

通 风 除 尘

B. B. 庫切魯克 著

建 筑 工 程 出 版 社

通 风 除 尘

李 意 天 译

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1 9 5 9 •

內容提要 本書可供工程技術人員——供熱與通風專家在設計和驗收除塵裝置時作參考書使用。

書中闡述了應用最廣的除塵器和過濾器的構造和作用，引述了評定這些裝置效率的方法，選擇某種型號、結構和尺寸的技术經濟依據，並對各種裝置的安裝和使用作了指示。

本書並載有許多改善及簡化設計的參考材料。

原本說明

書名 ОЧИСТКА ОТ ПЫЛИ ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ
И ПРОМЫШЛЕННЫХ ВЫБРОСОВ

著者 В. В. Кучерук

出版者 Государственное издательство литературы
по строительству и архитектуре

出版地点及年份 Москва——1955

通 風 除 塵

李意天 譯

1959年3月第1版 1959年3月第1次印刷 3,860册

850×1168· $\frac{1}{32}$ · 180千字 · 印張 7 $\frac{1}{4}$ · 定價(10) 1.00元

建築工程出版社印刷廠印刷 · 新華書店發行 · 書號:1103

建築工程出版社出版(北京市西郊百萬莊)

(北京市書刊出版業營業許可証出字第052號)

原 序

苏联对于大气的除污給予很大的注意。

新的电站，黑色和有色冶金工厂以及其它因灰尘和其它有害杂质可能污染大气的企业和生产部門的设计，如其中不规定有效的工业排出物的净化装置，就不能被批准。新的工业项目，如到投入生产时，气体净化结构物尚未安装就绪，则不能付诸使用。

苏联，由于现有企业的改建，新设备的安装，生产的机械化和强化以及工艺过程的改善，生产能力在不断地增长，同时也就要求改装通风装置和气体净化装置。

此项改装工作是根据工业企业设计卫生标准（H 101-54）进行的，该标准严格规定了通风装置的排气以及进气中的灰尘和其它杂质的最大允许浓度。

设计者应正确地选择和计算除尘装置的必需的型号、结构和尺寸。

为了保证除尘装置有适当的安装质量，安装工应熟悉除尘器和过滤器的构造和作用，以及对这些装置所提出的使用要求。

空气和气体除尘装置的使用是很复杂的事情，它要求知识和认真地执行规则，如不遵守这些规则，装置就不可能达到设计的效率。

作者尽力将今天急需解决问题的资料列入本书。

譯 者 的 話

本書是苏联專家 А·А·庫尔尼柯夫 (Курников) 同志推荐翻譯的。原書中的一些錯誤都經他亲自作了修改。在翻譯过程中还給譯者許多帮助，在此譯者首先向热誠帮助并关怀我国建設的国际友人——庫尔尼柯夫專家表示衷心的感谢。

本書比較詳細地叙述了各种除尘器和过滤器的結構和作用，評定除尘效率的方法以及选择除尘器和过滤器的技术經濟依据；收集了很多难得的資料，并对除尘装置的安裝和管理作了指示。因此，本書可以作为供热与通风工程师在設計、安裝、驗收和使用除尘装置时的重要参考資料。

此外，本書还指出了除尘技术的发展方向，这对研究工作会起良好的指导作用。

毫無疑問，本書譯成中文出版，將对我国的社会主义建設和改善工厂劳动卫生环境起有益的作用。

由于譯者业务水平有限，翻譯时虽尽最大努力，不免仍有欠妥之处，尙希讀者批評指正，以便再版时修正。

本譯稿承欧阳升工程师作了技术审閱，附此致謝。

李 意 天

1958年7月16日于北京

目 录

譯者的話

原 序

第一章 生产厂房內空气中的灰尘	(7)
1. 空气分散系	(7)
2. 空气含尘量的鑑定	(8)
第二章 确定空气含尘量的方法	(19)
1. 空气或气体內灰尘重量的确定	(19)
2. 灰尘分散成分的确定	(29)
3. 微粒真假比重的确定	(44)
第三章 空气的除尘	(51)
1. 对工业排气、通风排气及进气除尘的卫生要求	(51)
2. 对空气除尘效率的評定	(53)
3. 除尘器及过滤器的效率試驗	(58)
4. 空气除尘方法的分类	(61)
第四章 最常使用的除尘器及过滤器的结构	(64)
1. 除尘器	(64)
2. 多孔过滤器	(121)
3. 电过滤器	(171)
第五章 用于排除和淨化含尘空气的单独通风除尘机组	(179)
第六章 几个除尘装置安装实例	(189)
第七章 除尘装置的类型、构造和尺寸的选择	(202)
1. 除尘装置的设计技术任务書	(202)
2. 除尘装置的比較評定与选择	(205)
3. 預防灰尘着火、爆炸或減輕其后果的措施	(213)
第八章 除尘装置的管理	(216)
第九章 除尘装置技术和提高捕尘效率方法的发展远景	(221)

第一章 生产厂房内空气中的灰尘

1. 空气分散系

当空气或气体除尘时，势必与含有呈悬浮状态的细小固体物质的气体或空气介质发生关系。在此种情况下固体物质（灰尘）叫做分散内相，而含有固体物质的空气或气体叫做分散介质。灰尘的有害性在很大程度上取决于它的分散成分或分散度，即组成灰尘的物质的粉碎程度。

灰尘微粒的分散度用线尺寸确定^①。

分散物质的一系列基本特性（电荷，气体的吸附作用，浸湿性等等）与悬浮于气体介质内的微粒的总表面积的大小有关；此表面积随着物质的粉碎程度很快地增加。因此，分散度有时用微粒尺寸的倒数表示更为方便：

$$D = \frac{1}{\delta}。$$

对于空气除尘技术和卫生鉴定工作来说，较比重要的不是微粒的尺寸，而是与这种尺寸相适应的特性，首先是灰尘微粒的沉降速度。

细小的微粒（小于 100μ ）在静止空气内的沉降速度大致与微粒密度和它的线尺寸的平方成比例。

对于其形状与球形体和立方体有显著不同的灰尘微粒，其尺寸不能用一个数字评定。这种微粒的尺寸用沉降速度与其相同的球形微粒的公称（当量）直径表示是比较正确的。

① 测定微粒大小时，一般采用其最大尺寸值。

微粒的結構往往不是密實的，而是海綿狀的，因此這種微粒的密度小於形成此微粒的物質的實際密度，因而其沉降速度也較小。

因此，不按破碎物質的微粒尺寸，而按微粒的懸浮速度表示其特徵是合理的。用這種方法表示灰塵的分散度，其物理特性以及衛生技術特性均可完全表示出來。

迄今我們討論的是所有灰塵微粒尺寸均一樣的單一分散系。

在實際當中卻會遇到含有1微米到100微米的灰塵的多种分散成分的複雜系。

由於微粒的尺寸不同，必須用百分數表示某一微粒組在微粒總重或總數中的含量。在除塵技術中灰塵分散成分一般用下列几組尺寸（微米）表示：0—5，5—10，10—20，20—40，40—60和60以上。

尺寸在 60μ 以上的微粒一般不再分組，因為這些微粒幾乎用所有除塵器和過濾器均可捕集。必要時可將大於 60μ 的顆粒再分為下列几組：60—80，80—100，100—250，250—350 μ ，在個別情況下達到540 μ 。

在衛生技術實踐中，將顆粒分為下列尺寸（ μ ）：1以下，1—2，2—3，3—5，5—10，10—25，25—50，50—100和 >100 。

2. 空氣含塵量的鑑定

工業企業設計衛生標準（H 101-54）中空氣的含塵量，用1立方公尺空氣中所含灰塵的重量（毫克）來評定。在這種情況下不考慮灰塵的分散成分。

在實際條件下，勢必遇到空氣中的粗分散的和細分散的懸浮物，它們之間的通用界限沒有規定。

例如，在采礦工業中鑽探灰塵按大小分為下列几類：

- （1）鑽孔的岩粉——直徑大於1公厘的微粒；
- （2）鑽孔的灰塵——1—0.05公厘（ 50μ ）；

(3) 細(分散的)尘—— $50\mu-0$ 。

橫向尺寸大于 100μ 的微粒占多数(按重量)的悬浮物,我們建議認為是粗分散的悬浮物。

尺寸小于 100μ 的灰尘,我們建議認為是細分散的悬浮物。这种悬浮物可通过ГОСТ4403-4849号篩子。

局部除尘装置所抽出的空气中,灰尘的濃度是极不相同的。例如,由噴砂室抽出的空气中所含灰尘的濃度为2—25克/立方公尺,視此室的大小、砂子的消耗量和噴砂裝置的空气工作压力,以及抽风地点和从室内抽出的空气量而定。随着灰尘濃度的改变,它的分散度一般也随着改变。例如,由噴砂室内抽出的空气,其灰尘的濃度为25克/立方公尺时,小于 10μ 的灰尘含量为5—13%,大于 100μ 者为30—65%,而濃度为2克/立方公尺时,小于 10μ 的灰尘則为27—35%,而大于 100μ 者仅为16%。

在砂箱落砂处时,如由上部側边抽风,抽出空气中的灰尘濃度为0.6—0.8克/立方公尺,灰尘的分散度为小于 10μ 的微粒含量(按重量)为14%;如由下边抽风,抽出空气中的灰尘濃度为13克/立方公尺,而小于 10μ 的微粒按重量仅含3%。

由耐火粘土轉窑排出的气体中的灰尘有下列成分(按重量,以%計):

尺寸大于2公厘的微粒	1.2
尺寸大于1公厘的微粒	1.8
尺寸大于0.5公厘的微粒	6.0
尺寸小于0.5公厘的微粒	91.0

共 計

100.0

在表1內列有一些有代表性的工业灰尘的分散成分、微粒的悬浮速度、在空气中的濃度和比重。

工作房間的空气含尘量的卫生評定,系根据灰尘的質量和数量的特性来进行。

灰尘的質量特性是由其物理性質(分散成分、比重、灰尘微

表 1

序 号	形成灰尘的材料	取尘地点及灰尘的特性	物质的 比重 (克/ 立方公 分)	空气中灰尘的浓度 (毫克/立方公尺)	微粒的重量组成(%)和微粒的悬 浮速度(公分/秒)①										
					微 粒 的 尺 寸 (μ)										
					0—5	5—10	10—20	20—40	40—60	60—110	110—200	200—400	400—600	600—1100	>600
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
1	鑄工車間的型砂 (砂, 粘土, 煤)	取自配砂間篩上之建築結 構 用№ 0053—10000 孔/平 方公分的篩子, 可通過97.22 %	2.32	2000 (在從篩子接出的風管內)	8.58 0.18	11.52 0.72	43.10 2.88	29.21 10.1	4.01 21.6						3.68 —
2	焦 砂	取自下部抽風的落砂機通 過粘性除尘器, 并用布過濾 器捕集	2.42	6000—7000 (在粘性除尘器前的風管內) 1000—1500 (在布過濾器前的風管內)	69.12	2.58	5.42	10.09	9.40	3.48					—
3	焦 砂	取自焦砂隧道內和運輸帶 與運輸帶的調頭處 用№ 0053—10000 孔/平 方公分篩子, 可通過56.5%	2.13	1000 (在從風罩接出的風管內)	6.00 0.165	7.06 0.662	30.39 2.64	38.83 9.55	14.92 20.55	2.80					—
4	焦 砂	取自機房鑄工車間落砂 機上部側面抽風護板的上部 用№ 0053—10000 孔/平 方公分篩子, 可通過18%	2.33	600—800 (在風管內)	7.14 0.181	9.54 0.725	36.78 2.89	26.68 10.2	14.06 21.7	3.80					—

5	馬舍棚(植物質 灰及型砂)	取自风管 先通过两个惰性除尘器, 用№ 0042—16000 孔/平方 公分篩子可通过31.60%	1.75	90—250 (在細繩过滤器前的风管內)	3.24	8.20	14.04	60.48	14.04	0
6	磨料和鋼 床	取自机器制造厂的工具磨	3.60	100—300 (在风管內)	13.04 0.279	12.06 1.12	22.80 4.45	22.92 16.0	29.74 32.9	7.44
7	碳化砂(金剛砂)	取自磨料顆粒分类(按粗 度)篩上的排風罩(用湿法 破碎)	3.11	850—1500 (在自篩子密封罩接出的风 管內) 90—100 (在与篩上抽風罩接出的风 管內)	1.86 0.241	2.40 0.966	14.66 3.86	53.84 13.3	26.10 29.0	2.14
8	煤燃燒时揮发的 灰分	取自用筒式球磨机磨碎 粉状燃料燃燒时的烟道內	—	20000—26000 (在坩堝內)	—	25.60	24.50	23.00	11.90	15.00
9	煤燃燒时揮发的 灰分	取自用井式磨碎机磨碎 粉状燃料燃燒时的烟道內	—	27000—50000 (在坩堝內)	—	10.70	11.20	21.80	15.20	41.10
10	煤燃燒时揮发的 灰分	取自在爐篦上分层燃燒 的烟道	—	1000—5000 (在坩堝內)	—	4.60	4.30	7.70	9.70	73.70
11	水 泥	取自旋风除尘器前的通风 管	2.49	40000—45000 (在从磨碎机接来的风管內)	7.60 0.193	9.02 0.773	23.10 3.08	22.60 10.5	15.14 23.2	18.54
12	粘 土	取自粘土制品厂粘土破碎 机附近的建筑結構	2.65	无数据	12.68	25.82	53.20	1.60	6.00	0.70

① 本栏第一行的数字表示微粒的重量組成，第二行的表示微粒的悬浮速度，“—”表示缺数据。

續表 1

序 号	形成灰生的材料	取全地点及灰生的特性	物質的 重 比 (克/ 立方公 分)	空气中灰生的濃度 (毫克/立方公尺)	微粒的重量組成(%)和微粒的懸 浮速度(公分/秒)									
					微 粒 的 尺 寸 (μ)									
					0-5	5-10	10-20	20-40	40-60	60	7	8	9	10
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11				
13	陶 土	取自陶土制品厂破碎工部 第三层的建筑結構	2.53	650—850 (在螺旋式輸送器后的风管 內)	22.10	18.04	30.90	23.37	4.09	1.50				
14	粉状石英	預制品	2.62	无数据	32.40 0.21	9.70 0.83	7.96 3.35	21.22 12.20	0.08 24.1	28.44				
15	鑽探出的泥砂	用带矩形板的鑽孔器鑽孔 炮孔时取自空孔	—	无数据	—	—	—	91.90	1.30	6.80				
16	型砂, 砂, 地壓 青	从地壓青馬路上扫集而 得。通过粘性除尘器, 用細 繩过滤器过滤	2.20	无数据	9.00 0.175	49.65 0.68	21.90 2.73	18.42 9.7	1.03	0				
17	錳鉄合金(氧化 錳、銅、爐料的 灰生)	取自电爐上方的建筑結構	3.68	900—1200 (在直种风管内)	2.32 0.294	1.00 1.14	20.00 4.57	47.70 16.50	10.35 33.70	18.63				
18	碳 化 鎢	預制材料	17.98	在60000以下	42.14 1.39	33.40 5.58	7.00 21.00	9.96 68.00	4.59 132.00	2.46				
19	鈹鉄合金	从电爐內抽出来的瓦斯中 的昇华物	2.01	小于150	0.50 0.163	10.00 0.62	41.38 2.50	48.05 9.30	0.037 19.80	0.033				

20	土壤(取自吉尔吉斯苏维埃社会主义共和国)	取自汽车部件上的道路灰尘	2.47	未确定	30.50 0.22	5.60 0.87	15.00 3.4	31.00 12.50	5.00 25.50	12.90 —
21	石松子	预制品	1.06	未确定	0 0.082	2.66 0.33	7.72 1.32	79.24 5.25	7.38 11.20	3.00 —
22	电石(石灰, 煤)	取自电石工厂的罐子重間。灰生取自电爐上建筑結構的上部	2.29	600—3600 (在爐上的整风道內)	55.30 0.116	17.80 0.47	14.60 1.80	7.30 8.50	5.00 —	—
23	煤	取自机器制造厂鑄工車間球磨机的抽风管(在除尘器前)	1.57	9500—11500 (在风管內)	0—10 10—20	20—34	—	—	—	>34
24	氯化鋁, 电焊条的涂料	用УОНИ-13焊条的电弧焊接。取自焊接处的上方	4.35	100 (在风管內)	0—4.7 4.7—12.2	12.2 —24	24—34	34—48	>48	—
25	砂	取自大型噴砂室(容积78立方公尺)的抽风管内	2.60	2000—4000 (在风管內)	49.80 —	14.40 —	28.60 —	4.00 —	2.60 —	0.60 —
					微 粒 的 尺 寸 (μ)					
					微 粒 的 尺 寸 (μ)					
					0—5.6 5.6—11.2	11.2 22.4	22.4 48	48—70 70—	>70	—
					27.80 —	8.20 —	19.00 —	12.00 —	10.50 —	22.50 —

續表 1

序 号	形成灰尘的材料	取尘地点及灰尘的特性	物質的 比 重 (克/ 立方公 分)	空气中灰尘的濃度 (毫克/立方公尺)	微粒的重量組成(%)和微粒的懸 浮速度(公分/秒)										
					微 粒 的 尺 寸 (μ)										
					0—5	5—10	10—20	20—40	40—60	60—110	110—150	150—200	200—250	250—300	300—350
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11					
26	砂	取自大型噴砂室(容積10立方公尺)	2.60	4000—6000 (在風管內)	6.00	12.00	6.80	32.80	8.40	34.00					
27	砂	取自小型噴砂室(容積2立方公尺)的抽風管內	2.60	6000—10000 (在風管內)	5.80	8.50	7.90	15.90	15.80	48.10					
28	粘土	取自機械製造厂鑄工車間 球磨机的抽風管內(在除塵 器前)	2.60	10500—14500 (在風管內)	0—8.1	8.1—16.2	16.2—25								
					82.40	13.42	2.20	4.98							
					0.50	2.00	5.00								
29	石棉及少量棉花混 合物	取自石棉紡織車間的机器	2.60	75—225 (在与梳棉机密封罩接出的 風管內)	0—6	6—10	10—24								
					4.60	37.40	52.70	6.30							
					—	—	—	—	—	—					

粒在活性有机組織液体中的可溶性和微粒的硬度)和化学成分(首先是形成灰尘的物質的毒性)决定的。

生产厂房工人停留的地区(作业地区)内空气的含尘量采用下列两种方法确定。

(1)按房間內1立方公尺空气中所含的灰尘重量;

(2)按1立方公分空气中所含微粒的数量。

含有石英和石棉的灰尘是无毒灰尘中最有害的灰尘,因为当石英和石棉長時間地进入人体时,可能引起石末沉着病和石棉末沉着病。

当进行下列各种工序时,如噴砂清理制件、鑄件落砂、为磨削工具制备粘合剂、在粘土和陶土的生产过程中等等,含有石英的灰尘进入生产厂房的空气中。

在金鋼砂制品(主要是砂輪)造型和压模以及焙燒和車削时发散出来的灰尘数列于表2。

表 2

生 产 工 序	灰尘的濃度 (毫克/ 立方公尺)	1 立方公分 空气中微粒 的 数 量	尺寸以 μ 計时微粒数量的比例 (%)					
			2 以下	4	6	10	24	50和 大于50
用粉状白氏塑胶时金剛 砂制品的造型	101.0	11,728	98.0	0.7	0.3	0.2	0.3	0.5
用陶土粘合料进行小型 金剛砂制品的造型	5.0	7,900	91.0	3.0	1.0	1.3	1.5	2.2
攪拌机旁的装料和卸料	34.0	12,098	80.0	12.0	3.8	3.2	0.5	0.5
向坩堝爐装入和取出金 剛砂制品	1.5	9,505	89.7	5.3	2.5	0.7	0.8	1.0
在双軸平面粗磨床上加 工磨輪	60.54	10,616	74.5	5.3	2.2	3.3	3.5	11.2
在車床上加工磨輪	63.1	10,493	81.0	10.7	2.3	2.5	1.3	2.2

在制造石棉紡織制品时,混合、梳理和紡紗車間內灰尘的濃度、微粒的数量和分散成分列于表3內。在很多生产过程中,由于熔化了的金屬(如鋼(电弧焊接)、鋅、鉛、鋁(熔煉))蒸汽在空气中氧化的結果而形成灰尘。虽然單个微粒与气流沿厂房流动时有积聚的性能,这种灰尘还是最分散的。

表 3

生 产 工 序	灰尘的濃度 (毫克/ 立方公尺)	微粒的数量 (1立方 公分)	尺寸以 μ 計时微粒的数量(%)				
			< 2	< 4	< 6	< 10	> 10
爐底襯料鋪板	16.4 5.3	7,145 3,343	3,094 1,700	1,929 850	643 476	907 250	572 72
通过混合机	67.0 35.3	14,774 4,546	7,500 1,500	4,200 1,460	1,470 440	1,189 862	415 284
梳理设备的装料	105.0 63.5	6,591 3,409	2,250 2,800	1,140 280	2,160 194	590 52	441 85
取下紡条	11.7 9.3	5,141 3,496	2,150 1,670	2,252 1,045	— 474	443 209	296 88
在紡紗机上紡紗	3.2 1.7	3,800 1,600	730 980	1,550 293	970 165	512 135	38 27

附注：表中第1行数字属于非乳化的混合物，第2行属于乳化混合物。

空气中各种金属灰尘的含量与車刀切削速度的关系列于表4。

随着切割速度的增加，灰尘的濃度(毫克/立方公尺)和1立方公分空气中微粒的数量也增加，同时微粒的分散度也增加。

表 4

被加工的材料 及其牌 号	切削速度 (公尺 /分)	1立方公分 空气内的微 粒数量	灰尘的濃度 (毫克/ 立方公尺)	尺寸以 μ 計时，灰尘微 粒的比例(%)			
				2以下	2—4	4—6	6以上
C4—20号鑄鉄	100	4,380	7.5	16.3	7.1	39.2	37.4
	200	6,819	17.3	30.0	30.0	22.8	17.2
	300	14,768	34.0	49.5	25.5	16.5	8.5
O1C6-6-3号青銅	100	11,362	7.8	45.0	22.5	16.5	16.0
	200	25,500	14.0	24.0	13.5	28.5	34.0
	400	34,100	41.8	12.0	22.5	21.0	44.5
45号鋼	100	2,050	2.0	10.2	12.0	38.4	39.4
	200	4,800	2.8	46.5	13.5	16.5	23.5
	300	6,000	3.2	75.0	15.0	6.5	3.5
	400	9,700	3.7	73.0	12.5	3.0	11.5
	600	18,200	4.0	72.0	19.5	2.3	6.2

按照微粒的数量和重量来比較各微粒粒組的分散成分是极有