



新疆喀拉通克铜镍金矿带 成矿规律和找矿模式

王福同 马天林 刘光海 李应桂 胡旺亮 赵昌龙 袁荣林 冯 骐 著

地质出版社

P
606
121-1
23

中华人民共和国地质矿产部

地 质 专 报

四 矿床与矿产 第 23 号

420

新疆喀拉通克铜镍金矿带成 矿规律和找矿模式

王福同 马天林 刘光海 李应桂
胡旺亮 赵昌龙 袁荣林 冯 骥 著

7201

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

本书系统研究了新疆喀拉通克铜镍金矿带的成矿地质构造背景;描述了铜镍、金矿床的地质特征;总结分析了铜镍、金矿床成矿的地质构造条件;依据矿床原生晕组分和相关元素的分带性,拟定了矿床地球化学异常模式和地球化学找矿评价标志;在区域成矿规律上,提出了北西西与北北西向构造交叉构成的菱形格子状构造格局控矿和矿床成带分布、分段集中、张裂成矿的论点;在矿床研究的基础上,建立了岩浆型铜镍矿床和动力变质-热液型金矿床的成矿模式和综合找矿模式。

本书适合于从事普查勘探、地球化学、矿床地质及科研与教学的地质工作者参阅。

中华人民共和国地质矿产部 地质专报

四 矿床与矿产 第 23 号

新疆喀拉通克铜镍金矿带成矿规律和找矿模式

王福同 马天林 刘光海 李应桂 著

胡旺亮 赵昌龙 袁荣林 冯 骐

责任编辑:李上男 江晓庆 白铁

地质出版社 出版发行

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所经销

开本: 787 × 1092¹/₁₆ 印张: 18 插页: 2 页 铜版图: 10 页 字数: 426000

1992 年 11 月北京第一版·1992 年 11 月北京第一次印刷

印数: 1—700 册 定价: 13.15 元

ISBN 7-116-01123-4/P·945

前言

为开发大西北做好资源前期准备工作，国家在“七五”期间，设置了题为“加速查明新疆矿产资源的地质、地球物理、地球化学综合研究”的重点攻关项目。

“喀拉通克铜镍成矿带地、物、化综合研究及找矿靶区优选”是这一攻关项目的重要二级课题，由新疆地矿局第四地质大队牵头，中国地质科学院矿床地质研究所、中国地质科学院地质力学研究所、中国科学院贵阳地球化学研究所、成都地质学院、中国地质大学（武汉）、地矿部地球物理地球化学研究所、新疆地矿局测试中心等七个单位共同承担。

课题研究人员在前人已有地质矿产资料的基础上，组织了在新思想、新理论指导下的多学科、多工种、多部门科技联合攻关，经过四年多的野外和室内研究，圆满完成了科研找矿任务，获得了大量地质信息。这些工作对促进本区找矿工作、提高地质矿产研究程度及发展有关地质理论起到了积极作用。

在课题实施过程中，我们对区域地质、典型矿床、地球物理、地球化学特征及成矿规律方面的研究给予了特别的重视；在前人资料基础上，对若干与成矿有关的现象进行了实地观察和测试，为矿产预测提供了翔实可靠的基础地质资料。

区域构造研究工作，采用宏观和微观相结合的方法进行。从遥感地质、野外观察和微观测试三方面开展了综合研究，并运用构造叠加复合理论，从时、空两方面认识了区域构造特征，从而确立了区域菱形格状构造骨架，为探讨矿产分布规律奠定了基础。

对喀拉通克铜镍矿一号含矿岩体的典型矿床的研究采用了新的成矿理论和研究方法。从岩石学、矿物学、构造地质学、矿床学、地球化学和数学地质等方面，研究了矿床特征和控矿因素，获得了矿床形成的地质条件、矿床特征、含矿岩体地质、岩体和矿体同位素地质、稀土元素地质等方面的大量资料，得出了两类矿化、三期成矿的结论，进而建立了成岩成矿模式，确定了找矿标志，指出了找矿方向。

为确定本区基性岩含矿性的评价准则，还对喀拉通克铜镍矿二、三号含矿岩体进行了解剖。从分析岩相入手，对造岩矿物含量做了详细统计，对代表性岩石做了化学分析，进而划分了岩相，找到了矿质通道和富矿筒。同时，还通过对造岩、造矿矿物的电子探针分析及硫同位素地质分析，研究了一、二、三号岩体的异同，从而建立了中基性岩体含矿性评价准则。对区内五个重点基性岩体的进一步研究表明，该准则能有效地筛选和评价岩体，如配合其它地、物、化方法，可以选出找矿靶区并预测矿体。

物探工作在充分研究已有资料的基础上，对成矿带区域重、磁资料进行了数据处理和地质解释，分析了铜镍矿的成矿地质背景和控矿条件。采用高精度重磁、频谱激电、过渡场法、井中物探等综合物探方法，对筛选出的异常和矿点进行了剖面检查评价，并用人机联作的正、反演计算方法计算了典型的中基性岩体引起的重磁异常，从而建立了喀拉通克式硫化铜镍矿床的理想成矿模式和找矿模式，为优选找矿靶区、确定钻探验证孔位提供了物探依据。

化探工作首先对区内1:20万化探扫面资料进行了综合处理，接着开展了水化学、水电

化学测量工作,快速圈定了各类异常,筛选出了具有成矿意义的异常并对其进行了追踪评价。与此同时,通过研究已知铜镍金矿床的原生晕组分和相关元素的分带性,建立了矿床地球化学异常模式和地球化学找矿评价标志。此外,还在已知矿床上开展了地电化学、放射性化学、汞量测量等方法的有效性试验研究,探索了用于寻找隐伏基性、超基性岩体和铜镍矿床的有效地球化学方法,为优选找矿靶区、确定验证孔位提供了化探依据。

在应用地质、地球物理、地球化学等近二十种方法获得大量找矿信息的基础上,开展了成矿规律研究,提出了北西西与北北西向构造交叉形成本区特有的菱形格子状构造控矿格局的观点,总结出矿床呈带分布、分段集中、张裂成矿的规律,识别并圈出了4个北西向成矿带、10个矿田,提出了中泥盆统北塔山组是铜、金重要含矿层位的观点,分出了两个矿床成矿系列,把本区原来的铜镍成矿带发展为铜、镍、金成矿带。在典型矿床研究基础上,建立了岩浆型铜镍矿床和动力变质热液型金矿床的成矿模式和综合找矿模式。在找矿理论和实践方面取得的成果,对指导本区找矿工作及估计资源量前景有重要意义,对邻区及国内类似地区的找矿工作亦有一定参考价值。

本书是在科研报告基础上撰写而成的。参加这项科研工作的有来自科研、生产、教学单位的专家、学者七十余人,他们是:王润民、唐昌俊、胡旺亮教授,袁荣林、张赛珍、刘元龙研究员,王福同、李应桂、赵昌龙、任天祥、徐外生、冯骥、马文朋、周云霞、李本海、易爽庭、王原钧、古平等、刘吉敏、任国泰、温少光、张兆京高级工程师,李紫金、邹海卿、魏民、吕瑞英、华荣洲、王志辉副教授,马天林、刘光海、王建平、孙立蓓、马开义、王小凤、李中坚、陈之萱、卢武长、周振东、肖宏森、战新志副研究员,黄继钧、王启华讲师,杨型强、王连庆、杨玉东、王垚、张衍彬、薛秀娣、白大明、王志良、史大年、李云达、余学东、刘崇民、杨少平、邹长义、苏国森、刘庆云、朱明忠、王俊、李楼楼工程师,薛光琦、董英君助理研究员,杨应平、万永平、庞庆恒、成杭新、邓岗、王英秀、杜广通助理工程师以及研究生杨尚冰等。

王福同、马天林、刘光海、李应桂、胡旺亮为课题负责人,杨型强为课题行政负责人。

课题顾问谢学锦教授、赵鹏大教授和芮行健研究员对研究工作给予了热情指导。

中国地质科学院院长陈毓川研究员等11位同行专家对科研成果进行了认真评审。

本书的出版,是与全体课题组成员的共同努力及各位专家的大力支持分不开的。

此外,张九天高级工程师参与了定稿工作,张衍彬工程师参加了部分插图的修编,张艳瑞、张兆英等工程师清绘了全部图件,在此一并表示感谢。

本书由集体撰写而成,大致分工如下。

王福同:前言、第一章、第四章第一节和第三节、第五章、结束语;

马天林:第二章第一节、第三章第四节、第四章第二节;

刘光海:有关物探章节;

李应桂:有关化探章节;

胡旺亮:有关资源总量预测、数学地质章节;

赵昌龙:第三章第一节(一);

袁荣林:第三章第一节(二)、第四章第三节(一);

冯骥:第一章第四节、第三章第二节。

全书最后由王福同定稿。

目 录

第一章 绪论	1
第一节 自然经济地理	1
第二节 以往地质工作综述	2
第二章 区域地质、地球物理和地球化学特征	5
第一节 区域地质特征	5
一、大地构造位置	5
二、地层	5
三、火成岩	13
四、变质岩	19
五、构造	22
六、矿产	30
第二节 区域地球物理特征	35
一、岩(矿)石物性特征	35
二、区域重磁场特征	39
三、成矿带的重磁场特征	41
第三节 区域地球化学特征	45
一、不同地质体中化学元素含量	45
二、水化学异常	50
三、水电化学异常	52
四、区域化探异常	53
第三章 铜镍金矿地质特征	60
第一节 铜镍矿	60
一、概述	60
二、岩浆型铜镍矿	60
第二节 铜矿	129
一、概述	129
二、火山岩型铜矿	130
三、细脉浸染型铜矿化	138
第三节 金矿	140
一、概述	140
二、变质热液型金矿	141
三、阿克塔斯岩浆热液型金矿点	162
四、火山热液型金矿	167
五、岩浆型金矿	170
第四章 铜镍金矿成矿规律、矿床模式和找矿模式研究	176
第一节 成矿规律	176

一、矿床时空分布规律	176
二、成矿系列	177
第二节 矿床模式的初步探讨	178
一、喀拉通克岩浆型硫化铜镍矿床	178
二、萨尔布拉克变质热液型金矿床	179
三、乔夏哈拉火山岩型铁铜金矿床	180
第三节 铜镍矿地、物、化综合找矿模式研究	181
一、中基性岩体铜镍含矿性评价准则	182
二、地球物理模式及综合找矿方法的有效性	184
三、地球化学判别准则	192
四、铜镍矿地、物、化综合找矿模式	204
第五章 成矿预测及找矿靶区评价	212
第一节 喀拉通克成矿带中矿带的预测和划分	212
第二节 矿田(矿化区)的预测和划分	213
第三节 矿体预测和异常分析及查证	214
一、喀拉通克矿区(A ₁ : Cu、Ni)	214
二、乔夏哈拉矿区(A ₂ : Cu、Au)	219
三、萨尔布拉克矿田(A ₁ : Au)	226
第四节 中基性岩体含矿性评价	226
一、中基性岩体的地质、地球物理、地球化学特征	226
二、中基性岩体的数学地质特征	238
三、物探异常	241
四、化探异常	244
五、对重点考察岩体含矿性的论证	254
六、中基性岩体铜镍含矿性的筛选和排队	255
结束语	258
主要参考文献	260
英文摘要	263
图版说明及图版	278

CONTENTS

Chapter 1 Introduction	1
Section 1 Physical economic geography.....	1
Section 2 Survey of preceding geological research	2
Chapter 2 Characteristics of regional geology, geophysics and geochemistry	5
Section 1 Characteristics of regional geology.....	5
1. Geotectonic place.....	5
2. Strata.....	5
3. Igneous rocks	13
4. Metamorphic rocks.....	19
5. Structure	22
6. Mineral resources.....	30
Section 2 Characteristics of regional geophysics.....	35
1. Characteristics of rocks' (ores') physical properties.....	35
2. Characteristics of regional gravity and magnetic fields.....	39
3. Characteristics of gravity and magnetic fields in mineralized belts.....	41
Section 3 Characteristics of regional geochemistry.....	45
1. Contents of chemical elements in different geological bodies.....	45
2. Anomaly of hydrochemistry.....	50
3. Anomaly of hydro-electrochemistry.....	52
4. Anomaly of regional geochemical exploration.....	53
Chapter 3 Geologic characteristics of copper-nickel-gold ores.....	60
Section 1 Copper-nickel ores.....	60
1. General description.....	60
2. Magmatic copper-nickel ores.....	60
Section 2 Copper ore.....	129
1. General description.....	129
2. Volcanic copper ore	130
3. Veinlet—disseminated copper mineralization	138
Section 3 Gold ore	140
1. General description.....	140
2. Metamorpho-hydrothermal gold ore.....	141
3. Magmato-hydrothermal gold ore spot in Aktas.....	162
4. Volcanogene hydrothermal gold ore.....	167
5. Magmatic gold ore.....	170
Chapter 4 Study on metallogenic regularity, ore deposit model	

and ore-searching model for copper-nickel-gold ore	176
Section 1 Metallogenic regularity	176
1. Space-time distribution regularity of ore deposits.....	176
2. Metallogenic series.....	177
Section 2 Initial discussion on ore deposit models.....	178
1. Magmatic sulphide copper-nickel deposit in Karatüngk.....	178
2. Metamorpho-hydrothermal gold deposit in Sarbulak.....	179
3. Volcanic iron-copper-gold deposit in Qoxiahala.....	180
Section 3 Study on comprehensive ore-searching model of geological, geophysical and geochemical prospecting for copper-nickel ore.....	181
1. Evaluation criterion on copper-nickel ore-bearing property of intermediate-basic bodies	182
2. Effectiveness of geophysical model and composite ore-searching methods.....	184
3. Discriminant criterion of geochemistry.....	192
4. Comprehensive ore-searching model of geological, geophysical and geochemical prospecting for copper-nickel ore	204
Chapter 5 Evaluation of metallogenic prognosis and ore-searching target	212
Section 1 Division and prognosis of ore zones in Karatüngk metallogenic belt	212
Section 2 Division and prognosis of ore field (mineralized district).....	213
Section 3 Prognosis of ore bodies, anomaly analysis and verification	214
1. Karatüngk mining area (A_4 : Cu, Ni)	214
2. Qoxiahala mining area (A_2 : Cu, Au).....	219
3. Sarbulak ore field (A_1 : Au)	226
Section 4 Evaluation on ore-bearing property of intermediate-basic rockbodies.....	226
1. Geological, geophysical and geochemical characteristics of intermediate-basic rock bodies.....	226
2. Geomathematical characteristics of intermediate-basic rockbodies.....	238
3. Anomaly of geophysical prospecting.....	241
4. Anomaly of geochemical prospecting.....	244
5. Demonstration on ore-bearing properties of emphasised inspecting rock bodies.....	254
6. Sieving and queuing of copper-nickel-bearing property of intermediate-basic rock bodies.....	255
Concluding remarks	258
References	260
Summary	263
Plate and description	278

第一章 绪 论

第一节 自然经济地理

一、交通位置

工作区位于新疆富蕴县城到乌伦古河之间，东起卡拉先格尔，向北西至锡伯渡，长约 220 km，宽 25—35 km，面积约 5600 km²，地理坐标为东经 88°—90°15′、北纬 46°20′—47°10′。行政区划属阿勒泰地区的福海、富蕴、青河三县管辖。

区内地势较平坦，到处可通行汽车，并有东、西二条干线和富蕴民航线通往乌鲁木齐市。交通很方便（图 1-1）。

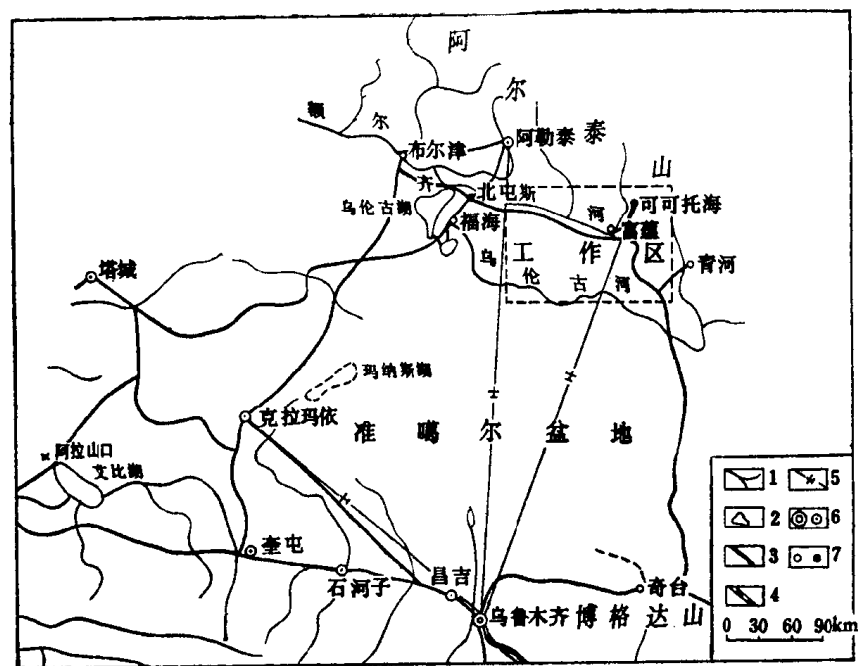


图 1-1 工作区交通位置图

Fig. 1-1 Traffic location map of the studied area

1—河流；2—湖泊；3—公路；4—铁路；5—航线；6—城市；7—县镇

二、自然地理概况

1. 地形、地貌及水系

工作区位于准噶尔盆地东北缘。北部为低山丘陵区，约占全区面积的 1/5，海拔 1000m 左右，一般高差 50—100 m，最高峰为卡拉先格尔（海拔 2123 m）。中部、南部为戈壁荒

漠，东高西低。西部海拔 600 m，向东逐渐升高至 900 m，其中露头区如孤岛状零星分布，一般相对高差为 20—30 m，个别达 100 m。区内北部有额尔齐斯河，在富蕴县城区大转弯后，往北西流入原苏联境内。南部的乌伦古河是内陆河，由东向西流入乌伦古湖。两河河水清澈，水质好，流量大，可供人畜和工业利用。区内地表径流极少，仅有一些井、泉，且水质多属高矿化度咸水。

2. 气候

属大陆性半干旱气候，春旱多风，夏短干热，秋凉多霜，冬长酷寒，元月份最低气温可达 -49.8°C ，是全国高寒区之一。一月平均气温最低 -16.5°C — -22.1°C ，平均降水量 6.4—6.6 mm，平均蒸发量 8.6—22.4 mm，平均风速 0.5—2.2 m/s。七月份气温最高（平均 19.2°C — 18.5°C ），平均降水量 18.9—81.4 mm，平均蒸发量 314.3—322.5 mm，平均风速 2.6—3.6 m/s。

3. 地震

工作区地震频繁，自 1917 年有资料记载以来，微震经常发生，5 级以上地震已达 17 次之多。1931 年 8 月发生的 8 级地震的震中就在区内的卡拉先格尔山上，距喀拉通克矿区仅 25 km，在可可托海海子口电站以南留有长数十公里，高差约 1—3 m 的明显陡坎。

三、经济地理概况

区内的富蕴县喀拉通克乡所在地和乌伦古河沿岸有少量（几千）农牧民定居。游动牧民春秋两季转场时在区内作短暂逗留，冬季部分牧民在乌伦古河沿岸冬窝子过冬。

区内工业不发达，80 年代以前只有扎河坝煤矿、水泥厂等小型地方企业。1989 年喀拉通克铜镍矿第一期工程已建成投产，是有色金属总公司与新疆维吾尔自治区合办的国营矿山，拥有职工千余人。萨尔布拉克金矿也在筹建中。

第二节 以往地质工作综述

本区矿产资源早已引起人们的注意，近五六十年以来，地质工作者在此做过大量地质调查和研究，积累了丰富的资料，并发现了一批矿床。现主要将地质矿产部门投入的 60 余项地质工作（图 1-2）按时间、性质大致分成三个阶段评述如下。

一、概略地质调查阶段（1935—1958 年）

该阶段工作主要是由苏联地质人员和我国少数老地质工作者完成的小比例尺大区域路线地质调查和概略普查，如 1935—1936 年以苏联阿勒泰地质勘察队 B·И·西尼村为首所作的 1:50 万额尔齐斯河中上游概略普查，1954—1955 年中苏金属公司 B·И·苏什尼科夫所作的 1:50 万富蕴—青河县路线调查和 1958 年新疆地质局东疆地调队于钟琪作的 1:100 万青格里河—北塔山一带概略普查等。这些初步调查使人们对全区地质、矿产状况有了粗略认识，并为下步地质工作奠定了基础。

二、区域地质普查为主的阶段（1959—1977 年）

新疆地质局区测队先后完成的 1:20 万二台幅、扎河坝幅、富蕴幅、锡伯渡幅和青河

幅区域地质调查,1964年地质部航空物探队进行的1:10万北疆地区航磁测量等工作初步确立了区域地层层序、构造格架、岩浆活动类型及期次,并发现了一批矿产地。1959—1961年,新疆地质局阿勒泰地质队完成了富蕴县乔夏哈拉含铜磁铁矿详查和外围1:5万普查找矿工作;同时,地质局物探队还投入了1:5万卡拉苏—富蕴一带地面磁法测量,发现了富蕴县西北的磁铁矿点。同期或稍后阿勒泰地质大队又对青河县卡拉先格尔铜矿,扎河坝一带的煤、粘土、石灰岩和铬铁矿,哈拉通沟煤矿,有色局701队对扎河坝煤矿等都做过详查或评价工作,初步查明了它们的矿化特征、成矿条件及经济价值,并因此带动了地方工业的发展。

三、普查找矿和详查评价为主的阶段(1978—1986年)

为满足“四化”建设的需要,新疆地质局第四地质大队于1978—1980年对乔夏哈拉含铜磁铁矿的补充评价中,发现并初步评价了喀拉通克中—大型硫化铜镍矿床。地矿局二区调队也于1978—1980年对卡拉先格尔铜矿进行了详查。该队1984年又发现并开始详查评价索尔库都克中型铜矿。同时第四地质大队在萨尔布拉克—喀拉通克间、萨热巴斯陶—哈希翁一带,二区调队在卡拉先格尔一带、恰乌卡尔一带先后做过1:5万矿产普查工作,地矿局物探大队在各矿区及附近投入了大量的物探、化探找矿工作和新方法的试验和研究工作。地矿部航空物探队也做了全区1:2.5万航磁、航电、航空放射性测量工作。第四地质大队还对区内具有远景的金矿化进行了踏勘和矿点评价工作。

为查明喀拉通克铜镍矿区域地质特征及在其外围找矿,第四地质大队还于1981—1983年在乌伦古河中上游北侧进行了1:20万图幅修测,1986年一区调队进行了1:10万额尔齐斯河地区地质矿产遥感解释,地矿部第一综合物探大队1985年还进行了富蕴、锡伯渡幅1:20万重力调查,等等。这些工作为消除区内原1:20万各图幅中的矛盾,统一对全区地质构造的认识,在本区实施国家305项目有关课题奠定了基础。

第二章 区域地质、地球物理和地球化学特征

第一节 区域地质特征

一、大地构造位置

工作区属于天山-兴安地槽褶皱区的一部分。以额尔齐斯大断裂为界,北部称阿尔泰褶皱系,南部称准噶尔褶皱系,均为该褶皱区的次级构造单元。工作区恰处于它们的交汇部位(图2-1)。

从更大范围看,本区构造向西延入原苏联,与其阿尔泰和斋桑褶皱带相连;向东延入蒙古。在构造、建造和矿产方面,本区与上述延伸地区均有许多相似之处。

按照地质力学观点,本区处于蒙古弧形构造体系与欧亚山字型构造东翼反射弧的交接复合部位。两者的分界线——额尔齐斯挤压带被视为中亚地区特有的西域系的一个构造带。

按照板块构造观点,额尔齐斯挤压带系西伯利亚板块与哈萨克斯坦板块的碰撞缝合线,北部属板块边缘活动带之地槽沉积建造。也有人提出乌伦古河大断裂是另一条俯冲带,认为测区中部地壳具有过渡壳性质,分属火山岛弧和弧后盆地,构成第二套“沟-弧-盆”系统。

总之,无论持何种大地构造观点的人,皆认为本区处于构造带边缘,地壳活动强烈频繁,利于矿产的形成。

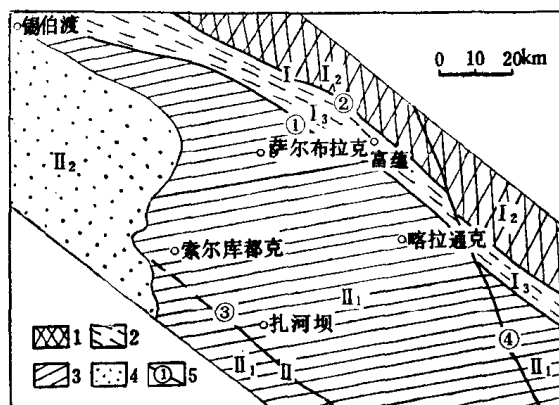


图 2-1 工作区大地构造分区示意图(据 III₄₋₁课题资料)

Fig. 2-1 Geotectonic divisional sketch map of the studied area

阿尔泰褶皱系(I): 1—南阿尔泰地槽褶皱带(I₂); 2—额尔齐斯挤压带(I₃)。准噶尔褶皱系(II): 3—阿尔曼特地槽褶皱带(II₁); 4—准噶尔拗陷(II₂)。5—断裂: ①额尔齐斯大断裂; ②特斯巴汗大断裂; ③乌伦古河大河断裂; ④卡依尔特-二台大断裂

二、地 层

区内地层大部分处于准噶尔褶皱系的东准噶尔地层分区,以泥盆系和石炭系为主,其次为奥陶系。第四系和第三系分布较广。东北部边缘地带属阿尔泰地层分区,分布有少量寒武—奥陶系、泥盆系和石炭系(见表2-1)。局部也有二叠系、侏罗系、第三系和第四系。

表 2-1 工作区地层简表

Table 2-1 Stratigraphy of the studied area

地 层 区			东 准 噶 尔 分 区	阿 尔 泰 山 分 区
层 序				
新 生 界	第四系	Q	Q	Q
	第三系	N	昌吉河组	
		E	乌伦古河组、红砾山组	红砾山组
中 生 界	白垩系	K		
	侏罗系	J ₃		石树沟群
		J ₁₋₂		永西沟群
	三叠系	T		
上 古 生 界	二叠系	P	扎河坝组、赤底组	库尔特组、特斯巴汗组
	石炭系	C ₃		喀拉额尔齐斯组
		C ₂	巴塔玛依内山组	断 层
			哈尔加乌组	
		C ₁	南明水组	
			黑山头组	
	泥盆系	D ₃	断 层	
		D ₂	温都喀拉组	阿勒泰组
			北塔山组	
		D ₁	托让格库都克组	康布铁堡组
下 古 生 界	志留系	S		
	奥陶系	O ₃	加波萨尔群	
		O ₁₋₂		哈巴河群
	寒武系	Є		
			未 出 露	

(一) 东准噶尔地层分区

1. 奥陶系 (O)

奥陶系仅有上奥陶统加波萨尔群 (O₃jb)。该群分布在测区中部喀拉吉拉—哈希翁一带, 呈北西西向展布, 总体产状倾向北东, 是区内复背斜核部最古老的地层。

该群由老到新, 可分为三个岩性段。

第一岩性段 (O₃jb¹): 灰绿色、紫红色火山角砾岩、凝灰岩、安山岩夹紫褐色细砂岩、砂砾岩及灰岩透镜体。细砂岩及灰岩中产三叶虫及腕足化石。腕足类: *Hesserorthis* sp.、*Dinorthis* sp.、*Chaulistomella* sp.、*Sowerbylla* sp.、*Orthidiella*?sp.。厚 484 m。

第二岩性段 (O_3jb^2): 枕状玄武安山岩、安山岩、安山质火山角砾岩夹凝灰岩、细砂岩。厚 2328 m。

第三岩性段 (O_3jb^3): 下部为凝灰质砂岩、钙质砂岩夹灰岩凸镜体, 上部为杂色砾状灰岩、砂岩夹灰岩及磁铁矿透镜体, 厚 616 m。砂岩和灰岩中产珊瑚、腕足、三叶虫及苔藓虫化石。含珊瑚 *Pseudamplexus?* sp.、*Catenipora* sp.、*Plasmoporella*、*Convexotabulata maxima*、*Fuyunolites fuyunensis*、*Propora jiabosarensis* lin et Wang (sp. nov), 含腕足 *Triplexia fuyunensis* C. Zhang (sp. nov)、*Parastrophinella jiabosarensis lingulepis* sp., 含三叶虫 *Asaphids*、*Remopleurides qiakuertensis* Hsiang et Zhang、*Fuyunis* sp., 含腹足 *Clathospira* sp.、*Holopea* sp.。

该群岩相变化大, 东段有较多的中基性火山碎屑岩和熔岩, 加波萨尔一带为豹皮状同生砾石灰岩, 喀拉吉拉一带则为砂岩和少量凝灰砂岩, 几乎不见火山碎屑物。

该群总体上为滨海—浅海相陆源碎屑—海底火山喷发—碳酸盐建造。化石时代应属晚奥陶世。

该群上部有多处磁铁矿点。顶部有一层含铜砾岩, 铜矿化都在砾石中。二者目前均不具工业意义; 但个别磁铁矿层中已测得含金 1 g/t 的样品, 应引起重视。

2. 泥盆系 (D)

泥盆系是区内广泛出露的地层, 约占测区总面积的 70%, 主要分布在中部, 呈北西—南东向分布。北部和南部也有零星出露。区内出露有下泥盆统托让格库都克组、中泥盆统北塔山组和温都喀拉组。

1) 下泥盆统托让格库都克组 (D_1t) 分布在测区中南部, 西起恰乌卡尔, 经加波萨尔的南、北两侧到哈希翁以东。喀拉吉拉以西、哈希翁以东组成复背斜的核部, 加波萨尔一带组成复背斜两翼。另外, 在扎河坝西南部也有分布。

本组与下伏上奥陶统加波萨尔群 (O_3jb) 呈角度不整合接触。

本组可按三个火山喷发—沉积旋回分成三个岩性段。

第一岩性段 (D_1t^1): 底部为含砾粗砂岩、细砂岩、黄绿色紫色凝灰岩夹泥灰岩, 下部为灰绿色安山质、流纹质火山碎屑岩夹英安岩、凝灰质砂岩。产珊瑚: *Favosites* sp.、*Keriophyllum* sp.。厚 293—548 m。上部为青灰色、灰白色生物碎屑灰岩、砂质灰岩、泥灰岩, 局部夹泥质板岩透镜体。含珊瑚 *Barrandeophyllum* sp.、*Orthopaterophyllum* sp., 含腕足 *Paraspirifer* sp.、*Megakozowskiella* sp. Nov, 含三叶虫 *Phdcops* sp., *Cras-siproetus* sp., 含腹足 *Platyceras* sp.。厚 577—624 m。

第二岩性段 (D_1t^2): 底部为凝灰质砂岩。下部为灰绿色安山质凝灰岩(局部为火山角砾岩)、沉凝灰岩(含生物碎屑), 夹凝灰质泥板岩及炭岩透镜体。产珊瑚 *Syringaxon* sp., 含腕足 *Leptagonia quad rata* Zhang et su. 厚 1267 m。上部为安山岩、辉石安山岩及安山质火山碎屑岩。产腕足 *Howella?* sp.、*Cymostrophia* sp.、*Camarotoechia* sp.。厚 940 m。

本岩性段自东而西, 自下而上, 砂砾岩、砂岩、火山碎屑岩夹层增多。

第三岩性段 (D_1t^3): 下部为安山岩夹砂砾岩。产珊瑚 *Syringaxon* sp., 含腕足 *Acrospirifer* sp.、*Howella* sp.。厚 960 m。上部为泥质粉砂岩、砂砾岩、凝灰岩和含角砾凝灰岩, 沿走向可变为安山岩、凝灰质砂岩、含砾砂岩。含珊瑚 *Syringaxon* sp., 含腕足

Megastrophia hemifascigersu、*Schellwienella* sp.、*Megastrophia* sp.、*Acrospirifer* sp.。厚 787—1620 m。

总体岩性属滨海—浅海相陆源碎屑—海底中性火山喷发—碳酸盐建造。依据所产化石，其时代为早泥盆世。

该组所产矿产有铁、铜、石灰岩等。铁以沉积变质型为主，部分为中低温（火山）热液型，均为矿化点和矿点，目前尚无工业价值。铜均为中低温（火山）热液型，多为矿化点。石灰岩有矿点两处，在扎河坝南有小型矿床一处。另外，在扎河坝南，该组地层含金较高，一般 10—50 ppb，局部火山岩中可达几百 ppb。

2) 中泥盆统北塔山组 (D_2b) 西起乌尔腾萨依，向东经依铁克、耶森喀腊、阿克塔斯到老山口以东，呈弧形条带状展布。另外，在索尔库都克和扎拉特一带也有部分出露。北塔山组与下伏托让格库都克组呈角度不整合或断层接触；与上覆温都喀拉组呈整合接触。

该组自下而上分三个岩性段。

第一岩性段 (D_2b^1)：玄武质安山岩、安山质含角砾凝灰岩夹辉石安山岩、板岩、泥灰岩、含铜金磁铁矿层和凝灰质砾岩。产植物化石 *Lepidodendropsis* sp.、*Prelepidodendron* sp.。厚 728 m。

第二岩性段 (D_2b^2)：以安山质、英安质、流纹质凝灰岩（局部含角砾）为主，夹紫色或灰色硅质岩，可相变为安山岩、英安岩夹砂砾岩。底部见大理岩。产珊瑚：*Amplexiphyllum* sp.。含腕足 *Acrospirifer* sp.、*Atrypa* sp.、*Mucrospirifer* sp.、*Leptostrophia* sp.。厚 1080 m。

第三岩性段 (D_2b^3)：为辉石安山岩、安山岩（局部夹英安岩）、安山质火山角砾岩、凝灰岩、凝灰质砂（砾）岩夹放射虫骨骼硅质岩、灰岩。本段向西北火山岩增多，向东南碎屑岩增多。凝灰砂岩中产腕足 *Mucrospirifer mucronatus*、*Acrospirifer* sp.、*Tridensilis* sp.、*Spinatrypa* sp.，含苔藓虫 *Fenestella* sp.，含植物化石 *Lepidosigillaria* sp.。厚 700 m。

总体岩性属海陆交互相中基—中性火山岩—火山碎屑岩—碳酸盐建造。根据所含化石，其时代属中泥盆世早期。

本组常见金、铁、铜矿化，是本区重要的含矿层之一。主要矿化集中在三个地段。在乔夏哈拉一带，有金、铁、铜矿化点和矿点多处，火山岩型小型铜—铁矿床一处（被后期热液叠加改造），还有中—低温火山热液型铜矿化点三处，沉积变质型铁矿点一处。在老山口一带，集中出现八处中—低温火山热液型铜矿（化）点。在索尔库都克，有中性火山岩型中型铜矿床。此外，本组中的灰岩局部形成小型矿床。

3) 中泥盆统温都喀拉组 (D_2w) 主要分布于测区中部，呈北西—南东向展布，西起托让格库都克经切热克塔斯、加乌尔到阿拉托别以东。南部扎河坝—哈希翁一带和北部的耶森喀拉也有分布。该组与下伏北塔山组整合接触，与托让格库都克组和上覆石炭系均呈断层接触。

该组自下而上分三个岩性段。

第一岩性段 (D_2w^1)：为泥质粉砂岩、中细粒砂岩、硅质岩、泥板岩、凝灰质砂岩、安山岩、安山质凝灰岩（或角砾岩）夹灰岩透镜体。沿走向向北西火山物质增多。产植物化石。厚 2400 m。