



# 范各庄矿岩溶陷落柱发育规律及防治对策

乔宝印

(开滦精煤公司 范各庄矿分公司, 河北 唐山 063109)

**摘要:**分析了范各庄矿井田内已发现的 12 个岩溶陷落柱的发育规律,提出了煤矿开采过程中对隐伏导水陷落柱的防治对策。

**关键词:**岩溶陷落柱;发育规律;防治对策

**中图分类号:**TD163<sup>+</sup>.1 **文献标识码:**A **文章编号:**1007-1083(2003)03-0001-02

## Development regularity of karst collapse pillar and its prevention in Fangezhuang Coal Mine

QIAO Bao-yin

(Branch of Fangezhuang Coal Mine of Kailuan Clean Coal Administration, Tangshan 063109, China)

**Abstract:** Through the analysis on development regularity of twelve karst collapse pillars in Fangezhuang Coal Mine, the prevention and resolution of covered water-diversion collapse pillar are introduced.

**Key words:** karst collapse pillar; development regularity; prevention and resolution

1984 年 6 月 2 日开滦范各庄矿 2171 综采工作面发生了举世罕见的透水灾害,高峰期平均突水量  $2053\text{m}^3/\text{min}$ ; 1990 年 6 月 25 日 208 平七孔突水,最大突水量  $26.68\text{m}^3/\text{min}$ ; 两次突水均为隐伏岩溶陷落柱所致,隐伏岩溶陷落柱导水问题成为范各庄矿持续稳定发展的安全隐患。岩溶陷落柱能沟通各含水层,特别是导通煤系地层底部丰富的奥灰高压水,大量溃入矿井造成淹井事故。深入研究陷落柱的水文地质特征及分布规律防止事故的发生,成为矿井安全生产中亟待解决的问题。

### 1 井田水文地质

范各庄矿井田位于开平向斜东南翼,井田面积  $38.3\text{km}^2$ 。井田内可分为北部塔坨向斜、中部单斜和南部毕各庄向斜 3 个构造单元。塔坨向斜的北面与吕家坨背斜相连,岩层走向为东偏南,在很短的距离内做  $90^\circ$  转折,走向变为南偏西,形成了一个两翼不对称的向斜构造,构造形式呈帚状展布,向斜北翼有近东西向逆断层一条。中间单斜区,构造简单,地层倾角  $10^\circ \sim 14^\circ$ ,无大断层但小断层和裂隙比较发育,塔坨向斜与单斜区之间无明显界限,为逐渐过度。南部毕各庄向斜,为一西北向,两翼开阔,南部不完整的向斜构造。

井田地层有石炭二叠系的煤系地层和作为煤系基底的奥陶系石灰岩地层及覆盖在煤系地层之上的第四系冲积层。井田北部、东部以奥陶系灰岩隐伏露头做为自然边界,被不同厚度的第四系冲积层所覆盖。地表有沙河从井田西部由北向南流过,该区地下水补给来自于大气降水和基岩露头顺层补给,区内有 7 个含水层,其中冲积层底部卵砾石层和奥陶系灰岩含水层是煤系地层的主要补给源。目前矿井总涌水量为  $40\text{m}^3/\text{min}$ ,井口小向斜区域涌水量达  $32\text{m}^3/\text{min}$ ,占矿井总涌水量的 80%,所发生的较大透水事故均与岩溶陷落柱导水有关。

### 2 岩溶陷落柱的发育规律

范各庄矿开采长度沿南北走向已超过 8000m,开采深度已达 -620 标高的三水平,  $38.3\text{km}^2$  的井田范围内,12 个岩溶陷落柱发育的空间范围却不足  $4\text{km}^2$ ,且集中发育在塔坨向斜与中部单斜过渡带次一级构造井口小向斜附近。

(1) 岩溶陷落柱发育高度不等,所见的 12 个陷落柱,空间立体形状为椭圆形锥体,一般上小下大。岩溶陷落柱均分布在旋卷构造的核心部位。

(2) 岩溶发育一般在奥灰岩 50 ~ 200m 之间,上部比下部要强烈,这之间有许多溶孔和几米甚至几十

米的溶洞,其他深度却只有裂隙或小溶孔。开滦煤田中,只有开平向斜东北部的唐家庄矿和东南部的范各庄矿发现了岩溶陷落柱,唐家庄矿发现的5个陷落柱都没有水,而范各庄矿却发生了几次透水事故。

(3) 岩溶陷落柱的发育方向与地下水流向基本一致,由此推断,在开平向斜东南翼可能存在一个岩溶径流强烈带,陷落柱的发育则是径流强烈带存在的外在表现。

### 3 岩溶陷落柱的成因分析

(1) 范各庄矿井田600m厚奥陶系石灰岩是岩溶发育的物质基础,在石炭系沉积之前,奥陶系石灰岩长期受风化侵蚀已形成了喀斯特地形;表面凸凹不平,靠近地表层内发育了很多溶孔和溶洞。地壳的升降变化,使奥灰层面上形成了薄厚相差很大的G层铝矾土,一定程度上抑制和打断了岩溶的发育进程。在漫长的地质历史时期,奥灰顶部接受巨厚碎屑岩沉积,形成了石炭二叠系煤系地层。

(2) 地质构造是岩溶发育的机械动力,强烈的燕山造山运动,使沉积岩层形成了褶皱和断裂,破坏了原来岩层的稳定性,使作为基底的石灰岩与石炭二叠系煤系地层的接触关系较为复杂,有的部位二者形成了直接对接,为岩溶的发育创造了条件。

(3) 地下水的赋存和运动状态的变化,是岩溶发育的又一原因,在石灰岩发育区,由于地下水对灰岩具有化学溶蚀、机械破坏和物理搬运作用,使奥灰上覆岩层处于悬空状态,在地质应力和岩层自重的相互作用下渐次垮落,形成一种自下而上散乱的柱状堆积,形成的柱体多有弯曲,并为地下水的运移构成上下通道。

就范各庄矿而言,井口小向斜是岩溶陷落柱形成的构造原因,塔坨向斜北部与吕家坨背斜相连,煤系地层走向由南偏东,在很短的距离内做近90°的转折变为南偏西,形成不对称的向斜构造,塔坨向斜两翼倾角北陡南缓,在-400~-500m之间,形成复式褶皱,同时在井田北部边界与吕家坨矿之间形成一条落差40m,倾角72°的逆断层。从本区奥灰观测孔顶界面标高分析,此断层的存在,为井田北部煤系地层与奥陶系灰岩直接对接创造了条件。

井田北部、东部环绕的隐伏奥陶系灰岩露头的强补给、高角度煤层倾斜、第四系冲积层50m的较薄厚度覆盖、底部卵砾层的存在、黏土隔水层的相对

缺失、主井、新井独特位置形成的降落漏斗中心,使地下水在井口小向斜形成了旋涡流场,受1976年强地震影响,塔坨向斜发生了很大的变化,加之北翼不断回采,破坏了地层间原有的动态平衡,在北部山区地下水的强量参与下促成了12个陷落柱在井口向斜4km<sup>2</sup>范围内的聚集发育。

### 4 岩溶陷落柱的防治对策

(1) 采用物探和钻探相结合的方法进行岩溶陷落柱普查勘探,先用物探仪器在地面进行岩溶陷落柱普查,然后用钻探对异常点进行探测。

(2) 建立和健全不同含水层的井上下水文观测系统,用井上下水文观测的数据,通过水位、水压、水温、水化学等的综合动态变化,分析推测导水陷落柱可能存在的位置。

(3) 进行井上下钻孔和出水点的水化学分析,水同位素测定以及钻孔和出水点间的放水连通试验,确定水的补给来源,水流通道,推测导水陷落柱的分布范围。

(4) 在陷落柱可疑区内超前探测,巷探和钻探相结合,边探边掘。

(5) 回采工作面采前用坑透仪进行透视或用地质雷达、槽波地震仪进行探测,发现异常钻探验证。

(6) 对已揭露的陷落柱,根据水文地质规程留设相应的防水煤柱。

### 5 未来岩溶发育趋势和防范重点

范各矿12个岩溶陷落柱虽属同宗同祖,但因其构造、埋深、地下水补给排泄等条件的差异,而显现出不同的个性特征。分析范各庄矿特殊的水文地质条件认为,范各庄矿岩溶发育区域可能仅局限于塔坨向斜及井口小向斜区域。二水平南五石门所揭露的落差37m,切入奥陶系灰岩的F<sub>0</sub>断层,南北绵延近4000m,巷道7处揭露,在纵向、横向上却没有导通奥灰水的迹象。要防范隐伏岩溶陷落柱突水,主要着眼点还应放在塔坨向斜及井口小向斜区域,随着北翼工程的进展,还有可能遇到新的岩溶陷落柱。

作者简介:乔宝印(1964-),男,河北辛集人,开滦精煤公司范各庄矿分公司地质科水文工程师。

(收稿日期:2003-02-12;编辑:吕桂安)