

大气环境保护中的PM_{2.5}监测与防治

陈瑞燕 钱梦莹

浙江省绍兴生态环境监测中心

DOI:10.12238/eep.v5i3.1586

[摘要] 近年来,我国多地雾霾天气频发,不仅降低大气能见度,影响民众的出行,还对民众的健康造成了严重的威胁,引起了社会对空气质量的广泛关注。空气中的PM_{2.5}指的是环境空气中空气动力学当量直径 $<2.5\mu\text{m}$ 的颗粒,是形成雾霾天气的关键因素之一,对空气中的PM_{2.5}进行监测,是解决我国当前区域性的霾污染现状的根本有效手段。基于此本文就环境监测中的大气PM_{2.5}监测进行探析。

[关键词] 环境监测; 大气PM_{2.5}; 监测

中图分类号: X83 **文献标识码:** A

Monitoring and prevention of PM_{2.5} in the atmospheric environmental protection

Ruiyan Chen Mengying Qian

Zhejiang Shaoxing Ecological Environment Monitoring Center

[Abstract] In recent years, frequent occurrence of haze weather in many places in my country not only reduces atmospheric visibility and affects people's travel, but also poses a serious threat to people's health, causing widespread concern about air quality. PM_{2.5} in the air refers to particles with aerodynamic equivalent diameter $<2.5\mu\text{m}$ in ambient air, which is one of the key factors in the formation of haze weather. Monitoring PM_{2.5} in the air is a solution to the current regional A fundamental and effective measure for the current situation of haze pollution. Based on this, this paper analyzes the atmospheric PM_{2.5} monitoring in environmental monitoring.

[Key words] environmental monitoring; atmospheric PM_{2.5}; monitoring

近年来,随着经济的快速发展,以工业企业和交通业排放为主的废气污染已经严重影响人们的健康和生活环境,其中具有代表性的细颗粒物PM_{2.5}的危害更为严重。细颗粒物PM_{2.5}是空气动力学直径小于或等于 $2.5\mu\text{m}$ 的颗粒物,其粒径小,比表面积大,化学组成复杂,易于吸附并富集空气中的毒害物质,是雾霾的主要组分,不仅能够降低环境质量,而且影响气候变化,威胁人类健康。

1 PM_{2.5}污染的各种影响

1.1 对大气能见度的影响

能见度是大气透明度的指标。查阅相关文献资料,吴兑等指出,大气能见度与大气中PM_{2.5}的浓度密切相关。低能见度的天气会对交通、健康、生态景观等产生重大影响,能见度也是城市空气质量的最直接指标。PM_{2.5}与大气能见度之间的关系主要是指大气能见度、PM_{2.5}浓度与气象因子之间的关系。大气能见度与PM_{2.5}质量浓度之间存在明显的负相关。一些气象参数如相对湿度也影响PM_{2.5}和大气能见度之间的关系。HAO等指出,当相对湿度低于19%时,PM_{2.5}质量浓度和大气能见度之间存在明显的对数关系,当相对湿度介于20~29%时,该关系变为指数关系。当相对湿度高于30%时,关系变得明显。

1.2 对区域气候的影响

地球大气系统的能量平衡决定了气候的状态。通常,地球大气系统的能量处于动态平衡状态。但是,如果平衡受到干扰或破坏,则会导致地球气候发生变化。PM_{2.5}对气候有直接和间接的影响。PM_{2.5}可以阻挡太阳光束到达地球表面,增加光密度,从而导致到达地球表面的太阳能大幅度减少,导致地面温度下降并且高海拔的温度上升。另外,PM_{2.5}的存在可能有助于增加凝结核的数量,从而增加降雨的可能性,甚至可能引发暴雨。因此,在降水量大的地区,PM_{2.5}可能会带来更多降雨;而在降水少的地区,这可能有助于减少降雨。

1.3 对人类健康的影响

1980年以来,许多科研人员对空气污染对人体健康的影响进行研究,结果发现,PM_{2.5}对人体健康产生明显的副作用。对于PM_{2.5}和人体健康之间的关系,有研究充分证明了PM_{2.5}可导致癌症和呼吸系统疾病等疾病的发病率增加,甚至诱发死亡风险。Lin等发现,PM_{2.5}和心血管死亡之间显著关联,PM_{2.5}每增加 $500\mu\text{g}/\text{m}^3$,死亡率增加3.00%~5.02%。一些学者对特定人群进行了研究。程雁鹏等指出,如果孕妇长时间暴露在高浓度的PM_{2.5}中,会增加早产风险。它也可能与低出生体重(LBW)和胎龄小(SGA)

有关,而儿童的致敏性与室内PM_{2.5}潜在相关。人们通过比较暴露于室内PM_{2.5}的过敏性和非过敏性儿童的细胞毒性,比较其成分及其含量。另外,PM_{2.5}也会影响人们的心理健康,可能诱发抑郁。

2 PM_{2.5}监测的重要意义

PM_{2.5}也称为细颗粒物或入肺颗粒物,是指空气中直径小于或等于2.5 μm的固体颗粒或液滴。并且根据各地区环境不同,PM_{2.5}的组成也不尽相同,其中包括碳水化合物、硝酸盐、铵盐、钠镁元素,铅锌等金属元素。这些污染物重量轻,在空气中漂浮于的时间较长,便于传播,对环境造成了严重的污染,对人体健康也构成了较大的威胁。尽管大气颗粒物在大气中只占很小的一部分,但它对城市大气光化学性质的影响可达99%,对人体眼所能见到的光产生很大的干涉作用,特别是当颗粒物的直径与可见光的波长几乎一样的时候,颗粒物就会对光纤产生很强的消光作用,PM_{2.5}的粒径基本上已经非常接近可见光的波长范围,因此,PM_{2.5}浓度的增加导致了大气中可见光范围的缩小。此外,正是由于PM_{2.5}的粒径非常的小,导致了PM_{2.5}在空气中的滞留时间比较长,加上PM_{2.5}富集的大量有毒有害物质,被人吸入肺中,影响呼吸系统的正常运转,给人体造成很大的危害,长期处于PM_{2.5}浓度较高的空气环境中很容易患上支气管炎、心脏病以及各种呼吸道炎症等疾病。正是由于PM_{2.5}对空气质量的影响以及对人体健康的危害,我国开始加强对PM_{2.5}的监测,研究其形成机理与污染组分,掌握其变化规律及变化趋势,从而为PM_{2.5}的污染防控工作提供数据和技术支撑。

3 PM_{2.5}的评价标准

众多国家都制定了针对PM_{2.5}的评价标准。从实际角度来看,对于PM_{2.5}的评价,不同国家会结合自身的差异情况进行定制,这也使得各国对于PM_{2.5}标准的定义,还是存在一定差异性。具体而言,在具体准值的定义上,是有着三个过渡的数值。其中-1的标准是最为普通的,也可以说是一种比较低的衡量标准。而-3则是最为严苛的标准。目前而言,我国对于PM_{2.5}标准的制定,主要是以WHO的-1为准,这主要是我国对于大气环保的重视起步较晚,同时由于国家地域较为广阔,不同城市是有不同的环境表现,标准制定得较为宽松,也是为后续逐步提升针对性打下准备。此外,从标准定制的角度来看,标准程度也是各个国家空气质量的反应,如果国家空气质量较好,那么其会通过更为严格的-3作为衡量标准。

4 PM_{2.5}监测质量的影响因素及解决对策

4.1 样品输送管路对监测的影响

目前有很多部门对PM_{2.5}进行监测都是对样本进行监测,经过处理之后,还需要进行长距离的管路输送才能达到过滤器。在输送距离过程很容易导致管路堵塞的问题,还容易出现污染的问题。在对PM_{2.5}颗粒进行输送的过程中,PM_{2.5}在输送中出现物理或者化学反应。或者受到外界因素的影响,将物质滞留在传输管道上。也会造成管理阻塞,甚至管路受到破坏,对监测数据的准确性造成一定的影响。

针对这个问题。相关部门应该加强机械进行检查和维护,从而保证检测数据的精准性。通常情况下,定期对管路进行清洗,这样及时地发现管路中出现的问题,避免发生一些难以处理的状况。当然,在平时输送PM_{2.5}进行监测的时候,在输送的过程中出现的异常情况进行监测,这样便于及时的处理。在对管路进行情节的时候,最好推荐棉球粘上酒精进行擦拭,这样可以防止对管壁造成的刮损。

4.2 采样流量对监测的影响

监测数据准确程度会受到空气样品流量的影响,因此,为它可以说是一种动力,气体样品被强制性地通过颗粒切割装置。不仅这样,在对检测数据及进行分析计算的时候。需要对空气样品流量这个数据的定量进行分析。并且能计算出PM_{2.5}的含量。如果采样的流量不符合要求,与设定的流量相差比较大,就会导致监测的颗粒不能满足要求。也就是说。监测的颗粒不是PM_{2.5}了,这就说明监测的不符合要求。因此,在采样的过程中,必须对样品流量进行控制,避免出现监测偏差的问题。

在采样的时候,要控制好样品的流量,首先要对管路和切割器进行检查和维护,保证设备能够正常工作,输送管路要完好,不能出现漏气的问题。采用的时候需要用到标准流量计,流量计可以帮助校准流量。

5 PM_{2.5}的监测技术分析

5.1 重量法

PM_{2.5}是直径小于2.5 μm的大气颗粒物,可以使用一些孔径在微米级以下的滤膜,将其固定在中空的采样管内,启动采样管一端的吸气设备,以恒定速度抽取空气,使空气定向流动并通过滤膜,这样就可以从空气中捕捉这些微小颗粒,然后使用实验室内专门的称量工具,获得这些颗粒的重量,由此来评估和监测空气中PM_{2.5}的含量,即为重量法。在运用该方法时,颗粒物的采集方法、实验室称量操作、重量计算公式等,均应符合《环境空气颗粒物(PM_{2.5})手工检测方法(重量法)技术规范》(HJ656-2013)中的相关规定。

5.2 β射线吸收法

研究表明,颗粒物对β射线有一定的吸收作用。利用这一特性,我们可以通过计算β射线的吸收量,判断空气中PM_{2.5}的浓度。操作方法为:选取一个中空的采样管,采样管中间使用微米级以下的滤膜将其隔开。在采样管的另一端使用采样泵抽取空气,当空气流过滤膜时,可以在滤膜上获取一定量的颗粒物。然后在实验室环境下,使用β射线分别照射空白滤膜和采样滤膜,然后对比两片滤膜对β射线吸收量的多少,由此得到了空气中PM_{2.5}的质量浓度。

5.3 微量振荡天平法

此种监测方法中核心设备是一台高精度的质量传感器。质量传感器内部有一个空心振荡锥形管,锥形管的顶部为固定端,下部为振荡端。振荡端有一处纳米级的滤膜。在实验室内,使用采样泵制造出1m的空气流量,空气流经滤膜时,颗粒物因为粒径过大,会被截留在滤膜上。这样一来,滤膜的总重量就会增加,

原来的平衡状态被打破,产生振荡。此时质量传感器会根据振荡频率,进而推算出空气中PM2.5的含量。相比于重量法,微量振荡天平法虽然在操作流程和具体细节上更加繁琐,但是监测精度也有了明显提升,适用于对PM2.5监测有更高要求情况。

5.4 光散射法

该测定方法的原理是:空气中的颗粒物浓度越高,对光的散射就越强;测定光的散射后,理论上就可以算出颗粒物浓度。但在实际运用中,由于光的散射与颗粒物浓度之间的关系是受到诸多因素的影响,例如颗粒物的化学组成、形状、比重、粒径分布等,而这些都取决于污染源的组成。这意味着光散射和颗粒物浓度之间的换算公式随时随地都可能在变,需要仪器使用者不断地用标准方法进行校正。

5.5 微量振荡天平法

微量振荡天平(TeOM)法又称微量石英振荡天平法,其基本原理是通过锥形管的震荡速度,来测量颗粒物的标准浓度。当气体通过滤膜时,会有一定的沉淀物留下,这些沉淀物会使得锥形管的震荡速度加快,通过记录震荡速度,采样的环境及流量就可以计算出PM2.5的具体数值。

6 PM2.5防治措施分析

6.1 科学构建PM2.5空气监督体系

为了防止大气污染,要时刻关注环境的空气质量,因为不同地区的经济发展不同,污染产生的特征不同,比如东北地区常常在冬天由于燃烧煤炭供暖导致雾霾天气的产生,因此,应该加强对环境PM2.5的监督。随着科技的发展一些PM2.5监督检测的设备、技术都有了很大的提升,并且我国政府加强了对环境保护的重视后,对PM2.5检测技术的财力、人力投入也大大提高了,这有益于我国对环境质量的控制。随着经济的发展,各地区应该逐步提高对PM2.5监督体系的建立。

6.2 设置严格的标准

每个国家都需要根据自身情况建立相对独立的PM2.5检测系统。就发展中国家和发达国家而言,城市是关注的焦点。对城市车辆制定了严格的标准。老式高排放车辆不应投放市场。制造商建议出售新的绿色能源汽车,并且应该对汽车收费,而不是现有的燃烧排放物。旅游胜地还要求游客制定禁烟令,以保护自然景观和防止污染。根据数据,吸烟产生的有害物质也可以使空气中PM2.5的含量增加到1%,虽然只是1%,但是预防问题的发

生是我们每个文明公民的基本要求。在某些工业城市,应有相关的明确规定,可能造成严重污染的建设项目应减少其冬季活动的范围。冬季长期运行会导致损坏,因为冬季高压和低温会导致工程气体容易产生有害气体。它所在的城市带来了难以弥散的雾气。同时,PM2.5的含量应会飙升。

6.3 提升环境预警水平

要从根本上提高我国PM2.5的监测水平,很关键的部分还在于气象和环保等部强力合作。只有在气象和环保部门的合作下,加强对PM2.5的监测点位的优化布设,才能不断扩大PM2.5监测所覆盖的区域,动、静态掌握其变化趋势及变化规律,同时利用气象部门的气象数据来进行环境预警分析,从而提高环境空气质量预测、预警水平。

6.4 增加科研投入与科技创新

设立国家大气污染防治重大科技专项,摸清空气质量变化规律,明确排放清单和控制对策,针对空气质量改善途径和阶段目标以及相应的控制工程技术进行科学、系统、深入的研究。推动尽快设立中央财政大气污染防治专项资金,采取以奖促治、以奖代补等方式,着力推进工业企业污染防治、黄标车淘汰等重点治污项目,加强区域空气质量监测、监控能力建设。地方各级环保部门也要积极联合地方有关部门加大地方政府和企业大气污染治理资金投入力度。

7 结语

近年来随着环保意识的逐步提高,人们对于环境质量越来越关注,但是雾霾、PM2.5等环境问题却严重刺激了公众的神经。人们对营造良好的生活环境的呼声越来越高,为了缓减PM2.5带来的大气污染,PM2.5作为环境保护的重要指标,对于其监测的精细发展是必然的,只有在现有基础上不断努力与创新,定会让PM2.5的监测获得更大的进步,在为环境环保提供有力数据支撑的同时,促使污染得到有效的防控。

[参考文献]

- [1]许娟娟,陈欢,胡瑞丰.环境空气中PM2.5自动监测方法比较及应用[J].资源节约与环保,2019,(2):39.
- [2]李鹏.环境空气中PM_{2.5}自动监测方法的比较与应用[J].环境与发展,2019,31(09):173+175.
- [3]李秀华.PM_{2.5}监测方法及影响因素分析研究[J].环境与发展,2017,29(05):96.