

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

矿井水的资源化与环境保护

——以焦作矿区典型地段为例

武强

(中国矿业大学北京研究生部)

孙卫东 金玉洁

(河北地质学院, 石家庄)

罗元华

(国家计委国土地区司, 北京)

叶贵钧 夏镛华 林曾平

(中国煤田地质局, 涿州)

内容提要 针对我国煤矿区目前普遍存在的排、供矛盾和环境地质问题, 本文首次提出了矿区排水、供水、环境保护三位一体优化结合的经济-水力管理模型。该模型通过布设地面矿坑抽水孔和奥灰(奥陶系灰岩)浅排孔等地上应急取水建筑物, 增强了结合系统整体抗御突发性水害的能力, 较好地解决了供水水源安全、稳定问题。同时, 三位一体结合模型较为圆满地处理了长期以来从地质勘探到评价管理各个不同阶段, 排、供和环保3个不同部门各立门户的封闭局面, 避免了大量的重复投资, 提高了评价、管理、决策的整体水平。本文以焦作矿区典型地段为研究实例。

关键词 三位一体优化结合 矿井水资源化

煤矿床安全开采条件之一就是要求其底板所承受水压满足安全带压开采高度, 为了满足这个条件常形成数十至数百平方公里的地下水疏降漏斗, 如此大范围的降落漏斗必然严重影响其中和周围各类地下水供水设施的供水能力, 从而产生排与供矛盾; 与此同时, 矿区大流量、深降深排水又诱发了一系列诸如地面岩溶塌陷和深部含水层污染等严重的环境地质问题。可以预见, 随着煤矿区上组煤开采水平逐渐延深和下组煤的开发, 上述矛盾和问题将更加突出。本文以焦作典型煤矿区为例, 提出了解决这些矛盾和问题的三位一体优化结合新思路。

1 地质概况

焦作典型煤矿区包括彼此相邻的韩王、演马庄和九里山三个矿区, 总面积30km²。矿区地形起伏不大, 间歇性山门河从北向南流经本区, 该区属半干旱大陆性气候, 多年平均降雨量为662.3mm, 降雨主要集中在每年的6, 7, 8, 9月份。

该区沉积一套标准的华北型地层序列, 从老到新包括中奥陶纪巨厚层碳酸盐岩、石炭—二叠纪煤系地层和第四纪松散沉积地层^[1]。

断裂构造较为发育是本区的一大特点, 它们均为高角度正断层, 断裂带破碎, 沿走向方向渗透性能好。从展布方向上看可分为4组, 其一为北东向断裂, 如F₃和F₁; 其二为北北东向断裂; 其三为北西向断裂, 如方庄断层; 最后为东西向断裂, 如凤凰岭断层。

2 立体水文地质概念模型与拟三维数学模型

2.1 立体概念模型

该区主要充水含水层组可划分为4个,即第四系底部半承压孔隙含水层组,其厚度为12—20m;石炭系第八层和第二层薄层灰岩(简称八灰和二灰)含水层,其厚度分别为5—12m和12—15m,含水层岩溶裂隙较为发育,上距主采煤层分别为14—25m和60—75m,八灰岩溶含水层是主采煤层开采的直接充水水源;中奥陶统巨厚灰岩(简称奥灰)含水层位于最底部,含水层厚度为300m,富水性强。

凤凰岭断层为该区的南部边界,东南部为西仓庄断层,北部边界西段为九里山断层,东部边界为方庄断层。由于这些高角度正断层的断距均较大,使得本区呈地垒构造的八灰和二灰薄层含水层均被错开并对接下降盘的二叠系砂页岩层,故八灰和二灰含水层在上述边界的水力性质均为二类隔水边界,而巨厚层奥灰含水层为二类流量边界。第四系含水层在上述边界也为二类流量边界。该区北部边界东段为八灰隐伏露头边界,八灰和二灰含水层的边界性质为二类隔水边界,奥灰和第四系含水层则为二类流量边界。

内边界是沟通多层充水含水层组之间发生水力联系的区内导水通道,搞清楚它们的具体空间展布位置和渗透能力是解决矛盾和问题的关键。根据构造场、渗流场、水化学场和水温场等的综合研究,该区存在两种类型的内边界,其一为线状的断裂带型内边界,如 F_3 和 F_1 ;其二为窄条状的八灰隐伏露头型内边界。

鉴于上述分析,因线状断裂带内边界和窄条状八灰隐伏露头内边界导通而形成的4层孔隙、岩溶裂隙含水层组立体充水结构,是研究区立体水文地质概念模型的主要特征。

2.2 拟三维数学模型

为了真实反映水文地质概念模型的立体特征^[2,3],本文开发研制了地下水拟三维渗流的数学和数值模型,这些模型从立体空间的尺度描述了物理模型,彻底结束了传统的仅考虑主采煤层的直接充水含水层来预测该类型矿区涌水量的历史,大大减少了由于数学模型假设条件与地质模型客观条件相差太大而引起的计算误差,妥善地解决了多年来一直未能圆满处理的数学模型与地质模型的脱节问题。

3 排、供、环保三位一体结合新思路

煤矿坑排水综合利用和具体利用模式是当代水资源研究领域的一个热门问题,多年来,广大水文地质工作者在这方面做了大量的研究,取得了一大批重要的学术成果。但在结合的理论研究和具体模式等方面存在以下明显不足。(1)煤矿坑排水综合利用只注意到矿坑排水引起周围地区的供水困难,即排与供矛盾,而未考虑到同时引发的一系列环境地质问题;(2)以往排、供结合模型只设计了井下矿坑排水点,一旦井下出现紧急险情,排供结合将停止运转,故其缺乏安全保障措施,抗灾能力弱;(3)过去排供结合思路较为简单,它以排为主,以供为辅,只考虑排水系统的疏降效果,而不直接考虑供水系统的供水需求;(4)以往排、供结合模型研究仅仅局限于水力技术方面的管理,而未能全面顾及经济、环境和社会等方面的制约,特别缺乏从经济规律方面分析解决问题;(5)传统的排供结合水力管理模型只考虑所采煤层的直接充水含水层,偶尔考虑有关的其它充水含水层,也只能是间接考虑。

针对上述不足,本文首次提出了煤矿区排、供、环保三位一体结合的经济-水力管理新思路,它不仅考虑了我国目前煤矿区已普遍暴露的排与供矛盾,而且也充分顾及了日益严重的环境地质问题。排、供、环保三位一体结合包括两种形式的含意,即狭义排、供、环保结合和排、供、

环保配合。所谓狭义排、供、环保结合就是指将在保证环境质量前提下的井下矿坑排水和地面矿坑抽水供给各需水用户,矿井既是排水点,又是供水源。地面矿坑抽水孔的设置是专为解决因井下突发性事故引起井下停排而给供水用户造成的水源中断或水源不足难题,它是保证整个结合系统安全运行的一个应急措施;排、供、环保配合是指在对矿坑水疏降较为有效的地下水系统的隐伏露头补给部位,建立能够保证环境质量的各种用途的供水源地,预先截取补给矿井的地下水水流,这样既可满足矿井周围环境的各类供水需求,又可达到安全疏降矿坑水之目的。这种配合有效地降低了我国煤矿山传统的因只采取井下大流量疏放而造成昂贵的吨煤排水费用和水污染处理费用,并且变被动的井下防治水工作为积极主动的地面截流工作。强岩溶径流带和地下水集中补给带是较为理想的地下水系统截流配合部位。

一般狭义排、供、环保结合的井下矿坑排水点和地面矿坑抽水孔主要布置在所采煤层的底板直接充水含水层,即石炭系第八层薄层灰岩含水层,而排、供、环保配合的隐伏露头补给区地面浅排孔主要布置在巨厚层中奥陶统灰岩含水层中。因此,排、供、环保三位一体结合的水文地质模型是一个涉及到彼此之间存在密切水力联系的多层充水含水层的立体结构。

三位一体结合模式不仅考虑排水系统的疏降效果和安全运营,而且供水系统的供水需求和环境质量保护也同样是优化模型设计的重要指标。可以说,模型中的排水、供水、与环境保护三者之间没有主辅之分,它们均以权重系数相同的作用控制着模型,使其不仅满足矿坑安全带压开采高度,而且要确保矿井和周围地区一定数量的供水需求,但不允许超过导致环境质量降低的最大允许水位降深。

排、供、环保三位一体结合管理模型的意义一方面提高了结合系统整体运行的安全可靠,另一方面使矿坑排水预测和供水资源管理以及环境质量评价工作同步进行,结束了长期以来从地质勘探到评价管理各个不同工作阶段,排、供、环保三个不同部门固步自封、各立门户的封闭局面。这样的结合不仅在经济上可以避免三个部门大量重复的地质勘探和专门评价管理工作,为国家节约大量资金,而且在技术上由于利用一个模型同时全面考虑结合系统各工程设施所形成的地下水渗流场之间的相互干扰和影响,从而确保了预测、管理和评价工作的精度。

4 三位一体结合的经济-水力管理模型

所谓排、供、环保结合就是指将在保证环境质量和矿井安全生产前提下的矿坑排水供给各种需水用户。一般地讲,供水用户主要可划分为生活供水、工业供水和农业供水。根据三种不同供水用户各自的供水价格、抽(排)水费、管道费(包括管道成本和占地费用等)和净水处理费,三位一体结合模型通过比较目标函数中各供水用户所产生的各自经济效益贡献大小,按照追求最大经济效益目标为原则,将自动优化分配它们各自的供水数量和具体的供水方案。因此,这个模型除涉及地下水水力技术方面的管理之外,同时也牵扯到经济评价和环境保护以及产业结构规划等的管理,它实现了三位一体结合系统的经济运行。

4.1 管理设计

管理模型的管理范围与典型煤矿区数值模型的模拟范围一致。根据多年降水保证率统计,考虑到该模型涉及矿坑排水和水源供水两个方面,故管理模型管理期选择年降水保证率为50%的平水年。根据年降水各月的分配情况和在无人开采干扰的天然状态下的地下水渗流场变化特点,管理时段划分为3个,即6,7,8,9月为第一管理时段,管理时间为122 d。10,11,12,次年1月为第二管理时段,管理时间为123 d。2,3,4,5月为第三管理时段,管理时间为120 d。

4.2 目标函数的确定

管理模型的目标函数是一个经济目标,即在满足各种约束条件下,使井下矿坑排水点、地面矿坑抽水点和补给区浅排点能够优化选择各自的供水用户,并产生总体最大的经济效益。

管理模型的决策变量为所有地面和井下的取水建筑物在各个管理时段分别供给生活、工业、农业用水的抽(排)水量。本次研究共设计135个决策变量,其中八灰含水层井下矿坑排水27个,奥灰含水层浅排27个,八灰含水层地面矿坑排水27个,二灰含水层地面矿坑排水27个,奥灰含水层地面矿坑排水27个。

目标函数中决策变量的价值系数大小随着不同抽(排)水点供给不同用水客户的变化而变化,因为不同抽(排)水点供给不同用水客户的水价、抽(排)水费、管道费和水净化处理费的差别很大。任一种抽(排)水决策变量在任一管理时段供给任一用水客户的价值系数是根据公式〔管理时段时间×(卖出水价—抽(排)水费—管道费—水净化处理费)〕计算得到的。因此,三位一体结合管理模型的目标函数可表示为:

$$\text{Max}Z = \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^3 C_s(i,j)Q_s(i,j) + \sum_{i=1}^{N_2} \sum_{j=1}^3 C_g(i,j)Q_g(i,j) + \sum_{i=1}^{N_3} \sum_{j=1}^3 C_n(i,j)Q_n(i,j)$$

式中: $Q_s(i,j)$, $Q_g(i,j)$, $Q_n(i,j)$ 分别为生活、工业、农业供水的决策量(m^3/d); $C_s(i,j)$, $C_g(i,j)$, $C_n(i,j)$ 分别为生活、工业、农业供水各个决策变量在各个管理时段的开采天数(d); N_1, N_2, N_3 分别为用于生活、工业、农业供水的源(汇)项; i 为约束点; j 为管理时段。

4.3 约束条件的选取

(1)八灰含水层疏降流场满足安全带压开采条件约束。典型煤矿区分布的三个矿区开采水平标高均不相同,根据它们多年开采实践,三个矿区大煤开采的安全带压开采高度为100—130m。所以,按照管理期天然渗流场计算结果,可确定出八灰疏降含水层安全带压开采最小降深值。

(2)地质环境质量约束。为了防止上部污染程度不同的孔隙潜水向下越流污染底部半承压含水层,继而通过隐伏露头进一步污染岩溶裂隙含水层,第四系底部半承压孔隙含水层的地下水位应该保持一定高度,其水位降深不得超过最大允许降深。

(3)奥灰隐伏露头补给区浅排孔的水位约束。为避免浅部奥灰含水层因浅排水源地建立引起较大范围疏降,继而导致地面岩溶塌陷或岩溶裂隙水污染等环境问题出现,浅排孔的奥灰岩溶地下水位降深应该有一个极限限制。

(4)奥灰隐伏露头补给区工业浅排水源地供水量约束。根据设计,在典型煤矿区北部边界修建九里山电厂,一期工程的需水量指标为1.5个流量,为了满足供水系统的这个工业供水需求,浅排水源地在各个管理时段的工业供水量之和需等于1.5个流量。

(5)地下水资源总开发量指标约束。为了保证研究区地下水系统多年收支平衡,所有决策变量在各个管理时段的开发总量不得超过其地下水资源天然补给量。

4.4 经济-水力管理模型建立

综合上述目标函数和各个约束条件,其管理模型可表示如下:

Obj(目标函数):

$$\begin{aligned} \text{Max}Z = & \sum_{i=1}^{N_1} \sum_{j=1}^3 C(i,j)(sp_i - sd_i - st_i - sh_i)Q_s(i,j) + \sum_{i=1}^{N_2} \sum_{j=1}^3 C(i,j)(gp_i - gd_i - gt_i - gh_i)Q_g(i,j) \\ & + \sum_{i=1}^{N_3} \sum_{j=1}^3 C(i,j)(np_i - nd_i - nt_i - nh_i)Q_n(i,j) \end{aligned}$$

St(约束条件):

$$\begin{aligned}
 & \left\{ \begin{aligned}
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,1)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,1)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,1)Q_n(i,1) \geq S'(h,1) \\
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,2)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,2)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,2)Q_n(i,1) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,1)Q_s(i,2) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,1)Q_g(i,2) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,1)Q_n(i,2) \geq S'(h,2) \\
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,3)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,3)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,3)Q_n(i,1) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,2)Q_s(i,2) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,2)Q_g(i,2) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,2)Q_n(i,2) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(h,i,1)Q_s(i,3) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(h,i,1)Q_g(i,3) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(h,i,1)Q_n(i,3) \geq S(k,1) \\
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,1)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,1)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,1)Q_n(i,1) \leq S(k,1) \\
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,2)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,2)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,2)Q_n(i,1) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,1)Q_s(i,2) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,1)Q_g(i,2) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,1)Q_n(i,2) \leq S(k,2) \\
 & \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,3)Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,3)Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,3)Q_n(i,1) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,2)Q_s(i,2) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,2)Q_g(i,2) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,2)Q_n(i,2) \\
 & + \sum_{i=1}^{N_1} \beta(k,i,1)Q_s(i,3) + \sum_{i=1}^{N_2} \beta(k,i,1)Q_g(i,3) + \sum_{i=1}^{N_3} \beta(k,i,1)Q_n(i,3) \\
 & \sum_{m=1}^3 Q_g(m,1) \geq D(1), \quad \sum_{m=1}^3 Q_g(m,2) \geq D(2), \quad \sum_{m=1}^3 Q_g(m,3) \geq D(3) \\
 & \sum_{i=1}^{15} Q_s(i,1) + \sum_{i=1}^{15} Q_g(i,1) + \sum_{i=1}^{15} Q_n(i,1) \leq B(1) \\
 & \sum_{i=1}^{15} Q_s(i,2) + \sum_{i=1}^{15} Q_g(i,2) + \sum_{i=1}^{15} Q_n(i,2) \leq B(2) \\
 & \sum_{i=1}^{15} Q_s(i,3) + \sum_{i=1}^{15} Q_g(i,3) + \sum_{i=1}^{15} Q_n(i,3) \leq B(3) \\
 & Q_s(i,j) \geq 0, \quad Q_g(i,j) \geq 0, \quad Q_n(i,j) \geq 0
 \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$

式中: $C(i,j)$ 为各个决策变量在各个管理时段的开采天数(d); sp_i, gp_i, np_i 分别为生活、工业、农业供水单位立方米的水价(元); sd_i, gd_i, nd_i 分别为生活、工业、农业供水单位立方米的抽(排)水费用(元); st_i, gt_i, nt_i 分别为生活、工业、农业供水单位立方米的管道输送费用(元); sh_i, gh_i, nh_i 分别为生活、工业、农业供水单位立方米的水处理费用(元); N_1, N_2, N_3 分别为用于生活、工业、农业供水的源(汇)项; $\beta(k,i,j)$ 为单位脉冲响应函数; $S(k,j)$ 为约束点 k 在第 j 时段的最大允许降深(m); $S'(k,j)$ 为约束点 h 在第 j 时段的最小允许降深(m); $D(j)$ 为奥灰浅排孔

在第 j 时段的工业供水量指标 (m^3/d); $B(j)$ 为所有抽(排)水孔在第 j 时段的最大允许开发量指标 (m^3/d);

$$i = \begin{cases} 7, 63, 175, 73, 178 (\text{八灰含水层源汇项}) \\ 39, 143, 122 (\text{二灰含水层源汇项}) \\ 169, 114, 72, 48, 135, 120 (\text{奥灰含水层源汇项}); \end{cases}$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = \begin{cases} 98, 195, 207 (\text{第四系含水层约束点}) \\ 169, 114, 72 (\text{奥灰含水层约束点}); \end{cases}$$

$$h = 7, 163, 175 (\text{八灰含水层约束点});$$

$$m = 169, 114, 72 (\text{奥灰浅排孔}).$$

5 管理方案设计及求解

根据典型煤矿区目前和将来的经济实力和经济发展规划以及产业结构等多方面信息,本着三位一体结合系统安全运营第一的原则,按照地下矿坑取水孔、地面矿坑抽水孔和奥灰浅排孔三种取水建筑物的不同组合形式,本文共设计了12个优化管理方案,具体情况如下:

管 理 方 案	1. 奥灰浅排孔与八灰井下矿坑排水孔结合	①矿坑排水供给工业用水的客户是九里山电厂	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;
		②矿坑排水供给工业用水的客户是矿区附近工业单位	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;
	2. 奥灰浅排孔与矿区地面抽水孔结合	①地面抽水供给工业用水的客户是九里山电厂	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;
		②地面抽水供给工业用水的客户是矿区附近工业单位	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;
	3. 奥灰浅排孔、八灰井下矿坑排水孔、矿区地面抽水孔结合	①井下矿坑排水和地面抽水供给工业用水客户是九里山电厂	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;
		②井下矿坑排水和地面抽水供给工业用水客户是矿区附近工业单位	{ i. 供给农业用水的水价为0.05元; j. 供给农业用水的水价为0.09元;

优化管理模型采用单纯形法求解。

6 管理方案结果分析

12个管理方案可分为三大类。第三类是前两类的综合,是考虑较为全面的较理想管理方案。本文重点讨论第三类。

第三类管理方案既考虑了井下矿坑排水所具有的疏降效果显著和矿区地面抽水孔所具有的供水水源安全稳定的优点,又注意到井下矿坑排水所固有的供水安全保证率低和矿区地面抽水孔的钻探投资大的缺点。因此,把井下矿坑排水孔与矿区地面抽水孔联合起来疏降,就可以相互弥补各自不足,发挥它们各自长处。同时,奥灰隐伏露头浅排孔一方面可提供一定数量稳定的供水资源,另一方面通过浅部截流达到疏降矿区的目的。这样在正常情况下,充分利用井下矿坑排水孔所具有疏降效果好的特点,使三位一体结合的系统正常运转;反之,一旦井下矿坑排水系统因井下发生突发性事故而停排时,就可以加大矿区地面抽水孔和奥灰浅排孔等应急设施的开采强度,以弥补三位一体结合的供水系统的临时性供水不足,使因井下矿坑停排所造成的三位一体结合系统的经济损失降低到最小程度。同时,加大矿区地面抽水孔和奥

灰浅排孔的开采强度有利于井下事故治理和矿井恢复工作,特别对因水害所造成的井下停排事故的复矿工作更有意义。以3-②-j管理方案为例,其具体结果见表1。该方案在韩王矿(7)、滨马庄矿(63)和九里山矿(175)的三个管理时段基本均分配了数量不等的生活和工业供水,农业供水分配较少,说明它所产生的经济效益相对较差;在应付井下突发性事故的矿区地面抽水孔(11,73,178)也分配了生活和工业供水;隐伏露头补给区的奥灰浅排孔(169,114,72)优化分配了供给九里山电厂1.5个流量的工业供水。三部分采水建筑物联合起来作用的综合效果完全满足了这个管理方案的所有约束条件,并取得了经济目标函数值达16521元的好的年经济效益。根据灵敏度分析结果,目标函数价值系数和约束条件右端项的灵敏性变动范围均较大,说明所建管理模型具有较好的稳定性。

7 主要结论

(1)排、供、环保三位一体结合的新思路是对我国目前排、供结合研究领域的拓宽,它在煤矿区水资源综合利用与地质环境保护等理论问题方面具有重要意义。

(2)三位一体结合模型通过布置地面矿坑抽水孔和奥灰浅排孔等地上应急取水建筑物,大大增强了结合系统整体抗御突发性事故的能力,较好地解决了该研究领域目前存在的最为棘手的供水水源安全稳定问题。

(3)排、供、环保结合管理模型不仅涉及水力技术的管理,而且也涉及到经济评价和环境保护以及产业结构等方面的管理。

(4)由于三位一体结合模型能够使矿坑排水预测、供水资源管理、环境质量评价工作同步进行,因而它较圆满地突破了长期以来从地质勘探到评价管理各个不同阶段,排、供、环保三个不同部门各立门户的封闭局面,避免了重复投资,提高了评价管理的精度。

表1 3-②-j优化管理方案成果表

Table 1 Result of 3-②-j optimal management method

开采节点	供水客户	管理时段	管理方案 (km ³ /d)	开采节点	供水客户	管理时段	管理方案 (km ³ /d)		
7	生活	一	30.6	114	工业	一	45.0		
		二	30.0			二	45.0		
		三	30.0			三	45.0		
	工业	一	15.0	72	生活	一	5.7		
		二	15.0			二	0.0		
		三	15.0			三	0.0		
	农业	一	3.2		工业	一	45.0		
		二	0.0			二	45.0		
		三	0.0			三	45.0		
	63	生活	一		55.0	11	生活	一	3.6
			二		0.0			二	20.0
			三		0.0			三	20.0
工业		一	28.2	工业	一		0.0		
		二	0.0		二		15.0		
		三	0.0		三		15.0		
175	生活	一	55.0	73	生活	一	0.0		
		二	0.0			二	42.0		
		三	0.0			三	42.0		
	工业	一	24.9		工业	一	0.0		
		二	0.0			二	42.0		
		三	0.0			三	0.0		
39	生活	一	0.0	178	生活	一	0.0		
		二	4.0			二	42.0		
		三	42.0			三	42.0		
122	生活	一	0.0		工业	一	0.0		
		二	0.0			二	0.0		
		三	4.0			三	0.0		
169	工业	一	34.3	目标函数值:16521元					
		二	45.0						
		三	45.0						

参 考 文 献

- 1 地质矿产部矿山水文地质工程地质回访调查组. 岩溶充水矿山回访报告选辑. 北京:地质出版社,1986.
- 2 武 强,陈明佑,田开铭,田际平. 中国华北型煤田矿坑涌水量预测的准三维数值模型研究. 地球科学,1992,17(1):87—94.
- 3 Huyakorn P S, Jones, B G. Finital-element algorithms for simulating three-dimensional/groundwater flow and solute transport in multilayer systems. Water Resour. Res. ,1986,22(3):367—374.

MINE WATER RESOURCIFYING AND ENVIRONMENT PROTECTION

— A Case Study of a Typical District of the Jiaozuo Coal Mine

Wu Qiang,

(Beijing Graduate School, China University of Mining and Technology, Beijing)

Luo Yuanhua,

(State Planning Commission of P. R. C. Beijing)

Sun Weidong, Jin Yujie, Ye Guijun, Xia Yonghua and Lin Zengping

(Hebei Geology Institute, Shijiazhuang)

(China Center of Coal Geology, Zhuozhou, Hebei)

Abstract

This paper presents first an optimal economic—hydraulic management model characterized by the combination of the managements of water drainage, water supply and environment protection, in order to solve environmental geological problems and contradictions between water drainage and water supply which are of common occurrence in coal mines of China. The model strengthens the abilities of resisting water bursting hazards and solves relatively satisfactorily the problems of safety and stability in the sources of water supply by means of arranging ground emergency boreholes in the mine and recharge areas of Ordovician limestone aquifers. Meanwhile, the model deals relatively satisfactorily with the long-standing confining situations among the departments in charge of water drainage, water supply and environment protection in various stages from geological exploration to evaluation and management, and thus avoids a lot of repeated investments and raises the overall levels of management and policy making. The paper chooses a typical district in the Jiaozuo coal mine as a case study.

Key words: optimal combination in trinity, turn mine water into resources

作 者 简 介

武 强,男,1959年生.1991年获中国地质大学(北京)水文地质专业博士学位,现任中国矿业大学北京研究生部地质系教授.主要研究领域为煤田水文地质与环境地质.通讯处:北京学院路 J11号中国矿业大学北京研究生部9#, 邮政编码:100083.