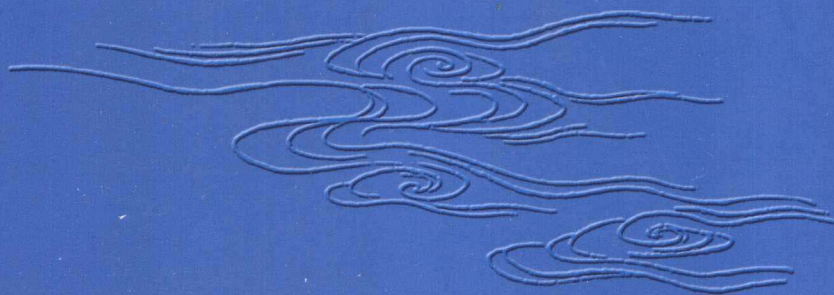


周秀骥文选

SELECTED WORKS

OF

ZHOU XIUJI



气象出版社

China Meteorological Press

周秀骥文选

内容简介

周秀骥院士是我国著名的大气科学专家,在推动、发展和开拓中国大气物理学等方面做出了卓越贡献。他治学严谨,探索创新,提出独到的学术见解,形成自己的学术观点,为我国大气科学和气象事业的发展做出了开创性的贡献。

本书收录了他从事气象事业以来的代表性论著,主要涵盖云雾物理和雷电物理、大气遥感、中尺度气象学、环境与气候和大气随机动力学等学科的论著。

本书可供大气科学、大气物理学专业的研究人员和相关院校师生阅读与参考。

图书在版编目(CIP)数据

周秀骥文选/周秀骥等著. —北京:气象出版社,2011.4

ISBN 978-7-5029-5198-6

I. ①周… II. ①周… III. ①气象学-文集 IV. ①P4-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 058426 号

周秀骥文选

出版发行:气象出版社

地 址:北京市海淀区中关村南大街 46 号

邮政编码:100081

网 址: <http://www.cmp.cma.gov.cn>

E-mail: qxcbs@cma.gov.cn

电 话:总编室:010-68407112,发行部:010-68409198

责任编辑:王桂梅

终 审:周诗健

封面设计:博雅思企划

责任技编:吴庭芳

责任校对:石 仁

印 刷:北京中新伟业印刷有限公司

开 本:787 mm×1092 mm 1/16

印 张:30.75

插 页:4

字 数:800 千字

版 次:2011 年 5 月第 1 版

印 次:2011 年 5 月第 1 次印刷

印 数:1~1200

定 价:168.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等,请与本社发行部联系调换

序

今年是我国现代大气物理学创建人之一、著名大气科学家周秀骥院士 80 华诞和从事大气科学研究 60 周年。60 年来,周秀骥院士凭借敏锐的学术洞察力和渊博的学识,始终站在国际大气科学的前沿,坚持从国民经济社会发展与气象现代化建设的需求出发,倡导理论联系实际,倡导现代科学技术手段和数学物理学等基础学科与大气科学相结合,倡导不同学科间的交叉与融合,把握大气科学的发展方向,开拓大气科学的新领域。他先后创建和发展了我国云雾物理、大气电学、大气遥感、中尺度大气物理、中层大气物理和大气化学等分支学科,为我国大气科学和现代气象业务发展做出了杰出的贡献。

20 世纪 50 年代后期,鉴于服务于农业生产的人工增雨作业的需求,周秀骥院士以其坚实的云雾降水物理学基础知识,创立了暖云降水起伏增长理论。60 年代,针对防御森林火灾的需求,他创立了我国大气电学的研究领域,推动了我国大气探测理论研究和实验技术研究;根据军事气象和气象卫星发展的需求,他开创了激光大气遥感和微波遥感学科,在遥感理论与技术研发和应用试验等方面取得了许多原创性的研究成果。以后,他又创建和发展了我国中层大气物理、中尺度大气物理、大气化学和大气非线性动力学等分支学科。

20 世纪 80 年代中叶,周秀骥院士从中国科学院调到中国气象科学研究院担任院长,以他的渊博学识和敏锐的学术洞察力,致力于气象业务关键科学问题的研究,将大气遥感的研究成果应用于灾害性天气的监测。90 年代初,在他的主持下,建成了我国第一个中小尺度灾害性天气监测与超短期预报系统——京津冀中小尺度监测预报系统,开展了中尺度暴雨数值预报模式研究,显著提高了对我国中小尺度天气的科学认识以及监测与短时预报水平。后来,他将研究领域拓展到大气化学与大气环境研究领域,以及环境与气候相互作用的研究,着力解决我国气候环境中的科学问题,在南极臭氧洞变化机制、中国地区臭氧变化特征和青藏高原臭氧低值中心、四川盆地大气气溶胶的气候效应、区域大气环境质量数值模拟,以及动力-辐射-化学耦合的环境-气候模式等领域取得了国际科技前沿的研究成果。他在推动和发展非线性大气动力学研究,培养和建立学科研究队伍的同时,坚持探索大气随机动力学和气候预测理论方面的重大科学问题,还为大气随机动力学预报理论与方法的创建、为气象观测站目测自动化系统的建立组织研究

团队攻关。

周秀骥院士对我国自然科学基金事业做出了重要贡献。1998—2007年,周秀骥院士担任国家自然科学基金委员会地球科学部主任,从地球系统科学的战略眼光,着重于地球科学基础和应用基础研究发展的需要,组织领导了地球科学部“十五”和“十一五”发展战略研究,以优先资助领域为框架,完善了重点项目的立项、评审、管理制度和公正、公平的评审原则,积极推动重大研究计划的实施,率先在地球科学部试点,并在全委推广,获得了科技界的高度肯定和好评。

周秀骥院士积极推动我国气象科技的国际合作与交流,先后与美国、日本、加拿大、澳大利亚和俄罗斯等多个国家建立了学术联系和合作关系,多次被推荐在国际组织中任职,曾任世界气象组织大气科学委员会委员、国际气象和大气物理协会理事会理事、国际大气辐射委员会委员、国际臭氧委员会委员,以及全球大气观测系统联合科学技术委员会委员等职务。

周秀骥院士非常重视人才的培养和教育。他言传身教,鼓励青年人勇于实践、敢于创新,特别注重研究生深厚理论基础的培养,要求研究生积极进取、立足于世界科学与技术的前沿,先后培养和指导了硕士研究生70余名、博士研究生20余名,为我国大气科学教育事业和高层次人才培养做出了突出贡献。

周秀骥院士学术思想活跃,宁静治学,淡泊名利,善于汲取其他学科的新成就为我所用,开拓创新,探索新的研究方向,提出独到的学术见解和学术观点;在科研工作中追求实践性、创造性和科学性。他勤奋、谦虚、学风正派,以先进科学的理论为指导,以新思想、新观念和新创造为目标,其学术成就充分体现了这种思想上的深刻性、前导性的科学精神。

在恭贺周秀骥院士80华诞和从事大气科学研究60年之际,出版《周秀骥文选》很有意义。《周秀骥文选》的出版,将使广大读者,特别是大气科学领域专家学者更多地了解周秀骥院士在大气科学研究和气象业务发展中的学术成就,以及他的严谨治学和勇于创新的科学精神,以激励广大气象科技工作者,特别是青年气象科技工作者追求理想、勇攀高峰、奉献社会。

郑国光

2011年3月于北京

周秀骥传记^①

林 海

李维亮

(国家自然科学基金委员会地学部) (中国气象科学研究院)

周秀骥(1932—),江苏丹阳人,大气物理学家,我国现代大气物理学创建人之一。1991年当选为中国科学院院士。周秀骥于1956年9月被破格派送到苏联科学院应用地球物理研究所攻读研究生,1962年获得苏联数学副博士学位。回国后于1963年起历任中国科学院大气物理研究所副研究员、研究员、室主任、副所长,中国气象科学研究院院长、名誉院长以及国家自然科学基金委员会地球科学部主任。周秀骥先后创建和发展了我国云雾物理、大气电学、大气遥感、中尺度大气物理、中层大气物理和大气化学等分支学科。其中,“暖云降水微物理机制的研究”于1978年获全国科学大会奖和国家自然科学奖四等奖;“激光大气遥感研究”于1981年获中国科学院重大成果奖二等奖;“大气微波辐射及遥感原理研究”于1989年获国家自然科学奖三等奖;“灾害性天气监测和短时预报系统”于1992年获国家科技进步奖一等奖;“中国南极考察科学研究”于1998年获国家科技进步二等奖;“我国梅雨锋暴雨遥感监测技术与数值预报模式系统”于2006年获国家科技进步二等奖;以及1996年获得何梁何利基金科学与技术进步奖,2003年获得首届中国气象局科学技术贡献奖等多项国家级和省部级奖励。

近60年来,他为我国大气科学和气象事业的发展作出了开创性的贡献。他曾任中国气象局科技委员会副主任、中国气象局高级职称评审委员会副主任、国务院学位委员会学科评审组成员、中国气象学会副理事长、国家科技进步奖评审委员会、国家自然科学奖评审委员会成员、中国南极研究学术委员会副主任,中国科学院地学部第六、第七、第八、第十和第十一届常委。

一、简 历

周秀骥1932年9月24日生于江苏丹阳。他的祖父是清末秀才,1937年死于日寇炮火,外祖父是书画家,以艺术为生,为人清正耿直。父亲周汝成勤奋创业,由学徒,职员到从商,1946年起经营丝绸棉布业。母亲善良贤惠。祖辈和父母的品德对周秀骥的思想和品格有很大的影响。周秀骥在兄妹五人中排行老大,从小受到良好教育。1962年与马瑾结婚,生有两女。马瑾为国家地震局地质研究所研究员,构造地质学家,1988年获国家级“有突出贡献的中年专家”称号,1997年被选为中国科学院院士。

1950年周秀骥从上海中法中学(现为光明中学)毕业后,抱着献身于科学事业的志向,于翌年4月到当时在南京的中国科学院地球物理研究所当练习生,一边统计气象资料,一边勤奋

^① 本文发表于《20世纪中国知名科学家学术成就概览》(地学卷)大气科学与海洋科学,科学出版社,2010年。

自学气象知识,他积极进取的精神,受到善识人才的所长赵九章教授的赏识和重点培养,1952年被派往北京大学物理系参加科研合作项目,进行大气臭氧、透明度和消光系数的观测分析,从此投入到开辟我国现代大气物理学的工作行列。这所世界闻名的学术殿堂为他提供了良好的自学条件。他充分利用一切业余时间旁听物理系基础课程,仅用三年半时间取得了本科生主修课目的全优成绩。1956年9月,经赵九章所长推荐,破格派送他到苏联科学院应用地球物理研究所攻读研究生,师从著名大气物理学家、苏联科学院秘书长费多罗夫院士,从事暖云降水实验和理论研究。1962年获得苏联数学副博士学位,其论文为“电荷对暖云中云滴碰并影响的研究”。

20世纪50年代末他最早发现并建立了云中湍流运动所导致的起伏将促使不同尺度的水滴之间加速碰并增长的概念,随后提出了暖云降水起伏增长理论。1963年由于暖云降水理论研究的优异成绩他被破格晋升为地球物理所副研究员,领导并从事云降水物理研究,与顾震潮教授一起,完善了暖云降水起伏理论。1964年中国科学院为表彰他在创立“暖云降水起伏增长理论”中的突出成就和严谨谦虚的治学精神,授予中国科学院先进工作者光荣称号,誉为“一代新人”。其代表作《暖云降水微物理机制的研究》达到国际先进水平,这项理论研究成果于1978年获全国科学大会奖,1987年获国家自然科学奖四等奖。

与此同时,周秀骥负责创建我国大气电学,1963年他为了探索对强对流天气进行实时预报和防御森林火灾的需要,选择了雷雨云物理为新的突破口,开始对雷电和降水的相互制约、雷雨云闪电机理及其影响方法以及雷雨云的电磁辐射效应等三方面进行研究,提出了一种新的单站测定雷电的理论方案,领导完成了雷雨云综合探测系统和雷电物理模拟实验室。这对于将现代科学技术手段和数学物理学成就引入到大气物理研究起到重要的作用,这一学术思想构成了他在20世纪60年代中后期开展大气遥感研究的重要基础。

1964年,根据军事气象发展的需求,他负责主持从事激光大气遥感研究,并于1966年组织研制成激光气象雷达。由此开始了大气遥感的理论与实验研究。

1966—1981年他任大气物理研究所第一研究室主任,1979年晋升为研究员。1981年至1984年任该所副所长兼室主任期间,先后在激光、大气遥感、大气光学遥感、微波遥感理论与技术发展和应用试验等方面作出了重要贡献,1982年,他主编了《大气微波辐射及遥感原理》一书。该书清晰地体现了他一贯倡导物理学原理、新技术发展与地球大气特点相结合的学术思想,全面系统地总结了他应用大气微波辐射理论,提出了大气温度、水汽、风和湍流强度垂直廓线的原理与反演方案、云和降水的微波遥感等领域的理论,以及有关的仪器研制及应用研究等方面的成果。其中激光大气遥感研究成果于1981年获中国科学院重大成果奖二等奖,大气微波辐射及遥感原理研究于1989年获国家自然科学奖三等奖。在此期间,他还开始致力于大气非线性动力学研究。

1979年中国科学院批准建设平流层科学气球工程,周秀骥先后任工程领导小组成员与工程总体组长,第一期工程于1984年完成,建成了我国第一个高空科学气球技术系统,使我国具备 $20 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的气球施放能力,每年提供5~10次科学试验机会,为开展空间天文、大气探测、对地遥感和技术试验提供了十分方便的空间运载工具。该项目获得1995年国家科技进步奖二等奖。

1984年以来,在任中国气象科学研究院院长、名誉院长期间,他重点推动中小尺度气象学、大气化学与气候动力学研究。先后主持并从事了多项国家科技攻关项目、国家攀登计划、

国家“973”项目和国家自然科学基金重大项目以及中美合作的《国家气候研究》等工作,他主持建成了京津冀中小尺度灾害性天气监测及短期预报基地和世界第一个亚洲内陆性青海瓦里关大气本底观象台。其研究范围扩展到中小尺度大气物理与探测,大气成分与气候及大气化学等领域。从20世纪90年代开始,他开展了环境与气候相互作用的重要研究,在南极臭氧洞变化机制、中国地区臭氧变化特征和青藏高原臭氧低值中心、四川地区气溶胶的气候效应、区域大气环境质量数值模拟以及动力-辐射-化学耦合的环境-气候模式等研究中,都取得国际前沿的新成果。与此同时,在近30多年来,周秀骥不仅在推动和发展非线性大气动力学研究,培养和建立相应的研究队伍方面作出了巨大的贡献,而且在非线性科学的概念、理论和方法的基础上,在大气随机动力学和气候预测理论研究方面提出了一些重要的科学思想。鉴于他在大气科学领域的突出贡献,1988年被授予国家级有突出贡献的中青年专家称号,1991年他领导的甚高频多普勒风廓线仪获国家科技进步一等奖,1992年其“灾害性天气监测和短时预报系统”研究成果获国家科技进步奖一等奖,1996年获得何梁何利基金科学与技术进步奖,2003年获得首届中国气象局科学技术贡献奖。

1998—2007年期间,他出任国家自然科学基金委员会地球科学部主任,以地球系统科学思想为指导,组织领导了地球科学部“十五”和“十一五”期间发展战略研究,以优先资助领域为框架,完善重点项目的立项、评审、管理制度和公正、公平的评审原则。并积极推动重大研究计划的实施,率先在地球科学部试点,然后在全委推广,获得科技界的肯定和好评。周秀骥对我国自然科学基金事业的发展作出了重要贡献。

随着学术上的日益成熟,他在国内外许多学术机构和学术活动中发挥着重要作用,曾任中国南极研究学术委员会副主任,中国气象局科技委员会副主任,中国气象学会副理事长,先后担任《大气科学》、《气象学报》、《应用气象学报》等学报主编。同时积极开展我国与世界各国的气象科技合作,先后与美国、日本、加拿大、澳大利亚和苏联等十多个国家建立学术联系和合作关系,长期担任中美大气科学技术合作联合工作组成员,主持并组织了“青藏高原气象试验”,“中尺度气象研究”,“中国城乡复合体(CHINA-MAP)”,以及“大气化学”等国际合作研究计划。多次被推荐在国际组织中任职,曾长期任世界气象组织大气科学委员会委员,国际气象与大气物理协会理事会理事,国际大气辐射委员会委员、国际臭氧委员会委员,以及全球大气观测系统联合科学技术委员会委员等职。

周秀骥曾任中国科学院地学部第六、第七、第八、第十和第十一届常委,全国人大第八和第九届代表及环境与资源保护委员会委员。

二、科研成就与学术思想

(一) 主要研究领域和成就

近60年来,周秀骥孜孜不倦为开创和发展我国大气物理学而辛勤耕耘,先后在创建和发展我国云雾物理、大气电学、大气遥感、中尺度大气物理、中层大气物理、大气化学和大气非线性动力学等分支学科中取得了许多突出的成就,为中国大气科学的发展、气象事业现代化和气象前沿领域的学科发展起到了重大作用。

1. 暖云降水起伏增长理论

20 世纪 50 年代云降水物理与人工影响天气研究在全世界兴起,随着对云中微结构和对流性暖云降水观测事实的不断揭露,传统的贝吉龙(Bergeron)冰晶凝结增长和朗缪尔(Langmuir)雨滴均匀碰并增长的理论受到冲击,不能解释暖云短时形成的降水过程。周秀骥最早提出云中湍流运动所导致的起伏会促使不同尺度水滴加速增长的概念,运用随机过程和随机函数的理论系统地考察了云中水汽、气流、含水量和荷电电量等结构起伏对降水形成的各种因子,形成了一个新的理论——暖云降水起伏增长理论,从而突破了原有降水过程理论的局限,使我国云雾降水物理的理论研究迅速跨入世界学科前沿。

2. 大气电学与雷电单站定位理论

1963 年周秀骥在发展我国云雾降水物理的基础上,为了深化对强对流天气的认识和防御森林雷电火灾,选择了雷雨云物理为新的突破口,开始对雷电和降水的相互制约,雷雨云闪电机制及其影响方法,以及闪电、雷雨云的电磁辐射效应等三方面进行研究,从中探索了云滴湍流碰并中的电化机制和闪电过程中各种物理过程引进的电磁波辐射效应。首次提出了一种新的单站测定雷电的理论方案,该方案为以后的观测实验所证实,并于 20 世纪 90 年代,经过其他科学家的合作发展,进一步应用于实际。与此同时,在他的领导下,建立了我国第一个由闪电波形测量仪、探空电场仪和三站闪电定位仪等构成的雷雨云综合探测系统,取得了北京地区雷雨云中垂直气流、电场强度、体电荷等物理量垂直结构的综合观测资料。他领导创建了雷电物理模拟实验室,在云滴碰并电荷、电场中水滴破碎及其对闪电形成的影响与水滴电晕放电等方面,都取得了新的理论和实验结果。仅三年时间,他推动了我国大气电学在理论研究和实验技术两方面从无到有地快速发展。

3. 大气遥感与大气微波遥感原理

20 世纪 60 年代中期,根据我国两弹军事气象任务的需要,在他的领导下及时将激光新技术应用到大气探测中,研制出我国第一台具有国际一流水平的气象激光雷达,填补了我国激光大气遥感领域的空白。在此基础上,他首次提出激光探测大气污染时空分布原理,以及探测大气气溶胶物理结构的理论,1973 年又提出开展大气微波遥感的设想,组织研究队伍系统地开展大气微波辐射特征、大气温度、水汽、风和湍流强度垂直廓线的原理与反演方案、云和降水的微波遥感等领域的理论、仪器研制及应用研究。在整个研究过程中,他提出了许多新的概念:发展了国际地学遥感的中的 Backus-Gilbert 方案,提出核函数最优化方法,首次在国际上对第一类线性 Fredholm 积分方程反演中最大可分辨率尺度进行定量讨论,在此基础上提出了遥感通道选择的一般原理,并在氧气吸收通道上实现了温度反演的数值试验;建立微波遥感水汽廓线的非线性遥感方程线性化形式,提出采用统计试验法求取水汽遥感方程近似解原理,选择强线与弱线相结合的方法,在地对空扫描法遥感实际测量试验中取得了实测反演水汽廓线的成功。该方法当时在国际上是有创见的,美国在 90 年代 AMSU(先进微波探测装置)反演水汽中亦准备采用类似的积分方程整体反演方法。他首次推导建立了利用大气微波辐射起伏量来反演大气温度湍流结构常数和风廓线的遥感方程,从理论上证明了这一方案具有较温度遥感更高的空间分辨率,这将是未来十分有希望实现的一种新的微波遥感原理。在他的领导下,实现了适用于中小尺度临近预报研究的大气水汽含量、云中含水量和降水分布的微波遥感原理及其雷达和微波辐射计技术系统,成功地完成了这些气象要素遥感的原理试验阶段。1984

年以后,在多年大气遥感理论和实验技术积累的基础上,通过近五年的努力,在气象科学研究院领导研制完成了我国第一台甚高频风廓线雷达和我国第一台双频微波辐射计,分别实现 10 千米以下风分布的快速连续探测,以及获得实时大气水汽和云中液态含水量资料,从此使我国气象要素的遥感手段步入业务化应用阶段。这些系统在推动我国中小尺度灾害性天气甚短期预报和中小尺度大气过程的研究中发挥了应有的作用。

4. 中小尺度天气监测系统与重大天气灾害形成机理

1986 年开始,周秀骥领导并从事了国家“七五”科技攻关项目——“京津冀灾害性天气监测与超短期预报”的研究,通过多年大气遥感理论与实验技术的积累和近 5 年的努力,在京津冀地区建立了一个具有国际先进水平的中小尺度天气探测与短时预报系统。该系统投入了准业务运行和科学试验,在亚运会气象保障工作中发挥了重要作用。其中突出的科学研究成果就是在他的领导下,通过技术人员的努力,研制成功我国第一台甚高频(UHF)多普勒风廓线仪和我国第一台业务化的双频微波辐射计系统,分别实现 10 千米以下风分布的快速连续探测以及获得实时大气水汽和云中液态含水量资料,并建立了完整的观测资料收集分析、诊断、数值模拟及数字显示的中小尺度灾害性天气监测和短时预报自动化系统。使中小尺度天气系统的监视能力取得了突破性进展,为推动大气遥感技术进入业务化应用阶段作出了重要贡献。

周秀骥在接受中国气象报记者访问时曾说过:“90 年代初,我国初步有了自己的中小尺度监测网,包括多普勒雷达、气象卫星、风廓线仪、自动气象站、资料收集系统等,但离我们的梦想——将三维天空结构尽收眼底还相距太远”。在他作为首席科学家领导的国家攀登专项“海峡两岸及邻近地区暴雨试验研究”和在作为专家组副组长承担国家“973”重大研究项目“中国重大天气灾害形成机理及其预测研究”中,他始终贯彻上述学术思想,紧紧抓住暴雨的现场综合观测试验,探索新的探测方法、多种资料集成、中小尺度诊断分析系统、暴雨 β 中尺度天气系统的动力学和相应的暴雨物理模型、三维变分同化系统和中尺度暴雨数值预报模式的综合集成等重要环节。使该领域得到了长足的进步,为提高中国的中小尺度天气监测与短时预报水平作出了重要贡献。

5. 大气化学与中国地区臭氧变化特征的研究

近百年来,由于人类活动排放温室气体形成的温室效应和近 20 多年来南极臭氧洞的出现,全球大气臭氧的异常变化引起了全世界的极度关注,成为当代大气科学与环境科学的重大前沿课题,在全球变化研究中占有重要的地位。早在 20 世纪 80 年代,周秀骥以他敏锐的眼光,前沿的思想在他担任中国气象科学研究院院长初期就积极地拓展大气化学与大气环境研究领域。在周秀骥亲自主持和参与下,为建立中国第一个国际标准的东亚内陆性大气本底监测站进行了不懈的努力。他亲自过问并参与选址的考察、论证以及该大气本底基准观象台的建设。经过近 5 年的努力,在世界气象组织(WMO)与全球环境基金(GEF)资助下,于 1994 年 9 月建成瓦里关大气本底观象台,被 WMO 授予台站编号为 WLG236N10,正式挂牌运行。瓦里关本底观象台投入运行以来,为我国温室气体和其他大气微量成分观测以及气候变化等方面的研究提供了一个全方位开放的外场观测平台。首先为全球提供了亚洲内陆大气 CO_2 等温室气体本底的完整资料,以特有的地理位置和全球本底代表性赢得了国内外科学家和有关部门的充分肯定。与此同时,从 1994 年开始,他主持了国家自然科学基金重大项目——“中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响”,这是我国首次组织的大气臭氧综合而系统的科

学试验,集中了我国大气科学、环境科学、生态科学及光化学等有关学科领域中优秀专家的力量,实现了多学科交叉,以野外观测与资料分析,实验室模拟,理论分析与数值模拟密切结合的技术途径,揭示了近十多年来我国大气臭氧变化的规律与机制,预测了未来我国大气臭氧变化的趋势。周秀骥等首先发现了青藏高原上空夏季(6—9月)在10~22 km高度范围的臭氧低谷中心的重大事实,这为我国环境研究起到了积极推动作用,并得到了国际有关科学家的承认,被评选为1999年中国十大科技进展之三。在进一步研究臭氧低谷形成机理时,周秀骥提出了夏季青藏高原上空是对流层低空物质向平流层输送的一个重要通道的有关推测,后来的研究逐步证实了这一推测是正确的。

6. 大气环境与气候变化相互作用的研究

气候变化研究是当代地球科学的前沿,周秀骥从90年代就以中国区域气候变化为切入点,以大气环境与区域气候相互作用为重点,开始了新的研究。在他领导和主持的国家自然科学基金“八五”重大项目——“中国地区大气臭氧变化及其对气候环境的影响”的实施中也充分体现了上述的学术思想,重点研究了我国大气臭氧变化趋势及其对气候环境的影响,得到了新的结果,指出我国发达地区的地面臭氧已经超过农作物安全值,可能对农作物产生显著影响,同时指出了我国地区大气臭氧变化引起的平流层降温和对流层臭氧增加引起的温室效应不容忽视。之后,还研究了四川等地近几十年的气候特征,表明全球变暖是个平均状况,其区域差异十分明显,并非所有的地方都变暖,如四川盆地和贵阳地区以及沿长江两岸向下游辐射地区也是个气候变冷带,而四川就是个气候变冷的中心,华南变暖也不明显。通过进一步研究,周秀骥等在国内首先指出了气溶胶在四川气候变冷中可能起着重要的作用。以后,他又利用全国辐射观测站资料,首次证实中国地区近半个世纪来大气气溶胶浓度的增加及其可能的气候效应。这些结果表明,区域气候和环境变化既决定于全球变化的背景,又受局地自然条件和人类活动的严重影响。在全球变化中,人类活动最重要的特征就是改变地表和生态系统结构的时空分布,由此引起了地气之间各种能量和动量、物质的交换,时空分布的显著变动,影响到局地气候、环境和灾害的变异。基于这个认识,周秀骥又组织和主持了国家自然科学基金重大项目——“长江三角洲低层大气物理化学过程及其与生态系统的相互作用”。其主要结果表明,改革开放20多年来,长江三角洲地区,由于城市化与经济建设持续高速度地发展,土地利用引起地表结构的急剧变化,进而严重影响长江三角洲气候、大气环境以及农业生态系统的变化。

7. 大气随机动力学和气候系统变化过程的非平稳性

自20世纪70年代后半期,以耗散结构、协同学以及混沌等理论为代表的非线性科学进入了科学家们的视野以来,周秀骥就成为我国较早关注并进入这一新兴学科领域的少数大气科学家之一。他首次研究了随机起伏初值条件下洛伦兹奇怪吸引子的统计特性,论证了洛伦兹混沌运动的统计稳定性和遍历性。通过数值模拟试验,给出了封闭容器中贝纳(Benard)对流由规则流、混沌到湍流形成过程中动力和热力空间结构的演变过程图像。他的敏锐科学洞察力使他相信,非线性科学将对大气科学的发展产生深刻的影响,并将成为大气科学得到提升和突破的最重要的理论上的动力。周秀骥根据布朗运动统计理论,提出了“分子热运动是不稳定流体中湍流形成之源,由此形成不同宏观尺度的随机运动是大气运动固有的属性”,大气过程的复杂性就是由“必然过程与偶然过程以及它们之间的相互转化形成的”。在此基础上,他提出了“大气过程报不准关系”的猜测,进一步把发展大气随机动力学作为大气预测的重要理论

基础。

在探索气候变化机理的道路上,周秀骥和他的同事们提出了气候系统的“层次结构理论”,论证了非平稳是气候系统变化最重要和最有代表性的特性,而遍历性假定与气候过程基本性质之间的悖谬,是导致当前气候预测水平低下的最重要的理论上的原因。这些新的思想将为气候预测研究注入新的活力。

(二) 主要学术思想和人才培养

周秀骥学术思想活跃,治学严谨,善于汲取其他学科的新成就为我所用,开拓创新,探索新的研究方向,提出独到的学术见解,形成自己的学术观点。他勤奋、谦虚、学风正派、实事求是。同时,热心从事教育,培养出许多优秀青年人才,为我国大气科学和气象事业的发展作出了开创性的贡献。

1. 从国家需求出发,不断开拓大气科学新分支

周秀骥始终站在国际科学技术和大气科学的前沿,坚持从我国国民经济与国防现代化建设的需要出发,凝炼大气科学的发展方向,不断开拓我国大气科学的新分支,最后回到为社会的服 务中去。早在 40 多年前,赵九章先生指导他去攻克云雾降水理论时就认识到“对于一个农业大国,人工影响天气有很大的应用价值,其理论就是云雾降水物理学,但这门科学当时在国内尚属空白”。于是,他运用统计物理的概念和随机过程的法则,解释了云的结构起伏对降水过程的影响,使人们用全新的视角和观念认识了降水的形成,促进我国一门新兴的云雾物理学的发展。然后,他认为灾害性天气预报对一个农业大国尤为重要,而中小尺度短时预报仅靠现有的地面与高空观测是远远不够的,于是他开拓大气遥感就是要建立一种新的观测系统,为更好地提高灾害性天气预报水平,40 多年来,他坚持这个目标,从大气电学、激光大气遥感、微波大气遥感的创建,在京、津、冀地区建立一个具有国际先进水平中小尺度天气探测与监测系统。直到今日,他还在为大气随机动力学预报理论与方法的创建、为气象台站目测自动化系统的建立而努力奋斗。

周秀骥长期把为社会服务的思想作为不断开拓大气科学新方向的动力。

2. 重视物理学原理,新技术发展与地球大气特点的结合

周秀骥一贯重视强调对所研究问题的物理含义要清晰,在进行研究这一问题时,他紧密结合新技术的发展作为研究的手段,而这一切又不忘是在特定的地球大气中产生的,这三者思想有机的联系和相互推动构成了周秀骥一贯严谨的学术思想体系。我们不但可以从他 20 世纪 60 年代的暖云降水起伏增长理论,大气电学与雷电单站定位理论、大气遥感与大气微波遥感原理的研究中,而且也可从 20 世纪 80—90 年代的大气化学与中国地区臭氧变化特征和中小尺度天气监测与重大天气灾害形成机理的研究中,都可以看到他这个贯穿始终的学术思想。在进行中小尺度天气监测与重大天气灾害形成机理的项目研究中,周秀骥一方面强调对新技术的开发和应用,通过我国第一台甚高频(UHF)多普勒风廓线仪和双频微波辐射计系统的研制成功,极大地提高了对中小尺度天气系统的监测能力,能在现场综合观测试验中抓获过去不能够得到的信息和资料。另一方面又极力主张重视应用具有明确物理意义的定量分析方法,建立中小尺度系统的物理模型。他认为,这样有机的系统的结合才有可能对科学问题认识获得长足的进步。

3. 主张不同学科的交叉和结合

人们常说：“两种学科的碰撞，能激发光彩夺目的火花。”周秀骥既是这名言的推崇者，也是执行者。早在 20 世纪 80 年代中期，他较早指出了大气中各种痕量气体成分对气候变化的重要意义。80 年代末到 90 年代，在所开展的环境与气候相互作用的重要研究中，特别是在南极臭氧洞变化机制，中国地区臭氧变化特征和青藏高原臭氧低值中心，四川地区气溶胶的气候效应，长江三角洲低层大气物理化学过程及其对生态系统的相互作用研究中，都特别强调各个学科之间的交叉，在他主持的这些项目中，汇集了大气物理学、气候学、大气动力学、光化学、环境化学、生态学、环境遥感等学科领域的专家，融合各家所长，把大气物理，大气化学，大气动力学与生态学结合起来，先后在国内较早地开发完成了动力-辐射-光化学耦合模式，以及高分辨率区域大气环境、农田生态与气候耦合数值模式，在区域环境与气候相互作用项目的研究中发挥了重要的作用，取得了国际前沿的新成果。

4. 热心培养青年科学人才

周秀骥在创建和发展我国大气物理学科的同时，深感人才培养的重要性，在教育培养人才上同样付出了极大的心血。自他 1962 年从苏联回国开始，就在中国科学技术大学任教，曾被聘为大气物理教研室主任，兼职副教授、教授；自 1984 年起，又先后在中国科技大学、中国科学院研究生院和北京大学研究生院培养硕士生和博士研究生。他亲自编写讲义《大气电学》与《大气物理》，经过近 30 年的讲授实践并修改，最终写成了中国科技大学大气科学系重要基本教材《高等大气物理学》。他鼓励年轻人勇于实践，敢于创新，注意研究生深厚理论基础的培养，要求他们不断进取，立足于世界科学技术的前沿。从 20 世纪 70 年代末起至今，周秀骥先后招收了硕士生近 70 名，博士生 21 名，在所培养的硕士和博士生中，有不少都已经成为国内外大气科学的学科带头人和站在学科的最前沿的专家教授，他们在回忆当年做研究生时说：“周老师具有非常广博深邃的学术眼光，严谨的学术态度，对学术的精益求精。周老师学识博大精深，涵盖广泛，思维敏捷，学风严谨并精益求精。在研究生的三年时间里，周老师对我们的治学和做人都有非常大的影响，这影响一直持续到现在的研究工作，并将使我们受益终生”。

周秀骥几十年如一日，呕心沥血，在大气科学的最前线培养和哺育着一代又一代新人的成长，为我国的大气科学和气象事业的发展作出了重要贡献。

目 录

序

周秀骥传记

第一部分 云雾物理和雷电物理

暖云降水微观物理机制的统计理论	(3)
关于云雾微结构和降水过程理论的若干问题	(12)
云滴电化碰并机制的初步探讨	(20)
带电水滴破碎临界电场的一个理论分析	(33)
雷电单站定位的初步分析和试验	(40)
闪电单站定位——仪器、方法及现场试验	(57)

第二部分 大气遥感

一类遥感探测方程解的理论分析	(63)
利用光闪烁效应遥感大气折射率结构常数及风的分布的理论分析	(73)
大气微波辐射起伏及其遥感	(92)
消光-小角散射综合遥感气溶胶分布的原理与数值试验	(99)
蒙特卡洛法在微波遥感水汽垂直廓线上的应用	(107)
遥感大气湿度 1.35 厘米微波辐射计	(116)
Characteristics of Atmospheric Extinction-to-Backscattering Ratio in Ruby Lidar Measurements	(126)
A Theoretical Study of Multi-Wavelength Lidar Exploration of Optical Properties of Atmospheric Aerosols	(136)
声雷达探测中的一个问题	(152)
Studying the Sky Radiance and Degree of Polarization and Sounding the Optical Characteristics of Atmospheric Aerosol	(155)
Atmospheric Profiler and Preliminary Investigation on the Monitoring of Disastrous Weather	(166)

数字摄像法测量气象能见度	(176)
--------------------	-------

第三部分 中尺度气象学

三维弹性套网格中尺度(β - γ)大气模式	(183)
三维弹性套网格中尺度(β - γ)大气模式的检验和实例研究	(194)
Formation of Low-level Mesoscale Southwest Jet during Seasonal Rainfall	(206)
2000 年春季沙尘暴动力学特征	(215)
1998 年春夏南海低空急流形成机制研究	(223)
2 阶湍流闭合边界层模式及其在暴雨模拟中的应用	(230)

第四部分 环境与气候

对流层臭氧的数值模拟试验	(245)
大气臭氧垂直分布变化的模拟研究	(255)
Preliminary Analysis of the Variations of Surface Ozone and Nitrogen Oxides in Lin'an	(261)
中国东部地区大气臭氧及前体物本底变化规律的初步研究	(269)
1993 年中山站地区“臭氧洞”和 UV-B 的特征分析	(277)
中国地区臭氧总量变化与青藏高原低值中心	(285)
The Cooling of Sichuan Province in Recent 40 Years and Its Probable Mechanisms	(288)
南极地区温度、海冰和臭氧的变化特征	(300)
中国近 30 年太阳辐射状况研究	(308)
中国地区大气气溶胶辐射强迫及区域气候效应的数值模拟	(315)
A Nonlinear Regional Prediction Experiment on a Short-range Climatic Process of the Atmospheric Ozone	(325)
青藏高原及其邻近地区上空平流层—对流层之间大气的质量交换	(335)
长江三角洲稻田生态系统综合增温潜势源汇交替的数值分析	(342)
青藏高原地区大气臭氧变化的研究	(351)
气候系统的非平稳行为和预测理论	(368)
瓦里关温室气体本底研究的主要进展	(387)

第五部分 大气随机动力学

The Statistical Structure of Lorenz Strange Attractors	(403)
--	-------

封闭容器中的 Bénard 对流数值模拟研究—— I . 二维问题	(412)
封闭容器中的 Bénard 对流数值模拟研究—— II . 三维问题	(423)
大气随机动力学与可预报性	(433)

第六部分 其 他

中国大气物理学的发展——纪念中国气象学会成立 60 周年	(443)
继往开来 以科学的精神开拓人工影响天气工作的新局面 ——纪念我国人工影响天气工作 30 周年	(448)
21 世纪的大气科学——纪念中国气象学会成立 70 周年	(454)
基础研究在大气科学发展中的作用与地位	(457)
中国大气物理学的发展与赵九章	(462)
加强开发利用西北地区空中水资源研究的设想和建议	(468)
对地球系统科学的几点认识	(470)
推动创新研究,繁荣大气科学——纪念《气象学报》创刊 80 周年	(474)
附录 已出版著作	(476)

第 一 部 分

云雾物理和雷电物理