



Distr.: General
30 June 2017

Chinese
Original: English



联合国
环境规划署

保护臭氧层维也纳公约缔约方 第十一次会议

2017年11月20日至24日，加拿大蒙特利尔
预备会议临时议程*项目5(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次会议的报告

维也纳公约缔约方臭氧研究管理人员第十次会议的建议

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次会议于2017年3月28日至30日在日内瓦世界气象组织总部举行。在该次会议上，臭氧研究管理人员提出几项建议，分为以下五类：

- (a) 总体目标；
- (b) 研究需求；
- (c) 系统性观测；
- (d) 数据存档和管理；
- (e) 能力建设。

2. 上述建议转载于本说明的附件，未经正式编辑。这些建议关系到将在维也纳公约缔约方大会第十一次会议议程项目5(b)之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的状况的讨论。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.11/1-UNEP/OzL.Pro.29/1。

附件

建议

A. 总体目标

1. 臭氧层对于保护地球上的所有生命至关重要。与对待人类健康和环境所面临的其他重要威胁一样，科学界必须保持警惕，继续密切监测臭氧层，并加深我们对现有和新威胁的了解。
2. 完善对全球臭氧数量的了解和未来预测的准确性，同时认识到臭氧对于温室气体不断增加和气候参数的相关变化以及臭氧消耗物质具有敏感性。此外，臭氧消耗与平流层和对流层的气象变化有关。制定准确的臭氧预测是对我们能力的挑战，即模拟平流层中臭氧层如何与平流层和对流层中的化学、辐射及动态过程耦合。
3. 保持和加强现有的气候和臭氧层变量观测能力。鉴于臭氧层行为与气候变化之间的密切耦合，应尽可能同时观测和分析气候及臭氧层变量。
4. 继续运作并强化为维也纳公约所涉研究和系统性观测活动供资的信托基金（下称“信托基金”），以更好地支持上述目标。必须继续运作和大力加强信托基金，使其能够更加有效地解决因上述现象而产生的某些科学问题。信托基金咨询委员会还必须为基金制定战略计划，并协助联合国环境规划署臭氧秘书处和世界气象组织（气象组织）制定优先事项和确保实施。
5. 致力于建设能力以实现上述目标。鉴于上述情况，必须在《蒙特利尔议定书》第5条国家开展能力建设活动以扩展科学专长，并实现其他效益，即扩大臭氧层和气候变化所涉重要变量的测量和数据归档的地理区域。

B. 研究需求

6. 理解臭氧、大气化学、输送与气候变化的复杂耦合仍然是重要优先事项，自臭氧研究管理人员第九次会议提出建议以来，在该领域开展进一步研究的必要性有所上升。需要开展进一步研究以更好地了解基本的气候过程，并完善对于中层大气中臭氧和温度分布的持续变化的模型预测。为支持气象组织/联合国环境规划署的臭氧评估工作，需要用适当模型对未来臭氧变化进行相互协调的模拟。上述模拟应包括固定温室气体浓度和固定臭氧消耗物质浓度，从而能够将全球臭氧变化归因于温室气体和臭氧消耗物质的单独变化，并加深对平流层和对流层气候参数与全球对流层和平流层臭氧变化之间的耦合关系的了解。
7. 自臭氧研究管理人员第九次会议提出建议以来，对气候与臭氧耦合关系的理解也有所加深。全球臭氧对不断增加的温室气体（如二氧化碳、甲烷、一氧化二氮）作出反应的明显特征之一是，热带地区与中高纬度地区之间臭氧气柱变化方面的差异。在热带地区，预计臭氧气柱数量将降至历史数值（如1980年）之下，而中高纬度的数值将上升到历史数值之上。上述反应对于人类和生态系统未来所受紫外线辐射量的潜在区间产生深远影响。此外，对流层化学和输送因应全球气候变化而发生改变，因此更有必要了解对流层臭氧对于两个纬度地区臭氧柱总量起到的作用。最后，需要进一步研究对流层和平流层之间的过渡地带（即对流层上部和平流层下部）特有的化学和动力条件，以了解过渡地带和热带地区在影响全球臭氧方面的作用。

8. 从气候变化的角度，需要关注气候变化对平流层温度和化学的影响，以及温室气体浓度上升对大气化学的其他方面的影响。具体而言，二氧化碳水平上升将导致平流层上部冷却，进而导致平流层上部臭氧增加。此外，预计气候变化引起的对流层化学改变将通过改变布鲁尔多布森环流等方式影响到热带臭氧。

9. 在落实臭氧研究管理人员第九次会议提出的建议方面已取得重大进展。某些领域的进展已形成文件，包括：

- 更准确地量化四氯化碳在地球大气层中的生命期，从而缩小（但并未完全消除）由下而上与由上而下排放量估算值之间的差别。
- 痕量气体丰度测量中的垂直资料和空间密度数据增加，从而能够更好地了解与臭氧和气候相关的其他痕量气体的源和汇。
- 完善和更新了从多项观测得出的对长期臭氧变化的定性，并正在开展更多研究，以更新和完善（即改进对不确定性的定性）利用多个数据集确定臭氧趋势的工作，供 2018 年臭氧评估使用。
- 21 世纪紫外线辐射预测工作取得进展，其依据对臭氧及影响紫外线辐射的其他因素（如云层、气溶胶、反照率和空气污染）的预测。对几个地点的紫外线光谱测量数据进行了分析，以评估当前的紫外线辐射长期变化并确定导致变化的不同因素，而其或多或少与气候变化相关。

不过，如下列建议所指出，在某些领域仍需要开展大量工作。

臭氧研究管理人员第十次会议提出的研究需求方面的主要建议：

(一) 化学与气候互动及监测《蒙特利尔议定书》

10. 目前普遍认为，平流层臭氧层未来的演变将不仅取决于臭氧消耗物质浓度的下降，而且还将取决于气候对平流层温度和环流的影响方式。

11. 科学界有责任通过对关于臭氧、臭氧消耗物质、其替代品以及相关气体的广泛数据开展详尽分析，对《蒙特利尔议定书》的持续效应进行监测，从而评估《议定书》的影响。需要开展进一步的研究，将最先进的化学气候模型与具有参考质量、按海拔高度分解的数据记录相结合。这可以解释过去的变化，并为未来的组成和气候预测提供更好的理解和更坚实的基础。

12. 臭氧研究管理人员第十次会议的代表（以下简称“代表”）继续认可臭氧研究管理人员第九次会议的一般性建议。新的具体建议主要包括：

- (1) 四氯化碳：需要进一步研究，以修正对四氯化碳生命期起作用的各种损失过程（平流层、海洋和土壤），还要开展研究以更好地界定排放源。
- (2) 排放量：需要进一步开发和利用确定臭氧消耗物质及其替代品的区域通量的技术（如反向建模法）。
- (3) 甲基溴：全球甲基溴收支失衡现象仍然存在，表明排放量可能大于预期，或者我们对甲基溴清除过程的了解不够完整。有必要进一步研究甲基溴收支和损失过程。

- (4) 气候模型中的臭氧：现已充分认识到，将平流层和对流层臭氧纳入大气模型可以提高长期气候变化预测质量，也为季节到年代际气候预测等工作创造新机遇。需要开展进一步研究，以更好地理解受平流层变化影响的地表气候过程，包括对流层环流改变、对流层温度、降水、海冰、海洋大气间的物质能量交换等。
- (5) 变化中的布鲁尔多布森环流：化学气候模型预测到，温室气体浓度上升导致布鲁尔多布森环流加强。需要详细研究示踪剂数据以检验对布鲁尔多布森环流增强的预测。热带地区的新数据将格外有用。
- (6) 热带变化：热带是化学与气候相互作用的关键区域。热带地区未来的臭氧变化将取决于气候变化（其影响热带环流和对流层顶温度的变化），以及对流层化学。需要理解最近出现的赤道地区平流层大气准两年期振荡的异常行为。
- (7) 臭氧趋势：需要进行研究，以更好地量化不同地理区域的平流层垂直分解臭氧数据记录的趋势，特别是在观测到最显著臭氧趋势的极地地区，以及在二氧化碳引起的冷却会导致臭氧增加的平流层上部。需要详细分析臭氧和相关痕量气体的趋势，以评估到目前为止观测到的演变是否符合我们对影响其趋势和变异性的化学和物理过程的理解。需要通过调查确认《蒙特利尔议定书》有效性所需的测量序列的长度。

13. 代表们希望再次强调在臭氧管理人员第九次会议上着重指出的一些长期研究工作的至关重要性，其中许多对系统性观测具有很强的适用性：

- (1) 构建数据记录：需要构建经过改进的平流层臭氧、与臭氧化学相关的其他痕量气体（如硝酸、一氧化氯、氧化溴、水蒸气、甲烷、一氧化二氮）及其他大气状态变量（如温度）的长期数据记录，以评估臭氧与温度趋势的物理一致性，并帮助解释臭氧长期变化的原因。需要关于自由对流层和平流层温度的气候数据记录，以解释大气热结构变化（由温室气体浓度变化所致）与臭氧变化之间的相互作用。此类温度数据记录也将支持臭氧数据记录的构建，因为许多臭氧混合比遥感测量往往依赖准确的位势高度，而后者取决于温度。温度时间序列必须在几十年内保持稳定，以避免将假温度趋势混淆为假臭氧趋势。目前的气象再分析中的不均匀性表明，这种为平流层产生温度时间序列的方法不够充分。
- (2) 数据质量：有必要：
 - 研究通过各类监测仪器对臭氧及相关参数的测量误差进行定性和更好地量化，
 - 继续研究以便均化从各种测量系统获得的长期臭氧数据记录，
 - 继续开发和比对气体标准，并继续按国际原地痕量气体测量网络的要求保持其长期稳定性。

(二) 影响平流层演化的过程以及与气候的联系

14. 平流层是一个化学、辐射、动力学之间高度耦合的系统。模型需要纳入对这些过程的理解。在某些情况下，我们的知识库是不完整的。需要增加和完善动力学、光解、热力学和光谱参数的实验室测量。需要进行现场测量以加强理

解，例如，测量范围从极短寿命物质的地面排放，到对流层与平流层之间的物种输送与转化（及回归）。

- (1) 影响臭氧层的非臭氧消耗气体：需要调查受《蒙特利尔议定书》控制的臭氧消耗物质以外的气体在臭氧消耗化学中的作用（如一氧化二氮、甲烷、生物溴代烃）。一氧化二氮和甲烷等气体不仅作为温室气体影响气候，而且还通过其化学作用影响臭氧。需要注意的领域包括：
 - (a) 需要完善甲烷和一氧化二氮的排放数据，以便为其对臭氧的影响建立更切合实际的模型。需要研究和了解最近报告的甲烷在对流层中的趋势。
 - (b) 臭氧消耗物质替代品的大气浓度变化需要符合其报告/推导的排放量及其大气寿命。需要更好地量化对流层氢氧自由基变化对短寿命气体生命周期的影响，这些气体可能为平流层提供化学活性物质来源。需要获得按季节分解的对流层氢氧自由基气候学数据，并对照适当的测量数据进行验证（见“系统性观测”章节），以减少从地表输送到平流层的化学活性气体（包括短寿命化合物）的模型模拟中的不确定性。
 - (c) 对全球氢氧自由基浓度及其趋势的推演非常依赖甲基氯仿的丰度和变异性数据。然而，甲基氯仿几乎从大气中消耗殆尽，需要为该化合物确定适合未来用于确定全球氢氧自由基丰度的理想代用品。
 - (d) 氢氧自由基浓度及其变异性在区域尺度上定性不佳，特别是在氢氧自由基源和汇的水平高度可变的地方（如从城市到农村的过渡地区）。此类区域和地方信息对于了解短寿命氢氟碳化合物和氢氯氟碳化合物以及影响平流层臭氧的极短寿命物质的降解至关重要。仔细监测某些氟化气体本身便有可能提供一种推导区域氢氧自由基丰度及其趋势的途径。为了测试这种方法，需要更准确的实验室数据和排放信息。
- (2) 氢氟碳化合物及其替代品：大气中的氢氟碳化合物浓度继续上升。《蒙特利尔议定书基加利修正案》将限制许多氢氟碳化合物的生产和使用，并要求监测其大气演变。氢氟烯烃等极短寿命化学品正被用作高全球升温潜能值的氢氟碳化合物的替代品。这些极短寿命氢氟烯烃和其他化学品在空间和时间上高度可变，原因是氢氧自由基的输送和快速大气氧化。高质量、系统性测量必须有良好的地理覆盖，才能推断出部门、区域排放信息。需要关注有毒三氟乙酸及其类似物的形成，以及这些化学物质产生的对流层臭氧。需要进一步研究和评估此类影响。
- (3) 改善观测地点、位置及其效用：本建议在多处指出，观测是臭氧层科学的重要基础。应该尽量使用大气模型，同时开展观测系统模拟实验(OSSE)来优先采用新观测地点。该方法还将有助于优化臭氧观测与其他大气物种和参数观测的合用地点。此类战略考虑对于监测

需要较高空间和时间分辨率的新型极短寿命化学品也至关重要。此外，保持长期、研究质量的观测数据需要持续的校准和比对。

- (4) 光解、动力学和异质摄取参数的实验室测量：实验室测量为卫星反演和从地基、空基及其他平台观测，乃至模型模拟提供基础。需要获得不同类别的信息。其中包括：
- (a) 光解过程：尽管自臭氧研究管理人员第九次会议以来在臭氧吸收截面方面有所改进，但氧气和紫外线臭氧吸收截面的质量和精度仍有待提高。地面遥感臭氧测量应使用更新的臭氧紫外线截面。氧气截面对在平流层发生光解作用的物种的寿命建模有重大影响。其也是计算臭氧形成速率以及二氧化氮等其他化学物质的光解速率的基础。还需要改进对红外线中的臭氧吸收线的实验室测量，从而完善对吸收红外线的其他痕量气体的地基反演。
 - (b) 化学物质损失过程建模：由于提出了新气体（如氢氟碳化合物及其替代物），因此有必要对其基本损失过程进行准确的实验室估算（即与氢氧自由基反应、紫外线截面、红外线吸收光谱、异质摄取和异质反应产物）。上述测量将确保在大气模型中更好地体现这些化学物质，为其大气测量提供信息，并帮助确定其使用所导致的意外后果。
 - (c) 数据评估与策划：必须由具有深厚的动力学、光化学、光谱和异质化学知识的专家组对实验室数据进行严格评估。实验室数据管理和策划对于建立用于建模、分析和理解的可信数据库十分重要。
- (5) 平流层气溶胶：构成“荣格层”的平流层气溶胶具有重要性，因为它是异质化学过程及其背景辐射强迫现象发生的表面。近年来还确认了硫酸以外的气溶胶。这些气溶胶的影响超出了其所在的平流层。因此，理解控制气溶胶形成和分布的过程是平流层建模的基础。新的研究表明，某些模型和遥感观测数据系统性地高估了二氧化硫在热带对流层顶的输送情况。鉴于这些新意见，需要开展研究工作，以重新评估平流层下部的背景硫收支，包括二氧化硫和氧硫化碳。
- 火山喷发是对流层中硫化合物的频发和偶发源。偶尔的大型爆发（如 1991 年的皮纳图博山）也将大量硫磺注入平流层。硫磺气体最终会产生硫酸盐气溶胶，使平流层变暖、对流层冷却，并在爆发后数年内加剧臭氧破坏。衡量大规模硫排放及其归宿是量化过去和现在全球臭氧变化的重要组成部分。通过对硫酸盐气溶胶的表面冷却效果的观测，形成了利用注入人为制造的硫或其他材料来降低表面温度的辐射管理（气候工程）活动建议。在大气模型中，硫酸盐注入导致平流层化学和动力学的显著变化，特别是臭氧水平。今后研究方向应包括气候工程在未来平流层臭氧设想情景中的潜在作用。
- (6) 平流层与对流层交换：需要进行研究，以提高对控制气体和气溶胶在对流层与平流层之间双向交换的各种过程的了解，例如：（一）亚洲季风环流为污染物提供高效的途径，从接近地面通过热带对流层顶进入平流层，（二）通过中等尺度和较大尺度事件注入水汽，（三）

平流层入侵导致臭氧向下流入对流层和地面。必须保证平流层与对流层交换过程的化学气候模型模拟的保真度，以使 21 世纪平流层与对流层交换变化的预测具有可信度，上述变化将改变臭氧消耗物质寿命并影响臭氧层恢复的时间尺度。需要开展系统性和有针对性的实地活动，以更好地定性许多关键过程。其中包括了解热带和温带过程，以及活跃于对流层上部和平流层下部的过程，后者调控平流层与对流层之间的双向化学和动力耦合。

(三) 紫外线变化和臭氧消耗物质变化的其他影响

15. 21世纪臭氧变化模拟结果表明热带地区的地表紫外线将加强。这带来皮肤癌发病率升高和人类白内障的风险，以及对生态系统的不良影响。预计中高纬度地区紫外线降低，意味着紫外线剂量不足以产生维生素D的风险上升。此外，关于较低水平的紫外线对生物圈和对流层化学过程的影响的现有资料甚少。仍有各种研究需求，包括：

- (1) 影响紫外线的因素：需要分解影响地面紫外线辐射的因素，以便更好地评估臭氧以外因素（如气溶胶、云层、反照率、空气污染）的影响。
- (2) 紫外线变化的影响：需要进一步研究平流层臭氧变化的影响，以及由此导致的紫外线辐射变化对人类健康、生态系统和原料的影响。上述研究应包括定量分析，以便评估与紫外线变化有关的具体影响程度。研究工作还应衡量紫外线有利和不利变化的影响与气候变化的影响之间的相互作用，尤其是可能导致对气候变化反馈的各种影响，例如通过碳循环改变或对流层化学。例如，紫外线 B 波段辐射变化如何通过分解进入水生生态系统的溶解有机物来影响二氧化碳收支？
- (3) 臭氧消耗物质的替代品：需要进一步研究，以调查臭氧消耗物质及其替代品以及其降解产物（特别是三氟乙酸）对人体健康和环境的影响。

C. 系统性观测

16. 如《维也纳公约》第3条所述和上一节所强调，系统性观测对于监测和了解臭氧层的长期变化以及大气成分、环流和气候的变化至关重要。为了验证臭氧消耗物质的预期臭氧回收率，及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，以及为化学、辐射和动力过程定性的各种参数。

17. 现在，平流层正从臭氧消耗物质浓度不断上升并对臭氧层造成威胁的时期，转而进入臭氧消耗物质停止增加、臭氧层消耗不再恶化的局面。在现阶段，臭氧消耗物质变化的影响尚不明显，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）也会影响全球臭氧变化。这些非臭氧消耗物质气体的未来排放量相当不确定。此类影响复杂且相互关联。因此，在本世纪后半期进入臭氧层恢复期之前，强有力的长期监测在现阶段也很重要。

18. 还需要扩大监测范围，包括重要的新物种和参数，例如新出现的臭氧消耗物质替代品和环流示踪剂。上述长期监测需要具有足够高的质量，以便提供毫

不含糊的分析。主要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（如季风环流）区域，以及极地冰盖和平流层上部。

臭氧研究管理人员第九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。信托基金在提供支助方面发挥了重要作用，尤其是对于全球地基监测网络。
- (2) 目前的索米国家极地轨道伙伴卫星(NPP)平台上臭氧成像探测仪(OMPS)的临边观测组件，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几台多布森和布鲁尔检测仪。不过，仍有一些没有正常运作。更多的支助（如通过维也纳公约信托基金）可以帮助解决这一问题。例如，埃及请求获得财政支助用于校准布鲁尔检测仪。信托基金咨询委员会正在评估此项和其他提议，将其列为优先支助事项。
- (4) 已商定新的紫外线臭氧吸收截面，并已被广泛应用。不过，某些已建成的地基网络尚未加以实施。这需要衡量臭氧层温度和重新计算历史记录。
- (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重大进展。
- (6) 全球平流层气溶胶记录已被重新评估和均化，新部署的SAGE III仪器保证可以继续此类全球观测。
- (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）和卫星验证方面已取得进展。上述活动与所有数据源的误差定性工作同步进行，采用经过改进的做法和标准，从而提高了数据质量。我们鼓励在上述方面继续取得进展。
- (8) 新的和更现代的仪器类型正在被测试和集成到地基网络中。实例包括用于臭氧的Pandora光谱仪和多轴差分吸收光谱仪(MAX-DOAS)，以及用于其他痕量气体的安装在小气球上的Air-Core取样器。
- (9) 在评估和提高来自卫星的长期臭氧分布记录的质量方面取得重大进展。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，但仍需要对这些长期记录的所有误差源进行全面评估。这方面的活动正在进行，例如全球大气观测/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。

臭氧研究管理人员第十次会议提出的系统性观测方面的主要建议：

- (1) 由于臭氧、气候和大气输送变化之间存在重要联系，特别是全球经向布鲁尔多普森环流的预期变化以及近期赤道地区平流层大气的准两年振荡中断等意外事件，因此需要适当监测温度、风和痕量气体分布，特别是一氧化

二氮和六氟化硫等动态示踪剂，以及臭氧和水蒸汽。尤其要为了对来自数据同化系统的布鲁尔多普森环流数据加以分析和完善而开展必要观测。

- (2) 有必要继续运行地基观测站，特别是具有臭氧、痕量气体、紫外线、温度和气溶胶长期记录的观测站，以便为趋势估算和极地臭氧损失评估工作（如MATCH极地活动）提供可靠的基准。观测站数量持续减少，特别是分布测量能力下降，正在危及对趋势的明确断定和对意外事件的捕捉，以及我们验证卫星数据记录的能力。为了确保获得可信赖的数据，全球校准和质量保证体系必须继续得到相关校准机制和协议的全面支持。
- (3) 有必要继续从太空开展临边排放和红外掩日观测，以便获得许多与臭氧和气候相关的痕量气体的全球垂直分布数据及各种参数。如果没有上述观测，数据同化系统的预测以及为决策者提供的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，可能无法分析类似于2011年北极臭氧严重消耗的事件。
- (4) 在科学需要已明确的情况下，应当恢复并在某些情况下扩大常规的长期监测。主要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、喜马拉雅山和中亚山区。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普森环流变化和其他输送现象。
- (5) 应进一步开发各种新出现的方法、耦合模型和观测方位，如观测系统模拟试验(OSSE)，并将其用于新监测站选址战略规划、制定必要的站点优先事项，以及确定最佳（或必要的）合用观测地点。上述战略考虑对于监测新的极短寿命化学品等物质至关重要。此外，可能需要开发模型以便有效利用来自新测量技术的数据。
- (6) 由于大多数臭氧消耗物质的浓度正在下降，其他源气体，特别是一氧化二氮、甲烷和水蒸气对臭氧层和气候变化的影响变得更加重要。需要加大力度监测这些气体在对流层和平流层中的垂直分布，了解其不断变化的通量，并更好地评估其影响。
- (7) 需要在基准监测方案中纳入在全球和区域尺度上开展对于新出现的臭氧消耗物质替代品（氢氟碳化合物、氢氟烯烃等）的测量，以及对极短寿命含卤素物质的测量。
- (8) 科学界应继续实施新的、具有成本效益的臭氧和痕量气体测量仪器和数据分析协议。其中包括进一步推进网络协调。例如欧洲布鲁尔网络(EUBrewNet)、Pandora、吸收光谱系统(DOAS)/天顶观测分析系统(SAOZ)、Air-Core等。目前的区域协调倡议应扩大到全球合作伙伴，例如，印度臭氧探空仪可被纳入气象组织的臭氧探空仪数据质量评估(O3S-DQA)。
- (9) 应建立机制，对数据提供者给予适当认可，并交流关于数据质量的评估结果和反馈意见。例如，可以通过空间机构与观测站之间互致信函来认可个别观测站或网络为卫星验证作出的贡献。

D. 数据存档和管理

19. 执行臭氧研究管理人员第九次会议所提建议的进展包括：

- 继续全面报告国家臭氧消耗物质生产和消费量，以满足完善排放清单所需。大多数臭氧消耗物质报告工作仍很成功，但对于四氯化碳，产量报告与大气观测值之间存在某些未知来源的差异。非臭氧消耗物质替代品全球报告（如：向《联合国气候变化框架公约》（《气候公约》）报告氢氟碳化合物）目前不足以用于校准全球尺度的观测数据。此外，应鼓励各国在有需要时提交往年的生产和（或）消费量修订数据。
- 以下工作取得一定进展，即在可行时尽量利用集中和标准处理来开发强大的自动数据提交方案，并制定质量保证计划，以确保及时（甚至近实时）提交至适当的数据中心。
- 在提高数据归档的成本效益和效果方面取得了进展。欧洲布鲁尔网络采纳了臭氧研究管理人员第九次会议就此提出的建议，并将自动适用于该网络的新成员。
- 其他测量系统（如大气组成变化探测网络(NDACC)、南半球另增臭氧探空仪(SHADOZ)、大气辐射网(SKYNET)、商用飞机全球观测系统(IAGOS)）已经开展了类似的归档开发工作。
- 需要对臭氧及相关物种的历史数据进行数字化。一些观测站拥有SHADOZ出现之前的数据，其中一些已经数字化，但没有资源让所有观测站完成此项进程。哥白尼气候变化服务项目已经采取一些行动为此提供援助。
- 供资机构需要认识到，长期归档需要大量资源，但却是任何测量方案的关键组成部分。必须考虑到管理和继承问题。必须进一步支持长期数据保存。在此方面的进展是，欧空局认可长期数据保存的资产，支持一项专门的长期数据保存方案。此外，美国航天局继续根据一贯的美国航天局地球科学数据政策，对存储于美国航天局地球科学分布式活动档案中心(DAAC)的所有数据进行归档。
- 提交 0 级多布森数据的工作取得进展，例如向世界臭氧和紫外线辐射资料中心(WOUDC)提交多布森数据。我们高度鼓励加强此类行动。

臭氧研究管理人员第十次会议提出的关键数据存档和管理方面的建议：

- (1) 代表们再次强调过去提出的建议，即在可行时尽量利用集中和标准处理来开发强大的自动数据提交方案，并制定质量保证计划，以确保及时（甚至近实时）提交至适当的数据中心。用于数据处理和再处理的所有必要信息（如校准历史）都应包含在处理机制中。必须进行科学监督。数据中心、数据用户和数据提供者应可以方便地访问卫星经过地面上空所获数据和元数据，并使用确定与地基和空基观测方案的合用地点的工具，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) 需要继续分配资源，在可用情况下和信息丢失之前，将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、站点信息等）数字化，以便将数据纳入现代数据库系统。

- (3) 继续鼓励数据提供者提交或连接到已建立的数据库，以避免数据库派生，并且避免活动或项目结束后数据丢失。
- (4) 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。必须考虑到管理和继承问题。应支持进一步长期数据保存。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(CDIAC)、欧洲布鲁尔网络）。
- (5) 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)）应在可持续的基础上由其他机构建立，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。WDC-RSAT（德国航空航天中心（德国航天中心）运营的位于德国奥伯法芬霍芬的大气遥感世界数据中心）可在欧洲发挥这一作用。与地基网络观测站相吻合的卫星经过地面上空所获数据及子集应随时可供使用（例如应持续运作Aura验证数据中心(AVDC)、欧空局验证数据中心(EVDC)和对流层排放监测互联网服务(TEMIS)等类似机制）。
- (6) 应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。不同的用户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，从现有来源形成同质的长期数据记录。
- (7) 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他责任。
- (8) 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(doi)，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。
- (9) 鼓励实施开放数据政策，以便数据收集或建模活动实现最大回报。
- (10) 应鼓励数据中心和数据提供者之间开展积极主动的沟通，以降低数据丢失风险。
- (11) 操作布鲁尔分光光度计或其他类型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数据中心(WOUDC)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。

E. 能力建设

20. 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属于《维也纳公约》规定的一般承诺，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。

21. 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与区域决策者进行沟通，并能够就遵守《蒙特利尔议定书》的重要性作出权威性发言。

22. 能力建设的主要目标之一是加强臭氧监测网络，如全球大气观测网络，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。

23. 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）。”

臭氧研究管理人员第九次会议以来的主要能力建设成就：

(1) 在信托基金下完成的活动

- 活动 1：多布森仪器比对；埃及达哈卜；2004年2月23日至3月12日。
- 活动 2：印度尼西亚万隆第 116 号布鲁尔仪器校准；2006 年 9 月 5 日至 9 日。
- 活动 3：尼泊尔加德满都第 176 号布鲁尔仪器校准；2006 年 9 月 20 日至 26 日。
- 活动 4：南非艾琳的多布森仪器比对；2009 年 10 月 12 日至 30 日和 11 月 15 日至 26 日。
- 活动 5：在捷克赫拉德茨-克拉洛韦举行的臭氧网络总体数据质量讲习班；2011 年 2 月 14 日至 18 日。
- 活动 6：多布森 14 号搬迁（以前部署在挪威特罗姆瑟）到俄罗斯联邦托木斯克市，以及在捷克赫拉德茨-克拉洛韦举行的多布森培训班；2015 年 4 月 7 日至 14 日。
- 活动 7：在亚美尼亚安伯德举行的多布森培训班；2015 年 9 月 28 日至 10 月 4 日。
- 活动 8：亚洲多布森仪器比对活动，由日本气象厅在日本筑波主办；2016 年 3 月 7 日至 25 日。
- 活动 9：澳大利亚和大洋洲多布森比对活动，由澳大利亚气象局在澳大利亚墨尔本主办；2017 年 2 月 13 日至 24 日。

(2) 已规划的活动

24. 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。这些活动已获得信托基金咨询委员会的批准，并将由信托基金供资：

- 多布森 8 号在德国维修和校准之后搬迁（以前部署于挪威斯匹次卑尔根，是挪威极地研究所的财产）到新加坡，并将目前位于新加坡的出现故障的多布森 7 号送往德国酌情修理。上述活动暂定于 2017 年下半年进行。

- 与布鲁尔用户小组会议联合举行关于使用布鲁尔仪器进行臭氧测量的培训班。该会议将于2017年9月4日至9日在澳大利亚悉尼举行。预算将由维也纳公约信托基金和加拿大布鲁尔信托基金共同承担。
- 北非和南部非洲的多布森比对活动。北非的活动将由西班牙国家气象局主办，将于2017年9月4日至15日在西班牙埃尔阿诺西略举行。南部非洲的活动将由南非气象局主办，于2018年9月/10月在南非的艾琳举行。
- 由阿根廷国家气象局主办的南美和拉丁美洲多布森比对活动定于2017年11月13日至12月1日在布宜诺斯艾利斯举行。

25. 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2016年收到了六项提案，信托基金咨询委员会于2017年3月审议供资。能否实施取决于资金情况。咨询委员会的评估意见将传达给提案人。这六项提案是：

- 白俄罗斯：筹备和落实由白俄罗斯国立大学国家臭氧监测研究和教育中心设计且目前仍在运行的三台仪器的比对会议，以监测白俄罗斯的臭氧总量和紫外线辐射。
- 厄瓜多尔：厄瓜多尔高原臭氧探空仪(ECHOZ)项目。
- 肯尼亚：数据管理和仪器校准能力建设。
- 阿曼：测量臭氧日变化和季节变化以完善臭氧趋势估算知识：阿曼案例研究。
- 多哥：建立和装备实验室以连续测量平流层臭氧层和大气臭氧。
- 气象组织/全球大气观测(GAW)与 SHADOZ 的联合项目提案：2017年于利希臭氧探空仪对比实验(JOSIE)。

臭氧研究管理人员第十次会议提出的能力建设方面的主要建议：

- (1) 确定个别国家的需求，改善区域内的沟通，以更好地服务和支持这些需求。在提供任何教育和培训之前，首先需要了解地方社区的知识、培训、工具和支助水平。还需要了解新建立的能力如何在国家支持下继续保持。必须通过结对和指定与区域专家的具体联络人来提供长期支助。
- (2) 为发展中国家的本地观测点操作人员提供培训机会。这些具有宝贵地方知识的人力资源可以帮助培训其国内的其他人员。臭氧研究管理人员第十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。上述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。这将提高地方科学认识、数据采集能力和质量保证水平。需要制作和分享与指导水平相适应的辅助材料和指南。
- (3) 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对于建立上述关系至关重要。
- (4) 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。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观测站管理人员。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。

- (5) 气象组织和臭氧秘书处应推动弥合不同社区之间的差距。应加强臭氧官员与国家气象部门之间的合作。在许多第5条国家，两者之间存在巨大脱节。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。
 - (6) 通过寻找替代资金来源（如制造商、私营部门等）以及提供协助支持各项开发活动，来增加外联活动。
 - (7) 第5条国家和经济转型国家应得到援助和鼓励，以扩大其科学能力，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。
 - (8) 应在信托基金咨询委员会的指导下组建一个工作组，以使所有蒙特利尔议定书缔约方能够保持和提高科学能力。该工作组可以包括来自具备重要科学能力的组织的科学家，以及需要提高科学能力的科学家。
-