

苏联和德意志民主共和国 鉀盐矿床地質工作参观考察 报 告

(內部資料，注意保存)

地质部鉀盐地质考察代表团

一九六三年十一月

目 录

緒 言	(3)
第一章 苏联鉀盐矿床地质	(7)
一、斯塔罗宾鉀盐矿床	(8)
二、东喀尔巴阡鉀盐矿床	(12)
三、土克曼鉀盐矿床	(15)
四、烏拉尔西坡及里海底地鉀盐矿床	(20)
第二章 德意志民主共和国鉀盐矿床	(21)
一、維拉地区鉀盐矿床	(24)
二、斯塔斯孚特地区鉀矿床	(30)
三、馬克登堡地区鉀矿床	(32)
第三章 苏德以外世界主要鉀盐矿床概况	(34)
一、北美州的鉀盐矿床	(34)
二、欧洲的鉀盐矿床	(37)
第四章 鉀盐矿床的地球化学、矿物学及岩石学	(39)
一、常見鉀盐矿物的一般特征	(39)
二、盐类矿物綜合鑑定	(40)
三、盐类矿物包裹体及顏色的研究	(41)
四、几种盐类矿物的成因	(41)
五、鉀盐矿床中的硼矿物	(45)
六、鉀盐矿床的地球化学	(48)
七、盐类岩石的分类及命名	(51)
第五章 鉀盐矿床的成矿理論	(54)

一、成盐的古气候条件·····	(55)
二、成盐的古地理条件·····	(56)
三、盐类的物资来源·····	(58)
四、盐类沉积的构造条件·····	(59)
五、盐类的沉积条件·····	(60)
六、钾盐的矿石相问题·····	(62)
第六章 钾盐矿床的预测及找矿勘探 ·····	(66)
一、世界主要钾盐矿床发现经过·····	(66)
二、钾盐矿床的预测·····	(70)
三、钾盐矿床的找矿方法·····	(83)
四、钾盐矿床的勘探方法·····	(86)
五、钾盐矿床的矿山地质工作·····	(90)
第七章 盐湖的普查勘探与研究 ·····	(92)
一、盐湖卤水的综合利用·····	(92)
二、卤水的长期观测结果和盐沉积·····	(95)
三、盐湖研究的方向和方法·····	(96)
四、固体沉积和晶间卤水的研究·····	(96)
五、盐湖的成分及其变化·····	(97)
六、西伯利亚的庫楚克湖·····	(98)
第八章 钾盐矿床的开采及加工 ·····	(99)
一、钾盐的地下开采·····	(99)
二、盐类矿床的水溶开采·····	(103)
三、钾盐的加工技术·····	(105)
第九章 苏德两国地质工作 ·····	(110)
苏联的钾盐地质及研究工作·····	(110)
苏德钾盐勘探工作·····	(113)

緒 言

受德意志民主共和国的邀請，地質部組織了代表團于一九六三年六月赴德參加了其費萊堡礦冶學院召開的第十五屆礦冶會議，並利用參加會議之便，參觀了三個鉀鹽礦區，訪問了兩所高等學校和一個研究所。代表團結束在德活動後，又根據中蘇科學技術合作協定在蘇聯進行了鉀鹽地質工作的考察，考察了一個鉀鹽礦區兩個研究所。前後總計三個月，在此期間，通過實地觀察和座談訪問，對蘇聯和德意志民主共和國鉀鹽礦床地質情況及工作現狀進行了了解，蘇德兩國擁有豐富的鉀鹽礦產資源，經過多年的工作已經積累了不少資料，但由於受客觀情況所限，代表團所獲資料是不完全的。

代表團在德國參觀了維拉和斯塔斯孚特兩個開採礦區，這裡的礦山地質工作者介紹了礦區地質，並引導參觀了坑道地質。西部地質局主任工程師勒夫葵（Löffler）介紹並引導參觀了馬克登堡鉀鹽勘探工作，在蘇聯只考察了白俄羅斯的斯塔羅賓礦區。由勘探隊地質工程師及礦山地質工作工程師介紹了地質情況，並分別引導參觀了勘探工作及坑道地質。在幾個開採礦區並順便參觀了加工工廠及礦山開採，一些沒有能實地考察的礦區，也通過蘇德有關專家的座談作了了解。德國南哈茨的情況是鄰近的桑格豪森銅礦參觀時順便了解的，蘇聯的土克曼，喀爾巴阡、上卡姆、里海低地等礦物的資料，則是由伊凡諾夫（Иванов）、費維克（Фивег），格

拉西莫娃 (Герасимова), 等介紹的。

在苏联和德意志民主共和国, 还和大部份研究鉀盐矿床的著名地質工作者进行了談話, 在德国会見了費萊堡矿冶学院的勒斯葵 (Röslen) 教授、瓦茨那爱尔 (Watznauer) 教授和柏林洪堡大学的考奇 (Kawglick) 教授, 他們介紹了德国鉀盐矿床地質及理論研究情况, 中央地質研究所的李希特 (Richter) 博士則比較詳細地介紹了德国鉀盐矿床理論研究現狀。

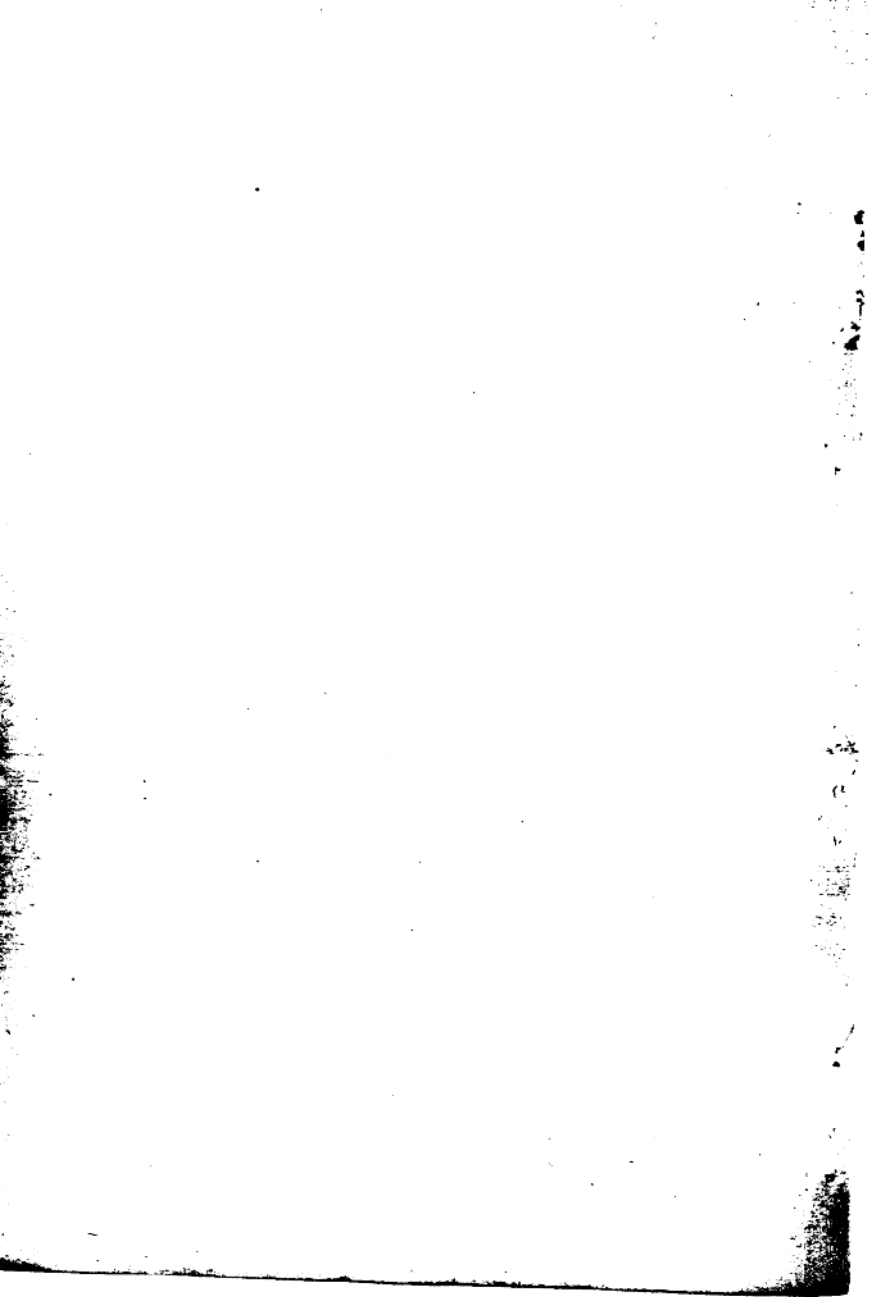
在苏联与全苏盐类科学研究所和全苏地質研究所有关科学研究人員进行了談話。費維克 (Фивер) 比較全面地介紹了世界及苏联的主要鉀盐矿床及成矿理論問題, 伊凡諾夫 (Иванов) 除介紹地質情况外, 还談了找矿勘探問題, 雅尔热姆斯基 (Ярженский)、拉祖莫夫斯卡婭 (Разумовская) 和瓦赫拉面也娃 (Вахрамеева) 介紹了盐类矿物学和岩石学工作, 彼得洛娃 (Петрова) 介紹了盐类矿床的地球化学, 柯連年夫斯基 (Кореневский) 略談了鉀盐矿床的勘探, 瓦西里也夫 (Василев) 介紹了盐湖研究和利用, 阿特拉希甘維奇 (Атрашкевич) 介紹了鉀盐开采, 謝尔宁 (Желнин) 介紹了鉀盐的选矿加工。

在參觀考察訪問过程中, 都做了記錄, 本報告就是根据这些記錄正理編写而成的。正理本報告的目的是为了把这次出国參觀考察的所見所聞, 系統而全面地介紹給我国鉀盐地質工作者, 以便于大家工作中參考, 以將少数出国人員所得知識变为大家的知識。在正理时力求不遺漏原記錄的主要內容, 并为使內容較為連貫便于閱讀, 在某些章节中还參考了一些文件資料, 作了必要的补充, 但也节刪了某些重复的內

容，还有一些比較零星的材料，与鉀盐矿床关系不大的，沒有列入本報告之中。

由于考查期間客觀情况所限及考察人員的工作水平，对某些問題了解的深入程度还不能完全反映苏、德两国鉀盐工作的全部情况，也不能滿足我国当前工作的要求，特别是因为我国的地質条件和苏、德两国不同，我国的鉀盐矿床工作阶段也和苏德两国不同，他們的經驗未必完全适用于我国，而我們所迫切需要解決的問題，也未必都能从他們那里找到成熟的經驗，我們自己的問題还要我們自己来解决，因而本報告仅是提供了一些参考材料而已，并不能作为我們工作的軌范。

本報告系內部資料，只供从事鉀盐地質工作人員的参考，請妥为保存，慎勿遺失，也不要輾轉流传。



第一章 苏联钾盐矿床地质

苏联含盐系地层分布很广（地理上和地质时代上）。从寒武纪到现在整个地质历史时期中除三迭纪外均有含盐系地层的沉积，其中泥盆纪、二迭纪、侏罗纪、第三纪已发现有巨大的，可供开采的钾盐矿床。

寒武系在西伯利亚南部沉积面积约600,000 Km²以上的地区发现有下寒武世含盐系地层。含盐系共厚1000—1200米，盐层最厚达1000 M，和硬石膏、白云岩互层。盐层中主要是岩盐，在很少情况下夹有厚几公分的钾石盐和光卤石薄层。此外还有含K, Br相当高的卤水。

现在正在西伯利亚陆台西部打鑽。

奥陶系——只有石膏。

志留系——只有石膏。

下泥盆统——有石膏，硬石膏，在哈旦格盆地还有岩盐。

中泥盆统——莫斯科盆地含盐系，（岩盐）厚50米。

上泥盆统——有斯塔罗宾钾盐矿床。

石炭系——只哈萨克斯坦地区有岩盐。

二迭系——最老的在顿巴斯，含盐系厚1000米以上，其

中含盐层占60%。烏拉尔西从伯紹拉河南下，直到斯大林格勒都有盐和鉀盐。在里海低地有1200个盐丘，大都和鉀盐有关。

侏罗系——在高加索有含盐系。上庫曼东部高烏尔达克(Гаурдкское)鉀盐矿床。

下白堊紀——只有石膏。

上白堊紀——也主要是石膏，个别地区有岩盐分布。

新第三系——喀尔巴阡山、外高加索和中亚細亚发现有岩盐，局部地区还有鉀盐。

苏联鉀盐矿床分布很广，西部有苏、罗、波交界处的东喀尔巴阡矿区，和白俄罗斯的斯塔罗宾矿区，中部有著名烏拉尔西坡的上卡姆矿区，由此向南，则为面积广大的里海低地盐丘区域，南部有土克曼东部的鉀盐矿区，除这处已經肯定具有工业意义的鉀盐矿区而外，西伯利亚薩彥岭外厚层岩盐中見有鉀盐薄层，現在正在这里寻找鉀盐。

本章是根据实地考察及口头介紹的材料編写的。由于原始資料所限，有些矿区描述比較簡略。

一、斯塔罗宾鉀盐矿床

斯塔罗宾鉀盐矿床在1949年以前即已发现，但到1949年才开始了勘探。該矿位于頓巴斯盆地西北部，彼里皮亚特拗陷的西北角。北距白俄罗斯首府明斯克130公里。

第四系：厚100米，复盖全部地表，主要为粘土和砂質沉积。

新第三系：复盖全部地区，主要为砂，局部有黑粘土。

老第三系：海綠石砂岩，厚20—40米。

白垩系：上白垩系为白色白垩，厚25米。

中白垩系为赛诺曼海綠石砂岩，鈣質胶結，有化石，厚2—30米。

侏罗系：矿区个别地点有分布。东南部（即向頓巴斯方向延长处）分布較普遍。

上部为砂質灰岩，鈣質砂岩，厚30米。

中部为砂，黑色粘土，有植物化石、褐煤（有时达1米），厚1—27米。

（下部缺失）

三迭系：砂，杂色粘土。300—400米
二迭系：紅褐色粘土和砂。300—400米

} 矿区缺失
只拗陷东
南部出現

石炭系：粘土、灰岩，厚20米。

泥盆系：上泥盆統：

（一）法門阶

1. 且科娃——列別得斯克层，厚180—550米。

（1）上部——粘土泥灰岩。粘土，泥灰岩，白云岩夹少量薄层砂岩，下部含石膏薄层，厚5—10米，有时达30厘米。粘土，泥灰岩成极薄层，相互渐变过渡，甚至很难分清界限。有时見一窝窝的方解石和天青石，有时成細脉。石膏成粒状和纖維状，裂隙发育，錯动面方向很不一致。这一层在中心部位最薄。

（2）中部含盐层：分布普遍，但向南、北盆地边缘則逐渐变薄，而为粘土、泥灰岩所代替。含盐系为岩盐和粘土，泥灰岩，有时还有白云岩互层。粘土，泥灰岩层厚由几

毫米到63米。在第三鉀盐层下見有砂岩层及硬石膏层。上部岩层中有纖維状的石盐脉。易外在白云岩中有石盐窝状体，白色結晶。

(3) 下部白云岩层——和含盐系之間也是过渡的，主要为白云岩夹泥灰岩，上部有硬石膏薄层及粘土薄层。下部砂岩及粘土薄层。

2. 查冬斯克——叶列次克层（也叫灰岩层），86米灰岩，白云岩化灰岩夹粘土层，泥灰岩和砂岩。（化石很多，腕足类）。

(二) 費兰阶

1. 里文层（含石膏层）厚90米。

粘土，泥灰岩，白云岩和石膏，硬石膏互层夹有砂岩和粉砂岩。（本层在彼里皮亚特拗陷中心为岩盐所代替）。

2. 上謝格洛夫，舍米路克和沃龙涅什——叶費拉諾夫层（白云岩层），厚96米。

中部为白云岩，具小孔状，夹白云岩化的灰岩薄层。上部和下部为泥灰白云岩，泥灰岩及粘土。

3. 下謝格洛夫层（粘土层），厚33米。

为白云質粘土夹白云岩薄层。

中泥盆統：吉微阶：

1. 道尔頓层（卢茨层），厚158米。

砂，粉砂岩，胶結物为粘土。中部过渡为粘土。

2. 納罗夫层，厚90米，粘土，白云岩，白云岩化灰岩，有时有孔洞，及石膏或硬石膏的薄层和細脉。

早寒武系（震旦紀）：

上部瓦尔斯克层：下部为凝灰質沉积，上部为正常的沉

积岩、砂岩、砾岩等。厚105米。

下部白俄罗斯沉积杂岩，为砂岩及細粒粉砂岩，有时过渡到砂子，夹有粘土薄层。厚331米。

結晶基底——花崗岩类，花崗岩，黑云母花崗閃长岩，过渡为石英閃长岩。

盆地北側有断层，早于成盐，因此成盐时北部拗陷較深，而南部較平緩。为一个不对称的盆地。

矿层：鉀盐层共四层，而在东部（любинь以西），則共有八层。

四层鉀盐中，下层分布最广，最上层狭。在上层鉀盐渐变为泥灰岩、粘土物質后，在相当层位上出現含赤鉄矿的紅色的粘土薄层，此紅层延长者稳定。（故Ходьков Е. А. 薄层，人認為这是鉀盐层被地下水溶解后的残余）。

在鉀盐层上 14—15 米处，有一层粘性很大的綠色粘土（蒙脫石粘土层）。当沒有鉀盐层时，則在紅色粘土薄层之上7—8米处亦出現此綠色粘土。如綠色粘土层是相当的，則紅色鉄染粘土层即相当于鉀盐层。其厚度的变化是因为粘土沉积慢，鉀盐沉积快，即同样的時間粘土沉积薄，鉀盐沉积厚。

在矿区南側，第四层的范围反而比第三层小。

各鉀盐层在北側都是被泥灰質粘土所代替，而第四层在南側为岩盐所代替。其他矿层的个别地点也有由鉀盐过渡到岩盐层的，但只是第四层規模大，而明显。

第一鉀盐层——紅色鉀石盐和岩盐互层。又分为上、下两层，中間为岩盐层。10公里內可以对比。

第二鉀盐层——紅色鉀石盐和岩盐互层，上层矿含 KCl

平均26—28%，厚1.91—4.38米，下层矿厚2.65米。

第三鉀盐层——在上、下鉀石盐之間有一层含光卤石的泥岩层。在上、下鉀石盐层中有时有少量的光卤石，特別在靠近中間部分更多。在盆地中部光卤石岩都成透鏡体状，水平方向变化大。光卤石沿水平方向变为鉀石盐—光卤石，然后为鉀石盐——岩盐。

第四鉀盐层——粘土层很多，只有中間的鉀石盐較好。因埋藏深，虽 KCl 含盐达17%，現在只作为平衡表外儲量。

上述矿层，都成明显的互层，說明成盐盆地是不稳定的。

二、东喀尔巴阡鉀盐矿床

从喀尔巴阡山經高加索至天山是一个新第三紀中新世的干旱地带。

喀尔巴阡中、上白堊紀和老第三紀是地槽、复理石建造发育，中新世末褶皺隆起，在东侧形成山前拗陷。这一带很狭，只20—30公里寬，繞着喀尔巴阡弧延伸。

山前拗陷中的沉积，依时代逐渐向地台方向推移（移的距离也不太远）。形成了內带和外带。盐的沉积在內带。

地层自下而上的次序为：——

漸新統为复理石沉积，上与中新統間为不正合接触。

下沃罗多施层——在山前拗陷內带。中段是粘土含盐沉积。南端砾石多，沒有盐，部分砾石是喀尔巴阡来的，为一部份是附近古陆上来的，可見这里水量較大，沒有成盐。

下沃罗多施盐层中在乌克兰只有杂卤石，沒有工业意

义。在罗马尼亚打石油鑽时遇到盐和鉀盐，正在勘探。

中沃罗多施层由砾岩、砂岩等组成，看来这些物质是来自地台和喀尔巴阡山，厚500—800米，其中没有具工业意义的盐矿。

上沃罗多施层，在斯捷勃尼克，下部有四层鉀盐。泥灰岩、粘土、食盐受构造影响而成角砾状，和盐混在一起。这时候成盐盆地只占山前拗陷的小部分地区，而在罗马尼亚则只有石膏。

盐是湖中沉积的，在这里有四次集中浓缩的卤水，其中含相当的鉀，形成了鉀盐透鏡体，主要是鉀盐鎂矾和无水鉀鎂矾，其下部有时见到的无水鉀鎂矾。鉀盐鎂矾是最多的，鉀石盐和杂卤石很少。

斯捷勃尼克 (Стебник) 层：为杂色岩系，厚 1000 米，不含盐。

下道尔頓 (Гортон) 統：又出现盐沉积，其中也有鉀盐。加卢施就采这一层。鉀盐也成透鏡体，有純的鉀石盐，含粘土很多，占25—30%，而 KCl 含量也高，达30—40%。更多的是鉀盐鎂矾和无水鉀鎂矾，但这里是前者多于后者，这点和斯捷勃尼克不同。

在罗马尼亚的喀尔巴阡西段及德朗西湾盆地的含盐地层被认为是上道尔頓，М.П. 菲維格尔則认为和苏联对比，这是下道尔頓的，但在那里没有发现鉀盐的沉积。

下道尔頓的沉积是很广的，但鉀盐的沉积只有加卢施有，不过現还不能肯定别处一定没有鉀盐。М.П. 菲維格尔已經建議在罗马尼亚，在这些地区打鑽，做几个剖面溴的含量分析，看能否指示鉀盐的可能性。

东喀尔巴阡山前拗陷的成盐情况很复杂；下沃罗施只在罗马尼亚有钾盐，上沃罗多施只在斯捷勃尼克有钾盐，下道尔顿只在加卢施有钾盐、波兰只在下道尔顿有盐，其他都没有。

喀尔巴阡这个成盐的第三系中找到紡錘化石，证明是海相沉积。根据盐的成分也证明是海相的，但海水来路还不清楚。

这里盐层中有大量的粘土，大部分是从喀尔巴阡来的，和盐成互层，后来角砾岩化了，把盐和粘土揉在一起。这里大量的粘土物质吸附了钾、锂、硼、溴。

斯捷勃尼克很早就见到盐泉，并进行鑽探，找寻岩盐，后来建井采石盐时（约100年前）遇到了钾盐。钾盐开采始于1922年。加卢施也是这样。

喀尔巴阡地区矿石类型、很复杂；有钾石盐矿石，杂卤石，最主要的是无水钾镁矾、钾盐镁矾矿石。在剖面上各种矿石之间没有一定次序。可能是先沉积钾石盐，然后沉积各种硫酸盐矿物。硫酸盐矿物可能是早期成岩作用的。总的说来，这个地区 SO_4 离子比海水多，瓦里亚什科认为来自陆地水。

这一地区地质构造上不稳定，没有纯的盐层，盐中夹粘土、泥灰岩、砂岩互层。因地质构造运动而成为角砾岩。

钾盐四层，硫酸盐很多，共29种矿物，成份很复杂。

上卡姆矿床中只5—6厘米厚的粘土层。在数十公里外尚可对比。而在喀尔巴阡盐层都是小的透鏡体，厚50—100米，长达3公里。盐层和其它岩层的互层有时可达14层。小盆地中卤水常常移动，使矿物成份很复杂。

三、土克曼鉀盐矿床

在沿土克曼与伊朗边境一带为地槽区，其南为伊地，这个地槽和古地中海不通。下侏罗紀海侵从西南来，其范围不大，有时进入到地台边缘的拗陷地区，在庫希坦地区沉积了下侏罗系，在高烏尔达克則沒有这时代的沉积。中侏罗紀則大面积的海水侵入，整个塔吉克盆地都有海相砂、泥質沉积，成份很均一，这时是温暖、多雨、植物茂盛，有些地区形成煤系。

上侏罗紀强烈沉降，海水除占整个塔吉克盆地外，更向东到帕米尔，直到中苏边境，这时形成了富有化石的灰岩，至在西南部叫做庫希坦格（Кухитанг）系。基米里造山运动（过去認為其运动只限于基米里，現在認為这里的运动直繼續到上侏罗紀末）后，在这里沉积了泥灰岩及砂質粘土。在庫希坦区，海水更浅，生物沉积更多， CO_2 也多，形成了“炭瀝青”。 H_2S 气体聚集在高烏尔达克形成了自然硫矿床。

在上侏罗紀，在这里形成一个大的鹹水海，包括塔吉克和布哈尔两个拗陷。到老第三紀中間吉薩尔山脉之西南端隆起，才分成两个盆地。海水愈来愈鹹了，这样形成了高烏尔达克层含盐地层（上侏罗紀），厚达 800 米（一般的）。岩性分四层，自下而上为：

下层为石灰岩，硬石膏层。其中有三层灰岩和三层硬石膏，石灰岩厚几米到 80 米，硬石膏 0—50 米。石灰岩含有机質，成黑色或黑灰色。硬石膏成灰色，大理岩状，有炭瀝青細脉，二者都含 SiO_2 很多。 SiO_2 成团块状，在整个层中

經常出現，有时成石英晶体。

第二层为硬石膏层，厚 284 米。

第三层为岩盐夹粘土硬石膏，有时夹鉀盐层厚約 400 米。

上层 粘土硬石膏层，厚 25—50 米

——整合或不整合——

下白堊系 主要为陆相沉积。上白堊系又是海相沉积。老第三系仍是海相沉积；广泛分布的石灰岩。此时在苏联和伊朗有强烈火山活动，形成了广泛分布的膨土岩。在費尔干則有硬石膏沉积，为石膏、硫和天青石共生的矿床。

古地理条件

里海是地下补給。根据最近的計算，就最近几百万年地下水供給里海的水相当現在里海的全部水量，当里海最初形成时，可能和地中海有某些关系。但經計算，其水的来源主要是从古生代、中生代地层中所包含的水的补給。

这个地区还有老第三紀和新第三紀含盐地层，向东直到塔里木盆地都有。

高烏尔达克矿层层序如下：

在最下层硬石膏和灰岩互层中下部有天青石、重晶石及重晶石螢石层。石灰岩上部含炭瀝青，上面还含有天青石、重晶石和 SiO_2 。这里除了沉积作用外，可能有內生作用在內。（B.B. 格拉西莫娃的意見）

盐层約 400 米。又可分为上下两部份：

（一）下部为岩盐、粘土、硬石膏，其中沒有鉀盐厚 241—265 米，其中可分为四层：

1. 最下层厚 70—75 米，为过渡层。硬石膏中夹有岩盐的