

危害辨識與 職業病概論

3

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，並盡量寫得條理清晰、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。

- (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。

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。
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，可靠度就會降低。

（《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？

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。於環境溫度低於勞工之皮膚溫度（一般為攝氏 30 度）時，可使用風扇或類似裝置將風吹向勞工，以增加空氣流動或對流，使人體皮膚與環境空氣之熱交換及排汗揮發速率提高；於環境溫度高於勞工之皮膚溫度時，則避免將熱源之熱風吹向勞工。

（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？

（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？

(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。

(一) 綠色能源發展是未來驅動經濟發展的新引擎，政府將綠能科技之「離岸風電」產業創新計畫之一，其中的水面下作業常會牽涉到異常氣壓作業，請問有那些型態的作業是異常氣壓作業？

(二) 離岸風電之水面下作業可能的危害？

參考勞動部職業安全衛生署「異常氣壓（含潛水疾病）作業引起之職業疾病認定參考指引」。

(一) 異常氣壓作業可分下列：

1. 潛水作業：為 (1) 港灣工程、(2) 漁撈、(3) 深海救難、(4) 鑽油採礦、(5) 軍事潛水、(6) 科技潛水等。
2. 高壓室內作業：高壓空氣將隧道或沉箱加壓，一方面可將水往外壓迫，另一方面可以將其四周的牆壁撐起來之土木工程。
3. 高空飛行：航空飛行及傘兵的高空跳傘。

(二) 離岸風電之水面下作業，主要為潛水作業之危害如下：

1. 加壓期：
 - (1) 擠壓症：於下潛過程當中若加壓太快（下潛速度過快），身體內許多腔竇因為波義爾效應體積會快速的收縮。當這些腔竇縮小到超過其最小體積之極限時，周邊的軟組織便會被向內擠壓造成組織拉傷、水腫和出血等症狀，稱擠壓症。
 - (2) 氮迷醉：下潛時所呼吸的高壓空氣中，若氮氣分壓超過 2.5 大氣壓以上，便會開始有迷醉的現象發生。
 - (3) 高壓神經症候群：實施深海長期潛水時，深度超過 120 呎時，為了避免氮迷醉現象可將高壓空氣中的氮氣換成氦氣，即所謂的氦氧潛水。然而當作業深度超過 450 呎時高壓氦氣便會引起震顫、抽痙、意識不清、甚至死亡等高壓神經症候群。
2. 恆壓期：若當潛水時過久或過量的呼吸高壓混合氣體時，所呼吸的每一種氣體都可能引發其特有之中毒。水底期容易發生的潛水意外包括缺氧症、氧氣中毒、二氧化碳中毒、一氧化碳中毒等氣體失調危害。
3. 減壓期：減壓症（Decompression sickness, DCS）是指潛水人員或處在高壓狀況下的人員，因急速上潛或減壓，使溶解在人體體液中過飽和之氮氣溢出，產生大量的氣泡充滿於組織間隙和血管內，而引起全身不適。

作業環境控制工程

5-0 重點分析

依據考選部職業衛生技師命題大綱，作業環境控制工程命題包括通風控制技術及設計（通風控制技術 / 原理、局部排氣系統 / 整體換氣系統效能設計與評估）與職業危害因子之控制（物理性 / 化學性 / 生物性 / 人因性 / 其他危害之控制工程）兩大部分，由考題上分析通風、噪音及溫度為最常考之三大題型請考生務必留意，市面上洪銀忠老師所著《作業環境控制工程》為非常重要之參考書，請考生務必熟讀有很多類似題型，另林子賢等老師所著的《作業環境控制通風工程》，與蕭森玉老師所著的《工業通風與換氣》也是很好的參考資料。

作業環境控制工程考科不易得高分，有太多的公式與計算，所以同學務必需熟練計算機的使用如 x^y 、 $\ln$ 、 $\log$ 、 $e^{-0.4}$...等相關運算及公式的記憶，歷屆考題的練習非常重要會有一些脈絡可循，單位的換算須留意特別是考題中會常有陷阱，筆者建議需將公式及單位作成筆記，方便複習及加深印象，動筆多加練習，對各類型再進一步的延伸，能夠舉一反三，如此才有機會拿到高分。其中「通風」及「噪音」是每年來最常出現的熱門考題，故在研讀時是可先廣泛閱讀與計算，最後衝刺時則將重心放在「通風」與「噪音」，另外「法規」這門科目，是一個大補丸，因為職業衛生技師考試六科中，法規不會只出現在「職業安全衛生法規與職業安全概論」這一考科中，法規是所有科目的基石，務必要下功夫打好基礎。

近年來職安署推動的相關指引請務必熟讀如呼吸防護具、化學品等，重大時事如 COVID-19、勞研所資料、職安署網站請多留意。讀書部分儘可能到圖書館或可以靜下心來讀書的地方，家裡有太多的誘惑，另手機雖然查資料方便，但也很浪費時間，試問自己一天花多少時間在 Line、fb、TV 上，在讀書過程中請儘量關手機。請儘可能參加技能檢定或國營事業考試練筆，建議以【職安一點通：職業衛生管理甲級檢定完勝攻略】熟練打底。在考場上千萬不要交白卷，碰到真的不會寫的題目，先靜下心來看是否可利用單位換算去推導，或用 3（發生源、傳播路徑、接受者）4（PDCA）5（物化生人心）方向去擠一點答案要點分數，當您見多識廣累積到一定功力，也就離上榜不遠了。

5-1 通風控制技術及設計

5-1-1 通風控制技術及原理

一使用中之 Class II 級生物安全櫃 type B2，其櫃內產生之污染空氣，全部經處理過後由排氣系統排放（空氣再循環率 0%）。因為要變更操作之病原體，需要進行燻蒸消毒，因此以 2 g 甲醛液體加入催化劑進行燻蒸消毒，並封閉生物安全櫃對外之排氣管線，已知櫃內有效燻蒸空間為 1.5 m^3 。（ 25°C 、一大氣壓條件下，氣狀有害物之毫克摩爾體積立方公分數為 24.45）

（一）催化反應開始並產生甲醛蒸汽後，立即將操作門關閉，最後除餘有甲醛殘留液體 0.8 g 外，其餘全部經催化揮發成蒸汽，在 25°C ，1 atm 下，甲醛蒸汽均勻分布在安全櫃內，請計算櫃內初始甲醛蒸汽濃度為多少 ppm？（6 分）

（二）燻蒸結束後，若甲醛蒸汽未逸散出安全櫃，且櫃外自然空氣中並無甲醛濃度，而櫃內甲醛蒸汽殘餘濃度維持穩定為 120 ppm，若開啟排氣系統及操作門，以 $3 \text{ m}^3/\text{hr}$ 之排氣量進行均勻之稀釋換氣，於 1 小時之後重新測定殘餘甲醛蒸汽濃度，請估算其遞減後濃度為多少 ppm？（7 分）

(三) 承上題，若改以 $9 \text{ m}^3/\text{hr}$ 之排氣量進行均勻之稀釋換氣，在同樣狀況下，需要多少分鐘才能遞減至題(二)同樣的濃度？(7分)

【104】

(一) 甲醛 HCHO 分子量 $= 12 + 16 + 1 \times 2 = 30$

25°C 、 1atm 條件下由公式 $X_{\text{ppm}} \times \frac{M}{24.45} = Y_{\text{mg}/\text{m}^3}$ ，

$$X_{\text{ppm}} = \frac{\frac{(2-0.8) \times 1000}{1.5} \times 24.45}{30} = 652 \text{ ppm}$$

(二) 由 $V \frac{dC}{dt} = G + QC_{\text{input}} - QC$ ，其中 $G = 0$ ， $C_{\text{input}} = 0$

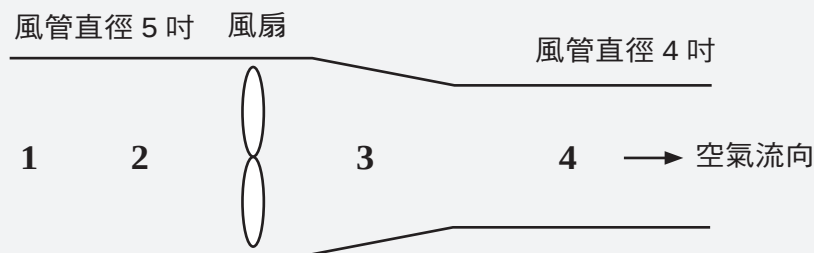
經積分 $\int \frac{dC}{C} = \int -\frac{Q}{V} dt$ ，則可得 $\ln \frac{C}{C_0} = -\frac{Q}{V}(t_2 - t_1)$

化簡整理 $C = C_0 e^{-\frac{Q}{V}t}$ ， $C = 120 \times e^{-\frac{3}{1.5} \times 1} = 120 \times e^{-2} = 16.24 \text{ ppm}$

(三) $16.24 = 120 \times e^{-\frac{9}{1.5} \times t}$ ， $\frac{16.24}{120} = e^{-\frac{9}{1.5} \times t}$

$$-2 = -6 \times t, \quad t = \frac{1}{3} \text{ hr} = 20 \text{ min}$$

根據導管內風扇上下游不同位置測得之空氣壓力（不考慮氣流摩擦損失），請依題意作答各小題。



位置	空氣壓力 (mmH ₂ O)		
	全壓 (P _t)	靜壓 (P _s)	動壓 (P _v)
1	- 7.50	a	+ 2.50
2	b	- 8.10	+ 2.50
3	+ 7.40	+ 4.90	+ 2.50
4	+ 8.10	+ 5.10	c

(一) 請計算 a、b、c 數值。(15 分)

(二) 請依平均風速計算公式 $v(m/s) = 4.03\sqrt{P_v}$ 計算位置 1 之風量 (m³/hr)。(10 分)

(三) 請指出上圖那一項數據有誤？並說明理由。(5 分) 【105】

(一) 全壓 = 靜壓 + 動壓，則

$$P_t = P_s + P_v \text{ 代入 } a = -10.0, b = -5.6, c = +3.0 \text{ (mmH}_2\text{O)}$$

(二) $V_1 = 4.03\sqrt{P_v} = 4.03\sqrt{2.5} = 6.37 m/s$

$$1 \text{ inch} = 2.54 \text{ cm}, 5 \text{ inch} = 12.7 \text{ cm} = 0.127 \text{ m}$$

$$Q = A \times V = \frac{\pi D^2}{4} \times V = \frac{3.1416 \times (0.127)^2}{4} \times 6.37 = 0.081 \frac{m^3}{s} = 291.6 \frac{m^3}{hr}$$

- (三) 1. 位置 1：全壓及靜壓的值理應比位置 2 的數值小（負的數值小），因為離風扇較遠靜壓負的數值應較小。
2. 位置 2：因為離風扇較近全壓負值應較大。
3. (1) 位置 3：全壓數值要比位置 4 的全壓還要大：壓力大往壓力小跑，上游全壓一定比較大。
- (2) 位置 3：動壓數值應變大：面積變小，速度變大；則動壓應變大。

某 315 m^3 之室內工作場所之清洗黏著作業同時使用兩種有機溶劑：丁酮與甲苯，其容許濃度標準分別為 200 ppm 與 100 ppm。若已知兩種有機溶劑的毒性具有「加成效應」，且其揮發產生率皆為 1 L/hr ；此外，丁酮之不均勻混合係數（或安全因子） $K=3$ 、溶液密度 $\rho_L = 0.81 \text{ g/mL}$ 、分子量 $M=72 \text{ g/mol}$ ，而甲苯之 $K=1$ 、 $\rho_L = 0.87 \text{ g/mL}$ 、 $M=92 \text{ g/mol}$ ：

- (一) 請試述 K 之意義並舉例說明。(5 分)
- (二) 請問該場所之需求換氣量 (required Q ； m^3/min) 為何？
(已知理想氣體莫耳體積 = 24 L/mol) (15 分)
- (三) 請問該場所每小時之換氣次數為何？(5 分) 【106】

- (一) 1. K 之意義：係為作業環境中通風換氣量之安全係數值；其影響 K 值大小包含通風換氣裝置之機械效率、空氣流動速率及導入均勻度與混合現況、生產製程之有害污染物的毒性、污染物發生源與勞工相關位置以及氣候季節變化等因素。
2. 舉例說明：安全係數 K 值愈小，表示通風效果佳，數值愈大，表示需要加強換氣量，即通風狀態較差。例如： $K = 1$ 作業環境中通風狀態佳，換氣量效果符合要求； $K = 5$ 則通風狀態較差，換氣量效果需要改善。

- (二) 1. 在 1atm，25°C 推導出理論換氣公式為 $Q = \frac{24.45 \times 10^3 \times W}{60 \times C_{ppm} \times M}$
2. 依題意理想氣體莫爾體積為 24L/mol，又密度 = 質量 / 體積，
則丁酮 $W = 0.81(\text{g/mL}) \times 1000(\text{mL/hr})$ ；

$$\text{甲苯 } W = 0.87(\text{g/mL}) \times 1000(\text{mL/hr})$$

兩種有機溶劑毒性具有「加成效應」再考量安全係數 K，則該場所之需求換氣量為

$$Q = 3 \times \frac{24 \times 10^3 \times 0.81 \times 1000}{60 \times 200 \times 72} + 1 \times \frac{24 \times 10^3 \times 0.87 \times 1000}{60 \times 100 \times 92}$$

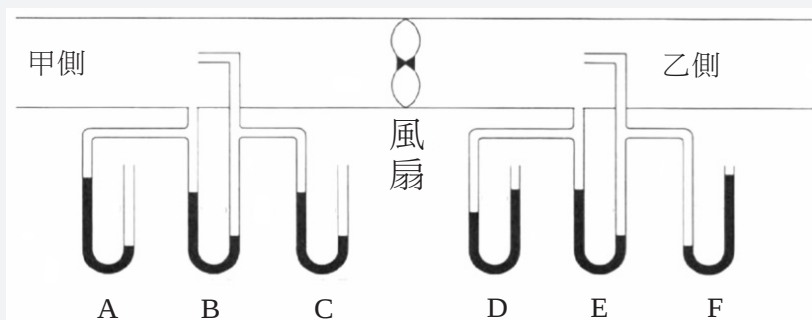
$$= 67.5 + 37.8 = 105.3 \text{ m}^3/\text{min}$$

- (三) 該場所每小時換氣次數

$$N = \frac{Q}{V} = \frac{60\text{min}}{\text{hr}} \times \frac{105.3\text{m}^3/\text{min}}{315\text{m}^3} = 20.06 \text{ 次}$$

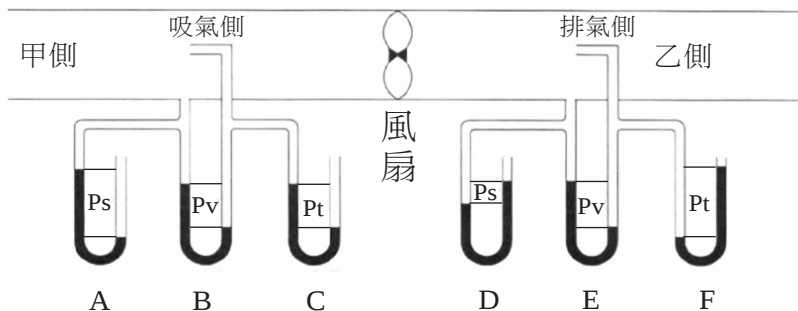
下圖為局部排氣導管（截面積 $=1\text{m}^2$ ）內之壓力量測示意圖。已知導管中 U 型管液位壓力計 A 處之液位高差為 27.9 mm、B 處之液位高差為 14.2 mm、F 處之液位高差為 19.3 mm。U 型管液位壓力計係以純水為填充液。試問圖中之甲側或乙側何者為吸氣側？原因為何？吸氣側及排氣測之靜壓、動壓及全壓又各為何？導管內之空氣流率又為何？（25 分）

【109】



（一）甲側為吸氣側。

因為靜壓與動壓的作用方向不同，所以測量的方法也不同，靜壓的測量方法是用 U 形管的一端與氣流方向垂直，因為與氣流方向垂直就可以避免動壓的干擾，並且讀取靜壓的值（管壁上量測），U 形管開放端與量測端的水柱高度差就是水柱高度為單位的靜壓對大氣壓力的值。在排氣管上游的導管中所有的靜壓均小於大氣壓力，所以量測端的水柱高度會高於開放端，所量的靜壓均為負值（吸氣側，負壓），而在排氣機下游導管中的靜壓皆為正值（排氣側，正壓），此時 U 形管的開放端水柱高度會高於量測端高度。



(二) $\therefore$ A 靜壓 (P_s) = -27.9 mmH₂O

B 動壓 (P_v) = 14.2 mmH₂O

$\therefore$ C 全壓 (P_t) = -27.9 mmH₂O + 14.2 mmH₂O = -13.7 mmH₂O

$\therefore$ F 全壓 (P_t) = 19.3 mmH₂O

E 動壓 (P_v) = B 動壓 (P_v) = 14.2 mmH₂O

$\therefore$ D 靜壓 (P_s) = 19.3 mmH₂O - 14.2 mmH₂O = 5.1 mmH₂O

(三) 風速 $V_a(\text{m/s}) = 4.04 \sqrt{P_v(\text{mmH}_2\text{O})}$

$$= 4.04 \sqrt{14.2}$$

$$= 15.22 (\text{m/sec})$$

風量 $Q(\text{m}^3/\text{s}) = V_a (\text{風速}) \times A (\text{截面積})$

$$= 15.22(\text{m/s}) \times 1(\text{m}^2) = 15.22 (\text{m}^3/\text{s})$$