

三大自然区过渡带 地貌景观与环境变化



李 育 王 岳 张成琦◎编著



科学出版社

三大自然区过渡带地貌景观与环境变化

李 育 王 岳 张成琦 编著

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书选取了我国三大自然区过渡带地质、地貌景观的真实照片资料和翔实的文字说明,全面地描述了三大自然区过渡带的自然景观,以及该区域的环境变化过程;对东部季风区、西北干旱区及青藏高原区三大自然区的过渡地带,包括河西走廊东段、祁连山东段、青藏高原东北缘和黄土高原西部已有的大量科学考察和研究工作及其丰富的研究材料和研究成果进行了描述。全书共8章,内容涵盖本地区的概况、风成沉积、河流地貌、湖泊沉积与地貌、山地垂直植被带谱、冰川及冰缘的沉积与地貌、丹霞地貌和人工地貌景观等。地质、地貌景观的准确辨识是环境变化研究的基础,缺乏对野外景观的直观认识,会阻碍地理学及相关学科研究人员深入研究科学问题。正因为三大自然区交汇地带各种地貌景观并存,故对其进行记录和总结,有利于提升对各类地貌景观的综合性认识。

本书可用作地理环境类专业本科生和研究生的教学及科研参考书籍,也可供相关科技人员和地理爱好者了解地质、地貌景观。

图书在版编目(CIP)数据

三大自然区过渡带地貌景观与环境变化 / 李育, 王岳, 张成琦编著.
—北京: 科学出版社, 2015.3

ISBN 978-7-03-043033-5

I. ①三… II. ①李…②王③张… III. ①自然区-过渡带-地貌学-研究-中国②自然区-过渡带-地质环境-研究-中国 IV. ①P31②X141

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 009483 号

责任编辑: 朱海燕 李秋艳 / 责任校对: 韩 杨

责任印制: 赵德静 / 封面设计: 铭轩堂

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2015年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

2015年3月第一次印刷 印张: 9 1/4

字数: 220 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

特别感谢国家级教学名师奖获得者王乃昂教授领导的
兰州大学地球系统科学国家级教学团队

国家自然科学基金委面上项目 (No. 41371009)

国家自然科学基金委青年项目 (No. 41001116)

中央高校面上项目 (lzujbky-2013-127; lzujbky-2010-99)

国家基础科学人才培养基金 (J1310036; J0630534; J0730536)

联合资助

前言

1. 野外考察在地理学研究中的重要性

地理学的精髓在于发现，发现自然需要野外工作，故而野外考察就成为了地理学研究的一个重要传统——只有第一手的考察资料才能成为地理科学发展的基石。正如我们所知，早期的地理学家，如哥伦布等人，通常也是探险家及旅游家，他们用自己的行动探究了这个世界，用实践证明了他们的猜想和逻辑推理。从地理学科发展较快的美国的情况来看，近代地理学的发展主要依靠野外考察。美国地理学家索尔（Carl Ortwin Sauer，1889 ~ 1975）曾说，“地理学家的训练就是实地考察的训练”；美国哈佛大学教授戴维斯（William Morris Davis，1850 ~ 1934）在蒙大拿州沿北太平洋铁路沿线进行了考察工作，之后根据这段工作经历总结出了著名的侵蚀循环理论。除此之外，德国著名地理学家，地貌学创始人A·彭克和他的学生在阿尔卑斯山长期的野外考察中发现了冰川运动的痕迹，据此发表了著名论著《冰川时期的阿尔卑斯山》，创立了第四纪冰川地貌学，对科学发展、地质、地理和自然史的研究作出了重大贡献。著名地理考察探险家普尔热瓦尔斯基，每次从亚洲中部考察返回俄国，都抑制不住对研究地区山川和大自然的思念，常发“身在欧洲，心在亚洲”之叹，他曾感慨地写道：“如果命中注定我再也不能到亚洲腹地去，那就让回忆多年旅行中在那里的所见所闻作为我的快乐，一直到生命完结吧”，正是普尔热瓦尔斯基对野外考察的这份热情，使他成为了著名的地理考察家。

我国的地理学发展过程中，历代的地理学家们也始终将野外考察放在极其重要的位置上：一方面，一些外国学者来到中国从事野外考察与研究，如美国地质学家庞培利（Raphael Pumpelly，1836 ~ 1923）于1862 ~ 1865年来华，在东北、华北和西北一带从事地质调查，横穿了欧亚大陆，回国后发表了考察报告《在中国、蒙古及日本的地质研究》。另一方面，中国的地理学家们也一直十分重视野外考察，著名地理学家竺可桢先生在哈佛学习期间受到了地理学家戴维斯（William Morris Davis，1850 ~ 1934）和阿特伍德（Wallace Walter Atwood，1872 ~ 1949）学术传统的影响，将野外实习作为科研工作的重点。除了竺可桢先生，新中国成立前毕业于中山大学的院士还有黄秉维先生、周立三先生和周廷儒先生，能够培养出如此多的人才，与中山大学早年聘请了重视野外训练的德国地理学家克里德纳（Wilhelm Credner）主持系务有着密切的联系。

时至今日，地理信息技术等现代研究手段高速发展，但兰州大学始终坚持野外考察是地理学最根本的研究方法，并自建院以来就保持着野外考察的优良传统：著名地理学家王德基教授在创建兰州大学地理系后的20余年里，踏遍了陕西、甘肃、宁夏、青海、内蒙古等省（区），每年寒暑假的教学实习或生产实习都由他亲自带队。他要求学生们做地理

调查必须“眼到、手到、脚到，缺一不可”，不仅要把观察到的各种景观素材用数字、文字、符号和简图等标记下来，保存好采集的标本，而且回校后还要综合整理，写出考察报告来。李吉均院士 1958 年自兰州大学研究生毕业后即参加了中国科学院组织的全国第一支高山冰雪利用研究队，这是他踏遍千山研究冰川的开始，他精益求精、一丝不苟的从事野外考察研究，亲自践行了兰州大学地理人奉行的“五勤”：“现在有些学生怕苦，乐于收集现成材料，写文章也就不免炒冷饭，缺乏新意，就像动物园中的老虎，不须自己捕食，也失去了捕食的本领。这样，肯定是成不了大学问家的。”正是由于坚持了以实践为本的研究方法，李吉均院士主编的《西藏冰川》和《横断山冰川》两部专著引起了国内外广泛的关注，《青藏高原隆升的影响》等多篇论文获国家自然科学基金一等奖。兰州大学资源环境学院是在地理系的基础上成立的，王乃昂教授为解决我国中部沙漠地区的诸多科学问题，带领青年教师和研究生们组成了“沙漠环境与沙漠化”研究团队，连续十余年在我国北方沙区顶着烈日和风沙进行了广泛的野外考察，行程达数万千米。在新中国成立 60 周年及兰州大学百年华诞之际，“沙漠环境与沙漠化”研究团队联合甘肃省治沙研究所等单位的科研力量，组织了“巴丹吉林沙漠科学探险考察”。2009 年 9 月，由王乃昂教授率队的巴丹吉林沙漠科学探险考察小组，历时十天，徒步逾 350km，成功穿越了世界上沙丘相对高度最大的巴丹吉林沙漠（包括北部 10000km² 的无人区），实现了我国历史上首次由北向南徒步穿越该沙漠的壮举。2011 年 8 月下旬，兰州大学资源环境学院联合河海大学、甘肃省治沙研究所等单位组成了科学考察队，又由北向南成功徒步穿越了我国第四大沙漠——腾格里沙漠，并圆满完成了预期的科学考察任务。在谈到地理学研究时，王乃昂教授认为，“国内外凡有重大成就的地理学家，无不坚持做持续的野外科学考察去收集第一手研究资料。”

学生野外实习（包括近年来与香港中文大学、香港大学开展的地理学联合实习）已然成为了野外科学考察中不可或缺的重要组成部分。在经过多年的实践积累之后，资源环境学院的学生实习活动渐渐总结出了一条能在短期内尽可能多地考察西北地区典型自然地理和人文景观的，较为固定的实习路线。同时，因为该路线所涉及区域多为我国三大自然区交汇地带热点研究区，故以这条线路为脉络，可以对本地区的地质、地貌景观形成清晰的认识。

2. 三大自然区过渡带晚第四纪地质、地貌与环境变化的科研与教学

针对西北地区的沙漠、草原、冰川等地貌景观，兰州大学历代地学人进行了大量的考察和研究：王德基教授在《腾格里大沙漠东南部的自然景象》中的结论对于我们今天准确认识“三大沙漠握手”的原因有很大的意义；冯绳武教授——我国自然地理区划理论和方法研究领域的代表性人物之一，曾奔波于沙漠、草原及原始林区，并先后三次奔赴阿拉善高原南缘民勤盆地进行水系演变、湖泊退缩和沙漠化问题的调查研究，他于 1963 年发表在《地理学报》上的《民勤绿洲的水系演变》一文，不仅首次系统地说明了石羊河水系演变和猪野泽变迁的历史状况，而且将民勤绿洲水系细分为自然水系、半自然水系和人工

水系三个时代序列, 阐述河湖变迁的自然原因与人文原因, 开创了我国人地关系研究的成功范例, 被国内地理学界广为引用。1966 年, 著名经济地理学家, 中国人民大学的孙敬之教授, 受时任兰州大学校长兼党委书记江隆基的邀请举家迁至兰州, 受聘担任了兰州大学地理系主任的职务。为提高地质地理系的教学质量和科研水平, 孙敬之教授研究了土壤、自然地理概论和水文地质等方面教材的编写事宜, 在他的带领下, 地质、地理系取得了长足的发展。1958 年夏、秋时节, 受中科院高山冰雪利用研究队的邀请, 在队长施雅风院士的带领下, 兰州大学地理系师生包括李吉均、何志超在内的 17 位同学, 参加了祁连山现代冰川与积雪的考察研究, 并参与了“七一冰川”的命名和《祁连山现代冰川考察报告》的撰写。参与考察队的很多同学, 如曾群柱、王树基、白重瑗等, 后来都成为了中国科学院兰州冰川冻土研究所的组建者。20 世纪 90 年代之后, 李吉均院士领导的青藏高原研究团队对围绕青藏高原隆升问题的研究观点进行了仔细的推敲, 并对青藏高原东部边缘临夏盆地新生代沉积地层、河西走廊、川西边缘构造与地层, 以及青藏高原夷平面的分布变形研究得到大量的测年数据。在上述坚实的研究基础之上, 李吉均院士提出了“青藏运动”的概念, 它和北京大学崔之久教授提出的“昆仑—黄河运动”概念共同形成了完整的青藏高原隆升理论体系。

在坚持野外实地考察的科研方法及将西北地区作为研究区域的基础上, 兰州大学资源环境学院对于三大自然区交汇地带的研究取得了丰硕的成果: 李吉均院士在 1995 ~ 2000 年, 主持了“面向 21 世纪地理学类专业教学内容和课程体系改革研究”项目, 完成了地理科学、资源环境与城乡规划和地理信息系统三个专业的划分。2004 年自然地理学“西部环境变化”成为国家自然科学基金委创新群体, 2007 年“地球系统科学”入选国家级教学团队。学院近 20 年来以由地域特色所派生出的冰川学、沙漠学、气候变化科学等学科优势为基础, 将科学研究和教学活动紧密结合起来, 以国家理科地理学基地为平台。陈发虎教授系统开展了黄土高原西部地区的黄土地层、黄土沉积年代和气候记录研究, 为轨道尺度气候多旋回理论的完善作出了重要贡献, 由他和李吉均院士、张虎才教授、方小敏教授、潘保田教授等完成的“中国西北季风边缘区晚第四纪气候与环境变化”研究荣获了国家自然科学二等奖。王乃昂教授于 2005 年和 2007 年分别取得了国家级教学成果一等奖和国家级教学名师奖, 他在沙漠古城考察和历史沙漠化研究中取得了众多成果, 2007 年他参与的“中国北方沙漠化过程及其防治”项目获得全国科技进步二等奖。潘保田教授主要从事巨水水系发育和青藏高原隆升及其环境效应的研究, 他对黄河全程形成历史进行了系统而精确的研究, 并且根据河流阶地等资料进一步完善了青藏高原古近纪和新近纪高度变化历史和第四纪强烈隆起主要事件发生的年代, 丰富了李吉均院士等关于高原隆升过程的观点。对于青藏高原的隆升和环境变化, 方小敏教授也作出了重要的贡献, 2000 年, 由他和潘保田教授等完成的“青藏高原东部及邻区高分辨率黄土与季风气候演化”项目获得了中国高校自然科学一等奖; 之后在 2011 年, 由他和李吉均院士、潘保田教授和宋春晖教授等完成的“晚中新世以来青藏高原东北部隆升与环境变化”研究也获得了国家自然科学二等奖。

3. 晚第四纪地质、地貌景观辨识的重要性

地理学的研究对象就是地质、地貌景观,所以正确辨识野外景观无疑成为了地理学研究的基础。通过阅读书籍中对地貌景观的描述,人们可以对地理事物形成初步的、表面的认识,然而,由于文字永远不可能涵盖现实世界的一切细节,所以唯有观察地质、地貌景观本身,才能真正地对其有全面的认识,进而展开研究。此外,在地理研究的过程中必须不断走向野外,不断加深对地理事物的理解,逐步修正在辨识景观的过程中产生的误差,才能得到精确而可靠的研究结论。最后,正确辨识地质、地貌景观既是进行研究的前提,对于已经较为成熟的研究结果来说,更是验证其正确与否不可缺少的环节。

自20世纪70年代左右我国“八五”和“九五”攀登计划青藏项目执行以来,兰州大学地理科学系和中国科学院青藏高原综合科学考察队对青藏高原展开了大规模的科学考察,收集到了大量有关高原隆升的资料。据此,考察队员们对青藏高原隆升过程和环境变化进行了分析,他们认为青藏高原的隆起是一个多旋回的复杂过程,青藏地区在始新世晚期全部脱离海侵成陆以后,曾被两度夷平或接近夷平,上新世末—第四纪的新构造运动为大幅度整体的断块上升,但在空间上有差异性,在时间上有三个剧烈上升阶段,在此期间青藏高原累计上升3500~4000 m。相应地,当今亚洲季风系统和自然环境随之逐步形成,黄河现代水系格局出现,黄河及其支流发育了一系列阶地。陈发虎教授在甘肃及青海等地对黄土做了大量的考察,并根据这些地区的数个剖面的样品进行分析,对于我国黄土高原的形成过程及其反映出的地区环境变化做出了详尽的分析。由他领导的工作小组在研究后发现,青海湖南岸哈拉力黄土—古土壤剖面反映出青海湖区自10300年以来气候发生了四次冷暖和干湿的交替变化,并且全新世以来青海湖存在四次高湖面时期,它们与气候的四次温湿期是一致的。此外,他们对兰州九州台的粉砂—黄土—古土壤剖面进行 ^{14}C 、热释光、裂变径迹和古地磁测量后发现,该黄土层仅仅是1.4~1.5 Ma B. P. 以来才沉积形成的,这就推翻了之前研究提出的兰州地区黄土形成于2 Ma B. P. 左右的结论。除了兰州黄土以外,该研究小组还实地考察了甘肃省陇西黄土高原的马兰黄土,分析后发现该黄土记录了末次冰期内多达22个间冰段的气候环境状况,并且这些记录与格陵兰 GRIP 冰芯记录相吻合,这说明了末次冰期内气候快速变化和不稳定性具有全球意义。潘保田教授和其团队的研究人员多年来致力于研究黄河及其支流的阶地,数次前往阶地形成地区进行考察,在实地观测中确定了这些阶地的形成原因和过程,并提出了许多新的观点:一方面,他们通过古地磁和光释光测年,以及黄土—古土壤地层序列的对比,确定了兰州东盆地1.2 Ma B. P. 以来主要有两个阶地发育时期,共至少发育了七级阶地,每级形成时期都是古土壤开始发育的冰期到间冰期的过渡阶段,但气候变化只是形成阶地的必要条件之一,地面上升仍然是影响黄河下切的重要因素。另一方面,祁连山东段北麓的金塔河河流阶地是青藏高原阶段性隆升的地貌标志,此处的五级阶地都是构造上升形成的基座阶地,它们揭示了祁连山东段最近830 ka B. P. 存在的五次强烈隆升事件,此外,在同一级阶地内,气候变化造成的副阶地构成了次级阶地系列。王乃昂教授带领下的研究团队在我国西北地区,尤其是河西走廊地区进行了十余年实地考察,并在此基础上取得了大量的研究成果:他们对

我国北方沙地 100 多处古城址进行了勘察后，得出了一系列迄今为止最为精确地地理数据，绘制了毛乌素沙地历代古城址空间分布并提出了“夯层沙”的新概念；在对石羊河尾间湖猪野泽（即青土湖）多次考察及采样分析后发现，河西走廊东段湖泊旋回经历了四次湖退和三次湖进过程，并且它们主要是气候阶段性变化的结果；该研究小组综合了在河西走廊地区多年来的考察资料，根据古城废弃、湖泊退缩和频降尘期等发生时代的相对一致性，确定了历史时期河西走廊存在三次沙漠化大发展时期。

本书作者总结了多年来参与科研、教学活动，以及野外考察实习得到的经验，用三大自然区交汇地带的野外考察路线串联起本书内容。综合来看，三大自然区交汇地带既有苍翠的草原与茂密的森林；又有高海拔地区覆盖大面积的冰川积雪；发源于冰雪区和森林草原带的河流汇聚在平原或盆地，形成了沃野绿洲，故而自然景观极其丰富。希望通过本书能够让各位读者更直观的了解本区域的地质、地貌景观，从宏观的层面上综合看待整个区域的自然环境，对其环境变化形成更深刻的认识。

本书由李育负责主笔，王岳执笔，张成琦排版，李育、王岳和李殿卿共同完成了摄影工作。本书得到了国家自然科学基金面上项目（No. 41371009），国家自然科学基金委青年项目（No. 41001116），国家基础科学人才培养基金（J1310036、J0630534、J0730536）和中央高校面上项目（lzujbky-2013-127、lzujbky-2010-99）的联合资助，特别感谢国家级教学名师奖获得者王乃昂教授领导的兰州大学地球系统科学国家及教学团队为本书作出的贡献，同时也感谢科学出版社编辑部的大力支持。谨以此书纪念前辈们在祖国西北大地上取得的灿烂成就。书中不妥之处在所难免，敬请广大读者批评指正！

目 录

第1章 绪论	1
1.1 三大自然区过渡带的介绍	1
1.2 三大自然区过渡带地质、地貌景观	2
参考文献	6
第2章 风成沉积	8
2.1 兰州九州台黄土	8
2.2 秦王川盆地古风成砂	13
2.3 沙沟河黄土	16
2.4 腾格里沙漠	19
2.5 巴丹吉林沙漠	22
参考文献	26
第3章 河流地貌	29
3.1 兰州黄河阶地	29
3.2 湟水河阶地	33
3.3 哈溪河阶地	36
3.4 沙沟河、金塔河阶地	39
3.5 红水河气候阶地	44
3.6 天祝小三峡	48
参考文献	50
第4章 湖泊沉积与地貌	52
4.1 青海湖	52
4.2 猪野泽	59
4.3 武威西湖	67
4.4 雅布赖盐池	70
4.5 腾格里沙漠湖泊	72
4.6 巴丹吉林沙漠湖泊	76
参考文献	79
第5章 山地垂直植被带谱	84
5.1 天祝桦树林	84
5.2 吐鲁沟云杉林	87
5.3 石羊河上游植被垂直地带性	92

参考文献	94
第 6 章 冰川及冰缘 沉积与地貌	95
6.1 马牙雪山冰川	95
6.2 乌鞘岭冰缘地貌	102
6.3 沙漠边缘冰缘地貌	105
参考文献	107
第 7 章 丹霞地貌	109
7.1 贵德丹霞	109
7.2 本康丹霞	113
7.3 张掖彩色丘陵地貌	116
参考文献	120
第 8 章 人工地貌景观	122
8.1 南营水库	122
8.2 红崖山水库	125
8.3 黄羊河水库	126
8.4 引大入秦	130
参考文献	133

第1章 绪 论

1.1 三大自然区过渡带的介绍

自然地理研究发展到一定阶段之后,人们在较全面地认识了地表分异规律,掌握了丰富的地理知识,了解了区域自然地理过程之后,就会产生进行自然区划的需要;并且,自然区划的水平也是自然地理环境认识深度和自然地理研究能力的重要标志之一。在划分区域(如经济区、植被区、土壤区等)时通常很难作出明确的分界线,故常以具有一定宽度的狭长地带作为区分——该地带接近A区的部分具有较多的A区特征,反之则B区特征更显著(任美锬和杨纫章,1963;任美锬和包浩生,1992)。我国的综合自然地理区划研究具有悠久的历史(郑度等,2005;傅伯杰等,2001):早在公元前5世纪就有战国时魏国人士托名大禹作《禹贡》收录于《尚书》中,文中将全国划分为“九州”,并分别阐述了它们的山川、湖泽、土壤、物产等(佚名,2012)。

1959年时,兰州大学冯绳武教授(冯绳武,1959)以1957年综合大学中国自然地理教学大纲所采用的区划方案为基础,结合中国科学院自然区划工作委员会1959年的拟区划方案的特点,参考阿尔曼得及穆尔札耶夫等合编的《亚洲自然地理》的分区轮廓,对中国境内进行了新的自然地理区划。根据他的区划方法,本书涉及区域可分两部分:第一部分属于中国东部(东亚季风)区域中的华北(夏绿林-干草原)地区,包括了陕甘黄土高原草原(黑垆土)地带的陇东黄土高原区和陇西黄土高原区,以及宁甘黄土干草原(栗钙土及灰钙土)地带的河湟谷地区、定西海原黄土原梁区和皋兰(兰州)北山区。第二部分属于中国西部(中亚内陆)区域中的西北(草原-荒漠)地区,包括了内蒙古西部荒漠草原(棕钙土、灰钙土及荒漠土地带的)北山阿拉善高原区和河西走廊绿洲区,以及青海北部草甸荒漠草原(山地草甸土及灰钙土)地带的祁连山区。

之后,中国科学院研究员赵松乔教授(赵松乔,1983)于1983年综合中国自然地理情况给出了新的区划方案,他的区划方法主要考虑了三个原则:第一,综合分析和主导因素相结合的原则;第二,多级划分的原则:区划分类单位的相似性和差异性是对应的,每一个划分出来的区划单位,其内部相似性逐级增大,该区划方法采用了三级区划,即自然大区(natural realm)、自然地区(natural division)和自然区(natural region),全国划分为3个自然大区,7个自然地区和33个自然区,在科学资料比较充分的自然区还可以进一步划分四级区——自然亚区(natural sub-region),最低级的综合自然区划单位称五级区或自然小区(natural area),在全国范围内不进行划分;第三,主要为农业服务的原则。在该区划方案中,全国可分为东部季风区、西北干旱区和青藏高寒区三大自然区,东部季风区与西北干旱区界线大致为干燥度为1.2~1.5的等值线,与青藏高寒地区以2500~3000 m

等高线为界，而西北干旱区和青藏高寒区则以昆仑山、阿尔金山和祁连山等一系列青藏高原边缘山地为界。在以上两种主要分类方法的基础之上，沙万英等（2002）结合了 20 世纪 80 年代以来的全球气候加剧变暖现象，利用代表性较好的全国近五百个气象站的气温资料，对近 19 年与前 30 年的资料进行分析，发现我国东部中亚热带、北亚热带、暖温带、中温带和寒温带普遍北移，西部地区除西南、青藏高原和内蒙古西部所处的各温度带有北移或上抬趋势以外，其他地区变化不大或略有南压和下移。此外，郑达贤和陈加兵陈加兵（2007）以赵松乔的方案为基础，参照主要水系分布图后进行调整：首先，把西北干旱区的东界向西移到了大兴安岭的内外流分水界上；第二，把青藏高原区的北界从昆仑山—阿尔金山—祁连山北坡山麓南移至青藏高原水系与南疆—河西走廊水系的分水岭上；第三，在青藏高原区域把西北干旱半干旱的高寒荒漠与荒漠草原为主的内流区域、东南部半湿润半干旱高原与高山温带森林与草原江河河源区域和东南高山峡谷湿润热带亚热带森林区域分为三个自然地区，以便使青藏高原自然地区这一级的划分与其他区域相对应。

本书以赵松乔的区划方案为准，选择东部季风区、西北干旱区和青藏高原区的交汇地带作为研究区域，主要包括甘肃河西走廊地区、青海东北部和内蒙古西南角的部分地区（图 1.1）。

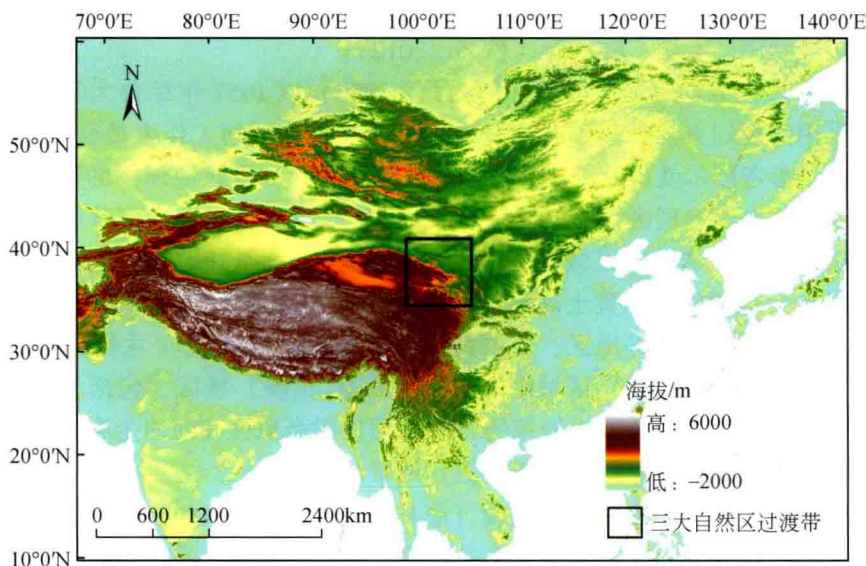


图 1.1 三大自然区过渡带位置示意图

图中高程数据来自于 30m 精度的先进星载热发射和反射辐射仪全球数字高程模型（ASTER-GDEM）数据

1.2 三大自然区过渡带地质、地貌景观

东部季风区、西北干旱区及青藏高寒区三大自然区的过渡地带以甘肃省和青海省为主体，因具有较为复杂的地形条件和气候环境，形成了丰富多彩的地貌形态（图 1.2、表

1.1)。甘肃省平均海拔在 1000 m 以上, 四周为群山峻岭所环抱——北有六盘山、合黎山和龙首山; 东为岷山、秦岭和子午岭; 西接阿尔金山和祁连山; 南壤青泥岭。其中, 祁连山地长达 1000 km, 大部分海拔在 3500 m 以上, 终年积雪, 冰川逶迤, 是河西走廊的天然固体水库, 植被垂直分布明显。阿拉善高原南缘的走廊北山(马鬃山、合黎山、龙首山)与祁连山之间为河西走廊高原, 河西走廊海拔为 1000 ~ 1500 m, 长约 1000 km, 宽为几千米到百余千米不等, 河西走廊地势平坦, 机耕条件好, 光热充足, 水资源丰富, 是著名的戈壁绿洲, 农业发展前景广阔, 是甘肃省主要的商品粮基地(李吉均等, 2000)。祁连山东延与西秦岭、六盘山之间则为陇中盆地, 黄土高原东起甘陕省界, 西至乌鞘岭畔, 黄河穿流而过, 有丰富的石油、煤炭等矿产资源。陇南山地层峦叠嶂, 森林郁郁葱葱, 大致包括渭水以南、临潭、迭部一线以东的山区, 为秦岭的西延部分, 山地和丘陵西高东低。青海省地貌以山地为主, 兼有平地和丘陵, 全省地势自西向东倾斜, 最高点(昆仑山的布喀达坂峰, 6860 m)和最低点(民和下川口村, 1650 m)海拔相差 5210 m。青海省东北部由阿尔金山和祁连山的数列平行山脉和谷地组成, 平均海拔在 4000 m 以上, 蕴藏着丰富的冰雪资源。位于达坂山和拉脊山之间的湟水谷地, 海拔为 2300 m 左右, 地表为深厚的黄土层, 是本省主要的农业区。西北部祁连山系与阿尔金山、昆仑山之间为著名的柴达木盆地, 海拔为 600 ~ 3000 m, 东西长 800 km, 南北宽 200 ~ 300 km, 面积 200000 km², 盆地南部多为湖泊、沼泽, 并以盐湖为主。南部是以昆仑山为主体并占全省面积一半以上的青南高原, 平均海拔在 4500 m 以上。

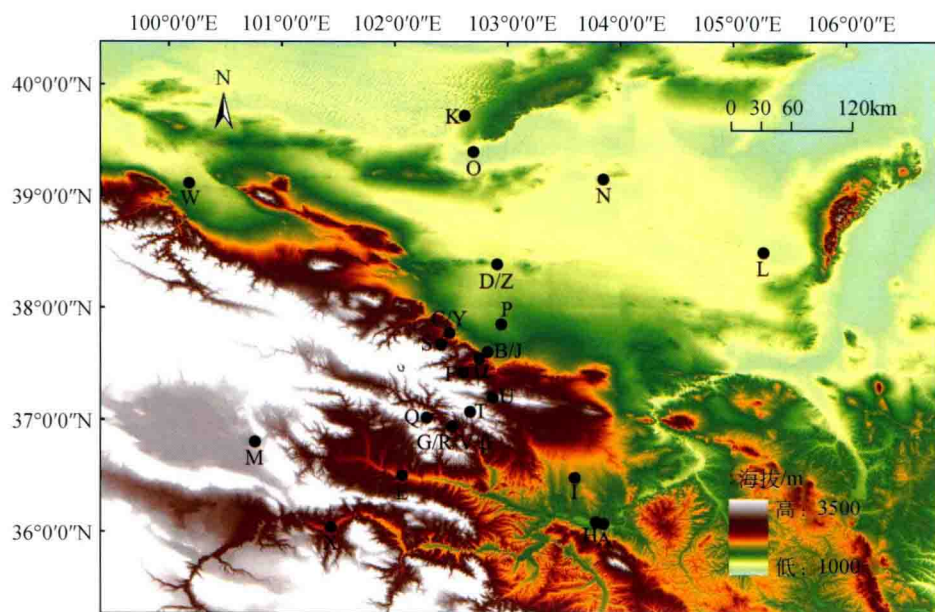


图 1.2 三大自然区过渡带地形图

图中高程数据来自于 30 m 精度的先进星载热发射和反射辐射仪全球数字高程模型 (ASTER-GDEM) 数据

表 1.1 本书涉及地区及其地理位置

编号	地区	经度（东经）	纬度（北纬）	海拔/m
A	兰州黄河阶地	103°50'55"	36°4'27"	1522
B	沙沟河阶地	102°49'22"	37°36'24"	1894
C	金塔河阶地	102°29'00"	37°46'29"	1989
D	红水河气候阶地	102°54'28"	38°23'31"	1418
E	湟水河阶地	102°3'51"	36°30'27"	2096
F	哈溪河阶地	102°36'33"	37°25'21"	2462
G	天祝小三峡	102°30'22"	36°56'40"	2284
H	兰州九州台黄土	103°46'58"	36°5'27"	1782
I	秦王川盆地古风成砂	103°35'41"	36°29'16"	1952
J	沙沟河黄土	102°49'22"	37°36'24"	1894
K	巴丹吉林沙漠（湖泊）	102°37'9"	39°43'30"	1398
L	腾格里沙漠（湖泊及砂楔）	105°15'60"	38°29'52"	1291
M	青海湖	100°45'44"	36°48'26"	3208
N	猪野泽	103°50'52"	39°9'21"	1341
O	雅布赖盐池	102°41'49"	39°24'4"	1263
P	武威西湖	102°56'37"	37°51'15"	1564
Q	天祝桦树林	102°17'1"	37°1'19"	2720
R	吐鲁沟云杉林	102°31'50"	36°56'60"	2405
S	石羊河上游植被	102°24'47"	37°40'20"	2405
T	马牙雪山古冰川	102°40'5"	37°04'26"	3863
U	乌鞘岭冰缘地貌	102°52'5"	37°12'1"	3030
V	本康丹霞	102°31'50"	36°56'60"	2405
W	张掖丹霞	100°10'43"	39°07'3"	1465
X	贵德丹霞	101°25'52"	36°02'25"	2234
Y	南营水库	102°31'14"	37°47'19"	1957
Z	红崖山水库	102°54'28"	38°23'31"	1418
α	黄羊河水库	102°44'51"	37°33'1"	2136
β	引大入秦	102°31'23"	36°56'15"	2203

根据傅伯杰等（2001）提出的中国生态区划方案，本书涉及区域包括了西北干旱、半干旱生态大区中，干旱半荒漠生态地区的河西走廊绿洲农业生态区，以及青藏高原高寒生态大区中，青藏高原高山草原、高寒草甸生态地区的祁连山针叶林、高寒草甸生态区和青海东部农牧生态区。这些地区处于中亚、西伯利亚、蒙古高原、西藏和华北的交汇地带，为各个植物区系成分的接触、混合和迁徙创造了有利条件。但同时，这里的成土过程、土壤和植被的地理分布规律又明显受到了干旱气候和高寒气候的深刻影响，除亚洲中部成分占有相当大的比例外，还有北温带、温带亚洲、喜马拉雅和极地成分等植物区系成分（蒋

霞, 2003; 李中强, 2005; 殷立娟和李美荣, 1997; 勾晓华等, 1999; 刘全儒等, 2007)。此外, 作为本书主要研究区域的甘肃省位于秦岭山地、黄土高原、青藏高原和蒙新高原的交界地带, 气候类型多样, 区系成分复杂。在甘肃省, 被子植物区系中分布了中国特有属 57 个, 隶属 38 科, 其数量为黄河流域以北各省 (区) 之首, 其中, 文县无疑是甘肃省被子植物中国特有属的分布中心 (崔治家等, 2009)。

三大自然区过渡带位处亚洲大陆的腹地, 距离海洋较远, 四周多高大山脉, 源自海洋的暖湿气流很少能够到达或已无明显作用, 加之青藏高原产生的补偿下沉气流, 故本地区成为了世界现代干旱区之一, 除黄土高原与河湟谷地外, 区内大部分属于温带冷荒漠 (图 1.3)。这种荒漠与北非、东南亚、中美洲、澳大利亚等副热带高压控制下的干旱暖荒漠在成因上存在根本差异, 前者具有典型的温带大陆性气候特征——干燥少雨, 降水变率大, 日照强烈, 气温较差大, 风沙频繁, 尘暴天气多。以地处荒漠盆地中心的巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠为例, 它们主要由光裸的复合新月形沙丘或巨大的金字塔形沙地构成 (张振瑜等, 2013; 王乃昂等, 2013)。除沙漠外, 本区域最突出的地貌就是广泛分布的黄土及黄土状物质, 无层理、富含碳酸钙、大空隙的黄土和具有层理的黄土状物质广泛覆盖, 使本地区成为了世界上厚度大、面积广、发育典型的黄土分布中心之一 (陈发虎等, 1989; Chen et al., 1995)。此外, 在黄土高原, 黄土之下埋藏着古风成砂, 再加上河流地貌中的河流阶地, 这三者的研究成果互为印证, 为综合了解本地区环境和气候变化过程提供了材料 (陈发虎等, 1990)。

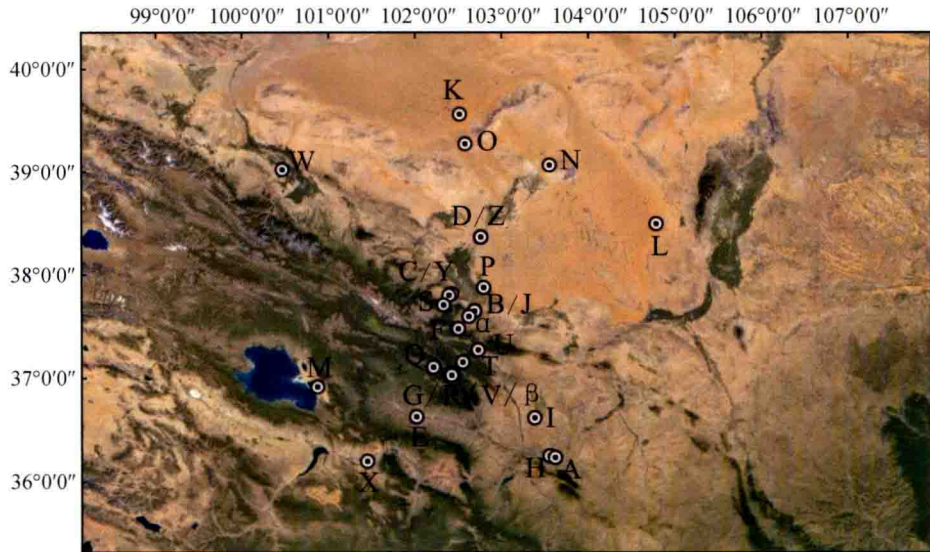


图 1.3 三大自然区过渡带遥感图

图中数据来自于谷歌地球 (Google Earth)

本地区分属黄河外流水系与西北干旱区内流水系, 由于存在以青藏高原隆升为主的构造变化, 以及较长时间尺度上的气候变化, 所以在包括黄河、红水河、湟水河等在内的众多河流两岸形成了明显的阶地地貌 (Li, 1991; 潘保田等, 1991; Pan et al., 2003)。同时, 西北地区气候干燥, 降水很少, 河流分布极不均匀, 一般是山区多于山麓, 山麓多于

盆地、高原,甚至还有大面积的无流区,河流多数为上粗下细,补给方式包括冰川融水补给和雨水补给。托来山、走廊南山和冷龙岭至毛毛山一线,以及沿大通山、日月山划出的流域分界线,是欧亚大陆内外流域分界线的组成部分——山地东南隅的庄浪河和大通河均注入黄河,属于外流水系;北部的石羊河、黑河、疏勒河、北大河、党河等,属于河西走廊内陆水系;哈尔腾河、鱼卡河、塔塔稷河、巴音郭勒河,则属于柴达木内陆水系 (Pan et al., 2003)。在这些河流的中上游地区,为满足生产生活用水以及防止洪涝灾害,修建了包括水库在内的众多水利工程,如南营水库、红崖山水库、黄羊河水和引大入秦等。河川径流和地下水在盆地低洼之处汇集,多形成内陆湖,由于没有出口且蒸发强盛,所以它们多为咸水湖或盐湖,如位于青海省的青海湖、阿拉善高原的居延海和内蒙古的雅布赖盐池等。近代由于在大河上游修库蓄水,在中游扩大工农业生产,致使一些较大的河流下游水量日趋减少,尾间湖萎缩甚至干涸,湖泊地貌产生了较大的变化,如石羊河下游的猪野泽、黑河下游的居延海和金塔盆地的花海都已从地图上消失了 (Madsen et al., 2008; 王乃昂等, 2011; 李育等, 2011)。

综合来看,本书研究区域高山与盆地、平原相间分布,高大山系的迎风坡因拦截水汽抬升获得了较多的地形降水,从而形成了干旱区的“湿岛”,不少山坡上生长有绿色的草原,甚至是茂密的森林;高海拔地区气温较低,孕育了大面积的冰川积雪;发源于高山冰雪区和中山森林草原带的大小河流,汇聚在山前倾斜平原或山间盆地,形成串珠状的沃野绿洲,改变了荒漠地带的自然景色。故而三大自然区交汇地带既有直插云天的雪山冰峰和一望无垠的沙漠戈壁,更有生机蓬勃的草原,郁郁葱葱的森林,奔流澎湃的江河和清澈透亮的湖泊,自然景观极其丰富。

参 考 文 献

- 陈发虎,潘保田,陈国荣,等.1990.兰州地区晚更新世古风成砂的发现及环境变化.中国沙漠,10(2): 1-8.
- 陈发虎,张宇田,张维信,等.1989.兰州九州台黄土沉积年代的综合研究.沉积学,7(3): 105-111.
- 崔治家,陆毛珍,陈学林,等.2009.甘肃被子植物中国特有属研究.草业科学,26(10): 30-38.
- 冯绳武.1959.中国自然地理区划大纲草案.兰州大学学报(自然科学版),1(1): 39-43.
- 傅伯杰,刘国华,陈利顶,等.2001.中国生态区划方案.生态学报,21(1): 1-6.
- 勾晓华,邵雪梅,王亚军.1999.祁连山东部地区树木年轮年表的建立.中国沙漠,19(4): 364-367.
- 蒋霞.2003.西北干旱区多种植物地理分布与气候的相关性及其可能潜在分布预测.北京:中国科学院研究生院硕士论文,1-68.
- 李吉均,王乃昂,史正涛.2000.西北干旱区农业可持续发展问题.生态经济,9(1): 38-41.
- 李育,王乃昂,李卓仑,等.2011.石羊河流域孢粉全新世记录及其对气候系统响应争论的启示.科学通报,56(2): 161-173.
- 李中强.2005.中国西北干旱区水生植物多样性研究.武汉:武汉大学博士学位论文,1-83.
- 刘全儒,于明,马金双.2007.中国地方植物志评述.广西植物,27(6): 844-849.
- 潘保田,李吉均,朱俊杰.1991.兰州地区黄河阶地发育与地貌演化.北京:科学出版社.
- 任美镔,包浩生.1992.中国自然区域及开发整治.北京:科学出版社.
- 任美镔,杨纫章.1963.从矛盾观点论中国自然区划的若干理论问题——再论中国自然区划问题.南京大学学报(自然科学版),3(1): 1-12.