

空浮放射性物質之呼吸防護技術規範

中華民國八十五年九月廿四日行政院原子能委員會(85)會輻字第二〇〇三六號函發

中華民國八十八年一月十六日行政院原子能委員會(88)會輻字第九五五號函發修正

第一章 通則

一、訂定目的

- (一)本規範係依據「游離輻射防護安全標準」第二十五條及第六十六條之規定訂定。
- (二)提供各輻射作業場所有關空浮放射性物質呼吸防護裝具之限制、使用、訓練、維修等的技術規範。
- (三)提供各輻射作業場所擬訂呼吸防護計畫的指引。
- (四)提供原子能委員會（以下簡稱原能會）執行各輻射作業場所呼吸防護計畫實施成效稽查與考核之依據。

二、適用範圍

- (一)本規範適用於各輻射作業場所呼吸防護計畫之擬訂與執行。
- (二)本規範適用於原能會對各輻射作業場所呼吸防護計畫實施成效之稽查與考核。
- (三)使用可發生游離輻射設備及密封放射性物質之輻射作業場所，不須提報呼吸防護計畫。另使用非密封放射性物質而不致產生空浮放射性污染之輻射作業場所，已於其輻射防護計畫中說明者，亦同。
- (四)本規範所稱之輻射作業場所，依據「離輻射防護安全標準」第三條第二十六項定義為：供輻射源作業及貯存，依本標準應予管制之場所。
- (五)本規範所稱之空浮放射性物質(airborne radioactive materials)係指以粉塵、煙、霧、微粒、蒸氣或氣體等形式懸浮於空氣中的放射性物質。
- (六)空浮放射性區之定義如下：空浮放射性區(airborne radioactivity area)

指含空浮放射性物質且濃度有下列情形之場所或區域：

- 1.空浮放射性物質之濃度超過「離輻射防護安全標準」第四表及第五表所規定之推定空氣濃度；或
- 2.空浮放射性物質之濃度可能使位於該區之個人，在未佩戴呼吸防護裝備的情況下，於該區停留一週期間（以連續七天曝露四十小時為準，若確知曝露時間，得依比例調整）吸入的放射性核種超過年攝入限度的千分之六 (0.6%)或 12DAC 小時。

三、法規依據

- (一)游離輻射防護安全標準（行政院台八十科字第二二七〇七號）
- (二)中國國家標準（CNS 6636 號）

四、參考文件

- (一)10 CFR 20 Subpart H （1993）
- (二)29 CFR 1910 （1993）
- (三)30 CFR 11 （1993）
- (四)U.S. RG 8.15 （1976）
- (五)NUREG-0041 （1976）

五、權責區分

(一)場所主管依場所之設施類型、作業特性及造成空浮放射性物質曝露的可能程度，訂定呼吸防護計畫，並由其發布施行。

(二)輻射作業場所呼吸防護計畫之執行，應由輻射防護管理組織負責。

第二章 呼吸防護計畫

一、呼吸防護計畫應可確保個人空浮放射性物質的曝露量不超過「游離輻射防護安全標準」規定之限度，並符合合理抑低之要求。

二、呼吸防護計畫至少必須包括下列事項：

(一)書面之標準操作程序與策略說明。

(二)呼吸防護計畫之管理組織及其職責。

(三)根據危害性質，選用適當的呼吸防護裝具，並說明之。

(四)對呼吸防護裝具使用人員之訓練與指導。

(五)呼吸防護之生化分析計畫。

(六)呼吸防護裝具之效率測試、通氣阻力測試、使用、清潔、貯存、檢查、品質保證與維護。

(七)受輻射污染呼吸防護裝具之處理。

(八)呼吸防護計畫的定期檢討與修正。

三、上述之策略說明中，應包含下列內容：

(一)呼吸防護的第一要務為使用適當的工程設計或設備（如圍阻或通風設備）管制作業場所內空浮放射性物質之濃度。

(二)呼吸防護裝具在例行、非例行及緊急狀況下之使用與卸除時機。

(三)在呼吸防護裝具使人員均得到充分保護之下，將呼吸防護裝具造成之放射性廢料降至最低。

四、其他工業安全及環境保護等相關法令如有呼吸防護之特殊要求和規定，亦應遵守。

五、場所主管於訂定或修訂呼吸防護計畫後，應提送原能會備查。

第三章 呼吸防護計畫之管理組織

一、場所主管應制訂並發布呼吸防護計畫及其相關規定，並指派執行呼吸防護計畫之專責人員，負責推動相關之工作。

二、呼吸防護計畫專責人員應具初級以上輻射防護員或接受輻射防護訓練(三十二小時)之勞工安全衛生管理員資格，且受至少三十小時之呼吸防護裝具管理專業訓練。

三、呼吸防護計畫專責人員之工作，應包括下列項目：

(一)相關程序與標準之編寫，包括裝具配發、維修、選用、使用與歸還，訓練技術，以及空氣取樣與生化分析計畫等。

(二)呼吸防護計畫相關工作連繫與推動。

(三)呼吸防護裝具使用人員之穿戴測試及相關訓練。

(四)呼吸防護裝具之選擇、管理、檢測、貯存、配發及記錄。

(五)定期評估呼吸防護計畫的成效，以提出改善建議，並提供輻射防護相關計畫參考。

第四章 呼吸防護裝具之分類、描述與限制

一、各輻射作業場所應將各類呼吸防護裝具之功能與適用性、優缺點及選用原則，明訂於呼吸防護計畫中，以確保工作人員能正確使用各類呼吸防護裝具。

二、在呼吸防護計畫中，所使用之各類裝具均應符合本技術規範所定之使用標準。

三、各類裝具依其功能與適用性，分類原則如下：

(一)面罩、頭罩和防護衣--大部份的呼吸防護裝具都含有包覆物，如面罩、頭罩或防護衣等，以確保使用人於穿戴後能正常呼吸，並預防吸入污染之空氣。

(二)空氣淨化式呼吸防護裝具--此類型呼吸防護裝具，是利用濾盒或濾罐以濾材纖維過濾微粒狀污染物，或以吸附劑吸附移除污染的氣體和蒸氣，將污染物從空氣中予以去除，而將可呼吸空氣送至面具中。

(三)供氣式呼吸防護裝具--此類型呼吸防護裝具包括送氣式和自給式兩種，其原理係利用清潔的空氣源（如壓縮空氣、空氣壓縮機等）供應空氣。

(四)組合式呼吸防護裝具--所謂組合式呼吸防護裝具，可讓穿戴者以不同的裝具加以組合，選擇一至兩種不同的呼吸防護操作方式，其所提供的防護程度，由選用方式之操作特性和選用面罩之類型所決定。上述(二)、(三)、類型呼吸防護裝具的操作方式及防護程度可參考附錄一。

四、供氣式呼吸防護裝具所提供呼吸用空氣的量與品質，應有良好的維護計畫。使用空氣和氧氣的裝具設計不同，二者均必須單獨使用，不可將二者混合使用。

五、過濾式呼吸防護裝具之濾材必須使用高效率型，高效率型濾材係指經直徑 0.3 微米苯二甲酸二辛酯（dioctyl phthalate, DOP）之測試微粒試驗或其等效試驗，其濾除效率達 99.97% 以上者。且在不缺氧及無放射性氣體、蒸氣或其他有害性氣態物質污染的空氣中，始得使用過濾式呼吸防護裝具。

六、以吸附式防護裝具防護氣體或蒸氣的污染物，應確認其對相關氣體或蒸氣的 濾除效率，不可用來防護微粒狀物質。

七、當使用全身防護之供氣式呼吸防護裝具時，應隨時有救援人員待命，並保持良好的通訊連絡。

八、各類呼吸防護裝具，包括面具本體、供氣式防護衣、濾罐及吸附劑等，應規定適當的使用期限。

九、對於可經由皮膚所吸收之空浮放射性物質，如氙的水蒸氣、碘蒸氣等，應另對皮膚提供適當之防護。

十、經認可之下列特定裝具，可做為緊急、逃生和救援之用：

(一)自給式呼吸裝具（Self-Contained Breathing Apparatus，簡稱 SCBA）-- 5-60 分鐘的壓力需求型 SCBA 穿戴輕便而迅速，防護因數可達 10000，可用於緊急使用、救援及再入污染區執行緊急操作或裝備維修。

(二)空氣淨化式呼吸防護裝具--負壓式面具和口片式呼吸器，供緊急逃生使用。口片式呼吸器不可用於例行工作時的呼吸防護。

(三)組合式呼吸防護裝具--備有輔助性自給式空氣供應裝置之組合式壓力需求型，或連續流量型送氣式面具可提供高度防護，適合在對生命有高度危險的地方使用，但不宜做為緊急逃生之用。

第五章 呼吸防護裝具之選擇與使用

一、呼吸防護裝具設計上所提供之防護程度，係利用裝具的防護因數（protection factor, PF）來界定。

二、防護因數為呼吸防護裝具所能提供之防護等級之一種衡量標準，其定義為在

特定使用條件下，裝具外周圍空氣中放射性物質濃度與裝具內（通常是指面罩內）放射性物質濃度之比值。各類防護裝具之防護因數可參考附錄一。

三、唯有在無其他可行的輻射防護技術與管制上之替代方案而必須使用呼吸防護裝具，以防護空浮放射性物質時，始得依附錄一之防護因數據以選擇適當的防護裝具。

四、本規範所規定之呼吸防護裝具，其功能、特性僅適用於空浮放射性物質之防護，若場所另具有化學性或其他危害物質，則呼吸防護裝具之選擇，尚應符合其他相關法令之建議與要求。

五、呼吸防護裝具可提供之防護因數，應大於工作場所的空浮放射性物質之尖峰濃度與「游離輻射防護安全標準」第四表第六欄推定空氣濃度之比值。若因選用高防護因數之裝備，使工作人員所接受之輻射曝露違背合理抑低原則時，應在合理抑低之前提下選用防護因數較低的裝備。

六、呼吸防護裝具於放射性空浮地區持續使用下，工作人員因使用該裝具，在八小時內所吸入的放射性物質平均濃度，不得超過「游離輻射防護安全標準」第四表第六欄中之推定空氣濃度。

七、在持續使用呼吸防護裝具情況下，其所吸入之空浮放射性物質濃度，可以空氣中之平均濃度除以附錄一所列之防護因數來評估。假若事後發現攝入量大於評估量，必須使用修正後之值做為攝入量。若攝入量小於評估量，則得改用攝入量。

八、假若場所主管擬提高某類呼吸防護裝具之防護因數時，應檢具資料，說明（一）提高防護因數之理由；（二）確證該項防護裝具確能具備所需之防護因數；提送原能會認可後始得為之。

第六章 呼吸防護裝具穿戴者之限制與訓練

一、穿戴者之限制

（一）各式呼吸防護裝具所能提供之尺寸種類有限，穿戴者可能因臉部無法充份密合，而應限制其使用防護裝具。

（二）穿戴者可能因個人生理上之因素，而須限制其使用呼吸防護裝具，惟應由醫師檢查以決定人員是否適合使用。

（三）穿戴者亦可能因個人心理上之因素，而須限制其使用呼吸防護裝具，除應由醫師詳細調查外，負責配備與訓練的人員，亦應留意穿戴者之異常行為。

二、訓練

（一）指導人員之資格

1. 呼吸防護訓練之指導人員應具有保健物理或工業安全衛生之知識背景；並對於呼吸防護裝具之使用，及相關空浮放射性污染之危害，具有充分的知識。

2. 訓練指導人員亦應在選擇適當之呼吸防護裝具方面，有相當之經驗，以做成妥善之決策。

（二）訓練範圍

1. 訓練指導人員應以可能遭受之危害與採用之呼吸防護裝具類型為基礎，擬訂訓練計

畫。

2.訓練對象應包括可能使用呼吸防護裝具之人員，及負責現場指導工作之人員。

3.定期舉行訓練，特別是在呼吸防護裝具使用頻率低的場所，應在適當時機加強訓練，以便能熟練裝具之使用。

(三)訓練計畫內容

1.對空浮放射性污染物質之認識，包括其物理性質、推定空氣濃度、對生理之作用、毒性和偵測方法。

2.說明空浮放射性物質呼吸防護的基本精神，係以消除空浮放射性物質或運用工程設計與設備，使空浮放射性物質之濃度降低至法規限值以下為優先。只有在前述方法不可行的情況下，始採用呼吸防護裝具，並配合人員進出管制、限制曝露時間或其它可行之措施，以使工作人員所接受之輻射劑量合理抑低。

3.呼吸防護裝具之結構、操作原理與限制，以及各類呼吸防護裝具適合使用之時機及其理由。

4.如何正確使用呼吸防護裝具。

5.如何檢查呼吸防護裝具是否充分密合及處於可用狀態。

6.確保呼吸防護裝具維持正常功能之維修步驟。

7.空氣淨化式呼吸防護裝具中各種濾罐的介紹，及其正確的使用方法。

8.如何在呼吸防護裝具故障時採取緊急行動。

9.說明使用呼吸防護裝具及其他防護裝備時，放射性污染物可能產生之危害。

10.實施操作訓練，俾能熟練使用方法及應付緊急情況。

11.執行特殊工作時，所需之其他特殊訓練。

三、呼吸防護裝具之適戴測試

(一)呼吸防護裝具之適戴測試可分為定量與定性兩種。適戴測試原則每二年乙次，惟對於體重增減九公斤(二十磅)以上或拔牙等其他可能導致臉部與防護具密合產生變化之因素者，應增加頻次。

(二)執行大型呼吸防護計畫，或於高度危險情況下使用呼吸防護裝具時，須以定量測試來選擇最合適之裝具，並將之做為個人訓練之用。

(三)在進入危險場所前應執行呼吸防護裝具操作之實際密合度測試，俾確定穿戴之裝具已充分密合。

(四)詳細之定量與定性測試方法，請參考附錄二。

第七章 呼吸防護裝具之維修與品質保證計畫

一、維修與品質保證計畫之主要目的為保持呼吸防護裝具處於隨時可用狀態。

二、呼吸防護裝具之維修計畫，至少須包含下列項目：

(一)規劃與執行呼吸防護裝具之檢查、測試與維修。

(二)建立貯存計畫。應注意其包裝與存放位置是否有損害裝具的因素，緊急使用之裝具其存放位置應易於取得。

(三)建立呼吸防護裝具之配發、盤點與管制程序。以確認所有裝具及其更換組件之存量是否充足，並定期更換劣化零組件。

(四)實施污染偵檢。呼吸防護裝具如要再使用，其表面放射性污染必須符合規定，以擦

拭法測定，任何可接觸之表面阿伐污染每 100 平方公分(cm^2)不超過 1.7 貝克(Bq)，而貝他／加馬則每 100 平方公分(cm^2)不超過 17 貝克(Bq)。固著汙染以偵檢器直讀不得超過 2 微西弗／小時(mSv/hr)。

(五)建立清潔和消毒程序。呼吸防護裝具應定期清潔消毒，其間隔可視呼吸防護裝具使用頻繁程度和工作環境而定。而所使用清潔和消毒的藥劑，不可損害裝具或殘留在裝具上，以免危及使用人健康。

(六)建立濾罐濾除效率及通氣阻力之檢測計畫。無論是新品或是已使用過之濾罐均需通過檢測，以符合濾除效率及通氣阻力之使用標準。濾除效率之合格標準為以 0.3 微米(μm)DOP 微粒(或等效物質)測試，其濾除效率達 99.97%以上；通氣阻力之合格標準，在測試流量為每分鐘 30 公升(30 l/min)時，必須低於 20 毫米水柱($\text{mm-H}_2\text{O}$)。

(七)建立空氣或氧氣供給之維護計畫。以壓縮鋼瓶和壓縮機供給空氣或氧氣者，均應根據合適的標準和規定實施維護，並應定期檢測壓縮機和壓縮鋼瓶，以確保氣體之供應且不受污染。

三、品質保證計畫：

- (一)呼吸防護裝具之品保計畫，目的為確保工作人員所用裝具，均合乎使用標準。
- (二)計畫中所涵蓋之檢查與測試對象，應包含使用過之舊品與未使用之新品。
- (三)各類呼吸防護裝具之品保作業程序與內容，請參閱附錄三。

第八章 紀錄保存

一、紀錄系統之建立可包含下列項目：

(一)呼吸防護計畫合適性分析紀錄：可藉由對裝具使用之定期評審來判定，項目包括危害物之鑑定、裝具之規格與使用、以及空氣取樣與生化分析之結果。

(二)採購紀錄：以提供濾罐或其他更換零件再採購之資訊，並建立各類裝具組件之內容表。

(三)維修紀錄：以提供各裝具之使用年限、一般失效模式、及使用人對裝具之反應等資料。

(四)適戴及測試紀錄：以用來安排複習課程與再適戴測試時間表，並記錄每一使用人適合佩戴之面具型式。

二、以下各項紀錄至少保存二年。

- (一)採購紀錄。
- (二)維修紀錄。
- (三)適戴及測試紀錄。

三、以下各項資料及紀錄至少保存十年。

- (一)呼吸防護計畫及其相關程序與標準。
- (二)訓練紀錄。

第九章 稽查與考核

一、執行呼吸防護計畫之輻射作業場所，應接受原能會定期或不定期之呼吸防護計畫整備與執行之稽查。

二、原能會將根據各輻射作業場所之呼吸防護計畫及本規範，對各執行單位實施考核，並提

出評核意見，以做為各執行單位改進之依據。

第十章 附則

一、本規範自發文日起施行，在本規範修正施行前已實施之呼吸防護計畫若與本規範之規定不符者，應自發文日起一年內修正完成，以符合本規範之要求。

二、各輻射作業場所對本規範之執行，確有困難者，得檢附相關資料，說明窒礙難行之理由，及足資證明符合「游離輻射防護安全標準」規定之替代方案，報請原能會核准後為之。

三、本規範如有未盡事宜，得由原能會修正發布之。

附錄一

呼吸防護裝具之防護因數表(a)

呼吸防護因數(d)	
裝具類型(b)	
僅適用 適用微粒、氣體	
型式(C) 微粒 或蒸氣(e)	

I. 過濾式呼吸防護裝具(f)

面罩、半面具(g)	NP 10
面罩、全面具	NP 50
面罩、半面具、全面具或頭罩	PP 1000

II. 供氣式呼吸防護面具

1. 送氣式呼吸裝具

面罩、半面具	CF 1000
面罩、半面具	D 5
面罩、全面具	CF 2000
面罩、全面具	D 5
面罩、全面具	PD 2000
頭罩	CF (h)
全身式防護衣	CF (i)(j)

2. 自給式呼吸裝具

面罩、全面具	D 50
面罩、全面具	PD (K)10,000
面罩、全面具	RD 50
面罩、全面具	RP (L)5000

III. 混合式呼吸防護裝具

任何空氣淨化式與供氣式 所用之型式與防護因數如上呼吸防護混合之裝具所列

註解:

a.本表所列之防護因數僅限於在污染物已確認及其濃度(或可能之濃度)已知之情況下，用於選擇防護因數。

b.本表所列各類型之裝具，僅適用於修過之臉部 (shaven faces)，且在該部位對於密合面具 (tight-fitting-facepieces) 與皮膚間的密合無任何妨礙。

c.型式符號定義如下：

CF=連續流量式

D=空氣需求式

NP=負壓式(指吸氣時呈負壓的狀態)

PD=壓力需求式(即恆為正壓)

PP=正壓式

RD=循環空氣需求式(密閉迴路式)

RP=循環壓力需求式(密閉迴路式)

d.1.防護因數是指呼吸防護裝具提供防護程度之一種指標，其定義為呼吸防護裝備的外部與內部(通常在面罩內)之空浮放射性物質濃度比。在周遭的空浮濃度為已知時，可依據下列公式來評估穿戴者所吸入的濃度：

$$\text{吸入濃度} = \frac{\text{周遭的空浮濃度}}{\text{防護因數}}$$

2.防護因數適用於下列情況:

(a) 使用者曾受呼吸防護裝具使用訓練，佩戴適當之面具，且此面具係在一完善的呼吸防護計畫下管理與維護。

(b) 僅在使用高效率過濾器，且在不缺氧及不含放射性氣體或蒸氣等危害呼吸之物質的空氣中，始適用空氣過濾式面具。

(c) 當使用吸附劑(adsorbents)吸附放射性氣體或蒸氣時，防護因數無需作任何調整。

(d) 供氣式呼吸防護裝具所提供呼吸用空氣的量與品質，應有良好的維護計畫。使用空氣和氧氣的裝具設計不同，二者均必須單獨使用，不可將二者混合使用。

e.防護因數並不適用於會被皮膚吸收或呈瀰漫形式的放射性污染物，對氧化氚(tritiumoxide)而言，當使用供氣式呼吸防護裝具時，大約有三分之一的攝

入量藉由吸附作用穿透皮膚，因而整體防護係數將小於 2。例如裝具之防護

因數為 5 時，則對氚的有效防護因數約為 1.4；若裝具的防護因數為 10，則對氚的有效防護因數約為 1.7；若裝具的防護因數為 100 或更高時，對氚的有效防護因數也只為 1.9。過濾式呼吸防護裝具不適合用於防護氧化氚，關於全身式防護衣之使用可參閱註釋(1)。

f.不可使用過期的濾盒或濾罐。

g.此處所稱之半面式面具僅限顎下型 (under-chin-type)，當周遭放射性空浮濃度的瞬間值大於游離輻射安全標準第四表第六欄中限制值的 10 倍(亦即可能發生意外或緊急事件)時，並不適宜採用此類型之面具。此外這類呼吸防護裝具亦不適用於銻或其他高毒性物質的防護。此類面具在每次佩戴前，應做密合測試。

h.1.此類設備應在維持適當空氣流量的狀況下使用，當最低空氣流量為每分鐘 6 立方呎(0.17 立方米)，且同時使用經校正之送氣管壓力計或流量計，及經驗證合格的送氣頭罩，得採用不超過 1000 的防護因數。僅當空氣流量維持在製造廠商所建議的最高值，且大於每分鐘 6 立

方呎(0.17 立方米)，並同時使用經校正之送氣管壓力計或流量計，及經驗證合格的送氣頭罩，始得將防護因數提高至 2000。

2.此類面具是由送氣頭罩之設計（最低空氣流量 6 立方呎），來決定其整體效率及所能提供的防護程度。例如，當穿戴者以手置於超過頭部之方式工作時，某些頭罩會將污染的空氣吸進頭罩內，若在外衣或連身工作服之內，穿戴著短小披肩式延長衣連接至頭罩的話，此類問題將可被克服。當頭罩使用於某些特定環境的空氣中時，亦應考量原能會所定之限制（參閱註釋(1)）。

i.要決定全身式防護衣的防護因數時，應考慮到防護衣的設計，以及在使用狀況下污染物對防護衣所具有的穿透性。當使用全身防護之供氣式防護裝具時，應有一位佩戴呼吸防護裝具或其他可防護潛在危害的裝備，並攜帶通訊裝備的待命救援人員。

j.此類型防護裝具目前尚難依正常程序認可，設備之可用性應經由實際測試或根據可靠資料來做評估。

k.此類型之呼吸防護裝具可提供更完善之防護，且在未知的放射性濃度環境中，做為應急裝置以防護來自呼吸的危害。惟在這樣的環境下，仍應將體外輻射的危害性與其它許可曝露的限制如皮膚的吸收作用一併考慮在內（參閱註釋(2)）。

l.此類型裝具的每個使用者都必須經過定量密合測試，且其洩漏應低於 0.02%，才可允許使用。任何可感覺到氣體從此類面具內向外的洩漏現象，以及具正壓之自給式呼吸面具都是不被允許的，因會造成其使用壽命顯著縮短，針對使用此類面具之人員應施予特別訓練。

註釋(1)：呼吸防護裝具的防護因數，由原能會核定，依據用以呼吸防護裝具之類型與型式適用條件者，可以在上表所列防護因數之範圍內使用。表列防護因數值在有化學或放射性危害以外的其他與呼吸有關之危害存在的環境下，可能不適用。在這些可能不適用的環境下，選用呼吸防護裝具應將相關主管機關所定適用條件或限制納入考慮。

註釋(2)：原能會所公布之推定空氣濃度係以吸入造成體內劑量為基礎而規定者，在更高濃度時可能會增加體外曝露之危害，在此種情況下，使用之時間限制應涵蓋於體外劑量限度管制中。

選擇呼吸防護裝具時，除應考慮該種裝具已被認可外，也必須考慮被選擇的裝具能符合穿戴者身體上與生理上的要求，且工作時不可造成穿戴者過度的壓力，或因此所造成的不安全因素。

附錄二

呼吸防護裝具之密合測試

呼吸防護裝具之密合測試可藉定量或定性的測試來完成。在呼吸防護裝具計畫中，應以定量測試來選擇最佳性能的面具，以作為個人訓練之用。另在進入危險環境之前應實地進行定性密合測試，以確定是否獲得適當的密合。

1. 定量測試

定量測試是在已知的濃度下，在各種密閉室內，實施人員密合度測試。

1.1 密合測試腔室

下列各型的腔室可用於定量測試：

a. 測試房：應有足夠的視窗空間，以容許在萬一發生問題時，能觀察穿戴者行動，另外通訊的方法也是必要考慮的。較大型的房間則可容許更有活動力的演練，但需要大量的測試用空氣以達到足夠的測試濃度。

b. 測試隔間：較容易轉用為密合腔室，如聽力計測室或電話亭室即十分適合。惟在較小空間內實施有活動力的演練時將受限制。

c. 塑膠頭罩：塑膠頭罩可與踏車組合使用，以模擬工作負荷狀況。

1.2 模擬工作狀況

在密合度測試期間，工作狀況的模擬越逼真，測試結果就越有用。在呼吸防護裝具測試期間，所應執行的動作如下，每項動作原則維持一分鐘：

a. 正常呼吸；

b. 深呼吸；

c. 頭部慢慢地左右地轉動兩次，每次在左、右側各呼吸一至兩次；

d. 頭部慢慢地點頭抬頭兩次，每次點頭、抬頭各呼吸一至兩次；

e. 說話(慢慢地大聲唸下列之一段話)

(1) 國語部分：「媽媽婆婆有辦法，讓哥哥爸爸真偉大；一二三四五，六七八九十。」

(2) 閩南語部分：「點仔膠，黏到腳，叫阿爸，買豬腳，豬腳塊仔滾爛爛，餓鬼囡仔流嘴涎。」

(3) 客家部分：「月光光，秀才郎；騎白馬，過蓮塘；蓮塘外，種韭菜；韭菜花，結親家；親家面前一口塘，養的鯉魚八尺長。頭拿來吃，尾巴拿來討新娘。討的親娘矮啾啾，煮的飯啊，香撲撲；討的新娘高天天，煮的飯啊，香甜甜。」；

f. 臉部表情測試；

g. 彎腰或原地跑步；

h. 於依序進行測試動作後正常呼吸以再次檢查密合度；密合度測試得使用踏車來模擬工作負荷或在原地跑步或輕快越過障礙路線後，以測量在用力呼吸及流汗時面罩與臉部之密合度。曾接受呼吸防護裝具密合測試，及裝具使用訓練者，應避免因頭或臉之移動，而使面罩與臉密合處發生洩漏。例如：頭部劇烈地上下或左右轉動，及大幅度的臉部動作均應避免。

1.3 使用儀器

1.3.1 多粒徑分布的人員測試系統

a. 作用原理：在美國拉斯亞拉摩斯國家實驗室(Los Alamos Laboratory, LASL) 發展的可移動、定量多粒徑分布 DOP 呼吸器人員測試系統；其主要組件“多粒徑分布 DOP 空浮微粒系統”，包含一個高壓空氣產生的 DOP 空浮微粒系統、一個五級十進位(5-decade)前散射光度計(forward light scatter photometer)、空氣供應及取樣真空系統。此單元以 115V、60 週波 AC 電流操作，而且易於移動，同時可操作於任何供電的地點。而測試腔室為哈佛公共衛生學院所設計，其特色為以環狀的排氣系統來防止頭罩外部區域的空浮微粒污染。此組件可從天花板或從可攜帶的框架懸掛而下。來自主單元之可彎管能傳送 DOP 空浮微粒到頭罩，而排氣管可導引空浮微粒回到高效率濾層。一個條形圖記錄器連接到光度計輸出訊號，做為測試結果的永久紀錄。

b.優點：本系統的主要優點為初始費用低、機動性及可變性。空氣壓力產生的多粒徑分布 DOP 空浮微粒，並沒有被加熱，因此不含 DOP 的分解產物。且它是無味的，就空氣淨化式呼吸防護裝具而言，測試腔室中所維持的空浮微粒濃度是 25mg/m³，而對於可提供較高防護程度的呼吸防護裝置之測試，則可以增加至 100mg/m³。

1.3.2 氯化鈉測試系統

a. 操作原理：由 LASL 發展出來的 LASL 1 號模型氯化鈉空浮微粒系統，可產生相同粒徑分布和濃度的空浮微粒。而氯化鈉空浮微粒的濃度，則藉著光電倍增管對曝露在測試腔室或面罩外之丙烷火焰，所產生的反應測量出來的。對測試腔室的氯化鈉空浮微粒濃度與滲入面罩內空浮微粒濃度的比率，可由裝置於電子箱內的記錄器所監測。本系統可測到 0.02 % 的面罩洩漏。

b. 優點：氯化鈉呼吸防護裝具的人員測試系統，其主要優點為使用低濃度(12 ±2mg/m³)之非毒性、無臭味的空浮微粒。由於火焰光度計對面罩滲漏的迅速反應，相對於系統，其取樣率非常低(若 DOP 每分鐘 8 升，則氯化鈉 1 升)，對呼吸防護裝具的正常作用造成較少的干擾反應。

2. 定性測試

當缺乏定量密合測試裝備時，就需有定性測試。使用含有測試用氣體（如乙酸異戊酯）的腔室，以便執行如 1.2 節所描述的練習。如果腔室無法取用的話，最起碼的測試至少必須使用乙酸異戊酯或一刺激性的煙霧管。定性測試的主要缺點是穿戴者必須測定面具洩漏。各種測試用空氣的氣味低限，將隨著不同的人而有變化。而且，穿戴者如果沒有經過適當訓練，以了解呼吸防護裝具穿戴的理由，很容易在實際上沒有洩漏存在，卻在所戴面具稍有不舒適，即聲稱有洩漏，而對於實際密合不良者，卻因自己偏愛的裝具，而聲稱沒有洩漏。

1.3.3 PORTACOUNT 測試系統

a 操作原理：PORTACOUNT 空浮微粒測試系統，係一種以凝結微粒計數器 (Condensation Nucleus Counter, 簡稱 CNC) 作為定量方法的測試設備。CNC 是當微粒連續經過時，將原本較小而不宜計數之微粒，以飽和酒精蒸氣包圍凝結成較大之可計數微粒，此長大粒子再經噴口射出而散射雷射光束，經由計算產生之脈衝信號即可得空氣中之微粒濃度。此系統可測出 0.02 微米以上之空浮微粒，空浮濃度範圍則從每立方公分小於 0.1 個粒子到 5 ×10⁵ 個粒子。

b 優點：PORTACOUNT 測試系統，其主要優點在於測量時對粒子相當靈敏，且較不受粒子的大小、組成、形狀或特性所影響，故可適用目前任何產生之懸浮粒子，包括環境空氣中之粉塵。由於可適用環境中之粉塵，因此對呼吸防護面具執行適戴測試作業，並不需設置測試室，此為其重要之優點，該系統可攜性高，可使用於較多工作場所，亦為其重要優點。

2.1 密合腔室

定性測試可採用各種不同的腔室，有廠商已生產可裝入手提箱以便攜帶之塑膠頭罩與空浮微粒產生器。就 SCBA 而言，最佳的定性密合腔室之一是由 LASL 所發展的實驗車。測試用氣體是由圓火爐燃燒濕稻草產生煙霧以管送入實驗車，穿戴著 SCBA 的受訓人員，首先被要求做適當活動後，進入實驗車讀看稍高處之氣體濃度指針盤，以讓受訓人員了解目前氣體濃度。緊急狀況可用假人來模擬。

2.2 測試用物質

2.2.1 乙酸異戊酯

乙酸異戊酯可用於定性測試，以評估空氣淨化式呼吸防護裝具的密合度。乙酸異戊酯即為一般所知的香蕉油，可在很低的蒸氣濃度中藉著氣味來察覺。測試半面式面具時採用之濃度為 100ppm，而測試全面具時採用之濃度則為 1000ppm。

2.2.2 刺激性煙霧

使用高效率微粒濾材的空氣淨化式呼吸防護裝具，以檢查臉部密合度之定性方法，可讓穿戴者曝露於煙霧管所產生之刺激性錫氧化物（也可使用四氯化鈦）中。本方法亦可提供和乙酸異戊酯相同的靈敏度。唯由於煙霧具有高度刺激性，工作人員在測試之初，應該小心地閉著眼睛並非常輕微地呼吸；且煙霧管應隨時與眼睛、濾罐或面罩保持 2 英吋以上之距離。

3 呼吸防護裝具操作的現場測試

在使用呼吸防護裝具之前，應該施行下列之一的現場密合測試。

3.1 刺激性的煙霧

錫氧化物或四氯化鈦（煙霧管）技術，也可以在現場中使用。

3.2 負壓測試

用手掌或膠帶封閉濾罐或進氣口，並輕輕地吸氣使面罩稍微下陷，然後屏住氣息數秒鐘。如果面罩仍維持輕微的下陷狀態，且並未察覺任何向內的空氣洩漏，則呼吸防護裝具的密合度即可接受。

3.3 正壓測試

若欲進一步測試密合度，可移開呼氣閥蓋，並以手掌封閉呼氣閥，然後輕輕地呼氣以使面罩內呈輕微的正壓。若在臉部的周圍沒有察覺任何空氣向外洩漏，則面具的密合度即可接受。

附錄三

呼吸防護裝具品質保證

品質保證（quality assurance,QA）計畫之目的在於確保工作人員所使用之呼吸防護裝具均無缺點。品保計畫之內容包括新舊設備之檢查與測試，作業程序之擬訂應符合品保計畫之要求。

1. 新裝備

新裝備的品保檢查和測試之目的，在檢查裝具製造和裝配過程中是否有人為疏失，與設計無關。

1.1 空氣淨化式裝具

空氣淨化式裝具是呼吸防護裝具中最簡單者，惟仍應實施必要之檢查與測試，包括面罩與濾罐之檢驗。

1.1.1 面罩

半面式的面罩經檢查，若符合下列要求者為合格，並應記錄於檢查表：

- a. 頭帶和懸吊接點(suspension)。
- b. 橡膠或彈性物質，應於採購時註明。

- c. 檢查單中應載明為單濾罐或雙濾罐面罩。
- d. 氣閥和基座應完整。
- e. 濾罐應有完整之接合墊料或其他必要位置亦應有完整的接合墊。
- f. 面罩應完整且無裂縫及鑄造缺陷等。

全面式面罩檢查必須包括下列項目，並應記載於檢查表中：

- a. 頭帶和懸吊接點(suspension)。
- b. 面罩材質（如 neoprene, silicone 等）。
- c. 全面罩應完整無裂縫或鑄造缺陷。
- d. 濾罐或濾筒接口（臉頰、下巴等），應在檢查單中載明。
- e. 濾罐或濾筒之接合墊是否完整。
- f. 呼吸氣閥與密合處完整性且密封良好。
- g. 通話振動膜裝置（振動薄膜、振動膜墊）緊密，並能以簡易的真空測試方式確保功能良好。
- h. 窗口應無抓痕、裂縫、瑕疵。
- i. 所有夾箍和連接處緊密狀況良好。

1.1.2 濾罐

濾罐應以目視檢查因處理和運送過程中，所可能產生之損壞；首先應檢查標籤的完整性，並查驗貯存容器上有保護裝置的標籤。如果可能的話，可在每次運送後，檢查部份濾罐的效率。最後，應檢查胸部或背部接合空氣淨化呼吸器上，濾罐和波紋式送氣管或其他氣管可能的缺點。

1.1.3 動力式空氣淨化單元

動力式空氣淨化呼吸防護裝具，係由使用電池的送氣機接在空氣淨化器上，然後藉波紋狀的送氣管連接到面罩上。裝置上的面罩必須經檢查和測試，而送氣機要檢查空氣流量是否適當，且必須檢查管路是否有裂痕及其連接的緊密度。

1.2 送氣式呼吸器

1.2.1 面罩、頭罩、和防護衣

送氣式面罩應依 1.1 節的規定進行檢查和測試，另外須檢查波紋式送氣管管路或面罩材質上的缺點及各端點連接的緊密性，而頭罩與防護衣則應檢查纖維性物質、拉鍊和扣子是否有缺點，另外空氣供給和排氣系統的完整性亦應檢查。

1.2.2 調節器

空氣調節器應以目視檢查損壞情形，並接到適當的空氣供給設備，以測試其功能是否完整。若備有經製造廠商訓練的技工和製造廠商認定的測試裝備，則建議進行調節器功能測試；否則至少每三年要送回原廠修理和檢查。

1.2.3 壓縮機

壓縮機用在供氣式呼吸裝具時，應符合下列要求：

- a. 進氣濾層型式應適當且完整。
- b. 能吸附濕氣。
- c. 能預留足夠之供氣貯存量。
- d. 具有一氧化碳警報器且功能完整（本項要求適用油壓式壓縮機）。
- e. 應有適當之空氣輸出和快速連接器。

f.熱警報功能（本項要求適用油壓式壓縮機）。

1.2.4 供氣管

供氣管應檢查下列項目：

- a.管內是否有粉末、橡膠碎粒等污染物。
- b.密合與連接是否完整妥當。
- c.管上是否有割痕、破洞、裂縫或薄弱處。

1.3 自給式呼吸裝具

自給式呼吸裝具（SCBA）是最複雜的呼吸防護裝具，要比其他型式的設備需更廣泛的檢查和測試。由於 SCBA 組成的複雜性，簡單的目視不足以認定那一單元有缺陷，SCBA 的檢查和測試需由完全熟悉該裝具的人來做。

1.3.1 面罩組合

面罩應按 1.1 節之規定檢查，另波紋送氣管、面罩、調節器和連接器均應檢查，這些裝置若是以壓力需求模式操作的，應特別加以注意。

1.3.2 調節器和警報器

SCBA 的調節器和警報器，可用目視檢查和簡單的測試，以確信調整器的功能和調節器簧片的完整性，而警報器亦應予以檢測，以確信其功能完整。

下面的方法可用以測試調節器和簧片：

a.空氣需求型單元

- (1) 打開圓筒閥門。
- (2) 在調節器出口吸氣（應有空氣流過）。
- (3) 和緩地向出口吹氣（應沒有空氣流過）。

b.空氣需求／壓力需求混合型單元

- (1) 選擇空氣需求型操作。
- (2) 依上面之步驟進行測試。
- (3) 用手蓋住調節器出口。
- (4) 選擇壓力需求型操作（應沒有空氣流過）。
- (5) 將手自出口移開（空氣應自由流過）。

c.壓力需求單元

- (1) 和緩地向出口吹氣（應沒有空氣流過）。
- (2) 打開圓筒閥門。
- (3) 以手蓋住調節器出口。
- (4) 打開調節器的主線閥（應無空氣流過）。
- (5) 將手自出口移開（空氣應自由流過）。

1.3.3 壓縮機

壓縮機用在自給式呼吸裝具時，應符合下列要求：

- a.進氣濾層型式應適當且完整。
- b.能吸附濕氣。
- c.能預留足夠之供氣貯存量。
- d.具有一氧化碳警報器且功能完整（本項要求適用油壓式壓縮機）。
- e.應有適當之空氣輸出和快速連接器。

f.熱警報功能（本項要求適用油壓式壓縮機）。

1.3.4 其他相關裝備

SCBA 之其他部分也必須檢查：

a.圓筒－檢查壓力；檢測圓筒閥門是否漏氣；檢測圓筒的閥鎖是否存在及能否動作。

b.背包和頭帶組合－檢查吊帶、扣環、與夾子等物的完整性；和檢查背包圓筒的閉鎖裝置功能。

1.3.5 再循環裝置（密閉－循環裝具）

再循環裝置的下列部分必須檢查：

a.呼吸袋－目視檢查裂縫和缺陷；再吹脹後檢查漏氣。

b.二氧化碳吸附劑－確實做到貯存前將使用過的吸附劑拿掉（直到要再使用時，才填充吸附劑），並確信裝吸附劑的容器密封情況良好。

c.氧氣產生罐－不可將氧氣產生裝置和氧氣產生罐一起貯存，使用前才將罐子裝到裝置上，且罐子要密封確實。

d.檢查裝置上罐子的橡膠封口。

沒有實際穿戴過的自給式呼吸裝具，將不可能完全地被檢查和測試，新裝具在被分配使用前，最好加以測試。完整的檢查程序說明和大部分的裝置包裝在一起，或可自原製造廠商獲得。

2. 清潔和維修後的檢查與測試

已清潔過和修理過的裝置，其檢查與測試的程序，除了所有已清潔和修理過的裝置都要執行洩漏測試外，大致與前面檢查新裝備的要點相同。下面是懸浮微粒產生和數據讀出設備的例子。

a.苯二甲酸二辛酯懸浮微粒，配合前散射光度計讀出裝備。

b.氯化鈉懸浮微粒，配合火焰光度計讀出裝備。

上述所有裝備均已商業化

呼吸防護裝置之維護與修理，僅可由熟悉整個裝置各部分功能的合格人員執行；另只有受原廠訓練過的人員，才可修理或調整調節器、計時器、警報器或其他類似組件。

3. 貯存期間之定期檢查項目

貯存期間必需執行定期檢查，以確認面罩上的橡膠是否黏在一起、有無硬化或劣化、吸附劑罐有無超過保存期限、以及呼吸用的空氣或氧氣筒內壓力是否充足；另貯存時其他相關裝備也應檢查。假若裝置需要貯存，應設計與規劃檢查項目，以確保裝置是處於隨時可用的狀態。