



高等学校重点规划教材
核科学与核技术系列

铀矿勘查学实习指导书

王正其 编著 隆盛银 主审



NUCLEAR SCIENCE AND TECHNOLOGY

HEUP 哈尔滨工程大学出版社
Harbin Engineering University Press



高等学校重点规划教材
核科学与核技术系列

铀矿勘查学实习指导书

王正其 编著 隆盛银 主审

内 容 简 介

本书是与“十一五”国防特色规划教材《铀矿勘查学》配套的实习教材。

全书共包括九个实习项目,附图 11 幅,附表 1 份。实习内容涵盖典型铀矿床找矿标志研究、铀成矿地质条件研究、成矿远景区预测、岩芯与坑道地质编录、钻孔投影、勘探线剖面图编制、矿体垂直纵投影图编制、勘查地质设计和资源/储量估算等方面。在着力加强动手能力和基本工作技能训练的同时,实习内容力争突出学生分析问题、解决问题及勘查设计等综合素质及能力的培养。

本书主要面向铀矿地质方面资源勘查工程专业的本科生,也可作为相关科研、生产单位技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

铀矿勘查学实习指导书/王正其编著. —哈尔滨:
哈尔滨工程大学出版社, 2010.2
ISBN 978-7-81133-667-2

I. ①铀… II. ①王… III. ①铀矿-地质勘探-高等学校-教学参考资料 IV. ①P619.140.8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 024974 号

出版发行 哈尔滨工程大学出版社
社 址 哈尔滨市南岗区东大直街 124 号
邮政编码 150001
发行电话 0451-82519328
传 真 0451-82519699
经 销 新华书店
印 刷 肇东粮食印刷厂
开 本 787mm × 1 092mm 1/16
印 张 4
插 页 6
字 数 110 千字
版 次 2010 年 2 月第 1 版
印 次 2010 年 2 月第 1 次印刷
定 价 12.00 元

<http://press.hrbeu.edu.cn>

E-mail: heupress@hrbeu.edu.cn

前 言

本书是为国防科工局“十一五”特色规划教材《铀矿勘查学》编写的配套实习教材。铀矿勘查实习课是《铀矿勘查学》教学过程中必不可少的一个重要环节,它对于学生理解与运用铀矿勘查地质基础理论,训练并掌握铀矿勘查工作的基本技能,明确不同勘查阶段工作目的与任务要求,深刻领会勘查工程系统与勘查设计原理,培养和提高分析问题、解决问题的综合素质与工作能力,实现核地质特色资源勘查工程专业理论教学培养目标与生产实践要求的统一,都是至关重要的教学环节。

《铀矿勘查学实习指导书》是基于《固体矿产资源/储量分类》(GB/T17766—1999)、《铀矿地质勘查规范》(DZ/T0199—2002)等新的地质工作框架体系下编写的。实习内容是在 2003 年版内部教材经多年试用并获得可行性信息反馈后,综合考量当前及今后相当长一段时间内我国铀矿勘查地质工作重点领域及地质勘查基本作业方法要求的基础上确定的。全书共包括九个实习项目,附图 11 幅,附表 1 份。实习内容涉及典型铀矿床找矿标志研究、铀成矿地质条件研究与成矿远景区预测、岩芯地质编录和坑道地质编录、钻孔投影、勘探线剖面图编制、矿体垂直纵投影图编制、勘查地质设计、地质块段法铀资源/储量估算方法等方面。在内容的设计上,涵盖了传统的“硬岩型”铀矿和当前铀矿地质勘查工作重点的可地浸砂岩型铀矿;既有旨在培养学生的基本工作技能的技能型实习项目,又有注重综合分析问题的理论素质与创新能力培养的综合型和设计型实习项目,力争体现铀矿勘查实习教学的先进性、系统性和实用性,满足核特色地质专业人才的培养目标,适应现代铀矿地质勘查实践工作的要求。

本书的出版得到了国家国防科技工业局人教司、东华理工大学教材委员会、东华理工大学矿产普查与勘探重点建设学科委员会的共同资助。在编写过程中,始终得到东华理工大学及其地球科学与测绘工程学院相关领导的关心和指导。郭福生教授、管太阳教授、隆盛银教授等提出了许多有益的意见和建议,刘庆成教授、孙占学教授、刘晓东教授、汤彬教授等领导多次过问进展情况并给予建议,地球科学与测绘工程学院院长潘家永教授在工作条件方面提供了很多切实关心和支持,东华理工大学硕士研究生王如意、蒙毅为本书清绘了大部分图件。在此,谨向给予本教材支持、关心和帮助的有关同志一并致以诚挚的谢意。

本教材由王正其负责编写。承蒙隆盛银教授主审并提出宝贵的修改意见,在此表示衷心地感谢。鉴于编者水平和条件所限,书中存在的错误和不当之处,谨请读者批评指正。

王正其
2009 年 9 月

目 录

实习一	典型矿床找矿标志研究(以邹家山矿床为例)	1
实习二	内生铀矿床成矿地质条件分析及远景区预测	9
实习三	钻孔岩心地质编录	16
实习四	坑道地质编录	20
实习五	钻孔投影	22
实习六	勘探线剖面图的编制	28
实习七	矿体垂直纵投影图的编制	32
实习八	勘查地质设计	35
实习九	地质块段法资源/储量估算	41
附表		53
附图		54

实习一 典型矿床找矿标志研究(以邹家山矿床为例)

一、实习目的

以江西邹家山铀矿床为例,通过对各种资料的研究,矿化特征的分析,找矿实物的观察等手段,学会识别、总结和归纳,并综合利用找矿标志来进行成矿预测和找矿工作,以便较系统地掌握找矿标志的研究内容以及找矿标志对指导找矿的作用。

二、实习课时

本实习要求在 2 个学时内完成。

三、实习要求

1. 认真阅读所附各种文字资料和图件,了解邹家山矿床地质概况,铀矿化产出与分布特征;
2. 观察(包括肉眼观察和偏光显微镜下观察)正常和蚀变围岩岩石标本、露头标本、井下岩矿(-130 米)标本、岩石薄片、标型矿物及其他实物;
3. 学会识别、总结和归纳找矿标志的基本方法,掌握邹家山(武)火山岩型铀矿床的找矿标志;
4. 编写实习报告,综合论述邹家山铀矿床的找矿标志,内容包括找矿标志种类、主要特征及在成矿预测及找矿中的意义,心得体会(认识与建议)等。

四、实习资料

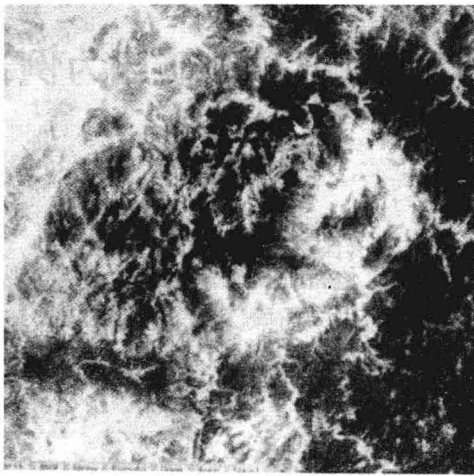
(一)相山矿区地质概况

相山矿田位于赣杭构造带(成矿带)西段乐安—东乡成矿亚带内相山中心式火山塌陷盆地中(见卫片-1,附图 1,9)。赣杭构造带主要位于两个一级大地构造单元的交接部位,以横跨赣浙两省的清江—绍兴深断裂为界,北区属扬子准地台,南区属华南加里东褶皱系。

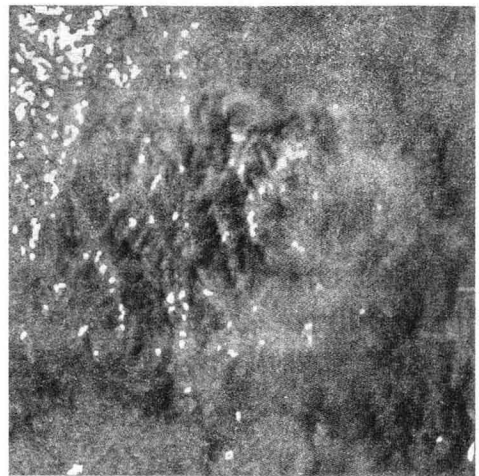
赣杭构造带的发展主要经历了三个阶段,第一阶段是东安期至加里东期,为赣杭断裂带形成期;第二阶段为海西期至燕山早期,表现为拗陷带;第三阶段为燕山中期至晚期,表现为火山活动及拉张裂隙。海西—印支期,南北两区的地质构造条件和沉积环境趋于一致,印支运动使全区普遍隆起,结束海相沉积,进入大陆边缘活动阶段。赣杭构造火山活动带是燕山期断裂带切穿莫霍面,使深部长期熔化作用产生的熔浆沿断裂带发生强烈的火山喷发作用形成的。

相山中心式火山塌陷盆地产于北西向断裂带与北东向深断裂的交汇部位。盆地呈近似椭圆形,东西长约 20 km,南北宽约 14 km,面积约为 318 km²。

盆地基底主要为震旦纪浅变质岩,东侧出露上三叠—下侏罗统地层,北西侧为白垩系红层覆盖。火山岩系为上侏罗统打鼓顶组和鹅湖岭组,总厚度达 2 900 m,其中打鼓顶组第四段流纹英安岩最厚处有 529 m,鹅湖岭组第四段碎斑熔岩厚度大于 2 000 m。火山岩层总体产



卫片-1 相山地区 TM 增强处理合成图



卫片-2 相山地区热点(浅色区)提取图

状是自四周向盆地内倾斜。次花岗斑岩沿盆地边缘环状断裂贯入。塌陷盆地盖层断裂主要呈北东向和北西向,并在西部地区构成菱形构造格架。盆地北缘发育一条近东西向推覆构造将震旦系推覆到火山岩之上。

相山矿区已发现矿床 $\times \times$ 个,主要产在盆地北部和西部。北部的 $\times$ 个矿床多定位于北东向断裂与火山环状和弧形构造的复合部位。西部的 $\times$ 个矿床主要受北东向的邹家山—石洞断裂及其旁侧的次级构造控制。

区域地球物理(化学)场特征研究表明,矿田位于北东向的重力梯度变异带上(见图 1-1),同时处于磁场升高带内的负向磁场区中,盆地四周主要为正异常,中间为负异常。呈椭圆形的地面伽玛有利基础场反映了盆地的基本轮廓,北部、西部呈现复杂的伽玛偏高场。航空伽玛能谱资料显示大面积的大于 3×10^{-6} 的铀晕,其中大于 4×10^{-6} 的铀晕也较发育。铀的地化场也为高场。总体而言,相山矿区是受区域重力梯度变异带、磁场升高带内的负向磁场区、航空能谱铀偏高晕、地面伽玛有利基础场及铀的地化高场等五种地球物理(化学)场复合区控制。

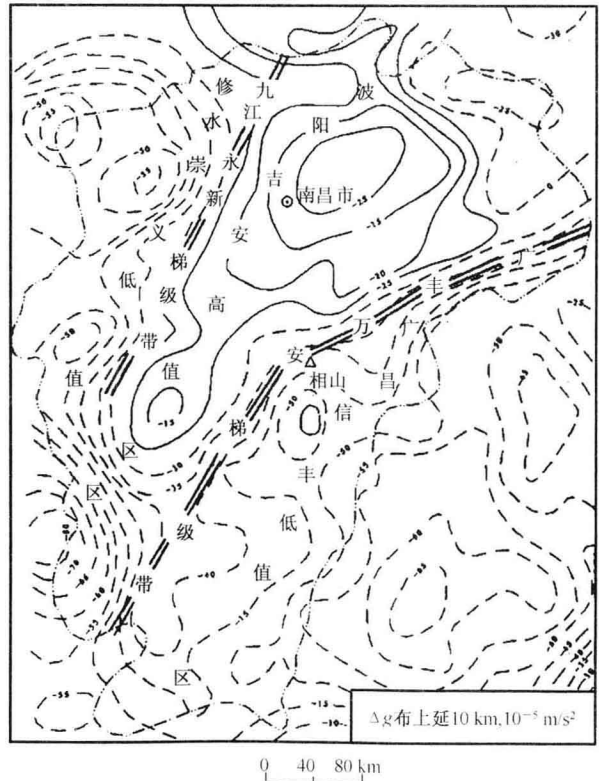


图 1-1 相山地区区域重力位置图

(二) 邹家山矿床地质与基本铀矿化特征

邹家山铀矿床为位于相山矿田西部的大型矿床之一。因其位于邹家山,矿化产于火山喷发溢流相碎斑熔岩中,明显受密集裂隙带控制,矿体呈脉状、群脉状分布,数量多、规模大、品位高,具有重要意义,又将其命名为“邹家山式”铀矿床。

邹家山矿床位于相山矿田西部之邹家山—石洞断裂带的北东端。面积约 6 km^2 (见附图 9,图 1-2)。矿床内分布地层有上侏罗统的鹅湖岭组和打鼓顶组火山岩系,直接不整合覆盖在基底震旦系之上,其中以鹅湖岭组碎斑熔岩大面积分布为特征。邹家山—石洞断裂带贯穿矿床中部,走向 $\text{NE}30^\circ \sim 60^\circ$,倾向 $\text{NW}70^\circ \sim 85^\circ$,长约 6 km ,宽 $200 \sim 300 \text{ m}$,由若干条 NE 向断裂(F_1, F_6, F_7)组成。

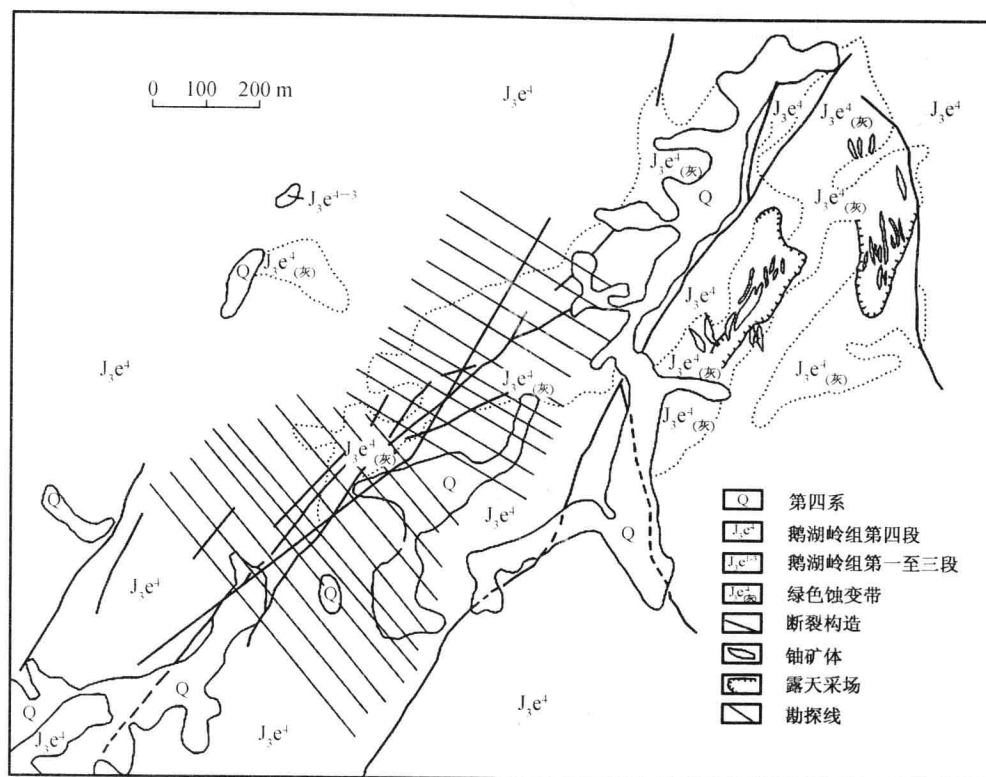


图 1-2 邹家山矿床地质略图

矿带向 SW 倾伏,受邹家山—石洞主干断裂带控制。矿体赋存在邹家山—石洞断裂带扭曲引张部位及其旁侧裂隙中,矿化裂隙产状与主构造一致。矿体多呈脉状、透镜状、群脉状产出,明显受密集型裂隙带直接控制。矿床中矿体以中小型为主,共发现矿体 400 余个。矿体分布垂幅大于 700 m ,品位富,平均品位达 $0. \times \times \%$ 。

含矿主岩主要为碎斑熔岩,少量流纹英安岩。矿石呈角砾状、脉状、网脉状或浸染状,矿石矿物除沥青铀矿和含钍沥青铀矿等外,还见有铀钍石和方钍石等钍矿物出现。矿石中钍、钼、磷的含量较高,其中 P_2O_5 , Th, Mo, Pb, Zn 与铀含量存在明显的正消长关系。

矿床中分布最广的围岩蚀变为水云母化,形成灰色蚀变带,成矿期蚀变最主要为萤石化,此外还有赤铁矿化、磷灰石化、绿泥石化、黄铁矿化、碳酸盐化等。

成矿年龄:早期为 139 Ma,晚期为 92 Ma。成矿温度为 110 ℃ ~ 140 ℃。

(三)有关找矿标志的资料

1.遥感地质信息

参见卫片 - 2 及图 1 - 3。

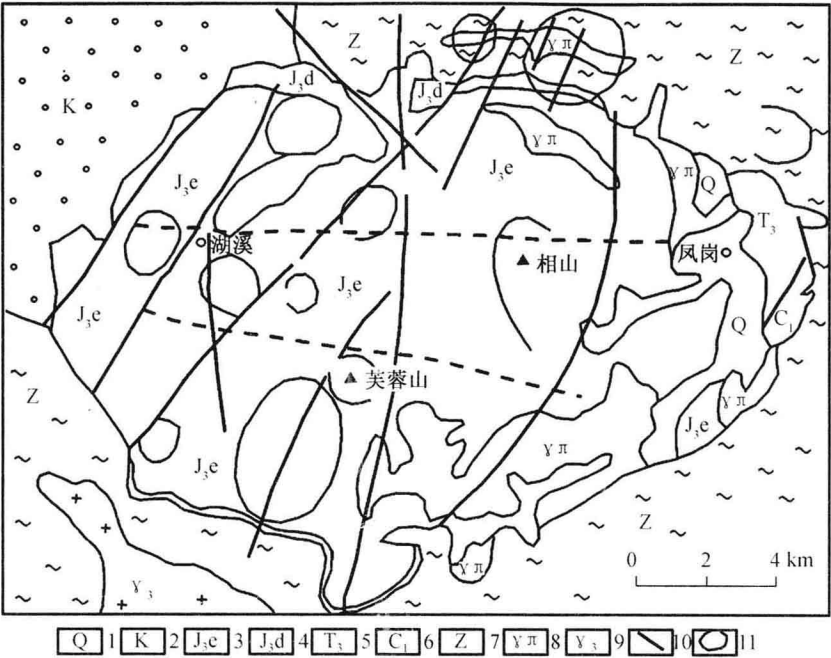


图 1-3 相山地区遥感解译构造格架

1—第四系;2—白垩系;3—上侏罗统鹅湖岭组;4—上侏罗统打鼓顶组;5—上三叠统;6—下石炭统;
7—震旦系;8—花岗斑岩;9—加里东期花岗岩;10—断裂;11—环形构造

2.相山地区重力测量资料

参见附图 2 及图 1 - 1。

3.地球化学信息

(1)航空铀异常分布

参见图 1 - 8 及附图 3。

(2)地表伽玛异常分布

参见图 1 - 9。

(3)水化学异常

参见图 1 - 4 及附图 5。

4.邹家山矿区地热信息

参见图 1 - 5。

5.赋矿构造与裂隙

参见图 1 - 6 及图 1 - 7。

6.围岩及围岩蚀变

参见卫片 - 2,并结合正常围岩和蚀变围岩、矿石的标本和薄片进行研究。

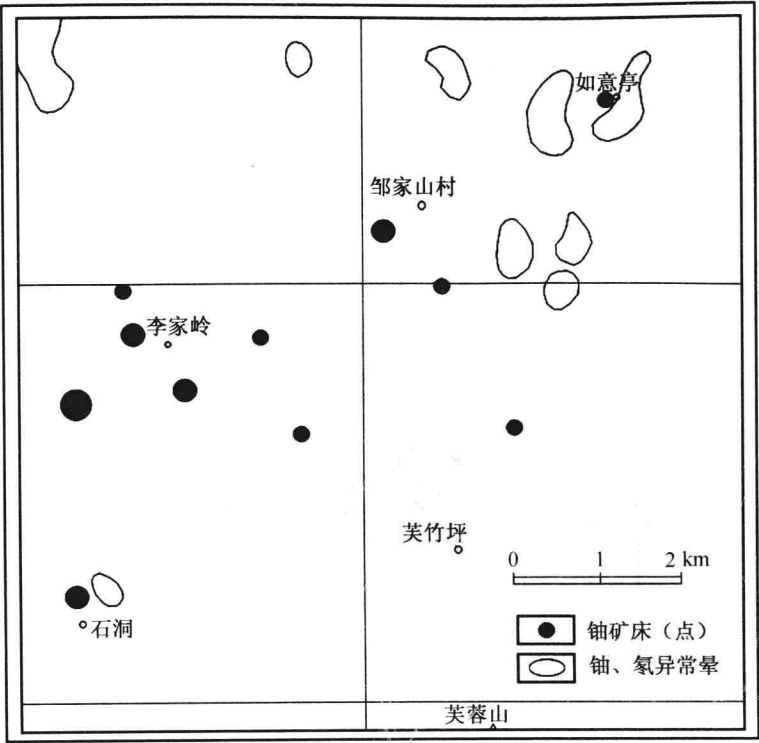


图 1-4 邹家山地区水中铀、钍异常晕

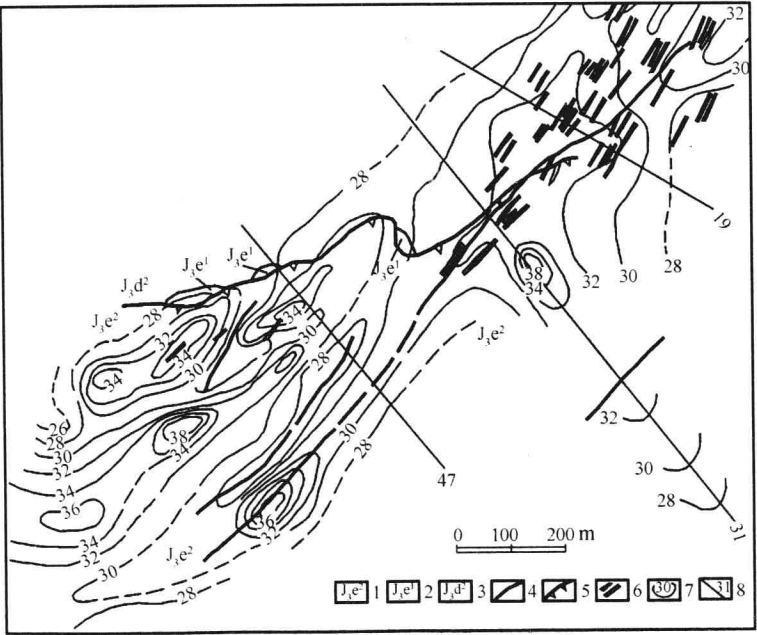


图 1-5 邹家山矿区地热信息

1—碎斑熔岩;2—晶屑玻屑凝灰岩;3—流纹英安岩;4—断裂构造;
5—火山塌陷构造;6—矿体;7—地温等值线;8—勘探线及编号

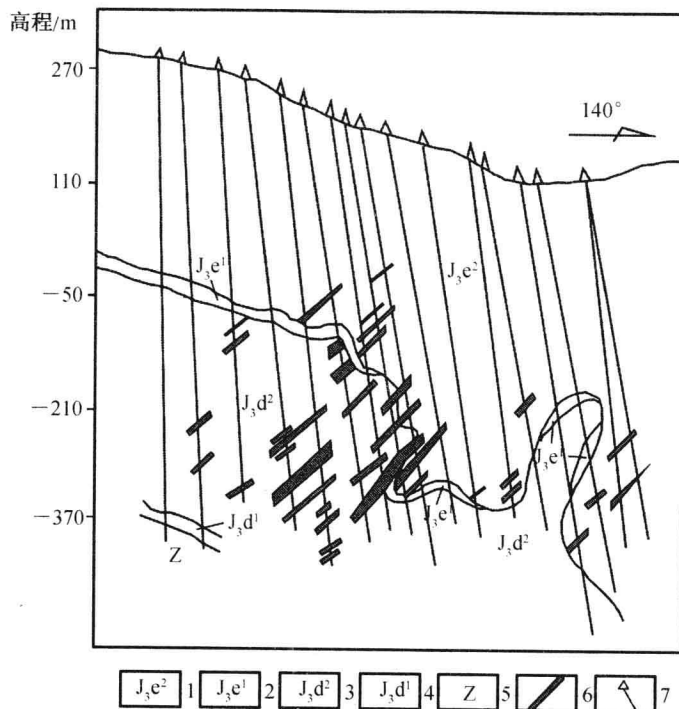


图 1-6 邹家山矿床南西段综合示意剖面图

1—碎斑熔岩;2—晶屑玻屑凝灰岩;3—流纹英安岩;
4—紫红色砂砾岩;5—石英片岩;6—矿体;7—钻孔

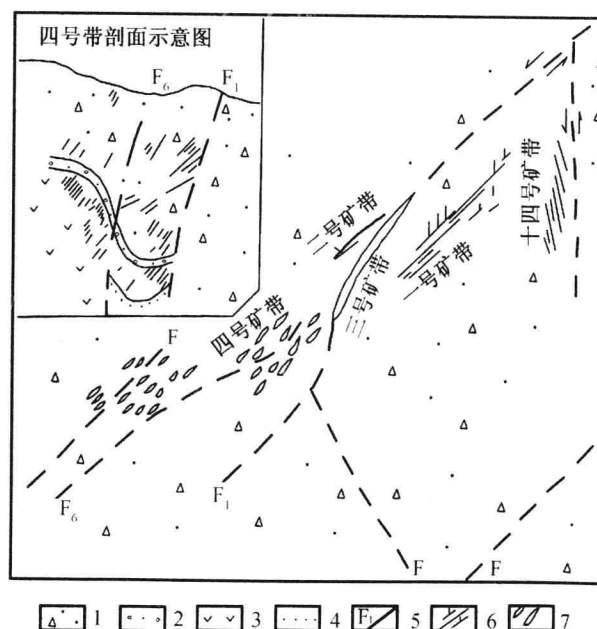


图 1-7 邹家山矿床地质平面和剖面示意图

1—碎斑熔岩;2—多岩屑碎斑熔岩;3—流纹英安岩;
4—砂岩、砂砾岩夹凝灰岩;5—断裂及其编号;6—含矿裂隙;7—矿体

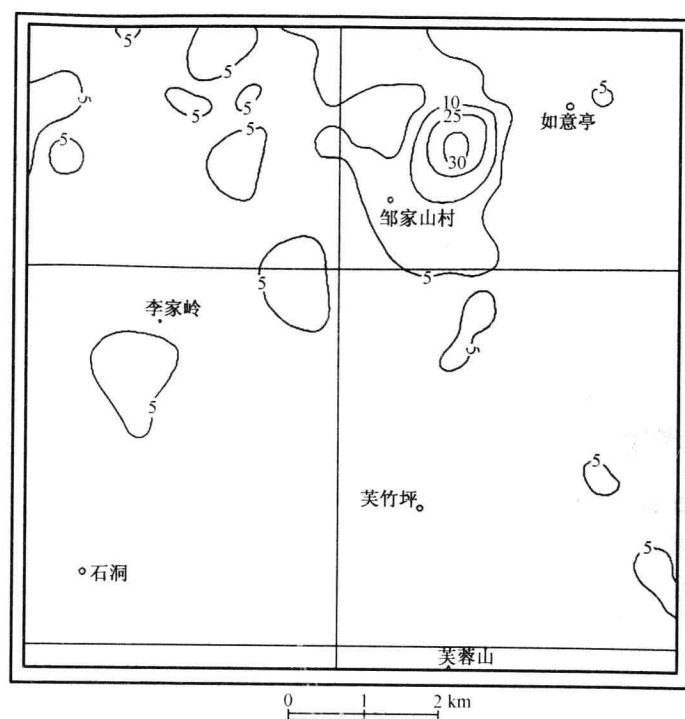


图 1-8 邹家山矿床航空测量铀等值图

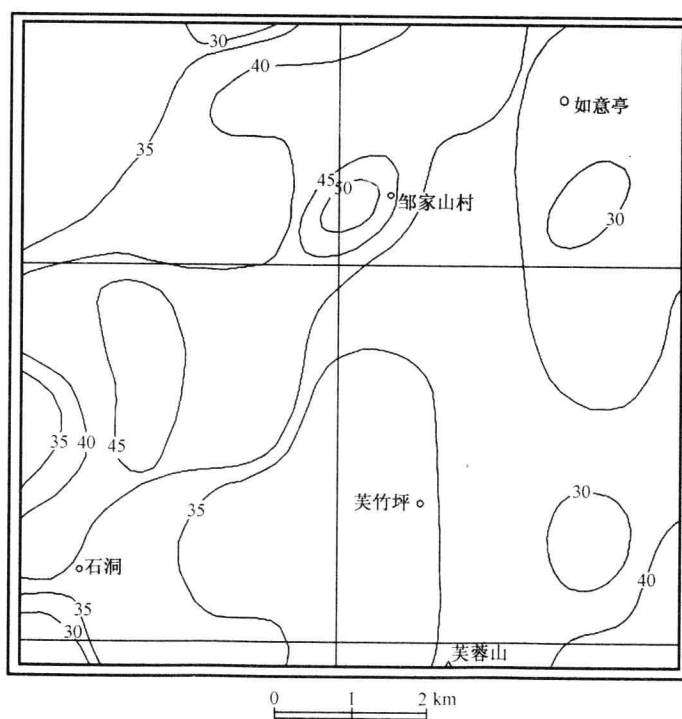


图 1-9 邹家山矿床地表伽玛异常分布图

邹家山矿床矿体主要赋存于鹅湖岭组的碎斑熔岩中。未蚀变的正常碎斑熔岩呈现块状构造,岩石完整,颜色呈现红色或浅红色;岩石为粒状结构,主要矿物有钾长石、石英,也可见少量的角闪石等暗色矿物,另可见基底变质岩角砾碎块(捕虏体)。矿床内水云母化分布最广,沿主干断裂及其裂隙展布,宽度约 200 ~ 300 m,形成特征明显的“灰色蚀变带”,矿体均位于灰色蚀变带中。矿体受其中次级裂隙控制,地表露头围绕矿体依次出现萤石化、赤铁矿化和绿泥石化。

矿石主要呈现角砾状、脉状、网脉状或浸染状。

7. 标型矿物

通过肉眼和镜下观察,对比研究围岩与矿石中矿物组成和特征、萤石的颜色、晶型等可以获得启示。

五、实习思考题

1. 什么叫找矿标志,火山岩型铀矿床找矿标志包括哪几类?
2. 如何判别找矿标志,怎样利用找矿标志进行成矿预测和找矿?
3. 各类找矿标志在成矿预测及找矿工作中的意义是什么,怎样认识综合研究找矿标志的重要性?

实习二 内生铀矿床成矿地质条件分析及远景区预测

一、目的与任务

通过学习,初步掌握内生铀矿床成矿地质条件分析与远景区预测的一般内容、方法步骤,提高理论联系实际及综合分析的能力。

本次实习的任务是运用所学的内生铀成矿相关理论,对 610 地区铀成矿地质条件进行综合分析,阐明其成矿的有利条件和不利因素。并依据分析获得的铀矿找矿信息,成矿地质条件的优劣及其组合情况,建立远景区划分标准,圈定不同级别的远景区。进一步提出工作建议和设计报告。

二、实习课时

本次实验要求在 4 个学时内完成。

三、实习要求

- 1.认真分析所附的地质资料,运用内生铀矿床成矿理论,总结研究区铀成矿的基本规律。
- 2.在分析工作区铀成矿有利和不利地质因素的基础上,结合找矿信息和矿化标志,建立远景区评判地质依据。
- 3.在地质图上划定不同级别远景区,并填制铀矿远景区预测简表(见表 2-1)。

表 2-1 铀矿远景区预测简表

远景区及编号	预测依据	远景区面积/km ²	可能的矿化类型	备注
I - 1				
I - 2				
II - 1				
II - 2				

- 4.编写实习报告。

四、实习资料

- 1.相山地区地表伽玛异常分布图(附图 4)。
- 2.相山地区航空测量铀等值图(附图 3)。
- 3.相山地区地质图(附图 9)。
- 4.相山地区水化学异常图(附图 5,图 1-4)。
- 5.相山火山盆地布格重力异常分布图(附图 2)。
- 6.相山地区遥感构造解译图(图 1-3)。

7. 相山地区地质构造特征简介。

相山盆地位于江西省乐安县境内中山区,依山傍水,物产丰富,居民点稠密,农业较发达,交通方便。

(1) 区域地质

相山矿田位于赣杭构造带(成矿带)西段乐安—东乡成矿亚带内,处于走滑构造体系之德兴—遂川深断裂附近。赣杭构造带主要位于两个一级大地构造单元的交接部位,以横跨赣浙两省的清江—绍兴深断裂为界,北区属扬子准地台,南区属华南加里东褶皱系。赣杭构造带是在漫长的地质历史过程中形成的。燕山中期,太平洋板块向亚洲大陆俯冲和强烈挤压导致沿该断裂带发生了大规模的火山喷发,形成了赣杭构造火山活动带。燕山晚期,太平洋板块俯冲带向大洋方向迁移,在活动带内产生拉张裂隙,同时发生了铀成矿作用,形成了赣杭构造火山岩铀成矿带。

(2) 地层特征

相山火山盆地的基底主要是震旦纪的变质岩系(片岩、千枚岩为主),东缘有下石炭统及上三叠统出露。盆地内火山岩系由上侏罗统打鼓顶组(J_{3d})和鹅湖岭组(J_{3e})组成。其中打鼓顶组由中、酸性火山熔岩,火山碎屑岩和沉积岩组成,下段多为沉积岩,上段则以流纹英安岩为主,流纹英安岩最厚达 529 m,一般厚为 100~200 m。鹅湖岭组主要由流纹质碎斑熔岩组成,属溢流—侵入相(部分为火山口相),仅在本组下部见有凝灰岩与沉积岩互层,其厚 20~37 m,碎斑熔岩的总厚度大于 2 000 m。盆地西北角及东北角覆盖有白垩纪红色砂砾岩(见附图 9,图 2-1)。

(3) 矿区构造

相山盆地火山岩地层产状由盆地四周向内倾,总体为一个大型破火山口(塌陷式火山盆地)。盖层线性构造和环状构造非常醒目,构成以 NE 向断裂构造为主导的线环构造交织的复合形式。线环构造多有继承和发展的关系。火山期后的断裂构造,从与铀成矿作用的关系可划分出成矿前的走滑构造(体系),成矿期的伸展构造和成矿后的逆冲(断裂)构造。前人工作已得出以下认识:

①相山火山盆地是在 J_3 时期受德兴—遂川深断裂带走滑作用控制下形成的典型产物。具有自身的火山活动中心和发育完善的破火山口机构,由火山塌陷重力垂向运动形成的弧形及直线形火山塌陷构造表现。次火山岩充填的断裂构造受基底断裂的影响,有明显的继承作用。

②盖层中大部分 NE 向断裂构造是在基底 NE 向走滑断层基础上发展起来的,由继承性活动贯通到盆地盖层,在成矿前仍以 NE 向走滑断层起主导作用。如邹家山—石洞断裂(以下简称邹—石断裂)就是由基底断裂发展起来的,其 NE 段(邹家山段)由数条近平行的 NE 向断裂构造呈雁行排列组成断裂带,主构造面倾向 NW、倾角陡($>75^\circ$),而其 SE 段(素堂坪段)断面倾向 SE,陡倾角,显示扭动构造特征。另在邹家山村东河沟中邹—石断裂由 NE 转为近 SN 走向的一段在其上盘出现数米宽的构造角砾岩,反映邹—石断裂曾发生左旋走滑活动。

③NE 向走滑构造体系为铀成矿作用奠定了良好的构造基础,走滑构造体系直接控制了相山地区早期的铀成矿作用,并为晚期成矿构造伸展拉张起到了重要控制作用。伸展构造的典型构造要素是高角度正断层,它继承并对先期形成的走滑断层系进行不同程度的改造。

晚白垩世(K_2),区域应力场转变为伸展拉张状态,相山地区发生火山塌陷,并有次火山

时 代		厚度 /m	柱状图	岩 性 特 征
	代号			
上白垩统	南雄组	K ₂	>500	紫红色砂砾岩、砂岩、粉砂岩，砾石中有较多的火山岩砾石
上侏罗统	鹅湖岭组	J ₃ e ⁴	>1000	灰白色流纹质碎斑熔岩，碎斑晶为石英、长石，含量达50%~60%。底部多变质岩岩屑，底部基质为玻基结构，向上逐渐变为全晶质
		J ₃ e ¹⁻³	50	上部为紫红色粉砂岩、砂砾岩 中部为熔结凝灰岩，顶部有一些晶屑凝灰岩 底部为紫红色砂砾岩
	打鼓顶组	J ₃ d ⁴	150	上部流纹质英安岩，有钾长石、石英斑晶，底部有一层紫红色砂砾岩、砂岩、凝灰岩透镜体 下部流纹质英安岩，有少量角闪石、辉石、石英斑晶
		J ₃ d ¹⁻³	60	上部含钙质结核红色粉砂岩、砂岩、凝灰岩透镜体 中部熔结凝灰岩、晶玻屑凝灰岩 下部砂砾岩
	安源组	T ₃	>100	长石石英砂岩、页岩、粉砂岩夹煤线，底部砂砾岩、砾岩
震旦系		Z	未见底	千枚岩、云母石英片岩

图 2-1 相山地区地层柱状图

岩体沿环状断裂以及被复活的引张断裂侵入。此后发生大规模的断块塌陷，形成了主成矿期的有利构造背景。

④成矿后活动的 NE 断裂构造，主要表现为逆冲特征，发育特征的灰白色构造泥和构造透镜体，主要表现为挤压作用的结果，无矿化蚀变现象。

(4) 岩浆(热液)活动

相山地区的岩浆活动主要发生在燕山中期，即晚侏罗世。形成了打鼓顶组和鹅湖岭组的酸性火山岩系，主要包括喷发相、溢流相的紫灰色、灰白色流纹质熔结凝灰岩、晶屑凝灰岩、流纹英安岩和碎斑熔岩。在燕山晚期，发生基性岩脉侵入，对形成控矿和储矿的断裂和裂隙系统非常有利。

在火山活动结束之后，相山地区发生了三次大规模的热液活动：第一次为富钠碱性热液活动；第二次为富氟酸性热液活动；第三次为硅质热液活动。其中前两次分别与相山地区的碱交代型铀矿床和萤石-水云母型铀矿床成矿作用相关。

(5)铀矿化特征

相山地区目前发现矿床××个,主要产在盆地西部和北部。邹家山矿床和横涧矿床分别为这两个地区的典型矿床。

邹家山矿床属萤石-水云母型铀矿床,其矿化特征见实习一的实习材料。

横涧矿床铀矿化特征:因横涧矿床在空间和成因上与次火山岩有密切联系,数量多,储量大,具有代表意义,又将该类火山岩脉型铀矿床称之为“横涧式”。

横涧矿床位于相山火山塌陷盆地的北缘,处于北东向的巴泉断裂和埡坑断裂与火山环状构造的复合部位。矿床出露地层有震旦系的黑云母石英片岩以及上侏罗统打鼓顶组的紫红色砂岩、粉砂岩、砂砾岩夹薄层熔结凝灰岩和流纹英安岩(见图2-2)。横涧次火山岩——花岗斑岩岩墙呈弧形侵入到震旦系变质岩和打鼓顶组粉砂岩中。

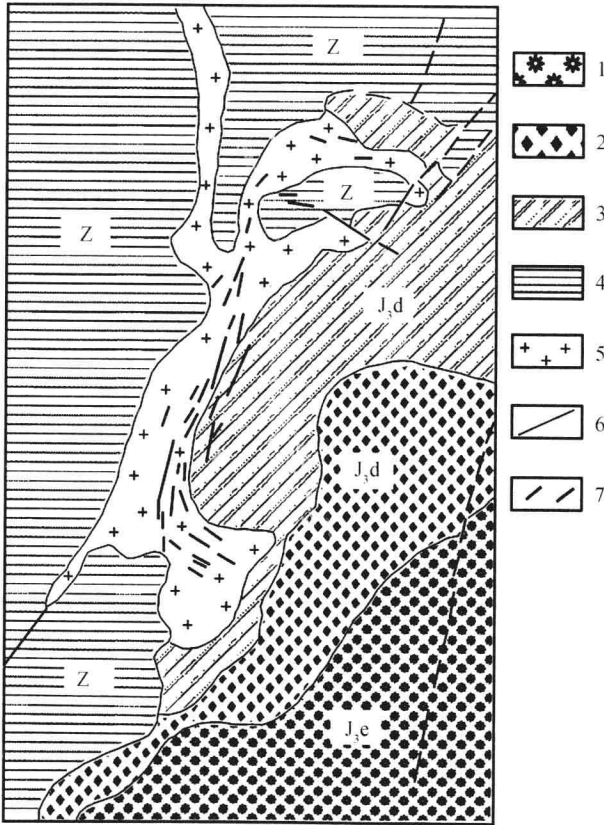


图 2-2 横涧矿床地质图

1—鹅湖岭组碎斑熔岩;2—打鼓顶组流纹质英安岩;3—打鼓顶组粉砂岩;
4—震旦系片岩;5—花岗斑岩;6—断裂;7—矿脉

铀矿化产在花岗斑岩及其内外接触带发育的弧形构造裂隙带中,铀富集程度随裂隙带宽度和密集程度的变化而变化。此弧形构造裂隙带由一系列大小不等,走向大致平行或呈锐角相交的剪切裂隙组成,自北而南,总体走向由近南北向转向近东西向,单个裂隙一般长为 20~40 m,宽为 0.5~1 cm。含矿主岩为花岗斑岩,在打鼓顶组粉砂岩和震旦系变质岩中也有铀矿体分布。