

放射性水异常揭露评价实例汇编



原子能出版社

放射性水异常揭露 评价实例汇编

原子能出版社

放射性水异常揭露评价实例汇编

原子能出版社出版

(北京 2108 信箱)

北京印刷一厂印刷

(北京市西便门)

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

(限国内发行)



☆

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{32}$ · 印张 $8 \frac{1}{2}$ · 字数 232 千字

1983年4月第一版 · 1983年4月第一次印刷

印数 001—2,000 · 统一书号: 15175·445

定价: 1.25 元

内 容 简 介

本书主要收集了放射性水异常揭露评价会议的一些较好文章。它是各铀矿地质队的实践经验的总结，内容比较丰富多采。这些经验不仅具有重要的实践意义，而且还提出了一些新的放射性水化学找矿方法和铀矿成因方面的论述。它对放射性水化学找矿工作是很有参考价值的，也可供高等地质院校放射性地质和水文地球化学找矿专业师生参考。

前 言

用放射性水文地球化学方法来寻找和研究铀矿床，是在五十年代与我国铀矿地质事业同时发展起来的。二十多年来，由于广大放射性水文地质工作者的努力，在方法上不断完善，找矿效果不断提高，所以它在寻找铀矿床中已经发挥了“战略选区”、“战役选段”和“攻深找盲”的作用。随着研究的加强，它对于矿床的形成、破坏、迁移、铀矿床地球化学环境的划分，以及在指导工程布署、预测盲矿体等方面都取得了良好的效果。因此，也积累了一定的经验。

本书汇编了一九七八年召开的“放射性水异常揭露评价现场会”上的一些主要文章。它是各单位的实践经验总结，内容比较丰富。这些经验不仅具有重要实践意义，而且还提出了一些新的放射性水化学找矿方法和铀矿成因方面的论述。它对于放射性水化学找矿工作具有很好的参考价值。

本书是由俞璧工程师汇集的，有的基本上是原文刊载，有的只是稍加修改，有的则改动很大。由于汇编者对各典型实例情况不够熟悉，因此可能有的改动不甚确切。部分稿件由王淑敏等同志誊抄的，绝大部分插图是由管美英同志清绘的。薛裕鹤、熊世伦、刘其润一直参与汇编和最后审定工作。

目 录

放射性水异常揭露评价及解释依据·····	1
632 矿床放射性水异常揭露评价及其效果·····	18
放射性水化学找矿法在 671 矿床的应用效果·····	29
沙坝子放射性水异常特征·····	50
621 矿床坑道放射性水化学找矿·····	58
乔庄观音井放射性水异常的揭露评价·····	63
211 矿区放射性水异常与铀矿化的关系·····	69
钻孔抽水找矿在 7614 矿床揭露中的效果·····	84
仁差盆地放射性水化学找矿两例·····	98
花山岩体放射性水异常揭露实例·····	106
川东北砂岩区放射性水化学找矿初步效果·····	119
334 地区一号放射性水异常的揭露评价·····	124
P51 孔氡水异常的揭露评价·····	130
放射性水化学找矿在 322 地区成矿预测中的作用·····	135
610 矿田放射性水化学找矿效果·····	145
大富足岩体放射性水异常及其揭露评价·····	156
390 地区高氡-铀水异常的揭露和解释·····	172
2407 (直) 孔放射性水异常揭露评价和钻孔抽水找矿中的 一些做法·····	179
利用水中微量元素找矿·····	185
放射性水化学找矿在 303 地区选区、找盲中的作用·····	194
明月峰地区放射性水化学找矿与异常揭露评价·····	202
7903 矿床放射性水与铀矿化的关系及找矿意义·····	215
放射性水化学找矿在铀矿普查中的选区及攻深找盲效果·····	221

花山岩体地下水活动的多期多阶段性及其成矿作用·····	229
盆头矿床地下水与成矿的关系·····	247

放射性水异常揭露评价 及解释依据

俞 璧

根据放射性水化学找矿标志，寻找铀矿体是放射性水化学找矿的任务。追索放射性水异常，查清它的范围、形态、含量及其相关因素的特征，查明其来源、控制因素和与铀矿的关系，找到铀矿的赋存部位，是放射性水异常揭露评价的任务，也是放射性水化学找矿的最终目的。

放射性水异常的确定方法，已在铀矿水文地质规范中给予了明确规定。在工作开始阶段，资料不足的情况下，可根据工作地区的特点，大致选用参考数据。工作进行适当时候之后，则应根据实际材料，区别水源类型、地质单元、季节、水文地球化学环境以及工作对象来确定放射性水的底数，然后依底数再确定异常值，大于最小异常值含量的水称之为放射性水异常。放射性水异常的真假辨别，是一项细致的工作。放射性水异常的整个揭露评价过程往往就是确定真、假放射性水异常的过程。从寻找铀矿点的角度来看，由铀矿体形成的放射性元素增高的水称之为真水异常。放射性水化学找矿旨在发现真水异常找到铀矿体。被揭露出的矿体大小不是评定水异常真假的标淮，不能把反映大矿体的放射性水异常列为真异常，反映小矿体的水异常列为假异常。从找矿实际意义来说，凡是非铀矿体形成的放射性元素增高的水才叫假水异常。

在普查中，当发现水中放射性元素增高、并被定为放射性水异常时，为了初步了解和评价，应进行有关下列调查、观测、取样分析和研究：

地质测量 查明放射性水异常所处的地质环境——岩性、地

层、构造条件以及它们之间的空间关系、生成联系。

放射性水化学详测 查明放射性水异常所处的水文地质条件及其水文地质因素对放射性水异常形成的作用，查明它所处的水文地球化学环境，反复和加密取样，测定水化学组分（包括与放射性元素相关的微量元素），确定它的解释标志和指标。

开展相应的符合实地的物化探详测 用不同的手段探索和获取形成放射性水异常之源的物理、化学性能。

进行地表（或深部）揭露，探索铀矿体。

有的放射性水异常，有时可能通过这样简单的工作和手段即可得出放射性水异常真假的评价。但在当前找矿难度越来越大的情况下，这种放射性水异常属于少数，多数是需进行揭露和搜集大量的判据后才能确切解释。放射性水异常一般搬运距离较远，反映深度较大，在地下水流经漫长的途径中，其真相常被其它错综复杂的因素所干扰和掩盖。因此，确定放射性水异常的真假，实质上是一项去伪存真的工作。

根据目前放射性水化学找矿的基础理论和实际工作经验，要做好识别真假放射性水异常，必须具备和收集下列各项放射性水异常解释的依据。

一、区域和异常地段的岩性、地层、构造条件判据

区域和放射性水异常地段的岩性、地层、构造条件是水异常形成的前提。工作区是否有铀矿体，以及铀矿体的形态、特性、变迁和分布等，都取决于地质背景条件；一切找矿方法成果反映只不过是现象而已。因此，任何找矿方法的运用和资料解释都不能离开当地的地质条件，放射性水化学找矿也不例外。当然，在一个控矿因素不清有待查明的地区，或一个控矿因素明确、但没有掌握所有类型成矿特点的地区，则不能凭主观臆想或从经验出发发生搬硬套，应根据实际，经过实践，通过现象去揭示本质的东

西——查明成矿特征、控矿因素等。

地质条件是铀成矿的根本，同时又是决定不同水文地质特点的重要依据之一。所以，地质条件也是分析和确定水文地质条件的出发点。而正确的放射性水化学找矿应立足于清楚的水文地质条件基础。

诸如，矿床、矿石类型、矿物成分以及铀存在形式和向地下水中的转移，也都因类而别，直接影响着水中放射性元素的种类和含量，而这些也都属于地质条件范畴。

70 矿床是个隐伏的盲矿床，在地质填图和伽玛测量中仅发现井水中伽玛显著增高，井水铀含量为 2.6×10^{-7} 克/升。当时认为井壁围岩可能是含铀的凝灰岩。因此，将井水排干，在井底北壁确实有凝灰岩，但该岩石的伽玛强度并不高，可是从井底凝灰岩裂隙中涌出的水，其铀含量高达 7.8×10^{-6} 克/升，氡浓度达 444 爱曼。放射性水异常来自凝灰岩，那么产出该异常的凝灰岩就可能有矿。区内 65 号矿床是凝灰岩型铀矿床，凝灰岩是区内成矿的有利岩性，找到凝灰岩就有找到铀矿的可能。现在既找到了凝灰岩，又发现了凝灰岩的放射性水异常。因此，决定用钻孔追索，第一个钻孔打到了凝灰岩，但无矿化，放射性水异常却继续存在，且水化学成份表现为与铀矿床地下水的成份相一致，钻孔抽水找矿的水中铀略高于矿床地下水的铀含量。钻孔未见到的原因被认为是没有打到含矿部位，所以将第二个钻孔布置在更靠近凝灰岩露头处施工，终于在该孔的凝灰岩中见到了工业矿体。由此向南北两侧大胆展开工作，一个凝灰岩型铀矿床被找到了。

632 矿床的矿体分布受东西向构造和新华夏系复合控制，并呈等间距排列产出。含矿构造带又是含水带。通过放射性水化学普查和详查，在矿床内发现由 104 个放射性水异常组成的 12 个放射性水异常晕，它们都分布在含矿构造带的上盘 20—30 米范围内，呈片状或串珠状出露。经揭露、勘探，在 12 个放射性水异常晕范围内落实了一个工业铀矿床。12 个放射性水异常晕中

除个别反映浅部矿化或控矿构造不发育，深部见矿不好外，其余都在深部见到了较好的铀矿体或表外矿。

390 地区高氧-铀水异常，水中氧浓度高达 81051 爱曼，铀最高达 6.4×10^{-3} 克/升。铀矿化赋存于近东西向的 I 号含矿构造带，又是构造脉状承压水的产出部位。放射性水异常发现后，有几种分析和推测，并用了一定的钻探工作量作不同方向的追索，但布孔都没有离开构造控矿因素，最后终于在 I 号含矿带逆地下水流的方向找到了盲矿体，使 390 地区迅速增加了储量，扩大了远景。

610 矿田的矿体分布，主要受断裂构造控制。矿田内发现 300 多个放射性水异常，经揭露查明，凡是放射性水异常出露于构造带或两组构造交接部位，其深部或附近都可见到铀矿体。以红卫放射性水异常区为例，区内由 51 个放射性水异常组成的 8 个放射性水异常片，它们都分布在含矿构造带部位，其延伸方向与含矿构造相吻合。从已揭露的 II、III 号放射性水异常片找到了盲矿体，从而扩大了矿床的储量和勘探区的范围。

322 地区的矿化岩石具有红化、碎裂和碱交代的特征，被称为控矿三要素。这里的放射性水化学找矿，重视和注意了放射性水异常与控矿三要素的关系，并以此作为评价放射性水异常的标志，使放射性水异常揭露取得了显著的效果。

川东北砂岩地区，地下水的铀含量仅在含矿的浅色层中有明显增高，放射性水异常区与伽玛异常区相吻合。

二、区域和异常地段的水文地质条件判据

水文地质条件是形成放射性水异常形态的基础。没有适合的水文地质条件，就是地下埋藏有丰富的铀矿产，也不能通过地下水来得到反映。相反，有了适宜的水文地质条件，就是埋藏在几百米深处的铀矿体，也能通过运移的地下水得以显示。然而，水

文地质条件错综复杂，受着各种自然因素所制约。因此搞清一个地区、地段的水文地质条件，特别是在放射性水化学普查阶段，常常不是很容易的。

放射性水化学找矿的理论和工作方法是从水文地质学发展来的；研究放射性水和水异常的发生、发展，是整个地下水研究内容之一。应该认识到，放射性水化学找矿必须重视水文地质条件的研究，不然它就不能算是全面、完善和正确的放射性水化学找矿方法。尤其是在放射性水异常评价、解释中，绝对不能离开放射性水异常所处的水文地质条件这个基础。从放射性水化学找矿和放射性水异常解释需要来看，其所指的水文地质条件包括下列各项内容：

- (1) 决定区域水文地质条件的自然因素；
- (2) 铀矿所在的岩层、构造与蓄水岩层、构造的一致性放射性水化学找矿的先决条件。因此，工作区内地下水露头的母体——含水层（带、体、组）与赋存铀矿岩层、构造的空间关系必须给予研究和查明；
- (3) 确定水文地质单元、水文地质构造开启程度和水动力条件；
- (4) 判别地下水的补给、循环和排泄的关系及其分布，地下水运动特征和水文地球化学环境；
- (5) 地下水类型、水源类型和水源出露条件；
- (6) 含水岩石的蓄水性能、储气性能、渗透性能和水量大小；
- (7) 含水层和隔水层的分布及其稳定性；
- (8) 水的化学成分、特殊离子组合、气体成分和水的物理性质；
- (9) 地下水运动方向和动态特征，等等。

放射性水异常分析、判断的错误或不准确，最主要的因素就在于对水文地质条件没有搞清或认识不全面，在于没有从地下水形成机理和运动规律去查明水异常的来龙去脉。认识上的片面

性，必然导致判断的错误和揭露成果不显著。

在 211 矿的放射性水异常揭露中，由于加强了水文地质条件的研究，以及对异常的解释尽量做到了符合客观实际，故揭露效果比较显著。他们主要注意了以下几方面的水文地质因素研究：

- (1) 矿脉-含矿构造蚀变带的含水性及富水段的特征；
- (2) 放射性水异常出露的位置及与矿脉的关系；
- (3) 地下水补给、循环、排泄区的分布及其不同环境下的水中放射性元素分布特点；
- (4) 承压水、潜水以及地表水间的补给关系；
- (5) 涌水段、漏水段的分布及其所反映的水文地质因素的变化；
- (6) 地下水运动的模式及其运动、循环深度；
- (7) 地球化学环境的垂直分布特征；
- (8) 水化学成分。

在董坑矿床 101、140 号放射性水异常的解释中，除主要抓住水质类型的变化和水中镁离子增高的因素外，还从水源类型、水力性质、泉水流量、水温的稳定性、水的矿化度、水中游离二氧化碳、溶解氧、pH、Eh 等指标作了判断，证实地下水是来自深部。根据对断裂构造的结构和展布特点的分析，推测地下水水平排泄受到阻滞，经导水断裂带垂直运移上升到地表。据此作出，该放射性水异常是来自深部的含矿白云岩。

三、水文地球化学环境的判据

水文地球化学环境具有分带性。不同环境下的地下水作用、水化学组分、围岩和矿物类型是不同的。由于铀是一种变价元素，镭随环境变迁而改变其溶解性和稳定性，氡既受母元素影响又受水文地球化学环境所制约，因此不同水文地球化学环境下的水中放射性元素含量是不同的，放射性水异常的指标、价值、评价指标以及揭露的方法和手段也是不一样的。所以，在揭露和

评价放射性水异常时，我们必须搞清楚它所处的水文地球化学环境。这与摸清或明确放射性水异常的地质背景和水文地质条件具有同等的重要性。

水文地球化学环境分带是同水文地质分带基本相一致的。概要说来，当地侵蚀基准面以上，强烈水交替带，相当于氧化带；介于当地侵蚀基准面和区域侵蚀基准面之间的迟缓水交替带，相当于氧化-还原带或称过渡带；区域侵蚀基准面以下，十分迟缓水交替带，相当于还原带。为精确地确定一个地段的氧化带、过渡带和还原带的界面，则还需借助各项水文地球化学标志、岩石矿物标志和物探参数等资料，做深入细致的工作才能实现。

在判断放射性水异常的水文地球化学环境时，可根据某些主要标志概略地确定。

氧化带 铀元素以从固体（岩石）中向水溶液（地下水）中转移为主要特征。所以地下水中铀、钍含量可达到最高值，并应该以产出铀-钍水异常为主。但是，由于氧化带紧靠地表，深度不大，直接遭受各种自然因素的侵袭，变化复杂，保存条件差，一些正常的自然规律性受到干扰和破坏，常出现特殊性的存在超过于共性的存在，所以氧化带常常是以铀水异常或钍水异常为主，铀-钍水异常较少。有高含量的铀水异常或钍水异常，但不一定是最高值的。氧化带地下水中镭含量很低，构不成异常值。铀矿体在氧化带是处于遭受氧化、淋蚀、破坏过程中。该带矿体埋深不大，一般先用槽井揭露。有的极高含量的放射性水异常露头附近即可见矿化或次生铀矿物。反映氧化带铀矿体的放射性水异常与地表伽玛异常分布常相吻合。

过渡带 它是地球化学矛盾复杂带。对铀元素来说，既存在有岩石中铀向地下水中转移，又存在有地下水中铀向岩石的转移，亦即地下水中铀既能形成富集又能产生沉淀的矛盾状况的条件。一般过渡带保存条件相对较好，地下水运动迟缓，与围岩接触的时间较长，相互发挥作用充分，因此具有地下水露头条件的地段往往以岩石中铀向地下水转移为主，以出现高含量的铀-钍

水异常为主要特征。过渡带较少见有单元素放射性水异常，只是有时铀高钍低，有时钍高铀低，但其含量均达到异常值。过渡带总的是以铀元素在岩石中沉淀、积聚、富集的环境，是铀矿体赋存的有利部位，所以放射性水异常有重要的找矿价值。揭露方法应深浅相结合，或以深部工程为主。这类放射性水异常往往与地表伽玛异常的分布不甚一致，而与径迹异常相吻合。

还原带 地下水中铀由六价还原成四价，产生沉淀，向岩石中转移，所以水中铀含量逐渐降低，直到非异常水。同时水中镭和钍的含量增高，放射性水异常以镭、钍元素剧增为主要特征。一般采用深部揭露为主。地表放射性水化学普查中较少遇到此类放射性水异常，只有在较大断裂带形成的泉水或工程中取样才见有还原带放射性水异常。

四、水中放射性元素含量的判据

水中放射性元素绝对含量的高低是放射性水异常评价的重要指标。虽然绝对含量并不能完全用来衡量和反映放射性水异常的价值和意义，但它是一个最直观的数据。离开了放射性元素具体含量数据，也就无所谓是放射性水异常了。不同自然环境下的含量高放射性水异常不一定比低值放射性水异常要好，但必须承认在其情况相同的条件下，高含量的异常比低值异常的价值要大。由于矿体、围岩的含水性不均匀或地球化学环境的变更，以及矿床成因类型等诸因素的影响，火成岩地区的某些勘探工程中出现的高浓度钍水异常分布在矿体前缘或边缘，而矿体中心部位的放射性水异常的钍浓度反而要低。但当其矿体、围岩的特征等都相同时，则水中放射性元素含量的分布必然符合与矿体规模、品位相一致的规律。

放射性水异常系数，是水中放射性元素含量的另一种表达形式。它是放射性水异常的放射性元素含量与工作区水中放射性元素的底数比值来表示的，是一个含量比值系数，可表示出相对

性的概念，避免了以绝对值表示的不足之处，可以不分地点、条件，凡属异常都可类比，故可以用以区分异常的价值。异常系数与含量的关系，既有一致性，又有非一致性。同一地区相同底数条件下，异常系数大，绝对含量高。不处在同一底数条件，两者可能出现不一致的情况，高含量放射性水异常由于底数很高，异常系数不大，放射性水异常价值不大。相反，含量不太高的水异常，由于底数很低，异常系数很大，放射性水异常的价值较大。异常系数用来评价放射性水异常的效果较好，因此近几年来已被广泛采用和推广，且被列为评价放射性水异常的重要标志。有的根据铀水异常系数 (K_U) 和氡水异常系数 (K_{Rn}) 的关系作为放射性水异常分类标准。

621 矿床 406 坑道掘进后，地质成果不好，但根据两个铀含量为 1.3×10^{-4} 克/升，氡浓度分别为 1712 和 1976 爱曼的坑道涌水点放射性水异常追索，找到了矿体。从而查明了矿床的控矿因素，改变了勘探主攻方向。之后又整理和总结了地下水中铀、氡含量绝对值与矿体距离、规模和品位的关系，有效地预测了盲矿体的赋存部位。同时还证明，在相同条件水中放射性元素绝对含量与矿体规模、品位成正比的关系。

大富足岩体的水异常等级划分是以水中铀、氡绝对含量为标准的。由此确定的放射性水异常区或放射性水异常晕范围内都找到矿点、矿床。在其揭露、勘探工程中所见到的高铀、氡水异常，经过追索也都找到了盲矿体。

某矿点 P51 的 14688 爱曼高氡水异常，在查明产出层位后，经过揭露追索和仔细研究放射性水异常的形成原因，终于找到了深部铀矿体。此外，还查明了水中铀、氡绝对含量与矿体的关系，证明近矿放射性水异常的水中氡浓度大于 1000 爱曼。

某矿床处于某岩体的西部，该地段较寒冷，气候潮湿，雨水多，地表水系发育。水中放射性元素含量普遍较低，与岩体东部和北部相比，水中铀含量相差达一个数量级。以岩体为单元来评价放射性水，显然是含量低、异常少，放射性水化学找矿效果不

好。后来改变了资料整理方法，按不同水文地质单元、岩性和水源类型，采用相对含量划分放射性偏高水、放射性增高水和放射性异常水，并将同等级的放射性水（同等级的绝对含量是不相等的）连在一起，编制放射性水晕图，真正反映了客观实际，圈定了几片放射性水化学远景区，取得了较好的找矿效果。这也足以说明用相对含量的方法表示放射性水化学找矿成果和评价放射性水化学找矿资料是可取的方法，不失为评价放射性水异常的标志。

五、放射性水异常类型的判据

生产实践中所发现的大量放射性水异常是铀水异常、钋水异常和铀-钋(或钋-铀)水异常。自然界中还存在具有很大找矿价值的含镭元素组分的放射性水异常。因水中镭含量低，且测定方法繁琐和准确性差，所以在找矿实践中一般很少测定水中镭组分。因此，当前放射性水化学找矿中镭的资料很少。

地下水中铀、钋、镭的含量是铀矿体的直接反映，是放射性水化学找矿的直接标志。由于自然界的因素复杂——包括铀矿本身的内因和环境的外因作用结果，所以与铀矿体接触的地下水产生的放射性水异常并不都是具备铀、钋、镭三元素的。有的情况下反映为单元素水异常，有的情况下反映为双元素水异常，有的情况下则反映为三元素水异常。不能说多元素水异常一定比单元素水异常的价值大，应根据具体条件具体分析。一般说来，多元素水异常多数是由铀矿体形成的，易于判别，较之能给予肯定。单元素异常只要充分分析放射性水异常的形成，仔细鉴别放射性水异常所处的环境，同样也可以得出正确的判断。

铀水异常，是铀矿溶于水的直接反映，是重要的找矿标志。但应注意，由于地壳中铀分布广泛，水中普遍含有铀元素，迁移系数较大，在非铀矿存在的情况下也可以形成铀水异常。如岩石中活性铀高或其它原因造成局部地段岩石铀含量增高，以及有些重碳酸盐水中都可以形成水中铀含量增高达异常值。明显的表现