

# 矿区古风化壳属性与缩小防水煤柱机理

倪宏革 (南京大学地球科学系 210093)

**摘要** 对黄淮矿区古风化壳进行了详尽分析和简易分带, 重点研究了开采煤上方风化带的工程地质特性, 探讨了临界风化带开采缩小防水煤柱的机理。

**关键词** 风化 分带 工程地质性质 防水煤柱

**中国图书资料分类法分类号** P512.13 TD882.3

**作者简介** 倪宏革 男 32岁 讲师 博士生 水文地质及工程地质

## 1 引言

我国对风化岩带工程性质的研究是从水利水电工程和道路桥梁等地面工程建设中兴起的, 关于风化岩带的剪滑、渗透性质研究较多。近来随着煤炭回采强度的加大, 越来越多的矿井有挖潜改造, 开采向浅部拓展的需要, 而煤系基岩露头部位往往是古风化岩带发育之处, 风化带顶部常存在着强至中等富水的松散层底部含水层。为了能合理地缩小防水煤柱、安全地回收底含水层威胁下的煤炭资源, 势必要对煤系基岩表面古风化壳加以充分研究。

## 2 矿区古风化壳特征

黄淮地区于石炭二叠纪形成煤系后, 该区地壳上升, 经历了从三叠纪到老第三纪的风化、剥蚀过程, 形成风化厚度大( $8\sim40$  m)、范围广的古风化

壳, 此后该区急剧下降, 在古风化壳上沉积了巨厚松散含水层。从地层结构看, 对临界风化带开采威胁最大的是松散底含水层。风化母岩为泥岩、中细砂岩互层, 对矿区 800 多个钻孔柱状统计表明, 风化带垂向分带明显, 可分为强风化带、弱风化带和微风化带, 具体特征见表 1。

由于强风化带具有强烈的亲水性、易泥化、隔水性和抗变形能力较强等特性, 在缩小防水煤柱开采中具有极重要的作用。因此有必要建立一个简易的、较能反映实际风化状态的指标来确定强风化带的下限。大量的数理统计表明, 风化岩密度的变化可直接影响其物理力学及水理性质系列指标的变异<sup>[1]</sup>, 据此笔者确定出黄淮 16 个矿区风化带密度的界限为: 风化泥岩  $2.00\sim2.37$  g/cm<sup>3</sup>、风化砂岩  $2.15\sim2.43$  g/cm<sup>3</sup>。这样可进一步确定黄淮矿区风化壳中强风化带的厚度为  $4.5\sim18$  m。

表 1 淮北临涣矿区基岩风化带分带依据及特征

类别	颜色	矿物成分	结构	测井曲线	其它
强风化带	砂岩为土黄、褐黄色、棕红等, 泥岩为土灰、黄褐、灰绿色等	砂岩、泥岩中均有高岭石、蒙脱石、伊利石, 砂岩中有石英	破碎, 裂隙发育, 但多为铁锰质及其它次生粘土矿物充填	一般 R 曲线峰值较低, Y 曲线较高, 而 U <sub>z</sub> 曲线则平坦, 与泥质含量较高有关	层理不清, 常有铁锈浸染, 冲洗液消耗少, 植物碎片发育
弱风化带	砂岩为灰色、灰白色等, 泥岩为深灰、黄绿色等	砂岩以石英为主, 含少量长石、伊利石等, 泥岩以粘土矿物为主	较破碎, 风化裂隙充填物少, 保存较好	一般 R 曲线峰值较高, Y 曲线较低, 而 U <sub>z</sub> 曲线出现正、负异常	层理常显现, 铁锈零星浸染, 冲洗液耗损量较大, 偶见植物碎片
微风化带	灰、灰白等, 与原岩基本相同	基本保持原岩矿物成分, 暗色矿物较多	岩石完整, 基本保持早先裂隙, 略有侵蚀	与正常砂、泥岩测井曲线相同	层理清晰, 少见铁锈等浸染物, 砂岩中冲洗液消耗大

### 3 强风化岩层的特性

#### 3.1 岩石强度降低,塑性增大,抗变形破坏能力增强

百余件岩样力学试验结果表明,随岩石风化程度的提高,其抗压强度降幅增大,强风化岩石强度仅为未风化的10%~50%,见表2。

皖北百善矿43件岩矿鉴定和X衍射分析表明,顶板强风化岩层中的中、细砂岩和粉砂岩多为泥质胶结,砂岩和泥岩的粘土矿物中高岭石和伊利石约各占50%;风化岩中的长石几乎全部高岭石化,因而其抗变形破坏能力增强,塑性增大。

#### 3.2 岩石多趋泥化,裂隙易于弥合,隔水能力增强

10余次崩解泥化试验说明,泥质风化岩层受水侵蚀后,多迅速崩解、泥化,其崩解泥化速率在30分钟内,由未风化的0.45%~5.39%增大到强风化的58%~77%;采动影响的泥化崩解速率比未受采动影响的平均至少提高3倍。

风化岩层中的粘土矿物特别是长石的粘土化,具很强的亲水和膨胀性,一旦遭遇松散层底含水层向下漏水,会迅速崩解泥化,阻碍水流下渗,使采动中产生的导水裂隙弥合,减弱其储水、导水能力,形成阻碍松散层水向下渗漏的良好屏障。

#### 3.3 覆岩破坏程度减小,采动裂隙导水性减弱

当开采由深部向浅部行进接近风化岩层时,百善矿662、663综采面和602、675炮采面矿压实地观测显示,老顶来压步距明显减小,顶板岩层随采随冒,岩块较破碎,基本充满采空区。处于冒落带以上的老顶风化岩层由于较软弱,很快随直接顶均匀地弯曲下沉,上部采动形成的裂隙能很快压实愈合。地表观测站反映的 $\text{tg}\beta$ 值较大(1.70),最大下沉速度滞后距较小为12 m,也说明采空区上覆岩层下沉较快,冒落带得不到充分发展,因而导水裂隙带发育高度也明显受到压制。淮北刘桥一矿、河北邢台、山东柴里等矿邻近强风化带下开采规律也说明了这一

表2 淮北刘桥矿同层位砂岩不同风化程度下

物理力学性质对比表<sup>[2]</sup>

风化程度	强风化	弱风化	未风化
干燥饱和吸水量/%	14~38	6~14	3~7
单向抗压强度/MPa	2.6~11.7	11.5~17.6	16.9~24.4
密度/g·cm <sup>-3</sup>	2.24~2.40	2.42~2.51	2.50~2.56
含水量/%	2.03~7.14	1.91~3.32	1.22~1.83
孔隙率/%	12.6~19.32	14.50~11.42	7.90~10.80

点,见图1、2。

淮北刘桥、张庄、枣庄柴里和淮南李嘴子、孔集等矿的钻探资料表明,由泥岩砂质泥岩、粉砂岩和泥质胶结的中细砂岩风化的岩层,钻孔揭露时不漏水的约占95%;表明此类风化岩具隔水性。唯少数硅钙质胶结的岩石风化后,较易形成含水网状裂隙,开采时有可能导通上覆松散底含水层。

很明显,一般地质情况下,上述绝大部分岩层风化后,强度降低,易于泥化,塑性增强,不仅具一定的隔水性,而且可抑制冒落裂隙向上发展,使岩层破坏移动缓和,矿压显现减轻,裂隙发育和导水性减弱,因而有利于水体下缩小防护煤柱,提高回采上限。图3为百善矿在底含水层中等含水下开采时留设煤柱保护层厚度变化关系曲线,可供类似条件的矿区缩小防水煤柱开采参照。

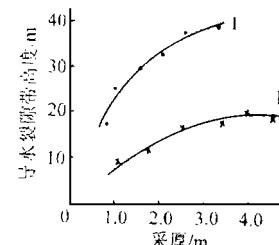


图1 刘桥一矿导水带高度与采厚关系变化曲线

I - - 按原上限开采最大裂高曲线;  
II - - 提高开采上限后临近风化带最大裂高曲线

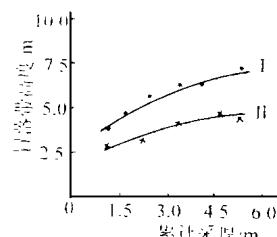


图2 邢台矿冒落带高度与采厚关系曲线

I - - 未风化岩层冒高; II - - 风化岩层冒高

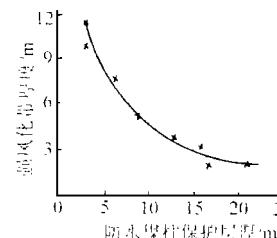


图3 百善矿防水煤柱保护层厚度留设与强风化带厚度变化曲线

# 煤矿水害防治中的综合水文地质分析方法

靳德武 (煤炭科学研究院西安分院 710054)

**摘要** 在矿井水文地质工作中,应以矿井为中心,充分利用矿区自勘探建井以来形成的第一手水文地质资料,有针对性地采用合适的、新的勘探手段查清关键性水文地质问题,分析矿井充水条件。

**关键词** 水文地质条件 分析 矿山防治水

**中国图书资料分类法分类号** P641.4

**作者简介** 靳德武 男 35岁 工程师 水文地质

## 1 引言

煤矿自勘探(普查、详查、精查)到基建、开采的各个阶段,积累了大量的水文地质基础资料,这些资料综合地反映了以井田为水文地质单元的地下水的集成信息。大水煤矿井的水文地质工作者为了完成

特定的水文地质任务(如矿井涌水量计算、回采工作面突水预报),达到一定的目的(为防、排水设计提供依据及安全采煤),就必须充分利用前人的工作成果,形成对区域水文地质条件的总体性认识。要做到这一点,需要应用综合水文地质分析方法,这一方法的核心是,抓住可能形成矿井水害的主要矿井充水

## 4 建议

在类似上述吉风化壳下缩小防水煤柱,提高回采上限开采设计中,要注意以下事项:

a. 充分研究岩体风化带自身特性,如厚度、储导水性、风化程度、亲水性、综合力学强度和水蚀软化强度规律。

b. 充分研究采区上覆松散层赋水性,以及与基岩的水力联系状况,覆岩结构和岩性、构造断裂储导水性以及开采煤层倾角大小,必要时可适当增加防水煤柱保护层厚度,以防止煤层覆岩发生非均衡破坏引起水患。

只有在充分认识风化壳特性和矿区具体水文工

程地质开采条件基础上,才能正确探测选用冒落带、导水裂隙带高度及安全保护层厚度,合理地缩小防水煤柱,回采煤炭资源,提高矿区的经济效益。经试验研究,临界风化带开采时,仅百善一个矿就从原定防水煤柱中多回采240余万吨煤炭,延长矿井寿命13年,累计增创经济效益6.35亿元。

## 参考文献

- 1 廖颜萱. 风化岩分带指标定量研究. 北京:地震出版社, 1994
- 2 淮南矿业学院, 淮北刘桥一矿等. 刘桥一矿第四系及基岩含水层下采煤两带高度与覆岩破坏观测研究总结, 1988
- 3 淮南矿业学院, 皖北矿务局百善矿. 中等含水层下留设防水煤柱开采的试验研究综合报告, 1992

(收稿日期 1997-01-16)

## THE GENERAL RULES OF FOSSIL WEATHERED RESIDUUM IN MINING AREA AND MECHANISM OF CUTTING WATERPROOF COAL PILLAR

Ni Hongge (Nanjing University)

**Abstract** Through detailed research on the data of fossil weathered residuum in Huang and Huai coal mining area, the zone of high-weathering has been divided simply. The author studies mainly on the characteristics of engineering geology about the zone of weathering overlying coal seam, the mechanism of cutting waterproof coal pillar and provides the reference for the coal mine with similar condition in cutting waterproof coal pillar.

**Keywords** weathering; zoning; engineering properties; waterproof coal pillar