

内蒙古鄂尔多斯高原 自然资源与环境研究

内蒙古草场资源遥感应用考察队伊克昭盟分队 编著

科学出版社

内蒙古鄂尔多斯高原自然 资源与环境研究

内蒙古草场资源遥感应用考察队

伊克昭盟分队 编著

主编：李 博

编委：（按姓氏笔画为序）

史培军 李 博 李天杰

陈钦峦 杨美华

科 学 出 版 社

1 9 9 0

内 容 简 介

本书是一本较全面地反映鄂尔多斯高原自然资源与环境的专著。作者通过对该区全面的野外考察,并应用卫星遥感技术,对该区的自然地理环境进行了全面、系统的分析。全书共分十五章,首先简要地总结了前人对鄂尔多斯高原的研究成果,详细地论述了鄂尔多斯高原遥感调查与制图,鄂尔多斯高原地貌、气候、水文地质、水资源、植被与植物资源、土被与土壤资源、草场资源、土地利用、土地退化,鄂尔多斯新生代古地理等,最后提出该区自然资源开发与利用战略。

本书可供地理、生物、环境、遥感应用、资源开发、水土保持、区域规划等部门的科技工作者及有关大专院校师生阅读参考。

内蒙古鄂尔多斯高原自然资源与环境研究

内蒙古草场资源遥感应用考察队

伊克昭盟分队 编著

主编 李 博

责任编辑 姚岁寒 彭胜潮

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100707

江苏省句容县排印厂排版 北京市黄坎印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1990年8月第一版 开本: 787×1092 1/16

1990年8月第一次印刷 印张: 14 1/2 插页: 2

印数: 0001-1 000 字数: 333 000

ISBN 7-03-001822-2/p·356

定价: 15.90元

前 言*

鄂尔多斯高原 (Ordos Plateau) 是我国半干旱区一个相对独立的自然单元, 它的主体部分是一个完整的行政区域。因此, 对其自然条件与自然资源的研究不但有理论意义, 而且可直接为区域资源开发与经济发展提供依据。

众所周知, 阴山山脉将内蒙古高原分为南北两个部分。其南部习称为鄂尔多斯高原, 它的北、西、东三面为黄河围绕, 南接黄土高原, 位于北纬 $37^{\circ}38'$ — $40^{\circ}52'$ 和东经 $106^{\circ}27'$ — $111^{\circ}28'$ 之间, 面积约 13 万平方公里, 以频繁的风沙活动而著称。内蒙古伊克昭盟占据了鄂尔多斯高原的主体部分。为了便于资料统计和地方应用, 本书讨论范围主要是伊克昭盟及新划出的乌海市地区, 即内蒙古境内的鄂尔多斯高原。该区南与陕西省榆林地区接壤, 西邻宁夏回族自治区与阿拉善盟, 北接巴彦淖尔盟与包头、呼和浩特, 东隔黄河与乌兰察布盟和山西雁北地区相望, 总面积 88 452 平方公里。

过去对鄂尔多斯高原已进行过大量研究, 但缺少对全区各地理要素及土地资源的全面分析。我们根据国家“六五”科技攻关项目“遥感技术在内蒙古草场资源调查中的应用研究”, 于 1986 年对鄂尔多斯高原进行了全面的野外考察, 在气候、地貌、地表水、地下水、土壤、植被、草场、土地利用等方面收集了大量数据, 并应用美国陆地卫星 80 年代和 70 年代后期的 MSS 像片以及地形图、各旗县土地利用图等资料, 编制了上述各专业的专题地图, 量算了各种资源数据, 撰写了有关专题报告。在此基础上, 又参阅了已有文献, 编著了本书。

参加本项工作的单位有内蒙古大学(植被、草场、地貌、土地利用), 北京大学(图像处理、制图), 南京大学(地表水、制图), 东北师范大学(气候), 北京师范大学(土壤), 地质矿产部呼和浩特工程地质与水文地质中心(地下水), 伊克昭盟草原站(草场)。伊克昭盟公署及伊克昭盟科技处与乌海市农林局给本项工作以大力支持, 并参与本项工作的组织管理, 伊克昭盟各旗县领导也给本项工作以极大支持与帮助, 在此表示感谢!

* 前言由李博执笔。

目 录

前言	
第一章 鄂尔多斯高原地理环境与自然资源研究回顾	1
第二章 鄂尔多斯高原遥感调查与制图	7
一、遥感解译的原理与方法	7
二、草场资源地图的编制	10
第三章 鄂尔多斯高原地貌	15
一、1:35万地貌图的编制	15
二、区域地貌分析	22
三、地貌区划及各区特征	28
四、区域地貌与生产建设	31
第四章 鄂尔多斯高原气候	33
一、气候形成因素	33
二、气候的基本特征	35
三、气候资源	37
四、气象灾害	44
五、气候类型图的编制	46
六、生态气候分区	51
第五章 鄂尔多斯高原水文地质条件与地下水资源	53
一、地质条件概述	53
二、地下水资源的形成与分布	55
三、地下水资源计算与评价	62
第六章 鄂尔多斯高原地表水资源	67
一、地表水资源遥感分析方法	67
二、流域下垫面制图和特征参数提取	68
三、地表水资源估算模式及其系数的确定	68
四、计算成果的精度分析与应用意义	69
第七章 鄂尔多斯高原植物区系与植物资源	72
一、植物区系概况	72
二、特有植物及珍稀濒危植物	75
三、重要资源植物	76
第八章 鄂尔多斯高原植被	78
一、研究方法	78
二、地带性植被类型	80
三、地带性植被分析	93

四、沙地植被及其分析·····	97
五、低湿地植被及其分析·····	111
六、植被地带·····	119
七、植被分区·····	120
第九章 鄂尔多斯高原土被和土壤资源·····	126
一、土被和土壤形成与分异的因素·····	126
二、主要土壤类型和土被结构特征·····	127
三、土被和土壤资源评价及开发利用·····	132
第十章 鄂尔多斯高原草场资源·····	135
一、草场分类问题·····	135
二、主要草场类型概述·····	136
三、草场生产力的估算·····	146
四、草场利用现状及存在问题·····	150
五、草场合理利用的途径·····	151
第十一章 鄂尔多斯高原土地利用·····	153
一、1:35万土地利用图的编制·····	153
二、研究区土地利用分析·····	157
第十二章 鄂尔多斯高原土地生产力·····	164
一、气候生产潜力·····	164
二、土壤肥力属性与农耕地生产力相关研究·····	166
三、土地生产力·····	171
第十三章 鄂尔多斯高原新生代古地理环境·····	176
一、第三纪古地理环境·····	177
二、第四纪更新世古地理环境·····	179
三、第四纪全新世古地理环境·····	185
第十四章 鄂尔多斯高原土地退化及其防治对策·····	191
一、土地沙化·····	191
二、土壤侵蚀·····	193
三、草场退化·····	199
四、盐渍土与土壤次生盐渍化·····	202
第十五章 鄂尔多斯高原自然资源开发与利用战略·····	208
一、研究区自然资源总特征及开发利用中的问题和特点·····	208
二、自然资源开发与利用的宏观战略·····	209
附录 1 内蒙古鄂尔多斯地区研究文献·····	213
附录 2 内蒙古鄂尔多斯高原野生维管束植物名录·····	217

第一章 鄂尔多斯高原地理环境 与自然资源研究回顾*

鄂尔多斯以其独特的地理位置、频繁的风沙活动、35 000年前的“河套人文化”、丰富的地下矿藏而驰名中外。从上一世纪中叶起,先后有不少中外学者到本区考察,对这块古老的土地进行了各方面的研究与报道。

1844年,法国传教士尤克和他的旅伴们从包头经盐海子纵穿鄂尔多斯西部至石嘴山。根据这次旅行所获得的资料,于1875年曾对鄂尔多斯西部的自然特征进行了报道(杨理华,1962)。

1862年,法国 P.A. David 随一传教组织来我国,并于1866年访问了呼和浩特、乌拉山、包头及其附近的黄河沿岸沙地,进行了大量植物采集工作。他所采集的标本送给巴黎博物馆,后来为 A. Franchet 所鉴定,并于1883年发表了《David 在中国所采集的植物》第一卷,报道了 David 在内蒙古境内所采集的植物。桌子山所生长的灰榆 (*Ulmus glaucescens* Franch) 就是在这本书中首次被定名的。

从1870年起,俄罗斯地理学会组织的一支亚洲中部考察队,在 Н. М. Пржевальский 带领下,于1871年7—8月考察了鄂尔多斯北部的库布齐沙地(从包头经鄂尔多斯西北部到磴口)。1875年他发表了《蒙古和唐古特人的国家》一书,其中第五章描述了鄂尔多斯西北部及库布齐沙带的情况。

1873年,比利时传教士捷·沃斯和委尔林定发表了论述鄂尔多斯东部自然特征的文章。

1876年,Г. Н. Потанин 继 Н. М. Пржевальский 之后,开始了他的蒙古考察。1848年8月,他从呼和浩特出发,穿过准格尔丘陵与毛乌素沙地,经陕北转西达河西走廊。1891年他发表了一篇短文,论述了鄂尔多斯的流动沙地。1893年,在其专著《中国唐古拉——西藏边缘及蒙古中部》一书中,描述了鄂尔多斯东部的自然特征。他所采集的植物标本部分为俄国植物学家 К. И. Максимович 所鉴定,其余则为 В. Л. Комаров 所整理。其中的一个新属绵刺 (*Potaninia*) 就是为纪念这位植物采集家而命名的。

1893年,俄国学者 В. А. 奥布鲁切夫从三盛公(磴口)到陕西定边柠条梁,通过鄂托克旗旗府所在地乌兰镇。在他的一系列有关中国东部和内蒙古高原的著作中,发表了不少鄂尔多斯高原地区地质和地貌资料,并于1905年发表了他的专著《鄂尔多斯》,这是上一世纪国外学者对本区地质和地貌情况考察和研究的总结。

可以看出,上一世纪对鄂尔多斯的研究和报道,主要是一些外国研究人员进行的。他们利用野外考察所得的一般材料和印象,对本区自然情况做了初步报道,还谈不上对鄂尔多斯地区地学和生物学方面的系统研究。到本世纪,国内外学者才逐渐展开对鄂尔多斯的系统研究。

* 本章由史培军、李博执笔。

我们首先从已检索到的本世纪文献资料作一统计分析(表1-1)。从表中我们可以看

表 1-1 鄂尔多斯地区研究文献初步统计表

篇 数 时 段 (年)	内 容	地 理	地 质	环境演 变与历 史地理	古人类 与 古文化	植 物	合 计	
							篇 数	百分比 (%)
1900—1909		1	1				2	1.4
1910—1919		1	1				2	1.4
1920—1929			4				4	2.8
1930—1939		6		2			8	5.6
1940—1949		3	2	3			8	5.6
1950—1959		4	18	1	5		28	19.4
1960—1969		11	6	2	9	4	32	22.2
1970—1979		4	1	2	2		9	4.9
1980—1987		12	4	24	5	8	53	36.7
合 计	篇 数	42	37	34	21	12	146	
	百分比 (%)	29.2	25.7	22.9	13.9	8.3	100	

出在本世纪内对鄂尔多斯研究所集中的时段及所涉猎的内容。

它有以下特点:

(1) 就总的文献来看,以研究地理和地质的文献最多,占到总数的 54.9%;其次为环境演变与历史地理、古人类与考古学;再次为植物学,主要是植物区系与植被;它们分别占文献总数的 22.9%,13.9% 和 8.3%。

(2) 从时间上看,除十年动乱期间外,总的来说是逐年增长的,且集中在 50 年代与 60 年代初期及 80 年代,这两个期间的文献占文献总数的 78.3%。需要说明的是,我们所选文献主要是直接研究鄂尔多斯地区的文献,对非直接研究本区的或非正式发表的文献均没列入;在年限上,一般以 1986 年底发表的文献为止,个别列举了 1987 年发表的有关文献。下面我们按时间序列,就有关鄂尔多斯文献中所涉及的研究领域进行概要叙述。

本世纪初的 30 年内,仅收集到有关本区的文献 8 篇。1907 年德国地质学家塔费力曾到过鄂尔多斯。他从北往南,沿着包头往榆林的道上纵穿了鄂尔多斯。他搜集的资料主要涉及地质和地理方面的内容,于 1914 年在柏林发表。此后,又有 W.R. Carles(1909), M. G. Pereira(1911),考察了鄂尔多斯,发表了描述该区地质、地理一般情况的文章。这期间最值得提及的是法国人(T. P. Chardin 和 E. Licent, 1924)的工作,德日进、桑志华在这个地区萨拉乌苏河考察时发现一枚人的门牙化石,这对“河套人”的研究起了很大作用。同时,他们提出风成马兰黄土与萨拉乌苏组地层是逐步过渡的“同期相变”关系,这一看法直到今天还被一些地质工作者所坚持(袁宝印, 1978)。

从 1930 年到 1949 年,共收集到有关鄂尔多斯的文献 16 篇,其以研究鄂尔多斯地质和环境演变最为集中。

1926—1928年美国人葛德石访问了鄂尔多斯,发表了“内蒙古鄂尔多斯荒漠”一文(G. B. Gressey, 1933),从自然地理条件、物产和经济开发,较全面地论述了鄂尔多斯沙区的特征,其中特别强调了鄂尔多斯沙区的地理环境。1945年苏联学者B. M. 西尼村发表了《鄂尔多斯及阿拉善地质》这一部较详尽的文献(杨理华, 1962)。此期间我国学者霍世诚等曾对鄂尔多斯西部桌子山地质情况做过考察(霍世诚, 1943),还对本区内陆盐碱湖泊进行过调查,并作出开发利用的评价(戈福祥, 1943)。另外,这期间中外学者已经注意到本区的风沙扩展问题(程伯群, 1934; 保柳睦美, 1941; 葛绥成, 1942)及气候变化与湖泊的变迁(张印堂, 1937)。日本学者保柳睦美于1941年提出本区的沙漠化问题。这是所见文献中最早提到本区沙漠化问题。总之,在解放前的半个世纪内,对鄂尔多斯的研究,主要处于各种资料的收集、报道阶段,尚未出现有关鄂尔多斯研究的区域研究论著。

新中国成立以来,对鄂尔多斯地区的地学和生物学研究充满了无限生机,发表的考察报告及论著迅速增长。50至60年代,共收集到60篇公开发表的文献,且以地质、地理、考古与古人类方面的论文最多。

建国以来,在鄂尔多斯地区开展了大规模的地质勘探工作。1950—1956年共派出了69个地质队进行普查。与此同时,还派出许多地球物理队等进行全面的地质考察(杨理华, 1962)。此外,对以萨拉乌苏文化为中心的古人类与考古文化的研究也取得了重要进展。自然地理学和植被生态学的考察也进行了大量工作,特别是对研究区沙地的考察更引人注目。在这些工作中,有以下几个方面是值得提及和总结的。在地质地貌方面,对寻找石油提出指导性意见(黄汲清, 1955),较为全面地论述了鄂尔多斯西北部地貌及第四纪地质情况(王永焱, 1958)。王永焱根据地貌成因类型,划分出构造地形、水成地形和干旱地形三大类。在沉积学方面,按时代前后分别论述了早更新统的河床砾岩及淤积砂岩和湖岸砂岩。在早更新统一中更新统的沉积物中,提到“在基岩层之上风砂之下普遍有一层厚约1—5米的灰白色砂质土壤层”,他认为属古土壤。在论述第四纪残积物时,特别提到第三纪基岩被风化的情况。在论述晚更新统到全新统的沉积时,提到风积物的“草沙”和“明沙”,及洪冲积物、阶地沉积物以及湖积物的“湖积淤泥”、“盐碱”等。在新构造运动方面,他将其划分为“大面积上升运动、断裂、翘起与滑动褶皱”四种类型,并在局部地段编绘了地貌与第四纪地质图。杨理华的工作是60年代以前对鄂尔多斯高原第四纪地质最全面的总结,较详细地论述了鄂尔多斯的基岩地质,第四纪地质,地貌分区,防风固沙问题,气候条件及水文地质概况和矿产;并编绘了小比例尺的“鄂尔多斯第四纪地质略图”和“鄂尔多斯高原地貌分区略图”。

关于“河套人”及萨拉乌苏文化的研究,国内外学者又从不同角度进行了更详细的考察和发掘工作(贾兰坡, 1951、1964; 吴汝康, 1958; 汪宇平, 1956、1957; 裴文中等, 1964),从沉积层与古环境探讨了“河套人”的生存年代,并较为详细地讨论了“河套人”与“萨拉乌苏文化”的性质和特点,提出了萨拉乌苏动物群形成于更新世晚期。地质界则把出土化石和旧石器的那套河湖相沉积看作是华北地区上更新统的标准地层——萨拉乌苏组。这些研究直到今天仍然还是研究萨拉乌苏河地区古人类、环境演变的主要参考文献。

关于鄂尔多斯生物地学研究,解放后,中国科学院组织了治沙队和内蒙古宁夏综合考察队等,开展了多方面的工作,对这一地区地理环境进行了系统的调查分析,公开发表的文献也很多。其中值得提及的工作有下面几个方面。M. II. 彼得洛夫曾对本区自然面貌

进行了较全面的概括工作,尤其对鄂尔多斯两大沙区给予了较高的重视。他对风成沙物质的成分和来源提出了就地起沙的见解,同时还指出鄂尔多斯东西部自然地理条件的差异,并划分了鄂尔多斯半荒漠和荒漠的界线,即大致从杭锦旗北部的石拉召东,经锡尼镇稍东、乌兰镇和乌审旗达布察克镇中间,直到陕西定边西北部一线(M. П. 彼得洛夫,1959)。李博等从植被生态学的角度,对鄂尔多斯进行了较为系统的植被地理和植被生态的研究,提出鄂尔多斯存在典型草原、荒漠草原和草原化荒漠三个亚地带,并绘制了小比例尺地图;这三个亚地带的界线,大致包头—安边一线以东是典型草原,石拉召—鄂托克旗一线以西是草原化荒漠(李博,1960;李博等,1962)。这些见解在今天植被区划中仍有一定的参考价值,特别是关于草原化荒漠与荒漠草原的分界线被 80 年代遥感研究成果所证实。与此同时,他们还对库布齐沙区首次系统地进行了研究(李博等,1962)。此外,陈昌笃、陈传康等从植被生态和综合自然地理学角度对鄂尔多斯的植被和综合自然区划界线进行了探讨。陈昌笃认为,典型草原和荒漠草原亚地带的分界线大致接近文振旺等所提出的淡栗钙土亚地带和暗棕钙土亚地带的分界线,但较之这两个土壤亚地带的界线稍微偏东,这条线较李博等划出的界线稍偏西一些(陈昌笃,1964)。陈传康则提出了鄂尔多斯的景观分类系统,并编绘了小比例尺的“鄂尔多斯景观图”。在这张图上,把鄂尔多斯划为两大景观带:温带季风栗钙土干草原景观和温带季风棕钙土半荒漠景观;在前一个景观带内又划分了 6 个区,后一个景观带内划分了 3 个区;并对二级区还作了进一步划分,其等级系统分别为型、组和亚组(陈传康,1964)。国内还有一些学者从历史地理、水文地理、植物化学组分、土壤及土壤地理等方面对鄂尔多斯进行了研究(侯仁之,1964;曲旭光,1965;孔令昭等,1964;李孝芳,1965),其中不少文献至今仍是有关研究的基础。

1966—1976 年这动乱的十年中,对鄂尔多斯的研究进入了低潮,所检索到的文献仅有 9 篇。在这一期间内,对流沙的防治和沙区历史地理(侯仁之,1973)和鄂尔多斯文化(J. K. Kozlovski,1971)进行了探讨,其它方面的研究工作或是进行一些总结,或是处于停滞状态。其中,侯仁之根据历史上人类活动的情况,提出毛乌素沙地沙丘活化和古沙翻新与人类活动密切相关的见解,这在研究毛乌素沙地的形成与演变方面有重要参考价值。还有学者则较为系统地总结了内蒙古萨拉乌苏河流域第四纪哺乳动物化石,提出萨拉乌苏动物群介于晚更新世中—晚期的见解,并对德日进等提出的该动物群属“寒冷动物群”的观点提出新的看法,即该动物群生存环境当属“有草原和树林”的环境(祁国琴,1975)。此外,治沙工作者对当地沙地治理总结出“前挡后拉”(北京大学地理系毛乌素沙漠考察队,1976)和围封“草库伦”(内蒙古伊盟乌审召公社中间试验办公室规划组等,1976)等经验。

进入 80 年代,对鄂尔多斯研究又进入了一个新的高潮。社会经济的发展,促进了科学技术的进步。在不到 10 年时期内,共收集到公开发表的文献 53 篇,占到鄂尔多斯本世纪研究文献的 36.7%,其中又以环境演变与历史地理、地理学与植被生态学研究所占比例较大;相对而言,在地质和古人类及考古文化方面的研究论著比例下降。在这些工作中,最值得提及的有以下几个方面。

首先,董光荣等对鄂尔多斯第四纪特别是晚更新世以来的环境演变研究甚为突出。据不完全统计,他们自 1981 年以来,陆续发表了有关鄂尔多斯晚更新世以来环境演变的文章 10 篇,从不同角度探讨了鄂尔多斯,特别是萨拉乌苏河流域环境演变的历史,提出毛乌素沙地是晚更新世以来逐渐形成和发展至今的观点,并强调了自然界环境演变规律的作

用(董光荣等,1981、1982、1983),研究了古冰缘现象与古风沙之间的关系,并系统地探讨了古风成沙可能的形成年代,提出古冰缘与古风成沙同步前进的观点和存在中更新统(Q_2)时期的古风成沙(董光荣等,1985、1986、1987);与此同时,把传统的萨拉乌苏组地层划分为五组地层组合,即早一中更新统的黄土及风成沙组,晚更新统下部萨拉乌苏组,晚更新统上部城川组,全新统下部大沟湾组,全新统上部滴哨沟湾组。在这些工作的基础上,提出城川组与马兰黄土为逐步过渡关系,两者与萨拉乌苏组地层均为上下叠置关系。

第二,黄兆华等对鄂尔多斯沙漠化进行了系统研究。他们系统地研究了整个伊克昭盟的沙漠化问题,并编制了伊克昭盟沙漠化图,并强调指出,鄂尔多斯沙漠化是在自然条件比较恶劣的条件下人为活动的产物(中国科学院兰州沙漠研究所伊克昭盟沙漠化考察队,1986;张强,1986;宋炳奎,1986;)。与此同时,还有的研究者则提出,本区的沙漠化因时空尺度不同,其成因也就不同,即以千年尺度的沙漠化与沙丘趋于固定、半固定的演变规律,反映了研究区自然地理条件,特别是气候干、湿变化的规律,这是沙区气候地貌过程的记录。以百年、几十年为尺度的沙漠化过程的加强与减弱,则反映了在前一尺度自然背景条件下,人类不合理的活动强度增大,超出了本区土地的负载能力,诱导一些地区“沙丘活化”和“古沙翻新”过程。这时,人类活动则是沙漠化的诱导和加强因素。几十年以内,一些地段土地利用过度,在交通、能源开发中破坏了植被,则导致沙漠化发生发展,只在这种条件下,才可说沙漠化是人为诱导而成,并在特定的干旱、半干旱多风沙气候条件下发展的(史培军,1981;杨根生等,1987)。此外,也有人提出,近30年来的沙漠化与气候短期趋干有关(方修琦,1987)。从历史地理角度,探讨毛乌素沙地变迁的文章也有不少。史念海、朱士光等指出,该区沙漠化是历史时期人类活动的产物,即“毛乌素沙地形成于人类历史时期,是人为活动与自然环境共同作用的产物;否定“地质时期形成”的观点(史念海,1980;朱士光,1982、1986)。赵永复也从历史地理角度出发,提出毛乌素沙地“非唐宋以来人为因素的产物”之见解(赵永复,1981)。总而言之,这方面的研究,进入了一个新的时期,各种观点相互讨论,以寻求客观反映自然界本来面目的依据。在讨论本区沙漠化成因和演变的同时,在探讨防治沙漠化的措施方面也做了不少工作(李孝芳,1980;孙金铸,1981;史培军,1981)。他们都从不同角度提出,防治沙漠化既要注重生态效益,又要注重经济效益;既要抓生物措施,也要在特殊地段采取一些工程措施。同时总结出对毛乌素沙区研究的专著(北京大学地理系等,1983)。另外,有些研究者则注重提高人工草场建设的方法、飞播造林种草的试验(昭 and 斯图,1985;王琦,1985;吴高升,1987)。金争平等则从土壤侵蚀的角度,探讨防治土壤风蚀和水蚀加速破坏土地资源的过程,并提出提高土地生产力的关键就在于防治土壤的加速侵蚀(金争平等,1987)。另外还有些研究者提出“风水两相侵蚀”是本区土地加速退化的一个重要自然原因,在防治中必须注重这种特殊的土壤侵蚀过程。此外,近年一些地方科研部门也在本区做了大量细致的具体工作,或是写出报告或是总结内部印刷。显而易见,对鄂尔多斯的研究更趋深入和广泛。纵观从上一世纪到本世纪各研究者的成果,使我们不难看出,它具有以下特点:

(1)研究的内容广泛,涉及地学、生物学的许多领域。研究手段大多是从野外考察到室内分析和整理,新技术应用尚欠发展。而且往往以研究某一土地类型(如沙区、丘陵、山地等)为背景,并从单学科总结,尚缺乏多学科协同研究,即没有把鄂尔多斯作为一个整体进行综合分析。

(2) 研究工作集中在两个高潮阶段,即解放以后到“文革”之前为第一高潮;70年代末到 80 年代为第二高潮。

(3) 在研究内容上,偏重于地质、自然地理、环境演变、古人类及考古文化方面,对地表资源特别是草场资源的研究较少。

(4) 研究工作多侧重文字总结,间或编制一些小比例尺或极小比例尺的示意图件,缺少全区域的地学和生物学大、中比例尺专题图。因而,一些资源和环境退化(沙化、草场退化)数据多来自统计,也未能按同一个标准计算,致使一些基本的资源数据相互矛盾。

有鉴于上述几点,我们在前人工作基础上,利用遥感技术和系统分析等手段,系统地研究了鄂尔多斯高原地理环境和自然资源。这本书即是这项研究成果的总结。我们期望本书能对本区地理条件与自然资源的全面认识与合理利用发挥积极作用。

内蒙古鄂尔多斯地区研究文献见附录 1。

第二章 鄂尔多斯高原遥感调查与制图

我国自 70 年代中期以来积极开展了卫星遥感应用研究,在国土资源与能源的调查研究以及环境工程与农业遥感等领域,遥感技术均已取得明显的经济效益(陈述彭,1984)。1980—1983 年,国家教育委员会高校联合遥感应用研究中心与山西省农业遥感应用科学研究所利用 MSS 卫星像片完成山西省农业自然资源的综合调查,编制了各种专题图件,为全省农业区划提供了科学依据;利用遥感技术开展土壤侵蚀调查及“三北”防护林地区土地资源概查也取得了满意的结果(张巧玲,1985);此外在土壤普查、作物估产等方面也取得进展(林培等,1985)。但在干旱、半干旱区进行大面积资源遥感综合应用研究与系列制图尚缺乏经验。尤其象鄂尔多斯这样的风沙活动频繁、地表支离破碎的地区,资源与环境的遥感综合评价与专题制图,尚未见报道。本项工作试图在这方面进行一些实践,为在盟、市(地区)一级开展自然资源与环境状况调查与评价提供经验。

一、遥感解译的原理与方法

我们研究的对象是以草场资源为主体的陆地生态系统,包括生物组分与非生物组分两大部分。生物组分中重点研究绿色植物组成的植被,它是整个系统的核心,又是农、林、草场等资源价值的直观标志。在非生物组分中包括地貌条件,气候、水及土壤资源,其中土壤是在生物因素与非生物因素共同作用下形成的。此外,针对鄂尔多斯地区的特点,还特别注意到地理环境演变与土地沙化、土壤侵蚀的关系。

1. 信息源

应用 80 年代初期陆地卫星 MSS 与 RBV 像片,放大至 1:35 万,并参考 70 年代 1:50 万 MSS 像片和 1:20 万,1:50 万地形图。此外,还参考了当地业务部门编制的部分土地利用图、森林分布图等。

2. 解译的一般原理

陆地卫星遥感图像是地球表面各种地物及其空间结构的综合反映,是所有地物波谱信息的综合。大家知道,地表每一种物体甚至同种物体在不同状态下其波谱特性是不同的,卫星传感器所接收到的电磁波是经大气所修正的,一般是各种信息的叠加。但由于采用选择光谱的方法,只让所需要的波段进入传感器,所以卫星像片上的信息可以是不叠加的。只要我们掌握各种物体的波谱特征,即可通过各种解译技术区别出不同物体,这是资源遥感的基本原理。因此,卫星遥感图像的色调、纹理、几何形状与图型结构等特征都是不同地物或研究目标的识别标志。但是,由于卫星像片反映的是复合信息,有时存在同质

* 本章由林增春、李博执笔。

异谱或同谱异质的影像特征,所以仅仅根据遥感图像特征去识别地物或研究目标是远远不够的,还要从不同地物的时空格局和变化规律中去分析和认识它们。对上述不同对象而言,它们的性质、波谱特征和时空规律是各不相同的,因而要采用不同的方法去识别。

植被解译是草场资源系列制图的重要环节,因为草场类型、土壤类型甚至气候资源的一些界线常常与植被界线相吻合。绿色植物由于其叶绿素效应,有其共同的波谱特征,即在可见光波长范围内于0.45(蓝波段)和0.65微米(红波段)处出现两个凹值(叶绿素吸收带),尤以红波段(MSS 5波段)最为明显;而在0.55微米(绿波段)形成一个峰值。植物生长越茂盛,凹值越低而峰值越高。因此,MSS 5波段对植被信息是比较敏感的。另外,在波长0.7微米之后,植物的光谱反射率直线上升,在近红外波长区域(MSS 7波段)形成一个高的反射区,植物生长越是健康、密茂,这一区域的光谱反射率越高。据此,有人提出植被指数(植被度)的概念,定义为: $MSS\ 7\ 波段 - MSS\ 5\ 波段 / MSS\ 7\ 波段 + MSS\ 5\ 波段$ 。认为这一数值与绿色植物量有密切关系(M. Lencio, 1982)。在MSS标准假彩色合成卫星像片上已充分反映了植被信息,因此,根据遥感图像的色调、纹理和结构特征,并结合地面生物地学规律的分析,进行直接目视解译,一般可识别出不同的群系、亚群系,甚至群丛组,已达到MSS像片目视解译精度的极限。这对编制1:50万植被图是十分满意的。有些疑难影像则辅以光学处理与计算机处理技术,可使植被解译更加完善。土地利用现状的解译原理在很大程度上与植被雷同,因为它也是地表状态尤其是植被状态在卫星像片上的直接反映。

地貌是影响水热条件再分配从而影响草场性质的重要因素。构成地貌的诸因素如地势、地质构造、物质组成和地表形态等信息,在卫星像片上均能很好地反映,尤其是MSS4波段,即绿色波段内(0.5—0.6微米)用于分析无机环境和岩性是有效的。因此,地貌和植被一样,靠卫星像片所提供的丰富信息进行直接目视解译,一般可以收到满意的结果。但对地貌类型组合、小地貌形态的划分,及地貌形态计量则需间接标志,参考地形图及地面考察,进行地学分析与逻辑推理。通过卫星像片解译编制的地貌图,类型区分准确,边界精度高,空间结构规律性强,并可反映新构造运动和地貌的演变。

气候资源的解译是卫星像片影像特征与常规气象观测资料相结合的产物。首先根据卫星像片影像所反映的下垫面特征(地形、植被等),初步划分生物气候类型,对照非遥感手段所取得的数据,最后确定各类型的界线,并给予定量表述。可见,在气候解译中遥感信息与非遥感信息的复合,亦即影像特征与地面观测或计算数据的复合,是特别重要的。

一个地区地表水的多寡取决于降水条件和流域下垫面特征。前者可通过常规方法获得,而后者则借助于遥感技术。流域下垫面包括地貌、岩性、植被、土壤等综合特征,可通过卫星影像的解译,确定流域下垫面类型,编制流域下垫面类型图,并在卫星像片上测定河网切割密度,同时利用降水资料和已知水文资料建立适用于各类型区的水文遥感模型,确定模型参数,就可对无水文资料区进行计算,得出研究区域的地表径流量。对于河、湖等水体,可在卫星影像上直接解译,利用MSS像片的近红外波段(6波段与7波段)进行水体解译,可得到较好的效果。至于地下水的解译,在更大程度上借助水文地质勘探数据,把这些数据和卫星像片上提取的地质、地貌信息相结合,编制地下水资源分布图。可见,水资源遥感解译与气候相似,要借助遥感信息与非遥感信息的结合。

土壤是草场生态系统的重要组成部分,它的形成和性质与母岩、地貌、植被等因素密

切相关。土壤的遥感解译在很大程度上是间接解译，即首先要掌握研究对象的性质和发生、分布规律，了解它们与成土要素(植被、地貌、母岩、气候等)的关系，对卫星影像进行相关分析和地学分析，以确定土壤类型。因此，土壤遥感解译的准确程度往往取决于解译人员的专业熟练程度。对于一些特殊的土壤类型如盐碱地，则靠直接目视解译，特别是MSS5波段，可以精确地勾绘出盐碱地的轮廓。

至于草场类型与生态区域的划分，可利用植被、地貌、土壤、气候、水文等专业解译的资料进行分析与综合实现，其中植被信息起着主导作用。

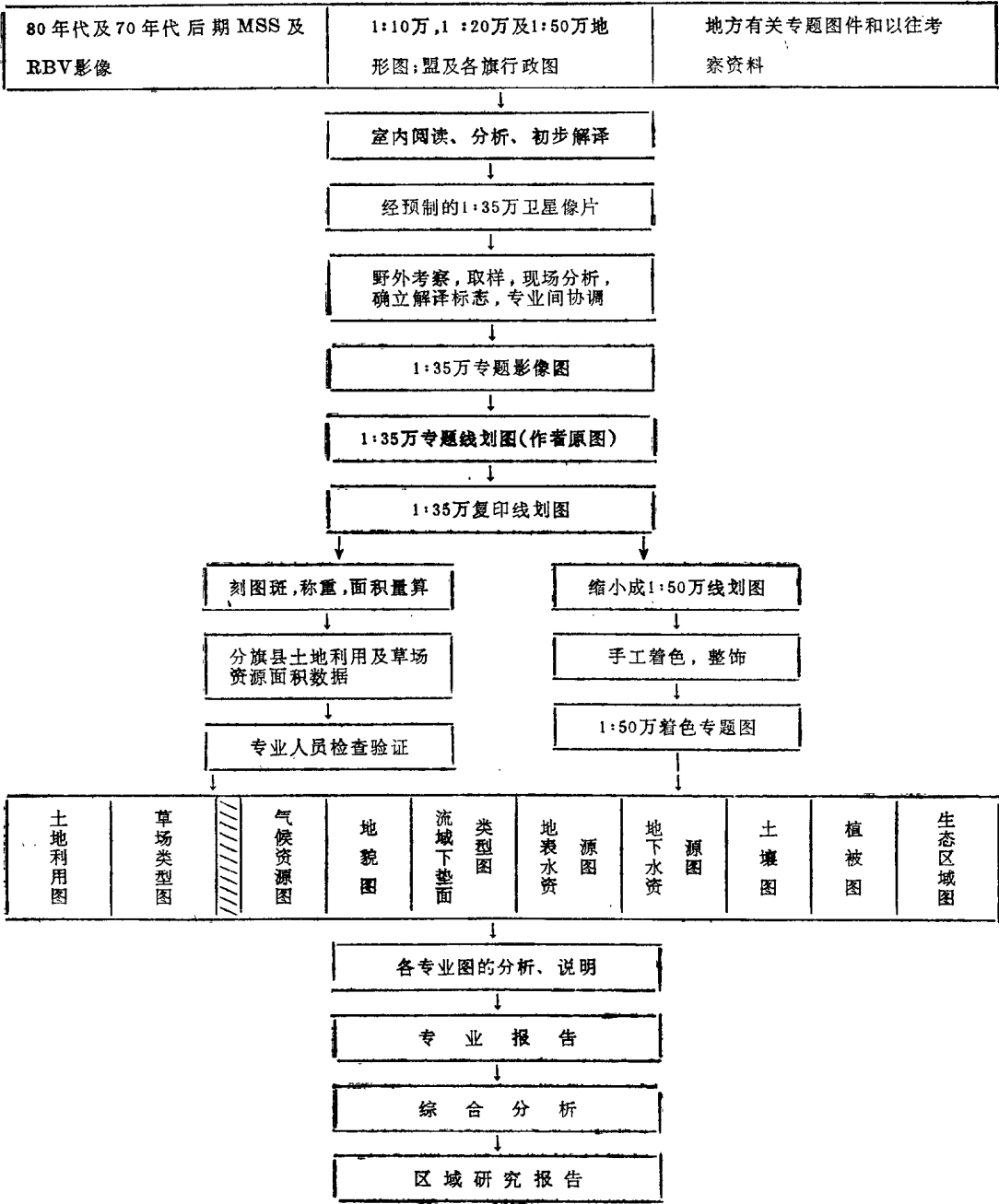


图 2-1 鄂尔多斯高原遥感调查与制图工作程序框图

综上所述,草场资源及其环境条件的遥感解译是一项综合性很强的工作,除研究其光谱特性和影像特征外,还要了解它们的专业知识。专业知识掌握的越深刻,对地面情况越熟悉,对研究目标的性质和时空格局认识得越清楚,对遥感影像的解译也就越准确。否则,尽管遥感影像提供了非常丰富的信息,但却不能发挥它们的应有作用。

在具体方法上对照卫星影像进行地面调查,在此基础上进行目视解译为主,辅以生物地学规律分析和必要的图像处理技术,以弥补影像上某些类型不易判别的缺点。例如,利用多时相卫星底片进行局部地区或特定对象的信息提取,利用位相调制假彩色编码方法增强多波段影像中的植被信息,应用计算机为目视解译的特定类型进行再分类并提供定量数据等。利用这些方法得到的信息及时补充到影像图和专业图内,大大提高了专业内容的解译水平及分类精度。

可见,目视解译,生物地学分析,图像处理和现场核对,是我们采用的遥感图像解译的基本方法。

3. 工作程序与步骤

工作程序如图 2-1 所示。伊克昭盟和乌海市的工作是在东四盟工作的基础上进行的,充分吸收了东四盟工作的经验,因此在工作速度、制图质量、不同专业间的协调等方面均有明显提高。

二、草场资源地图的编制

在上述资源调查与卫星像片解译的基础上,按一定制图原则与系统编制了“伊克昭盟与乌海市草场资源地图”。这是鄂尔多斯高原地区地理环境与自然资源方面第一套比较完整的系列专题地图。下面谈谈地图编制中的几个问题。

1. 选题的确定

图幅选题主要以本次考察的任务和所取得的资料为基础,同时考虑到鄂尔多斯高原的区域研究程度和当前地方的需要。目前,对鄂尔多斯高原的自然条件与草场资源虽已进行过多次调查,但其成果都没有正式成图,家底尚未摸清。因此,我们决定编制反映自然条件与资源现状的一套图件。又鉴于我国当前经济、技术水平,对盟市(地区)一级的农、林、牧资源地图确定用挂图形式,当然,这并不排斥有条件的盟市搞资源信息系统及自然资源图等。

根据上述选题原则,伊克昭盟及乌海市草场资源地图由下列 9 种图组成 6 幅全开幅面的系列挂图。

(1) 草场图:为本系列挂图的核心图幅之一。由于鄂尔多斯高原主要处于草原地带,又是以牧为主的盟市之一,天然草场资源就处于特别重要的位置。本图主要反映鄂尔多斯高原的草场类型、生产力、各类型的面积及其分布、组合规律,以作为制订全盟畜牧业发展规划,安排牲畜布局以及制订草原建设规划的基础资料。

(2) 土地利用图:土地利用现状是自然环境要素与人类活动相互影响、共同作用的综合产物,它标志着人类对土地开发利用的程度和水平。本图主要反映全盟各种用地的分

布、数量、利用程度、利用特点和动态变化,可供地方政府和生产管理部门了解全盟土地利用状况,合理开发土地资源和进行土地利用规划时使用。土地利用图亦为本系列挂图的核心图幅之一。

(3) 地貌图: 本图反映研究区内的地貌类型、分布及组合规律,并附典型地貌类型的照片。地貌是生态环境区域分异的重要因素,所以,地貌图对农、牧、林业的经营与开发,特别是对土地利用的空间结构和布局有着重要参考价值。

(4) 气候图: 综合反映全盟气候资源分布状况,其中依湿润系数和降水量划分的气候带和依 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 活动积温划分的热量带组成的气候类型图为主要图幅。气候类型反映了气候的水热组合特征,并与自然景观界限一致,并为农、牧、林各业发展的宏观规划提供气候依据。附年湿润系数分布图、年降水量分布图、 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 年活动积温分布图以及综合气候要素时间变化的图表。

气候图和下述流域下垫面与地表水分布图、地下水资源图合并在一张挂图上,但它们各自具有独立的功能。

(5) 流域下垫面与地表水分布图: 反映境内不同产流特征的下垫面类型和地表水资源分布的状况,为水利工程建设和制定工农业生产规划提供区域水文资料。

(6) 地下水资源图: 反映地下水的天然补给量、水质、流向、自流水分布范围、地表岩性及地下水贮量等,为了解全盟地下水资源条件及其分布规律,合理开发利用地下水资源提供依据。

(7) 土壤图: 主要反映土壤类型及其分布规律。土壤是重要的土地资源,是草原生态系统的重要组分,与草场和土地生产力相关,因而土壤图是合理开发利用与改良各类土地,恢复与保持良好环境,进行生态区划和农、牧、林各业区划的重要依据。

(8) 植被图: 植被是陆地生态系统的核心,又是环境状况的良好指示者,其本身也是重要的可更新资源。本图主要反映鄂尔多斯地区植被类型及其分布、组合规律,它是编制草场图、土地利用图、土壤图及生态分区图的重要基础。在此幅图上附有生态分区图,它是以植被做为主要标志而编制的。

(9) 生态分区图: 主要反映鄂尔多斯高原的区域差异性,是因地制宜安排农、林、牧生产的重要基础。它是在充分了解全盟自然条件和资源特点的基础上,根据生态一致性与土地承载力的相似性而划分的,并选定自然植被的差异为主要的划分依据。

2. 对制图内容的要求

根据本系列地图的性质,在制图内容上规定如下几点原则性要求。

(1) 各图幅的图例系统应尽量与自治区和全国同类地图的分类系统协调。这样便于交流,增加可读性,并有利于向高级制图单位合并。本系列地图属中比例尺专题图件,要求反映制图区域内自然条件和自然资源的基本类型和分布规律,内容力求简明,易于应用。

(2) 应充分反映草原生态环境的地域差异性。农、牧、林业生产目前在很大程度上仍依赖于自然,而本区从东到西由南至北地带性分异明显,从而影响农、牧、林业生产布局和发展。因此,各幅图的制图内容应清楚地反映区域自然条件的特征及其差异性,使地方有关部门能掌握并运用这些规律,因地制宜地调整农牧林生产结构和布局。