

危害辨識與職業病概論

3-0 重點分析

「危害辨識與職業病概論」考試科目與以往工礦技師科目較為不相同，但仔細研究考選部公告的命題大綱，似乎還是離不開職業衛生相關考科內容，歷屆考古題庫雖然少，但職業衛生領域的命題老師大都還是不變，因此以鑑古「預」今，針對一些常出現的熱門考題，尤其是過往工礦技師出現頻率高的考古題，必定是考生們必須熟記的。

本章節的編排係按照職業衛生技師考試的「命題大綱」進行規劃，並加註「出題年度」，以利讀者通盤瞭解職業衛生技師考試出題趨勢，使考生在最短時間掌握答題方向，另外，命題大綱「一、危害辨識」之五大職業衛生危害需加強記憶，尤其近年來對於人因性危害及身心壓力（職場暴力）等議題逐漸重視，出題機率也大增不少，除了法規面，其他相關指引部分也需多看，即便不熟，至少也有些墨水分數；命題大綱「二、職業病概論」之職業病議題相當多，可參考該科聖經之郭育良著「職業病概論」，其他如勞動部職業安全衛生署、勞動及職業安全衛生研究所網站上，亦有很多有關職業病的研究與討論，可以當作飯後閒暇之餘，閱讀賞析文章，有印象即可。

此外，有鑑於現今社會的快速變遷，現行職業衛生對於各類型危害可能發生的職業災害的防範措施，常有不足或疑義現象產生。為此，政府機關會制定相關的「技術指引」來加以規範，而專技高考很喜歡「結合時事」的前例印證，所以最近三年內新修訂的「法規」及各式的「技術指引」，考生務必要到職業安全衛生署網站裡詳讀最新的「技術指引」及「職業病認定參考指引」。

另提醒考試中想提高解答正確度並取得高分，就必須提升熟練度，許多考生讀了非常多的書，想要網羅百分之百的內容，卻疏忽了熟練度的重要性；建議練習完

的題目過一陣子之後，可試著把題目遮起來，拿一張白紙把你學過的東西表述出來並憑記憶做些筆記，並儘量寫得條理清晰、簡潔明瞭，就能讓你真正看清哪些地方還有疑惑，哪些地方還不知道，哪些地方已經忘記，俾利後續加強複習增加印象，這是一種簡單的做法，也是一種更高效的學習方式，如果能持續反覆練習，找到自己的問題並弄懂，相信你也能考出好成績。

3-1 危害辨識

3-1-1 物理性危害

請說明游離輻射之活性、吸收劑量及等效劑量的單位及其意義。

答

- (一) 活性：指一定量之放射性物質在某一時間內發生之自發衰變數目，單位為貝克，每秒自發衰變一次為一貝克（1 貝克等於 2.7×10^{11} 居里）。
- (二) 吸收劑量：指單位質量物質接受輻射之平均能量，單位為戈雷，1 公斤質量接受 1 焦耳能量為 1 戈雷（1 戈雷等於 100 雷得）。
- (三) 等效劑量：指人體組織之吸收劑量與射值因數之乘積。用於輻射防護之射質因數由原子能委員會公告，單位為西弗（1 西弗等於 100 侖目）。

為量測作業環境中溫度，試說明熱電偶（Thermocouple）和電阻式溫度計（Resistance thermometer）兩種溫度計之基本量測原理，應用範圍及其優缺點。

答

熱電偶和電阻式溫度計兩種溫度計之比較如下表：

	熱電偶溫度計	電阻式溫度計
量測原理	熱電偶是由兩條不同材質的金屬絲於兩端相接而成。兩端接頭因溫度不同而於熱電偶間產生不同的電位差，若將一端接頭置於已知的常溫，則另一端接頭之溫度可由熱電偶之電位差得知。	係利用白金或鎳合金金屬細絲之電阻隨著溫度之升高而增加，以惠斯敦電橋或電流計連接後，可測出感應元件之電阻再讀出溫度。

	熱電偶溫度計	電阻式溫度計
應用範圍	a. 用以測量生理及皮膚表面溫度。 b. 遙測並記錄。 c. 高溫之測量。	a. 測量範圍自 -240°C 至 980°C。 b. 能遙測溫度並記錄。 c. 較常用於固定式測溫或控制系統。
優點	a. 可與遙控記錄器或連續記錄器配合使用。 b. 達到穩定所需時間極短。 c. 可測量薄料及狹窄空間的溫度。 d. 較不受輻射熱影響。 e. 可做為高精密度量測。	a. 使用簡單。 b. 輸出訊號可予記錄。 c. 有不同的測溫探針供不同之用途。 d. 熱阻半導體感應時間快。 e. 較不易受輻射熱影響。
缺點	a. 價格較高。 b. 需要用參考接頭。 c. 有些會因金屬氧化而受損。	a. 成本高且修護不易。 b. 熱電阻半導體於使用前需個別校準。 c. 超過 510°C 時，可靠性就會降低。

（《工業衛生》- 莊侑哲等）

試說明在高氣溫作業環境中，影響勞工暴露之熱壓力之氣象因子有那些？

答

依據「高氣溫戶外作業勞工熱危害預防指引」，所謂熱壓力係指逾量生理代謝熱能、作業環境因子（包含空氣溫度、濕度、風速及輻射熱）及衣著量等作用，對人體所造成之熱負荷影響。因此，空氣溫度、空氣相對濕度、太陽輻射及空氣風速四項為影響勞工暴露之熱壓力之氣象因子，概述如下：

- （一）空氣溫度：氣象上的氣溫通常是指所量測距地面 1.25 ~ 2 公尺間，通風良好且不受太陽直達輻射影響之大氣溫度。體感溫度則是用來反映人體對於氣溫的感受，空氣溫度越高，體感溫度也越高。
- （二）空氣相對濕度：單位體積空氣中，實際水蒸氣的分壓與相同溫度和體積下水飽和蒸氣壓的百分比。相對濕度增大，會增加體感溫度。
- （三）太陽輻射：指太陽從核融合所產生的能量，經由電磁波傳遞的輻射能。
- （四）空氣風速：指空氣流動的速度。風速增大，會降低體感溫度。

- (一) 勞工從事局部振動作業，可能的危害有那些？(5分)
- (二) 勞工對於局部振動容許暴露時間之規範為何？

答

- (一) 勞工從事局部振動作業，可能的危害如下列：
1. 末梢循環機能障礙：因血液循環不良造成手部皮膚溫下降、經冷刺激後的皮膚溫不易恢復，導致手指血管痙攣、手指指尖或全部手指發白，又稱為白指症。
 2. 中樞及末梢神經機能障礙：中樞神經機能異常而有失眠、易怒或不安；末梢神經傳導速度減慢，末梢感覺神經機能障礙，引起手指麻木或刺痛，嚴重時可能導致手指靈巧度及協調喪失、笨拙而無法從事較複雜的工作。
 3. 肌肉骨骼障礙：長期使用重量大且高振動量的手工具，如打石機、鏈鋸、砸道機等，可能引起手臂骨骼及關節韌帶的病變，導致手的握力、捏力及輕敲能力逐漸減低。
- (二) 依據「職業安全衛生設施規則」第 302 條規定，雇主僱用勞工從事局部振動作業，應使勞工使用防振把手等之防振設備外，並應使勞工每日振動暴露時間不超過下表規定之時間：

局部振動每日容許暴露時間表

每日容許暴露時間	水平及垂直各方向局部振動最大加速度值公尺／平方秒 (m/s ²)
4 小時以上，未滿 8 小時	4
2 小時以上，未滿 4 小時	6
1 小時以上，未滿 2 小時	8
未滿 1 小時	12

放射性射源分密封射源與非密封射源兩種，試簡要說明其意義與輻射物種特性，並說明其各別防護原則為何？

答

(一) 放射性射源分密封射源與非密封射源簡要說明如下：

1. 密封射源：依國際放射防護委員會（ICRP）定義，將放射性物質密封在足夠強度的容器中，或將其堅固地摻合在非放射性材料內，在正常使用情況下，能防止放射性物質散失或逸漏，使工作者不易與該放射性物質接觸，稱為密封射源。輻射物種特性為半衰期長、活度強，輻射源在身體外面，輻射由體外射入身體。
2. 非密封射源：液態或氣態射源常不加密封，而是直接使用為示蹤劑。輻射物種特性為短半衰期、低活度，輻射源污染體內，輻射由體內射入組織器官。

(二) 密封射源與非密封射源之防護原則說明如下：

1. 密封射源以體外防護為原則：
 - (1) 時間：儘量縮短工作者暴露時間。
 - (2) 距離：儘量使工作者遠離輻射暴露源。
 - (3) 屏蔽：適當使用輻射屏蔽物或有效移除屏蔽源。
2. 非密封射源以體內防護為原則，設法防止放射性物質進入人體的說明如下：
 - (1) 配戴個人防護具避免接觸污染，如呼吸防護面具、防護手套、防護衣等。
 - (2) 進出工作區人員管制，進入工作需配戴輻射劑量徽章，離開時需全身清洗掃除乾淨才可離開。
 - (3) 工作後、吃東西及飲水前要確實清潔手部。
 - (4) 工作區禁止吸煙及飲食。

暴露與風險評估

7-0 重點分析

依據美國工業衛生協會（American Industrial Hygiene Association, AIHA）定義，職業衛生係指致力於預期（anticipation）、認知（recognition）、評估（evaluation）、控制（control）和確認（Confirmation）發生於工作場所的各種環境因素或危害因子的科學（science）和藝術（art），而這些環境因素或危害因子，係指會使工作者或社區民眾發生疾病、損害健康和福祉，或使之發生身體嚴重不適及減低工作效率。

專技高考職業衛生技師的考試類科「暴露與風險評估」可算是目前讓考生難以捉摸的科目，考試範圍相較其他科目具體但實際上卻千變萬化，因此常有學員或考生希望老師或上榜技師提供一些參考書目供其閱讀。於工業衛生之基礎建立上，可閱讀高立圖書出版由莊侑哲等老師所著的《工業衛生》，華杏出版由郭育良等老師所著的《職業病概論》或《職業與疾病》，以及中華民國工業安全衛生協會所編撰的職業安全衛生管理員、職業衛生管理師訓練教材等，另外加上生物統計、流行病學、作業環境控制工程、工程控制與作業環境監測等專業科目觀念建構結合後，都是非常值得研讀的相關書籍與參考資料。

另外，專技高考由於及格標準與勞動部技能檢定的及格制不同，除了要回答正確的內容外，針對所問的題目提出不同的見解或更完整深入面向的回答，將是脫穎而出的關鍵，而此部分的能力養成則有賴於多方閱讀，多方閱讀可以讓你可以得到不同的資訊、深度與見解，所以對於這個考試科目的準備，除了扎實的工業衛生基礎外，還需要「廣泛閱讀」才能使答案深度有所提升，而閱讀來源建議以「勞動部勞動及職業安全衛生研究所」為主，特別是「熱線消息」與「研究成果」更是可常去追蹤閱讀的地方，但實際上場考試精要之處全在於考生統整解析考題的能力，理解出題老師想測驗的問題本質，對問題的答案要有破題並融會貫通才行。

7-1 定量風險評估

請以簡單之混合模式（Well Mixing Box Model），估算下述工作環境中甲苯之最高可能濃度（請以 ppm 表示）。（20 分）室溫：25°C；大氣壓：750 mmHg；甲苯產生速率：10 mg/hr.；產生時間：8 小時；工作場所空間：100m³；空氣交換次數：0.5 hr⁻¹。（20 分）

答

因題目未提到室內是否持續有汙染物質進入或者排入，因此假設條件如下：

$$C_{\text{input}} = 0 ; G > 0$$

採用公式如下：

$$C = \frac{G}{Q} \left(1 - e^{-\frac{Q}{V}(t)} \right)$$

其中：

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \text{欲求濃度}$$

$$G \text{ (mg/hr)} = 10 \text{ (mg/hr)}$$

$$Q \text{ (m}^3\text{/hr)} = 50 \text{ (m}^3\text{/hr)}$$

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 100 \text{ (m}^3\text{)}$$

單位換算：

$$C = \frac{10}{50} \left(1 - e^{-\frac{50}{100}(8)} \right) = 0.1964 \text{ (mg / m}^3\text{)}$$

$$C \text{ (mg/m}^3\text{)} = \text{ppm} \times \frac{\text{化學物質之分子量}}{\text{莫爾體積}}$$

進行體積校正：

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{760 \times 24.45}{273 + 25} = \frac{750 \times V_2}{273 + 25}$$

$$V_2 = 24.776 \text{ (L / mole)}$$

$$0.1964 \text{ (mg / m}^3\text{)} = \text{ppm} \times \frac{92 \text{ (g / mole)}}{24.776 \text{ (L / mole)}}$$

$$C = 0.053 \text{ ppm}$$

一輸送管（操作錶壓力為 5 大氣壓，操作溫度為 25°C）負責 HCl 的傳輸。假設輸送管上有一 1.0cm 長及 1.0mm 之裂縫，試估算該裂縫中 HCl 質量洩漏率（Mass release rate；mg/sec），已知 HCl 之關鍵流量比（Critical flow ratio）為 0.5。（25 分）

【110】

答



$Q_m(\text{mg/s}) = \text{HCl 質量洩漏率}$

$C_0 = \text{HCl 之關鍵流量比}$

$A(\text{cm}^2) = \text{破裂面積}$

$P_0(\text{atm}) = \text{輸送管內洩漏之壓力}$

$G(\text{m/s}^2) = \text{重力常數}$

$R(\text{m}^3 \cdot \text{atm})/(\text{k} \cdot \text{mole}) = \text{氣體常數 } 8.206 \times 10^{-5}$

$T(\text{k}) = \text{溫度}$

$M(\text{g/mole}) = \text{莫爾質量}$

經查表得 HCl 之熱容比 $\gamma = 1.41$

$P_0(\text{atm}) = \text{輸送管內壓力} + \text{大氣壓力} = 5 + 1 = 6 \text{ atm}$

計算裂縫中 HCl 之質量洩漏率：

$$\begin{aligned}
 Q_m &= C_0 \times A \times P_0 \times \sqrt{\frac{r \times g_0 \times M}{R_g \times T_0}} \times \left(\frac{2}{r+1}\right)^{(r+1)(r-1)} \\
 &= 0.5 \times 1 \times 10^{-4} \times 6 \times \sqrt{\frac{1.41 \times 9.81 \times 36.5}{8.206 \times 10^{-5} \times 298}} \times \left(\frac{2}{1.41+1}\right)^{(1.41+1)(1.41-1)} \\
 &= 3 \times 10^{-3} \times 83.81 \\
 &= 0.25(\text{g/s}) \rightarrow \text{單位換算 } 250(\text{mg/s})
 \end{aligned}$$

此解題公式參考 Chemical Process Safety Fundamentals with Application 2nd edition (Daniel A.Crowl/Joseph F.Louvar)—Chapter 4 Source Models

試比較暴露評估與生物偵測的異同，並說明為何生物偵測無法廣泛用於職業危害的評估。(15分)

【111】

答

職業衛生領域常用之暴露評估之定量方法，可分為「作業環境監測」與「生物監測」，事實上，生物偵測也是暴露評估的一環，其相同與相異處說明如下：

暴露評估與生物偵測的相同相異表		
比較項目	暴露評估	生物偵測
評估目的	相同處： <input type="checkbox"/> 評估作業場所中的危害物質對人體健康危害的影響 <input type="checkbox"/> 量化作業場所中勞工的暴露程度	
評估方向	多為評估人體外的暴露情形（如：作業環境與勞工個人的暴露濃度）	主要評估勞工個人體內的暴露劑量
採樣方式	透過以下三個暴露評估技術，來推估作業環境中的勞工的暴露狀態： <input type="checkbox"/> 作業環境監測 <input type="checkbox"/> 模式推估 <input type="checkbox"/> 直讀式儀器	透過檢測分析生物檢體，如：呼氣、血液、尿液、頭髮和指甲等來獲得有害物或其代謝物之濃度。 目前常見之生物偵測方式可細分為 <input type="checkbox"/> 生物暴露偵測 <input type="checkbox"/> 生物效應偵測

暴露評估與生物偵測的相同相異表		
比較項目	暴露評估	生物偵測
評估方式 (執行策略)	相同處： 危害辨識與資料收集： 根據作業場所危害特性及先期審查結果，以系統化方法辨識及評估勞工暴露情形	
	<input type="checkbox"/> 相似暴露群之建立 <input type="checkbox"/> 採樣策略之規劃及執行 <input type="checkbox"/> 樣本分析 <input type="checkbox"/> 數據分析與評估（暴露結果之判定）	<input type="checkbox"/> 確認待了解的有害物質其於體內中物質或其代謝產物 <input type="checkbox"/> 選擇適當之生物檢體或指標 <input type="checkbox"/> 確認生物檢體之採集時間 <input type="checkbox"/> 確認干擾因子之影響與來源 <input type="checkbox"/> 生物偵測結果之分析與評估
採樣介質	活性碳管、矽膠管、衝擊式採集瓶、其他吸附管、採樣濾紙	血、尿液、呼出氣體、唾液、毛髮…等
容許暴露指標	容許暴露濃度（PEL）	<input type="checkbox"/> 生物暴露指標值（BELs） <input type="checkbox"/> 生物容忍值（BAT）
暴露途徑鑑別	反應單一暴露途徑之結果（可鑑別主要的暴露來源）	反應多重暴露體內評估之結果
暴露評估結果之應用	<input type="checkbox"/> 作為危害暴露控制策略與計劃擬定的參考依據 <input type="checkbox"/> 職業衛生專案績效的重要參考指標 <input type="checkbox"/> 作為健康危害與職業病發生之診斷依據之一 <input type="checkbox"/> 鑑定工程控制成效 <input type="checkbox"/> 鑑定個人防護具之成效	<input type="checkbox"/> 輔助暴露評估或環境監測之結果 <input type="checkbox"/> 進一步確認外在暴露、內在劑量與健康效應之相關性 <input type="checkbox"/> 族群流行病學評估與應用 <input type="checkbox"/> 確認工程控制或個人防護具的成效

生物偵測雖能有效反應有害物質進入人體體內的總量，但在實務上仍會面臨到以下問題：

(一) 執行面：

1. 在確認污染源即評估暴露控制策略之效益，暴露評估優於生物偵測。
2. 生物偵測在執行面所需之資源遠高於暴露評估。
3. 生物偵測之樣本取得因涉及到侵入式採檢或個人隱私和意願，需克服勞工配合度意願較低之問題。

- (二) 現階段能有許多職業環境中常用之有害物，其毒性反應資訊不足，像是劑量反應曲線效應不明確。難以發展有效之生物偵測方法來評估過量暴露所導致的健康影響，目前可執行生物偵測的物質尚不足。
- (三) 已建立的生物暴露指標 (BELs) 有限，不像暴露評估之容許暴露濃度限值之資料庫這麼充足。
- (四) 生物檢體採集分析技術的進程尚未發展成熟，現階段的生物偵測執行，大多著受限於暴露程度之評估。
- (五) 環境中的有害物質多為混和暴露，在執行生物偵測前須先了解混和暴露物質之代謝機轉，才能有效評估實際暴露情形。