

2824 31
45151

生產場所空氣中有毒物質氣 象條件和灰塵的測定方法

(內部交流・僅供參攷)

中央衛生研究院勞動衛生研究所

一九五五年九月

前 言

這本測定方法，是根據蘇聯材料，并參考其他文獻，進行了比較研究，及我們在實際工作中一些經驗，編寫成的。生產場所空氣中有毒物質和氣象條件，需要測定的項目和範圍，包括甚廣，本書所列入的，僅係目前比較重要及衛生檢驗工作人員在執行衛生監督任務時必須掌握的一些方法。目前這還是一部很粗略的草稿。

蘇聯對這方面的工作，已有很大的成就，他們已有標準的測定方法，今後我們必須要向蘇聯學習，吸取他們的先進經驗，結合我國的實際情況，製訂我們的標準，這項任務的完成，就必須依靠多方面的努力。我們希望同志們在工作中遇到的問題，隨時向我們提出，以便將來增訂，與修改，俾本書能逐漸臻於完善。

參加編寫本書的人有：線引林，杭世平，劉玉堂，關窩輝，劉光銓，田桂鈺及邢國長等同志。

勞動衛生研究所衛生工程系主任 汪德晉

一九五五年九月。

目 錄

前 言

第一編 生產場所空氣中有毒物質測定方法	1
第一章 總 論	1
1. 測定空氣中毒物含量的重要性	1
2. 採集空氣樣品的方法	1
①空氣中毒物的存在狀態	1
②採集空氣樣品的方法	2
③空氣體積的測量，換算成標準狀況的方法。	8
④吸收儀器	12
3. 空氣中毒物的測定方法	19
①比色法	19
②比濁法	21
③滴定法	22
④空氣中毒物濃度表示法	23
4. 空氣中毒物測定的採樣記錄及分析報告	24
第二章 各 論—空氣中各種毒物的測定方法	25
1. 氯	25
2. 二氧化硫	27
3. 硫化氫	29
①比色測定	29
②快速測定	31
4. 氧化氮	33
①比色測定	34
②快速測定	37
5. 酸	39
6. 氫氰酸	42

7. 氮	44
8. 碳酸鈉	47
9. 鉛	48
①重鉻酸鉛比濁法	49
②鉬酸鉛比濁法	52
10. 汞	53
11. 三氧化鉻	55
12. 錳的氧化物	57
13. 二氧化碳	61
14. 一氧化碳	69
15. 脂肪族碳氫化合物	74
16. 苯	77
17. 硝基苯	80
18. 三硝基甲苯	81
19. 對硝基氯苯	83
20. 苯胺	86
21. 氯苯	88
22. 酚	90
①米龍試劑法	90
②對硝基苯胺法	92
③四-胺基-安替比林法	93
23. 甲醛	95
24. 磷化氫	98
25. 磷化氫和五氧化二磷共同存在時的分別測定	101
第二編 生產環境氣象條件和灰塵的測定方法	108
第一章 生產環境氣象條件的測定方法	108
一、引言	108
(一)生產環境氣象條件的概念	108
(二)測量生產環境氣象條件的主要目的	108

(三)生產環境氣象條件的一些特徵·····	108
二、氣象條件的檢查·····	108
(一)大氣壓力的測定·····	108
(1)杯狀水銀大氣壓力計·····	108
(2)虹吸管式水銀大氣壓力計·····	110
(3)空盒大氣壓力計·····	110
(4)水銀大氣壓力計的讀數修正·····	112
(二)氣溫的測定·····	112
(1)輻射熱影響可以忽略不計情況下的測定方法·····	112
(2)輻射熱強度大的環境中測定方法·····	114
(3)攝氏溫度與華氏溫度的換算·····	114
(三)濕度的測定·····	114
(1)名詞解釋·····	115
(2)相對濕度測定的原理·····	115
(3)測定相對濕度常用的儀器·····	116
(4)溫濕圖的使用法(附溫濕圖)·····	118
(四)風速的測定·····	119
(1)杯狀風速計·····	119
(2)翼狀風速計·····	121
(3)微風風速計·····	121
(4)卡他溫度計·····	122
(5)比得管和傾斜液柱壓力計·····	126
(五)輻射熱強度的測定·····	131
(1)真空熱電偶輻射熱計·····	131
(2)黑球溫度計·····	131
第二章 生產性灰塵測定法·····	137
一總論·····	137
(一)生產性灰塵的危害·····	137
(1)衛生學的意義·····	137

(2) 經濟的意義	138
(二) 灰塵的分類	139
(1) 按灰塵來源分類	139
(2) 按灰塵粒子大小分類	139
(三) 灰塵物理化學性質	140
(1) 灰塵粒子的沉降速度	140
(2) 灰塵的聚集性	141
(3) 灰塵的吸濕性	141
(4) 灰塵的荷電性	142
(四) 影響灰塵危害性的因素	142
(1) 灰塵分散度與表面積	142
(2) 灰塵數量	144
(3) 灰塵的比重	144
(4) 灰塵的形狀與硬度	144
(5) 灰塵的溶解度	145
(6) 分散相和分散外環境的關係	145
(五) 灰塵檢查的目的	145
(六) 灰塵檢查的內容	145
二、生產環境中空氣灰塵度的檢查法	146
(一) 重量法	146
(1) 集塵管的收集法	146
(2) 格斯二氏衝擊式灰塵採集器	149
(二) 計數法	152
(1) 吸着式塵埃計	152
1. 勞研式塵埃計	153
2. 歐溫 I 型塵埃計	154
(2) 利用膠着劑的塵埃計	154
1. 柯贊氏塵埃計	154
2. H K 式塵埃計	157

(3) 利用自然沈降原理的塵埃計	157
1. 格林灰塵沉降器	157
2. 歐溫Ⅱ型塵埃計	159
三、灰塵分散度檢查法	161
四、灰塵防止對策	164
附錄一、工業衛生化學實驗室所需主要儀器藥品目錄	166
附錄二、參攷用表	
① 原子量	176
② 有毒氣體, 蒸氣及灰塵的最高容許濃度表	177
③ 無毒灰塵的最高容許濃度	180
④ 濃酸的比重與含量表	181
⑤ 氨溶液的比重與含量表	181
附錄三、空氣性質表	182
附錄四、索引	104
附錄五、主要參攷文獻	107

第一編 生產場所空氣中毒物測定方法

第一章 總 論

1. 測定空氣中毒物含量的重要性

毒物由生產過程中逸散出來，通過空氣，由呼吸道，消化道或皮膚的接觸進入人體，造成危害工人健康的可能性，所以在勞動衛生工作中，測定空氣中的毒物含量，是一個重要的環節，特別是在調查一個工廠的勞動衛生條件時，在調查某項工業中毒的原因時以及檢查各種衛生工程的措施——如通風，密閉化設置等的效果時，測定空氣中的毒物的種類及含量有着重大的意義。

2. 採集空氣樣品的方法

① **空氣中毒物的存在狀態**：生產場所的空氣環境不是很均勻的，常常並非事前就能知悉污染空氣的物質以什麼狀態存在於空氣中，有時它能以多種形態同時存在，例如以蒸氣的形式及氣溶膠的形式同時存在。

從事空氣分析的人應首先查明毒物的存在狀態；而只有在熟悉了污染空氣來源處的生產過程後，才能做到這一點。

所以調查生產過程，這是分析生產環境空氣工作的第一步。

下一步就是把毒物分離為能進行分析的狀態。

污染空氣的物質可以有下列存在形態：氣體（或蒸氣）氣溶膠或灰塵。

氣體或蒸氣 氣狀的及蒸氣狀的物質在空氣中的分佈根據它對空氣的比重而定，由於空氣溫度或廠房內空氣移動的關係，這些物質向垂直的方向或水平的方向散開。氣體或蒸氣在空氣中的移動速度與空氣的流動速度相同。

氣溶膠 若蒸氣由於溫度降低開始變成液體狀態（小的液滴就是霧，有時用眼可以看見）則移動的情況就變了。極小的液滴外面包住一層蒸氣的薄膜，蒸氣張力越大，液滴的直徑越小。霧是氣溶膠的一種。氣溶膠不只是液體狀態的，固體物質顆粒直徑0.5微米以下的也包括在內；直徑小於0.5微米的顆粒向各個方向無次序地不停的運動，直徑大於0.5微米的液體及固體顆粒服從萬有引力定律，慢慢地向下落，且顆粒直徑越大，下落越快。

灰塵 固體顆粒大於0.5微米者屬於灰塵，灰塵按其顆粒的重量不同以不同速度落下，空氣的流動使灰塵不向垂直方向下落，灰塵下落的途徑及速度決定於顆粒的重量，氣流的力量及方向。

② **採集空氣樣品的方法**：根據毒物存在狀態的不同，而使用不同的方法使毒物由空氣中分離出來。

物質呈氣體或蒸氣存在時最常見的是使空氣通過盛有液體的吸收器，被測物質即溶於液體或留於其中。

分離液態氣溶膠（極細小液滴或霧）時，不可使空氣通過液體。必須使顆粒碰到某種固體的表面（如棉花）以吸收氣溶膠，此時顆粒就聚集起來附在固體表面上。也可以使空氣通過一種特殊的裝液體的吸收儀器，加入形成泡沫的物質可以使空氣通過吸收液時，速度顯著地減慢，也可以使顆粒聚集；若物質以固體氣溶膠或灰塵的狀態存在空氣中，則以較大的速度使空氣通過固體的吸着劑，碰在吸着劑上使顆粒聚集而附着。例如，使煙通過濾紙片時，固體顆粒就附在紙上。

在分離毒物時，還需要事先確定由空氣中捕集氣體，氣溶膠或灰塵所需要的速度。

分離氣體（或蒸氣）時，抽氣速度視被分離物質（氣體或蒸氣）與吸收劑的作用速度而定：例如，溶解度，化學反應的速度等等。

若採集空氣樣品的目的是分析所含的灰塵，當空氣運動沒有規律（沒有機械通風）時，則抽氣速度決定於粉塵的比重。粉塵落下速度

越快，則抽氣速度應當越大。

當加工零件時粉塵由機床拋出的情況下，應對着粉塵運動垂直的方向採氣，其速度要能克服顆粒的運動能，並在採樣方向中使運動停止。若氣流是有規律的，例如，在通風裝置的風道中，則採氣方向與氣流相反，速度應比空氣在風道中運動速度較大。

在各論所介紹的各方法中都規定了採樣的速率，但是估計生產設備中所有的特殊性是不可能的，所以我們還要強調，必須仔細的熟悉生產過程以及其他影響毒物在空氣中分佈的條件，如強烈的熱源存在，局部或全面通風的作用，自然通風（門窗的啓閉）的作用等等。

為了使測得的結果確實可靠，必須在同一地點同時至少採兩個樣品，兩個吸收器必須相鄰安放，兩個採集管必須平行放置，相同樣品測定結果之差不應超過10—20%。

採集空氣樣品的方法 採集空氣樣品的方法有抽氣法，換氣法及抽真空法。

抽氣法是用抽氣瓶或抽風機將空氣抽過能截住空氣中欲測物質的吸收器。

換氣法是用要測的生產環境的空氣將採樣瓶中原有空氣換出。

抽真空法是預先將採樣器具中空氣抽空。

抽氣瓶 抽氣瓶是最常用的儀器，用它可以抽取空氣同時測量抽過空氣的體積。

抽氣瓶的裝圖法如下（圖1）；在兩個約3—5升大的玻璃瓶1上配上緊塞的橡皮塞2，每個上面插入兩個玻璃管：一個是3直接插到瓶底上面一點，另一個4止於瓶頸處，管應為厚壁者，內徑8毫米，鑽塞子孔時必須用好鋼質的快利的鑽孔器，鑽孔時用甘油或濃礮液將鑽孔器潤滑，管的外端燒彎成直角。管子應緊密插入打好的孔中。

將一個大玻璃瓶裝水至瓶頸處，塞好，為了檢查儀器的各部份是否漏氣，在裝水的大瓶的長玻璃管上接上一根比瓶高長些的橡皮管，

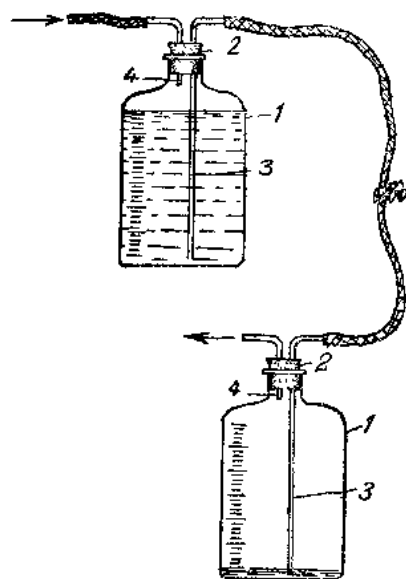


圖 1 抽氣瓶裝置圖

- 1 — 大玻璃瓶； 2 — 塞子 3 — 長管
(虹吸管) 4 — 短管

筒，每次放 100 毫升，逐漸將水放出，劃下刻度，每 1 升劃一長線，0.5 升劃一短線，同樣刻第二個瓶。

刻好度的瓶上的分度用油漆劃好或在蠟上塗氫氟酸蝕去玻璃。用抽氣瓶進行採樣的方法如下：裝水於一個玻璃瓶中至最上刻度以上，第二個瓶子空着放在第一個下面。用長 1.25~

上面夾一螺旋夾。旋開夾子，由短管用嘴吹，直至水開始通過長管流出，然後用小套帽將短管塞上。水還繼續流一會兒，但若大瓶是密不漏氣的，水流應很快就停止，同樣地再檢查第二個瓶。

然後進行瓶的刻度，為此可由瓶中放一部份水至量筒中，記下瓶中水面為 0，為了準確的刻度，必須在瓶上由上至下粘上一條劃刻度用紙，或預先把瓶上要刻劃的地方擦淨用銳利的玻璃筆刻劃，然後在長橡皮管口下放一個一升的量

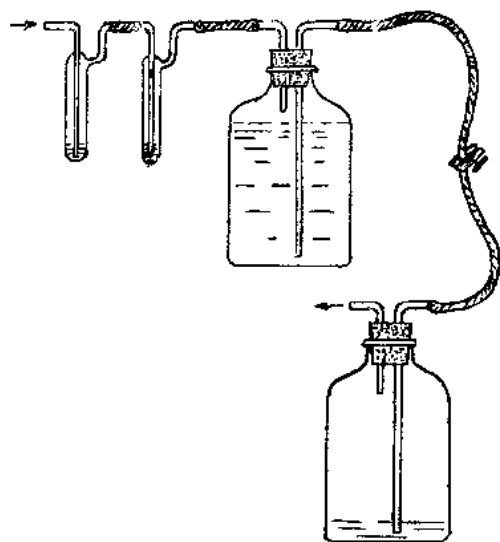


圖 2 吸氣管與抽氣瓶連接圖

1.50米帶有螺旋夾的橡皮管將兩瓶的長管連上(見圖1)開開螺旋時空氣即經過短管進入瓶中,使水流入下面一個瓶中,直至上面一個瓶的水面達到最上一個刻度時將夾子旋緊,在上面瓶的短管上用帶夾子的橡皮管接上吸收器,各吸收器間的連結及其與抽氣瓶連結的次序見圖2。以螺旋夾調節抽氣速度,當水達到上面一個瓶子的最下一條刻度時,旋緊連接兩瓶的橡皮管上的夾子,拆下吸收管,將兩瓶互換,再繼續抽氣。金屬做的抽氣瓶,用起來是很方便的,由旁邊裝好的玻璃管可以看出水面的高低(圖3)。

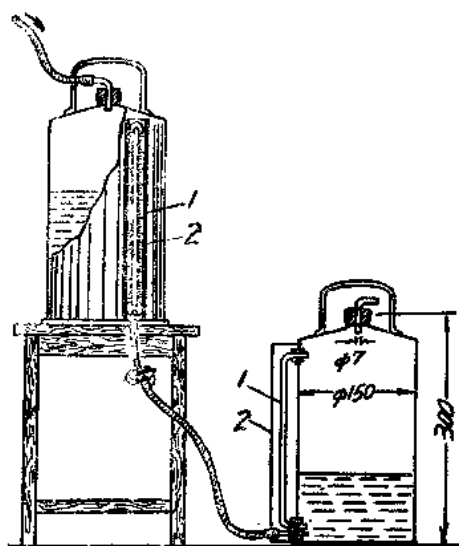


圖3 金屬製抽氣瓶

1—玻璃管水面標尺, 2—保護槽

抽風機 用抽氣瓶抽氣速度不大,需要用較大速度時使用抽風機(圖4),抽風機又叫做吸塵機。

將它裡面的布口袋取下,並在它的進氣口配一個塞子,在塞子上打幾個洞,插入幾根玻璃管或金屬管以同時抽數個樣品,或在塞子上打一個洞而插入一分支管(如圖4)。

抽風機一般不能克服300毫米水柱(25毫米水銀柱)以上的阻力。

少量空氣的採集 若分析只需要少量空氣時就可將空氣採入1—3升的玻瓶或100—500毫升的採氣管中。

玻瓶上要裝有帶兩玻管的塞子(見圖1);採氣管需有磨口嚴

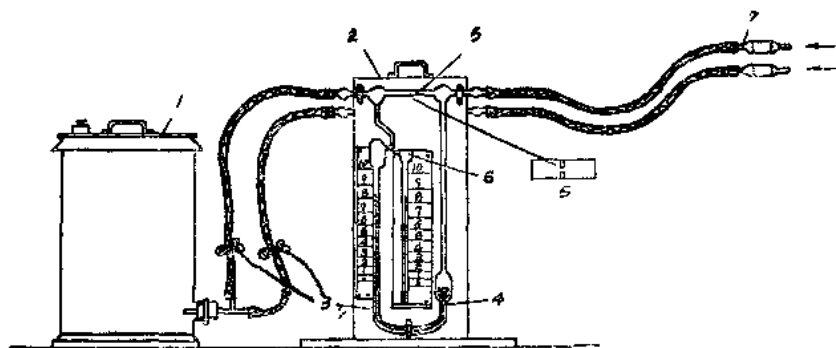


圖 4. 用抽風機及氣流計抽風裝置圖。

1. 抽風機 2. 雙面氣流計 3. 夾子 4. 第一個氣流計管
5. 隔板 6. 第二個氣流計 7. 集塵管

密的活栓（圖5.甲），或有帶塞的橡皮管（圖5.乙），用採氣瓶及採氣管有兩種採集樣品的方法。

換氣法 通過採氣瓶或採氣管抽過六倍體積被測空氣；然後將瓶蓋嚴、用這種方法不能採集含有易吸着於器壁的蒸氣的空氣樣品，如二氧化硫，氟化氫等。

抽真空法 由採氣瓶或採氣管抽出空氣，將瓶移於採樣處所，打開活栓，使被測空氣進入瓶內，過一會後，將瓶塞好。抽真空用的瓶子裝有帶活栓的磨口塞（圖6.3）或插有玻璃管的橡皮塞上有夾子或小套帽，用任何種抽氣機將空氣抽至剩餘壓力不超過 10 毫米水銀柱。

若抽真空的容器在抽出空氣以後一兩天才用時，則應在採氣前將容器連於真空壓力計上檢查剩餘壓力。

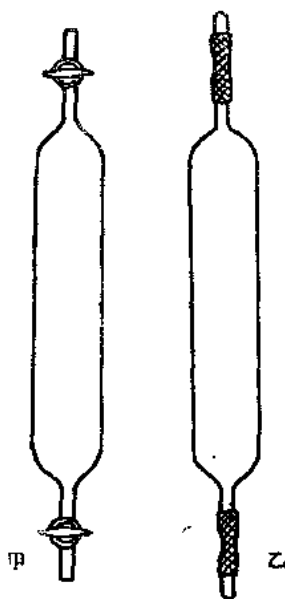


圖5. 採氣管

甲—有活栓採氣管

乙—無活栓採氣管

抽真空時應將容器放在厚布的口袋中，或結實金屬網做的套子中則更好，因為抽空的容器有時會炸碎。

剩餘壓力的測定法 爲了測定容器中的剩餘壓力，可用一個三通

管連一閉管壓力計或開管水銀壓力計來測量（圖 6）。

閉管壓力計（圖 6.2）是一個一端封死的壓力計管，當裝滿水銀至頂端的左柱中壓力減少時，水銀開始下降，而在右柱中上升，按放在兩玻管中水銀面的高度差，記下剩餘壓力。

開管壓力計 是一個長 800 毫米，裝水銀半滿的 U 型管，管的一端彎成直角；接上三通管使壓力計連於容器與抽氣機間，右管與左管的水銀高度差表示容器中壓力減少量（空氣稀薄度），以毫米水銀柱表示，用毫米格紙條來計數，在實驗室中，將氣壓計固定在牆上使用。

所量壓力改變較少時，用同樣構造的高 30—50 厘米的水柱壓力計是很方便的，

用橡皮球胆採取空氣樣品 採取一氧化碳的樣品可以用足球胆，橡皮的氣枕等等，可以用手搖的或電動的抽氣機或自行車打氣筒，把它盛滿被檢的空氣。預先將球胆壓扁，用夾子將球胆口夾好，或預先用被檢空氣充滿又放出幾次將球胆內洗一洗，這樣地準備好以後，再將被檢空氣裝滿。爲此用打氣筒打進球內被檢空

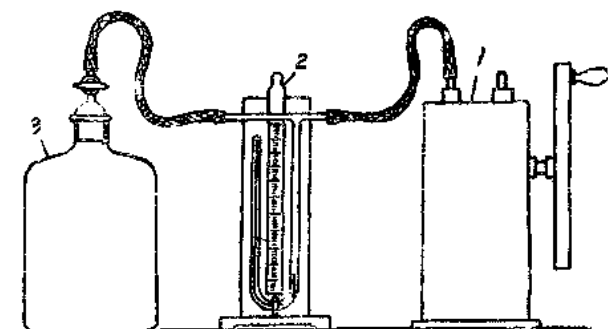


圖 6 由容器中抽出空氣的儀器聯接圖：

1. 一手搖真空抽氣機；
2. 一真空壓力計；
3. 一帶瓣口塞及活栓的玻璃瓶；

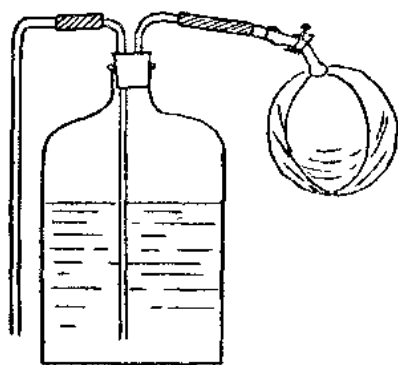


圖 7 用橡皮球胆採取空氣樣品

氣，把盛滿以後的球胆用螺旋夾或玻璃棒封好，帶到實驗室中去，在那裡將氣體用放水的方法移入玻璃瓶中，因為長時間保存時，球胆中的氣體可能透過橡皮擴散，

這個氣體採樣法只可用於很少幾種物質，二氧化硫，硫化氫，碳氫化物等等不可採入橡皮球胆中，因為這些氣體透過橡皮擴散或溶於橡皮。

分析用球胆採的空氣時，可將樣品如圖 7 所示的樣子移入玻璃瓶中。

(3) 空氣體積的測量

孔口氣流計： 用抽氣瓶採樣時，直接以瓶上刻度量出抽過空氣的體積，用抽風機採樣時，用孔口氣流計測量空氣的體積。

孔口氣流計構造如下：(圖 4)在水平管兩端連一個氣壓計管 4，裝上染了色的煤油，在水平的玻璃管中間有一個隔板 5，(當中有一個圓孔)，也可以用細玻璃管代替隔板。

當空氣流由帶隔板的水平管中通過時，空氣壓力在隔板前面比後面大，由於隔板孔徑或細玻璃管內徑的不同，這壓力差可大可小，因此管 4 中的液體就升高。

兩液柱中的壓力差的大小在隔板相同的條件下隨氣流速度而變。

孔口氣流計刻有不同的速度，通常由 0 至 10—25 升/分左右。又因為一個抽風機常採幾個樣品，故在一個板上常常裝兩個孔口氣流計。

採樣時在孔口氣流計入口連吸收器，出氣口連抽風機(見圖

4), 適合每分鐘 5—30 升流速的氣流計管尺寸見圖 8。

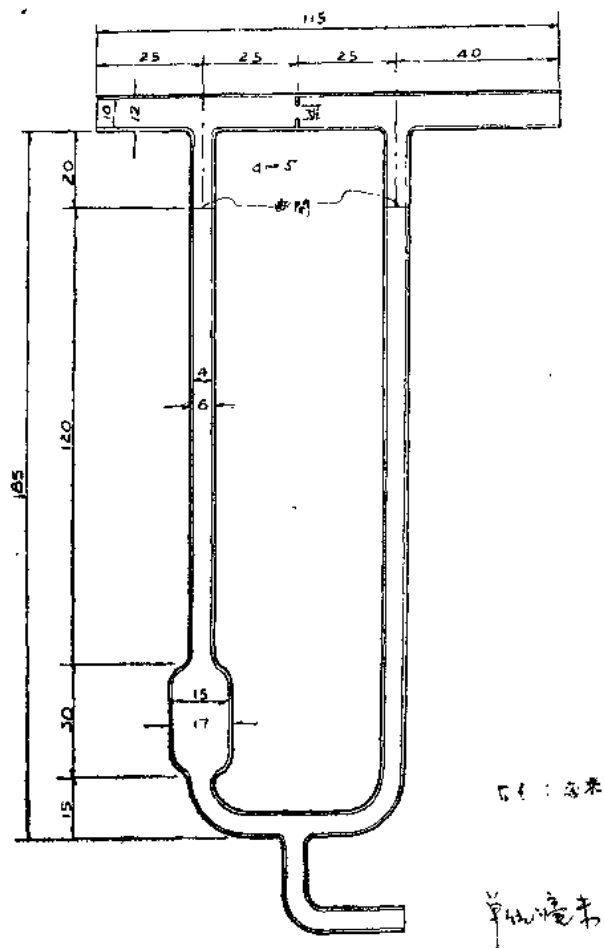


圖 8 孔口氣流計管

氣流計中看壓力差用的液體可以用水、酒精、硫酸、水銀等，流速相同時，由於液體密度不同，各種液體的液柱差也不同，密度最小的液體液柱差最大。通常是用水，爲了讀數的方便，加幾滴染料（藍墨水或美藍溶液）染色。

每個氣流計都應預先校準過，校準用的儀器如圖 9。

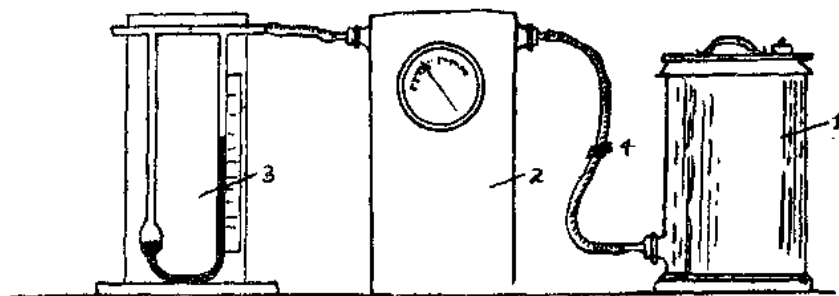


圖 9 氣流計校準用裝置圖

將抽風機 1 與乾式流量計 2 相連，乾式流量計再與孔口氣流計 3 連接。首先觀察孔口氣流計玻管中液面位置，在劃氣流計刻度用的座標紙上作一記號，一般採樣時抽氣速度在 5—25 升/分之間，故開始時先校正最高速度——25 升/分，先扭緊螺旋夾 4，開開抽風機 1，然後慢慢打開螺旋夾 4，同時注意氣流計玻管內液面升高情況，繼續打開螺旋夾至氣流計玻管內液面升高至頂端時爲止，此時用停錶記錄乾式流量計一分鐘所流的氣體量的升數，如此時不足 25 升/分，可將氣流計上夾子 5 打開放出一部分液體，再照上法試驗，如可達到 25 升/分，即進行校正，首先調節螺旋夾 4 使乾式流量計一分鐘流過準 25 升，記下氣流計中液面位置，此刻度即爲 25 升/分。同樣校正 20 升/分，15 升/分，10 升/分及其他需要的速度，以備應用。

轉子流速計（圖 10）是一個上端較粗的垂直玻璃管，管中有一錐形轉子，當空氣流由下向上通過時，轉子即懸於一定的高度，空