

天山山间盆地的形成及实际意义

王树基 王永兴

(中国科学院新疆地理研究所)

横亘亚洲中部的天山山系为巨大的国际山系,由三列东西向展布的山链和若干个山间盆地组成,以高峻挺拔、山体宽大、地形对照显著为其特点。中国天山山系东西长1700余公里,南北宽250—350公里。山脊线海拔多在4000米以上,最高的托木尔峰达7435米;而天山山系南北两侧塔里木盆地和准噶尔盆地的海拔分别在1000米和500米以下,山系东段内部吐鲁番盆地的艾丁湖一带还低于海平面154米。因而天山山系显得非常雄伟壮观。

天山山系北中南三列山链中的大型山间盆地有:吐鲁番-哈密盆地、伊犁盆地、尤尔都斯盆地、焉耆盆地和巴里坤盆地等(图1)。地处干旱地区的天山山系及其山间盆地具有较为优越的自然条件与丰富的自然资源。它们是人们赖以生存的源地,抚育着天山南北50多个县市及全疆2/3的人口。所以研究天山山间盆地的形成、演变和现代自然特点,不仅有着一定的科学价值,而且具有重大的实际意义。

一、山间盆地产生的地质基础

天山山间盆地都是海西期褶皱带内受断裂控制的下陷断块。它们的形成、发展与整个天山山体的演化过程密切相关。天山大地构造的基本格局,限定和影响着山间盆地的

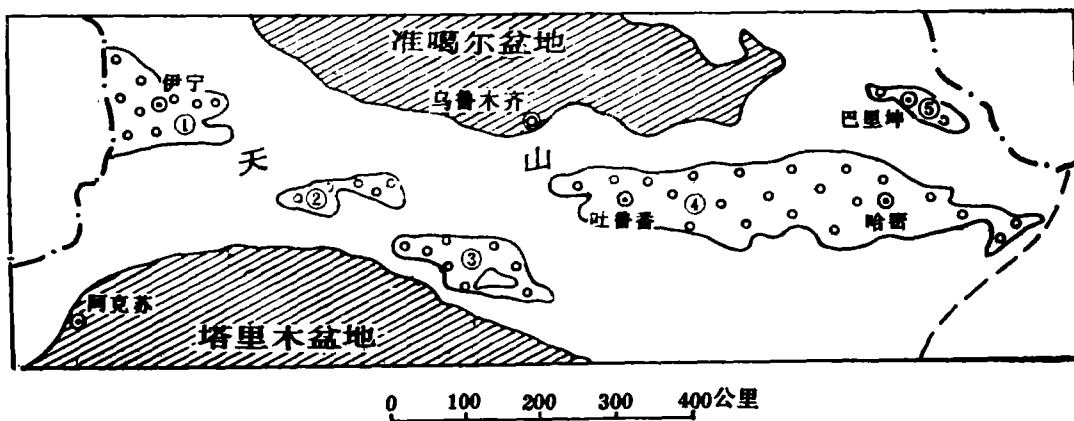


图1 天山山间盆地分布略图

Fig.1 The distribution of the intermont basins of Tianshan System

①伊犁盆地; ②尤尔都斯盆地; ③焉耆盆地; ④吐鲁番-哈密盆地; ⑤巴里坤盆地

发生与发展。

天山山体的演化过程可分为三个阶段,即古生代褶皱隆起阶段,中生代一早第三纪剥蚀夷平阶段,晚第三纪一早更新世大幅度断块隆升阶段。

天山山系早在晚元古代末就有过地壳活动,使上元古界发生褶皱。早震旦世,天山山区出现的一些山岭,为天山山系最早孕育阶段。从晚震旦世经寒武纪至奥陶纪,天山地区属海域沉积环境,地壳活动相对平静。奥陶纪末至泥盆纪初,北天山西段发生加里东运动,引起褶皱隆起。此后,地壳活动较频繁,从石炭纪到二叠纪,整个天山地区普遍发生了强烈的海西运动;至晚二叠世,天山海槽全部褶皱隆起为山地,从此结束了海槽生命,当时整个山地的高度很大,这为现代天山的形成奠定了基础。

二叠纪末,随着天山的褶皱隆起,褶皱带内的一些断块先后下陷为槽地,构成吐鲁番-哈密盆地、伊犁盆地等的早期雏形。中生代以来,尽管天山山区仍时有地壳活动,但其强度大大减弱。总的来看,所有隆起的古生代天山山系是长期处于剥蚀状态,其直延续到早第三纪末。随山地隆起而出现的山间盆地,不断接受来自山地的剥落物质。由此海西期褶皱隆起的古天山终于被剥蚀、夷平而成准平原,古生代褶皱构造形态被削切而遭破坏,断陷生成的负地形区反而大都得到补偿,整个天山山区变成一个起伏和缓、高度不大的准平原化地面。

进入晚第三纪,特别是上新世以后,历经中生代、早第三纪剥蚀、夷平而成的天山准平原,在强烈的新构造运动作用下,断块隆升剧烈。准平原解体,剥蚀、夷平了的低矮山体大幅度隆升为高大山地。山间拗陷中的上第三系与下更新统发生褶皱上升,被囊括在天山山体之内。在山体作总体断块隆升的同时,山间盆地处于相对断陷下沉状态,接受来自山地的剥落物质。第四纪以来,整个天山山系继续上升,而山间盆地持续下降,形成现代呈东西向展布的山链与盆地相间出现的地貌格局。

二、山间盆地的形成与演变

山间盆地的演变历史可分为三个阶段,即海西运动或印支运动雏型孕育期,燕山运动广泛发育期,喜马拉雅运动(尤其是新构造运动)极盛定型期。

海西运动使天山海槽发生褶皱隆起而成高大山地。当时除伊犁山间拗陷外,大都尚未形成山间盆地雏形。进入三叠纪后,天山印支运动使某些海西期地块出现下陷位移,山间盆地开始了初期发展阶段。由于印支运动在天山地区的活动并不强烈,盆地形态仅具雏形,在盆地边缘堆积了厚度不大的陆相碎屑物质。燕山运动在天山地区的活动较印支运动强烈,原来已具雏形的各个大型山间盆地,受断块升降和挤压扭动的影响,广泛发育,尤其是在早中侏罗世。下陷断块进一步沉降,沉积了巨厚的河湖沼泽相含煤地层。中生代期间山间盆地业已形成。喜马拉雅运动,特别是晚第三纪以来的新构造运动,是天山山系及山间盆地的主要形成时期。此时山地剧烈断块隆升;盆地持续大幅度下降,并大大扩展了范围,进入了盆地发展的极盛时期。为适应地壳平衡,山地遭剥蚀,盆地得到补偿,堆积了厚度很大的河湖相地层,磨拉斯建造尤为广泛发育。至此,山间盆地

基本定型。晚更新世的内外营力对盆地进行了修饰和改造。

天山各山间盆地开始下陷和接受沉积的时代有早有晚, 发展过程时快时慢, 成生上是有差异性的。它们的共同特点是: 中生界分布范围小, 厚度大, 尤以侏罗系反映最为明显; 新生界分布广, 而厚度较小。在新生界中, 下第三系分布范围与厚度均小, 而上第三系的分布范围与厚度都大于下伏的下第三系, 这反映出: 晚第三纪是天山山系及山间盆地作相对升降运动的全盛时期。

天山山间盆地具有相同或相似的成因类型或构造型式, 同属地堑型的构造盆地。盆地南北两侧受继承性活动大断裂控制。它们都是在古生代末或中生代初地堑型断块基础上, 经中生代和新生代发展、演变而成的叠加型盆地。

1. 伊犁盆地 地处我国北天山西段的科古琴山与中天山的乌孙山之间, 是一个西宽东窄的三角形盆地, 东西长 170 公里。该盆地早在海西运动晚期已具雏形, 基底为石炭系, 盆地中最早沉积的二叠系陆相火山岩及陆相碎屑岩的厚度超过 3000 米。在中生代期间, 伊犁盆地具震荡性质, 盆底时升时降。早三叠世为上升剥蚀时期, 中晚三叠世伊犁盆地作部分沉降, 仅在山麓地带堆积有少量碎屑物质。早中侏罗世是伊犁盆地的主要发育时期 (图 2), 广大地段剧烈沉降, 堆积了一套河湖沼泽相地层, 厚度为 400—1135 米, 北缘最厚, 向南减薄。由于当时气候湿热, 森林生长茂盛, 因此不仅是伊犁盆地, 而且是整个天山地区在中下侏罗统内普遍赋存煤层, 这成为新疆最重要的含煤地层。自

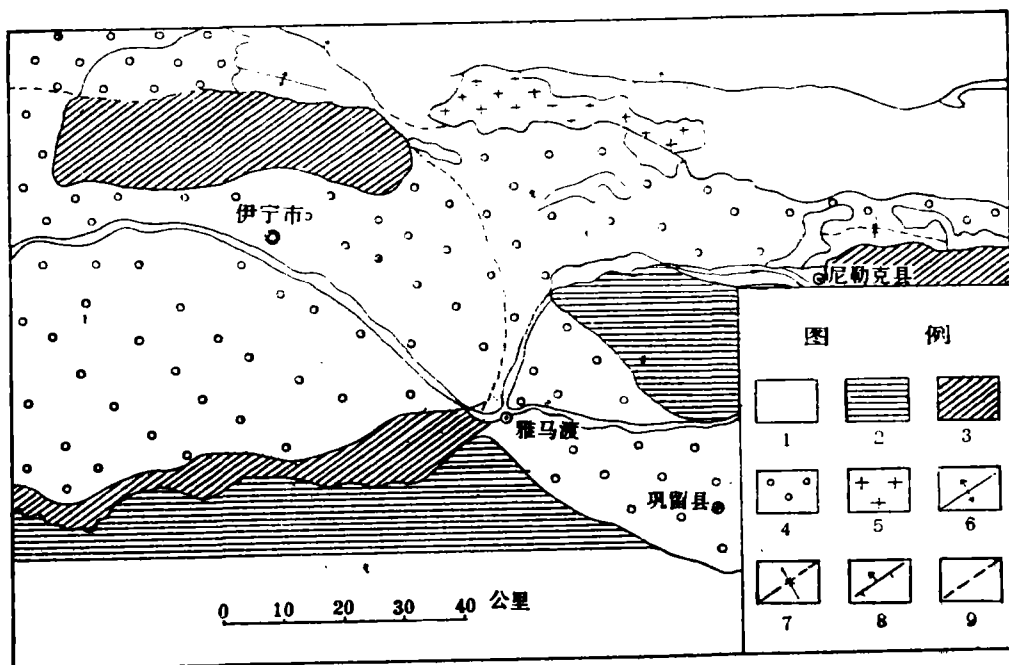


图 2 伊犁盆地地质构造平面图

Fig. 2 Plan of geological structure of Yili Basin

1. 奥陶系—石炭系; 2. 上石炭统—二叠系; 3. 三叠系—侏罗系; 4. 第三系—第四系;
5. 海西期侵入岩; 6. 背斜; 7. 向斜; 8. 断层; 9. 推测断层

晚侏罗世开始,伊犁盆地处于全面抬升阶段,除局部地段外,广大地区缺失白垩系—渐新统。

晚第三纪以来,随周围山地的剧烈隆升,伊犁盆地作相对下降。上第三系在盆地北缘最大厚度有 800 米,主要为浅棕色和棕红色泥岩、砂岩夹砾岩、泥灰岩。在山麓地带,下更新统砾岩多有分布,一般厚度为几十米,最大厚度为 340—400 米;中上更新统为洪积物、冲积物及冰水堆积物,厚度约 100 米。这里还须提及的是,伊犁盆地广泛分布着第四纪黄土堆积,以北部山麓带厚度最大,为 15—32 米,构成山麓黄土丘陵带,是当今伊犁地区旱地之所在。

在伊犁盆地中,新构造运动多有显示。地表广泛为第四系所覆盖,山麓河口大都发育有三级阶地,伊犁河南岸雅马渡一带还发现第四纪断裂。但是从盆地内上第三系和第四系厚度来看,与天山南北麓相比,伊犁盆地的新构造运动强度较弱,它随周围山地整体缓慢抬升而上升,惟上升速率远小于周围山地的上升速率而言。

2. 尤尔都斯盆地 夹峙在中天山的那拉提山和南天山的科克铁克山之间。它的出现始于三叠纪,由大小两个盆地组成,两者受北东—南西向及北西—南东向两组压扭性断裂控制。小尤尔都斯盆地中最早含陆源相类磨拉斯建造是三叠系,厚度为 635—726 米。侏罗纪时盆地内接受来自周围山地的大量剥蚀物质,沉积中心在大尤尔都斯盆地北部,厚度达 1500 米以上。白垩纪—早第三纪,尤尔都斯盆地随山地整体抬升,地层缺失。晚第三纪以来,两个盆地都处于下沉状态,中新统的厚度在大尤尔都斯盆地西部与小尤尔都斯盆地南部均是 170 米。上新统一下更新统的厚度在大尤尔都斯盆地为 380 米,在小尤尔都斯盆地为 170 米。第四纪整个盆地继续下沉,盆底普遍堆积有洪积层、冰水堆积层和湖积层,但厚度均不大。

从盆地内中生界和新生界的分布来看,尤尔都斯盆地的震荡运动更加明显,不仅沉积物厚度不大,而且使许多地层缺失,盆底与周围山脊线的高差约 2000 米,这些主要是第四纪构造活动的结果。

3. 焉耆盆地 位于中天山的博尔托乌拉山与南天山的库鲁克塔格山之间。亦称博斯腾湖盆地,东西长近 130 公里,南北最大宽度 60 多公里。该盆地的基底为石炭系,埋藏深度近 3000 米。盆地中缺失三叠系。侏罗纪沉积中心在盆地的西南部,中下侏罗统厚度在塔什店一带达 1200 米。盆地还缺失白垩系,可见当时盆地抬升而遭剥蚀。第三纪以来,盆地进一步下沉,面积扩大,沉降中心向东迁移,沉积速率在第四纪有递增的趋势。上第三系与第四系厚度超过 1000 米,其中第四系最大厚度达 500 米以上。新构造运动的强烈挤压、扭动,不仅使盆地边缘的大断裂复活,而且在盆地内形成新的背斜,如盆地西北的和静背斜与西部的七颗星背斜等(图 3)。

上述三个盆地的形成有先后,但其成生与发育历史似有着一定联系;尤其是控制伊犁盆地的南界断裂,其向东延伸,则和小尤尔都斯盆地的北界断裂相接,而控制大尤尔都斯盆地的南界活动大断裂,又与焉耆盆地的北界断裂相连。这种构造关系并非巧合,而是可能具有成生联系的。此外,三个盆地在平面上呈雁行排列。

4. 吐鲁番—哈密盆地 地处天山山系东段,它是天山山系中最大的一个山间盆地,

东西长约 700 公里, 南北宽 100 公里左右。盆地北部为博格达山、巴里坤山和哈尔里克山, 南部为库鲁克塔格山和觉洛塔格山, 盆地南北两侧均有大断裂。该盆地在二叠纪末已具雏形, 为古生代褶皱基底, 具北部深南部浅、西部深东部浅的特点。据物探资料揭

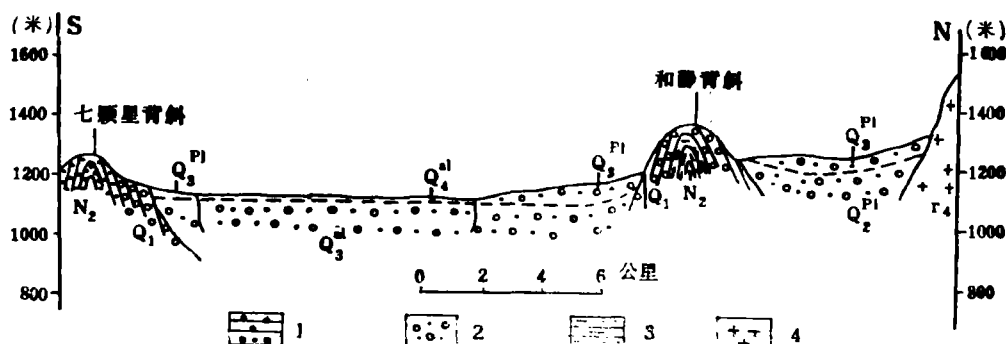


图 3 焉耆盆地的早更新世背斜(据卢业林等人的图件改编)
Fig. 3 Anticline in the Early Pleistocene Epoch of Yanji Basin
1. 砾岩砂岩; 2. 砂砾石; 3. 泥岩; 4. 花岗岩

示, 西部沉降中心大致在火焰山一带, 基底埋深 4600 米以上; 东部沉降中心约在五堡至艾力克一带, 基底埋深 3500 米左右¹⁾。

早三叠世, 吐鲁番-哈密盆地开始接受沉积, 三叠系呈条带状, 主要分布在博格达山南麓。至侏罗纪, 盆地构造型式开始发生变化, 沉积中心向南东迁移。中侏罗世的盆地范围已扩展到南部山麓一带, 这时盆地范围为最大, 而沉积中心则迁移到哈密县城南的大南湖湖区。当时有利的气候和构造条件, 形成分布广、厚度大的中下侏罗统含煤岩系, 厚度超过 1000 米, 煤层最厚达 160—210 米。晚侏罗世, 盆地收缩, 气候变得干热, 沉积了以红色为主的杂色条带碎屑岩。至白垩纪, 盆地进一步缩小, 出现以红色为主的河流相杂色碎屑沉积。

吐鲁番-哈密盆地因北东向的褶皱隆起而被分为东西两个盆地。西部是吐鲁番盆地, 长期处于负向运动状态; 东部为哈密盆地, 则具有震荡性质。两者的构造活动是有差异的。

吐鲁番盆地早在三叠纪已具雏形, 中生界发育比较齐全, 沉积了以侏罗系为主、厚度达 3000 米以上的沉积地层。下第三系厚度为 300 米。上第三系为一套干燥气候环境下形成的湖相沉积, 其中中新统厚度为 500 多米, 上新统为 800 多米, 它们主要分布在北部山前地带和火焰山一带。在同一地段下更新统西域砾岩的最大厚度亦达 800 多米。上述地层经早更新世晚期新构造运动而发生断块隆升, 形成东西向展布的火焰山背斜和盐山背斜等。中上更新统和全新统在盆地内广泛分布, 总厚度为 200—300 米。

哈密盆地中缺失三叠系。侏罗系与白垩系在北部山前地带出露。第三系(尤其是上第三系)分布范围广, 但厚度比吐鲁番盆地的厚度小。第四系厚度更薄。据钻探资料揭示, 在哈密县城北为 100 米左右, 向南厚度迅速减薄; 县城南 12 公里一段厚度由 50 米

1) 张良臣, 1964, 天山东段新构造运动。

减至9米,城南15公里处上新统大面积出露。这就充分说明,第四纪以来,哈密盆地从时升时降转入完全上升状态。哈密盆地作为吐鲁番-哈密盆地整体的一部分,海拔相对较高,盆地最低处的疏拉诺尔海拔为81米。

5. 巴里坤盆地 地处北天山东段的梅欣乌拉山之南,巴里坤山和哈尔里克山之北。该盆地在晚侏罗世才具有负地形,沉积了一套杂色砂砾岩和泥岩,其中含薄煤层。这套地层出露于盆地南北两侧,特别是北侧,因受后期构造运动的影响,侏罗系被抬升到海拔3000米以上,与盆底边缘的同一岩系高差达800米。白垩纪和早第三纪盆地上升,很少接受沉积。晚第三纪以来,盆地大幅度下降,沉积了以红色为主的砂岩、粉砂岩和泥岩等干旱湖相沉积。上第三系在盆地东部和西部边缘均有出露。由钻探资料得知,盆地中第四系的厚度达300米以上。

新构造运动在该盆地中显示清晰,这不仅可见第四系广泛分布,厚度相对较大,而且还可见巴里坤湖的逐渐西迁(晚更新世至今西迁25公里)¹⁾,由此表明盆地本身还具有掀斜抬升现象,东部的抬升量远大于西部的抬升量。

除上述五个山间盆地外,在山地南北新生代褶皱与主体山地间还有一些向斜盆地,如天山南麓的拜城盆地和北麓的玛纳斯盆地等,它们与前述数个盆地的成因不同。

天山山间盆地,按其分布部位和高程可分:1.高位山间盆地(海拔2000米以上),如尤尔都斯盆地;2.中位山间盆地(海拔1000米左右),如伊犁盆地、焉耆盆地和巴里坤盆地;3.低位山间盆地(海拔在500米以下),如吐鲁番-哈密盆地。从山间盆地的发展、演变过程来看,高位山间盆地以缓慢构造上升为主;中位山间盆地具明显震荡性,盆底时升时降;低位山间盆地以长期下沉为主。所有这些均表明,天山山系中各个盆地的构造活动具地域差异性。

三、山间盆地的实际意义

天山山间盆地,在其形成过程中,生成了种类繁多的有用矿产,而且储量相当可观,因此各盆地本身具有重要的实用意义。如前所述,各个盆地的侏罗系中普遍赋存煤层,这为干旱地区提供了宝贵的动力资源,目前大都已加以开采和利用。再则,在这些盆地中还储藏有不少金属矿床。例如,哈密盆地的矿产资源之多,在新疆居于前列,铁和铜储量丰富。另外,吐鲁番盆地的锰、铝和锌,焉耆盆地的钨矿,巴里坤盆地的盐类等,在新疆的工业发展中均占有重要地位。

新疆是一个干旱地区,水源问题是开发的关键所在,天山众多的山间盆地恰好是若干个储量很大的天然地下水库,由此而为各地发展工农牧业提供丰富的地下水资源。盆地的形成不仅创造了良好的第四纪沉积环境,储存着大量的潜水,而且也使侏罗系至第三系具备层间水与裂隙水的赋存条件。正是这些盆地一方面可提供水源,另一方面还能对河川径流起有调节作用。例如,尤尔都斯盆地的两个天然地下水库,对开都河径流动态起良好的调节作用,使径流在各月的分配比较均匀。经测量结果可知,枯水期径流最

1) 据张良臣的资料。

少也占 3.5—4.6%, 汛期(7 月)径流最大也不过占 14.0—16.0%。吐鲁番-哈密盆地普遍采用的坎儿井, 就是劳动人民长期以来利用地下水(第四系潜水)灌溉的成功设施。

相对说来, 天山山间盆地大都具有较为优越的自然条件。众所周知, 天山山系水分条件优越, 年降水量比较丰富, 海拔 1000 米以上地区年降水量多在 400 毫米以上, 某些地段达 800—1000 毫米; 而天山山系南北的塔里木盆地和准噶尔盆地, 年降水量则分别在 100 毫米和 200 毫米以下。天山山区是新疆主要地表径流形成区。统计结果表明, 天山山系的年径流量为 445 亿立方米, 占新疆年径流总量的一半以上。天山山系河流比降大, 水能蕴藏量较丰富。山间盆地的不少地形部位, 又是修建山间水库的理想库区。

各山间盆地海拔不同, 自然条件迥异, 开发利用亦差别很大。一般而论, 高位山间盆地是发展畜牧业的良好场所, 中位山间盆地可以农林牧业并举, 低位山间盆地以农业为主。在各个山间盆地内, 随海拔不同而自然条件分层结构十分明显, 自然资源也因地而异。实践证明, 种植业上限海拔: 天山山系北坡为 1500—1700 米, 南坡为 2000 米。除南坡外, 天山山系宽广的中山地带, 在海拔 1800—2800 米之间, 生长着茂密的云杉纯林, 这是新疆最重要的林业基地。海拔 2800—3300 米的高山地带为良好的夏季牧场。海拔 3500 米以上的极高山带分布着大量的高山冰川和永久积雪, 成为各条河流的河源, 是宝贵的高山水库。

各个山间盆地自然条件差别较大, 在生产建设上的实际价值各不相同, 长期以来人们就是因地制宜来加以利用的。

伊犁盆地是我国天山山系中条件最为优越的山间盆地。这里水源相当丰富, 降水较为充沛, 伊犁河年径流量达 167 亿立方米, 占新疆年径流总量的 1/5; 温度条件适宜, 平原区年均温 8℃, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温值约 3000℃, 无霜期 160 天; 土地肥沃, 农业较为发达, 是新疆重要的产粮基地, 素有“塞外江南”之称。盆地周围的山地, 森林茂密, 草原面积很广, 有全国著名的巩乃斯草原, 发展林牧业前途广阔。

尤尔都斯盆地底部海拔为 2400—2600 米, 年降水量 300 多毫米, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温值仅 200℃, 无霜期 12 天, 不能开展种植业, 但草场良好。著名的巴音布鲁克草原即在这里。大尤尔都斯盆地东南部的开都河入峡段, 兴建水库条件良好, 发展电力生产条件优越。

焉耆盆地的水热条件均好, 以种植业为主。该盆地中的博斯腾湖属我国最大的内陆淡水湖, 发展渔业和利用芦苇发展造纸工业具有良好的条件。

吐鲁番-哈密盆地, 气候干旱, 是我国降水量很少的地区之一, 盆地底部的年降水量仅有 20—30 毫米, 艾丁湖区只有约 5 毫米¹⁾; 但是这个盆地的热量资源非常丰富, 年日照 3000—3500 小时, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温值 4000—5500℃, 无霜期 220—280 天, 利用坎儿井灌溉农田、果园为其特点, 长绒棉生产前途广大; 这里又是瓜果之乡, 吐鲁番无核葡萄、哈密瓜驰名中外, 发展专业性生产前途广阔。

巴里坤盆地底部海拔 1600—1700 米, 年降水量 200 毫米, $\geq 10^\circ\text{C}$ 年积温值 1740℃, 无霜期不足 100 天, 农业生产受到限制, 发展畜牧业条件较好。

1) 李 颀等, 1984, 吐鲁番盆地降水分布特征。

FORMATION OF THE INTERMONT BASINS OF TIANSHAN SYSTEM IN CHINA

Wang Shuji Wang Yongxing

(Xinjiang Institute of Geography, Chinese Academy of Sciences)

Abstract

There are a series of large intermont basins, such as Turpan-Hami Basin, Yili Basin, Youerduisi Basin, Yanji Basin, Baliquen Basin etc., in the Tianshan System. Their formative and evolution processes are closely related to the development history of the Tianshan System.

The geological development history of the Tianshan System can be divided into three main stages, which are in turn the folding and rising stage in the Late Palaeozoic Era, the denudating and planating stage in the Mesozoic Era and the blocking and rising stage in the Neogene and Early Quaternary Periods. The evolution history of these basins can also be divided into three development periods, that is, the embryonic stage during the Late Variscian or the Indo-China Movement, the widely developing stage during the Yanshan Movement and the finalizing stage during the Himalayan Movement, especially during the neotectonic movement.

Among the basins formed during the Mesozoic Era, the basins formed during the Jurassic Period possesses the largest area, while among the basins formed during the Cenozoic Era, the basins formed during the Neogene are characteristic of the largest area. Comparatively speaking, the areas of basins formed during the Mesozoic Era are smaller than that formed during the Cenozoic Era, while the former's sedimentary thicknesses are thicker than the later's ones.

Each basin is rich in the deposits of coal, iron, copper, aluminium and lead and in the heat resource. There is a underground reservoir under each basin. Thus, the intermont basins in the Tianshan System play the important roles in the production and construction of Xinjiang.