

“ЭКОС—А”计划：全环生态和气候过程及自然危机形势科学宇宙研究和模型建立

Г. А. Аванесов, А. А. Галеев

绪论 人类的经济活动和伴随而产生的土地利用变化,大气圈、水圈和陆地污染以及气候条件的全球变化对环境造成极为复杂的影响,而目前对此所进行的研究甚感不足。这一影响所造成的一些后果已有所认

识:

森林面积减少、土地荒漠化、个别生态系统退化:

大气污染及其污染物降落到地面(以酸雨形式)对生物圈和人们的健康极为有害;

积值)从18世纪后半叶到19世纪前半叶也表现出显著增加的趋势(Lamb, 1988)。进入20世纪后,气温比较低的1900年至1920年也是火山活动活跃的时期。但是,温暖的三十年代和四十年代,火山活动的频度降低。因此,可以认为,火山活动作为数十年尺度气候变化的重要因子,是具有很大作用的。

四、作为“小冰期”重要因子的火山活动

19世纪初全球性的低温之后,北半球的平均气温转为上升趋势。这与16世纪以来持续约300年间的“小冰期”的结束期是一致的。考虑数百年尺度的气候变化时,“小冰期”作为距现在最近的全球性的寒冷期是有重要意义的。

从格陵兰冰岩芯酸度分布来看,冰岩芯酸度高的时期(即火山活动活跃时期),北半球的平均气温也低。

作为“小冰期”的重要因子,除火山活动之外,太阳活动等也是重要因子,虽然目前对此还不十分清楚。

关于“小冰期”的气候,除了Grove (1988)作了详细论述之外,还可参照前岛(1984)和三上(1991)的著作。

此外,与本文内容有关的“小冰期的气候”:国际学术研讨会于1991年9月末在东京召开。根据这次会议的成果,可望在不久的将来绘制出小冰期不同时期气温下降量的世

界分布图。

五、结 论 1. 为了对火山活动对气候的影响作出确切的评价,从而客观地表示火山活动的实际影响,用不同指数表示火山活动的规模是必要的。为此,可将极地冰岩芯酸度、DVI、VEI等结合起来,对历年火山活动的情况作出综合的评价。

2. 多数火山大规模喷发后的2—3年内,会造成火山所在半球的气温降低。但是,降低的程度和空间范围,随火山所在地纬度、喷发时期(季节)、喷出物种类(是否含有较多的硫氧化物等)及喷发烟柱高度等的不同而异。

3. 19世纪初北半球的平均气温下降,与这一时期全球性的火山活动活跃有关。1815年的坦波拉火山大规模喷发的第二年(1816年)北美东部和欧洲西部等一些地区出现异常的“冷夏”。但是包括日本在内的东亚地区没有较大的气温降低现象。

4. 从16世纪到19世纪,以欧洲为中心出现寒冷期,即众所周知的“小冰期”。这一时期格陵兰冰岩芯的酸度增高。从包括日本在内的东亚地区也出现小冰期,可以认为长期的,全球规模火山活动的活跃,是造成小冰期的重要原因。

李景生译自《第四纪研究》,1991,第30卷第5期409~417,黄韵珠校

大气圈中CO₂和其它在红外波段有强烈吸收带气体(CH₄, N₂O和氟利昂等)含量的增加增强了温室效应;

倾倒氯和氮化合物导致保护地球生命活动免受强烈太阳紫外线辐射危害的臭氧层受到破坏;

大气层中气溶胶含量的增加导致达到地球表面的太阳能的数量减少,影响降水的形成及其在地球表面上的分布。

人为影响和环境及气候变化的自然因素混杂在一起,而且在许多情况下,它们在这些变化中的相互作用如何尚不清楚。

除了变化比较慢且对人类生存构成潜在威胁的环境和气候变化之外,自然和人为灾害也是相当危险的,其中有:大的灾害性的大气涡旋过程、干旱和洪水、大的污染、地震和火山喷发、强烈的太阳耀斑和地磁暴。

尽管在研究陆地、大洋和大气圈中所发生的过程取得了很大成绩,但这些过程及其之间的负联系的复杂性和多样性,为预测自然和人为环境变化,制作完全符合要求的模型,其任务还是相当艰难的。目前,缺少可靠的模型,因此不能准确地解释气候、生物圈和臭氧层所发生的变化,而且也难以预测它们未来的变化。近些年来愈来愈清楚地看到,只有将大气圈—大洋—岩石圈—冰雪圈—生物圈相互作用的各组成部分当作一个系统,只有考虑太阳—地球联系对这一系统的作用,才有可能对环境变化有更深入的理解。

由于必须加强对环境和气候,生态和气候过程,自然和人为灾害变化作综合研究、模拟和预测,所以制订了一些大型的国际计划:国际地圈—生物圈计划(МГБП)、全球气候研究计划(ВПИК)、“国际减灾10年”计划。

在这些计划的框框内,对能保证观测全球性和周期性的遥感方法给予特别重视。

在地球研究领域内,最大的宇宙计划应该说EOS计划,要求采用宇宙仪器系统

综合研究地球系统所有主要部分相互联系的过程,该计划预计到本世纪末完成。除此之外,在不远的将来,在国外开始和继续按照专门的宇宙计划进行宇宙试验,其宗旨是研究自然资源(“Land-sat”、SPOT, JERS-1, “Radarsat”),大气圈(UARS, TRMM, “Atlas”, “Atmos”),大洋(“TopeX”, ERS-1, 2),太阳活动性(GRO, “Solar-A”, “Wind”, “Soho”。

在俄罗斯组织地球宇宙观测时,应分为自然资源和生态宇宙研究两类,前者是借助服务性系统(“Ресурс”, “Океан”, “Метеор”系统)方法,依照具体订户,首先是经济部门的要求,定期从宇宙观测地球,后者的目的在于解决基础科学任务而进行的宇宙研究。

俄罗斯科学院宇宙研究所(ИКИ РАН)提出一个有关地球R在地球上产生各种生态过程的基础科学研究计划(“Экос”计划),这个计划将“Экос-А”和“Экос-Д”两个相互补充的计划合二为一。“Экос-А”计划,以地球—观测为基础,分辨力为几公里和几十公里,研究全球性生物圈、大气圈和气候过程的相互作用,此外还要测量太阳对这些过程的作用特征。“Экос-Д”计划的目的,旨在将地球作为一个系统进而详细研究,以地区性观测为主,分辨力从几米到几十米。“Экос-Д”计划用的宇宙仪器计划于1996年发射升天,为1996—2000年间的科学试验服务。

实现“Экос”计划就可以开始生态和气候过程的综合研究,其时间一直到EOS系统开始工作时为止。此项计划应与其他国家和国际宇宙计划建立紧密合作,并互相交换信息。今后,“Экос”计划用的科学仪器也可列入EOS系统中。

目前,“Экос”计划的初步设想研究已经结束。在这个设想的框框内,试图以鉴定评价为基础,论证该计划的科学任务,并依此提出对各种测量的要求以及实施宇宙和地面测量的方法及建立计划中宇宙及地上

部分的原则。本文介绍计划的总方案,其目的在于引起有关部门的重视,并在对这个计划进行详细研究和实施中进行广泛的科学技术合作。在绪论之后应该是一系列有关具体科学技术任务的详细阐述。

计划的科学任务 “ЭКОС—А”计划内容是对全球生态和气候过程及自然危机形势作综合研究及其模型的研制。以综合观点研究相互紧密联系的生物圈、大气圈和气候过程以及太阳—地球关系对它们影响,可以说它是该计划的一大特点。计划中提出的主要研究方向:

1.生物圈的全球变化; 2.大气层中气体和气溶胶的混合物; 3.臭氧层; 4.气候形成过程; 5.大气层中的涡流过程; 6.太阳的和地磁的活动性与太阳—地球关系。

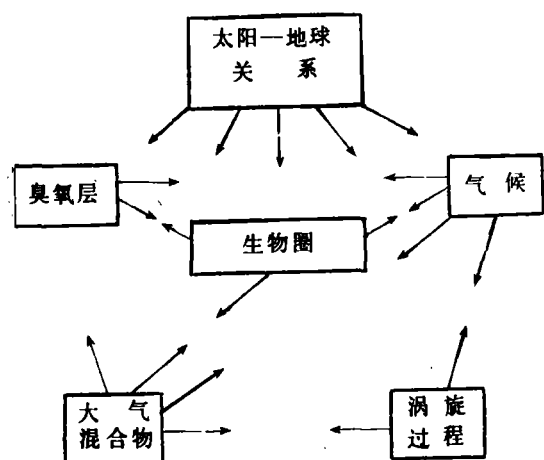


图1 “ЭКОС—А”计划中各种研究方向的相互关系

将上述内容研究归并在一个统一计划中,是因为它们有着相互联系性和相互制约性(图1),因而无论是在研究阶段还是在建立模型阶段都应有综合观点。比如在研究生物圈变化时也应同时研究大气层中 CO_2 和其它微量气体成分含量的变化以及气候的变化。气体和气溶胶成分的变化影响着生物圈、臭氧层、水文循环和气候等。研究臭氧层的变化,除了要求研究大气层中臭氧、微量气体成分和气

溶胶含量变化外,还要研究臭氧和混合物移动的动态过程以及太阳的电磁和微粒辐射对中层和高层大气过程的影响。大气层中混合物的含量和动态过程、生物圈变化、太阳能流入量和臭氧含量(在一定程度上)都是气候形成的重要因素。太阳辐射和太阳活动性都影响到生物圈和气候、臭氧层和微量气体成分、复杂的技术系统和人的健康。

对测量项目的要求 为了完成计划中所提出的科学任务要求对大气层主要参数(温度三维场、湿度、微量气体成份和气溶胶、风速和湍流能、云量和降水)、陆地主要参数(温度和反射率、植被生物量和产量、土壤湿度、积雪的界线和状况)、大洋主要参数(温度、叶绿素含量、近水面风速、冰被界线和状况)、高层大气的主要气体辐射、辐射平衡和负熵平衡成分、地磁圈和星际媒质中的带电粒子和磁场特征、太阳电磁和微粒辐射流、太阳活动区的辐射作定期全球性测量。

为了研究全球性过程,输出信息的空间分辨力一般要求达到250—500公里,大气参数垂直断面应达到1—3公里。而研究局部异常(植被异常,洋流区异常和臭氧洞等),要求空间分辨力要在一个数量级以上。对原始信息空间分辨力的要求就相当高了。比如,为了考虑云层和“混合象素”落入到仪器视场内和为了测量云的移动速度及其水平不均匀性尺度,光学波段的全景仪器的空间分辨力不能低于1公里。

研究对昼夜循环敏感的各种过程的时间变化,要求至少一天两次(昼间和夜间)对地球作全球性观测。在其余情况下,观测周期5—10天就够了。

若是研究太阳活动的作用,必须不间断地记录太阳电磁和微粒辐射特征、星际介质以及地球磁层内磁场和微粒特征。

对地球表面和大气层各种参数进行全球性定期测量,对解决计划中提出的科学问题十分必要,而且也只有借助卫星遥感才有可

能。上述特征可按所记录到的地球反射或自辐射光谱、空间、角度和时间分布及极化度加以恢复。所记录到的辐射特征一般同时取决于许多地球物理特征，因而有必要同时恢复所有重要的参数。

为了保证达到观测的全球性和全天候，和研究大气圈表面和主要层次的要求，除了有必要的水平和垂直分辨力及精度外，还要配合使用可见光、紫外、红外和微波波段的被动辐射和光谱测量仪器，主动激光雷达和雷达系统，配合使用全景和分度盘观测方法，应用宇宙多普勒系统研究，才能取得令人满意的结果。

地球宇宙观测应伴随地面测量，其任务是：测量宇宙不能测量或者测量精度达不到的那些特征；空中仪器校准；证实宇宙数据的有效性，即论证依据遥测结果恢复大气层和地球表面特征所用方法的合理性。

收集地面必需的信息任务可通过与水文气象、地球物理和生态等部门合作来完成，并与其它计划以及专门卫星、地面、船上和飞机试验机构互相交换信息。

计划内容概要 为了解决“Экос-А”计划提出的科学问题最好的方案是：在内磁层科学仪器上同步全球测量大气层、地球表面和地磁层的特征，并在外磁层科学仪器上不间断地测量太阳活动和星际介质的参数（图2略）。利用这个方案可以：无论是为地球的全球观测，还是观测太阳活动性和星际介质都能提供适宜条件；研究刮到地面上的太阳风中等离子体和磁场参数，太阳电磁和微粒辐射特征及受影响的地磁层和地磁现象的特性，大气层、生物圈、技术系统和人类健康状况之间的因果关系；组织试验部门有效地预测太阳风激波的逼近。

研究地球用的科学仪器将发射到太阳一同步轨道（高度800—1000公里，倾角99°），保证在一定的地方时内，一昼夜对全球地球观测2次。这就为所研究过程的季节和年际变化及太阳和地磁活动以及人为因素对其影

响提供了适宜条件。此外还将取得有关控制参数昼夜下降数据。

这类科学仪器应包括下列一些科学测量仪器（据估算，仪器的总重量为2吨，平均功率为3千瓦，平均信息量〔不压缩〕为80 Мбит/с：

地球观测全套科学仪器

热红外摄影机

视野，度	80—100
分辨力，公里	1
光谱带，毫微米	3.5—3.9; 10.3—11.3; 11.5—12.5

多角度电视摄影机

视野，度	80—100
分辨力，公里	0.3
光谱波段，毫微米	0.5—0.7
观测角，度	0, -25, +25

多通道单色摄影机

视野，度	40—50
分辨力，公里	1
光谱带，Å	1356, 1493, 4278, 6300
带宽，Å	15—50

宽带辐射仪

视野，度	180
分辨力，公里	50
光谱带，毫微米	0.2—50和0.2—4

视频分光仪

视野，度	80—100
分辨力，公里	1
光谱带，毫微米	0.25—1.0
光谱分辨力，牛顿—米	1

扫描傅里叶分光计

视野，度	70
分辨力，公里	30
光谱波段，毫微米	3.5—16
光谱分辨力，厘米 ⁻¹	0.5

分度盘紫外分光计

高度分辨力，公里	1—3
光谱波段，毫微米	0.25—0.65
光谱分辨力，牛顿—米	0.5

分度盘红外分光计

高度分辨力，公里	3
光谱波段，毫微米	3—16



C125464

光谱分辨力, 厘米 ⁻¹	0.05
多谱勒干涉仪	
光谱分辨力($\lambda/\Delta\lambda$)	10 ⁸
波长, 毫微米	0.5—0.7
扫描微波辐射测量系统	
视野, 度	100
分辨力, 公里	1—100
光谱波段, 厘米	0.25 (光谱测量)
	0.3和0.8(几个频率的测量)
	1.35, 1.6, 5和20
极化	B和Γ
分度盘微波辐射仪	
高度分辨力, 公里	3
频率, 千兆赫	118, 142, 167, 183
风浪散射仪	
波长, 厘米	2—3
速度分辨力, 米/秒	2
方向分辨力, 度	20
多谱勒大气层散射仪	
高度分辨力, 公里	1
水平分辨力, 公里	10—100
波长, 毫米	8
激光雷达	
波长, 毫微米	0.53和1.06
脉冲频率, 赫	0.1—1
射束发散	10 ⁻³
星的光度计	
分辨力, 最小角度	10
速度, 毫秒	0.1
天线电透光系统传送器	
波段, 厘米	2和32
热和超热等离子体分析仪	
能量范围, 电子伏	0.1—10
时间分辨力, 秒	0.01
等离子体离子成分分析仪	
能量范围	0.1电子伏—30千电子伏
时间分辨力, 秒	1
磁层等离子体曙光粒子分析仪	
能量范围	30电子伏—15千电子伏,
	20—400千电子伏
时间分辨力, 秒	0.1
能量粒子望远镜—分光仪	
能量范围, 兆电子伏	5—200 (电子)
	30—200 (质子)

螺距—角范围, 度	0—90
角分辨力, 度	5—7
时间分辨力, 毫秒	1
磁力计	
强度范围, 高斯	10 ⁻⁵ —6·10 ⁻¹
时间分辨力, 秒	0.1

测量应不间断地进行, 信息储存在机体侧壁一天向地球发送信息 1—2 次。除此之外, 在个别情况下, 为了检查信息浓缩质量, 应将所有的原始高信息流传送到地面, 这只有在科学仪器直接能见度条件下和直接传动情况下才能实现。

“Ресурс-2” 科学仪器和 “Экон” 科学仪器可以作为宇宙平台。“Экон” 科学仪器包括所提出的全套科学仪器, 而“Ресурс-2” 科学仪器有所压缩。

重要的问题是使科学仪器所收到的大量信息流与机上记录和传送地面有限的可能性协调起来。其最有前途的解决方案, 应采取对高信息仪器信息进行机上有有效浓缩, 其前提是对信息进行局部判读处理。统计结果表明, 这样做, 可以获取浓缩系数 ~100 的所要求的信息压缩。

用作不断检查太阳活动和有效预报太阳耀斑的第二套宇宙仪器, 计划发射到磁层以外的晕圈—轨道上。从而保证对太阳活动特征和星际介质参数进行不间断地测量, 并能对太阳风冲击波逼近地球作出有效的预报。

计划的实践意义 1. 进行上述研究, 并利用其成果精确全球生态和气候过程模型有助于: 预报人为因素对环境的影响, 完善有关限制最危险作用的有科学论证的建议; 预测环境和气候的自然变化及其经济和社会对策; 2. 研制预测危机形势发生或发展的方法, 并将应用到地球观测作业系统, 从而可以大大减少受害程度; 在计划框框内, 进行有效预测太阳风冲击浪逼近的服务性试验研究; 3. 在计划内完成的技术和方法研究成果, 将应用到地球宇宙观测作业系统中。

李志良摘译自《Исследование Земли из Космоса》, №2, 1992