

内蒙古半干旱草原土壤-植被-大气相互作用——科学问题与实验计划概述

吕达仁¹⁾ 陈佐忠²⁾ 王庚辰¹⁾ 陈家宜³⁾
季劲钧¹⁾ 李永宏²⁾ 陈洪滨¹⁾ 乔劲松¹⁾

1) 中国科学院大气物理研究所中层大气与全球环境探测开放实验室, 北京 100029

2) 中国科学院植物研究所内蒙古草原生态研究中心, 北京 100093

3) 北京大学环境科学中心, 北京 100871

摘 要 “内蒙古半干旱草原土壤-植被-大气相互作用 (Inner Mongolia Semi-Arid Grassland Soil-Vegetation-Atmosphere Surface Study, IMGRASS)”是国家自然科学基金委在“九五”期间支持的跨学部重大项目。该项目是全球变化研究的一个重要组成部分, 主要着眼于具有全球代表性的温带半干旱草原区域中土壤-植被-大气相互作用的过程与参数化方案研究, 理解在人类活动逐步增强背景下气候变化对草原生态的作用与反馈, 定量了解中纬半干旱草原在温室气体排放与生物地球化学循环中的作用, 发展利用卫星定量遥感陆气相互作用的反演方法与集成。这一项目将由一项中尺度综合观测和几项研究课题构成, 希望成为我国对全球变化研究的新的独特贡献, 亦为温带半干旱草原可持续发展提供进一步的对策依据。本文简要介绍 IMGRASS 项目的科学问题与实验计划。

关键词 内蒙古 全球变化 温带半干旱草原 陆面过程参数化 地-气系统遥感

1 前言

全球(气候与环境)变化研究是当前国际地球与生命科学界所共同关注的研究前沿与科学攻坚主方向之一。由于这一研究所具有的重大科学意义, 特别是对全球人类活动与各国经济和社会发展战略具有重大指导意义, 已经并将继续吸引着各国有关科学家做出共同努力, 并得到很多国家政府部门的重大支持。由世界气候研究计划(World Climate Research Program, WCRP)、国际地圈生物圈计划(International Geosphere-Biosphere Program, IGBP)和人类活动作用计划(International Human Dimension Program, IHDP)及其共同协调为核心, 已经建立了多个核心研究计划(core project), 致力于地球各层圈之间在自然本身及人类活动影响下相互作用的过程、量化关系与演变趋势的研究。

在地球各层圈相互作用研究中, 陆面水文过程、土壤-植被-大气相互作用及其对全球和区域的气候和生态系统各自的反馈响应是最基本的前沿问题之一。对于这个领域

1997-07-18 收到

* 本工作受国家自然科学基金重大项目 No.49790020 和中国科学院“九五”重大项目 B 资助

的研究,国际上已经建立了几个方面的核心计划,如全球水分和能量循环计划(WCRP/GEWEX),水文循环中的生物学作用计划(IGBP/BAHC——Biological Aspects of Hydrological Cycles),全球变化与陆地生态系统计划(IGBP/GCTE——Global Climate and Terrestrial Ecosystem)以及土地利用/土地覆盖计划(Land Use and Cover Change, LUCC)等。这些计划的核心内容是要进行规模性的野外实验,并在此基础上发展和验证相应的过程和参数化方案模式。在过去的10多年中,已经在全球有代表性的主要气候/生态地区开展了和正在开展多个大型实验,并正在和计划进行相应的实验,如HAPEX/MOBILHY, FIFE, EFEDA, BOREAS, HEIFE以及在亚马逊流域、密西西比流域的实验和即将开展的GAME实验和LBA计划等等。根据这些大型实验计划,人们已经获得了十分丰富的认识,并在此基础上发展了一系列陆气相互作用模式,如BATS, SIB等。通过这些实验,人们进一步认识到,陆地地表和植被的不同特性会造成地-气之间的辐射、感热、潜热通量的重要差别,并对温室气体(CO_2 , CH_4 , N_2O 等)收支等生物地球化学循环产生重大影响,同时认识到气候变化与人类活动也会对区域性的生态环境产生重要影响。只有充分了解这些相互作用的过程和定量关系,才有可能利用和发展相应的模式,对气候与环境变化中陆面过程的调节作用作出评估和预测。

这一研究正在不断深入,当前的研究前沿和发展趋势可归结如下:

(1) 开展具有全球代表性的各类主要地表类型和生态系统的陆气相互作用实验,以全面了解各主要地表类型的陆气相互作用特征。从当前国际已开展的实验计划看,中纬半干旱草原是全球重要的陆地地表类型,尚缺乏系统的实验计划。

(2) 大气环流模式(GCM)网格尺度(10^2 km尺度)的通量参数化方案和中尺度陆面过程的水循环作用。理解中尺度陆气相互作用特征及对全球大气环流与气候的作用。由于中尺度环流的作用,大气环流模式中的网络通量表达应不同于单点一维(垂直)方向上的地表通量测量值。此外,陆面不均匀性有可能驱动中尺度环流,从而引起中尺度水循环特征变化。通过观测和研究获得合适的参数化方案以加强对水循环的认识是一个重要的研究方面。

(3) 发展卫星遥感陆气相互作用参数的原理和方法。利用卫星资料 and 地面测量相结合,获得全球和区域陆气相互作用的完整分布资料。作为对全球和区域陆气相互作用研究和变化监测,卫星遥感是最为可行而经济有效的手段。这一方面的学术进展将极大促进对陆气相互作用过程的理解。

(4) 由于陆气相互作用包含着多种与全球气候和环境变化密切相关的过程,当前的综合实验将更应注意多任务的综合,全面考虑生物学、生物地球化学循环、水和能量循环以及自然与人类活动的综合影响,即实现跨核心计划任务(Inter Core-Project Task),以使各种过程与作用的研究能互相支持。

根据对国际前沿和已经或正在开展的中尺度野外实验的分析,从我国的研究基础和实际情况出发,我们选择中纬温带半干旱草原开展这方面的中尺度实验。在国家自然科学基金委和中国科学院的支持下,自1991年起开始了研究计划的酝酿和野外实验区的考察。1996年经国家自然科学基金委审查批准,作为地球科学和生命科学的交叉重大科学项目开展“内蒙古半干旱草原土壤-植被-大气相互作用(IMGRASS)”的研究。同

时, 中国科学院支持以“人类活动影响下内蒙古典型草原生态-气候相互作用的监测和过程研究”为主题的配套项目。

本文将综合介绍 IMGRASS 计划的科学背景、研究方案和中尺度实验计划等基本情况。

2 IMGRASS 的科学背景

温带半干旱草原是全球重要的地表类型之一, 在北半球占有相当的覆盖比例, 是陆气相互作用重要的类型, 在我国也占有广阔的面积。作为中尺度综合观测研究并为中尺度陆气相互作用模式研究和参数化提供验证基础, 我们选择了内蒙古锡林郭勒盟锡林河流域及周围地区作为实验观测场地。之所以选择这一地区作为实验区是因为:

(1) 选择的实验研究区域为内蒙古中纬半干旱草原。这是全球具有广大地域代表性的区域, 缺乏系统研究。因此, 本项研究将为支持和补充全球陆气相互作用中的完整的地表类型代表性作出独特贡献。值得强调的是, 中纬半干旱草原是我国广阔的畜牧业基地, 对它的研究对于我国牧业和少数民族地区的可持续发展亦具有重要意义。

(2) 实验研究的科学目标和研究内容将充分吸取国内外已有的成果和经验, 以 BAHG, GEWEX 共同关注的科学目标为重点, 即土壤-植被-大气相互作用 (SVAT) 模式和中尺度过程参数化, 卫星遥感方法, 同时充分考虑中纬半干旱草原陆气相互作用中的相关科学问题, 包括对 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 的全球收支的作用, 草原生态系统特征对气候自然变化和人类活动作用的响应等。其结果将对了解中纬半干旱草原区域在全球变化中的作用有更为全面的认识, 将使有关的核心研究计划在中纬半干旱草原这一具体地表类型上互相联系起来。

(3) 选择的实验区处于大兴安岭西侧, 处于季风影响的末端, 对季风强度变化敏感, 是典型的气候变化敏感区域, 有利于认识大尺度气候变化下的中小尺度特征变化和响应过程。该区域的地形具有中等程度的复杂性, 地表植被基本为典型草原, 又具有多样性, 近几十年又受到了人类活动 (放牧、农垦等) 的重大影响, 出现了草原退化和沙化。这样的地表类型为卫星遥感反演方法的发展和应用提供了良好的验证和推广的条件。

(4) 实验区域有较好的历史气候记录和气象站网。在草原生态监测研究方面有建站已达 16 年的中国科学院草原生态实验站, 站内已开展了系统的生态学研究, 为综合实验研究建立了良好的学科与技术基础。无论是大气和生态方面, 实验区已具备良好的基础条件。草原生态站已开展了多项活跃的国际合作, 具备了良好的后勤与技术支持条件。

下面概括介绍实验区的基本自然条件及其与实验设计的关系。有关实验区较为详细的自然背景以及相应的科学研究背景将另文介绍。图 1 为实验区及邻近地区的地形分布。本节的主要内容取自文献[1~3]。

2.1 实验区的地理状况^[1,2]

IMGRASS 计划所选择的实验区处于锡林河流域及周围地区。锡林河流域地处内蒙古高原东部, 其东缘属大兴安岭西麓低山丘陵区, 南接昭盟玄武岩高原。地理坐标跨

$43^{\circ}26' \sim 44^{\circ}39'N$, $115^{\circ}32' \sim 117^{\circ}12'E$, 总面积为 10786 km^2 (见图 1)。该区的草原在内蒙古高原具有很大的代表性, 特别是原始面貌保存较好, 在气候、植被、动物和土壤等方面, 不仅在中国温带草原区具有较强的典型性, 而且对整个欧亚大陆草原区来讲也有明显的代表性。

该区属内蒙古高平原中部的锡林郭勒高平原和丘陵部分, 区域地形东南高达 1500 m 以上, 西北低至约 900 m。地形以低山丘陵为特征, 坡度较缓, 低山相对高差不大于 300 m, 丘陵相对起伏 30~150 m。在实验区中还有锡林河及支流之间的风碱沙带, 宽

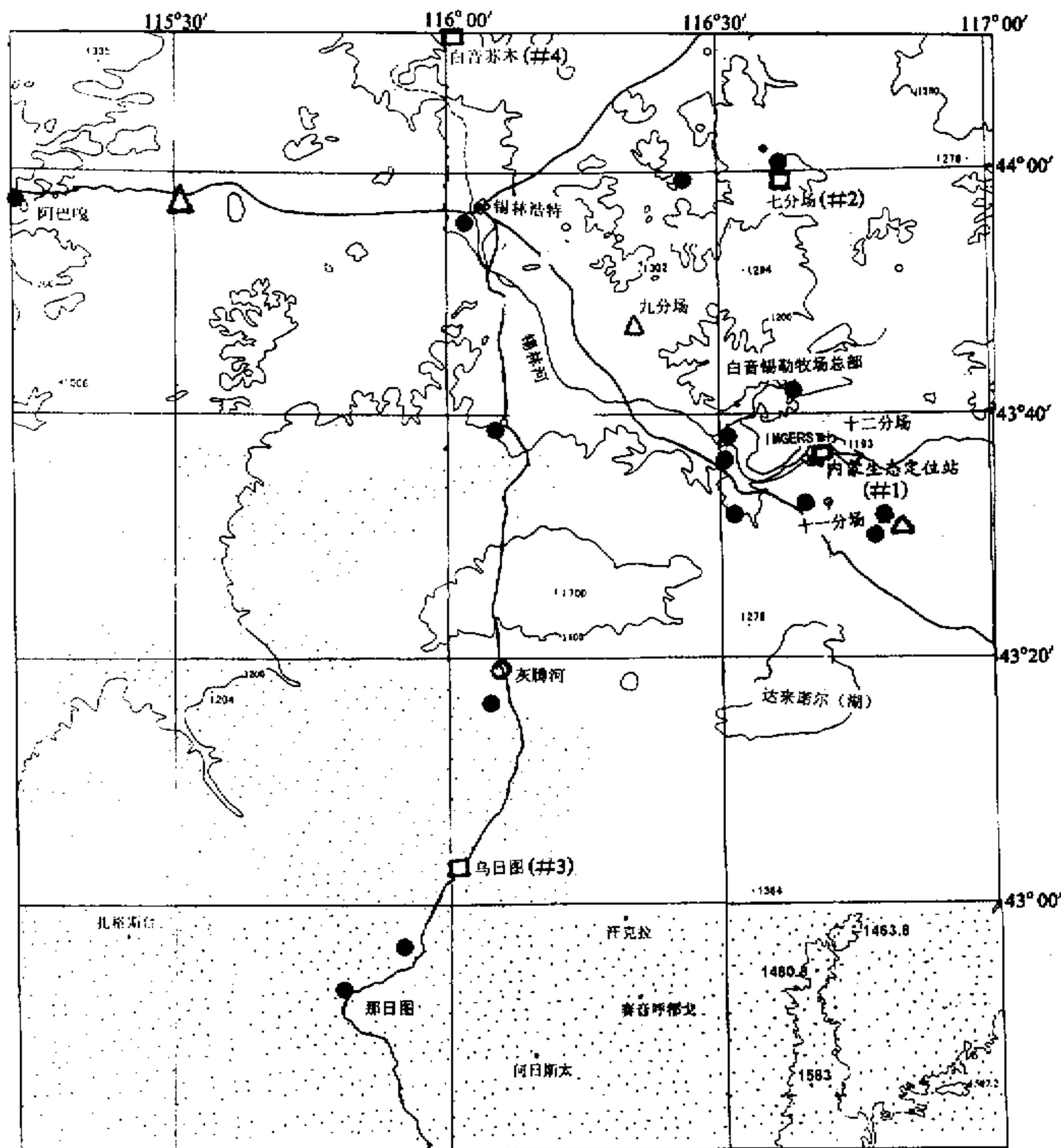


图 1 IMGRASS 中尺度实验区布局路图。图中“□”表示中心观测点, 设有地面和边界层气象、辐射、降水、地表通量、微量气体浓度、土壤和植被参数等综合测量手段; 在定位站还增加有太阳和地表光谱、微波大气和地表测量; “△”表示自动气象站观测; “○”表示测量雷达/辐射计系统; “●”表示可能的雨量自记点; 图中数字表示各制高点高度

度最大达 10 km, 沙丘相对起伏约为 10~20 m, 可以说这是在地形地貌上具有中等复杂性的地区。

该区的主要河流为内陆河锡林河, 总长 175 km, 流域面积 3900 km²。自东南发源流向并消失于西北, 正常年流量为 $23.5 \times 10^6 \text{ m}^3$, 河水适于饮用和灌溉。实验区南部的达来诺尔湖面积 1.68 km², 是区内唯一较大的湖泊, 容量 $2.2 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。

该区的土壤具有明显的地带性, 即由东南向西北有规律地分布着黑钙土地带、暗栗钙土地带和淡栗钙土地带。黑钙土代表流域最湿润类型; 实验区内最主要的土壤为暗栗钙土; 而淡栗钙土分布于西北, 属最干旱的类型。在西北部低洼地区, 盐渍化土壤占有重要地位。该区土壤的一个重要特点是存在着较浅的钙积层, 从而使土壤浅层水与深层水分离, 在考虑该区域的水平衡时, 一般不需要考虑深层地下水的作用。事实上, 土壤的东南—西北向分布亦和地形的梯度变化相一致, 这种方向性分布为中尺度二维模式的应用可能性提供客观条件。

2.2 气候背景

在气候区划上, 该区域属温带大陆性季风气候。四季分明, 冬季严寒漫长, 无霜期短, 年平均气温约为 1°C, 气温年较差和日较差较大, 日照充分。降水集中于 6~8 月 (占年降水 60%~75%), 降水年际变率极大 (比值达 3.8), 年降水量由东南 (平均 350 mm) 向西北 (平均 250 mm) 递减, 而温度 (及潜在蒸发量) 则沿此方向递增。春季大风日多, 容易形成沙暴, 年平均沙暴日为 8.4 天。

2.3 植被分布^[3]

该实验区处于内蒙古高原中部的典型草原带内, 又有东侧的大兴安岭西麓, 锡林河流经此区域, 南部又有浑善塔克沙地, 植被类型具有多样性和复杂性。区内天然植被保存完好, 占总土地面积的 96.4%, 其中草地植被约占 90% (见图 2)。可以看出, 植被类型与气候、土壤与河流分布密切相关。表 1 和表 2 分别列出植被面积比例和锡林河流域三个植被亚型的生境特征。

该区植被生产力与光能利用率的空间分布与植被类型紧密联系, 与降水的年际变率大相对应, 植被的地上与地下生产力亦呈现极大的年际变化。另一个重要特征是地下生产力远较地上生产力为大, 达到 (3~7):1。这对了解草原地区的碳循环有重要的价值。

2.4 人类活动的影响

该区域在 50 年代以前基本无人活动, 1950 年居民仅 20 人, 而当前区域内已有万人以上。草原的载畜量迅速增加, 草地农垦亦有一定的规模, 已经构成使草原退化的重大压力。根据锡林郭勒盟的统计, 大部分牧场已出现不同程度的退化, 同时引起沙暴日的增加, 草地沙化程度增加。在人类活动压力下草地生态对气候变化的响应及其脆弱性表现正是国际和我国面临的共同问题。

2.5 实验区的研究基础

该实验区早在 1952 年就开始了草原和牧草调查。1957 年成为内蒙古大学生物系实习

表 1 锡林河流域各类植被面积比例

植被类型	占全流域面积比例 / %
草原	87.7
森林	0.3
沙地疏林	2.4
沙地灌丛、半灌木	4.1
草甸	1.5
沼泽	0.4
农田与撂荒地	1.4

基地。1964~1965 年在国家科委组织下, 内蒙古大学等单位开展了大规模综合考察。1979 年中国科学院决定由植物所在此建立草原生态系统定位站, 开始了系统的实验研

表 2 锡林河流域三个植被亚型的生境特征

植被亚型	草甸草原 (禾草、中生杂类草草原)	典型草原 (多杂类草的禾草草原)	干草原 (贫杂类草的禾草草原)
海拔 / m	1300~1500	1100~1300	900~1100
地形	丘陵与高台地	低丘、台地、塔拉	平原及山前洪积扇
土壤	黑钙土	暗栗钙土	淡栗钙土
钙积层中 CaCO_3 含量 / %	痕迹至 5.4	13.03	21.2
年降水量 / mm	450 上下	350~450	250~350
年平均气温 / $^{\circ}\text{C}$	-1.4	-0.3~1	1~2
$\geq 210^{\circ}\text{C}$ 积温 / $^{\circ}\text{C}$	1600~1800	1800~2000	2000~2300
代表植物群系	线叶菊、贝加尔针茅、 羊茅、羊草、杂类草	大针茅、羊草 丛生禾草	克氏针茅 冷蒿
农业生产	旱作基本稳产	可进行旱作, 不稳产	旱作极不稳产, 欠年颗粒不收

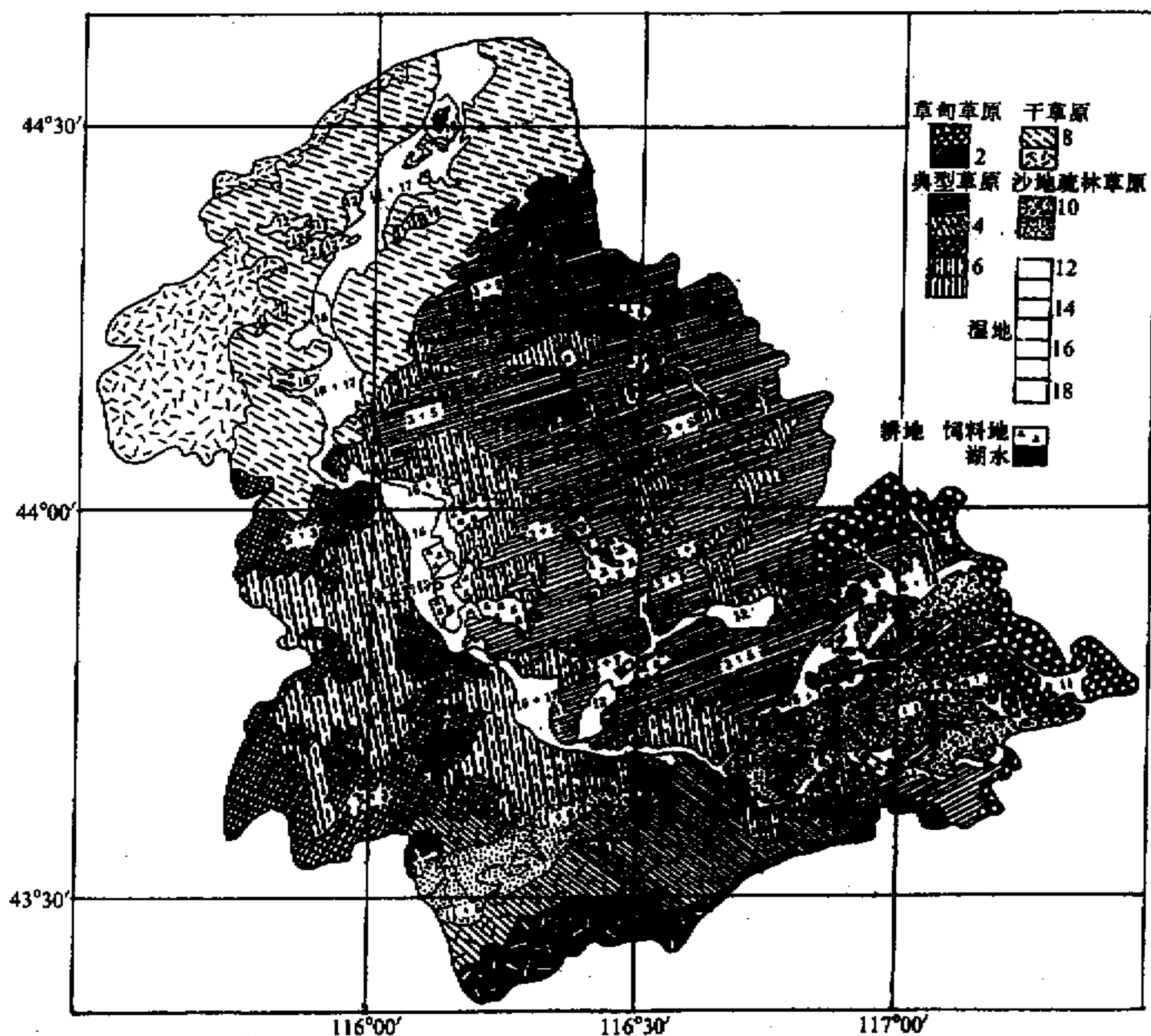


图 2 锡林河流域植被图 (引自文献[3])

究。1983年起, 内蒙古大学和北京大学联合支持开展了内蒙古草场资源的遥感调查, 将该区范围 LANDSAT 图片的达理淖尔幅作为试点。在 60 年代综合调研的基础上, 80 年代在草原生态和生物学过程方面已有了系统的研究, 如土壤水分的动态变化、植被蒸腾、植物光合速率、退化草原特征及其恢复演替实验、草原植物与动物、微生物群落等。配合草原遥感调查, 还进行了系统的地表调查。自定位站建立以来, 积累了系统的气象资料。可以说, 实验区的中等复杂的地形条件、以典型草原为主体包括草甸草原、沙地稀树草原等在内的植物多样性及其明显的梯度分布为评价该地区植被类型的变化特征及其在我国经济社会可持续发展中的地位提供了适合进行高水平实验的自然条件, 而相对丰富的研究基础和资料积累为本项目研究打下了基础, 特别是为生态-气候相互作用和地球科学-生命科学的交叉研究提供了基础。

3 IMGRASS 的科学目标

作为在温带半干旱草原地区开展的 IMGRASS 计划, 其中心是开展中尺度野外综合实验, 并结合有关草原生态-气候参数的长期监测, 发展卫星遥感陆气相互作用有关参数的原理和方法, 用以支持相应模式的发展、应用和验证, 定量了解中纬半干旱草原土壤-植被-大气相互作用的中、小尺度特征和发展参数化方案, 加深理解半干旱草原生态对气候变化与人类活动的响应及其在全球变化中作用。

根据总的研究目标, 我们将计划分解为 1 项中尺度综合实验和 5 项相互联系的研究主题。表 3 列出了 6 项研究内容的名称与研究重点, 而图 3 则用框图列出了各项研究内容之间的相互关系。

4 IMGRASS 中尺度综合实验初步安排

4.1 基本要求

根据项目的科学论证, 本项目中的野外实验包括区域中尺度实验和以草原生态站

表 3 IMGRASS 计划的研究内容和重点

课 题	研究重点
1. 内蒙半干旱草原土壤-植被-大气相互作用中尺度综合野外实验	根据科学目标与各课题提出的观测要求, 实施综合观测获得一个生长季节土壤、植被、大气特征及其界面通量的综合观测资料, 形成实验数据库
2. 中纬半干旱草原边界层特征与 SVAT 模式研究	半干旱草原边界层特征, SVAT 模式发展验证与应用模式研究
3. 半干旱草原非均匀陆面的中尺度模式	中尺度非均匀地表陆-气相互作用的参数化方案, 非均匀陆面中尺度环流的水循环作用研究
4. 内蒙半干旱草原不同生态类型和生理特征对气候变化和人类活动作用的响应	羊草草原、大针茅草原等生态、生物量对气候和人类活动的响应, 过牧与农垦的生态效应
5. 中纬半干旱草原在温室气体收支中的作用与过程研究	定量估计半干旱草原的 CO_2 , CH_4 , N_2O 等温室气体的源汇作用和相关过程研究与土壤-植被-大气系统的关系
6. 卫星遥感反演地表、大气及其相互作用参数的原理方法和应用研究	利用 NOAA, GMS 和 DMSP/SSM/I 等卫星资料反演草原地表、植被、大气有关参数及通量

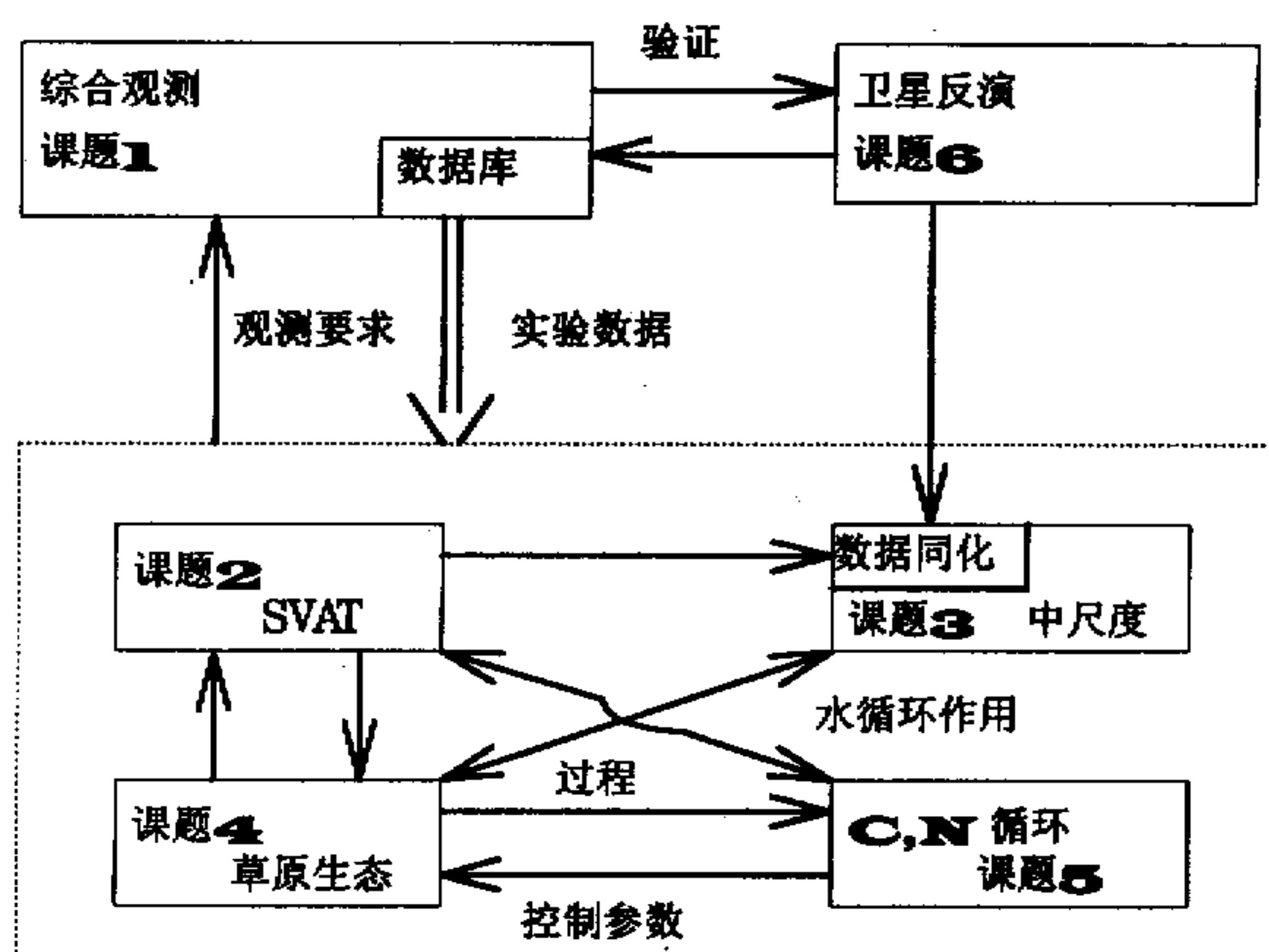


图3 IMGRASS 计划各项研究内容之间的相互关系

(IMGERS) 为核心基地的较长期监测两部分，而项目的核心是一项中尺度实验。根据科学要求，该项实验在设计上应满足如下基本要求：

4.1.1 中尺度代表性

所作野外综合观测能覆盖 100~150 km 尺度，特别是在气象资料的获取上力求适应中尺度模式所要求的气象要素场资料。中尺度代表性的另一个要求是在站点安排上要考虑该区域实际存在的地形、土壤、植被、气候的变化梯度，在各自的代表性地点设有观测站。第三个要求是考虑中尺度卫星资料遥感与地面观测网设置的配合，特别是定标/验证 (CAL/VAL) 方面的配合要尽可能做好。

4.1.2 小尺度代表性

该区域地形有中等程度的复杂性，因此在作每一观测站观测时，亦应尽可能考虑所作站点观测的小尺度代表性。在进行地表、植被、大气的有关特性和通量测量时，尽可能在小尺度范围内设置几个测量点，以获得小尺度变化特征，并提供具有小尺度代表性的观测值作为中尺度实验的可靠资料。

4.1.3 观测项目的完整性

为 SVAT 模式发展、中尺度地表-植被-大气相互作用模拟、卫星资料遥感验证所进行的观测应尽可能覆盖至少整个植被生长季节，并保留必要的项目作全年观测。由于经费和技术后勤支持的限制，实际的完整性受到很大的限制，需要在模式需求与实际可能观测之间作出折衷和简化。

4.1.4 观测资料的质量保障和数据模式的统一

观测资料的定标、比对及各种方法对同一要素测量 (导出) 结果的对比是保证中尺度观测资料最终可用的关键环节之一，在实际计划中必须加以安排，最终要形成易于使

用的数据集。因此,在观测方案的设计安排上,必须考虑所有(不同模式的)观测数据转化为统一的数据模式的实际方案,从而可能在观测结束后的一个短时间内形成对国际开放的数据集。

4.2 观测区域和主要站网设置

从需要和实际可能结合,我们选择锡林浩特以东和以南地区的白音锡勒牧场及周围区域作为中尺度站网的主要设置区域,适当考虑区域覆盖的拓宽,在锡林浩特西、北地区和达来诺尔附近设置观测点,实现尽可能宽的尺度。在各类观测点中保证有4~5个核心站,即在这些站上可获得完整的SVAT模式发展所需要的资料,这4~5个站又尽可能设在区域的近边界地点和植被有代表性的地点。为了获得卫星资料反演验证所需要的地面观测资料,拟适当增加辐射测站。设计中的观测点安排见图1。

根据1997年7月最新一次选点考察,中尺度实验将由4个主要的土壤-植被-大气边界层综合测量点、3~4个自动气象站、2~3个探空和低空探空点、约25个降雨自记点、1个测雨雷达站、若干项特殊观测组成。在中尺度的实验数据库构成中还会有邻近区域的常规气象资料,包括观测期间该区域的极轨和同步气象卫星的观测资料。观测的时段为1998年5月初~8月底,代表一个完整的生长季节。在此期间,选择3个时段进行加强期观测,分别代表生长初期(5月)、盛期(7月)和成熟期(8月)。加强期间的观测将提供中尺度模式的较为完整的验证。应该说明,IMGRASS计划中还包括个别站点多要素的长期监测。中尺度综合实验观测点选择的基本考虑如下:

(1) 土壤-植被-大气边界层综合测量点选择。从区域覆盖、植被类型的要求出发,结合后勤支持的可能条件,我们选择图4中#1~#4,4个站点,分别位于实验区的4个方向,代表自然状态保持完好的羊草草原(#1)、具有多样性代表性的典型草原(#2)、沙带稀树草原(#3)、干草原(#4,典型草原中的干旱类型)。在这些点上将开展系统的土壤理化要素、土壤水分和温度、植被生理和生产力、地-气间的水、热、动量和辐射通量、大气和地表辐射、地表和大气边界层气象等要素的综合观测。

(2) 探空和低空探空。除锡林浩特常规探空站外,拟在4个边界层点中选择2~3个在加强期施放低空探空或开展气象模型飞机的低空探空,以获得加强期对流层中下部的气象场。

(3) 自动气象站辅助点。由于实验区中等复杂的地形和明显的高度、植被类型、温度、降水的梯度,为获得尽可能真实的地表气象场,除边界层观测点外,拟在区域内增加布设3~4个自动气象站,以获得温、湿、压、风、地温、辐射、降雨等地面气象数据。

(4) 区域雨量自记仪网。为获得区域内的雨量和雨强分布,将布置以三条线为主的雨量自记仪网,即沿张家口—锡林浩特南北向的公路沿线,从阿巴嘎旗—白音锡勒牧场7分场的东西一线,从实验区东南角嘎松山向西北锡林浩特之间靠近锡林河沿岸一线。由此了解降雨分布与地形、植被中尺度分布的关系。

(5) 测雨雷达站。初步选定在灰腾河站架设X/C双波长测雨雷达,以观测实验区100~150 km内的降雨分布,以此与雨量自记仪网配合,形成实验区降水强度的较高密度的测量。

(6) 土壤、植被参数和碳氮循环的测量。在每个综合测量点建立相应的土壤水分垂

直分布、植被生理参数、叶面积指数、生物量等配套测量。此外,在各典型植被区域,如羊草养地、大针茅样地、退化草场等地开展温室气体排放和有关碳氮循环的测量。

(7) 特殊观测。为了解该区域的大气气溶胶、大气水汽和云水、地表(双向)反射率,为卫星遥感反演地表和大气参数、大气辐射传输等提供定量订正与验证根据,我们将建立一系列大气和地表的光谱和微波测量,包括高光谱分辨率从紫外—可见光—近红外测量,热红外测量,多波段微波波谱测量。对气溶胶还将建立直接的采样分析。

所有中尺度综合观测、个别站的长期监测、卫星遥感反演资料和区域及周边的气象场资料将形成一个 IMGRASS 数据库,供项目参加者分析研究利用,并及早向国内外学术界公布。

5 结束语

本文简单综合地介绍了“内蒙古半干旱草原土壤-植被-大气相互作用”项目的科学目标、自然背景与科学研究基础、计划的安排,特别是 1998 年中尺度综合实验的计划安排。我们期望通过实施这一计划对温带半干旱草原在陆-气相互作用的多个方面——热量、水份、微量成分交换和生物地化循环等方面有相互协同的定量认识,对陆面不均匀造成的中尺度水循环特征的中尺度参数化方案有新的认识。发展卫星综合遥感陆面过程的定量化方案,同时对温带半干旱草原在人类活动影响下气候-生态的相互作用有深入的认识,从而为这一类地区的可持续发展提供理论依据。整个计划将构成中国科学界对全球变化一个方面的新贡献。

致谢 IMGRASS 是国家自然科学基金委“九五”跨学部重大项目。本项目自 1991 年开始在科学上讨论准备,1992 年和 1993 年分别在美国 Boulder 和中国北京举办了 2 次 IMGRASS 国际研讨会,并先后有数十位中外科学家为此考察了实验区域。在长达几年的筹备和预研究工作中一直得到国家自然科学基金委和中国科学院的支持。在科学目标的构思和科学计划的制订中得到了国内外许多科学家的参与、支持与建议。特别提出感谢的有:叶笃正院士,他一直支持这一计划的建立,并提出了重要的指导性意见。K.N. Liou 博士(美国 Utah 大学),他最早建议美国方面要参与这一计划,为此做了大量的科学和组织方面的工作,他和 E.A. Smith 博士(美国 Florida 州立大学)、J. Businger 博士(美国 NCAR)、W. Brutsaert 博士(美国 Cornell 大学)、M.D. Chou 博士(美国 NASA/GSFC)、陈发祖博士(中科院地理所)等学者参与了早期计划制订,为本计划的最终实施打下了坚实的基础。BAHC 执委会主席 P. Kabat 博士(荷兰)对本计划提出了极为重要的建议,强调要加强生态方面的研究,与大气研究互为协调平衡。国家自然科学基金委地球科学部林海教授和陆则慰教授长期关注这一项目,提出了许多宝贵建议。作者对他们表示深深的谢意。还有许多学者也为本计划的建立提出了宝贵的意见,在此不再一一列举。

参 考 文 献

- 1 陈佐忠, 1988, 锡林河流域地形与气候概况, 草原生态系统研究文集 3, 北京: 科学出版社, 13~22.
- 2 汪久文、蔡蔚祺, 1988, 锡林河流域土壤的发生类型及其性质的研究, 草原生态系统研究文集 3, 北京: 科学出版社, 23~83.
- 3 李 博、雍世鹏、李忠厚, 1988, 锡林河流域植被及其利用, 草原生态系统研究文集 3, 北京: 科学出版社, 84~183.

Inner Mongolia Semi-Arid Grassland Soil-Vegetation-Atmosphere Interaction

Lu Daren¹⁾, Chen Zuozhong²⁾, Wang Gengchen³⁾, Chen Jiayi⁴⁾,
Ji Jinjun¹⁾, Li Yonghong²⁾, Chen Hongbin¹⁾ and Qiao Jinsong¹⁾

1) *Laboratory for Middle Atmosphere and Global Environment Observation,*

Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029

2) *Inner Mongolia Grassland Ecology Research Center, Institute of Botany,*

Chinese Academy of Sciences, Beijing 100093

3) *Department of Geophysics, Peking University, Beijing 100871*

Abstract Inner Mongolia Semi-Arid Grassland Soil-Vegetation-Atmosphere Interaction (IMGRASS) is a major project of multi-discipline research approved and funded by National Natural Science Foundation of China (NSFC) in the period of Ninth National Planning Period (1996~2000). This project is part of Chinese Global Change research program. Its main focus is the process and parameterization study of soil-vegetation-atmosphere interaction in temperate semi-arid grassland region which is one of major land types of world land surface, to understand the impact and feedback of both natural climate change and increasing anthropogenic influence to grassland ecology, quantifying the function of semi-arid grassland in global budget of greenhouse gases as well as biogeochemical cycles, to develop and integrate the retrieval methods for satellite remote sensing of land surface-atmosphere system. IMGRASS is consisted of a mesoscale field experiment and five research subjects. It is expected the implementation of IMGRASS will make unique contribution to global change research as well as the sustainable development of temperate semi-arid grassland area. This paper will briefly introduce the scientific objective and experimental plan of IMGRASS.

Key words Inner Mongolia global change temperate semi-arid steppe land surface process remote sensing of land surface-atmosphere system