# 第一章　区域成矿地质背景及造山带演化

## 第一节　概述

研究区所在的东昆仑地处青海省中西部、青藏高原东北部，是中国中央造山带之秦祁昆褶皱系的一部分。其西起阿尔金断裂，东至香日德以东，北邻柴达木盆地，南隔东昆南断裂带与阿尼玛卿一巴颜喀拉印支造山系相望（图 1-1），由一系列造山带和微陆块镶嵌而成，具有复杂的地质演化历史。该区矿产资源丰富，有金边（柴达木盆地周边地区金矿）盐盆（柴达木盆地盐类矿产）金腰带（昆仑山铜多金属矿）之称，是我国重要的矿产资源基地。特别是近些年来相继发现了一些大、中型金（锑）矿床，倍受人们关注。

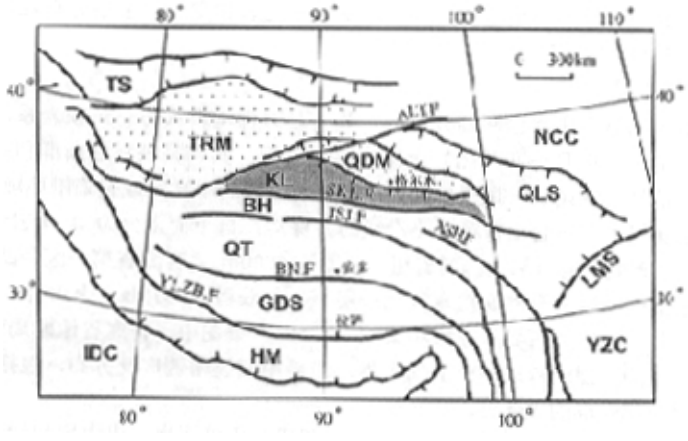



图 1-1　东昆仑大地构造位置图（据许志琴，1996，略修改）

IDC－印度板块；YZC－扬子板块；NCC－中朝板块；HM－喜马拉雅地体；GDS－冈底斯地体；QT－羌塘地体；BH－巴颜喀拉；KL－昆仑地体；TS-QLS-LMS－天山-祁连山-龙门山逆冲带；QDM－柴达木盆地；TRM－塔里木盆地；ALT.F－阿尔金断裂；SKL.F－昆南断裂；JSJ.F－金沙江断裂；XSH.F－鲜水河断裂；BN.F－班公湖-怒江断裂；YLZB.F－雅鲁藏布江断裂；

### 一、区域地层

区域出露地层具有时代跨属范围大、区域差异明显之特点。主要时代集中在前寒武纪、早古生代寒武－奥陶纪、晚古生代石炭－二叠纪、中生代三叠纪及新生代等时间段中。在区域分布上，昆北、昆中和昆南带出露地层较相近，但奥陶纪、泥盆纪及晚三叠纪地层在这三个构造带中的发育程度仍有一定区别，可统一归为东昆仑山南坡地层分区。相比之下，阿尼玛卿及南邻的巴颜喀拉地区，地层发育各具特色，且与昆北、昆中和昆南带显著不同，分别属于阿尼玛卿山地层分区和巴颜喀拉山地层分区。下面主要将与区内成矿和构造演化相关的地层作以介绍。

（一）下元古界金水口群

下元古界金水口群为一套中、高级变质岩系，以发育大量变质基性火山岩（斜长角闪岩）、陆源碎屑岩（片麻岩类）和镁质碳酸盐岩为特征，主要产在昆中带内。青海省区综队（1995）在进行 1∶5 万区调地质调查时，对其作了重新划分，将其下岩组下部麻粒岩相变

质的一套麻粒岩、变粒岩、大理岩等单独划分出来，称为天台山表壳岩系或表壳岩组合，认为系由一套基性火山岩夹含钙质碎屑岩经区域高级变质作用而成，时代归为晚太古代（刘永成等，1998）。然而，由于天台山、金水口、额尔滚赛埃图等地的麻粒岩多呈包体或残留体出现于片麻岩中，构不成具一定规模和有相对固定产出部位的独立地质体，故区内是否存在晚太古代地层，目前尚存在较大的争议。据张德全等（1999）、陆松年等（2000）在区内及邻区该套地层中测得的几组 Sm-Nd 和 U-Pb 年龄，介于 1485～2468Ma 之间，表明区内前寒武系结晶基底经历了多阶段的复杂演化历史，存在较古老的变质岩系是有可能的。

另外，还有两点值得我们注意：（1）柴达木周边地区广泛出露的结晶岩系主要为古元古代变质作用的产物，不同区段的岩石组合具有可比性，表明该区在元古宙时期就已经具有相对一致的地质环境，可能为统一的陆块；（2）下元古界经受了中压角闪岩相变质作用，其原岩为砂质泥岩-基性火山岩-富镁碳酸盐岩，可能代表了古克拉通边缘或从古克拉通边缘分离出来的陆块之间的优地槽环境。

在前寒武纪地层中，除下元古界金水口群外，还包括中元古界的小庙组及冰沟群狼牙山组和上元古界的丘吉东沟组。它们大多经受了绿片岩相变质，主要分布在昆北带和昆中带，构成了稳定的盖层沉积。

（二）下古生界

东昆仑地区的下古生界由两部分组成，其一是万保沟群火山－沉积岩系，代表了大陆裂谷作用形成的古（震旦－寒武纪）东昆仑洋之沉积；其二是铁石达斯群和纳赤台群火山－沉积岩系，是早古生代中－晚期东昆仑再次裂解形成的小洋盆或裂陷槽环境下的产物。

万保沟群建组于东昆仑山青藏公路沿线的万保沟，自下而上分为 4 个岩组：下碎屑岩组、火山岩组、碳酸盐岩组和上碎屑岩组，总厚达 6000m。青海省第一区调队（朱志直等，1985）首次在碳酸盐岩中采到晚前寒武纪叠层石，并获得 1057Ma（火山岩，K-Ar 法）的年龄数据，将其归入中元古界。在近年来的 1∶50 万编图中，青海省地勘局对其做了很大修改，重新厘定的万保沟群属中－上元古界，沿昆中断裂南侧广泛分布，包括原万保沟群、纳赤台群和哈拉郭勒群的大部分。

万保沟一带的万保沟群分布最广泛，由一套浅变质碎屑岩、火山岩和浅变质碳酸盐岩组成。自下而上可划分四个岩组，即下碎屑岩组、火山岩组、碳酸盐岩组、上碎屑岩组。中下部无疑属活动型沉积，向上逐步过渡为稳定型沉积。该套地层严格受断裂构造控制，呈断块状产出，与其它地层多呈断层接触。大干沟－大格勒沟脑一带的万保沟群紧靠昆中断裂南侧呈 NWW 向带状分布，仅出露火山岩组和碳酸盐岩组。在诺木洪河上游，大面积出露的万保沟群火山岩组和碳酸盐岩组，1∶20 万区调将其定为石炭系哈拉郭勒群。这一带的火山岩组中枕状玄武岩和硅质岩极为发育，并有与之配套的超镁铁岩，从而构成代表洋壳的蛇绿岩套。清水泉－哈图一带的万保沟群过去一直被称为哈拉郭勒群，呈近 EW 或 NE 向大面积出露，按岩性组合可分为下、中、上三部分，彼此之间为整合接触，部分断层接触，该套地层的厚度大于 4000m。其中的玄武岩属拉斑系列的洋脊玄武岩，并与硅质岩和清水泉超镁铁岩一起构成蛇绿岩套，代表了一套古洋壳。上述地区的万保沟群地层不但与昆南构造带中的铜地球化学带极其吻合，而且近 3 年来已在其中发现了多处 Cu（Co）矿床（点），因而，其已成为东昆仑地区的一个重要含矿层位。

万保沟群的时代是争议最大的一个问题。潘裕生等（1996）在建组剖面之碳酸盐岩组中采得的叠层石，经中科院南古所曹瑞骥鉴定为辽南系裸肢叠层石，时代约 850～700Ma，属震旦系。林宝玉等（1997）在万宝沟群的建组剖面之碳酸盐岩组上部（万保沟口两侧采石场）分析出早寒武世小壳化石、在上碎屑岩组（纳赤台东 4km 处）的灰岩夹层中，分析出大量早寒武世梅树村阶的小壳化石表明万宝沟群的上碎屑岩组和碳酸盐岩组上部属寒武纪，下碎屑岩组、火山岩组及碳酸盐岩组之下部（含叠层石）应划归震旦系，震旦与寒武

系的界线应在碳酸盐岩组中通过，这与中国南方寒武—震旦系分界（梅树村剖面）极其相似。许志琴等（1997）在万保沟群建组剖面的火山岩组中，用 4 件玄武岩样品，获得了 684±54Ma 的 Rb-Sr 等时年龄，潘裕生等（1996）也报道过该地玄武岩的 Rb-Sr 等时年龄（667±21Ma），这显示玄武岩成岩于震旦纪。杨经绥等（1997）在清水泉蛇绿岩中获得了 518±3Ma（单颗粒锆石蒸发法）和 578.5±6Ma（角闪石的 Ar-Ar 坪年龄）的同位素年龄数据。因此，万保沟群代表了晚元古代 Rodinia 超大陆拼合形成之后，重新拉开的大陆裂谷沉积，时代应为震旦—寒武纪。

晚奥陶纪时期，东昆仑地区再次被拉伸裂解，在昆北构造带，形成铁石达斯群（现称滩间山群），主要为一套海相中—基性火山岩、砂岩、碳酸盐岩夹硅质岩，顶部与上泥盆统黑山沟组呈角度不整合。姜春发等（1992）通过与新疆境内的祁漫塔格群对比，认为它们同属于一套地层，统称为祁漫塔格群，并认为可能包括一部分志留系和寒武系。在昆中缝合带，柴达木石油地质普查大队（1957）将分布于纳赤台附近的大片砂岩、板岩及火山岩地层划为奥陶纪-志留纪，命名为纳赤台系，后来演变为纳赤台群。纳赤台群在地层划分对比上存在较大的分歧，包括有不同时代的地层，其中很大一部分属于三叠系。姜春发等（1992）从中解体出了元古界的万宝沟群、下古生界的纳赤台群、上古生界小南川群、下二叠统、中生界下、中三叠统和上白垩统。青海省地质志（1991）将纳赤台群归属为上奥陶统，限定为由砂岩、板岩夹结晶灰岩组成。青海省地科所（1989）重新将火山岩系归入纳赤台群，并认为玄武岩具有大洋（洋岛）玄武岩的特征。青海省地层多重划分对比研究组（1995）将纳赤台群定义为分布于布尔汉布达山一带的一套绿片岩夹碳酸盐岩地层，自下而上由水泥厂组、石灰厂组和哈拉巴依沟组合并而成，时代属于奥陶纪-志留纪。总之，东昆仑地区的铁石达斯群、纳赤台群，与柴北缘地区的滩间山群，以及南祁连地区的同时代地层是可以类比的，它们是早古生代的中—晚期（$O_3$）小洋盆或裂陷槽环境下的产物。

（三）上古生界—下中生界

上古生界在昆中及昆北带发育上泥盆统—下二叠统，缺失下、中泥盆统及上二叠统地层；而在昆南带则仅有石炭系和二叠系。上泥盆统在昆北带以海陆交互相沉积为主，在昆中带为山麓—河湖相磨拉石沉积。石炭系包括哈拉郭勒组、浩特洛洼组、大干沟组和缔敖苏组。二叠系在昆南带发育较好，为布青山群，包括树维门科组和马尔争组，前者代表了一套前陆盆地沉积，后者为古特提斯阿尼玛卿洋盆中的沉积物。柴南缘的二叠系仅零星分布于祁漫塔格山北缘，称为打柴沟组。

三叠系主要分布在昆南带及其南邻的巴颜喀拉构造带，在昆北和昆中构造带中也有分布（表 1-1），它们的发育程度和建造特征明显不同，一些地层中产出有金锑矿床。

昆南构造带中三叠系十分发育，由下至上依次为洪水川组、闹仓坚沟组和八宝山组。根据实体化石和遗迹化石的研究，结合区域上的岩性对比，洪水川群划分为 3 个岩性单元，即底部砂砾岩段、中部灰岩夹砂岩段和上部砂板岩段，属于下三叠统印度阶和奥伦尼克阶。闹仓坚沟组包括闹一段砂砾岩和闹二段砂板岩，从中三叠统早安尼锡期延续到中安尼锡期。砂岩的常量元素分析结果表明，大部分砂岩为杂砂岩，属于复理石盆地的浊积岩范畴；砂岩稀土元素的特征值接近于活动大陆边缘和大陆岛弧元素的参数值（田军等，2000）。下中三叠统的研究结果表明，在晚二叠世至中三叠世的洋陆转换阶段（晚华力西—印支造山过程），阿尼玛卿—昆南的系列陆块焊接并拼贴到昆中—昆北构造单元，构成一个整体，下中三叠统形成于晚二叠世末开始发育、中三叠世末消亡的东昆南前陆盆地环境。八宝山组由一套海陆交互相—陆相碎屑岩夹火山岩、火山碎屑岩和煤线组成。

东昆仑以南的可可西里—巴颜喀拉山地区广布的三叠系称巴颜喀拉山群。这是一套厚度巨大的、几乎全部由砂岩和板岩组成的地层，以深海和半深海沉积为主体。其分为三个亚群，分别代表了早、中、晚三叠世时期的沉积。东昆仑山南缘的北巴颜喀拉地区，几乎

全部被巴颜喀拉群下亚群覆盖。这是一套早三叠世复理石建造，由中一粗粒长石砂岩、长石石英砂岩、粉砂质板岩组成，向上板岩增多，其上被中亚群整合覆盖。有大小不等的灰岩外来岩块，岩块中见石炭、二叠纪化石。地层中发育各种典型的浊流沉积标志，常见重荷模、槽模、沙纹层理、粒序层理，主要显示浊流的 AB 层序，见大量滑塌堆积沉积物，是一套被动大陆边缘沉积物。中亚群和上亚群也是一套厚大的复理石沉积，它们主要分布于北巴颜喀拉的南部海环境。

分布于昆北带和昆中带的上三叠统以鄂拉山组为代表，大面积出露于东部的鄂拉山地区和西部的祁漫塔格地区。在鄂拉山-都兰地区，鄂拉山组为一套陆相的火山-沉积岩系，其中火山岩部分以富钾的中一酸性岩石为主，发育少量基性火山岩。在柴达木盆地南缘的祁漫塔格地区断续出露的鄂拉山组，以酸性火山碎屑岩和火山碎屑熔岩为主，底部有少量玄武安山岩，岩石属高钾钙碱性系列，其中火山岩的两条 Rb-Sr 等时线年龄分别为 208Ma 和 222.3Ma，证明其属晚三叠世。因此，鄂拉山组火山岩代表了古特提斯洋向北俯冲（晚华力西一印支造山旋回）过程中的陆内（加厚的陆壳）岩浆产物。

表 1-1　东昆仑及南邻三叠系地层序列

| 地层 | | 昆北带 | 昆中带 | 昆南带 | | 巴颜喀拉带 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 三叠系 | 上统 | 鄂拉山组 | 鄂拉山组 | 八宝山组 | | 巴颜喀拉群上亚群板岩组 |
| | 中统 | 缺失 | 缺失 | 闹仓坚沟组 | 闹二段 | 巴颜喀拉群中亚群砂岩组 |
| | | | | | 闹一段 | |
| | 下统 | 缺失 | 缺失 | 洪水川组 | 上部岩段 | 巴颜喀拉群下亚群砂板岩组 |
| | | | | | 中部岩段 | |
| | | | | | 下部岩段 | |

（四）上中生界一新生界

晚中生代一新生代陆相地层形成孤立的盆地，其主体部分位于柴达木盆地，少量出露于昆仑山区。侏罗纪的含煤建造、白垩纪的红色建造、第三纪的膏盐建造代表了陆内造山的前陆盆地形成和演化的产物，反映区域由低海拔的温湿气候逐渐转变为高海拔干冷气候的过程。

## 二、区域岩浆岩

东昆仑是青藏高原岩浆活动最为发育的地区之一，火山岩、侵入岩广泛出露。尤其是中-酸性侵入岩与区域成矿关系密切，另外，区内发育的蛇绿岩套是构造演化的重要标志。

（一）中一酸性侵入岩

花岗岩是研究区侵入岩的主体，花岗质岩类在昆北、昆中、昆南三个构造带均有出露，尤以昆中带最密集，又被称为东昆仑花岗岩带。资料显示，东昆仑花岗岩的发育主要集中于前寒武纪、加里东期、华力西期、印支期及燕山期，其中华力西期和印支期最为发育。

前寒武纪花岗岩是近年来从昆中构造带元古代变质岩系或其它复式岩体分解出的一类岩体，已陆续获得 580～1900Ma 之间的多个同位素年龄数据。代表性岩体有金水口混合花岗岩体、白日其利斜长花岗岩体、平台岩体、跃进山岩体等。主要岩类有闪长岩、石英闪长岩、石英二长闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩、正长花岗岩、碱长花岗岩等。产状和成分特征显示前寒武纪花岗质岩石主要是地壳部分熔融的结果，分异不明显。

加里东期花岗质岩石出露零星，主要见于昆北带及昆中带，且以后者为主，代表性岩