

查干诺尔盆地构造演化及 铀成矿条件分析

郭 华 李 明 夏 斌 著
卫三元 刘红旭 王润红

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 摘 要

本书以盆地构造分析为主线,以现代水成砂岩型铀矿理论为指导,通过大量的野外地质和水文地质调查、物探和放射性价探测量,以及样品分析测试等技术手段和方法,系统地对查干诺尔盆地砂岩型铀成矿地质条件进行了分析,进而厘定出有利的铀成矿远景区。综合研究野外第一手原始资料和实验室分析测试数据得出,查干诺尔盆地具有砂岩型铀成矿的构造、古气候、铀源、地下水动力系统、地层岩性岩相等良好的成矿条件,尤其是盆地西部的构造单斜区是十分有利的铀成矿远景地带;根据铀成矿地质条件和铀、氡异常信息,共计圈定出5片铀成矿远景区,即古宁浑迪、冲果勒浑迪、哈沙廷呼都格、安达特浑迪和那尔图远景区。

本书内容丰富,资料翔实,方法系统,论证有据,是国内关于中生代沉积盆地外生后成砂岩型铀成矿条件分析领域的综合性研究专著。可供从事沉积盆地分析、能源矿产普查等专业的科研人员 and 高等院校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

查干诺尔盆地构造演化及铀成矿条件分析/郭华等著.
—北京:地质出版社,2004.3
ISBN 7-116-03985-6

. 查... . 郭... . 砂岩型铀矿床—成矿条件—研究—内蒙古 地质构造—研究—内蒙古
. P619.140.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 125086 号

QAGANNUR PENDI GOUZAO YANHUA JI YOU CHENGKUANG TIAOJIAN FENXI

责任编辑:柳青

责任校对:田建茹

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)82324508(邮购部);(010)82324573(编辑室)

网 址:<http://www.gph.com.cn>

电子邮箱:zbs@gph.com.cn

传 真:(010)82310759

印 刷:北京印刷学院实习工厂

开 本:787mm×1092mm^{1/16}

印 张:9.5

字 数:228千字

印 数:1—600册

版 次:2004年3月北京第一版·第一次印刷

定 价:28.00元

ISBN 7-116-03985-6/P·2438

(凡购买地质出版社的图书,如有缺页、倒页、脱页者,本社出版处负责调换)

前 言

砂岩型铀矿是主要的铀矿床类型之一，尤其是随着铀资源地下浸出（简称“地浸”）技术的开发成功和不断完善，沉积盆地中砂岩型铀资源从原来的山地工程采矿技术所不能利用的贫铀矿化，转变为经济可采的铀资源，因此砂岩型铀矿目前已成为一种经济价值可观的能源矿产。地浸采矿方法不仅简化了采矿的工艺流程，同时也大幅度降低了采矿成本和对环境的污染程度，也使矿体边界质量分数不断降低，有的铀矿床边界质量分数已降到0.01%以下（赵凤民，2002）；另外，地浸方法也是当前最先进的、高经济效益的、生态环境“干净”的采矿方法（. . .等,1992；. . .等,1998）。

20世纪70~80年代以来,许多国家和地区的铀矿地质工作主要集中在寻找和勘查沉积盆地中的砂岩型铀资源,相继发现了大批相关的潜水氧化带型(主要是底部式古河道型)和层间氧化带型铀矿床(Crawly Richard A.,1983;. . .等,1995;. . .等,1996),并创立了相关的铀成矿理论,积累和建立了许多关于砂岩型铀矿的预测和评价方法(. . .,1980;. . .等,1988;. . .等,1993;. . .等,1995,2000;. . .等,1999;. . .等,1999;. . .等,2001;侯惠群等,2002)。值得指出的是,在区域铀成矿规律方面,美国提出了“古老富铀地台内、外边缘中新生代活化区控矿”的成矿理论,而前苏联通过中亚地区的铀矿勘查和研究工作提出了“次造山带控矿”的区域成矿理论。近年来,俄罗斯专家通过对俄罗斯和蒙古境内古河道型砂岩铀矿的研究,逐步完善了潜水氧化带型砂岩铀成矿理论。

关于砂岩型铀矿床的分类,目前尚无统一的划分原则,各个国家和地区均有各自的划分方案(. . .等,1984;. . .等,1995;. . .等,1996;郭华,1998;王正邦,2002)。根据矿床成因,综合诸多控矿因素,本书将砂岩型铀矿床划分为表生后成渗入型、外生后成渗入型和外生后成渗入渗出型等3种类型,其中外生后成渗入型又可划分出2种亚类,即潜水氧化带型和层间氧化带型,前者包括底部式古河道型和建造间古河道型,后者包括局部性层间氧化带型和区域性层间氧化带型(表1)。但是,在以上各种砂岩型铀矿成因类型中,最主要的是外生后成渗入型,无论是其成矿规模还是适合地浸方法的开采条件,均具有主要的勘查和经济价值,尤其是底部式古河道型和层间氧化带型铀矿床,应是砂岩型铀矿床研究的重要目标类型(哈什曼 E.N.等,1988;黄世杰,1997;陈祖伊等,1998;Guo, H.等,1998a,1998b;陈祖伊,1999,2002;陈法正,2002;郭华等,2002;肖新建等,2003;陈肇博等,2003;赵凤民等,2003)。

20世纪90年代以来,我国铀矿地质工作在找矿方向上进行了重大的战略调整,从原来主要寻找火山岩型和花岗岩型等内生铀矿床,转变到主攻沉积盆地内砂岩型外生后成铀矿床上来。为此,作者自1995年以来先后参加了“松辽盆地可地浸砂岩型铀矿成矿远景研究”、“二连盆地东部古河道型砂岩铀矿远景调研”、“中国北方产出大型可地浸砂岩型铀

表 1 砂岩型铀矿床成因类型划分

类 型	亚 类		矿 床 实 例
表生后成渗入型			澳大利亚奥斯廷湖铀矿床
外生后成渗入型	潜水氧化带型	底部式古河道型	蒙古哈拉特铀矿床
		建造间古河道型	俄罗斯切尔帕赫铀矿床
	层间氧化带型	局部性层间氧化带型	乌兹别克斯坦乌奇库杜克铀矿床
		区域性层间氧化带型	哈萨克斯坦门库杜克铀矿床
外生后成渗入 渗外型			乌兹别克斯坦萨贝尔萨伊铀矿床

矿盆地的识别标志和找矿模式”、“黑龙江地块及邻区铀成矿规律”等科研项目，承担了“内蒙古海拉尔 腾格尔 巴音戈壁盆地古河道型砂岩铀矿成矿远景预测及靶区优选”、“内蒙古海拉尔盆地古河道型砂岩铀矿成矿远景预测及靶区优选”、“内蒙古自治区新巴尔虎右旗查干诺尔地区可地浸砂岩型铀资源评价”等科研项目。本书即是上述部分研究成果的总结，旨在从盆地构造演化的角度出发，科学地评价查干诺尔中生代沉积盆地的区域铀成矿条件和成矿前景，合理地厘定铀成矿远景区。另外，过去囿于内生铀矿床为主攻方向，国内所出版的铀矿地质方面的专著也主要集中于火山岩型和花岗岩型铀成矿作用的研究(王从周, 1985; 章邦桐, 1990; 张祖还, 1991; 章邦桐等, 1993; 刘小宇等 1996; 王正邦等, 1997; 罗毅等, 1997; 仇宝聚等, 1997; 陈跃辉等, 1998), 但有关砂岩型铀矿地质领域的研究论著尚未见正式出版, 这明显滞后于外生后成砂岩型铀矿的找矿勘查和研究工作。因而, 本书的出版必将起到抛砖引玉之作用, 希望对砂岩型铀矿的深入研究和普查勘探有所裨益, 尤其对铀矿地质研究程度较低的沉积盆地而言, 则更具有直接的指导和借鉴意义, 这也是出版本书的主要目的之所在。如果能达到上述效果, 作者将感到无比欣慰。

在研究工作过程中, 曾得到李德连、马飞、狄克林、侯惠群、肖丰、李子颖、王志明、赵凤民、胡绍康、陈祖伊、黄净白、李家俊、朱德龄、蔡根庆、李胜祥、董玉芳、刘正义、陈国梁、尹金双、黄占起、杨振录、朱德丰、宋新民、贾进华、雷振宇、李广龄、郝胜发、郭智峰、杜凤玲、吴常海、李海山、韩春晓、郭志杰、姜义生、程纪星、张腊根等领导和专家在学术交流及野外工作期间给予的有益指导与支持帮助; 中国石油勘探开发研究院实验中心和核工业地质分析测试研究中心协助完成了大量的样品分析测试工作。至此之际, 敬致谢忱!

郭 华

2003 年 8 月 18 日

目 录

前 言	
第一章 区域地质概况	(1)
第一节 大地构造环境	(1)
第二节 区域地层	(3)
一、基底岩系	(5)
二、沉积盖层	(7)
第三节 岩浆岩	(8)
一、侵入岩	(8)
二、火山岩	(9)
第二章 盆地构造演化特征	(12)
第一节 盆地形成动力学及断裂构造	(12)
一、动力学机制	(12)
二、断裂构造特征	(14)
第二节 盆地构造特征	(15)
一、构造样式	(15)
二、盆地东部构造演化史	(19)
第三节 盆地构造演化的沉积响应	(19)
一、沉积演化特征	(19)
二、含矿目的层发育特征	(23)
第三章 水文地质条件	(29)
第一节 水文地质分区	(29)
第二节 水文地质特征	(32)
一、地下水动力系统	(32)
二、目的层含水性	(34)
第三节 水文地球化学特征	(36)
第四节 地下水铀及伴生元素特征	(40)
一、铀与伴生元素	(40)
二、地下水铀含量分布特征	(43)
三、地下水伴生元素含量分布特征	(45)
第四章 区域铀源条件	(50)
第一节 区域放射性特征	(50)
一、航空放射性区域场	(50)
二、地面放射性区域场	(53)
第二节 岩石含铀性	(55)
一、蚀源区岩石含铀性	(55)
二、沉积盖层岩石含铀性	(57)

第三节 铀的活化迁移能力	(63)
第五章 矿化特征及其成因	(66)
第一节 矿化总体特征	(66)
一、古宁浑迪地段	(66)
二、冲果勒浑迪和哈沙廷呼都格地段	(77)
第二节 矿化与岩石地球化学特征	(81)
一、碎屑岩结构与矿化	(81)
二、碎屑岩矿物成分与矿化	(83)
三、碎屑岩蚀变分带与矿化	(90)
四、碎屑岩常量元素化学成分与矿化	(91)
五、碎屑岩地球化学参数及伴生元素与矿化	(96)
第三节 矿化成因分析	(101)
一、矿化形成机理分析	(101)
二、矿化成因分析	(103)
第四节 铀-镭平衡系数特征	(106)
第六章 成矿远景区预测及前景评价	(108)
第一节 主要成矿条件	(108)
一、构造条件	(108)
二、铀源条件	(109)
三、含矿主岩岩性-岩相条件	(111)
四、水文地质与水化学条件	(115)
五、新构造运动及气候条件	(119)
六、后生蚀变条件	(120)
七、铀矿化信息	(121)
第二节 成矿远景区预测	(122)
第三节 成矿前景评价	(123)
一、古宁浑迪远景区	(124)
二、冲果勒浑迪远景区	(128)
三、哈沙廷呼都格远景区	(131)
四、安达特浑迪和那尔图远景区	(135)
结束语	(137)
参考文献	(141)

第一章 区域地质概况

查干诺尔盆地位于内蒙古自治区呼伦贝尔西部，向南延伸至蒙古人民共和国境内，总面积约为 5000km²，在我国的分布面积大约 2000km²。盆地内相对高差较小，海拔多在 550~600m 之间，为平缓的草原地貌景观。交通条件较为方便，市旗、各苏木间的公路和草原便道甚多。区内人烟稀少，便于开展野外地质调查工作。

查干诺尔盆地呈北北东向分布，西侧为汗乌拉隆起，东侧为特格乌拉隆起。盆地发育于前寒武纪额尔古纳中间地块之上，基底由前寒武系长英质片麻岩系、古生界浅变质岩系、中上侏罗统中酸性火山岩系，以及海西期和早燕山期花岗岩类侵入体所组成，沉积盖层为下白垩统和局部堆积的新近系、第四系陆源碎屑岩系。

第一节 大地构造环境

查干诺尔盆地位于海拉尔盆地群西部，属于海拉尔盆地扎赉诺尔坳陷带次级构造单元中的一个中新生代沉积断陷（图 1 1），但在白垩纪则为独立发育的沉积盆地。盆地东缘为长期活动的区域性大断裂——德尔布干断裂，它不仅控制了查干诺尔盆地的成生演化以及造成整个海拉尔盆地群地质演化史东西差异的构造格局，而且是本区分割兴凯（萨拉伊尔）褶皱带和早海西期褶皱带的重要分界线（唐克东等，1982），或称分割克鲁伦 额尔古纳微板块与南蒙古 兴安海西期褶皱活动带的早加里东期板块俯冲带（谢鸣谦，2000）。

从传统的槽台大地构造学观点来看，查干诺尔盆地及其所属的海拉尔盆地群夹持于西伯利亚陆台和中朝陆台之间，这两个南、北方巨型陆台既控制了整个东北亚地区的构造格局（赵越等，1994），也控制了包括海拉尔盆地群在内的地台之间巨型褶皱活动带的形成和演化历史（图 1 2）。具体地讲，海拉尔盆地群的形成奠基于萨拉伊尔（兴凯）地槽褶皱带和早海西期地槽褶皱带的过渡部位，而其中的海拉尔盆地群西部各个盆地（包括查干诺尔盆地在内）则位于萨拉伊尔褶皱带固结的基底之上，并以其东缘的德尔布干大断裂为界，而与海拉尔盆地群的中东部若干盆地单元的基底有别，后者的基底主要为早海西期固结的地槽褶皱系。直至早—中三叠世，整个海拉尔盆地群的基底仍未脱离古亚洲构造域的南北向水平挤压作用，而且这种构造运动的动力学体制一直持续到晚三叠世末期（张维杰等，1995；杨庚等，2002）。

从板块构造地质学理论上分析，查干诺尔盆地及其所属的海拉尔盆地群位于西伯利亚板块和华北板块之间的构造活动带当中，其大地构造位置处于克鲁伦 额尔古纳微板块与南蒙古 兴安海西期构造活动带的过渡部位。其中，包括查干诺尔盆地在内的海拉尔盆地群的西部各个沉积盆地位于克鲁伦 额尔古纳微板块之上，查干诺尔盆地东缘以德尔布干加里东期板块俯冲带为界，东侧为形成于海西期褶皱活动带之上的海拉尔盆地群中东部的各个次级沉积盆地。西伯利亚板块与华北板块的最终缝合及其间的微板块与构造活动带的焊接定位于二叠纪末期（唐克东等，1995），而且这种南北向构造挤压应力一直影响到晚

三叠纪才趋于结束（朱鸿等，1993）。也就是说，海拉尔盆地群的基底构造应力作用，在晚三叠世之前是基本一致的。

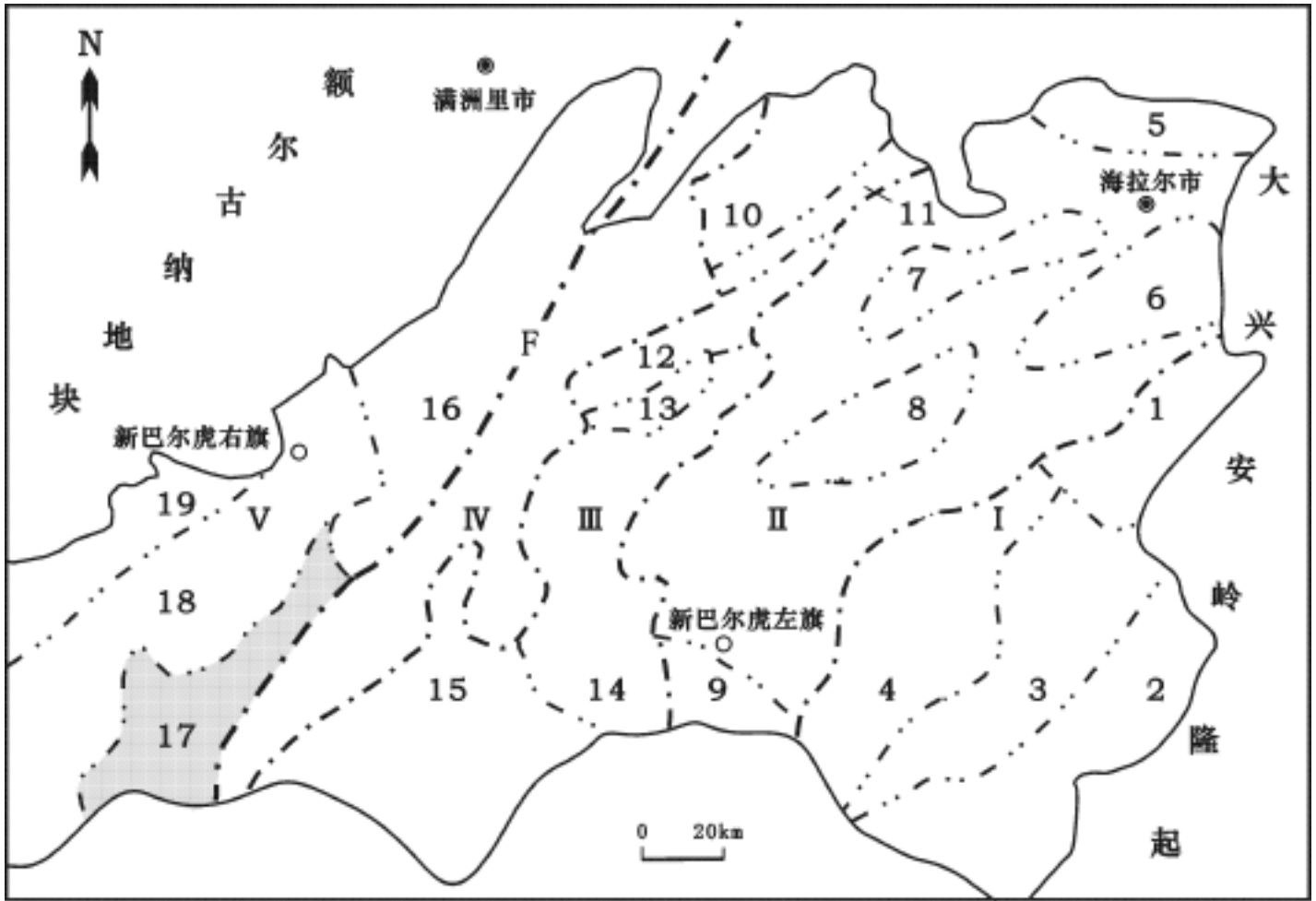


图 1 1 海拉尔盆地构造单元划分

—呼和湖坳陷：1—伊敏断陷，2—旧桥断陷，3—锡林贝尔隆起，4—呼和湖断陷； —巴彦山隆起：
 5—东明断陷，6—鄂温克断陷，7—乌固诺尔断陷，8—莫达木吉断陷，9—五一牧场断陷； —贝尔湖坳陷：
 10—赫尔红德断陷，11—陵丘隆起，12—红旗断陷，13—五星队隆起，14—乌尔逊断陷，15—贝尔断陷；
 —特格乌拉隆起； —扎赉诺尔坳陷：16—扎赉诺尔断陷，17—查干诺尔断陷，18—汗乌拉隆起，19—克
 鲁伦断陷。F—德尔布干断裂

从地体大地构造研究成果上来看，查干诺尔盆地及其所属的海拉尔盆地群处在劳亚古陆碎块的中间，北侧为西伯利亚地台，南侧为华北地台。海拉尔盆地位于额尔古纳地块和早—中古生代活动陆缘带——多宝山带之间，其中海拉尔盆地群西部各个沉积盆地（包括查干诺尔盆地）的基底则为组成额尔古纳地块的古老岩系，而海拉尔盆地群中东部的各个沉积盆地的基底为多宝山活动陆缘带的下一中古生界岩系。中蒙古—额尔古纳地块，可能是由多个具有太古宇或古元古界基底组成的岩块连接而成（邵济安等，1995），其北部在萨拉伊尔（兴凯）构造运动以后曾与西伯利亚地台相连，缝合带上分布有一系列蛇绿岩和蓝片岩岩片（断片）（Tang K., 1990; . . . 等，1993）。该地块至少在志留纪又联合成为一个统一的大陆地块，地块的南界是华北地台北缘西拉木伦碰撞缝合带——锡林浩特古生代造山带（唐克东等，1991）。查干诺尔盆地及海拉尔盆地群的西部诸沉积盆地发育于中蒙古 额尔古纳地块之上，盆地基底则主要为前寒武纪额尔古纳地块的基底岩系。

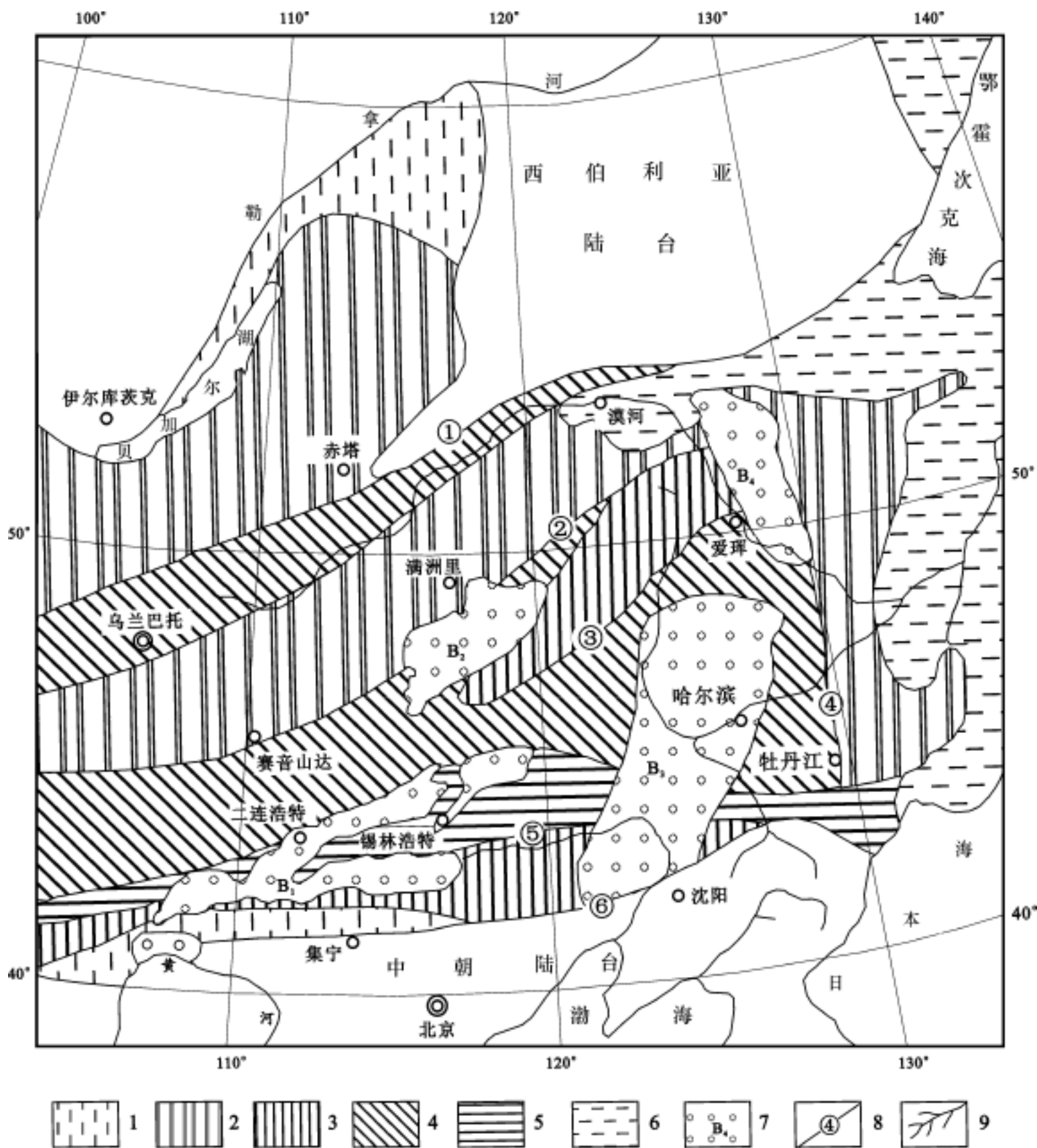


图 1 2 中亚蒙古褶皱区东部大地构造略图

(据唐克东等, 1982)

1—贝加尔 (白云鄂博) 期褶皱带 (区); 2—兴凯 (萨拉伊尔) 期褶皱带; 3—加里东期褶皱带; 4—早海西期褶皱带; 5—晚海西期褶皱带; 6—燕山 (晚基米里) 期褶皱带 (区); 7—中生代沉积盆地: B₁—二连盆地, B₂—海拉尔盆地, B₃—松辽盆地, B₄—结雅盆地; 8—深大断裂: 西伯利亚陆台南缘断裂, 德尔布干断裂, 二连索伦断裂, 牡丹江断裂, 温都尔庙西拉木伦断裂, 中朝陆台北缘断裂; 9—河流、水系

第二节 区域地层

研究区内的区域地层研究较为系统, 自 20 世纪 60 年代以来进行了大量的地质工作, 尤其是地矿、石油天然气和煤炭部门等相关单位, 对区内的地层分布、层位划分、主要岩

性等研究较为深入（内蒙古自治区地矿局第二区域调查队 2 分队，1987；内蒙古自治区地质研究队，1988；张长俊等，1995）。地矿部门运用区域地质调查和野外地质填图方法，对盆地及周边地区蚀源区地层出露情况和分布范围进行了较准确的界定；石油天然气和煤炭部门则侧重于盆地沉积盖层的研究，通过地震、电法、钻探和岩石地层学等手段和方法对盆地充填的沉积岩系进行了地层划分及局部地段的岩性—岩相研究。本文主要依据以上研究成果，对查干诺尔盆地的基底岩系和沉积盖层进行简略的阐述。

研究区内中生界的侏罗系、白垩系及新近系广泛发育，新元古界—下古生界的震旦—寒武系和上古生界的二叠系在工作区外围也有零星出露，第四系广泛分布于盆地的中东部(图 1 3)。

一、基底岩系

查干诺尔盆地的基底岩系主要包括：震旦—寒武系佳疙瘩群 [(Z—Є) jg]、下二叠统大古里河组 (P₁ d)、中侏罗统南平组 (J₂ n) 和塔木兰沟组 (J₂ t)、上侏罗统上库力组 (J₃ s) 和伊列克得组 (J₃ y) (表 1 1)。

表 1 1 查干诺尔盆地地层划分表

界	系	统	组 (群)	段	代号	厚度 m	主要岩性
新生界	第四系	全新统			Q ₄	0~10	全新统包括风成砂 (Q ₄ ^{edl})，冲积 (Q ₄ ^{al}) 砂土及淤泥，洪积 (Q ₄ ^{pl}) 砂卵石及砂土，湖沼沉积 (Q ₄ ^{fl}) 砂土、淤泥极少量盐类，残坡积 (Q ₄ ^{edl}) 砂土及卵石
		更新统			Q ₃ ^{al}	0~13	固定的风成砂丘及砂土层
					Q ₃ ^{fgl}	0~20	冰水堆积砂砾石及砂土层
	新近系	上新统	五叉沟组		N ₂ w	0~290	玄武安山岩、安山玄武岩
		中新统	呼查山组		N ₁₋₂ h	0~150	砂岩、砾岩及泥岩
	中生界	白垩系	下白垩统	伊敏组		K ₁ y	470
			大磨拐河组		K ₁ d	2003	砾岩、砂岩、泥质粉砂岩及泥岩，在地表泥质粉砂岩中含煤线
侏罗系		上侏罗统	伊列克得组		J ₃ y	254	玄武岩、安山岩、夹酸性晶屑岩屑凝灰岩
			上库力组	上	J ₃ s ³	1180	沸石化酸性玻屑凝灰岩
				中	J ₃ s ²	590	粗面岩、粗面质角砾岩屑凝灰岩，并夹有沉凝灰岩
		下	J ₃ s ¹	439	酸性熔结凝灰岩、含角砾岩屑晶屑凝灰岩，并夹有沉凝灰岩		
		中侏罗统	塔木兰沟组		J ₂ t	>750	玄武岩、玄武安山岩及青磐岩化安山岩，并夹有含岩屑的砂岩及粉砂岩
		南平组		J ₂ n	>100	凝灰质砾岩、砂岩及粉砂岩	
古生界	二叠系	下二叠统	大古里河组		P ₁ d	>1000	变质安山岩、变质含砾晶屑凝灰岩、阳起石片岩、千枚岩夹少量千枚状绢云母化板岩及变质砂砾岩
元古宇	震旦—寒武系		佳疙瘩群		(Z—Є) jg	?	二云母斜长片麻岩、眼球状混合岩、条带状花岗片麻岩、云英片岩、浅粒岩及石英岩等中深变质岩系，在海西中晚期大兴花岗岩基中呈零散的捕虏体形式出露

新元古界—下古生界震旦—寒武系佳疙瘩群 [(Z—Є) jg], 主要分布于查干诺尔盆地西北部邻区的塔尔巴格特隆起, 出露于嘎巴林敖包南部和木哈敖包北部, 由较多的小地质体组成, 但最大的地质体也只有几十至几百平方米, 而且均呈“捕虏体”形式产于晚海西期花岗岩体当中。岩性主要由灰、深灰色二云斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、眼球状混合岩和浅肉红—浅紫灰色条带状花岗片麻岩、绢云母石英片岩、浅粒岩及石英岩等组成, 厚度不详。

上古生界二叠系大古里河组 ($P_1 d$), 仅在塔尔巴格特隆起的楚鲁特花一带北部有少量的出露, 分布面积约 13km^2 。主要岩石为灰绿—紫灰色蚀变安山岩、浅灰色变质含砾晶屑凝灰岩、凝灰质粉砂岩、含砾粗砂岩, 以及暗灰色阳起石片岩、千枚岩夹少量千枚状绢云母化板岩等。与下伏晚海西期花岗岩体呈断层接触, 厚度约 1100m 。

中生界中侏罗统南平组 ($J_2 n$), 主要出露于工作区西南部的道劳乃花一带, 属山间盆地类磨拉石建造。岩性主要为凝灰质砾岩、砂岩及粉砂岩, 含中侏罗世典型的 *Cladophlebis cf. tsaidamensis* 化石分子。根据岩性由粗到细的规律可划分出 4 个沉积韵律, 但其成分成熟度和结构成熟度均较低, 表明碎屑物未经强烈风化和分选, 搬运距离较近, 堆积速度较快。工作区内未见与下伏地层的直接接触关系, 但根据区域大地构造演化分析, 与下伏地层应为角度不整合接触, 厚度约 120m 。

中生界中侏罗统塔木兰沟组 ($J_2 t$), 出露面积不大, 主要分布于本区汗乌拉隆起的布拉格台音花、哈布其林敖包和额勒斯尼呼都格等地。岩石组成主要为玄武岩、安山玄武岩、青磐岩化安山岩, 并夹有部分砂岩、粉砂岩、砂质板岩等。与下伏南平组的接触关系在本区内未能找到, 但是区内塔木兰沟组火山岩系属于裂隙式喷溢相, 岩相特征与南平组存在明显的差异。根据外围满洲里地区的划分方案, 将塔木兰沟组与南平组看作是整合接触关系, 因此本区的这两个组之间也视为整合接触, 厚 758m 。

中生界上侏罗统上库力组 ($J_3 s$) 是本区内出露面积最大的地层单元, 主要分布在盆地西侧汗乌拉隆起和东侧特格乌拉隆起一带。岩石组合以酸性火山喷出岩为主, 其次是中性火山喷出岩。岩性主要有酸性玻屑凝灰岩、酸性玻屑熔结凝灰岩、酸性凝灰熔岩、酸性角砾凝灰岩、基性—酸性火山角砾岩、流纹岩、粗面岩、安山岩、粗面质晶屑玻屑熔结凝灰岩、沸石化玻屑岩屑凝灰岩、沸石化沉凝灰岩及凝灰质细砂岩、粉砂岩等。与下伏塔木兰沟组呈平行不整合接触关系, 累计厚度大于 2000m 。根据岩石组合特征、接触关系、古生物化石以及所反映的火山喷发旋回的规律性, 将该组进一步划分为上、中、下三个岩性段。下段分布较为广泛, 呈北东向条带状连续展布于汗乌拉 乌兰陶勒盖 黄台音包尔敖包一带, 厚度为 439m ; 下部地层横向变化不大, 基本上以流纹岩和酸性凝灰熔岩为主, 但上部地层横向变化较大: 如阿尔哈沙特地段岩性为火山碎屑岩夹火山碎屑沉积岩, 并含动、植物化石, 明显形成于火山喷发和沉积两种成岩环境, 而布拉格台音花地段则为火山碎屑岩; 总体上看, 下段纵向自下而上由酸性熔岩向火山碎屑岩或火山碎屑沉积岩过渡。中段分布规模较小, 主要出露于布拉格台音花和汗乌拉北山一带; 岩石组合为晶屑玻屑熔结凝灰岩、粗面质角砾凝灰岩、粗面质火山角砾岩、粗面岩、石英粗面岩、基性—酸性火山角砾岩、中酸性晶屑玻屑熔结凝灰岩、安山岩和英安岩, 该段不含化石, 厚度大于 590m 。上段主要分布于汗乌拉隆起的核部, 岩石组合以沸石化火山碎屑岩、沸石化沉火山碎屑岩、酸性熔岩为主, 局部地段相变为斜长安山岩、黑曜岩、珍珠岩、松脂岩等, 地

层最大厚度为 1180m。

中生界上侏罗统伊列克得组 ($J_3 y$)，分布十分局限，仅见于区内布拉格台音花南东侧，呈向北西突出的弧形展布，岩石组合为中—基性喷出岩，岩性主要为玄武安山岩和安山岩。与下伏上库力组呈平行不整合接触关系，厚度为 254m。

二、沉积盖层

盆地的沉积盖层主要包括：下白垩统大磨拐河组 ($K_1 d$) 和伊敏组 ($K_1 y$)，新近系呼查山组 ($N_{1-2} h$) 和局部地区发育的五叉沟组 ($N_2 w$) 玄武岩系，以及第四系松散堆积物 (见表 1 1)。在整个查干诺尔盆地区的沉积盖层当中，缺失上白垩统和古近系。

中生界下白垩统大磨拐河组 ($K_1 d$)，在本区地表未见出露，但根据钻孔资料可知岩性主要为：灰色、深灰色、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩，灰色泥质粉砂岩、粉砂岩、粉细砂岩，棕灰色含有粉—细砂岩，底部以杂色砂砾岩为主，富含炭屑，偶见黄铁矿，夹煤线。与下伏地层呈角度不整合接触关系，厚度约 2000m。根据岩性特征，本组自下而上可分为 5 个岩性段。1 段：发育了大套的砂砾岩，以山麓洪积相为主；上部岩性主要为大段的杂色砂砾岩、泥砾岩，夹薄层深灰色、灰黑色粉砂质泥岩，灰色泥质粉砂岩、粉砂岩；下部岩性为紫红色泥岩、粉砂质泥岩，灰绿色泥质粉砂岩与杂色砂砾岩、泥砾岩呈不等厚互层；厚度 630m。2 段：沉积较为稳定，厚度变化不大，以滨浅湖相沉积为主；上部岩性为深灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩与灰色泥质粉砂岩、粉砂岩呈不等厚互层；下部岩性以杂色砂砾岩为主，其次为深灰色粉砂质泥岩、粉—细砂岩；厚度 153m。3 段：沉积较稳定，厚度变化不大，为半深湖相沉积为主，岩性组合以砂泥岩薄层互层为特征；上部岩性主要为深灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩，夹薄层灰色泥质粉砂岩、粉砂岩；下部岩性主要为深灰色、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩，灰色泥质粉砂岩、粉砂岩，以及灰色粉—细砂岩与杂色砂砾岩呈不等厚互层；厚度 560m。4 段：沉积较稳定，厚度变化不大，以深湖相沉积为主，发育了大段黑色泥岩；上部为巨厚层状灰黑、黑色泥岩夹薄层灰黑色粉砂质泥岩，灰色泥质粉砂岩；底部为薄层状深灰、灰黑、黑色泥岩、粉砂质泥岩与灰色泥质粉砂岩、粉砂岩呈略等厚互层，夹薄层杂色砂砾岩；厚度 260m。5 段：地层厚度变化大，沉积不稳定，主要为深灰、灰黑色泥岩与灰色砂岩互层，以浅湖相沉积为主；上部岩性主要为深灰、黑灰、灰黑色泥岩、粉砂质泥岩，夹中—厚层灰色泥质粉砂岩、粉砂岩、粉细砂岩，具正旋回的韵律特征；厚度 400m。

中生界下白垩统伊敏组 ($K_1 y$)，主要分布于盆地西部古宁浑迪 哈沙廷呼都格 那尔图一带，盆地中东部则被新近系和第四系所覆盖。露头上见到的岩性主要为一套灰白色、灰褐色砂砾岩、砾岩、不等粒长石质杂砂岩、泥质粉砂岩和泥岩夹煤线，含有大量植物和孢粉化石，最常见的有：*Sphenobaiera* sp., *Carpolithus* sp. 等植物化石和 *Coniferus*, *Densoisporites*, *Jiaohepollis*, *Inerturopollenites* 等孢粉化石 (郝谄纯等, 2002)。根据钻孔资料分析，这套岩石与下伏大磨拐河组呈平行不整合接触。在岩性特征上，该组可划分为 3 个岩性段：下段，是全区发育较好的地层，沉积稳定，广泛分布于盆地中东部，厚度变化不大，具河流—沼泽相沉积特征，岩性为浅灰、黄褐、紫灰色凝灰质砂砾岩夹薄层泥岩，灰、绿灰色泥质、钙质胶结的砂岩、砾岩，灰褐色泥质页岩，厚度约 125m；中段，全区分布，沉积稳定，厚度变化不大，为河流—沼泽相沉积，岩性主要为灰、灰绿色泥岩，钙

质胶结砾岩夹薄层泥岩及粉砂岩，灰绿色泥质页岩夹薄层泥质粉砂岩，厚度约 80m；上段，主要分布于盆地西部，沉积厚度变化较大，为河流相沉积，岩性为灰绿色砾岩、灰黑色泥岩及页岩夹泥质粉砂岩，在泥岩和页岩中含大量炭屑及动植物化石，厚度约 265m。

新生界新近系中新统至上新统呼查山组 ($N_{1-2}h$)，主要分布于呼查乌拉一带的低缓山坡地带，岩石组合为砾岩、砂岩、粉砂岩及泥岩等内陆河湖相碎屑沉积建造，但岩层出露很差，仅在呼查乌拉出露有偏下部的湖相沉积砂、泥岩，成岩度很低，呈半胶结的松散状态。与下伏伊敏组呈角度不整合接触关系，厚度大于 150m。

新生界新近系上新统五叉沟组 (N_2w)，主要出露于伊和布日赫日乌拉 那尔图一带，呈北东向带状展布，面积约 250km²。岩性主要为玄武安山岩，其次为安山岩和安山玄武岩，颜色以紫灰、灰紫和灰色为主，发育气孔状构造，属于火山喷出相溢流亚相的产物。岩层产状平缓，一般小于 10°，厚度 0~290m。与下伏伊敏组和呼查山组呈微弱角度不整合接触。

新生界第四系在区内广泛分布，尤其在盆地中东部的下伏地层绝大部分被其松散堆积物所覆盖。下更新统冰水堆积物 (Q_1^{fgl})，主要分布于盆地外围宝格都乌拉苏木 贝尔苏木一带，以及乌尔逊河两岸，构成了大面积的冰水堆积平原；冰水堆积物由浅黄、灰黄、灰白色砂砾石组成，偶夹细砂、粉砂及粘土层，表层有亚砂土和腐殖土，厚度一般在 10~25m 之间。上更新统冰水堆积物 (Q_3^{fgl})，主要分布在盆地外围乌兰诺尔西南部及黄旗庙一带的冰积谷地之中，地表未见出露。据水文钻孔资料可知，堆积物分上下两个部分：上部为浅黄、灰褐色亚砂土、细砂土及中细砂土；下部主要为浅黄色砂砾石。堆积物厚度变化较大，一般在 8~20m 之间。上更新统风成砂堆积物 (Q_3^{eol})，主要分布于查干诺尔盆地外围的东北部，堆积物为细砂和粉砂，据有明显的砂垅、砂坑、砂坎、砂包等风成地貌，厚度大于 13m。全新统残坡积物 (Q_4^{edl})，主要分布在阿尔善查干诺尔、呼查乌拉一带，堆积物的岩性基本上与其所处部位的原地基岩相一致，并以物理风化为主，反映了干旱一半干旱气候特征；风成砂堆积物 (Q_4^{eol})，主要分布于呼伦湖南东岸，堆积物以灰黄、浅黄色长英质中细砂为主，地貌上多为活动沙丘和半固定沙丘两种类型，厚度约 2~10m；湖沼及化学堆积物 (Q_4^{fl-ch})，零星分布于盆地内湖泊沼泽地之中，多由富含硝、碱、盐和石膏的灰黑、黑褐色亚粘土、粘土及粉细砂，厚度一般为 5~10m；洪积物 (Q_4^{pl})，主要分布于区内德勒勃尔黑花努德以东及查干诺尔湖泊北西侧，堆积物有石块、碎石、砂土，厚度在 1~20cm 之间；冲积物 (Q_4^{al})，主要分布于区内冲沟等低洼地带，岩性为砂砾石及砂质淤泥，厚度一般为 5m 左右。

第三节 岩 浆 岩

一、侵入岩

工作区内西部汗乌拉隆起和东部特格乌拉分布有大量的侵入岩，岩石类型主要为花岗岩类，出露面积约占基岩的 10% 左右。侵入岩时代属燕山早期，划分出两次侵入活动，岩体形态受北东向纵张断裂和北西向横断裂控制，因此大多数岩体呈北东向条带状延伸，并与侏罗纪区域构造线方向一致，部分岩体出露在上述断裂的交汇部位，岩体产状呈近等

轴状或圆形的岩株、岩瘤。第一次侵入活动在本区以沃很呼都格岩体和宝格德乌拉岩体为代表，第二次侵入体以特格乌拉花岗斑岩体和古宁阿贵流纹斑岩体为代表。下面分别对上述岩体的特征进行阐述。

沃很呼都格岩体位于查干诺尔盆地西侧汗乌拉隆起的南端，分布面积约 8km^2 ，呈不规则状岩株产出。岩体侵入于中侏罗统塔木兰沟组，并使内外接触带发生明显的绿帘石化、云英岩化，岩体边缘以细粒花岗岩为主，向中部过渡逐渐过渡为中细粒花岗岩和少数细粒二长花岗岩，及文象钾长花岗岩。

宝格德乌拉岩体位于查干诺尔盆地东侧特格乌拉隆起中南部，分布于宝格德乌拉南侧，出露面积约 47km^2 ，呈不规则状岩株产出。岩体侵入于上侏罗统上库力组上段。岩体内岩石结构、粒度不均匀，在短距离内发生突变，但基本上以细粒花岗岩为主，部分为细粒斑状、微粒斑状二长花岗岩，个别地段出现不等粒伟晶状或晶洞状花岗岩。

古宁阿贵流纹斑岩体位于汗乌拉隆起南段东侧，分布于查干诺尔盆地西南部古宁阿贵，为浅成—超浅成次火山岩相侵入体。岩体呈舌状侵入到上侏罗统上库力组下段，岩体北侧被下白垩统伊敏组不整合覆盖，出露面积约 12km^2 。岩石主要由灰白色石英斑岩—流纹斑岩组成，呈斑状结构，基质呈包含微晶结构。斑晶由透长石、斜长石和石英组成，粒度在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间，含量约为 15%。基质以微晶状、长石、石英为主，少量为霏细—微粒状长石、石英集合体及尘点状铁质，大小约 0.2mm 左右。

特格乌拉花岗斑岩体位于查干诺尔盆地东侧特格乌拉隆起带南端，分布于特格乌拉一带。岩体西部侵入于中侏罗统塔木兰沟组，东部侵入上侏罗统上库力组上段，侵入接触面呈波状或港湾状，岩体形态呈肾状。发生广泛的围岩蚀变，如硅化、角岩化、碳酸盐化等，局部有铁染现象，蚀变带宽度约 200m 左右。岩体分布面积约 16km^2 ，呈不规则状岩株产出。岩体由粉红—肉红色花岗斑岩组成，斑晶含量约 20%，斑晶粒度在 $0.4\sim 2\text{mm}$ 之间，成分主要为石英、钾长石、斜长石和黑云母；基质粒度小于 0.05mm ，含量在 75% 以上，由钾长石、斜长石、石英、绢云母、磁铁矿和锆石等组成。

二、火山岩

伴随燕山早期强烈的构造岩浆活动，区内有大规模的火山喷发和喷溢作用。火山岩分布较广，约占基岩区的 85% 以上。岩石类型复杂，是由从强到弱的多次火山作用所形成。其中，中、晚侏罗世火山活动由老到新划分有塔木兰沟、上库力、伊列克得三个火山喷发期，上新世有五叉沟期；中、晚侏罗世各期内均有多次火山喷发活动，由于喷发时期的早晚、岩浆分异作用的差异和火山作用形式的不同，形成了火山喷出相、通道相、次火山岩相及火山沉积相等多种火山岩相和岩石类型（表 1 2）。

根据火山活动的先后及各类岩石的生成顺序，不同的火山作用方式，火山宁歇期的产物、接触关系，岩石的颜色、结构、构造、成分等特征，将区内火山岩划分为 4 个火山喷发期，简述如下：

(1) 塔木兰沟期。该期是以额尔古纳地块的上部主要岩系，如海西晚期侵入岩、佳疙瘩群和大古里河组等为基底，继中侏罗世局部陆相湖盆碎屑沉积之后开始了强烈的火山活动，喷溢出大量的中基性熔岩。它一般分布于低缓的山地和开阔平地，上覆有上库力组或与大磨拐河组呈角度不整合接触。该期火山岩不仅是晚侏罗世火山岩的基底，同时也是查

表 1 2 查干诺尔地区火山岩相及岩石类型和期次划分表

时 代	喷发期	岩 相	主要岩石类型	产 状	备 注	
新近纪	上新世	五叉沟期	喷发相	玄武集块岩	呈火山碎屑层、裂隙式火山口附近溅落堆积	火山爆发产物
		溢流相	安山玄武岩、玄武安山岩	岩石呈块状、气孔状及渣状，呈岩被产出	火山喷溢产物	
侏罗纪	晚侏罗世	伊列克得期	溢流相	玄武岩、安山玄武岩	岩石呈气孔状、杏仁状、呈岩被产出	火山喷溢产物
			喷发相	凝灰角砾岩、含砾岩屑晶屑玻屑凝灰岩	火山碎屑岩，火山口附近溅落堆积，岩石呈角砾状、碎屑状	火山爆发产物
		溢流相	流纹岩、球泡及球粒流纹岩、酸性岩屑晶屑玻屑熔结凝灰岩	呈熔岩流和熔岩被产出	喷溢产物	
		侵出相	流纹岩、含自碎角砾岩屑晶屑熔结凝灰岩及粗面岩	呈中央穹丘及侧生穹丘，形状为岩针、岩穹状产出	火山通道岩浆挤出地表产物	
		次火山岩相	花岗斑岩、流纹斑岩及细粒斑状花岗岩	呈不规则状中央侵入岩岩株、岩筒及岩墙状产出，岩石多为斑岩	产于火山颈及火山口附近	
	火山沉积相	沉凝灰岩及火山碎屑沉积岩	呈层状和透镜状，水盆地沉积	火山喷发间歇期沉积产物		
	中侏罗世	塔木兰沟期	喷发相	玄武集块岩、玄武质角砾岩	火山口附近溅落堆积，岩石呈集块状、角砾状，分布局限	火山喷发产物
			溢流相	玄武岩、安山玄武岩及玄武安山岩	呈岩被产出，岩石为致密块状、气孔状、杏仁状及渣状（少量）	喷溢、泛流产物
			火山沉积相	含砾凝灰岩及砂砾岩	呈层状水盆地堆积	火山间歇沉积

干诺尔盆地大磨拐河组和伊敏组沉积盖层的基底。岩石可分为上、下两个部分：下部以溢流相灰黑色致密块状玄武岩、灰绿色气孔状安山玄武岩和灰紫色安山岩为主，有时夹有爆发相中基性碎屑岩，与含砾凝灰质长石石英砂岩、粉砂岩构成一个完整韵律；上部是在强烈的火山活动下造成多次火山喷溢的产物，分布广、厚度大，岩性主要为玄武岩、玄武安山岩，在火山口附近有少量集块岩和角砾岩。

(2) 上库力期。经历了一段间歇期（如塔木兰沟组与上覆上库力组或大磨拐河组的平行不整合或角度不整合接触）之后，上库力期发生了强烈的中心式爆发、溢流和侵出火山活动。每次火山爆发所形成的岩石均为不同类型的酸性火山岩，具有明显的韵律结构，可以分为上、中、下三个韵律：第一个韵律，自下而上有酸性含角砾岩屑晶屑凝灰熔岩、酸性岩屑晶屑玻屑熔结凝灰岩、沉凝灰岩、凝灰质砂砾岩、流纹岩、石泡和球粒流纹岩、酸性角砾岩及岩屑玻屑浆屑凝灰岩等；第二个韵律，岩石组合有中酸性岩屑晶屑玻屑熔结凝灰岩、含角砾粗面质岩屑晶屑凝灰岩、粗面岩、石英粗面岩、粗面安山岩和粗面质角砾岩等一套偏碱性火山岩；第三个韵律，岩石组合为酸性含角砾岩屑晶屑熔结凝灰岩、沸石化沉凝灰岩及沸石化岩屑晶屑浆屑凝灰岩等，并见有少量酸性角砾熔岩和中酸性角砾凝灰岩。

(3) 伊列克得期。伊列克得期是在上库力期结束之后，经短暂的间歇便开始了晚侏罗

世末期微弱的火山活动。盆地有中基性熔岩，岩石多为深灰色致密块状、气孔状玄武岩。分布局限，标志着晚侏罗世火山活动接近尾声。

(4) 五叉沟期。区内火山活动自晚侏罗世以来长期处于停歇状态，期间主要沉积有下白垩统和新近系碎屑沉积，直至新近纪上新世又发生了一次五叉沟期微弱的火山喷溢作用。分布局限，仅见于盆地区内伊和布日赫日乌拉那尔图一带，主要岩石组合为致密块状安山玄武岩和气孔状玄武安山岩、玄武质集块岩。