

国外盆地型 铀矿床资料

放射性地质编辑部
国外盆地型铀矿床调研组

编印

PDG

前 言

遵照毛主席关于“洋为中用”的教导，根据生产和科研需要，由六个有关单位组成国外盆地型铀矿床调研组，共同编写了这本资料。本资料着重搜集了国外新近发表的资料，并参考了部分国内已报道的文献，进行翻译、综合和编写。重点是中新生代陆相盆地砂岩型铀矿床，此外，还介绍了其它时代和类型的矿床。这里所说的盆地型铀矿床，包括盆地、洼地、槽谷和河床构造等低洼地区内形成的矿床。这些矿床从时代上看，包括由元古代到新生代(以目前已知为限)的漫长地质年代；从成因上看，既有外生成因的，也有内生成因(如火山洼地内的某些铀矿床)或复成因的。但明显的海相成因矿床，如瑞典的明矾页岩型，许多地区的磷酸盐型，海相灰岩型等则不包括在内。另外，对一些目前不常见的类型，具有明显的外生和表生特点，如灰质结砾岩型和岩溶型则作了简要的介绍，这样对扩大找矿方向，了解矿床成因，提供思考线索。

本资料内容包括两部分，一部分是矿床实例介绍；另一部分是关于找矿和成矿理论方面的一些问题，诸如，找矿标志、找矿勘探方法和砂岩型成矿理论的探讨等。

参加本资料编写工作的有徐宝兴、叶春兴、郑一星、邓维荣、周鲁民、郭金周、王祖邦、陈振时、周镭庭、张邻素等同志。本资料是在有关单位的广大地质工作者和科技情报人员的热情支持下完成的，编写中他们曾协助搜集和翻译了大量外文资料，并承担了绘图、誊写等工作。

由于时间仓促，有些材料来不及搜集或编入，特别由于编写人员的思想水平和业务水平所限，一定有不少错误，希读者批评指正。

国外盆地型铀矿床调研组

一九七五年十二月

目 录

前 言

第一章 国外盆地型铀矿床发展现状及趋势	(1)
第二章 美国中新世代和加拿大元古代砂岩型铀矿床	(6)
第一节 新墨西哥州格兰茨地区砂岩铀矿床	(7)
第二节 犹他州里斯本谷地区铀矿床	(10)
第三节 亚利桑那-犹他州莫组门特谷和怀特谷地区铀矿床	(18)
第四节 科罗拉多州西南部尤拉凡矿带中的铀钒矿床	(26)
第五节 亚利桑那州东北部铀矿床	(30)
第六节 怀俄明州及其邻近地区的铀矿床	(37)
第七节 怀俄明州泡德河盆地铀矿床	(42)
第八节 怀俄明州谢利盆地铀矿床	(44)
第九节 得克萨斯州墨西哥湾海岸地区铀矿床	(48)
第十节 加拿大元古代砂岩型铀矿床	(49)
第三章 欧洲二迭纪砂岩中的铀矿床	(53)
第一节 概说	(53)
第二节 法国埃罗盆地洛代夫矿床	(56)
第三节 英国苏格兰北部古老红色砂岩盆地中的铀矿床	(57)
第四节 西德萨尔-纳埃地区的铀矿床	(58)
第五节 捷克斯洛伐克沉积盆地中的铀矿床	(60)
第六节 罗马尼亚二迭纪地层中的铀矿化	(61)
第七节 南斯拉夫西北部二迭纪沉积物中的铀矿床	(64)
第八节 匈牙利梅斯塞克铀矿床	(67)
第九节 奥地利二迭-三迭纪铀矿床	(68)
第十节 意大利阿尔卑斯二迭纪砂岩型铀矿床成因特点	(69)
第十一节 瑞士的铀矿化	(72)
第十二节 西班牙和葡萄牙沉积岩中铀矿化	(72)
第四章 亚洲新生代砂砾岩型铀矿床	(73)
第一节 日本第三纪砾岩和砂岩中铀矿床	(73)
第二节 巴基斯坦砂岩型铀矿化	(79)
第三节 印度的铀矿床	(83)
第四节 土耳其的铀矿床	(85)
第五节 泰国呵叻高原侏罗纪砂岩型铀矿床	(87)
第五章 其它地区砂岩型铀矿床	(89)
第一节 尼日尔阿加德兹盆地铀矿床	(89)

第二节	加蓬弗朗斯维尔盆地铀矿床	(93)
第三节	埃及渐新世卡特拉尼沉积物中的铀矿化	(97)
第四节	苏联陆源沉积物中的铀矿床	(99)
第五节	澳大利亚盆地型铀矿床	(101)
第六节	阿根廷的沉积铀矿床	(102)
第六章	火山岩型铀矿床	(103)
第一节	苏联某火山洼地铀矿床	(103)
第二节	叠加火山洼地中的铀-萤石矿床	(109)
第三节	侵蚀-构造凹地中的铀矿床	(111)
第四节	火山管道和岩颈中的铀矿床	(113)
第七章	其它类型铀矿床	(117)
第一节	苏联碳酸盐类岩层中的铀矿床	(117)
第二节	中非共和国巴科马岩溶型铀矿床	(118)
第三节	美国怀俄明州蒙大拿州普赖尔山-利特尔山灰岩型铀矿床	(119)
第四节	澳大利亚灰质结砾岩型铀矿床	(120)
第五节	苏联含煤地层中的铀矿床	(122)
第六节	美国南达科他州的含铀褐煤	(123)
第七节	古砾岩型铀矿化	(123)
第八章	砂岩型铀矿床的找矿标志	(126)
第一节	砂岩型铀矿床主要类别和基本成矿特征	(126)
第二节	有利的成矿沉积条件	(126)
第三节	找矿标志	(127)
第九章	普查和勘探方法	(130)
第一节	钻探的指导思想	(130)
第二节	几种普查方法	(130)
第十章	铀在砂岩和其它沉积物还原环境中的成矿理论	(134)
第一节	总论	(134)
第二节	铀的活动性	(134)
第三节	河相砂岩中重要矿床分类	(136)
第四节	铀矿卷的形成	(137)
第五节	风成砂岩中的矿床	(140)
第六节	河相砂岩中的板状矿床	(142)
第七节	其它沉积物中成矿的化学还原作用	(143)

第一章 国外盆地型铀矿床 发展现状及趋势

资本主义国家大规模铀矿勘查工作是在第二次世界大战以后开始的。两个“超级大国”为了争霸世界大搞扩军备战和发展核武器的竞赛，除在本国进行铀矿资源的勘查外，还在国外疯狂地掠夺铀矿资源。但另一方面，生产又受利润原则的支配。因此，勘探工作时起时伏。1967年一度上升，1970年发展速度下降。现在似乎又有回升趋势。在资本主义制度下，“生产剩余价值或赚钱，是这个生产方式的绝对规律”（马克思《资本论》）。追求高额垄断利润是垄断资产阶级的本性。对铀矿资源的开发和核能利用，也不例外。

根据尼宁格1974年在“铀矿成因讨论会”上提供的材料，目前世界上价格为每磅 U_3O_8 10美元的铀矿储量（不包括中国、苏联和东欧国家在内）按国家和地区以及按类型的分布情况如下：

世界铀矿储量地区分布

国家和地区	铀矿储量 吨(U_3O_8)	百分率
美 国	340,000	27
南非和纳米比亚 (西南非洲)	260,000	21
加 拿 大	240,000	19
澳大利亚	210,000	17
法国、尼日尔、加蓬	130,000	10
其 它	60000	6
总 计	1,240,000	100

世界铀矿储量类型分布

类 型	铀矿储量 吨(U_3O_8)	百分率
砂 岩	50,000	40
砾 岩	370,000	30
脉 型	260,000	21
黑色页岩	0	0
其 它	110,000	9
总 计	1,240,000	100

1974年总储量较1970年的85万吨 U_3O_8 有了增长。其中沉积型铀矿床储量占75%，而砂岩和砾岩型铀储量占总储量的70%。特别是砂岩型铀储量比重由1970年的34%上升到1974年的40%，超过了砾岩型储量，说明了砂岩型铀矿床的发展现状和前景。

世界铀矿储量的扩大，与下列情况有关：

1. 老矿区的继续扩大。目前许多著名矿区由于长期开采而告枯竭，因此，为了充分发挥原有设备，减少投资，除极力在新地区寻找资源外，尽量在老矿区内部及外围开展普查勘探工作。如美国近几年来虽然未发现较大的新矿区和类型，但不断扩大原有矿区，如怀俄明盆地、得克萨斯海岸等地区，在1969年—1971年期间，储量增加了17万吨 U_3O_8 。加拿大砾岩型铀矿经过进一步勘探，目前储量已超过30万吨。日本在东浓地区落实了日本目前最大的月吉矿床。在已知矿区扩大储量的工作，无论从技术条件上或对地质情况的了解上，从经济意义或现实意义上都具有优越的条件，因此，这一方面的工作，将继续受到重视。

2. 加强对新地区新类型的找矿工作。

近年来在许多国家和地区开展和加强了对新地区新类型的找矿工作,取得了明显的成果。在砂岩型铀矿方面,如尼日尔发现了阿尔利特等大型矿床,澳大利亚发现了弗罗姆矿床。欧洲在二迭纪地层中发现了不少矿床,如法国的洛代夫铀矿床,南斯拉夫西北部齐洛夫斯基矿床等。在亚洲中新世代盆地中如巴基斯坦的巴卡尔楚尔,以及泰国的一些地区也发现铀矿床。最近报道,加拿大在元古代的古老砂岩中也发现了矿床,这就突破了晚古生代和中新生代砂岩成矿的时代概念,从而进一步扩大了找矿前景。从砂岩主岩本身看,除河相砂岩外,又提出了块状风成砂岩、滨海相砂岩,扩大了找矿方向。砾岩方面,最近有消息报道,在巴西发现了具有5万吨储量的大矿床(果阿斯地区)。其它类型有澳大利亚的脉型,灰质结砾岩型,中非共和国巴科马的岩溶型矿床,特别是前两者都具有可观的储量。

在探索新地区和新类型过程中,有三种不同情况。一种是在过去工作程度很低的地区大力开展找矿工作,取得了明显的成绩,如澳大利亚新发现的许多矿区和矿床。这些地区多属交通不便,过去很少仔细勘查过,最近几年加强了航测探索和地面验证相配合的工作方法,取得了较大发现,使澳大利亚铀储量有了惊人的增长。再一种情况是,突破了在某些地区只寻找特定类型的死框框。如过去澳大利亚认为在老地层地区只能找矿化时代较老的类型,如澳北区的脉型和正在寻找的古砾岩型,最近则在老岩层分布地区内找到了第三纪恩加里阿盆地和弗罗姆盆地沉积型铀矿床。第三种情况是,对新类型的探索,如1974年铀矿床成因讨论会上提出的斑岩型铀矿的问题。主要是从降低矿石品位扩大储量的办法入手,将过去结晶岩中发现的含有晶质铀矿的低品位矿床加以利用。联系到其它金属如铜矿的工业品位,从1900年的4.0%降低到目前的0.4%。美国开采的

铀矿石,从1950年的0.323% U_3O_8 降低到1968年的0.195% U_3O_8 。由于采矿和提取工艺的改进,对铀矿石的大量需求,使得一些人从低品位矿石中找出路,属于这种类型的目前只有非洲的罗辛矿床准备投入生产。

总之,开展对新地区新类型的找矿工作是当前的一种倾向。欧洲在花岗岩地区寻找沉积型矿床,经过一段停顿后,又重新重视起来。美国最近几年也疾呼要打破砂岩型铀矿一统美国的现象(占美国储量的95%),并努力寻找其它类型。找矿类型的多样化,也是最近的一个趋势。

3. 采用新技术和开展综合性找矿方法。由于地表露头矿日益减少,普查工作遇到了许多困难,因此,在找矿工作中积极采用新技术,特别是物化探技术综合找矿方法。探矿工程中,将钻探直接应用于普查阶段,在一定程度上代替槽井探揭露浅部矿体,这些都大大有利于普查工作的进行(详见第九章)。

4. 加强地质成矿理论和矿产分布规律的研究。目的是提高用地质理论指导找矿的水平,对矿产的可能产地进行预测。现在比较普遍地认识到,从仪器方法得来的数据需要有符合实际的地质理论作指导,才能正确地选择普查方向和部署工作,正确地进行评价工作。特别是寻找隐伏矿体和预测更是这样。找矿工作的进展与地质理论水平密切相关。关于预测工作,目前主要是采取地质类比原则,即在相似地质条件下可能产生有相似的矿床。例如加拿大布兰德河含铀砾岩就是这样发现的。含铀砾岩最先在南非维特瓦特斯兰德发现,引起了加拿大的注意,对比了相似的地质条件,不久就发现了布兰德河矿床。尼日尔铀矿的勘探过程中,将美国西部地区与阿加德兹区作了假设性对比,在勘探方法也采用了类似的作法(详见第九章),加上他们自己根据生产进展建立了不断修订的成矿模式,很快地进行了突破,落实了尼日尔的矿床。

当前对地质成矿理论的研究大致有两个方面：成矿理论和矿产分布规律。两者是密不可分的，前者偏重于理论的探讨，后者着眼于应用，它们又都是为找矿服务的。目前在欧美方面，多是从板块学说出发，根据现有著名矿区的分布和板块的关系，结合着硅铝层的演化，得出一些成矿带的分布。加贝尔曼认为后生矿化可由两个相组成：岩石蚀变相和晚期成矿作用相。根据围绕蚀变中心可分出某种矿化温度分带的矿物分区，将相似地区按温度和共生序列联结成带（线状成矿带），按矿化温度梯度依次由内向外分为若干带（区域分带）。认为这种分带与由于构造活动引起的变形强度带是一致的。他以不同区域中金属带的序列的一致性说明共生序列的一致。并列出了常见的共生序列：磁铁矿、金、钨、铜-锌、铅-锌、铜、铅、银、铋、碲、砷、锑、铊、铋、金、萤石、重晶石、汞、铀的矿脉、含铜砂岩、含钒砂岩和含铀砂岩。他认为大多数有经济价值的铀矿床是在最低矿化温度下呈简单的氧化物或硅酸盐形式产于成矿构造梯度的前陆。而前陆沉积盆地由于有碳质物的存在，即存在着更好的还原环境，对低温铀矿床的形成十分必要。因而比一般地块更易富集铀。环绕地盾的活动带或后陆部位，铀的富集比前陆地块要少，品位也低，是属于次要预测区。加贝尔曼利用环陆活动带模型，指出欧洲前陆成矿远景地块有梅塞塔、阿尔莫里亚、中央地块、黑森林地块、波希米亚和波多尼亚（乌克兰）等。非洲的撒哈拉和努比亚—阿拉伯地盾的前陆，如艾尔地块或红海山脉，都应有丰富的矿床。

根据构造模型，世界新生代的环陆活动带，包括由大陆飘移造成的现代活动带或复活了的活动带，通常伴随有现代矿化活动。据说，喜马拉雅山系两侧是有助于形成低温矿化的前陆。

成矿元素形成区域性分带的动力，认为是浅成造山运动。它产生的摩擦热能使地表

有用流体汇入热液流体，使成矿元素发生淋滤、运移和再分配。

加贝尔曼假定所有成矿构造关系是一致的，他的成矿带的划分又是以一族金属为特征的。这就产生了问题，由于地壳物质分配是不均匀的，成矿物质的来源不同，在分布上也绝不会因构造形式的相似而相同。另外，他对全球性的成矿构造作了划分，但如何在此有利地区中（即已知有矿化存在的地区）进一步寻找有利地段或矿床时，还没有什么明确的标志，即没有涉及到矿化分布的局部标志或特殊性问题，这就使这种理论在实际运用上遇到困难，有待于进一步工作。这是第一个用板块学来说明铀分布规律的尝试。

最近 V·齐格勒根据鲍伊等人提出的，铀的分布与硅铝质地壳的构造发展历史密切相关，铀的富集也应与地壳中主要构造要素相联系的想法，并采用了 C. R. 安毫色尔原始陆界确立时开始的板块构造演化图解，对现有知名铀矿床按照成矿类型（分类表的竖栏）和地壳主要构造单元（分类表的横栏）的关系，提出了铀矿床的成矿构造分类。从分类中可看出铀富集的明显倾向和特点：

1) 许多知名大矿区或矿床都位于前寒武纪范围内，或产于古老岩层基底之上，如位于元古代基底上的古砾岩型矿床。铀矿化年龄一般小于25亿年，即在太古代以后生成。

2) 前寒武纪以后的矿化和历次的造山运动有关。运动改造了老岩层并促成了元素的再分布。有价值的铀矿区内都有前寒武纪地块存在或改造的痕迹。如欧洲海西地带内、法国中央地块、波希米亚花岗岩内的铀矿化。位于元古代基底上覆盖层内科罗拉多陆相砂岩-粘土型铀矿床也应与此有关。

3) 加里东运动期与硅铝质岩浆作用紧密相关的铀矿床位于大陆板块缝合处，目前主要见于苏联火山岩型铀-钼矿床，和美国麦

里斯维尔矿床。

上述两种说法都是以硅铝质地壳形成时，铀、钍等有用组分都已存在，并在以后的运动中再现为前提。这种对铀矿来源的看法，在西方流行的成矿理论中都可找出这种论述的全部或部分的表现。这种理论在说明目前许多大矿床分布规律方面有其独到之处，在承认地壳发展演化上有一定道理，并给人以思考线索。但是对诸如说明澳大利亚伊里利灰质砾岩型等表生成因的年青矿床，也一定要求老地层的出现是否必要？如果进一步追索所有中生代铀矿床的古老背景，则必然会发现，对老岩层的重熔再造（如花岗岩化和混合岩化）我们现在还不够清楚，对在经过几个时代的造山运动中元素的再分布机理和渊源就更无所知。那么这种理论的应用还需要做更多的工作。

在分布规律方面，苏联一些矿床工作者近几年提出了构造-岩浆活化说，强调了活化区成矿概念。活化包括地槽区内固结部分的活化和陆台的活化。矿化与活化期产生的新生构造有关。铀矿化的分布也与活化区有关。如地盾中铀矿床分布在固结的活化地块内，主要有砾岩型、热液型和少量砂岩型和伟晶岩型。地台和拱起块断区内在活化期间形成的复杂断块构造，兼有地台和新生构造的联合特点，如北美地台西部砂岩型，以及与断裂系统交叉点、半深成和次火山和火山岩体有关的热液矿床。褶皱区内铀矿化主要分布在中间地块和早期固结的复背斜内，控矿构造是长期活动的断裂带，如欧洲海西期的许多中间地块。

总之，主要铀矿区分布在具有断块微动移位的刚性地质构造中，包括地盾上早期固结的构造和其它单元中隆起和拗陷的边缘部位，固结程度和刚性不同的地块接合部位。

在成矿理论方面，除前述铀来源于古老的硅铝地壳（硬块）外，在矿床成因方面，对传统的岩浆热液成矿理论提出了尖锐的挑战。层状矿床（如铅锌矿、铜矿等）的沉积

和岩浆热液成因的冷热之争，这里还只是涉及地下水热液参加成矿的问题。1959年金森根据硫同位素研究，将热液来源分为岩浆热液、变质热液和地下水热液，对单一的岩浆热液说提出了异议。1966年莫罗等人提出法国花岗岩内脉型矿床由地表水通过破裂带向下渗透形成，以后其他人又用来解释葡萄牙和澳大利亚北部和西部矿床，给这个理论提供了证据。这类矿床的特征是：1. 沥青铀矿未显示出大的交代特征，孔隙充填比较常见，2. 矿集中于富铀花岗岩附近或内部，说明距源岩较近，3. 矿化形成时代均较主岩晚，但同侵蚀作用一致，4. 地层位置靠近不整合，5. 多数矿石成分简单。所有这些情况都有利于地表成矿的假说。

关于地下热水成矿的理论，长期以来在苏联的岩浆热液说与沉积成矿说（特别是水文工作者）的拥护者之间有着尖锐的、甚至是激烈的争论。但也逐渐有更多的地质人员承认地下热水成矿的可能。贝列尔曼提出了热水作用带的概念，认为此带的存在是一个客观事实，它可以受下部来的岩浆作用和上面表生作用的影响。这也正如某些人所主张的那样，在地下水成矿过程中也不否认岩浆作用的参加，但这种成因理论的复杂性，无论在证实成因的研究工作中，还是在指导找矿的实践上，现阶段还有不少困难，目前还没有看到应用于找矿方面的报道。

关于砂岩型矿床的铀源问题争论较多，岩浆热液的说法，很少有人再提，更多的人主张来自花岗岩、长石砂岩，特别是酸性凝灰质岩石的淋滤，也有认为分布较广、高克拉克值的岩石都可以成为铀的来源，主要决定于地下水的性质和成矿环境。

成矿机理问题，1956年格鲁纳提出了多次迁移增大的理论，认为形成工业矿床，不管其来源如何，需要多次的氧化—溶解—迁移—增大作用。这种理论似乎对砂岩内矿化更易解释。近年来提出来的氧化还原前锋（前沿）概念似是此说的补充和发展。60年代中

期提出的层间氧化带型矿床理论，在内容方面基本上是一致的，只是某些分类方式和名称不同而已。

根据上面所谈的一些情况可以看到，随着生产的发展和找矿的需要，不符合客观实际的旧理论将被淘汰，新的理论不断产生，目前在铀矿地质理论战线上也和整个地质成

矿理论战线一样，正在经历着一场传统与创新的变革斗争。这已不是地质学发展史上的那种火成学派和水成学派的斗争，而是向更广阔更深入方面的进军。只有来源于实践，而又服务于实践的理论，才能经受住实践的考验。



第二章 美国中新世代和加拿大 元古代砂岩型铀矿床

本章叙述北美地区的砂岩型铀矿床，主要内容是美国中新世代砂岩型铀矿床。

美国砂岩型铀矿床占其储量的95%，主要分布在科罗拉多高原、怀俄明盆地和得克萨斯州墨西哥湾海岸（图1）

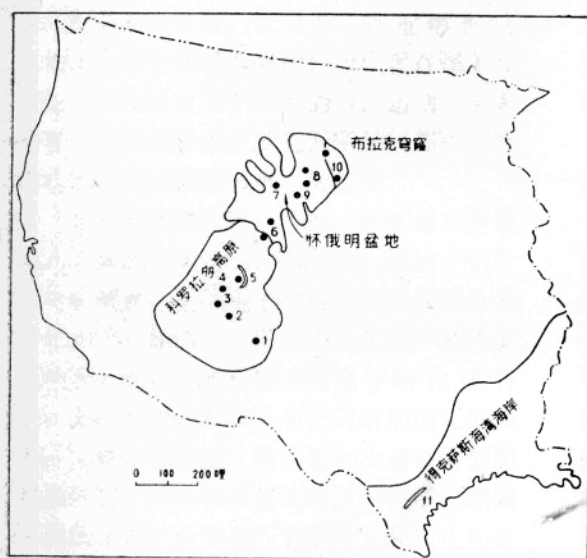


图1 美国西部重要铀矿分布图

1. 格兰茨; 2. 亚利桑那州东北部; 3. 莫纽门特谷-怀特谷; 4. 里斯本谷; 5. 尤拉凡矿带; 6. 梅贝尔-巴格斯; 7. 气山地区; 8. 泡德河盆地; 9. 谢利盆地; 10. 布拉克山; 11. 得克萨斯海湾海岸。

现有十一个较大铀矿区，仅莫纽门特谷-怀特谷和梅贝尔-巴格斯由于储量采尽而关闭。表1列出了各铀矿区主岩的年龄、地层名称及其储量。从时代上看，主要产于三迭纪琴尔建造、侏罗纪莫里森建造和第三纪地层，其中莫里森建造储量最大。

美国中新世代铀矿床的特点总结如下：

1. 美国砂岩型铀矿床为浅成后生类型。
2. 依据矿体对地层或构造的关系，矿

床可分为三个主要类型：准整合，即“毯”型矿床；不整合，即“卷型”矿床；沿断层的“矩形体”或“堆”型矿床。所有未氧化矿床以铀石和沥青铀矿为主要铀矿物。

3. 物源区有花岗岩出露。含矿地层面上覆盖有大面积火山凝灰岩，有的已部分剥蚀掉，这些造成了丰富的铀源条件。

4. 古河床的较低部位、充填砂岩、砾岩和不同数量碳质泥岩的舌形洼地，为一个裁填(cut-fill)的加积系列。

5. 在侵蚀不整合面附近，古高地的侧翼上，这些古地貌越不规则的地段越易发现有利成矿的主岩。

6. 有利主岩为三迭纪、侏罗纪和第三纪河流相的浅色含长石、长石或石英质砂砾岩，粒度为中到粗粒，以及灰色、绿色或黄褐色砂岩夹灰色和（或）绿色泥岩。砂岩与页岩之比为1:1到4:1，砂岩倾角小于5°。

7. 完全连续的主砂岩的最厚部位，以及含矿砂岩中碳质物数量越高的，一般对成矿最有利。但也并非绝对如此。

8. 断裂构造有时造成铀的再分配、再富集，形成柱状或堆状矿体。此外，地堑中的局部厚层砂岩，部分盆地轴和断层线在找矿时应引起重视。

9. 卷型铀矿赋存于褪色的蚀变砂岩舌状体和灰色的未蚀变砂岩接触处。

10. 还原剂为砂岩中的碳化植物，或含硫化氢天然气，半氧化状态的“重油”和酸腐油。其中外来的无细胞结构的碳质物具有重要意义，大型铀矿床往往与此有关。

表 1 美国十一个较大的铀矿区

地 区	主岩的 年 龄	主要的主 岩 建 造	产量 + 8 美元 /(U ₃ O ₈) 磅的 储量 (吨) (1971.1.1)
犹他州里斯本谷	三迭纪	琴 尔	32440
亚利桑那-犹他州			
莫紐門特谷-怀特谷	三迭纪	琴 尔	9860
亚利桑那州东北部	三迭纪	琴 尔	
	侏罗纪	莫里森	
科罗拉多州尤拉凡矿带	侏罗纪	莫里森	38670
新墨西哥州格兰茨	侏罗纪	恩特拉达	118620
		莫里森	
		托迪尔托	
怀俄明-达科他州	白垩纪	拉 科 塔	2890
布拉克山		福 耳 河	
怀俄明州气山	始新世	温 德 河	48910
怀俄明州泡德河盆地	古新世	福特尤尼安	32760
	始新世	沃 萨 契	
怀俄明州謝利盆地	渐新世	怀 特 河	
得克萨斯州墨西哥	始新世	惠特赛特	13750
海湾海岸	中新世	奥克維尔	
科罗拉多-怀俄明州	中新世	布朗斯帕克	2330
梅貝尔-巴格斯			
合 計			300230

第 一 节 新墨西哥州格 兰茨地区砂岩 铀矿床

格兰茨铀矿区为一条由许多矿床组成的
矿带，沿新墨西哥州西北部的圣胡安盆地南

端延伸85哩，主要矿区有加拉普、格兰茨和
拉古纳。1955年春季普查钻探时，在格兰茨
安布罗西亚湖发现了铀矿床，使美国从国外
进口铀一跃变为国内自给有余，成为美国最
大的铀矿区（图 2）。

在本区侏罗纪恩特拉达砂岩、莫里森建
造和白垩纪达科他砂岩中都发现了铀矿床。
其中，莫里森建造中的铀矿床规模最大，延
伸最长。格兰茨地区95%以上的铀矿石采自
莫里森建造韦斯特沃特谷和布拉什盆地地层
（其中包括杰克派尔砂岩）。恩特拉达和达
科他的矿床分布很广，但规模小，且连续性
差。

一、恩特拉达砂岩矿床

恩特拉达矿床恰好产于上部砂岩层的退
色部分，托迪耳托灰岩接触带的下面。恩特
拉达砂岩层厚度 80—250 呎，其组成为浅橙
红色到浅绿色、胶结性和分选性良好的细—
中粒石英砂岩。此层上部 5—30 呎范围内砂
岩一般为漂白色到浅绿色，看来，这种退色
现象是由于前托迪耳托层表面受到风化引起
的。恩特拉达的主要铀矿床位于南拉古纳地
区。矿石矿物为晶质铀矿、铀石和钒 钙 铀
矿，它们所形成的小矿体微具椭圆形。

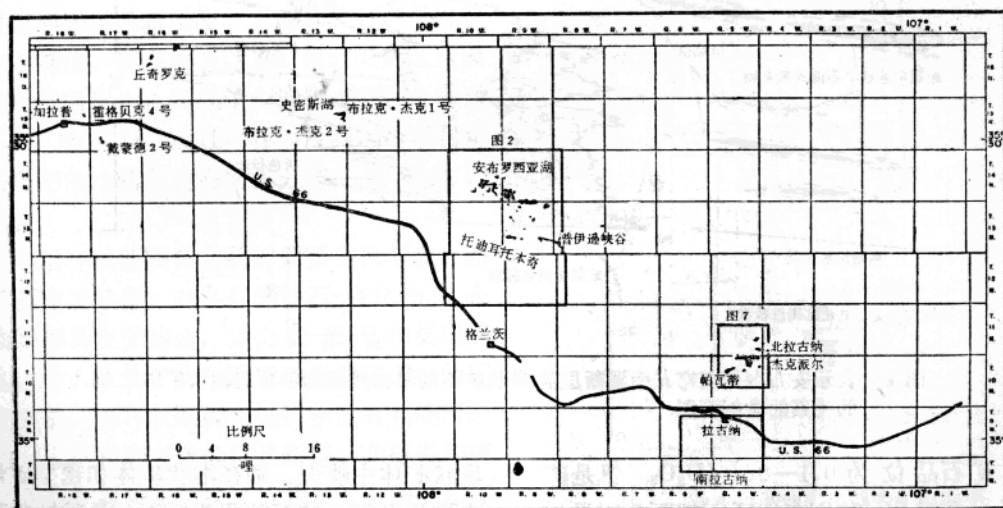


图 2 格兰茨地区各矿区和矿床的空间关系

二、莫里森建造矿床

其中最大的矿床位于安布罗西亚湖，赋存于莫里森建造上部的韦斯特沃特谷长石砂岩组内。韦斯特沃特谷组厚 30—270 呎，属河流相沉积，是在大型交汇冲积扇中沉积的。物源来自沉积岩和花岗岩。布拉什盆地组主要是由火山灰脱玻化作用的蒙脱石粘土相组成，覆于韦斯特沃特谷组之上。

单个走向矿床的规模较大是一个明显的特点（图 3）。具有几百万吨矿石的矿床长大于一哩，宽半哩，平均厚约 10 呎，后生无细胞结构的腐植质和碳氢化合物在各处均与铀密切共生。矿床呈准整合状，其矿体群呈南东走向排列，与岩层的主要走向平行。大型堆状（柱状）矿床受切穿原生矿体的第三纪陡倾断层控制。这些堆状（柱状）次生矿床在横剖面上呈矩形或等轴状（图 4）

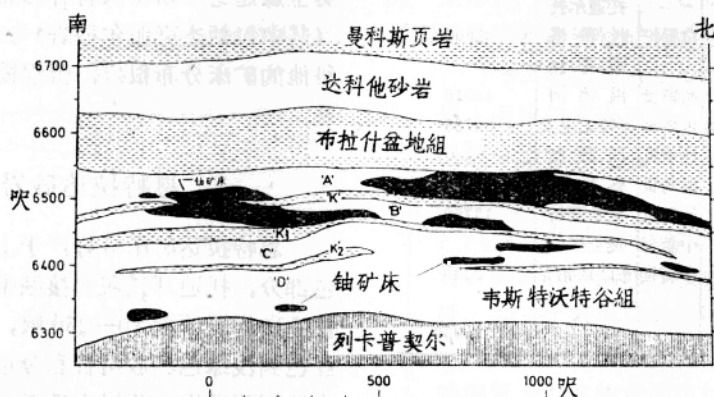


图 3 新墨西哥州安布罗西亚湖 30 号矿山地段的横剖面图

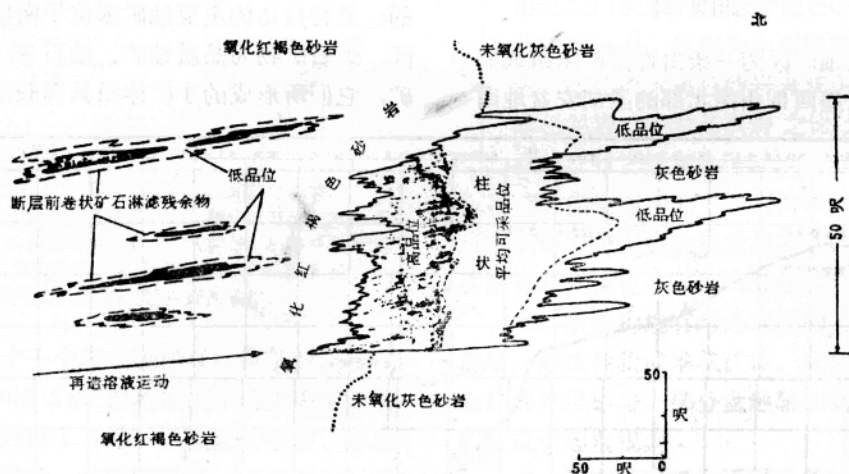


图 4 表示安布罗西亚穹丘南翼断层前带状矿体的淋滤残余物和再造柱状矿体之间的关系横剖面图

矿石品位为 0.1—0.4% U_3O_8 。钒是矿石的一个组分，特别在本区西部更为明显；钼在毯形矿床中紧靠着矿体边缘分布，但在

堆状矿体中缺失。硒在堆状矿体和毯型矿体中广泛发育。矿石矿物为铀石、晶质铀矿和含铀的碳质物，以及钒钙铀矿、钒钾铀矿和

硅钙铀矿等次生矿物。碳质物是一种自生有机物，系呈流体状态带入，并作为一种沉淀物或残渣包裹岩石颗粒、渗入岩石胶结物中和形成裂隙充填物而残留下来，其分布直接控制了矿体形态及矿化强度。

据奥斯汀 (Austin) 报告，韦斯特沃特谷组在安布罗西亚湖地区甚至离开已知矿体几哩普遍蚀变。由于蚀变作用生成高岭土、蒙脱石、锐钛矿和石英的次生加大。砂岩中已蚀变的重矿物遭到破坏，残留下来的只是透长石外壳。

一些人认为原地铀是在莫里森时期或稍后由于地下水的作用从巨厚的韦斯特沃特谷组或上复的布拉什盆地组淋滤出来的。有人认为，可以把前达科他侵蚀作用的漫长时期看成是有机质和铀进入韦斯特沃特谷组的时期。

该区莫里森建造内常出现有独特的陷落构造，被称之为“砂岩岩管”和“角砾岩岩管”。其中个别岩管具有高品位的矿化，如北拉古纳地区伍德芳岩管 (图 5)。矿床产于一个近于垂直的杰克派尔砂岩的角砾岩岩管中。岩管大部分以强烈破碎的环状断层为界，断层在接近地面部位穿插到布拉什盆地泥岩中，向下进入莫里森建造，已知深达 272 呎。岩管的中心部分下落约 40 呎，并沿断层形成黑色断层泥。大部分矿石产于岩管中心部位，但在地表以下 31 到 51 呎的区段内的环状断层中，发现了少量含量高达 20% U_3O_8 的矿石。而且，在该段内，沿环状断层外部的小断层也有矿化分布，延伸达 10 呎。

沿环状断裂富集的矿化系交代形成，而不具充填性质。高品位的铀石-硫化物混合物局部具皮壳构造，受交叉节理和层理控制。有人认为矿化与附近砂岩型矿床中的矿化类似，而环状断裂是铀沉积的有利场所。也有人从强烈破碎的环状断层、角砾岩和硫化物存在等特点出发，认为岩管中的矿化作用可能是热液的。

勘探大多是沿着已确定的毯型矿床钻探层状矿床，或沿着矿化断层钻探堆状矿床，以及在韦斯特沃特谷组的有利砂岩相中靠钻探探寻新的走向矿床。他们认为夹有灰色泥岩的粗砂岩和厚层砂岩对成矿有利，是好的勘探目标。

三、达科他砂岩矿床

铀产于底部成互层产出的达科他砂岩和页岩中，矿床主要发现于加拉普地区。铀富集于细粒到粗粒的砂岩和成互层的碳质页岩

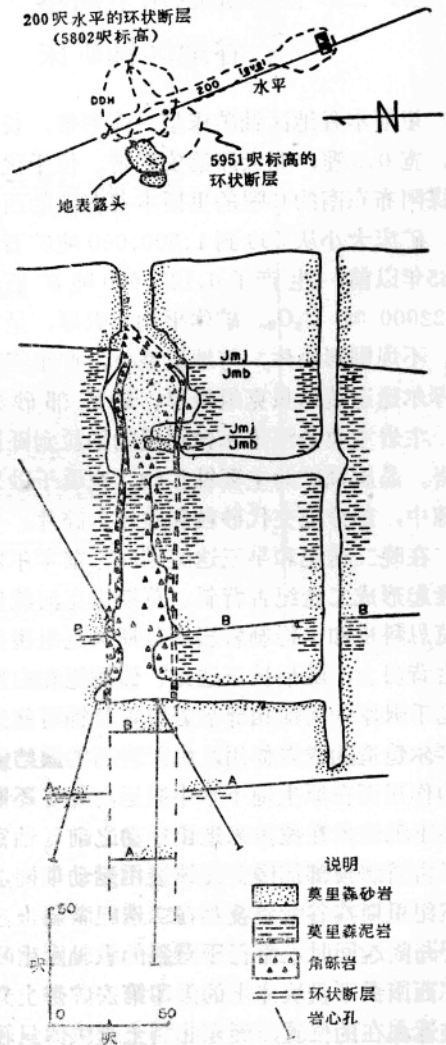


图 5 北拉古纳地区伍德芳矿山的平面图和剖面图

中。铀矿物为晶质铀矿和铀石、次生钒钾铀矿。矿床在水平面上的规模大致相同，但厚度由于受含矿砂岩层厚度的限制，而小于20呎。矿体的延伸方向一般平行于南北走向的断裂，并与断裂伴生。

产于褶皱、断层和断裂地区内的某些矿体的产状表明，达科他矿床的铀矿化可能形成于拉拉米运动的晚期，来源于侵蚀的上倾或下伏的莫里森矿床，并沿着含有碳质物的断裂重新分布。

第二节 犹他州里斯本谷地区铀矿床

里斯本谷地区铀矿床呈一弧形带，长15哩，宽0.5哩，叫大印第安矿带。位于犹他州谋阿布东南约40哩的里斯本谷背斜的西南翼，矿床大小从500到1,500,000吨矿石，1965年以前，生产了6,147,000吨矿石，含22000吨 U_3O_8 。矿体平均6呎厚，呈板状、不规则形块体，与地层整合，产于三迭纪琴尔建造莫斯贝克组最厚、最底部砂岩内。主岩主要是河流相含钙质的细粒到砾质砂岩。晶质铀矿为主要铀矿物，充填于砂岩孔隙中，部分地交代砂粒和硅化木碎片。

在晚二迭纪和早三迭纪期间，前琴尔建造隆起形成二迭纪古背斜。莫斯贝克河流切割莫恩科皮和卡特勒岩层，莫斯贝克组覆盖在古背斜上，随后被三迭纪、侏罗纪和白垩纪几千呎厚的河流相碎屑岩覆盖。铀可能来自琴尔建造的成岩作用，由于岩石的固结或重力作用而在原生地下水中搬运，并在还原条件下沉淀。在拉拉米造山运动之前，铀富集于古背斜顶部周围。在该造山运动期间，第三纪里斯本谷背斜叠加在二迭纪背斜上。几乎与隆起同时，平行于背斜的纵轴发生断裂。西南翼下盘块体上的大印第安矿带上升到接近现在的位置，而东北翼上盘块体只轻微上升。

二迭纪古背斜东北翼周围的大印第安矿

带，可能延伸到里斯本谷断层北东下降块体的莫斯贝克砂岩中。

一、自然地理

里斯本谷是许多北西走向的支流河谷之一，在科罗拉多高原帕拉多克斯盆地内切割盐背斜形成。

里斯本谷背斜位于盆地内较深部位的西端。是由二迭纪和第三纪时期褶皱作用形成的二个背斜构造的复合构成。这两个背斜是分开的，但轴近于平行；较晚的第三纪背斜形成现在的自然地貌。

里斯本谷背斜覆盖面积长约21哩宽9哩。海拔高度约6000—7200呎。许多顶部覆盖着砂岩的单面山，被深200—500呎的峡谷切割，成为科罗拉多高原的典型特征。

二、地质

1. 火成岩

背斜上没有火成岩出露。连许多深达11000呎以上的井中，也没有遇见火成岩。最近的火成岩侵入体为位于艾丽斯采矿区以北7哩外的闪长岩、二长岩和正长斑岩岩墙。没有任何自然地理特征、构造或矿物证据表现这些火成岩侵入体同里斯本谷铀矿床有关；但是，有些地质人员根据地理因素、第三纪的重要断裂作用和一些 U^{238}/Pb^{206} 同位素年龄测定矿化为早第三纪，因而主张与火成岩有关。

2. 地层

图6为里斯本谷的综合地质剖面。在这里只描述含矿建造和解释大印第安矿带的特征，以及在成矿中这些建造的重要性。

卡特勒建造

厚50呎，为一套分选良好、细至中粒的桔红浅红—浅黄色砂岩夹泥岩组成。主要胶结物为粘土质或碳酸盐。

卡特勒砂岩内有几个铀矿荚沿大印第安

谷西壁出露，在二迭—三迭纪不整合面以下地层约100呎处。另一些矿英发现在位于莫斯贝克组矿床下面的块状砂岩内。一些矿英在不整合面以下达40呎，但大多数在6呎以内。

矿山开采揭露出的卡特勒砂岩较之边缘露头上的褪色现象更广泛。这个褪色带的厚度并不与上覆矿体的大小或位置直接有关，而与较厚和孔隙度加大的卡特勒砂岩层有关。

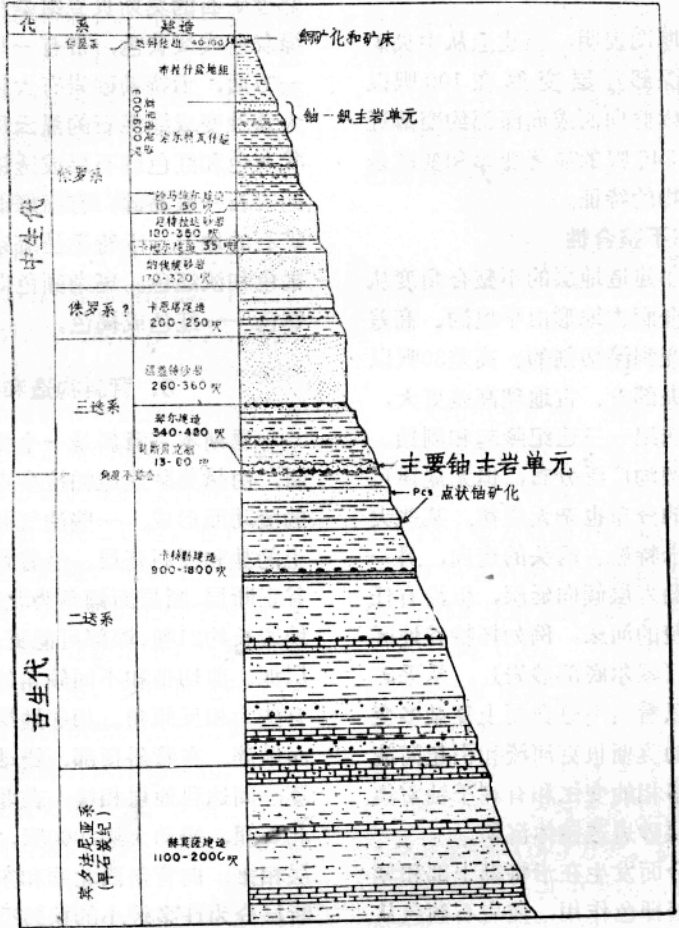


图6 里斯本谷地区综合地层剖面图

莫恩科皮建造

莫恩科皮建造在本区内尖灭，柱状图上未列入分布于整个帕拉多克斯盆地，厚0—450呎。由一套页岩和粉砂岩互层组成，含有较薄的、分选性良好的、细粒砂岩层。不整合地上覆琴尔建造。

琴尔建造

琴尔建造由河相和湖相沉积物组成，沿矿带平均400呎厚。其下部是莫斯贝克组，厚度平均10—80呎，莫斯贝克组有向东和向西流动的河流带来，沉积在卡特勒侵蚀面

上。琴尔建造的上部厚约275—400呎，在这地区没有标准对比层，也许相当于怀特谷丘奇罗克组。

莫斯贝克组为大印第安带的含铀主岩，主要是分选性差和具交错层的河相钙质长石砂岩，细到粗粒，分选性差，其中还有泥岩和灰屑岩砾岩互层状透镜体。有少量到大量碳化植物（大多数为木质碎屑）出现在砂岩透镜体内、含矿砂岩底部和其上，或者产于含矿砂岩之上的高碳质泥岩层内。莫斯贝克组在背斜的北部和中部平均厚45呎，而在南

部仅13呎厚。该组岩石向上由绿灰色、浅灰色逐渐过渡到斑驳状红褐色、紫色、淡紫色的上部琴尔建造薄层粉砂岩和泥板岩。许多泥板岩是湖相的，而有些粘土层是火山灰来源的班脱岩。

琴尔建造等厚图表明，该建造从中央矿体群向西南和向深部岩层变厚在100呎以上；而从北部矿体群向西或向深部约变薄近100呎。从480—340呎的显著变厚和变薄是这地区河相沉积物的特征。

卡特勒-琴尔不整合性

卡特勒和琴尔建造地层的不整合角度从 $\angle 2^{\circ}-6^{\circ}$ ；不整合面古地形由平坦的、高差小于5呎的起伏变到深切切割的、高差30呎以上。在含矿的中央部分、古地理高差更大，并发生最大的二迭纪—三迭纪隆起和剥蚀。延伸的冲刷沟或槽沟广泛分布，但无规律可寻。因而，矿体的分布也杂无规律。某些大型冲刷沟平行于卡特勒古露头的走向，另一些冲刷沟沿卡特勒岩层倾向延深，没有任何稳定或界线清楚的河床，例如怀特谷地区的辛纳隆普河床（琴尔底部砂岩）。从采矿区总的观察，可以看出不整合面上复杂多变地形产生了紊乱的莫斯贝克河流和引起河流改道。这导致许多相的变化和有利于铀富集的层内砾岩和厚层砂岩透镜体沉积。

主要沿不整合面发生在卡特勒上部和琴尔下部层中的显著褪色作用，使岩石颜色从黑色变至浅色。虽然远离已知矿体的地方褪色较不明显，但整个大印第安矿带褪色是显著的，发生在矿体内外，并沿矿床纵向延伸。较强的褪色现象是由于成岩过程中的腐植酸、盐背斜或油田上升的含硫水、矿体内外含铀溶液引起的还原作用所造成。

在矿床附近，卡特勒和琴尔层的接触界线常常难于划分，特别在琴尔底部砂岩含有大量再造卡特勒长石砂岩，或在接触处两边的岩层是钙质的、含铀的、褪色为浅灰色，岩性上类似的地方更难于划分界线。矿物的、岩石的和颜色的顺序变化可能通常局限

于接触处。莫斯贝克组有大量碳质微粒或木质碎片、大量红色或灰色次棱角燧石卵石和结核，以及一些白云母和绿泥石。莫斯贝克组分选差，较卡特勒交错层更多、颗粒更粗。邻近矿石的莫斯贝克组是浅灰色到深灰色、绿灰色或淡黄色，带有一些褐铁矿斑点。另一方面，卡特勒砂岩有大量新鲜蚀变长石和大量蚀变成绿泥石的黑云母，还有一些薄层状灰色和红色燧石层或透镜体，卡特勒建造的岩石一般易碎，有极好的分选性。在上覆矿石的地方，卡特勒呈斑杂灰色、浅褐色、褐色和淡红色。斑杂颜色向下过渡为正常铁锈色——红色或褐色。

3. 背斜构造和断层带

里斯本谷背斜是一个受错断的不对称背斜，由赫莫萨建造帕拉多克斯组内盐和石膏的流动而形成。一些油气井钻透了6000呎以上的盐和硬石膏层。沿着背斜纵轴有里斯本谷正断层。断层面倾角为北东 $50^{\circ}-85^{\circ}$ 。断层地表长约21哩，深部可能更长。断层带具有断层泥、剪切带和不同倾角的紧密阶状断层，有些为相反倾角。相邻地层由于拖曳和断裂而破碎。在背斜顶部，错动大约4000呎，赫莫萨同达科他层相接；在北艾丽斯采矿区西北8哩，错动大约2000呎，琴尔层同莫里森层相接。向背斜西北端和东南端错动减少，断层分为许多较小的扳转型分支断层。这些分支断层具有不同的倾角和走向，使解释构造地质复杂化。地垒和地堑断块沿着断层是普遍的，但绝大多数在背斜的各个端部。

几乎所有分支断层和主要断裂都平行于或近似平行于里斯本谷断层和背斜长轴。在科德法韦斯特和北艾丽斯采矿区，分支正断层向北东和南西倾，并错动矿床。小型走向滑动距离可以测知，该处断层在地下出露（图7）。矿体位置或形状并不受断层强度或断层走向控制。纵断裂通常为开启断裂，常给采矿造成困难和产生意外的塌陷。

在西南翼，琴尔层倾角为南西 10° —

15°，而卡特勒层倾角达20°。在东北翼，侏罗纪和白垩纪地层倾角为北东5°或向北东更小。所有岩层倾向向背斜端部减小。

二迭纪背斜形状同第三纪背斜形状的差异在于：（1）在矿带北部，卡特勒层走向和琴尔层走向间夹角接近15°；（2）在二迭纪古背斜顶部的卡特勒层倾角变缓；（3）整个背斜的琴尔和卡特勒层间的倾角不一致。

4. 背斜的地质发展史

在宾夕法尼亚世，一个深盆发育在北西走向的安科姆的格列高地的西南部。在这个盆地内堆积了一套厚度大的海相页岩、灰岩和蒸发岩岩系。里斯本谷地区是在这个盆底的西南边缘上。当破碎和断裂作用引起了蒸发岩塑性流进入北西走向的薄弱带、断层或地堑内时，开始形成该区域的盐背斜。

古背斜隆起开始于晚二迭世，也许继续到晚侏罗世。在这一时期，地貌上的局部高地，遭受强烈剥蚀。几百呎厚的卡特勒和莫恩科皮（不整合于琴尔建造之下）沉积物从古隆起顶部剥去，这之后，莫斯贝克河才在该构造上沉积了河相沉积物。在莫斯贝克沉积物沉积期间可能继续有米尔德隆起，作为证据的是其间出现有夹层砾岩。含有二迭纪和三迭纪沉积物剥蚀来的泥岩、灰屑岩和燧石卵石或碎屑。

在琴尔沉积物沉积之后，开始形成大印第安矿带的铀矿物富集，并继续到原生地下水运动变得很弱时为止。原生地下水运动是由沉积物的固结或区域褶皱引起。在随后的三迭纪、侏罗纪和白垩纪时期，帕拉多克斯盆地继续下沉，几千呎风成砂岩，河相砂岩和泥岩，滨海相、海相、湖相沉积物和火山灰沉积在该地区。短暂的沉积间断中断了这个沉积岩系，它也许同某些区域隆起一致。从建造厚度的变化和上覆沉积物中的间断可得出缓慢的盐流可能间断地发生的结论。

叠加在二迭纪古背斜上的现代里斯本谷背斜的主要隆起和沿里斯本断层的主要沉降

发生在拉拉米造山运动时期。盐和石膏贯入断层下盘，使下盘块体向上和向西南方向冲断。西南翼的翘起增大了矿带的弧状弯曲。在上盘，岩层自断层带仅轻微上升。蒸发岩流更新和沿断层的伴随运动可能继续到渐新世和中新世，而且现在可能仍然在活动。

里斯本背斜的强烈侵蚀开始于晚始新世，侵蚀掉大约5000呎沉积物，在背斜顶部出露宾夕法尼亚世沉积物。

三、经济地质

1. 铀矿床的大小、形状、品位和分布

大印第安矿带，由许多间断的矿体组成，矿带中南部有5哩长已被剥蚀掉，余下约6哩长的组合或孤立的矿床位于矿带北部，约4哩分散的小矿床位于矿带南部。

矿带含有两个大型的相距很近的矿床群：北部矿床群和中部矿床群。至1965年生产了16200吨 U_3O_8 。三个中等大小的矿床位于两个较大矿床群之间，八个较小矿体，分散在整个矿带中（图7）。一般矿床厚度从几吋到45呎，平均厚度6呎，矿石平均品位0.39% U_3O_8 ，含有大约15% $CaCO_3$ ，具有干体积系数每吨13立方呎。矿带北部6哩占有大约2600英亩，其中大约3000英亩下伏有矿。所有矿床是不规则形状块体，与地层整合。在每个矿床内，厚度和品位有显著的变化，但一般情况，铀矿石品位在矿体端缘突然下降。这个突然的下降排除了存在任何大型储量的低品位铀矿石的可能性。

2. 大印第安矿带的矿物学和地球化学特征

矿区主要矿物为晶质铀矿。共生矿物有铀石和钒矿物黑铁钒矿、氧钒矿以及含钒粘土或钒水云母，数量较少。次生铀钒矿物有准钒钙铀矿、橙钒钙石和水复钒矿但数量很少。许多矿区可看到高品位晶质铀矿交代了