

山东省国土资源厅鲁勘字(2007)59号成果

基于GIS技术的 鲁西铜石地区金成矿预测

JIYU GIS JISHU DE LUXI TONGSHI DIQU JINCHENGKUANG YUCE

唐好生 司荣军 向中林 杜显彪 甘延景 刘邦君 著



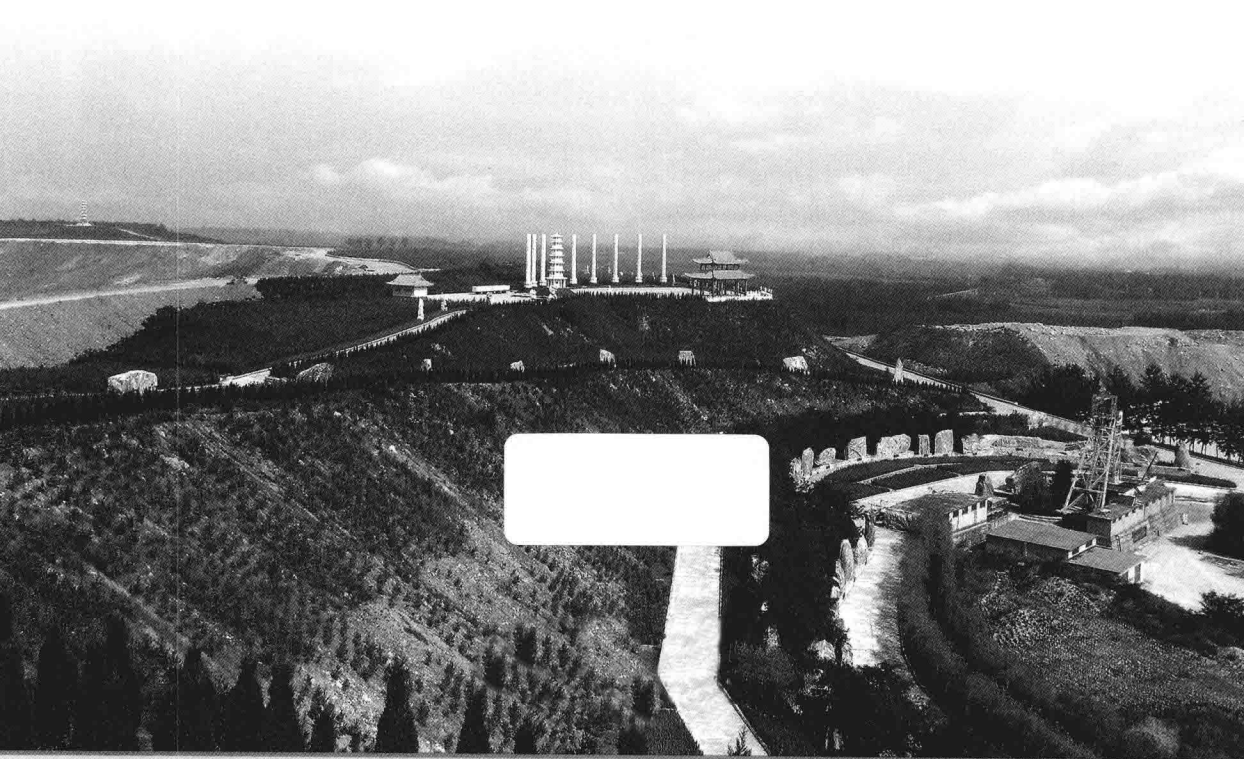
中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

山东省国土资源厅鲁勘字(2007)59号成果

基于GIS技术的 鲁西铜石地区金成矿预测

JIYU GIS JISHU DE LUXI TONGSHI DIQU JINCHENGKUANG YU

唐好生 司荣军 向中林 杜显彪 甘延景 刘邦君 著



中国地质大学出版社有限责任公司
ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

内容简介

本书在阐述鲁西铜石地区成矿地质背景的基础上,详细分析了该地区的典型矿床特征,并运用现代成矿理论与 GIS 信息技术相结合的方法,利用强大的 GIS 空间分析功能对地质、物探、化探资料进行信息提取和综合研究分析,实现了多源信息的融合,高效快速地优选了找矿靶区,是现代信息技术运用于地质找矿中的典型实例。作为一本较好的成矿预测范本,本书可供地质找矿工作者参考,也可作为高校成矿预测教学指导书。

图书在版编目(CIP)数据

基于 GIS 技术的鲁西铜石地区金成矿预测/唐好生等著. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2013. 11

ISBN 978-7-5625-3295-8

I. ①基…

II. ①唐…

III. ①地理信息系统-应用-金矿床-成矿预测-研究-平邑县

IV. ①P618.510.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 252245 号

基于 GIS 技术的鲁西
铜石地区金成矿预测

唐好生 司荣军 向中林 著
杜显彪 甘延景 刘邦君

责任编辑:彭琳

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司

邮政编码:430074

(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

电 话:(027)67883511

传真:67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cug.edu.cn>

开本:787 毫米×960 毫米 1/16

字数:221 千字 印张:11.25

版次:2013 年 11 月第 1 版

印次:2013 年 11 月第 1 次印刷

印刷:武汉邮科印务有限公司

印数:1—1 000 册

ISBN 978-7-5625-3295-8

定价:58.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《基于 GIS 技术的鲁西铜石地区金矿预测》

著作委员会

主要完成人员：唐好生 司荣军 向中林 杜显彪

甘延景 刘邦君

参加人员：赵书泉 刘怀思 张荣隋 吕长安 王永刚

李秀斌 王继芳 刘 波 黄华国 王 妍

刘登锋 肖 淳 闫贺龙 李金虎 陶 威

邵世威 董化祥 张 超 康晓涛 许 冲

于云鹏 张宏鹏 于海涛 郭 闯 王中伟

郭贤培 张广辉 张顺新 谢良鲜 李佳蓓

毛广钰 谢 祥 谢亚丽 陈彦交 吕小师

孔海龙 蒋永芳 王万新

前 言

随着国民经济的高速发展,我国对矿产资源的需求持续增加,可是找矿难度却日益增大,矿产勘查面临严峻的挑战。矿预测是在基本理论的指导下,根据一定的成矿地质理论、成矿地质环境、成矿条件、控矿因素和找矿标志对还没有而将来可能或应当发现的矿床作出推断、解释和评价,提出潜在的矿床发现的途径,从而发现矿床和对潜在的资源量进行评价。成矿预测研究是实现科学找矿的基础,是避免和减少勘查风险、提高勘查效益的重要途径。

鲁西铜石地区是 20 世纪末期新发现的金矿聚集区,该区先后发现了归来庄大型金矿床和卓家庄、磨坊沟、梨坊沟等中小型金矿床,显示了巨大的找矿潜力。该区金矿床以隐爆角砾岩型金矿为主,这种类型金矿具有单矿体规模大、矿石易采易选、伴生有益成分多等特点,具有较高的经济价值。所以,选择这一典型金矿聚集区开展成矿预测研究具有重要的经济意义。

本书为“鲁西燕甘断裂带两侧金及多金属综合信息成矿预测研究”项目成果的总结。本书详细阐述了如何运用 GIS 信息技术,以现代成矿理论为指导,以 MAPGIS、ArcView 软件为工具,通过资料收集、综合研究,在建立多源地学信息数据库的基础上,通过信息提取和数据分析,建立铜石地区区域成矿模式、找矿标志、预测模型并圈定预测靶区。所圈定的靶区大大缩小了找矿范围,为铜石地区的黄金找矿指明了方向。最近两年预测靶区深部已经发现新的盲矿体,这也验证了预测的有效性。

本书的创新性体现于在典型金矿聚集区应用新理论、新技术、新方

法,取得了新成果。本次预测以地幔柱成矿、成矿系列和成矿系统等现代成矿理论为指导,运用 GIS 信息技术,以及综合了信息矿产预测的相关理论与基于 GIS 技术相结合的方法,利用强大的 GIS 空间分析功能对该地区已有的地质、物探、化探资料进行综合分析研究,实现了多源信息的融合,高效快速地实现了铜石地区找矿靶区的优选。

本书共分六章:第一章主要介绍研究区地质工作程度;第二章介绍成矿地质背景;第三章介绍研究区典型矿床特征;第四章介绍本次成矿预测的方法原理;第五章是本书重点,主要介绍本次成矿预测流程、预测结果;第六章为结论。

著作分工如下:唐好生撰写第一章,司荣军负责第二章、第三章,向中林负责第四章、第五章,杜显彪、甘延景、刘邦君负责第六章和资料收集及野外地质调查。唐好生、司荣军、向中林最后统稿。鲁南地质工程勘察院赵书泉、刘怀思、张荣隋、吕长安、王永刚、李秀斌、王继芳、刘波等参加了资料搜集、综合分析研究,河南理工大学的刘登锋、肖淳、闫贺龙、王妍、陶威、邵世威、董化祥、张超、于海涛、郭闯、王中伟、黄华国、蒋永芳、康晓涛、郭贤培、张广辉、许冲、毛广钰、张顺新、谢良鲜、李佳蓓、谢祥、谢亚丽、吕小师、孔海龙、王万新等参与了数据库建设和图件绘制。

著 者

2013 年 6 月

目 录

§ 1 铜石地区地质工作程度	(1)
1.1 区域地质调查工作	(1)
1.2 区域物化探工作	(1)
1.3 矿产地质工作	(2)
1.4 科研工作	(2)
§ 2 成矿地质背景	(4)
2.1 地层	(5)
2.1.1 新太古界	(5)
2.1.2 新元古界	(5)
2.1.3 古生界	(6)
2.1.4 中生界	(8)
2.1.5 新生界	(9)
2.2 构造	(9)
2.2.1 区域构造特征	(9)
2.2.2 燕甘断裂带基本特征	(11)
2.2.3 燕甘断裂带次级控矿断裂	(11)
2.2.4 燕甘断裂带次级矿后断裂	(14)
2.2.5 控矿断裂的构造活动及应力分析	(15)
2.3 岩浆岩	(19)
2.3.1 铜石岩体	(19)

2.3.2 铜石岩体的控矿作用	(30)
2.4 地球物理特征	(33)
2.4.1 岩石 γ 能谱含量特征	(33)
2.4.2 磁场特征	(33)
2.4.3 重力场特征	(36)
2.4.4 铜石岩体的地电特征	(40)
2.5 地球化学特征	(41)
2.5.1 同位素地球化学	(41)
2.5.2 微量元素地球化学	(42)
2.5.3 化探异常特征	(43)
§ 3 典型矿床特征分析	(47)
3.1 研究区矿化类型	(47)
3.2 脉状爆破角砾岩型——归来庄型金矿	(47)
3.2.1 矿床地质特征	(47)
3.2.2 矿床地球物理特征	(55)
3.2.3 矿床地球化学特征	(58)
3.2.4 成矿流体地球化学	(64)
3.2.5 归来庄金矿成矿物质来源分析	(66)
3.3 筒状隐爆角砾岩型金矿——卓家庄金矿	(70)
3.3.1 矿床地质特征	(71)
3.3.2 矿石类型	(73)
3.3.3 矿石组构	(74)
3.3.4 矿石的矿物组成	(75)
3.3.5 金矿物特征	(75)
3.3.6 角砾岩筒的分带特征	(75)
3.3.7 围岩蚀变特征	(76)
3.3.8 矿床类型及成因	(77)
3.4 层状碳酸盐岩型金矿——磨坊沟金矿	(77)

3.4.1 矿床地质特征	(78)
3.4.2 矿石类型	(79)
3.4.3 矿石结构构造	(79)
3.4.4 矿石的矿物组成	(80)
3.4.5 矿石化学成分	(80)
3.4.6 金矿物特征	(81)
3.4.7 围岩蚀变	(81)
3.4.8 成矿流体特征	(82)
3.5 铜石地区金成矿模式	(84)
§ 4 基于 GIS 技术的综合信息成矿预测方法原理	(85)
4.1 GIS 技术概述	(85)
4.2 GIS 技术在成矿预测中的应用原理	(85)
4.3 主要应用工具介绍	(87)
4.3.1 MAPGIS 简介	(87)
4.3.2 ArcView 简介	(88)
4.4 数据库建设	(88)
4.5 数据来源及标准化设计	(89)
4.5.1 数据来源	(89)
4.5.2 数据的标准化设计	(89)
4.6 图层划分方案设计	(89)
4.7 图形数据库的建立	(90)
4.8 属性数据库的建立	(92)
4.8.1 图元编号设计	(92)
4.8.2 属性结构设计	(92)
4.8.3 属性数据的输入	(96)
4.9 预测方法	(97)
4.9.1 布尔逻辑法	(97)
4.9.2 代数法	(97)

4.9.3	证据加权法	(98)
4.9.4	层次分析法	(98)
4.9.5	多因素套合分析法	(99)
4.9.6	模糊逻辑法	(99)
4.9.7	本次成矿预测的流程	(102)
§ 5	基于 GIS 的铜石地区综合信息成矿预测	(104)
5.1	现代成矿理论对本次成矿预测的指导	(104)
5.1.1	地幔柱成矿理论	(104)
5.1.2	成矿系列与成矿系统理论	(109)
5.1.3	相似类比理论	(111)
5.1.4	矿床成因模式理论	(112)
5.2	预测准则及成矿标志的建立	(114)
5.2.1	预测准则	(114)
5.2.2	主要找矿信息标志	(115)
5.3	成矿预测信息的提取与分析	(117)
5.3.1	地质信息	(117)
5.3.2	地球物理信息	(119)
5.3.3	地球化学信息	(131)
5.4	预测区圈定原则、方法、分类	(142)
5.4.1	预测区圈定原则	(142)
5.4.2	预测区圈定方法	(142)
5.4.3	预测区分类	(142)
5.5	铜石地区综合信息成矿预测	(142)
5.5.1	综合预测模型的建立	(143)
5.5.2	预测模型的量化及运算	(143)
5.5.3	预测靶区的初步圈定及解释	(151)
5.5.4	预测靶区资源量估算	(153)
5.5.5	预测靶区野外检查	(156)

§ 6 结 论	(157)
6.1 主要结论	(157)
6.1.1 铜石地区金矿主要找矿标志	(157)
6.1.2 铜石地区金矿找矿模型	(157)
6.1.3 铜石地区金矿成矿模式	(158)
6.2 铜石地区金矿成矿预测结果及其有效性	(158)
6.2.1 预测结果	(158)
6.2.2 预测有效性	(158)
6.3 创新性	(159)
6.4 存在问题	(160)
6.5 建议	(160)
主要参考文献	(161)

§ 1 铜石地区地质工作程度

研究区位于山东省平邑县铜石镇,地质工作程度较高,1:20万区域地质调查、重力测量、航磁测量、化探扫面及1:5万区域地质调查覆盖全区,部分地段开展了1:5万水系沉积物测量和金矿普查与勘探等工作。

1.1 区域地质调查工作

20世纪50至60年代,山东省地质矿产勘查局第一次组织开展了全省1:20万区域地质调查工作。自20世纪80年代始,按照新的工作方法要求,山东省地质局在鲁西地区开展了1:20万地质矿产修测,同时,为提高区域地质研究程度,在鲁西地区开展了新一轮1:5万区域地质调查,并提交了成果报告,调查范围覆盖本次工作区。此轮1:5万区域地质调查工作是在新理论、新方法指导下进行的,在岩浆岩区应用同源岩浆演化理论对侵入岩进行等级体制划分,建立了鲁西地区岩浆岩谱系单位;在地层方面进行了多重地层划分,利用层序地层学观点,对地层进行了重新厘定,建立了地层格架。

1.2 区域物化探工作

1956—1985年,地质部、冶金部航测队开展了1:20万航磁扫面工作。1979—1991年,山东省地质矿产勘查局物探队在鲁西地区进行了1:20万重力测量和区域化探扫面,部分地区开展了1:5万航测、1:5万重磁、1:5万水系沉积物测量等工作,圈定了多处物、化探异常,经后期对面积大、峰值高的异常检查,发现有金、银及多金属矿体、矿化体赋存。前期区域及局部物化探工作和取得的成果资料,促进了归来庄金矿、卓家庄金矿、磨坊沟金矿等矿床的发现,并为本次成矿预测研究工作提供了丰富的找矿信息。

1.3 矿产地质工作

自 20 世纪 50 年代中期至 80 年代中期,我国在区内先后对金刚石、煤、铁、金、铜等矿种进行了不同程度的地质勘查。

1988 年,山东省地质矿产勘查局第二地质大队在平邑县铜石杂岩体东边部发现了归来庄金矿床,并于 1989—1994 年对该矿床进行了普查、详查、勘探,1994 年 12 月提交了《山东省平邑县归来庄金矿床勘探地质报告》,探明 C+D 级金金属量 34 812kg,伴生银表内 D 级金属量 61.056t,实现了鲁西地区金矿勘查史上的重大突破,被地矿部命名为“新地区、新发现、新类型”。

归来庄金矿发现以后,山东省地质矿产勘查局第二地质大队加强了铜石地区的金矿找矿工作,相继在中生代中偏碱性杂岩体分布区发现和评价了卓家庄、磨坊沟、东大湾等中小型金矿床,其中位于铜石杂岩体西边部的卓家庄金矿为一中小型隐爆角砾岩型金矿床,矿床平均品位达 120×10^{-6} 。

2001—2002 年,山东省地质矿产勘查开发局第二地质大队、山东省地质调查院开展“鲁西下寒武统层状贵金属矿调查评价”国土资源大调查项目,在研究区内开展了一定的物化探工作并施工部分探矿工程。

2005—2007 年,山东省第二地质矿产勘查院在研究区开展了多个矿区的铁矿普查、详查工作,提交了《山东省苍山县王埝沟矿区铁矿详查报告》、《山东省苍山县前大窑矿区外围及深部铁矿普查报告》、《山东省苍山县东新兴矿区铁矿详查报告》等。

多年的矿区地质工作成果促进了鲁西成矿理论的不完善,如铜石地区成矿系列理论逐渐形成(于学锋等,2009)。

1.4 科研工作

自 20 世纪 80 年代以来,尤其是“归来庄式”金矿床发现以后,鲁西地区的金矿勘查工作引起了国内外地质工作者的广泛关注,并开展了多项与金矿有关的专题研究工作。

1981—1993 年,山东省地质矿产勘查局第一地质大队和地科所对“鲁西地区太古代绿岩带及含金性”、“鲁西台隆区韧性剪切带和糜棱岩带含金性及金矿远景预测”进行了专题研究,认为鲁西地区晚太古代变质地层为一套绿岩地体,金含量较高($7 \times 10^{-9} \sim 12.4 \times 10^{-9}$),是形成内生金矿主要的矿源层之一;

韧性剪切带是成矿的有利部位,其内有望找到有一定规模的金矿床。

1991—1993年,长春地质学院林景仟教授等和山东省地质矿产勘查局第二地质大队合作开展了“山东平邑归来庄金矿成矿地质条件及控矿因素研究”,对归来庄金矿的成矿规律、金矿化类型和成矿模式进行了分析研究,对铜石地区的找矿前景进行了预测,认为该区具有形成“归来庄式”金矿的良好成矿条件和找矿前景。

1992—1995年,由山东省地质矿产勘查局第二地质大队和长春地质学院联合开展了“山东省平邑县归来庄地区金矿综合信息成矿预测及方法研究”,认为归来庄金矿属于“面型”大型金矿,铜石杂岩体为一次火山穹隆,岩体区及岩体外1~2km、3~6km范围内为三个金矿成矿环带。在中心带确定一级金矿预测靶区2个;二级靶区2个;内环带一级靶区3个,二级靶区6个;外环带一级靶区2个。研究人员对各环带一级靶区进行了评价,认为该区为形成大型—超大型金矿的有利地区。

林景仟等(1996,1997)、孔庆友等(2006)、于学锋等(1996,2001,2008,2009)、王世称(1990)、孔令广等(2001)、徐金方等(1999,2000)、沈昆等(2001)、胡华斌等(2004,2005)、肖斌等(1999,2000)、沈远超等(2000)、曾庆栋等(1999,2000)、祝德平等(1998)、刘广哲等(1994)、谢家东等(2000)、司荣军等(1998,2004)、杨承海等(2006),分别研究了归来庄金矿地质地球化学特征、形成时代、外围找矿方向,探讨了铜石岩体演化特征、来源以及形成时代、与成矿的关系等。

李理等(2006,2007,2008)、刘建明等(2001)、邱检生等(2001)、燕守勋等(1996)、牛树银等(2001,2002,2003,2007)、杨文采等(2007)、杜子图等(1999)、宋莫南(2001)、王世进等(1998,2002)、孔令广等(2001)、黄太岭等(2002)研究了鲁西地壳发展演化特征、物理场特征、中生代岩体特征。

这些研究从理论上解决了鲁西中生代岩体的形成地质背景和形成时代,铜石岩体的岩浆起源、形成期次,矿床的成矿物质来源、成矿物理化学条件等问题。于学锋等学者对铜石地区成矿系列理论的提出拓宽了铜石地区找矿思路。牛树银等学者对鲁西幔支构造理论的建立则拓宽了整个鲁西中生代岩体周围找矿思路,对鲁西金等多金属找矿具有重要的指导意义。

以往工作的开展及取得的成果资料,为本次的成矿预测研究工作提供了丰富的基础性资料。

§ 2 成矿地质背景

研究区位于沂沭断裂带(郯庐断裂山东段)西侧的鲁西隆起区东南部的尼山凸起区(图 2-1)。新太古界泰山岩群、古元古代侵入体组成的结晶基底出露广泛,前者呈规模不等的带状、透镜状分布于后者之内,为华北地层区代表性绿岩带之一。区内盖层发育较全,古生界寒武系和奥陶系为一套以碳酸盐岩为主、少量碎屑岩构成的岩石组合,分布面积大。在断陷盆地的边部,分布有石炭系中、上统及二叠系等。区内地层出露较全,由老至新为新太古界、新元古界、古生界、中生界、新生界。

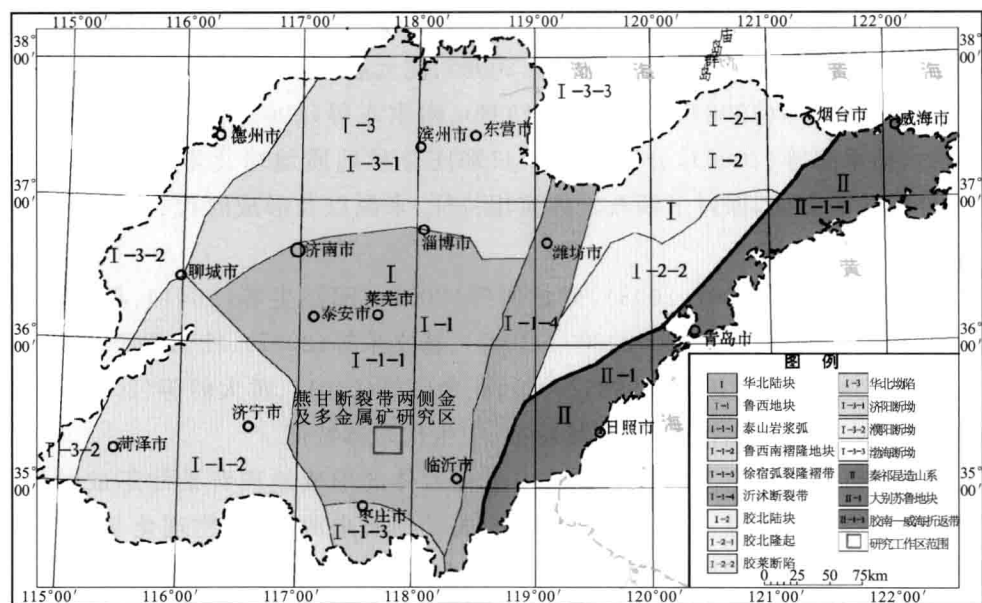


图 2-1 研究区大地构造位置图

2.1 地层

2.1.1 新太古界

主要出露有泰山群山草峪组及雁翎关组等变质地层,呈规模不等的透镜状、条带状分布于基底花岗质岩石中,其展布方向与区域片麻理基本一致,总体呈 NW-SE 向展布。岩性主要为黑云变粒岩夹斜长角闪变粒岩、局部夹磁铁石英岩、斜长角闪岩、绿泥透闪片岩等。

2.1.2 新元古界

新元古界主要分布于工作区南部的苍山县境内,自下而上分为新元古界土门群黑山官组、二青山组、佟家庄组等,总体呈 NW 向展布。

1. 黑山官组

该组主要分布于苍山县西部的石门一带,角度不整合于太古代变质地层或基底花岗岩之上。岩性主要为紫红色泥岩、细砂岩、含砾石英砂岩等,厚度 0~2.4m。

2. 二青山组

该组主要分布于苍山县莲子汪西部及石门一带,与下伏黑山官组平行不整合接触。该组依岩性不同自下而上分为三个岩性段。

一段:灰白色、紫灰色厚层含海绿石石英砂岩、长石石英砂岩等,交错层理发育,局部铁质富集,厚度 0~11.2m。

二段:蛋青色夹灰紫色薄层泥晶灰岩、薄层泥质灰岩等,厚度 0~52.7m。

三段:紫红色钙质页岩夹薄层泥质灰岩等,厚度 0~45.7m。

3. 佟家庄组

该组主要分布于苍山莲子汪及石门一带,与下伏二青山组平行呈不整合接触,依岩性不同自下而上分为两个岩性段。

一段:岩性主要为黄绿色薄层泥质粉砂岩,含海绿石石英砂岩夹粉砂质页岩等,厚度 0~30.8m。

二段:主要为黄绿色页岩夹灰紫色页岩等,局部夹砂质页岩、薄层泥质粉

砂岩,上部夹薄层泥灰岩,厚度 0~104m。

2.1.3 古生界

区内主要出露寒武系、奥陶系,局部有石炭系出露。

1. 寒武系

寒武系主要有长清群和九龙群,在区内广泛分布,由老至新分为朱砂洞组、馒头组、张夏组、崮山组、炒米店组等,分述如下。

1) 朱砂洞组

朱砂洞组依岩性划分三个岩性段(平邑铜石地区缺失余粮村页岩段)。

余粮村页岩段:肝紫色含云母粉砂质页岩、黄灰色薄层灰岩等,夹薄层泥质粉砂岩,厚度 0~39.52m。

丁家庄白云岩段:该段为铜石地区层状碳酸盐岩型金矿的主要含矿层位,总厚度 62.3~110.9m。下部为灰黑色厚—巨厚层白云岩,发育鸟眼构造;中部为中—厚层青灰色灰岩,厚度 4~5m,为本区矿化标志层之底板;上部为中—厚层白云岩,为主要的赋矿层位,岩石呈灰黑色或灰黄色,中—细晶结构、砾屑结构,块状、鸟眼状构造,发育方解石晶洞,砾屑间常具有褐色、黄褐色氧化铁质薄膜分布,有不同程度的硅质交代白云石的现象。主要矿物成分有白云石、方解石等,局部含少量泥质和碳质成分。受沉积环境影响,该层厚度变化较大,一般为 3~8m。该含矿层顶部(顶板)为土黄色薄层泥云岩,厚度 0.1~0.8m,岩石呈土黄色,薄层状,裂隙发育,松软易碎,在区内分布稳定。

上灰岩段:主要为青灰色厚层灰岩、黄灰色中薄层泥质条带泥晶灰岩、薄层泥质灰岩等,厚度 9~51.4m。

2) 馒头组

馒头组只发育下页岩段和洪河砂岩段,以肝紫色页岩、灰质页岩、中厚层石英砂岩、含海绿石砂岩夹粉砂质页岩、细砂岩、钙质砂岩为主,局部夹鲕状灰岩,顶部为砂灰岩,夹青灰色鲕状灰岩、生物碎屑灰岩、薄层泥质灰岩等。总厚度 31.4~151.98m。

3) 张夏组

张夏组自下而上分三岩性段。

下灰岩段:青灰色巨厚层鲕状灰岩,夹中薄层泥晶灰岩,岩性较为单一,厚