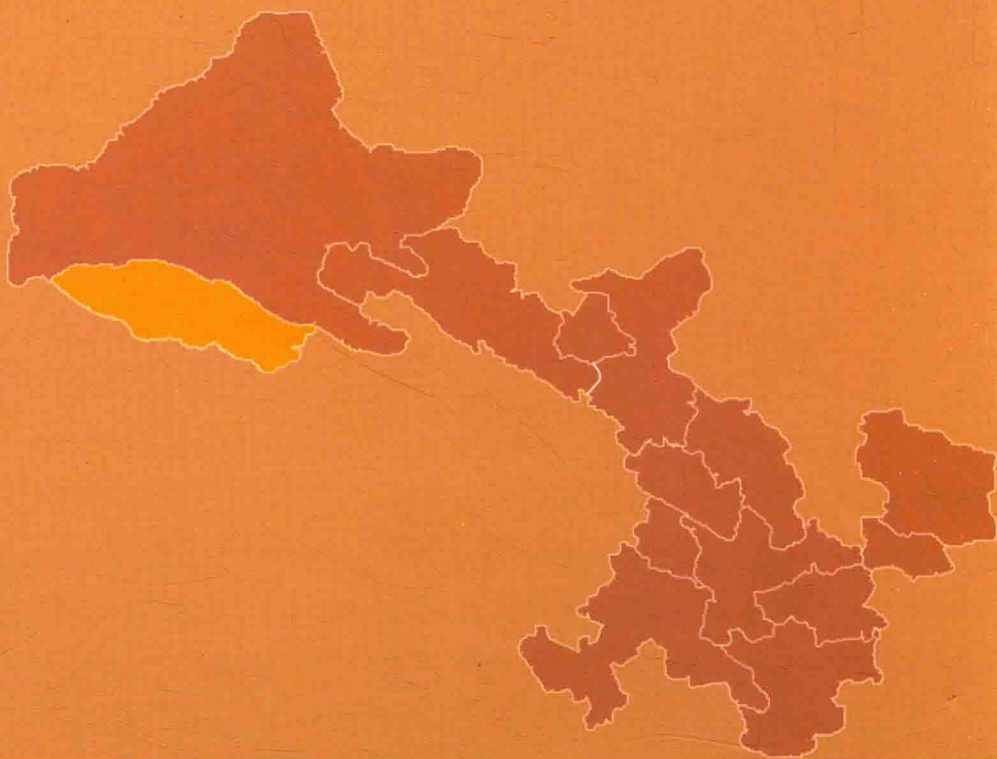


TECTONIC EVOLUTION AND GOLD MINERALIZATION

南祁连党河南山 早古生代构造演化与金矿成矿

戴霜 张翔 等著



非外借



科学出版社

南祁连党河南山早古生代构造 演化与金矿成矿

戴霜 张翔等 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书通过对南祁连党河南山地区早古生代中酸性侵入岩的岩石学、地球化学、锆石 U-Pb 年代学及贾公台金矿等典型金矿的地质特征和成因进行研究,探讨该区板块的构造演化与金矿的成矿规律。发现该区存在五期碱性-钙碱性岩浆侵入活动,板块构造演化过程分为古党河南山洋、党河南山洋及中南祁连碰撞 3 个阶段;提出贾公台金矿等典型金矿属于岩浆中-低温热液型金矿;查明该区金矿成矿主要受岩浆侵入活动控制,地层提供部分成矿物质。金矿成矿在空间上分为 3 个矿集区,成矿时代与岩体侵入时代相当,分为岛弧、板块碰撞及碰撞后伸展 3 个成矿时期,并以大地构造演化为基础划分了岛弧、板块碰撞及碰撞后伸展 3 个金矿成矿系列,建立了成矿模式。研究成果对认识祁连山及我国西部大地构造演化,指导金矿勘查具有重要意义。

本书可供从事构造演化研究和金矿勘查领域的地质工作者及高等院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

南祁连党河南山早古生代构造演化与金矿成矿/戴霜等著. —北京: 科学出版社, 2017.7

ISBN 978-7-03-053352-4

I. ①南… II. ①戴… III. ①祁连山-早古生代-金矿床-成矿规律-研究 IV. ①P618.51

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 133902 号

责任编辑: 祝 洁 冯 钊 / 责任校对: 郑金红

责任印制: 张 倩 / 封面设计: 正典设计

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

三河市骏杰印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 7 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 7 月第一次印刷 印张: 11 1/2 彩插: 6

字数: 243 000

定价: 95.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

前 言

祁连山是我国西部重要的造山带，一直是我国乃至世界地质学家关注的热点地区。板块构造学说兴起以来，祁连山因完整地保留了典型的板块构造单元和活动标志，成为我国开展板块构造研究最早的地区，并取得了丰富的研究成果。但是，现有的研究工作大多集中在北祁连、中祁连及柴达木北缘地区，而南祁连地区的研究程度极为薄弱。祁连山被称为中国的“乌拉尔山脉”，蕴藏着丰富的铁、铜、铅和锌等矿产资源。但用传统方法的地质找矿过程中，地质学家并没有发现独立的金矿床。最近十多年，地勘单位在祁连山西段党河南山地区发现了十多处大中型独立金矿，开启了祁连山地区金矿找矿的新思路。

党河南山位于甘肃省西部，祁连山西段，党河以南，地处高寒山区，自然条件恶劣，交通条件差，地质工作程度不高。该区在新中国成立前没有开展过地质工作，较为系统的地质矿产工作是1973~1985年完成的“月牙湖幅”“盐池湾幅”“鱼卡幅”等8幅1:20万区域地质调查图幅，1994~1995年完成的“月牙湖幅”和“盐池湾幅”等1:20万区域化探扫面，1996~1997年完成的甘肃省及邻区1:100万重力、地球化学和遥感地质编图工作。1995~2000年，甘肃省地质矿产勘查开发局物探队通过化探异常查证，发现并初步评价了贾公台等4处金矿和金铜坡金（锑）矿化点。1998~2000年，长安大学王崇礼等完成了原地质矿产部直管局的科研项目《甘肃省南祁连党河南山北坡金铜矿产成矿规律、控矿因素研究及找矿靶区优选》（地科定1998—16），比较系统地开展了区域地质成矿背景、典型矿床勘查和地球化学研究，并进行了成矿预测。

随着勘查工作的深入，由于欠缺对成矿的主控因素和成矿规律的认识，该区金矿找矿方向不明确，找矿工作一度停滞不前。鉴于此，甘肃省科学技术厅设立了科技重大专项“甘肃党河南山金铜多金属矿找矿方向与勘查技术研究”（1203FKDA038）（2012~2015年），开展了以下三项研究：①金矿成矿控制因素研究；②典型金矿矿床成因与成矿规律研究；③金矿勘查技术应用与找矿方向研究。兰州大学负责第一项和第二项研究内容，甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院负责第三项研究内容。参加项目的人员有：兰州大学戴霜、张莉莉、汪禄波、刘博、张永全、张瑞、浪万玲、彭栋祥、吴茂先、闫宁云、骆玲玲、王文杰、赵振斌和许建军等，甘肃省地质调查院张翔，甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院金治鹏、蒙珍、芦青山、杨怀玉、张诚、俞胜、付开泉、金

洪文、缪淑君、赵瑛、周贤君、金洁、白斌、武志江、魏伟、高党兴和刘懿伟等，甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院陈世强。项目完成地质路线400km，调研典型矿床(点)12处，观察和重新编录钻孔3000m，槽探1000m(长)，采集各类岩矿石测试样品1837件，完成深部验证钻孔(1030m)一个，提交找矿建议书2份。项目结题后通过了甘肃省科学技术厅组织的专家评审验收。

甘肃省地质矿产勘查开发局张新虎、叶德金和龚全胜，兰州大学王金荣等对项目的实施提供了指导和帮助。兰州大学西部环境教育部重点实验室、长安大学成矿作用及其动力学实验室、西北大学大陆动力学国家重点实验室、中国地质科学院矿产资源研究所以及国土资源部天津、西北和中南矿产资源监督检测中心等有关单位完成了样品测试和分析任务。

本书是在“甘肃党河南山金铜多金属矿找矿方向与勘查技术研究”第一项和第二项研究报告的基础上，吸收了项目后续研究工作的成果撰写而成的，是参加项目的全体人员辛勤劳动的成果。全书共8章，第一章概括介绍区域地质与成矿背景；第二章介绍中酸性侵入岩的地质特征与岩石学特征；第三章介绍岩体年代学及岩浆活动期次；第四章介绍花岗岩类地球化学特征、岩石成因与构造环境；第五章介绍党河南山早古生代构造演化；第六章介绍典型金矿床地质特征与成因；第七章总结金矿成矿规律、成矿系列和成矿模式；第八章结语部分提出了存在的问题及未来工作的建议。

参加本书撰写的人员有：戴霜、张翔、张莉莉、汪禄波、刘博和陈世强等。各章分工如下：戴霜负责前言、第一章、第二章、第五章、第七章、第八章；戴霜、张莉莉、刘博负责第三章、第四章；张翔、汪禄波、戴霜、陈世强负责第六章；全书由戴霜负责统稿和定稿。彭栋祥、闫宁云、骆玲玲、王文杰、赵振斌和许建军等参与了图件绘制，甘肃省地震局代炜对图件进行了最后编辑。长安大学王崇礼教授审阅了初稿，提出了宝贵的修改意见。在本书出版之际，对上述单位和个人表示衷心的感谢！

由于党河南山地区交通不便，自然条件恶劣，研究程度低，可参考的研究成果较少，本书工作涉及的研究内容较多，研究时间相对较短，加之作者水平有限，本书难免存在疏漏和不足，敬请读者不吝指教。

目 录

前言

第一章 区域地质与成矿背景	1
第一节 交通位置与自然地理	1
第二节 区域地质背景	2
第三节 区域地球物理特征和地球化学特征	13
第四节 区域遥感特征	18
第五节 区域矿产	20
第二章 中酸性侵入岩的地质特征与岩石学特征	21
第一节 岩体地质特征概况	21
第二节 岩相学与岩石学特征	22
第三章 岩体年代学及岩浆活动期次	31
第一节 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年代学	31
第二节 岩浆活动期次划分	46
第四章 花岗岩类地球化学特征、岩石成因与构造环境	49
第一节 岩石主量元素特征	49
第二节 岩石微量元素、稀土元素地球化学特征	71
第三节 岩石同位素地球化学特征	78
第四节 岩石成因与构造环境	82
第五章 党河南山早古生代构造演化	91
第一节 南祁连构造属性	91
第二节 祁连山花岗岩类对板块构造的约束	96
第三节 祁连山地区早古生代板块俯冲的方向和时限	100
第四节 党河南山地区早古生代板块构造演化	101

第六章 典型金矿床地质特征与成因	112
第一节 贾公台金矿床	112
第二节 吾力沟金矿	139
第七章 金矿成矿规律、成矿系列和成矿模式	147
第一节 金矿床成矿规律	147
第二节 金矿成矿控矿因素	157
第三节 矿床成矿系列	159
第四节 矿床成矿模式	159
第八章 结语	163
参考文献	165
彩图	

第一章 区域地质与成矿背景

第一节 交通位置与自然地理

党河南山位于甘肃省西部，祁连山西段，地处党河以南，地理坐标为东经 $94^{\circ}30' \sim 97^{\circ}00'$ ，北纬 $38^{\circ}00' \sim 40^{\circ}00'$ ，行政区划隶属甘肃省肃北蒙古族自治县（图 1-1）。党河南山呈北西向展布，东西长约 250km，南北宽 20~50km，全区海拔 3500~5600m，相对高差为 800~2100m，地形以高大山系为主，山势起伏大，沟谷地貌发育，切割强烈，区内河网密布，党河南山北坡为党河水系，支流有扎子沟、白石头沟、钓鱼沟、吾力沟、黑刺沟和大沙沟等。本区属高原大陆性气候，气温低，昼夜温差大，冰冻期长，多大风。雨季主要集中在夏季的 6~8 月，常有雷雨和冰雹。每年 8 月中下旬至第二年 5 月上旬多为霜冻期。年平均气温为 -4.8°C ，极端最高气温为 28.4°C ，极端最低气温为 -39.6°C 。区内植被覆盖度低，人烟稀少，居民多以蒙古族为主，主要从事畜牧业，经济发展水平低。

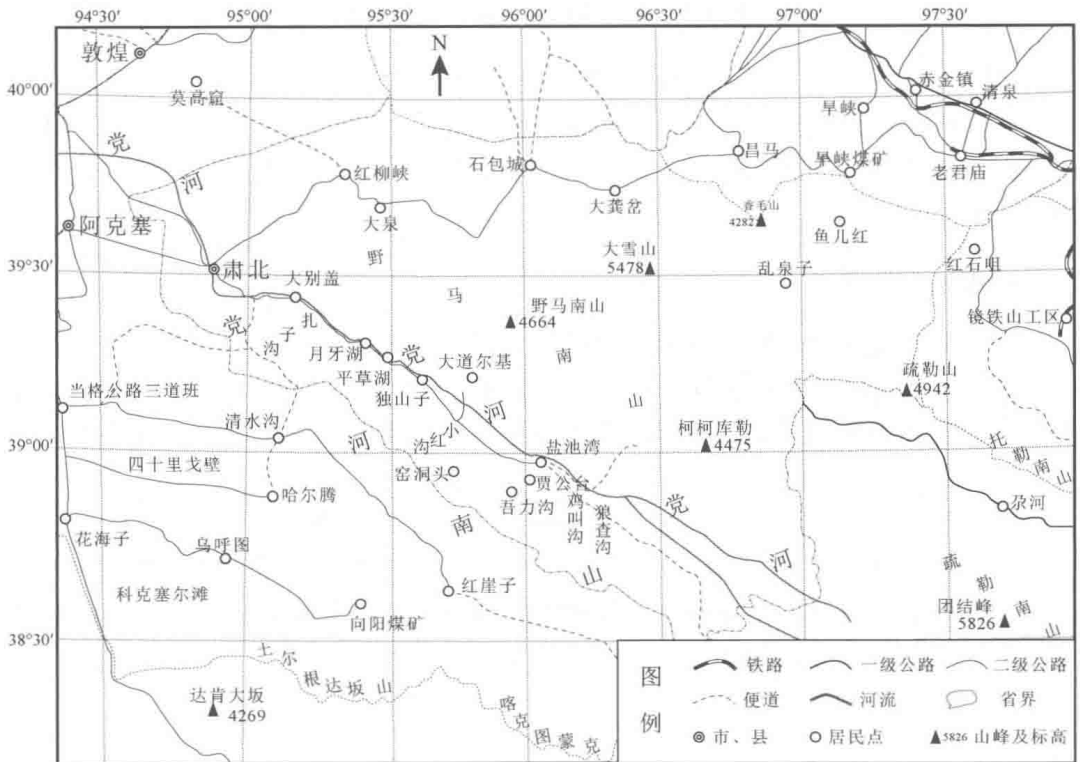


图 1-1 党河南山地区交通位置图

第二节 区域地质背景

按照潘桂棠等（2009）对中国大地构造单元的划分，党河南山地区位于秦祁昆造山系中南祁连弧盆系南祁连岩浆弧，北临疏勒南山—拉鸡山蛇绿混杂岩带，西被阿尔金断裂带截切，南连宗务隆山—夏河甘加裂谷（图 1-2）。成矿区带属秦祁昆成矿域阿尔金—祁连山成矿省南祁连山加里东成矿带（张新虎等，2015）。

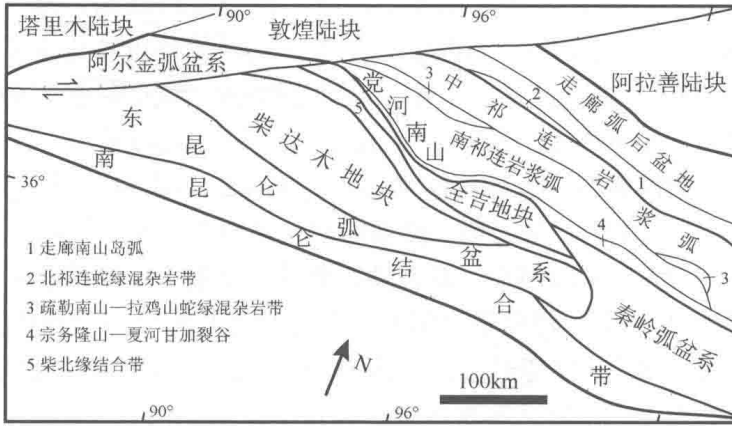


图 1-2 党河南山及邻区大地构造图

（潘桂棠等，2009）

党河南山地区地层出露齐全，主要发育元古宇、古生界和新生界地层，区域构造线为北西向，断裂构造发育，岩浆活动强烈，主要以早古生代中酸性侵入岩为主（图 1-3）。

一、地层

党河南山地区地层属华北地层大区秦祁昆地层区中南祁连地层分区南祁连地层小区，区域地层从太古宇到新生界均有分布，古生界最为发育，岩石类型复杂，是该区的主体地层（图 1-3）。党河南山地区及邻区地层序列见表 1-1。

（一）太古宇

察汗郭勒麻粒岩（Ar₂chgl）：主要分布于柴北缘以及南祁连中部的达肯大坂一带，岩石类型主要为正麻粒岩，原岩为拉斑玄武岩，是南祁连山南缘古陆核最老的地层（王毅智等，2000）。

（二）古元古界

古元古界包括柴北缘、南祁连出露的达肯大坂群（Pt₁d）、化隆群（Pt₁h）和中祁连出露的北大河群（Pt₁b）。

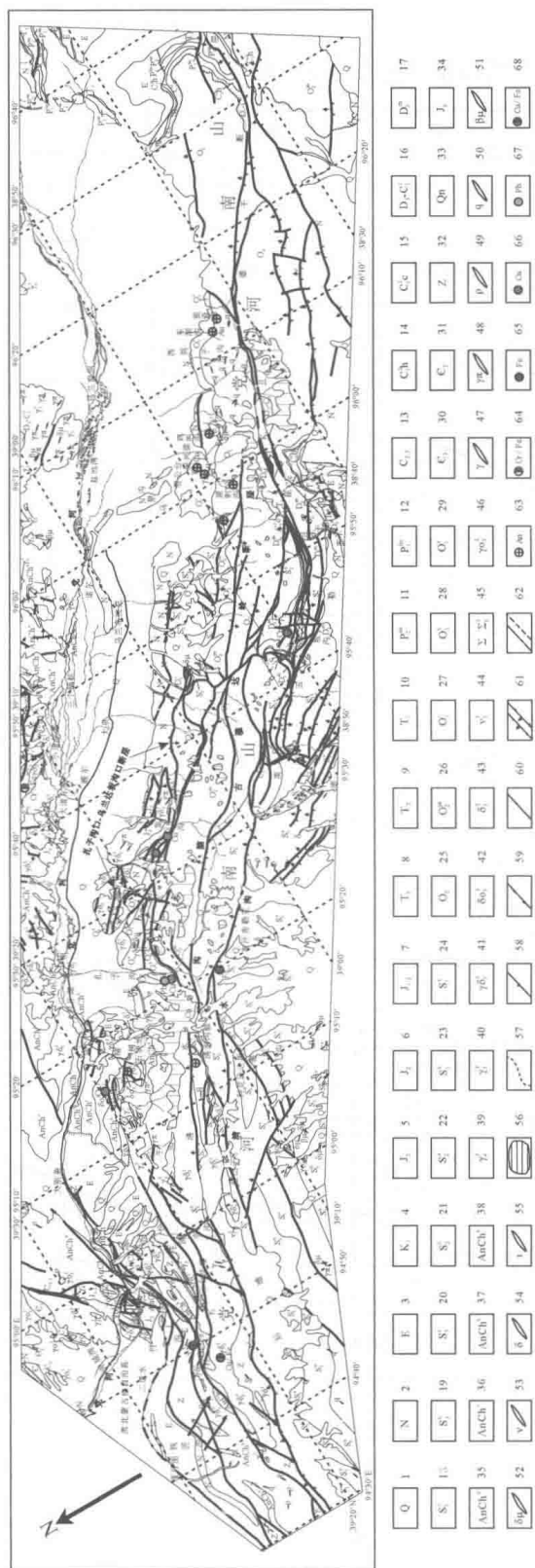


图 1-3 党河南山地区区域地质矿产图

1. 第四系; 2. 新近系; 3. 古近系; 4. 上白垩统; 5. 上侏罗统; 6. 中侏罗统; 7. 下侏罗统; 8. 上三叠统; 9. 中三叠统; 10. 下三叠统;
11. 上二叠统诺音河群; 12. 下二叠统巴音河群; 13. 中上石炭统; 14. 下石炭统怀头他拉组; 15. 下石炭统城墙沟组; 16. 上泥盆统-下石炭统;
17. 上泥盆统流沙水群; 18. 上志留统; 19. 上志留统; 20. 上志留统; 21. 中志留统; 22. 中志留统; 23. 下志留统; 24. 下志留统; 25. 中奥陶统;
26. 中奥陶统盐池湾群; 27. 下奥陶统; 28. 下奥陶统; 29. 下奥陶统; 30. 上寒武统; 31. 中寒武统; 32. 震旦系; 33. 青白口系; 34. 蓟县系;
35. 前长城系第四岩组; 36. 前长城系第三岩组; 37. 前长城系第二岩组; 38. 前长城系第一岩组; 39. 海西晚期中粒花岗岩; 40. 加里东晚期花岗岩;
41. 加里东晚期花岗岩; 42. 加里东晚期石英闪长岩; 43. 加里东晚期闪长岩; 44. 加里东晚期辉长岩; 45. 加里东晚期超基性岩; 46. 加里东晚期斜长花岗岩;
47. 花岗岩脉; 48. 花岗斑岩脉; 49. 伟晶岩脉; 50. 石英脉; 51. 辉绿玢岩脉; 52. 闪长玢岩脉; 53. 辉长岩脉; 54. 闪长岩脉; 55. 细晶岩脉; 56. 冰川;
57. 岩性相变界线; 58. 压性断层及断面倾向; 59. 压扭性断层; 60. 实测平移断层; 61. 正断层、逆断层; 62. 性质不明及推测断层; 63. 金及砂金矿点;
64. 大型铝铁矿床; 65. 铁矿(化)点; 66. 铜矿(化)点; 67. 铅/铅锌矿(化)点; 68. 钢铁矿(化)点

表 1-1 党河南山及邻区地层系统表

地层		中祁连	南祁连	柴北缘			
新生界	第四系	全新统	北山寺组	哈达滩组	七个泉组		
		更新统					
	新近系	上新统	贵德群	贵德群	狮子沟组		
		中新统			油砂山组		
	古近系	渐新统	西宁群	西宁群	干柴沟组		
		始新统			路乐河组		
古新统							
中生界	白垩系	上白垩统	民和组		—		
		下白垩统	河口群		犬牙沟组		
	侏罗系	上侏罗统	享堂组		红水沟组		
		中侏罗统	窑街组		大煤 沟组	采石岭组	
		下侏罗统	炭洞沟组/大西沟组			—	
	三叠系	上三叠统	尕勒得寺组 阿塔寺组		鄂拉山组		
			南营儿组	—			
		中三叠统	切尔玛沟组	西大沟组		—	
			大加连组 江河组 下怀仓组				
	下三叠统						
上古生界	二叠系	上二叠统	孙家沟组 大泉组 红泉组	巴音河群			
		下二叠统	勒门沟组				
	石炭系	上石炭统	羊虎沟组 臭牛沟组	东扎口组	克鲁克组		
		下石炭统	城墙沟组 党河南山组	大草滩组 党河南山组 阿木尼克组	怀头他拉组 阿木尼克组		
	泥盆系	上泥盆统	牦牛山组	牦牛山组 大草滩组	牦牛山组		
		中泥盆统	—	—	—		
下泥盆统		—	—	—			

续表

地层			中祁连	南祁连	柴北缘	
下 古 生 界	志留系	上志留统	雾宿山群 草滩沟群	—	滩间山群	
		中志留统		—		
		下志留统		巴龙贡噶尔组		
	奥陶系	上奥陶统	—	多索曲组 药水泉组	大头羊沟组	
		中奥陶统	—	盐池湾群 茶铺组		
		下奥陶统	阿夷山组 花抱山群	吾力沟群 花抱山群		石灰沟组 多泉山组
	寒武系	上寒武统	葫芦河组	六道沟组	欧龙布鲁克群	
		中寒武统	丹凤群	深沟组		
		下寒武统	—	全吉群上部		
新元 古界	震旦系	—	多若诺尔群	扎子沟群*	全吉群下部	
	南华系		—			
	青白口系		龚岔群			
中元 古界	蓟县系		花儿地组 花石山群 高家湾组 湟中群	—	狼牙山群 鱼卡河群 万洞沟群	
	长城系		—	—	—	
古元 古界	—		化隆群 北大河群 托赖群 湟源群	化隆群 达肯大坂群 湟源群	达肯大坂群 金水口群	
太古宇	—		—	—	察汗郭勒麻粒岩	

*据王崇礼等, 2000。

达肯大坂群 (Pt₁d): 该群分为变粒岩组、片岩组和片麻岩组三个岩石组合。变粒岩组以浅粒岩、黑云母变粒岩为主夹磁铁石英岩和片麻岩, 变质作用达绿片岩相-角闪岩相, 原岩为砾岩-石英砂岩建造组合。片岩组由石榴黑云石英片岩、含石榴斜长角闪片岩夹角闪辉石变粒岩、大理岩、片麻岩组成, 局部具混合岩化, 变质程度达绿帘角闪岩相-角闪岩相, 原岩为细碎屑岩-基性火山岩-碳酸盐岩建造组合。片麻岩组由夕线石-堇青石黑云斜长片麻岩、含石榴夕线黑云斜长片麻岩、黑云二长片麻岩、斜长角闪片麻岩夹黑云石英片岩、变粒岩和大理岩组成, 变质作用达角闪岩相, 原岩为基性火山岩-黏土岩-镁质碳酸盐岩建造组合。该群为大陆裂谷环境下的火山-沉积建造。关于达肯大坂群的成岩时代, 在角闪斜长片麻岩和斜长角闪片麻岩中获得的角闪石 K-Ar 年龄为 1617Ma、1516Ma、1580Ma 和 1574Ma, 全岩 Rb-Sr 等时线年龄为 1463Ma 和 1556Ma, 锆石 U-Pb 同位素年龄为 1429Ma 和 2205Ma (青海省地质矿产局, 1991); 侵入其内的淡色脉岩的锆石 U-Pb

年龄为 $1939 \pm 21\text{Ma}$ (王惠初等, 2005; 天津地质矿产研究所, 2004; 陆松年等, 2002); 花岗岩杂岩(柴北缘鹰峰)的锆石 U-Pb 年龄为 $1776 \pm 33\text{Ma}$ (肖庆辉等, 2003)。总体上看, $1463 \sim 1617\text{Ma}$ 应代表变质年龄, 而 2205Ma 为原岩的成岩年龄, 即原岩形成于古元古代。

化隆群(Pt_{1h}): 该群分布于南祁连日月山—拉鸡山以南的哈尔盖、循化一带, 由片麻岩和石英岩组成, 变质程度较高。万渝生等(2003)获得侵入于化隆群片麻岩中的钾质花岗岩 TIMS 锆石 U-Pb 年龄为 $750 \pm 30\text{Ma}$, 限定了化隆群的下限; 徐旺春等(2007)利用激光剥蚀电感耦合等离子体质谱(LA-ICP-MS)法得到化隆群副片麻岩沉积源区火成岩的岩浆结晶年龄为 $891 \pm 9\text{Ma}$, 弱片麻状花岗岩锆石的 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 加权平均年龄为 $875 \pm 8\text{Ma}$, 因此将化隆群的形成时代限定在 $875 \sim 891\text{Ma}$ 。最近, 康伟浩等(2016)利用 LA-ICP-MS 法对化隆群中的黑云斜长片麻岩进行锆石 U-Pb 测年, 提出成岩年龄为 $2092 \pm 29\text{Ma}$, 重新划归为古元古界。

北大河群(Pt_{1b}): 该群在祁连山西段分布较广, 主要呈透镜状、长条状残块形式分布, 多呈“孤岛”状。岩石类型有斜长角闪岩、斜长角闪片岩、角闪片岩、绿帘石透闪片岩、阳起石片岩等, 变质程度为绿帘角闪岩相—角闪岩相, 原岩为基性火山岩。左国朝等(1999)在吊大坂北侧获得的 Sm-Nd 同位素模式年龄为 $1980 \pm 0.27\text{Ma}$, 反映北大河群火山岩形成于古元古代。

(三) 中元古界

中元古界包括中祁连中段湟源群(Pt_{2h})、湟中群(Chh)及花石山群(Jxh)等, 柴北缘鱼卡河群(Pt_{2y})及万洞沟群(Pt_{2w})等。

湟源群(Pt_{2h}): 主要分布于中祁连青海湖以东, 乐都以西的宝库河一带, 由下部刘家台组和上部东岔沟组组成。主要岩石类型为石英片岩、千枚岩、大理岩夹角闪片岩及石英岩。根据之前刘家台组中的混合花岗岩锆石的 U-Pb 年龄为 2469Ma , 东岔沟组片岩的 Rb-Sr 年龄为 $1414 \sim 1249\text{Ma}$ (张二朋等, 1998), 斜长角闪岩的 Sm-Nd 年龄为 $1922 \pm 15 \sim 2070 \pm 17\text{Ma}$ (李世金, 2011), 认为其时代可能属于古元古代。然而, 董国安等(2007)获得的花岗片麻岩和石榴白云母片岩的锆石 U-Pb 年龄分别为 $930 \pm 8\text{Ma}$ 和 $3002 \sim 882\text{Ma}$; 郭进京等(2000)获得的湟源群变质火山岩和侵入于其中的响河花岗岩的单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 $910 \pm 6.7\text{Ma}$ 和 $917 \pm 12\text{Ma}$; 戚学祥等(2004)获得的糜棱岩的锆石 U-Pb 年龄为 $965 \sim 956\text{Ma}$, 这些最新的锆石年龄数据表明湟源群可能属中新元古代。

湟中群(Chh): 属原湟源群上部磨石沟组和青石坡组(青海省地质矿产局, 1991), 主要分布在中祁连刚察县茶拉河、大通县娘娘山、湟中县拉鸡山、互助县甘滩和乐都县北山等地。岩石类型包括石英岩、石英砂岩、粉砂岩、板岩和千枚岩。底部与下伏湟源群呈不整合接触, 总厚约 1000m , 属于中元古界长城系。

花石山群 (Jxh): 分布于中祁连刚察县化久山和马老得山、煌中县花石山、大通县老爷山和互助县南门峡、松多山等地, 向东延至甘肃永登地区, 为一套以碳酸盐岩为主的地层, 主要岩性为白云岩、硅质条带白云岩夹少量板岩及灰岩, 含叠层石及微古植物, 厚度大于 3500m, 属蓟县系, 与下伏长城系湟中群呈不整合接触。

鱼卡河群 (Pt_{2y}): 出露在柴北缘鱼卡一带, 由石榴云母片岩、石榴云母石英片岩、石英岩、大理岩和石榴斜长角闪岩组成, 包于奥长花岗岩、英云闪长岩之中, 并有榴辉岩出露。奥长花岗岩的 U-Pb 年龄为 $1020 \pm 41\text{Ma}$; 英云闪长岩的 U-Pb 年龄为 $803 \pm 7\text{Ma}$ (李怀坤, 1999)。

万洞沟群 (Pt_{2w}): 出露在柴北缘滩间山一万洞沟一带, 岩性为片岩、千枚岩、大理岩、白云岩及结晶灰岩, 含叠层石, 出露厚度 2050~5601m。

(四) 新元古界

新元古界包括中祁连西段多若诺尔群 (Zd)、南祁连的孔子沟群 (Zz) 和柴北缘的全吉群 (Zq)。

多若诺尔群 (Zd): 主要由硅质岩、火山岩、粉砂质板岩及硅质板岩、绿泥石英片岩夹砂岩组成, 呈不整合覆盖于西段的元古宇结晶岩系之上。

孔子沟群 (Zz): 出露在党河南山西段孔子沟一带, 是从原下奥陶统中解体出的中酸性火山岩层, 火山岩的 Rb-Sr 等时线年龄分别为 $684.87 \pm 71\text{Ma}$ 和 $666.63 \pm 1.6\text{Ma}$ (李厚民等, 2003a; 赵虹等, 2001; 王崇礼等, 2000)。

全吉群 (Zq): 分布于柴北缘、欧龙布鲁克等地, 主要以砾岩、砂砾岩、碳酸盐岩为主, 夹砂页岩, 该群基本没有发生褶皱变质作用, 显示典型的裂隙槽特征。全吉群火山岩的锆石 U-Pb 年龄为 800Ma, 相当于现在的南华纪—震旦纪 (李怀坤等, 2003)。

(五) 寒武系

寒武系包括中统深沟组 (E_{2s})、欧龙布鲁克群 (E_{2.3O}) 和上统六道沟组 (E_{3l}) 等。

深沟组 (E_{2s}): 分布于拉鸡山中段湟源县上峡沟至乐都县尖梁明一带, 为一套浅变质火山岩-碎屑岩建造, 下部以基性-中基性火山岩夹碎屑岩为主, 上部以碎屑岩、碳酸盐岩、硅质岩为主夹中基性火山岩, Sm-Nd 等时线年龄为 $495 \pm 13.7\text{Ma}$, Rb-Sr 等时线年龄为 $521.48 \pm 23.79\text{Ma}$ (邱家骧等, 1998)。

欧龙布鲁克群 (E_{2.3O}): 主要为白云岩和碎屑岩, 形成于陆缘裂隙盆地。

六道沟组 (E_{3l}): 分布于青海湖以北及日月山、拉鸡山一带, 岩石组合为中基性火山岩与陆源碎屑岩以及碳酸盐岩。

(六) 奥陶系

奥陶系地层广泛发育,包括中—南祁连山花抱山群(O_{1h})、阿夷山组(O_{1a})、吾力沟群(O_{1-2wl})、茶铺组(O_{2c})、盐池湾群(O_{2yc})、药水泉群(O_{3ys})、多索曲组(O_{3S_{1d}})和柴北缘滩间山群(Ost)。

花抱山组(O_{1h}):分布于拉鸡山地区,上与阿夷山组为整合接触,下与寒武系六道沟组为整合接触,下部为砾岩,上部为杂色砂岩夹砾岩。

阿夷山组(O_{1a}):分布于南祁连拉鸡山地区,以一套中基性—中酸性火山岩为主。

吾力沟群(O_{1-2wl}):分布于党河以南,乌兰达坂北坡沿扎子沟至查干布尔嘎斯一带。该组中部为中酸性火山岩段,下部为中基性火山岩段。张万仁等(2006)在研究中获得火山岩中透镜状安山岩的U-Pb等时线下交点年龄为450Ma,上覆杂砂岩的Rb-Sr等时线年龄为461±11Ma,认为该火山岩形成于奥陶纪。

茶铺组(O_{2c}):分布于拉鸡山地区,主要为一套火山岩系,依据所产化石,认为其时代为中奥陶世。

盐池湾组(O_{2yc}):广泛分布于党河南山地区,北西—南东向长200km,呈带状展布,为一套以砾岩、复成分砂岩、板岩为主的陆源碎屑沉积岩系。该地层是党河南山金矿床的赋矿地层,产有黑刺沟金矿和贾公台金矿。

药水泉群(O_{3ys}):分布于拉鸡山地区,岩性为火山砾岩、石英砾岩夹凝灰岩、砂板岩和安山岩等,上部为泥质砂岩、凝灰质砂岩和砂板岩等。

多索曲组(O_{3S_{1d}}):分布在天峻县以东,青海湖以西,布哈河以南地带,在党河南山见于白石头沟一带,为一套中性—中酸性火山碎屑岩。作为区域内的主要矿源层,区内金矿体的分布大多与该地层相关。

滩间山群(Ost):主要由灰岩和变中—基性火山岩组成。韩英善等(2000)获得滩间山群火山岩的Rb-Sr等时线年龄为450±4Ma,侵入其中的斜长花岗岩的Rb-Sr等时线年龄为447±22Ma;袁桂邦等(2002)获得滩间山群火山岩中辉长岩的锆石U-Pb年龄为496.3±6Ma;赵风清等(2003)获得锡铁山地区酸性火山岩中的锆石U-Pb年龄为486±13Ma;王惠初等(2003)获得绿梁山地区玄武岩的U-Pb年龄为542±13Ma;另外,吉绿素地区岛弧火山岩的LA-ICP-MS锆石U-Pb年龄为514.2±8.5Ma(史仁灯等,2004a,2004b)。

(七) 志留系

志留系主要分布于乌兰达坂山(党河南山)南坡,西至清水沟南山,向东南延伸至大冰沟口一带,分为下、中、上三统:下统岩性主要为变质碎屑岩,为巴龙贡噶尔组(S_{1b});中统为火山岩及碎屑岩;上统为粗碎屑岩、砂砾岩夹红色粉砂岩,属磨拉石建造,只见于乌兰达坂的北坡。

巴龙贡噶尔组 (S_{1b}) 主要出露在南祁连中—西段, 在盐池湾南、党河南山分水岭、红庙—桃湖沟及吾力沟一带最为发育, 与下伏多索曲组为整合接触, 上被二叠系勒门沟组不整合覆盖。主要由粗碎屑岩、泥砂岩、板岩、硅质岩、石英岩、粉砂岩和页岩等组成, 偶夹火山岩, 上部产笔石化石。该套地层在南祁连地区广泛分布, 但由于研究程度低, 缺少化石和年代资料。最近开展的多幅 1:5 万区域地质调查项目对该套地层进行了不同程度地解体。

(八) 上古生界

上古生界不甚发育, 泥盆系分布局限, 柴北缘主要分布一套浅变质或未变质的磨拉石建造; 南祁连主要发育大草滩组 (D_3-C_{1d}), 为一套浅变质粗、细碎屑岩—泥砂岩—碳酸盐岩建造, 形成于陆缘浅海环境。

石炭系地层分布广泛, 中祁连西段分布有下石炭统党河南山组 (C_{1dh}) 和上石炭统羊虎沟组 (C_{2y}), 南祁连东段出露东扎口组 (C_{2dz}), 均为一套碎屑岩—碳酸盐岩。

二叠系为一套碎屑岩建造, 普遍产腕足、苔藓虫及双壳和植物类化石, 在中祁连为孙家沟组、大泉组和红泉组, 在南祁连为巴音河群。

(九) 中生界—新生代

三叠系: 主要分布于乌兰达坂山东南部阿勒腾孜安—野牛沟一带, 沿北西向呈条带状分布, 主要岩性为一套碎屑岩, 中统夹生物灰岩。自下而上岩石呈紫红色—灰绿色, 碎屑颗粒由粗到细。地层为一套稳定的湖盆环境的陆源碎屑岩—碳酸盐岩建造, 分布于祁连山及柴达木北缘, 均为河流—湖盆—沼泽沉积相的粗碎屑岩—泥岩—含煤岩系建造。

侏罗系: 分布于乌兰达坂山北坡的半截沟与南坡的克希且尔干德及乌托泉等处的互不连接的山间盆地与山前断隔盆地内。地层出露面积小, 呈北西—近东西向的条带状分布, 主要由碎屑岩夹泥质岩石组成, 产油页岩和煤。

白垩系: 主要为含石膏层碎屑岩—泥岩建造, 形成于山前断陷盆地的河湖相沉积环境中。在克希且尔干德及大冰沟有零星分布, 出露面积小, 呈近东西向分布, 为一套碎屑岩夹泥岩和石膏层。

古近系: 分布于党河南山南部、北山前地带, 为白杨河组, 主要由砾岩、砂岩和泥岩组成。白杨河组为红色碎屑岩和泥岩夹石膏, 形成于山前或山间断陷盆地以及内陆盆地沉积环境。

第四系: 主要分布在党河南山北坡党河河谷以及乌兰达坂山南坡大哈拉腾河流域, 由洪积物、冲积物、冰碛物和残坡积物等组成, 在党河南山南侧与大哈拉腾河北侧一带洪积层与冲积层中常见砂金。

二、构造

党河南山地区受中祁连南界断裂控制,区域构造线为北西向,走向约 300° ,区域上发育一系列北西向断裂和褶皱构造,并被后期近东西向断裂截切(图 1-3)。大多数断裂与褶皱轴线平行排列,规模相当。断裂在不同地层单元或不同岩性之间多具分叉和合并现象,走向近 300° ,倾向东北,倾角多为 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 。断裂切割奥陶系、志留系、石炭系,并切穿中酸性岩体。褶皱轴线方向与断裂方向一致,卷入的地层有奥陶系、志留系等,单个褶皱多为不对称褶皱,南翼相对要陡,轴长在 10km 左右,褶皱宽缓且简单。

(一) 主要断裂构造

研究区主要发育三条区域性北西向断裂和三条近东西向断裂(图 1-3)。

1. 扎子沟—乌兰达坂沟口断裂

该断裂是中、南祁连的分界断裂,属于切割中-上地壳间的断层(吴建功,1998;朱学仁,1995)。该断裂断续出露长约 40km,向西被阿尔金断裂截切,向东在乌兰达坂沟口以东隐伏在第四系之下,在扎子沟口以东被北东向断裂左行错断。断层走向北西,总体走向 315° 左右,东段小红沟南发生反 S 形扭动,在扎子沟一带倾向南西,倾角 60° 左右,断层切割震旦系和奥陶系。断层破碎带宽几十米,岩层揉皱强烈,具有逆冲断层和多期活动的性质。

2. 清水沟脑—古穆博里达岭断裂

该断裂西起清水沟脑,向南东经乌兰达坂至古穆博里达岭地区,最后在野牛沟一带被第四系覆盖,延伸可达 200km。断裂带宽为 100~300m,构造岩多呈粉末状,局部具有强烈片理化现象。断层走向北西,断面倾向北东,倾角为 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$,切割上古生界、奥陶系、志留系及白垩系,并具有多期活动的特征。该断裂为主要的区域性控矿大断裂,研究区内绝大多数矿床分布在该断裂带上。

3. 清水沟南—玉勒昆且干尔德断裂

该断裂西起清水沟南侧,向西可见出露,向东经玉勒昆且干尔德、红庙沟上游、红达坂沟后隐伏于第四系之下,延伸长约 150km。断面倾向北东,倾角 50° 左右,破碎带宽十几米至 200 多米,破裂带内多见强片理化带。断层切割元古界及其以后各时代的地层,属基底地层和北部盖层间的接触断裂(王崇礼等,2000)。