

CNIC-01297

NBG-0001

某铀矿床遥感地质影像模式

乔 锐

(核工业东北地质局 240 研究所, 沈阳, 110032)

摘 要

在该铀矿床的地质研究基础上, 对其卫星遥感影像图的最佳时相选择、最佳波段组合及影像特征、影像模式等问题进行了探讨。以 TM 假彩色合成图像的解译为依据, 研究认为, 此铀矿床受线、环、弧构造控制, 分布范围不超出矿床所处火山塌陷盆地的边界。其矿床遥感地质影像模式为: 受控于北东向和北西向断裂构造交切所夹的环形断块。提示在远景预测中应注意与此遥感影像相似的成矿地区。

A Discussion of Remote Sensing Geologic Image Model of a Uranium Deposit

(In Chinese)

QIAO Rui

(Research Institute No. 240, Northeast Bureau of Geology, Shenyang, 110032)

ABSTRACT

Based on the geologic study on the uranium deposit, the items about remote sensing images of the mineral deposit were discussed, such as the best choice of temporal, the best compose of band, the image characteristics and image model. It is considered that the mineral deposit was controlled by the line, ring and arc through the interpretation of color-composite images. The geologic image model of the mineral deposit is annular fault block controlled by northeast and northwest structures. It is recommended that much attentions should be paid to microgenetic regions being similar with this image model in long-range forecast.

引言

本文利用遥感解译方法,提取控制矿床成因的有关遥感信息,解决了火山构造与铀成矿的关系问题。运用不同波段的遥感图像,解译分析区内地层、岩浆岩、火山岩、构造系统及其围岩蚀变特征,着重探讨区内线性构造、火山环状构造等,提取与铀成矿有关的遥感影像特征,建立了该矿床的遥感地质影像模式。

1 矿区地质概况

1.1 地层

该铀矿床是燕辽成矿带北部边缘槽台过渡带中受中生代火山塌陷盆地控制的铀(钼)矿床,成矿年龄为125~140 Ma。

区内出露的基底地层为二叠系斑布加拉嘎组火山岩系,由下而上分为三个岩段:下段为安山质角砾凝灰岩、安山质凝灰岩、安山岩;中段以流纹质多晶屑熔结凝灰岩为主;上段又可分为三个单层:底部为复成分砾岩、砂砾岩、凝灰质含砾砂岩、凝灰质粉砂泥岩夹泥岩、水云母粘土岩透镜体;中部为安山岩、安山质角砾凝灰岩(局部可见花岗质角砾);上部为沉凝灰岩、粉砂质泥岩。盖层为中生代侏罗系粗面岩。区内还有第三系玄武岩零星出露(见表1)。

1.2 岩浆岩

矿床岩体位于矿区的东部和南部,呈岩基产出。其北部为燕山早期黑云母花岗岩,南部为燕山早期碱性花岗岩,两者关系不清。燕山晚期为钾长花岗岩侵入,呈岩株产出。其岩体的K-Ar法年龄值为186~125 Ma。

1.3 构造

本区处于不同构造体系交接复合、不同构造单元过渡的部位,构造复杂,火山活动强烈。区域上有新华夏系断裂带,该断裂带在华夏系褶皱形成的晚期就已初具规模,燕山早期又强烈活动,为本区主要构造。它对矿床岩体有明显的控制作用。矿区北部有近东西向深断裂带。近东西向构造被晚期北东向构造所切穿,与新华夏系断裂带相交。

1.4 围岩及其蚀变

矿床的含矿围岩为粗面岩,矿区内的矿床和矿点分别分布在塌陷构造的东西两侧弧形断裂带上,其余各矿床、矿点分布在流纹斑岩的两侧。矿床近矿围岩蚀变发育,主要有赤铁矿化、钠长石化、碳酸盐化、绿泥石化、水云母化等。

1.5 控矿因素

火山构造对本区铀矿化起十分重要的控制作用。铀矿化产于晚侏罗世满克头鄂博组火山岩层中,据同位素年龄测定资料,构成碱火山口的粗面岩锶同位素等时年龄为144.9 Ma,为中生代火山岩。根据本区钠长石及铀矿化的物质成分推断,侏罗纪火山活动期后富含Na、U以及S、CO₂等挥发组分的热溶液沿火山管道上升,于两侧的弧形构造中扩散。由于粗面岩性脆易破碎,且气孔发育,底部又有沉凝灰岩的屏蔽,从而为铀矿化提供了良好的沉积富集场所(见图1)。

表 1 区域地层表

Table 1 The regional stratigraphic scale

界	系	统	组	厚度/m	主 要 岩 性
新生界	第四系 (Q)				细粉砂、细砂、黄土状含砾亚粘土
	第三系 (N)	上新统 (N ₂)	昭乌达组 (N _{2s})	435	辉石微煌玄武岩及微煌玄武岩, 夹疏松半胶结砂砾岩、粉砂质泥岩或粘土质页岩, 局部夹泥炭层
中生界	侏罗系 (J)	上统 (J ₃)	白音高老组 (J _{3h})	843	上部为灰白灰绿灰紫色酸性熔岩、角砾熔岩、凝灰熔岩、岩屑晶屑玻屑凝灰岩, 夹少量薄层凝灰砂岩; 下部为灰绿黄褐灰紫色凝灰砂岩、砾岩, 局部相变为砂状凝灰岩、含砾凝灰岩夹, 少量中性酸性晶屑凝灰岩
			马尼吐组 (J _{3mn})	560	上部为灰白灰绿灰紫灰黑色安山岩, 夹少量玄武岩、流纹岩及酸性凝灰岩; 下部为绿灰紫色砾岩、砂砾岩或凝灰砂岩、砂砾岩
			滴克头鄂博组 (J _{3m})	1399	上部为酸性岩屑凝灰岩、晶屑凝灰岩、角砾凝灰岩; 中部为凝灰砂砾岩、粉砂岩、酸性晶屑凝灰岩; 下部为流纹岩、酸性熔岩或凝灰岩
		中统 (J ₂)	新民组 (J _{2n})	853	上部为粉砂质板岩, 夹变质细砂岩及砂砾岩; 下部为砾岩、砂砾岩、火山灰砾岩或凝灰砂砾岩夹粉砂质板岩泥质岩
古生界	二叠系 (P)	上统 (P ₂)	染房地组 (P _{2r})	>2146	上部以安山岩、角砾安山岩、凝灰角砾岩为主, 夹板岩、变质砂砾岩和流纹岩, 中部以酸性或中性凝灰岩为主, 夹砂岩、砾岩、粉砂岩或凝灰质砂岩、砾岩、粉砂岩, 下部为安山岩及其凝灰岩夹酸性晶屑凝灰岩
			铁营子组 (P _{2t})	>1446	上部为粉砂质板岩夹复矿砂岩、粉砂岩及酸性凝灰岩, 中部为深灰灰紫色复矿砂岩或砂砾岩、砾岩、凝灰砂岩夹粉砂岩, 下部为黄绿色砾岩、砂砾岩、细砂岩与酸性凝灰岩互层
		下统 (P ₁)	黄岗梁组 (P ₁)	>1229	为一套浅海相沉积, 以浅紫-紫红色深灰色粉砂岩、板岩、砂岩、砾岩为主
			斑布加拉嘎组 (P _{1b})	155~ 2540	为灰绿灰紫色安山岩、玄武岩、火山角砾岩、中性及酸性碎屑凝灰岩夹砂岩、板岩、凝灰砂砾岩、沉凝灰岩
			青凤山组 (P _{1q})	>1013	为一套浅海相或滨海相砂岩、砾岩、板岩地层, 局部夹极少紫火山岩

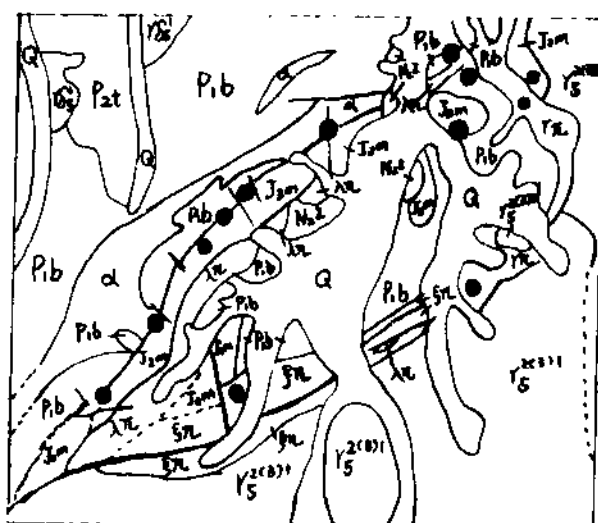


图 1

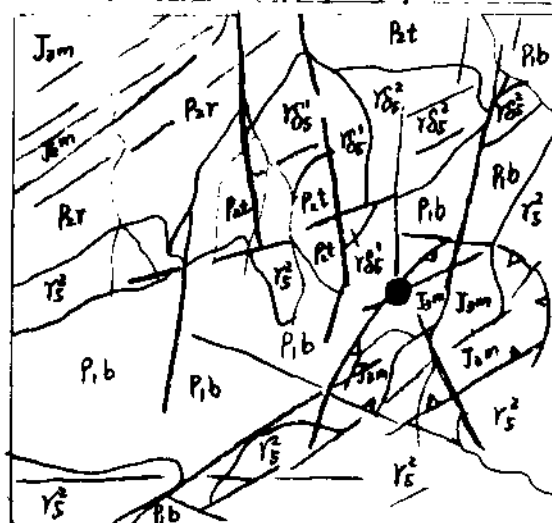


图 2

- Q 1 Na₂ 2 Jsm 3 Pat 4 Pib 5 Y₂ 6 Y₂(001) 7 Y₂(001) 8 Y₂(001) 9 Y₂ 10 Y₂ 11 Y₂ 12
Arn 13 Arn 14 Arn 15 Arn 16 Arn 17 Arn 18 Arn 19 Arn 20 1576 21 Arn 22 Arn 23 Arn 24

1. 第四系：黄土、风成砂、冲积砂砾石；2. 新第三系阳乌达组：玄武岩夹泥岩；3. 上侏罗系南克头鄂博组：晶屑凝灰岩、流纹岩、页岩状泥灰岩；4. 上二迭系染房地组：蚀变安山岩夹凝灰岩、角砾凝灰岩；5. 上二迭系铁营子组：酸性凝灰岩、凝灰质砂岩、粉砂质板岩、砂砾岩；6. 下二迭系斑布加拉嘎组：安山岩、安山质角砾凝灰岩、凝灰角砾岩、流纹岩、熔结凝灰岩；7. 燕山晚期花岗岩；8. 燕山早期黑云母花岗岩；9. 燕山早期碱长花岗岩；10. 燕山早期花岗岩；11. 燕山早期花岗岩闪长岩；12. 印支期花岗岩闪长岩；13. 花岗岩、石英斑岩；14. 流纹斑岩；15. 正长斑岩；16. 次安山岩；17. 地层产状；18. 实测、推测地质界线；19. 实测及推测断层；20. 火山塌陷环状影像；21. 制高点及高程；22. 河流；23. 居民点；24. 铀矿床、矿点及编号。

图 1 某铀矿床火山塌陷盆地地质图

图 2 某铀矿床遥感影像特征图

Fig. 1 The geologic map of volcanic subsidence basin of the uranium deposit

Fig. 2 The characteristic map of the uranium deposit remote sensing image

2 铀矿床卫星遥感影像及解译

2.1 铀矿床卫星遥感影像图

因受本地区地理位置所限制,加之这一地区工作程度不高,资料甚少,因此,在使用陆地卫星磁带作为基础资料上,同时采用 MSS 片,并在图像处理上作精心设计。

2.1.1 多波段彩色合成

本区多波段彩色合成图像是在 IDIMS 图像处理系统上,经扫描成胶片,然后冲洗放大而成。为了排除雪对图像的干扰,在波段组合上首先排除了 TM5 波段。从表 2 TM 图像光谱特征及功能表中可以看出, TM5 波段恰好包含了雪的反射波峰,减弱甚至掩盖地物波谱信息。根据波段组合的原理,并参考实际情况,选取各波段之间相关系数最小的波段,即:一个可见光波段(TM3)、一个近红外波段(TM4)和一个远红外波段(TM7)。彩色合成的波段组合为 TM4(R), TM7(G), TM3(B), 其中:

TM3 是土壤边界、地质体边界识别的最有利光谱区,它受大气的影响最小,影像的几何分辨率最高;

TM4 是植被叶绿素反射峰,对鉴别植物种类、评价植物含水量及土壤含水量十分有用,对构造地质边界及隐伏构造地质体的识别效果好;

TM7 是蚀变岩类、含羟基蚀变矿物的强吸收带,主要用于区分岩性和土壤类型,突出岩石的热液蚀变。

这三个波段合成的彩色图像在最小量抑制其它信息的同时最大量削弱雪的影响,使雪层变薄,这样被雪覆盖的岩石可稍微露出一些纹理特征。同时还作了 MSS 假彩色合成片,虽然没有雪的覆盖,但由于 MSS 片的空间分辨率太低,纹理清晰度太差,因此它只作为 TM 片的解译辅助资料。

表 2 TM 图像光谱特征及功能

Table 2 TM images characteristic and function

	波 段						
	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7
波长范围 μm	0.45~0.52	0.52~0.60	0.63~0.69	0.76~0.90	1.55~1.75	10.40~12.50	2.08~2.35
光 性	兰	绿	红	近红外	中红外	热红外	中红外
功 能	对土壤、植被、水质、水深有良好的反映	用于植被、水系调查研究	植被分类、地貌反映	用于生物量测定、水体、地质应用	土壤、植被的含水量、蚀变岩带、云雪研究	反映地热、热液信息	用于地质蚀变岩研究、区分岩性、土壤

2.1.2 多功能组合处理

利用 TM 胶片在多波段彩色数字系统 4200F 机上,进行了彩色合成、彩色编码、密度分割、放大漫游等处理过程,采用屏幕照像,然后冲洗、放大,制成随机比例尺的矿床典型影像图。

2.2 铀矿床卫星遥感影像图的解译

从整体来看,图像层次清晰、色彩丰富,饱和度较高,基本能够反映本区的地质情况。

其中水系为靛兰色,部分水域叠加红色,为植被的反映。而河流两侧已耕种的农田为绿色,砂体为白色。山体由于有植被的覆盖,表现为红色,在一定高度之上和阴坡被积雪覆盖的地方则为紫粉色(见图2)。

2.2.1 线性构造

本区东西向、南北向、北东-北北东向、北西-北北西向构造十分发育,尤以后期北东-北北东向构造更为明显。北东-北北东向构造在影像上呈等间距平行排列,影像清晰、连续,易分辨。北西-北北西向构造较少,在矿床附近有出露,其中南部被雪所覆盖,但因雪层较薄,通过透视作用及参照 MSS 片仍可解译出。东西向构造在影像图上表现为非常窄的颜色异常(浅色),且多数不连续。因东西向构造为区域早期构造,受后期北东-北北东向构造的改造影响亦有所变化,因此在卫片中解译较难,解译出的数量也较少。南北向构造在沟谷中表现十分明显,影纹短粗、笔直,不连续。

2.2.2 环形构造

在影像上,矿床所处的火山塌陷盆地近椭圆形,呈北东向展布。其西部向北西突出的弧形构造和东部向北东突出的弧形构造及南部的北东向和北西向线性构造,基本组成了盆地的轮廓。该盆地明显受 NE45°线性断裂构造所控制,一条 NW65°和 NE45°线性构造交叉贯穿盆地中心。盆地中心低洼部分为河流、沟谷,图像上为深绿色,呈放射状。四周较高,有植被覆盖的地方表现为红色,紫粉色的部分为积雪覆盖的地方。

矿床所处火山塌陷盆地为一小型破火山口构造,地貌上为负地形。破火山口的定位构造为新华夏系断裂带,该构造带的多期、多次的强烈活动引发了一系列北东向、北北东向的断裂构造,并切割了基底近东西向构造。中、酸性熔浆沿断裂交叉部位上升,呈裂隙-中心式喷发。破火山口环形构造和放射状构造发育,前者有的被次火山岩占据,有的是很好的控矿或容矿构造。破火山口的发展过程经历了区域拱起、火山爆发、火山口沉陷、复活隆起及火山期后成矿与蚀变等五个阶段。

2.2.3 弧形构造

图像中表现得最为明显的是构成矿床塌陷盆地两侧的弧形构造,尤其是西部向北西方向突出的弧形构造。由于有山脊线及阴坡上雪的覆盖,两侧色调差别很大,影像十分清晰,易解译。解译时还参照了大区域的 TM 假彩色合成片。影像上火山塌陷盆地的环、弧形构造十分明显。受火山塌陷盆地的影响,使原华夏系、新华夏系断裂构造被利用和归并而呈弧形展布,它们与火山活动及铀成矿有密切联系。

2.3 与铀成矿有关的影像特征

矿床从成因及围岩来说,属于火山岩中碱交代型热液铀矿床。其含矿围岩主要为火山岩、次火山岩及花岗闪长岩等,是产于晚侏罗世火山塌陷盆地中的铀矿化,火山构造对铀矿化有明显的控制作用,并且具有逐级控制的特点。

从整个影像来看,北东向线性构造最为发育,与中生代火山活动有密切联系。矿床火山塌陷盆地正是沿着这条北东向构造分布,清楚地表明北东向构造对火山喷发带的控制作用。同时,它既是岩浆侵入-喷发的通道,又是矿液运移的通道,它控制了铀矿化的总体分布,是良好的导矿、控矿构造。

从影像特征上来看,导矿、控矿、容矿构造类型主要有线性、环形、弧形三种断裂构造。矿床分布在盆地边部的环形断裂控制范围之内,基本可分为两部分,即分布在西部向

北西突出的和东部向南东突出的弧形断裂构造上。其中又以西部的影像特征最为明显，在西部弧形构造边缘上，分别有北东向、北西向及南北向三条构造与之相切，并控制了矿床的分布位置。

从矿床典型影像图上分析，各矿床（点）主要分布在火山塌陷盆地的边缘，所有矿床（点）的展布不超出其环形断裂控制范围，直接受Ⅴ级火山构造（火山通道、破火山口及其组合体、隐爆岩体、次火山岩体等）控制。

3 铀矿床遥感地质影像模式

该铀矿床遥感地质影像模式可概括为：矿床受北东向和北西向断裂构造交切所夹的环形断块所控制。北东向、北西向断裂构造是导矿、控矿构造，火山塌陷形成的环、弧形断裂构造为铀的沉积提供了良好的环境，是铀矿床的容矿构造。环形断裂构造边缘的几个矿床及矿点都为这一成矿模式提供了可靠的证据。因此，在今后的工作中应在这几个环形断裂构造的边缘加大工作力度，同时从遥感解译上应着重注意与此影像模式相似的成矿区的普查预测工作，以便扩大老矿区，探寻新的远景基地。