

高 职 高 专 规 划 教 材

空气环境监测

彭娟莹 主编

方 晖 欧阳彬 副主编



化学工业出版社

高职高专规划教材

空气环境监测

彭娟莹 主 编

方 晖 欧阳彬 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书分为三个模块,十个项目。第一个模块为基本素质能力模块,主要介绍空气环境监测的基本知识和技能,分别涵盖布点、采样、数据处理的有关知识;第二个模块为专业核心技能模块,主要介绍空气环境监测的专业知识和技能,分别涵盖气象参数、颗粒态污染物和气态污染物的测定分析方法;第三个模块为综合能力培养模块,主要以环境空气、室内环境空气和固定污染源废气三个方面的实际项目为案例进行空气环境监测综合实训,使学习者能在前两个模块学习的基础上将理论与实际案例相结合。

本书为高职高专环境监测专业及环境类其他各专业使用的教材,同时也可作为大中专院校、环境保护相关企事业单位及职业资格考证的培训教材,还可供从事监测工作的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

空气环境监测/彭娟莹主编. —北京:化学工业出版社, 2015. 12

高职高专规划教材

ISBN 978-7-122-25333-0

I. ①空… II. ①彭… III. ①大气环境-环境监测-
高等职业教育-教材 IV. ①X831

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 240455 号

责任编辑:王文峡

文字编辑:林媛

责任校对:宋玮

装帧设计:尹琳琳

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市万龙印装有限公司

710mm×1000mm 1/16 印张10 $\frac{3}{4}$ 字数203千字 2016年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:28.00 元

版权所有 违者必究

高职高专环境教材

编审委员会

顾问

刘大银

主任委员

沈永祥

副主任委员

许 宁 王文选 王红云

委员

(按姓名汉语拼音排序)

白京生	陈 宏	冯素琴	付 伟	傅梅绮
顾 玲	郭 正	何际泽	何 洁	胡伟光
扈 畅	蒋 辉	金万祥	冷士良	李党生
李东升	李广超	李 弘	李洪涛	李旭辉
李耀中	李志富	牟晓红	沈永祥	司 颐
宋鸿筠	苏 炜	孙乃有	田子贵	王爱民
王春莲	王红云	王金梅	王文选	王小宝
王小平	王英健	魏振枢	吴国旭	徐忠娟
许 宁	薛叙明	杨保华	杨永红	杨永杰
尤 峥	于淑萍	于宗保	袁秋生	岳钦艳
张柏钦	张洪流	张慧利	张云新	赵连俊
智恒平	周凤霞	朱惠斌	朱延美	庄伟强

前 言

人类的生存离不开阳光、空气和水，一个人只要几分钟不呼吸新鲜清洁的空气，生命就会消失，可见空气对生命的重要性。而如今，由于自然和人为的许多原因，人类赖以生存的空气中含有大量的有毒有害污染物，导致空气污染，使人们感到不舒服，甚至致病。进行空气监测，是了解空气中各种污染物的浓度及分布状况的有力技术手段，是进行环境管理、环境规划、环境评价以及空气污染控制与治理工作的基础。

根据教育部有关高职高专教材建设的文件精神，适应目前高职高专项目化课程教学法改革的要求，并满足高等学校环境类专业对空气环境监测教材的要求，编者根据多年空气环境监测项目化教学改革的经验，编写了本教材。本教材采用全新的编排结构，将原有的以章节为分段的学科体系式教学改为实践性和开放性的项目化教学体系，根据社会对环境监测人才专业水平与能力的要求，以职业能力培养为主线，同时把素质教育渗透到教学全过程，以达到人才培养与职业标准对接，人才培养与岗位技能对接为目的而构建的课程体系。本教材在内容的编写上，以提高操作技能为主要目标，改变了传统的复杂专业知识教学方式，分模块分任务来进行课程整体设计，突出以学生为主体的设计理念，以项目和任务作为课程教学内容的载体。

本书主要适用于高职高专环境监测专业及环境类其他各专业使用；同时，也可作为大中专院校、环境保护相关企事业单位及职业资格考证的培训教材。

本书由彭娟莹任主编，方晖和欧阳彬任副主编。其中模块一中的项目一、模块二中的项目三由彭娟莹（长沙环境保护职业技术学院）编写；模块一中的项目二由刘军（中国环境管理干部学院）编写；模块一中的项目三由卓玉国（中国环境管理干部学院）编写；模块二中的项目一、项目二由方晖（长沙环境保护职业技术学院）编写；模块二中的项目四由欧阳彬（长沙环境保护职业技术学院）编写；模块三由赵根成（长沙环境保护职业技术学院）编写。

由于作者的水平所限，书中难免存在不妥之处，敬请各位读者给予批评指正。

编 者

2015 年 6 月于长沙

目 录

模块一 基本素质能力模块——空气环境监测的基础知识与技能	1
项目一 课程导入	1
一、空气环境监测概述	1
二、空气环境监测技术趋势	2
三、空气环境监测质量标准	5
四、学习要求	11
项目二 监测准备	11
一、布点方法	11
二、采样技术	21
三、监测方案的制订	31
项目三 分析测试中误差及数据处理	34
一、误差的分类和来源	34
二、误差的表示方法	35
三、数据处理的方法	39
模块二 专业核心技能模块——空气环境监测的专业知识与技能	51
项目一 气象参数的测定	51
任务 气象参数的测定	68
项目二 环境空气中颗粒态污染物的测定	71
任务一 环境空气中总悬浮颗粒物含量的测定 (GB/T 15432—1995)	
——重量法	74
任务二 环境空气中 PM ₁₀ 和 PM _{2.5} 含量的测定 (HJ 618—2011)	
——重量法	77
任务三 环境空气中降尘含量的测定 (GB/T 15265—1994)	
——重量法	79
项目三 环境空气中气态污染物的测定	82
任务一 环境空气中二氧化硫含量的测定	
(HJ 482—2009, HJ 483—2009)	86
任务二 环境空气中氮氧化物的测定 (HJ 479—2009)	

——盐酸萘乙二胺分光光度法	96
任务三 环境空气中臭氧的测定 (HJ 504—2009)	
——靛蓝二磺酸钠分光光度法	101
任务四 环境空气中一氧化碳的测定 (GB 9801—88)	
——非分散红外法	105
任务五 环境空气中甲醛的测定	
(GB/T 15516—1995、GB/T 18204.26—2000)	106
任务六 环境空气中苯系物的测定	
(HJ 583—2010、HJ 584—2010)	113
项目四 固定污染源烟尘及烟气的测定	121
任务一 固定污染源烟气基本参数及烟尘的测定	
(GB/T 16157—1996)	142
任务二 固定污染源排放烟气黑度的测定 林格曼烟气黑度图法	
(HJ/T 398—2007)	145
任务三 固定污染源中氮氧化物的测定——定电位电解法	
(HJ 693—2014)	147
模块三 综合能力培养模块——综合实训	152
项目一 校园内空气环境质量监测	152
项目二 校园学生公寓内室内空气环境质量监测	154
项目三 校园食堂锅炉排气筒废气监测	155
附录	158
附录1 环境空气质量监测采样原始记录表	158
附录2 环境空气质量监测分析原始记录表	159
附录3 室内空气质量监测采样原始记录表	161
附录4 室内空气质量监测分析原始记录表	162
附录5 废气采样原始记录表	164
附录6 烟尘分析原始记录表	165
参考文献	166

模块一 基本素质能力模块

——空气环境监测的基础知识与技能

项目一

课程导入

一、空气环境监测概述

空气是人类赖以生存的必需要素之一，环境空气质量的好坏直接关系到人类的身体健康甚至生命安全。然而，随着我国城市化和工业化的快速发展与能源消耗的迅速增加，大气污染日益严重，已成为我国面临的重大环境挑战之一。20世纪70年代期间，煤烟型污染排放成为我国工业城市的特点；80年代，我国许多南方城市遭到了严重的酸雨危害；近年来，汽车尾气排放的臭氧、氮氧化物、一氧化碳及随后形成的光化学烟雾，以及雾霾，使得许多大城市的空气质量恶化。

根据2013年公布的《2012年我国环境状况公报》中的数据显示：2012年2月，《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)正式公布，截至2012年底，京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市、省会城市和计划单列市共74个城市建成符合空气质量新标准的监测网并开始监测，按照新标准对二氧化硫、二氧化氮和可吸入颗粒物评价结果表明，地级以上城市达标比例为40.9%，环保重点城市达标比例为23.9%。2012年，监测的466个市（县）中，出现酸雨的市（县）215个，占46.1%，酸雨发生频率在25%以上的城市133个，占28.5%，酸雨发生频率在75%以上的城市56个，占12.0%。

2013年全国城市环境空气质量也不容乐观。中国气象局基于能见度的观测结果表明，2013年全国平均霾日数为35.9天，比上年增加18.3天，为1961年以来最多。中东部地区雾和霾天气多发，华北中南部至江南北部的大部分地区雾和霾日数范围为50~100天，部分地区超过100天。环境保护部基于空气质量的监测结果表明，2013年1月和12月，中国中东部地区发生了2次较大范围区域性灰霾污染。两次灰霾污染过程均呈现出污染范围广、持续时间长、污染程度严重、污染物浓度累积迅速等特点，且污染过程中首要污染物均以PM_{2.5}为主。其中，1月份的灰霾污染过程接连出现17天，造成74个城市发生677天次的重度及以上污染天气，其中重度污染477天次，严重污染200天次。污染较重的区域

主要为京津冀及周边地区，特别是河北南部地区，石家庄、邢台等为污染最重城市。2013年12月1日至9日，中东部地区集中发生了严重的灰霾污染过程，造成74个城市发生271天次的重度及以上污染天气，其中重度污染160天次，严重污染111天次。污染较重的区域主要为长三角区域、京津冀及周边地区和东北部分地区，长三角区域为污染最重地区。

在世界范围内，迄今为止已发生了多次重大环境污染事件，造成大气污染，最终导致大量人口中毒或死亡，例如马斯河谷烟雾事件、伦敦烟雾事件、洛杉矶光化学烟雾事件、四日市哮喘事件等公害事件。大气污染与人群的许多疾病，特别是呼吸系统疾病、心血管疾病、免疫系统疾病、肿瘤的患病率和死亡率密切相关。全球每年由于城市空气污染造成大约80万人死亡，亚洲地区每年因大气污染造成48.7万多人死亡。

空气环境监测是用科学的布点、采样和分析测量方法等对空气污染物或空气环境行为进行长时间定期或连续测定，以获取能反映空气质量的代表性数据的过程。监测部门对环境空气实施有效监测，客观反映环境空气质量状况，可以为环境管理部门实现科学决策提供重要保障。因此，对环境空气污染物进行有效的监测十分必要。

二、空气环境监测技术趋势

（一）环境空气和废物采样技术

污染物在环境空气和废气中的存在形态可分为气态、颗粒态和两态共存三种情况。

1. 气态污染物

气态污染物常用的采样方式有直接采样、有动力采样以及被动采样等。

当空气中被测组分浓度较高或方法灵敏度足够高时，可直接采集一定量的气体样品用于分析。直接采样的结果表征的是瞬间或短时内的平均情况，采样容器可使用注射器、塑料袋或固定容器，采样容器的清洁度、气密性和内表面惰性将直接影响分析结果。

直接采样实际工作中常用的多为采样袋和苏玛罐。苏玛罐在采样前需经过专用的清罐仪进行清洗。一般的清洗流程为：使用专用的加热套对苏玛罐加热，通入高纯氮气，再抽真空，反复多次，直至经质谱分析无杂质。将苏玛罐在实验室抽成真空（250Pa以下），带到采样现场后，打开阀门瞬时将空气抽入罐中，也可以在苏玛罐上安装限流阀，采集某时段内的环境空气样品。这两种采样容器均可用于较洁净环境空气样品的采集，对于废气样品，使用苏玛罐采集后罐子清洗

难度加大,故建议采用采样袋,一次性使用采集废气样品。

有动力采样法使用抽气泵,空气样品通过吸收瓶中的吸收介质后,目标污染物便浓缩于吸收介质中。吸收介质通常用液体和多孔状的固体颗粒物,其不仅浓缩了待测污染物,提高了分析灵敏度,且有利于去除干扰物质和选择不同原理的分析方法。一般需要根据分析组分的不同,选择合适的吸附剂。常用的有动力采样方式有溶液吸收法和填充柱法。

被动式采样法是基于气体分子扩散或渗透原理采集空气中气态或蒸气态污染物的采样方法,它不需要任何电源或抽气动力进行连续采样。被动采样器的构造类型也比较多样,如按国际通用标准设计的管式、徽章式等。

被动采样方法虽然无法对污染物浓度进行实时监测,但其对污染物平均浓度较准确的定量能在许多方面得到应用,如对污染物进行长时间、大范围、高密度地监测,对污染物时空分布给出结果,也可用来对污染物进行预评估来确定主动采样站点位置,对主动采样站点的代表性进行评估和验证,其造价低、操作简单,不需要电源,能方便应用于偏远、基础设施薄弱的地区,可作为主动采样方法的有效补充。

2. 颗粒态污染物

空气中颗粒物的采样主要有自然沉积法和滤料法。自然沉积法主要用于采集粒径大于 $30\mu\text{m}$ 的颗粒物。滤料法根据粒子切割器和采样流速等条件的不同,分别用于采集空气中不同粒径的颗粒物。目前,商品化的颗粒物采样器常见的有针对 $\text{PM}_{2.5}$ 、 PM_{10} 和 TSP(总悬浮颗粒物)的采样器,常用的为集多种粒径颗粒样品采样于一身的采样器。这些采样器被广泛地应用于科学研究及实际监测工作中颗粒态污染物样品的采集。

3. 两态共存污染物

对于气态、颗粒态两种形态共存的污染物,早在 20 世纪 80 年底就有文献提出了利用玻璃纤维滤膜拦截大气颗粒物、利用聚氨基甲酸乙酯泡沫采集吸附气态污染物的样品采集方法。

目前常用的大流量采样器也是利用 XAD-2、Tenax、聚氨基甲酸乙酯泡沫等介质吸附气态污染物,利用玻璃纤维滤膜、石英纤维滤膜和铝箔滤膜等介质吸附固态颗粒物。随后人们又研制出了扩散溶蚀采样器,它在过滤除去颗粒物之前就通过扩散吸附涂层把气相半挥发性物质从空气气流中移除,滤膜后的吸附剂则将颗粒物中挥发的污染物捕集。但目前这两种采样器都存在一定的采样误差,可能造成测得的气相或固相中的污染物含量偏高。

此外,也可根据实际情况,将前述的气态、颗粒态两种形态污染物的采集方式有机结合起来用于目标污染物的采集。

(二) 环境空气和废气样品的前处理与分析测试技术

1. 气态污染物

直接采样得到的气体样品一般不需特别的前处理步骤,通常经多级冷阱将气体样品浓缩为微量的液体样品,引入仪器测定。

苏玛罐采样、气相色谱-质谱仪分析是直接采样最常用的测定方式。苏玛罐是美国 EPA 空气监测规定的用于采集和存储气态挥发性有机物的一种空气采样罐。罐的内表面经过特殊的钝化处理,以保证采集的样品组分在存储过程中保持稳定。苏玛罐的容积有不同规格,可根据需要选择。气相色谱-质谱联用技术既保留了气相色谱的大部分优点,又具有质谱可以准确鉴定物质结构的特点。它采用化合物的质谱图鉴定化合物类别,保证了定性的准确性。在有机物污染物分析中,特别是多组分有机污染物分析中应用十分普遍。

使用溶剂吸收法采样,目标物被吸收富集于吸收液中,转化为水溶性阴/阳离子的目标物,一般可直接引入离子色谱分析。填充柱采样,填充柱中的吸附介质如活性炭、Tenax 吸附剂等,在样品采集结束后,经溶剂解吸或热解吸将固体吸附剂上的目标物解析下来,引入气相色谱或气相色谱质谱仪测定分析。

利用被动采样器采集的气体样品,用溶剂萃取或索氏提取吸附介质中的有机目标物、无机目标物,再视情况使用分光光度计或离子色谱仪测定,有机目标物一般引入气相色谱-质谱分析。

2. 颗粒态污染物

目前,颗粒态中有机污染物的采样多使用滤膜安装于采样器中,在一定流量下连续采集若干时间。采样完成后,滤膜经提取、净化、浓缩步骤后,进入 GC、GC/MS、HPLC 或 HPLC/MS 分析测定。颗粒物中有机污染物的采集常采用玻璃纤维滤膜,它具有各向同性好、孔径分布均匀、定量偏差小、耐热、阻燃、耐水等特点。一般需要将玻璃纤维滤膜在 420℃ 烘烤 12h 后再使用。

附着于颗粒物上的无机物一般可分为金属元素和其他化合物。对于大气颗粒物中的金属元素,常用的前处理方法如硫酸-灰化法、常压混酸消解法、高压消解法、索氏提取法等。经前处理步骤后,颗粒物中的金属污染物可采用原子吸收光谱仪(AAS)、电感耦合等离子体发射仪(ICP-AES)、电感耦合等离子体质谱仪(ICP-MS)等进行测定。

颗粒物中除金属外的水溶性离子则可以通过分光光度计、离子色谱仪分析。

3. 两态共存污染物

样品采集后,用于采集气态和颗粒态污染物的滤纸、滤膜分别经溶剂提取后,即可用于仪器分析。

无机物如 HCl 、 HNO_3 、 SO_2 等污染物经提取富集后, 可用离子色谱测定, NH_3 经提取富集后, 可用流动注射荧光法测定。

有机污染物样品采集后, 经提取富集步骤, 一般采用气相色谱或气相色谱-质谱仪进行分析。

三、空气环境监测质量标准

我国目前已对全国省会以上的城市及一些重点城市共 46 个, 从 2000 年 6 月 5 日起发布了空气质量的信息, 特别是在这些城市全部建立空气自动化监测系统以后, 由发布《空气质量周报》改为发布《空气质量日报》《空气质量时报》。由“空气质量指数”和“空气质量级别”就可知道该城市的空气质量的好坏及主要污染物, 对于保护环境, 使人们的身体健康免受污染有着极其重要的指导意义。为贯彻落实第七次全国环境保护大会和 2012 年全国环境保护工作会议精神, 加快推进我国大气污染治理, 切实保障人民群众身体健康, 我国环保部于 2012 年 2 月 29 日批准发布了《环境空气质量标准》(GB 3095—2012)。实施《环境空气质量标准》是新时期加强大气环境治理的客观需求。随着我国经济社会的快速发展, 以煤炭为主的能源消耗大幅攀升, 机动车保有量急剧增加, 经济发达地区氮氧化物 (NO_x) 和挥发性有机物 (VOC_s) 排放量显著增长, 臭氧 (O_3) 和细颗粒物 ($\text{PM}_{2.5}$) 污染加剧, 在可吸入颗粒物 (PM_{10}) 和总悬浮颗粒物 (TSP) 污染还未全面解决的情况下, 京津冀、长江三角洲、珠江三角洲等区域 $\text{PM}_{2.5}$ 和 O_3 污染加重, 灰霾现象频繁发生, 能见度降低, 迫切需要实施新的《环境空气质量标准》, 增加污染物监测项目, 加严部分污染物限值, 以客观反映我国环境空气质量状况, 推动大气污染防治。

(一) 空气质量标准及执行原则

1. 《环境空气质量标准》(GB 3095—2012) 的实施方法

我国不同地区的空气污染特征、经济发展水平和环境管理要求差异较大, 新增指标监测需要开展仪器设备安装、数据质量控制、专业人员培训等一系列准备工作。为确保各地有仪器、有人员、有资金, 做到测得出、测得准、说得清, 确保按期实施新修订的《环境空气质量标准》, 实行分期实施新标准的方法:

- ① 2012 年, 京津冀、长三角、珠三角等重点区域以及直辖市和省会城市;
- ② 2013 年, 113 个环境保护重点城市和国家环保模范城市;
- ③ 2015 年, 所有地级以上城市;
- ④ 2016 年 1 月 1 日, 全国实施新标准。

2. 环境空气功能区分类和质量要求

环境空气功能区分为两类: 一类区为自然保护区、风景名胜区和其

殊保护的区域；二类区为居住区、商业交通居民混合区、文化区、工业区和农村地区。

一类区适用于一级浓度限值，二类区适用于二级浓度限值。一、二类环境空气功能区质量要求见表 1-1 和表 1-2。

3. 数据统计的有效性规定

任何情况下，有效的污染物浓度数据均应符合表 1-3 中的最低要求，否则应视为无效数据。

表 1-1 环境空气污染物基本项目浓度限值 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
1	二氧化硫(SO_2)	年平均	20	60
		24h 平均	50	150
		1h 平均	150	500
2	二氧化氮(NO_2)	年平均	40	40
		24h 平均	80	80
		1h 平均	200	200
3	一氧化碳(CO) /(mg/m^3)	24h 平均	4	4
		1h 平均	10	10
4	臭氧(O_3)	日最大 8h 平均	100	160
		1h 平均	160	200
5	颗粒物 PM_{10}	年平均	40	70
		24h 平均	50	150
6	颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$	年平均	15	35
		24h 平均	35	75

表 1-2 环境空气污染物其他项目浓度限值 单位： $\mu\text{g}/\text{m}^3$

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
1	总悬浮颗粒物(TSP)	年平均	80	200
		24h 平均	120	300
2	氮氧化物(NO_x)	年平均	50	50
		24h 平均	100	100
		1h 平均	250	250

续表

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值	
			一级	二级
3	铅(Pb)	年平均	0.5	0.5
		季平均	1	1
4	苯并[a]芘(B[a]P)	年平均	0.001	0.001
		24h 平均	0.0025	0.0025

表 1-3 污染物浓度数据有效性的最低要求

污染项目	平均时间	数据有效性规定
SO ₂ 、NO ₂ 、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO _x	年平均	每年至少有 324 个日平均浓度值 每月至少有 27 个日平均浓度值 (两月至少有 25 个日平均浓度)
SO ₂ 、NO ₂ 、CO、PM ₁₀ 、PM _{2.5} 、NO _x	24h 平均	每日至少有 20 个小时平均浓度值或采样时间
O ₃	8h 平均	每 8h 至少有 6h 平均浓度值
SO ₂ 、NO ₂ 、CO、O ₃ 、NO _x	1h 平均	每小时至少有 45min 的采样时间
TSP、B[a]P、Pb	年平均	每年至少有分布均匀的 60 个日平均浓度值 每月至少有分布均匀的 5 个日平均浓度值
Pb	季平均	每季至少有分布均匀的 15 个日平均浓度值 每月至少有分布均匀的 5 个日平均浓度值
TSP、B[a]P、Pb	24h 平均	每日应有 24h 的采样时间

(二) 空气质量指数计算方法

1. 空气质量指数的计算

污染物项目 P 的空气质量分指数 IAQI_p 计算：

$$IAQI_p = \frac{IAQI_{Hi} - IAQI_{L0}}{BP_{Hi} - BP_{L0}}(C_p - BP_{L0}) + IAQI_{L0} \tag{1-1}$$

式中 IAQI_p——污染物项目 P 的空气质量分指数；

C_p——污染物项目 P 的质量浓度值；

BP_{Hi}——表 1-4 中与 C_p 相近的污染物浓度限值的高位值；

BP_{L0}——表 1-4 中与 C_p 相近的污染物浓度限值的低位值；

IAQI_{Hi}——表 1-4 中与 BP_{Hi} 对应的空气质量分指数；

$IAQI_{L0}$ ——表 1-4 中与 BP_{L0} 对应的空气质量分指数。

质量指数的计算结果只保留整数，小数点后的数值全部进位。

表 1-4 空气质量分指数及对应的污染物项目浓度限值

空气质量 分指数 $IAQI$	污染物项目浓度限值									
	SO_2	SO_2	NO_2	NO_2	PM_{10}	CO	CO	O_3	O_3	$PM_{2.5}$
	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$	1h 平均 $/(\mu g/m^3)^{①}$	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$	1h 平均 $/(\mu g/m^3)$	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$	1h 平均 $/(\mu g/m^3)$	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$	8h 滑动 平均 $/(\mu g/m^3)$	24h 平均 $/(\mu g/m^3)$
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
50	50	150	40	100	50	2	5	160	100	35
100	150	500	80	200	150	4	10	200	160	75
150	475	650	180	700	250	14	35	300	215	115
200	800	800	280	1200	350	24	60	400	265	150
300	1600	②	565	2340	420	36	90	800	800	250
400	2100	②	750	3090	500	48	120	1000	③	350
500	2620	②	940	3840	600	60	150	1200	③	500

① 二氧化硫(SO_2)、二氧化氮(NO_2)和一氧化碳(CO)的 1h 平均浓度限值仅用于实时报,在日报中需使用相应污染物的 24h 平均浓度值。

② 二氧化硫(SO_2)1h 平均浓度值高于 $800\mu g/m^3$ 的,不再进行其空气质量分指数计算,二氧化硫(SO_2)空气质量分指数按 24h 平均浓度计算的分指数报告。

③ 臭氧(O_3)8h 平均浓度值高于 $800\mu g/m^3$ 的,不再进行其空气质量分指数计算,臭氧(O_3)空气质量分指数按 1h 平均浓度计算的分指数报告。

2. 空气质量指数的确定方法

各种污染物的质量分指数都计算出以后,取最大者为该区域或城市的空气质量指数 AQI ,则该项污染物即为该区域或城市空气中的首要污染物, $IAQI$ 大于 100 的污染物为该区域或城市空气中的超标污染物。

$$AQI = \max\{IAQI_1, IAQI_2, IAQI_3, \dots, IAQI_n\} \quad (1-2)$$

式中 $IAQI$ ——空气质量分指数;

n ——污染物项目。

【例 1-1】假定某地区 SO_2 的时均监测值为 $315\mu g/m^3$,其质量分指数的计算如下。按照表 1-4 SO_2 的时均实测浓度 $315\mu g/m^3$ 介于 $150\mu g/m^3$ 和 $500\mu g/m^3$ 之间,浓度限值对应的 $IAQI_{L0}=50$, $IAQI_{Hi}=100$,则 SO_2 的质量分指数为:

$$IAQI_{SO_2} = \frac{IAQI_{Hi} - IAQI_{L0}}{BP_{Hi} - BP_{L0}} (C_{SO_2} - BP_{L0}) + IAQI_{L0}$$

$$IAQI_{SO_2} = \frac{100 - 50}{500 - 150} \times (315 - 150) + 50 = 74$$

这样, SO_2 的质量分指数为 74, 用相似方法由其他污染物的监测浓度计算分指数假如分别为 105 (O_3)、75 (NO_2) 和 54 (CO), 则总体上取质量分指数最大者报告该地区某时段的空气质量指数:

$$\text{AQI} = \max(74, 105, 75, 54) = 105$$

首要污染物为臭氧 (O_3)。

3. 空气质量指数的发布与空气质量的级别

空气质量监测点位日报和实时报的发布内容包括评价时段、监测点位置、各污染物的浓度及空气质量分指数、空气质量指数、首要污染物及空气质量级别, 报告时说明监测指标和缺项指标。日报和实时报由地级以上(含地级)环境保护行政主管部门或其授权的环境监测站发布。空气质量指数及相关信息见表 1-5, 空气质量指数日报和实报数据格式见表 1-6 和表 1-7。

当质量指数 AQI 值小于 50 时, 则不报告首要污染物。

表 1-5 空气质量指数及相关信息

空气质量指数	空气质量指数级别	空气质量指数类别及表示颜色		对健康影响情况	建议采取的措施
0~50	一级	优	绿色	空气质量令人满意, 基本无空气污染	各类人群可正常活动
51~100	二级	良	黄色	空气质量可接受, 但某些污染物可能对极少数异常敏感人群健康有较弱影响	极少数异常敏感人群应减少户外活动
101~150	三级	轻度污染	橙色	易感人群症状有轻度加剧, 健康人群出现刺激症状	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者应减少长时间、高强度的户外锻炼
151~200	四级	中度污染	红色	进一步加剧易感人群症状, 可能对健康人群心脏、呼吸系统有影响	儿童、老年人及心脏病、呼吸系统疾病患者应避免长时间、高强度的户外锻炼, 一般人群适当减少户外运动
201~300	五级	重度污染	紫色	心脏病和肺病患者症状显著加剧, 运动耐受力降低, 健康人群普遍出现症状	儿童、老年人和心脏病、肺病患者应停留在室内, 停止户外运动, 一般人群减少户外运动
>300	六级	严重污染	褐红色	健康人群运动耐受力降低, 有明显强烈症状, 提前出现某些疾病	儿童、老年人和病人应当留在室内, 避免体力消耗, 一般人群应避免户外活动

表 1-6 空气质量指数日报数据格式

时间:20××年××月××日												
污染物浓度及空气质量分指数 (IAQI)												
城市名称	监测点名称	二氧化硫 (SO ₂) 24h 平均		二氧化氮 (NO ₂) 24h 平均		颗粒物 (粒径小于 等于 10μm) 24h 平均		一氧化碳 (CO) 24h 平均		臭氧 (O ₃) 最大 1h 平均		空气质量指数类别
		浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	
		首要污染物		空气质量指数 (AQI)		空气质量指数级别		空气质量指数类别		颜色		

注: 缺测指标的浓度及分指数均使用 NA 标识。

表 1-7 空气质量指数实时报数据格式

时间:20××年××月××日××时												
污染物浓度及空气质量分指数 (IAQI)												
城市名称	监测点名称	二氧化硫 (SO ₂) 1h 平均		二氧化氮 (NO ₂) 1h 平均		颗粒物 (粒径小于 等于 10μm) 1h 平均		颗粒物 (粒径小于 等于 10μm) 24h 滑动平均		一氧化碳 (CO) 1h 平均		空气质量指数类别
		浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (μg/ m ³)	分 指 数	浓度/ (mg/ m ³)	分 指 数	
		首要污染物		空气质量指数 (AQI)		空气质量指数级别		空气质量指数类别		颜色		

注: 缺测指标的浓度及分指数均使用 NA 标识。