



Distr.: General
29 July 2021

Chinese
Original: English



联合国
环境规划署

保护臭氧层维也纳公约缔约方大会
第十二次会议(第二部分)

2021年10月23日至28日, 在线
预备会议临时议程*项目4(a)

《维也纳公约》的议题: 维也纳公约缔约方
臭氧研究管理人员第十一次会议报告

维也纳公约缔约方臭氧研究管理人员第十一次会议的建议

秘书处的说明

1. 保护臭氧层维也纳公约缔约方臭氧研究管理人员第十一次会议第二部分于2021年7月19日至23日在线举行。¹在该次会议上, 臭氧研究管理人员提出了几项建议, 分为以下五类:

- (1) 研究需求;
- (2) 系统性观测;
- (3) 受控物质大气监测全球覆盖范围的薄弱环节以及加强这类监测的备选方案;
- (4) 数据存档和管理;
- (5) 能力建设。

2. 上述建议转载于本说明附件, 臭氧秘书处对其进行了少量编辑。它们关系到将在维也纳公约缔约方大会第十二次会议(第二部分)议程项目4(b)下进行的关于为《维也纳公约》所涉研究和系统性观测活动供资的普通信托基金状况的讨论。² 臭氧研究管理人员报告全文将作为背景文件提交给缔约方大会。

* UNEP/OzL.Conv.12(II)/1-UNEP/OzL.Pro.33/1。

¹ 臭氧研究管理人员第十一次会议的第一部分会议于2020年10月举行, 仅讨论了受控物质大气监测全球覆盖范围的薄弱环节问题。

² 缔约方大会第十二次会议第一部分会议于2020年11月举行, 专门审议维也纳公约信托基金2020年和2021年预算。

附件

臭氧研究管理人员第十一次会议的建议

一、 研究需求

1. 对臭氧和臭氧消耗物质及其替代品的测量仍然是平流层臭氧研究的基石。有必要进行这些测量来监测《关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书》是否成功、评估新的影响，并就臭氧在不断变化的气候中的演变情况进行基于过程的研究。从测量和基于过程的研究中了解到的情况对于开发大气模型至关重要，而大气模型是调查平流层臭氧未来设想情景的首要工具。

臭氧研究管理人员第十一次会议提出的研究需求方面的主要建议

2. 臭氧研究管理人员第十一次会议的代表继续认可出席臭氧研究管理人员第十次会议的代表提出的研究需求方面的一般性建议，其中涉及：(a) 化学与气候相互作用及监测《蒙特利尔议定书》；(b) 影响平流层演变的过程及其与气候的联系；(c) 紫外线变化及臭氧消耗物质变化的其他影响。在下文中，代表们着重介绍一系列需要重点关注的专题，作为今后三年的优先研究对象。代表们指出，这些专题将在联合国环境规划署（环境署）和世界气象组织（气象组织）准备出版的《臭氧消耗科学评估：2022》中得到深入探讨。

1. 增进对臭氧消耗物质及相关气体的全球排放情况的了解

- (a) 最近对三氯氟甲烷（CFC-11）意外排放的研究突出表明了完善全球臭氧消耗物质排放估算的价值。这一目标应通过以下方式实现：(一) 扩大自上而下的排放估算能力，以大幅扩大所涵盖的地表面积；(二) 在改进生产报告的同时，完善全球和区域自下而上的排放估算。两者结合使用，便可以协同增效的方式，显著改进臭氧消耗物质及其替代品的排放估算的质量。
- (b) 来自人为和自然来源的寿命较短的臭氧消耗物质占大气臭氧消耗物质总量的比例越来越大。监测和了解它们的大气排放情况将为采取控制策略来限制未来臭氧消耗物质的浓度提供基础信息。

2. 氢氟碳化物

- (a) 大气中氢氟碳化物的浓度继续上升。《蒙特利尔议定书基加利修正》限制许多氢氟碳化物的生产和使用，从而有助于保护气候系统。要监测《基加利修正》是否成功，就需要监测大气中氢氟碳化物浓度的演变情况。高质量、系统性测量必须达到良好的地域覆盖面，才能推断出部门、区域排放信息。
- (b) 需要进一步研究和评估氢氟碳化物的气候影响，这项工作将与针对其他非二氧化碳气候强迫因子（例如甲烷和一氧化二氮）的工作密切协调，因为这些物质都对未来的平流层有影响。

3. 平流层臭氧与气候耦合

- (a) 现已公认，平流层臭氧层的未来演变不仅取决于臭氧消耗物质浓度的下降，还取决于气候将如何影响平流层温度和环流。虽然根据模型预测，温室气体浓度上升导致平流层翻转环流（布鲁尔多布森环流）加强，但需要进行研究（包括使用示踪剂数据的研究）来检验对布鲁尔多布森环流增强的预测。还需要理解最近出现的准两年期振荡的异常行为。需要开展进一步研究，将最先进的化学气候模型与具有参考质量、按海拔高度测定的数据记录相结合。这可以解释过去的变化，使人更好地理解未来的成分和气候预测并为之提供更坚实的基础。
- (b) 通过研究来完善我们对长寿命气体损失和迁移的年际和长期变异性的理解，可以得到同样这些尺度上更准确的全球排放估算。
- (c) 对平流层臭氧变化进程的区域研究仍非常重要。臭氧研究管理人员第十次会议报告强调指出，热带是化学与气候相互作用的关键区域。¹ 热带地区未来的臭氧变化将取决于气候变化（同时影响热带环流和对流层顶温度的变化），以及对流层的化学性质。同样，南极和北极平流层最近的变化可能反映成分与气候相互作用。了解北极的演变是一项重大挑战。未来的研究应侧重于了解气候变化在极地平流层臭氧演变中的作用。可以界定其他区域重点，例如与季风环流或中亚和喜马拉雅山区相关的臭氧层变异性。

4. 航空、火箭和气候干预

- (a) 预计未来平流层中某些痕量气体的数量和分布以及气溶胶颗粒的丰度和成分将发生变化。这些变化可能由多种来源和过程造成。自然来源包括海洋和沿海地区的排放、爆炸性火山喷发和剧烈火灾。人为来源包括拟研制的超音速民用运输机以及火箭发射造成的排放。预计火箭发射的频率将提高，并使用多种推进系统。
- (b) 领先的气候干预（也称为地球工程）方案建议将气溶胶或气溶胶前体注入平流层以提高地球的反射率（反照率），从而减少太阳能吸收和气候强迫。
- (c) 气溶胶丰度上升以及相关的颗粒上或颗粒中的反应可能形成类似于导致极地臭氧消耗的过程，从而可能增强全球臭氧消耗。

二、 系统性观测

3. 臭氧研究管理人员第十一次会议的科学专题介绍和国家报告强调了一个事实，即系统性大气成分观测对于监测和了解臭氧层的长期变化以及大气成分、环流和气候的变化仍至关重要。为了验证臭氧消耗物质的预期臭氧回收率，并了解与气候变化的相互作用，需要在数十年内持续观测重要的痕量气体、紫外线辐射，以及描述化学、辐射和动力过程所起作用的各种参数。

4. 全球观测表明，在协商达成《蒙特利尔议定书》后不久，臭氧消耗物质的丰度开始稳步下降；然而，地表观测显示，2012年之后，受到全面控制的臭氧消耗物质三氯氟甲烷的排放量意外上升。全球监测网络（国家海洋和大气管

¹ <https://ozone.unep.org/meetings/10th-meeting-ozone-research-managers/report-and-recommendations>。

理局（NOAA）和高级全球大气气体实验（AGAGE）认为三氯氟甲烷排放量上升与中国东部的意外来源有关。三氯氟甲烷排放水平到 2019 年显著下降，显然是蒙特利尔议定书缔约方努力的结果。而此次三氯氟甲烷排放问题暴露出缺少必要的台站来得出区域排放量。

5. 观测结果还表明，臭氧层的恢复速度为《蒙特利尔议定书》干预之前观测到的下降速度的三分之一。在现阶段，并不能毫不含糊地证明针对臭氧消耗物质采取的对策导致全球平流层臭氧变化减少，与此同时，臭氧消耗物质以外的气体（特别是二氧化碳、一氧化二氮、甲烷和水蒸气）也会影响全球平流层臭氧变化。这些不受《蒙特利尔议定书》控制的气体的未来排放量很不确定。它们的影响复杂且相互关联，影响着气候和平流层的化学性质。因此，在迈向臭氧层恢复之际（预计在本世纪后半期发生），强有力的长期监测在现阶段也很重要。

6. 还需要扩大监测范围，以纳入重要的新物种和参数（例如新出现的臭氧消耗物质替代品、短寿命卤化化学品和大气环流示踪剂）。关键测量区域包括对流层上部和平流层下部、温带的平流层与对流层交换区域（如季风环流区），以及极地冰盖和平流层上部。

7. 用于跟踪一些臭氧消耗物质、痕量物种和水蒸气高分辨剖面的卫星（例如 Aura 卫星上的微波临边探测器（MLS））的使用寿命问题日益引起关注。目前没有更换高分辨临边型卫星仪器的计划。因此，必须通过密集使用地基观测来缩小差距；不过，目前的和新的卫星仪器将继续以高垂直度和大空间采样进行臭氧观测。

A. 臭氧研究管理人员第十次会议以来的主要系统性观测成就

- (1) 尽管存在各种困难，但在过去几年继续开展对臭氧、最相关的痕量气体、温度及平流层气溶胶的地基和天基测量。为《维也纳公约》所涉研究和系统性观测活动供资的普通信托基金（维也纳公约信托基金）在提供支助方面发挥了重要作用，尤其是支助全球地基监测网络，包括进行比对、翻新和运输可用的多布森分光计，启用臭氧探空仪，同时鼓励开发/验证其他仪器；然而，一些活动，如校准和比对活动，受到了冠状病毒病（COVID-19）大流行所导致的各种限制的严重影响。此外，维也纳公约信托基金的资金有限，极大地阻碍了各种有价值和有必要的工作的实施。这种限制也对按《蒙特利尔议定书》第 5 条第 1 款行事的国家（第 5 条国家或发展中国家）和经济转型国家的能力建设产生了消极影响（见“能力建设”一节）。
- (2) 目前的索米国家极地轨道伙伴卫星（Suomi-NPP）平台上臭氧测绘剖面仪套件（OMPS）的临边观测组成部分以及联合极地卫星系统二号（JPSS-2）平台的延续计划、目前部署在国际空间站的平流层气溶胶和气体实验三号（SAGE III）掩日仪器，以及规划中的用于未来平流层调查的大气临边示踪剂测量（ALTIUS）卫星任务已经缩小了在臭氧、气溶胶和水蒸气的大气临边探测仪器方面亟待解决的差距；然而，如下文的主要建议所指出，预计对于许多其他重要气体而言，临边测量能力仍明显不足。
- (3) 在第 5 条国家翻新和安装了一些多布森和布鲁尔检测仪；不过，仍有一些没有正常运作。加大支持力度（如通过信托基金）可能会解决这一问题。

- (4) 已商定新的紫外线臭氧吸收截面，现已用于一些应用。最近的几份出版物表明，在应用新的臭氧截面和温度校正时，多布森和布鲁尔仪器之间的主要差异可以得到调和。这样可以实现多布森和布鲁尔记录的均一化。
- (5) 在臭氧探空仪数据质量评估（O3S-DQA）活动中，在了解和完善历史臭氧探空仪记录方面取得了重大进展。《臭氧探空仪标准操作程序评估（ASOPOS）2.0 报告：全球臭氧探空仪操作增订准则》正在定稿，将由气象组织于 2021 年出版。
- (6) 全球平流层气溶胶记录已经过重新评估和均一化，最近部署在国际空间站的 SAGE III 观测仪已证明其有能力继续针对火山气溶胶以及火灾对平流层的影响进行全球观测。此外，臭氧测绘剖面仪套件的临边剖面仪观测提供了关于气溶胶垂直分布的信息；然而，在高度配准的准确性方面存在不确定性。结合其他卫星资料，臭氧测绘剖面仪套件的临边剖面仪可以探测到对流层上部和平流层下部的火灾气溶胶（这些工作正在进行）。对流层监测仪（TROPOMI）能够探测火灾中的气溶胶并确定气溶胶上升的最高高度。微波临边探测器能够探测到对流层上部和平流层下部的火灾示踪剂。
- (7) 在及时交付来自地基观测站的臭氧及相关数据方面，以及在将此类数据用于服务验证（如哥白尼大气监测服务（CAMS））和卫星验证方面已取得进展。上述活动与加强所有数据源的不确定性定性工作同步进行，采用经过改进的做法和标准，从而提高了数据质量（例如，ASOPOS 2.0；于利希臭氧探空仪比对实验（JOSIE）活动和出版物；大气成分变化探测网络（NDACC）向哥白尼方案快速交付数据；气溶胶、云和痕量气体研究基础设施（ACTRIS）；欧洲布鲁尔网络（EUBREWNET）错误定性分析；欧洲布鲁尔网络数据与世界臭氧和紫外线辐射数据中心（WOUDC）连接；世界臭氧和紫外线辐射数据中心；南半球额外臭氧探空仪（SHADOZ）；大气成分变化探测网络连接）。我们鼓励在这些方向上取得进一步进展。
- (8) 更现代的新仪器类型正在接受测试并集成到地基网络中，同时参加与布鲁尔等成熟仪器的比对活动。实例包括用于臭氧的新型差分吸收光谱（DOAS）型仪器、Pandora 光谱仪和多轴差分吸收光谱仪（MAX-DOAS），以及安装在小气球上用于观测其他痕量气体的 Air-Core 采样器。
- (9) 在评估和提高来自卫星的长期臭氧剖面记录的质量方面取得了重大进展。关键在于对所有现成数据源进行比对，以及大幅改进合并不同仪器所产生记录的方法。现在已有几项经过改进的记录可供使用，但仍需对这些长期记录的所有不确定性源进行全面评估。这方面的活动正在进行，例如全球大气监测网/平流层与对流层过程及其在气候中的作用（GAW/SPARC）联合活动、长期臭氧趋势与平流层不稳定性（LOTUS）以及在 SPARC 实现统一错误报告（TUNER）等活动。
- (10) 必须指出的是，自臭氧研究管理人员第十次会议报告以来，臭氧探空仪的剖面观测数据不断减少。这是一个预警信号，意味着用于卫星和模型验证及趋势分析的高分辨地基观测结果的可用数量在下降。

- (11) 臭氧观测揭示了一般环流模型在捕捉平流层下部臭氧减少的地理分布方面存在的缺陷，这表明需要更好地了解布鲁尔多布森环流过程及其在模型中的表示方式。

B. 臭氧研究管理人员第十一次会议提出的系统性观测方面的主要建议

- (1) 臭氧研究管理人员第十一次会议建议增加信托基金的资金。要增加资源来维持地基站运作，尤其是产生臭氧、痕量气体和紫外线长期记录的台站。这些观测为蒙特利尔议定书缔约方提供基本信息，以确保臭氧继续恢复，并最大限度地减少相关的气候变化。台站数量不断减少（主要在热带和南半球，包括剖面测量）正在危及对趋势的独立监测和对意外事件的捕捉，以及我们验证卫星数据记录的能力。缔约方和气象组织全球大气监测网需要给予国家科学机构、气象机构和其他机构特别鼓励，以确保继续进行高质量的测量。此外，需要维也纳公约信托基金提供支助。
- (2) 在科学需要已明确的情况下，应当恢复并扩大常规的长期监测。关键区域是对流层与平流层交换区域，如季风区、东南亚、海洋性大陆区域以及山区（如安第斯山脉、喜马拉雅山脉和中亚）。臭氧和紫外线测量也应针对南美洲、非洲和亚洲等数据贫乏地区，以及热带辐合带，以准确探测布鲁尔多布森环流变化和其他迁移现象（见“研究需求”下带符号项目中的具体建议）。
- (3) 继续采用新的、具有成本效益的仪器，以推进全球臭氧和痕量气体监测网络协调，以及标准数据处理。实例包括欧洲布鲁尔网络、Pandora、差分吸收光谱/天顶观测分析系统（SAOZ）、Air-Core、臭氧探空仪等。全球合作伙伴应支持目前的区域协调倡议。此外，臭氧研究管理人员第十一次会议建议鼓励非第5条国家（发达国家）的国家机构向第5条国家和经济转型国家捐赠“退役”仪器，供维也纳公约信托基金进行翻新和重新部署。
- (4) 有必要继续从太空开展临边排放和红外掩日观测。这对于掌握许多与臭氧和气候相关的痕量气体的全球垂直剖面而言是必要的。如果没有此类观测，为决策者提供的同化数据和相关服务的准确性将会下降，大气环流变化的探测和解释会受到阻碍，无法正确理解类似于2011年和2020年北极臭氧严重消耗的事件。
- (5) 继续并在必要时扩大变量，以便对臭氧、气候和大气迁移变化与大规模环流变化之间的重要联系进行定性。特别是，要解释全球经向布鲁尔多布森环流的预期变化以及准两年振荡中断等事件，就需要适当监测温度、风和痕量气体剖面，尤其是一氧化二氮和六氟化硫等动态示踪剂，以及臭氧、气溶胶和水蒸气。尤其需要为了分析和完善来自数据同化系统的布鲁尔多布森环流数据而开展观测。
- (6) 加大力度监测源气体（尤其是一氧化二氮、甲烷和水蒸气）在对流层和平流层中的垂直剖面，以了解其不断变化的通量，并更好地评估其的影响。由于大多数臭氧消耗物质的浓度正在下降，其他源气体对臭氧层和气候变化的影响变得更加重要。鉴于对这些气体的卫星观测可能存在差距，应研究气球（和地基）观测如何帮助填补从地表到平流层中部的差距。

- (7) 观测平流层气溶胶浓度、粒度分布和成分的剖面。它们对于正确模拟平流层臭氧层至关重要。需要监测形成荣格层的自然过程，以及火山和热对流，并了解它们的演变。
- (8) 通过全球和区域校准设施和质量保证体系确保数据的可信度。这包括全力支持气象组织全球大气监测网的各种方案，使它们得到维也纳公约缔约方的认可，包括设立一个数据管护委员会来支持世界臭氧和紫外线辐射数据中心，而这需要数据提供者、数据档案库和数据使用者之间积极协作。
- (9) 所有已建立的地基网络采用新的臭氧截面和实施温度校正。这需要更新操作软件、进行数据处理，以及为存档进行数据版本控制。还需要在气象组织全球大气监测网紫外线和臭氧科学咨询小组的指导下，核算臭氧层温度并重新计算历史记录，以供世界臭氧和紫外线辐射数据中心存档。为了推进这项工作，需要进行数据管护，以指导数据的均一化和再处理。气象组织需要出版彻底更新后的多布森操作指南。
- (10) 加强对持续排放的监测，以检查在《蒙特利尔议定书》下受控的长寿命臭氧消耗物质和氢氟碳化物是否符合《议定书》的要求，以便能够监测持续排放，以检查遵守《议定书》的情况（见“受控物质大气监测全球覆盖范围的薄弱环节以及加强这类监测的备选方案”下带符号项目中的具体建议）。
- (11) 在基准监测方案中纳入在全球和区域尺度上开展对于《蒙特利尔议定书》所涉极短寿命含卤素物质（含卤素物质和氢氟烯烃，包括其降解产物）的测量。系统性观测应包括不同的高度，因为含卤素物质及其卤化降解产物进入平流层的迁移情况尚未得到定期测量。

C. 臭氧研究管理人员第十一次会议建议采取以下行动，以进行与臭氧消耗有关的观测、数据分析和数据管护：

- (1) 确保并增加用于持续观测、分析和数据管护的资金。
- (2) 继续努力支持在国家和全球范围内对臭氧、温室气体、臭氧消耗物质、氢氟碳化物、含卤素物质、气溶胶、相关化学成分以及气象参数正在进行的观测和新的观测，特别是在第 5 条国家。需要得到维也纳公约信托基金的支助。因此，代表们建议增加信托基金的资金。
- (3) 为实现网络和数据分析的相互可比性，观测数据（包括元数据和校准信息）必须开放使用。台站需要得到支持，以提供这样的数据。
- (4) 数据分析对于解读观测结果、推动未来研究和为决策者提供信息至关重要。
- (5) 支持对存档数据的长期管护，这需要数据提供者、数据档案库和数据使用者之间积极协作。
- (6) 为提交近实时臭氧数据开发通用工具、格式和集中处理，以改进预测。
- (7) 鼓励第 5 条国家与非第 5 条国家的观测站结对（见“能力建设”下的进一步建议）。

- (8) 确定额外资金来源，以支持区域网络校准和数据均一化倡议（例如南美洲布鲁尔仪器校准、印度臭氧探空仪记录再处理、操作软件升级）。

三、受控物质大气监测全球覆盖范围的薄弱环节以及加强这类监测的备选方案

8. 在 2020 年 10 月 7 日至 8 日在线举行的臭氧研究管理人员第十一次会议第一部分期间，介绍并详细讨论了以科学评估小组的名义、在与臭氧研究界的广大成员及评估小组成员广泛磋商的基础上编写的白皮书草案《缩小自上而下的区域排放定量方面的差距：需求与行动计划》。专题介绍和随后讨论的详细情况以及进一步背景资料载于此次臭氧研究管理人员会议的报告（UNEP/OZL/Conv.ResMgr/11(I)/2）。

9. 专题介绍总结了目前测量《蒙特利尔议定书》受控物质的大气丰度和根据大气数据确定区域排放率的方法，着重强调了在最近发现和测绘三氯氟甲烷意外排放情况方面发挥了重要作用的各种方法。白皮书的一个关键组成部分是一张全球地图，显示只有极少数区域的现有测量站能够进行区域范围的排放定量。白皮书介绍了使用烧瓶采样和高频原位监测仪器来扩大台站观测的成本和标准，以及模拟潜在新测量地点的区域排放敏感度的方法。

10. 随后在 2020 年 10 月进行的讨论主要集中在可用于对大气中这些物质进行采样和测量的各种方法，以及它们的相对优势和劣势。建议对白皮书草案进行几处细微的修改。最重要的修改是将敏感度单位列入区域敏感场中模拟的现有观测的“足迹”轮廓。随后对该文件进行了相应修订，并公布了由此形成的最终版（UNEP/OZL/Conv.ResMgr/11(II)/4），以供在 2021 年 7 月 19 日至 23 日在线举行的臭氧研究管理人员第十一次会议第二部分期间审议。

11. 第十一次会议第二部分的专题介绍重点总结了白皮书的状态，以及通过观测系统模拟实验（OSSE）探索潜在测量点位的进展。Ray Weiss 先生（美利坚合众国）介绍了第一部分，Ronald Prinn 先生（美国）介绍了第二个专题。针对有关各方建议的潜在点位，审议了三个新的 OSSE 模拟，其中将敏感图谱作为季节和厄尔尼诺-南方涛动（ENSO）的函数来进行计算。此外，Prinn 先生介绍了一种新方法，可以使用基于社会经济活动的机器学习方法来预测可能会发生意外排放的区域。这种新方法可用于帮助评估新测量站的潜在地点，以填补全球臭氧消耗物质观测体系中的空白。他还介绍了关于近期中国东部地区三氯氟甲烷排放量减少的最新观测数据。

12. 在讨论期间，Stephen Montzka 先生（美国）提出了两个问题，即：(1) 缔约方是否有数据可以帮助科学评估小组审议最佳地点，以获得新观测能力；(2) 缔约方是否可以提供有关受控物质（包括氢氟碳化物）过去、现在和未来潜在用途的更详细信息。在蒙特利尔议定书缔约方不限成员名额工作组第四十三次会议的最近几次会议上，在科学评估小组以及技术和经济评估小组专题介绍之后的讨论期间，也有人提出第二个问题。努力扩大关于库存、生产设施、产品使用和设备退役等方面的“自下而上”的研究和信息，可能有助于完善技术和经济评估小组对排放预期的建模，并为未来观测站的定位提供依据。臭氧研究管理人员可以鼓励缔约方提供此类信息（对过去和未来市场、消费、销售、电器寿命等情况的国内分析）。这可以加强科学评估小组以及技术和经济评估小组的工作，通过将基于大气观测的“自上而下”排放量与技术和经济评估小组的排放预期建模进行比较，以确定和量化差距。Philip DeCola 先生（美国）

和 A. Ravishankara 先生（美国）还介绍了改进“自下而上”排放情况测绘的其他努力。芬兰代表建议根据观测数据和地点重要性（例如预期的“热点”、臭氧消耗潜能（ODP）和全球升温潜能（GWP）加权排放预期，以及具有快速上升趋势的物质）来确定其进行优先次序。巴西代表提出了关于台站成本和资金来源的补充意见，而比利时代表询问是否可以将柱观测用于排放估算。针对回答成本计算的问题，据指出，白皮书中提到了粗略的成本计算，而资金来源不在臭氧研究管理人员的职权范围内。目前无法从柱观测中推导出区域尺度的排放估算值，但鼓励进行研究。

13. 在上述信息和讨论的基础上，提出并讨论了臭氧研究管理人员的建议草案，进而通过了最后建议。

臭氧研究管理人员第十一次会议提出的白皮书方面的主要建议

14. 根据对白皮书（UNEP/OZL/Conv.ResMgr/11(II)4）的讨论，臭氧研究管理人员：

- (a) 核可白皮书，并将其转交维也纳公约和蒙特利尔议定书缔约方审议。
- (b) 注意到白皮书中概述的活动和方法为解决受控物质监测方面的薄弱环节提供了坚实的基础；
- (c) 强调持续监测受控物质（即臭氧消耗物质和氢氟碳化物）的重要性，以及弥补薄弱环节以尽早发现排放及其来源的必要性；
- (d) 强调弥补监测方面的薄弱环节需要大量资源，并需要持续投入可观的资金；
- (e) 注意到臭氧秘书处将在欧盟委员会的资助下开展一个试点项目，以落实白皮书中的一些建议；臭氧研究管理人员感谢欧洲联盟提供这种资助，并指出如果有额外资源则可以扩大这一举措；
- (f) 认识到所有全球和区域受控物质监测方案所作贡献的重要性，并强烈促请它们通过有效的跨方案共享和整合提供持续支持，包括支持校准标准、提高数据可访问性以及开发排放模型；
- (g) 根据技术和经济评估小组、科学评估小组和其他贡献者开展的工作所得出的关于未来可能排放的地点、物质和数量的预期，优先确定任何新点的位置和将要测量的化学品。

四、 数据存档和管理

A. 臭氧研究管理人员第十次会议以来的主要数据存档和管理成就

- (1) 在几个监测网络中进一步开发或正在建立中央数据处理系统，例如：欧洲布鲁尔网络，针对的是气溶胶、云和痕量气体研究基础设施框架内选定的大气成分变化探测网络型数据和 Pandora 数据；欧洲航天局（欧空局）地基差分吸收光谱仪空气质量观测基准参考测量（FRM4DOAS）方案；美国国家航空航天局用于协调卫星数据集的“在研究环境中制作地球系统数据记录”（MEaSURES）项目；等等。它们确保跨网络的统一数据处理和质量保证，并确保具有完全可追溯性的操作数据交付和再处理能力。还有其他数据中心也实施了存储和访问具有完全可追溯性的多个数

据版本的备选方案（例如大气成分变化探测网络和欧洲布鲁尔网络）。这些工作应该扩展到更多的网络和更多的目标观测变量。世界臭氧和紫外线辐射数据中心需要资源来进行中央数据处理。对于多布森网络而言，使用与欧洲布鲁尔网络相似的办法仍是可取的。

- 人们注意到，一些主要研究者已经分配了资源，以便根据目前最先进的程序对历史数据进行数字化和再处理，但由于缺乏资源，这种努力仍然有限。哥白尼气候变化服务（C3S）已为历史气象数据的数字化分配了一些资源，但我们还没有看到针对大气臭氧数据和相关变量的类似努力。
- (2) 在加强数据中心之间的联系方面取得了进展。世界臭氧和紫外线辐射数据中心向已建立的数据中心提供链接，包括欧洲紫外线数据库（EUVDDB）和气象组织的其他世界数据中心，并提供跨数据中心搜索。已将南半球额外臭氧探空仪的数据进行格式化和摄取，并开发了 `pyshadoz` 开源工具。大气成分变化探测网络和欧洲布鲁尔网络的文件列表编入了世界臭氧和紫外线辐射数据中心的数据搜索索引，数据可从世界臭氧和紫外线辐射数据中心查找，并分别从大气成分变化探测网络和欧洲布鲁尔网络下载。此外，世界臭氧和紫外线辐射数据中心继续促进互操作性以支持开放政府、开放数据和开放软件，从而增加对数据中心的使用。有一个数据中心互操作性项目旨在联合不同的地球观测数据中心，以便在无需复制数据文件的情况下实现跨中心信息共享和协调元数据交换。
- (3) 数据中心在以几种公认的标准格式提供数据方面取得了进展。世界臭氧和紫外线辐射数据中心支持开放标准和互操作性，允许以多种格式和呈现形式（CSV、XML、JSON 等）下载臭氧/紫外线数据。还可以在气象组织全球综合观测系统（WIGOS）元数据标准中获得台站元数据。世界臭氧和紫外线辐射数据中心每年对贡献者联系方式进行验证，发出提交贡献者数据的提醒，并提供数据提交反馈（确认、数据处理报告）和元数据质量校正反馈。数据格式方面的工作也可以采用其他方式；大多数数据中心希望提供者采用数据中心的格式，而不是提供者自己的格式。因此，随着数据搜索、可视化和类似于 `OpenAPI` 的数据交换工具可供使用，这方面的工作取得了进展。尽管如此，目前仍然难以协同使用从不同数据中心检索到的数据，因为它们以不同的数据标准（格式、元数据）提供。
- 欧洲布鲁尔网络数据中心包括来自历次相互校准活动的数据，但来自其他（相互）校准活动或测量活动的数据不太普遍。出于哥白尼卫星验证目的，正在对提供“哨兵”卫星数据的不同数据中心的参考数据集（包括活动数据）的位置以及 FAIR（可找寻、可访问、可交互、可再用、可复制）情况进行统计。不妨开展类似的工作，以涵盖臭氧研究数据。
- (4) 在确保数据库的长期可持续性方面取得了进展。例如，大气成分变化探测网络数据主机设施（DHF）正在从国家海洋和大气管理局过渡到美国国家航空航天局的兰利研究中心（LaRC）。总碳柱观测网络（TCCON）数据从二氧化碳信息分析中心（CDIAC）转移到喷气推进实验室（JPL）。欧洲布鲁尔网络得到西班牙国家气象局（AEMET）的支持，并与欧洲区域布鲁尔校准中心（RBCC-E）整合。设在加拿大环境和气候变化中心

(ECCC) 内的世界臭氧和紫外线辐射数据中心继续由加拿大气象局（数据管理和访问）与科学和技术处（科学专长/建议）协作运作。正在开发第二代世界臭氧和紫外线辐射数据中心（WOUDC 2.0），以更新网站和应用编程接口。测试版将于 2021 年底/2022 年初推出。长期存档工作必须坚持下去。

- (5) 在使用相关的数字对象标识符（DOI）进行数据发布方面取得了进展。针对世界臭氧和紫外线辐射数据中心的数据集实施了一阶数字对象标识符。大气成分变化探测网络和其他数据中心已经向其数据集分配了数字对象标识符和数据许可证。应气象组织臭氧和紫外线科学咨询小组对基于台站的数字对象标识符的要求，世界臭氧和紫外线辐射数据中心正在与气象组织大气成分数据管理专家组（ET-ACDM）进行讨论。
- (6) 气象组织正在制定一项新的数据政策，以推进地球系统数据（包括大气成分监测和研究数据）的国际交换。各方有意迈向统一的开放数据政策；然而，研究界认识到需要对数据提供者给予认可。

B. 臭氧研究管理人员第十一次会议提出的数据存档和管理方面的主要建议

- (1) 代表们再次强调了过去提出的建议，即仍然需要开发强大的自动化数据提交系统，以在任何可行情况下进行集中和标准处理，并制定质量保证制度，以确保及时（甚至近乎实时）提交至适当的数据中心。具体而言，用于数据处理和再处理的所有必要信息（如校准历史）都应包含在处理设施中。必须进行科学监督。数据中心、数据使用者和数据提供者应可以方便地访问卫星过顶数据和元数据，并使用确定地基和空基观测方案合用地点的工具，以便开展近实时初始质量评估。反之亦然，地面站数据应便于卫星团队获取。数据库配置方式应可存储具有完全可追溯性的多个版本。
- (2) 强烈鼓励对数据进行全面管护，包括历史数据。具体而言，管护的数据应包括所有元数据和辅助数据。对于个人使用者而言，管护数据是一项多余的工作。数据中心必须与科学家就需要存档的数据进行合作。应成立一个工作组来讨论如何将数据管护付诸实践。由谁来领导该工作组可以由气象组织大气成分数据管理专家组决定。“系统性观测”建议中也提到了这一专题。
- (3) 应对分配资源的迫切需要，在信息和知识丢失之前，将可用的臭氧及相关物种的历史数据以及辅助数据（例如实验室光谱数据、台站信息等）加以数字化并进行管护，以便将数据纳入现代数据库系统。鼓励缔约方要求其研究机构将它们检索到的数据进行数字化和质量控制，并免费提供。应当向各台站发出呼吁，询问它们在数据数字化方面是否需要帮助，以期实现结对。
- (4) 继续鼓励数据提供者提交或连接到已建立的数据库，以避免产生大量的数据库，尤其是避免测量或（相互）校准活动或项目结束后丢失数据，并使数据再处理成为可能。
- (5) 争取进一步加强数据中心之间的联系。这要求数据中心加强协调，并在元数据交换和互操作性方面取得进一步进展。应鼓励采用开放和方便使用

户的格式和数据访问途径；应广泛提供目前未对科学界开放的数据。不同的使用者可能需要不同的数据级别（0级至3级；合并数据集）。应继续努力，从现有数据来源形成均一的长期数据记录。

- (6) 数据中心应能够以几种公认的标准格式提供数据。数据中心应负责提供调整格式、阅读和查看数据的工具，并且如有可能，利用科学监督对提交的数据进行初步质量检查。应明确规定数据中心的其它责任。代表们建议世界臭氧和紫外线辐射数据中心向多布森站提出要求，以收集“原始”（例如多布森仪器的 N 值）数据，用于存档和集中再处理。世界臭氧和紫外线辐射数据中心从多布森仪器校准中心收集校准信息以配合台站数据。

就通用数据格式和元数据标准作出决定将有助于利用从不同数据中心检索到的数据。几种通用数据标准，如 netCDF-CF 或通用数据模型（CDM），正在崭露头角；它们被几个地球观测界（如卫星数据提供者和气候建模界）使用，并得到许多数据提取和可视化工具的支持。应在气象组织全球综合观测系统框架内开展工作，或与通用地球观测元数据标准（GEOMS）元数据委员会合作，以确定通用标准并推荐数据格式转换方法。最近的一项研究确定，目前提供的各种格式已是我们能力范围内最好的，但我们仍需努力做得更好。为响应使用者的要求，气象组织数据中心应与其他数据中心（即大气成分变化探测网络）合作，以通用格式生成数据。

- (7) 创建中央数据门户网站（例如在世界数据中心），提高臭氧研究相关数据的可见性并链接到现有数据中心的集成平台，可以提高协同使用所有数据的可能性，进而提高数据收集工作的成效和价值。
- (8) 供资机构需要继续认识到，长期归档需要大量资源，但却是任何测量或建模方案的关键组成部分。管理和继承问题应当得到考虑。应进一步支持长期数据保存。例如，欧空局成员国在支持欧空局长期数据保存计划方面取得了进展。应寻求数据库长期可持续性的解决方案（如二氧化碳信息分析中心、欧洲布鲁尔网络）。
- (9) 必须按照 FAIR（可找寻、可访问、可交互、可再用、可复制）数据原则来提供数据。可以通过向数据集分配数字对象标识符和数据许可证来支持这项工作。应鼓励在发布数据时（例如在 Pangaea 或地球系统科学数据（ESSD）进行发布）附带相关的数字对象标识符，以便向科学界提供数据，并对提供数据的科学家和供资机构给予认可。这还可以为模型输出或单个数据集的归档（包括可追溯性）提供良好的解决方案。建议采用开放数据政策，但要求对数据创建者给予适当的署名权。必须找到一种方法来确保给予这种署名权，因为这通常被视为供资机构的关键绩效指标。
- (10) 必须持续支持卫星数据集的中央数据档案（如美国航天局分布式活动档案中心（DAAC）），并通过中央门户网站（如地球观测卫星委员会（CEOS）门户网站）进行链接。与地基网络观测站相吻合的卫星过顶数据及子集必须随时可供使用；例如应持续运作 Aura 验证数据中心（AVDC）和欧空局验证数据中心（EVDC）等类似设施。

- (12) 操作布鲁尔分光光度计或其他类型的光谱和宽带仪器的监测站应采取行动，提高对世界臭氧和紫外线辐射数据中心的紫外线指数数据提交率。必须确保该数据的质量，因为其使用直接关系到紫外线辐射对人类健康和生态系统的影响。

五、能力建设

15. 虽然发展中国家和经济转型国家臭氧监测和研究的能力建设是立足于《维也纳公约》的一般承诺，但其本身也是《蒙特利尔议定书》取得真正成功的重要组成部分。

16. 大气层覆盖全球，不分国界，因此需要在全全球范围内进行测量，以便获得对臭氧的正确科学理解。要成为《蒙特利尔议定书》的充分参与者，所有国家都必须成为我们日益增长的科学认识工作的伙伴；所有国家都要为研究工作作出贡献，这是一项全球需求，特别是在今后几十年。当这成为现实之时，地方专家将发挥作用，能够与区域决策者进行沟通，并就遵守《蒙特利尔议定书》的重要性作出权威性发言。

17. 能力建设的主要目标之一是加强臭氧监测网络，如全球大气监测网，以及形成能够为全球臭氧科学贡献力量的地方科学界。这可以通过工业化世界与发展中国家之间的知识交流伙伴关系来实现。现代通信技术的快速发展为建立和实施这种伙伴关系带来了新机遇。

18. 维也纳公约缔约方大会第 X/2 号决定第 3 段规定：“优先重视能力建设活动，特别是为《维也纳公约》所涉研究和系统性观测活动供资的普通信托基金确定的优先供资的特定项目，内容涉及仪器间的相互校准、仪器操作人员的培训以及增加臭氧观测点的数量（特别是通过迁移现有多布森仪器的方式）”。

A. 臭氧研究管理人员第十次会议以来的主要能力建设成就

1. 在为《维也纳公约》所涉研究和系统性观测活动供资的普通信托基金下完成的活动

活动 10：北部非洲多布森仪器对比活动，西班牙埃尔阿雷诺西洛，2017 年 9 月 4 日至 15 日

活动 11：布鲁尔仪器操作人员培训讲习班，澳大利亚悉尼，2017 年 9 月 4 日至 9 日

活动 12：世界气象组织全球大气监测网和南半球额外臭氧探空仪联合项目提案：2017 年于利希臭氧探空仪对比实验，德国于利希，2017 年 10 月 9 日至 20 日和 10 月 23 日至 11 月 3 日

活动 13a：肯尼亚：数据管理和仪器校准能力建设项目：第 1 期，捷克赫拉德茨克拉洛韦；瑞士帕耶讷、苏黎世和迪本多夫，2018 年 6 月 18 日至 7 月 6 日

活动 13b：肯尼亚：数据管理和仪器校准能力建设项目：第 2 期，肯尼亚，2019 年 3 月 18 日至 27 日

活动 14：拉丁美洲和加勒比多布森仪器对比活动，阿根廷布宜诺斯艾利斯，2019 年 3 月 4 日至 22 日

活动 15: 厄瓜多尔: 厄瓜多尔高原臭氧探空仪 (ECHOZ) 项目, 厄瓜多尔库姆巴亚, 2019 年 3 月 1 日至 2020 年 4 月 30 日, 由于与 2019 冠状病毒病有关的延误, 一直持续到 2021 年 6 月 30 日

活动 16: 南部非洲多布森仪器对比活动, 南非艾琳, 2019 年 10 月 7 日至 18 日

活动 18: 吉尔吉斯斯坦: 伊塞克高山湖沿岸大气监测的技术支持和信息交流, 2020 年 1 月 22 日至 2024 年 3 月 31 日

活动 19: 科摩罗: 在科摩罗建立臭氧观测站的项目, 2021 年 5 月 11 日至 2022 年 4 月 30 日。将在 2023 年 2 月 1 日之前向世界臭氧和紫外线辐射数据中心交付数据。

2. 计划开展的活动

19. 在 2014 年召开的臭氧研究管理人员第九次会议上, 以下活动被列为优先供资活动; 该活动已获得信托基金咨询委员会的核准, 将由信托基金供资, 待确定一个发展中国家作为东道国之后实施:

活动 17: 搬迁可用的多布森仪器

20. 臭氧秘书处向所有发展中国家和经济转型国家发出的提交项目提案的邀请获得响应, 于 2021 年收到了九项提案, 正在由咨询委员会于 2021 年审议其筹资事宜。此外, 提案 (A) 的资助金额目前正在磋商中。能否实施取决于是否有可用资金。咨询委员会评估的反馈意见将传达给提案人。这些提案是:

(A) 白俄罗斯: 筹备和进行三种仪器的比对工作, 以监测白俄罗斯臭氧总量和紫外线辐射

巴西: 南美洲布鲁尔分光光度计网络

中国: 国际一体化和能力建设以促进亚洲发展中国家受控物质观测工作

中国: 围绕臭氧消耗物质和氢氟碳化物的监测技术、数据分析和质量控制方法进行国际国内交流

厄瓜多尔: 将厄瓜多尔的臭氧探测工作从安第斯山脉扩展到加拉帕戈斯群岛: ECHOZ-SHADOZ 协同增效

厄瓜多尔: 厄瓜多尔皮钦查省、瓜亚斯省、马纳比省、帕斯塔萨省和加拉帕戈斯省生产部门相关人员遭受紫外线辐射和对皮肤的影响

厄瓜多尔: 建立太阳能和臭氧研究中心 “世界中线 (Mitad del Mundo)”

印度: 平流层和对流层臭氧测量和臭氧测量设备校准方面的能力建设和提高认识讲习班

印度: 痕量气体排放变化对南亚平流层臭氧层以及对今天和未来气候的影响

墨西哥: 中美洲和加勒比区域太阳 “B” 波段紫外辐射的监测工作

B. 臭氧研究管理人员第十一次会议提出的能力建设方面的主要建议

(1) 维也纳公约信托基金是缔约方为促进全球能力建设活动而专门建立的机制, 必须继续得到支持。虽然个别机构采取的行动总是受到欢迎并证明是有益的, 但维也纳公约信托基金是为所有发展中国家提供支助并加强

全球臭氧监测系统的全球手段；然而，迄今为止收到的捐款数量限制了信托基金所实现的影响。即使是适度增加资金，也能使值得开展的活动得到适当支助，从而产生持久影响并使人的潜力得到发展。以下两项建议需要信托基金继续提供支助。

- (a) 通过继续开展和扩大定期校准和比对活动，保持全球臭氧观测系统的质量。全球臭氧观测网络的数据质量取决于此类工作。校准和比对活动还包括将发达国家专家的知识转移给发展中国家的台站管理人员。与上述活动同时举办的教学课程和讲习班，将是培训地方操作人员的理想场合。最近的 JOSIE-SHADOZ 2017 活动在维也纳公约信托基金的支助下，汇集了来自发展中国家的臭氧探空仪操作人员，提供测量技术的培训、讨论和比对。几次陆基臭氧柱总量观测仪（如布鲁尔、多布森仪器）比对活动进一步证明了此类努力的成功。
 - (b) 为发展中国家的地方台站操作人员提供持续培训机会。从培训中获得的经验，与宝贵的地方知识相结合，将有助于培训其国内的其他人员。臭氧研究管理人员第十一次会议的与会者表示需要在基本测量技术、数据处理和分析方法等方面提供更多培训。与会者还表示希望通过提供关于数据处理技术和提交数据档案的培训来降低数据提交的门槛。此类培训可以辅以在线材料、视频、软件工具以及与培训员的实时交流。还应考虑虚拟培训课程，以大幅降低此类活动的成本。2019 冠状病毒病大流行让我们看到，虚拟会议是可行而且成功的：例如，南半球额外臭氧探空仪网络举行了四次区域虚拟会议，与会者包括来自发展中国家的台站操作人员和管理人员。效仿这一做法可以提高本地的科学认识水平、数据获取能力和质量保证。通过“结对”和与区域专家建立专门联络点来提供长期支持至关重要。
- (2) 援助和鼓励资源有限的第 5 条国家和经济转型国家扩大其科学能力，使其能够积极参与臭氧研究活动，包括《蒙特利尔议定书》下的评估活动。确定发展中国家的联络人和相关利益攸关方是成功实施科学研究培训活动的关键。臭氧研究管理人员第十一次会议的与会者指出，美国国家航空航天局应用遥感培训（ARSET）是一个可效仿的成功例子，它使来自发展中国家的许多参与者能够利用卫星数据进行科学研究。
 - (3) 气象组织和臭氧秘书处应推动弥合不同界别之间的差距。应加强臭氧官员与其所在国的国家气象/空间机构之间的合作。在许多第 5 条国家，两者之间存在明显脱节。臭氧秘书处应建立各国的臭氧/紫外线/气候研究机构清单，以确保有效交流。
 - (4) 通过寻找替代资金流（如制造商、私营部门等）以及协助支持各项开发活动，来增加能力建设活动。应与地方商会和经济机构发展关系，以促进臭氧测量方案的发展。
 - (5) 提供研究金，支持发展中国家学生的科学发展。这些学生是重要的联系纽带，有助于提高其各自国家的参与度和认识水平。发达国家和发展中国家之间的学生交流和知识转移（结对）对于建立上述关系至关重要。还建议发展中国家与相关政府机构联系，推广大气科学中与平流层臭氧

相关的专业，并提议考虑制定政府支持计划，以确保未来具有充足的专业人员队伍。
