

中亚自流盆地的 成矿作用

[乌兹别克]Р. И. 戈利得什金 К. Г. 布洛文等 著



地震出版社

中亚自流盆地的成矿作用

[乌兹别克] P. И. 戈利得什金 K. Г. 布洛文等 著
狄永强 赵致和 熊福清 蒋岫芸 夏同庆 译
夏同庆 施文静 校

地 震 出 版 社

(京)新登字 095 号

内 容 简 介

本书是有关中亚自流盆地水动力学、水文地球化学、古水文地质学和含矿性方面的资料,叙述了渗入和渗出型自流盆地中后生铀、钍、钼和分散元素以及石油、天然气、硫、多金属后生矿床的形成规律,并列有盆地的生态学方面的资料。

本书适用于地质、水文地质和地球化学工作者以及地质勘探和采矿企业的专业工作者阅读。

书中附有 35 个插图, 1 个表和 271 篇参考文献目录。

МЕТАЛЛОГЕНИЯ АРТЕЗИАСКИХ БАСЕЙНОВ СРЕДНЕЙ АЗИИ

Р. И. Гольдштейн, К. Г. Бровиц, Х. К. Каримов

Б. И. Натаальченко, А. А. Султанходжаев, Е. М. Шмариович

Издательство «ФАН» Академии Наук

Республики Узбекистан 1992

中亚自流盆地的成矿作用

[乌兹别克] Р.И. 戈利得什金 К.Г. 布洛文 Х.К. 卡里莫夫

Б.И. 拉塔尔钦科 А.Н. 舒尔坦霍贾耶夫 Е.М. 什马奥维奇 著

狄永强 赵致和 熊福清 蒋岫芸 夏同庆 译

夏同庆 施文静 校

特邀责任编辑 刘玉和 王世礼

地质出版社出版发行

北京民族学院南路 9 号 邮编 100081

核工业西北地勘局二〇三研究所彩印厂印刷

米

850×1168 1/32 8.625 印张 230 千字

1994 年 6 月第一版 1994 年 6 月第一次印刷

印数 0001-1000

ISBN7-5028-1122/P·680

(1515) 定价 10.00 元

献给乌兹别克斯坦共和国
科学院成立 50 周年

编 者 前 言

如众周知,地下水是地壳中的一种非常活动的组分,几乎参与了表生带中的所有地质作用。认识这一过程大大有助于阐明矿产的形成条件、它的分散和聚集。

在本书中,作者根据水动力条件的类型对中亚自流盆地进行了分区,查明了沉积盖层的水文地球化学分带性,恢复了自流盆地的古水文地质条件,划分了后生成矿作用阶段,确定了中亚自流盆地的成矿专属性,评估各类矿产发展的前景,阐述了层间水排泄源的成矿定位作用。在此基础上,指出了中亚自流盆地沉积盖层岩石中形成后生工业聚集最有利的水文地质构造,明确提出了找矿标志,并在这些淡水盆地中划分出了不能饮用的水源地。

A.Н.Султанходжаев

序 言

中亚是一个巨大的矿物原料基地，在其沉积盖层的沉积物中正在开采、勘探和研究着一系列铀、硒、铷、钼、钽、钒、天然气、石油、硫、碘、溴、萤石、天青石和多金属的工业矿床。当然，所有这些矿床都处于自流盆地的含水岩石中，其地下水的动力学状况和地球化学环境在这些矿床的形成、保存和破坏过程中起着重要作用。这就决定了我们面临工作的迫切性，需要我们对中亚自流盆地的水动力学、水文地球化学和古水文地质学进行分析并将它们与地质构造特征、含水围岩层岩性-岩相特征、地质发展历史和后生成矿作用紧密联系在一起。这种分析可以用来评估中亚沉积盖层中出现新的工业矿床的前景，例如铀和其伴生元素（硒、铷、钼、钒、稀土）以及石油、天然气、硫和另外一些能促进国民经济快速发展的矿产。

作者在塔吉克、土库曼、Приаралье、费尔干纳、瑟尔达林和中克兹尔库姆盆地所做的许多水文地质工作，在完成 1:200000 全国性地质和水文地质测量以及在石油、天然气勘探、供水及找铀矿时进行钻探所采取的 25000 多个水文地质样品（钻孔、泉水、井水、矿山水样和地表水流）的研究是本文的基础。近年来，广泛开展的对沉积盖层岩石中孔隙溶液的研究工作，使我们获得了天然条件下水-岩石系统中液相的新的的重要资料。

本书首次研究了整个中亚（包括南哈萨克斯坦的瑟尔达林盆地）范围内的沉积盖层中地下水动力学、地球化学和它的含矿性在时间和空间上的互相联系，所阐明的这些规律可以确定自流盆地或它的某些部分的成矿专属性，各类矿产的成矿前景和成矿位置、在一些情况下还可确定矿化的可能规模。这实际上也就解决了具有重要国民经济意义的“中亚自流盆地成矿专属性”问题。在

解决这个领域的问题时，根据复杂的自流盆地系统的大量实际资料，作者提出了一种综合分析地下水的动力学和地球化学、古水文地质学、构造发展历史、古地理、后生成岩作用和成矿作用的方法。这种方法的制定是利用从钻孔岩心挤压出的孔隙溶液的研究结果来恢复古水文地质条件，并根据这种溶液与区域水文地质、岩性-岩相和岩性地球化学指标对比来阐明自流盆地的发展历史。

除了上述之外，我们所完成的研究还能划分出对形成外生后成铀矿及其伴生元素矿床以及石油天然气、硫工业聚集的最有利的水文地质构造，指出能找到淡水的区域，推荐一些河流和蓄水盆地作为开采铀时的水源地并为在中亚不同地区及相似地区正确进行地质勘探工作提出准确的后生成矿的找矿标志（含矿围岩、排泄源的作用等）。

目 录

编者前言

序 言

1 概述

1.1 中亚沉积盖层水文地质条件研究状况····· (1)

2 中亚自流盆地基本特点····· (14)

2.1 西土库曼地槽型盆地····· (16)

2.1.1 水文地质条件····· (16)

2.1.2 岩石后生蚀变、含石油天然气性和含矿性····· (19)

2.1.3 盆地古水文地质特征和矿床分布规律····· (22)

2.2 阿穆达林地台型盆地····· (23)

2.2.1 水文地质条件····· (23)

2.2.2 岩石后生蚀变、含石油天然气性和含矿性····· (30)

2.2.3 盆地古水文地质特征和矿床分布规律····· (37)

2.3 中克兹尔库姆次造山带型小自流盆地系统····· (40)

2.3.1 水文地质条件····· (41)

2.3.2 岩石后生蚀变及含铀性····· (45)

2.3.3 盆地古水文地质特征和矿床分布规律····· (49)

2.4 瑟尔达林次造山带型盆地····· (51)

2.4.1 水文地质条件····· (52)

2.4.2 岩石后生蚀变和含铀性····· (57)

2.4.3 盆地古水文地质特征和矿床分布规律····· (58)

2.5 费尔干纳造山带型盆地····· (62)

2.5.1 水文地质条件····· (63)

2.5.2 岩石后生蚀变、含石油天然气性和含铀性····· (67)

2.5.3 盆地古水文地质特征和矿床分布规律····· (71)

2.6	塔吉克—阿富汗造山带型盆地	(73)
2.6.1	水文地质条件	(74)
2.6.2	岩石后生蚀变、含石油天然气性和含矿性	(81)
2.6.3	盆地古水文地质特征和矿床分布规律	(86)
3	中亚中新代沉积盖层的古水文地质	(88)
4	渗出型自流盆地中各种矿产的形成条件及分布规律 ...	(100)
4.1	水动力环境	(100)
4.2	水文地球化学分带	(108)
4.3	成矿专属性	(112)
4.4	成矿条件	(114)
4.5	含烃、氯化物盐水的排泄源和它在控矿中的作用, 矿床找矿判据	(117)
5	渗入型自流盆地中各种矿产的形成条件及分布规律 ...	(120)
5.1	水文地球化学的分带性	(120)
5.2	成矿专属性	(123)
5.3	控矿的层间后生分带性的物理化学特征	(124)
5.4	铀、硒、钼、铍、钒、钨、钇和镧系元素矿化富集的主要特点及形成条件	(137)
5.5	形成层间渗入型矿石聚集的元素分类	(162)
5.6	另外一些元素形成层间渗入矿化聚集的可能性 ...	(165)
5.7	外生后成作用中元素性状的分类	(190)
5.8	地下水排泄源的控矿作用	(192)
5.9	不同金属层间渗入矿化聚集的普查准则和预测方法	(195)
5.10	多元素后生矿床工业开采的特点	(202)
5.10.1	变价元素	(207)
5.10.2	单价元素	(215)
5.10.3	从矿床中顺便浸出其他有用组分的可能性 ...	(217)
5.11	从地浸产品液中获得商业性浓缩物的可能性 ...	(220)

6	中亚沉积盖层中各种矿产新的后生矿床出现的前景 ...	(225)
7	中亚自流盆地的生态—地球化学分区	(231)
	结 论	(253)
	参考文献	(256)
	中译本说明	(270)

1 概 述

1.1 中亚沉积盖层水文地质条件研究状况

从远古时期起，中亚最伟大的学者和科学思想的传播者以及许多其他东方伊斯兰教的自然科学家和思想家都提及过水文地质特征，特别是当缺乏水资源和开掘对人民生活 and 国民经济至关重要的运河时有更多的研究。尽管有关中亚水资源的评述具有这么悠久的历史，但令人遗憾的是这种研究仍然是不充分的，特别是当水资源处于自流盆地的埋藏条件下时，有关的实际材料往往只局限于矿山工程附近地段的个别钻孔，而在广大深埋含水沉积物中的资料是不多的。

在西土库曼盆地中，从 20 年代开始，В.Н.Вебер、К.П.Калицкий 和 С.И.Миронов 就曾在 Челекен 的地质测量过程中，描述和绘制过地下水源地，并对其地球化学和热学特征进行了评述^[41]。

后来直到 50 年代，在对石油和天然气开展大规模勘探工作之前，水文地质研究工作仅仅依据天然水源和少量钻孔的研究，在这一时期研究者的注意力集中于查明高矿化度水地球化学类型的研究。此时对含盐水的性质出现了相反的观点，К.П.Калицкий^[104]认为它是深源的，А.Е.Ферсман^[237]和 А.В.Щербаков^[262]认为是渗透来的（А.Е.Ферсман 指出在 Челекен 的条件下，海洋的渗透作用起了很大的作用），而 Н.В.Тагеева 和 А.А.Бечер^[114]则认为是原生沉积成因的。

在 50~60 年代，大规模开展了石油和天然气的地质普查和勘探工作，使我们不仅获得了这一地区新的有关地下水的地球化

学资料，而且第一次获得了水动力学数据。这时研究人员才注意到石油矿床赋存于隐伏的地下水排泄源的情况，根据所进行液位计算，令人信服地证明，现代地下水的运动方向是从西向东和北东方向的，也即从西土库曼盆地的最大拗陷区向其隆起的边缘地区运动^[113,114]。Ю.В.Добов^[83]和 В.В.Колодий^[113]证明了含氯化钙的高矿化度水为沉积成因，并查明了在盆地西北部局部分布的是低矿化度水。按照 В.В.Колодий^[114,115]的意见，这种低矿化度水总是存在于石油-天然气层的内部，可作为石油和天然气的找矿标志。近年来，这种观点已被普遍接受。已经查明，这种低矿化度的水、有时甚至是淡水广泛发育于无厚盐层的石油天然气承压水盆地中，并见于3~4km以上的深度。在这种水的形成中，粘土矿物的脱水作用、相转变和它同碳氢化合物的接触起很大的作用^[120,137]。

在70年代初期，Л.М.Лебедев^[139,140,141,142,143]研究了由西土库曼盆地热卤水析出的现代形成的矿物，它们富含铯、铅和另外一些金属。Л.М.Лебедев和另外一些研究者令人满意地证明这些热卤水的工业意义，它不仅是当前碘、溴而且也是铅、铯、锂、锶、硼和一些贵重元素的广泛来源。目前，Б.И.Натальченко、Р.И.Гольдштейн和Е.А.Головин^[170]把层间水的排泄源看作为渗入水动力方式下金属成矿作用和渗出水动力方式下石油天然气形成的激励因素。进一步对矿化形成机制、排泄源和自流盆地的成矿专属性的集中研究，使我们可以对“红色丘陵地质生产联合体”所研究的区域进行分区，确定寻找某种矿产的具体地段。

第一次提供高放射性地下盐水资料的是 В.А.Бедер，而后 Р.И.Гольдштейн等人对该区地下水中的放射性进行了研究。

在土库曼和西乌兹别克斯坦地台区中，50~60年代以前主要是进行为解决灌溉、供水和土壤改良等大规模建设有关的一系列水文地质研究工作。根据大量水井和钻探（主要是手摇钻进）

的取样结果，到60年代初，在许多地方编制了1:500000比例尺的农业供水条件图，它应用了先前所有的水文地质研究资料。第一份1:1000000土库曼水文地质图是1962年在Н.Г.Шевченко指导下完成的。

从1962年开始了1:200000比例尺全国性地质和水文地质测量的更为详细的水文地质研究，因而获得了大量新的实际资料和某些地区更精确、重要的水文地质特征，但主要是上部晚第三系—第四系水文地质层中的，同时由于石油天然气找矿勘探工作的开展，开始积累了下部层的含水层资料。由下列主要科研单位所获得的资料最有价值：全苏地质研究所（ВСЕГЕИ）、全苏石油地质勘探科学研究所（ВНИГНИ）、全苏水文和工程地质研究所（ВСЕГИНГЕО）、油气矿床地质勘探研究所（ИГИРНИГМ）等，它们反映在Е.А.Барс、В.В.Печерников^[13]、Б.А.Бедер^[22,23]、С.П.Корсаков^[119]、В.Н.Корценштейн^[120,121]、В.А.Кудряков^[135]、И.В.Кушников、М.В.Пашковский^[136]、Л.Е.Михайлов^[163]、Л.Н.Носов、В.В.Печерников^[177]、В.М.Тарасов^[229]等的著作中。除此还第一次出现了有关中亚沉积盖层水文地质方面的总结性资料^[108,179等]，П.И.Иванчук和А.Ф.Колотушкина^[96]研究了区域水文地质和古水文地质的一些问题，分出了赋存于封闭盆地（Сарыкамыш和Карашор）中地下水的古排泄源。

1963年第一次出版了Б.Б.Митгарц^[162]编辑的1:1500000中亚西部水文地质图，其中汇集了当时所有深部层位中水文地质方面的实际资料。在该图的说明书中还首次用水文地球化学观点来评价石油天然气的远景和表述了石油天然层保存所必需的有利条件。

从1965年开始，对深部层位水文地球化学和水动力学的研究发展相当快，而且由于土库曼和乌兹别克斯坦成立了地方性专业研究单位和生产部门而使研究变得更有计划和更为系统。

1966年出版了 Я.А.Ходжакулцев 的专著，书中依据大量的实际资料，研究了石油和天然气层形成和分布的条件，详细讨论了 Зеагли-Дарвазин 和 Питняк 天然气-石油区的水文地质特征，并第一次进行了古水文地质环境的恢复工作。Я.А.Ходжакулцев、М.И.Суббота 和 О.П.Абрамов 对水溶解的有机物质进行了研究，Я.А.Ходжакулцев^[245]、Я.А.Ходжакулцев 和 Л.А.Абулов^[246]研究了土库曼和西乌兹别克斯坦地台部分的古水文地质和现代水文地质的一些问题，而这些问题与石油和天然气聚集的形成和分布密切相关。

在 В.Ф.Борзасекон^[29]、Д.Г.Борзасекон^[30]、А.В.Кудельский^[132,133]、Н.В.Роговский、Д.Г.Соколовский^[217,218]等的有关石油天然气文章中包含了许多有价值的区内水文地质学方面的认识。

作者之一在 1962~1965 年完成并出版的著作中，第一次总结了研究区内的放射性水文地质条件，并根据当时数量不多的有关深部层位的资料和考虑到晚第三系-第四系沉积物中潜水的补充取样资料，编制了侏罗系、下白垩统 Неок-апт 组、上白垩统 Альб-Сеномен 组、白垩统 Турон 组一早第三纪古新世、晚第三系-第四系含水层的 1: 1000000 (部分 1: 200000) 的放射性水文地质图。在分析这些图件时，首次注意到层间水是从沉降地段向边缘地区上升运动的区域水动力特点，由此确定了在其绝大部分地区不可能发育层间渗入作用，从而也就决定了晚第三系-第四系沉积物水中有高的铀含量，而深部地层水中的铀含量很低^[68]。

在中克兹尔库姆，从 1949 年开始在 М.Т.Бурак^[34] 的领导下进行了 1:500000-1:200000 的水文地质研究，在白垩系上部沉积物中发现了荒漠条件下适于灌溉和饮用的低矿化度承压水。目前正在晚白垩世 Сенон 组含水层中开采水的钻孔有二~三个。在一些自流盆地内还计算了这些水的储量 (М.Т.Бурак、

А.А.Островский、Д.А.Подлявская、В.М.Фомин), 其研究的结果汇集于М.Т.Бурак的专著中^[34]。

除了上述为牧场灌溉用水所进行的工作之外, 在60~70年代, 还进行了为矿山开采企业供水和查明所开采矿床的水文地质条件为目的的研究。其中大量的工作是由红色丘陵地质生产联合体完成的。水文地质工作者包括 А. И. Чапышева、К. В. Керносова、К. Г. Бровин、Е. П. Волохова、Т. Ф. Воропаева、В. А. Гаврилов、В. Г. Двяконов、А. А. Зайцев、Т. М. Компаниец、Э. Н. Славгородская、Н.Т.Юнусов 对铀矿所在地区及其邻区的基底和盖层中许多含水层进行了详细勘探, 确定了水的储量和编制了大比例尺水文地质图。从此时开始, 红色丘陵地质生产联合体的地质工作者首次将研究结果和外生成铀矿床的形成联系起来, 同时证明了沿含水层运动的地下水, 在其运动过程中大大地改变了自己的地球化学特性: 丢失了一些组分, 富集了另外一些组分, 具高正 Eh 值的含氧水带变成了贫氧带, 其 Eh 值急剧降低至负值, 这种分带性与后生成矿有直接关系并在普查和勘探后生矿床时为地质工作者广泛利用。

对中克兹尔库姆进行放射性水文地质研究的主要有红色丘陵地质生产联合体 (А. И. Чапышева、К. Г. Бровин、Р.И.Гольдштейн、А.А.Зайцев、Е.П.Волохова 等)、全苏水文和工程地质研究所 (А. А. Смирнов、А. Н. Глазов、Е.И.Деева)、苏联科学院矿床地质学、岩石学、矿物学和地球化学研究所 (А.К.Лисицин) 和全苏地质研究所 (Г.М.Шор) 的研究人员, 最详细的研究结果汇集于 К.В.Керносова 的文章中, 她依据整个中克兹尔库姆地区 1: 500000 放射性水文地质图, 确定了不同地质-水文地质和气候区的放射性水文地球化学背景值和异常值, 研究了渗入型铀矿床主要的放射性水文地球化学特点, 提出它们的普查准则。已查明, 这种类型矿床的矿层无

例外地全都分布在含水层中，位于灰色未蚀变岩石和黄色氧化岩石的接触带上，这种接触界限称之为“地球化学障”，进入这种障的水及障本身都被看作一个统一系统的一部分（А.И.Перельман）。他们接着又指出了此地球化学障上发生成矿作用的特点，红色丘陵地质生产联合体和全苏矿物原料研究所的地质工作者（Е.М.Шмариович、Б.И.Натальченко、К.Г.Бровин等）阐明了依赖于pH值变化的层间水中铀、钍等富集的规律性变化，对层间水中单价元素的分布也进行了有根据的分带。

在稍后 Г.М.Шор 的文章中，依据编成的 1: 2000000 的分层图，研究了中克兹尔库姆放射性水文地质条件和相邻地区放射性水文地质条件之间的联系。

在上述工作基础上，红色丘陵地质生产联合体、全苏矿物原料研究所和水文地质情报所的大量研究人员在 А.И.Чанышева 的指导下，于 1968 年编制了中克兹尔库姆分层水文地质图册。

在瑟尔达林盆地，于 60~70 年代，在全部范围内进行了 1: 200000 国家地质和水文地质测量，编制了具有含水层分布和涌水量资料的水文地质图。上述测量得到了上部含水层的地下水动力学和所含盐分、矿化度，特别重要的是获得了这些水的含铀性方面内容丰富的实际资料，但深部层位的资料是很有限的。

由于解决供水问题而获得了瑟尔达林地区下伏上白垩统含水水体中更广泛的资料，在它们当中已经发现了可用于国民经济各个部门的巨大的地下水资源。无疑，对该层水的勘探将同时会加深区内水文地质研究。近年来，卡兹水文地质生产联合体的生产队和建筑安装部门打了数百个水文地质钻孔用于揭露这一含水体的承压水。遗憾的是绝大部分钻孔没有水的含铀性资料。

在研究自流盆地中地球化学障上铀矿床形成条件的过程中，红色丘陵地质生产联合体获得了可以得出下列结论的实际资料，即控制后成铀矿床所有矿层位置的地球化学障本身，由于地下水

在途经这种障截面时物理-化学和热力学条件发生重大变化，完成一种能多次和全面从其水中剔除出任何有害杂质，其中包括放射性元素的可靠的过滤器作用。

在许多文章中^[6,7,160,224等]，不同详细程度地研究了上白垩统、老第三系、新第三系—第四系沉积物中地下水的水文地质分区、补给、排泄、化学成分和矿化度情况，尤其是证实了Карау山脉和天山西部支脉是地下水的补给区，而咸海是区域性排泄区。

红色丘陵地质生产联合体、沃尔科夫地质生产联合体和全苏地质研究所都曾研究过瑟尔达林地区地下水的含铀性问题，其中一些地区的综述性材料是由К.В.Керносова和Е.П.Железнов完成的，К.Г.Бровин、И.В.Венатовский、В.А.Гаврилов、Б.А.Муслимов等对上白垩世和老第三纪含水体的水文地质特征及其中水的含铀性进行了详细的研究。

1967年，Г.М.Шор编制了包括我们研究区在内的1:2000000的分层水文地质和放射性水文地球化学图，他们在1970年编制了瑟尔达林盆地东部上白垩统和老第三系含水体1:500000的放射性水文地质图，从1974年起，由红色丘陵地质生产联合体在区内进行了1:500000和1:200000的放射性水文地质研究，其研究结果发表于一系列的出版物中^[70]。

在费尔干纳盆地，水文地质研究按三个方面进行：①用以了解供水、灌溉和设计改良土壤；②研究在石油和天然气勘探过程中的深部水文地质情况；③查明与工业铀矿体有关的地下水放射性水文地质情况。第一个任务主要是在50~60年代后半期通过国家中等比例尺的水文地质测量来进行的，乌兹别克水文地质托拉斯大量水文地质工作者参与了此项工作，他们的工作成果反映在В.А.Гейнц的文章中。

深部水文地质研究工作是由石油勘探部门、全苏地质研究所等单位专业队及乌兹别克水文地质托拉斯共同完成的，

Д.С.Ибрагимов 研究了南费尔干纳含石油水的形成条件和分布^[94], Х.А.Равикович 在费尔干纳盆地石油矿床的水文地球化学研究中做了大量工作^[194,195], 而水中的气体成分, 它的地热特征研究则是由 В.Е.Нарижна^[168]、М.Г.Дубянская^[153]、С.Н.Назаров、В.Н.Чарушников^[167]等完成的。

费尔干纳盆地区域水文地质问题在 С.Н.Симаков 和 В.Г.Клейнберг^[214]、А.И.Германов^[58,59]、А.К.Лисицин 和 Б.А.Бедер^[22]、Р.Г.Семашов^[212]、А.Н.Султанходжаев^[223]、В.Л.Егоров^[88]等的文章中有所研究。在这些文章中, 有关深部层位水文地球化学特点方面的认识是近似的, 但对地下水动力学的认识却有着不同的观点。例如, С.Н.Симаков、В.Г.Клейнберг 和 М.И.Суббота 根据水的总矿化度从补给区向盆地中心部位增加的资料, 提出层间水也是这个运动方向的意见, 也即从山前向费尔干纳盆地中心流动, 因而后者可能是滞留盐水的地带。Б.А.Бедер 考虑到该盆地的地形向西部方向变低, 因而他指出地下水的运动方向可能是从东向西的列宁纳巴德峡谷方向。А.И.Германов 和 А.К.Лисицин 第一次查明了主要在盆地北缘发育的河谷中存在着边缘水自由交替带, 因而他们认为在整体上层间水的运动方向是从北东向南西方向, 在盆地的南缘排泄。

在 1963 年, Р.Г.Семашов 根据石油钻孔中所测定的层间水压力和统计水位, 首次指出了层间水从盆地中心向边缘流动的可能性。А.Н.Султанходжаев 和 В.Л.Егоров 查明在所有的侏罗、白垩和老第三纪含水层中, 区域性水头也是按这一方向降低的。我们用沉积水从费尔干纳盆地中心(这里的沉积物厚度是最大的)挤出而向盆地边缘方向运动来解释这样的水动力学情况。

从 1934 年就开始的费尔干纳盆地放射性水文地质研究工作, 一直与这个盆地铀矿找矿历史紧密相联系着。

有关该区水中放射性的第一份资料^[67]是由