

# 現代消防高新技術

## 重塑城市安全防線

地面機器人



▲專用滅火無人機參與內地城市消防演練。中新社

▶消防人員搬運專用滅火無人機。中新社

▶起飛小型無人機搭載的熱成像相機，可穿透煙霧及部分建築遮擋，精準識別起火點和高溫區域。

### 3C科技

2025年11月26日下午，香港新界大埔宏福苑突發五級火警，七棟住宅樓起火，造成重大人員傷亡。這次火災波及多座樓宇、救援動員巨大，折射出現代城市消防面臨的複雜度，也透露出高科技裝備在應急救援中不可替代的作用。下面我們梳理一下當下內地城市消防與特種救援正在使用或迅速成長的高新技術。

姚剛

## 無人機在火災救援中的使用

### 終結「夠不着」的難題

高層建築火災一直是一個世界性難題。傳統雲梯車普遍受限於最多100米高度的作業範圍，且展開耗時長達數10分鐘，而火災的黃金撲救時間往往只有最初的3至5分鐘。如何在第一時間對高層建築的高樓層噴灑滅火劑呢？無人機作為消防車的有力補充，在堵車等無法通行場景下可快速抵達，懸停在火源上空精準作業。諸如「卓翼智能」的特種無人機製造商還為高空救火這一難題提供了革命性解決方案。其研發的高層滅火無人機可以攜帶消防水帶在150米以上的高空繫留長達4小時，持續進行滅火作業。它可以做到水帶鋪設與無人機升空同步完成，部署時間僅需3分鐘，同時支持通過熱成像數據實時分析鎖定火源並回傳畫面。

### 穿透濃煙的「火眼金睛」

大疆在消防場景也有一套完整的解決方案：首先起飛小型無人機（DJI Matrice 4T或M30T）進行火情偵查，搭載的熱成像相機，可穿透煙霧及部分建築遮擋，精準識別起火點和高溫區域；然後通過無人機實時回傳的影像信息對火場進行標註研判、通過司空2（無人機與機場雲端管理平台）進行多端設備信息同步，指揮中心通過任務管理平台進行統一指揮調度；並採用多功能無人機大疆Matrice 400，開展偵查、拋投、照明、通信中繼等救援任務。

## 面向普通居民消防安全實用建議

消防科技的飛速發展，為安全防護提供了堅實保障，但個人與單位的防範意識仍是第一道防線。下面是結合了科技產品和專家建議，提出的幾點消防實用建議：

- 1、優先在家中選擇搭載物聯網模塊的智能煙感報警器，其自動告警機制可確保險情及時傳達。
- 2、高層住戶可配備便攜式逃生呼吸器與機械緩降器。
- 3、在廚房或存放易燃物品的區域配備氣凝膠滅火毯，可耐800℃高溫。小型CAFS噴罐（2L裝）滅火效率相當於10L水，適合撲滅初期油火。
- 4、在家中準備應急包。包含防毒面罩（過濾CO和HCN）、應急手電筒（發出紅外信號便於無人機定位）、保溫毯等。
- 5、平時熟悉樓層平面與安全出口，熟悉樓棟內智能應急照明指示裝置的位置。
- 6、逃生時要掌握自救三要點：封閉煙源、低位爬行、遵守廣播的撤離路線。
- 7、家庭成員定期參與社區組織的消防演練，熟悉火災的正確應對方式，提升個人應急技能。

### 四足機器人

發生火災時，火場溫度可以高達上千攝氏度，人類消防員每前進一步都面臨生命威脅。

在有毒、缺氧或濃煙等危險災害事故現場開展偵察、探測、搜救工作是消防應急救援的核心任務之一。傳統救援方式不僅使救援人員面臨巨大的安全風險，在信息採集方面也存在諸多局限。四足機器人技術核心在於其運動控制與感知系統。機器狗採用關節力矩控制算法，能攀爬樓梯、跨越障礙物，在複雜建築結構內穩定移動。搭載的氣體傳感器陣列可檢測CO、H<sub>2</sub>S、VOCs等有毒氣體濃度，紅外相機實時構建熱力圖，將危險區域標記為紅色警示。還可搭載360全景相機，操作人員通過VR頭盔遠程操控，有效距離達2公里，真正實現了「人在安全區，機器在火場」的作戰模式。它還具有強大的自由組網模式，可以靈活使用不同的網絡並支持中繼模式，使其可以靈活應對現場負責的網絡環境。

宇樹科技、武漢世隆科技等多家國內企業已推出了專門為消防場景打造的多功能消防四足機器人。各地的消防救援隊紛紛開始列裝此類消防四足機器人，成為消防救援隊伍中的「新戰友」，也成為消防救援人員的「替身」。



▲電動爬樓機。

### 履帶式消防機器人

針對化工園區、隧道等大型火場，履帶式機器人可以承擔重載任務。它們可拖曳200米長水帶，搭載泡沫滅火系統，持續作業時間超過4小時。其防爆設計達到IP68等級，能在充滿可燃氣體和粉塵的環境中安全運行。AI視覺導航系統使其可以自主避障，按照預設路徑巡邏或直撲火源。此類消防機器人還衍生出了：防爆滅火機器人、火場排煙機器人、救援破拆機器人等多個子品類。



### 爬樓工具

爬樓工具，屬於救援輔助裝備的重要升級。電動爬樓機採用履帶式或行星輪結構，承載能力達200公斤，可將傷員或重型設備快速轉移下樓。

而消防員穿戴的外骨骼通過機械結構將背負重量有效分散至腿部和地面，減少對肩、腰、膝關節的壓力。裝備與人體關節運動高度匹配，能吸收衝擊動能，降低關節損傷風險，並增強膝關節等關鍵部位的助力。能減輕負重30-50%，使救援人員在穿戴全套防護裝備的情況下，仍能保持機動性攀登30層樓。這種「人機協同」模式，極大提升了高樓救援效率。

### 消防員特種個體防護裝備

極端環境下的消防員的個體防護尤為重要，現代特種消防員個體防護裝備對提升消防員的生命安全和救援效率起到了顯著的作用。最新一代消防智能頭盔集成了熱成像儀、氣體傳感器與通信終端，既能幫助消防員在濃煙中識別被困人員，又能實時監測環境有毒氣體濃度，當檢測到一氧化碳超標時自動發出警報。而採用芳綸1414材質的新型消防服，耐溫極限提升至800℃，較傳統裝備提高50%，且重量減輕30%，使消防員在高溫火場的作業時間延長至20分鐘以上。



▲新一代消防智能頭盔。

### 火災中的「解凍神器」

在高溫的火災現場，往往需要「解凍劑」，這是為什麼呢？

若火災涉及商業與住宅混合區域，部分樓層存在醫療物資儲存點、實驗室或冷鏈相關設施——這類場所常配備液氮儲存容器，用於低溫保存藥品、樣本或維持特定設備運行。火災高溫衝擊下，液氮儲存容器的閥門、管道易出現變形或密封失效，容易導致-196℃的液氮洩漏。

洩漏的液氮會迅速引發多重險情：一方面，低溫液氮接觸空氣後快速氧化，不僅加劇火場能見度惡化，還可能導致局部氧氣濃度驟降，威脅救援人員與被困者呼吸安全；另一方面，液氮會使接觸到

的金屬管道、閥門、建築結構部件迅速凍結，形成厚度可達數厘米的冰層。這些凍結部件會直接阻礙救援操作——例如凍住的消防管道閥門無法開啟，導致滅火用水或泡沫無法輸送至火點；甚至部分被困者可能因身體接觸低溫部件或液氮霧氣，出現凍傷風險。

普通除冰方式在此場景下完全失效：若用熱水澆灌，極端溫差會導致金屬部件熱脹冷縮劇烈而爆裂；常規電加熱器功率有限，無法在高溫火場環境中快速融化厚冰層，反而可能因電路遇水短路引發新風險。專業液氮解凍劑採用梯度溫控與高效熱傳導技術，通過特殊配方的導熱介質與精準加熱模塊，能在避免熱衝擊的前提下，以每分鐘3至5毫米的速度融化凍結冰層。解凍劑自帶絕緣與防水特性，即使在火場潮濕、高溫環境中，也能穩定工作且不影響電氣設備安全。它採用便攜化設計可配合單兵操作，消防員無需大型設備即可在狹窄空間內對閥門、管道等關鍵部件實施精準解凍。

### AI智能消防監測預警

如果說救援裝備是「矛」，那麼智能消防監測預警系統就是「盾」，從源頭上遏制火災發生，已成為現代消防科技的重要發展方向。AI智能消防監測預警系統通過部署大量的無線傳感器（如光感煙探測器、電氣火災監控設備、消防用水監測器等），實時採集建築內部的消防數據，並通過網絡

傳輸至雲端平台進行集中管理和分析。該系統能夠對消防設施的運行狀態、電氣線路的溫度和電流異常，以及消防用水的壓力和液位進行在線實時監測。

在AI大模型技術的加持下，採用卷積神經網絡對火焰形態、閃爍頻率、光譜特徵進行多維度分析，還能識別煙霧的擴散速度、顏色梯度及顆粒物濃度變化，結合歷史數據預測火勢走向。通過部署在建築內的溫度、煙霧、燃氣傳感器，實時監測環境數據，一旦超出閾值，立即啟動聲光報警，並聯動電梯迫降、防火門關閉等應急措施。這種從被動響應到主動預防的轉變，可降低火災蔓延風險，為人員疏散爭取寶貴時間。



◀消防員穿戴的外骨骼通過機械結構將背負重量有效分散至腿部和地面，減少對肩、腰、膝關節的壓力。

### 結語

當火災的濃煙逐漸散去，那些曾穿梭於火海中的無人機、支撐消防員攀登的外骨骼、化解液氮險情的專業解凍劑，不再只是冰冷的技術裝備——它們是重構城市安全防線的「筋骨」，是跨越深港的「救援橋樑」，更是守護生命的「希望之光」。這場五級火警讓我們清晰看見：現代消防科技的價值，從不止於「滅火」與「救人」的單點突破，更在於推動城市應急體系從「被動響應」向「主動防控」的深層變革。

消防科技從不是「萬能鑰匙」。科技是守護生命的「利器」，而個人的防範習慣、社區的應急演練、社會的協同生態，才是城市安全防線的「根基」。在這場與火魔的賽跑中，每一秒的提升，每一次風險的降低，都意味着更多生命能被安全守護的可能。