

# 中国地洼区层控铀矿床地质和分布规律

姚 振 凯

(中南地勘局二三〇研究所)

我国地洼区分布广泛,其中层控铀矿床常见,它的形成是地壳大地构造单元受到多阶段构造演化及其伴随的多阶段成矿演化所致。本文所指层控铀矿床,是属一定地层、岩性和层间构造控制的矿床,因而是广义性的,它包括层状矿床和受层位控制的非层状矿床。但由于我国目前尚未发现沉积和成岩型层状铀矿床,故实际上又仅限于论述狭义层控铀矿床。

## 一、层 控 特 征

中国地洼区的层控铀矿床,含矿层位时代范围较广,早自元古代,晚至第三纪。从具体某一个较小区域构造单元看,层控铀矿床的层位时代,限制在一定的较窄的时代范围内。如东南地洼区雪峰地穹系内,主要集中在上震旦—下寒武世中。含矿层位的含铀丰度比非含矿层高出数十倍,甚至百余倍,有时含矿层本身就是铀源层。这些含铀层位的铀浸出率比较高,可以提供有效成矿铀源,就地或就近取材成矿。如雪峰地穹系内一些工业铀矿体明显受层位控制,矿体成层性不好,品位和厚度变化大,但工业品级以下的矿化却成层性好,且比较稳定,工业铀矿体是经地洼期成矿和构造作用改造后形成。

地洼区层控铀矿床,按其产出的层位时代可划分为元古代、下古生代、上古生代、中生代和新生代矿床(表 1)。一般情况下,元古代和古生代的层控铀矿床,产于隆起构造单元内,而中新生代的层控铀矿床,多产于拗陷或断陷构造单元中。

地洼区层控铀矿床按层位时代分类表

表 1

类 别	层 位	含 矿 层 岩 性	矿 石 年 龄 (百万年)	资 料 来 源
新生代矿床	$N_{1/2}$	深灰色花岗质含砾砂岩	4.4; 2.4	据陈功、高春云 北京三所
	$E_1d$	浅灰色含砾砂岩	20	
中生代矿床	$K_2$	浅灰色砂岩	70; 57	北京三所
	$J_3^{2-3}$	浅灰色中细粒砂岩、炭质砂岩	?	华东264队
	$J_2l$	暗灰色凝灰质砂砾岩、复成分砂岩、凝灰岩	80~70	812部队三分队
	$J_{1+2}$	含铀煤	?	陈云中, 张成宝
上古生代矿床	$P_1d$	含炭硅质岩	64~60	刘士录
	$C_2ht$	细晶灰岩的构造角砾岩	43	中南301队
	$C_1d\pi$	深灰色生物碎屑灰岩夹白云岩	11; 59; 70; 105	牛林、汤国鑫
	$C_1ds$	深灰色生物碎屑灰岩、泥灰岩	119; 135	北京三所

续表 1

类别	层位	含矿层岩性	矿石年龄 (百万年)	资料来源
上古生代矿床	$D_3l$	含黄铁矿的泥质白云岩	96	据王慎全等
	$D_2s$ $D_2d$	生物灰岩、白云岩的构造角砾岩	140~130	309-5队
下古生代矿床	$S_2$	含炭硅灰岩、灰岩、硅岩	130~22	四川405队
	$\epsilon_{2+3}$	砂质白云岩、白云岩	?	彭福伍、罗长本
	$\epsilon_1$	富炭泥岩、岩质板岩	?	309-9队
	$\epsilon_{1q}$	含炭硅质板岩、浅色砂岩、炭质板岩	78~74	309-10队
元古代矿床	$Zbl$	深灰色含黄铁矿硅质泥板岩	83	朱杰辰
	$Zbdn$	含炭硅质板岩、泥板岩	43	任炳龙
	$Zbd$	灰色含泥硅质隐晶白云岩、硅质泥板岩	26	季洪芳
	$Ptbn$	深灰色泥质粉砂岩、粉砂质泥板岩	75	309-1队
	$Ptll$	云母石英片岩、石英岩、混合质石英岩	?	贾兴洲

## 二、时控特征

中国地洼区层控铀矿床的时控特征,比其它金属矿种(如铜、铅、锌等)的层控矿床更为明显。工业铀矿石的年龄多在120-40百万年区间内,相当于地洼中晚期成矿,或称之为燕山构造-岩浆活化期的中晚期阶段成矿,少部分在喜山构造-岩浆活化期成矿。

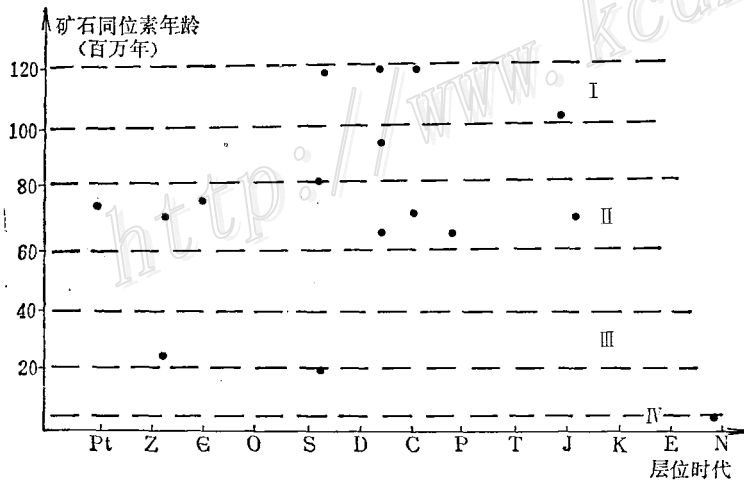


图 1 地洼区层控铀矿床成矿时代划分图

I、II、III、IV为地洼区层控铀矿床工业矿石形成阶段

●为不同层位内矿床的矿石同位素年龄值

根据地壳演化和构造演化过程,即地洼区形成和发展过程,地壳构造-岩浆活动旋回,结合现有铀矿床的矿石同位素年龄资料,可把中国地洼区层控铀矿床的成矿时代划分为四个阶段(图1):第I阶段为120-100百万年,相当于燕山构造-岩浆活动晚期( $K_1-K_2$ )第一幕,属地洼区激烈期的早期阶段;第II阶段为80-60百万年,相当于燕山

晚期( $K_2-E$ )第二幕,属地洼激烈期的晚期阶段;第III阶段为40-20百万年,相当于喜山构造-岩浆活动早期( $E-N$ ),属地洼区余动期早期阶段;第四阶段为5百万年至今,相当于喜山晚期构造-岩浆活动幕。鉴于矿床位于中国西南部中亚地洼区,该类型地洼区在新生代喜山构造-岩浆活动期进入剧烈期,故在中国西南部地洼区的层控铀矿床虽然矿

石年龄值小,仍属地洼区激烈期成矿。

从图1可看出,地洼区一些产于较老地层内的层控铀矿床的形成经过漫长的地质历史阶段,从铀的原始沉积的初次富集开始,至最后形成工业铀矿床,其成矿延续时间可达五、六亿年之久。另一些产于较新地层内的层控铀矿床成矿延续时间较短。显而易见,矿、岩之间,矿与构造层之间存在一定时差,含矿层和构造层的时代越老,矿、岩时差越大。

许多地区的矿床实例表明,层控铀矿床工业矿体的形成一般比金、钨、锡、钼、铜、铅、锌等矿床晚,甚至可见到铀矿体迭加于铜矿体之上。地洼区层控铀矿床的时控特征,同地洼区花岗岩型、火山岩型铀矿床的成矿时代很相吻合,说明不同类型的铀矿床均与统一的大地构造单元和地质构造作用所控制的地洼区有关。

### 三、岩 控 特 征

地洼区层控铀矿床矿化岩石的岩性复杂多样,在不同时代的含矿层和构造层内,岩性相差可以甚为悬殊。从表1看出,在元古代地槽构造层中的矿化岩石,以各种泥质、粉砂质板岩为主,少数在泥质白云岩或片岩中;在下古生代地槽构造层中,矿化岩石以炭质、硅质板岩为主,少数在白云岩、灰岩或砂岩中;在地台构造层中,矿化岩石以炭质泥质灰岩、生物碎屑灰岩、泥灰岩为主,少数在硅质岩中;在地洼构造层中,以浅色含泥粉砂岩、含泥砾岩、黑色页岩、煤层和层状流纹岩、凝灰岩、凝灰质砂岩为主。含矿层的岩石学特征,在一定程度上反映不同时代大地构造单元及沉积建造对铀成矿的控制特征。

尽管矿化岩石在岩性和成分上有千差万别,但它们仍有许多共同特点:①含炭、泥、有机质和黄铁矿,而且含量偏高,反映在岩石颜色上为黑色或深灰色,风化后呈浅灰至棕红色。这些物质多呈分散状、显微粒状、胶状、星散状和结核状分布,对活动铀起着还原剂或吸附剂的固定铀作用;②在矿物成分上属复矿岩石,为炭、硅、灰、泥的混合建造,或为泥砂砾混合沉积,或是火山岩与沉积岩互层和混合沉积。单一纯净岩性层位中很少有工业铀矿化;③在变质程度上属未变质或轻微变质岩石为主。以泥质岩系为例,矿化在复成分的泥岩、页岩和板岩中居多,很少在片岩中;④矿化岩石蚀变程度弱而简单,多属就地或就近取材,如硅化、黄铁矿化、赤铁矿化、方解石化、白云石化、水云母化、高岭土化和绿泥石化等。这些蚀变作用的温度低,多数与火成岩侵入体无直接的时空和成因联系。有的层控铀矿床空间上属花岗岩体的外接触带,而矿化岩石的蚀变作用同样不强烈;⑤矿化岩石出现在含矿层岩性混杂过渡地段,在富含夹层、互层地段,因而矿体普遍有跨层、穿层现象,同一矿体内常有多个岩性层位。

地洼区层控铀矿床,按其含矿主岩类型可分为砂岩型、黑色页岩(板岩)型、煤岩型、硅质岩型、灰色泥(板)岩型、碳酸盐岩型、火山-沉积岩型、层状火山岩型。

铀矿化分布还受着一定的岩性序列和沉积韵律的控制。原生沉积期铀矿化富集,往往出现在横向和垂向上岩石地球化学性质变换地段。淋积型铀矿床对矿层顶底板,尤其是底板岩层有着特殊的屏蔽层序作用。关于岩性韵律划分,我们采用韵律结构分层原则,由小到大的级次划分方案,如陆相含铀地洼盆地沉积用砾砂泥三层结构,或附加一些过渡性层

次。在海相碳酸岩沉积中用碎屑岩—碳酸岩双层结构,也可附加一些泥质碳酸岩等过渡性层次。铀矿化在沉积韵律的具体部位取决于不同沉积相区,取决于岩性岩相剖面类型和具体内容,不能统称之为沉积韵律的上部或下部。一般言之,含泥质,生物丰富,水动力变异区,矿化和岩性成分复杂的过渡地段,是有利成矿的岩性韵律剖面部位。

#### 四、相控特征

含矿岩石沉积期的古地理环境是多种多样的,其中主要的有浅海洼地、滨湖洼地、河沼洼地及河湖三角洲洼地等。对铀沉积成矿有利的古地理环境,具有下列共同特点:①水动力较弱或水动力变异地段,若同时具备横向和垂向的沉积环境变异,则更有利于铀的沉积富集;②有利成矿的上述洼地,生物生长茂盛,有机质丰富,容易造成还原条件,使铀吸附和沉淀;③一个矿区或矿田范围内,铀矿化的初步富集可出现于不同的几个沉积相区中,常以其中某一种洼地沉积相为最重要。尤其当前对沉积相划分日趋深入,划出较多的微相环境,更值得注意。相反,水体浅,能量大,动荡不定,生物不发育,处于氧化环境,不利于铀沉积期的富集。

例如,产于东南地洼区陆相砂岩内的某层控铀矿床,含矿层的厚度由东向西,由东北向西南增厚,再往盆地中部延伸时,含矿层变薄和尖灭。含矿层矿物粒度变化,是由东北往西南变细和变均匀,岩性变化由不稳定变为比较稳定。含矿地段的岩性不稳定,矿化岩层在平面上不呈长条带状分布,而相对集中于一定范围内。含矿岩段的岩石既有斜层理,又有比较多的水平层理。含矿岩层上下层位中有滨湖砂岩、粉砂岩或洪积砂砾岩分布。矿化岩石呈暗灰色,含较多的有机质,岩性上属含砾粉砂质泥岩为主。上述事实说明含矿岩段的沉积环境,应归属河湖三角洲相中的沼化洼地微相。

一些沉积或沉积-变质岩层中层控铀矿床硫同位素组成特征,对确定含矿岩段的沉积相和矿床成因有一定帮助。如一些层控铀矿床矿石中黄铁矿硫同位素 $\delta S^{34}\%$ 变化范围较大,呈碎浪式分布,且多为负值,表明矿石中硫同位素主要来自围岩,与沉积-成岩期黄铁矿有关,具表生成因特征,不具典型的岩浆热液成因特点。

#### 五、构控特征

构造控矿作用,对地洼区层控铀矿床极为重要和十分普遍,如果把层控、岩控、相控看作是工业矿化的成矿前提,或只形成初步的未达工业品级的铀富集,那么构造控矿是矿床定位的关键,甚至可以说地洼区层控铀矿床离开构造的控制,就难以形成工业矿床。在一些层控铀矿床中,有的含矿层含铀丰度并不高,甚至接近该地区的平均克拉克值,由于构造控矿作用,把含矿层位以外的铀聚集于该层的构造迭加部位,形成工业铀矿床。这种层位、岩性加构造控制的后生为主的层控铀矿床,也是屡见不鲜的。

层控铀矿床可产于各种构造层中。产生地槽和地台构造层中的矿床,主要分布于地穹系、地穹列和地穹中。产生地洼构造层中的矿床,分布于地洼系、地洼列和地洼中。也有部分层控铀矿床的矿体既出现于地洼构造层中,也出现于其基底(地槽或地台)构造层中。

地洼区层控铀矿床通常是构造变化剧烈,规模大小不一,构造活动频繁,有的属强烈构造-岩浆活动区,有的属构造活动区,而岩浆活动不明显或不发育。构造形态组合以断褶系统或断块系统为特征,断块成群成列展布,有一定方向性,断层以陡倾角迭瓦式为特色,褶皱以宽展型为主,短线状居多。在一些深大断裂构造中,常有较大的中酸性为主的花岗岩类侵入体或陆相火山喷发岩分布,有时沉积巨厚的类磨拉式建造,尤以红色砂砾岩盆地发育为著称。

层控铀矿床多分布在复式向斜、小向斜、断陷向斜中,尤其在不同级别的向斜构造内断层密集地段或裂隙密集带和层间构造破碎带中更有利成矿。总之,构造应力作用最强,次数最多,有利于成矿富集。

成矿构造的形成和发展,同地壳演化规律密切相关,同样具有继承性和递进性的演化规律。在分析成矿构造时,结合成矿演化阶段,重点分析主成矿期构造,注意分析成矿构造的形成和发展的全过程。可以说地洼区内全部层控铀矿床的成矿构造,不是一次形成的,经过多次复杂构造活动迭加演化,才形成现今状态的矿床构造特征。

按主成矿期的矿床构造类型,地洼区层控铀矿床可划分为八种基本构造类型:①切层大断裂上下盘及其派生次级断裂带型;②大层间断裂上下两侧及其次级构造型;③控制地洼盆地边界的长期活动的控盆断裂两侧型;④切层断层(或构造裂隙)密集带型;⑤侵入体外接触带的层间破碎带型;⑥陆相火山喷发岩层中裂隙密集带型;⑦层间构造氧化带(包括层状氧化带)型;⑧不整合面构造型,以及上述各基本构造类型的复合组合等。

## 六、三多三主的成因控制特征

地洼区层控铀矿床,特别是大型工业铀矿床,通常是经过多源多期多成因的长期复杂的成矿作用,往往是沉积营力使铀在一定的大地构造单元内的沉积岩或火山-沉积岩中形成初步富集,尔后在成岩作用、变质作用、岩浆-构造作用及地下水淋滤作用过程中,铀在一定的岩性层位及构造部位进一步迭加富集形成工业铀矿床。多种铀源互相迭加累积成矿,多期成矿作用前后迭加累积成矿,多种成因的成矿作用互相混合过渡富集成矿,是地洼区层控铀矿床的成因特色。

过去人们用单源单期单成因的单一成矿作用观点去研究解释层控铀矿床,遇到了许多无法解释的难题,有些矿床成因处于长期争论不解之中,出现多种不同甚至对立的成因观点。近年来各种观点互相取长补短,相互学习,逐渐走向了多因复成矿床大类的解释。

应着重指出,多源多期多成因的成矿作用,须遵循递进累增规律才能形成工业铀矿床。多中有主,既需看到多而复杂的一面,更需抓住主要一面,即分析主成矿铀源、主成矿期和主成因作用。三多三主的成因特征,不仅对层控铀矿床整体而言,就具体某一个层控铀矿床,同样存在三多三主的成因标志。从成矿演化作用角度,分析层控铀矿床的成矿阶段有:沉积阶段→成岩阶段→变质阶段→淋积阶段→热液阶段(包括岩浆侵入或喷发引起的热液及地下水加热形成的热水溶液)→风化淋失阶段等。这些成矿阶段在不同地区或矿床中可能发生前后换位挪动,或缺失某个和几个成矿阶段。

按矿床形成的主成矿作用,把地洼区层控铀矿床分为成岩型(?)、变质型、淋积型、

岩浆热液型、热水溶液型、混合成因或主成因不明型。在中国地洼区内尚未发现沉积砂矿型铀矿床，对成岩型矿床也存在不同看法，主要原因是矿石年龄和层位时代相差较悬殊，还未发现与层位时代一致的层控铀矿床。有人认为可能是由于铀元素地球化学性质活泼，原沉积-成岩型铀矿床经后期地质构造作用，使铀重新分布组合成新矿床，这种解释有待于地质或同位素地质资料证实。

本文写作过程中得到陈国达教授指导和答疑，受到王学曾总工程师的鼓励和支持，在此表示衷心谢意。

### 主要参考文献

- [1] 陈国达 1978 《成矿构造研究法》 地质出版社
- [2] А.Д.谢格洛夫 1980 《地洼区成矿》 冶金工业出版社
- [3] Proceedings series 1974, Formation of uranium ore deposits. Viena.
- [4] Чалышев, В.И., Сорвачев, Н.С., 1977, Ритмичность карбонатных отложений, Ленинград «Наука».
- [5] Казанский, В.И., Лаверов, Н.П., 1978, Эволюция уранового рудообразования, Атомиздат.
- [6] Данчев, В.И., 1979, Экзогенные месторождения урана, Атомиздат.
- [7] Карогодин, Ю.Н., 1980, Седиментационная цикличность, Москва, «Недра».

<http://www.kcdz.ac.cn/>

## THE DISTRIBUTION AND GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF STRATA-BOUND URANIUM DEPOSITS IN DIWA REGIONS OF CHINA

Yao Chenkai

(*Institute 230, Geological and Prospecting Bureau of Middle South China*)

### Abstract

Following the theory of diwa established by Prof. Chen Guoda and taking the internal relations between the evolution of crust, of tectonics and of mineralization into account, the author has made a comprehensive study of the strata-bound uranium deposits in the diwa regions of China.

The study shows that strata-bound uranium deposits of China are mostly distributed in diwa region. They occur in geosynclinal, platform and diwa structural positions. The ores have ages of 135-2 m.y., chiefly 120-40 m.y., suggesting they were all formed during the middle-late period of tectonic and magmatic activities of diwa stage, a period when Cretaceous-Tertiary red bed basins took shape and grew. In spatial distribution, the ore deposits are often related to granitic rocks or eruptive rocks of Indo-China and Yenshan periods as well as to Mesozoic and Cenozoic basins; in ore association, they are invariably accompanied by uranium, lead, zinc, molybdenum, mercury and other deposits of granitic or volcanic types. The time-spatial distribution of the strata-bound uranium deposits makes it clear that its genesis had a good deal to do with the evolution of the geotectonic units, i. e. from geosyncline to platform, then to diwa.

The strata-bound uranium deposits in diwa regions have lots of features peculiar to themselves; occurring in various strata, mineralizations from different sources adding to each other; superposition of mineralizations of several phases; multigenetic mineralizations with some of them playing the major role; being transitional to one another. In mineralization, only through gradual development and accumulation of ores of several phases can industrial uranium deposits be formed. This kind of deposits usually experienced in sequence three principal mineralization phases,