

環安中心季刊



國立中央大學

環境保護暨安全衛生中心季刊

2024 夏季號

本校秉持『以人為本、保護地球』的教育理念，期以創造一個『安全、舒適、永續發展』的校園而努力。本校以為，在致力於教學、研究、服務之質與量的提昇過程中，則應更加重視職業安全衛生及環境保護方面的要求。因為，唯有在重視環安衛管理之校園中，從事教學研究同仁與學生們才可安心的工作。

總編輯

環安中心江康鈺主任

編輯團隊

黃文胤技士

陳瑾瑩高級技師

陳淑怡高級技師

楊馥綺技師

劉士賢技師

徐雅亭技師

美術編輯

洪阡瑜 護理師



環安中心季刊

2024夏季號

P1 呼吸防護具
選用、使用與密合度測試

P10 金屬鈉爆炸

P11 高溫鋁液噴濺

P13 能資源管理

P17 校園用水量

P19 廢棄物管理

P22 各級學校實驗室防火防震
安全管理建議事項





職業安全衛生

以人為本，保護地球。創造安全、舒適、永續發展的校園！

環安中心季刊 2024 夏季號

01

呼吸防護具 選用、使用與密合度測試



一、導言

實驗場所人員處於「**有害環境**」中進行實驗等作業時，若吸入不同形式之有害物，例如氣體、蒸氣、粉塵、霧滴、煙霧、生物性氣膠等，可能導致疾病、傷害、失能甚至死亡等立即或長期暴露後造成健康上的危害結果。

為預防前述危害，採取之階層式控制對策，依序應為最優先選用之工程控制，包含消除、取代、密閉、隔離等方式，次之則為減少暴露於有害物的時間，如縮短工作時間或輪班作業等措施之行政管理。而當工程控制不可行或當諸多措施都無法有效控制有害物濃度於可接受範圍內時，「**使用呼吸防護具**」即成為人員最後一道的防護措施。

然，為使呼吸防護具發揮其預期功能且持續有效，須同時考量環境、人員與設備等多方面的因素，首要需行事項包含作業場所的「**危害辨識**」及後續的「**暴露評估**」，並依據辨識與評估後的結果選用「**適合的呼吸防護具種類**」。

然，故事尚在延續，選用之呼吸防護具雖然能被使用於已受評估之作業環境中，但人員若無法正確配戴，或與配戴人員的臉部無法密合時，有害物仍能透過細微的縫隙進入呼吸防護具的內部，進而經由人員的吸入造成傷害。因此，進行呼吸防護具之「**密合度測試**」能確保呼吸防護具與人員臉部能確實密合無洩漏；作業前執行呼吸防護具之「**正壓或負壓檢點**」則能確保人員已正確配戴呼吸防護具，藉此，才能發揮呼吸防護具真正保護人員免於傷害的功效。

二、有害環境

係指無法以工程控制或行政管理有效控制空氣中之有害氣體、蒸氣及粉塵之濃度，且符合下列情形之一者：

- (一)作業場所之有害物濃度超過8小時日時量平均容許濃度之二分之一($> \frac{1}{2}$ PEL)。
- (二)作業性質具有臨時性、緊急性，其有害物濃度有超過容許暴露濃度之虞，或無法確認有害物及其濃度之環境。
- (三)氧氣濃度未達18%之缺氧環境，或其他對人員生命、健康有立即危害之虞環境。

三、危害辨識與暴露評估

辨識作業場所可能存在的呼吸危害因子，並依據人員的作業型態與內容評估暴露情境，以作為呼吸防護具之選用依據：

(一)危害辨識：

- 1.空氣中有害物之名稱與濃度。
- 2.有害物於空氣中之狀態：

(1)粒狀：粉塵、纖維、煙煙、霧滴、生物性氣膠(包含細菌、病毒、黴菌等之有機微生物及死亡微生物或其相關物質)。

(2)氣狀：氣體或蒸氣。

3.瞭解人員作業型態及內容，包括經常性作業及非經常性作業。

4.是否為缺氧環境（指空氣中氧氣濃度未滿18%之狀態）或對人員生命、健康造成立即危害之環境。

5.作業環境中是否有易燃氣體、易爆氣體，或環境易受不同大氣壓力、高低溫等影響。

(二)暴露評估及分級：

化學品分類	(須)作業環境監測 (法定種類91種) (訂有PEL)	訂有PEL化學品 (492種)	符合國家標準 CNS15030化學品分類 ，具有健康危害化學品 (>19,000種)
評估方法	作業環境監測	採樣分析 定量推估	CCB/其他同等科學基礎之評估級管理方式
	分級方式		分級(控制方式)
分級	第1級：暴露 $<\frac{1}{2}$ PEL		第1級(整體換氣)
	第2級： $\frac{1}{2}$ PEL $\leq$ 暴露 $<$ PEL		第2級(工程控制)
			第3級(隔離密閉)
	第3級：PEL $\leq$ 暴露		第4級(特殊規定)
備註： PEL-TWA ₈ (PEL)：8小時日時量平均容許濃度。 PEL-STEL：短時間時量平均容許濃度。 PEL-Celing：最高容許濃度。 CCB：Chemical Control Banding，化學品分級管理。			

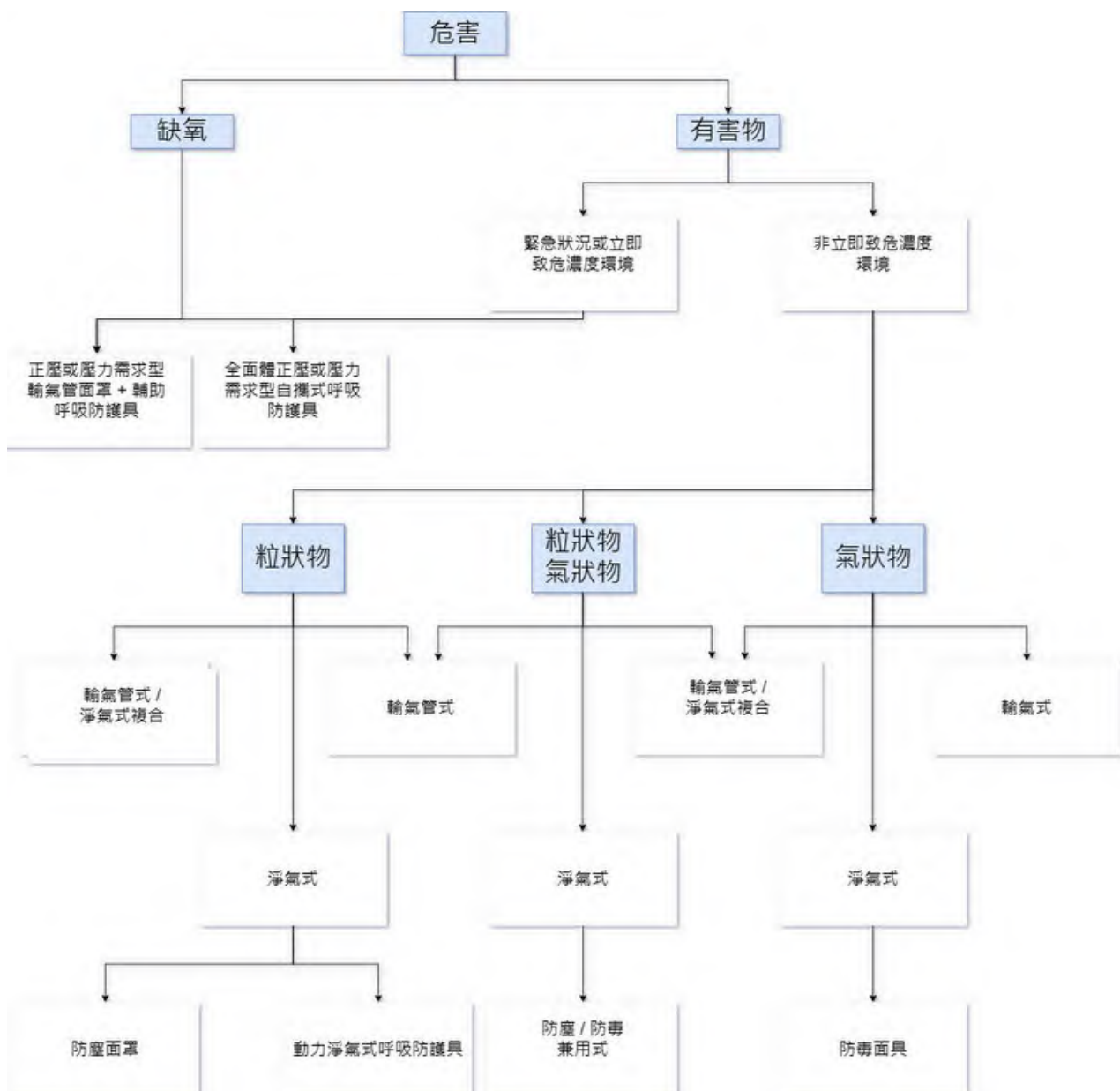
四、呼吸防護具之選擇流程及流程圖：

- 1.作業現場環境評估：是否為缺氧環境、有無立即致危濃度。
- 2.依有害物之「狀態」及「暴露程度」，選擇適當的呼吸防護具。

(1)計算「危害比(HR)」： $HR = \frac{C(\text{有害物濃度})}{PEL(\text{容許暴露濃度})}$ ，即空氣中有害物濃度是PEL的幾倍。

(2)確認呼吸防護具之「指定防護係數(APF)」： $APF = \frac{MUC(\text{最大使用濃度})}{PEL(\text{容許暴露濃度})}$ ，即MUC是PEL的幾倍。

(3)呼吸防護具之「APF」建議值必須大於危害比「HR」，即呼吸防護具的「最大使用濃度」大於「空氣中有害物的濃度」。



五、呼吸防護具之密合度測試：

密合度測試用於判定呼吸防護具面體與使用者面部間的密合程度，若密合度不良好，則呼吸防護具可能無法達到預期的防護效果，外界有害物可能會經由未密合處洩漏入面體內，使配戴者吸入有害物質。

◎測試時機：

- 1.首次或重新選擇呼吸防護具時。
- 2.每年至少測試一次。
- 3.人員生理變化影響面體密合時：如體重明顯變化、牙齒矯正或整形等。
- 4.人員反映密合度有問題時。

	定性密合度測試	定量密合度測試
測試原理	主觀/味覺、嗅覺等自覺反應	儀器測定
測試方式/物質	方式： 利用受測者嗅覺或味覺主觀判斷是否有測試氣體洩漏進入面體內。 測試物質： 粒狀物：苦味劑、甜味劑。 氣狀物：香蕉油。	方式： 儀器測定面體內外之測試物質濃度的比值(FF)，以評估洩漏情形： $FF = \frac{4}{\frac{1}{FF_1} + \frac{1}{FF_2} + \frac{1}{FF_3} + \frac{1}{FF_4}}$ (範例) $= \frac{4}{\frac{1}{690} + \frac{1}{2432} + \frac{1}{21053} + \frac{1}{51824}} = 2076$
適用之呼吸防護具	1.正壓式呼吸防護具：供氣式搭配緊密貼合式半面體。 2.負壓式呼吸防護具： (1)有害物濃度小於10倍容許濃度值之作業環境。 (2)非屬對生命、健康造成立即危害之環境。 (3)密合係數≤ 100之防護具。	正壓式及負壓式呼吸防護具。 測試所得之密合係數： 半面體需 >100。 全面體需 >500。

不適用 之呼吸防護 具	1.醫療外科口罩、棉紗口罩等非緊密貼合式之口罩不適用。 2.密合係數大於100之負壓式呼吸防護具(全面體可達 500)不適用。	醫療外科口罩、棉紗口罩等非緊密貼合式之口罩不適用。
測試步驟	下列7步驟各1分鐘	下列4步驟各30秒
	測試前15分鐘，勿喝飲料、吃食物、吃口香糖。 一、敏感度測試： 先以低濃度之苦味劑或甜味劑測試受測者是否能感受得到測試藥劑。 二、密合度測試： 以標準濃度之測試藥劑進行測試。 步驟： 1.正常呼吸 2.深呼吸 3.頭部左右移動 4.頭部上下移動 5.彎腰 6.大聲且緩慢地說話 7.再次正常呼吸 額外步驟： 第7步驟結束且通過測試後，請受測者於測試頭罩內拉開呼吸防護具，此時，受測者會感謝面罩的存在。	1.俯身彎腰(FF1) 2.原地慢跑(FF2) 3.左右擺頭(FF3) 4.上下擺頭(FF4)

定量密合度施測情形



定性密合度施測情形



定量密合度測試通過

Exercise Name	Fit Factor
BENDING OVER	690
JOGGING IN PLACE	2432
HEAD SIDE TO SIDE	21053
HEAD UP AND DOWN	51824
Fit Factor	
Overall Fit Factor	2076
Pass Value	100

六、呼吸防護具之配戴、檢點與使用：

(一)每次戴用呼吸防護具進入作業區域前，應實施「密合檢點」，確實調整面體及檢點面體與顏面間密合情形，確認處於密合良好狀況才可使用。

1.**負壓檢點**：(阻斷進氣)遮住吸氣閥並吸氣，面體需保持凹陷狀態。

(1)以手掌遮住進氣位置或濾罐。

(2)使用不透氣專用罐替代正常濾罐。

(3)取下濾罐，直接遮住進氣口。

2.**正壓檢點**：(阻斷出氣)遮住呼氣閥並呼氣，面體需維持膨脹狀態。

(二)使用時應排除可能引起洩漏之因素，避免面體洩漏。

(三)使用淨氣式呼吸防護具應確認使用有效之濾材、濾匣及濾罐。

(四)使用供氣式呼吸防護具時，應確保供應氣體之品質無危害勞工之虞。



七、呼吸防護具之維護及管理：

唯有狀況良好的呼吸防護具才能發揮其真正功效，因此下列管理必須確實執行：

(一)更換：領用呼吸防護具時，紀錄領用日期、廠牌、型式及數量等資訊，能作為日後人員定期更換防護具的依據。

(二)清潔與消毒。

(三)儲存：適當儲存以避免面體變形或毀損，並避免暴露於或接觸有害物、腐蝕性化學品、灰塵、陽光、高低溫、濕氣等可能造成防護具損害的狀態。

(四)檢查：設定呼吸防護具的檢查頻率及步驟，以確保防護具功能持續有效。

(五)維修與廢棄：當面體發生洩漏、破出或呼吸阻力改變等不良狀態時，須由專業人員進行維修，若無法維修時，應予以廢棄並更換新品。

八、呼吸防護教育訓練：

經由首次作業前及每年一次的呼吸防護教育訓練，使配戴者擁有相關知能後發揮呼吸防護具的防護功能，包含為何須使用呼吸防護具、如何正確選用、使用與配戴合適之呼吸防護具，包含正壓與負壓檢點及防護具之性能與限制、如何維護呼吸防護具與當呼吸防護具失去其效能時，應採取之措施為何等。





◎災害發生經過：

實驗室人員於手套箱內處理禁水性物質金屬鈉，實驗結束後，人員於手套箱內將少量鈉金屬置入玻璃燒杯，並將燒杯由小過渡艙移置手套箱外，欲將鈉金屬粉末移置專用之油桶中廢棄，但此時人員因發覺手部因手套箱的手套而有污漬，故前往水槽，以左手拿燒杯，右手開啟水龍頭欲清理手部時，自水龍頭流出的水源碰到水槽底後反濺至燒杯內，並與金屬鈉反應後炸裂玻璃燒杯，破碎之玻璃揮割傷人員手臂與手掌處。

◎災害原因分析：

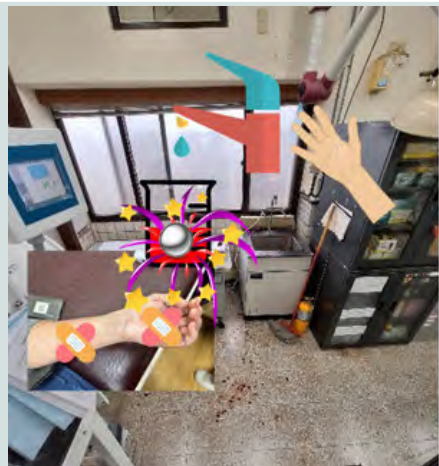
- 1.直接原因：金屬鈉與水反應後炸裂玻璃燒杯，破碎之玻璃割傷人員手部。
- 2.間接原因：人員處置程序不當：金屬鈉移置油桶廢棄前，即開啟水龍頭，導致金屬鈉與水源接觸後反應炸開
- 3.基本原因：實驗室未訂定標準作業程序。

◎預防對策：

- 1.訂定標準作業程序。
- 2.加強人員危害意識與教育訓練。



(現場配置)手套箱、小過渡艙、油桶



人員左持內含金屬鈉之燒杯，右手開啟水龍頭，水觸水槽底後反濺至燒杯內，導致金屬鈉爆炸



◎災害發生經過：

實驗室人員欲將盛裝高溫鋁液的杯型模具自熔煉爐中取出，使用坩鍋鉗夾取模具之固定鐵絲時，因單邊鐵絲斷裂，致高溫鋁液噴出，燙傷人員之右手腕。



熔煉爐(右)/坩鍋鉗(左上)



高溫鋁液杯型模具左側固定用鐵絲斷裂脫落



高溫鋁液燙傷手腕(繃帶處)

◎災害原因分析：

- 1.直接原因：高溫鋁液自杯型模具中噴出，燙傷人員手腕。
- 2.間接原因：
 - (1)不安全行為：人員未穿戴合適防護具，無防護高溫燙傷的措施。
 - (2)不安全環境：杯型模具之固定鐵絲已失效，致實驗過程中鐵絲斷裂。
- 3.基本原因：
 - (1)實驗室未制定標準作業程序。
 - (2)實驗室內部教育訓練不充分。



人員以坩鍋鉗夾取高溫鋁液杯型模具之
固定鐵絲



鐵絲斷裂，高溫鋁液噴出，燙傷人員的右
手腕(紅框)

人員未穿戴合適防護具，高溫鋁液噴濺方向若稍微偏轉，將燙熟人員的眼睛(黃框)

◎預防對策：

- 1.實驗室應制定標準作業程序。
- 2.實驗室應加強教育訓練。
- 3.實驗進行時，人員應配戴合適之安全衛生防護具。



能資源管理

*Conserve the earth,
it is the only one we have.*

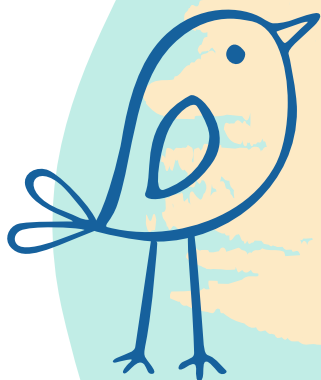




113年環安中心補助購置高效能變頻冷氣機

☑ 為鼓勵冷氣機汰舊換新，提昇用電效率，凡校內單位(學生宿舍除外)汰換使用10年以上(103年9月以前購買)冷氣機，購置能源效率分級第一級之變頻冷氣機(冷專型，不具暖氣功能)，於室外冷媒管加裝美飾管槽，並請下訂廠商鎖定電腦控制模組冷氣機最低溫不可低於26°C，即可申請補助。

☑ 補助對象：請以處、室、系(所)、中心為單位，每單位以申請10台為上限(至8月30日止若申請案件不如預期，將另行通知開放補助數量上限)。



☑ 早鳥優惠補助金額：

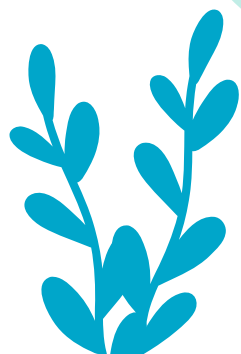
窗型冷氣每台補助新台幣**12,000元**整。

分離式冷氣每台補助新台幣**15,000元**整。

☑ 補助期間：自即日起至113年9月30日止(期間若反應熱烈，補助款提前用罄，需縮短補助期間，將另行公告)。

☑ 申請時請詳閱「113年環安中心補助購置高效能變頻冷氣機申請辦法」(請至環安中心首頁/最新消息下載

<http://www.ncu.edu.tw/~ncu7307/>)。



◎ 節電小撇步-空調

一、依據本校財產使用年限規定，中央空調主機、窗、箱型、分離式冷氣機使用超過財產使用年限者，應請空調專業技師或廠商進行評估，效率若低於經濟部能源局公告之能源效率基準，應予以汰換，並建議優先採用『**節能標章**』冷氣機及選擇『**能源效率標示**』級數小之中央空調主機或冷氣機。



節能標章

二、選購冷氣時，可依據空間坪數、開窗方位及東西曬狀況等情形評估適用之噸數；另選購時應將 CSPF 值 (Cooling Seasonal Performance Factor，冷氣季節性能因數) 較高之機型納入考量。

三、各空間空調溫度設定適溫 26~28°C (機器與儀器特殊需求不在此限)，視需要配合電風扇使用，並應注意關閉門窗，或設置防止室內冷氣外洩、室外熱氣滲入之設施，如手動門、自動門 (機械或電動)、旋轉門或空氣簾等。



四、可於冷氣迴路加裝時間與溫控設定器，控制室內空調設定適溫26~28°C。

五、每月應清洗窗、箱型冷氣機及中央空調系統之空氣過濾網，每季清洗中央空調系統之冷卻水塔。



六、冷氣機於冬季時段應拔除電源插頭。

於冬季切斷空調電源迴路。

七、在不影響空調效果下，適度提高中央空調主機冰水出水溫度，冰水溫度每提昇1°C約可省2%耗電量。

八、利用室內、室外遮陽或窗戶貼隔熱紙或屋頂加裝隔熱材、高反射率塗料或噴水，防止日曬影響空調負載。

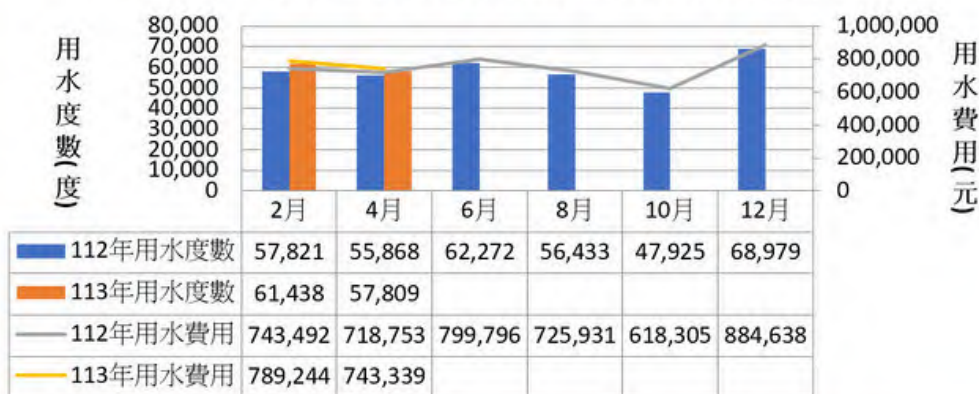
九、每半年請維護廠商或保養人員檢視空調主機效能或冷卻水系統散熱效率。若冷媒不足應檢修止漏後充填，以保持中央空調主機效率。

十、下班前半小時提前關閉冰水主機，但仍維持送風機與冰水泵浦運轉。

十一、連續假日或少數人加班時不開中央空調冷氣。



112年至113年用水度數及費用比較圖



113年1-4月用水量較112年同期增加5,558度，
省水率為-4.89%，用水費用則增加7萬338元。



水資源有限
請節約用水



Water conservation is the
responsibility of everyone!



水資源有限



請節約用水

1. 洗車時，用水桶代替水沖
2. 熱水流出前的冷水再利用
3. 盆浴時，改用淋浴並縮短水流時間
4. 刷牙改用漱口杯
5. 洗臉用盆槽
6. 洗手時需關緊水龍頭
7. 洗菜用盆槽
8. 澆花以洗菜洗米水代替
9. 沖水馬桶改用省水兩段式
10. 洗衣改用省水流程

▼ 抗旱專區網站 ▼

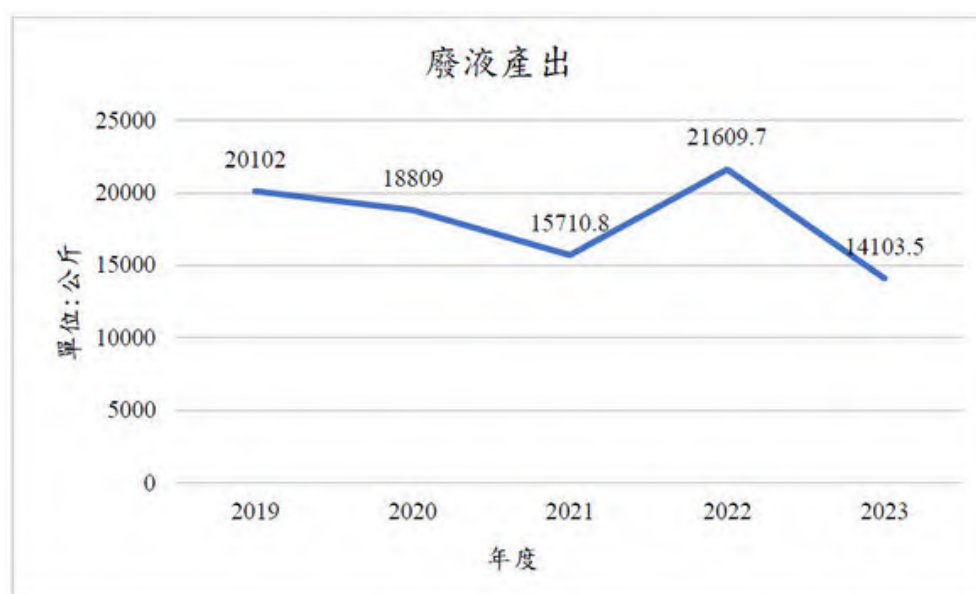




Protecting the environment is every citizen's responsibility and moral duty.

廢棄物管理

本校自112年起為實驗場所廢棄物實施使用者付費政策的起始年，主要讓實驗場所人員瞭解所產生的廢棄物將對環境造成巨大負荷，初期(112)以廢液為收費對象，且分攤比例為實驗室負擔30%，本中心負擔70%，實驗場所所付出之費用雖不高，期能達到減廢及環保目的。下圖可看出廢液減量之成效。



本中心依採購程序，由得標廠商綺太事業有限公司清運實驗室有害廢棄物至國立成功大學環境資源研究中心資源回收廠負責清運及處理。根據『實驗場所廢棄物運作管理暨計費辦法』自113年1月起擴大廢棄物實施使用者付費範圍，不再是僅有廢液一項，付費比例環安中心補助本辦法第二條六大類廢棄物由環安中心補助70%費用，而系、所、研究中心分攤30%費用。

在113年，有害事業廢棄物暨生醫廢棄物於112年12月1日決標，除了生物醫療廢棄物外，其餘廢棄物由清運單價和成大處理廠單價的兩筆費用所組成。

單價如下：

項目	清運單價(決標價)	成大處理廠單價	小計單價(元/公斤)	系所、研究中心自付30%單價(元/公斤)
實驗室廢液	11元/公斤	39元/公斤	50	15
實驗室藥品之塑膠空瓶、空玻璃瓶	63元/公斤	50元/公斤	113	33
可焚化不易進料之膠狀、黏稠性液體	63元/公斤	60元/公斤	123	36
(有機、無機)實驗室藥品	63元/公斤	155元/公斤	218	65
毒化物其他化學物質混和物或廢棄容器	63元/公斤	350元/公斤	413	123
固狀或液狀之不明藥品	63元/公斤	350元/公斤	413	123
生物醫療廢棄物			60元/公斤	18

- 一、實驗室設置於符合建築技術規則規定之耐震、防火構造建築物。
- 二、化學藥品之儲存，應注意其[相容性](#)。

化學品不相容性查詢網站



- 三、依化學藥品特性，選擇[不會腐蝕](#)或[產生裂縫](#)之[容器](#)收納試藥，且其材質不易因傾倒、掉落造成破損。
- 四、藥品櫃為[不燃](#)材質，且[固定](#)於牆壁及地板；上下堆疊時，彼此間並應互相固定。設置[門板](#)，並有措施防止地震時門板誤啟；門板設有玻璃時，應有[防爆](#)貼紙等防止玻璃飛散之措施，或以膠合玻璃（或壓克力板等）較不易破裂材質替代。



五、容器之蓋子應能確實緊閉或使用內蓋封閉；外部除化學藥品之名稱外，並標示儲存及處理應注意事項。

六、藥品櫃應有防止容器掉落之阻擋措施；層板或抽屜並應有分隔設計或設置瓶架、托盤等，防止收納之容器碰撞、傾倒。

七、危險性較高之化學藥品，其容器應收納於藥品櫃低處；可能自然發火之化學藥品，應完全保存於保護液內，且不因地震使化學藥品露出。

八、儲存化學藥品之位置嚴禁火源。

嚴禁煙火



勞動部職業安全衛生署委託財團法人安全衛生技術中心 編印

九、實驗室之氣瓶應確實固定於牆壁或鋼瓶架上。



十、經常整理及清掃環境。

十一、蒸餾、萃取或合成時，應有防止因內容物過熱、壓力過大或激烈反應而造成火災之虞措施。

十二、蒸發、粉碎或加氫時，應避免使用明火以防止產生之氣體或粉塵發生爆炸，並採取有效之通風、換氣等措施。

十三、攪拌、離心或洗淨時，應有有效之引導回收措施，防止內容物因飛散而有造成火災之虞。

內容出處:內政部消防署、勞動部職安署及SunshineLab耀陽實驗室設備有限公司