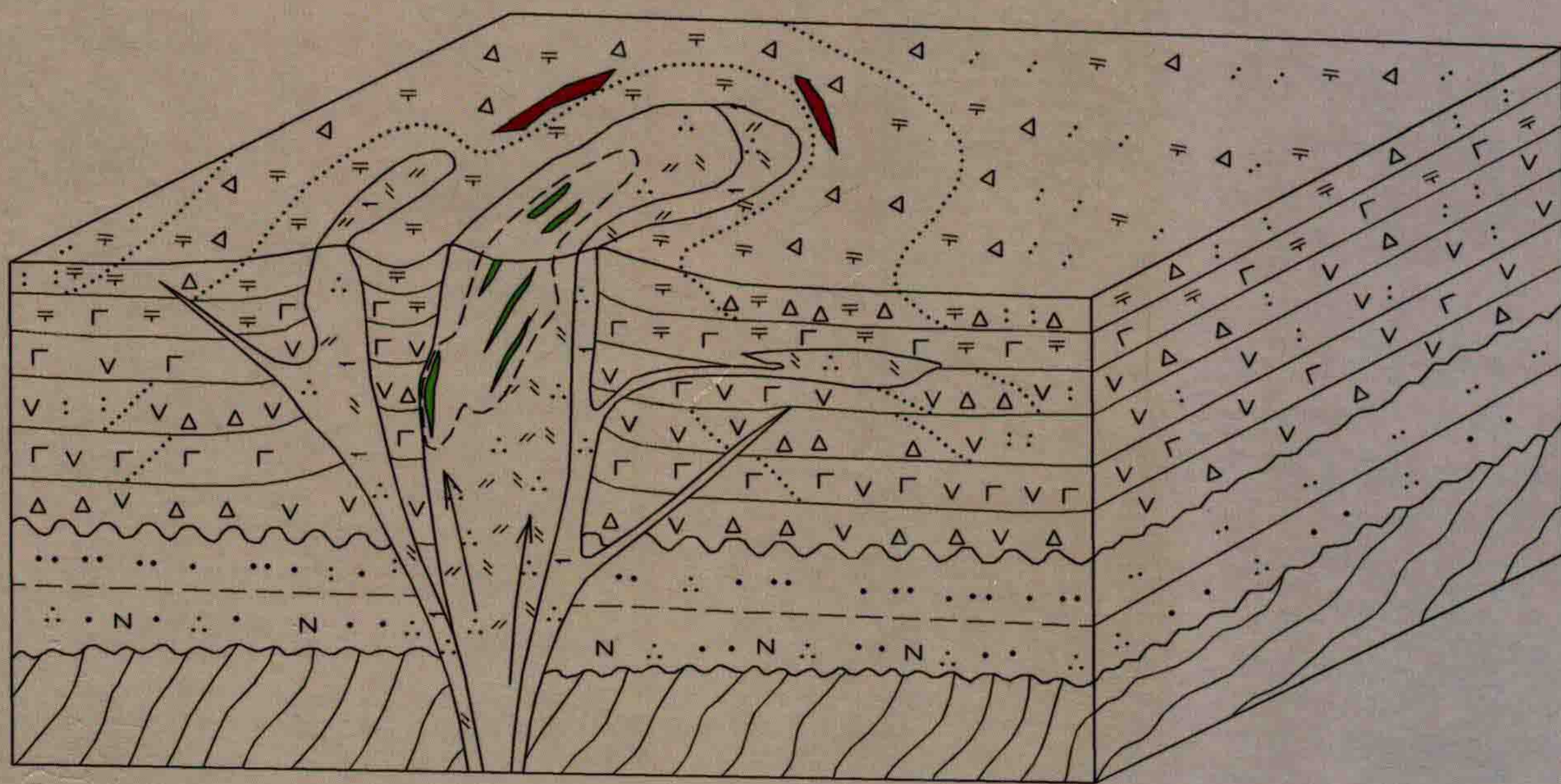


矿产区域成矿规律

倪振平 田京祥 王来明 李庆平 等著



山东省重要 矿产区域成矿规律

倪振平 田京祥 王来明 李庆平 等著

图书在版编目 (CIP) 数据

山东省重要矿产区域成矿规律 / 倪振平等编著.
— 济南: 山东科学技术出版社, 2016. 12
ISBN 978 - 7 - 5331 - 8634 - 0

I. ①山… II. ①倪… III. ①成矿区—成矿规
律—研究—山东 IV. ①P617.252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 299264 号

山东省重要矿产区域成矿规律

倪振平 等著

主管单位: 山东出版传媒股份有限公司

出 版 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098088
网址: www.lkj.com.cn
电子邮件: sdkj@sdpress.com.cn

发 行 者: 山东科学技术出版社

地址: 济南市玉函路 16 号
邮编: 250002 电话: (0531) 82098071

印 刷 者: 山东新华印刷厂潍坊厂

地址: 潍坊市潍州路 753 号
邮编: 261031 电话: (0536) 2116806

开本: 900mm × 1240mm 1/16
印张: 28.25
字数: 704 千
彩页: 3
印数: 1 - 500
版次: 2016 年 12 月第 1 版 2016 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5331 - 8634 - 0
定价: 148.00 元

内容提要

山东省重要矿产区域成矿规律研究是全省矿产资源潜力评价重要工作内容之一,旨在应用现代成矿学理论,将区域地质调查、矿产勘查、矿山开采、科学研究等资料及物化遥提供的信息联系起来,总结矿床在区域内的时空分布规律及内在联系,开展山东省重要矿种典型矿床、单矿种、Ⅳ和Ⅴ级成矿区带成矿规律研究,指导单矿种及成矿区带资源潜力远景区的圈定,估算资源量,摸清山东省矿产资源家底,为矿产资源勘查提供科学依据。本书通过对山东省 23 个重要矿种、55 个典型矿床、区域成矿规律研究,补充、完善了典型矿床成矿模式,建立了部分区域成矿模式;划分了Ⅳ级成矿亚带(11 个)和Ⅴ级成矿区(49 个);划分和厘定了矿产预测类型 51 个;确定矿集区 11 个,圈定成矿远景区 88 个。结合区域成矿地质构造环境及演化,全面系统地阐述了Ⅳ级成矿亚带的成矿特征,首次系统厘定和划分了山东省重要矿产成矿系列 26 个,成矿亚系列 44 个;以Ⅲ级构造单元为基础,建立了山东省重要矿产区域成矿谱系图;首次以山东省大地构造相为底图,编制了山东省重要矿产区域成矿规律图。

该成果研究报告于 2013 年 7 月通过了中国地质调查局、全国矿产资源潜力评价项目办公室组织的验收评审,被评为“优秀”级成果。验收专家组认为,该成果报告引用矿产预测类型和成矿地质体概念,成功地完成山东省成矿预测;全面解析了山东省成矿规律,编制了山东省成矿规律图和综合预测区,为找矿决策部署提供了依据;系统地划分了山东省矿床成矿系列,建立了成矿谱系图表,填补了山东省内对矿床成矿系列研究的科学内容,提升了山东省区域成矿规律研究水平。本书可供成矿学、矿产勘查、资源预测、科研、教学及管理部门相关人员参考使用。

本书编著人员

倪振平	田京祥	王来明	李庆平	宋明春	李秀章
李洪奎	刘富魁	祝德成	温桂军	李建华	宋双喜
张锡明	闫佐证	范士彦	黄兴龙	张心彬	徐韶辉
王文安	刘殿浩	胡尉容	徐洪然	梁友义	杨道荣
段红梅	冯爱平	高树学	刘海泉	颜玲亚	杜华中
刘 丽	蔡 青	于晓卫	王立功	马 莉	智云宝

前 言

为贯彻落实国务院《关于加强地质工作的决定》提出的“积极开展矿产远景调查和综合研究,科学评估区域矿产资源潜力,为科学部署矿产资源勘查提供依据”的要求和精神,国土资源部于2007年正式启动了全国省级矿产资源潜力评价工作。其具体工作目标:在全国范围内完成非油气矿产(25种)预测工作,在Ⅳ~Ⅴ级成矿区内圈定预测区,预测非油气矿产(25种)未查明资源量及其地下1~2 km以上空间分布,建立和完善能够满足国家动态资源评价工作需要的有关数据库、专家系统及固体矿产区域评价系统,提出全国矿产勘查近期及中长期部署建议及方案,预测我国今后20年矿产资源的探明趋势、开发产能增长趋势及矿产资源开发基地的战略布局,建立25个矿种的典型矿床成矿模型、成矿区(带)及矿集区的区域成矿模式,完成新一轮成矿区(带)及全国成矿地质构造的环境及成矿规律研究。项目分为五个课题,“重要矿产区域成矿规律研究”是其中的重要课题之一。

一、目标任务

基于全国目标任务,制定省级潜力评价目标任务。

(一)总体目标任务

全面开展本省重要矿产资源潜力预测评价,在现有工作程度基础上基本摸清本省重要矿产资源“家底”,为矿产资源保障能力和勘查部署决策提供依据。

①在现有地质工作程度基础上,全面总结本省基础地质调查和矿产勘查的工作成果和资料,充分应用现代矿产资源预测评价的理论方法和GIS技术,开展本省非油气重要矿产(煤炭、铁、铜、铝、铅、锌、钾、金、钼、稀土、银、磷、硫、萤石、菱镁矿、重晶石、金刚石、石膏、石墨、滑石、水泥用灰岩、膨润土、油页岩等)的资源潜力预测评价,估算本省有关矿产资源潜力及其空间分布,为研究制定国家矿产资源战略与国民经济中长期规划提供依据。

②以成矿地质理论为指导,深入开展本省范围的区域成矿规律研究;充分利用地质、物探、化探、遥感和矿产勘查等综合成矿信息,圈定成矿远景区和找矿靶区,逐个评价其成矿远景区资源潜力,并进行分类排序;编制本省成矿规律与预测图,为科学合理地规划和部署矿产勘查工作提供依据。

③建立并不断完善本省重要矿产资源潜力预测相关数据库,特别是成矿远景区的地学空间数据库,为今后开展矿产勘查的规划部署研究奠定扎实的信息基础。

(二)成矿规律研究的目标任务

区域成矿规律研究是实现总体目标任务的基础和核心,应用现代成矿学理论,将区域地质调查、矿产勘查、矿山开采、科学研究等资料及物化遥提供的信息联系起来,总结矿床在区域内的时空分布规律及内在联系。其目的是为矿产预测和矿产勘查提供科学依据,启示可能再发现的新矿床,为隐伏(盲)矿床、难识别矿床和新类型矿产寻找指出方向,对矿产资源开发与环境保护的协调发展提出科学建议。

①研究煤、铁、铝、铜、铅、锌、金等23个单矿种成矿规律,编制单矿种成矿规律图。

②总结上述单矿种各矿床类型的典型矿床,建立矿床成矿模式。

③研究区域成矿规律,划分矿床成矿系列,建立区域成矿模式及区域成矿谱系,编制区域成矿规律图,圈定区域成矿远景区。

二、技术思路

(一)指导思想

山东省潜力评价总体思路:以提高我国、山东省矿产资源对经济社会发展的保障能力为目标,充分开发应用已有的地质、矿产调查、勘查、多元资料与科研成果,以先进的成矿理论为指导,使用规范而有效的资源评价方法、技术和各类基础数据为支撑,以山东省已开展的基础地质、矿产勘查和已有的资源评价工作为基础,采取产学研相结合的工作方式,全面、准确、客观地评价山东省重要矿产资源潜力及空间布局;预测未来 10~20 年山东省矿产资源的探明趋势,推断开发产能增长趋势、矿产资源开发基地的战略布局;为更好地规划、管理、保护和合理利用矿产资源,也为部署矿产资源勘查工作提供基础资料;为山东省编制中长期发展规划提供科学依据。

(二)技术路线

以成矿系列理论为指导,加强区域成矿规律研究,加强与成矿有关的基础地质研究工作,最大限度地深入分析与各矿种有关的地质构造、沉积岩、岩浆岩(火山岩)和变质岩的成矿信息,以Ⅳ级成矿区(带)为单位,深入全面总结主要矿产的成矿类型,剖析典型矿床,研究以成矿系列为核心内容的区域成矿规律;全面利用物探、化探、自然重砂、遥感所显示的地质找矿信息;运用体现地质成矿规律内涵的预测技术,全面、全过程应用 GIS 技术,在定性和定量Ⅳ、Ⅴ级成矿区内圈定预测区基础上,实现全省矿产资源潜力评价。

三、组织实施

本项目在全国矿产资源潜力评价项目办公室指导下由山东省国土资源厅组织实施,成立了以厅长为组长、分管副厅长为副组长、相关处室和单位领导为成员的领导小组,项目办公室设在地勘处,项目承担单位为山东省地质调查院,项目参加单位有山东省第一地质矿产勘查院、山东省第三地质矿产勘查院、山东省第四地质矿产勘查院、山东省第六地质矿产勘查院、山东省第七地质矿产勘查院、山东省地质科学实验研究院、山东省地质测绘院、山东省物化探勘查院、中国建筑材料工业地质勘查中心山东总队、山东泰山地质勘查公司等 11 个单位。项目分为成矿地质背景、成矿规律与矿产预测、物化遥和自然重砂综合信息评价、综合信息集成、煤炭资源潜力评价列出了 6 个课题。项目总负责王来明,项目副总负责田京祥、倪振平(常务)、宋明春、范士彦。

成矿规律研究与矿产预测工作分工:

山东省地质调查院:课题负责单位,负责课题项目运行、课题汇总,重要单矿种(铁、金等)报告编制、全省成矿区带划分、区域成矿规律研究及指导预测。项目负责:倪振平。

山东省第一地质矿产勘查院:课题参加单位,负责铁、石膏、硫、稀土、铝、钾单矿种成矿规律研究与预测。项目负责:李庆平。

山东省第三地质矿产勘查院:课题参加单位,负责铜、钼、铅、锌、菱镁矿、滑石单矿种成矿规律研究与预测。项目负责:李建华。

山东省第四地质矿产勘查院:课题参加单位,负责磷、膨润土、萤石、重晶石单矿种成矿规律研究与预测。项目负责:宋双喜。

山东省第六地质矿产勘查院:课题参加单位,负责金、银单矿种成矿规律研究与预测。项目负责:

温桂军。

山东省第七地质矿产勘查院:课题参加单位,负责金刚石单矿种成矿规律研究与预测。项目负责人:史卜运。

中国建筑材料工业地质勘查中心山东总队:课题参加单位,负责石墨、水泥灰岩单矿种成矿规律研究与预测。项目负责人:颜令娅。

山东泰山地质勘查公司:课题参加单位,负责煤、油页岩单矿种成矿规律研究与预测。项目负责人:黄兴龙。

四、项目进程及完成的主要工作

(一)前期准备(2007年5月至2008年1月)

1. 矿种确定

全国潜力评价确定的矿种为煤炭、铀、铁、铜、铝、铅、锌、锰、镍、钨、锡、钾、金、铬、钼、锑、稀土、银、硼、锂、磷、硫、萤石、菱镁矿、重晶石等25个矿种,根据山东省区域经济发展对矿产资源的需求、地质成矿条件及的资源远景,将项目目标任务中的矿种调整为煤炭、油页岩、铁、铜、铅、锌、铝、金、银、钼、稀土、硫、萤石、重晶石、菱镁矿、钾、磷、金刚石、石膏、石墨、滑石、水泥用灰岩、膨润土等23种矿产,调整后,全国资源潜力评价目标任务矿种16个,省内增加矿种7个。

省内增加的油页岩、金刚石、石膏、石墨、滑石、水泥用灰岩、膨润土7个矿种中,金刚石、石墨、滑石、石膏4个矿种已探明的资源储量和开发强度在全国位于前列。这4个矿种在山东省成矿地质条件较好,具有较大的找矿潜力,在全国范围内属于特色矿种。油页岩是新型能源矿产,在山东省古近纪含煤层位内广泛分布,对该矿种资源潜力的评价为解决能源问题提供了新的途径。水泥用石灰岩、膨润土也是山东省具有特色的建材非金属矿产,山东省水泥产量在全国具有重要地位,但对水泥的主要原料——水泥用石灰岩资源储量并不十分清楚,膨润土资源储量也有类似特点。因此,有必要对金刚石、石墨、滑石、石膏、油页岩、水泥用石灰岩、膨润土矿种进行一次全面的资源潜力评价,为摸清山东省重要矿产资源家底提供依据。

2. 矿产预测类型划分

矿产预测类型的确定尽量与全国已经确定的矿产预测类型一致。本次参加预测的23个矿种(组)(不计煤、油页岩)共建立矿产预测类型51个,其中国家矿种41个,每个矿种、每个矿产预测类型均立足于本省内建立,未借用邻近省份的矿产预测类型。

3. 预测类型分布区的确定

研究各矿种矿产预测类型的成矿地质条件和多元信息特征,选择各种预测要素与已知矿产预测类型一致的地区,最终圈定矿产预测类型分布区范围。矿产预测类型分布区圈定的原则:在最小的矿产调查区内,按最小面积最大含矿率的原则,最小矿产预测类型分布区面积按成矿地质条件确定;多种信息联合使用时,应遵循以地质信息为基础,化探信息为先导,地、物、化遥成矿信息综合标志确定矿产预测类型分布区的界线;使用必要条件组合圈定最小矿产预测类型分布区。全省划分的矿产预测类型分布区合计146个,其中国家矿种91个,省内矿种55个。

4. 典型矿床的确定

按照矿产预测类型确定典型矿床,典型矿床必须能够代表矿产预测类型分布区的预测要素特征,每个矿产预测类型都应有典型矿床。对于个别成矿条件复杂、面积较大的矿产预测类型分布区,可确立多个典型矿床。本次潜力评价的21个矿种(煤、油页岩除外)共确定55个典型矿床。

(二) 试点工作(2008 年 1 月至 2010 年 7 月)

该项目是在全新概念及独创的理论体系下开展工作的,工作难度大。为使项目参加人员掌握其技术方法,自 2008 年起,各个课题进行试运行。成矿规律研究课题开展了铁、铝单矿种典型矿床研究,建立典型矿床成矿要素及预测要素表、典型矿床成矿模式和预测模型,对预测类型分布区开展区域成矿规律研究及资源潜力试预测工作。2010 年 3 月完成了铁、铝单矿种区域成矿规律研究和试预测工作,2010 年 7 月提交了铁、铝矿种成矿规律研究报告及资源潜力预测成果报告。

(三) 第一批单矿种预测工作(2010 年 7 月至 2011 年 8 月)

在开展铁、铝单矿种成矿规律研究及资源潜力预测工作的同时,也相应地开展了铜、铅、锌、金、钾盐、稀土、磷等单矿种的典型矿床、区域成矿规律研究工作,编制了典型矿床、预测类型分布区的成矿模式、成矿要素图,进行单矿种成矿系列、成矿规律图件的编制工作,提交了单矿种区域成矿规律研究及预测成果报告。在开展单矿种区域成矿规律研究的同时,开展了全省成矿区带研究及划分,全省初步划分了 13 个Ⅳ级成矿亚带、45 个Ⅴ级成矿区。

(四) 第二批矿种预测工作(2011 年 4 月至 2012 年 10 月)

2011 年 4 月开展了银、钼、硫、萤石、重晶石、菱镁矿等单矿种区域成矿规律研究及预测工作;2012 年 6 月全国项目办组织专家对完成上述单矿种区域成矿规律研究及预测成果报告进行了审查,同年 9 月完成了成果报告的复核工作。

在完成国家规定的预测矿种的同时,也完成了省内金刚石、石墨、滑石、石膏、膨润土、水泥灰岩、油页岩单矿种区域成矿规律研究及预测成果报告的编制工作,省项目办组织专家进行了审查和验收。

单矿种区域成矿规律研究包括:单矿种典型矿床研究,区域成矿规律研究。单矿种区域成矿区带划分,根据矿床组合特征和成矿地质背景划分单矿种成矿系列,根据矿床成矿模式、结合成矿规律研究建立区域成矿模式,总结分析全省单矿种(组)的成矿规律,以综合地质构造专题底图与单矿种成矿区带为基础编制全省单矿种(组)区域成矿规律图。

(五) 全省重要矿产区域成矿规律专题研究报告编制(2012 年 7 月至 2013 年 7 月)

编制区域成矿规律研究成果报告之前,先进行单矿种成矿规律研究成果资料整理、归并、综合,完善重要典型矿床成矿模式及区域成矿模式,开展Ⅳ级成矿区带成矿规律研究,建立全省重要矿种矿床成矿系列,开展成矿作用与大地构造演化环境研究,建立全省重要矿产区域成矿谱系图,进而深刻揭示全省成矿作用与地质构造环境演化、成矿地质体之间的关系。在区域成矿规律研究基础上圈定全省矿集区及成矿远景区,编制全省重要矿产区域成矿规律图件及专题研究成果报告。

山东省Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ级成矿区带命名及边界遵循徐志刚、陈毓川等(2008 年)划分方案,Ⅳ、Ⅴ级成矿区带划分及命名由本省确定,全省最终划分为 11 个Ⅳ级成矿亚带、49 个Ⅴ级成矿区。

山东省大地构造环境演化思路清晰,以南华纪为分水岭,具有结晶基底与盖层的二元结构;三叠纪之前与三叠纪之后大地构造环境又发生了重大转折。考虑上述因素,成矿规律图件按照前南华纪、南华—三叠、中—新生代分别详细编制。分时段成矿规律图件的底图为上述相应阶段的全省大地构造相图,图面反映的内容主要有成矿区带划分(重点为Ⅳ级成矿亚带),同时代各类矿床、矿产地分布特征,成矿亚系列、矿集区的分布特征,矿床的时空分布特征,成矿远景区的圈定等。为反映全省成矿规律的全貌,在分时段编制成矿规律图件的基础上再编制全省成矿规律图,全省成矿规律图的底图为全省大地构造相图,矿产地分布特征、矿集区及远景区的划分为分时段成矿规律图件内容的叠加,矿床的时空分布特征采用成矿系列、成矿谱系图表示。

五、本书编写分工

本书在广泛收集新中国成立 60 余年以来山东省基础地质、矿产勘查、书籍、科研论文等大量资料的基础上编制而成,是 11 个项目承担单位百余位地质工作者历时 7 年的集体智慧结晶。前言由倪振平、王来明、田京祥编写。第一章由宋明春、倪振平、田京祥编写。第二章由倪振平编写。第三章第一节由倪振平、田京祥编写,第三章各单矿种成矿规律编写的分工:煤、油页岩由范士彦、黄兴龙、张心彬等编写,铁、铝、稀土、钾盐、石膏矿种由李庆平、张锡明、闫佐证、倪振平等编写,金、银矿种由温桂军、倪振平、徐韶辉、王和利等编写,铜、铅、锌、钼、滑石、菱镁矿矿种由李建华、王文安、刘殿浩、胡尉容等编写,磷、萤石、重晶石、膨润土矿种由宋双喜、徐洪然、梁友义等编写,金刚石矿种由杨道荣、段红梅、冯爱平等编写,石墨、水泥灰岩矿种由高树学、刘海泉、颜玲亚、杜华中等编写。第四章第一节、第二节由倪振平、田京祥、李庆平等编写。第五章由倪振平、宋明春、田京祥、李洪奎、李庆平等编写。第六章由倪振平、田京祥、王来明、李庆平等编写。另外,刘富魁、马兆同、张应德、韩健、刘丽、蔡青、于晓卫、王立功、马莉等参入到图件等编写工作。全书由倪振平、田京祥、王来明统稿完成。

本书采用的大地构造分区、大地构造相由本项目成矿地质背景组提供,地层、岩浆岩采用第二代山东省区域地质志划分标准。

六、致谢

“山东省重要矿产区域成矿规律研究”课题项目是在国土资源部、中国地质调查局、天津地质矿产研究所、山东省国土资源厅等各级主管部门领导下实施和完成的。项目实施过程中得到了山东省国土资源厅主管厅长柏贵生,地勘处长王桂松,地勘副处长刘洪磊、金汝敏、韩景敏等大力支持,获得了山东省地质矿产开发局、山东省煤田地质局、山东省国土资源资料档案馆等单位的鼎力支持和帮助。项目自始至终都是在全国项目办区域成矿规律课题组指导下实施和完成的,获得了陈毓川院士、王登红研究员等一大批专家的悉心指导,也获得了天津地质矿产研究所副所长张文秦、李俊健研究员的热情指导和支持。省地矿局原总工程师艾宪森以及张成基、苏守德教授级高工,省地质科学研究院张天祯、省地质调查院王世进教授级高工等对项目资料的编写给予了热情的指导和把关。对以上所有领导、专家给予项目的大力支持和指导深表感谢,对项目所有热情支持人员深表谢意。

该项目涉及面之广、工作量之大、难度之高实属罕见。由于研究人员水平所限,书中错谬之处敬请各位读者批评指正。

目 录

第一章 山东省区域成矿规律研究现状	1
第一节 山东省区域成矿规律研究历史及现状	1
第二节 本次区域成矿规律研究工作	4
第二章 全省矿产资源概况	9
第一节 矿产资源概况	9
第二节 矿产资源特点	9
第三节 主要矿产资源特点	10
第四节 重要矿产时空分布特征	12
第三章 单矿种成矿规律	13
第一节 矿床类型及矿产预测类型	13
第二节 煤 矿	15
第三节 油页岩矿	59
第四节 铁 矿	61
第五节 铜 矿	107
第六节 铅锌矿	124
第七节 铝土矿	136
第八节 钼 矿	143
第九节 金 矿	156
第十节 银 矿	214
第十一节 稀土矿	219
第十二节 金刚石矿	228
第十三节 石墨矿	234
第十四节 磷 矿	239
第十五节 硫 矿	240
第十六节 钾盐矿	254
第十七节 滑石矿	258
第十八节 石膏矿	262

第十九节 重晶石矿	268
第二十节 菱镁矿	270
第二十一节 萤石矿	274
第二十二节 膨润土矿	277
第二十三节 水泥灰岩矿	283
第四章 成矿区带及矿集区	290
第一节 成矿区带	290
第二节 矿集区	293
第三节 成矿远景区	296
第五章 VI级成矿区带成矿特征及演化	299
第一节 胶西北 Au - Fe - Mo - 石墨 - 滑石 - 菱镁矿成矿亚带(IV65 - 1)成矿特征及演化.....	299
第二节 胶莱盆地 Cu - Au - PbZn - 萤石 - 重晶石 - 膨润土成矿亚带(IV65 - 2)成矿特征 及演化	316
第三节 鲁中地区煤 Fe - Al - Au - 建材、非金属成矿亚带(IV64 - 4)成矿特征及演化	322
第四节 潍坊—临沂 Fe - Au - 萤石 - 重晶石 - 金刚石成矿亚带(IV64 - 3)成矿特征 及演化	353
第五节 苏鲁界区煤 - 石膏 - 水泥灰岩成矿亚带(IV64 - 5)成矿特征及演化	357
第六节 菏泽—济宁煤 - Fe 成矿亚带(IV64 - 6)成矿特征及演化	358
第七节 威海—文登 Au - Ag - Mo - PbZn - Cu 成矿亚带(IV67 - 10)成矿特征及演化	364
第八节 日照—胶南 PbZn - Fe - Cu 成矿亚带(IV67 - 11)成矿特征及演化	370
第六章 成矿的时空演化	374
第一节 大地构造演化对成矿作用的控制	374
第二节 重要矿床时空分布规律及演化特征	376
第三节 各矿种(组)成因联系	381
第四节 需要进一步研究的问题	395
参考文献	397
附录	404
一、山东省成矿区带划分表	404
二、山东省重要矿集区特征表	407
三、山东省重要远景区特征表	412
四、山东省中—新生代大地构造分区图	441
五、山东省前侏罗纪大地构造分区图	442
六、山东省重要矿产区域成矿规律图	443

第一章 山东省区域成矿规律研究现状

第一节 山东省区域成矿规律研究历史及现状

山东省历来重视地矿科研工作,取得了以“焦家式”金矿模式为代表的巨大的成矿规律研究成果。山东省成矿规律研究大致经历了初始阶段(1985 年之前)及深化发展阶段。

一、初始阶段

该阶段的地质科研工作主要是针对某一矿种在矿产勘查的同时开展的与找矿有直接关系的科研工作。这一阶段的突出成果是对“焦家式”金矿成矿规律的研究。1965 年,首先在莱州三山岛找到新类型特大金矿——破碎带蚀变岩型金矿床,突破了传统的“大断裂只导矿、不储矿”“羽毛状裂隙和细小裂隙带都经常发生工业矿化”找矿理论的局限性,改变了长期以来只找含金石英脉类型金矿的状况。1966 年找到了全国最有工业价值的新型特大金矿——焦家金矿床。1976 年开始,山东省地质局组织科技人员总结焦家金矿找矿理论与技术,加强对全省金矿成矿规律与找矿方向的科学研究工作,开展成矿预测、圈定远景地段、选择找矿靶区等研究工作,于当年成功发现招远河东大型金矿,翌年又发现招远河西金矿。1985 年山东省地质六队完成的“焦家式金矿新类型的发现及其突出的找矿效果”项目获国家科技进步特等奖。此外,完成的主要金矿科研成果还有“焦家破碎带蚀变岩型金矿地质特征”“山东招掖地区金矿控矿条件与矿床地质特征研究”“1:50 万山东省构造体系与金矿分布规律图”“山东金矿远景区域及成矿预测图与说明书”和“山东省金矿总量资源预测”等。

其它研究成果主要有:1976 年完成了“1:50 万山东省矿产图”“大汶口盆地找钾建议书”;20 世纪 70 年代开展了金伯利岩与构造关系的研究、金伯利岩与碱性超基性岩关系的研究、金伯利岩成岩成矿模式研究与找矿方向研究、金伯利岩物化探异常特征的研究、金刚石各储集层的研究等;20 世纪 70 年代末开展了莱芜、济南、昌邑地区铁矿及鲁西地区变质岩铁矿的Ⅳ、Ⅴ级成矿远景区划,圈出一批成矿预测研究区;1977~1985 年对铜、铅、锌、钼等矿种的成矿条件进行了系统的综合性研究,主要包括区域性的成矿地质条件与成矿规律、远景地区的成矿地质条件、找矿方向及典型矿床、个别矿种(如铜矿)的资源及成矿远景区划等,从而建立起福山式层控铜矿模式,提出对邹平王家庄斑岩铜矿的认识;20 世纪 80 年代初期对全省磷矿地质工作进行了全面总结,否定了山东省富磷矿的找矿前景;通过对全省前震旦纪基性超基性岩的研究,对寻找铂、钯矿床进行了总结;对鲁西地区古近系成钾条件和找矿前景作了评价;对淄河断裂带与淄河铁矿的成因进行了研究。

80 年代初山东省开展了较系统的成矿远景区划与成矿预测工作。1979~1982 年完成了铁、金、金刚石、钾盐、自然硫、铜、钨、钼、石墨、滑石、菱镁矿、石膏、萤石、重晶石、石灰岩、膨润土、珍珠岩、沸石岩和偏碱性酸性火山岩等 19 个矿种的成矿远景区划工作,在此基础上由山东省地矿局与辽宁、吉林地矿局协作完成“胶辽半岛金矿成矿远景区划——胶辽半岛(吉、辽、鲁)金矿成矿带成矿规律与成

矿预测总结”跨省区划工作。山东省第一轮成矿区划取得的主要成果见表 1-1-1。

表 1-1-1山东省第一轮区划主要成果

矿种	时间	成果报告名称	完成单位
铁	1980.02	山东省莱芜地区接触交代型铁矿成矿预测说明书	省地质局铁矿区划组
	1980.03	山东省淄河及其外围地区朱崖式铁矿成矿预测说明	省地质局铁矿区划组
	1980.03	山东省淄河及其外围地区朱崖式铁矿成矿预测说明	省地质局铁矿区划组
	1980.03	山东省淄河及其外围地区朱崖式铁矿成矿预测说明	省地质局铁矿区划组
	1983.04	山东省铁矿Ⅲ级成矿区划说明书	省地矿局区测队
	1985.12	山东省铁矿资源总量预测总结报告	省地矿局第一地质队
铜	1987.12	山东省铜矿Ⅲ级成矿远景区划	省地矿局科研所
金	1987.05	山东省金矿资源总量预测报告	省地矿局第六地质大队
	1987.06	山东掖县北部地区焦家式金矿成矿地质条件及找矿方向研究报告	省地矿局金矿总量预测组
	1989.08	1:20 万胶东地区综合地球物理地球化学信息编图与金成矿预测报告	省地矿局物化探队
	1992.03	铜井、金场矿田成矿规律与成矿预测	地质大学、沂南金矿
	1992.12	胶东破碎带蚀变岩型金矿床地质—地球化学找矿模型评价指标研究及预测	省地矿局物化探院
铝	1989.9	山东省铝土矿硬质黏土矿资源总量预测总结报告	省地矿局第一地质队
石灰岩	1985.12	山东省石灰岩矿产资源总量预测报告	省地矿局第一地质队
钾盐	1991.08	中国东部白垩—早第三纪含盐盆地构造控制、成盐条件找钾预测	地矿部第三地质队
金刚石	1990.1	山东省金伯利岩物化探异常模式及其远景区预测研究报告	省地矿局物化探队
	1990.05	山东省金刚石原生矿预测报告	省地矿局第七地质队
	1991.06	中国金刚石原生矿成矿预测研究报告	省地矿局第七地质队

二、深化发展阶段

该阶段研究的主要特点:对省内优势矿种开展全省范围内的总结和成矿规律研究,1993 ~ 2001 年开展了全省矿产资源区划工作,对重要成矿带开展了大比例尺和深部成矿预测,获得了一批成矿规律研究、成矿预测研究专著。

在矿产总结和成矿规律研究方面,开展了山东省金、铁、金刚石、非金属矿等矿床和成矿规律总结。在矿产资源区划方面,主要开展了金、金刚石矿成矿规律及矿产预测工作,完成的主要成果见表 1-1-2。

表 1-1-2山东省第二轮区划主要成果

矿种	时间	成果报告名称	完成单位
金刚石	1994.12	山东省金刚石原生矿成矿远景区划地质报告	省地矿局第七地质队
铜	1994.12	沂沭断裂带北段及两侧铜矿区划报告(1:20 万)	省地矿局地科研究所
金	1993.06	山东省鲁西地区综合信息金矿成矿系列预测报告	省地矿局第一地质队
	1993.09	山东省胶东西北部焦家金矿带 1:2.5 万金矿成矿预测报告	省地矿局第六地质队

(续表)

矿种	时间	成果报告名称	完成单位
金	1993.1	鲁西台隆区韧性剪切带及其含金性研究和金矿远景预测报告	省地矿局地科研究所
	1993.12	胶东韧性剪切带和糜棱岩带含金研究及金矿远景预测报告	省地矿局地科研究所
	1993.12	胶东韧性剪切带和糜棱岩带含金研究及金矿远景预测报告	省地矿局地科研究所
	1994.1	山东省胶东西北部招远—平度断裂带 1:5 万金矿成矿预测报告	省地矿局第六地质队
	1994.1	山东省牟平—乳山地区大比例尺(1:5 万)金矿成矿预测报告	省地矿局第三地质队
	1994.1	山东省胶东西北部招远—平度断裂带 1:5 万金矿成矿预测报告	省地矿局第六地质队
	1994.1	山东省牟平—乳山地区大比例尺(1:5 万)金矿成矿预测报告	省地矿局第三地质队
	1995.12	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报告	省地矿局第二地质队
	1998.05	鲁西地区绿岩带型金矿地质特征及成矿预测研究	山东省地质科学实验研究院
	2000.2	山东省胶莱盆地 1:20 万综合信息金矿成矿预测报告	省地矿局地矿信息中心
	2001.8	山东省平邑—苍山地区金矿普查、苍山龙宝山—晒钱埠地区 1:5 万金矿成矿预测报告	山东省地质科学实验研究院

本轮区划工作主要开展了成矿区带的研究工作,大部分研究报告都应用了新技术、新理论、新方法,一般都进行了较为详细的成矿规律研究,建立找矿模型,划分预测区范围。

21 世纪初,山东省开展了成矿系列研究工作。2001 年省地勘局艾宪森等完成的《山东省主要成矿区研究报告》是“中国成矿体系与区域成矿评价”项目的子课题,该成果对山东省的成矿系列进行了较系统的研究,共划分为 14 个成矿系列。刘玉强等(2004)完成的“山东省金、铁、煤矿床成矿系列及成矿预测”项目,从成矿多样性、多期性、相伴性和继承性的特点出发,建立单矿种成矿模式,厘定区域性单矿种和相关矿种各成矿阶段的矿床成矿系列,在此基础上建立山东省金、铁、煤成矿谱系。张成基等(2005)对山东省成矿系列也进行了较为深入的研究,依据成矿作用与地质事件或地质作用的内在成因联系将山东省主要矿床归纳为50 个成矿系列,其中与地层有关的矿床成矿系列 25 个,与岩浆活动有关的 22 个,与火山岩或火山热液活动有关的 6 个,与超高压变质作用有关、与动力变质热液活动有关、与地下水热液有关的各 1 个。

山东编撰的成矿规律、矿产预测重要专著有《山东省铁矿地质》(1998)、《山东省金刚石地质》(1999)、《鲁西归来庄金矿成因》(1996)、《山东地质矿产科学技术志》(1990)、《山东非金属矿产地质》(1998)、《山东省矿产图集》(1991)、《山东省金矿床及金矿床成矿密集区综合信息成矿预测》(2003)、《山东省金、铁、煤矿床成矿系列和成矿预测》(2004)、《山东矿床》(2006)、《胶东金矿地质》(2007)、《胶西北金矿集中区深部大型—超大型金矿找矿与成矿模式》(2010)等。

经过广大地质工作者多年的努力,山东省成矿规律研究取得了重要进展,主要表现在以下几点:

①对山东省矿产资源的基本特点有了深刻认识:矿产资源地域分布不均匀;矿床规模以中小型为主,大型矿床较少;共、伴生矿较多;矿产资源种类较齐全,但贫矿多、富矿少。

②对成矿地质背景形成了新的认识,从早期用槽台观点、地质力学观点解释成矿地质背景转变为以板块构造理论认识成矿地质背景。山东省是一个受华北陆块、秦祁昆造山系、滨太平洋构造岩浆活动带共同影响的成矿区,山东省前寒武纪成矿作用受强烈的构造岩浆活动影响,中—新生代成矿作用则受强烈的地幔上隆岩石圈减薄引起的伸展构造影响。

③加强了典型矿床研究,建立了一大批矿床式,如焦家式金矿、玲珑式金矿、金牛山式金矿、归来庄式金矿、盘马式金矿、蓬家乔式金矿、发云乔式金矿、七宝山式金铜矿、磨坊沟式金矿、铜井式金矿、化马湾式金矿、朱崖式铁矿等。

④深化了矿床空间分布规律的认识,不同构造单元内分布着各具特色的矿产资源。鲁东地块内的特色矿产资源有金矿、石墨矿、菱镁矿、滑石矿、膨润土矿、沸石岩矿等,苏鲁造山带特色矿产有石棉矿、蛇纹岩矿、金红石矿(榴辉岩)、云母矿等,鲁中隆起区的特色矿产有金刚石矿、铁矿、石灰岩矿、白云岩矿等,华北拗陷的特色矿产有石油、天然气、煤矿、岩盐等。不同的矿种具有区域成带分布的特点。

⑤确立了矿床的时间分布规律。全省矿床可分为5大成矿期:太古宙成矿期,形成沉积变质型铁矿;元古宙成矿期,形成的矿床主要有石墨矿、菱镁矿、滑石矿、透辉石矿、石英岩矿、饰面大理石矿、铁矿等;古生代成矿期,形成的矿床主要有煤矿、金刚石矿、铝土矿、耐火黏土矿、高岭土矿、石灰岩矿、白云岩矿、玻璃用石英砂岩矿、石膏矿、天青石矿等;中生代成矿期,形成的矿床主要有金矿、铜矿、钼矿、铅锌矿、萤石矿、重晶石矿、膨润土矿、沸石矿、珍珠岩矿、明矾石矿、硫铁矿、铁矿、煤矿、耐火黏土矿等;新生代成矿期,主要有石油、天然气、油页岩、煤矿、石膏矿、石盐矿、钾盐矿、自然硫矿、蓝宝石矿、硅藻土矿、金刚石矿(砂矿)、金矿(砂矿)、玻璃用石英砂矿、铸型砂矿、锆英石砂矿等。

⑥形成了对矿床共生组合规律的认识。已经确认的主要共、伴生矿产有金—银矿、金—铜矿、铅—锌矿、重晶石—萤石矿、铁—铜矿、铁—金矿、铅—锌—铜矿、钼—钨矿、铌—钽矿、铁—钴矿、铜—镍矿、铝—钒矿、石膏—石盐—钾盐矿、石膏—自然硫矿、菱镁矿—滑石矿、沸石岩—珍珠岩矿、沸石岩—膨润土—珍珠岩矿等。

⑦对山东省主要矿种的矿床成因类型形成了较为系统的认识。

⑧加强了控矿条件、成矿物质来源、找矿标志等研究,建立了部分矿床的成矿模式,如著名的焦家式金矿矿床成矿模式、胶东金矿区域成矿模式、胶东金矿地质地球物理找矿模型等。

第二节 本次区域成矿规律研究工作

一、研究基础

根据国土资源部指定并结合山东省区域地质特征,确定开展全省煤岩、油页岩、铁、铜、铝、铅、锌、钾、金、钼、稀土、银、磷、硫、萤石、菱镁矿、重晶石、金刚石、石膏、石墨、滑石、水泥用灰岩、膨润土等23个重要矿种的资源潜力预测评价。项目全面收集了全省区域地质调查、矿产勘查、

物化遥、自然重砂、专著、论文等资料,以成矿系列理论为指导,以全省单矿种成矿规律研究为基础,从区域成矿地质背景研究入手,结合物化遥、自然重砂异常特征,开展了全省 23 个重要矿种的资源潜力评价工作。区域成矿地质背景、单矿种成矿规律研究,物化遥、自然重砂信息解释和综合信息集成,是全省区域成矿规律研究的重要基础。

二、研究过程

首先开展全省矿产预测类型划分工作:凡是在同一地质时期、同一地质作用下形成,成矿要素和预测要素基本一致,可以在同一预测底图上完成预测工作的矿床、矿点和矿化线索,归为同一矿产预测类型。同一矿种存在多个矿产预测类型,不同矿种组合可能为同一矿产预测类型;同一成因类型可能有多种矿产预测类型,不同成因类型组合也可能为同一矿产预测类型。矿产预测类型是本次矿产预测工作的一个创新点,是开展矿产预测工作的基本单元。区域成矿规律研究分 4 个阶段进行:

①单矿种成矿规律研究:开展典型矿床研究,建立典型矿床成矿模式及同一矿产预测类型的区域成矿模式,编制单矿种区域成矿规律图。

②划分成矿区、带、矿集区:划分Ⅳ、Ⅴ级成矿区(带),划分矿田级矿集区。

③Ⅳ级成矿亚带总结研究:研究成矿亚带成矿地质构造环境及时空演化,建立矿床成矿系列、亚系列、矿床式及区域成矿谱系,总结成矿区亚带成矿规律。

④全省区域成矿规律总结及成矿规律图件编制。

(一)单矿种成矿规律研究及典型矿床研究

1. 单矿种成矿规律研究

主要研究现有各重要矿种矿床的分布、规模、类型等基本信息,包括矿床的成因类型、工业类型、探明储量、保有资源储量、经纬度、地理位置等;对各矿床类型的成矿地质构造环境、成矿特征进行总结,突出重要类型的成矿地质条件;研究各矿床形成时代,归纳主要矿床类型形成的主要时代;总结各矿床类型的分布规律,突出重要矿床类型,指出找矿方向;研究、划分单矿种(组)成矿区,总结划分全省Ⅳ级成矿亚带、Ⅴ级成矿区及成矿密集区(矿集区),圈定综合找矿远景区。

2. 典型矿床研究工作

典型矿床研究工作必须在准确划分不同矿产预测类型(矿床式)的基础上进行。经对全省 23 个预测矿种初步研究,确定典型矿床 55 个。典型矿床研究内容:

①研究矿床形成的地质构造环境及控矿因素。

②研究矿床三度空间分布特征,编制矿床立体图及不同剖面的组合图。分析矿床在走向和垂向上的变化,包括形成深度、分布深度、剥蚀深度。

③研究矿床物质成分,包括矿床矿物成分,主元素、伴生元素成分及其赋存状态,平面及剖面分布变化特征。

④划分矿床的成矿阶段。研究主成矿元素在各成矿阶段的富集变化,划分成矿期,说明各成矿期主元素的变化。

⑤分析各成矿阶段蚀变矿物组合。分析蚀变作用过程中物质成分的带出和带人,蚀变空间分带特征,主元素迁移过程和沉淀过程的不同蚀变特征。

⑥确定成矿时代。成矿作用一般经历了漫长的地质发展历史过程,有的是多期成矿或叠加成矿,因此一般情况下成矿作用时代以矿床就位年龄为代表。就位年龄包括直接测定年龄、间接推断年龄、