



大会

Distr.
GENERALA/51/390
20 September 1996
CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH第五十一届会议
议程项目62

南极洲问题

南极环境状况秘书长的报告

目 录

	<u>段 次</u>	<u>页 次</u>
缩略语		3
章次		
一、导言	1 - 3	6
二、南极洲在全球环境体系中的作用	4 - 7	6
三、南极条约体系和国际机构的活动	8 - 58	8
A. 《南极条约关于环境保护的议定书》	8 - 13	8
B. 《保护南极海豹公约》	14	9
C. 《保护南极海洋生物资源公约》	15 - 19	9
D. 《国际管制捕鲸公约》	20 - 23	10
E. 南极科学研究和南极环境的保护	24 - 37	11

目 录(续)

	<u>段 次</u>	<u>页 次</u>
F. 南极数据管理	38	15
G. 国际组织	39 - 55	15
H. 南极的环境监测	56 - 58	19
四、南极环境状况:最近一些研究结果概要	59 - 111	20
A. 科学和支助活动	60 - 63	20
B. 南极旅游	64 - 74	22
C. 捕鱼	75 - 84	26
D. 远程污染物质	85 - 92	28
E. 臭氧耗损	93 - 97	30
F. 海水	98 - 103	34
G. 冰盖	104 - 111	37
五、结束语	112 - 123	39
A. 环境问题	112 - 117	39
B. 南极环境全面状况的报告	118 - 123	41
注		42

缩略语表

<u>英文简称</u>	<u>中文全称</u>	<u>中文简称</u>
ACSE	南极海岸和大陆架生态系统	
ADDS	南极数据目录系统	
AGONET	南极地球空间观测站网络	
AMD	南极数据主目录	
ANTIME	南极冰缘演变	
ANTOSTRAT	南极近海声学地层学项目	声地学项目
APIS	南极流冰海豹	
ASMA	南极特别管理区	
ASOC	南极和南大洋联合会	
ASPA	南极特别保护区	
ASPECT	南极海冰过程、生态系统和气候方案	
BIOTAS	南极陆地系统生物调查	
CCAMLR	保护南极海洋生物资源委员会	
CEMP	《保护南极海洋生物资源公约》生态系统监测 方案	
CEP	环境保护委员会	环保委员会
CFC	含氯氟烃	
CLIVAR	气候的多变性和可预测性	
COMNAP	国家南极方案管理人理事会	
EASIZ	南极海冰带生态方案	

缩略语表（续）

<u>英文简称</u>	<u>中文全称</u>	<u>中文简称</u>
ENSO	厄尼诺/南方涛动	
FROST	对流层首次区域观测研究	
GAW	全球大气监测	
GCTE	全球变化和陆地生态系统	
GESAMP	海洋环境保护科学方面问题联合专家组	
GIPME	全球海洋环境污染调查	海洋环境污染调查
GLOBEC	全球海洋生态系统动态研究	
GLOCHANT	全球性变化和南极	
GOOS	全球海洋观测系统	海洋观测系统
GOS	全球观测系统	
GRID	全球资源信息数据基	
GTS	全球通信系统	
IAATO	国际南极旅行社协会	
ICAIR	国际南极信息和研究中心	
ICSU	国际科学协会理事会	
IGBP	国际地圈—生物圈方案	地圈生物圈方案
IHDP	国际全球环境变化方案人类问题	
IOC	政府间海洋学委员会	
IPCC	政府间气候改变问题小组	
ISMAS	南极冰盖质量平衡和对海平面的影响	

缩略语表 (续)

<u>英文简称</u>	<u>中文全称</u>	<u>中文简称</u>
IWC	国际捕鲸委员会	
JGOFS	联合全球洋流研究	
LOICZ	海岸带陆地海洋相互作用	
PICE	南极冰芯的古环境记录	
SCAR	南极研究科学委员会	南极研究会
SCOR	海洋研究科学委员会	海洋科委会
SO - GLOBEC	南大洋 - 全球海洋生态系统动态研究方案	
SO - JGOFS	南大洋 - 联合全球洋流研究	
START	分析、研究和培训系统	
UNESCO	联合国教育、科学及文化组织	教科文组织
UNEP	联合国环境规划署	环境规划署
WCRP	世界气候研究方案	气候研究方案
WMO	世界气象组织	气象组织
WOCE	世界海洋环境试验	海洋环境试验
WWW	世界气象观察系统	气象观察系统

一、导言

1. 本报告是为响应 1994 年 12 月 5 日关于南极洲问题的大会第 49/80 号决议,特别是该决议第 2 段而编写的,在这一段中大会要求就《南极条约》协商国提供的有关其在南极活动的资料向大会第五十一届会议提交一份报告。¹

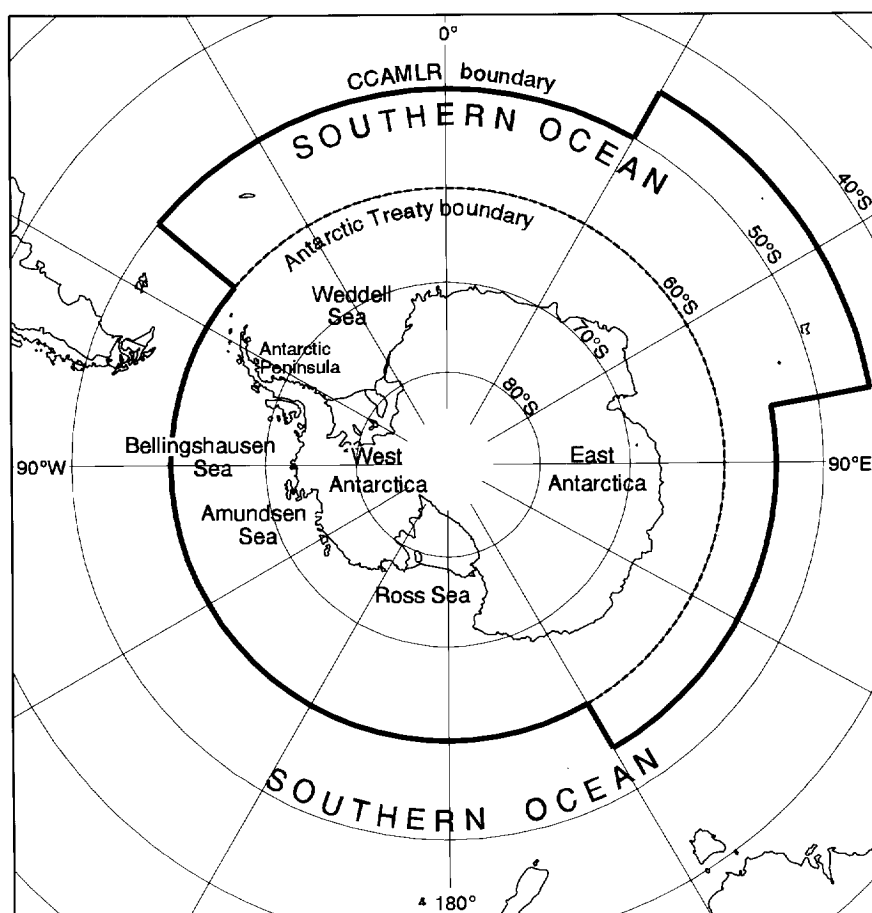
2. 报告还按照大会 1983 年 12 月 15 日第 38/77 号、1984 年 12 月 17 日第 39/152 号、1985 年 12 月 16 日第 40/156A 和 B 号、1986 年 12 月 4 日第 41/88A 和 B 号、1987 年 11 月 30 日第 42/46A 和 B 号、1988 年 12 月 7 日第 43/83A 和 B 号、1989 年 12 月 15 日第 44/124A 和 B 号、1990 年 12 月 12 日第 45/78A 和 B 号、1991 年 12 月 6 日第 46/41A 号、1992 年 12 月 9 日第 47/57 号和 1993 年 12 月 16 日第 48/80 号决议,增订了以前向大会提交的关于南极洲环境状况的报告。

3. 报告采用了 1995 年 5 月 8 日至 19 日在汉城举行的第十九次南极条约协商会议最后报告的资料,及 1996 年 4 月 29 日至 5 月 10 日在荷兰乌得勒支举行的第二十次协商会议上提交的资料。此外,还收到了世界气象组织、教科文组织政府间海洋学委员会、新闻部、海洋事务和海洋法司及世界银行有关在南极的活动的报告。

二、南极洲在全球环境体系中的作用

4. 南极大陆是各大大陆中最寒冷、最高、最干燥、最多风、最边远和最洁净的大陆。它被世界上最大和风暴最多的大洋之一包围着(图一)。南极提供了独一无二的科研机会,是世界上最最后一块大莽原。这些科研和环境价值需要高度优先保护。该地区大约占地球陆地面积的十分之一。冰盖厚达 4000 多米。南极大陆的面积约 1400 万平方公里,其中 0.33% 没有冰覆盖。² 冬季海冰面积是南极冰封面积的两倍,这种变动是地球上最大的季节性物理过程。

图一．南极和南大洋：位置图



5. 南极和南大洋在全球环境体系中起很重要的作用。^{3,4,5} 大气、海洋、冰和生物群之间重大的相互作用过程通过回流、生物地球化学周期、环流模式、能量和污染物质的运送和冰的质量平衡的改变影响整个地球体系。⁶

6. 南极在全球环境体系中的重要性在《21 世纪议程》第 17 章的协商一致文本中得到确认，在该文本中大家一致认为该地区对了解全球环境极度重要的研究的开展有巨大的价值。还同意各国进行这种研究活动时，应按照《南极条约》第三条的规定，继续“(a) 确保国际社会能不受限制地得到这种研究所获得的数据和资料；及(b) 让国际科学界和联合国各专门机构能更容易地获得这种数据和资料，包括鼓励定期举办讨论会和专题讨论会”。

7. 1991 年《南极条约》缔约国通过的《南极条约关于环境保护的议定书》(《马德里议定书》) 将南极指定为“自然保护区，专用于和平及科学目的”，目的是“全面保护南极环境及从属和相关生态系统”。⁷ 《议定书》第 3 条明确要求如下：“保护南极环境及从属和相关生态系统和南极洲的固有价值，包括其莽原和风暴价值及其作为一个进行科学研究，特别是进行对了解全球环境极度重要的研究的地区的价值，应成为在规划和在《南极条约》地区内从事活动时的基本考虑”。

三、南极条约体系和国际机构的活动

A. 《南极条约关于环境保护的议定书》

8. 《马德里议定书》由《南极条约》26 个缔约国于 1991 年通过。截止 1996 年 8 月 1 日，参加谈判的国家中有 22 个已交存批准书。该协议具有完全的国际法律效力还需要芬兰、日本、俄罗斯联邦和美利坚合众国的批准。

9. 《马德里议定书》包括通则，如目的、原则和文书的体制运作；一个关于仲裁和争议解决的附表；关于环境影响评估的附件一；关于保护南极动植物群落的附件二；关于废物处置和废物管理的附件三；关于防止海洋污染的附件四；及关于区域保

护和管理的附件五。

10. 第3条的指导原则要求环境保护,包括对生物、固有、莽原、风暴和科学价值的保护,应成为(协议缔约国)在规划和在南极洲从事所有活动时的基本考虑。

11. 《马德里议定书》第7条禁止除科学研究外的矿资源活动。第8条要求在南极洲从事的所有活动先要得到对其可能影响的事先评估。第11条将设立一个环境保护委员会,其责任是就南极的环境问题提出建议。

12. 《南极条约》缔约国已发起讨论,旨在就关于破坏环境责任的《马德里议定书》的又一个附件达成协议。拟议中的附件的草拟工作已进行数年,正在《南极条约》框架范围内解决技术问题。

13. 在《马德里议定书》生效前的过渡期内,《南极条约》缔约国同意在可实施的范围内自愿实施1991年通过的该协议的条款。许多国家在协议具有国际法律效力之前已制定使《马德里议定书》条款对其国民具有约束力的本国法规。

B. 《保护南极海豹公约》

14. 大不列颠及北爱尔兰联合王国作为《保护南极海豹公约》的保存国政府,报告了1995年5月到1996年4月期间保护六种南极海豹公约的缔约国在公约区(南纬60°以南海域)捕获或杀死的海豹数量。⁸ 报告表明没有任一种海豹被杀死,101只南极海狗(*Arctcephalus guzella*)被(智利)捕获后放掉。两个国家(澳大利亚和美国)报告了它们前一年的数据,还有两个国家(波兰和俄罗斯联邦)没有报告。目前南极没有发生已知的商业性捕猎海豹的活动。

C. 《保护南极海洋生物资源公约》

15. 保护南极海洋生物资源委员会报告了公约缔约国1994/95年和1995/96年季节在公约区的渔业情况。⁹ 这些数据和管理措施,与来自保护南极海洋生物资源委员会资料来源的其他资料一起,均归纳在本报告第四章C节中。

16. 保护南极海洋生物资源委员会的检查制度规则已作出修改,允许检查员登上所有被推测在公约区捕渔的船只而不仅仅是那些被看到正在捕鱼的船只。这一措施可望提高检查和执法的力度。

17. 保护南极海洋生物资源委员会报告说,其生态系统监测和管理工作组已为南极制定第一个生态系统评估模型的战略。

18. 保护南极海洋生物资源委员会科学委员会与南极研究科学委员会(南极研委会)的方案,尤其是南极流冰海豹计划、南极海冰带生态和全球性变化与南极地区问题,以及国际地圈—生物圈方案(地圈生物圈方案)项目如南大洋—全球生态系统动态研究方案保持密切的协调。

19. 保护南极海洋生物资源委员会继续审议联合国和联合国粮食及农业组织关于公海渔业,尤其关于公海上船舶挂旗的倡议,国际负责任捕鱼的行为准则,及1982年12月10日《联合国海洋法公约》有关养护和管理跨界鱼类和高度洄游鱼类的规定的执行规定。

D. 《国际管制捕鲸公约》

20. 最近的一项在1946年《国际管制捕鲸公约》范围内的协定对南极具有特别重大意义。《国际管制捕鲸公约》国际捕鲸委员会于1994年建立了一个南大洋鲸鱼保护区,其北部边界是南纬40度和60度之间的一条环极线。日本投票反对该保护区,并就南极小须鲸类对它提出异议。

21. 该公约第八条允许缔约国政府给予其国民为科学研究目的杀死、捕捉和处理鲸鱼的特别许可。日本在此规定下在1995/96年季节杀死了440头南极小须鲸,并计划在1996/97年季节为研究目的再杀死相同的数量。1996年6月在国际捕鲸委员会第48次年会上,经多数通过的一项决议,请求日本不要颁发捕捉南半球小须鲸,特别是在保护区内捕捉的特别许可,并调整其研究方案采取不致死的手段达到其目的。

22. 由于不同种群和不同地域类的数量有相当大的不确定性,国际捕鲸委员会于1989年决定最好不公布鲸的总数,但有确切统计数字的那些种/类除外。国际捕鲸委员会只根据其国际研究勘察,对南半球小须鲸和蓝鲸类进行了估计(表1)。

表1. 南半球大型鲸目动物种的估计数(上置信限第三位有效数字四舍五入)。

南半球总的估计数			
鲸种	年份	数量	95%的置信区间
蓝鲸	1982/83—1988/89	460	450
小须鲸	1985/86—1990/91	760 000	510 000—1 140 000

资料来源:国际捕鲸委员会提供的数据,联合王国剑桥,1996年8月14日。

23. 1996年,国际捕鲸委员会随着南大洋鲸和生态系统研究方案的实施,扩大了其监测范围,将环境变化对鲸目动物的影响列入其研究范围。在南大洋进行的其他研究方案包括对蓝鲸的声监听、准备对座头鲸的全面评估、及复查露脊鲸的估计数。国际捕鲸委员会还致力于改进与研究南大洋相关问题的组织,如保护南极海洋生物资源委员会、南极研委会、南大洋—全球生态系统动态研究方案、政府间海洋学委员会和政府间气候改变问题小组的协作。

E. 南极科学研究和南极环境的保护

1. 南极研委会全球性变化方案¹⁰

24. 南极研委会全球性变化方案办公室于1995/96年设立在澳大利亚霍巴特的南极和南大洋环境合作研究中心。该办公室将在南极研委会各方案的全球性变化组成部分和国际方案如地圈—生物圈方案(地圈生物圈方案)、世界气候研究方案

(气候研究方案)的核心项目之间建立联系。目的是确保全球范围方案有关于南极地区的内容并与之配合。南极研委会与地圈生物圈方案、气候研究方案及国际气球环境变化方案人类问题的分析、研究和培训系统之间的谅解备忘录正在起草之中。

25. 南极研委会全球性变化方案在该方案办公室的帮助下通过其全球性变化与南极问题专家小组进行协调。全球性变化与南极问题专家小组确定了两项优先研究内容:海冰过程的地文气候体系和生物地球化学周期中的作用;及控制南极冰盖的物理和动态过程。

26. 全球性变化与南极问题专家小组通过科学工作组将目前的方案的侧重点放在两大主题上:“南极冰芯的古环境记录(PICE)”和“南极冰盖质量平衡和对海平面的影响(ISMASS)”。南极冰芯的古环境记录方案由地圈生物圈方案下属的全球性变化方案共同组织。ISMASS方案则是扩大研究范围,由测量冰盖质量平衡组成部分的国家方案进行。主要方法是遥感,但也收集地面实况调查数量。主要目的是确定来自冰盖通过地平线向外进入海洋的冰块融化量。PICE方案正在制定一个深冰芯的两极战略。第三个方案,南极冰缘演变方案计划协调南极沉积记录的研究。

27. 全球性变化与南极问题专家小组现正在为南极海冰过程、生态系统和气候方案制定科学计划,这项工作已接近完成。南极海冰过程、生态系统和气候方案重点放在控制大气和海洋相互作用的物理过程通过海冰覆盖层的发展和维持与南大洋海冰生物群和初级生产之间的相互关系及其在全球生物地球化学周期中的作用。南极海冰过程、生态系统和气候方案与地圈生物圈方案的南大洋—联合全球洋流研究方案、南大洋—全球海洋生态系统动态研究和气候研究方案关于气候的多变性和可预测性的核心项目有潜在联系。

28. 南极研委会还有其他与全球性变化有关的方案,由南极研委会其他专家小组或工作组负责这些方案。最重要的是南极海冰带生态方案和南极陆地系统生物调查。南极海冰带生态方案与地圈生物圈方案的三个核心项目有潜在的联系,它们是:

海岸带陆地海洋相互作用；南大洋—联合全球洋流研究；及南大洋—全球海洋生态系统动态研究。南极陆地系统生物调查与地圈生物圈方案全球性变化和陆地生态系统项目关于生态复杂性的第四个重点有潜在的直接联系。

2. 南极科学

(a) 大气和日地科学

29. 从地面站和卫星继续对南极的臭氧水平进行监测（见第四章 E 节）。

30. 对流层首次区域观测研究方案第一次获得对于南极对流层的协调的天气学观测，这些观测被用于比较南极大陆的天气预测计划。数据表明预报在总体上的可靠性，但也表明不同的来源产生不同的预报。该方案使南极洲太平洋部分观测站不足的问题显得更加突出了。

31. 南极地球空间观测站网络获得了来自七个以上国家的观察站的地磁和电离层数据，这些数据被馈入意大利主办的一个数据库。目前正对太阳风进行特别研究。

(b) 生物科学

32. 南极研委会海豹问题专家小组为其南极流冰海豹计划制定了一项五年研究计划。南极流冰海豹方案旨在促进对南极流冰海豹群体及其在南极生态系统中发挥的作用的研究。至今，根据南极流冰海豹计划，已确定由 18 个国家的科学家参加的 41 个研究项目。已提出建议在 1998/99 年实地考察季节进行一次大的南极流冰海豹环极调查。

33. 南极陆地系统生物调查方案在 1995/96 年季节在南极洲的罗斯海域进行了首次国际考察。考察的主要目的是调查从南极大陆肥沃的沿海地区到极地高原边缘简单的石内生群落生态系统丰度的变化，为长期研究气候变化影响，特别是全球变

暖和紫外线辐射增多方面收集基线数据。将来的研究将弄清不同物种用于处理气候应力如干燥、温度波动和紫外线辐射等的机理。

34. 南大洋生态问题专家小组的南极海冰带生态方案旨在提高对南极海岸和大陆架生态系统的结构和动态的了解,该生态系统是南极最复杂、最富饶的生态系统,也很可能是对全球环境变化最敏感的生态系统。南极海冰带生态方案的特点是对海岸和大陆架海洋生态系统的生态采取前后一致的研究方法,将冰、水柱和底栖生物子系统的研究融为一体。它将形成对全球性变化与南极地区问题方案潜在的重大投入,与南大洋联合全球洋流研究和南大洋—全球生态系统动态研究方案较易互相配合,并与地圈生物圈方案的海岸带陆地海洋相互作用方案密切有关。

35. 在1995/96年南方夏季收集到该方案下第一批现场数据。尤其是1996年1月到2月之间MV Polarstern号专门为南极海冰带生态方案在威德尔海进行勘察。另外,安排好了1996/97年季节的专门勘察,并提出了举行讲习班和专题讨论会的时间表。

(c) 地球科学

36. 罗伯茨角项目是一个多国项目,由新西兰协调,参加的国家有澳大利亚、德国、意大利、联合王国和美国,目的在于从罗斯海西南角海底下的冲积地层采挖1500米的钻孔岩芯。该项目涉及两个主要专题:南极的早期冰川期史及其在决定全球海平面变化方面的作用;及南极大陆分裂的时间以帮助对跨南极山脉和罗斯海形成的了解。

37. 1995年5月在联合王国剑桥举行了一次讲习班,审查Vostok站深层冰芯钻孔现场的内陆冰盖下有在一个冰下湖的证据。讲习班考虑了在作出任何穿透该湖取水和沉积物样本的决定之前需要进行的研究。讲习班一致认为目前Vostok站的冰芯钻孔工作应进行下去,但在冰水交界面之上至少25米处停止,不应穿透水,应进

行另外的地球物理调查。如果可以确认有大面积水体存在,那么必须进行研究以便找到以对这一环境的最小污染到达下面的水和沉积物并取样的技术。

F. 南极数据管理

38. 最近几年,随着南极数据基数量、规模和意义的增加,已对在《南极条约》体系内提高南极科学数据的可比性和可利用性给予考虑。得出的结论是当前最重要的是需要一个南极数据目录系统,其中的一个关键组成部分是南极数据主目录。南极数据主目录将保持从提供数据的国家南极数据中心合并来的说明数据保持量情况的记录。它目前在南极研委会和国家南极方案管理人理事会的主持下由国际南极信息和研究中心在新西兰的克赖斯特彻奇操作管理,目前由来自法国、意大利、新西兰和美国的一个南极方案国际财团提供资金。作为环境规划署/全球资源信息数据基—克赖斯特彻奇(见下文第 53 段)的主办者,国际南极信息和研究中心是协调这些目录并使联合国系统利用这些目录来实现《21 世纪议程》(第 17 和 40 章)目标的十分合适的机构。

G. 国际组织

1. 世界气象组织

39. 气象组织在南极的主要目标是 (a) 协调世界气象观察系统(气象观察系统)的运作以满足全球需要和南极的要求,包括监测气候变化和环境;及 (b) 与他在南极的国际方案协作,确保科学和技术方案协调而节省费用。在这方面气象组织与大量有关的组织进行合作,其中包括南极条约协商会议、南极研委会、国家南极方案管理人理事会、海洋研究科学委员会(海洋科委会)、联合国环境规划署(环境规划署)和政府间海洋学委员会。

40. 南极是全球观测系统的一个重要组成部分,是一个越来越引起人们兴趣的

地区。全球观测系统的运作和通过全球通信系统传输数据是气象观察系统的一个必不可少的部分。天气观测网络目前由 15 个国家操作的 37 个地面站组成。另外还有澳大利亚、美国和其他国家操作的 50 多个自动天气站。气象组织注意到经济制约因素似乎正在影响一些国家维持在南极的费钱的设施的积极性,这可能使某些站无法连续得到有价值的长期气候记录。南极的高质量气象服务的提供有赖于一个好的观测网络和数值预报模型的改进,上面提到的南极研委会对流层首次区域观测研究方案打算处理这一问题。

41. 气象组织已注意到南极天气观测网络的缺陷,包括对大部分西南极没有地面观测、高层大气站数量减少、及向全球通信系统增补数据的拖延。气象组织把在《南极条约》缔约国发起的方案基础上维持南极天气观测网络的实施视为优先事项。应继续为分析、预报、海冰信息和风暴警报服务提供数据和空间图象。

42. 许多国家计划在南极冰盖上建立另外的气象观测站,这有望大大改进观测网络。前面提到的南极地球空间观测站网络包括在其计划建立的分布在南极内陆的 12 个地点安放气象传感器,它们可以通过全球通信系统提供数据。

43. 许多国家(澳大利亚、芬兰、德国、联合王国和美国)在国际南极浮标方案中越来越多地采用漂流浮标收集数据的方法,该方案在南纬 55 度以南包括南极海冰带布署了许多浮标。

44. 一些南极站作为全球大气监测的一部分,监测微量气体组成,如二氧化碳和臭氧。气象组织鼓励成员国扩大观测范围,把与臭氧有关的化学物类包括在内。还需要额外的观测来监测太阳紫外线辐射的强度。气象组织和联合国《气候变化框架公约》、《关于消耗臭氧层的物质蒙特利尔议定书》和《保护臭氧层维也纳公约》的秘书处之间保持着联系。

45. 气象组织编写了南极气候数据目录,将提供给南极研委会和国家南极方案管理人理事会研制的南极数据目录系统。这将提高南极气象数据的可利用性。

2. 政府间海洋学委员会

46. 政府间海洋学委员会是教科文组织内一个自主的职司机构,它促进旨在更好地了解海洋和海岸区包括南极地区的特征和资源的海洋科学调查和相关的海洋服务。政府间海洋学委员会有一个南大洋区域委员会:它在1996年9月召开了第六届会议及第二次南大洋论坛,处理包括污染和人类影响在内的各种问题。政府间海洋学委员会正与其他组织(国际科学协会理事会/海洋科委会/南极研委会、国际捕鲸委员会、气象组织、环境规划署)合作加强国际研究方案,以改进南大洋的海洋观测和数据交换。政府间海洋学委员会着眼于满足《21世纪议程》(第17章)、《联合国气候变化框架公约》、《生物多样性公约》和《马德里议定书》的要求。

47. 关注的领域包括通过气象组织、政府间海洋学委员会、国际科学协会理事会和环境规划署组织的世界海洋环流试验,注意海洋在全球性气候变化中的作用和可变性;通过关于全球海洋环境污染调查(海洋环境污染调查)的政府间海洋学委员会/环境规划署/海事组织/原子能机构联合方案,注意海洋污染;通过在地圈生物圈方案联合全球洋流研究和全球生态系统动态研究方案内与海洋科委会合作,注意海洋在全球二氧化碳平衡中的作用和海洋生态系统动态的研究。

48. 政府间海洋学委员会正通过增加对现有业务方案的支持和发展全球海洋观测系统(海洋观测系统),扩大和改进海洋观测和数据交换。该系统旨在为海洋学数据的收集、协调、质量控制和分配提供一个全球性框架或系统。

3. 联合国

49. 联合国新闻部把注意力放在《21世纪议程》、《关于环境与发展的里约热内卢宣言》、《气候变化公约》和《生物多样性公约》、《关于在发生严重干旱和/或荒漠化的国家防治荒漠化公约》,1982年12月10日《联合国海洋公约》有关养护和管理跨界鱼类和高度洄游鱼类的规定执行协定的实施结果和可持续发展委员会的工作

上。自 1994 年以来，没有进行与南极的环境状况有直接关系的具体活动。

50. 法律事务厅的海洋事务和海洋法司是海洋污染科学方面问题联合专家组的八个支持机构之一，该专家组正在环境规划署的领导下编写下一份海洋环境状况报告，这份报告将把极地地区包括在内。海洋环境保护科学方面问题联合专家组海洋环境评估工作组已开始编写一份关于陆基活动的报告，将在 1998 年前完成。海洋环境保护科学方面问题联合专家组的工作结果还没出来，本报告第四章采用 Strömberg 等人¹¹提供的的数据。

4. 世界银行

51. 世界银行在 1995 年发表了一份关于全世界海洋保护区包括南极的状况的报告。¹²世界银行打算贯彻这份报告的建议，但南极的几个地点目前不被认为是高度优先关注的项目。世界银行在 1996 年 6 月 27 日表示它在关于南极环境活动方面目前没有任何近期计划。

5. 环境规划署/全球资源信息数据集

52. 环境规划署已建立一个极地特别工作队协调其在极地地区在环境方面的工作。

53. 1996 年 5 月 30 日，环境规划署通过和新西兰政府达成的协议，在新西兰克赖斯特彻奇的国际南极信息和研究中心为南极和南大洋建立一个全球资源信息数据基节点。该节点称为环境规划署/全球资源信息数据基—克赖斯特彻奇，是在环境规划署/全球资源信息基—阿伦达尔（挪威）的帮助下建立的，两个极地中心将协调它们的活动，并在工作中紧密合作。

6. 世界养护联盟

54. 世界养护联盟对南极保持着积极的兴趣，最近主办和组织了有关保护南极

环境问题的四期国际讲习班,讲习班的头三期是与南极研委会合办的。第一期讲习班是1992年4月在法国的潘波特举行的,审议了有关保护南极南部岛屿的问题,而第二期是1992年6月在联合王国剑桥举行的,探讨了开发南极保护区系统的问题。第三期是1993年4月在意大利戈里齐亚举行的,审议了有关南极环境问题教育和培训的问题。第四期是1996年9月在哥伦比亚特区华盛顿举行的,探讨了有关评估南极的累积环境影响的问题。头三期讲习班的报告已发表。^{13 14 15}

7. 南极和南大洋联合会

55. 南极和南大洋联合会是设在43个国家的拥有南极环境和科技专门知识的230个非政府组织中的一个组织。南极和南大洋联合会经常参加《南极条约》体系的工作,并监测其情况。近几年来,南极和南大洋联合会一直十分活跃,它鼓励《南极条约》缔约国尽快批准和执行《马德里议定书》。它向各国政府、科学家和公众提供关于南极环境重要性问题的资料并出版定期的简讯。

H. 南极的环境监测

56. 环境监测是基础研究、环境管理和养护的一个基本要素。¹⁶ 南极的环境监测已有悠久的历史,可分为“全球的”或“当地的”。许多全球性现象,例如大气的气体组成,从1957年以来就被连续监测,同时还分析了南极的雪和生物群中污染物质的存在情况。有关全球性现象现状和趋势的数据为评估当地来源对环境变化所起的作用提供了必要的基准资料。¹⁷

57. 1992年1月,《南极条约》缔约国在阿根廷布宜诺斯艾利斯召开了第一次南极环境监测专家会议。除其他之外,专家们提出了关于监测地点的代表性、数据管理、制定数据标准和进行国际协调的必要性的建议。会议建议再举行一次讲习班,审议监测方案的设计、数据标准、质量保证、可用的技术和数据管理问题。

58. 南极研委会和国家南极方案管理人理事会主动提出举办这次讲习班。这次

讲习班开了两届，一届在 1995 年 10 月在奥斯陆，另一届在 1996 年 3 月在美国得克萨斯 College Station 举行。讲习班报告¹⁸目前仍为草稿，计划最后定稿后提交给 1997 年 5 月在新西兰克赖斯特彻奇举行的《南极条约》协商会议。

四、南极环境状况：最近一些研究结果概要

59. 以下各节着重论述最近关于挑选当前人们关心的有关南极环境状况的专题的一些研究结果。挑选的专题无意面面俱到，但都是重要的专题。这些章节经过有关领域许多专家的审查。

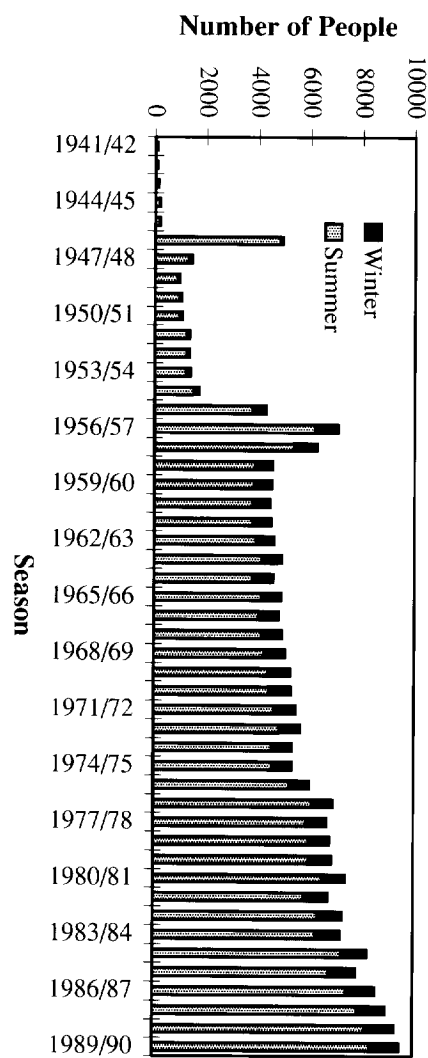
A. 科学和支助活动

60. 科学调查研究是人类在南极的主要活动。每一季节在南极工作的科学和支助人员的数目为这种活动的水平提供一种粗略的估计。根据《南极条约》协商会议的协议，¹⁹要求《南极条约》缔约国报告参加“年度交换资料”的人数。

61. 虽然这些数据提供了关于目前在南极进行的科学活动水平的基本情况，但重要的是应指出，这些数据一般无法将总的科研活动以在该区域的人/日加以量化。

62. 自经常活动开展以来直到 1989/90 年，参加南极各项科学方案的人数稳步增加²⁰（图二）。与参加南极活动的人数增加有连带关系的是，所代表的国家数目和工作站数目均所有增加。美国拥有最大的南极科学方案，其人员约占 1994/95 年季节科学和支助人员的 35%。

图二. 1941/42 年至 1989/90 年科学和支助活动的水平



资料来源：数据取自 J. C. M. Beltramino, 《南极人口的结构和动态》。(纽约, 万蒂奇出版社, 1993 年)

63. 对自 1990 年以来科学和支助人员数量的初步估计表明人员减少了大约三分之一。但由于在南极工作的国家在活动的报告和这一资料的分发方面的质量不一和不及时,使本节的数据汇编受到影响。将需要进一步的分析——也许要与各国投资水平的调查联系起来——以便从明显的趋势中得出结论。

B. 南极旅游

64. 过去 40 年来,南极一直是旅游者的向往的地区,这期间估计有 6 万多人到过南极。²¹过去 10 年来,南极商业旅游经历了一个快速发展时期,乘船的旅客和最近乘飞机的旅客人数均快速增加(图三)。

65. “来自海上的”旅游者是那些乘坐商业旅游客轮——数字包括有数据可查的乘游艇——访问南极的人。‘空运着陆’旅游者是那些乘坐飞机来往南极并且着陆的人,而‘空中飞越’旅游者是那些乘坐飞机但不着陆的、把南极作为具体目的地的游览者。此次审查不包括在商业航线上飞越南极,因为这不是把南极作为旅游者特定的目的地。图三中船只的数目不包括游艇。

66. 人们越来越认识到南极旅游所产生的环境问题的重要性。²²然而,对南极旅游的影响的研究仍处于初期阶段,并且旅游者到南极旅游所造成影响的程度仍是不确定的。²³《南极条约》建议十八—1 对南极各旅行社提供了业务和环境指导。

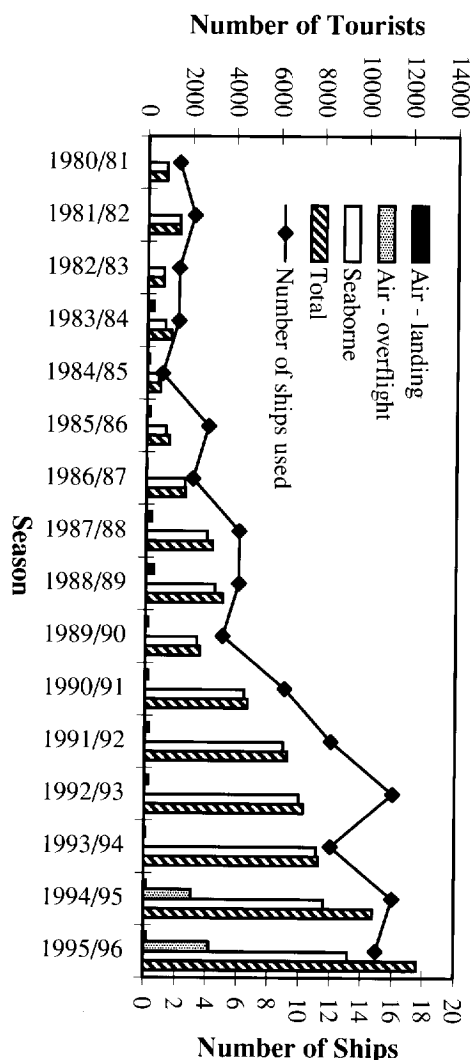
67. 国际南极旅行社协会成立于 1991 年 8 月,目前成员包括大多数经营南极旅游的公司。在 1993/94 年季节期间,83% 以上旅游乘客乘坐的是国际南极旅行社协会会员经营的远洋客轮。²⁴

(a) 最近的发展和趋势

68. 1995/96 年季节到南极的旅游者人数是有记录以来最高的,记录的海运和空中飞越的旅游人均有增长(图三)。空运着陆旅游是为迎合旅游冒险者市场的需要,目前十分昂贵:数量少,看来处于停滞状态。

69. 1970年代, 南极空中飞越旅游变得流行起来, 但在1979年发生一架DC-10飞机在埃里伯斯火山(罗斯岛)坠毁, 257名乘客和机组人员全部丧生事件之后停止了。²⁵在1994/95年季节, 重新恢复了从澳大利亚墨尔本起飞的南极空中飞越旅游项目。这种空中飞越活动在1995/96年继续开展并计划在1996/97年季节再次进行。²⁶图三中的所有空中飞越数据都是这种飞行数。就其潜在的环境影响和管理而言, 空中飞越由于持续时间相对较短和不着陆, 因此与海运和空运着陆旅游有很大不同。

图三. 1980/81 年至 1995/96 年南极旅游活动的水平



资料来源：（1）根据载于《极地研究记录》第 28 卷第 164 号（1997 年）D. J. Enzenbacher “南极的旅游者：数量和趋势” 一文改编。

（2）大不列颠及北爱尔兰联合王国“南极旅游的最近发展”，第 13 号资料文件，第十九次《南极条约》协商会议，汉城，1995 年 5 月 8 日—19 日。

（3）国际南极旅行社协会，“南极旅游初步概览”，第 96 号资料文件，第二十次《南极条约》协商会议，荷兰乌得勒支，1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日。

70. 据悉在 1995/96 年季节总共有 10 个旅行社组织了海运旅游，与之相比，1994/95 年季节是 14 个旅行社，是迄今所记录的一个季节中数目最高的。与旅游者人数增加有关的是船只数目的增加（图三），自 1991/92 年季节以来，每个季节至少有 12 艘船在运营。²⁷1995/96 年季节，每艘船的乘客数目从 13 至 452 人不等，平均为 81.5 人。²⁸

71. 多数海运航行集中在南方夏季的四个月中进行，沿着南极半岛，在威德尔海和罗斯海域登陆极少。^{29, 30, 31}旅游者登陆的不同地点的数目从 1989/90 年季节的 36 个增加到 1994/95 年季节的 150 多个，³²1995/96 年季节的数目可能不相上下。³³

72. 旅游者现在进行的活动种类比早期更加广泛，如滑雪、登山、野营、在海上划爱斯基摩划子以及其他活动。一些船只现在运载着直升机，可将旅游者送至先前不能到达的地点，³⁴游艇的数目似乎也在不断增多，1991/92 年季节有 17 艘游艇大胆进入南纬 60°以南海域。³⁵

73. 目前难以整理出有关南极旅游的全面和连贯一致的统计数字。虽然历来多数数据已报告给美国，美国在提交《南极条约》协商会议的年度报告中将这些数据加以汇编，但一些旅行社在其他国家以外经营，未必向这个点报告。阿根廷³⁶和澳大利亚³⁷也收集和报告旅游数据。关于游艇的数据特别难以确定和汇编。

74. 1996 年 5 月，在荷兰乌得勒支召开的《南极条约》协商会议同意对报告南极旅游数据采用一种标准格式范本，并拟于 1996/97 年季节试用，以期在 1997 年《南极条约》协商会议时普遍采用。这种格式列有登记旅游活动主要方面数据的各栏目（例如经营公司、旅游路线、登陆地点、进行的活动、旅游和登陆持续时间、观察到的影响），经一致同意后，这可为发展一个全面、连贯一致和可利用的关于南极旅游的国际数据库奠定基础。

C. 捕鱼

75. 对于未加节制的捕捞南极磷虾以及过去捕捉海狗和鲸鱼问题的关注,导致通过了《保护南极海洋生物资源公约》。该公约于1982年生效,到1989年实施了严格的养护措施来防止鱼群的进一步减少。³⁸在该公约实施之前,南极许多鱼群被过度捕捞。该公约规定的养护措施目前包括规定对受保护物种的总可捕量、对非受保护物种的副捕捞量加以限制、防止伴随发生的海鸟大量死亡的措施并在一些捕捞船上要有科学观察员的要求。³⁹

(a) 渔业发展

76. 目前的捕捞集中于南极磷虾和有鳍鱼物种。对南极有鳍鱼物种的捕获始于1969/70年,据报对南极鱼科(*Notothenia rossii*和*N. squamifrons*)和银鱼(*Champsocephalus gunnari*)的年捕捞量往往超过10万吨,1969/70年达到最高峰,为40万吨。据报在1995/96年以前捕获了300多万吨有鳍鱼。⁴⁰但自1992年以来有鳍鱼的捕获量一直很低(表2)。

77. 磷虾(受保护物种*Euphausia superba*)捕捞始于1972/73年,迄今为止已捕捞了500万吨以上。⁴¹目前磷虾捕捞量为每年大约9万吨,虽然少于1980年代初的高峰年份的捕捞量,但仍是南极水域捕捞量最大的。1992年7月,美国捕鱼船在南乔治亚和沙格岩一带进行捕捞隆背哲蟹的实验(表2)。⁴²

表 2. 从 1991/92 至 1995/96 年在《保护南极海洋生物资源公约》规定的区域内的报告的总捕获量。

物种	据报总捕获量 (吨)			
	1991/92	1992/93	1993/94	1994/95
南极磷虾	302 961	88 776	83 962	118 715
五角齿鱼	12 497	5 788	5 648	8 889
鲭银鱼	65	0	28	3 974
灰石斑鱼	0	0	0	0
灯笼鱼	51 915	0	114	0
南极蟹	0	299	0	0

资料来源：保护南极海洋生物资源委员会，《1996 年统计公报》（1986—1995 年），澳大利亚霍巴特，保护南极海洋生物资源委员会，1996 年）。

(b) 最近的趋势，威胁和倡议

78. 生态系统监测。保护南极海洋生物资源委员会设有一个工作十分活跃的生态系统监测和管理工作组。该工作组建立一个框架，使得从既定的监测方案中收集到的资料被纳入管理报告。⁴³

79. 磷虾捕捞。磷虾（*Euphausia Superba*）是南极多数海鸟和哺乳动物的主要食物，对磷虾的研究是保护南极海洋生物资源委员会管理方面的中心工作。⁴⁴近年来南极磷虾的捕捞量有所下降（表 2），主要由于各种经济因素和俄罗斯联邦与乌克兰减少了对这一物种的捕捞所致。⁴⁵目前捕捞量不到总可捕量的 10%，总可捕量本身是

按估计的磷虾生物量的 10% 确定的。

80. 海鸟大量死亡。在延绳捕鱼作业期间伴随的海鸟大量死亡已作为一个重大问题广泛加以报告。^{46, 47, 48} 保护南极海洋生物资源委员会采取的减轻措施包括：只在夜间设延绳；使用射光线以阻止鸟停在装饵的鱼钩上；并禁止在延绳捕鱼作业时倾倒废弃物。保护南极海洋生物资源委员会^{49, 50} 报告说，结果减少了对信天翁作为副渔获物的捕捉。但夜间设延绳导致发生白颈海燕的大量死亡，⁵¹ 而且信天翁总数可恢复到何种程度仍不得而知。

81. 海洋碎屑。保护南极海洋生物资源委员会实施了一些管理措施以减少附带的大量死亡和海洋碎屑对生物群产生的影响。禁止用塑料包装带系牢在捕捞船上的诱饵箱的做法，各项监测方案查明去年的碎屑有所减少。⁵²

82. 拖网影响。多数在南大洋进行的有鳍鱼捕捞使用的是海底拖网。⁵³ 底拖网装置沿着海底拖曳，使沉积物悬浮起来并扰动水底生物。⁵⁴ 虽然还不清楚对南大洋丰富的底栖动物群产生的确切影响，但据推测，由于生长缓慢的群落对于扰动的恢复力低，拖网捕捞可能产生严重而持久的影响。

83. 非法捕捞。已经有关于非法捕捞鳍鱼的报告。非法捕捞量据信相当于或超过保护南极海洋生物资源委员会所规定的总可捕量，严重威胁了对这种渔业的可持续管理。⁵⁵ 还不清楚如此，水平的捕捞对鱼群产生何种影响。保护南极海洋生物资源委员会采用了一种修订的国际视察方案以试图解决这一问题。

84. 枪乌贼捕捞。联合王国认为在《保护南极海洋生物资源公约》区域内具有捕捞柔鱼属枪乌贼的潜力。⁵⁶ 1989 年，联合王国的捕获量约为 8,000 吨，但没有进行进一步的捕捞。

D. 远程污染物质

85. 南极由于人类活动极少和高度局部化，是污染和工业化程度最低的大陆。

对南极海洋和陆地生态系统污染物质的存在和转移进行了研究。南极专题研究可用于提供一个据以评估当前和未来全球污染程度的基准。⁵⁷

(a) 远程污染物质的来源和沉积

86. 南极的远程污染物质大多来源于世界上工业化地区。⁵⁸许多这类污染物质是随上层大气烟雾飘移到南极的,⁵⁹而其他一些污染物质是随洋流飘流到南极。从外部到达南极的空气必须通过该大陆周围的气旋风暴带。它起着一种过滤器的作用,从空气中除去一些微粒和活性气体并沉积在南大洋。

87. 南极的污染形式与南半球其他地区观察到的污染形式相类似,这表明各洲之间大气污染物质的转移。⁶⁰例如,这类污染物质包括造成南极臭氧耗损的含氯氟烃(见下文E节)、诸如二氧化碳和甲烷等微量气体、过去进行的大气层核弹试验和事故产生的放射性碎粒、以及重金属和碳氢化合物。^{61,62,63}由于这些污染物质的浓度低(在每公斤毫微克范围),有时无法准确分析出污染,并且空间和时间上的差异性使得难以确定平均数值或查明变化。⁶⁴

88. 污染物质一旦飘移到南极上空,可沉积在雪花中或直接沉积在雪面上。冰保存了有关大气的历史记录,对冰蕊的研究揭示了微量气体和诸如铅等某些污染物质的全球变化。沉积过程还不十分清楚,关于在雪中看到的浓度即是气团中的浓度这类假定是令人怀疑的。⁶⁵到达南极的大气污染与沉积在南大洋的污染的比率似乎还不清楚。

89. 在南极已查明跨大陆转移的一系列污染物质。例如,在重金属和碳氢化合物中可看到所观察到的一般趋势。

(b) 重金属

90. 在对极地的雪和冰中的污染物质的研究中,重金属受到最多的重视。⁶⁶对南大洋水域和生物群中重金属的研究很少,原因是高度的易变性和分析方面的困

难。⁶⁷铅是广泛分散在南极环境中的重金属之一。它的分布主要是由于四烷基铅用作对石油产品的一种添加剂的结果。工业化以前的水平一般为每公斤 0.3—0.5 毫微克,源于地壳尘埃和可能的火山影响。⁶⁸1920 至 1950 年期间,铅浓度在平均值每公斤 2.5 毫微克上下变化,1950 至 1980 年期间,明显增至每公斤 6 毫微克。⁶⁹这表明浓度增加了 12 至 20 倍。后来的浓度下降可能与越来越多地使用含铅少的燃料有关。⁷⁰同位素比率表明在南极海域中人类活动引起的铅含量。

(c) 碳氢化合物

91. 与世界其他地区相比,南极人类活动引起的碳氢化合物污染程度很低并且是十分局部的。由于天然生物碳氢化合物水平也低,使得南极成为测量基准和评估全球碳氢化合物污染的理想场所。^{71,72}然而,重要的是要区分全球来源和当地来源的污染,当地产物有可能影响对全球污染的探测。^{73,74}当地碳氢化合物污染的一个例子是,1989 年 1 月阿根廷 Bahia Paraiso 号船在南极半岛的阿瑟港沉没,泄漏了 60 万升极地用柴油。⁷⁵

92. 在南极的生物群、雪、冰和空气中记录到各种氯化碳氢化合物。^{76,77,78}这些物质没有已知的天然来源。⁷⁹据报在不同地点的各种苔藓和地衣中存在着氯化碳氢化合物残余。⁸⁰

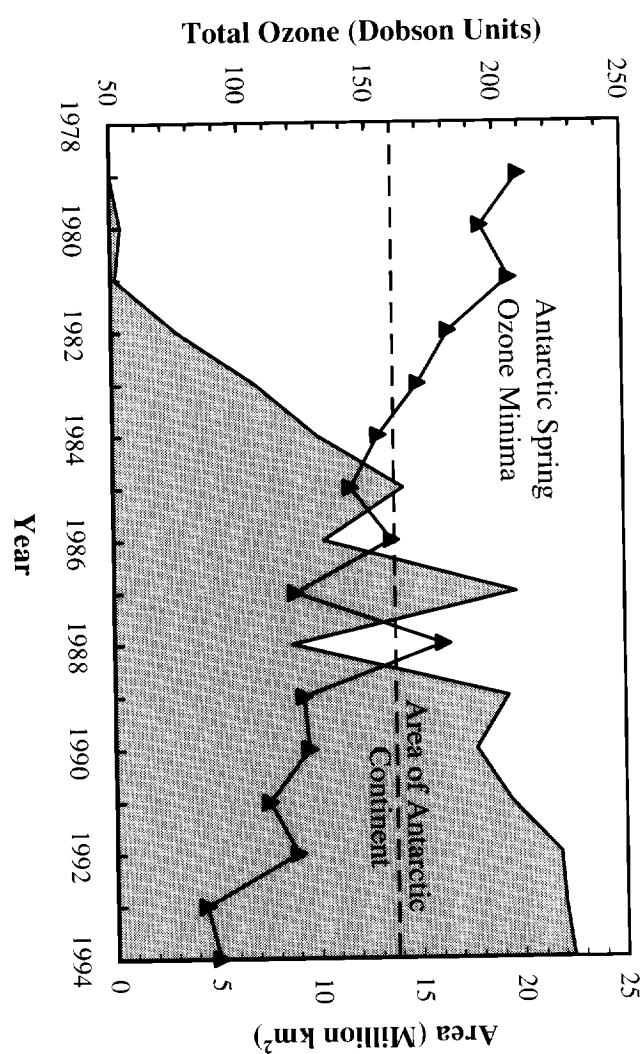
E. 臭氧耗损

93. 对南极上空大量臭氧耗损的发现是对平流层化学理论的一种意想不到,然而却是必要的重大修正。虽然科学家们已断定臭氧耗损的可能性,⁸¹但未预期到 Farman 等人⁸²对南极上空臭氧、‘空洞’的发现。导致极地地区上空臭氧耗损的过程现已广为人所了解。平流层中云的化学反应将来自不活跃的蓄积物种的氯和溴转变成经阳光照催化破坏臭氧的形式。⁸³臭氧耗损一直持续到初夏由于极地平流层温度升高,消除了平流层云并导致极涡旋崩溃为止。

(a) 发展情况

94. 从1978至1987年,臭氧“空洞”在深度(栏内是总的臭氧损失量)和面积(图四)两方面均扩大了。这种扩大不是线性的而似乎是随赤道风影响的两年期波动。⁸⁴臭氧耗损在1988年大大减少,但在1989—1991年期间与1987年一样大。1990年代初期,南极臭氧‘空洞’继续扩大,尽管1992和1993年产生的极大的‘空洞’部分是由于皮纳图博火山喷发带来的硫酸浮质,这加剧了氯和溴催化的臭氧破坏效力。⁸⁵1993年春测量出一个创记录低的臭氧记录(85多布森单位)。1995年臭氧下降开始得比以往任何年份都早,而下降率是有记录以来最快速的。⁸⁶1995年9月和10月对南极的立体探测表明在15至20公里高度的臭氧几乎完全被破坏。1995年9月至10月南极上空总的臭氧值极低,最低数值只比1993年观察到的创记录低的数值略高。

图四. 1979 至 1994 年南极春季臭氧“空洞”内臭氧最小量。图中所填的实心部分表明臭氧“空洞”的平均面积（臭氧值低于或等于 220 多布森单位）



资料来源：根据 J. R. Herman 等人载于《地球物理研究快报》第 22 卷第 3 号（1995 年）中的“对 1994 年臭氧空洞的气象—3/TOMS 观测”一文改编。

(b) 影响

95. 由于平流层臭氧的耗损造成太阳对地球表面的紫外线-B 辐射增加,对南极的生态系统构成威胁。紫外线-B 不仅对诸如藻青菌和水藻等主要陆地移生生物有害,而且对地衣和苔藓、较高的植物和无脊椎动物也有害。⁸⁷陆地移生生物可能有保护性修复机能,但长期影响不十分清楚。⁸⁸

96. 通过对“空洞”区内外浮游植物群落生产率的比较,发现了南极水域中紫外线-B 辐射增加产生的直接影响的证据。一份研究报告表明边缘冰区中浮游植物群落的生产率下降了 6—12%。⁸⁹Karentz 等人⁹⁰推断南极海洋浮游植物群落可能有保护性修复机能并且在需要时可产生色素。关于生态后果,McMinn 等人⁹¹推断对紫外线敏感的物种被紫外线耐受物种所取代可能比总的生产率下降更加重要,目前人们对于紫外线对生态系统辐射增加产生的长期影响知之甚少,所以难以作出预言。⁹²

97. 最近的科学研究结果:

- (1) 一些主要臭氧耗损物质的大气增长率已放慢,说明《蒙特利尔议定书》(1987 年)及其修正案和校正案产生了预期的影响。
- (2) 进一步加强了关于氯和溴化合物,加上对极地平流层中天然存在的粒子的表面化学作用,是极地臭氧耗损的起因的结论。南极研委会指出,目前已知除了含氯氟烃之外,还有其他一些化合物(如甲基溴)对臭氧有破坏作用。
- (3) 1993 年创记录臭氧‘空洞’形成主要是由于平流层比正常情况下更冷、稳定的极涡旋和源于波纳图博山的火山浮质。
- (4) 臭氧‘空洞’覆盖的最大面积正接近按极涡旋内低温区确定的极限值。
- (5) 预计 1990 年代后期将发生全球最大的臭氧损失。
- (6) 进一步加强了平流层臭氧的减少与地表紫外线辐射增加之间的关联。

(7) 平流层臭氧的损失造成全球平均负辐射作用。

F. 海冰

98. 南极周围海冰的存在和多变性构成南半球最显著的特点之一。海冰覆盖面变化明显,夏末覆盖面积为 400 万平方公里,到了隆冬几乎达到 2000 万平方公里,是南极大陆实际冰覆盖面积的两倍多。⁹³这种大规模的季节性波动影响到大洋与大气层之间 能量、质量和动量的交换,加之北极海冰的季节性波动,对全球气候产生了重大影响。

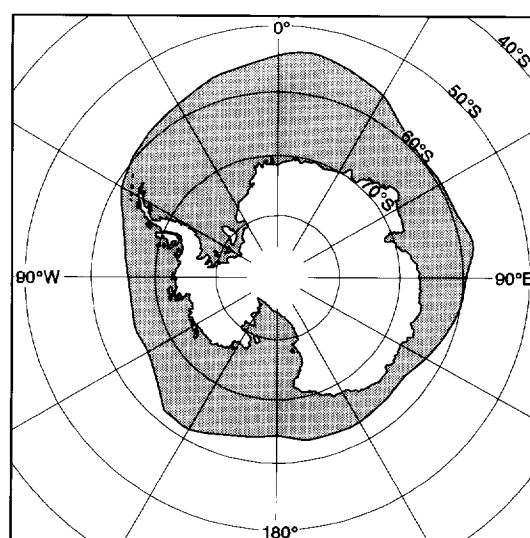
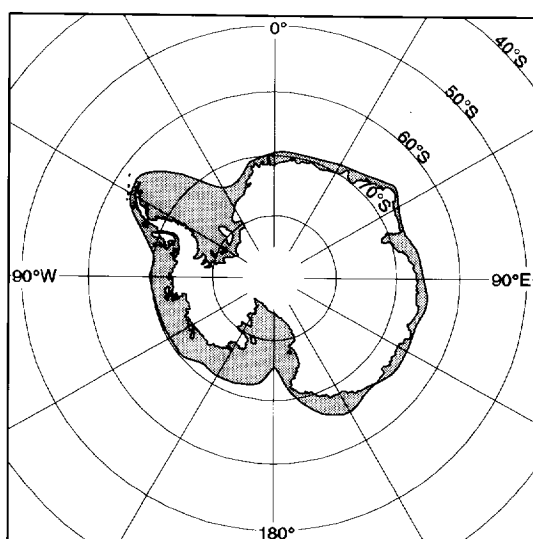
(a) 南极海冰的发展

99. 当漂浮不定的小冰晶体,凝聚成薄冰层,并因海水封冻而不断向下进入基底时,便形成了海冰。在巨大的波浪作用下,海冰几乎会凝聚成圆盘状冰或“莲叶冰”,它们相互粘附,一同漂流,形成了一个厚度达数十厘米的不断冻连的冰盖。⁹⁴有四种因素对海冰的发展起着主要作用:大洋热流或对流;大气温度;波浪作用;以及海流。⁹⁵南极海冰的发展有着一个特别重要的原因(同北极海冰相比),这就是海冰表面被海水淹没后,冰覆盖面迅速扩大,并形成“雪冰”。⁹⁶

(a)

(b)

图五. 1973 - 1992 年南极海冰的季节变化性 (阴影区): (a) 平均最小海冰覆盖面, (b) 平均最大海冰覆盖面



资料来源: 根据 I. Simmonds 和 T. H. Jacka 载于《气候杂志》第 8 卷 (1995 年) 中“国际南极海冰的多变性和南方涛动之间的关系”一文改编。

(b) 空间分布

100. 在南方的夏季,海冰主要分布在西韦德尔海、南贝林斯豪森海、阿蒙森海和东南罗斯海,在该大陆大部地区周围往往只能看到一个狭窄的冰带。⁹⁷冬季,冰的边缘线最远延伸到东韦德尔海的最北端和西贝林斯豪森海的最南端(图五)。尽管季节周期是一成不变的,但海冰范围的大小每年都有变化。最近的研究表明,这些变动可能与厄尼诺/南方涛动气候的周期性有关。⁹⁸

101. 海冰内存在着无冰水面水沟和冰隙,在这些水沟和冰隙内,海洋一大气的相互作用加剧,海冰显著增长并变厚。整个海冰内都有水沟,这是海冰差别运动的结果,这种运动主要是由风力促成的。冰隙是周期性发生的无冰水面或薄冰带,这在海冰内的相同区域都可以看到。一些最大的冰隙出现在韦德尔海和罗斯海,这些冰隙的形成是海洋作用和大气作用结合产生的结果。Jacobs 和 Comiso⁹⁹发现,对罗斯海冰隙具有影响的因素是大陆坡一带较温暖的海水上涌及席卷该大陆沿岸的猛烈的下降风。

(c) 厚度

102. 南极海冰覆盖层比冰龄相同的北极海冰薄的多。^{100,101,102,103}南极东第一年期冰的厚度一般为 0.4—0.6 米,¹⁰⁴而西韦德尔海多年期冰——南极最大的多年期冰区——的厚度一般为 1—3 米。¹⁰⁵在隆冬,南大洋整个太平洋这一部分的冰覆盖层似乎比韦德尔海大部分海域的冰盖和南极东部海冰都厚(平均厚度 0.9 米)。¹⁰⁶

103. 最近的科学研究结果:

(1) 1978 至 1994 年对全球冰覆盖层的分析未发现在南极海冰在统计数字上有重大变化,¹⁰⁷但年际变率很高,而且天气数据的时间序列较短。同一时期,北极海冰似乎减少了 5.5%。

- (2) 据测定, 1980 年代末/1990 年代初, 贝林斯豪森海/阿蒙森海的海冰在夏季明显减少, 这与南极半岛西部的气候趋暖是一致的。¹⁰⁸
- (3) Parkinson¹⁰⁹ 对 1979 年和 1986 年“海冰季节”的估算表明, 罗斯海的海冰季节延长, 而韦德尔海和贝林斯豪森海的海冰季节则日益变短。
- (4) 南极海冰覆盖面的周期性与厄尼诺/南方涛动气候周期性的变化完全吻合。¹¹⁰

G. 冰盖

104. 地球上 87% 以上的淡水处于冰冻状态, 其中有 90% 位于南极。¹¹¹ 南极冰盖和漂浮冰架的延伸在全球气候体系中是一个重要因素, 阳光强烈的反射及其高度具有重要的影响。冰盖相对大小对全球海平面具有直接影响。据估计, 相当于海平面 62 至 70 米的淡水储存在这巨大的冰块中。¹¹²

(a) 南极冰盖的质量平衡

105. 冰盖的质量平衡是一种极为重要且鲜为人知的参数, 对于制作全球变暖对南极冰盖影响的模型是必不可少的。¹¹³ 冰盖总的质量平衡是冰盖上层表面低冰界的消融损失和冰山边缘崩解的净质量平衡之和 (即降水量减去融化、升华、蒸发和风蚀)。过去数千年来, 冰盖地线以外冰块的融化和崩解在积聚和消损之间保持了一种近似的平衡。¹¹⁴ 现有质量平衡估计数是粗略的, 用预算法计算, 不确定性在 20% 到 50% 之间。¹¹⁵ 最新评估¹¹⁶ 表明, 南极冰盖正大量消融在海洋中——但在得出可靠的说法之前, 需要进行更深入的调查, 尤其要对冰盖的消损情况进行调查。

106. 一些研究报告论述了南极冰盖未来的质量平衡问题。^{117, 118, 119} 研究结果表明, 在变暖的气候下, 南极冰盖上降水量的增加, 将导致进一步的积聚, 但当气温比目前白天的温度升高 5°C 时, 南极冰盖就会开始减少。

(b) 冰山崩解和冰架融化

107. 冰山崩解是南极冰盖消损的最大因素。¹²⁰最近根据船舶和卫星数据进行的估计表明,冰山崩解数仅略少于每年的积聚总数。¹²¹冰架融化是冰盖消损的另一个主要因素。在距冰降面 100 多公里以外的绕极地冰架基础,融化的冰架约占整个冰架的 80%。¹²²最近的研究表明,过去 50 年来,南极半岛的冰架在逐步后退。^{123,124,125,126}这些冰架似乎是气候变化的敏感指标。

(c) 冰盖的稳固性

108. 东南极冰盖冰龄很长,也很稳固,它主要位于海平面上。以“海洋为基础”的南极西部冰盖则位于海平面以下很深的海床。据许多冰川学家认为,这一带的冰盖历来不稳固,易于崩裂。冰川是类似河流的大股冰流,它对‘海洋’冰盖的平衡或许起着十分重要的作用。¹²⁷冰川以比一般冰流快一至二个数量级的速度,将冰从内部输送到冰盖边缘,因此有可能加速冰盖的崩解。了解冰盖—冰川—冰架转变的性质,对解决南极冰盖的稳固性问题是至关重要的。

(d) 对海平面的影响

109. 自从上一次冰川推进高峰(距今 18000 年)以来,海平面每年上升 6 毫米。¹²⁸而对过去 100 年海平面上升的最佳估计——这是对政府间气候改变问题小组估计的评价——是每年 1.5 毫米。¹²⁹过去 100 年来,海平面上升最主要的原因可能是热膨胀(每年 0.4 毫米)、小冰盖和冰川融化(每年 0.4 毫米)和格陵兰冰盖消融(每年 0.25 毫米)。¹³⁰政府间气候改变问题小组关于海平面每年上升 1.5 毫米的‘最佳估计’中有每年 0.45 毫米无法解释清楚。如果南极冰盖确实正大量消融在海洋中的话,那么只要其中消融的一小部分来自地面冰,便可认为这一小部分就是未确定的

每年海平面上升 0.45 毫米那部分。

110. 但是, Drewry 和 Morris¹³¹ 强调说, 如将该大陆作为一个单独的单位对待, 就不可能对南极冰盖对海平面上升的目前作用作出可靠的估计。积聚和消融率的变化是由若干因素包括冰盖的性质、周围的地形和冰的动态决定的。其中尤为重要的是, 冰盖下面的地形有可能形成稳定和不稳定的界限, 导致对气候变化产生梯次反应。¹³²

111. 最近的科学研究结果:

- (1) 南极长期变暖的趋势十分广泛, 因此这种趋势看来在统计上十分明显。^{133, 134}
- (2) 南极半岛北部五个冰架在过去 50 年中明显后退, 这或许是大气变暖造成的。¹³⁵
- (3) 最近南极半岛的拉森冰架明显崩塌, 这表明, 冰架的后退超出临界极限后, 就有可能迅速崩塌。¹³⁶
- (4) 最近制作的三维数值模型未能证实南极西部冰盖突然崩塌的原因。¹³⁷

五、结束语

A. 环境问题

112. 南极旅游是一个日益兴旺的行业, 被访问的地点以及各类活动均明显增加。旅游活动给南极环境造成的长期影响依然不大清楚。由于收集环境影响数据的时间还短, 因此难以区分变化是自然造成的, 还是人为造成的。

113. 目前的捕捞量低于保护南极海洋生物资源委员会确定的可捕总量, 但许多鱼类包括磷虾依然吸引着商业兴趣所存在的问题是, 在延绳捕捞作业中鸟类成为副渔获物, 而且在该委员会规定的地区内非法捕捞。保护南极海洋生物资源委员会正努力解决这些问题。重要的是精确掌握海洋生态系统生物和生态知识, 以便能做出实

现可持续捕捞的明智的管理决定，这是该委员会的工作重点。

114. 源于世界工业区和居民区的污染物质被大气和海洋环境载到南极。但一般而言，南极的污染水平依然很低，只有几个局部地点除外。由于人类在那里的活动极少且限于局部，因此，南极是建立监测活动基地，监测远程污染物质的理想地方。重要的是南极的这一科学价值不要因当地的污染源而被破坏。

115. 预计在好几十年内，在南方每年春季南极都会出现巨大的臭氧“空洞”，这是因为在下个世纪，平流层的氯和溴丰度只会十分缓慢地接近臭氧“空洞”出现前的水平（1970 年代末）。估计 1998 年左右，当平流层的氯和溴达到最高丰度时，臭氧层会因人类作用的扰动而受到极大影响，而且对自然变化也会很敏感。正是由于有了控制氯和溴排放的《维也纳保护臭氧层公约》和《关于消耗臭氧层的物质蒙特利尔议定书》的限制，南极臭氧“空洞”可望消失。

116. 海冰是十分重要的南极环境参数。大的季节周期对海洋与大气之间能量、质量和动量的交换具有重大影响。利用卫星数据进行的研究证明了，整个 1970 年代和 1980 年代，海冰季节的长短和冰的最大范围都有变动。因此对全球冰覆盖变化的评估迄今未发现南极冰覆盖整个发生过重大变化，虽然贝林斯豪森海/阿蒙森海的冰覆盖似乎对地区气候变暖有反应。但是，由于缺少充分而系统的空间分布数据集，因此无法确定冰雪厚度在季节和区域上的变率、分布和增长过程。

117. 南极冰盖的质量平衡应是全球气候模型的一个重要变量。但是，积聚和消融组成的不确定性以及冰盖特征的空间变化，使目前对总的质量平衡的估计难于可靠。预计气候变暖对南极冰盖质量平衡直接产生的主要影响，是降水量增加，随后的积聚也增多。许多冰川学家认为，以海洋为基础的南极西部冰盖易受全球变暖和海平面升高的影响，但目前尚不清楚冰盖是在后退，还是处于平衡状态，或再次向前推进。过去 50 年来，南极半岛气温增高，而且当代冰架在后退，这表明该地区是气候变化的敏感指标。

B. 南极环境全面状况的报告

118. 为了介绍南极环境状况的这一摘要，在这方面不可能对所有文献进行全面综述和审查。这样一份全面报告尚未写出。

119. 《21 世纪议程》第 17 章在各国政府间达成了协商一致，以“使国际科学界和联合国专门机构进一步获得与了解全球环境有关的科学研究数据”。尽管本报告未明确说明这一点，但令全球关切的大部分数据都与南极环境状况有关，其中的主要例子是关于臭氧耗损、气候变化和污染物质分布的数据。

120. 《南极条约关于环境保护的议定书》也阐明了编写南极环境状况报告的紧迫性。特别是，《马德里议定书》第 12 (j) 条要求环境保护委员会向《南极条约》协商会议提交南极环境状况报告。

121. 在第二十次《南极条约》协商会议上，会议建议南极研委会审议编写南极环境状况报告的问题，并就此提出建议。1996 年 8 月在联合王国剑桥举行的南极研委会会议上讨论了编写南极环境状况报告的问题。南极研委会应与其他有关各方通力合作，支持对这一关键区域进行权威性评估的努力，这被认为是适当而必要的。南极研委会希望在近期任命一个小型指导委员会，就此项报告的范围和内容开始与其他组织进行讨论。南极研委会将向 1997 年举行的会议汇报这方面的讨论情况。

122. 这样一份报告将第一次将分散于全世界所有南极文献和环境数据库中的各种数据收集在一起，形成可利用和易于解释的形式。第二，报告在使国际社会所有成员了解南极情况方面发挥重要作用。

123. 编写南极环境状况报告具有实际好处。联合国有关的科学技术机构愿协助实现编发这样一份报告的目标，并愿以切实可行的方式，为实现根据《21 世纪议程》第 17 章议定的目标及《南极条约》缔约国和非缔约国的共同利益做出贡献。

注

¹ 本报告是由联合国环境规划署根据环境规划署全球资源信息数据基方案，代表秘书长编写的，编写工作得到了设在新西兰克赖斯特彻奇的国际南极信息和研究中心的协助。

² A. J. Fox, 和 A. P. R. Cooper, “从南极研委会南极数字数据库推论出的南极冰盖的测定特征”, 《极地研究记录》, 第 30 卷第 174 号 (1994 年), 第 204 页。

³ 南极研究科学委员会, 南极在全球性变化中的作用: 国际地圈—生物圈方案 (地圈生物圈方案) 的科研优先事项 (剑桥, 南极研委会, 1989 年), 第 5 页。

⁴ C. M. Harris 和 B. Stonehouse 合编, 《南极和全球性气候变化》, (伦敦, 贝尔黑文出版社, 1991 年)。

⁵ D. J. Drewry, R. W. Laws, 和 J. A. Pyle, 《南极和环境变化》(牛津, Claredon 出版社, 1993 年), 第 1 页。

⁶ G. Weller, “南极和环境变化的探测”, 载于《南极和环境变化》, D. J. Drewry, R. M. Laws, 和 J. A. Pyle, 合编, (牛津, Claredon 出版社, 1993 年), 第 1 页。

⁷ 《南极条约关于环境保护的议定书》(南极研究科学委员会出版的全文, 1993 年)。

⁸ 《保护南极海豹公约》保存国政府 (联合王国) 向第二十次《南极条约》协商会议提交的报告: 第 7 号工作文件, 第二十次协商会议; 荷兰乌得勒支, 1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日。

⁹ 保护南极海洋生物资源委员会向第二十次协商会议提交的报告。第 103 号资料文件, 第二十次协商会议, 荷兰乌得勒支, 1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日。

¹⁰ 本节和后一节中的资料是根据南极研委会向 1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日在

荷兰乌得勒支举行的第二十次《南极条约》协商会议提交的第 69、71 和 72 号资料文件整理。

¹¹ J. O. Strömberg 等人,《南极洲海洋环境的状况》。环境规划署区域海洋报告和研究报告第 129 号(内罗毕,环境规划署,1990 年)。

¹² G. Kelleher, C. Bleakley, 和 S. Wells,《海洋保护区的全球代表制度:第一卷》(哥伦比亚特区华盛顿,大堡礁海洋公园管理局、世界银行和世界养护联盟,1995 年)。

¹³ R. Lewis Smith, D. Walton 和 P. Dingwall,发展南极保护区体系。保护南部极地地区 1。南极研委会/世界养护联盟关于南极保护区讲习班的会议录,联合王国剑桥,1992 年 6 月 29 日—7 月 2 日(格兰特,世界养护联盟,1994 年)。

¹⁴ P. Dingwall,保护南极南部岛屿的进展情况。保护南部极地地区 2。南极研委会/世界养护联盟关于保护、研究和管理南极南部岛屿讲习班的会议录,法国潘波特,1992 年 4 月 27 日—29 日(格兰特,世界养护联盟,1995 年)。

¹⁵ P. Dingwall 和 D. Walton,南极环境教育和培训的机会。保护南部极地地区 3。南极研委会/世界养护联盟关于环境教育和培训讲习班的会议录,意大利戈里齐亚,1993 年 4 月 26 日—29 日(格兰特,世界养护联盟,1996 年)。

¹⁶ 南极研委会和国家南极方案管理人理事会关于南极环境监测讲习班的报告草稿,讲习班分别于 1995 年 10 月 17 日—20 日在奥斯陆和 1996 年 3 月 25 日—29 日在 College Station 举行,第 3 页。

¹⁷ 同上。

¹⁸ 同上。

¹⁹ 《南极条约》缔约国。原籍国提供的年度交换资料文件:不同日期。

²⁰ J. C. M. Beltramino, 1993 年,《南极人口的结构和动态》。(纽约,万蒂奇出版社,1993 年),第 55 页。

²¹ 根据 D. J. Enzenbacher, 载于《极地研究记录》, 第 28 卷第 164 号 (1993 年) 中的“南极洲的旅游者: 数量和趋势”一文改编。

²² D. J. Enzenbacher, “南极旅游: 1992/93 年季节活动概览, 最近的发展和出现的问题”, 《极地研究记录》, 第 30 卷第 173 号 (1994 年)。

²³ 同上。

²⁴ 大不列颠及北爱尔兰联合王国。南极旅游的最近发展。第 13 号资料文件, 第十九次《南极条约》协商会议; 汉城, 1995 年 5 月 8 日—19 日。

²⁵ Enzenbacher, 同上 (1993 年), 第 18—19 页。

²⁶ 澳大利亚, 1995—1996 年澳大利亚旅游者飞越南极。第 34 号资料文件, 第二十次《南极条约》协商会议; 荷兰乌得勒支, 1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日。第 5 页。

²⁷ 联合王国, 前引书 (1995 年), 第 3 页。

²⁸ 国际南极旅行社协会, 南极旅游初步概览。第 96 号资料文件, 第二十次《南极条约》协商会议, 荷兰乌得勒支, 1996 年 4 月 29 日—5 月 10 日。

²⁹ Enzenbacher, 前引书 (1993 年), 第 19 页。

³⁰ 联合王国, 前引书 (1995 年), 第 1 页。

³¹ 国际南极旅行社协会, 前引书 (1996 年), 第 1 页。

³² 国家科学基金会, 1995 年 7 月在哥伦比亚特区华盛顿举行的第七次南极旅行社会议上的报告。

³³ S. B. Ucha, 和 A. M. Barrio, 《关于 1996—96 年通过乌斯怀亚港的南极旅游人数的报告》(阿根廷, 乌斯怀亚, 火地岛旅游研究所, 1996 年)。

³⁴ W. F. Vincent, 编辑的《冷沙漠生态系统的环境管理: 麦克默多干峡谷》, 国家科学基金会讲习班的报告, 新墨西哥圣菲, 1995 年 3 月 14 日—17 日 (内华达州, 里诺, 沙漠研究所, 1996 年)。

³⁵ D. J. Enzenbacher, “法拉第站之游: 南极专题研究”, 《旅游研究纪事》, 第 21

卷第 2 号 1994 年)。

³⁶ Ucha, 和 Barrio, 前引书 (1996 年)。

³⁷ 澳大利亚, 前引书 (1996 年)。

³⁸ K-H. Kock, “南部水域的捕捞和养护”, 《极地研究记录》, 第 30 卷第 172 号 (1994 年)。

³⁹ 保护南极海洋生物资源委员会, 1995/96 年实施的养护措施 (霍巴特, 保护南极海洋生物资源委员会 1996a)。

⁴⁰ 根据 Kock 的前引书 (1994 年) 改编。

⁴¹ 同上。

⁴² 保护南极海洋生物资源委员会, 1996 年统计公报 (1986—1995 年) (霍巴特, 保护南极海洋生物资源委员会, 1996b)。

⁴³ 同上。《1996 年简讯》。(霍巴特, 保护南极海洋生物资源委员会, 1996c)。

⁴⁴ 同上。

⁴⁵ 同上。《简讯》, 第 15 号 (1993 年 11 月), 第 1 页。

⁴⁶ J. R. Ashford, 和 J. P. Croxall, “海鸟与在南桑威奇群岛和南乔治亚捕捞鳕鱼的延绳作业的相互作用”, 《保护南极海洋生物资源委员会科学》, 第 1 卷 (1994 年)。

⁴⁷ 同上。“1994 年 4 月至 5 月海鸟与在南乔治亚一带捕捞鳕鱼的延绳作业的相互作用”, 《保护南极海洋生物资源委员会科学》, 第 2 卷 (1995 年)。

⁴⁸ J. Dalziel, 和 M. de Poorter, “南乔治亚一带延绳捕捞中海鸟的大量死亡”, 《极地研究记录》, 第 29 卷第 169 号 (1993 年)。

⁴⁹ 保护南极海洋生物资源委员会, 《保护南极海洋生物资源委员会简讯》, 第 17 号 (1995 年 12 月), 第 2 页。

⁵⁰ 同上。前引书 (1996C)。

⁵¹ 新西兰对外关系和贸易部。保护南极海洋生物资源委员会: 第十四届会议; 霍

巴特, 1996 年 5 月。新西兰代表团的报告。(惠灵顿, 对外关系和贸易部, 1995 年), 第 13 页。

⁵² 保护南极海洋生物资源委员会, 前引书 (1996a)。

⁵³ Kock, 前引书 (1994 年)。

⁵⁴ J. B. Jones 在 Kock 书中提到, 前引书 (1994 年)。

⁵⁵ 南极和南大洋联合会, “非法捕捞威胁着保护南极海洋生物资源委员会对南极渔业的管理能力”, 《南极项目》, 第 5 卷第 2 号 (1996 年)。

⁵⁶ 新西兰对外关系和贸易部, 前引书 (1995 年), 第 12 页。

⁵⁷ G. C. Cripps 和 J. Priddle, “南极海洋环境中的碳氢化合物”, 《南极科学》, 第 3 卷第 3 号 (1991 年)。

⁵⁸ E. W. Wolff, “全球和当地大气污染对南极雪和冰的化学的影响”, 《海洋污染公报》, 第 25 卷, 第 9—12 号 (1992 年)。

⁵⁹ S. Focardi 等人, “取自两个南极地区苔藓和地衣样本中的有机氯残留”, 《极地研究记录》, 第 27 卷第 162 号 (1991 年)。

⁶⁰ M. I. Venkatesan, 和 M. C. Kennicutt, “南极的污染物质: 碳氢化合物、金属和化学合成物”。在南极研委会/国家南极方案管理人理事会举办的南极环境监测讲习班上提交的未公开出版的文件: 第 1 期讲习班; 确定影响的优先次序和制订可供选择的监测办法, 奥斯陆, 1995 年 10 月 17—20 日。

⁶¹ E. W. Wolff, “极地冰和雪中大气污染的信号”, 《南极科学》, 第 2 卷第 3 号 (1990 年)。

⁶² 同上。“南极的环境监测: 大气污染”。在第一讲习班上提交的未出版文件 (见以上注 60)。

⁶³ Cripps 和 Priddle, 前引书 (1991 年)。

⁶⁴ Strömberg 等人, 前引书 (1990 年)。

- ⁶⁵ Wolff, 前引书 (1992 年)。
- ⁶⁶ 同上。第 276 页。
- ⁶⁷ Strömberg 等人, 前引书 (1990 年), 第 19 页。
- ⁶⁸ Wolff, 前引书, (1992 年)。
- ⁶⁹ E. W. Wolff, 和 E. D. Suttie, “南极雪中关于南半球铅污染的记录”, 《地球物理研究快报》, 第 21 卷第 9 号 (1994 年)。
- ⁷⁰ Wolff, 前引书, (1990 年)。
- ⁷¹ Cripps 和 Priddle, 前引书 (1991 年)。
- ⁷² G. C. Cripps, “南极海洋环境中的天然和人类活动引起的碳氢化合物”, 《海洋污染公报》, 第 25 卷第 9—12 号 (1992 年)。
- ⁷³ C. F. Boutron, 和 E. W. Wolff, “南极人类活动引起的重金属和硫向大气的排放”, 《大气环境》, 第 23 卷第 8 号 (1989 年)。
- ⁷⁴ Strömberg 等人, 前引书 (1990 年), 第 5 页。
- ⁷⁵ M. C. Kennicutt, 和 S. T. Sweet, “南极半岛上的碳氢化合物污染: 三. 埃尔帕拉伊索湾——泄漏两年之后”, 《海洋污染公报》, 第 25 卷第 9—12 号 (1992 年)。
- ⁷⁶ R. W. Riseborough, 和 G. M. Carmignani, “南极鸟类中的氯化碳氢化合物”, 载于 B. Parker 编辑的《保护南极》(堪萨斯, 阿伦出版社, 1972 年)。
- ⁷⁷ S. Focardi, L. Lari, 和 L. Marsili, “来自特拉诺瓦湾 (罗斯海) 的南极鱼类中的 PCB 类物质、DDT 和六氯苯”, 《南极科学》, 第 4 卷第 2 号 (1992 年)。
- ⁷⁸ P. Larsson, C. Järnmark, 和 A. Södergren, “南极罗斯岛大气和水生生物中的 PCB 和氯化杀虫剂”, 《海洋污染公报》, 第 25 卷第 9—12 号 (1992 年)。
- ⁷⁹ Strömberg 等人, 前引书 (1990 年), 第 26 页。
- ⁸⁰ Focardi 等人, 前引书 (1991 年)。
- ⁸¹ M. J. Molina, 和 F. S. Rowland, “因氯氟代甲烷引起的平流层吸附件: 对臭氧

的氯原子催化破坏”，《自然界》，第 249 卷（1974 年）。

⁸² J. C. Farman, B. G. Gardiner, 和 J. D. Shanklin, “南极臭氧总量的大量损失表明季节性 ClD_x/NO_x 的相互作用”，《自然界》，第 315 卷（1985 年）。

⁸³ J. A. Pyle 等人, “南极的臭氧损失：对全球变化的影响”，《伦敦皇家学会哲学汇刊 B 辑》，第 338 卷（1992 年）。

⁸⁴ L. R. Lait, M. R. Schoeberl, 和 P. A. Newman, “南极臭氧耗损的准两年期调整”，《地球物理学研究杂志》，第 94 卷（1989 年）。

⁸⁵ 世界气象组织, 《臭氧耗损的科学评估：1994 年》。气象组织全球臭氧研究和监测项目—第 3.7 号报告（日内瓦，气象组织，1995 年）。

⁸⁶ 同上。《南极臭氧公报》10/95，1995 年 12 月 6 日（日内瓦，气象组织，1995 年）。

⁸⁷ D. D. Wynn—Williams, “对南极主要陆地移生生物：蓝藻细菌、水藻和隐花植物紫外线辐射的潜在影响”，C. S. Weiler, 和 P. A. Penhale, 合编的《南极洲的紫外线辐射：测量和生物影响》。《南极研究》第 62 集。（美国地球物理联盟，哥伦比亚特区华盛顿，1994 年），第 243—257 页。

⁸⁸ 同上。前引书，第 254 页。

⁸⁹ R. Smith 等人, “臭氧耗损：南极水域中的紫外线辐射和浮游植物生物学”，《科学》，第 255 卷（1992 年）。

⁹⁰ D. J. Karentz, J. E. Cleaver, 和 D. L. Mitchell, “南极浮游植物对紫外线—B 辐射的细胞生存特性和分子反应”，《藻类学杂志》，第 27 卷（1991 年）。

⁹¹ A. McMinn, H. Heijnis, 和 D. Hodgson, “过去 20 年对南极硅藻紫外线—B 辐射的最低限度影响”，《自然界》，第 370 卷（1994 年）。

⁹² Wynn—Williams, 前引书（1994 年），第 254 页。

⁹³ C. K. Fullard, T. R. Kavl 和 K. Ya. Vinnikov, “观测气候变化”，J. T. Houghton,

G. J. Jenkins 和 J. J. Ephraums, 合编,《气候变化:政府间气候改变问题小组的科学评估》。第一工作组为政府间气候改变问题小组编写的报告(剑桥,剑桥大学出版社,1990年),第195—238页。

⁹⁴ M. A. Lange 等人,“韦德尔海海冰的发展”《冰川学纪事》,第27卷(1989年)。

⁹⁵ V. A. Squire, “大气层—冰—海洋:我们确实了解正发生的一切吗?” C. M. Harris, 和 B. Stonehouse, 合编,《南极和全球气候变化》。(伦敦,贝尔哈文出版社,1991年),第82—89页。

⁹⁶ I. Auison, R. E. Brandt, 和 S. G. Warren, “南极东部海冰:反照率、厚度分布和雪盖”,《地球物理研究杂志》,第98卷第C7号(1993年)。

⁹⁷ C. L. Parkinson, “南大洋海冰的分布和范围”,《伦敦皇家学会哲学汇刊》,第338卷(1992年)。

⁹⁸ P. Gloersen, “厄尼诺/南方涛动事件对半球海冰盖的调节”,《自然界》,第373卷(1995年)。

⁹⁹ S. S. Jacobs, 和 J. C. Comiso, “罗斯海大陆架上的海冰和洋流”,《地球物理研究杂志》,第94卷(1989年)。

¹⁰⁰ P. Wadhams, M. A. Lange, 和 S. F. Ackley, “位于南冰洋的大西洋部分隆冬海冰厚度分布情况”,《地球物理研究杂志》,第92卷(1987年)。

¹⁰¹ M. A. Lange, 和 H. Eicken, “西北韦德尔海海冰厚度分布情况”,《地球物理研究杂志》,第96卷(1991年)。

¹⁰² I. Allison, 和 A. P. Worby, “南极东部沿岸海冰季节变化的特点”,《冰川学纪事》,第20卷(1994年)。

¹⁰³ A. P. Worby 等人,“冬末南极贝林斯豪森海和阿蒙森海海冰和雪盖厚度分布情况”,《地球物理研究杂志:海洋》(正在印制)。

¹⁰⁴ Allison 和 Worby, 《前引书》(1994 年)。

¹⁰⁵ Lange 和 Eicken, 《前引书》(1991 年), 第 4821 页。

¹⁰⁶ Worby 等人, 《前引书》(正在印制)。

¹⁰⁷ O. M. Johannessen, M. Miles, 和 E. Bjorgo, “正在缩小的北极海冰”, 《自然界》, 第 376 卷 (1995 年)。

¹⁰⁸ S. S. Jacobs, 和 J. C. Comiso, “最近南极半岛西部海冰的后退”, 《地球物理研究快报》, 第 20 卷第 12 号 (1993 年)。

¹⁰⁹ Parkinson, 《前引书》(1992 年)。

¹¹⁰ Gloersen, 《前引书》(1995 年)。

¹¹¹ M. F. Meier, “变化中的水文世界的雪和冰”, 《水文科学杂志》, 第 28 卷第 1 号 (1983 年)。

¹¹² D. J. Drewry, 和 E. M. Morris, “巨大冰盖对气候变化的反应”, 《伦敦皇家学会哲学汇刊 B》, 第 338 卷 (1992 年)。

¹¹³ D. E. Sugden, “冰盖对气候变化的递次反应”, C. M. Harris 和 B. Stonehouse, 合编, 《南极和全球气候变化》(伦敦, 贝尔哈文出版社, 1991 年), 第 107—114 页。

¹¹⁴ A. J. Payne, D. E. Sugden, 和 C. M. Clapperton, “制作南极半岛冰盖消长模型”, 《研究季刊》, 第 31 卷第 2 号 (1989 年)。

¹¹⁵ S. S. Jacobs 等人, “南极冰架的融化和质量平衡”, 《冰川学杂志》, 第 38 卷 (1992 年)。

¹¹⁶ S. S. Jacobs, 和 H. H. Hartmut, “南极冰盖的融化和东南太平洋”, 《地球物理研究快报》, 第 23 卷第 9 号 (1996 年)。

¹¹⁷ P. Huybrechts, J. Oerlemans, “南极冰盖对未来温室变暖的反应”, 《气候动态》, 第 5 卷 (1990 年)。

¹¹⁸ D. J. Drewry, “南极冰盖对气候变化的反应”, C. M. Harris, 和 B. Stonehouse,

合编,《南极和全球气候变化》(伦敦,贝尔哈文出版社,1991年),第90—106页。

¹¹⁶ P. Huybrechts, “南极冰盖和环境变化: 三维模型制作研究”, 《极地研究报告》, 第99卷(德国不来梅港, 阿尔弗雷德·韦格纳极地和海洋研究所, 1992年)。

¹²⁰ Jacobs 等人, 《前引书》(1992年)。

¹²¹ Drewry 和 Morris, 《前引书》(1992年)。

¹²² Jacobs 和 Hartmut, 《前引书》(1996年)。

¹²³ P. Skvarca, “空间图像监测的北拉森冰架迅速后退”, 《冰川学纪事》, 第17卷(1993年)。

¹²⁴ C. G. Ward, “南极半岛马勒冰架冰锋面变化绘图”, 《南极科学》, 第7卷(1995年)。

¹²⁵ D. G. Vaughan, 和 C. S. M. Doake, “南极半岛最近大气变暖和冰架后退的情况。”《自然界》, 第379卷(1996年)。

¹²⁶ H. Rott, P. Skvarca, 和 T. Nagler, “南极北拉森冰架的迅速崩解”, 《科学》, 第271卷(1996年)。

¹²⁷ R. C. A. Hindmarsh, “制作冰盖动态模型”, 《自然地理学进展》, 第17卷第4号(1993年)。

¹²⁸ R. G. Fairbanks, “17,000年冰川海面升降记录: 冰川融化率对扬格·戴斯事件和深海环境的影响”, 《自然界》, 第342卷, 第6250号(1989年)。

¹²⁹ R. A. Warrick, 和 J. Oerlemans, “海平面上升”, 载于 J. T. Houghton, G. J. Jenkins, 和 J. J. Ephraums, 合编的《气候变化—政府间气候改变问题小组的科学评估》(剑桥, 剑桥大学出版社, 1990年)。

¹³⁰ Jacobs 等人, 《前引书》(1992年), 第383页。

¹³¹ Drewry 和 Morris, 《前引书》(1992年)。

¹³² D. J. Sugden, 《前引书》(1991年), 第113页。

¹³³ P. Stark, “中南极半岛地区气候变暖”, 《气候》, 第 49 卷 (1994 年)。

¹³⁴ J. C. King, “南极半岛附近最近气候的多变性”, 《国际气候学杂志》, 第 14 卷 (1994 年)。

¹³⁵ Vaughan 和 Doake, 《前引书》(1996 年), 第 328 页。

¹³⁶ Rott 等人, 《前引书》(1996 年), 第 788 页。

¹³⁷ Huybrechts, 《前引书》(1992 年)。

- - - - -