

火电厂环境监测技术规范

中华人民共和国能源部 1991-12-02 批准

1992-04-01 实施

## 1 总则

### 1.1 制定依据

本规范根据《中华人民共和国环境保护法》，参照国家环保局颁布的《环境监测技术规范》，按《火电厂环境监测条例》的要求而制定。

### 1.2 制定原则

本规范的制定既考虑技术先进性，又考虑现实可行性，力求使规范内容与我国火电厂的环境特征、技术水平和装备条件相适应。

### 1.3 制定目的

1.3.1 掌握我国火电厂环境质量现状，建立火电厂环境监测技术档案，分析研究其变化规律，为环境管理决策提供科学依据。

1.3.2 统一全国火电厂环境监测项目、采样及分析方法，确保环境监测数据的准确性、完整性、可比性和代表性。

### 1.4 适用范围

电力环境监测总站、中心站、厂监测站及其他从事电力环境监测的单位或部门。

### 1.5 人员要求

1.5.1 监测人员必须经过学习或培训并考核合格。

1.5.2 掌握有关基础知识、专业知识及操作技能，熟悉有关的法规、标准、规范等。

1.5.3 保证监测数据的清晰、完整、准确，严禁弄虚作假。

1.5.4 注意保守机密。

### 1.6 解释权限

本规范由能源部电力环境监测总站负责解释。

## 2 排水水质和排放量监测

### 2.1 监测目的

对火电厂外排水实施常规监测，对临时性排水实施应急监测，以反映火电厂排水现状。

### 2.2 监测对象

常规监测对象为下列各类外排水：

- a.灰场(灰池)排水；
- b.厂区工业废水(包括含油工业废水)；
- c.化学酸碱中和池排水；
- d.生活污水；
- e.其它可能对受纳水体产生污染的排水(其它废水)。

应急监测对象为下列临时性排水：

- a.露天煤场排水；
- b.用于化学清洗和停炉保护等的临时性排水。

2.3 采样原则

采样应具有代表性。采样前必须了解各系统排水的排放规律和排水中污染物在时间、空间和数量上的变化情况。常规监测应在采样的同时测定排放口处排水的流量；临时性排水采样时，应同时记录该次排水总量。

2.4 采样点设置

2.4.1 集中外排的电厂，采样点设在总排口处；分多路外排的电厂，采样点应设在各外排口处。各系统排水集中外排或分排的采样点的设置见表 1。

表 1 排水监测采样点

编 号	排 水 种 类	采 样 点
1	灰场(灰池)排水	灰场(灰池)的澄清灰水外排口
2	厂区工业废水(包括含油工业废水)	电厂工业废水外排口
3	化学酸碱中和池排水	中和池排水外排口
4	生活污水	生活污水总排口(或处理设备的出水口)
5	露天煤场排水	煤场排水排放口
6	化学清洗和停炉保护等的临时性排水	废液储罐(池)排放口

可根据本厂的工艺特点和实际需要，对上述采样点做部分调整。确定自选采样点时应注意，采样的地点、部位、时间以及方法的选取都应保证所采样品的代表性。监测报告中应注明自选采样点的位置。

2.4.2 一般在管(渠)道出口处的水流中部采样。当排水管(渠)道的水较深时(如大于 1.0m)，可由表层水面起向下至 1/4 深度处采样。测含油量时，按 2.8.4.1 的规定采样。

2.5 采样点水流状况

采样时应观测下列各项并同时做好记录：

- a.采样点处排水的排放形式(管道或明渠等)；
- b.排水的颜色和气味；
- c.水面有无油膜(或油花)、悬浮物、杂物、泡沫等；
- d.水温。

2.6 排水量测量

测出排水管(渠)的流量后可计算出一定排放时间内的排水量。计算如式(1)。

$$V=q_vT \tag{1}$$

式中  $q_v$ ——排放口处排水的流量， $\text{m}^3/\text{s}$ ；

$T$ ——排放时间， $\text{s}$ ；

$V$ —— $T$ 时间内的排水量， $\text{m}^3$ 。

流量  $q_v$  可通过测量排放口处排水的流速和水流断面面积后用式(2)计算求得。

$$q_v = vS \tag{2}$$

式 中  $q_v$ ——排放口处排水的流量， $m^3/s$ ；  
 $v$ ——排放口过水断面的平均流速， $m/s$ ；  
 $S$ ——排放口处过水断面面积， $m^2$ 。  
排水的流速可用浮标法或流速仪法测量，也可用咽喉式计量槽测量流量。  
排水测流点应尽可能靠近采样点并与水质采样同时进行。

2.6.1 流速测量

2.6.1.1 流速仪法

水文测量中使用的流速仪可用于电厂排水流速的测量。  
测量时应注意使流速仪的杯(或桨)全部浸没在水中，且不碰刮沟壁。排水管道为压力管道时，须将流速仪伸入到管内，与管口的距离为管径的 1.5 ~ 2 倍。排水流量按式(2)计算。

2.6.1.2 浮标法

选取一段水流断面比较规整 ,长约 10 ~ 15m ,底壁较平滑的直段排水渠道作为测量渠段，清理疏通后测出其水流断面面积。取一小块浮标(如泡沫塑料等)放入排水渠道中，记录其流经该测量渠段的时间(以秒计)，重复多次，取十个以上有效测定数据，计算其平均值。测量用的浮标应随水流在渠道中部通过，否则 所得数据无效。  
流速计算如式(3)。

$$v = \frac{aL}{t} \tag{3}$$

式 中  $v$ ——平均流速， $m/s$ ；  
 $L$ ——测量渠段的长度， $m$ ；  
 $t$ ——平均流过时间， $s$ ；  
 $a$ ——系数，取 0.7。

风较大时不宜使用浮标法。  
根据式(3)所得平均流速和测量渠段的过水断面面积按式(2)计算排水流量。

2.6.2 临时性排水的排放量

临时性排水可在排放前计算储罐水量或测量排放流速和总排放时间，然后计算其排放量。

2.7 采样时间与采样周期

2.7.1 每次监测采样 2 个，在同一天上午和下午各采样 1 个。

临时性排水在排放过程中采样一次。  
2.7.2 各类排水应监测项目的采样周期见表 2。监测时可根据本厂的排水情况和有关要求，适当缩短采样周期。  
对于各类排水集中排放或几类汇合后排放的电厂，各类排水的各污染物监测周期按表 2 执行，采样点设置见 2.4.1。

表 2 排水监测采样周期

排水种类	监测项目
------	------

	pH 值	悬浮物	COD	油	氟化物	砷	硫化物	挥发酚	铜铅锌 镍镉铬 总 汞
灰场(灰池)排水	1 次/旬	1 次/旬	1 次/旬		1 次/月	1 次/月	1 次/月	1 次/年	1 次/年
厂区工业废水	1 次/旬	1 次/旬	1 次/旬	每月 2 次以上	1 次/月	1 次/月	1 次/月		
化学酸碱中和池排水	每月抽 查 1 次								
生活污水	1 次/月	1 次/月	1 次/月						
露天煤场排水	1)	1)	1)					1)	
化学清洗和停炉保护等 排水 <sup>2)</sup>									
其它废水 <sup>3)</sup>									

注：1)排放时监测；

2)根据添加剂、钝化剂的实际情况选择监测项目(如 pH 值、悬浮物、COD、As、亚硝酸盐氮等)；

3)监测项目根据排水的性质决定。

## 2.8 采样方法

除 BOD<sub>5</sub>、pH 值和悬浮物等项目外，一般将上、下午样品混合后作为该次监测的分析样品。各采样点上、下午流量不变或变化很小时，两次样品可作等容混合，否则应根据流量的不同按比例混合；pH 值应在现场测定；BOD<sub>5</sub>和悬浮物的监测应在采样后尽快分析样品；BOD<sub>5</sub>、pH 值和悬浮物等项目，取上、下午测定值的平均值。

### 2.8.1 采样容器

2.8.1.1 采用聚乙烯或硬质玻璃容器。

2.8.1.2 对盛放测金属污染物水样的容器，先用不含该类金属成分的洗涤剂清洗，再用自来水冲洗，并尽可能减少容器内壁的残留水分，然后用酸浸泡处理后再用自来水清洗干净。对内壁清洁的容器，可直接用自来水洗刷干净后做酸浸泡处理。凡须做酸浸泡处理的容器，在酸浸泡前应尽量少用或不用洗涤剂清洗。

玻璃容器可用 HNO<sub>3</sub>(1+1)、HCl(1+1)或王水浸泡；聚乙烯塑料容器可用 HNO<sub>3</sub>(1+1)或 HCl(1+1)浸泡。可靠的浸泡条件是 70℃下浸泡 24h，条件不具备时也可常温浸泡并适当延长浸泡时间。

2.8.1.3 对盛放测有机物水样的容器，应用铬酸洗液、自来水、蒸馏水依次洗净。

2.8.1.4 对盛放其它监测项目水样的容器，其处理方法可参见 2.8.1.2，但浸泡条件改为常温浸泡 8h。

2.8.1.5 容器处理后贴上标签备用。

2.8.1.6 各采样点的采样容器应专用。

### 2.8.2 现场采样

现场采样可手工采样或自动采样，并做好记录。采样时用待采水样荡洗盛样容器内壁 3

次，再按要求体积采集水样并在标签上注明采样时间、地点及样品类别(监测项目)、采样人姓名和采样时的天气情况等事项。对需保存一段时间再分析的水样，应在采样后立即按要求加入保护试剂。如在采样前加入保护试剂，则不能在采样前用待采水样荡洗盛样容器。

采样结束前应仔细检查采样记录和水样，如发现漏采或不符合规定者，应立即补采或重采。

2.8.3 采样量

各监测项目的最小采样量见表 3。

表 3 水质监测采样体积与样品保存方法

监测项目	保 存 条 件	允许保存时间	采样体积 (mL)	推 荐 盛样容器
pH 值	现场测定		—	
悬浮物	采样后尽快测定，或 4℃ 冷藏		200 ~ 400	P,G
COD	采样后尽快测定，或加硫酸至 pH < 2	7d(天)	100	G
油	加硫酸至 pH < 2，4℃ 冷藏	24h	1000 ~ 2000	G
氟化物	4℃ 冷藏	28d	300	P
砷	采样后加硫酸至 pH < 2	7d	300 ~ 500	P
硫化物	每升水样用氢氧化钠调至中性后加 2mL1mol/L 醋酸锌和 1mL1mol/L 氢氧化钠，4℃ 冷藏	7d	500	G
挥发酚	采样后尽快分析，或加磷酸至 pH=4，每升水样加 1g 硫酸铜，5 ~ 10℃ 冷藏	24h	1000	G
铜、铅、 锌、镍、 镉	加硝酸至 pH < 2	6 个月	1000	P(A)， G(A)
铜(比色法)	采样后立即测定，或每升水样加盐酸(1+1)至 pH 1.5，4℃ 冷藏	24h	200	P(A)
总铬	加硝酸至 pH < 2	1 个月	200	G
铬( )	采样后尽快测定，或加氢氧化钠至 pH=8 ~ 9，4℃ 冷藏	24h	300	P(A)， G(A)
总 汞	加硝酸至 pH < 2 并加入重铬酸钾使其在水样中浓度为 0.05%	数月	500	G(A)， P(A)
BOD <sub>5</sub>	尽快测定(不超过两小时)，或 2 ~ 5℃ 冷藏	6h	1000	G

注：P——聚乙烯塑料桶(瓶)；G——玻璃瓶；P(A)，G(A)——用 1+1 的硝酸洗涤后的聚乙烯塑料桶(瓶)、玻璃瓶。

2.8.4 采样注意事项

**2.8.4.1** 用于检测油、悬浮物等项目的水样应在不同深度采样，按比例混合后作为一个排水样品，采样体积视含量而定。

**2.8.4.2** 监测 BOD<sub>5</sub>、硫化物、挥发酚等项目，应分别单独采样。用于检测 BOD<sub>5</sub> 和硫化物两项目的采样瓶瓶口直径至少为 35mm、容积至少为 500mL，容器标签上应写明监测项目。

**2.8.4.3** 用于检测镉、总铬、铜、铅、锌等项目的水样若只作短时间的保存，每升水样加 1.5mL 浓硝酸(或 3mL1+1HNO<sub>3</sub>)即可；对缓冲容量较大的水样可适当增加酸量。

**2.8.4.4** 对采样后待运输的样品，在采样时宜在容器内预留 1%的空间。对作 BOD<sub>5</sub> 分析的水样，在采样时应使水样充满容器。

**2.8.4.5** 对临时性排水在其外排过程中采样。应放空储罐至取样口间管内的积水后再采样。

## **2.9 水样的保存和运输**

在监测工作中应尽可能缩短样品的运输和保存时间。

**2.9.1** 保存排水水样的基本要求是：(1)减缓或抑制水样的生化变化；(2)减缓水样的化学变化(络合、氧化还原、沉淀析出等)；(3)减少组分的挥发损失。

为保证监测结果的可靠性，水样最好是现场分析或采样后尽快分析，无条件现场分析但能够在短时间内完成样品分析时，可优先考虑冷藏保存法。在通常情况下，4℃下冷藏的水样可至少保存 24h。只有确信不会引入干扰或造成样品污染时才考虑添加化学试剂(保护试剂)。各排放口水样的保存方法应依测定项目而定。水样在分析前应放置在避光和低温处。

**2.9.2** 样品保存所需添加的化学试剂，应使用优级纯试剂(保证试剂)或高纯试剂，尤其在采集金属污染物监测项目的水样时更需注意保护试剂的纯度。

**2.9.3** 各监测项目的水样保存方法(推荐方法)见表 3。

**2.9.4** 水样运输前应将样品容器的内、外盖盖紧。装箱时注意防止运输途中破损。运输时应有押运人员，水样交化验室时，双方应在运样单上签名。

## **2.10 监测项目与分析方法**

### **2.10.1 监测项目的确定原则**

a.选择火电厂排放水中可能存在的，并且国家排放标准或环境质量标准中要求控制的污染物；

b.各监测项目应有可靠的分析方法及相应的监测手段；

c.根据火电厂生产工艺的特点分别确定各系统排水中相应的监测项目；

d.各监测单位可根据本厂的具体情况，对监测项目做适当的调整并报所在省的电力环境监测中心站审批；

e.当国家有关规范和标准对火电类企业排水监测项目的规定有变动时，应按照其新的规定执行，并报电力环境监测总站备案。

各类排水的监测项目见表 2。

### **2.10.2 必测项目和选测项目**

必测项目见表 2。

连续三年未检出(即低于相应分析方法最低检出浓度)的项目，可适当延长监测周期。

各厂根据本厂工艺特点增加的监测项目列为选测项目，其监测采样周期可参照表 2 中类似项目的规定确定，若所增加的选测项目的监测结果在连续两年的监测中均接近或超过国家

的排放标准，则应从第三年起将之列为必测项目。

2.10.3 分析方法

2.10.3.1 表 2 中规定的各监测项目的分析方法见表 4。

方法选用顺序是：(1)国家标准水质分析方法(环境水样)；(2)行业级标准方法；(3)其它参考方法。

各监测站选用分析方法时应根据自身的人员和设备条件以及被监测排水的特点，选用排列优先的分析方法。

表 4 水质监测分析方法一览表

监测项目	方 法 名 称	适 用 范 围	参 见
pH 值	玻璃电极法	工业废水	GB6920—86
悬浮物	(1)重量法	地面水、地下水、工业废水	GB11901—89
	(2)石棉坩埚法	工业废水	1)
COD	重铬酸盐法	COD > 30mg/L 的水样	GB11914—89
油	(1)重量法	工业废水	SD164—85 PS-9—85(三)
	(2)紫外分光光度法	工业废水	1)
	(3)红外分光光度法	工业废水	SD164—85 PS-9—85(一)
氟的无机化合物	(1)离子选择电极法	地面水、地下水和工业废水	GB7484—87
	(2)氟试剂分光光度法	地面水、地下水和工业废水	GB7484—87
	(3)茜素磺酸锆目视比色法	饮用水、地面水、地下水和工业废水	GB7482—87
砷	(1)二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法	水和废水	GB7485—87
	(2)硼氢化钾—硝酸银分光光度法	地面水、地下水和饮用水	GB11900—89
	(3)原子吸收分光光度法(石墨炉法)	水和废水	2)
硫化物	(1)碘量法	地下水和废水	SD164—85 PS-5—85(一)
	(2)对氨基二甲基苯胺分光光度法	废水	SD164—85 PS-5—85(二)
挥发性酚	(1)蒸馏后 4-氨基安替比林分光光度法	饮用水、地面水、地下水和工业废水	GB7490—87

	(2)蒸馏后溴化容量法	含高浓度挥发性酚的工业废水	GB7491—87
--	-------------	---------------	-----------

续表

监测项目	方 法 名 称	适 用 范 围	参 见
铜	(1)原子吸收分光光度法	地下水、地面水和废水	GB7475—87
	(2)2, 9-二甲基—1, 10-菲口罗啉分光光度法	地面水、生活污水和工业废水	GB7473—87
	(3)二乙基二硫代氨基甲酸钠分光光度法	地面水、地下水和工业废水	GB7474—87
	(4)极谱法	工业废水	1)
铝	(1)原子吸收分光光度法	地下水、地面水和废水	GB7475—87
	(2)双硫脲分光光度法	天然水和废水中微量铝的测定	GB7470—87
	(3)极谱法	工业废水	1)
锌	(1)原子吸收分光光度法	地下水、地面水和废水	GB7475—87
	(2)双硫脲分光光度法( )	天然水及轻度污染的工业废水	GB7472—87
	(3)双硫脲分光光度法( )	受污染的工业废水	2)
	(4)极谱法	工业废水	1)
镍	(1)火焰原子吸收分光光度法	工业废水及受污染的环境水样	GB11912—89
	(2)丁二酮肟分光光度法	工业废水、受污染的环境水样	GB11910—89
总 汞	(1)冷原子吸收分光光度法	地面水、地下水、生活污水及工业废水	GB7468—87
	(2)高锰酸钾—过硫酸钾消解双硫脲分光光度法	生活污水、工业废水及受污染的地下水	GB7469—87
镉	(1)原子吸收分光光度法	地下水、地面水和废水	GB7475—87
	(2)双硫脲分光光度法	天然水和废水中微量镉的测定	GB7471—87



	(3)极谱法	工业废水	1)
铬	(1)高锰酸钾氧化—二苯碳酰二肼分光光度法(总铬)	地面水和工业废水中的总铬	GB7466—87
	(2)硫酸亚铁铵滴定法(总铬)	水和废水中高浓度总铬(大于 1mg/L)的测定	GB7466—87
	(3)二苯碳酰二肼分光光度法(Cr <sub>6</sub> )	地面水和工业废水中六价铬的测定	GB7467—87
	(4)原子吸收分光光度法(总铬)	天然水和工业废水	2)
BOD <sub>5</sub>	稀释与接种法	含 量 范 围 : 2 ~ 6000mg/L	GB7488—87

1)国家环保局.水和废水监测分析方法.第三版.北京：中国环境科学出版社，1989 年

2)APHA , AWWA , WPCF.StandardMethodfortheExaminationofWaterandWastewater.16thed.WashingtonD.C : APHA , 1986

2.10.3.2 根据实验室的条件采用非本规范规定的分析方法时，所用方法应经验证合格，检出限、准确度、精密度应相当或优于本规范给定方法的相应值。

选择仪器方法(如用测汞仪、测油仪、COD 测定仪、BOD<sub>5</sub> 测定仪等)时，应注意所用方法的检出限、准确度、精密度等指标至少与表 4 中给定方法的相应值相当。

2.10.3.3 监测报告中应注明分析方法。

### 3 大气环境监测

#### 3.1 监测目的

反映火电厂大气环境质量状况，为改善火电厂大气环境质量提供依据。

#### 3.2 监测项目

##### 3.2.1 必测项目

总悬浮颗粒物(TSP)、二氧化硫。测总悬浮颗粒物也可改为测飘尘，报告中应加以注明。

##### 3.2.2 选测项目

氮氧化物、灰尘自然沉降量(降尘量)。

#### 3.3 监测周期与频率

见表 5。

表 5 火电厂大气环境监测周期与频率

项 目	采样方法	监测周期	频 率	说 明
TSP	间断采样	每年一次	每次连续 5 ~ 7d，每天采样 4 次	监测周期，历年年在夏季(6~9月)，偶数年在冬季(11~12月)
	连续采样	每年一次	每次半个月，隔天采样	
SO <sub>2</sub> NO <sub>x</sub>	间断采样	每年一次	每次连续 5 ~ 7d，每天采样 4 次	
	连续采样	每年一次	每次半个月，隔天采样	
降尘量	连续采样	每年一次	每次连续 30 ± 2d	

采用大气自动监测系统，每年监测 2 次，冬、夏季各一次，每次一个月，每天监测  $24 \pm 0.5\text{h}$ ，每月不少于 20d。

### 3.4 监测点数目

按厂规模生产区设置 1~2 个监测点，生活区设置 1 个监测点。监测点位置一般不宜经常变动。

有条件的电厂还可增设监测点。

### 3.5 监测点设置原则与要求

3.5.1 应具有代表性，能反映出厂区、生活区大气环境质量平均水平。

3.5.2 监测点的周围应开阔，与建筑物的距离不低于建筑物高度的两倍，避开低矮烟囱、施工工地、煤场、灰场、公路等。

3.5.3 结合厂区(或生活区)人员、建筑物的分布状况，地形、气象等特点综合考虑确定。

3.5.4 总悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的采样高度为 3~15m，以 5~10m 为宜。采样口应与基础面有 1.5m 以上的相对高度，以减少扬尘的影响，特殊地形可视情况决定采样高度。降尘量的采样高度为 5~15m，以 8~12m 为宜，集尘缸应与基础面有 1.5m 以上的相对高度。

3.5.5 总悬浮颗粒物、二氧化硫、氮氧化物的监测，应在同一监测点上进行。

### 3.6 总悬浮颗粒物采样与测定

#### 3.6.1 中流量、间断采样——重量法

##### 3.6.1.1 采样设备

总悬浮颗粒物采样器，流量范围为  $0.05 \sim 0.25\text{m}^3/\text{min}$ 。

超细玻璃纤维滤膜或过氯乙烯滤膜，滤膜直径 80~100mm。

##### 3.6.1.2 采样方法

用镊子将已恒重的滤膜固定在采样夹上，采样流量 90~120L/min，采样开始后 5min 和采样结束前 5min 各记一次流量，取其算术平均值，采样 60min。

测定日平均浓度，每天可用一张滤膜间断采集样品。

##### 3.6.1.3 测定方法

重量法，见 GB9802—88《空气质量 总悬浮微粒的测定 重量法》。

#### 3.6.2 大流量、连续采样——重量法

##### 3.6.2.1 采样设备

包括抽气动力系统、流量计量系统、时间控制系统和滤膜等。各部分具体要求如下：

a.抽气动力系统在 24h 工作时间内运转稳定可靠。采样流量应保证在  $1.1 \sim 1.7\text{m}^3/\text{min}$  之间。

b.具有自动记录流量装置或累积式气量计的采样器。24h 采样的累积体积误差不超过  $\pm 5\%$ 。无自动记录流量装置或累积式气量计的采样器，可取初始流量和采样终止前流量的算术平均值，计算采样体积。

c.具有时间控制系统的采样器，24h 内的时间误差应不超过  $\pm 20\text{min}$ 。

d.200×250mm 超细玻璃纤维滤膜。

##### 3.6.2.2 采样方法

采样流量  $1.1 \sim 1.7\text{m}^3/\text{min}$ ，采样  $24 \pm 0.5\text{h}$ 。若总悬浮颗粒物浓度较高时，可用几张滤膜

分段采样，合并计算 24h 平均值。

### 3.6.2.3 测定方法

同 3.6.1.3。

### 3.6.3 自动连续监测

见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

## 3.7 二氧化硫采样与分析

### 3.7.1 间断采样——比色法

#### 3.7.1.1 采样设备

大气采样器，流量范围 0 ~ 1L/min。

多孔玻板吸收管。

#### 3.7.1.2 采样方法

吸收管内装 5mL 吸收液，采样流量为 0.5L/min，采样 30 或 60min。

#### 3.7.1.3 分析方法

四氯汞钾溶液吸收——盐酸副玫瑰苯胺比色法。

方法 A：见 GB8970—88《空气质量 二氧化硫的测定 四氯汞盐溶液吸收——盐酸副玫瑰苯胺比色法》。

方法 B：见 GB8913—88《居住区大气中二氧化硫卫生标准检验方法四氯汞盐盐酸副玫瑰苯胺分光光度法》。

### 3.7.2 连续采样——比色法

#### 3.7.2.1 采样设备

采样设备包括抽气动力装置、流量控制计量仪器、温度控制装置和吸收瓶等，具体要求如下：

a.流量控制计量仪器精度不低于 2.5 级，要求在负载条件下用 0.5 级的皂膜流量计校准，在 24h 连续运转条件下保证流量稳定。电源电压波动在 -20% ~ +10% 范围内，其流量波动应不大于 ± 5%。

b.吸收瓶应置于恒温装置中，要求温控系统保证在 10 ~ 16℃ 之内。

c.吸收瓶应是 75 ~ 125mL 多孔玻板吸收瓶或冲击式吸收管，吸收效率大于 99%。

#### 3.7.2.2 采样方法

吸收管内装 50mL 吸收液，采样流量 0.2L/min，负压表指示为  $6.67 \pm 0.67\text{kPa}$  ( $50 \pm 5\text{mmHg}$ )，采样  $24 \pm 0.5\text{h}$ 。采样器恒温控制在 10 ~ 16℃ 范围内。

其余同 3.7.1.2。

#### 3.7.2.3 分析方法

a.四氯汞钾溶液吸收——盐酸副玫瑰苯胺比色法

同 3.7.1.3。但在按方法 A 测定样品浓度时，应先用水将样品溶液总体积补足 50mL，摇匀后放置 20min，再取 5mL 样品溶液进行测定。这样在计算二氧化硫浓度时应乘上稀释倍数：

$$x_{\text{SO}_2} = \frac{(A - A_0)B_s}{V_0} \cdot \frac{V_1}{V_2} \quad (4)$$

式中  $x_{\text{SO}_2}$  ——大气中二氧化硫的浓度， $\text{mg}/\text{m}^3$ ；

$A$ ——样品溶液的吸光度；

$A_0$ ——试剂空白的吸光度；

$B_s$ ——校准因子， $\mu\text{g}/\text{吸光度单位}$ ；

$V_0$ ——换算为标准状态下(0℃，101325Pa)的采样体积，L；

$V_1$ ——样品溶液的总体积，mL；

$V_2$ ——分析测定时所取样品溶液的体积，mL。

#### **b. 甲醛缓冲溶液吸收——盐酸副玫瑰苯胺比色法**

见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

### **3.7.3 自动连续监测——紫外荧光法**

见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

## **3.8 氮氧化物采样与分析**

### **3.8.1 间断采样——比色法**

#### **3.8.1.1 采样设备**

双球玻璃管、棕色吸收管。

其余同 3.7.1.1。

#### **3.8.1.2 采样方法**

吸收管内装 5mL 吸收液，进气口连接氧化管，管口略朝下，采样流量为 0.25L/min，采至吸收液呈浅玫瑰红色为止。若吸收液不变色，采样时间应不少于 30min。

#### **3.8.1.3 分析方法**

盐酸萘乙二胺比色法，见 GB8969—88《空气质量 氮氧化物的测定 盐酸萘乙二胺比色法》。

### **3.8.2 连续采样——比色法**

#### **3.8.2.1 采样设备**

同 3.7.2.1。

#### **3.8.2.2 采样方法**

吸收管内装 50mL 吸收液，采样流量 0.2L/min，采样  $24 \pm 0.5\text{h}$ 。

其余同 3.8.1.2。

#### **3.8.2.3 分析方法**

同 3.8.1.3。

### **3.8.3 自动连续监测——化学发光法**

见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

## **3.9 降尘量采样与测定**

### **3.9.1 采样设备**

集尘缸，即内径 150mm，高 300mm 的圆筒型玻璃缸(或塑料缸、瓷缸)。

### **3.9.2 采样方法**

集尘缸内装 300~500mL 水，记录放置集尘缸的时间、地点、缸号等，连续采样  $30 \pm 2\text{d}$ 。遇多雨季节要防止缸内积水过多溢出，必要时更换干净的集尘缸继续收集，采样完毕后

合并测定。

### 3.9.3 测定方法

重量法，见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

### 3.10 大气环境自动监测系统

包括二氧化硫、氮氧化物、一氧化碳、飘尘(或 TSP)等监测仪器及数据处理装置。

有条件的火电厂都应采用大气环境自动监测系统或选用单机监测仪，按 3.2 和 3.3 的要求对火电厂大气环境进行长期、连续监测。大气环境自动监测仪器的各项技术指标和质量保证的具体要求见国家环境保护局编《环境监测技术规范》(大气和废气部分)。

## 4 锅炉烟道气监测

### 4.1 监测目的

监测火电厂锅炉烟道气中主要污染物的排放，评定除尘器的除尘效率，为大气环境质量管理提供可靠依据。

### 4.2 监测项目

烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度和排放量，除尘器的除尘效率。

### 4.3 监测周期

烟尘、二氧化硫、氮氧化物排放浓度和排放量每年测定一次。

锅炉大修后测定除尘器除尘效率。

### 4.4 测定条件

4.4.1 燃烧煤种和锅炉运行工况稳定，锅炉负荷不低于 90% 额定值。

4.4.2 测试期间锅炉不进行吹灰、打渣。

4.4.3 测试前作好原始资料收集、试验大纲编写、仪器校验和安全措施等各项准备工作。

### 4.5 采样部位、采样孔和采样点

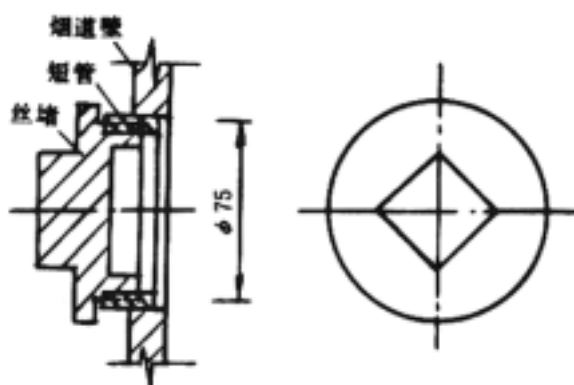
#### 4.5.1 烟尘采样部位

4.5.1.1 烟尘采样部位应选择在较长直段烟道上，与弯头或变截面处的距离不得小于烟道当量直径的 1.5 倍。

4.5.1.2 不满足 4.5.1.1 的要求时，应在烟道弯头和变截面处加装导流板，并适当增加采样点数。

#### 4.5.2 二氧化硫、氮氧化物采样部位

二氧化硫、氮氧化物的采样部位应选在除尘器出口烟道上，与烟尘采样部位的距离不小于 0.5m。

[illegible]

直径 条数																
测点 总数	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	

- a.将矩形断面烟道用经纬线分成若干面积相等的小矩形，各小矩形对角线的交点作为采样点，见图 3。
- b.沿烟道断面边长均匀分布的采样点数由表 7 确定。
- c.烟道断面边长大于 4m 时，可按表 7 外推。

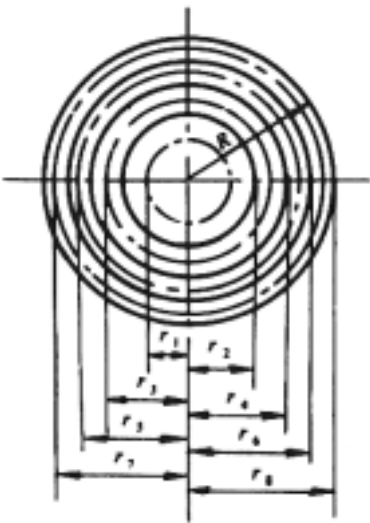


图 2 圆形断面烟道采样点分布示意

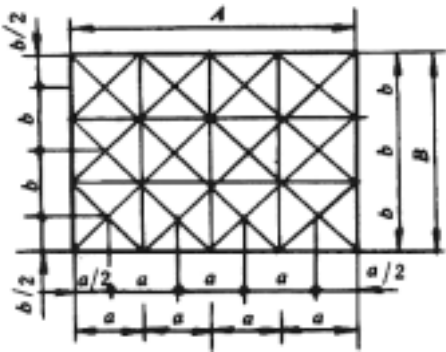


图 3 矩形断面测点分布示意

表 7 矩形断面沿边长均匀分布的测点数

矩形烟道 断面边长 (mm)	< 500	501 ~ 1000	1001 ~ 1500	1501 ~ 2000	2001 ~ 2500	2501 ~ 3000	3001 ~ 3500	3501 ~ 4000
----------------------	-------	------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

测点排数	3	4	5	6	7	8	9	
------	---	---	---	---	---	---	---	--

4.5.4.3 其它形状烟道上的采样点可参照上述原则布置。

4.5.4.4 烟道内有积灰时，应确定积灰形状与尺寸，并将积灰面积从烟道测量断面面积中扣除，按有效断面面积确定采样点数。

4.5.5 二氧化硫、氮氧化物采样点

4.5.5.1 烟道无漏风时，采样管应伸到烟道段面中心部位，定点采样。采样点与漏风部位的距离至少为烟道当量直径的 1.5 倍，达不到此要求应消除漏风。

4.6 烟气物理参数测量

4.6.1 温度测量

4.6.1.1 在符合 4.5 要求的测量位置，选择 1 个或几个有代表性的测点。测点附近烟道应无漏风。

4.6.1.2 测量仪器用玻璃温度计或工业热电偶。

4.6.2 压力测量

4.6.2.1 采用校正后的标准皮托管或其他经过校正的非标准皮托管(如背靠式皮托管)，配 U 形压力计或微压计(适用于压力 1.5kPa 以下场合)测量。

4.6.2.2 测全压时，仪器感应孔应正对烟气流方向；测静压时，仪器感应孔应垂直烟气流方向；测动压时，若烟气流不稳定，微压计液面读数应取多次测量的平均值。

4.6.3 湿度测量

4.6.3.1 采样位置和采样点应符合 4.5 要求，并应在测点断面内靠近烟道中心处定点采样。

4.6.3.2 测量方法可分别采用重量法(即吸湿法)、冷凝法或干湿球法。

4.6.4 烟气流速及流量计算

4.6.4.1 烟气流速按式(6)和式(7)计算。

$$w_y = K_d \sqrt{\frac{2p_{dp}}{\rho}} \quad (6)$$

式中  $w_y$ ——被测烟道断面烟气平均流速，m/s；

$K_d$ ——皮托管标定系数；

——修正后的烟气密度， $\text{kg/m}^3$ ；

$p_{dp}$ ——测量烟道断面平均动压值，Pa。

$$\sqrt{p_{dp}} = \frac{\sqrt{p_{d1}} + \sqrt{p_{d2}} + \Lambda + \sqrt{p_{dn}}}{n} \quad (7)$$

式中  $p_{d1}, p_{d2}, \dots, p_{dn}$ ——各测点动压值，Pa；

$n$ ——测量断面测点总数。

4.6.4.2 烟气流量的计算

a. 实测烟气流量按式(8)计算。

$$q_y = 3600 W_y A \quad (8)$$



式中  $q_y$ ——实测条件下烟气流量,  $\text{m}^3/\text{h}$ ;

$A$ ——烟道断面积,  $\text{m}^2$ 。

b.标准状况下烟气流量按式(9)计算。

$$q_{gy} = 3600W_y F \frac{\rho}{\rho_0} \left(1 - \frac{x_{\text{H}_2\text{O}}}{100}\right) \quad (9)$$

式中  $q_{gy}$  ——标准状况下烟气流量,  $\text{Nm}^3/\text{h}$ ;

$x_{\text{H}_2\text{O}}$ ——湿烟气中水汽体积百分数, %;

——实际烟气密度,  $\text{kg}/\text{m}^3$ ;

$\rho_0$ ——标准状况下烟气密度,  $\text{kg}/\text{Nm}^3$ 。

燃煤锅炉的标准状况下湿烟气密度取  $1.30\text{kg}/\text{Nm}^3$ , 干烟气密度取  $1.34\text{kg}/\text{Nm}^3$ 。实际状况下的湿烟气密度按式(10)修正。燃油炉的干、湿烟气密度可根据烟气中主要成分含量计算。

$$\rho = \rho_0 \frac{273}{T} \cdot \frac{p_{\text{amb}} + p_y}{1.013 \times 10^5} \quad (10)$$

式中 ——实际状况下湿烟气密度,  $\text{kg}/\text{Nm}^3$ ;

$T$ ——各测点烟气平均温度, K;

$p_{\text{amb}}$ ——当地大气压力, Pa;

$p_y$ ——烟气静压平均值, Pa。

#### 4.7 烟气测量

4.7.1 进入采样器采样嘴的烟气流速与采样点处烟道气流速相等, 是烟尘采样具有代表性的重要保证。

4.7.2 为满足 4.7.1 要求, 应按预测流速平行采样法或平衡型等速采样法(又称压力零点平衡法或等功能采样法)采样, 并利用公认的相应采样器采样。

4.7.3 采得样品按重量法在万分之一天平上称量得出采集烟尘净重, 计算烟尘排放量和排放浓度。

##### 4.7.4 烟尘排放量计算

4.7.4.1 根据在累积采样时间内由除尘器出口烟道断面上所采集烟尘净重, 按式(11)计算。

$$G_i = \frac{A_i g_i}{f t_i} \times 60 \quad (11)$$

式中  $G_i$ ——第  $i$  除尘设备出口烟道测量断面烟尘排放量,  $\text{kg}/\text{h}$ ;

$A_i$ ——第  $i$  除尘设备出口烟道测量断面面积,  $\text{m}^2$ ;

$f$ ——采样嘴有效断面积,  $\text{m}^2$ ;

$g_i$ ——第  $i$  除尘设备出口烟道所采集烟尘净重,  $\text{kg}$ ;

$t_i$ ——第  $i$  烟道断面采样累积时间,  $\text{min}$ 。

4.7.4.2 锅炉烟尘排放量为相应各台除尘器出口烟道断面烟尘量的总和, 按式(12)计算。

$$G = \sum_{i=1}^n C_i \quad (12)$$

式中  $G$ ——锅炉烟尘排放量，kg/h；

$n$ ——除尘器出口烟道数。

#### 4.7.5 烟尘排放浓度计算

4.7.5.1 实际条件下湿烟气含尘浓度按式(13)计算。

$$C_s = \frac{1000G}{q_y} \quad (13)$$

式中  $C_s$ ——实际条件下湿烟气含尘浓度，g/m<sup>3</sup>；

$q_y$ ——实际湿烟气量，m<sup>3</sup>/h。

4.7.5.2 标准状况下干烟气含尘浓度按式(14)计算。

$$C_g = \frac{1000G}{q_{gy}} \quad (14)$$

式中  $q_{gy}$ ——标准状况下的干烟气量，Nm<sup>3</sup>/h。

#### 4.8 除尘器除尘效率测定

4.8.1 采样位置和采样点应符合 4.5 要求。

4.8.2 除尘器出口和入口烟道断面的烟尘采样应同步进行，每一工况下的采样和测量次数不少于 3 次，并取平均值作为测量结果。

4.8.3 除尘效率按式(15)计算。

$$\eta = \frac{G_1 - G_2}{G_1} \times 100\% \quad (15)$$

式中  $\eta$ ——除尘器除尘效率，%；

$G_1$ ——除尘器入口断面测得的烟尘量，kg/h；

$G_2$ ——除尘器出口断面测得的烟尘量，kg/h。

#### 4.9 烟气中二氧化硫、氮氧化物浓度及排放量测定

4.9.1 烟气采样系统由采样管、吸收装置、气体流量、压力、温度测定装置及抽气源组成，应根据采气量的大小选用抽气泵采样和注射器采样两种形式。

4.9.2 二氧化硫浓度测定可采用碘吸收法或碘滴定法，氮氧化物测定可采用二磺酸酚法或盐酸萘乙二胺比色法。采用仪器法时，其方法的检出限、准确度、精密度应与上述化学方法相当。

4.9.3 二氧化硫排放量按式(16)计算。

$$q_{SO_2} = 2.86 \times 10^{-6} q_{gy} C_{SO_2} \quad (16)$$

式中  $q_{SO_2}$ ——二氧化硫排放量，kg/h；

$q_{gy}$ ——标准状况下的干烟气量，Nm<sup>3</sup>/h；

$c_{\text{SO}_2}$  ——烟气中  $\text{SO}_2$  浓度，ppm。

4.9.4 氮氧化物排放量按式(17)计算。

$$q_{\text{NO}_x} = 2.05 \times 10^{-6} q_{\text{gy}} c_{\text{NO}_x} \tag{17}$$

式中  $q_{\text{NO}_x}$  ——氮氧化物排放量，kg/h；

$c_{\text{NO}_x}$  ——烟气中氮氧化物浓度，ppm。

5 灰渣中有害元素监测

5.1 监测目的

了解灰渣中主要微量有害元素的含量，为分析灰渣排放对环境的影响提供依据。

5.2 采样点设置

5.2.1 干灰采样点设在除尘器下灰口处。

5.2.2 湿灰采样点根据需要设在除尘器下灰口处、灰沟或灰场。

5.2.3 炉渣采样点设在除渣系统出渣口处或渣堆。

5.3 采样方法

灰渣样品应有代表性，采样时应考虑锅炉参数、除尘器形式和煤种变化等因素。

5.3.1 灰场中的灰样作为单独样品，应按网格布点采样。采样点 5～10 个，采样深度 150mm 左右，每点采样量为 0.05kg。

5.3.2 灰渣场的采样方法同 5.3.1，但应根据渣的粒度适当增加采样量。

5.3.3 炉渣样品在除渣系统出渣口处按一定时间间隔采集。在渣堆采样时，采样点应分布在渣堆的上、中、下各部位，采样点 5～10 个，每点采样量应符合表 8 的规定。

表 8 灰渣粒度级与最小采样量之间的关系

粒度级(mm)	25	50	100	> 100
最小采样量(kg)	1	2	4	5

5.4 样品制备与处理

5.4.1 样品制备

5.4.1.1 将多点采集的灰样均匀混合后倒入方盘内，铺成厚度为 2～3mm 的薄层，将之分成若干个小方块，按一定间隔顺序取样。取样点不少于 9 个，每点取样量为 5g，将此样充分混匀并取适量样品用玛瑙研钵磨细备用。

5.4.1.2 将全部渣样破碎到 25mm 以下，然后按表 9 的制定缩制。若炉渣水分较高，应预先风干，其它步骤同 5.4.1.1。

表 9 炉渣粒度级与最小重量的关系

粒度级(mm)	25	3	1	0.1
最小重量(kg)	15	1	0.1	0.05

5.4.2 溶样方法

5.4.2.1 高压溶样法( $\text{HClO}_4$ 、 $\text{HNO}_3$ 、HF 法)：

称取 0.2500g 样品于高压釜内的聚四氟乙烯坩埚中，加入高氯酸 1mL，硝酸 3mL，氢氟酸 4mL。加盖密封后，拧紧釜盖。于  $180 \pm 10$  烘箱内加热 8~10h，冷至室温，打开盖子，取出聚四氟乙烯坩埚置电热板上敞口加热，去硅并分解有机物至近干。用 1+1 的盐酸溶解残渣(约 5~7mL)，煮沸 3~5min，将全部溶液(包括少量白色胶状不溶物)转入 250mL 容量瓶内，并用 2% 盐酸稀释至刻度，同时做空白试验。

#### 5.4.2.2 常压溶样法( $\text{HClO}_4$ 、 $\text{HNO}_3$ 、HF 法)：

称取 0.2500g 样品于 50mL 聚四氟乙烯烧杯中(或铂金坩埚中)，加入 1mL 高氯酸，3mL 硝酸，10mL 氢氟酸，在电热板上加热溶解。待溶液蒸干后，再加入 1mL 高氯酸，重复两次。再用 1+1 盐酸溶解残渣(煮沸 3~5min)，用 2% 盐酸稀释至刻度，同时做空白试验。

#### 5.4.2.3 四硼酸锂熔融法：

称取  $0.1 \pm 0.0002\text{g}$  在 750 灼烧并干燥后的灰样，置于洁净干燥的铂金坩锅中，加 0.5g 四硼酸锂，使它与灰样混合均匀，然后再加 0.5g 四硼酸锂以覆盖住混合物，将铂金坩锅置于干净的耐火托盘上，送入高温炉内，加热到 950，并在该温度下保持 20min，使灰样完全熔融。取出铂金坩锅，冷却后仔细清洗其外表及底部，除去可能的沾污，然后将坩锅放入 250mL 塑料烧杯中，加 150mL 盐酸(5+95)浸取，并将塑料烧杯置于沸水中加热。在整个浸取的过程中用有机玻璃棒不断搅拌。将上述浸出液定量转移到 200mL 容量瓶中，用  $\text{HCl}$ (5+95)清洗塑料烧杯和铂金坩锅，并用  $\text{HCl}$ (5+95)稀释至刻度。

#### 5.4.2.4 氢氧化钠—盐酸熔融法：

称取  $0.5 \pm 0.02\text{g}$  灰样，置于 30mL 银坩锅中，用几滴乙醇润湿，加氢氧化钠 4g，盖上盖，放入高温炉中，由室温缓慢升温至 650~700 后，熔融 20min。取出坩锅，冷却，将坩锅放入盛有 100mL 热水的烧杯中，盖上表面皿适当加热。待熔块全部浸出后，立即取出坩锅，用水和热盐酸(1+5)洗净坩锅，盖上表面皿，一次快速加入 30mL 浓盐酸，立即用玻璃棒搅拌，加入几滴浓硝酸，加热至沸，得到澄清透明的溶液。待溶液冷却后，移入 250mL 容量瓶中，并稀释至刻度，摇匀。

### 5.4.3 样品存放

备用样品应用密闭容器存放并逐个编号，标明数量，置干燥避光处存放。

## 5.5 监测项目与分析方法

### 5.5.1 监测项目

汞、镉、铬、砷、铅、镍。可根据实际需要增测其它项目。

### 5.5.2 分析方法

参见本规范表 4。

## 6 环境噪声监测

### 6.1 监测目的

掌握火电厂环境噪声现状，为火电厂噪声控制提供依据。

### 6.2 监测项目

厂区、生活区环境噪声监测。

### 6.3 监测周期

每年监测一次，在接近厂年平均发电负荷时监测。

## 6.4 测量仪器

测量仪器为精密声级计或普通声级计，其性能应符合 GB3875—83《声级计电声性能及测试方法》的规定。在测量前后，应对传声器、声级计进行整机校准。声级计和声级校准器应定期送计量部门检定校准。

## 6.5 气象条件

在无雨、无雪、风力小于 4 级(5.5m/s)的气象条件下测量。为避免风噪声的干扰，测量时应加风罩。

## 6.6 测量时间

测量时间分为昼间(06 00~22 00)和夜间(22 00~06 00)两部分。昼间测量一般选在 08 00~12 00 和 14 00~18 00；夜间测量一般选在 22 00~05 00。

## 6.7 传声器的设置

测量点应设在建筑物外，声级计或传声器可手持或固定在三角架上，传声器水平设置，距水平支撑面 1.2m。

## 6.8 声级计工作特性

频率计权特性：“A”，时间计权特性：“慢”。

## 6.9 名词解释与数据处理

### 6.9.1 A 声级

A 声级是用 A 计权网络测得的声压级，符号为  $L_{pA}$  或  $L_A$ ，单位：分贝(A)，dB(A)。

### 6.9.2 累积百分声级 $L_n$

在取样时间内有 n% 时间的声级超过某一数值，称此声级值为累积百分声级，符号为  $L_n$ ，单位：分贝(A)，dB(A)。

累积百分声级  $L_n$  的计算方法如下：

将在规定时间内测得的所有瞬时 A 声级数据 100 个(或 200 个)，按声级的大小顺序排列并编号(由大至小)，则第 1 个数据为  $L_1$  即最大值。第 10 个(或第 20 个)数据为  $L_{10}$ ，表示在规定时间内有 10% 的时间的声级超过此声级，它相当于规定时间内噪声的平均峰值。第 50 个(或第 100 个)数据为  $L_{50}$ ，表示在规定时间内有 50% 的时间的声级超过此声级，它相当于规定时间内噪声的平均值。第 90 个(或第 180 个)数据为  $L_{90}$ ，表示在规定的时间内有 90% 的时间的声级超过此声级，它相当于规定时间内噪声的背景值。

### 6.9.3 等效声级 $L_{eq}$

在某规定时间内 A 声级的能量平均值为等效连续 A 声级，简称等效声级，符号为  $L_{eq}$ ，单位：分贝(A)，dB(A)。

在实际测量中实行等时间间隔采样，等效声级用下式表示：

$$L_{eq} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} \right) \quad (18)$$

式中  $L_i$ ——测得的第 i 个瞬时 A 声级，dB(A)；

$n$ ——测得声级的总个数。

如果所测噪声级符合正态分布，可用下列近似公式计算等效声级：

$$L_{eq} = L_{50} + \frac{(L_{10} - L_{90})^2}{60} \quad (19)$$

式中  $L_{10}$ 、 $L_{50}$ 、 $L_{90}$  为 6.9.2 中所述累积统计声级。

#### 6.9.4 各测点等效声级和累积百分声级的算术平均值和标准偏差

厂区和生活区各测点声级的算术平均值和标准偏差按下式计算：

$$L_x = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_{xi} \quad (20)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (L_{xi} - L_x)^2} \quad (21)$$

式中  $L_x$ ——各测点等效声级或累积百分声级的算术平均值，dB(A)；

$L_{xi}$ ——测得第  $i$  个测点的等效声级或累积百分声级，dB(A)；

$n$ ——测点总数。

### 6.10 厂区和生活区环境噪声监测

#### 6.10.1 测点的选择

在电厂总平面图上，将厂区、生活区(包括医院、幼儿园等文化福利区)划分成等距离的网格，网格大小可根据电厂面积的大小决定，一般为  $50\text{m} \times 50\text{m} \sim 100\text{m} \times 100\text{m}$ 。测点应位于网格中心，如果中心位置不宜测量，可将测点移到宜于测量的位置。测点应距建筑物 1m 以上。

#### 6.10.2 测量方法

在昼间和夜间规定的时间内进行测量，稳态噪声每个测点取一次测量结果，如果是非稳态噪声，每个测点每隔 5s 读一瞬时 A 声级，连续读取 100 个数据(当声级涨落大于 10dB(A) 时，应读取 200 个数据)。注意排除不能代表厂区环境的偶发性噪声(如排气、车辆、人流等)。

#### 6.10.3 结果表示

测量结果用环境噪声污染图表示，即在电厂总平面图上各网点的右下方标出该点的等效声级。

根据各测点的等效声级、累积百分声级和标准偏差计算厂区和生活区的  $L_{eq}$ 、 $L_{10}$ 、 $L_{50}$ 、 $L_{90}$  的算术平均值及标准偏差。

### 7 监测质量保证及数据处理

#### 7.1 实验室基础工作

##### 7.1.1 对实验室的基本要求

7.1.1.1 火电厂环境监测站实验室应能够完成电厂水、气、渣等环境样品的分析工作，监测站建筑面积不得小于  $100\text{m}^2$ 。

7.1.1.2 实验室应距电厂主厂房、烟囱、煤场、公路以及其它污染源较远，以避免外界尘土、气流、高温、振动或噪声的影响。

7.1.1.3 实验室内应保持良好的照明和通风，精密仪器应有防尘设施。

7.1.1.4 要备有专用的有害废弃物贮存桶，放置在安全地点并妥为管理。

**7.1.1.5** 经常保持实验室内的清洁卫生。灰渣及其它易造成污染的样品的制样应有单独的处所。

**7.1.1.6** 实验室内应备有灭火器材，并定期检查。

## **7.1.2 实验用纯水**

应符合 GB6682 - 86《实验室用水规格》中一、二级水的规定。

## **7.1.3 试剂和溶液的要求**

**7.1.3.1** 国产化学试剂的纯度(规格)通常分为四级，可根据分析的具体要求选用：

一级——保证试剂(简称 GR)，用作基准物质；

二级——分析纯(简称 AR)，用于一般分析或要求较高的分析，以及在无保证试剂供给的情况下作基准物质；

三级——化学纯(简称 CP)，用于要求较低的分析；

四级——实验试剂(简称 LR)，其纯度较低，分析工作中很少使用。

**7.1.3.2** 选用试剂时，要核对试剂瓶标签上所列不纯物含量是否符合分析所要求的杂质限量，必要时按标准方法检测杂质含量或进行试剂的提纯。

纯度不够或已变质的试剂不应使用。

**7.1.3.3** 配制标准溶液时要严格按照试验规程的要求操作。标准溶液应贮于磨口硬质玻璃试剂瓶中，并贴上标签。根据试剂的特性，正确选用保管、储存试剂的方法，如采取密封、避光、低温等措施。对于性质不稳定的试剂，应注意保存的有效期或出厂日期。

**7.1.3.4** 对于易燃、易爆、剧毒试剂要有鲜明的标志，分类专门妥善保管。易燃、易爆试剂应存放在阴凉通风的地方；剧毒试剂应加锁存放，有专人保管，并须经监测站领导批准，方可使用，使用时两人共同称量，登记用量。

使用有机溶剂和挥发性强的试剂，应在通风橱内操作。绝对不允许使用明火直接加热有机试剂。

## **7.1.4 实验用玻璃仪器**

根据试验的目的(如存储试剂，测量体积，称量重量等)或化学反应的特点以及试验结果的精确度要求，选择使用玻璃仪器。新的量器应在使用前对有关指标进行检验，合格者用于分析。玻璃仪器在使用时其内壁应保持清洁，要按照正确的方法清洗、操作和读数。对于使用中的量器，应一年复校一次，合格者继续使用。

## **7.1.5 天平与砝码**

**7.1.5.1** 使用分度值为万分之一克或十万分之一克的分析天平及砝码，其精度应不低于三级。

**7.1.5.2** 天平计量性质的三项指标(即示值变动性、不等臂性和灵敏性)按 JJG98 - 90《非自动天平试行检定规程》进行检验。对天平和砝码每年至少由计量部门定期检定一次，检定合格者方可使用。在天平使用中，若发现其空载时的零点或反复称量某物的变动值超过规定值，则须立即进行校验。

**7.1.5.3** 对天平与砝码的安装、使用、校验和维修均应有详细的记录。

**7.1.5.4** 各级监测站均应制订天平的使用和维修规程。

## **7.1.6 标准溶液配制**

**7.1.6.1** 标准溶液包括标准贮备液和标准工作液。标准贮备液可采用直接法或间接法配制；

标准工作液由标准贮备液稀释而成。配制或稀释标准溶液所用纯水应符合 7.1.2 的规定；有机溶剂应符合 GR 或 AR 级试剂标准。

**7.1.6.2 直接法配制标准贮备液：**准确称取规定量的基准物质，溶解后完全移入容量瓶中，用溶剂稀释至标线。基准物质应精确称量至 0.1mg。至少应分别称量单独配制两个标准溶液，并测得其仪器示值的相对误差小于 2%。

**7.1.6.3 间接法配制标准贮备液：**先配成浓度接近或稍高于所需浓度的溶液，再用基准物质或已知浓度的标准溶液标定其准确浓度，或稀释调整至所需浓度值。至少应平行标定三份溶液，其相对误差应小于 0.2%，取平均值作为准确浓度。

**7.1.6.4 标准贮备液的浓度、保存方法和有效期限**应严格按分析规程的规定执行。

#### **7.1.7 精密仪器的使用与维护**

##### **7.1.7.1 仪器的使用**

操作人员在使用精密仪器之前，应仔细阅读操作说明书，基本熟悉该仪器各部分的性能，要按照仪器说明书的规定操作。对仪器性能和使用方法还不熟悉的人员不能操作仪器。

##### **7.1.7.2 仪器校正**

在安装调试期间，应按照说明书的规定指标和调试方法对仪器进行校正。对 pH 计和离子选择性电极至少应检查重复性和电极响应时间，并应使用标准缓冲溶液校正 pH 计；可见分光光度计(如 721 型)至少应校正波长和吸光度；对其它精密仪器(如原子吸收分光光度计、气相色谱仪等)均应按说明书的规定调试。此后，在使用中至少每年校正一次；测 pH 值前需用标准溶液校正 pH 计；仪器更换部件或检修后应及时校正。

##### **7.1.7.3 仪器的维护**

仪器应安装在无震动、无腐蚀性气体、无尘并避免阳光直射的房间内，室温在 8~35℃，相对湿度在 85% 以下；仪器电源电压波动在  $\pm 10\%$  以内，具有良好的接地；仪器内放置干燥剂，发现失效应及时更换。

**7.1.7.4 仪器到货即应建立仪器的技术档案**，其内容包括：仪器的定货合同；使用和维修说明书；验收报告；使用情况及累计使用时间记录；定期检验记录；仪器故障及维修记录；仪器的易损或消耗性部件的更换记录等。

#### **7.1.8 监测记录与报告**

应注意积累试验数据，妥善保存原始监测记录，按要求整理好试验报告。监测数据的有效数字按分析方法的规定加以确定。修改错误数据时应保留原数字的清晰字迹，并有修改人的签字。若分析操作确有过失，数据应作废。

环境监测实验室要建立健全监测资料档案。原始记录、监测报告等应分类建档，及时归档，每年末应对当年的监测资料进行全面整理与核实，并予以归档。

#### **7.2 实验室内分析质量控制**

火电厂环境监测应采用本规范规定的分析方法。若选用其它方法分析某一项目，应在向上一级监测站抄报数据时，附上方法选用的理由、方法的原理、精密度检验、回收率测定等资料。

##### **7.2.1 基础试验**

###### **7.2.1.1 空白值测定**



当空白值与测定值处在同一数量级或认为有必要时,才进行空白值的测定。当空白值偏高,应查明原因,采取相应的措施(如试剂水的精制、试剂提纯、消除各种污染因素等)降低空白值。

### 7.2.1.2 校准曲线的绘制与回归

按照分析方法规定的步骤,对测定线性范围内不同含量的一组标准溶液进行分析,也可与每批样品的测定同时进行。通常实验点不少于 5 个,对测量精密度较差的浓度段,实验点可适当增多。

应用直线回归法可以求出对各点的误差都是最小的直线方程式。

直线方程式用下式表示:

$$Y = a + bx \quad (22)$$

式中  $a$ ——直线的截距;

$b$ ——直线的斜率。

设一组标准溶液共有  $n$  个不同的浓度值,则:

$$a = \frac{\sum X_i^2 \sum Y_i - \sum X_i \sum X_i Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (23)$$

$$b = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \quad (24)$$

在绘制时,可选择 3 个合适的点,如  $X_0$ 、 $X_2$ 、 $X_4$ ,按上式计算出对应的  $Y$  值,以横坐标表示  $X$  值,纵坐标表示  $Y$  值,绘成一条直线。

### 7.2.1.3 回归方程的检验

校准曲线中  $X$  和  $Y$  这两变量之间的线性关系,可用相关系数  $r$  来表征。

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{[n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2][n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2]}} \quad (25)$$

对一般的环境监测分析,可取 5 个点计算  $r$  值, $r$  值应 0.999。否则要查找原因并加以纠正,重新制做校准曲线,以达到  $|r| = 0.999$  的要求。

### 7.2.2 精密度控制

精密度是表征一组监测数据离散程度的指标,通常用标准偏差(或称标准差)来度量。标准差  $S$  按下式计算:

$$S = \sqrt{\frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n - 1}} \quad (26)$$

式中  $n$ ——测定次数;

$X_i$ ——第  $i$  次测定值;

$\bar{X}$ ——一组测定结果的平均值。

精密度又分重复精密度及再现精密度两种。在同一实验室内只考虑重复精密度。实验室

内控制精密度的方法主要是室内允许差法，有时也使用控制图法。

#### 7.2.2.1 室内允许差法

通常对各项分析方法在不同浓度范围内均作了相应的规定。重复测定的差值在允许差范围内，则认为精密度达到要求

#### 7.2.2.2 控制图法

控制图的绘制是以大量的监测结果近似地呈正态分布为基础。

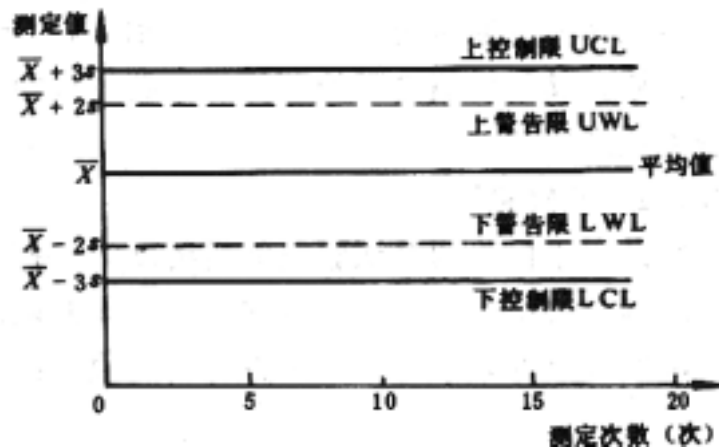


图 4 精密度控制图

用以控制精密度的控制图是采用同一种测定方法对同一个控制样在相同试验条件下，于不同时间内，不少于 20 次的测定结果(每天测 1~2 次)，计算出平均值与标准差，从而进一步计算出上下控制限  $\bar{X} \pm 3s$  及上下警告限  $\bar{X} \pm 2s$ 。控制图如图 4 所示。

在实验室内绘制精密度控制图有助于分析在一段时间内监测结果的稳定性。如果控制样采用标准参考物质，还可以对实验室内分析结果的准确度加以控制。

#### 7.2.3 准确度控制

准确度是表征实测数据与真值之间符合程度的一个指标，它可用来说明监测结果的可靠性。

##### 7.2.3.1 加标回收率法

准确度的控制通常是在一定浓度范围内加标回收率，若能符合标准分析方法所规定的要求，则认为准确度合格。

回收试验最好与试样分析同时进行。先采用该方法测出样品某一成分的含量，再在相同样品中加入一定量标准物质，测其含量，其回收率  $P$  可按式(27)计算：

$$P = \frac{m_1 - m_2}{m} \times 100\% \quad (27)$$

式中  $m_1$ ——试样加标准物质后待测物含量；

$m_2$ ——原试样中待测物含量；

$m$ ——试样中所加标准物质的含量。

在环境监测分析中，各测定项目分析方法的回收率一般在 90%~110% 以内。当方法的误差相对于加入物质质量来说很小时，则回收率可以接近 100%。某些复杂而且严密的方法对

于微量物质的测定，其回收率可能很低，但这样的结果也还是可用的。

回收率试验可用于比色分析、仪器分析，也适用于化学分析中的容量法、重量法及其它分析方法。

实验室内的质量控制一为精密度，一为准确度。应予指出，测定水中的悬浮物等，若没有合适的标准物质可加入到待测试样中去，则只能测定精密度，不能测定准确度。

#### 7.2.3.2 标准参考物质控制法

标准参考物质应由国家权威机关鉴定，并附有保证值证书。

标准参考物质的使用方法参见其说明书。

### 7.3 实验室间分析质量控制

电力环境监测总站对各省监测中心站，各中心站对各火电厂监测站实行监测质量考核认证制度。供考核用的标准试样，由监测总站统一制备或购买经监测总站认可的国家标准化商品参考物质，并统一发放。考核实施办法由上一级监测站统一制定并随标准参考物质一并下达。

做好实验室内分析质量控制是进行实验室间分析质量控制的前提条件。

#### 7.3.1 精密度控制

##### 7.3.1.1 室间允许差法

再现精密度通常用室间允许差表示。两个试验室在相近时间内，对同一试样按同一方法测得的结果，其平均值之间的差值如未超过规定的室间允许差，则认为这两个试验室间测定的精密度达到要求。

##### 7.3.1.2 F 检验法

它是用于检验两个试验室间精密度的一种方法：

a. 确定被检验对象标准差的平方(即方差)  $S_1^2$  及  $S_2^2$  ；

b. 按式(28)求出这两个方差的比值  $F$  ；

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (28)$$

应使式中分子的方差大于分母的方差，即使得  $F$  值  $> 1$  ；

c. 查出临界值  $F_{\alpha, f_1, f_2}$  ；

a 称为显著性水平，通常选  $\alpha=0.05$ 。在统计推断中， $\alpha$  可作为可靠性的量度。 $\alpha=0.05$ ，即表明这种推断有 5% 的误判率，可靠率为 95%。

$f_1$  和  $f_2$  分别为第一及第二自由度，它们与测定次数  $n_1$  及  $n_2$  的关系为： $f_1=n_1-1$ ， $f_2=n_2-1$ 。

在查  $F$  临界值表(见附录表 A1)时，要注意有单边及双边检验之分。当判断两个试验室的各一组数据有无显著性差异时，采用双边检验，将  $\alpha$  值除 2，即查  $F_{\alpha/2, f_1, f_2}$  值；如要确定一个方差显著地大于另一个，则采用单边检验，表中  $\alpha$  值不变；

d.  $F$  值小于临界值，表明二者无显著性差异，其精密度是一致的；反之，则存在显著性差异。

对某一监测方法的精密度，可用变异系数  $C_v$  来评价。

$$C_v = \frac{S}{\bar{X}} \times 100\% \quad (29)$$

式中  $S$ ——标准差；

$\bar{X}$ ——测定平均值。

变异系数越小，精密度越高；反之，则越低。

### 7.3.2 准确度控制

#### 7.3.2.1 相对误差法

相对误差用式(30)表示：

$$RE = \frac{\bar{X} - \mu}{\mu} \quad (30)$$

式中  $RE$ ——相对误差；

$\bar{X}$ ——测定的平均值；

$\mu$ ——真值。

为评价不同试验室分析结果的准确度，可统一规定相对误差所允许的界限，例如 1%、2% 等。如果各试验室分析结果的相对误差在上述规定的允许界限内，则认为准确度合格。凡超出上述界限，则认为该试验室测定结果不准确。

#### 7.3.2.2 $t$ 检验法

它是用于检验一组试验数据准确度的一种方法，也可用以检验不同试验室所提供数据间的准确性。

一组测定值的准确度检验：

a. 在一组测定值中，先求出平均值  $\bar{X}$  和标准差  $S$ ；

b. 按(31)式计算统计量  $t$ ：

$$t = \frac{|\mu - \bar{X}|}{S} \sqrt{n} \quad (31)$$

式中  $n$ ——测定次数；

$\mu$ ——标准参考物质的名义值；

c. 查出  $t$  临界值  $t_{a,f}$ （见附录表 B1）；

a 为显著性水平，它可任选，一般取 0.05， $f$  为自由度，它等于  $n-1$ 。 $t$  检验同样有双边与单边之分。如作单边检验， $a$  值应乘 2，即用  $2a$ ；

d. 比较计算的统计量  $t$  与  $t_{a,f}$ ，如  $t < t_{a,f}$ ，则二者无显著性差异，表明测定结果准确度符合要求。

不同试验室两组测定值准确度检验：

a. 在作  $t$  检验前，先进行  $F$  检验。只有两组测定结果的方差不存在显著性差异时，再作平均值的  $t$  检验。

b. 按式(32)和式(33)计算统计量  $S$  和  $t$ ，

$$\bar{S} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2}} \quad (32)$$

$$t = \frac{|\bar{X}_2 - \bar{X}_1|}{\bar{S}} \sqrt{\frac{n_1 \times n_2}{n_1 + n_2}} \quad (33)$$

式中  $S_1^2, S_2^2$ ——两个试验室测定结果的方差；

$\bar{S}$ ——两个试验室测定结果的平均标准差；

$n_1, n_2$ ——两个试验室的测定次数。

c. 查出  $t$  临界值  $t_{a,f}$ ，当  $t < t_{a,f}$  时，说明二者无显著性差异；反之，则表明二者存在显著性差异。

d. 判断结果的准确度。当经过  $t$  检验，还不能对两组测定值的准确度作出判断时，则需要通过对标准参数物质的分析才能加以确定。

### 7.3.3 试验室间分析质量考核与评价

试验室间进行分析质量考核与评价的方法大体按下述步骤进行。

7.3.3.1 由中心站向各参加考核的  $n$  个厂监测站发放统一试样，宜采用标准参考物质并统一规定所采用的标准测定方法。各试验室取不超过室内允许差的两次(或三次)测定的平均值  $\bar{X}$  报出。

7.3.3.2 计算各试验室测定结果的平均值  $\bar{X}$  与标准差  $S$ 。

7.3.3.3 按 Grubbs 法检验异常值。为此，将各测定值按从小到大的顺序排列并按式(34)和式(35)求出统计量  $G_1$  及  $G_n$ ：

$$G_1 = \frac{X - \bar{X}_1}{S} \quad (34)$$

$$G_n = \frac{\bar{X}_n - X}{S} \quad (35)$$

式中  $\bar{X}_1$  为最小平均值； $\bar{X}_n$  为最大平均值。

取  $f=n-1$ ，由 Grubbs 临界值表(见表 C1)查出  $G_{a,f}$ 。若  $G_1 < G_{a,f}$ ，则数据  $\bar{X}_1$  保留；反之，则弃去。若  $G_n < G_{a,f}$ ，则数据  $\bar{X}_n$  保留；反之，则弃去。异常值也可应用 Dixon 法检验，参见表 D1。

7.3.3.4 弃去异常值后，重新计算总平均值和标准差。再按上述方法检验，如无异常值，则继续按以下步骤进行检验。

7.3.3.5 根据各个试验室测定结果所处的不同置信区间，确定分析准确度的高低。靠  $\bar{X}$  愈近的  $\bar{X}_i$  值，即处在显著性水平  $\alpha$  愈大的置信范围内，则其分析准确度越高。

$$\text{置信区间} = \bar{X} \pm t_{a,f} \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (36)$$

平均值  $\bar{X}$  落在  $\alpha=0.1$  置信区间内，准确度最高(优)。

平均值  $\bar{X}$  落在  $\alpha=0.05$  置信区间内，准确度较高(良)。

平均值  $\bar{X}$  落在  $a=0.01$  置信区间内，准确度较差(及格)。

平均值  $\bar{X}$  落在  $a=0.01$  置信区间以外，准确度最差(不及格)。

实验室间分析质量的考核方法有多种，其评价方法也不尽一致。例如采用标准水样对各试验室间的分析质量进行考核时，各试验室的测定结果，可根据标样使用说明书提供的名义值及标准偏差来评价准确度的优劣。实测值落在  $\mu \pm S$  范围内，为优；落在  $\mu \pm S$  以外但在  $\mu \pm 2S$  范围内为良；落在  $\mu \pm 2S$  以外但在  $\mu \pm 3S$  范围内，为合格；落在  $\mu \pm 3S$  范围以外，则为不合格。实测值与名义值越接近，则准确度越高；反之，则越低。

## 7.4 数据处理和数据统计

### 7.4.1 数据处理

7.4.1.1 原始数据用硬质铅笔记录或自动监测系统打印记录。上报数据用黑或蓝黑墨水填写，字迹清晰、工整，不得随意涂、抹、刮、贴。若确有错误必须更正时，应将错误数据用斜线划去，并在其下方填上正确的数据。

7.4.1.2 原始监测数据的记录数字位数与使用的测量仪器的精度、测量方法所能达到的准确程度应一致，不得随意增加或减少有效数字。

分析结果的有效数字不能超过方法最低检出限的有效数字所能达到的位数。

7.4.1.3 在同一样本的一组数据中，如果发现可疑数据，而且已充分证明是由于分析过程中的已知外来干扰或差错造成的，则可以舍弃。否则，应采用 Dixon 法和 Grubbs 法进行检验，剔除可疑数据后再作统计计算。如果发现异常，必须在进行统计处理前对这些异常数据进行剔除或校正。

### 7.4.2 运算规则和数值修约

7.4.2.1 加、减运算时，计算结果的小数点后面的位数，与参加运算的各数据中小数点后位数最少者相同。

7.4.2.2 乘、除运算时，各数据的全部数字均参加运算，最后再对积或商进行相应的取舍，计算结果的位数，与所有参加运算的各数据中有效数字位数最少者相同。

7.4.2.3 对数运算时，有效数字的位数与真数一致。

7.4.2.4 平方、立方、开方运算时，计算结果的有效数字的位数与原数一致。

7.4.2.5 计算平均值(服从正态分布)时，四个以上监测值的平均值所取有效数字可在上述原则下增加一位。

7.4.2.6 常数及倍数，如  $\pi$ 、 $e$ 、 $\sqrt{2}$ 、 $1/3$ 、 $k(k=1, 2, \dots, n)$ 等，不影响计算结果的有效数字的位数。

7.4.2.7 有效数字的取舍按 GB8170—87《数值修约规则》执行。

### 7.4.3 数据的统计方法

参加统计计算的所有数据，必须符合本规范的要求。不合格的数据不得列入，未按本规范要求所完成的监测次数也不可计入总监测次数。当监测结果小于监测分析方法的最低检出限时，该数据以二分之一最低检出限值参加统计计算。

#### 7.4.3.1 算术平均值的统计计算

对平行样品或满足监测周期和频率要求的如日、月、季和年平均値,采用算术平均统计法。计算如式(37):

$$\bar{C} = \frac{1}{n} \sum C_i \quad (37)$$

式中  $\bar{C}$  ——算术平均值;

$C_i$  ——第  $i$  个监测值;

$n$  ——监测值的总个数。

求多点监测数据的平均值,即计算某区域的日、月、季和年平均値时,仍采用上述方法。计算如式(38):

$$\bar{C} = \frac{1}{m} \sum C_i \quad (38)$$

式中  $\bar{C}$  ——监测区域的平均值;

$C_i$  ——第  $i$  个监测点的平均值;

$m$  ——监测点数。

监测数据的平均值也可以用中位数法进行统计,即将监测数据按大小顺序排列,当数据总数为奇数时,以正中的数据表示平均值;当数据总数为偶数时,取正中两个数的算术平均值。

#### 7.4.3.2 检出率统计

按式(39)计算。

$$\text{检出率}(\%) = \frac{n_0}{\sum n} \times 100\% \quad (39)$$

式中  $n_0$  ——分期或全年检出次数;

$n$  ——分期或全年总检测次数。

#### 7.4.3.3 超标率统计

按式(40)计算。

$$\text{超标率}(\%) = \frac{n_p}{\sum n} \times 100\% \quad (40)$$

式中  $n_p$  ——分期或全年检出超标次数;

$n$  ——分期或全年总检测次数。

#### 7.4.3.4 超标倍数统计

凡是国家已颁布环境质量的监测项目,必须计算超标倍数。同时,必须注明在统计过程中执行国家颁布的哪一级标准。

计算如式(41)。

$$\text{超标倍数} = \frac{C - C_0}{C_0} \quad (41)$$

式中  $C$ ——监测数据；  
 $C_0$ ——国家颁布的环境质量标准。

7.4.3.5 最高(最低)值的统计

最高(最低)值按分期或全年统计，为统计期中全部检出值中的最高(最低)检出值。

附 录 A  
 $F$  临界值表  
(补充件)

(1) $\alpha=0.10$

表 A1



$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$f_1 \backslash f_2$
1	39.9	49.5	53.6	55.8	57.2	58.2	58.9	59.4	59.9	60.2	1
2	8.53	9.00	9.16	9.24	9.29	9.33	9.35	9.37	9.38	9.39	2
3	5.54	5.46	5.39	5.34	5.31	5.28	5.27	5.25	5.24	5.23	3
4	4.54	4.32	4.19	4.11	4.05	4.01	3.98	3.95	3.94	3.92	4
5	4.06	3.78	3.62	3.52	3.45	3.40	3.37	3.34	3.32	3.30	5
6	3.78	3.46	3.29	3.18	3.11	3.05	3.01	2.98	2.96	2.94	6
7	3.59	3.26	3.07	2.96	2.88	2.83	2.78	2.75	2.72	2.70	7
8	3.46	3.11	2.92	2.81	2.73	2.67	2.62	2.59	2.56	2.54	8
9	3.36	3.01	2.81	2.69	2.61	2.55	2.51	2.47	2.44	2.42	9
10	3.28	2.92	2.73	2.61	2.52	2.46	2.41	2.38	2.35	2.32	10

(2) $a=0.5$

$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$f_1 \backslash f_2$
1	161.0	200.0	216.0	225.0	230.0	234.0	237.0	239.0	241.0	242.0	1
2	18.5	19.0	19.2	19.2	19.3	19.3	19.4	19.4	19.4	19.4	2
3	10.1	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81	8.79	3
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00	5.96	4
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77	4.74	5
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10	4.06	6
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68	3.64	7
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39	3.35	8
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18	3.14	9
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02	2.98	10

续表 A1

(3) $\alpha=0.025$

$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$f_1 \backslash f_2$
1	648.0	800.0	864.0	900.0	922.0	937.0	948.0	957.0	963.0	969.0	1
2	38.5	39.0	39.2	39.2	39.3	39.3	39.4	39.4	39.4	39.4	2
3	17.4	16.0	15.4	15.1	14.9	14.7	14.6	14.5	14.5	14.4	3
4	12.2	10.6	9.98	9.60	9.36	9.20	9.07	8.98	8.90	8.84	4
5	10.0	8.43	7.66	7.39	7.15	6.98	6.85	6.76	6.68	6.62	5
6	8.81	7.26	6.60	6.23	5.99	5.82	5.70	5.60	5.52	5.46	6
7	8.07	6.54	5.89	5.52	5.29	5.12	4.99	4.90	4.82	4.76	7
8	7.57	6.06	5.42	5.05	4.82	4.65	4.53	4.43	4.36	4.30	8
9	7.21	5.71	5.08	4.72	4.48	4.32	4.20	4.10	4.03	3.96	9
10	6.94	5.46	4.83	4.47	4.24	4.07	3.95	3.85	3.78	3.72	10

(4) $\alpha=0.01$

$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$f_1 \backslash f_2$
2	98.5	99.0	99.2	99.2	99.3	99.3	99.4	99.4	99.4	99.4	2
3	34.1	30.8	29.5	28.7	28.2	27.9	27.7	27.5	27.3	27.2	3
4	21.2	18.0	16.7	16.0	15.5	15.2	15.0	14.8	14.7	14.5	4
5	16.3	13.3	12.1	11.4	11.0	10.7	10.5	10.3	10.2	10.1	5
6	13.7	10.9	9.78	9.15	8.75	8.47	8.26	8.10	7.98	7.87	6
7	12.2	9.55	8.45	7.85	7.46	7.19	6.99	6.84	6.72	6.62	7
8	11.3	8.65	7.59	7.01	6.63	6.37	6.18	6.03	5.91	5.81	8
9	10.6	8.02	6.99	6.42	6.06	5.80	5.61	5.47	5.35	5.26	9
10	10.0	7.56	6.55	5.99	5.64	5.39	5.20	5.06	4.94	4.85	10

续表 A1

(5) $\alpha=0.005$

$f_1 \backslash f_2$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	$f_1 \backslash f_2$
2	198.0	199.0	199.0	199.0	199.0	199.0	199.0	199.0	199.0	199.0	2
3	55.6	49.8	47.5	46.2	45.4	44.8	44.4	44.1	43.9	43.7	3
4	31.3	26.3	24.3	23.2	22.5	22.0	21.6	21.4	21.1	21.0	4
5	22.8	18.3	16.5	15.6	14.9	14.5	14.2	14.0	13.8	13.6	5
6	18.6	14.5	12.9	12.0	11.5	11.1	10.8	10.6	10.4	10.2	6
7	16.2	12.4	10.9	10.0	9.52	9.16	8.89	8.68	8.51	8.38	7
8	14.7	11.0	9.60	8.81	8.30	7.95	7.69	7.50	7.34	7.21	8
9	13.6	10.1	8.72	7.96	7.47	7.13	6.88	6.69	6.54	6.42	9
10	12.8	9.43	8.08	7.34	6.87	6.54	6.30	6.12	5.97	5.85	10

注：中国环境监测总站.环境水质监测质量保证手册.北京：化学工业出版社，1984

## 附录 B

$t$  分布表(双侧)

(补充件)

表 B1

自由度 $f$	置信水平				
	50%	90%	95%	99%	99.5%
1	1.000	6.314	12.706	63.657	127.32
2	0.816	2.920	4.303	9.925	14.089
3	0.765	2.353	3.182	5.841	7.453
4	0.741	2.132	2.776	4.604	5.598
5	0.727	2.015	2.571	4.032	4.773
6	0.718	1.943	2.447	3.707	4.317
7	0.711	1.895	2.365	3.500	4.029
8	0.706	1.860	2.306	3.355	3.832
9	0.703	1.833	2.262	3.250	3.690
10	0.700	1.812	2.228	3.169	3.581

注：宋清.定量分析中的误差和数据评价.北京：人民教育出版社，1982

## 附录 C

Grubbs 检验临界值表

(补充件)

表 C1

测 定 次 数	显 著 性 水 平			
	0.005	0.01	0.025	0.05
3	1.155	1.155	1.155	1.153
4	1.496	1.492	1.481	1.463
5	1.764	1.749	1.715	1.672
6	1.973	1.944	1.887	1.822
7	2.139	2.097	2.020	1.938
8	2.274	2.221	2.126	2.032
9	2.387	2.323	2.215	2.110
10	2.482	2.410	2.290	2.176
11	2.564	2.485	2.355	2.234
12	2.636	2.550	2.412	2.285
13	2.699	2.607	2.462	2.331
14	2.755	2.659	2.507	2.371
15	2.806	2.705	2.549	2.409
16	2.852	2.747	2.585	2.443
17	2.894	2.785	2.620	2.475
18	2.932	2.821	2.651	2.504
19	2.968	2.854	2.681	2.532
20	3.001	2.884	2.709	2.557

注：摘自 ASTM E178—80。

附 录 D  
Dixon 检验临界值表  
(补充件)

表 D1

测定次数	统 计 量		显著性水平		
	$X_1$ 为可疑值	$X_n$ 为可疑值	0.10	0.05	0.01
3	$r_{10} = \frac{X_2 - X_1}{X_n - X_1}$	$r_{10} = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_1}$	0.886	0.941	0.988
4			0.679	0.765	0.889
5			0.557	0.642	0.780
6			0.482	0.560	0.698
7			0.434	0.507	0.637
8	$r_{11} = \frac{X_2 - X_1}{X_{n-1} - X_1}$	$r_{11} = \frac{X_n - X_{n-1}}{X_n - X_2}$	0.479	0.554	0.683
9			0.441	0.512	0.635
10			0.409	0.477	0.597
11	$r_{21} = \frac{X_3 - X_1}{X_{n-1} - X_1}$	$r_{21} = \frac{X_n - X_{n-2}}{X_n - X_2}$	0.517	0.576	0.679
12			0.490	0.546	0.642
13			0.467	0.521	0.61

14			0.492	0.546	0.641
15			0.472	0.525	0.616
16			0.454	0.507	0.595
17	$r_{22} = \frac{X_3 - X_1}{X_{n-2} - X_1}$	$r_{22} = \frac{X_n - X_{n-2}}{X_n - X_3}$	0.438	0.490	0.577
18			0.424	0.475	0.561
19			0.412	0.462	0.547
20			0.401	0.450	0.535

注：摘自 ASTM E178—80。

附加说明：

本标准由能源部安环司提出。

本标准由能源部电力环境监测总站、山东省电力环境监测中心站、湖北省电力环境监测中心站、山西省电力环境监测中心站、黑龙江省电力环境监测中心站、东北电力设计院负责起草。

本标准主要起草人：丁伟、张耀、曹长武、许维宗、石耀宇、吴慧君、马英、叶永坚、鲁刚、王东愿、王丽荣、曹逸、陈实。

本标准由能源部发布。