

云南个旧錫矿水文地质条件简述

彭胤斌

区域水文地质特征

地区位于昆明凹陷的南緣，其南接越北地块及紅河变質岩带。矿区略呈南北向平行四边形，边为断层切成的独拔四周之桌形块状山高地，此桌形块状山高地本身受一系列东西向断层切割，形成由北向南逐級低降之阶梯式构造块段，其北端最高海拔2.760米，其南端海拔約1500米。矿产分布地区除有面积不大的“卡尼克組”頁岩与火把冲煤系（“諾立克”組）頁岩复盖层残存及蝕露的花崗岩体而外，均由中三叠紀之个旧石灰岩所复，錫矿存在于个旧石灰岩中。

石灰岩具强烈的喀斯特化。控制此喀斯特化地段（根据其地质构造形态称其为“錫山地壘”）的基准面的位置极低，共有四个：1.紅河河谷基准面：紅河横切本区南端，沿紅河大断裂刻切深达千米以上。紅河此段海拔約为300米，低于高地最低部分达1200米，低于最高部分在2400米

以上。流量达212.65米³/秒。由于其位置低，和附近河流比較，排水能力最大，是本区喀斯特地下水最强最稳定之排洩基准面。对本区喀斯特水文地质条件起主要作用。

2.南盘江及其支流泸江基准面：为錫山地壘北部最大的排水道，也是本区仅次于紅河之河流，海拔1200—1000米。錫山地壘位于南盘江—泸江水系与紅河水系的地形分水岭与水文地质分水岭之上。

3.蒙自盆地基准面：蒙自盆地处于錫山地壘之北端，为一陷落地块所成的构造湖盆地，一般海拔1300米，中有两个主要湖泊——大屯海及长桥海，成为本区排水的局部基准面。

4.小河基准面：这些河流分别为前两水流的支流，分布于分水岭斜坡上。地壘东緣有由北向南流入紅河的田心河，由南向北流入泸江的午甸河，地壘东緣为向南流入紅河之清水河。海拔1800—1400米，排水能力均不强，为暂时基准面。

整个地壘面上沒有地表水流，盲谷、干谷、溶洞、漏斗、天然井……星罗棋布。昆明勘探公司兼兼僱工工程师将本区地表喀斯特形态分为三类：一为桂林

式，即孤峯地形，见于卡房东南至紅河谷地边缘地带；二为路南式，即石林地形，见于馬拉格照壁山，松树脚小医院，老厂白泥塘大山……等地；三为个旧式，即峰崗或溶沟地形，在个旧矿区广泛分布。喀斯特发育表現一定規律性，笔者調查了数以百計的喀斯特溶洞、盲谷，完全証明它們与岩石的裂隙、岩层的产状有密切的关系。沿裂隙的方向喀斯特作用总是最发育。例如这里存在着的一組东西向之断裂，在地表均呈东西向之盲谷或单谷。层理裂隙在喀斯特岩洞发育及地下水选择方向所起的作用也和构造裂隙一样。实际上喀斯特作用沿各种成因的裂隙或破裂带均远較相同条件下其他部分强烈得多，这是因为在这些地方水的活动速度較大。在水平循环带包括含水层上部，由于水的强烈交替，喀斯特作用非常发育，而产生大量的成层喀斯特岩洞，即所謂“阶地喀斯特层”。魯薩諾夫专家曾指出：从昆明到个旧途中可見五层喀斯特层。阶地喀斯特层的发育并不限于某一地层，在滇东南順南盘江南下至个旧从古生代至中生代的地层均有出露，其中之石灰岩及白云岩均有所喀斯特化，常見同一喀斯特层发育在不同年代的地层中。但由于各层的可溶程度不同，因此喀斯特的发育程度也不同，例如个旧地区“卡尼克”組含泥質較多的薄层石灰岩便远不及个旧石灰岩喀斯特发育，尽管它們同出露在一个地区。

喀斯特泉主要出现在大河（主要排水道）流出喀斯特区时所經的边界地段，其出露的形式取决于含水层水位的稳定程度。例如：1.田心河自龙滩头至田心沿河谷的两旁皆有間歇性的喀斯特泉出露，順谷成层分布連續不断长达四公里。再南下至斗姆閣，由于南临低于田心河千余米的紅河，使得田心河适应紅河基准面，水流由落水洞直接下渗到紅河基准面上，出露为潭水河源头，而沒有成层泉水出露。由于田心为沿个旧南北向断层侵蝕而成的一个盲谷盆地，河流至此成一冲积扇，河流的这一段实际已成为“悬着河”。2.田心河自斗姆閣被落水洞吞沒后，直到紅河基准面复出而成潭水河流入紅河，出露地点名“九股水”，这一名称是符合它的性質的，因为泉水出露口是三层高度相差不大的喀斯特洞口，在紅河枯水季节仅在最低出水口有泉涌出；而在洪水季节上部出水口相繼涌出，这一情况显然是喀斯特含水层在水平循环带适应于基本水位的性質。与潭水河平行之清水河在注入紅河时情况亦相同，由四个出水口組成的喀斯特洞层出露在紅河基准面上。

紅河与南盘江—泸江基准面的斗争水文地质分水岭位移的現象，在本区无论是喀斯特地区或非喀斯特地区均存在。而喀斯特地区的斜坡上的小河及汇水湖

盆地逐步退出了斗争，这一现象可由红河的支流田心河及南盘江—泸江的支流乍甸河来说明，兹将它们比较如下：

田 心 河	乍 甸 河
1. 水源头为火把冲粗砂页岩，含水层之泉水至卡房盆地进入喀斯特区	水源头为火把冲粗砂页岩，含水层之泉水至个旧盆地进入喀斯特区
2. 沿个旧南北向断层谷由北向南流入红河	沿个旧南北向断层谷由南向北流入泸江
3. 该段河流形态是狭谷联结盆地，如卡房盆地与田心盆地中间以龙潭头一带狭谷	该段河流形态是狭谷联结盆地，如个旧盆地与乍甸盆地中间以水头一带之狭谷
4. 卡房盆地与田心盆地内有落水洞，田心盆地落水洞前缘河谷呈一峯口，峯口底部与河漫滩上第二阶地相当	个旧盆地内有落水洞，个旧盆地落水洞前缘河谷呈一峯口，峯口底部与河漫滩上第二阶地相当
5. 在田心盆地上部龙潭头一带有喀斯特泉涌出	在乍甸盆地上部开水头一带有喀斯特泉涌出

由上可见，这两条水流除其流向背道而驰外，在流经喀斯特区时性质完全一样，这绝不是偶然的。这两条水流的分水岭并不是山脊，而仅是地堑谷底隆起的宽缓平台，两侧均明显地存在喀斯特洞层，说明其皆为基准面。从北西——东南河谷的情况，北岸坡度较陡，河谷有湍流或瀑布；南岸坡度较缓，河流多具蜿蜒少湍流，说明本区地壳是北边上升南边下降。在造陆运动的先决条件下，河流下端盆地为上端盆地的基准面，上部水流为了对其适应，下切能力甚强，因此两盆地间（特别是高差相差大者）刻切成狭谷。如上所述的田心盆地实际上是作为卡房盆地的基准面，乍甸盆地实际是作为个旧盆地的基准面，因此盆地上部有喀斯特泉涌出。

锡山地水文地质分水岭位移的现象可由其斜坡上水系的衰退现象来说明。田心河从田心到斗姆阁一段沿河谷均有落水洞，水流首先被上部落水洞吸收，只有当上部落水洞吸水能力不能满足河水的供给时才依次下部落水洞吸收。落水洞显示向后溯源退縮，这就说明田心河为了适应红河基准面而被迫下降其水位，即红河喀斯特水位向北移。而南盘江—泸江喀斯特水位则向南移，这也可以由锡山地分水岭北面斜坡上水系的衰退的现象来说明，如蒙自湖盆地地表及地下水流均向北供给南盘江及泸江，由于南盘江—泸江较低约200米，因此迫使其为适应南盘江—泸江基准面而下降水位。蒙自盆地面积虽大，但现在汇水面积却很小，而呈一湖相平原。两个较大湖泊之一的长桥海已成为季节湖，由一群落水洞漏失而干枯；大屯海平均深度约2米，水藻科植物遍布全湖，显然已接近消失阶段。而蒙自盆地中上新世及第四纪初期的湖积物却普遍分布，说明其衰退是近期地质年代。

在个旧以西非喀斯特的花岗岩侵蚀地形也显示了

分水岭位移的现象，水系的分水岭不在现在地形最高线上，而在其北部地区，说明分水岭向北移。

垂直循环带厚度极大，在锡山地最距地表相对差达1000米的鑽孔尚未发现喀斯特统一水位。

锡山地各矿区均有喀斯特悬着水，因为个旧的锡矿与花岗岩侵入体有密切的生因关系。当地下水在喀斯特垂直循环带垂直下渗时，致密不透水的花岗岩侵入体阻止了其继续下渗，而在侵入体倾斜面上流动，一部分在适当积水条件下停滞于其上而形成悬着水。其性质与上层滞水相同。

1. 它与喀斯特含水层的水力联系决定于侵入体与喀斯特水面的位置，如果高于喀斯特水面则没有直接水力联系，相等则有水力联系，低则其根本不存在了；

2. 它没有统一的具有一定倾斜的水面，水平高度完全决定于侵入体的空间高度，因此在同一地区可以在不同高度上发现水位；

3. 涌水量、水位变化极大，完全由大气降雨所控制，在旱季时甚至可以消失；

4. 受水面积即侵入体平面上的面积，其他别无补给，且不受地形控制；

5. 水流向受侵入体产状控制，沿最低倾斜部分呈脉状泄流，因此在相邻短距离内可以无水，水流的倾斜坡度与侵入体的倾斜吻合，由于在倾斜面上无汇水条件，因此不能形成地下水面。

矿床水文地质特征

由于矿床分布在基准面以上极高的喀斯特地段，矿床的含水性受到现代自然地理条件决定性的控制，而喀斯特化程度和构造破坏程度仅属次要地位。

1. 矿坑水的特征

1. 矿坑水的补给完全依靠于大气降水，因此矿坑涌水量的变化与降雨量变化完全符合，由于该区旱季与雨季降雨相差在数十倍以上，矿坑涌水量相差也在数十倍以上。

2. 由于地下水的渗透受喀斯特发育强度影响，而喀斯特的发育是不均衡的，因此在垂直循环带构成了复杂的脉状水系，地下水向下渗流中遭受着不同程度的阻碍，因而渗透速度也不同。

3. 由于在垂直循环带之喀斯特水呈脉状水流，水流与水流之间大多无水力联系，地下水向下独立渗透，只是局部串通成水脉网而有水力联系，因此在同一点所打的一排弧形孔有些有水而有些无水，即使都有水，其涌水量也悬殊，这说明喀斯特洞穴的充水程度不同。

4. 由于喀斯特溶洞水在垂直循环带中一般仅是残

流水,其靜儲量有限,因此当其为坑道揭露时靜儲量便逐步消耗而干涸,涌水时间一般均极短暂。

5.水流沿垂直通道下渗时呈折綫流动,这是由于喀斯特水向下渗透时途中必然会遇到一些非垂直的构造面(断裂、层面、节理……)、不透水的包裹体或喀斯特溶蚀过程中不溶残余物的填塞,以及可溶性岩层可溶性的改变等,均可使喀斯特水轉移流向作局部的水平扩张,直到脱离其控制范围时复繼續垂直下渗。

6.当坑道揭穿喀斯特溶洞时,除了某些洞穴由于底部填塞而淤集一部分残留水而发生突然潰水現象外,大部沿坑道顶板呈分散的水流或水滴淌下或順壁流下。

I.喀斯特水的活动对矿床的作用

由于矿床位于喀斯特垂直循环带中,是地下水与空气的共同活动带。仅在侵入体上有悬着水的形成,显然这种水具有层状水与脉状水的双重性質。按地下水的活动作用矿床大致可分为三类:

1.完全氧化的矿床:位于喀斯特基本水面以上及喀斯特悬着水以外,早已完成它的氧化程序,原来的硫化物均早已变成氧化物、氢氧化物及碳酸盐类。氧化深度决定于喀斯特水的埋藏深度。由于本区基本喀斯特水位埋藏极深,因此在本区錫矿区尚未发现矿床的次生富集带。

2.部分氧化的矿床:位于悬着水部分。由于喀斯特悬着水包括垂直活动与水平活动、透水均匀与不均匀的性質,其对矿床的作用又可分为两类型:

(1)形状較稳定的氧化矿床:位于悬着水水位季节变化部分及其沿侵入体斜面流动部分以及透水較均匀的地方。矿床受地下水較均匀,因此氧化程度也較均衡,形成“皮壳状氧化层”复于硫化矿上或花崗岩侵入体上(老厂、卡房、松树脚等矿区均有)。

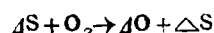
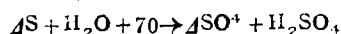
(2)形状不稳定的氧化矿床:在水位季节变化部分透水不均匀脉状水地带。由于地下水沿个别溶洞或构造裂隙中循环,因此氧化作用也就局部进行。氧化矿带規模不大,形状大致是垂直的狭长形穿插在硫化矿床中,而其中往往残存有未氧化的或未完全氧化的硫化物矿块,如松树脚矿区1200一带便存在这一型氧化矿床。

3.完全未氧化的矿床:位于悬着水水位以下。由于地下水在适当的儲水条件下停滯,交替緩慢,氧化作用基本上未进行。但如經坑道揭露其靜止儲水条件遭

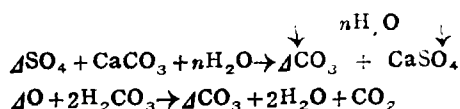
受破坏,氧化作用也就剧烈进行,如老厂一带当1942年初揭露时全为硫化矿,而現在揭露部分均已氧化,松树脚1260坑揭露仅数年便堆集了大量的硫酸铁及其胶体液,說明硫化矿已向中期氧化作用过程迅速推进。

II.矿床氧化对喀斯特的作用

在个旧矿区氧化带附近喀斯特特別发育,而在硫化矿床或无矿地区喀斯特洞穴的数量、規模常大为逊色,因此形成了氧化带喀斯特层。其形成的特殊条件是当硫化矿氧化过程中所产生的化合物及游离子对于碳酸盐的剧烈侵蝕。因为組成硫化矿的金属元素受地下水活动及其他影响呈游离子时(如 Cu^+ 、 Pb^+ 、及 Zn^+ 、 Fe^+ ……)大都和碳酸根离子(CO_3^{2-})重碳酸根离子(HCO_3^-)組成碳酸盐类,如孔雀石、菱铁矿、菱鉛矾、白鉛矿等以及可溶性碳酸岩围岩中 Mg^+ 、 Ca^+ 游离子再次化合而成次生白云石、方解石,反应如:



以上仅示其反应, Δ 表示二价金属元素。显然,这些作用所生成之硫酸及硫酸盐类,氧化物及次生硫化物均不稳定,均可和碳酸根合成碳酸盐类,如:



因此当硫化矿床起氧化作用时产生的不同类型的化合物大大加强了对碳酸岩类围岩的侵蝕作用,溶蚀而成喀斯特洞穴。与此同时所析出的过剩 CO_2 -侵蝕性 CO_2 -也加强了地下水对碳酸岩类围岩的溶蚀作用,一直到完成氧化作用后溶蚀作用才相应变弱,因此氧化带普遍留下了喀斯特洞穴。C.C.斯米尔諾夫指出,这一“特殊的喀斯特层”“往往可以作为找矿标志”。

个旧錫矿矿床水文地质条件符合其中阿加比耶夫专家所提出的“中国矿床水文地质分类”第一組別第一类型的基本条件。在坑道疏干排水上一般无特殊困难,矿坑水仅借助于向外微倾的水平巷道即可自然排出。因此,矿山水文地质工作在这种条件下主要是供水工作。另外,在研究喀斯特下的矿床时,应注意喀斯特的发育与矿床在一定条件下的相互关系——具破坏作用相对也具建設作用。

★ ★ ★ ★