



中国地质调查成果 CGS2016-078

“青海省地质调查综合研究”项目资助

“柴达木周缘及邻区成矿带地质矿产综合调查”项目资助

青海省金属矿产 成矿条件和成矿预测

QINGHAISHENG JINSHU KUANGCHAN CHENGKUANG TIAOJIAN HE CHENGKUANG YUCE

贾群子 杜玉良 栗亚芝 等编著



中国地质大学出版社
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE



中国地质调查局成果 CGS2016 – 078

“青海省地质调查综合研究”项目资助

“柴达木周缘及邻区成矿带地质矿产综合调查”项目资助

青海省金属矿产成矿条件和成矿预测

贾群子	杜玉良	栗亚芝	李金超	孔会磊	国显正	
南卡俄吾	邹湘华	宋忠宝	陈向阳	全守村	张雨莲	编著
陈博	张斌	张晓飞	郭周平	叶芳	高燕玲	

内 容 提 要

本书以当代区域成矿学理论为指导,应用构造-成岩-成矿的研究思路,研究了青海省区域成矿地质背景、成矿地质条件,划分了构造单元;系统地阐述了中酸性侵入岩的时空分布特征,并探讨了其形成的构造环境及与成矿的关系;阐明了铜、镍、金、铁、铅、锌等矿产的主要成矿类型及特征,总结了其时空分布规律,划分了成矿区带,建立了区域成矿系列;在充分收集研究区内已有的地质、矿产、物化探、遥感及科研等成果资料的基础上,在全区开展了铜、镍、金、铁、铅、锌等矿种的成矿预测;论述了寻找铜、镍、金、铁、铅、锌等矿产的主攻类型和目标区,提出了青海省地质矿产调查工作思路及部署建议。

本书为地学界了解青海省主要金属矿产的成矿地质背景、成矿条件、成矿特征、成矿规律和调查工作选区提供了翔实的资料,可供从事国土资源管理、区域地质、构造、岩石、矿床等方面的调查、科研人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

青海省金属矿产成矿条件和成矿预测/贾群子等编著. —武汉:中国地质大学出版社,2016.12

ISBN 978-7-5625-3891-2

I. ①青…

II. ①贾…

III. ①金属矿床-成矿预测-研究-青海

IV. ①P618.201

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 215206 号

青海省金属矿产成矿条件和成矿预测

贾群子 等编著

责任编辑:唐然坤 王 敏

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮编:430074

电 话:(027)67883511

传 真:(027)67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

Http://www.cug.edu.cn

开本:880 毫米×1 230 毫米 1/16

字数:582.12 印张:18.25 插页:1

版次:2016 年 12 月第 1 版

印次:2016 年 12 月第 1 次印刷

印刷:武汉市籍缘印刷厂

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-3891-2

定价:218.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

前 言

青海省位于我国西部腹地,地处青藏高原的北部,横跨秦祁昆和特提斯两大成矿域,分布有祁连山、柴达木盆地北缘、东昆仑、巴颜喀拉山、三江北段和柴达木盆地等成矿区带。省内成矿地质条件优越,矿产资源丰富,是我国能源、有色金属、贵金属和盐类矿产的重要蕴藏地。“十一五”规划实施期间,国家高度重视青藏地区地质工作,国土资源部与青海省紧密合作,持续加大投入,全面开展了青海片区地质矿产调查和评价专项与找矿突破战略行动。为深化部省合作协议和推进青海地质找矿工作,中国地质调查局相继设立了“青海省地质调查综合研究”(项目编码:1212010918044、1212011121205;起止时间:(2009—2012年)和“柴达木周缘及邻区成矿带地质矿产综合调查”(项目编码:12120113029000、12120115021501;起止时间:2013—2015年)两个工作项目,旨在提高青海片区的总体研究水平,深化重要成矿带成矿地质条件、成矿规律研究和找矿方向的认识,研究解决制约找矿的重大地质问题,优选青海省地质调查重点工作区,统一规划部署和组织实施青海省地质矿产调查工作。

本书是在《青海省地质调查综合研究》和《柴达木周缘及邻区成矿带地质矿产综合调查》两份成果报告的基础上,经提炼、修改和补充而完成的专著。本书对全区地层、区域构造、地球物理、地球化学等特征进行了论述,研究了区域地质背景和成矿环境,划分了构造单元;阐述了区内侵入岩尤其是花岗岩的时空分布规律和地质-地球化学特征及其与成矿的关系;以铜、镍、金、铁、铅、锌等为主攻矿种,对区内的代表性矿床进行了详细的解剖,并归纳了各类矿床的成矿特征和控矿因素;总结了区域矿产的时空分布规律,划分了成矿区带,综述了各(区)带的主要特征,分析了构造演化与矿床形成的制约关系;利用最新的地质调查成果资料对区内的铜、镍、金、铁、铅、锌等矿产进行了成矿预测,圈定了成矿预测区;指出了寻找铜、镍、金、铅、锌、铁等矿产的找矿远景区和成矿预测区,探索提出了青海地质矿产调查工作思路及部署建议。本书充分应用了前人工作成果资料和作者7年来的工作收获,是迄今为止该地区区域成矿研究的最新系统总结。

本书为一项集体研究成果。各章执笔分别为:前言——贾群子、杜玉良;第一章——贾群子、栗亚芝、孔会磊、陈博;第二章——李金超、孔会磊、南卡俄吾、张斌;第三章——孔会磊、栗亚芝、李金超、全守村、张晓飞;第四章——贾群子、国显正、陈向阳、郭周平;第五章——贾群子、邹湘华、宋忠宝;第六章——栗亚芝、孔会磊、张雨莲;结论——贾群子、杜玉良。全书由贾群子、杜玉良统编定稿,由叶芳完成相关岩石光、薄片鉴定工作,高燕玲完成了部分图件的计算机制图工作。

研究工作是在中国地质调查局、中国地质调查局西安地质调查中心的组织领导,以及相关部门、有关科技人员的大力支持和指导下完成的。在工作过程中,青海省国土资源厅、青海省地质调查局等单位的主管领导和技术专家参与了部署研究与工作协调等;青海省地质矿产勘查开发局、青海省有色地质矿产勘查局、青海省核工业地质局、青海省环境地质局、青海省地质调查院、青海省第一地质矿产勘查院、青海省第三地质矿产勘查院、青海省第四地质矿产勘查院、青海省第五地质矿产勘查院、青海省柴达木综合地质勘查院、青海省有色地质矿产勘查局地质矿产勘查院、青海省有色地质矿产勘查局八队、青海省有色地质矿产勘查局七队,以及在青海承担地质矿产调查评价项目的相关地勘、院校等单位领导和同行们都对项目给予了极大支持和热情帮助。本书吸取和利用了历年在青海地区工作的青海省地质矿产勘查开发局、青海省有色地质矿产勘查局、青海省地质调查院等单位 and 各方面地质工作者的成果及资料,在此一并表示衷心的感谢!

著者

2016年4月

目 录

第一章 成矿地质背景	(1)
第一节 大地构造格架及分区	(1)
一、秦祁昆造山系(I)	(1)
二、三江造山系(II)	(9)
第二节 区域含矿地层	(13)
一、前寒武系	(13)
二、下古生界	(15)
三、上古生界—新生界	(17)
第三节 区域断裂构造	(21)
一、一级断裂	(21)
二、二级断裂	(23)
三、三级断裂	(25)
第四节 区域地球物理特征	(26)
一、区域重力	(26)
二、区域航磁	(27)
第五节 区域地球化学特征	(29)
一、元素分布特征	(29)
二、异常分带特征	(29)
第二章 岩浆作用及成矿	(33)
第一节 火山岩及含矿性	(36)
一、前寒武纪火山岩	(36)
二、早古生代火山岩	(38)
三、晚古生代火山岩	(44)
四、中生代火山岩	(48)
五、新生代火山岩	(55)
第二节 基性—超基性侵入岩	(56)
一、祁连基性—超基性岩带	(56)
二、柴北缘基性—超基性岩带	(57)
三、东昆仑基性—超基性岩带	(57)
四、布青山—阿尼玛卿山基性—超基性岩带	(60)
五、西金乌兰—通天河基性—超基性岩带	(60)
第三节 中酸性侵入岩	(61)
一、前寒武纪中酸性侵入岩	(61)
二、加里东期中—酸性侵入岩	(62)
三、海西期中酸性侵入岩	(66)

四、印支期中酸性侵入岩	(72)
五、燕山期中酸性侵入岩	(83)
六、喜马拉雅期中酸性侵入岩	(85)
七、中酸性岩浆岩的综述	(88)
第四节 岩浆岩同位素年龄与构造热事件及成矿关系	(88)
一、岩浆岩同位素年代记录与地质演化	(88)
二、岩浆活动与成矿关系	(92)
三、岩浆作用与构造热事件关系	(93)
第三章 主要矿床类型和特征	(95)
第一节 区域矿产概况	(95)
一、总体特征	(95)
二、矿产地分布情况	(95)
第二节 金属矿产主要矿床类型和特征	(96)
一、岩浆型	(97)
二、接触交代型	(100)
三、海相火山岩型	(110)
四、斑岩型	(115)
五、热液型	(129)
六、构造蚀变岩型	(134)
七、喷流沉积型	(144)
八、沉积型	(147)
九、沉积变质型	(148)
十、陆相火山岩型	(151)
第四章 成矿地质条件和成矿规律	(152)
第一节 区域控矿因素分析	(152)
一、地层岩性控矿作用	(152)
二、构造控矿因素	(154)
三、侵入岩的控矿作用	(155)
四、变质作用因素	(157)
第二节 成矿系列	(157)
一、与海相火山活动有关的成矿系列	(158)
二、与陆相火山活动有关的成矿系列	(158)
三、与火山-沉积变质岩系有关的成矿系列	(158)
四、以沉积岩系为容矿岩石的喷气沉积成矿系列	(159)
五、与中酸性中浅成侵入活动有关的成矿系列	(159)
六、与中酸性浅成侵入活动有关的成矿系列	(159)
七、造山型金矿系列	(159)
八、与铁质基性—超基性岩浆侵入活动有关的成矿系列	(160)
九、与镁质基性—超基性岩有关的成矿系列	(160)
十、以碳酸盐岩为容矿岩石的热液成矿系列	(160)
第三节 成矿区带	(160)
一、成矿区带划分原则及分级命名	(161)

二、划分结果	(161)
三、成矿区带主要特征	(161)
第四节 区域构造演化与成矿作用	(204)
一、前寒武纪前造山阶段与成矿	(204)
二、早古生代洋陆转换阶段与成矿	(207)
三、晚古生代—中生代俯冲碰撞造山阶段与成矿	(208)
四、晚中生代后碰撞造山阶段与成矿	(209)
五、新生代后造山阶段与成矿	(209)
第五章 成矿预测	(210)
第一节 成矿预测区圈定原则及方法	(210)
一、成矿预测区圈定原则	(210)
二、成矿预测区圈定方法和分类	(211)
第二节 主要成矿预测区圈定	(211)
第六章 找矿工作思路及部署建议	(251)
第一节 选区总体思路和部署原则	(251)
一、总体思路	(251)
二、部署原则	(251)
三、找矿远景区优选	(252)
第二节 “十三五”工作部署建议	(261)
一、基础地质调查	(261)
二、优势与重要矿产勘查	(262)
三、科技创新	(263)
第三节 整装勘查工作	(263)
一、主要工作部署思路	(263)
二、整装勘查工作部署建议	(264)
第七章 结 论	(271)
一、取得的主要成果及认识	(271)
二、存在的问题	(272)
主要参考文献	(274)

第一章 成矿地质背景

青海位于青藏高原的北部,地处印度板块与欧亚板块的交汇部位,横跨秦祁昆和特提斯两大成矿域。自元古宙以来,该地区经历了多次裂解与造山过程,各时代地层发育齐全,岩石类型复杂多样,岩浆活动频繁,地质构造发育,岩石变质变形强烈,为该地区成矿提供了丰富的物质来源和成矿空间,形成了以铜、镍、铅、锌、铁、金、钾盐等为主的矿产资源,是我国最具找矿潜力的地区之一。

本章重点对青海省大地构造格架和分区、区域含矿地层、区域断裂构造及区域地球物理和地球化学特征进行介绍,有关岩浆作用将在第二章进行重点论述。

第一节 大地构造格架及分区

青海地处青藏高原东北部,属特提斯构造域(李荣社等,2011;潘桂棠等,2012)。其大地构造的基本特征:由一系列不同时代、不同造山机制的造山带和结合带及其被卷入的且经过强烈改造的地块(基底残块)镶嵌而成的复杂造山系,自古元古代以来,经历了长期而复杂的造山过程(青海省地质矿产勘查开发局,2013)。依据青海省地质矿产勘查开发局(2013)和潘桂棠等(2009,2012)的板块构造划分方案,结合李荣社等(2008)、张雪亭等(2007)和校培喜等(2014)等的划分方案及区域成矿特点,本次研究以昆南断裂带为界,将青海省境内划分为秦祁昆造山系和三江造山系2个一级构造单元,并划分出12个二级构造单元和32个三级构造单元(表1-1,图1-1)。

本次构造单元划分与青海省地质矿产勘查开发局(2013)和潘桂棠等(2009,2012)的划分方案在一级、二级、三级构造单元数量相同,但在构造单元归属上存在差异:一是把昆南断裂作为秦祁昆造山系与三江造山系分界断裂,而后两者则是以昆仑山口-甘德断裂为分界断裂;二是在三级构造单元划分上,将宗务隆山陆缘裂谷、鄂拉山陆缘弧和赛什塘-兴海蛇绿混杂岩归到秦岭弧盆系中,而后两者则把宗务隆山陆缘裂谷归为中-南祁连弧盆系,而把鄂拉山陆缘弧和赛什塘-兴海蛇绿混杂岩归为东昆仑弧盆系;三是在个别构造单元名称上有所不同;四是在构造单元论述中充分考虑成矿作用的特点。

一、秦祁昆造山系(I)

秦祁昆造山系位于昆南断裂带以北的广大区域。晚前寒武纪—早古生代时期地质构造演化受控于北侧古亚洲洋与南侧原特提斯洋的双向俯冲制约,类似于当今东南亚多岛弧盆系受控于太平洋与印度洋双向俯冲制约的动力学体系。它经历了大陆裂开、多岛弧、弧后海底扩张与弧后盆地萎缩、俯冲消亡,以及弧-弧、弧-陆碰撞的演化历史。碰撞之后该区大部分地区于泥盆纪转化为陆地,成为泛华夏大陆群华北陆块西南缘的一部分(潘桂棠等,2012),包括北祁连弧盆系(I_1)、中-南祁连弧盆系(I_2)、全吉地块(I_3)、阿尔金弧盆系(I_4)、柴北缘结合带(I_5)、柴达木地块(I_6)、东昆仑弧盆系(I_7)、秦岭弧盆系(I_8)8个二级构造单元。

(一)北祁连弧盆系(I_1)

该单元的南界是沿托莱河、大通河和大坂山分布的中祁连北缘(柯柯里-默勒-麻庄)深大断裂带,与

之南的中-南祁连弧盆系(I_2)相邻。主体组分是寒武纪—志留纪的地层和岩石,其上为晚泥盆世及其后各期山间或山前断坳型内陆盆地的山麓河流相和湖沼相等沉积物质分布,其中只有石炭纪处在陆表海海域之内接受了滨海陆棚相物质的沉积。北祁连弧盆系可划分为走廊弧后盆地(I_1^1)、走廊南山岛弧(I_1^2)和北祁连蛇绿混杂岩带(I_1^3)3个三级构造单元。

表 1-1 青海省构造单元划分

一级构造单元	二级构造单元	三级构造单元
I 秦祁昆造山系	I_1 北祁连弧盆系	I_1^1 走廊弧后盆地(O—S)
		I_1^2 走廊南山岛弧(∈—O)
		I_1^3 北祁连蛇绿混杂岩带(O—S)
	I_2 中-南祁连弧盆系	I_2^1 中祁连岩浆弧(O—D ₁)
		I_2^2 疏勒南山-拉脊山蛇绿混杂岩带(O—S)
		I_2^3 南祁连岩浆弧(O—D ₁)
	I_3 全吉地块	I_3^1 欧龙布鲁克被动陆缘相(∈—O)
	I_4 阿尔金弧盆系	I_4^1 阿帕-茫崖(蛇绿)构造混杂岩带(∈—S)
	I_5 柴北缘结合带	I_5^1 滩间山岩浆弧(O)
		I_5^2 柴北(蛇绿)构造混杂岩带(∈—S)
		I_5^3 鱼卡-沙柳河高压—超高压变质相(P _{Z1})
	I_6 柴达木地块	I_6^1 柴达木盆地
	I_7 东昆仑弧盆系	I_7^1 祁漫塔格北坡-夏日哈岩浆弧(O—S)
		I_7^2 祁漫塔格蛇绿混杂岩带(P _Z)
		I_7^3 中昆仑岩浆弧(P _{T3} —P _{Z1})
		I_7^4 东昆仑南坡俯冲增生杂岩带(P _{Z1})
	I_8 秦岭弧盆系	I_8^1 宗务隆山陆缘裂谷(D—P)
		I_8^2 鄂拉山陆缘弧(T)
		I_8^3 赛什塘-兴海蛇绿混杂岩带(P—T)
		I_8^4 泽库前陆盆地(T ₁₋₂)
		I_8^5 西倾山-南秦岭陆缘裂谷带(P _{Z1})
II 三江造山系	II_1 阿尼玛卿结合带	II_1^1 西大滩-布青山蛇绿混杂岩带(P ₁₋₂)
		II_1^2 玛多-玛沁增生楔(P ₂ —T ₂)
	II_2 巴颜喀拉地块	II_2^1 可可西里-松潘前陆盆地(T ₃)
	II_3 三江弧盆系	II_3^1 甘孜-理塘蛇绿混杂岩带(P ₂ —T ₂)
		II_3^2 西金乌兰湖-金沙江-哀牢山蛇绿混杂岩带(C—T ₂)
		II_3^3 治多-江达-维西-绿春陆缘弧带(P ₂ —T ₁₋₂)
		II_3^4 昌都-兰坪双向弧后前陆盆地(M _Z)
		II_3^5 开心岭-杂多-景洪岩浆弧(P ₂ —T ₂)
		II_3^6 乌兰乌拉湖-澜沧江蛇绿混杂岩(P ₂ —T ₃)
	II_4 羌塘弧盆系	II_4^1 羌北地块(弧后前陆盆地, T ₃ —J)
		II_4^2 唐古拉-左贡地块

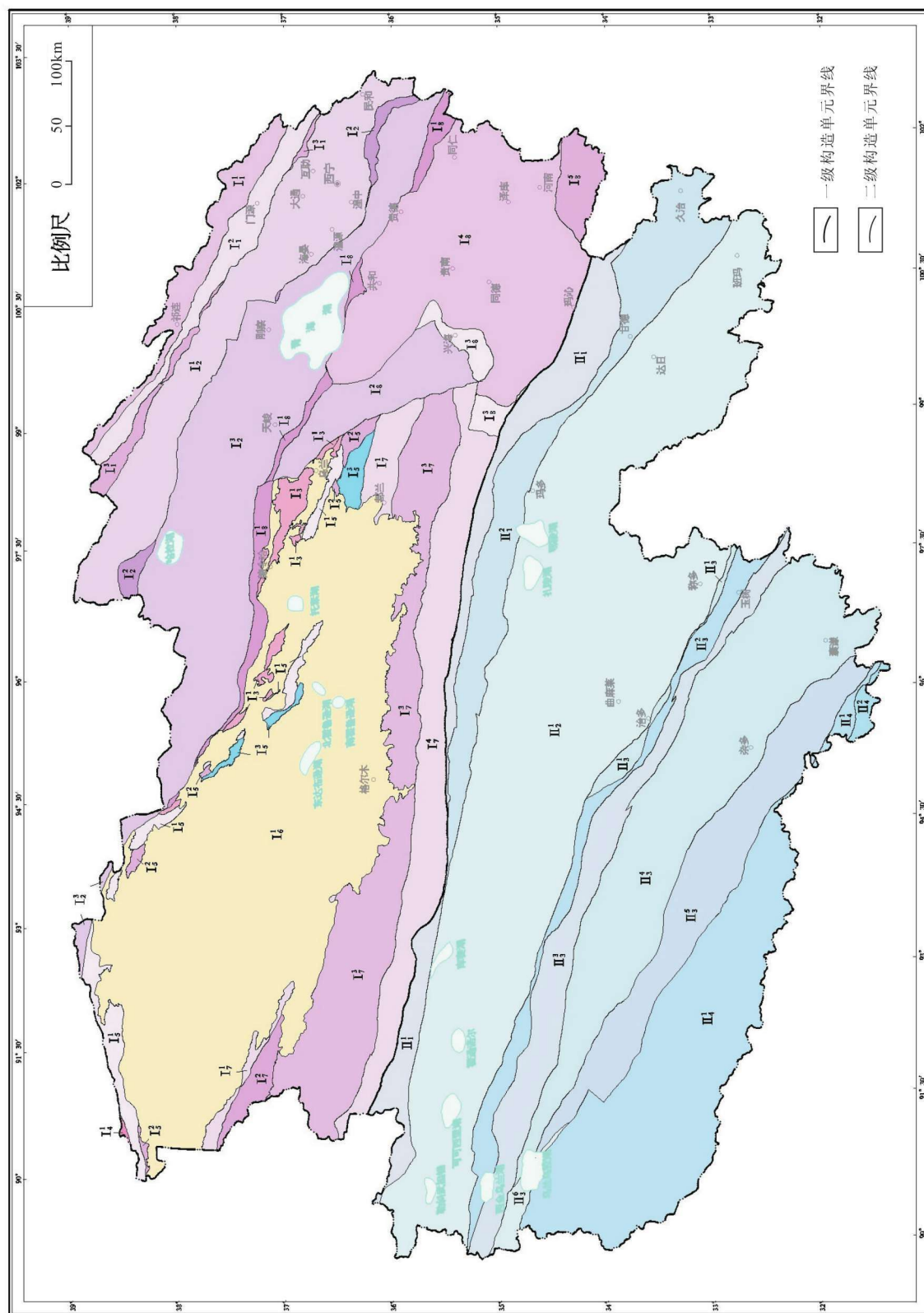


图 1-1 青海省构造单元划分图

1. 走廊弧后盆地 (I₁)

该单元位于青海祁连山北部,南以黑河断裂为界,呈北西西向带状分布。奥陶系为火山岩-碎屑岩建造,在甘肃的东部景泰老虎山和西部摆浪沟—九个泉—白泉门一带由于弧后扩张强烈,而形成完整的蛇绿岩套。其底部为斜辉橄榄岩,向上为堆晶辉石岩和辉长岩,中部为被辉绿岩墙和辉石斜煌斑岩脉穿插的块状及枕状熔岩,上部为凝灰岩及硅质板岩(夏林圻等,2001)。弧后盆地铜多金属硫化物矿床发育,与弧后扩张脊蛇绿岩一致。志留纪火山作用微弱,仅下志留统有中、酸性火山岩,以陆源碎屑为主,在上志留统有砂页岩型铜矿产出。泥盆纪陆相磨拉石建造在该带南缘广为分布。石炭纪该单元沉积为海陆交互相,自二叠纪开始为陆相沉积。

2. 走廊南山岛弧 (I₂)

走廊南山岛弧沿黑河—清水沟—黑沟河—门源一带呈北西西向展布于黑河断裂与托勒山南坡—大坂山北缘断裂之间,东、西两端外延出省。主要由阴沟组、中堡群及南石门子组等组成,为一套岛弧杂岩,形成于早—中奥陶世。据夏林圻等(2001)研究,典型岛弧火山岩发育于永登县石灰沟地区,其下部为岛弧拉斑玄武岩系,中部为岛弧钙碱性火山岩系,上部为岛弧橄榄粗安岩,后者是代表岛弧成熟阶段的标志。该岛弧带内发现与火山沉积岩系有关的铜、金矿床、矿点数十处。在该带出露的柴达诺等中酸性岩体都属钙碱性系列,其形成与岛弧深成岩浆作用关系相当密切。该岛弧同其北弧后盆地的界线在某些地段可能存在过渡关系,难以划分,而在大部分地区则以断裂为界。

3. 北祁连蛇绿混杂岩带 (I₃)

北祁连蛇绿混杂岩带分布于北祁连西段,北以托勒山南坡—大坂山北缘断裂与岛弧带相邻,南界为中祁连北缘断裂或推测界线。该混杂岩群由黑茨沟组、阴沟组火山岩及超基性岩组成。在沉积特征上具有海沟相的滑塌堆积特征,在构造上具有俯冲保留下来的叠瓦构造(冯益民等,1996)。该地既有裂谷型双峰式火山岩,又有洋壳型火山岩、超基性岩等混杂堆积,形成于晚奥陶世末。发育高压蓝闪石片岩、多硅白云母等。K—Ar 和³⁹Ar—⁴⁰Ar 等同位素年龄值多在 450~420Ma 之间。产有喷气沉积型铜多金属矿及岩浆型铬铁矿、滑石菱镁矿矿床(点)多处。

(二) 中—南祁连弧盆系 (I₂)

该单元北以北祁连南缘断裂为界,南界在青海湖东以宗务隆—青海南山断裂带为界。地层主要由前寒武纪变质地层及志留系组成。早古生代时为活动大陆边缘,加里东期中酸性侵入岩和基性超基性岩发育。矿产主要有与加里东期构造岩浆作用有关的铜镍、钨、钼、铅、锌、铋钽等金属矿,构造蚀变岩型金矿及与沉积有关的煤、非金属矿。可划分为中祁连岩浆弧 (I₂^{1)、疏勒南山—拉脊山蛇绿混杂岩带 (I₂^{2) 和南祁连岩浆弧 (I₂³) 3 个三级构造单元。}}

1. 中祁连岩浆弧 (I₂¹)

该岩浆弧是一个陆块与岩浆弧叠置的构造单位,相当于前人习称的中祁连隆起带,夹持于北祁连缝合带与疏勒南山—拉脊山缝合带之间,呈岛链状北西西向分布于托勒南山—大通山一带。西端出省后被阿尔金断裂切错后可能对应于中阿尔金陆块;东延出省后可能与秦岭中间陆块相接,呈岛弧体状态出现于秦祁昆多岛洋内。区内出露的最老地层为古元古界托赖岩群和湟源群;前者分布于西段托勒南山一带,原岩为一套活动型泥砂质岩—中基性火山岩—镁质碳酸盐岩沉积组合,以角闪岩相变质岩为主;后者分布于大通山一带,沉积组合特征与前者类同,以低绿片岩相为主。区内侵入岩以加里东期和海西早期为主,构成岩浆弧的主体,系北祁连洋盆向南俯冲的产物。主要岩石类型有奥陶纪的闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩等钙碱性俯冲型弧花岗岩类及晚志留世—早泥盆世花岗岩闪长岩类、黑云母二长花岗岩、二云母花岗岩、正长花岗岩等碰撞型和后碰撞型花岗岩。主要矿产有产于前寒武纪地层的石英岩,与加里东期构造岩浆作用有关的钨、钼、铅、锌、铋钽等金属矿,及与陆内阶段沉积有关的煤、非金属矿。

2. 疏勒南山-拉脊山蛇绿混杂岩带(I₂)

疏勒南山-拉脊山蛇绿混杂岩带以中祁连南缘深断裂为主断层,构成中祁连陆块与南祁连陆块的分界线。大体以日月山-刚察古转换断层(高延林,1998)为界,分为东、西两段,即拉脊山和疏勒南山。

东段拉脊山一带,缝合带的主要组成为中上寒武统深沟组、六道沟组,下奥陶统下部花抱山组和上部阿夷山组,中奥陶统茶铺组,上奥陶统药水泉组,志留系巴龙贡噶尔组等。其中,中上寒武统中产出有大量镁铁-超镁铁质岩,但规模小,既有镁质,也有铁质,含铬、铜、镍、钴、金、磷及稀土等矿化。这些镁铁-超镁铁质岩与中上寒武统中大量发育的火山岩是否构成蛇绿岩存在争议。大多数人认为拉脊山属于裂隙槽或裂谷环境,有不典型的蛇绿岩出现,为陆间裂谷型小洋盆(邓清录等,1995;左国朝等,1996;夏林圻等,1998;邱家骧等,1997,1998),但也有人提出了弧后盆地的看法(高延林,1998;潘桂棠等,1997;张雪亭等,2007),形成于弧后扩张环境。该区产有与镁铁质基性-超基性岩有关的铁、镍铜钴金、稀土磷矿床。后期花岗岩类很发育,以石英闪长岩、花岗闪长岩为主,区内的金矿产等多与其有关。此外,带内分布有与火山喷气沉积作用有关的铜矿点多处。

西段疏勒南山等地工作程度低,出露的奥陶系及与之同带分布的镁铁-超镁铁质岩可能属拉脊山蛇绿混杂岩带西延记录。与拉脊山地区不同的是,西部地区缝合带主要由奥陶系(吾力沟群、盐池湾群)组成,未见寒武系出露,纳尔扎山-木里及疏勒南山地区下奥陶统(吾力沟群)主要为中基性火山岩夹结晶灰岩和砂岩,中奥陶统(盐池湾群)以碎屑岩为主夹灰岩,含丰富的三叶虫化石,上奥陶统为中性、中基性火山岩和火山碎屑岩,火山岩同样具钙碱性弧火山岩的特点。西段沿中祁连陆块南缘断续展布的镁铁-超镁铁质岩主要呈构造岩块产于奥陶系中,少部分则分布于北侧前寒武纪结晶基底岩系中,这些地区镁铁-超铁镁铁质岩的主要岩性有纯橄岩、橄辉岩、辉橄岩、辉长岩等。西延至甘肃省境内以岛弧建造为主要特色的奥陶系主要沿党河南山分布,蛇绿岩主要分布在党河北部,如大道尔吉蛇绿岩带(鲍佩声等,1989;左国朝等,1996)。

3. 南祁连岩浆弧(I₃)

呈北西西向介于中祁连南缘断裂(疏勒南山-拉脊山缝合带主断裂)与宗务隆-青海南山断裂之间,沿居洪图-阳康-化隆一带分布。构成岩浆弧主体的古元古代结晶岩系仅在东段刚察-化隆一带有所出露,主要地层为古元古界托赖岩群和湟源群;中段和西段阳康-居洪图地区主要为下奥陶统吾力沟群钙碱性火山岩沉积组合和志留系巴龙贡噶尔组火山质复理石沉积。该单元北部发育加里东期和海西早期酸性岩体,形成于俯冲和碰撞期,与其有关的矿产主要是钨、铅、锌等。东南部基性超基性呈零星带状分布,形成于加里东期(张照伟等,2009),产有铜镍硫化物矿床。

(三)全吉地块(I₃)

该单元即前人所称的丁字口-欧龙布鲁克陆块或欧龙布鲁克隆起带,位于柴北缘丁字口-德令哈一带,北以在鱼卡以东的宗务隆山南缘断裂为界,在花海子以西以宗务隆-青海南山断裂为界;南以柴达木盆地北缘隐伏断裂带为界,呈“S”形展布。主要分布古元古界金水口岩群(达肯大坂岩群),中元古代以来大部分地区处于隆起剥蚀地位,局部有中元古界小庙组和狼牙山组(相当于万洞沟群)及震旦系出露,寒武系及奥陶系分布有限,金水口岩群为片麻岩-碳酸盐岩变质建造,有火山岩的成分,发育韧性剪切带。见加里东期和海西期花岗岩类侵入。在花岗岩与前寒武纪地层的出露区,形成钨钼矿化。

(四)阿尔金弧盆系(I₄)

该单元地跨新疆、青海,主体在新疆,包含了红柳沟-拉配泉(蛇绿)构造混杂岩带、阿中地块和阿南(蛇绿)构造混杂岩带等次级构造单元(校培喜等,2010)。该带组成较为复杂,包括了南华纪陆间裂谷海盆火山-碎屑岩建造、震旦纪-寒武纪有限洋盆碎屑岩-火山岩建造、奥陶纪弧盆火山岩-碎屑岩-碳酸盐岩建造,以及与有限洋盆演化有关的基性-超基性岩、俯冲-碰撞花岗岩、后碰撞基性杂岩-中酸性侵入

岩组合和高压—超高压变质岩等。青海省境内仅出露阿南(蛇绿)构造混杂岩的东北角,地层主要为寒武系—奥陶系滩间山群($\in OT$)基性火山岩,岩体为奥陶纪闪长岩。

(五)柴北缘结合带(I_5)

该带位于柴达木盆地北缘,西段北侧被宗务隆山—青海南山断裂斜截与南祁连相邻,从滩间山向东南延伸则被鱼卡—乌兰断裂所截与欧龙布鲁克带相邻,南界以柴北缘断裂为界与柴达木陆块相接,总体走向北西。东段由于强烈的岩浆活动使柴北缘结合带和东昆仑弧盆系的界线变得模糊。该带成矿地质条件优越,是铅锌、金等矿产的富集区之一。该带可划分为滩间山岩浆弧(I_5^1)、柴北(蛇绿)构造混杂岩带(I_5^2)和鱼卡—沙柳河高压—超高压变质带(I_5^3)3个三级构造单元。

1. 滩间山岩浆弧(I_5^1)

该岩浆弧位于柴达木盆地北缘,大致沿赛什腾山、锡铁山、阿木尼克山、牦牛山一线呈北西向展布。北部以全吉地块相邻,南部与柴北(蛇绿)构造混杂岩带为邻。下古生界寒武系—奥陶系滩间山群火山—沉积组合广布全区,火山岩为岛弧火山岩(许志琴等,2003)。东段德令哈市—沙柳河的滩间山群以中基性火山岩—火岩碎屑岩为主,次为变质碎屑岩及碳酸盐岩,地层体普遍经历了绿片岩相变质及强烈的韧性剪切变形;西段的滩间山群为一套浅变质的中基性、酸性火山岩,火山碎屑岩及正常沉积碎屑岩、大理岩地层体。带内岩浆侵入活动以加里东期和海西期—印支期花岗岩类为主,东段出现较多的印支期、燕山期花岗岩类岩体,西段在牛鼻子梁一带出露基性超基性岩,其锆石 U—Pb 年龄为 $361.5 \pm 1.2\text{Ma}$ (刘会文等,2014),时代为晚泥盆世。带内产有锡铁山铅锌矿床、滩间山金矿床、青龙沟金矿床、小赛什腾山铜矿床及牛鼻子梁铜镍矿等,是铅锌、铜(镍)、金等矿产的富集区之一。

2. 柴北(蛇绿)构造混杂岩带(I_5^2)

该带西起丁字口,向东经苏干湖、鱼卡、滩间山、沙柳河一带,呈反“S”形展布,继续东延被哇洪山—温泉断裂截切。北与滩间山岩浆弧为邻,南以柴北缘断裂为界与柴达木地块分开。主要地层为金水口岩群和寒武系—奥陶系滩间山群。以发育洋壳残片、俯冲增生楔、火山岛弧、高压—超高压变质带、中新元古代碰撞型花岗岩及被肢解的巨型韧性剪切带为其主要特征。该带除了加里东期与俯冲有关的中酸性岩浆活动外,还有海西期—印支期的基性超基性、中酸性岩浆活动。该带内有金、铬铁矿等矿产产出。

3. 鱼卡—沙柳河高压—超高压变质带(I_5^3)

该带从西向东在鱼卡河、胜利口、绿梁山、锡铁山、野马滩、沙柳河等断续出露。榴辉岩主要呈透镜状赋存于金水口岩群、中元古代花岗闪长质片麻岩体及新元古代二长花岗质片麻岩体中,另在胜利口和柳园沟一带的金水口岩群中也有少量榴辉岩呈透镜或似层状产出。榴辉岩透镜体一般长 $3 \sim 10\text{m}$,宽 $0.5 \sim 3\text{m}$,与围岩呈镶嵌式接触,界线清楚。单体长轴方向与围岩的片理、片麻理走向一致。

(六)柴达木地块(I_6)

柴达木地块被围限于阿尔金断裂(省外)、柴北缘断裂、东昆仑断裂之间,东端被鄂拉山所限定。主体被柴达木后造山前陆盆地盖覆,且由元古宙结晶岩席和岩浆岩席组成的块体。长期以来被视为中间地块或稳定的地台(黄汲清,1977;李春昱等,1982;青海省地质矿产局,1991)。陆块内广泛发育的古元古界金水口岩群为陆块的主体,其原岩为一套滨—浅海相活动型泥砂质岩—中基性火山岩—碳酸盐岩沉积组合,以区域动力热流变质作用形成的角闪岩相为主,变形强烈,构造形式复杂;透入性片麻理横向置换强烈,原始层理保存无几,属层状无序变质地层。下古生界仅在阿卡托山北坡有少量出露,主体为一套钙碱性火山岩组合。盖层侏罗系呈北北东向断续分布于山间或山前盆地内,为一套含煤碎屑岩沉积组合;白垩纪该区成为剥蚀区,缺失相应的沉积记录;古近系为一套类磨拉石沉积,属柴达木后造山前陆盆地之西北部外延部分。该区第四纪的盐湖产钾盐、镁盐、石盐、芒硝、石膏、硼矿、锂矿、锃矿等;该处年代或地层时间不一致,古近系—新近系产石油、天然气、钾、硼、锂矿等矿产。

(七) 东昆仑弧盆系(I₇)

该单元相当于东昆仑造山带,是一个经历多旋回构造演化的复杂造山带,位于格尔木隐伏断裂以南、昆南断裂以北和鄂拉山断裂带以西的广大地区,包含了祁漫塔格北坡-夏日哈岩浆弧(I₁¹)、祁漫塔格蛇绿混杂岩带(I₁²)、中昆仑岩浆弧(I₁³)和东昆仑南坡俯冲增生杂岩带(I₁⁴)4个三级构造单元。

1. 祁漫塔格北坡-夏日哈岩浆弧(I₁¹)

该岩浆弧呈近东西向分布于祁漫塔格山北坡至夏日哈一带。南以祁漫塔格蛇绿混杂岩带与中昆仑岩浆弧分隔。西段祁漫塔格北界为东昆北断裂的北支从而与柴达木盆地分开,东段夏日哈一带的北界由柴北(蛇绿)构造混杂岩带限定,中段因新生界覆盖而失去连续性。

西段祁漫塔格北以格尔木隐伏断裂为界,南以阿达滩为界,主体地层为奥陶系祁漫塔格群,岩性为碎屑岩、火山岩和碳酸盐岩组合,其中火山岩属钙碱性系列,具岛弧型特征。中、酸性侵入岩比较发育,为加里东晚期的二长花岗岩、花岗闪长岩和闪长岩,加里东期奥陶纪花岗闪长岩为俯冲型,与祁漫塔格小洋盆向北消减有关,志留纪闪长岩、英云闪长岩及二长花岗岩属碰撞型;晋宁期碰撞型花岗岩可能与罗迪尼亚大陆的拼合有关。其次则以海西中、晚期二长花岗岩和花岗闪长岩为主,以及晚三叠世喷发活动后期的次火山相-浅成相的花岗闪长岩、二长花岗岩和钾长花岗岩等岩体,海西期除泥盆纪的石英闪长岩、花岗闪长岩成生于板内伸展环境外,而石炭纪和二叠纪的一些俯冲型中酸性侵入岩同位素年龄值多集中在285~246Ma之间,可能与古特提斯洋的向北消减有关,印支期花岗岩类属碰撞型或后碰撞型。带内的主要矿产有金、铜、锡等。

东段夏日哈一带南、北分别被东昆北断裂和柴达木北缘断裂所限定。以呈岩基产出的印支期中一酸性侵入岩和晚三叠世的大陆型中酸性-酸性火山岩占据大部空间,且其中有较多呈岩株产出的印支期和燕山期的钾长花岗岩体。西北部有较多造山期的寒武系碎屑岩和火山岩地层分布(含加里东晚期斜长花岗岩体),东南部则有元古宙的岩块或块体包容在岩体之中。本段盖层始于晚泥盆世,为陆相碎屑岩和中酸性火山岩岩石组合,之上则是被花岗岩类岩体包容,且分布较广的滨浅海相石炭纪碎屑岩和碳酸盐岩地层,以及零星分布的新近系和第四系。该段内主要矿产有铁、铜、钼等。

2. 祁漫塔格蛇绿混杂岩带(I₁²)

该带位于阿达滩断裂和那陵郭勒河(东昆北断裂)之间。西起滩北雪峰,沿祁漫塔格山脉北坡向东经狼牙山、开木棋陡里格至苏海图,隐伏于柴达木盆地南缘新生代沉积物中。

该带以中酸性岩体、滩间山群及分布于其中的镁铁质-超镁铁质岩为主体。中酸性岩浆侵入活动较为强烈,侵入体分布较广,时代有志留纪、泥盆纪、石炭纪、三叠纪、侏罗纪等,以三叠纪侵入岩最为发育,其组合形式主要为中性-酸性复式岩体,在与古生界的接触带形成矽卡岩型多金属矿床。该带滩间山群的岩石组合与祁漫塔格北坡-夏日哈岩浆弧相似。镁铁质、超镁铁质岩主要分布在野马泉以西的阿达滩沟脑、十字沟、玉古萨依等地,以十字沟东岔剖面出露较全。这些镁铁-超镁铁质岩和基性熔岩,毫无例外地均呈大小不等、形态各异的岩块构造侵入于祁漫塔格群碎屑岩岩组中。该带的主要矿产有铁、铅锌、铜、钴、金、钨等。

3. 中昆仑岩浆弧(I₁³)

该带即泛称的东昆仑中部或昆中结晶岩带,北以昆北断裂与祁漫塔格北坡-夏日哈岩浆弧和柴达木断拗盆地毗邻,南界为泛称的昆中断裂,西端延入新疆,东端被哇洪山-温泉断裂截切。带内出露主要地层为古元古界金水口岩群,原岩为泥砂质碎屑岩-基性火山岩-碳酸盐岩建造,变质程度以角闪岩相为主,局部为麻粒岩相。基性-超基性侵入岩总体上在昆中地区零星分布,岩体规模较小,综合分析研究前人资料,初步确定该构造单元的基性-超基性岩地质构造背景主要是裂谷型,按照岩体侵位时代可以划分为中新元古代和晚古生代两期:前者主要分布在大灶火和白日其利一带,后者分布在哈西亚图、西绥拉海沟、夏日哈木和喀雅克登一带,平面上多为不规则状的小岩株。夏日哈木辉长岩锆石U-Pb年

龄为 $393.5 \pm 3.4 \text{ Ma}$ (李世金等, 2012), 形成于中泥盆世。中—酸性侵入岩体的广泛发育, 形成岩基与岩株产出形态并存的侵入岩带。组成岩带的岩体, 除元古宙的变质侵入体不在其列之外, 主要形成于加里东、海西和印支三大侵入期。其中加里东中、晚期侵入岩体, 虽只在卡而却卡、大格勒、大灶火河上游圈出个别的二长花岗岩和花岗闪长岩岩体, 但随着工作程度的提高, 此期岩体的数量一定会有所增多, 分布也会更广; 海西期岩体相对发育 (主要是二长花岗岩、斜长花岗岩、花岗闪长岩和闪长岩及基性—超基性杂岩等岩石类型, 但局部出现英云闪长岩), 其形成与之南海西—印支造山系生成早期阶段的海陆变异引发的重力均衡作用有关; 印支期侵入岩在区内大面积分布, 岩性包括闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩和钾长花岗岩等, 形成于造山期后的陆内环境。该区西部苏海图河西—夏日哈木—拉陵灶火河东一带有榴辉岩、榴闪岩出露, 断续出露长约 20 km (祁生胜等, 2014); 东部的朗木日上游元古宙变质地质体中也发现了榴辉岩、榴闪岩 (陕西省核工业地质调查院, 2015), 在其东南部温泉北部有榴辉岩出露 (Meng et al., 2013), 榴辉岩属 B 型, 共同构成东昆仑超高压变质带, 基本确定本次高压变质的峰期时代为志留纪—早泥盆世。该高压变质带的发现, 表明东昆仑在早古生代发生了深俯冲作用。该区的主要矿产有金、铁、铜、镍、铅锌、锡、钨等。

4. 东昆仑南坡俯冲增生杂岩带 (I₄)

该带沿东昆仑山主脊两侧横亘于青海省中部, 西起塔鹤托坂日, 向东经大干沟、清水泉、吉日迈被温泉—哇洪山断裂切断后, 隐伏于赛什塘—兴海蛇绿混杂岩带, 北以昆中断裂带与中昆仑岩浆弧相邻, 南以昆南断裂带与阿尼玛卿结合带接壤。该构造单元沉积建造类型较为复杂, 构造岩浆活动十分频繁, 具有增生杂岩带特征, 成矿地质条件十分有利, 是寻找金、铜、钴等多金属矿产的有利地区。

该带地层复杂, 主要有前寒武系苦海岩群、万宝沟群, 寒武系沙松乌拉组, 奥陶系纳赤台群, 泥盆系阿木尼克组, 石炭系哈拉郭勒组, 二叠系马尔争组等。镁铁—超镁铁质岩主要分布在塔托—拉玛托洛胡、诺木洪郭勒—乌托—清水泉—吉日迈等地, 是否为蛇绿岩及其时代归属 (中新元古代、早古生代) 还存在争论 (高延林等, 1988; 姜春发等, 1992; 潘裕生, 1996, 2001; Yang et al., 1996; 朱云海, 1999; 王秉璋等, 2001; 陆松年等, 2002)。中酸性侵入岩岩浆活动与昆北和昆中地区对比, 活动强度减弱, 侵入岩体分布主要局限在昆中断裂南侧和昆南断裂北侧附近, 多呈岩株产出, 岩石类型主要为花岗闪长岩、二长花岗岩, 亦有少量的石英闪长岩和闪长岩。

(八) 秦岭弧盆系 (I₈)

该弧盆系形态不规则, 北界断层为宗务隆山—青海南山断裂, 南界西部为宗务隆山南缘断裂, 向东与温泉—哇洪山断裂交接, 南界东部为东昆仑南深断裂。秦岭弧盆系可划分为宗务隆山陆缘裂谷 (I₈¹)、鄂拉山陆缘弧 (I₈²)、赛什塘—兴海蛇绿混杂岩带 (I₈³)、泽库前陆盆地 (I₈⁴) 和西倾山—南秦岭陆缘裂谷带 (I₈⁵) 5 个三级构造单元。

1. 宗务隆山陆缘裂谷 (I₈¹)

该带呈窄条状展布于南祁连与柴北缘之间, 受宗务隆山—青海南山断裂和宗务隆山南缘断裂控制, 西端尖灭于鱼卡河一带, 东端于都古寺一带延展出省。该带为海西期早期的裂谷, 沉积地层为中吾农山群碎屑岩—海相中基性火山岩建造。其形态为西秦岭的一个楔子插入祁连山, 是古特提斯洋伸向祁连山的一个分支 (李兴振等, 1995)。该带中的大规模韧性剪切带及海西晚期—印支期花岗岩类侵入体的同时存在, 是造山过程的反映。已有少量勘查资料显示, 区内发育与晚古生代裂陷过程有关的喷气沉积型多金属矿床 (如蓄积山铅银矿) 及与岩浆侵入作用有关的金多金属矿化 (如双朋西铜金矿床、谢坑金铜矿床)。

2. 鄂拉山陆缘弧 (I₈²)

该带西以哇洪山—温泉断裂为界, 东部为共和盆地, 北部与宗务隆山陆缘裂谷为邻, 南部为赛什塘—兴海蛇绿混杂岩带, 空间上呈北北西向展布。其动力学背景可能与赛什塘—兴海洋盆向北西方向俯冲消减有关。该带的主要地层为中吾农山群碎屑岩—海相中基性火山岩系和三叠系鄂拉山组陆相火山—沉积

岩系。岩浆岩主要为印支期中酸性侵入体,具有高钾钙碱性岩浆弧的特点(罗照华等,1999)。该区的主要矿产有铅锌、锡、金等。

3. 赛什塘-兴海蛇绿混杂岩带(Ⅰ₃)

该带被区域性断裂所围限,西界为苦海盆地,北界为清水泉(沟里)-拉玛托洛断层,南界或东界受苦海东侧弧形断裂和温泉-南木塘-唐乃亥弧形断裂的联合控制。区内出露地层主要是古元古界金水口岩群中深变质岩系和石炭系—二叠系以浊积岩相沉积体为主的地层。镁铁—超镁铁质岩、基性熔岩在苦海周边及赛什塘西北部赛日科龙洼、雅日一带广泛分布,为肢解破碎的洋壳残片,现今已是不具完整层序的各种形态、规模的蛇绿岩岩片(块),形成于成熟裂谷—初始洋盆之间的过渡环境,部分可能形成于岛弧或弧后盆地,苦海地区辉长岩辉石⁴⁰Ar—³⁹Ar法坪年龄值为 368.6 ± 1.4 Ma,证实裂陷时限可能至少始于晚泥盆世(王秉璋等,2000)。中酸性岩体出露较少,主要为泥盆纪和侏罗纪花岗闪长岩。该区是青海省有色金属资源基地,主要矿产有铜、铅锌等。

4. 泽库前陆盆地(Ⅰ₄)

该前陆盆地北与宗务隆山陆缘裂谷为邻,南与西倾山裂带和布青山蛇绿混杂岩带接壤。出露地层主要为下一中三叠统隆务河组和古浪堤组,总体具有早期复理石、晚期磨拉石的典型双幕式堆积序列,为较典型前陆盆地充填序列。在较广区域内的不同层位上有少量的层凝灰岩呈夹层出现,除此之外基本上没有火山物质参与沉积活动,这是该前陆盆地与东昆仑南坡的同时期前陆盆地的主要不同点。带内岩浆侵入活动以三叠纪为主,岩体以花岗闪长岩、二长花岗岩、花岗岩及浅成中—酸性侵入岩为主。区内主要矿产有金、锑、汞、铅锌、铜等。

5. 西倾山-南秦岭陆缘裂谷带(Ⅰ₅)

该带是沿白龙江分布的叠部-武都古陆带的西端。它的北界是叠山北坡断裂带西延在宁木特之南通过的尕科河(血日格)-赛尔龙断裂,南界抵青海省界。它可能是扬子古陆的裂解产物,成生于秦祁昆晚加里东造山系形成过程对扬子古陆边缘的碎裂作用。之后可能被卷入到鲸鱼湖-阿尼玛卿缝合带中,或者是古特提斯闭合后因构造反向引起的移置体。

该带主要由泥盆系—中三叠统连续的陆棚浅海相碳酸盐岩夹碎屑岩组成,其上有白垩系陆相地层零星分布。区域上,在泥盆系之下出露有震旦系—志留系的滨海—浅海相稳定型碎屑岩和碳酸盐岩地层,且以志留系分布最广。该区岩浆作用极不发育。带内矿产有锑汞及铁矿等。

二、三江造山系(Ⅱ)

三江造山系位于昆南断裂带以南的广大区域,呈北西西向展布于昆南断裂带与龙木错-双湖-澜沧江缝合带之间,向南、向西、向东外延出省。主体是由泛华夏大陆西南边缘晚古生代多岛弧盆系转化形成的造山系,经历了晚古生代—中生代多岛弧盆系发育、弧后扩张、弧-弧或弧-陆碰撞的地质演化历史(潘桂棠等,2012)。其包括阿尼玛卿结合带(Ⅱ₁)、巴颜喀拉地块(Ⅱ₂)、三江弧盆系(Ⅱ₃)和羌塘弧盆系(Ⅱ₄)4个二级构造单元。该造山系与北部的秦祁昆造山系相比,地质调查和研究程度均较低。

(一)阿尼玛卿结合带(Ⅱ₁)

阿尼玛卿结合带北以昆南断裂带与东昆仑南坡俯冲增生杂岩带相邻,南以昆仑山口-甘德断裂为界与巴颜喀拉地块接壤。该构造单元可进一步划分为西大滩-布青山蛇绿混杂岩带(Ⅱ₁¹)和玛多-玛沁增生楔(Ⅱ₁²)两个三级构造单元。

1. 西大滩-布青山蛇绿混杂岩带(Ⅱ₁¹)

北界断层即为东昆南断裂,南界断层即为布青山南缘断裂。省内西起布喀达坂峰向东大至沿东昆南活动断层经库赛湖、鲸鱼湖后与东昆南活动断裂分离,向东经布青山、德尔尼止于江千北部。

前寒武系变质岩岩块主要见于玛沁及布青山一带,布青山地区为中深变质岩系,岩石组合及变质作用特征与金水口岩群类似,可能代表了构造带的基底;玛沁地区略有不同,主要有两种岩石组合,一种为斜长角闪岩-大理岩组合,另一种为绿片岩组合,其中斜长角闪岩的 Sm-Nd 等时线测年值为 $1097.8 \pm 13.9\text{Ma}$ 、 $1443 \pm 28\text{Ma}$,反映出中新元古代的时代特征。二叠系尤其是下二叠统广泛发育于整个西大滩-布青山蛇绿混杂岩带,为碎屑岩-中基性火山岩-灰岩组合。下部以碎屑岩为主,显复理石层序,向上相变为礁灰岩和(或)中基性火山岩,局部发育深海硅质岩。其中,布青山等地出露的玄武岩是布青山蛇绿混杂岩带的重要组成部分之一。带内规模较大的稳定类型沉积岩为树维门科组,以构造岩片或推覆体产出,这套以中二叠统礁灰岩为主体的地层几乎遍及整个缝合带。镁铁-超镁铁质岩以及玄武岩的产出非常广泛,这些岩石均呈构造岩块产于复理石基质中。带内中-酸性侵入岩体不甚发育,仅有海西晚期、印支期和燕山期岩株状岩体零星分布。该带产出的矿产主要为铜、钴、镍、金等。

2. 玛多-玛沁增生楔(Ⅱ₁)

该增生楔呈北西西向分布于昆仑山口-查哈西里-昌马河-门堂一带,东延出省,北以布青山南缘断裂为界,南以昆仑山口-甘德断裂为界。区内主体地层为下三叠统(部分地区可能有中三叠统),被厘定为昌马河组,与石炭系-二叠系呈断层接触。总体为一套由砂岩、板岩组成的泥砂质复理石沉积,夹少量灰岩,偶见火山岩,自下而上板岩增多,未见底,厚度变化较大,为 900~3200m 不等。在其南、北两侧多处含灰岩外来岩块,沉积韵律发育,鲍马层序不完整,大地构造相为汇聚构造相类的俯冲增生楔相或为弧前复理石增生楔。变质程度为低绿片岩相,发育一系列紧闭的等厚褶皱,倒向多为南。石炭系-二叠系布青山群马尔争组,多沿南部边界断裂呈断块产出,岩性组合为灰岩、中基性火山岩夹砂岩、硅质岩,属火山-硅质岩建造、海相碳酸盐岩建造、复理石建造。区内燕山期中酸性侵入岩较发育,岩石类型有石英闪长岩、花岗闪长岩、二长花岗岩,锆石 U-Pb 同位素年龄值 191~187Ma[中国地质大学(武汉),2003],多呈岩株状产出,少有岩基者,形成于后造山期陆壳加厚环境,可能与壳-幔之间或上地壳层间的韧性滑脱深熔有关。该区主要矿产为金、锑等。

(二)巴颜喀拉地块(Ⅱ₂)

巴颜喀拉地块主体夹持于昆仑山口-甘德断裂和可可西里-金沙江断裂之间,展布为北西西向,东、西两端分别进入甘肃和新疆。

广泛发育的三叠系巴颜喀拉山群是区内的主体地层,下、中、上三统齐全,为连续性沉积,自下而上为砂岩→板岩→砂岩,厚度在 15 000m 左右。该套地层已广泛发生褶皱及低绿片岩相变质作用,且逆冲和变形作用强烈。二叠系布青山群在该区也有出露,多与巴颜喀拉山群为断层接触。变形变质作用发生在晚三叠世末-早侏罗世。区内侵入岩有印支、燕山及喜马拉雅三期,多为岩株状产出,岩基状少见。其中印支期辉长岩与岩浆旋回早期伸展作用有关,可能是区域上炉霍-道孚三叠纪裂谷的同期产物,而广泛发育的印支期-燕山期中酸性花岗岩类,属后造山期陆壳加厚型,与地壳层间韧性滑脱相联系。区内断裂构造十分发育,北西西向为主构造,常密集成束分布,主要表现为逆冲兼走滑的脆性断层,形成时间早,活动期长,规模较大,多为区域性壳型大断裂和一般断裂;北东-北东东向和北西向两组断裂不发育,居从属地位,一般形成时间晚、规模小、活动期短,常切错北西西向主干断裂,具扭性断裂特点。该带的主要矿产为金、锑等。

(三)三江弧盆系(Ⅱ₃)

该单元北以甘孜-理塘断裂为界,南大体以龙木错-双湖-澜沧江断裂为界。包括甘孜-理塘蛇绿混杂岩带(Ⅱ₃¹)、西金乌兰湖-金沙江-哀牢山蛇绿混杂岩带(Ⅱ₃²)、治多-江达-维西-绿春陆缘弧带(Ⅱ₃³)、昌都-兰坪双向弧后前陆盆地(Ⅱ₃⁴)、开心岭-杂多-景洪岩浆弧(Ⅱ₃⁵)、乌兰乌拉湖-澜沧江蛇绿混杂岩带(Ⅱ₃⁶)6个三级构造单元。