

關於水口山鉛鋅礦床的特徵 及其成因問題的初步探討

217 勘 探 隊

水口山鉛鋅礦開采歷史悠久，儲量大，馳名中外。從1927年開始，就有不少的地質學家在此進行調查並著有報告，但由於地表復土厚、地質構造複雜，特別是火成岩產狀變化多端，以致雖從1953年起先後有二個勘探隊在本區進行四年多的勘探工作，但有些問題仍然不能肯定。為了總結水口山這一具有代表性的鉛鋅礦床，提高理論知識，總結實際經驗，指導今后的勘探工作，現根據幾年來勘探工作所獲得的資料，做如下的分析討論，供大家研究參考。應該指出，由於對金屬礦物組織結構和各種單礦物所含雜質分析研究很差，所以有關礦液多次活動及其分期的論述如有不當之處，請讀者指教。

一、地質簡述

(一) 地 層

區域內自上泥盆紀至第三紀地層，出露較為完整，中、下泥盆紀與前泥盆紀地層在區域外之西南塔山附近露出（圖1）。礦區內僅出露棲霞灰岩、茅口灰岩、樂平煤系、大冶灰岩的底部岩層及老第三紀地層。其中下二疊紀棲霞灰岩為本礦區內出露最老的地層，鉛鋅礦即賦存於本岩層中。其岩性為灰黑色夾燧石之厚層灰岩，局部含少量炭質，燧石結核大小不等，直徑由0.03~0.1公尺以下，其含量以上部較多且大，而下部則相對減少變小，層間偶夾數公分之炭質頁岩，富含方解石脈，上部蜓科化石特多。厚達300公尺以上。其中茅口灰岩之頂部灰岩層厚變化懸殊，自30~120公尺，故與樂平煤系應為假整合或不整合接觸，大冶灰岩至老第三紀地層缺失甚多，成一巨大的不整合，其中侏羅紀地層是在礦區東部4公里處見及（圖2）。

(二) 構 造

1. 區域地質構造

(1) 北部屬衡陽紅色盆地南緣部分，全山第三

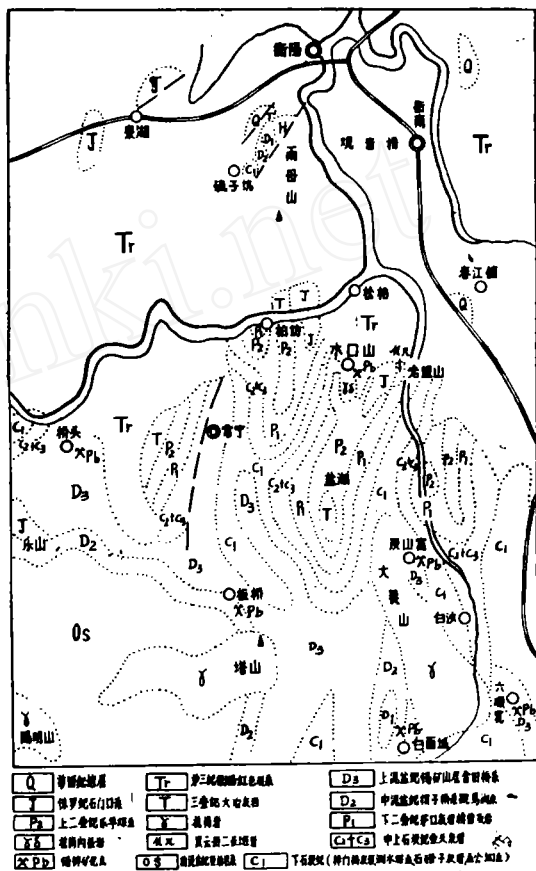


圖 1

紀紅色砂頁岩組成。岩層傾斜平緩，傾角數度至十餘度，僅邊緣部分有達30度至40度者，偶亦見小型正斷層與平緩褶皺。

(2) 南部褶皺區：

① 東部大義山背斜構造區段，軸部為石炭紀孟公坳系、石磴子灰岩、測水煤系等組成，兩翼為下石炭紀梓門拆灰岩，中上石炭紀寧天灰岩與二疊紀棲霞灰岩、茅口灰岩、樂平煤系所掩蓋。背斜軸向北東北—南南西北傾伏而被第三紀紅色岩層不整合掩蓋其上，南端直接與大義山花崗岩接觸。

② 中部鹽湖盆式向斜構造區段，由二疊紀樂平

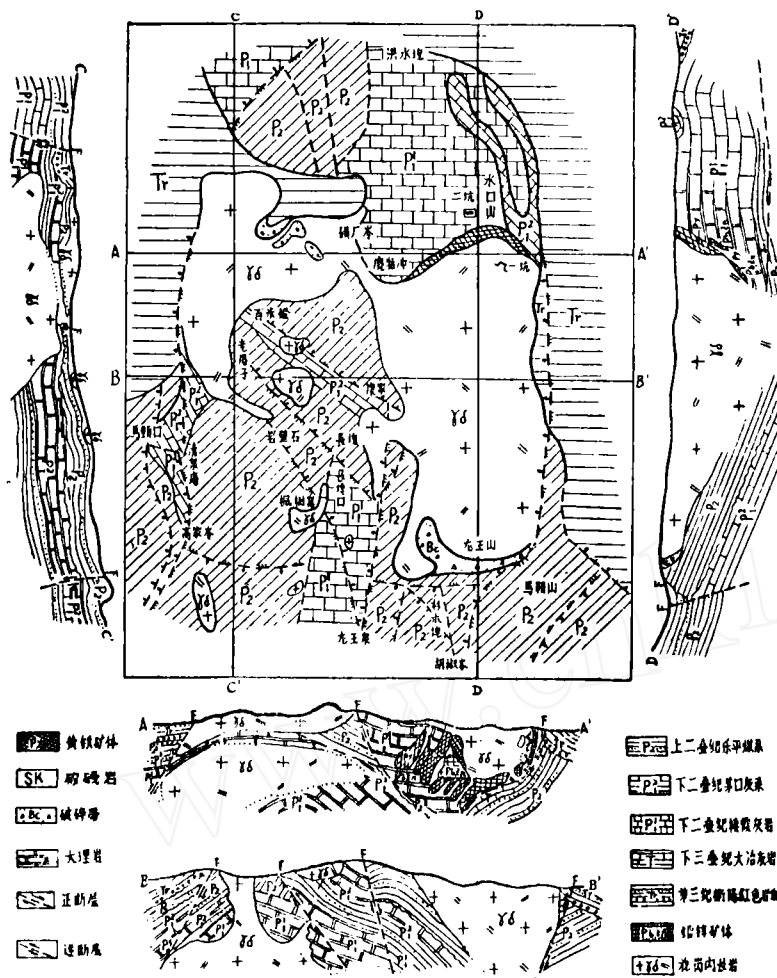


图 2

煤系和三叠纪大冶灰岩组成一系列的复式向斜。轴向均为北北东—南南西，其北端倾伏部分即为水口山铅锌矿区。侏罗纪地层虽不整合在其下部地层上，位于北端，但亦同样被褶皱，其轴向亦能吻合此大向斜。

③ 西北部柏坊复式背斜构造区段，轴部为中上石炭纪及二叠纪灰岩，两翼山上二叠纪乐平煤系、三叠纪大冶灰岩及侏罗纪石门口煤系组成。轴向呈北北东向。其北端与西部均为第三纪红色砂页岩所掩盖。

2. 断裂构造：矿区内外的北北东，或近乎北—南及近乎东西走向的逆断层甚为发育，特别是矿区内这种方向的逆或正断层更为特征（详见矿区构造）多以棲霞灰岩为活动岩块上升，常造成相对应的正断层及逆断层。

3. 矿区构造：矿区除南端掩盖外，其余三面均被第三纪红色岩系所包围掩盖，由二叠纪地层组成核

心，断层构造异常复杂，褶皱构造除乐平煤系下部之砂页岩易于挠曲而局部有较强烈的褶皱外，其余岩层产状表现为平缓的变化。断裂构造异常发育是控制本矿区一切地质及成矿作用的关键。主要断裂构造分为：

(1) 东部大逆断层：由坑道东端至龙王山，中部经火成岩边缘并被老第三纪红色岩系所掩盖，其走向大致为南北，倾角40—60度，倾向西，长达三公里以上。断层规模甚大，下盘由三叠纪大冶灰岩及乐平煤系顶部岩层组成基底，上盘北端为棲霞灰岩，中部被火成岩所侵入，而南端则为乐平煤系下部砂页岩所掩盖。此断层在第三纪之后有复活现象。

(2) 中部大逆断层，由磺厂岭（或坑道西端）至南区杉树垅，走向北北西，倾向北东东，倾角40—35度，断层长达三公里以上。下盘为乐平煤系中部或局部为下部地层，而上盘在北端则同样为棲霞灰岩。中部被火成岩所超复，南端由乐平煤系下部

地层所逆掩。

(3) 百步磴至康家正断层，走向北北西，倾向北东东，倾角60度—50度，长达1500公尺。

(4) 老庵子至长垅口逆断层，走向北西，倾向北东，倾角60度，长达1300公尺。

(5) 清泉庵至高家岭逆断层，走向南—北，倾向西，倾角60度，长达1300公尺。

(6) 西部逆断层，走向南—北，倾向西，倾角70度，长3000公尺以上，南端与上述逆断层合而为一。

(7) 水口山矿化破裂带：水口山矿区棲霞灰岩岩块的上升，除其东部中部大逆断层为其东西两边的控制构造线外，其南端同样有规模在100公尺宽的断裂带，矿化破裂带的走向为北东东，倾向南南东，倾角40—60度，上陡下平，本破裂带被火成岩侵入，为水口山目前矿化所富集的唯一所在地。

(8) 其他：与上述方向相类似性质的断层顺

多，不另贅述。

上述这些断层的产生有这样的一种现象，即棲霞灰岩为断裂构造的活动岩块，垂直运动是它的特点，因之常产生上述一系列的断裂。

(三) 火成作用

本区内岩浆活动属燕山运动甚或第三纪初期。其分佈有：

1. 大义山花岗岩系，距本区54公里，岩漿沿北北西巨大破裂带上升，以长石石英为主，黑云母次之，电气石微量。次生矿物如绿泥石，絹云母视蚀变程度而或多或少。岩体作岩基状产出，南北长35公里，宽8公里，北部较狭，南部略阔，向北北西成长条状。花岗岩体相的变化是较大的，边缘相不发育，中心则为斑状粗粒花岗岩，而其南部则渐变成花岗斑岩，且矿物含量亦有所差异，如大义山北部，部分已趋向为石英二长岩，花岗岩体常与石灰岩接触，接触带一般为2—10公尺的砂卡岩带。共生矿物有石榴子石、透辉石、符山石、矽灰石、绿帘石、绿泥石等。其他围岩蚀变有矽化、大理岩化、絹云母化，黄铁矿等，但均不强烈。在本侵入体的东南缘，即大顺隆、倒石湖、北麓等矿区，有不少的多金属矿产，主要矿石矿物有毒砂、锡石、钨钼铁矿、閃鋅矿、方鉛矿、黄銅矿、黄铁矿等，矿化带大体沿北北西不連續分佈，惜矿体小，且很分散。

2. 水口山花岗岩閃长岩，本区火成岩命名，尚有爭論，有称为花岗岩閃长岩，有称为石英二长岩，或謂为兩者之过渡性岩石。由于蚀变（矽化）影响，原岩本来面目不清，所以肯定的命名尚待深入研究。

本侵入体，主要分为东西两个火成岩体，其产状极不规则。东部火成岩略作橢圓状，南北长而东西狭，皆成超复状，唯緩急各不相同，圍岩岩性、矿化等均不一致。其西南三面均与乐平煤系之砂頁岩接触。除南端在接触破裂带中有强烈的矽化与规模不大的小囊状鉛鋅矿体外，仅在东部见有不大的砂卡岩及角岩带，但均无显著的鉛鋅矿染，北部与棲霞灰岩接触。由于构造条件及化学条件有利，故賦存丰富的鉛鋅矿体、黄铁矿体，并有砂卡岩带，特别是在火成岩产状变化较剧的突出部份，矿体尤为富集。

西部火成岩体仅于鹿牯冲的地表有一小带与东部岩体相连接。該岩体沿乐平煤系岩层侵入，呈岩床状，厚度约50公尺，且在其下部又有另一甚大的岩体，接触面正常，作平緩状态，而下部则又超复。兩

者岩性相同，但是否有一小岩頸连接，尚不清楚。其他零星露佈的火成岩，如雷打祖、楓树窩兩处，經鑽孔証明，均为厚度不到40公尺的岩床。

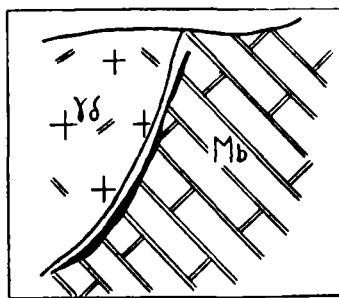
二、矿床特征及圍岩蚀变

(一) 矿体分佈形态及产状

目前已知水口山较为富集的硫化矿体，均賦存于东部火成岩北端接触带之外变质带中。該带火成岩呈超复状，圍岩为棲霞灰岩变质而成之大理岩，矿体一般集中在外接接触带50公尺以内，很少超出100公尺。已知矿化带长度为1,000公尺，深为500公尺。沿接触带自东向西将各大矿体分为1A、1B、1C、1D，2A、2B、2C，3A、3B、3C，4，5，6，7，8，9，10等十个矿系，十七个矿体。其中第1、2、3、8等矿系为鉛鋅矿体，余为黄铁矿夹少量鉛鋅矿体。矿体形状复杂，大部分成柱状，筒状，扁豆状，有少部份（小矿体）呈囊状、巢状、脈状者。矿体产状一般上陡下平，与火成接触面相一致，但其傾伏方向为南西，与接触面的产状并不相同（图3）。矿体大小不一，大者长100公尺，宽20公尺，小者直径不到1公尺，但列为矿系的各矿体，一般长30—50公尺，宽10公尺。

(二) 共生矿物組合

主要金属矿物有黄铁矿，閃鋅矿，方鉛矿，其次为少量的磁铁矿，赤铁矿，黄銅矿，斑銅矿，硫砷銅矿，黝銅矿，輝銀矿，硫錳矿，金及其他稀有元素矿物。非金属矿物以方解石为主，余为少量石英，石榴子石，矽灰石，螢石，滑石等。次生矿物为量很少，計有褐



图例(下圖)

(Pb ₁)	第一期矽化帶之方鉛矿	(Mb)	大理岩
(Pb ₂)	第二期矽化帶之方鉛矿	(Cc)	方解石脉
(Zn ₁)	第一期矽化帶之閃鋅矿	(SK)	石榴子石砂卡岩
(Zn ₂)	第二期矽化帶之閃鋅矿	(Q)	石英
(P ₁)	第一期矽化帶之黄铁矿	(B)	斑銅矿
(P ₂)	第二期矽化帶之黄铁矿	(Bc)	斑銅矿
(P ₃)	第三期矽化帶之黄铁矿		
(Ys)	圍岩內长石		

图3 矿体产状与接触面相一致，但圍岩傾向与火成岩接触带不一

铁矿，菱铁矿，白鉛矿，鉛矾，菱鋅矿，孔雀石，藍銅矿，

軟錳礦、硬錳礦及石膏等。現將各主要礦物分述如下：

黃鐵礦：存在非常普遍，各個礦體均有，而且含量甚富。在4、5、6、7、9、10等黃鐵礦系中，其比量約佔40—80%，并常呈致密塊狀。在1、2、3、8等鉛鋅礦系中，其含量多少不一，有時比鉛鋅礦多，有時相等，有時較少，平均略少于鉛鋅礦之和，約佔20—50%。黃鐵礦在各個時期均有沉淀，呈半自形或全自形，在黃鐵礦體中多呈致密塊狀，在鉛鋅礦體中則多呈浸染狀。其晶形以五角十二面體為主，立方體次之。在反光鏡下見礦物有相互穿插、交替及黃鐵礦體晶面缺失等現象，并有壓碎結構，此為黃鐵礦在形成過程中或形成之後，因受力破碎而被閃鋅礦、方鉛礦及方解石等礦物沿破碎間隙充填或交代而成（圖4）。此外，鉛鋅礦呈現核心交替黃鐵礦的一種核心交替結構亦很常見（圖5）。在氧化帶中，黃鐵礦是不

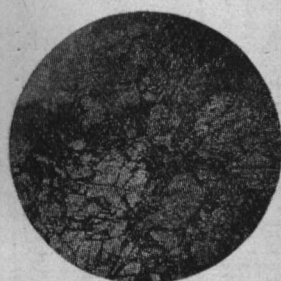


圖4 黃鐵礦之壓碎結構而后閃鋅礦充填交替。

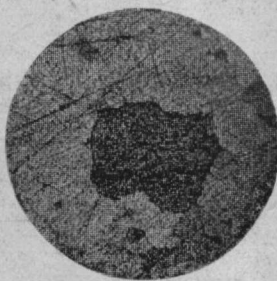


圖5 閃鋅礦代替黃鐵礦之骸晶狀結構，灰白色——黃鐵礦，灰色——閃鋅礦。

穩定的，遭受氧化結果，變為氫氧化鐵或溶蝕流去，而遺留晶體之假象于圍岩中。

閃鋅礦：多呈棕黃色，少量呈灰黑色，常為半自形粗晶之塊狀集合體，亦有呈細脈及浸染狀者。在礦體中與黃鐵礦、方鉛礦伴生，平均含量稍多于方鉛礦；有時與方鉛礦互為增長，局部富集。常與方鉛礦、

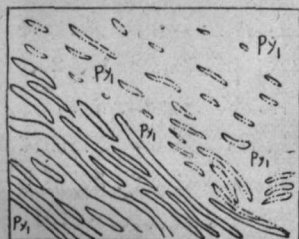


圖6 鉛鋅礦、黃鐵礦、方解石呈條帶狀、排列

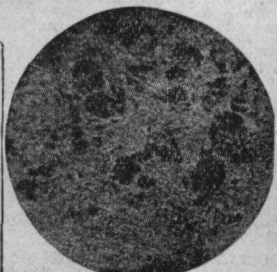


圖7 閃鋅礦代替黃鐵礦之溶蝕結構，灰白—黃鐵礦，黑灰色—閃鋅礦

黃鐵礦相間成條帶狀構造（圖6）和溶蝕結構及核心交替結構（圖5、7），也有呈角礫狀構造，或被方鉛礦交替而呈殘余狀結構（圖8、9、10）。



圖8 方鉛礦交替閃鋅礦和方鉛礦之三角形解理，白一方鉛礦，黑灰一方閃鋅礦



圖9 方鉛礦代替閃鋅礦，白一方鉛礦，灰黑一方閃鋅礦。

方鉛礦：呈鉛灰色，生于早期者為粗粒自形—半自形立方體之塊狀或浸染狀集合體，略少于閃鋅礦；生于晚期者則成細粒他形之脈狀集合體，穿插于早期鉛鋅礦體或其他圍岩中，含閃鋅礦和黃鐵礦極少。方鉛礦常呈角礫狀及條帶狀構造，由于其受擠壓的結



圖10 細粒方鉛礦代替閃鋅礦，白一方鉛礦，灰黑一方閃鋅礦。



圖11 方鉛礦之揉皺結構。

果，有時產生揉皺結構（圖11）。三角形之完全解理（圖8）及被后期黃鐵礦細脈穿插（圖12）等現象

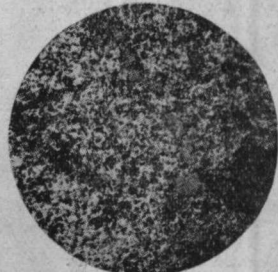


圖12 黃鐵礦細脈穿插閃鋅礦，灰黑—黃鐵礦，灰白—閃鋅礦。

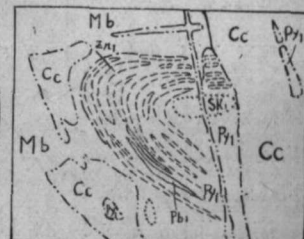


圖13 方鉛礦、黃鐵礦呈輪狀構造

均甚清楚。此外尚有一种由黄铁矿、闪锌矿与方铅矿组成的轮状构造(图13)。

方解石: 常为乳白色粗粒结构之菱面体, 是最主要的脉石矿物, 在矿体中多呈块状, 有时亦呈白色或肉红色(含锰及放射性元素)之脉状体穿插于矿体或围岩中。方解石晶洞很发育, 大者直径达半公尺以上, 在晶洞中有犬牙石、钉头石、冰洲石、圆粒状黄铁矿、纤维铅矿和五角十二面体方铅矿。

石榴石: 生于内变质带者多呈肉红色致密块状, 生于外变质带者多呈棕红色致密块状或淡绿色十二面体之粒状集合体。只在3C矿体中见有较多之石榴石, 其他很少与矿体伴生。

矽灰石: 多呈白色放射状, 生于大理岩燧石结核之周围。萤石及石英含量很少, 石英生成较晚, 多呈白色粒状、细脉状、不规则状、橘状等, 有时发育为小晶洞。磁铁矿、赤铁矿含量甚少, 产于接触带中, 黄铜矿、斑铜矿、硫砷铜矿、黝铜矿均生于大矿体中, 肉眼很难见及, 其他次生矿物为量极少, 不加赘述。

(三) 围岩及构造条件

1. **围岩:** 岩性对矿床的控制在水口山特别明显, 所有大矿体均生于大理岩中, 而且在条带状的大理岩中有较为富集的现象。这是与大理岩的破碎条件和化学特性活泼有关, 特别是因其含炭质, 更有利于硫化矿物的还原而促进矿液沉淀。相反的在砂页岩中, 由于化学成份的稳定, 即使有很好的构造条件亦不能生成大的矿体。最多只有小的矿脉和贫矿带, 如南区龙王山之接触破碎带, 虽构造条件良好, 因没有大理岩, 所以不能生成大矿体。至于砂卡岩、角岩、火成岩, 均因其致密坚硬, 无强烈的破碎, 化学性不活泼, 对成矿不利, 只有小的铅锌矿脉。

2. **构造条件:** 水口山铅锌矿生于火成岩之超复部分的大理岩中, 火成岩为矿液上升的阻擋层(图14)。细粒致密的火成岩有较高度的抗压性, 与其下部大理岩接触, 而造成深大之接触破碎带, 这种破碎带与成矿有密切关系。火成岩奇形凸出之东段接触面较弯曲, 破碎带较为发育, 一般宽10—50公尺, 角

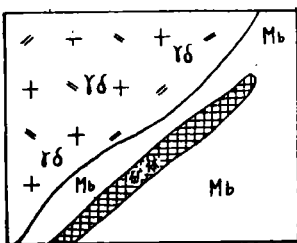


图14 火成岩超复为矿液之阻擋层

碎带与成矿有密切关系。火成岩奇形凸出之东段接触面较弯曲, 破碎带较为发育, 一般宽10—50公尺, 角

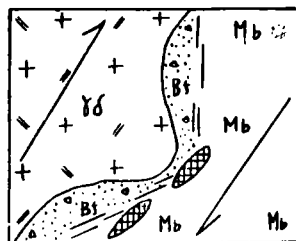


图15 火成岩凸出部受力作用破碎及铅锌矿体分布情况

矽成份很复杂, 有火成岩、大理岩、石灰岩、砂卡岩、铅锌矿、黄铁矿等, 在破碎带之外缘, 生成很多大的铅锌矿体(图15)。在接触带之西缘, 接触线平直, 破碎微弱, 矿化情况较差。在大理岩中之铅锌矿体一般为北东东, 北北东, 北西, 北北西四组裂隙所控制, 特别是在两组裂隙相交处, 矿化最富, 如1A、1B、3A、3B等矿体。在东部大断层中见方解石铅锌矿脉或矿囊, 与其平行之裂隙(北北西组)有时生成大的铅锌矿体。

(四) 矿床之水平及垂直分带现象(图16)

水口山铅锌矿体有明显的带状分布。在水平断面上, 自火成岩向外, 即自南向北的矿化情况, 可以分

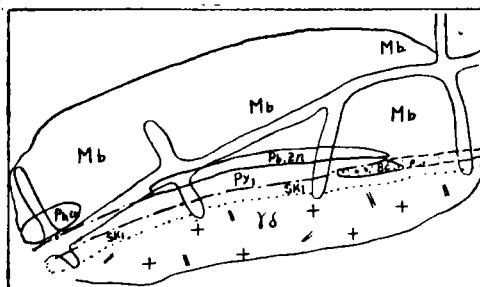


图16 矿床之水平分带

为:(1)砂卡岩带;(2)接触破碎带;(3)黄铁矿带;(4)铅锌矿带;(5)大理岩无矿带等五个带。这五个带不一定全部存在于同一剖面上, 常有缺失现象。(1)、(2)两带同时存在的情况不多;(2)与(3)的先后次序常不固定;(2)在(3)之外, (3)在(2)之外均有之;但(3)、(4)、(5)的排列很正常而且普遍。从整个矿化带之东西方向来看, 矿化情况亦有所不同, 东端破碎带中以锌为主, 含铅少;中部火成岩突出部分, 以铅锌矿为主, 生成水口山有名的第1、2、3矿系;再往西则为黄铁矿体, 仅含微量的铅锌。

至于矿体之垂直变化, 虽不十分明显, 然在品位上和矿物成份上多少有些不同。以第1、2、3矿系之铅锌富矿体来说, 其铅锌品位之比, 上部为1:2:1, 中部为1:1.5, 下部为1:1, 但往下黄铁矿有增多现象, 铅锌相对减弱。西部各矿体上部皆为黄铁矿体, 中部铅锌矿化增强, 但较分散, 亦未变成大的铅

鋅礦體，下部仍復變為黃鐵礦體。

(五) 圍岩蝕變

1. 矽卡岩化：水口山的矽卡岩並不十分發育，主要分佈於北區接觸帶，次為東區、中區接觸帶。其生成於內變質帶者較多，生於外變質帶者較少。矽卡岩的形態很複雜，有似層狀、脈狀、扁豆狀和囊狀，寬自數公分至數公尺，很少達十公尺，長數公尺至數十公尺。本區矽卡岩為簡單型，呈暗褐色及深綠黃色，組織致密堅硬，具粒狀、網狀嵌佈變晶結構或半自形花崗變晶結構。礦物成份主要為石榴石及透輝石，一般佔85—95%。石榴石多於透輝石，他們往往單獨存在或相對量相差非常懸殊，因而構成單獨的石榴石矽卡岩和透輝石矽卡岩。次要礦物有長石、矽灰石、綠帘石、石英、透閃石、直閃石、絹雲母、方解石、綠泥石等。

石榴石呈淡棕色、暗褐色或淡綠色，致密塊狀或粒狀，有時見良好的十二面體。在顯微鏡下晶形完整，成環帶狀構造（圖17），具非均光性，鈣鐵石榴石及鈣鋁石榴石均存在，但以鈣鐵石榴石較多。透輝石呈淡綠色或深綠色，一般為短柱狀或粒狀。長石多存在於內變質帶之矽卡岩中，為花崗閃長岩被矽卡岩所交替之殘余物，而且大部分均分解為石英及絹雲母。矽灰石含量少，多生於外接觸帶之矽卡岩中，呈放射狀。綠帘石含量亦很少，往往交代早期的矽卡岩礦物。方解石有時含量很多，特別是在矽卡岩化大理岩中，有時含量可達70%以上。硫化物在矽卡岩中含量很少，僅見少量浸染狀或細脈狀黃鐵礦，鉛鋅礦則更少。

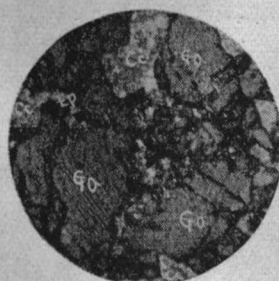


圖 17 環帶狀構造之石榴石矽卡岩。EP—綠帘石，Cc—方解石。Ga—鈣鋁石榴石。

2. 角岩化：本礦區之泥質灰岩及砂頁岩同火成岩接觸時，由於受熱力影響，使礦物重結晶重組合，分別變成不同類型的角岩。這些角岩產於接觸帶附近，一般不超過50公尺，受岩性的控制很明顯，有一定的層位關係。根據礦物成分之不同，本區角岩可分為透輝石角岩、透閃石角岩、石榴石角岩、絹雲母角岩。前二者與泥質灰岩有關，產於茅口灰岩及三疊紀底部灰岩中，後者與泥質岩石有關，產於茅口層的砂頁岩及樂平煤系砂頁岩中。

3. 大理岩化：凡同花崗閃長岩接觸的石灰岩均變為大理岩，其變質帶寬數十公尺至500公尺以上。大理岩為水口山成礦的圍岩，呈白色或灰色，有時呈灰白相間的條帶狀，一般為中至粗粒的花崗嵌佈變晶結構，其質地較純，礦物成分主要為方解石，有時也有少量的新增礦物石榴石、角閃岩、綠泥石、矽灰石、石英和黃鐵礦等。

石榴石角岩呈棕褐色，等粒變晶結構。組成礦物有：石榴石、黑雲母、絹雲母、方解石、石英、綠泥石、黃鐵礦等。石榴石為等粒狀，局部富集，在絹雲母或碳酸鹽中時呈零星粒柱狀分佈，其含量多少不等，黑雲母含量很少，與石榴石互為增長，其來源可能由絹雲母鋁矽酸鹽及鐵質的重結晶組合而成，絹雲母呈鱗片狀，有時達30%以上，方解石、石英及黃鐵礦均呈脈狀或不規則狀交代石榴石。綠泥石為次生礦物，分佈於石榴石裂隙中。

透輝石角岩及透閃石角岩的岩性多與石榴石角岩相似，僅後者主要礦物石榴石為透輝石或透閃石所代替，其他礦物成份大致相同。透輝石角岩及透閃石角岩均呈灰綠色，組織致密，呈細粒狀或短柱狀半自形變晶結構（圖18）。在透輝石角岩中，透輝石有時達65%以上。透閃石角岩在本區並不佔主要地位。



圖 18 透輝石角岩，半自形板柱狀變晶結構，D—透輝石

絹雲母角岩呈灰綠色，組織致密，交叉結構，但較鬆軟。組成礦物有絹雲母，黃鐵礦，石英等。絹雲母一般在50%以上，呈鱗片狀、縐狀。黃鐵礦有時達30%，一般呈星點狀，有時局部富集，無晶形，或沿絹雲母節理貫入交代，故常被包裹。石英可達20%，為矽化產物。

上述角岩為早期接觸變質產物，常含有黃鐵礦，但鉛鋅礦很少，僅局部地方有鉛鋅礦細脈，因其不為成礦有利圍岩，故不能直接作為找礦標誌。

4. 矽化：此蝕變為水口山最強烈和普通的圍岩蝕變，幾乎發育在所有岩層中，分佈很廣。如北區的洪水壩、燒衣塘，中區大山坪、康家、高家嶺及吳家等處。其分佈與斷層破碎及火成接觸帶有密切關係，在礦區之外，自大義山北端至水口山數十公里長度內均有斷續的矽化帶，成北北西向，有時寬達一公里。在礦區內則矽化帶更多，寬10—200余公尺，亦多呈

北北西向,其强弱视破碎带之大小为转移。与火成岩接触带有关者,其分佈与火成岩的分佈及形状有关。在本矿区,不但沉积岩受矽化作用,火成岩本身亦有矽化现象。

由于原来的岩性不同,所以矽化后的产物亦有区别。由砂页岩矽化者,通常变为石英岩即我们所称之热液石英岩。石英通常佔70—95%。其次有絹云母及泥质物,一般为细粒花岗岩变晶结构。该岩石在矿区有三种类型:一为细至中粒结构的块状岩石,矽化较浅,还保存原砂岩或页岩之组织结构,其分佈最广;次为粉粒状和犬牙状热液石英岩,呈白色,分佈较广,石英结晶有大有小,大者为长三公分左右之锥状半透明水晶体,发育于小裂隙中,呈板状和犬牙状,小者为直径1公厘左右之粒状石英,矽化后呈粉末状;再次为致密坚硬块状石英岩,呈灰或灰褐色,一般多生于靠近火成岩的接触带。上述热液石英岩之矽质来源有二:一为砂页岩本身矽质之重结晶,另一为热液带入,使矽质含量增高。

灰岩或大理岩经矽化后,呈灰白、灰、深灰色,组织致密坚硬,块状易碎,其组成矿物有石英、石髓、黄铁矿等。石英之多少,视矽化之强度而定,一般为细粒嵌布或微粒集晶结构,有时携有黄铁矿。矽化大理岩很好的保持了原来灰岩的灰白相间的条带状构造。

花岗岩闪长岩的边部多有矽化现象,矽化后,使原生石英减少,新增加之次生石英往往交代斜长石而生成。

5. 絹云母化:根据其成因可分为两种:一种为泥质岩,经区域变质及火成作用,使原岩变质重新组合而成絹云母页岩及絹云母岩;另一种由于火成岩中之长石分解及后期热液活动而使围岩絹云母化,如絹云母化大理岩,絹云母化砂卡岩,常为富矿带的围岩热液蚀变产物。

6. 碳酸盐化为很普遍的蚀变,特别是火成岩及其附近的砂页岩,甚至最稳定的矽质页岩亦遭受不同程度的方解石脉的穿插充填或交代。其生成是由于石灰岩中的碳酸盐易被溶解,并带到其他岩石的裂隙或孔隙中进行充填和交代,它之生成是晚期的蚀变。其岩石呈灰色和灰绿色,矿物成份不定,随原岩岩性之不同而异,一般不含矿,仅见少量黄铁矿染。

(六) 共生矿物的生成顺序, 矽化阶段及成矿期

根据矿物穿插关系,并按矿物生成之顺序,初步

可分为四个矿化阶段:

1. 砂卡岩阶段:砂灰石生成最早,为火成岩侵入时灰岩中所含之燧石与钙质作用而成,因常见围绕燧石结核有砂灰石。石榴子石及透辉石为本阶段主要产物,为火成岩侵入与钙质围岩的接触带发生汽化高温热液交代作用而形成。其中以内接触带较为发育。又因其含磁铁矿与赤铁矿,故知其外加矿物成份铁是富集的活动组分之一,钙铁石榴石多为其主要矿物。本砂卡岩矿物成分简单,后期未发生较强之构造破碎,不为铅锌矿沉淀的好场所。

2. 硫化阶段:

(1) 第一期黄铁矿化期:当砂卡岩生成后,受外力作用,产生断裂破碎带,硫化矿液沿断裂带上升与围岩产生交代作用。该期黄铁矿常呈致密块状,结晶粗大,以五角十二面体为主,六面体较少,为水口山主要之黄铁矿期,常生成巨大之硫化矿体。在黄铁矿中仅含有极少数之铅锌及铜的硫化物。

(2) 第一期铅锌矿化期:当黄铁矿生成后,复又产生断裂,硫化矿液上升,与围岩或早期硫化物起交代作用。本期结晶次序为闪锌矿、方铅矿、硫铜矿、辉银矿、方解石。铅锌矿结晶粗大,成块状或条带状集合体。本期为主要铅锌矿化期,生成巨大的富矿体。

(3) 第二期黄铁矿化期:当铅锌矿沉淀后,又再产生断裂,后期矿液上升,形成细粒侵染状或细脉状之黄铁矿,将第一期黄铁矿、铅锌矿包围或穿插(如图19、12)。

(4) 第二期铅锌矿化期:本期铅锌矿结晶细,与细粒黄铁矿共生,含银较高,常呈细脉状,此期铅锌矿化常使矿体重叠富集(图20)。在此期铅锌矿之后复有黄铁矿生成。

3. 矽化阶段:

硫化期后,复又产生断裂,含有少量之硫化物矽酸溶液上升。最先沉淀时,石英中有极少量之黄铁矿;最后则全为白色狗牙

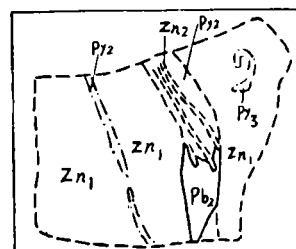


图 19 第二期细粒铅矿与黄铁矿穿切第一期闪锌矿。而在细粒黄铁矿中有细粒之闪锌矿共生

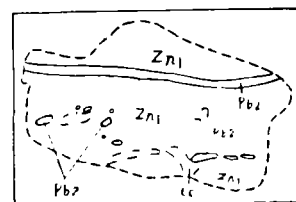


图 20 第二期细粒方铅矿穿切第一期闪锌矿

狀或棒狀石英，有晶洞構造與石英晶簇，石英晶体具有環帶狀構造，無黃鐵礦。

這一階段在礦體外圍地帶甚為發育，常生成巨大之矽化帶。

4. 中低溫過渡階段：

(1) 含硫化物碳酸鹽期：在礦體或圍岩中，常有方解石脈穿插。在方解石脈中，有多量之晶洞與方解石晶簇。在晶簇的晶面上或晶体中，常有圓粒之黃鐵礦。

(2) 含稀有元素之碳酸鹽期：呈肉紅色之方解石脈中含有放射性元素。

(3) 低溫蝕變期：如綠泥石化、滑石化等，常生于斷裂面上及其附近。

礦物生成次序及成礦分期表

礦物名稱	矽卡岩階段		硫化物階段				矽化階段		中低溫過渡階段		
	1	2	1	2	3	4	1	2	1	2	3
矽灰岩	——										
透輝石	——										
石榴石	——										
磁鐵礦	——										
赤鐵礦	——										
輝鉬礦	——										
綠黃石	——										
透閃石	——										
石英			——	——	——	——	——	——			
黃銅礦			——	——	——	——					
閃鋅礦			——	——	——	——					
方鉛礦			——	——	——	——					
方解石			——	——	——	——			——	——	
絹雲母				——	——	——					
螢石									——	——	
綠泥石				——	——						——
滑石											——

三、礦化成因的商討

(一) 成礦溫度及深度問題

水口山鉛鋅礦不是典型的矽卡岩礦床，在成因上與矽卡岩無十分密切的關係。矽卡岩為簡單型，與之伴隨的金屬礦產除少量磁鐵礦、輝鉬礦（大山坪 222 孔中見 3 公尺厚之磁鐵礦體，百步磴 211 孔在接觸帶見輝鉬礦染）外，別無其他。大的硫化物礦體之生成，不但不明顯的交代矽卡岩，且空間關係亦不十分密切，僅少量鉛鋅礦及黃鐵礦脈穿插其中或生于小的矽卡岩體之邊部。由此可知，硫化物礦體生成于矽卡岩之後，並有時間上的間斷，溫度相差很大。

從礦物共生組合來看，金屬礦物有方鉛礦、閃鋅礦、黃鐵礦和少量黃銅礦、黝銅礦等，這些礦物都是較標準的中溫礦物，而且前三者組成大的硫化物礦體，一般為粗粒結構。至于方鉛礦和黃鐵礦雖有較后期的細粒結晶之小礦脈，然其經濟意義不大，不能作為確定水口山成礦溫度的標準。脈石礦物亦以中溫的方解石為主，其餘有少量的石英和極少量的螢石，高溫的黃玉和低溫的碧石等均未見。

與礦床有關的圍岩變為中溫的絹母化、矽化和碳酸鹽化。至于接觸變質的矽卡岩化、大理岩化和較高溫的矽化，均生于成礦前。而低溫的矽化、碳酸鹽化、綠泥石化等均产于主要礦液沉澱之後。

鑒于上述事實，我們認為水口山鉛鋅礦屬中高溫礦床（即中溫類型中溫度較高的礦床）。

以水口山主要鉛鋅礦體已知延深達 500 公尺，礦物成分簡單，結構粗等現象言，似乎屬中深礦床。然根據礦體與火成岩的空間關係及上復地層的絕對厚度加以測算，就不難証實其為淺成礦床。瓦良卓夫專家曾認為水口山火成岩是噴發式的上升，侵入時間短、結晶快，我們同意這一看法，並且認為是在深度小、壓力不大的環境下生成。二疊紀及三疊紀底部地層被火成岩切穿，侏羅紀地層未与之直接接觸，現且算作蓋層，總厚度 500 公尺，而侏羅紀地層在水口山不一定有沉積，白堊紀地層在本區域缺失，所以火成岩及矽化帶的生成深度距地表最多不超過 1000 公尺。據此，本礦床應屬中高溫淺成礦床。

(二) 成礦與火成岩的關係及其時代

水口山鉛鋅礦是否與已見火成岩有成因關係，過去地質人員一直是在懷疑和爭論着。1955 年 11 月拉爾琴科專家來水口山進行觀測之後，指出已出露之火成岩不為鉛鋅礦的媽媽，我們認為這種看法尚趨正確。

水口山鉛鋅礦體一般生于火成岩外接觸帶 100 公尺範圍內，遠離接觸帶未見有大礦體生成，僅個別構造有利地段有少量無經濟意義的細小的鉛鋅礦脈。從礦體的分佈上看已見火成岩共生，同時從岩漿雜岩與成礦的專屬性上看，弱酸性的花崗閃長岩亦常為鉛鋅礦的母岩。然鉛鋅礦體不是火成岩中的付成分，而是生在火成岩的超變變陡部份的外變質帶中，礦體延深很大，達 500 公尺以上，火成岩是緻密細粒結晶，其生成環境屬淺成爆發式，分異作用是不好的，這說明礦液是來自深部，不是已見火成岩的分泌物。礦體所以生在火成岩附近，蓋因接觸處有深大的接觸破碎帶，

火成岩为其盖层,有利于矿液的流通和沉淀,在坑道和鑽孔中均見边部火成岩中有細小鉛鋅矿脈穿插,这說明鉛鋅矿生于火成岩完全凝固之后。

我們在坑道和鑽孔中均見有数公分至兩公尺左右寬之具有文象構造之石英—長石脈,这种岩脈切过砂礫岩,但又为鉛鋅矿脈所穿插。因其生成在鉛鋅矿之前,砂礫岩之后,它应与深部岩漿分異作用有关,可能与矿液同出一源。

根据以上事实分析,我們認為水口山已見火成岩体不是成矿母岩,成矿母岩应在深部。至于其是否与上部火成岩相連接或为另一火成岩体,則尚待研究。

水口山火成岩生于燕山运动末期至第三紀初期,前面已有論証,因为矿床产于火成岩之后,第三紀之前(第三紀紅色岩层无变質和矿化現象),故我們認為成矿时期为白堊紀末。

(三) 构造关系

拉尔琴科專家曾指出,水口山鉛鋅矿位于稳定地块边缘的凹陷部分。因水口山之南西面有較稳定的阳明山地块,其地层为古老的前泥盆紀变質岩系,地块的东面及北面,地壳不断的下降,沉积有上古生代、中生代、新生代各时代的地层。由于沉积靜压增大和受区域地壳运动的影响,所以在活动区特别是稳定地块与活动区接触帶,不断的产生滑动、弯曲以致断裂破碎,造成成矿的良好構造条件。我們从区域地質图上可以看到,圍繞着阳明山地块的东西和北面有桂阳的大順隆、白面城,常宁的炭山窩、水口山、桥头,祁东的白子坳等数十个鉛鋅矿化点成半环狀分佈,不能說不与此凹陷帶的地質構造有关。

从水口山矿区来看,断层破碎为控制成矿的主要構造。至于褶皱,仅起极次要的作用。在燕山运动末期造成以北北东为主的構造綫。但由于火成活动及第三紀初盆地升降作用的干扰,使水口山構造特別复杂,断层特別发育,地层殘缺不全,几乎找不出一个完整的褶皱。

水口山东西兩火成岩体在深部是否相連接(指600公尺以下)現尚无足够的証据。东部火成岩的兩側被南北向兩個大断层所控制,呈漏斗狀,断层面向里,东部較陡,西部較平。西部火成岩的西边亦为断层接触。断层面向西,傾角約60度,在第三紀之后有复活現象。

水口山鉛鋅矿之所以分佈在东部火成岩体之北端,是因为北端有深大的接触破碎帶,这种破碎帶为

矿液上升的良好通道和沉淀环境。破碎帶之生成是因火成岩之凝固收縮,及火成岩和大理岩岩性不同,受应力作用后最易沿其接触帶破碎,特别是北端东部接触面陡而弯曲,更加有利。組成接触破碎帶的角礫成份有火成岩、砂卡岩、鉛鋅矿、黃鉄矿等,复为多次黃鉄矿、鉛鋅矿膠結,这現象又說明了該破碎帶在岩漿活动初期成矿时及成矿后均有活动,这对水口山鉛鋅矿的富集和多次成矿作用有密切关系。

在接触破碎帶外緣大理岩中,发育着与成矿有关的裂隙。这些裂隙控制着大的硫化矿体,特别是兩組以上裂隙交叉处更对成矿有利,裂隙与接触面有密切关系,因为他們的产狀与接触面一致,随其变化而变化,如在水平面上矿体圍繞接触帶分佈,在垂直面上矿体亦随火成岩超复面而上陡下平,可見接触面調整了应力而控制了圍岩中裂隙的分佈与产狀。

超复狀的火成岩,因其緻密坚硬,不易破碎,起了盖层作用,使矿液集中,不易逃逸。矿帶的东西兩端为不透水的砂質頁岩和砂頁岩。成矿时大理岩的上部,亦应有乐平煤系的砂頁岩,这些均阻擋了矿液的扩散。

上述構造条件,只有与矿液及圍岩等因素相結合,才能产生大的矿体,單一寻找構造,对找矿是无济于事的。

(四) 围岩蚀变关系

本矿床的热液活动是相当强烈的,同时矿区内地层岩性复杂,故围岩蚀变是多种多样的。但除砂卡岩化在矿体存在部位較为强烈,并在灰岩中有大理岩化外,其他各种蚀变还没找到与矿体有直接关系。矽化在本区发育很强烈,破碎帶中广泛存在,然在其中尚未找到矿体,且已有矿化帶并无强烈的矽化。另外,热液絹云母化,在近矿体处出現不显著,沒有代表性。碳酸鹽化在本矿床显然是較硫化物为晚的产物,为矿床分留作用末期所形成。

四、結論与推論

(一) 成因类型

水口山鉛鋅矿体形状很复杂,变化大,一般呈筒狀、柱狀、囊狀和脈狀,在空間上与火成岩共生,但无因关系。本矿床砂礫岩不发育,矿物成份簡單,有經濟价值的方鉛矿、閃鋅矿、黃鉄矿均形成于砂卡岩后

的中高温热液阶段,且在外接触带交代大理岩而形成。成矿深度根据火成岩及上部盖层的测算,約在 500 至 1000 公尺。故本矿床应屬中高温热液交代矿床。

(二) 热液条带的典型和多次成矿作用

本矿区条带状构造非带发育,尤其是矿体中含有等量之黄铁矿、閃鋅矿、方鉛矿、方解石时,条带状构造更为明显。关于条带状生成原因,一为同期上升矿液,由于各种地质环境的改变沉淀而成;一为多次成矿作用,如后期矿液在早期黄铁矿或鉛鋅矿的裂隙中沉淀,而各期所形成之裂隙吻合一致时,則形成条带状构造。

根据矿物穿插关系、垂直变化及矿物破碎情况来看,水口山鉛鋅矿体的生成有多次活动的表现。如在矿体中常見有各期矿物穿插包圍,角礫状构造发育,粗粒方鉛矿复为細粒方鉛矿所穿切等。

(三) 构造特点

水口山鉛鋅矿生于阳明山稳定地块北东边的活动地带中,构造断裂为控制矿床的主要因素,而断裂又表现了多次复活现象,火成岩的形状受构造断裂的控制,深大的接触破碎带与成矿有十分密切的关系,火

成岩呈超复状对成矿有利,但如超复角很平缓,則破碎和矿化显著减弱。

(四) 找矿标志

(1) 火成岩超复在大理岩上的陡急接触破碎带:此为矿液的良好通道和沉淀有利环境,破碎带愈大,矿化愈好;破碎带小,則矿化微弱。

(2) 第三紀紅色岩系沉积盆地的边缘,与老地层的接触处常成断裂带,为岩漿、矿液活动的良好场所,这种构造可作为找矿的标志。

(3) 大理岩:大理岩中最有利于矿体的交代沉淀,故易成富矿。

(4) 鉄帽角礫:角礫带往往有黄鉄及鉛鋅矿化,风化后成为鉄帽。如在地面找到风化的鉄錳地段,則下部可能有硫化矿体。

(5) 矽礫岩:热液絹云母化、矽化及碳酸鹽化等可作为本矿床找矿标志。虽然这些蚀变与矿化作用不紧密共生,但其成因及地质条件可作为本矿床围岩蚀变的找矿标志。

(6) 角岩化:可作間接的找矿标志,因其存在即标明火成岩之存在。

(上接第 34 頁)

的效果。茲將依鑽具正轉(右旋)和反轉(左旋)为轉移的鑽孔弯曲角的变化数据列于上表,表中并記述了鑽具正轉时的鑽进結果。

鑽孔 A 与鑽孔 B 相距 100 公尺。两个鑽孔在同样的地质剖面中用 KAM—500 型鑽机鑽进。为了使鑽具能反轉,鑽机上添裝两个止推滾珠轴承:一个裝于立軸齒輪的下面(立軸箱要加長 24 公厘),另一个裝于橫軸齒輪靠皮帶輪的一面。在橫軸箱相应的地方扩鑿以后,安裝 8213 滾珠轴承。立軸上部螺紋,应制成右螺紋,下部应制成左螺紋(即反螺紋),以便立軸反轉。

为了从空轉輪上將皮帶撥到工作輪上,应將附加的皮帶撥叉反过来安裝,并在电动机上安置可逆的刀型开关以便反轉。

定期的改变鑽具迴轉方向不仅可以减小頂角弯曲,并可依靠增加鑽粒鑽头所受的單位压力来提高进尺效率,而不会增加鑽孔的弯曲。使用上述鑽粒鑽进的

方法能够保証工作質量,并可使进尺效率提高 50%。

用鑽具正轉和反轉鑽进的經驗并不是最新的。类似的研究會刊载于:1. 国际石油工作者會議汇编文集, 1956 年, 羅馬; 2. 美国“鑽井”杂志 1956 年第三期。(Drilling №3, 1956—D. S. Jouneston, F.T. Carriel, Here is how high drift angle hole Problems can be solved.)。在阿尔泰有色金屬地质勘探托拉斯的工作地区和其他地区中曾进行过这种工作——原文編者。

参 考 文 献

1. K. r. 沃洛德欽科著 岩心鑽探学
2. 庫里奇辛, 沃茲得維任斯基著 鑽探工程
3. И. А. 奧斯特洛烏什科著 岩心矿井的鑽探
任宏远譯自“Разведка и охрана недр”
1957 第 12 期