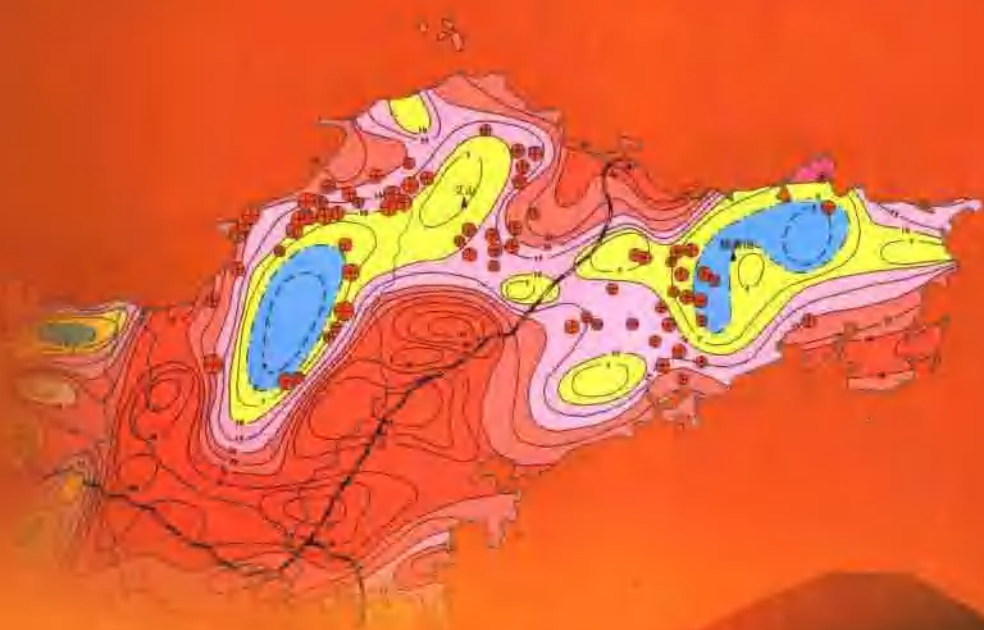


山东省地矿局地质科技成果丛书

胶东金矿地质

JIAODONG JINKUANG DIZHI

李士先 刘长春 安郁宏
王为聪 黄太岭 杨承海 等著



地质出版社



胶东金矿地质

ISBN 978-7-116-05279-6



9 787116 052796 >

定 价：150.00元

山东省地矿局地质科技成果丛书

胶东金矿地质

GEOLOGY OF GOLD DEPOSITS IN JIAODONG

李士先 刘长春 安郁宏 王为聪 黄太岭 杨承海 等著

地质出版社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书是山东省地质矿产勘查开发局组织在胶东长期从事金矿地质工作的技术人员编写的一部专著,系统地总结了山东省地质矿产勘查开发局建局以来,在山东从事金矿地质找矿和科研方面所取得的主要成果,以期为山东省今后的找矿、科研参考借鉴,并为对我国进一步扩大金矿的找矿能有所帮助。

全书内容包括胶东金矿在我国的重要地位及金矿地质工作史略;胶东金矿集中区的区域地质背景;胶东地区区域地球物理与地球化学特征;胶东金矿的控制因素;胶东金矿类型及其特征;胶东金矿的矿石建造特征与成矿作用;胶东金矿的成矿物质来源、成矿模式、成矿时代与成矿规律;胶东金矿的综合找矿模型;胶东金矿的综合信息成矿预测等。

本书内容翔实,资料丰富新颖,对胶东金矿的总结具有全面性、客观性、科学性和实用性。

本书可供金矿地质工作者参考,也可供科研和大专院校地质专业师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

胶东金矿地质/李上先等著. —北京:地质出版社,
2007. 1

ISBN 978-7-116-05279-6

I. 胶... II. 李... III. 金矿床—采矿地质学—山东省
IV. P618.510.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 046811 号

责任编辑:陈 磊 李 莉 刘天光

责任校对:王素荣

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) 82324565 (编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zbs@gph.com.cn

传 真:(010) 82310759

印 刷:山东地质印刷厂

开 本:787mm×1092mm 1/16

印 张:26.75

字 数:650千字;插图:4面、插表:1,附图版:9面

印 数:1—500册

版 次:2007年1月北京第1版·山东第1次印刷

定 价:150.00元

书 号:ISBN 978-7-116-05279-6

(如对本书有建议或意见,敬请致电本社;如本书有印装问题,本社负责调换)

庆祝山东省地矿局成立50周年

谨以此书献给半个世纪以来
为胶东金矿勘查作出贡献的人们！

山东省地矿局科技成果丛书

完成单位：山东省第六地质矿产勘查院

山东省第三地质矿产勘查院

山东省地矿局科技成果丛书 编辑指导委员会

主 任 郑金兰

副 主 任 伊丕厚 郝云平 邓 度 李翠芳

委 员 (以姓氏笔画为序)

丁 峰	于海新	王繁荣	王彦安	王祺鸿	邓 度
石玉臣	朱友强	伊丕厚	刘长春	刘纯荣	关荣斌
李连国	李光友	李乐然	李 旭	李新勇	李翠芳
宋世明	宋明春	宋印胜	宋书爱	张 锋	张 敏
林承轩	杨光林	郑金兰	孟庆宝	孟祥三	赵玉祥
赵长河	郝云平	侯新文	姜春永	姚平玉	倪 军
徐军祥	唐凤琳	黄太岭	康凤新	韩志森	韩继深

《胶东金矿地质》编写组

主 编：李士先 刘长春 安郁宏 王为聪 黄太岭 杨承海

编写人员 (以姓氏笔画为序)：

于忠清	文子中	王文志	王今有	王为聪	王炳成
王海芹	王桂莲	王和立	刘长春	刘连生	刘崇群
刘天光	安邦荣	安郁宏	安家桐	杜心君	沈 昆
李士先	李宏骥	李殿伦	宋明春	杨承海	杨茂森
张成基	张樞璞	洪文仁	郝万祥	顾留成	徐金芳
黄太峰	黄德业	韩玉英	谢义行	焦秀美	曾广湘

序 1

盼望已久的《胶东金矿地质》终于出版问世了。首先，作为一个老矿床地质工作者，衷心地感到欣慰，并向作者们及为此作出了贡献的在胶东地区从事金矿地质工作的广大同仁表示由衷地祝贺。

经过几代地质工作者的努力，特别是新中国成立 50 多年来在胶东地区从事区调、物探、化探及金矿勘查和科研工作的广大地质人员的辛勤劳动及卓有成效的科学探索，使胶东成为举世瞩目的黄金之都。胶东金矿闻名于世，不仅是因为它的蕴藏量及产量巨大（约占全国资源储量及产量的 $1/4 \sim 1/5$ ），更是由此总结提出的构造破碎带蚀变岩型金矿模式，对国内寻找同类型矿床起到了重要的推动作用。50 多年的奋斗，工作在野外一线的山东地质队伍为国家找金矿和展金产业作出了卓越贡献。因此，山东地质六队获得了国务院命名的功勋地质队称号。今天将 50 多年金矿勘查工作所积累的丰富知识财富又凝聚在这本专著中，奉献给世人。山东地质工作者的无私奉献精神多么值得推崇和学习！深为感动。

专著的作者均是在该地区长期从事金矿勘查工作的专家。他们对本地区区域及金矿地质有深刻的了解，对金矿成矿规律有较深入的研究。他们在专著中既总结了本身的宝贵经验及认识，又较充分地收集、应用了各地质单位在本地区所取得的勘查及科研成果。因此，专著在很大程度上是汇集了广大金矿地质工作者的智慧结晶。

专著对胶东地区成矿地质构造环境、各种金矿类型、矿床的控矿构造、成矿过程的特化条件、成矿物质来源、成矿的共性规律、成矿模式及成矿预测进行了全面的论述，特别值得引起我们重视的是提出了一些重要认识：

建立了胶东金矿的成矿模式，是从构造层演化过程历史地追索成矿物质逐步富集而成矿的模式；在取得比较可靠的成岩（郭家岭超单元形成于 $205 \sim 127\text{Ma}$ ），成矿年龄（ $126 \sim 120\text{Ma}$ ）及大量稳定同位素测定数据的基础上，经研究认为在大规模、高强度、短时间内的壳幔作用、物质交换和混合环境下形成统一的岩浆——成矿流体，在比较均一的物理化学条件下，在有利的构造部位大规模成矿，提出“胶东式金矿”的新概念；相应中生代我国东部由东西向构造特变为北北东—北东向构造体系的大格局，发现及明确提出胶东“H”型构造布局的区域成矿规律；把胶东地区金矿分出七种类型，并纳入一个矿床成矿系列，特别指出了焦家式金矿是主要类型；对胶东地区金矿潜力进行了新的评价，对进一步找矿提出了具体意见，认为找矿潜力巨大。

此专著的可贵之处在结论中比较客观地提出了本地区尚存在的一些重大地质与找矿问题，有待进一步探索，为后人构筑了架梯。

本专著可以说是对我国最重要的金矿富集区几十年来勘查、研究工作成果的最为系统的总结及知识提升，无疑对从事金矿、区域成矿、区域构造、岩石圈动力学等研究与勘查工作的地质工作者都会有参考价值，值得一阅，待此推荐。最后衷心希望作者们在有生之年在健康第一的条件下继续探索前进。



2006年7月1日

序 2

山东矿产丰富，尤以金矿著称，就目前所知，金矿大多分布在胶东半岛。这种与构造密切有关的热液成因矿床，已举世瞩目，引起国内外学者关注。不仅成矿类型独特，而且储量规模巨大，成矿远景好。山东省地矿局从20世纪50年代末期即已投入此项普查找矿工作，迄今三十余年，写一本有关胶东金矿的著作，是非常必要的。

目前领誉国内的招远“玲珑金矿”，30年前是很少有人知道的，在那里只留下了日本军国主义在侵华期间所遗留下来的掠夺残迹，一个刻有“玲珑通洞”四个大字的平巷而已。30年后，金矿找矿事业发生了巨大变化，胶东地区可采储量累计已近700余吨，跃居全国前列，约占全国总储量的四分之一，而且工作正在不断深入，金矿储量还有继续扩大可能。

金矿找矿地质工作在初期的成长壮大中，敬爱的周恩来总理对找金地质事业的余切关怀与指示，起了关键性作用。山东省地质厅807队原从事找金，1961年改为以找有色金属为重点的地质队。1962年周总理发出指示，要在全国寻找金矿，增加硬通货储备。从此，明确了807地质队目标，使它终于又重新回到找金的轨道上来。1962~1963年期间，该队以玲珑地区为中心，在九曲、大开头、玲珑（通洞）、欧家乔、后地范围内做了大量普查工作。为了弄清区域地质背景，弄在有利地段展开了1:5万地质填图，初步划分出玲珑、罗山、北截及栾家河等地花岗岩和破头青断裂与含金石英脉的分布，为后来发展找金地质工作，作了人力与成矿认识上的有力准备。

1964年国务院各工业部门要求地质部集中力量对口勘探1~2个矿种，这是得到周恩来同志同意对地质工作的一项重大改革，山东地质局承当了加快九曲勘探的任务，这既是光荣而又艰巨的任务，也是对找金地质质的一个促进。807地质队群情鼓舞，以极大热情投入了这项工作。这一年在群山怀抱中的九曲斜井开工了，山头上竖起了钻塔。805队1:20万蓬莱幅也在加紧进行。这一阶段从1964~1966年积累了石英脉型普查勘探经验，先后提交了5个地质普查报告及九曲15吨勘探报告。1:20万蓬莱幅地质调查1967年完成，在更大范围内研究了地质背景，重新建立胶东群，划分了玲珑花岗岩、郭家岭、栾家河各个花岗岩体，并揭示了图幅内主要构造线，进一步深化了金矿成矿作用认识，从此普查找金具备了良好的、具有基础地质轮廓的作战布置蓝图。区域地质调查与找矿的内在联系表现得非常清楚。

人们对客观世界的理解，总是遵循着实践—理论—再实践这一规律前进的。

胶东于1965年冬发现掖县三山岛新型金矿后,在勘探过程中,人们逐步认识构造作用、蚀变热液与成矿的密切关系,受到了很大鼓舞,开始注意地质构造研究。这时正值学习地质力学热潮,807地质队1977年开始,至1981年完成了不同比例尺构造体系研究、成矿远景区划。运用地质力学观点,突出地指出胶西北早新寒武系(晚三叠世—晚侏罗世)S型构造对金矿的控制作用。这个观点一直贯穿在找矿过程中,结合岩浆活动、成矿作用,收到良好效果。

我在此简述20世纪60~70年代这些经过,中心的意思是当前取得巨大经济效益时,不要忘记了已故周恩来同志对我们的关怀与指示,不要忽视了区域地质调查的战略指导作用,也不要忽略了通过学习地质力学所取得的地质构造概念的重要性。事物的发展,认识的发展,总是经历阶段性的不断深化过程的。

在总结胶东金矿的时候,1965年冬三山岛金矿的发现到勘探完毕,开阔了地质工作者思路,终于在1977年第六地质队创立的“焦家式”金矿,以区别于玲珑的石英脉型金矿。焦家式金矿不仅规模巨大,与剪切破碎带及蚀变热液有密切关系,成因类型是非常独特的。在经过了几处大型特大型20余年普查勘探之后,积累了大量经验,丰富了岩浆构造成矿及其相互关系知识,对这种类型认识逐渐加深了。成矿虽然有三十余年普查找矿的经验,还有待于进一步研究。为什么这样说呢,因为许多基础地质问题涉及成矿作用与今后找矿预测,例如胶东群是否绿岩带、建群分组是否正确、初始矿源是哪个组,花岗质岩体的成因类型、时代、演化历史与成矿关系,目前地质学家包括第六地质队(原807队)在内分歧很大。这些带根本性的地质问题如果得不到解决,那么一切成矿物质来源、运移、集中、成矿作用时代、金矿热液活动规律及成矿模式的理论推导都是建立在模棱两可似是而非客观基础上的。这一点必须引起我们严肃的思考,成矿不仅是舞文弄墨写文章,而是要作阶段性总结指导找矿。以下我举几个例子来说明带根本性地质问题有争论有分歧。

(1) 花岗质岩石的成因类型。限于篇幅,避免繁琐。这里所指的花岗质岩石只限于胶西北(招掖地区)的玲珑花岗岩、郭家岭花岗闪长岩、栾家河花岗岩,也只限于20世纪80年代主要作者。部分人认为玲珑、郭家岭、栾家河岩体均属改造型花岗岩,前二者为交代型花岗岩,后者为重熔型花岗岩(展有守等,1988);有人认为玲珑、郭家岭、栾家河花岗岩均属壳源重熔型磁铁矿系列花岗岩(大致相当于I型花岗岩),其中郭家岭花岗岩又可分为侵入岩浆成因(I型)及交代成因型(II型)两种(姚凤良等,1990);还有的认为玲珑花岗岩栾家河花岗岩属改造型或S型花岗岩(陈光远等,1989),郭家岭花岗闪长岩具有I型特征(陈等,1991,未出版)。

(2) 这三种花岗质岩石的形成时代,各人意见也不一致,大体上可归纳为5特。王义文(1981)用 $^{40}\text{K}-^{40}\text{Ar}$,得到等时年龄 $130\text{Ma}\pm$ 。胡世玲等(1987)采用 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 快中子活化法及 $\text{K}-\text{Ar}$ 稀释法玲珑花岗岩黑云母的平均年龄 $164.2\pm$

0.69Ma 为其形成年龄,以后受到 $134.9 \pm 3.9\text{Ma}$ 热扰动;他用郭家岭花岗岩角闪石求出平均年龄为 $134.8 \pm 1.7\text{Ma}$ 。姚凤良等(1990)赞同上述意见,并补充认为栾家河花岗岩形成于郭家岭花岗岩之后,为广义的“玲珑花岗杂岩”的晚期成员。裘有守等(1988)在评述 K-Ar 体积法、Rb-Sr 全岩法、U-Th-Pb 锆石单矿物法测试数据利弊之后,结合地质标志,认为后一种方法 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb} - ^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 等时线年龄 1903Ma,代袭这三种花岗质岩石的形成年龄是合适的。王鹤年等(1987)认为玲珑花岗岩形成于 1330Ma,属中元古代;经受后期改造部分的 Rb-Sr 年龄为 160Ma,栾家河花岗岩为 152Ma,属中生代。

(3) 与金矿有关花岗质岩体,看法也存在差异。裘有守等(1988)推测栾家河岩体是形成金矿成矿热液主要来源。姚凤良等(1990)认为栾家河花岗岩与金矿是同源关系,但花岗岩固结在先,脉状金矿形成在后,含金成矿热液与栾家河花岗岩来自同一岩浆源。陈光远(1989)认为成岩、成岩-成矿、成矿三个阶段中,成岩-成矿阶段的研究更为重要,是找矿的重要标志。郭家岭花岗闪长岩是对金矿成矿有利的岩体(1989)。

以上列举有关花岗质岩石问题,可以看出这方面的研究取得了很大进展,但也出现意见分歧。同样,在构造方面、成矿作用方面也有类似情况。这是在科学研究前进道路上发生的正常现象,是可以理解的。我引用这些材料是想说明这次总结,在使用自己的成果的同时,必须尊重他人劳动成果,以便结论性意见建立在牢靠的基础之上。

高等学院和科研单位拥有深厚的学术理论根底及测试手段,博学见多识广,有雄厚的科研力量。从事普查找矿的地质单位,也有自己的优越性,它往往是一个多种综合手段的集体,例如区域地质调查队伍、科学研究所、地球物理地球化学勘查组织。它还拥有长年在野外普查勘探的地质队,积累了找金的丰富经验。特别是近十余年,区调队在胶东做了大量中小比例尺填图,局科研所、实验室做了各种专题研究,在地层划分、花岗岩类研究、构造地质、金矿物及成矿作用研究,在区域地球物理与地球化学场研究、成矿预测各方面,取得了新的进展,有必要对三十余年对金矿的认识作出阶段性总结。

在总结工作中,自始至终贯彻室内与野外相结合,微观与宏观相结合这个原则是很重要的。因此,慎重对待他人观点,吸收其正确意见,是完全必要的。此外,人在认识自然,总是遵循着实践-理论-再实践这一法则前进的,如何占有材料,从感性认识提高到理性认识上来,并能动地去指导地质找矿实践,这应该是我们编写专著的最终落脚点。

曹国权

1992年2月22日

V

前 言

编写《胶东金矿地质》专著，旨在总结山东省地质矿产勘查开发局建局以来，在胶东金矿地质找矿和科研方面所取得的主要成果，提炼出在金矿地质上的主要认识，筛分出普查找矿方面存在的主要问题，以期对今后金矿地质工作的开展有所借鉴和指导。

为实现这一目的，山东省地质矿产勘查开发局于2005年5月成立了编辑指导委员会，组成了以山东省地质矿产勘查开发局、山东省第六地质矿产勘查院为主体，长期从事金矿地质工作，并在某一领域有所专长的地质技术人员参加的编写小组。

《胶东金矿地质》的编写，力求以新的地质理论为指导，尽量对胶东金矿的总结做到全面、客观、翔实、科学，突出科学性和实用性，要求从丰富的基础地质、金矿勘查和科研的实际资料入手进行综合研究，总结成矿规律，提炼出对胶东金矿地质的主要理性认识和找矿的成果经验。

编写《胶东金矿地质》专著，在1987年即由时任第六地质队副总工程师的李士先提出，并草拟了编写提纲，得到了当时山东省地质矿产局艾宪森总工程师的认同和支持。1988年由艾总主持召开了由已故的曹国权老前辈等人参加的“提纲”审定会，后来对“提纲”多次修改完善。1992年由第六地质队、物探队、第三地质队、局实验室等单位的技术人员编写了初稿，并由曹国权先生作了序。1993年之后，遇到了地质工作由计划经济向市场经济转型期的困难，编写工作被迫搁置了十余年。

近年来，山东地质工作又进入了一个兴旺的发展时期，2005年2月，山东省地质矿产勘查开发局决定继续完成《胶东金矿地质》一书的编写工作，由刘长春、李士先等人据山东省近10余年金矿地质工作发展积累的新资料、新认识重新修订了编写提纲，组成由李士先、刘长春、安郁宏、王为聪、黄太岭、杨承海等参加的编写小组，经2005年6月至2005年11月6个月的时间，在1992年编写了部分章节的基础上，系统地增添补充了胶东金矿地质普查找矿和基础地质的新成果资料，始才完成了该书的编写工作。

《胶东金矿地质》主要编写人员有李士先、刘长春、安郁宏、王为聪、黄太岭、杨承海。

全书除前言外，包括十章四十节。前言由李士先、安郁宏编写；第一章绪论由刘长春、郝万祥、李士先、曾广湘编写；第二章由安郁宏、张成基、宋明春编写；第三章由黄太岭、李士先编写；第四章由安郁宏、李士先、谢义行、王海芹编写；第五章由王为聪、刘长春、李士先、杨承海、黄德业、洪文仁、安家桐、于忠清、韩玉英、李殿伦、张韞璞、王和立、刘连生、焦秀美编写；第六章由王为聪、王文志、杨承海、安邦荣、杜心君、王今有、王桂莲编写；第七章由李士先、文子中、李宏骥、杨茂森、徐金芳、王炳成、沈昆编写；第八章由顾留成、黄太岭编写；第九章由李士先、文子中、刘崇群编写；第十章由李士先、李宏骥、刘长春编写。全书完成后，由艾宪森、李宏骥、郝万祥、张成基、张天祯等专家评审，并提出了修改意见，最终由李士先修改汇总定稿。

全书主要内容如下:

(1) 以最新的统计资料,介绍了胶东大型金矿集中区所查明的金矿资源储量、黄金产量及其在山东和全国的地位。

胶东金矿集中区是我国典型的大型矿集区,胶东以其不足全国0.27%的面积,集中了全省的90%、全国的25%的黄金资源储量。其成矿作用具有区域集中、规模大、资源储量丰富、成矿期短的特点,其内生矿床的成因类型具有明显的单一性、统一性。半个世纪以来,胶东金矿作为大规模的成矿作用研究的“样本”,引起国内外金矿地质界的广泛关注。

(2) 以胶东新一轮1:20万区调成果和新开展的1:5万区调成果为依托,阐述了胶东金矿集中区的区域地质背景。

胶东地区地处华北板块东南缘,其南为北东东向的华北板块与扬子板块接合的秦岭—大别—苏鲁造山带,其西为北北东走向的郯庐断裂带,胶东地区恰处于二者之间的三角区。胶东金矿集中区呈东西向带状受胶北断隆等Ⅳ级构造单元控制。

构成胶北断隆的太古宙变质岩系有中太古代唐家庄岩群、新太古代胶东岩群和中太古代、新太古代幔源超基性、基性侵入岩类及大面积分布的新太古代栖霞超单元TTG岩系。这套变质岩系是胶东金矿的“原始矿源岩系”。

新元古代玲珑超单元在胶北断隆大面积分布,出露面积约3733km²。玲珑超单元是花岗岩浆重熔交代胶东“原始矿源岩系”形成的重熔型花岗岩类,对胶东金矿形成和定位起到了预富集的宏观制约作用,其自西向东呈北北东—东西—北北东向“H”型展布,是胶东金矿的“衍生矿源岩系”。

中生代以来,在太平洋板块对欧亚板块的俯冲作用和郯庐断裂带产生左行平移活动下,致使秦岭—大别—苏鲁造山带东延的胶南—威海断隆向北平移,因均衡补偿作用形成胶莱盆地,接受了中生代白垩系沉积。

白垩纪板块的俯冲作用,胶东地区的岩浆活动剧烈。早白垩世,在胶东“原始矿源岩系”和“衍生矿源岩系”的基体上,经岩浆混合同熔作用形成的郭家岭超单元,在胶北断隆北缘呈东西向展布,构成胶东金矿的“直接矿源岩”。

受中生代早期同构造—岩浆旋回产生的北北东向构造,控制了胶东不同类型的金矿床的分布。燕山晚期胶东又有大量的中酸性岩浆侵入活动、火山活动及其相应的多金属矿化。

(3) 按三个层次论述了胶东内生金矿的控制条件与成矿模式。

第一层:太古宙时期“原始矿源岩系”的形成。来自地幔(或地核)的携带丰富金质的中基性岩浆的喷发,形成了以中基性喷出岩为主的火山岩建造,即唐家庄岩群和胶东岩群的初始矿源层。期间经历了迁西期和阜平—五台期等构造旋回的变形变质和岩浆侵入作用,初始矿源岩大部转化为具绿岩带性质的TTG岩系。

太古宙—元古宙多期变质作用,尤其是古元古代早期(2300Ma±)变质作用形成胶东北东向展布的麻粒岩相变质热背斜,致使胶东北部形成低角闪岩相金相对较高的地球化学背景区,或少量的变质热液金矿点。太古宙形成的变质岩系,我们统称为胶东内生金矿的“原始矿源岩系”,是胶东金矿金质的主要来源之一。这一时期的成矿作用视为胶东金矿的“雏型期”。

第二层：新元古代震旦期金矿“衍生矿源岩系”的形成。胶东地区，受华北、扬子两大板块造山碰撞带的强烈作用（800 Ma ±），受陆内张应力控制，在胶东“原始矿源岩”的基体内，大面积玲珑超单元的侵位活动，富含 K、Na、CO₂、H₂O、F、Cl 等挥发组分的热流体将原始矿源岩的金活化，自定位中心向岩体的边缘扩散迁移。致使在玲珑超单元的边緣形成金元素较高的高背景区。玲珑超单元导致的金元素的再分配为中生代中期的最终成矿作用奠定了物质基础。胶东地区的玲珑超单元称之为金矿的“衍生矿源岩系”，期间的成矿作用称为胶东金矿的“预富集期”。

第三层：中生代侏罗纪“直接矿源岩系”的形成与成矿。中生代侏罗纪（205 ~ 137Ma），在太平洋板块向欧亚板块俯冲作用下和郯庐断裂带大规模的左行平移所诱导的次级应力场，产生了一系列的北北东、北东向控矿断裂构造，同时伴有构造-岩浆热事件，来自地幔的中基性成分的岩浆上涌与下地壳的变质基底岩浆混合形成中酸性岩浆，沿东西向构造带底辟式上升侵位，来自地幔的热流体，携带 H、O、S、Cl 等成矿组分和挥发分熔融“原始矿源岩系”和“衍生矿源岩系”，形成胶东以壳幔混合岩浆作用为主的郭家岭超单元（面积为 514km²）。在其成岩过程中，其侵位空间分异出来的含矿流体和大气降水掺和并携带被活化萃取的金质，形成一个新的岩浆-流体-成矿系统，金质与挥发分、碱质（K、Na 等）等形成易溶络合物进入流体相，在一系列物理、化学条件影响下，含矿流体由高能向低能带迁移，在已形成的脆性断裂裂隙中沉淀富集成矿。其成矿年龄为 126 ~ 120Ma。

（4）表述了胶东内生金矿的类型及其特征。

以九个典型矿床为例，叙述了胶东内生金矿的七种类型的共性与个性。胶东内生金矿是在同一大地构造背景、同期、同一物质来源的产物；它们是在统一的构造-岩浆-热液系统中形成同一系列矿床，即壳幔混合岩浆期后热液矿床。决定矿床类型的本质因素是控矿断裂的性质和特征，由此导致了矿石结构构造的差异和矿石自然类型的不同，形成其矿石表象特征各异的不同类型矿床。七种类型中，破碎带热液蚀变岩型（焦家式）金矿最主要，其无论是矿床数量还是所占的储量比都在 80% 以上，且多形成规模大、产状稳定、形态简单的大型、特大型及世界级金矿床，而河西式、玲珑式及其他类型金矿多为中小型，亦有大型、特大型。

（5）研究了胶东岩浆期后热液矿床的矿石建造特征及成矿作用；提出了不同类型矿床内部建造特征的统一性和差异性及其成矿作用的一致性；认为胶东金矿成矿具有统一的物质来源，相似物理化学条件的统一矿液储库，由于储库的不同部位所处的构造空间的差异而形成不同类型的金矿。

（6）以区域金原生晕地球化学测量以及大量稳定同位素研究成果为依据，阐述了金矿床的成矿物质来源以及成矿时代。

胶东岩群变质岩系，其金的平均丰度值在 1.8×10^{-9} ，远低于地壳平均克拉克值（ 4×10^{-9} ）。被公认为直接成矿的矿源岩郭家岭超单元，金的平均丰度最低，仅为 0.8×10^{-9} 。时此，书中解释是郭家岭超单元在成岩过程中从被继承的“矿源岩系”中释放的结果。胶东金矿其金矿资源总量即使在 5000t，但就郭家岭超单元侵位三维空间析出的金质则足矣。胶东成矿岩体是深源的，有地幔物质的加入，成矿热液有大气降水的掺和，因而胶东金矿成矿物质来源是深源的、多源的，是壳幔物质相互作用的结果。

胶东金矿的成岩成矿年龄研究,近几年有重大突破,不同单位测定取得了基本一致的结果。通过矿体及两侧矿化蚀变带中绢云母、钾长石和石英的 K-Ar 法、 $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$ 法年龄的研究,对成矿前-成矿期和成矿后岩浆岩时代的精确测定,获得胶东金矿的成矿年龄为 126~120Ma,而郭家岭超单元成岩年龄集中在 205~137Ma,即发生在侏罗纪时期。

(7) 从不同尺度、不同侧面总结了胶东金矿的成矿规律。包括胶东地区对胶东金矿的战略控制规律;金矿与岩浆侵入岩的依存产出规律;胶东金矿的构造控矿规律;金矿与布格重力异常和航空磁测 ΔT 异常的分布规律。总结了运用这些规律在找矿实践中取得的重要成果。

依据区域成矿规律的总结,明确提出了胶东“H”型构造布局。胶东金矿集中区的控矿构造,是华北板块东南缘,在中生代时期受太平洋板块块向内陆板块俯冲和郯庐断裂带控制的由东西向构造向北北东向、北东向构造转折期的独特构造型式。控矿断裂组合,自西向东大致构成一宽敞的“H”型格架;控矿的岩浆侵入岩带,从重力延拓图明显的构成北北东-东西-北北东的“H”型并与控矿断裂构造叠置在同一区域;1:20 万重力异常图低值区亦呈“H”型展布。该“H”型构造包容了胶东金矿集中区的岩浆侵入岩带与控矿断裂构造以及胶东地区几乎全部的金矿床(点)。

(8) 在分析胶东地区的区域地球物理场和地球化学场的基础上,着重介绍了胶东各种类型内生金矿的地球物理与地球化学找矿模型。总结出焦家式金矿“两高一低”即高电阻、高激化率、低磁场的地球物理特征找矿模式。总结了胶东壳幔混合岩浆期后热液金矿床的指示元素及元素组合的分布特征等。

(9) 较全面地介绍了胶东内生金矿的资源总量预测的方法、过程及结果。

根据王世称教授倡导的综合信息找矿理论,应用多种数学模型,如逻辑信息法、数量化理论、蒙特卡洛、回归分析、特征分析等,对地质变量进行了合理筛选,优化地质单元,对胶东进行了矿田单元级的资源量定量估算,获得 F 级预测资源量 2319t,总量为 3026t。

书中作者对胶东深度在 3000m 以上的各种内生金矿的资源总量做了 5000t 以上的评估。

(10) 提出了“胶东式金矿”的新概念,展望了胶东金矿的资源量远景并提出了存在的问题和今后工作设想。

认为胶东壳幔混合岩浆期后热液金矿成矿系列的七种类型,可统称为“胶东式金矿”。其定义为“胶东中生代,经壳幔混合岩浆作用形成的壳幔混合岩浆期后热液矿床系列”。这样可简化对这一成因系列金矿的繁杂叙述,更深刻地从统一命名中映衬出胶东各种内生金矿矿床成因的内在统一性,有利于对胶东式金矿的宣传和推广。根据找矿和矿山开采的实际需要,已经成型各种亚类型金矿的称谓应继续保留。

本书在编写过程中,山东省地矿局领导给予了高度关注,得到了青岛地质工程勘察院的有力支持,院长宋学印、总工程师李清平、副总工程师王刚等创造了很好的工作环境。该院图文制作中心的朱建川、吴文军、李娜、赵冬梅、罗昭衡承担了全书的图文制作工作。在此表示感谢。

目次

序 1

序 2

前言

第一章 绪论	(1)
第一节 世界及我国金矿资源概况	(1)
第二节 胶东金矿在我国的重要地位	(3)
一、胶东金矿在国内的地位	(3)
二、破碎带热液蚀变岩型（焦家式）金矿已成为我国最重要的金矿类型之一	(5)
第三节 胶东金矿地质史略	(5)
第四节 胶东金矿地质研究概况	(6)
第二章 胶东区域地质概况	(8)
第一节 区域地层	(10)
一、太古宙岩石地层	(10)
二、古元古代岩石地层	(12)
三、新元古代岩石地层	(14)
四、中生代白垩纪岩石地层	(15)
五、新生代岩石地层	(16)
第二节 区域侵入岩	(16)
一、中太古代迁西期侵入岩	(20)
二、新太古代阜平—五台期侵入岩	(21)
三、古元古代吕梁期侵入岩	(24)
四、中元古代四堡期侵入岩	(25)
五、新元古代晋宁期侵入岩	(27)
六、新元古代南华期侵入岩	(28)
七、新元古代震旦期侵入岩	(28)
八、中生代印支期侵入岩	(32)
九、中生代燕山早期侵入岩	(34)
十、中生代燕山晚期侵入岩	(37)
第三节 区域构造	(38)
一、韧性剪切带	(39)

二、褶皱构造	(41)
三、脆性断裂构造	(42)
第四节 胶东地区地质发展史	(45)
一、陆核形成阶段	(45)
二、陆壳形成阶段	(45)
三、陆—陆碰撞造山阶段	(47)
四、陆缘海稳定发展阶段	(48)
五、大陆边缘活动阶段	(48)
六、断块构造发展阶段	(49)
第三章 区域地球物理与地球化学特征	(50)
第一节 区域地球物理特征	(50)
一、物性参数特征	(50)
二、地球物理特征	(53)
第二节 区域地球化学特征	(55)
一、地球化学参数特征	(55)
二、水系沉积物中金元素区域分布特征	(56)
三、胶东北部地区地球化学分区	(57)
第四章 胶东金矿控制因素	(59)
第一节 矿源岩系的形成与演化	(59)
一、原始矿源岩系——雏形期	(59)
二、衍生矿源岩系——预富集期（初成矿期）	(64)
三、直接矿源岩系——主成矿期	(68)
四、成矿作用的基本条件	(76)
第二节 脆性断裂系统及其控矿作用	(77)
一、控制成矿带的控矿断裂系统	(77)
二、控矿构造应力场	(86)
第三节 胶东金矿与岩浆侵入岩的依存关系及与物、化探信息的相关性	(96)
一、胶东金矿与岩浆侵入岩的依存关系	(96)
二、胶东金矿在布格重力异常、航空磁测 ΔT 异常的相关性	(99)
三、胶东 1:20 万金元素地球化学图的特征	(101)
第五章 胶东金矿类型及其特征	(102)
第一节 概论	(102)
一、胶东主要金矿类型的基本特征	(104)
二、胶东金矿资源概况	(105)
第二节 破碎带蚀变岩型金矿（焦家式）	(109)
一、莱州市焦家金矿床	(111)