

南華大學社會科學院國際事務與企業學系歐洲研究碩士班

碩士論文

Master Program in European Studies

Department of International Affairs and Business

College of Social Sciences

Nanhua University

Master Thesis

消防救援用歐規空氣呼吸器使用及訓練情形

之分析與調查—以雲林縣消防局為例

Fire Rescue European Self-container Breathing Apparatus  
Research Investigation and Analysis for Using and Training  
--A Case Study on YunLin Fire Department

蘇信豪

Hsin-Hao Su

指導教授：鍾志明 博士

Advisor: Chih-Ming Chung, Ph.D.

中華民國 109 年 1 月

January 2020

# 南 華 大 學

國際事務與企業學系歐洲研究碩士班

碩 士 學 位 論 文

消防救援用歐規空氣呼吸器使用及訓練情形之分析與調  
查—以雲林縣消防局為例

Fire Rescue European Self-container Breathing Apparatus  
Research Investigation and Analysis for Using and Training  
--A Case Study on YunLin Fire Department

研究生：蘇信豪

經考試合格特此證明

口試委員：\_\_\_\_\_

張台麟

王恩為

鍾志明

指導教授：鍾志明

系主任(所長)：張心怡

口試日期：中華民國108年12月18日

## 摘要

近十年來，全國各縣市消防機關的器材、個人防護裝備、消防專業知識、消防搶救技術及軟硬體設施等，皆進展神速；但與此同時，國內消防人員殉職及受傷的案例，卻也大幅增加，讓吾人得知隨著防護裝備及消防知識的提升，同時也降低了消防員在火場內的警戒心。空氣呼吸器乃是消防人員進入火場最重要的保命裝備，目前全國各級機關皆採用符合歐盟規範之全套空氣呼吸器，除了具有一定的防護能力外，且須遵守統一的規範，因此不同廠牌的歐規空氣呼吸器，其裝備器材相容性極高。而有良好的空氣呼吸器訓練及裝備將有助於延長火場內逃生待救時間，降低消防人員殉職或受傷的情形出現。

以此為基礎，針對現行消防人員所使用的歐規空氣呼吸器訓練及使用情形為研究主體，藉由近兩年來雲林縣消防局針對外勤消防員及部分義勇消防員進行空氣呼吸器專業訓練加以探討，最後再訪談消防機關專業的外勤人員，藉以探討出現行空氣呼吸器使用及訓練情形的優缺點。希望藉由此研究，提供消防人員於救援時多一份安全觀念，瞭解自身裝備的功能及限制，在執行人命救助任務時做出正確判斷，以期能減少救援失敗或人命傷亡的機率。

關鍵詞：歐規空氣呼吸器、生存訓練、面罩、氣瓶、雲林縣

## Abstract

In recent decades, the personal protective equipment, fire professional knowledge, fire rescue technology, hardware and software facilities of fire department in many cities have made rapidly progress in Taiwan. However, at the same time, cases of domestic firefighters' death and injuries have been increased significantly. We know that with the improvement of protective equipment and fire protection knowledge, it also reduces the alertness of firefighters in the fire field. SCBA is the most important life-saving equipment for firefighters to enter the fire field. At present, all the fire department in the country use a full set of SCBA that comply with EU regulations. In addition to having certain protection capabilities, they must comply with unified standards. Therefore, the European SCBA of different brands are highly compatible. The good equipment and good training can help to extend the waiting time for escape in the fire scene and reduce the occurrence of firefighters' death or injuries.

According to the description above, the research subject focuses on the training and the using of the current European SCBA used by firefighters. The research is to discuss the professional training on SCBA for ALL firefighters which Yunlin County Fire Bureau has provided in the last two years and have interview with professional firefighters. It is hoped that this research will provide firefighters with some safety concepts during rescue, understanding the functions and limitations of their equipments, and make correct judgments when performing life-saving rescue missions, in order to reduce the chance of rescue failure or death.

Keywords: SCBA, Survaval, Full Mask, Air Cylinder, Yunlin County

# 目錄

摘要 .....	I
Abstract.....	II
目錄 .....	III
圖目錄 .....	V
表目錄 .....	VII
第壹章 緒論 .....	1
第一節 研究背景與動機 .....	1
第二節 研究目的 .....	3
第三節 研究範圍與限制 .....	4
第四節 研究方法與流程 .....	6
第五節 名詞解釋 .....	8
第貳章 文獻回顧 .....	11
第一節 火場特性 .....	11
第二節 全套歐規空氣呼吸器及配件 .....	16
第三節 歐規空氣呼吸器規範 .....	23
第四節 救援用空氣呼吸器使用注意事項及使用者限制 .....	25
第五節 國內外空氣呼吸器具 .....	28
第六節 空氣呼吸器具的選擇 .....	38
第七節 美國空氣呼吸器相關法令暨適用環境 .....	41
第參章 救援用歐規空氣呼吸器—以雲林縣消防局為例 .....	46
第一節 空氣呼吸器使用規格 .....	46

第二節	空氣呼吸器管理情形 .....	56
第三節	消防人員自救生存訓練 .....	58
第四節	空氣消耗管理 .....	63
第五節	案例探討 .....	65
第肆章	<b>深度訪談</b> .....	72
第一節	訪談目的 .....	72
第二節	訪談方式 .....	73
第三節	受訪樣本選取 .....	74
第四節	設計專家訪談內容 .....	78
第五節	訪談結果分析 .....	80
第伍章	<b>結論與建議</b> .....	86
第一節	研究結論 .....	86
第二節	研究建議 .....	88
參考文獻	.....	90

## 圖目錄

圖 1.1 歷年來火災次數與消防傷亡統計資料表 .....	2
圖 1.2 雲林縣鄉鎮地圖 .....	5
圖 1.3 研究架構 .....	8
圖 2.1 全套空氣呼吸器 .....	18
圖 2.2 背架及背帶相關組件 .....	19
圖 2.3 空氣瓶標籤及規格 .....	20
圖 2.4 碳纖維複合氣瓶剖面圖 .....	21
圖 2.5 面罩與肺力閥 .....	23
圖 2.6 空氣呼吸器具之功能分類 .....	31
圖 2.7 緊密接合式空氣呼吸器具 .....	33
圖 2.8 寬鬆式空氣呼吸器具 .....	34
圖 2.9 丟棄式防塵口罩 .....	34
圖 2.10 口體式防塵口罩 .....	35
圖 2.11 正壓式空氣呼吸器具 .....	36
圖 2.12 負壓式空氣呼吸器具 .....	36
圖 2.13 供氣式空氣呼吸器具 .....	37
圖 2.14 美國勞工衛生法規所採行的空氣呼吸器具選用原則 .....	39
圖 2.15 我國與日本之空氣呼吸器具選用原則 .....	40
圖 3.1 消防救援使用之空氣呼吸器 .....	46
圖 3.2 消防救援使用之空氣呼吸器 .....	47
圖 3.3 Drager 救命器型式 .....	48
圖 3.4 FENZY 氣瓶標示說明 .....	50

圖 3.5 德國 DRAGER 面罩正面.....	51
圖 3.6 德國 DRAGER 面罩背面.....	52
圖 3.7 德國 DRAGER 面罩側面.....	52
圖 3.8 MSA 個人救命器 .....	55
圖 3.9 消防人員生存訓練-局限空間救援.....	59
圖 3.10 義消人員空氣呼吸器專業訓練情形 .....	62
圖 4.1 德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器 (HUD).....	84
圖 4.2 德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器(HUD)裝置面罩型式 .....	85



## 表目錄

表 2.1 外循環式與內循環式呼吸裝備比較 .....	17
表 2.2 背架常見故障原因 .....	19
表 2.3 鋼瓶與複合氣瓶之比較 .....	21
表 2.4 空氣呼吸器檢核表 .....	27
表 2.5 國外空氣呼吸器具簡介 .....	29
表 2.6 我國空氣呼吸器具之簡易分類 .....	30
表 2.7 空氣呼吸器具法規和使用相關組織 .....	42
表 3.1 雲林縣消防局近年來空氣呼吸器採購情形 .....	56
表 3.2 空氣呼吸器消耗量 .....	64
表 4.1 受訪者名單 .....	77
表 4.2 消防機關外勤人員深度訪談問題 .....	79

# 第壹章 緒論

## 第一節 研究背景與動機

火災搶救本是消防人員的使命與職責，空氣呼吸器的重要性隨著搶救觀念的進步而有所提升，內政部消防署在南投竹山成立訓練中心後，更多更紮實的訓練培育出許多優秀的消防員，相較於早期訓練經費、場地、器材及觀念缺乏的年代，現今消防人員已有更充裕的時間、經費及器材接受更完整的養成教育訓練，但近年來國內消防人員於救災時殉職人數卻比往年有上升的趨勢，2013 年迄今已有 25 名英勇的消防人員於救災時殉職<sup>1</sup>，其中 2014 年 8 月 1 日高雄氣爆造成 6 名警消殉職<sup>2</sup>，2015 年 1 月 20 日桃園新屋保齡球館惡火奪走 6 名消防弟兄生命，<sup>3</sup>以及 2018 年 4 月 28 日桃園敬鵬工業惡火，<sup>4</sup>造成 6 名消防弟兄殉職，更是所有人心中的痛。

對於消防人員來說空氣呼吸器是相當重要的裝備之一，訓練不足亦或裝備保養不落實等管理情形不當，皆有可能引發消防人員受傷、死亡、任務失敗，或者導致緊急事件惡化，除了緊急事件期間所經歷的短期影響外，也可能因重複曝露於有毒的環境下，繼而遭受長期呼吸道健康方面問題。隨著科技日新月異，陸續研發出多種空氣呼吸器，而目前全國各級消防機關最常使用的空氣呼吸器即為外循環自給式歐規空氣呼吸器，因此本論文研究即以此一類歐規空氣呼吸器的使用與訓練，作為探討的主題。

---

<sup>1</sup> 即時新聞中心，〈恐怖真相！64 年已百餘消防員殉職〉，《蘋果新聞網》，2018.4.29，<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20180429/1343667/>。

<sup>2</sup> 聯合新聞網，〈地裂一瞬！2014 高雄氣爆回顧〉，《遠見雜誌》，2018.5.11，<https://www.gvm.com.tw/article/44256/>。

<sup>3</sup> 〈桃園市新屋保齡球館火災〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/桃園市新屋保齡球館火災>，瀏覽日期 2019.6.1。

<sup>4</sup> 〈敬鵬工業平鎮廠火災〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/敬鵬工業平鎮廠火災>，瀏覽日期 2019.11.11。

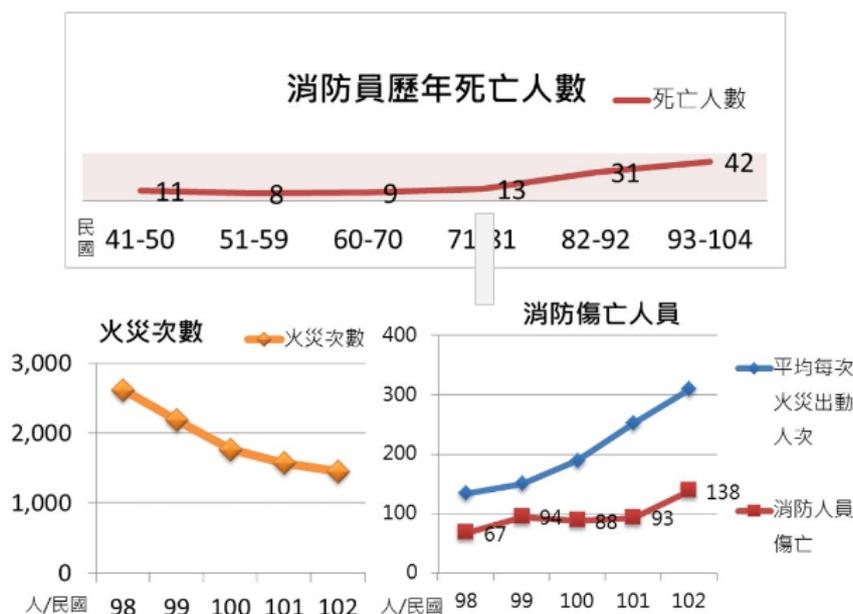


圖 1.1 歷年來火災次數與消防傷亡統計資料表

資料來源：蔡宜蓀，〈他們的犧牲，政府還記得嗎？「我們不想當英雄……」火災逐年減少 消防員殉職率竟年年高升〉，《The News Lens 關鍵評論》，2015.3.2，<https://www.thenewslens.com/feature/doitright/12893>。

空氣呼吸器主要功能為提供消防人員於救災時所需的潔淨空氣，但此一裝備搭配全套消防衣褲時，即是消防人員所稱的全套個人防護裝備（PPE），穿著此一裝備時，並非表示消防人員能於火災現場自由穿梭，而不會因此受傷或者危及生命安全，反倒因提供了良好防護裝備，致使消防人員能更深入火場內部，導致自身暴露於更危險的火場深處，加上缺乏搶救經驗及完備的訓練下，使得消防人員更容易於災害搶救中受傷或罹難，早期消防人員執行火災搶救勤務時，受限於消防衣褲、空氣呼吸器及消防科技器材等裝備器材不足情況下，搶救人員到達火災現場時，大都是執行周界防護及侷限火勢等較消極性戰術，即便要進入火場內部實施人命搜索、救助、滅火排煙等積極戰術，也常因自身裝備器材防護性不足而無法於火場內部實施救援行動，或者等到火勢已撲滅而入室進行殘火處理任務，在這樣的消防年代時期，消防人員受傷或殉職的機率及案件遠不如近幾年的消防現況。

消防救災的觀念隨著時代的進步也跟提升，現今的消防人員所擁有的個人消防防護設備、救災技能及消防訓練更勝從前，且在各級政府的重視下，消防人員的裝備器材也逐漸充裕，更有信心及勇氣於危險區域執行各項救援任務，但相對的，越是深入危險地區，同時也讓自身暴露於更不安全的情況下，一旦遇到突發狀況，例如閃燃、爆燃、空間迷航或者是水源中斷等危急狀況發生，也會增加消防人員受傷或殉職的機率。若無法在危急時刻或突發狀況下，做出正確的反應或判斷，藉由自身的防護裝備及自救觀念來自保，那麼此一場災害搶救任務將會演變成是一場無法收拾的災難。因此想藉由探討現行消防救援用歐規空氣呼吸器管理、使用及專業訓練情形，來了解現今消防人員對於歐規空氣呼吸器的認知情形，以期能提供消防人員更專業防護及自救知識。

## 第二節 研究目的

根據國內消防人員因公受傷之數據統計顯示，絕大部分的傷亡比例皆發生在消防人員火場作業時，而依據美國防火協會(National Fire Protection Association)公布 2012 年全美消防人員因公受傷人數計 69,400 人，其中火場作業受傷為 31,490 人，佔比例達 45.37%，顯見火場作業乃消防人員高危險任務。<sup>5</sup>

消防人員乃是國家的重要資產，一個優秀消防人員養成教育，其所花費的時間、經費成本十分巨大，所以消防人員的教育訓練及防護裝備的品質對於人民的生存權益及財產安全影響甚鉅。因此消防人員必須要有完善的個人防護裝備，熟悉裝備防護性能及安全極限，才能讓自己的安全有所保障。因此筆者以深度訪談方式進行研究，想藉由探討消防人員對於現行歐規空氣呼吸器的管理、使用認知及訓練情形，以期能達成以下目的：

---

<sup>5</sup> Fahy Rita F. and Molis Joseph L., "Firefighter fatalities in the United States", 2013.11.11. <https://www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/the-fire-service>.

1. 蒐集並整理分析國內外有關歐規空氣呼吸器理論基礎及相關規範，在理論基礎上，探討目前雲林縣消防局有關於歐規空氣呼吸器的使用、訓練及採購情形，在滿足實際運用的情形下，提供建設性建議。
2. 蒐集並整理分析火場中可能遇到的突發狀況及經由案例的分析、歸納，探討消防人員如何藉由正確的使用空氣呼吸器降低火場受傷或罹難的機率。
3. 深度訪問探討雲林縣外勤消防人員對現行所使用歐規空氣呼吸器之使用、管理及專業訓練情形等相關意見，探討消防人員對於空氣呼吸器使用、訓練觀念上的見解，以作為日後規用途。
4. 最後，整合第 1、2、3 點的研究成果，從三個面向出發，評估分析雲林縣消防局目前歐規空氣呼吸器的使用及訓練上是否有需改進之方向，達到本篇論文的最終目的，降低消防人員在火場傷亡情形。

### 第三節 研究範圍與限制

#### (一) 雲林縣

雲林縣位在台灣西方的中南部，在嘉南平原最北端。東邊是南投縣，西臨台灣海峽，南邊隔著北港溪與嘉義縣為鄰，北邊沿著濁水溪和彰化縣接壤。東西最寬的地方有 50 公里，南北最長的地方有 38 公里，全縣面積總計 1,290.8351 平方公里。其中 10 分之 9 為平原，10 分之 1 為山地，屬亞熱帶型氣候，年均溫攝氏 22.6 度，年均雨量 1028.9 毫米。人口約 69 萬人(統計到 106 年 12 月)，雲林縣共有 20 個行政區，除斗六市、古坑鄉及林內鄉靠近山地，地勢較高外，其餘 17 鄉鎮均屬平原地區，而各式救援救護的型態在雲林縣都可能經歷；目前雲林縣消防局外勤共有 3 個大隊，其底下共管理 23 個消防分隊，目前總消防人員總數為 388 人。<sup>6</sup>

---

<sup>6</sup> 內政部消防署搶救組，《消防白皮書》(新北：內政部消防署，2018 年)，頁 27。



圖 1.2 雲林縣鄉鎮地圖

資料來源：〈雲林縣鄉鎮地圖〉，《雲林縣戶政人口資訊網》，  
<https://household.yunlin.gov.tw/content/index.aspx?Parser=1,3,22>，瀏覽日期：  
2019.10.11。

## (二) 歐規空氣呼吸器

1. 雲林縣消防局目前所使用歐規空氣呼吸器規格，並介紹其相關歐盟規範。
2. 探討目前雲林縣消防局歐規空氣呼吸器配發及管理情形。
3. 目前雲林縣消防局消防人員有關空氣呼吸器專業訓練情形及內容。
4. 探討近來消防人員於火場內與空氣呼吸器使用上有所關聯之傷亡案例探討。

## (三) 雲林縣消防局外勤消防員

因受限於人力、時間之因素，本研究受以下之限制：

1. 調查以雲林縣消防局外勤消防員或曾有外勤經驗之消防員為主，因內勤消防人員主要從事消防行政工作，跟空氣呼吸器較相關的部分，為採購、訓練計畫簽核及裝備器材報修等行政工作，而實際使用空氣呼吸器具參與災害搶救皆為外勤消防人員，且雲林縣消防局早已將全套歐規空氣呼吸器配發個人保管，因此

研究對象以外勤消防員為主。

2. 僅限於個人對於歐規空氣呼吸器的使用與專業訓練情形，作為主要探討的內容，其他如消防衣褲、消防鞋、消防帽、消防手套、水帶、瞄子、熱影像儀……等進入火場基本防護裝備不再此討論範圍。
3. 此研究亦不包含其他消防專業訓練如消防安檢、滅火理論、體適能訓練等消防專業訓練，因消防相關訓練過於繁雜，若將其餘訓練與空氣呼吸器專業訓練一併放入討論，其範圍會過於廣闊。

## 第四節 研究方法與流程

### (一) 研究方法

#### 1. 內容分析

首先將針對目前國內採購歐規空氣呼吸器其歐盟（EN）規範，了解目前歐規空氣呼吸器其安全性質，並蒐集國內外有關空氣呼吸器研究之論文、書籍、報告、及相關期刊，研究其理論、特性，加以歸納整理進行系統性分析整理找出消防救災人員所使用的歐規空氣呼吸器現況；第二大類針對目前雲林縣消防局整體歐規空氣呼吸器使用情形及專業訓練進行分析探討，以及了解目前消防人員對於空氣呼吸器重要性的認知，作為消防人員重要的參考資料。

#### 2. 案例分析法

針對近年來國內消防人員背負空氣呼吸器入室搶救傷亡案例(包含警、義消人員)，分析其受傷程度、穿著的全套空氣呼吸器當時執行任務、遭遇到的危害因素等條件，探討其發生原因，分析其遭遇突發狀況或緊急危難時，其全套空氣呼吸器使用情形是否妥當、全套裝備是否齊全等是否足夠應付現場危急狀況，以及是否有需改善之方向，以求能降低消防人員傷亡案件之機率。

### 3. 深度訪問法

選定雲林縣消防局所屬外勤消防員 8 名，其服務年資 10 年以上，訪問其針對目前消防局所配發歐規空氣呼吸器的使用認知、管理維護與訓練情形，並訪問是否曾於救災、訓練及演習發生突發狀況或危急時刻？以及如何正確使用歐規空氣呼吸器？藉由訪問內容了解過去與現在針對空氣呼吸器使用、訓練及管理上有何重大改變及改變的意義如何？以及未來針對雲林縣消防局有關空氣呼吸器的管理上有何建議，做為日後改進的方向。

#### (二) 研究流程

本研究從動機與目的之確立，並將文獻分析法所得之歐規空氣呼吸器規範及近年來消防人員傷亡案例之初步架構，並探討雲林縣消防局空氣呼吸器使用與訓練情形，最後運用對雲林縣消防局外勤消防人員深度訪談的方式，增加對歐規空氣呼吸器使用及訓練的現況了解，以補足第貳、參兩章中靜態文獻資料的呈現。易言之，本研究欲透過前兩章的研究所得，結合深度訪談結果，藉以提出一綜合性且具可行性的整體革新建議，其研究流程如圖，如圖 1.3 所示。

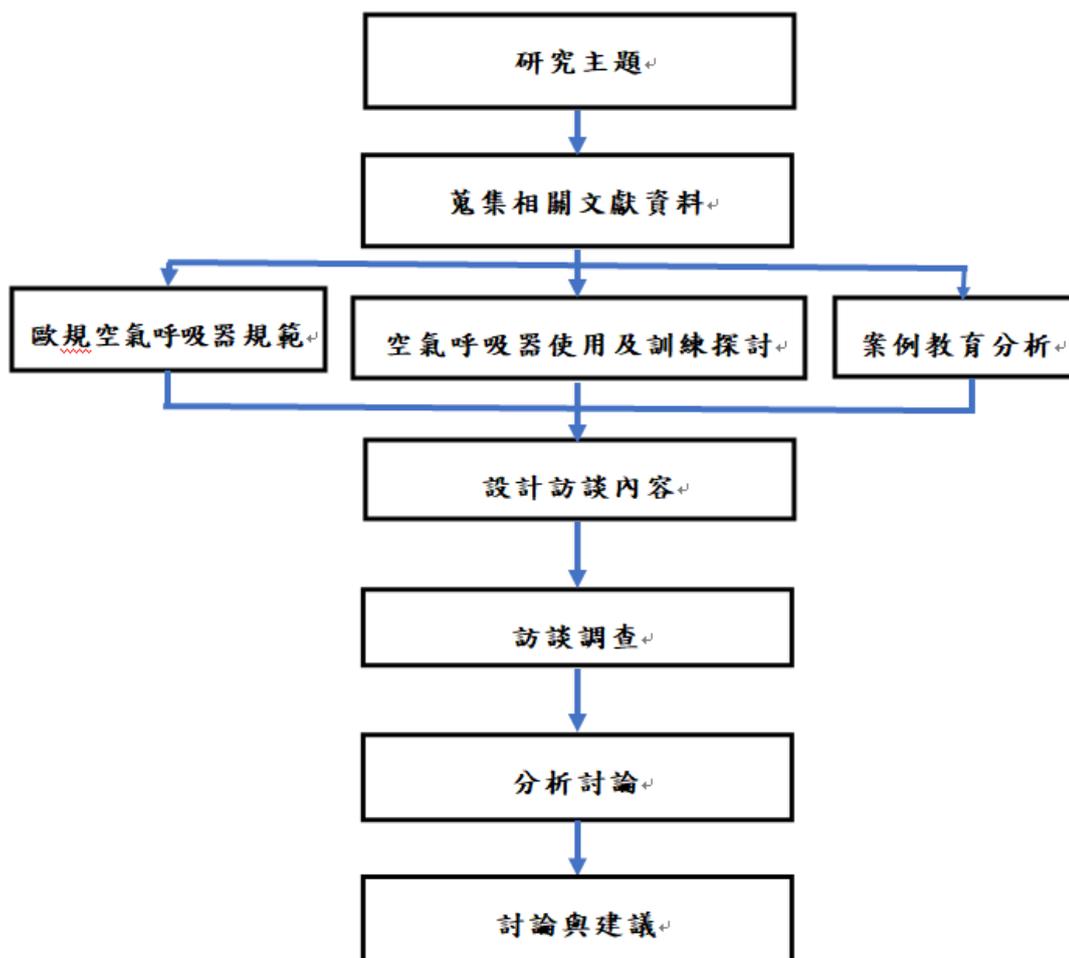


圖 1.3 研究流程圖

## 第五節 名詞解釋

本節所提供之名詞解釋，係方便未具備相關專業知識的讀者，在閱讀本論文時能夠了解其中繩索技術的名稱，內容如下：

### 1. 個人消防防護裝備

個人消防防護裝備 PPE (Personal Protective Equipment) 係指消防人員於火場作業時，所穿著的個人消防防護裝備，包含有消防衣、消防帽、消防鞋、消防手套、消防頭套、空氣呼吸器、個人警示裝備等。

## 2. 消防防護衣

指消防人員於救災時或值勤時所穿著之防護性衣物，如消防衣、工作服及救助服等，包括上衣、褲子或連身服，主要是保護消防人員的軀幹、手臂、腿等部位免於遭受熱及火焰等之影響，但不包括頭、手掌、腳的部位。<sup>7</sup>

## 3. 空氣呼吸器

空氣呼吸器 (Self-Contained Breathing Apparatus, 簡稱 SCBA) 係消防人員火災搶救十分重要之防護裝備，於火場內提供消防人員所需的潔淨空氣，以確保執行火災搶救時，所吸入的氣體，不會與火場內的空氣相互混和，其主要配件包含面罩、肺力閥、氣瓶、背架等。<sup>8</sup>

## 4. 抬頭顯示器

將現有消防人員「傳統式空氣呼吸器」面罩上增設「抬頭顯示器」，藉由藍芽模組與「數位式告警裝置」進行連結，並將所接受訊息直接投射在面罩上，其相關模組作用如次：

- (1) 藍芽模組：接受「數位式警告裝置」藍芽模組所傳輸訊息。
- (2) 介面控制板：藉由 Arduino Nano 介面控制板，已蒐集處理與來自藍芽抹組所接收訊息。
- (3) 抬頭顯示模組：安裝於面罩上，利用顯示模組、LED 等裝置，提供視覺上信號，已告知目前使用人員空氣瓶裡剩餘空氣量及提示其他警告訊息。<sup>9</sup>

## 5. 閃燃

<sup>7</sup> National Fire Protection Association *NFPA-1971, Standard on Protective Ensemble for Structural Fire Fighting* (Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1997), pp. 6-10.

<sup>8</sup> 內政部消防署，《消防人員救災安全手冊》(新北：內政部消防署，2016年)，頁 157。

<sup>9</sup> 陳育綸，《數位電子空氣呼吸器及無線監控系統之設計與實作》，(台中市：亞洲大學光電與通訊學系碩士論文，2014年)，頁 23。

可燃物表面揮發出的可燃氣體與空氣混合後遇火發生一閃即滅的現象稱之為閃燃 (FLASHOVER)。<sup>10</sup>閃燃現象一般發生在一個起火的密閉空間，是一個小火發展成大火的必經過程。因為現場積聚大量可燃物質，當密封燃燒下，產生大量煙霧形成分煙層，分煙層對流至室內其他地方並對這些地方造成輻射熱。而在這些地方下的物件受輻射熱影響開始熱分解，產生可燃氣體（主要為一氧化碳）。當溫度持續上升至逾攝氏 650 度時，令火場頂部積聚的濃煙內的一氧化碳變為可燃氣體（一氧化碳的自燃溫度為 609°C），從而在一至兩秒間被火場的高溫自動點燃，繼而引起全場起火，變成一片火海，極為致命。

## 6. 消防人員生存訓練

救災現場瞬息萬變，自國內外有多起消防人員傷亡的案件，顯見加強消防人員火場求生能力刻不容緩，消防人員生存 (Survival) 訓練概念發源於美國，為強化消防人員於緊急情況下自保技巧之訓練，此訓練模仿實際狹小空間受困，與團隊情境狀況排除，本訓練授課內容將包括 Mayday 求救練習、空氣呼吸器緊急狀況及障礙物穿越、沿水帶撤出、快速脫逃及情境操作等訓練，強化消防人員火場遇險時能及時排除狀況及回報訊息之能力。<sup>11</sup>

<sup>10</sup> 〈閃燃〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/閃燃>，瀏覽日期 2019.6.15。

<sup>11</sup> 卜敏正，〈一堆消防人員這樣躺地很可怕！原來是生存訓練〉《聯合新聞網》，2019.9.17，<https://udn.com/news/story/7320/4052826>。

## 第貳章 文獻回顧

所謂的「火場作業」指的就是消防人員到達火災現場後，於火災現場所從事任何有關降低火災損失或減少火災危害的作業。<sup>12</sup>只要有火災發生，無論火勢程度大小，皆有一定程度的危險性，對於內部的逃生人員或外部的搶救消防人員，尤其是在高樓火警、地下建築物或鐵皮構造屋內，一旦發生爆炸、閃燃、爆燃或坍塌事件、危險物品漏洩等情況發生，都將可能使用搶救環境變得更惡劣，同時提高內部逃生人員及外部消防救援人員的危險性。火災事故的搶救型態不同於溺水、山難……等事件，因此無論在傷患嚴重度、救援困難度、救援動員人數等，均不同於一般災難所造成之各種意外事故。

### 第一節 火場特性

發生重大火災時，會有狀況不明、聯絡困難、救援急迫高、救援可及性低、溫度高、視線不佳、疏散及避難困難、救援不易等特性<sup>13</sup>，而鐵皮建築火警、高層建築物火警及地下建築物火警為最令消防人員難以掌握之火警型態，一旦遇到此三類火警，往往需要大量人力、車輛、水源等資源供應下作戰，其中又以鐵皮屋火警為近年來最主要造成消防人員罹難的火警型態，而就火場特性綜合說明分析如下：

#### (一) 火場常見特性

##### 1. 受困人命救援急迫

<sup>12</sup> 鄧子正，〈火場作業之內涵及其相關影響因素探討〉，《中央警察大學警學叢刊》，第 29 卷，第 4 期，1999 年，頁 335。

<sup>13</sup> 簡賢文，《公路隧道火災防救專題研究》（台北：鼎茂圖書出版公司，1999 年），頁 1。

倘若發生重大火災事故，所產生之高熱與高溫，將對民眾生命造成極大之威脅，倘若沒有快速被救出，短時間內就會有致命的危險。

## 2. 災害現場狀況不明

災害隨著時間的發展逐漸擴大，內部種種狀況之發展外界無法充分掌握，將使救援工作更加困難。

## 3. 火場內部訊息傳遞不易

救援人員處於高溫且易毀損通訊設施，可能因高熱或火勢之影響造成無線電無法使用，對外通訊中斷。

## 4. 搶救途徑及手段極少

發生事故時，可以進入搶救的路徑有限，部分開口因為高溫無法作為搶救路徑，使得搶救工作變得更加困難。

## 5. 內部高溫排放不易

在非開放空間裡，一旦在狹小空間發生火災，將無法進行自然排煙，而必須靠排煙設備將濃煙排出室外，但由於內部空間近似密閉，因此火災所產生的煙霧及熱量不易散發。

## 6. 避難引導疏散困難

發生重大火災時，可能燒毀照明設備配線呈現一片漆黑狀態，使救援人員疏散民眾避難時增加逃生之困難性。

## 7. 不易進入救援

重大火災時，內部充滿高熱、遍佈高溫，搶救人員滅火行動更加困難，難以接近起火點搶救。加上照明設備毀損，救援人員僅靠自身照明燈具，光線不足，對於災害狀況與災害地點掌握不易，處於在高溫、濃煙和缺氧的惡劣環境下，更增加搶救上的困難度。

## 8. 高溫恐有結構坍塌之虞

燃燒所產生的高溫不易散發，結構因持續性高溫濃煙而造成坍塌。

## (二) 高樓火警特性

高樓火警主要特性如下：<sup>14</sup>

### 1. 濃煙密佈

高樓建築氣密性良好，初期外部進入之空氣不足，通常形成不完全燃燒，而產生大量濃煙。

### 2. 高溫灼熱

高樓大廈多為密閉式建築，內部燃燒所生之熱，不易擴散至外部，因此熱量蓄積之結果，形成高溫、高熱。

### 3. 延燒快速

高樓內部之垂直管道與上下樓梯通道，不但造成火勢延伸之孔道，更易形成所謂「煙囪效應」(Stack Effect)，使火災延燒迅速。

### 4. 逃生不易

高樓建築物由於距離地面高，縱深大，通路轉折，人們逃生不易。

### 5. 搶救困難

高樓之高度如果超出雲梯車之界限，固無法到達，即使雲梯車可以到達，亦因風力、荷重及噴水反作用力之關係，其穩定性與安全性要大打折扣。

## (三) 地下建築物火警特性

地下建築物火災，除上述與高樓火災有相似之特徵外，尚有下列特殊之處：<sup>15</sup>

### 1. 火災現場瞬息萬變

地下層因結構複雜，用途構造分歧，因此隨時可能產生不同之情勢，呈現一種極不安定之狀。

<sup>14</sup> 陳弘毅，《火災學》(鼎茂圖書出版公司，2008年)，頁205。

<sup>15</sup> 陳弘毅，《火災學》，頁206。

## 2. 搶救工作危險重重

地下層之救火工作，因受上升之濃煙與高熱之壓迫，困難重重。

## 3. 火點發現困難

由於地下建築火災經常延誤發現，消防隊到達時，已隔相當時間。此外搶救時內部漆黑無光，加上濃煙充斥其間，火點不易發現。

## 4. 對火勢之發展頗難掌握

地下建築之火災，因缺乏充足之空氣，其燃燒一直呈燻燒狀態。由於濃煙阻礙視線，對於火勢是否向上移動，甚至是否越過水柱所及之範圍，頗難確定。

## 5. 水損嚴重

高樓火災滅火之水流，可由上層經樓梯或其他出口流往地面，而地下層火災之射水，完全積於地下建築之中。

### (四) 鐵皮建築物火警特性

鐵皮屋火警主要特性如下：<sup>16</sup>

#### 1. 建築物結構無法阻擋火勢延燒

鐵皮屋各戶間之牆壁為金屬材質，在屋頂端會有些微縫隙，且牆面鐵皮重疊處受熱後就會變形而產生縫隙，以及夾層與樓層地板大多使用木板材質，有燒穿及不穩固的情形，再加上樓梯與貨梯無防火材質的牆面區隔等無防火區劃之情形，均是煙蔓延的流通途徑，而無法有效阻擋火勢延燒。

<sup>16</sup> 內政部消防署搶救組，《救災安全手冊第十九之二章搶救鐵皮屋建築物火災安全指導原則》（新北：內政部消防署，2016年），頁2-5。

## 2. 火載量大

倉庫與工廠為鐵皮屋的主要用途，場所內存放許多物品、貨物、生產原料與成品，起火燃燒時就有大量可燃物助長火勢。

## 3. 內部空間可蓄積大量高溫濃煙

鐵皮屋均為樓層挑高建築，發生火災時，起火場所內部可蓄積大量濃煙，同時也會快速從鐵皮縫隙往鄰近場所流竄，夜間或假日發生火災，大多無法在火災初期即時發現，消防人員抵達後火勢可能已達閃燃或爆燃的條件。

## 4. 場所內危險物品種類與數量難掌控

鐵皮屋用途大多為工廠或倉庫，內部除存放大量貨品及原物料外，儲存或處理危險物品即是搶救上最大的隱憂，火災時應向現場關係人詳細詢問其儲存與使用之危險物品種類及數量，以免讓消防人員處於危害之中。

## 5. 火勢快速延燒

鐵皮屋各戶間之牆壁與內部隔間大多無防火時效，而且與鄰棟鐵皮屋無適當間距，兩棟鐵皮屋間之通行道路大多不寬，火煙易從屋頂端及牆面鐵皮重疊處的縫隙流竄，且受輻射熱影響引燃鄰近場所牆面周邊物品，而使火勢極易造成延燒，再加上風向因素，下風處延燒速度就更為快速，抵達火災現場應以阻隔延燒為主，且要注意車輛停放位置，避免車輛因輻射熱而受損。

## 6. 建築物倒塌與夾層坍塌危害

鐵皮屋之樑柱結構與內部夾層為金屬材質，受到火焰與高溫濃煙加熱會有變形、彎曲與坍塌等情形，而且若為連棟式鐵皮屋，在彎曲與倒塌過程中，將拉扯鄰近場所之樑柱，有鄰近場所結構之疑慮，所以，當鐵皮屋內部起火燃燒時，應在四面部署防護水線，搶救作為以阻隔火勢延燒為主，若內部有夾層空間，則不可在夾層下方或夾

層上作業，即使殘火處理時，亦應排除夾層上物品掉落之危險，才可在夾層下方進行殘火處理。

#### 7. 貨架與物品倒塌危害

場所內貨架及堆疊之物品，起火燃燒後會改變其結構及穩定度，且救災人員因搶救行動而移動貨架及物品，致使貨架與物品較不穩固，而有壓傷救災人員與阻斷進出動線之虞，若樓板或夾層地板材質為木材，物品亦可能從救災人員上方掉落，故救災行動應謹慎觀察場所內貨架位置與物品堆置情形，避免在周遭作業，如因搶救必要須將其移除或移位，應規劃堆置處所與堆疊高度。

## 第二節 全套歐規空氣呼吸器及配件

消防人員救火時除了須穿著消防衣、帽、鞋等基本的防護外，更須背負空氣呼吸器以隔絕火場高溫與濃煙<sup>17</sup>。一般消防人員使用的之空氣呼吸器通常包含兩種款式，外循環式（亦可稱開放式）自給呼吸裝備及內循環式（封閉式）呼吸裝備，外循環式自給呼吸裝備為目前消防人員多使用於建築物火災，所呼出之空氣會經由面罩內部閥件直接排放至大氣中；內循環式呼吸裝備目前於消防機關較不常見，通常是利用藥劑產生化學反應或鋼瓶提供氧氣，使用者呼出之氣體並不會釋放至大氣中，會與設備本身的藥劑反應或混合後，再供使用者呼吸，此種設備較適用於需要長時間作業之場所比較如表 2.1 所示：

---

<sup>17</sup> 內政部消防署，《直轄市縣市及其人力配置標準》，2010年6月7日內政部台內消字第0990822372號令修正發布。

表 2.1 外循環式與內循環式呼吸裝備比較

	外循環式	內循環式
呼出空氣是否在循環利用	直接排於大氣中	與氧結合在循環利用
適用機關	消防機關	存放危險物品單位
作業時間	30~40 分鐘	2~4 小時
重量	6.8 公升(約 4~6 公斤)	約 15~18 公斤
適用場所	多用於建築物火災或侷限空間救援	危險物品場所或長時間作業場所(長隧道等)

資料來源：徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，《消防月刊》11月刊，2010年，頁39。

雲林縣消防局目前救災皆採用外循環式自給呼吸裝備，因此本文將以介紹此一種為主；一般來說，外循環式空氣呼吸器包含了背架及背帶相關組件（backpack and harness assembly）、空氣瓶及相關組件（cylinder assembly）、調節器及相關組件（regular assembly）及面罩及相關組件（face piece assembly）等 4 個主要部分，說明如下：

### （一）全套空氣呼吸器

美國 Gibs 於 1915 年為第一個發明空氣呼吸器之使用者，直至 1945 年底由 Scoot 航空在歷經測試一年多的時間後，成功發明了 AirPak 空氣呼吸器<sup>18</sup>，此後空氣呼吸器的發展時迅速。自從美國國家防火協會 NFPA1500 規範使用 PASS 人身安全警報系統<sup>19</sup>，以維護現場救災人員安全性，由此可見，對於空氣呼吸器使用安全之裝置已開始備受重視，而 NFPA1981 有關「消防暨緊急救援用開路自給式空氣呼吸器」標準，在 1981 年經歷了一次重大的修訂，其建立一系列有關測試空氣呼吸器的標準規範，以達到模擬救災現場嚴峻的使用環境，並迫使相關製造商發展採用最新材料和提高空氣

<sup>18</sup> Ga.Smoke Diver, “Self Container Breathing Apparatus and Emergency Procedure Manual”, (Oklahoma : Georgia Smoke Diver Association), 2011, p. 42.

<sup>19</sup> Weinstein,Steven H, “Breathing Easier” , ISHN; Nov 2005; 39, 11; ProQuest pg. 41.

呼吸器的產品安全功能<sup>20</sup>。而目前消防人員於火場作業時，所穿著的個人空氣呼吸器裝備，包含有背架、氣瓶、面罩、肺力閥、個人警示裝備等，如圖 2.1 所示。



圖 2.1 全套空氣呼吸器

資料來源：〈空氣呼吸器系列報導一，空氣呼吸器介紹〉，《勁齊有限公司官方網站》，  
[https://www.superpremium.com.tw/products\\_details.php?id=1083](https://www.superpremium.com.tw/products_details.php?id=1083)，瀏覽日期：108.10.30。

## (二) 背架及背帶相關組件

背架及背帶組件主要包含了背帶組件、背架、減壓閥（一次及二次減壓）及壓力計。背架主要用途為固定氣瓶，再利用背帶及腰帶將空氣呼吸器固定於背負者身上，腰帶的設計最主要是為了讓氣瓶重量平均分布於腰部及臀部上，<sup>21</sup>而非單純施壓背負者肩上或臀部。壓力計係氣瓶與背架連結並開啟空氣瓶閥門後，有延伸管與氣瓶結合，以便判斷氣瓶壓力。然而背架不僅僅是將空氣呼吸器固定於背負者身上，還提供背負

<sup>20</sup> Weinstein, Steven H, “Today,s SCBA: Should you be amused,confused,or enthused?”,Occupational Health &Safty; Nov 2002; 71,11; ProQuest pg. 28.

<sup>21</sup> International Fire Service Training Association, “Essentials of firefighting and fire department operations 5th”,( Oklahoma : IFSTA, 2008), p. 191.

者保護背部的作用，一般消防人員入室射水搶救時，採低姿勢爬行為主，如上方有掉落物或高溫時，背架可提供一道防護措施，防止背負者背部最直接的傷害；另外減壓閥則是將空氣瓶內高壓空氣，經過 2 次減壓送至面罩肺力閥供人員呼吸。<sup>22</sup>



圖 2.2 背架及背帶相關組件

資料來源：內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心103年空氣呼吸器教材》（南投：內政部消防署訓練中心，2014年），頁23。

表 2.2 背架常見故障原因

背 架 常 見 故 障 原 因		
部件名稱	故障事項	可能原因
背負板	斷裂	遭重物輾壓
氣瓶固定帶	扣具斷裂	過度施力
中壓管	減壓閥接頭處斷裂	可能背架傾倒撞擊導致

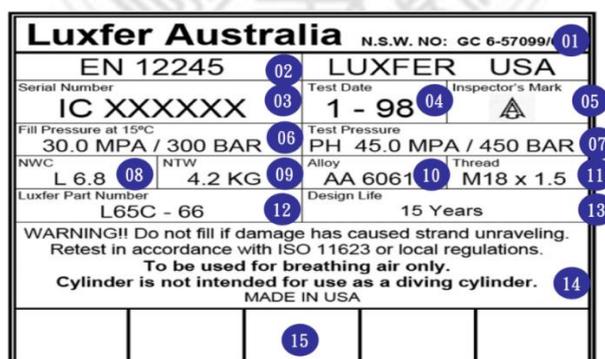
<sup>22</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 39。

	與減壓閥連結處爆管	過度擠壓導致插銷刺破中壓管內壁
	母接頭漏氣或	有異物入侵導致母接頭墊 受損而漏氣
	母接頭無法與公接頭結合	母接頭或公接頭遭到撞擊而變形
警報器	漏氣或無法啟動	異物入侵導致橡皮圈破裂或調節孔阻塞
減壓閥	氣瓶接口處漏氣	1、外橡皮圈老化或破損 2、內橡皮圈破裂
	緊急洩壓閥漏氣	內部零件老化或故障導致中壓力過高
	氣瓶無法拆卸	1、氣瓶裝置方式不正確 2、氣瓶鎖輪或氣瓶閥螺牙損傷

參考資料：張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，（新北：東南科技大學防災科技研究所碩士論文，2015年），頁14。

### (三) 氣瓶組件

氣瓶組件包含了氣瓶、開關閥門等其容量、款式、材質因製造廠商之不同而有所差異，圖 2.3 為氣瓶外部標籤。



- |            |           |          |
|------------|-----------|----------|
| 01：製造廠名稱   | 06：使用充填壓力 | 11：瓶口牙規  |
| 02：符合製造的法規 | 07：測試壓力   | 12：氣瓶型號  |
| 03：氣瓶序號    | 08：氣瓶水容積  | 13：使用年限  |
| 04：製造日期    | 09：氣瓶重量   | 14：安全訊息  |
| 05：水壓單位符號  | 10：內膽材質   | 15：耐水壓時間 |

圖 2.3 空氣瓶標籤及規格

資料來源：張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，頁9。

歐規氣瓶以公升為單位（氣瓶內實際的體積，亦即水容積）。當將體積（公升）乘以壓力錶的讀數（bar）即可得到氣瓶的空氣量，如：6.8 公升 X 300bar=2040 公升，美規氣瓶大多以氣瓶儲滿氣時的空氣量做為標準，例如 S60 之氣瓶即表示在滿氣的狀況下空氣量為 60 立方呎（cubic feet），約 1702 公升（1 立方呎=28.37 公升）。

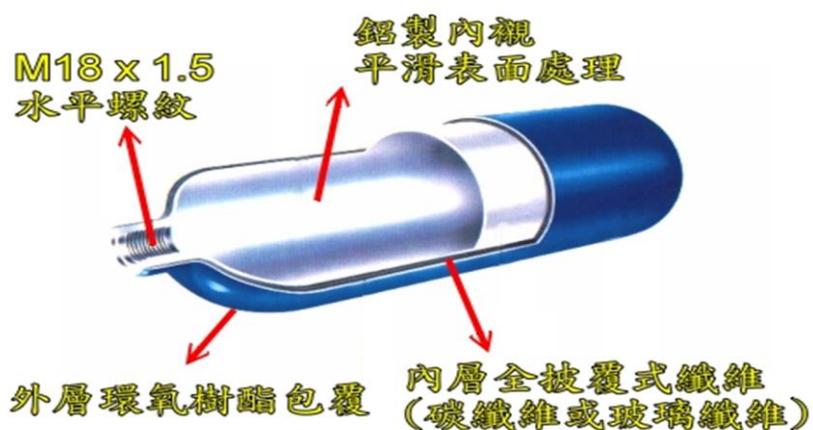


圖 2.4 碳纖維複合氣瓶剖面圖

資料來源：內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心103年空氣呼吸器教材ppt》，頁39。

歐規氣瓶大多以 bar 為壓力單位，美規多以 psi 或 Mpa 為單位(1bar=14.5psi=0.1mpa)，充氣時請勿超過氣瓶之最大工作壓力。國內目前消防員使用器瓶材質主要分為 2 種，分別為鋼瓶及碳纖維複合瓶，為符合消防員入裝備逐漸輕量化之需求，目前國內消防員救援用氣瓶主要使用材質為碳纖維複合瓶，至於鋼瓶材質的氣瓶，已逐漸淘汰或作為備用氣瓶的功用，表 2.3 為鋼瓶與碳纖維複合瓶差異性之比較。

表 2.3 鋼瓶與複合氣瓶之比較

	鋼瓶	複合式氣瓶
1.重量	較重(約 7kg)	較輕(約 4kg)
2.定檢期	5 年	3 年或 5 年

3.抗化性	強	弱
4.紫外線影響	無	嚴重影響強度
5.價格	低	高
6.爆裂情形	鋼瓶裂開,無碎片	破裂時產生碎片
7.後續成本	低	高
8.壽命	無期限（檢驗合格）	15年（檢驗合格）
9.可否承受急速充氣	可	不可(內外層剝離)

資料來源：內政部消防署，《火災搶救初級班訓練教材》（新北：內政部消防署，100年），頁156。

#### (四) 調節閥及面罩組件

調節閥主要零件為高壓軟管及調節器，其設計原理是由氣瓶送出之高壓空氣會經過高壓軟管進入調節器，然而調節器端與面罩結合，將氣瓶內空氣輸送至面罩內部，供搶救人員使用，而調節器內有一個高壓調整裝置，可將由氣瓶內的高壓空氣之進行調整至略高於大氣壓力，並控制流到面罩之氣流，其主要因素為調節器內有瓣膜裝置，藉由呼吸方式來控制瓣膜的啟動，當使用者吸氣時，會產生壓力差，藉此而將瓣膜開啟讓空氣流到面罩內，吐氣時瓣膜又回到關閉位置同時將呼氣閥開啟，將呼出的空氣被排放到面罩外；另外，消防人員使用全套空氣呼吸器時，其面罩內需保持恆定正壓狀態，防止火場內煙或有毒氣體侵入。<sup>23</sup>

面罩及其相關組件包括了面罩本體、呼氣閥門和頭部帶子等，係利用橡膠頭帶及鏡片之組合使面罩成為密閉狀態，以阻隔外部煙及有毒氣體侵入，甚至防護臉部避免直接遭受火跟熱侵襲，提供臉部及眼睛之防護，另有些面罩可能設計有防止起霧裝置、聲音放大器功能，甚至於面罩內部裝備 HUD 抬頭顯示器，可直接將氣瓶壓力傳輸至面鏡上。此外，面罩尺寸大小，依照使用者之臉型，製造商提供不同尺寸供選擇，以

<sup>23</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 39。

求密合而無洩漏，NFPA1500 更要求面罩每年要接受密合測試<sup>24</sup>，以確保面罩功能之正常。



圖 2.5 面罩與肺力閥

資料來源：內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心103年空氣呼吸器教材ppt》，頁29。

2007 年 NFPA1981 再次改版，要求製造廠商進行重大變化及創新挑戰，如以嚴格的測試方法，提高空氣呼吸器的電子元件性能等，以滿足新的空氣呼吸標準。<sup>25</sup>

### 第三節 歐規空氣呼吸器規範

目前我國各縣市消防局與民航局各航空站機場消防隊所採購歐規空氣呼吸器組(含呼吸面罩及肺力閥、背架與氣瓶)，在招標規格內皆述明「全套呼吸器須符合歐洲

<sup>24</sup> National Fire Protection Association *NFPA-1500 “Standard on Fire Department Occupational Safety, Health, and Wellness Program, 2007”*, (Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2007), p.16.

<sup>25</sup> “Manufacturers, Roundtable : The New NFPA Standard For SCBA”, FireHouse; Step 2007; 32. 9; ProQuest pg. 69.

聯盟（European Union，簡稱歐盟）EN137:2006 Type II 標準，並具認證」<sup>26</sup>，歐規空氣呼吸器組主要包含三大部分，而這三個大部份組件均有相對應歐盟標準規範，分別是：

1. 呼吸面罩：EN136:1998<sup>27</sup>；
2. 背架：EN137:2006<sup>28</sup>；
3. 氣瓶：EN12245:2002<sup>29</sup>。

依上述規範來說，歐規空氣呼吸器之背架必須符合 EN137:2006 版規範，代表著背架須符合 EN137 標準且具認證，而且其標準版本必須為 2006 年版。瞭解上述狀況後，再來探討 EN137:2006 Type II 標準。EN137:2006 標準又再可分為 Type I 與 Type II：

1. Type I：工業用（防焰測試需求低）
2. Type II：消防用（防焰測試需求高）

因此消防單位所使用的標準必須是 Type II 規範，而歐盟 EN137:2006 年版標準可分為兩大類：

1. 背架認證標準：空氣呼吸器背架必須通過 EN137:2006 標準，並取得認證。
2. 全套空氣呼吸器組認證標準：全套空氣呼吸器組包含呼吸面罩、肺力閥、背架、與氣瓶皆須符合 EN137:2006 標準，並取得認證。

因此全套空氣呼吸器組要符合 EN137:2006 標準，必須先取得認證，且要具備下列條件：

1. 呼吸面罩要先通過 EN136:1998 Class III（第三級）標準，並取得認證；
2. 背架要先通過 EN137:2006 標準，並取得認證；

<sup>26</sup> 〈空氣呼吸器系列報導 14~您正在使用的空氣呼吸器符合國際標準嗎？〉《勁齊有限公司網站》，[https://www.superpremium.com.tw/products\\_details.php?id=1096](https://www.superpremium.com.tw/products_details.php?id=1096)，瀏覽日期：2019.10.16。

<sup>27</sup> British Standards Institution, *EN 136:1998-Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking*, (London: BSI, 1998), pp. 1-3.

<sup>28</sup> British Standards Institution, *EN 137:2006-Respiratory protective devices. Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask. Requirements, testing, marking*, (London: BSI, 2006), pp. 1-3.

<sup>29</sup> British Standards Institution, *EN 12245:2002 Transportable gas cylinders. Fully wrapped composite cylinders*, (London: BSI, 2002), pp. 1-3.

3. 氣瓶要先通過 EN12245:2002 標準，並取得認證。

以上這三項組件必須先分別各自通過其所對應規範標準，且於取得認證後，全套空氣呼吸器組才能進行 EN137:2006 標準認證。

#### 第四節 救援用空氣呼吸器使用注意事項及使用者限制

正確的使用空氣呼吸器關係到消防人員的生命安全<sup>30</sup>，一旦穿上全套消防衣褲及背負空氣呼吸器將增加消防人員身體承受的重量，將面罩戴上時，影響視野狀況，同時聲音傳遞也會受到限制，進而造成心理的壓力不斷攀升，此外消防衣的抗熱性能<sup>31</sup>(thermal protection performance)及散熱係數(total heat loss)造成身體汗液大量的流失及內部體熱不易消散，此時任何的搶救行動將耗費更多體力，所以消防人員務必保持良好的體能，並保持在最佳狀況，同時知道自己的限制。

##### (一) 使用空氣呼吸器應注意事項

1. 消防人員使用空氣呼吸器時，體能必須處於較佳狀態，並符合各項相關體技能訓練要求。
2. 消防人員使用空氣呼吸器進入災害現場執行任務前，必須啟動個人警示裝置並受到安全人員的監控。
3. 消防人員必須以小組的形態進入建築物，外面必須有消防人員隨時準備提供協助，因故其中一名人員必須離開時，小組成員應一起撤離。
4. 空氣呼吸器的消耗速率隨著個人的身體狀況，任務及環境狀況存在差異，消防人員必須知道自己使用氣瓶數的最大限制並適時補充水份。

<sup>30</sup> 內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心 103 年空氣呼吸器教材》，頁 9-11。

<sup>31</sup> W. B. Teele, and N. S. Foley, "Fire Service Protective Clothing and Protective Equipment," in: E. Cote, (ed.), *Fire Protection Handbook: 18th ed* (Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1990) pp.215-238.

5. 依據個人的訓練及經驗程度，會導致空氣耗氣量的不同，殘壓警報裝置可能無法提供足夠的空氣量離開危險環境，此時不應恐慌，絕不可以在危險場所脫下面罩，應先移到相對安全的環境，所有組員必須一同退出，即使只有一個人的殘壓警報裝置響起。

## (二) 使用空氣呼吸器執行火災搶救時應注意事項

1. 絕不可以單獨進入火場，必須以小組形態進出建築物並回報指揮人員。
2. 火災現場熱煙會蓄積在高處應採取低姿勢進入，靠近地板處可提供較佳能見度。
3. 如果能使用熱影像儀監測周遭環境變化，將可提供更安全救援環境。
4. 在前進過程中，通風排煙如果不會引起火勢蔓延，可適度的通風排煙增加能見度。
5. 確實掌控自己所在樓層及位置，如樓層或火場位置，並檢查外部開口，在緊急狀況時可提供快速脫逃路線
6. 保持與其他隊員之間直接的聯繫。如抓住同一工具例如短繩，或聲音及視線的直接聯繫。有時消防人員必須沿著一條水線或繩索進出危險區域，或直接聯繫被破壞時，消防人員應保持恆定的聲音聯繫，直到直接聯繫重建或離開危險場所。

## (三) 空氣呼吸器使用者的限制

在空氣呼吸器使用上，消防人員可能受到各種因素的限制，消防人員必須了解才能有效安全使用空氣呼吸器<sup>32</sup>。消防人員的生理及心理狀態都會引起使用問題，再加上空氣呼吸器本身的限制，將會產生嚴重的問題。有些消防工作是非常消耗體力，空氣消耗和呼吸頻率因此增加，消防人員必須透過訓練，才能成功完成需要使用空氣呼

---

<sup>32</sup> 內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心 103 年空氣呼吸器教材》，頁 25。

吸器的所有工作與任務，表 2.4 為使用空氣呼吸器前的練習檢核表，消防人員使用空氣呼吸器前可參考此表規範項目做預先檢查。

### 1. 使用者的限制

穿戴面罩後，將讓使用者能見度受限，而穿著個人消防帽鞋後，背負空氣呼吸器作業將限制消防人員的機動性，除非空氣呼吸器面罩內有裝置擴音器，否則消防人員之間不易對話，火場內難以溝通，特別是使用無線電溝通，空氣量有限，消防人員必須在使用前知道氣瓶供應狀況，並熟悉他們自己的空氣消耗速率。

### 2. 空氣呼吸器對身體的限制

穿戴消防衣帽鞋及空氣呼吸器後，消防人員所承受的重量和體積增加，必須要有較高水平的體力和承受力，身體的機動性和敏捷度被影響，在高溫的環境下救災對心血管和呼吸調節能力要求更高。體重喪失或臉部毛髮的生長都有可能影響面罩的氣密程度。

### 3. 空氣呼吸器對心理的限制

缺乏空氣呼吸器的訓練或經驗將會影響使用者的信心或使用能力，如缺乏自信心或來自身體的壓力可能引起焦慮，面臨火場時心跳加快，呼吸頻率增加。其他諸如害怕黑暗空間，在侷限空間引發幽閉恐懼，或異常興奮都會增加空氣消耗和呼吸頻率。

表 2.4 空氣呼吸器檢核表

姓名：		日期：	
參考標準	火災搶救教材	科目	使用者的限制
目標：認識各種不同工作強度對空氣消耗及生理、心理的影響，並從中學習使用空氣呼吸器的安全觀念。			
操作標準：受測者必須完成休息，輕度、中度、重度工作及緊張或突發狀空氣消耗速率(公升/分)的檢測。			
裝備：消防衣帽鞋頭套、空氣呼吸器、個人警示裝置。			

條件限制：測試者必須以規定速度或動作檢測。							
編號	操作項目	檢核 1		檢核 2		檢核 3	
		是	否	是	否	是	否
1	檢查空氣量在測試標準範圍內。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	個人防護裝備能確實著裝。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	開始測試前將管制名牌交給安全人員。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	閉氣 5 秒檢查面罩氣密性。	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	空氣消耗速率(公升/分)。	公升/分		公升/分		公升/分	
5	休息						
6	輕度工作						
7	中度工作						
8	重度工作						
9	緊張或突發狀態						
檢核人員簽名		第 2 次檢核人員簽名					
		第 3 次檢核人員簽名					
建議							
教官簽名		日期		總體檢核結果 合格 <input type="checkbox"/> 不合格 <input type="checkbox"/>			

參考資料：內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心103年空氣呼吸器教材》，頁28。

## 第五節 國內外空氣呼吸器具

### (一) 國外空氣呼吸器具

目前全世界對於空氣呼吸器的分類及要求上均有差異，因為國情的不同而不盡相同，且基於選用準則的要求與性能測試，皆有各自的規範。目前我國一般事業單位所使用的空氣呼吸器絕大部分皆採購國外產品使用，只有少部分為國內生產製造，而這些國外產品依照不同的標準規範而設計製造，茲將其簡介如表 2.5 所示：<sup>33</sup>

<sup>33</sup> 工業安全衛生發展中心，《呼吸防護具選用指南》（新竹：工業技術研究院，1995 年），頁 21。

表 2.5 國外空氣呼吸器具簡介

單位	日本	美國	歐盟
分類	分為防塵面具（JIST8151，1991）、微粒子狀物質用防塵面具（JIST 8160，1992）、丟棄式防塵口罩（JIST 8158，1984）三個標準規範	分類方式考慮到油霧滴負荷於濾材所造成的影響，將防塵面具濾材分為 N、P 與 R 三種，分別代表非抗油（not resistant to oil）、抗油（resistant to oil）與耐油（oil proof）。	將粒狀物防護濾材分為固態粒子防護與液態粒子防護兩種
用途	第一種是用以防護顆粒較大的粉塵、煙煙、霧滴等；第二種則用以防護粒徑較小的微粒物質；第三種則為一般丟棄式防塵口罩，標準較為寬鬆，適合較不危害作業場所。	N 型濾材僅適用於防護固體微粒；P 與 R 型則適用於防護固體與液體微粒；但是在有液體微粒暴露狀態下，R 型濾材僅能短暫使用。	介於前述兩者之間
測試濾材	石英粉塵、氯化鈉粒子	N 型濾材使用 NaCl 微粒進行穿透測試。P 與 R 型使用 NaCl 微粒與 DOP 霧滴進行穿透測試	分別以氯化鈉微粒與石蠟油霧滴測試並分級
等級	依防護性能分為 S 與 SS 二級，其中 SS 級的防護功能較佳	根據適用範圍與防護效果的組合，共有 N100、N99、N95、R100、R99、R95、P100、P99 與 P95 九種	固態粒子防護濾材根據測試所得的粒子穿透率分 P1、P2 與 P3 三級，其中以 P3 防護性能最佳，而 P1 防護性能最低。而液態粒子防護濾材也分為 P2 與 P3 兩級，P3 的防護性能高於 P2

資料來源：工業安全衛生發展中心，《呼吸防護具選用指南》，頁21。

## (二) 國內空氣呼吸器具

有鑑於目前世界各國空氣呼吸器具的分類方式相當繁雜，而我國主要分類方式為是以功能、面體形式及面罩體內的壓力做為分類的基準，以下為我國空氣呼吸器具之簡易分類一覽如表 2.6 所示：

表 2.6 我國空氣呼吸器具之簡易分類

	功能	面體形式	面體壓力	污染種類
形式 1	淨氣 (air-purifying)	密閉	正壓	防塵 (粒狀污染物)
形式 2	供氣 (air-supplying)	寬鬆	負壓	防毒 (氣狀污染物)
形式 3	組合 (combination)	丟棄式 (disposable, 或即用即棄 single-use)	負壓	兼用式
形式 4	淨氣 (air-purifying)	口體	負壓	防塵 (粒狀污染物)

資料來源：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》（新北：行政院勞工委員會，1997年），頁23。

### 1. 功能分類

空氣呼吸器以功能分類<sup>34</sup>，概可分為淨氣 (air-purifying)、供氣 (air-supplying) 與組合 (combination) 三大型式。其中，淨氣式空氣呼吸器利用濾材過濾空氣中的污染物質；供氣式空氣呼吸器具則是另外供給佩戴者潔淨空氣呼吸，如目前消防人員所使用的空氣呼吸器即是如此；而組合式空氣呼吸器具則兼具前述兩者不同功能。淨氣式空氣呼吸器具又可再分為無動力 (或肺力) 與動力兩種。無動力空氣呼吸器具完全依靠佩戴者自己的肺力呼吸所需的空氣；而動力空氣呼吸器具則是以攜帶型送風機等

<sup>34</sup> 陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具 1.1 版》，頁 23。

裝備提供呼吸氣流，但使用動力空氣呼吸器具有可能因送風機、壓縮機故障或者是因為停電等因素而發生停止供氣情形，將造成使用人員重大生命危機，故在美國 NFPA 規範空氣呼吸器具的選用原則內，是不允許將輸氣管面罩單獨使用於毒氣、缺氧等有立即危險狀況下使用。

使用淨氣式空氣呼吸器具時必須根據有害物的型態選用不同的濾材。因此，根據所使用濾材的不同，無論有無動力，淨氣式空氣呼吸器具又可再分為：粒狀物質防護、氣態物質防護以及兼具粒狀物與氣態物防護功能的兼用式呼吸器。這些呼吸器的差異主要在於所使用的不同的過濾材質。粒狀物防護濾材大多以棉織物編織摺疊而成，可藉機械加上靜電作用濾除粉塵、薰煙等粒狀物；氣態物防護濾材則是由活性炭等物質製成，再配以特殊化學物質，對特定氣體或蒸氣等氣態物具反應吸收功能；而兼用式空氣呼吸器具所使用的濾材則是將具粒狀物與氣態物過濾吸收功能的濾材前後串接而成<sup>35</sup>。

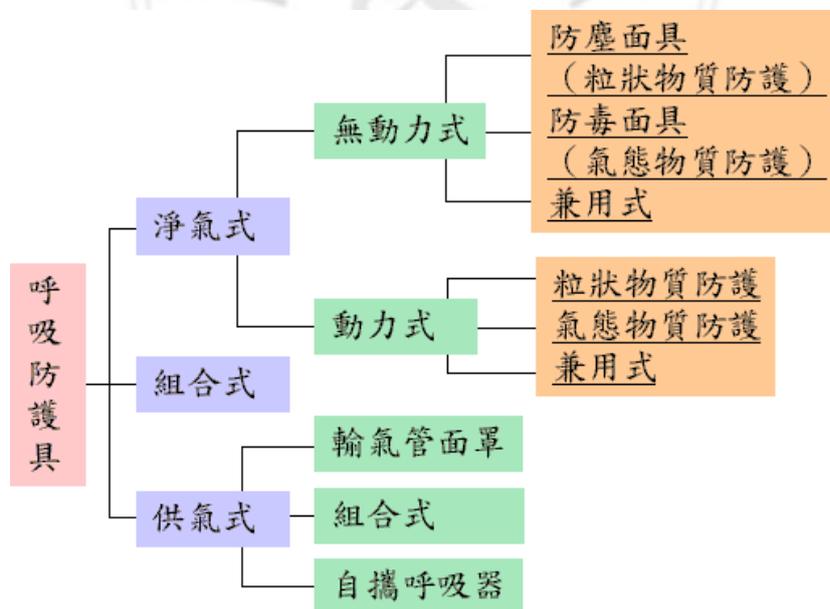


圖 2.6 空氣呼吸器具之功能分類

資料來源：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁24。

<sup>35</sup> 陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具 1.1 版》，頁 24。

對無動力淨氣式呼吸器而言，粒狀物質防護呼吸器一般稱為防塵面具，而氣態物質呼吸器則一般稱為防毒面具。供氣式空氣呼吸器則有兩種基本型式：一為輸氣管面罩；另一種為自攜呼吸器（空氣呼吸器）。前者是以空氣管自其他場所提供清潔空氣予佩戴者呼吸使用；而後者則是由佩戴者攜帶空氣源，圖 2.6 所示即為空氣呼吸器具的基本分類架構。

## 2. 面體分類

空氣呼吸器也可以依所使用的面體進行分類<sup>36</sup>。面體一般可分為 4 種，分別為密閉、寬鬆、丟棄式（disposable，或即用即棄 single-use，或簡易型等名稱，直接以濾材當面體）與口體等四大類。其中消防人員所使用的面罩形式即為密閉面體，而密閉面體是以面體的本身材質（矽膠、橡膠或 PVC），利用其彈性配合頭部繫帶等所施予的壓力將配戴者的口鼻部完全包覆於面體之內，面體必須與配戴者臉部完全緊密貼上，不可有任何縫隙出現；寬鬆面體則僅將配戴者的頭面部予以包覆，面體不與頭面部緊密接觸；丟棄式面體則是由紡織物所編織而成，面體本身即有濾材功能，使用時可立即過濾空氣雜質；而口體式則直接含在使用者口中，且使用者必須以鼻夾夾住鼻部。

密閉面體又可分為全面體、半面體與四分之一面體等形式，主要是以覆蓋使用者臉部的範圍來做分類。全面體的包覆範圍涵蓋眼、鼻、口與下巴，面體內部有眼鏡框架供配戴者目視使用，目前消防人員所使用的面罩則為此類，除了供給潔淨的氣體外，同時還提供了顏面的保護，故此種面罩體除了防止吸入有害物質外，還可防止眼部或臉部受刺激性或侵蝕性污染物的危害；半面體的包覆範圍包括口、鼻與下巴；而四分之一面體的包覆範圍僅止於口鼻部而已，主要是以提供潔淨氣體為主，較無防護的功能。

一般而言，全面體的防護效果高於半面體；而半面體的防護效果又高於四分面體。四分面體的稱呼一般僅適用於美國，其他地區通常將四分面體與半面體一併歸類為半面體。寬鬆面體依外形可分為頭盔、頭罩、面盾與空氣衣等型式。其中頭盔可保護頭

<sup>36</sup> 陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具 1.1 版》，頁 25。

部；頭罩則覆蓋頭、頸與肩部；而空氣衣則包覆全身或上半身。由於價格低廉、重量輕，丟棄式空氣呼吸器具也是常見的型式，但此種面體的防護效果最低。

- (1) 緊密接合式：依所覆蓋的範圍又有全面體、半面體與四分之一面體等形式，如圖 2.7 所示。



圖 2.7 緊密接合式空氣呼吸器具

資料來源：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁25。

- (2) 寬鬆式：依外形可分為頭盔、頭罩、面盾與空氣衣等型式，如圖 2.8 所示。



圖 2.8 寬鬆式空氣呼吸器具

參考資料：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁26。

- (3) 丟棄式：直接以濾材當作面體，由於價格低廉、重量輕、不需維修保養等優點，因此經常被使用，但較容易產生洩漏，相較之下的防護效果較差，如圖 2.9 所示。

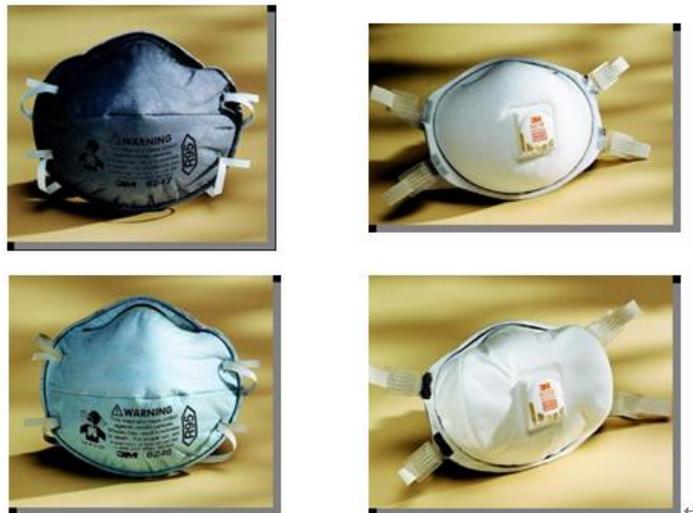


圖 2.9 丟棄式防塵口罩

資料來源：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁26。

(4) 口體式：為緊急逃生時所專用，一般作業下不得使用，如圖 2.10 所示。



圖 2.10 口體式式防塵口罩

資料來源：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁27。

### 3. 根據面體內的壓力：

- (1) 正壓式空氣呼吸器具：當吸氣時，呼吸器面體內的壓力相對於大氣壓力為大時稱之，使空氣中的有害物不致在未通過淨氣材料的狀況下經由種種途徑（呼氣閥、面體與顏面接觸之處等）洩入面體中，消防人員所使用的空氣呼吸器具，即為此類，如圖 2.11 所示。



動力式空氣濾淨空氣呼吸器具



供氣式空氣呼吸器具

圖 2.11 正壓式空氣呼吸器具

參考資料：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁28。

- (2) 負壓式空氣呼吸器具：當吸氣時，呼吸器面體內部壓力小於大氣壓力稱之，空氣中的有害物較易侵入面體內，如圖 2.12 所示。



簡易型拋棄式



緊密接合式

圖 2.12 負壓式空氣呼吸器具

參考資料：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁28。

#### 4. 根據氣體來源

- (1) 淨氣式：依氣體動力來源又可分成無動力式（或肺力式）與動力式（或電動送風式）。
- (2) 供氣式：又可分成輸氣管面罩、自攜式呼吸器、組合式等，如圖 2.13 所示。
- (3) 組合式：兼具上述兩種不同之功能。



圖 2.13 供氣式空氣呼吸器具

參考資料：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁29。

## 5. 根據污染物種類

- (1) 防塵（粒狀污染物）。
- (2) 防毒（氣狀污染物）。
- (3) 兼用式。

## 第六節 空氣呼吸器具的選擇

火災燃燒時，將產生大量有毒氣體如一氧化碳、氯化氫、氰化氫、二氧化碳、光氣等及懸浮於空中之固體或液態微粒構成濃煙，一旦現場人員吸入這些氣體，其肺部將直接受到傷害，使其功能受到損害或降低紅血球的載氧功能等<sup>37</sup>。空氣呼吸器的使用，主要是為了避免使用者吸入空氣中的危害物質而造成人體的傷害。要選擇適當的空氣呼吸器具前，作業人員或消防人員必須了解環境中可能遭受的危害、空氣呼吸器的種類、使用注意事項以及空氣呼吸器的管理制度等都必須一定的了解。圖 2.14 所示為美國勞工衛生法規所採行的呼吸防護具選用原則。基本上，在缺氧與立即危險狀況下，只能使用正壓操作的自攜呼吸器（最好是壓力需求式）或配備輔助自攜呼吸器的正壓操作輸氣管面罩。美國與歐盟的空氣呼吸器選用原則觀點也類似，乃考慮由於輸氣管面罩在使用時有可能因送風機、壓縮機故障或停電等原因而停止供應空氣，因此並不同意將輸氣管面罩單獨使用於缺氧或立即致危之狀況，若要使用輸氣管面罩則必須搭配輔助自攜呼吸器。而我國與日本之選用原則較為相同，其採行的選用原則較美國為寬鬆，幾乎所有的供氣式呼吸防護具（無動力的軟管面罩除外）均可使用於缺氧與立即致危狀況，如圖 2.15 所示，事業單位若欲使作業人員生命與健康達到最大保障，在條件許可的狀況下，應儘量比照使用美國的選用標準。<sup>38</sup>

<sup>37</sup> 鄧健民，《消防技術精隨》（新北：徐氏基金會，1987年），頁 63。

<sup>38</sup> 陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具 1.1 版》，頁 46。

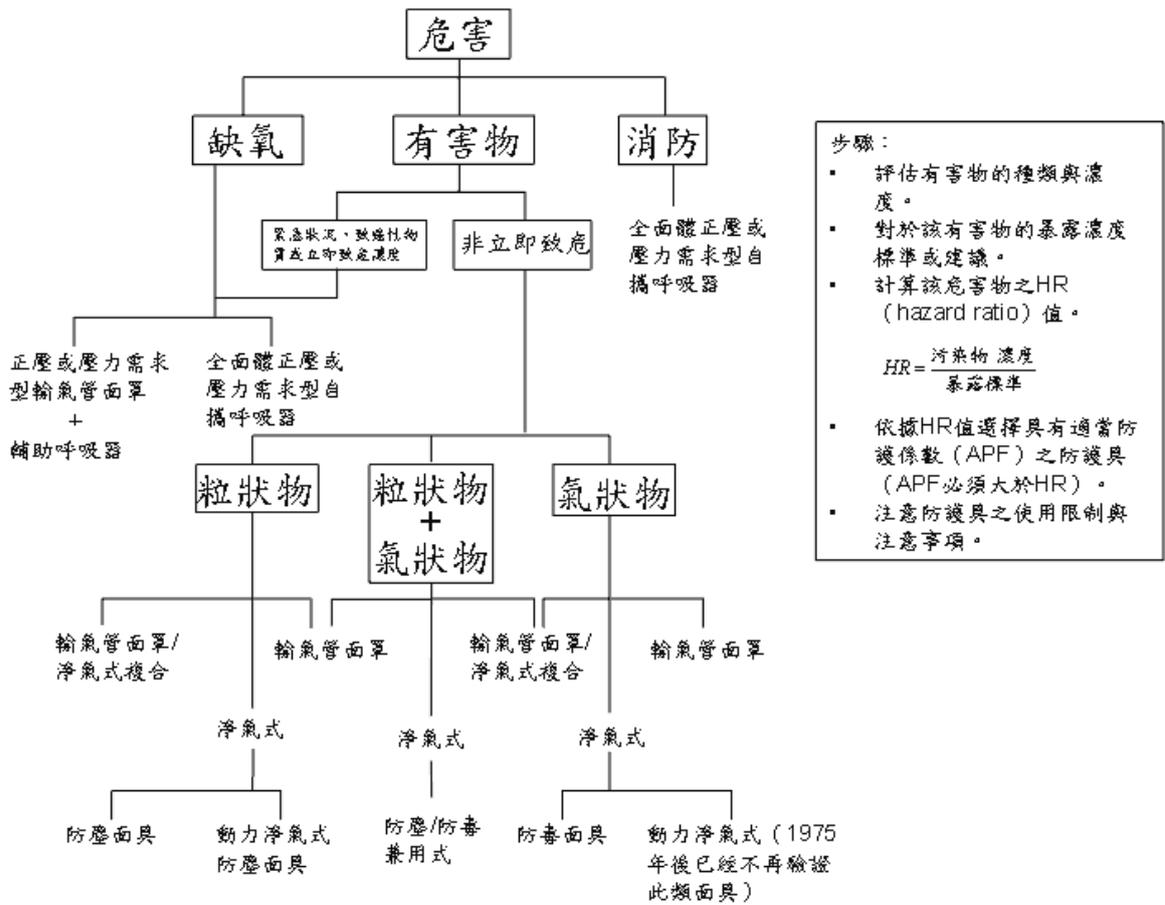


圖 2.14 美國勞工衛生法規所採行的空氣呼吸器具選用原則

參考資料：陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具1.1版》，頁47。

作業環境污染危害形態與程度。		呼吸防護具功能分類。													
		淨氣式呼吸防護具。						供氣式呼吸防護具。							
		無動力。			動力。			輸氣管面罩。			自攜呼吸器。				
		防塵面罩(5)。	防毒面罩(5)。	兼用。	氣態物防護(5)。	兼用。	軟管面罩。	管面罩。	壓縮空氣。	正壓(壓力需求)。	負壓(需求)。	定流量。	複合。	開放式。	其他。
					無動力。	送風機。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	正壓(壓力需求)。	
於18%(1)。	有害物濃度不明或可能立即對生命健康造成危害。	X	X	X	X	X	△	△(2)	△(3)	△(2)	△(2)(3)	△	△	△	○
	有害物濃度不致立即對生命健康造成危害。	X	X	X	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
含氧量大於18%(1)。	粒狀物污染。	有害物濃度可能立即對生命健康造成危害。	X	X	X	○(2)	X	○	○	○	○	△(3)	△	△	○
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害。	○	X	○	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	氣態物污染。	有害物濃度可能立即對生命健康造成危害。	X	X	X	X	X	○	○	○	○	△(3)	△	△	○
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害。	X	○	○	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○
	兼具粒狀物與氣態物污染。	有害物濃度可能立即對生命健康造成危害。	X	X	X	X	X	○	○	○	○	△(3)	△	△	○
		有害物濃度不致立即對生命健康造成危害。	X	X	○	X	○	○	○	○	○	○	○	○	○
備考。		t	t	t	t	t	注意維持正常送風功能。			考慮緊急避難所需時間。					
註：		○。	△。	X。	(1)。	(2)。	(3)。	(4)。	(5)。	可使用。 可使用，但須考慮面體與顏面的密合。 不可使用。 對一大氣壓下氧氣含量而言，在氣壓較低場所，應加以換算。 不適用於面盾與面罩型面體。 可自動切換供氣源者，應設置供氣警告裝置。 不得使用於有火災爆炸之處場所。 應根據環境中之有害物選擇淨氣材料。					

圖 2.15 我國與日本之空氣呼吸器具選用原則

資料來源：陳友剛等編著，同前註，頁48。

備註：

1. 複合式空氣呼吸器具，依所使用之狀態，適用本圖表。

2. 如使用電動送風型呼吸器，除應有防爆構造外，應在可燃性氣體或粉塵濃度在爆炸下限 30% 以下使用。
3. 因壓力需求型面體內為正壓，故安全性較高。
4. 複合式輸氣管面罩因設置有緊急逃離裝置，故安全性較高。
5. 圖表中所謂其他自攜式呼吸器，係指循環式呼吸器，半循環式呼吸器及半開放式呼吸器。
6. 佩戴無動力淨氣式呼吸器者，應留意面體與顏面之密合。

## 第七節 美國空氣呼吸器相關法令暨適用環境

在消防人員尚未使用空氣呼吸器進入火場作戰的年代，消防人員最早是利用送水用水帶送進空氣供消防人員於火場使用，隨著時代的科技進步，各式各樣的空氣呼吸器陸續被開發出來，而目前消防外循環自給式空氣呼吸器為消防機關最常使用。對於消防人員來說，空氣呼吸器是相當重要的裝備之一，訓練之不足亦或裝備保養不落實，皆有可能引發人員受傷、死亡、任務失敗，就如同槍枝對軍人般的重要。除了緊急事件期間所經歷的短期影響外，亦可能因重複暴露有毒環境之下，繼而遭受長期呼吸道健康方面問題。人體的呼吸系統極易受到傷害，特別是於火場時之有毒環境和高溫氣體。

### (一) 美國空氣呼吸器相關法令介紹

各級消防機關及政府單位為了保護於危險環境下作業之消防人員而必須制定許多有關呼吸保護規則或面罩使用規則等，以美國當局為例，針對空氣呼吸器就制定許多安全使用法令，而目前國內多僅針對空氣呼吸器具之使用及安全注意事項規範，故本節將以介紹美國空氣呼吸器具相關法規及其使用相關組織。<sup>39</sup>

---

<sup>39</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 36-37。

表 2.7 空氣呼吸器具法規和使用相關組織

組織	標準	內容
國家職業安全衛生研究所 (National Institute For Occupational Safety & Health , NIOSH)	42 CFR Part84	空氣呼吸器設計、測試及認 證
職業安全健康行政委員會 (Occupational Safety & Health Administration , OSHA)	29 CFR 1910.134	空氣呼吸器呼吸防護計畫
職業安全健康行政委員會	29 CFR 1910.156	火災搶救隊伍標準、摘要， 參考 29 CFR1910.134
國家防火協會 (National Fire Associa- tion , NFPA)	NFPA1404	消防機關空氣呼吸器計畫 標準
國家防火協會	NFPA1500	消防機關職業安全及健康 計畫標準
國家防火協會	NFPA1981	消防機關之開放式空氣呼 吸器應用標準

資料來源：徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁36。

#### 1. 42 CFR Part 134

聯邦條例第 42 法規 (Title 29 Code of Federal Regulations) 下之 84 部分主要是針對空氣呼吸器如何設計、出口測試及認證，另聯邦條例第 29 法規下之 OSHA 29 CFR 1910.134 部分，則制定了適用於所有危險環境作業之標準或原則，1998 年 4 月修正版更包含了建築物內部火場救災相關要求，以及把建築物內部火場救災環境定義為危險環境。除需強制使用空氣呼吸器外，也制定了完整呼吸防護器具管理方法和空氣呼吸器使用員工需定期進行醫療評估之規定，雖然消防機關需負責提供安全和健康的工

作環境，惟人員本身也有責任了解並遵循這些規章；同一法規 156 部分，則是依據 134 部分規範，配合制定救災隊伍之標準及相關搶救事宜。<sup>40</sup>

## 2. NFPA 相關標準

國家防火協會(NFPA)制定了「NFPA 1500 消防機關職業安全衛生計畫標準」<sup>41</sup>，此一標準涵蓋消防人員使用空氣呼吸器之安全和健康方面相關議題，其中亦包括了呼吸防護計畫，此一計畫標準和聯邦法規有關空氣呼吸器之差異，在於地方或管轄政府機關(市、鎮、縣、或州)必須採用此一標準作為消防機關政策；另 NFPA1404，係有關消防機關呼吸防護裝備管理方法必須符合之最低要求，包括消防出勤所使用之 SCBA、訓練、安全、緊急程序、維修等，其中含教導消防人員如何穿著 SCBA 以及如何於面對身體及生命威脅之環境資訊，NFPA 1981 標準則是規範開放式 SCBA 的設計和性能、測驗方法和認證。<sup>42</sup>

## 3. 小結

「29 CFR 1910.134」與「NFPA 1500」均含有美國公認的標準，且相同類似之呼吸保護規定，地方或轄區消防機關如未訂定強制性呼吸之保護規定，應在需要使用空氣呼吸器之火場作業或其他救災勤務中須採用或參考前 2 項規範。<sup>43</sup>

## (二) SCBA 適用環境

消防人員必須了解空氣呼吸器適用環境，以便適時防護自身安全，經相關文獻資料顯示，在火場或其他緊急事件中，常見需使用 SCBA 之環境主要可分為四類<sup>44</sup>，且只要懷疑有以下之情況就應強制使用 SCBA。

### 1. 氧氣缺乏環境

<sup>40</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 37。

<sup>41</sup> National Fire Protection Association, *NFPA1500, Standard on Fire Department Occupational Safety, Health, and Wellness Program 2007*, (Quincy, MA: National Fire Protection Association,2007)p. 16.

<sup>42</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 37。

<sup>43</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 37。

<sup>44</sup> IAFC&NFPA, *Fundamentals of Fire Fighter Skills second edition*, ( Boston: Jones & Bartlett Learning,2009), p. 47.

氧氣於空氣中的比例正常值為約 21%，惟遭遇特殊情況或環境異常時，氧氣之比例有可能大幅降低，將危及現場人員之生命安全。當空氣中氧氣比例降至 19.5 % 時，職業安全健康行政委員會就已定義為缺氧環境，需配戴空氣呼吸器進行相關作業，當周遭空氣中氧氣濃度低於 18% 時<sup>45</sup>，我國行政院勞工委員會則是將此環境定義為缺氧環境，認為單以數據作為缺氧環境之判斷基準尚有感不足，須合併實務上所執行之勤務或依現場救援環境作為主要判斷基準，若現場指揮官或帶隊官對於周遭環境認為有缺氧之疑慮時，就應立即下達命令配帶空氣呼吸器等相關應勤裝備，保護生命安全。

## 2. 高溫環境

建築物發生火災時，其內部溫度動輒高達數百度，消防人員務必穿著個人防護裝備及空氣呼吸器，才能進入火場內執行搶救任務，消防人員早已習慣於進入火場作業前須配帶空氣呼吸器再進行作業，惟為節省空氣耗損量，以增加火場作業時間，常有消防人員「撐到」最後一刻看到火焰或無法前進時才願意將面罩戴上，但是火場內的空氣對流情形十分強烈，溫度上升極為快速，早已蔓延至人員進入火場前之路線，加上人體的呼吸系統非常細緻，對高溫極為敏感，即使是休閒活動的氣溫，例如：三溫暖，溫度通常為 120°F至 130°F（49 至 54°C），經肺吸入後，可能造成血壓嚴重降低和引起循環系統問題，人員往往受傷自己也不知道。

## 3. 煙及有毒環境

煙才是火場真正的殺手，對於消防人員及受困民眾來說，火災所產生的大量濃煙，充斥於火場內部，這些「不知成分」的煙，不採用「高熱」字眼的理由是，有時候淡淡的煙亦隱藏著致命之危險，根據 NFPA 報告<sup>46</sup>顯示，1990 年全美國火災事故死亡統計，其中因煙嗆傷而死亡之人數：有 2,986 人約佔 73%，因大火燒傷而死亡人數有

<sup>45</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 36。

<sup>46</sup> 蔡東宏，〈淺談建築物貫穿部防火填塞系統之遮煙性能〉，《社團法人台灣省土木技師公會網站》，<http://www.twce.org.tw/modules/freecontent/include.php?fname=twce/paper/645/4-1.htm>，瀏覽日期：2019.11.20。

1,138 人約佔 26%。另外在日本的火災研究報告中顯示，人員傷亡的各種原因中，因煙的原因造成人員死亡約佔 40%、人員傷亡<sup>47</sup>約佔 70%。同樣歐洲各國的火災研究報告中亦指出因煙而造成人員傷亡約佔 70%，我國於 84 年衛爾康餐廳大火同樣有多位民眾受困於樓梯角落被煙噙死。<sup>48</sup>



---

<sup>47</sup> Glenn Corbett. , *Firefighter1&2*, ( Boston: Fire Engineering Books & Videos, 2009 ) , p. 137.

<sup>48</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 46。

## 第參章 救援用歐規空氣呼吸器—以雲林縣消防局為例

本章主要介紹雲林縣消防局現行所使用的歐規空氣呼吸器的管理、使用及訓練情形，同時探討近年來消防人員殉職的案例，以及消防人員在救援時影響呼吸器使用因素暨使用時間換算，從而再下一章節中藉由與現職消防人員之間的深度訪談，找出適合消防救援人員所使用的使用及訓練方式，做為日後規劃空氣呼吸器改進的建議方向。

### 第一節 空氣呼吸器使用規格

現行雲林縣消防局所使用之空氣呼吸器為外循環式歐規空氣呼吸器，通常用於建築物火災，面罩所呼出之空氣會經由閥排放於大氣中，如圖 3.1、3.2 所示。



圖 3.1 消防救援使用之空氣呼吸器

資料來源：湯明正，《雪山隧道消防救災呼吸防護裝備之探討》，（新北：東南科技大學防災科技研究所碩士論文，2011年），頁37。



圖 3.2 消防救援使用之空氣呼吸器

資料來源：湯明正，《雪山隧道消防救災呼吸防護裝備之探討》，頁37。

消防人員於火場內執行救援勤務時<sup>49</sup>，必須穿著全套空氣呼吸器，主要是為了避免吸入火場內有害物質，這物質包含大量高熱濃煙及有毒害氣體，而進入災害場所進行搶救前，必須配攜帶個人安全警示器以確保人員之安全，也就是俗稱的「救命器」如圖 3.3 所示，同時以高壓氣瓶為儲存工具，氣瓶內盛裝之氣體為壓縮空氣。故本裝備為自給式空氣呼吸器，無需另由外部供給空氣，此外背架上有一條備用供氣導管，俗稱「中壓管」，主要用途為提供受救者或其他救援消防人員共同使用，為消防人員救援不可缺的裝備，以下為則為目前雲林縣消防局所使用的救援用全套歐規空氣呼吸器規格。<sup>50</sup>

<sup>49</sup> 湯明正，《雪山隧道消防救災呼吸防護裝備之探討》，頁 44。

<sup>50</sup> 蘇信豪，〈雲林縣消防局 108 年空氣呼吸器採購案〉，《政府電子採購網》，<https://web.pcc.gov.tw/vms/rvlmd/DisabilitiesQueryRV.do>，瀏覽日期：2019.10.21。



圖 3.3 Dräger 救命器型式

資料來源：〈德爾格 Bodyguard®1000 個人安全警示器（救命器）〉，《台灣德爾格安全防護設備股份有限公司》，[https://www.draeger.com/zh\\_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Warning-Devices/Bodyguard-1000](https://www.draeger.com/zh_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Warning-Devices/Bodyguard-1000)，瀏覽日期：2019.10.22。

#### (一) 全套空氣呼吸器

須符合 EN137 有效版本 Type2 等級測試，並通過歐盟 CE 認證，或符合其它同等級測試標準及測試單位認證。所稱全套空氣呼吸器含下列各項目：

1. 面罩含肺力閥。
2. 背架：包含氣瓶背架、減壓閥、壓力錶、警示哨。
3. 氣瓶。
4. 個人用救命器。

#### (二) 氣瓶

1. 氣瓶須符合 EN12245 有效版本，並具歐盟 CE 認證，或符合其它同等級測試規範及測試單位認證。

2. 水容積 6.8 L 以上且工作壓力為 300bar 以上。
3. 材質及結構：碳纖維（Carbon Fiber）全披覆（Full-Wrap or Full-Wound）型，氣瓶內層材質為鋁合金，須符合 EN12245 有效版本，且標示於氣瓶。
4. 測試壓力：工作壓力之 1.5 倍或以上。
5. 氣瓶閥牙式須與現行使用之歐規高壓閥牙式相容，並符合 EN144-1 及 EN144-2 有效版本規範。
6. 氣瓶閥本體需標示如下：
  - (1) 符合認證規範之標示 EN-144。
  - (2) 可辨別製造商之名稱或原廠商名稱。
  - (3) 製造年份。
7. 氣瓶需附有橢圓型防撞底座。
8. 氣瓶閥須裝有防止意外斷裂爆衝安全限流閥，限流閥應有出廠證明或第三公正單位檢測報告。
9. 氣瓶表面需有原通過 EN137 有效版本（或同等級以上之標準）檢驗及認證之公司名稱或商標，並包覆於環氧樹脂內。
10. 氣瓶產品責任險:需為氣瓶加保產品責任險，投保期間至少 2 年（1 年 1 期，逐年續保，至 2 年期滿，期間不得中斷），保險內容需包含下列給付或更佳：
  - (1) 每一個人身體傷亡：新臺幣 500 萬元以上。
  - (2) 每一事故身體傷亡：新臺幣 1,000 萬元以上。
  - (3) 每一事故財損：新臺幣 100 萬元以上。
  - (4) 每一意外事故傷亡及財損：新臺幣 1,000 萬元以上。
  - (5) 保險期間內之累計保險金額:新臺幣 2,000 萬元以上。
  - (6) 每一事故之自負額上限：新臺幣 5,000 元以下。

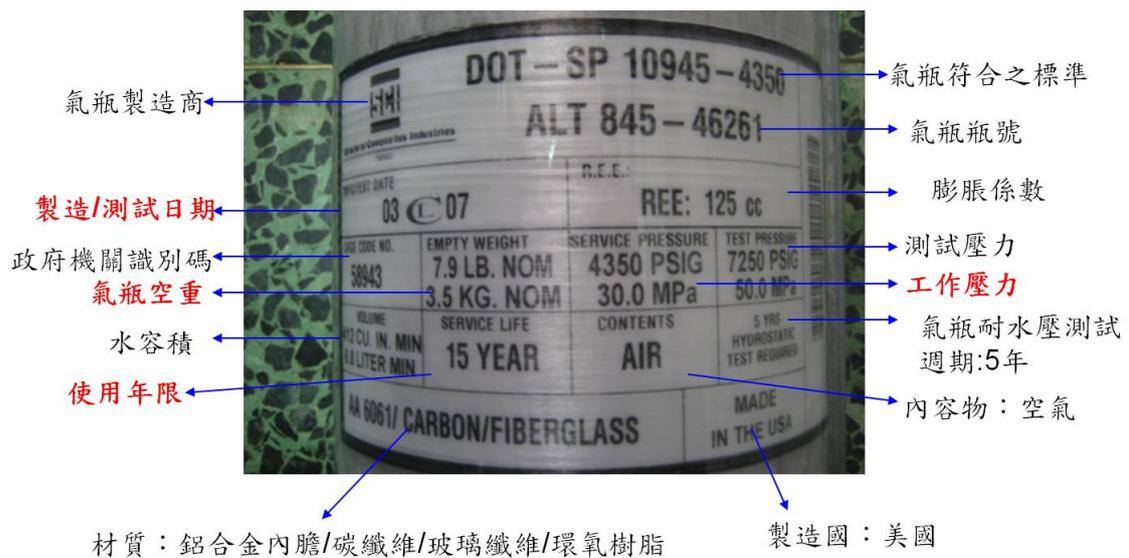


圖 3.4 FENZY 氣瓶標示說明

資料來源：內政部消防署，《火災搶救初級訓練教材》（新北：內政部消防署，2011年），頁200。

### (三) 面罩

1. 面罩形式：正壓全面罩式 (Full Face)，需符合 EN136 有效版本 CLASS 3 標準，並具歐盟 CE 認證，或符合其它同等級測試規範及測試單位認證，且標示於面罩上（不得採用活動式或貼紙式）。
2. 通過 EN137：2006 規範 6.11.2.2 之火焰測試，並依 EN137：2006 規範 8.7 要求標示為「CLASS 3+」。
3. 面罩材質：活性矽氧橡膠 (Silicone rubber) 或三元乙丙橡膠 (EPDM)。
4. 面鏡型式：採大視窗設計之廣角面鏡，面鏡之有效全視界需達人眼自然全視界之 80% 以上。
5. 面鏡材質：聚醯胺 (Polyamide) 或聚碳酸酯 (Polycarbonate) 或同等級以上材質。
6. 面罩固定帶為可調整長度之 5 爪式頭帶設計，材質為活性矽氧橡膠 (Silicone)

- rubber)或三元乙丙橡膠 (EPDM) 或橡膠，並附耐焰頸帶 (不得為環保材質)，使用頸帶配掛面罩時，須有立面懸掛設計，以避免髒污、水滴直接掉落在面罩內部。
7. 內鼻罩為固定式，無輕易脫落之虞，其材質為活性矽氧橡膠 (Silicone rubber) 或三元乙丙橡膠 (EPDM) 或熱塑性彈性體 (TPE)，須能阻絕使用者呼出之熱氣而達到面鏡防霧功能。
  8. 傳音裝置：面罩內附隱藏式傳音瓣膜。
  9. 面罩須附攜行袋 1 只，可將面罩及肺力閥完整收納於內，並具有可束緊攜行袋開口且方便吊掛之設計。

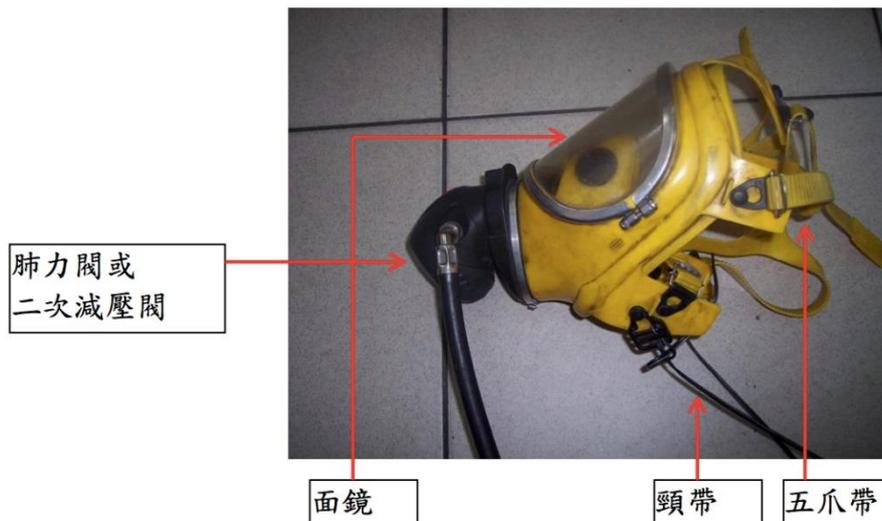


圖 3.5 德國 DRAGER 面罩正面

資料來源：張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，頁44。

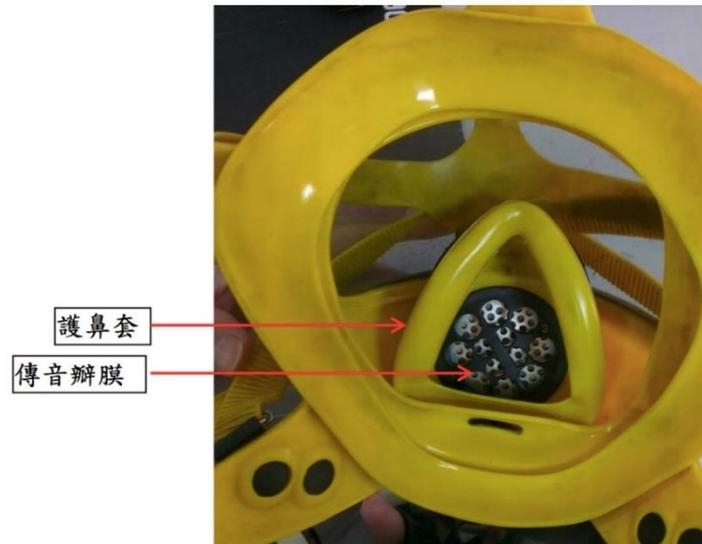


圖 3.6 德國 DRAGER 面罩背面

資料來源：張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，頁44。

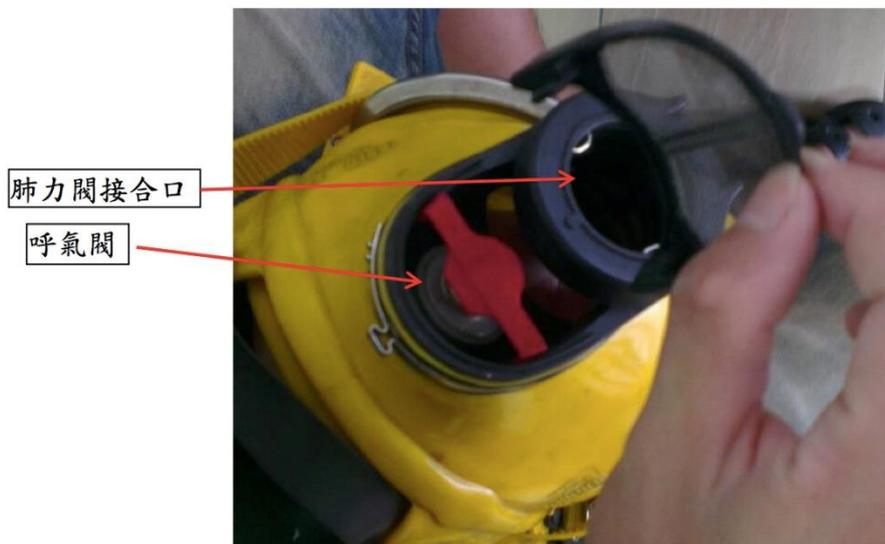


圖 3.7 德國 DRAGER 面罩側面

資料來源：張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，頁44。

#### (四) 肺力閥

1. 依呼吸量大小，全自動正壓調節供氣量，使面罩內空氣維持微量正壓，當減壓閥動作時，其呼吸阻抗不得大於 25mbar。
2. 具緊急供氣閥及逆止（止氣）開關或流量控制開關，當肺力閥結合同面罩時需為停氣狀態，戴上面罩吸第一口氣，始啟動自動供氣。
3. 採分離式進、排氣設計，避免二氧化碳積存於內鼻罩。
4. 肺力閥與面罩採結合或分離之設計均可。
5. 肺力閥中壓管具快速接頭設計，接頭為不鏽鋼或同等級以上材質。
6. 肺力閥與面罩採分離之設計者，肺力閥於未使用時，於背板肩帶或腰帶處，需有可收納固定之設計，並保護肺力閥於未使用時防止異物進入。
7. 肺力閥膜片本體需標示製造年份及產品編號等相關資訊。

#### (五) 背架

1. 需符合 EN137 有效版本 Type2 標準並具歐盟 CE 認證，或符合其它同等級測試規範及測試單位認證，且標示於背架本體。
2. 背架或氣瓶前頭需有保護裝置，以防外力撞擊氣瓶之設計。
3. 背架材質需為強化碳纖複合材料（Carbon fiber composite）或強化玻璃纖維塑膠材質（Glass fiber plastic）或同等級耐焰複合材質。
4. 背架需有管線固定槽設計，可將連接減壓閥之高、中壓管完整收納在固定槽內，避免外露導致使用人員勾絆。
5. 胸前需具有 2 個中壓出口之安全快速接頭，接頭材質為不鏽鋼或同等級以上材質，接頭並需附保險設計，並具有可加裝 UAC(接頭形式須符合 NFPA1981 要求)、EBSS 或 ASV 等可供緊急救援用接頭之設計。
6. 高、中壓管需標示製造年份。
7. 氣瓶束帶需為耐焰材質，且可獨立隨意調整長短，以安裝各類氣瓶，並具安全

快速扣板，可快速扣緊或鬆開氣瓶束帶之設計。

8. 肩帶及腰帶需有固定式吸震護墊，固定帶及護墊外層與內部填充物質均需為耐焰材質。
9. 肩帶及腰帶皆可獨立隨意調整長短，調整長短處尾端須有重複車縫防掉落設計。
10. 使用三段可調式背架，且肩帶及腰帶與背架接合處為活動式設計，須無工具即可完全拆卸取下及組裝，以利拆卸清洗。
11. 減壓閥：
  - (1) 減壓閥固定於氣瓶背架腰部位置，具有防撞保護功能設計。
  - (2) 減壓閥壓力出口應設計於安全位置，於背架裝置氣瓶時，應不論以何種方式平放呼吸器皆不會擠壓壓力管導致管線破損或變形。
  - (3) 需有超壓安全洩壓閥，其啟動壓力不得高於 15bar 或減壓閥減壓後 2 倍壓力值。
12. 壓力錶：
  - (1) 圓形錶體具橡膠護套，位於前胸易讀處。
  - (2) 錶面具夜光顯示裝置。
  - (3) 讀值包含 0~350 bar 或以上。
13. 警示哨：
  - (1) 警示哨警報範圍：氣瓶壓力降至 50~60bar 時，自動啟動。
  - (2) 警示或警報方式：可發出警報音響 90 分貝以上。
  - (3) 警示哨需於每次氣瓶開啟時，即自動測試聲響以確保使用時仍能正常工作。

## (六) 個人救命器

1. 具下列警示功能：

- (1) 自動防護。
  - (2) 聲光警示。
  - (3) 手動求救。
2. 自動防護：具自動啟動、手動解除管制鑰匙或裝置。人員靜止 55 活動 23 ±8 秒後開始啟動初警報 80 分貝以上（1 公尺處）聲響，如人員仍無動靜再經 10 ± 5 秒後會發出 80 分貝以上之主警報（1 公尺處）聲響。
3. 聲光警示：聲音警示同自動防護功能，並可以閃光警示標定出人員位置。
4. 手動求救：在啟動求救按鈕時，可同時開啟聲光警示功能。
5. 電源為一般乾式電池。
6. 防爆等級符合 EEx ia IIC T4 或 Class 1，Division 1，Groups A.B.C.D.等級或同等級標準。



圖 3.8 MSA 個人救命器

資料來源：〈攜帶式氣體偵測器與警報器〉，《正宜工業安全衛生股份有限公司與康樺科技工程顧問股份有限公司》，<http://www.kstc.com.tw/zh-tw/product>，瀏覽日期：2019.7.15。

## 第二節 空氣呼吸器管理情形

### (一) 配發情形

雲林縣消防局自 102 年開始規畫每人配發空氣呼吸器組 1 套，截至 108 年 10 月，目前全縣外勤消防分隊總共配 506 套空氣呼吸器組（包含面罩、氣瓶及背架），其中 151 組為備用空氣呼吸器組，由此可知雲林縣消防局目前已完整規劃空氣呼吸器配發情形，同時也達到每人配發一套的標準<sup>51</sup>，此標準可媲美全國各直轄市消防單位個人裝備器材配發情形。

### (二) 採購情形

雲林縣消防局自 102 開始規劃為補足外勤消防人員每人一套空氣呼吸器，於 104 年~108 年陸續採購多套空氣呼吸器及相關配件，如表 3.1 所示。此外，除了大量採購空氣呼吸器外，更強化相關裝備的安全性及舒適性，例如，為了避免空氣瓶斷裂而造成噴射情形，特別於規格內要求廠商加裝限流閥，主要目的為防止氣瓶因碰撞造成氣瓶頭斷裂，使得氣瓶如同飛彈般噴射造成周遭人員生命危險；早期所使用的空氣呼吸器背架皆無法調整背板長度，時常造成消防人員背負空氣呼吸器時重心不平衡，進而影響人員救災，近年來為了更符合消防人員使用現況，皆改成採購三段式調整型背架，消防人員可因個人身材體型或習慣方式調整空氣呼吸器背架長度。

表 3.1 雲林縣消防局近年來空氣呼吸器採購數量情形

年度	面罩（個）	背架（組）	氣瓶（支）	救命器（個）
104	60	10	10	0
105	65	65	15	35

<sup>51</sup> 〈EMIC 全國救災資源資料庫〉，〈內政部消防署救災入口網〉，<https://portal.emic.gov.tw/emicssso/nfasso>，瀏覽日期：2019.11.1。

106	88	88	72	36
107	25	25	0	0
108	162	133	25	160
總量	400 個	321 組	122 支	231 個

資料來源：筆者自行整理

### (三) 管理情形

目前全國各縣市消防單位對於空氣呼吸器主要管理方式分為 2 種

1. 個人保管：消防單位每人配發一套空氣呼吸器組，保養維護情形都交由各使用人自行保管，主要是採責任制。消防人員上班時，先行檢查各自空氣呼吸器是否完整、氣瓶空氣量是否足夠、功能性是否正常，再依每日消防任務分配情形，將空氣呼吸器放置相對應的消防車輛上，以利出勤使用。
2. 專人統一保管：由消防單位主管指派裝備器材保管人或者是各消防車輛保管人每日檢查消防車上各組空氣呼吸器外觀、功能性及空氣量是否正常，由專人進行統一性的維護管理，使用時也採隨機拿取使用方式，不以個人化為主，集中保養維護。

雲林縣消防局目前並無強制規定各消防外勤單位空氣呼吸器管理模式，將相關權責交由各消防單位自行安排，依各單位消防人數、空氣呼吸器配發數量及勤務模式為基準，由各單位主管自行規定。

### 第三節 消防人員自救生存訓練

#### (一) 外勤消防人員自救生存訓練

消防法第一條明文規定，「災害搶救」是消防的三大任務之一，而火災搶救更是消防人員最主要的工作<sup>52</sup>。近年來消防人員於火災搶救現場不幸傷亡的案件層出不窮，依據學者等調查發現執行「火災搶救」是造成我國消防人員因公受傷比例最高之勤務，此比例更高達 50.1%。<sup>53</sup>這般消防英雄折翼殞落、消防英魂上演的悲劇更是達到巔峰，不僅震撼社會人心，更是嚴重打擊消防士氣。分析此類傷亡案例，綜觀現有消防人員執行火災搶救之安全機制，的確缺乏自救、生存元素，是故消防人員自救生存訓練儼然成為各縣市消防局刻不容緩之重要課題。綜上，雲林縣消防局為精進消防人員於火災現場自救技巧、回報機制及團隊默契，特辦理消防人員自救生存訓練，並邀集嘉義縣消防局、南投縣政府消防局及彰化縣政府消防局共襄盛舉，藉以強化消防人員本能與體（技）能，減少傷亡憾事之發生。<sup>54</sup>

雲林縣消防局於 107 年及 108 年辦理消防人員自救生存訓練課程共計五大主軸，其課程內容如下：

1. MAYDAY 求救：有效整合求救內容、掌握無線電、救命器與胸掛式照明燈之位置、體驗低視線、受限空間與重物壓制等求救情境。
2. 空氣呼吸器使用緊急狀況：熟稔空氣呼吸器於侷限空間之全部（部分）脫除及穿戴等技巧，同步配合穿越障礙物、線圈纏繞脫困等模擬狀況，以及體驗空氣瓶殘壓時間之應變與待救技能。

<sup>52</sup> 內政部消防署，《消防法》（新北：內政部消防署，100 年），第 1 條。

<sup>53</sup> 邱文豐等，〈我國救災人員因公身心傷病及成因之調查研究〉《台灣警察專業學校 警專學報》，第 4 卷，第 6 期，2009 年，頁 61。

<sup>54</sup> 林子博，〈雲林縣消防局辦理消防人員自救生存訓練〉，《消防月刊》，11 月刊，2018 年，頁 46-47。

3. 沿水帶撤退：單人、團隊分別藉由消防水帶水平、垂直佈線延伸戰術，假設於火災現場突遇危難後，正確施以迅速且合作撤退等技術。
4. 快速脫逃：介紹 Ladder escape（梯上快速脫逃）、Window hand（運用手腳掛於窗口）、Hand drop（利用雙手吊於逃生口）等方式，瞭解遇險時即刻尋找暫時避難點、延遲生存時間之箇中精隨，以及 PES（火場脫逃系統）裝備介紹。
5. 模擬情境操作：結合前揭單項技術與狀況模擬，培養團隊默契，建立消防人員自救生存大綱模式。



圖 3.9 消防人員生存訓練-局限空間救援

資料來源：筆者整理。

本案訓練期程每年規劃 8 個梯次，每梯次 25 人，雲林縣消防局目標在於 2 年內將所屬外勤人員皆須完成本案自救訓練課程。課程內容採用漸進式課程引導，模組內容實作，適時指導、修正參訓人員操作動作與技巧，有效提升學習興趣，

並希冀參訓人員返回所屬各單位後，得以擔任種子教官加以推廣、宣導，分享操作心得與過往於救災現場之實作經驗，進而精進消防專業技能，凝聚團隊合作默契，降低虛驚事件危害，確保救災安全。

## (二) 義勇消防人員空氣呼吸器專業訓練

身為消防人員，一旦發生火災時，必須全力以赴，運用一切可能的方法，撲滅火勢、救護人命及火災善後，來維護公共安全及保障人民生命財產，並使火災所造成的損失減至最低限度<sup>55</sup>。近年來隨著科技的進步，消防人員的裝備也越來越精進，同時各縣市義勇消防人員的裝備也跟著越來越完善，貴為農業之都的雲林縣，亦不落人後，於民國 95 年至 98 年義消中程計畫，雲林縣義勇消防人員除增購全套消防衣之外，同時採購個人使用空氣呼吸器面罩，但在此一時，並未有完整的專業空氣呼吸器訓練，只能依靠舊有觀念及火場經驗進行災害搶救，直至 106 年至 109 年利用內政部消防署「義消組織充實人力與裝備器材中程計畫」辦理義消人員空氣呼吸器專業訓練<sup>56</sup>，才有針對義消人員設計完整的空氣呼吸器專業訓練，並且經結訓測驗合格後，核發結業證書及反光認證貼紙始可換取新式個人面罩及救命器。雲林縣消防局辦理義消人員空氣呼吸器專業訓練，期課程內容設計如下：

1. 空氣呼吸器完整簡介、組裝、正確穿戴、PASS 操作：先藉由訓練課程的簡介，對參訓義消人員進行心理建設及正確觀念的建立，了解空氣呼吸器訓練的重要性及潛在的危險性，同時教導正確的穿戴方式，防止任何疏漏的行為出現，在此一階段，不斷叮嚀一旦疏忽所造成的危險，藉由基礎的教導，危機意識的建立，最後搭配救命器(PASS)的啟動操作，一次再一次反覆的練習基礎性動作。

<sup>55</sup> 陳弘毅，《消防學》(台北：鼎茂圖書出版，1996 年)，頁 25。

<sup>56</sup> 蘇信豪，《雲林縣消防局 108 年義消組織充實人力與裝備器材-義消人員空氣呼吸器專業訓練及強化基礎定期訓練進階訓練計畫，2019 年》，頁 2。

2. 空氣消耗管理：義消人員不同於一般職業消防人員，無法時時刻刻了解自我空氣消耗管理程度，藉由此一訓練，讓各位義消了解如何掌控及管理自我呼吸效率。過程中，工作任務介於中度及重度工作之間，了解執行任務時自我的空氣消耗情形，並時時刻刻養成檢查氣瓶內的空氣殘壓，除此之外，更清楚自我壓力的調整及障礙克服情形。最後進行待救的壓力測試，對於義消人員可說是前所未有的震撼教育。
3. 障礙超越、纏繞脫困及沿水帶撤退：讓義消人員了解如何穿越建築物內部障礙及狹小出入口，當被細繩或電線等線狀物纏繞受困時應如何自我脫困，一旦脫困或面臨緊急情況時，如何沿著入室水帶進行脫困，最後說明了 MAYDAY (求救) 啟動時機，並且了解求救時所該有的自救行為及如何正確的使用空氣呼吸器，變成了存活的關鍵點。
4. 牆上開口自救技術：一旦搶救人員面臨緊急逃生時刻，便需要學會開口自救技術，藉由快速脫逃技術，減少搶救人員暴露於火煙高熱的環境中，也減低了搶救人員的受傷情形。
5. 課程總測驗：最後一堂的課程總測驗，並非如一般課程總複習，而是將前面所學技術、觀念及知識融合一起，並由教官群直接下達情境命令，考驗參訓人員的應變能力，藉由實境演練讓學員們更能體驗空氣呼吸器專業操作的重要性，一旦通過總測驗學員，才能領取結業證書及認證貼紙。此一證書代表經消防局教官群認證，具有空氣呼吸器專業操作能力，同時亦是義消團隊中的菁英人員。



圖 3.10 義消人員空氣呼吸器專業訓練情形

資料來源：筆者整理。

本案訓練期程規劃 6 個梯次，每一梯次課程為期三天，每一天訓練時數需達 8 小時，共計 24 小時，參訓人員需經過 3 天 24 小時的專業訓練，對於空氣呼吸器的重要性及專業性，無不認同及重視，同時參訓義消人員對於此一訓練給予相當評價，更有後續人員期待複訓及進階課程的到來。本案每梯次 22 人（各義消單位皆須派員參訓），雲林縣消防局一共訓練 132 人，最後順利通過測驗人員為 123 人，代表並非人人皆可通過訓練，一旦無法克服障礙及危急所帶來的壓力調整，很有可能無法完成結訓課程，甚至中途便放棄課程訓練。雲林縣消防局針對義消人員辦理空氣呼吸器專業訓練課程為全國首創，後續更有彰化、南投等鄰近縣市前來取經交流，不只提升了義消人員的專業性，更凝聚團隊合作的默契，提升義消人員火場作業知識，確保救災安全。

## 第四節 空氣消耗管理

NFPA 1404 明定消防人員必須接受「個人空氣管理計畫」(Individual Air Management Program)<sup>57</sup>，訓練計畫中主要包含了<sup>58</sup>「影響供氣時間因素」(identification of factor that affect the duration of air supply)與「折返點判定」(determination of the point no return)的訓練，依據空氣消耗測試定期計算消耗速率可幫助消防機關達成前面兩項訓練，這種方式的消耗測試有其優點，可讓消防人員了解在常速工作下判定空氣消耗速率。

空氣消耗時，應讓消防人員在障礙路線上工作，並實驗不同的呼吸和技能，為了得到正確的結果，每次執行空氣消耗測試時，障礙路線必須完全相同。測試應一直執行至消防人員不能從空氣呼吸器呼吸到任何空氣，這會讓消防人員真正知道在救火救災、受困或迷路時，還剩多少時間可求生，也能讓給消防人員知道即使在殘壓警報聲響停止後，仍有多少空氣仍剩餘在空氣呼吸器裡。知道這些資訊有助消防人員保持鎮靜並可能讓他們救自己一命。

### (一) 呼吸方式

一般使用空氣呼吸器的呼吸方式可分為「呼吸模式」與「呼吸方式」兩種

1. 呼吸模式：採用與「平常呼吸」類似的方式，使肺部中的二氧化碳與氧氣保持平衡，同時呼吸速率時保持緩慢且平穩原則，絕對禁止憋氣或閉氣方式來企圖降低空氣的消耗，因為在火場執行搶救任務時，將消耗大量氧氣，若是貿然使用閉氣或憋氣等方式，可能會造成失去意識的情形。
2. 呼吸方式：則是採用有效率的空氣管理方式，若是只用嘴巴或是鼻子呼吸，並非有效減少空氣運用，反而容易加快呼吸速率，導致體內的氣體交換失去平衡，

<sup>57</sup> National Fire Protection Association, *NFPA-1404, Standard for Fire Service Respiratory Protection Training*. (Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2018).

<sup>58</sup> Delmar Cengage Learning, *Fightfighter Handbook*, (Boston: Cengage Learning, 2008), p. 168.

建議採用「鼻子吸入、嘴巴呼出」或是「嘴巴吸入、鼻子呼出」的方式不僅能夠提供適當的空氣交換以及對執行重度工作室有益處的。<sup>59</sup>

何種呼吸方法有助於減少消防人員的空氣消耗速率，消防人員必須自行實驗來發現最適合自己的方法，不管使用任何呼吸方法，重要的是正常呼吸且緩慢的呼氣，讓肺部二氧化碳維持適當平衡，消防人員不可以為了節省空氣而試圖憋氣，由於救火時會釋放腎上腺素，氧以更快的速率消耗，憋氣會造成失去意識。呼吸控制方法能提供最有效率的空氣使用。

無論消防人員使用甚麼呼吸技術，最重要的是保持鎮靜，有效率的執行訓練，例如定期的空氣消耗測試，可讓消防人員練習呼吸技巧，亦有助提升穿戴空氣呼吸器時，消防人員情緒穩定性，定期的身體訓練計畫，亦有助於消防人員在穿戴空氣呼吸器時疲勞較少，空氣消耗速率最低。

## (二) 呼吸器使用時間換算

消防單位普遍之呼吸使用時間換算，如表 3.2 所示，要注意的是若劇烈工作時，每分鐘呼吸量可達 100L/min，因此在計算時仍視每人呼吸氣量之不同而有使用時間上之差別，而各家呼吸防護具之殘壓警報壓力一般設定為 50kg/cm<sup>2</sup>。<sup>60</sup>

表 3.2 空氣呼吸器消耗量

活動別	每分鐘呼吸量
休息	休息 10~15(L/min)
輕度工作	適度重工作 20~30(L/min)
適度重工作	休息 30~40(L/min)
重工作	適度重工作 45~55(L/min)

資料來源：謝景旭，《實用消防機械》〈新北：鼎茂圖書出版公司，2005〉，頁205。

<sup>59</sup> 徐忠賢，〈空氣呼吸器使用之探討〉，頁 53-54。

<sup>60</sup> 謝景旭，《實用消防機械》，頁 206。

空氣呼吸器使用時間計算方式：

(1)評估氣量使用時間之計算公式如下：

$$\frac{[\text{氣瓶填充壓力}(\text{bar}) - \text{殘壓警報壓力}(\text{bar})] \times \text{氣瓶容積}(\text{L})}{\text{每分鐘呼吸量}(\text{L}/\text{min})} = \text{使用時間}(\text{min})$$

範例：

一支 6.8 公升氣瓶充氣至 300bar，假設殘壓警報設在 50bar，救災時每分鐘重工作呼吸量 50L/min，則可以下述計算得知氣瓶救災可使用時間為：

$$[300(\text{bar}) - 50(\text{bar})] * 6.8(\text{L}) \div 50(\text{L}/\text{min}) = 34 \text{ 分鐘}$$

而殘壓警報響起後，以下述計算得知氣瓶剩餘使用時間為：

$$[50(\text{bar})] * 6.8(\text{L}) \div 50(\text{L}/\text{min}) = 6.8 \text{ 分鐘}$$

亦即這 6.8 分鐘是救災人員撤退至安全處所之時間。

## 第五節 案例探討

火場中消防救災有兩大任務，一是救人，二是滅火。火場搶救作業必須以團隊綜效來進行，無法單以個人力量來完成目標，這是身為消防人員不變的道理，一場成功的搶救，界定於消防力介入的時間、車輛裝備與戰術應用，其戰術運用與使用時機及要領<sup>61</sup>，構成火場搶救作業之內容。從國內近數十年來，消防人員於火場中傷亡的比例越來越多，而從這些消防人員的傷亡案例中，發現多數消防人員對於空氣呼吸器的

<sup>61</sup> 廖茂為，《消防戰術規劃與戰技應用》（台北：鼎茂圖書出版股份有限公司，2009年），頁55。

訓練仍有很大的進步空間，且絕大多數的消防員仍存在著以往對於空氣呼吸器使用的錯誤認知，而從這些傷亡案例中，有很多寶貴的經驗，值得我們去省思。

### (一) 案例一

103 年 2 月 12 日五股區一家冷凍工廠今天發生大火，黃姓消防隊員協助關閉氨氣閥時，不慎踩空摔落電梯井，造成顱內嚴重出血命危。這一起意外是轄區內消防分隊黃姓隊員前往支援搶救五股的工廠火警，因為要關閉冷凍工廠的氨氣閥，沒有工具，要隨工人前往取工具。結果黃男於 3 樓電梯處不慎踩空，從 3 樓摔落到停放在 1 樓的電梯井。黃男墜落時，頭部受到重創，造成頭顱破裂、顱內出血。因為他墜落到 1 樓與 2 樓之間的電梯車廂頂部，其餘消防隊員據報趕緊搶救，將他送往衛生署立台北醫院進行手術。這起火警事發生在當天上午約 10 時 33 分，消防局據報，位於五股區五權八路的一家冷凍工廠一樓倉庫發生火警。<sup>62</sup>

1. 檢討分析：據了解，因黃員與工人上樓欲關閉外洩氨氣閥，而工人無相關裝備，故告知黃員氨氣閥所在位置，由黃員單獨行動關閉氨氣閥門，黃員沿牆邊行走，卻遇上未關閉貨梯門，故掉落至 1 樓造成命危。
2. 策進作為：消防人員使用空氣呼吸器時，切勿單獨行動，即使進入無立即危險火場時，也務必 2 人以上為一組一起作業，一旦發生或遇上突發狀況時，才有辦法相呼照應，且進入廠區時，應佈署水線進入，以防突發狀況發生，可藉由水帶進行射水防護或作為快速避難脫逃使用。

### (二) 案例二

2014 年 6 月 27 日中和區華新街昨晚發生地下停車場火警，消防張姓小隊長進入火場搜救疑吸入濃煙，經送醫不治。現場約 300 多坪，在濃煙密布下尋找火點不易，南勢分隊張姓小隊長等人於進入火場搶救多時，考量安全作業時間將至，往停車場出

---

<sup>62</sup> 徐聖倫等，〈冷凍廠爆炸 消防員墜落貨梯井命危〉，《自由時報》，2013.2.13，<https://news.ltn.com.tw/news/society/paper/654112>。

口撤出。張男疑因空氣瓶壓力不足，導致吸入有毒氣體及體力透支，撤離時呼救求援，中和分隊顏姓小隊長得知即率隊員 3 人衝入火場搜救。張男被救出時已昏迷，經送往部立雙和醫院搶救。但疑似因吸入有毒氣體引發急性肺水腫，經急救後仍傷重不治。

63

1. 檢討分析：張男因空氣呼吸器內的空氣耗盡，而脫掉面罩，因此而吸入了過多的有毒氣體，並且因體力透支而不及避難，最後不慎殉職於火場內。
2. 策進作為：過往空氣呼吸器的教學訓練使用過程中，於火場內撤退的幾個條件中，其中之一即為空氣呼吸器殘壓警報響起，而現今此一觀念則為錯誤教學，真正的避難時機應為空氣呼吸器殘壓警報尚未響起，且有足有的氣量撤回安全地點，且一旦空間迷航，務必冷靜及調節呼吸，回報指揮官，等待救援，切勿胡亂行動，而造成氣瓶內空氣使用過度，進而縮短待救援時間。

### (三) 案例三

消防局 119 勤務中心獲報，仁愛路二段與臨沂街口附近一棟大樓地下室發生火警，濃煙持續冒出，消防隊派出 17 輛消防車、7 輛救護車前往搶救。39 歲的方姓小隊長與同仁前往搶救，過程中疑發生爆燃，火勢雖然隨後撲滅，但有 5 名消防人員受傷送醫，方男因吸進很多燃燒的灰燼，立刻送往台大醫院急救。方男隨後在台大醫院加護病房治療，並裝上葉克膜，妻子帶著 9 個月大的女兒在旁陪著。由於長期缺氧，陷入昏迷，家屬昨晚簽署同意書，醫院在 9 時 19 分拔管。<sup>64</sup>

1. 檢討分析：華山分隊方姓小隊長可能遇爆燃，疑似空氣呼吸器內的空氣用盡，而脫除面罩，造成吸入過多的有毒氣體，因此於火場內陷入昏迷。
2. 策進作為：同仁進入火場內同出同進為一基本觀念，此外更因時時刻刻提醒同

<sup>63</sup> 〈新北勇消生日前不幸殉職〉，《中時電子報》，2014.6.28，  
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20140628001801-260402?chdtv>。

<sup>64</sup> 〈救火小隊長殉職 同仁相送〉，《中時電子報》，2014.3.29，  
<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20140329000024-260402?chdtv>。

伴有關火場相關資訊及氣瓶剩餘壓力，一旦有同仁壓力不足時，應立即撤退，且應全組人員共同撤退，不可單獨留在火場內或單獨撤退，入室搶救人員更應隨時注意氣瓶壓力，並且應預留氣量，以作為撤退之使用。

#### (四) 案例四：

屏東新園鄉五房村一處民宅 12 日晚間 9 時許發生火警，消防隊花了 2 個多小時撲滅火勢，41 歲李姓義消疑似因濃煙過大，在屋內迷失吸入濃煙，雖被緊急救出，送往東港安泰醫院急救，仍不幸於 13 日凌晨不治殉職。李男當時也進入火場，疑因吸入濃煙昏倒在遭延燒民宅的 2 樓窗戶邊，被救出送醫時已無呼吸心跳，搶救至 13 日 1 時 46 分，家屬同意放棄急救，宣告殉職。消防隊員說，屋內都堆滿大量雜物，導致悶燒產生濃煙，加上排煙口幾乎被阻擋，現場能見度極低。新園分隊曾姓分隊長說，李男進入火場時有另 1 名警消同行，據該警消表示，當時濃煙突然竄出，現場伸手不見五指，大家開始撤離。當時李男疑似緊張而在火場內迷失方向，警消發現他狀況不對不停揮手求救，連忙救出，可惜已來不及。當時警消檢查李男的空氣瓶仍有 150BAR，並非空氣用盡，只能猜測他可能是迷失方向，一時緊張造成過度換氣而身體不適，或因面罩被勾到而吸入濃煙，真正原因仍待調查。<sup>65</sup>

1. 調查分析：據了解，本火警案為一般建築物火警，現場警消人員表示，李姓義消被發現昏迷時，其氣瓶仍有 150BAR，疑似因為空間迷航，造成情緒緊張慌亂，一時無法確認逃生出口，進而摘除面罩，因此吸入大量濃煙而導致窒息昏迷。
2. 策進作為：對於義勇消防人員的空氣呼吸器訓練更應該重視，平時義勇消防人員接受空氣呼吸器使用及訓練或進入火場次數遠不如警消，其突發狀況處理經驗遠不及職業消防人員，故對於義勇消防人員進入火場的管制更應該注意，且

---

<sup>65</sup> 潘建志，〈義消打火 10 年 勇闖火場殉職〉，《中時電子報》，2017.12.14，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20171214000510-260106?chdtv>。

需要警消陪同跟隨入室，並時時刻刻注意身邊同伴所在位置，做好相互溝通、同進同出等工作，一旦遇有突發狀況，須相互掩護做好防禦措施，撤退至安全區域等待救援。

## (五) 案例五

昇陽光電新竹廠發生火警，新竹縣消防局派遣鄰近分隊前往救援，林姓消防員在現場內布水線時突倒地，被發現時已無呼吸心跳，送醫不治身亡。林男約下午近兩點許，與另名隊員及 1 名廠商職員進入火場，因同仁先離廠換氣瓶，職員也先離開，另組前往佈署水線的隊員發現林男倒臥在地，立即將他救離現場，當時林男已無呼吸心跳，被送往最近的天主教仁慈醫院急救，院方急救 30 分鐘後仍宣告不治。<sup>66</sup>

1. 檢討分析：本案林姓消防員被發現無呼吸心跳時，當時僅一人於火場內，身邊並無其他同伴，且被發現時，疑似氣瓶內的氣體已用盡，而造成該員摘除面罩，因此吸入過多濃煙而成窒息死亡。
2. 策進作為：消防隊進入火場作戰時，除 2 人以上為一組外，更應同進同出，一旦發現其中伙伴氣瓶不足或相關裝備有狀況時，另一名同伴應跟隨撤出，不得單獨於火場內，此外，一旦遇突發狀況，如空間迷航或閃燃、爆燃等情形，需求救時，應立即發出訊號，利用無線電告知現場指揮官所在位置及狀況，並到達相對安全地帶，坐下安靜等待救援，並藉由調節呼吸及情緒，來延長待救時間。

## (六) 案例六

高雄市茄萣區莒光路一棟 4 樓透天厝發生火警，濃煙直竄，4 名消防員衝上 2 樓搶救受困女童，但 35 歲蔡姓消防員疑因吸入過多濃煙而嗆昏，被救出時已無呼吸心跳，送醫不治。警消研判，失火民宅裝潢多、頂樓又沒窗口，在窗戶密閉情況下，蔡

<sup>66</sup> 賴律臻，〈昇陽光電廠火災 21 歲打火英雄不幸殉職〉，《中時電子報》，2017.10.27，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171027003429-260402?chdtv>。

員無法判斷所處位置，疑因空間迷航發生憾事。同仁 12 時 8 分以無線電向蔡男確認所在位置，蔡男仍清楚回報人在 2 樓房間，當時並未發出求救訊號。空氣呼吸器一般可使用 25 分至 30 分鐘，11 點 52 分進入火場，空氣瓶估計 12 時 22 分耗盡，12 點 8 分與蔡聯繫，蔡男未發出求救訊息，12 時 12 分仍未見蔡男下樓，再向蔡男確認位置，蔡男回報說現場煙霧瀰漫，無法確認正確方位，消防局立即啟動緊急救援小組上樓搜救。12 時 25 分救出蔡時，他全身裝備完整，但已無生命跡象，送醫搶救 1 個多小時仍宣告不治。<sup>67</sup>

1. 檢討分析：蔡姓消防員疑似單獨於室內，因室內煙霧瀰漫，而發生空間方向感錯亂，無法找到出入口，因此而緊張加快心跳呼吸，同時也加快了空氣瓶內的空氣消耗，蔡員被發現時全身裝備完整，但已無生命跡象，極有可能是空氣瓶消耗用盡，而造成窒息。
2. 策進作為：消防人員進出火場時，應同進同出，若由後方單位進入支援時，因先告知管制人員，並且通知室內搶救人員進入協助人員相關資訊。消防人員進入火場時，切勿單獨行動，需做任何動作時，都應先告知隨同伙伴，撤退時亦同，一旦離開火場，應該在確認相關人員是否同是撤出，並且告知火場管制人員。

## (七) 案例七

2018 年 4 月 28 日，位於台灣桃園市平鎮區的敬鵬工業平鎮三廠的火災。火勢起於晚間 9 時 26 分，4 分鐘後山峰消防隊分隊代理蘇姓分隊長率隊趕到現場並暫時代理現場指揮官，下令進入廠區救援，桃園市政府消防局據報共派出 48 輛各式消防車輛、244 名消防員至現場灌救，9 時 45 分火警升為三級。晚間 9 時 53 分廠房內發生爆炸，指揮官呼叫廠內 9 名消防員撤離，惟僅 2 名順利脫困，另 7 名消防員失聯，11

---

<sup>67</sup> 林雅慧，〈衝火場救童 消防員嗆昏殉職〉，《中時電子報》，2018.9.24，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20180924000398-260106?chdtv>。

時火警進一步升為四級。最終造成 6 名消防員殉職，1 名消防員重傷，2 名泰國籍移工死亡。廠房內存有大量柴油及腐蝕性化學物質，火勢在 4 月 30 日下午 2 時被撲滅。災後續釀地方污染。<sup>68</sup>

1. 檢討分析：救災過程中因廠內風管密布，火勢快速延燒擴大，頂樓火勢迅速沿南側外牆向下延燒至一樓室內，阻斷消防員撤出路徑而受困其中，進而造成消防員 7 人受困於其中，最後造成 6 人於現場罹難，僅 1 人存活。<sup>69</sup>
2. 策進作為：此次桃園市平鎮區敬鵬公司火災，不幸造成 6 名英勇消防人員因公殉職，經內政部消防署全面檢視，提出策進措施如下：
  - (1) 提升消防人員救災安全及指揮作業：研提消防法第 21-1 條修正案，消防指揮人員為搶救工廠火災，得命管理權人提供廠區化學品種類、數量、位置平面配置圖及指派專人至現場協助救災及提供搶救必要資訊。
  - (2) 運用新科技救災配合科技日新月異，持續關注先進科技技術運用於災害搶救之情況，並依照國內之需要，適時引進消防單位使用，提升搶救效能與救災安全。
  - (3) 消防人員安全管理教育訓練，強化有關火災搶救指揮班訓練、緊急救援小組(RIT)教官班及消防員危險預知訓練，由救災指揮、外部救援及消防員自救三方面同時著手強化相關訓練。

---

<sup>68</sup> 〈敬鵬工業平鎮廠火災〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/>瀏覽日期：2019.11.11。

<sup>69</sup> 內政部，《桃園市敬鵬工廠火災 全方位檢討策進專案報告》（台北：內政部，2019 年），頁 66。

## 第肆章 深度訪談

本論文從歐規空氣呼吸器之研究開始，依序對空氣呼吸器規範、消防人員自救生存訓練、案例教育等進行分析，接著藉由目前歐規空氣呼吸器管理現況來探討使用的合適性。除了以文獻分析來探討空氣呼吸器現況外，並將針對前述探討重點擬定訪談問題，對雲林縣消防機關有實際救援經驗的消防人員進行深度訪談。

訪談欲針對空氣呼吸器的基本認知、救援實務經驗、自救生存訓練情形、管理及日後策進作為等為題目設計，主要對象為在空氣呼吸器救援工作有相當歷練之消防人員，並針對受訪後的資料進行分析，以探討出現行空氣呼吸器使用及訓練的改善空間。

### 第一節 訪談目的

本研究第二、三兩章分別介紹空氣呼吸器的重要性，以及探討了空氣呼吸器的使用、管理、訓練與案例教育等相關文獻，除了探討近年來消防人員殉職或受傷等案例，更重要的是了解目前台灣消防機關在空氣呼吸器使用與訓練方面的劣勢與改進之處。

除了利用文獻探討對研究問題進行討論外，本研究運用對雲林縣消防局外勤消防員深度訪談的方式，增加對空氣呼吸器使用與訓練的現況了解，以補足第貳、參兩章中靜態文獻資料的呈現。易言之，本研究欲透過前兩章的研究所得，結合深度訪談結果，藉以提出一綜合性且具可行性的整體革新建議。

由於本研究使用文獻探討與深度訪談等研究方法，所以在對消防機關外勤人員的深度訪談部分，將不以量取勝，而是藉由立意抽樣（purposive sampling）的方式，找尋可提供研究者適切資訊，且符合研究目的的消防人員與受訪對象。

## 第二節 訪談方式

### （一）訪談結構類型

本研究以半結構訪談作為深度訪談的方式，使研究者對訪談的結構具有一定的控制作用，同時也讓受訪者能積極參與，以本研究設計之研究問題為主線，並根據訪談的具體情況對訪談的程序和內容作靈活的調整，<sup>70</sup>以掌握更多資料，希冀藉由較為輕鬆的氣氛，引導受訪對象進行不拘泥於形式的自由討論。

為了讓受訪者能對本研究進行之目的有一定程度的了解以提供適切的資訊，在正式進行訪談前，由研究者事先將訪談問題寄送給訪問對象，讓受訪者則在事前獲知問題的準備下，提供研究者充分資訊。

### （二）訪談問題類型

由於本研究採半結構的訪談方式進行訪問，因此在訪談問題類型的設計，也傾向於以「開放型」問題允許受訪者作出多種回應，並讓受訪者能用自己的語言表達自我想法。此外，並盡量以「具體型」的問題使研究問題清晰，以幫助受訪者能明確了解問題核心所在，藉以提供研究者正確的資訊。

---

<sup>70</sup> 陳向明，《社會科學質的研究》（台北：五南出版社，2002年），頁229-230。

### (三) 訪談紀錄方式

訪問紀錄在本研究中佔相當重要的位置，將藉由訪問所得之資訊來建構研究結果，以提出具體之建議，因此訪談過程將以錄音方式做現場錄音，並現場作筆記。在現場筆記紀錄部分，採「內容型紀錄」方式，<sup>71</sup>以紀錄訪談現場中，訪談者與受訪者所產生之對話內容。

## 第三節 受訪樣本選取

### (一) 立意抽樣

#### 1. 研究範圍

我國消防機關外勤人員佔總消防人員數有 8 成以上，外勤消防人員一旦進入火場皆需穿戴全套空氣呼吸器，是消防機關內主要使用空氣呼吸器的人員。考量本研究之探討主題為消防機關對於歐規空氣呼吸器的使用與訓練之適用性，因此，訪談樣本將以「雲林縣消防局現役的外勤消防人員，並有經常使用空氣呼吸器者」為母體，因此，諸如六輕消防隊、科學園區消防隊、聯電消防隊會等非正政府消防機關團體者，均不列入母體範圍。

#### 2. 立意抽樣

深度訪談部份採用立意抽樣方式選取訪談對象的原因在於，希望可找尋與本研究目的符合的消防人員進行互動，以有助於提供本研究需要獲得之相關資訊，了解當前雲林縣消防局對於空氣呼吸器使用及訓練之現況，與對空氣呼吸器之未來教育訓練、管理及採購規劃等，希望從具有意義及代表性的訪談樣本中，提出有助於提升雲林縣消防局有關空氣呼吸器管理與訓練之建議。

---

<sup>71</sup> 陳向明，《社會科學質的研究》，頁 239-240。

## (二) 樣本選取標

本研究根據前述研究目的擬定以下二項抽樣原則，作為消防人員樣本選取標準，以挑選出能符合本研究目的之資訊提供者：

1. 服務地區在雲林縣之消防人員：雲林縣消防局有近 7 成消防員從全國其他縣市服務一定年資後，經過調動後返鄉服務，以筆者為例，於 2005 年 10 月自臺灣警察專業學校畢業後，於新竹市消防局擔任消防員一職，直至 2018 年 1 月返鄉服務，於新竹市消防局服務超過 12 年的年資，可藉由類似此類經歷的消防人員作深度訪談，了解全國其他直轄市及各縣市消防機關，對於空氣呼吸器管理方式及訓練情形部分，是否有城鄉差距，以提供資源缺乏之消防機關做為參考。
2. 服務年資有年輕資深差別之消防人員：資深的消防人員，都在早期尚未有專業空氣呼吸器訓練時，已有多年火場搶救經驗，期間少有機會重新學習新的技術與觀念，但較年輕的消防人員受完訓不久，且所接受的都是現今最新的空氣呼吸器專業訓練，但因進入火場經驗仍有所不足，突發狀況或緊急案件處理能力仍有待學習。

根據原則一，本研究挑選雲林縣消防局的消防機關外勤人員為受訪對象。依據「直轄市縣市消防車輛裝備及其人力配置標準」規定，以直轄市、縣轄市、鄉、鎮等行政區域人口數規劃配置消防車輛、裝備及消防人力數量，但考量各直轄市、縣(市)區域特性不同，且人口數及城鄉差距頗大，如高樓林立地區可配置雲梯車，巷道狹窄地區可配置小型水箱車，在科學園區或工業區附近可配置化學消防車等；依此概念配置消防資源時，人口充沛的直轄市絕對可以拿到更多數量的裝備器材，因此，避免數量配發過多的情形發生，於 2016 年已通過修法，讓其他縣市消防機關可彈性調整及充分運用有限消防資源，期縮短車輛、裝備及人力配置的城鄉差距。<sup>72</sup>

<sup>72</sup> 內政部消防署，〈有效運用救災資源 地方依需求規劃消防車輛配置〉，《內政部消防署全球資訊網》，2017.8.1，[https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=113&article\\_id=516](https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=113&article_id=516)。

根據原則二，本研究挑選出服務年資近 10 年以上之外勤人員為受訪對象。服務年資久的消防人員，救災經驗豐富，但於畢業時或過去 10 年以前，並未有真正的空氣呼吸器專業訓練，且但距離上次空氣呼吸器訓練的時間可能比較久遠甚至沒有接受過正規空氣呼吸器專業訓練，如果期間未曾在接受新知或複訓，技術及知識恐會落後或生疏許多，雖然資深學長救災力求迅速，但對安全的要求日趨減少；反觀剛破殼而生的消防蛋，才結束空氣呼吸器訓練不久，一定會比較有概念，雖然實務經驗不足，但是依照訓練的 SOP 操作，安全性比較高。

綜合以上所述，本研究以立意抽樣方式所選取的訪談對象，包含雲林縣消防局內等 4 個消防分隊，分別各 2 名外勤人員，而這 2 位又為服務年資滿 10 年者，且必須有實際於火場內執行過人命搜索的經驗者。

### (三) 受訪者選取

由於訪談主題乃針對消防機關空氣呼吸器使用管理與訓練之革新，牽涉層主要包含空氣呼吸器的採購、管理方式與專業訓練以及台灣的現行發展與相關限制等，因此在受訪者選取方面，將選擇實際使用空氣呼吸器執行救災工作以及教育訓練者等，具有實戰經驗之外勤消防人員為主要受訪對象，由其工作經驗與專業知識，提供研究者較為全面的資訊。

而在實際進行訪談之前，筆者先與預定名單內共 16 位外勤消防人員進行初步聯繫，再就其服務的消防單位之結構進行分析，有以下三點發現，並據此發現，來決定最後合適的 8 位受訪對象：

1. 工作環境相仿者：消防機關的科、室、大(分、小)隊等單位眾多，分工清楚，內勤單位有火災預防科、緊急救護科、災害搶救科、火災調查科、教育訓練科、災害管理科、勤務指揮中心、行政室、人事室、會計室以及政風室等，外勤單位有消防大(中、分、小)隊、專責救護隊、專責安檢隊以及特種搜救隊等；為了挑選工作性質相近之外勤單位，便以負責火災搶救之外勤消防員為預定訪談

對象，由其提供整體且具系統性之資訊。

2. 最基層的工作者：外勤消防單位裡面，分隊的主管稱為分隊長，須經過中央警察大學 4 個月以上的幹部訓練班才能分發擔任該職務；其次則為小隊長約 2 至 4 位，該職都由工作歷練長久、專業訓練紮實、功獎累積眾多的優秀隊員陞任；最後則為隊員，看各縣市的配額約 10 至 30 位左右，是消防組織內最基層的工作者；隊員負責的工作項目比較傾向實際操作，因此便以其為預定訪談對象。
3. 受過消防人員自救生存訓練者：筆者與消防分隊連繫過程中，接洽者表示，本研究之訪談問題涉及空氣呼吸器的專業，如跨領域的訪問具有一定的難度；因此，直接選定有經過空氣呼吸器專業訓練的消防人員，讓本研究的精隨得以彰顯。

實際受訪者將依筆者與各消防機關連繫以及相關協商過程而決定。經過筆者與受訪單位接洽後，受訪者之名單列如表 4.1。

表 4.1 受訪者名單

消防機關名稱	受訪者姓名	服務年資	訪談日期
雲林縣消防局	蘇先生	13	2019. 10. 30
雲林縣消防局	陳先生	14	2019. 10. 29
雲林縣消防局	朱先生	18	2019. 10. 31
雲林縣消防局	黃先生	10	2019. 11. 12
雲林縣消防局	陳先生	15	2019. 11. 5
雲林縣消防局	吳先生	14	2019. 11. 4
雲林縣消防局	蔡先生	20	2019. 11. 10

雲林縣消防局	邱先生	15	2019.11.1
--------	-----	----	-----------

資料來源：筆者自行整理。

#### 第四節 設計專家訪談內容

本研究第一章詳述了研究動機與目的，在於提出目前台灣消防人員所面臨的困境；第二章中針對火場特性、歐規空氣呼吸器規範與使用限制等進行論述；第三章中則針對雲林縣消防局目前空氣呼吸器專業訓練、使用管理情形及案例教育分析進行探討。綜合前述幾章的論述，並依據本研究之理論建構與現況案例之探討，釐清通篇之研究要旨。

本章針對消防機關有實際執行火場救援的外勤人員，所設計的深度訪談問題，乃根據上述理念架構，藉以了解目前空氣呼吸器使用及訓練的實際情形、在裝備器材使用趨勢的發展、所面臨的問題與困境，以及對未來的規劃等。

研究問題主要以「合適性」的觀點，針對歐規空氣呼吸器實際使用、訓練及管理來設計。包含對消防機關實際執行火場搶救之外勤人員所服務的年資、曾經參訓過的證照、在救援上的實務經驗、對於現今體制的檢討分析、裝備器材的使用經驗，以及未來改進的寶貴意見等共七部份，每一部份包含二至三個題項，所擬問題如表 4.2 所示。

「訪談導引法」是指訪談所要含括的主題係於事先以綱要的形式明定，訪談者於訪談進行中決定問題的順序及字組，優點是綱要可增進資料的綜合性，並使對每一位反應者所作的資料蒐集較有系統。但缺點是重要且實顯的主題，可能會因疏忽而遺漏。

「標準化開放式訪談」是讓問題呈現精確的字組和順序，係於訪談事前所決定。所有受訪者均被詢問以相同次序呈現相同的基本問題，問題則以完全開放的形式來擬定，

優點是反應者回答相同的問題，因而增進了反應的可比較性。但缺點是訪談對於特殊個人和環境所具有的彈性極小，問題的標準化字組，可能限制了問題和回答的自然性和關聯性。<sup>73</sup>

結合這兩個訪談的方法，事先根據「標準化開放式」的訪談精神設計相關的問題在訪談過程中，再將這些問題由訪談員自己判斷引導受訪者自由的回答，下表則為消防機關外勤人員深度訪談問題。

表 4.2 消防機關外勤人員深度訪談問題

消防機關外勤人員深度訪談問題
一、服務資歷
(一)、請問您在消防工作已經服務多久了呢？
(二)、除了雲林縣消防局外，你曾在其他縣市消防局服務過嗎？
二、證照訓練
(一)、除了消防人員自救生存訓練以外，你還有參加過其他與火場相關的訓練嗎？
(二)、你覺得每一位消防人員都要接受空氣呼吸器專業訓練及定期複訓嗎？
三、實務經驗
(一)、你經常執行人命搜救勤務，是需要著全套消防衣及背負空氣呼吸器入室救援的嗎？
(二)、在你的印象中，你執行過最令你印象深刻的火場救援勤務是哪一場？
(三)、在你多年出勤火災搶救的過程中，是否曾受困火場、空氣呼吸器裝備故障或發生空間迷航的情形？請你描述當時的狀況及處理方式？
四、訓練情形檢討
(一)、消防人員初次接受空氣呼吸器訓練時，大部分是於救助隊訓練或者是火災搶救班訓練時訓練，你覺得我們有甚麼部分可以改進的？

<sup>73</sup> 陳向明，《社會科學質的研究》，頁 260。

(二)、火場人命搜救勤務都交由體能充沛的年輕消防員救援，你覺得這樣的勤務派遣合適嗎？

(三)、受訓完消防人員生存訓練課程後，你是否會再自行複習該訓練課程？多久複習訓練一次？

#### 五、空氣呼吸器使用及管理

(一)、貴單位共有幾組空氣呼吸器？請問如何管理？專人或個人式管理。

(二)、每日是否落實檢查或更換，並填表紀錄？

(三)、請問有在使用 HUD 抬頭顯示器全套空氣呼吸器嗎？效果如何？

#### 六、未來規劃

(一)、你覺得如果要改變目前使用及訓練的模式，應該從哪部分開始著手呢？

(二)、如果有需要改變目前歐規空氣呼吸器的裝備器材採購，你覺得採購部分如何修正會比較妥當？

(三)、針對訓練的部分，如何強化同仁對空氣呼吸器的使用觀念會比較妥當？

#### 七、補充事項

(一)、最後，請問您還有需要補充的嗎？

(二)、訪問過程有需要改進的地方嗎？

## 第五節 訪談結果分析

學者陳向明提出資料進行歸類和分析的方式有二，分別為類屬分析和情境分析。類屬分析是指在資料中找尋反覆出現的現象，以及可以解釋這些現象概念的一個過程，並在此一過程中，將具有相同屬性的資料歸入同一類別。情境分析則指將資料放置於研究現象所處的自然情境中，按照故事發生的時序，對有關事件跟人物進行描述性的分析，情境分析強調對事務作整體且動態的展現，就訪談資料的情境分析而言，可將

一次訪談的內容寫成一個情境片段，也可將對幾個人訪談的故事連成一體，組成一個綜合個案。<sup>74</sup>

在資料陳述方面，類屬分析是將相同的資料內容放在一起，以進行分門別類的陳述；而情境分析是在歸類的基礎上將內容濃縮，再以一個完整的敘事結構呈現。雖然這兩種分析方式不盡相同，但在實際分析中，可將兩種分析方式結合並用，一個類屬可以擁有自己的情境和敘事結構，而一個情境故事也可以表現出一定的主題。情境分析可增添類屬分析內容上的意義，而類屬分析則可以增加情境分析的意義層次與結構。

75

因此，本研究針對消防機關外勤人員的訪談資料，同時採類屬分析與情境分析並用的方式，先對訪談內容進行整體性的情境性分析，再從歸納整理過的資料，進行相關概念及類屬的建構與分類，最後，再對其中的概念、類屬，進行總結性的分析討論。筆者在訪談過程中，得到不少超出本研究所探討的方向，另可加深本文所研究的論點，以下論述訪談所得之有利資訊：

#### **(一) 每一個消防員都應接受空氣呼吸器專業訓練－消防人員自救生存訓練**

受訪者陳先生表示，目前全國各縣市消防機關陸續開辦有關空氣呼吸器的專業訓練－消防員自救生存訓練，且不再透過消防署竹山訓練中心代為辦理，除此之外，也陸續於各單位廣泛培養師資，透過各單位平時訓練，強化對空氣呼吸器的使用認知、故障排除及緊急應變。如果要每一個單位都由消防署辦理的話，竹山訓練中心不但無法消化全國各縣市消防員的訓練，同時也會影響受訓品質，故目前全國各縣市消防機關皆自行培養師資的方向前進。

自 2015 年發生的新屋大火及 2018 年的敬鵬火警，共奪走 12 名消防人員的性命，至此之後，全國各縣市消防局可說是全面性的檢討有關消防機關的個人防護裝備及訓

---

<sup>74</sup> 陳向明，《社會科學質的研究》，頁 394-398。

<sup>75</sup> 陳向明，《社會科學質的研究》，頁 402-404。

練情形，其中在訓練方面，以消防員的生存訓練最為重視，也就是目前最主要的空氣呼吸器專業訓練模式，這也反應了一般消防人員所需具備的，是對於火災的應變及搶救技能，不適合再加諸其他專業性的救援訓練。

由於消防人員生存訓練與舊往的空氣呼吸器操作訓練上有極大的變化，甚至是有悖於傳統的觀念，受訪者朱先生更表示除了接受第一次的專業訓練外，每半年或每 1 年至少需再接受複訓一次，每個月各分隊的定期訓練也須排入一次以上的複習，直至離開消防崗位為止，須將這些訓練技能及知識完完全全融入消防搶救中。

## **(二) 全套空氣呼吸器管理方式儘可能採個人式管理**

目前空氣呼吸器的管理方式主要分為 2 種，一種為由分隊指派一名專人保管該單位裡的所有空氣呼吸器組，平時由該名消防人員或者該日消防車駕駛人員每日檢查消防車輛上的空氣呼吸器組，主要檢查其氣瓶內空氣殘存量及空氣呼吸器外觀檢查，且於救災後再由該日車輛駕駛人員再次檢查空氣呼吸器使用情形。

另一種為採個人管理式，平時由各人自行保管空氣呼吸器組，於該日上班時完整的檢查完後放置於消防車上，於火場救災時，只使用個人的空氣呼吸組，不會與他人有交替使用的情形。

經過訪談後，其中有 5 名消防人員建議將空氣呼吸組配發給個人，由使用者自行負責保養維護，一旦發現需求故障時，立即向業務單位提出更換或維修需求。此種管理方式的好處在於，消防員自我重視防護裝備的使用及保養，除了實現自我負責的心態外，同時也能讓保管人更加了解自身裝備的使用保養情形，以長遠的角度來看，是培養消防人員對於個人裝備重視的態度。

## **(三) 體能訓練應參考科學化功能性訓練**

受訪者吳先生表示，消防人員背負空氣呼吸器於火場搶救時，除了有良好的訓練外，仍須有強大的體能支配，一旦空有技巧，而無良好體能作為後盾，很容易出現呼

吸調節異常的情形，一旦消防人員呼吸失去控制，緊接著空氣瓶內的空氣快速消耗，若無及時逃離火場，十分容易出現受困或窒息的危機情形，而在救助隊訓練課程裡，體能要求的比例太重，很多消防員身上帶有大小不等的運動傷害，為預防此類情事發生，應該引進何立安教授的「肌力與體能訓練」，該訓練的方針為「功能性訓練」。功能性訓練最早是由物理治療師或是復健師所使用的一種觀念、方法，他們希望透過某些肌力與體能訓練來使其患者恢復其受傷部位之功能，也就是讓這些受傷的部分能夠恢復足以讓患者執行其符合個人需求之任務或工作的能力。<sup>76</sup>

功能基本上就是目的，功能性訓練就是目的明確的訓練，應用在運動訓練上，是指透過目標明確、系統性的計畫與訓練，強化運動員的基礎運動能力，而非僅只是體型更大或是力量更大，功能性訓練還包含降低運動傷害與增進運動表現的作用。我們或許可以說，功能性的訓練，是一種針對特定目的或任務，在符合人體自然條件下，增加或培養完成該項特定任務能力的訓練方式。

#### (四) HUD 抬頭顯示器可能是一大利器

受訪者蔡先生表示，目前仍許多消防員其於火場內使用空氣呼吸器時，並不會特別注意其氣瓶殘壓，包含受訪者在內，往往查看殘壓時，便是空氣呼吸器的殘壓警報響起，此時空氣呼吸器的空氣殘壓約 50-60BAR，若以重度工作的呼吸量來探討，消防員只剩約莫不到 10 分鐘的空氣殘量，必須立刻離開火場內部，此時若無法及時離開，將產生一連串危機，若無法及時救援或解除，整個搶救將瞬間變成災難性的結果。

為了時時刻刻提醒入室搶救消防員其空氣瓶內部殘存壓力，HUD 抬頭顯示器空氣呼吸器組早已被發展出來，將抬頭顯示器裝置於個人面罩內部，利用數位傳輸方式，將氣瓶內的壓力傳輸至面罩內部鏡面上，消防員只需將視線往前上方注視，並能得知目前空氣量。

---

<sup>76</sup> Ivan Hsu，〈什麼是功能性訓練？〉，《運動星球》，2016.12.28，  
<https://www.sportsplanetmag.com/article/desc/16122816063519908>。

利用此一裝置的功能，入室搶救的消防人員，即使沒有外部火場管制人員的提醒，也能注意目前自身的空氣殘壓，一旦空氣存量只剩原先進入的一半時或到達折返點時，這時便是離開火場的最佳時刻，其外觀示意圖如圖 4.1 及 4.2。<sup>77</sup>

此外，受訪者蘇先生也提到，有關 HUD 抬頭顯示器空氣呼吸器組的缺點，目前各廠商皆有各自品牌的電子式空氣呼吸器組，不同廠牌的 HUD 抬頭顯示器系統相容性不高，也就是說，一旦使用者的裝備如面罩、背架或氣瓶並非同一廠牌組裝而成的全套空氣呼吸器組，將影響其傳輸效率，甚至因系統無法相容而失去傳輸功能，若平時消防人員沒有養成時時刻刻檢查空氣殘壓的習慣，過度依賴器材帶來的可靠性，反而適得其反。



圖 4.1 德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器 (HUD)

資料來源：〈德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器 (HUD)〉，《台灣德爾格公司官網》，  
[https://www.draeger.com/zh\\_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD](https://www.draeger.com/zh_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD)，瀏覽日期：2019.11.1。

<sup>77</sup> 〈德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器 (HUD)〉，《台灣德爾格公司官網》，  
[https://www.draeger.com/zh\\_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD](https://www.draeger.com/zh_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD)，瀏覽日期：2019.11.1。



圖 4.2 德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器(HUD)裝置面罩型式

資料來源：〈德爾格 FPS® 7000 抬頭顯示器 (HUD)〉，《台灣德爾格公司官網》，  
[https://www.draeger.com/zh\\_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD](https://www.draeger.com/zh_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD)，瀏覽日期：  
2019.11.1。

## 第五章 結論與建議

火場救災極具危險性，消防人員在面臨惡劣環境時，正確使用空氣呼吸器能延長待救時間，同時也增加存活機率，所以本研究主要探討目前雲林縣消防局所使用的歐規空氣呼吸器其使用管理、訓練及採購情形使否符合救災人員所需，再依序對歐規空氣呼吸器的定義、訓練及管理方式、案例的探討、採購的合適性、最後再針對空氣呼吸器的基本認知、救援實務經驗、空氣呼吸器訓練經歷、空氣呼吸器的管理方式及以後策進作為等為題目設計，訪談在消防機關有執行火場救援之外勤人員，並針對受訪後的資料進行分析，以探討出現行空氣呼吸器管理訓練制度及裝備的改善空間。希望藉由探討目前空氣呼吸器使用與訓練合適性，提供消防人員於救援時多一份安全觀念，瞭解自身裝備的功能及限制，在執行人命搜救任務時做出正確判斷，以期能減少救援失敗或人命傷亡的機率。

### 第一節 研究結論

經由本研究的文獻探討及案例分析，期望消防人員對於空氣呼吸器能具有基本認知，瞭解其使用極限，避免因良好裝備的防護，而造成對環境危險程度的誤判；也希望透過本研究資料，使消防主管機關更加重視空氣呼吸器的使用、訓練及採購，以提升與消防人員救災安全密切相關的空氣呼吸器必須具備的各項性能。綜合上述提供以下幾點結論：

1. 由文獻探討可瞭解到空氣呼吸器的使用有其適用環境及使用者限制，雖然提供良好的保護，但仍然會降低使用者的各項感官能力，一旦進入火場內部務必提高警覺。
2. 應具備良好的體能基礎再進行空氣呼吸器專業訓練：在內政部消防署訓練中心

的救助隊訓練長達九週，是同時注重技能、體力及膽識的課程。其結訓的測驗項目中，體能佔的比例不少，很多學員在基本肌力還不足時，操作空氣呼吸器會抓不到技巧，無法調整好呼吸。因此，具備有良好的體能基礎相對重要，學員必須了解訓練肌肉的強度外，還要調整姿勢與肌肉記憶性的訓練，體會運動的問題與技巧在哪，方能準確的針對不同體能的學生，設計套餐來從事訓練，避免運動傷害並有效率的增強體能。

3. 空氣呼吸器應勤於保養並適時汰舊換新：消防機關的裝備器材，經常用到的部分會擺放在消防車輛上，並於每日進行檢查及保養，不常用到的部分可能就會被收納至倉庫，空氣呼吸器雖屬於前者，但老舊或受損的空氣呼吸器組，應該被定位於訓練及測驗使用，不應該用來執行救援任務，容易增加救援失敗的風險。
4. 消防人員生存訓練應該定期訓練及反覆練習：單純的操作空氣呼吸器，基本上是無需太大的技巧，但一旦進入火場救援，任何的一個小動作都影響著救援的成敗，空間迷航、故障排除、自救方式，呼吸調整、原地待救等操作技巧，都關係著救援者的存活，稍有不慎將付出可怕的代價，故消防人員生存訓練除了初訓外，每年仍應複訓，同時更應該排入各單位定時訓練中。
5. 應購置適當歐規空氣呼吸器組：國內空氣呼吸器組的購置，規格幾乎都僅符合 EN 認證即可，只因為規範清楚明瞭，不容易買錯，但採購時若可將電子式空氣呼吸器納入採購考量將是更好的選擇，雖然售價較高且保養維護不易，但比較貼近消防人員使用的需求。消防機關的採購人員，應與外勤單位討論，找出適當的器材配置方式。
6. 空氣呼吸器的管理，應採個人責任制保管：各縣市消防局因應消防署的要求，於每個消防人員皆有足夠配發 1 組空氣呼吸器裝備，為了提升消防人員對於個人裝備器材的重視，應自行保管維護，一旦空氣呼吸器組發生碰撞或故障，使用者將更加重視裝備器材的安全性，因為這攸關個人的生命安全。

7. 應落實火災搶救現場管理制度：依訪談人員表示，消防人員除了應熟悉空氣呼吸器的操作外，同時更應該落實火場管理制度，最適當的做法應由專人負責管制火場內部搶救人員各項訊息，且不宜負責過多紀錄事項，並適時提醒內部人員有關火場資訊及安全注意事項。

## 第二節 研究建議

本研究因受限於人力、時間之因素，僅探討個人消防防護裝備中的一般火災搶救之空氣呼吸器，其它如消防衣褲、消防鞋、消防手套、消防帽等個人消防防護裝備不考慮在內，並針對雲林縣消防局外勤同仁進行深入訪談，分析研究後僅提供以下幾點建議，提供給消防主管機關參考：

**(一) 應由訓練中心統一制定針對救援用空氣呼吸器組完整使用規範，並適時修正訓練內容：**

在成為正式消防員一職前，須於內政部消防署竹山訓練中心受一定程度之教育訓練，但就其眾多訓練課程之內容，對於空氣呼吸器專業訓練之規劃，尚未有完整之訓練課程，直至畢業後分發至各分隊，更無一定標準規範訓練或保養可參照，大部分皆依照前人所留下來的觀念照樣操作，因此從學校或訓練中心開始建立完整之教育訓練及正確使用規範，培育專業的空氣呼吸器組教學師資，強化空氣呼吸器使用訓練，並制定正確之空氣呼吸器使用計畫，是我們應該省思之方向。

**(二) 國內應針對自行培養有關空氣呼吸器專業人才，針對歐規及美規空氣呼吸器進行分析了解，藉以建立專屬本國之空氣呼吸器研究實驗室：**

目前國內消防單位所使用的救援用空氣呼吸器，其採購均參考歐規或美規之標準，尚未依照國人在體型、體能及特殊空間作業要求而制定一定的標準規格，如同我們所

知亞洲人體格不如歐美洲人般高大，而現行歐規及美規空氣呼吸防護裝備主要還是西方人體格標準所設計，對照體格較小台灣人使用上會造成一定程度之負荷，更何況長時間之救援使用，因此建立專業之空氣呼吸器具研發設計機構或實驗室，培養空氣呼吸器具專業人才，可成為我們努力的方向。<sup>78</sup>

### (三) 空氣呼吸器之使用，應於搶救人員生、心理皆為健康正常狀態下：

目前國內大部分消防機關之外勤消防救援人員其勤務執行為 24 小時不間斷，對於救援體力可說是一大負擔，且其勤務制度大都為勤二休一或勤一休一，除日常之體技能訓練及兼負救援勤務外，因國內民情之故尚需支援一般地方性之消防勤務，如山難、水域、車禍等救助事故或是演習勤務等，各式各樣的勤業務集於一身，為了確保使用空氣呼吸器人員之安全，消防救援人員在身體健康及體力狀況良好與心理正常之下使用空氣呼吸器具，為最有效的發揮救援技能及使用空氣呼吸器具。

### (四) 體能訓練引進科學化之功能性訓練：

救助隊訓練課程裡，很多學員因體能訓練項目負荷太大，身上帶有大小不等的運動傷害，為預防此類情事發生，應該引進何立安教授所提倡的「肌力與體能訓練」，該訓練的方針為「功能性訓練」。功能性訓練就是目的明確的訓練，應用在運動訓練上，是指透過目標明確、系統性的計畫與訓練，強化運動員的基礎運動能力，而非僅只是體型更大或是力量更大，功能性訓練還包含降低運動傷害與增進運動表現的作用。

---

<sup>78</sup> 張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，頁 86。

## 參考文獻

### (一)中文文獻

1. 〈EMIC 全國救災資源資料庫〉，《內政部消防署救災入口網》，<https://portal.emic.gov.tw/emicsso/nfasso>，瀏覽日期：2019.11.1。
2. 〈空氣呼吸器系列報導一，空氣呼吸器介紹〉，《勁齊有限公司官方網站》，[https://www.superpremium.com.tw/products\\_details.php?id=1083](https://www.superpremium.com.tw/products_details.php?id=1083)，瀏覽日期：2018.10.30。
3. 〈空氣呼吸器系列報導 14~您正在使用的空氣呼吸器符合國際標準嗎？〉，《勁齊有限公司網站》，[https://www.superpremium.com.tw/products\\_details.php?id=1096](https://www.superpremium.com.tw/products_details.php?id=1096)，瀏覽日期：2019.10.16。
4. 〈桃園市新屋保齡球館火災〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/桃園市新屋保齡球館火災>，瀏覽日期 2019.6.1。
5. 〈閃燃〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/閃燃>，瀏覽日期 2019.6.15。
6. 〈救火小隊長殉職 同仁相送〉，《中時電子報》，2014.3.29，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20140329000024-260402?chdtv>。
7. 〈雲林縣鄉鎮地圖〉，《雲林縣戶政人口資訊網》，<https://household.yunlin.gov.tw/content/index.aspx?Parser=1,3,22>，瀏覽日期：2019.10.11。
8. 〈敬鵬工業平鎮廠火災〉，《維基百科》，<https://zh.wikipedia.org/wiki/敬鵬工業平鎮廠火災>，瀏覽日期：2019.11.11。
9. 〈新北勇消生日前不幸殉職〉，《中時電子報》，2014.6.28，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20140628001801-260402?chdtv>。

10. 〈德爾格 FPS<sup>®</sup> 7000 抬頭顯示器 (HUD)〉，《台灣德爾格公司官網》，[https://www.draeger.com/zh\\_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD](https://www.draeger.com/zh_tw/Applications/Products/Respiratory-Protection/Breathing-Apparatus/Accessories-for-Breathing-Apparatus/FPS-7000-Head-up-Display-HUD)，瀏覽日期：2019.11.1。
11. 〈攜帶式氣體偵測器與警報器〉，《正宜工業安全衛生股份有限公司與康樺科技工程顧問股份有限公司網站》，<http://www.kstc.com.tw/zh-tw/product>，瀏覽日期：2019.7.15。
12. Ivan Hsu，〈什麼是功能性訓練？〉，《運動星球》，2016.12.28，<https://www.sportsplanetmag.com/article/desc/16122816063519908>。
13. 卜敏正，〈一堆消防人員這樣躺地很可怕！原來是生存訓練〉，《聯合新聞網》，2019.9.17，<https://udn.com/news/story/7320/4052826>。
14. 工業安全衛生發展中心，《呼吸防護具選用指南》，新竹：工業技術研究院，1995年。
15. 內政部，《桃園市敬鵬工廠火災 全方位檢討策進專案報告》，台北：內政部，2019年。
16. 內政部消防署，〈有效運用救災資源 地方依需求規劃消防車輛配置〉，《內政部消防署全球資訊網》，2017.8.1，[https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=113&article\\_id=516](https://www.nfa.gov.tw/cht/index.php?code=list&flag=detail&ids=113&article_id=516)。
17. 內政部消防署，〈直轄市縣市及其人力配置標準〉，2010年6月7日內政部台內消字第0990822372號令修正發布。
18. 內政部消防署，《火災搶救初級班訓練教材》，新北：內政部消防署，2011年。
19. 內政部消防署，《消防人員救災安全手冊》，新北：內政部消防署，2016年。
20. 內政部消防署，《消防法》，新北：內政部消防署，2011年。

21. 內政部消防署訓練中心，《內政部消防署訓練中心 103 年空氣呼吸器教材》，南投：內政部消防署訓練中心，2014 年。
22. 內政部消防署搶救組，《消防白皮書》，新北：內政部消防署，2018 年。
23. 內政部消防署搶救組，《救災安全手冊第十九之二章搶救鐵皮屋建築物火災安全指導原則》，新北：內政部消防署，2016 年。
24. 即時新聞中心，〈恐怖真相！64 年已百餘消防員殉職〉，《蘋果新聞網》，2018.4.29，  
<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20180429/1343667/>。
25. 林子博，〈雲林縣消防局辦理消防人員自救生存訓練〉，《消防月刊》，新北：內政部消防署，11 月刊，2018 年，頁 46-47。
26. 林雅慧，〈衝火場救童 消防員嗆昏殉職〉，《中時電子報》，2018.9.24，  
<https://www.chinatimes.com/newspapers/20180924000398-260106?chdtv>。
27. 邱文豐，黃耀輝，湯文烈，〈我國救災人員因公身心傷病及成因之調查研究〉，《台灣警察專業學校，警專學報》，第 4 卷，第 6 期，2009 年，頁 61-86。
28. 徐忠賢（2010），〈空氣呼吸器使用之探討〉，《消防月刊》，新北：內政部消防署，11 月刊，2010 年，頁 36-64。
29. 徐聖倫等，〈冷凍廠爆炸 消防員墜落貨梯井命危〉，《自由時報》，2013.2.13，  
<https://news.ltn.com.tw/news/society/paper/654112>。
30. 張庭睿，《消防救援空氣呼吸器現況調查與分析之研究》，新北：東南科技大學防災科技研究所碩士論文，2015 年。
31. 陳友剛等編著，《防護具選用技術手冊－呼吸防護具 1.1 版》，新北：行政院勞工委員會，1997 年。
32. 陳弘毅，《火災學》，台北市：鼎茂圖書出版公司，2008 年。
33. 陳向明，《社會科學質的研究》，台北：五南出版社，2002 年，頁 229-404。
34. 陳育綸，《數位電子空氣呼吸器及無線監控系統之設計與實作》，台中市：亞洲大學光電與通訊學系碩士論文，2014 年。

35. 湯明正，《雪山隧道消防救災呼吸防護裝備之探討》，新北：東南科技大學防災科技研究所碩士論文，2011年。
36. 廖茂為，《消防戰術規劃與戰技應用》，台北：鼎茂圖書出版公司，2009年。
37. 潘建志，〈義消打火 10 年 勇闖火場殉職〉，《中時電子報》，2017.12.14，<https://www.chinatimes.com/newspapers/20171214000510-260106?chdtv>。
38. 蔡宜蓀，〈他們的犧牲，政府還記得嗎？「我們不想當英雄……」火災逐年減少消防員殉職率竟年年高升〉，《The News Lens 關鍵評論》，2015.3.2，<https://www.thenewslens.com/feature/doitright/12893>。
39. 蔡東宏，〈淺談建築物貫穿部防火填塞系統之遮煙性能〉，《社團法人台灣省土木技師公會網站》，<http://www.twce.org.tw/modules/freecontent/include.php?fname=twce/paper/645/4-1.htm>，瀏覽日期：2019.11.20。
40. 鄧子正，〈火場作業之內涵及其相關影響因素探討〉，《中央警察大學，警學叢刊》，第 29 卷，第 4 期，1999 年，頁 329-358。
41. 鄧健民，《消防技術精隨》，新北：徐氏基金會，1987 年。
42. 賴律臻，〈昇陽光電廠火災 21 歲打火英雄不幸殉職〉，《中時電子報》，2017.10.27，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20171027003429-260402?chdtv>。
43. 聯合新聞網，〈地裂一瞬！ 2014 高雄氣爆回顧〉，《遠見雜誌》，2018.5.11，<https://www.gvm.com.tw/article/44256/>。
44. 謝景旭，《實用消防機械》，台北：鼎茂圖書出版公司，2005 年。
45. 簡賢文，《公路隧道火災防救專題研究》，台北市：鼎茂圖書出版公司，1999 年。
46. 蘇信豪，〈雲林縣消防局 108 年空氣呼吸器採購案〉，《政府電子採購網》，<https://web.pcc.gov.tw/vms/rvlmd/DisabilitiesQueryRV.do>，瀏覽日期：2019.9.10。

## (二)英文文獻

1. “*Manufacturers, Roundtable: The New NFPA Standard For SCBA*”, FireHouse; Step 2007; 32. 9; ProQuest pg. 69.
2. British Standards Institution, *EN 12245:2002 Transportable gas cylinders. Fully wrapped composite cylinders*. London: BSI, 2002.
3. British Standards Institution, *EN 136:1998-Respiratory protective devices. Full face masks. Requirements, testing, marking*. London: BSI, 1998.
4. British Standards Institution, *EN 137:2006-Respiratory protective devices. Self-contained open-circuit compressed air breathing apparatus with full face mask. Requirements, testing, marking*. London: BSI, 2006.
5. Corbett, Glenn, *Firefighter 1&2*. Boston: Fire Engineering Books & Videos, 2009.
6. Delmar Cengage Learning, *Fightfighter, Handbook*, Boston: Cengage Learning, 2008.
7. Ga.Smoke Diver, “*Self Container Breathing Apparatus and Emergency Procedure Manual*”, Oklahoma: Georgia Smoke Diver Association, 2011.
8. IAFC&NFPA, *Fundamentals of Fire Fighter Skills second edition*, Boston: Jones & Bartlett Learning,2009.
9. International Fire Service Training Association, “*Essentials of firefighting and fire department operations 5th*”, Oklahoma: IFSTA, 2008.
10. National Fire Protection Association, *NFPA-1404, Standard for Fire Service Respiratory Protection Training*. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2018.
11. National Fire Protection Association, *NFPA-1500, Standard on Fire Department Occupational Safety, Health, and Wellness Program*. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 2007.

12. National Fire Protection Association, *NFPA-1971, Standard on Protective Ensemble for Structural Firefighting*. Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1997.
13. Fahy, Rita F. and Joseph L. Molis, "Firefighter fatalities in the United States", 2013.11.11. <https://www.nfpa.org/research/reports-and-statistics/the-fire-service>.
14. Teele, W. B. and N. S. Foley, "Fire Service Protective Clothing and Protective Equipment," in: E. Cote (ed.), *Fire Protection Handbook: 18th ed.* (Quincy, MA: National Fire Protection Association, 1990), pp. 215-238.
15. Weinstein, Steven H, "*Today,s SCBA: Should you be amused,confused,or enthused?*",Occupational Health &Safty; Nov 2002; 71,11; ProQuest.
16. Weinstein, Steven H, "*Breathing Easier*", ISHN; Nov 2005; 39, 11; ProQuest.

