

# 職業暴露銻及其化合物引起之中毒認定參考指引

勞動部職業安全衛生署

中華民國108年3月


【本參考指引由勞動部職業安全衛生署委託白宗平、羅錦泉醫師主筆修訂】

## 一、導論

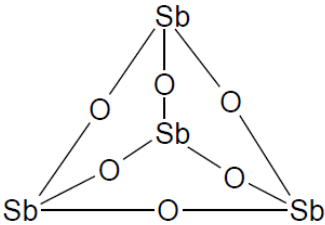
銻是質地柔軟、銀白色金屬，在提煉金屬礦石成銀礦時，銻是附屬之產物，銻常以氧化物或硫化物之形態存在於各種礦石，而這些礦石通常也富含鉛及砷元素。銻之原子序為51，原子量為121.8，密度為6.7，熔點為631°C，沸點是1635°C，主要由提煉輝銻礦(stibnite)取得此元素，此元素在氣態時為黃綠色氣體[1-3]。銻可經由吸入和皮膚接觸而對勞工產生健康危害。較常見之職業性危害是暴露於粉末狀之氧化亞銻(Antimony trioxide)，會造成呼吸道黏膜刺激，長期暴露會造成塵肺症。銻在工業上有很多用途，可以和鉛形成合金來製造蓄電池，而機械之承軸、焊接劑、陶瓷業、玻璃製造業、橡膠工業、火柴工業、紡織業等作業勞工均有機會接觸到銻。銻金屬早已工業上常和砷併用，因此很多健康危害之症狀和砷中毒類似，根據一般研究認為銻之毒性較輕，在以往很多報告之案例，實際上可能是砷中毒而非銻中毒。在1953年Rene發表「銻精煉工業併少量砷暴露之研究報告」，發現暴露之勞工，皮膚炎及呼吸道黏膜刺激是最常見之症狀。而這些皮膚炎大多發生於汗腺密布之區域，如腹股溝、腋窩、背部及頸部、皮膚病灶呈小節狀並有潰爛之現象，而皮膚科之貼布試驗並無過敏性反應；而氧化亞銻對呼吸道有很大之刺激性，因此一般認為氧化亞銻是刺激性粉末，氧化亞銻也被懷疑會造成肺癌，國際癌症研究機構(International Agency for Research on Cancer, IARC)將氧化亞銻列為2B級。過量的氧化亞銻暴露，會造成腹部絞痛、噁心、嘔吐、腹瀉、胸悶及口中有金屬味。在醫學上，治療利什曼原蟲症(leishmaniasis)、血吸蟲病(schistosomiasis)及血絲蟲病(filariasis)之藥物也含銻之成份，使用此類藥物之病患被發現有異常之心電圖變化，包含T波變化及不規則之節律。而氫與銻化合產生銻化氫(Stibine gas,  $SbH_3$ )，銻化氫和砷化氫類似，

會造成溶血性貧血[4]。

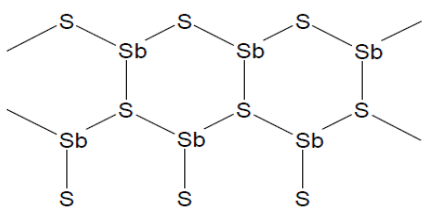
表一、銻的物化性質

			
<b>IUPAC 名稱</b>	Antimony		
<b>CAS 編號</b>	7440-36-0	<b>密度</b>	6.69 g/cm <sup>3</sup> (25°C)
<b>分子式</b>	Sb	<b>水中溶解度</b>	不可溶
<b>分子量</b>	121.76 g/mol	<b>蒸氣壓</b>	1 mmHg(886°C)
<b>1 大氣壓常溫狀態(25°C) 下：</b>		<b>半衰期</b>	40 小時
<b>熔點</b>	630°C	<b>外觀</b>	銀白色固體
<b>沸點</b>	1635°C	<b>IARC</b>	未列出

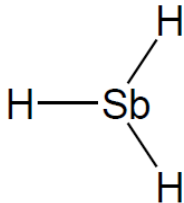
表二、氧化亞銻的物化性質

			
<b>IUPAC 名稱</b>	antimony(3+);oxygen(2-)		
<b>CAS 編號</b>	1309-64-4	<b>密度</b>	5.9 g/cm <sup>3</sup> (24°C)
<b>分子式</b>	O <sub>3</sub> Sb <sub>2</sub>	<b>水中溶解度</b>	0.0033 g/l (22.2°C)
<b>分子量</b>	291.517 g/mol	<b>蒸氣壓</b>	1 mmHg(574°C)
<b>1 大氣壓常溫狀態(25°C) 下：</b>		<b>半衰期</b>	40 小時
<b>熔點</b>	655°C	<b>味道</b>	無味
<b>沸點</b>	1425°C	<b>IARC</b>	Group 2B

表三、三硫化銻的物化性質

			
<b>IUPAC 名稱</b>	Antimony(III) sulfide		
<b>CAS 編號</b>	1345-04-6	<b>密度</b>	4.56 g/ml(-18.4°C)
<b>分子式</b>	Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	<b>水中溶解度</b>	0.000175 g/100 mL (18 °C)
<b>分子量</b>	339.7 g/mol	<b>外觀</b>	黑色
<b>1 大氣壓常溫狀態(25°C) 下：</b>		<b>IARC</b>	Group 3
<b>熔點</b>	550°C		
<b>沸點</b>	1150°C		

表四、銻化氫的物化性質

			
<b>IUPAC 名稱</b>	Stibane		
<b>CAS 編號</b>	7803-52-3	<b>密度</b>	2.204 g/ml(-18.4°C)
<b>分子式</b>	SbH <sub>3</sub>	<b>水中溶解度</b>	4.1 g/L(0°C)
<b>分子量</b>	124.784 g/mol	<b>味道</b>	刺激性(似硫化氫)
<b>1 大氣壓常溫狀態(25°C) 下：</b>		<b>IARC</b>	未列出
<b>熔點</b>	-88°C		
<b>沸點</b>	-18.4°C		

## 二、具潛在暴露之職業

### (一) 銻及銻化合物暴露的職業[4]:

1. 銻的萃取與精煉(Antimony extraction and refining)
2. 鉛蓄電池合金(Lead acid storage batteries alloys)
3. 焊接合金(Bearings alloys)
4. 軸承合金(Solder alloys)
5. 印刷合金(Type metal alloys)
6. 彈藥合金業(Ammunition alloys)
7. 纜索護套合金(Cable sheathing alloys)
8. 高純度銻作為半導體載體
9. 氧化亞銻(antimony trioxide)用來做塑膠、紡織、橡膠、黏著劑、顏料、紙等物品的防火材質(fire retardant)
10. 銻作為玻璃、陶瓷、瓷釉，橡膠以及橡膠和塑膠製造過程的顏料
11. 銻用作煙火(fireworks)以及火柴(matches)製造

### (二) 銻化氫暴露的職業有[4]:

1. 銻化氫用在微電子工業(microelectronics industry)作為載體(dopant)
2. 銻化氫過去常用燻蒸消毒劑(fumigating agent)

## 三、醫學評估與鑑別診斷

### (一) 醫學評估

銻中毒勞工的臨床評估應包含詳細的病史詢問，理學檢查及實驗室檢查，而個人工作史，工作環境及行業特性都應仔細記錄。

#### 1. 銻中毒之臨床表徵

急性過量之銻粉塵及燻煙暴露會造成眼睛、喉嚨、呼吸道刺激症狀，並有噁心、嘔吐、腹部絞痛，有時會出現血便。

慢性暴露會有喉嘴乾噪、嗅覺障礙、氣管炎、倦怠、頭痛、頭暈及睡眠障礙。皮膚會有膿疱性皮膚炎，部分勞工有鼻中膈穿孔、牙齦流血、結膜炎、喉炎。女性勞工慢性暴露易導致自發性流產、月經短期不規則；哺乳之孕婦，乳汁可能會有銻分泌。銻化合物可能會致癌，國際癌症研究中心(IARC)將氧化亞銻歸類於2B族，懷疑過度暴露，肺癌之發生率會增加。此外血吸蟲病患者以含銻之藥物治療會導致膀胱癌增加。服用含銻之抗寄生蟲藥物，會有異常之心電圖發現，少數會有嚴重之肝功能異常[1]。

銻化氫之暴露會造成溶血性貧血，會有頭痛、倦怠、腹痛、黃疸、寡尿等溶血症狀。

## 2. 理學檢查[3-9]

需特別注重下列系統

- (1)皮膚病灶:接觸氧化亞銻會有劇烈搔癢而出疹，稱之銻斑(Antimony Spot)。而接觸銻易在汗腺密布之區域，如腹股溝、腋窩、背部及頸部呈小節狀並有潰瘍之皮膚炎。
- (2)結膜:檢查有無因銻刺激造成之結膜炎及角膜炎。
- (3)鞏膜:嚴重銻化氫中毒會造成黃疸。
- (4)鼻腔:檢查有無鼻中膈穿孔。
- (5)上呼吸道及聽診:檢查有無喉炎，氧化亞銻暴露易造成氣管炎，長期暴露會造成塵肺症。
- (6)心臟聽診及脈搏:服用含銻之抗寄生蟲藥物，會造成心電圖變化，包含ST和T波變化，心房顫動及心室期外收縮(VPC)等變化需詳細聽診。
- (7)精神、神經狀態:銻化氫暴露會有衰弱、頭痛以及頭暈。

(8)腹部：銻化氫會造成腹部絞痛，噁心或是嘔吐等症狀。

(9)牙齒：反覆暴露氧化亞銻會使牙齒染上橘色。

### 3.實驗室檢查

(1)全血球計數、血液抹片及白血球分類：銻化氫會快速造成嚴重庫氏試驗(Coombs's test)陰性的溶血性貧血[4]。

(2)肌酸酐以及膽紅素：嚴重銻化氫重毒會造成黃疸以及急性腎衰竭，需檢驗有無膽紅素或是肌酸酐上升的情形[4]。

(3)尿液檢查：收集小便，檢查銻含量。

(4)心電圖檢查，注意有無異常之T波及不規則之節律。

(5)胸部X片：評估有無塵肺症及肺癌篩檢。

(6)肺功能檢查。

(7)肝功能：服用含銻之抗寄生蟲藥物者少數會造成肝功能(如GPT、GOT)異常。

### 4.生物偵測

血液頭髮、尿液、糞便中檢驗出銻濃度升高是銻暴露的重要指標。暴露在銻濃度 $0.042\text{-}0.70\text{ mg antimony/m}^3$ 的工作環境下，即會造成尿中銻以及血中銻的濃度上升。有銻暴露之勞工，尿液之銻含量約為 $1.1\text{ }\mu\text{g/L}$ ，血中之銻含量 $0.9\text{-}5\text{ }\mu\text{g/L}$ ；而未有銻暴露之勞工，尿液之銻含量約為 $0.6\text{ }\mu\text{g/L}$ ，血中之銻含量 $0.4\text{ }\mu\text{g/L}$ [10]。

#### (二)鑑別診斷

由銻造成之中毒症狀，需和砷、鉛等其他重金屬中毒症狀鑑別。部分毒物會造成心肌病變，而砷化氫也會造成溶血，均需列入鑑別診斷。

#### 四、流行病學證據

醫學文獻上有很多工業性銻暴露造成各種健康危害的研究，也有很多治療利什曼原蟲病、血吸蟲、血絲蟲使用含銻之藥物，造成心電圖異常，有T波變化及Q-T間隔延長，甚至造成猝死之相關研究。目前醫學上也使用含銻之同位素來從事淋巴系統之攝影。而銻之毒性沒有砷、鉛來得大，但因銻常和砷併用，因此需詳加區別[1]。

Brieger曾對使用三硫化銻的磨料工廠125位勞工作研究。這些勞工經常暴露於銻空氣濃度的範圍為0.58至5.5 mg/m<sup>3</sup>，且大多數時間均超過3.0 mg/m<sup>3</sup>。在觀察2年中，有6位勞工因心臟疾病突然死亡，另有2位勞工死於慢性心臟病。於此8位死者中，有4位勞工未滿45歲。因未作屍體解剖，致死因未能確定。此8位中，除1位外，均懷疑死於心臟病。此外，有14位勞工的血壓超過150/90 mmHg，24位則低於110/70 mmHg。次分組的75人中，有37人的心電圖不正常，多為T波的改變。小便檢查顯示小便的含量介於 0.8至9.6 mg/L之間(按Elkins的建議，小便含銻量的安全水準為不超過每公升1.0 mg)。於停止使用三硫化銻後，不再有人死於心臟病，也無心血管疾病的不正常的增加現象。但在56位經複查的勞工中，有12位勞工的心電圖不正常[5]。

而Cooper也提出對從事銻礦砂加工工作1至5年的28位勞工的研究報告。勞工們均曾暴露於氧化亞銻礦沙的粉塵，其空氣中的銻濃度為銻0.081 mg/m<sup>3</sup>，而以裝袋工作的濃度為最高。於肺功能不良的勞工中，1位有明顯的小陰影，1位有早期的病變，1位胸部X光檢查正常。有3位勞工，其胸部X光雖有疑似或確定性的異常，但肺功能良好。7位勞工(其中3位患銻塵肺症)曾作心電圖檢查，其中6位的心電圖正常，1位心博緩慢。尿液偵測含銻量均不高，為0至1.02 mg/L[11]。



1953年，Renes發表對69位冶煉廠勞工作為期5月的研究。勞工們均曾暴露於氧化亞銻。空氣中的銻濃度含銻4.69至11.81 mg/m<sup>3</sup>(冶煉廠的空氣中，除含銻外，尚有砷和氫氧化鈉，但以銻為主)。6位勞工有明顯的肺炎，停止暴露和接受治療後，迅即痊癒。所發現的病理狀況中，以皮膚炎和鼻炎為最多，其次為上呼吸道不適，4%的勞工有結膜炎、胃炎和鼻中膈穿孔等病狀[3]。

2016年，肖麗麗發表對2540位武漢市社區居民，於2011年四月與五月間進行調查，針對尿中金屬濃度與肺功能之間的單因素迴歸分析以及多因素線性迴歸分析。結果顯示平均尿中銻為0.16 µg/L，以肌酸酐校正後為0.01µg/g creatinine。單因素線性迴歸分析顯示，尿中銻每增加一個對數單位，FEV<sub>1</sub>會下降0.063 (95%CI: -0.124 ~ -0.002)；而多因素線性迴歸分析結果發現，隨著尿中銻濃度的增加，FEV<sub>1</sub>則會呈現下降的趨勢。此研究結果顯示，雖然在社區居民的銻暴露量低於相關職業的暴露，但尿中銻與肺功能的關係呈現劑量-反應的關係[12]。

2016年，Ging Kuo等人根據1999-2010美國健康與營養體檢調查(NHANES)，收集7781位20歲以上成年人，平均追蹤6.04年，利用邏輯迴歸分析尿中銻以及全原因死亡率(all cause mortality)，原因別死亡率(cause-specific mortalities)以及自我報告(self-reported)的心臟衰竭以及癌症的可能性(likelihoods)，其中尿中銻以antimony µg/g creatinine來表示；結果顯示隨著尿中銻濃度介於0.08-0.11 µg/g creatinine之間，而隨著尿中銻濃度的增加，全原因死亡率，以及心臟疾病的死亡率會增加；此外，自我報告的心臟衰竭的可能性也隨著尿中銻濃度的增加有上升的趨勢[13]。

## 五、暴露證據收集方法

- (一)個人生活史、工作史、工作時間、作業名稱、作業環境控制情形需詳細記錄。
- (二)作業環境實地評估：銻之空氣標本分析法，使用原子吸收光譜分析儀進行分析。
- (三)生物偵測尿液中的銻：一般人尿液銻含量小於0.001 mg/L。在急性暴露狀況下，尿液銻含量會超過2 mg/L，而有銻暴露之勞工平均而言，尿液之銻含量約在0.1~0.3 mg/L。
- (四)容許濃度標準[14]

### 1.銻及其化合物

美國政府工業衛生師協會(ACGIH) TLV-TWA: 0.5mg/m<sup>3</sup>

美國職業安全衛生署(OSHA) PEL-TWA: 0.5mg/m<sup>3</sup>

美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH) REL-TWA :  
0.5mg/m<sup>3</sup>

我國容許濃度標準: 0.5mg/m<sup>3</sup>

### 2.銻化氫

美國政府工業衛生師協會(ACGIH) TLV-TWA: 0.1 ppm

美國職業安全衛生署(OSHA) PEL-TWA: 0.1 ppm

美國國家職業安全衛生研究所(NIOSH) REL-TWA: 0.1  
ppm

我國容許濃度標準: 0.1 ppm

## 六、結論

### (一)急性銻中毒

#### 1.主要基準

- (1)呼吸道黏膜刺激、腸胃道症狀或皮膚炎，需具備客觀理學症候及實驗室檢查。
- (2)具高量銻暴露史及符合時序性，由環境偵測及安全資料表證實銻暴露。
- (3)合理排除其他致病原因，尤其砷中毒需列入鑑別。

#### 2.輔助基準

- (1)同一工作環境，其他工作者也具類似症狀。
- (2)作業環境空氣採樣測定之銻濃度可能出現上列症狀。
- (3)生物偵測尿液中之銻顯示有急性暴露之證據；銻暴露數天內，尿液與血液中可偵測到銻[10]。

### (二)慢性銻中毒

#### 1.主要基準

- (1)經診斷有膿疱性皮膚炎、鼻中膈穿孔、心電圖異常或塵肺症等。
- (2)具銻暴露史及時序性，此長期銻暴露證據包括工廠職業暴露情形，環境偵測及安全資料表。
- (3)排除其他上述疾病常見原因。
- (4)參考歐盟 2009 年職業病診斷指引[4]:  
最短暴露時間：6個月。最長潛伏期：無。

#### 2.輔助基準

- (1)同一工作環境，其他工作者也具類似症狀。
- (2)作業環境空氣採樣測定之銻濃度可能出現此類症狀。
- (3)生物偵測尿液或是頭髮顯示有銻暴露證據，但目前頭髮中的銻濃度並未訂出可靠的銻暴露的生物指標。銻

暴露數天內，尿液與血液中可偵測到銻[10]。

### (三)銻化氫中毒

#### 1.主要基準

- (1) 具銻化氫暴露史及時序性。
- (2) 銻化氫為溶血物質，有頭痛、疲倦、腹痛、黃疸、寡尿及溶血症狀。
- (3) 合理排除其他致病原因。
- (4) 參考歐盟 2009 年職業病診斷指引[4]:  
溶血症狀：最短暴露時間:數分鐘至數小時，最長潛伏期:48小時。

#### 2.輔助基準

- (1) 同一工作環境其他工作者也具類似症狀。
- (2) 改善原作業環境後，不再有新病人發生。

## 參考文獻

- [1] LaDou, J. Occupational & Environmental Medicine. 2nd ed, Stamford. Conn: Appleton & Lange; 1997.
- [2] Rom, William N. Environmental & Occupational Medicine, 2nd ed, Boston, MA : Little, Brown; 1992.
- [3] Renes LE. Antimony poisoning in industry. Archives of Industrial Hygiene and Occupational Medicine 1953; 7(2): 99-108.
- [4] European Commission. Information notices on occupational diseases: a guide to diagnosis. European Commission, 2009.
- [5] Brieger H, Semisch CW 3rd, Stasney J, Piatnek DA. Industrial antimony poisoning. Industrial Medicine and Surgery, 1954, 23(12): 521-3.
- [6] De Wolff FA. Antimony and health. British Medical Journal 1995; 310(6989): 1216-7
- [7] Léonard A, Gerber GB. Mutagenicity, carcinogenicity and teratogenicity of antimony compounds. Mutation Research/Reviews in Genetic Toxicology, 1996, 366(1): 1-8.
- [8] Jones, R. D. Survey of antimony workers: mortality 1961-1992. Occupational and environmental medicine, 1994, 51(11): 772-6.
- [9] Bailly R, Lauwerys R, Buchet J. P, Mahieu P, Konings J. Experimental and human studies on antimony metabolism: their relevance for the biological monitoring of workers exposed to inorganic antimony. Occupational and Environmental Medicine, 1991, 48(2): 93-7.
- [10] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Antimony and Compounds. Draft for Public Comment. Atlanta, Georgia, USA; 2017.
- [11] Cooper DA, Pendergrass EP, Vorwald AJ, Mayock RL, Brieger H. Pneumoconiosis among workers in an antimony industry. The American Journal of Roentgenology Radium Therapy and Nuclear Medicine. 1968;

103(3): 496-508

- [12] Xiao LL, Zhou Y, Cui XQ, Huang XJ, Yuan J, Chen WH. Association of urinary metals and lung function in general Chinese population of Wuhan. *Zhonghua Yufang Yixue Zazhi*, 2016; 50(8), 680-8
- [13] Guo J, Su L, Zhao X, Xu Z, Chen G. Relationships between urinary antimony levels and both mortalities and prevalence of cancers and heart diseases in general US population, NHANES 1999–2010. *Science of the Total Environment*, 2016 ; 571, 452-60.
- [14] National Institute for Occupational Safety and Health. NIOSH pocket guide to chemical hazards. Cincinnati, Ohio: U.S. Dept. of Health and Human Services, Public Health Service, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health; 2007.