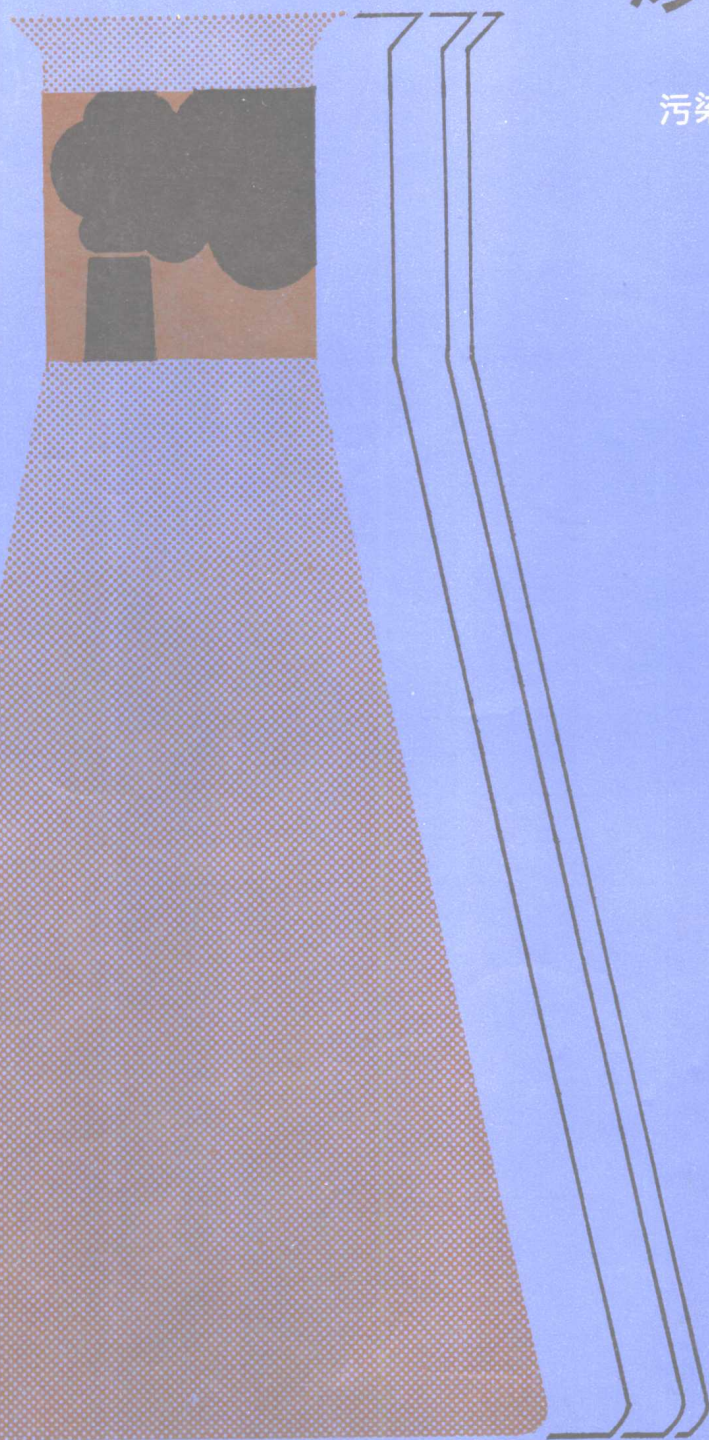


污染源 统一监测分析方法 废气部分

污染源统一监测分析方法编写组



技术标准出版社

污染源统一监测分析方法
(废气部分)

技

X502

6

版
社

污染源统一监测分析方法编写组 编

X502

6

污染源统一监测分析方法

(废气部分)

中国标准出版社

内 容 提 要

本书汇集了各烟尘、粒尘以及各种有害烟气成分分析共十八项三十四个分析方法,包括化学分析和仪器分析方法。该书对排放量大的各种工业废气的污染物项目,给出了适用不同浓度和较准确的分析方法;选取操作简便,仪器易于获得、便于推广的方法。尽量考虑各工业部门的行业特点及地方监测站的实际可行性,以便能普遍为环境监测部门和工矿企业的环保监测单位掌握和采用。

本书适用于各工业部门及环保系统从事监测工作的工人、化验员、技术人员、管理干部及有关采购人员;高等院校环保专业、工卫专业师生;各职业病研究单位及医务人员;各卫生防疫站环境监测人员等。

污 染 源 统 一 监 测 分 析 方 法 (废 气 部 分)

污染源统一监测分析方法编写组 编

•
中国标准出版社出版
(北京复外三里河)

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

•
开本 787×1092 1/16 印张 8³/₄ 字数 176,000
1983年7月第一版 1983年7月第一次印刷
印数 1—40,000

•
书号: 15169·3-238 定价 1.25 元

•
科 技 新 书 目

49--185

城乡建设环境保护部文件

(82) 城环监字第 66 号

关于颁发《污染源统一监测分析方法》(试行)的通知:
各省、市、自治区、国务院各部门环保局(办):

为了统一全国污染源监测分析方法,我局委托中国环境监测总站组织,由北京市环境监测中心、中国医学科学院卫生研究所等二十多个单位参加,共同编写了《污染源统一监测分析方法》,分废水、废气两册,现正式出版试行,望在试行过程中,不断总结经验,提出改进意见,以便进一步修改和完善。

城乡建设环境保护部环保局

一九八二年九月一日

前 言

污染源监测分析方法是环境监测分析方法的一部分,是贯彻环境保护法规、执行环境标准、计算工业污染物排放量、评价环境质量的重要手段。由于各生产部门污染源性质不同,工艺流程和产品种类千差万别,各种工业排出的污染物基体复杂、浓度变化大,因此目前各单位各部门采取的监测分析方法差别较大,且不统一。为了使环境监测部门各实验室之间取得可比的污染物监测数据,极需制订一个各方公认、普遍适用、相对统一的污染源监测分析方法。为此,城乡建设环境保护部环境保护局委托中国环境监测总站组织编写《污染源统一监测分析方法(废气部分)》一书。参加本书编写、审订工作的单位有:中国医学科学院卫生研究所、北京市环境监测中心、冶金部监测中心、北京工业大学环境化学系监测教研室、北京市机电研究院环保室、北京市环境保护研究所、兵器部三七五厂、包钢环保劳卫研究所、重庆市环境科研监测所、沈阳市环境监测站。在此,对参加编写的单位和对本书曾提出宝贵意见的同志表示感谢。

书中所列污染物分析方法以1973年国家颁发的《工业“三废”排放试行标准》的项目为基础,适当吸收了工业部门部颁标准中一些项目和方法。本书共汇集了十八项三十四个方法。有待补充的项目与方法,将在今后陆续制订。

本书目前为试用本,在本书的编写过程中,力图对排放量大的各种工业废气的污染物项目,给出了适用不同浓度和较准确的分析方法;尽量选取操作简便、仪器易于获得、便于推广的方法;尽量考虑各工业部门的行业特点及地方监测站的实际可行性,以便能普遍为环境监测部门和工矿企业的环保监测单位掌握和采用。但由于编写时间紧迫、经验不足、水平有限,缺点与错误在所难免。希望广大监测工作者在实践中提出宝贵意见,在试行中总结经验,逐步修改、补充,使本书不断完善,成为适合我国国情的污染源统一监测分析方法,并逐步向方法标准化过渡。

中国环境监测总站

一九八二年九月一日

目 录

总则

一、监测的目的、要求和内容	(3)
1. 目的	(3)
2. 要求	(3)
3. 测定内容	(3)
二、采样位置和采样点	(3)
1. 采样位置	(3)
2. 采样孔和采样点	(3)
三、烟气温度的测量	(6)
1. 玻璃水银温度计	(6)
2. 热电偶温度计	(6)
四、烟气含湿量的测定	(6)
1. 重量法	(6)
2. 冷凝法	(8)
3. 干湿球法	(9)
五、压力的测量	(10)
1. 皮托管	(10)
2. 压力计	(11)
3. 测量方法	(12)
六、烟气流速测量和流量计算	(12)
1. 流速测量	(12)
2. 流量计算	(14)
七、尘粒采样方法	(14)
1. 等速采样流量计算	(14)
2. 采样系统和装置	(15)
3. 采样步骤	(16)
4. 采样体积计算	(16)
八、气体采样方法	(17)
1. 采样点	(17)
2. 采样系统和装置	(17)
3. 采样步骤	(19)
4. 采样体积的计算	(19)

九、排放浓度、排放量的计算	(20)
1. 排放浓度	(20)
2. 排放量	(20)
烟气中污染物分析	
一、二氧化硫	(23)
(一) 碘量法	(23)
(二) 盐酸副玫瑰苯胺比色法	(25)
二、硫化氢	(29)
(一) 碘量法	(29)
(二) 亚甲基蓝比色法	(30)
三、二硫化碳	(33)
(一) 二乙胺比色法	(33)
(二) 碘量法	(35)
四、硫酸雾	(36)
(一) 中和滴定法	(36)
(二) 铬酸钡比色法	(38)
五、铬酸雾	(40)
二苯碳酰二肼比色法	(40)
六、氯气	(41)
(一) 碘量法	(41)
(二) 甲基橙比色法	(42)
七、氯化氢	(44)
(一) 硝酸银容量法	(44)
(二) 硫氰酸汞比色法	(46)
八、氮氧化物	(48)
(一) 二磺酸酚法 (快速法)	(48)
(二) 盐酸萘乙二胺比色法	(50)
(三) 中和滴定法	(52)
九、氟	(53)
(一) 离子选择电极法	(53)
(二) 茜素络合酮比色法	(56)
(三) 硝酸钍容量法	(58)
十、氰化氢	(60)
异烟酸-吡唑啉酮比色法	(60)
十一、酚	(64)
4-氨基安替比林比色法	(64)
十二、苯	(66)
气相色谱法	(66)

十三、汞	(69)
(一) 冷原子吸收法	(69)
(二) 双硫腺比色法	(71)
十四、铅	(73)
(一) 双硫腺比色法	(73)
(二) 原子吸收分光光度法	(75)
(三) 络合滴定法	(77)
十五、铍化物	(78)
(一) 羊毛铬花青R比色法	(78)
(二) 铍试剂Ⅲ比色法	(80)
十六、一氧化碳	(82)
(一) 奥氏气体分析器吸收法	(82)
(二) 检气管法 (发烟硫酸-五氧化二碘比长管)	(84)
十七、沥青烟	(85)
(一) 紫外分光光度法	(85)
(二) 荧光法	(87)
十八、烟尘及生产性粉尘	(88)
重量法	(88)

附录

附表1和附图1使用说明	(93)
附表1-1 烟气流速 V_s 计算表	(93)
附表1-2 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (采样嘴直径 $d=6$ 毫米)	(95)
附表1-3 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (采样嘴直径 $d=8$ 毫米)	(97)
附表1-4 等速采样流量读数 Q_s' 计算表 (采样嘴直径 $d=10$ 毫米)	(98)
附图1 烟气中水汽体积百分数 X_{sw} 计算图	(100)
附表2 在760毫米汞柱压力下空气饱和时水蒸汽压力和含湿量	(100)
附表3 原子量、分子量及其对数	(103)
附表4 不同温度下气体的克分子体积	(121)
附表5 有害物质的毫克/米 ³ 与ppm换算数	(121)
附表6 十三类有害物质排放标准	(125)
附表7-1 管道风量测定记录表	(128)
附表7-2 尘粒浓度测定记录表	(128)
附表7-3 污染物质测定记录表	(129)
附表7-4 烟气成分分析记录表	(129)

总 则

一、监测的目的、要求和内容

1. 目的

- (1) 检查污染源排放的有害物质是否符合现行排放标准的规定。
- (2) 评价净化装置及污染防治设施的性能和使用情况。
- (3) 为大气质量管理与评价提供依据。

2. 要求

为了作好污染源监测工作，测定时，生产设备应处于正常运转条件下，对生产过程变化的污染源，应根据其变化特点和规律进行系统的测定，以得到可靠的数据。

3. 测定内容

- (1) 有害物质的排放浓度：毫克/标准状态、干空气、立方米（简称毫克/标、干、米³）。
- (2) 废气的排放量：标、干、米³/时。
- (3) 排放的持续时间：分或时。
- (4) 有害物质的排放量：公斤/时。

二、采样位置和采样点

1. 采样位置

在测定烟气流量和采集尘样样品时，为了取得有代表性的样品，尽可能将采样位置放在烟囱或地面管道气流平稳的管段中。距弯头、接头、阀门和其他变径管段下游方向大于6倍直径处，或在其上游方向大于3倍直径处，最小应不小于烟道直径的1.5倍。

对排放源有害气体样品采集，由于气态物质在烟道内分布一般比较均匀，且无惯性影响，对采样位置要求不严。

2. 采样孔和采样点

当测定烟气流量和采集尘粒样品时，应将烟道断面划分为适当数量的等面积环（或方块），在将环分成两个等面积的线上（或方块中心），作为采样点。

(1) 圆形烟道：设置位于同一断面而彼此垂直的两个孔作为采样孔。将烟道的断面分成一定数量的同心的等面积圆环，沿着垂直的两个采样孔的直线，在将环分成两个等面积的线上各取四个点作为采样点，见图1。若测定断面、流速分布比较均匀，可设置一个采样孔，测点减少一半。不同直径圆形烟道等面积环数和各点距烟道内壁的距离

见表 1。

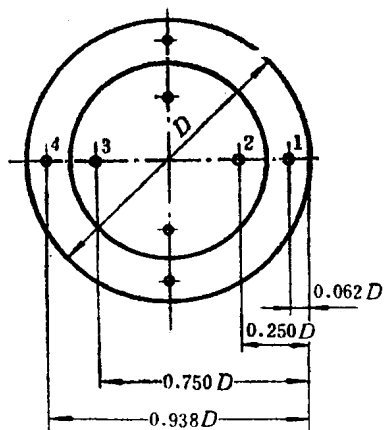


图 1 圆形烟道采样点

表 1 圆形烟道的分环和各点距烟道内壁的距离

烟道直径 (米)	分环数 (个)	各测点距烟道内壁的距离(以烟道直径为单位)									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<0.5	1	0.146	0.853								
0.5~1	2	0.067	0.250	0.750	0.933						
1~2	3	0.044	0.146	0.294	0.706	0.853	0.956				
2~3	4	0.033	0.105	0.195	0.321	0.679	0.805	0.895	0.967		
3~5	5	0.022	0.082	0.145	0.227	0.344	0.656	0.773	0.855	0.918	0.978

(2) 矩形烟道: 将烟道断面分为等面积的矩形小块, 各块中心即为采样点, 见图 2, 不同面积矩形烟道等面积小块数见表 2。

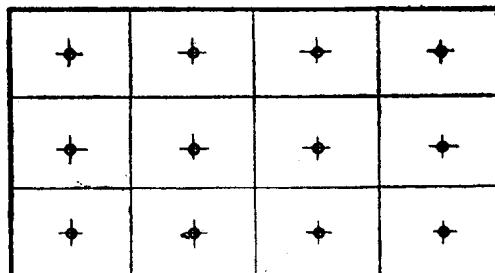


图 2 矩形烟道采样点

(3) 拱形烟道: 分别按圆形和矩形烟道采样点布置原则确定, 见图 3。

表 2 矩形烟道的分块和测点数

烟道断面积 (米 ²)	等面积小块数	测 点 数
1以下	2×2	4
1~4	3×3	9
4~9	4×3	12

(4) 采样孔结构: 一般采样孔的结构见图 4, 孔的直径可取 75 毫米。

当采取有毒或高温气体, 且采样点处烟道处于正压状态时, 为保护操作人员安全, 采样孔应设置防喷装置, 见图 5。

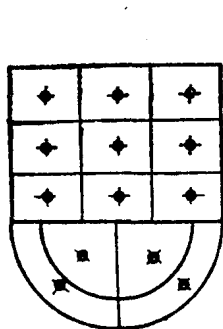


图 3 拱形烟道采样点

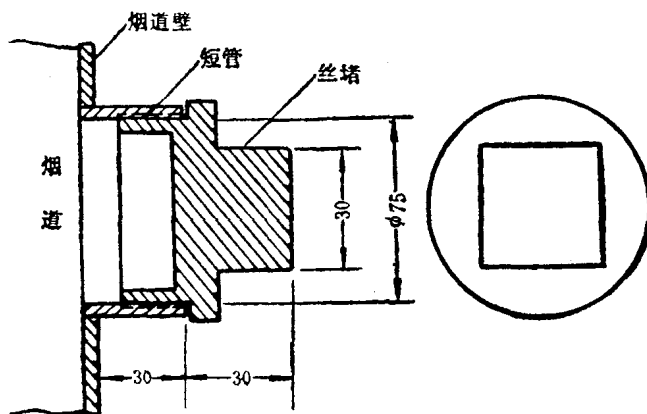


图 4 一般采样孔结构

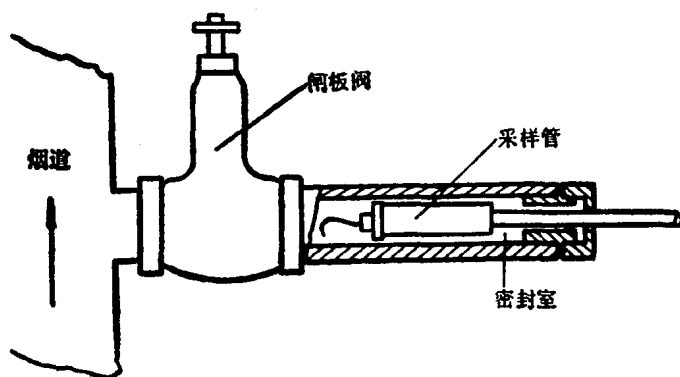


图 5 采样孔防喷装置

三、烟气温度的测量

1. 玻璃水银温度计

适于在直径较小的低温烟道中使用。测定时应将温度计球部放在靠近烟道中心位置。

2. 热电偶温度计

原理

将两根不同的金属导线连成一闭路,当两接点处于不同温度环境中时,便产生热电势,温差越大,热电势越大。如果热电偶一个接点的温度保持恒定(称为自由端),则产生的热电势便完全决定于另一个接点的温度(称为工作端)。用毫伏计测出热电偶的热电势,就可以得到工作端所处的环境温度。

仪器

(1) 热电偶: 镍铬-康铜, 用于 800°C 以下烟气, 镍铬-镍铝, 用于 1300°C 以下烟气。

(2) 测温毫伏计。

测定步骤

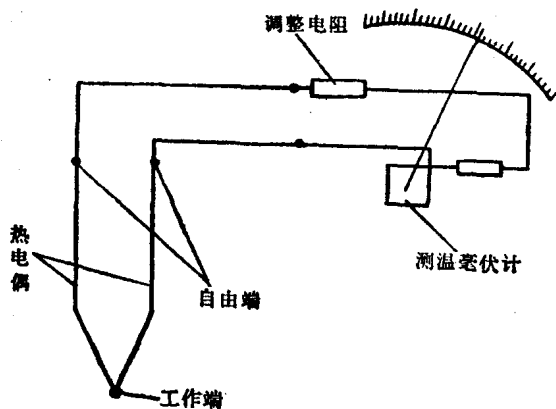


图 6 热电偶测温毫伏计工作原理示意图

(1) 仪表按图 6 连接, 打开短路锁调整仪表指针, 使指示在热电偶自由端温度的相应刻度线上, 如指针调整在零度, 则测出的读数应加上自由端温度。

(2) 热电偶插入烟道后, 须使热电偶工作端位于烟道中心, 等指针稳定不变时, 再读数。

四、烟气含湿量的测定

1. 重量法

原理

从烟道中抽出一定体积的烟气, 使之通过装有吸湿剂的吸湿管, 烟气中水汽被吸湿剂吸收, 吸湿管的增重即为已知体积烟气中含有的水汽量。

仪器

- (1) 进口带有尘粒过滤管的加热或保温采样管。
- (2) U形吸湿管。
- (3) 流量测量装置。
- (4) 抽气泵。

吸湿剂

常用的吸湿剂有无水氯化钙、硅胶、氧化铝、五氧化二磷等，选用吸湿剂时，应注意吸湿剂只吸收烟气中的水汽，而不吸收水汽以外的其他气体。

吸湿管的准备

将粒状吸湿剂装入U形吸湿管内，吸湿剂上面要充填少量的玻璃棉，以防止吸湿剂的飞散，关闭吸湿管阀门，擦去表面的附着物，用分析天平称重。

采样

将仪器按图7连接，检查系统是否漏气，然后将采样管插入烟道中心位置，加热数分钟后，打开吸湿管阀门，以1升/分流量抽气，采样后，关闭吸湿管阀门，取下吸湿管，擦去表面的附着物，用分析天平称重。

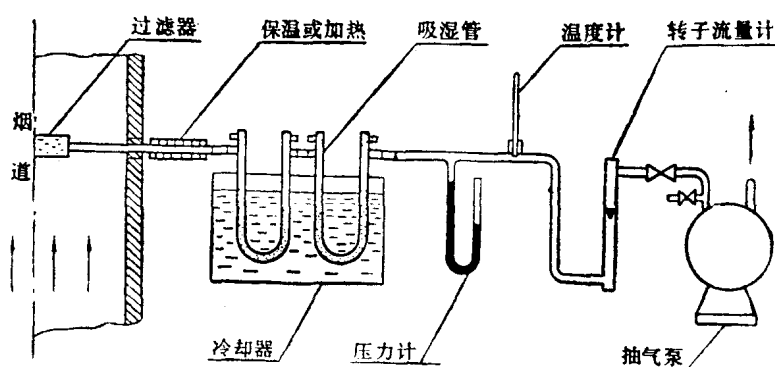


图7 重量法测量装置

计算

烟气含湿量 (g_{sw}) 按下式计算：

$$g_{sw} = \frac{G_w}{r_0 \left(V_d \times \frac{273}{273 + t_r} \times \frac{B_a + P_r}{760} \right)} \times 1000$$

式中： g_{sw} ——烟气含湿量，克/公斤干空气；

G_w ——吸湿管吸收的水量，克；

r_0 ——标准状态下干烟气的比重，若干烟气组分近似于干空气时，可取1.293克/升干空气；

V_d ——抽取的干烟气体积（测量状态下），升；

t_r ——流量计前烟气的温度，℃；

B_a ——大气压力，毫米汞柱；

P_r ——流量计前的指示压力，毫米汞柱。

烟气中水汽含量的体积百分数按下式计算：

$$X_{sw} = \frac{1.24 G_w}{V_d \times \frac{273}{273+t_r} \times \frac{B_a+P_r}{760} + 1.24 G_w} \times 100\%$$

式中： X_{sw} ——烟气中水汽含量的体积百分数，%；

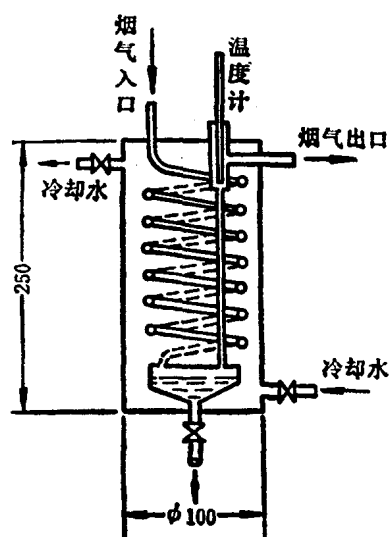
1.24——标准状态下，1克水汽占的体积，升。

2. 冷凝法

原理

抽取一定体积的烟气，使之通过冷凝器，根据冷凝出来的水量加上从冷凝器出来的饱和水汽量来确定烟气的含湿量。

仪器



冷凝器结构见图 8，其他同尘粒采样装置。

测定

仪器按图 7 连接，只需将 U 形吸湿管部分换上冷凝器即可。冷凝器可通入冷水，或直接放入冰水。检查是否漏气，将采样管插入烟道，以 20 升/分左右的流量抽气，抽取的烟气量应保证冷凝器中的冷凝水量在 20 毫升以上。记下冷凝器出口的饱和水汽温度，流量计的读数和流量计前烟气的温度和压力。采样完毕，取出采样管，将可能凝结在采样管和连接管内的水分倒入冷凝器中，用量筒量取凝结水量。

计算

烟气的含湿量 g_{sw} 按下式计算：

$$g_{sw} = \frac{G_w + \frac{1}{1.24} \left(V_s \times \frac{P_v}{B_a+P_r} \times \frac{273}{273+t_r} \times \frac{B_a+P_r}{760} \right)}{r_0 \left(V_s \times \frac{B_a+P_r-P_v}{B_a+P_r} \times \frac{273}{273+t_r} \times \frac{B_a+P_r}{760} \right)} \times 1000$$

$$= \frac{1000}{B_a+P_r-P_v} \left[\frac{R_{sd} \cdot G_w (273+t_r)}{V_s} + \frac{R_{sd} \cdot P_v}{3.416} \right]$$

式中： G_w ——冷凝器中凝结出来的水量，克；

P_v ——通过冷凝器后的饱和水汽压力，毫米汞柱。可根据冷凝出口烟气温度 t_r ，

从附表 2 查得；

V_s ——抽取的烟气体积（测量状态下），升；

R_{s_d} ——干烟气体常数，毫米汞柱·米³/公斤·开。若干烟组分近似于干空气时，可取 2.153；

3.416——水蒸气气体常数，毫米汞柱·米³/公斤·开。

烟气中水汽含量的体积百分数按下式计算：

$$X_{sw} = \frac{1.24G_w + V_s \times \frac{P_v}{B_a + P_r} \times \frac{273}{273 + t_r} \times \frac{B_a + P_r}{760}}{1.24G_w + V_s \times \frac{273}{273 + t_r} \times \frac{B_a + P_r}{760}} \times 100\%$$

$$= \frac{3.461 (273 + t_r) G_w + P_v \times V_s}{3.461 (273 + t_r) G_w + (B_a + P_r) V_s} \times 100\%$$

附图 1 “烟气中水汽含量体积百分数 X_{sw} 计算图”，是在给定的参数范围内作出的。在测得单位时间内冷凝水量 m 和冷凝器出口烟气温度 t_v 后，可从图上查得 X_{sw} 。

3. 干湿球法

原理

使烟气以一定速度流过干、湿球温度计，根据干、湿球温度计读值，来确定烟气中水汽量。

仪器

- (1) 干湿球温度装置。
- (2) 取样管。
- (3) 抽气泵。

测定

将干湿球测量装置按图 9 连接，打开抽气泵抽气，烟气先通过玻璃棉过滤器将尘粒除去，然后以大于 2.5 米/秒速度流过干、湿球温度计，待干、湿球温度读值稳定不变时读数。当烟气温度较低时，测定时要注意取样管保温，以免烟气在到达干、湿球温度计前水汽冷凝而产生误差。

烟气中水汽含量体积百分数按下式计算：

$$X_{sw} = \frac{P_{bv} - C(t_c - t_h)(B_a - P_h)}{B_a - P_s}$$

式中： P_{bv} ——温度为 t_h 时饱和水蒸汽压力，毫米汞柱；

t_c ——干球温度，℃；

t_h ——湿球温度，℃；

P_h ——通过湿球表面的烟气压力，毫米汞柱；

P_s ——烟道烟气静压，毫米汞柱；

C ——系数，等于 0.00066。