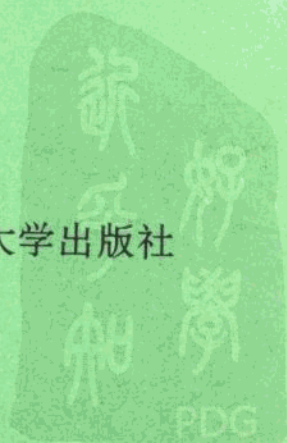


胶东郭家岭花岗闪长岩 成因矿物学与金矿化

陈光远 孙岱生

周珣若 邵 伟 宫润潭 邵 岳

中国地质大学出版社



胶东郭家岭花岗闪长岩 成因矿物学与金矿化

陈光远 孙岱生

周珣若 邵 伟 宫润潭 邵 岳

中国地质大学出版社

• (鄂)新登字第 12 号 •

内 容 提 要

本书将成因矿物学与找矿矿物学思想与研究方法,引进花岗岩类研究,结合岩体地质学、岩石化学及地球化学,对胶东分布较广的郭家岭花岗闪长岩,进行了岩浆成因、岩浆来源、岩浆物质组成、物化条件、构造环境及同一岩带不同岩体相互关系等系统研究。通过矿物世代研究,进行了成岩阶段划分,确立了有利于金矿化的岩石学与矿物学的定量标志。以郭家岭花岗闪长岩体中的界河金矿为重点进行解剖,提出该类岩体中金矿的找矿标志、找矿方向与找矿远景。

全书内容新颖,资料丰富,以成因矿物学与找矿矿物学为纲,进行花岗岩类及其金矿化研究,很具特色。

本书可供从事花岗岩类及其金矿化的理论研究人员和地质找矿勘探与采矿探矿人员参考。也可供岩矿工作者,结晶学、矿物学、岩石学、矿床学、地球化学专业人员及大专院校地质专业师生阅读参考。

* * *

© 胶东郭家岭花岗闪长岩成因矿物学与金矿化

陈光远 孙岱生

周珣若 邵 伟 宫润潭 邵 岳

出版发行 中国地质大学出版社(武汉市·喻家山·邮政编码 430074)

责任编辑 赵俊磊 责任校对 徐润英

印 刷 中国地质大学(北京)轻印刷厂

经 销 湖北省新华书店

开本 787×1092 1/16 印张 15.125 字数 365 千字 印数 1—500 册

1993 年 6 月第 1 版 1993 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 7-5625-0813-5 / P · 281 国内定价: 14.00 元

前 言

本书特色是将成因矿物学与找矿矿物学引进花岗岩类及其成矿性研究。在区域地质、岩体地质及矿床地质背景上,以成因矿物学与找矿矿物学为纲,结合岩石化学和地球化学,可更细致地追溯岩浆演化史,更准确地判断成岩作用与成矿作用的内在联系和发展。

在以上学术思想指导下,本书以上庄岩体及郭家岭岩体为重点,对在胶东成带分布的郭家岭花岗闪长岩的岩石定名、岩石类型、岩石系列,岩浆成因、岩浆来源、岩浆物质组成及成岩阶段,与不同成岩阶段的矿物组合、矿物世代、矿物标型,形成深度,温、压、氧化还原条件,有用元素和挥发分元素的性状,以及同一岩带不同岩体的结晶分异顺序、侵入时代及成矿性等,进行了全面探讨与系统总结。并以上庄岩体中的界河金矿为例,对控矿构造、矿床成因、围岩蚀变、矿体特征、矿化阶段、矿石类型、找矿标志进行了较详细的阐述,并提出在郭家岭花岗闪长岩中找金矿的找矿标志、找矿方向与找矿远景。

本书是国家教委 1982—1984、1985—1987 博士生导师基金科研项目,国家自然科学基金委 1987—1990 科研项目,国家科委 1989—1991 科研项目,国家教委 1990—1992 博士生导师基金科研项目及 1992—1993 地矿部矿物学科生长点科研项目中,有关郭家岭花岗闪长岩成因矿物学与金矿化部分成果的总结。

早期参加本项科研工作的有陈光远、孙岱生、黄文英、臧维生、王健、李怡如及刘星。从玲珑矿田郭家岭花岗闪长岩中微斜长石巨斑,无色透明显微针状金红石,普通角闪石强烈的三价铁穆斯鲍尔谱及人工重砂矿物,尤其是副矿物特征,论断郭家岭花岗闪长岩对形成金矿很有利,不仅应成矿,还应成富矿。

中期参加本项科研工作的有陈光远、孙岱生、宫润潭、邵伟、鲁安怀、颜永宁、崔天顺及齐金钟。从招远西北部上庄岩体及其中的界河金矿研究,验证了郭家岭花岗闪长岩对形成金矿有利,不仅成矿而且成富矿的论断。还开展了岩体和矿床的矿物学填图,提出了复合构造岩成矿与多带成矿的规律。

后期参加本项科研工作的有陈光远、孙岱生、周珣若、初风友及邵岳。从蓬莱东南部及其中黑岚沟金矿与外围远景研究,进一步验证了有关郭家岭花岗闪长岩成矿的论断,同时还补充了郭家岭花岗闪长岩的岩石学研究。

近期对上述研究工作又进行了总结,并进行了大量成因矿物学及找矿矿物学工作,使认识进一步深化。如根据矿物世代与矿物标型,划分了郭家岭花岗闪长岩的成岩阶段,并把研究推向了胶东西北部与整个胶东。对胶东西北部郭家岭花岗闪长岩带的不同岩体,探讨了它们的相互关系和内在联系;对整个胶东,探讨了它们的带状分布与成矿远景。

过去胶东金矿的找矿、采矿、探矿,多侧重玲珑岩体。本项研究从理论上与实践上,阐明了郭家岭花岗闪长岩中金矿的成矿机理、找矿标志、找矿方向与找矿远景。本书便是以上研究工作的初步总结。有陈光远、孙岱生、周珣若、邵伟、宫润潭、邵岳、鲁安怀参加编写出版工作,最后由陈光远、孙岱生统编定稿。

对郭家岭花岗闪长岩的认识,不少地方还有待深化;对整个胶东花岗岩的认识,更是如此。胶东花岗岩类研究,不仅对扩大胶东金矿资源有重要作用,对阐明环太平洋成矿带构造岩浆矿化活动也具有深远意义。

本项研究获国家教委、国家自然科学基金委、国家科委、地矿部、山东省科委、招远市科委、国家黄金局、山东省黄金局、烟台市黄金局、招远黄金集团公司、界河金矿、武警黄金十支队、武警黄金地质研究所、蓬莱黄金公司、黑岚沟金矿大力支持,并此致谢。由于时间仓促与作者水平所限,本书文中不当之处,敬请批评指正。

作者

1993年6月

目 录

第一章 调查研究史	(1)
一、发现研究史	(1)
二、分类命名	(2)
三、岩石成因	(2)
四、形成时代	(3)
五、与金矿化关系	(4)
六、基础研究	(5)
七、争议的缘由	(6)
八、本项研究方法的目的	(7)
第二章 区域地质	(8)
一、地层	(8)
二、构造	(16)
三、岩浆岩	(23)
第三章 岩体地质	(29)
一、空间分布	(29)
二、时间分布	(33)
三、成岩时代	(34)
四、成矿时代	(38)
五、接触关系	(41)
六、斑状结构	(44)
七、斑晶分布	(46)
八、矿物组成	(49)
第四章 岩石化学	(52)
一、岩石系列、类型、分类命名	(52)
二、岩石化学特征	(60)
三、岩石化学指数特征	(65)
四、空间变化	(67)
五、岩石成因	(70)
第五章 地球化学	(76)
一、稀土元素	(76)
二、微量元素	(80)
三、稳定同位素	(84)
第六章 主要造岩矿物成因矿物学	(95)
一、石英	(95)
二、钾长石	(97)

三、斜长石	(107)
四、角闪石	(119)
五、黑云母	(131)
第七章 副矿物成因矿物学	(141)
一、楣石	(141)
二、磁铁矿	(144)
三、磷灰石	(145)
四、褐帘石	(148)
五、锆石	(155)
六、金红石	(164)
七、石榴石	(165)
八、其他副矿物	(166)
第八章 岩石成因与成矿标志	(168)
一、岩石定名	(168)
二、岩石成因	(169)
三、成矿标志	(178)
第九章 界河金矿	(182)
一、控矿构造	(182)
二、矿床类型	(186)
三、围岩蚀变	(186)
四、矿体特征	(187)
五、成矿阶段	(187)
六、矿石类型	(187)
七、成因矿物学研究	(188)
1. 黄铁矿	(188)
2. 石英	(192)
3. 绿泥石	(196)
4. 自然金	(199)
5. 辉碲铋矿	(201)
八、郭家岭与玲珑岩体中金矿对比	(201)
九、矿物标型的成因与找矿意义	(202)
第十章 找矿标志、找矿方向及找矿远景	(206)
一、找矿标志	(206)
1. 岩体标志	(206)
2. 构造标志	(206)
3. 长石脉与长石团块标志	(207)
4. 围岩蚀变标志	(207)
5. 矿物标型特征标志	(207)
6. 矿石类型标志	(207)

7. 生物化学标志	(208)
二、找矿方向	(209)
1. 沿岩带找矿	(209)
2. 围绕岩体找矿	(209)
3. 沿构造束找矿	(210)
4. 围绕构造结找矿	(210)
5. 根据复合构造岩找矿	(210)
6. 根据简单构造岩找矿	(210)
7. 根据多带成矿规律找矿	(210)
8. 根据多向成矿规律找矿	(210)
9. 在下盘找矿	(211)
10. 在上盘找矿	(211)
三、找矿远景	(211)
1. 区域找矿远景	(211)
2. 深部找矿远景	(212)
3. 矿区外围找矿远景	(212)
4. 矿区深部找矿远景	(213)
5. 更广泛的远景	(213)
四、讨论与结论	(215)
参考文献	(220)
英文摘要	(226)

Contents

CHAPTER 1	INVESTIGATION HISTORY	(1)
	1. History of Discovery	(1)
	2. Classifying and Naming	(2)
	3. Petrogenesis	(2)
	4. Age of rock generation	(3)
	5. Genetic Relation with Gold Mineralization	(4)
	6. Basic Research	(5)
	7. Source of divergence of views	(6)
	8. Means and Objective of this Research	(7)
CHAPTER 2	REGIONAL GEOLOGY	(8)
	1. Stratigraphy	(8)
	2. Structural Geology.....	(16)
	3. Igneous Rocks	(23)
CHAPTER 3	GENERAL GEOLOGY	(29)
	1. Spatial Distribution	(29)
	2. Temporal Distribution	(33)
	3. Age dating of Rock Generation	(34)
	4. Age dating of Gold Mineralization	(38)
	5. Contacts with Country Rocks	(41)
	6. Porphyritic texture	(44)
	7. Distribution of Porphyrocrysts.....	(46)
	8. Mineral Constituents	(49)
CHAPTER 4	PETROCHEMISTRY	(52)
	1. Petrochemical Series and Rock Type	(52)
	2. Petrochemistry	(60)
	3. Petrochemical Indices	(65)
	4. Spatial Evolution	(67)
	5. Petrogenesis	(70)
CHAPTER 5	GEOCHEMISTRY	(76)
	1. Rare Earth Elements	(76)
	2. Trace Elements	(80)
	3. Stable Isotopes	(84)
CHAPTER 6	GENETIC MINERALOGY OF PRINCIPAL ROCK-FORMING MINERALS	(95)
	1. Quartz	(95)
	2. Potash Feldspar	(97)

	3. Plagioclase.....	(107)
	4. Calcic Amphibole.....	(119)
	5. Mica	(131)
CHAPTER 7	GENETIC MINERALOGY OF ACCESSORY MINERALS	(141)
	1. Titanite	(141)
	2. Magnetite	(144)
	3. Apatite	(145)
	4. Allanite	(148)
	5. Zircon	(155)
	6. Rutile.....	(164)
	7. Garnet	(165)
	8. Others	(166)
CHAPTER 8	PETROGENESIS AND MINERALIZATION CRITERIA ...	(168)
	1. Rock Naming	(168)
	2. Petrogenesis	(169)
	3. Mineralization Criteria	(178)
CHAPTER 9	JIEHE GOLD DEPOSIT	(182)
	1. Controlling Structure of Mineralization	(182)
	2. Genetic Type of Mineral Deposit	(186)
	3. Type of Wall Rock Alteration	(186)
	4. Peculiarities of Ore Bodies	(187)
	5. Mineralization Stages	(187)
	6. Type of Ores	(187)
	7. Genetic Mineralogy	(188)
	8. Mineral Typomorphism of Gold Deposits in Guojialing Granodiorite and Linglong Monzonitic Granite	(201)
	9. Genetic and Prospecting Significance of Mineral Typomorphism	(202)
CHAPTER 10	PROSPECTING CRITERIA AND PROSPECTING DIRECTIONS FOR GOLD DEPOSITS	(206)
	1. Prospecting Criteria	(206)
	1) Petrological Criteria.....	(206)
	2) Structural Criteria	(206)
	3) Criteria of Feldspar Veins and Nodules	(207)
	4) Criteria of Wall Rock Alterations	(207)
	5) Criteria of Mineral Typomorphism	(207)
	6) Criteria of Ore Type.....	(207)
	7) Biochemical Criteria	(208)
	2. Prospecting Directions	(209)
	1) Along Rock Belts.....	(209)

2) Around Rock Bodies	(209)
3) Along Set of Fault Bundles.....	(210)
4) Around Tectonic Intersections	(210)
5) In Composite Tectonites	(210)
6) In Single Tectonites	(210)
7) In Multiple Ore Zones	(210)
8) In Polydirectional Faults and Fractures	(210)
9) In Underlying Fault Blocks	(211)
10) In Overlying Fault Blocks.....	(211)
3. Prospecting Potentiality.....	(211)
1) Regional Potentiality	(211)
2) Deep-Zone Potentiality	(212)
3) Potentiality Surrounding Mining Districts	(212)
4) Potentiality of Deep-seated Ore Bodies in Mining Districts	(213)
5) More Extensive Potentiality	(213)
4. Discussions and Conclusions	(215)
REFERENCES	(220)
ABSTRACT IN ENGLISH	(226)

第一章 调查研究史

由于胶东金矿驰名中外，中外学者来胶东考察金矿，必同时考察与之有关的花岗岩类。据徐金方等（1989），早期考察胶东金矿与有关花岗岩类的外籍学者有小山一郎（1935）、西尾治（1936）、Clark（1936）、渡边望（1937）、松尾敏臣（1938）等；我国著名学者有冯景兰（1935）、王植（1935）、郭文魁（1949）、刘国昌（1950）等，20世纪50年代后期有池际尚等，从60年代开始还有曹国权等，80年代有徐克勤、涂光炽等。

1990年第十五届国际矿物学大会前后考察胶东金矿及有关花岗岩类的外籍学者有Hodder, Hafner, Rundqvist, Novgorodova, Perchuk, Lahti, Happala, Ekberg, Neiva, Fulton等。

1950年以后，对胶东金矿加强调查研究的国内生产单位有地质部山东省地质局现地质矿产部山东省地质矿产局；冶金工业部山东省地质勘探公司；山东省黄金工业局，烟台市黄金工业局及其他市黄金工业公司；山东省招远县黄金公司现招远市黄金集团公司及山东省其他县黄金工业公司；国营玲珑金矿现山东省招远金矿及其他省、市、县属金矿山；武警黄金第十支队；核工业部及化工部地质勘探队等生产单位。

在胶东开展科研工作的科研单位有山东省地质科学院研究所与遥感站；中国科学院地球化学研究所、地质研究所、遥感应应用研究所；中国地质科学院矿床地质研究所，地质力学研究所，沈阳地质矿产研究所，南京地质矿产研究所，宜昌地质矿产研究所，云南省地质研究所；冶金工业部天津地质调查所现天津地质研究院，长春黄金研究所，沈阳矿冶研究所，物探公司物化探研究所；有色金属工业总公司吉林冶金地质勘探公司研究所；武警黄金地质研究所；地矿部地质遥感中心，海洋地质研究所；核工业部北京地质研究院等研究所。

在胶东进行教学科研的教学单位有南京大学，北京大学，浙江大学，山东海洋学院，昆明工学院，长春地质学院，中国地质大学（即原北京地质学院和原武汉地质学院），西安地质学院，成都地质学院，北京钢铁学院现北京科技大学，中南矿冶学院现中南工业大学，新疆工学院，沈阳黄金学院，桂林冶金地质学院，长春冶金地质专科学校等大专院校师生，包括研究生、留学生。

以上生产、科研、教学单位在胶东开展区测普查、找矿勘探、采矿探矿、地质考察、科研与生产实习过程中，也涉及到与金矿成矿有关的花岗岩类，包括郭家岭花岗闪长岩。可见由于胶东盛产黄金，已引起国内外的普遍关注。

一、发现研究史

1958—1962年长春地质学院山东区测队在此开展了1/20万区测，1967年山东省地质局805队在长春地质学院师生区测资料基础上又修改了1/20万蓬莱幅地质图。在20世纪50年代末至60年代末这一轮的区调工作中，才首次发现并在胶东花岗岩类中划分出郭家岭花岗岩。1965年山东805队提出栾家河花岗岩为玲珑花岗岩附加相，朱奉三（1979）提出广义玲珑花岗岩包括玲珑花岗岩和栾家河花岗岩，并另提出郭家岭花岗闪长

岩。以后,在很多单位对胶东地质与金矿的研究中,都涉及到郭家岭花岗闪长岩。1983年—1992年中国地质大学(北京)成因矿物研究室陈光远等又对胶东西北部的郭家岭花岗闪长岩的成因矿物学开展了系统研究,从理论上阐明了它的成因与成矿性。

二、分类命名

自1979年朱奉三首次把它命名为花岗闪长岩以来,已被广泛接受。

以后山东省地质局第六地质队(1980)、黄德业等(1980)、姚凤良等(1980)、施性明等(1981)、桑隆康(1982, 1984)、张韞璞等(1984)、滕培道(1985)、王炳成(1985)、张韞璞等(1988)、穆克敏等(1989)、陈光远等(1989)、胡家杰等(1989)、石连汉等(1989)、张大起等(1990)、姚凤良等(1990)、杨敏之(1991)也将它定名为花岗闪长岩。

但因它属于广义的花岗岩类(Granitoids),李才春(1980)、王义文(1980)、山则名等(1980)、施性明等(1982)、姚凤良等(1982)、毛建仁等(1983)、王鹤年等(1984)、刘连登等(1984)、杨士望(1989)、田农等(1989)、张连营(1991),仍称之为郭家岭花岗岩。林景仟(1991)称之为巨斑二长花岗岩。高殿海(1991)称之为斑状花岗岩。徐克勤等(1992)也称之为斑状花岗岩,并把它划归产于变质基底中的花岗岩类。

余汉茂等(1986)称之为变斑角闪花岗岩;庞庆邦等(1986)称之为斑状角闪花岗岩;李才春(1986)称之为斑状角闪花岗岩;韩世珍等(1986)也用角闪花岗岩名称取代郭家岭花岗岩,因其含角闪石10%—15%;裘有守等(1987)因其角闪石含量可高达25%,也认为将其定名为角闪石花岗岩较合适。周明宝等(1989)认为它以二长花岗岩及花岗岩为主体,其中角闪石为次要矿物。但卢作祥等(1989)认为玲珑与郭家岭岩体均为再生混合花岗片麻岩。

1989年徐金方等根据实测矿物含量,提出它在上庄,丛家,郭家岭均属花岗闪长岩,但在北截为二长花岗岩。陈光远等(1989)认为它主要为花岗闪长岩,部分为接近花岗闪长岩的石英二长岩。石连汉等(1989)称之为似斑状花岗闪长岩。

1990年姚凤良等又将郭家岭花岗闪长岩分为I型与II型,并提出I型主体相为斑状花岗闪长岩,过渡相为小密斑花岗闪长岩,边缘相为花岗闪长岩,而II型郭家岭花岗闪长岩则为碱性长石化的玲珑花岗岩。孙丰月(1991)统称之为钾长变斑花岗闪长岩。

林钧堂(1991)、王炳成(1991)又分别把郭家岭花岗闪长岩划归石英二长岩及斑状花岗岩,徐金方等(1991)仍把它定名为斑状花岗闪长岩,陈光远等(1989, 1991)及邵岳(1992)均定名为花岗闪长岩。

三、岩石成因

关于郭家岭花岗闪长岩成因,认识分歧也较大。

持混合岩化交代观点,由超变质作用形成的有朱奉三(1979)、山则名等(1980)、山东省地质局第六地质队(1980)、施性明等(1981, 1982)、桑隆康(1982, 1984)、张韞璞等(1984)、滕培道(1985)、王孔海等(1986)、庞庆邦等(1986)、李才春等

(1986)、韩世珍等 (1986)、崔克英等 (1986)、胡世玲等 (1987)、裘有守等 (1988)、范永香等 (1988)、卢作祥等 (1988)、张韞璞等 (1988)、胡家杰等 (1989)、杨士望 (1989)、周明宝等 (1989)、瞿友兰等 (1991)、孙丰月 (1991)、徐景奎 (1991) 等。

持岩浆侵入观点的有长春地质学院山东区测队 (1958—1962)、山东省地质局 807 队 (1966)、山东省地质局 805 队 (1967—1968)、母瑞身 (1977)、山东省地质局第六地质队 (1980)、黄德业 (1980)、毛建仁 (1983)、王鹤年 (1984)、文子中 (1985)、王炳成 (1985)、陈光远等 (1989)、穆克敏等 (1989)、杨敏之等 (1989)、田农等 (1989)、石连汉等 (1989)、徐金方等 (1989, 1991)、姚凤良等 (1990)、林钧堂 (1991)、王锡亮 (1991)、张连营 (1991) 等。

持交代与岩浆双重成因或交代重熔观点的有山东省地质局 805 队 (1965—1967)、李才春等 (1980)、姚凤良等 (1980)、刘连登等 (1984)、余汉茂等 (1986) 等。

持岩浆观点的对岩浆来源也有不同观点, 认为来自上地幔岩浆分异的有山东省地质局 807 队 (1966)、805 队 (1968), 认为属壳幔混合型的有徐金方等 (1984), 认为深部地壳胶东群选择性重熔的有姚凤良等 (1982)、刘连登等 (1984)、姚凤良等 (1990)、张大起 (1990) 等。

持混合岩化观点的, 有认为是来自胶东群的原地型混合花岗岩 (朱奉三, 1979), 或半原地混合花岗岩 (王孔海等, 1986)。

有人认为它是一次混合岩化形成 (王鹤年等, 1980、1984; 桑隆康, 1982、1984; 余汉茂, 1987; 林金录, 1987)。

还有人认为它是由多次混合岩化形成。朱奉三 (1979)、周明宝等 (1989)、杨士望 (1989) 认为它是由胶东群经太古宙至中生代混合岩化形成, 张韞璞等 (1984) 认为它与玲珑花岗岩同为胶东群多阶段花岗岩化的产物, 滕培道 (1985) 认为郭家岭花岗闪长岩是新元古代玲珑混合花岗岩经历了新元古代蓬莱运动与中生代燕山运动早期两次叠加混合岩化改造形成。

姚凤良等 (1990) 还认为 II 型郭家岭花岗岩是玲珑花岗岩受碱长石贯入交代的产物。

陈光远等 (1991) 及邵岳 (1992) 根据岩石化学和成因矿物学研究, 确定郭家岭花岗闪长岩为 I 型磁铁矿系列 (同熔型) 花岗岩类。

四、形成时代

分歧也很大, 有以下观点:

1. 前寒武纪 (李才春等, 1980; 裘有守等, 1986)。
2. 前震旦纪 (桑隆康等, 1982)。
3. 太古宙 (施性明等, 1982; 桑隆康, 1984)。
4. 太古宙至中生代 (朱奉三, 1979)。
5. 元古宙 (韩世珍等, 1986; 崔克英等, 1986; 余汉茂等, 1986; 范永香等, 1988)。
6. 古元古宙 (卢作祥等, 1988)。
7. 古元古宙末期 (瞿友兰等, 1991)。

8. 古元古宙及中生代 (滕培道, 1985; 杨士望, 1989)。

9. 中元古宙 (裘有守等, 1988)。

10. 元古宙及中生代 (毛建仁, 1983)。

11. 中生代 (长春地质学院山东区测队, 1958—1962; 山东省地质局 807 队, 1966; 山东省地质局 805 队, 1965—1967; 地质科学院, 1973; 朱奉三, 1979; 山东省地质局第六地质队, 1980; 黄德业等, 1980; 王义文, 1981; 姚凤良等, 1982; 张韞璞等, 1984; 刘连登等, 1984; 王炳成, 1985, 1991; 胡世玲等, 1987; 骆万成等, 1987; 穆克敏等, 1989; 徐金方等 1989, 1991; 陈光远等, 1989, 1991; 姚凤良等, 1990; Hodder, 1990, 口头交流; 张大起, 1990; 王吉琚, 1991; 戚长谋等, 1991; 林钧堂, 1991; 王锡亮, 1991; 崔天顺, 1991; 邵岳, 1992)。

但在中生代形成说中, 也还存在形成于燕山早期 (张大起等, 1990) 和燕山晚期 (徐金方等, 1989) 的争议。对于胶东西北部郭家岭花岗闪长岩与玲珑花岗岩、罗山花岗岩、栾家河花岗岩的先后形成顺序, 也存在不同的观点。

五、与金矿化关系

认为郭家岭花岗闪长岩与胶东金矿化无关或无直接关系的有:

1. 与脉岩有关 (刘连登, 1984; 刘辅臣等, 1984)。

2. 与大陆深源液态金矿源层有关 (张秋生, 1987)①。

3. 与玲珑中粗粒花岗岩有关 (杨士望等, 1986)。

4. 与玲珑中粗粒花岗岩及郭家岭花岗岩均无关, 栾家河花岗岩为成矿母岩 (王孔海, 1986; 李才春, 1986)。

5. 岩体中有陨石砂, 招远西北部金的来源绝不能排除来自天外物质的可能性 (赵信等, 1987)。

6. 与中燕山期玲珑片麻状花岗岩有关, 它是胶东内生金矿的直接矿源岩 (李士先等, 1987)。

7. 招掖地区含矿热液主要来自栾家河花岗岩, 金矿床产于栾家河花岗岩外接触带的玲珑混合花岗岩中 (裘有守等, 1988)。

8. 上庄似斑状花岗闪长岩与金矿无关 (马志红等, 1989)。

9. 胶东西北部花岗岩类为同一岩浆演化系列的早中晚岩体, 在玲珑花岗岩 (早)、郭家岭花岗岩 (中)、栾家河花岗岩 (晚) 均有金矿产出, 但栾家河花岗岩在空间上制约了胶东西北部热液金矿的东西向展布, 金矿应形成于晚期重熔型磁铁矿系列的栾家河花岗岩之后 (姚凤良等, 1990)。

认为郭家岭花岗闪长岩与胶东金矿化有关的有:

1. 山东省地质局第六地质队区调分队 (1984)、张韞璞等 (1984)、山东省地质矿产局第六地质队 (1986) 指出, 绝大部分金矿产于玲珑花岗岩和郭家岭花岗闪长岩体内, 两者接触带及附近或岩体与胶东群接触带的内带, 故它们在金矿成矿过程中起主导作用。

①张秋生, 1987, 大陆边缘古地壳内深源液态含金矿源层, 全国首届环太平洋成矿带学术讨论会。

2. 王鹤年 (1984) 认为焦家式金矿与郭家岭花岗闪长岩有关。
3. 滕培道 (1985) 指出郭家岭花岗闪长岩是金矿直接矿源体。
4. 马志红 (1989) 认为北截塑变花岗闪长岩空间上与金矿有密切联系。
5. 徐金方等 (1989) 指出郭家岭花岗闪长岩在成矿过程中最主要的作用不是直接提供成矿物质, 而是起“热机”作用和提供矿化剂 (碱金属和挥发分), 并提出老师坟斑状花岗闪长岩的接触带有宽 50 余米含 Au 达 68×10^{-9} 的黄铁绢英岩带, 为新的成矿远景区。
6. 杨敏之 (1989) 把胶东地区郭家岭岩体中的金矿化列入产于岩浆岩中的金矿床, 并指出需进一步研究使金释放出来的热液流体的交代蚀变作用。
7. 田农等 (1989) 认为郭家岭为招掖金矿带唯一成矿母岩, 金矿均分布于其内外接触带上。
8. 张大起 (1990) 认为胶东西北部地区具有重要工业价值的大部分金矿床均位于郭家岭斑状花岗闪长岩的外接触带, 是蚀变岩型和石英脉型金矿床的成矿母岩。
9. 林景仟等 (1991) 认为玲珑等地的金矿形成于巨斑二长花岗岩 (郭家岭花岗闪长岩) 之后, 与之空间上紧密伴生。
10. 程小久 (1991) 认为某些金矿床与上庄岩体有一定的相依性, 含矿溶液热源可能部分来自上庄岩体。
11. 陈光远等 1983 年开始对郭家岭花岗闪长岩进行成因矿物学研究, 发现 Mg-普通角闪石强烈的 Fe^{3+} 的穆斯鲍尔异常谱, 红褐色含磁铁矿包裹体的、自形长柱状 $\parallel \{100\}$ 成简单接触双晶的榍石, 大量磁铁矿单体和连生体, 无色透明自形针状金红石, 放射性元素亏损的褐帘石及锆石的个体发生史, 指出它不仅应形成金矿, 还应形成富金矿, 但不形成放射性与稀土矿床 (1983—1991)。
12. 陈光远等 (1990, 1991, 1992)、齐金忠 (1991)、崔天顺 (1992) 的成因矿物学研究再次肯定了其含金性。

六、基础研究

自 20 世纪 50 年代末至 60 年代初开始发现郭家岭花岗闪长岩以来, 很多生产、科研和教学单位, 都对它进行了不同程度的基础研究。曹国权等自 60 年代起对胶东区域地质与矿产普查勘探进行了大量研究, 徐克勤、涂光炽、杨敏之等自 80 年代也对胶东金矿开展了岩石学、矿床学及地球化学的广泛研究。

研究较系统的还有桑隆康 (1982, 1984) 对它进行的岩石学专题研究。另有裘有守等 (1988) 对它的地质学、岩石学、岩石化学、流体包裹体、同位素地质与数学地质进行了研究。

徐金方等 (1989) 对它的矿物学 (包括主要造岩矿物与副矿物)、微量及稀土元素地球化学、包体岩石学、与有关脉岩及它形成的构造环境加强了研究。

姚凤良 (1990) 在开展以上研究的基础上, 又加强了包体岩石学与稀土元素地球化学及深部地质学的系统研究。

与此同时, 王义文 (1980, 1988)、胡世玲 (1987)、骆万成等 (1988)、邵岳 (1992) 对与其有关的成岩成矿作用的同位素地质学与年代学先后开展了专题研究。

据胡世玲(1987)用 Ar-Ar 法对郭家岭花岗闪长岩北截岩体中黑云母的测定结果,证实其成岩同位素年龄为 $134.5 \pm 5.4\text{Ma}$ 。据陈光远等(1992)用 Ar-Ar 法对郭家岭花岗闪长岩的上庄岩体中界河金矿主成矿阶段即第Ⅱ成矿阶段石英的测定结果,其成矿同位素年龄为 $130 \pm 5.4\text{Ma}$,从而进一步证实郭家岭花岗闪长岩体与其中形成的金矿床的成因联系。

卢作祥等(1988)、胡家杰等(1989)、石连汉等(1989)、孙星和等(1990)通过遥感地质发现胶东西北部的线性与环形构造。马志红等(1989)提出塑变花岗岩与金矿成矿作用的关系。胡家杰等(1989)提出析离断层与金矿成矿作用垂直分带的关系。王致本(1983)、陈佐(1988)、刘德正(1991)、瞿友兰(1991)等还对胶东的大地构造体系进行了研究。

陈光远等 1989 年开始在界河金矿对郭家岭花岗闪长岩的上庄岩体进行了动力变质学研究,发现早期韧性剪切带与晚期脆性破碎叠加的复合构造形成蚀变岩型金矿的规律(陈光远等,1990,1991)。

综上所述,胶东地区花岗岩类研究始于 20 世纪 30 年代,但直到建国以后才开展了较系统的地质工作。近半个世纪以来,胶东金矿地质研究程度不断提高,虽高于国内其他金矿产区,但对整个胶东花岗岩类,包括郭家岭花岗闪长岩及其类似岩体的分类命名、接触关系、形成时代、成因类型、构造环境及其与金矿化关系等关键问题,并未解决,至今仍存在各种争议,大大影响了对郭家岭花岗闪长岩,甚至整个胶东花岗岩类成岩作用与成矿性的认识及其中金矿资源的开发,还需大力加强研究。

七、争议的缘由

1. 自然界地质现象错综复杂,人的认识不能一次完成,也永无止境。

2. 胶北地块在震旦纪后长期抬升,整个古生界缺失,震旦亚界与中生界也发育不全,岩体形成时代难以根据地层定位。

3. 胶北地块是位于胶南-苏北地块以北,郯庐断裂以东,太平洋板块以西的菱形断块,长期以来构造岩浆活动十分强烈,也增加了本区花岗岩类的研究难度。仅在平度以北,黄县以南,便出现了长约 115km、宽约 25—45km,面积约 3000 多平方公里的 NNE 向线性复式花岗岩类岩带,确定其中岩性岩相变化、接触穿插关系、岩体边界与生成顺序,难度均较大,但山东省地质局——地矿局等单位在这方面仍然作出了很大成绩。

4. 岩体时代中生代说的最主要依据是同位素年龄。但有人认为多数岩体同位素年龄为燕山期,是由于燕山期热事件引起的再造年龄(朱奉三,1979)。但对一些岩体同位素年龄达到元古宙,又有人认为是由于测试样品实际上是混合岩化的老地层(王柄成,1991)。同位素年代学研究在 20 世纪 60 年代开展 K-Ar 法的基础上,在 80 年代又引进了 H-H 法、U-Th-Pb 法、Rb-Sr 法、Sm-Nd 法及 Ar-Ar 法,虽日趋完善,但显然人们对其中一些方法与测试结果的可靠性还存在争议。

5. 岩体时代太古宙、元古宙说的重要依据之一是岩石的“片麻状”结构构造,混合岩化成因说的重要依据之一是钾交代或碱性长石贯入交代。由于动力变质学研究开展较晚,易把动力变质构造岩的结构构造与区域变质岩的结构构造相混淆。由此而产生的混乱长期

以来不仅在胶东存在,在小秦岭金矿区也同样存在(宋大柯,1987,口头交流),这些都妨碍认识的深入与问题的澄清。

6. 长期以来人们对胶东花岗岩的研究,野外强调岩性变化与穿插关系的地质观察;室内强调同位素年代测定。虽作出不少成绩,但对岩石学与地球化学研究重视不够,有人认为只能作为类比的一种辅助手段,因而缺乏岩石学与地球化学系统研究,尤其是缺乏矿物学与成因矿物学的系统深入研究,也是认识难以深化,争议长期不能解决的一个原因。

7. 从20世纪50年代初以来,直至90年代初,人们对“玲珑花岗岩”、“广义玲珑花岗岩”、“狭义玲珑花岗岩”、“玲珑花岗杂岩”、“玲珑复式花岗岩基”各家认识不一,缺乏确切统一用法,也是易于导致混乱的一个原因。

8. 某些理论依据与测试数据不足,可靠性不够,影响论证与论点的可信度,也是导致争议长期不能解决的一个原因。

20世纪80年代末、90年代初,胶东花岗岩进一步分解,被认为呈独立相的花岗岩类岩体已达15个(徐金方,1989),然而尽管研究不断深入,50年代延续下来的争议仍然很大。关键在于未对单个岩体,尤其是未对15个岩体中的典型岩体细致剖析,联系其中的金矿床进行深入系统的专题研究,然后再逐个一一深入探讨对比,因而还未能逐步完善解决。

八、本项研究方法的目的

本项研究对胶东西北部的郭家岭花岗闪长岩,包括郭家岭岩体与上庄岩体,进行了解剖,同时系统收集了胶东西北部郭家岭花岗闪长岩其他岩体的实际资料,联系其中典型矿床,以成因矿物学为纲,从主要造岩矿物与副矿物、矿石矿物与脉石矿物的成因矿物学,矿物成因形态学,矿物个体与系统发生史及矿物标型学,并结合岩石化学,岩石物理化学以及稀土微量元素地球化学、稳定同位素地球化学与Ar-Ar同位素年代学等,对胶东西北部的郭家岭花岗闪长岩的分类命名、形成时代、成因演化、构造环境、成矿机理及成矿性进行初步探讨,以便加深对胶东地区郭家岭花岗闪长岩与其他类似岩体形成机理与成矿性的认识,从而促进胶东金矿资源的进一步探索开发,并提供国内外研究者参考。