 4,000 萬公頃 (佔全國陸

地的 12%) 面積係容易遭受洪水與河流侵蝕；全國 7,516 公里長的海岸線中就有接近 5,700 公里，係容易受到風暴潮與海嘯侵襲；全國可耕地面積之 68%，易受乾旱影響；印度丘陵地區則面臨坡地災害與雪崩的潛在衝擊。

1.2 近 20 年重大災害回顧

根據聯合國減災辦公室 (The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, UNDRR) 調查報告[5]，結果顯示印度係世界第三大災害頻繁國家，僅次於中國和美國，這些國家之特色係都擁有廣闊國土且人口密度相對較高之高風險陸地。

為探討印度近 20 年 (2000 至 2020 年) 重大災害事件，本研究根據國際災害資料庫 (EM-DAT) [6]，進行彙整統計。表 1.1 顯示為印度近 20 年之災害事件發生次數統計。結果顯示，印度近 20 年合計發生 332 件重大災害，包括：洪水災害、風暴、極端氣溫、地震、乾旱、野火以及崩塌，其中洪水與風暴災害所發生的事件合計數目，係佔所有事件的 79% (圖 1.3)。

表 1.1. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件（資料來源：

EM-DAT）

排序	天然災害類型	天然災害事件次數
1	洪水	176
2	風暴	85
3	極端氣溫	31
4	崩塌	23
5	地震	10
6	乾旱	5
7	野火	2

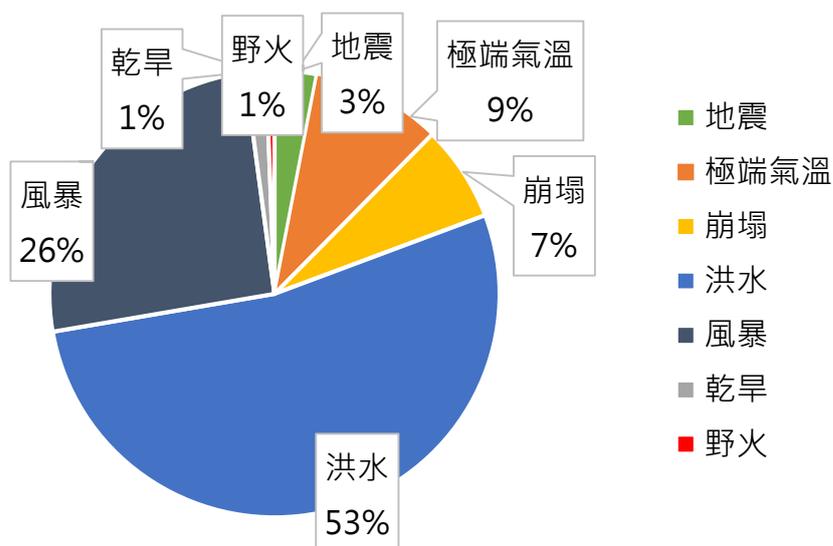


圖 1.3. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件比例（資料來

源：EM-DAT）

根據死亡人數排序，表 1.2 進一步彙整前 7 大災害事件，結果指出以 2001 年印度古吉拉特邦大地震最為嚴重，造成 20,005 人喪生，

約 632 萬人受災害影響以及約 26 億美元的經濟損失；其次為 2004 年印度洋大地震，引發海嘯導致印度 16,389 人喪生，約 65 萬人受災害影響以及約 10 億美元的經濟損失；排名第 3 係 2013 年的季風降雨洪水事件，造成 6,054 人喪生，約 50 萬人受災害影響以及約 11 億美元的經濟損失。

表 1.2. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前 7 大死亡人數事件彙整（資料來源：EM-DAT）

排序	事件發生期間		影響地區	災害類型	死亡人數 (人)
	年份	月/日			
1	2001	01/26~01/26	古吉拉特邦	地震	20,005
2	2004	12/26~12/26	泰米爾納德邦、安得拉邦、喀拉拉邦、安達曼-尼科巴群島等	地震	16,389
3	2013	06/12~06/27	北阿坎德邦、喜馬偕爾邦以及北方邦等	洪水災害	6,054
4	2015	05/20~05/31	安得拉邦、奧里薩邦	極端氣溫	2,248
5*	2020	6 月~08/16	阿薩姆邦、比哈爾邦、古吉拉特邦以及恰蒂斯加爾邦等	洪水災害	1,922
6	2019	07/14~09/30	馬哈拉施特拉邦、喀拉拉邦、拉賈斯坦邦、西孟加拉邦、卡納塔克邦以及北阿坎德邦等	洪水災害	1,900
7	2005	10/08~10/08	查謨和克什米爾	地震	1,309

*EM-DAT 資料庫中並無記錄該事件 6 月之起始日

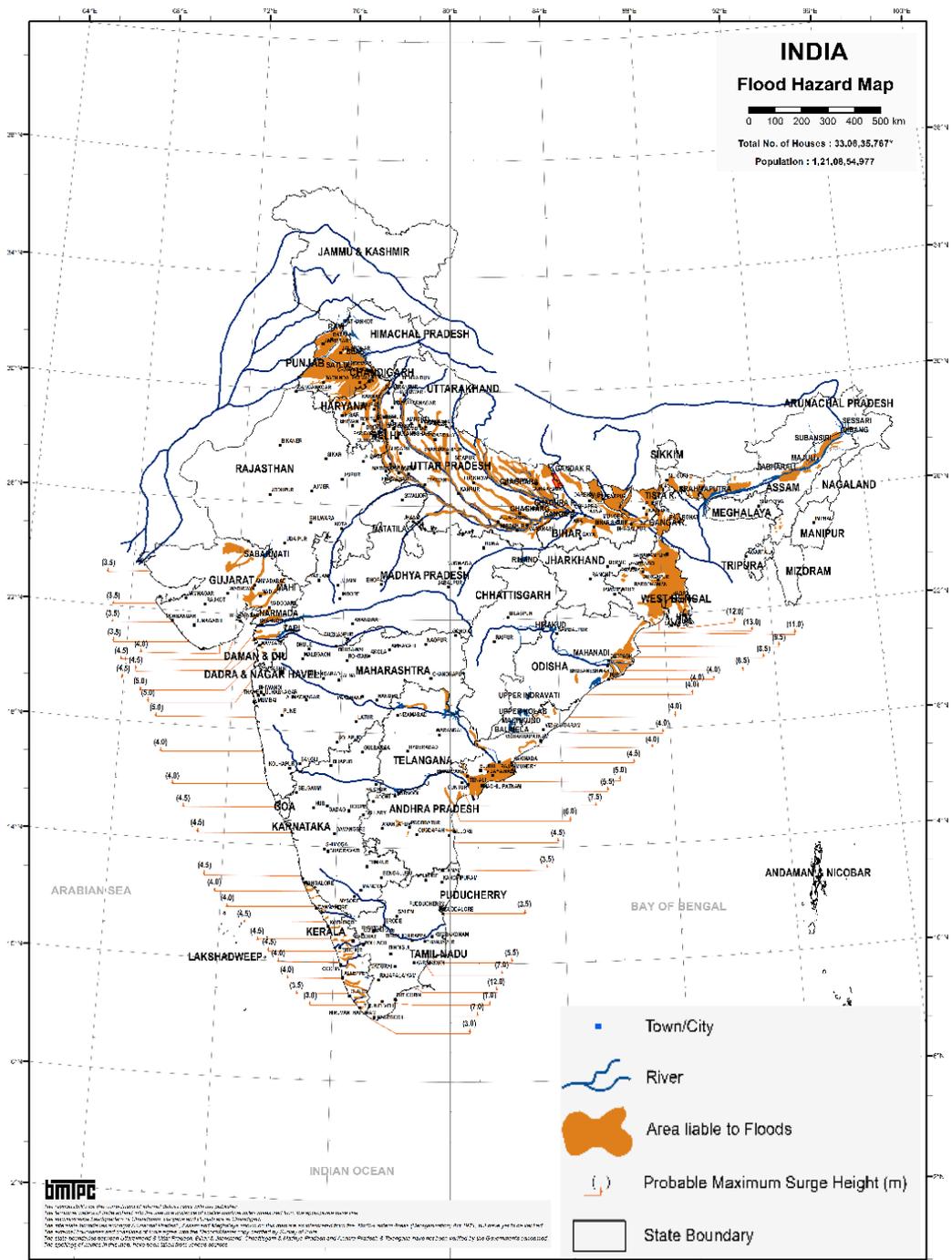
此外，表 1.3 統計印度近 20 年重大災害事件中之前 7 大經濟損失事件，顯示以 2014 年 9 月期間之洪水災害帶來最高的經濟損失，約 160 億美元，且該事件亦造成 298 人員死亡，以及約 27 萬人受災。

表 1.3. 印度近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前 7 大經濟損失事件彙整（資料來源：EM-DAT）

排序	事件發生期間		影響地區	災害類型	經濟損失 (億美元)
	年份	月/日			
1*	2014	9 月期間	查謨-克什米爾邦	洪災	160
2	2020	05/20~05/20	西孟加拉邦	風暴	135
3	2019	07/14~09/30	馬哈拉施特拉、喀拉拉邦、拉賈斯坦邦、西孟加拉邦、卡納塔克邦以及北阿坎德邦等	洪災	100
4*	2020	6 月~08/16	阿薩姆邦、比哈爾邦、古吉拉特邦以及恰蒂斯加爾邦等	洪災	75
5	2014	10/12~10/12	安得拉邦、奧里薩邦以及恰蒂斯加爾邦等	風暴	70
6	2020	10/01~10/26	安得拉邦、泰倫加納邦等	洪災	40
7	2006	07/28~09/12	馬哈拉施特拉邦、安得拉邦、古吉拉特邦、恰蒂斯加爾邦等	洪災	33.9

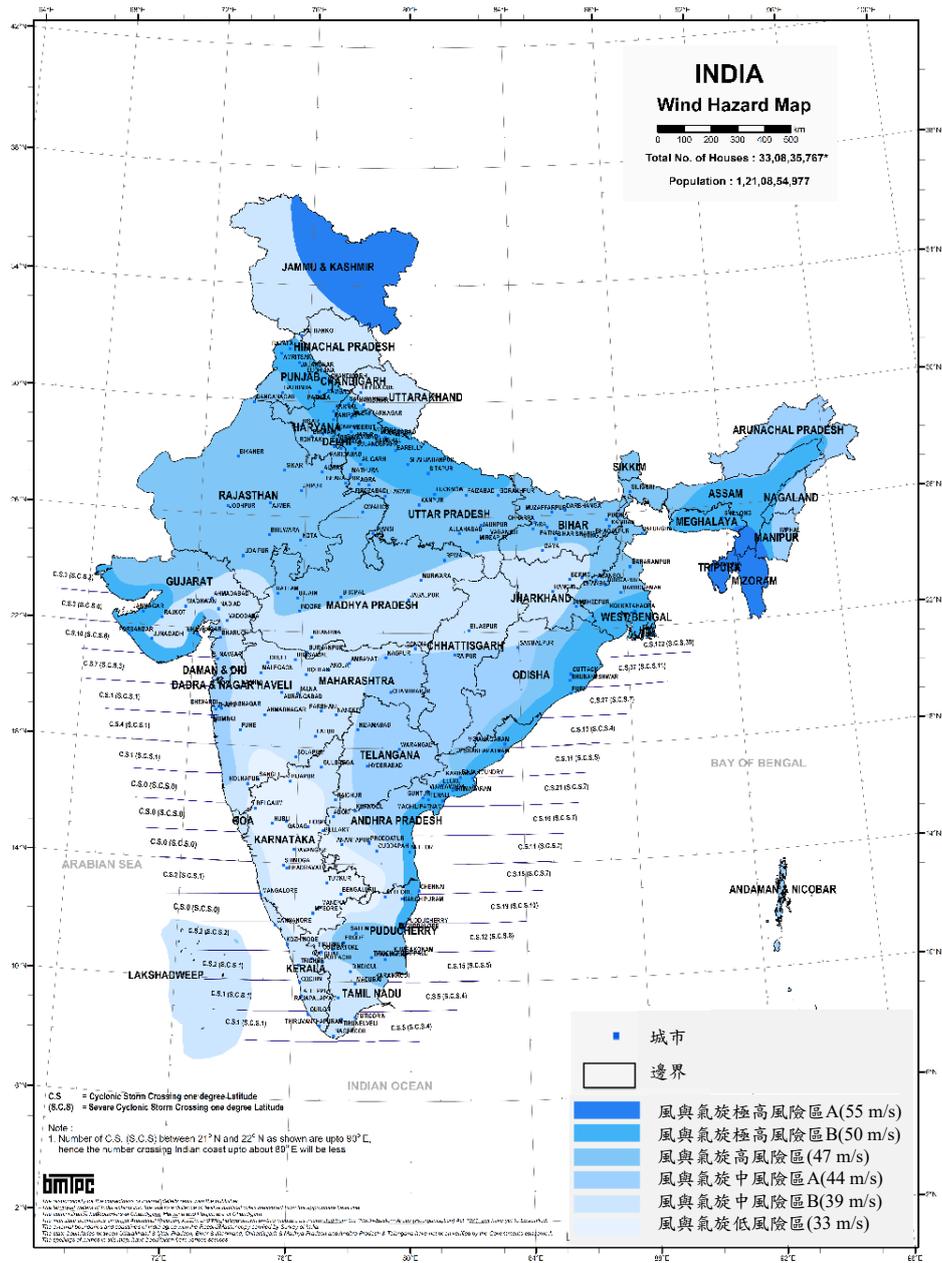
*EM-DAT 資料庫中並無記錄該事件之詳細起始日

根據印度內政部災害管理報告(2011)[4]指出，印度每年均會發生洪水災害，且幾乎所有流域都會發生洪災(圖 1.4)，導致巨大的災害損失。此外，熱帶氣旋的侵襲為僅次於洪災事件之易發生災害，平均而言，每年大約有 5 至 6 個熱帶氣旋會在孟加拉灣和阿拉伯海形成且侵襲印度海岸地區(圖 1.5)，而其中將會有 2 或 3 個熱帶氣旋會造成嚴重災情，包括強風、豪雨、風暴潮以及洪水。由於獨特的地理環境與高密度人口特性，使得印度為世界上發生各類自然災害最頻繁的國家之一。



BMTPC : Vulnerability Atlas - 3rd Edition; Peer Group, MoHUA; Map is Based on digitised data of SOI, GOI; Census of India 2011; Flood Atlas (1987), Task Force Report (2004), C.W.C., G.O.I. Houses/Population as per Census 2011; * Houses including vacant & locked houses. Disclaimer: The maps are solely for thematic presentation.

圖 1.4. 印度洪水危害圖 (資料來源：MHA)



BMPIC - Vulnerability Atlas-3rd Edition; Peer Group; M&H&J; Map is Based on digitized data of SOI, COI, Basic Wind Speed Map National Building Code: 2016; Cyclone Data, 1691-2016, IMD, GOI. Houses/Population as per Census 2011. *Houses including vacant & locked houses. Disclaimer: The maps are solely for thematic presentation.

圖 1.5. 印度熱帶氣旋危害圖 (資料來源：MHA)

1.3 防災體系介紹

印度在 2005 年通過該國的災害管理基本法源為災害管理法 (The Disaster Management Act, 2005)。印度內政部依據法源負責國家災害管理的整體協調，並在 2006 年成立印度國家災害管理局 (National Disaster Management Authority, NDMA)，負責制定國家層級的災害管理政策、計劃和指南 (guideline) [7]。

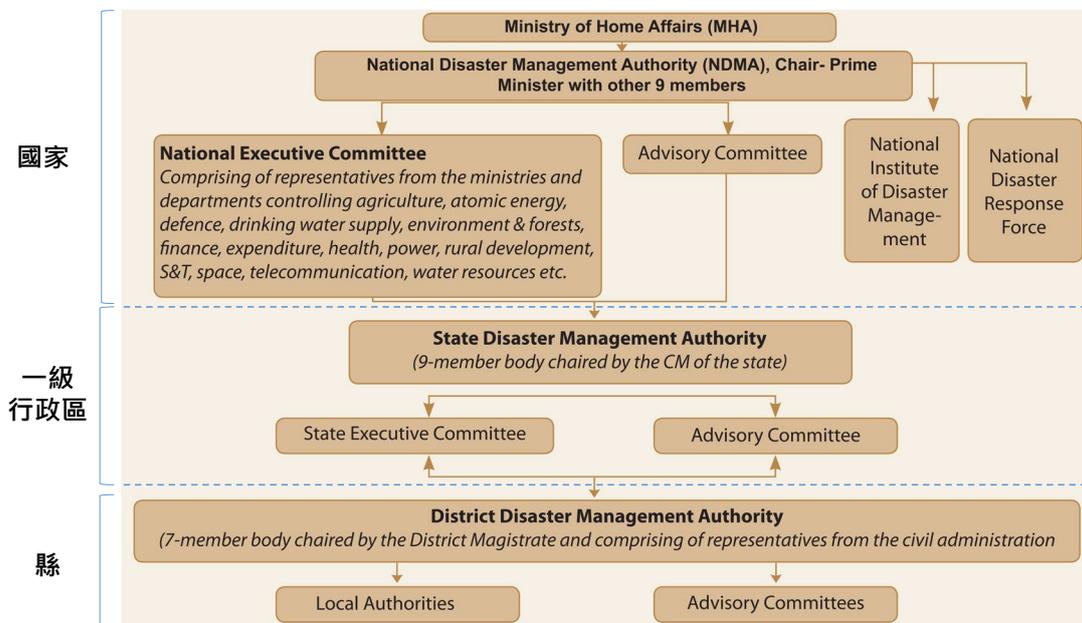


圖 1.6. 印度災害管理結構圖(資料來源：MHA)

印度災害管理結構 (圖 1.6) 由上而下分為：國家 (centre)、一級行政區 (state) 與縣 (district) 三個層級，分層指導防災作為，一級行政區政府在中央的支持下執行災管業務，並有單獨的災管架構，而中央僅在一級行政區政府提出需求時，才能參與並給予直接指導，最後由地方政府將防災政策，具體落實到社區居民 (community)。

1.3.1 國家災害管理局

NDMA 為印度災害管理的最高機構（圖 1.7），乃指導國家主管防災部會與一級行政區政府，制定減少災害風險措施及災害風險管理計畫。NDMA 提供氣旋、崩塌、洪災、冰湖潰決、熱浪、風暴、乾旱、海嘯、雪崩與地震等，多項天然災害類別的管理指南。NDMA 下設有國家執行委員會（National Executive Committee）[8]與諮詢委員會（Advisory committee），前者是國家災管計畫的實際撰寫單位，監督國家政策的實施，後者在協助國家防災部門履行職能。

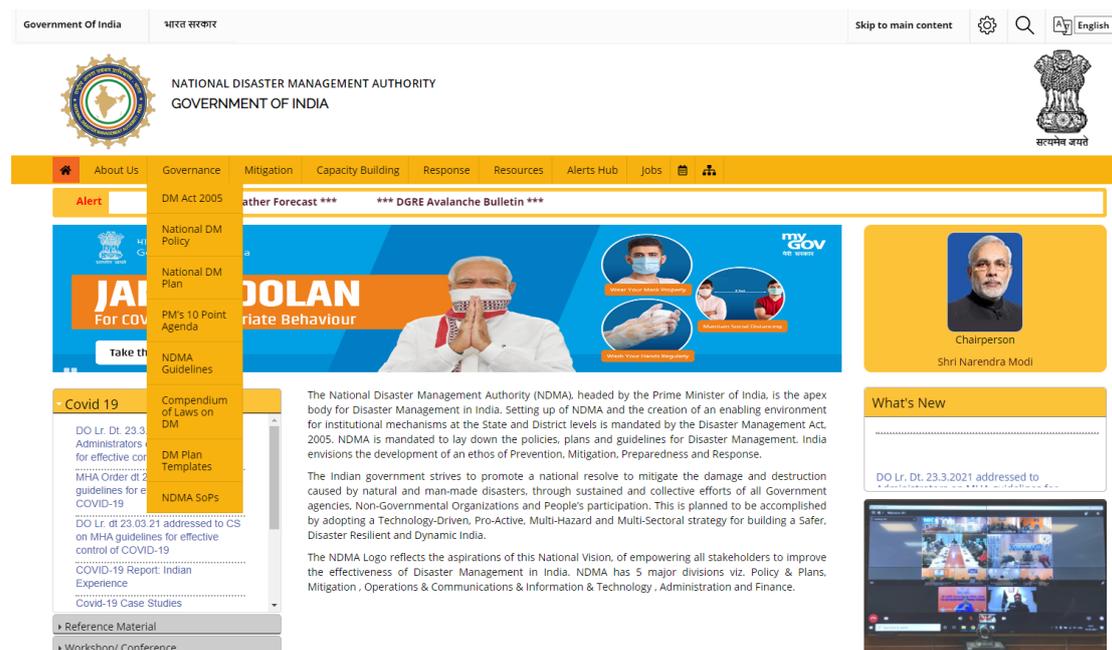


圖 1.7. NDMA 網頁示意圖（資料來源：NDMA）

1.3.2 國家災害管理研究所

國家災害管理研究所（National Institute of Disaster Management, NIDM）[9]（圖 1.8）成立於 2003 年，「災害管理法」賦予其法定地位，載明職責包含：災害管理的研究及培訓模式開發，舉辦相關學習課程、會議、講座和研討會，出版災管期刊、研究論文和書籍，促進災管成效並使其制度化。NIDM 的主要研究範疇有：地質災害、水文氣象災害、政策規劃和跨領域議題、災害應變等四個部門。



圖 1.8. NIDM 網頁示意圖（資料來源：NIDM）

1.3.3 國家災難應變部隊

國家災難應變部隊 (National Disaster Response Force, NDRF) [10] (圖 1.9) 專職在執行天然與人為災害應變，也可應對化學、生物、放射和化生放核等緊急災害狀況。NDRF 目前由 12 個營組成，並根據印度的災害潛勢，預先佈署在不同地點，在各地面臨嚴重災害時，主動提供救援，縮短前進災區的時間，減少人員傷亡，各營分布位置如圖 1.10 所示。



圖 1.9. NDRF 網頁示意圖 (資料來源：NDRF)

部隊組成包含：邊境安全部隊 (Border Security Force, BSF) 和中央後備警察部隊 (Central Reserve Police Force, CRPF)，中央工業安全部隊 (Central Industrial Security Force, CISF)、印藏邊防警察 (Indo-

Tibetan Border Police, ITBP) 和武裝邊防部隊 (Sashastra Seema Bal, SSB)。每營有 18 個專業搜救隊，有工程師、技術員、電工、搜救犬隊與醫療護理人員，每營人數達上千人。

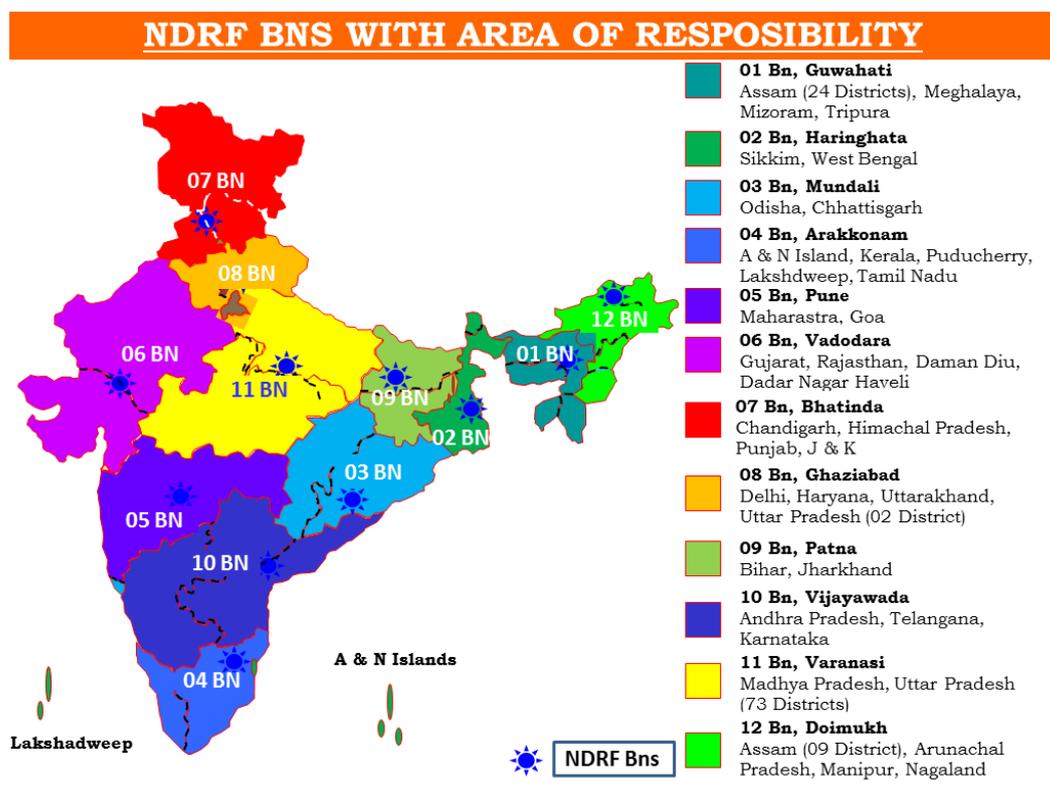


圖 1.10. NDRF 分布圖 (資料來源：NDRF)

1.3.4 一級行政區災害管理局

在「災害管理法」的規範下印度各一級行政區需設置所屬一級行政區災害管理局 (State Disaster Management Authority, SDMA) 與制定災管計劃，內容含括：地區基本資料介紹、災害脆弱性評估與風險分析、防災措施建議，且須把防減災措施納入地區開發計畫考量裡。SDMA 下設置執行委員會 (State Executive Committee) 和諮詢委員會，

負責協調和監督一級行政區災管計劃實施。

1.3.5 縣災害管理局

縣災害管理局 (District Disaster Management Authority, DDMA) 亦在 NDMA 指導下執行縣層級的災管規劃、協調和實施。DDMA 有權檢查縣內所有建物，加強設計安全標準，安排救災和應變措施，以及指導縣政當局、警察和民政部門等執行防災業務。

另外，在人口數超過 250 萬的大城市裡，則建議市長在市政團隊與當地警察的協助下直接負責災害與危機管理。

1.4 減災與應變作為

印度國家災害管理計畫含應變 (Response)、減災 (Mitigation) 和防災能力建構 (Capacity Building) 三部分，各天然災害指南為原則性說明，負責部制定更細緻的減災計劃和應變監測機制。印度各天然災害減災與預警負責的單位整理如表 1.4。

表 1.4. 印度天然災害減災與預警單位彙整表（資料來源：MHA；災
防科技中心整理）

災害類別	執行單位
地震	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度地球科學部(Ministry of Earth Sciences) https://www.moes.gov.in/
洪災	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度水資源部(Ministry of Water Resources) http://jalshakti-dowr.gov.in/ ■ 印度中央水利委員會(Central Water Commission, CWC) http://cwc.gov.in/
乾旱	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度農業與農民福利部(Department of Agriculture and Cooperation, Ministry of Agriculture) https://agricoop.nic.in/en
崩塌	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度礦物部(Ministry of Mines) https://www.mines.gov.in/ ■ 印度地質調查局(Geological Survey of India, GSI) https://www.gsi.gov.in/webcenter/portal/OCBIS
雪崩	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度國防部(Ministry of Defence) https://www.mod.gov.in/ ■ 雪崩研究實驗室(Snow and Avalanche Study Establishment, SASE) https://www.drdo.gov.in/labs-and-establishments/snow-avalanche-study-estt-sase
森林火災	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度環境、森林與氣候變遷部(Ministry of Environment, Forest and Climate Change) http://moef.gov.in/en/
氣旋	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度氣象局(India Metrological Department) https://mausam.imd.gov.in/
海嘯	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度地球科學部(Ministry of Earth Sciences) https://www.moes.gov.in/ ■ 印度國家海洋訊息服務中心(Indian National Centre for Oceanic Information Services, INCOIS) https://incois.gov.in/

1.4.1 減災制定重點

(1) 降雨崩塌與雪崩：平時與災時的管理架構與執行期程制度化。

讓社會大眾了解崩塌和雪崩的各面向知識，並促使民眾採取減災行動，有效減低災害風險及減災成本。

(2) 氣旋：建置預警系統，提供危險區域、避難處所、建物、聯外道路、堤防、通信與電力傳輸網絡等資訊。並進行軟性減災策略，

如：沿海地區管理、沿海洪氾區管理、自然資源管理、GIS 圈繪氣旋危險區域。採用主動參與、失效安全 (fail safe)、跨領域研究合作方式，降低氣旋災害風險與提高大眾防災意識。

(3) 地震：在都市計畫細則中強調新蓋建物都要符合耐震規範，位

在地震災害潛勢區的既有維生管線與重要設施，需進行結構安全稽核，若有安全疑慮應進行抗震加固改造。

(4) 洪水：著重災前的整備與減災措施、災時應變以及災害快速救

援和復原作為。也強調非結構性的防災作為的重要性，如：建立流域洪水管理組織，成立國家洪水管理學院進行教育、研究、培訓。

另外，針對季風期間易發生淹水的都市地區 (Urban Flooding)，製定管理計劃，建議檢視排水系統設計與操作，進行都市洪水風險與脆弱度分析、製作危害度圖並提供應對措施。

(5) 海嘯：載明印度海嘯風險與脆弱度，以及海嘯風險管理制度、法律、結構性減災措施與保護沿海生命線 (lifeline) 等國家層級減災策略。

(6) 乾旱管理：提出國家與一級行政區應遵循的管理政策和體系架構，著重說明國家層級的管理，重要政策含：乾旱強度評估、宣布條件、排序優先管理區域和策略實施。

1.4.2 應變預警作為

(1) 降雨、氣旋預警：印度氣象局 (IMD) [11]

IMD (圖 1.11) 是印度氣象觀測、天氣預報的主要機構，總部在新德里，在印度和南極均設有觀測站，同時也是世界氣象組織 (World Meteorological Organization, WMO) 北印度洋區域專責氣象中心。

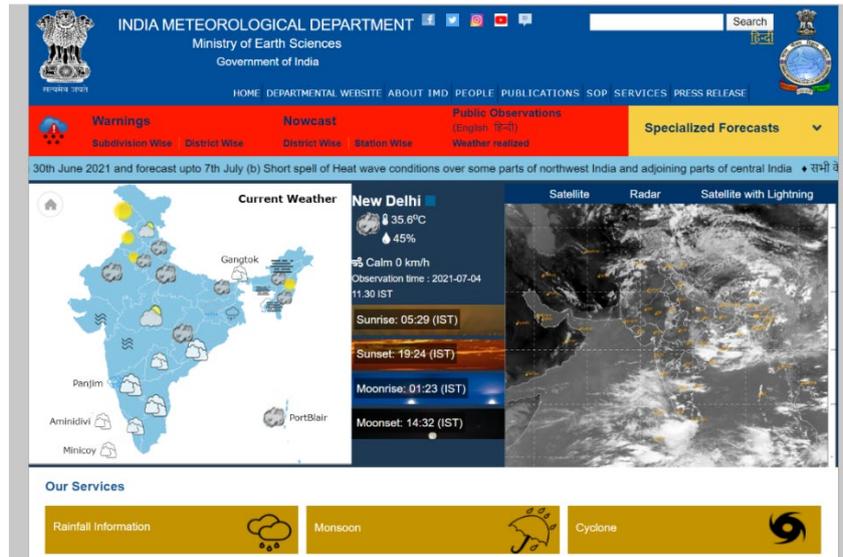


圖 1.11. IMD 網頁示意圖（資料來源：IMD）

■ 降雨預報

印度 80% 的年降雨量來自西南季風季節（6 月至 9 月），季風降雨的時空分布特性，和地形及天氣系統特性有關，印度境內設置廣泛的雨量站和降雨監測系統，透過這些系統資料，IMD 提供縣層級（district wise）與雨量站層級（station wise）的每日即時降雨數據與警戒資訊（圖 1.12）。以日降雨資料為分析基礎，提供一級行政區與縣層級的一周降雨資訊與災害預報（圖 1.13）。另外，IMD 會在當年 4 月首次發布西南季風季的長期降雨預報結果，並在 6 月再次更新（圖 1.14）。

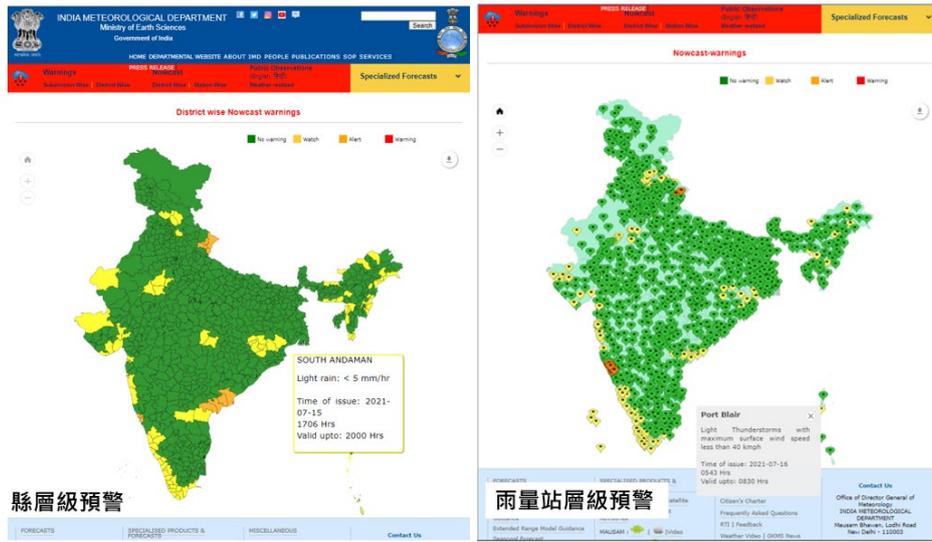


圖 1.12. IMD 於 7/16 之雨量預警示意圖 (資料來源：IMD)

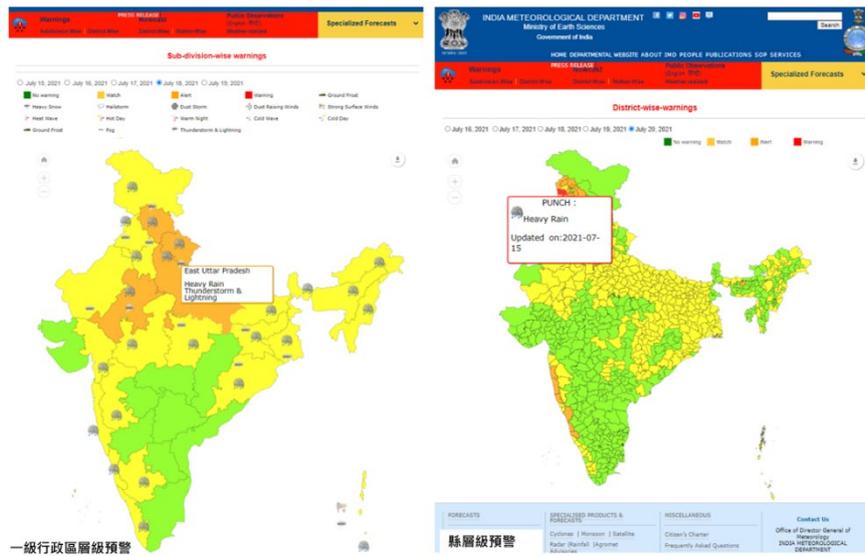


圖 1.13. IMD 於 7/16 之一周降雨預警示意圖 (資料來源：IMD)

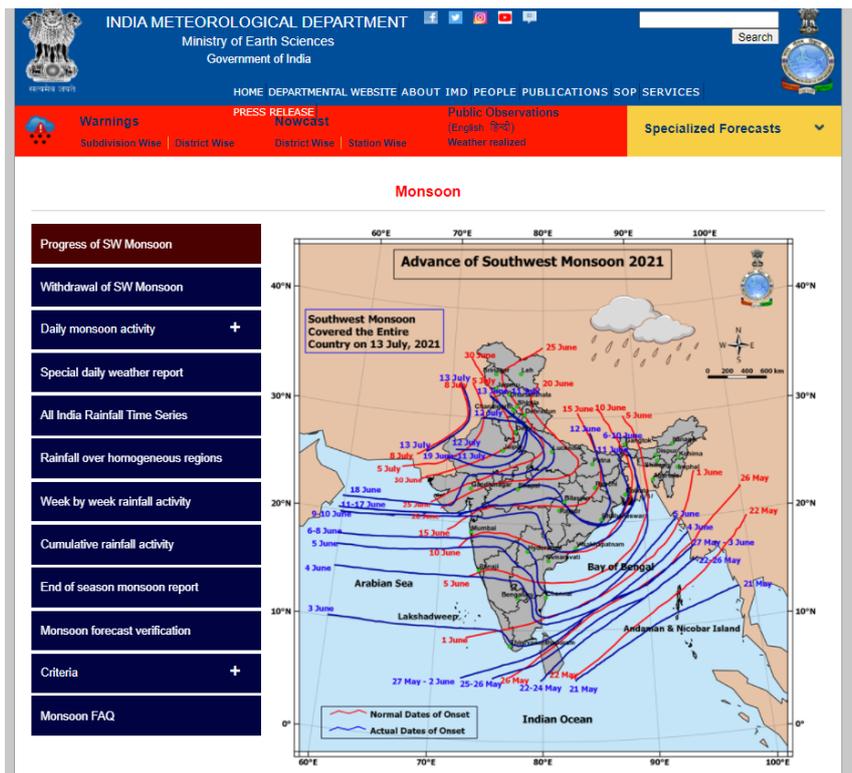


圖 1.14. 2021 年印度西南季風預報（資料來源：IMD）

■ 熱帶氣旋區域專責氣象中心[12]

IMD 負責監控與預測北印度洋區域的氣旋擾動狀況，提供氣旋諮詢與警報發布。IMD 向印度一級行政區提供四階段的預警資訊，依序為：(i) 72 小時前提供氣旋預報資料 (pre-cyclone watch)；(ii) 至少提前 48 小時發出氣旋警告 (cyclone alert)；(iii) 至少提前 24 小時發布氣旋警戒 (cyclone warning)；(iv) 至少在登陸前 12 小時發布預計登陸時間。提供氣旋的現況說明、預測路徑、預測強度，以利相關單位盡早進行減災應變作業（圖 1.15）。



圖 1.15. IMD 於 7/16 提供之氣旋報告資訊（資料來源：IMD）

IMD 身為北印度洋的專責氣象中心（圖 1.16），氣旋資訊也提供 MWO 及聯合國亞洲及太平洋經濟社會委員會（U.N. Economic and Social Commission for Asia and the Pacific, ESCAP）成員國參考使用。國際民用航空組織（International Civil Aviation Organization, ICAO）亦要求新德里總部作為國際民用航空的熱帶氣旋諮詢中心（Tropical Cyclone Advisory Centre, TCAC）。

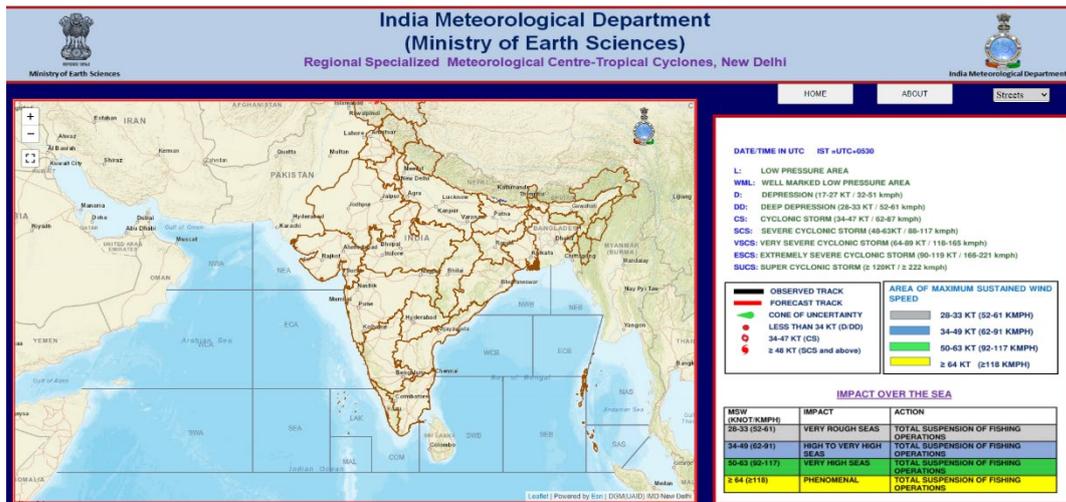


圖 1.16. 氣旋區域專責氣象中心網頁示意圖（資料來源：IMD）

(2) 洪水預警：印度中央水務委員會（CWC）[13]

CWC (圖 1.17) 隸屬印度水資源部門，職責是協助一級行政區制定防洪措施，與協調執行水資源保護、控制與利用計劃，開發水力發電也是職責之一。CWC 在印度洪汛期（約 5 月 1 日/6 月 1 日至 10 月 31 日/12 月 31 日）內監測全國主要河川的流量及水位，提供預警服務，洪水預報網覆蓋全國 325 個測站、197 個低窪地區、128 個水庫、20 個以上流域，預警範圍超過 25 個一級行政區。

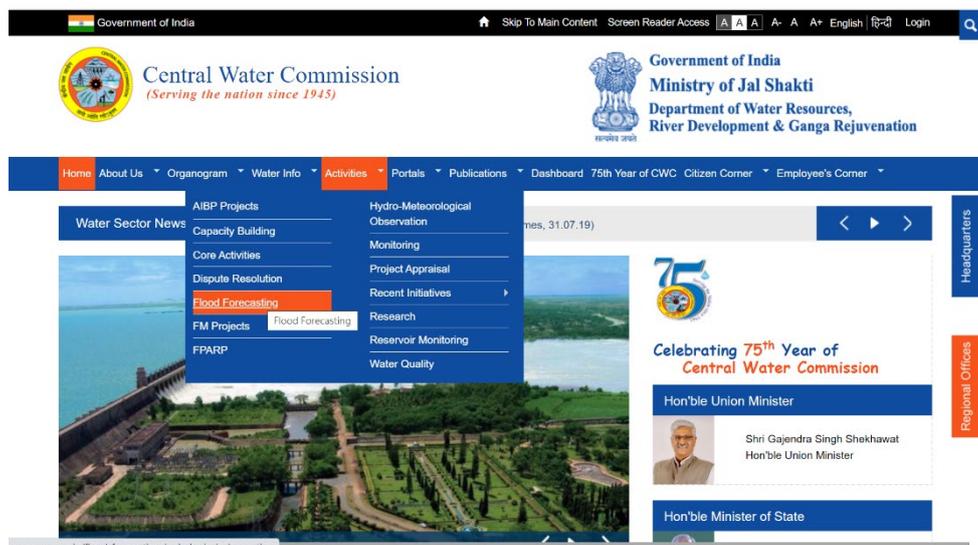


圖 1.17. CWC 網頁示意圖（資料來源：CWC）

CWC 的水情監測共分四個警戒等級（正常、高於正常、嚴重、極端）（圖 1.18），其中「正常」水情代表河川水位低於警戒水位（warning level）；「高於正常（above normal flood）」洪水係以黃色表示，代表河川水位已達或超過警戒水位，但仍低於危險水位（danger level）；「嚴重洪水（severe flood）」係呈現橙色水情，每三小時會更新一次，係指河川水位已達或超過危險水位，但低於最高洪水位（highest flood level）；「極端洪水（extreme flood）」則以紅色水情呈現，會每小時更新一次，代表河川水位已達或超過最高洪水位。紅色與橙色警戒會傳遞到印度總理辦公室（Prime Minister's Office）與內閣秘書處，黃色警戒則會廣發給各洪水減災相關部會。在洪水發生前向中央及一級行政區主管部門提出受災地區警告。當局藉此決定進行疏散低窪地區人

員，協助民眾將財產轉移到更安全、更高的地方。水庫則參考預測入流量，操作水庫閘門，確保洩洪安全。



圖 1.18. 洪水警戒分級圖（資料來源：CWC）

（3）海嘯預警：印度國家海洋信息系統中心（INCOIS） [14]

2004 年 12 月 26 日南亞海嘯發生後，INCOIS（圖 1.19）便建立了印度國家海嘯預警系統（India Tsunami Early Warning System, TEWS）（圖 1.20） [15]，並制定海嘯監視與警報發布協定。TEWS 系統在 20 分鐘內可以探測到發生在印度與印度洋地區，規模 6 以上地震事件。並在發生後約 25-30 分鐘內，提供 MHA 第一報警報資訊，包含：地震的發生時間、震源、震央、規模、震度和發生深度等訊息。另外，配合印度海洋技術研究中心（National Institute of Ocean Technology, NIOT） [16]在震後偵測的海水位上升狀況，TEWS 系統會在地震發生 60 分鐘內發布海嘯警報。



圖 1.19. INCOIS 網頁示意圖（資料來源：INCOIS）



圖 1.20. TEWS 系統網頁示意圖（資料來源：INCOIS）

(4) 崩塌災害預警：印度地質調查局（GSI）[17]

GSI (圖 1.21) 成立於 1851 年，負責進行地質調查研究、崩塌潛勢區劃定及崩塌預警，協助中央與一級行政區採取適當的減災與預防

措施，減少喜馬拉雅山和次喜馬拉雅地區發生的崩塌災害。在印度約有 42 萬平方公里的土地屬於易崩塌地區，集中分布在喜馬拉雅山區，部分分布在西高止山脈（West Ghats）和康坎山（Konkan hills）。喜馬拉雅山區也是容易發生地震地帶，更增加了地震引發崩塌發生的機會。

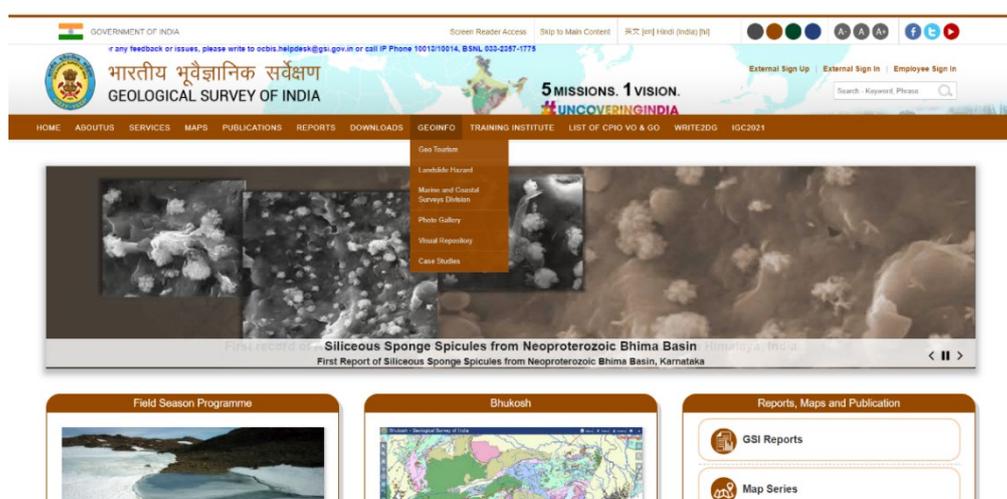


圖 1.21. GSI 網頁示意圖（資料來源：GSI）

印度在 2014 年執行國家崩塌潛勢圖（National Landslide Susceptibility Mapping, NLSM）計畫，目標在圈繪涵蓋 42 萬平方公里易發生崩塌地區（圖 1.22）1:50,000 比例尺的崩塌潛勢圖，並將調查結果建置在線上 GIS 資料庫「Bhukosh」[18]上，Bhukosh 系統上可查詢印度全國地質、地震及崩塌資料，崩塌災害事件點位跟崩塌潛勢圖圈繪成果如圖 1.23 所示。

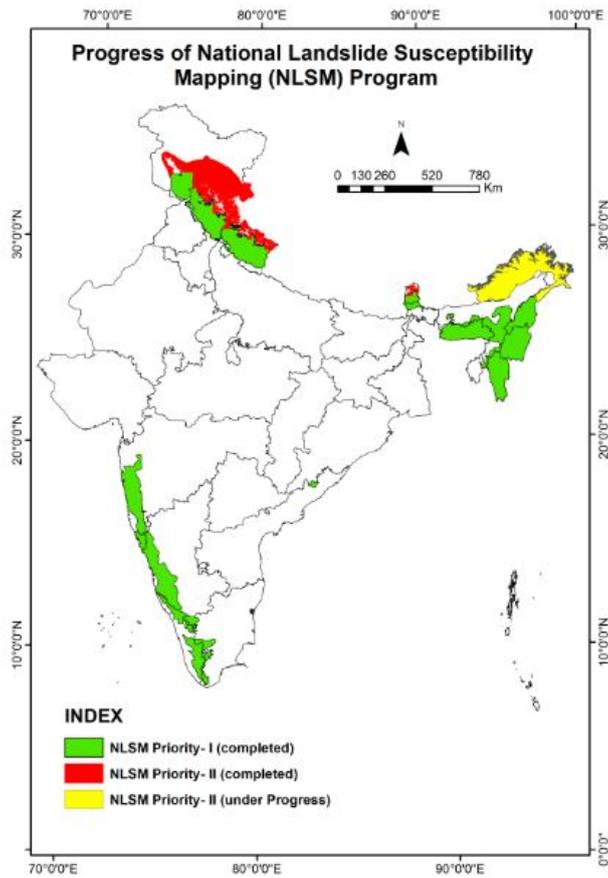


圖 1.22. NLSM 計畫圈繪範圍示意圖 (資料來源：GSI)



圖 1.23. Bhukosh 資料庫示意圖 (資料來源：GSI)

(5) 雪崩預警：雪崩研究實驗室 (SASE) [19]

SASE (圖 1.24) 是印度雪崩諮詢與提出警報的重要機構，隸屬於印度國防地質研究單位 (Defence Geological Research Establishment, DGRE)，是其下的 52 個實驗室成員之一。總部位於喜馬偕爾邦的馬納利 (Manali) 附近，主要進行降雪和雪崩研究任務，提供印度武裝部隊雪崩的預報及雪崩控制措施建議。

Snow & Avalanche Study Estt (SASE)
 Snow and Avalanche Study Establishment (SASE) is working in avalanche forecasting, artificial triggering and structural control in snowbound mountainous areas. SASE also participated in...
<https://www.drdo.gov.in/labs-and-establishments/snow-avalanche-study-estt-sase>

Defence Geoinformatics Research Establishment (DGRE), Chandigarh
 Date: 22 Apr 2021
 AWB No: 2020-21 4975-664
AVALANCHE WARNING BULLETIN (AWB)
 Valid from 22 Apr 2021 (1700 hrs IST) TO 23 Apr 2021 (1700 hrs IST)

SN	Districts	Avalanche Danger Level	Altitude (m)	SN	Districts	Avalanche Danger Level	Altitude (m)
(A) UT of Jammu & Kashmir				(B) UT of Ladakh			
1	Poonch	2		1	Kargil	2	
2	Baramulla	3		2	Leh	2	
3	Bani	2		(C) Himachal Pradesh			
4	Ramban	2		1	Chamba	2	
5	Doda	2		2	Lahaul-Spiti	3	
6	Kathua	2		3	Kullu	1	
7	Udhampur	2		4	Kangra	2	
8	Anantnag	2		5	Shimla	2	
9	Kulgam	2		(D) Uttarakhand			
10	Baramulla	1		1	Uttarkashi	2	
11	Kupwara	1		2	Chamoli	2	
12	Bandipora	1		3	Rudrapur	1	
13	Gandhinagar	1		4	Pithoragarh	2	
(E) Sikkim							
1	North Sikkim	3					
2	East Sikkim	2					

Outlook:
 1. North Sikkim 3
 2. East Sikkim 2

Legend:
 1. 100% Snow cover, 2. 75% Snow cover, 3. 50% Snow cover, 4. 25% Snow cover, 5. No snow cover

圖 1.24. SASE 網頁與警報示意圖 (資料來源：SASE)

1.4.3 實際案例說明

(1) 2020 年安攀氣旋事件

2020 年 5 月 20 日，安攀氣旋登陸於印度西孟加拉邦沿海，帶來強風、風暴潮以及洪水災害，造成印度 86 人死亡，約 66 萬人被疏散，以及近 200 萬人無電可使用。表 1.5 彙整 2020 年印度洋安攀氣旋事件之政府應變作為[20]。

表 1.5. 2020 年印度洋安攀氣旋事件之政府應變作為彙整

應變作為	說明
災前整備	<ul style="list-style-type: none">■ 印度氣象局進行安攀氣旋之強度與路徑預測，並針對印度沿孟加拉灣的海岸線發出警報，當地漁民配合政府，將船舶駛至港口避難。■ 印度國家災害管理局於安攀氣旋登陸前之 5 月 18 日立即召開災前整備會議，擬定防災相關工作，包含災害預警、災害前之疏散計劃、以及因應新冠肺炎疫情之防災措施。
災情統計與災後復原	<ul style="list-style-type: none">■ 國際水資源管理研究所(International Water Management Institute, IWMI)提供風災相關之衛星影像圖資，經過影像辨識結果，可清楚掌握風災之影響範圍，有助於災後復原工作。

(2) 2021 年陶特氣旋事件

2021 年 5 月 15 日至 5 月 18 日期間，陶特氣旋侵襲印度西部海岸地區，造成喀拉拉邦、卡納塔卡邦以及古吉拉特邦等地區，引發強

風、洪水以及風暴潮等災害。風災總共造成 181 人死亡，約 1 千 4 百萬
 萬人受災，農作物損失約 2 萬公頃。表 1.6 彙整 2021 年陶特氣旋事
 件之政府應變作為[21]。

表 1.6. 2021 年陶特氣旋事件之政府應變作為

應變作為	說明
<p>災前整備</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5 月 15 日，印度總理納倫德拉莫迪採用視訊方式，召開風災前之整備會議，指示防災措施，以確保民眾提前疏散避難 ■ 印度氣象局預測風災可能帶來之衝擊，包含：強風、暴雨、洪水以及暴潮等，且針對受影響地區，發布各災害警訊 ■ 內政部全天候檢視應變情形，並與各相關防災機構保持聯繫，確保各類服務可正常運作，如電力、醫院醫療設施以及飲用水等
<p>災情統計與 災後復原</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 印度國家災害管理局進行災情統計，包括：死亡人數、災害影響人數、房屋及農作物損失等。 ■ 國際空間與重大災害特許組織(ICSMD)，快速提供風災相關的衛星影像圖資，例如洪水、建築物遭受強風受損以及農作物受損等，供災害救援與災後復原之參考使用 ■ 聯合國兒童基金會支援印度政府，分析新冠肺炎疫情治療設施中供電受影響之情況，及受影響村莊數量與恢復供電時間預估

第二章 尼泊爾

2.1 背景說明

尼泊爾為南亞喜馬拉雅山脈地區的一個內陸國家，北接中國，其餘三面與印度為鄰，外型近似 700 公里長、200 公里寬之長方形，土地面積為 14 萬 7,181 平方公里，土地面積排名世界第 93 位。圖 2.1 為尼泊爾 2015 年改制之行政分區，總計分為 7 個省，各省下分為 77 個縣，截至 2020 年世界銀行統計尼泊爾總人口數為 2,913 萬人，人口數世界排名第 49 位[22]。尼泊爾位於喜馬拉雅山脈南麓，屬印度板塊與歐亞板塊互相碰撞之處，有複雜的地質構造與變質作用，三條主要逆衝斷層線略呈東西向橫跨尼泊爾，山區岩性以變質岩為主(圖 2.2) [23]。此外，尼泊爾擁有豐富的地理景觀，主要可分為北部的高山地區，中部的山區和河谷，以及南部的平原區(圖 2.3) [24]，世界十大高峰有八個在尼泊爾境內，包括全球最高的山峰珠穆朗瑪峰(Mount Everest)(海拔高度 8,848 公尺)，使尼泊爾成為熱門的登山勝地。



圖 2.1. 尼泊爾位置與行政分區 (資料來源：維基百科；災防科技中心繪製)

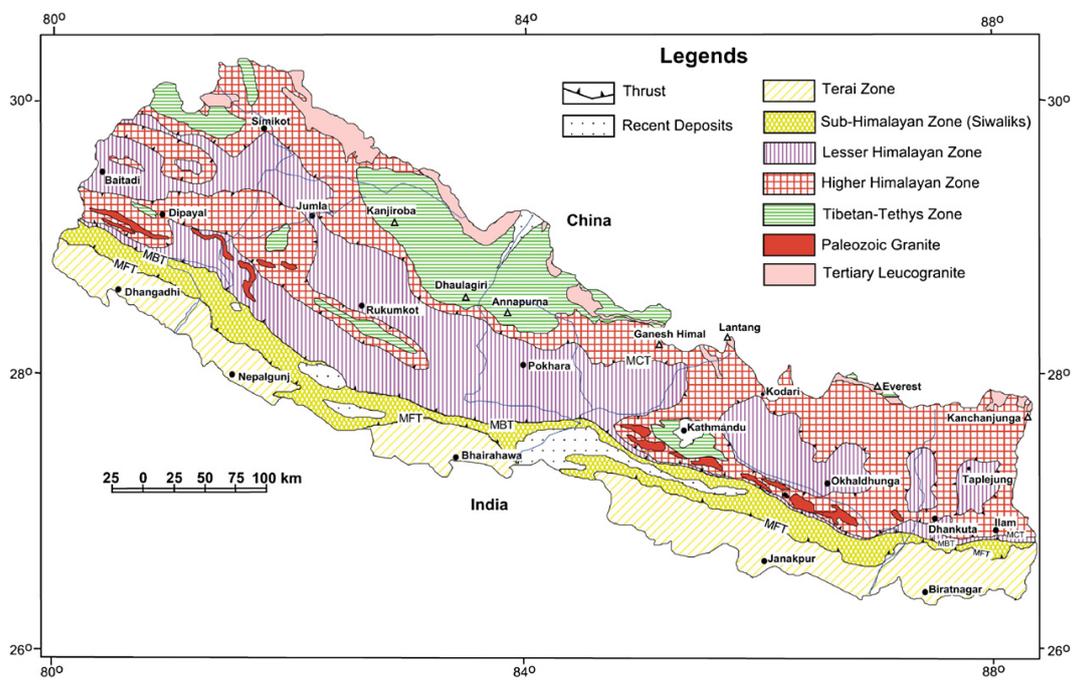


圖 2.2. 尼泊爾地質圖[23]

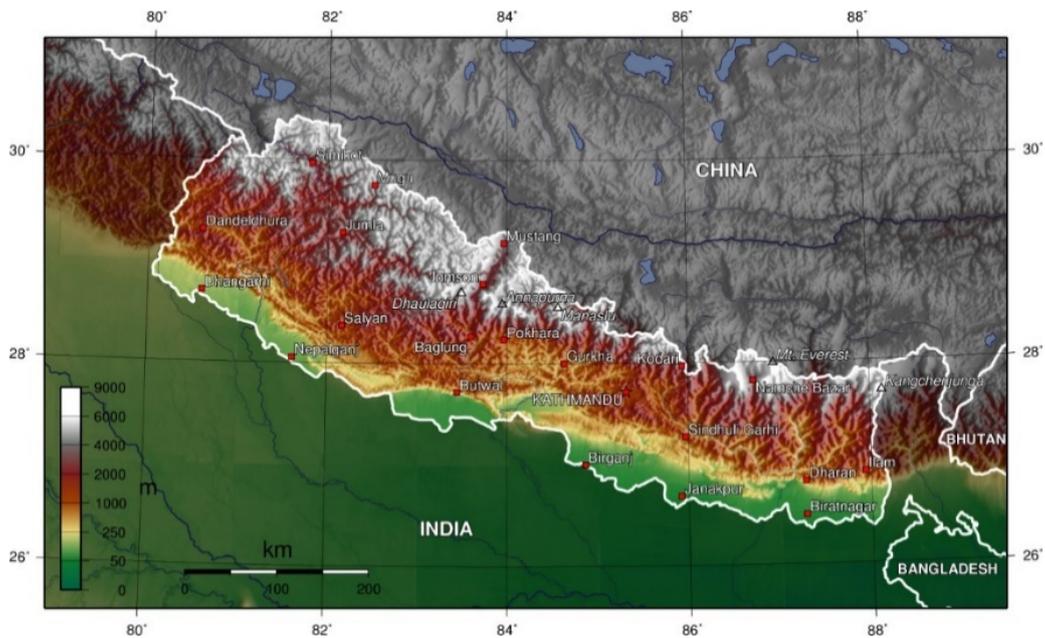


圖 2.3. 尼泊爾地形圖[24]

尼泊爾境內的高程變化非常大，由低於海拔 100 公尺的平原至超過海拔 8,000 公尺的高山地形（圖 2.3），因此不同區域之氣候也差異很大，包含了熱帶氣候到終年積雪的地區。受到由孟加拉灣的夏季季風影響，每年 6 至 9 月是尼泊爾的雨季，年降雨量分布通常由東向西遞減（圖 2.4）[23]，東部累積降雨量每年約 2,500 毫米，西部累積降雨量每年約 1,000 毫米，喜馬拉雅山脈迎風面累積雨量可達每年 5,500 毫米，背風面則僅有每年 160 毫米。

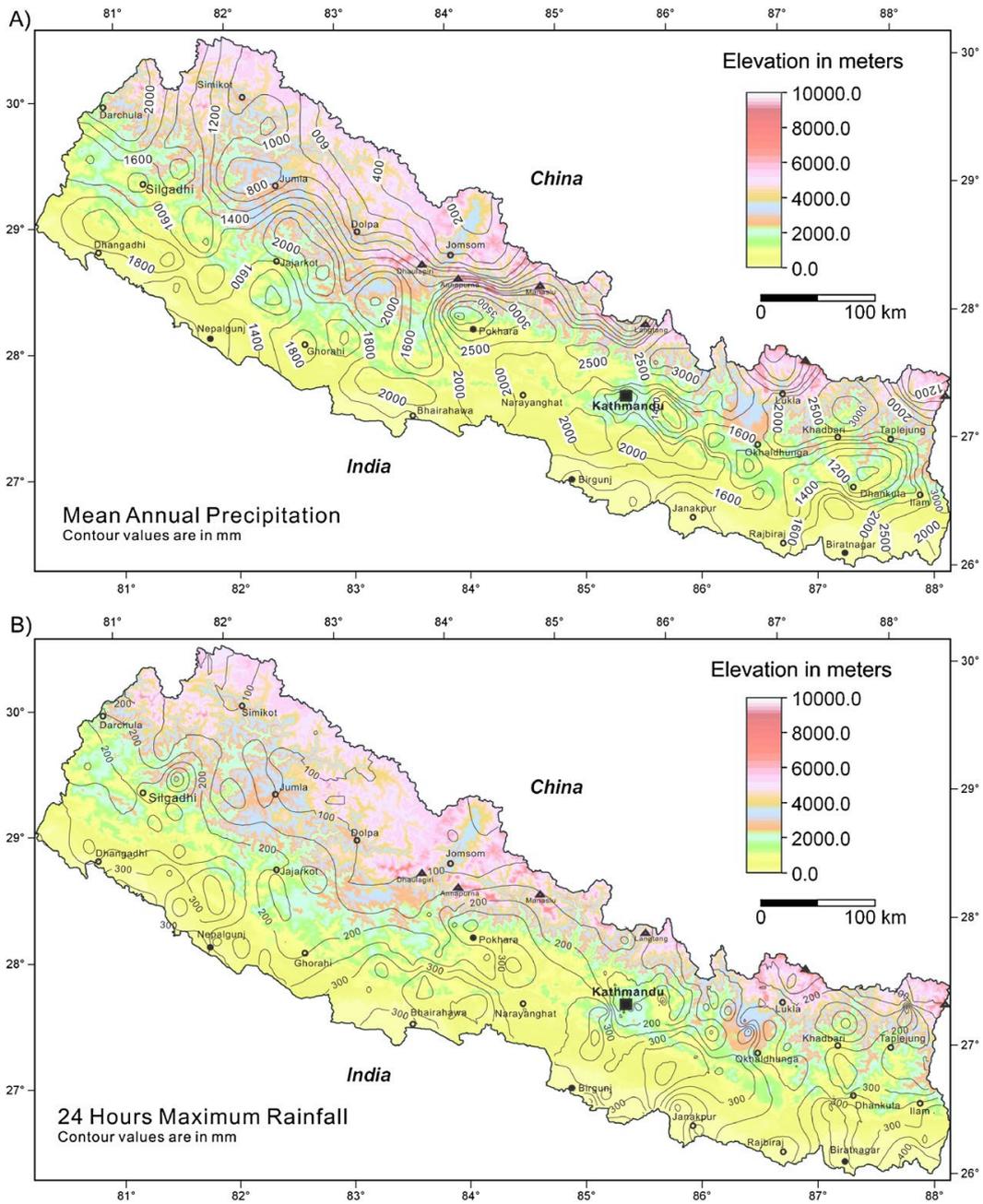


圖 2.4. 尼泊爾年雨量累積分布圖[23]

2.2 近 20 年重大災害回顧

根據亞洲減災中心 (Asian Disaster Reduction Center, ADRC) 2020 年公布之研究報告[25]，尼泊爾為世界上 200 個國家中第 20 個易發生災害的國家，在氣候變化、地震與洪水災害的脆弱性分別排名第 4、第 11 以及第 30 名；因為尼泊爾除位於地層活躍區以外，其不穩定且陡峭的山坡以及複雜的地質構造加上雨季的強降雨，使地震、崩塌、洪水與土石流，成為尼泊爾經常發生的天然災害；此外，其境內亦曾發生上述以外之其他如野火、雷擊、風暴、暴雨、乾旱、冰湖決堤以及雪崩等天然災害。

本研究統計尼泊爾近 20 年 (2000 年至 2020 年) 之災害事件，根據國際災害資料庫 (EM-DAT) 統計[6]，尼泊爾近 20 年發生之災害事件統計如表 2.1，由表可見近 20 年之重大災害總計 58 件，包括：洪水災害、坡地災害、極端氣溫、地震、風暴、乾旱以及野火，其中以洪水災害所發生次數最高，佔所有事件的 50% (圖 2.5)

表 2.1. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件（資料來

源：EM-DAT）

排序	天然災害類型	天然災害事件次數
1	洪水災害	29
2	坡地災害	14
3	極端氣溫	7
4	地震	3
5	風暴	2
6	乾旱	2
7	野火	1

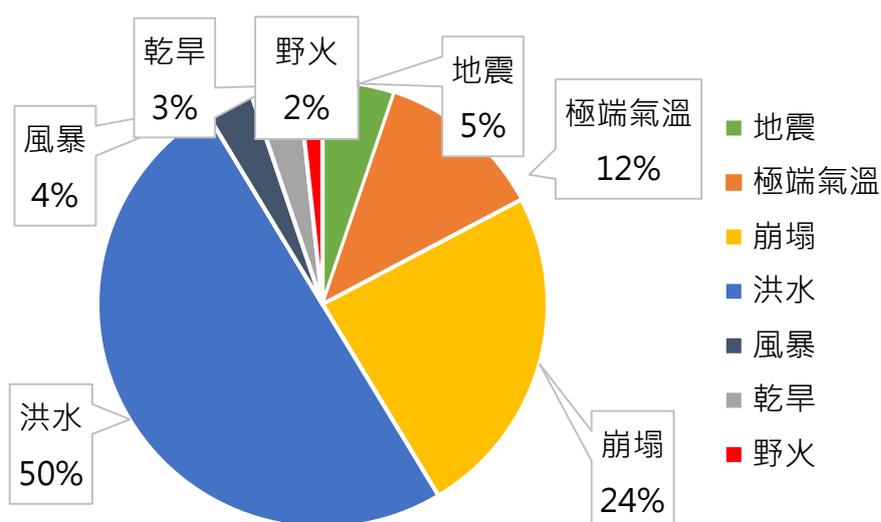


圖 2.5. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件比例（資料

來源：EM-DAT；災防科技中心繪製）

根據死亡人數以及經濟損失排序，各彙整前五大災害事件如表 2.2 以及表 2.3，結果指出無論以死亡人數或經濟損失排序，皆為 2015 年的地震影響最為嚴重，總計造成 8,831 人死亡，以及超過 51 億美元之經濟損失，細部資料顯示約 564 萬人受災；且由表可見該事件所造成之傷害規模，遠大於其他災害事件所造成的傷害。

表 2.2. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前五大死亡人數事件彙整（資料來源：EM-DAT）

排序	事件發生期間		影響地區	災害類型	死亡人數 (人)
	年份	月/日			
1	2015	4/25	廓爾克縣、多拉卡縣、拉梅恰布縣、巴格馬蒂縣	地震	8,831
2	2002	7/15 - 8/15	巴格馬蒂縣、賈納克布爾縣、那拉雅尼縣等 7 個縣	坡地災害	472
3	2020	6 月-9 月	帕爾巴特縣、拉姆瓊縣、廓爾克縣、卡里喀縣等 28 個縣	洪水災害	448
4	2014	8/11 - 8/25	巴格馬蒂縣、甘達基縣、那拉雅尼縣等 7 個縣	洪水災害	294
5	2003	7/3 - 8/20	瑪哈喀利縣、薩提縣、貝里縣等 5 個縣	洪水災害	239

表 2.3. 尼泊爾近 20 年（2000 至 2020 年）重大災害事件中前五大經濟損失事件彙整（資料來源：EM-DAT）

排序	事件發生期間		影響地區	災害類型	經濟損失 (億美元)
	年份	月/日			
1	2015	4/25	廓爾克縣、多拉卡縣、拉梅恰布縣、巴格馬蒂縣	地震	51.74
2	2017	8/10~9/7	達丁縣、查巴縣、納瓦爾帕拉西縣、凱拉利縣等 28 個縣	洪水災害	5.95
3	2019	7/8~7/29	拉利特布爾縣、查巴縣、巴薩縣等 31 個縣	洪水災害	2.04
4	2020	6 月至 9 月	帕爾巴特縣、拉姆瓊縣、廓爾克縣、卡里喀縣等 28 個縣	洪水災害	1.00
5	2009	10/4 – 10/12	瑪哈喀利縣、薩提縣、貝里縣等 6 個縣	洪水災害	0.60

2.3 防災體系介紹

尼泊爾的災害治理法規主要是依循 2015 年憲法、2017 年制定的減少災害風險與管理法（Disaster Risk Reduction and Management Act, DRRM）及 2017 年地方政府運營法（Local Government Operation Act）。其中減少災害風險與管理法也於 2019 年 3 月再次完成修訂，並建立隸屬於內政部（Ministry of Home Affairs, MoHA）[26]下的國家減災管

理局（National Disaster Risk Reduction and Management Authority, NDRRMA）[27]，主要專責處理災害相關問題，並落實減少災害風險與管理。

根據該法，中央等級由總理和省級首長擔任執行委員會主席，負責計劃政策的批准、指導、監督以及對下級的評估，並在省級、地區和地方各級成立災害管理執行委員會，強調以降低災害風險為主要目標，圖 2.6 為尼泊爾從中央至地方的災害管理結構。

除此之外，尼泊爾政府也在 2018 年批准了國家災害風險管理政策（National Disaster Risk Reduction Policy）及 2018-2030 年減少災害風險國家戰略行動計畫（Disaster Risk Reduction National Strategic Plan of Action），為尼泊爾減少災害管理與風險提供長期綜合規劃架構與優先執行的階段目標，階段一為瞭解災害風險，藉由常見的國家風險評估框架進行全面災害風險的瞭解；階段二為加強聯邦、省和地方層級的災害風險治理；階段三為促進在私人與公共投入全面的風險告知，以減少災害風險並提高恢復力；階段四為加強災害準備於有效應變，並在恢復、復原、重建做得更好。

內政部（MoHA）為擔任尼泊爾國家災害管理之最高機構，並領導執行 2017 年減少災害風險和管理法，負責救援、救災作業、數據

蒐集及傳遞訊息、蒐集與分配資金與物資。其下屬防災單位包括：國家減災管理局（NDRRMA）、國家緊急行動中心（National Emergency Operation Centre, NEOC）[28]、災害與衝突管理部門及災害研究（Disaster and Conflict Management Division）及降低風險與恢復部分（Disaster Study, Risk Reduction and Recovery Section）等。

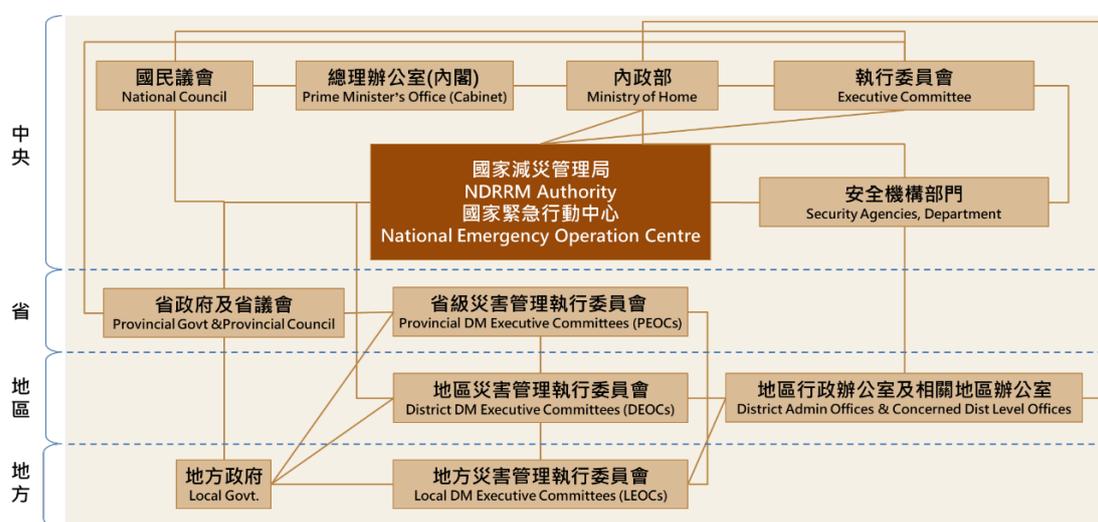


圖 2.6. 尼泊爾災害管理結構圖（資料來源：ADRC）

2.3.1 國家減災管理局

NDRRMA 係經過長期的倡導和討論，2019 年依據〈2017 年減少災害風險和管理法〉設立的一個單獨專門機構來處理尼泊爾的災難問題。主要工作是讓災害風險和管理組織運作，與經濟合作夥伴定期協調、展開應對行動、搜索和救援、救濟、早期恢復、恢復計劃，並執行與災難相關的計劃。該機構還負責規範與降低災害風險有關的活動，

並將在緊急情況下安排一名事故指揮官。圖 2.7 為國家減災管理局網頁，其提供資訊有：國家減災風險政策依循法規介紹、災害新聞稿發布、救濟分配情形、2015 年地震紀錄、災害單位聯繫負責人 (Disaster Focal Person)、尼泊爾各類災害風險簡介 (包括：地震、崩塌、洪水、火災、雷電、乾旱、雪崩等)、天氣預報、各類災害預警公告、響應行動計畫等、災害地圖 (各省災害死傷統計狀況)、災害處置報告 (圖 2.8)、推薦網站連結及官方 Tweets 及 Facebook 等多元社群平台 (圖 2.9)。



圖 2.7. 國家減災管理局 (NDRRMA) 網頁示意圖 (資料來源：NDRRMA)

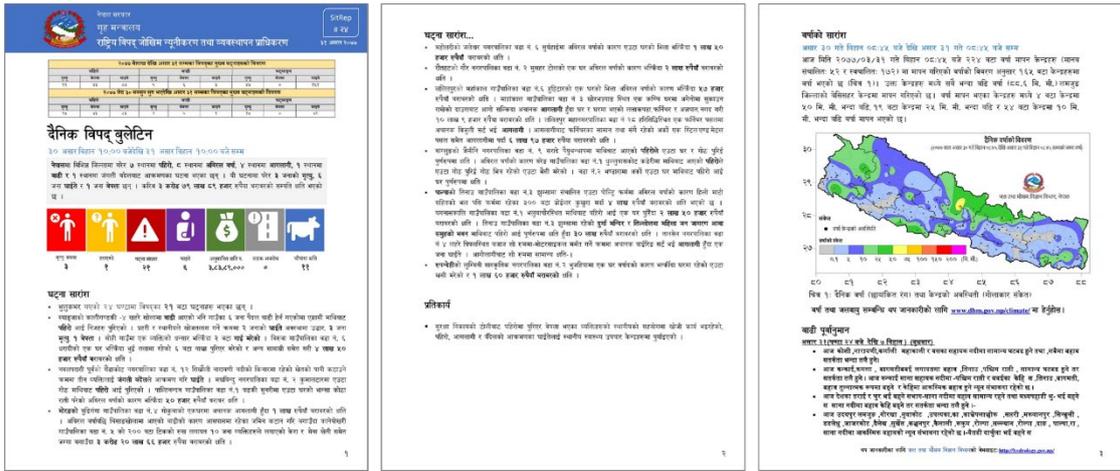


圖 2.8. 災害處置報告示意圖（資料來源：NDRRMA）

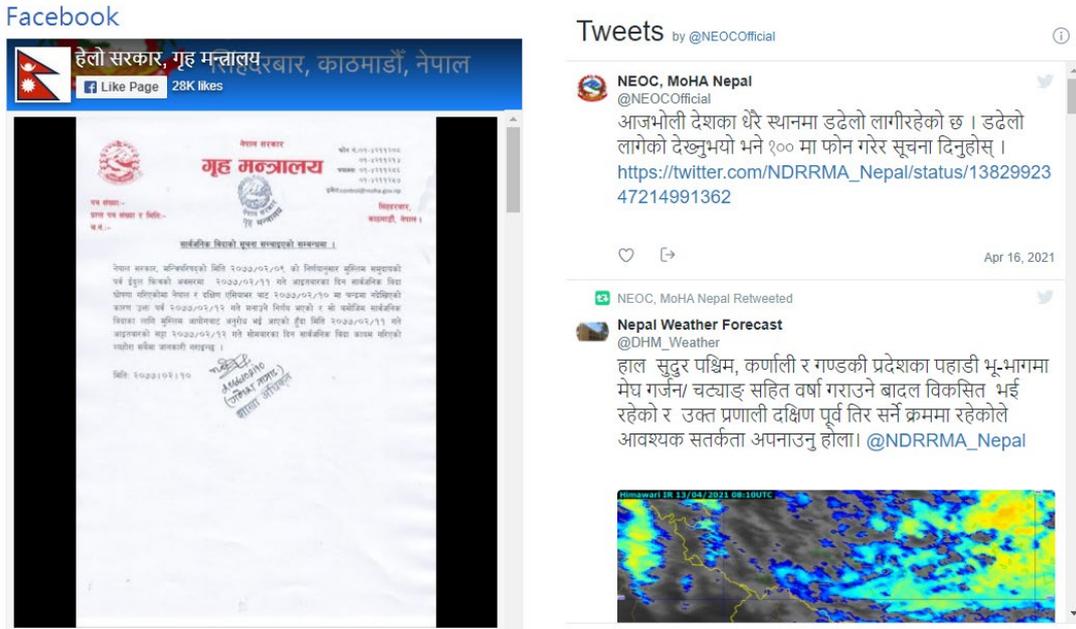


圖 2.9. 利用多元社群平台傳遞防災相關資訊（資料來源：

NDRRMA）

2.3.2 國家緊急行動中心

NEOC 其目標係通過有效運行國家和地區應急行動設施和數據

系統，增強尼泊爾的國家應急和地震響應能力。其主要任務包括：提

供應對災害的中央協調點、提供人道主義援助的中央協調點、加強所有應對機構之間的協調、收集和分析有關災難的信息、向利益相關者傳播有關災害的信息及將準備活動推廣到中央和地方政府。圖 2.10 為國家緊急行動中心網頁，其提供資訊有：2015 年地震重建狀況、1983-2010 災害紀錄、近年重大災害報導及推薦網站連結等。

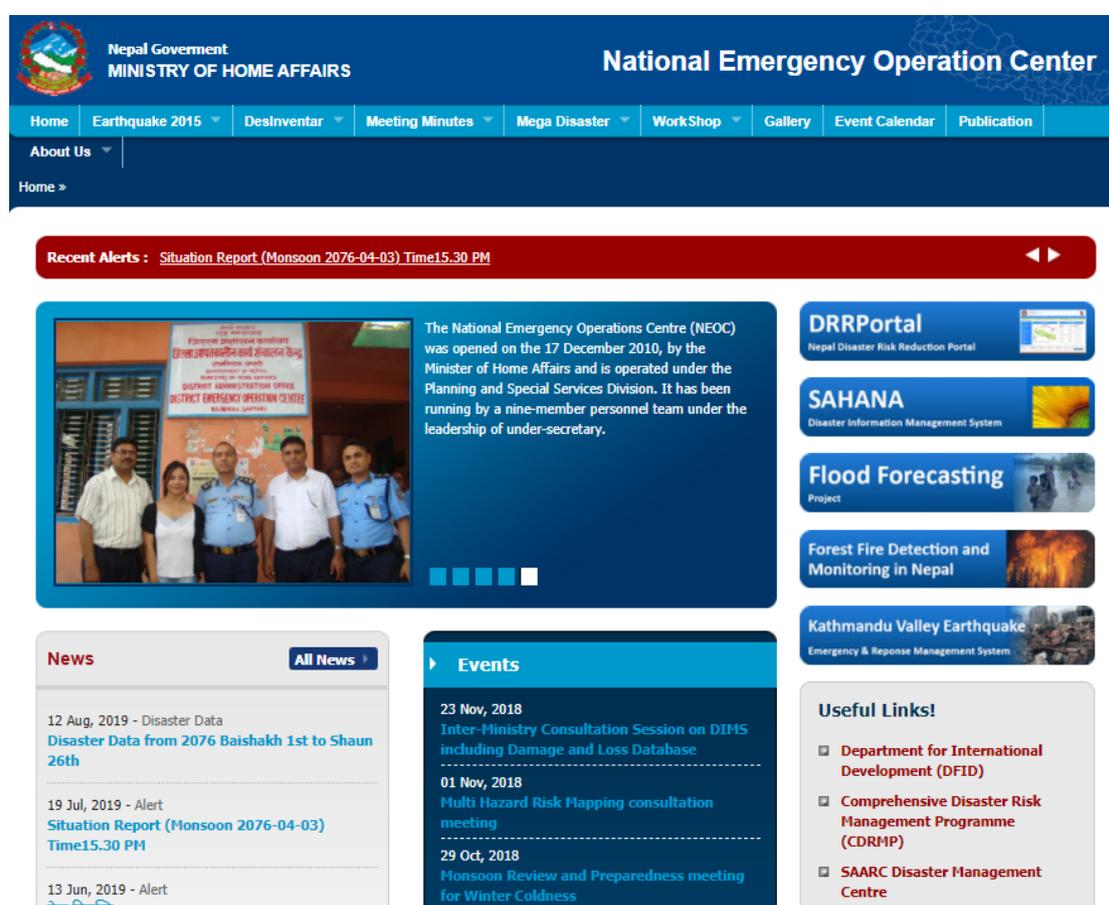


圖 2.10. 國家緊急行動中心 (NEOC) 網頁示意圖 (資料來源：NEOC)

2.4 減災與應變作為

2.4.1 國家災害應變啟動架構

根據災害管理和人道主義援助卓越中心（Center For Excellence in Disaster Management & Humanitarian Assistance, CFE-DM）的 Nepal Disaster Management Reference Handbook（2020）[29]針對救災與緊急應變部分說明：當災害發生時，從潛在災區或現場收集最新的緊急情況後，由減少災害風險與管理執行委員會及NDRRMA召開執行會議以立即響應災害，並與國家、國際間政府組織及非政府組織進行協調，而省、區及地方層級相關災害管理委員會的各部門立即展開救災及應變合作。若災害規模需要國際間援助，則依循2014年國家災害應變架構（National Disaster Response Framework, NDRF）與2019年第一次修正案中在國際援助協調與應急響應過程，如圖2.11及圖2.12所示。以NDRRMA作為中央災害應變總指揮，NEOC為輔，依照災害規模與需求，與尼泊爾軍隊危機管理（Nepali Army Crisis Management, Center NARCIMA）、現場操作協調中心（On Site Operation Coordination Center, OSOCC）、紅十字會行動及民間或私營部門或媒體等進行災害應變協調，而OSOCC下還包括：國際和區域機構、集群成員及聯合國機構基金和計畫，其中集群成員又分成11

種領域，包括：健康、清潔、收容所、食品安全、後勤、營地協調與管理、教育、保護、電信、營養及早期恢復，再依政府與人道主義機構，分配於不同專責單位給予協助，例如在健康領域，尼泊爾政府機構是由衛生人口部（MoHP）負責，在人道主義機構則是由世界衛生組織（WHO）協助；另外，尼泊爾軍隊危機管理，則可視救災困難程度與人力需求可向多國軍事協調中心（Multi-National Military Coordination Center, MNMCC）請求國外軍隊支援。

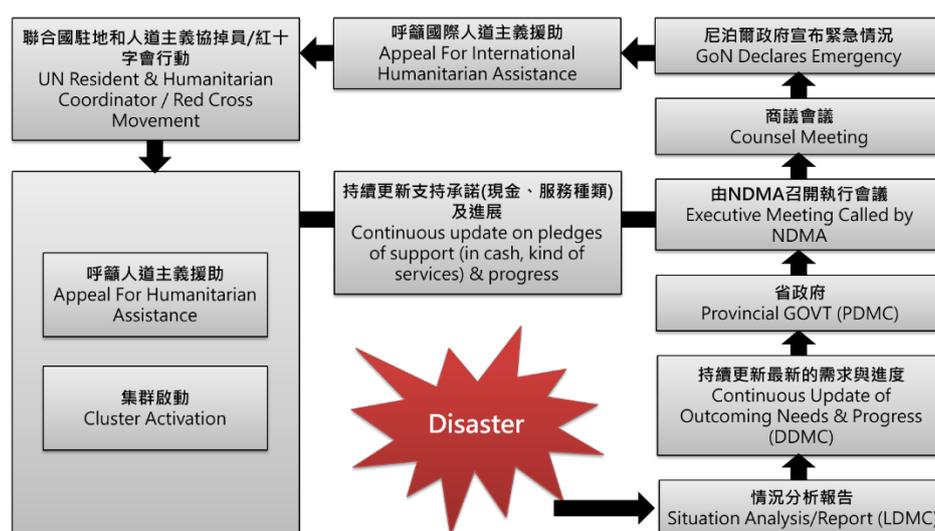


圖 2.11. 國際援助協調架構（資料來源：CFE-DM，災防科技中心繪製）

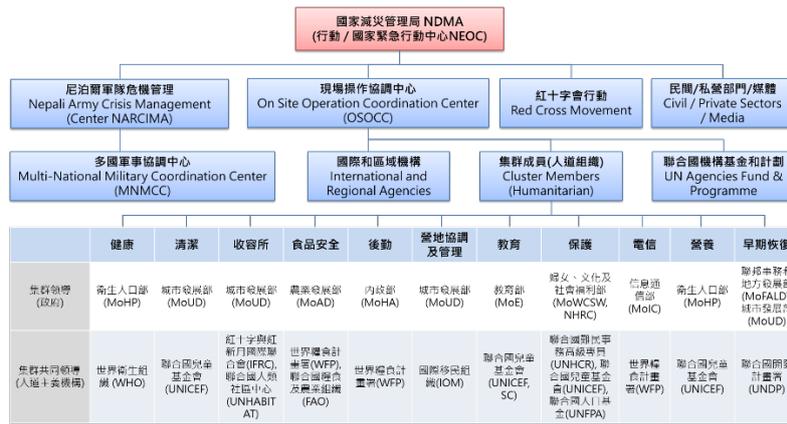


圖 2.12. 國家災害應變啟動架構與國際參與者之間的協調機制（資料來源：OCHA, CFE-DM，災防科技中心繪製）

表 2.4 彙整尼泊爾天然災害減災與預警單位彙整表，尼泊爾在災害預警系統的發展主要以洪災及地震為主，洪水預警系統是由水文和氣象局（Department of Hydrology and Meteorology, DHM）所負責，地震活動監測則是由國家地震中心（National Seismological Centre, NSC）及國家緊急行動中心（National Emergency Operations Center, NEOC）共同負責，一旦發生地震，可以在 NSC 網站上獲得最新的地震訊息、警報發佈及災害報告。而在洪水預警系統（Flood Early Warning System, FEWS）部分，DHM 為尼泊爾主要負責水文及氣象活動監測與預報的專責單位，在主要河流流域以及被認定具有潛在危險的冰川湖下游地區皆有設立洪水預警系統，並於 2018 年 6 月公布洪水預警系統標準操作程序（Standard Operating Procedure for Flood

Early Warning System, SOP-FEWS)，以及與電信業者合作，當水位超過洪水警戒時，系統便會透過互聯網，將預警訊息進行發佈。圖 2.13 顯示為能源、水資源和灌溉部（Ministry of Energy, Water Resource and Irrigation, MOEWRI）網頁示意圖，圖 2.14 則為尼泊爾地震監測中心（National Earthquake Monitoring and Research Center, NEMRC）網頁示意圖。

表 2.4. 尼泊爾天然災害減災與預警單位彙整表（資料來源：災防科技中心彙整）

災害類別	執行單位
地震	■ 國家地震中心(National Seismological Centre, NSC)
	■ 國家緊急行動中心(National Emergency Operations Center, NEOC)
	■ 礦山地質部(Department of Mines and Geology) https://www.dmgnepal.gov.np
	■ 尼泊爾地震監測中心(National Earthquake Monitoring and Research Center) http://www.seismonepal.gov.np/
洪災	■ 水文和氣象局 Department of Hydrology and Meteorology (http://www.dhm.gov.np/)
	■ 能源、水資源和灌溉部(Ministry of Energy, Water Resource and Irrigation) https://moewri.gov.np/
	■ 水誘發災難預防局(Department for Water Induced Disaster Prevention) http://www.dwidp.gov.np/
乾旱	■ 農業和畜牧發展部(Ministry of Agriculture and Livestock Development) https://www.moald.gov.np/en
崩塌	■ 礦山地質部(Department of Mines and Geology) https://www.dmgnepal.gov.np

雪崩	■ 礦山地質部(Department of Mines and Geology) https://www.dmgnepal.gov.np
森林大火	■ 森林與環境部(Ministry of Forest and Environment) https://www.mofe.gov.np/
氣旋	■ 水文和氣象局(Department of Hydrology and Meteorology) http://www.dhm.gov.np/

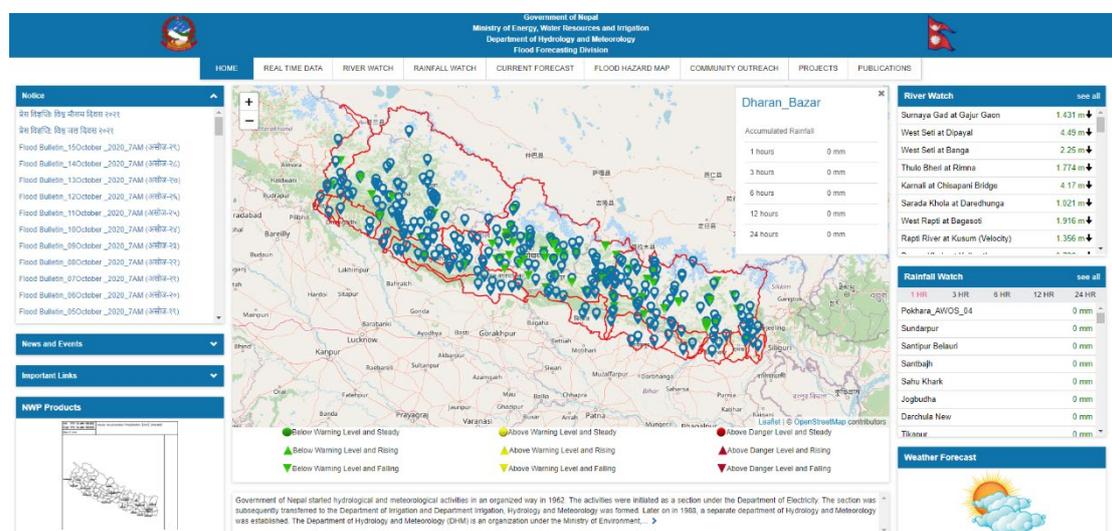


圖 2.13. 能源、水資源和灌溉部 (MOEWRI) 網頁示意圖 (資料來源：MOEWRI)

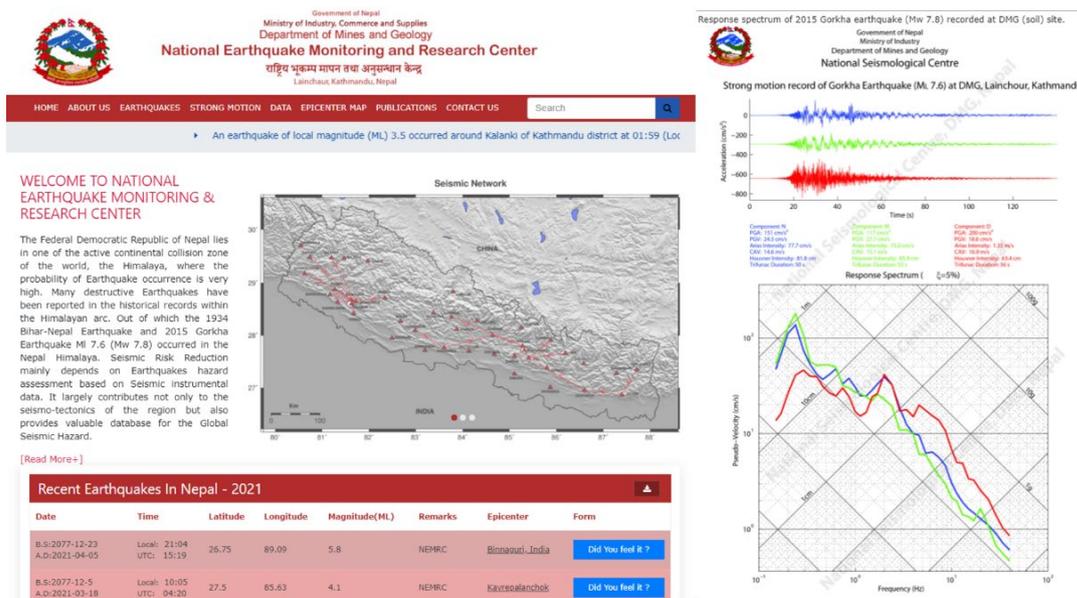


圖 2.14. 尼泊爾地震監測中心 (NEMRC) 網頁示意圖 (資料來源：
NEMRC)

2.4.2 實際案例說明

尼泊爾根據不同災害類型與災害規模，在聯邦、省級及地方層級組織所啟動的應變作為而有所不同，以下則以尼泊爾近期三起不同災害類型的重大災害案例進行說明。

(1) 2015 年尼泊爾大地震

尼泊爾於當地時間 4 月 25 日上午 11 時 56 分，發生芮氏規模 7.9 的強烈地震，震央位於北緯 28 度 8 分 49.2 秒、東經 84 度 42 分 28.8 秒，距離尼泊爾首都加德滿都約 80 公里，震源深度約 12 公里，主

要受影響地區包括：廓爾克縣、多拉卡縣、拉梅恰布縣、巴格馬蒂縣等，其中，首都加德滿都有大批老舊建物嚴重倒塌、醫療院所嚴重受損、水電供應不足等災情陸續傳出，整場事件造成當地 8,831 人死亡、564 萬人受影響，經濟損失高達 51 億美元。圖 2.15 為當時地震災後救援的情形，表 2.5 為不同層級在應變階段時所採取的作為。



圖 2.15. 2015 年尼泊爾大地震災後救援情形（資料來源：
Shutterstock 授權於災防科技中心使用）

表 2.5. 應變組織角色與責任劃分-以 2015 年尼泊爾大地震為例（資料來源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整）

應變階段	層級	應變作為
減少災害風險	地方	強制執行建築規範和法律在房屋建築、風險敏感的土地上之使用權
	省級	支援市政當局採取脆弱性和降低風險措施
	聯邦	有關地震安全的國家政策、法律、指南、資金及能力建設
應變準備	地方	在各個層面上最大程度地做好救援、減輕受災者及其他應對措施的準備
	省級	
	聯邦	
危害監測	地方	震後情況監測，初步需求評估
	省級	省級情況監測，初步和未來需求評估
	聯邦	全國範圍內的情況監測、未來情況預測及需求評估
預警	地方	警報級聯災害、社會動盪的風險、其他危害風險監測和預警
	省級	
	聯邦	
回應	地方	收集有關死亡、傷害和損害的初步信息。動員社區和地方工作隊進行搜救、緊急救濟、收容及帳篷等。向地方首長、省和聯邦機構等尋求其他支援。在地方政府的能力範圍內領導救災和其他行動，並配合省級及聯邦的調配工作
	省級	透過地方首長和後勤辦公室收集初步訊息，動員全省搜索和救援能力，評估即時、初始和中期需求評估，就緊急情況聲明向聯邦政府提供建議，建立緊急避難所和營地，等
	聯邦	地方首長動員安全人員在每個地區進行搜救，尼泊爾政府動員國家能力(包括從其他未受影響的省動員)進行搜救，宣布緊急狀態、尋求國際人道主義團體支援，並領導整個災難應對，恢復和重建工作，為地方和省級政府提供支持，例如救災工作分配、緊急避難所管理和救災物資分發
恢復、重建	地方	詳細的損失和損害評估，根據現有能能力恢復生計，支援其他行動
	省級	根據現有能能力提供支援、領導恢復及重建
	聯邦	恢復和重建行動的總體領導，災後需求評估，與省和地方各級合作制定和實施重建計劃

(2) 2014 年 Sindhupalchok 崩塌

2014 年 8 月 2 日凌晨，位於尼泊爾中部辛胡帕疇區 (Sindhupalchowk)，距離首都加德滿都約 60 公里的滿卡村，在科西河 (Koshi) 的主要支流桑科西河 (Sunkoshi) 右岸，海拔約 1,500 公尺處，發生了大規模的崩塌，摧毀了將近 60 間房屋，造成當地 156 人死亡、27 人受傷。圖 2.16 為 Sindhupalchok 崩塌空照圖，表 2.6 為不同層級在應變階段時所採取的作為。



圖 2.16. 2014 年 Sindhupalchok 崩塌空照圖[31]

表 2.6. 應變組織角色與責任劃分-以 2014 年 Sindhupalchok 崩塌為例

(資料來源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整)

應變階段	層級	應變作為
減少災害風險	地方	水土保持、崩塌控制和風險製圖、對風險敏感的土地使用執法、高風險社區的安置
	省級	省級脆弱性和風險評估、土地規劃、流域管理、支援地方政府對風險敏感的土地利用等
	聯邦	針對風險敏感的土地利用準備法律和政策規定的技術準則規範，並監測崩塌災害風險，支援地方和省府強制命令執行
應變準備	地方	將處於風險的社區臨時安置到更安全的地方、監控崩塌、預置疏散機、安排臨時收容所、對志願者進行培訓
	省級	支援地方政府並準備機具設備進行救援與土方清除
	聯邦	季節性災害風險警報、準備搜索和救援、清除雜物、減緩複合性危害
搜救、救濟	地方	動員地方層級的能力進行搜索、救援、救濟、臨時安置、評估損失與損害，若是災害已超出當地能力便對外尋求支援
	省級	監控整體局勢，並在必要時動員搜尋及救援的能力，與地方和聯邦機構進行協調，必要時建議在選定的區域宣布緊急狀況
	聯邦	地方首長會動員安全部隊立即進行搜救，聯邦機構評估崩塌造成的現況和潛在災害風險，協助將高風險社區疏散到安全避難所，宣布緊急狀態，動員國家資源進行土方清理並降低風險(例如崩塌造成的堰塞湖)
恢復、重建	地方	在必要的情況下，在省和聯邦的支援下，協助家庭進行生計恢復、房屋搬遷和重建，並支援省或聯邦機構評估恢復和重建需求
	省級	如果地方能力不堪負荷，協助地方政府管理救濟，並領導或支援與聯邦層級合作進行恢復和重建等需求評估

	聯邦	如果地方和省府能力皆不堪負荷，則協助地方政府管理救災工作，領導進行災後恢復和重建需求評估，並與省府和地方各級協調制定恢復和重建計劃
改建	地方	在地方政府的能力範圍內領導活動，並視適當範圍內協助省或聯邦機構
	省級	根據現有進行協調、協助及監控
	聯邦	根據需要提供領導和協助

(3) 2017 年季風洪水

2017 年 8 月 10 日至 9 月 7 日期間，受到季風降雨影響，連日暴雨造成當地多處發生嚴重洪水災情，主要受影響地區包括：達丁縣、查巴縣、納瓦爾帕拉西縣、凱拉利縣等 28 個縣，整場洪災事件共造成 134 人死亡、22 人受傷，經濟損失約 5 億 9,500 萬美元。表 2.7 為不同層級在應變階段時所採取的作為。

表 2.7. 應變組織角色與責任劃分-以 2017 年季風洪水為例（資料來

源：Oxford Policy Management[30]，災防科技中心彙整）

應變階段	層級	應變作為
減少災害風險	地方	脆弱性和風險測繪、路堤、排水和涵洞建設、法律和政策措​​施、對風險敏感的土地使用等
	省級	省級脆弱性和風險評估、防洪、堤防等
	聯邦	減輕洪水和減少風險的結構性和非結構性方法，國家政策和準則等
應變準備	地方	疏散路線、避難所、預警系統投入運營，志願者培訓、模擬洪水演習、救災物品庫存、高危險社區數據庫更新
	省級	做好準備以提供救援，救濟，恢復和重建支援，以防當地能力不堪重負以應對災難
	聯邦	如果當地和省政府的能力無法應付災難，則準備立即提供支援以進行救援，救濟，恢復和重建
危害監測與預警	地方	獲得天氣預報和洪水預報，當地降雨和洪水監測
	省級	聯邦和地方機構之間的危害監測和協調，以應對洪水
	聯邦	天氣和洪水預報，降雨和洪水監測以及預警準備動員聯邦機構採取潛在的應對措施
洪水救援	地方	LEOC 的緊急運行，將高危人群疏散到安全庇護所，營救受影響人群，初期損失和破壞以及需要評估，決定是否需要省級和聯邦級的支援
	省級	監視局勢，在必要時動員抗洪搶險的能力，與當地和聯邦機構進行協調，並建議在選定的地區宣布緊急情況
	聯邦	聯邦機構提供基於影響的洪水風險預測和預警。地方首長會在洪水預警後立即動員安全部隊，以支援將危險社區疏散到安全庇護所，宣布緊急狀態，支援後勤辦公室進行搜救，動員國家資源和必要時尋求國際支援
救濟、早期恢復	地方	針對受影響家庭分發救濟物資、收容所管理、生計恢復支援和重建需求評估
	省級	如果地方能力不堪重負，領導或支持與聯邦一級

		合作的恢復和重建需求評估，則支援地方政府管理救濟
	聯邦	如果地方和省的能力不堪負荷，則支援地方政府管理救災工作，領導進行災後恢復和重建需求評估，並與省和地方各級協調制訂恢復和重建計劃
恢復、修復	地方	主導生計恢復，並在省或聯邦機構的支援下，對受影響家庭進搬遷
	省級	支援並協調受影響家庭的恢復和安置
	聯邦	與地方和省政府協調，制定災後恢復和重建計劃
重建	地方	在地方政府的能力範圍內領導活動，並酌情支援省或聯邦機構
	省級	根據現有進行協調，支援和監控
	聯邦	根據需要提供領導和支援

第三章 國際合作情況

3.1 台灣合作方面

有關台灣合作方面，為落實總統與行政院「新南向政策」，科技部執行為期 4 年的「智慧災防新南向」計畫（2018 ~2021 年），透過監測系統及災害情資系統之技術輸出，促進南亞國家交流發展與合作 [32]。國家災害防救中心於 2018 年首次訪問印度，推動災防合作與技術輸出，強化智慧災防新南向計畫之落實 [33, 34]（圖 3.1）。此外，科技部國家災害防救科技中心為落實科技人道援助，於 2020 年與尼泊爾簽訂防災合作協議，共同分享減災規劃與應變之經驗成果 [35]（圖 3.2）。



圖 3.1. 智慧災防新南向計畫-印度與台灣合作



圖 3.2. 智慧災防新南向計畫-尼泊爾與台灣合作

3.2 國際組織援助情況

當天然災害發生了，除了政府的應變作為之外，國際相關組織亦會給予援助；可分為兩類：第一類係國際人道救援組織，提供各式各樣的救援，包括災難救助、醫療、教育、心理、資金募款、乾淨水源等。組織包括聯合國人道事務協調廳（United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, UNOCHA）、世界衛生組織（World Health Organization, WHO）、紅十字會與紅新月會國際聯合會（International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies, IFRC）、聯合國兒童基金會（United Nations International Children's

Emergency Fund, UNICEF) 等。此外，有兩個知名國際非政府組織，無國界醫生 (Doctors Without Borders / Médecins Sans Frontières, MSF)、及樂施會 (Oxfam)。

另一類係提供災害前後之衛星影像，協助災害發生規模之快速判定，以利災害搶救，亦有助於災後復原與重建之規劃參考。國際單位包括有：國際空間與重大災害特許組織 (International Charter on Space and Major Disasters, ICSMD)、美國國家航空暨太空總署 (National Aeronautics and Space Administration, NASA) 等。以印度為例，ICSMD 於 2001 年至 2021 年 5 月期間[36]，共提供了 30 個事件的衛星影像災害圖資，其中 16 個事件係屬於洪水災害圖資，9 個事件為風暴災害圖資。表 3.1 彙整國際相關組織之相關資訊[29]。

表 3.1. 國際援助組織之相關資訊 (資料來源：CFE-DM；災防科技中心彙整)

單位名稱	網址
聯合國人道主義事務協調廳	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA) https://www.unocha.org/roap
ReliefWeb	ReliefWeb https://reliefweb.int/

PreventionWeb	PreventionWeb https://www.preventionweb.net/english/
紅十字會與紅 新月會國際聯 合會	International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies (IFRC) https://media.ifrc.org/ifrc
紅十字國際委 員會	The International Committee of the Red Cross (ICRC) https://www.icrc.org/en
全球災害警報 和協調系統	Global Disaster Alert and Coordination System (GDACS) https://www.gdacs.org/alerts/
Think Hazard	Think Hazard http://thinkhazard.org
人道主義數據 交換	Humanitarian Data Exchange (HDX) https://data.humdata.org/
亞洲減災中心	Asian Disaster Reduction Center (ADRC) https://www.adrc.asia/disaster/
薩哈納基金會	Sahana Foundation https://sahanafoundation.org/

第四章 結語

印度與尼泊爾是世界上易發生各類自然災害的國家之一，因為地形與氣候特色，極容易遭受洪水、乾旱、風暴、地震、坡地災害以及雪崩等影響。透過近 20 年(2000 至 2020)之災害統計數據顯示，兩國家之洪水災害發生次數均為最高。本文分別彙整了印度與尼泊爾之防災體系結構，並說明各單位職責所在，目標明確且有持續進行各項災害類別之應變預警系統開發。整體來說，減災整備研究完整，亦能提供政府單位各類災害預警資訊；加上國際組織的援助計畫，皆協助兩國朝著有效降低天然災害風險的目標前進。

參考文獻

- [1] 世界銀行(The world bank) , Population, total – India (2020)
<https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL?end=2020&locations=IN&start=1960&view=chart>
- [2] Google 地圖 , 印度
<https://www.google.com/maps/place/%E5%8D%B0%E5%BA%A6/@21.6568823,77.5052978,4001121m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x30635ff06b92b791:0xd78c4fa1854213a6!8m2!3d20.593684!4d78.96288>
- [3] 印度氣象局(India Metrological Department, IMD) , ANNUAL CLIMATE SUMMARY - 2020
https://www.imdpune.gov.in/Links/annual_summary_2020.pdf
- [4] 印度內政部(Ministry of Home Affairs, MHA) , Disaster Management in India. (2012)
<https://ndmindia.mha.gov.in/NDMINDIA-CMS/viewsituationPublicationPdfDocument-9>
- [5] 聯合國減災辦公室(The United Nations Office for Disaster Risk Reduction, UNDRR) , Human cost of disasters. An overview of the last 20 years 2000-2019. (2020)
https://www.preventionweb.net/files/74124_humancostofdisasters20002019reportu.pdf
- [6] 國際災害資料庫(The International Disaster Database, EM-DAT)
<https://www.emdat.be/>
- [7] 印度國家災害管理局(National Disaster Management Authority, NDMA)
<https://ndma.gov.in/>
- [8] 印度國家執行委員會(National Executive Committee, NEC)
<https://www.ndmindia.nic.in/constitution>
- [9] 印度國家災害管理研究所(National Institute of Disaster Management, NIDM)
<https://nidm.gov.in/>
- [10] 印度國家災難應變部隊(National Disaster Response Force, NDRF)
<http://www.ndrf.gov.in/>
- [11] 印度氣象局(India Metrological Department, IMD)
<https://mausam.imd.gov.in/>
- [12] 熱帶氣旋區域專責氣象中心(Regional Specialized Meteorological Center-Tropical Cyclones)
https://ddgmui.imd.gov.in/dwr_img/GIS/cyclone.html

- [13] 印度中央水務委員會(Central Water Commission, CWC)
<http://www.cwc.gov.in/>
- [14] 印度國家海洋信息系統中心
(Indian National Centre for Oceanic Information System, INCOIS)
<https://incois.gov.in/>
- [15] 印度國家海嘯預警系統(India Tsunami Early Warning System, TEWS)
<https://tsunami.incois.gov.in/TEWS/>
- [16] 印度海洋技術研究中心(National Institute of Ocean Technology, NIOT)
<https://www.niot.res.in/niot1/index.php>
- [17] 印度地質調查局(Geological Survey of India, GSI)
<https://www.gsi.gov.in/webcenter/portal/OCBIS>
- [18] 印度地質調查 GIS 資料庫(Bhukosh)
<https://bhukosh.gsi.gov.in/Bhukosh/Public>
- [19] 印度雪崩研究實驗(Snow and Avalanche Study Establishment, SASE)
<https://www.drdo.gov.in/labs-and-establishments/snow-avalanche-study-estt-sase>
- [20] 2020 年印度洋安攀氣旋事件紀錄，國家災害防救科技中心災害防救電子報，第 186 期，2021/01 發行
- [21] 2021 年陶特(Tauktae)氣旋侵襲印度之災害探討，國家災害防救科技中心災害防救電子報，第 192 期，2021/07 發行
- [22] 維基百科，尼泊爾
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B0%BC%E6%B3%8A%E5%B0%94#/media/File:Provinces_of_Nepal_2015.png
- [23] Ranjan Kumar Dahal and Shuichi Hasegawa, (2008). “Representative rainfall thresholds for landslides in the Nepal Himalaya.” *Geomorphology*, 100, pp. 429-443.
- [24] 維基百科
https://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%B0%BC%E6%B3%8A%E5%B0%94#/media/File:Nepal_topo_en.jpg
- [25] 亞洲減災中心(Asian Disaster Reduction Center, ADRC)
<https://www.adrc.asia/disaster/>
- [26] 尼泊爾內政部(Ministry of Home Affair, MoHA)
<https://moha.gov.np/en>
- [27] 尼泊爾國家減災管理局
(National Disaster Risk Reduction and Management Authority, NDRRMA)
<http://drrportal.gov.np/>
- [28] 國家緊急行動中心(National Emergency Operation Centre, NEOC)

- <http://neoc.gov.np/en/>
https://ddgmui.imd.gov.in/dwr_img/GIS/cyclone.html
- [29] 災害管理和人道主義援助卓越中心 Center For Excellence in Disaster Management & Humanitarian Assistance (CFE-DM), Nepal Disaster Management Reference Handbook, October 2020.
<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/disaster-mgmt-ref-hdbk-nepal-2020.pdf>
- [30] Dinanath Bhandari, Sanchita Neupane, Peter Hayes, Bimal Regmi, Phil Marker (2020). Disaster risk reduction and management in Nepal: Delineation of roles and responsibilities, Oxford Policy Management, May 2020.
<https://www.opml.co.uk/files/Publications/a1594-strengthening-the-disaster-risk-response-in-nepal/delineation-of-responsibility-for-disaster-management-full-report-english.pdf?noredirect=1>
- [31] Kantipur Daily(2014) , पहिरोले सुनकोशी थुनियो, ८ जनाको मृत्यु - कान्तिपुर समाचार , 上網日期 : 2014 年 8 月 2 日 。
<https://ekantipur.com/ampnews/2014-08-02/393345.html>
- [32] 科技部(2018) 。智慧災防新南向計畫概述 。上網日期 : 2018 年 8 月 20 日 。
<https://www.most.gov.tw/folksonomy/detail/5f3507a4-8649-4165-a2ea-6acf9812b299?l=ch>
- [33] 新南向計畫專案辦公室(2018) 。國家災害防救中心訪印度 強化災防合作 。上網日期 : 2018 年 12 月 18 日 。
<https://nsstc.narlabs.org.tw/NSTC/News.aspx?cate=2056&entry=2103>
- [34] 中央廣播電台(2018) 。國家災害防救中心訪印度 強化災防合作 。上網日期 : 2018 年 12 月 18 日 。
<https://www.rti.org.tw/news/view/id/2005513>
- [35] 新南向科技技術專網 。科技部國家災害防救科技中心與尼泊爾兩市 簽訂 防災合作協議—執行「智慧災防新南向」, 落實科技人道援助。上網日期 : 2020 年 2 月 11 日 。
<https://nsstc.narlabs.org.tw/NSTC/News.aspx?cate=2053&entry=2204>
- [36] 國際空間與重大災害特許組織(ICSMD)
<https://disasterscharter.org/web/guest/charter-activations>

新南向國家防救災應變之盤點系列：印度篇與尼泊爾篇

發行人：陳宏宇

出版機關：國家災害防救科技中心

地址：新北市新店區北新路三段 200 號 9 樓

電話：02-8195-8600

報告完成日期：中華民國 110 年 12 月

出版年月：中華民國 111 年 01 月

版 次：第一版

非賣品

(本報告內容僅供中心內部參考不對外公開，請勿轉載)

地址：23143新北市新店區北新路三段200號9樓

電話：++886-2-8195-8600

傳真：++886-2-8912-7766

網址：<http://www.ncdr.nat.gov.tw>