

制订空气质量监测方案的程序同制订水和废水监测方案一样,首先要根据监测目的进行调查研究,收集相关的资料,然后经过综合分析,确定监测项目,布设监测点,选定采样频率、采样方法和监测技术,建立质量保证程序和措施,提出进度安排计划和对监测结果报告的要求等。下面结合我国现行技术规范,对监测方案的基本内容展开介绍。

一、监测目的

(1) 通过对环境空气中主要污染物进行定期或连续地监测,判断空气质量是否符合《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)或环境规划目标的要求,为空气质量状况评价提供依据。

(2) 为研究空气质量的变化规律和发展趋势,开展空气污染的预测预报,以及研究污染物迁移转化情况提供基础资料。

(3) 为政府生态环境部门执行环境保护法规,开展空气质量管理及修订空气质量标准提供依据和基础资料。

二、调研及资料收集

(一) 污染源分布及排放情况

通过调查,将监测区域内的污染源类型、数量、位置、排放的主要污染物及排放量调查清楚,同时还应了解所用原料、燃料及消耗量。注意将由高烟囱排放的较大污染源与由低烟囱排放的小污染源区别开来。因为小污染源的排放高度低,对周围地区地面空气中污染物浓度影响比高烟囱排放源大。另外,对于交通运输污染较重和有石油化工企业的地区,应区别一次污染物和由于光化学反应产生的二次污染物。因为二次污染物是在大气中形成的,其高浓度可能在远离污染源的地方,在布设监测点时应加以考虑。

(二) 气象资料

污染物在空气中的扩散、迁移和一系列的物理、化学变化在很大程度上取决于当时当地的气象条件。因此,要收集监测区域的风向、风速、气温、气压、降水量、日照时间、相对湿度、温度垂直梯度和逆温层底部高度等资料。

(三) 地形资料

地形对当地的风向、风速和大气稳定情况等有影响,因此,是设置监测网点应当考虑的重要因素。例如,工业区建在河谷地区时,出现逆温层的可能性大;位于丘陵地区的城市,市区内空气污染物的浓度梯度会相当大;位于海边的城市会受海、陆风的影响,而位于山区的城市会受山谷风的影响等。为掌握污染物的实际分布状况,监测区域的地形越复杂,要求布设监测点越多。

(四) 土地利用和功能分区情况

监测区域内土地利用及功能区划分情况也是设置监测网点应考虑的重要因素之一。不同功能区的污染状况是不同的,如工业区、商业区、混合区、居民区等。还可以按照建筑物的密度、有无绿化地带等做进一步分类。

(五) 人口分布及人群健康情况

环境保护的目的是维护自然环境的生态平衡,保护人群的健康,因此,掌握监测区域的人口分布,居民和动、植物受空气污染的危害情况及流行性疾病等资料,对制订监测方案、分析判断监测结果是有益的。

此外,对于监测区域以往的空气监测资料等也应尽量收集,供制订监测方案参考。

三、监测站(点)的布设

(一) 监测站(点)的分类

环境空气质量评价监测点根据监测目的不同,可分为城市点、区域点、背景点、污染监控点和路边交通点。

(1) 城市点

为了监测城市建成区的空气质量整体状况和变化趋势而设置的监测点,其设置的最少数量根据城市建成区面积和人口数量确定,其代表性范围一般为半径 500~4 000 m。

(2) 区域点

为了监测区域范围空气质量状况和污染物区域传输及影响范围而设置的监测点,其代表性范围一般为半径几十千米。

(3) 背景点

为了监测国家或大区域范围的环境空气质量本底水平而设置的监测点,其代表性范围一般为半径 100 km 以上。

(4) 污染监控点

为了监测本地区主要固定污染源及工业园区污染源聚集区对当地环境空气质量的影响而设置的监测点,其代表性范围一般为半径 100~500 m,如考虑较高的点源对地面浓度的影响时,也可将范围扩大到半径 500~4 000 m。

(5) 路边交通点

为了监测道路交通污染源对环境空气质量影响而设置的监测点,其代表性范围为日常生活和活动场所中受道路交通污染源排放影响的道路两旁及其附近区域。

(二) 监测项目

对于城市点的监测,根据国家《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)规定,将监测项目分为基本项目和其他项目。其中基本项目在全国范围内实施,其他项目由国务院生态环境行政主管部门或省级人民政府根据实际情况,确定具体实施方案。

区域点和背景点的监测除了基本项目外,由国务院生态环境行政主管部门根据国家环境管理需求和点位实际情况增加其他特征监测项目,具体监测项目见表 3-3。

表 3-3 空气污染物监测项目

监测类型	监测项目
基本项目	二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、一氧化碳(CO)、臭氧(O ₃)、可吸入颗粒物(PM ₁₀)、细颗粒物(PM _{2.5})
其他项目	总悬浮颗粒物(TSP)、氮氧化物(NO _x)、铅(Pb)、苯并(a)芘(BaP)
其他特征项目	湿沉降:降雨量、pH、电导率、氯离子、硝酸根离子、硫酸根离子、钙离子、镁离子、钾离子、钠离子、铵离子等
	有机物:挥发性有机物(VOCs)、持久性有机污染物(POPs)等
	温室气体:二氧化碳(CO ₂)、甲烷(CH ₄)、氧化亚氮(N ₂ O)、六氟化硫(SF ₆)、氢氟烃(HFCs)、全氟化碳(PFCs)
	颗粒物主要物理化学特性:颗粒物浓度数谱分布、PM _{2.5} 或PM ₁₀ 中的有机碳、元素碳、硫酸盐、硝酸盐、氯盐、钾盐、钙盐、钠盐、镁盐、铵盐等

污染监控点和路边交通点可根据监测目的及针对污染源的排放特征,由地方生态环境行政主管部门确定监测项目。

(三) 监测站(点)的布设原则

(1) 代表性

监测点要能客观反映一定空间范围内的环境空气质量水平和变化规律,客观评价城市、区域环境空气状况,以及污染源对环境空气质量的影响。

(2) 可比性

要求各个监测点获取的数据具有可比性,因此同类型监测点设置条件尽可能一致。

(3) 整体性

设置城市点时,应考虑城市自然地理、气象等综合环境因素,以及工业布局、人口分布等社会特点,在布局上反映城市主要功能区和主要大气污染源的空气质量现状及变化趋势。

(4) 前瞻性

结合城乡建设规划考虑监测点的布设,使确定的监测点能兼顾未来城乡空间格局变化趋势。

(5) 稳定性

监测点位置一经确定,原则上不应变更,以保证监测资料的连续性和可比性。

(四) 监测站(点)的布设要求

(1) 城市点

布设覆盖全部城市建成区,并相对均匀分布。采用城市加密网格实测或模式模拟计算的方法,加密网格的每个网格一般不大于 2 km×2 km,在每个网格中心或网格线的交点上设置监测点,模式模拟计算是通过污染物扩散、迁移及转化规律,预测污染分布状况而寻找合理的监测点。

(2) 区域点和背景点

区域点和背景点应远离城市建成区和主要污染源,原则上应分别离开城市建成区和主要污染源 20 km 和 50 km 以上;区域点应根据我国的大气环境特征设置在区域大气环境路径上,反映区域大气本底状况,并反映区域间和区域内污染物输送的相互影响;背景点设置在不受人为活动影响的清洁地区,反映国家尺度空气质量本底水平;应考虑海拔高度,在山区应位于局部高点,在平缓地区应保存在开阔地带的相对高地。

(3) 污染监控点

原则上应设置在固定污染源对环境质量产生明显影响及污染物浓度高的地区。布设在源的主导风向和污染最重季节的主导风向向下风向的最大落地浓度区内;如果是固定污染源较多且比较集中的工业园区,布设在主导风向和污染最重季节的主导风向向下风向的工业园区边界,兼顾排放强度最大的污染源及污染项目的最大落地浓度。

(4) 路边交通点

一般设置在行车道下风侧,根据车流量的大小、车道两侧的地形、建筑物的分布情况等确定位置,采样口距道路边缘距离不得超过 20 m。

(五) 监测站(点)的布设数量

(1) 城市点

城市点的最少监测点数根据建成区城市人口、面积确定,具体见表 3-4。当建成区城市人口和面积确定的最少监测点数不同时,取两者中较大值。

(2) 区域点和背景点

区域点和背景点的数量由国家生态环境行政主管部门根据国家规划设置,其中区域点还应兼顾区域面积和人口因素,各地方可根据环境管理的需要,申请增加区域点数量。

(3) 污染监控点和路边交通点

由地方生态环境行政主管部门组织各地环境监测机构根据本地区环境管理的需要确定布设数量。

表 3-4 城市点设置数量要求

建成区城市人口/万人	建成区面积/km ²	最少监测点数
<25	<20	1
25~50	20~50	2
50~100	50~100	4
100~200	100~200	6
200~300	200~400	8
>300	>400	按每 50~60 km ² 建成区面积设 1 个监测点,并且不少于 10 个点

四、采样频率和采样时间

采样频率是指在一个时段内的采样次数;采样时间是指单个样品采集的时间间隔。二者要根据监测目的、污染物分布特征、分析方法灵敏度等因素确定。例如,为监测空气质量的长期变化趋势,连续或间歇自动采样测定为最佳方式;突发性污染事故等应急监测要求快速测定,采样时间尽量短。表 3-5 列出《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)对污染物监测数据的统计有效性规定。

表 3-5 污染物监测数据的统计有效性规定

污染物项目	平均时间	数据的统计有效性规定
二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、可吸入颗粒物(PM ₁₀)、细颗粒物(PM _{2.5})、氮氧化物(NO _x)	年平均	每年至少有 324 个日平均值,每月至少有 27 个日平均值(二月至少有 25 个日平均值)
二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、一氧化碳(CO)、可吸入颗粒物(PM ₁₀)、细颗粒物(PM _{2.5})、氮氧化物(NO _x)	24 h 平均	每日至少有 20 个小时平均值或采样时间
臭氧(O ₃)	8 h 平均	每 8 个小时至少有 6 个小时平均值
二氧化硫(SO ₂)、二氧化氮(NO ₂)、一氧化碳(CO)、臭氧(O ₃)、氮氧化物(NO _x)	1 h 平均	每小时至少有 45 min 的采样时间
总悬浮颗粒物(TSP)、苯并(a)芘(BaP)、铅(Pb)	年平均	每年至少有分布均匀的 60 个日平均值 每月至少有分布均匀的 5 个日平均值
铅(Pb)	季平均	每季至少有分布均匀的 15 个日平均值 每月至少有分布均匀的 5 个日平均值
总悬浮颗粒物(TSP)、苯并(a)芘(BaP)、铅(Pb)	24 h 平均	每日应有 24 h 的采样时间

五、采样方法、监测方法和质量保证

采集空气样品的方法和仪器要根据空气中污染物的存在状态、浓度、物理化学性质及所用监测方法选择,在各种污染物的监测方法中都规定了相应的采样方法,将在下一节介绍。

和水质监测一样,为获得准确和具有可比性的监测结果,应采用规范化的监测方法。目前,监测空气污染物应用最多的两种方法是分光光度法和气相色谱法,其次是荧光光谱法、液相色谱法、原子吸收光谱法等。但是,随着分析技术的发展,对一些含量低、难分离、危害大的有机污染物,越来越多地采用仪器联用方法进行测定,如气相色谱-质谱(GC-MS)、液相色谱-质谱(LC-MS)、气相色谱-傅里叶变换红外光谱(GC-FTIR)等联用技术。后面第四、五、六节将介绍典型空气污染物的监测方法。