

“平流层臭氧侵入例外事件”美国做法及其对我国臭氧污染防治的启示

王鹏, 王敏, 冯相昭, 赵梦雪, 杜晓林

(生态环境部环境与经济政策研究中心, 北京 100029)

【摘要】平流层臭氧在特定气象条件下可侵入对流层, 严重情况下会引发近地面监测点位的臭氧浓度超标。美国环境保护局(EPA)将上述事件称作“平流层臭氧侵入例外事件”(以下简称“例外事件”), 并于2018年颁布了《关于可能影响臭氧浓度的平流层臭氧侵入例外事件申请陈述指南》(以下简称《指南》)。本文结合美国相关实操案例, 详细阐述了“例外事件”的识别、判定技术和业务化处理流程及其对我国探索开展“例外事件”剔除工作的启示, 以期为我国臭氧污染管控提供决策参考。研究发现以下结果: 一是“例外事件”不定期发生, 且影响范围较大, 直接导致受影响区域近地面监测点位臭氧浓度异常超标, 影响臭氧达标限值的设定, 不利于客观公平地开展空气质量达标考核工作; 二是美国依托多种监测手段和模式方法, 已针对“例外事件”形成了一套完整的判定指标体系及规范的业务化流程, 可直接扣除此类事件导致的臭氧超标数据; 三是美国现有实操案例多为解决平流层臭氧侵入导致西部高海拔地区(如怀俄明州、犹他州等)近地面臭氧浓度超标的问题。地方空气质量管理机构只有在“例外事件”发生期间臭氧浓度处于年度排名前四位时, 才会积极组织相关技术专家开展“例外事件”的证据搜集和申请工作。“例外事件”美国做法对我国的启示是: 尽快组织力量深入开展我国“例外事件”的回溯分析, 重点关注春末和冬初以臭氧为首要污染物的轻度污染天气, 尽快形成我国“例外事件”的识别判定技术规范与要求, 并建立健全“例外事件”管理机制, 为打赢污染防治攻坚战提供有力支撑。

【关键词】平流层臭氧侵入; 例外事件; 臭氧超标扣除

中图分类号: X21 文献标识码: A 文章编号: 1673-288X(2020)03-0149-06 DOI: 10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202003149

近年来我国大气臭氧污染呈加剧态势, 已成为继PM_{2.5}后阻碍城市空气质量改善的另一重要污染物, 更是实现“十三五”空气质量优良天数目标的最大挑战^[1-2]。平流层臭氧向对流层的异常输送是臭氧浓度超标的直接原因之一, 此类人为不可控的特殊事件的发生造成了对臭氧污染管控成效的严重低估, 影响了空气质量考核评价的客观性和公平性。本文梳理了美国针对“平流层臭氧侵入例外事件”的具体做法, 归纳了识别、判定和剔除此类事件的方法。在此基础上, 提出了剔除我国“例外事件”导致的臭氧超标数据的建议, 以期为我国臭氧污染防治提供技术和决策支撑。

1 美国“平流层臭氧侵入例外事件”总体情况

1.1 什么是“平流层臭氧侵入例外事件”

受高空锋生、强对流等气象条件触发, 中纬度地区平流层下层和对流层上层区域较易发生对流层顶“折叠”现象^[3-5]。该现象使得平流层大气中富含的臭氧侵入自由对流层, 若再遇到显著的下沉气流, 会进一步穿越逆温层扩散至近地面, 造成近地面臭氧浓度短时间内快速上升, 严重情况下可导致臭氧浓度超标。美国环境

保护局(以下简称EPA)在2007年发布并于2016年修订的“例外事件”总则中将上述事件定义为平流层臭氧侵入例外事件(Stratospheric Ozone Intrusion Exceptional Events, SOIEE)^[6]。

“例外事件”大致可分为类型Ⅰ和类型Ⅱ两种。两种类型事件均会导致近地面臭氧监测浓度出现明显异常或超标。其中, 类型Ⅰ“例外事件”在光化学反应不利和有利条件下均有可能发生, 关键是发生时段近地面臭氧浓度受人为污染排放及其他影响较小; 类型Ⅱ“例外事件”通常发生在光化学反应条件有利的季节, 该时段近地面臭氧浓度居高不下且经常超标, 较难区分平流层臭氧侵入和人为污染排放等因素对近地面臭氧监测浓度的影响。

1.2 为什么要剔除“例外事件”影响

“例外事件”人为不可控制和预防。平流层臭氧侵入主要是受大气环流动力、热力等影响, 与近地面人为污染排放性质不同。美国“例外事件”总则将平流层臭氧侵入确定为自然事件, 指出这一事件引起的臭氧浓度超标本质上是人为无法控制和合理预防的, 不属于法律管控范畴, 可根据《清洁空气法》、相关总则和《指南》

作者简介: 王鹏, 助理研究员, 博士, 研究方向为大气污染与气候变化

通讯作者: 冯相昭, 研究员, 博士, 研究方向为能源、环境与气候变化经济学

标准将其按“例外事件”处理。

“例外事件”影响政策实施与评价考核。结合美国已有的判定案例来看,平流层臭氧侵入经常使得个别地区臭氧浓度异常升高超出限定标准。EPA认为,如果将这些数据用于空气质量评价,会产生不公平的监管决策,影响《清洁空气法》的实施。

“例外事件”不定期发生,且影响范围较大。如美国2017年4月20日至4月22日发生的“例外事件”,导致怀俄明州、科罗拉多州和新墨西哥州的高海拔地区及乡村地区都出现了臭氧浓度超标现象。

1.3 如何剔除“例外事件”影响

EPA规定,如果地方空气质量管理机构按照“例外事件”总则和《指南》要求,证明平流层臭氧侵入与臭氧监测浓度超标之间存在明显的因果关系,同时确定数据超标是由于平流层臭氧侵入直接引起的,则可在空气质量系统(AQS)中将“例外事件”发生期间相关监测点位超标数据进行标识并全部剔除。EPA未按照平流层臭氧侵入对臭氧浓度影响的比例进行扣减的主要原因是:“例外事件”对监测点位臭氧浓度影响的各种量化方法均会有误差,“例外事件”总则和《指南》未明确要求必须使用某种特定的工具或方法进行判定,各州在证明材料中采用的分析手段、模型方法等都有可能不同,按比例扣除反而更容易引起公平性问题。

2 “例外事件”判定的技术关键与实操体系

“例外事件”的判定是开展相关监测数据扣除的基本前提,也是客观评价“例外事件”影响的关键所在。判定“例外事件”的技术关键包括三个方面:识别平流层臭氧向自由对流层侵入及平流层臭氧传输至近地面的过程,并量化平流层侵入对近地面臭氧浓度的影响。本文基于美国“例外事件”总则、《指南》以及相关研究,对判定“例外事件”的技术方法及其应用情况进行了综合分析。

2.1 平流层臭氧侵入自由对流层的识别方法

平流层臭氧侵入自由对流层时,对流层大气特定成分及气象指标会发生明显变化:一方面,臭氧柱总量升高、同位素示踪物浓度升高、水汽含量和CO浓度降低。另一方面,高空急流和高空低压系统显著增强(或形成切断高压),对流层顶高度降低^[7]。同时,等位涡线会由平流层向自由对流层显著延伸,对流层大气等熵位涡(IPV)及位温相应增加^[8]。上述指标变化特征可利用监测仪器、气象观测获取并作为识别平流层臭氧向自由对流层侵入的重要依据。

2.2 平流层臭氧传输至近地面的识别方法

受显著下沉气流等影响,平流层臭氧侵入至自由对流层后可进一步传输至近地面。综合《指南》及相关研究,该过程发生时相关要素的变化特征及其获取的技术

手段主要包括:

(1)判断干燥空气所处高度。大量干燥空气形成是平流层臭氧传输至近地面的重要特征之一。利用无线测风仪观测到的大气温度的垂直分布情况,绘制温度—压力对数图,可判断大量干燥空气是否形成以及所处高度,进而识别平流层臭氧向近地面的垂直传输。

(2)实测臭氧浓度垂直分布。平流层臭氧向近地面传输过程中,对流层臭氧浓度会显著上升,臭氧垂直分布廓线可以显著表现这一过程。臭氧垂直分布廓线可以通过探空、激光雷达、机载等手段获取,但受限于监测仪器布设,对臭氧垂直分布的监测并不能全覆盖到所有可疑事件发生的时间和地点。

(3)模拟气团传输路径。利用前/后向轨迹模式(如HYSPLIT模式)模拟气团的传输路径,可直观地确定气团在水平、垂直方向上的平流和扩散过程,识别气团移动轨迹。若模拟结果显示源于自由对流层的下沉气团最终降至近地面,则有助于证明平流层臭氧传输至近地面。

(4)开展空气质量模式模拟。平流层臭氧向近地面传输过程中,相关气象要素、成分浓度会发生显著变化。《指南》建议采用RAP-CHEM、WACCM、RAQMS等空气质量模型,通过从水平和垂直截面上开展示踪模拟或来源解析,追踪平流层臭氧的物理运动,进而得到臭氧、CO等物质浓度的垂直分布情况、动态演变过程以及相关参数(如位涡、对流层顶高度等)随时间的变化情况。

2.3 平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度影响的量化方法

基于多模式集合分析的结果,可定量评估平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度的影响。模式对平流层臭氧侵入对流层的追踪和量化一般通过平流层臭氧示踪剂(O_3S)来实现。 O_3S 处于平流层高度时,其数值与平流层 O_3 浓度一致; O_3S 到达对流层后不再发生化学反应,仅受动力传输和沉降的影响。 O_3S 不但可用来表征平流层臭氧向对流层的传输过程,而且其近地面高度上的浓度分布和大小可评估平流层臭氧侵入对近地面臭氧分布和浓度的影响。EPA为“例外事件”证明提供的技术工具中,RAQMS、WACCM模式即可实现平流层臭氧侵入全过程的追踪和量化,成为地方空气质量管理机构进行平流层臭氧侵入事件证明的有力依据^[9]。同时,采用多种模式模拟结果的集合分析,可判断比较不同模式对同一事件影响结果的量化分析是否基本一致,以降低单一模式误差对量化结果的不利影响。尽管单一模式无法确保结果绝对的准确性(如示踪模拟未考虑 O_3S 进入对流层后的化学反应过程),但实测数据对模式可靠性的验证以及多模式的集合分析,能够保障平流层臭氧侵入事件对近地面臭氧浓度影响量化结果的相对准确性。

《指南》也明确认可采纳主流模式结果作为“例外事件”的判定依据。

2.4 “例外事件”判定的实操体系

在前文分析“例外事件”三个关键判定技术的基础上,本节针对不同类型的“例外事件”,结合EPA实操案例明确了美国指标体系的应用情况。

2.4.1 类型 I “例外事件”

美国考虑到判定依据会根据事件本身及其所在区域的可用资料而有所不同,未针对类型 I “例外事件”形成一套固定的指标体系,只是给出了可能需要的判定依据清单(表 1),并且允许采用《指南》中未明确提及但具备适用性且技术上合理的方法。

从已搜集到的美国实操案例看,虽然 EPA 只要求分别提供 1 项指标结果即可,但地方空气质量管理机构提交的案例证明材料里往往综合运用了多种判定指标结果(表 2)。以犹他州尤因塔和乌雷地区 2015 年 6 月 8—9 日“例外事件”为例,在证明平流层臭氧侵入自由对流层时,综合考虑了臭氧柱和 CO 柱总量以及等熵位涡和相对湿度的时间剖面结果;在证明平流层臭氧传输至近地面时,同时采用全球大气化学模式(GEOS-

Chem)对高空及地面臭氧浓度的模拟结果,以及探空气球观测到的平流层气温、相对湿度,风速风向、气压等高空要素;在判定平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度的影响时,采用了 RAQMS 模式模拟结果。

表 1 美国《指南》建议的类型 I “例外事件”判定指标

判定内容	判定指标	判定要求
平流层臭氧侵入自由对流层	整层水汽分布	有其中 1 项即可
	臭氧柱总量分布	
	粗略的气象要素垂直分布(位涡、位温、相对湿度、对流层顶高度或气压)	
平流层臭氧传输至近地面	无线测风仪数据	有其中 1~2 项即可
	臭氧探空观测浓度垂直分布	
	臭氧在线模拟浓度垂直分布	
	单个模型配置的臭氧前/后向轨迹	
平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度的影响	高臭氧浓度日和平流层臭氧侵入期间的气象/AQ 条件的比较	有其中 1 项即可

表 2 美国类型 I “例外事件”实操案例

判定内容	判定依据	怀俄明州 2012 年 6 月 14 日“例外事件”	犹他州尤因塔和乌雷地区 2015 年 6 月 8—9 日“例外事件”
平流层臭氧侵入自由对流层	判定指标	水汽分布;臭氧柱总量分布;等熵位涡、位温、相对湿度垂直剖面	臭氧柱总量分布;CO 柱总量分布;等熵位涡和相对湿度时间剖面
	判定技术	准静止卫星(GOES)观测数据;RAP-Chem 天气分析模式实时数据	NOAA-GOES 卫星观测;NOAA/NWS-NAM 预报系统
	指标特征	臭氧柱总量明显增加;平流层干空气侵入自由对流层	高空槽内及槽线附近出现大范围臭氧柱总量高值区;等熵位涡高值区和相对湿度低值区侵入至自由对流层;CO 柱总量降低,并与臭氧柱总量呈负相关关系
平流层臭氧传输至近地面	判定指标	臭氧浓度和相对湿度垂直廓线;后向轨迹模型模拟的臭氧传输	高空及地面臭氧浓度分布;平流层气温、相对湿度、风速风向、气压等高空要素分布
	判定技术	无线电探空仪;HYSPLIT 模式	全球大气化学模式(GEOS-Chem);探空气球观测
	指标特征	发现干燥且富含臭氧的平流层空气侵入并穿越对流层进一步抵达监测站点所在区域	近地面臭氧浓度异常与高空等熵位涡及相对湿度的时间剖面对应较好;该时段有干空气从高空侵入对流层中下层
平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度影响	判定指标	高臭氧浓度日和平流层臭氧侵入期间的气象条件的比较	空气质量模型模拟量化结果
	判定技术	地面观测数据	RAQMS 模式结果
	指标特征	处于大风、弱积雪和强逆温等光化学反应受抑制条件;近地面臭氧浓度与相对湿度具有反位相关关系	平流层高浓度臭氧下沉至对流层;本地光化学反应对尤因塔盆地臭氧浓度升高贡献不大

2.4.2 类型 II “例外事件”

类型 II “例外事件”较类型 I “例外事件”复杂,需要区分平流层臭氧侵入与近地面人为源臭氧前体物排

放的影响。《指南》规定在类型 I “例外事件”判定的基础上,进一步综合运用多种判定依据以及更为严谨的判定方法进行判定(表 3)。不同于类型 I “例外事件”

判定要求的是,美国要求类型Ⅱ“例外事件”的每项判定内容均需同时考虑所有项指标结果,个别指标判定要求也更为严谨,并且增加了基于多种空气质量模型模拟平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度影响的要求。

表3 美国《指南》要求的类型Ⅱ
“例外事件”判定指标

判定内容	判定指标	判定要求
平流层臭氧侵入自由对流层	水汽分布	所有项指标均需要
	臭氧柱总量分布	
	严谨的气象要素垂直分布(平流层特定示踪剂,如CO ₂ 、相对湿度、NO _x 等)	
平流层臭氧传输至近地面	无线测风仪数据	所有项指标均需要
	激光雷达、气象塔、机载观测获取的臭氧浓度垂直分布	
	臭氧在线模拟浓度垂直分布	
	多个模型配置的臭氧前/后向轨迹	
平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度的影响	高臭氧浓度日和平流层臭氧侵入期间的气象条件的比较	所有项指标均需要
	与气象条件相似日的臭氧浓度比较	
	空气质量模型模拟量化结果	

尽管EPA尚未有正式扣除的类型Ⅱ“例外事件”,但Langford等人2018年的研究验证了内华达州克拉克郡(低海拔地区,人为源排放影响较大)“例外事件”的发生^[10]。该研究采用了TOPAZ激光雷达数据、商用紫外吸收仪监测的臭氧浓度和商用真空紫外荧光仪监测的CO浓度,基于RAQMS、FLEXPART、RAP-Chem等模型预测了臭氧浓度的垂直变化情况,并使用NOAA GFDL AM3和FLEXPART模型量化了“例外事件”对近地面臭氧浓度的贡献,发现该地区在2013年5月4日、5月21日、5月25日、6月21日、7月3日和7月20日均发生了“例外事件”,使得近地面臭氧浓度升高30ppbv以上,相关监测数据在AQS中被剔除。

3 “例外事件”业务化运行

美国已经形成一套规范的“例外事件”业务化运行机制,便于EPA与地方空气质量管理机构合理高效地开展“例外事件”申请与审核工作。具体流程如下:

(1)初步定性(地方空气质量管理机构)。当出现臭氧浓度超标现象时,由地方空气质量管理机构进行初步分析,若将此次超标初步定性为可能由“例外事件”所导致,则进入数据处理流程。

(2)初步申请(地方空气质量管理机构)。初步定性

后,地方空气质量管理机构在AQS中标识出可能受例外影响并超标的臭氧数据,并向EPA提交初步申请。

(3)事件定性(EPA)。地方空气质量管理机构和EPA通过前期沟通,定性地评估“例外事件”发生的可能性,EPA需在初步申请提交之后的60天内将定性结果告知地方空气质量管理机构。若定性为“例外事件”,则按照流程进一步处理,否则结束流程。该流程可有效避免由于地方错误判断所引起的资源浪费。

(4)判定事件类型(EPA)。EPA协助地方空气质量管理机构判断此次臭氧超标是仅由平流层臭氧侵入导致的简单影响事件(对应类型Ⅰ“例外事件”),还是由包括平流层臭氧侵入在内的多种原因导致的复杂影响事件(对应类型Ⅱ“例外事件”)。这一过程即为《指南》中提出的“例外事件”分级判定。

(5)提供证明材料(地方空气质量管理机构)。地方空气质量管理机构按照事件类型准备相应的证明材料,证明“例外事件”直接导致了监测数据超标。

(6)初步判断(EPA)。EPA对地方空气质量管理机构提交的材料进行审核,针对其提出的数据扣除申请,需在120天内回复审核意见(同意/不同意/补充材料)。

(7)公众征询。开展为期30天的公众征询,期间地方空气质量管理机构可根据需要更新证明材料。

(8)提交证明材料终稿(地方空气质量管理机构)。公众征询期结束后,地方空气质量管理机构需提交包含公众意见在内的证明材料终稿。

(9)最终审核和决定(EPA)。EPA收到完整材料并在终稿后的12个月内决定是否扣除。

此外,为提高业务化运行效率,协助地方空气质量管理机构证明“例外事件”的发生,EPA还提供了多种在线模型工具(如RAP-Chem、WACCM、RAQMS等)和共享平台(如AirNow、AirNowTech、EPA AirData等),用来获取“例外事件”相关的数据、图像分析结果。地方机构可通过自由设定时间、空间、变量名称等参数,自动生成可下载的空气质量管理、模拟数据及其可视化图像。

4 主要结论及其对我国的启示

4.1 主要结论

美国“例外事件”实操案例已经证实,平流层臭氧侵入事件不定期发生,且影响范围较大,会导致受影响区域近地面监测点位臭氧浓度异常升高或者超出标准限值,既影响污染防治措施的制定与实施,也不利于客观公平地开展空气质量考核和评价工作。美国已针对“例

外事件”形成了一套完整的判定指标体系及规范的业务化流程,并依托先进的监测手段和模式方法,为识别和量化平流层臭氧侵入对近地面臭氧浓度的影响提供了坚实保障。全面调研发现,美国“例外事件”多为解决平流层臭氧侵入导致西部高海拔地区(如怀俄明州、犹他州等)近地面臭氧浓度超标的问题^[11-14]。另外,考虑到类型Ⅱ“例外事件”判定要求相对复杂,只有当“例外事件”发生期间臭氧浓度处于年度排名前四位时,地方空气质量管理机构才会积极组织相关技术专家,开展此类“例外事件”的证据搜集和申请工作。基于对“例外事件”识别、判定和业务化运行的详细阐述,本文为我国探索开展“例外事件”剔除工作提供了坚实的理论基础和有益的启示,进而可为我国臭氧污染防治提供决策参考。

4.2 几点启示

通过文献调研发现,平流层臭氧侵入事件在我国多个地区(如杭州、南京等东部地区及台湾地区)也均有发生,严重时会导致显著抬升该时段近地面臭氧浓度,必然影响我国空气质量评估、考核和排名工作的客观公平性^[15-17]。美国的相关做法,对我国臭氧管控工作有如下启示:

一是组织力量深入开展平流层臭氧侵入事件的回溯分析。目前,我国对平流层臭氧侵入事件的发生和影响程度尚未全面掌握。建议尽快组织相关科研力量,针对此类事件开展深入研究分析,快速摸清我国平流层臭氧侵入事件的底数,识别其涉及范围、发生频次、年际变化以及对近地面臭氧浓度的影响程度。考虑到平流层臭氧侵入引发的臭氧浓度抬升可能使得臭氧浓度恰好处在标准限值之下的监测站点出现超标,带来空气质量污染天数尤其是轻度污染天数的增加,建议重点关注春末冬初以臭氧为首要污染物的轻度污染天气。春末和冬初季节转换期间,光化学反应相对较弱,且易出现平流层臭氧侵入事件,对近地面臭氧浓度异常升高或超标的贡献更容易识别。

二是尽快研究提出平流层臭氧侵入事件判定技术规范要求。我国已开展了有关平流层臭氧侵入事件的基础研究工作,但研究的广度和深度还有待提升。此外,尽管我国已具备较好的气象与空气质量预报模式,监测手段和监测工具也相对成熟,但是目前还没有综合应用于平流层臭氧侵入事件的研究,亟须开展技术集成和工具开发应用等方面的工作。建议在借鉴美国《指南》提及

的“例外事件”判定指标、处理流程及实操案例的基础上,结合我国已有研究和实际情况,加快形成我国的平流层臭氧侵入事件判定技术规范要求和业务化流程,为打赢污染防治攻坚战提供有力支撑。

三是逐步建立健全平流层臭氧侵入管理机制。美国“例外事件”业务化运行机制十分完善,有效地提升了相关业务的效率。结合我国实际情况,一方面,应建立多部门联动机制,特别是与气象部门联合开展技术集成攻关、工具开发应用等方面工作,搭建平流层臭氧侵入事件预警识别平台;另一方面,可探索“自上而下为主、自下而上为辅”的平流层臭氧侵入事件处理的上下联动机制,推动剔除工作开展。

参考文献:

- [1] 尹珩,张珂,孙辰,等. 武汉城区臭氧时空分布及其与气象因子相关性研究[J]. 环境与可持续发展, 2017, 06: 152-154.
- [2] 王龚博,卢宁,杨琳,等. 臭氧污染特征与防治工作探究[J]. 环境与可持续发展, 2020, 02: 104-106.
- [3] Reed R J. A study of characteristic type of upper level frontogenesis [J]. Journal of Meteorology, 1955, 12: 226-237.
- [4] 寿亦萱,陆风,寿绍文,等. 2014. 对流层顶“折叠”检测新方法及其在中纬度灾害性天气预报中的应用[J]. 大气科学, 38(6): 1109-1123.
- [5] 寿绍文,励申申,姚秀萍. 中尺度气象学[M]. 北京:气象出版社, 2003.
- [6] EPA. Federal Register Notice-Final Revisions to the Exceptional Events Rule. Federal Register, 2016, 81(191): 151-167.
- [7] 王庚辰,孔琴心,陈洪滨. 北京地区对流层顶变化及其对上对流层/下平流层区域臭氧变化的影响[J]. 大气科学, 2006(4): 587-595.
- [8] 崔宏,赵春生,郑向东,等. 2001年春季临安地区对流层臭氧异常增加的一次过程分析[J]. 大气科学, 2005(2): 259-266.
- [9] YATES E. L., et al. Airborne observations and modeling of springtime stratosphere-to-troposphere transport over California [J]. Atmospheric Chemistry and Physics, 2013, 13(24): 12481-12494.
- [10] LANGFORD A. O., et al. Coordinated profiling of stratospheric intrusions and transported pollution by the Tropospheric Ozone Lidar Network (TOLNet) and NASA Alpha Jet experiment (AJAX): Observations and comparison to HYSPLIT, RAQMS, and FLEXPART [J]. Elsevier Ltd, 2018, 174.
- [11] KNOWLAND K E, OTT L E, DUNCAN B N, et al. Stratospheric Intrusion-Influenced Ozone Air Quality Exceedances Investigated in the NASA MERRA-2 Reanalysis [J]. Geophysical Research Letters, 2017, 44(20): 10691-10701.
- [12] LANGFORD A. O., et al. Stratospheric influence on surface ozone in the Los Angeles area during late spring and early summer of 2010 [J]. Journal of Geophysical Research, 2012, 117(3): 1-17.
- [13] LIN M., et al. Springtime high surface ozone events over the western United States: Quantifying the role of stratospheric intrusions [J]. Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 2012, 117(D21).
- [14] LEFOHN A S, WERNLI H, SHADWICK D, et al. Quantifying the importance of stratospheric-tropospheric transport on surface ozone concentrations at high- and low-elevation monitoring sites in the United States [J]. Atmospheric environment, 2012, 62(DEC.): 646-656.
- [15] WANG H., WANG W., HUANG X., et al. Impacts of stratosphere-to-troposphere-transport on summertime surface ozone over eastern China [J]. Science Bulletin, 2019, 65(2020): 276-279.
- [16] WANG Y., WANG H., WANG W.. A Stratospheric Intrusion-Influenced Ozone Pollution Episode Associated with an Intense Horizontal-Trough Event [J]. Atmosphere, 2020, 11(2): 164.
- [17] 许平平,田文寿,张健恺,等. 春季青藏高原西北侧一次平流层臭氧向对流层传输的模拟研究[J]. 气象学报, 2015, 73(3): 529-545.

The implementation of stratospheric ozone intrusion exceptional event in the United States and its implication for ozone control in China

WANG Peng, WANG Min, FENG Xiangzhao, ZHAO Mengxue, DU Xiaolin

(Policy Research Center for Environment and Economy, Ministry of Ecology and Environment, Beijing 100029, China)

Abstract: The intrusion of stratospheric ozone to the lower troposphere can occur occasionally under particular meteorological circumstances, inducing the exceedance of ozone concentration over relevant monitor sites. The events mentioned above are defined as Stratospheric Ozone Intrusion Exceptional Event (SOIEE) by the United States (US) Environmental Protection Agency (EPA), and the Guidance on the Preparation of Exceptional Events Demonstrations for Stratospheric Ozone Intrusions was further released on 2018. Based on the existing cases, this study elaborated the identification, criterion of SOIEE and the processing steps of SOIEE; suggestions on the exploration of SOIEE exclusion in China was further proposed for providing policy strategies of ozone pollution control. The main results were found as follows: firstly, SOIEE can happen irregularly and affect large-scale regions, leading to the exceedance of ozone concentration standard, namely the design value, which influence the fairness of ozone attainment determination; secondly, a complete system of SOIEE exclusion has been built in the US based on multiple monitoring approaches and modeling methods; thirdly, the existing cases mainly focus on the SOIEE occurred in high-altitude regions (i. e. Wyoming State, Utah State), which is due to the calculation of design value; the local Air Agency will only be motivated to prepare an “EE” demonstrations when the ozone concentration is beyond the fourth highest value in a year. In general, this study suggests that the trace-back analyses on the SOIEE in China warrant further investigations, especially for the days with light ozone pollution during late-spring and early-winter. In addition, the technical standards on the recognition of SOIEE as well as the management mechanisms of SOIEE should be formed timely, providing sufficient support to win the battle against pollutions.

Keywords: stratospheric ozone intrusion; exceptional event; ozone exceedance exclusion

关于中国环境科学学会环境管理分会开展征文活动的通知

中国环境科学学会环境管理分会(以下简称管理分会)成立于 2002 年,是中国环境科学学会最早成立的分支机构之一,主要任务是推动环境管理学科发展,打造环境管理领域的学术交流和成果展示平台,为国家生态环境管理工作提供咨询服务。管理分会的依托单位是生态环境部环境与经济政策研究中心。多年来,管理分会在中国环境科学学会的指导下,依托生态环境部环境与经济政策研究中心的学科资源和学术平台,开展了多项学术交流活动 and 环境管理研究工作,较好地推动了环境管理学科的发展。

2020 年是污染防治攻坚战收官之年。为了学习贯彻落实党的十九届四中全会精神,打赢污染防治攻坚战,推动我国生态环境保护事业发展,建设美丽中国,管理分会与生态环境部环境与经济政策研究中心将于 2020 年 8 月在江苏南京分别围绕“污染防治攻坚战经验与展望”和“环境治理能力和治理体系现代化”两个主题共同举办学术活动。现围绕以上两个主题面向社会各界广大科研工作者征稿,管理分会将组织专家从所有论文中评选出一定数量的优秀论文,刊发在《环境与可持续发展》期刊上。届时还将邀请部分优秀论文作者于 8 月在活动现场发表专题演讲或参与现场讨论。

该学术活动是中国环境科学学会 2020 年年会的系列活动之一,管理分会已连续承办 3 届,每届均邀请到生态环境部领导出席,活动组织也受到中国环境科学学会的高度肯定。

论文格式要求:请按照征文主题及研究内容提交论文,论文中文和英文摘要均不超过 300 字,全文 5000 字以上,但不超过 10000 字,论文文件格式为 word 文档。具体要求包括:论文题目、作者姓名、工作单位、论文摘要、关键词、正文、主要参考文献等。所投稿件应符合国家相关征稿要求。论文提交的电子信箱为: zsb@prcee.org, 并注明“2020 年管理分会征稿”字样。征文截止日期为 2020 年 7 月 30 日。

联系人: 张嫋姮

电话/传真: 010-84634241

通讯地址: 北京市朝阳区育慧南路 1 号 A 栋 634 室(100029)