

中国地质科学院

地质研究所刊

第 17 号

地质出版社

中国地质科学院

地质研究所刊

第 17 号

地质出版社

目 录

回顾与展望——在建所三十周年庆祝大会上的讲话	郭文魁 (1)
我国内蒙古中段的区域成矿与古板块构造	刘雪亚 (6)
横断山区的大地构造及金属矿成矿作用	李永森 陈炳蔚 (20)
试论西藏活动构造系的形成时代	韩同林 P.达尔包叶 R.阿米尔饶 (32)
初论微观找矿标志体系	甘源明 王功恪 丁兆明 李忠文 (44)
西藏冈底斯地区岩浆侵入活动与火山作用的关系	王松产 (52)
内蒙古太古宙麻粒岩相岩石某些矿物学特点和成岩的 p - T 条件	张荫芳 (62)
长营岭钨锡矿床中黑钨矿锡石石英脉成因探讨	章雨旭 (75)
$^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年法的实验技术与一些地质样品年龄的测定	富云莲 罗修泉 张思红 王路通 (85)
稀土元素的质谱同位素稀释分析和 $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ 比值的精确测定方法	张宗清 叶笑江 (108)
中国第四纪地质的若干问题	闵隆瑞 (129)
北京大兴钻井下马家沟组牙形石	邱洪荣 周兴瑞 赵起超 朱茵德 冯锦芬 (140)
准噶尔盆地东、北缘上白垩统轮藻化石	刘俊英 吴新莹 (153)
西昆仑的最新地质信息	赵 民 (164)
中国变质地质图(1:4 000 000)及说明书即将出版发行	张寿广 (165)
《中国主要有色金属成矿规律文集》简介	王永勤 (166)
LJL-82型立体罗盘仪获全国第二届发明展览银质奖	乔秀夫 (166)
IGCP199项“地质中的稀罕事件”第二次学术会议闭幕	(167)

中国地质科学院
地质研究所刊
第17号

责任编辑：李汉声

地质出版社出版发行

(北京西四)

地质出版社印刷厂印刷

(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：9.875 铜版插页：6页 字数：254 000

1988年5月北京第一版·1988年5月北京第一次印刷

印数：1—1400册 国内定价：2.80元

ISBN 7-116-00100-X/P·088

回顾与展望

——在建所三十周年庆祝大会上的讲话

REVIEW AND PROSPECT——

A SPEECH IN CELEBRATION OF THE 30TH
ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE
OF GEOLOGY, C.A.G.S.

郭 文 魁

(中国地质科学院地质研究所名誉所长)

内容提要 在地质研究所建所三十周年之际,回顾过去的历程,虽然坎坷曲折,但在党的领导下,通过全所人员的共同努力,取得了重大的成绩,不论在解决地质工作的重大关键性问题或在有关地质基础理论的研究方面,都有显著的建树,其中不少获得国家自然科学奖。这说明地质研究所已发展到成熟的阶段。

展望未来,为祖国四化建设做出新的贡献,还需要坚持“面向”的方针,既加强应用的研究,又要发展地质基础理论和开拓新的领域,通过横向联系,协力合作,在有关地球科学研究方面,多出成果,多出人才。

主席、各位新老领导与来宾同志,同志们:

人是三十而立,地质研究所从1956年1月建所以来,也到了自立的时候了。作为建所初期的一员,回顾过去,展望未来,倍觉兴奋。

三十年来,地质研究所走了一条坎坷动定的道路。1956年是地质部建部的第五年,为了适应我国国民经济建设的需要,除继续勘探已知矿床外,还必须开展大区域和全国性的地质调查和矿产普查,尤其是党中央发出了“向科学进军”的号召,并召集有关科学家制定了科学技术十二年发展纲要。在这种大好形势下,地质部特派宋应副部长兼任所长,黄汲清、孙云铸、谢家荣等学者和习东光同志为副所长,筹建了“地质部地质矿产研究所”,以解决地质找矿中所涌现出来的有关基础地质和区域找矿规律问题。他们调集了不少有经验的地质工作者和一批中青年技术力量,更聘请苏联古生物专家培养中国有关的学生。这就为后来的科研发展、出成果、出人才奠定了良好的基础。这几位创建的所长,除黄汲清先生依然健在并继续率领我们进行研究工作外,其他专业所长均先后作古,在纪念建所三十周年之际,我们缅怀他们对建立地质研究所所作出的贡献!

1957年初“地质部地质矿产研究所”改名为“地质部地质研究所”,先后增调朱效成、冯志爽为副所长。其任务主要是配合区域地质测量,进行大区域地质矿产的关键基础问题和综

合资料的研究。当时由于没有一张全国地质图，以资国家部署地质普查勘探工作，所以地质图的编制就成为紧急任务之一。当时的地质研究所成立了四个综合性研究室和三个专业的研究室，那就是：综合地质图编制研究室，区域地质及矿产综合研究室，大地构造研究室，石油地质研究室，地层古生物研究室，岩石研究室及前寒武纪地质和变质岩研究室。另外还有地质科技情报室。当时的全所职工不过120人，到1966年底，已进增到270人。这是地质研究所的发展阶段。

值得提出的是，在建所初期就讨论制定了研究全国地质的规划，提出以五个关键性的区域为调查研究的突破口，那就是秦岭、南岭、大兴安岭、祁连山和康滇地轴。同时，除祁连山外，都相继设立了区域地质测量大队，进行区域地质测量，可惜专题研究未能继续下去。

1962年在“调整、巩固、充实、提高”方针的指引下，撤销原来地质研究所和矿物原料所，合建为地质科学研究所，院下有直属研究室十个，其中一、二、三、四研究室，分别从事编图、区域地质成矿规律、大地构造、地层古生物和岩石学以及同位素地质的研究。四个室的人员减到约120人，情报室合并到院情报处（即现在情报所的前身）。

1964年贯彻执行“科研工作十四条”的方针，第二季度地质科学院决定重新实行院-所-室的研究体制，恢复了地质研究所。

1971年夏地质研究所与矿床地质研究所合并，据说为了避免恢复“地质矿产研究所”的老名称，改名为“地质矿产所”，按连队建制形式建立了五个研究队，直接参与地质部有关野外研究队的工作，以及进行了资料的综合研究工作。

1978年春全国科学大会的召开，带来了科学的春天，地质部决定恢复地质研究所。党的十一届三中全会，提出了实现四个现代化的宏伟目标。为了发展地质科学事业，地质研究所认真总结了二十余年的经验教训，讨论决定了所的方向与方针：（1）针对地质调查与矿产普查中的重大的关键性基础理论问题，进行专题深入研究；（2）全国地质资料的综合研究与综合图件的编制；（3）开展实验研究和（4）基础地质理论的情报信息研究。根据以上方针建立了八个室：区域地质及区域成矿研究室、构造地质研究室、地层及古动物研究室、地层及古植物孢粉研究室、岩石研究室、基性超基性岩及有关矿产研究室、同位素地质年代研究室和情报出版室（包括情报、编辑、图书、绘图、照像等）。另外还建立与完善了八个实验室，即（1）孢粉实验室；（2）沉积实验室；（3）同位素地质年代实验室；（4）高温高压水热装置室；（5）穆斯堡尔实验室；（6）包裹体实验室；（7）微构造实验室；（8）古地磁组。从而基本健全并相对稳定了科研机构，为出成果出人才奠定了组织基础。

现在全所职工约350人，其中科技人员近300名，占总人数约85%，正副研究员、高级工程师占科技人员约30%，工程师和助理研究员约130名，占科技人员约43%；助理工程师和助理会计师41人。建立起一支基础较扎实，素质较高，既能独立工作，又能配合攻关的科研队伍。

地质研究所30年来的经历虽然是曲折的，但很多同志已养成了与其专业不可分离的科学修养，一心扑在专业研究上，即使在文化大革命的混乱期间，有的同志也从未离开其研究岗位。

三十年来，地质研究所在全国地质调查和矿产普查的基础上，在有关局（队）、院校

的协作配合下,通过大家的努力,无论是综合研究或专题研究都取得了好的成绩,例如:1956到1977年地质所取得的重要科研成果中,在1978年春召开的全国科学大会上26项被评为重大科技成果,受到大会奖励。1982年评选国家自然科学奖中,以地质研究所为主要负责单位之一的中国地质图类及亚洲地质图荣获一等奖,获得二等奖的有中国大地构造基本特征和地质所有人参加的对宁芜玢岩铁矿的研究以及对中国各门类化石的研究;还有二个项目分别获得三等奖和四等奖。1983年冬地质部评选出的1977—1983年期间的、地质所的“全国地层表的编制”和“中国震旦系—寒武系界线研究”获得一等奖,1:800万亚洲大地构造图及说明书、火山岩分类命名及鉴定特征、地质所的二个新矿物等获二等奖,其他还有三等奖三项,四等奖三项。另外,1986年我所(包括以我所为主的)完成的项目,如中国古地理图(1:400万)、中国内生金属成矿图(1:400万)及中国主要金属成矿规律文集、中国晚前寒武纪、贵州陆化泥盆—石炭纪界线、太行山—五台山前寒武纪变质岩系同位素地质年代学研究、Sm-Nb及 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年法的实验技术、西藏非金伯利岩金刚石、三江地区金属矿产成矿特征及分布规律、青海新疆地区白垩系和第三系、西藏铬铁矿、闽西南、粤东晚古生代地层及马坑式铁矿床层位控矿构造等的研究、福建马坑铁矿形成机理的模拟实验、侵入岩碳酸盐岩接触形成矽卡岩及与铁矿关系的实验研究、LJL-82型立体罗盘仪、地壳变型及显微构造等成果已向地矿部申报请奖。

以上的几个实例说明地质研究所不仅为国家经济建设和地质找矿、提高我国区域地质研究程度,提交了有价值的研究成果,而且还发展了地质科学理论,不少达到国内先进水平,有的已达到国际先进水平。

1978年恢复地质研究所以来,贯彻执行“对外开放”的政策,七年多来,与国外共同进行研究工作共九项,与法、美、澳、比等国已经建立了多项双边合作关系;派出国学习、进修、考察和参加国际学术会议等,约百人次,最近地质所先后派人参加了南极洲的地质考察;邀请外国专家来所讲学、考察、参加合作项目共58人次。这些交流对于及时了解世界地质科学的现代水平和发展趋势,赶上世界基础地质水平,都有重要意义。例如,我所参加的中法合作喜马拉雅地质构造的研究工作,无论在地层古生物、地质构造、岩石以及地壳形成演化等方面,都取得了新进展、新发现,许多研究成果达到国内先进水平,有的接近国际先进水平。

此外,据不完全统计,地质所的科技人员在国内外的不同刊物上发表的有意义的学术论文约一千余篇,其内不少是具有国内甚至国际先进水平的,为国外引用的很多。例如考古地质学不仅填补了我国在这一学科上的缺口,而且也博得苏、美有关专家的好评。

地质研究所积极贯彻培训干部的政策,为适应对外交流,除派人出国深造外,还主动举办外语培训班,以提高在职科技人员的外语水平。另外还培养了一批研究生,1964年以来地质所导师培养的研究生约百名。

回顾建所以来所取得的成就,展望未来,深感还需做如下几方面的努力。(1)所的方针、任务、机构和骨干力量的相对稳定,才能保证多出成果,多出人才,以发展地质科学。(2)在科技改革的局面下,只有坚持“面向”方针,一方面加强应用的研究,以部分力量研究解决地质找矿和经济建设中亟待解决的重大地质基础问题(如五十年代与野外队合作解决南岭龙山群问题等),才能进一步打开局面;另一方面要保持一定力量,稳定发展

基础研究和开拓新的研究领域。(3)与有关省局和院校以及兄弟科研单位密切协作是完成重大科研项目的主要途径,也是取得优秀成果的捷径,为此,要求地质研究的专业人员尽可能博览广学以开拓有关新的领域。(4)地壳物质成分的不均一性是绝对的,地球科学的部分理论具有普遍性,更多的仅具有区域性、相对性。既要博览中、外群书,以开拓思路,又要实事求是,以自己的实际资料鉴别已有“理论”、“模式”、“设想”的真伪,就会有所发展,有所突破,以达到国内甚至国际的先进水平,因此,希望将全国或大区域资料的类比分析,与重点解剖相结合。同位素地质研究也是很不均一的,现在我们已过“测定技术”关,尚有“地质解释”关摆在眼前,对相应的点做深入细致的解剖,以分析区域同位素特征,是广为应用其数据的先决条件。3000m以下的幽黑海底有底栖类高级动物群落的出现,有3500Ma前有孔虫的生物遗迹,火山成因的块状硫化矿床中有蠕虫化石之存在,这些事实丰富了生物成矿理论,并发展了生态环境的理论,也是地层古生物研究应当关心的领域。野外地质是地质工作的基本实验室,鼓励年青地质人员多做野外工作。例如,从一个岩体着手,用岩石学、岩石化学、年龄同位素、稳定同位素以及稀土元素配分模式等方法同步进行研究,一定会取得意想不到的新结果,从而推动岩石学和同位素地质学的研究。构造研究方面,除了加强微构造研究外,还应试用层析成形扫描法,以判定向深部的图像变化。洋为中用,古为今用,开展国外地质,注意考古地质,加强有关新理论方法的信息报道。(5)不拘一格选人才,在实际竞争中识别尖子,有计划的培养。(6)实行所长负责制,首先健全领导班子,书记所长要明确职责,少设庙,多办事,相互支持,团结一致,率领地质所机关人员,锐意改革,发挥地质所的优势,坚持双百方针,地质研究一定会有在现有基础上,立志取得更多、更高水平的成果,为祖国四化建设做出新的贡献。

REVIEW AND PROSPECT

—A SPEECH IN CELEBRATION OF THE 30TH ANNIVERSARY OF THE INSTITUTE OF GEOLOGY, C. A. G. S.

. Guo Wenkui

(Honorary Director of Institute of Geology, C. A. G. S.)

Abstract

As looking back the bygone research work made by all the members of the Institute of Geology, it boasts that a number of remarkable achievements are worthy of record both in investigating the critical projects put forward by the field geologists of the Ministry of Geology and in studying the relevant basic problems in geoscience, of which the prominent ones have been awarded natural science prizes by the state.

For offering more contributions in the course of ongoing "four modernizations" in our motherland, efforts should be devoted to the study of application science in addition to research the basic geoscience and to develop new fields. Empirical fact implies that a profound knowledge and breakthrough in geoscience can be obtained through lateral collaboration of various scientists in different professions and institutions. To unite with all relevant personnel to work on the same task urgently needed in the modern economic construction seems to be a shortcut to success. The component of the earth's crust is heterogeneous rather than homogeneous. Some of the existing concepts, ideas and theories in geoscience are of regional rather than universal significance. There is much room for improvement in research work of the Institute of Geology.

我国内蒙古中段的区域成矿 与古板块构造*

THE REGIONAL METALLOGENY IN THE MIDDLE PART
OF NEI MONGGOL (INNER MONGOLIA) AND ITS
RELATIONSHIP TO PALEOPLATE TECTONICS*

刘 雪 亚

内容提要 中朝地台北缘之内蒙古中段北纬 42° 以南地区, 存在南、北两条近于平行的中元古代裂谷系, 长约700km, 宽60—80km。古裂谷中分别沉积了年龄为1464—1546Ma的白云鄂博群和渣尔泰群后地台阶段碎屑岩、白云质碳酸盐岩、火山-沉积岩, 并伴生有铁、磷、稀土、萤石及层控型铅锌铜矿。在北纬 42° 以北地区, 主要为古生代活动陆缘的褶皱山带, 断续发育有标志古板块运动相关的蛇绿岩套及高压变质相带等, 它们大致沿北东东方向延伸, 赋存有铬、镍钴、金、铜、钼、铅锌、钨、锡、铁等矿床。近年研究表明, 中元古代—古生代奠定了本区板块构造格局, 大面积断陷和火山岩与中—新生代库拉-太平洋板块向西消减有关。

内蒙古是我国北部边陲的重要地段, 过去被笼统“归属”为华力西地槽褶皱带。70年代后积累的区调资料和各种专题研究成果反映出, 前人的上述“归属”已经难以概括该区构造的全貌。近年发现, 区内不但存在与古板块活动有关的蛇绿岩套和高压变质带, 而且还存在标志地壳拉张的裂陷槽型沉积以及与古热点有关的岩浆岩。这些迹象启示人们有必要重新认识该区的构造格局。

本文是在充分肯定前人工作成果的基础上结合近年研究而提出的, 试图对内蒙古地区($E108^{\circ}$ — 120°)古板块构造及其与成矿作用的联系进行初步探讨, 也许有助于分析该区地质演化历程。

一、区域地质背景

传统观点认为, 内蒙古地区属古生代中亚-蒙古地槽褶皱系的一部分, 它是元古代地槽的继承和发展^[5]。它的南部是活动的线状隆起带——内蒙地轴, 该区的区域大地构造轮廓基本是华力西旋回奠定的^[19, 20]。本区位于中朝和西伯利亚两个陆块的拼接部位, 在北纬 42° 以南地区是古老变质基底断续裸露的板缘地段, 出露太古界集宁群和乌拉山群深变质

* 为中国科学院科学基金资助课题之一。

* This project is supported by the science fund of the Chinese Academy of Sciences.

的片麻岩系,穿切其中的伟晶岩的年龄(褐帘石及锆石,U-Pb法)分别为2359Ma和1802—2080Ma。岩系的成岩时代约与冀北地区迁西群或八道河群相当^[1,2]。在狼山、大青山北坡,出露以绿片岩相-角闪岩相片岩为主体的二道洼群。其下部红山沟组年龄(锆石U-Pb法)为1965—2350Ma。由于此岩系不整合覆于乌拉山群之上,二者岩石变质程度不同,地层层位可与冀北地区双山子群对比,故推测其成岩时代为早元古代^[1-3]。这两套变质岩系构成内蒙古南部古老基底的主体,它们也是后期构造-热事件波及影响的重要岩系。

内蒙古南部杭锦后旗至太仆寺旗间长达700km地段内,太古一早元古代基底上分别不整合覆有厚逾万米的渣尔泰群和白云鄂博群。它们均为浅变质的沉积-火山岩系,二者层位基本相当(见后述)。据白云鄂博至商都一线所见,白云鄂博群上部之呼和艾力更组未见顶或被晚侏罗世砾岩所覆。此群中上部之阿牙登组与上覆的中下奥陶统或下二叠统常呈断层接触,其下部之都拉哈拉组未见底或被古生代花岗岩类穿插。该群炭质灰岩年龄(U-Pb法)为1464—1546Ma,可与冀北长城系之大红峪组对比^[3]。乌拉特旗及固阳一带,渣尔泰群上部之白音布拉沟组顶部被古生代辉绿岩所截,有时被下二叠统砂砾岩覆盖;此群下部之书记沟组常被古生代花岗岩穿插和捕虏,它或者与基底的变质岩系呈断层接触^①。实际材料表明,白云鄂博群和渣尔泰群的顶、底与相邻地质体均非正常的接触。

在达茂旗白音敖包附近,分布有玄武、英安质火山岩及沉积岩系。前人将它定为中志留世包尔汗图群。它可被分成两个岩组:下岩组由凝灰质砂岩、板岩及磁铁石英岩等组成,厚度375—1359m;上岩组由玄武-英安质角砾熔岩及其凝灰岩等组成,厚度530—790m,二者整合接触。近年在该群碎屑岩中采获笔石化石,其时代属早奥陶世早期^[2,18]^②。

包尔汗图群出露厚逾千米,岩石具有不同程度的片理化和压碎糜棱岩化。该群下岩组之碎屑沉积具韵律结构,自下而上,所含火山碎屑物递增,岩石显示近源堆积的特点。它的上岩组包括三个喷溢旋回,并出现多层角砾熔岩。这是间歇性强烈喷发快速原地熔结的产物。据岩石化学研究,火山岩属钙碱系列,相似于岛弧区的岩石组合^③。

包尔汗图群上覆的西别河组中近年来采获珊瑚、双壳类、层孔虫、介形虫及腹足类等化石。其中某些种属广泛见于北半球的欧亚大陆、北美洲及阿拉斯加,时代属晚志留世晚期^[17]。鉴于我国早古生代构造运动的高峰期发生在中、晚奥陶世及志留、泥盆纪之间,地台和地槽区分别表现为大规模的隆升或褶皱运动,而本区岛弧型岩系的包尔汗图群与上覆地层为不整合接触,表明在早古生代前期内蒙古地区至少曾发生一次大地构造环境的变革,这标志了中朝古陆块北缘从稳定陆缘转化为活动陆缘的开始,包尔汗图群则是活动陆缘的产物。

阴山以北地区,有人将其划为加里东旋回基础上发育的华力西地槽褶皱系,也有人认为它是晚志留世以前的边缘海和残留海槽区,构造归属颇不一致^[4,5]。近年发现,除在苏尼特右旗、克什克腾旗至白云鄂博以北一线断续分布有温都尔庙群为代表的早古生代地槽型建造外,其它地区主要为华力西早、中期的地槽褶皱系,显然,晚古生代大洋在我国北部的波及范围是广袤的。如若在该区存在前期旋回褶皱带,后期广阔的大洋则已使它荡然无

① 据内蒙古地矿局有关区调成果资料。

② 内蒙古地矿局,达茂旗和包尔汗图群的有关研究成果。

③ 据徐冬葵,1984,未刊资料。

存了。按现有的实际材料, 内蒙古地区自元古代以来, 就曾经历过复杂的大陆裂陷和大洋消减演化历程。区内保留的许多地质现象, 为人们追溯和再造该区板块运动历史提供了一定的事实依据(图1)。

二、现存的古板块运动之地质记录

内蒙古地域辽阔, 大面积被中、新生界覆盖, 区内现存的古板块活动遗迹出露虽不连续, 但一些重要标志仍清晰可见辨, 这就是再现区域板块构造轮廓的重要信息。

(一) 元古代裂陷槽

内蒙古南部的中朝古陆块边缘存在一个元古代裂陷槽, 它被长逾千公里的岩石圈断裂所围限, 沉积巨厚的碎屑、碳酸盐岩等为其主要特征。据地球物理资料, 自赤峰、围场、多伦、化德至白云鄂博一线, 存在 $-45-50\text{mm/s}^2$ 的近东西向线型重力异常梯度带, 它往东可延至辽宁阜新附近, 全长约1200km。其重力转换场显示, 这是一条将南、北部地球物理场截然分开的分界线。在隆化、丰宁、张北、察右中旗、固阳至乌加河一线, 为重力达 $+60\text{mm/s}^2$ 的梯度密集带, 近东西方向的线型异常频繁出现。据重力反演计算结果, 该沿线莫霍面深度由38km下降至45km。此重力梯度带具有北倾的趋势, 往东它延续至八里罕附近, 全长达900km。这两条重力梯度带的航磁转换场表现为东西向条带状异常, 并以有100nT等值线封闭的串珠状异常为其特征。按上述区域地球物理场特点而论, 它们是具有一定规模的两条岩石圈断裂, 二者之间为相对平稳的弱磁场或大片负异常, 总体上反映出沉降型的构造面貌^①。

潮格旗至化德一线, 太古一下元古界基底之上所覆的白云鄂博群和渣尔泰群均系巨厚的碎屑-火山岩建造, 呈近东西方向断续分布, 延伸达500km。白云鄂博群共有9个岩组, 主要包括砂岩、板岩、灰岩及碱性玄武岩-流纹岩等, 厚度10078—10850m。该群计有两期火山喷溢旋回, 前期有白榴玄武岩、粗面岩、英安流纹岩及流纹岩等, 主要产于尖山一带, 这套较完整的碱性火山岩位于岩系的下部, 厚约300m; 后期喷溢的碱性玄武岩、安山岩及英安岩出露于达茂旗呼吉尔图附近, 产于该群上部之阿牙登组内, 厚度335m。这两套火山岩均已普遍变质, 皆属碱性系列岩石, 二者化学成分类似, 可能是在统一构造背景下同岩浆源的产物^[11-13]。

白云鄂博群中沉积岩的层纹理发育, 有时可见到收敛型斜层理、槽状交错层、沟模槽、龟裂及波痕等原生沉积构造^②。该群中下部之哈拉霍格特岩组和比鲁特岩组尚包含有水下塌后的浊流沉积。从总体上看, 这套岩系具有不够完整的包马(Bouma)层序。本群上部之阿牙登组含叠层石化石, 时代相当于华北的长城纪^[1,3]。

渣尔泰群有5个岩组, 主要为砂砾岩、砂板岩、结晶灰岩及碱性火山岩等, 厚度8800—10015m。此群亦有两期火山喷溢, 前期为碱性玄武岩、安山岩及流纹英安岩等, 局部含苦橄岩包体, 火山岩产于本群下部之书记沟组, 厚度约250m; 后期喷溢有碱性玄武岩

① 据地矿部航测大队、地矿部物探研究所, 未刊。

② 王楫及王保良, 未刊。

及流纹岩,未见过渡型岩石,局部为白榴玄武岩,均产于该群中上部之刘洪湾组内,厚度约200m。渣尔泰群中的火山岩下部属于碱性系列,而上部则有部分高铝质钙碱系列岩石。本群内沉积岩以粗碎屑为主,常具水平层纹、收敛型羽状斜层理和槽状交错层,下部之书记沟组为典型的扰动性浊流沉积。该群上部之白音布拉沟组产叠层石化石^[1]。

白云鄂博群和渣尔泰群的岩石组合虽然存在一定差异,但二者很可能是同期异相的产物,这似乎从它们皆有并存的碱性及非碱性火山岩而获得旁证(图2)。这两套岩石均已变质达低级绿片岩相,部分可达较高级的角闪岩相,这在白云矿区表现尤为明显。从这两套岩系的建造层序判断,它们应系地壳拉张背景下快速就位的裂陷槽堆积。

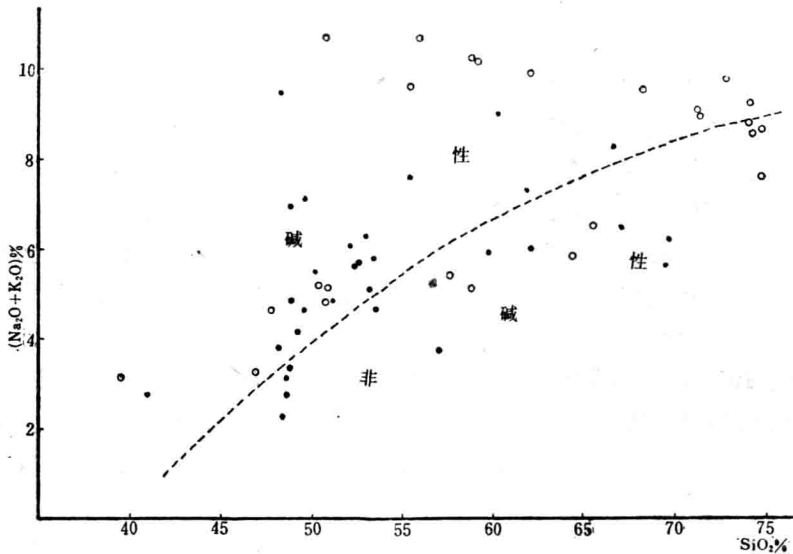


图2 内蒙古元古代白云鄂博群和渣尔泰群中火山岩的 SiO_2 与 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 关系图

Fig. 2 Relation between the SiO_2 and $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ contents of Proterozoic volcanic rocks of the Bayan Obo Group and Zhaertai Group, Nei Monggol

○白云鄂博群之火山岩; ●渣尔泰群之火山岩
(岩石化学分析结果引自王楫的未刊资料)

白云鄂博附近尚有碱性辉长-正长岩类及霓岩等产出,在达茂旗打花儿至白云西矿一带有碳酸岩岩床出露,它呈东西走向,延伸长达17km,宽200—800m^①。碳酸岩体与白云鄂博群呈侵入接触,其接触带含有较多围岩捕虏体并具不同强度的碳酸盐化、钠闪石化和氟石化。岩体由锰铁质方解石和白云石组成,含有镁方解石-菱钡镁石及碳锶钙石-碳锶钠石等碳酸盐矿物,它们呈晶粒层状分布或呈晶簇树枝状积聚,伴生一定数量的独居石、氟碳铈矿、磷稀土矿、金云母、烧绿石、磷灰石、霓石及易解石等。白云石碳酸岩中的独居石年龄(Pb及Pb-Th)为1427及1678Ma,表明岩体形成于中元古代,基本与含化石的白云鄂博群和渣尔泰群裂陷槽型建造时限一致(图3)^[3]。

Le Bas等(1977)认为,在上地幔100—200km处,低硅、高碱、富水和挥发份的岩浆可以产生碱性超镁铁岩和碳酸岩,但若岩浆保留大量挥发份并有液相不混熔作用存在时,

① 内蒙古地矿局,区调成果,未刊。

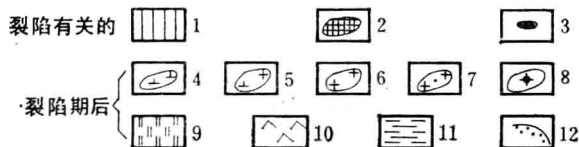
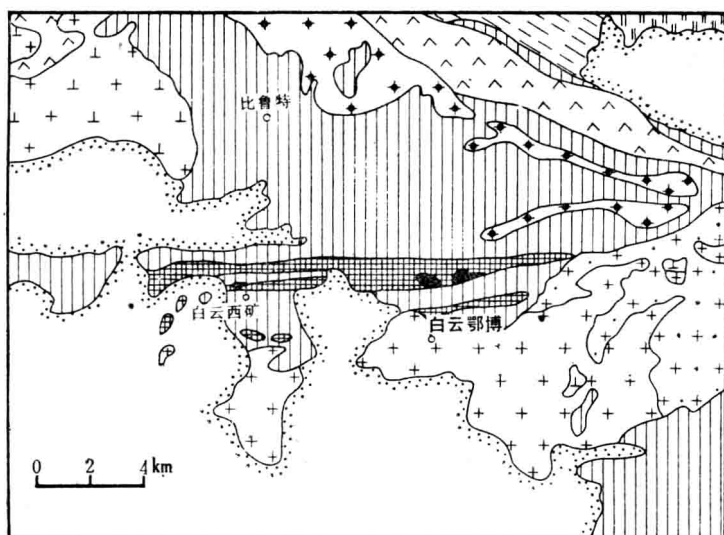


图 3 内蒙古白云鄂博地区地质概要图

Fig. 3 Generalized geologic map of Bayan Obo region

裂陷期的: 1—元古界白云鄂博群; 2—碳酸岩岩床; 3—铁-稀土矿; 裂陷期后: 4—早古生代晚期片理化闪长岩; 5—晚古生代中期花岗闪长岩; 6—晚古生代中期二长花岗岩; 7—晚古生代晚期花岗岩; 8—晚古生代晚期钾长花岗岩; 9—晚志留世陆缘碎屑建造; 10—晚石炭世中酸性火山岩; 11—晚侏罗世湖沼沉积; 12—上新世洪积-湖沼沉积 (据内蒙古地矿局区调资料简化)

则形成霓霞岩系列的碱性岩和方解石碳酸岩^[25]。众所周知, 交代作用是与岩浆上侵而同时发生的, 白云鄂博一带出现的碱质交代和各种围岩蚀变, 应是深部岩浆底辟上升和地幔上隆的直接信息。该区碳酸岩体的岩石化学分析结果和 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值证实, 它同与交代作用相关的碱性熔浆都是来自幔源, 具有较典型的陆内裂陷区岩浆活动特色 (图 4、表 1)^[14,23,25,26]。

河北承德大庙、黑山一带发育之辉长岩-苏长岩-斜长岩岩体群的岩石组成与南非布什维尔德基性杂岩颇相似, 该沿线往西之丰宁、涿鹿等地断续出露有碱性系列的榴辉岩、正长辉石岩、辉石正长岩等。这从宏观上反映出它们与白云鄂博一带相关的岩浆活动, 皆系陆块内部地壳拉张背景下同源熔浆底辟上升和不均一交代作用的产物^[21,23,24]。

目前, 在喀拉沁旗至太仆寺旗一线虽然未发现与裂陷相关的沉积和岩浆岩, 但这可能与中生代以来库拉-太平洋板块持续运动和叠加的岩浆作用直接有关^[7]。可能由于裂陷幅度不同, 不断地抬升和构造错位以及中生界火山岩大面积超覆, 所以该沿线的地质面貌当然有别于白云鄂博及其以西地区了。有趣味的是, 与内蒙古南部元古代裂陷有关的构造-岩浆事件, 与西伯利亚地台南缘贝加尔地区同期发生的事件和背景非常类似, 这种并非偶然的巧合似乎表明, 它们在地质时期中也许存在一定的内在联系^[22]。

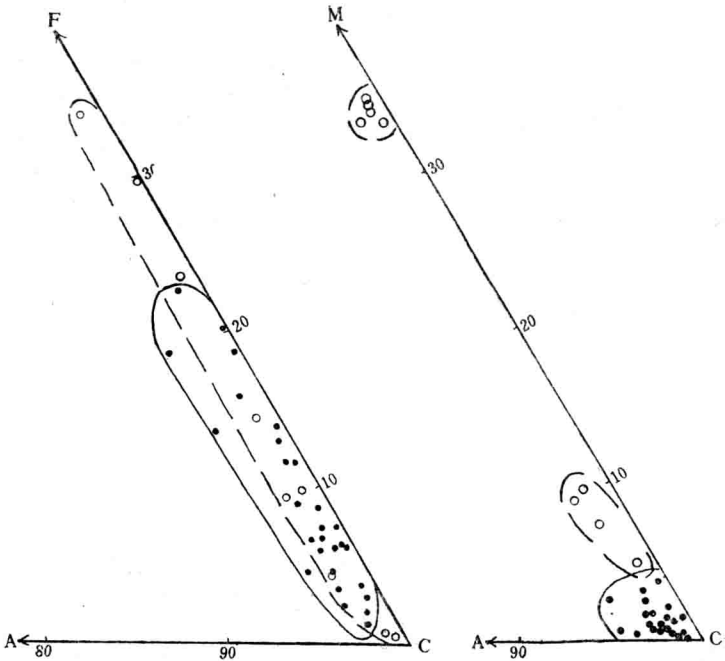


图 4 内蒙古白云鄂博地区碳酸岩之ACF及ACM图解

Fig. 4 ACF and ACM diagrams of carbonatite from Bayan Obo region, Nei Monggol
○白云鄂博碳酸岩 (岩石化学分析结果据[14]); • 东非碳酸岩 (岩石化学分析结果据[25])

表1 白云鄂博碳酸岩与世界典型地区相关岩石锶同位素对比

Table 1 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ ratios in carbonatite from Bayan Obo and in comparison with the typical region of the world

地 区		测定的岩石或矿物	样 品 数	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值	资 料 来 源
中国	白云矿区	白云石碳酸岩	3	0.7030—0.7051	* 1
	主矿	矿体中的磷灰石	3	0.70408—0.7041	* 2
	西矿	矿体中的磷灰石	3	0.7035—0.7037	* 2
东 非	东支裂谷	碳酸岩	6	0.7034	[26]
		霓霞岩	10	0.7045	[26]
		霞岩	9	0.7042	[26]
	西支裂谷	碳酸熔岩	4	0.7044	[26]
		白橄黄云岩	5	0.7047	[26]

* 1 白鸽等研究成果, 未刊。
* 2 魏明秀, 1982, 未刊。

综合前述, 兹将内蒙古南部后地台型裂陷槽演化历程概括于表 2。

(二) 早古生代板块消减带

北纬42°以北之内蒙古地区为古生代地槽褶皱带, 近年发现昭盟西拉木伦河柯单山、白音布统一带出露有细碧岩、硅质岩及硅质板岩等, 厚度大于305m。此岩系中尚有具堆

晶结构的变质镁铁岩类。在柯单山附近,岩石普遍片理化或角砾岩化,局部夹有透镜状灰岩和变质砂岩,它们呈北东东方向延伸,长达200km。据硅质灰岩中所产的介形虫、有孔虫、小型腕足类及牙形石等化石鉴定,该岩系时代属早古生代或奥陶纪^[15]。

乌盟朱日和附近的温都尔庙群是叠加变形比较复杂的片岩系,目前其自上而下被分为:哈尔哈达组,由泥质、火山碎屑夹少量碳酸盐透镜体组成,厚度大于712m;桑达来呼都格组,由枕状熔岩和席状辉绿玢岩夹少量硅质岩组成,厚566—738m;下部为辉绿-辉长岩,厚度大于385m,该群总厚度1672—1844m^[16]。此岩系中绿片岩年龄(全岩Rb-Sr等时线)为 $435 \pm 61\text{Ma}$,变质辉长岩年龄(角闪石K-Ar法)为536及626Ma,表明成岩时代为震旦纪—早古生代,变质时代在奥陶—志留纪。

温都尔庙群已普遍变质达绿片岩相,哈尔哈达组以含较多的蓝闪石、黑硬绿泥石、多硅白云母及硬柱石而显示高压变质。它们分布在北纬 $42^{\circ}25'$ — $42^{\circ}30'$ 间的深断裂附近,常与蛇绿岩套共生,有时则与混杂堆积同时产出^[18]。

西拉木伦河及温都尔庙的镁铁质岩,依其化学成分,皆属大洋拉斑玄武岩系列。虽然,西拉木伦河一带者因强烈挤压而出露不够完整,温都尔庙群经历过复杂的叠加变形,但从二者的岩相建造、层序以及岩石化学特征而论,它们应系蛇绿岩无疑^[15,16]。从宏观上看,上述两处蛇绿岩均出露于近东西方向的深断裂附近,按其构造部位和产状,该沿线标志了古板块消减的遗址。考虑到这条板块消减带南侧白云鄂博矿区的角岩变质年龄(黑云母K-Ar法)为452及475Ma^①;岛弧型白乃庙群绿片岩系年龄(全岩Rb-Sr等时线)为 $427 \pm 17\text{Ma}$ ^②;该沿线至吉林西部尚有年龄为430—374Ma的花岗岩断续分布,因此,笔者认为此消减带曾向南俯冲,而西拉木伦和温都尔庙出露的蛇绿岩则是叠置于中朝陆块北缘的古洋壳残片,它的消减期可能在早奥陶至中志留世^[10]。

(三) 晚古生代板块俯冲带和缝合带

锡盟贺根山出露有超镁铁质岩体群,主要包括变质橄榄岩、镁铁质堆晶杂岩及基性熔岩等,略呈北东方向延伸,厚度大于3000m^③。变质橄榄岩具有原生流层构造和韵律结构,显示脉动式成岩的特点。镁铁质堆晶杂岩分布于贺根山西南之620矿附近的橄榄岩类之上,由斜辉辉橄岩、纯橄岩、橄长岩和辉长岩等组成,呈层纹或条带状堆晶构造。这是由深源岩浆不断缓慢结晶堆积而成。贺根山小坝梁一带局部可见具枕状构造的基性熔岩,其中含多层薄层状硅质岩及少量结晶灰岩透镜体。硅质岩中含不均匀的放射虫残体,岩石具隐晶结构或残余生物结构,基本反映了半深海—深海喷溢和生物化学沉积的特点;而镁铁质岩岩石化学分析显示其属于洋底拉斑玄武岩系列。

贺根山区各类镁铁质岩的接触关系目前虽未见到,但不同岩性却具有明显的递变过渡趋势,变质橄榄岩类基本属熔融的地幔残留体,而堆晶杂岩和基性熔岩则系洋盆内深部岩浆于高段位的产物,它们与现今“三位一体”的洋壳类似。

区内超镁铁岩年龄(全岩K-Ar法)为346—430Ma,在其沉积岩夹层中产中—晚泥盆

① 据内蒙古地矿局,白云鄂博一带的区调资料,未刊。

② 王东方有关成果的数据,未刊。

③ 内蒙古地矿局,贺根山区调成果,未刊。

世放射虫及珊瑚等化石,在小坝梁、乌斯尼黑一带见富含腕足类化石的下二叠统哲斯组不整合覆于镁铁岩之上,故断定该区蛇绿岩的成岩时代应在中一晚泥盆世^[6]。

二连浩特附近出露之中石炭统本巴图组基性火山岩-碳酸盐岩系,包括玄武岩、玄武玢岩、硅质板岩及砾状灰岩透镜体等。此岩系上部被断层所截,底部为后期岩体所穿插,可见厚度574—1216m^①。灰岩中富含鲕及有孔虫等化石,时代属于中石炭晚期^[1]。该岩系内有岩床状或岩墙群之超镁铁岩侵位,构成较典型的蛇绿岩套,在阿拉坦格尔庙附近出露较完整。

自贺根山至萨达格庙东西长约500km范围内,断续分布有蛇绿岩,呈北东东-南西西方向延入蒙古人民共和国境内。蛇绿岩带北侧之乌兰陶勒盖花岗岩侵入上泥盆统,其年龄(钾长石, K-Ar法)为259Ma^②,并鉴于它与下二叠统呈断层接触,故推测该沿线是一条向北俯冲的板块消减带。其活动期约为泥盆-石炭纪。

昭盟林西大营子附近之石炭-二叠纪复理石建造中有超镁铁质岩侵位,它自下而上为超镁铁质堆晶杂岩、层状辉绿岩墙群、细碧岩及拉斑玄武岩等,其顶部和底部均以逆冲断层而与下二叠统接触,厚度约1100m。此蛇绿岩可能形成于前二叠纪。自该处往西,沿阿巴嘎旗满来庙、苏尼特左旗交齐尔、哈拉敖包至中蒙边境之索伦敖包一线,仍有相似的镁铁质岩断续分布。索伦敖包附近之中石炭统本巴图组内有多量超镁铁岩侵位,自下而上包括斜辉橄榄岩、纯橄榄岩、层状辉长岩、枕状熔岩、硅质板岩夹结晶灰岩透镜体等,灰岩中含有珊瑚及腕足类化石。本巴图组上部与下二叠统呈逆冲断层接触,下部未见底盘,可见厚度约2200m^③。巴彦敖包一带尚有叠瓦状蛇绿岩混杂堆积^[9]。

总体而言,林西至索伦敖包沿线的蛇绿岩及混杂堆积显示了板块消减带的存在。尤其鉴于它的南侧,狼山至白云鄂博间发育有年龄为215—270Ma的花岗岩带,往东与河北康保、围场一带年龄为250—288Ma之花岗岩带断续相连,由此判断它的活动期在中晚石炭世至早二叠世。据近年研究发现,它的南侧发育有钙碱性花岗岩和(白乃庙)岛弧型火山岩系,林西盖家店一带产出两套毗邻而对称的石炭-二叠纪蛇绿岩套,且二者在空间上又恰位于同期的古生物区系分界处附近,因此,有人认为这是两个古板块的拼接缝合所在^④。

归纳前述不难看出,内蒙古地区自元古代以来经历了从大陆地壳裂陷、古生代洋壳消减至最终拼接缝合的复杂运动历程,中生代的大洋板块活动波及影响了此区的东部,因此区域古板块构造细部特征大多改观并更趋复杂。目前仅以现存的迹象追溯地质时期中板块运动的概貌而已,其具体演化示于图5。

① 按区调资料及地层表,将阿曼-乌苏一带之变质火山岩划为下石炭统哈拉图庙群或上石炭统阿木山组,笔者从该岩系的岩相建造、层序、接触关系及构造部位等多方面进行对比后认为,它基本相当于中石炭统本巴图组最上部的火山岩系。

② 内蒙古地矿局,布林郭勒一带区调成果。

③ 内蒙古地层表将乌拉特中后旗平顶山附近之火山岩划为上石炭统阿木山组,笔者据其岩性及建造特点认为,它似与中石炭统本巴图组相当,故本文划入该组。

④ 王荃,研究成果(未刊)。