

# 臭氧層保護在臺灣 電子報



## 國際資訊

- 1 COP29峰會上重申全球冷卻行動承諾
- 2 2024年南極臭氧洞破洞面積
- 3 美國環保署公告冷凍空調與發泡用途之可接受替代品

## 國內資訊

- 1 我國2023年ODS消費量統計分析
- 2 我國2023年溴化甲烷使用統計分析
- 3 環境部完成2025年氟氯烴初估核配量核發作業

# 1 COP29峰會上重申全球冷卻行動承諾

聯合國氣候變化綱要公約第28次締約方會議（簡稱COP28）於2023年舉辦時，各國代表達成前瞻性決議，積極宣示參與全球性冷卻行動承諾。簽署參與該宣示之國家，從最初的66國持續至今年COP29峰會結束，共計71國簽署了全球冷卻行動承諾，預計至2050年，冷卻相關排放量將可較2022年減少至少68%。

然而歐盟並未全體支持此項倡議，奧地利、波蘭、羅馬尼亞等主要歐洲國家未簽署；而亞太地區，則包含中國、南韓、印度及澳洲等大國亦未簽署(圖 1)。

永續冷卻係指在所有冷凍冷藏空調設備及其應用中採取的行動，目標在於2050年前實現下列目標：無動力冷卻、提高能源效率、採用低溫暖化潛勢(GWP)值冷媒等。希望在技術轉換為低GWP值冷媒時，可同時降低冷卻過程中的能源消耗與排放量。

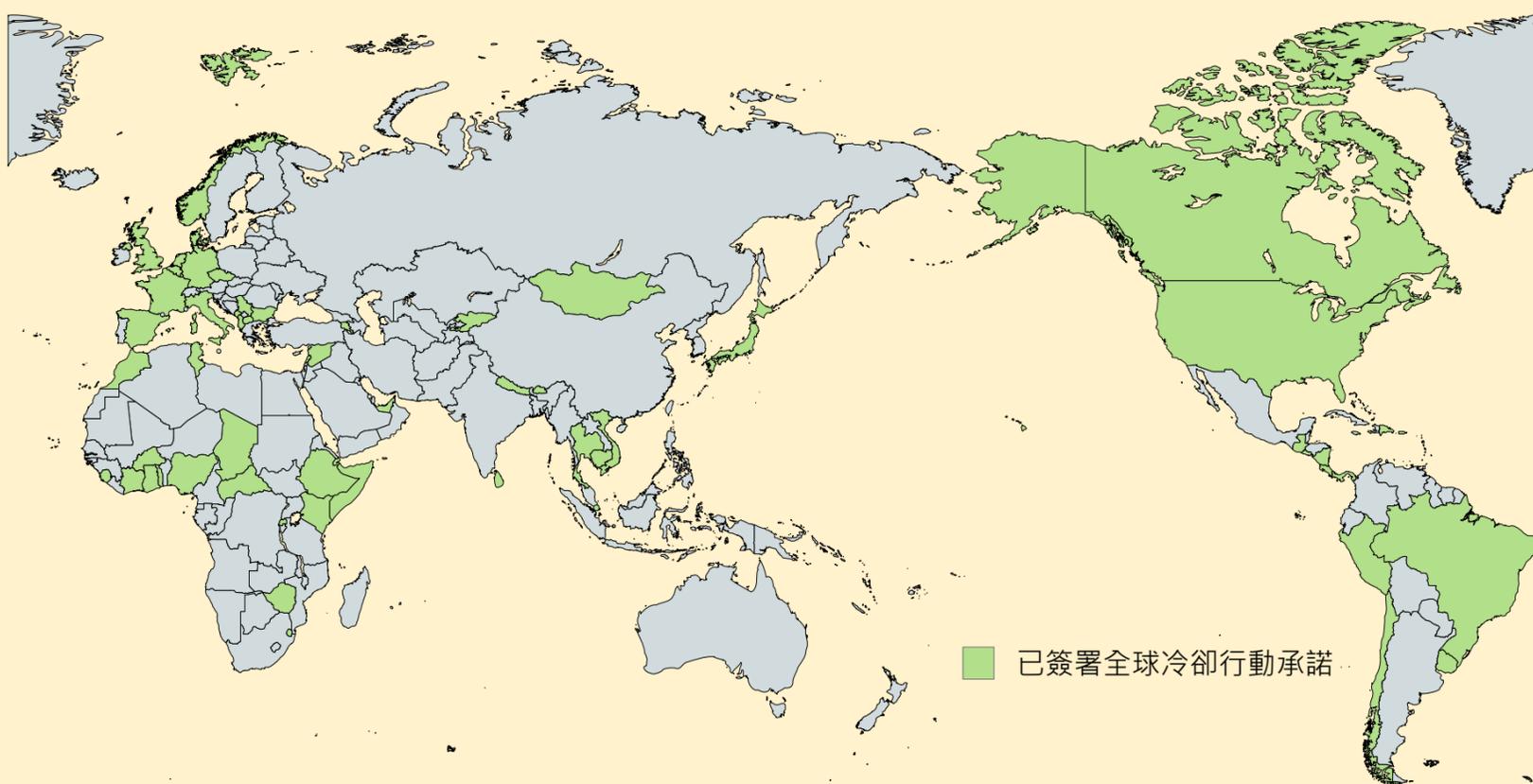


圖 1、已簽署全球冷卻行動承諾的國家

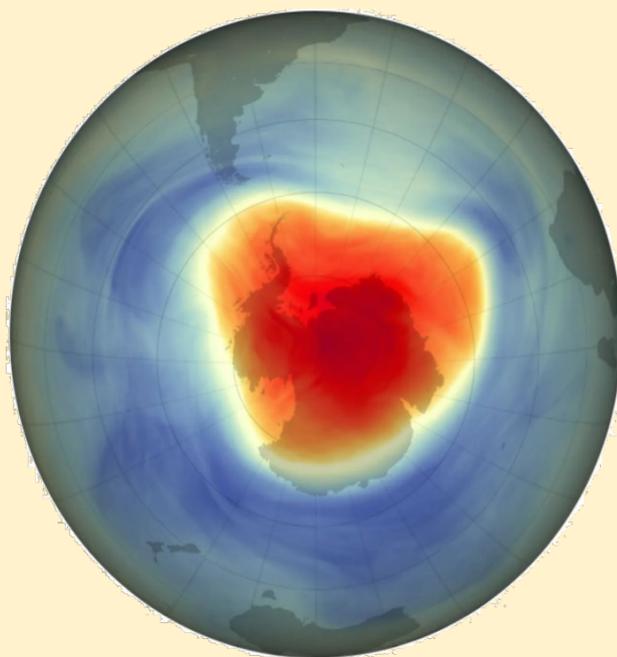
冷卻為重要的調適策略之一，如未進行轉型，溫室氣體排放將持續增加。根據全球冷卻行動承諾公開資料，透過國際合作行動，可在現在至2050年間減少排放780億噸二氧化碳當量，實現永續冷卻，改善數十億人口生活，同時大幅節省財務支出(UNEP 2023)。至2030年，所有市場中已售出空調的能源效率等級，至少較目前裝置能源效率高出50%，並認知在此基礎上，無動力冷卻策略可使建築物冷卻負荷減少25%以上(世界銀行，2020)。因此，簽署方承諾將藉由蒙特婁議定書多邊基金支持下早期行動，以減少HFCs消耗並促進HCFCs淘汰及HFCs減少的能源效率提升。簽署國承諾發布國家冷卻行動計畫，並在發布國家行動計畫時考量冷卻問題。

簽署國家承諾最慢於2030年前建立最低能源效率標準(MEPS)，並依各自國家法律規範及國家發展走向，實現2050年淨零排放。同樣最慢於2030年前，需承諾建立或更新綠色公共採購制度，並鼓勵使用低GWP冷媒、高能源效率冷卻技術與創新解決方案。此外，簽署國承諾對氫氟碳化物(HFCs)與氟氯烴(HCFCs)進行生命週期管理，如：管理庫存、生命週期管理倡議等。

## 2 2024年南極臭氧洞破洞面積

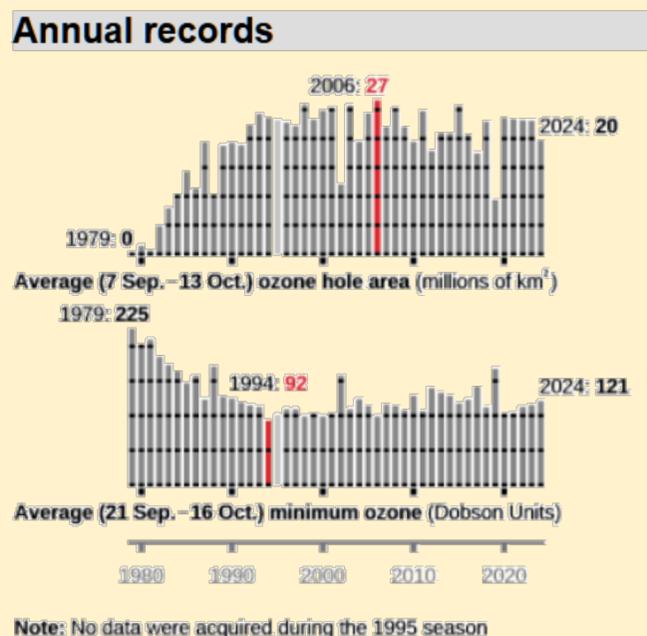
臭氧層位於地表15至35公里高的平流層，臭氧濃度較高，形成一層屏障，保護地球生物免受來自太陽的有害紫外線(UV)輻射。若無此層屏障，過量紫外線將使人類皮膚癌增加、危及糧食生產、以及損害生態系統。

為監控臭氧層狀態及復原情形，美國國家航空暨太空總署(NASA)與美國國家海洋暨大氣管理局(NOAA)每年皆會有科學家監測南極上空臭氧層破洞的面積與濃度。今(2024)年9月28日偵測到最大面積達22.4百萬平方公里（8.5百萬平方英里）(如圖 2)。過去最大破洞面積出現在2006年9月24日，面積達29.6百萬平方公里。今年地球南極的臭氧層破洞面積較過去幾年小，月平均臭氧耗損區域面積近20百萬平方公里（8百萬平方英里），約為美國面積的三倍；在歷史值上排在第七名，面積最小的第一名是在2019年，當年平均面積僅16.4百萬平方公里（圖 3）。



資料來源：美國太空總署NASA OZONE WATCH

圖 2、今年2024年9月28日  
上方南極圈臭氧層尺寸及形狀示意圖



資料來源：美國太空總署NASA OZONE WATCH

圖 3、歷年來南極臭氧洞面積及臭氧層濃度

數十年來，每到南半球的春天，氯和溴所產生的化學反應，會使南極地區的臭氧被快速且嚴重地破壞，這個臭氧含量缺乏的區域被稱為「臭氧層破洞」。臭氧層破洞的面積，是由總大氣臭氧厚度的地圖來決定，計算方式是以臭氧層濃度低於220陶伯森單位(Dobson Units)的邊界線所圈圍對應於地表的面積。而選取220陶伯森單位這個數值，是因為在1979年以前南極地區的歷史觀測數據，並未發現有低於220陶伯森單位的臭氧含量。另外，由南極地區的直接量測得知，臭氧含量低於220陶伯森單位，則是含氯和含溴的化合物對臭氧造成破壞的結果。

1970年代科學家發現，氟氯碳化物(CFCs)這類人造氣體因廣泛應用於空調、冰箱、噴霧推進劑及發泡劑，當釋放或洩漏至大氣後，會迅速分解臭氧層中的臭氧分子，導致更多紫外線直達地表。更嚴重的是，至1980年代中期，南半球冬末春初時，約於每年9~10月初，南極平流層會出現幾乎無臭氧層的大範圍區域，形成明顯的臭氧洞。幸賴各國合作達成共識，《蒙特婁議定書》於1987年通過，全球攜手一起控制氟氯碳化物與其他破壞臭氧物質的生產及消費量，降低供應來源，以減少這些破壞臭氧層物質當下與未來的排放量。

2022年《科學評估委員會》四年評估，第九次科學評估報告顯示，在各國遵循《蒙特婁議定書》下，全球臭氧濃度預計將於2060年代中期可恢復至1980年前可保護地球生物與人類安全的正常狀態。

### 3 美國環保署公告冷凍空調與發泡用途之可接受替代品

美國環保署自1994年即依據大氣清淨法 (Clean Air Act簡稱CAA) 建立了特定新替代政策 (Significant New Alternatives Policy, 簡稱SNAP) , 針對列管的破壞臭氧層物質 (以下簡稱ODS) 訂定替代品評估審核機制, 不定期公告可接受或不可接受的替代品名單, 供廠商選擇替代品時採用。

過去針對ODS的替代, 有一些氫氟碳化物 (以下簡稱HFCs) 被公告為可接受的替代品, 但因應蒙特婁議定書將HFCs列入管制物質後, 美國環保署後續公告以低溫暖化潛勢 (以下簡稱GWP) 替代品為主。近期, 美國環保署於2024年6月13日公告Final Rule 26: 冷凍庫 (Cold Storage Warehouse)用途有條件接受的替代品, 包括HFO-1234yf、HFO-1234ze(E)、R-454A、R-454C等; 亦於11月27日公布Notice 39: 冷凍空調與發泡之可接受的替代品, 包含R-471A、R-480A、R-513A等。詳細各用途可接受的替代品及其規範, 如表1、表2。

表1、新增有條件接受替代品

用途別	有條件接受替代品	備註
冷凍庫 僅適用於新機 型, 無法套用 舊設備直接替 換(retrofit)	HFO-1234yf	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為1</li> <li>破壞臭氧層潛勢值ozone-depleting potential (ODP) 為零</li> <li>美國冷凍空調學會(ASHRAE)安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會 (American Industrial Hygiene Association簡稱AIHA) 已建立HFO-1234yf的工作環境暴露限值 (WEELs): 8小時日時量平均容許濃度 (8-hr TWA)為500ppm</li> </ul>
	HFO-1234ze(E)	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為1</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會建立HFO-1234ze(E)的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是800 ppm</li> </ul>
	R-454A	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為237</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會已建立R-454A的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是690 ppm</li> <li>法規限制最高充填量為200磅(約90.7公斤)</li> </ul>
	R-454C	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為146</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會已建立R-454C的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是615 ppm</li> </ul>
	R-455A	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為146</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會已建立R-455A的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是650 ppm</li> </ul>
	R-457A	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為137</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會已建立R-457A的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是650 ppm</li> </ul>
	R-516A	<ul style="list-style-type: none"> <li>GWP值為140</li> <li>ODP為零</li> <li>ASHRAE安全分類為A2L無毒微燃</li> <li>美國工業衛生協會已建立R-516A的工作環境暴露限值: 8小時日時量平均容許濃度是590 ppm</li> </ul>

表1 備註：

1. 美國環保署建議使用者應參考職業安全衛生規範的技術手冊Section VIII of the OSHA Technical Manual進行操作，美國環保署不會複製或取代相關安全規範的規定
2. 依據OSHA規定，人員若需再進入該區域皆應提供防護裝備(SCBA)
3. 洩放測試應嚴格限制在必要操作以符合安全與性能要求含有替代冷媒的生產環境與充填維修作業須遵循ASHRAE安全標準15 (ASHRAE Safety Standard 15)，與優力安全認證家用和類似用途電器安全標準安全性第 2-89 部分：整合或遠端設置冷凝機組或馬達壓縮機之商用製冷裝置的專用要求(UL 60335-2-89)達到安全目的後，方能進行作業與使用。

表2、新增可接受替代品

用途別	可接受替代品	備註
1. 工業製程冷凍冷藏 2. 食物製程設備 3. 分離式冷凍設備 4. 超級市場冷凍冷藏系統	R-471A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GWP值為144</li> <li>● ODP為零</li> <li>● ASHRAE安全分類為A1無毒不可燃</li> <li>● ASHRAE已建立R-471A的工作環境暴露限值：8小時日時量平均容許濃度是710 ppm</li> <li>● 僅適用舊設備直接替換</li> </ul>
1. 商用製冰機 2. 正排量冰水機Positive displacement chillers 3. 冷凍運輸 4. 冰水機	R-480A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GWP值為291</li> <li>● ODP為零</li> <li>● ASHRAE安全分類為A1無毒不可燃</li> <li>● ASHRAE已建立R-480A的工作環境暴露限值：8小時日時量平均容許濃度是900 ppm</li> <li>● 僅適用舊設備直接替換</li> </ul>
僅適用舊設備直接替換：冷凍倉庫	R-471A、R-480A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GWP值分別為144、291</li> <li>● ODP為零</li> <li>● ASHRAE安全分類為A1無毒不可燃</li> <li>● ASHRAE已建立R-471A與R-480A的工作環境暴露限值：8小時日時量平均容許濃度分別是710 ppm與900 ppm</li> </ul>
獨立式居家用或小型空調、熱泵，僅適用於新機型	R-513A	<ul style="list-style-type: none"> <li>● GWP值為630</li> <li>● ODP為零</li> <li>● ASHRAE安全分類為A1無毒不可燃</li> <li>● ASHRAE已建立R-513A的工作環境暴露限值：8小時日時量平均容許濃度是650 ppm</li> </ul>
擠塑聚苯乙烯發泡 (XPS) : 板材 Extruded Polystyrene: Boardstock and Billet	混合物：0~90% HFO- 1336mzz(Z)、HFO- 1234ze(E)、HFC-152a、二氧化碳	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 依混合比例GWP值介於1~94</li> <li>● ODP為零</li> <li>● ASHRAE安全分類分別為HFO- 1336mzz(Z)：A1、HFO- 1234ze(E)：A2L、HFC-152a：A2、二氧化碳：A1</li> <li>● ASHRAE已建立XPS (HFO- 1336mzz(Z)、HFO- 1234ze(E)、HFC-152a、二氧化碳混合物)的工作環境暴露限值：8小時日時量平均容許濃度是800 ppm</li> </ul>

# 1 我國2023年ODS消費量統計分析

我國氟氯碳化物(CFCs)的消費量已依照蒙特婁議定書的管制規範，自1996年起降為零；同時凍結氟氯烴(HCFCs)的消費量在我國消費基準量(638.156 ODP公噸)之100%以下；而2004年、2010年、2015年及2020年我國HCFCs消費量依序降為382.51 ODP公噸、152.56 ODP公噸、59.35 ODP公噸及2.173 ODP公噸，且每年皆依照蒙特婁議定書的管制規範，分別維持在基準量的65%(即414.801 ODP公噸)、25%(即159.539 ODP公噸)、10%(即63.8156 ODP公噸)以及0.5%(即3.191 ODP公噸)以下。

我國2023年HCFCs消費量為2.591 ODP公噸，較2022年微幅增加0.146 ODP公噸，惟仍維持在蒙特婁議定書管制要求的0.5%基準量以下。我國歷年HCFCs減量成果如圖 4示。

為有效控制HCFCs消費量，我國採取核配制度搭配分階段禁止不同用途的方式管制。自2020年1月1日起，已禁止任何種類的HCFCs用於冷凍冷藏、空調新生產設備及新建工程的冷媒填充，以及噴霧推進劑、發泡劑、溶劑(含生產及清洗製程)等用途，其僅限維修用途使用。

為達成2030年起我國不再進口HCFCs之目標，環境部再次呼籲民衆與各企業應及早汰換舊型空調與冷凍設備，以避免屆時設備維修時，已無HCFCs冷媒可補充。且老舊設備之冷媒洩漏風險較高，並使其能源效率下降，不僅耗能造成能源間接溫室氣體排放量增加，也容易因冷媒洩漏而破壞臭氧層。



圖 4、我國歷年 HCFCs 消費量

## 2 我國2023年溴化甲烷使用統計分析

依據「溴化甲烷管理辦法」第5條和第10條規定，國內檢疫及裝運前處理（QPS）用途之溴化甲烷使用許可單位或廠商，向環境部申請需求量時，亦須同時申報燻蒸處理商品類別與使用量等資料。

根據使用者申報資料統計，近年來我國溴化甲烷QPS用途使用量分布如圖 5所示，2023年溴化甲烷QPS總使用量為51,573公斤，較2022年增加3,181公斤。其中檢疫用途使用量為44,988公斤（約占87%），較2022年增加 9.3%（3,839公斤），主要是進口鮮果及蔬菜的使用量增加；而裝運前處理使用量為6,585公斤（約占13%），較2022年減少9%（658公斤）。

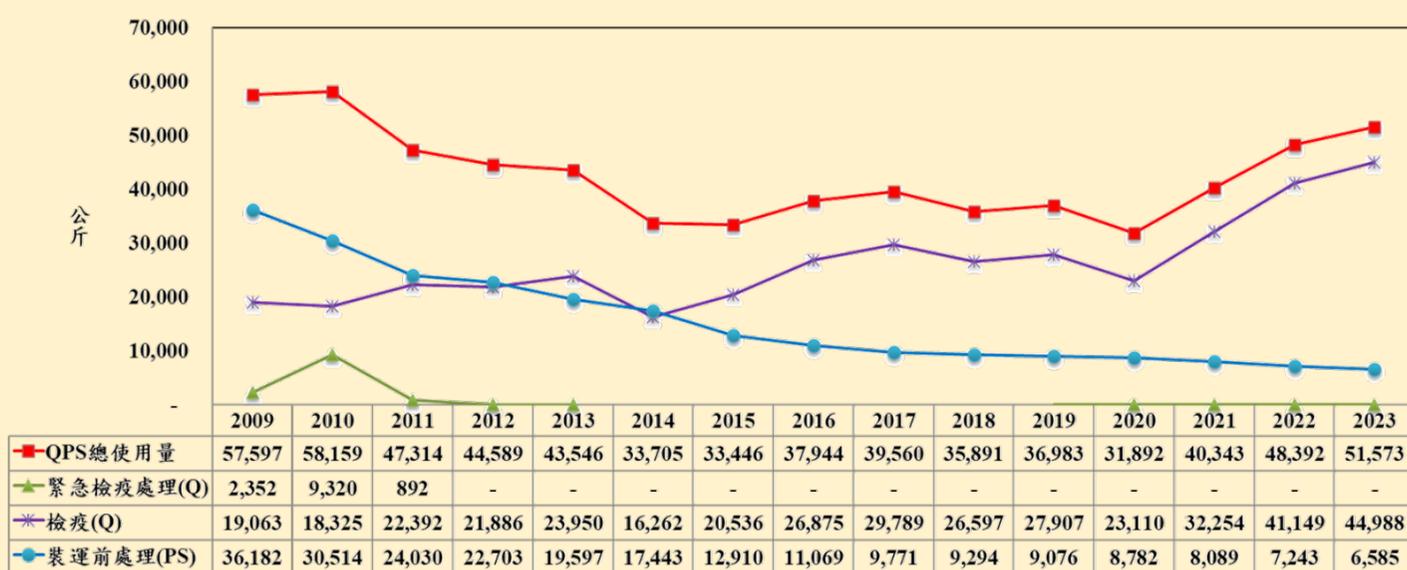


圖 5、歷年溴化甲烷 QPS 用途使用量分布

農業部動植物防疫檢疫署為防止與控管檢疫害蟲(包含疾病)的引進、擴散，使用100%溴化甲烷進行貨品之檢疫處理，2023年以進口鮮果及蔬菜為大宗，占使用量72.70%，其次為進口木材及木製品占8.14%，再者進口栽培介質是占7.45%，而出口原木及木製品及進口球莖、花卉、種子分別占5.24%及4.81%，如圖 6所示。

而裝運前處理非屬檢疫用途，多屬於民間廠商，因此使用98%溴化甲烷執行貨品燻蒸作業，2023年主要以出口木質包裝材為主(占使用量之60.17%)，其次為出口人身物品占16.65%，而出口其他、出口木材及木製品的使用量合計約為19.23%，如圖 7所示。

環境部再次呼籲國內溴化甲烷使用者應當謹慎且合理使用溴化甲烷，當進出口商品有替代技術（如熱處理、磷化氫、福馬林或蒸熱等）可使用時，廠商應儘量避免使用溴化甲烷，以共同保護臭氧層與環境。

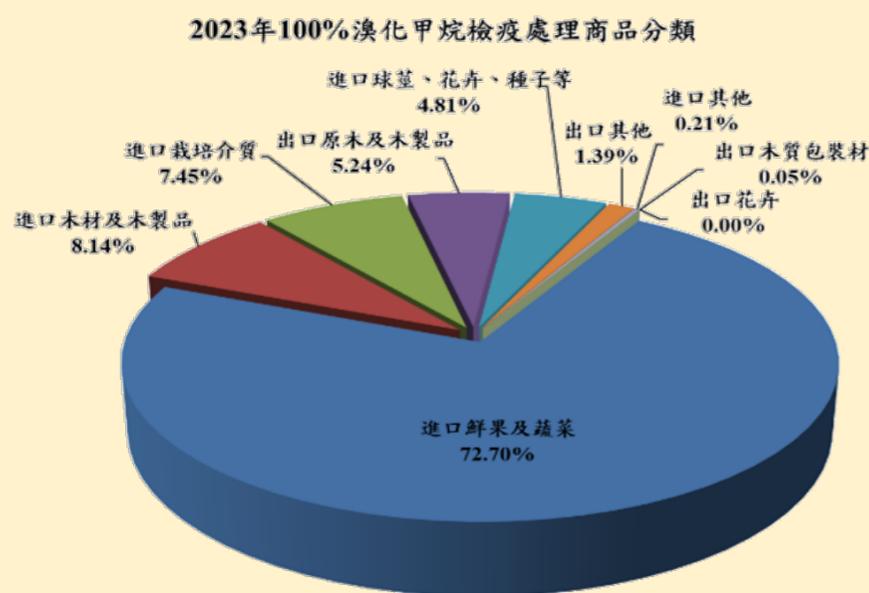


圖 6、我國2023年100%溴化甲烷檢疫處理商品分類

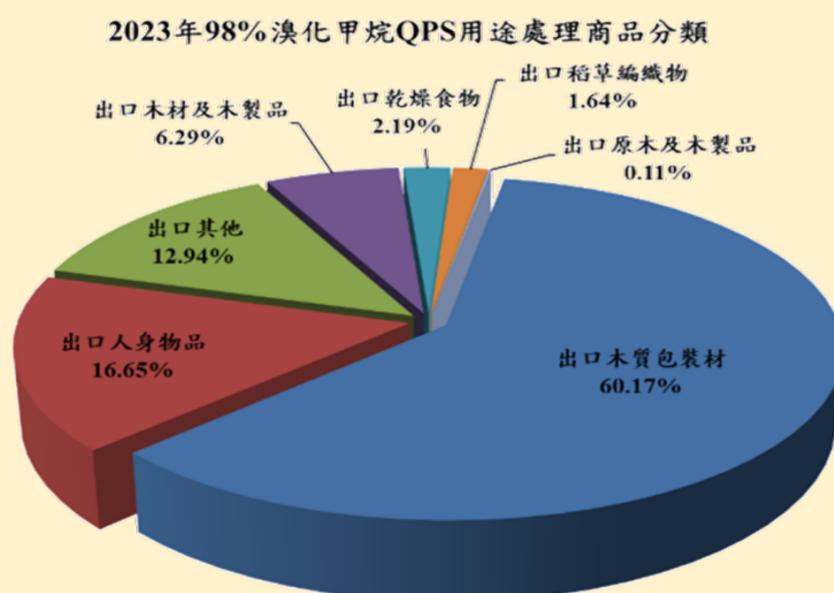


圖 7、我國2023年98%溴化甲烷檢疫處理商品分類

### 3 環境部完成2025年氟氯烴初估核配量核發作業

國內資訊

依據蒙特婁議定書及我國「氟氯烴消費量管理辦法」，我國2020至2029年每年核配量上限為國家消費基準量的0.5%（即3,191 ODP公斤），並僅限於冷凍空調設備維修使用。環境部已於2024年10月21日召開「氟氯烴（HCFCs）核配廠商2024年上半年申報實績暨2025年初估核配量審會」，並於10月29日發文通知2025年全年初估核配量結果。

各使用廠商與供應廠商之核配量分配依其申報的執行實績與審議委員通過之審議原則進行審核後計算。2025年初估核配量計算基礎為「2024年上半年執行實績+2024年下半年核配量」，但不得超過2024年全年核配總量，並將數量均分至上、下半年，廠商可依實際需求調整上、下半年比例。

根據2024年申報統計，符合核配資格之廠商共計12家，包括：

- 3家使用廠商：合計核配量1,179.4128 ODP公斤（占核配總量44%）。
- 9家供應廠商：合計核配量1,495.6943 ODP公斤（占核配總量56%）。

2025年全年HCFCs初估核配作業已完成，環境部再次呼籲：

- 廠商應遵守「氟氯烴消費量管理辦法」規定，於2025年6月30日前完成進口相關事宜。
- 使用廠商核配量不得轉售或從事經銷，違反規定者，依「空氣汙染防制法」第68條，處新台幣10萬元至200萬元罰鍰，情節重大者將勒令歇業。
- 若廠商涉及不實申報，將依法追究刑責，並依「商業會計法」第71條第1款處分

## 環境部

地址：100006臺北市中正區中華路一段83號  
服務專線：(02)2311-7722 [意見信箱](#)

