

《澳門“天鴿”颱風災害評估總結及優化  
澳門应急管理體制建議》報告

2018年3月

謹以此報告向“天鴿”颱風災害中罹難的同胞致以深切悼念！向積極應對“天鴿”颱風並在災後深刻反思，不斷增強憂患意識的澳門特區政府和自強愛澳愛國的澳門同胞致以崇高敬意！

《澳門“天鴿”颱風災害評估總結及優化澳門應急管理  
體制建議》報告編制項目組人員名單

- 組 長：閃淳昌 國家減災委專家委員會副主任  
國務院應急管理專家組組長、教授級高級工程師
- 成 員：張學權 民政部國家減災中心副主任
- 袁宏永 清華大學公共安全研究院 教授
- 錢傳海 國家氣象中心颱風與海洋氣象預報中心 研究員
- 黃曉莉 電力規劃設計總院 教授級高級工程師
- 蔣 肖 水利水電規劃設計總院 教授級高級工程師
- 沈漢堃 珠江水利委員會規劃計劃處 教授級高級工程師
- 孫世國 北方工業大學新興風險研究院 教授
- 紀穎波 北方工業大學土木工程學院 教授
- 李 進 北京市消防局原副局長
- 王 超 民政部救災司備災處副處長
- 張雲霞 民政部國家減災中心 研究員
- 張寶軍 民政部國家減災中心 副研究員
- 鄒積亮 國家行政學院應急管理培訓中心 副教授
- 付 明 清華大學合肥公共安全研究院 教授
- 秦緒坤 國家安全生產應急救援指揮中心 工程師

# 目 錄

引 言 .....	1
<b>第一章 “天鴿” 颱風災害及應對 .....</b>	<b>3</b>
1.1 “天鴿” 颱風災害特點和災情分析 .....	3
1.1.1 “天鴿” 颱風概述及特點 .....	3
1.1.2 “天鴿” 颱風致災因子分析 .....	6
1.1.3 “天鴿” 颱風災害影響和災情分析 .....	10
1.2 “天鴿” 颱風災害應對的基本情況 .....	14
1.2.1 澳門特區政府及民防行動中心積極應對 .....	14
1.2.2 澳門各界和民衆守望相助自強愛鄉 .....	17
1.2.3 澳門特區政府及時反思並出台救助政策措施 .....	19
1.3 主要問題與教訓 .....	21
1.3.1 預防與應急準備不充分 .....	22
1.3.2 應急管理體制機制不健全 .....	23
1.3.3 災害應對法律法規和標準不健全 .....	23
1.3.4 生命綫工程和重要基礎設施設防標準不高 .....	24
1.3.5 災害預警及響應能力亟待提高 .....	25
1.4 災後恢復重建成效明顯 .....	26
1.4.1 改進應急管理體制機制 .....	26
1.4.2 抓好災害救助政策落實 .....	27
1.4.3 加強防颱風防潮防洪工作 .....	28
1.4.4 加強生命綫工程建設 .....	30
<b>第二章 國內外防災減災救災最新動態和做法 .....</b>	<b>33</b>
2.1 國內外應對颱風災害的主要做法和經驗教訓 .....	33
2.1.1 我國颱風災害特點及應對 .....	33
2.1.2 美國颶風災害特點及應對 .....	39
2.1.3 日本颱風災害特點及應對 .....	42
2.1.4 菲律賓颱風災害特點及應對 .....	45
2.2 國內外防災減災救災與應急管理先進經驗和發展趨勢 .....	49
2.2.1 我國防災減災救災的新理念和新做法 .....	49
2.2.2 國外災害應對和應急管理的典型經驗做法 .....	55
2.2.3 減少災害風險的全球共識 .....	57
2.2.4 建設安全韌性城市成爲全球發展趨勢 .....	62
<b>第三章 優化澳門應急管理體系的總體思路和建議 .....</b>	<b>68</b>
3.1 總體思路 .....	68
3.1.1 堅持先進理念 .....	68
3.1.2 總體目標 .....	69
3.1.3 分階段目標 .....	69
3.1.4 應急管理體系建設的基本原則 .....	70
3.1.5 應急管理的體系架構 .....	71
3.2 健全完善應急管理體制 .....	71

3.3 建立健全应急管理機制.....	72
3.3.1 監測預警機制.....	72
3.3.2 突發事件信息報告機制.....	74
3.3.3 決策指揮機制.....	74
3.3.4 應急保障機制.....	75
3.3.5 風險評估和風險分擔機制.....	76
3.4 建立健全應急管理法制.....	76
3.4.1 修訂和完善相關法律法規規章.....	76
3.4.2 優化應急管理標準體系.....	77
3.4.3 加強法律法規的宣傳.....	77
3.5 建立健全應急預案體系.....	78
3.5.1 統籌規劃應急預案體系.....	78
3.5.2 制修訂應急預案.....	79
3.5.3 加強應急預案管理和演練.....	80
3.6 提升氣象及海洋災害監測預警能力.....	81
3.6.1 災害監測.....	81
3.6.2 災害預警.....	83
3.7 提升災情統計評估能力.....	88
3.7.1 災情統計報送.....	88
3.7.2 災害損失評估.....	88
3.8 加強生命綫工程和重要基礎設施防災減災能力.....	89
3.8.1 防颱風防汛骨幹工程.....	89
3.8.2 供水工程.....	92
3.8.3 供電工程.....	94
3.8.4 通信工程.....	97
3.8.5 重要基礎設施.....	99
3.9 健全完善粵港澳應急聯動協作機制.....	102
3.9.1 建立粵港澳應急管理聯席會議制度.....	102
3.9.2 健全監測預警信息共享機制.....	103
3.9.3 推動粵港澳人員交流培訓.....	103
3.9.4 建立緊急救災物資快速通關和綠色通道機制.....	104
3.9.5 健全生命綫工程協調保障機制.....	104
3.9.6 粵港澳巨災保險聯動機制.....	104
3.10 建立健全政府主導、社會協同、公眾參與的應急管理格局.....	105
3.10.1 提高政府官員應急決策指揮能力.....	105
3.10.2 提高公務人員和專業救援隊伍的素質和能力.....	105
3.10.3 加強公共安全與應急管理宣傳教育.....	106
3.10.4 鼓勵和支持社會力量有效有序參與防災減災救災.....	107
3.10.5 加強社區和家庭防災減災能力建設.....	109
3.10.6 建設澳門公共安全應急信息網.....	110
<b>第四章 優化澳門應急管理體系的重點建設項目建議.....</b>	<b>112</b>
4.1 綜合風險與應急能力評估項目.....	112
4.1.1 建設目標.....	112
4.1.2 建設框架.....	112

4.1.3	建設內容.....	113
4.1.4	實現路徑.....	123
4.2	應急避難及轉移安置場所建設工程.....	125
4.2.1	建設目標.....	125
4.2.2	建設框架.....	125
4.2.3	建設內容.....	126
4.2.4	實現路徑.....	126
4.3	內港海傍區防洪（潮）排澇建設工程.....	132
4.3.1	建設目標.....	132
4.3.2	現狀分析.....	132
4.3.3	建設框架.....	137
4.3.4	建設內容.....	140
4.3.5	實現路徑.....	142
4.4	智慧安全城市及公共安全運行與應急指揮平台項目.....	144
4.4.1	建設目標.....	144
4.4.2	建設框架.....	144
4.4.3	建設內容.....	146
4.4.4	實現路徑.....	147
4.5	專業救援隊伍培訓基地建設項目.....	164
4.5.1	建設目標.....	164
4.5.2	建設框架.....	165
4.5.3	建設內容.....	167
4.5.4	實現路徑.....	173
4.6	公共安全科普教育基地建設項目.....	174
4.6.1	建設目標.....	174
4.6.2	建設框架.....	174
4.6.3	建設內容.....	175
4.6.4	實現路徑.....	187
<b>結束語.....</b>		<b>189</b>
<b>附件 1 關於提升澳門氣象業務能力的專題報告.....</b>		<b>190</b>
<b>附件 2 關於提升澳門電力系統應對災害能力的專題報告.....</b>		<b>207</b>
<b>附件 3 關於建設澳門內港擋潮閘的專題報告.....</b>		<b>226</b>
<b>附件 4 關於加強澳門消防工作的專題報告.....</b>		<b>243</b>

# 引言

2017年8月23日，澳門遭受自1953年有颱風觀測記錄以來影響澳門最強颱風“天鴿”的正面襲擊，造成澳門特區10人遇難，244人受傷，直接經濟損失83.1億元(澳門元)，間接經濟損失31.6億元(澳門元)<sup>1</sup>。

面對突如其來的災害，澳門特區政府和社會各界積極投身抗災救災工作，在習近平主席和中央政府的關愛下，在中央政府駐澳門聯絡辦公室的協調配合下，在解放軍駐澳門部隊的鼎力援助下，在廣東省等內地有關方面的大力支持下，澳門廣大居民守望相助，政府與社會各界共克時艱，千方百計救災和善後，澳門社會生產生活秩序在很短時間內得到基本恢復，經濟社會大局保持穩定。

風災雖然給澳門造成重大損失，但也激發了澳門特區政府和澳門同胞迎難而上和提升澳門防災減災救災水平的決心。行政長官及時批准設立了“檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會”，對“天鴿”颱風災害造成的影響與危害進行全面評估與反思，廣泛徵集並聽取社會各界意見和建議，全面總結經驗和教訓、查找存在問題、明確改善方向，把居民生命財產和公共安全放在首要位置，不斷提升防災減災救災的能力和水平。

澳門特區政府在災害反思總結過程中，提出了希望得到國家減災委員會支持的請求。經李克強總理等國務院領導同意，在國務院港澳事務辦公室大力支持下，國家減災委員會及時派出評估專家組，於2017年9月13-17日赴澳門協助澳門特區政府開展了災害總結和評估工作。國家減災委員會專家組在澳門通過座談交流與實地察看，在尊重規律、尊重科學的基礎上，對比分析、評估總結，迅速形成並上報了《國家減災委員會協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組的工作報告》。

---

<sup>1</sup> 上述經濟損失數據為2017年9月數據，2018年2月26日，澳門統計局經綜合全部所得數據，估算“8.23”風災對澳門造成的直接經濟損失為90.45億元，間接經濟損失為35.00億元，合共125.45億元，較去年的初步估算高10.72億元。

此後，依據崔世安行政長官在《二〇一八年財政年度施政報告》中關於“完善應急機制、強化公共安全”的精神，在國家減災委員會的支持下，澳門特區政府“檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會”委託清華大學公共安全研究院、北方工業大學新興風險研究院和民政部國家減災中心三家單位組建項目組，聯合編制《澳門“天鴿”颱風災害評估總結及優化澳門應急管理體制建議》報告。

項目組根據澳門的實際，認真設計了研究方案，並於2017年11月30日至12月2日赴澳門現場調研，聽取有關部門的意見。澳門特區政府行政長官辦公室柯嵐主任等也於2017年12月27-29日專程訪問了民政部國家減災中心、北方工業大學新興風險研究院和清華大學公共安全研究院，就優化澳門應急管理體制問題進行研討。2018年1月18-21日雙方又在珠海進行了深入交流和探討，並根據澳門方面的意見對報告進行了認真研究和修改，與此同時，項目組還聽取了中央人民政府駐澳門特別行政區聯絡辦公室的意見。1月25日項目組在北京組織召開了徵求意見及研討會，邀請了國家減災委辦公室、國家防汛抗旱總指揮部辦公室、公安部、國務院港澳事務辦公室、國家行政學院、國家能源局、中國氣象局、國家安全生產應急救援指揮中心及北京市相關部門的專家參會，對報告進行了進一步修改和完善。

項目組本著認真負責、科學嚴謹、求真務實的態度，在前期《國家減災委協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組的工作報告》的基礎上，認真調查研究並聽取各有關方面意見，編制完成了本報告，期望為澳門防災減災救災與應急管理體制機制建設提供重要參考，同時為下一步編制“澳門防災減災十年規劃（2019-2028年）”打好基礎。

我們深信，有習近平主席和中央政府的關懷、支持，有“一國兩制”、“澳人治澳”、高度自治方針的指引，有澳門特區政府的積極作為和澳門各界人士的齊心協力，一定能夠把澳門建設成為安全韌性的世界旅遊休閒中心，澳門一定能夠更加繁榮穩定。

# 第一章 “天鴿” 颱風災害及應對

## 1.1 “天鴿” 颱風災害特點和災情分析

### 1.1.1 “天鴿” 颱風概述及特點

2017 年第 13 號颱風“天鴿”於 8 月 20 日在西北太平洋上生成，22 日上午進入南海東北部海面，22 日下午加強為颱風級（中心附近最大風力 12 級，33m/s），23 日早晨加強為強颱風級（14 級，42m/s），23 日中午颱風中心掠過澳門南部近海海面，於 12 時 50 分在廣東珠海登陸（強颱風級，14 級，45m/s）；登陸後，“天鴿”颱風強度逐漸減弱，經過廣東、廣西，進入雲南減弱消失（圖 1-1）。



圖 1-1 “天鴿” 颱風全路徑圖

“天鴿” 颱風登陸前後，珠海、澳門、香港及珠江口海面和附近島嶼最大陣風達 16-17 級，局地超過 17 級，其中珠海桂山島最大風速 66.9m/s(約 240.8km/h)、澳門大潭山站最大風速 60.4m/s(約 217.4km/h)、

香港黃茅洲（島嶼）最大風速 84.2m/s（約 303.1km/h）（參考香港天文台“天鴿”颱風總結報告）。22 日 12 時至 25 日 14 時，廣東西南部和沿海地區、廣西西部和中南部、雲南東部、貴州西部、四川東部等地累計雨量有 100-250mm，廣東江門和茂名、廣西欽州等地達 300-400mm，澳門在風球懸掛期間最大雨量為 50mm（圖 1-2）。

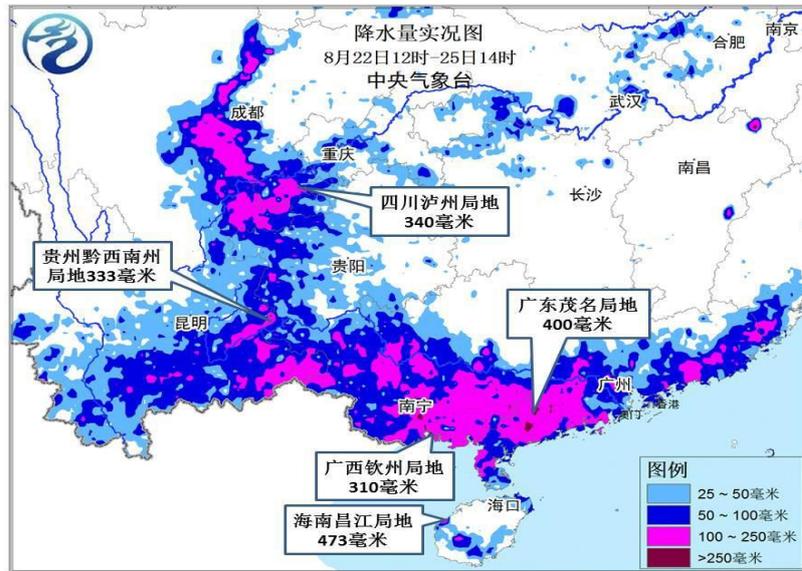


圖 1-2 “天鴿”颱風降水量圖

“天鴿”颱風正面吹襲澳門，共造成澳門 10 人遇難，244 人受傷，直接經濟損失 83.1 億元(澳門元)，間接經濟損失 31.6 億元(澳門元)<sup>1</sup>。本次災害具有極端性、異常性、突發性和嚴重性四個主要特點。

(一) 極端性。“天鴿”颱風正面襲擊澳門，打破澳門多項颱風紀錄。據澳門和內地氣象部門提供的相關數據表明，“天鴿”颱風是澳門自 1953 年有颱風觀測記錄以來影響澳門的最強颱風，其極端性主要表現在：8 月 23 日 12:00 友誼大橋南站 1 小時最高平均風速 132km/h，打破了 1993 年強熱帶風暴“貝姬”124km/h 的紀錄；大潭山站 23 日 11:06 最高陣風 217.4km/h，打破了 1964 年颱風“露比”在東望洋山站 211km/h

<sup>1</sup> 上述經濟損失數據為 2017 年 9 月數據，2018 年 2 月 26 日，澳門統計局經綜合全部所得數據，估算“8.23”風災對澳門造成的直接經濟損失為 90.45 億元，間接經濟損失為 35.00 億元，合共 125.45 億元，較去年的初步估算高 10.72 億元。

的紀錄；大潭山站 12:02 最低氣壓 945.4hPa，打破了 1964 年颱風“露比”在東望洋山站 954.6hPa 的紀錄；媽閣站 12:20 疊加風暴潮後的潮汐水位達 5.58m（澳門基面），是自 1925 年澳門有潮水記錄以來潮位最高的一次。

（二）異常性。“天鴿”颱風登陸前移動速度快，風力在近海急劇加強。“天鴿”颱風登陸前以大約 25-30km/h 的速度向西北偏西方向移動（南海颱風移動速度一般為 10-15km/h）；22 日上午以熱帶風暴強度進入南海後，強度逐漸加強，特別是從 23 日凌晨 4 時到上午 10 時的 6 小時內“天鴿”中心附近最大風力由 12 級急劇加強到 15 級，23 日 10 時靠近珠江口附近海面時（距離澳門不足 70km），強度達到最強（15 級，兩分鐘平均風速 173km/h），隨後 12:50 登陸珠海市南部沿海。一般颱風臨近登陸前強度減弱，而“天鴿”颱風却出現了強度急劇加強的異常現象，歷史少見。

（三）突發性。“天鴿”颱風襲擊澳門時，短時間內風速加強快、潮位上漲猛。從澳門各氣象觀測站風速數據來看，23 日上午 9 時，尚未達到 8 號風球風速（ $\geq 63\text{km/h}$ ，1 小時平均風速）。9 時起風速明顯加大，9 時至 12 時的 3 小時內風速加強非常快，由 70km/h 增至 120km/h 左右，最大為友誼橋南站，達 132km/h；特別是隨著東至東南風的增大，導致半島西側內港一帶水位上升非常快，沿岸測站（內港、內港北及林茂塘）約 1 小時水位上升 1.5m。而在較內陸的測站，在 11:20 後水位上升明顯加快，約 40~50 分鐘上升 1.5m。短時間內風力快速增大和水位快速上漲導致災害突發性強，增加了防禦難度。

（四）嚴重性。“天鴿”颱風吹襲期間風雨潮三碰頭，多致災因素疊加導致連鎖效應，造成的危害十分嚴重。“天鴿”颱風正面影響澳門時，風力大、引發的風暴潮增水急，同時，“天鴿”颱風登陸時恰逢天文高潮位，雙潮重疊導致內港等沿岸地區異常增水高達 5.58m，低窪地帶、地下停車場等嚴重水浸，給供電、供水、通信、交通等設施造成重創，導致大面積停電、停水以及通信短時中斷等，增加了人員救助、搶

險救災難度。

### 1.1.2 “天鴿” 颱風致災因子分析

從致災角度看，“天鴿” 颱風具有移動速度快、近海急劇加強、登陸強度強和不確定性強等特點。

(一) 移動速度快。“天鴿” 颱風登陸前移動速度大約 25-30km/h，比南海颱風平均移動速度 (10-15km/h) 明顯偏快。“天鴿” 颱風進入南海東北部海面後，其北側副熱帶高壓加強並向西伸展，副熱帶高壓南側強盛的偏東氣流推動“天鴿” 颱風快速向西偏北方向移動，移動速度最快達到 25-30km/h。若“天鴿” 颱風北側沒有這個強大的副熱帶高壓，移動速度會明顯減慢，其登陸地點甚至會移動到珠江口以東地區 (圖 1-3)。

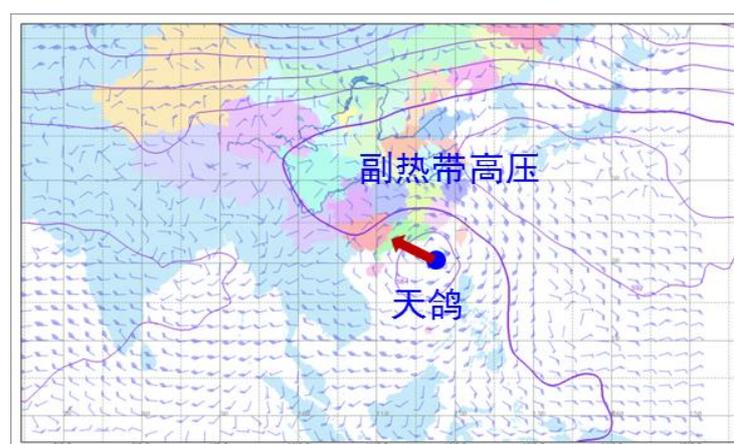
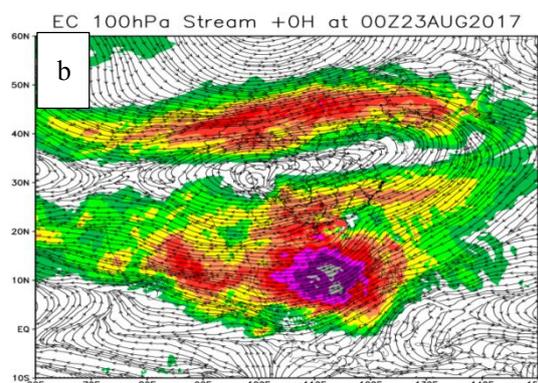
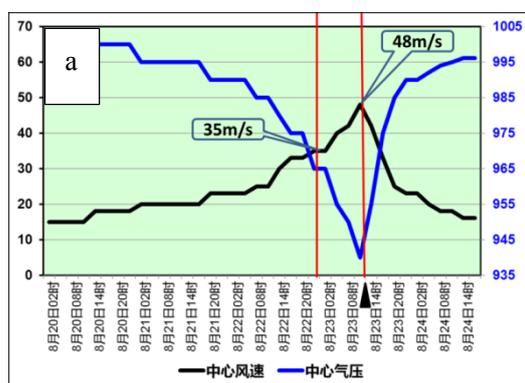


圖 1-3 “天鴿” 颱風及副熱帶高壓配置圖

(二) 近海急劇加強。8 月 23 日凌晨 4 時至上午 10 時，“天鴿” 颱風快速向珠江口靠近，在短短 6 小時內，珠江口外海面的風力由 12 級急劇加強到 15 級，這是由於“天鴿” 颱風靠近沿岸並快速加強造成的。通常，當颱風靠近沿岸時，由於地形的摩擦作用，一般會出現強度逐漸減弱的現象。像“天鴿” 颱風這種在近海急劇加強的現象非常少見，特別是當其進入南海趨向廣東沿海的過程中，近中心最大風速由 22 日 11 時的 25m/s 增強至 23 日 11 時的 48m/s，中心氣壓則由 985hPa 下降至

940hPa，24 小時內中心風速增強幅度達 23m/s，中心氣壓下降達 45hPa，其中 22 日 23 時至 23 日 11 時的 12 小時內中心風速增強達 13m/s，達到業界颱風快速增強的標準（圖 1-4 (a)，兩條紅綫內為快速增強階段）。

颱風的強度變化受到海洋和大氣環境以及颱風自身結構等眾多因素的影響。研究表明，對颱風強度影響最大的四個因素是海溫、高空出流、低空水汽流入和水平風垂直切變。在“天鴿”颱風靠近廣東沿海的過程中，上述四個條件都處於有利於颱風加強的狀態。一是高空出流條件好。“天鴿”颱風進入南海後，其南側對流層高層熱帶東風急流急劇加強，導致高層輻散流出氣流的加強，這是南海颱風急劇加強的主要高空環流形勢（圖 1-4 (b)）。二是低層水汽流入條件好。“天鴿”颱風在靠近沿海的過程中，來自南半球的越赤道氣流和副高西側東南風流入增強（圖 1-4 (c)），源源不斷的水汽輸送至其環流內，低層流入的增強有利於“天鴿”颱風強度的急劇加強。三是海溫條件好。由實時海溫資料分析可以發現，南海北部海面異常偏暖，海表溫度普遍在 29°C 以上，尤其是廣東中西部沿海海面較常年平均海溫偏高達 1.5-2.0°C（圖 1-4 (d)），高海溫促進海氣相互作用加強、對流加劇，強度急劇加強。四是垂直切變條件好。“天鴿”颱風在登陸珠海前，其高低空環境風垂直切變一直維持在 6.3-8.8m/s 之間的較小區間，有利於其強度的急劇增強。因此，在諸多有利條件下，“天鴿”颱風出現了近海急劇加強。



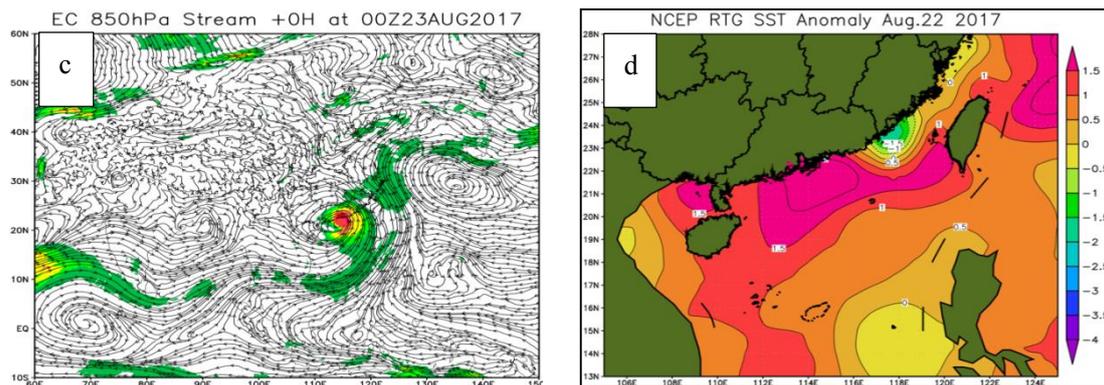


圖 1-4(a)“天鴿”颱風強度變化 (兩條紅綫內為快速增強階段, 黑色三角形所指為登陸時間);

(b)2017年8月23日08時ECMWF模式100hPa流綫和等風速綫( $\geq 12\text{m/s}$ ,填色)分析場;(c)2017年8月23日08時ECMWF模式850hPa流綫和等風速綫( $\geq 12\text{m/s}$ ,填色)分析場;(d)2017年8月22日NCEP全球實時海表溫度距平;

(三)登陸強度強。“天鴿”颱風為2017年登陸我國的最強颱風,也是2017年唯一以強颱風級登陸我國的颱風,與1954年颱風“艾達”(IDA)、1991年颱風“弗雷德”(FRED)並列為1949年以來8月登陸廣東最強的颱風。“天鴿”颱風在23日10時靠近珠江口附近海面時(距離澳門不足70km),強度達到最強(15級,兩分鐘平均風速48m/s),23日12時50分在廣東珠海登陸,登陸時為強颱風級,雖然受到地形影響,強度較其巔峰時刻略有減弱,但是中心附近最大風力仍有14級(45m/s)。2017共有8個颱風在我國登陸(表1-1),登陸個數略多於多年平均值(7個),但是2017的平均登陸強度只有29m/s,低於多年平均強度(33m/s)。

表 1-1 2017 年登陸我國的颱風一覽表

颱風 編號	颱風名稱	最大					登陸強度	
		強度 (m/s)	登陸地點	登陸時間	風級	風速 (m/s)	氣壓 (hPa)	
1702	苗柏 MERBOK	25	廣東深圳	6月12日 23:10	9	23	990	

1707	洛克	20	香港	7月23日	8	20	995
	ROKE			09:50			
1709	納沙	40	台灣宜蘭	7月29日	13	40	960
	NESAT			19:40			
			福建福清	7月30日	12	33	975
				6:00			
1710	海棠	23	台灣屏東	7月30日	9	23	984
	HAITANG			17:30			
			福建福清	7月31日	8	18	990
				2:50			
<b>1713</b>	<b>天鴿</b>	<b>48</b>	<b>廣東珠海</b>	<b>8月23日</b>	<b>14</b>	<b>45</b>	<b>950</b>
	<b>HATO</b>			<b>12:50</b>			
1714	帕卡	33	廣東台山	8月27日	12	33	978
	PAKHAR			09:00			
1715	瑪娃	25	廣東汕尾	9月3日	8	20	995
	MAWAR			23:30			
1720	卡努	42	廣東湛江	10月16日	10	28	988
	KHANUN			03:25			

(四)不確定性強，預報難度大。一般颱風臨近登陸前強度會減弱，而“天鴿”颱風却出現了強度近海急劇加強的異常現象，預報難度大。預報困難主要來源於兩個方面：一是近海急劇加強是一種小概率事件，依據預報員經驗或統計數據很難做出準確預報；二是目前全球最好的數值模式對“天鴿”颱風的強度預報仍然出現明顯偏差，當預報員參考這樣的數值模式做預報時，同樣增加了預判其近海急劇加強的難度。

在對“天鴿”颱風登陸強度的預報中，除了數值模式外，國際上其他颱風預報中心（例如日本、美國等）也認為其強度快速增加的可能性不大。中央氣象台雖然提前40多個小時預報“天鴿”將以颱風強度登陸，

但在“天鴿”生成初期並沒有預計到它會在近海快速增強，存在強度預報偏弱的情況，24h、48h 和 72h 強度預報最大誤差分別達 8.0m/s、20.0m/s 和 19.0m/s（圖 1-5）。但隨著“天鴿”颱風逐步靠近華南沿海，中央氣象台每天進行多次訂正預報，特別在 23 日早晨 6 時，及時將“天鴿”升級為強颱風，並發佈 2017 年度第一個颱風紅色預警。颱風強度預報，特別是近海快速增強颱風的強度預報仍是世界性難題和挑戰。

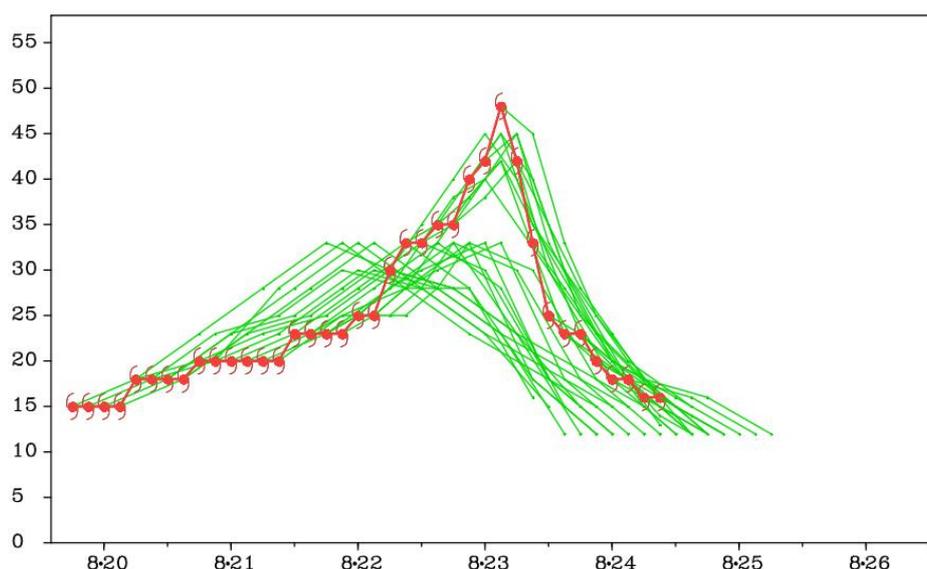


圖 1-5 中央氣象台“天鴿”颱風強度預報誤差

（紅色實綫是颱風實況強度，綠色實綫是不同時刻發佈的颱風強度預報）

### 1.1.3 “天鴿”颱風災害影響和災情分析

“天鴿”颱風造成的災情極為嚴重，居民生命財產安全、社會生產生活秩序均受到很大影響。

（一）人員傷亡嚴重。“天鴿”颱風災害共造成澳門 10 人遇難，244 人受傷。遇難人員中，有 7 人在地下停車場、地下水窖、地舖等地下場所因溺水死亡，其餘 3 人因高空墜落、行進滑倒、車輛碾壓等原因死亡（表 1-2）。“天鴿”颱風正面影響澳門時，恰逢風暴潮疊加天文大潮，雙潮疊加導致內港短時增水高，居民在地下停車場未能及時撤出而喪生。

另外，建築物損毀、高空墜物、樹木倒壓等因素是導致人員受傷的主要原因。澳門民防行動中心收到近千宗事故報告。儘管歷史上澳門也曾發生過因颱風災害造成極為嚴重的人員傷亡事件，但此次災害是近幾十年來造成人員傷亡最嚴重的自然災害事件。

表 1-2 風災期間遇難人員統計

死亡人數	地點及原因
2 名男子	典雅灣停車場排水後發現
1 名男子	恒德大廈停車場排水後發現
1 名男子	快達樓停車場排水後發現
1 名男子及 1 名女子	被發現在澳門十月初五街 57 號雄記行水窖（負一層）被救出後證實死亡
1 名男子	在南灣大馬路被發現懷疑被車輾過死亡
1 名男子	在氹仔湖畔大廈五至六座近停車場收費處被發現，有路人表示傷者滑倒跌傷後頭部撞牆死亡
1 名女性長者	在澳門馮家巷 1-B 號地鋪被發現死亡
1 名男子	在澳門中心街翡翠廣場一座四樓平台被發現高處墜下死亡

（二）生命綫遭受重創。“天鴿”颱風災害導致澳門供電、供水、通信設施損毀嚴重。

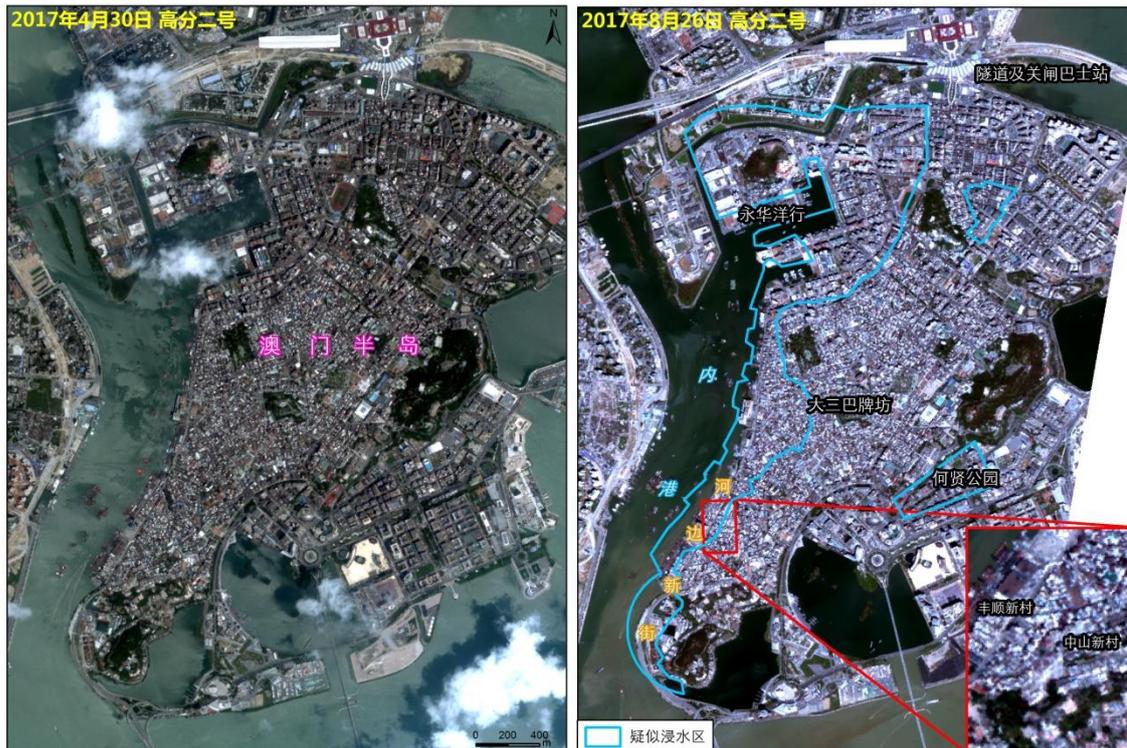
（1）供電設施。8 月 23 日 12 時 24 分起，由於受珠海大面積停電、廣東電網對澳輸電南北兩個 220kv 通道盡失的影響，導致澳門路環發電廠跳閘。澳門電網全黑、全澳停電，超過 25 萬戶受影響。交通道路監控設備因停電而影響交通訊息中心的運轉。截至 28 日上午 8 時，仍有個別樓宇或用戶低壓供電存在問題，其餘地區已經陸續恢復供電。本次災害導致約 220 個中壓客戶變電站水浸受損，12 台中壓開關櫃及 1 台中壓變壓器需要更換，因水浸受影響客戶變電站 PT 有 220 座，受影響低壓分接箱 CD 有 134 個，受影響低壓綫頭箱 1661 個，超過 300 套中壓客戶變電站內通信及遙控裝置因水浸導致故障需更換，約 40 支公共照明燈柱折斷，數以百計公共照明設施受損。

**(2) 供水設施。**8月23日上午由於青洲水廠、大水塘水廠及路環水廠受風災、水浸、斷電和通訊中斷等影響，均處於停產狀態。部分用戶只能通過管網內存水以及各高位水池的庫餘而使用到自來水，部分區域供水暫停。災害發生6天后，全澳生產及生活供水才全面恢復正常。

**(3) 通信設施。**因電力供應中斷及嚴重水浸，導致部分固定電話、互聯網及專線服務中斷，移動電話網絡覆蓋亦受到輕微影響。氹仔電訊大樓、高地烏街電訊大樓、全澳的遠程機房及移動電話機站均受到電力供應中斷影響，所有電訊設施即時由後備發電機或後備電源支撐；其中11個遠程機房及408個移動電話機站因長時間電力供應故障及後備電源耗盡導致電訊服務受到影響。

**(三) 低窪地帶水浸嚴重。**受海水倒灌等因素影響，澳門低窪街區和地下停車場水浸十分嚴重。8月23日11時至13時水浸情況最為突出，影響範圍包括全澳大街及沿岸地區，澳門市區內水深大約為1-2m，路環市區及內港一帶水深約2m以上，內港貨櫃碼頭及附近商戶的貨物全部浸壞。停車場地庫成為重災區。43個公共停車場中，有11個停車場出現不同程度的水浸情況，部分私家樓宇的停車場也出現水浸，水浸情況最高為3-3.5m。全澳約212輛巴士受浸或被損壞，占全澳巴士總數24%，公共停車場受浸電單車約120輛、私家車約700多輛。

澳門"天鴿"台风灾害遥感监测图



(四)衛生防疫形勢嚴峻。受制於街道狹窄、樹木倒塌阻塞等原因，大型車輛或機械較難通行開展清渠和垃圾清理任務，加上建築材料、家具等水浸後，與棄置的食物混雜放置於街道上等待清理，對清理工作構成較大困難。清理垃圾之速度遠不及市民棄置垃圾速度，造成非常嚴重的環境衛生問題。各社區垃圾滿地、堆積如山，在酷暑天氣下，散發惡臭，具有爆發疫情的潛在危機。同時，受停水停電等因素影響，不少市民生活環境受到嚴重破壞，引起各種傳染病風險，特別是消化道傳染病和蚊蟲傳染病增加。政府部門和各方積極加快速度運送垃圾進行處理和焚化。8月25日焚化爐收集之垃圾數量為2600噸，8月26日焚化爐收集之垃圾數量為2900噸，遠超出平日焚化爐收集1400噸垃圾的數量。

(五)市政設施道路橋梁多處受損。全澳倒伏樹木約9000株。公園、休憩區、圖書館、展覽場館等市政設施嚴重受損，澳門文化中心頂部嚴重受損。局部地區的道路和橋梁受損。西灣大橋的分隔帶鐵網脫落、主塔頂蓋變型及脫落，主橋面多處交通指示牌及設施受到損壞。氹仔東亞運大馬路鄰近西灣大橋出入口的路段兩側出現局部路面下陷情況。多處

樓宇窗戶、檐篷、外掛空調、廣告牌或屋頂飾面等構件受風災影響松脫或損毀，更有臨海大廈整棟窗戶幾乎全部損壞。

**（六）旅遊業和航空運輸受到嚴重影響。**“天鴿”颱風災害對來澳旅客也造成了直接影響。8月24日共有329個旅行團來澳，酒店因受水浸和停電停水影響，導致3個旅行團無法入住酒店，經旅遊局協調得以解決。8月25-30日澳門全面暫停接待旅行團，2000個旅行團受到影響。在航空運輸方面，“天鴿”颱風襲澳期間，約80個航班取消，30個航班延誤，440名旅客滯留機場；“帕卡”颱風襲澳期間，約70個航班取消，80個航班延誤，330名旅客滯留機場。

## 1.2 “天鴿”颱風災害應對的基本情況

面對突如其來的“天鴿”颱風災害，在習近平主席和中央政府的關愛下，在解放軍駐澳門部隊的鼎力援助下，在廣東省等內地有關方面的大力支持下，澳門特區政府攜手社會各界，積極部署應對，採取緊急措施，把保障居民生命安全放在首位，為減少人員傷亡和財產損失盡了最大努力，並在很短時間內使澳門的社會秩序得到基本恢復。

### 1.2.1 澳門特區政府及民防行動中心積極應對

**（一）颱風預防和準備工作。**當獲悉“天鴿”颱風可能會襲擊澳門的消息後，保安司範疇所有部門根據民防架構成員任務分工積極做好人力、物力及設施設備等方面的準備工作。在人力上，預先增加執勤人員數量，安排人員提前返回工作崗位並待命；在物力上，提前準備人員防護裝備、搶險救援工具、應急救災物資、緊急救援裝備等；在設施方面，安排人員巡視所有設施設備的防範加固和運行狀況，檢查抽排水設施設備以及防洪沙包準備情況等。

治安警察局根據懸挂1號至3號風球的信息，通過微信向社會公眾發佈做好防颱風準備措施的訊息；警察總局及保安部隊事務局為民防行動中心機制啓動作好物資及人員準備工作，安排信息技術人員到民防行

動中心進行檢測，確保民防行動中心啓動“動態事故報告系統”能夠運作正常；懸掛3號風球時，民防行動中心向27個民防架構成員發出提示，為啓動民防架構提前做好準備。

**（二）多渠道發佈信息並呼籲市民做好災害防禦。**民防行動中心滾動式不間斷地通報“天鴿”颱風最新信息，響應傳媒機構的查詢；及時統計發佈由颱風所引發的事故、傷亡的信息數據；通過新聞局、新聞媒體等各種渠道對外發佈，讓公眾知悉災害最新情況，及時採取防禦措施。

**（三）緊急啓動民防行動中心機制。**懸掛8號風球後，澳門特區政府緊急啓動民防行動中心機制。8月23日下午崔世安行政長官親臨民防行動中心部署災後應對和善後工作，指導及協調民防架構27個成員的整體行動。民防架構成員迅速投入災後應急救援救助工作，積極跟進供水、供電、通信等生命綫設施的修復，全力協調水電恢復供應，努力保障人員和生命財產安全。治安警察局增加待命警員人數，取消警員休假，加強機動巡邏，封鎖危險區域，協助進行路面清障和救援。司法警察局制定特別工作安排和應變措施，加強各區巡邏，啓動24小時特別網絡巡查。消防局負責拯救被困者、處理水浸、清除安全隱患，盡力減少人員傷亡。海事及水務局著力穩定澳門供水情況，設置臨時供水點，提供臨時供水服務。社會工作局開放青洲災民中心和氹仔及路環社會工作中心，積極幫助受風災影響的市民。交通事務局密切協調各巴士公司，及時恢復巴士服務。民政總署和衛生局加快速度處理市面環境及衛生。

**（四）習近平主席應澳門特區政府請求，及時派出解放軍駐澳門部隊協助救災。**根據《澳門特別行政區基本法》和《澳門特別行政區駐軍法》，澳門特區政府及時向中央人民政府提出駐澳部隊協助救災請求，駐澳部隊根據中央軍委指令和南部戰區指示，迅速行動，依法協助澳門特區政府開展抗災救災工作，有效維護澳門同胞生命財產安全，儘快幫助澳門恢復社會生產生活秩序，以實際行動贏得澳門各界一致好評，充分展示駐澳部隊愛澳親民良好形象。

**(1) 準備充分，行動迅速。**“天鴿”颱風生成後，駐澳部隊就密切跟踪災害發展形勢，積極安排部署災害防範工作。8月25日9:45，駐澳部隊接到中央軍委命令和南部戰區指示後，僅用10分鐘就完成集結，最快的僅用15分鐘就投入救災。駐澳部隊官兵深入災情最重地區，面對垃圾堆積如山、街道一片狼藉、氣味腥臭無比的環境，全體官兵不怕苦、不怕髒、不怕累，晝夜連續奮戰三天三夜，8月28日8:00圓滿完成救災任務返回駐地。駐澳部隊這次協助救災的特點是應急啓動快、完成準備快、機動展開快、撤回速度快。

**(2) 全力以赴，無私奉獻。**駐澳部隊根據救災任務需求，最大限度調動部隊官兵，全力以赴投入救災。針對救災範圍大的需求，集中主要力量於澳門半島重災區，用最短時間最快速度恢復災區秩序。針對專業搶險救災器材短缺的困難，緊急籌措20部摩托鋸和30台消殺滅設備，組織骨幹力量連夜展開應急訓練，次日即投入使用，在清理倒伐樹木和衛生防疫方面發揮了中堅作用。爲了提高救災效率，減少擾民，駐澳部隊儘量避開晝間人流密集、交通擁堵，將救災時間合理調整到夜間。協助救災期間，駐澳部隊共完成澳門半島十月初五街、河邊新街、高士德大馬路、新橋、氹仔廣東大馬路、濠江中學、沙梨頭海邊街至提督馬路、黑沙環海邊馬路至黑沙環新街、青洲、孫逸仙大馬路至新八佰伴等十一大區域的災後清理任務，累積面積107.6萬 $m^2$ ，街道總長約120km，截鋸拉運樹木約680棵，運送垃圾約700余車。

**(3) 協調聯動，提高效率。**協助救災期間，駐澳部隊自始至終與澳門特區政府、中聯辦、澳門保安部隊、民防行動中心等保持不間斷聯繫、協調和會商，先後八次參加救災聯席會議，主要就任務分區、聯合指揮、車輛調度、交通疏導、現場協調等相關問題達成共識並統一行動。每一任務分區，駐澳部隊與澳門特區政府相關部門一綫救災力量聯合行動，形成駐澳部隊一個排、澳門警方一名聯絡員、澳門民政總署2至3人專業裝備小組的混合編成模式，極大提高救災效率。

**(五) 積極協商內地有關方面緊急調運救災應急物資。**應澳門特區

政府請求，在中央政府駐澳門聯絡辦公室協調下，廣東省積極配合澳門特區政府開展抗災救災工作，緊急協調各方調運救災應急物資，盡最大努力支援澳門。廣東省在同樣遭受“天鴿”颱風災害的情況下，全力支持澳門救災，迅速完成了支援物資的籌措準備和緊急調運工作，突出體現了廣東省的政治意識和大局意識。

**(1) 緊急組織並調運應急物資和設備。**經中央政府駐澳門聯絡辦公室協調，在商務部和廣東省商務廳的支持下，緊急協調澳門所需的各類抗災救災物資，全部貨源隨後於8月25日當夜通過中資企業運抵澳門，包括20萬個大型垃圾袋、10萬條編織袋、5000支掃把、6萬個口罩、1.5萬雙勞工手套、3000支鐵鍬、3000雙雨鞋、50輛四輪垃圾車、300支手電筒和3000箱飲用水。廣東省委、省政府高度關注，在珠海也受災嚴重的情況下，仍然積極支持澳門開展抗災救災工作，向所轄有關地市和部門印發《廣東省人民政府辦公廳關於全力做好支援澳門救災物資工作的通知》(粵辦函〔2017〕524號)，要求全力開展支援澳門物資工作。據統計，廣東省共計為澳門調撥急缺的救災物資包括：消防水罐車20輛、垃圾車10輛、發電機53台、消毒器械50台、汽油水泵50台、垃圾袋12萬個、勞工手套5.1萬個、口罩5萬個、橡膠手套1萬個、樽裝水1萬支、膠合板3千塊、掃把5千隻、電筒1千隻等。同時協調調配巨型粉碎機、吊車、電鋸等車輛和設備以及技術工人赴澳門開展災後清理工作。

**(2) 保障澳門市場鮮活農產品供應和應急物資便利通關。**商務部高度關注災後內地對澳門鮮活農副產品供應工作，及時與澳門特區政府取得聯繫，並對內地經營公司進行了工作部署，啓動應急預案，確保澳門市場鮮活農產品穩定供應，“天鴿”颱風登陸次日，澳門鮮活農副產品供應已恢復正常。救災物資通關過程中，珠海各口岸的海關、出入境檢驗檢疫、邊檢等部門高度重視，開設便利通道，簡化通關手續，確保救災物資、鮮活農產品等的便捷通關。

## 1.2.2 澳門各界和民衆守望相助自強愛鄉

在突如其來的特大災害面前，澳門特區政府攜手社會各界和廣大市民奮起抗災救災，涌現了許多感人事迹，充分體現了“天鴿無情、澳門有愛”。

（一）保安部隊奮不顧身，傾力救人。風災期間，保安司轄下各部隊及部門人員全數取消休假，上下一心，各司其職，傾力應對及參與救災：不顧安危，全力搜救受海水倒灌圍困人士；無懼險阻，快速清除各區高危懸掛物及倒塌物，打通大部分主幹道；緊守崗位，維持各口岸秩序及治安，保障滯留旅客人身安全。無論在應急、救災或善後等工作上，充分發揚了捨己為人、公而忘私和團體合作的警隊精神；鮮明展現出保安部隊及部門人員的良好品德、專業操守和勇於擔當的警隊形象，涌現出了如海關潛水隊、治安警察局特巡組、消防局特勤救援組等英勇集體和黎逸紋、曾智明、馮少明等英勇個人。

（二）街坊鄰居睦鄰友愛，共獻愛心。風災後，整個澳門社會行動了起來，許多商家採用義賣、資助等方式向社會奉獻愛心。如本次受災最嚴重的十月初五街，一家近 60 年的老店，9 月 5 日、6 日兩天從中午到晚上，每天免費為救援隊員和周邊居民提供了 1300 份雲吞面、牛腩面和飲料、礦泉水等；由於“天鴿”颱風造成的大範圍停水停電，居民做飯成了難題，一些受風災影響不大的餐廳，免費向周圍街坊、老人中心及小區中心派飯。在風災期間，菲律賓籍外雇在明知水性不佳的情況下，依然奮不顧身落水救人，令社會感動。

（三）社團組織積極參與，共同救災。澳門各社團積極組織居民救災，向需要幫助的居民及時伸出援手，有社團聯同義工夥伴創設了風災地圖網站；有醫療中心的醫生在樓外搭起帳篷，連續 4 天冒著風雨，為近 200 位病人提供服務；許多社團派出義工到街區清理垃圾，儘快恢復社區環境與交通秩序；街坊總會“平安通呼援中心”、學聯組織青年義工為因停電受困的獨居長者送食物，解決燃眉之急；澳門日報讀者公益基金會為幫助受災漁民暫渡難關，先後向澳門漁民互助會、市販互助會、街坊總會等社團捐款 1230 萬元。社會各部門也各盡所能幫助民衆恢復正

常生活、生產。

**（四）中央駐澳機構積極參與搶險救災。**中央駐澳機構及時響應澳門特區政府號召，堅決貫徹中央政府指示精神，積極履行責任，緊急動員，組織人力、物力，全力投入抗災救災，在電網修復、商品供應、油氣供應、垃圾清運、樹木清理等救援工作中發揮了重要作用。

**（1）開展電力搶修。**澳門電力中斷後，南方電網公司克服一切困難，在自身電網受到嚴重破壞的情況下，在 1-1.5 小時內逐步恢復向澳門供電，在 8 小時內恢復了澳門 7-8 成居民的供電。

**（2）開展垃圾清運。**南光集團等主要中資建築企業，克服企業自救人手缺乏等困難，緊急抽調並派出千名中企員工，安排 20 餘輛貨車、500 多把鐵鍬及電鋸等工作，赴受災嚴重區域進行垃圾、樹木清理。

**（3）協助開展救助。**南光集團、南粵集團克服災後交通困難，及時抽調運輸車輛和人員保障供澳商品按時到達批發市場，有效保障了油氣供應。中企協會、中職協會、中銀澳門、工銀澳門等駐澳中資企業，積極配合澳門特區政府全力完成災後救援工作。強颱風過後，工銀澳門成立了“風災重建支持貸款方案”，太平保險（澳門）第一時間成立理賠服務應急工作組並開展快速理賠。

### 1.2.3 澳門特區政府及時反思並出台救助政策措施

災害發生後，行政長官於 8 月 28 日批准設立“檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會”，及時開展總結評估，出台救助措施和政策。

**（一）專門成立災害檢視機構。**檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會在澳門特區政府領導下，負責檢視、制定應對重大災害的危機處理方案，包括改善氣象預報，加強民防工作統籌及信息發佈等工作。檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會由行政長官擔任主席，成員包括行政法務司司長、經濟財政司司長、保安司司長、社會文化司司長、運輸工務司司長、警察總局局長及海關關長，廣泛聽取社會各界對災害善後工作及檢討重大災害應變機制的意見。澳門特區政府於 2017 年 8 月

28日至9月11日，廣泛收集市民對重大災害應變機制的意見，並進行認真梳理分析。9月初，澳門特區政府派員拜訪了國家減災委員會、民政部，邀請國家減災委員會的專家參與災情評估總結工作，提供技術支持，幫助澳門儘快盡好地完成相關的總結，為下一步的工作奠定基礎。

**（二）邀請國家減災委專家組開展相關工作。**澳門特區政府及時邀請國家減災委專家組赴澳門開展“天鴿”颱風災害評估和諮詢工作，幫助澳門儘快做好“天鴿”颱風評估與總結工作。國家減災委專家組由民政、氣象、電力、水利、消防、安全監管、電信、建築以及應急管理等領域的22名專家組成，利用4天時間，詳細聽取了澳門特區政府及相關部門關於災情和救災工作的情況介紹，詳細查閱了澳門關於此次颱風災害的相關資料，分組走訪了民防行動中心、海事及水務局、郵電局、消防局、地球物理暨氣象局、能源業發展辦公室、土地工務運輸局、自來水公司、電力公司等單位，實地察看了災害現場、有關防災減災設施以及澳門防災減災基礎工程，與有關部門單位官員進行了坦誠交流，研究提出了改進災害預測、預報、預防的工作機制，完善防災減災救災機制等方面的措施，編制了《國家減災委協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組的工作報告》，並於2017年9月27日向澳門社會公佈。澳門特區政府、各有關部門高度重視《國家減災委協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組的工作報告》，針對內地有關專家提出的問題、建議和意見，及時制定有針對性的短期和中長期改進措施。

**（三）出台救助措施和政策。**災害發生後，行政長官指示行政法務司、經濟財政司、保安司、社會文化司和運輸工務司的五位司長充分聽取社會各界對“天鴿”颱風災害善後工作及檢討重大災害應變機制的意見，要求各司根據各自管轄範疇，結合災害應急救助需求，研究推出市民關心的受災問題的援助措施。

**（1）** 出台“中小企業特別援助計劃”和“災後補助金措施”。澳門經濟局通過工商業發展基金，面向受颱風影響的中小微企業、商販、營業車輛持有人及自雇人士，推出“中小企業特別援助計劃”和一次性的

“災後補助金措施”，並把“災後補助金措施”的金額由原來的3萬元（澳門元）提高為5萬元（澳門元），有效緩解了受災商戶的經濟壓力。

**（2）及時聯絡保險公司開展災害理賠。**澳門政府高度關注“天鴿”颱風對澳門商戶、居民的財產造成的嚴重損失，在預計到有不少商戶和居民可能已經購買了商業保險的情況下，澳門金融管理局災後及時聯絡保險公會和保險公司，建立24小時聯絡溝通機制，實時跟踪掌握財產損失及理賠情況。

**（3）及時開展撫恤慰問。**澳門基金會向受災居民提供了價值13.5億元（澳門元）援助並籌集了10萬桶飲用水，具體包括向每名遇難者家屬發放30萬元（澳門元）慰問金；向受災人員發放上限3萬元（澳門元）的醫療慰問金，向因颱風導致門窗受損或遭海水倒灌影響的住戶發放上限3萬元（澳門元）的援助金，向受停水停電影響的住戶發放2000元（澳門元）補貼，有效緩解了受災單位和人員的經濟壓力。

**（4）迅速恢復社會生產生活秩序。**災害發生後，行政長官及時瞭解情況並指導救災工作，向全澳市民發表電視講話，向受災人員表示慰問並承諾全力做好救災工作。8月24日下午，行政長官率領相關部門官員召開新聞發佈會，介紹風災善後工作的具體措施，鼓勵廣大澳門市民同心合力、共度時艱。澳門特區政府通過政府發言人辦公室、新聞局以及民防行動中心等各種渠道，主動發佈“天鴿”颱風災害的有關信息，防止謠言傳播，呼籲公眾注意安全。行政長官辦公室通過社團聯盟機制，瞭解各界受颱風災害影響的情況，並聽取對救災工作的意見和建議，促進政府和社團密切協作，及時瞭解、解決民衆需求，有效安撫市民情緒。特區政府與社會各界共克時艱，盡最大努力開展救災和善後工作，澳門居民的生產生活秩序得到有效恢復，維護了澳門經濟社會穩定的大局。

### 1.3 主要問題與教訓

“天鴿”颱風正面吹襲澳門，讓素有“蓮花寶地”之稱的澳門，近

三分之一的城區遭到不同程度水浸，不少民宅商鋪、地下車庫進水被淹，出現嚴重的斷水、斷電，暴露出澳門在防災減災救災方面還存在一些問題和不足。

實踐和理論證明：災難的破壞性不完全取決於災害的原發強度，還取決於人類社會抵禦災難的能力和脆弱性。災難造成的損失通常與災難強度、社會體系的脆弱性和暴露在災害下的人財物的集中程度成正比，與應急響應能力成反比。如以下公式：

$$D = \frac{H \times V \times C}{R}$$

式中：D 為災難造成的損失，H 為災難強度，V 為社會體系的脆弱性，C 為暴露在災害下的人財物的集中程度，R 為應急響應能力（包括公眾的自救互救、救援隊伍應急響應速度和救援水平等）。

### 1.3.1 預防與應急準備不充分

（一）應急供水能力明顯不足。澳門自來水總儲水量及應急能力均有待提高，其後備設備、發電裝置及相關配套設備的選址、數量及運行狀況等均需要重新作出評估，流動供水車數量不能滿足災後臨時供水服務的需要，超市的瓶裝水一度在幾天之內被居民恐慌性搶購一空。

（二）應急供電保障能力欠缺。澳門本地發電比例較小，主要依靠內地輸送，由於供電中斷造成澳門一度大面積停電。澳門許多公共機構雖有備用發電機，但總體數量不足且缺少日常維護，續航能力低，難以滿足應急供電需求。

（三）應急食品與物資儲備不足。災民中心/避風中心儲備的食品較為有限，且相關物資供應只針對民防應用。志願者局沒能將社會服務設施用作臨時避難場所，並儲備相應的應急物資。另外，照明設備、水泵、垃圾清理車輛及設備，消毒設備等均儲備不足。

（四）公眾憂患意識不強。由於澳門多年沒有遭遇強颱風正面襲擊，

懸掛風球後，澳門社會沒有做好準備，缺乏相應的應急響應，對災害的嚴重危害認識不足，未及時採取應對措施。

### 1.3.2 應急管理體制機制不健全

（一）民防架構統籌協調作用發揮不夠。雖然民防行動中心在颱風災害應對期間全力指導及協調民防架構成員開展工作，各部門也通力配合，但工作仍有不足之處，特別是在斷電、斷水、通訊中斷的情況下，多個部門與民防行動中心的溝通一度出現問題，民防行動中心在協調指揮民防架構成員及社會組織參與救災方面缺乏必要的權威權力、動員能力和資源支配能力。

（二）粵港澳應急聯動機制有待完善。粵港澳應急聯動機制在“天鴿”颱風應對中發揮了一定作用，在事中通報和事後救災的區域聯動較為迅速和有效，但在事前預防、災害監測預警等工作上缺乏有效溝通。澳門與香港未建立防災救災互助機制；《粵澳應急管理合作協議》中的“粵澳信息互換平台”尚未建成；粵港澳三地在突發事件的處置過程中氣象信息、口岸信息等方面缺乏有效的溝通合作。

（三）公衆溝通與動員機制不健全。各種救災力量統籌協調不足且分工不清晰，在人力調配、物資收集分派、信息溝通等方面存在不足，存在著物資錯配、過剩或重複發放的現象。

### 1.3.3 災害應對法律法規和標準不健全

（一）防災減災救災法律體系需要進一步完善。現有災害應對相關的法律法規較為分散，部分災害應對的緊急措施，例如防疫、對災民的援助和安置等內容，分散於不同的法規之中，在具體適用法律上需要在執法層面進一步整合，以增強災害預防和救助相關法律法規的整體性和協調性。澳門現有的法律制度中，針對災害的預防和應變已有基本的制度框架，包括《澳門民防綱要法》（第 72/92/M 號法令）和《核准〈澳門特別行政區——突發公共事件之預警及警報系統〉》（第 78/2009 號行政長官批示）等災害應對的框架性制度，《澳門特別行政區內部保安綱要法》

(第 9/2002 號法律)、《設立澳門特別行政區警察總局》(第 1/2001 號法律)、《設立突發事件應對委員會》(第 297/2012 號行政長官批示)和《設立檢討重大災害應變機制暨跟進改善委員會》(第 275/2017 號行政長官批示)等相關的權限和機構設置的法律制度以及散見於《災民中心的規範性規定》(第 2/2004 號行政法規)等其他法規中災害應對可採取的措施的規定,澳門已經初步具備了關於緊急狀態處置的制度性框架和基本內容,但是還缺乏體系化和協調性。

(二) 應急預案體系不健全。目前,澳門民防領域應急預案由民防行動中心統一制訂和執行,當前的應急預案雖然對緊急情況做了預設,但對於本次強颱風造成的災害後果和救災困難的疊加,沒有充分的估計。由於本次災害除極具破壞的風災外,還有風暴潮疊加天文大潮導致的海水倒灌,同時破壞了澳門的水、電輸送系統,停水停電大大增加了救援工作的困難;而颱風災害引發的次生災害,如城市內澇、救援通路嚴重阻塞、停水、停電等,在預案中沒有提及,現行的應急預案仍有很大的改進空間。

(三) 災害監測預警預報等技術標準需要進一步完善。在氣象預報方面,澳門雖制定了多部技術性規範,但颱風預警、風暴潮等級設定等業務規範較為陳舊,與周邊和國際上通行的做法不匹配。澳門颱風分級標準尚未與國際接軌,不利於準確描述颱風強度變化,也不利於引起政府和公眾對颱風危害程度的認識。風暴潮預報和警告不足問題較為突出,目前澳門風暴潮最高警告級別是黑色,即“估計水位高於路面 1m 以上時”發佈風暴潮黑色警告,缺乏更加細化的風暴潮警告等級。現行懸掛一號、三號、八號、九號及十號風球的颱風預警方法,但對何時懸掛何種級別的風球無明確說法,實際操作時會有一定的隨意性,並可能導致風球懸掛不及時。

### 1.3.4 生命綫工程和重要基礎設施設防標準不高

(一) 防洪閘和防洪堤設防標準低。海堤、擋潮閘等設施設計標準低,難以抵禦此次風暴潮的襲擊,容易造成海水倒灌嚴重。澳門半島西

側（即內港區）部分堤岸不足抵禦 10 年一遇潮位<sup>1</sup>；路環西側堤岸不足抵禦 10 年一遇潮位。內港臨時防洪潮工程設計高程為 2.3m，相當於潮高 4.1m，而本次潮高達到 5.58m（澳門基面），未能阻擋海水涌入內港一帶區域。

（二）供水供電通信等重要基礎設施設防標準低。城市供水、供電、通信等重要的生命綫設施缺乏統一規範的設防標準，自身抵禦災害能力十分薄弱，很容易由於水浸等原因造成設備停運。“天鴿”颱風後，受大面積停電及泵站水浸等影響，澳門主力水廠青洲水廠、大水塘水廠以及路環水廠停止產水，造成澳門居民停水。青洲水廠和大水塘水廠地勢低，存在水浸風險。電網建設應對災害標準不健全，電力基礎設施設防標準不高。

### 1.3.5 災害預警及響應能力亟待提高

（一）專業技術人才和裝備相對缺乏。本次災害應對過程中，由於氣象等專業技術人才及裝備缺乏，造成對此次颱風及引發的風暴潮預報不及時，預警發佈後可供澳門社會應急準備的有效時間不夠，使得相關專責部門在救災救援時遇到較大困難。由於與救災直接相關的專業化救援隊伍人員不足，澳門特區政府不得不讓紀律部隊全面投入救災工作，長時間的工作使得一些人員身心疲憊，影響了救災救援效率。技術和裝備不足也制約了救援活動的順利開展。

（二）災害預警及響應能力薄弱。“天鴿”颱風的應對暴露出澳門缺乏完善的災害預警信息發佈、傳播機制，災害預警信息發佈的及時性、有效性、準確性和覆蓋面不夠，沒有形成多語種、分災種、分區域、分人群的個性化定制預警信息服務能力。8 月 23 日，8 號風球預報於凌晨至清晨時間發出，但直到 9 時才改掛 8 號風球，直到 10 時 45 分才改挂

---

<sup>1</sup> “N 年一遇”在專業上準確的含義是“任意一年內都有百分之 N 發生概率的事件”。美國從 20 世紀 60 年代開始使用 100-year event 這種概念用於風險評估，目的是評價“在百分之一概率事件下，工程項目的可靠性”。相應的還有 10-year，50-year 的使用——全部都是 10 分之一，50 分之一發生概率的意思。

9號風球，並在11時30分才改掛10號風球，由於颱風預警時間不足，且未對強颱風造成的嚴重影響及風暴潮及時發出預警，以致政府機關和廣大居民對風災可能造成的危害未引起足夠重視，導致沒有充足時間制訂有效的預警響應行動計劃並處理各類緊急情況，應急行動效率受到影響。

## 1.4 災後恢復重建成效明顯

澳門特區政府及時將工作重點轉移到災後恢復重建，在多方的共同努力下，澳門社會秩序在“天鴿”颱風災後很短時間內得到基本恢復。澳門特區政府及時檢視現行的災害應對處置機制，尤其是氣象預報、民防工作統籌、信息發佈協調，以及相關基礎設施的狀況。根據檢視評估結果，迅速採取相應措施，包括未來災害應對處置的整體規劃，加強民防行動框架下的應急協同效應，尤其在統一規劃、行動及發佈信息方面，以提高災害應對能力。澳門特區政府高度重視國家減災委專家組提交的《國家減災委協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組的工作報告》，尤其是在氣象、電力、水利、通信、救援等專業領域，結合有關專家意見採取了一系列改進措施，有效保障居民生命財產安全及維護社會和諧穩定。

### 1.4.1 改進應急管理體制機制

（一）修訂與完善應急預案。針對災害應對過程中所暴露出的問題與不足，澳門特區政府及時修訂有關應急行動預案，為制定整體應急行動預案做好準備。地球物理暨氣象局進一步改善預警信息發佈機制；海事及水務局吸取“天鴿”颱風災害應對經驗，完善現有的《澳門供水安全應急預案》。郵電局於2017年11月1日修訂更新了《電信範疇突發或危機事件應變機制》。

（二）及時調整民防架構。根據“天鴿”颱風災害應對情況，及時調整民防架構成員單位，保安司提議行政長官批示新增加郵電局及能源

業發展辦公室作為民防架構成員，調整後的民防架構由兩個行動中心和 29 個部門/機構組成。強化民防架構成員間的溝通與合作，強制規定各部門派駐民防行動中心的廳級以上級別和專業要求。明確民防架構成員的職責劃分、合作義務、違反義務所應該承擔的紀律責任。

**（三）研究設立民防及應急協調專責部門。**保安司專門研究制定民防應變及救災統籌方面的短、中、長期系列針對性計劃，擬設立專門預防應對和善後自然災害和安全事故的專責部門——民防及應急協調專責部門，主要職能是承擔統籌防災減災常規工作，包括民防綜合演練、全社會緊急應變和安全意識日常教育、防災減災必要的物資管理、避險安置等。

**（四）強化氣象災害監測預警機制。**地球物理暨氣象局著力提升對颱風、風暴潮等災害性天氣的預警能力，採取的主要措施包括：一是進一步改善預警信息發佈機制，讓市民能更清晰及時採取預防措施。及早公佈不同風球的可能時段和可能性高低，增加發佈途徑（新聞局網站及民防行動中心）；二是檢討各類惡劣天氣警告的標準及相關技術指標（如風速的平均時段）；三是加強信息系統及供電系統的穩定性，完善備用系統和應急方案；四是加強對熱帶氣旋信號及風暴潮警告的推廣和教育；五是繼續加強颱風風力預測及相關風暴潮預報能力。

**（五）統籌城市規劃與防災減災工作。**《澳門新城區總體規劃》第三階段公眾諮詢文本中，提出了新城區都市防災的內容及建議，並配有新城區綜合防災規劃示意圖，當中提出新城區採用高標準防禦風暴潮體系，採用能抵禦 100 年一遇的防潮標準；合理佈局重要基礎設施，如供水、供電、通信、供氣等生命綫工程設施，並需加以重點保護；合理佈局易燃易爆危險品單位，完善各分區消防安全佈局；結合公園、綠地、廣場、運動場等建設避災場所，完善城市避難疏散體系，提高新城區整體防災抗毀和搶險救援能力。新城區的後續規劃及設計工作將在上述建議的基礎上深化和落實。

#### **1.4.2 抓好災害救助政策落實**

結合災害救助需求，澳門特區政府在風災善後工作中，緊急推出一系列援助措施，幫助受災居民、商戶及中小企業緩解生活和經營壓力。截至2017年10月，共實施援助項目36個，支出約17.57億元(澳門元)。澳門特區政府對因風災事件影響的中小商戶(包括市販、營業車輛持有人及自僱人士)開展災後經濟補助及扶持政策，落實“受‘天鴿’風災影響的中小企業特別援助計劃”和“災後補助金措施”兩項政策。為方便商戶提交申請，實時與多個商會合作，儘量在各區設置申請地點，以方便商戶提交申請，共設置了13個收件點。由於申請數量龐大，經濟財政司下屬的所有部門均抽調人手來支持幫助，以加快處理申請。截至2017年11月底，援助項目支出約21.6億元(澳門元)。

表 1-3 申請及審批情況

	災後補助金	特別援助計劃	兩項措施合計
申請量(宗)	14,536	6,640	21,176
已處理個案(宗)	12,784	5,061	17,845
已處理個案(%)	88%	76%	84%
已實地複查次數(次)		953	
工商業發展基金批准個案	12,462	4,995	17,457
涉及金額(澳門元)	545,198,257	1,614,536,910	2,159,735,167

注：數據截至2017年11月29日。

土地工務運輸局在風災後得到澳門建築業界的全力支持，在風災後連日得到多達三百家以上工程公司的積極響應，願意為市民提供協助，自2017年8月25日起至9月3日止，各工程公司積極派出人員、車輛和機具，協助處理達四百宗個案，為市民恢復正常生活出力。

#### 1.4.3 加強防颱風防潮防洪工作

自2017年9月，土地工務運輸局跟進評估因受災而損壞的建築物，完善對地下室、地下停車場的管理，優化風暴潮時的擋水機制，研究制

定建築物窗戶抗風標準。

**（一）論證城市防洪潮工程。**防洪潮工程主要針對沿岸防洪標準相對較低的地區，主要包括內港區、外港區及路環西側，論證不同標準的短中長期防洪工程。

針對本次“天鴿”颱風影響最大的內港區，中長期方案是在灣仔水道興建內港擋潮閘，相關方案研究正緊鑼密鼓地進行。2017年8月底，《澳門內港海傍區防洪（潮）排澇規劃總體方案報告》已獲中央多個部委回覆，修建擋潮水閘提上議事日程。2017年9月12日，崔世安行政長官在廣州與廣東省省長馬興瑞會面共商建閘擋潮大計。雙方決定在既有粵澳合作框架下，加強兩地對口部門溝通，繼續協調開展擋潮閘工程的深度論證。

內港興建擋潮閘預計實施完工至少需要數年時間，在此期間為儘早緩解內港風暴潮水浸壓力，盡最大努力保障居民的生命財產安全，改善內港民生環境，海事及水務局邀請珠江水利委員會珠江水利科學研究院協助開展《澳門內港防洪潮排澇優化及應急方案研究》項目，研究沿內港及筷子基北灣加高堤岸。內港初步構思以矮牆加擋水板的型式，在現有防洪涵閘的基礎上進行優化，臨時防洪潮工程防禦標準設計為20年一遇，採用半活動式防洪牆，即“矮牆+移式防洪牆”；開展筷子基至青洲臨時防洪工程研究，針對風暴潮海水越堤對筷子基及青洲造成的影響，計劃加高林茂、筷子基及青洲的沿岸堤圍，提高防洪能力。

編制《外港堤圍優化工程計劃》，對外港堤圍進行加高及重整，以及對設施進行完善及優化；編制《路環西側防洪排澇規劃總體方案》，制定防洪排澇規劃，以便展開下階段的工程研究及設計。

**（二）研究城市排澇工程方案。**一是準備在內港北建設大型雨水箱涵及泵房，增強排澇及蓄洪能力。二是計劃研究在內港建造地下蓄洪池、雨水箱涵及排水系統，以緩解內港一帶的水患。三是在氹仔大潭山山坡建造排水明溝，以便將大潭山的部分雨水分流至下水管道及大型箱涵，

並及時排放出海。

**(三) 制修訂相關建築設施標準。**通過對澳門黑沙環中街和東方明珠街交界街區高層樓宇風洞實驗及計算流體動力學數值模擬，分析樓宇所受到的風壓值，檢視、更新及完善《屋宇結構及橋梁結構之安全及荷載規章》關於抗風及抗震的規定；草擬《建築物玻璃窗設計指引》初稿（2017年11月29日），確保建築物玻璃窗有足够的抗風能力。

#### 1.4.4 加強生命綫工程建設

**(一) 電力。**能源業發展辦公室積極開展“天鴿”台風災後的跟進工作，高度重視國家減災委電力行業專家的意見建議，主要開展了以下工作：

**(1) 積極同南方電網公司聯繫，總結分析災情及推進相關工作。**南方電網公司組織開展了對受災情況和對兩地的影響的評估工作，在對現有的電力設施防風標準與應急處置能力，及對基於現有網架的保底電網存在的問題和解決措施評估的基礎上，提出了要進一步提升電力設施防風標準；按照高標準（全電纜綫路+全戶內 GIS 變電站）完善對澳門供電通道。雙方對加快推進落實第三輪電通道的建設達成了共識，經過會議協調，第三輪電通道登陸點及路徑亦已基本確定，力爭2018年初完成核准並開展建設，2019年6月建成投運。雙方已著手起草相關文件，推動完善聯動指揮機制及應急保障能力建設。

**(2) 與澳門電力公司檢討事故。**澳門電力公司加快推進澳門本地新增燃氣機組的建設，目前已完成項目可行性研究工作，擬於2018年初開展招標工作，爭取新機組在2021年底投運。由土地工務運輸局、能源業發展辦公室和澳門電力公司三方組成的工作小組，正在檢討變壓房防水設計、並開展了對低窪地區配電網改造方案研究。開展改善重要用戶供電方案研究。加快調度中心建設工程及智能電錶安裝工程，加快推進離島舊城區架空綫路轉地下電纜工程。澳門電力公司還對國家減災委專家組提出的建議逐條進行了回應，提出了具體的落實措施和計劃安排。

(二) 供水。海事及水務局採取一系列措施提升澳門應對供水安全突發事件的能力：一是要求自來水公司在下一風季來臨前，完成可抵禦比本次“天鴿”颱風所引發的風暴潮水位更高標準的防洪措施，包括提高各水廠的防水閘高度，並適當提高部分機電設備的座台高度等。二是要求自來水公司增加重要供水設備零部件儲備及其他救災設備，以加強水廠自身的防災減災救災能力。三是完善供水優先次序方案並優化管網調度。四是加強水廠外設施的保護（包括中控室對青洲水廠以外其他水廠的通訊設施、全澳各區的流量計、壓力點等）。五是要求自來水公司建立多渠道、多方位的訊息收集與發佈途徑和手段，以達到快速收集信息和發佈最新供水訊息。自來水公司改善客服熱線系統（例如增加備用客服熱線）。六是與內地水利部門緊密合作，計劃 2018 年完成第四條原水管道內地段工程，澳門段的工程已經動工，未來可提升自來水廠的安全運行能力和應急備用儲水能力。

(三) 通信。澳門郵電局要求營運商採取了一系列恢復重建措施：一是強化網絡設施和營運，主要包括：制定優先恢復供電地點的清單；設立惡劣天氣情況下燃油補給安排；建立健全突發性服務中斷的應變機制，並定期演練；加強室外設備的物理強度；檢查基站的不間斷供電設備。二是加強應變溝通能力，檢視及優化信息發佈機制，建立跨營運商的緊急事故應變聯合小組。三是建議營運商檢視和優化信息發佈機制。

在中央政府的全力支持下，在解放軍駐澳門部隊、兄弟省區及駐澳機構的幫助下，澳門廣大居民守望相助，政府與社會各界共克時艱，澳門居民的生活逐步恢復正常，社會大局保持穩定。

2017 年 12 月 15 日，習近平主席會見崔世安行政長官，充分肯定崔世安行政長官帶領澳門特別行政區政府依法施政，大力推動穩經濟、惠民生工作，順利完成第六屆立法會選舉，穩妥應對各種突發事件和挑戰，推動各項建設事業取得新進展。中央對崔世安行政長官和澳門特別行政區政府的工作充分肯定。希望崔世安行政長官和澳門特別行政區政府團結帶領澳門各界人士，增強大局意識和憂患意識，銳意進取，不斷推進

“一國兩制”在澳門的成功實踐。

## 第二章 國內外防災減災救災最新動態和做法

### 2.1 國內外應對颱風災害的主要做法和經驗教訓

#### 2.1.1 我國颱風災害特點及應對

(一) 主要特點。中國是世界上遭受颱風影響最嚴重的國家之一，具有發生頻次高、登陸強度大、影響範圍廣、受災程度重、災害群發性強等特點。

**發生頻次高。**影響和登陸我國的颱風主要來自西北太平洋和南海，孟加拉灣風暴對我國西南地區也有影響。據統計，西北太平洋和南海平均每年約有 27 個颱風生成，約有 7 個颱風登陸我國，特別是廣東、台灣、海南、福建、浙江等省沿岸是颱風登陸最集中的區域。

**登陸強度大。**1949-2016 年間，共有 473 個颱風登陸我國，其中以颱風、強颱風和超強颱風級別登陸我國的颱風有 228 個，占全部登陸颱風的 48%，以強颱風和超強颱風級別登陸我國的颱風 81 個，占全部登陸颱風的 17%。僅 2000 年以來登陸我國的超強颱風就有 7 個，分別是 2000 年“碧利斯”登陸台灣、2006 年“桑美”登陸浙江、2008 年“薔薇”登陸台灣、2014 年“威馬遜”登陸海南、2015 年“彩虹”登陸廣東、2016 年“尼伯特”和“莫蘭蒂”分別登陸台灣和福建，上述颱風均給當地及周邊地區造成重創。

**影響範圍廣。**全國約有五分之四的省級行政區可能受到颱風影響，其中從華南到東北長 1.8 萬多公里的沿岸地帶更常遭受颱風之害。颱風登陸地點幾乎遍及中國沿海各省。2000 年以來，全國因颱風災害造成的受災人口年均 3151 萬人次，有近一半的省份發生了人員死亡或失蹤情況。

**受災程度重。**2000 年以來，我國因颱風災害年均造成死亡失蹤 223

人，直接經濟損失 462 億元。由於近年來我國加強對颱風災害的預警和防禦，尤其是提前轉移處於危險區域和低窪地帶可能受到影響的居民，死亡失蹤人口總體呈現下降趨勢。同“十五”和“十一五”相比，“十二五”因颱風災害造成的死亡失蹤人口大幅減少，僅為“十一五”的 2 成多、“十五”的近 5 成。但是，因颱風災害造成的直接經濟損失在增加。“十二五”期間，我國因颱風災害造成的直接經濟損失均為“十五”和“十一五”的 2 倍以上。

**災害群發性強。**颱風災害常常引發洪澇、泥石流、滑坡等次生災害，特別是重大颱風災害多數是登陸颱風帶來的狂風、暴雨和大海潮的共同影響以及颱風災害鏈所形成。當登陸颱風與其他環流系統相互作用時，不僅會導致沿海颱風災害加重，而且可能深入內陸造成重大災害。2006 年強熱帶風暴“碧利斯”深入內陸後低壓環流維持時間長達 120 個小時，雨量大，多地引發山洪地質災害，造成 843 人死亡，損失之重為近年罕見。

表 2-1 新中國成立以來典型的颱風災害

發生年份	颱風名稱	主要影響範圍	特點	災情
1956 年	溫達 (WANDA)	浙江、安徽、河南、山西、陝西、內蒙古等省份	體積大、深入內陸深	8 月 1 日夜間以 55m/s 的強度登陸浙江象山。次日，進入安徽境內並減弱為低氣壓，爾後又經河南、山西、陝西等省，在陝西與內蒙古交界處附近消失，共造成 5000 餘人遇難。
1973 年	馬格 (MARGE)	海南	強度大、生命史短	9 月 14 日凌晨，以其生命史中巔峰強度 (60m/s) 在海南瓊海登陸，350 噸重的煙囪在狂風中轟然倒地，整個城區幾乎看不見一座矗立的煙囪，整個海南至少 903 人遇難。
1980 年	珀西 (PERCY)	台灣、福建	強度大	9 月 18 日在台灣南部的恆春登陸，登陸時強度為 55m/s。9 月 19 日再次在福建漳浦登陸，登陸強度是 50m/s。

發生年份	颱風名稱	主要影響範圍	特點	災情
1996年	莎莉 (SALLY)	廣東	移速快、生命史短、風力強、破壞力巨大	在南海平均每小時移動速度達到38-40km/h，最高時速超過40km，進入南海後僅1天就登陸，成為有記錄以來南海移動速度最快的颱風。9月9日11時在廣東吳川至湛江一帶沿海登陸，登陸時中心附近最大風速50m/s。登陸地數以百計的汽車被吹翻，港口中幾百噸的龍門吊被吹入海裏，至少359人遇難。
2005年	卡努 (KHANUN)	浙江、上海、江蘇、安徽	體積小、移速快、風力強	7級風圈半徑為250km，移動速度一度達到30km/h，最強時中心附近最大風速達50米/秒，在巔峰之時於9月11日在浙江台州登陸。浙江、上海、江蘇、安徽共計16人死亡，9人失蹤。
2006年	桑美 (SAOMAI)	浙江、福建、江西、湖北	強度大	以17級(60m/s)的風速於8月10日17時25分在浙江蒼南縣馬站鎮登陸，給浙江蒼南和福建福鼎的部分地區帶來毀滅性的破壞，兩省因颱風共造成450人死亡，失蹤138人。
2006年	碧利斯 (BILIS)	台灣、福建、湖南、廣東、廣西、浙江、江西	深入內陸時間長	強熱帶風暴深入內陸後低壓環流維持時間長達120個小時，雨量大，造成福建、湖南、廣東、廣西、浙江、江西共計843人死亡，損失之重為近年罕見。
2014年	威馬遜 (RAMMASUN)	廣東、廣西、海南、雲南	強度大	先後在海南文昌、廣東徐聞和廣西防城港三次登陸我國。在海南省文昌登陸時的中心附近風力和最低氣壓均達到或突破有記錄以來的歷史極值，共造成88人死亡失蹤。

(二) 主要做法。改革開放以來，隨著內地省市氣象監測和預報技術水平不斷提高，颱風路徑預報和登陸點預報準確率有較大提升，預報時效逐步延長，為颱風災害應對提供了重要支撐。總結多年抗颱風經驗，最根本的是進一步增強憂患意識、責任意識。

一是圍繞“五個堅持”，完善颱風災害應急管理體制機制。經過不斷摸索，內地在颱風災害預防與應對上逐步確立了“五個堅持”。在工作方針上，堅持安全第一、以防為主、常備不懈、全力搶險，努力爭取防汛防颱風的主動權；在工作理念上，堅持以人為本、服務大局，把確保人民生命財產安全放在首位，力求不死人、少損失；在工作機制上，堅持以行政首長負責制為核心的各級各類防汛防颱風責任制，力求責任橫向到邊、縱向到底；在工作措施上，堅持建管並舉、重在管理，不斷夯實防汛防颱風的物質基礎和管理基礎；在應急搶險上，堅持軍民聯手、區域聯動、部門配合，增強防汛防颱風搶險、災後救助的整體合力。

二是圍繞“科學有序”，建立統一的組織指揮體系。防颱風工作既是一項常態管理工作，更是一項應急管理工作，必須建立高效統一的組織指揮體系。在各級黨委領導下，由各級政府負責防颱風應急管理具體工作。在國家層面，國務院是突發事件應急管理工作的最高行政領導機關。在國務院統一領導下，中央層面設立國家減災委員會、國家防汛抗旱總指揮部等機構，負責減災救災的協調和組織工作。在地方層面，地方各級政府是本地區應急管理工作的行政領導機關，負責本行政區域各類突發事件應急管理工作，是負責此項工作的責任主體。各級地方政府成立職能相近的減災救災協調機構。為強化落實防颱風責任，各地全面建立和完善以鄉（鎮）政府、街道辦事處防汛防颱風指揮部為單位，以行政村、社區防汛防颱風工作組為單元，以自然村、居民區、企事業單位、水庫山塘、堤防海塘、山洪與地質災害易發區、危房、公路危險區、船隻、避災場所等責任區為網格的基層防汛防颱風組織體系，力求做到責任到人，不留死角。

三是圍繞“規範實用”，建立高效的應急預案體系。我國已形成了應對颱風的“橫向到邊、縱向到底”的突發事件應急預案體系，即：國家總體應急預案、國家相關專項應急預案、國務院有關部門應急預案、地方政府相關應急預案、企事業單位應急預案。重大颱風及次生災害發生後，在國務院統一領導下，相關部門各司其職，密切配合，地方政府

屬地管理，及時啓動應急響應，按照預案做好各項抗災救災工作。通過建立突發事件應急預案體系，對應急組織體系與職責、人員、技術、裝備、設施設備、物資、救援行動及其指揮與協調等預先做出具體安排，明確了在突發事件事前、事中、事後，誰來做、做什麼、何時做，以及相應的處置方法和資源準備等，確保了應對工作科學有序。總的看，全國應急預案體系向多層次、全方位、寬領域、廣覆蓋方向不斷發展，突發事件防範能力明顯增強。

**四是圍繞“精準及時”，建立先進的監測預警體系。**在氣象災害監測上，採取天、地、海、空立體手段無縫觀測，力求測得准、測得細、測得快，切實提高氣象災害監測能力。在氣象災害預報上，力求報得准、報得細、報得早，不斷提高氣象災害的預報準確率和精細化水平。目前，我國對颱風的監測預報水平已經達到世界先進水平。對於此次颱風“天鴿”路徑預報，中央氣象台 24 小時路徑預報誤差為 66.7km，優於日本（72.8km）和美國（98.3km）。24 小時強度預報誤差為 3.7m/s，也優於日本（6.1m/s）和美國（6.8m/s）。在最大級別預警提前量上，中央氣象台 8 月 23 日 6:00 發佈 2017 年第 1 次紅色預警（最高預警級別），最大預警提前量較颱風“天鴿”登陸（8 月 23 日 12:50）提前 6 小時 50 分。在氣象災害信息傳播上，力求及時、準確、全面、覆蓋面廣，建立國家、區域、省、市、縣等五級聯防的颱風監測預警服務體系，充分組織、動員各級政府部門和公衆，利用政府網站、兩微一端（微博、微信、客戶端）等互聯網渠道、廣播電視等傳統媒體、公共場所顯示屏、大喇叭等發佈颱風動態和防災避險預警信息，力求做到信息覆蓋無盲區、無死角。

**五是圍繞“專業高效”，建立多方協同的應急救援體系。**建設以解放軍、武警、公安部隊及預備役民兵為突擊力量，各專業應急救援隊伍為骨幹力量，企事業單位專兼職救援隊伍和社會義工為輔助力量的應急救援體系，是提高應急救援能力的重要保證。99%的縣級政府依托公安消防部隊等成立綜合性應急救援隊伍，武警專業救援力量納入國家應急體系，不斷加強國家核應急救援隊、國家衛生應急隊伍、國家礦山應急

救援隊、國家應急測繪保障隊等專業救援隊伍建設，應急救援和保障能力快速提升。此外，初步建成佈局合理、種類齊全、規模適度、功能完備、保障有力的救災物資儲備體系。中央主要存儲救災帳篷、棉大衣、棉被、睡袋、折疊床等生產周期長的物資，以實物儲備為主；地方根據各自災害特點存儲部分上述物資和方便食品、飲用水等，採取實物儲備和協議儲備兩種方式。各級政府根據常年受災程度確定物資儲備規模，及時補充更新，以備應急救援實際之需。

**六是立足“大災巨災”，建設高標準工程防禦體系。**江海堤圍是防禦颱風風暴潮的基礎工程設施。由於一旦江海堤圍在颱風風暴潮中出現問題，災情將難以有效控制。因此，江海堤圍必須達到一定的設防標準。近年來，我國沿海省份根據江海堤圍保護範圍大小、重要程度、江海堤圍走向與颱風經常襲擊的方向等因素，科學制定設防標準和結構形式，開展了大規模、高標準的江海堤圍建設，在防颱風和暴潮中收到了良好效益。以浙江省為例，1994年以前浙江省錢塘江的海塘防禦標準大約為20-50年一遇，浙江東部沿海地區僅為5-10年一遇的標準。1994年17號強颱風造成的重大損失給浙江省防颱風工作起到了強烈的警示作用。這次颱風之後，浙江省防颱風部門根據實測潮位、風速等最新資料，對海塘工程技術規定作了若干修訂。浙江自此開始了大規模的、高標準的海塘建設，其中“9711”颱風之後的1997年至2002年間浙江省就投入50多億元。目前浙江省6600餘公里海岸綫建有2132公里海塘（浙東海塘1732公里，錢塘江海塘400公里），防潮標準為20年一遇及以上標準海塘長1464公里，其中100年一遇的218公里。浙江沿海形成了一條防颱風防潮的生命綫，形成了比較完善的高標準海塘體系。浙江省高標準的海塘有效地減輕了2004年“雲娜”、2006年“桑美”等超強颱風的損失。

**七是堅持“生命至上”，增強抵禦自然災害綜合防範能力。**習近平同志在主持浙江、上海工作期間，就對防範颱風工作提出要求，即：不怕十防九空，不怕興師動衆，不怕“勞民傷財”，就怕給人民生命財產

造成損失。面對災情變化、基礎薄弱、城市脆弱、社會輿情、應急不足等防汛防颱風工作的新挑戰，切實推進依法防汛防風、科學防汛防風、智慧防汛防風、精準防汛防風、全社會防汛防風。充分動員和利用社會力量參與防災減災救災，強化社會組織和義工隊伍建設、強化保險公司參與、強化社會媒體和公眾參與、探索政府購買公共服務。大力推進基層防災減災救災體系建設，推進街鎮基層應急管理工作“有班子、有機制、有預案、有隊伍、有物資、有演練”建設，並向村（居）委會延伸，結合社區特點，因地制宜開展自救互救技能訓練。提升防颱風科技水平，借力移動通信、衛星遙測、物聯網、大數據等先進技術，不斷改進颱風預報關鍵技術和裝備，進一步提高颱風預報準確性和精細化程度，尤其是提高對異常颱風（包括路徑突變和強度突變的颱風）的監測預報水平。

### 2.1.2 美國颶風災害特點及應對

（一）**主要特點**。美國幅員遼闊，地理位置獨特，氣候條件及大氣環流狀況導致颶風等災害頻發。美國東部有阿巴拉契亞山脈、西部科迪勒拉山系等，均呈南北走向，而中部主要是平原，南部和北部幾乎沒有山脈阻擋，因此，來自北冰洋的冷空氣與來自熱帶的熱空氣容易長驅直入，同時東部的阿巴拉契亞山脈比較低緩，對水汽阻擋作用不明顯，諸多原因造成颶風數量多、強度大。美國的颶風季節是每年6-11月，高峰期是8-9月。颶風可能衝擊的地區遍及整個大西洋沿岸，而最常遭受衝擊的是佛羅裏達州、南卡羅來納州、北卡羅萊納州、路易斯安那州和德克薩斯州等。據統計，儘管美國颶風的總數自20世紀90年代以來略顯下降，但強烈颶風特別是4、5級颶風的數量却在最近幾十年中呈增長態勢，並造成重大人員傷亡和財產損失。

（二）**主要做法**。美國應急管理工作基本理念是軟件重於硬件、平時重於災時、地方重於中央。其主要做法包括以下幾個方面：

**一是統一領導、兩級管理的災害管理體制**。美國政府根據《美國聯邦災害緊急救援法案》設立了總統直接領導的美國緊急事務管理局（FEMA），它直接對總統負責，專司國家災害和突發事件管理，負責重

大災害的預防、準備、響應和恢復工作。一旦突發颶風等重大災害，可以調動美國所有人力、物力進行緊急救援。美國的災害管理實行統一領導和分兩級管理的模式，災害應對的第一責任者是災害發生地區所在的州，災害應急處置主要由所在州緊急救援管理局組織實施，當超出該州能力時，州長向總統提出救援請求，聯邦政府提供支持。

**二是通過加強立法規範保障災害救援救助行動。**在颶風等災害防治方面，美國建有較為完備的法律法規體系，在總結多年防治災害經驗和教訓的基礎上，出台了《美國聯邦災害緊急救援法案》《防洪法》《災害救助法》《洪水災害防禦法》《聯邦災害法》《沿海區域管理法》《斯塔福特救災與緊急援助法》等一系列有關災害的法律法規。《美國聯邦災害緊急救援法案》以法律形式定義了美國災害緊急救援的基本原則、救助範圍和形式、政府各部門、部隊、社會組織、公民的責任和義務，為防治災害提供了法律依據和法律保障。此外，美國制定了《國家緊急響應計劃》和各專項計劃等系列防災減災規劃，規劃具備可評價性，視規劃執行情況進行定量評估和比較分析，同時規劃強調以提高基層組織防災能力建設為基礎備災。

**三是建立現代化的災害監測預警體系。**美國非常重視氣象災害預警，在全美已經建立了比較完備的現代化氣象災害預警體系。美國國家天氣局（NWS）負責各種氣象災害監測預警和相關管理工作。按照屬地及責任區原則，各種災害性天氣預警的製作、發佈由 NWS 和 122 個氣象台負責。氣象災害預警信息通過互聯網、電視、廣播等新聞媒介隨時向社會公佈，即便在偏遠山區，當地農民也能通過收音機接收，這種收音機就算處於關閉狀態，一旦接收預警信息就能自動開啓播放。美國電視台設有專門氣象服務頻道，全天候 24 小時不間斷播放氣象服務信息。

在對颶風、龍捲風等極端天氣的預警方面，國家海洋大氣管理局（NOAA）的國家強風暴實驗室（NSSL）具有世界一流的研究能力。NSSL 的職責就是調查和研究災害性天氣的原因，致力於提高災害性天氣預警水平，使人民生命財產減少損失。NOAA 氣象數據和衛星監測系

統是氣象災害預警的重要依據。依靠衛星、雷達等提供的綜合數據，NOAA 實現了 24 小時的實時氣候監測與分析，對颶風、龍捲風、暴風雪以及其他極端天氣進行預警，NOAA 依靠科學家的研究分析能力，及時提供有可能引發氣象災害的邊界氣象條件，並應用模式分析預測災害的嚴重程度。

**四是運用先進科學技術，提升防災減災能力。**美國一直開展颶風飛機觀測業務，每當颶風靠近美國本土時，隸屬於 NOAA 的國家颶風研究中心會立刻出動數架不同功能的研究專用飛機，直接飛入颶風中或繞行其周圍，開展機載雷達觀測和下投探空觀測，用以充分掌握颶風的整體結構及其環境和動態，所得數據用於數值模式可以使颶風路徑預測的準確度提高 15%-30%。美國在氣象防災減災中還注重應用先進的技術設備，地球氣象衛星、微波遙感技術早已用於氣象災害監測、預警；利用超級計算機和數值模式（全球、區域及集合模式）開展颶風預報。

表 2-2 美國歷史上發生的重大颶風災害

發生年份	颶風名稱	影響範圍	損失情況
1935 年	勞動節 (Labor Day)	美國東南部海岸	5 級颶風造成 423 人遇難，經濟損失約為 600 萬美元。
1969 年	卡米耶 (Camille)	密西西比州和路易斯安那州	5 級颶風造成大約 256 人遇難，經濟損失約為 120 億美元。
1989 年	吉爾伯特 (Gilbert)	波多黎各和處女島、北卡羅萊納州和南卡羅萊納州	5 級颶風造成 85 人遇難，經濟損失約為 150 億美元。
1992 年	安德魯 (Andrew)	佛羅裏達州和路易斯安那州	5 級颶風造成約 52 人遇難，近 13 萬棟房屋受損或毀壞，經濟損失約為 300 億美元。
1999 年	弗洛伊德 (Floyd)	南卡羅來納、北卡羅來納、弗吉尼亞州、新澤西州及華盛頓、巴爾的摩、費城和紐約	颶風共造成 150 萬戶停電，300 萬學生不能上學。
2005 年	卡特裏娜 (Katrina)	路易斯安那州、密西西比州及阿拉巴馬州、路易斯安那	5 級颶風造成 1836 人遇難，705 人失蹤，經濟損失至少 750 億美元。新奧爾良市

發生年份	颱風名稱	影響範圍	損失情況
		州	80%的城區被洪水淹沒。

### 2.1.3 日本颱風災害特點及應對

(一) **主要特點**。日本作為太平洋上的一個島國，因其位置、地形、地質、氣象等自然條件的綜合作用，一年四季多發氣象災害。在日本的氣象災害中，颱風災害無論從規模上還是程度上，都居首位。根據日本氣象廳數據，1981-2010 年的 30 年間，平均每年約有 3 個颱風登陸日本列島。颱風季為 6-10 月，登陸最多的是在 8-9 月。日本曾先後發生過 1934 年“室戶”颱風、1945 年“枕崎”颱風、1954 年“洞爺丸”颱風、1959 年“伊勢灣”颱風、1958 年“狩野川”颱風等，都對日本造成極大影響，其中“室戶”颱風、“枕崎”颱風和“伊勢灣”颱風更被稱為“昭和三大颱風”，導致數千人遇難。

表 2-3 日本歷史上發生的重大颱風災害

發生年份	颱風名稱	影響範圍	傷亡情況
1959 年	伊勢灣 (VERA)	除九州之外的全國	遇難 4697 人、失蹤 401 人
1934 年	室戶	九州-東北	遇難 2702 人、失蹤 334 人
1945 年	枕崎	西日本	遇難 2473 人、失蹤 1283 人
1954 年	洞爺丸 (MARIE)	全國	遇難 1361 人、失蹤 400 人
1958 年	狩野川 (IDA)	近畿以北	遇難 888 人、失蹤 381 人

注：按傷亡嚴重程度排序。

(二) **主要做法**。日本應急管理工作的特點是理念優先於制度，制度優先於技術。其主要做法包括以下幾個方面：

一是建立了較完整的應急組織體系。日本的應急組織體系分為中央、都道府縣、市町村三級，各級政府在平時召開災害應對會議，在災害發生時，成立相應的災害對策本部。為進一步提升政府的防災決策和協調能力，進入 21 世紀後，日本政府將原國土廳、運輸廳、建設省與北海道開發廳合並為國土交通省，把原來設在國土廳內的“中央防災會議”提升至直屬總理大臣的內閣府內，並在內閣府設置由內閣總理任命的具有

特命擔當（主管）大臣身份的“防災擔當大臣”。“防災擔當大臣”的職責是：編制計劃；在制訂災害風險減少的基本政策時進行中心協調；在出現大規模災害時尋求應對策略；負責信息的收集、傳播和緊急措施的執行。此外，該大臣還擔任國家“非常災害對策本部長”以及“緊急災害對策本部”副本部長（本部長由內閣總理大臣擔任）。

**二是建立了完善的法規體系，依法防災減災。**日本十分注重防災法律法規的建設。日本以《災害對策基本法》作為防災減災的基本法規，輔之以配套法規，針對災害的預防、防災體系建設、災後救援、災情調查、恢復與補助等制訂了一系列規章細則，從而保證了防災、減災、救災到災後恢復等工作的正常進行。日本水法規體系的核心是《河川法》。在《河川法》的基礎上制訂了一整套與水和防災相關的法律，如《砂防法》《災害救助法》《水防法》《水害預防組合法》《防災遷移財政特別措施法》《公共土木設施災害恢復事業費國庫負擔法》《颱風常襲擊地帶災害防禦特別措施法》《滑坡防治法》《特大災害特別財政援助法》《災害對策基本法》《災害土木費國家補助規程》《海岸法》和《城市水資源對策法》等。

日本水法規體系能根據災害特點的變化及社會發展新要求不斷進行發展和完善，並不斷制定頒佈相應配套法規，防災減災工作都建立在法制體制之上，加強防災減災對社會各方面的約束和調節能力。日本早在1896年就建立了《河川法》；在經歷多次台鳳的嚴重襲擊後，1949年出台了《水災防治法》；隨著經濟發展用水問題的突出，1964年修訂了《河川法》。上世紀九十年代環境保護的呼聲加大，1997年再次對《河川法》進行了大幅度的修訂；隨著城市的發展，城市水災日趨嚴重，2001年又對有關的水法律進行了修訂。

**三是大力普及災害知識，培養民衆防災意識。**在防災教育上，日本政府十分注重強化公衆的風險意識、普及災害知識和培訓公衆自救技能。政府組織編制的洪水風險圖有避難活用型（避難措施）、避難情報型、避難學習型（中小學教材）三種。避難活用型側重於避災的各種具體措施，

避難情報型側重於各種災情信息及其獲取，避難學習型側重於中小學生災害認識的教育。在各社區開闢和標明了避難場所，即使是在地下街道、地下商場都有非常醒目的避難場所和緊急出口標誌。飯店賓館的客房都配備有應急避難的手電筒和自救升降梯等必備工具；研製了可以保存三年的餅乾等應急食品。日本各級政府的防災指揮中心都編制了防災風險圖，標明各地段的洪水風險及洪水能掩沒的範圍和水深，以及相應的避難場所等，並發放給公眾。日本免費開放災害防禦教育館，通過影視、模型、圖片、文字和現場親身體驗等方式開展公眾防災知識的宣傳和培訓。

日本政府將獲得的各類災害信息都向公眾公佈，公眾可以通過多種渠道獲得災害信息。日本河川局管轄的 26 部雷達和氣象局管轄的 20 部雷達分別對陸地和近海的降雨情況和天氣系統進行監測。目前日本的防洪信息都是通過網絡進行傳輸並實現共享，公眾可以通過信息網站免費獲得各種防災信息。對於特定的服務對象，還可以通過手機短信、電台和專用收音機等方式快速獲取信息。

當災害發生需要避災時，首先是民眾根據自身瞭解的信息自行選擇是否避難；其次是當災害達到一定程度時政府發佈避難勸告，動員有關民眾避難；最後是當災害達到或將達到嚴重程度時政府下達避難指示，避難指示屬政府指令性質，民眾必須服從政府安排，不執行者則屬違法，可以拘捕。

**四是重視風暴潮防護工程建設。**風暴潮防護工程主要包括防潮堤、防潮護岸、水門、陸閘和排水泵站等。“伊勢灣”颱風後，伴隨經濟的高速發展，日本開始大興土木。1960 年日本建造的防潮堤和護岸的長度已達 4400km。截至 20 世紀 90 年代，防潮堤和護岸的長度已達 9000km，占日本海岸綫總長的四分之一以上。

**五是重視城市防洪以及地下設施的防護。**目前日本的城市化率已達 70% 左右，隨著日本工業化程度的提高，城市“熱島效應”很容易導致

局部强降雨。日本三大都市圈之一的名古屋，半座城市處於暴雨中心區。加之日本國土面積有限，城市大力向地下發展，地下設施發達，如地下街道、地下商場、地下廣場、地下鐵路等比比皆是。因此，水災對城市的威脅越來越突出。1998年以來，先後襲擊富岡、東京的特大暴雨，都造成了地下室裏淹死人的慘劇，給地下街道、地鐵造成重大損失。因此，城市減災措施研究越來越受到重視，日本政府開始在科研部門進行大型物理模型試驗和研究，如日本京都大學防災研究所的大型城市立體空間洪水試驗模型。日本城市防洪減災的綜合對策有：①通過保護生態環境，減少廢氣、廢熱排放，植樹綠化改善環境等措施創造一個較好的氣候條件；②建設雨水調節設施，在地下停車場建地下蓄水池，有條件的地方則建更大的防災調節池，如公園地下建5-10萬噸的蓄水池，在道路下面建直徑20米的調水池；③改造排水系統，如設置上下兩層雙排水管路，河道改建和堤防整治；④推廣防洪新技術，如道路和廣場建設時考慮雨水的下滲，路面不用水泥，而是用石子或滲水的瀝青。日本政府計劃城市防洪能力按每小時100mm降雨來設防，其中75mm降雨產生的洪水由河道排泄，15mm降雨產生的洪水由蓄水池承擔，其它民間設施承擔10mm降雨產生的洪水。

#### 2.1.4 菲律賓颱風災害特點及應對

(一)主要特點。菲律賓大部分地區年平均降水量約2000-3000mm，由北向南漸多。北部呂宋島可分為東、西兩部分，年平均降雨量為4000mm。南部棉蘭老島的大部分地區終年多雨，沒有明顯的旱季和雨季。另外，宿務島和呂宋島的卡加延地則因山嶺屏蔽，年平均降水量不到1500mm，是全國比較乾燥的地區。颱風常常給菲律賓帶來嚴重災害，只有米沙鄢群島以南地區很少受到颱風影響。菲律賓的颱風災害主要呈現以下特點：

一是常年遭受颱風災害襲擊。颱風是形成於西北太平洋地區的熱帶氣旋，由於菲律賓群島特殊的地理位置，大約有80%的颱風都會光顧菲律賓，菲律賓也因此平均每年會遭到約20個颱風的吹襲，成為全世界遭

受颱風破壞最嚴重的國家之一。

**二是颱風造成人員傷亡嚴重。**由於颱風頻密登陸或影響，常常給菲律賓造成巨大的人員傷亡。2011年，熱帶風暴“天鷹”造成菲律賓1200多人遇難，30萬人無家可歸；2012年超強颱風“寶霞”也造成菲律賓近1000人遇難；2013年11月8日超強颱風“海燕”襲擊菲律賓，造成6009人遇難，27022人受傷，1779人失蹤，徹底毀壞了近60萬棟房屋，損壞了61萬多棟房屋，近400萬人失去家園，颱風“海燕”成為菲律賓歷史上有記載以來造成人員傷亡和財產受損最嚴重的天災之一。

**(二) 主要做法和經驗教訓。**菲律賓災害管理機構及組織主要包括國家災害協調委員會 (NDCC)、17個區域災害協調委員會、79個省級災害協調委員會、113個市級災害協調委員會、1496個縣級災害協調委員會和41956個基層災害協調委員會。綜合來看，菲律賓建立了以國家災害協調委員會為中心的災害應對機制。災害協調委員會包括從中央到地方的系列協調組織，其主要活動由民防協調委員會完成。菲律賓建立了自己的應急管理框架，有災害管理法和災害管理規劃，形成了比較完整的防災減災體系。

菲律賓防災減災體制機制的運作，注重業務科研部門的支撐。大氣地球物理和天文管理局 (PAGASA) 是菲律賓的國家氣象水文部門 (NMHS)，主要工作內容包括颱風、風暴潮、洪水等災害監測、預警及發佈。警報和報告會及時轉至國家災害風險降低和管理委員會 (NDRRMC)、媒體、報紙、無線電台和電視台、應急服務機構和其他用戶。

開展有效的災害風險管理需要培養和培訓災害管理者和專業人員以及社會公眾。通過與 NDRRMC 的合作，菲律賓火山和地震研究所 (PHIVOLCS)、礦物和地球科學局 (MGB) 和國家地圖和資源情報廳 (NAMRIA) 繪製多種災害風險地圖，培養當地居民的災害意識。PAGASA 還提倡改善基於社區的洪水預警系統 (CBFEWS) 以及危害/

易損性地圖繪製。

但結合 2013 年颱風“海燕”應對工作，可以看出，菲律賓的災害應急管理體系還存在較多薄弱環節。

**一是預報預警不及時。**11 月 6 日 23 時，菲律賓大氣物理和天文管理局發佈 1 號風暴警告信號，7 日凌晨 5 時發佈 2 號風暴警告信號，當天 11 時發佈 3 號風暴警告信號，17 時發佈最高等級 4 號風暴警告信號。菲律賓國家減災委員會同步發佈《減災委員會公告》，警告低窪地區和山區居民注意洪水和滑坡。3 號風暴信號發佈後，菲律賓國家減災委員會補充公告沿海地區可能遭受 7m 高的風暴潮。整個預警預報過程看似完整，其實存在重大問題，主要是預警預報不及時。菲律賓氣象部門將海燕定為“颱風”等級的時間比我國中央氣象台晚 41h，比美國聯合颱風警報中心晚 36h。“海燕”後期移動迅速，導致該國有效預警時間太短，警告升級倉促。從 1 號警告升級到最高的 4 號警告僅間隔 18h，且第 1 次發佈警告是在深夜 23 點，待第 2 天早上大部分民衆獲悉時，形勢已非常嚴峻，當天傍晚警告就升級到了最高級別，災前的有效處置時間不到 10h，造成了極其被動的防災局面。

**二是防禦措施不到位。**雖然在颱風登陸前大約 10h，菲律賓總統發表了全國電視講話，警告民衆風災非常強烈，非常危險，呼籲務必嚴加防範，並啟動了系列防禦措施，但這些措施與之前幾場颱風的防禦並無不同，更像是按部就班地例行公事。比如颱風登陸前一天，全國僅有 3 個鎮和 1 個市採取了有組織的人員轉移。而據災後統計，實際受災人口達 44 個省，因災轉移 400 萬人。根據歷史經驗，菲律賓台風致災的主要原因是颱風暴雨引發洪水和泥石流。由於“海燕”移速非常快，因此有專家認為“海燕”駐留菲律賓的時間會很短，降雨不足，不會引發重大的洪澇和泥石流災情。該國大氣物理和天文管理局官員接受採訪時曾表示，測得風速最大的颱風不一定就是最具有破壞性或最致命的。這一判斷經媒體傳播後，削弱了公衆的警惕性。

**三是忽視了風暴潮災害。**儘管菲律賓官方宣稱在 7 日發佈了風暴潮預警，但實際上所謂的預警只是國家減災委員會颱風情況公告當中的一句話：“同時，警告沿海發佈 2 號和 3 號颱風警告信號的區域可能面臨高達 7m 的風暴潮”，並未予以特別強調，或發出特別警告。因此，當海嘯般的風暴潮吞噬城市時，人們根本沒有相應的防禦準備。災後，菲律賓社會福利和發展部部長科拉松·索利曼告訴《今日美國》報，政府曾發佈風暴潮預警，但“沒人明白什麼是風暴潮”，他們只做了應對普通颱風的準備。結果超強颱風“海燕”登陸時引起海水上升，並與當日最高潮位的海潮疊加，形成了超過 6m 高的浪牆，瞬間把海島市鎮夷為平地。

**四是災後救援行動遲緩。**儘管作為一個颱風頻繁過境的國家，菲律賓政府在應對“海燕”颱風時，不僅反應遲緩，而且缺乏切實可行的應急機制和處置預案。比如，由於菲律賓的高等級公路普及率在東盟主要國家中最低，全國僅有 20% 的公路鋪有混凝土或瀝青，低下的道路建設和管理水平阻塞了“救災通道”。非但如此，菲律賓政府還缺乏强有力的應急機制和處置預案，致使“救災通道”長時間未能打通，國內外大批救災物資積壓無法送抵災區。11 月 19 日，颱風已登陸 11 天之久，菲律賓却仍有 60 萬颱風幸存者沒有得到任何援助，部分省份電力供應尚未恢復，救援通道仍未打通，缺乏警力加之賑災物品遲遲不到，災區哄搶事件層出不窮。

**五是颱風等級模糊，公眾難以判別風險程度。**菲律賓氣象部門對颱風的等級劃分却過於簡單，特別是將中心附近最大風力達到或超過 12 級的都籠統地稱“颱風”，而包括我國在內的世界多個國家都在此基礎上進一步劃分了“強颱風”和“超強颱風”。這樣在開展宣傳時就能突出風暴的威力，提醒公眾關注，引導社會各界採取相應的防禦措施。這一問題在防禦超強颱風“海燕”的過程中反映非常突出，比如 11 月 6 日下午，“海燕”已加強成為 17 級超強颱風，但根據菲律賓的公共風暴警告信號發佈規則，颱風在 36h 可能影響本地，只能發佈最低等級的 1

號颱風預警信號；因為無“超強颱風”的定義，在國家減災委員會的颱風公告中，也只稱其為“颱風”，與之前發佈過的其他颱風公告沒有什麼差別，難以突出“海燕”潛在的巨大風險。

**六是綜合抗災能力薄弱。**大量建築物被摧毀，是“海燕”吹襲導致的主要災情。菲律賓頻遭颱風襲擊，但國內基礎設施沒有改進、普遍簡陋，大多數建築由木板、茅草等輕質材料搭建而成，即使作為避難場所的學校、教堂和政府大樓，其建築標準也很低，很多是用磚頭砌成，防風性能差，導致很多到此避難的人員也最終成了受難者。同時，該國沿海防浪設施、城市排水系統以及電力和道路設施也非常落後，造成災前轉移和災後救援的延遲、乏力和低效。針對本次颱風，菲律賓政府預先僅準備不到 450 萬美元緊急救援基金，不到 10 萬個家庭應急包，以及屈指可數的義工，如此少的物資和救援力量，相對於 44 個受災省份的 1600 多萬受災人口，以及海潮泛濫和交通、通信、電力等大範圍中斷的嚴峻形勢，無疑是杯水車薪。

## 2.2 國內外防災減災救災與应急管理先進經驗和發展趨勢

### 2.2.1 我國防災減災救災的新理念和新做法

近年來，在黨中央、國務院堅強領導下，各地區、各有關部門大力加強防災減災能力建設，各司其職、認真負責、密切配合、協調聯動，有力有序開展抗災救災工作，取得了顯著成效，國家綜合防災減災救災能力明顯提升。

**（一）全面貫徹防災減災救災新的指導思想。**2016 年 7 月 28 日習近平總書記在河北省唐山市調研考察時，就防災減災救災工作發表了重要講話，對新時期防災減災救災工作提出了明確要求。2016 年 10 月 11 日習近平總書記主持中央全面深化改革第 28 次領導小組會議，對推進防災減災救災體制機制改革作出重大安排部署。2016 年 12 月 19 日中共中央、國務院印發了《關於推進防災減災救災體制機制改革的意見》，確立

了新時期做好防災減災救災工作新的指導思想和總體要求。即：緊緊圍繞統籌推進“五位一體”總體佈局和協調推進“四個全面”戰略佈局，牢固樹立和落實新發展理念，堅持以人民為中心的發展思想，正確處理人和自然的關係，正確處理防災減災救災和經濟社會發展的關係。在防災減災救災工作中，堅持以防為主、防抗救相結合，堅持常態減災和非常態救災相統一，努力實現從注重災後救助向注重災前預防轉變，從應對單一災種向綜合減災轉變，從減少災害損失向減輕災害風險轉變。各級黨委、政府，各級減災委、民政部門全面貫徹落實“兩個堅持、三個轉變”新的防災減災救災指導思想，逐步將防災減災救災的工作重心關口前移，通過加大災害預防和常態減災中的人力、物力投入，完善相關制度，出台配套實施措施，將落實改革意見要求、轉變傳統的救災模式作為各級防災減災救災的工作重點。

**（二）確立新時代防災減災救災工作基本原則。**在歷次重特大自然災害防範應對過程中，在黨中央、國務院的堅強領導下，各級黨委、政府團結帶領社會各界全力做好防災減災救災和災後恢復重建工作，確立了新時代防災減災救災工作的基本原則。

**堅持以人為本，切實保障人民群眾生命財產安全。**牢固樹立以人為本理念，把確保人民群眾生命安全放在首位，保障受災群眾基本生活，增強全民防災減災意識，提升公眾知識普及和自救互救技能，切實減少人員傷亡和財產損失。

**堅持以防為主、防抗救相結合。**高度重視減輕災害風險，切實採取綜合防範措施，將常態減災作為基礎性工作，堅持防災抗災救災過程有機統一，前後銜接，未雨綢繆，常抓不懈，增強全社會抵禦和應對災害能力。

**堅持綜合減災，統籌抵禦各種自然災害。**認真研究全球氣候變化背景下災害孕育、發生和演變特點，充分認識新時期災害的突發性、異常性和複雜性，準確把握災害衍生次生規律，綜合運用各類資源和多種手

段，強化統籌協調，科學應對各種自然災害。

**堅持分級負責、屬地管理為主。**根據災害造成的人員傷亡、財產損失和社會影響等因素，及時啓動相應應急預案，中央發揮統籌指導和支持作用，各級黨委和政府分級負責，地方就近指揮、強化協調並在救災中發揮主體作用、承擔主體責任。

**堅持黨委領導、政府主導、社會力量和市場機制廣泛參與。**充分發揮我國的政治優勢和社會主義制度優勢，堅持各級黨委和政府防災減災救災工作中的領導和主導地位，發揮組織領導、統籌協調、提供保障等重要作用。更加注重組織動員社會力量廣泛參與，建立完善災害保險制度，加強政府與社會力量、市場機制的協同配合，形成工作合力。

**（三）健全防災減災救災體制機制。**按照分級負責、屬地管理爲主的原則，內地進一步明確了防災減災救災管理新的體制機制，進一步明確了中央和地方在防災減災救災工作中的事權劃分，進一步建立健全了社會力量、市場力量參與防災減災救災的體制機制。

**一是中央層面，明確了統籌協調、分工負責的災害管理機制。**強化資源統籌和工作協調，明確了國家減災委員會對防災減災救災工作的統籌指導和綜合協調作用；充分發揮主要災種防災減災救災指揮機構的防範部署和應急指揮作用；建立各級減災委員會與防汛抗旱指揮部、抗震救災指揮部、森林防火指揮部等機構之間，以及與軍隊、武警部隊之間的工作協同制度；探索建立包括珠江三角洲等重點區域和自然災害高風險地區在災情信息、救災物資、救援力量等方面的區域協同聯動制度。

**二是地方層面，強化地方政府在應急救災中的主體作用。**進一步明確了中央和地方應對自然災害的事權劃分。對達到啓動國家救災應急響應等級的自然災害，中央發揮統籌指導和支持作用，地方黨委政府發揮主體作用，承擔主體責任。地方政府根據應急預案，統籌調配各類應急救援力量，統一指揮人員搜救、傷病員救治、基礎設施搶修、受災居民轉移安置以及信息發佈等應急處置工作。

三是社會層面，引導社會力量有序參與防災減災救災工作。支持、引導、規範社會力量有序參與防災減災救災工作，目前正在進一步研究制定和完善相關政策法規、行業標準、行為準則，搭建社會組織、義工等社會力量參與的協調服務平台和信息導向平台，完善政府與社會力量協同救災的聯動機制，研究為社會力量參與救災提供裝備、培訓及服務等支持措施。

四是市場層面，充分發揮市場機制在災害風險綜合保障等方面作用。堅持政府推動、市場運作原則，強化保險等市場機制在風險防範、損失補償、恢復重建等方面的積極作用。加快巨災保險制度建設，不斷擴大保險覆蓋面，逐步形成財政支持下的多層次巨災風險分散機制，完善應對災害的金融支持體系。

**（四）加快實施防災減災救災重點工程項目。**各級牢固樹立災害風險管理理念，將防災減災救災納入各級國民經濟和社會發展總體規劃，作為國家公共安全體系建設的重要內容，著力加強工程防禦、監測預警、科技支撐以及基層綜合防災減災能力建設。

中央及地方各級財政加大投入，相繼實施了重大水利工程、農村危房改造工程、中小學校舍安全工程、地質災害治理工程、生態建設工程等重大防災減災工程。“十二五”時期開工建設了 85 項重大水利工程；全面啓動黑龍江、松花江、嫩江流域防洪治理；完成 4.7 萬座中小型病險水庫除險加固；安排 1440 億元支持 1794 萬貧困農戶改造危房；安排 3800 億元實施全國中小學校舍安全工程，改造 14 萬所學校的 3.47 億 m<sup>2</sup> 校舍；投入地質災害防治專項資金 210 億元，避讓搬遷 46.6 萬戶、162 萬人，有效治理 480 條特大型泥石流溝、1780 處特大型滑坡等災害隱患；繼續實施京津風沙源治理、三北防護林建設、退耕還林還草等生態建設工程，完成沙化土地治理面積 1000 萬公頃。

進一步加強自然災害立體監測體系建設，完善各類自然災害監測預警預報和信息發佈機制。建有 60292 個自動氣象站、2075 個自動土壤水

分觀測站、181 部新一代天氣雷達以及覆蓋全國大部分鄉鎮的暴雨監測站，全國 36 個大城市建立了精細到街區的預報業務，35639 個鄉鎮建立了氣象預報業務，颱風 24 小時和 48 小時路徑預報誤差分別減小到 66km 和 121km，建立了水平分辨率為 110km 的全球氣候預測模式系統，極端氣候監測能力進一步加強。建立了大江大河主要河段洪水預報系統，在 29 個省（自治區、直轄市）2058 個縣初步建成山洪災害監測預警系統，對 1973 個滑坡專業監測站（點）和 24 萬處突發性地質災害建立群測群防體系，建設完善 10 處國家級地質災害監測預警研究基地。國家突發事件預警信息發佈系統投入業務化運行，實現了民政、安全監管、食品藥品監管、農業、林業、旅遊、國土、水利、地震、交通、氣象等 11 個部門 50 類預警信息的實時收集和共享，可通過多種手段統一權威發佈預警信息。

進一步加強科技成果轉化應用工作。成功發射資源系列衛星、環境減災系列衛星、北斗導航系列衛星、風雲系列衛星、高分系列衛星、無人機和大數據、雲計算、“互聯網+”等高新技術在防災減災救災中得到有效應用。初步建立重特大自然災害損失綜合評估技術體系，災害快速評估機制初步建立，實現災後 1 小時內完成地震災害評估、3 小時內完成颱風和洪澇災害預評估，防災減災科技支撐能力明顯增強。

進一步加強城鄉基層綜合防災減災工作，結合新農村建設、災後重建和扶貧工作等，大力推進區域和城鄉綜合防災減災能力建設。全國自然災害災情管理系統實現鄉鎮全覆蓋，建成 74.3 萬人的全國災害信息員隊伍並實現信息入庫統一管理，災情信息報送處理效率大幅提升。各省普遍建立應急避災場所體系，浙江、福建分別建成各級避災安置場所 12784 個和 20043 個，形成全面覆蓋縣、鄉、村三級的避災網絡。各地普遍建立廣播預警系統，其中廣西在全區建成 5000 套氣象預警大喇叭系統和 7350 台山洪災害無線預警廣播系統。全國創建綜合減災示範社區 6551 個，各省（自治區、直轄市）命名省級綜合減災示範社區近 1 萬個，推動了社區減災設施、救災裝備、應急避難場所建設，城鄉綜合防災減

災能力得到全面加強。國家積極推動社會力量參與防災減災宣傳教育工作，積極構建政府、企業、民間組織和義工共同參與防災減災的聯動機制，注重加強城鄉社區綜合減災工作，充分調動和發揮社區居民和轄區企事業單位在社區減災工作中的積極性，形成社區減災合力。

**（五）制定並實施“十三五”時期應急體系建設和防災減災救災規劃。**我國在“十一五”、“十二五”應急體系建設和防災減災救災工作基礎上，又制定並實施了《國家突發事件應急體系建設“十三五”規劃》和《國家綜合防災減災規劃（2016-2020年）》，各有關部委也制定並實施了相應規劃。

**一是實施《國家突發事件應急體系建設“十三五”規劃》。**“十三五”時期是我國全面建成小康社會的決勝階段，黨中央、國務院把維護公共安全擺在更加突出的位置，要求牢固樹立創新、協調、綠色、開放、共享的發展理念和安全發展理念，把公共安全作為最基本的民生，為人民安居樂業、社會安定有序、國家長治久安編織全方位、立體化的公共安全網。堅持目標和問題導向，著力補短板、織底網、強核心、促協同，推進應急管理工作法治化、規範化、精細化、信息化，最大程度減少突發事件及其造成的損失，為全面建成小康社會提供安全保障。通過加強應急管理基礎能力、核心應急救援能力、綜合應急保障能力、社會協同應對能力、進一步完善應急管理體系四個方面建設，依托現有資源，實施8個具有綜合性、全局性的重點工程項目，到2020年建成與有效應對公共安全風險挑戰相匹配、與全面建成小康社會要求相適應、覆蓋應急管理全過程、全社會共同參與的突發事件應急體系。

**二是實施《國家綜合防災減災規劃（2016-2020年）》。**防災減災救災工作事關人民群眾生命財產安全，事關社會和諧穩定。為貫徹落實黨中央、國務院關於加強防災減災救災工作的決策部署，提高全社會抵禦自然災害的綜合防範能力，“十三五”時期，各級黨委、政府統籌將防災減災救災工作納入各級國民經濟和社會發展總體規劃，加快建立並完善多災種綜合監測預報預警信息發佈平台，著力提高重要基礎設施和基

本公共服務設施的災害設防水平，進一步完善自然災害救助政策，加快防災減災知識在社會公眾特別是在校學生的全面普及，加快實施自然災害綜合評估業務平台、民用空間基礎設施減災應用系統、全國自然災害救助物資儲備體系、應急避難場所體系建設等重點工程，確保年均因災直接經濟損失占國內生產總值的比例控制在 1.3% 以內，年均每百萬人口因災死亡率控制在 1.3 以內。

### 2.2.2 國外災害應對和應急管理的典型經驗做法

近年來，為有效應對嚴峻複雜的災害和公共安全形勢，美國、日本、德國等發達國家都在總結反思，加強了綜合應急體系建設，呈現出了一些值得我們重視的發展態勢：

**（一）堅持綜合應急管理理念。**應急管理過程是針對各類突發事件，從預防準備、監測預警、處置救援到恢復重建的全災種、全流程、全社會、全方位的管理，無論是聯邦制國家還是單一制國家，綜合的應急管理理念都在不斷得到強化，應急管理的對象經歷了由單災種向多災種的轉變。應急管理模式實現了從“重響應、輕預防”向“全流程管理”的逐步完善。應急管理的主體呈現出從單一的政府向多元化主體轉變的特點。應急管理實現了各部門全方位的聯合，如日本警察、消防、自衛隊三大應急力量相互協助的應急事項，俄羅斯緊急情況部有權協調有關部門並調用本地資源。

**（二）普遍設立了高規格、權威的應急管理機構。**發達國家在近三十年的應急管理實踐中較為普遍地建立了權威、高效、協調的應急管理體系。無論是聯邦制國家，還是單一制國家，在強化應急管理體系的權威性和協調力方面呈現出很大的相似性。美國等發達國家應急管理體系建設的經驗主要表現為：普遍構建了以國家元首負責、多部門聯動的中樞指揮系統。該系統代表了國家最高領導層的戰略決策效能和危機應變能力，發揮著危機管理核心決策和指揮的重要作用。這種指揮系統有利於在最短的時間內調動舉國資源進行高效的應急管理與救助，將危機損失降到最低。如美國應對大規模災害的綜合協調和決策指揮的最高領導

是國家總統，國會吸取卡特裏娜颶風應對的經驗，對聯邦應急管理署（FEMA）進行改革和強化，規定其在緊急狀態下可以提升為內閣部門，直接對總統負責；日本應急管理體系以內閣首相為最高指揮官，內閣官房負責整體協調和聯絡；俄羅斯則在國家層面形成了以總統為核心，以聯邦安全會議為決策中樞，以緊急情況部為綜合協調機構，由聯邦安全局、國防部、外交部、聯邦通訊與情報署、對外情報局、聯邦邊防局、外交部等權力執行部門分工合作、相互協調的應急管理組織體系。

（三）形成了政府主導下全社會參與的應急體系。在西方發達國家應急管理實踐中，政府和社會、公共部門和私人部門之間的良好合作，普通公民、工商企業組織、社會中介組織在應急管理中的高度參與，是實現科學應急管理的重要經驗。在應急準備階段，各國都無一例外地強調全民參與的原則，依托全體國民，基於社區開展宣傳教育，組織應急演練，培育和引導全體國民的風險防範意識和理性應急行爲。同時，在長期的應急管理實踐中，許多發達國家形成了數量龐大的義工隊伍，義工依據有關法律法規和非正式制度參與到應急準備、應急救援、災後重建等各個環節之中，成為政府應急管理的有益補充。非政府組織在應急管理中發揮重要作用，各類基金會、義工組織、社區等在應急準備與宣傳、開展自救與互救、恢復重建的資金籌集、專業人員儲備等方面均發揮著不可替代的作用，通過國家有關立法或政策的引導，形成了較為成熟的有序參與機制。

（四）應急管理的法制體系比較完善。西方發達國家高度重視突發事件應對法律體系建設。美國、日本、俄羅斯、英國、意大利、加拿大等許多國家，都相繼建立起了以憲法和緊急狀態法為基礎、以應急專門法律法規為主體的一整套應急法律制度。應急法律的主要任務是明確緊急狀態下的特殊行政程序的規範，對緊急狀態下行政越權和濫用權力進行監督並對權利救濟做出具體規定，從而使應急管理逐步走向規範化、制度化和法制化軌道。進入 21 世紀以來，隨著突發事件的發生頻率以及造成的影響在不斷加大，西方國家根據實際情況不斷制定和修訂出台新

的法律規定。“9·11”事件發生後，美國發佈愛國者法案，以防止恐怖主義的名義擴大了美國警察機關的權限。日本的《災害對策基本法》自1961年頒佈實施以來，根據各種實際災害應對情況迄今已進行了23次修訂。加拿大、俄羅斯、英國、澳大利亞等國家都根據本國面臨的實際威脅和危害，制定或修訂了緊急狀態的專門法律制度。

**（五）注重發揮科學技術在應急管理中的作用。**西方發達國家將發展應急管理基礎理論和關鍵技術上升到戰略高度，通過科技政策引導應急管理科技的發展方向，並加強科技方面的財政投入。美國應急管理方面的科技政策由國家科學技術委員會（NSTC）負責協調制定，注重應急技術的戰略性選擇，總結出了災害信息實時獲取、災害事故機理研究、防災策略和技術等美國防災減災和應急管理的六大科技挑戰和九個關鍵環節。日本十分注重災害發生機理及災害預防的基礎科學研究，並建立了一套完整的各種災害的基礎資料和數據庫。日本政府在防災預算中防災科學技術研究費保持在1.5%左右，並有逐年上升的趨勢，顯示了防災減災方面的科學技術研究的重要性。

### 2.2.3 減少災害風險的全球共識

根據第三屆聯合國世界減災大會統計，近十年來全球各類自然災害共造成超過15億人受到影響，70多萬人喪生，140多萬人受傷，約2300萬人無家可歸，經濟損失總額超過1.3萬億美元。災害發生的頻率和強度，特別是重特大自然災害發生的次數與損失呈現出明顯的階段性上升趨勢，嚴重威脅著全人類的生存與生活。其中，婦女、兒童和處境脆弱的群體受到的影響更為嚴重。有關證據表明，各國災害風險的增長速度高於減少脆弱性所付出的努力，造成新的災害風險在不斷增加。從短、中、長期來看，頻發的中小災害和緩發性災害在全部災害損失中占有很高的比例，給經濟、社會、文化和生態造成重大影響，特別是在地方和社區層面，給社區、家庭和中小型企業造成嚴重影響。

為減少各國災害風險和災害損失，特別是大幅減少因災造成的人員傷亡，2015年3月第三屆聯合國世界減災大會上，187個國家的代表通

過了《2015-2030年仙台減少災害風險框架》，確立了全球減災七大目標和四個優先行動領域。

**（一）全球七大減災目標。**為評估全球在實現仙台減災框架方面取得的進展，確定了七個全球目標，分別是：

一是到2030年大幅較少災害死亡人數，使2020-2030年全球年平均每十萬人災害死亡率低於2005-2015年；

二是到2030年大幅減少受災人數，使2020-2030年全球年平均每十萬人受災人數低於2005-2015年；

三是到2030年，減少災害直接經濟損失占全球國內生產總產值（GDP）的比例；

四是到2030年，大幅減少重要基礎設施的損壞和基本公共服務的中斷，特別通過提高抗災能力降低衛生和教育設施的災害損失程度；

五是到2020年，大幅增加已制訂國家和地方減輕災害風險戰略的國家數量；

六是到2030年，提高對發展中國家的國際合作水平，為發展中國家實施仙台減災框架提供充足和可持續的支持；

七是到2030年，大幅增加民衆可獲得和利用多災種預警系統以及災害風險信息和評估結果的機會。

**（二）四個優先行動領域。**為實現全球七大減災目標，國際社會普遍認可並同意採取四個優先領域的重點行動：

**一是理解災害風險。**關於災害風險管理的政策與實踐應當基於對災害風險所有層面全面理解的基礎上，包括脆弱性、風險防範能力、人員與財產的暴露、致災因子和孕災環境的特點。瞭解這些知識有助於開展災前風險評估、防災減災、制定執行有效的備災措施、高效應對災害等。

在國家和地區層面採取的主要措施有：加強災害相關信息的收集、

分析、管理及使用；加強對包括地理信息系統在內的可靠數據的實時獲取，優化數據的收集、分析、傳播；加強災害風險相關方法和模型的科研和應用；定期對災害風險進行評估；編制並定期更新災害風險地圖；制定實施減輕災害風險政策措施；系統地評估災害損失，結合損失情況加深災害對經濟社會影響的理解；在開展災害風險評估以及制定政策方案時適當借鑒本地傳統經驗做法；推動防災減災知識納入正規教育以及各類培訓；通過社區、媒體、活動等開展防災減災教育宣傳；通過分享防災減災救災方面經驗教訓、實踐、培訓與教育等，加強政府、科技界、社會、社區、社團組織、義工、社區居民之間的知識儲備與溝通合作。

在國際合作方面採取的主要措施有：在聯合國國際減災戰略支持下加強科研和科技合作；鼓勵科技創新，支持對長期、多災種、以問題為導向的災害風險管理研究；促進對多災種災害風險的深入調查評估；推動科技界、學術界和私營部門互利合作；借鑒現有活動（如“百萬安全學校和醫院”倡議、“建設更堅強的城市：我們的城市正在作好準備中”運動、“聯合國減輕災害風險笹川獎”和一年一度的聯合國國際減災日），開展有效的全球和區域活動。

**二是加強災害風險防範，提升災害風險管理能力。**加強災害風險防範，需要加強包括防災、減災、備災、救災、恢復和重建在內的系統性災害風險防範工作；需要在部門內部和各部門之間制訂明確的構想、計劃，劃定職權範圍，制定指南和協調辦法；需要利益相關方參與，促進各機構之間的協作，推動有關政策文件的執行。

在國家和地區層面採取的主要措施有：將減輕災害風險作為部門內部和部門之間防災減災救災的主流工作並加以整合；制定和實施國家和地區減輕災害風險策略和計劃；對災害風險管理的技術、財務和行政能力進行評估；加強災害風險管理，與現行法律規章中的安全規定協調一致，通過立法和法律手段，鼓勵加強必要的防災減災機制和激勵措施；通過監管和財政等手段，強化地方政府災害風險管理權能。

在國際合作方面採取的主要措施有：積極參與全球減災平台；加強災害風險監測、評估以及跨界災害風險協同應對；促進全球和區域減災機制和機構相互協作，根據實際情況統一減災相關的行動措施，如氣候變化、生物多樣性、可持續發展、消除貧困、環境、農業、衛生、糧食和營養等方面合作。

**三是投資減輕災害風險，提高抗災能力。**公共和私營部門在預防和減輕災害風險方面的投資，是提高個人、社區、國家抗災能力的必要措施。相關投資是促進創新、增長和創造就業強有力的驅動因素。這些投資是必要的成本，有助於挽救生命，防止和減少損失，並確保有效恢復重建。

在國家和地區層面採取的主要措施有：各級行政部門根據實際情況為減災工作提供資金、資源等支持；加強公共和私營部門投資，提高重要設施特別是學校、醫院、基礎設施等減災抗災能力；提高工作場所、企業、供應鏈、生活和生產性資產、旅遊業等抗災能力；加強歷史遺址、文化遺產、宗教場所、文化場所等的保護；推動將災害風險評估納入規劃和土地使用政策；加強山區、河流、海岸帶泛洪區域、乾燥地、濕地和其他多災易災地區災害風險評估、製圖和管理；鼓勵國家或地區根據實際情況制定修訂新的建築抗災標準規範，制定完善災後安置與重建政策措施；在制定風險管理政策和規劃時考慮婦女、兒童、危重、患有慢性疾病等特殊困難民衆的需求；加強受災人員和安置社區的抗災能力；促進適當的災害風險轉移、共擔和保險機制；根據實際情況推動減輕災害風險與金融財政措施的結合；加強生態系統的可持續利用和管理，制定實施包含減輕災害風險在內的資源環境管理辦法。

在國際合作方面採取的主要措施有：推動與可持續發展、災害風險管理相關的協作；推動學術、科研機構、網絡機構與私營部門之間的合作；推動全球和區域金融機構之間的合作，評估和預測災害對各國經濟社會潛在的影響；加強衛生管理部門之間的合作；加強和擴大通過減災消除饑餓和貧困的國際合作。

四是加強備災以有效應對，並在恢復、安置和重建中“讓災區建設得更美好”。災害風險不斷增加，人口和資產的暴露程度越來越高，結合以往災害應對的經驗教訓，必須進一步加強備災響應，將減輕災害風險納入應急準備，確保各級有能力開展有效的應對和恢復工作，特別要注意確保婦女和殘疾人的平等權利。同時，災害事件也表明，恢復、安置和重建需要在災前就統籌考慮，這是“讓災區建設得更美好”的重要契機，通過將減輕災害風險納入各項發展措施，使國家和社區具備較高的抗災和恢復能力。

在國家和地區層面採取的主要措施有：制訂並定期更新備災和應急政策、計劃和方案；建立健全多災種、多部門的災害監測、預報和預警系統以及應急通信系統；提高新的和現有關鍵基礎設施抗災能力，包括供水、交通、通信、教育、醫療等設施，確保這些設施在發生災害後仍具有安全性、有效性和可用性；建立以社區為單元的救災救助物資儲備中心；定期開展備災、救災和恢復演習；制定災後重建工作指導方針；建立完善救助協調機制，統籌規劃災後恢復重建工作；推動災害風險管理納入災後恢復重建進程；推動將災後重建納入災區的經濟和社會可持續發展；確保規劃和執行的連續性，包括災後的社會經濟恢復和基本服務的提供；在災後重建中，盡可能將公共基礎設施遷出高風險區域；建立個案登記機制和因災死亡人員數據庫，改進人員因災致病和死亡的預防工作；改進恢復方案，向所有需要者提供心理援助和精神健康服務；評估和改進國際救災和恢復重建合作的法律法規。

在國際合作方面採取的主要措施有：加強區域協作，在超過單一國家應對能力的情況下能夠確保迅速有效的開展災害應急響應；根據《全球氣候服務框架》，進一步建立完善區域多災種預警機制；支持聯合國相關機構加強水文氣象事件的全球機制研究；支持聯合演練、演習等區域備災合作；促進區域在災中和災後共享救災能力和資源；完善災後恢復政策、實踐、計劃等國際交流合作機制。

《2015-2030 年仙台減少災害風險框架》確立的全球七大減災目標

和四個優先行動領域是全球減少災害風險的一致共識和共同目標。我國是仙台減災框架的制定參與國，框架的內容和主要思想、行動措施也體現在“十三五”時期防災減災救災和應急管理體系建設的最新規劃中。在與現行法律制度和有關規定保持一致的情況下，結合澳門實際，全球一致共識的七大減災目標和四個優先行動領域，可以作為優化澳門防災減災救災和應急管理體系的重要參考。

#### 2.2.4 建設安全韌性城市成為全球發展趨勢

近年來，隨著城鎮化進程加快，城市這個開放的複雜巨系統面臨的不確定性因素和未知風險也不斷增加，城市公共安全保障與風險治理面臨著巨大的挑戰和考驗。在各種突如其來的自然和人為災害面前，城市的脆弱性凸顯。為有效應對各類風險挑戰，國際組織和世界各國在安全領域開始廣泛使用韌性（Resilience）概念，並積極推進安全韌性城市（Resilient City）建設。

（一）“安全韌性城市”理念。2002年，倡導地區可持續發展國際理事會（ICLEI）在聯合國可持續發展全球峰會上提出“韌性”概念；2012年，聯合國減災署啓動亞洲城市應對氣候變化韌性網絡；2015年聯合國減災大會和2017年聯合國減災平台大會上，建設安全韌性城市均為重要議題；2016年10月，第三屆聯合國住房和城市可持續發展大會（人居Ⅲ）通過的《新城市議程》，提出未來城市的願景是可持續的、韌性的城市，韌性城市的目標是加強城市韌性，減少災害風險，減緩和適應氣候變化，通過採取和落實災害風險減輕和管理措施，降低脆弱性，增強復原力以及對自然和人為災害的反應能力，為市民提供基本的健康和良好的環境；國際標準化組織ISO新組建了一個國際安全標準化技術委員會（ISO/TC 292），將Security拓展為Security and Resilience。

國家層面上，美國在2010年《國家安全戰略》、2014年《國土安全報告》中均提出增強國家韌性，強調建設一個安全韌性的國家，使整個國家具有預防、保護、響應和恢復能力；2015年，美國國家自然科學基金委和國家標準局分別出資2000萬美元資助城市韌性研究，其中一個資

助方向，就是從構建韌性城市邁向韌性智慧城市；歐盟第七框架計劃也將城市安全作為重要研究方向，包括了建立城市空間安全事件數據庫、安保和恢復整合設計框架，建立一系列綜合設計方法和支撐工具，有基於網絡決策的支撐系統；英國制定了國家韌性計劃，由首相擔任部長級韌性小組組長，旨在提高英國遭受突發緊急情況時的應對和恢復能力；日本、墨西哥、英國、澳大利亞等國也制定了各自的韌性計劃。

安全韌性城市是指自身能夠有效應對來自內部與外部的對其社會、經濟、技術系統和基礎設施的衝擊和壓力，能維持基本功能、結構、系統，並具有迅速恢復能力的城市。

“安全韌性城市”目標：能夠最大限度的保證公眾生命安全；經濟社會具有承受大災巨災的能力，其基本功能、結構、系統能夠維持運行；能夠最大限度減少次生災害，減少公眾財產和公共設施損失；具有迅速恢復能力。

“安全韌性城市”特徵：功能多樣性（系統能夠抵禦多種威脅）；系統冗餘性（通過多重備份來增加系統的可靠性）；承載穩健性（具有抵抗和應對外部衝擊的能力）；快速恢復力（城市受到衝擊後能快速恢復原有的結構和功能）；適應性（根據環境的變化，能夠調節自身的形態、結構和功能，以便與變化的環境相適應）。

## （二）“韌性城市”建設範例

### （1）倫敦韌性城市實踐

英國為了將韌性城市與國家韌性戰略緊密結合起來而成立了“氣候變化和能源部”，同時，設立專職公務員專門負責制定韌性城市計劃。2001年，倫敦建構了政府、企業和媒體多方參與的“倫敦氣候變化公私協力機制”。2002年，倫敦出台了《英國氣候影響計劃》，主要是推動制定氣候變化的韌性政策及開展韌性研究計劃。為了應對洪水風險的衝擊，倫敦制定增加公園和綠化計劃。同時，倫敦計劃到2015年更新和改造100萬戶居民家庭用水和能源設施。

2011年，倫敦以應對氣候變化、提高市民生活質量為目標制定《風險管理和韌性提升》(Managing Risks and Increasing Resilience)計劃，主要內容分為四大部分、共十個章節。

第一部分：規劃背景，包括瞭解氣候變化的未來趨勢、明確目前存在的關鍵問題和規劃實施的責任主體等。

第二部分：災害風險分析和管理的，主要針對氣候變化下威脅倫敦的三大主要災害(洪水、乾旱和酷熱)，提出“願景-政策-行動”的框架和內容，並從背景分析、現狀風險評估、未來情景預測、災害風險管理等方面進行系統研究。

第三部分：跨領域交叉問題的分析，研究氣候變化下各類風險對健康、環境、經濟(商業和金融)和基礎設施(交通運輸、能源和固體廢棄物)的影響。

第四部分：戰略實施，制定“韌性路線圖”，總結提出關鍵的規劃措施的行動計劃。

該計劃提出氣候變化的趨勢不可避免，應儘早採取適應性措施以降低災害風險、促進城市可持續發展。相比而言，前瞻性的行動計劃比緊急的應急響應更經濟、更有效。但有一些適應行動非常複雜，需要調動大量利益相關者共同參與，通力協作。

## (2) 紐約韌性城市實踐

2012年10月29日，紐約遭遇歷史罕見的“桑迪”颶風襲擊，損失慘重。為解決迫在眉睫的氣候變化帶來的災害風險，為了修復桑迪颶風帶來的毀滅性影響，紐約制定了全面韌性計劃，以“韌性城市”為核心理念，以應對氣候變化、提高城市應對風險能力為主要目標，以風險預測與脆弱性評估為核心，以加強基礎設施和災後重建為突破口，以加大資金投入為保障，形成完整的韌性城市建設體系。

第一，在氣候災害韌性層面，為了應對全球氣候變化尤其是海平面

上升、颱風和暴雨等極端氣候對紐約的衝擊，紐約大力改進沿海防洪設施，同時強調硬化工程和綠色生態基礎設施建設相結合，尤其關注城市基礎設施工程的彈性。紐約還計劃建立一個整合的防洪體系，通過美化防洪牆以抵擋嚴重的風暴衝擊。同時，在特定場地設立14個風暴潮屏障，在5個行政區建立37個沿海保護措施並分區對海灘進行重建。此外，還設立社區設計中心，為房屋受損家庭提供新的設計方案，也為業主搬遷到不易受淹區提供選址幫助。

第二，在組織韌性層面，2004年，紐約環保署制定了為期四年的《韌性城市建設規則》。2006年，為了應對環境減排和韌性城市建設成立了“長期規劃與可持續性辦公室”。2007年，推出了“規劃紐約計劃”。2008年，制定了《氣候變化項目評估與行動計劃》。2010年，成立了“紐約氣候變化城市委員會”。2012年11月，基於應對桑迪特大風災的經驗教訓，推動了《紐約適應計劃》的出台。2013年，頒佈了《一個更強大、更具韌性的紐約》(A Stronger, More Resilient New York)。在這份長達438頁的報告中，扉頁上有這樣一段醒目的文字：“謹獻給在桑迪颶風中失去生命的43個紐約人及他們的親人。紐約將與受災的家庭、企業和社區一起努力，確保未來的氣候災難不再重演。”這份報告報告主要包括了六大部分，分別是：桑迪颶風及其影響、氣候分析、城市基礎設施及人居環境、社區重建及韌性規劃、資金和實施。其中城市基礎設施及人居環境中又包括海岸帶防護、建築、經濟恢復（保險、公用設施、健康等）、社區防災及預警（通訊、交通、公園）和環境保護及修復（供水及廢水處理等）。

### （3）日本韌性規劃實踐

2011年，日本“3·11”大地震和海嘯之後，日本社會和學界開始集中反思，探討將實現國土強韌化等韌性理念上升為國家戰略並加以落實的可能性。2013年12月，日本頒佈了《國土強韌化基本法》，為強韌化規劃的編制和實施創造了具有強大約束效力的法律框架，確保了規劃的地位和嚴肅性。日本政府成立了專門的內閣官房國土強韌化推進辦公室，

並於 2014 年 6 月發佈了《國土強韌化基本規劃》。

國土強韌化規劃的核心在於針對災害的脆弱性評估，以及基於評估之上有計劃的實施步驟。日本推行國土強韌化規劃有四個基本目標：①最大限度地保護人的生命；②保障國家及社會重要功能不受致命損害並能繼續運作；③保證國民財產與公共設施受災最小化；④迅速恢復的能力。

《國土強韌化基本規劃》的內容主要涉及四個方面。首先，闡述了國土強韌化的基本考量，包括目標理念、政策方針和特殊考慮事項。其次，規定了脆弱性評價的框架和步驟，重點是確定 45 項需規避嚴重事態假定。再次，通過 12 個不同結構組織及 3 個橫向議題，規定了國土強韌化的主要推進方針。最後，提出了國土強韌化規劃的細化策略和修正完善的方法，包括制訂年度行動計劃、15 個重點需規避嚴重事態假定、制定地域規劃以及對地方的技術支援和人員培訓等項目。

國土強韌化規劃主體部分由國土強韌化基本規劃和國土強韌化地域規劃（亦稱地域強韌化規劃）組成，分別由國家和地方編制。

#### （4）我國內地韌性城市實踐探索

2013 年，洛克菲洛基金會啓動“全球 100 韌性城市”項目，中國黃石、德陽、海鹽、義烏四座城市成功入選，一躍與巴黎、紐約、倫敦等世界城市同處一個“朋友圈”。

2014 年北京“7·21”暴雨洪災後，國家高度重視城市洪水問題，發佈海綿城市建設技術指南，在提升城市雨洪韌性方面邁出了開創性的一步。

2017 年中國地震部門啓動“韌性城鄉”工程。“韌性城鄉”計劃，讓內地的地震災害風險評估、工程韌性抗震、社會韌性支撐等領域達到國際先進水平，率先建成一批示範性韌性城鎮。

2017 年 12 月 15 日，《上海市城市總體規劃（2017-2035 年）》獲得

國務院批復原則同意。該規劃全面落實創新、協調、綠色、開放、共享的發展理念。高度重視城市公共安全，加強城市安全風險防控，增強抵禦災害事故、處置突發事件、危機管理能力，提高城市韌性，讓人民群眾生活得更安全、更放心。

## 第三章 優化澳門應急管理體系的總體思路和建議

### 3.1 總體思路

面對公共安全的風險挑戰，順應國內外應急管理的發展趨勢，健全公共安全體系、提升應急管理能力越來越成為全面履行政府職責的重要體現，創新社會治理的重要內容，社會公眾的重要期盼和經濟社會持續健康發展的重要保障。在認真總結“天鴿”颱風應對經驗教訓的基礎上，借鑒國內外先進經驗和理念，亟需加強頂層設計，優化應急管理體系，進一步提高澳門特區政府的執政能力與公信力，使澳門融入國家發展大局。

#### 3.1.1 堅持先進理念

——堅持世界眼光、國際標準、澳門特色、高點定位。立足當前，著眼長遠，以世界眼光、戰略思維、國際標準謀劃推進澳門應急管理體系建設，正確處理安全與發展的關係，建立和完善適應澳門公共安全需求的體制機制法制，準確把握澳門公共安全發展趨勢，提出具有前瞻性的發展思路、任務和舉措，持續提升公共安全領域的科學化、現代化水平。

——堅持以人為本，為宜居、宜業、宜行、宜遊、宜樂提供有力保障。把確保居民生命安全放在首位，增強全社會憂患意識，提升公眾自救互救技能，提高防災減災的能力和水平，切實減少人員傷亡和財產損失。遵循自然規律，通過減輕災害風險促進經濟社會可持續發展，努力為澳門經濟社會發展創造和諧穩定的社會環境、公平正義的法治環境和優質高效的服務環境，使澳門居民獲得感、幸福感、安全感更加充實、更有保障、更可持續。

——堅持“一國”之本，善用“兩制”之利。始終準確把握“一國”和“兩制”的關係，確保“一國兩制”實踐不變形、不走樣，切實維護

和諧穩定的社會環境。嚴格依照憲法和基本法辦事，抓住國家發展機遇，發揮澳門獨特優勢，使澳門融入國家發展大局，保持澳門長期繁榮穩定。

——堅持以防為主、防抗救相結合，堅持常態減災和非常態救災相統一。努力實現從注重災後救助向注重災前預防轉變、從應對單一災種向綜合減災轉變、從減少災害損失向減輕災害風險轉變，突出風險管理，著重加強監測預報預警、風險評估、工程防禦、宣傳教育等工作，堅持防災抗災救災有機統一，綜合運用各類資源和多種手段，強化統籌協調，推進各領域、全過程的災害管理工作，著力構建與經濟社會發展新階段相適應的應急管理體制機制，全面提升全社會抵禦災害和風險的能力。

——堅持政府主導、社會協同、公眾參與、法制保障。堅持政府在防災減災救災工作中的主導地位，充分發揮市場機制和社會力量的重要作用，加強政府與社會力量、市場機制的協同配合，發揮社會各方面的積極性，推動形成政府治理和社會自我調節、居民良性互動的局面，形成工作合力。堅持法治思維，依法行政，提高應急管理法治化、制度化、規範化水平。

### 3.1.2 總體目標

以創新、協調、綠色、開放、共享的發展理念為指導，以保障公眾生命財產安全為根本，以做好預防與應急準備為主綫，堅持“一國”之本，善用“兩制”之利，到2028年，基本建成與有效應對公共安全風險挑戰相匹配，與澳門經濟社會發展相適應，政府主導、全社會共同參與，覆蓋公共安全與應急管理全過程、全方位的突發事件應急體系，使澳門成為安全韌性的世界旅遊休閒中心。

### 3.1.3 分階段目標

**短期目標：**到2019年底，以加強“一案三制”（制定修訂應急預案、建立健全防災減災救災與應急管理體制機制法制）為抓手，進一步優化澳門應急管理體系，按計劃實施防災減災重點工程，建立健全與澳門公共安全風險挑戰相匹配的粵港澳區域協同聯動機制。

**中長期目標：**到 2028 年，城市安全運行能力不斷加強，水、電、油、氣、通信、地下管網等生命綫工程和重要基礎設施設防標準不斷提高，防災減災救災與應急管理人才體系不斷健全，專兼職應急救援隊伍體系基本完善，基本建成與有效應對公共安全風險挑戰相匹配，與澳門經濟社會發展相適應，政府主導、全社會共同參與，覆蓋公共安全與應急管理全過程、全方位的突發事件應急體系，使澳門成為安全韌性的世界旅遊休閒中心。

### 3.1.4 應急管理體系建設的基本原則

應急管理是針對自然災害、事故災難、公共衛生事件和社會安全事件等各類突發事件，從預防與應急準備、監測與預警、應急處置與救援、恢復與重建等全方位、全過程的管理，其目的是為了預防和減少突發事件的發生，控制、減輕和消除突發事件引起的嚴重社會危害，保護人民生命財產安全，維護國家安全、公共安全、環境安全和社會秩序。由於突發事件的不確定性、複雜性、高變異性、緊迫性、關聯性和當代信息網絡的快速發展，公共安全與應急管理成為一個複雜的、開放的、巨大的系統工程。應急管理體系建設的基本原則是：

——**以人為本，減少危害。**切實履行政府的社會管理和公共服務職能，堅持生命至上，把保障公眾健康和生命財產安全作為首要任務，最大程度地減少突發事件及其造成的人員傷亡和危害。

——**居安思危，預防為主。**高度重視公共安全工作，常抓不懈，防患於未然。增強憂患意識和風險意識，堅持預防與應急相結合，堅持常態與非常態相結合，做好應對突發事件的各項準備工作。

——**統一領導，分級負責。**在特區政府的統一領導下，建立健全分類管理、分級負責的應急管理體制，在特區行政長官的領導下，實行行政領導責任制，充分發揮專業應急指揮機構的作用。

——**依法規範，加強管理。**依據有關法律和行政法規，加強應急管理，維護公眾的合法權益，使應對突發事件的工作規範化、制度化、法

制化。

——**快速反應，協同應對。**加強應急處置隊伍建設，建立聯動協調制度，充分動員和發揮社區（堂區）、私人部門、社會團體和義工隊伍的作用，依靠公眾力量，發揮粵港澳區域協同聯動優勢，形成統一指揮、反應靈敏、功能齊全、協調有序、運轉高效的應急管理機制。

——**依靠科技，提高素質。**加強公共安全科學研究和技術開發，採用先進的監測、預測、預警、預防和應急處置技術及設施，充分發揮專家隊伍和專業人員的作用，提高應對突發事件的科技水平和指揮能力，避免發生次生、衍生事件；加強宣傳和培訓教育工作，提高公眾自救、互救和應對各類突發事件的綜合素質。

### 3.1.5 應急管理的體系架構

推進以“一案三制”為核心內容的應急管理體系建設，建立健全應急預案體系和應急管理體制機制法制，加強專業應急隊伍能力建設。建立橫向到邊、縱向到底的應急預案體系，建立健全特區政府統一領導、有關部門分工負責、社會各界廣泛參與的應急管理體制，構建統一指揮、功能齊全、反應靈敏、運轉高效的應急管理機制，實現部門配合、條塊結合、區域聯合、資源整合，建立健全符合澳門特點的法律法規和標準體系，形成源頭治理、動態監管、應急處置相結合的長效機制。

## 3.2 健全完善應急管理體制

在澳門特區行政長官領導下，健全“統一領導、綜合協調、部門聯動、分級負責、反應靈敏、運轉高效”的應急管理體制，提高保障公共安全和處置突發事件的能力。建議設立民防及應急協調專責部門，承擔應急管理的常規工作，強化綜合協調職能，統籌預防與應急準備工作。

根據澳門現行法律規定，應急管理具體工作繼續由民防架構承擔。建議進一步健全民防架構及其專責部門，建立健全現場應急指揮官制度。

民防架構在特區政府領導下開展工作，指揮長建議由保安司司長擔任，副指揮長由警察總局局長擔任。應急管理的具體工作由新組建的民防及應急協調專責部門承擔。

民防及應急協調專責部門的職能主要是：承擔自然災害、事故災難、公共衛生事件和社會安全事件等突發事件應急管理工作，開展突發事件的值守應急、信息管理、監測預警、應急處置與救援、災後救助、恢復與重建、宣傳教育等工作。

民防架構具體成員包括：

軍事化部隊及治安部門建議根據實際需要調整；

政府部門建議增加經濟局、體育局、建設發展辦公室、環境保護局以及科學技術發展基金、漁業發展及援助基金、樓宇維修基金等；

私營單位建議增加澳門廢物處理有限公司、澳門清潔專營有限公司、澳門基本電視頻道股份有限公司、澳門有線電視股份有限公司、南光天然氣有限公司、中天能源控股有限公司、建築業範疇的商會。

### **3.3 建立健全應急管理機制**

應急管理機制是涵蓋了突發事件事前、事發、事中和事後的應對全過程中各種系統化、制度化、程序化、規範化和理論化的方法與措施，對於應急管理體制建設具有重要的影響和補充作用。包括監測預警機制、信息報告和發佈機制、應急響應機制、決策指揮機制、公眾溝通與動員機制、區域聯動機制、應急保障機制、恢復重建機制、評估和獎懲機制和風險分擔機制等。結合澳門實際，建議首先強化以下幾個方面應急管理機制建設。

#### **3.3.1 監測預警機制**

建立健全監測預警機制，完善“分類管理、分級預警、平台共享、規範發佈”的突發事件預警信息發佈體系，拓寬預警信息發佈渠道，強

化針對特定區域、特定人群的精准發佈能力，提升預警信息發佈的覆蓋面、精准度和時效性。

**（一）監測預警及響應。**整合各部門的監測預警信息，建立覆蓋自然災害、事故災難、公共衛生事件、社會安全事件四大領域突發事件的綜合監測預警信息共享機制，加強部門協作，依托民防及應急協調專責部門，實現各類突發事件監測預警信息的實時匯總、綜合分析、態勢研判。建立健全各類突發事件監測預警制度和相關技術標準，強化氣象、水文、海洋環境及水、電、氣、熱、交通等城市運行情況的監測預警，實現全澳公共安全突發事件信息的快速傳遞、及時響應和迅速反饋。

民防及應急協調專責部門，應根據各類公共安全突發事件監測預警信息，結合可能受影響區域的自然條件、人口和經濟社會狀況，對可能出現的災情進行預評估，提前採取應對措施，及時啓動預警響應，視情向可能受影響地區的公眾和遊客以及民防架構成員單位通報預警響應信息，提出預警響應工作要求，明確具體工作措施，將預警響應工作納入規範的災害管理工作流程。

**（二）信息發佈。**加快建設統一發佈、高效快捷、覆蓋全澳的突發事件預警信息發佈機制，進一步健全和完善預警信息發佈的強制性制度規定。預警信息發佈網絡應以公用通信網為基礎，合理組建災情專用通信網絡，確保信息暢通。要進一步健全相關法律法規，確保郵電局、澳門電訊有限公司、澳門廣播電視股份有限公司、澳門基本電視頻道股份有限公司、澳門有線電視股份有限公司等政府機構及私營部門，依法保障傳送網絡暢通，依法快速向公眾發佈預警信息。

在預警信息的發佈過程中，要進一步完善預警信息發佈、傳輸、播報的責任機制。指導和規範政府相關機構及私營部門充分利用各種傳播渠道，通過手機短信、廣播、電視、電子廣告牌、社區電子顯示屏、網絡、微信、手機 APP 等多種途徑及時將預警信息發送到在澳的公眾和遊客，顯著提高災害預警信息發佈的準確性和時效性，擴大社會公眾覆蓋

面。其中，要重點確保地勢低窪地區、地下車庫等地下空間、內港水浸區等易災地區以及老年人、兒童、殘疾人及其他行動不便弱勢群體提前獲悉預警信息，提前做好避險轉移等防災避災工作，確保居民人身安全。

### 3.3.2 突發事件信息報告機制

突發事件信息是救災工作的重要決策依據，直接關係應急處置、救援救助、恢復重建等各項工作開展。科學準確、及時快速的突發事件信息，有利於政府掌握突發事件動態和發展趨勢，採取積極有效的應對措施。建議儘快建立健全突發事件信息報告機制，按照及時、準確、規範、全面的原則，加強和規範突發事件信息的報告管理。

（一）**制定科學的突發事件信息統計報告制度**。將突發事件信息統計報告制度作為全澳突發事件信息統計報告工作的核心依據，對突發事件信息統計報告的責任主體、指標要求、報送時限、報表體系等工作進行系統、全面的規定。同時，注重將突發事件信息統計與救災救助緊密銜接。突發事件信息報告內容不僅包括人員傷亡及損失情況，而且包括救災救助需求和進展情況，實現突發事件災情與救災救助信息緊密結合、相互校驗。

（二）**實現突發事件信息化管理**。基於突發事件信息報告機制，設計澳門突發事件信息統計報送系統，實現桌面端和移動客戶端同步報災，北斗終端做應急保障，使用範圍涵蓋全澳所有社區。系統以突發事件信息統計報告制度的報表體系、指標體系和報送流程為設計基礎，形成信息化支撐下的突發事件信息報告全流程管理。

### 3.3.3 決策指揮機制

民防架構實現平災結合，在日常的應急管理工作中強化部門間的信息溝通、資源共享、技術交流，做到部門配合、資源整合、協調聯動。在應急狀態下，要實現應急搶險、交通管制、人員搜救、傷病員救治、衛生防疫、基礎設施搶修、房屋安全應急評估、受災民衆避險轉移安置等的一體化指揮。

民防及應急協調專責部門在機構和制度建設中，應重點強化突發事件現場指揮體系；強化各類應急救援力量的統籌使用和調配體系；強化預警信息和應急處置信息發佈體系，實現統一指揮調配。

借鑒國內外先進經驗，建立健全突發事件現場指揮官制度，出台相關制度和辦法，賦予現場指揮官決策指揮、資源調度、協調各方、依法徵用等權責。做好指揮官的培訓和任命，提高突發事件現場應急處置能力。

民防架構各成員單位根據各自職責，分工負責，協助做好預警信息發佈，做好本系統應急處置工作。特別是加強學校、醫院、應急避難場所、生命綫基礎設施等的防災抗災和維護管理，做好傷病員救治、衛生防疫，受災民衆避險轉移安置等工作。

### 3.3.4 應急保障機制

按照底綫思維的理念，立足應對超強颱風等大災、巨災，提前做好救災物資儲備體系、應急避難場所體系等應急保障機制建設工作。

**（一）建立健全救災物資儲備體系。**建立健全覆蓋全澳門的救災物資儲備體系，在內地中央救災物資儲備體系支持下，結合澳門居民的生活習慣、歷年災害情況以及突發事件應急處置情況等，科學確定帳篷、衣被、食品、飲用水等生活類救災物資以及搶險救援、傷病員救治等物資儲備品種及規模，建立科學的物資儲備、調配和輪換周轉機制。可以結合與企業、超市等私營機構開展協議儲備、委託代儲，將政府物資儲備與企業、商業以及家庭儲備有機結合，同時逐步建立健全救災物資應急採購機制和粵港澳應急救災物資快速通關機制，拓寬應急期間救災物資供應渠道。

**（二）建立健全應急避難場所體系。**編制應急避難場所建設指導意見，明確避災場所功能。推動開展示範性應急避難場所建設，並完善各類應急避難場所建設標準規範。結合目前現有的公共空間、綠地、體育場館、學校、大型綜合體及娛樂場等，改擴建或預先規劃應急避難場所

功能。根據人口分佈、城市佈局和災害特徵，建設形成覆蓋全澳門、佈局合理、功能完備、滿足公眾避險需要的應急避難場所。

### **3.3.5 風險評估和風險分擔機制**

強化風險管理和風險防範意識，組織開展全澳門範圍的社區風險識別與評估。充分發揮保險等市場機制作用，通過多種渠道分擔大災、巨災等災害風險。

（一）開展社區風險評估與防範工作。全澳門範圍，特別是內港水浸及易災地區，組織編制社區災害風險圖，加強社區災害應急預案編制和演練，加強社區救災應急物資儲備和義工隊伍建設，視情組織開展綜合減災示範社區創建活動。推動制定家庭防災減災救災與應急物資儲備指南和標準，鼓勵和支持以社區為基礎、以家庭為單元儲備災害應急物品，提升社區和家庭自救互救能力。

（二）發揮保險的風險分擔作用。完善應對災害的金融支持體系，擴大居民住房災害保險、災害人身意外保險覆蓋範圍。可以參考內地寧波、廈門、深圳等城市巨災保險實踐經驗，逐步建立覆蓋全澳門居民，包括自然災害、事故災難、公共衛生事件和社會安全事件四大類突發事件在內的巨災保險制度，以全覆蓋的政府政策性保險為基礎，以商業性保險為補充，為全澳門居民提供全覆蓋的人身意外保險、基本住房保險、財產損失保險等。

## **3.4 建立健全應急管理法制**

健全的法律法規和標準體系是優化澳門應急管理體系、提升應急管理能力的內在要求和法制保障。建議修訂應急管理相關法律法規，不斷完善應急管理標準體系，強化法律法規和標準的宣傳貫徹，為優化澳門應急管理體系提供法制保障。

### **3.4.1 修訂和完善相關法律法規規章**

修訂《澳門民防綱要法》(第 72/92/M 號法令)等有關突發事件應對相關的法律法規規章，進一步明確和細化突發事件預防與準備、監測與預警、處置與救援、恢復與重建等相關內容。

建議做好突發事件應對相關法律法規規章的統籌設計，對修訂與擬制定的法律法規做好銜接。

### 3.4.2 優化应急管理標準體系

標準化是統籌協調部門工作、提升工作效率和水平的現實需求，技術標準能夠為应急管理相關法律法規的執行提供技術支持，同時应急管理標準化是規範应急管理業務工作的內在要求，日常減災、災前備災、災中救災和災後恢復重建等業務工作都需要技術標準的支撐。建議緊緊圍繞澳門应急管理重點領域和業務需求，研製一批重要技術標準，實現重點突破，以點帶面，發揮示範帶動效應，提升应急管理標準化工作水平，並依法賦予其強制性和約束力，以促進应急管理工作規範化。

建議抓緊研究和制修訂以下六個方面的技術標準：

- (1) 颱風和風暴潮等級劃分方面的標準；
- (2) 水利設施防洪(潮)方面的標準；
- (3) 建築物窗戶抗風方面的標準；
- (4) 電力設施安裝設計及防護方面的標準；
- (5) 通信基站、機房等設施安全防護方面的標準；
- (6) 地下室、停車場防浸水方面的標準。

### 3.4.3 加強法律法規的宣傳

澳門特區政府及相關部門在突發事件應對相關的法律法規制修訂完成後，應及時面向不同群體、採取多種形式廣泛開展法律法規和標準的宣傳工作，研究制定與法律法規相配套的規章、指引和技術標準，引導私人部門、學校、醫院、社會團體、社會公眾等學習和遵從相關法律法

規，進一步夯實突發事件應對的法制基礎。突發事件應對相關的技術標準發佈後，應及時開展標準的宣傳貫徹工作，引導氣象、水利、電力、通信等部門和單位積極採用最新技術標準開展相關工作，進一步提升防災減災救災能力。

### 3.5 建立健全應急預案體系

建立健全應急預案體系的宗旨是提高突發事件的處置效率。要按照“統一領導、分類管理、分級負責”的原則和不同的責任主體，針對自然災害、事故災難、公共衛生事件及社會安全事件等各類突發事件制定修訂應急預案，並統籌規劃應急預案體系，做到橫向到邊，縱向到底。同時要注意各類、各層級應急預案的銜接，特別是部門之間的配合，私人部門與政府的配合。要從最壞最困難的情況做好準備，針對大災、巨災和危機等具有破壞性和高度複雜性特點的特別重大突發事件制定預案，做好應急準備工作。同時，加強應急預案管理，廣泛開展應急演練，建立應急預案的評估和持續改進機制。

#### 3.5.1 統籌規劃應急預案體系

澳門突發事件應急預案體系應包括：

(1) 突發事件總體應急預案。總體應急預案是澳門應急預案體系的總綱，是澳門地區應對特別重大突發事件的規範性文件。

(2) 突發事件專項應急預案。專項應急預案主要是澳門特區政府及其有關部門為應對某一類型或某幾種類型突發事件而制定的應急預案。

(3) 突發事件部門應急預案。部門應急預案是澳門特區政府有關部門根據總體應急預案、專項應急預案和部門職責為應對突發事件制定的預案。

(4) 基層社區（堂區）應急預案。具體包括：基層社區（堂區）突發事件總體應急預案、專項應急預案和現場處置方案。

(5) 社會團體、學校、醫院、私人部門根據有關法律法規制定的應

急預案。

(6) 舉辦大型慶典和文化體育等重大團體活動，主辦單位應當制定應急預案。各類預案應根據實際情況變化不斷補充、完善，推進應急響應措施流程化，增強應急預案的針對性、可操作性。

### 3.5.2 制修訂應急預案

制修訂應急預案應當在開展風險評估和應急資源調查的基礎上進行。要針對突發事件特點，識別事件的危害因素，分析事件可能產生的直接後果以及次生、衍生後果，評估各種後果的危害程度，提出控制風險、治理隱患的措施，並全面調查可調用的應急隊伍、裝備、物資、場所等應急資源狀況和粵港澳聯動區域內可請求援助的應急資源狀況，必要時對居民應急資源儲備情況進行調查，為制定應急響應措施提供依據。

澳門特區政府要對本行政區域內發生的重大突發事件處置負總責。各司及相關部門負責處置本範疇、本領域發生的突發事件；對涉及到相關部門和基層社區（堂區）的，各有關方面要主動配合、密切協同、形成合力。對關係全局、涉及多領域的應急預案，由牽頭司或部門負責組織有關方面，協調各方制定，相關配套預案由有關部門自行制訂，做到有主有輔。

要做好基層社區（堂區）、學校、醫院、私人部門、重點區域的應急預案編制，做到橫向到邊、縱向到底，加強預案的培訓、演練、磨合和實施，增強全社會防災意識、自救意識、互救意識以及自救、互救的技能，制定基層社區（堂區）災害風險圖、應急疏散路線圖，規範應急疏散程序，組織開展參與度高、針對性強、形式多樣、簡單實用的應急演練，並及時修訂相關應急預案。

通過構建颱風、大面積停電、停水、恐怖襲擊、疫情等重大突發事件情景，研究重大突發事件情景可能出現的一般性過程、後果和基本應對策略與具體任務，構建以“願景-情景-任務-能力”為核心的應急準備體系，進一步完善應急管理規劃，從而為應急預案制定和應急培訓演練提

供具有高度一致性和良好可行性的指導。

為使各部門和社區（堂區）、學校、醫院、私人部門等從實際出發編制預案，應儘快制定《澳門特區政府有關部門制定和修訂突發事件應急預案編制指引》、《社區（堂區）、學校、醫院、私人部門突發事件應急預案編制指引》，明確編制應急預案的指導思想、工作原則、內容要素、進度要求等。

建議研究制訂《重要基礎設施和關鍵資源保護計劃》。按照“設施分類、保護分級、監管分等”的原則，對需要由澳門特區政府層面統籌協調的重要基礎設施和關鍵資源的防護抓好落實，建立健全重要基礎設施和關鍵資源保護體系的長效工作機制。

針對全球恐怖活動、恐怖主義的現實危害上升趨勢和澳門建設世界旅遊休閒中心的實際，要儘快編制《澳門特別行政區處置恐怖襲擊事件應急預案》，加強反恐怖能力建設，不斷提升反恐怖工作水平，注重主動進攻，先發制敵；注重專群結合，整體防範；注重標本兼治，源頭治理；注重提升情報獲取能力和預警能力。

### **3.5.3 加強應急預案管理和演練**

（一）制定應急預案管理辦法。為深入推進應急預案體系建設，加強應急預案的管理，應儘快制定《突發事件應急預案管理辦法》，明確應急預案的概念和管理原則，規範應急預案的分類和內容、應急預案的編制程序，優化應急預案的框架和要素組成，建立應急預案的持續改進機制，加強應急預案管理的組織保障，強化應急預案分級分類管理。

（二）廣泛開展應急演練。制定《突發事件應急演練指南》等應急演練制度，制定應急演練工作規劃，針對社區（堂區）、學校、企業以及酒店、娛樂場等人員密集場所等定期開展各種形式和各具特色的應急演練。通過開展應急演練，查找應急預案中存在的問題，進而完善應急預案，提高應急預案的實用性和可操作性；檢查應對突發事件所需應急隊伍、物資、裝備、技術等方面的準備情況，發現不足及時予以調整補充，

做好應急準備工作；增強演練組織單位、參與單位和人員等對應急預案的熟悉程序，提高其應急處置能力；進一步明確相關單位和人員的職責任務，理順工作關係，完善應急機制；普及應急知識，提高公眾風險防範意識和自救互救等災害應對能力。同時強化演練評估和考核，提倡桌面推演與實戰演練相結合，切實提高實戰能力，推動應急演練工作的規範、安全、節約和有序開展。

**（三）建立應急預案及演練評估機制。**應急預案的生命力和有效性在於不斷的更新和改進，持續改進機制是應急預案系統中一個重要組成部分，完善風險評估和應急資源調查流程，充分利用互聯網、大數據、智能輔助決策等新技術，在應急管理相關信息化系統中推進應急預案數字化應用。應急預案編制單位應當建立定期評估制度，分析評價預案內容的針對性、實用性和可操作性，實現應急預案的動態優化和科學規範管理。同時要對應急演練進行評估，在全面分析演練記錄及相關資料的基礎上，對比參演人員表現與演練目標要求，對演練活動及其組織過程作出客觀評價，並編寫演練評估報告，可通過組織評估會議、填寫演練評價表和對參演人員進行訪談等方式進行。應急演練評估的主要內容包括：演練的執行情況，預案的合理性與可操作性，指揮協調和應急聯動情況，應急人員的處置情況，演練所用設備裝備的適用性，對完善預案、應急準備、應急機制、應急措施等方面的意見和建議等。

## **3.6 提升氣象及海洋災害監測預警能力**

### **3.6.1 災害監測**

對災害準確、及時、有效的監測是災害預警及防災減災救災的基礎和前提。應加強災害監測站網佈局，彌補觀測短板，修訂完善相關觀測規範，加強粵港澳地區監測資料共享能力建設，提高颱風等災害性天氣定量監測能力，建立高效集成的資料處理平台等，以提高災害綜合監測能力。

**（一）完善監測站網佈局。**在現有觀測能力基礎上，經科學評估，

彌補觀測盲點，完善風、雨、水、潮、浪、流等信息測報站網佈局，加強交通幹綫和航道、重要輸電綫路沿綫、重要輸油（氣）設施、重要水利工程、重點保護區和旅遊區等的氣象和海洋監測設施建設。在有條件的地方（如友誼大橋、港珠澳大橋）開展 10m 風和不同高度風的對比試驗，為不同高度風的定量訂正提供支撐，以便更準確描述不同災害性天氣風力大小。另外，針對澳門特區新增海域，應加強海洋氣象和海洋水文環境觀測能力建設，獲取海面風、氣壓、沿岸及離岸潮位、海浪波高、波向及波周期等觀測信息，為拓展海洋預報預警及服務奠定基礎。

（二）修訂颱風風速觀測業務。不同氣象機構描述颱風風力大小所用平均時段不同，如中國內地用 2 分鐘平均風速、中國香港及日本用 10 分鐘平均風速，美國用 1 分鐘平均風速描述颱風強度。在保留 1 小時平均風速觀測（主要用於歷史比對分析）基礎上，開展 10 分鐘或 2 分鐘平均風速觀測業務，既與周邊氣象機構保持一致性、增加可比性，又更準確捕捉颱風強度，及時發佈有效預警。

（三）加強與內地及香港地區監測資料共享能力建設。近年來，中國內地及香港在珠江口及南海北部新增了很多島嶼、浮標、石油平台等自動氣象站和潮位站，這些觀測站在提高颱風、暴雨、強對流及風暴潮等災害監測能力方面發揮了重要作用，特別對提高颱風定位和定強分析精度方面功不可沒。另外，近年中國內地持續加大衛星觀測投入力度，風雲三號 D 星和風雲四號 A 星即將投入業務運行，為災害天氣監測提供了新的支撐。要加強與內地和香港地區觀測資料共享能力建設，升級網絡帶寬，提高資料共享的廣度和時效性，為切實提高氣象和海洋災害監測能力奠定基礎。

（四）提高颱風等災害性天氣定量監測能力。建立規範的、世界氣象組織推薦的 DVORAK 颱風強度分析業務，提高預報員對衛星定量分析和應用能力，提高預報員對台風雲型結構、眼區溫度、雲頂量溫（TBB）等與強度變化關聯度的認知能力，提高颱風強度分析的客觀性和科學性，減少主觀性和隨意性；加強基於地面自動站、雷達、衛星等綜合觀測資

料對暴雨、強對流、霧霾等災害性天氣定量監測，開展基於閾值的自動監測報警業務。

**(五) 建立高效集成的資料處理平台。**隨著數值預報模式精細化程度的提升和高時空分辨率的衛星、雷達以及分鐘級/秒級自動觀測站數據的應用，氣象監測數據量級呈幾何級增長，需開發對陸基、島嶼、船舶、浮標、衛星、雷達、數值模式等多源異類數據的處理及高效集成顯示，提高對各類氣象監測信息的立體化（海、陸、空）、精細化和客觀化分析水平，實現對主要災害性天氣的全天候無縫隙監測能力。

### 3.6.2 災害預警

修訂和完善颱風、風暴潮等災害等級劃分、修訂颱風風球信號發佈標準，逐步建立首席負責制的災害性天氣會商流程，建立以數值預報為基礎，各種主客觀方法相結合的災害性天氣預警業務，提升對颱風、暴雨、風暴潮、大風、高溫、雷電、大霧、霾等災害預警能力。

**(一) 修訂颱風等級標準。**隨著全球變暖，以登陸颱風為代表的極端天氣事件呈現增多趨勢，2006年超強颱風“桑美”、2014年超強颱風“威馬遜”、2015年超強颱風“彩虹”、2016年超強颱風“莫蘭蒂”登陸華東或華南沿海、給我國帶來嚴重影響。內地和香港分別於2006年和2009年修訂了颱風等級標準，將風力超過12級以上的颱風細分為颱風、強颱風、超強颱風（表3-1）。這樣的細緻劃分不僅能更準確描述颱風強度，同時也更能引起政府和公眾的關注，從而採取更有效防範應對措施，減輕颱風災害。因此，可參考周邊氣象部門颱風等級標準，結合澳門特點和過往使用習慣，對颱風等級標準進行修訂，制定科學、合理又被公眾廣泛認可的颱風等級標準，為製作和發佈颱風預警打下基礎。

表 3-1 中國內地及港澳台氣象機構熱帶氣旋等級劃分

風力等級	大陸 (2006 年)	香港 (2009 年)	澳門	台灣
6 級	熱帶低壓	熱帶低氣壓	無明確定義	熱帶性低氣壓
7 級				
8 級	熱帶風暴	熱帶風暴	熱帶風暴	輕度颱風
9 級				
10 級	強熱帶風暴	強熱帶風暴	強熱帶風暴	
11 級				
12 級	颱風	颱風	颱風	中度颱風
13 級				
14 級	強颱風	強颱風		
15 級				
16 級	超強颱風	超強颱風		強烈颱風
17 級				
17 級以上				

(二) 修訂風暴潮警告等級標準。這次“天鴿”颱風災害暴露出風暴潮預報和警告不足的問題較為突出，目前澳門風暴潮最高警告級別是黑色，即“估計水位高於路面 1m 以上時”發佈風暴潮黑色警告，而“天鴿”颱風侵襲期間水位高於內港路面約 2.5m。同時也注意到“天鴿”僅是強颱風級別，比 2006 年登陸浙閩交界的超強颱風“桑美”和 2014 年登陸海南的超強颱風“威馬遜”還有一定差距。因此從立足防超強颱風、防超高潮位的角度出發，有必要對風暴潮警告等級重新進行審視，當水

位高於路面 1m 以上時，細化現有風暴潮警告等級，既警示風暴潮的嚴重程度，又科學指導防潮避險。

**（三）完善颱風風球信號發佈規範。**澳門現行熱帶氣旋信號（第 16/2000 號行政命令）分爲一號、三號、八號、九號及十號風球，但對何時懸掛何種級別的風球並無明確說法，實際操作時有一定隨意性。內地的做法是：颱風預警分爲國家級預警和省級預警信號，國家級颱風紅色預警表示“預計未來 48 小時將有強颱風（中心附近最大平均風速 14-15 級）、超強颱風（中心附近最大平均風速 16 級及以上）登陸或影響我國沿海”；省級颱風紅色預警信號表示“6 小時內可能或者已經受熱帶氣旋影響，沿海或者陸地平均風力達 12 級以上，或者陣風達 14 級以上並可能持續”。國家級颱風紅色預警明確了最大時間提前量達 48h，省級颱風紅色預警信號最大時間提前量是 6h。建議澳門在颱風預警信息發佈上盡可能及早讓民衆瞭解懸掛風球信號的可能時段，同時借鑒內地的做法和經驗，與民防相關部門協調，因應防災應變措施等需求，在民防總計劃或相關應急預案中，明確風球懸掛提前通報的時間，增強可操作性。

**（四）提高災害預警科技支撐和能力建設。**通過典型氣象災害案例的深度分析和總結，提高預報員對氣象災害演變機理認知水平；提高對衛星、雷達、微波及其他新型觀測資料定量分析水平和應用能力；加強對數值模式，特別是集合模式的解釋應用和定量訂正能力，提高對颱風路徑、強度、風雨等預報準確率和精細化水平；積極探討大數據和人工智能技術在災害性天氣預報預警上的研究和應用。

綜合考慮周邊海域地理和水文環境特點，建立覆蓋澳門及鄰近區域的精細化風暴潮數值預報系統，開展精細化風暴潮預報和街區尺度風暴潮淹沒預報。綜合考慮風暴潮災害的危險性以及承災體重要性、人口密度、經濟密度等脆弱性，編制風暴潮災害風險圖，逐步開展基於精細地理信息的風暴潮災害風險評估，爲防禦風暴潮災害提供有效對策。

**（五）建立災害預警聯動會商機制。**不同災害性天氣的可預報性或

預報難度是不一樣的，現今數值預報模式和各類觀測/分析資料提供了海量可供參考的信息，而預報員個體的知識、經驗和時間是相對有限的，因此，面對災害性天氣時，舉行集體會商是非常有必要的。應當建立包括領導、主管和氣象專業人員參與的災害性天氣會商機制。同時加快培養高級氣象專業技術人才，加快推動氣象綜合分析系統和客觀預報系統的建設，逐步創造條件，適時建立首席預報員負責制的會商機制和業務流程。

同時，應建立粵港澳重大災害預警聯動會商機制，當遇颱風等重大災害性天氣時，粵港澳任何一方可申請或組織聯合會商，中央氣象台也可召集或參與聯合會商，這樣既能充分溝通交流，又盡可能保持預警的一致性，減少公眾的猜疑和混淆。

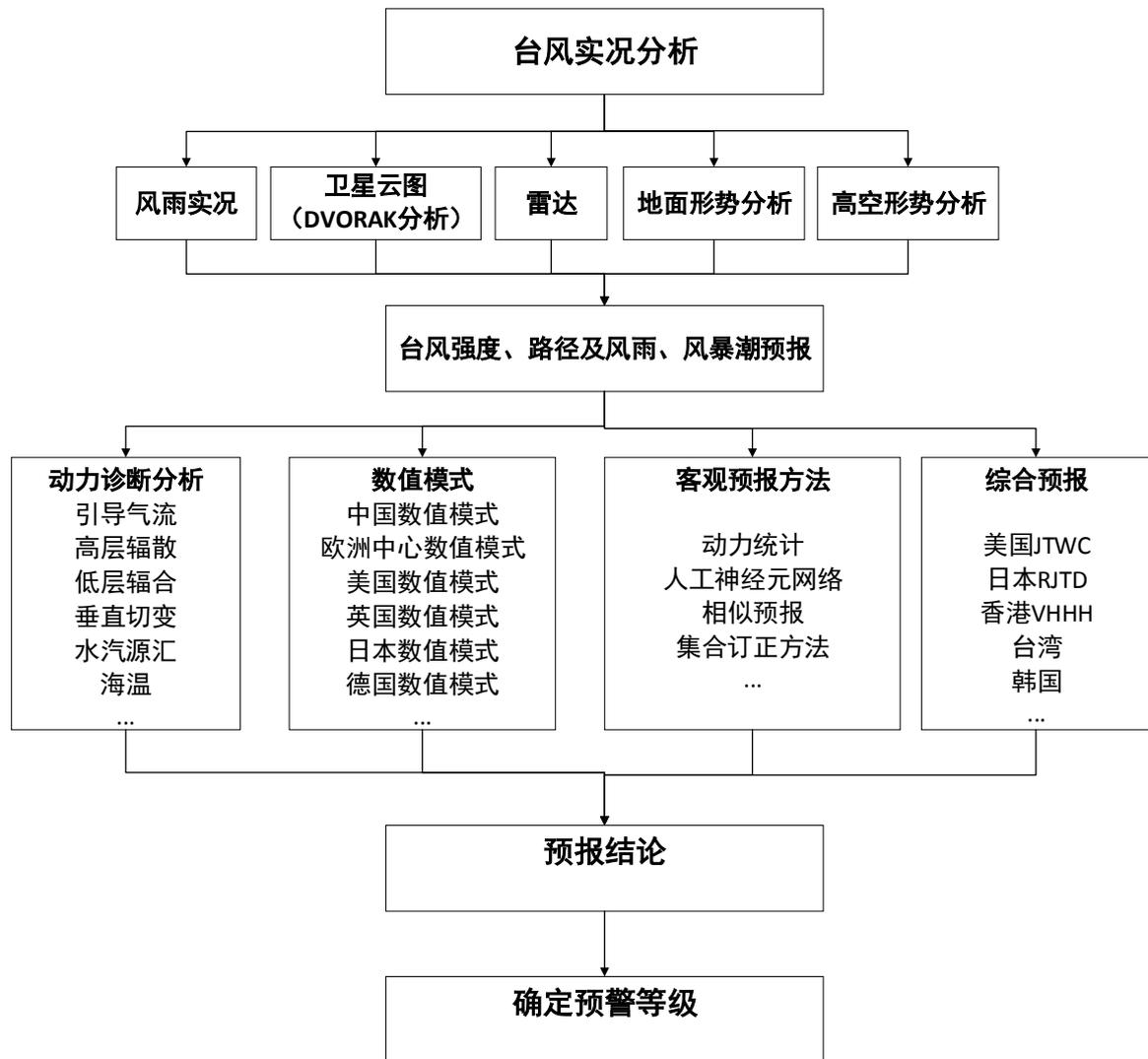


圖 3-1 中央氣象台熱帶氣旋會商框圖

(六) 優化災害預警信息發佈系統。完善災害預警信息發佈制度，明確氣象及海洋災害預警信息發佈權限、流程、渠道和工作機制等，細化災害預警信息發佈標準和警示事項等；加快災害預警信息接收傳遞設備設施建設，建立充分利用廣播、電視、互聯網、手機短信、微信等各種手段和渠道的災害預警信息發佈機制或平台以及快速發佈“綠色通道”，提高預警信息發送效率，通過第一時間無償向社會公眾發佈災害預警信息，重點是學校、社區、機場、港口、車站、口岸、旅遊景點、娛樂場等人員密集區和公共場所，擴大預警信息公眾覆蓋面，提高發佈頻次，實現預警信息的滾動發佈。

## 3.7 提升災情統計評估能力

### 3.7.1 災情統計報送

針對災情信息報送和服務的及時性、災情信息統計的準確性、災情信息服務的廣覆蓋等現實需求，加強災情統計報送能力建設，提升災情信息對救災救助決策的支撐作用。

**（一）建立多元化的災情統計報送體系。**在現有統計制度的基礎上，進一步建立完善災情統計報送的制度設計和業務標準，建立災害發生後更加豐富的海量災情原始數據提供渠道，拓展災情統計報送的空間與範圍，提高災情統計數據的完整性和及時性。

**（二）建立災情報送與服務大數據信息平台。**充分利用“衆包”（Crowdsourcing）模式下的數據採集與服務平台建設和運行方式，建立集共享、服務、查詢、應用於一體的面向社會組織和公眾的災情數據資源共享平台，充分調動各方資源，形成統一管理系統下資源互補、信息共享的運行機制，提高災情數據的科學性和準確性。

**（三）建立空地一體化的災情信息獲取平台。**以災害現場信息獲取“看得清、看得准、看得快”為目標，綜合應用無人機、通信傳輸、信息處理等領域的新技術、新裝備，建立“現場—後方”互通、聯動、協同的災害信息獲取業務平台，實現災害現場情況的空地一體化信息全景展現。

**（四）建立部門間災害信息共享平台。**以民防及應急協調專責部門為牽頭單位，以增強部門間信息共享為抓手，建設災害信息共享平台，統一標準規範，劃定共享信息資源類別，確定彙集、交換、存儲、處理和服務的共享信息範圍，對信息的使用、存儲、更新、備份管理等進行細緻規定，建設數據共享信息化保障環境，實現各種災害風險隱患、預警、災情以及救災工作動態等信息在部門間的及時有效共享。

### 3.7.2 災害損失評估

針對提高災害損失評估的時效性和精準性的現實需求，各有關部門按照職責，加強災害損失評估能力建設，推動評估結果為救災決策、防災規劃提供參考依據。

**（一）制定災害損失評估工作規程。**立足颱風、風暴潮及其引發的洪澇、泥石流、滑坡等地質災害評估工作需求，制定程序嚴謹、指標系統、方法科學、責任明確的災害損失評估制度，明確工作目標和要求，規範評估基本流程、工作時限。

**（二）建立災害損失評估技術標準。**針對颱風、風暴潮及其引發的洪澇、泥石流、滑坡等地質災害，建立系列損失評估技術標準，對災害評估的工作內容、技術指標和方法制定精細化的技術規範，保障相關技術工作的有序有效開展。

**（三）建立高精度基礎本底數據庫。**針對災害損失評估對高精度承災體和社會經濟數據的使用和更新需求，建立覆蓋全澳，以社區為基本單元，涵蓋人口、房屋、經濟等基本指標的高精度基礎本底數據庫；彙集通信、電力等部門的實時業務數據，建立基於手機、固定電話、基站、電力等實時位置服務數據的重點區域實時數據庫。

**（四）建立災害損失評估指標體系。**針對災害發生之前的損失預評估、災害發生過程中的監測性評估、災害發生之後現場的實測評估等不同階段對損失評估的需求，建立災害造成的社會影響及破壞情況的一整套評估指標體系，滿足對災害損失相對量和絕對量的科學判定要求。

## **3.8 加強生命綫工程和重要基礎設施防災減災能力**

### **3.8.1 防颱風防汛骨幹工程**

目前，澳門防禦風暴潮的措施主要是堤防（岸）工程，其標準不一，防潮能力在 2-100 年一遇之間。澳門半島東北側地勢比較高，南側建有堤防，標準可達到 50-100 年一遇，西側為內港海傍區和筷子基段，堤防（岸）現狀防洪潮能力在 2-5 年一遇之間，堤防標準低或基本處於不設

防狀態。路環島、氹仔島地勢較高，島區中、北部區域地面高程較低，沿岸建有堤防，防洪潮能力 50-100 年一遇。

“天鴿”颱風及近年的幾場風暴潮對澳門帶來了嚴重的影響，暴露出澳門防禦風暴潮措施方面的不少問題，需要全面規劃，針對出現的問題提出切實可行的工程措施方案和非工程措施方案。為此，建議澳門政府組織編制澳門防洪潮排澇規劃，針對澳門的地理特點，水患災害防治及經濟社會發展的要求，科學制定本地區防洪潮與排澇標準，提出澳門地區防洪潮排澇工程總體佈局方案。

在全面審視應對“天鴿”台風暴潮設施能力不足的基礎上，對澳門的防颱風防汛骨幹工程作進一步系統調查評估，本著全面規劃、綜合治理、因地制宜、突出重點、近遠結合、分期實施的原則，開展以下工程系統的優化與建設，提高澳門防洪潮工程的防災減災能力。內港海傍區建議採用擋潮閘工程來防禦台風暴潮，可按 200 年一遇的標準進行設防，其它區域防禦標準應結合其區域的重要性、致災後的損失大小及工程建設對環境影響等各個因素綜合論證後確定。

**（一）灣仔水道出口建設擋潮閘工程。**為從根本上解決內港海傍區水患的問題，借鑒紐約、俄羅斯聖彼得堡和荷蘭阿姆斯特丹等城市防汛防潮經驗，在澳門灣仔水道口設置擋潮閘工程（類似東京的多個洪水閘系統，日本東海岸的海嘯屏障），在颱風影響期間通過人工調控內港潮水位，降低風暴潮對內港區的影響，從而減少或消除颱風對人口密集區域的威脅。同時，擋潮閘工程設計應體現景觀要素，主體建築物應與周邊景觀相協調。

**（二）堤岸加高加固工程。**澳門半島南部、路氹區的北部、東部和西部堤岸，現存堤岸規整，施工條件較好，且人口密集、重要設施較多，可按較高的標準對該區域的堤岸進行整修加高加固。對澳門半島東側和路環島西側區域，因施工條件較差，且防護區域面積不大，可採用分倉防護，結合技術經濟論證，合理選定設防標準，對堤岸進行整修加高加

固或新建。

**（三）內港海傍區堤岸臨時工程措施。**在擋潮閘建成之前，內港海傍區尚無有效措施來應對風暴潮帶來的水患問題，建議採用先進材料和可行技術，採取臨時工程措施來減免風暴潮對該區域的影響。颱風發生期間可在沿綫堤岸段建立臨時防洪牆工程，臨時防洪牆結構可採用半活動式防洪牆，合理設定防禦標準，並應處理好與內港海傍區堤岸整治工程銜接的問題。臨時防洪牆具有安裝速度快、存放空間小、人力調配數量少的特點，可於災害預警時應急使用。

**（四）增設內港南、北兩側泵站。**針對內港海傍區等低窪地區防洪排澇設施不足的問題，在內港南、北兩側增設排澇泵站，並修建大型雨水箱涵、自排閘等多種防洪排澇設施，在發生強降雨期間可快速抽排澇水，以解決一定量級的暴雨水浸問題。

**（五）完善城市管網排水系統。**通過完善排水管網、增設排水渠道及排澇泵站等措施應對城市澇水，並加強積水點改造，市政排水管網改造工程，完善城市雨水排水系統，增加雨水下滲，減小內澇風險。

**（六）建立堤岸風險辨識及監控系統。**堤岸因長期受水流、風浪侵蝕和沖刷，導致局部堤岸下部掏空，有可能造成上部堤岸坍塌或滑坡，從而影響到相毗鄰地面道路正常運營及重要建（構）築物等重要設施的正常使用的，為此，應及時勘探其沖刷破壞程度，並對可能造成的影響進行風險評估，提出對策和措施。同時，對沖刷破壞特別嚴重區段應建立實時監控預警系統，動態掌握堤岸安全狀況。

**（七）建立防颱風防汛工程運營狀況監測預警系統。**針對防洪牆建立防洪滲漏無損檢測系統，並對雨污泵站、水閘等綜合設施實際運營狀況建立監測預警系統，包括排水管網、泵站監控系統及水閘運行監控系統等，以充分發揮防颱風防汛工程措施的內在效能，全面掌握城市內澇狀況，實現排水統籌調度，更好的服務於災害事故預警、現狀評估以及改造方案設計等分析管理工作。

(八)建設滑坡、泥石流等地質災害監控系統。颱風容易導致滑坡、泥石流等衆多次生地質災害，因此針對澳門山體、邊坡、堆積體等地質災害危險區域，應借助 3S 技術、地球物理勘探、合成孔徑干涉雷達等多種手段，構建地表位移及深部位移監測為主，降雨量、地下水位及結構應力監測為輔的災害監測體系，對危險區域的變形進行實時監測、動態分析以及智能預警，並據此進行安全性評價。

### 3.8.2 供水工程

澳門原水供應主要依靠珠海市供水系統。珠海南供水系統竹仙洞水庫的原水通過三條輸水管以自流方式輸送到澳門青洲水廠、大水塘水廠和路環水廠，總輸水能力合計每日 50 萬  $m^3$ 。

澳門本地供水系統由蓄水水庫、自來水廠、高位水池和供水管網組成。蓄水水庫的有效蓄水總量為 190 萬  $m^3$ ，其中大水塘水庫 160 萬  $m^3$ ，石排灣水庫 30 萬  $m^3$ 。青洲水廠、大水塘水廠和路環水廠設計供水能力分別為 18 萬  $m^3/d$ 、18 萬  $m^3/d$ 、3 萬  $m^3/d$ ，占全澳總設計供水能力的 46%、46%、8%。高位水池設於松山及大潭山作為儲備自來水之用，總儲蓄量約為 5.1 萬  $m^3$ 。全澳供水管網總長為 574km，供水管網漏損率約 10%。

目前，澳門地區日供水量約 26.6 萬  $m^3$ ，最高日供水量約 29.8 萬  $m^3$ 。

供水工程是澳門地區生命綫工程之一，為有效應對突發事件，保障澳門地區供水安全，加強澳門地區供水設施建設是十分必要的。

(一)完善澳門原水系統設施建設。澳門原水水源的特點是對珠海供水系統依賴程度高。珠、澳兩地原水系統合為一體，原水風險一是枯水期受珠江口鹹潮影響，取淡水時間少，原水保障程度受到影響；二是易受原水水源地西江水系和澳門本地水庫突發性環境事件及污染影響。

2008 年國務院批復的《保障澳門、珠海供水安全專項規劃》對澳、珠供水系統建設提出了近遠期規劃，規劃基準年為 2004 年，近期規劃水平年為 2010 年，遠期規劃水平年為 2020 年。規劃提出的控制性水源工程竹銀水源工程已基本建成，對保障澳門、珠海的供水安全發揮了重要

作用。但由於澳門、珠海兩地需水量增加較快，已逼近規劃水平年預測值，系統最大供水能力為 100 萬  $m^3/d$ ，而目前珠海主城區、澳門供水量為 99 萬  $m^3/d$ ，供水系統已滿負荷運行。針對澳門、珠海原水供應形勢，粵澳雙方正合作建設第四條對澳供水管道以及第二期平崗廣昌西水東調系統的建設工程，屆時，供澳原水的總輸水能力達到每日 70 萬  $m^3$ 。為了進一步鞏固粵澳兩地供水安全，應從長計議，提前謀劃，按城市發展規劃、土地利用規劃、供水需求預測等情況，建議澳門政府儘快提出對《保障澳門、珠海供水安全專項規劃》進行修編的要求，研究制定保障珠海、澳門遠期供水安全的規劃方案。

**(二) 加強澳門本地的供水設施建設。**澳門本地儲水設施風險隱患主要表現為：一是本地儲蓄水庫儲蓄量僅 190 萬  $m^3$ ，僅能滿足澳門地區 7 天用水需求，儲水量不足，抗風險能力低；二是青洲水廠和大水塘水廠地勢低，有水浸風險；三是跨江供水管道及主要管道存在破裂風險等。

為此，建議儘快加強澳門本地的供水設施建設：

**(1) 建立澳門本地多點多源的供水系統，加快路氹區水廠建設。**目前澳門用水增長點主要在路氹區，該區用水目前主要依靠澳門半島供應，建議澳門加快路氹水廠建設，形成路氹區和澳門半島之間的供水互補關係。同時加快推進對澳門供水第四條管道的建設，早日與珠海境內的管道進行接駁，儘快實現澳門多點互補、管綫相通的供水網絡系統，保障澳門的中長期供水安全。

**(2) 調蓄設施建設。**針對澳門應對供水安全風險措施不足的問題，澳門特區政府規劃建設九澳及石排灣水庫擴容整治項目，計劃於 2020 年前將兩水庫的庫容量合共提高至 105 萬  $m^3$ ，屆時，在現有 190 萬  $m^3$  儲蓄水量的基礎上將澳門地區的儲蓄水量提高 40%，可增加至約 9 天半的用水需求，以應對供水突發事件的發生，提高供水應急保障程度。

**(3) 高位水池建設。**目前在松山及大潭山分別設有兩組高位水池，容量可維持全澳約 4 小時的用水，且在風災期間發揮了很重要的作用，

但容量相對先進國家或地區仍然偏低，因此，選取適宜地點建設高位水池，以增加高位水池的蓄水容量，力爭達到可維持全澳約 10-12 小時用水的容量，提高應對風險的能力。

**（三）建立應急保障機制。**加強節水型社會建設，加強節水宣傳，節約用水。完善突發事件供水保障應急預案與保障措施，並完善與珠海跨地域的應急聯動機制。

### 3.8.3 供電工程

“天鴿”颱風災害導致澳門供電設施損毀嚴重。澳門一度電網全黑、全澳停電，超過 25 萬戶受影響。雖然此次應對“天鴿”颱風災害採取了一系列措施，但也反映出澳門電網供電保障方面的問題和不足，主要表現在：電網建設災害應對標準不夠健全；電力基礎設施設防標準不高，抵禦災害能力脆弱；電力防災減災與應急搶修體制機制不夠健全；電網運行監測預警、處置救援等能力亟待提高。因此，儘快推進相關工程和系統建設迫在眉睫。

**（一）進一步提高區外供電的可靠性。**積極推進澳門電網與南方電網第三回輸電通道建設，優化澳門電網與南方電網聯網方案，增強南方電網向澳門供電電源的可靠性。

構建 500kV 雙電源互聯互備、全電纜綫路、變電站戶內佈置的北、中、南三個免受自然災害影響的對澳供電 220kV 關鍵通道。強化珠海本地支撐電源建設，支持極端自然災害情況下澳門、珠海電網孤網運行。

**（二）加強澳門應急電源建設及南北輸電通道建設。**推進澳門本地新增燃氣機組的建設，提高緊急情況下澳門電網自主供電能力。加強澳門電網南北輸電通道建設，增強氹仔（路環）與本島之間電力互供能力，提升電網供電的靈活性。

針對澳門地區颱風、雷暴等極端自然災害，推進防災抗災型電網建設，提升電網整體安全及設備供電安全保障能力。

**（三）構建澳門電網安全防禦體系。**研究澳門電網在與南方電網事故解列情況下的孤島運行方案及安全穩定控制措施，確保重要負荷的不中斷供電。構建預防性控制措施、緊急控制措施、恢復性控制措施體系。開展電網安全防禦體系專項研究及系統仿真，研究具體措施的必要性和有效性，提出構建澳門電網安全防禦體系的總體方案。在重大災害預警或與珠海互聯通道發生嚴重故障時，應調整運行方式，應對重大災害的發生；在澳門電網與南方電網事故解列情況下應採取緊急控制措施，保證澳門電網穩定；在災害發生後應儘快採取恢復性控制措施，緊急調整運行方式，最大程度地快速恢復停電區供電。

**（四）加強運行監控系統建設。**加強電網運行監控系統的建設，實現全網的可觀可測、智能決策、自動控制。系統應全面覆蓋各電壓等級的電網及各發電廠、大用戶，並與珠海電網實現信息的實時交互，構建閉環控制體系。

構建高級量測體系。全面安裝智能電錶，開展智能用電服務。

構建調配運營一體化系統及一條龍閉環指揮運維體系，實現電網故障自動定位和告警，自動恢復非故障段供電，自動組織檢修，全面提高電網事故感知能力，形成快速反應機制，大幅提升事故處理效率，有效縮短事故停電時間，提高供電可靠性。

**（五）加強配電網升級改造，構建先進的配網自動化系統。**加強和完善配電網結構，構建強簡有序、靈活可靠的配電網架構。根據澳門電網的實際情況，制定重要綫路設計與建設標準，合理選取颱風區域綫路和網絡結構，從規劃源頭提高電網防颱風水平和轉供電能力，對停電造成重要社會影響或經濟損失的供電區域可在當地基本風速分佈圖的基礎上適度提高設防標準。

推進配電網自動化及光通信網絡建設。應對配電網進行升級改造，實現雙電源閉環運行，進一步提升配網自動化水平，實現配電網可觀可控。應加大推進配電網光纖建設力度，儘快實現中壓網光纖全覆蓋，長

遠實現光纖入戶。必要時，可租用電信部門的光纖，建立電力通信網絡。在過渡期可研究無線通信的方式實現遙控，也可採用就地型配網自動化模式，通過開關之間的配合就地實現故障隔離和自動恢復非故障段供電。加強配電網搶修和不停電作業能力，有效減少停電時間。

**(六) 加強電網在發生重大事故後的應急響應和快速恢復能力建設。**加強澳門電網黑啓動電源建設，和快速恢復供電及孤島運行能力建設，加強應急預案的研究和仿真、演練。完善與南方電網的協作機制。構建與南方電網的合作研究、聯合仿真、聯合演練機制，及協調調控、應急指揮、聯動機制，構建應急物資、應急搶修隊伍快速調配的綠色通道。

**(七) 加強重要客戶供電系統建設。**對重要負荷的供電方案進行全面的檢查，水廠、醫院、通信、澳門特區政府、駐澳部隊、民防及應急協調專責部門等應按一戶一方案，嚴格落實保電方案，做到 2-3 路供電，並結合用戶後備電源建設方案統籌考慮系統後備方案。制定指導用戶後備電源配置的標準規範。

優先開展對重要客戶配電設施及協調用戶側負責的電力設備防風防水專項改造工程，確保電力設備在重大災害發生時不會遭水浸。加強對重要用戶的日常運維和帶電搶修。

**(八) 提高水浸區建設標準。**應根據歷年來颱風造成的水浸區歷史數據，建立水浸區分佈圖，並精準確定每個區域、每個建築的最高水浸綫，在此基礎上制定不同區域的電力設施安裝標準、防風防水設計標準，形成相應的法規，指導電網和用戶開展水浸區電力設施建設和改造。

對現有電力設施的安裝位置、防風、防水設計及標準進行全面檢查評估（包括相關電網及用戶側設施），提高設防等級，合理抬升電力設施安裝位置，確保重要電力設施不發生水浸事故。對重要電力設施和站點加裝防水閘門、水位報警系統等，提高水浸應對能力。

**(九) 構建事故仿真分析系統。**為滿足澳門電網安全穩定運行和電力優化調度需求，構建澳門電網事故仿真分析系統及在綫安全評估和智

能決策系統，實現對“天鴿”颱風電網事故及恢復全過程的仿真分析及事故反演，不斷優化和加強電力系統應對重大自然災害等極端事故的能力；實現靜態安全分析、暫態穩定分析等全面的在綫安全穩定評估；開展電網調度策略的安全穩定校核及調度處置預案智能生成，從安全裕度評估、預防措施、校正策略等方面，對電網及相關調度策略進行全面評估，自動生成負荷轉供和拉減、機組出力調整、運行方式調整等方案，全面提升電網安全穩定運行和應對極端事件的能力。

**（十）加強電網調度中心和應急指揮中心建設。**加快澳門電網新調度中心建設。對現有調度系統進行全面升級改造，建設新一代電力調度系統 SCADA/EMS/ADMS，提升電網實時分析應用水平，全面提升澳門電網協調調控能力。可考慮在新調度中心建成投運後，將現有調度中心作為備調保留使用。加快推進應急指揮中心建設。應急指揮中心平台可考慮與調度員培訓仿真系統合建，平時用於調度員培訓仿真，災害仿真分析研究，演練、聯合演習等，災害發生時用於應急指揮，以便提高平台的利用效率並保證平台的日常維護。加強粵澳兩地聯合反事故演習，提升兩地聯動協調調控水平。

**（十一）加強電網規劃和研究工作。**開展《澳門電網防災抗災總體規劃》研究，推動建設和改造項目快速和有序的實施；開展《配電網改造及高可靠性配電網建設規劃》研究；開展《澳門電網安全防禦體系研究及方案設計》研究，為構建澳門電網整體安全防禦體系提供支撐。

#### **3.8.4 通信工程**

隨著澳門經濟和旅遊業的發展，澳門通訊基礎設施不斷改進和創新，現有固定公共電信網絡及服務運營商 2 個，公共地面流動電信網絡及服務（2G）運營商 3 個，電信網絡及服務（3G）運營商 4 個，公共地面流動電信網絡及服務（LTE）運營商 4 個，互聯網服務運營商 21 個，收費電視地面服務運營商 1 個，衛星電視廣播系統運營商 1 個，衛星電視廣播服務運營商 3 個。“天鴿”颱風期間，澳門通訊設施總體上經受住了考驗，但部分區域手機通訊和移動上網功能一度中斷，需要加強應急通

訊設施建設和對外通訊設施建設，提升通訊設施的抗毀性，提高網絡安全保障能力。

**（一）加強澳門本地通訊設施建設。**統籌部署應急通信基站，強化相關部門專用通信網絡備份能力，保障應急救援時信息傳遞與協調指揮。通過短波通信、微波通信、集群通信等通訊方式，進一步保障災害現場救援、受困公眾的通信需求。

**（二）加強澳門對外通訊設施建設。**加強建設澳門應急輔助通訊能力，推動短波、衛星等通訊手段的部署應用，建立海上通信中繼，開展與北斗衛星、國際海事衛星等衛星通信資源的協同調配，提升對外通訊的可靠性及可用性。

**（三）加強通訊設施的抗毀性。**提高通信基站、機房等通訊設施安全防護的性能標準，將低窪地區機樓、電信設施以及室內布綫等通訊設施設在較高位置，通過採取應急燃油補給、交換中心冗餘電力回路、不斷電供應系統及電池檢查、流動網絡容量提升等保障措施，增強通訊設施的抗毀性和可靠性。

**（四）強化通訊基礎設施建設管理。**簡化通訊網絡基礎設施的建設流程，推進公共通信網絡與電力、交通、教育等專用通信網絡基礎管綫和基站的共建共享，提高資源利用效率。加強雲計算、大數據、物聯網的運用，強化數據融合和信息感知，提高城市感知水平和經濟社會智慧化運營水平，為建設智慧安全澳門提供支撐。

**（五）提高網絡安全保障能力。**加快澳門網絡安全保障體系建設，完善網絡信息安全防護技術與手段，進一步明確公共通信網絡運營商、相關部門專用通信網絡的管理權限和責任，進一步健全“電話實名制”，形成網絡安全的監測、預警與應急處置等管理標準與流程體系，確保通信網絡運行良好、網絡數據保密與完整。

**（六）加大對通訊設施的保護力度。**依法懲治破壞通信網絡基礎設施的行為。加強保護通訊網絡基礎設施安全的宣傳，積極強化公眾對通

訊系統基礎設施重要性的認知，多方面提高對通訊系統基礎設施的保護力度。

### 3.8.5 重要基礎設施

(一) 交通運輸系統。交通運輸系統是城市基礎設施的核心部分。面對颱風、洪澇、泥石流等自然災害，城市交通運輸系統一旦出現功能不正常或喪失某些應有的功能，必將進一步加重災害的破壞力。

#### (1) 道路橋梁

澳門跨境行車大橋（蓮花大橋、港珠澳大橋等）、跨海大橋（嘉樂庇總督大橋、友誼大橋、西灣大橋）、主幹高速公路、城市街道等道路橋梁的安全性、通暢性和防汛排澇工作，是防颱風防汛、災害救援的重點工程。

對於在建或改建的城市道路，有條件地區可使用透水性鋪裝材料，並可考慮建立雨水收集利用系統，建設排水泵站和地下排水設施，提高道路的防洪防汛能力；針對災時、災後可能出現的道路嚴重積水區域，佈置固定式、移動式泵站，加強道路應急排澇工程建設；同時應加強專業橡皮艇救援隊伍的建設，為災害發生時嚴重水浸路段的行人或低窪積水社區受困居民提供應急救援服務；完善積水深度標識工作，如有條件可在易積水路段設置水深預警系統或安裝水深警示標誌（道路水尺、涉水綫等）；明確電車、汽車涉水深度，超過規定水深時，禁止車輛通過。對於災後垃圾淤積區域、樹木倒伏與山泥傾瀉造成的車輛無法通行路段，應建立專業的應急搶險隊伍，同時鼓勵和引導企業、社區、志願團體等積極參與受損道路的搶修救援，及時清理路面，儘快恢復道路暢通。

#### (2) 碼頭口岸

澳門內港碼頭、內港客運碼頭、外港客運碼頭、氹仔客運碼頭、沿江作業區域及庫場等重要區域的設備設施，是澳門碼頭口岸防颱風防汛、排澇救援的重點防禦地段。颱風來臨前後，應保障碼頭口岸的水上作業安全，做好水上交通管理工作，並根據風力和潮位對船舶、輪渡的水上

作業或短駁、裝卸進行限制，確保水上作業、輪渡服務的安全和穩定；結合港口碼頭的實際地形特徵、建築物結構，以及現有的防洪設施、淹沒損失情況，對防洪涵閘進行優化，加強防洪牆建設，提高防洪潮工程的防禦標準；建立專業的搶險隊伍，配備充足的應急資源，並根據不同等級的颱風預警狀態，制定相應的搶險救災預案及不同層級的防颱風防汛行動方案；災害預警狀態解除後，檢查和統計碼頭口岸各區域的受損情況，以及各類設備、設施的運行狀態，並及時進行維護和維修，確保其保持正常狀態。

### **(3) 國際機場**

澳門國際機場是防颱風防汛的重要防禦地段，主要包括候機樓周圍、登機橋、排水泵站、供電室、通信機房、機場配套交通設施等。在颱風、洪澇災害發生期間，機場安保、消防機構等部門應協調聯動與密切配合，落實機場各項安全防護措施，保障機場應急疏散管理工作有序開展，為滯留旅客提供安全的環境和後勤保障服務，並根據天氣狀況，及時更新航班動態，確保機場運行秩序，儘快恢復機場正常運行。

**(二) 地下工程設施。**地下工程設施極易受氣象災害、地形地勢、城市排水系統、地下空間自身擋排水能力等因素的影響，是城市的易滯點。因此，澳門城市地下空間工程設施是防汛排澇、應急救援的重點，主要包括澳門已建和在建的大型地下商場、地下停車庫、行車隧道（如九澳隧道、松山隧道、氹仔隧道）、行人地道等。

地下空間的防汛減災能力建設，應堅持“以防為主、以排為輔、防排結合”的原則，編制地下空間防汛安全管理規定及地下空間防汛設防標準，改建和完善地下空間所在區域的外圍排水系統及防汛設施，設置合理的出入口止水閘門，配置集水井、抽水設備及備用設備，從而提高地下空間的整體防災減災能力。從本次颱風災害所造成的7例地下空間致死案例，反映了市民應對地下空間防洪防汛意識和自救互救能力不足，因此有必要在地下空間內部顯著位置標識人員撤離路線，加強地下空間

防汛知識、疏導撤離等方面的培訓工作。

**（三）大型綜合體及娛樂場。**龐大的大型城市綜合體及娛樂場是城市時尚生活的中心，已成為城市的地標建築，具有空間尺度超大、通達性好、環境宜居性良好等特點。大型城市綜合體及娛樂場是人口密集區，其防颱風防汛、防災減災能力建設不容忽視。增設抽水設備及備用設備，提高大型城市綜合體及娛樂場的低層建築、地下車庫、地下室等低窪處的應急排澇能力；在颱風洪澇期間，保障大型城市綜合體及娛樂場的應急疏散引導工作，提供無間斷的安全環境，並做好公共服務保障工作，提供如毛毯、飲水、網絡服務等；對滯留顧客或遊客進行安撫，消除其恐慌情緒。

**（四）公共服務設施。**重點是加強電廠、醫院、車站、幼兒園、學校、大型商場等公共服務設施的防災減災能力建設。

**一是開展澳門地區重要公共服務設施受水浸及周邊防水浸排水工程情況調查。**對“天鴿”颱風災害中發生水浸的重要公共服務設施進行實際情況調查，重點調查公共服務設施的地下車庫、地下綜合設備層、電訊公司機房等受水浸後對設施正常運營的影響及其誘發的次生災害情況等，編制澳門地區重要公共服務設施水浸災害分級分佈圖，為建立內澇分級防治及預警系統建設奠定基礎。

**二是對重要服務設施防水浸排水系統進行加固改造與建設。**建議委託專業機構，針對排水工程改造與建設方案提出規劃和設計，科學合理確定分區排水，適度提高排水工程設計的標準，對全區範圍內實施的重要排水工程的設計參數選取提出強制性要求。

**三是加強防水浸排水設施的維護管理。**研究制定排水工程維護疏浚的管理制度，切實加強排水工程的維護管理力度。

**四是啓動全區防洪滯洪工程可行性研究與規劃建設工作。**研究論證澳門地區建設防洪滯洪工程的可行性、規劃與建設方案，確定蓄洪空間的合理位置。對城市中的校園、公園綠地、運動場、停車場等地面設施

進行工程設計，使其具備滯洪功能。研究建設地下調節池、超大型蓄洪設備等，增強城市調蓄水體，結合城市自然景觀和美化建設排蓄雨水。

**（五）其他。**廣告招牌、危舊房屋、高空構築物、室外空調機、電梯安全、電綫杆、行道樹等在颱風災害期間極易對市民的生命財產安全造成威脅，在防颱風防汛、防災減災能力建設中不容忽視。針對澳門颱風期間高空墜落物傷人事件，應對區內廣告牌、檐篷、棚架等具有安全隱患的設施進行安全排查，及時拆除或改造違規廣告牌或臨時建築物，對（高空）建築物外牆存在脫落隱患及時排查和處理，減少和杜絕安全事故。

以上生命綫工程和重要基礎設施建設，應當牢固樹立創新、協調、綠色、開放、共享的發展理念，堅持人與自然和諧共生，注重遠近結合、符合澳門實際情況和發展要求，統籌推動、系統建設、過程管控，重在提升各類基礎設施對城市運行的保障能力和服務水平，確保城市生命綫穩定運行，增強抵禦災害事故、處置突發事件、危機管理能力，提高城市韌性，讓人民群眾生活得更安全、更放心。

### **3.9 健全完善粵港澳應急聯動協作機制**

將澳門融入國家發展大局，助力粵港澳大灣區建設，通過健全完善粵港澳應急聯動協作機制，提升澳門應對突發事件的能力，最大程度減輕災害風險、減少災害損失。

#### **3.9.1 建立粵港澳應急管理聯席會議制度**

每年定期召開會議，統籌研究粵港澳三地信息共享、物資調配、人員交流培訓等應急管理有關重大問題，充分利用粵港澳大灣區協同創新機制，加強專業領域的粵港澳應急管理合作，為應急信息通報、聯合應急處置、救援資源儲備與共享、聯合應急演練、救援培訓交流等工作提供規範性和指導性意見，構建適應協同發展和應急管理合作的新格局。

### 3.9.2 健全監測預警信息共享機制

結合粵港澳大灣區建設，推進粵港澳相關應急預案的相互銜接，明確任務分工，優化細化處置流程，實現粵港澳區域突發事件監測預警信息共享，進而實現圖像信息和數據實時共享。

### 3.9.3 推動粵港澳人員交流培訓

實現應急隊伍及專家等各類資源共享，定期舉辦粵港澳綜合應急演練、人才交流、培訓等活動，提高共同應對重大突發事件的能力。

建立澳門同內地應急管理人員合作與交流互訪機制，創新應急管理培訓、交流、考察、鍛煉等工作方式，建立暢通的人員交流渠道，推動跨區域應急管理合作，為應急人員互訪與交流提供機制保障。

**（一）拓寬應急人員交流合作渠道。**抓住機遇，積極作為，主動融入國家發展大局，積極參與和助力“一帶一路”、粵港澳大灣區建設等國家發展戰略，深化澳門同內地的交流合作。一方面澳門特區政府公務員可以通過各種渠道來內地交流訪問，包括參加培訓、到內地災害與應急管理部門長期訪問、來內地有關部門短期交流等，通過形式多樣的交流訪問方式方法，把內地應急管理工作的經驗做法結合澳門實際加以實施；另一方面，內地應急管理專家和相關專業人才也要到澳門實地訪問，結合澳門民防行動實際、經濟社會發展狀況有針對性地為澳門防災減災與應急管理工作建言獻策。

**（二）積極推進應急管理專業人才交流。**充分利用粵港澳協同創新機制，重點加強粵港澳在防災減災與應急管理領域的合作，加強專業領域的粵港澳應急管理合作，努力構建適應粵港澳協同發展和公共安全形勢需要的粵港澳應急管理合作格局。鑒於澳門相關專業領域人才儲備不足，專業技能需要進一步提升，在整體合作交流框架下，氣象、消防、水利、電力、醫療衛生等專業部門需要制定自身的應急人員能力提升計劃，與內地相關部委、省市建立起專業人才交流與合作機制，有力地推動應急人員整體能力水平提升。

### 3.9.4 建立緊急救災物資快速通關和綠色通道機制

建立粵港澳應急物資共享與協調調配制度，指導粵港澳三地應急物資管理相關部門和機構協同完成工作，規範物流機構、口岸機構和相關部門協作完成應急物資跨區域調配工作。

### 3.9.5 健全生命綫工程協調保障機制

堅持“解決當前難題和益於長遠發展有機結合”的原則，對粵港澳水、電、油、氣等生命綫工程的聯動計劃、調度、存量等運行信息進行實時採集和整合，建立聯調統配工程體系框架，提升非常態下生命綫工程的資源調配能力和響應效率。在河道管理、用水需求管理、流域及當地水資源配置體系，逐步建立起跨流域、跨地區，覆蓋珠三角的科學配置、高效統一的供水網絡。繼續加強電力基礎設施建設和提升聯網能力，全面提高供電可靠性和保障能力，推動兩地聯網電力企業持續完善工作細則和應急處置機制，進一步提高清潔能源輸送比例，促進兩地資源優化配置。在持續做好澳門油氣產品穩定供應同時，積極開拓澳門天然氣管網建設，推動天然氣管道鋪設及推廣範圍持續擴大，多渠道開拓能源資源，促進資源共享，提升管理水平。

### 3.9.6 粵港澳巨災保險聯動機制

（一）粵港澳巨災風險特徵。一是粵港澳地區為我國颱風等巨災風險的高發區。二是粵港澳為財富高度聚集區；三是粵港澳缺乏一定的地理縱深，吸納風險的餘地相對小，回旋範圍有限，“天鴿”襲擊澳門就是一個典型的案例；四是面臨的巨災風險相對單一，缺乏不同風險之間的分散可能，導致在國際再保險市場的議價能力相對較弱，巨災保險供給不足。

香港和澳門回歸之後，粵港澳地區加強了各個領域的交流與合作，並取得明顯成效。但客觀上看，由於行政區劃和制度的差異，導致粵港澳的巨災風險管理仍缺乏一種更有效的協調機制和制度安排。

（二）構建“粵港澳巨災保險聯動機制”。針對粵港澳巨災風險特

徵以及管理中面臨的挑戰，以“一國兩制”為方針，以“共建共治共享”和“支持香港、澳門融入國家發展大局”為思路，以“粵港澳大灣區”建設為依托，參考“加勒比海巨災保險基金”模式，探索建立粵港澳巨災保險聯動機制，統一協調粵港澳的巨災風險管理，包括災害信息共享、備災物資管理、經濟損失評估、重建資金保障、巨災風險研究、研究開發巨災保險專門產品、加強宣傳培訓等。

### **3.10 建立健全政府主導、社會協同、公眾參與的应急管理格局**

#### **3.10.1 提高政府官員應急決策指揮能力**

各級官員要牢固樹立將民衆的生命安全置於首位的理念，通過模擬演練、案例教學、現場教學、專家講授等形式多樣的培訓活動，以及親身參與各類突發事件應急處置實踐，提高反應快捷準確的研判力、科學民主果斷的決策力、遏制事態惡化的掌控力、全面統籌整合的協調力、敢於衝鋒陷陣的行動力和輿論引導力。使政府官員具備應對突發事件的基本功：對下有行動，先期處置、控制事態；對上有報告，爭取指導和支援；對相關單位有通報，做到信息共享、協調聯動；對媒體和社會主動發聲，及時準確引導輿論。

積極開展突發事件应急管理培訓，提升公務人員在突發事件指揮和應變統籌能力，以預防、控制和減輕突發事件造成的後果。制訂培訓計劃，對各級官員進行培訓，不定期舉行短訓班或專題研討班；要開發適用於澳門特別行政區的專業性、系列性、層次性应急管理培訓課程體系，綜合運用專題講授、案例教學、結構化研討、模擬演練、現場考察等各種教學方式，充分利用澳門本地、內地、國際上各種教學培訓、科研諮詢力量，切實提升澳門特區政府各級官員應急決策指揮能力。

#### **3.10.2 提高公務人員和專業救援隊伍的素質和能力**

（一）加強專業應急隊伍能力建設。加強消防、治安、水上、緊急醫學等專業應急救援隊建設，強化救援人員配置、裝備配備、日常訓練、

後勤保障及評估考核，健全快速調動響應機制，提高隊伍應急救援能力。依托消防隊伍建設澳門綜合應急救援隊，使之成為應對各類突發事件的骨幹力量。加強治安警察隊伍建設，強化防暴制暴、攻擊防護等裝備配備，提高應急處突、反恐維穩能力。加強水上應急救援和搶險打撈能力建設。開展緊急醫學救援能力建設，構建陸海空立體化、綜合與專科救援兼顧的緊急醫學救援體系，加強航空醫療救援和轉運能力，建立健全突發事件心理康復隊伍、突發急性傳染病防控隊伍建設。

**（二）加強專業領域合作交流。**加強與內地、國際防災減災和應急管理的交流合作，通過與各部委、省（區、市）的交流研討、國家行政學院等院校的專題培訓、邀請內地專家赴澳講座、人員短期交流和訪問學習等多種方式，切實提高氣象、治安、消防、電力、水利、通信、防災減災、應急管理等領域業務人員的專業素質和能力。

**（三）積極提升應急管理研究實力。**加大科技研發投資，加強產學研結合，尤其是通過落實建設粵港澳大灣區的框架協議，加強科技合作，促進科技創新。加大與澳門高等學校、科研院所、社會培訓機構等優質培訓資源合作力度，積極提高澳門特區政府應急管理研究能力。

**（四）推動各類專業培訓基地建設。**建議澳門特區政府依托內地，與廣東省共建公共安全與應急管理培訓基地，共商共建共管共享，承擔提高政府官員和公務人員應急能力的任務。同時，完善澳門民防行動各級領導與專業隊伍應急管理培訓機構，開發應急處置情景模擬互動教學課件，組織編寫適用不同崗位領導幹部與應急管理工作人員需要的培訓教材。推動消防等專業救援隊伍的培訓基地建設，深化防災減災人力資源開發，建設專業高效的應急救援隊伍，提升專業救援隊伍應急處置能力。

### **3.10.3 加強公共安全與應急管理宣傳教育**

深入推進公共安全文化建設，進一步提升公眾風險意識與防災減災能力，建立健全公共安全與應急管理宣教工作機制，統籌有關部門宣傳

教育資源，整合面向基層和公眾的應急科普宣教渠道。以普及應急知識為工作要點，提高公眾預防、避險、自救、互救和減災等能力，按照突發事件類型及其各個階段，分類宣傳普及應急知識，從而有效防範和妥善處置各類突發事件，最大限度預防和減少突發事件及其造成的損害，保障公眾生命財產安全。

**（一）推動公共安全科普宣傳教育基地建設。**面向社會公眾、義工，特別是中小學生，充分利用現有科普教育場館，建設融宣傳教育、展覽體驗、演練實訓等功能於一體的綜合性防災減災科普宣傳教育基地，滿足防災減災宣傳教育、安全知識科普、突發事件情景體驗、逃生疏散模擬演練等需求，提高全社會憂患意識和自救互救能力。

**（二）加強防災減災知識在學校的普及。**加強大中小學、幼兒園的公共安全知識教育普及工作，切實把公共安全教育列入各級各類學校必修課程，制定《學校防災工作指引》，研究編制中學、小學、幼兒園的《安全教育補充教材》，推動公共安全常識進校園，建立學校公共安全的長效機制。各級學校每年定期組織開展應急演練，並充分利用“國際減災日”、“消防日”，以及教育營等，組織教學活動和實踐活動，確保每名學生都接受公共安全教育。

**（三）開展形式多樣的科普宣教活動。**建立實體陣地和媒體陣地相結合、公眾宣傳與專業培訓相結合、宣傳講解與模擬演練相結合、學校教育與公眾科普相結合、政府引導與媒體宣傳相結合、專業隊伍與義工相結合的科普宣教模式。寓教於樂，開發基於安全情景劇角色的中小學生科普宣教。以校園安全情景劇為基礎，針對小學生安全教育的特點和不足，通過舞台模擬、VR 等形式，真人參與模擬災害發生情景，測試學生災害發生時應急處置能力和水平，並通過正確應急避災展示，達到修正應急避災反應的目的，有效提升中小學生的防災減災技能，為澳門中小學生探索有效降低校園風險的好方法。

#### **3.10.4 鼓勵和支持社會力量有效有序參與防災減災救災**

防災減災救災工作不可能由政府單獨完成，社會力量在災害應急響應和災後恢復工作中發揮著重要的作用，因此澳門特區政府必須把社會力量的參與納入到防災減災救災計劃中，並把社會力量作為重要的合作夥伴。

**（一）鼓勵和支持社會力量參與日常減災工作。**在常態減災階段，政府應積極鼓勵和支持社會力量參與日常減災各項工作，注重發揮社會力量在人力、技術、資金、裝備等方面的優勢，開展防災減災知識宣傳教育和技能培訓；依托醫院、私營部門、慈善團體等，加強專兼職應急救援人員的培訓，加強緊急醫學救援技能的普及；建立應急救護技能培訓制度，建議重點行業、重點部門工作人員應急救護技能培訓普及率達到80%以上。制定各類災害應急救援義工隊伍技術培訓和裝備配置標準，建立健全隊伍管理模式和統一調配機制，加大政府購買服務力度，提高應急義工隊伍組織化與專業化水平，引導其有序參與防災減災救災工作。

**（二）鼓勵和支持社會力量參與應急救災工作。**在應急救災階段，要突出救援效率，政府應統籌引導具有救災專業設備和技能的社會力量有序參與，協同開展人員搜救、傷病員緊急運送與救治、應急救援物資運輸、受災人員緊急轉移安置、救災物資接收發放、災害現場清理、疫病防控、應急救援人員後勤服務保障等工作。同時，為了充實澳門本地救災社會力量，鼓勵和支持應急救援社會組織在澳門建立分支機構（分隊），以便災害發生後可以第一時間協助政府開展救災工作。

**（三）鼓勵和支持社會力量參與災後恢復重建工作。**在災後恢復重建階段，政府應注重支持社會力量協助開展受災居民安置、傷病員照料、救災物資發放、特殊困難人員扶助、受災居民心理輔導和心理治療、環境清理、衛生防疫等工作，扶助受災居民恢復生產生活，幫助災區逐步恢復正常社會秩序。政府應幫助社會力量及時瞭解災區恢復重建需求，支持社會力量參與重建工作，重點是參與居民住房、學校、醫院等民生重建項目，以及參與社區重建、生計恢復、心理康復和防災減災等領域

的恢復重建工作。

### 3.10.5 加強社區和家庭防災減災能力建設

社區和家庭的應急準備是自然災害預防、減輕、響應和恢復的最有效方法之一，居民個人和社區最有效的防災減災救災方法就是提前把應急準備工作做好。如果每個家庭都制定了家庭應急計劃並能在斷電缺水的住宅內儲備 3-5 天的家庭應急物資，社區制定了應急預案並儲備了一定數量可供本社區居民緊急使用的應急物資，那麼就會減少對外部應急資源的需求，其他有限的救災資源就可以投入到更需要的地方。

**（一）加強社區和家庭應急物資儲備。**推動制定社區、家庭必需的應急物資儲備指南和標準，鼓勵和支持以社區為單元設立災害應急物資儲備點。家庭應急救災物資儲備是指以家庭為單元提前準備應對各種緊急情況的應急用品，這些應急用品能夠提高居民災後生存能力並幫助居民在緊急情況後從非正常生活狀態恢復到正常生活狀態，例如儲備方便食品、瓶裝飲用水、醫療應急包、滅火器、逃生器具等。社區應急物資儲備是指將應急物資集中儲備在社區應急物資儲備點，災害發生時可以為居民進行救災物資的發放及救助工作，例如儲備方便食品、桶裝飲用水、帳篷、破拆工具等。相對於家庭而言，社區可以儲備數量更大、種類更多的救災物資，通過將應急救災物資儲備在社區中，民衆可以進行有效互助、互救，顯著提高整個社區所有住戶的自救互救能力。

**（二）加強社區和家庭防災減災救災科普宣傳與教育。**加強防災減災救災和災害自救互救知識的宣傳教育。開發針對社區和家庭的防災減災科普讀物、教材和掛圖等，開發動漫、遊戲等防災減災文化產品，提升家庭和居民自救互救能力。充分利用“國際減災日”、“消防日”等，面向社區和居民廣泛開展防災減災知識宣講、技能培訓、應急演練等形式多樣的宣傳教育活動，提升居民的防災減災意識和自救互救技能。加強災害警示教育，如在“天鴿”颱風造成的水浸區將水浸綫作為永久警示標識等。

**(三) 推動創建綜合減災社區。**制定綜合減災社區標準，從建設社區日常減災和應急工作組織與管理機制，開展社區災害風險調查與評估，編制社區災害風險地圖，制定社區災害應急預案，配置社區綜合減災基礎設施，儲備社區應急物資，開展社區減災宣傳與教育，進行社區應急演練等方面確定綜合減災社區的創建要求和標準，實現社區減災有隊伍、有培訓、有預案、有演練、有平台、有裝備，全面提升社區在日常減災、災中應急和災後恢復重建中的作用。

### **3.10.6 建設澳門公共安全應急信息網**

澳門現有的公共安全信息發佈基本都分佈在政府各部門網站，內容主要集中在公共安全政策、法規和突發事件的報道和發佈，發佈的公共安全相關信息比較分散，發佈的手段相對比較單一，在一定程度上影響了信息發佈的效果。因此，建議充分利用公共基礎信息設施和各種媒體，依托業務部門現有業務系統和信息發佈系統，建設澳門公共安全應急信息網，強化突發事件信息公開、公共安全知識科普宣教等功能，充分發揮微博、客戶端等新媒體的作用，形成突發事件信息收集、傳輸、發佈的綜合服務型網絡平台。具體內容包括：

**(一) 建設澳門公共安全宣傳教育數字資源庫。**通過收集整理國際、內地以及港澳台地區現有公共安全相關宣傳教育資源，建立公共安全宣傳教育資源數據庫、典型案例庫和專家資源庫，建設防災減災救災互動性、共享性的數字圖書館，內容包括防災減災救災相關法律法規、預案、技術標準、重大災害應對案例、災害基本知識、自救互救技能培訓視頻動漫，可以實現相關資源的快速檢索、動態展示、實時共享等。

**(二) 開發公共安全應急信息網及 APP。**公共安全應急信息網及 App 的主要功能包括：一是介紹澳門突發事件應急管理組織架構和基本情況；二是共享突發事件應急管理政策法規、應急預案、技術標準、應急手冊、社區與家庭應急物資儲備指南等基礎資料和文件；三是分享自然災害、事故災難、公共衛生事件、社會安全事件的準備、應對和自救互救的基本知識；四是發佈災害預警、災害事件動態跟踪報告、災害應

急響應、災後恢復重建等動態信息；五是國內外突發事件应急管理基礎理論研究、最新技術應用、重大災害應對等方面的信息；六是提供在線交流、遠程宣傳教育等互動功能。

## 第四章 優化澳門應急管理體系的重點建設項目建議

### 4.1 綜合風險與應急能力評估項目

綜合風險與應急能力評估是應急管理建設的前提，通過調查與評估澳門綜合風險情況，瞭解城市安全薄弱環節，並有針對性的進行應急能力調查與評估，為改進應急管理提供科學依據。

#### 4.1.1 建設目標

澳門特區政府應根據實際情況，逐步推進澳門綜合風險和應急能力評估項目，完成如下目標：

制定綜合風險評估制度，建立綜合風險評估體系，對自然災害或危險工程進行綜合風險評估，全面瞭解澳門潛在災害發生可能性，為風險管控和應急管理奠定基礎。

制定應急能力評估制度，建立應急能力評估體系，確定應急能力評估方法，全面掌握澳門應急能力存在的薄弱環節，提出相應的對策和建議，優化澳門應急管理體系。

#### 4.1.2 建設框架

綜合風險與應急能力評估項目建設框架如圖 4-1 所示，主要涵蓋綜合風險評估與應急能力評估兩項工作內容。首先是建立澳門綜合風險評估體系，包括綜合風險識別、風險分析、風險評價以及繪製風險分級區劃圖；同時進行應急能力評估的建設工作，包括應急能力指標體系構建、評估模型建立、評估系統開發以及動態評估制度設立等。

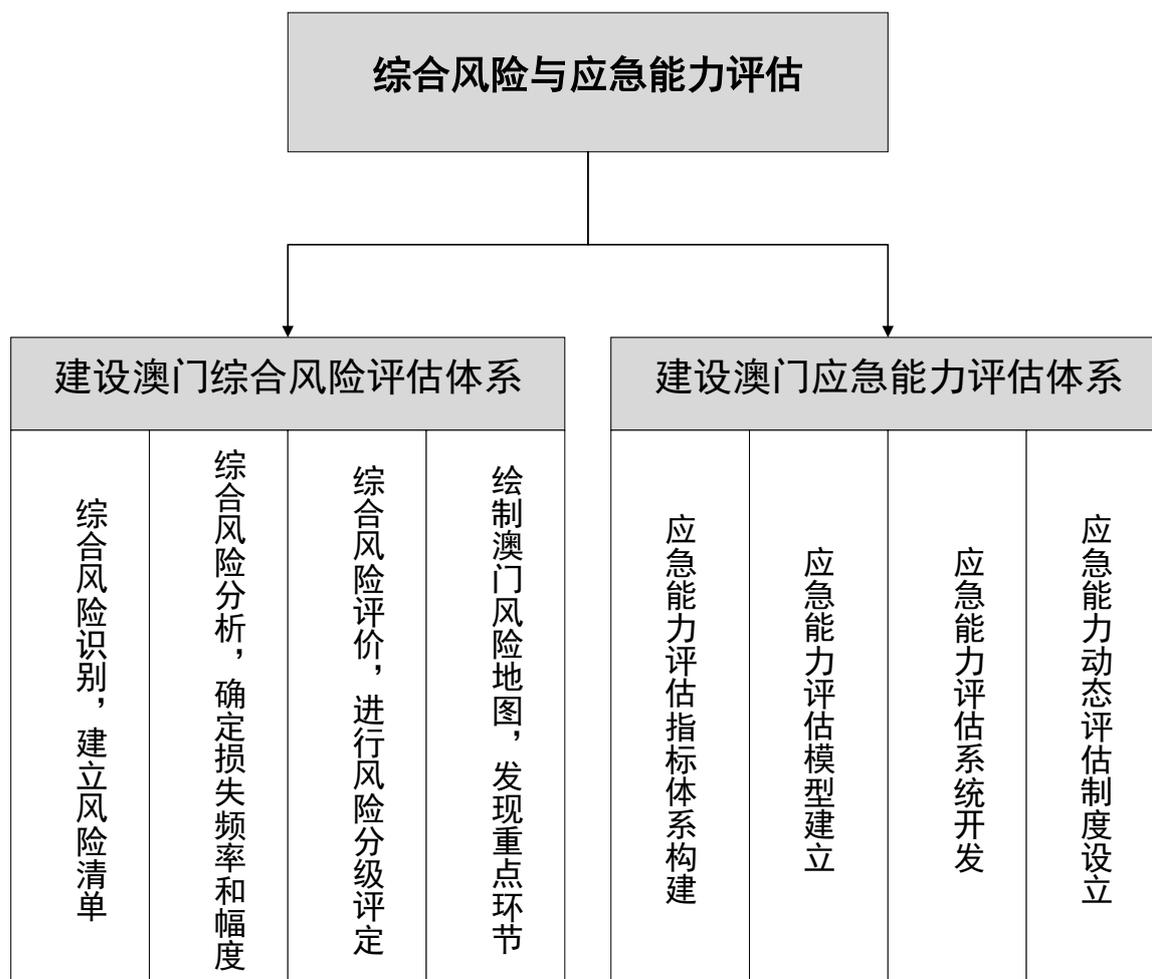


圖 4-1 澳門綜合風險與應急能力評估項目建設框架

### 4.1.3 建設內容

(一) 建設澳門綜合風險評估體系。綜合風險評估工作，首先基於澳門歷史數據構建出澳門在自然災害、事故災難、公共衛生事件和社會安全事件基礎數據庫；然後對風險清單上的各類風險發生頻率和破壞程度構建風險矩陣，對綜合風險進行分析和評價，然後繪製出綜合風險區劃圖。

#### (1) 綜合風險識別

風險評估應以風險的全面辨識為基礎，主要從自然災害、事故災難、公共衛生事件、社會安全事件等四大類突發事件入手，辨識事件風險大小，再結合實際情況，建立全面的危險災害清單。具體工作的開展，主

要有風險指標體系構建、風險評估、風險清單建立三個環節。

表 4-1 風險清單

4 大類	分類	風險名稱
自然災害	水災災害	洪水災害風險
	氣象災害	颱風災害風險
		暴雨災害風險
	地震災害	地震災害風險
	地質災害	滑坡、泥石流災害風險
	生物災害	動物疫情風險
外來植物（動物）入侵風險		
事故災難	工商貿企業等安全事故	危險化學品儲存、運輸風險
		建設工程施工安全風險
		涉塵、涉爆企業風險
	火災事故	火災風險
	交通運輸事故	道路交通事故風險
		軌道交通運營風險
		公共電氣車運營安全風險
		鐵路行車安全風險
		航空安全風險
		水上交通安全風險
	公共設施和設備事故	供水突發事件風險
		排水突發事件風險
		電力突發事件風險
		燃氣事故風險
		供熱事故風險
地下管綫風險		
道路風險		
橋梁（隧道）風險		
堤壩質量風險		
網絡與信息安全風險		
人防工程建設風險		

4 大類	分類	風險名稱
		特種設備風險
	核事件與輻射事故	輻射風險
		核事件風險
環境污染和生態破壞事件	突發環境事件風險	
公共衛生事件	傳染病疫情	重大傳染病疫情風險
	群體性不明原因疾病	群體性不明原因疾病風險
	食品安全和職業危害	食品安全
		飲用水安全風險
		職業中毒風險（職業病）
	動物疫情	重大動物疫情風險
其他嚴重影響公眾健康和生命安全的事件	藥品安全風險	
社會安全事件	恐怖襲擊事件	恐怖襲擊風險
	刑事案件	刑事案件風險
	經濟安全事件	生活必需品供給風險
		糧食供給風險
		能源資源供給風險
		金融突發風險
	涉外突發事件	涉外突發事件風險
		境外涉及澳門突發事件風險
	群體性事件	群體性事件風險
		民族/宗教群體性事件風險
		校園安全風險
	其他	新聞輿論風險
旅遊突發事件風險		
娛樂場所安全風險		
機場突發事件風險		

## (2) 綜合風險分析

風險分析是對風險發生頻率和破壞程度進行分析。發生頻率和破壞程度主要依據轄區內災害或風險事件的歷史數據以及評估結果綜合確

定。

### ① 設立風險發生頻率和破壞程度的分級標準

風險發生頻率：發生頻率的分級方法是根據風險事件發生頻率，從高到低分為四個等級，等級 P 以分值表示（表 4-2）；然後根據單個風險的不同情況，進行頻率的具體描述。以洪水災害為例說明風險頻率等級的分級標準（表 4-3）。

表 4-2 風險發生頻率分級

頻率等級分 值 P	風險發生 頻率	備注
1	極高	頻率等級為極高，風險事件在較多情況下發生
2	高	頻率等級為高，風險事件在某些情況下發生
3	中	頻率等級為中，風險事件很少發生
4	低	頻率等級為低，風險事件幾乎不發生

表 4-3 內地洪水災害風險發生頻率分級標準

頻率等級 分值 P	風險發生 頻率	備注（用年遇水平表示頻率）
1	極高	小於等於 10 年一遇，頻率為極高，風險事件在較多情況下發生
2	高	大於 10 年一遇至 50 年一遇，頻率為高，風險事件在某些情況下發生
3	中	大於 50 年一遇至 100 年一遇，頻率為中，風險事件很少發生
4	低	大於 100 年一遇，頻率為低，風險事件幾乎不會發生

風險破壞程度：破壞程度的分級方法是根據災害風險事件產生後果指標的等級分值，將後果從大到小分為四個等級，分別用等級 C 的分值表示；一次災害風險事件的多個後果指標的等級分值不同時，後果等級分值 C 取其指標等級分值中的最大者（表 4-4）。

表 4-4 破壞程度分級

破壞程度 等級分 值 C	破壞程度	後果指標分 值				
		指 標 1	指 標 2	指 標 3	指 標 4	其 他 指 標
1	極高	1	1	1	1	1
2	高	2	2	2	2	2
3	中	3	3	3	3	3
4	低	4	4	4	4	4

以內地洪水災害為例（表 4-5），具體說明破壞程度等級 C 的取值方法。以洪水災害導致的死亡人數、緊急轉移安置或需緊急生活救助人數、倒塌和嚴重損壞房屋的數量作為產生的破壞程度分級指標。當一次災害風險事件破壞程度的指標是不同的分值時，其等級 C 的分值取該指標分值中的最小者，也就是最嚴重者。建議澳門根據實際情況，對指標及參數進行調整。

表 4-5 內地洪水災害風險事件的破壞程度等級分  
值

破壞程度 等級分 值 C	破壞程度	後果指 標		
		死 亡 人 數 ( 人 )	緊 急 轉 移 安 置 或 需 緊 急 生 活 救 助 人 數 ( 萬 )	倒 塌 和 嚴 重 損 壞 房 屋 的 數 量 ( 萬 間 )
1	極高	>200	>100	>20
2	高	101-200	81-100	16-20
3	中	51-100	31-80	11-15
4	低	30-50	10-30	1-10

備注：

- (1) 死亡人口：因災直接導致死亡的人數；
- (2) 緊急轉移安置或需緊急生活救助人數：因災害影響需緊急轉移安置或緊急生活救助的人數；
- (3) 倒塌和嚴重損壞房屋的數量：因災害造成倒塌和嚴重損壞房屋的數量。

## ②調研轄區內風險清單上的單個風險的歷史災害數據

爲了分析澳門風險清單上單個風險的發生頻率和破壞程度，採用災害歷史資料搜集、實地調研、專家評價等手段和方法，對澳門風險清單上的綜合風險展開詳細的調研，主要是針對每個災害歷史發生的頻率和造成的損失後果。同時爲了下一步進行風險區劃圖的繪製，調研對象建議包含澳門各個社區（堂區）。

## ③對單個風險的發生頻率和破壞程度進行分析

搜集完澳門各個社區的歷史災害數據之後，就可以依據風險發生頻率和破壞程度的評分標準，對澳門各個社區的風險進行分析。

### （3）綜合風險評價

綜合風險等級的預測及評定是應急管理的基礎，根據不同等級落實應急管理的責任和提高應急處置的效能。

綜合風險分級評價由各個風險事件發生頻率和破壞程度來決定。以 P 代表風險事件發生頻率的分級，以 C 代表風險事件破壞程度嚴重性的分級，以 R 代表風險。風險 R 的分級由 P 和 C 的乘積決定。

$$R = P \times C$$

式中：R 表示突發事件風險；P 表示風險事件發生頻率；C 表示風險事件破壞後果的嚴重性。

根據風險事件的可能性等級 P 的分值和的風險事件的後果嚴重性等級 C 的分值，進行單個風險的分級評定，進而建立澳門風險矩陣。

風險等級的標準設定，依據突發事件可能造成的危害程度、緊急程度和發展勢態，劃分爲四級：I 級（特別嚴重）、II 級（嚴重）、III 級（較重）和 IV 級（一般），依次用紅色、橙色、黃色和綠色表示。

將由上式計算得出的 R 值參考表 4-6 的分級說明，歸入相應分區，進行分級評定。

表 4-6 風險矩陣分級說明

風險等級分數 R			破壞程度等級分數 C			
			極高	高	中	低
			1	2	3	4
發生頻率等級分數 P	極高	1	1	2	3	4
	高	2	2	4	6	8
	中	3	3	6	9	12
	低	4	4	8	12	16

注 1：風險等級分數 R 為突發事件的可能性等級分數 P 與後果等級分數 C 相乘的結果。

注 2：風險等級分數 R 劃分為四個等級並賦以四種顏色，表示風險的四個等級：紅色代表極高風險，R 分數為 1-2；橙色代表高風險，R 分數為 3-4；黃色代表中風險，R 分數為 6-9；綠色代表低風險，R 分數為 12-16。

為更清楚的展示未來項目的工作，以某城市的綜合風險為對象，按能獲得數據進行風險分級評定，對城市綜合風險分級評定後建立的風險矩陣給出示例（見圖 4-2）。

	災難性	極嚴重	中等嚴重	輕微	
經常發生	紅色	紅色	黃色	黃色	發生頻率
相當可能	紅色	黃色	黃色	黃色	
可能，但不經常	黃色	黃色	黃色	綠色	
可能性小，完全意外	黃色	黃色	綠色	綠色	
	破壞程度				

圖 4-2 風險矩陣

注：風險矩陣網格內填入的數據應為風險指標的序號編碼。

#### **(4) 繪製澳門風險區劃圖**

依據上節澳門綜合風險評估方案對澳門各社區進行風險評定，建立澳門風險數據庫，並進行動態評估，同時將社區風險信息繪製成澳門綜合風險區劃圖，發現重點區域，進行監管。

**(二) 建設澳門特區應急能力評估體系。**應急能力是檢驗具體評估對象在應對突發事件時所擁有的人力、組織、機構、手段和資源等應急因素的完備性、協調性以及最大程度減輕損失的綜合能力。因此應立足突發事件的全過程，側重對於風險應急管理體系進行全方位分析。

##### **(1) 構建應急能力評估指標**

以澳門現有應急管理的處置策略為基礎，借鑒美國、日本、我國內地的應急能力評估體系，構建應急能力評估指標。

依據應急管理的範疇，進行應急能力分析（見圖 4-3），在此基礎上構建應急能力評估指標。應急能力評估將從事前、事中和事後分段展開，其中應急準備和監測預警屬事前，應急響應主要發生在事中，而應急恢復則屬事後。應急準備和監測預警，主要是通過事前的預防和準備活動減少突發事件發生頻率，而監測預警則是利用先進的預警管理系統及早發現已經發生的突發事件。應急響應則是在突發事件發生後儘快在短時間內對事件作出回應，通過科學決策和指揮系統，調動必要的資源盡可能的將損失減少到最低。應急恢復則是在響應結束後的現場清理、災後重建、評估等。而應急體系的建立則為應急處置的全過程提供了方方面面的保證，因此，應急能力評估將對災害風險的事前、事中、事後三個階段，立足於應急全過程，重點對應急體系的組織體系、運行機制、法律制度、保障體系、應急預案的應急能力的各方面進行全方位評估。

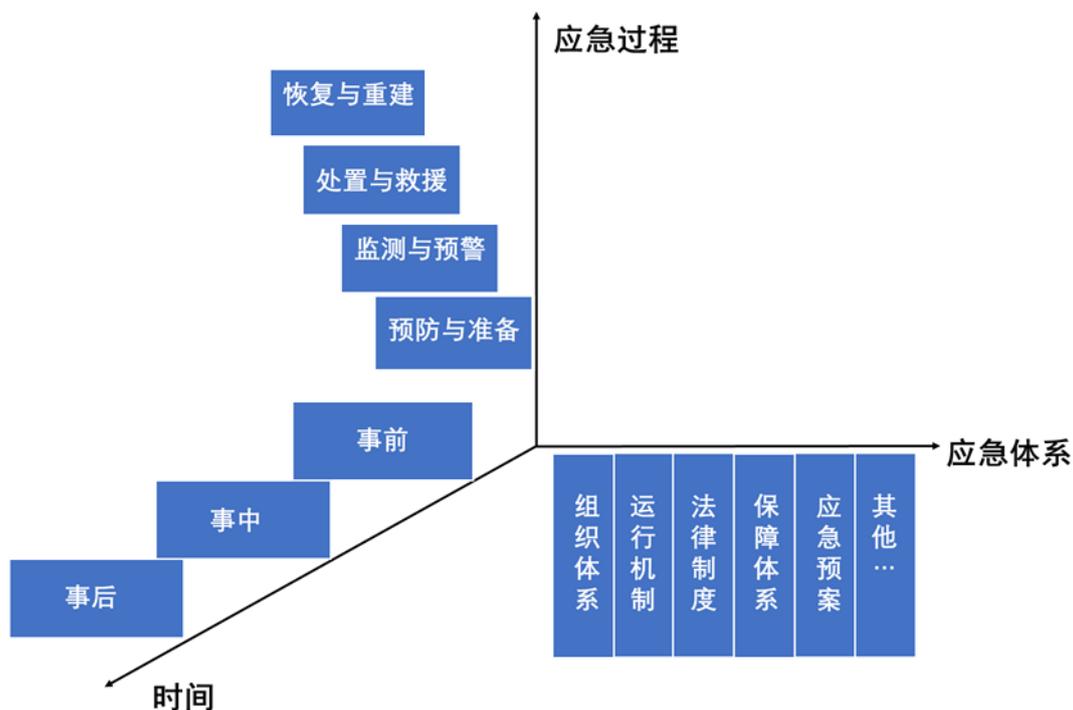


圖 4-3 應急能力評估指標體系分析框架

初步構建應急管理能力的一、二、三級指標（表 4-7）。一級指標以應急管理的四個過程為序（圖 4-3），從應急管理的法理依據——法律法規和預案體系開始，評判應急管理的總體落實情況和各項具體預防準備工作——風險評估；然後再具體分析應急管理預防準備工作的“軟件”：應急隊伍、宣教演練；“硬件”：應急保障、治理防範；接下來則是應對階段的監測預警，應急處置與救援，以及與之相匹配的信息管理和危機溝通；最後則是恢復階段的社會參與和恢復重建。

表 4-7 應急能力評估指標體系

一級指標	二級指標	三級指標
應急管理基礎	法律法規	法律法規的制定；法律法規的執行；法律法規的修訂完善
	預案體系	預案的可操作性；預案的修訂、改進
	監管落實	管理效果；日常監管
預防與應急準備	風險評估	風險識別；風險分析；危害評價；風險告知
	應急隊伍	隊伍管理；綜合救援隊伍；義工隊伍
軟件	宣教演練	准專業人員培訓；公眾教育；演習演練

一級指標	二級指標	三級指標
預防與應急準備 硬件	應急保障 治理防範	通信保障；物資保障；技術保障 災害防禦；生命綫工程綜合治理；重要設施保護；避難設施建設；培訓基地建設
監測與預警	監測預警	實時監測；預測預報；預警發佈機制
應急處置與救援	應急處置與 救援 信息管理 危機溝通	決策指揮；災情應急快速評估；應急救援；跨區域應急聯動 公共信息收集制度；信息發佈制度；信息公開制度；信息發佈的時機選擇 應急管理組織間的溝通；媒體在溝通中的作用；組織與公眾的溝通；危機溝通的雙向互動性
事後恢復與重建	社會參與 恢復重建	社會動員機制（社會組織參與）；企業社會責任；社會分擔機制（災害保險） 損失評估及事故報告；快速恢復；社會救助（標準）；心理援助；災區復興

## （2）建立應急能力評估模型

應急能力評估模型主要是在以各級指標進行評分為基礎，進而得到評估應急能力分項水平及整體水平。

應急能力各指標評分標準，根據所評價指標的內涵，設計能反映出能力水平差距的定量的打分標準，例如對“演習演練”的打分標準設為：以下5項要求中，每滿足一個指標得1分，如全部滿足則取分值為5分。  
①制訂各類應急演練大綱；②所有相關部門熟知各自的工作內容；③演練大綱得到定期演習實踐的；④根據演練情況對演練進行評估；⑤對演練結果進行整改。

國際上一些應急能力評估體系中，針對整體應急能力的評價，主要基於木桶理論，所有指標都被賦予了相同的權重。而當前的一些研究則考慮實際中某些評估項是對應急能力更為重要，為不同指標設立不同權重。澳門應急能力評估應在參考國內外研究的基礎上，結合澳門實際情

況，建立科學合理的評估模型。

### **(3) 開發應急能力評估系統**

爲更方便的進行應急管理能力評估，將應急能力評估體系的指標及評估模型進行可視化和人機交互界面設計的計算機軟件系統開發。

### **(4) 建立應急能力動態評估機制**

爲了適應新時代應急能力管控的新要求，應急能力評估應定期動態進行，依據應急能力評估系統，查找應急能力短板，爲後續提升應急能力水平指明方向。同時設置相應動態評估制度，落實評估責任、數據採集準確性、評估周期、反饋路徑、改善方案等。

#### **4.1.4 實現路徑**

綜合風險及應急能力評估項目的工作開展，由澳門特區政府相關部門組織成立“綜合風險與應急能力評估項目領導小組”，組織專家設計實施方案，確定評估方法及模型，結合互聯網等信息技術手段，建設綜合風險與應急能力評估體系。具體實現路徑如圖 4-4 所示。

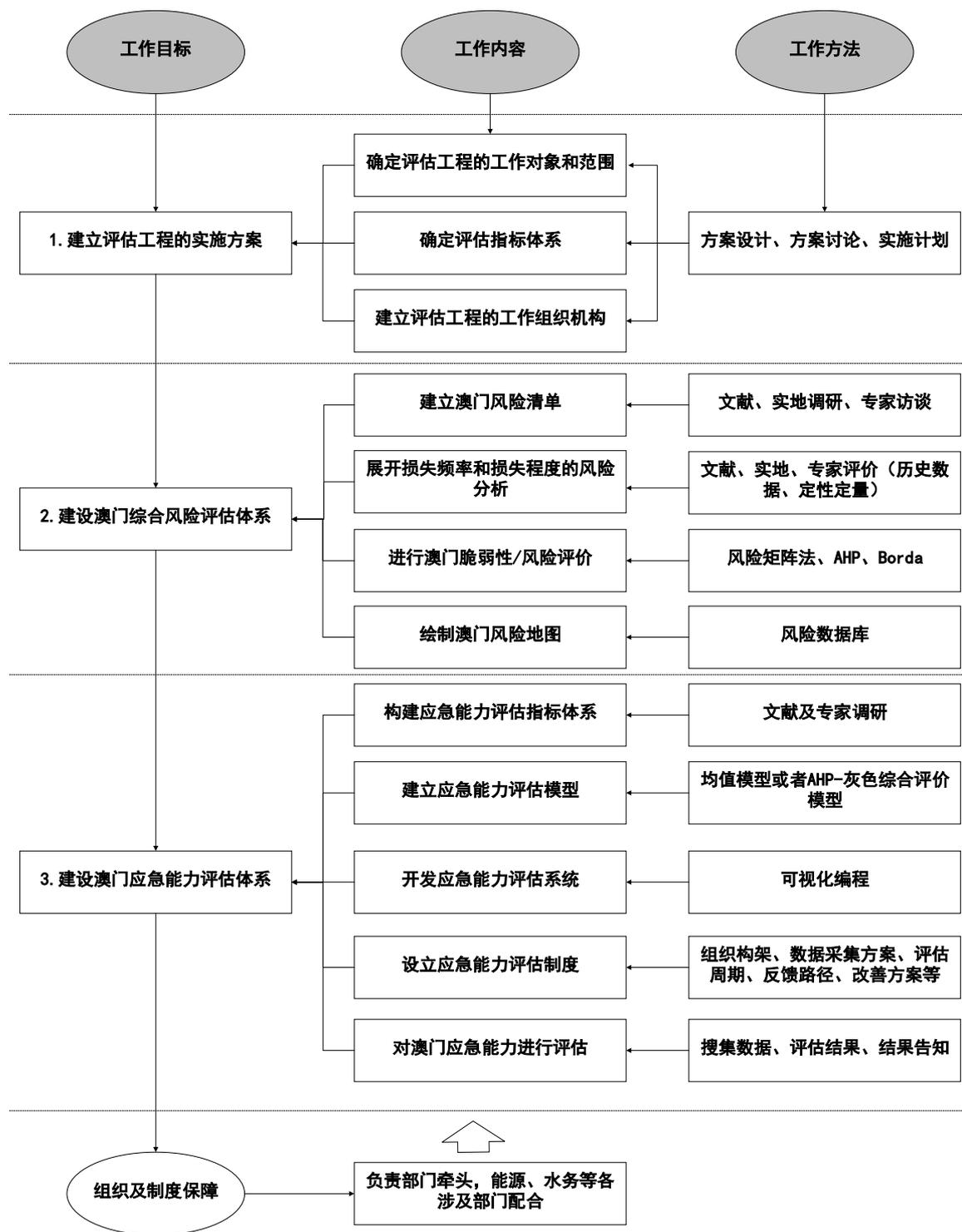


圖 4-4 綜合風險與應急能力評估項目建設路徑

## 4.2 應急避難及轉移安置場所建設工程

### 4.2.1 建設目標

堅持以人為本的理念，按照“安全方便、規模適度、功能齊備、穩定有序”的總體要求，科學規劃和建設應急避難場所體系，提供安全、高效、規範、有序的基本生活服務保障，確保應急避難以及受災轉移和安置的人員有安全住處、有飯吃、有衣穿、有乾淨水喝、有病能得到及時醫治，確保受災人員基本生活，確保社會秩序安定有序。

### 4.2.2 建設框架

**（一）科學規劃應急避難場所體系。**根據澳門人口分佈、災害特點、受災人員避難轉移和生活安置的實際情況，開展應急避難場所體系建設專項規劃，明確應急避難場所體系建設的短、中、長期目標，編制應急避難場所建設標準或指導意見，指導各區和各社區（堂區）加快建立形成覆蓋全澳門的應急避難場所體系。

**（二）應急避難場所新建工程。**結合澳門城市規劃和土地利用計劃，在新區和新的社區建設過程中，統籌規劃，建設一定數量能夠覆蓋主要居民區、危險點和風險地區，具備應急避險、生活安置和救援指揮功能的綜合型應急避難場所，在澳門本島、路氹各建有與人口相匹配的大型綜合應急避難場所。

**（三）應急避難場所改擴建工程。**結合澳門目前的人口、水浸區、災害隱患點等的分佈情況，加大對現有的社區公共空間、綠地、體育場館、中小學校、大學、大型綜合體及娛樂場等統籌規劃考慮，根據實際情況和可利用的空間，改建、擴建或協議設置一定數量、能夠滿足澳門本地居民和外來遊客應急避難需要的避難場所體系。

**（四）依托內地強化綜合風險保障。**內地作為保持澳門繁榮穩定發展的堅強後盾，發生大災後，統籌考慮依托與澳門臨近的珠海等地應急避難及轉移安置場所，依托內地受災人員轉移安置和生活保障的救災物

資資源，全面強化澳門應對重特大災害的綜合風險托底保障工作。

### 4.2.3 建設內容

應急避難場所是城市建設的一部分，是經規劃、建設與規範化管理，具有應急避難服務設施，為社區居民提供緊急、快速、就近、安全避難的安全場所；是避難人員緊急疏散或臨時安置的安全場所，也是避難人員集合並轉移到固定避難場所的過渡性場所，主要功能是用於接到災害預警或災害發生時供人員緊急避難或臨時安置，也是避難人員集合並轉移到固定避難場所的過渡性場所。建設內容主要包括：避難場地、避難建築、配套應急設施以及必備的救災儲備物資。

（一）**避難場地**。可供應急避難或臨時搭建帳篷和臨時服務設施的空曠場地。應急避難場所應以避難場地為主，社區的綠地、廣場、小游園或活動場地等可以作為避難場地，滿足就近疏散避難的需要。日本防災避難場所的建設實踐表明，面積在 500 m<sup>2</sup>左右的街心花園，可作為應急避難場地，並能夠有效發揮避險安置作用。

（二）**避難建築**。為“老、弱、病、殘、孕”及受傷人員等避難人員提供住宿、休息和其他應急保障的建築。避難建築應因地制宜。新建避難建築應經過規劃、建設，做到規範化管理；已經建成的社區通過對既有場地或建築進行改擴建成為應急避難所，相應的建設和改造應滿足避難建築的面積指標、安全防護以及應急設施配備等規定。

（三）**應急設施**。避難場所內配置的用於保障避難人員生存的設施，包括應急供電、應急供水、應急排水、應急廁所、應急廣播等設施，滿足應急照明、供排水和信息傳達要求。

（四）**應急儲備物資**。避難場所內儲備或協議儲備用於保障避難人員生活的基本必須物資，包括一定數量的飲用水、食品、藥品、衣物、被褥等，滿足短時間應急期內受災安置人員的基本生活需要。

### 4.2.4 實現路徑

**（一）應急避難場所大小及建設規模。**由於澳門地少人多，人口密度高，城市發展公共空間不多，可根據澳門實際情況確定避難場所大小及建設規模。

**（二）應急避難場所規劃佈局。**應急避難場所的性質是為社區居民和遊客提供緊急、快速、就近、安全避難的安全場所，規劃設計應當服務於域內所有避難人員，需滿足所有避難人員的緊急避難需求。

結合對我國東北、華北、華中和華東4個地區的典型城市中19個各類城市應急避難場所進行的實地考察，並與地方民政局及應急避難場所相關工作人員進行座談，瞭解到的當地應急避難場所建設和使用的實際情況，城市應急避難場所的服務半徑一般應以避難人員步行可以快速到達避難場所入口為原則確定，通常情況下，應急避難場所的服務半徑不宜大於500m。

**（三）應急避難場所新建工程。**新建的城市社區應急避難場所考慮避難場地和避難建築，場地可選擇學校、公園、綠地、廣場、健身活動場等，並按避難場地建設。

**（1）選址。**對於新建社區以及新區，考慮居民尚未全部入住，可按規劃人口確定避難人員，結合公共空間規劃建設應急避難場所。場所的選址設計應當遵循場地安全、交通便利和出入方便的原則，選擇地勢較高、地質條件穩定，空曠，易於排水，適宜搭建帳篷的場地。考慮避難人員能順暢進入避難場所或向外疏散轉移，選址應選擇利於人員和車輛進出的地段。

**（2）項目構成。**新建應急避難場所項目應包括避難場地、避難建築和應急設施。

避難場地應包括應急避難休息、應急醫療救護、應急物資分發、應急管理、應急廁所、應急垃圾收集、應急供電、應急供水等各功能區。

避難建築應由應急避難生活服務用房和輔助用房構成。其中：生活

服務用房宜包括避難休息室、醫療救護室、物資儲備室等；輔助用房宜包括管理室、公共廁所等。

應急設施應包括應急供電、應急供水、應急排水、應急廣播和消防等。

(3) 應急避難場地。考慮避難人員的承受能力、大規模聚集人員的安全和人員流動的需要，每個避難區避難人數不宜大於 2000 人，且每個避難區之間應留有寬度不小於 3m 的人行通道作為緩衝區進行分隔。

#### (4) 應急避難建築。

城市社區應急避難建築方案示意，適合於人數在 1-1.5 萬人的小區覆蓋範圍。

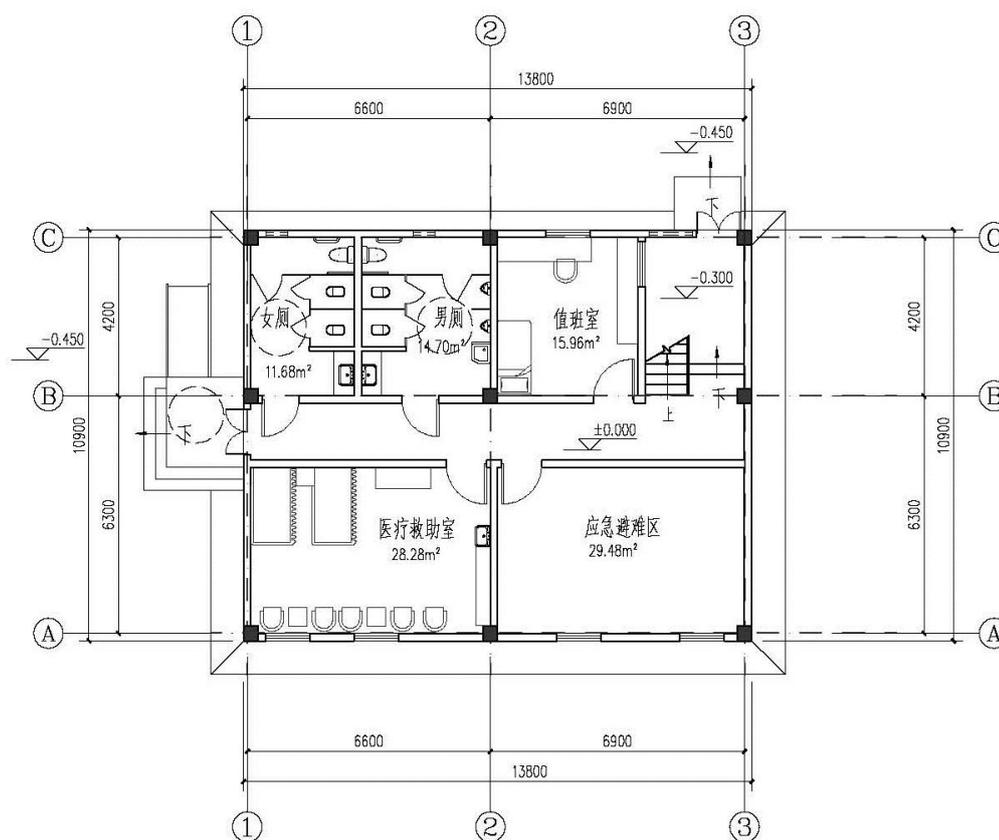


圖 4-5 小區應急避難建築一層平面圖

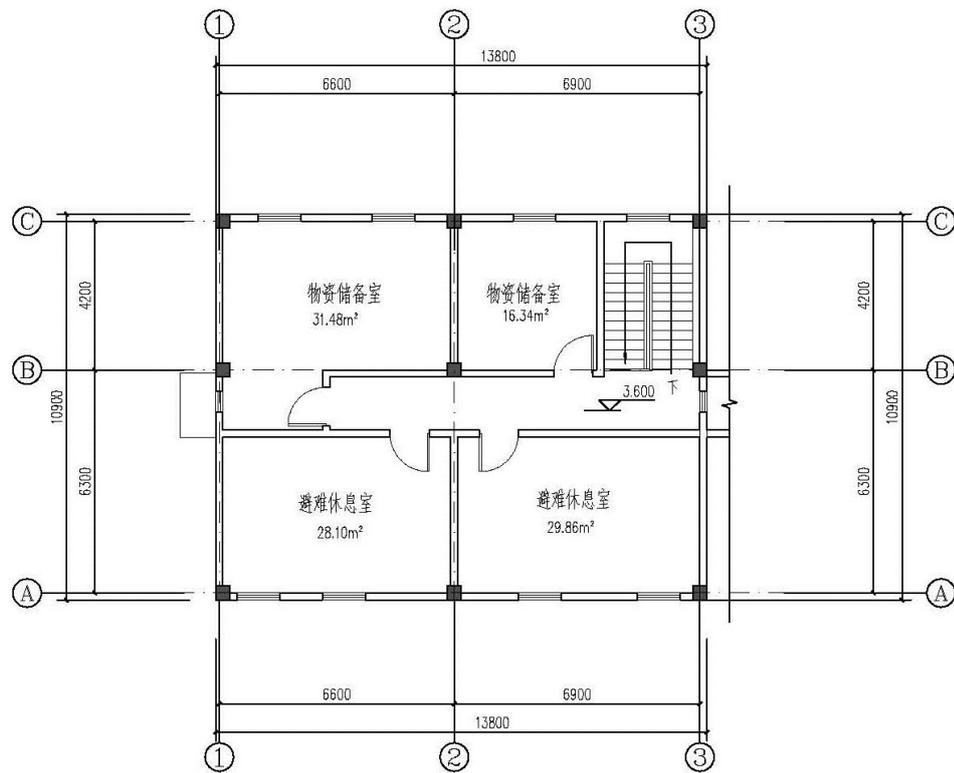


圖 4-6 小區應急避難建築二層平面圖

#### (5) 應急設施和物資儲備。

一是住宿設施。應有足够的場地空間搭建帳篷或臨時住房，帳篷（住房）內應配有棉被、床等基本住宿設施。

二是餐飲設施。應有足够的公共廚具、灶具和安全衛生飲水設施，通過實物儲備、協議儲備等方式存儲一定數量的食品、飲用水等生活類物資。

在選擇避難場地時，應考慮該區域是否有市政給水管，可結合社區現有市政給水管，在避難場地合適地點設置給水閘門井，或灑水栓井等。

三是照明設施。應採取通電、自行發電等方式，為受災群眾提供必要的照明條件。

四是醫療衛生設施。應根據集中安置點規模大小等因素設置固定醫療室（點）。

**五是應急廣播設施。**應配備高音廣播、喇叭等應急廣播設施或預留端口，便於應急期或特殊緊急狀態下做好應急指揮、廣播宣傳和信息發佈。

**六是環境防疫設施。**為滿足避難人員的基本的衛生需要，應設置應急廁所、垃圾收集點。廁所參照新建住宅區公共廁所蹲位數設置指標為每千人2-8位，也可按每萬人20個蹲位數設置。避難場地宜優先使用附近符合設防要求的建築物內的公共廁所，也應規劃設計應急廁所，應急廁所可為通槽式水沖廁所，平時用混凝土蓋板或鑄鐵蓋板蓋上，災時打開並圍擋起來使用，應具備水沖能力，並附設或單獨設置化糞池，可以安全、就近排入市政污水管道。

**（四）應急避難場所改擴建工程。**根據應急避難場所的功能，需要具備空間、地形地貌、環境等基本條件。

#### **（1）城市公園、體育場館、中小學校、大學等公共服務設施避險綜合利用**

城市公園能滿足居民休閒、娛樂、健身等活動需要，起到改善城市局部生態環境，形成良好城市景觀作用。在確保公園日常生態、景觀、游憩、文化功能發揮的前提下，完善場地豎向、給水排水、植物種植及園林建築等設計，規劃合理的避災場地、利用現有建築改造加固設計避難建築，確定合理的災時避險人口容量，可以發揮公園的平災轉換和應急避難功能。

大型體育場館、中小學校、大學等公共服務機構，一般建築設防標準相對較高、配套設施較為完善，災害發生後，可以作為受災人員臨時避險、轉移和安置的場所。結合澳門情況，在已經計劃的下環區慈幼中學、北區的中葡職中學校和體育館、路環少年飛鷹、保安部隊高等學校及九長慈青營等，以及大量人員需臨時安置考慮開放的塔石體育館A館、氹仔體育館、澳門東亞運動體育館及災民中心等基礎上，綜合考慮澳門大學、域內其他大學等大型公共服務機構避險安置作用。

## **(2) 大型城市綜合體及娛樂場等私營大型機構避險綜合利用**

澳門的大型城市綜合體、賭場、娛樂場等私營大型機構數量多、分佈範圍廣、建築質量和設防標準高、安全係數高、綜合服務及配套設施好。建議在幫助提升各博企的災難應變及復原能力基礎上，一方面要求各博企檢視自身的事務應急計劃及災難恢復計劃，包括娛樂場的後備支援系統、災後復原能力、後備發電設備、公司信息發報機制等；另一方面建議要求各博企根據下屬的城市綜合體、賭場、娛樂場等承擔能力，在重特大災害發生後，提供和承擔與自身能力相適應的市民應急避難、避險和臨時安置等公益功能，協助特區政府更好的共同管控災害風險。

## **(3) 城市社區應急避難場所改造**

城市社區的中心花園、綠地、廣場等公共空間和設施大多符合社區避難場地的基本條件。通過對社區公共空間和公共設施進行改造建設，增加應急設施、服務設施及安全方面的設施，能夠達到應急避難場所的功能要求。

社區的空間結構通常分為環型結構、帶形結構、網絡型結構和自由型結構幾種類型。每種類型在防災方面存在差異，例如：

環型結構的社區，可在社區中心設置大面積的綠地、廣場或小學校等作為社區應急避難場所，並保證其具有安全性和可達性。

帶形結構的社區應在縱向主軸與橫向疏散通道的交叉處設置應急避難場所，並控制社區規模，使得社區任意點到達最近的應急避難場所的距離不超過 500m；橫向避難通道的間距也不宜過大。

網絡型結構的社區，應分組團設置應急避難場所，利用社區現有的資源在各組團之間設置防災隔離帶。

對於自由結構社區，應根據社區的實際情況均衡佈置應急避難場所。

## **(五) 依托內地強化綜合風險保障。內地作為保持澳門繁榮穩定發**

展的堅強後盾，發生大災、巨災後，特別是超過澳門應對能力的特大災害，建議統籌考慮粵港澳應急聯動機制，依托與澳門臨近的珠海等地以及珠三角廣大腹地，和內地目前應急避難及轉移安置場所體系，結合內地成熟的工作經驗和生活保障機制，發揮祖國強大的托底保障作用，全面提高澳門應對特別重大災難及其他突發事件的能力。

### 4.3 內港海傍區防洪（潮）排澇建設工程

#### 4.3.1 建設目標

澳門內港海傍區作為歷史舊城區，現有居民 4-5 萬人，區內有不少百年老店和具有歷史文化價值的建築物（包括孫中山開辦的中西藥局遺址、明清時代興建的康公古廟、福德祠、清朝海關遺址附近的舊建築），但地勢低窪，工程現狀防禦標準不高。綜合考慮澳門內港海傍區經濟、社會、環境等因素，參考國家《防洪標準》（GB50201-2014）、《治澇標準》（SL723-2016），通過工程措施與非工程措施相結合，建立澳門內港海傍區防洪（潮）排澇體系，使內港海傍區防洪（潮）標準達到 200 年一遇，排澇標準達到 20 年一遇，有效解決澳門內港海傍區水患問題，保障居民生命財產的安全。

#### 4.3.2 現狀分析

內港海傍區位於澳門半島西側，灣仔水道左岸，與珠海市灣仔隔江相望，在水上街市至媽閣之間，長約 3km，是澳門重要的客貨上落點和繁華商業中心。從澳門半島地形等高綫分佈情況看，澳門半島東西向地形地勢呈現中間高兩面低，其中內港區地勢明顯較低，地面高程主要為 1.3m-2.0m。

內港海傍區中小商戶林立，現狀產業主要為漁業、貨運、客運及商業，共有 36 個碼頭，承擔港澳貨運和來往內地的客貨運，貨運、客運量較大。內港片區內歷史建築和景觀較多，獨具特色的建築風貌、歷史悠久的街道和商店、歷史遺迹媽閣廟等均具有重要的歷史、文化、旅遊價值。但由於區域地勢低窪，遇天文大潮、風暴潮、暴雨時，極易發生水

淹和海水倒灌。近年來隨著城市化發展，下墊面硬化加快了降雨產匯流速度，區內滯滂水量增加，導致澳門內港海傍區水淹災害更甚，基本上每年都受淹，給當地居民生產、生活帶來了嚴重影響。

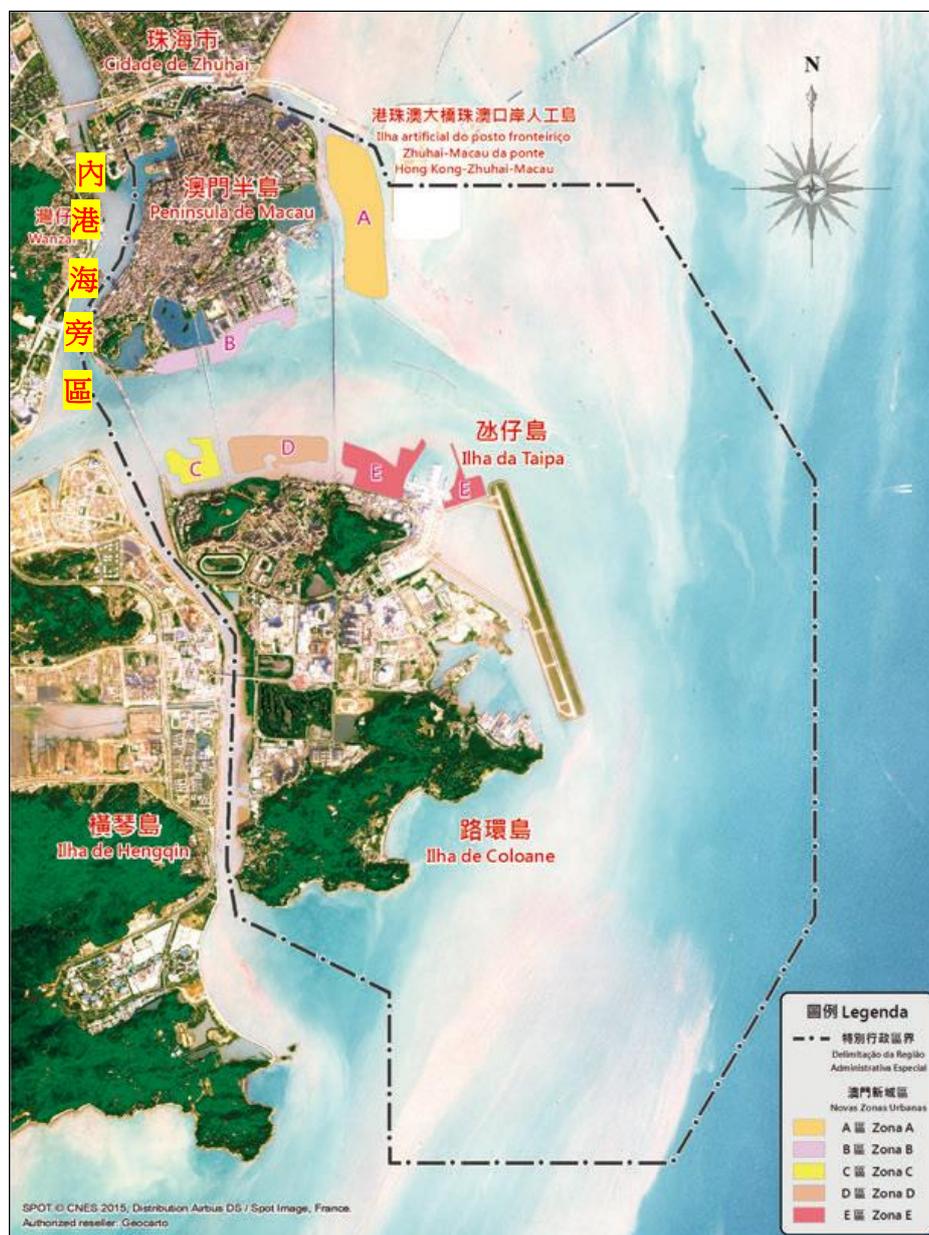


圖 4-7 澳門特別行政區行政區域圖

澳門內港海傍區現狀防洪（潮）排滂工程體系尚不完善，防洪潮排滂能力低。根據有關研究成果，200 年一遇潮位淹沒範圍覆蓋內港沿江馬路一綫及後方陸域共 2.14km<sup>2</sup>的面積。暴雨導致的淹水主要在縱深區永樂戲院與光復街附近，一般降雨和潮汐共同致災範圍主要在沿江馬路

一綫。2017年颱風“天鴿”給澳門全局帶來極大災害，澳門海陸空交通中斷，海水倒灌，水電系統受重創。據統計，“天鴿”颱風期間內水浸面積3.4km<sup>2</sup>，占澳門半島總面積的36.6%。颱風吹襲期間適逢天文大潮，颱風增水現象明顯。內港一帶及青洲等地區水浸嚴重，低窪地段最高淹水深度達2.5m，不少民宅一樓進水被淹，地下車庫進水導致車輛受損，內港區一帶貨品被水淹，商戶損失嚴重。

澳門地處珠江口，直面南海，經常受到颱風暴潮的襲擊與影響，其所處地理位置決定了防洪潮任務的艱巨性。澳門水患呈發生頻次加大，影響程度加重的趨勢，嚴重影響澳門繁榮穩定與發展。目前風暴潮災害防禦能力與澳門經濟社會發展不相適應，“天鴿”颱風充分暴露出澳門防洪潮措施的薄弱，需儘快消除水利的瓶頸制約，提高區域防洪（潮）排澇能力，做好澳門防洪潮排澇規劃與建設。

**（一）內港海傍區防洪潮現狀。**內港海傍區地勢低窪且沿岸防護標準低，常受水患災害的侵擾，防洪潮工程從澳門北側青州河邊馬路沿岸到澳門南側西灣湖景大馬路，防護段全長約7.6km。內港海傍區現狀堤岸走向及佈置見圖4-8。

### **（1）青洲沿岸至筷子基段**

該段範圍是從鴨涌馬路東端至林茂海邊大馬路西端沿岸，防護長度約4.3km。

青洲沿岸地勢較高，為堤路結合堤防，高程在3.1m-3.5m之間，基本能抵禦50年一遇潮位。筷子基北灣、南灣沿岸地面高程在1.7m-3.2m之間，除青洲塘及鄰近碼頭沿岸、政府船廠高樁碼頭後方陸域無堤防防護外，其餘均為堤路結合堤防，堤頂高程在2.3m-3.2m之間，現狀防潮能力為（2-50）年一遇。



圖 4-8 內港海傍區現狀堤岸線示意圖

## (2) 內港碼頭段

該段範圍是從海港樓至航海學校的碼頭岸綫，防護長度約 2.1km。此段碼頭岸綫由 34 個碼頭泊位和海港樓、水上街市工地、北舢舨碼頭、南舢舨碼頭及航海學校組成。由於歷史原因，現狀碼頭岸綫犬牙交錯，參差不齊。沿綫碼頭大多採用高樁結構，碼頭前沿高程多在 1.5m-2.0m 之間，逢颱風及天文大潮受淹頻繁。碼頭後方陸域無堤防防護，且地勢低窪，路面高程大多在 1.3m-1.7m。該段是目前內港海傍區淹水的重災區。

## (3) 西灣湖景大馬路段

該段範圍是從西灣湖景大馬路北端至西灣湖景大馬路南端融和門附近，建有堤路結合的海堤，防護長度約 1.2km，且西灣湖景大馬路沿岸地勢比較高，地面高程在 2.9m-3.7m 之間，基本能抵擋 20-100 年一遇潮位。

**(二) 內港海傍區排澇現狀。**內港海傍區排水主要依靠市政管網、集水箱涵及泵站收集排放雨水，灣仔水道沿岸排水管道出口共計 62 處，直接排入灣仔水道各排水口分佈情況見圖 4-9。內港海傍區現有泵站主要有新林茂塘、林茂塘、跨境泵站三座。

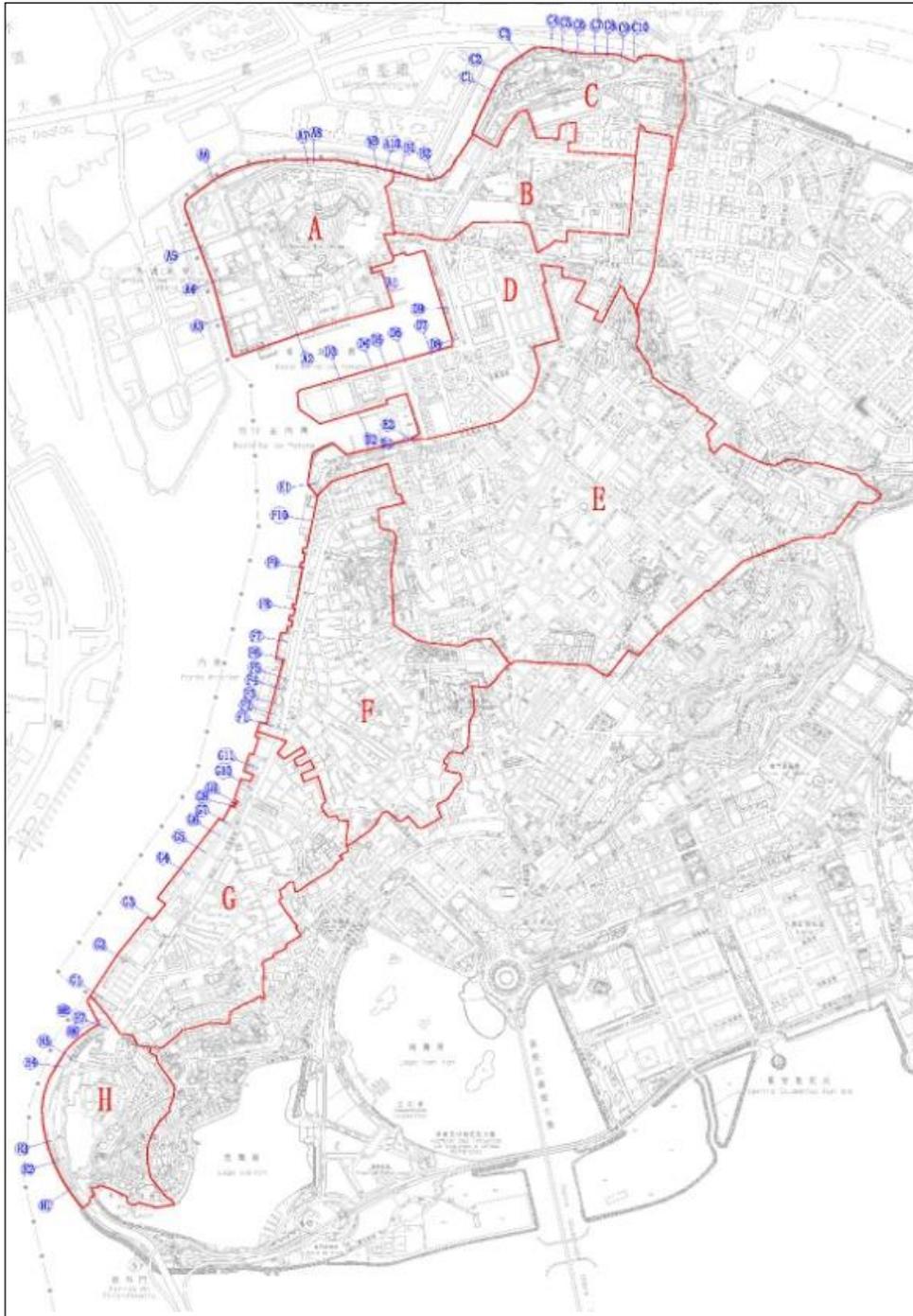


圖 4-9 內港海傍區排水口分佈圖

### 4.3.3 建設框架

內港海傍區防洪潮工程建設應按照全面規劃、系統治理的規劃思路，堅持統籌兼顧、防治結合、以防為主的原則，因地制宜、因害設防。工程的建設還應與澳門、珠海城市規劃相協調，兼顧市政建設、水上交通、

兩岸聯絡及相關部門的管理要求，綜合考慮多方面的因素進行工程建設的總體佈局規劃。

內港海傍區防洪（潮）排澇體系主要由內港擋潮閘、內港堤岸整治和市政排澇工程組成，內港擋潮閘的任務是解決由風暴潮引起的水浸災害問題；堤岸整治主要解決常遇天文大潮倒灌引起的水浸問題；市政排澇工程主要解決由強降雨引起的水浸災害問題，三項工程有機結合，形成防洪（潮）排澇體系，有效解決澳門內港海傍區的水患問題，保障區域防洪（潮）排澇安全。

工程總體佈局為：在灣仔水道出口段建設灣仔水道擋潮閘；對內港海傍區沿綫 7.6km 的堤岸進行整治，改造現有排水管涵拍門及地下管網廊道；在內港海傍區南、北兩端新建泵站並對陸域排水管網進行升級改造。內港海傍區防洪潮排澇工程總體佈局見圖 4-10。

### （1）內港擋潮閘工程

澳門內港海傍區是商貿、客貨運輸交通中心，承擔港澳貨運和來往內地的客貨運，目前區內人口密度大，且具有歷史文化價值的建築物較多，不具備大規模建設高標準防洪潮堤的條件。為提高內港海傍區的防洪（潮）能力，在澳門與珠海的界河灣仔水道出口興建擋潮閘來防止海水倒灌對內港海傍區的影響，將內港海傍區的防洪潮標準提高到 200 年一遇，達到防禦“天鴿”台風暴潮的能力。

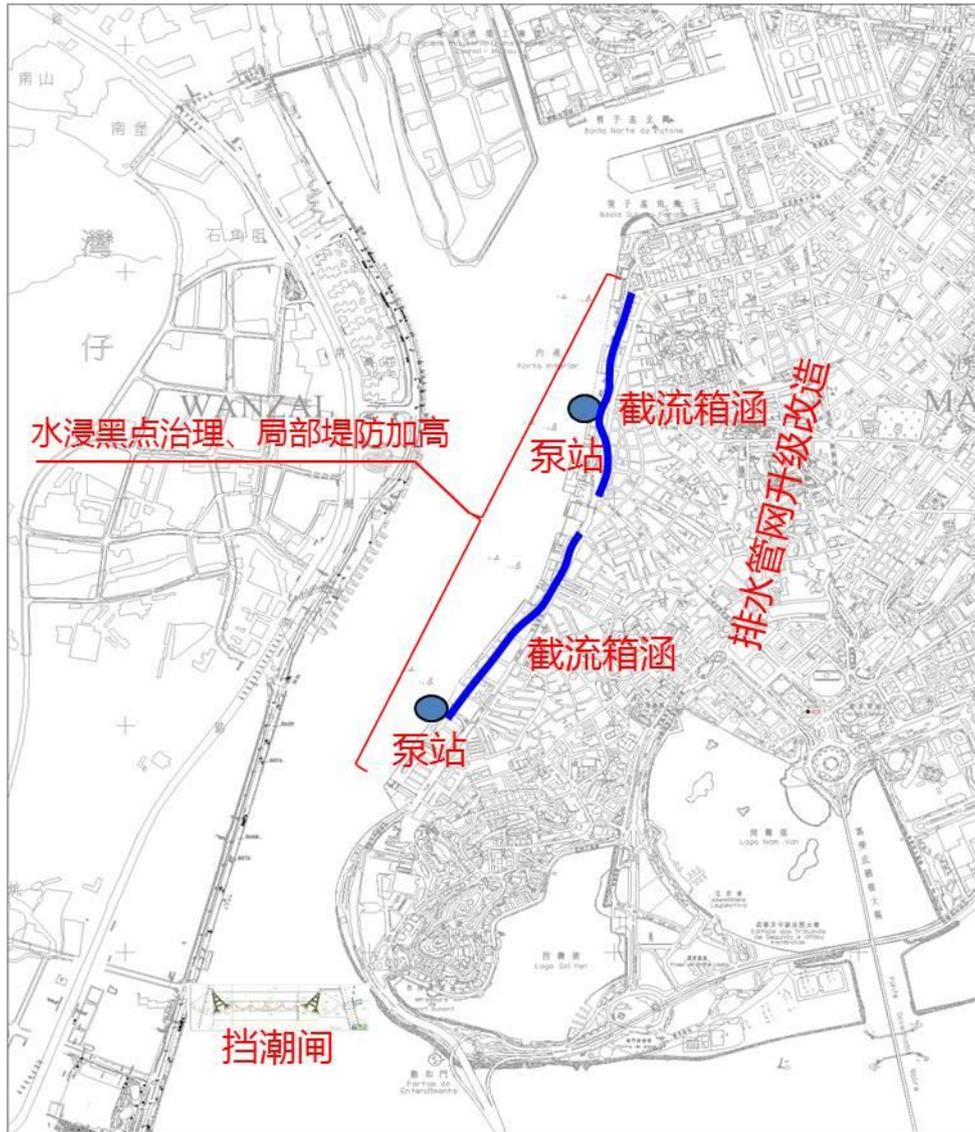


圖 4-10 內港海傍區防洪潮排澇工程總體佈局圖

## (2) 內港海傍區堤岸整治工程

目前，內港海傍區防洪（潮）工程體系不完善，標準低，部分地段不設防，地下排水通道及各類廊道多，高潮位時導致潮水從地下入侵，致使內港海傍區洪（潮）澇災害頻繁，應根據地勢地形條件適當提高內港海傍區的防洪（潮）工程標準。為提升內港海傍區防洪（潮）排澇標準，建議在現有堤岸工程基礎上，採用先進材料和可行的技術，對內港海傍區堤岸進行綜合整治，按照合適的標準加高加堤岸，提高內港海傍區自身防禦潮水的能力，進一步完善區域防洪（潮）工程體系。同時，

適當提高內港海傍區自身的防洪（潮）標準，今後內港擋潮閘建成後，可減少擋潮閘啓用次數，避免在低標準風暴潮時頻繁啓用對上游排水帶來不利影響。

同時加強內港海傍區域排水管水拍門及地下廊道改造。地下排水管網和地下廊道與外江連通，是高潮位時導致海水倒灌的主要因素，建議對地下排水管網和廊道進行排查，並進行統一規劃，如有條件對地下排水通道或廊道應進行合並改造建設，防止海水倒灌入侵。

### **（3）排澇泵站建設**

爲防止強降雨導致的內澇，加強城區內部澇水外排的能力，建議在完善內港海傍區防洪（潮）工程體系的基礎上，結合地下排水管網建設改造，在區域內選擇合適的低窪地區，規劃建設城市排澇泵站，避免城市內澇造成災害。

### **（4）非工程體系建設**

建議研究建立澳門防洪（潮）指揮系統。防洪（潮）指揮系統包括水雨情、工情信息採集系統，重點區域、重要防洪（潮）工程視頻監控系統，通信與計算機網絡系統，數據彙集平台與應用支撐平台，防洪（潮）綜合數據庫以及包括預測、預報和預警系統的業務應用系統等。加強台風暴潮風險教育。加強宣傳，提高市民的災害風險防範意識，進行防洪（潮）風險管理，劃定風暴潮風險分級區域、撤退綫路和避災場所，最大限度地減少人員傷亡和財產損失。

## **4.3.4 建設內容**

### **（一）內港擋潮閘工程**

#### **（1）閘址選擇**

從工程佈置、施工條件及對周邊的影響考慮，內港海傍區擋潮閘址可選在灣仔水道出口處。灣仔水道位於澳門半島和珠海灣仔鎮之間，長約4km，目前河寬大部分在500-800m之間，最窄處約330m。灣仔水道

目前上承中珠聯圍經前山河下泄的徑流，下納南海潮流，受洪潮交匯作用，水文情勢比較複雜。

## **(2) 擋潮閘工程任務與規模**

擋潮閘的功能定位為擋潮、排澇、航運等綜合利用。近期閘內控制水位可按 1.5m 考慮，遠期待內港海傍區堤岸整治後控制水位可適度提高，按 1.8m 控制為宜。

擋潮閘佈置宜採用擋潮閘與泵站相結合的方式。考慮上游前山河流域的排水需要，擋潮閘的總淨寬應不小於 300m。同時為控制閘內水位可預留排澇泵站，使海傍區防洪（潮）標準達到 200 年一遇，排澇標準達到 20 年一遇。

## **(3) 工程總體佈置原則**

從擋潮閘工程任務和功能定位考慮，擋潮閘工程應包括泄洪閘、通航泄洪閘、排澇泵站以及船閘工程。其佈置原則為：一是滿足上游前山河流域澇水排泄；二是工程佈置應儘量保持水流平順；三是滿足內港航運的需求；四是便於施工導流及圍堰佈置；五是便於工程管理區域佈置；六是與周邊規劃工程的相協調；七是兼顧水閘本身及兩岸的景觀，與區域景觀相協調。

擋潮閘工程位於澳門與珠海的界河上，在景觀上有一定要求，可採用大跨度新型閘門來實現。結合國內外類似工程經驗，大跨度通航孔閘門主要型式有臥式水平單開或雙開弧形門、旋轉升臥式等；大跨度泄水孔閘門主要型式有拱形上翻門、弧形閘門、旋轉升臥式等。在工程可行性及初步設計中，應深入分析擋潮閘採用不同閘門型式的效益、利弊和可行性等問題，尤其需探討旋轉升臥式閘門的淤積問題，解決閘門啓閉可靠性難題，以確保擋潮閘將來運作的安全性。

**(二) 內港整治工程建設。**內港海傍區沿綫 7.6km 的堤岸進行綜合整治，工程主要包括堤岸整治、排水口拍門與地下廊道整治等。對沿綫

堤岸進行適度加高，其堤頂高度可結合地勢地形條件，沿岸人文景觀要求，擋潮閘內水位控制要求綜合論證選定；對沿綫地下排水管網和廊道進行排查，並進行統一規劃，有條件的情況下地下排水通道或廊道應進行合並改造建設。

在擋潮閘建成之前，內港海傍區尚無有效應對台風暴潮災害的措施，內港海傍區的水浸問題，可採用先進材料和可行技術，採取臨時措施來解決常遇潮水對該區域的影響。

**（三）內港海傍區排澇工程建設。**排澇工程佈置總體思路是在局部地勢較低，排水口多且拍門漏水，受外江高水位頂托排水受阻地區建設截留箱涵或者截留管道，收集雨水，然後在出口集中建設排水泵站和外排水閘，解決排水出口問題；對於管道排水能力不足及錯接管道，採用管道升級改造措施，解決排水問題。

排澇工程主要包括新建排水泵站，截留箱涵和陸域排水管網升級改造等工程。

#### **4.3.5 實現路徑**

“天鴿”颱風過後，澳門向中央提出支持內港海傍區防洪潮排澇工程的請求。目前澳門特區政府根據各方面的意見，在前期工作的基礎上，組織完成了《澳門內港海傍區防洪（潮）排澇總體方案》。內港海傍區防洪潮排澇系統由擋潮閘、堤岸整治和排澇工程組成，系統的骨幹工程是擋潮閘工程。堤岸整治工程和排澇工程屬澳門本地區的事務，而擋潮閘工程建設涉及粵澳兩地，不同於內地一般大型水閘工程建設，應在“一國兩制”方針指導下，按照“粵澳合作框架協議”有關精神，來解決內港海傍區水患問題。擋潮閘建設可能影響珠海、中山市的防洪排澇，還涉及到航運、水生態環境、台風暴潮期間水上救援以及建設管理體制等諸多問題，因此，工程建設應統籌協調好內港海傍區水患治理與上游防洪排澇及航運、水生態環境、海洋功能、台風暴潮期間的應急救援等方面的關係，在粵澳合作框架協議平台上，妥善解決好建設管理體制與機

制的問題，加快推進工程項目前期工作，儘早開工建設。

實現路徑：

**一是完善內港海傍區防洪潮排澇總體方案。**目前澳門特區政府組織完成了《澳門內港海傍區防洪（潮）排澇總體方案》，並徵求了國家相關部委和廣東省的意見，應加快對總體方案的修改補充與完善，待達成一致性意見後，《澳門內港海傍區防洪（潮）排澇總體方案》可作為內港海傍區擋潮閘建設的規劃依據。

**二是建立擋潮閘工程建設管理體制。**灣仔水道建閘方案涉及粵澳兩地，建設期與運行管理期均與廣東珠海市、中山市關係密切，廣東省人民政府在答覆人大代表提出的建議時，也提出工程涉及粵澳兩地，在解決澳門內港水患的同時，可能影響珠海、中山市的防洪排澇，還涉及到航運、水生態環境、台風暴潮期間水上救援以及建設管理體制等諸多問題，因此應加強建管體制研究，明確建設與管理方式。擋潮閘工程為粵澳跨界工程，屬公益性項目，借助粵澳合作框架協議平台，協商研究制定工程建設與管理體制，可委託其中一方管理，或委託第三方管理，成立事業法人。

**三是建立前山河流域水閘聯合調度與信息共享機制。**灣仔水道為澳門內港海傍區和上游中珠聯圍洪澇水的承泄區，受上游前山河來水、左岸中珠聯圍防洪排澇和右岸澳門內港排澇要求的制約。擋潮閘的設置，關係到兩岸三地人民的切身利益，工程的建設與運行離不開澳門與珠海、中山的溝通及合作。擋潮閘工程的建設與運行，需充分考慮與前山河流域（中珠聯圍）水閘運行聯調機制的協調關係，在現有七閘聯調的基礎上擬定中珠澳八閘聯合調度機制，實行統一管理和調度，創新流域內跨市合作機制和管理模式，建立聯席會議制度與信息共享機制，明確澳門、珠海、中山在流域性工程管理中的職責和權益，統籌流域、齊防共治。

**四是專題研究建閘對珠海、中山防洪排澇影響。**建閘方案跨粵澳兩地，應專題分析建閘方案對珠海、中山的防洪排澇以及對航運交通、水

生態環境帶來的影響，並加強水閘運行管理及有效措施，減緩或消除影響。

**五是建立擋潮閘調度預報預警系統。**河口擋潮閘的調度運行需基於天文潮及風暴潮預測預報系統，前山河流域及海傍區暴雨洪水預報模型進行調度。需建立水務信息管理系統（包括信息採集、傳送、處理、數據庫等）和大中型水閘、泵站的自動控制系統，在基礎上結合洪潮水位、風、波浪及氣象監測等信息，以及降雨、大風等天氣預報信息，建立不同預見期風暴潮水位、前山河流域及海傍區暴雨洪水預報模型，根據接收上游中珠聯圍洪水信息、下游潮水信息和降雨信息進行處理，預測內港海傍區洪潮水位，通過預警預報系統，產生汛情分析、洪水預報和洪災預測成果，供相關決策部門對擋潮閘調度使用。

#### **4.4 智慧安全城市及公共安全運行與應急指揮平台項目**

##### **4.4.1 建設目標**

著力補短板、織底網、強核心、促協同，推進應急管理工作規範化、精細化、信息化，以應急標準體系為基礎，通過構建先進的應急指揮平台系統，建設突發事件信息接收報送、現場信息獲取、綜合風險監測、突發事件趨勢分析、靶向預警信息發佈、綜合資源管理、以及協同指揮調度等關鍵應急能力，最大程度減少突發事件及其造成的損失，全面提升澳門應急管理能力。

利用先進可靠的安全管理理念、公共安全科學技術、物聯網技術，建立健全大數據輔助科學決策和社會治理的機制，推進政府管理和社會治理模式創新，實現政府決策科學化、社會治理精準化、公共服務高效化，形成覆蓋全澳門、統籌利用、統一接入的公共安全數據共享大平台，實現跨層級、跨地域、跨系統、跨部門、跨業務的協同管理和服務，創新智慧安全管理模式。

##### **4.4.2 建設框架**

本項目在頂層架構上呈現層次化的多級協作關係，總體採用

“1+2+3+N”的設計模式，其中：“1”建設一個城市安全運行綜合監測與應急指揮中心；“2”建設一網一圖，即澳門城市安全運行監測物聯網和城市安全綜合監測與應急一張圖；“3”建設三大基礎支撐，即智慧城市安全風險大數據系統、地理信息服務系統和標準規範體系；“N”建設N個智慧公共安全專項系統。



圖 4-11 智慧安全城市及公共安全運行與應急指揮平台建設架構

各層級的邏輯關係如上圖所示，其各自的作用自上而下闡述如下：

建設全澳統一的城市安全運行綜合監測與應急指揮中心，綜合治安、消防、海關、交通、電力、氣象、水務、工務等民防架構成員單位和各類社會資源，實現多部門(單位)信息的互聯互通和多方應急協調聯動，共同保障城市安全運行，並為粵港澳地區監測預警與應急指揮信息的共享提供技術保障。

通過城市安全運行監測物聯網（“一網”）和城市安全綜合監測與應急一張圖（“一圖”）的系統化建設，形成服務城市風險監測和應急響應的網絡體系，包括危險源監測、重點關注目標和場所監測、基礎設施運行監測、災害前兆監測、社情採集等各個方面。通過城市運行物聯網監測數據的採集、彙聚和分析，建立城市運行安全動態評估體系，實

時呈現城市安全運行動態風險圖。

通過智慧城市安全風險大數據、地理信息服務和標準規範體系的三項基礎體系支撐，為平台的建設提供基礎支撐服務。

智慧公共安全應用包括應急指揮應用系統和城市安全運行專項應用系統。應急指揮應用系統支撐建立民防應急指揮平台框架，以應急管理過程為主綫，為日常應急管理和突發事件處置提供技術保障；城市安全運行專項應用系統通過有針對性地進行場景彙聚，為對應職能政府部門的行動決策和指揮調度提供直觀參考。

#### 4.4.3 建設內容

按照前述總體設計架構，本項目主要包括以下建設內容。

**（一）城市安全運行綜合監測與應急指揮中心。**對接澳門城市運行和民防架構成員部門信息，平時作為澳門城市公共安全綜合監測運行中心，戰時作為應急指揮中心，統一指揮協調調度全澳民防行動。

**（二）城市安全運行監測物聯網。**由延伸到風險源、危險源、重要設施、重點目標等城市運行載體的物聯網，覆蓋人群移動、交通運行等城市社會系統的傳感網，以及數據傳輸網絡共同構成，是整體安全運行狀態監測的數據來源，為全澳安全運行狀態監測和應急指揮提供數據。

**（三）城市安全綜合監測與應急一張圖。**基於地理信息系統，通過對城市安全運行監測物聯網數據的採集、彙聚和分析，以綜合“一張圖”形式呈現城市整體運行情況；並實現對危險源、防護目標、應急資源等應急信息要素的多樣化地圖展示，並以豐富的 GIS 功能支持實時監測、預測預警、綜合會商、決策分析及可視化服務。

**（四）基礎支撐系統。**包括智慧城市安全風險大數據系統、地理信息系統和標準規範體系三部分建設內容。

**（1）智慧城市安全風險大數據系統**根據既有數據資源現狀和本規劃系統的實際運行需求，適當增加計算資源、存儲資源、網絡資源和安全

保障系統，構建大數據支撐服務系統，形成公共安全風險大數據的綜合管理平台。

(2) 地理信息系統將接入已有和新建的地下管網、地上重要基礎設施、高層建築的三維模型，實現地上建築和地下管綫空間的科學管理，並為公共安全綜合管理應用提供基礎支撐。

(3) 標準規範體系通過建設公共安全的基礎標準、支撐技術標準、建設管理標準、信息安全標準、應用標準等，為公共安全管理和各部門業務、數據整合、系統建設與運行提供保障。

(五) 應急指揮應用系統。主要包括綜合業務管理、事件接報、預警信息發佈、統一資源管理、災害和突發事件分析研判等業務子系統。通過本系統的建設，初步形成民防應急指揮平台框架，未來隨著平台功能的逐步豐富完善，最終實現功能全面、創新實用的應急指揮平台。

(六) 城市安全運行專項應用系統。疊加融合相關部門數據和實時監測信息，根據各專項公共安全管理場景，實現風險分析、資源分析、監測預警、協同會商、指揮調度等功能，全面展示風險隱患監測防控情況，形成澳門綜合應急保障能力。

#### 4.4.4 實現路徑

(一) 城市安全運行綜合監測與應急指揮中心。作為澳門智慧安全城市及公共安全運行與應急指揮平台運行的物理場所，承載平台技術系統，並與城市安全運行和民防架構成員部門各自的信息系統互聯互通，在平時作為城市基礎設施實時監控、綜合展示、預測預警、風險分析、熱綫服務、隱患排查的城市安全運行監測運行中心；在戰時作為信息報告、綜合研判、輔助決策、資源協調、指揮調度的應急指揮中心。本中心建設後將形成集監測分析預警、高效應急指揮調度於一體的綜合性中樞機構。

##### (1) 應急指揮中心

應急指揮中心集成災害和突發事件監控信息的接入與展示、值守與接報，並通過綜合研判、指揮調度、預警信息發佈等功能實現對全澳重大災害和突發事件的統一領導和有序處置，並與民防架構成員部門實現互聯互通，協同行動。

應急指揮中心的建設可以首先通過對澳門現有民防指揮中心場所進行軟硬件和安全保障系統的融合升級改造來實現應急指揮平台的核心功能；後期根據新建指揮中心場所，全面提升功能區域和基礎設施水平，最大限度發揮平台功效。

## **(2) 城市安全運行監測中心**

城市公共安全監測運行中心在應急指揮中心基礎上，依托澳門現有公共基礎設施的保障與管理需求進行融合和升級，與各相關部門實現互聯互通。

**(二) 城市安全綜合監測與應急一張圖。**城市安全綜合監測一張圖基於地理信息系統（GIS），採集、彙聚和分析城市運行物聯網監測數據及來自民防相關部門的監測信息、應急資源狀態、災情實時態勢等數據，以“一張圖”形式呈現城市整體運行情況與應急管理要素，提供地圖展示、查詢、標繪等 GIS 功能，並支持事件可視化輔助決策、研判分析、協同會商與指揮調度等業務，輔助建立城市運行動態評估體系，實時呈現城市安全運行動態圖。

**(三) 基礎支撐系統。**基礎支撐系統包括智慧城市安全風險大數據系統、地理信息服務系統和標準規範體系，為智慧安全城市及公共安全運行與應急指揮平台提供基礎支撐服務。



圖 4-12 城市基礎支撐系統建設內容

### (1) 智慧城市安全風險大數據系統

智慧城市安全風險大數據系統包括大數據基礎平台和大數據服務平台，提供數據存儲和分析處理能力，滿足數據聚合、管理和分析處理需求，同時提供數據交換和共享服務。實現城市安全基礎數據、城市運行實時監測數據、管理部門業務數據、社會數據的彙聚，並為平台上的各智慧公共安全應用提供分析服務。

此外通過大數據挖掘，可實現對歷史和實時的重大災害和突發事件數據的獲取和分析，推動分析研判和預測，輔助科學、高效和合理的應急指揮決策。

### (2) 地理信息服務系統

地理信息服務系統通過收集、加工、整理的基礎設施、危險源和防護目標等基礎信息進行三維 BIM 建模，滿足安全分析和系統直觀顯示需求，並實現地上建築和地下管網的科學管理。

### (3) 標準規範體系

通過建設公共安全的基礎標準、支撐技術標準、建設管理標準、信息安全標準、應用標準等，確保各業務部門和相關系統之間能夠實現互聯互通、信息共享、協調運作、安全可靠運行，為綜合應急管理、各部門業務與數據整合、系統建設與運行提供保障。

**（四）城市安全運行監測物聯網。**通過佈設或接入不同類別的傳感器，構建延伸到風險源、危險源、重要設施、重點目標等城市運行載體的物聯網和覆蓋人群移動、交通運行等城市社會系統的傳感網；同時可接入相關部門的基礎數據信息，在數據傳輸網絡工程建設基礎上，為全澳整體安全狀態監測和應急指揮提供數據基礎。

### **（1）災害應急監測前端系統**

通過數據傳輸網絡接入民防應急相關部門信息系統，獲取物聯網環境監測數據，實現對潛在災害風險和災害實時態勢的感知，同時集成現有社會安全監控信息，為整體安全狀態監測和應急指揮提供數據來源。

### **（2）城市生命綫監測前端系統**

#### **①橋梁監測前端系統**

澳門現有嘉樂庇總督大橋、友誼大橋、西灣大橋及蓮花大橋共四條跨海大橋。據統計，目前有關橋梁的事故主要是航道上的船隻與護橋欄發生碰撞。

橋梁監測前端系統通過對橋梁結構變化的及時感知和分析，能夠有效識別結構損傷，在橋梁事故或病害發生初期及時預警，記錄結構狀態及長期變化趨勢，避免風險進一步向更深層次發展，從而最大限度地延長橋梁的服役年限、減少未來維修或加固的成本。

#### **②供水管網監測前端系統**

目前澳門供水管網主要存在以下不安全因素：1) 青洲水廠和大水塘水廠地處地勢較低位置，有水浸風險；2) 一旦公共電力供應發生中斷，將無法保證水廠正常生產及供水；3) 重要供水設施主要集中在澳門半島；

4) 跨海的供水管道及主要管道破裂風險；因工程引致供水管道破裂的風險；5) 部分地區存在土地沉降問題，導致該區入戶喉管容易被拉脫；6) 跨海原水供水管道佈設在跨海橋梁上，存在關聯風險。

本系統建設提升城市供水管網運行的安全性和管理的科學性。通過實時監測供水管網運行中的壓力、流量、聲波等具體特徵參數以及管道位置偏移、地基沉降、應力集中等可能危害管網健康的信息，對由此產生的風險如爆管、漏水、供水能力不足等進行及時預警，並結合水力學模型預測定位管道災害發生的位置，分析管網風險帶來的次生衍生災害事件，快速評估供水管網安全運行狀況，為應急處置提供輔助決策支持。

### ③ 排水設施監測前端系統

澳門內港地勢低窪，遭遇颱風、風暴潮等惡劣天氣時經常發生水浸及海水倒灌事件，急需及時掌握城市道橋的積水情況和各排澇站的工作情況，提供汛情預警信息並採取應對措施。

本系統通過對排水設施運行流量、液位、淤泥厚度、水質、可燃有毒氣體濃度、井蓋啓閉狀態、泵站運行狀態、排出口處流量、河道水位、閘門啓閉狀態、易積水點水位和現場視頻、雨量等指標進行在綫監測，實現對排水設施運行狀態的實時感知，對排水管網、泵站等設施可能發生的異常情況以及安全隱患進行及時報警、預測預警與分析，為防洪指揮調度和污水輸送調度提供基礎數據，並為排水管網水力學模型、城市暴雨內澇模型、防洪指揮調度模型和污水輸送調度模型校驗提供數據支撐。

### (3) 網絡傳輸工程

網絡傳輸工程主要包括前端物聯網採集傳輸網絡和信息交換共享傳輸網絡。

前端物聯網採集傳輸網絡主要包括橋梁採集傳輸系統和管網採集傳輸系統。在橋梁採集傳輸系統中，為滿足傳輸加速度傳感器、沉降監測

儀、靜力水準儀、動態稱重系統、位移傳感器及視頻傳感器等信息傳輸要求，每座橋需租用 30Mbps 運營商專用綫路。在管網採集傳輸系統，因傳感器安裝位置較為分散，選用佈設較為靈活的無線傳輸網絡進行信息傳輸。

信息交換共享傳輸網絡主要實現城市安全運行綜合監測與應急指揮中心與相關部門或分中心之間的信息交互及共享。考慮到共享信息中 BIM 模型更新發佈會產生較大的數據傳輸量，中心與相關部門之間需採用 100Mbps 傳輸帶寬。

## (五) 應急指揮應用系統

### (1) 應急值守系統

主要實現突發事件信息的上傳下達，例行報告的生成與報送，接報情況的統計分析，預警信息的接收和查詢，應急席位狀態監控，應急相關組織機構信息的維護，以及相關人員通訊錄等業務功能。

### (2) 資源管理系統

實現對人員、物資、資金、醫療衛生、交通運輸、通信保障等各類應急資源和能力的管理，根據應急預案制定應急資源優化配置方案，支持應急工作的高效進行。

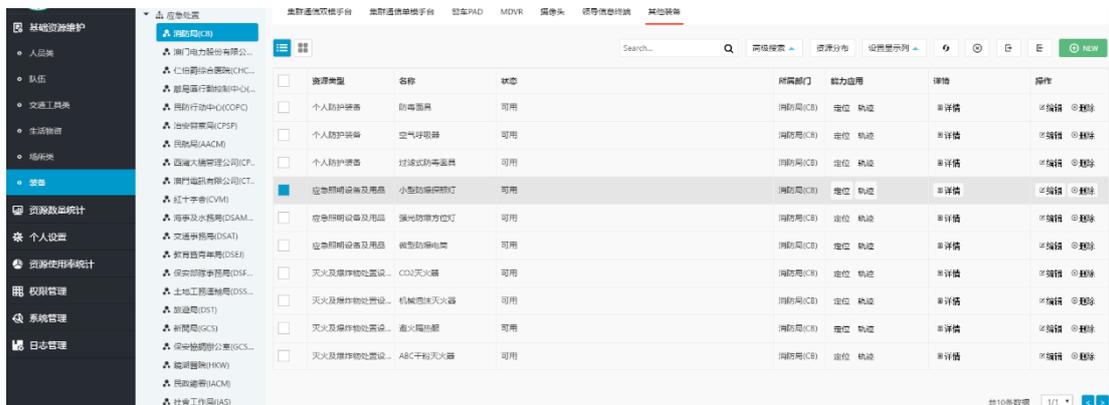


圖 4-13 資源管理系統 (資源列表界面示例)

### (3) 情景交互系統

梳理、過濾災害和突發事件相關信息，以專題方式進行信息的綜合展示，支持決策者直觀瞭解應急行動整體態勢。



圖 4-14 情景交互系統（示例）

#### (4) 突發事件分析研判系統

通過接入相關業務部門的數據和服務，系統結合實時信息，運用綜合預測分析模型，進行快速計算，對事態發展模擬分析，包括可能的影響範圍、影響方式、持續時間和危害程度等，預測潛在的次生、衍生事件，並為後續相關預警分級和發佈策略提供支持。

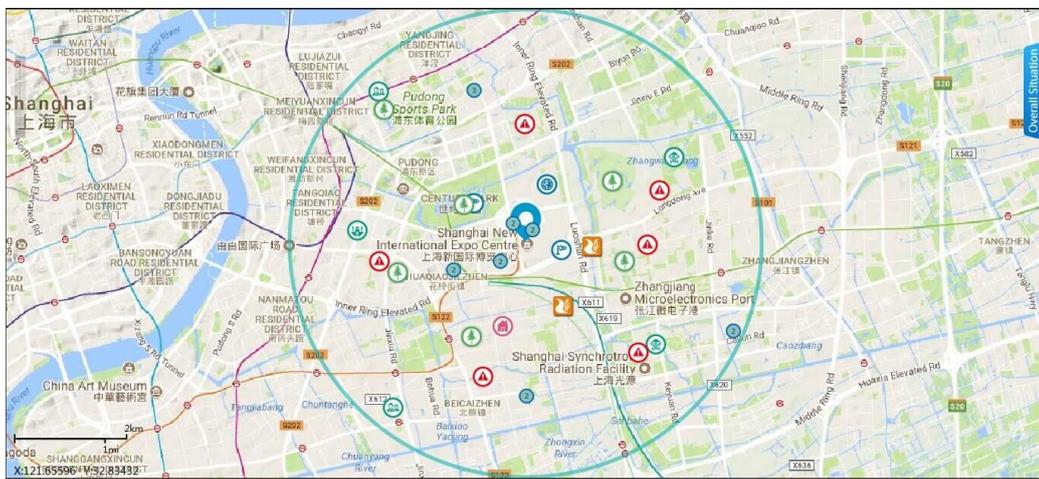


圖 4-15 突發事件分析研判（周邊環境分析界面示例）

#### (5) 預警信息發佈系統

預警信息發佈對全澳範圍內的預警事件信息進行統計、管理、審核與備案，並結合突發事件分析態勢結果，利用多種預警信息發佈技術手段，如手機 APP，微信，微博，Facebook 等，根據發佈對象的特點形成

發佈策略從而進行靶向發佈，合理使用資源，增強預警信息發佈時效和接收效果。

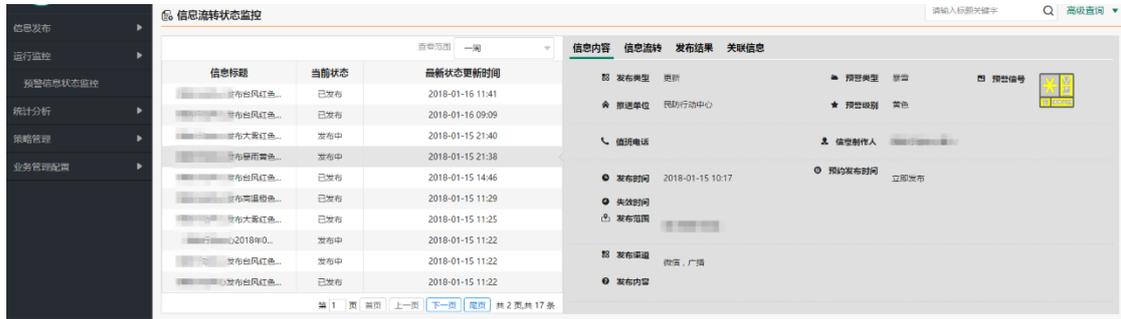


圖 4-16 預警信息發佈系統（預警列表界面示例）

### (6) 智能輔助方案系統

通過智能檢索和匹配技術，利用數字預案、預測預警模型分析結果、歷史案例和現場情況等信息，經用戶適度參與調整，生成處置方案，並幫助決策者全面瞭解應急行動的整體趨勢、相關處置部門及其職責等。

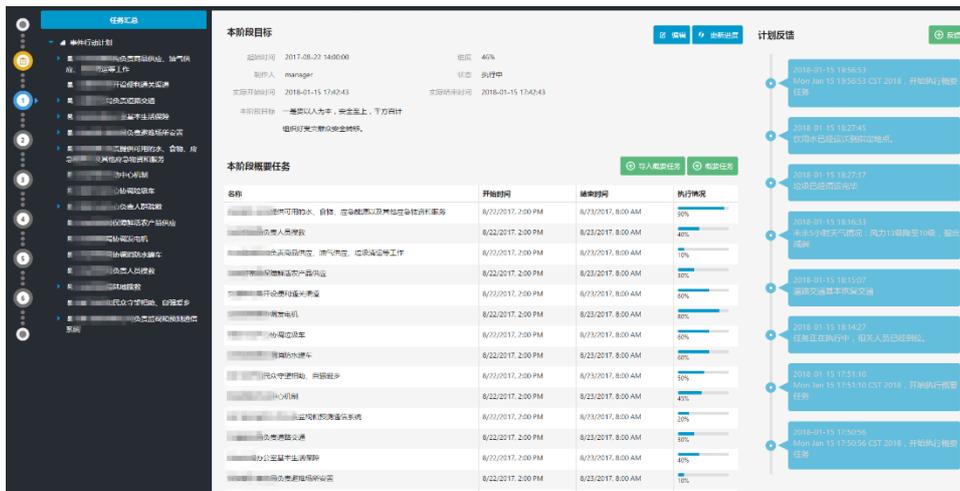


圖 4-17 智能輔助方案系統（行動任務情況匯總界面示例）

### (7) 指揮調度系統

指揮調度系統支持應急指揮中心向各民防架構成員部門分發任務，協調任務執行過程中出現的問題，並接收部門任務反饋，直觀地向應急指揮人員顯示事件處置進程，輔助指揮人員做出進一步處理決策，從而實現協同指揮、有序調度和有效監督，提高應急效率。

## (8) 模擬演練系統

提供靈活的場景設置、腳本編輯和過程控制等功能。同時支持演練全程記錄與回放、演練效果評估，從而直觀地檢驗各應急機構和人員在事件處置過程中的應對能力，以及應急預案、方案、處置流程的合理性與有效性。



圖 4-18 模擬演練系統（過程控制界面示例）

## (9) 新聞發佈系統（門戶）

建立民防應急指揮中心門戶網站，向社會公眾發佈各類突發事件的預警以及最新進展等信息，支持查閱各類預警和突發事件的歷史信息，提供各類突發事件的應急常識以及相關的應急手冊，幫助提升公眾應急自救互救能力。

## (10) 現場手持移動應急終端

基於智能移動設備，內置定位模塊和高分辨率攝像頭，安裝應急客戶端軟件，利用移動通信網絡實現語音通話、圖像採集與傳輸、通訊錄管理、事件信息群發、GIS 地圖管理、位置標示、地理數據採集、草圖繪製、預案查詢、文件上傳下載、視頻監控等功能。

(六) 城市安全運行專項應用系統。主要包括城市安全綜合應用系統和橋梁、供水管網、排水設施等專項應用系統。

## (1) 城市安全綜合應用系統

包括城市生命綫全壽命周期信息管理子系統、城市安全綜合分析子系統和突發事件綜合應急輔助分析子系統，具體如下。

**城市生命綫全壽命周期管理子系統：**主要包括生命綫工程基礎檔案、隱患檔案、預警信息檔案、突發事件檔案、維護維修檔案、安全評估檔案以及周邊環境信息。

**城市安全綜合分析子系統：**主要包括風險評估數據融合處理、綜合風險評估模型、綜合風險評估報告管理和城市風險評估綜合一張圖。

**突發事件綜合應急輔助分析子系統：**針對惡劣天氣、事故災難和人為破壞等突發事件可能造成的城市生命綫破壞以及可能產生的次生衍生災害進行綜合預測預警與處置建議，同時系統提供針對不同類型突發事件處置所需的應急資源，實現與應急指揮應用系統的資源共享。

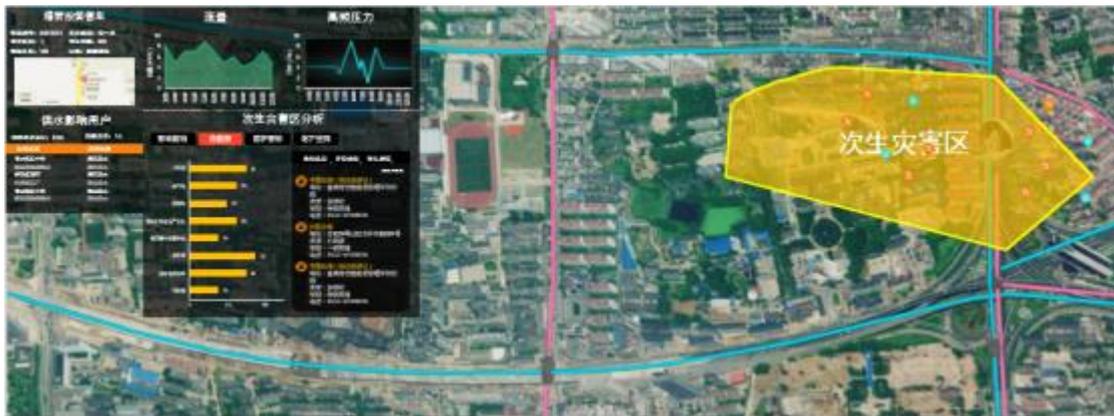


圖 4-19 次生衍生災害綜合預測預警示意圖



圖 4-20 協同處置建議界面示例圖



圖 4-21 應急保障分析界面示例圖

## (2) 橋梁專項應用系統

本專項系統由四項功能組成，如下所述：

**橋梁基礎信息管理：**實現對城市橋梁基礎信息的一體化、精細化、可視化管理，使橋梁管理“基本信息清楚，安全運行情況明晰”。

**監測運行可視化：**將橋梁監測系統中功能性的信息以集成的方式顯示於用戶終端，包括橋梁三維可視化、接入信息顯示、數據預處理和查詢信息顯示等模塊。

**預警管理模塊：**對橋梁安全事故的預測預警是建設橋梁監測系統的核心目標。除了常規的對橋梁結構安全危險的分級預警，針對颱風等極端環境影響橋梁安全的因素，監測系統也分別設置預警功能。

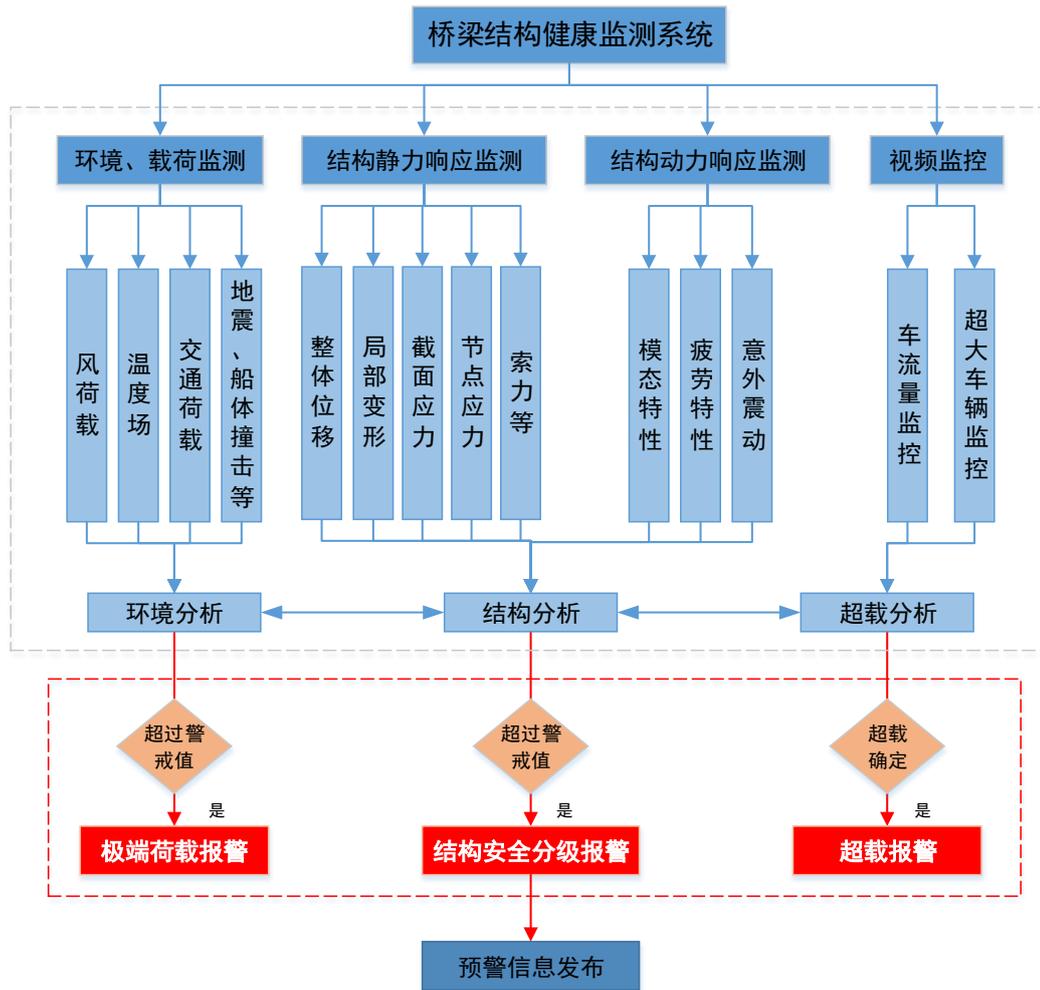


圖 4-22 預警發佈系統示意圖

**輔助決策支持：**定期進行橋梁性能、預警統計等深度分析，將專業分析報告提供給相關的管理部門，使其對橋梁運行狀況有全面、宏觀的把控。針對橋梁安全預警事件，系統可自動關聯預案、案例、知識、現行的處理規範、以及匹配事件處置相關的機構和人員。

### (3) 供水專項應用系統

本專項系統包括基礎數據管理子系統、管網綜合監測子系統、管網在綫預警子系統、管網風險評估子系統、應急支持決策子系統和管網實時模擬子系統。

**基礎數據管理子系統：**提供對供水管網安全監測平台全部基礎數據的統一管理功能，為各子系統提供數據支持，實現對管網綜合監測信息、

管網屬性信息、歷史漏損信息、周邊地質信息等多源數據的快速導入、維護、分析、共享和使用。

**管網風險評估子系統：**對地下管網風險隱患造成影響和損失的可能性進行量化評估，建立風險評估模型，對管網資產、供水管道資產、歷史事故記錄、漏水信息、在綫監測信息等信息進行綜合分析，識別需要重點關注的高風險區域，定期發佈風險評估報告，為地下管網安全管理提供決策依據。

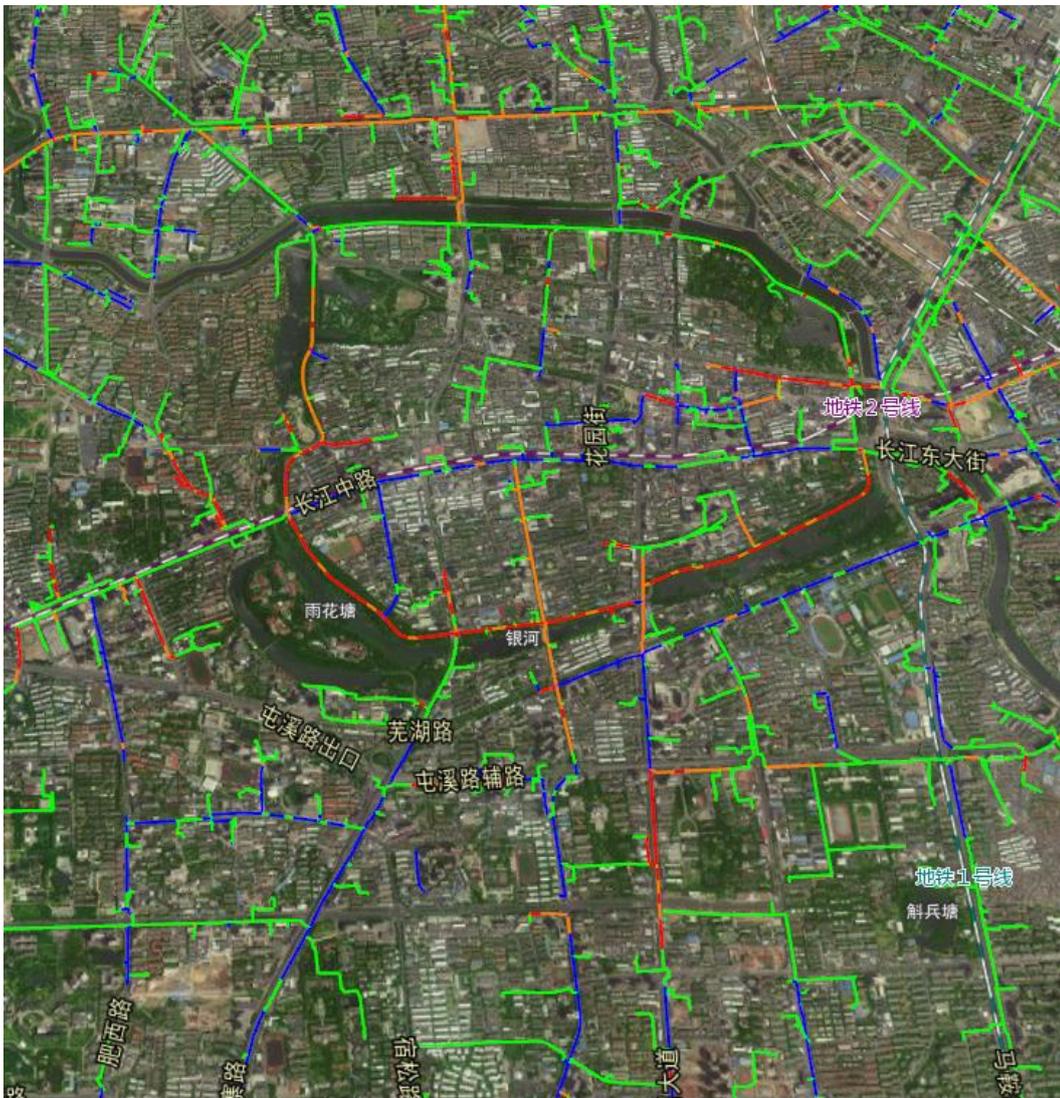


圖 4-23 評估模型展示界面示例圖

**管網綜合監測子系統：**綜合監控壓力、流量、漏損聲波等關鍵信息，實現供水管網安全運行的動態監控。通過將地理信息數據、管網數據、

監測數據整合在統一的信息平台中，實現信息的綜合管理與共享。通過地圖視圖、趨勢圖等方式將地理信息數據、管網基礎信息和實時監測數據通過地圖展現出來，並具有完整的監測點和信號點管理功能，實時準確獲知監測信息並進行分析。

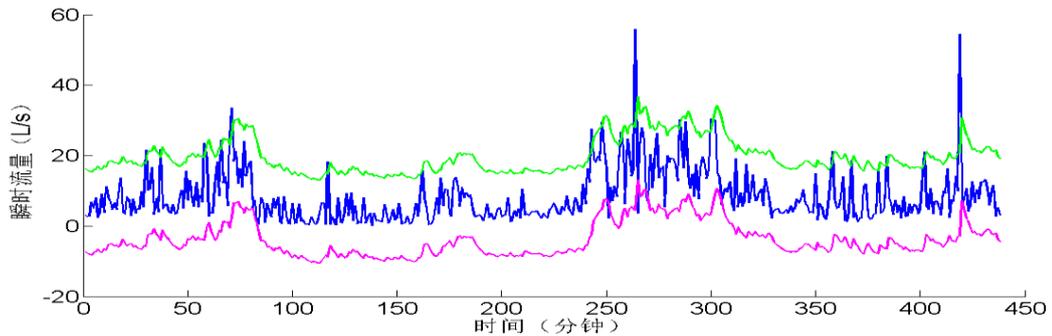


圖 4-24 管網流量監測示例圖

**泄漏與風險預警子系統：**通過建立適用的數據分析模型對信號進行在綫分析處理，對可能的爆管、漏水等潛在風險因素進行動態識別，並利用次生事件預測模型預測可能的後果，產生不同等級的預警預報信息，為城市供水安全隱患的快速排除提供決策依據。

**管網實時模擬子系統：**通過設立各種模擬情景，對可能影響供水安全的潛在情景、當前情景進行快速模擬，如爆管、漏損、高峰供水、管道維修等，生成仿真模擬結果，科學的掌握管網動態運行狀況，預測可能造成的後果。



圖 4-25 爆管模擬分析界面示例圖

**應急決策支持子系統：**針對應急事件進行分析研判並提供輔助方案，包括統計分析、智能輔助方案等模塊。可以對供水管綫安全事故可能引發的次生事件進行分析預測，通過對供水管網安全應急處置所需的各種資源進行管理，實現各種車輛、人員的定位，實現現場音頻、視頻的實時傳輸，實現監控中心與現場的應急指揮互動。

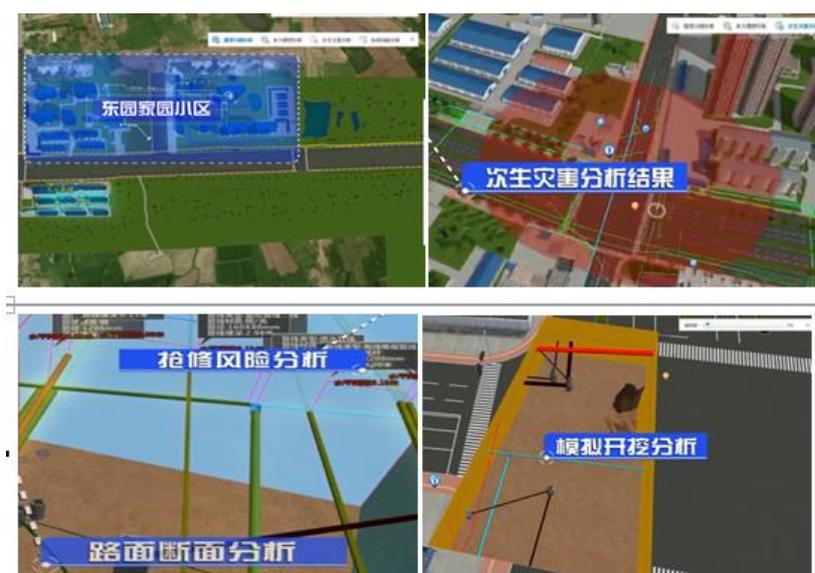


圖 4-26 安全事故智能分析輔助決策示例圖

#### (4) 排水設施專項應用系統

本專項系統主要包括基礎數據管理子系統、排水管網專業模型、三維可視化管理子系統、風險評估子系統、實時監測與報警子系統、預警分析子系統和輔助決策子系統。

**基礎數據管理子系統：**主要實現對排水管網和排水泵站等排水設施基礎數據的集成管理和顯示。系統提供對排水管網各類基礎數據的查詢、編輯和統計功能，滿足對排水管網各類基礎數據進行管理的需求；同時，系統以可視化的列表、圖表、報表等形式對排水管網各類基礎數據進行顯示，方便全面、直觀地獲取排水管網各類基礎數據信息。此外，系統還提供排水管網日常巡查養護數據、CCTV 檢測缺陷數據集成管理與顯

示，支持對管網各類缺陷情況分類統計。

**排水管網專業模型：**包括地表徑流過程模擬、徑流污染過程模擬和管網傳輸過程模擬，實現基於在綫監測與模型模擬的城市排水管網系統安全管理。



圖 4-27 基於在綫監測與模型模擬的安全管理解決方案

**排水管網三維可視化管理系統：**採用 BIM 建模技術，依據排水管網竣工圖紙進行三維建模。

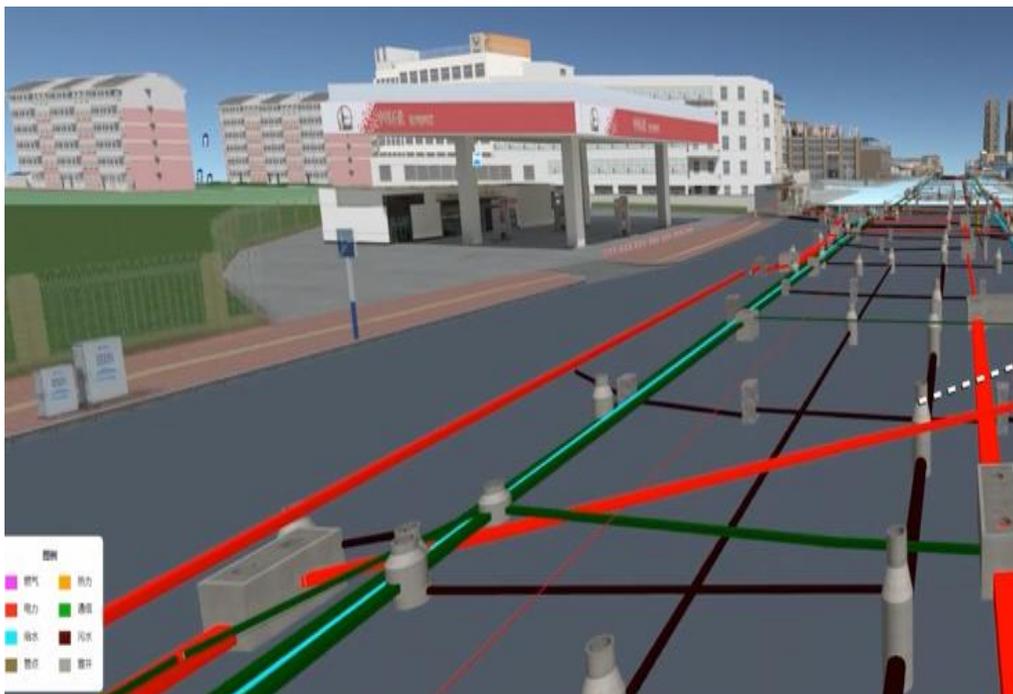


圖 4-28 排水管網三維可視化管理示例圖

**風險評估子系統：**對排水管網風險隱患造成影響和損失的可能性，定期對排水管網安全運行狀況進行風險評估，包括管道風險評估、管道淤積風險評估和雨水箱涵大空間爆炸風險評估，優化排水系統運行資源，進一步提高排水系統精細化管理水平。

**實時監測與報警子系統：**通過在綫監測排水系統運行狀態，實時採集前端設備的監測數據，全面掌握排水系統運行狀態，為排水系統風險評估、預警和模擬分析提供數據支持。

**預警分析子系統：**通過基於在綫監測與模型模擬的預測預警功能，實現排水管網系統運行故障及運行風險的早期預警、趨勢預測和綜合研判。

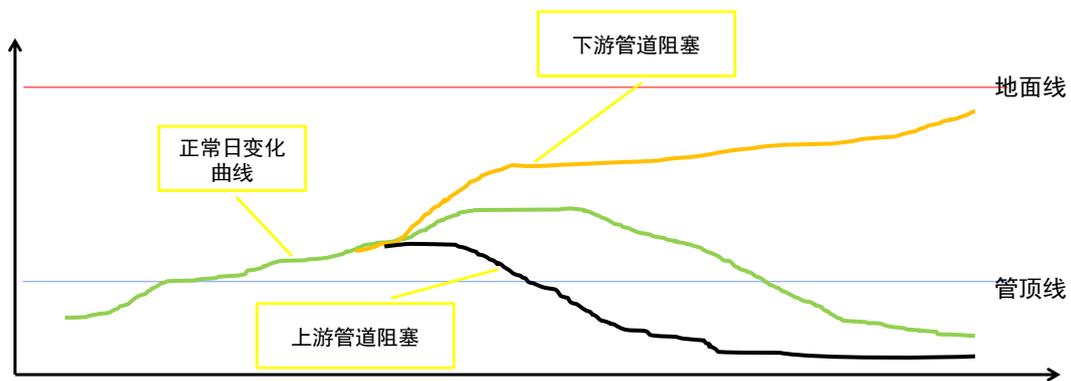


圖 4-29 管道淤積預警分析示意圖

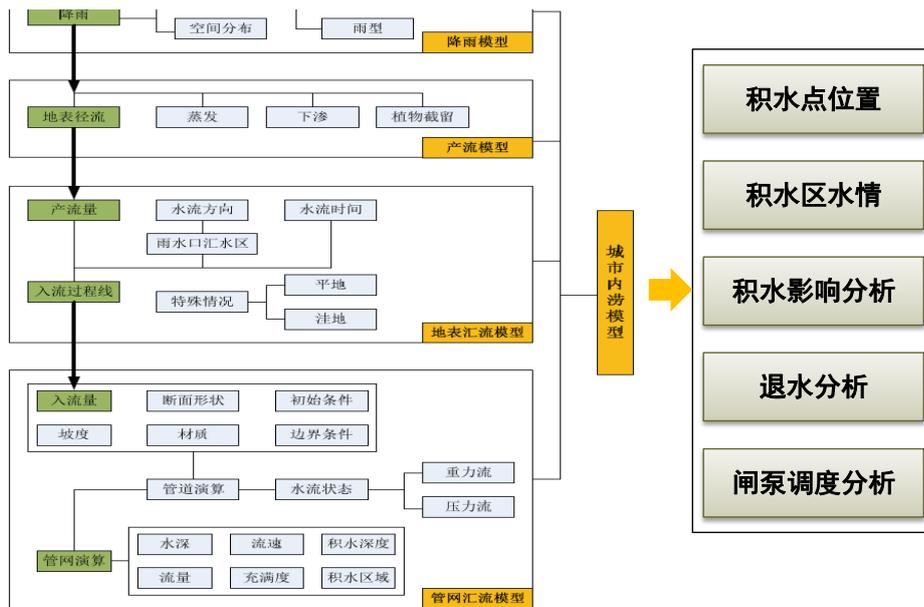


圖 4-30 暴雨內澇預警分析界面

**輔助決策子系統：**對排水系統安全運行問題進行分析研判並提供智能輔助決策方案，提供當前管網排水輸送能力分析、管道清淤分析、污水管網降雨入滲分析、合流制管網溢流污染分析和安全運行評估。

## 4.5 專業救援隊伍培訓基地建設項目

### 4.5.1 建設目標

**(一) 基地總體定位。**針對澳門特區城市特點與面臨的風險挑戰，重點結合“天鴿”颱風災害應對過程中暴露出的專業救援隊伍能力不足等問題，強化民防架構各成員單位專業救援隊伍應對突發事件的能力，確保有效防範和應對各類突發事件，保障公眾的生命財產安全。

**(二) 基地功能定位。**根據澳門特區突發事件的區域特徵和專業救援的需求，打造集救援產品儲備、應急物資儲備、決策指揮培訓、救援技能培訓、實戰演習培訓、綜合應急演練等多種功能於一體的專業救援隊伍培訓基地。

**(三) 基地整體目標。**吸收借鑒國內外成功經驗，從澳門實際出發，

建設規模適中、功能齊全、系統科學、裝備精良、設施完備的專業救援隊伍培訓基地，實景化構建各類災害事故場景，構建多災種、多類別的應急救援複雜條件，形成聯通互動、實時觀摩、模擬推演等功能的應急救援場所，打造平時培訓演練、急時應急的綜合運營模式。

#### 4.5.2 建設框架

(一)基地總體框架。專業救援隊伍培訓基地要實現救援產品儲備、應急物資儲備、決策指揮培訓、救援技能培訓、實戰演習培訓、綜合應急演練等多種功能於一體，其中核心功能是實訓演練。根據專業救援隊伍建設的能力需要，開展決策指揮培訓演練與專業技能培訓演練兩大功能模塊建設。圍繞這兩大模塊建設決策指揮演訓中心與專業技能實戰演訓基地(包含多個實戰演訓功能模塊)，培訓演練實現手段採用實戰場地、虛擬仿真、沙盤推演等。為實現基地多功能定位，還需配置物資裝備儲備、裝備技術試驗、職業技能認證等相關功能。

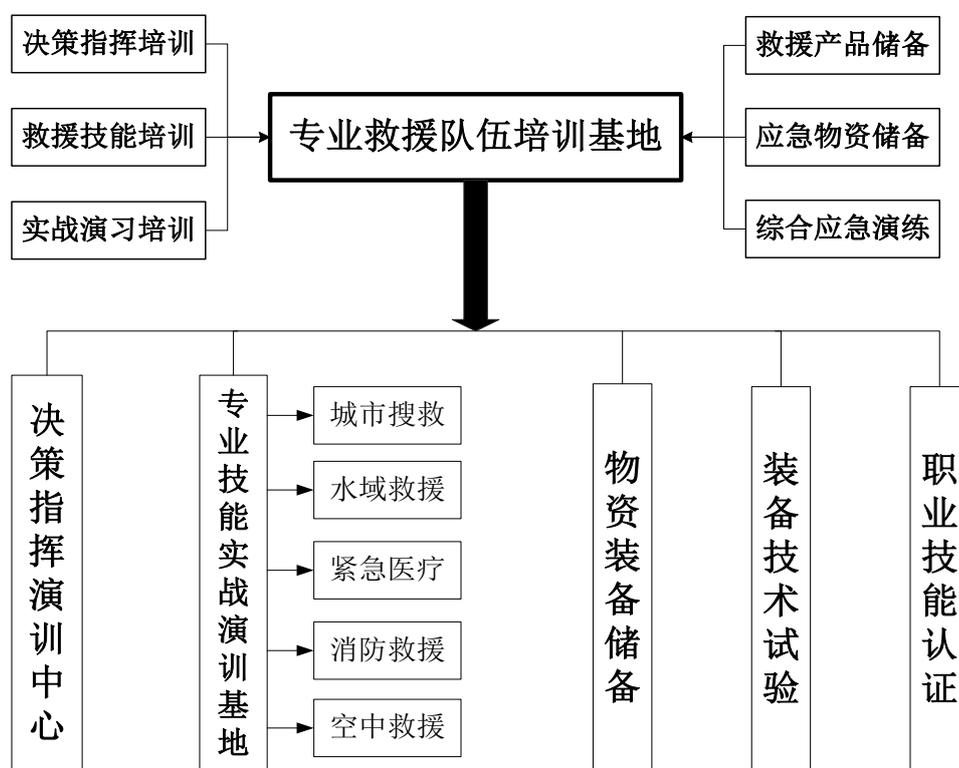


圖 4-31 專業救援隊伍培訓基地總體框架

(二) 决策指揮演訓中心。决策指揮演訓中心重點在於利用地圖、

沙盤、流程圖、計算機模擬、視頻會議等輔助手段，針對事先假定的演練情景，討論和推演應急決策及現場處置的過程。決策指揮演訓中心模擬建設應急指揮大廳、專家會商室、預案推演室、小組訓練室、新聞發佈廳等環境場所，通過室內桌面推演，為各級指揮管理人員培訓提供多種災害事故處置體驗式教學演訓平台，滿足各級指揮人員應對災害事故的體驗式應急管理培訓、演練與教學需要，使學員通過體驗式教學，深切感受各類災害事故的突發性、破壞性和震撼性以及應對難度大、處置規模廣、協調指揮極端複雜等特點，並通過體驗式培訓與演練，掌握災害事故處置中如何快速響應、決策、處置與協調，實現交互式推演與演練。

**（三）專業技能實戰演訓基地。**專業技能實戰演訓基地重點在於利用應急處置所需的設備和物資，針對事先設置的突發事件情景及其後續的發展情景，建造實戰場地環境，通過實際決策、行動和操作，完成真實應急響應的過程，從而檢驗和提高相關人員的臨場組織指揮、隊伍調動、應急處置技能和後勤保障等應急能力。專業技能實戰演訓基地根據澳門災害事故特點，模擬建造災害事故現場環境，由城市綜合救援、高層建築（火災）事故救援、空中綜合救援、緊急醫療救護、水上搜救救援等多個功能模塊區組成，每一功能模塊區可以單獨開展相關救援科目演訓，同時，各個功能模塊區根據城市功能進行組合，用於開展大規模、多點多發綜合性災害事故救援演訓。

**（四）其他功能模塊。**為實現基地多功能定位，還需配置物資裝備儲備、裝備技術試驗、職業技能認證等功能模塊區。應急物資、應急裝備、應急能源的穩定供應和儲備對於維持社會的正常運轉尤為重要，做好應急物資、應急裝備、應急能源儲運，在突發事件應急救援時保證及時供應。通過對各種類型災害情景的研究，總結歸納出適用於澳門本地實施救援的類別及方法，進而總結歸納出相應的應急救援裝備性能需求等，為裝備的研發、加工並且實現標準化提供支撐。建立健全救援職業教育體系，尤其是針對消防、緊急醫學救援等特殊領域，通過建立職業

技能認證體系，為澳門救援服務輸送大量專業性人才。

**（五）演訓實現手段。**決策指揮演訓中心模擬民防架構指揮體系相關功能與模塊。通過進行室內分組與相關會議室設計，開展桌面演練、參加培訓學員室內授課、召開應急救援培訓演練相關會議。同時，該中心在設計上可考慮同民防行動指揮中心互聯互通，確保在常態演訓過程中實現相關應急數據的調用，保證演訓工作的實用性與可操作性。

專業技能實戰演訓基地以實地災害場景模擬建造為主。模擬高層建築失火、水上與水下搜救、城市交通擁堵、人員被困孤島等災害事故環境，突出城市綜合應急救援，構建全景式城市災害事故環境，能夠開展針對澳門城市特點的各類突發情況演訓。

借助 VR 等現代信息技術開展仿真模擬。通過高科技聲光電 3D 等技術實現颱風、火災、水災、交通事故等災害的模擬、再現和體驗功能，使得受訓人員能夠在不動用真實裝備設施的情況下，開展決策指揮與救援技能訓練。

### 4.5.3 建設內容

**（一）決策指揮演訓中心。**決策指揮演訓中心為各級指揮管理人員提供日常的室內授課，救援決策的交互式桌面推演與演練，以及進階式演練與培訓效果評估。

#### （1）各類功能教室

根據演訓形式的需要，不同的教學培訓模式需要不同類型的功能教室，具體包括：專題講授用報告廳、會議室、階梯教室；案例教學用可分組教室；小組討論用研討教室；模擬演練用應急指揮大廳、專家會商室、數字沙盤推演室、虛擬現實廳、新聞發佈廳、媒體訪談室等；模擬演練用演練控制室、嘉賓觀摩室等；受訓人員心理實訓室、心理調適室、應急體驗室（3D、4D）等。

決策指揮演訓中心各功能室需要具備滿足決策指揮信息系統和業務

需要的軟硬件、網絡環境，包括互聯網、移動互聯網和衛星網絡，滿足決策指揮信息系統運行需要的軟、硬件環境（服務器、存儲設備、基礎軟件平台，GIS等應用軟件平台、平台安全、計算機、電話等）、平幕或環幕，電腦、網絡工程、視頻會議系統等。

## （2）各類演訓平台

立足應急仿真實訓，貼近實際，注重訓練。以決策指揮為主綫，利用聲光電技術、實景仿真技術、虛擬現實技術，再現突發事件情景及發展態勢，使受訓人員沉浸式體驗虛擬突發事件處置場景。強調情景模擬的實戰性、臨場感和可操控性，使人員培訓與領導決策指揮無縫銜接。為達到項目建設目標，建設兩大系統支撐項目：一是決策指揮推演平台與評估系統；二是公共基礎平台與基礎業務數據庫。

## （3）各類數據庫資源

打造決策指揮教學培訓在線平台，整合各個領域、各個行業、各個層級、國內外災害與應急管理教學培訓資源，包括應急管理培訓課程、大規模網絡公開課（慕課，MOOC）、應急管理專業證書培訓等各類教學培訓資源，採用視頻課程、課件講義、應急管理案例、應急演練方案與脚本等多種展現形式，建立應急決策指揮課程庫、案例庫、法規庫、演練庫、師資專家庫、專業技能培訓庫等。

## （4）決策指揮系統互聯互通

決策指揮演訓中心要具備城市指揮中心功能，同民防及應急協調專責部門的應急處置指揮中心互聯互通，確保決策指揮演訓工作的真實性、實戰性。同時，演訓系統與平台需要複製實戰指揮平台綜合應用系統與數據庫系統，建立數據同步機制。

（二）專業技能實戰演訓基地。根據澳門災害事故特點及本次“天鴿”颱風災害暴露出的短板與不足，建設專業技能實戰演訓基地，模擬各種常見的災害事故情景下的應急救援，模擬建造災害事故現場環境，

為各類災害緊急救援隊伍提供建(構)築物坍塌、火災事故、城市內澇、緊急醫療救護、水上搜救救援等災害事故的搜尋與救護技術培訓，使之具備多種災害現場及各種複雜條件下救援的技能、體能和專業知識，能夠承擔澳門緊急救援任務。

專業技能實戰演訓基地涵蓋各類突發事件、多層次、多角度的設定功能模塊區，按照分類設置、模塊組合、科技集成的原則，重點設置城市綜合救援功能模塊區、室內火災模擬搶救功能模塊區、水上水下及激流搶救功能模塊區、緊急醫療救護功能模塊區、空中救援模擬訓練功能區等。

### (1) 城市綜合救援功能模塊區

城市綜合救援功能模塊區包括基礎訓練場和應用訓練場，基礎訓練場分為切割與破拆技術訓練區、支撐技術訓練區、搜索訓練區、繩索聯結訓練區、生命探測器使用、醫療救護訓練區、空氣呼吸器訓練；應用訓練場分為高空搜索救援區、豎井搜索救援區、廢墟搜索救援區、管道搜索救援區和野營開設訓練區。

高空搜索救援區。主要包括工地塔式起重機事故救援、貨櫃碼頭吊掛機事故救援、纜車事故救援、游樂園高空橋梁及高塔事故救援、懸崖事故救援、超高層建築物事故救援及跳樓事故，高空救援主要配備包括高空拯救訓練塔、塔式起重機訓練塔、纜車訓練塔。

有限空間救助區。配備水平和垂直長隧道狹小空間設施，模擬隧道、豎井、地下水道、坑道、儲槽等地下局限空間災害等情境，訓練救援人員在這些情形下的救援技巧。提供基礎及進階的學員在狹小空間完成救助任務，受訓學員在危險環境下使用安全設備及技術。

倒塌傾斜建築物模擬訓練塔。提供仿真及具有挑戰的傾斜及倒塌的情境空間，主要執行城市搜救訓練場地，提升城市搜救技巧，其中設計地板均傾斜 18 度，包含建築物內的所有空間、門窗、通道、樓梯及設備均按 18 度傾斜設計，供學員模擬真實救援情境。

坍塌廢墟搜救區。配備實體建築物倒塌模型、溝渠坍塌、破裂瓦斯管及二次火災等模擬設施，訓練從狹小空間中搜尋並解救出受困者、破除並進入意外現場並能安全撤退以及使用支撐架方法。

## (2) 室內火災模擬搶救功能模塊區

根據典型高層建築火災事故特點，可構建各類火災模擬搶救訓練大樓（含住宅、工廠、危險物品倉庫、地下商場、餐廳、KTV、MTV、旅館、電影院等），內部所有設施均按實際比例建造，讓受訓人員模擬在逼真的環境中，瞭解火災發展的情勢及撲救方法。室內火災綜合模擬訓練大樓配套設施應包括消防自動報警系統、滅火系統、防排煙及人員疏散系統，用於模擬消防控制系統、火災自動報警系統、消火栓給水系統、自動噴水滅火系統等的工作狀況，模擬開展報警、滅火和人員疏散訓練。

室內火災綜合模擬訓練大樓應具備燃燒（高溫、濃煙）、煙氣流動、火勢蔓延和轟燃等模擬功能。其中，燃燒模擬應實現火焰、濃煙、高溫等場景，燃燒強度及範圍要可控；煙氣流動模擬應實現火場有毒煙氣在訓練室頂部的空間積聚、沿樓內走道水平方向流動，以及沿樓內樓梯井、電梯井等部位垂直方向流動；火勢蔓延模擬應實現火災火勢垂直蔓延、沿樓內樓梯井、電梯井，以及外窗等部位蔓延；轟燃模擬應實現建築火災轟燃，且在轟燃發生後，對濃煙和火焰能進行有效控制。

此外，室內火災綜合模擬訓練大樓還要配備相關的控制系統和安全監控系統。其中，控制系統包括背景音響系統、人造煙霧噴射器、自動點火系統、轟燃模擬裝置、煙氣流動控制系統、調光系統、溫控系統、濕度調控系統等。安全監控系統包括熱敏攝像機、脚步感知儀、紅外攝像監控系統、感應探測系統、遙控脈搏監測儀、對講系統等。

## (3) 水上水下搶救功能模塊區

水上水下搶救功能模塊區進行水上搜索、動靜水營救、溺水醫療救護、水下潛水等科目訓練，場地設置分為基礎訓練場、搜救應用訓練場、潛水訓練場。基礎訓練場分為繩索投擲訓練區、繩索聯結訓練區、手動

操舟訓練區、動力操舟訓練區、游泳訓練區等；搜救應用訓練場分為動水訓練區、湖心救援訓練區、中舟救援訓練區、急流水道訓練區，用以提升潛水人員的搜救技能及消防人員訓練急流救援技術；潛水訓練場分為深潛模擬室（仿真器減壓艙）、模擬激流池壓艙、模擬激流池水中切割及焊接訓練池、直升機吊挂入水拯救訓練系統、造浪設施、地下空間淹水訓練等。

#### **(4) 緊急醫療救護功能模塊區**

緊急醫療救護功能模塊區將各類救護設施集合於一處，受訓人員可一次進行整個模擬出勤過程，即由收到救護指令開始，繼而替病人進行評估、治療程序，以至最後移交病人及進行消毒程序。綜合訓練期間，受訓人員先在“模擬救護車廂”內接到指令，從車上卸下裝備後，攜帶裝備前往小組研討室內的模擬場景，並按病人評估模式為病人進行治療。學會使用抬床將病人送往模擬救護車廂，並在車廂內進一步治理、穩定情況、進行介入程序及檢查，最後將病人關往模擬急症室，以進行移交程序。

#### **(5) 空中救援模擬訓練功能區**

空中綜合救援是應急救援的方式之一，特指採用航空技術手段和技術裝備實施的一種應急救援。與其他應急救援方式比較，其獨特之處在於使用的技術條件和組織管理要求較高。澳門空中救援以區域合作為主，重點依靠香港飛行服務隊及廣東省南海第一救助飛行隊，加強空中救援跨區域協作。同時，鑒於空中綜合救援使用的裝備科技含量高，實施救援的主體需要經過專門訓練並貫徹專業化的救援原則，為此設立空中救援模擬訓練功能區。一方面，模擬訓練功能區內設有經民航局驗證公告的直升機起降平台，可隨時支持鄰近地區緊急空中救災任務作業，並提供受訓學員進行直升機立體三度空間吊挂救援等組合訓練。另一方面，災害發生區域，模擬交通擁堵、危險山區等常規應急救援裝備無法達到的災害情況，通過空中救援力量實施救援。

## (6) 操作監控塔

爲了監控專業技能實戰演訓基地各個功能模塊區訓練情形及便於有關領導和人員實地視察、觀摩，並確保受訓學員人身安全，在專業技能實戰演訓基地的核心點建設操作監控塔。通過與各功能區的系統連接，可進行訓練情境默認、監測、錄像及操控（含緊急關閉），監控演訓基地安全及緊急應變處置，及時指揮、調度人員進行災害救援兵棋訓練。

**(三) 應急救援技術試驗基地和物資儲備基地。**通過對各種類型災害事故情景的研究，總結歸納出實施救援的類別及方法，進而總結歸納出相應的應急救援裝備性能需求等關鍵技術，爲裝備的研發、加工並且實現標準化提供支撐。裝備技術試驗基地由試驗場地、裝備展示中心構成。試驗場地用於應急救援裝備新產品的現場試驗和改進加工；裝備展示中心用於展示應急救援裝備新產品，供參觀人員瞭解各種最新應急救援裝備產品。通過培訓演練，實現對應急救援裝備的展示和推廣，使得應急救援培訓演練和應急救援裝備新產品的研發、試驗、推廣結合在一起。

同時，基於應急救援的專業性，配備專業的救援裝備物資儲備，在專業隊伍救援培訓基地使用的救援設備與專用裝備既可用於救援演訓，也能滿足一定條件下的應急物資調配，實現應急救援物資裝備儲備的高效利用。

**(四) 標準化體系與職業化資格認證。**專業救援隊伍培訓基地建設，實現應急救援隊伍建設、人員管理、技能培訓、進階式演練的有機結合，推動應急救援標準體系構建。通過應急管理人員、專業技術救援人員的培訓管理，形成一套能夠與國際接軌、科學化、標準化的專業應急救援操作標準化流程、應急救援裝備的標準化管理和使用。實現專業救援人員的職業化資格認證，建立應急計劃、管理、崗位、人員等制度規範，使得應急救援的管理人員重視救援的標準化作業和統一管理，從軟實力角度增強應急救援的專業化水平。

#### 4.5.4 實現路徑

(一) **澳門本地建設模式**。專業救援隊伍培訓基地建設基於“國際一流、國內領先”的設計標準、高品質的建設標準，能夠快速提升澳門專業應急救援隊伍能力水平，提升澳門整體應急能力水平，在政策上、技術上、經濟效益和社會效益上均是可行的。

根據澳門突發事件特徵和經濟社會發展規劃，綜合考慮現有保安部隊高等學校、消防學校功能的完善，和正在規劃興建的警察學校等場所功能的提升，做到統籌規劃、分期建設、逐步推進，盡可能實現專業應急救援能力的快速覆蓋、應急裝備與物資的有效儲備、決策指揮演訓平台的互聯互通互補。

(二) **跨地建設模式**。廣東省珠海市與澳門在政治、經濟、文化和地理區域上聯繫緊密，雙方在共同開發、協作管理、深度融合等方面有著較為廣泛的空間。由於澳門土地資源空間有限，可以充分利用粵港澳合作機制和與珠海毗鄰的空間優勢，與廣東共建公共安全與應急管理培訓基地，發揮“一國兩制”的制度優勢。

籌劃和共建粵澳公共安全與應急管理培訓基地，既符合兩地健全公共安全體系、加強應急管理工作的共同需求，又符合習近平主席關於“支持澳門融入國家發展大局”的指示精神。建議雙方本著共商共建共管共享的原則，通過正常途徑探討合作方式、管理模式和共建目標及內容，力爭早日為提升澳門各級指揮員的應急管理能力，提升專業救援隊伍的專業水平，提升社會公眾自救互救能力做出貢獻，並成為澳門的重要應急救援物資儲備基地。

## 4.6 公共安全科普教育基地建設項目

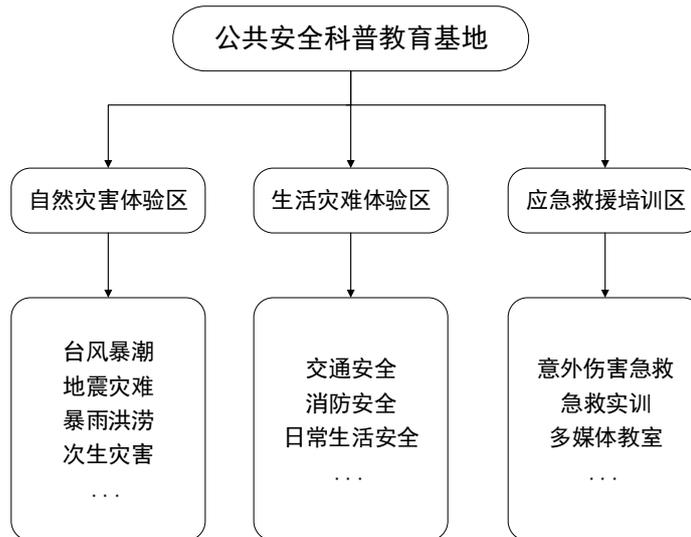
### 4.6.1 建設目標

公共安全科普教育基地建設以提高澳門突發事件風險憂患意識、提升居民面對突發事件的應急處置能力為目標，充分利用澳門現有科普教育場館、學校、社區、社團等公共資源，面向社會公眾、義工，特別是中小學生，通過模塊化的設計理念、分館式的設計方式，建設融宣傳教育、展覽體驗、演練實訓等功能於一體的綜合性防災減災科普宣傳教育基地，以實景模擬的形式向廣大居民宣傳安全知識技能，通過實景展現、模擬互動、寓教於樂的教育手段，帶領廣大參觀者學習安全知識和逃生技能。通過教育基地配備的專業講解員，帶領參觀者瞭解、體驗，解析安全知識，同時可以根據需求進行專業的安全知識深化培訓。

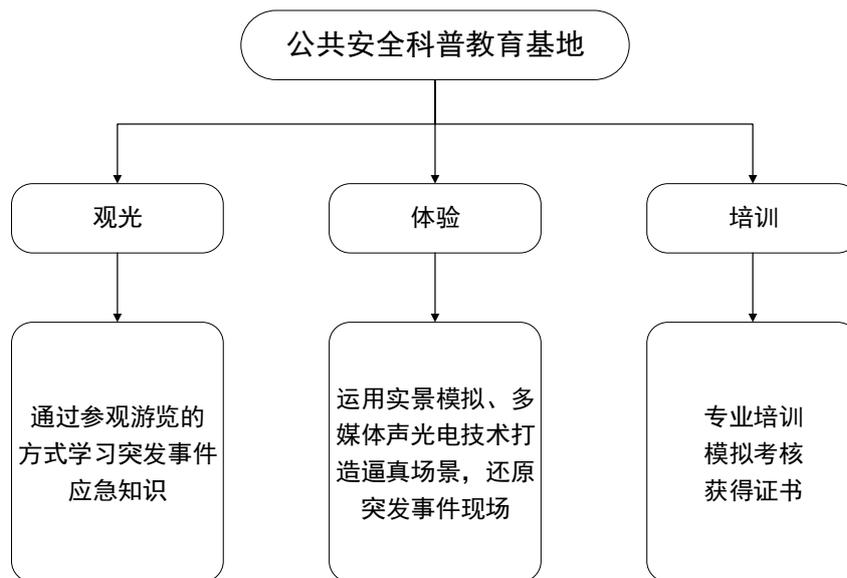
### 4.6.2 建設框架

（一）**建設原則**。一是運用多種展示方式。擯棄傳統展館以展板為主的展示模式，以實際體驗、遊戲、3D 動畫、多媒體展牆等多種展示方式和展示手段，增強展示內容的趣味性，提高視覺衝擊力。二是突出觀眾參與性。依據全新的設計理念要求，絕大多數內容均以參與體驗的形式展出，提高觀眾的參與性，激發參觀的主動性，提高展示宣傳的效果。三是突出科技元素。將高科技融入參觀展覽之中，採用聲光電和多媒體技術，建設基於真實三維環境的突發事件模擬仿真、沉浸式體驗等單元內容。

（二）**規劃內容**。場館分為三個區，包括自然災害體驗區、生活災難體驗區、應急救援培訓區，可採取先急後緩、分時段分節點的方式建設，將學校、社區、現有科普場館等作為場館的分結點。



(三) 體驗模式。公共安全科普教育基地通過觀光、體驗、培訓等方式，提升公眾科學素養和突發事件發生時的自救能力。



#### 4.6.3 建設內容

(一) 自然災害體驗區。將向參觀者展現各種氣象災害、海洋災害、洪水災害、地質災害、地震災害等。在互動區域，參觀者可以體驗颱風、風暴潮、海嘯、地震、暴雨、山洪、火山噴發等災害場景，並瞭解其引發的次生災難。

##### (1) 台風暴潮體驗區

##### ① 台風暴潮模擬體驗

表現形式：整個場景處於海邊碼頭，中間區域是一座登船吊橋，吊橋左側由環幕模擬海上場景，前方是游艇登船場景，右側是港口碼頭，下方採用真實水面，周圍牆體模擬台風暴潮來臨時效果，四周配備特效裝置，與影片同步，包括閃電、暴雨、大風等。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
台風暴潮體驗區	台風暴潮碼頭	穿越碼頭	不限	35-50

## ②自救影院

表現形式：通過投影機在大屏幕投出融合畫面，模擬台風暴潮等災害的防治以及安全隱患，讓參與者瞭解並且學會如何保護自身安全。參與者坐在各自的席位上觀看影片。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
台風暴潮體驗區	自救影院	學會自救逃生	不限	50-100

## (2) 洪水體驗區

### ① 洪水模擬逃生體驗

表現形式：通過實物造景與影像的結合演繹展示洪水的危險性，體驗當洪水來臨時的勢不可擋，通過一系列困難，如躲過障礙、翻越繩網、越過深坑、打開密封門等等，學會如何自救逃生。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
洪水體驗區	洪水模擬場景	洪水中感受	不限	35-50

## ②次生災害體驗區

表現形式：通過實物造景與影像的結合演繹各種自然災害所引發的次生災害，讓參觀者學習瞭解次生災害的種類以及帶來的危害等。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
次生災害體驗區	次生災害區	感受災害場景	不限	50-100

## (3) 地震體驗區

### ①地震模擬體驗

表現形式：通過6自由度地震模擬平台營造地震發生時的強烈震感。進入體驗區，通過6通道大屏幕觀看地震影像，視覺上仿佛被地震現場所包圍，同時還能感受到地震平台的震動，如同真實體驗了一次地震。通過這樣的體驗，讓參與者最直接的感受地震的危險性。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
地震體驗區	地震模擬平台	地震來臨感受	不限	30-50

## ②幻影成像

表現形式：通過實物與影像的結合演繹展示地震形成的原因，讓觀眾在震撼的演出中完整瞭解地震發生的全過程，初步具備一定的地震常識。展項牆體上設有觀看窗口，窗口內為演繹空間，裏面設計有場景模型、反射機構、投影機、背景繪畫、燈光系統等，實物模型與影像的完美疊加配合燈光和音效的同步演繹，使觀眾仿佛親臨地震現場，充分瞭解地震成因。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
地震體驗區	地震知識展區	地震知識	不限	不限

### ③地震通道

表現形式：通過雙通道投影地面互動形式來實現。參與者可以瞭解地震之前的預兆、地震發生過程中的場景變化以及地震結束後的景象，向參與者展示地震給人類造成的慘重災難，該展項的創意在於可以讓參與者設身處地的感受地震，瞭解地震，提高對地震的防範意識。展項由地面投影結合音響、燈光、動靜態畫面綜合組成，渲染氛圍強烈。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
地震體驗區	地震通道	地震來臨感受	不限	50-100

## (二) 生活災難體驗區

### (1) 交通安全區

包括道路交通、鐵路交通、水上交通和民用航空。

道路交通：將重點介紹道路交通基本法規、大型十字路口的通行方式、無信號燈過馬路、信號燈指示、人機混行、參觀者騎行自行車、惡劣氣候條件下出行的注意事項和案例分析。

鐵路交通：將介紹包括乘坐地鐵、普通列車、臥鋪車、高鐵等鐵路運輸工具的安全注意事項，從物品攜帶種類、貴重物品的保管、進站候車、乘車到下車等各個環節詳細描述。

水上交通：將介紹救生衣的穿戴和使用、評估所乘船舶的安全狀況、水上求生基本常識等涵蓋水上交通安全的各個方面。

民用航空：詳細介紹從進入候機樓值機一直到到達目的地後行李提取的各個環節的安全注意事項。另外還將介紹遭遇劫機，航班迫降等自我保護知識。

### ①沉船海上逃生

表現形式：依托泰坦尼克實體造型，通過展板、立體畫及多媒體技術模擬海上救援逃生等，展現世界海難和自救常識。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
交通安全區	海難逃生場景	感受海難逃生	不限	100-150

### ②航空迫降逃生

表現形式：通過實物造景加互動體驗設備模擬迫降成功的飛機，通過服務人員講解和演示，再加上实操體會，讓體驗者瞭解飛機迫降的避險常識和逃生方式、步驟，以提高實際逃生能力。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
交通安全區	航空逃生體驗區	航空迫降	不限	100-150

### ③ 公共汽車逃生

表現形式：通過“體驗小屋”模擬真實公共汽車，體驗者體驗道路上多發事故的隱患現象，並且通過事故引發公共汽車起火的危險狀況下，掌握如何正確、及時的逃生方法。利用投影技術、融合技術及虛擬現實技術，通過聲、光、電等視覺效果，體現出公共汽車行駛中的各種險情，瞭解碰撞起火時逃生的真實感受，掌握逃生的方法。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
交通安全區	公共汽車模擬逃生	安全逃生	不限	30-40

### ④ 車輛翻轉體驗

表現形式：正面是投影畫面，兩邊是靜態圖文，模擬公路路況，體驗者坐在安全翻轉座椅上體驗，現實畫面中突然出現一個物件，座椅跟著震顫，座椅傾斜，視頻出現滑行畫面，接著座椅翻轉 90°，視頻跟著翻轉，視頻模擬翻車後自救的過程。通過造景營造出公路上真實的車輛翻車情景，讓體驗者如同身臨其境，在發生事故時隨著畫面與車體的聯動，真實感覺車輛翻轉情形。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
交通安全區	道路交通	汽車翻轉 【4台模擬設備】	不限	12-16

### ⑤安全帶生命帶

表現形式：在確保體驗者人身安全的前提下，模擬低速運行車輛發生意外碰撞，切身體驗車輛發生碰撞時的自身感受及安全氣囊彈出時對人體的保護，增強體驗者的安全意識，培養乘車系安全帶的良好習慣。利用造景讓參觀者進入傾斜小屋中，感受喝醉酒後行車的效果。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
交通安全區	安全氣囊體驗	汽車碰撞安全	不限	10-100

## (2) 消防安全區

### ①火災區

重點介紹家庭失火、高樓失火、密集公共場所失火、汽車失火的自救方法。除了多種形式的講解外，在火災互動區，參觀者可以體驗如何使用滅火器以及烟霧逃生訓練。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
消防安全區	火災區	家庭逃生【4個家庭】	不限	50-100

### ②模擬設計消防逃生演練

情景一：三四位同學相聚，一樓有超市、服裝店、木器加工作坊等，突發火災，火勢猛烈，樓道被封堵，該如何應對？

情景二：因身體不舒服請假在家。在溫習功課時，發現對面三樓一住戶家中起火，烟霧很濃，火苗直竄。周圍很少有居民在家。這時怎麼辦？

情景三：家住三樓，對門住戶家中發生火災，門已被打開，樓道內烟霧很濃，有可能危及你家。該如何應對？

情景四：在書房溫習功課，媽媽在廚房做飯，油已下鍋，火已點著，突然聽到電話鈴聲，擔心外公在醫院發生意外，趕忙去接電話，火未關。5分鐘以後，油鍋起火。這時該怎麼辦？



### (3) 日常生活安全區

水電氣安全區：通過傳統展板、多媒體和視頻等多種手段介紹觸電事故、公共場所停電事故、電梯事故、煤氣事故、供水事故、飲水事故。主要傳授參觀者在遇到上述情況下的自救方法和安全防範意識。參觀者還可以在體驗區參與體驗：檢查燃氣管道是否漏氣、觸電的自救和救助他人、如何逃離煤氣泄漏的房間、分辨自來水是否安全等。

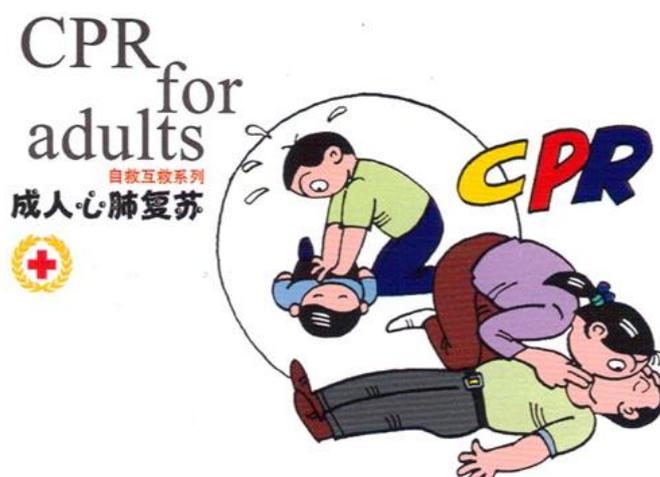


所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
日常生活安全區	水電氣區	水電氣知識講解及體驗	不限	10-30

### (三) 應急救援培訓區

#### (1) 意外傷害急救區

通過傳統展板、多媒體、視頻等多種手段循環展示日常意外發生時的急救常識，主要傳授參觀者在遇到意外傷害情況下的自救和救助他人的方法。參觀者還可以在體驗區參與體驗學習基本包扎、人工呼吸、基本日常消毒步驟等，進行現場模擬實踐。整個區域呈開放式，有利於參觀者挑選自己感興趣的項目進行參與體驗。



所屬區域	項目名稱	體驗內容	年齡階段	體驗人數
------	------	------	------	------

意外傷害急救區	急救中心	講解意外事故處理	不限	50-100
---------	------	----------	----	--------

(注：4.6.3節所引用圖片，部分來自於網絡)

## (2) 急救實訓區

生命急救實訓通過真人或假人為道具，參觀者在學習教程後通過輔導員輔導進行各種傷員傷勢的處理，體驗的宗旨是參觀者動手為主，輔導員輔導為輔。

### 4.6.4 實現路徑

(一) **突出資源整合，整體規劃佈局。**對公共安全科普教育基地建設進行系統性的整體規劃。將現有科普教育場館、學校、社區、社團等公共資源統籌納入規劃進行考慮。根據各自的條件進行不同的科普功能定位；在現行設施設備基礎上，不斷完善已有的各類科普實踐平台，將上述公共資源打造成科普節點，構建“開放式的科普教育基地”。

(二) **凝聚多方力量，共同參與建設。**政府部門、專家、義工、社會組織、社區志願者、學校師生以及相關私營單位共同參與設計和建設，發揮各自的特長和優勢，對澳門公共安全科普教育基地建設項目進行系統論證，探索形成從理論到實施一整套的科普基地建設模式，推動形成科普宣傳文化。

(三) **將科普教育基地納入旅遊資源體系。**公共安全科普基地資源是城市旅遊資源的特色部分，將旅遊與科普相結合，是將科普工作深度和廣度拓展的重要途徑。充分利用澳門作為世界旅遊休閒中心的地域優勢，打造開展公共安全科普旅遊，讓赴澳遊客在旅遊中獲得更多的科學知識，提高遊客的突發事件風險憂患意識和面對突發事件的應急處置能力，同時增強旅遊活動的樂趣。

**附件：**

- 1 · 關於提升澳門氣象業務能力的專題報告
- 2 · 關於提升澳門電力系統應對災害能力的專題報告
- 3 · 關於建設澳門內港擋潮閘的專題報告
- 4 · 關於加強澳門消防工作的專題報告

## 結束語

由於項目組對澳門防災減災救災和應急管理等情況的調研深度有限，報告編制時間短，本報告所作的分析和所提的建議僅供參考。期望澳門特區政府從實際出發，不斷優化應急管理體系，使澳門人民的獲得感、幸福感、安全感更加充實、更有保障、更可持續。

## 關於提升澳門氣象業務能力的專題報告

總結“天鴿”颱風災害監測預警及應急處置的經驗教訓，借鑒國內外氣象機構先進理念和做法，形成如下報告：

### 一、澳門災害性天氣概況

澳門位於華南沿海、珠江口西岸，北靠亞洲大陸東南部，南臨浩瀚的南海。澳門既受到來自低緯熱帶天氣系統的影響，又受到中、高緯西風帶大氣環流的影響。澳門的災害性天氣（惡劣天氣）主要包括颱風、風暴潮、暴雨、雷暴及強烈季候風等，而其中破壞力最強、危害最大的便是颱風。

衆所周知，西北太平洋和南海是全球颱風最活躍的海域，平均每年約有 27 個颱風生成（含熱帶風暴、強熱帶風暴、颱風、強颱風、超強颱風，此為中國內地颱風等級標準）。7-10 月為颱風生成的活躍期，期間共有 18.7 個颱風生成，占全年颱風總數的近 70%，以 8 月為最多，達 5.7 個，9 月次之，達 5.1 個。當然，由於每年海洋和大氣狀況的變化，颱風年度生成數是不一樣的，過去 68 年（1949-2016 年），生成颱風最多的是 1967 年，有 40 個颱風生成，最少的年份是 1998 年和 2010 年，只有 14 個颱風生成。

平均每年約有 7 個颱風登陸我國，登陸時段主要集中在 7-9 月，約占全年登陸數的 80%。登陸颱風最多的年份是 1971 年，有 12 個颱風登陸。登陸颱風最少的年份是 1950 年和 1951 年，只有 3 個颱風登陸。颱風登陸最頻繁的省份是廣東（圖 1，表 1），每年約有 2.8 個颱風登陸。

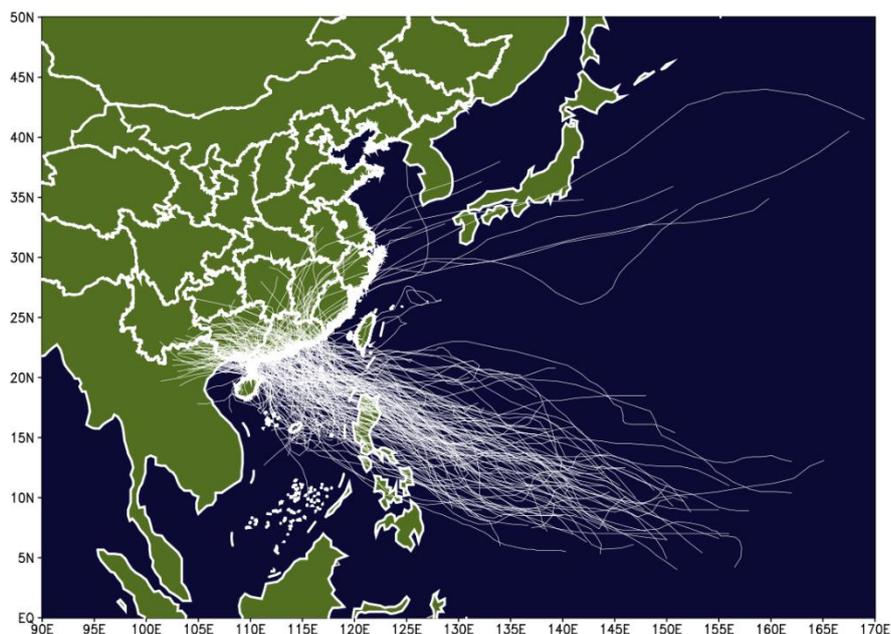


圖 1 1949-2016 年登陸粵港澳台風路徑圖

表 1 1949 年以來登陸粵港澳最強的 10 個颱風

(按登陸時最大 2 分鐘平均風速由大到小排序)

台风序号	国内编号	英文名称	中文名称	登陆强度	登陆时间	登陆省	登陆市
201523	1522	Mujigae	彩虹	52	2015/10/4	广东	湛江
199617	9615	SALLY	莎莉	50	1996/9/9	广东	吴川
196907	6903	Viola	薇奥拉	48	1969/7/28	广东	惠来
200816	0814	Hagupit	黑格比	48	2008/9/24	广东	电白
201713	1713	Hato	天鸽	45	2017/8/23	广东	珠海
195413	****	Ida	艾达	45	1954/8/30	广东	湛江
195719	****	Gloria	格洛丽亚	45	1957/9/22		澳门
196611	6608	Ora	奥拉	45	1966/7/26	广东	海康
199113	9111	Fred	弗雷德	45	1991/8/16	广东	徐闻
201209	1208	Vicente	韦森特	45	2012/7/24	广东	台山

## 二、存在的問題及面臨的挑戰

針對澳門惡劣天氣，地球物理暨氣象局經過長期的業務實踐和總結，制修訂了熱帶氣旋信號(第 16/2000 號行政命令)、風暴潮警告(第 15/2009 號行政命令)、暴雨警告(第 14/2004 號行政命令)、雷暴警告(第 14/2004

號行政命令)及強烈季候風信號等。圖2給出了1953-2016年澳門各月懸掛颱風信號總次數與西北太平洋(含南海)各月颱風生成平均數對比，即颱風風球信號懸掛的峰值月份正好對應颱風生成的活躍季。在應對“天鴿”颱風的預報預警服務過程中，氣象局基本按其現行業務規範發佈了相應級別的颱風預警及風暴潮警告信息，但由於氣象科學技術的局限性，對“天鴿”颱風近海快速加強的極端性估計不足，對“天鴿”颱風風暴潮與天文大潮疊加造成的極端高潮位估計不足。另外，現有的業務規範、預警標準及預報流程等還有待完善。

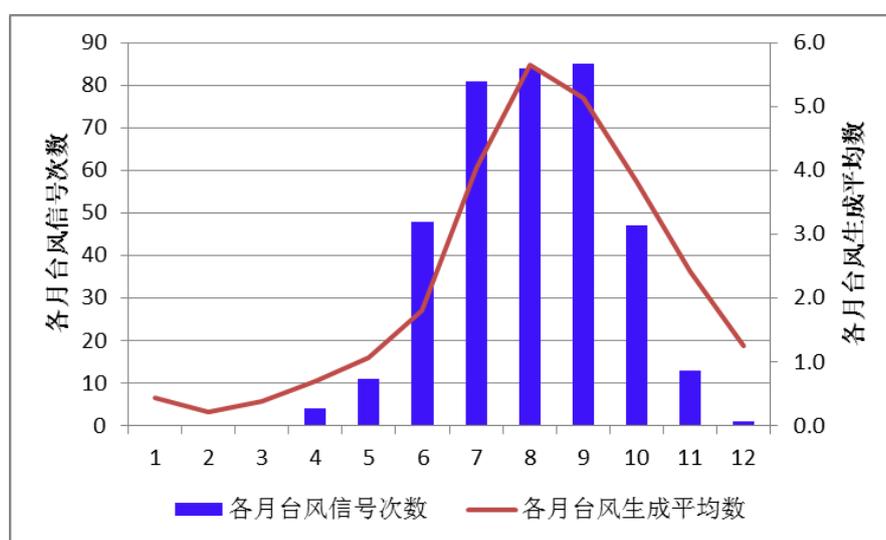


圖2 1953-2016年澳門逐月懸掛熱帶氣旋信號總次數

從全球範圍來看，隨著氣象觀測手段和技術的不斷發展，數值預報模式的不斷改進和升級，尤其是資料同化技術的發展應用以及計算機性能的快速提高等，數值模式的準確性越來越高，預報時效越來越長，並由此推動了包括我國在內的全球颱風業務預報的發展。近20年來，中央氣象台颱風路徑預報取得很大進展，其中24h路徑預報誤差和20年前相比減少了50%，48h路徑預報準確率和20年前24h預報準確率相當，而72h路徑預報甚至好於上世紀90年代初48h預報水平(圖3)。

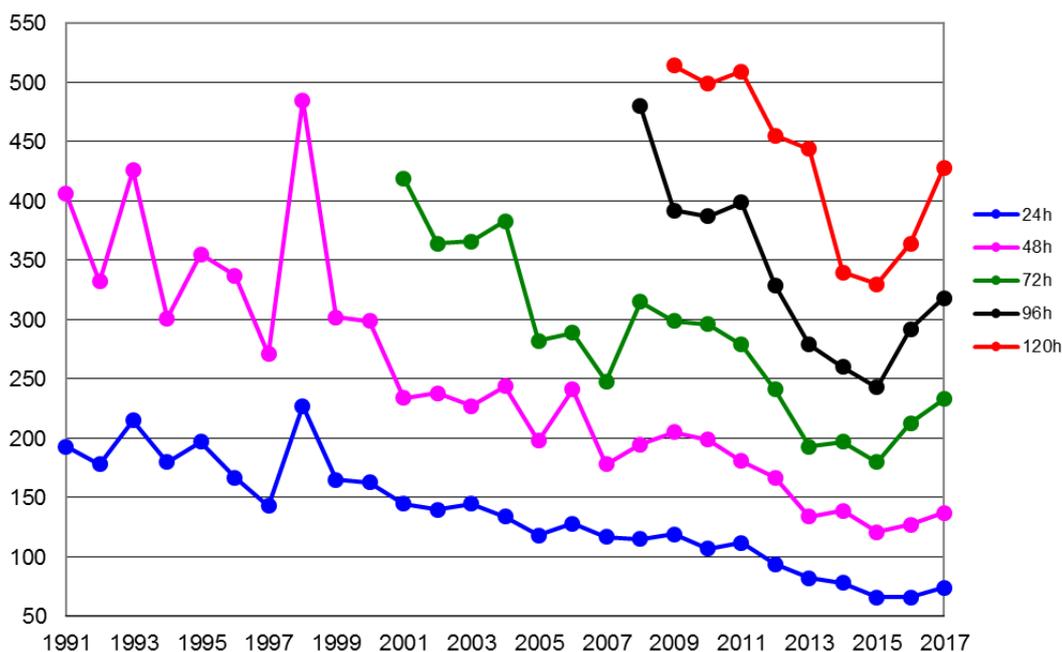


圖 3 中央氣象台 24-120h 颱風路徑預報誤差

雖然颱風路徑預報取得長足進步，但颱風強度預報進展依然不大，特別是對近海快速增強颱風還缺少客觀有效的判識指標和預報方法，對颱風造成的風暴潮預報預警精準度不高，颱風風雨預報能力與精細化防災減災救災需求還有不少差距。特別是在全球氣候變暖背景下，極端天氣事件呈多發、頻發趨勢，2017年8月23-27日4天之內，颱風“天鴿”和“帕卡”相繼襲擊澳門，“天鴿”更是創下了澳門自1953年有颱風觀測記錄以來影響澳門的最強颱風記錄。2017年8月下旬-9月下旬一個月內，北大西洋連續3個五級颶風“哈維”、“厄瑪”、“瑪利亞”重創美國和加勒比國家，其中“厄瑪”造成美國史上最大規模的應急撤離(佛羅裏達州約630萬民衆撤離)，7000名美國國家警衛隊、3000名當地警員、100架直升機參與救援。“厄瑪”導致美國90人遇難，經濟損失超過500億美元。

颱風所帶來的狂風、暴雨、海潮等災害不僅影響公眾的日常出行和基本生活，甚至會造成嚴重的人員傷亡、經濟損失和社會混亂。因此，為提高澳門防災減災救災的能力和水平，切實減少人員傷亡和財產損失，

保證澳門經濟社會可持續發展，對澳門氣象業務能力提出了更高、更迫切的要求。只有立足於防大災巨災的準備，切實加強災害性天氣監測、預警和服務能力建設，提升對災害性天氣、特別是極端天氣事件的預報預警準確率和精細化水平，才能更好地履職履責、才能為建設宜居宜業宜行宜遊宜樂的世界旅遊休閒中心保駕護航和當好參謀。

### 三、提升澳門氣象業務能力的建議

氣象業務能力建設是一個綜合性、系統性工程，涉及觀測（含地基、海基、空基、天基等）、研究、預報（含預報平台、預報方法、區域數值模式、全球數值模式、集合預報等）、服務、信息網絡及人才隊伍建設等衆多領域。受地域面積和人力資源等限制，以及從必要性和可行性角度出發，提升澳門綜合業務能力應堅持“有所為、有所不為”的原則，應先從業務規範、災害性天氣監測預警技術、預警發佈流程、人才隊伍建設等入手，抓細做實，補齊短板，同時加強與內地、香港及其他國際氣象機構的交流與合作，加強資料共享、業務技術引進和科研成果轉化，切實提高澳門氣象業務能力。

#### （一）修訂完善相關業務規範和標準

##### （1）修訂颱風風速觀測業務

目前全球主要颱風預警中心描述颱風風力大小所用平均時段不同，如中國內地用 2 分鐘平均風速、中國香港及日本用 10 分鐘平均風速，美國用 1 分鐘平均風速描述颱風強度。地球物理暨氣象局目前更多沿用 1 小時平均風速來表徵颱風強度，這樣做雖然有更好的歷史延續性，但無形中會“削弱”颱風的短時峰值強度，甚至會造成颱風風球信號懸挂滯後。在保留 1 小時平均風速觀測（主要用於歷史比對分析）基礎上，建議開展 10 分鐘或 2 分鐘平均風速觀測業務，既與周邊氣象機構保持更好的一致性、增加可比性，又能更準確捕捉颱風強度，及時發佈有效預警。

##### （2）修訂颱風等級標準

隨著全球變暖，以登陸颱風為代表的極端天氣事件呈現增多趨勢，2006 年超強颱風“桑美”、2014 年超強颱風“威馬遜”、2015 年超強颱風“彩虹”、2016 年超強颱風“莫蘭蒂”等登陸我國華東和華南沿海地區並造成嚴重影響。內地和香港分別於 2006 年和 2009 年修訂了颱風等級標準，將風力超過 12 級以上的颱風細分為颱風、強颱風、超強颱風（表 2）。這樣的細緻劃分不僅能更準確描述颱風強度，同時也更能引起政府和公眾的關注，從而採取更有效的防範應對措施，減少災害損失。畢竟，告訴公眾“颱風正在靠近澳門”和“超強颱風正在靠近澳門”所引起的關注程度和震撼效應是完全不一樣的。因此，建議參考周邊氣象部門現行颱風等級標準，結合澳門特點和過往使用習慣，對颱風等級標準進行修訂，制定科學、合理又被公眾廣泛認可的颱風等級標準，為更有效、更及時發佈颱風預警打下基礎。

表 2 中國大陸及港澳台氣象機構熱帶氣旋等級劃分

風力等級	大陸 (2006 年)	香港 (2009 年)	澳門	台灣
6 級	熱帶低壓	熱帶低氣壓	無明確定義	熱帶性低氣壓
7 級				
8 級	熱帶風暴	熱帶風暴	熱帶風暴	輕度颱風
9 級				
10 級	強熱帶風暴	強熱帶風暴	強熱帶風暴	
11 級				
12 級	颱風	颱風	颱風	中度颱風
13 級				
14 級	強颱風	強颱風		

風力等級	大陸 (2006 年)	香港 (2009 年)	澳門	台灣
15 級				
16 級	超強颱風	超強颱風		強烈颱風
17 級				
17 級以上				

### (3) 修訂颱風風暴潮警告等級標準

這次“天鴿”颱風災害暴露出風暴潮預報和警告不足的問題較為突出，目前澳門風暴潮最高警告級別是黑色，即“估計水位高於路面 1 米以上時”發佈風暴潮黑色警告。現行風暴潮警告等級是澳門特區《第 15/2009 號行政命令》頒佈時生效的，是在參照 2008 年 9 月颱風“黑格比”襲澳期間引起的高潮位後修訂的，“黑格比”最高潮位是 4.63m，而“天鴿”侵襲期間最高水位達 5.58m，比“黑格比”最高潮位高約近 1m。同時也注意到“天鴿”僅是強颱風級別（登陸時最大風速 45m/s），比 2006 年登陸浙閩交界的超強颱風“桑美”（登陸時最大風速 60m/s）和 2014 年登陸海南的超強颱風“威馬遜”（登陸時最大風速 70m/s）還有一定差距；另外，“天鴿”颱風襲澳期間移動速度達 25-30km/h，如果“天鴿”颱風維持當時強度情況下移速再慢一點，則造成的最高潮位還可能更高。因此從立足防超強颱風、防超高潮位的角度出發，有必要對現行風暴潮警告等級重新進行審視和修訂，並細化現有風暴潮警告等級，既警示風暴潮的嚴重程度，又科學指導防潮避險。

### (4) 完善颱風風球信號發佈規範

澳門現行熱帶氣旋信號（第 16/2000 號行政命令）分為一號、三號、八號、九號及十號風球，但對何時懸掛何種級別的風球並無明確說法，實際操作時會有一定的隨意性，並可能導致風球懸掛不及時（偏晚）。如

八號風球表示“熱帶氣旋繼續移動，而可能引致天氣情況惡化，風力平均時速由每小時 63km 至每小時 117km，陣風約達每小時 180km”，該表述最大的模糊之處在於並沒有明確要求應提前多長時間懸掛八號風球，是提前 12 小時或 6 小時？還是等風力平均時速達到標準（63-117km/h）後才懸掛八號風球？預警最重要的是要有時間提前量，讓下游用戶能有一定（或足夠）的時間採取相應措施來規避災害，既不至提前量太多導致過度防禦，又不至時間太緊導致措手不及。

內地關於颱風預警分為國家級預警和省級預警信號，國家級颱風紅色預警表示“預計未來 48 小時將有強颱風（中心附近最大平均風速 14-15 級）、超強颱風（中心附近最大平均風速 16 級及以上）登陸或影響我國沿海”；省級颱風紅色預警信號表示“6 小時內可能或者已經受熱帶氣旋影響，沿海或者陸地平均風力達 12 級以上，或者陣風達 14 級以上並可能持續”。國家級颱風紅色預警明確了最大時間提前量達 48 小時，省級颱風紅色預警信號最大時間提前量是 6 小時。

建議澳門在颱風預警信息發佈上盡可能及早讓民衆瞭解懸掛風球信號的可能時段，同時借鑒內地的做法和經驗，與民防相關部門協調，因應防災應變措施等需求，在民防總計劃或相關應急預案中，明確風球懸掛提前通報的時間，增強可操作性。另外，我們也注意到，澳門地球物理暨氣象局在應對緊隨“天鴿”之後的颱風“帕卡”時，做出了很好的改變嘗試，在當前懸掛 1 號風球情況下，預報明天是否會懸掛 3/8 號風球及懸掛 3/8 號風球的概率。這種提早“提前發聲、主動作為”的嘗試獲得澳門公衆和媒體的廣泛認可，也為未來探索完善颱風風球信號發佈規範打下了基礎。

**（二）加強氣象災害監測能力建設。**對災害準確、及時、有效的監測是災害預警及防災減災救災的基礎和前提。應加強災害監測站網佈局，彌補觀測短板，加強粵港澳地區監測資料共享能力建設，建立高效集成的多源資料處理平台，提高颱風、暴雨、雷暴等災害性天氣定量監測能力。

### **(1) 完善監測站網佈局**

在現有觀測能力基礎上，經科學評估（可聯合粵、港開展目標觀測試驗），彌補觀測盲點，完善風、雨、水、潮、浪、流等信息測報站網佈局。加強陸路交通幹綫和主要航道、重要輸電綫路沿綫、重要輸油（氣）設施、重要水利工程、重點保護區和旅遊區等的氣象災害和海洋監測設施建設；進一步加強東部和南部海面氣象觀測能力；在有條件的地方（如友誼大橋、港珠澳大橋）開展 10 米風和不同高度風的對比試驗，為不同高度風的定量訂正提供支撐，以便更準確描述不同災害性天氣風力大小；完善沿岸及離岸潮位站建設；在新增 85km<sup>2</sup> 海域開展海洋氣象海洋水文觀測，獲取海面風、氣壓、海浪波高、波向及波周期等觀測信息，為拓展海洋預報預警及服務奠定基礎。

### **(2) 加強粵港澳地區觀測資料共享能力建設**

近年來，中國內地及香港在珠江口附近及南海北部很多島嶼、浮標和石油平台上新增了自動氣象站和潮位站，這些觀測站在提高颱風、暴雨、強對流及風暴潮等災害監測能力方面發揮了重要作用，特別對提高颱風定位和定強分析精度方面功不可沒。氣象是沒有邊界（國界）的，影響澳門的災害性天氣系統可來自東、南、西、北各個方向，要做好澳門的天氣監測，必需要有更寬更廣的視野。特別是近年來中國內地持續加大衛星觀測投入力度，風雲三號 D 星和風雲四號 A 星即將投入業務運行，為災害天氣監測提供了新的支撐。因此，要加強與內地及香港地區觀測資料共享能力建設，升級網絡帶寬，提高資料共享的廣度和時效性，為切實提高氣象和海洋災害監測能力奠定基礎。

### **(3) 加強颱風定量監測能力**

加強一綫預報員技術培訓，建立規範的、世界氣象組織推薦的、全球各主要颱風中心廣泛應用的 DVORAK 颱風強度分析業務（圖 4），提高預報員對衛星定量分析和應用能力，提高預報員對台風雲型結構、眼區溫度、雲頂量溫（TBB）等與強度變化關係的認知能力，提高颱風強

度分析的客觀性和科學性，減少主觀性和隨意性。同時，要加強星載微波資料、雷達及海島、浮標、石油平台自動站等的綜合應用，切實提高颱風定位定強的準確性和時效性。

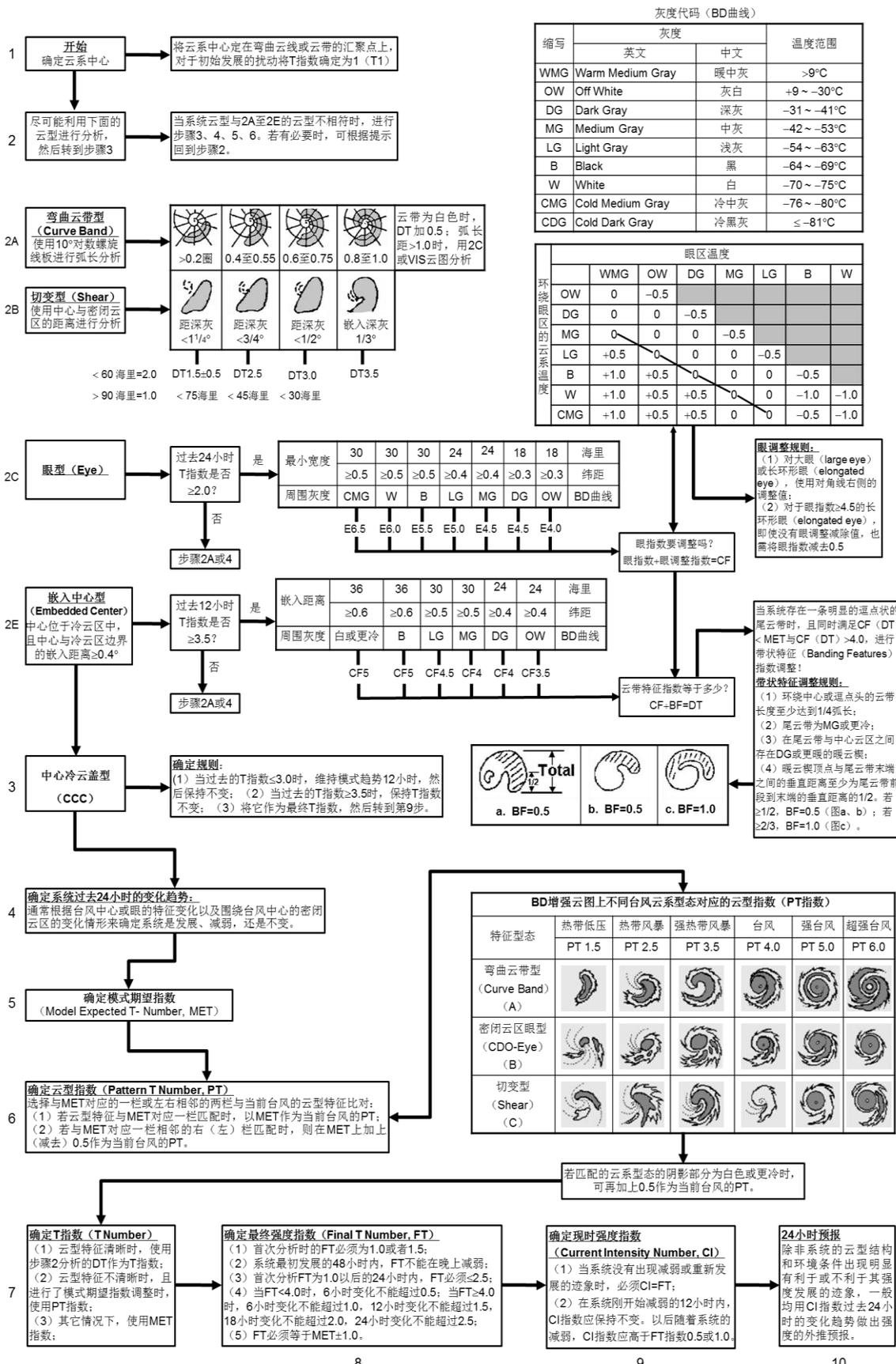


圖 4 DVORAK 颱風強度分析業務流程

#### **(4) 加強風暴潮及海洋水文等監測能力**

“天鴿”颱風災害最主要的致災因子是風暴潮。加強澳門沿海重點岸段、圍填海區域和敏感承災體沿岸潮位站建設，促進信息共享，構造環澳各區潮位“一張網”，開展沿海各岸段警戒潮位核定，劃定風暴潮重點防禦區，提升澳門風暴潮監測能力；在新增海域開展海洋水文環境觀測，獲取代表站點海浪波高、波向和海流等實時觀測數據，基於精細數值模式，構造環澳門及周邊海域海浪精細格點場，提升海洋水文環境監測能力。

#### **(5) 加強暴雨監測分析能力**

與華南其他大部地區一樣，澳門的主要降水時段分為前汛期和後汛期，前者主要是由北方冷空氣與低緯度暖濕空氣共同作用形成的，後者主要是由颱風和其他熱帶系統（熱帶低壓、熱帶擾動、東風波等）影響的結果。應綜合應用衛星、雷達、風廓綫、地面站及數值模式等加強對暴雨影響系統的監測分析，加強衛星、雷達降水估測等應用。颱風暴雨落區和強度主要受颱風自身結構、颱風周圍環流和天氣系統以及不同海岸、地形等影響，要加強高時空分辨率衛星（如葵花 8、風雲 4）、華南雷達組網等觀測資料的即時獲取，以便預報員第一時間掌握颱風及其他暴雨影響系統、中尺度對流系統特徵及其活動特點，提高暴雨監測分析能力。

#### **(6) 加強雷暴（強對流天氣）監測能力**

春夏季由於受冷空氣、南海及孟加拉灣水汽、低緯熱帶系統等影響，珠三角地區容易出現雷暴大風、颶綫等強對流天氣。要加強雷暴天氣環境流場識別、概念模型構建及找尋特徵物理量變化與強對流天氣的關係。綜合應用雷達基本反射率因子、組合反射率因子、垂直液態含水量等物理量場，實現強對流天氣系統及其屬性監測；基於氣象衛星探測的雲頂亮溫及亮溫梯度等輻射特徵和隨時空演變，監測中尺度對流系統的雲型分佈、移動、生消合並等特徵；實現閃電分佈特徵的監測；基於快速循

環同化資料及精細數值模式，實現強對流天氣快速分析和診斷；開展基於閾值的強對流天氣自動監測報警業務。

### **(7) 建立高效集成的資料處理平台**

隨著數值預報模式精細化程度的提升和高時空分辨率的衛星、雷達以及分鐘級/秒級自動觀測站數據的應用，氣象監測數據量級呈幾何級增長，需開發對陸基、島嶼、船舶、浮標、衛星、雷達、數值模式等多源異類海量數據的處理和高效集成顯示，提高對各類氣象監測信息的立體化（海、陸、空）、精細化和客觀化分析水平，實現對主要災害性天氣的全天候、無縫隙、快速、準確監測能力。

**(三) 加強氣象災害預報預警能力建設。**建立以數值預報為基礎，以高性能業務平台為支撐，各種主客觀方法相結合的災害性天氣預報預警業務，建立包括領導、主管和氣象專業人員參與討論的災害性天氣會商機制，提升對颱風、暴雨、雷暴、風暴潮等災害預報預警能力。

#### **(1) 提高颱風路徑、強度、風雨預報預警能力**

颱風路徑、強度及風雨預報是防颱減災的關鍵。颱風路徑受颱風內部結構和外部環境等諸多因素共同影響。在監測手段不多、對颱風基礎理論認知水平不高、數值模式準確性較差的年代，颱風路徑預報往往依賴於外推預報、相似預報或氣候持續性預報方法等。當前，隨著颱風探測手段日趨豐富、颱風理論認知水平逐步提高、計算機性能和數值預報模式的快速發展，颱風路徑、強度及風雨預報已由半經驗半理論的定性預報方法，發展到以數值預報為基礎，以人機交互處理系統為平台，綜合應用多種資料和方法的預報技術路綫。應通過對典型颱風災害個例的深度分析和總結，提高預報員對颱風路徑、強度變化及颱風暴雨落區、強度機理認知水平。颱風業務預報的核心支撐來自於數值模式，但澳門區域太小，沒有必要也沒有實力發展數值模式，但要瞭解數值預報，要發展對區域數值模式和集合預報的解釋應用和定量訂正技術，要在數值預報的基礎上做“加法”；建立影響澳門颱風的物理概念模型；發展基

於客觀物理量和集合預報相結合的颱風強度客觀預報方法；通過空間降尺度和時間降尺度技術獲取時空分辨率更高的降水產品，加強多模式降水預報集成以及主客觀降水預報融合等技術研究和應用，提高颱風降水精細預報能力。

### **(2) 提高雷暴（強對流）預報預警能力**

基於雷達和靜止衛星資料，利用 TITAN 算法和 MCS 對流識別、追蹤、外推技術，實現強對流天氣系統臨近預報；基於特徵物理量“配料法”，利用區域數值預報、全球數值預報和集合預報產品等，實現分類強對流天氣（雷暴、雷暴大風、短時強降水、冰雹）短期（含概率）預報。

### **(3) 提高風暴潮預報預警能力**

建立颱風風暴潮、海浪等海洋災害監測信息和管理數據庫；通過風暴潮個例回算，重現典型風暴潮場景，為改進和優化風暴潮預報奠定基礎；結合澳門水文環境和周邊海域地理狀況，有條件改進和完善風暴潮數值模式系統，發展風暴潮集合數值預報模式，給出不同程度風暴潮災害可能出現的概率，為有效防範風暴潮災害提供更多參考。

### **(4) 開展颱風、風暴潮等典型災害風險評估業務**

基於典型個例和歷史資料，通過技術交流和引進，聯合相關部門探索構建颱風、暴雨、高溫、寒冷等極端或高影響天氣的評估模型，嘗試開展主要氣象災害影響評估業務。開展澳門風暴潮災害風險區劃，編制風暴潮災害風險圖，逐步建立基於精細地理信息和承災體信息等的風暴潮災害風險評估。

### **(5) 建立災害預警聯動會商機制**

不同災害性天氣的可預報性或預報難度是不一樣的，現今數值預報模式和各類觀測/分析資料提供了海量可供參考的信息，而預報員個體的知識、經驗和時間是相對有限的，因此，面對災害性天氣時，舉行集體

會商是非常有必要的。建議應建立包括領導、主管和氣象專業人員參與的災害性天氣會商機制。同時加快培養高級氣象專業技術人才，加快推動氣象綜合分析系統和客觀預報系統的建設，逐步創造條件，適時建立首席預報員負責制的會商機制和業務流程。建立粵港澳重大災害預警聯動會商機制，當遇有颱風等重大災害性天氣時，粵港澳任何一方可申請或組織聯合會商，內地國家級業務單位（中央氣象台）也可召集或參與聯合會商（圖 5），這樣既能充分溝通交流（提醒），又盡可能保持預警的一致性，減少公眾的猜疑和混淆。

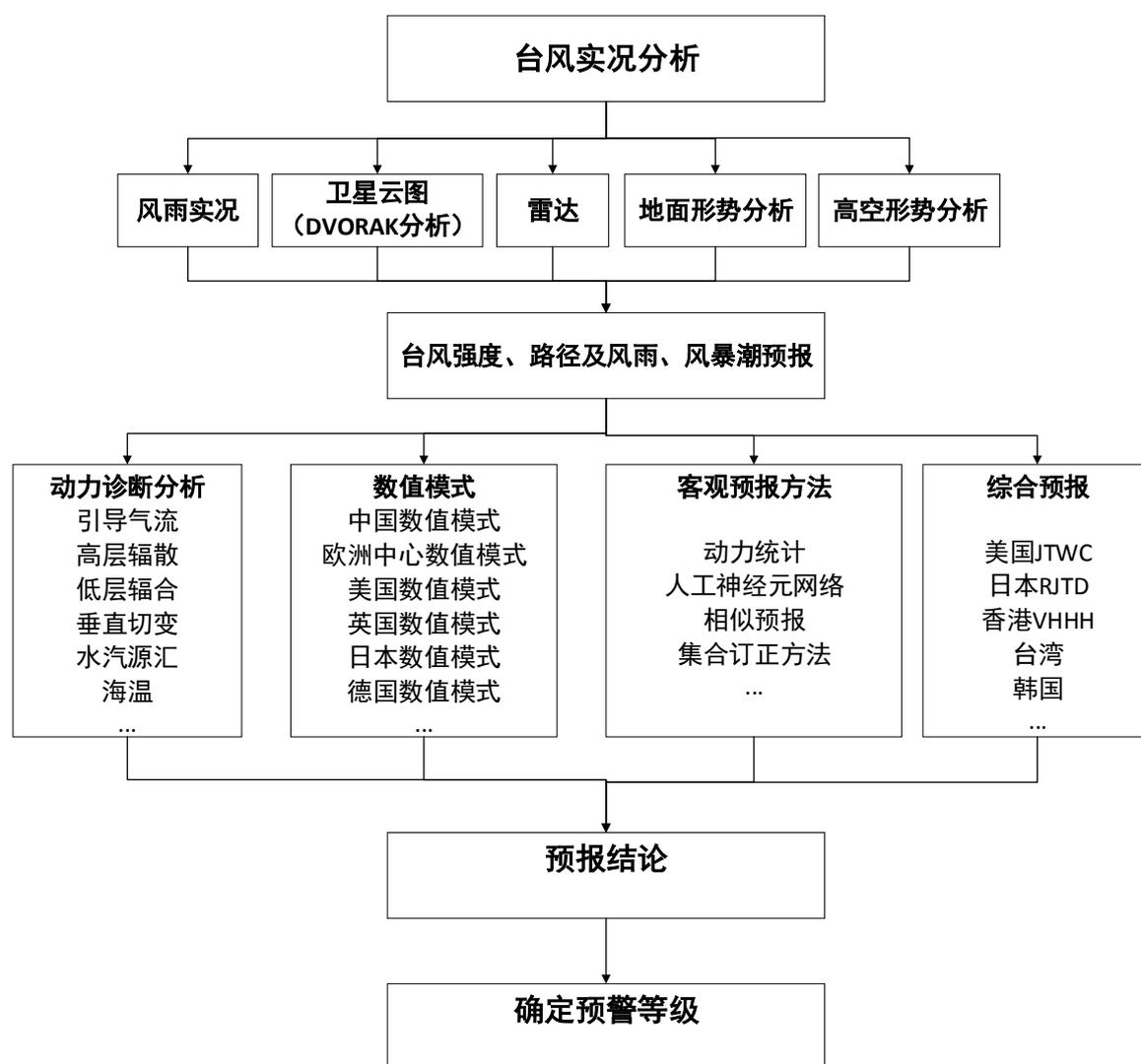


圖 5 中央氣象台熱帶氣旋會商框圖

**(四) 優化災害預警信息發佈系統。**完善災害預警信息發佈制度，明確氣象災害預警信息發佈權限、流程、渠道和工作機制等，細化氣象災害預警信息發佈標準和警示事項等；加快氣象災害預警信息接收傳遞設備設施建設，建立充分利用廣播、電視、互聯網、手機短信、微信等各種手段和渠道的氣象災害預警信息發佈機制或平台以及快速發佈“綠色通道”，提高預警信息發送效率，通過第一時間無償向社會公眾發佈氣象災害預警信息，重點是學校、社區、機場、港口、車站、口岸、旅遊景點、娛樂場等人員密集區和公共場，不斷擴大預警信息公眾覆蓋面，提高發佈頻次，實現預警信息的滾動發佈。

**(五) 修訂完善氣象災害應急預案。**為切實履行氣象防災減災職責，確保氣象災害應急工作科學、有力、有序和有效進行，最大限度預防和減輕氣象災害造成的人員傷亡和財產損失，建議地球物理暨氣象局修訂完善氣象災害應急預案，該預案應包括：

(1) 適用範圍：如颱風、暴雨、低溫、雷暴、霾等氣象災害的防範和應對；

(2) 組織機構及職責：如領導小組及職責、業務技術組及職責；

(3) 應急響應規程：包括應急響應原則、應急響應級別等；

(4) 不同級別應急響應具體事項；

(5) 後期處置：包括解除應急響應命令，恢復正常業務運行和管理狀態，向領導小組報送應急響應工作總結等。

**(六) 推進氣象災害科普宣教工作。**要採取多種形式，針對政府公共服務部門的相關人員及廣大社會公眾，定期或不定期開展氣象災害科普教育培訓工作，組織氣象災害防禦演練，廣泛宣傳普及氣象災害預警和防範避險知識，引導社會公眾正確理解和使用氣象災害預警信息，提高公眾自救互救能力，提高全社會氣象災害防禦意識和避險防災能力。

**(七) 編制澳門氣象業務發展規劃。**成立澳門氣象業務發展科學諮

詢委員會。在充分總結本澳氣象業務現狀、存在的問題及面臨的需求和挑戰基礎上，在諮詢委員會指導和幫助下，參照內地或香港氣象部門等相關發展規劃，編制澳門氣象業務發展規劃，制定氣象核心技術發展目標及颱風、暴雨、風暴潮、雷暴等典型災害性天氣預報指標，有計劃、有步驟提升氣象業務能力，更好滿足不斷增長的防災減災需求。

**（八）加強人才培養和預報員隊伍建設。**人才隊伍建設是氣象業務發展的第一要務。地球物理暨氣象局業務範疇包括常規及災害天氣監測預報預警、氣候及環境預報預測、航空氣象預報服務、地震監察及資訊服務（IT）等。業務技術人員和 IT 人員不足，特別是氣象專業背景或物理背景的人員短缺，而現有氣象技術員都比較老化（平均年齡 50 多歲），其年齡和知識結構較難滿足業務拓展和能力提升的要求和挑戰。IT 專業人員的短缺已制約了資料處理、平台開發的效率和進程。因此，建議創造條件補齊業務發展急需專業人才，優先引進或招聘氣象專業或物理背景等人員。同時應加強現有業務人員的技能培訓，促進業務人員能力提升。要進一步加強與內地、香港和國外氣象機構的合作，建立人員流動短期交流、訪問學習機制。努力打造一支緊跟國際先進水平人才結構（年齡、專業等）合理的預報員團隊，確保澳門氣象業務長久和可持續發展。

## 關於提升澳門電力系統應對災害能力的專題報告

在總結“天鴿”颱風應對經驗教訓的基礎上，為進一步推動澳門地區電網有序發展，保障澳門地區的可靠供電，針對澳門電網存在的問題，編制本專題報告。

### 一、概述

受“天鴿”颱風影響，8月23日廣東電網兩座220kV變電站失壓，引起廣東電網對澳門兩條220kV供電通道中斷，繼而引發澳門區內發電機組跳閘，導致全澳停電。同時，颱風造成澳門大範圍水淹，電力設施受水浸破壞嚴重。區內中低壓配電網中220座中壓專用站、134個低壓電纜分接箱、1661個低壓綫頭箱停電，直接影響4.5萬餘用戶無法用電。澳門電力公司在全澳停電的情況下，迅速啓動本地發電機組，逐步恢復關鍵負荷供電；廣東珠海電網公司克服一切困難，在自身電網受到嚴重破壞的情況下，在1-1.5h內即恢復向澳門供電，在8h內恢復了澳門7-8成居民的供電。

9月13-16日，由國家減災委組織的協助澳門“天鴿”颱風災害評估專家組赴澳門對受災情況及存在的問題進行調研。在此期間，電力專家組與澳門能源業發展辦公室、澳門電力股份有限公司進行了座談，聽取了澳門電力供應情況介紹，並到內港地區老城區及路環電廠進行了現場考察。專家組對澳門電網的受災情況進行了深入分析，並對澳門電網存在的問題提出了相關意見。雖然此次應對“天鴿”颱風災害採取了一系列措施，但也反映出澳門電網供電保障方面的問題和不足，主要表現在：電網建設災害應對標準不夠健全；電力基礎設施設防標準不高，抵

禦災害能力脆弱；電力防災減災與應急搶修體制機制不够健全；電網運行監測預警、處置救援等能力亟待提高。

11月30日專家組再次赴澳門，期間電力專家與能源業發展辦公室、澳門電力股份有限公司進行了進一步會談，能源業發展辦公室和澳門電力對上次專家組提出的意見非常重視，對專家在討論會上提出的意見逐條落實，積極推進。主要包括：

- (1) 與南方電網協商落實第三輸電通道建設，已基本確定路徑；
- (2) 與南網公司的應急聯動文件已在起草之中；
- (3) 珠海電網已啓動對澳門供電架空綫路改地下電纜的工作；
- (4) 已完成本島新建燃氣機組工程的可研工作；
- (5) 由土地工務運輸局、能源業發展辦公室和澳門電力三方組成的工作小組，正檢討變壓房防水設計，預計2018年初可以完成；
- (6) 正在開展對低窪地區配電網改造方案研究。

## 二、澳門電網概況

澳門陸地土地資源基本開發完畢，新增用地主要依靠填海獲得。本地能源資源極為缺乏，沒有可以方便利用的能源資源。

(一) 電網情況。澳門電網覆蓋澳門半島、氹仔島及路環島全部區域，以及珠海橫琴島的澳門大學校區，全部由澳門電力股份有限公司（簡稱澳電）運營。澳門電網共有220kV、110kV、66kV及11kV四個電壓等級。其中主網建有220kV變電站2座，為鴨涌河站（5×180MVA）和蓮花站（5×180MVA），兩站之間通過雙回220kV電纜（截面2500mm<sup>2</sup>）連通，同時又各自通過3回220kV綫路分別與珠海電網珠海站、琴韻站相連，加上澳門電網與珠海電網還有3回110kV綫路相連，分別為珠海站至澳北站雙回110kV電纜綫路和南屏站至氹仔站的架空、電纜混合綫路，由此共同構成南方電網對澳門電網南北兩個220kV輸電通道為主、



澳門將於 2021 年底前投產新路環電廠，為一台裝機容量 430MW 或 280MW 的燃氣機組。路環 A 廠中 4 台機組（G01-G04）共 88MW 計劃於 2023 年退役，另外 4 台機組（G05-G08）共 183.4MW 將在新路環電廠投產之後轉為應急電源。路環 B 廠由於其燃料供應無協議保證，一般主要用於調峰。

（三）負荷情況。隨著城市經濟快速發展，澳門近年用電量逐年增加，截至 2016 年底，澳門用電量實績值為 52.6 億 kWh，同比增長 5.7%，全社會最高用電負荷 932MW，同比增長 5.5%。澳門電網的負荷分佈在澳門半島和離島，分別占澳門總負荷的 65%和 35%。

預計到 2020 年全社會用電量和用電最高負荷分別為 75 億 kWh 和 1309MW，其間全社會用電量和用電最高負荷年平均增長率分別為 8.5% 和 8.2%；預計 2030 年全社會用電量和用電最高負荷分別為 113 億 kWh 和 1963MW，用電發展進入飽和階段，增長率趨於平緩，其間全社會用電量和用電最高負荷年平均增長率分別為 3.0%和 2.8%。

### 三、電網受災情況

#### （一）停電及恢復供電情況

##### （1）南網方面

受“天鴿”颱風災害影響，8 月 23 日廣東電網兩座 220kV 變電站失壓，導致對澳門供電綫路於 12 時 21 分中斷。經全力搶修，13 時 40 分對澳門供電的 6 回 220kV 綫路全部恢復正常運行。

##### （2）澳門方面

8 月 23 日：

12:24 全澳停電；立即啓動全部本地可用的發電機組。

13:20 開始逐步向部分用戶回覆供電，優先向醫院、供水、通訊及重要政府機構等供電。

13:26 110kV 拱澳綫聯網成功，開始恢復少量供電。

13:57 220kV 珠河綫聯網成功。

15:00 內地輸入負荷升約 200MW，此時 G07 也啓動成功；但是受電網波動影響，G08 與 G07 機組同時跳閘。

16:15 G08 與 G07 機組再次並網；內地要求將輸電量限制在 250MW。

18:00 全澳供電量約 400MW（本地發電量約為 150MW，內地發電量約為 250MW），約為平日的 50%。

20:00 恢復七至八成住宅用戶的供電，估計約有 4 萬用戶仍受影響（全澳有 25 萬用戶）。

8 月 24 日：

9:00 內地輸電增加到 750MW，主電網恢復正常。

8 月 26 日：

12:00 完成所有變壓房的修復，基本全面恢復供電，但仍有部分用戶因用戶端的電力設施受水浸破壞或個別澳電低壓供電設施出現缺相等情況而未複電。

**（二）電力設施遭水浸受損情況。**本次災害導致約 220 個中壓客戶變電站水浸受損，水淹高位達到了 2.5m，12 台中壓開關櫃及 1 台中壓變壓器需要更換，因水浸受影響客戶變電站 PT 有 220 座，受影響低壓分接箱 CD 有 134 個，受影響低壓綫頭箱 1661 個，超過 300 套中壓客戶變電站內通信及遙控裝置因水浸導致故障需更換，約 40 支公共照明燈柱折斷，數以百計公共照明設施受損。

#### **四、提高澳門電力系統防災減災能力的建議**

**（一）進一步提高區外供電的可靠性。**積極推進澳門電網與南方電網第三回輸電通道建設，優化澳門電網與南方電網聯網方案，增強南方

電網向澳門供電電源的保障性。

此次颱風災害暴露了南網對澳供電在可靠性上還存在著很多問題，包括：

一是現有電網設防標準與防災抗災要求存在差距。已建成的沿海電網綫路大多採用老舊標準，抵禦極端自然災害能力不足，可能發生斷綫、倒塔等設備受損。

二是飄挂物導致架空綫路、戶外變電站跳閘停運。涉澳供電關鍵通道均採用“架空輸電綫路+戶外佈置常規變電站”的建設形式，颱風期間架空綫路、戶外變電站設備易受飄挂物影響而頻繁跳閘，難以快速恢復。

三是珠海本地電源支撐保障作用未充分發揮。珠海地區電源僅洪灣電廠具備黑啓動能力。望洋電廠在“天鴿”颱風期間因場內系統受損，未能充分發揮抗災保障電源在極端天氣下的支撐保障作用，並導致區域電力恢復供應受限。

四是對澳門供電的電源點不足。珠海電網目前通過南、北兩個通道對澳門進行供電，澳門及珠海中心城區對外聯繫僅有 6 回 220kV 綫路，抵禦極端災害能力相對有限。

針對上述問題，南方電網正在組織開展研究，改善和加強對澳送電通道和電源的建設，全面提升送電可靠性。

堅持以防爲主、協同保障的原則，優化對澳門供電網架結構、強化對澳門供電關鍵通道防災保障能力建設、促進網源協同的綜合防災保障體系，著力提升“災前預防”水平，形成“多點供電、網架堅強、電源支撐、風險可控”的對澳門供電格局。以外部通道聯絡爲支撐，內部電源爲保障，力爭實現極端自然災害情況下對澳門供電通道不中斷、供電能力不減少。

### **(1) 優化網架結構**

採用不同 500kV 供電區“手拉手”構網模式，實現互聯互備對澳供電，

確保單一變電站、單一輸電通道故障風險可控。建設 500kV 金鼎輸變電工程，配套建設 220kV 金鼎至珠海、金鼎至拱北的電纜格 220kV 電纜通道、實現 500kV 金鼎站和加林站“手拉手”聯合向澳門供電。以珠海 500kV 加林站、金鼎站為主網供電電源，形成南北互濟的供電格局。同時，兩個 500kV 變電站之間通過拱北-烟墩、鴨涌河-北安兩個 220kV 電纜通道聯絡。

## **(2) 強化通道建設**

加強生命綫工程和重要基礎設施防災減災能力建設，按照全電纜綫路、變電站戶內佈置的建設模式，構建北、中、南三個免受自然災害影響的對澳供電 220kV 關鍵通道。形成北(珠海-鴨涌河)、中(烟墩-北安)、南(琴韻-蓮花)三個直接對澳電纜化輸電通道。

①**推進對澳門供電關鍵通道電纜化建設**。實施 220kV 鳳凰至珠海綫路電纜化改造，實現珠海市範圍內對澳門供電的北通道的電纜化(鳳凰-珠海-鴨涌河)；建設 220kV 疊泉輸變電工程，實現對澳門供電南通道的電纜化，同時實施加林-南屏綫路電纜化改造。

②**加強對澳門供電電源點建設**。各通道起點 220kV 變電站的上級電源均具備來自 500kV 變電站點的至少 1 個架空輸電通道和 1 個全電纜輸電通道。220kV 珠海站上級電源：金鼎-珠海(全電纜)、加林-珠海(架空)、國安-珠海(架空)；220kV 烟墩站上級電源：金鼎-拱北-烟墩(全電纜)、加林-烟墩(架空)；220kV 琴韻站上級電源：加林-疊泉-環澳-琴韻(全電纜)、加林-南屏-琴韻(部分電纜)。

③**推進對澳門用電關鍵通道變電站戶內化改造**。實施 220kV 鳳凰站、南屏站戶內 GIS 改造工程，對澳門供電關鍵路徑站點全部實現戶內化佈置。

④**推進 110kV 對澳門供電聯絡通道的建設和改造**。形成 110kV 鳳凰-翠香-香洲-樟溪-吉大-拱北-澳北、110kV 鳳凰-紅山-珠海-明珠-蘭埔-夏灣-拱北-澳北兩個電纜化聯絡通道。

### (3) 促進網源協同

圍繞對澳供電關鍵通道，優化抗災保障電源建設和接入，極端自然災害情況下澳門、珠海電網可實現孤網運行。研究珠海向澳門提供備用電源的方案，形成以望洋電廠、洪灣電廠、新增災備電源為支撐的綜合防災保障格局。

(二) 加強澳門應急電源建設及南北輸電通道建設。推進澳門本地新增燃氣機組的建設，提高緊急情況下澳門電網自主供電能力。加強澳門電網南北輸電通道建設，增強氹仔(路環)與本島之間電力互供能力，提升澳門電網孤島運行能力，提升電網供電的靈活性。

#### (1) 加強澳門電源發展規劃

① 加快推進燃氣機組建設。有效發揮現有天然氣電站調峰能力，積極推進負荷中心燃氣電源建設，促進電力供需就地平衡，提高系統抵禦和防範極端災害天氣能力。2021 年底前投產新路環電廠，為一台裝機容量 430MW 或 280MW 的燃氣機組。

② 實現老舊電廠有序退出。現有重油機組考慮逐步退出運行，路環 B 廠主要作為應急電源。路環 A 廠中 4 台機組 (G01-G04) 共 88MW 有序退役，其他 4 台機組 (G05-G08) 共 183.4MW 將在新路環電廠投產之後轉為應急電源。

#### (2) 有序推進澳門電網發展建設

① 完善澳門電網主網架。根據變電站在系統中的作用，明確定位、差異建設，優化簡化出綫規模，合理確定主接綫形式，形成結構清晰、安全可控的 220kV 主網架結構。到 2020 年，電網大面積停電風險和局部影響較大的停電事件可防可控，消除正常方式下單一元件故障導致的一般及以上電力安全事故風險，持續優化電網結構，降低其他故障導致的較大及以上電力安全事故風險影響程度。2019 年在澳門機場北側新城填海 E1 區新建第三座 220kV 變電站-北安站 (PO 站)，主變容量為

4×180MVA，通過220kV鴨涌河-蓮花雙回綫路雙解口接入北安站。遠期，在新城填海A區右方中段靠北區域預留用地新建澳門第四座220kV變電站-RB站，變電容量為4×180MVA，通過雙解口220kV北安-鴨涌河雙回綫路接入電網。

②**建設澳門保底電網**。針對澳門地區颱風、雷暴等極端自然災害，推進防災抗災型電網建設，提升電網整體安全、設備供電安全保障能力，補電網防災能力建設短板，防範大面積、長時間停電，提高城市核心區域和關鍵用戶供電保障能力。強風區保底電網結合城市規劃發展、綜合管廊建設，適當提高電網建設標準，提高保底電網防災能力。加快推進離島舊城區架空綫路轉地下電纜工程。

③**提升輸電綫路智能化水平**。提高輸電綫路智能運維水平，支持電網實時監測、實時分析、實時決策，提高輸電網運行安全靈活性和防災抗災能力。

**(三) 構建電網安全防禦體系**。澳門電網因島內資源有限，嚴重依賴南方電網輸送電力，本次颱風導致廣州電網2座220kV變電站故障停運，致使珠海至澳門2個輸電通道6回220kV綫路全部中斷，造成澳門全澳停電，事故發生前澳門負荷約710MW，南網輸入電力480MW（占68%），本島發電230MW。澳門2017年最大負荷約1000MW，電源裝機約420MW。為避免在送澳通道中斷等重大故障下的停電事故並快速恢復供電，需構建電網安全防禦體系，著力鞏固電力系統第二、三道防綫，不斷優化完善電網安全穩定控制手段，提高駕馭電網能力，避免在大災面前的全澳停電，並快速地恢復供電，確保電網安全穩定運行。

### **(1) 推進電網二、三道防綫建設**

參考國家標準《電力系統安全穩定導則》提出的三道防綫的理論，推進澳門電網第二、三道防綫建設，明確在電網發生N-2及以上故障時允許電網採取切機、切負荷、電網失步解列及頻率緊急控制策略等控制措施，以保證電網穩定。即第一道防綫：高速、準確地切除故障元件的

繼電保護和反應被保護設備運行異常的保護，達到不損失負荷，快速隔離故障的目的；第二道防綫：保障電網安全運行的安全自動裝置，允許損失少量負荷，避免元件過載、電網失穩；第三道防綫：失步解列與頻率、電壓控制，採取一切必要手段避免電網崩潰。

目前澳門電網只有第一和第三道防綫的一部分（低頻減載），沒有第二道防綫。澳門地區無相關法律、標準對緊急故障情況下電網主動限電權限進行規定，在面對重大自然災害或故障時無法採取主動限電或切負荷措施。為避免全澳停電並快速恢復供電，應允許電力部門在面對嚴重災害或電網故障時，在確保重要負荷不中斷供電的前提下，合理調整運行方式，實施必要的主動限電措施。應在相關立法工作中統一考慮，制定相關法律條款

## **（2）研究電網安全防禦體系總體方案**

構建預防性控制措施、緊急控制措施、恢復性控制措施體系。開展電網安全防禦體系專項研究及系統仿真，研究具體措施的必要性和有效性，提出構建澳門電網安全防禦體系的總體方案。在嚴重災害預警或與珠海互聯通道發生嚴重故障時，應調整運行方式，應對嚴重災害的發生；在澳門電網與南方電網事故解列情況下應採取緊急控制措施，保證澳門電網穩定；在災害發生後應儘快採取恢復性控制措施，緊急調整運行方式，最大程度地快速恢復停電區供電。

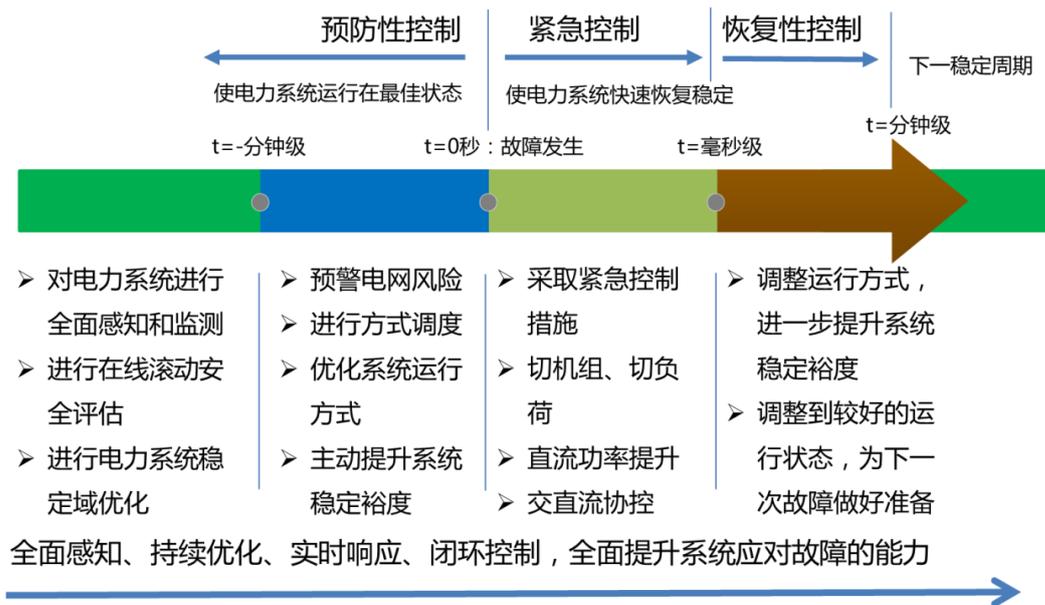


圖 2 電網安全防禦體系示意圖

(四) 加強運行監控系統建設。加強電網運行監控系統的建設，實現全網的可觀可測、智能決策、自動控制。建立電網調度、控制、運檢、客服一體化在綫監控、運營、指揮平台，實現電網運行狀況、客戶供電狀態的實時監視、閉環控制和智能處理。

### (1) 構建高級量測體系

全面安裝智能電錶，開展智能用電服務，建立電網與用戶的雙向互動通道，通過高級量測體系及時掌握用戶用電情況，通過互動鼓勵用戶參與電網需求側響應，必要時減少用電、延時用電，以支持電網應對嚴重系統故障的能力。

### (2) 加強電網運行監控系統的建設

系統應全面覆蓋 220kV/110kV/66kV/11kV 各電壓等級的電網及各發電廠、大用戶，並與珠海電網實現信息的實時交互，構建閉環控制體系，必要時可組織精準切負荷，以主動應對大的自然災害或連鎖嚴重故障，保證電力系統穩定運行。實現對用戶供電情況的全面感知，自動恢復供電，以有效地縮短用戶停電時間。

### (3) 構建調配運營一體化系統

實現一條龍閉環指揮運維體系，實現短路、跳閘等故障自動定位和告警，自動恢復非故障段供電，自動搜索確認檢修隊伍及車輛、設備所在地，自動通知、組織檢修隊伍參與搶修，全程跟踪搶修進程，並為搶修過程提供全程技術支持（提供故障設備的相關資料、修復方案等），實現故障元件恢復、系統自動實時感知、即時組織恢復供電等功能，全面提高電網事故感知能力，形成快速反應機制，大幅提升事故處理效率，有效縮短事故停電時間，提高供電可靠性。

**（五）加強配電網升級改造，構建先進的配網自動化系統。**加強和完善配電網結構，構建強簡有序、靈活可靠的配電網架構，差異化提升配電網供電可靠性和網架靈活性，增強適應惡劣環境和抵禦自然災害能力，提高供電可靠性，加強配電網搶修和不停電作業能力，保障用戶供電可靠水平，推進配電光纖網絡和配電自動化建設，實現配電網的實時閉環控制和自愈自適應。

### **（1）加強配電網升級改造**

澳門電網配電網結構相對簡單清晰，但也同時存在著部分地區單電源供電、雙電源開環運行的情況，應進一步加強配電網建設，完善網架結構。依據澳門當地實際情況，制定重要綫路設計與建設標準，合理選取颱風區域綫路和網絡結構，從規劃源頭提高電網防颱風水平和轉供電能力，對停電造成重要社會影響或經濟損失的供電區域可在當地基本風速分佈圖的基礎上適度提高設防標準。合理劃分變電站供電範圍，構建高、中、低壓配電網相互匹配、強簡有序、目標明確、過渡清晰的網絡。

### **（2）推進配電網自動化建設**

目前澳門電網因受配電設備及載波通信的限制，大部分地區仍為雙電源開環運行，配網自動化只具備自動監視功能，恢復供電仍需人工控制。為此，應對配電網進行升級改造，實現雙電源閉環運行，進一步提升配網自動化水平，最終全面實現自動控制恢復供電，實現配電網可觀可控，滿足提高供電可靠性、改善供電質量、提升配電網管理水平的需

求。

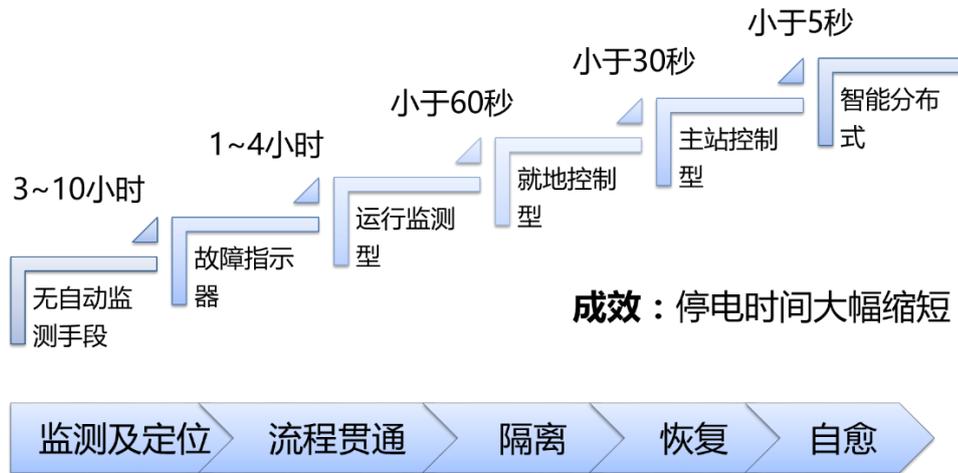


圖 3 不同配網自動化模式的恢復供電時間

### (3) 推進配電網光纖建設

光纖通信是實現配網自動化的重要基礎，目前澳門電網還大量依賴載波通信，傳輸速率低，可靠性差，嚴重制約配網自動化、營銷信息化等系統的部署，遠方主動控制功能（YK）無法大範圍使用。應加大推進配電網光纖建設力度，儘快實現中壓網光纖全覆蓋，長遠實現光纖入戶。必要時可租用電信部門的光纖，構建電力通訊網。在過渡期可研究無綫通信的方式實現遙控，也可採用時間電壓型配網自動化模式，通過開關之間的配合就地實現故障隔離和自動恢復非故障段供電。

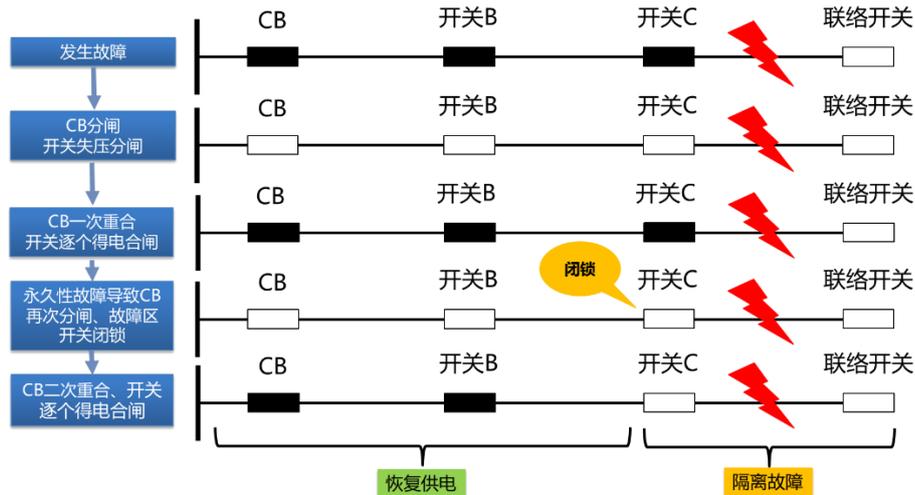


圖 4 時間電壓型配網自動化模式原理圖

#### (4) 加強配電網柔性化建設

在高可靠性需求的供電區域和重要負荷區域，試點基於柔性環網開關設備（SNOP）的高可靠交直流混合配電網建設，提高配電網功率的可控性，減少開關變位操作所需時間，提高供電可靠性。

#### (5) 提升配電網裝備可靠性

因澳門電網地處沿海特殊環境，自然地理環境比較惡劣，主要電氣設備在未達到更換運行年限指標時，已腐蝕老化嚴重，進而導致設備健康水平低下，伴隨嚴重安全隱患運行，因而需對運行年限超期、經評估無法延壽的老舊設備，運行可靠性低、安全隱患多、狀態評價結果差、風險高類設備，存在嚴重隱患、無法根本修復或不具備修復價值類設備，進行分批次改造。

#### (6) 加強配電網搶修和不停電作業能力

利用智能配電台區一體化監控系統、地下電纜定位等先進在線監測技術、信息化系統、移動終端和先進裝備提高故障複電能力；增加帶電作業工具，如絕緣鬥臂車、負荷轉移車、工具庫房車、工器具溫濕度控制系統等，並開展帶電作業人員的技能培訓，提高配電網帶電作業能力。

#### (六) 加強電網在發生重大事故後的應急響應和快速恢復能力建設。

加強澳門黑啓動電源建設，和快速恢復供電及孤島運行能力建設，建立與南方電網的應急聯動機制，構建應急物資、應急搶修隊伍快速調配的綠色通道。

### **(1) 進一步增強澳門黑啓動能力建設**

加強澳門黑啓動電源建設和快速恢復供電能力建設，詳細制定黑啓動和系統恢復供電方案，並開展仿真分析和演練，保證電網快速穩定恢復供電。

### **(2) 進一步加強澳門孤網運行能力建設**

構建安全穩定控制系統，制定詳細的孤網運行方案，支持澳門在重大災害發生時可孤網運行，保證重要負荷供電。

### **(3) 加強應急預案的研究和仿真、演練**

在總結以往災害的影響和應對措施分析研究的基礎上，針對不同類型、程度的災害制定定制性的應急預案，預案必須經過仿真驗證行之有效，並組織演練，使運行人員熟練掌握。防範的災害等級應涵蓋歷史最嚴重的災害，並留有裕度。

### **(4) 完善與南方電網的協作機制**

構建與南方電網的協調調控、應急指揮、應急聯動、合作研究、聯合仿真、聯合演練等機制，構建應急物資、應急搶修隊伍快速調配的綠色通道。

**(七) 加強重要客戶供電系統建設。**此次颱風災害暴露出澳門重要負荷的供電保障仍有明顯缺陷，重要用戶的後備電源存在明顯不足。為確保在重大災難發生時重要用戶不停電，需全面排查、重新評估重要客戶供電方案。

#### **(1) 完善重要用戶的網架建設**

對於澳門接入電網的重要用戶供電電源進行上溯梳理，對水廠、醫

院、通信、澳門特區政府、駐澳部隊、民防及應急協調專責部門等重要用戶做到 2-3 路供電，並結合用戶後備電源建設方案統籌考慮系統後備供電方案，當任何一路或一路以上電源發生故障時，至少仍有一路電源能向重要用戶持續供電。

## **(2) 落實重要用戶保電方案**

對水廠、醫院、通信、澳門特區政府、駐澳部隊、民防及應急協調專責部門等用戶按照一戶一方案，落實保電方案。優先開展對重要客戶配電設施及協調用戶負責的電力設備防風防水專項改造工程，確保電力設備在重大災害發生時不會遭水浸。加強對重要用戶的日常運維和帶電搶修，通過網絡信息平台將網架規劃、設施建設、檢修維護、調度運行等各環節整合構建系統性保電專項管理體系。

## **(3) 對重要用戶提供供電增值服務**

對於對供電質量有特殊要求的用戶，可以針對性開展電能質量專項研究和治理等增值業務服務。制定指導重要用戶後備電源配置的標準規範，並定期開展檢查和評估，確保後備/應急電源隨時可投入運行，滿足運行時間要求。

**(八) 提高水浸區建設標準。**建立水浸區分佈圖，採用差異化設計，制定電力設施防風防水設計標準和規範，儘快開展配電網改造方案研究、規劃及設計工作，有序推進配電網及用戶側供電設施的改造，遠近結合，在 2018 年汛期來臨之前應改造一批、提升一批，做好應對新的自然災害的準備。

## **(1) 建立水浸區分佈圖，因地制宜確立電力建設改造標準**

為方便安裝和運維，較多用戶側的電力設施安裝在變電所底層或樓體的較低處，容易發生水浸事故。應根據歷年來颱風造成的水浸區歷史數據，建立水浸區分佈圖，並精準確定每個區域、每個建築的最高水浸綫，在此基礎上制定不同區域的電力設施安裝標準、防風防水設計標準，

形成相應的法規，指導電網和用戶開展水浸區電力設施建設和改造。

## **(2) 提高電力設施防風、防水、防潮和絕緣能力**

對現有電力設施的防風、防水設計及標準進行全面檢查評估（包括相關電網及建築設施標準），提高設防等級。應用新型塗料，解決箱變、環網櫃、分接箱等設備的防水防潮問題，改善設備運行環境；對配電綫路、設備絕緣受損及裸露部分進行絕緣處理，降低用電安全隱患和提高綫路及設備的絕緣能力。

## **(3) 抬升電力設施安裝位置，加裝防水設施**

按照水浸分佈圖，對現有電力設施安裝位置進行反措改進，合理抬升電力設施安裝位置，確保重要電力設施不發生水浸事故。對重要電力設施和站點加裝防水閘門、水位報警系統等，提高水浸應對能力。

**(九) 構建事故仿真分析系統。**為滿足澳門電網安全穩定運行和電力優化調度需求，構建澳門電網事故仿真分析系統及在綫安全評估和智能決策系統，對電網進行仿真分析和故障預警，實現澳門電網在重大故障以及日常運行、設備檢修、負荷高峰期間的安全穩定運行，保障電網在可預見嚴重故障發生時能夠快速反應、有效處置，為澳門電網調度控制、運行監視、風險評估、應急故障處置等工作提供有力支撐。

## **(1) 構建澳門電網事故仿真分析系統**

對“天鴿”颱風電網事故及恢復全過程進行仿真分析，將“天鴿”颱風對電力系統和用戶的影響進行梳理，全面分析、反演事故過程，分析查找事故原因，提出切實可行的應對措施，不斷優化和加強電力系統的應對自然災害等極端事故的能力。

## **(2) 構建澳門電網在綫安全評估和智能決策系統**

在事故仿真分析系統的基礎上，構建澳門電網在綫安全評估和智能決策系統，實現靜態安全分析、暫態穩定分析等全面的在綫安全穩定評估；進行電網調度運行操作前的安全穩定校核及調度處置預案智能生成，

從安全裕度評估、預防措施、校正策略等方面，對調度操作前後電網安全穩定特性的變化、電網供電可靠性的變化進行全面評估，自動生成負荷轉供和拉減、機組出力調整、運行方式調整等方案，全面提升城市電網安全穩定運行和應對極端事件的能力。

**(十) 加強電網調度中心和應急指揮中心建設。**加強澳門電網調度中心和應急指揮中心建設，集成調度自動化系統，結合電網的可視化技術和智能決策系統，實現資源調配、信息交流和事件決策，預防和處理澳門電網發生的各種應急事件，尤其是大面積停電事故。

### **(1) 加快澳門電網新調度中心建設**

澳門電網現有的調度中心使用年限較長、機房空間不足，現有 SCADA/EMS 系統已運行超過 12 年，無法滿足新的功能擴展需求。應加快新調度中心建設，對現有調度系統進行全面升級改造，建設新一代電力調度系統 SCADA/EMS/ADMS，提升電網實時分析應用水平，全面提升澳門電網協調調控能力。

### **(2) 開展備調建設方案的研究，儘快啓動系統建設工程**

應研究考慮異地備調的建設，以確保大災面前電網不會因為單一場地的問題失去調度能力，從整體上提升電網運行和管理能力。可考慮在新調度中心建成投運後，將現有調度中心作為備調保留使用。

### **(3) 加快推進電力應急指揮中心建設**

電力是瞬間平衡的系統，在災害發生時，第一時間的響應非常重要。電網安全防禦體系需要強有力的指揮和技術支持，應構建應急指揮中心。應急指揮中心平台可考慮與調度員培訓仿真系統合建，平時用於調度員培訓仿真，災害仿真分析研究，演練、聯合演習等，災害發生時用於應急指揮，以便提高平台的利用效率並保證平台的日常維護。

## **(十一) 加強電網規劃和研究工作。**

### **(1) 開展澳門電網防災抗災總體規劃**

電網防災抗災是電網抵禦外部災害、保證電網安全運行的重要保障，應強化電網安全底綫思維，針對颱風等關鍵問題，採用嚴格的電網規劃標準，開展電網防災抗災總體規劃。合理規劃電源位置和容量、網架結構及抗災設施，提升對重要電源出綫、骨幹網架結構及重要變電站等關鍵設施設防標準，提升電網供電安全保障水平和快速恢復能力，從源頭上增強電力系統抗災能力，保證城市核心區域和重要負荷用戶供電，減少災害可能造成的社會經濟影響，實現電網的防災抗災從“被動”向“主動”轉變。

### **(2) 開展配電網改造及高可靠性配電網建設規劃**

配電網是溝通電網和用戶的重要環節，對用戶的供電可靠性和供電質量的影響最為直接。應儘快開展配電網改造方案研究、規劃及設計工作，以提升配網智能化水平和供電可靠性為目標，加強高可靠性配電網建設，提升配電網自動化和柔性化水平，加強電網和抗災保障電源的協同，實現對用戶的可靠供電。

### **(3) 開展澳門電網安全防禦體系研究及方案設計**

針對澳門電網網架結構及調度運行特點，參考內地《電力系統安全穩定控制技術導則》的三道防綫理論，開展澳門電網安全防禦體系研究和方案設計，研究具體措施的必要性和有效性，構建包含預防性控制、緊急控制、恢復性控制的電網安全防禦體系，增強澳門電網應對故障的能力，保障電網安全穩定運行。

## 關於建設澳門內港擋潮閘的專題報告

為解決澳門風暴潮、天文大潮引起的水浸災害以及內港海傍區的水患問題，進一步提升防洪排澇能力，在總結“天鴿”颱風應對經驗教訓的基礎上，借鑒國內外先進理念和做法，編制了本專題報告。

### 一、自然條件

#### (一) 地理位置

澳門特別行政區位於廣東省珠海市的東南面，東隔伶仃洋與香港相望，距香港約 60km，南臨南海，西由灣仔水道、十字門水道與珠海市灣仔、橫琴相隔，北連珠海市香洲區，地理位置處於北緯  $22^{\circ}06'39''$  -  $22^{\circ}13'06''$ 、東經  $113^{\circ}31'33''$  -  $113^{\circ}35'43''$  之間。

內港海傍區位於澳門半島西側，灣仔水道左岸，與珠海市灣仔隔江相望，在水上街市至媽閣之間，長約 3km，是澳門最重要的客貨上落點和最繁華商業中心。澳門內港海傍區位置示意圖 1。



圖 1 澳門半島遙感影像圖

## (二) 河流水系

### (1) 澳門附近水域

澳門附近水域位於珠江口西側，地處澳門特別行政區與廣東省珠海市之間，西通過洪灣水道與磨刀門水道相連，東與伶仃洋相通、南與南海毗連，周邊地區包括珠海市的拱北、灣仔和橫琴島，澳門特別行政區的澳門半島、氹仔島和路環島。在島嶼分割下，水域潮流通道成東西向和南北向，由澳門水道、灣仔水道、十字門水道和它們之間的匯流區組成。水域上承磨刀門洪灣水道和經前山河下泄的徑流，下納南海潮流，受洪潮交匯作用，水文情勢相當複雜。

澳門陸域範圍內現狀無明渠河道，而澳門半島與珠海市之間由灣仔水道和鴨涌河分割。澳門內港海傍區位於灣仔水道東岸，與珠海市灣仔隔江而望。水系分佈如圖 2 所示。

澳門水道西起嘉樂庇大橋，東至澳門外港防波堤，長 4km、寬 1750-2500m，其中主河槽寬 500-600m，兩側為寬闊的淺灘。澳門水道是澳門附近水域主要的泄洪、納潮、通航、輸沙通道。

十字門水道位於澳門水道水域南部，北起小橫琴北山嘴、南至大橫琴夾馬口，原來長 5.25km、寬約 3.0km，1993 年後由於兩岸圍墾，現已變為長 5.75km、寬僅 200-500m。

洪灣水道又名馬騮洲水道，在珠海市灣仔與橫琴島之間，全長約 11km，是磨刀門出海水道的一條支流，分洪量約占磨刀門徑流量的 12%-18%，也是澳門通往珠江三角洲的一條重要航道。洪灣水道河寬平均約為 440m，河道平均水深約為 4.5m，深泓高程在-6-10m 之間。

灣仔水道位於澳門半島和珠海灣仔鎮之間，長約 4km。現狀河寬大部分在 500-800m 之間，最窄處約 330m。灣仔水道目前上承流域經前山河下泄的徑流，下納洪灣水道徑流及從澳門水道、十字門水道上溯的南海潮流，受洪潮交匯作用，水文情勢相當複雜。



圖 2 珠江河口澳門附近水域水系圖

鴨涌河為澳門與珠海之間的界河，為非天然河道，是 1970 年代後期形成的一條狹窄人工河道。鴨涌河位於拱北茂盛圍與澳門青洲之間，自東向西通至前山河石角咀水閘外水域，全長 2.3km。由於珠海兩地口岸邊檢樓的建設，鴨涌河東端被截斷，水流往西注入灣仔水道。

## (2) 前山河流域

前山河流域集水面積 342.40km<sup>2</sup>，包括中山市坦洲鎮、三鄉鎮、五桂山鎮以及珠海市香洲區部分區域。徑流最終彙集到坦洲鎮和香洲區的平原網河區。

前山河流域內水系發達，河涌縱橫交錯，最長的河涌為前山河，中

山市境內主要包括茅灣涌、西灌渠、坦洲涌、東灌渠等相對較大的河涌，  
珠海市境內主要河涌還有洪灣涌、廣昌涌。

前山河（又名前山水道）西起中山市境內的聯石灣水閘，東至珠海市的石角咀水閘，下游接灣仔水道。前山河全長 23km，其中西段長約 15km 位於中山市，流經中山坦洲；東段長約 8km 位於珠海市境內，流經南屏、前山、拱北、灣仔。河道自西向東逐漸展寬，至珠海市境內河口寬 250-400m 不等，經由石角咀水閘入灣仔水道，也是中山市、珠海市的主要內河水運通道。前山河流域水系分佈情況見圖 3。

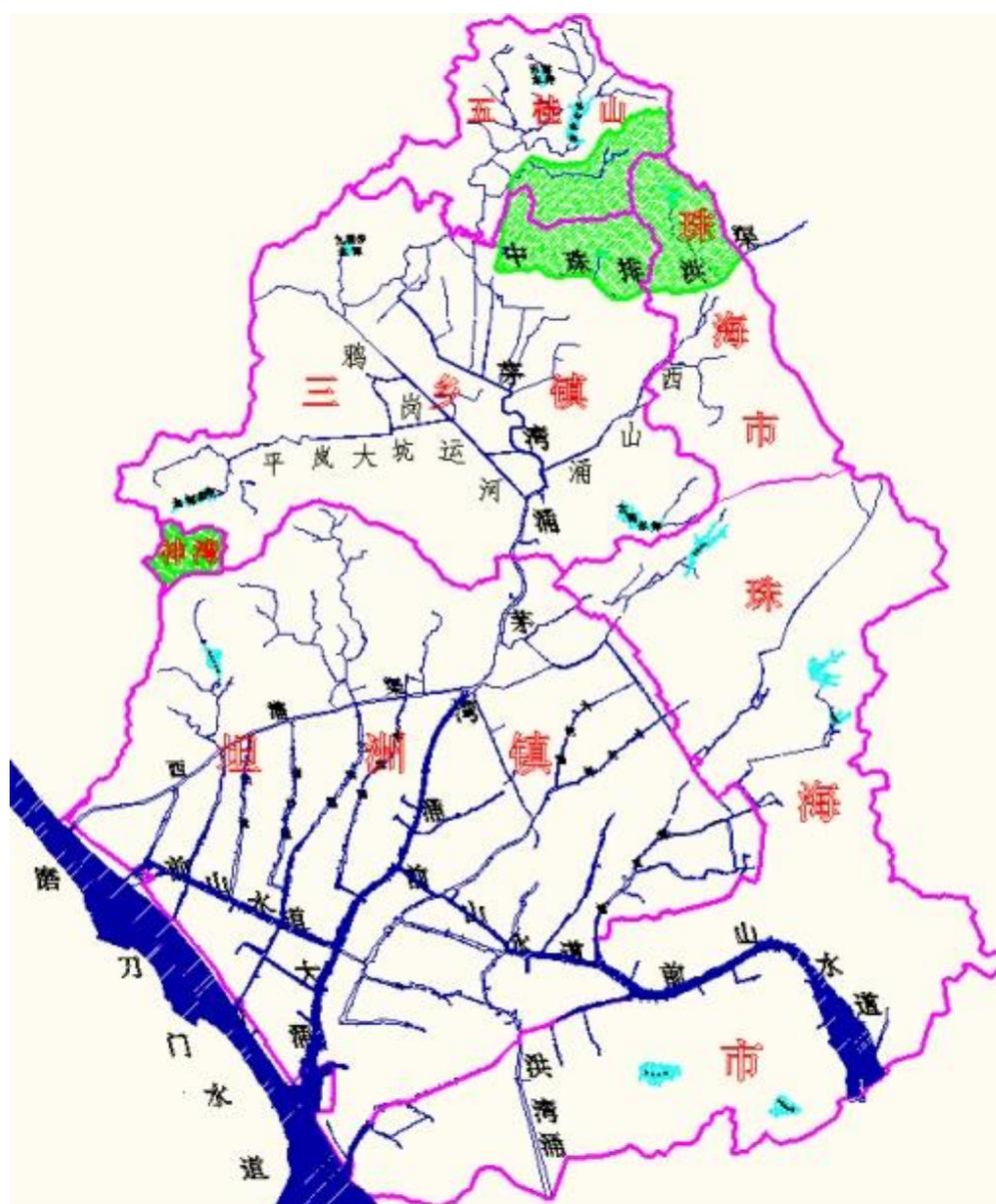


圖 3 前山河流域水系圖

### (三) 氣象水文

#### (1) 氣象

澳門三面環海，輻射強烈，蒸發旺盛，具有熱量豐富、水汽充足、高溫多雨的氣候特徵，屬亞熱帶海洋性季風氣候。

澳門年降水量豐富，季節分配不均勻，幹、濕季明顯，多年平均降水量為 1873.0mm。多年平均氣溫為 22.3℃。極端最高氣溫為 38.9℃，極端最低氣溫為-1.8℃。全年最多風向為東南偏東，多年平均風速為 3.5m/s，受颱風入侵，易出現較大風速。年平均相對濕度為 80%，年平均蒸發量為 1133mm，全年日照時數平均為 1902h。

#### (2) 徑流特性

澳門附近水域徑流來自洪灣水道和灣仔水道。洪灣水道徑流來自磨刀門水道分流，多年平均徑流量和輸沙量分別為 157 億 m<sup>3</sup>和 398 萬 t；灣仔水道的徑流來自中珠聯圍的排洪和排澇，低潮時經石角咀水閘排入澳門水道。匯入澳門水域的徑流以洪灣水道來水為主，灣仔水道來水居次。在中、洪水期經洪灣水道匯入澳門水域的徑流量占總匯入徑流量的 88.2%-93.8%，即使是枯水期也占 60%以上，

#### (3) 洪水特性

根據大炮台山 1952-2015 年 64 年逐日資料，暴雨、大暴雨集中在 4-9 月，平均每年發生暴雨 6.3 次、大暴雨 2.5 次；特大暴雨前期集中在 4-6 月，後期集中在 8-10 月，平均每年發生特大暴雨 0.2 次。前山河流域，年平均暴雨 10 次，均集中在前、後汛期雨季，其中 5、6、7、8 月暴雨最多。

洪水特性與暴雨特性基本一致，洪水多發生在 4-9 月，汛期洪水主要受暴雨的影響，可造成較大洪水或特大洪水，從洪水過程進行分析，大水年洪水過程以單峰為主，來勢凶猛，洪量集中，傳播歷時較短。

#### (4) 潮汐

澳門附近水域屬不規則半日周期弱潮河口，日潮不等現象明顯，具有潮位汛期高於枯水期、平均潮位的年際變化不大、漲落潮差別不大、漲落潮歷時大致相等的特性。

根據內港潮位站 1984 年 5 月-2015 年 12 月數據統計，內港多年平均高高潮位為 0.87m，多年平均低低潮位為-0.77m。多年平均高潮位為 0.53m，多年平均低潮位為-0.50m，多年平均潮差為 1.03m。漲、落潮歷時均為 6 小時 15 分。

表 1 澳門站年最高潮位設計成果表 (MSL, m)

均值	Cv	Cs/Cv	各級頻率 (%) 設計值 (m)					備注	
			0.5	1	2	5	10		20
1.72	0.28	8	3.71	3.38	3.05	2.61	2.29	1.97	1925-2017

#### (5) 颱風

澳門是一個經常受到熱帶氣旋影響和侵襲的地方。據統計每年在澳門 100 海裏範圍內經過的熱帶風暴為 2.1 次，其中 1.2 次是颱風。熱帶風暴多發生在 5-12 月，其中約 85%集中在 7-10 月，其中達到颱風等級的集中在 7-9 月 (70%)，而在 9 月最多 (28%)。自澳門有懸掛風球系統以來 (1956-2015 年)，澳門平均每年懸掛 1 號風球 6.03 次，3 號風球 4.92 次，8 號風球 2.42 次，9 號風球 0.32 次，10 號風球 0.08 次。

#### (6) 波浪

據位於澳門路環島東北九澳灣的九澳站 1986-2001 年波浪實測資料分析，最大有效波高  $H_s=2.86\text{m}$ ，相應周期  $T_s=10.1\text{s}$ ，波向為 SE 向，出現於 1989 年 7 月 18 日 8908 號 (Gordon) 颱風期間；其次為 1993 年 9 月 17 日 9316 (Becky 貝姬) 颱風期間， $H_s=2.65\text{m}$ ， $T_s=8.3\text{s}$ ，波向為 ESE 向。大於 2.0m 的波高出現頻率約為 0.06%。

#### (7) 泥沙

澳門附近水域的泥沙主要來源於洪灣水道，洪、中水期最大含沙量約為  $0.85\text{kg/m}^3$ ，平均含沙量約為  $(0.20-0.49)\text{kg/m}^3$ ，枯水期最大含沙量約為  $0.13\text{kg/m}^3$ ，平均含沙量約為  $0.12\text{kg/m}^3$ 。而灣仔水道洪、中水期最大含沙量則為  $0.19\text{kg/m}^3$ ，平均含沙量為  $(0.074-0.084)\text{kg/m}^3$ ；枯水期最大含沙量為  $0.13\text{kg/m}^3$ ，平均含沙量為  $0.044\text{kg/m}^3$ 。

澳門附近水域內匯流區洪、中、枯水期均處於淤積狀態，洪水期大淤，枯水期小淤。汛期、枯水期的淤積物中值粒徑分別約為  $0.024$ 、 $0.022\text{mm}$ 。

#### (四) 地形地貌

本區域位於珠江口西岸、區內地勢主要為低山丘陵，屬珠江三角洲局部斷塊隆起區。區域內的珠江三角洲平原主要沿著低山丘陵的邊緣分佈。珠海丘陵山頂高程  $147-393\text{m}$ ，澳門丘陵山頂高程  $50-176\text{m}$ ，平原地面高程  $1-3\text{m}$ 。內港海傍區位於澳門半島西部，澳門半島東西向地形地勢呈現中間高兩面低，其中內港區地勢明顯較低，地面高程主要為  $1.3-2.0\text{m}$ 。

閘址附近河面寬約  $520-630\text{m}$ ，水深  $1-6\text{m}$ ，主航道中心綫距離澳門堤岸約  $170-210\text{m}$ ，澳門側水深基本大於  $2\text{m}$ ，珠海側水深小於  $2\text{m}$  的淺灘寬約  $140-300\text{m}$ 。左岸（澳門側）靠近西灣大橋引橋，右岸（珠海側）分佈有銀坑水庫排洪渠，兩岸均建有堤防工程。

## 二、擋潮閘建設目標

### (一) 內港海傍區水患與成因

颱風“天鴿”襲擊澳門加上適逢天文大潮，內港潮位最高達  $5.58\text{m}$ （澳基），導致澳門內港、提督馬路、筷子基以及下環街等沿海低窪地區水浸嚴重，影響範圍包括全澳大街及沿岸地區，澳門市區水深大約為  $1$  至  $2\text{m}$ ，內港一帶及路環市區水浸最為嚴重，淹沒水深在  $2\text{m}$  以上，內港貨櫃碼頭及附近商戶貨物全部浸壞。

澳門歷史上也多次遭受風暴潮的襲擊，災害也十分慘重。據《澳門與颱風》統計，1738年-1983年共246年間澳門曾遭受了70次颱風侵襲，其中，1874年9月22日、1923年8月18日、1964年9月5日、1983年9月9日的颱風是澳門災害損失最為嚴重的4場颱風。

近十年內，澳門先後遭遇了2008年“黑格比”，2009年“巨爵”，2011年“納沙”，2012年“韋森特”和2017年第13號颱風“天鴿”和第14號颱風“帕卡”的六次侵襲，平均不到兩年就發生一次，颱風影響頻次較歷史時期明顯加大。2008年9月24日“黑格比”颱風來襲時，內港海水倒灌嚴重，電箱被浸冒烟，電力中斷，福隆新街一帶商鋪全部被淹，水深達1m，千戶受停電影響。受水浸影響，商戶所弃置的貨品及其它垃圾遍布全街。

澳門風暴潮災害存在受災頻率高、受災範圍大、受災程度嚴重等特點。隨著城市化發展，下墊面硬化變化，澳門內港海傍區內澇水淹災害比較嚴重，受淹情況幾乎每年出現。究其原因主要有三個方面。

一是地勢低窪的地理原因。地勢低窪是澳門風暴潮浸水的客觀因素。內港海傍區陸域地勢低窪，街面高程多在2.0m以下，最低處1.4m左右。澳門內港站多年平均高潮位為1.71m，5年一遇設計高潮位為1.97m，上述低窪地段每當遭遇風暴潮襲擊，均是水患災害頻發的地段。

二是颱風強，影響大的氣象原因。“天鴿”風力大，適逢天文大潮，又在澳門西側登陸，珠江口颱風增水尤為顯著，珠江三角洲多處潮位站出現超歷史實測高潮位，內港潮位最高達5.58m（澳基），超內港兩百年一遇設計高潮位（5.12m）達0.46m，遠超歷史實測高潮位，強大的風力和暴潮水位是導致澳門浸水深度最大、影響時間最長、損失最嚴重的致災主要原因。

三是防禦標準不高的工程原因。內港海傍區因受限於私人土地所有權問題目前基本不設防，未能形成高標準完整的防洪工程體系。青洲沿岸至筷子基段，地面高程在1.7-3.2m之間，青洲塘及鄰近碼頭沿岸、政

府船廠高樁碼頭後方陸域也無堤防工程，部分岸段建堤防，現狀防洪潮能力也僅為 2-50 年一遇。從防洪潮工程現狀看，內港海傍區現狀防洪(潮)能力大部分在 2-5 年一遇，導致當灣仔水道潮位高於 1.50m 以上時，潮水漫頂造成海傍區部分陸域淹沒。

## (二) 內港海傍區防洪潮工程現狀

內港海傍區地勢低窪且沿岸防護標準低，常受水患災害的侵擾，防洪潮工程從澳門北側青州河邊馬路沿岸到澳門南側西灣湖景大馬路，防護段全長約 7.6km。

### (1) 青洲沿岸至筷子基段

該段範圍是從鴨涌馬路東端至林茂海邊大馬路西端沿岸，防護長度約 4.3km。青洲沿岸地勢較高，為堤路結合堤防，高程在 3.1m-3.5m 之間，基本能抵禦 50 年一遇潮位。筷子基北灣、南灣沿岸地面高程在 1.7-3.2m 之間，除青洲塘及鄰近碼頭沿岸、政府船廠高樁碼頭後方陸域無堤防防護外，其餘均為堤路結合堤防，堤頂高程在 2.3m-3.2m 之間，現狀防潮能力為 2-50 年一遇。

### (2) 內港碼頭段

該段範圍是從海港樓至航海學校的碼頭岸綫，防護長度約 2.1km。此段碼頭岸綫由 34 個碼頭泊位和海港樓、水上街市工地、北舢舨碼頭、南舢舨碼頭及航海學校組成。由於歷史原因，現狀碼頭岸綫犬牙交錯，參差不齊。沿綫碼頭大多採用高樁結構，碼頭前沿高程多在 1.5-2.0m 之間，現狀防護能力不足 2 年一遇，每逢颱風及天文大潮受淹頻繁。碼頭後方陸域無堤防防護，且地勢低窪，路面高程大多在 1.3-1.7m。該段是目前內港海傍區淹水的重災區。

### (3) 西灣湖景大馬路段

該段範圍是從西灣湖景大馬路北端至西灣湖景大馬路南端融和門附近，建有堤路結合的海堤，防護長度約 1.2km，且西灣湖景大馬路沿岸

地勢比較高，地面高程在 2.9-3.7m 之間，基本能抵擋 20-100 年一遇潮位。

### （三）內港海傍區擋潮閘建設目標

針對澳門內港海傍區現狀防洪（潮）排澇工程體系尚不完善，防洪潮排澇能力低的現狀，以及澳門水患呈發生頻次加大，影響程度加重的趨勢，嚴重影響澳門繁榮穩定與發展。內港海傍區擋潮閘建設的目標是有效解決澳門內港海傍區水患問題，使內港海傍區防洪（潮）標準達到 200 年一遇，排澇標準達到 20 年一遇，保障內港海傍區居民生命財產的安全。主要考慮有：

內港海傍區目前中小商戶林立，過去曾經是十分繁華的商貿、客貨運輸交通中心，目前擁有 34 個泊位，承擔港澳貨運和來往內地的客貨運。區內有居民 4-5 萬人，有不少百年老店和具有歷史文化價值的建築物（包括孫中山開辦的中西藥局遺址、明清時代興建的康公古廟、福德祠、清朝海關遺址附近的舊建築），但由於地勢低窪，受洪水、風暴潮與暴雨影響，經常發生海水倒灌和積水淹浸。按 100 年一遇台風暴潮海傍區淹沒面積為 1.90km<sup>2</sup>，涉及人口 17.85 萬人，相當於當量經濟人口 229.37 萬人，防洪（潮）標準應按特別重要城市對待，其標準應為 200 年一遇以上。目前澳門半島北側與東側基本達到 50 年一遇防洪潮標準，南側達到 100 年一遇防洪潮標準，而內港海傍區基本處於無設防狀態，是澳門防洪潮的短板。內港海傍區目前水患防禦措施標準低，與經濟社會發展要求不相適應。

## 三、擋潮閘工程建設

### （一）工程任務

在灣仔水道出口段新建澳門內港擋潮閘工程以擋潮防洪，區內澇水通過灣仔水道調蓄並控制降低灣仔水道水位以利於陸域澇水外排，不足部分通過增設泵站抽排；此外，須滿足灣仔水道船舶正常通行及特殊條件下應急救援船隻外出救援的需要。水閘的功能定位為擋潮、排澇、航運等綜合利用。

## (二) 工程規模

擋潮閘的功能定位為擋潮、排澇、航運等綜合利用。近期閘內控制水位可按 1.5m 考慮，遠期待內港海傍區堤岸整治後控制水位可適度提高，按 1.8m 控制為宜。

擋潮閘佈置宜採用擋潮閘與泵站相結合的方式。考慮上游前山河流域的排水需要，擋潮閘的總淨寬應不小於 300m。同時為控制閘內水位可預留排澇泵站，使海傍區防洪（潮）標準達到 200 年一遇，排澇標準達到 20 年一遇。

## (三) 閘址選擇

為保護澳門內港碼頭段沿岸，擋潮閘需佈置在內港碼頭段下游。因西灣湖景大馬路與內港碼頭段結合處灣仔水道較窄約 320m，為滿足行洪過流、控制內江水位壅高等要求擋潮閘過流淨寬按 300m 控制，須避開較窄水道，閘址選擇在灣仔水道喇叭口處。

## (四) 工程總體佈置

從擋潮閘工程任務和功能定位考慮，擋潮閘工程應包括泄洪閘、通航泄洪閘、排澇泵站以及船閘工程。其佈置原則為：一是滿足上游前山河流域澇水排泄；二是工程佈置應儘量保持水流平順；三是滿足內港航運的需求；四是便於施工導流及圍堰佈置；五是便於工程管理區域佈置；六是與周邊規劃工程的相協調；七是兼顧水閘本身及兩岸的景觀，與區域景觀相協調。

擋潮閘工程位於澳門與珠海的界河上，在景觀上有一定要求，可採用大跨度新型閘門來實現。結合國內外類似工程經驗，大跨度通航孔閘門主要型式有臥式水平單開或雙開弧形門、旋轉升臥式等；大跨度泄水孔閘門主要型式有拱形上翻門、弧形閘門、旋轉升臥式等。在工程可行性及初步設計中，應深入分析擋潮閘採用不同閘門型式的效益、利弊和可行性等問題，尤其需探討旋轉升臥式閘門的淤積問題，解決閘門啓閉

可靠性難題，以確保擋潮閘將來運作的安全性。

#### 四、擋潮閘工程建設與管理體制研究

灣仔水道建閘方案涉及粵澳兩地，建設期與運行管理期均與廣東珠海市、中山市關係密切，廣東省人民政府在答覆人大代表提出的建議時，也提出工程涉及粵澳兩地，在解決澳門內港水患的同時，可能影響珠海、中山市的防洪排澇，還涉及到航運、水生態環境、台風暴潮期間水上救援以及建設管理體制等諸多問題，因此應加強建管體制研究，明確建設與管理方式。

擋潮閘屬大型水閘，大型擋潮閘規模宏大、設計和建造难度大、施工技術要求高、建設周期長，決定了其建設管理不僅要滿足一般基礎設施的建設管理要求，還具有一定的特殊性，主要包括政府深度參與工程的建設管理、長期合同採用框架合同實現政府與企業共擔風險、特型設備採用定向邀標方式等。國外大型擋潮閘的建設業主一般為政府部門或政府組建的國有公司，部分擋潮閘還成立建設領導小組，負責工程建設的重大決策，如東斯海爾德擋潮閘、泰晤士擋潮閘都成立了類似建設領導小組的機構。

擋潮閘是前山河流域防洪工程體系的核心，工程利害直接關係到前山河兩岸三地（澳門、珠海、中山）。對於這類流域性且涉及多行政管轄區域的控制性水利工程，國內外通常都在中央部委設立專門的管理機構，配備相關專業管理人員進行管理。聖彼得堡擋潮閘由俄羅斯地區發展部的聖彼得堡擋潮閘管理局負責管理，福克斯擋潮閘由美國陸軍工程兵團下設的管理所負責管理，濱海堤壩由新加坡環境與水資源部下屬的公用事業局負責管理。也有事業單位性質的管理機構，如泰晤士擋潮閘由英國環境署下設的擋潮閘控制中心進行管理，長良川河口堰由日本水資源局負責管理。本擋潮閘工程為粵澳跨界工程，屬公益性項目，工程建設和運用管理體制可由粵澳協商解決，委託其中一方管理，或委託第三方管理，成立事業法人。

## 五、前山河流域水閘聯合調度與信息共享機制研究

灣仔水道為澳門內港海傍區和上游中珠聯圍洪澇水的承泄區，受上游前山河來水、左岸中珠聯圍防洪排澇和右岸澳門內港排澇要求的制約。擋潮閘的設置，關係到兩岸三地人民的切身利益，工程的建設與運行離不開澳門與珠海、中山的溝通及合作。

萊茵河流經歐洲 9 個國家，其生態治理之所以能夠取得巨大成功，至今仍是世界上管理最好的水域，最主要的原因是跨流域合作機構萊茵河國際保護委員會(ICRP)的建立以及後來制定的《防止化學污染公約》、《防止氯化物公約》、《保護萊茵河公約》等相關法規和標準，促使各個成員國達成共識，並以此形成的高效會議制度，均為萊茵河的國際治理提供積極的法律保障和合作基礎，從而開創了國際合作聯合治理污染的新途徑和新模式。

擋潮閘工程的建設與運行，需充分考慮與前山河流域（中珠聯圍）水閘運行聯調機制的協調關係，在現有七閘聯調的基礎上擬定中珠澳八閘聯合調度機制，實行統一管理和調度，以解決防洪排澇問題。參照佛山、廣州、深圳、廈門等地市治理跨境、跨區流域防洪潮工程成功經驗，創新流域內跨市合作機制和管理模式，明確澳門、珠海、中山在流域性工程管理中的職責和權益，統籌流域、齊防共治。建立跨界區域防排洪規劃建設合作機制，統籌開展跨界區域的防洪潮設施規劃建設與運行，共同研究跨境工程流域的防排洪體系規劃，推進澳門內港海傍區防洪排澇工程建設工作。

## 六、建立擋潮閘調度預報預警系統

### （一）建立完善的信息採集系統

信息採集系統由雨、水、風情信息採集系統和工情、災情信息採集系統兩大部分組成。雨、水、風情信息採集系統的建設內容包括充實和更新內港海傍區的雨、水、風情採集網站的設施，並以先進的遙測系統實現水雨情信息的採集和傳輸自動化。

網站設置原則是能掌握區域內雨、水、風情的時空變化，滿足預報、決策方案對信息的需求，充分利用現有的網站，通過建立安全、可靠的計算機網絡系統，實現信息共享，使水情信息傳送可靠、快捷，保證指揮中心在 15-20 分鐘內收齊各水情報汛站的信息，經檢校處理後，供決策使用。

水利工程、災情信息採集系統建設與雨、水、風情信息採集系統的建設同步進行，通過完成與內港海傍區的堤防、泵站、擋潮閘等水利工程信息整理和格式化，建立數據詳實完整的工程數據庫，並採用先進的技術建立工程監測網，實時監控，迅速、準確、全面為指揮部門提供工情、災情信息。

## **(二) 建立高效的通信系統**

通信系統是指揮系統的重要組成部分，主要為水情、工情、災情等信息的上傳、防洪潮調度和搶險救災指揮命令的下達，以及發佈洪潮警報等提供通信手段。

通信系統的建設以充分利用政府部門的公共網絡，補充、完善現有防汛通信網為原則，進一步完善信息採集通信網路，並做好應急措施，全面提高水、雨、風情測報和傳輸的及時性、可靠性。

## **(三) 建設信息化管控平台**

在加強城市降雨規律、排水影響評價等方面研究的前提下，構建城市排水管網水力模型，逐步建立完善覆蓋整個城市排水防澇體系的信息化管控平台。同時建立兼具雨情分析、災害監測、風險評估、預報預警等功能的精細化城市內澇預報預警系統，充分發揮數字信息技術在排水防澇工程規劃、設計、運行調度、搶險救災、決策等方面的支撐作用。

## **(四) 建立水雨情預警預報系統**

河口擋潮閘的調度運行需基於天文潮及風暴潮、前山河流域及海傍區暴雨洪水預報模型，在建立水務信息管理系統(包括信息採集、傳送、

處理、數據庫等)和大中型水閘、泵站的自動控制系統基礎上，結合洪潮水位、風、波浪及氣象監測等信息，以及降雨、大風等天氣預報，建立不同預見期潮位、前山河流域及海傍區暴雨洪水預報模型，根據接收上游中珠聯圍洪水信息、下游潮水信息和降雨信息進行處理，預測洪潮水位變化。通過預警預報系統，可以產生汛情分析、洪水預報和洪災預測成果，供相關決策部門使用。

### **(五) 建立可靠的決策支持系統**

決策支持系統是防洪潮指揮系統的核心，也是防洪潮工作的基礎。決策支持系統的建設，將及時、完整地完成各類防汛信息的收集、處理和存儲；提供洪潮水預報的精度和遇見期；快速、靈活地以圖、文、聲、像等多種方式提供水情、工情、災情、歷史數據等全面的信息服務，實時將洪潮場景同步輸送到指揮中心，更加全面、準確、如實、動態地把握水雨情變化和洪潮環境。隨著汛情的發展，根據防洪潮預案和調度規則迅速制定多個科學的防洪潮調度或搶險方案。

## **七、建閘對珠海、中山防洪排澇影響專題研究**

建閘方案跨粵澳兩地，應專題分析建閘方案對珠海、中山的防洪排澇以及對航運交通、水生生態環境帶來的影響，並加強水閘運行管理及有效措施，減緩或消除影響。

## **八、實施效果**

擋潮閘建設可以解決由風暴潮、天文大潮引起的水浸災害問題，有效解決澳門內港海傍區的水患問題，保障區域防洪(潮)排澇安全。工程屬防洪(潮)排澇減災性質的民生工程，項目的實施，改善當地的生活環境和生態環境，將有助於澳門的社會穩定與長遠的發展。

### **(一) 經濟效益**

工程實施後可以解決由風暴潮、天文大潮引起的水浸災害問題，有效解決澳門內港海傍區水患問題，將其由現狀的不足5年一遇的防洪(潮)

標準提高到 200 年一遇的防洪(潮)標準，通過與石角咀水閘聯合調度，可以將珠海市與中山市相關區域的防洪(潮)標準由現狀的 100 年一遇提高到 200 年一遇，保障珠澳兩地人民生命財產安全，促進珠澳地區經濟長期平穩較快發展，保障社會和諧穩定。項目實施後，基本可以抵禦類似“天鴿”颱風帶來的影響，減免了洪潮災害損失。

## (二) 社會效益

工程建設與運行將是粵澳合作取得的新進展，能有效推動兩地經濟社會的可持續發展，促進澳門附近水域周邊區域的經濟地位進一步上升。項目實施後澳門內港海傍區防洪排澇能力提高，可免除類似“天鴿”颱風帶來的水患災害造成的社會影響，有利於維護澳門的長期繁榮與穩定，具有良好的社會效益。

## (三) 環境效益

項目實施將提升區域的防洪(潮)排澇標準，為居民提供穩定宜居的生活環境。項目實施同時兼顧灣仔水道通航要求，保留整體景觀風貌，突出城市特色。項目可通過特色設計增加景觀節點，與現有規劃的澳門媽閣區和珠海側十字門 CBD 的河口景觀進行融合，提升項目的環境、景觀效益。

## 關於加強澳門消防工作的專題報告

在總結“天鴿”颱風應對經驗教訓的基礎上，為進一步加強澳門消防工作，提升以消防隊伍為主體的綜合救援能力，借鑒國內外先進理念和做法，編制了本專題報告。

### 一、概況

澳門消防局下設 7 個廳（包括 1 個消防學校）、10 個處、8 個消防行動站（其中 2 個在澳門國際機場內）；現有編制人員近 1600 人，各種消防車輛 200 餘台。2016 年處置緊急事件的總數為 45778 起，比 2015 年增加 557 起，同比上升 1.23%。其中火警有 1074 起，同比增加 41 起，同比上升 3.97%；救護車出勤有 38659 起，44324 架次，同比增加 79 起和 2425 架次，升幅分別為 0.2%和 5.79%；拯救工作有 1461 起，同比增加 88 起，同比上升 6.41%。2017 年 1 月至 9 月處置緊急事件的總數為 36511 起，比 2016 年同期增加 1839 起，同比上升 5.3%。其中火警有 758 起，比 2016 年同期減少 58 起，同比下降 1.77%；救護車出勤有 29816 起，41763 架次，比 2016 年同期增加 699 起和 9463 架次，升幅分別為 2.4%和 29.3%；拯救工作有 1205 起，比 2016 年同期增加 69 起，同比上升 6.07%；特別服務 4732 起，比 2016 年同期增加 1129 起，同比上升 31.33%。

在“天鴿”颱風襲擊澳門期間，消防局處理的主要突發事件包括：清除墜下物（石頭脫落、招牌廣告、柵棚及窗戶）、棚架倒塌、樹木倒塌、升降機困人、水浸等。

### 二、形勢和挑戰

按照世界旅遊休閒中心、中國與葡語國家商貿合作服務平台的發展

定位，澳門消防工作面臨新的形勢和挑戰。

(一) 澳門“一中心、一平台”的發展定位對消防工作提出了更高要求。澳門地區大型商貿、旅遊、文化、體育等活動密集，高端旅店業、博彩業聚集，場所敏感，人員衆多，消防安全風險大、標準要求高、安保任務艱巨，必須切實提高憂患意識，採取更加嚴格的工作標準，落實更加嚴厲的工作措施，確保居民生命財產安全。

除了承擔繁重的重大消防安保任務，隨著經濟社會快速發展，作為城市應急救援的主要力量，消防局承擔的任務越來越重、責任越來越大。近幾年，澳門消防參與搶險救援和社會救助逐年增長，對澳門的消防行動站、人員、車輛、裝備等發展也提出了更高的要求。與美國紐約、英國倫敦、法國巴黎、日本東京和我國香港相比，澳門消防工作仍存在提升空間，尤其在培訓場地等方面，還存在一定差距。澳門消防事業發展建設的任務依然繁重，需要精心謀劃，強力推動，全面發展。

表 1 世界主要城市公共消防安全基本狀況一覽表

城市	紐約	倫敦	巴黎	東京	香港	澳門	上海	北京
城市面積 (km <sup>2</sup> )	789	1587	801	1765	1100	30.5	6340	6390
常住人口 (萬人)	849	842	670	1308.8	726	64.85	2415.2	2114.8
消防站 (個)	218	113	77	293	128	6	151	146
消防員數量 (人)	12008	7000	8200	18152	10043	1331	9300	7370
消防員占人口 比例(‰)	1.41	0.83	1.22	1.39	1.38	2.0	0.39	0.35

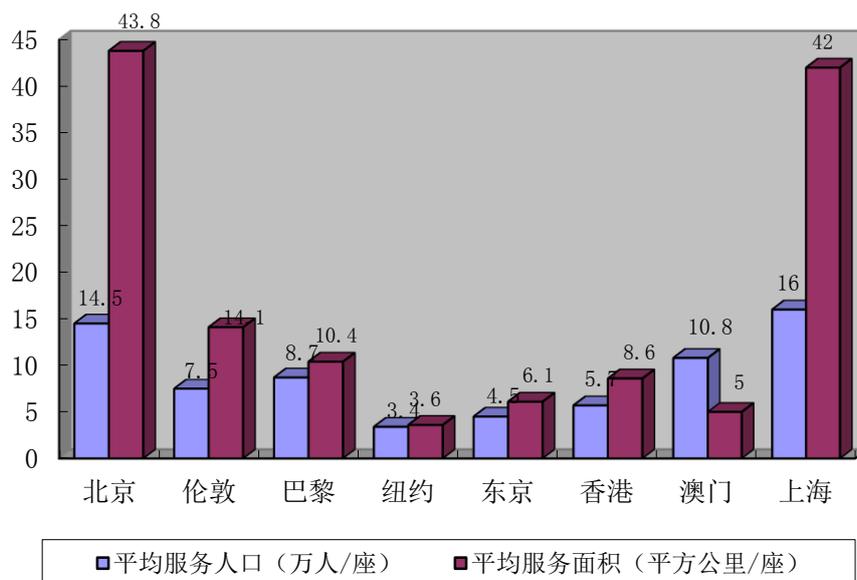


圖 1 各城市消防站平均服務人口及面積對比

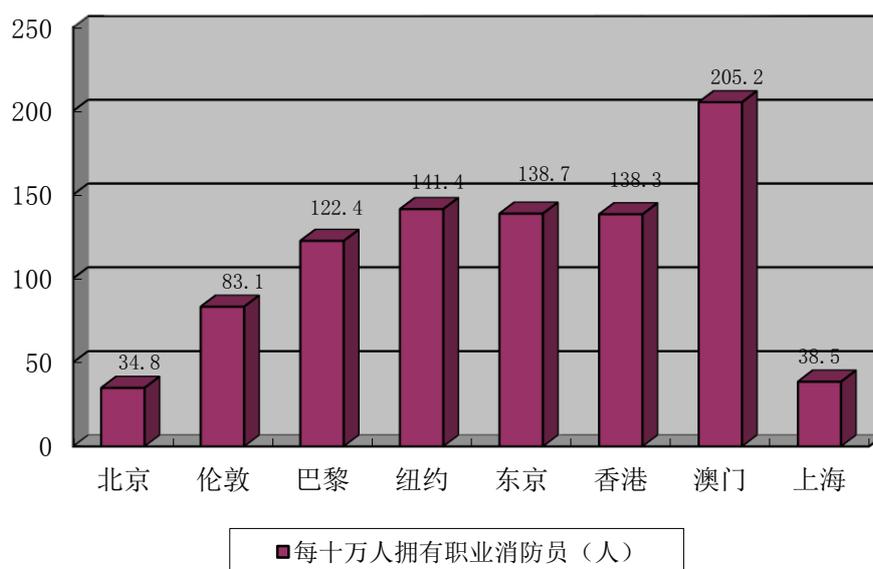


圖 2 各城市每 10 萬人擁有職業消防員數對比圖

(二) 融入國家發展大局需要澳門消防工作發揮更大作用。融入國家發展大局，特別是加強與粵港澳大灣區、粵港澳和泛珠三角地區的合作，一批高技術產業帶、高技術製造業和戰略性新興產業發展帶將在澳門興起，新材料、新能源、新工藝、新產品和防滅火新技術、新方法、新措施將廣泛使用，傳統和非傳統安全威脅相互交織，給城市火災防控

和应急管理帶來新挑戰。

**（三）建設宜居宜業宜行宜遊宜樂城市，消防工作面臨更大考驗。**從澳門消防安全現狀來看，火災防控形勢依然嚴峻大。一是高層建築數量增多、分佈集中。二是易燃易爆危險品和燃氣輸送管綫存在潛在風險。三是地下建築結構複雜、建築規模增大。四是新建軌道交通綫路複雜、客流量大。五是文物古建築數量不少、致災因素多。六是人員密集場所數量大、動態安全隱患多。七是老城區消防安全隱患多、防範難度大。

面對新挑戰，需要著力提升滅火救援能力、增購和更新裝備、加強基礎工作、完善體制機制和現代消防責任體系，提高消防安全管理水平，加快消防技術服務一體化改革，提升全民消防安全素質；需要科學制定、實施城市消防規劃，全方位推進同內地特別是廣東省和泛珠三角地區消防警務深度合作和一體化建設。

### 三、加強消防安全能力建設的建議

**（一）健全消防法規標準體系。**按照澳門法規制修訂進程，應適時加快修訂相關消防法規等特區立法工作。按照與國際接軌的要求，提出澳門消防標準制修訂計劃，規範消防規劃、設計、建設、管理和監督行爲。在原有基礎上，深化消防行動站建設標準和滅火救援、搶險救災車輛裝備配備標準，細化火災撲救和搶險救援程序。圍繞高端信息網絡企業、節能環保企業、超高層建築、城市軌道等火災防控，制修訂高層建築消防設計要點，高層、地下建築消防應急逃生設備配備標準，社會消防安全培訓機構設置與評審，建築消防設施檢測評定規程，建築消防設施維修保養規程，電氣防火檢測技術規範等標準，推動澳門消防標準化工作。

**（二）深化落實消防工作責任。**建立健全消防工作定期會商、挂牌督辦、定期考核、責任倒查機制，將消防工作納入澳門各行各業績效考核評價和各級監察督查範疇。推動落實部門消防工作監管責任，制定出台部門消防安全管理標準，推進消防安全標準化管理，開展常態化火災

隱患排查整治，提升消防安全管理水平。強化落實單位消防工作主體責任，推行單位消防安全標準化、戶籍化、標識化管理，深化消防安全“四個能力”建設，探索建立單位消防工作實現“安全自查、隱患自除、責任自負”。強化落實社區消防工作直接責任，將消防安全納入城市管理、社會服務、治安防控網格建設，建實、建強網格化組織機構，加強消防安全基礎能力建設，明確職責任務，強化網格巡查，落實群防群治，全面提升消防安全治理能力。

### 消防安全“四個能力”

1. 提高檢查消除火災隱患能力，切實做到“消防安全自查、火災隱患自除”。要確定消防安全管理人，具體負責本單位的消防安全管理；定期開展防火檢查巡查，落實員工崗位消防責任；對檢查發現的火災隱患要立即消除，不能立即消除的，要制定整改方案，明確整改措施，落實整改資金，限時消除。

2. 提高組織撲救初起火災能力，切實做到“火情發現早、小火滅得了”。依法應當建立專職消防隊的企事業單位要建立專職消防隊，其他單位要建立志願、“保消合一”等多種形式的消防隊。要結合單位實際，制定滅火和應急疏散預案並定期組織演練，確保一旦發生火情，員工能按職責分工及時到位、有效處置。消防控制室值班操作人員要持消防行業特有工種職業資格證書上崗，熟悉消防設備，並熟練掌握火警處置及啓動消防設施設備的程序和方法。

3. 提高組織人員疏散逃生能力，切實做到“能火場逃生自救、會引導人員疏散”。員工普遍掌握火場逃生自救基本技能，熟悉逃生路線和引導人員疏散程序。單位要明確疏散引導人員，確保一旦發生火災，能夠及時組織在場人員安全疏散。

4. 提高消防宣傳教育培訓能力，切實做到“消防設施標識化、消防常識普及化”。消防設施器材要設置規範、醒目的標識，用文字或圖例標明操作使用方法；重點部位、重要場所和疏散通道、安全出口要設置“提示”和“禁止”類消防標語。要落實消防教育培訓制度，員工普遍達到“懂基本消防常識、

懂消防設施器材使用方法、懂逃生自救技能，會查改火災隱患、會撲救初起火災、會組織人員疏散”的要求。

**(三) 開展城市火災風險評估。**全面開展澳門公共安全消防風險評估，找出風險點、危險源，分析研判澳門公共消防安全狀況，劃分風險等級，制定、實施城市消防規劃，制定應對策略，源頭治理，防控風險，改善城市公共消防安全狀況。完善火災風險評估預警機制，監測研判消防安全態勢，形成常態化與重大活動火災風險評估預警通報機制，及時消除火災風險。完善社區火災風險評估和重大活動火災風險評估制度，及時預警，及時防範。依據火災風險評估結果，將消防安全高風險單位作為高危單位，從嚴落實源頭防範和應急處置措施。推動火災風險評估社會化，探索火災責任保險制度，推動保險公司在社會消防安全服務中發揮作用。

**(四) 組織火災隱患排查整治。**建立常態化火災隱患排查整治機制，定期開展有規劃、有側重的集中專項整治，重點整治老城區火災隱患，以社區為單位，管住電源明火，降低火災風險。適時開展打通消防車道整治行動，重點解決老城區占用、堵塞、阻礙消防車道的問題。持續整治高層建築、地下空間、人員密集場所、文物古建等重要場所火災隱患，建立重大火災隱患督辦制度，完善督查考核機制。

**(五) 強化高層建築消防安全措施。**嚴格高層建築消防設計和高層建築群消防安全管理，將消防行動站、道路、水源、通信等基礎設施與高層建築群建設同步規劃、同步實施。推動高層建築消防安全管理智能化，推廣應用物聯網、移動互聯網、建築三維建模等技術，推廣採用單人自救系統、居民樓獨立報警系統集成等方法，實現監管和管理單位對高層建築實時、動態、智能管理。推行超高層建築實行統一物業管理模式，具體承擔超高層建築消防設施管理責任。在大型綜合體和娛樂場等高層建築推行“智慧消防”管理模式，通過信息感知、分析、處置系統，實現建築群消防實時監控。配備適合高層、超高層和地下隧道、通道滅火救援的消防車輛裝備，制定針對性滅火救援預案和 3D 演示圖，廣泛

開展實戰訓練和演練，提升突發事件處置能力。

**（六）加強私營部門的消防安全管理。**持續開展易燃易爆危險化學品經營、倉儲、運輸等單位火災隱患排查整治，加強監督檢查和執法，督促私營部門落實消防安全主體責任。利用物聯網、智能識別等信息化技術手段，對重點地區、重點單位和重點部位進行遠程監控和預警，提高消防安全管理水平。強化安全教育培訓，督促指導私營部門和員工提高自救互救能力。落實消防部門與私營部門之間的應急處突聯動機制，定期開展演練，提高應急處置能力。

**（七）完善文物古建消防安全環境。**完善文遺法文物保護單位消防安全管理規定，降低火災風險。將消防安全納入文物古建保護修繕和旅遊開發的立項、建設、使用環節，解決原有建築遺留的消防安全問題，增補消防安全設施。因地制宜通過改造消防水源、增設消防水泵、增建室外消火栓、修建蓄水池等方式解決消防水源不足問題。在重點文物古建築內及重點部位安裝火災自動報警和滅火系統。持續整治文物古建場所火災隱患，推動建立專職或志願消防組織，配備必要消防器材，開展消防安全巡查，撲救初期火災。

**（八）確保重大活動消防安全。**進一步規範重大活動應急處置預案標準和工作流程，開展重大活動火災風險評估，適時開展專項檢查和培訓演練。加強重大活動主辦單位消防控制室操作人員及重點部位值班人員培訓，確保一旦發生火災，起火點附近員工在 1 分鐘內報警，單位在 3 分鐘內組織人員疏散和火災撲救。重大活動集中場所及周邊單位為重點，劃定常用勤務現場，分級分類建立台賬，制定針對性消防安保措施，確保大型活動現場消防安全。根據商貿、旅遊、文化、體育等重大活動特點及勤務等級要求，進一步完善勤務工作規範和標準，科學制定上勤警力、車輛裝備數量及部署位置，形成常態化、制度化勤務組織模式。

**（九）加快消防水源建設。**將消防水源建設納入市政建設發展總體規劃，明確規劃、水務、城建、消防部門關於市政消火栓規劃、建設、

維修、管理等方面的具體職責，解決市政消火栓建設發展不平衡、位置不合理、取水不方便、管理職責不清等問題。

**(十)加強消防特勤力量建設。**在2016年新建特勤消防隊的基礎上，適時組建特殊滅火隊、防化救援隊和航空特勤隊，配備防化救援車、核生化偵檢車、高性能泡沫消防車、高性能高噴車等車輛，建設一支一專多能、功能兼備的消防特勤隊伍。依托消防學校和保安部隊高等學校，按照消防救援與反恐處置兼顧的原則，增建封閉訓練、實毒模擬訓練、燃氣泄露模擬訓練設施，開展真火烟熱、高溫高輻射、高空綜合、地下巷道、索道救援、防化服氣密、槽罐車模擬等特殊專業訓練，進一步提高特勤隊伍實戰能力。依托澳門現有特勤攻堅力量，在進一步完善現有應急救援的基礎上，挑選精幹力量和特殊人才，組建防化救援、偵檢排爆、高空救援等專業應急救援分隊，與治安警察隊伍密切協同，加強防暴制暴、攻擊防護等裝備配備建設，提高應急處突、反恐維穩能力。

**(十一)建立健全粵港澳消防聯動機制。**一是建立粵港澳消防聯席會議制度與聯合調度平台，實施聯勤聯訓、聯動聯防。二是構建區域性消防技術服務、消防監督管理、消防宣傳培訓體系。三是整合澳港粵三地消防資源，構建多主體、跨地域、全天候的城市群一體化滅火救援體系，完善訓練、作戰、後勤、裝備等聯合保障體制，建立粵港澳大灣區城市群滅火救援專家庫、專業隊伍庫、地理信息庫、設施裝備庫和物資儲備庫，實現滅火救援資源深度開發、高度共享，定期或不定期舉行區域性滅火救援聯合實戰演練，全面提升粵港澳大灣區一體化滅火救援能力。四是提升橫琴新區火災防控水平。同步編制實施橫琴新區專項消防規劃，並納入整體規劃。加快消防行動站建設，利用新區比較豐富的自然水域作為城市消防補充水源，全面提升火災防控能力。

**(十二)加強組織領導和消防培訓基地建設。**在澳門特區政府統一領導下，充分發揮相關職能部門的作用，研究制定《澳門消防事業發展建設方案》，加強組織領導，加大資金投入，利用即將建設的新消防學校，充實加強現有的消防培訓基地建設，健全工作機制，充分調動各方力量，

形成消防和應急處置工作合力。定期對相關部門落實情況進行督促檢查，組織開展階段性考核和評估，推動建設方案落實，全力推進澳門消防事業和應急管理事業持續健康發展。