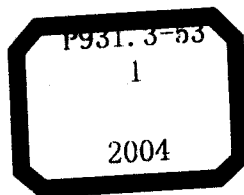




# 风沙地貌研究论文选集

吴正著

 海洋出版社



# 风沙地貌研究论文选集

吴 正 著



海洋出版社

2004年·北京

## 内 容 简 介

本书是吴正教授从事沙漠研究 40 余年来的部分科研成果,其选编了不同时期在各种期刊、文集中发表的论文 32 篇。内容主要包括:(1) 风沙运动与土壤风蚀及沙害防治;(2) 沙漠与沙漠化(荒漠化)问题;(3) 海岸沙丘与沉积研究;(4) 环境演变及其他等四个方面。内容丰富,资料翔实,观点新颖。对认识内陆风沙地貌和海岸风沙地貌及其与全球气候变化、青藏高原隆升和人类不合理开发活动的关系,以及采取正确的途径、对策和措施防治沙漠化具有重要意义。

本书可供从事自然地理、地貌、第四纪、铁路和公路沙害防治以及环境保护等科技工作者和有关院校师生参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

风沙地貌研究论文选集/吴正著. —北京:海洋出版社,2004.9

ISBN 7-5027-6188-8

I. 风… II. 吴… III. 风沙地貌—研究—文集 IV. P931.3-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 092420 号

责任编辑:金 炯

责任印制:刘志恒

**海洋出版社 出版发行**

<http://www.oceanpress.com.cn>

(100081 北京市海淀区大慧寺路 8 号)

兰州中科印刷厂印刷 新华书店经销

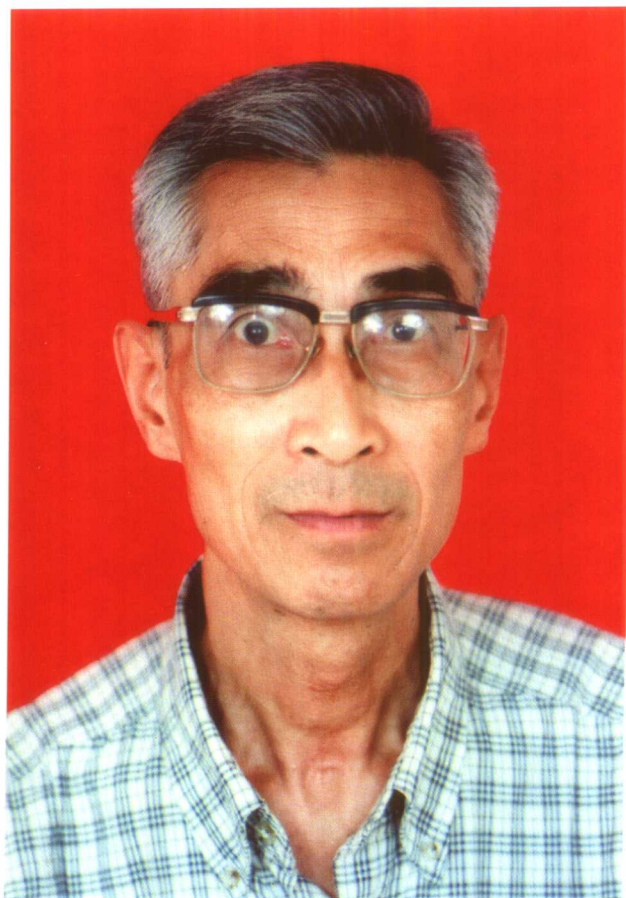
2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月兰州第 1 次印刷

开本:787 mm×1092 mm 1/16 印张:15

字数:347 千字 印数:1~400 册

定价:50.00 元

海洋版图书印、装错误可随时退换



**吴正**,男,汉族,原籍浙江省浦江县,1935年生于杭州。1957年毕业于南京大学地理系(现为城市与资源科学系)地貌学专业。1957~1982年先后在中国科学院地理研究所、兰州冰川冻土沙漠研究所、兰州沙漠研究所工作,任副研究员;历任野外研究队队长、沙风洞实验室主任、风沙研究室主任、所学术委员会委员等职。1982年夏至今,在华南师范大学地理系工作,任教授;历任地貌研究室主任、系副主任和校学术委员会委员等职。曾任中山大学、南京师范大学、广州师范学院兼职教授,国家自然科学基金委员会第二、三、四、六、七届地理学科评审组成员和副组长,第三届国家自然科学基金评审委员会地球科学复审组组长,国家教委高校地理教学指导委员会成员,中国地理学会理事兼地貌与第四纪专业委员会副主任,中国第四纪委员会热带、亚热带专业委员会副主任,广东省地理学会常务理事,广东省地质学会第四纪地质与环境地质专业委员会委员,《中国沙漠》副主编等。现任中国科学院寒区旱区环境与工程研究所沙漠与沙漠化重点实验室学术委员会委员,全国高校地貌教学研究会副理事长,《热带地貌》主编等。

## 序 一

欣逢吴正教授七十华诞和他从事沙漠科学,主要是风沙地貌研究四十五年来的论文选集编辑出版,敬致热忱祝贺。

吴正教授1957年于南京大学地理系地貌第四纪专业毕业。在校时勤奋学习,受到良好的科学训练。到中国科学院地理研究所工作后,参与朱震达先生主持的首批开创性的沙漠科学考察,克服干旱缺水、烈日严寒、大风沙尘袭击等严酷困难条件,先后进行新疆北部古尔班通古特沙漠,南部塔克拉玛干沙漠,东部嘎顺戈壁与诺明戈壁考察;莎车、皮山二地治沙实验站的风沙定位、半定位观测;参与沙通、包兰、兰新、甘武及南疆铁路,并主持青新公路等一系列通过沙漠地区的选线、筑路和防风沙研究;参与筹建我国第一个大型沙风洞实验室,并首任实验室主任,组织领导风沙运动和防风沙工程的风洞模拟实验研究;此外,还参与领导鄂尔多斯地区第四纪沙漠演变研究。他于1966年从地理所调兰州冰川冻土沙漠所后,我与他接触比较多了。他在兰州工作到1982年,后调华南师范大学地理系工作。此后,一面从事地貌与第四纪教学,一面仍继续沙漠研究,并开拓了华南海岸风沙地貌与风成沉积研究。他勤奋不懈地努力工作,先后在《中国科学》、《科学通报》、《地理学报》等多种学术期刊上发表论文90余篇。主编或合作出版专著以及大学教材17部,包括《中国沙漠概论》(1974年版,1980年修订再版)、《塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究》(1981)、《沙漠地区公路工程》(1981)、《风沙地貌学》(1987)、《华南海岸风沙地貌研究》(1995)、《地貌学导论》(1999)、《风沙地貌与治沙工程学》(2003)等重要著作。在我所接触过的数十位沙漠科学家中,吴正教授著作的丰富和精湛的学术水平堪称首屈一指。本论文选集选编的32篇文章是他各时期的代表作。

32篇代表作被分为四个专题,即(1)风沙运动与土壤风蚀及沙害防治(6篇);(2)沙漠与沙漠化(荒漠化)问题(11篇);(3)海岸沙丘与沉积研究(7篇);(4)环境演变及其他(8篇)。吴正教授在自序中已对四个专题的精华所在,主要是创新理论贡献作了介绍。我虽和吴正教授共事多年,但主攻方向不同,我主要进行现代和第四纪冰川研究,只是不多的场合接触过沙漠科学。上述四个方面研究中有几个对我有深刻影响,使我加深了对吴正教授的钦佩。一是他查明了近地表气流层内风沙流结构的基本特征,对沙粒跃移运动的物理过程及其机理作出新解释,提出了“阻”、“固”、“输”(导)工程防治原理与措施。不仅从基本理论上指导了风沙区域的筑路实践,也为1967年开始的公路风雪流灾害防治起了先导示范作用。风雪流在近地表气流中运行,与风沙流有许多相似特征。对新疆一条天山公路的雪害防治设计,就借助于沙风洞首先弄清雪粒运动的规律性,以后成功地为该公路设计了防治吹雪堆积公路的措施。二是在塔克拉玛干沙漠成因研究中,吴正教授提出了沙漠大规模发展始于中更新世的观点。我当初未注意到此。只是到20世纪90年代中期,从青藏高原第四纪冰川研究中,认识到中更新世初青藏高原隆升到海拔3500m左右,进入了冰冻圈以后,环境大变,高原冰川积雪与冻土大规模发展,必然加剧西北的干旱,这才联想到塔克拉玛干沙漠开始于中更新世观点是和当时青藏高原进入冰冻圈有着成因上

的联系和共性,但是吴正教授的观点早我若干年提出。当时并无精确测量手段,可见他的敏锐的先进目光。三是吴正教授提出的海岸沙丘岩的特征、发育条件、形成年龄等与海滩岩相的区别,极有助于滨海地带的环境变化的正确认识。20世纪80年代末期,我主持国家自然科学基金会与中国科学院联合资助的《中国气候变化与海面变化初步研究》项目,关注过海岸带环境变化的研究进展。当时看到一位地质学者将海岸沙丘岩都看成是海滩岩,由于风力吹积的沙丘可以分布到海拔相对较高处,这位学者就提出了很大的海平面变化幅度,我对此困惑不解,看到吴正有关论文,恍然大悟,自此不再理会这位学者的错误观点。四是吴正同志强烈反对当前高等院校地理系取消《地貌学》课程,只开设“六科合一”的《自然地理学》的做法,是严重削弱本科生基础知识和观察自然界的技能培养,我深有同感。我虽不直接承担高校教学任务,但从我国地理学的发展经验,20世纪30年代以来,几辈著名地理学家的成长,如吴尚时、任美镔、周延儒、沈玉昌、王乃樑、杨怀仁、陈述彭、陈吉余、曾昭璇、李吉均、王颖等,也包括朱震达、吴正等在内的杰出贡献,都是和在原高校读书期间受到较扎实的地貌学训练是分不开的。在近年我接触的研究生中,发现即使已经获得博士学位的学生,其地貌学训练不足,观察自然能力薄弱,极不利于他们继续开拓前进。而在师范高校,更不利于培养高水平的中学地理师资。

二十余年前,吴正教授从兰州调广州工作,我一方面为兰州沙漠所失去一位品学兼优的学术带头人而深感惋惜,另一方面钦佩曾昭璇老友善于识人,远道招聘吴正的毅力。固然,吴正不负知遇之恩,到华南师大后,除在教学与科研方面作出很好的贡献外,又通读曾先生一系列著作,二次编选曾先生文集。这也可以说是难能可贵。科学发展,先必继承。编选文集出版,后人得以方便参阅是有效的继承方式。在古代生产力和医疗条件下,“人生七十古来稀”,而在改革开放生产力大发展,进入小康社会的新中国,八十、九十甚至百岁也不稀奇了。相信吴正教授健康长寿、奋斗不懈,会对新中国科学、教育继续作出重要贡献。

施雅风

2004年3月26日于南京

## 序 二

吴正教授是我国著名风沙地貌学家,与余相处亦 20 余年了。他为人和藹,胸无城府;勤奋好学,致足钦佩。吴君 20 世纪 50 年代就读于南京大学地理系,师从任美镔院士、杨怀仁教授攻读地貌学,成绩优秀,毕业后即分配到中国科学院地理研究所工作。当时国家提出开发大西北,治理沙漠,吴君即与新从前苏联学成回国的朱震达等人一起,参加了新组建的中国科学院治沙队(后以治沙队为基础建成了兰州沙漠研究所),对西北地区主要沙漠与戈壁进行考察和定位试验研究,成绩突出。20 多年,就写成有关风沙地貌研究专著十余部,论文数十篇。

吴君对我国风沙地貌研究之全面性,亦至为本人欣赏。他调华南师大工作后,在教学之余,除坚持原来的内陆沙漠的风沙地貌研究外,更开拓了华南海岸风沙地貌与风成沉积研究,扩大和发展了风沙地貌学研究体系。尤其是提出了海岸沙丘岩的成岩机理、识别标志,将其与海滩岩相区别;提出老红砂系风成沉积之新见,以及红化作用的主要机制等,解决了华南热带海岸长期争论的两个地学难题,对我国热带地貌与第四纪学的研究,作出了特殊的贡献。计我国一生从事风沙地貌研究的学者,人数不多;尤其是同时涉足内陆沙漠与海岸两种不同环境的风沙地貌研究的人,更是寥寥无几。吴君则是其中少有者。故好友赵松乔教授常称吴君为我国最优秀风沙地貌学者。吴君可谓我国风沙地貌学研究的开拓者之一,足为我国风沙与治沙工程研究的学科带头人。

吴君长期在我国西北自然条件十分严酷的沙漠地区考察研究,艰苦环境对年青学者的锻炼,诚非坏事,无艰苦的过程,难成大器。吴君南来华南师大工作,年过半百仍带领研究生野外工作,十余年来,跑遍华南沿海,事事带头,学子无不深谢吴君指导具体,善解难题,深受教益。其研究生成绩优良,今已多赴国外深造或任教于国外大学矣。贤师出高徒,信乎。

吴正教授一生淡泊明志、宁静致远,从来不屑角逐名利、攀比地位,兢兢业业,潜心学术研究,数十年如一日,著述丰富,硕果累累。培养青年学子,成绩斐然。今出其论文选集,请余作序,敬喜为之,以表余对吴君之学问研究之尊崇。

翁昭璇

敬序于 2004 年 2 月 18 日

## 自序

我原籍浙江省浦江县长吴村,1935年7月生于杭州。1953年毕业于百年名校浙江省立金华中学(现为浙江金华第一中学),后考取南京大学地理系(现为城市与资源科学系),师从任美铎院士、杨怀仁教授攻读地貌学。1957年毕业后分配到中国科学院地理研究所地貌研究室工作,并作为新组建的我国第一个沙漠地貌学科组的五名成员之一(组长为刚从前苏联留学回国的朱震达),以及1959年2日成立的中国科学院治沙队的首批队员,参加了沙漠科学考察与治沙试验中的风沙地貌研究工作。自1959年起至1982年,在中国科学院地理研究所、兰州冰川冻土沙漠研究所、兰州沙漠研究所工作期间,先后参加了新疆古尔班通古特沙漠、塔克拉玛干沙漠、嘎顺戈壁与诺明戈壁等的野外考察,莎车、皮山治沙试验站的风沙地貌定位、半定位观测;沙通、包兰、甘武、兰新和南疆线等沙漠铁路选线、沙害调查和防沙措施研究;主持青新公路(0701工程)等沙漠筑路与工程防沙研究;参与筹建了我国第一个沙风洞实验室,并担任首任实验室主任,组织和领导了风沙运动和防沙(及防风吹雪)工程的风洞模拟实验研究;参与领导开展了鄂尔多斯地区的沙漠第四纪研究工作等。1982年夏,调华南师范大学地理系工作,除从事地貌与第四纪教学外,继续开展了沙漠与沙漠化的研究,并主持多项国家自然科学基金项目,开拓了我国华南海岸风沙地貌与风成沉积研究。

参加工作40余年来,与内陆沙漠和海岸沙丘有缘,一直从事风沙地貌研究。先后撰写出版(含合著)了《沙漠地区风沙地貌调查法》(1961)、《中国沙漠概论》(1974年初版,1980年修订再版)、《中国沙漠治理图片集》(1977)、《风成地貌》(1988)、《沙漠地区公路工程》(1981)、《塔克拉玛干沙漠风沙地貌研究》(1981)、《我国的沙漠》(1982)、《地貌学》(1985)、《风沙地貌学》(1987)、《特殊地区公路·风沙地区》(1993)、《中国的沙漠》(1995)、《华南海岸风沙地貌研究》(1995)、《中国沙漠与海岸沙丘研究》(1997)、《地貌学导论》(1999)、《风沙地貌与治沙工程学》(2003)、《沙漠地区公路设计与施工技术》(2004)等著作、教材17部;并在《中国科学》、《科学通报》和《地理学报》等国内外学术刊物上发表论文90余篇。

这本论文选集共选编本人(含合作)不同时期在各种期刊、文集中发表的论文共32篇。所选论文虽系不同时期各方面的代表作品,但就其水平而论,大多是平庸之作;现将其再结集成册,一是无非是对自己的工作再作个回顾,二是希望能方便于有关研究者参考。本论文选集所选论文,按其内容大致包括如下几个方面:

### (1) 风沙运动与土壤风蚀及沙害防治

在国内最早开展了土壤风蚀问题的研究。野外观测查明了新垦区风蚀发展过程中风力与地表性质及其土壤机械组成等因素的影响,并提出了新开发地区和绿洲边缘耕地区防止土壤风蚀的主要途径。根据野外沙质地表对风沙流运动的观测,查明了近地表气流层内风沙流结构的基本特征,确证了风沙流结构呈对数分布,并不因风速和下垫面改变而



发生变化,被认为是风沙流结构研究的一个突破;首次提出“风沙流结构特征值 $\lambda$ ”的新概念。在国内率先开展了风沙运动的高速动态摄影实验,首次精确地记录了沙粒运动的微观过程,并对沙粒跃移运动的物理过程及其机理作出新的解释。通过沙漠筑路与工程防沙研究,结合总结我国三十年来修建多条沙漠公路干线的经验,提出了沙漠地区公路选线与路线布局的七条基本原则。基于对公路沙埋危害性质及其成因的科学分析,提出了行之有效的阻、固、输(导)工程防沙原理及措施。这些选线原则与工程防沙原理与措施,应用于塔克拉玛干沙漠石油公路的建设中,取得很好成效。

## (2) 沙漠与沙漠化(荒漠化)问题

系统地阐述了准噶尔盆地的沙漠地貌发育特征,提出古尔班通古特沙漠沙的主要来源为古代(第四纪)的冲积湖积平原沙层;首次提出影响沙漠形成的动力主要为西风环流风系,而蒙古高压风系仅在春季有一定作用,尤其是沙漠的中部和东北部地区;沙漠地貌类型以沙垄为代表,是两个角度相交不大的风力作用的结果。探讨了塔克拉玛干沙漠的成因,提出沙漠大规模发展始于中更新世的新观点;认为最初沙漠出现在塔里木河下游以西、车尔臣河以北的沙漠东部,随着干燥条件的发展,沙漠从盆地中心向边缘,由东向西扩展。进行了风成沙纹的风洞模拟研究,提出了风成沙纹形成、发展和消亡的机制。通过野外观测和风洞模拟实验,对新月形沙丘和金字塔沙丘的形成机理提出了新的看法。对沙漠化的概念含义、我国沙漠化的原因和沙漠化现状等问题提出看法。认为沙漠化就是沙漠的形成和扩张过程。在第四纪地质时期内,沙漠化是一种“纯”自然过程,即气候-地貌过程;在人类历史时期的沙漠化,则是一种自然-人为过程,即气候-人类干扰地貌过程。提出沙漠化并不是人类活动的惟一结果和必然结果;干旱、半干旱区人类经济活动的后果有二重性,既有沙漠化,也有绿洲化。根据对我国南方热带和亚热带湿润地区的土地沙化和水土流失现状调查,提出应重视开展我国南方地区土地沙化和水土流失问题的研究,并指出了其基础研究和应用基础研究中应着重研究的课题。

## (3) 海岸沙丘与沉积研究

开拓了我国华南海岸风沙地貌与沉积研究。通过全面系统研究,深化了对现代海岸风沙沉积特征的认识;提出了海岸沙丘的发育条件、演化模式以及形成的年龄等。认为华南现代海岸风沙堆积是中全新世以来的温凉干燥气候的产物。发现了华南沿海多处海岸沙丘岩,并对其成岩机理作出解释;提出了识别标志,将其与海滩岩相区别。提出了华南沿海“老红砂”系风成沉积的观点,并发现了老红砂多期沉积地层;认为老红砂是晚更新世末次冰期海岸风沙堆积,红色特征与亚间冰期(或冰后期的高温期)的温暖古气候有关。在湿热气候下,古风成沙中含铁硅酸盐矿物氧化生成赤铁矿,而使无色石英颗粒染成红色,是其红化作用的主要机制。

## (4) 环境演变及其他

根据对我国南海北部沿岸及近海大陆架的调查,所发现的能够确定年代和当时海面位置的地貌、沉积与生物标志,对其晚更新世以来的海平面变化进行了探讨。提出末次冰期(晚玉木冰期)极盛时期最低海面在-150~-160 m左右;全新世6 000~5 000年前,有高出现今海面3~5 m的最高海面;嗣后,海面呈波动下降直至目前位置,但其间仍有多次高于现今海面1~3 m左右的高海面。对晚更新世末期,南海北部大陆架的古地理环

境进行了探讨。根据地球物理综合调查,沉积物的粒度、矿物成分、石英沙粒扫描电镜分析,<sup>14</sup>C测年,以及微体古生物等成果,认为南海北部大陆架在更新世末期,冬半年气候干寒,东北风强劲,风沙活动强烈,沙丘广布,为干寒多风沙的自然环境。通过扫描电镜分析,还对比研究了我国内陆沙漠和海岸沙丘石英颗粒表面结构特征,研究认为,无论内陆沙漠沙或海岸沙丘沙,其代表风成环境的典型特征都很显著;提出反映搬运介质和搬运方式及其能量条件的石英颗粒表面的机械作用特征,在任何气候条件下,都应该是判别沉积环境的最主要标志。比较全面总结了我国风沙地貌研究十余年来所取得的进展。此外,还撰文追思了竺(可桢)老对我国沙漠事业的关怀和贡献。阐述了曾昭璇教授在自然地理学、地貌学、历史地理、人类地理、方志学以及民族学和民俗学等诸多学科领域取得的突出成就,尤其是对华南地理学发展的重要贡献。对面向21世纪的高校地貌学教材建设提出看法,认为目前高等师范院校地理科学专业课程设计中,取消《地貌学》等专业基础课,代之以一门“六科合一”的《自然地理学》的做法是不合适的,严重削弱了对本科生基础知识及其技能的培养。提出高师地貌学教材应有自己的特色,在教材体系和内容上都要有所创新,除应具科学性和系统性外,更应在“浅”、“广”、“新”三方面下功夫。

回顾40余载沙海生涯,在风沙地貌研究上能取得一些成绩,深感与恩师任美镔、杨怀仁、沈玉昌、施雅风、钱宁、赵松乔和曾昭璇等先生的多年指教和支持分不开。他们热情扶植后辈,对我谆谆教诲,时加关怀与勉励。此外,也受益于朱震达教授、赵性存高级工程师的长期指导与帮助,以及多年共事的凌裕泉、刘贤万、董光荣、彭世古、夏训诚、李崇舜、周兴佳、李钜章、李炳元等同志的真诚帮助与支持。值此本选集出版之际,在此一并向他们致以崇高的敬意和衷心地感谢。在这里,要特别感谢中国科学院资深院士施雅风先生,中国第四纪研究委员会委员兼热带亚热带环境专业委员会名誉主任曾昭璇教授,在百忙中为论文选集作序。这本选集得以问世,当然还要感谢编辑组的李保生、高尚玉、董玉祥、李森、孙武、王为、陈居成、吴志峰、吕鹏等同志,以及《中国沙漠》编辑部和海洋出版社驻兰办事处的金炯编审和孙良英、郝美玲女士,他们为本选集的编辑、出版付出了辛勤的劳动。

吴正

自序于广州石碑华南师大寓所

2004年4月5日

# 目 次

<b>1 风沙运动与土壤风蚀及沙害防治</b>	
新疆和田地区风沙及土壤风蚀问题的初步研究·····	(3)
风沙运动的若干规律及防止风沙危害问题的初步研究·····	(6)
风沙运动的动态摄影实验·····	(14)
风沙运动的多相流研究现状及展望·····	(22)
沙漠地区公路选线和路线布设·····	(27)
公路沙埋的工程防治·····	(36)
<b>2 沙漠与沙漠化(荒漠化)问题</b>	
准噶尔盆地沙漠地貌发育的基本特征·····	(51)
塔克拉玛干沙漠成因的探讨·····	(66)
中国干旱地区的风沙地貌·····	(78)
风成沙纹形成的风洞模拟研究·····	(94)
新月形沙丘形态的模拟实验研究·····	(101)
敦煌鸣沙山金字塔沙丘的形成模式研究·····	(106)
浅议我国北方地区的沙漠化问题·····	(114)
中国北方地区沙漠化的现状与趋势之窥见·····	(123)
应重视我国南方土地沙化和水土流失问题的研究·····	(129)
海南岛海岸风沙加剧及其治理对策·····	(132)
向荒漠化作不懈斗争·····	(135)
<b>3 海岸沙丘与沉积研究</b>	
海南岛东北部海岸沙丘的沉积构造特征及其发育模式·····	(139)
华南沿海全新世海岸沙丘研究·····	(150)
华南海岸沙丘岩的特征及其形成发育模式·····	(158)
海南昌江海尾海岸沙丘岩的发现·····	(167)
华南沿海老红砂的成因与古地理环境·····	(170)
闽南粤西沿海老红砂的沉积年代·····	(177)
闽粤沿海老红砂多期沉积地层的发现及其意义·····	(182)
<b>4 环境演变及其他</b>	
南海北部晚更新世以来的海平面变化·····	(189)
晚更新世末期南海北部大陆架的古地理探讨·····	(198)
我国内陆沙漠与海岸沙丘石英颗粒表面结构的对比研究·····	(203)
中国风沙地貌学研究的新进展·····	(208)
评《实验风沙物理与风沙工程学》·····	(214)
铭记竺老对沙漠事业的关怀和贡献·····	(217)
曾昭璇教授——华南地理界的一代宗师·····	(221)
面向 21 世纪的地貌学教材建设·····	(223)
编后记·····	(225)

# 1

## 风沙运动与土壤风蚀 及沙害防治



# 新疆和田地区风沙及土壤风蚀问题的初步研究\*

贯穿新疆塔克拉玛干沙漠的玉龙喀什河和喀拉喀什河(麻札塔格山以南)的沿河谷地,濒临沙漠的绿洲边缘地区为主要的农垦区。耕地紧依沙漠,蒙受风沙严重危害。危害形式包括:土壤风蚀、风沙流及沙丘移动三个方面。其中土壤风蚀及风沙流(风沙)的危害具有普遍性,且亦较严重,因此防止其危害,成为巩固农垦区的农业稳定生产关键之一。

## 1 风沙及土壤风蚀发展的特点及其危害性质

(1) 垦区邻近沙丘地带一般普遍造成风积,但最大积沙厚度仅在紧靠沙丘数米至数十米宽的比较窄的地段内。

(2) 垦区内部耕地上风蚀发展比较普遍。风蚀型式主要为选择性的(斑状、线状)吹蚀。

斑状吹蚀与农垦区平整土地质量差、突起的微地形、土壤质地、水文、植物或作物生长状况的局部差异相关。洪水和灌溉水对垦区耕地面切割,造成的细沟和切割地形有利于引起线状吹蚀强烈发展。土壤风蚀与水蚀有密切联系和依存性。

(3) 根据卡拉克垦区未经风蚀和受风蚀的砂质土壤表层(0~10 cm)采样分析结果表明:土壤受吹蚀后细粒成分( $<0.01$  mm)含量减少(少 56.7%),相应地增加了沙粒(1~0.05 mm)含量(增加 10.5%),粗粉砂含量变化不大。正由于风蚀过程中发生的这种分异作用结果,导致垦区耕地内小片沙积物的形成。耕地内部沙积物的形成与土壤风蚀发展过程不可分割,且在地域分布上具有明显的依存性。

风蚀土壤机械组成发生变化的结果,化学成分亦相应地产生改变。土壤中最肥沃的细土物质被大量吹去,引起肥力的降低。风蚀土壤中有有机质含量减少可达 40%(图 1)。

## 2 风蚀发展过程中风力与地表性质及其土壤机械组成等因素的影响

(1) 引起本区土壤风蚀现象发生的临界风速值,在干燥条件下,松砂土和砂壤土上高 30 cm 处,约在 2.4~3.1 m/s 之间。超过临界风速后,随着风速增大,风蚀强度大大加剧(图 2)。春夏季(3~7 月)是土壤风蚀发展的主要时期。

(2) 地表性质对风蚀强度的影响,其实质是在于地面粗糙状况(障碍的程度)不同,引

\* 原载《中国地理学会 1961 年地貌学术讨论会论文摘要》,科学出版社,1962。

起近地面风力削弱程度的差异造成风蚀强度的不同(图3)。

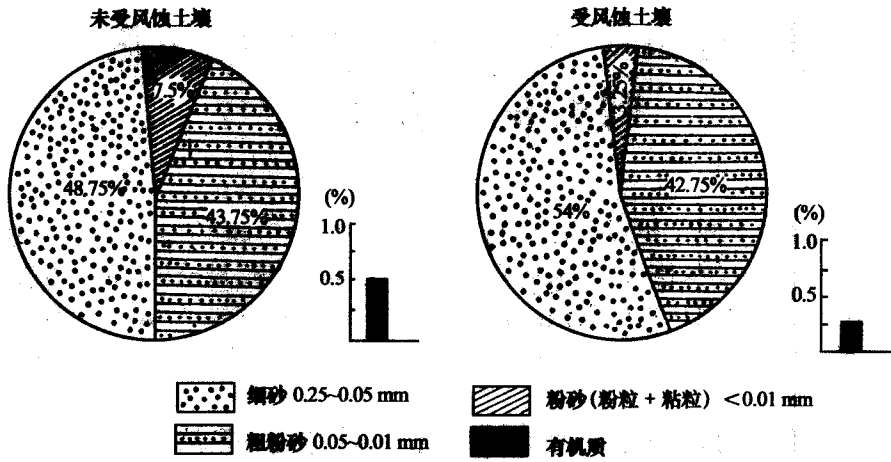


图1 未受风蚀土壤和受风蚀土壤的机械组成和有机质含量  
(喀拉喀什河卡瓦克垦区)

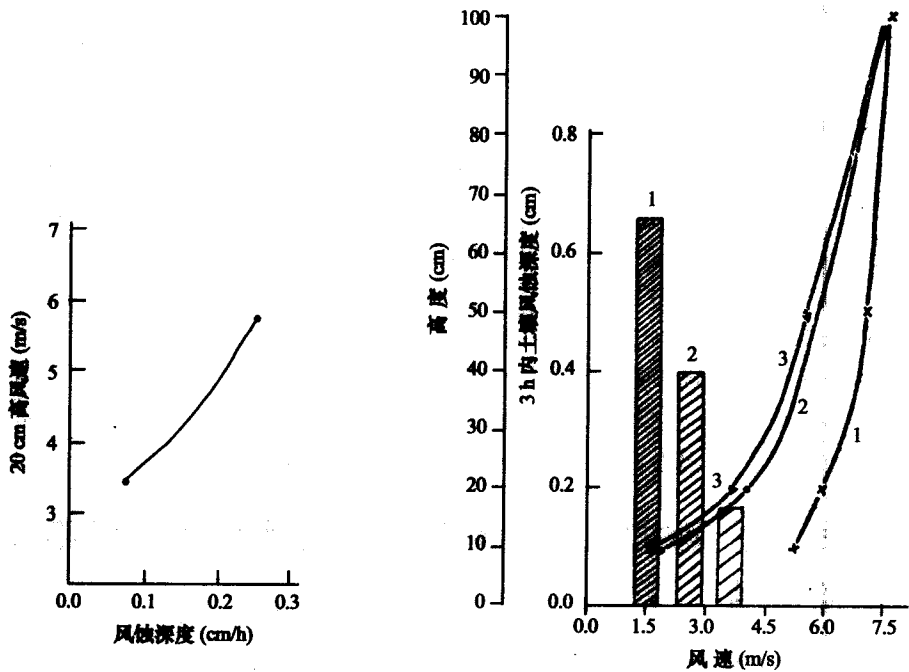


图2 不同风速下土壤风蚀深度

观测地点:库姆满勒荒地(砂土);  
观测日期:5月15、22、26日

图3 离地表不同高程的风速和土壤吹蚀深度

(库姆满勒荒地沙土地上,观测日期:5月15日)

- 1. 种有玉米,玉米高10 cm,行列间距40 cm;
- 2. 种有与主风向平行的小麦地,小麦高20~25 cm,行距20 cm;
- 3. 与主风成垂直(85°)的小麦地(同2)

(3) 土壤机械组成对风蚀发展强度影响十分明显,砂壤土结持力大,抵抗风蚀能力远较砂土要强。观测到砂土风蚀量甚至可比砂壤土大 5.6 倍。新垦地区土壤一般都有不同程度的自然盐化和次生盐化现象,大量钠镁盐类在表层聚集结果形成松散粉状土层,当盐结皮在人为作用或强大风力打击下破坏后,促进较大强度的土壤风蚀发展。

### 3 新开发地区和绿洲边缘耕地区防止风沙及土壤风蚀的主要途径

(1) 根据观测,林带有效地降低了近地面风速,防止风沙对农作物危害,大大削弱其防护范围内土壤风蚀的强度。新开发地区耕地内保留一定数量的天然胡杨林,无疑地是最经济行之有效的措施。林带配置的方位尽量与该地区主要风向——西北风或东北风垂直或呈相当大角度相交(交角超过  $40^\circ$ )。

(2) 利用洪水淤泥增加砂土中细土颗粒比重,增强结持力,增加抵抗风蚀的能力,也是本区防止土壤风蚀切实可行的有效途径。

(3) 根据本区风蚀发生的季节特性,因地制宜地选择作物(一般情况下种冬小麦比种春播玉米好)及采取合理种植方法,在削弱土壤风蚀强度,保证农业生产正常稳定的收获上亦有很好作用。



# 风沙运动的若干规律及防止 风沙危害问题的初步研究\*

流沙蔓延,淹没农田,侵袭道路,给我国西北干旱地区的农业生产和工矿、交通建设以很大危害;控制流沙,防止其危害已成为发展国民经济亟待解决的重大课题之一。而认识和掌握风沙运动的规律,是制订防止流沙危害措施的重要科学依据。

鉴于风沙运动的研究在理论上和生产实践上都具有重要意义,因而引起了众多学者的注意。在国外,拜格诺(Bagnold)、切皮尔(Чепил)、兹纳门斯基(Знаменский)、先克维奇(Сенквич)、河村龙马等对该问题都进行过一定研究。其中尤其是拜格诺和兹纳门斯基通过室内风洞实验和野外观察,积累了大量资料,研究得较深入。拜格诺比较全面地阐述了风沙运动的物理过程(颗粒运动物理学);兹纳门斯基则研究了风沙流结构和与之有联系的沙子的吹蚀过程和堆积过程,沙堆的防止问题,提出了防护工程建筑物不受沙堆侵袭的某些原则性方案。在国内,刘振兴对近地层湍流大气中沙的传输问题也进行过理论上的探讨。

笔者近年来在野外定位观察中也搜集了一些与该问题有关的资料,拙作就是以其为依据,并参考部分文献资料撰写成的。文中讨论了风沙运动的某些规律及防止风沙危害农田、交通的途径问题。

## 1 风沙运动某些性质的初步认识

### 1.1 沙粒脱离地表运动的机制及其在气流中运动的形式

在研究风沙运动时,沙粒脱离地表运动(起动)机制的研究占有相当重要的地位。归纳前人的研究有两种理论,即沙悬浮理论(以 Exner 为代表)和冲击起动理论(以拜格诺为代表)。前者认为风沙运动是气流的乱流扩散结果,后者则主张沙粒运动主要是冲击作用所致,气流的紊动影响可以忽略不计。我们认为,作为近地面层的沙粒运动来说,悬浮理论是不恰当的,而后者较为合理。最近依万诺夫(Иванов)进一步研究指出,沙粒脱离地表及进入气流中运动的主要抬升力是冲击力,冲击力可以超过沙粒重量的几十倍至几百倍,沙粒在气流的迎面阻力和摩擦阻力两个力矩作用下具有最大的确定方位效应<sup>①</sup>,通过冲击(力)便产生迅速转动(33 000 r/min),然后由气流上升力(上升力亦可超过沙粒重

\* 原载《治沙研究》,第七号,科学出版社,1965年。合作者为凌裕泉。

① 沙粒的确定方位效应,即为沙粒的最大横截面与气流正交时,迎面阻力和摩擦阻力两力矩作用最强,冲击(力)作用最大,造成有利于沙粒冲击起动条件。