

# 煤层深部风化及其预测

王生全<sup>①</sup> 樊怀仁<sup>①</sup> 王万信<sup>②</sup> 黄立本<sup>②</sup>

**摘要** 在陕西蒲白矿区南桥煤矿发现的煤层深部风化属一种特殊的地质现象,风化带沿古河流冲刷带及断裂的构造带状展布,风化程度与断裂、节理、裂隙的发育情况及水、氧、酸碱介质的介入等因素有关,据此可进行煤层深部风化带的预测。

**关键词** 煤层深部风化 特征 成因 预测

煤层风氧化多年来一直被认为只发生在煤层露头或煤层浅部埋藏地区,而位于陕西蒲白矿区的南桥煤矿在勘探及生产过程中却发现了5号煤层存在多处深部风化现象,形成大小不等,程度不同的风化带,风化严重的地段,煤层已完全失去开采价值。如该矿12及12<sub>下</sub>采区所揭露的一条长约2000m,宽约400m的狭长风化带埋深就达241~300m。由于煤层风化,使得地质储量注销,造成巷道报废,经济损失严重,同时也给煤矿正常生产带来很大困难。因此,分析研究煤层的深部风化,探讨其成因。并对其进行预测,具有重要的实际意义。

## 1 地质概况

南桥煤矿位于陕西渭北石炭二叠纪煤田蒲白矿区东部,井田宽约3km,长约11km,面积约33km<sup>2</sup>,呈一狭长的NE—SW向条带状展布。南北两边奥灰岩隆起成山,中间为平坦的洼地。由北向南,依次发育有四条走向NE的大型正断层,将井田切割成两个地堑夹一个地垒的三个断块,断块内的地层总体为一走向NE的单斜构造,倾角8°左右。在单斜层上,次级断裂,褶皱发育,尤以中小型高角度张性正断层为主,褶皱大部分都比较宽缓。

井田中含煤地层为上石炭统太原组(C<sub>3t</sub>)和下二叠统山西组(P<sub>1s</sub>),基底为奥陶纪灰岩,上覆地层为二叠系石盒子组。位于太原组顶部的5号煤层为煤系中主要可采煤层,厚度一般在4m左右,含矸2~3层,将煤层分成3~4个煤分层,分别称之为顶煤、上煤、中煤和下煤。煤种为中灰富硫特低磷瘦、贫煤。

目前该矿正在回采第一水平四个采区中的12及14采区,11采区已基本采完,16采区正处于准备阶段(见图1)。

## 2 5号煤层深部风化的地质特征

### 2.1 风化煤层的宏观特征

按风化程度不同,共分为三类。

(1)严重风化煤层 按风化颜色,有两种情况:一是煤层全部风化褐红色粉末状、土状、稍遇水即呈褐红色泥土,如12507上顺槽及12504运顺所见的风化煤层;另一种是煤层风化后呈深灰色、浅灰色(炉渣灰色)粉末状,遇水呈灰色泥土,如12508材料巷及12采区配风巷所见

<sup>①</sup> 西安矿业学院 西安 715500

<sup>②</sup> 蒲白矿务局 陕西蒲城 715500

属于严重风化带的煤层,结构、层理消失,湿度大。

(2)较严重风化煤层 煤层风化呈深灰色、灰色或褐红色、棕色,比较潮湿,沿煤层层面和裂隙面有似蠕虫状、云雾状白色方解石薄膜。煤层呈碎块、碎粒状,构造、层理基本可以辨认,光泽暗淡,如12502下顺槽所见。

(3)轻微风化煤层 颜色呈黑色,但光泽发暗,显示弱玻璃光泽,煤层裂隙发育,煤体为碎状结构。沿煤层层面或裂隙面有红色斑点或褐红色铁质薄膜。煤层结构、层理清晰可辨。

## 2.2 风化煤层的微观特征

经过对风化煤样的煤砖光片在显微镜下进行反光观察,具有如下一些特征:

①风化裂隙呈楔形,它是在煤层内生与外生裂隙的基础上发展而成的。

②风化煤中的凝胶化基质突起不一致,风化裂隙发育处,突起显著降低。

③镜质组中出现有形状和大小不等的淋蚀孔隙。

④沿裂隙或孔隙边缘有不均匀的氧化现象。

⑤风化裂隙和孔隙的出现,使煤呈现崩解状态。

## 2.3 风化煤层的煤质特征

轻微风化煤层的水份为1.71~2.84%,灰份26.17~32.16,平均29.03%,为正常煤的1.3倍。发热量20.84~27.08MJ/kg,平均20.92MJ/kg,是正常煤的0.77倍;较严重风化煤层水份3.09~3.75%,平均3.62%;灰分36.07~39.70%,平均37.03%,是正常煤的1.63倍,发热量低于20.28MJ/kg;严重风化煤层水份4.72~8.01%,灰份47.61~87.09%,平均65.73%,是正常煤的3倍,煤点不燃,发热量很低,难以测定,已完全失去工业价值。

## 2.4 风化煤层的剖面特征

根据实际观测和钻孔资料,发现5号煤层的风化在剖面上有二种情况(图2)。

(1)煤层全层风化 从顶板至底板煤层全部风化,风化程度严重。如12504运顺东段、12507上顺槽西段及1003、1007号钻孔等处。在这些地段,煤层顶板裂隙十分发育,裂隙最大宽度可达0.10m,密度达3.2条/m,而且顶板裂隙有淋水现象。有时还可看到煤层顶、底板泥质岩也发生风化。

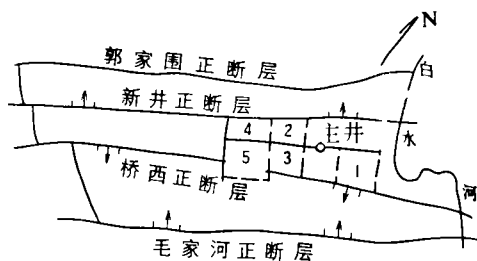


图1 南桥煤矿平面图

1—11采区 2—12采区 3—12下采区  
4—14采区 5—16采区

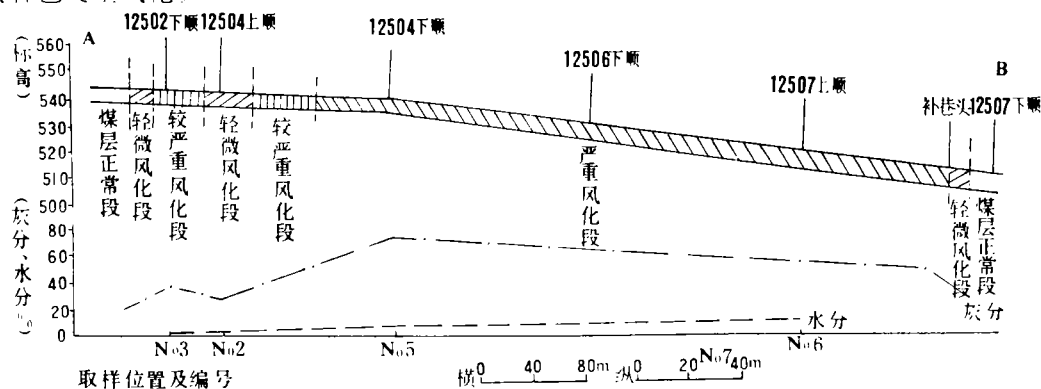


图2 12采区煤层风化带(倾斜方向)剖面示意图

(2)煤层上部风化、下部正常 如 1006、1013 等钻孔及 12502 下顺槽等可见到这种风化情况。靠顶板煤层为粉末状,向下逐渐过渡为碎粒、碎块状,层理、结构逐渐变得清晰,到下部过渡为正常煤层。从上到下湿度逐渐减小,硬度逐渐增大。这种风化和煤层顶板古河流相砂岩的冲刷及层滑构造有关。

## 2.5 风化煤层的厚度特征

处于风化带的煤层其厚度均较周围正常煤层薄,风化程度愈严重,厚度愈小。如 12507 上顺槽西段煤层严重风化处,厚度仅存 2.0m 左右,向东风化程度减弱,煤厚逐渐增大,到东段煤层正常时,厚度达到 4.10m。

## 2.6 风化煤层的平面展布特征

①风化煤层在平面上一般呈带状展布,有一定的方向性(图 3),表现在位于大中型断层两侧的风化带与断煤交线方向一致,如邻矿南井头煤矿白龙潭正断层两侧的 5 号煤层风化带就平行断煤交线作带状延伸。煤层受河流相砂岩冲刷地段,风化带沿冲刷带方向展布,如 12、12<sub>下</sub> 采区长约 2000m、宽约 400m 的近 EW 向风化带,与冲刷范围基本一致。受小断层密集带控制的风化带也是沿密集带延展方向展布。如 14~12 采区的一条 N50°~55°E 向风化带就位于小断层密集带内。

②风化煤与正常煤之间一般呈渐变关系。受其它因素影响,有时变化也较快,如在 12507 上顺槽中,从左帮 15m、右帮 19m 处煤层开始微风化,到左帮 30、右帮 35m 处遇到一条落差 1m 的断层后,煤层严重风化。

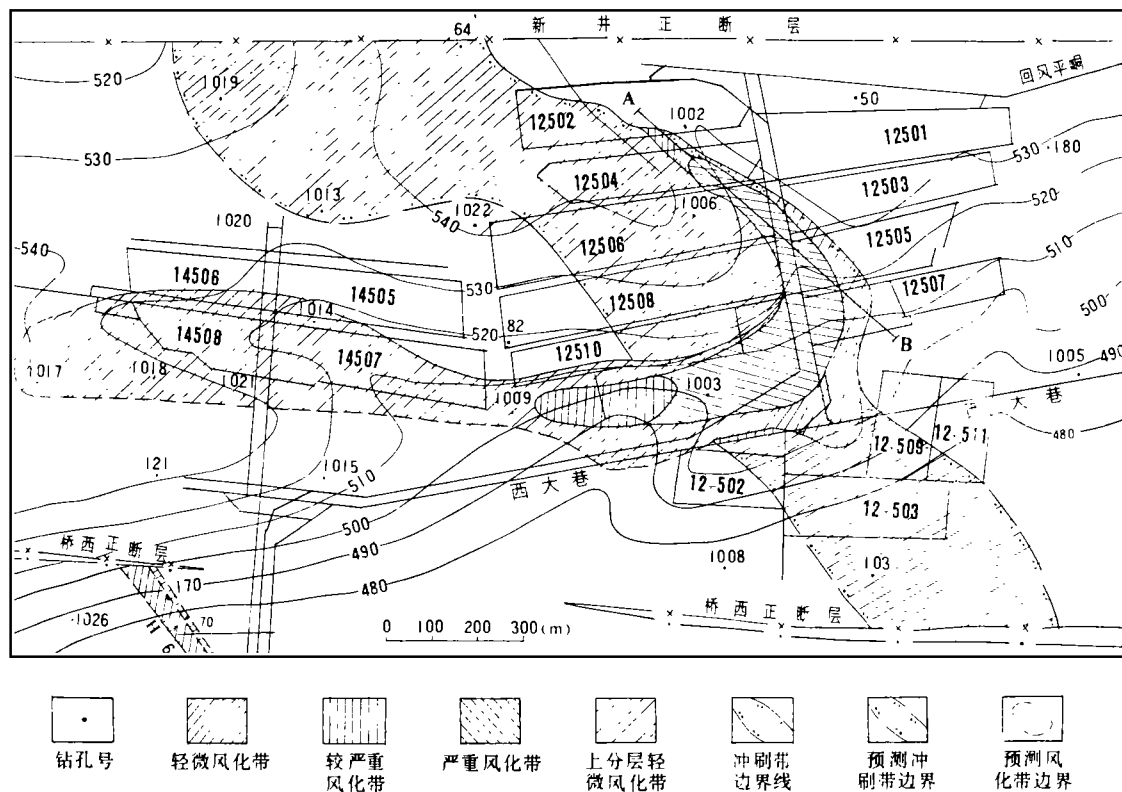


图 3 南桥煤矿 12、14、16 采区煤层风化带平面图

### 3 煤层深部风化与地质因素的关系

#### 3.1 断裂构造与风化

断裂构造发育处,煤层往往易遭受风化。究其原因:一是断层、节理发育处,煤层比较破碎,增加了煤的空隙及其与水、氧接触面积;二是断裂构造沟通了煤层与含水层及空气的联系。该矿 12~14 采区的煤层风化带,均位于褶皱轴部及翼部的断裂破碎带中。对单一断层来说,一般上盘较之下盘风化范围宽,而且风化程度严重。这是因为本矿的正断层是在引张作用下上盘沿断面下滑形成的,在其下降过程中,受局部派生力的影响,上盘就会出现较之下盘裂隙发育,煤层破碎严重的现象,致使上盘煤层更易风化。

#### 3.2 河流冲刷带与风化

该矿 5 号煤层局部被山西组底部河流相砂岩所冲刷,在冲刷带边缘,顶煤受到轻微冲刷,到冲刷带中部,中煤也受到冲刷,遭冲刷的煤层受到了不同程度的风化,风化带与冲刷带的方向和位置基本吻合。冲刷带边部的煤层风化现象比冲刷带中部严重。分析冲刷带煤层受风化的原因,主要有:一是煤层受古河流冲刷与剥蚀后,结构比较疏松;二是由于煤层顶板岩性的不同及差异压实,在冲刷带边缘易产生张性断裂,使煤体结构遭受破坏;三是河流相砂岩与 5 号煤层之间存在层滑面,层滑构造使煤体破坏、产生了大量节理和裂隙。这些为煤层风化创造了条件。

#### 3.3 水文地质与风化

据井下观察,在煤层风化地段,煤层温度大,水份高,有些地段甚至出现滴水或淋水现象。这些情况说明,风化过程中有地下水的参与。水与氧及其它介质一起加速了煤的风化速度。

### 4 煤层深部风化成因探讨

煤层风化主要是由于氧、水及酸碱介质的介入而引起的,因此探讨煤层风化成因,也就是要研究上述各种因素的来源及其作用。

#### 4.1 水的来源

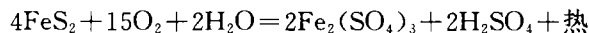
水是引起煤层风化的因素之一。5 号煤层邻近有三层不均一含水层,分别是 5 号煤层底板  $K_3$  砂岩含水层、老顶  $K_4$  砂岩含水层及下石盒子组底部的  $K_5$  砂岩含水层。这些含水层或与煤层直接接触,或在断裂的沟通下,地下水均可进入煤层,为煤层风化提供了水源。

#### 4.2 氧的来源

氧是引起煤层风化的另一重要因素。作者认为氧主要来自煤系基底的奥陶纪灰岩溶洞。5 号煤层距奥灰岩平均间距只有 15m 左右,且井下揭露,奥灰岩中溶洞、溶隙比较发育,连通性较好,井田西南地表又有大量奥灰岩出露,这样,在井田断裂构造发育的情况下,氧就很容易顺断层或裂隙进入到煤层中。

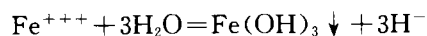
#### 4.3 酸碱介质的来源

5 号煤层及其顶底板岩层富含黄铁矿结核,黄铁矿在水和氧的参与下,极易氧化生成  $H_2SO_4$ ,反应式为:



生成的  $H_2SO_4$ ,使地下水呈现酸性,该矿的水质化验资料也表明了这一点,地下水的 pH 值一

一般在 6~6.5 之间。酸性水的存在,加速了煤的风化。上述反应中所生成的  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  极不稳定,在水的参与下,可发生水解反应。反应式为:



水解中生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  可充填在煤层裂隙中,使煤层表面呈现褐红色。

#### 4.4 节理与裂隙

在煤层发生风化的地段,断层、节理、裂隙发育,这是由于断层、节理和裂隙是水 and 氧的通道,在它们发育且连通性较好的地方,水和氧才易进入煤层。由此可见,断层、节理、裂隙的发育与否以及它们连通性如何是煤层发生风化的关键因素。

由上述分析可知,断层、节理及裂隙的发育是发生煤层深部风化的先决条件,水、氧及酸碱介质的存在是发生煤层深部风化的内因。

### 5 煤层深部风化预测

#### 5.1 成因预测法

断裂构造是决定水、氧能否进入煤层的关键因素,因此首先应该预测断裂构造的发育部位,其次再判断断裂构造的导水与导气性。风化产生的部位一般在断裂构造发育且又导水导气的地段。根据本井田断裂构造发育特点,预测在褶曲轴部、煤层产状突变的转折地段、大、中型断层两侧,尤其是在上盘一侧易出现煤层风化现象。

#### 5.2 已知资料预测法

①井下巷道或采面出现滴水、淋水、煤层表面有褐色薄膜时,预示前方煤层很可能出现风化。

②遇到断层带煤层风化点时,风化带一般沿断煤交线延展的方向展布。

③遇到河流冲刷带处的煤层风化点时,风化带的展布与河流冲刷带的延展方向、范围大致相同,且冲刷带边缘煤层风化严重。

④对钻孔揭露的煤层风化点,可结合已采区资料及风化带条带状和方向性特点,推测其风化范围。

煤层深部风化在国内迄今为止发现不多,研究甚少,本文对此也仅作了初步探讨,错误和不足之处难免,恳请批评指正。

资料收集过程中,得到了南桥煤矿刘存科等工程师的大力协助,在此表示感谢。

(1994—03—22 收到)

\*\*\*\*\*  
(上接第 25 页)

图版说明 (封 2)

1. *Nilssonina* sp. 蔚县郑家窑
  2. cf. *Nilssoniopteris vittata* 涿鹿武家沟
  3. *Ptilophyllum hsingshanensis* 同上
  4. *P. acutifolium* 同上
  - 5~7. *Otozamites hsiangchiensis* 郑家窑(5)武家沟(6—7)
  8. *O. cf. mixomorphus* 郑家窑
  9. *Glossophyllum cf. shensiensis* 同上
- 图版中照片均为原大,化石标本保存于中科院北京植物所。