

# 对某矿井水文地质勘察特征的探讨

张明昌

(贵州省六盘水市水城县煤碳管理局, 贵州 六盘水 553040)

摘要: 本文通过对本人参与过对某矿井水文地质勘察的实例为基础, 并在文中对其水文地质的特征做了简要的分析, 为类似工程提供参考。

关键词: 矿井水文地质 地质特征 分析

## 1 前言

某矿井田南北长约 6km, 东西宽约 3.2km, 面积约为 19km<sup>2</sup>。井田为一走向近南北、南部略转向南东、向西倾的单斜构造, 属二叠系山西组、石盒子组煤系, 含可采煤层 6 层, 总厚约 10.1m, 其中 81、82 煤为主采煤层的较稳定煤层, 厚约 7.5m。矿井初步设计生产能力为 90 万 t/a。

井田煤系地层隐伏于巨厚的新生界冲积层之下, 在可采煤层露头上方, 松散层厚度一般在 400m 左右, 最深可达 450m, 受古地形所控制, 总体上呈自东向西逐渐增厚的趋势。由于第四纪底部含水层直接覆盖于煤系露头之上, 而且分布范围变化大, 故对其水文地质特征的研究, 以及对各含水层的赋水性评价将直接关系到矿井的安全高效生产, 同时对水体类型的划分和防水煤柱的合理留设等问题起着指导作用。

## 2 水文地质特征

### 2.1 含水、隔水层

勘探资料揭示, 矿井田松散层两极厚度约为 378.8~445.4m, 平均厚约为 404.28m, 按其岩性组合及区域资料对比, 自上而下可分为 4 个含水层(组)和 3 个隔水层(组)共 7 个部分, 分别简称为一含、二含、三含、四含, 一隔、二隔和三隔。一含为潜水—弱承压含水层。底界埋深平均 34 左右, 主要以浅黄色细砂、粉砂及黏土质砂层为主, 夹 2~3 层薄层状砂质黏土, 其中含水砂层均厚约 20.8m。一隔底界埋深平均为 48m, 由浅黄色及棕黄色黏土及砂质黏土组成, 夹粉细砂,

富含钙质结核, 隔水层均厚 10 左右, 分布稳定, 隔水性能较好。二含为承压含水层。底界埋深平均 91m 左右, 由浅黄色细砂、粉砂夹砂质黏土组成, 其中含水层均厚 21m, 但砂层单层厚度小, 变化大。二隔底界埋深平均 121m, 由棕黄灰、黄色砂质黏土及黏土组成, 夹细砂和黏土质砂, 隔水层均厚 22.7m, 分布稳定, 隔水性能好。三含为承压含水层。底界埋深平均 269.7m, 由深黄至棕黄色中砂、细砂、粉砂及黏土质砂组成, 含水层均厚 100.6m, 该含水层(组)可分为上下两段, 中间被一厚黏土层隔开, 其上段砂层厚度一般大于 50m, 含水丰富, 而下段砂层较上段薄且泥质含量高, 一般厚为 20~40m, 含水性稍差。三隔底界埋深平均 403m, 由灰绿、棕红色黏土、砂质黏土及钙质黏土组成, 隔水层均厚为 93.9m。四含直接覆盖在煤系地层上, 其岩性较复杂, 多由半固结及固结状砾石和黏土质砂组成, 其厚度变化主要受古地形控制, 约在 0~11.35m 内, 平均厚为 3.43m, 分布极不稳定。

### 2.2 水文地质特征

根据勘探抽水资料, 松散层各含水层水文地质特征参数见表 1。

由表 1 分析可知, 松散层一含富水性属中等, 二含富水性属弱—中等, 三含下段比上段的含水性差, 而四含的富水性较弱。

### 2.3 松散层含水层之间的水力联系

在自然条件下, 一含地下水, 其上部为潜水, 下部属弱承压水, 两者之间的水力联系密

切, 其主要补给来源为大气降水入渗, 以及少量蓄水入渗及地下水侧向径流等。其主要排泄途径是以人工开采和蒸发等垂直排泄方式为主。二、三含水层(组)均属多层结构的承压含水层, 以区域层间径流补给为主, 但在—隔局部变薄地段隔水层具有弱透水性, 从而构成了一、二含水层(组)间的越流补给关系。且三含存在城市供水, 水位会持续下降。处于半封闭状态, 主要补给来自有限的侧向补给和弱透水层的压密释水。四含上部有隔水性良好的三隔存在, 致使四含与上部各含水层无水力联系。由于四含相对不发育, 含水层厚度薄, 分布不稳定, 但在局部地段又直接覆盖在煤系地层和太原组及奥陶系石灰岩上, 四含水不仅与煤系砂岩裂隙水有一定的水力联系, 而且还是沟通基岩各含水层(段)地下水的通道。

### 2.4 水环境质量特征

根据矿井地下水的现状, 结合水质分析资料, 采用水环境综合指数评价法对松散层各含水层环境水文特征加以分析。在此采用 N.L. Nemilvow(尼梅罗)指数公式计算地下水环境质量系数:

$$I = \sqrt{[(\max P_i)^2 + (\text{ave } P_i)^2] / 2}$$

式中  $I$  为综合污染指数,  $P_i$  地下水污染物  $i$  的污染指数,  $P_i = C_i / C_{ai}$ ,  $C_i$  为污染物  $i$  的实测浓度, mg/L,  $C_{ai}$  为地下水中污染物的对照值(按国家生活饮用水卫生标准),  $\max P_i$  为污染因子的最大分指数,  $\text{ave } P_i$  为各污染因子的平均指数。  $P_i$  表示某

卫星特别是利用低轨人造卫星并结合地面重力测量等资料, 国际上已可求得  $n=360$  完整阶次的位系数, 因而推求地球引力位的精度大大提高, 从而提高了推算地面点高程异常的精度。由于推算位系数所用资料类型和数量不同, 所以有各种不同的地球引力场(或重力场)模型。即使同一地面点, 由于使用不同的地球重力场模型, 也将得出不同的高程异常。故在计算正常高时, 必须注意使用最适合本地区重力场模型。使用地球重力场模型可以推算地面点的正常高, 从而可以确定似大地水准面的形状。使用不同的模型就会得出不同的似大地水准面。因而在 1 个地区只能使用 1 种最佳的地球重力场模型。

### 4 1:5 万地质填图现状

区域性地质调查是国民经济建设的一项基础工作, 对农业、水利、冶金、能源、国土规划整治等方面有着重要作用。但目前国家 1:5 万地质填图仅完成国土面积约 20%, 而每年所能完成及待印刷出版的图件约 200~300 幅, 仅占国土面积的 0.07% 左右, 地质图的制印依赖传统的手工工艺, 导致印版套合精度不高和制印周期过长, 严重地制约着地质调查成果图件的出版速度及质量。在科技高速发展的今天, 使用传统地质图的局限性就暴露出来了, 主要是不利于

用户对图件内容的二次开发及改版与更新, 表现形式单一, 不能按要求直接在原图上形成各种专题地图。解决以上问题的方法就是采用数字化制图。

### 5 差分 GPS 作为 1:5 万地质图数据采集方案

5.1 单基准站差分。在进行 1:5 万地质填图的区域内靠近中心地区选择 1 个已知点位坐标, 可靠的控制点作为单基准站, 设置 1 台多通道 GPS 接收机进行长期观测, 根据差分 GPS 的实验结果, 选择单基准站可满足 1:5 万地质填图的精度要求。

5.2 坐标差分。在测量时, 基准站与用户站同时观测, 由基准站的已知坐标与实测坐标可求出某一时刻偏差值( $\varepsilon_x, \varepsilon_y, \varepsilon_z$ ), 将用户接收机与该时刻的记录值通过差分校正公式同偏差值进行运算后, 可得校正正值。

5.3 几何数据、属性数据联合采集。完成 1:5 万地质图, 需要将地面上实体的几何数据和描述地理实体的属性数据输入到地理数据库中。几何数据用以描述观测点空间位置, 属性数据用来描述对象的特征和性质, 具体到 1:5 万地质图上就是地层、岩石、构造、水文地质、地貌等特征。各野外地质调查小组配备 1 台便携式计

算机, 在 DGPS 接收机采集几何数据的同时输入属性数据, 并及时检查, 发现问题立即修改。野外工作一段时间后, 可将便携式中数据传入到大本营中的地理信息系统(GIS)中。

### 6 利用 GPS 完成野外填图

传统的野外填图需要将 1:5 万地形图放大至相应的 1:2.5 万的地形图作为手图, 或将 1:5 万相应的 1:2.5 万、1:1 万地形图作为手图, 以提高地质点在 1:5 万地质图上的精度。如用差分 GPS 定位技术就可利用 1:5 万地形图作为野外填图的手图。将差分 GPS 采集的数据用电子手簿记录, 在各观测点前注不同代号, 其代号和野外记录资料的相应点位代号相同。再将 GPS 数据通过接口转换成 GIS 数据格式, 在 1:5 万地形图的图框内完成地质填图。利用差分 GPS 定位技术填图不仅省时, 而且能减少误差和数字化过程中与底图的套合误差。同时利用 GIS 工具在地形图上做任意剖面, 既减少了野外工作量, 又缩短了成图周期。

### 7 结束语

本文叙述了 GPS 在地质找矿、地质勘查的定位、GPS 技术进行地质找矿时所遇到的问题给予解决。它完全可以满足实际工作中的地质观察点定位及路线导航的需要。

表1 松散层各含水层水文基本特征参数

含水层	平均厚度/m	主要岩性	水位标高/m	水文参数		水化学特征
				q/(L/s·m)	k/(m/d)	
一含	20.85	细砂、粉砂	27.13~29.22	0.53~1.54	3.58~8.35	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +Na <sup>+</sup> ·Mg <sup>2+</sup> ·Ca <sup>2+</sup>
二含	20.50	细砂、粉砂	24.46~28.10	0.099~0.56	0.98~4.28	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +Na <sup>+</sup> ·Mg <sup>2+</sup> SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ·HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·Cl <sup>-</sup> +Na <sup>+</sup>
三含	100.6	中砂、细砂	14.56~22.31	0.49~1.89	0.89~3.90	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ·Cl <sup>-</sup> +Na <sup>+</sup>
		中细砂(钙质含量高)	22.61	0.23	1.25	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> +Na <sup>+</sup>
四含	3.43	砾石、黏土质砂	33.31	0.053	0.34	Cl <sup>-</sup> ·SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> +Na <sup>+</sup>

表2 松散层各含水层水环境质量综合评价结果

采样点	层位	污染因子						综合污染指数
		总固形物	总硬度	COD	CL <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	F <sup>-</sup>	
6#孔	一含	330	14.84	0	16.15	25.11	0.1	0.28
涡 <sub>28</sub>	一含	623	23.38	2.58	22.31	47.13	0.4	0.46
涡 <sub>20</sub>	三含	994	6.12	0	152.66	185.22	1.8	1.36
涡 <sub>8</sub>	三含上	1034	10.01	0	180.55	215.68	1.7	1.30
10#孔	四含	3160	18.43	0	873.05	913.34	0	2.85

注:表中除硬度的单位为德国度外,其他污染因子的单位均为 mg/L

项所造成的相对污染情况,其值大于1,为已造成污染,水需要加以适当处理,其比值越小,说明水质越好。maxP<sub>i</sub>(或aveP)值越大,水质污染越严重。选取对水环境产生主要影响的几种污染因子:总固形物、总硬度、COD、CL<sup>-</sup>、SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>、F<sup>-</sup>,得出的具体评价结果见表2。

一含地下水是农村饮用和灌溉用水的主要水源,评价结果均符合生活饮用水标准,反映出受污染程度较轻。但随着矿区开采的进行,应加强对浅层地下水的管理和合理利用,以避免矿井生产给水源带来的污染。深层三、四含含水层与地表水的水力联系微弱,受入为活动因素的影响较小。由于区内各含水层埋藏较深,处于较封闭状态,补、排、径流各方面条件较差,因此从部分采样分析来看,矿化度、总硬度及一些离子含量都偏高。其主要是受沉积环境及地下水缓慢径流补给不畅所造成的。

### 3 三隔与四含的隔水、含水性分析

#### 3.1 三隔特征分析

三隔在本区(组)厚度大,分布稳定,黏土多为厚层状,可塑性好,塑性指数为18.24~35.47,膨胀性强。该层(组)为矿井内重要的隔水层,使其上部的地表水及一至三含水与下部四含及煤系砂岩裂隙水无直接水力联系。但其底部存在泥灰岩层分布,其厚度不等,在穿过新地层的钻孔中,有46个钻孔见泥灰岩层,全井田对该层控制密度为2.4个/km<sup>2</sup>,其钻孔控制程度较高。从整个矿井来看,泥灰岩层厚0~32.3m,平均为10.59m,局部直接沉积在煤系古地表之上,沉积厚度与岩性受到古地形控制。全区泥灰岩层厚度总体变化趋势为南厚北薄,东薄西厚。在6~12号勘探线沉积分布相对较厚,对泥灰岩分析后得到的具体分布状况见图1。泥灰岩层的岩石学特征,主要根据钻探取芯观测,对岩石鉴定,并结合测井资料进行分析研究,确定为灰色至灰白色,呈岩块状,钙质、泥质胶结,局部纯度高,溶蚀现象明显,为化学沉积的产物。

受工程量的限制,勘探精查阶段未能对泥灰岩层进行专门的抽水试验与评价工作。单从钻探时泥浆消耗量观测来看,仅有13、83、84、94、95等5个钻孔发生漏水现象,漏水孔率为11%。可以认为是局部泥灰岩层存在岩溶裂隙发育特性。

#### 3.2 四含特征分析

根据精查资料分析,勘探区内共有24个钻孔揭露四含,该层位直接覆盖在煤系地层上方,厚度变化相对较大。其中在4号勘探线和10号勘探线间局部地段呈透镜状分布,总体上从西北向东南逐渐增厚。根据勘探取芯观测,四含的岩性特征较为复杂,总体上以砾石或黏土夹砾石为主,其组成大致分为①角砾石层:由大岩块组成,块径为2~20cm,岩块之间充填黏土,岩块岩性组合简单,多以棱角状、次棱角状的紫红色中细砂岩为主,硅质胶结,坚硬。②含岩块砾石层:由大小不等岩屑组成,块径2~10cm,分选性

差,砾石之间充填黏土,砾石以紫红色细砂岩为主,其次为石英砾石、杂色岩屑。③黏土夹砾石:砾石粒径较小,一般为2~5cm,黏土含量占20%~50%,局部砂质黏土,砾石一般为紫红色细砂岩,形状不规则。④硬砂岩:又称砂岩盘,呈固结状,硅质胶结,坚硬。⑤黏土质砂:浅黄色,局部较密实,以粉细砂为主。精查阶段仅对四含做过1次抽水试验,未对底砾石层进行物理力学试验,但从107孔抽水资料分析,其赋水性不强。

#### 3.3 存在的问题

目前,勘探阶段将泥灰岩层作为三隔底部进行划分,实际上其局部溶蚀现象较为发育,笔者认为应将其与底含水层合并作为同一岩层划分为四含更为合理。其一,从水文地质特征上分析,两者均具有含水和贮水的可能性,而且两者均有与煤系地层接触区,对煤矿开采过程中矿井充水影响较大。其二,两者合并后累计厚度约为5.5~24.7m,分布范围更广,主要集中在8号~12号勘探线,从生产角度考虑利于进行抽水试验等专项研究,可全面评价底部含水层的赋水性特征;其三,利于四含长观孔的水位动态观测,分析其水位动态变化过程,为煤矿安全生产提供丰富的水文资料。

#### 4 结束语

综上所述,对于煤矿的矿井的新型开发,必须注重安全生产与综合利用同时进行。笔者对于松散层各含水、隔水层基本特征进行了分析研究,重点分析了三隔及四含的各项特征,同时指出必须注重矿井开发过程对周围环境带来的影响。鉴于勘探阶段工程量的不足,仅注重对煤层段水文地质特征的评价,而对松散层底部含水、隔水层的研究不足,建议今后应在煤矿开采过程中,进一步收集资料,加强对四含水位的动态观测,充分研究矿井充水条件。四含为静储量特征,且四含水封闭性良好,不但适用于采取疏干降压方法进行水害防治,而且对于矿井提高回采上升,实现安全回采煤炭资源具有较为有利的地质条件。加强对三隔工程地质特征特别是其底部泥灰岩特性的研究工作,以及对四含分布特征的研究工作,其目的是为矿井安全生产与管理,合理留设防水煤柱,加强提高煤炭资源的利用率奠定基础。

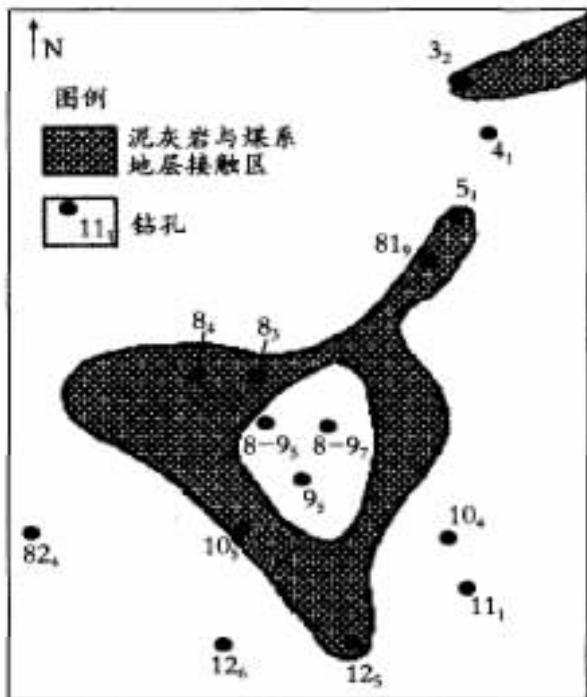


图1 泥灰岩直接与煤系地层接触区