

亚洲中部以帕米尔高原为中心，天山、昆仑山、喀喇昆仑山等，群山汇聚，山体挺拔，绵延数千里。与青藏高原共同构建成为高亚洲大陆，被称为地球的第三极。

亚洲中部的各大山系多呈纬向或近纬向展布，经向跨度大，纬向延伸长。诸大山系地势错落，海拔高程巨大。与其相邻的盆地或谷地的高差十分悬殊，表现出强烈而突出的地形差异。亚洲中部各大山系的地质演化历史虽不尽相同，但是其构造地貌的发育过程大同小异，主要经历了晚古生代后期剧烈的造山运动——华力西晚期运动，导致褶皱隆起成为山地；中生代和老第三纪剥蚀夷平为准平原；新第三纪上新世—第四纪早更新世断块隆升为高大山系几个明显的阶段。天山山系最为典型。

天山山系是亚洲中部最大的山系（图 1-1）。西起乌兹别克斯坦的克孜尔库姆沙漠以东，经哈萨克斯坦和吉尔吉斯斯坦，进入我国新疆境内，渐失于哈密市以东的戈壁中。东西长度超过 2 500 km 南北宽度一般为 250~350 km，惟帕米尔以北的天山山体最宽，可达 800 km 以上（柏美祥等，1995）。天山山脊线的平均海拔为 4 000 m 左右，最高的托木尔峰达 7 435.3 m。人们习惯将中国新疆境内的天山称为东天山，将中亚地区的天山称为西天山。

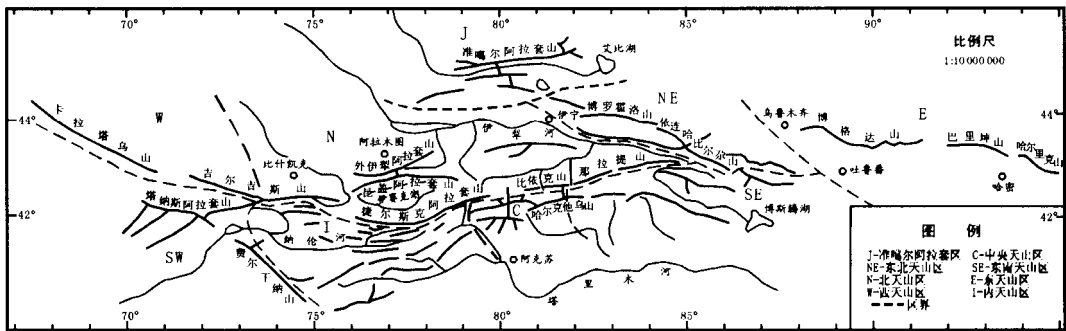


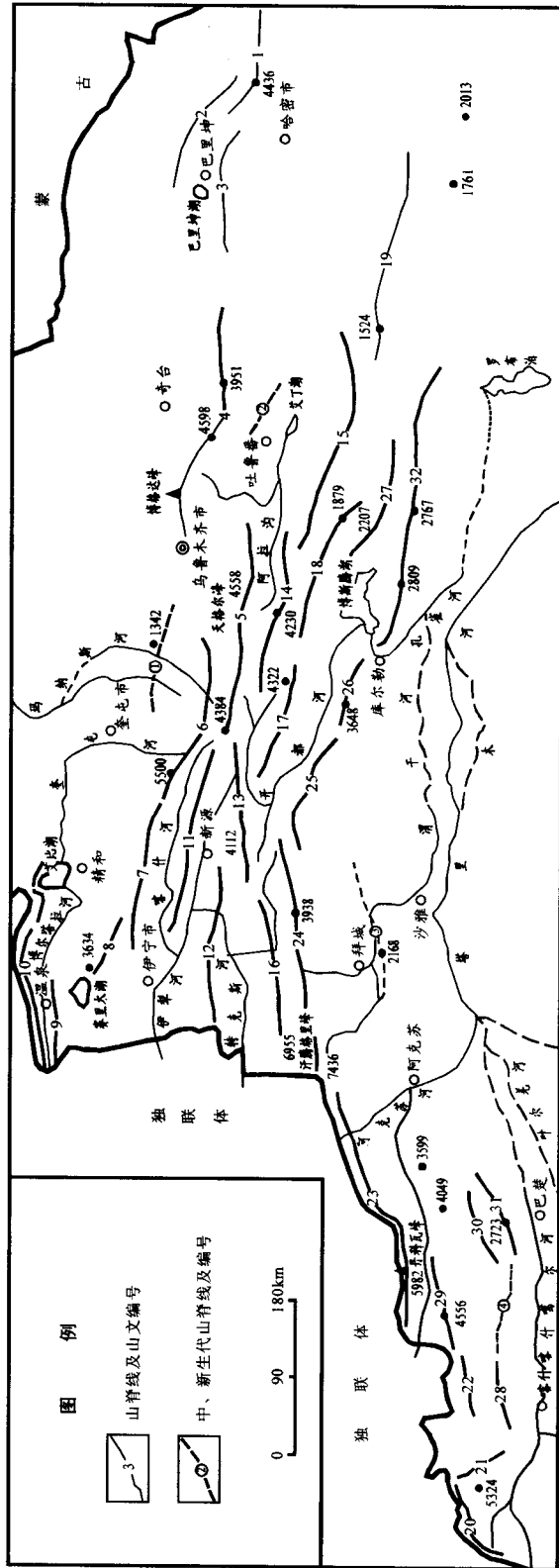
图 1-1 天山山系图

天山山系是一个完整的自然地理体系，从它的演变历史，现代自然资源，生态系统和环境以及它与人类生产生活的关系看，具有十分有规律的地域性变化过程。因此，应该从总体上进行国际性的联合研究。

第一节 研究范围

我国境内的天山，即东天山，横亘新疆维吾尔自治区全境，西起中国与吉尔吉斯斯坦边界，东至哈密市以东的星星峡戈壁，东西绵延 1 700 km。占天山山系总长度的 2/3 以上。山势雄伟壮观，山地的平均海拔高度 4 000 m，将新疆分成南北两半，高出北面的准噶尔盆地约 3 000 m，南面的塔里木盆地 3 500 m。天山山地有许多座 6 000 m 以上的山峰，最高峰托木尔峰分布在我国新疆境内的温宿县（图 1-2）。显然，天山是突起在新疆南北荒漠地面上一条又长又高的绿岛—山地系统。

关于我国天山的范围，与中亚天山一样，有着不同的圈定。地质界从地质构造的角度，把我国天山山地主体与前山带划归不同的构造单元（胡冰等，1964；新疆地质局，1978），这是完全正确的。但是，我们将现代天山看作为荒漠地面上的一个山地自然地理综合体，



- 1.喀尔力克山 2.梅欣乌拉山 3.巴里坤山 4.博格达山 5.天格尔山 6.依连哈比尔尕山 7.博洛霍罗山 8.科古琴山 9.别珍套山 10.阿拉套山 11.阿吾拉勒山
 12.乌孙山 13.黑拉提山 14.阿拉沟山 15.崆罗塔格山 16.比其克山 17.艾尔宾山 18.包尔图乌拉山 19.卡瓦布拉克山 20.阿赖山 21.科克同套山
 22.麦丹他乌山 23.阔克沙勒山 24.哈尔克他乌山 25.科克铁克山 26.霍拉山 27.克孜尔塔格山 28.巴什索贡山 29.喀拉铁克山 30.依姆岗套山
 31.柯坪塔格山 32.库鲁克塔格山
 ①玛纳斯山 ②火焰山 ③秋里塔格山 ④阿图什山

图 1-2 中国天山山系图

包括山地、山间盆地以及山前倾斜平原。这也符合山体在形成过程中内、外动力相互作用的活动范围。因此，各方所圈定的我国天山范围的不相一致都是许可的。应该说明，根据上述原则所确定的天山范围，在地质构造上，不仅占有天山地槽褶皱带，而且还包括了乌鲁木齐、库车和喀什等山前拗陷的一部分，以及原属塔里木地块而后卷入天山山体的柯坪塔格和库鲁克塔格等断褶带。

天山山体，雄浑壮丽，群山之巅，终年戴着雪冠，身着绿铠，挺拔于海拔不足千米，平坦广阔，炎热而干燥的戈壁荒漠原野上，显得格外壮观。犹如一座寒凉湿润、生机盎然的“大岛屿”。

天山山体是由 20 多条山脉间夹着的许多菱形山间盆地、谷地组成，地处西风气候带。由于巨大的高度和有利的地理位置以及独特的山地走势，山区降水量丰富，山顶白雪皑皑，冰川发育，成为准噶尔盆地南缘与塔里木盆地北缘众多河流、湖泊的发源地。哺育了我国最长的内陆河——塔里木河和水量最大的内陆河——伊犁河。河流汇集雪冰融水与雨水，灌溉山间盆地和谷地以及山前平原的农田和牧场。那里绿洲连片，耕作殷盛，牛羊成群，村镇星罗棋布，一派生机勃勃的景象。据不完全的水文统计，中国天山山地年径流量为 $474 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，约占新疆年径流总量的 54%。众所周知，干旱区水是命脉。假设天山不存在于新疆，那么新疆的自然面貌、人文景观、农牧业生产、社会经济活动等等将是何等情景！

天山山体由山地、山间盆地和谷地及山前平原组成，面积约 $5.7 \times 10^5 \text{ km}^2$ ，占新疆面积 ($1.65 \times 10^6 \text{ km}^2$) 的 34.5% 以上。山地有丰富矿藏，独特的自然景观。博格达北坡的天池，冰峰倒映，塔松环抱，宛若人间仙境；伊犁河上游各支流河边的原始森林，参天盖岭，郁郁苍苍，一派“东方阿尔卑斯”风光；巴音布鲁克草原上的天鹅湖，群鸟戏逐，湖光潋滟，风景别开生面；赛里木湖畔的高山牧场，绿草如茵，野花似锦，一派东方游牧民族的生活画卷。那耸立九霄的托木尔—汗腾格里高峰，更为登山健儿仰首赞叹；那蜿蜒于云雾中的山崖、隘道，使远足游人人为之心惊目眩……天山山地，她有这么多引人入胜的景致，而在天山深处，还不知有多少等待人们去寻奇探访的“天然公园”！

吐鲁番盆地，火焰山下的葡萄沟，翡翠碧玉，溪涧潺潺，堪称桃源世界；哈密瓜和红枣赛过蜜糖。山间谷地与山前平原肥沃的土地，加上充足的水源，是新疆 10 多个民族可爱的家乡。在那白云深处，散布着哈萨克、蒙古族、柯尔克孜族牧民的毡房，酥油奶茶飘香四溢；田连阡陌的绿洲粮仓，芬芳的野玫瑰，沁人心田的啤酒花，红色的枸杞子和西红柿，连结着维吾尔、回、汉、锡伯族农民的家。山前山后有各族人民共同创建的 100 多个军垦新城，南坡北岭有屯垦戍边的农场……各民族的天山儿女勤劳、勇敢、智慧，他们的性格像天山那样豪放，他们的生活像天山那样多姿多彩，他们团结情谊深，就像天山青松根连根。

为此，研究、认识天山，进而做到利用、保护天山自然环境和自然资源，具有重要的现实意义和科学价值。长期以来，天山成为国内外科学界瞩目的山地。

第二节 考察研究历史

天山在我国历史上有过很多珍贵的记载和神奇传说。《史记》、《汉书》、《山海经》、《西域记》、《水经注》、《西域水道记》、《西域图志》、《钦定黄舆西域图志》、《钦定新疆识

略》、《汉西域图考》、《新疆图志》等古籍 早有关于天山的翔实记述 历代不少诗人名士曾对天山作了淋漓尽致的描绘。天山以她极其丰富的历史文物，向世人展示美丽富饶的新疆。克孜尔千佛洞壁画、交河故城、高昌故城的遗址，安西、北庭都护府的故地，还有很多发现于天山和丝绸之路的石器、彩陶、汉简、唐锦以及古代我国北方游牧民族的许多遗迹，都以它们久历风尘的异彩，为我国各民族共同开发新疆的历史提供了有力的见证。

一、20世纪上半叶以前

先秦至汉，我国境内的天山，统称为“北山”，以对应被称为“南山”“葱岭”的昆仑山。清代学者徐松，曾考证：“葱岭又东趋为天山，过回疆北至巴里坤东北而止，是为西域之北山。”他并进一步说明，汉西域北面大山包括“今乌什北之贡克鲁克山，阿克苏北之木素尔岭，库车北之汗腾格里山……”

西汉，元狩四年（公元前119年）张骞第二次前往乌孙（今伊犁河一带），途经天山，可称为是最早对天山进行实地考察的使者。他的所见所闻由司马迁写成《史记·大宛列传》。

唐代，对新疆境内的天山，已经明确地称为“天山”。唐代著名诗人岑参的《热海行送崔传御还京》中的诗句：“送一醉天山郭”。此处所指热海（今伊塞克湖）南面的天山，即托木尔—汗腾格里山一带。而在具体山段的称呼上，各书则有所不同。

清代，正式统用天山的名称。对具体山段的地理位置、山川形势、交通道里、自然资源等的描述也较为详细。

《新疆图志》（1911年），归纳历代的称谓，论述了天山的范围。“自葱岭而东分两大干，汉书谓之南北山”，“其天山一支，由喀什噶尔之喀喇租库山，迤迤东北，绕乌什、阿克苏、库车之背，至伊犁（犁）乃折而东，又经迪化（今乌鲁木齐）之南，辟展（今鄯善）之北，直至镇西哈密东，至于塔勒纳沁山，总名天山，一曰雪山，一曰灵山，……其间随地异名者以百数”。

《新疆图志》卷六十，对托木尔—汗腾格里天山山段记载：珊木尔里克之山、萨瓦布齐之山、木素尔之山、汗腾格里之山、阿圭雅之斯山等及其支山、山岭。

汗腾格里山今仍沿用其称谓。“汗”蒙古语“君”之意。“腾格里”即“天”也。总称天山之意。宁波龚柴云：“腾格里崇岩峻岭，上插云霄，横亘数千里，最高者得一千八百二十丈……”。

唐代，高僧玄奘法师，在公元629年赴印度取经求法时，途经天山托木尔—汗腾格里地区。玄奘的著述和有关玄奘的记载，是最早记录托木尔—汗腾格里地区冰川现象的文献。

在《大唐西域记》和《大慈恩寺三藏法师传》中不仅记载了凌山（即木扎尔特通道一带冰山）“蹊径崎岖 登涉艰阻”；“馁冻死者，十有三四”的艰难情景，而且对这里的气候进行了反映：“寒风惨烈”；“风雪杂飞”虽“复履重裘 不免寒战”。他认为冰川的形成是“峻极于天，……冰雪所聚，积而为凌，春夏不解”的结果。玄奘所称“多暴龙难，凌犯行人”实际上是指由于雪崩或冰崩的巨大气浪，形成飞雪冰雨。这种现象在天山托木尔—汗腾格里地区夏季经常发生，威胁旅行安全。

清代对托木尔—汗腾格里冰川记载更为详细 载于《新疆识略》、《西域水道记》、《回疆风土记》、《勘界日记》、《冰岭纪程》等许多著作。

《新疆识略》称：“冰岭长百里，为坚冰结成，间以巨石，冰多拆裂，其下无底。”“冰多拆裂”是指冰川上发育的冰裂隙。

《回疆风土记》不仅记载了托木尔—汗腾格里地区的冰蘑菇地形，“往往有数十丈大石，惟径尺冰柱支撑而立”。而且记录了独具一绝的“冰川音乐”：“夜静闻有如钲铙钟鼓之声，丝竹管弦之奏，通宵聒耳，则远近冰裂之繁响也”。它是由于冰川内部的深裂隙中；当融水像瀑布一样，从一个冰崖流到另一个冰崖时，裂隙作为一种管乐器而将弹性冰体内发出的声波传播出去所致。

清，洪亮吉的《冰川赞》和景廉的《冰塔坂行》，不仅对冰川作了描述记载，而且写下了生动的诗篇，盛赞冰川的雄伟壮丽。

先秦时期，在《山海经》等著作中，对北山（即天山）的自然资源有过一些记载。两汉以后，在《北史》中记载，龟兹“出细氈、饶铜、铁、铝、麀皮、氈毼、饶沙、盐绿、雌黄、胡粉、安息香、良马、犂牛等”。“土多孔雀，群飞山谷间，人取而食之，孳乳如鸡鹜，其王家恒有千余只云”。记录了金属、非金属矿物以及动植物和其制品。

《水经注》记：“墨山国（即姑墨）多葭苇（即芦苇）柽柳、胡桐（即胡杨）白草”。《西域图志》记，伊犁“土贡哈萨克马、黑獭皮、野鸡、鹿角”。

《西域水道记》中，徐松对分布在特克斯河上游的一种鸟类作了这样的记载：“有小鸟如燕，翱翔冰上，名曰冰雀，亦曰雪燕，馥乳冰窟，亦雪蛆冰蚕之俦矣。”即今日之毛脚燕。在《新疆图志》中，记载额什克巴什山“兽多麀、良马、犂牛。多药草：侧柏、黄连、麻黄、甘草、雪莲、夏枯草、虫草之属”。

《汉书·西域传下》记乌孙“山多松栌”。

清景廉是这样记载天山北坡：“遍岭松柏 踵顶错绣 低枝碍马 浓翠侵肌”；“一路长松滴翠”，“松影随径转，人影共云移”。一派郁郁葱葱的景象，兴叹“无边林壑画难成”。而至南坡后，仅见“山巅间有小松点缀成趣”，景象迥然不相同。

天山山地地域广阔，秀峰叠起，沃野千里，水、土、生物和矿物资源丰富。自古以来，我国各族劳动人民在这块富饶的土地上生息，用辛勤的劳动，创造了物质文明，发展了社会经济，建设了美好的家园。

由汉至晋，伊犁盆地为乌孙国地，系西域北道诸国之一，隶属汉西域都护府。乌孙“不田作种树，随畜逐水草”；“国多马，富人至四五千匹”。汉元封年（公元前110—前105年），汉帝以江都王刘建之女细君下嫁乌孙昆弥。细君在乌孙生活期间曾作歌，唱道“穹庐为室兮旃为墙，以肉为食兮酪为浆”。这是对当地生活的写真。

乌孙与汉和亲后，汉长罗侯常惠“将三校屯赤谷”，内地的农业生产技术随之逐入乌孙。唐代是我国封建王朝的鼎盛时期。公元640年和702年，唐朝分别在安西（今库车）和北庭（今吉木萨尔）设都护府，管辖我国西部地区。著名的碎叶镇即隶属安西都护府，为安西四镇之一。碎叶镇位伊塞克湖之西，楚河之滨，地当弓月（今霍城北）龟兹、怛罗斯（今中亚江布尔）之间，是唐代西部边疆的军事重镇，也是丝绸之路必经之地。唐代由安西、北庭都护府到碎叶镇都有通道经过天山。前者称“热海道”，即汉时乌孙通龟兹的赤谷旧道；后者称“碎叶道”，在汉时称“天山北道”，即汉代通往赤谷至纳伦一线的重要通道。

古代，天山是中西陆路交通的重要通道之一，“丝绸之路”大都从天山经过。唐朝，在“丝绸之路”的北路上，还有一条从弓月到龟兹的支线。弓月是南通安西都护府龟兹，东达北庭都护府庭州，西到碎叶镇的交通要地。据1960年吐鲁番出土的《高昌县上安西都护府牒》记载：当时在新疆西部运输丝织物的数量相当大，“一次竟可举取二百七十五匹”。这条路线大致是由库车西出，经拜城、木扎尔特山口、汗牙依拉克、昭苏、伊宁到达霍城。

一带。唐代高僧玄奘法师就是经由此线路，抵达大清池（即伊塞克湖）的。这已由清代椿园和景廉从伊犁南行经木扎尔特通道抵阿克苏后，所著《西域闻见录》（公元 1776 年）和《冰岭纪程》（公元 1862 年）记实见闻所证实（表 1.1）。

表 1.1 玄奘、椿园、景廉经行木扎尔特山口旅程表

《大唐西域记》 《大慈恩寺三藏法师传》	《西域闻见录》	《冰岭纪程》
1. “国西北行三百余里，度石碛，至凌山。”	“他木哈他什台南行四日，皆戈壁，无水草，近台八、九十里大石嶙峋，偏满路衢，牲畜皆于石隙置足。”	由塔玛哈塔什军台至扎木台约三百二十里。
2. “山谷积雪，春夏合冻，虽时消泮，寻复结冰。经途险阻，寒风惨烈。多暴龙难，凌犯行人。”“自开辟以来，冰雪所聚，积而为凌，春夏不解。凝沍汗漫，与云连属。仰之皑然，莫睹其际。其凌峰摧落，横路侧者，或高百尺，或广数丈。由是蹊径崎岖，登涉艰阻。……席冰而寝”。	“由克噶察哈尔台南行有雪海，一望无极，冬雪极深，夏亦冰雪泥淖，人畜皆于山坡侧岭，羊肠曲径而过。……过此二十里则冰山巢，无土沙，无草木，在在皆冰，冰之厚薄，初不知几何寻丈，层峦叠嶂，千刃攒空，巉巖如高华者皆冰也。时闻冰裂，其声琅然，山谷相应，……（冰石）小者如拳、如栗，大者如屋、如楼，往往有数丈大石惟径尺冰柱支撑而立”。	南行“怪石峻嶒，马行无一安步”；大石林立，从石罅中觅路而行”；无处非石，大者如屋，玲珑瘦透，雅可瞻玩”。“经雪海，四山环绕，中广裹数里，皆积雪，冬夏不消，莫测深浅。……（至穆索尔达坂）数十里无处非冰，或小如培楼，或高如邱陵。若崩若溃，忽断忽续……人马履冰而行，高下曲折，极崎岖之致，逼仄处路仅一线，异常危险。……”
3. “七日之后，方始出山”。		九日入山，十六日至破城子，除去十三日小住一日，山行七日。

清，乾隆年间，政府平定了准噶尔封建贵族的叛乱，乾隆皇帝亲笔作文，竖碑于托木尔一汗腾格里山东北的格登山，“敕铭格登，以昭亿世”。清政府在南北疆兴办屯政，发展水利，奖励人民开荒种田，经济进一步发展，天山木扎尔特通道再度繁荣，商旅驼骑，换防官兵，来往此道。清代文献《冰桥道里记》对这条通道记载颇详。

19 世纪中叶到 20 世纪初，随着欧美强国对我国侵略活动的加剧，以及国际上地理学和汉学的发展，许多国家或以政府名义或是个人出面组织“考察队”，先后到我国天山地区进行活动。考察的目的有的是属于科学考察性质；大部分是科学考察兼为本国收集情报资料；还有更恶劣者，借考察之机盗窃我国文物。先后来到我国西北的俄、英、德、法、瑞典、日本和美国人中，以俄国人到天山地区的最多。

俄国人 P. P. 谢苗诺夫，于公元 1856—1857 年对我国天山一带进行地理考察。他是帝俄时期的一位地理学家、植物学家和昆虫学家。《天山游记》是他晚年根据考察日记撰写的，详细叙述了当年考察的情况。他从巴尔喀什湖东部出发，越过阿拉套山到伊塞克湖。再进入新疆，登上腾格里山。此行，他否定了天山由火山组成的推测，并搜集了大量的地理资料（含植物、动物标本）；同时，对历史上著名的赤谷城的确切位置，对唐玄奘当年从阿克苏到碎叶所经过的路线，以及对伊塞克湖岸上发现的建筑物残片的考证等，都提出了自己的看法。这些看法对我们研究中亚天山具有一定的参考价值。

在 P. P. 谢苗诺夫之后，俄国人 H. H. 瓦里汉诺夫、H. A. 谢维尔卓夫、V. 柯尔卡先后

到天山西部进行考察。

与此同时，英国人许拉金·威特（译音）自印度越喀喇昆仑山口到莎车，考察昆仑山西部及塔里木和南天山。

俄国人 H. M. 普尔热瓦尔斯基于 1876—1877 年由中亚进入伊犁河流域，东行越天山，经库尔勒到达罗布泊。回程经库尔勒、奇台到斋桑。此行考察的收获是改正了当时欧洲所绘地图的错误。使罗布泊以南的山脉——阿尔金山出现在地图上，显示了我国山脉的完整性。此外，还提出了罗布泊的位置在现今的台特玛湖和喀喇库勒湖。因此，引起对罗布泊位置的长期争论。

1879—1880 年由斋桑进入新疆北部，沿乌伦古河东南行，经巴里坤越东天山到哈密，再穿嘎顺戈壁到敦煌，……此次旅行，他比较详细地记叙了嘎顺戈壁等地的地理情况，并采集了大量的动植物标本。

H. M. 普尔热瓦尔斯基考察天山后，著有《从伊犁经天山到罗布泊》等，对天山地理和动植物的研究是有贡献的，应该指出，他的考察活动是为沙俄侵略扩张服务的。同时，在他的著作中，不时流露出侮辱中国人民，侵略中国领土的叫声，我们坚决予以驳斥。

随同 H. M. 普尔热瓦尔斯基的还有 K. 科兹洛夫等人。1899—1926 年他又三次到我国西北考察。

1885—1887 年，英国人凯里率探察队到天山南北，并进入罗布泊地区。

B. A. 奥勃鲁契夫是原苏联著名地质学家，他于 1892—1909 年曾三次来到我国西北进行考察，著有《亚洲中部和南山》、《边疆的准噶尔盆地》等。他进一步发展了黄土风成的学说。并研究了准噶尔盆地及其周边的山地。特别应该指出的是，他提出祁连山脉是许多西北走向的山脉和山间构造谷组成的见解。

除这些主要人物外，20 世纪初，还来了一些欧洲人和日本人到我国西北地区进行活动。

斯文赫定是瑞典著名的旅行家、地理学家，1890—1935 年先后八次到我国西部考察。到人迹罕至的沙漠、戈壁、高山、高原，收集到许多前所未闻的、丰富多样的地理和考古等方面的资料。

1926 年斯文赫定到北京，组织由中国、瑞典和欧洲其他国家人员组成的“西北科学考察团”。在 1927—1928 年和 1930—1935 年两次对西北进行考察。他们从北京出发，经内蒙古、宁夏、甘肃到新疆等地，进行地质、地理、气象、考古等考察工作。斯文赫定一生在考察中度过，写了大量的考察报告。主要有《戈壁沙漠横渡记》、《丝绸之路》、《中瑞科学考察报告》、《我的探险生涯》等。

20 世纪以来，我国的一些著名地质、地理学家，袁复礼（1929—1930 年）、黄汲清院士、李承三教授（1943 年）、马溶之先生（1944 年）、丁骥（1947 年）等对天山一些地区作过考察，并发表了一些论文、报告。

以上这些探险和考察活动，对于了解、认识天山山地的地形、地貌、地质基础、自然环境和自然资源以及生态系统等，提供了基础知识和背景资料。

二、1950 年代以来

1949 年以来，中国科学院和地方生产单位分别组织了各种科学考察队，对新疆境内进行全面系统的调查与野外实地考察。

1956 年组织了“中国科学院新疆综合考察队”，其任务是以农、林、牧、水利为中心

的自然条件和自然资源合理利用及生产力配置的研究。新疆综合考察队是一个多学科的考察队，成员包括中国科学院、大专院校及省级生产部门、科研单位的科学工作者，先后参加工作的有 250 余人。此外，还有苏联科学院派来的人员参加工作。经过 4 年的野外考察和室内研究，取得重大成果。查明新疆宜农可垦荒地的面积，提出了“新疆农业资源开发利用及农业合理布局远景设想”方案，有关农业自然资源和农林牧业生产中存在重大问题的六个附件和八个专题报告。此外，还编写了地貌、气候、水文、水文地质、土壤、植物、昆虫及农业、畜牧业等科学总结、专著以及多种专业图件。

新疆境内横贯着几条巨大的高山，山岳冰川十分发育，积雪和雪冰融水是新疆内陆河的重要补给水源。1949 年以前就已经引起中外学者的注意，并进行了一些零星的调查、考察。中国科学院新疆综合考察队开展了对天山地质、地貌、气候、冰川等自然资源的研究。但是，对天山冰川形成、活动规律和特性以及冰川资源分布和储量等全面系统的考察工作始于 1958 年成立的“中国科学院高山冰雪利用研究队”，于 1959—1962 年，对天山冰川积雪进行了考察研究。1973 年对天山冰川补点考察；1977—1978 年对天山托木尔峰地区的冰川进行重点研究；1989—1995 年原苏联科学院与中国科学院签订的“中亚冰雪资源及其合理利用研究”，联合考察天山山系的积雪冰川资源。其成果主要反映在《天山冰川作用》和《天山积雪与雪崩》及《人类活动对亚洲中部水资源和环境的影响及天山积雪资源评价》等专著和许多论文、报告中。

1977—1978 年，在国家组织对天山托木尔峰登山活动的基础上，由中国科学院综合考察委员会主持，中国科学院 8 个研究所和 5 个地方院所、高等院校的 50 多名科技工作者参加，对天山托木尔—汗腾格里山巢南北坡进行综合性的科学考察，提出了对天山演变的许多新认识；证实了在本区地质时期亚热带环境的存在；发现一套完整的冰期与间冰期的沉积剖面 and 更古老的阿克布隆冰期的典型剖面；对生物进行全面调查、综合分析，取得许多新记录、新发现，仅从已鉴定的种中就有新种 42 种。考察后，出版了《地质与古生物》、《冰川与气象》、《自然地理》、《生物》等论文集和图片集。

1985—1989 年，由中国科学院综合考察委员会主持，组织中国科学院有关研究所，国家有关部委科研、生产部门、高等院校，会同新疆农业科学院、畜牧科学院、环境科学研究所等科研单位组成“中国科学院新疆资源开发综合考察队”，对新疆自然条件和自然资源进行第二次系统、全面的综合考察。目标是通过综合评估新疆自然资源、自然条件与社会经济条件，搞清新疆的资源开发潜力、环境容量与经济发展方向，勾画 20 世纪末 21 世纪初的生产力发展布局远景，明确建设重点和时序，为编制新疆的长远规划提供科学依据。经过考察、调查、分析整理和总结，编写出版了 17 部新疆资源开发综合考察报告集，并陆续撰写出版了 16 部专著。这是新疆科学考察史上，参加单位最多、规模最大、专业齐全、与国民经济建设主战场联系最紧密的一次综合科学考察，为新疆 21 世纪初的发展提供了有力支撑。

在此期间，新疆生产和科研部门也开展了对天山地区地质、地理、土壤、生物的调查研究工作。

地质部门进行了大面积的地质普查，出版了 1/20 万地质图《西北地区区域地层表·新疆维吾尔自治区分册》和《新疆大地构造的几个问题》（胡冰等，1964）等专著和论文。将天山地槽褶皱系，按传统的划法从北向南分为 3 个次一级构造单元，其间均以大断裂分界。

1. 北天山优地槽褶皱带

由乌鲁木齐山前拗陷、北天山优地槽褶皱带、伊犁山间拗陷和吐鲁番—哈密山间拗陷组成。它是在早古生代优地槽基础上继承演化而来的地槽。华力西期为主旋回，始于泥盆纪，终于早二叠世。中生代为台型盖层，伴随构造活动有侵入岩形成，从超基性到酸性花岗岩均有出露，并生成多种与之有关的内生矿产。其特点是，褶皱以线状形态为主要特征，断裂系统由东西、北西向组成，而且以东西方向为主。另一重要特征是，形成了前期旋回的加里东褶皱带与后期旋回的巨大幅度的山前拗陷。

2. 天山中央隆起带

其特点是东西走向，贯穿于天山地槽中央，由前寒武系老岩系组成。由于长期处于不均匀的隆起状态下，缺失地层较多。又因界南北地槽之间，故有多次构造运动、侵入活动和变质作用方面的特征。

3. 南天山冒地槽褶皱带

位于塔里木拗陷以北，是在塔里木地台基础上形成的再生地槽。奥陶纪台地分裂，南天山出现地槽沉积，华力西旋回地槽发展极盛，形成西南天山优地槽，南天山冒地槽和北天山优地槽，二叠纪褶皱回返进入新地台阶段。印支、燕山期相对稳定，喜马拉雅期大幅度升降，伴随构造运动均有岩浆活动，但仍以华力西期为主，偏碱性，不如北天山的褶皱带强烈。其主要特征是，地槽主要发育时期（上古生界），没有强烈的火山喷发，仅有一套碳酸盐和碎屑沉积。同时，侵入活动弱，而且限于东部地区。断裂活动虽说较为强烈，但是褶皱形态单调，缺乏典型代表。

世界著名的我国地质学家黄汲清院士，早在 1940 年代，就对中国天山进行了卓有成效的地质调查。在其名著《中国主要地质构造单位》（1956）中指出，天山是多旋回构造运动的典型之一。他在 80 岁高龄时，还亲临新疆，继续潜心研究天山地质构造及其成矿作用。开发天山矿产资源是他多年的心愿。在他的倡议和指导下，1983—1987 年新疆地质矿产局与中国地质科学院联合组成“天山地质构造研究队”，进行了广泛的野外地质调查及系统的室内综合研究，撰写出版了《天山多旋回构造演化及成矿》（1990）专著。专著以多旋回构造运动与板块构造相结合的观点，整合专题研究及前人工作成果，在地层学、沉积学、花岗岩、火山岩、同位素地质年代、构造地质、板块构造及成矿等方向取得了明显的进展。系统地论证了中国天山岩石圈形成及演化过程。并以大量实际资料，着重论证了大陆地壳的开裂、洋盆化及拼合过程，建立了天山板块构造的“手风琴式”运动模式。专著关于天山蛇绿岩多属陆壳开裂产物的论断以及大陆之间不全是大洋盆，也不全属沟弧盆体系的见解，开拓了蛇绿岩与板块研究的新领域，具有重要的理论意义。专著指出，天山板块活动可以追溯到中晚元古代；从震旦纪至二叠纪，天山地壳经历了多次开、合演化。每次开裂，使陆壳变薄下沉，出现洋壳形成优地槽；每次聚合，则由洋壳消减到陆块拼合形成褶皱带。一次开、合，就是一次构造旋回；板块多次开与合，显示了板块运动的多旋回性。这种板块多旋回开与合运动，黄汲清院士称它为“板块构造的手风琴式运动”。

1995—1999 年新疆地矿界在乌鲁木齐连续举办三届“新疆天山地质矿产学术讨论会”。主要交流区域地质构造、油气地质、固体矿产勘查、地球物理和地球化学勘查、地震地质、水文地质和环境地质等领域取得的新发现、新成果，深化对新疆地质构造和各种矿产成矿规律的认识，提高对石油天然气等矿产的勘探开发水平。出版了学术讨论会论文集和《新疆的宝》（1990）专著。

1950年代以来,中国科学院新疆生态与地理研究所的科技工作者,在天山地区进行大量的野外考察和设站进行长期定点观测实验研究工作。1959—1962年在东天山哈密庙尔沟源头约3200m设半定位站,在乌鲁木齐河源3500m设定位站;1967年在西天山巩乃斯河1776m和巴音布鲁克2473m设定位站至今,对天山积雪、冰川、河流、湖泊、生物资源等自然地理学问题进行观测实验研究。先后出版了《新疆冰川积雪研究》(1964)、《山区公路雪害防治研究》(1974)、《中国天山现代冰川目录》(1975)、《天山山体演化》(1986)、《新疆综合自然区划概要》(1987)、《新疆维吾尔自治区地理》、《中国天山雪崩与治理》(1989)、《山区道路雪害防治》(1990)、《新疆维吾尔自治区经济地理》、《新疆土壤及土地资源研究》、《新疆植物学研究文集》(1991)、《亚洲中部水资源研究》(中俄文本)(1992)、《亚洲中部湖泊近期变化》(1993)、《新疆地貌概论》(1994)、《干旱区资源环境与绿洲研究》(1995)、《伊犁河研究》(1996)、《亚洲中部湖泊水生态学概论》、《亚洲中部山地夷平面研究》(1998)、《新疆西风区黄土沉积特征与古气候》(2001)等专著。此间,新疆气象、水文、林业和畜牧业科研单位,也出版了《新疆气候》(1991)、《新疆降水概论》(1987)、《新疆气候变化及短期气候预测研究》(2002)、《新疆河流水文水资源》(1999)、《新疆森林》(1989)、《新疆草地资源及其利用》(1993)等。这些对全面系统研究天山自然资源与自然环境都具有十分重要的作用。

1960年夏,作者涉足东天山喀尔力克山哈密庙尔沟3200m的冰川半定位站。从此与天山结缘。至1962年完成了东天山巴里坤和喀尔力克山的积雪冰川考察、观测工作及“天山山区气候特征”的分析研究后,1973年又一次考察了哈尔里克山南北坡。2000年三上哈尔里克山。

1966年以来,作者同“新疆雪害考察防治工作队”,在完成了对天山山区公路雪害全面系统的调查考察后,确定天山西段伊犁谷地周边山区为天山山区公路雪害重点考察调查地区。并于1967年11月26日在巩乃斯河1776m处,创建我国目前惟一的山区积雪雪崩站。即现“中国科学院天山积雪雪崩实验研究站”。1967—1974年主要观测实验研究,伊宁市一焉耆天山公路的积雪、雪崩和风吹雪治理。在艾肯达坂还设立临时气候观测站,收集高山气象资料。同时,观测融冻过程等。这条天山东西向的公路是连结伊犁地区与南疆的重要道路。此项研究成果于1978年获全国科学大会重要成果奖。

1973年,作者参加了由中国科学院兰州冰川冻土沙漠研究所组织的“天山补点考察”工作。对阿拉套山、托木尔—汗腾格里山巢南坡台兰河冰川和科契卡尔巴西冰川以及东天山的主要冰川进行了考察。

1974年,作者接受了独山子—库车532km横穿天山南北的山区公路的选线、雪害防治工作,直至1983年该公路竣工验收。此间,除确保基本站——天山积雪雪崩实验研究站的正常工作外,在拉尔墩达坂设立了临时气象观测站(3年)此项研究成果获1996年新疆维吾尔自治区科技进步三等奖。1983年,新疆维吾尔自治区人民政府和乌鲁木齐军区嘉奖。

在上述考察调查和野外定位、半定位站观测数据以及前人工作的基础上,于1980年撰写了《中国天山自然地理纲要》作为评审研究员的答辩论文。并于1983年10月在新疆大学地理系开设《中国天山自然地理概论》讲座。

1989—1995年,作者参加国际合作研究项目,与中亚同行对外伊犁阿拉套山和伊塞克湖等地进行考察,特别对外伊犁阿拉套山南北坡作了多次详细的自然地理考察、调查工作,

合作著有《天山积雪与雪崩》(中、俄、英、哈文本)(1996, 2000)、《人类活动对亚洲中部水资源和环境的影响及天山积雪资源评价》(中、俄文本)(1997)、《亚洲中部湖泊水生态学概论》(中、俄、哈文本)(1998)。

此间,一项重要的科学发现是自1980年代西天山降水呈现出增加的趋势,这就意味着天山山地气候变化拉开新的序幕。2000年,在执行中国科学院知识创新工程重大项目“西部生态环境演变规律与水土资源可持续利用研究(KZCX1-10)”,中国西部气候、生态环境演变综合分析评估(KZCX1-10-8)课题时,作者综合分析了新疆近50年的水文气象资料,提出新疆气候由暖干向暖湿转变的事实(2002),并明确指出,1987年是新疆气候转型的开始年(2003)。2003年3月与施雅风院士等合作,出版《中国西北气候由暖干向暖湿转型问题评估》专著。指出显著转型区主要出现于新疆北部天山及其两侧地带……

我们热爱天山,把青春献给了天山。天山,祖国伟大壮丽的山系;天山,世界干旱区独具特色的山系;天山以它那高大雄伟的身躯,拦截着西风气流携带的水汽,形成丰沛的山区降水、积雪、冰川水资源,彻底改变了中亚干旱区的自然环境,没有形成像沙特阿拉伯等国那样无水流的地区。天山南北绿洲千里,绿洲之上城镇星罗棋布,成为世界干旱区绿洲中具有代表性的类型。

天山有着十分丰富的自然资源。终年皑皑的冰川雪岭是天然的“固体水库”;径流汇聚的河流湖泊是哺育万物的乳汁甘泉;遮天蔽日的云杉塔松是滋养水源,维护生态系统、野生动植物的家园;排列成行的杨柳、沙枣树是锁住风沙的天然屏障;水草肥美的山地草场是发展畜牧业的基地;土壤肥沃的盆地、谷地是田连阡陌的绿洲粮仓。险壑沼泽中繁殖着各种珍禽异兽;野生果林可以酿酒、养蜂;高山的雪莲、低坡的贝母是名贵的良药;芬芳的野玫瑰,沁人的啤酒花,香甜的葡萄和哈密瓜,还有枸杞和西红柿都是名扬天下的经济作物。至于矿藏,不但煤、铁的储量丰富,品种较全,还有云母、石棉、石盐及其许多重要的有色金属、稀有金属和石油、天然气资源,有的已经开采,有的正在勘探。

第三节 研究的意义和目的

1. 服务于西部大开发

实施西部大开发,加快中西部地区发展,是中国共产党领导全国各族人民建设社会主义现代化中国“两个大局”的战略思想,高瞻远瞩,审时度势,面向新世纪做出的重大决策。它对于加快中国社会主义现代化建设的历程,维护国家安全,实现中华民族的伟大复兴,具有十分重大的历史意义。自2000年起,国家在继续加快东中部地区发展的同时,西部大开发迈出了实质性的步伐。新疆在基础设施、生态与环境保护和建设、产业结构调整、科技与教育发展、加大改革开放力度等方面稳步向前推进。作为国家科研机构,为实施新疆大开发战略,出版本书,目的是配合新疆开发进行基础性、战略性和前瞻性的研究,并能为政府决策提供科学依据。

新疆地域辽阔,自然环境复杂,生物多样性独特。长期以来,生态的敏感性和环境的脆弱性以及资源开发和环境保护之间的矛盾表现得格外突出。保护和改善生态与环境,是新疆开发建设必须首先研究和解决的一个重大课题。

在我国历史上,新疆经历过多次开发,积累了丰富的正反两方面的经验和教训。历史

上的开发，常常是以环境为代价。而今天的新疆大开发则是史无前例的国家战略性系统工程，不仅要促进新疆发展，获得经济和社会双效益，而且一定要在环境保护方面取得成果，达到新疆社会经济和生态与环境协调持续发展的双赢目标；并为巩固边疆和我国的安全以及整个国家的生态与环境的改善作出贡献。

2. 服务于绿洲生态农业的保护与开发

新疆内陆荒漠区地处欧亚大陆腹地，与美国西部的温带干旱区虽说颇为相似，但境内近东西向排列着的超越雪线海拔高程的雄伟山体，以及其间的盆地和谷地，赋予了新疆环境特有的性格，而别于世界其他干旱区。

天山山体在新疆的隆起，将新疆大地分成截然不同的南北两半。首先，使我国的荒漠地带被分为暖温带（南疆）和中温带（北疆）。其二，使自然界的垂直地理地带性明显地增强，成为影响荒漠盆地平原内部自然地域分异，促进绿洲形成、发育的主要因素。

纵观新疆的发展历程始终是绿洲化与荒漠化共轭演进的过程。绿洲是干旱区相对于荒漠系统而存在和发展的生态经济地理区域；是以人为实践主体，以大绿洲为空间特征的区域人口、资源、环境和发展的开放性可持续性生态经济系统（PRED系统）

新疆现代大绿洲系统，由山地森林生态经济系统、草地畜牧业生态经济系统、灌溉农业生态经济系统、水域生态经济系统、城市和工矿区生态经济系统、荒漠植被和沙产业生态经济系统和交通通信网络经济系统构成。以大绿洲生态经济系统为整体，以生态经济效益最优化、代价最合理化和各族人民增收持续化为目标；以流域生态经济为区域，以县域生态经济为单元；以河流渠系和现代交通通信网络为纽带；以科技进步和开放合作为动力，促进大绿洲生态经济结构优化升级，实现新疆大绿洲生态与社会经济可持续发展。

新疆大绿洲系统的结构层次是以人类社会、经济、文化活动为中心的城市为核心，以灌溉农业生态经济系统、草地畜牧业生态经济系统、山地森林生态经济系统和荒漠生态经济系统为外层，以河流和渠系横向联结，呈带或点状分布，以交通通信网络生态经济系统纵向联结，呈东联西出双向开放，构建成新疆大绿洲多功能、多层次生态经济地理景观和多元民族文化特色。

干旱区大绿洲经济的可持续发展，是以生态与环境可持续发展为基础。不断优化大绿洲生态经济系统的结构、功能和调节机制，是可持续发展的关键。整体结构和功能大于局部之和。必须从大绿洲的整体性，认识和把握绿洲化与荒漠化共轭演进的干旱区生态经济发展的基本规律。经济要发展，生态与环境要保护、要建设，这取决于以人为实践主体的整体系统的全局协调。只重视灌溉农业生态系统的扩张，而轻视山区生态系统和荒漠生态系统的保护和建设，必然导致整个大绿洲生态经济系统的失调，并将遭到大自然的无情报复。如博尔塔拉河上游山区的云杉林过度采伐和河流平原谷地 $2 \times 10^4 \text{ hm}^2$ 的榆树林地的毁林开荒，致使河水径流量同比减少 12%，直接影响下游工农业生产和人民生活用水，并且使艾比湖的入湖水量明显减少，湖泊面积骤然缩小。这对整个艾比湖地区的生态与环境造成极大的破坏。由此，遵循生态经济规律和生产发展规律，坚持整体协调，优化结构，保护环境，和谐互惠，良性循环，应是大绿洲生态经济发展的基本原则。

3. 保护天山建设小康社会

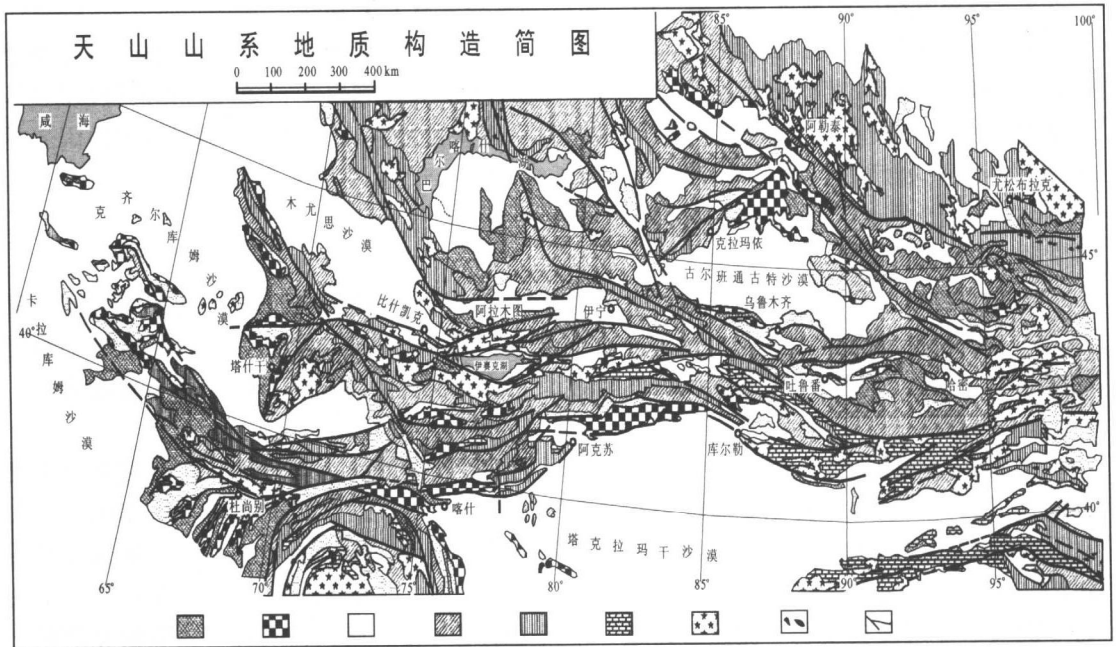
天山山系雄浑壮丽，挺拔于新疆大地。它以那高大而宽阔的身躯，拦截西风带来的水汽，构建成一个自身赖以生存的陆地内水分循环系统，即内陆以流域为特征的水分循环系统。由于流域水分循环是在全球循环的背景下进行的，因此，每一个这样的系统，又是一

个开放的系统。每一个这样的系统，都有自己的径流形成区（山区）、自己的水系（天然河流和人工渠）、自己的尾间（内陆湖水体），以及自己在低层大气中的山谷环流。

内陆流域的山区与尾间水体的直接水力学联系，是通过流域水系的子系统来实现。故而，子系统赋予内陆流域以独特的属性。与此同时，在各自水系内实现直接的质量、能量交换。河川径流是液态径流、固态径流、离子和生物原径流的复合径流。河流带给尾间的不仅是水分，而且还有泥沙，特别是富营养化的成土物质——淤泥、集水面淋溶的盐类、生物残体（水生生物的饵料）等等。这个天然水分循环系统的反向联系（尾间—山区径流形成区），由恒定的低层大气中的山谷风来实现。风不仅把水汽携往山区，而且还把盐粒和尘埃微粒、植物花粉、真菌孢子、昆虫卵搬运到山区。还有动物向山区的垂直迁徙、鱼类洄游产卵、候鸟迁徙、啮齿动物和爬行动物的大规模迁居。正是由于这个独特的内陆流域水分循环系统的建立，改变了干旱区山地极少有河流产生的属性，赋予它干旱区“湿岛”的美誉。天山山地森林幽郁，草地丰茂。水能和生物资源丰富，矿藏繁多。山区丰沛的降水，造就了天山南北 200 多条河流，灌溉着新疆 58 个市、县和兵团 100 多个团场的农田和果园，保障了工业和居民的用水。天然水，不仅是最重要的生命保障介质，生物圈最重要的组成成分，地球景观、形成资源的因子；而且是能量和信息的载体以及最重要的系统构成因子。它参与一切地理形态和生物形态的物质运动和存在。地球上没有水，就没有生命。在干旱区水就是命脉。天然水，在干旱区是大绿洲生态经济最重要的系统构成因子。在新疆，没有天山的存在，就不会有内陆流域水分循环系统的产生，也就没有新疆大绿洲生态经济的存在和发展。新疆社会经济的发展是建立在新疆大绿洲生态经济发展的基础上，也是建立在天山山地提供的丰富的多种多样、品种齐全的自然资源和优美的环境条件的基础上。因此，必须保护和维系好这个各族人民赖以生存的内陆流域水分循环系统——河流、湖泊、湿地等。

天山，新疆各族人民赖以生存的家园。认识天山，经营家园；保护天山，建设小康；是我们写作本专著的目的。希望能对新疆大绿洲生态经济的发展有所贡献。

第二章 古老而又年轻的山系



第一节 天山山系地质构造梗概

天山山系为横亘在中亚内陆的一条巨型地质构造带。它西起咸海之滨荒无人烟的图兰平原，东端倾没在中蒙边境黄沙浩瀚的千里戈壁。从 $65^{\circ} E$ 以西，向东延伸至 $95^{\circ} E$ 以东的天山山体，由东向西呈掌状撒开，东西延绵 3 000 多 km(图 2-1)，在纬向上从 $40^{\circ} N$ 以南，扩展至 $45^{\circ} N$ 以北，在哈萨克斯坦巴尔喀什湖至中国新疆喀什一带，山体最宽可达 820 km 左右。天山山系地跨乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦、哈萨克斯坦和中国等 5 个国家。中国新疆境内的天山部分称为“东天山”。乌兹别克斯坦、吉尔吉斯斯坦、塔吉克斯坦和哈萨克斯坦境内的天山部分称为“西天山”。在漫长的地质历史时期，地壳运动引起沧桑巨变，基岩断裂、岩浆贯入、火山喷发、巨厚地层褶皱、地壳增厚。天山的地壳厚度在靠近帕米尔的南部天山超过 65 km，几乎为一般大陆地壳厚度的 1 倍。经过亿万年发展演化的天山，大陆碰撞以后，新构造活动尤为强烈，成为被世人注目的一条大陆内部强震构造带。

一、不同地质历史时期地质建造的空间分布

1. 前寒武纪以前或前里菲纪（中太古代—早元古代）的建造

前寒武系建造是天山山系出露的最古老的建造，即“结晶基底”。在独联体境内分布于哈萨克斯坦的楚河、莫印特及中哈边境的阿拉套等地，为片麻岩相和角闪岩相的变质杂岩，构成哈萨克斯坦板块的主体。在中国境内出露于库鲁克塔格地区，为片麻岩相和角闪岩相的变质杂岩，如库鲁克塔格辛格尔一带为低绿片岩—低角闪岩相的变质岩（陈哲夫等，1999）它们是原始的古陆核，其地质年龄在 30 亿年。

2. 加里东建造

加里东建造是早古生代建造，主要分布于比什凯克—阿拉木图以北、巴尔喀什湖以南的天山地区，东延至博洛霍罗及伊连哈比尔尔山一带。为早寒武纪、早奥陶纪及中奥陶纪的辉长岩—橄榄岩建造、细碧岩—辉绿岩建造及纯橄榄岩—单斜辉石岩—辉长岩建造。

3. 海西建造

海西建造是晚古生代建造，是天山分布最为广泛的建造，主要分布于塔吉克斯坦首府杜尚别以北，以乌兹别克斯坦首府塔什干为中心，向东一直延续到乌鲁木齐以东的东天山地区。如博尔塔拉的晚泥盆世—早石炭世的类复理石建造，中石炭世的砂岩—砾岩磨拉石建造。中天山晚泥盆世—早石炭世的泥灰岩—灰岩建造。二叠纪北天山外伊犁的层状安山岩—英安岩建造及英安岩—流纹岩建造。中天山纳伦一带、南天山阿赖一带和阔克萨勒一带的中—晚石炭世、晚石炭世—早二叠世及晚二叠世的层状复理石建造、海相或陆相磨拉石建造、流纹质凝灰岩—流纹岩建造以及红色磨拉石建造。

4. 印支—燕山建造

印支—燕山建造是中生代建造，主要分布于天山山系各山脉间的山间盆地，以含煤建造为主。如伊犁盆地的含煤建造。

5. 喜马拉雅建造

喜马拉雅建造是第三纪建造，以托云盆地和库车山前拗陷的第三系膏泥建造为典型代表。

