

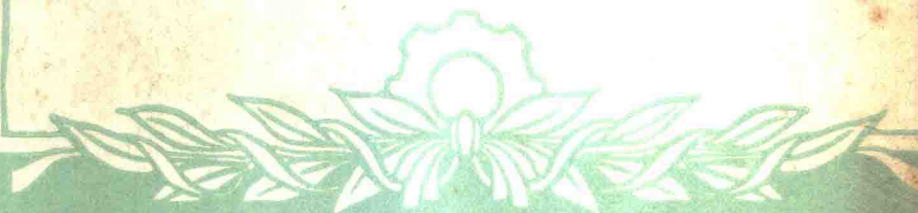
中等专业学校教材試用本

水文地质学

(专门水文地质学部分)

下

宣化地质学校編



中国工业出版社

中等专业学校教材試用本



水文地质学

(专门水文地质学部分)

下

宣化地质学校編

中国工业出版社

京
鄂
切
并

明
以

水文地质学
(专门水文地质学部分)

下

宣化地质学校编

*

中国工业出版社出版(北京佟麟阁路丙10号)

(北京市书刊出版事业许可证出字第110号)

中国工业出版社第三印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店经售

*

开本787×1092¹/₁₆·印张77/8·字数179,000

1961年9月北京第一版·1961年9月北京第一次印刷

印数0001—2,437·定价(9—4)0.78元

统一书号: 15165·554(地质—19)

目 录

第四篇 矿区水文地质勘察

緒 論..... 5

第一章 矿床充水的因素..... 6

§1. 矿床充水的自然因素..... 6

一、大气降水..... 6

二、地形..... 7

三、地表水..... 8

四、构造..... 9

五、岩石性质..... 10

§2. 矿坑充水的人为因素..... 11

一、旧坑道(老窖)..... 11

二、坑道的类型..... 12

三、顶板的陷落..... 12

四、探勘钻孔..... 12

第二章 矿床水文地质分类..... 13

§1. 中国固体矿床水文地质分类的原则及初步方案..... 13

§2. 各种矿床水文地质类型的特征..... 15

一、充水岩层以坚硬裂隙岩层为主的矿床..... 15

二、充水岩层以疏松未胶结和半胶结的岩层为主的矿床..... 16

三、充水岩层以喀斯特化岩层为主的矿床..... 17

四、充水岩层以坚硬裂隙和喀斯特化岩层为主,并为厚的疏松含水岩层复盖的矿床..... 18

五、产于多年冻土层的矿床..... 19

第三章 矿床地下水的化学成分..... 19

§1. 概述..... 19

一、研究矿床地下水化学成分的目的..... 19

二、矿床地下水化学成分形成的一般规律..... 20

§2. 几种类型矿床地下水化学成分的特征..... 21

一、硫化物矿床中地下水的化学成分..... 21

二、煤矿床中地下水的化学成分..... 21

三、其它几种矿床地下水的化学成分..... 22

第四章 勘探矿床时的水文地质勘察..... 23

§1. 矿区水文地质勘察工作的一般要求和内容..... 23

一、矿区水文地质勘察的目的和一般要求..... 23

二、不同矿床储量级别和勘探阶段,对矿区水文地质勘察的要求和工作内容..... 23

§2. 矿区水文地质工作的主要内容..... 26

一、水文地质测绘..... 26

二、水文地质勘探..... 27

三、水文地质试验..... 28

四、地下水动态长期观测..... 28

§3. 我国几种矿床水文地质类型勘探工作的实例..... 29

第五章 坑道涌水量的计算..... 32

§1. 概述..... 32

§2. 垂直井筒涌水量的计算..... 33

§3. 坑道涌水量的计算..... 37

一、水文地质比拟法..... 38

二、“六井”法..... 40

三、辐射水流法..... 41

四、水均衡法..... 43

第六章 开采矿床时与地下水进行斗争的方法和矿床开采过程中的水文地质工作..... 47

§1. 矿坑疏干原则及疏干的基本方法..... 47

§2. 矿坑疏干方法简述..... 48

一、掘进井筒时的疏干方法..... 48

二、采矿场地表水的疏干..... 49

三、开采矿床时地下坑道的疏干方法..... 49

§3. 矿床开采过程中的水文地质工作..... 53

一、井下水文地质观测(量)..... 53

二、矿井涌水量的观测..... 55

三、水位、水温、水化学成分的观测..... 56

四、坑道顶底板岩层稳定性的观测..... 56

五、观测资料的整理..... 57

第七章 资料整理和报告书的编写..... 58

§1. 资料整理..... 59

§2. 报告书的编写..... 59

第五篇 矿山水文地质勘察

第一章 緒 論..... 61

§1. 矿水的概念..... 61

§2. 矿水在国民經济中的意义	61	§2. 放射性元素在水中的富集条件	96
§3. 研究矿水的任务	62	一、岩石中放射性元素的含量及存在形式	96
第二章 矿水的物理化学特征	63	二、形成放射性水的水文地质条件	97
§1. 矿水的化学成份	63	三、岩石及地下水的物理性质	97
§2. 矿水的气体成分	64	四、地下水的化学成分及电学性质	98
§3. 矿水的温度	66	§3. 放射性水文地质調查	99
第三章 矿水的形成条件及矿泉在我国		一、調查及找矿方法的依据	99
的分布与利用情况	67	二、調查的阶段及任务	102
§1. 矿水形成的地质条件	67	三、順便普查的放射性水文地质調查	103
§2. 各种矿水类型的特征	69	四、野外放射性水文地质調查	104
第四章 矿水的調查	73	五、室內工作	108
§1. 矿水調查的目的与任务	73	第三章 油田水文地质勘察	114
§2. 矿水水文地质調查的内容	73	§1. 概述	114
§3. 矿水的引水工程及卫生防护带的确定	76	一、油田水的概念及其研究意义	114
第六篇 水文地球化学調查		二、石油矿床的类型	115
第一章 水化学找矿	78	§2. 油田水的埋藏条件	115
§1. 水化学找矿的一般概念及其基本原理		§3. 石油矿床的充水	116
和运用条件	78	一、边缘水的充入	116
§2. 金属矿床的水文地球化学	80	二、底部水的充入	117
一、决定水中矿物粗份含量的主要因素	80	三、下部水和上部水的充入	118
二、几种主要金属元素的水化学特征	82	四、构造水的充入	118
§3. 水化学找矿的工作内容和方法	84	§4. 防止石油矿床充水的措施及人工外围	
一、野外調查的准备工作	84	充水法	118
二、野外調查工作	85	一、防止产油井充水的方法	118
三、室內整理工作	86	二、人工外围充水法	119
第二章 放射性水文地质勘察	93	§5. 油田水的水文地球化学	120
§1. 关于放射性元素的一般知識	93	一、油田水化学成分的形成及其特征	120
一、放射性的基本概念	93	二、预测含油气性的水化学标志	121
二、几种主要放射性元素的物理化学性质	94	§6. 油田水文地质工作	122
三、放射性元素的地球化学性质	96	一、石油普查阶段的水文地质工作	122
		二、石油勘探阶段的水文地质工作	123
		三、石油开采阶段的水文地质工作	125

第四篇 矿区水文地质勘察

緒 論

一、矿床水文地质学的概念 埋藏于矿床及其周围岩层中的地下水称为矿床地下水。如在矿产开采时，通过岩层的孔隙和裂隙等流入坑道或露天开采矿场的地下水，都是属于矿床地下水。研究矿床地下水的科学便是矿床水文地质学。它是水文地质学的一部份，是近代水文地质科学发展基础上的一个分支。它是专门研究矿区的水文地质条件，评价矿床开采条件和为设计矿床开采方法提供必要的资料，为保证矿床顺利开采而服务的科学。

二、研究矿床水文地质学的意义 在矿床开采时经常会碰到地下水。有时由于地下水突然地大量涌入矿坑，造成矿坑的淹没。轻者使开采工作增加困难，严重者不但迫使矿产停止开采，还会影响和破坏整个矿山的开采，夺去无数矿工的生命，给国家造成很大的损失。因此，为了保证矿产资源合理的开采和正确的采取排水措施，满足设计上的需要，按不同矿种和勘探程度系统地地进行水文地质工作。把矿区水文地质工作作为地质勘探工作中不可缺少的组成部分，对于发展国民经济建设有着重大的意义。

三、矿床水文地质学的任务 其任务是在保证矿产资源合理开采的前提下，研究勘探和开采时的矿床水文地质条件，并进行评价，为矿井掘进工作提出可靠的水文地质根据；预测矿坑可能涌水量及人为的开挖而造成地下水动态可能引起的变化，为矿床的顺利开采提出与地下水斗争的有效措施。

四、我国矿床水文地质的发展概况 大家知道，我们的祖先对矿产的认识、发现、开采、冶炼和利用等方面的知识，有着悠久的历史。远在商朝就有了“青铜器（铜锡的合金）”，继青铜器的利用，于春秋时期（战国时代），又出现了“铁”的冶炼及铁器的使用。在古老的年代里，曾在一些水文地质条件比较简单的矿区，使用皮囊背水，牲畜运水，轱辘提水等方法进行矿坑排水，开采矿产。这说明了当时对矿区水文地质条件已有了一定的认识。远在秦朝，四川自贡就凿井，取地下卤水（或盐水）熬盐，凿井深达数百米，掌握了淡水与盐水的隔离方法，并且善于根据承压区水（自流水）的性能“凿井为泉”。

我国劳动人民在长期实践中，根据水文地质条件和开采方法，采取不同的排水措施，积累了丰富的经验。但是数千年来在封建制度的统治下，采矿事业停滞不前，矿区水文地质工作根本没有得到发展。在反动派国民党统治时期里，官僚资本家对矿产资源采取掠夺式的开采，地质工作无组织地进行，水文地质工作从未专门系统地进行过，因而，由于缺乏必要的水文地质资料，盲目开采，造成许多骇人听闻的矿井突然涌水事故，使矿坑遭到淹没，生产陷于停顿，工人生命没有保障。如我国著名的山东淄博煤田淄川矿并于1945年日伪侵占时期，曾发生地下水突然涌入坑道事故，在很短时间内将矿井全部淹没，淹死矿工500多人。在旧中国诸如此类的事故是举不胜举的。

解放十余年来，我国地质事业，在党和人民政府的正确领导下和苏联专家的帮助下，取得了巨大的成就，并且是在突飞猛进地向前发展。第一个五年计划已探明的矿产储量，如铜、锡、钨、铁、锰、铝、铅、锌、煤及其它主要矿产储量已跃居世界前列。随矿产资

源的不断发现，进行了大量的矿产勘探的水文地质工作，为矿产的开采提供了可靠的水文地质资料。通过不同地区和不同矿种类型的水文地质工作，地培养了大批的专业人员，并且丰富了理论知识和实际经验。在技术水平上有很大的提高。

全国矿产储量委员会，对完成的矿产储量提出了严格的要求，没有水文地质资料，储量不予批准。如果水文地质资料不足，相应地就会降低储量级别。这项重大的措施，也促进了矿区水文地质工作的开展。

为了指导全国矿区水文地质工作，总结几年的工作经验，曾编制和出版了“矿区水文地质勘探要求”，“中小型矿床水文地质勘探要求”以及其它许多工作方法方面的丛书。

技术革新方面，正在逐步开展中，如内蒙某些矿区为了解决干旱区的供水问题，进行了物探工作。物探方法已在水文地质工作中越来越广泛地应用，尤其是水文地质电测并在煤田地区应用得更加广泛，并且已初步取得了良好的效果。在一些有色金属及石油地区也正在开始采用水文化学（水文地球化学）找矿的方法，并且取得良好的效果，扩大了矿床的远景及为进一步普查勘探指出了方向。水文地质工作设备，几年来在不少地区成功地利用竹质、木质和陶瓷、矿渣、炉渣过滤器代替金属过滤器，为国家节约了大量的钢材。

在科学研究工作方面，也进行了许多专题研究。地质部根据我国矿床水文地质特点提出了“中国固体矿床水文地质分类初步方案”，这对实际工作有很大的帮助。

随着地质普查与勘探矿区的大量增加，摆在矿区水文地质工作者面前有着艰巨而光荣的任务。为了保证这项任务的完成，必须对目前所获得的资料和经验，进一步加以系统的分析和总结。针对我国矿区水文地质特征，提出更有效的工作方法，使预测的矿坑涌水量更加接近于实际，以便使我国丰富的地下资源，能够顺利地开采出来，为社会主义建设事业服务。

复习思考题

1. 什么是矿床水文地质学？为什么要研究矿床地下水？
2. 矿床水文地质学的任务如何？
3. 决定矿床水文地质学发展的基本因素是什么？
4. 我国在很早以前便有了矿床水文地质学的萌芽知识，为什么在解放以前很长的时间内，矿床水文地质学没有得到发展，而在解放后短短十余年内便取得了巨大的成绩？
5. 要学好矿床水文地质学必须要学好那些基础科学？

第一章 矿床充水的因素

矿床水文地质研究的目的是为矿产开采排水提供有关水文地质和工程地质资料。同时为了解水力采煤、生产和生活上的用水，也需要提供供水水源资料，以保证矿产合理而顺利的开采。因此必须对一个矿区的水文地质条件作出正确的评价，为做到这一点，就必须研究和分析影响矿床充水的自然因素及人为因素。下面分别叙述几个主要的因素。

§1 矿床充水的自然因素

一、大气降水 降水的渗入是坑道充水的主要因素之一，有时甚至是唯一的原因。降

水渗入坑道的事实很早就被人们所发现。矿工们有深刻的体会，在干旱和无雨季节，地下坑道中的水比多雨季节少得多。在雨量丰沛的地区，大气降水对坑道充水具有更重要的意义。

降水渗入是矿床充水的主要因素时，坑道涌水量的大小则受气候的影响。在多雨潮湿气候地区，则矿床充水严重，而在干旱少雨地区，则矿床充水程度微弱。例如在我国南方的矿床充水程度一般较北方的矿床严重。

坑道涌水量的大小也受降水量季节变化的影响。例如某一矿区，坑道涌水量在一年之中有两个最高点(图4—1)，一个是在四月，为春天解冻融雪之后；另一个最高点在九月，为雨季之后。其变化幅度超过年平均涌水量的42%。一般在大雨之后十来天至二十来天，在一些构造破碎带和地形比较低凹的下边坑道内，水量便开始增大。

降水渗入时，坑道涌水量的影响随深度而变化。当坑道距地表不深时，涌水量受季节变化影响较大，随着深度的增加其变化逐渐减小，至某一深度以后则不再变化。例如，苏联莫斯科煤田的某些矿区中，大量的降水之后甚至几小时内就增加了坑道的涌水量。有些矿床，在深度超过250~300米的坑道内，涌水量经过二个月或更多的时间才有所增加，在较深的矿井中，涌水量季节性变化表现得很不显著。例如顿巴斯有一个矿井，在深560米层位处平均涌水量为180米³/时；而春季最大的涌水量却不超过220米³/时。

二、地形 地形对坑道充水性的影响，这是古代人们早已知道了的事。在古代采矿时与地下水作斗争的工具是极其简单的，但是他们仍能从地下深处有地下水的地方采出矿产来。这主要是利用地形的有利条件。我们只要观察古代的矿坑，就可以看出所有的矿坑都是设在地形的高起部分，或容易进行自然排水的山坡地段以内，由此就可证实古代人们利用地形与矿坑涌水作斗争的情况。

矿床的岩石含水性虽然相同，但由于地面外形的不同，其坑道涌水量可能有很大的差异。位于当地侵蚀基准面以上的矿床，水文地质条件常是非常简单的，往往含水很少，即使有地下水存在，在开采时，也易于天然排水，对开采工作影响不大。如果矿床位于侵蚀基准面以下，则水文地质条件复杂程度尚取决于其它因素：是否有地表水体存在、岩性、构造等。

但应指出，地形条件可以反映出地表水和地下水是否有利于聚集。一般来说，位于当地侵蚀基准面以下的矿床，往往会强烈充水。在开采这类矿床时，除了防止地下水侵入外，还要警惕地表水突然涌入矿坑的危险。

位于河谷，山峡，河沟的洼地以下的坑道，显然坑道涌水量会增加，地表受强烈切割的地区，坑道涌水量也大为增加，而且涌水量的变化也较大。例如顿涅茨煤田区，其涌水量的变化达到了各坑并全年平均出水量的100~200%。当矿区地表具有平整的地形时(即无很大的高低凹凸的地形构造如山谷、河沟等)则坑道涌水量的数值较稳定，其变化不会超过全年平均值的10~30%。

根据地形条件，一般可将坑道分为三类，这三类坑道的涌水量有显著的不同。

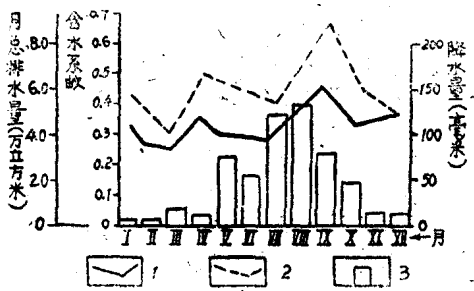


图 4—1 矿区含水系数、排水量与降水关系曲线

1—一月总排水量； 2—含水系数； 3—降水量

第一类是位于分水岭地带的坑道。地形受切割较微弱。虽然地表也有些小的山谷与凹地，但是由于有复盖层，因而，很少或者完全没有基岩的出露。因为它高于当地的侵蚀基准面，排水良好，所以这种矿床常常是微弱充水的。在这种地区进行采矿时，地下水的威胁并不大，有水时也易于排除。同时地下水的补给面积有限，随着开采面积的增大而涌水量则不断减少。

第二类是位于分水岭和河谷（或洼地）之间斜坡上的坑道。该区内一般沟谷较发育，地形受切割较甚，基岩出露较好，其地形有利于水的聚集，所以矿床充水的水源除大气降水而外，还有地表水的补给。

该类地区的补给面积，比分水岭地区的坑道要大得多，因此其坑道涌水量也较分水岭地区大，是属于中等充水程度的矿床。

其坑道涌水量的大小与坑道距离河谷的远近有关，离河愈近则涌水量愈大，离河愈远，则涌水量愈小。例如某地矿床（图4-2）在距河流最近时，涌水量为500米³/时，稍远时为250~300米³/时，更远而在分水岭附近时，涌水量最小，为75~100米³/时。

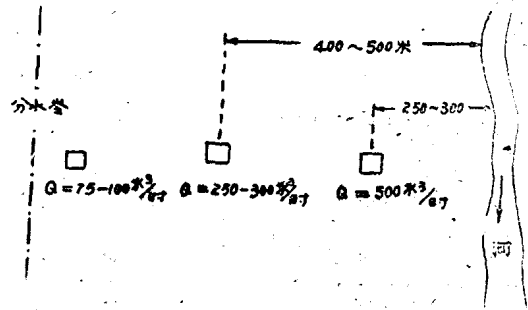


图 4-2 矿坑涌水量与地形关系示意图

这类地区矿床在开采时，随着坑道的向下加深而涌水量会不断增加，因为坑道加深后，可能低于当地侵蚀基准面，使地表水渗入坑道增加其涌水量，或因加深以后，增加了水力坡度，也会使坑道涌水量增加。

第三类是位于河谷中或距地表水很近的坑道。这种地区的坑道一般都在当地侵蚀基准面以下，矿床充水的主要来源是地表水。也有在某些特殊情况下，直接位于河床下面的矿床，因可能被良好的隔水层所隔，河水也不一定能够渗入而使矿坑充水。但是绝大多数这类矿床的涌水量要比以上两类的涌水量为大。在开采时与地下水作斗争的困难也较多，因为地势太低，不能利用天然排水，用机械排出的水如果处理不当，还可能又重新渗入坑道中去。

在开采过程中特别要注意不致顶板塌陷。如果顶板塌陷后，势必产生许多人为裂隙，则将导致上部地表水大量渗入坑道，使坑道涌水量大为增加。

三、地表水 多数情况下，在坑道附近的地表水流与贮水池（湖泊、水库、人工水池等）就是矿山坑道充水的水源。地表水是否能渗入坑道和渗入量的大小，除了要有适宜的地形条件外，还决定于矿床顶板的岩性和基岩出露程度，矿床顶板复盖着很薄和由裂隙溶洞发育的石灰岩构成时，往往可使地表水大量涌入坑道；如果其上复盖层较厚，顶板完整，则地表水的渗入会大为减少，甚至在某些情况下根本不渗透。在这样的条件下，即使直接位于河床下面的坑道，坑道涌水量也不大，只有滴水现象。不过这种特殊情况并不多。

一般来说在地表水附近开掘坑道时，总是较危险的，而且都有一些严格的规程，规定必须采取些什么措施。如果不严格执行，可能会造成坑道中地下水的突然冲溃。

为阐明这个问题，以某一煤田为例来进行讨论：煤田属山间盆地型。东部为背斜及向斜褶皱区；构造简单，复盖层为厚层不含水的黄土；西部为急倾伏单斜或小型构造区，断裂较多，走向与大通河河谷平行或斜交，其上复层为含水丰富并与河水相连通的古河床冲

积层。煤田平面图及剖面图如图 4-3 所示。

煤系岩层厚约 100—200 米，属中下侏罗纪。可采煤层计三层，总厚 30—40 米，中煤层厚 20—30 米，为主要可采煤层。煤层底部为厚数米变化较大的砂砾岩层承压水含水层，上部为铝质页岩，油页岩和砂岩粘土互层。

西部煤田内，有一条河通过，其最大流量约 900 米³/秒，一般为 200 米³/秒左右。煤田中又有断裂存在，在未详细调查之前，人们难免对西部煤田水文地质条件产生担心，究竟河水对西部煤田是否有威胁。

通过这一煤田露天区河流观测，所得的资料表明：上游测站的流量恒小于下游测站的流量，证明潜水补给河水，也即冲积层中的孔隙水与河水发生水力联系。设若煤田中的断裂是地下水通道的话，则煤层底部含水层与顶部冲积层中的孔隙水和河水将组成互相沟通的整体。

在进行开采煤田过程中，地下水动态改变时，河水将可能会通过冲积层，沿断裂带流入，而使矿坑大量充水，这将给采煤工作带来极大的困难。但如果断层是闭合型的，透水性能差时，则其影响就不大。

四、构造 矿区地质构造决定着地下水静储量的大小，地表水与地下水之间以及含水层之间的水力联系。一个向斜盆地要比一个单斜岩层更容易贮存地下水。在同等透水性的条件下，向斜盆地越大，地下水静储量越大；向斜盆地越小，地下水静储量越小。未胶结的断层破裂带，是地下水良好的通道，它不仅本身聚集地下水，使水流入坑道，同时也会使含水层之间甚至地下水与地表水发生水力联系，则可能造成坑道大量涌水。断层对坑道充水的实例很多：

1. 河北某铁矿有许多横切走向的正断层，其破碎带较宽贮水较多。如在 1958 年 7 月，在东一露天斜井之东西大平巷中，掘到 11 号大断层附近时，水由掌子面上的炮眼内向外射出，射出距离达 3 米多，并携带微量的泥砂（断层泥之类的东西），涌水量达 10.8 米³/时，在该矿区还遇到一些其它的断层，其涌水量均有增加。

2. 中南某煤田的一个矿井于 1953 年 3 月，坑道遇到 3—4 条小断层，其落差 2—3 米，当时坑道涌水量不见增加，但经过一定时间后，坑道底板隆起并冲溃，在短短的两小时时间内，来自底板以下的喀斯特水，沿断层破裂带大量涌入坑道，淹没整个坑道（坑道总体积为 1280 米³），计算结果，其涌水量为 6300 米³/时，比坑道平时涌水量增加 10 倍以上。迫使一时工作停顿。

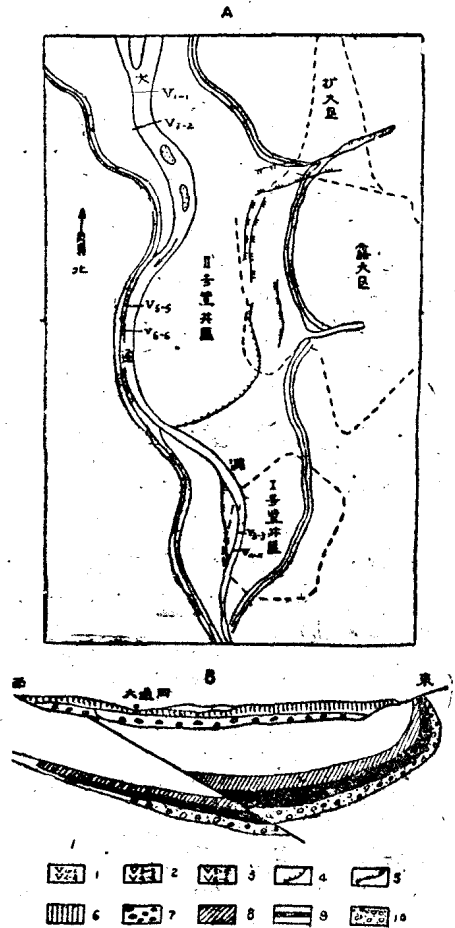


图 4-3 某煤田示意地质图

A—平面图 B—剖面图

- 1—第一含水层； 2—第二含水层； 3—第三含水层； 4—正断层； 5—逆断层；
- 6—第四纪亚粘土； 7—砾石层； 8—页岩； 9—煤； 10—砂砾石

除上述外，有些煤田几次坑道涌水均与断层有关。但应指出：不是所有构造断裂都会引起坑道毁灭性的涌水。因为断层类型不同（有正断层，平移断层和逆断层），则受力作用不同，其破碎程度也不同，同时与岩石成分有关。在頁岩，砂質頁岩中的逆断层，一般是不透水或弱透水的，而正断层则多含水，尤其是在喀斯特化的岩层中含水更为丰富。被粘土质所充填的断层破碎带，当揭露时，并不立即涌水，往往从钻孔抽水的涌水量并不大，但当充填物被地下水突破后，流出来的水量则很凶猛。总之，对断层性质，必须作充分的研究。

五、岩石性质 岩层透水性能，尤其是矿体顶底板层的透水性能及稳定程度，是影响矿区水文地质条件复杂程度的一个重要因素。岩层的透水性决定于岩层孔隙的大小及发展程度，胶结程度及裂隙和喀斯特的发展程度。

透水性弱的岩层，主要指亚粘土，亚砂土等粒状岩层，如果矿层之上没有厚层含水层，只有上述弱透水岩层复盖时，则它们会起阻止地表水渗入坑道的作用，这时坑道的充水程度仅决定于裂隙基岩的出露程度。复盖层的厚度及岩石结构成分不同，其阻水性能也不相同；如果由于多年的开采，在人为影响之下，复盖层的性质也会引起变化，（如粘土层裂隙产生），而使坑道的涌水量也随之而发生变化。根据实践表明，地表弱透水性复盖层，厚度大于5米时，能起良好的隔水作用，阻止地表水渗入坑道。但是在采矿过程中，可能引起变化，如裂隙增加等而使复盖层变为透水层。

岩石裂隙和溶洞，也是地下水良好的通道。当矿床主要岩层出露部分是透水的話，则能吸收地表水，或大气降水而渗入坑道。这种充水程度，主要取决于矿层顶板岩层的裂隙或喀斯特发育程度以及自然地理条件。如果与地表有直接联系的含水层，则其涌水量具有明显季节性的变化规律。在雨季，由于吸收大气降水而渗入坑道，其涌水量有时还是十分大的。特别是当喀斯特裂隙及溶洞与地表水有水力联系时，则地表水沿裂隙或溶洞，不断地涌入坑道，这就会使坑道造成毁灭性的涌水。

坑道揭露岩石的成分不同，其坑道涌水量的大小也有所不同。如果被揭露岩层有巨大喀斯特溶洞时，坑道可能遇到十分巨大的涌水。因此可溶性岩层的含水层，是坑道涌水最危险的岩层。

因此开采喀斯特岩层的矿产是一件最困难的事，有时简直无法进行开采。但应指出，喀斯特一般发育在当地侵蚀基准面以上，而随其深度增大逐渐减弱，因而在侵蚀基准面以下的喀斯特矿床（古喀斯特例外），往往可顺利开采。

关于喀斯特涌水量随深度减少的规律，可以某处的铅锌矿为例（图4—4）：喀斯特直接出露于地表。根据抽水资料：标高为270—300米处 $K=64.79$ 米/昼夜；240—270米处， $K=12.523$ 米/昼夜；210—240米处， $K=0.426$ 米/昼夜。这个例子说明喀斯特化程度随深度而减弱的规律。

根据实践表明：沿岩石裂隙渗入坑道的涌水量也具有随深度加大而减少的规律。故裂隙（区

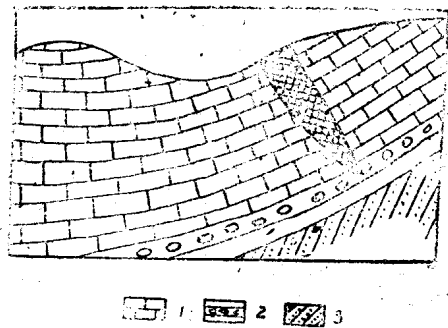


图4—4 某矿区地质剖面示意图

1—D₁石灰岩； 2—D₂石英砂岩； 3—O—S砂岩。

城裂隙)水具有垂直分带的规律(图4-5);由上而下水交替逐渐减弱的规律与水量由上而下逐渐减少的规律相吻合。

例如,河北某地的铁矿,在深度为120米以上的坑道涌水量不大,仅雨后滴滴达达涌水量稍大,但在120米以下涌水量有增多的趋势(可能为裂隙潜水面),坑道掘进至250米以下时,掌子面上则多成干燥状态,节理大部闭合,仅在巷道掘进两三天后,由于岩石压力自然平衡状态的破坏,节理开始张开,在构造带附近才有水渗出或成水滴状滴下,但再经十天至一个多月的时间,水即渐渐干涸,这个例子正好说明了坑道涌水随深度的变化情况。

矿层顶部及周围分布有富水性良好的松散岩层时,往往会使矿床充水。为说明这个问题,以苏联某矿床及我国某煤矿39号矿井为例:

1. 苏联某矿床(图4-6):含矿层一边为古代封存地形,其古老的剥蚀区(如古河床)被渐晚期的易透水的沉积物所充填,成为地下水良好的天然传导者和贮藏所。在这种地区的矿床,显然坑道涌水量会大为增加。因在古河床中,不仅含水层之间存在着水力联系,同时也与地表水发生水力联系,因而使涌水量更为加大。

2. 某煤田的39号井(图4-7):煤层顶部复盖有含水丰富的砾石层,并发生水力联系。造成矿井于1955年5月在“+40”水平巷道内突然涌水,使涌水量很快增加到320米³/时,逐渐减少到40—50米³/时。经过十三个月长期的排水,涌水量才停止。

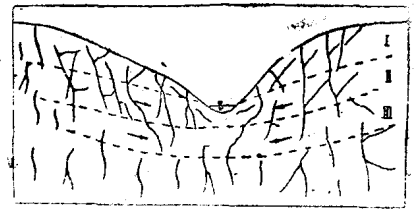


图 4-5 裂隙水垂直分布示意图

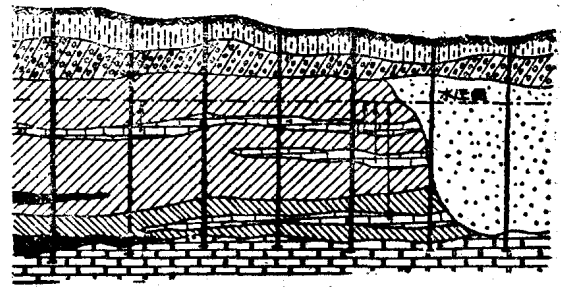


图 4-6 冰期前河谷水文地质断面示意图

- 1—亚粘土复盖层; 2—冰碛层; 3—颗粒大小不同的砂层;
- 4—粘土; 5—石灰岩; 6—煤层;
- 7—耐火粘土; 8—石灰岩和白云岩

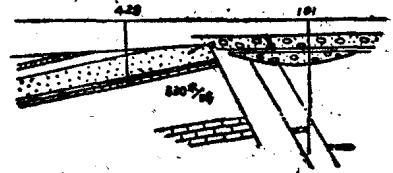


图 4-7 某煤田 39 号井剖面及排水过程曲线 (Q=f(t))

§2 矿坑充水的人为因素

开采矿床时,由于方法不好,或没有按照规程要求办事,则可能使坑道涌水量增加,有时甚至可以造成严重的冲溃事故。使坑道充水的人为因素有:旧矿坑、坑道类型、勘探钻孔、顶板陷落等,分别叙述如下:

一、旧坑道(老窖) 大量的地下水不仅能够存积于喀斯特岩层和构造带内,同时也可能储存在于矿石的被开采及顶板的坍塌所形成的旧空洞中。这种水涌入坑道时常造成灾害性的冲溃,能使矿坑局部地或全部地被淹没。如水中带有泥砂和石子,还常导致坑道中

的柱和设备遭到破坏。

这种涌水的特征是涌水量渐渐减少，因为这里主要是静止储量，而无更多的补给来源，故当水流出以后，涌水量便逐渐减少。

在开采过程中应当研究水化学成分，以预测旧矿坑的存在，防止旧矿坑突然涌水。

为阐明老窖对坑道涌水的严重性，以华南某矿井为例。1957年，雨季时老窖水涌入矿坑，其涌水量为3500—4000米³/秒，占坑道原来涌水量80%。又如西南某煤矿，也发生过老窖水涌入坑道，其涌水量为1199米³/秒，占原坑道涌水量78%。根据总结资料：上述煤矿1941年—1953年，曾发生10次坑道涌水事故，其中有八次是地表水及老窖水所引起的。

二、坑道的类型 垂直坑道（竖井、浅井）往往在掘进过程中要穿过较多的含水层，由于各个含水层的水均可由坑壁或掌子面涌入，因而其涌水量较大。由于竖井穿过各个含水层不同的岩层，而引起涌水量的剧烈改变，同时随着掌子面的加深，安置排水装置的地方也要随着加深。

当用特殊工具掘进时，或用水泥将含水层封隔时则不需要排水。

倾斜坑道或水平坑道常常是沿着同一岩层布置，则只有一个含水层的水进入坑道，故一般来说其涌水量要比垂直坑道为少。

当掘进向坑口当地侵蚀基准面微倾斜的水平坑道时，水可以自动地沿着专门的沟和管子流出坑道外面。在这种情况下，水平坑道的本身就是很好的排水装置。

当岩层产状水平或近于水平时，不管水平坑道的方向如何，所揭露的岩层都是较少的。如果岩层产状倾斜时，垂直于岩层产状的水平坑道同样可以穿过许多个含水层，则与垂直坑道相近。由于各个含水层的水均可涌入坑道，因而使涌水量增大。在这种情况下常常用不透水的材料（如水泥等）加固坑道强烈充水的地段，可以使这些厚大的含水层完全不透水。

三、顶板的陷落 在矿山开采的过程中，采用顶板陷落开采方法时，常常造成许多人工裂隙而引起坑道涌水量的增大。例如某铁矿，1954年8月在某一平巷回采放顶时，曾发生过一次突然涌水，淹没了两平巷，其开采时最大水量达45.72米³/时，但几小时以后即渐渐减少，四五天以后即减到2.8米³/时，三四个月以后即全部干涸。这次突然涌水的原因便是在开采后由于顶板陷落，造成一系列的人工裂隙，沟通了顶板以上的一个构造带和附近由日本帝国主义所开采的一个集水老窖而引起的。

由于进行回采工作引起顶板陷落的结果，在地表上往往形成裂隙、漏斗、沉陷及其它破坏现象。地表水通过这些破坏地方流入坑道，因而大大增加了坑道的充水程度。对位于水流和贮水池下面，或附近的矿坑来说，上述的开采系统是很危险的。此处由于地表水的涌入，可能形成流量很大而且稳定的坑道涌水。

只有在缺乏大气降水及地表水的地区，陷落裂隙才不会显著地影响矿坑的涌水量。

因此，当矿床开采过程中采取顶板陷落法时，应当慎重地考虑到当地的地质水文地质条件。

四、勘探钻孔 在勘探矿床时，往往要用大量的钻孔，勘探完毕时，勘探钻孔并非常用规定方法进行处理（如止水、灌粘土、灌水泥等）。如果封孔没有止水或止水效果不良，在开采的时候，这些勘探钻孔则可能引起水及流砂溃入坑道。

在某些矿区，本来有良好的不透水层，将矿层与其顶底板的含水层隔绝起来，这样的矿床，通常充水是极微弱的，但是，如果勘探钻孔未进行很好的处理，则在勘探钻孔的分布区，水仍会沿钻孔流入坑道，其水量每小时可达数十立方米，有时还可超过坑道总涌水量的数倍。

例如庫兹涅茨煤田某一个矿井中，由勘探钻孔中引出的水，其最初涌水量为 1200 米³/时，大约经过一个月后，涌水量降到 44 米³/时，而经过四个月则完全停止。

对不稳定的岩层来说，由未经止水的水流入坑道的水最为危险。在顶板和底板有不稳定的砂页岩层中，通过未经止水的古老坑洞，可能发生水和流砂冲溃现象，亦可能引起坑道破坏的严重后果。

在盐矿床内，通过勘探钻孔流入的水，尤为危险。例如：在德国的瑪格德堡——戈尔贝尔格什塔特区阿谢尔斯列宾第三号鉀矿，经过七年的开采后，在一昼夜间，水由鉀盐、鎂鈣矿层顶板的钻孔流入坑道而使整个坑道淹没。

上述这些影响矿坑充水的人为因素，都是我们可以控制的，只要在开采矿床时注意研究矿床的水文地质条件，并且加一些预防矿坑充水的措施，很好地根据矿床水文地质条件的特点，选择适当的开采方法，则完全可以避免这些人为因素所造成矿坑的突然冲溃。

有关自然及人为充水因素，主要的就有这些。矿区水文地质工作，首要的任务之一，就是要解决矿床，矿坑的充水因素，上述诸问题解决程度如何，在审批水文地质报告时常列为主要的問題，也是生产设计部門所关心的問題。但須指出，在研究一个矿区的矿床充水程度时，对于上述诸因素必須善于綜合分析研究，并确定其主次因素，只有这样才能对矿床充水条件，作出正确的评价。

复习思考題

1. 影响矿床充水的因素有那些？
2. 当我们具体分析某一矿床的充水因素时，应当考虑那些条件？
3. 评价地形对矿床充水的影响时，主要应考虑什么？
4. 研究构造对矿床充水的影响时，主要应注意什么問題？
5. 岩石性质对矿床充水有那些影响？
6. 怎样才能预防人为因素对矿床充水的影响？

第二章 矿床水文地质分类

为了合理布置矿床水文地质勘探工作和組織矿坑排水措施，要求对矿床水文地质条件进行分类研究。在苏联已有許多不同的矿床水文地质分类方案。我国自从解放以后十余年来，在党领导下，矿床水文地质工作有了巨大的发展，在生产实践中积累了許多有用的資料。根据苏联对矿床水文地质分类的理論，結合我国矿床的特点，地质部水文工程地质局和水文工程地质研究所于1959年提出了我国固体矿床的水文地质分类。

§1 中国固体矿床水文地质分类的原则及初步方案

矿床水文地质分类最主要的根据是影响矿床充水的許多自然因素：降水量的多少，地

形的高低，有无构造破碎带，岩石的成份，是否有喀斯特发育，有无很厚的疏松含水复盖岩层，在矿床附近是否有地表水体（河流、湖泊、海洋等）存在，以及其与地下水有无水力联系等等。

气候对我国矿床水文地质条件有很大的影响，比如在内蒙古等干旱地区，主要的不是排水问题，而是矿山供水问题；而南方潮湿地区，矿坑涌水量往往既大而且又稳定，自然排水问题乃是首要的问题。

我国矿床大多分布于高山区和丘陵区，因此地形也有很大的影响，主要表现在侵蚀基准面的问题上。在侵蚀基准面以上和以下的矿床充水条件有显著的不同；同时地形与地表水有着密切的联系。考虑地形因素时，同时也考虑了地表水的因素。

除了气候，地形对矿床充水的动力资源（储量）有很大影响以外，还应考虑影响矿区地下水静储量的因素，这里地质构造、岩石成分则起着主要作用。

根据中国的自然地理（气候、地形和地表水等），地质（地质构造、岩性等）以及水文地质（地下水的补给、地下逕流的形成，地下水天然储量的积聚等）等一系列因素，对中国矿床水文地质分类提出以下的初步方案（见表4—1）。

中国固体矿床水文地质分类方案

表 4—1

组	亚 组	类
I. 干旱地区范围内	1. 侵蚀基准面以上	A. 充水岩层以坚硬裂隙岩层为主的矿床
	2. 侵蚀基准面以下，远离地表水体，但为静储量小的构造	B. 充水岩层以疏松及半胶结的岩层为主的矿床
II. 非干旱地区范围内	3. 侵蚀基准面以下，远离地表水体，但为静储量大的构造	B. 充水岩层以喀斯特化岩层为主的矿床
	4. 侵蚀基准面以下，近地表水体	Γ. 充水岩层以坚硬裂隙和喀斯特化岩层为主并厚的疏松含水岩层复盖的矿床
		Ⅱ. 产于多年冻土层的矿床

由表4—1的分类中不难看出，主要是按照水文地质条件的复杂程度来划分的。

为了可以具体地选择水文地质调查的方向，以及便于在矿床勘探时期和矿山建设及开采时期，拟定工作种类和大致的工作量，也必须考虑开采方法（露天开采与地下坑道开采）和工程地质条件。根据这个原则，即按水文地质及工程地质的复杂程度和开采方法，又拟定了矿床开采条件的分类（见表4—2）。

需要说明，表4—2中，A、B、B、Γ、Ⅱ各类，如顶板或底板不稳定以及露天开采边坡不稳定时，则应划为复杂的或极复杂的。而B类按目前情况我国还没有地下开采。

上表所划分简单的、中等的、复杂的、极复杂的，在某些情况并不是绝对的，而是可以改变的。例如第四类充水岩层以坚硬裂隙和喀斯特化岩层为主，并为厚的疏松含水岩层复盖的矿床，如果矿产的顶板不透水岩层很厚，或者坚硬岩层上部直接复盖着厚的粘土层，而厚的疏松含水层位于全部疏松岩层的中部及上部，那么，我们就应当考虑在建井时将其列为复杂的或极复杂的，而在开采时则应考虑将其划为简单的、中等的或复杂的，因为含水的疏松岩层如流砂等，在建井时会带来很大的困难，必须采取特殊的施工方法，如冻结法，砂化法，管柱法等。

还可能遇到这样的情况，即当有地表水体存在，而且它与矿床地下水有水力联系时，

按水文地质及工程地质条件的复杂程度和开采方法的矿床开采条件的分类 表 4-2

复杂程度 \ 开采条件	露天开采	地下开采
简单的	I-1-A, B, B, Γ I-2-A, B, B II-1-A, B, B, Γ	I-1-A, B, Γ, Д I-2-A, B, Д II-1-A, B, Д II-2-Д
中等的	I-2-Γ I-3-A①, B II-2-A, B, B	I-3-Д I-4-Д II-1-Д II-2-A, B
复杂的	I-1-Д I-2-Д I-3-A①, B①, B, Γ, Д I-4-A, B, B, Γ II-1-Д II-2-Γ, Д II-3-A, B, B II-4-A	I-2-Γ② I-3-A, B, Γ I-4-A II-2-Γ② II-3-A, Д II-4-A, Д
极复杂的	I-4-Д II-3-Γ, Д III-4-B, B, Γ	I-4-B, Γ II-3-B, Γ II-4-B, Γ

① 如果底板有比较大的静水压力，且底板不稳定时，则应该是复杂的（因需预先降低地下水压力），而复杂的则变为极复杂的。

② 建井时划为极复杂的，而在开采时划为复杂的。

毫无疑问，不论其为露天开采还是地下开采，都应该把它划为复杂的或极复杂的。但是，如果在开采时用人工的方法使河流改道，则应考虑将其划为简单的，中等的或复杂的。

由上述可知，所谓复杂的程度并不是绝对的，在一些特殊的情况下可以有所改变。

§2 各种矿床水文地质类型的特征

一、充水岩层以坚硬裂隙岩层为主的矿床 这类矿床可简称为裂隙矿床，多分布于山区和丘陵区。在我国是分布最广的类型。就矿种而言，大部份是煤矿，以及许多金属矿和非金属矿。

裂隙矿床的富水性决定于裂隙的发育程度，构造破坏程度，含水层的补给面积及地形条件等。

裂隙的主要类型有三种：即风化裂隙，原生（成岩）裂隙及构造裂隙。裂隙水的类型有裂隙潜水，裂隙层间水（承压的和非承压的）和裂隙脉状水（大部为承压的）。含水岩层有各种坚硬和半坚硬岩层。

在煤田中，以砂页岩互层的裂隙层间水为主。由于砂页岩层薄而交替频繁，使得很难确定出准确的含水层和隔水层；有时坚硬岩层厚度很大，均有发育不同的裂隙，也是很难划分出含水层的。因此常常只能按岩性、岩石含水性和岩层裂隙程度不同而划分为不同的含水带。

裂隙层间水往往具有很高的水压，但是水量很小。我国这类矿床中一般钻孔涌水量很

少超过1升/秒；渗透系数也多是小于0.01米/昼夜。由于该类矿床多分布在山区，地形被切割剧烈，多位于侵蚀基准面以上，排水条件良好，因此矿床充水程度微弱，一般矿坑涌水量都不超过1000米³/时。

裂隙矿床的充水条件与裂隙类型有关。风化裂隙含水带只分布在地表不深处（一般在100米以内），裂隙发育程度且随深度而减弱，多是裂隙潜水，故对矿床充水影响不大。构造裂隙可以通到矿体，常含大量脉状承压水，有时是其它含水层中水和地表水流入坑道的通道，因此对坑道涌水量有很大的影响。成岩裂隙常在矿体本身和其顶底板，其中之水可以直接涌入坑道，故对矿床充水有重要的意义。

当矿床埋藏在地表水体附近时，就变得较复杂了，可能使坑道涌水量增大。但如果沒有巨大的构造破裂带或人工破裂带作为引水通道时，则地表水也不一定大量的涌入坑道。例如华南矿区，矿体距河床底仅25—30米，据抽水证明在天然条件下河水流入坑道的水量很少，小于0.2升/秒。但如果开采时增加了人工裂隙，则可能要增大许多。

裂隙矿床的工程地质条件一般是良好的，只有在巨大破碎带才需要做专门的工程地质试验工作。对地下开采一般无影响。用露天开采时，可能发生边坡滑动，但一般还是稳定的。

我国西北黄土地区，在表面复盖有巨大厚度黄土层的裂隙岩层为主的矿床也划入本类。因为黄土中一般不含水或含水量很少，对矿床充水不起什么作用，其基本特点与裂隙岩层矿床相同，故列入本类。

总结上述，本类型矿床地下水有以下特点：

(1) 地下水埋藏于风化裂隙，构造裂隙及原生裂隙中。矿床富水性决定于裂隙的发育程度，构造破坏程度及含水层补给面积，同时也取决于地形排泄条件。

(2) 煤田中多为裂隙层间水，而金属矿床中除裂隙层间水外还常有成带状分布的地下水。

(3) 裂隙矿床一般水量较少，因此一般说来它比喀斯特矿床及第四纪复盖层下的裂隙、喀斯特矿床等类型的水文地质条件要简单些。但当矿床附近有巨大的地表水体补给时，条件就变得复杂起来。

(4) 裂隙矿床的工程地质条件一般较好，但对煤及油页岩矿来说，在露天开采时应充分研究边坡的稳定性。

在勘探本类型矿床时，主要是研究裂隙水的规律，了解裂隙的成因类型及裂隙发育程度和分布规律。在研究过程中应当很好的注意裂隙水与地表水的联系情况。

二、充水岩层以疏松未胶结和半胶结的岩层为主的矿床 此类矿床在我国多分布于沿海丘陵地带、海滩、构造盆地边缘、山前冲积平原、河流两岸阶地、河床沉积中及山谷的缓坡地带。大多产于第三纪第四纪岩层中，可能是原生的第三纪褐煤或油页岩，或者是第四纪残积、坡积和冲积层中各种砂矿床，以这两种较普遍，但是在中生代岩层亦可能存在这种类型矿床。

该类型的第三纪褐煤矿床多位于侵蚀基准面以下。矿床充水与底板岩层含水性，顶板松散岩层的含水性及与附近是否有地表水有关。

第四纪砂矿床大多数是产于侵蚀基准面以上的缓坡或阶地上，水文地质条件简单。部份的砂矿床产于河床沉积中及海滩上，它们在洪水期或海潮期有被地表水淹没的可能。