

浑江煤田岩溶水突出特点及防治方法

宋恩宝 张久存

(通化矿务局地质测量处)

吉林省浑江煤田水文地质条件较为复杂，生产过程中，多次突水、涌水甚至造成淹井事故。突水补给来源有孔隙水、裂隙水和岩溶水，其中奥陶系灰岩岩溶水对矿井威胁最大，因此搞清奥陶系灰岩（以下简称奥灰）岩溶发育规律及岩溶水突出特点，对指导生产，避免水害发生有着重要意义。

一、矿区地质及水文地质概况

浑江煤田位于龙岗与老岭两个古隆起之间的古生代向斜构造中。各井田沿北东方向呈狭长条带状延展，依次斜列，显示出明显的多字型构造特点。

地层沉积属华北地台型。中奥陶统马家沟组灰岩为煤系的基盘。煤层主要产于山西组与太原组（本区叫大岗统）地层中，可见七个煤层，其中可采层为1~6层。煤系与马家沟组灰岩之间为30~290米厚的本溪组，其岩性由砂岩、砂页岩、泥岩、上部夹2~4层薄层灰岩组成。具有一定的隔水作用。

浑江煤田从东到西，由松树到铁厂，各井田煤系基底均为中奥陶统马家沟组石灰岩，并在向斜两翼大面积出露。有的以断层关系逆掩在煤系地层之上，有的地段倒转覆盖在煤系之上。中奥陶统马家沟组划分成三组七段，其中各组中段多为灰白色、青灰色厚层及中厚层状质纯灰岩和花斑灰岩组成。石灰岩含 CaO 50~52%， MgO 2~4%， SiO_2 不溶物2%，有利于溶蚀作用的进行。

区内降雨较充沛，年降雨量平均为770~930毫米，降水沿冲积层孔隙和基岩风化裂隙渗入。特别是向斜两翼多为凹陷地形，

有利大气降水汇集。

本区主要地表水系有发源于湾沟枫叶岭向东流的汤河和向西流的浑江。两河向东、西流经浑江煤田，大多切割灰岩地层。浑江流量为 $2268\sim8640000\text{米}^3/\text{时}$ ，汤河流量为 $43\sim18540\text{米}^3/\text{时}$ 。由于大气降水和地表水含有大量 CO_2 ，对灰岩有很强的溶蚀作用。

各井田煤层均有南陡北缓之势，并发育有近轴向的挤压断裂带和与轴向近于正交的张及张扭性断裂以及繁杂的次级小断层，这些错综复杂的断裂带成为地下水运动的良好通道。特别是北西向的张及张扭性断裂，横切煤田与浑江，成为本区主要导水通道（图1），并通过两侧次级小断裂或裂隙将水导入突水点。两翼灰岩裸露区，大气降水或地表水直接沿风化裂隙和节理面或层面渗入，在向深部运动过程中，形成了各种类型的岩溶体。

二、岩溶发育特点的初步认识

由于不同地段奥灰赋存条件、岩性成分、地下水补给强弱及构造特点的不同，而使岩溶发育程度有很大的差异。

（一）浅部奥灰岩溶发育特点

各井田两翼奥灰出露区，岩层产状北翼缓，倾角 $20\sim30^\circ$ ，出露面积较大；南翼陡， $30\sim60^\circ$ ，砟子和湾沟南翼倒转，奥灰直接覆盖煤系之上。浅部灰岩直接接受大气降水或地下水补给，水动力条件较好，岩溶发育并具有明显的垂直分带性。即上部垂直岩溶带；中部垂直和水平岩溶交带；下部水平岩溶带。道清江北寒虫沟一带垂直岩溶

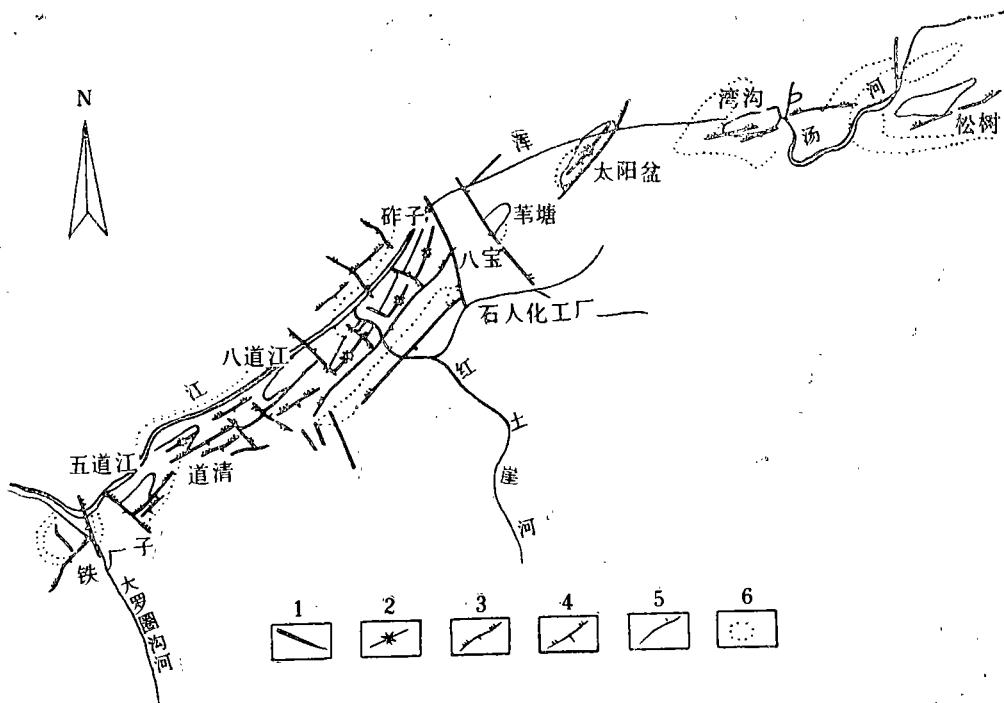


图1. 浑江煤田构造及水系分布示意图

1—河流；2—向斜轴；3—压扭断裂；4—张扭断裂；5—扭性断裂；6—灰岩露头

带发育十分明显，沿垂向岩溶裂缝深达3~5米。这一带由于补给水流迅速下渗到第二带而无水。八道江江北大溶洞，位于浑江北岸，高于浑江水面约15~20米，处第二带范围内，由垂直和水平岩溶交互形成延展约400米长的溶洞。位于第二带的岩溶体，在丰水期富水，枯水期水位下降，水量显著减少。这一带位于地下水最低和最高水位之间，一般发育深度20~30米。这一带之下为水平岩溶带，在最低水位之下渗入的水流沿层面和裂隙面运动，形成顺层面或沿构造节理面发育的岩溶体。这一带多富水。如湾沟北翼水源73—1号孔位于正岔河附近，在基准面以下31.5米范围内岩溶发育，钻进中多次掉钻，抽水结果单位涌水量3.69升/秒·米。八道江白花泉区4号孔70米以上岩溶发育，岩心可见明显的蜂窝溶蚀，在70~140米仍见8个溶洞，其中最大者高1.2米。水平岩溶带的地下水往往在运动方向受阻上升成

泉，如五道江江北1号泉流量100米³/时（单位下同）；八道江白花泉36；道清八号泉8；松树碱厂沟泉63等。

浅部岩溶比较发育，一般深度在100米左右，最深达140米。岩溶率1~9%，但在地表下5米范围内多被充填。据白花泉附近钻孔和坑探得知，5米深度内充填率达84%。而在10~30米范围内多为较好的富水段，向深部富水性相应减弱。在南翼倒转区奥灰岩溶发育，对生产有较大威胁。如76年12月湾沟南翼井筒在+700米标高遇小型张性裂隙将覆盖灰岩岩溶水导入井下，水量达250米³/时，直接影响了生产。

（二）深部地区岩溶发育及突水特点

1. 沿断层发育的岩溶体 本区每一个向斜盆地由两翼向轴部奥灰岩埋藏深度逐渐增加，由百米到数百米。各矿生产井巷在埋藏深度140~375米间，直接或间接揭露奥灰岩有8次，淹井4次，均为断层导水。统计了22

今见灰岩钻孔，其中见岩溶漏水者7个，占31.8%；属断层漏水5个，占22.7%；属整合面漏水2个，占9.1%。井巷和地面钻探资料均可说明本区深部岩溶主要沿断层带发育，可谓构造岩溶带。其特点是具有一定方向性，呈条带形展布，分布极不均一。透明井延深区13个钻孔揭穿奥灰，但没见到岩溶现象，说明岩溶发育不均一，钻孔不易控制，尚不能结论没有岩溶现象。苇塘一井和八道江矿透明井原地质报告均认为水文地质条件简单，生产中接触灰岩时却突水淹井。这一点在生产中应有足够的认识。

本区八次主要突水均和断层带岩溶水有关，并有以下规律：

(1) 突水多发生在低序次高角度张性断裂带，特别是在大型压性断裂两侧的次级张性断裂带与压性断裂的交汇部位易突水。导水断层又分两组，一组是北东，北北东向。该组一般并不直接突水而间接导水。另一组为北西和北北西向的次级张裂，多直接突水。如八道江透明井+202米突水，导水为北东向的F₁₁断层。苇塘一井+323.4米突水，导水断层为北东向的R₉和F₆。离突水点有百余米，与该组断层斜交呈北西向的张裂带突水。铁厂一井+274米、+181米标高两次遇北西向的R₁₂断层而突水淹井。

(2) 突水点多位于两组断层的交汇处。如铁厂二井+168米大巷突水，即为北西、北北西向的F₃₁、F₃₂、F₃₄三组断层的交汇处。砟子西三采+385米亦在F₆、R₈两组断层交汇处出水。

(3) 断层导水有局限性：砟子西三采区+355米和+455米揭露R₄断层时，因断层切割了页岩，断层带为铝土质充填物而不透水。该断层在切割南部灰岩地层时却导水，并在和R₁交汇处有泉溢出地表。

这些构造岩溶突水处有较高的水头差(一般100~350米)。灰岩中有较大的储水

空间，突水初期水量很大，经过一段时间逐渐减少而趋近稳定。最大最小流量相差几倍到几十倍。八道江透明井突水最大达10422米³/时，稳定在350米³/时。

2. 地层不整合面附近的奥灰岩溶特点

不整合面附近的岩溶体在钻孔和井巷中均有所见。苇塘一井+350米集中巷在奥灰中顺走向送巷80米，见大小溶洞四处，其中大者为2.0×1.8×2.0米。八道江二井延深区，在+170~+125米标高，斜长100米见溶洞两处；在+146米见高2米，宽0.6米，长10余米的溶洞段。五道江区76一水2号孔在孔深386.31米，近不整合面处见奥灰溶洞为0.5米，冲洗液大量消耗。

本区所见近不整合面岩溶多位于不整合面10米以内的范围内，最大不超过20米，埋藏深度200~400米之间。岩溶溶洞内具有一定充填物，其成分没有新层位的组分。主要有钙质黄土和奥灰岩碎块。八道江二井盲斜井延深区，在标高+146米溶洞中取粘土样，滴盐酸起泡，水质成分SO₄²⁻相对增高，说明处于一定的封闭状态。值得注意的是，岩溶发育亦有明显的不均一性。有时可连续遇到，有时打很多钻孔也难揭露。由于早期岩溶易被覆盖，封存条件较好，岩溶水以静储量为主。晚期岩溶封存条件差些，往往易和浅部岩溶区发生联系，具有一定的动储量。在五道江一井+339米大巷和苇塘一井+350米集中巷近本溪组不整合面岩溶水亦具有动储量，但很小，约3~5米³/时。所以近不整合面的岩溶水以静储量为主，有时因和导水断层相沟通，导入新的补给源，亦会突水成灾。

三、岩溶水的预防与治理

浅部开采时，由于接近补给区，水压较小；本溪组相对隔水效果较好；一般情况不

下转第69页

这个参数主要来自电磁波在岩层中传播速度与含水量的关系，用测量速度的差异来确定岩石中的含水量。还提出了 I_2 与土壤粒度大小有关。瑞典几位学者用两篇文章介绍地质雷达探测断层和溶洞的实例。并介绍了雷达信号的数字处理技术。直接将探测的剖面显示在荧光屏上或记录纸上。

法国用微重力测量探测埋藏在浅部的洞穴取得了较好的效果。微重力测量在测量方法、仪器和结果解释上与传统的重力法不同。如法国LACOSTE和ROMBERG重力仪的灵敏度可达到 $1/1000-1/10000$ 毫伽。它可以测出地下数十米的空洞和它的充填情况。列举了巴黎至里昂和马赛的高速铁路基调查中应用的效果。有的文章还介绍了微重力仪测量土坝的密度的实例。

日本学者发表了用声纳法探测岩石裂隙的文章，使用的“裂隙探测器”可以在钻孔中和坑道内测出裂隙的宽度和深度；苏联学者介绍了用地球物理方法对大型水坝的工程地质长期观测的资料及对工程质量预测的效果。

上接第42页

会发生岩溶水的突出。但在南翼倒转区，要加强对岩溶发育规律的研究，掌握岩溶水的动态或水量，没有可靠资料和具体措施时不能轻易送巷或开采。

深部生产区应采取的防水措施：

1. 近不整合面岩溶层多具封闭性而储存一定静储量，生产井巷接近本溪组底部不整合面时，应加强探放水工作。如果只有不整合面岩溶层时，通过边探边进，留足够的超前距则可以安全送巷。

2. 深部构造岩溶体，对矿井生产影响最大。在深部生产区应加强对断裂特点的研究，特别是对张性和张扭性断裂的研究，这对于预防矿井突水有重要意义。生产区遇到北西向的张或张扭性断裂或断裂的交汇部位，尤其压性和张性断裂的交汇处要特别注意。应采取各种手段，查清其充水特点，预测对生产的危害。当资料不清或发现断层带处涌出岩溶水，水量又较大时，不准送巷。

一旦发生突水可采取如下措施：

第三专题 水力学和水文地质试验方法，测定岩体的渗透性和导水性。在水力学方面，除了介绍有常规的钻孔渗水试验外，着重谈了用不同水头压力在钻孔中进行水力劈裂试验，用来测定岩体在不同压力下的静止应力和抗拉、抗剪强度。水文地质试验方面，除了介绍有示踪法测定岩、土透水性和导水性外，还介绍用可膨胀的橡皮套管组成的“跨式压缩器”，下入钻孔中测定岩体在应力作用状态下的渗透率。捷克学者介绍了一种“辐射—显示仪”，用来观察钻孔中液体的稀释过程和垂直迁移状况，测定钻孔中渗水和给水的位置，文章声称：用这种方法可以代替高价的钻孔抽水试验。

第四、五、六专题 主要介绍在不同工程中进行载卸荷和剪切试验的方法、设备和对结果的数据处理方法。

会议发表的论文，基本反映了国际上在岩、土原位勘察测试的水平，其中有不少新方法和测试技术值得我们借鉴和学习。

（王为民）

（1）在倒转区煤层接近补给区，地下水埋藏较浅，水量充沛，这时可采用地面帷幕注浆法切断水源，保护井巷。如本区湾沟矿南翼井筒+700米标高突水，采用帷幕注浆取得了良好的效果。

（2）由于构造岩溶体具有一定的方向性，呈线状分布，一般不易被揭露，区域勘探很难控制。在深部区一旦发生构造岩溶突水，最好不用外围查找通道及外围帷幕堵水法。如苇塘一井突水曾在外围查找通道投入了大量钻探工程，但亦不敢下结论，而无法进行堵水。我们认为在线状岩溶发育区以堵突水点为最佳，哪里突水就在哪里堵水。有些人担心会抬高水头给生产矿井留有后患，这种担心是不必要的。堵住了突水点就切断了来水通道，使地下水恢复原有的运动状态，不会无限抬高水头，堵住后一般比较安全。我区铁厂一井+181米R₁₂断层突水淹井，只打一个钻孔，地面注浆堵住了突水点，现已恢复生产九年，效果良好。