第一部分　西北地区地下水资源评价及合理开发利用

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第一章　自然地理条件

第一节　地　形

我国西北地区的地势西北高东南低，在全国三大地形阶梯中，位于第一和第二阶梯上。其地形由山地和平原两部分组成。山地与平原大体上相间展布，地势自西向东缓降，最大的特点是四周高山环抱着大小不同规模的山间盆地。该地区主要的山脉有天山、昆仑山、阿尔泰山、祁连山、贺兰山、六盘山、秦岭等；主要的内陆盆地有准噶尔盆地、塔里木盆地、柴达木盆地、河西走廊等。此外还有河谷冲积平原，如关中平原、宁夏平原等和有出口的山间盆地。下面对其地形作一简要介绍：

天山山地：横贯新疆中部，走向东西，由北、中、南天山组成，山峰海拔多在 3500m 以上，主峰托木尔峰海拔 7443.8m，汗腾格里峰海拔 6995m。天山内有数个断陷盆地，如伊犁谷地、焉耆盆地、吐鲁番盆地等，吐鲁番盆地艾丁湖海拔为 -154m，为我国陆地的最低点。

昆仑山：天山南支与昆仑山交汇处为小帕米尔山地，并以此与昆仑山相连，组成新疆西南界自然屏障。昆仑山脉一般山峰海拔 5000m 以上，除最高峰乔戈里峰海拔 8611m 外，还有公格尔山、慕士塔格山、特拉木坎力峰，海拔分别为 7719m、7546m、7464m。走向以东西、南东向为主，高山地带除冰川分布外，岩石裸露，容易产生暴雨洪流。

阿尔泰山：位于新疆北部，走向东南，山峰海拔多在 3000m 以上，最高峰友谊峰海拔 4374m 南麓东段呈阶梯状逐渐升高，有五级明显的台阶。

祁连山：位于甘、青两省边界，走向南东东，山峰海拔 4000m 以上。

贺兰山：位于宁夏西北边界，走向南北，山峰海拔多在 2000～3000m。

秦岭、大巴山：位于陕西南部，走向以东西、南东为主，中间有一些小型盆地，山峰海拔多在 2000m 左右。

本区的准噶尔、塔里木和柴达木盆地为我国三大盆地，四周皆为高山所绕，内部多分布有沙漠。

准噶尔盆地：界于天山与阿尔泰山之间，南北最宽约 360km，东西长约 800km。盆地东高西低，由东北向西南倾斜，最低处为艾比湖，海拔 197m。盆地中央为古尔班通古特沙漠。

塔里木盆地：界于天山与昆仑山之间，南北宽约 500km，东西长约 1500km，西高东低，由南向北缓倾，最低处为罗布泊，海拔 780m，盆地平均海拔 1000m 左右。塔克拉玛干大沙漠占据盆地中央。

柴达木盆地：位于青海省西部，被昆仑山、祁连山等山脉环抱，南北宽约 400km，东西长约 800km，盆地海拔 2600～3000m，自西向东南微倾斜，从边缘至中心依次为戈壁、丘陵、平原。平原低洼地带形成许多盐湖和沼泽。

阿拉善高原：西起马鬃山，东至贺兰山，由高原、丘陵两部分组成，高原比较平缓，海拔多在 1000～1500m。

黄土高原为西北地区一大特色，分布面积广，海拔 900～2400m，总体上呈现出西北高东南低的趋势，由塬、梁、峁等地貌类型组成，并有六盘山耸立其间，侵蚀、剥蚀作用强烈，沟谷纵横，地形波状起伏，支离破碎。

西北地区的另一大特色是沙漠面积广阔，主要分布于封闭型盆地中。塔里木盆地内的塔克拉玛干沙漠，准噶尔盆地内的古尔班通古特沙漠和阿拉善高原上的巴丹吉林沙漠，为我国三大沙漠，沙丘高大，连绵起伏。另外还有柴达木盆地沙漠、贺兰山西侧的腾格里沙漠、黄土高原北缘的毛乌素沙漠等（表 1－1）。

表 1－1　我国主要沙漠（地）的面积　　单位：$10^4 km^2$

沙漠（地）名称	面　积	沙漠（地）名称	面　积
塔克拉玛干沙漠	33.76	科尔沁沙地	4.23
古尔班通古特沙漠	4.88	浑善达克沙地	2.14
巴丹吉林沙漠	4.53	库姆塔格沙漠	1.95
腾格里沙漠	4.37	乌兰布和沙漠	0.99
毛乌素沙漠	3.21	柴达木盆地沙漠	3.49

西北地区还分布有大面积的戈壁，多见于山前倾斜平原及沙漠周围，地势多较平坦或缓有起伏。

西起玉门镇、东至乌鞘岭的河西走廊，东西长约 1000km，南北宽 40～100km，由南向北倾斜，海拔 1000～1500m，沙漠、戈壁间绿洲断续分布。

位于黄土高原边缘的关中盆地和宁夏平原，地势低洼。关中盆地由冲洪积扇、黄土台塬、河谷阶地组成，为一阶梯状断陷盆地，海拔 330～800m。宁夏平原海拔 1100～1200m，由南向北倾斜。

西北地区地形在结构上具有鲜明的多层性，从高到低明显地分为五层：最高层多位于海拔 3500m 以上，为极高山和高山，地表形态的形成以构造冰雪和构造融冻作用为主，仅东部一些地段在 3500m 以下，以构造侵蚀作用为主；次高层为 2000～3500m，为中高山分布地带，形成作用以构造侵蚀为主，干燥剥蚀次之；第三层为 1500～2000m，由低山丘陵组成，以干燥剥蚀和侵蚀形成作用为主；第四层多在 1300m 或 1000m 左右，多为戈壁、沙漠分布地带，风积和风蚀作用显著；第五层多在 1000m 以下，为平原地形，系堆积作用为主的地区，包括洪积、冲积、湖积等堆积作用。

第二节　气　　候

西北地区位居欧亚大陆腹地，远距海洋，地势高拔，高山雄峙，大片面积海拔高于 3000m 封闭性盆地多，湿润的海洋水汽难以入侵，具有降水量小、蒸发量高、温差大、风力强等特点的典型的大陆性干旱和半干旱的气候环境。

西北地区降水量由东南向西北递减。汉中以南和太白山一带，年降水量可达 1000mm 以上，渭河两岸减为 700mm 左右；向西除新疆部分山区外，降水量逐渐降至 200mm 左右；到吉兰泰－酒泉－格尔木一带、准噶尔盆地外围及塔里木盆地北缘减为 100～200mm；腾格里沙漠、巴丹吉林沙漠、柴达木盆地和塔里木盆地，多小于 100mm，盆地中部则小于 25mm。

本区降水还具有明显的环状结构特征，形成以准噶尔、柴达木、弱水下游盆地等几个降

水量小的中心，中心年均降水量不足 20mm。如吐鲁番为 16mm，若羌为 17mm，且末和冷湖为 18mm，沙漠的边缘线大致与 50mm 降水等值线相吻合。

降水量多少，还明显受地形制约，形成山地降水多于平原的现象。如秦岭、祁连山、天山、阿尔泰山和昆仑山区，年平均降水量多在 600～800mm，甚至大于 1000mm。

降水季节分配不均匀，夏季最多，春秋季次之，冬季最少，7～9 月降水量最大。降水的另一特点是暴雨频繁、强度大、历时短，几天或数小时的降水往往占年总量的相当一部分。据陕南 30 年来的气象资料统计，日降水量大于 100mm 的暴雨日达 135 次，1981 年 8 月份降水量达 470～750mm，暴雨日数达 5～7 次。

降水分配不均还表现在连续无降水日数长和持续出现最小降水量方面。自东向西，连续无降水日数逐渐增多，新疆南部多在 250 天以上，青海冷湖持续 331 天滴雨未落，吐鲁番盆的托克逊地区，1961～1970 年的 10 年间，年均降水量 3.9mm，1968 年仅为 0.5mm，南疆塔里木盆地可能存在有多年无降水的地方。

西北地区蒸发量大，相对湿度小。大部分地区年蒸发量在 1500mm 或 2000mm 以上，并围绕准噶尔、吐鲁番、塔里木、柴达木等盆地，形成几个高值中心。年相对湿度一般在 50% 以下，西部多在 40% 以下，柴达木盆地等在 30% 以下。

西北地区是我国太阳辐射能和日照最长的地区之一。太阳辐射除部分山区以外，大都在 130kcal① /cm² 以上。据统计，西北地区年均日照时数多在 2600 小时以上，大于 3000 小时的地方，超过总面积的一半。

西北地区具有夏季高温、冬季严寒、年温差和日温差大的特点。盆地年平均气温较高，如柴达木、吐鲁番、塔里木等盆地，年平均气温多在 10℃以上，山区年均气温较低，多在 0℃以下。夏季气温高，如 7 月份，除甘肃南部、青海、新疆南缘和西北一带较低洼处外，其他地区的气温均在 20℃以上，吐鲁番盆地平均为 32.8℃。冬季气温普遍很低，如 1 月份，除陕南外，其他地区均在 0℃以下，青海南部、新疆南部和北部则在 -20℃以下，阿尔泰曾记录到 -43.5℃的低温。年温差较大，高值中心常居沙漠区，其值超过 30℃，吐鲁番盆地为 42℃，新疆北部达 44℃。日温差也很大，多在 12℃以上，沙漠区日出后温度骤升，中午气温高达 40℃左右，日落后则降至 0℃以下。

西北地区风力较强，常致成灾。全年主风向，陕、甘、宁、青四省（区）以西北风为主，东疆以东北和西北风为主，南疆以东北风为主，北疆以西北风为主。年均风速 2～3m/s 冬、春季风速最大，8 级以上大风的日数在北部和西部地区达 50～75 天。新疆艾比湖附近，年平均大风日数 165 天，年均最大风速 6.1m/s，多次出现过 40m/s 的大风。西北地区也是我国沙暴、扬沙和浮尘日数出现最多的地区。年沙暴日数的出现都在 20～30 天以上，年扬沙日数超过 30 天，很多地区年浮尘日数达 100 天以上。

第三节 水 文

西北地区水系比较发育，可分为内陆水系和外流水系。内陆河主要分布在新疆、青海、

① 1cal = 4.1868J。

需要全本请访问 www.ertongbook.com

甘肃，外流河包括长江、黄河的上游及额尔齐斯河。此外还分布有众多的湖泊和冰川。

一、水系

西北地区内陆水系和外流水系均有分布，见图 1－1。

1. 内陆水系

内陆水系共有命名的河流 689 条，其中新疆 570 条，青海 63 条，甘肃 56 条，其概况见表 1－2。内陆水系主要依靠山区降水、冰雪融水补给，具有汇水面积小、流程短、流量偏小、比降较大的特点。多年平均径流量大于 10 亿 m^3 的内陆河流有 16 条（表 1－3），1～10 亿 m^3 的河流有 90 条，小于 1 亿 m^3 的有 583 条。

表 1－2　西北地区内陆水系概况

流域名称	主　要　河　流	注入地区
鄂尔多斯区	无常年性河流	毛乌素沙漠
柴达木区	布哈河、阿日郭勒河、鱼卡河、柴达木河、格尔木河、乌图莫仁河、那仁郭勒河、台吉乃尔河	盆地中心各湖泊
阿拉善区	石羊河、金川河、黑河、北大河、昌马河、疏勒河	居延海等
塔里木区	米兰河、若羌河、车尔臣河、尼雅河、克里亚河、和田河、叶尔羌河、库山河、克孜勒河、喀什噶尔河、阿克苏河、渭干河、库车河、开都河、塔里木河、孔雀河	台特马等湖泊
准噶尔区	乌鲁木齐河、玛纳斯河、奎屯河、精河、额敏河、博尔塔拉河、达尔布特河、白杨河、乌伦古河	盆地低洼处湖泊及沙漠中
伊犁河区	特克斯河、科克苏河、巩乃斯河、喀什河、伊犁河	巴尔喀什湖

表 1－3　年均径流量大于 10 亿 m^3 的河流

河流名称	汇水面积/km^2	河流长度/km	多年平均径流量/$10^8 m^3$
玛纳斯河	4056	156	13.06
乌伦古河	22032	405	11.78
喀什河			43.37
巩乃斯河			22.68
特克斯河			85.67
开都河	19022	352	34.56
渭干河	16299	128	28.90
昆马力克河			43.70
托什干河			27.85
克孜河	11500	190	19.57
兰孜河			11.37
叶尔羌河	48100	473	63.74
喀拉喀什河	15557	550	21.33
玉龙喀什河	12675	267	21.77
那林格勒河	20790		10.29
黑河	10009		12.85

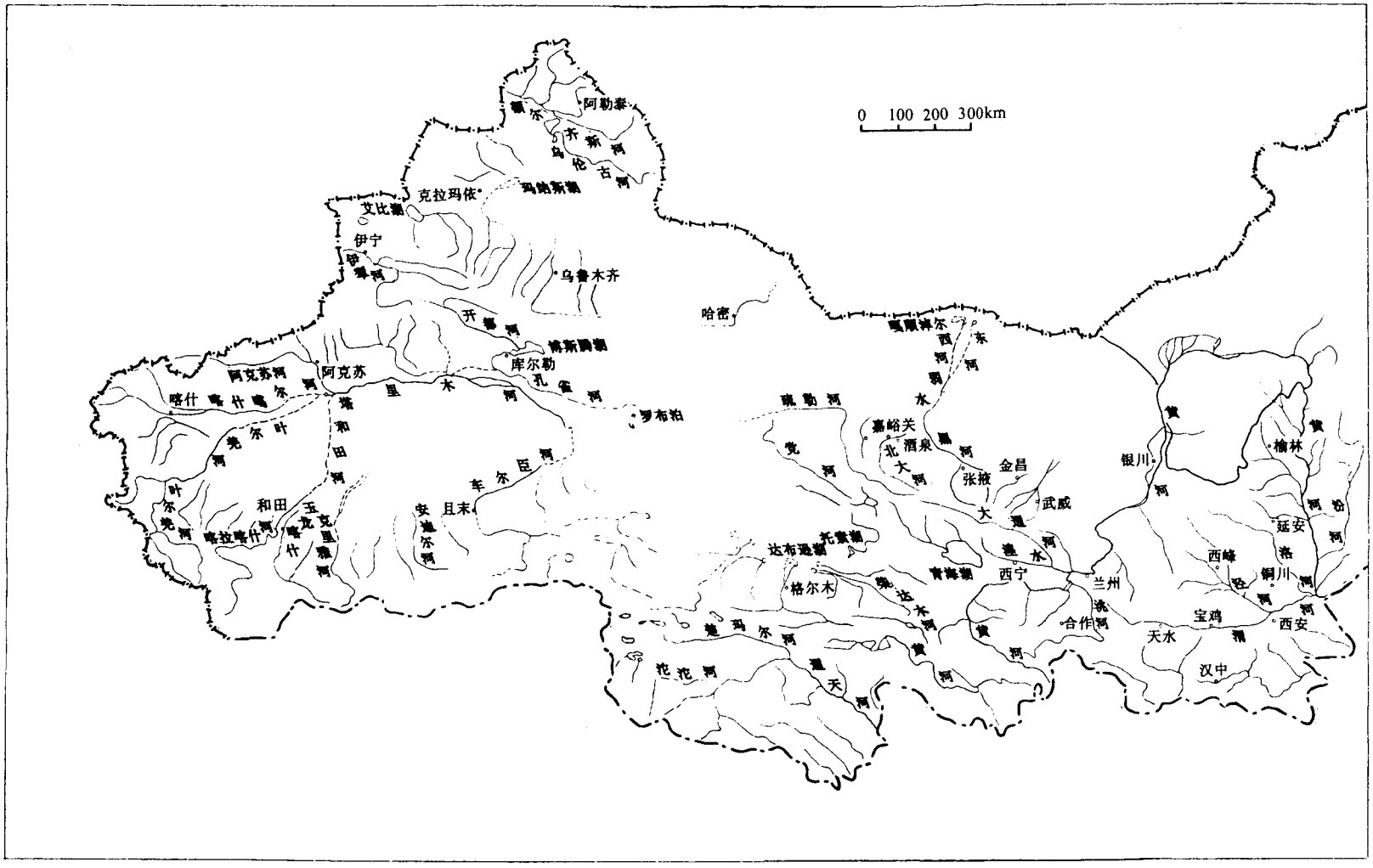


图 1－1　西北地区地表水系分布略图

(1) 新疆内陆水系。

本水系较大的有乌伦古河、玛纳斯河、特克斯河、伊犁河、喀什河、开都河、和田河、叶尔羌河、昆马力克河、巩乃斯河、喀拉喀什河、塔里木河，孔雀河、车尔臣河等。

(2) 青海内陆水系。

本水系主要有那林格勒河、格尔木河、柴达木河、布哈河4条内陆水系。

(3) 河西走廊内陆水系。

本水系有疏勒河、黑河、石羊河等。

塔里木河是全国最大的内陆河，上游有叶尔羌河、和田河、喀什噶尔河、阿克苏河，总集水面积19.8万 km^2，河流长2179km，发源于天山、小帕米尔高原及昆仑山，原注入罗布泊，后改道注入台特马湖。

伊犁河是中亚细亚内陆河，在我国境内汇水面积5670km^2，流程400km，发源于天山托木尔峰北侧，注入巴尔喀什湖。上游主要支流有喀什河、巩乃斯河、特克斯河。

2. 外流水系

外流水系主要有额尔齐斯河、长江和黄河，其概况见表1－4。额尔齐斯河发源于新疆阿尔泰山，注入北冰洋，国内产流量约为103亿 m^3，出国水量约为（80～90）亿 m^3。长江出青海水量约为134亿 m^3，在甘肃境内产水量约为106亿 m^3，在陕西的产流量约为313亿 m^3。黄河出青海水量约为227亿 m^3，在甘肃境内增加为334亿 m^3，出宁夏径流量约为289亿 m^3，在陕西产流量约为107亿 m^3，黄河龙门站年径流量约为385.1亿 m^3。

表1－4 西北地区外流水系概况

水系名称	区内长度/km	主 要 支 流
长江（上游）	800	沱沱河、通天河、白龙江、嘉陵江
黄河（中、上游）	2700	湟水、洮河、祖历河、清水河、苦水河、窟野河、秃尾河、天空河、洛河、泾河、渭河
额尔齐斯河	350	哈巴河、布尔津河、克郎河、卡拉额尔齐斯河

二、湖泊

西北地区内陆湖泊众多，总面积大于1万 km^2，其概况见表1－5。新疆的博斯腾湖原是全国最大的内陆淡水湖，现湖水矿化度已达2g/L左右，变为微咸水湖。

表1－5 西北地区主要内陆湖泊概况

湖 名	省（区）	面积/km^2	体积/$10^8 m^3$	水 质
青海湖	青海	4200	742	咸
哈拉湖	青海	588	161	咸
博斯腾湖	新疆	960	492	微咸
布仑托海	新疆	736	59	咸
阿雅格库木湖	新疆	570	55	咸
艾比湖	新疆	522	9.4	咸
赛里木湖	新疆	454	210	淡
阿次克湖	新疆	345	34	咸
波特港湖	新疆	160	12.8	淡

罗布泊是我国内陆最大的迁移湖，现已干涸。艾丁湖是我国最低的内陆湖，低于海平面154m。青海湖是我国最大的高山湖，湖水矿化度高于3g/L，湖面海拔3197m，面积4427km^2，最深处水深38m。高山淡水湖多分布在西部地区，如新疆的天池、赛里木湖等。

三、冰川

新疆、甘肃、青海冰川分布面积广，有固体水库之称的现代冰川，消融后对河流和地下水的补给有着十分重要的意义。西北地区冰川分布及其储存资源见表1-6。

表1-6 西北地区冰川概况

省(区)	水系或地区	冰川分布面积/km^2	平均厚度/m	冰川储量/km^3	折合水量/10^8 m^3
甘肃	疏勒河	432.83	117.5	50.8575	457.7177
	黑河	378.15	110.2	41.6721	375.0492
	石羊河	64.82	48.6	3.1503	28.3523
青海	柴达木盆地	1681.81	127.0	214.3519	1929.6683
	青海湖盆地	13.29	24.88	0.3307	2.9759
	黑海	89.27	56.2	5.0170	45.1528
	祁连山	458.95	120.9	55.4870	499.3835
	可可西里	869.45	164.4	142.9376	1286.4382
	长江、黄河源头	2111.03	153.3	323.6209	2912.5881
新疆	阿尔泰山	240.32	88.9	21.3644	192.2800
	伊犁、塔城	2076.35	151.3	314.1518	2827.3658
	准噶尔盆地	2076.91	128.8	335.3876	3018.4525
	昆仑山地	3733.25	135.2	504.7354	4542.6186

第二章　地质构造

第一节　地层与岩浆岩

一、地层

西北地区地层发育齐全，前古生界为一套结晶杂岩，出露不广，主要分布在秦岭、贺兰山、祁连山、天山等局部地段，岩性为片麻岩、片岩。古生界地层广泛分布，东部地区分布浅海相碳酸盐岩，西部主要有碎屑岩。中生界地层主要分布在山前带，厚度和岩相差异大，三叠系为浅海相碎屑岩，鄂尔多斯盆地最为发育；侏罗系为湖泊沼泽相沉积，山前带分布较广；白垩系多为陆相红层，鄂尔多斯盆地厚度较大。新生界第三系为陆相湖盆沉积，岩性为泥岩、砂砾岩，一般固结性不强，主要分布在山间盆地和高原台地。

第四系在研究区广泛分布，成因及岩性复杂。第四系沉积物主要分布在山前地带和山间盆地以及河谷地带，尤以盆地最为发育。第四系厚度在关中盆地达 400～800m，宁夏平原达 1800～2100m，河西走廊为 1100m，柴达木盆地大于 2000m。准噶尔及塔里木盆地的第四系厚度分别为 1000～2000m或更大。陕北、宁南广泛分布闻名世界的黄土，分布面积近 28万 km^2，约占全国黄土分布面积的 44%。西北地区黄土堆积物的最大厚度达 409.93m（兰州西津村）。

各地区第四系地层分布概况见表 2－1。

表 2－1　西北地区第四系地层简表

地层	关中盆地	吉兰泰－银川盆地	河西走廊	柴达木盆地
全新统（Q_4）	风积砂； 沼泽－化学沉积亚砂土夹砂、含石膏、芒硝； 冲积亚砂土及砂砾石； 洪积砂砾石、碎石	风积砂； 化学沉积盐岩、芒硝； 湖积淤泥质亚黏土、砂； 冲湖积、洪积亚黏土砂、砂砾、碎石	风积砂、坡－洪积砂、碎石； 化学沉积盐岩、天然碱、芒硝； 沼泽沉积亚黏土、粉细砂、淤泥； 湖积亚砂、亚黏土； 冲洪积、冲积、洪积亚砂亚黏土、砂、砾石、碎石等	冲湖积亚砂土、亚黏土、砂、砂砾石； 风积砂；沼泽沉积亚砂土、粉砂； 化学沉积盐岩、芒硝等； 湖积粉砂、黏土；冲积、冲洪积、洪积黏性土、砂、砾石、碎石等
上更新统（Q_3）	黄土； 洪积砂砾石、漂砾、亚黏土； 冲积亚砂土、砂砾石	湖积亚砂土、黏土、砂； 冲积砂砾石、砂； 洪积砂砾石	风积黄土；湖积粉细砂、亚砂、亚黏土； 冲湖积砂； 冲积亚砂土、砂、砾石； 洪积砂砾石、亚砂土等	冲湖积亚砂土、亚黏土、砂及砂砾石； 湖积、化学沉积黏土、粉砂夹泥炭及盐岩； 洪积砂、砾石

续表

地层	关中盆地	吉兰泰－银川盆地	河西走廊	柴达木盆地
中更新统（Q_2）	风积黄土； 冲积亚砂土、砂砾石； 洪积含砾亚砂土； 冰水－洪积含泥砂砾石	湖积亚砂土、黏土、砂； 冲积砾石； 洪积砂砾石	冲湖积亚砂土、黏土、砂及砂砾石； 洪积黄土状亚砂土； 冰水－洪积砂砾石	湖积砾岩、砂质泥岩夹砂岩
下更新统（Q_1）	风积黄土； 河湖相亚砂土、亚黏土、黏土、砂砾石； 洪积砂砾碎石、冰水－洪积泥砾、砂砾	湖积亚砂土、砂、黏土；洪积砾石	湖积泥岩、砂泥岩、夹砂岩； 湖积泥岩、砂质泥岩； 冰碛泥砾、巨砾、漂砾	厚层砾岩、砂质泥岩夹少量砂岩
地层	黄土高原	准噶尔盆地	塔里木盆地	吐鲁番－哈密盆地
全新统（Q_4）	风积砂、黄土； 湖沼沉积淤泥质亚砂土； 冲积亚砂土、砂砾石； 洪积砂、碎石、亚砂土	冲积、风积、冲碛、沼泽沉积物。冲积物分布在各河流一级阶地及高漫滩，为砂砾石。风积物分布在沙漠边缘区。冰碛物分布在现代冰川前缘，有1～4列碛垄，高10～50m；泥炭层在艾比湖西岸有揭示	现代冰碛、风积、冰积物主要分布在山区、沙漠和河谷漫滩及一、二级阶地。沼泽沉积多在盆地低凹处，岩性为泥砾、砂砾、巨砾、松散砂、亚砂及亚黏土等，厚5～38m，于田、和田以南有火山岩堆积	东部厚度不大，一般小于30m，多为砂砾石和亚黏土组成的二元结构及漫滩相。西部除冲洪积外还有沼泽沉积，厚度10～30m，为砂砾石、黏性土等。湖积物有七角井为代表的芒硝等
上更新统（Q_3）	冲积亚砂土、砂砾石； 洪积砂砾石； 冲湖积亚砂土、砂、砂砾石； 风积黄土	冰碛物分布在高台地及沟谷槽内，以终碛物最为发育。湖积物为细颗粒灰色、灰黄色、棕黄色粉细砂、中细砂、亚砂土、亚黏土，分布在冲洪积扇以远。风积黄土主要分布在北天山北坡林带以下。冲洪积物分布在扇的中下部位，为粗细粒互层	冰碛、冰水、洪积、冲积、风积物。冰碛主要分布在山区次级冰碛台地及二～三级阶地中。在山前地带为冰水、洪积、冲积砂砾石、亚砂土、亚黏土，厚100～150m。黄土分布在昆仑山北坡。砂层在喀什三角洲边缘地带。另有湖相沉积	东部有冰水沉积、冲洪积及风积物，岩性为砂砾石、亚砂土、亚黏土互层，主要分布在大南湖以北、厚度不大。西部分布较广，厚度较大，粗细粒互层，为冲洪积扇的主要组成物质
中更新统（Q_2）	冲积亚砂土、砂砾石； 洪积砂砾石、碎石； 冲湖积亚砂土； 风积黄土	河谷高阶地及出山口近山麓地带为冰碛及冰水沉积，岩性为巨砾、漂砾及砂、砾石。盆地内有冲洪积及湖积黏土、亚黏土和砂砾石互层，有两个旋回，厚100～150m	东西两端河湖相地层厚200余m。东部湖积有两个沉积旋回，底部为砂砾石或厚层砂；西部为黄褐色砂质泥岩及薄层粉砂岩。高阶地为冰碛及冰水沉积的漂砾、砾及砂砾等	东部有冰碛、冰水沉积及风积物，岩性为砾石及黄土状土。西部为青灰色冰水沉积砂砾石，与下伏（Q_1）不整合，厚约100～150m，未胶结状，具水平层理
下更新统（Q_1）	风积黄土； 冲积亚砂土、砂砾石； 湖积砾岩、角砾岩； 冲湖积黏土、亚黏土、砂、砂砾石等	西域组：北部多分布在一级阶地上，为砾岩层，厚度不大；南部为未胶结灰色砾岩，局部夹砂	西域组：西域砾岩层厚300～600m或更大	东部仅在山前带有粒度不大的冰碛物。西部为冰水沉积物，厚8～10m

需要全本请访问 www.ertongbook.com

二、岩浆岩

在研究区内，岩浆岩零星出露，以阿尔泰山、天山地区分布为广。就各时期岩浆岩总量而言，海西期比例最大，喜马拉雅山期最小。

前寒武期岩浆岩仅在天山、祁连山和北秦岭的局部地段出露，多已变为结晶杂岩。加里东旋回期岩浆岩主要分布于祁连山、秦岭、准噶尔界山及西昆仑山，主要为花岗岩、超基性岩、闪长岩和辉长岩等。海西期旋回为我国主要岩浆活动期之一，特别是在西北地区各褶皱山系有广泛分布，构成明显的北西西向岩浆杂岩带，有强基性、基性、中性和酸性岩逐次侵入，主要有辉石岩、辉橄岩、斜长花岗岩和二长花岗岩等。印支旋回期岩浆岩主要分布在青海南部、秦岭等地，为花岗岩和花岗闪长岩等。燕山旋回期岩浆岩主要分布在昆仑山区，岩体复杂，混合岩化强烈。喜马拉雅旋回岩浆岩在研究区零星分布，主要为碱性岩类和粗玄武岩等。

第二节　构造与深断裂

一、构造

西北地区的构造大体上可划分为以下的主要构造单元（图 2－1）。

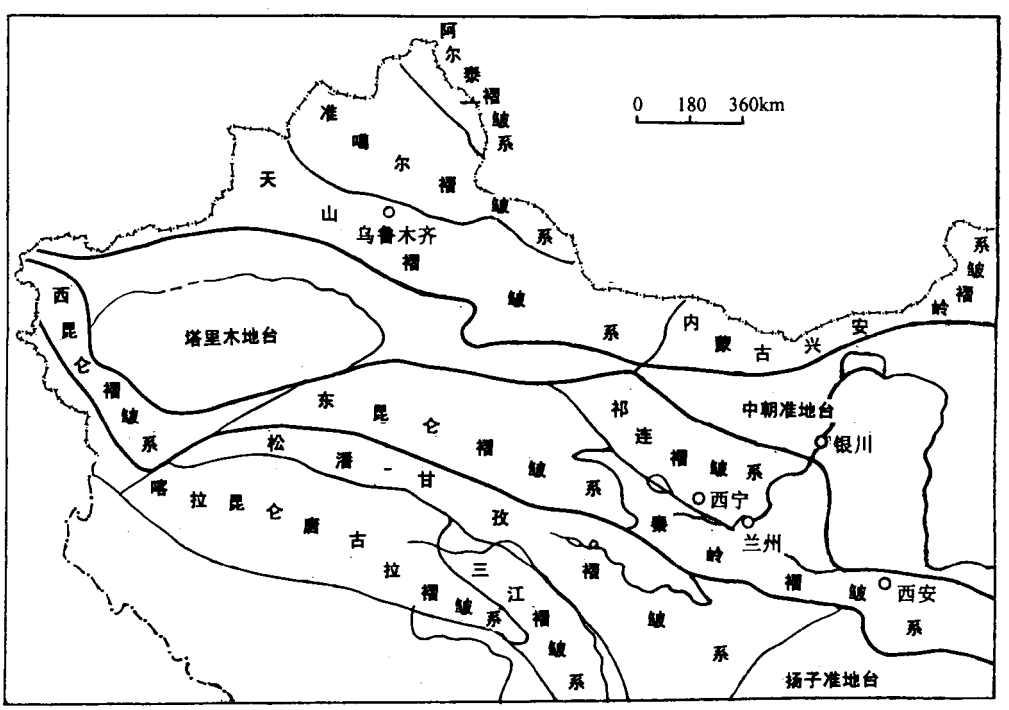


图2－1　西北及其邻区大地构造分区略图（据黄汲清）

1. 塔里木地台

本地台的基底由太古代和元古代各种深变质岩组成。基底上不整合覆盖着震旦系至古生界的海相沉积和中、新生界的陆相沉积物。

2. 中朝准地台

本地台是中国时代最老的准地台，以太古代和早元古代的变质岩系为基底，以中元古代以来广泛发育的沉积岩系为盖层。

3. 祁连褶皱系

本系为加里东褶皱系，可进一步划分为走廊过渡带、北祁连优地槽褶皱带、祁连中间隆起带和南祁连褶皱带等4个二级构造单元。

4. 阿尔泰褶皱系

本系在海西期形成，以后则以隆起剥蚀为主。

5. 准噶尔褶皱系

加里东运动使准噶尔地槽局部褶皱上升，晚古生代内部断裂活动增强，海西运动结束地槽的发展，燕山运动和喜马拉雅运动使褶皱系异常破裂而呈断块出露。

6. 天山褶皱系

古生代的强烈运动形成天山中间隆起带，为地背斜，南、北天山形成地向斜。加里东运动使部分地带褶皱隆起。天山中间隆起带主要由变质较深的片麻岩、片岩等组成。

7. 西昆仑褶皱系

本系的中间隆起带由太古界至元古界变质岩组成，震旦系不整合覆盖其上，前震旦纪末期运动后，长期处于隆起状态。北昆仑冒地槽褶皱带以碎屑岩为主，南昆仑褶皱带以碳酸盐岩为主。海西运动结束地槽发展，转化为褶皱系。

8. 东昆仑褶皱系

前震旦纪末期的构造运动使其强烈褶皱并发生区域变质，古生代时期，祁曼塔格和阿尔金山则处于优地槽阶段，晚加里东运动使祁曼塔格优地槽褶皱隆起。阿尔金优地槽褶皱带在石炭纪末期结束地槽发展。中、新生代褶皱系以上升为主。

9. 秦岭褶皱系

在震旦纪至三叠纪期间具地槽活动特征，至三叠纪末转化为褶皱系。自北而南可分为北秦岭褶皱带、礼县－柞水冒地槽褶皱带、南秦岭冒地槽褶皱带和北大巴山带。

10. 松潘－甘孜褶皱系

三叠纪时强烈拗陷，沉积中心在玉树至义敦一带。印支运动普遍褶皱隆起，形成一系列复背斜和复向斜。

二、深断裂

1. 额尔齐斯深断裂

本深断裂位于阿尔泰和准噶尔褶皱系之间，呈北西向延伸。向东南经蒙古与德尔布干深断裂相连。该断裂构成不同岩相带的分界。

2. 中天山北缘和中天山南缘深断裂

本深断裂呈近东西方向，被北东一北东东方向的哈里克套－博格达深断裂横切。对西北地区的大地构造发展具有重要意义，它们控制了博罗霍洛和内蒙地轴北侧的加里东褶皱带的

发展。

3. 阿拉善北缘和阿尔金深断裂

阿拉善北缘深断裂，呈近东西向延伸。阿尔金深断裂呈北东一北东东向，全长 1500km，由多条断裂组成，破碎带宽达 20km，横切阿拉善深断裂。

4. 北祁连北缘深断裂

本深断裂位于河西走廊与祁连山的交界处，经古浪、景泰到海原、固原一带，全长 1000 余 km。第四纪以来还有明显活动。

5. 龙首山深断裂

本深断裂西起酒泉以北，经龙首山山前、红崖山，进入腾格里沙漠，全长 600km 以上。

6. 秦岭地轴北缘深断裂

本深断裂是一个自元古代以来长期活动的断裂带。它向西延伸可能经鄂尔多斯西缘与龙首山深断裂相连。

7. 东昆仑深断裂和玛沁 – 略阳深断裂

二者实际上是一条互相连接的深断裂带，它大致沿祁曼塔格、布尔汉布达山南缘和积石山北缘延伸。西端被若羌 – 拉竹笼断裂切断，向东经略阳到汉中以北，长达 2500km 以上。它构成昆仑褶皱系、秦岭褶皱系与松潘 – 甘孜褶皱系的界线。

8. 青海湖 – 北淮阳深断裂

本深断裂经青海湖、临夏、天水之南、商县、南阳，再向东沿大别山北麓到庐江附近被郯城 – 庐江深断裂切断，全长 2200km 以上。它构成昆仑褶皱系、秦岭褶皱系与松潘 – 甘孜褶皱系的界线。

9. 临潭 – 山阳深断裂

本深断裂位于青海湖 – 北淮阳深断裂之南，从青海同仁之东经柞水、山阳等地达南阳附近并与之会合，构成北秦岭褶皱带与印支褶皱带的分界。

第三章　区域水文地质特征

西北地区地下水的形成和分布规律主要受本区气候、水文、地质构造及地貌条件所制约。近些年来，地下水系统的理论和其研究方法得到了迅速的发展，可以把地下水的渗流场、化学场、温度场和地质环境结合成一个整体，作为地下水系统进行综合研究。地下水系统是全球水循环系统的组成部分，地下水系统本身由若干个次一级系统所组成，地下水系统中每一个次一级系统有相对的独立性，同时与同一地下水系统中的其他次一级系统具有相互联系和相互制约的特征。同时还可按地下水赋存的地质和地貌环境之差异，将地下水系统进行分类。

根据西北地区自然地理和地质环境对地下水形成和分布的影响和制约作用以及地下水本身的赋存和运移条件，可把我国西北地区地下水系统划分为以下几种基本类型：

（1）内陆盆地型地下水系统；

（2）山间盆地型地下水系统；

（3）河谷平原型地下水系统；

（4）山区褶皱带型地下水系统；

（5）黄土高原型地下水系统；

（6）干旱沙漠型地下水系统。

各个类型地下水系统均由若干个地下水系统所构成，除山区褶皱带型外，孔隙潜水和承压水系统是地下水系统的基本组成部分。现将各类型地下水系统的基本水文地质特征简述于下：

第一节　内陆盆地型地下水系统

一、准噶尔盆地地下水系统

准噶尔盆地位于新疆北半部，四周山脉群峰海拔在 3000～5000m 以上，3500m 以上的山峰终年积雪，并有冰川发育。盆地内降水量 100～300mm，沙漠腹部低于 100mm，中高山地带降水量较大，最大可达 1000mm 以上。山区充沛的降雨和冰雪融水为盆地地下水系统提供了优越的补给水源。山区水源补给盆地主要通过侧向补给和地表水系出山后的大量渗漏。

按准噶尔盆地地质结构和水文地质条件分析，属于地台型中新生界自流水盆地。大约在 400m 深度内，中新生代岩层是一套松散的砂砾或砂、砂黏、黏土的互层物，凹陷带内松散沉积物更厚。主要发育着孔隙潜水系统和孔隙承压水系统，两系统之间存在着水力联系。松散岩层的下部为致密互层的砂岩、砾岩和泥岩，主要分布着孔隙－裂隙层间承压水系统。准

噶尔盆地为一闭塞的自流水盆地，地表水和地下水的径流过程仅在盆地内进行和完成，不排泄于盆地以外地区，排泄途径主要是蒸发和人工开采。盆地内时刻都在进行着水和土壤中的盐分聚集。

准噶尔盆地内的潜水在山前平原地区及各大河流两岸地带，主要是淡水；盆地中部和东北部地区主要是咸水。按潜水运动方向，大致可划分出 3 个水化学带：矿化度小于 1g/L 的重碳酸盐型潜水带，矿化度 1～3g/L 的硫酸盐型潜水带和矿化度 3～10g/L 或大于 10g/L 的氯化物型潜水带。干旱地区潜水矿化度及化学成分的变化比较复杂，虽然干旱少雨和强烈的蒸发是影响潜水化学成分的主要因素，但是微地貌、岩性、地表水的冲淡作用，都能改变潜水的埋藏状况、循环条件，因而也能改变潜水的化学成分。

准噶尔盆地地下水系统可进一步划分为潜水系统和承压水系统。

1. 潜水系统

(1) 第四系冲洪积层潜水系统。

本系统主要分布在天山北麓山前平原，含水介质为第四系冲洪积物，具有含水层单一、粒粗、厚度大、富水性强、水质优等特点。潜水位埋藏深度一般在冲洪积扇上部大于 50m、中部 30～50m、下部 10m 左右。含水层厚度数十米，甚至大于 100m。钻孔涌水量 200～1000m^3/d 不等。矿化度小于 0.5g/L，化学类型为 HCO_3－Ca－Na，水温 12℃左右。

(2) 第四系冲湖积层潜水系统。

本系统分布范围较广，自山前带尾缘至盆地中心皆有分布，含水介质为细砂或黏砂，厚数米至 30 余 m，水位埋藏深度 1～5m，局部 5～10m，潜水矿化度由盆地边缘向中心逐渐升高，由 1～3g/L 增至大于 10g/L 土井最大涌水量一般小于 10m^3/d。在水化学类型上，由 SO_4 型和 SO_4－Cl 型过渡到以 Cl 型为主。水温动态随气温升降而缓慢地增减，一般在 10℃左右。

(3) 第四系风积层潜水系统。

本系统沙漠面积约 6 万 km^2，各类沙丘主要由粉细砂和中粗砂组成。沙丘间潜水一般矿化度较高，可达 40～50g/L，但亦有埋藏不深的微咸潜水分布，矿化度 1～3g/L。

2. 承压水系统

(1) 第四系冲湖积层承压水系统。

准噶尔盆地第四系冲湖积层承压水系统分布范围甚广，在盆地南缘东西长 900 余 km、南北宽 50～100km 的范围内有冲湖积物分布的地方，均有承压水埋藏。在 200～250m 深度内，含水层数目 4～10 层，以中粗砂和中细砂为主，总厚度 40～80m。第一层承压水层顶板埋藏深度一般距地表 25～50m，局部大于 50m，埋藏在 100m（盆地西部）或 150m（盆地东部）深度以下的承压水，水头均高于地面数米至十数米。含水层富水性一般变化的规律是：自南而北或自西南而东北，富水性由强到弱渐变，钻孔涌水量 100～1000m^3/d 不等，矿化度小于 1g/L，局部大于 1g/L，水化学类型多为 HCO_3－Ca－Na 和 HCO_3－SO_4－Na 型，地下水温度 12℃～15℃，为良好的饮用水、工业用水和灌溉用水。现在被风成沙丘所覆盖的古尔班通古特沙漠南缘地带，亦属第四系冲湖积层承压水系统的分布范围，这就为规划治理沙漠提供了水源。

(2) 第三系砂岩及砂砾岩承压水系统。

本系统主要分布在盆地北部和西北部地区，含水层顶板埋深 20～50m，厚度 20～30m，钻孔涌水量 50～1000m^3/d，矿化度小于 1g/L 或 1～3g/L，局部大于 5g/L。盆地南缘山前拗陷

带石油钻孔在 300m 以下的深度，曾揭露第三系砂砾岩承压水层，自流，钻孔涌水量近 1000m^3/d，矿化度小于 1g/L。

（3）白垩系砂岩和砾岩承压水系统。

盆地西北夏孜街地区，白垩纪地层厚 200 余 m，有 5～6 层含水砂岩，地下水可喷出地表，矿化度 3g/L，带 H_2S 味。克拉玛依地区，在 370m 深度内有 2～4 个含水层，总厚度近 100m，属层间承压水，钻孔涌水量数十至数百立方米/日不等，矿化度 2～3 或 5～23g/L，水化学类型多为 $Cl-SO_4-Na$ 和 $Cl-Na$ 型，局部含碘、硼等微量元素。

（4）侏罗系砂岩和砾岩承压水系统。

乌鲁木齐至昌吉一带，侏罗系煤系岩层中有泉水出露，流量小于 0.1L/s，水质不佳，具 H_2S 味。在克拉玛依地区 150～500m 深度内曾揭露 1～2 层侏罗系砂砾岩承压水层，钻孔自流量数十至数千立方米/日不等，矿化度随着深度的增加由 2～3g/L 变为 17g/L，水化学类型由 $Cl-SO_4-Na$ 变为 $Cl-Na$ 型，含 H_2S 气体。

二、塔里木盆地地下水系统

塔里木盆地位于天山、昆仑山之间的广阔内陆地域内，面积超过 50 万 km^2，沙漠面积占 30 万 km^2。盆地内气候极端干旱，除四周中高山降水较为充沛、海拔 4000m 以上高山有积雪和冰川分布外，盆地绿洲带年降雨量常为 40～60mm，东部及沙漠腹部地区年降雨量不到 10mm，年蒸发量在 2000mm 以上，冬季很少有雪覆盖。塔里木盆地地下水系统主要靠地表水出山口后的大量渗透补给。高山冰雪融水及降雨是保障地表径流经久不衰的主要原因。

塔里木盆地主要分布着第四系松散沉积物孔隙潜水系统和孔隙承压水系统。昆仑山北麓山前平原以潜水系统为主；喀什平原除潜水系统外，局部有承压水系统分布；天山南麓山前平原以潜水系统为主，也有承压水系统埋藏。

1. 塔里木盆地潜水系统

（1）第四系冲洪积层潜水系统。

第四系粗颗粒冲洪积层潜水系统，在昆仑山北麓规模最大，天山南麓次之，潜水埋藏深度数米至数十米不等，钻孔涌水量一般大于 1000m^3/d，矿化度一般较低，部分地区 1～3g/L 或大于 3g/L，多为重碳酸盐型水，局部为硫酸盐型水，东部常为氯化物型水。

（2）第四系冲湖积层潜水系统。

第四系中细砂冲湖积层潜水系统，主要分布在构成塔里木平原主体的冲湖积平原之内，冲湖积层厚度，在塔里木南部和西部达数十米至 200～300m，潜水埋藏深度 1～3m 至 3～5m，部分地区大于 5m，矿化度一般由 3～5g/L 到 5～10g/L，多为氯化物型水，在有现代河流分布的有限范围内，潜水矿化度较低，一般小于 1g/L。

2. 塔里木盆地第四系承压水系统

塔里木盆地第四系承压水系统主要分布在山前盆地和冲湖积平原之中。天山南麓拜城等盆地一般有 2～3 个承压水层，水量丰富，矿化度小于 1g/L。塔里木盆地冲湖积平原北部承压水系统浅层水系统呈带状分布，东起铁干里克，西至阿克苏，一般宽数公里至 11km，在 200m 深度内一般有 2～3 个承压水层，钻孔单位涌水量 2～3L/s·m，水质一般欠佳。喀什平原第四系承压水系统浅层水水质欠佳，在 100m 深度内一般有 2～3 个承压水层埋藏；在 100m 深度以下还有 2 个承压水层，水质较好，局部承压水头可高出地面 10 余 m，钻孔自流量大于 1000m^3/d。在

需要全本请访问 www.ertongbook.com