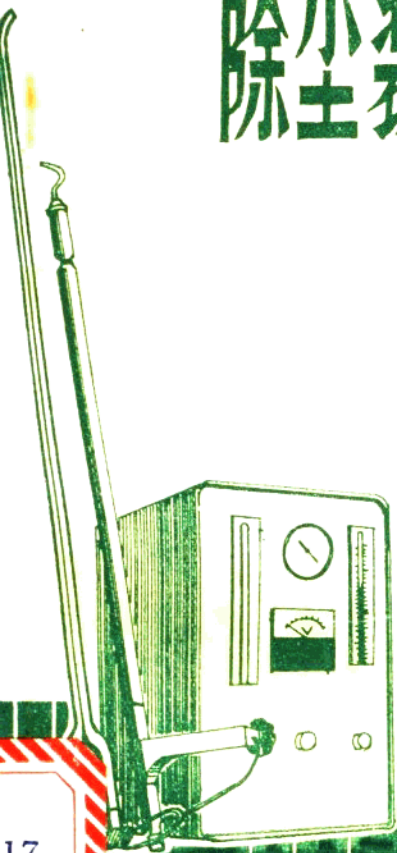


471375

除尘装置测定技术

倪守邦 董雪予 韩 冲 编



17

中南财经学院

图书馆

冶金安全丛书之四

(内部发行)

除尘装置测定技术

倪守邦 董雪予 韩 冲

中国金属学委会冶金安全学术委员会科普领导小组

冶金部安全技术情报网

1983年3月

内 容 摘 要

这本小册子以含尘烟气测试技术和除尘装置（系统）技术性能的评价为主要内容。简明扼要地介绍了在现场条件下测定烟尘浓度、温度、湿度、压力、容重、流速、流量等主要参数的方法和手段，介绍了烟道常规测尘方法与仪器。对国内几种烟道测尘仪也作了初步评价。

这本小册子可供广大环境保护科技工作者作为简明手册使用，对于厂矿从事烟尘治理的人员更为适用。也可供高等院校有关专业师生参考。

前 言

除尘装置是改善环境大气质量，保护工人身体健康的重要措施。做好除尘装置的测试工作，对于正确评价和选择通风除尘设备，确定合理的运行制度，改进除尘系统，提高除尘效率具有重要意义。

为了普及除尘装置测试技术，我们从冶金企业消烟除尘工作的现状出发，结合多年测试工作经验，并参考国内外有关技术资料，编写了《除尘装置测定技术》这本小册子，作为冶金安全丛书之四付印出版，内部征订发行。

在编写出版过程中，得到中国金属学会安全学术委员会科普领导小组的支持和帮助，冶金部安全技术研究所技术情报研究室有关同志也作了大量工作，在此一并表示谢意。

由于我们对编写科普读物缺少经验，业务水平有限，书中不妥之处甚至错误在所难免，希望读者批评指正。

编 者

一九八三年二月

目 录

术语与定义.....	(1)
主要符号、量值名称和计量单位.....	(2)
概述.....	(7)
第一章 测点的确定.....	(9)
一、采样位置的选择.....	(9)
二、测点的确定.....	(9)
第二章 烟气有关参数的测定.....	(13)
一、气体温度的测定.....	(16)
二、气体湿度的测定.....	(28)
三、烟气压力的测定.....	(28)
四、烟气成份的测定.....	(34)
五、烟气容重的计算.....	(40)
第三章 烟气流速和流量的测定.....	(44)
一、烟气流速的测定.....	(44)
二、烟气体积流量的计算.....	(50)
第四章 通风机性能测定与分析.....	(53)
一、测定位置和测点.....	(53)
二、测定内容.....	(53)
三、计算方法.....	(53)

四、排气系统对风机性能的影响	(55)
五、风机和烟囱抽力的叠加特性	(56)
第五章 烟尘浓度测定方法	(57)
一、采样位置和测点	(57)
二、等速采样	(57)
三、采体方法和采样形式	(58)
四、测尘系统的组成	(59)
五、等速采样抽气流量和采样体积的计算方法	(71)
六、烟尘浓度的计算	(78)
七、测试准备	(79)
八、测试程序	(80)
九、国内几种测尘仪器的特点	(81)
第六章 粉尘物性的测定	(88)
一、粉尘试样的准备	(88)
二、粉尘真容重的测定	(89)
三、粉尘粒度的测定	(91)
四、粉尘比电阻的测定	(109)
五、粉尘安息角的测定	(116)
第七章 除尘装置系统技术性能的评价	(118)
一、除尘装置处理的烟气体积流量	(118)
二、除尘装置的压力损失	(119)
三、除尘装置的总除尘效率和分级除尘效率	(119)
四、除尘装置技术性能记录实例	(124)
附录1 气体的基本常数	(129)
附录2 压力为760毫米汞柱时空气的重量、体积、水蒸	

	汽压力和含湿量表	(130)
附录 3	干空气在压力为1公斤/厘米 ² 时的参物理数.....	(133)
附录 4	空气容重计算表	(135)
附录 5	压力为760毫米汞柱时各种气体的粘度.....	(139)
附录 6	压力为760毫米汞柱时混合气体的饱和含湿量及 湿度修正系数	(140)
附录 7	水的物理参数	(143)
附录 8	液体的比重、粘滞系数及粘度校正系数	(144)
附录 9	各种粉尘所用的液体介质及分散剂	(145)
附录 10	各种计量单位换算表	(147)

术语、定义

术 语	定 义
除尘装置	从气流中分离、捕集粉尘的装置
除尘系统	含尘气体进入和排出管路的总称, 包括尘粒的分离、捕集、抽气动力设备等
除尘效率	除尘装置所分离的粉尘量与气体中所含粉尘总量的比值
分级除尘效率	某一粒级的除尘效率
烟 道	燃烧过程产生的气体从一点向另一点运动时的封闭结构
采样位置	采样时位于管道的地点
采样断面	采样位置的管道横断面
采 样 线	采样断面上通过采样点的线
采 样 点	沿采样线选定的采样位置
采 样 孔	采样线延长至管壁的开口
烟 尘	粒径在76微米至1微米的固体颗粒
微 粒	粒径在1微米以下的固体颗粒
粒径分布	尘粒大小分布的比例。可以表示为质量百分数, 也可以用个数百分数表示
等速采样	进入采样咀截面上气流速度与烟道截面上采样点气流速度相等。
体积流量	单位时间内通过的气体体积
烟 尘 量	单位时间内通过的尘粒量
含尘浓度	标准立方米气体中所含有的固体物质量

压力损失	气体运动时作功而消耗的能量, 以设备进、出口处平均全压差表示
全 压	单位体积气体具有的总能量
静 压	单位体积气体具有的势能
动 压	单位体积气体具有的动能
标准状态	指温度为 0°C , 压力为760毫米汞柱时的气体状态
测量状态(工况)	指烟气温度为 t_s , 烟气静压 P_s 时的烟气状态

主要符号、量值名称和计量单位

B_a 当地大气压力	毫米汞柱或毫巴(mmHg, mbar)
B_c 宽 度	米、毫米(M, mm)
C 烟尘浓度	克/标米 ³ ·干空气(g/NM ³)
C_B 进口烟尘浓度	克/标米 ³ ·干空气(g/NM ³)
C_E 出口烟尘浓度	克/标米 ³ ·干空气(g/NM ³)
D 烟道直径	米、毫米(M, mm)
d_s 采样管内径	毫米(mm)
d 采样咀内径	毫米(mm)
d_s 试验粉尘分级粒径	微米(μm)
d_s' 标准粉尘分级粒径	微米(μm)
d_p 粉尘粒子直径	微米(μm)
D_{50} 捕集效率为50%的尘粒直径	微米(μm)
d_{st} 斯托克斯粒径	微米(μm)
F 烟道断面积	米 ² (m ²)
G 单位燃料含湿烟气量	标米 ³ /公斤(NM ³ /kg)
G_w 冷凝器中冷凝水量	克(g)

g	烟尘重量	克、毫克 (g、mg)
H	全压	毫米水柱 (mmH_2O)
ΔH	压力损失	毫米水柱 (mmH_2O)
H_s	气体静压	毫米水柱 (mmH_2O)
H_d	气体动压	毫米水柱 (mmH_2O)
$\bar{H}_d$	气体平均动压值	毫米水柱 (mmH_2O)
H_B	进气口烟气全压	毫米水柱 (mmH_2O)
H_E	排气口烟气全压	毫米水柱 (mmH_2O)
h	压差读数值 (指液柱高度)	毫米 (mm)
I	电 流	安培 (A)
K	皮托管校正系数	常 数
k	气体速度系数	常 数
M_r	分子量	漠 尔
N	通风机有效功率	千瓦 (KW)
N_a	通风机轴功率	千瓦 (KW)
n	时 间	(分、秒)
P	气体压力	毫米汞柱 (mmHg)
P_s	烟气静压	毫米汞柱 (mmHg)
P_r	压力计指示读数	毫米汞柱 (mmHg)
P_{s_w}	烟气中水蒸汽压力	毫米汞柱 (mmHg)
P_{H_2O}	饱和水蒸汽分压力	毫米汞柱 (mmHg)
P_v	冷凝器后饱和水 蒸气压力	毫米汞柱 (mmHg)
Q	测量状态下烟气 实际流量	米 ³ /小时 (M^3/h_r)
Q_s	标准状态下干烟气 积体流量	标升/分 (Nl/min)

Q_d	标准状态下湿烟气体积流量	标升/分 (Nl/min)
Q_{nd}	采样流量	升/分 (l/min)
Q_G	湿烟气体积流量	标米 ³ /时 (NM ³ /hr)
Q_t	通风机风量	米 ³ /时 (M ³ /hr)
Q_B	除尘装置进口体积流量	米 ³ /时 (M ³ /hr)
Q_E	除尘装置出口体积流量	米 ³ /时 (M ³ /hr)
ΔQ	除尘装置漏风量	标米 ³ /时 (NM ³ /hr)
Q_r	实际采样流量	升/分 (l/min)
Q_r'	流量计刻度指数 示流量读	升/分 (l/min)
Q_0	孔板流量计校正 流量读数	升/分 (l/min)
R	烟道半径	米或毫米 (M·mm)
R_a	气体常数	
γ	气体容重	公斤/米 ³ (kg/m ³)
γ_0	标准状态下干烟气容重	公斤/米 ³ (kg/m ³)
γ_d	标准状态下湿烟气容重	公斤/米 ³
γ_m	干气体容重	公斤/米 ³
γ_n	标准状态下气体容重	公斤/米 ³
γ_H	液体容重	公斤/米 ³
γ_D	颗粒容重	克/厘米 ³
T_r	流量计前烟气绝对温度	°K
T_s	烟气绝对温度	°K
t_a	干球温度	°C
t_b	湿球温度	°C
t_v	烟气饱和温度	°C
t_r	流量计前烟气温度	°C

t	烟气温度	$^{\circ}\text{C}$
t_{NM}	露点温度	$^{\circ}\text{C}$
V	容 积	米 ³ 或升
V_w	湿式流量计读数	米 ³ 或升
V_d	干式流量计读数	米 ³ 或升
V_m	标准状态下干气体容积	标米 ³
V_r	测量状态下流量计读数	米 ³
V_0	标准状态下采样体积	标米 ³
V_{nd}	采样体积	标升
V_c	入口气体速度	厘米/秒
V_m	克分子标准体积	米 ³ /千克摩尔
V_s	烟气速度	米/秒
$\bar{V}_s$	烟气平均速度	米/秒
V	电 压	伏 特
W	燃料消耗量	公斤/时
W_g	单位燃料产生烟气 中含湿量	公斤/标米 ³
X_{sw}	烟气中水蒸汽体 积百分数	%
Z	半径划分数	—
η_T	除尘装置总效率	%
η_i	除尘装置分级效率	%
η_Q	除尘装置漏风率	%
η_E	电动机效率	%
η_k	电动机传动效率	%
μ	气体粘度	泊

α	流量系数	—
ε	膨胀系数	—
φ	惯性参数	—
ρ	粉尘比电阻	欧姆·厘米

概 述

为了达到控制空气污染的目的，需要对污染源的排放物进行正确的测定。测试过程应该是通过采样取得具有代表性的样品，反映出污染源的真实状况，烟气测试技术就是要体现代表性采样的一系列具体方法和程序。

烟气测试时，要注意尘粒和气体两者不同的条件，由于它们组成的差异，所选择的采样方法也不尽相同。

在实施烟气测试之前还需要了解：产生污染的生产过程的基本操作参数、排放到大气的污染物组成和状态、生产操作周期、排放量的变化等因素，经分析综合后决定具体的测试方法和程序。

一般而言，测试的目的是：

（一）检查污染源的排放量是否符合国家卫生标准。我国烟尘排放标准见表1—1。

（二）评价各种除尘装置的性能及其经济性。

烟尘及生产性粉尘排放标准 (GBJ 4—73) 表 1—1

有害物 质 名 称	排放有害物的 企 业	排 放 标 准		
		排放筒高度 (米)	排 放 量 (公斤/时)	排 放 浓 度 (毫克/米 ³)
烟尘及生产 性粉尘	电 站 (煤 粉)	30	82	
		45	170	
		60	310	
		80	650	
		100	1200	
		120	1700	
		150	2400	
	工业及采暖锅炉			200
	炼钢电炉			200
	炼钢转炉			
	小于12吨			200
	大于12吨			150
	水 泥			150
	生产性粉尘①			
	第 一 类			100
	第 二 类			150

① 系指局部通除尘后的允许排放度。第一类指含10%以上游离二氧化硅或石棉粉尘、玻璃棉和矿渣粉尘铝化物粉尘等；第二类指含10%以下游离二氧化硅的煤尘及其它尘

第一章 测点的确定

为了要得到一个具有代表性的样品，首先要正确地选择测定位置，并根据烟道的断面尺寸选择应测的测点数和测点位置。

一般情况下，测尘点与测定烟气流速可以选用同一测定位置和测点数。采样管的吸引咀和皮托管的感应部件应正对所需的测点位置。

一、采样位置的选择

采样位置原则上要避免选在烟道弯曲和断面形状急剧变化的地方，如果受现场条件限止而做不到这一点，那么至少应选择离开受干扰地区不小于1个管道直径的地方。在应用皮托管测定流速时，要求烟气流速大于5米/秒。由于水平管道粒子的重力沉降作用，较大的尘粒有偏离流线向下运动的趋势，因此，在选择采样位置时应优先考虑重直管段。同时，应该特别注意测定工作的安全。

二、测点的确定

在采样位置选择妥当后，根据烟道尺寸大小烟尘浓度高低，气流分布均匀度，按下述原则来划分适当数量的等面积，并在其划分的面积上选好测点。此外，还需要预先检查一下测定断面的底部是否有烟尘积存和几何形状的变化。

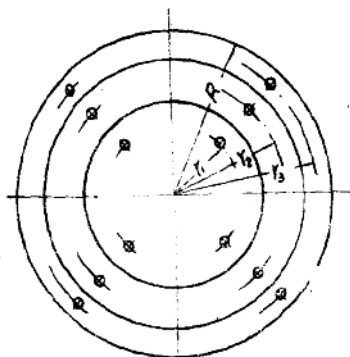


图 1—1 圆形断面的测点
($z=3$ ，测点数为12)

（一）不考虑烟道中烟尘积存时的测点

1. 圆形管道

如图 1—1 所示的测定断面，在相互垂直的直径线上，按表 1—2 给定位置选择测点。

表 1—2

管道直径 D (mm)	≤ 300	300~500	500~800	850~1100	> 1150
划分环数。	2	3	4	5	6

表 1—3

测点序号	同心环数				
	2	3	4	5	6
1	0.933	0.956	0.968	0.975	0.98
2	0.750	0.856	0.895	0.92	0.93
3	0.250	0.704	0.806	0.85	0.88
4	0.067	0.296	0.68	0.77	0.82
5		0.147	0.32	0.66	0.75
6		0.044	0.194	0.34	0.65
7			0.105	0.226	0.36
8			0.032	0.147	0.25
9				0.081	0.177
10				0.025	0.118
11					0.067
12					0.021

同心环上各测点距中心的距离可按下列式计算