

山东金刚石地质

陈树强 郭亚平 魏同林

地质出版社

山东金刚石地质

罗声宣 任喜荣 朱 源 著
陈积铨 郭亚平 魏同林

山东科学技术出版社

山东金刚石地质

罗声宣 任喜荣 朱 源 著
陈积铨 郭亚平 魏同林

*

山东科学技术出版社出版

(济南市玉函路16号 邮编 250002)

山东科学技术出版社发行

(济南市玉函路16号 电话 2014651)

济南新华印刷厂印刷

*

787mm×1092mm 16开本 9.25印张 8插图 180千字

1999年2月第1版 1999年2月第1次印刷

印数:1—1000

ISBN 7-5331-2355-7

P·25 定价 20.00元

山东地质成果出版编辑委员会

主任委员 徐曰鹏

副主任委员 李宏骥 胡浦元 徐金芳

委 员 (以姓氏笔划为序)

王鹤立 石玉臣 许本常

刘玉强 刘彦博 李宏骥

苏守德 张广隆 杨茂森

胡浦元 徐曰鹏 徐军祥

徐金芳 凌伯继 游文澄

管佩先 潘宝玉

编辑室成员 石玉臣(主任) 张天祯

游文澄 沈 昆 曹丽丽

序

山东陆块位于华北板块东南缘,处在华北板块与扬子板块的结合部位上,地质构造背景独具特色,地壳演化历程较为复杂。这里记录着自 2 900 Ma 以前中太古代至 66 Ma 以来新生代的沉积、火山、岩浆侵入及变形、变质等复杂的地质构造事件,蕴藏着多种矿产资源,历来为世人瞩目。

著名的郯庐断裂带(山东段称沂沭断裂带)纵贯山东中部。这个深大断裂带本身具有复杂的活动历史,以其为界,又将山东陆块分为地质构造背景和成矿作用差异迥然的鲁西和鲁东两个地块。

鲁西地块内(包括沂沭断裂带)分布着迄今所知山东最老的(>2 900 Ma)中太古代麻粒岩相变质沉积岩系(沂水岩群),新太古代绿岩带(泰山岩群),古元古代低级变质含铁岩系(济宁岩群),早古生代海相沉积岩系和化石带、晚古生代海陆交互相含煤岩系及中、新生代断(拗)陷盆地陆相(含火山)含煤、油、硫沉积岩系,以及太古宙一元古宙和中生代侵入岩系。此外,鲁西地块上还分布着煤、石油、铁、金、石膏、石盐、自然硫、蓝宝石、建筑石材等多种矿产。

鲁东地块包括胶北隆起、胶莱拗陷和胶南造山带(华北板块与扬子板块结合带)。这里分布着>2 900 Ma 的麻粒岩相变质沉积岩系(唐家庄岩群)。新太古代绿岩带(胶东岩群),古元古代变质碳硅泥岩系——孔兹岩系(荆山群、粉子山群、芝罘群),新元古代低级变质沉积岩系(蓬莱群)及中、新生代断(拗)陷盆地陆相火山—沉积岩系和含煤沉积岩系,以及太古宙一元古宙和中生代侵入岩系。此外,在鲁东地块上还分布着金(胶北隆起是我国金矿最富集的地区)、石墨、菱镁矿、滑石、萤石、沸石岩、建筑石材等多种矿产。

山东省矿产资源丰富,地质构造特征显著,地质研究程度较高。四十余年来,地质矿产部山东地质矿产勘查开发局在山东开展了大量的基础地质、矿产地质、水工环地质工作,发现了如焦家式金矿、金刚石原生矿等重要金属和非金属矿产,基本掌握了主要矿产的区域分布规律;建立了全省地层系统和侵入岩岩石谱系划分序列及地质构造框架;积累了丰富的地质成果资料。十几年来,地质矿产部山东地质矿产勘查开发局加强了地质成果编辑出版工作,将地质成果出版纳入山东地质工作议程,设立了地质成果编辑出版机构,已有《山东省区域地质志》、《山东莱阳盆地地层古生物》、《鲁西早前寒武纪地质》、《山东地质矿产研究文集》、《山东省环境地质图集》、《鲁西归来庄金矿成因》、《山东铁矿地质》、《山东非金属矿地质》等多部地质专著出版交流。

金刚石是山东的特色和优势矿种。自 1965 年地矿部山东地勘局第七地质队(当时称 809 队)在蒙阴发现有经济价值的金伯利岩型金刚石原生矿以后,在沂蒙山区又有一些新的重大发现,使该区成为我国第一个重要的金刚石原生矿开发基地。自 50 年代末期到现在的 40 年间,山东地勘局在山东投入了大量的金刚石地质工作,积累了丰富的金刚石原生矿及金刚石砂矿的地质资料。这部《山东金刚石地质》专著,就是作者在历年来山东金

刚石矿勘查和科研成果资料基础上进行的系统总结。这部专著的出版,将给山东乃至邻区相似地质条件下的金刚石找矿和科学研究以启示和借鉴。

对山东这样一个地质构造背景复杂、矿产资源丰富的陆块的认识,是一个不断深化、不断完善的过程。出版有关山东地质专著,对山东地质的认识和实践都是有重要意义的,对其中存在的某些不足,还需要作者和读者共同研究探讨,以求提高。我们将这些成果奉献给关心山东地质工作的读者,以促进学术交流和山东地质找矿工作的进展,进一步提高山东地质矿产的研究程度,为振兴山东经济服务。

山东地质成果出版编辑委员会

1998年4月

前 言

金刚石(Diamond)是自然界极其稀少宝贵的矿物资源,它具有导热性最好、声速最大、透波波段最亮、热膨胀系数和摩擦系数最小、化学稳定性最好等一系列的优异物化性能,是一种超硬材料、高导热绝缘材料、光学材料、半导体材料、激光材料和宝石材料。目前,金刚石的应用领域日益拓宽,已从传统的工艺饰品原料,变成了宝贵的工业材料,广泛地应用于电子、国防、宇航等尖端工业和机电、光学仪器、石材及陶瓷加工、石油、冶金、地质勘探等工业领域。随着世界经济的发展、居民生活水平的提高及国际间贸易的发展,金刚石越来越显示出稳定增长的经济价值,并发挥其银行储备金作用、国际投资手段作用、珍藏保值作用。为此,世界上许多国家和地区投入巨额资金,开展金刚石矿产资源的勘察和开发工作。

山东省赋有金刚石矿产,自古闻名,有许多关于金刚石出土的记载和传说。然而在1949年前,除日本人进行过郯城李家庄金刚石砂矿调查和德国人开采金刚石砂矿外,国内没有人根据金刚石出土和传说的线索去调查金刚石矿产资源的情况和前景。1949年后,山东省金刚石地质工作得以快速发展。1957年山东省地质局组成了金刚石专业地质队伍(沂沭地质队,后更名为八〇九队,现为第七地质队),开展了金刚石砂矿和原生矿的普查、勘探工作,不仅对前人否定的郯城金刚石砂矿重新进行了工业评价,探明5处金刚石砂矿产地,而且在1965年首次在山东蒙阴地区发现了我国第一处金刚石原生矿,找到了金刚石原生矿带3处,探明大型金刚石原生矿床2处,为我国填补了资源空白,为山东建立新的金刚石矿山企业和开发作出了重要贡献。

自60年代以来,山东地勘局相继在鲁西地区开展了原生金刚石的概查、初查和详查工作,发现了大量金刚石及其伴生矿物——镁铝榴石等的出土点和数以千计的金金刚石晶体和镁铝榴石矿物,为进一步寻找金刚石原生矿提供了信息和线索;开展了金伯利岩岩石学、矿物学的研究,金伯利岩与断裂构造关系的研究,金伯利岩与相似岩石的研究,金伯利岩与偏碱性超基性岩、碳酸岩的研究,金伯利岩年代学、同位素地质学的研究,金伯利岩指示矿物综合研究,金伯利岩物化探模式的研究,金刚石晶体吸收光谱和发光光谱测定的研究,金刚石中间储集层物质来源的研究,郯城地区金刚石物质供源的研究,平邑白彦及周围地区含金刚石砾岩的时代、成因及物质来源的研究等几十个专题,获得了大量金刚石地质普查、勘探,区域物化探和地质科学研究成果,较系统、全面地总结了鲁西地区金刚石原生矿的成矿条件、分布规律和找矿方向。这些成果有些撰写成论文在期刊上发表,或在专业会议及内部资料上交流。

《山东金刚石地质》书稿,是在广泛搜集山东金刚石产区的地质、物化探及金刚石地质普查、勘探和专题研究成果资料的基础上完成的,书稿较系统地反映了山东金刚石地质工作的主要成果和研究水平。全书分为2篇10章。各章撰写人为:第一章、第七章为罗声宣;第二章为朱源;第三章为任喜荣;第四章为陈积铨;第五章为魏同林;第六章为杨化

才;第八章至第十章为郭亚平。全书由罗声宣组织编写,由罗声宣和任喜荣统编、定稿。

本书在编写过程中得到山东地勘局及第七地质队有关领导的支持和帮助。书稿完成后,李宏骥、苏守德、石玉臣、徐秉衡等专家提出了审阅意见,张天楨进行了编修,使本专著水平得以提高。本书摘要由第七地质队李守才翻译成英文,《山东地质》编辑部曹丽丽、石玉臣进行了译校;书中图件由《山东地质》编辑部陶卫卫清绘。作者对来自各方面的帮助,表示感谢。

作者

1998年3月

目 录

第一篇 山东金刚石原生矿	(1)
第一章 山东金刚石原生矿成矿地质环境	罗声宣 (1)
第一节 鲁西隆起区地质特征	(1)
一、地层	(1)
二、岩浆活动	(2)
三、断裂构造	(3)
四、莫霍面特征	(4)
第二节 鲁西隆起区内含金刚石金伯利岩的分布特点	(5)
第二章 山东金伯利岩的岩石学特征	朱 源 (7)
第一节 概述	(7)
一、金伯利岩的定义	(7)
二、金伯利岩的分类与命名	(7)
三、金伯利岩的主要岩石类型	(9)
四、金伯利岩的蚀变	(12)
五、金伯利岩的鉴别特征	(14)
第二节 金伯利岩的岩石化学特点	(15)
第三节 金伯利岩的同位素地球化学	(17)
一、碳、氧同位素	(17)
二、钐、钕同位素	(19)
三、铷、锶同位素	(20)
第四节 金伯利岩中的深源捕虏体	(21)
一、深源捕虏体的分布	(21)
二、深源捕虏体的岩石学特征	(22)
三、深源捕虏体中的主要矿物特征	(23)
四、深源捕虏体的岩石与矿物的同位素地质年龄	(24)
第三章 山东金伯利岩的矿物学特征	任喜荣 (25)
第一节 金伯利岩的矿物组合	(25)
一、捕虏矿物	(25)
二、岩浆矿物	(26)
三、蚀变矿物	(26)
第二节 金伯利岩的重矿物	(26)

第三节 金伯利岩的特征副矿物	(27)
一、石榴子石族矿物	(27)
二、铬尖晶石族矿物	(33)
三、透辉石	(36)
四、钛铁矿	(39)
五、钛钾铬石和钛钽铬石	(41)
六、沂蒙矿	(43)
第四章 山东金刚石的矿物学特征	陈积铨 (45)
第一节 金刚石的晶形特征	(45)
一、金刚石的晶体形态	(45)
二、金刚石的晶面蚀象	(51)
三、金刚石晶体的完整程度	(53)
四、金刚石晶体的粒径	(53)
第二节 金刚石的物理性质及分类	(54)
一、金刚石的物理性质	(54)
二、金刚石的分类	(56)
第三节 金刚石中的包裹体矿物	(58)
第五章 山东蒙阴金伯利岩带及金刚石矿体	魏同林 (59)
第一节 金伯利岩带及金伯利岩体的分布特征	(59)
一、金伯利岩带的分布特征	(59)
二、金伯利岩体的形状、产状及规模	(60)
三、金伯利岩的围岩及其蚀变	(64)
第二节 蒙阴地区金刚石矿体及主要矿体特征	(64)
一、金刚石矿体	(64)
二、主要矿体特征	(65)
第三节 金伯利岩的含矿性及其变化规律	(66)
一、金伯利岩的含矿性	(66)
二、金伯利岩体含矿性的变化规律	(67)
第四节 金伯利岩与断裂构造的关系	(68)
第六章 山东金伯利岩的地球物理与地球化学特征	杨化才 (71)
第一节 金伯利岩的地球物理特征	(71)
一、金伯利岩的磁性特征	(71)
二、金伯利岩的电性特征	(74)
三、金伯利岩的密度特征	(74)
第二节 金伯利岩的地球化学特征	(75)
一、金伯利岩的微量元素	(75)
二、金伯利岩的指示元素	(77)
第三节 金伯利岩物化探异常模式	(77)
一、金伯利岩矿带的地球物理场	(77)
二、金伯利岩矿带的地球化学场	(79)

三、金伯利岩的物化探找矿模式	(80)
第七章 山东金刚石原生矿的有关问题讨论	罗声宣 (82)
第一节 鲁西地区地质发展史及金刚石原生矿成矿地质条件	(82)
一、鲁西地区地质发展史与金伯利岩和钾镁煌斑岩的形成和剥蚀及金刚石和指示矿物的搬运和沉积	(82)
二、金刚石原生矿成矿地质条件分析	(84)
三、鲁西地区金刚石原生矿的找矿前景	(85)
第二节 山东金伯利岩的形成时代	(86)
一、从含金刚石砾岩分析山东金伯利岩形成的可能时代	(86)
二、从蒙阴地区金伯利岩产出的地质特征及同位素年龄数据分析其形成时代	(87)
第二篇 山东金刚石砂矿	(90)
第八章 山东金刚石砂矿产区地貌及第四纪地质特征	郭亚平 (90)
第一节 地貌	(90)
一、鲁中、南地区地貌特征	(90)
二、郯城金刚石砂矿区地貌特征	(91)
第二节 第四系	(92)
一、下更新统	(92)
二、中更新统	(92)
三、上更新统	(93)
四、全新统	(93)
第三节 沂河流域新构造运动	(93)
一、新构造运动的表现	(93)
二、新构造运动的特点	(95)
三、新构造运动对第四纪含金刚石地层的影响	(95)
第九章 郯城地区金刚石砂矿	郭亚平 (96)
第一节 含矿层特征及矿床类型	(96)
一、含矿层特征	(96)
二、砂矿床类型	(97)
三、砂矿层中金刚石的富集规律	(97)
第二节 砂矿床特征	(97)
一、郯城陈家埠矿区	(97)
二、郯城于泉矿区	(102)
第十章 鲁西地区金刚石中间储集层	郭亚平 (106)
第一节 层位及分布	(106)
一、下寒武统五山组砾岩	(106)
二、中石炭统本溪组砾岩	(106)
三、侏罗系蒙阴组汶南亚组砾岩	(106)
四、下第三系官庄组砾岩	(106)
五、上第三系—第四系下更新统白彦组砾岩	(107)
六、第四系中更新统小埠岭组砂砾层	(107)

第二节 中间储集层的地质特征	(107)
一、下寒武统五山组砾岩	(107)
二、中石炭统本溪组砾岩	(109)
三、侏罗系蒙阴组汶南亚组砾岩	(111)
四、下第三系官庄组砾岩	(111)
五、上第三系—第四系下更新统白彦组燧石质砾岩	(113)
六、第四系中更新统小埠岭组砂砾层	(117)
第三节 有关问题讨论	(122)
一、岩溶堆积砾岩的成因	(122)
二、金刚石中间储集层蕴涵的成矿信息	(124)
三、金刚石中间储集层提供的有关找矿线索	(125)
参考文献	(128)
英文摘要	(130)
图版	(133)

CONTENTS

Chapter I Shandong primary diamond deposit	(1)
1 Geological environment of primary diamond ore – forming in Shandong	 Luo Shengxuan (1)
1.1 Geological characteristics of Luxi(west of Shandong) uplift area	(1)
1.1.1 Strata	(1)
1.1.2 Magmatic activity	(2)
1.1.3 Fault structure	(3)
1.1.4 Characteristics of Mohole boundary	(4)
1.2 Distribution characteristics of diamond – bearing kimberlite in Luxi(west of Shandong) uplift area	(5)
2 Petrology characteristics of Shandong kimberlite	 Zhu Yuan (7)
2.1 Brief introduction	(7)
2.1.1 Definition of kimberlite	(7)
2.1.2 Classification of kimberlite	(7)
2.1.3 Major rock types of kimberlite	(9)
2.1.4 Alteration of kimberlite	(12)
2.1.5 Diagnostic feature of kimberlite	(14)
2.2 Lithochemical characteristics of kimberlite	(15)
2.3 Isotopic geochemistry of kimberlite	(17)
2.3.1 Isotope of carbon and oxygen	(17)
2.3.2 Isotope of samarium and neodymium	(19)
2.3.3 Isotope of Rb and Sr	(20)
2.4 Deep – source xenolith of kimberlite	(21)
2.4.1 Distribution of deep – source xenolith	(21)
2.4.2 Lithochemical characteristics of deep – source xenolith	(22)
2.4.3 Characteristics of major minerals in deep – source xenolith	(23)
2.4.4 Isotopic age of rock and minerals in deep – source xenolith	(24)
3 Mineralogy characteristics of Shandong kimberlite	 Ren Xirong (25)
3.1 Mineral association of kimberlite	(25)
3.1.1 Xenolith minerals	(25)
3.1.2 Magmatic minerals	(26)
3.1.3 Alteration minerals	(26)
3.2 Heavy mineral of kimberlite	(26)

3.3	Typical accessory minerals	(27)
3.3.1	Garnet family minerals	(27)
3.3.2	Chrome - ceylonite family minerals	(33)
3.3.3	Diopside family minerals	(36)
3.3.4	Ilmenite family minerals	(39)
3.3.5	Mathiasite - (K) lindsleyite(Ba) family minerals	(41)
3.3.6	Yimeng deposit	(43)
4	Mineral characteristics of Shandong diamond <i>Chen Jichang</i>	(45)
4.1	Crystal form characteristics of diamond	(45)
4.1.1	Crystal form of diamond	(45)
4.1.2	Etched figure of diamond crystal face	(51)
4.1.3	Complete degree of diamond crystal	(53)
4.1.4	Crystal diameter of diamond	(53)
4.2	Physical property and classification of diamond	(54)
4.2.1	Physical property of diamond	(55)
4.2.2	Classification of diamond	(54)
4.3	Inclusion minerals of diamond	(56)
5	Kimberlite belt and diamond deposit in Mengyin, Shandong province <i>Wei Tonglin</i>	(58)
5.1	Distribution characteristics of kimberlite belt and kimberlite orebody	(59)
5.1.1	Distribution characteristics of kimberlite belt	(59)
5.1.2	Form, occurrence and scale of kimberlite	(60)
5.1.3	Country rock and alteration of kimberlite	(64)
5.2	Diamond orebody and major characteristics in Mengyin area	(64)
5.2.1	Diamond orebody	(64)
5.2.2	Classification of diamond	(65)
5.3	Ore - bearing property and variation rule of kimberlite	(66)
5.3.1	Ore - bearing property of kimberlite	(66)
5.3.2	Ore - bearing variation rule of kimberlite	(67)
5.4	Relation between kimberlite and fault structure	(68)
6	Geophysical and geochemical characteristics of Shandong kimberlite <i>Yang Huacai</i>	(71)
6.1	Geophysical characteristics of kimberlite	(71)
6.1.1	Magnetic characteristics of kimberlite	(71)
6.1.2	Electric characteristics of kimberlite	(74)
6.1.3	Density characteristics	(74)
6.2	Geochemical characteristics of kimberlite	(75)
6.2.1	Trace - elements of kimberlite	(75)
6.2.2	Indicate elements of kimberlite	(77)
6.3	Abnormal model of geophysical and geochemical exploration of kimberlite	(77)

6.3.1	Geophysical field of kimberlite belt	(77)
6.3.2	Geochemical field of kimberlite belt	(79)
6.3.3	Geophysical and geochemical exploration model of kimberlite belt	(80)
7	Discussion of related problems of Shandong primary diamond deposit	
	 <i>Luo Shengxuan</i>	(82)
7.1	Geological developing histories and geological condition of primary diamond ore – forming in Luxi(west of Shandong)area	(82)
7.1.1	Geological developing histories, form and erosion of kimberlite and lamproite, transportation and sedimentation of diamond and its indicate minerals	(82)
7.1.2	Geological condition analysis of primary diamond ore – forming	(84)
7.1.3	Prospect of primary diamond ore in Luxi(west of Shandong)area	(85)
7.2	Ore – forming date of Shandong kimberlite	(86)
7.2.1	Kimberlite – forming possibility of Shandng kimberlite by the analysis of diamond – bearing conglomerate	(86)
7.2.2	Kimberlite – forming date in Mengyin by the analysis of geological characteristics of occurrence and isotopic age datas	(87)
Chapter II	Shandong diamond placer deposit	(90)
8	Landform of diamond placer area in Shandong and geological characteristics of the Quaternary system	<i>Guo Yaping</i> (90)
8.1	Landform	(90)
8.1.1	Landform characteristics in the center and north part of Shandong	(90)
8.1.2	Landform characteristics of diamond placer area in Tancheng	(91)
8.2	Quaternary system	(92)
8.2.1	Lower Pleistocene	(92)
8.2.2	Medium Pleistocene	(92)
8.2.3	Upper Pleistocene	(93)
8.2.4	Holocene	(93)
8.3	Neotectonic movement in Yihe area	(93)
8.3.1	Representation of neotectonic movement	(93)
8.3.2	Characteristics of neotectonic movement	(95)
8.3.3	Effect of neotectonic movement to Quaternary diamond – bearing layers	(95)
9	Diamond placer deposit in Tancheng area	<i>Guo Yaping</i> (96)
9.1	Ore – bearing characteristics and deposit types	(96)
9.1.1	Characteristics of ore – bearing layers	(96)
9.1.2	Types of placer deposits	(97)
9.1.3	Concentration rule of diamond in placer layers	(97)
9.2	Characteristics of placer deposit	(97)
9.2.1	Chenjiabu deposit in Tancheng	(97)
9.2.2	Yuquan deposit in Tancheng	(102)
10	Middle reservoir of Luxi(west of Shandong)diamond deposit	<i>Guo Yaping</i> (106)

10.1	Layers and distribution	(106)
10.1.1	Conglomerate in lower Cambrian Wushan formation	(106)
10.1.2	Conglomerate in medium Carboniferous Benxi formation	(106)
10.1.3	Conglomerate of Wennan subformation in Jurassic Mengyin formation	(106)
10.1.4	Conglomerate of Guanzhuang formation in the lower Tertiary system	(106)
10.1.5	Conglomerate in the lower Pleistocene Baiyan formation in the upper Tertiary - Quaternary system	(107)
10.1.6	Conglomerate of medium Pleistocene Xiaobuling formation in Quaternary system	(107)
10.2	Geological characteristics of middle reservoir	(107)
10.2.1	Conglomerate in lower Cambrian Wushan formation	(107)
10.2.2	Conglomerate in medium Carboniferous Benxi formation	(109)
10.2.3	Conglomerate of Wennan subformation in Jurassic Mengyin formation	(111)
10.2.4	Conglomerate in lower Tertiary Guanzhuang formation	(111)
10.2.5	Cherty conglomerate of lower Pleistocene Baiyan formation in lower Tertiary - Quaternary system	(113)
10.2.6	Conglomerate in medium Pleistocene Xiaobuling formation in Quaternary system	(117)
10.3	Discussion of related problems	(122)
10.3.1	Origin of karst culmulus conglomerate	(122)
10.3.2	Ore - forming information provided by the middle reservoir of diamond deposit	(124)
10.3.3	Exploration clues provided by the middle reservoir of diamond	(125)
References		(128)
Abstract in English		(130)
Plates		(133)

第一篇 山东金刚石原生矿

第一章 山东金刚石原生矿成矿地质环境

第一节 鲁西隆起区地质特征

山东金刚石原生矿产于华北地台东南缘上的鲁西隆起区的中部,居于蒙阴县境内。鲁西隆起为由早前寒武纪结晶基底及新元古界盖层组成的刚性地块,由一系列凸起和凹陷构成。金刚石原生矿分布在蒙山凸起和金星头凹陷中。

一、地 层

(一)太古宇—元古宇

1. 中太古界沂水岩群

沂水岩群分布在沂沭断裂内的汞丹山凸起内,出露面积 60 km²,自下而上划分为石山官庄岩组和林家官庄岩组。其主要岩性为:二辉麻粒岩、角闪紫苏麻粒岩、含紫苏黑云变粒岩、紫苏磁铁石英岩、斜长角闪岩、角闪变粒岩等,Sm-Nd 模式年龄为 3 133~2 900 Ma。

2. 新太古界泰山岩群

新太古界泰山岩群分布在鲁西山区。自下而上划分为雁翎关组、山草峪组、柳杭组。其主要岩性为:细粒斜长角闪岩、透闪片岩、石榴富黑云中长变粒岩及红柱富黑云中长变粒岩、黑云中长变粒岩、黑云奥长变粒岩、微粒二云奥长变粒岩、变质砾岩、磁铁石英岩、黑云片岩等。Sm-Nd 模式年龄为 2 580~2 800 Ma。

3. 古元古界济宁岩群

济宁岩群仅见于济宁一带的钻孔内,地表没有出露。主要岩性为千枚岩、板岩,含有铁矿层。Rb-Sr 年龄为 1 753 Ma。

4. 新元古界土门群

分布在沂沭断裂带内及其西侧,以及苍山、枣庄等地。为一套砂质碎屑岩及碳酸盐岩的岩石组合。

(二)古生界

区内寒武系和奥陶系为厚达 560~2 400 m 的灰岩、泥灰岩、白云质灰岩、页岩和砂岩,部分地段底部为砾岩和含砾砂岩的海相沉积岩系。晚奥陶世到早石炭世全区上升,没