

**《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续
自动监测系统运行和质控技术规范》
（征求意见稿）
编制说明**

《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统
运行和质控技术规范》编制组

二〇一五年六月

项目名称：环境空气颗粒物（PM10和PM2.5）连续自动监测系统运行和质控技术规范 项目统一编号：2012-67.6

承担单位：中国环境监测总站 苏州市环境监测中心 济南市环境监测中心站 广东省环境监测中心

编制组主要成员：郑皓皓、潘本锋、邹强、候鲁健、王帅、孟晓艳

标准所技术管理负责人：谭玉菲

标准处项目负责人：赵国华

目 录

1	项目背景	21
1.1	任务来源	21
1.2	工作过程	21
2	标准制修订的必要性分析	22
2.1	PM ₁₀ 和PM _{2.5} 的环境危害	22
2.2	相关环保标准和环保工作的需要	23
2.3	现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题	25
3	国内外相关分析方法研究	26
3.1	主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究	26
3.2	国内相关分析方法研究	28
3.3	与本标准的关系	28
4	标准制修订的基本原则和技术路线	29
4.1	标准制修订的基本原则	29
4.2	标准的适用范围和主要技术内容	30
4.3	标准制修订的技术路线	30
5	方法研究报告	31
5.1	适用范围的确定	31
5.2	规范性引用文件	31
5.3	术语和定义	32
5.4	颗粒物监测系统构成	32
5.5	仪器设备和运行维护要求	33
5.6	质量保证与质量控制	33
5.7	数据有效性判断	34
6	与开题报告的差异说明	35
7	标准实施建议	35
8	参考文献	35

1 项目背景

1.1 任务来源

根据环境保护部办公厅《关于开展 2012 年度国家环境保护标准制修订项目工作的通知》（环办函[2012]503 号），《环境空气连续自动监测系统运行和质控技术规范-PM₁₀和 PM_{2.5}（修订 HJ/T193-2005）》标准列入 2012 年标准制订项目，项目统一编号为 2012-67.6。由中国环境监测总站承担本标准的修订，合作单位为苏州市环境监测中心、济南市环境监测中心站、广东省环境监测中心。

1.2 工作过程

任务下达后，中国环境监测总站和苏州市环境监测中心、济南市环境监测中心站成立项目组，先后进行了国内外相关文献调研、规范框架结构确定、技术规范初稿和开题论证报告等编写工作。

（1）成立标准编制小组

2012 年 4 月～5 月，中国环境监测总站接到环境保护部编制《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统运行与质控技术规范（部分修订 HJ/T193-2005）》（项目统一编号：2012-67.7）任务，于 2012 年 6 月成立标准编制小组，并根据需要对组内成员进行分工。小组成员为从事多年环境监测的高级工程师及工程师，具有从事环境空气自动监测及颗粒物监测的相关工作经验及完成该课题的能力。

（2）查询国内外相关标准和文献资料

根据《国家环境保护标准制修订工作管理办法》的相关规定，检索、查询和收集国内外相关标准和文献资料，对现有各种方法和监测工作需求开展广泛而深入的调查研究，对提出的技术路线、工作内容等多次研讨，形成标准文本草稿。

（3）开题论证，确定标准修订的技术路线

2014 年 4 月 22 日，环境保护部科技标准司在北京组织召开了本标准的开题论证会，与会专家通过质询、讨论，认为本标准定位准确，适用范围合理，主要内容及编制标准的技术路线可行，同时提出具体修改意见。论证意见主要有：

- 一、标准主编单位提供的材料齐全、内容详实完整；
- 二、标准主编单位对国内外相关标准及文献进行了充分调研；
- 三、标准主要内容及编制标准的技术路线合理、可行。

论证委员会通过该标准的开题论证。提出的具体修改意见和建议如下：

标准名称改为“环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统运行和质控技术规

范”。

本规范需与《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）、相关技术规范等衔接。

有条件的城市根据自身能力和业务需求定期采用手工监测方法开展准确度审核。

规范运行与质控工作记录中的基本内容。

（4）编写标准征求意见稿，专家进行函审

标准编制组于 2014 年 9 月编制完成标准征求意见稿、编制说明，并提交函审专家进行函审。

（5）编写标准征求意见稿和编制说明，公开征求意见

收到函审意见反馈后，标准编制组于 2014 年 12 月完成对标准征求意见稿、编制说明的修改完善，待公开征求意见。

2 标准制修订的必要性分析

2.1 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 的环境危害

PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 分别是对空气中直径小于或等于 $10\mu\text{m}$ 、 $2.5\mu\text{m}$ 的固体细颗粒物或液滴的总称。细颗粒物的成分很复杂，主要是有机碳化合物、硫酸盐、硝酸盐、铵盐，其它常见的成分包括各种金属元素，既有钠、镁、钙、铝、铁等地壳中含量丰富的元素，也有铅、锌、砷、镉、铜等主要源自人类污染的重金属元素。这些颗粒粒径小，质量轻，悬浮于空气的时间长，传播距离远，并富含大量有毒有害物质，造成严重的空气污染，从而影响人类的身体健康。

空气中细颗粒物对人体的危害非常大。人类在呼吸的过程中，直径为 $5\mu\text{m}$ 以上的颗粒可以到气管支气管，但是 $5\mu\text{m}$ 以下，特别是 $1\sim 3\mu\text{m}$ 的颗粒，会进入肺泡里，肺泡在进行气体交换的同时，这些颗粒被巨噬细胞吞噬，停留在肺泡里，或者溶解在血液，随血液循环到达全身各处，此外它还可以作为细菌病毒的载体，对人体造成危害。空气中的细颗粒物不仅对呼吸系统有危害，对心血管、神经系统等也有严重影响。当污染较轻时，首先对易感人群，即儿童，老人，呼吸性疾病及心血管疾病患者产生影响，随着雾霾的增加污染也不断增加，继而影响到全体人群。据统计，欧盟国家中，细颗粒物导致人均寿命减少 8.6 个月。

$\text{PM}_{2.5}$ 是形成灰霾天气的主要原因之一。 $\text{PM}_{2.5}$ 中有不少可溶性的粒子，如硫酸盐、硝酸盐、铵盐以及有机酸盐等，这些粒子的吸水性很强，比如硫酸铵，如果空气相对湿度从 90% 提高到 91%，它的体积可以膨胀 8 倍以上。因此这些可溶性粒子极易吸附水气，而

形成灰霾天气。这种天气严重地降低了空气的能见度，可导致交通事故，造成人员伤亡和财产损失。

细颗粒物引起的灰霾天气增多，导致农作物的日照百分比减小，从而减弱了农作物的光合作用。并且出现灰霾天气时，空气湿度多在 80%~90%之间，这使农作物的蒸腾作用大大降低，进而直接影响到了它们对土壤矿物质的吸收。

2.2 相关环保标准和环保工作的需要

(1) 环境质量标准与污染物排放（控制）标准对污染物项目监测要求（污染物浓度限值、抗干扰能力等）。

1996 年实施的《环境空气质量标准》（GB 3095-1996）中，规定了可吸入颗粒物 PM_{10} 的浓度标准限值，但未包括细颗粒物 $PM_{2.5}$ 浓度限值。2012 年颁布《环境空气质量标准》（GB 3095-2012）^[1]中，规定了颗粒物（粒径小于等于 $2.5\mu m$ ）的浓度限值，这是我国首次制定 $PM_{2.5}$ 的环境标准。新颁布的标准中规定了 $PM_{2.5}$ 短期暴露的健康效应（24 小时平均浓度标准限值）和长期暴露的健康效应（年平均浓度标准限值）。新颁布的空气质量标准同时对原标准中 PM_{10} 的年平均值二级标准进行了调整，采用 WHO 过渡期第 1 阶段目标值，即年平均浓度限值由原来的 $100\mu g/m^3$ 调整为 $70\mu g/m^3$ ，24 小时平均浓度限值仍为 $150\mu g/m^3$ 。

2012 年新颁布的《环境空气质量指数（AQI）日报技术规范（试行）》（HJ633-2012）^[2]中，规定了包括 PM_{10} 与 $PM_{2.5}$ 在内的空气质量指数日报的内容、数据统计处理方法及结果发布形式等，也规定了各空气污染物实时报工作的相关要求。

表 1 环境空气污染物基本项目浓度限值

序号	污染物项目	平均时间	浓度限值		单位
			一级	二级	
1	二氧化硫 (SO_2)	年平均	20	60	$\mu g/m^3$
		24 小时平均	50	150	
		1 小时平均	150	500	
2	二氧化氮 (NO_2)	年平均	40	40	
		24 小时平均	80	80	
		1 小时平均	200	200	
3	一氧化碳 (CO)	24 小时平均	4	4	mg/m^3
		1 小时平均	10	10	
4	臭氧 (O_3)	日最大 8 小时平均	100	160	$\mu g/m^3$
		1 小时平均	160	200	

5	颗粒物（粒径小于等于 10 微米）	年平均	40	70	
		24 小时平均	50	150	
6	颗粒物（粒径小于等于 2.5 微米）	年平均	15	35	
		24 小时平均	35	75	

表 2 空气质量分指数及对应的污染物浓度限值

空气质量 分指数 (IAQI)	污染物浓度值（单位：毫克/立方米）						
	二氧化硫 (SO ₂)	二氧化氮 (NO ₂)	颗粒物 (PM ₁₀) 日	一氧化碳 (CO)	臭氧 (O ₃) 日 1 小时	臭氧 (O ₃) 日 8 小时	颗粒物 (PM _{2.5})
	日均浓度值	日均浓度值	均浓度值	日均浓度值	浓度最大值	浓度最大值	日均浓度值
50	0.050	0.040	0.050	2.0	0.160	0.100	0.035
100	0.150	0.080	0.150	4.0	0.200	0.160	0.075
150	0.475	0.180	0.250	14.0	0.300	0.215	0.115
200	0.800	0.280	0.350	24.0	0.400	0.265	0.150
300	1.600	0.565	0.420	36.0	0.800	0.800	0.250
400	2.100	0.750	0.500	48.0	1.000	(1)	0.350
500	2.620	0.940	0.600	60.0	1.200	(1)	0.500

(2) 环境保护重点工作涉及的污染物项目监测要求。

2012 年全国环境保护工作会议上，环保部周生贤部长对我国环境空气中 PM_{2.5}、臭氧、一氧化碳等指标的监测工作提出三步走、分步实施的明确要求，要求 2012 年在京津冀、长三角、珠三角等重点区域及直辖市和省会城市开展 PM_{2.5} 和 O₃ 监测，2013 年在 113 环保重点城市和环保模范城市开展监测，2015 年在所有地级以上城市开展监测。

2012 年 3 月，环保部印发《关于加强环境空气质量监测能力建设的意见》，要求各地充分认识加强环境空气质量监测能力建设的重要性和紧迫性，加强城市环境空气自动监测系统能力建设。各省、地市级监测站及环境空气监测点位，应建立健全数据传输与网络化监控平台，进一步加强各省区城市空气自动监测的质量控制。加强区域环境空气监测系统能力建设，加强中国环境监测总站环境空气监测能力建设，抓紧完善国家空气背景监测重点实验室的立体监测、区域预警平台、以及数据实时传输及发布系统等基础支撑体系。

2012 年 5 月，环保部印发《关于印发<空气质量新标准第一阶段监测实施方案>的通知》，要求 2012 年底前，第一批包括直辖市、省会城市、计划单列市和京津冀、长三角、珠三角区域其它地级以上城市在内的 74 个城市，应完成所在辖区共计 496 个国家环境空气

监测网监测点位的 PM_{2.5}、O₃、CO 等新增项目能力建设并实现监测数据的实时发布。其余城市将按照环保部确定的实施新标准的“三步走”方案逐渐实现监测数据的实时发布与网络化在线质控。

为了实施“十二五”环境监测规划中的 PM_{2.5}、PM₁₀ 能力建设，按照新的环境空气质量标准要求开展监测和数据发布，满足公众和政府对环境空气质量服务和管理的需要，需要制定 PM_{2.5}、PM₁₀ 自动监测技术路线以及监测技术规范，用以规范国家环境质量监测网中的 PM_{2.5} 仪器设备的运行、维护和质量保证和质量控制质控工作。

2.3 现行环境监测分析方法标准的实施情况和存在问题

目前我国环境空气自动监测所依据的规范，为 2005 年 11 月颁布的《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）^[2]。该规范包括了环境空气质量自动监测系统的构成、多支路集中采样装置、子站站房、中心计算机室、质量保证实验室、系统支持实验室、仪器设备配置和技术要求、数据采集频率与有效值规定、系统的维护管理、质量保证和质量控制等内容，是各级监测部门开展环境空气质量自动监测所依据的规范性文件，自颁布以来，在规范空气质量自动监测过程，保证监测质量方面发挥了重要的作用。

随着近年来经济的快速发展，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（VOCs）排放量显著增长，臭氧（O₃）和细颗粒物（PM_{2.5}）污染加剧，在可吸入颗粒物（PM₁₀）和总悬浮颗粒物（TSP）污染还未全面解决的情况下，京津冀、长三角、珠三角等区域 PM_{2.5} 和 O₃ 污染加重，灰霾现象频繁发生，能见度降低。环境空气自动监测所监测的常规三项污染物二氧化硫、二氧化氮、PM₁₀ 已经不能完全反映当前的空气质量状况，部分地区经常出现用三项污染物指标评价的空气质量状况与公众的实际感受不一致的现象。增加新的空气质量监测项目，加严部分现有项目的限值逐渐成为各界的共识。在此基础上修订发布的《环境空气质量标准》（GB3095-2012）和《环境空气质量指数（AQI）日报技术规定（试行）》（HJ633-2012）^[3]，增加了新的监测项目 PM_{2.5} 和 NO_x，进一步收紧了数据统计的有效性规定，对环境空气监测提出了新的要求。现行规范在环境空气质量监测中出现了如下问题：

1、未包含新空气质量标准规定的部分项目

现行的规范中，没有包括 PM_{2.5} 项目，不能满足规范 PM_{2.5} 监测工作的需要。

2、不能满足数据有效性提高后的运行工作

现行规范的数据有效性要求较低，不能满足新《环境空气质量标准》（GB3095-

2012)的要求。如规定每日气态污染物有不少于18个有效小时平均值,可吸入颗粒物有不少于12个有效小时平均值,每月不少于21个有效日均值的算术平均值为有效月均值。在新空气质量标准中,这些指标都有了较大提高。

3、现行规范将不同内容综合在一起,颗粒物监测规范部分不全面

现有规范制定于我国的空气质量自动监测起步的阶段,为兼顾空气自动监测各个环节和项目,规范中包括了站房建设、仪器设备的安装和验收、设备配置和技术要求、维护管理、质量保证和控制等内容,将监测原理和方法不同的颗粒物和气态污染物合并在一起。规范文本涵盖了空气自动监测的各个方面,而在空气质量自动监测的业务化运行中,不同的技术人员往往负责其中的一部分工作,需要类别更清晰、针对性更强、过程描述更加细致的规范。《环境空气颗粒物(PM₁₀和PM_{2.5})连续自动监测系统运行和质控技术规范》是对现有规范中的监测系统运行和质控部分进行修订,并仅包括原理与方法相对独立的颗粒物PM₁₀与PM_{2.5}项目,为颗粒物自动监测提出针对性更强、更便于在现场操作时使用的规范要求。

3 国内外相关分析方法研究

3.1 主要国家、地区及国际组织相关分析方法研究

美国环保局于1998年颁布了《Guidance for using continuous monitors in PM_{2.5} monitoring networks》(PM_{2.5}监测网络连续监测设备使用指南)^[4],描述了目前各种用于监测空气中颗粒物的连续自动监测方法。包括了所监测污染物的特性、监测1小时或更短周期监测可用的方法和设备、自动监测方法与重量法监测结果不一致的条件、如何将自动监测方法用于不同的监测目的等4个章节。

在监测方法的章节,主要叙述了监测颗粒物不同特性的现场监测设备,包括了仪器的描述、测量特点、检测限、测量周期、研发状况、潜在用户、维护的要求等。根据自动仪器监测特性可以分为1)质量(如惯性质量,β射线射线吸收、压差);2)光学有关(如颗粒物光散射、光吸收);3)迁移(如电场迁移,空气动力学迁移);4)化学组成(如单颗粒特性、硝酸盐,碳,硫和其他元素);5)气态前体物质(如氨、硝酸)。在测量的可预见性、可比性和等效性章节,介绍了与参比方法的比较情况。

美国环保局还颁布有《Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program》(空气污染测量系统质量保证手册第二卷环境空气监测部分)^[5],主要目的是为各级监测人员制定和实施空气监测质量

体系，并为联邦法规中关于空气质量监督项目的内容提供信息和指导。该手册包括了项目管理、测量要求、评估和监督、数据确认和可用性等四个章节。在项目管理章节，叙述了项目（计划）的背景、组织机构、数据质量目标、人员的资质和培训、记录和档案等。在测量要求章节，叙述了监测网络设计、采样方法、样品处理和保管、分析方法、质量控制、仪器测试/检查/维护、校准、备品配件的检查和验收、数据获取和管理等。在评估和监督章节，叙述了评估和校正过程、向管理部门的报告等内容。在数据确认和可用性章节，叙述了数据审核检查/核查/确认、与数据目标协调等内容。该手册针对各种手工、自动监测方法，适用于各种项目空气质量监测的质量保证过程。

英国颁布有《Technical Guidance Note (Monitoring) M8 Monitoring Ambient Air》（空气监测的技术指导文件）^[6]，2011 年公布第 2 版，为监测工作人员、委托机构、工业和其他机构开展监测提供指导。指导文件由 2 部分组成，第 1 部分为制定以评价空气污染程度为目的的监测策略提供指导。介绍了英国的空气质量监测网，论述了编制监测策略需要考虑的因素。在操作、分析、空气监测数据报告等方面给予了指导性意见。第 2 部分列出了包括颗粒物项目在内的各种空气监测方法，用列表方式以便于使用者选取合适的监测方法或技术。该文 1 件特别说明，考虑到制定监测策略要根据具体环境来确定，因此该技术指导文件并非推荐目前最实用的监测技术，而是为实际的工作提供信息帮助。

由于颗粒物的独特性，英国还编制了《Technical Guidance Note (Monitoring) M15 Monitoring PM₁₀ and PM_{2.5}》（PM₁₀ 和 PM_{2.5} 的监测技术指导文件）^[7]，包括烟气和环境空气中 PM₁₀/PM_{2.5} 监测两部分。在 PM₁₀/PM_{2.5} 监测技术章节，简要提及了手工重量法、振荡天平法、β射线法和光散射法。该指导文件仅对各方法进行了简单叙述，没有包括方法原理、主要过程，主要目的是明确方法种类，如需了解具体监测方法的详细内容，还需要参考另外的资料。

日本标准协会编制有《Measuring methods for suspended particulate matter concentration in air-general requirements》（空气中悬浮颗粒物浓度的测定方法标准）^[8]，该标准按是否需要采集空气样品列出了两大类测定方法。一类不采集样品，直接测定气体中的颗粒物浓度，包括光散射法、光吸收法、粒子计数法、凝结核计数法等。另一类为采样后测定，包括重量法、β射线法、振荡天平法、光吸收测量法、膜振动法等的基本原理、设备、测量方法的描述。该方法标准侧重于对各种方法的原理、仪器结构进行描述，不包括具体的操作过程。

国际标准化组织编制有《Ambient air — Measurement of the mass of particulate matter on

a filter medium —Beta-ray absorption method》（ISO10473）^[9]，即《环境空气中颗粒物浓度的β射线吸收法标准》。该标准包括了β射线方法的原理、仪器设备结构、零点校准和设备校准、测量过程、结果记录和实验报告等部分。该标准没有描述样品采集部分，未涉及颗粒物的粒径。

3.2 国内相关分析方法研究

原国家环境保护总局组织编制了《环境空气质量自动监测技术规范》，于2005年11月以国家环境保护行业标准（HJ/T193-2005）形式发布。该标准规定了环境空气质量自动监测的技术要求，适用于各级环境监测站及其他环境监测机构采用自动监测系统对环境空气质量进行监测的活动，包括了环境空气质量自动监测系统的构成、多支路集中采样装置、子站站房、中心计算机室、质量保证实验室、系统支持实验室、仪器设备配置和技术要求、数据采集频率与有效值规定、系统的维护管理、质量保证和质量控制等内容，涉及PM₁₀、SO₂、NO₂、CO、O₃等5个监测项目。2013年环保部颁布的《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 655-2013）颗粒物自动监测系统的安装、验收进行了技术规定，《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653-2013）对颗粒物连续自动监测系统的构成、性能指标要求、检测方法进行了规范。

中国气象局2010年开始组织编制《大气成分观测业务规范》，规定了大气成分观测的基本任务、观测方法、技术要求以及观测记录的处理方法，适用于中国气象局统一布局的大气本底、沙尘暴和大气成分等观测工作，也适用于各地根据地方气象服务需求开展的大气成分相关观测工作，以及相关的科学研究试验观测工作。观测项目涉及气溶胶类、温室气体类（CO₂、CH₄/CO₂、CO/CH₄/N₂O/SF₆）、反应性气体类（CO、SO₂、NO_x、O₃）、臭氧总量、辐射、酸雨及降水化学等。其中气溶胶类观测中包括了振荡天平法和激光散射法两种颗粒物质量浓度监测方法的基本原理、仪器的安装、使用和维护。

3.3 与本标准的关系

本技术规范是在《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的基础上的修订，在颗粒物监测系统运行和质控内容方面，主要参考了美国《Guidance for using continuous monitors in PM_{2.5} monitoring networks》、《Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program》两个相

关规范和国际标准化组织（ISO10473）规范，参考了上述规范中颗粒物监测设备维护的要求、仪器测试/检查/维护、设备校准等章节的内容。与国外规范相比，本规范仅针对颗粒物监测的运行维护和质控，不涉及监测网络设计、方法和原理、数据管理、人员资质和培训等内容。但在子站巡检、运行维护、质量保证和控制控方面，内容较所参考的国外标准更加详细、具体，更贴近实际操作过程。

本技术规范是在《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）的基础上，对其中涉及颗粒物监测的内容进行的修订，根据实际工作需要，按不同方法原理分类，细化了颗粒物监测仪器设备和运行维护要求、质量保证与质量控制要求等内容。

2013 年国家对《环境空气质量自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）进行了修订，将仪器安装和验收部分单独列出，形成《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 655-2013），将监测仪器设备的性能指标部分的内容单独列出，形成新的《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653-2013）。《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 655-2013）中规定了环境空气中颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统的组成、安装、调试、试运行和验收的技术要求，与本规范一起组成广义上的环境空气自动监测技术规范体系。《环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653-2013）规定了环境空气颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统的技术要求、性能指标和检测方法，目的是规范环境空气中颗粒物（PM₁₀和 PM_{2.5}）连续自动监测系统的性能和质量，适用于环境空气颗粒物连续自动监测系统的设计、生产和检测，与本技术规范的适用范围和对象不同。

4 标准制修订的基本原则和技术路线

4.1 标准制修订的基本原则

（1）涵盖我国环境空气自动监测的主要方法

目前我国各级监测机构和科研单位开展颗粒物监测，主要采用的是振荡天平法和β射线法，本规范包括了这两种原理方法设备的运行和质控内容。

（2）与实际操作紧密结合，方便查询使用

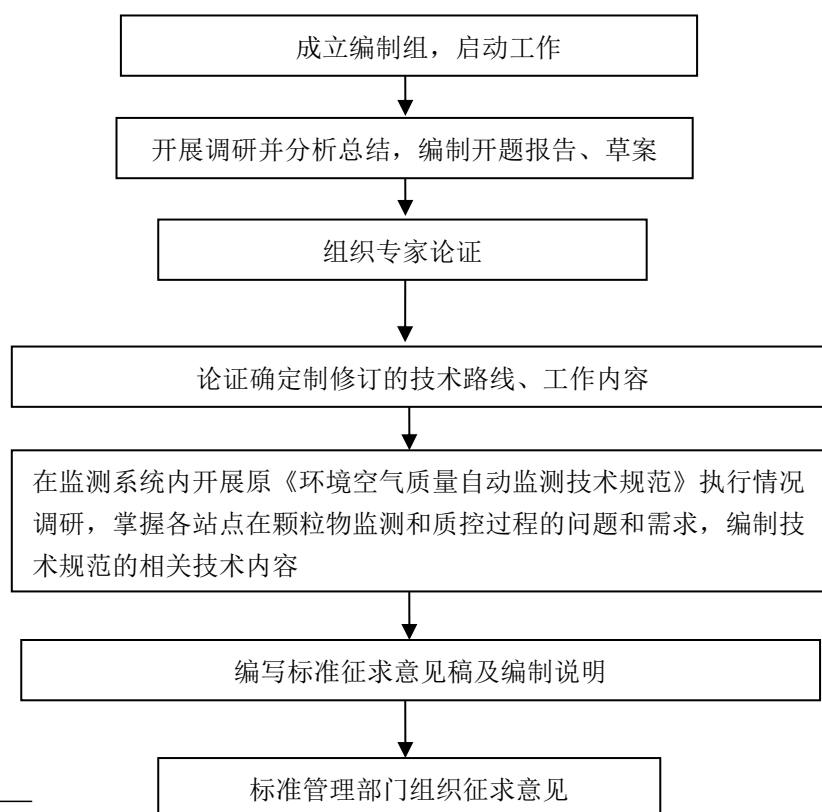
本规范在总结不同监测方法的设备在实际工作中使用情况的基础上，结合我国颗粒物监测的特点和工作要求，根据实际业务中的通常要求，拟定规范文本的内容和顺序，方便实际工作中的查询和使用。

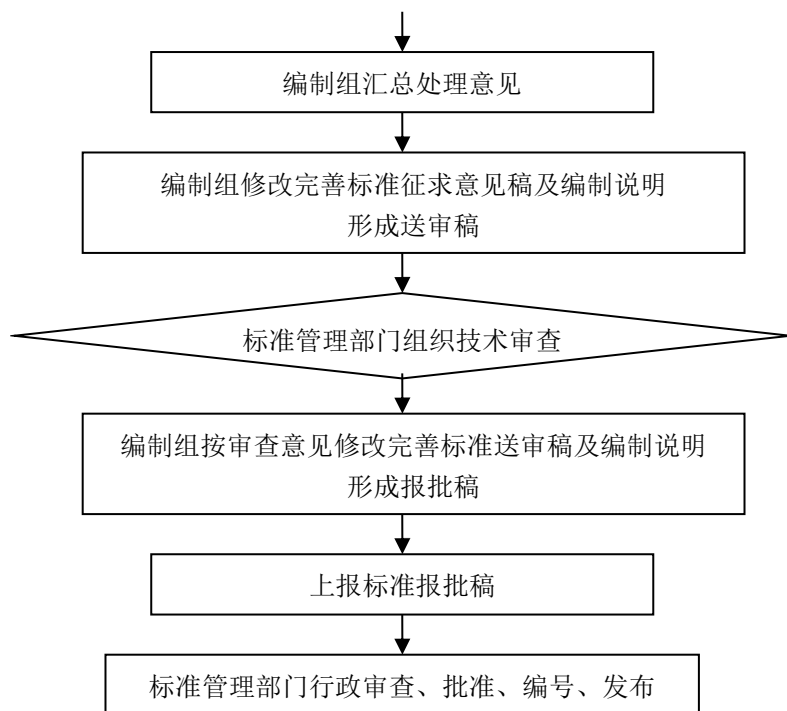
4.2 标准的适用范围和主要技术内容

本规范适用于各级环境监测机构采用自动监测方法开展环境空气中颗粒物 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 的监测活动，主要技术内容包括：适用范围、规范性引用文件、方法原理、仪器设备和运行环境要求、质量保证与质量控制、数据统计和有效性规定、监测结果与表示。

4.3 标准制修订的技术路线

全面调研、了解目前国内外基于两种原理的各种型号 $\text{PM}_{2.5}$ 自动监测设备的精密度、准确度、适用条件等相关技术指标，对仪器设备的原理和操作方法进行研究。在此基础上，调研典型代表地区颗粒物监测的技术工作流程和质量保证和控制程序；利用 β 射线法和 TEOM 法 $\text{PM}_{2.5}$ 自动监测数据、重量法数据与气象数据对比，分析不同气象条件（温度、湿度、气压）下自动监测数据偏差；结合 β 射线法、TEOM 法和重量法监测 $\text{PM}_{2.5}$ 质量浓度适应性比对测试，分析自动监测设备数据与手工监测数据的偏差。充分考虑在我国实际的环境条件（颗粒物浓度水平整体较高）、气候条件（南北气候差异较大）、地理条件（地域广阔，颗粒物污染特征差异较大）等因素，编制颗粒物监测运行和质控技术规范初稿。在征求有代表性监测技术人员意见并修改的基础上，进行完善修改，然后再次征求意见修改后，完成本规范的编制。





标准修订技术路线图

5 方法研究报告

5.1 适用范围的确定

为规范环境空气中颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续监测系统的运行和质量控制工作，制定本标准。适用范围为各级环境监测站及其他环境监测机构采用自动监测系统对环境空气中颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）进行监测时的运行与质控工作。

本标准是对《环境空气自动监测技术规范》（HJ/T193-2005）部分内容的修订。删除原规范中关于系统安装和验收技术要求，不再包括气态污染物自动监测相关内容。

5.2 规范性引用文件

本标准主要为配合空气质量新标准的实施，为颗粒物自动监测系统的运行与质控提供技术依据，因此本标准引用了《环境空气质量标准》（GB 3095）；质量管理相关标准《环境监测质量管理技术导则》（HJ 630）；以及自动监测系统性能指标相关标准《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统安装和验收技术规范》（HJ 655）、《环境空气颗粒物（PM₁₀和PM_{2.5}）连续自动监测系统技术要求及检测方法》（HJ 653）等标准的相关内容。

5.3 术语和定义

颗粒物 PM_{10} 、 $\text{PM}_{2.5}$ 定义参照《环境空气质量标准》GB3095，切割器定义参照《 PM_{10} 采样器技术要求及检测方法》HJ/T 93-2003。

新增标准状态定义。标准状态是指相对于实际状态，采样气流在 273K 绝对温度、101.325kPa 大气压力下所处的状态。

5.4 颗粒物监测系统构成

环境空气质量自动监测系统由监测子站、中心计算机室、质量保证实验室和系统支持实验室等 4 部分组成。由于本规范仅针对颗粒物监测，在仅开展颗粒物监测，不开展气态污染物监测情况下，中心计算机室可不作要求，因此本规范没有包括中心计算机室部分。

在监测子站、质量保证实验室和系统支持实验室要求方面，由于原规范已经进行了详细规定，因此本次修订以原规范为基础进行修订。原规范中将自动监测系统划分为监测子站、中心计算机室、质量保证实验室和系统支持实验室，但分述时并没有严格按照此四部分进行分述，而是按照 1、系统的构成；2、多支路集中采样装置；3、子站站房；4、中心计算机室；5、质量保证实验室；6、系统支持实验室；7、仪器设备配置和要求等 7 个章节来分述。其中第 7 部分的二级标题和一级标题有交叉、重复的部分。因此本标准修订时，将原规范中该章各节的内容重新进行了整合和分节，因此本标准修订时，将原规范中该章各节的内容重新进行了整合和分节，按照 1、监测子站及仪器；2、质量保证实验室；3、系统支持实验室 3 个部分进行分述，使结构更加清晰。

在仪器配置部分，提出“ β 射线颗粒物自动监测系统由切割头、采样管、采样泵和设备主机组成，细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 设备还应包括动态加热系统。振荡天平法颗粒物自动监测系统由切割头、采样管、采样泵和设备主机组成，配备温度、湿度、压力检测器，其中细颗粒物 $\text{PM}_{2.5}$ 设备还应包括滤膜动态测量补偿系统。”。此条提出依据了中国环境监测总站《关于印发< $\text{PM}_{2.5}$ 自动监测仪器技术指标与要求（试行）（2013 年版）>的通知》（总站气字[2013]106 号），该文要求 $\text{PM}_{2.5}$ 自动监测仪器方法可选择 β 射线加动态加热系统方法、微量振荡天平加膜动态测量系统方法、 β 射线加动态加热系统联用光散射方法。在仪器技术指标中，提出对于 β 射线加动态加热系统方法和 β 射线加动态加热系统联用光散射方法的仪器，采样管具备温度动态调整装置，能够保持受测量气流的湿度相对稳定在合适测量水平，减少环境湿度对颗粒物监测结果的影响；对于微量振荡天平联用膜动态测量系统方法的仪

器，系统具备膜动态测量装置，能够最大限度减少采样管加热对颗粒物测量的影响。

5.5 仪器设备和运行维护要求

5.5.1 系统日常维护

包括监测子站日常巡检、监测仪器日常维护两部分。子站日常巡检内容参考了原规范中第六部分“系统的维护管理”中的内容；监测点位位置、采样口位置，监测站房、站房内温度、相对湿度、大气压等指标参考了 HJ655-2013 的规定。每周一次的巡检要求，参考了中国环境监测总站编制印发的《国家环境空气质量监测城市站运行管理暂行规定》^[14]（2013 年 3 月 20 日）。

采样系统日常维护此部分参考引用了 BAM-1020 Manual, Rev H 第 7 部分和 TEOM1405-F Manual, Rev A.000 第 5 部分。

监测仪器日常维护中， β 射线法设备的日常维护参考引用了 BAM-1020 Manual, Rev H 中第 7.1 部分维护的要求；振荡天平法设备的日常维护参考引用了 TEOM1405 Operating Manual 第 5 部分的要求；对于加装 FDMS 的设备，更换样品气体干燥器等频次要求和条件要求，检查采样泵的真空度的频次和真空度要求等内容分别参考引用了 Thermo Scientific TEOM 1400a Ambient Particulate Monitor with 8500C FDMS Federal Equivalent Method EQPM-0609-181 for PM_{2.5}（STI-910212-4083-SOP）Sec 10.2.9 和 10.1.7 的规定。

5.5.2 系统检修

此部分内容参照原规范中的内容。

5.6 质量保证与质量控制

5.6.1 一般质量控制要求

（一） β 射线法设备：

- （1）对 β 射线设备进行流量检漏的频次和条件，判断仪器是否存在泄漏的标准等内容参考引用了 BAM-1020 Manual, Rev H Sec 5.4。
- （2）对 β 射线设备进行流量检查的频次、实测流量的可接受范围等参考引用了 40 CFR Part 50 App L, Sec 7.4; Method 2.12, Sec 10.2 和 Sec 9.2.5。
- （3）对设备气温测量准确度的检查频次和准确度要求此条参考引用了 40 CFR Part 50 App L, Sec 9.3; Method 2.12, Sec 6.4
- （4）对设备气压测量准确度的检查频次和准确度要求参考引用了 HJ653-2013 Sec 6.2.6。
- （5）流量校准的条件、校准前对温度和气压的检查、校准合格的指标等内容参考了 40

CFR Part 50 App L, Sec 7.4; Method 2.12, Sec 10.2 和 Sec 9.2.5。

（6）标准膜检查的频次和条件、检查的合格范围等内容参考引用了HJ653-2013 Sec 6.2.7与HJ/T193-2005。根据实际中提高颗粒物监测准确度的需要，将HJ/T193-2005中规定的可每6个月校准一次修改为每3个月校准一次。

（7）用数字信号传输和模拟信号传输情况下的数据一致性检查参考引用了BAM-1020 Manual, Rev H。

（二）振荡天平法设备：

（1）振荡天平法设备流量检漏的频次和操作条件、判断泄漏的标准等参考引用了TEOM1405-F Manual Rev A.000

（2）流量检查的频次、实测流量的可接受范围等与 β 射线法设备引文参考文献一致。

（3）校准常数（K0）的检查频次和内容参考引用了Thermo Scientific TEOM 1400a Ambient Particulate Monitor with 8500C FDMS Federal Equivalent Method EQPM-0609-181 for PM_{2.5}（STI-910212-4083-SOP）Sec 10.1.9的规定。

（4）数据一致性检查参考引用了Thermo Scientific TEOM 1400a Ambient Particulate Monitor with 8500C FDMS Federal Equivalent Method EQPM-0609-181 for PM_{2.5}（STI-910212-4083-SOP）Section 11.4的规定。

5.6.2 准确度审核

PM₁₀与PM_{2.5}准确度审核方法主要参考了HJ653-2013 中的规定，考虑到实际工作中的可操作性，将PM_{2.5}的比对时间由23天减至15天。在判定指标上，将线性回归分析判断简化为相对偏差比较，偏差在 $\pm 10\%$ 认为符合要求。

5.6.3 相关设备要求及量值传递

此部分参考引用HJ/T193-2005中7.1.1的规定，并根据实际工作需要进行了补充。

5.7 数据有效性判断

原规范中单列了“数据采集频率与有效值规定”一章，包括监测结果异常值的取舍、数据采集频率与有效性两部分，编制过程中考虑到在《环境空气质量标准》（GB3095-2012）和《环境空气质量评价技术规范（试行）（HJ 663—2013）》对数据采集频率和在数据统计有效性、监测结果与表示等方面已经有充分的表述，已经能够满足监测工作需要，因此在本征求意见稿中，删除原规范中数据采集频率和有效性规定的相关内容，保留

了异常值取舍部分，并对其进行了修订完善，将其单列为一章“数据有效性判断”，明确了根据运行与质控情况来判断监测数据是否有效的相关规定。

6 与开题报告的差异说明

开题报告中，计划包括颗粒物监测仪器原理和方法的描述，在规范编制过程中，根据相关意见，认为原理属于基础性知识，与实际运行维护关系不大，因此从修改稿中删除了此内容。

原开题报告包括数据统计和有效性规定、监测结果与表示内容，计划将分散在各标准、规范中的数据有效性统一汇总在此规范中，但编制过程中，考虑到在《环境空气质量标准》（GB3095-2012）和《环境空气质量评价技术规范（试行）（HJ 663—2013）》在统计和有效性规定、监测结果与统计和有效性规定、监测结果与表示方面已经有较充分的表述，且《环境空气质量评价技术规范（试行）》还可能修订，因此在随后的修改稿中，删除了数据统计和有效性规定、监测结果与表示内容。

同时，考虑到数据有效性又与仪器的运行维护、质控操作密切相关，而《环境空气质量标准》中关于数据取舍的描述较为笼统，针对性不强。因此需要增加完善关于监测数据有效性判断的原则，明确监测过程与数据无效的对应原则。基于以上考虑，在规范中增加了数据有效性判断的章节。

7 标准实施建议

为切实加强本标准的实施，规范我国环境空气 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 连续自动监测系统的技术要求，促进 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 连续自动监测系统的环境管理服务，从管理角度，各级监测部门和运维、质控商在运维和质控 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 连续自动监测系统时应执行本标准，各级环保部门在对 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 连续自动监测系统运维和质控考核时应执行本标准；从技术角度，环境保护部应加强本标准的宣贯，使各级环境保护部门按照本标准的要求规范 PM_{10} 和 $\text{PM}_{2.5}$ 连续自动监测系统的运维和质控。

8 参考文献

- [1] 环境空气质量标准（GB3095-2012）.北京：中国环境科学出版社
- [2] 环境空气自动监测技术规范（HJ/T193-2005）.北京：中国环境科学出版社

- [3] 环境空气质量指数（AQI）技术规定(HJ/T633-2012). 北京：中国环境科学出版社
- [4] Guidance for using continuous monitors in PM_{2.5} monitoring networks. U.S. EPA, 1998
- [5] Quality Assurance Handbook for Air Pollution Measurement Systems Volume II Ambient Air Quality Monitoring Program, EPA-454/B-08-003, 2008
- [6] Technical Guidance Note (Monitoring) M8 Monitoring Ambient Air , Environment Agency, 2011
- [7] Technical Guidance Note (Monitoring) M15 Monitoring PM₁₀ and PM_{2.5} , Environment Agency, 2012
- [8] Measuring methods for suspended particulate matter concentration in air-general requirements (JIS Z 8813). Japanese Standards Association, 1994
- [9] Ambient air — Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium —Beta-ray absorption method, ISO10473, 2000
- [10] Standard Operating Procedure for the Continuous Measurement of Particulate Matter — Met One BAM-1020 PM_{2.5} Federal Equivalent Method EQPM-0308-170, Environment Agency, 2009
- [11] Standard Operating Procedure for the Continuous Measurement of Particulate Matter — Thermo Scientific TEOM 1400a Ambient Particulate Monitor with 8500C FDMS Federal Equivalent Method EQPM-0609-181 for PM_{2.5}, Environment Agency, 2011
- [12] BAM-1020 Manual, Revision H, 2010.6
- [13] TEOM1405-F Manual Rev A.000, 2008.2
- [14] 《国家环境空气质量监测城市站运行管理暂行规定》，中国环境监测总站（2013.3）