

煤层上覆含水层受采煤影响的区带划分

雷崇利, 常 青, 李炳宏

(中煤科工集团西安研究院, 陕西 西安 710054)

摘要:采煤对煤层上覆含水层产生了不同程度的影响, 本文将影响区域分为垂直三带和平面三区, 垂直三带为导水裂缝带、弯曲下沉带、地裂缝带, 平面三区为导水裂缝区、降落漏斗区、无影响区, 提出了划分三带、三区分布范围, 估算水位降深的方法。

关键词:煤层上覆含水层; 影响区带; 水位降深

文章编号:1003-8035(2013)01-0056-04

中图分类号:TD741

文献标识码:A

0 引言

采煤对煤层上覆含水层产生了不同程度的影响, 严重影响区含水层水位下降, 甚至疏干, 造成水井水位下降、泉水流量减少或干涸。

我国井工煤矿开采绝大部分采用长壁式采煤方法全部垮落法管理顶板, 当开采缓倾斜中厚煤层时, 这种影响表现的尤为明显。

评估采煤对煤层上覆含水层地下水环境的影响, 必须确定含水层所受不同影响程度及其分布范围、水位降深。

本文主要讨论采用长壁式采煤方法、顶板全部垮落对含水层的影响, 并从平面、垂直两个角度对不同影响区、带进行了划分, 提出了确定不同区带的分布范围、水位降深的方法。

1 不同影响区带划分

含煤地层水文地质条件可简化为图1, 由潜水含水层 S_1 , 承压水含水层 S_2 、 S_3 , 隔水层, 煤层组成。含水层 S_1 水位高度为 h_1 , 含水层 S_2 、 S_3 水头高度分别为 h_2 、 h_3 。

1.1 垂直分带

煤层开采后, 上覆岩层发生移动、变形和破坏, 从采空区向周围, 影响范围逐渐增大, 程度逐渐减弱, 在垂直方向, 这种影响区域分为三个带: 导水裂缝带、弯曲下沉带、地裂缝带(图2)。

在采用长壁式采煤方法全部垮落法管理顶板开采缓倾斜中厚煤层的条件下, 当采深达到一定深度时, 覆岩移动才会出现以上三个带。

(1) 导水裂缝带: 通常又分为两个亚带, 岩块充满的区域为垮落亚带, 裂缝发育的区域为断裂亚

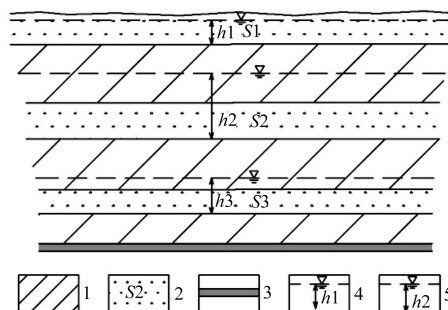


图1 含煤地层水文地质剖面图

Fig. 1 Hydrogeological profile map of cola-bearing stratum

1—隔水层; 2—含水层及其编号; 3—煤层;
4—潜水位高度; 5—承压水头高度

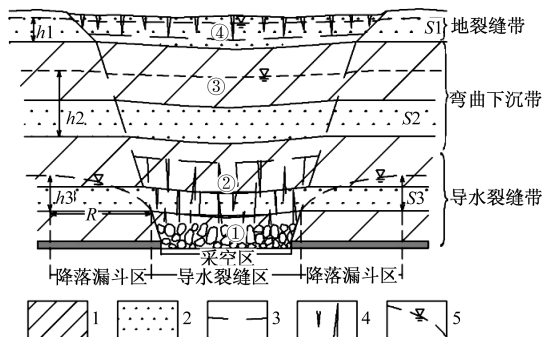


图2 三带三区分布剖面图

Fig. 2 Profile map of borderline on three zone and three area

1—隔水层; 2—含水层; 3—分带界线; 4—张裂缝; 5—降落水位线
带^[1], 分别如图2的①、②两处。

收稿日期: 2012-06-21; 修订日期: 2012-09-12

作者简介: 雷崇利(1969—), 男, 陕西三原县人, 研究员, 硕士, 主要从事矿山地质环境影响评估、地质灾害危险性评估工作。

E-mail: lc18487@163.com

煤层采空后上覆岩层失去平衡,顶板岩层开始垮落,并逐渐向上发展,直至整个空间被大小不等的岩块充满,这为垮落亚带,该亚带内岩块之间空隙多,连通性强,如果含水层位于该亚带内,则垮落瞬间地下水会突入巷道,短时间被疏干,地下水由承压转无压,受水头梯度作用,周围含水层高水压地下水将向垮落亚带径流,这些区域内地下水位也将下降,形成圈状降落漏斗。之上为断裂亚带,该带岩层破坏程度减弱,仍保持连续性,但产生了两种裂缝,一种为垂直或斜交岩层的张裂缝,另一种是离层裂缝,这些裂缝与采空区相通,导水性强,如果含水层位于该带内,则地下水很快向下漏失到采空区而被疏干,周围含水层高水压地下水将向断裂亚带径流,周围区域内地下水位也将下降,形成圈状降落漏斗(图2)。

如采用充填法管理顶板,则不存在垮落亚带。

(2)弯曲下沉带:导水裂缝带随采空区扩大和顶板垮落而持续向上发展,当延伸到一定范围时,裂缝带达到最大高度而停止发展。裂缝带顶部到地表以下的一定深度内的这部分岩层为弯曲下沉带。该带岩层整体变形和移动,一般不具备导水能力。该带内含水层为承压水,移动活跃期,移动区内含水层的测压水面下降,如图2的③处位置,最大水压降深为该处的下沉值,受水头梯度作用,周围高水压地下水将向移动区径流,这改变了地下水原有的径流方向和流速,但不会漏失到采空区。移动衰退期,移动区地下水将发生如下变化:

① 当含水层富水性强,补给条件好时,区外高水压地下水会及时补给,使移动区地下水头较短时间恢复到移动前的初始位置。

② 当含水层富水性弱,补给条件差时,区外高水压地下水缓慢补给移动区,在两者之间将形成一个水头梯度,由于外围补给水源差,移动区水头恢复缓慢,移动区外的高水头也逐渐下降,可引起一定区域水头整体下降,水压降深小于该处下沉值。

(3)地裂缝带:地表塌陷盆地内,发育两组张裂缝,一组位于工作面内,平行切眼,另一组环绕工作面外。地裂缝上宽下窄,逐渐闭合,如图2的④处。该带或为透水不含水地层,如黄土,或为潜水含水层,

塌陷活跃期,塌陷区内地下水随含水层一起下沉,最大水位降深为该处地表下沉值。塌陷增加了潜水的储水空间,这些空间是塌陷区原含水层上部包气带内的松散地层,位于原潜水面以上,塌陷后,这些地

层下降到区域潜水面以下,便有条件充水了。因此,塌陷衰退期,塌陷区地下水将发生如下变化:

① 当含水层富水性强,补给条件好时,塌陷区外的高水位地下水会及时补给,使塌陷区地下水位较快恢复到塌陷前的初始位置。

② 当含水层富水性弱,补给条件差时,塌陷区外的高水位地下水缓慢补给塌陷区,在两者之间将形成一个水力坡度,由于外围补给水源差,塌陷区水位恢复缓慢,塌陷区外的高水位也逐渐下降,可引起一定区域水位整体下降,水位降深小于地面下沉值。

在浅部厚煤层开采区,导水裂缝带可直达地表,和地裂缝带连通,不存在弯曲下沉带(图3)。塌陷活跃期,地裂缝带内的潜水将很快漏失到采空区,含水层被疏干。塌陷区周围含水层水位高,受水力梯度作用,这些地下水将向塌陷区径流,引起塌陷区周围地下水位下降,形成圈状降落漏斗。

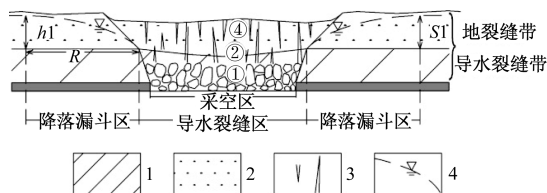


图3 二带三区分布剖面图

Fig. 3 Profile map of borderline on two zone and three area

1—隔水层; 2—含水层; 3—张裂缝; 4—降落水位线

1.2 平面分区

裂缝带的形成造成含水层结构和地下水补给、径流、排泄条件发生变化,在导水裂缝带和地裂缝带,地下水由水平径流、排泄为主转化为以垂向渗漏或径流为主,水位(水头)持续下降以致地下水被疏干,该区域为导水裂缝区;随着水位(水头)不断下降,周围含水层中的水位(水头)开始下降,形成漏斗状的水位(水头)下降区,即降落漏斗区,该区地下水水力坡度将随距离向外增大逐渐变缓,水位(水头)降深逐步减少并逐渐进入无影响区。含水层平面三区分布见图4。

2 裂缝区范围与水位降深

2.1 裂缝带高度(深度)

(1)导水裂缝带高度

若煤矿有实测导水裂缝高度数据,则采用实测数据;若没有,可采用邻近煤矿实测数据进行类比确定。

当没有实测数据或类比条件时,导水裂缝带高度

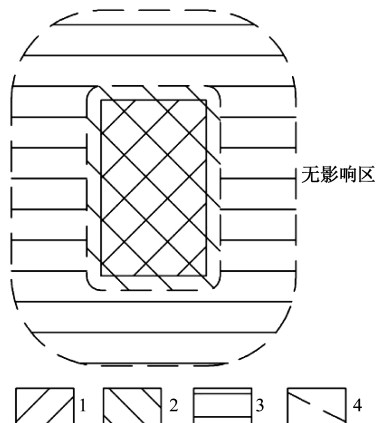


图4 含水层三区分布平面图

Fig. 4 Three area plan of aquifer

1—采空区；2—含水裂缝区；3—降落漏斗区；4—分区界线

也可按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》^[2]中的推荐公式预测,如煤层覆岩为中硬地层,计算公式为:

$$H_{li} = 20 \sqrt{\sum M + 10} \quad (1)$$

式中: H_{li} ——导水裂缝带高度(m);

M ——采厚(m)。

(2) 地裂缝带深度

应通过实测确定,也可按经验公式预测^[3]:

$$h = A \times \sqrt{d} \quad (2)$$

式中: d ——地裂缝的平均宽度(m);

A ——系数,黄土取8,风化基岩取15。

2.2 裂缝区分布范围

(1) 导水裂缝区范围

由两部分组成,即采空区部分和岩层移动部分(图5),采空区部分为采空区的长度,岩层移动部分为采空区周围受到影响而产生移动的那部分岩层,总长度计算公式如下:

$$L = l + 2 \times H_1 / \tan \delta_j \quad (3)$$

式中: L ——导水裂缝区长度(m);

l ——采空区长度(m);

H_1 ——含水层底面至煤层底板间距(m);

δ_j ——基岩移动角(°)。

从煤层底板向上,导水裂缝区越来越大,终止于弯曲下沉带。

(2) 地裂缝区范围

按照煤层底板深度,不同地层的移动角确定(图5),计算公式为:

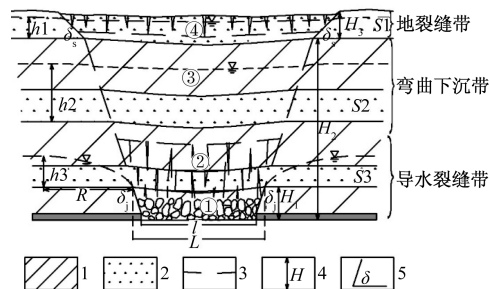


图5 三带三区分布范围计算剖面图

Fig. 5 Profile map of calculateing borderline on three zone and three area

1—隔水层；2—含水层；3—分带界线；4—地层厚度；5—移动角

$$L = l + 2 \times H_2 / \tan \delta_j + 2 \times H_3 / \tan \delta_s \quad (4)$$

式中: L ——导水裂缝区长度(m);

l ——采空区长度(m);

H_2 ——煤层上覆基岩厚度(m);

δ_j ——基岩移动角(°);

H_3 ——松散层厚度(m);

δ_s ——松散层移动角(°)。

2.3 水位(水头)降深

根据地质勘探成果,确定潜水含水层的水位高度,承压水含水层的水头高度,潜水含水层以自由水面为准,承压水含水层以承压水面为准。

导水裂缝区含水层呈疏干状态,水头降深为各含水层的水头高度。

地裂缝区含水层水位降深应进行实测,最大水位降深为含水层的水位高度。

3 降落漏斗区范围与水位降深

3.1 分布范围

降落漏斗区环绕在导水裂缝区的周围(图5),其范围用影响半径(R)表示。

影响半径最好通过钻孔实测确定,若无实测数据,也可根据以下公式^[4]预测:

$$R = 2S \sqrt{HK} \text{ (潜水)} \quad (5)$$

$$R = 10S \sqrt{K} \text{ (承压水)} \quad (6)$$

式中: S ——水位(水头)降深(m);

H ——潜水含水层厚度(m);

K ——渗透系数(m/d)。

3.2 水位(水头)降深

与裂缝区边界处水位(水头)降深为含水层的水位(水头)高度,降落漏斗区外边界处水位(水头)不

下降,中间地区水位(水头)降深介于这两者之间。

4 结论

(1)垂直方向,含水层受影响区域分为导水裂缝带、弯曲下沉带、地裂缝带。平面方向,受影响区域分为导水裂缝区、降落漏斗区、无影响区。不同带、区含水层影响程度不同。

(2)各带、各区的影响范围和水位(水头)降深可通过实测获得或理论计算预测。

参考文献:

[1] 虎维岳. 矿山水害防治理论与方法[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005.

HU Weiyue. Theory and method of controlling coal mine water hazard[M]. Beijing: Coal Industry Press, 2005.

[2] 国家煤炭工业局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱

留设与压煤开采规程[Z]. 北京:煤炭工业出版社, 2000.

State Bureau of Coal Industry. Regulations of coal pillar design and coal mining under building, water, railways and major shaft and roadways [Z]. Beijing: Coal Industry Press, 2000.

[3] 赵勤正,张和生. 基于特征的井工开采土地破坏程度特征因子选取[J]. 能源环境保护, 2003, 17(6).

ZHAO Qinzhen, ZHANG Hesheng. Feature factors of land destroy degree are chosen in mining on base of features in semi-dry mountain areas [J]. Energy Environmental Protection, 2003, 17(6).

[4] 环境保护部. 《环境影响评价技术导则 地下水环境》[Z]. 北京:中国标准出版社, 2011.

Ministry of Environmental Protection. Technical guidelines for environmental impact assessment groundwater environment[Z]. Beijing: Chinese Standard Press, 2011.

Dividing different affected range of cover aquifer in coalmine

LEI Chong-li, CHANG Qing, LI Bing-hong

(Xi'an Research Institute of China Coal Technology & Engineering Group Corp., Xi'an 710054, China)

Abstract: Aquifer above coal seam have been affected differently by coalmine exploitation, affected range divided into three zone: water-conductive fissure zone, sagging zone, ground fissure zone on profile and three area: water-conductive fissure area, drawdown funnel area, no influence area on plane in this paper, methods of dividing three zone, three area borderline, and estimating groundwater drawdown level have been provided.

Key words: cover aquifer; affected range; groundwater drawdown level

关于为《中国地质灾害与防治学报》征集照片的启事

为了使本刊论文内容更加形象、生动,便于读者清晰地识别地质灾害的各种地质作用及现象,反映治理措施及治后效果,我刊每期另附彩版照片。凡为彩版或封面提供照片者,每版应附 100~500 字说明,每张照片也应有相应说明。为保证出版效果,请提供原照片;若用数码相机拍摄,请采用 200 万像素以上的模式拍照。照片的分辨率应在 1600×1200dpi 以上(Fine 或 High 模式);如照片文件为扫描版,请采用 600dpi 以上的设置扫描。如用电子邮件发送,请提供照片的原电子文档 JPG 格式(勿自行用 Photoshop 或 ACDsee 等软件处理),以保证照片的清晰度。另请提供 1 份 Word 文档,但其仅供排版时参考,不能作为印刷、排版的原始稿件。提供的照片采用刊登后,付稿酬。欢迎各地、各界同仁踊跃选送各种典型照片(含国外照片)。

感谢您的支持与合作!

本刊网址: <http://zgdzhyfz.paperopen.com> <http://zgdh.chinajournal.net.cn>

电子信箱: zgdh@chinajournal.net.cn zgdh@mail.cigem.gov.cn

《中国地质灾害与防治学报》编辑部