

东昆仑西段铁矿资源潜力评价

—— 基于ArcGIS平台

弓小平 陈 川 赵同阳 等著



地质出版社

地质大调查项目“西部地区铁矿勘查
部署与选区研究”专项研究成果

东昆仑西段铁矿资源潜力评价

——基于 ArcGIS 平台

弓小平 陈川 赵同阳 徐仕琪 王哲 著
刘艳宾 毛磊 阿丽娜·沙依兰

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 提 要

本书主要在东昆仑西段以沉积变质型和矽卡岩型铁矿床为主攻目标,以 ESRI 的空间数据库描述框架、UML 和关系数据库规范化理论为依据,对研究区铁矿资源潜力做出快速、准确的评价。主要成果如下:①建立了研究区沉积变质型铁矿和矽卡岩型铁矿的成矿要素表、预测要素模型;②对研究区内 6 幅 1:25 万和部分 1:50 万区域地质图进行了矢量化处理,建立了基于 ArcGIS 平台的资源潜力评价空间数据库;③应用 ArcGIS 平台,对成矿有利信息进行了快速、准确地提取和处理;④建立了研究区主攻矿床类型的品位吨位数据模型,评估、修正各个未见矿区的品位和吨位数值;⑤采用综合信息预测方法,共圈定了 6 个预测区(沉积变质型预测区 3 个,矽卡岩型预测区 3 个),其中 A 类 1 处, B 类 2 处, C 类 3 处。为研究区内进一步铁矿勘探提供理论依据、技术支持及数据支撑,以服务于研究区铁矿勘查部署工作。

本书可供全国各地国土资源部门、从事矿产资源工作的研究人员、地质院校师生及广大地质工作者研究和参考,同时对其他成矿带的工作方法具有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

东昆仑西段铁矿资源潜力评价:基于 ArcGIS 平台 /
弓小平等著. —北京:地质出版社, 2011.4
ISBN 978-7-116-07154-4

I. ①东… II. ①弓… III. ①昆仑山—铁矿资源—资
源评价—研究 IV. ①P618.310.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 029980 号

责任编辑:王春庆

责任校对:王素荣

出版发行:地质出版社

社址邮编:北京海淀区学院路 31 号, 100083

电 话:(010) 82324519(办公室);(010) 82324514(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82324340

印 刷:北京天成印务有限责任公司

开 本:787mm×1092mm $1/16$

印 张:6.5

字 数:160 千字

版 次:2011 年 4 月第 1 版

印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

定 价:40.00 元

书 号:ISBN 7-116-07154-4

(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

《东昆仑西段铁矿资源潜力评价——基于 ArcGIS 平台》是中国地质调查局承担的“西部地区铁矿勘查部署与选区研究”下设专项研究“东昆仑西段铁矿资源潜力评价”成果。新疆大学弓小平教授级高级工程师等人受西安地质调查中心委托负责实施本次综合性研究（项目编号：1212010880202）。项目起止时间为 2008~2009 年。其主要工作内容为：在东昆仑西段以沉积变质型和矽卡岩型铁矿床为主攻目标，以 ESRI 的空间数据库描述框架、UML 和关系数据库规范化理论为依据，采用面向对象建模技术，在空间数据库模型研究的基础上，以探索研究区与主要成因类型铁矿密切相关地质体及地质现象之间的关联性为主要内容，以 ArcGIS 为平台，建立研究区的多元信息空间数据库；以区域成矿理论为指导，以空间数据分析技术为手段，辅以必要的地物化手段，初步总结区域成矿地质条件、成矿规律，圈定成矿远景区；建立基于面向对象空间数据库的研究区铁矿资源潜力评价模型，对研究区铁矿资源潜力做出快速、准确的评价。为研究区内进一步进行铁矿勘探提供理论依据、技术支持及数据支撑，以服务于研究区铁矿勘查部署工作。

总体目标任务：在东昆仑西段迪木那里克、白干湖、鸭子泉、石雪尖地区，以沉积变质型和矽卡岩型铁矿床为主攻目标，以 ESRI 的空间数据库描述框架、UML 和关系数据库规范化理论为依据，采用面向对象建模技术，在空间数据模型研究的基础上，以探索研究区与主要成因类型铁矿密切相关地质体及地质现象之间的关联性为主要内容，以 ArcGIS 为平台，初步总结区域成矿地质条件、成矿规律，圈定成矿远景区，建立研究区铁矿资源潜力评价模型。为研究区内进一步铁矿勘探提供理论依据、技术支持及数据支撑，以服务于研究区铁矿勘查部署工作。

本次研究全面收集了研究区内 4 处沉积变质型铁矿和 3 处矽卡岩型铁矿的各类资料，系统分析了研究区内的区域地质背景、构造特征、岩浆活动，全面总结了两种不同类型铁矿的成矿地质环境、控矿地质构造、有利成矿因素，建立了研究区沉积变质型铁矿和矽卡岩型铁矿的成矿要素表、预测要素模型。利用 ArcGIS 平台，对研究区内共计 6 幅 1:25 万和部分 1:50 万区域地质图进行了矢量化处理，建立了资源潜力评价空间数据库，并以流程图的方式对建库过程进行了归纳。针对预测矿种的成因类型，快速、简练地定义了各数据库要素类。采用单要素组合分析、双要素组合分析等方法，对成矿有利信息进行了快速、准确地提取和处理，结合航磁、化探、遥感等多源信息数据，共圈定 6 个预测区（3 个沉积变质型铁矿预测区和 3 个矽卡岩型铁矿预测区），并对预测区进行了优选和排序。在全面收集研究区以及相似成矿条件区域主攻矿床类型的品位吨位数据的基础上，根据已知矿床（点）品位—吨位模型，进行数理统计，总结其统计规律，建立了研究区主攻矿床类型的品位吨位数据模型，从而评估、修正各个未见矿区的品位和吨位数值，为研究区资源潜力评价提供可靠的评价参数；并提出了资源潜力评价公式，以 ArcGIS 为平台，结合主攻矿床类型的品位—吨位数据模型，进行了铁矿资源量的估算。采用综合信息预测方法，共圈定了 6 个预测区，其中 A 类 1 处，B 类 2 处，C 类 3 处，估算铁矿预测资源量共 $7.7 \times 10^8 \text{t}$ ，

其中沉积变质型铁矿预测资源量约 $6.5 \times 10^8 \text{t}$, 矽卡岩型铁矿预测资源量约 $1.2 \times 10^8 \text{t}$ 。

全书共分六章, 内容简述如下:

第1章 概述: 概述了本次研究的一些基本情况、前人在该地区研究程度及本研究完成情况。

第2章 研究区地质背景: 从地层、岩浆活动、区域构造、遥感影像等四个方面, 阐述了东昆仑西段各大地构造单元内铁矿成矿背景特征, 系统总结分析了研究区范围内地质、矿产及遥感特征。描述了各类地质体的特征及产出状态, 探讨了上述各地质体的产出环境和含矿性特征。

第3章 资源潜力评价方法——基于 ArcGIS 平台: 以区域成矿理论为指导, 以现代空间信息技术及方法为手段, 以研究区沉积变质型、矽卡岩型铁矿资源潜力评价为目标, 以规范而有效的方法、技术和各类基础数据为支撑, 利用多元地质资料, 从成矿带整体层面进行研究区铁矿成矿地质条件和成矿规律研究, 全面、快速、准确、客观地评价研究区主要铁矿类型的资源潜力以及空间布局, 建立研究区的基础地质数据库。确定指导思想及技术路线及资源潜力定量预测方法。

第4章 预测区成矿潜力评价: 在研究区空间数据库基础上, 依据研究区沉积变质型铁矿和矽卡岩型铁矿区域成矿模型, 应用所建立空间数据提取模型, 圈定上述两种类型铁床不同级次的成矿有利区; 根据资源潜力评价指导思想, 利用成矿有利区面积、所建品位吨位模型以及密度模型所提供的计算参数, 建立研究区铁矿资源潜力评价系统, 进行研究区铁矿资源潜力评价(包括评价区优选和资源量估算)。根据评价区优选(排序)和资源量估算结果进行研究区铁矿勘探部署工作。进行合成或综合时往往采用一些数据集成模型, 主要采用证据权模型和加权 Logistic 回归模型进行成矿有利度评价。

第5章 预测资源量估算: 该区进行资源量估算的铁矿类型主要是沉积变质型和矽卡岩型, 资源量级别为(3342), 基于 ArcGIS 平台的资源潜力评价数据库, 采用单要素组合和双要素组合等空间分析方法, 圈定的预测区面积虽然较大, 但不排除该区域内可能发现铁矿的潜力, 且综合多源信息数据处理后, 航磁、化探异常较明显, 故在资源潜力评价过程中仍可看作成矿有利区域。通过应用前文所述资源潜力评价公式, 分别求得研究区内6个预测区的预测资源量, 最后求得研究区内矽卡岩型铁矿、沉积变质型铁矿预测资源量。

第6章 结论: 总结了取得的主要成果与质量评述、质量保障与安全措施及存在问题, 提出了今后工作的具体建议。

在各章节编写过程中, 得到了北京大学教授、新疆大学“天山学者”陈斌教授的指导和相关单位、相关部门众多领导的大力支持和鼓励。在此, 我们特别对所有为本次研究提供帮助和支持的单位和个人, 表示衷心的感谢。其中特别感谢新疆大学“天山学者”陈斌教授启动基金资助!

目 录

前 言

1 概述	1
1.1 自然地理及经济地理	1
1.1.1 研究区地理位置	1
1.1.2 自然地理条件	1
1.1.3 经济地理	2
1.2 研究程度	2
1.2.1 国内外研究现状及进展	2
1.2.2 研究区以往工作程度	3
2 研究区地质背景	7
2.1 区域地层	7
2.1.1 阿尔金南缘早古生代蛇绿混杂岩带	7
2.1.2 祁漫塔格早古生代构造混杂岩带	8
2.1.3 夏勒赛构造-蛇绿混杂岩带 (O-S)G	10
2.1.4 卡尔塔阿拉南山岩浆带	11
2.1.5 朝阳沟构造-蛇绿混杂岩带	12
2.1.6 乌鲁克苏河地块	12
2.1.7 中-新生代上叠盆地地层	12
2.2 区域构造	13
2.2.1 褶皱构造	13
2.2.2 断裂构造	14
2.3 区域岩浆活动	15
2.3.1 火山岩	15
2.3.2 侵入岩	16
2.4 区域遥感特征	17
2.4.1 地质体遥感影像特征	17
2.4.2 地质构造的影像特征	18
2.4.3 遥感蚀变信息的提取	18
3 资源潜力评价方法——基于 ArcGIS 平台	20
3.1 基础数据	20
3.2 指导思想及技术路线	21
3.2.1 指导思想	21
3.2.2 技术路线及数据库的建立	23
3.2.3 研究内容	31

3.3 资源潜力定量预测方法	34
4 预测区成矿潜力评价	39
4.1 成矿预测区的提取	39
4.1.1 成矿模型与有利区提取模型的建立	39
4.1.2 证据图层的确定	42
4.1.3 证据权 (WoFE) 分析	45
4.1.4 预测区的圈定	70
4.2 预测区的地质矿产特征	75
4.2.1 SM01 区	75
4.2.2 SM02 区	79
4.2.3 SM03 区	79
4.2.4 SK01 区	81
4.2.5 SK02 区	85
4.2.6 SK03 区	85
4.3 预测区优选和级别划分	86
5 预测资源量估算	88
5.1 资源量估算的工业指标	88
5.2 参数确定	88
5.2.1 矿石体重	88
5.2.2 矿体品位	89
5.2.3 矿体厚度	89
5.2.4 矿体面积	89
5.2.5 矿体体积	90
5.2.6 矿体矿石量计算	90
5.2.7 矿体金属量计算	90
5.3 品位 - 吨位模型的建立	90
5.4 资源量估算结果	91
6 结论	92
6.1 主要成果与质量评述	92
6.2 存在的问题及建议	93
6.2.1 问题	93
6.2.2 建议	94
参考文献及资料	95

1 概述

1.1 自然地理及经济地理

1.1.1 研究区地理位置

研究区位于新疆维吾尔自治区东南部东昆仑西段北带,阿尔金山之南的祁漫塔格地区,该区正北方向距若羌县直线距离 110km,北西方向距且末县直线距离约 100km。范围西起吐拉牧场西侧 65km,东至新疆和青海省界,北自阿尔金山南缘,南到那棱格勒河,东西长约 380km,南北宽 20~180km,西部最窄处约 20km,东部最宽处约 170km,面积约 30400km²。地理坐标:东经 86°07′~91°19′,北纬 36°56′~38°28′。区内属青藏高原的高寒山区,海拔 3200~5300m,平均 4300m。交通比较困难,现有由若羌经索尔库里至青海茫崖镇的等级公路转向西南有便道到研究区,此外,还有从且末县城通往哈迪勒克的等级公路,再向东到吐拉牧场的简易公路也可进入研究区西部(图 1.1)。

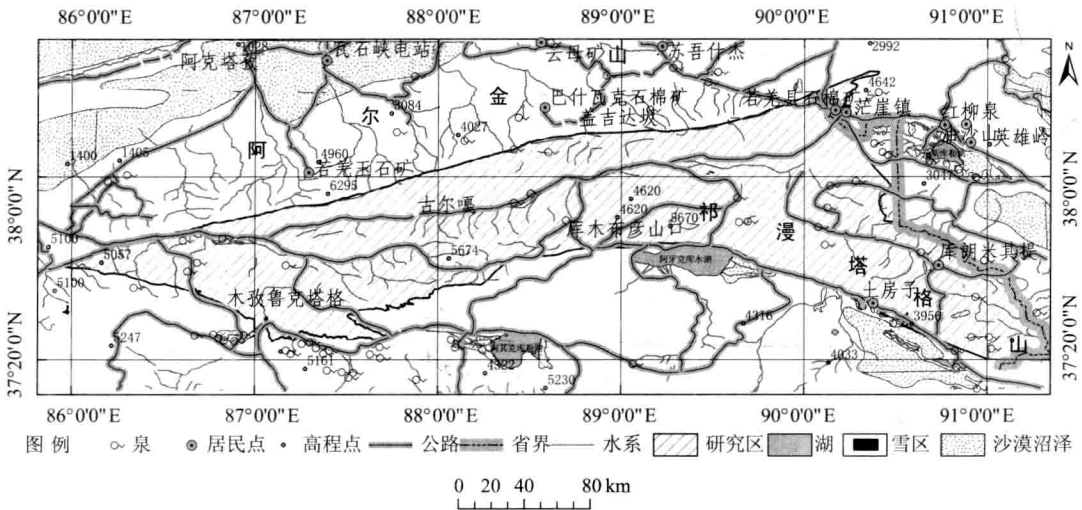


图 1.1 研究区地理位置图

研究区属华北板块的柴达木地块的早古生代陆缘活动带(祁漫塔格裂陷槽),即祁漫塔格早古生代岩浆型被动陆缘。经历了加里东期裂解—闭合并受到印支期陆缘碰撞—造山演化的影响,构造发育。区域性断裂呈北西向,以逆冲断裂为主,次为北东及北北东向。以北西向为主的断裂配合次级北西、北北西、北东东向断裂形成网状断裂系统。不同级次断裂构造组成的网状系统为成矿流体的运移、各类矿床的形成提供了良好的迁移通道和赋存空间。

1.1.2 自然地理条件

研究区地处东昆仑西段北带,位于阿尔金山以南,可可西里以北,青藏高原北部的

高寒山区,区内高程为 3000~5902m。河谷、荒漠区一般高程为 3000~4700m,山区高程 3500~5300m,相对高差 500~1000m,其地形南高北低,起伏较大。气候属典型的藏北高原地理气候区,昼夜温差较大。区内人烟稀少,除少数地方有游牧民不定期居住外,其他均属无人区。区内交通条件较差,且末—吐拉—花土沟乡间便道是区内的主要交通线,此外其他主要河谷均可通行汽车,但路况极差。工作区属阿尔金自然保护区,藏羚羊、黄羊、野驴、牦牛等动物能够经常见到。

1.1.3 经济地理

区内水资源充足,高山险峻,沟深谷险,湖泊较多,冬季风雪弥漫,夏季雪水泛滥,河湖畔绿草茵茵,可以养畜,亦可以植树造林。主要河流可以发电。另外,区内成矿条件较好,煤、钨、锡、金、铜、石油等矿产蕴藏量较大,可以进行矿产资源开发。

1.2 研究程度

1.2.1 国内外研究现状及进展

在国外,20 世纪 90 年代,矿产资源评价全面进入信息化阶段,同时以美国为代表的矿产资源评价先进国家提出了信息化阶段新一代矿产资源评价的主要内容。具体包括:矿产资源的空间数据库、评价方法的计算机化、信息共享的网络化。采用的评价方法主体是 SingerDonald A. 倡导的以矿床模型为基础的三步式评价方法,该定量评价方法集成了众多北美矿产资源评价专家的研究成果,包括哈里斯 D.P. 的矿产资源经济定量评价模型、Singer 和 Cox 的矿床模型、标准品位吨位模型以及密度模型、麦卡门定量评价和专家系统及 DREW 的 MARK3 软件等,成为 USGS 在 20 世纪 80 年代末以后的标准评价方法,最近又提出了对于该资源评价方法体系的修正方案。现阶段,GIS 已成为资源评价的基本工具,同时也发展引进了诸如数字矿床专家系统、神经网络模型、分形等非线性科学进行定位评价。并开发了以矿床模型研究为基础的预测矿产数量和经济评价的产出率模型以及经济成本过滤器模型。上述矿产在评价理论和技术方法上的重大突破主要体现在:将全球板块构造运动的理论与成矿学结合,总结了世界上重要矿床类型的矿床成矿模式;广泛应用了 GIS 等计算机信息处理技术进行矿产资源评价。

进入 21 世纪后,基于对象—关系的空间数据模型研究,以及空间数据库和系统的建设成为信息化阶段矿产资源评价最重要的特点之一,这一进展使利用 GIS 矿产资源评价告别了以往基于文件的点、线、面简单缓冲、叠加等简单分析,取而代之的是在基于空间数据概念模型的对象—关系空间数据库上构建相应的空间数据分析模型和空间数据表达模型,其中,空间数据概念模型用于描述参与评价的地质矿产信息的属性、关系、规则以及行为,空间数据分析模型用于描述评价过程中数据、衍生数据和空间分析方法的组合,空间数据表达模型则用于各类评价结果的可视化。上述变化使利用 GIS 进行资源潜力评价从浓郁制图学色彩评价转向了以信息科学为基础进行评价的方向。

在国内,资源潜力定量评价方法也取得了突破性进展,赵鹏大提出了“三联式”5P 地质异常定量评价方法;王世称创立了综合信息矿产资源评价方法;肖克炎在评价新技术

新方法上进行了大量的尝试,建立了 MARS 预测系统;陈毓川强调矿产定量预测与其他预测相结合,以成矿理论为指导,将成矿构造背景分析、区域成矿规律研究与矿产资源定量评价结合,这与北美所采用的三步法模型是相近的;叶天竺所领导“全国重要矿产资源潜力预测评价项目”所采用的思想体系不仅将我国地质学家长期以来所获得的经验和理论融入资源潜力评价中,更重要的是建立了基于地质矿产空间数据库的信息科学预测评价体系,标志着我国资源潜力评价已同国际接轨,真正具有信息化阶段特点的资源潜力评价思想、技术及方法已基本建立。

综合国内外研究现状及进展,资源潜力评价思想、技术与方法已经确立,即以成矿理论为指导,以圈定远景区、估计矿床数、估算资源量为目标,以对象-关系空间数据库为基础,以空间数据+空间分析方法组合为技术手段,以交互式的智能化表达为表现方式的资源潜力评价体系。这一评价体系的要点在于:①用于圈定远景区的成矿理论(区域成矿模型、品位吨位模型、矿床密度模型)的确定;②用于圈定远景区的基础地物化遥空间数据库的建立;③用于圈定远景区的空间分析模型的构建。

但是,在国内,目前这一评价方法思想、技术与方法距离具体的应用还很远。原因在于:首先,我国当前采用的空间数据物理模型、逻辑模型和客观实际存在着高度的不一致,致使很多与信息技术相关的方法和模型在以这些数据为基础进行应用时存在着诸多问题,如不同比例尺数据叠加分析、空间信息提取、空间信息组合等;其次,以人为中心的评价方法与以计算机为中心的评价方法视角不同,在信息化阶段存在着视角融合问题,即需要寻求一条道路实现传统地质方法与现代信息技术的结合;第三,数据是资源潜力评价的核心,有效的数据组织可以极大地提高资源潜力评价的准确性,因此在资源潜力评价过程中除参照已有的数据模型外(如全国矿产资源潜力评价项目数据模型),还有必要开展以资源潜力评价为目标,以研究区可获取数据为基础的空间数据模型研究,以保证区域成矿模型与资源潜力评价数据库的信息对称以及空间数据库的高效性。本专项研究的开展除研究区铁矿资源潜力评价和勘探部署外,在上述三方面的探索工作也是具有重要意义的研究内容。

1.2.2 研究区以往工作程度

总体上,研究区研究程度较低,1:100 万区调 1984 年完成,局部完成了 1:20 万区调,1:5 万区调极少。1999 年新一轮国土资源大调查启动以来,东昆仑作为西部地区之重点,不仅加大了基础地质和物化探调查的投入,而且也不断部署了区内重要成矿区带的国家战略性矿产资源的调查,取得了地质找矿的重大进展。计有 2000 年启动的新一轮 1:25 万区调,截至 2008 年已覆盖研究区;2004 年在祁漫塔格山安排了 1:5 万区调,面积达 3599km²,目前已完成(图 1.2)。

研究区地球物理工作程度一向较低,1998~1999 年国土资源部航空物探遥感中心完成“青藏高原中西部 1:100 万航磁概查”,覆盖了阿尔金地区,但研究区未被覆盖;在塔里木盆地南缘,石油部门完成了 1:20 万区域重力测量,但广大山区(包括研究区)仍为空白区(图 1.3)。

研究区化探工作较物探工作程度高,1993~1999 年,新疆地矿局率先在阿尔金—东昆仑地区完成了 J-45, J-46 两幅 1:50 万水系沉积物化探扫面,达 $11 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。圈定了上千

东昆仑西段铁矿资源潜力评价

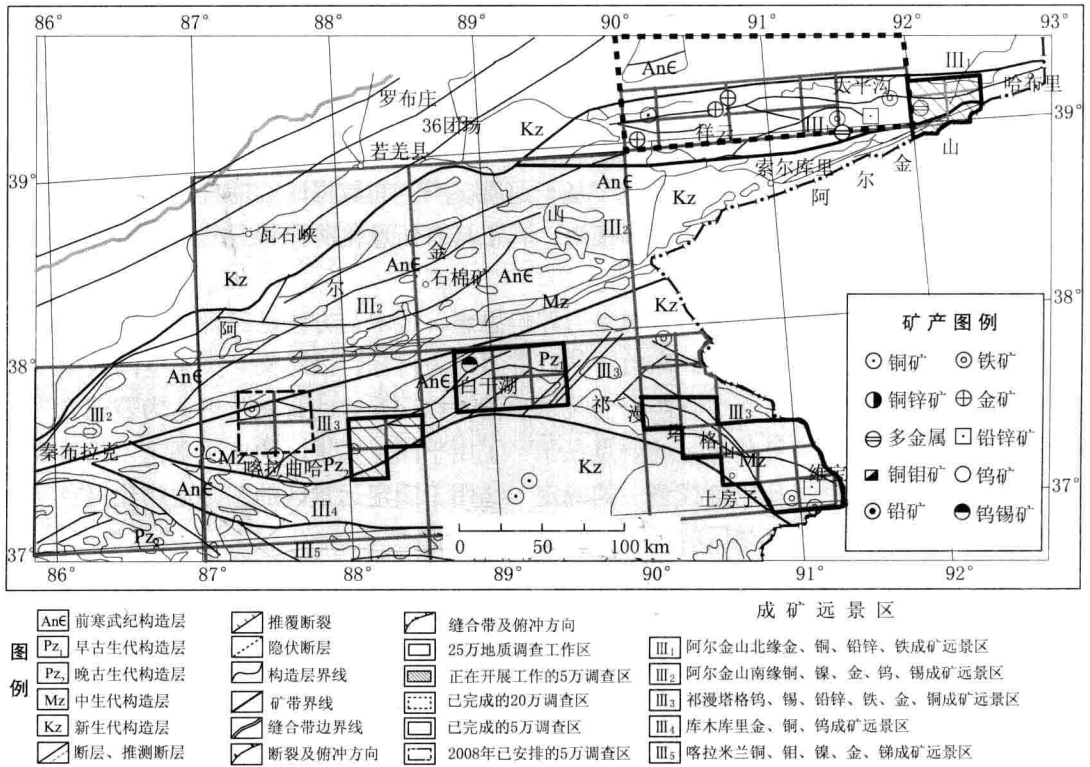


图 1.2 研究区地质工作程度图

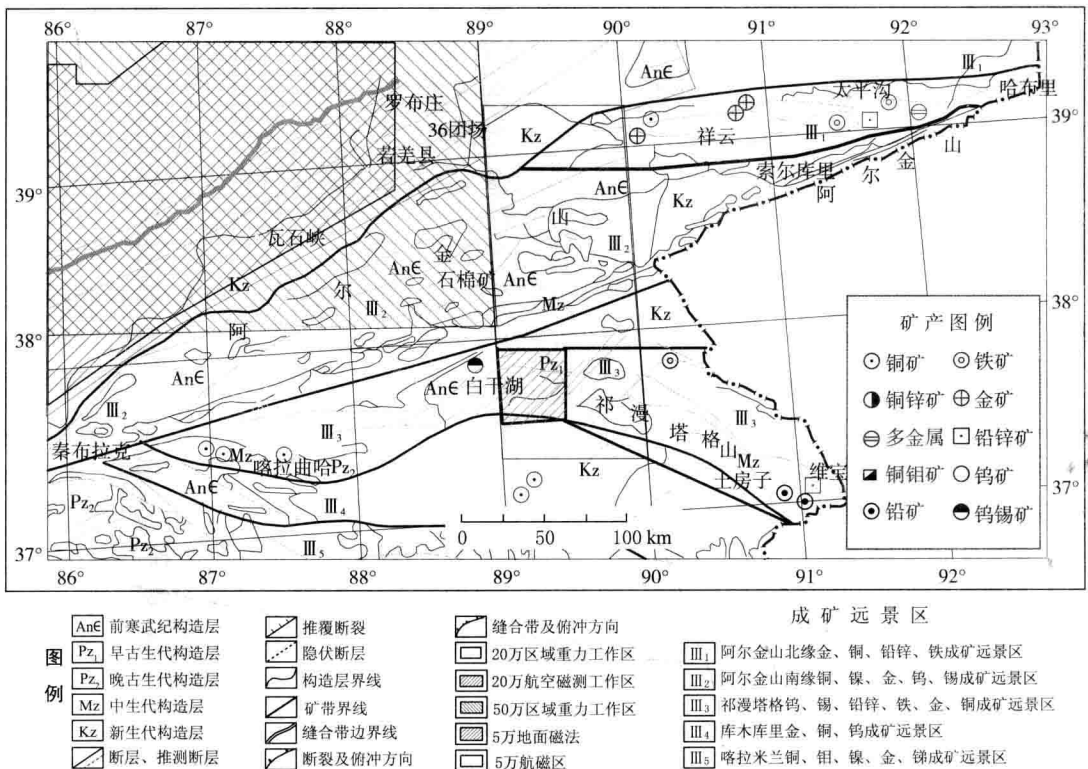


图 1.3 研究区物探工作程度图

1 概 述

个单元异常,划分了阿尔金北缘、喀什塔什山玉苏普阿勒克塔格及木孜塔格等重要的综合异常带,同时进行了成矿预测,划分了成矿远景区。2000~2001年新疆地质调查院完成了尼雅河一带、昆仑山东段木孜塔格、阿尔喀山地区、昆仑山东段的布喀达坂峰-依吞布拉克一带和新疆嘎斯煤田、攸苏普阿雷克及牙鲁拉克三幅的1:20万化探,合计面积达73336km²。截至2003年底,1:50万及1:20万化探已全面覆盖阿尔金地区;在16个区段总计完成1:10万化探面积达22309km²;在4个区段完成1:5万化探,面积达1100km²(图1.4)。此两类化探普查与东昆仑-阿尔金地区的重要成矿区带的矿产资源调查评价相结合,通过异常查证和矿产预测发现一批重要矿床点,展示阿尔金地区是一个以贵金属、有色金属及重要非金属矿产为主的成矿远景地区。国家305项目自“八五”期攻关始,即部署了昆仑-阿尔金地区若干开拓性专题研究;中国地质调查局也部署了部分资源评价和专题科研。主要有1999年由中国地质科学院地质力学研究所完成的“阿尔金地区综合找矿预测与突破”;2000~2001年由中国地质科学院天津地质矿产研究所完成的“新疆阿尔金地区矿产资源综合评价”;2001年由吉林大学等完成的“新疆、青海东昆仑成矿带成矿规律和找矿方向综合研究”,以及2002年由中国地质科学院天津地质矿产研究所完成的“新疆阿尔金成矿规律和找矿方向综合研究”等。

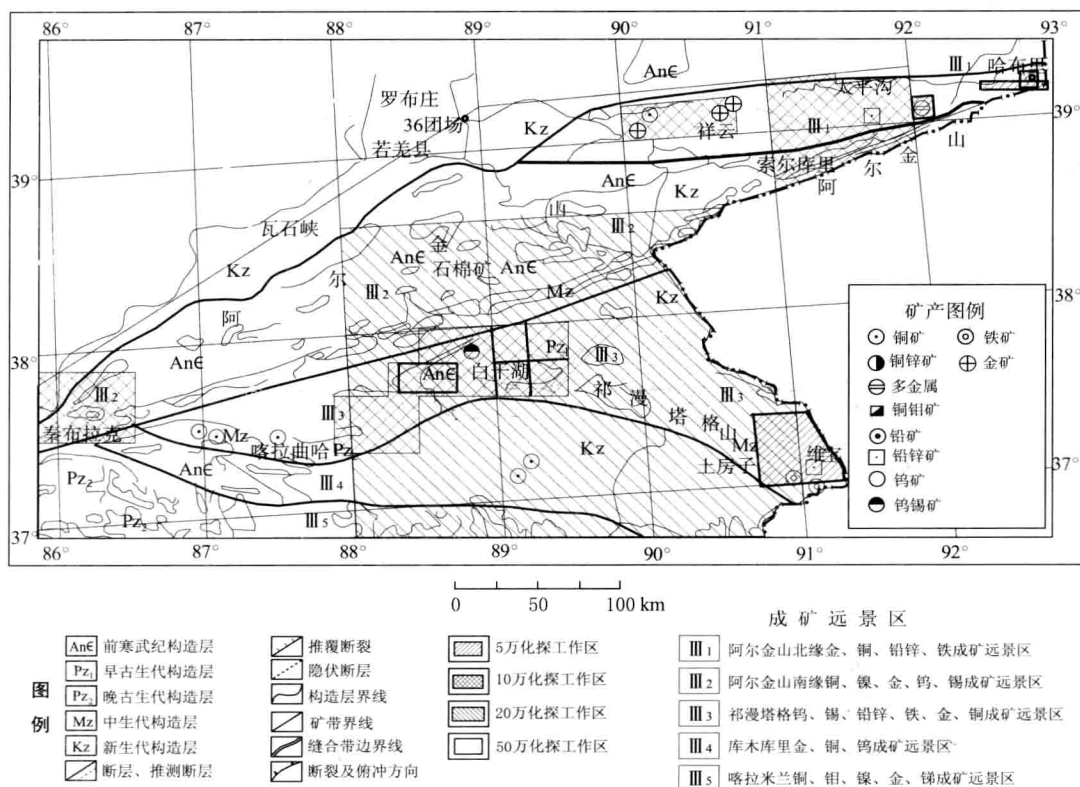


图 1.4 研究区化探工作程度图

本区矿产勘查始于20世纪50年代,由于自然条件极为恶劣和交通条件困难,半个世纪来投入地质勘查很少,据统计50余年不足100项。总体来看,该区地质矿产的勘查与研究程度均很低,矿产资源的远景不甚明朗。但自1999年以来区域性的基础地质、物化

探工作的空前大量加强及新一轮国土资源大调查取得一系列勘查成果，不仅大大提高了阿尔金地区的地质矿产研究程度，而且促进了本区的矿产资源的调查评价和矿产勘查工作。特别是自 1999 ~ 2003 年实施的“新疆阿尔金地区资源潜力调查评价”项目，共安排了工作项目 16 项，完成大量实物工作量，取得了在本区具开拓性的找矿新成果，如由吉林地调院承担实施的“新疆东昆仑西北段北带矿产资源调查评价”项目，通过 1 : 10 万化探查证于 2001 年发现了白干湖钨锡矿床，此外，新疆地矿局通过近几年的矿产勘查工作，在研究区发现了一系列矿床（点），如维宝铅锌矿，迪木那里克铁矿、吐特哈铁矿、喀拉曲哈铜矿等，显示了该区良好的找矿前景。

2 研究区地质背景

研究区位于东昆仑西段、柴达木盆地西南缘。依据研究区内出露的各时代地层岩性、岩相特征,上、下接触关系及空间变化,结合板块构造单元的划分,将研究区以阿尔金南缘断裂为界,以北划分为阿尔金地层分区;以南划分为东昆仑地层分区,包括祁漫塔格地层小区和乌鲁克苏河地层小区。东昆仑及其邻区构造地质简图如图 2.1 所示。

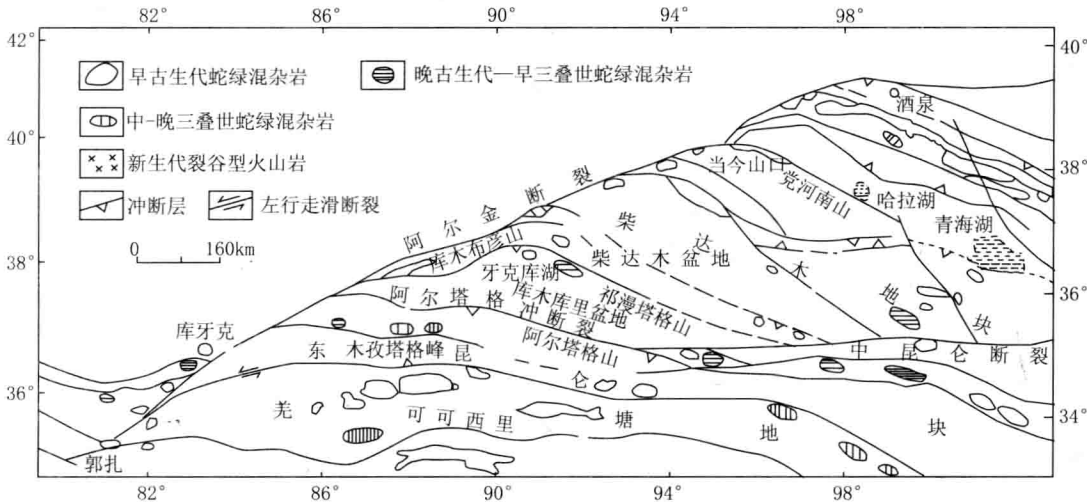


图 2.1 东昆仑及其邻区构造地质简图

2.1 区域地层

根据板块构造理论及岩石建造、古地磁特征、古生物区系、古地理环境和地壳演化等特征,研究区划分 2 个 I 级构造单元,2 个 II 级构造单元,6 个 III 级构造单元,地层按上述构造单元分别叙述。

2.1.1 阿尔金南缘早古生代蛇绿混杂岩带

该岩带包括茫崖蛇绿混杂岩 (OMy^m)、长沙沟构造蛇绿混杂岩。

(1) 茫崖蛇绿混杂岩 (OMy^m)

该带在区内是由奥陶纪蛇绿岩、蛇绿岩上覆岩系、外来岩片等构造块体和变形基质两部分组成的蛇绿混杂岩,称之为茫崖蛇绿混杂岩。由构造块体和变形基质组成,块体为花泉子超基性岩 ($O\Sigma h$)、辉长辉绿岩、玄武岩 (β)、硅质岩、大理岩、花岗岩等;变形基质为构造片岩、片理化细砂岩、板岩、凝灰岩等。

(2) 长沙沟构造蛇绿混杂岩

根据同位素年龄测定以及岩片的岩性组合特征与区域地层对比,可以确定被混杂拼贴于该混杂岩带内原岩时代为新太古代—古元古代、长城纪、蓟县纪、青白口纪和奥陶纪的地质体。其中按成因划分,包括变质基底岩片、蛇绿岩岩片和与蛇绿岩相伴生的岩石组合等地质体。

2.1.2 祁漫塔格早古生代构造混杂岩带

该岩带呈北西—南东向展布于研究区中部,为研究区最重要的构造单元。东北与柴达木陆块相邻,南以阿达滩北缘断裂(区域上称昆北断裂)为界与东昆仑陆块相邻。主要由前寒武系老地层、奥陶系祁漫塔格群、志留系白干湖组、二叠系碧云山组,以及海西期至燕山期的岩浆岩组成。

(1) 古元古界金水口(岩)群白沙河(岩)组(Pt_{1b})

该组为区内最古老的地层体,大多地区被区内各时代侵入岩吞蚀,与区内各时代地层体呈断层接触。该岩组岩石类型复杂,主要为一套片麻岩、大理岩、片岩,部分为变粒岩、石英岩夹片岩、石英岩的岩石组合。另外,还见有部分灰—深灰色花岗质糜棱岩、长英质糜棱岩、千糜岩、灰白色闪长质糜棱岩、大理岩质糜棱岩等。白沙河岩组原岩建造为泥砂质沉积碎屑岩—基性火山岩—碳酸盐岩建造,体现了以海相陆源碎屑岩为主的活动性沉积建造特点。

(2) 长城系金水口(岩)群小庙(岩)组(Chx)

该组岩性以灰白、灰—深灰色中厚层状石英岩、黑云石英岩、变质粗粒长石岩屑砂岩、二云石英片岩、方解石化斜长白云母石英片岩为主,少量黑云斜长变粒岩、黑云石英片岩夹白云质大理岩、大理岩、含炭质方解石化斜长白云母石英片岩、斜长角闪岩、阳起石岩、斜长阳起石片岩、绢云千枚岩、钙质片岩。底部以片麻岩的消失或云母石英片岩的出现与下伏白沙河岩组分界,两者之间呈构造(韧性剪切)界接触。厚度大于1900.87m。

(3) 长城系—青白口系冰沟岩群

冰沟岩群包括狼牙山岩组和丘吉东沟岩组两个地层单位。

狼牙山岩组(Jxl):下部为糜棱岩化石英岩,上部为糜棱岩化白云质大理岩及结晶灰岩,以富含镁质碳酸盐岩为特征。

丘吉东沟岩组(Qng.):为浅变质的黑云长石石英变砂岩、凝灰变砂岩、石英粉砂岩、石英岩夹凝灰岩、玄武岩。总体表现以浅变质、低成熟度的陆源碎屑岩夹玄武岩为特征。

(4) 奥陶系祁漫塔格群(OQ)

该群为一套复理石夹火山碎屑岩、硅质岩和少量碳酸盐岩建造,岩石普遍受到绿片岩相变质作用改造。广泛出露于祁漫塔格山区姜坡那一基孜尔温古尔塔格一带和阿尔金山南麓长沙沟一带,区内祁漫塔格群从总体而言,自下而上大致可分3个岩性段。

下岩性段:下部为灰—深灰色中厚层状变质细粒、不等粒长石岩屑砂岩夹含砾粗粒长石岩屑砂岩及大理岩;上部为灰、灰绿色劈理化中基性凝灰岩、火山角砾凝灰岩、含火山角砾凝灰岩、沉火山碎屑岩夹少量细粒长石岩屑砂岩、含砾粗粒长石岩屑砂岩。

中岩性段:为灰绿、青灰色薄层状变质泥岩、轻变质泥岩、绢云板岩、粉砂泥质板岩夹灰、青灰、深灰色薄—中层状硅质岩、条带状硅质岩、硅质泥岩和少量轻变质含砾中粗粒长石岩屑砂岩。

上岩性段:厚度巨大,岩性组合为灰—深灰色、灰绿色中层—厚层状、块状含砾粗—中、不等粒长石岩屑杂砂岩、细粒或不等粒长石岩屑杂砂岩、凝灰质长石岩屑杂砂岩夹薄—中层状泥岩、凝灰质泥岩、粉砂质泥岩、硅质岩、凝灰质硅质岩、泥质硅质岩,局部夹白云岩、沉凝灰岩,上部夹较多的透辉石角岩、凝灰岩、变余角砾凝灰岩等变质火山岩、火山碎屑岩。

祁漫塔格群属于中—远源浊流沉积的产物。由于第四纪堆积物掩盖,其底界不清,在长沙沟一带,与志留系白干湖组呈断层接触,上部被侏罗系大煤沟组呈角度不整合覆盖,

厚度大于 7072m。

祁漫塔格群遭受变形变质作用改造不强,绝大部分岩石的原岩结构构造、地层层序较为清楚,变质作用相当于低绿片岩相,仅在花岗岩的外接触带受热变质作用叠加才会出现变质结构。在变形特征方面,该岩群中仅在局部发育呈北东走向的劈理化带,有的为韧性剪切带,大部分层理保存尚好。

(5) 奥陶系滩间山群 (OT)

滩间山群按岩性组合可分为下部阿达滩碎屑岩组 (Oa) 和上部阿特阿特坎灰岩组 (Oat) 两个非正式地层单位。

阿达滩碎屑岩组 (Oa): 与上覆阿特阿特坎灰岩组为断层接触。主要为一套碎屑岩、含火山碎屑岩沉积建造,其岩石组合为绿泥绢云长石变砂岩、绿泥绢云长石片岩、含凝灰质绢云母长石变砂岩、浅灰色含凝灰质长石绢云片岩,为一套低绿片岩相的浅变质陆源碎屑岩与火山碎屑岩岩石组合。

阿特阿特坎灰岩组 (Oat): 主要为一套碳酸盐岩、镁质碳酸盐岩沉积建造,其岩石组合为灰白色结晶灰岩、深灰色白云质灰岩夹炭质板岩、硅质白云岩岩石组合。

(6) 志留系鸭子泉组 (Sy)

鸭子泉组主要岩石组合为变玄武岩、角闪安山玄武岩、玄武安山岩,夹较多顺层侵入的辉长岩、辉石岩、辉长闪长岩、闪长玢岩脉,受构造混杂作用影响,地层层序不清,以构造块体形式存在于鸭子大坂-鸭子泉构造混杂岩带中,与其他地层块体呈断层接触。

(7) 志留系白干湖组 (Sb)

该组为一套复理石建造。白干湖组变质浅,以出现绿泥石、绢云母等变质矿物为特征,反映变质作用只相当于低绿片岩相。构造带内劈理构造非常发育,已强烈置换了层理,在强变形域内,岩石皆呈页片状,已变成构造片岩,原岩被剪切为小透镜状定向分布,沿劈理有少许石英脉贯入。

(8) 上泥盆统黑山沟组 (D₃hs)

该组岩石类型复杂。主要岩性有:底部为灰紫色、灰绿色复成分砾岩、细砾岩、含砾中粗砾岩屑砂岩、钙质中粗粒岩屑砂岩、变中细砾长石砂岩;中部为浅灰绿色板状粉砂质泥岩(或粉砂质板岩),含粉砂含生物碎屑泥岩、含生物碎屑泥质长石粉砂岩,含细砂长石石英粉砂岩、粉砂质黏土岩,夹长石石英粉砂岩、粉砂质粉晶、微晶灰岩透镜体;中上部为灰色含生物碎屑含粉砂细粉晶灰岩、浅灰绿色粉砂质粉晶微晶灰岩、灰绿色糜棱岩化含粉砂微晶灰岩;上部为灰绿色石英绢云母千糜岩、灰色钙质含细砂粉砂状长石砂岩、灰色泥钙质板岩、灰色绢云方解石糜棱岩,夹灰色绢云母千糜岩。根据上述岩石组合、微量元素、陆源特点、含量变化、碳酸盐的特征沉积物等所反映的特征以及生物化石面貌等来看,属内源建造大类、类复理石建造特征。

(9) 石炭系鸭子大坂硅质岩 (Si) 非正式地层单位

鸭子大坂硅质岩是指从祁漫塔格群或原滩间山群中解体出来的位于下古生界之上的一套含早石炭世放射虫的硅质岩,其系新建的一个非正式地层单位。它分布于鸭子泉东南的鸭子大坂-鸭子泉构造混杂岩带中,以弱变形的块体存在,岩块受构造作用呈北东西向透镜状、长条状展布,出露面积约 10km²,与其他地层呈断层接触。鸭子大坂硅质岩一般为厚 5~120m,长 20~5000m 的透镜状、长条状构造岩块。其岩性为细晶硅质岩夹碳质硅板

岩,反映为一套大陆裂解的深海沉积建造。

(10) 上石炭统绉苏组 (C_2d)

该组主要由一套灰、灰白色、灰红色碳酸盐岩组成,底部为杂色碎屑岩的地层序列,含有孔虫、腕足类及珊瑚等化石,与下伏大干沟组或哈拉郭勒组为平行不整合接触(或整合于老地层之上);以上覆打柴沟组深灰色灰岩的始现与本组整合为界,或不整合于洪水川组之下。绉苏组与上覆新近系油砂山组为角度不整合接触关系,下部未见底。绉苏组碎屑岩为杂砂岩,主要为长石杂砂岩,总体表现为成分成熟度、结构成熟度较低,属近源滨浅海相碎屑岩-碳酸盐岩沉积。

(11) 下石炭统大干沟岩组 (C_{1g})

该岩组岩石类型较复杂,主要为一套含砂屑或不含砂屑的亮晶生物碎屑灰岩、粉屑生物碎屑灰岩、结晶灰岩、微晶灰岩、内碎屑灰岩、复成分砾岩夹硅质岩、糜棱岩及黑云母角岩的岩石组合。主要岩性有灰白色、灰色、深灰色亮晶生物碎屑灰岩、生物碎屑灰岩、亮晶砂屑生物碎屑灰岩、亮晶粉屑生物碎屑灰岩、亮晶砂屑生物碎屑灰岩、片理化白云石亮晶生物碎屑灰岩、亮晶粉屑生物碎屑灰岩、生物碎屑砂屑灰岩、砂屑灰岩、含生物碎屑结晶灰岩、结晶灰岩、微晶灰岩;次为含白云石亮晶生物碎屑灰岩、微晶生物碎屑灰岩、亮晶含生物碎屑内碎屑灰岩、碎裂粉晶灰岩、亮晶生物灰岩、变泥晶生物屑内碎屑灰岩、碎屑微晶灰岩、灰色厚层状复成分砾岩、灰色糜棱岩化灰岩、夹灰色厚层角砾状灰岩、玉髓质硅质岩、浅灰白色钙质糜棱岩、灰褐色微粒状黑云母长英质角岩等。为浅海碳酸岩相和浅海-陆棚碳酸岩相。

(12) 下二叠统碧云山组 (P_1b)

该组为灰白色中-厚层状微晶灰岩、白云质灰岩、灰色块状粉-细晶白云岩夹灰-深灰色中厚层状生物屑微晶灰岩、结壳灰岩,局部夹泥灰岩。局部具窗孔、鸟眼构造。碧云山组与下伏的志留系白干湖组呈断层接触,呈“飞来峰”被推覆、逆掩于白干湖组之上,两者之间具明显的压碎、碎裂结构特征和硅化现象,属于脆性破碎带;其上被喀勒拉组火山岩呈喷发不整合覆盖。其真实的顶底界不清楚,厚度大于 141.9m。

(13) 二叠系-三叠系鸭子泉-鸭子大坂构造混杂岩 ($P-T$)_y

鸭子泉一带构造混杂岩东与下伏滩间山群呈断层接触,西部接触界线被第四系覆盖。由绿泥石英构造片岩、绿泥绢云构造片岩、炭质构造片岩、炭质石英构造片岩、糜棱岩等剪切基质包绕蛇纹石化变质橄榄岩、玄武岩、安山玄武岩、辉绿岩、硅质岩、大理岩等刚性块体组成的构造混杂岩。鸭子泉-鸭子大坂构造混杂岩根据物质来源差异和构造变形特征可分蛇绿岩岩块(岩片)、放射虫硅质岩岩块(岩片)、岛弧火山岩岩片、大理岩岩片(岩片)等刚性构造块体(可能还有一部分属基底岩片物质存在)和剪切基质两部分共同组成,分别处于强、弱构造域中。

(14) 上三叠统喀勒拉组 (T_3kl)

该组岩性主要是灰黄、灰白、灰绿、浅红、褐红、灰黑等杂色凝灰熔岩、角砾凝灰熔岩、凝灰角砾熔岩、安山质角砾熔岩、熔结角砾凝灰岩、钠长斑岩、流纹质英安岩、球粒英安岩,少量火山角砾岩、玄武岩、晶屑玻屑凝灰岩、岩屑晶屑凝灰岩、玻屑凝灰岩。

2.1.3 夏勒赛构造-蛇绿混杂岩带 ($O-S$)_G

该混杂岩中可根据不同成因类型及其岩性组合特征进一步划分为变质基性堆晶杂岩岩