

廠房空氣中
有害物質測定法

人民衛生出版社

廠房空氣中 有害物質測定法

著 者

M. B. 阿列克謝耶娃 B. E. 安德羅諾夫

C. C. 古爾維茨 A. C. 日特科娃

譯 者

汪家興 杭世平 金 威

馮肇瑞 劉玉堂 線引林

關窩輝

校 者

線引林

人 民 衛 生 出 版 社

北京

內 容 提 要

本書是供從事廠房空氣檢查的化學家和實驗室工作者用的。工業通風衛生技師、安全技術工作者及在勞動保護方面工作的衛生醫師都用得到這本書。

書中介紹了在實際對空氣進行衛生化學檢查時應用得最廣的、各種工業部門的廠房空氣中有害物質的測定方法。

書中敘述了測定中的所有技術細節，使化學家或實驗室工作者即使遇到某種不常做的分析也能分析出來廠房空氣中有害物質的含量。

М. В. Алексеева, Б. Е. Андронов,
С. С. Гурвич, А. С. Житкова

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ

В ВОЗДУХЕ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Издание Второе

ГОСХИМИЗДАТ • 1954 • МОСКВА

廠房空氣中有害物質測定法

開本: 890X1168/32 印張: 13 7/8 插頁: 4 字數: 380千字

線 引 林 等 譯

人 民 衛 生 出 版 社 出 版

(北京書刊出版業營業許可證出字第〇四六號)

• 北京崇文區錢子胡同三十六號 •

人民衛生出版社印刷 • 新華書店發行
長春印刷廠

統一書號: 14048 • 0888

定 價: (9) 2.00 元

1956年9月第1版—第1次印刷

(長春版) 印數: 1—4,200

第一版序

建立健康安全的劳动条件的工作在苏联的工業企業中廣泛而有計劃地進行着，這工作要求正確地進行空氣狀況的檢查。在許多極不同的工業部門（首先是化學工業）中，經常要與污染廠房空氣的氣體、蒸氣及灰塵狀的物質進行鬥爭。這些物質在一定的條件下會不利於工人的健康，有引起爆炸危險等。所以有專門的勞動保護實驗室（工會的、地方保健機關的及企業自己的）進行空氣的檢查以查明含於空氣中的有毒的或爆炸性的物質的濃度。

現代的工業中非常廣泛地應用着化學過程，在一定的條件下化學過程能成為有毒氣體及蒸氣的逸散源。

在多數的企業中工人可能與引起職業病或職業中毒的物質直接接觸（當違反了勞動保護的規定時）。

當然，可能與有毒物質接觸並不表示對工人一定有危險。但是所謂的工業毒物若散佈得比較顯著時就必須經常大量檢查空氣。許多工廠的化學實驗室應當直接參與這項工作。為進行這種檢查，不可避免地會有多數的實驗室工作者要參加工作，而他們之中有很多是沒有受過專門訓練的。對這一部分工作者需要詳盡易懂地敘述檢查方法，簡單而明確地指明所有的分析細節。

在蘇聯的專門文獻中有很多闡述空氣中微量有害物質測定方法的論文及參考書。雖然如此，本書是極適時而有價值的。

實驗室工作者使用本書就不用再獨自去選擇測定方法了*。

書中介紹了測定廠房空氣中工業毒物及灰塵的方法。工業毒物的種類若列舉出來可能包括很大一個數目的物質，而這裡只介紹了主要的在生產中最常遇到的有害的、有火災及爆炸危險的物質的測定方法。

正確地按照本書中的指示去作，就能保證測定的準確度。

* 本書中所介紹的方法是由蘇聯總工會勞動保護研究所和勞動衛生研究所擬定的。

当然，分析結果的正确評價是依賴於測定的精密性与正确性的。为此必須：(1)正确地組織測定工作（正确地選擇厂房中採取空氣樣品的地點，採取足夠數目的樣品，週全地考慮採樣的條件等）；(2)正确地評價測定所發現的空氣中有害物質的濃度。

要達到第一項條件就要求進行檢查的人了解生產環境在各種情況下的特點。例如，需要經常測定厂房空氣中爆炸危險物的濃度時，則只須確定某一個或幾個最有代表性的地點，在那里反復採集樣品。若需要評價新建成的或現有的通風設備的效率時，必須在有利害關係的某一作業場所（或某些作業場所）及在某一局外的地點（在過道或作業場所旁邊）進行採樣。在許多情況下必須注意到所研究的通風設備在其工作的情況下（及在其停止工作時）氣體在空間的散佈特性，在不同高度的水平面上採樣。這時最好在每一地點採取對照樣品。若需要在試驗新的生產過程或生產設備時評價勞動條件，則採樣地點的選擇必須考慮到可能逸出有害物質的地點，而採樣時間要考慮到生產過程的各個階段及其環境條件。

所以，只要認真地全面地考慮到所檢查的空氣在各種情況下的所有條件，就能免除所得結果的偶然性或沒有根據。

對檢查時所得到的厂房空氣中有害物質的濃度的評價，一般是由專門培養的在工業衛生方面工作的衛生醫師來做。

但是在很多情況下，最先進行評價的是企業的技術人員、化學分析人員、勞動監督機關。在這樣的情況下基本的標準是「工業企業設計衛生標準」所規定的空氣中有害物質的最高容許濃度*。被當做最高容許限度的濃度，即使是長時間繼續地（6~8小時）作用於工人也不會對工人的健康引起不利的影響。

當分析在同一地點所重複採取的空氣樣品時，往往能得出不完全相符合的結果。這是由於厂房空氣的自然變動所決定的。當評價相似的結果時必須記住，僅當所得濃度值是在同一位數字上時才可以由測定同一地帶或地點的空氣樣品所得數個結果中導出平均數。當存在個別差別極大的高濃度時，必須重做測定。

* 參看本書附錄2。——譯者

對於現行衛生法規中尚未規定最高容許濃度的那些有害物質，只可由國家衛生監督機關或以諮詢勞動衛生研究所的方式來評價它們的空氣中含量測定的結果。

醫學博士 З. И. Израэльсон 教授

第二版序

近年來對工業企業勞動條件進行衛生監督的專門實驗室的數目增加了很多。這些實驗室的主要任務之一就是檢查廠房的空氣，以測定對健康有害的物質的濃度。本書中敘述了檢查空氣的方法。

當準備再版的時候，著者們曾盡力根據工業中的變化（如出現了很多新的生產部門，生產過程的改善和改變，新應用的原料等）作了增訂和修改。此外，著者們考慮了本書第一版出版以後所收到的意見。

著者識

目 錄

緒論	1
被測物質的聚集狀態	1
分離被測物質的方法	2
採集空氣樣品的的方法	3
空氣體積的測量	6
少量空氣的採集方法	8
剩餘壓力的測定法	9
空氣體積換算成標準狀況下的方法	9
吸收儀器	10
比色及比濁用儀器	16
空氣中有害物質定量測定方法	17
比色測定法	18
比濁測定法	21
滴定測定法	21
空氣中有害物質濃度表示法	22
氟化氫	23
比色測定	23
快速測定	26
氯	27
比濁測定	28
比色測定	30
滴定測定	34
氯化氫	35
比濁測定	35
氯和氯化氫。共同存在時的分別測定	37
溴	40
比濁測定	40
滴定測定	41
溴化氫	42
比濁測定	42

溴和溴化氫。共同存在时的分別測定	44
二氧化硫(亞硫酸酐).....	46
比濁測定	46
快速比色測定	48
硫化氫.....	51
比色測定	51
快速測定	55
二氧化硫和硫化氫。共同存在时的分別測定	57
二硫化碳	57
比色測定	58
硫化氫和二硫化碳。共同存在时的快速分別測定.....	60
硫醇	63
比濁測定	63
硫醚	65
比濁測定	65
一氯化硫	68
比濁測定	69
比色及滴定測定	71
硫酸(霧)	74
比濁測定	74
二氧化硫和硫酸(霧)。共同存在时的分別測定	78
氫氧化鉀和氫氧化鈉(霧)	78
滴定測定	79
第一法(79) 第二法(81)	
氨	81
比色測定	82
快速測定	86
氮氧化物	88
比色測定	89
第一法(89) 第二法(94)	
快速測定	96
氰化氫(氫氰酸)	97
比色測定	98

第一法(98) 第二法(100)	
臭氧	102
比色測定	103
滴定測定	105
砷化氫	107
比色測定	107
磷化氫	110
比色測定	110
砷化氫和磷化氫。共同存在时的分別測定	111
三氧化二砷	114
比色測定	114
汞	117
比色測定	117
比濁測定	119
汞蒸氣的定性測定	122
氯化汞	123
比色測定	123
汞和氯化汞。共同存在时的分別測定	124
二乙汞	125
比色測定	125
氯化乙汞	128
比色測定	128
二乙汞和氯化乙汞。共同存在时的分別測定	129
二乙汞、汞和氯化汞。共同存在时的分別測定	132
鉛	134
比濁測定	135
第一法 (135) 第二法(138)	
四乙鉛	140
比濁測定	141
低濃度的測定	141
高濃度的測定	143
鉛和四乙鉛。共同存在时的分別測定	145
氯化鋇	147

比濁測定	147
氧化鎘	150
比色測定	150
氧化銅	152
比色測定	153
氧化鋅	155
比濁測定	156
硫酸鋅和硫酸。共同存在时的分別測定	159
銻	161
比色測定	162
第一法(162) 第二法(165) 第三法(166)	
三氧化鉻	168
比色測定	168
鉬	170
比色測定	170
錳氧化物	173
比色測定	174
第一法(174) 第二法(178)	
硒	179
比濁測定	180
二氧化硒	182
比濁測定	182
硒和二氧化硒。共同存在时的分別測定	184
含矽工業灰塵	185
重量測定(游離的和化合的矽酸總量的測定)	186
矽酸鹽存在时的二氧化矽	189
重量測定	189
氯甲矽烷基衍生物	191
比色測定	192
四氯化矽	194
比色測定	195
矽酸乙酯	196
比色測定	196

二氧化碳	197
微量滴定測定	198
電導測定	207
一氧化碳	207
微量滴定測定	208
電導測定	217
碳氫化合物(汽油, 溶漆油, 揮發油, 煤油等)	225
乳濁法	226
燃燒法	229
第一法(229) 第二法(236)	
用氣體分析器測定碳氫化合物	238
油霧(礦物油)	243
比螢光法	244
松節油	249
比色測定	250
乙炔	252
比色測定	252
環氧乙烷	256
微量滴定測定	256
比色測定	259
苯	263
比色測定	263
第一法(263) 第二法(268)	
甲苯	270
比色測定	271
第一法(271) 第二法(275)	
苯和甲苯。共同存在時的分別測定	277
二甲苯(三種異構體的混合物)	279
比色測定	279
溶劑油	281
萘	281
比色測定	282
硝基苯	285

比色測定	285
間二硝基苯	286
比色測定	286
三硝基甲苯(TNT)	289
比色測定	289
四硝基甲替苯胺	291
比色測定	291
三硝基甲苯和四硝基甲替苯胺。共同存在时的分別測定	294
对硝基氯苯	297
比色測定	297
苯胺	300
比色測定	301
二甲替苯胺	304
比色測定	304
快速測定	306
二乙替苯胺	308
快速測定	308
对苯二胺	311
比色測定	311
联苯胺和联苯胺硫酸鹽	313
比色測定	313
第一法(313) 第二法(315)	
联大茴香胺鹽酸鹽	317
比色測定	317
重氮胺基苯	320
比色測定	320
氯代碳氫化合物(脂肪族)	322
比濁測定	323
第一法(323) 第二法(327)	
氯代碳氫化合物和其他不含氯的溶剂。共同存在时的分別測定	330
氯苯	334

比色測定.....	334
第一法(334) 第二法(335)	
三氯苯(三種異構體的混合物).....	337
比色測定.....	338
二氯二苯三氯乙烷(二二三).....	339
比濁測定.....	339
快速測定.....	341
氯萘	344
比色測定.....	344
甲醇	346
比色測定.....	346
甲醇和醋酸甲酯。共同存在時的分別測定.....	349
乙醇	350
滴定測定.....	351
正丁醇	353
滴定測定.....	353
異戊醇	355
滴定測定.....	355
酚(石炭酸).....	355
比色測定.....	356
第一法(356) 第二法(358)	
甲酚(三種異構體的混合物).....	359
比色測定.....	359
α -萘酚	362
比色測定.....	362
β -萘酚	364
比色測定.....	364
對苯二酚	367
比色測定.....	367
間苯二酚	369
比色測定.....	370
甲醛	371

比色測定	371
丙烯醛	374
比色測定	374
第一法(374) 第二法(378)	
甲醛和丙烯醛。共同存在時的分別測定	380
丙烯腈	383
比色測定	383
糠醛	385
比色測定	386
丙酮	388
滴定測定	388
比濁測定	390
乙醚	393
滴定測定	393
酯類	395
滴定測定	396
醋酸乙烯酯	400
比色測定	400
溴定量測定	402
工業灰塵	404
快速重量測定	405
第一法(405) 第二法(408)	
重量測定(標準法)	409
附錄	413
1. 工業氣體分析	413
2. 廠房作業帶空氣中有毒氣體、蒸氣及灰塵的最高容許濃度	420
3. 廠房作業帶空氣中無毒灰塵的最高容許濃度	422
4. 將氣體體積換算成標準狀況的換算圖	423
5. 鹽類命名表	424
6. 標準狀況下以升計算的氣體或蒸氣的克分子體積	425
7. 水蒸氣壓力	425
8. 各種號多孔濾板的最大抽氣速度	425
參考文獻	426
索引	427

緒 論

被測物質的聚集狀態

厂房的空气不是均質的。常常並非事先就知悉污染空气的物質以什么狀態存在；有时它能同时以多种狀態存在，例如以蒸气的形式和气溶膠的形式同时存在。

从事空气分析的化学工作者应首先查明要測的物質以何种狀態存在，而只有熟悉空气污染源的生產过程以后才能做到这一点。

研究生產过程——这是化学工作者分析厂房空气的第一步工作。

下一步是將被測物質分离为可進行分析的形式。

污染空气的物質能以气体（或蒸气）的形式，以气溶膠或灰塵的形式存在於空气中。

氣體或蒸氣 气狀的及蒸气狀的物質在厂房中按照它們对空气的比重而分佈。这些物質由於空气溫度的关系向垂直方向或水平方向散佈，或由於厂房內空气的移动而散佈。气体及蒸气在空气中以与空气流相同的速度移动。

氣溶膠 若蒸气由於溫度降低开始变成液体狀態（有时眼睛可以看見的極細小液滴——就是霧），那么移动的情况就变了。極細的液滴外面包住一層蒸气的薄膜，液滴直徑愈小，蒸气压力愈大。霧就是气溶膠的一种。

气溶膠不只是液态的，也有固体的，其顆粒直徑在 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 以下。直徑小於 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 的顆粒不断地向各方向作無次序的运动。直徑大於 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 的液体或固体顆粒服从万有引力定律；它們極慢地下落，其直徑愈大，下落愈快。

灰塵 灰塵是直徑大於 $1 \times 10^{-5} \text{ cm}$ 的固体气溶膠顆粒。

灰塵的下落速度依其顆粒重量而变。空气的流动使灰塵不向

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。

分離被測物質的方法

根據被測物質存在狀態的不同而使用不同的分離方法。

當物質以氣體或蒸氣狀態存在時，最常用的分離法，是使空氣通過盛有液體的吸收器，這樣，被測物質即溶解或截留在液體中。

以液體氣溶膠（眼睛看不見的細小液滴或霧）狀存在的物質，不可用使空氣通過液體的方法來分離。為了吸收氣溶膠必須使小顆粒觸及某種固體的表面（棉花，木質素）；此時顆粒就聚集起來而附着在固體表面上。也可以使空氣通過一種特殊的裝有液體的吸收儀器，在此種儀器內，空氣通過吸收液的速度改變很大，因此也可以使顆粒聚集；加入形成泡沫的物質可以加速這一過程。

若含於空氣中的物質以固體氣溶膠或灰塵狀態存在，則宜使空氣以較大的速度通過固體吸收劑，顆粒觸及吸收劑上時就聚集而附着。例如，使煙通過濾紙片時固體顆粒即附着在紙上。

選擇吸收儀器的型式，要根據存在於空氣中物質的聚集狀態。

在所有情況下都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）與吸收劑相互作用的速度而定：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測定其中所含的灰塵，當空氣沒有規律性的運動（通風）時，則抽氣速度決定於灰塵的比重。抽氣速度應當比灰塵顆粒落下的速度大。

當灰塵是在加工零件時由機床上拋出的情況下，應以與灰塵運動垂直的方向採氣，速度要能克服顆粒的運動能，並在採樣所需的方向中使運動停止。若空氣的運動是有規律的，例如在通風設備的風道中，則採樣方向與空氣運動相反，速度應比空氣在風道中運動速度較大。

在後面所介紹的各測定方法中都規定了採樣的速度，但是估