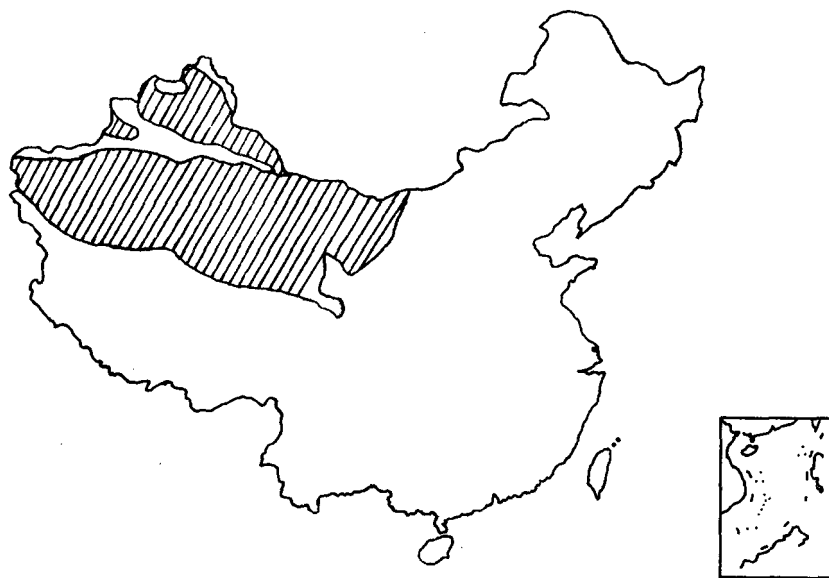


第一篇 总论

植物区系地理学是研究世界或某一区域所有植物种类的组成、现代和过去的分布以及它们的起源和演化历史的科学。它是一门植物学与地理学的交叉学科，其目的是探究植物生命起源、演化、时空分布规律及与地球历史变迁的关系。

中国西北干旱荒漠植物区指我国年降水量不足 200 mm，干燥度大于 4，水文网稀疏且多呈内流性，并以干旱土和荒漠植被为标志特征的广大地区，包括新疆准噶尔盆地、塔里木盆地、东疆盆地，甘肃河西走廊，青海柴达木盆地和内蒙古自治区西部的阿拉善高原，见下图。

本篇通过对西北荒漠植物区系地理的整体研究，探究其科属组成、地理分布、区系特征、起源与演化等方面的规律，为该地区植物学研究与资源的合理利用提供科学依据。



西北荒漠植物区系的位置

第一章 西北干旱荒漠区植物区系的研究历史和基本特征

一、植物区系的研究历史

西北干旱荒漠区占据着西北绝大部分面积，并且大多位于古丝绸之路之上，因此植物研究具有十分悠久的历史。最早见于史籍的有关植物的记载是从西汉张骞开始的。《史记·大宛列传》记载张骞从西域带葡萄和苜蓿到内地；书中对各地畜牧业的描述反映了当时利用天然草场的规模。《汉书》指出了对天然草场的利用方式，如“随畜逐水草”；还指明牧草适口性的优劣，如“吐鲁番有草名羊刺（骆驼刺），其上生蜜，而味更佳”（《北史西域传》）；“息鸡草”（《汉书》）；“箕草”（《汉书五行志》）都是芨芨草的古称。“箕草似荻而细，织之为服”，可见西北地区人民很早就知道利用野生植物纤维了。关于野生植物的分布也有所记载。如《汉书》称鄯善（今若羌东南地区）“多葭苇、柽柳、胡桐、白草”，就是描述昆仑山北麓山前平原植被状况的。北魏时代的《水经注》对库车、阿克苏天山南麓一带也有“多葭苇、柽柳、胡桐、白草... ..乌孙山多松栝”的记述。其中葭苇就是盐碱地上的短小而纤细的芦苇；松、栝是云杉和落叶松；白草是芨芨草；柽柳、胡桐（胡杨）之名仍沿用至今。

汉以后，西北地区与内地的交往更加频繁，包括植被在内的有关西北地区自然地理的记载也日益增多。据不完全统计，至清代为止，关于这方面的著作不少于百种。如西晋的《西域记》，东晋法显的《佛国记》，唐代玄奘的《大唐西域记》，以及元代的《西使记》、《西国图经》，明代的《西域行程记》、《哈密行记》等，在这些著作中有关野生植物、草场或森林的记述可谓屡见不鲜。

法显（334—420）从现今的西安出发，经西宁至河西走廊、若羌，又西北行到天山南麓的焉耆，从焉耆到昆仑山北麓的和田，然后从塔什库尔干越葱岭（即帕米尔）到达印度。他根据实地观察，在《佛国记》中写道：“自葱岭以前，草木果实皆异，惟竹及安石榴、甘蔗三物与汉地同耳。”看来他是在比较了各地植物异同后，似乎已认识到南疆的自然条件与内地存在显著差别。玄奘（600—664）在《大唐西域记》中，记述焉耆为四面环山的盆地，气候温和，泉流交带，引水为田，土宜糜、黍、冬麦等作物和沙枣、葡萄、梨、杏诸果木；库车并有粳稻、石榴、桃。对疏勒到叶城一路的绿洲，也作了“稼穡殷盛，林树郁茂，华果具繁”的描写。书中对和田一带沙漠边缘地区记述为“周四千余里，沙磧大半，壤土狭隘... ..飘风飞埃”；而“城东三百余里大荒泽中数十顷地，绝无藁草”，更是今日策勒附近扇缘地区盐土荒漠的真实写照。

到清初，有关西北地区的著述更多了。如《西域见闻录》记载新疆产沙枣、胡桐、沙竹、芨芨草等。《西域释地》详细论述了天山南北的草原及其利用特点，成为研究新疆草场有价值的参考文献。

刘慎谔于 20 世纪 30 年代开始直接从事西北干旱荒漠区研究。他两次到西北地区考察，写成《中国西部和北部植物地理概论》（1934），对西北地区植物区系性质和荒漠植被的形成问题都进行了探讨。

值得提到的是，19 世纪俄国人对西北地区植物的考察和采集，尤其是普热瓦斯基曾四次进入我国西北地区进行植物地理考察和植物标本采集，从我国采走新属 11 个，新种（包括变种）303 个，其中从新疆采集的新种有十余个，采集的大量植物标本均存于圣彼得堡植物园，并写有《蒙古及其邻近的中国新疆植物名录》、《从伊宁到天山和罗布泊》、《从斋桑经哈密到西藏和黄河上游》等著述。他率领的探险队在 1870—1885 年的 15 年间，从我国的西北地区采走的标本数以万计。在他之前的 1840 和 1884 年有俄国学者到准噶尔西部山地、阿尔泰山、额尔齐斯河流域、特克斯河上游的准噶尔盆地等考察和采集。在他之后又有人到过伊犁谷地、凯特明山和乌什一带，还到过帕米尔、天山、东疆山地和罗布泊。

此外，还有英国人 G.Henderson（1870）、H.B.Bellew（1873—1874），法国人 Gabriel Bonvalot（1889）、T.L.Dutreuil de Rhins（1891—1893），瑞典人 Sven Hedin（1890—1933）等进入西北干旱荒漠区不同地区探险、考察并采集植物标本，发表了许多考察报告、游记。

柴达木盆地是世界瞩目之地，很早以前，就有不少人到此考察，尤以俄国的普热瓦斯基 1879—1884 年间的考察最为著名。

我国对西北干旱荒漠区作系统性的研究直到新中国成立后才开始。1955 年，中国科学院植物研究所和地理研究所考察并出版了《柴达木盆地的植被与土壤考察报告》；1955—1957 年，荒地勘查设计单位在新疆平原地区结合土壤调查，研究了各地的植被的分布，出版了《新疆农业资源》；1956—1964 年由中国科学院综合科学考察委员会组织有关研究所及大专院校参加的大规模的科学考察和考察活动，即 1956—1959 年的新疆综合考察，1958—1960 年的甘肃、青海综合考察和 1959—1964 年的沙漠综合治理考察，是对干旱荒漠区较为深入、全面的考察。

20 世纪 60 年代中期到 70 年代中期，由于十年动乱，我国干旱地区植物工作基本中断。70 年代末，研究工作开始恢复。首先在区域植被方面进行了青、甘、新、藏界区的植被考察，补充了上世纪俄国人研究的不足；1981 年再次对柴达木盆地进行考察（侯学煜），使过去的工作更趋完善。1978 年，张新时应用气象学新成就，说明大气环流，特别是西藏在西风中的巨大动力障碍和热源作用，对我国荒漠地区干旱气候的形成有所强化，从而阐明了我国干旱荒漠区植被分布和发展的方向。以后，植物学者先后出版了一批重要著作如《新疆植被及其利用》、《青海植被》、《甘肃植被》、《短命植物区系的研究》等，还有一些科属区系的研究，《西藏植被》、《中国沙漠植物志》等均对干旱荒漠植物区系的研究提供了珍贵资料。

在新中国成立后的 50 年间，许多的植物学工作者在西北地区的植物学领域内辛勤耕耘，如张新时、李世英、陈昌笃、刘嫫心、张宏达、沈观冕、安争夕、刘铭庭、李学舜、崔乃然、毛祖美等。他们的工作为整个西北干旱荒漠区的植物学研究增加了具有重要价值的资料。

西北干旱荒漠区植物研究的历史表明，对植物生态、植被、植物分类的研究更为全

面，有关西北干旱荒漠植物区系研究的专著并不多见，仅在吴征镒的《中国自然地理·植物地理》、张宏达的《华夏植物区系》、刘嫫心的《我国荒漠植物区系形成的探讨》、陈昌笃的《古尔班通古特沙漠的沙地植物群落、区系及其分布的基本特征》、毛祖美的《新疆短命植物区系的研究》等著作有所涉及，还有一些科属区系的研究及局部区域植物区系的研究。《西北干旱荒漠区植物区系地理与资源利用》正是在前人许多植物调查研究工作的基础上进行的，期望补充区系研究这一薄弱部分，为中国植物区系研究添砖加瓦。

二、植物区系的基本特征

中国西北干旱荒漠区植物区系因其干旱的显著特征而在全中国占据重要的地位。前人的研究已为我们奠定了良好的基础和提出了一些重要启示，经过比较全面的研究分析，西北干旱荒漠区植物区系的特征可概括为如下几点。

（一）种类较少，单属科、单种属多，区系的优势现象明显

根据现有资料统计，西北干旱荒漠区植物区系共有种子植物 82 科，484 属，1704 种。其中裸子植物 3 科，4 属，17 种；被子植物 79 科，467 属，1687 种。为全国科数的 24.35%，属数的 7.17%，种数的 25.11%。明显低于我国其他地区，特别是与华中、华东、华南等亚热带、热带地区相差更远。

在中国干旱荒漠区植物区系中，菊科的种类最多，有 72 属，273 种。含 100 种以上的大科只有 4 科，分别是菊科、藜科、豆科和禾本科，而含 40 种以上的较大科也只有 7 科，分别是十字花科、蓼科、毛茛科、蔷薇科、唇形科、百合科和莎草科。这 11 科是西北干旱荒漠区种子植物区系的优势科，且皆属于世界分布类型，其他各科均含 40 种以下，其中含 2—10 种的有 35 科，单种科有 20 个。

在西北干旱荒漠区种子植物区系中含有较多的单属或少属的科，占到总科数的一半；单种或少种的属也多，属种比值偏高，为 28.40%，区系组成较为复杂。植物区系的优势现象十分明显，仅 11 个大科便囊括了全区植物属数的 61.78%，种数的 69.70%。

西北干旱荒漠区植物区系种类贫乏主要是由干旱气候所致，降雨稀少，严重缺水的干旱环境，限制了植物的生长和分布。而区系组成的复杂性则是由于其地处中亚、俄罗斯西伯利亚、蒙古、我国西藏的交会部，且境内的自然地理条件在历史上又几经变迁，因而给各个植物区系成分的接触、混合和特化提供了有利的条件。

（二）植物区系表现强烈的旱生性和古老性

在西北干旱荒漠区植物区系中以各种旱生和超旱生的灌木、小灌木和半木本植物占优势，藜科（尤其是猪毛菜属）、菊科（尤其是蒿属）、柽柳科、蒺藜科、麻黄科和蓼科的沙拐枣属特别发达，多含单种或少种的属，其中很多是古老的或分类上孤立的残遗植

物，如沙冬青 (*Ammopiptanthus mongolicus*)、绵刺 (*Potaninia mongolica*) 蒙古扁桃 (*Prunus mongolica*)、裸果木 (*Gymnocarpus przewalskii*) 等，它们又分别为中亚东部地区或西部地区特产。总之，西北干旱荒漠区植物区系表现了强烈的旱生性和古老性。

(三) 植物区系主要是温带性质

根据植物种类的地理成分可以确定一定区域的区系性质。西北干旱荒漠区种子植物属的分布型中，温带成分和地中海成分占多数，分别占 49.64% 和 37.05%，为全国同类属数的 22.14% 和 54.36%。而热带成分和中国特有成分分别占 1.57% 和 2.33%。见表 1-1。

从植物种的水平分析，西北干旱荒漠区共有 1709 种，其中温带成分和地中海成分约 1039 种，占有种数的 82.39% (不包括世界分布种)，尤其以北温带成分居首位，有 430 种，为总种数的 34.10% (不包括世界分布种)，其次是地中海区、西亚至中亚成分，有 202 种，占总种数的 16.02% (不包括世界分布种)，也主要属于温带性质。

所以，从植物属和种的不同水平上看，西北干旱荒漠区植物区系皆以温带成分为主体，地中海区、西亚至中亚成分尤为重要。

表 1-1 中国干旱荒漠区种子植物属的主要分布型及其与全国的比较

分布型	属数	% *	中国属数 **	% *	西北干旱荒漠区占全国属数 %
1. 世界分布	63	—	104	—	60.57
2. 热带分布	24	5.70	1524	50.6	1.57
3. 温带分布	209	49.64	944	31.4	22.14
4. 古地中海和泛地中海分布	156	37.05	287	9.5	54.36
5. 中国特有分布	6	1.43	257	8.5	2.33
	484	100	3116	100	15.53

* 不包括世界分布属。 ** 吴征镒 (1991)。

(四) 特有程度比较低

中国种子植物 3116 属中有 257 属为中国特有，即为全国总属数的 8.5% (不包括世界属数，吴征镒，1991)，而西北干旱荒漠区具有 6 个特有属，仅为全国特有属数的 2.33% 和西北干旱荒漠区总属数 (不包括世界属) 的 1.43%，远低于全国特有性水平。从植物种的水平来看，西北干旱荒漠区具有 84 个特有种，为本区总种数的 4.93%。与其他地区比较，种的特有性高于内蒙古 (应俊生，1994) 为 3%，而要低于东北草原、华北 (王荷生，1997)、华中 (祁承经，1995) 和西南 (李锡文等，1993) 等地区。

(五) 植物区系起源古老

西北干旱荒漠地区位于古地中海范围，自石炭纪、二叠纪已经成陆，且从白垩纪尤

其是早第三纪起气候趋于干旱，所以这一地区的建群种和优势植物大都属于白垩纪尤其是晚第三纪的子遗种，除准噶尔区系起源于第四纪外，植物区系较为古老，如木霸王 (*Zygophyllum xanthoxylon*)、泡泡刺 (*Nitraria sphaerocarpa*)、四合木 (*Tetraena mongolica*)、合头草 (*Sympegma regelii*)、裸果木 (*Gymnocarpos przewalskii*)、膜果麻黄 (*Ephedra przewalskii*)、沙冬青 (*Ammopiptanthus mongolicus*)、矮沙冬青 (*A. nanus*) 等。其植物区系从其发生角度可以归为两大地理成分：古地中海成分和东亚成分。古地中海成分基本上是本地起源的，中生代时古地中海在中国西北部各地陆续退却，许多成分便在转为干旱的古海沿岸或遗迹上发生。东亚成分是在第三纪华南地台及其毗邻地区发展起来的，中国西北的一些地区如塔里木古陆等曾是这些地台形成的大陆的重要组成部分，西北荒漠区系中的许多类群就是在这些古陆上起源的，还有些种类发生于距西北较远的华南古陆上而后向西北方向扩散。因此，西北荒漠植物区系的历史是较为古老的（准噶尔除外），且均以本土成分占主导地位。

第二章 西北干旱荒漠区的环境背景

中国干旱荒漠区系指我国年降水量不足 200 mm，干燥度大于 4，水文网稀疏且多呈内流性，并以干旱土和荒漠植被为标志特征的广大地区。因其主要位于贺兰山以西，昆仑山-阿尔金山-祁连山以北的我国西北部，故亦称西北干旱荒漠区。

西北干旱荒漠区与西北地区是两个既有联系又有区别的地理概念。西北地区通常指陕西、甘肃、宁夏、青海和新疆五省（自治区），是一个着重表现行政区划的地理名称。西北干旱荒漠区则是一个超越行政区界的自然地域。它不包括陕西省、青海省、宁夏大部 and 甘、新两省区内属于青藏高原的山地和通常划入华北自然区的黄土高原及陇南山地，却包括了内蒙古自治区西部的阿拉善高原。

青藏高原北部、西部有大片地方年降水量不足 200 mm，且干燥度远大于 4，但高寒特征比干旱更加引人注目，通常被视为青藏高寒区的一部分，而不被看作干旱荒漠区。但昆仑山、阿尔金山、祁连山等，至少有一翼以温带或暖温带荒漠区为其垂直带基带，其全部自然景观特征受干旱气候的影响极其显著。因此，本书对以上山地及被这些山地环绕的巨大的山间盆地——柴达木盆地也加以讨论。

一、地质背景

我国西北干旱荒漠区的现代植物区系首先是这一地区现代自然条件的产物。区域自然条件不可能离开区地质背景而存在。因此，植物区系与地质背景，尤其是中新世代的背景总不免有某种程度的联系。任何区域与周边地区的物种交流是否方便，是有大海遥隔、高山屏蔽，还是地势坦荡、物种迁移途径畅通无阻，无疑主要取决于其近期地壳运动及其地貌表现。试想，喜马拉雅旋回之前，当塔里木盆地西南仍然残留着我国西北最后一片海洋的时候，塔里木与印度次大陆和中亚细亚之间的交流是何等方便，而现在某个植物要翻越喀喇昆仑或帕米尔进出塔里木，显然殊非易事。即使在干旱荒漠区内部，各地区也因近期地壳升降而或为高山，或为丘陵，或为海拔较低的盆地平原，水分的差别必将导致植被类型及其组合的地域分异。而这正是植物区系或成分地域差异的结果。从这个视角出发，我们认为对干旱荒漠区的地质背景做必要的介绍是有意义的。

（一）区域地质背景及主要大地构造

1. 我国干旱荒漠区的地质背景

依据板块构造学说，我国干旱荒漠区统属欧亚板块，并分属其中的两个次级板块——西伯利亚板块和中国板块。前者包括阿尔泰、准噶尔、天山、北山和阿拉善北部，后者包括塔里木、河西、阿拉善南部和昆仑、阿尔金、祁连地区。大部分地区是时代各异的褶皱带，只有塔里木是一个古老的稳定地块。

早在距今 25 亿年前，相当于太古宙与古元古代之交的时代，我国干旱荒漠区尚是一片海洋，但已存在一个古陆核——塔里木古陆核。这个古核的范围逐步扩大，最后经过河西走廊中西段和阿拉善，以一个地峡和东部的中朝地块相联接。经扬子旋回末期的塔里木运动，塔里木的基底完全固结，并与同样形成于扬子旋回的中朝地块共同组成塔里木-中朝板块，五台旋回是塔里木古陆核增生扩大的主要时期，因而成为我国西北区尤其是新疆第一个重要的陆壳形成期。扬子旋回末塔里木地块形成和西天山、库鲁克塔格、昆仑山、阿尔金山等早期地槽固结封闭，则形成为干旱荒漠区尤其是新疆第二个重要的陆壳亚形成期，兴凯旋回中，塔里木、西南天山、昆仑山都已进入稳定的地台发展阶段，准噶尔也局部褶皱回返。但加里东旋回中，古中国地台解体，阿尔泰、准噶尔、天山、昆仑、祁连等相继向强活动地槽发展，而塔里木边缘区发生隆起。博罗科努运动使阿尔泰北部、西天山和东昆仑褶皱上升并伴以基性、超基性和中酸性岩浆活动。除已有的准噶尔、塔北、塔南等陆块外，伊宁、巴伦台、星星峡等小块陆地相互连接，形成了东西向穿越过天山的天地峡。其余地区则依然是海洋。

进入华力西旋回后，阿尔泰、准噶尔、天山地峡、塔北、塔南、西昆仑岛等形成于加里东期的陆地曾于泥盆纪晚期一度急剧扩大，致使干旱荒漠区大部成为陆地。但始于早石炭世而极盛于晚石炭世的海侵又使之连同祁连山北部、贺兰山北段再次没入海洋，华力西运动中，西伯利亚板块与塔里木-中朝板块碰撞和挤压，不仅准噶尔和塔里木上升为陆地，阿尔泰山、天山、北山、西昆仑、阿尔金和祁连山也都成为褶皱山系，岩浆侵入和喷发活动也变得剧烈而频繁，准噶尔结束地槽沉积略早（早石炭世末），但二叠纪开始产生大型拗陷，阿拉善高原结束地槽沉积最晚，约在早二叠世末。尽管此时喀喇昆仑、东昆仑祁连山边缘区和柴达木北部仍深藏海底，毕竟统一的古亚洲大陆已经形成，而新疆则已初步呈现“三山夹两盆”的轮廓。

此后，地质历史进入中、新生代，印度板块与欧亚板块频频碰撞，我国干旱荒漠区发生大规模块断运动，先是三叠纪末至侏罗纪初之间的印支运动，特提斯洋壳与欧亚陆壳强烈挤压、东准噶尔和西昆仑印支地槽封闭，祁连古海持续北移俯冲于塔里木-中朝地块之下，并使中三叠纪及其以下地层基本上褶皱成山，彻底结束了海侵历史。干旱荒漠区其他各主要山地构造稳定，广泛遭受剥蚀夷平。继而在燕山旋回中，特提斯洋壳与欧亚陆壳再次强烈挤压，喀喇昆仑褶皱隆起，阿尔泰、天山、昆仑山等块断上升，古生代山体外侧的中生界地层也普遍褶皱隆起。准噶尔、伊犁盆地、吐哈盆地、塔里木、河西走廊和柴达木相继强烈沉降，三叠纪以来本已显著缩小的地势高差重新增大。

中新世末，印度板块与欧亚板块碰撞，青藏高原隆起，喀喇昆仑中新生界地层强烈褶皱，干旱荒漠区各山地大幅度断块上升，各盆地仍相对沉降，但即使塔里木西南也结束海相沉积，海水完全退出干旱荒漠区。宏观格局宣告形成（任纪舜等，1985；王德基，1987；韩德麟等，1993）。

2. 主要构造单元

(1) 阿尔泰褶皱带 主体与阿尔泰山地范围相近，是由俄罗斯山区阿尔泰、中国阿尔泰和蒙古阿尔泰组成的阿尔泰褶皱系的一段，是一个早古生代褶皱带。南界额尔齐斯深断裂。震旦纪至早寒武世为大洋之一部，中-上奥陶统变质岩、志留系变质岩、泥

盆系火山岩及火山碎屑岩各厚约 6000m，总厚度超过 18 000m。这个地槽早在兴凯运动中就已开始分化，我国境内由优地槽转变为冒地槽。加里东早期又开始自西北向东南依次隆起，但直至泥盆纪末才结束地槽型沉积。后一度短暂隆起，石炭纪海侵中形成的下石炭统盖层沉积厚 500—700m。华力西期成为褶皱山系，燕山运动中发生在规模断块上升。

(2) 准噶尔褶皱带 其范围包括额尔齐斯深断裂以南的准噶尔西部山地和准噶尔盆地，曾有学者认为其下部存在前寒武纪硬块，因而称之为准噶尔地台，现在多数人公认它是一个褶皱带。这个褶皱带的多旋回构造运动和构造迁移显著。新元古代至晚古生代长期处于海洋环境，并且是中亚-蒙古大洋的主体部分之一。加里东运动中地槽发生分化、玛立山发生褶皱，沙乐布尔提山早泥盆世及以前地层褶皱。地槽位置北移。早华力西期结束地槽型沉积，部分地区转变为褶皱带，另一部分则仍接受地台型沉积。东准噶尔的两个超基性岩带被地质学家认为可能是准噶尔洋盆的最后闭合线。其后的上、上石炭统和二叠系除个别地段有海相夹层外，多陆相火山岩和碎屑岩，而下石炭统至下二叠统至少发现了四个不整合面，表明此期间经历了四次运动。印支期较为稳定，燕山期发生断块沉降。

(3) 天山褶皱带 天山地槽也是古中国地台解体后形成的。早震旦世初还是“崇山峻岭”，晚震旦世初，乌鲁木齐以西的北天山、库车以西的南天山以及柯坪塔格地区已经沦为一片海域。寒武纪初海域曾一度收缩，但早寒武世中期以后，海侵范围又渐趋扩大，北天山中段、新源至巴伦台一带的中天山、南天山、库鲁克塔格等地，海水已连成一片。早奥陶世中天山虽成为陆地，但南天山与库鲁克塔格海域向南扩张并与塔里木海域相连，形成天山-塔里木海。中奥陶世海域进一步扩大，至晚奥陶世成为标准的地槽，此时只有一个中间隆起带断续出露于海面上。地槽在形成过程中，同时开始了分化。奥陶纪末与志留纪初之间和志留纪末至早泥盆世的加里东强烈褶皱运动中，天山地槽在南北方向和东西方向上的分化和构造迁移都比较明显，南、北天山和北山形成向两侧倒转的叠瓦状和扇状构造褶皱。

泥盆纪末和石炭纪初，南、北天山普遍发生了一次褶皱运动，一些学者称为华力西运动天山旋回第一幕。石炭纪地壳变动最为频繁， C_1 — C_2 间， C_2 — C_3 间， C_3 — P_1 间，此后北天山地槽基本上回返成陆。进入早二叠世后陆地面积进一步扩大，早、晚二叠世间，天山旋回第六幕使天山地槽全部隆起，仅有一些内陆洼地小水域。晚二叠世中的天山旋回第七幕，残留水域也褶皱隆起，从而全面结束了天山地槽的发育。北山则在早二叠世末结束地槽发育。综上所述，可见天山褶皱带是一个典型的多旋回的、但以华力西旋回为主的地槽褶皱带。从三叠纪初到早第三纪末，期间虽有燕山运动的断块升降，但天山总体上处于剥蚀夷平状态，并最终成为准平原。从晚第三纪到第四纪，喜马拉雅运动和新构造运动再次断块上升，天山才得以成为巨大的山系，其南、北两侧的库车山前拗陷和乌鲁木齐山前拗陷，东、西两侧的吐鲁番-哈密山间拗陷和伊犁山间拗陷至此也完全定型。

(4) 塔里木地台 范围近似塔里木盆地，但东部延伸至河西走廊西段的玉门以北地峡一带，并与中朝准地台相连接。据区域地层其基底由前震旦纪变质岩构成，其中包括太古宙达格布拉克群片麻岩，古元古界兴地塔格群石英片岩、云母片岩和片理化变质

岩、杨吉拉克群中-浅变质的浅海相碎屑岩、蓟县系爱尔基于群燧石结核或条带大理岩、白云质大理岩，以及青白口系帕米尔岗塔格群浅变质碎屑岩、结晶灰岩和白云岩，总厚度达 1100m，但都只在盆地边缘出露。基底之上为震旦系-古生界海相沉积和中、新生界陆相沉积。太古-元古宙间形成古陆核，后不断扩大，经历多次旋回后形成地台。用新疆地质专家的说法，就是青白口纪末与震旦纪前的塔里木运动形成了塔里木地台，距今约 8.5 亿年。塔里木多数地区缺乏上奥陶统，泥盆系主要为陆相沉积，表明这个地台受到早、晚加里东运动的影响。地台大部分成为拗陷区，但沉降幅度最大处不在盆地中部，而是北侧近天山区，南侧近昆仑山区，即北部台拗和库车山前拗陷、南部台拗和昆仑山前拗陷。

(5) 昆仑褶皱带 昆仑褶皱带被分为西昆仑和东昆仑两部分，任纪舜以若羌-拉竹龙断裂为两者的界线。与作为地貌单元的西昆仑山地和东昆仑山地的分界线（克里雅河上游谷地）相比较，此界线显著偏东。西昆仑震旦系厚达 4500m，地槽自古生代初开始发育，早华力西期曾发生褶皱运动，华力西后转为冒地槽，石炭系和二叠系主要为陆源碎屑和碳酸盐建造。早二叠世结束地槽发展。东昆仑褶皱带除包括东昆仑山地外，还包括阿尔金山地和柴达木盆地（阿尔金优地槽褶皱带、柴达木北缘优地槽褶皱带、柴达木拗陷）。地槽发育大约始于中寒武世而终于晚泥盆世一早石炭世。石炭系和二叠系沉积已是地台型碳酸盐建造。所以它是一个华力西褶皱带。但早华力西运动并未结束阿尔金和祁漫塔格的地槽发展，这两部分地槽封闭时间分别为早石炭世末和二叠纪末，表明晚华力西运动对东昆仑地槽的发展也有较大的作用。

柴达木曾被认为是一个中间地块，实际上是东昆仑褶皱带内一个中、新生代大型拗陷，其东部具有扬子褶皱基底，西部为晚华力西褶皱基底，北部边缘则为早华力西褶皱基底，拗陷发生后，接受了广泛的中、新生代沉积，沉积中心逐步自西北向东南转移。

(6) 祁连褶皱带 范围远比现在的祁连山地广。这是一个加里东褶皱带。河西走廊是其中的一个过渡带。因北邻阿拉善台隆而具有陆架型冒地槽性质。地槽内的中、上寒武统和下、中奥陶统岩套厚度超过 10 000m，并有自南而北由优地槽向地台型过渡的特点。北祁连地槽内存在一些带状隆起。早加里东运动影响强烈，志留纪中、晚期海水逐渐退却。祁连中间隆起处于隆起带是古中国地台褶皱基底的残块，早古生代一直处于隆起状态。南祁连地槽也是一个优地槽。

祁连地槽经晚加里东运动转为褶皱带后，与其北部的中朝准地台连为一体。整个泥盆纪都处于差别上升和夷平状态，石炭纪再次被海水淹没，二叠纪、三叠纪为陆相盆地和浅海，印支运动后结束海侵历史，全部上升为陆地。

二、地貌特征及主要地貌单元

(一) 我国干旱荒漠区的主要地貌特征

我国干旱荒漠区的宏观地貌格局是高山环绕大盆地 山地与平原盆地相间分布。例如准噶尔盆地北有阿尔泰山，南有天山，西边还有准噶尔西部山地；塔里木盆地被帕米尔-天山和昆仑山-阿尔金山环绕，而河西走廊则被北山-走廊北山和祁连山夹在中间。

即使是阿拉善高原也被北山、走廊北山、贺兰山形成半包围状态(图 2-1)。

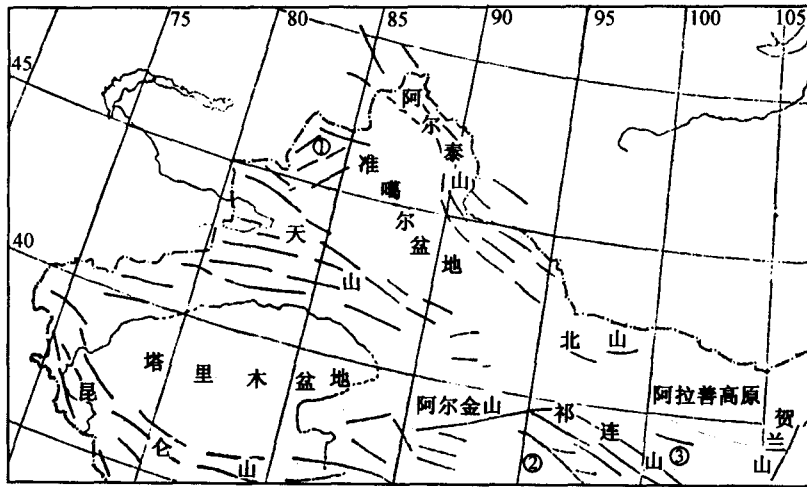


图 2-1 我国干旱荒漠区的山地与盆地

1. 准噶尔西部山地, 2. 柴达木盆地, 3. 河西走廊。

干旱荒漠区山地与平原、盆地相间排列,使主要盆地均被高山环绕,或至少一侧有山地可依傍,这一特征具有非凡的意义。这些山地大多数海拔甚高,它们以其各具特色的自然景观丰富了干旱荒漠区本来比较单调的自然界,并且具有显著的资源、环境和生态意义。我国干旱荒漠区之所以能够拥有广阔的绿洲并发展了繁荣兴旺的绿洲经济,从而有别于撒哈拉、阿拉伯半岛,甚至澳大利亚的干旱荒漠区,山地的有利影响是一个不可忽视的因素。

山地、盆地、平原等只是一些基本地貌类型,它们在多种外营力的作用下,必然发生深刻的变化。我国干旱荒漠区的地貌外营力及其组合状况是复杂多样的,冰川-冰缘作用在高山带异常活跃,流水侵蚀作用统治着中山带及小部分低山带,强大的流水堆积作用使得洪积倾斜平原、河流冲积平原和干三角洲广泛发育,而风沙作用则改造其他外力地貌,使之或遭风力侵蚀成为风蚀洼地、风蚀槽、风蚀残丘,或进行堆积形成各类沙丘、沙丘链、沙垄等风积地貌。对我国干旱荒漠区而言,风力显然是盆地与平原的主导外营力,风沙地貌也相应成为主导或优势地貌类型。

综上所述,冰川冰缘地貌是我国干旱荒漠区高山带的优势地貌类型,洪积-冲积地貌和风沙地貌则是干旱盆地平原的优势地貌类型。

1. 冰川与冰川地貌

在我国干旱荒漠区山地,冰川既是一种特殊的地貌外营力载体,也是一个重要的自然地理要素,干旱荒漠区山地的高山带,气温低导致降水多呈固体形式,未及消融的积雪逐年积累,经过成冰作用发育为冰川。据统计,我国干旱荒漠区山地共有现代冰川 16 026 条,面积共 18 509.88km²。冰川的气候-温度类型多为大陆性冷冰川。形态类型有悬冰川、冰斗冰川、平顶冰川、高山冰帽、再生冰川、山麓冰川、山谷冰川等。后者

又包括单式、复式、树枝状、网状、溢出型和宽尾型等五类。冰川的侵蚀和堆积作用造就相应的冰蚀和冰碛地貌，冰蚀地貌如角峰、刃脊、粒雪盆、冰斗、U型谷、冰坎、羊背石、三角面、磨光面等；冰川堆积地貌如侧碛、中碛、终碛、冰碛丘陵、冰水扇、阻塞湖等。在干旱荒漠区山地高山带都随处可见。在现代冰川表面还可见众多微地貌现象，如冰裂缝、冰蘑菇、冰面河、漂砾、擦痕等。

2. 冲积洪积地貌

冲积洪积地貌主要由发源于干旱荒漠区山地的常年性、季节性和间歇性河流，在出山后因不再受地形的约束，河床加宽，比降减少和下渗水量剧增，将所携带的固体物质卸下堆积而成。主要有冲积平原和洪积倾斜平原两类。冲积平原地表组成物质较细，多呈带状并沿河谷深入盆地数百公里至上千公里。洪积倾斜平原由单个洪积扇连接而成，与山麓平行展布成带状，宽 10—50km 不等，长度足与山脉媲美，与山地环绕盆地的形势相适应，这类洪积平原常呈环形，作为干旱荒漠区盆地的镶边，其上缘能够清晰地反映盆地的轮廓。但是，由于从未发现任何盆地的轮廓呈圆形，洪积倾斜平原当然也不可能呈所谓的同心圆状分布。

3. 风沙地貌

风沙地貌包括风蚀地貌和风积地貌两类。我国的风蚀区除集中分布于柴达木盆地外，准噶尔、塔里木、河西走廊和阿拉善高原那些出露新生界湖相地层的地区分布也比较广，主要地貌类型为形态各异但轴向与风向保持一致的风蚀残丘和风蚀洼地、风蚀槽、风蚀劣地等。风蚀残丘在克拉玛依的乌尔禾一带称为风成城，在罗布泊地区自古称为白龙堆，在西柴达木则叫做开特米里克地貌。残丘高度十余米至数十米不等，长数十至数百米，其形态有垄岗状、鼻状、覆舟状、冢状、桌状、麦垛状、锥状、柱状、鳍脊状、城堡状等等。这是一类极难利用的土地，但丘体和丘间低地常有芒硝之类的矿产可供开采。

当风力减弱或受地形阻碍时，被吹扬的沙粒重新落于地面，形成沙地或沙漠。我国沙漠的分布并非严格局限于干旱荒漠区，而是远及内蒙古东部和东北三省，但其主体仍在干旱荒漠区内。塔克拉玛干沙漠盘踞塔里木盆地的底部，面积达 $33.76 \times 10^4 \text{km}^2$ ，在世界单个流动沙漠排名表上仅次于阿拉伯半岛的鲁卜哈利沙漠而居第二，并独占我国沙漠面积的 $71.29 \times 10^4 \text{km}^2$ 的 47.4%。如果加上准噶尔古尔班通古特沙漠 ($4.88 \times 10^4 \text{km}^2$)、河西走廊极西端和塔里木东南缘的库姆塔格沙漠 ($2.14 \times 10^4 \text{km}^2$)、阿拉善高原上的巴丹吉林沙漠 ($4.43 \times 10^4 \text{km}^2$)、腾格里沙漠 ($4.27 \times 10^4 \text{km}^2$)、乌兰布和沙漠 (9900km^2) 以及柴达木诸沙漠 ($1.25 \times 10^4 \text{km}^2$) 则占我国沙漠面积的 72.74% (图 2-2)。

塔克拉玛干沙漠中流动沙丘约占 85%，沙丘约有半数超过 50m。高 100—150m，甚至 200—300m 的沙丘也较常见。沙垄长度通常为 10—20km，最长者达 45km，沙丘形态类型几乎无所不包，从一般新月形沙丘到巨型复合新月形沙丘链，从简单沙垄到复合纵向沙垄、金字塔形沙丘、穹状沙丘、鳞状沙丘群都有。西部沙丘密集，东部较为稀疏，开阔的丘间低地地下水水位很浅。古河道沿岸及沙漠边缘发育天然绿洲。塔克拉玛

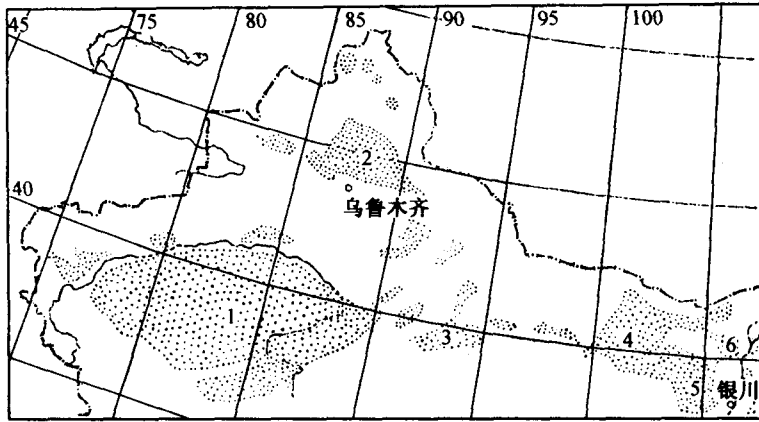


图 2-2 西北干旱荒漠区的沙漠

1. 塔克拉玛干沙漠, 2. 古尔班通古特沙漠, 3. 库姆塔格沙漠,
4. 巴丹吉林沙漠, 5. 腾格里沙漠, 6. 乌兰布和沙漠。

干的自然条件诚然十分严酷, 但有意无意宣传它是所谓“死亡之海”却实在是一种有害的舆论误导。现在已有不止一条公路贯穿这个沙漠, 并在其腹地建成了我国最年轻的石油采区。

位于准噶尔盆地中部的古尔班通古特沙漠与塔克拉玛干完全相反, 不仅沙丘形态单调, 以垄体平直、一般高 10—50m、长 10km 以上, 分布密集的沙垄为主, 且流动沙丘极少, 固定半固定沙丘比例高达 97%。

库姆塔拉沙漠位于阿尔金山北麓的新甘边界一带, 沙丘形态以新月形为主, 高度 50—100m。由此向东直至敦煌鸣沙山、阿尔金山和祁连山前山带下部, 大系断续有新月形沙丘分布。

巴丹吉林沙漠位于阿拉善高原中部。其中心有高达 200—300m, 甚至 400m 的复合型沙山。西部和西北部边缘沙丘高达 80—100m, 其余各边缘区沙丘一般不足 20m。除中部沙丘排列较散乱外, 一般多在东北 20°—50°间, 移动速度很慢。腾格里沙漠位于阿拉善高原东南部, 新月形沙丘链高 10—30m 或 30—50m, 沙丘向东南移动, 年移动距离约 7m, 但低矮沙丘可达 10—12m。在宁夏沙坡头一带, 沙丘已邻近黄河陡岸, 并通过高达 100m 的落沙坡跌入河床, 由于 40 年来的连续治理, 近年情况已大有好转。丘间底地多湖泊也是腾格里沙漠的特点之一。

乌兰布和沙漠位于阿拉善高原东北部, 新月形沙丘一般高 6—8m, 最高者也只有 15m 每年沙丘以 12—15m 的速度向东侧的黄河移动, 威胁附近农田和灌溉渠网。

(二) 主要地貌单元

我国干旱荒漠区的主要地貌单元有：

(1) 阿尔泰山地 阿尔泰山在亚洲中部堪称巨大山系之一, 我国只占有其中段南坡, 该山位于我国干旱荒漠区最北部的中国-哈萨克斯坦、中俄和中蒙边界上, 呈北西-

南东走向，平均海拔 3200—3800m。最高峰奎屯山友谊峰海拔 4374m，山脊线从西北向东南缓倾。高山带发育小型现代冰川，海拔分别为 3500—3600m、3000m、2700—2800m、2400—2500m、1500—1600m 和 1300m 的多级夷平面清晰可辨，并使山坡呈明显的阶状结构。

(2) 准噶尔西部山地 位于准噶尔盆地西部的中国-哈萨克斯坦边界附近，由近东西走向的沙乌尔山、谢米斯太山、塔尔巴哈台山、乌尔嘎萨尔山、扎依尔山、玛立山和巴尔鲁克山及其间的盆地、谷地组成。这些山脉多为短小的断块山，平均海拔略超过 2000m，最高峰萨乌尔山海拔 3816m。古夷平面保存完好，峰顶面平坦，从而表现出断块高原特征。山岭间的断陷谷地和盆地既是我国与中亚国家间的交通孔道，也是寒潮入侵通道。

(3) 准噶尔盆地 位于阿尔泰山以南，周边山脉的走向规定了盆地呈三角形。其南部海拔超过 1000m，向西和西北逐渐降至 200m 左右，但大部分地面仍保持 300—500m 高度。盆地北部为额尔齐斯河和乌轮古河冲积平原、阶地发育并有风蚀地貌，中部为古尔班通古特沙漠占据，西部主要是湖积平原和湖泊分布区，而南部为天山山前平原，地表以砾石和黄土为主，地形具分带现象，绿洲特别发育。

(4) 天山山地 横贯新疆中部，并把它分隔为北疆（准噶尔）和南疆（塔里木）两部分，天山在我国境内部分自东经 74°—96°，长约 1700km，汗腾格里峰以东即所谓东天山，长约 1200km，西部山幅最宽处达 320km，东部最窄处仅有 60km。平均海拔 4500—5000m，最高峰托木尔峰 7443m。山脉多呈块状隆起，上部山体大多超过雪线，因而成为我国最大的冰川作用中心之一。由数条平行山脉间以巨大的构造谷地和断块陷落盆地构成的庞大的天山山系，依据其地形特点，常常被分为北天山、南天山和南天山三个部分（图 2-3）。

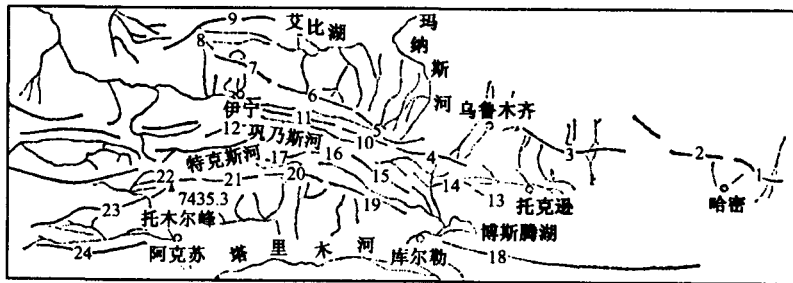


图 2-3 天山山脉略图（引自赵松乔，1990）

1. 喀尔力克山，2. 巴里坤山，3. 博格达山，4. 天格尔山，5. 依连哈格格朵山，6. 婆罗科努山，7. 科古琴山，8. 别珍套山，9. 阿拉套山，10. 安迪尔山，11. 阿拉善山，12. 阿拉喀文山，13. 哈依都山，14. 霍然达山，15. 艾尔温根山，16. 那拉提山，17. 伊什格力克山，18. 库鲁克山，19. 科克铁克山，20. 帖尔斯山，21. 哈尔克山，22. 托木尔峰，23. 天山南脉（科克沙勒山），24. 柯坪山。

(5) 塔里木盆地 位于天山以南和昆仑-阿尔金山以北，是我国最大的内陆盆地，盆地底部海拔 800—1400m，最低处罗布泊附近仅有 780m。盆地呈菱形，东西长 1500km，南北最宽处约 550km，地势自西向东缓倾。盆地边缘为洪积倾斜平原，中部

为塔克拉玛干沙漠。北山、麻扎塔格山和罗斯山分别从东西两端楔入盆地，造成了地貌的复杂化。东部罗布泊地区风蚀地貌特别发育。

(6) 昆仑山地 既是青藏高原北部边缘山地，也是我国干旱荒漠区南部边缘山地。自东经 74° 至 105° 延伸 2500km ，是亚洲大陆最长的山峰之一。平均海拔 $5500\text{—}6000\text{m}$ ，一般宽度超过 130km 。山系以克里雅河上游谷地为界分为两部分。西昆仑呈北西西走向，山势紧凑，山间谷地皆狭而深，山坡切割也较破碎；东昆仑先为北东东走向，后转呈北西西走向并深入青藏高原内部，三列平行山脉之间谷地和盆地都很宽广，在很大程度上显示出山原特征。但山峰并不比西昆仑低，琼木孜塔格 (6920m)、剑峡山 (6201m)、耸峙岭 (6325m)、木孜塔格山 (6973m)、布喀达坂峰 (6860m) 等海拔 6000m 以上高峰甚至比西昆仑山还多。

(7) 阿尔金山地 西南端以车尔臣河上游谷地与昆仑山为界，东北端以当金山口与祁连山为界，由数条北东东走向的雁行状山脉组成，长 720km ，西段最宽处超过 100km ，平均海拔仅 4000m 左右，但最高峰苏拉木塔格海拔达 6295m 。阿尔金山干燥剥蚀作用显著，只有少数高峰发育多年积雪和现代冰川。山脉块状结构突出，许多山块垂直于主脉伸向两侧。除个别山峰为典型角峰外，一般峰形都较浑圆。北麓有较大规模的洪积倾斜平原，南麓则多为山麓侵蚀面并发育岛状山。

(8) 北山山地 位于塔里木盆地东缘与阿拉善高原之间，由四列短小的干燥剥蚀山地与山间洪积-剥蚀平原组成。西部称新疆北山，东部称甘肃北山。海拔 $1500\text{—}2000\text{m}$ ，最高峰大马庄山海拔 2740m 。一向被当作北山的主峰的马鬃山 (2583m) 实际上只是这个山地第三高峰，但此山脉的平均海拔 ($>2000\text{m}$) 则为北山的其余山脉如马庄山、小马鬃山、西尖山、华窑山等所不及。

(9) 阿拉善高原 位于河西走廊以北、额济纳河与贺兰山之间。自从行政区划上归属内蒙古自治区之后，这个高原被认为是内蒙古高原的一部分。海拔 $800\text{—}1600\text{m}$ ，地势由南向北倾斜，是我国主要的北倾高原之一。高原上一系列干燥剥蚀低山和残丘形态浑圆，比高通常不超过 300m ，但个别可达 700m ，低地则多被流沙覆盖，形成了著名的巴丹吉林沙漠和腾格里沙漠。复合型沙山和沙丘间广泛分布盐沼洼地和数以百计的小湖泊，是阿拉善高原沙漠的特有现象。也有一些低地未被流沙覆盖，地表多为沙砾质。

(10) 贺兰山地 西接阿拉善高原，东部和南部邻近宁夏河套平原，是我国干旱荒漠区惟一的南北走向山脉，也是我国干旱荒漠区与半干旱荒漠区的界山，还是阻止腾格里沙漠沙丘东移的天然屏障。山脊线平均海拔 $2000\text{—}3000\text{m}$ ，主峰海拔 3556m 。两翼明显不对称、西坡平缓、切割微弱，东坡陡峭、切割强烈。中段和北段较高峻，南段海拔较低，最终没入卫宁平原。

(11) 河西走廊 位于北山和阿拉善高原以南，西起敦煌境内，东止古浪峡口，长约 1000km 。南依祁连而北屏马鬃、龙首、合黎诸山，遂成为一个北西西-南东东走向、形似走廊的狭长低地带。在国外地理文献中通称甘肃走廊，国人则因其地处黄河陇中段以西，多称为河西走廊。严格地说，它是由三个相邻的内陆盆地即敦煌-安西盆地、酒泉-张掖盆地和武威盆地组成的，走廊海拔 $1000\text{—}3000\text{m}$ ，地表物质主要为砾石和黄土。在砾石戈壁和黄土平原上也有干燥剥蚀山地、残丘和流动沙丘。走廊的地貌具有明显的分带性。两侧为相向倾斜的山麓洪积平原，中间为狭窄的河流冲积平原。

(12) 祁连山地 西起当金山口，东至甘肃白银景泰一带，长达 850km，是青藏高原东北部最大的边缘山系。走向北西西-南东东，由多列平行山脉组成，山幅宽度达 200—300km。几乎所有山脉平均海拔都在 4000m 以上，一些山脉超过 5000m。疏勒南山团结峰（宰吾结勒）海拔 5808m，是整个山系的最高峰。山地两翼明显不对称，北坡长而陡，南坡短而缓。东段和西段外营力差异显著。东段流水侵蚀作用活跃、山坡切割强烈、西段中低山带干燥剥蚀作用占优势。高山带发育现代冰川，古冰川遗迹丰富。平行山脉间，纵谷和山间盆地广泛发育。

(13) 柴达木盆地 这是界于阿尔金山-祁连山地和东昆仑山地之间的一个巨大的断陷盆地，轮廓呈三角形，盆底海拔 2675—3200m，地势自西北向东南倾斜。周边广泛分布洪积倾斜平原，中部为盐湖和盐沼泽，西部是我国最大的风蚀地貌区，风蚀残丘类型多而丘体高大，南部和东南部发育小片沙漠。这个盆地在空间上与我国干旱荒漠区不连续，因此，对于其应否划入干旱荒漠区颇有争议，但其自然景观类型属于干旱荒漠和荒漠草原，则是学术界公认的。

三、干旱气候与内陆水文

(一) 干旱气候的形成

全球陆地降水量的 89% 来自海洋湿润气流。这一事实表明除了少数盛行离岸风的地区外，距离海洋远近对于一个地区降水量的多寡可谓至关重要。

我国干旱荒漠区位于亚洲中部腹地，距海遥远，因而受海洋影响较小，早在晚白垩世就已处于干旱状态。尽管当时地势平坦、海拔较低，周围没有高山阻碍，降水量已然很少，亚热带稀树草原和温带荒漠草原成为代表性自然景观。喜马拉雅运动使青藏高原整体大幅度抬升，干旱荒漠区内部山地再次褶皱、断裂上升，东亚季风环流建立。干旱荒漠区东部边缘虽然仅有并不十分高大的贺兰山，但东亚季风至此已成强弩之末，只能在极小范围内发挥微弱的影响。青藏高原及其北部边缘山系昆仑山、阿尔金山和祁连山既阻碍了印度洋湿润气流北上，更在高原北部和北侧形成了东西向的负涡度带从而形成下沉运动。我国干旱荒漠区的干旱程度因而大大加剧。同时，帕米尔高原拦截了西风环流。北冰洋气流虽然可以越过准噶尔西部山地进入准噶尔盆地，但受天山山地阻挡，绝难到达塔里木。这样一来，塔里木盆地东部就既是北冰洋、印度洋和太平洋湿润气流“三不到”的地区，又终年处于强负涡度中心、辐散中心和下沉运动中心，因而极端干旱少雨，被一些亚洲学者称为“亚洲干极”。

高空西风急流北支的影响只及于天山以南，可使高山区降水量显著增加，但对盆地平原却没有密切关系。

外来气流在我国干旱荒漠区的活动除了具有区域局限性外，还有季节性特点。冬季，西伯利亚-蒙古高压从北方移近并控制本区绝大部分，导致空气剧烈冷却。东经 100° 附近高空有一高压脊存在，地面也相应成为高压中心，从而引起气流辐散；加之阿尔金山、祁连山形成一个北凸弧形，气流乃分支成为两大风系，东支即西北风沿河西走廊东进，西支即东北风系倒灌入塔里木盆地并迅速增温，离饱和状态更远，从而更加干

燥。只有极少机会与地方风相遇形成暴风雪。

夏季地面强烈增温，热低压成为主要气压系统。强大的西风急流北支在天山以南形成高空热带大陆气团，使干燥和炎热程度有增无减。虽然偶尔有极地冷空气南侵或出现冷高压，但为时皆极短。仅干旱荒漠区东部因东亚季风影响，此时降水略多。

春秋二季，正当西伯利亚-蒙古高压撤退或前进之时。春季因地面增温而出现的西北低槽在西风推动下不断东移，加之寒潮仍较频繁，故冷热不定，且多暴风。秋季，高压迅速扩展，具有与春季类似的过渡季节特征但历时短暂。

(二) 气候特征

我国干旱荒漠区的气候条件是严酷的，盆地平原主要特征可以归纳为辐射强、冷热变化剧烈、干旱少雨和多风沙四点。

1. 太阳辐射量大与日照时数长

我国干旱荒漠区海拔较高、云量很少，是仅次于青藏高原的一个太阳辐射高值区。年总辐射量除准噶尔盆地北部和西南部不足 $5500\text{MJ}/\text{m}^2$ 、准噶尔中部、天山山地、塔里木盆地西北和西南边缘约在 $5500\text{—}6000\text{MJ}/\text{m}^2$ 间之外，其余各地概在 $6000\text{MJ}/\text{m}^2$ 以上，阿拉善高原北部甚至超过 $6500\text{MJ}/\text{m}^2$ ，成为青藏高原外惟一达到如此高值的地区，大大高于同纬度东部沿海各地。一年中夏季辐射量最大，冬季只及夏季的一半。值得注意的是，我国干旱荒漠区地表物质导热不良，热量很少消耗于蒸发，而是主要用于促使近地面空气增温，从而加剧气温变化幅度。

日照时数除阿尔泰山、天山、帕米尔及塔里木盆地西南缘在 $2600\text{—}3000\text{h}$ 间外，其余概在 3000h 以上，东疆、河西走廊西段、北山、阿拉善高原超过 3200h ，阿拉善高原北部更达 3400h 以上，与柴达木盆地西部 ($>3500\text{h}$) 同为我国日照时数最长的地区。对于在全球干旱荒漠区内纬度和海拔双双偏高的我国干旱荒漠区而言，强辐射和长日照是植物生长的一大有利因素，具有重要意义。

2. 山地与盆地热量特征迥然不同

我国干旱荒漠区由于纬度和海拔双双偏高，年平均温度和若干特征温度值都低于东部同纬度各地。但准噶尔盆地、伊犁河谷地、塔里木盆地及吐鲁番盆地却显著高于同纬度东部地区，年平均温度准噶尔盆地为 $4\text{—}8\text{℃}$ 、塔里木盆地 $8\text{—}12\text{℃}$ ，吐鲁番盆地 $10\text{—}14\text{℃}$ ，阿拉善高原 $6\text{—}8\text{℃}$ 。河西走廊虽比准噶尔盆地低 5 个纬度，但由于海拔高，也只有 $4\text{—}8\text{℃}$ ；但其西端海拔最低，可达 $8\text{—}10\text{℃}$ 。柴达木盆地 $0\text{—}4\text{℃}$ ，是干旱盆地中年平均温最低的一个（图 2-4）。

这些盆地中各级热日的日数也特别多。气候统计结果显示，吐鲁番盆地最高气温 ≥ 30 的暑热日数长达 145.4 天，塔里木盆地亦达 75—100 天。炎热日（最高气温 $\geq 35\text{℃}$ ）数吐鲁番盆地为 100 天，比远在南方的云南红河谷地（85.3 天）和重庆长江谷地（30—40 天）还长得多。酷热日（最高气温 $\geq 40\text{℃}$ ）数吐鲁番为 38.2 天，居全国之首，令著名的长江四大火炉望尘莫及。塔里木、准噶尔的同类数字也比东部沿海多。