

锡铁山矿床地质

坚润堂 李 峰 吴志亮 杨 帆 等著

地质出版社

锡铁山矿床地质

坚润堂 李 峰 吴志亮 杨 帆 李保珠 著
赵向东 吴 静 汪林峰 庄儒新 陈 琿

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书在总结锡铁山超大型海底喷流沉积型铅锌矿床的区域成矿地质背景、矿床地质-地球化学特征、含矿建造和控矿地质条件的基础上,对柴北缘早古生代的大陆裂谷环境、锡铁山矿区的热水(喷流)岩系、矿床的“双层结构”矿化系统、两类矿体地质-地球化学特征的异同及其综合成矿模式做了深入和系统的阐述。

本书资料翔实,是集成矿理论-综合研究-地质找矿为一体的研究成果,理论与实际紧密结合,可供从事矿产地质领域的科研人员和相关院校师生使用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

锡铁山矿床地质 / 坚润堂等著. —北京:地质出版社, 2016. 7

ISBN 978-7-116-09824-4

I. ①锡… II. ①坚… III. ①铅锌矿床-矿山地质-青海省 IV. ①P618.42

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 164455 号

责任编辑:孙亚芸 杨 艺

责任校对:韦海军

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话:(010)66554528 (邮购部); (010)66554633 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

传 真:(010)66554686

印 刷:北京地大天成印务有限公司

开 本:787mm×1092mm $\frac{1}{16}$

印 张:10.75 图版:13 面

字 数:260 千字

版 次:2016 年 7 月北京第 1 版

印 次:2016 年 7 月北京第 1 次印刷

定 价:38.00 元

书 号:ISBN 978-7-116-09824-4

审 图 号:GS (2016) 1103 号

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

前 言

柴北缘构造带呈北西—南东向展布于祁连山微陆块与柴达木微陆块之间,是我国中央造山带的重要组成部分,也是我国仅有的几个存在高压—超高压变质岩的地区之一,亦是我国西部地区重要的多金属矿集区之一。该区地层出露齐全,构造—岩浆热事件多发,变形及变质作用强烈,地质构造复杂多样,矿产资源极为丰富。自20世纪50年代以来,该区矿产勘查取得了突破性进展,探明了一批大型—超大型金属矿床,提交了丰富的矿产储量和地质资料。许多地质院校和科研单位也在该区开展过大量的地质调查和科学研究工作,取得了丰硕的成果。

锡铁山超大型铅锌矿床产于柴达木盆地北缘由早古生代裂陷形成的一套呈NW向展布的火山—沉积岩系中。自1956年该矿床被发现以来,累计探明铅锌金属储量500余万吨,是我国最大规模的铅锌矿床之一,在地方经济建设中占有重要地位。国内外许多专家学者都在本区做过较系统的研究工作,为推动矿山地质勘查和科学研究的发展奠定了坚实的基础。综观锡铁山铅锌矿床的开发和研究史,大致可分为以下3个阶段:

1) 20世纪50年代至70年代末,以矿山勘查为主,很少量的基础地质研究,为国家提供了一处大型铅锌生产基地,为其后的地质勘查及研究工作奠定了基础,当时普遍认为锡铁山为中低温远程热液裂隙充填交代型铅锌矿床,成矿时代为海西期末。

2) 20世纪70年代末至21世纪初,由原锡铁山矿务局牵头,国内多家单位在锡铁山矿区开展了大量的地质勘查工作,矿山找矿取得较大进展。同时众多科研院所也针对矿区存在的问题开展了各种专项研究,但在成矿背景、矿床成因、含矿建造、构造样式及成岩、成矿时代等一些基础地质问题上未能取得一致认识。

3) 21世纪初以来,随着成矿系列、成矿模式、成矿环境及成矿演化等研究工作的相继开展,多单位、多学科联合攻关,矿山勘查部门与科研机构之间加强了交流与合作,对锡铁山矿床的研究进入到了一个崭新的阶段,矿山找矿与理论研究均取得重大突破。

2001年以来,以昆明理工大学李峰教授为首的课题组先后在锡铁山矿区及其外围开展了一系列的科研工作,在以下几个方面取得重要新进展:①重新厘定了柴北缘早

古生代滩间山群的地层层序，指出柴达木盆地北缘早古生代构造环境具大陆裂谷环境特征；②鉴别了锡铁山矿区的热水（喷流）岩系，提出锡铁山矿床具有“双层结构”的矿化系统，两类矿体在地质—地球化学特征方面显著不同；③建立了“双层结构”矿化系统的综合成矿模式，通过逐步解决一些困扰矿山找矿多年的基础地质和成矿规律认识问题，为深部及外围找矿工作提供了理论支持。

本书是在坚润堂博士毕业论文的基础上，结合课题组多年的研究成果，总结、提炼和补充完善而成的。全书共分6章，前言由李峰编写，第1章至第6章由坚润堂编写，杨帆、赵向东、汪林峰等参与完成了部分插图的绘制。李峰审阅了全稿，最后由坚润堂统编定稿。

吴志亮、李保珠、赵向东、汪林峰等参加了部分野外工作，吴静、庄儒新、陈琿、杨帆等参与了项目的部分室内工作。研究工作得到了西部矿业公司、湖南有色地质勘查局二四七队相关领导及工程技术人员的热情帮助和大力支持。谨此，对所有提供帮助的单位和个人表示诚挚的感谢。

由于作者水平有限，书中存在疏漏在所难免，敬请读者批评指正。

目 录

前 言

第 1 章 区域成矿地质背景	(1)
1.1 柴北缘及其邻区构造格架	(2)
1.1.1 柴达木台块	(2)
1.1.2 南祁连造山带	(7)
1.1.3 柴北缘(裂谷)活动带	(7)
1.2 区域地层	(9)
1.2.1 前寒武系	(10)
1.2.2 下古生界	(11)
1.2.3 上古生界—中生界	(12)
1.2.4 中生界—新生界	(14)
1.3 区域深大断裂	(14)
1.3.1 阿尔金断裂带	(14)
1.3.2 宗务隆—青海南山断裂带(宗务隆山北缘断裂带)	(15)
1.3.3 宗务隆山南缘断裂带	(15)
1.3.4 鱼卡—乌兰断裂带	(15)
1.3.5 柴北缘断裂带	(16)
1.4 柴北缘早古生代滩间山群火山岩	(16)
1.4.1 柴北缘滩间山群火山岩研究概况	(16)
1.4.2 柴北缘滩间山群火山岩特征	(23)
1.5 柴北缘早古生代裂谷演化与成矿	(36)
1.5.1 滩间山群火山岩构造环境判别	(36)
1.5.2 柴北缘高压—超高压榴辉岩与滩间山群的时代关系	(42)
1.5.3 基性—超基性侵入岩的时代问题	(43)
1.5.4 柴北缘早古生代大陆裂谷演化与成矿	(44)
第 2 章 海底喷流沉积成矿作用研究进展	(48)
2.1 海底喷流沉积成矿理论的由来	(48)
2.1.1 现代海底热水成矿作用	(48)
2.1.2 海底喷流沉积成矿理论的形成	(49)
2.2 矿床分类	(50)
2.2.1 按容矿岩石分类	(50)

2.2.2	按矿石组成或成矿元素组合分类	(50)
2.2.3	按矿床产出的构造环境及代表性矿床分类	(50)
2.2.4	按矿床形成的构造环境与成矿元素组合分类	(51)
2.3	矿床产出的构造背景及成矿时代	(52)
2.4	矿床研究	(54)
2.4.1	层控及时空特征	(54)
2.4.2	与矿体共生的热水(喷流)岩系	(54)
2.4.3	矿化及蚀变分带特征	(55)
2.4.4	特殊的矿石组构	(56)
2.5	成矿物质来源	(56)
2.5.1	金属和硫的来源	(56)
2.5.2	成矿流体的来源和性质	(58)
2.6	喷流沉积成矿模式	(59)
2.7	喷流沉积成矿作用研究的意义	(61)
第3章	矿区地质概况	(62)
3.1	矿区地层	(62)
3.1.1	古元古界达肯大坂群 ($Pt_1 Dk$)	(62)
3.1.2	下古生界滩间山群 (OT)	(62)
3.1.3	下志留统砾岩碎屑岩组 ($S_1 l$)	(67)
3.1.4	上泥盆统阿木尼克组 ($D_3 a$)	(68)
3.1.5	下石炭统城墙沟组 ($C_1 c$)	(68)
3.1.6	新生界	(68)
3.2	含矿建造及热水沉积岩	(68)
3.2.1	含矿建造特征	(68)
3.2.2	热水(喷流)沉积岩类构成	(71)
3.3	矿区构造	(82)
3.3.1	褶皱构造	(82)
3.3.2	断裂构造	(83)
3.4	侵入岩	(85)
第4章	矿体特征及双层结构	(86)
4.1	矿体产出特征	(86)
4.1.1	矿体形态、产状及规模	(86)
4.1.2	矿体空间分布特征	(91)
4.2	矿石矿物组成和结构、构造特征	(92)
4.2.1	矿石矿物组成	(92)
4.2.2	结构、构造	(94)
4.3	矿物生成顺序及成矿阶段	(96)
4.3.1	喷流沉积成矿阶段	(97)

4.3.2 改造阶段	(97)
4.4 围岩蚀变	(97)
4.4.1 黄铁矿化	(97)
4.4.2 硅化	(97)
4.4.3 碳酸盐化	(98)
4.4.4 绿泥绢云母化	(98)
4.4.5 钠长石化	(98)
4.4.6 萤石化	(98)
4.5 锡铁山铅锌矿床的双层结构	(98)
4.5.1 “双层结构”的释义	(98)
4.5.2 矿化结构剖面	(99)
4.5.3 锡铁山两种类型矿体地质特征的比较	(103)
4.5.4 锡铁山双层结构的矿化系统	(105)
第5章 矿床地球化学	(107)
5.1 Zn/Pb 值及其变化	(107)
5.2 微量元素地球化学特征	(108)
5.2.1 金属硫化物微量元素	(108)
5.2.2 金属硫化物与矿体上、下火山岩微量元素组成之间的关系	(112)
5.3 稀土元素地球化学	(115)
5.3.1 大理岩型矿体硫化物稀土元素组成	(115)
5.3.2 (炭质)片岩型矿体硫化物稀土元素组成	(117)
5.3.3 锡铁山矿床稀土元素组成特征讨论	(118)
5.4 同位素地球化学	(120)
5.4.1 硫同位素组成	(120)
5.4.2 铅同位素组成	(124)
5.4.3 铷、锶同位素组成	(130)
5.4.4 碳、氢和氧同位素组成	(132)
5.5 流体包裹体地球化学特征	(134)
5.5.1 包裹体发育特征	(135)
5.5.2 成矿流体温度和盐度	(136)
5.5.3 成矿压力估算	(140)
5.5.4 流体包裹体成分	(140)
5.5.5 含矿溶液的 pH、 E_h	(141)
第6章 成矿控矿条件及成矿模式	(143)
6.1 成矿控矿条件	(143)
6.1.1 地层及岩性对锡铁山铅锌矿床的控制作用	(143)
6.1.2 构造对锡铁山铅锌矿床的控制	(144)
6.1.3 火山作用控矿	(145)

6.1.4	沉积环境对锡铁山铅锌矿床的控制	(146)
6.1.5	热水(喷流)中心对成矿的控制	(147)
6.2	矿床类比及成矿模式	(147)
6.2.1	与不同类型矿床比较	(147)
6.2.2	锡铁山铅锌矿床的成矿模式	(151)
主要参考文献及资料		(154)
图 版		

第1章 区域成矿地质背景

柴达木盆地北缘（简称柴北缘）地处祁连山地块与柴达木地块的拼合部位（Wang and Mo, 1995）（图 1.1），是秦－祁－昆（秦岭、祁连山和昆仑山）中央造山带的重要组成部分。它西迄阿尔金山，东至鄂拉山，北邻南祁连山，南接柴达木盆地，北西－南东延伸近 750km，南北宽约 50km，面积约 37000km²，呈反“S”形展布。地质意义上，柴北缘通常指柴达木盆地北侧边缘断裂带与拉脊山－中祁连南缘断裂带之间的地质构造带，东、西两端分别被哇洪山－温泉断裂和阿尔金断裂所围限。其中广泛发育的晋宁期巨型花岗片麻岩、泛非期蛇绿岩和榴辉岩等特征岩石，指示出柴北缘是青藏高原北部一条极为重要的大地构造边界。加之该构造带上蕴藏着诸如锡铁山超大型喷流沉积型铅锌矿、滩间山和赛坝沟大型蚀变岩型金矿等一大批多金属矿产资源，以及丰富的煤和石油天然气等非金属矿产资源，使其成为广大地学工作者研究和关注的焦点地区之一。

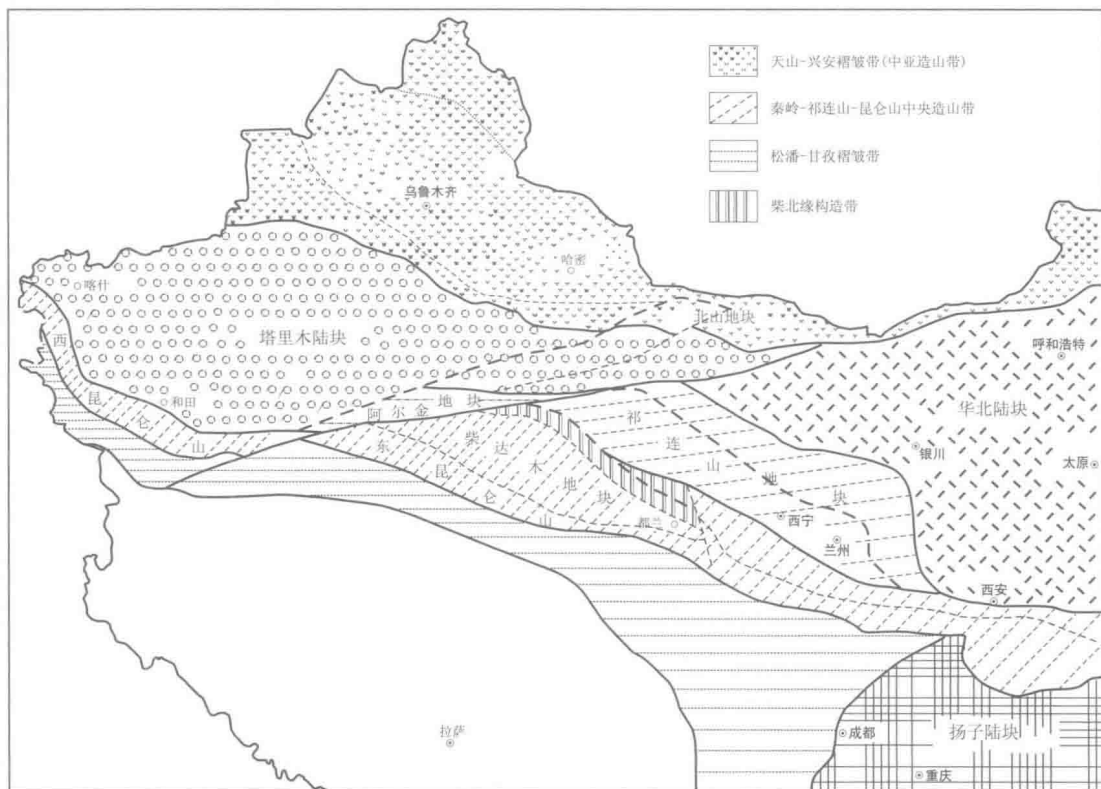


图 1.1 我国西北地区地质构造格局及构造单元划分略图

（据王惠初，2006）

柴北缘的基底变质岩系习惯称为“达肯大坂群”，时代归属古元古代，由各种片麻岩、片岩、大理岩、角闪岩及混合岩组成，广泛分布于柴达木盆地北部边缘地带。在锡铁山—鱼卡一带，其中含有呈透镜状断续分布的高压—超高压榴辉岩体。近年来，其大地构造意义引起地学界的高度重视，被认为是一条可与秦岭—大别碰撞造山带相比拟的大地构造分界线。

青藏高原隆升期间，柴北缘早古生代碰撞造山带遭受了新生代构造运动的强烈改造，内部结构残缺不全，相互间多以构造岩片交错叠置在一起，形成极为复杂的区域构造带。

1.1 柴北缘及其邻区构造格架

作为秦—祁—昆造山带的重要组成部分，前人针对柴北缘及其邻区的构造格局及其演化历史开展过大量研究工作，并提出了不同的构造划分方案。涂光炽等（1963）从构造岩相带的角度将包含柴北缘的祁连山划分为7个构造岩相带。黄汲清等（1965，1977，1979）应用槽台学说将柴北缘及其邻区划分为5个构造单元。之后，众多学者（李春昱等，1978，1982；王荃等，1976；张之孟，1994；夏林圻等，1991，1995，1996，1998，2001；冯益民等，1995；张新虎，1993，2005；贾群子等，2007）应用板块构造理论分别从不同侧面对其构造格架及演化历史开展了深入细致的研究，并取得了许多新的成果和进展。潘桂棠等（2001）、许志琴等（2006）在对青藏高原的地质研究中，应用多岛弧盆地、地体单元等对该区的构造划分提出了新的认识和划分方案。陆松年等（2006）在“中央造山带”早古生代缝合带及构造分区的研究中对柴达木盆地南北缘的构造分区做了概述。宋述光等（2009）提出柴北缘—祁连山巨型复合造山带的观点。总之，针对柴北缘及其邻区背景的认识仍存在不同意见。

综合以往资料及本课题研究成果，认为柴北缘构造带及其邻区自太古宙—元古宙早期陆核形成以来，在漫长的地史发展过程中，经历了多次构造热事件的作用。中元古代时，其中的欧龙布鲁克微陆块与柴达木地块连为一体。早古生代时期，它与祁连山地区一起从华北地台裂解出来，并经历拉张→闭合的复杂演化过程。晚古生代（三叠纪），随古特提斯洋的演化，柴北缘发生了海侵，尤其是北带（宗务隆山）受到强烈影响。基于不同地质时代地质事件群的发育特征及时空配置关系，通过沉积事件、岩浆活动、变质作用、构造形迹和成矿作用等资料的对比，结合地球物理资料和边界断裂性质研究成果，将本区划分出3个二级构造单元，各单元之间被区域大断裂所分隔（图1.2）。

1.1.1 柴达木台块

就柴达木台块的构造属性而言，一直存在较大争议，有“秦—祁—昆褶皱系的一个中间地块说”、“与塔里木早期直接相连，晚期被阿尔金断裂分开”、“与中祁连等地块同属于被多岛弧—小洋盆分隔的微陆块”、“为秦—祁—昆造山带的一部分”、“古生代期间是一个统一的克拉通—西域板块”、“是一个沿中上地壳滑脱带拆离的褶皱带”、“由于高原生长而‘捕获’的盆地”等多种认识。实际上，华北、塔里木、扬子等地块均经历了

复杂而多样的多旋回构造演化过程，作为各大陆块体中间的重要组成部分，柴达木台块必然也会被卷入其中，在不同的演化阶段具有不同的构造属性。

柴达木台块中央中生代地层厚 6000 ~ 10000m，最厚达 172000m，顶部被第四纪风成沙覆盖，周缘被造山带围限，暴露地表的基底主要分布在陆块的南、北两缘。由于柴北缘的基底变质岩部分卷入了柴北缘高压—超高压变质岩带，而柴南缘的基底变质岩又经历了多期复杂的构造变形、变质、位移和洋陆转换等相互作用，因此，对其基底岩系的确切组成并没有最终界定。以往的研究主要以 1:20 万区域地质调查和少量钻探资料为基础，并结合重磁等地球物理资料进行推断。一些学者认为柴达木台块可能存在古老结晶基底，如黄汲清（1955）认为柴达木盆地的基底是“硬化了的加里东褶皱带”；张文佑等（1965）认为“柴达木盆地基底由太古宙结晶岩系构成”；朱夏（1957）根据祁连山南麓发现了不整合于变质岩系之上的未变质震旦纪与寒武纪地层，提出了“古柴达木为中朝古陆块的前哨”的看法；杨绍清（1985）则认为其是一个古生代褶皱基底。而另一些学者，如翟光明（1990）则认为柴达木盆地可能存在拼合基底和古生代褶皱基底。最近研究成果表明，柴达木盆地具有一个统一的前震旦纪克拉通基底（方剑，2006）。地球物理勘查表明，柴达木盆地显示出一个面积约 150000km² 的大面积稳定正磁异常区（图 1.3），平均强度约 40nT，这一正磁异常在卫星磁力图上亦有显示，说明整个柴达木盆地深部存在着巨厚的元古宙和太古宙的老磁性基底。在航磁 ΔT 上延 20km 异常场中，盆地内部分区特征有一定的显示，在盆地中央存在一个大致走向 NNE - SSW 向的高磁异常条带，将

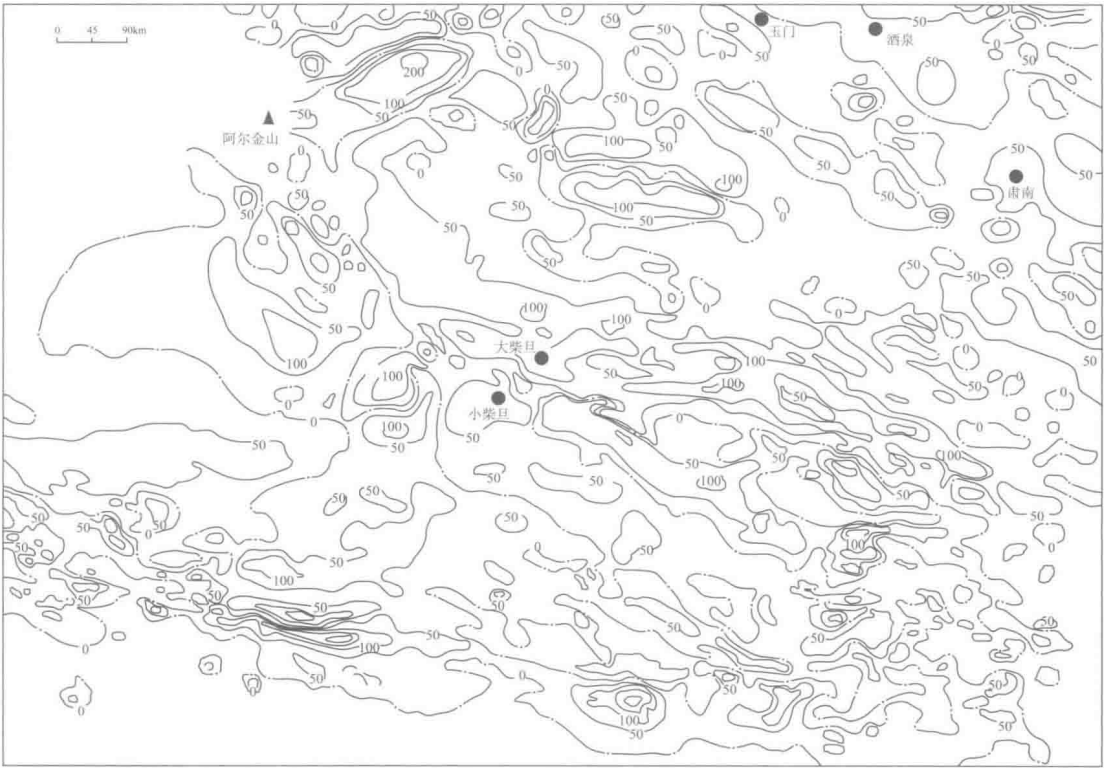


图 1.3 柴达木盆地及其邻区航磁异常图 (nT)
(据青海油田, 2000)

盆地分隔为东、西两部分。在西部也存在一个走向 SSE - NNW 向的高磁异常带将其分隔成南、北两个低值区，这两个局部带状高频磁异常体占盆地内部平缓磁场区的比例较少。结合盆地基底古生界岩性分布特征（图 1.4），反映出航磁异常分区性和基底古生界岩性分布具有一定的耦合性。在重力异常图（图 1.5a）上，柴达木盆地周缘被阿尔金山、昆仑山和祁连山重力异常梯度带所围限，而盆地内部区域则表现为较宽缓的重力梯度带，重力异常值为高低相间展布的区域重力场特征。盆地的重力异常等值线总体呈 NNW 向，负异常中心位于三湖地区，重力值梯度变化较小，很好地反映了古老稳定的基底地块，由盆地中心向边缘造山带，基底埋深逐渐减小，在盆地边部出现密集的重力梯级带，这一梯度带恰好对应于区域性深大断裂。

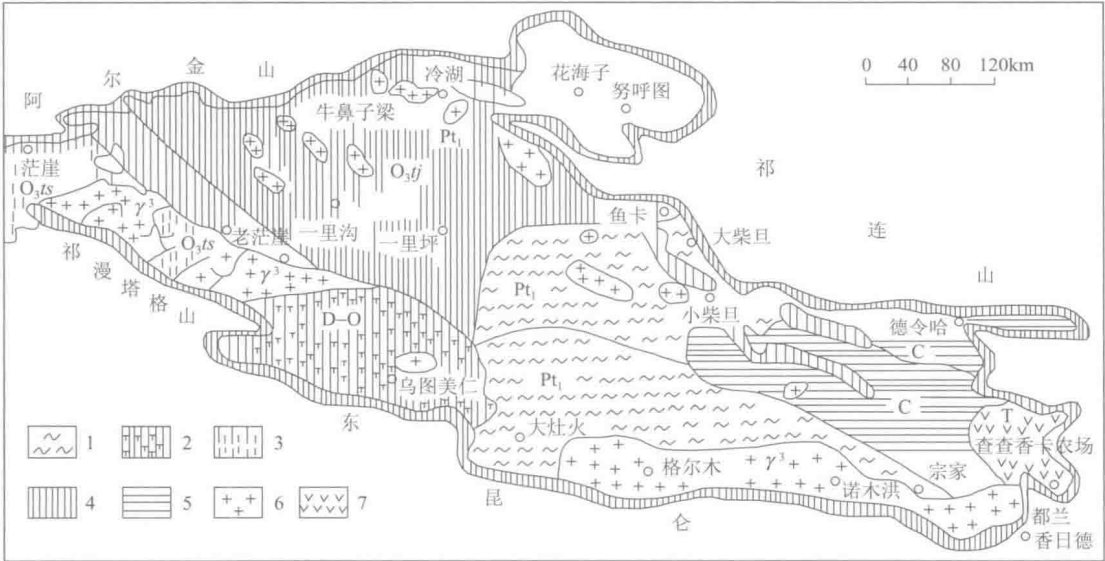


图 1.4 柴达木盆地基底岩性分布图
(据陈世悦等, 2000)

- 1—古元古界花岗片麻岩；2—奥陶 - 泥盆系浅变质火山沉积岩；3—上奥陶统浅变质岩系；
- 4—上奥陶统绿片岩系；5—石炭系碳酸盐岩 - 碎屑岩；6—花岗岩；7—三叠系火山岩

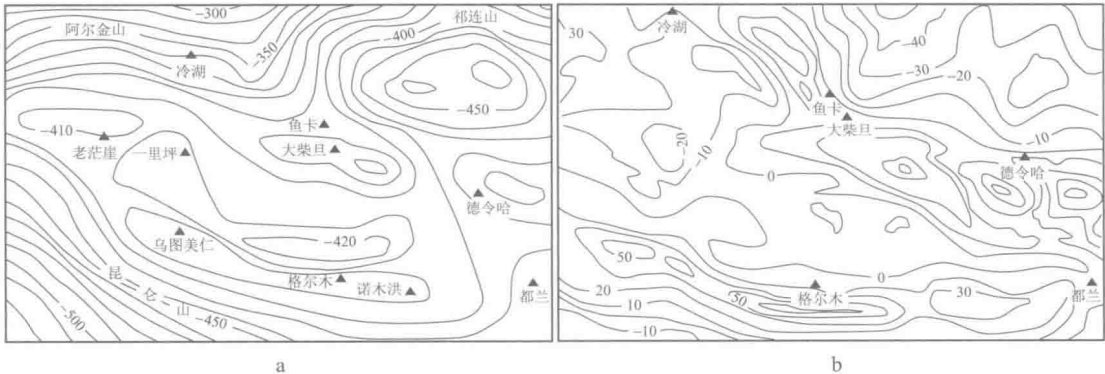


图 1.5 柴达木盆地及其邻区重力异常 (a) 和剩余重力异常 (b) 等值线图 (10^{-5} m/s^2)

全区分布特征分析表明,布格重力异常值总体分布于盆地的西北部,普遍大于 -300mGal ^①,向盆地东南逐渐变小,一般小于 -400mGal ,暗示区域上莫霍面西北高、东南低。盆地内部的低值异常多呈不规则的条带状,在盆地南缘昆仑山前,茫崖和乌图美仁—格尔木—诺木洪重力值低,这个重力低对应新生代昆仑山北坡巨厚沉积凹陷区;在盆地东北部,德令哈以北也存在两个较大区域的重力异常带,该区也对应一个巨厚的中新世沉积凹陷区。盆地西北部的阿尔金山前出现一系列重力低异常与高异常相间分布带,这一特征可能暗示深部构造样式呈交替变化的格局;在冷湖—鱼卡—大柴旦一带有一个较大规模的重力低异常带,在该带西侧,盆地内的重力低异常带较东侧重力低异常带更为狭窄,可能指示了盆地两侧深部构造样式的差异性。但总体上盆地重力异常仍表现出南北对称性分布的特点,在剩余重力异常图(图 1.5b)上表现得尤为突出。

在剩余重力异常图(图 1.5b)上,鱼卡—大柴旦—都兰一线存在一条 NE 向的重力梯度带,由西向东异常值逐渐增大,这一差异与该区重力异常带展布特征基本一致,暗示基底结构存在东西差异,陈世悦等(2005)解释为西部埋藏深、东部埋藏浅,其间可能存在基底断裂。

在青海省莫霍面图上(王臣,1991),柴达木盆地莫霍面深度变化较小,平均深度为 $52\sim 54\text{km}$,向北逐渐增厚,德令哈—大柴旦一线为 $58\sim 62\text{km}$ 。格尔木—额济纳旗的综合地质—地球物理研究(崔作舟等,1995;高锐,1995)显示柴达木盆地的地壳平均厚度约为 55km ,在柴北缘莫霍面存在 $2\sim 3\text{km}$ 的局部隆起,其下地壳速度高于两侧;P 波反映的柴达木盆地岩石圈厚度约为 100km 。

由以上分析可见,柴达木盆地基底埋深和组成差异较大,东、西部和北部边缘被古生代地层覆盖,中部存在的元古宇基底(图 1.4),与柴北缘欧龙布鲁克微陆块的古—中元古代达肯大坂群相似。

柴达木盆地表层沉积层普遍褶皱变形,这是柴达木盆地不同于我国其他盆地的一个重要特点。总体具以下变形特征:

1) 周边均为冲断带,内部主要为块断活动带。北缘为柴北冲断带,南缘为昆北冲断带,西缘为阿尔金冲断带。其中,柴北冲断带内部挤压现象十分强烈,叠瓦状构造相当发育,呈 NW—NWW 向延展,向北倾斜,倾角较陡(45° 左右),常表现为一系列断裂的组合,多具由北向南逆冲的性质,推覆于中、新生界之上(图版 1)。内部的褶皱变形则主要与断块活动有关,断块差异活动和缓的地区以穹隆式变形为主(三湖地区),断块差异活动强烈的地区以褶皱构造为特点(柴西北地区),断块活动最强烈的地段(与边缘逆冲带相邻的地段)以断鼻构造(阿尔金山前,有基底卷入)、逆牵引构造(狮子山、油矿山构造,无基底卷入)或尖顶状褶皱(茫崖背斜,表层滑动)等发育为特点。

2) 同沉积构造发育。

3) 马海断块(亦称赛什腾断陷)、一里坪、茫崖和三湖断块的剪切活动是控制构造变形的主要因素,从而形成周边断阶带和俄博梁(含冷湖)、大风山两个盆内褶断带,构造样式和形成时间受 NE 向阿尔金山和 NWW 向边界断裂制约。渐新世以来前者以左行扭动为主,后者以右行扭动为主。

① $1\text{mGal} = 10^{-5}\text{m/s}^2$

1.1.2 南祁连造山带

南祁连造山带介于柴北缘断裂带、北祁连南缘断裂带和阿尔金左行走滑断裂带之间,由拉脊山造山带和党河南山造山带组成。前人统称为南祁连加里东褶皱带(程裕淇,1994)。在大地构造位置隶属上有祁连造山带(夏林圻等,1998)、秦岭-祁连活动带(程裕淇,1994)、柴达木准地台(青海省地质矿产局,1991)、西秦岭-祁连山造山带(许靖华,1998)、中南祁连造山带(贾群子等,2002)、祁连-柴北缘巨型复合造山带(宋述光等,2009)等不同的观点。可见,不同的学者对南祁连地区构造背景的认识存在一定的差异,部分学者认为南祁连地区在大地构造背景上隶属于祁连山造山带,而另一部分学者则认为南祁连地区应属于西秦岭、柴达木盆地和祁连山等不同的构造带。近几年的研究成果显示,南祁连地区可能为一个相对独立的巨型复合造山带,该区曾经存在南祁连大洋,随着大洋的消减、闭合导致洋陆碰撞形成南祁连造山带(张博文,2010)。就其演化历史而言,我们认为南祁连地区应是早古生代华北地台南缘大规模拉伸裂解的产物。早古生代初,华北地台南缘发生大规模区域拉伸裂解,形成南祁连地向斜。奥陶纪-志留纪发育巨厚地槽型火山-沉积建造,未形成典型的洋壳。加里东晚期的造山运动使其褶皱封闭,发生大规模花岗岩类侵位。晚古生代-早中生代主要为陆内演化阶段,只在南部有少量印支-燕山期花岗岩类侵入,构造活动带有向南迁移的特点。

1.1.3 柴北缘(裂谷)活动带

柴北缘(裂谷)活动带位于柴北缘断裂带以南,南濒柴达木地块,北与宗务隆晚古生代构造带相接,为一个在始特提斯洋构造域下,柴达木古陆和祁连陆块之间的有限洋盆衰萎闭合,早古生代发生洋-陆俯冲、晚古生代发生陆-陆碰撞形成的构造带。由北而南可分为3个三级构造单元(见图1.2)。

1.1.3.1 宗务隆山裂陷造山带(Ⅲ₁)

这是一个晚古生代裂陷槽,是古特提斯西秦岭洋伸向研究区的一个分支,于晚二叠世-三叠纪分段闭合。该带夹持于宗务隆山-青海南山断裂与宗务隆山南缘断裂及哇洪山-温泉断裂之间,西起鱼卡,沿宗务隆山脊东延至茶卡一带,主体由晚古生代海相火山-沉积建造及浅海相碎屑岩、碳酸盐岩沉积建造组成(郭安林等,2009)。前人称之为青海南山冒地槽带(青海省地质矿产局,1991)、宗务隆山海西前陆褶皱带(程裕淇,1994)、宗务隆海西裂陷带(贾群子等,2002)等。

该带内泥盆系主要见于西段鱼卡河下游一带,由变质碎屑岩、碳酸盐岩夹火山岩组成,是祁连山早古生代洋盆俯冲、北侧大陆仰冲形成的前陆盆地沉积,记录了古祁连洋盆的最后消失,说明加里东运动影响持续到晚古生代早期。

石炭系中吾农山群和下二叠统甘家群是岩性组合特征相近的碎屑岩(局部有中基性和中酸性火山岩)、碳酸盐岩沉积组合,显示了滨浅海半深海活动环境的特点,是在中央造山带微陆块群拼合到华北地台后,祁连-北秦岭缝合带南缘由于应力松弛产生裂陷作用的结果。郭安林等(2009)认为中吾农山群中基性海相火山岩反映了类似洋中脊的环境,

结合带内天俊南山蛇绿岩的发现,他认为本区可能存在古老洋壳。张博文(2010)通过天俊以西中酸性火山岩地球化学特征的研究,认为宗务隆带并不是一个海西期的陆内裂陷槽。

中三叠统、下三叠统为巨厚的泥质碎屑岩组成的复理石沉积组合,具浅海一半深海相浊流沉积特点,是在二叠纪裂陷槽基础上产生的继承性沉积盆地,与昆北带三叠纪洋盆相连,属于古特提斯洋的一部分。上三叠统陆相火山岩与昆北带的火山岩连为一体,为巴颜喀拉-阿尼玛卿洋俯冲时形成的陆缘岩浆弧。中-新生代进入陆内演化阶段,形成山间盆地,沉积红色碎屑岩和膏盐建造。

带内岩浆侵入活动主要为海西-印支期,燕山期侵入体分布少而零散。海西-印支期侵入体包括闪长岩、二长闪长岩、石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩等,大柴旦北还出露有钾长花岗岩,既有造山期花岗岩,也有造山后花岗岩。

1.1.3.2 欧龙布鲁克微陆块(Ⅲ₂)

该单元夹持于宗务隆山南缘断裂与鱼卡-乌兰断裂之间,西起伊克柴达木湖,东经全吉山、欧龙布鲁克、布赫特山,于茶卡一带被哇洪山-温泉断裂所截切,呈NWW向“S”形展布。区内未见确凿太古宙地质记录的证据,目前已知最古老的地质体是古元古界达肯大坂群,它和侵入于其中的古元古代花岗片麻岩(陆松年等(2002)称之为德令哈杂岩)一起构成欧龙布鲁克微陆块的结晶基底。达肯大坂群的原岩建造为一套滨-浅海相火山沉积岩组合,下部为基性火山岩组合,上部为碎屑岩-镁质碳酸盐岩沉积建造,现存岩石为一套以各类片麻岩为主,夹石英片岩、斜长角闪(片)岩及大理岩、石英岩等的岩石组合,普遍经历高角闪岩相变质作用。陆松年等(2002a)对达肯大坂群的斜长角闪岩和侵入于其中的紫红色二长花岗片麻岩分别获得了(2366 ± 10) Ma和(2412 ± 14) Ma的单颗粒锆石U-Pb年龄;赫国杰等(2004)也测得侵入于达肯大坂群的英云闪长质片麻岩和二长花岗质片麻岩中单颗粒锆石2348Ma和2202Ma的U-Pb年龄。这些数据表明达肯大坂群的形成时代很可能要早于古元古代早期,亦即有新太古代的可能。2.2~2.4Ga钙碱性花岗岩(英云闪长质片麻岩和二长花岗质片麻岩)的大规模侵位,使达肯大坂群普遍遭受角闪岩相变质,这一事件亦促使了欧龙布鲁克微陆块结晶基底的克拉通化。达肯大坂群之上第一套沉积盖层为新元古界全吉群,全吉群为滨海相碎屑岩-碳酸盐岩建造,夹玄武岩或安山岩,其上被寒武系不整合覆盖。陆松年等(2000)测得全吉群下部火山岩中锆石U-Pb年龄为(680 ± 10) Ma,并将全吉群底部的底砾岩与下伏达肯大坂群间的角度不整合称为“全吉运动”。全吉事件标志着本区新元古代的区域挤压向震旦纪-早古生代的伸展机制的重大转换。寒武系和下奥陶统为连续的以碳酸盐岩为主的浅海台地相沉积。上泥盆统一下二叠统为基本连续的沉积组合,上泥盆统为山麓河流相红色碎屑岩建造,石炭系一下二叠统为滨海-浅海相碎屑岩、含煤碎屑岩和碳酸盐岩建造。侏罗系-第四系为陆相沉积组合。

该带岩浆活动相对微弱,尤其盖层沉积期火山活动几乎停止,是秦-祁-昆造山带内相对稳定的隆起单位(亦称欧龙布鲁克隆起带),早古生代裂解成微陆块,而且在特提斯演化阶段也保持相对稳定。