

华北煤矿区陷落柱成因探讨

第六图书馆

煤矿区 陷落柱 成因 矿井 地质河南地质李国胜 杨锐不详1991第六图书馆

第六图书馆

www.6lib.com

华北煤矿区陷落柱成因探讨

李国胜 杨 锐

(郑州煤田职工地质学院)

内 容 摘 要

据华北鹤壁、安阳、井陘煤矿区 150 余个陷落柱的产出特征, 通过对其与断裂构造关系的综合分析, 认为陷落柱的形成并非纯重力作用的产物; 而是构造

应力与重力联合作用的结果。其发育大小主要取决于该区的地质及水文地质条件。最后在对成因探讨的基础上, 并就陷落柱的形成过程提出了新认识。

华北煤矿区陷落柱十分发育, 据鹤壁、安阳、井陘矿区的不完全统计, 可达150个之多。这些陷落柱大小悬殊, 形态多样。对煤层破坏切割严重, 给矿井的正常生产带来很大影响。过去, 虽然许多地质工作者曾对陷落柱做了大量研究工作, 但对其成因一直存在着争议。笔者根据华北鹤壁、安阳、井陘矿区陷落柱的发育特征, 经过对大量实际资料的综合分析, 试图在成因机理方面提出一些新认识。

一、陷落柱形态产状特征

(一) 鹤壁矿区

鹤壁矿区位于豫北太行山东侧的斜坡带上, 主要开采二叠系山西组含煤地层。矿区内陷落柱发育, 仅四矿就发现25个之多(图1)。这些陷落柱主要发育在二₁煤层底板标高-50m水平以上, 有些(鹤壁西山采石场)还出露于地表。陷落柱以椭圆形为主, 占62.5%, 似圆形占25%, 不规则形占12.5%。出露面积一般为1000~2000m², 最大13750m², 最小为750m²。陷落深度多为112.03~398.26m。陷落柱与围岩呈锯齿状或极不规则状接触。柱内岩性复杂、杂乱, 多由石炭系的太原组、二叠系的山西组、石盒子组的灰岩、砾岩、砂岩、泥岩组成。

陷落柱与断裂关系密切, 多发育在断层附近或断层的复合部位(图1)。尤以张家荒与后寨之间, 在1km²范围内就发育8个, 其中7~10号陷落柱皆被4F₁、4F₂断层穿过, 13、14号陷落柱则处在4F₁₀等断层的交叉部位。据不完全统计, 陷落柱位于断层复合部位的占37.5%, 被断层穿过的达52%, 其它约占10.5%。

(二) 安阳矿区

区内陷落柱亦很发育, 尤以铜冶煤矿更甚。铜冶一矿的1号陷落柱平面为椭圆形(图2), 长轴25m, 短轴15m。上小下大, 顶部标高为+35m, 下部标高可达-160m(未见底)。该陷落柱位于倾伏背斜轴部, 同时又在F₁₆断层的尖灭处, 其长轴与F₁₆断层的走向一致, 并位于

F_{17} 和 F_{18} 断层的连线上。由于陷落柱受构造影响大,导水性能好,该矿曾于1965年8月23日因陷落柱突水使井下巷道全部淹没,给矿井生产带来很大损失。

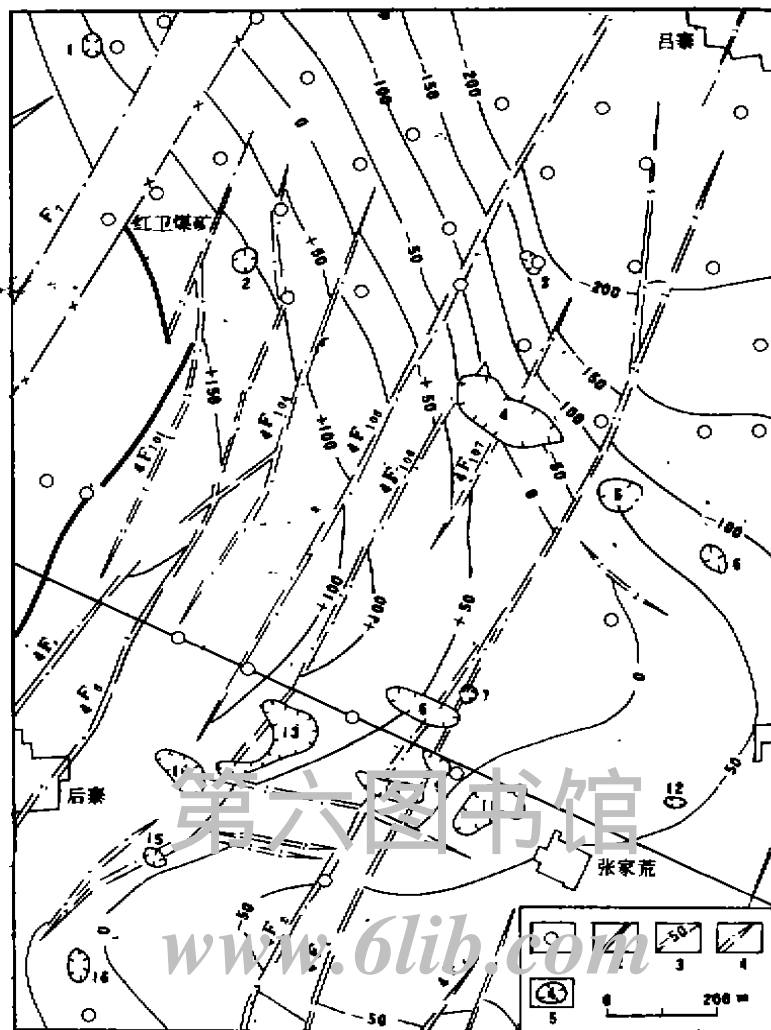


图 1 鹤壁四矿陷落柱分布图

1—钻孔; 2—煤层露头; 3—开采煤底等高线; 4—开采断煤交线; 5—陷落柱及编号

(三) 井陘矿区

井陘矿区在太行山东麓的一个地堑型盆地内。全区面积约132km²,而井下揭露的陷落柱已达112个^[1]。陷落柱以椭圆形为主,占50.4%,似圆形的占28.6%,不规则形占21%。最大出露面积50000m²,塌陷深度一般为50m,最深200m。

井陘112个陷落柱多发育在断裂交汇处或附近(图3)。如三矿井田内的张家井断层和西大巷断层附近呈串珠状排列有28个,四矿较场井田较场断层和许家水断层附近在1500m的

1) 王良等,井陘煤田岩溶陷落柱形成规律及充水特征,《井矿科技》,1988年,1期。

一段内出现35个, 平均每43 m一个。在剖面上(图4), 陷落柱亦多发育在断盘附近。说明陷落柱的形成及发展与断裂构造关系非常密切, 二者在成因上必然有内在联系。

此外, 在太原、开滦等矿区亦有类似情况。

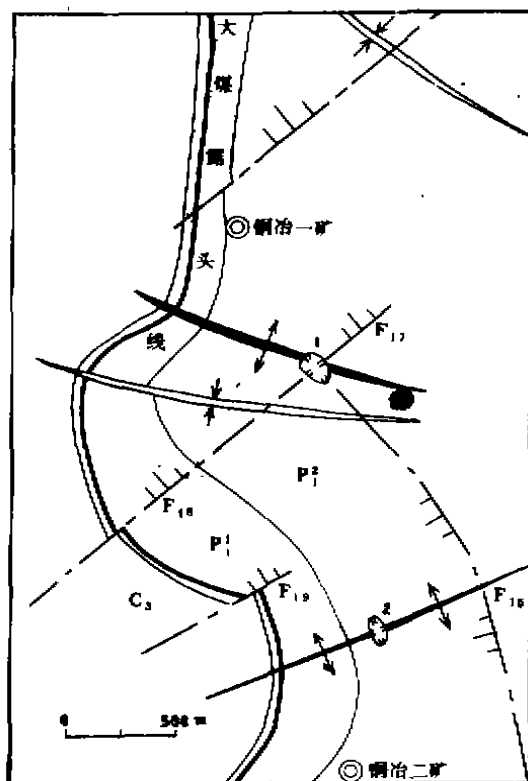


图2 铜冶煤矿陷落柱分布图

1——矿突水陷落柱; 2——无突水陷落柱

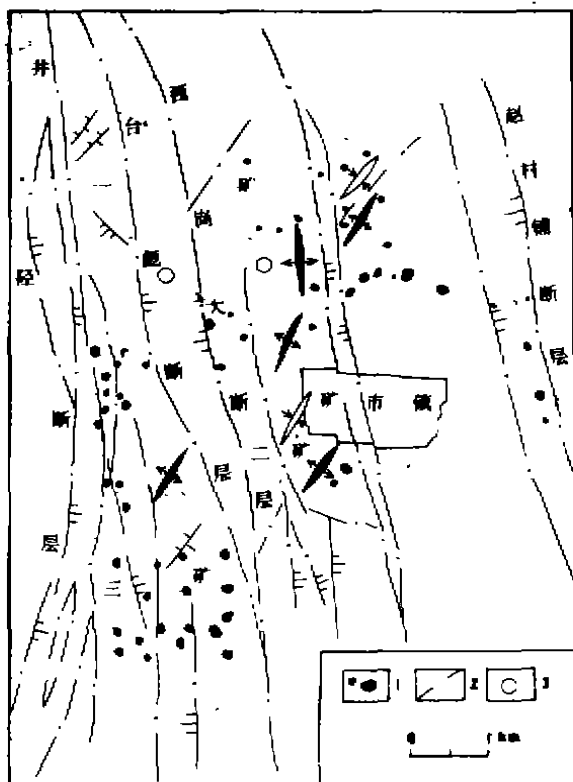


图3 井陘矿区陷落柱分布图

据王良等, 1989.1, 略修改

1——陷落柱; 2——断裂; 3——井口位置

二、成因探讨

过去人们对陷落柱的成因研究, 多从重力方面考虑。根据华北煤矿区大量实际资料的综合研究, 笔者认为陷落柱的成因并非完全是重力作用的产物, 而是构造应力与重力联合作用的结果, 这是因为:

1. 由上述鹤壁、安阳、井陘三个矿区陷落柱来看, 华北煤矿区陷落柱极为发育。这些陷落柱或位于断层附近, 或被断层穿过, 或分布在断裂交汇处, 而在断裂构造较简单的地区则很少见及, 说明陷落柱在成因上必然与断裂构造的形成有关。

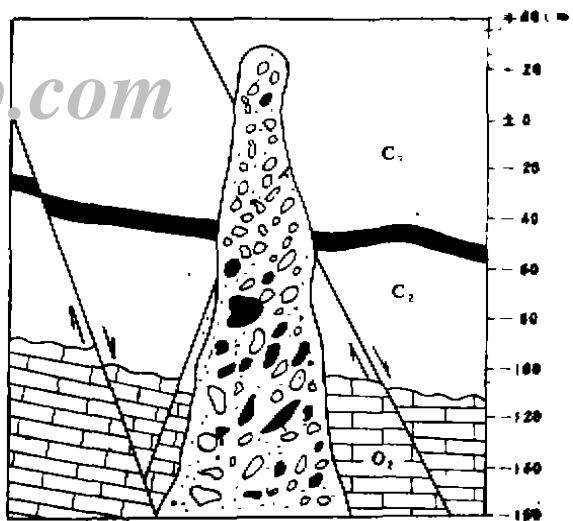


图4 井陘一矿贾南1号陷落柱剖面图

2. 重力主要作用在陷落柱发育的早期, 而后期则主要是构造应力的结果。据尚克勤 (1988.5) 计算, 鹤壁矿区 5 号陷落柱的塌落高度为 398.26 m, 鹤壁西山采石场陷落柱的发育高度在 380 m 以上, 开滦范各庄煤矿陷落柱高度为 280 m。根据溶洞顶板稳定性评价理论, 溶洞顶板按梁板受力公式计算, 鹤壁西山采石场洞顶岩层破坏高度 H 为:

$$M = \frac{1}{2} PL^2 = \frac{1}{2} \times 2.62 \times 1210 \times 10^3 = 158510 \text{ (t)}$$

$$H = \sqrt{6M/(bs)} = \sqrt{6 \times 158510 / (10 \times 870)} = 10.5 \text{ (m)}$$

由此可见, 鹤壁西山采石场 10 m 直径的溶洞, 在重力作用下非可溶性岩层下落的高度为 10.5 m, 而且目前该陷落柱冒落高度为 380 m, 超出其重力作用的 36 倍。可见除重力作用外, 陷落柱的形成还应有一种构造应力作用在柱顶岩层上。

3. 根据陷落柱的形成条件, 在岩溶发育地区, 只要有地下水的径流, 要形成溶洞并不困难, 但溶洞形成之后, 若洞顶岩层一直处于平衡状态, 虽有重力作用的存在, 岩体亦不会下落。根据有关资料报道, 太行山区发育的溶洞很多, 如雪花洞、黄龙洞等, 但形成的陷落柱很少。因此, 笔者认为: 只有在地壳运动的强烈影响下, 由于强大的构造应力作用, 使溶洞顶部的岩层不断发生强烈的变形→扭曲→褶皱→断裂, 溶洞洞顶就会失去平衡, 在重力作用下冒落, 从而形成陷落柱的雏形。由于地下水的作用, 冒落的岩层有些可能被溶蚀或潜蚀, 有些残留在洞内。当冒落达到一定程度时, 洞顶就会达到新的平衡。当再一次构造应力来临时, 洞顶又失去平衡, 岩体中的结构体又下落, 如此反复多次, 就形成了现在的情况。由此看来, 陷落柱的形成仅有重力作用是不够的, 构造应力对后期陷落柱的形成和改造同样是不可低估的。

4. 断裂构造对岩溶陷落柱的发育极为有利。据有关资料报道 (表 1), 断裂构造部位的井孔平均岩溶段率为 38.98%, 而非构造部位井孔平均岩溶段率为 9.46%, 即岩溶在断裂构造部位的发育程度是非构造部位的 4 倍, 说明断裂构造对岩溶的发育十分有利。同时, 断裂带又是地下水活动的良好通道, 根据陷落柱的形成条件, 无疑又可以加速陷落柱的形成与发展。铜冶煤矿的井巷涌水事故, 正是断层水与陷落柱水沟通地下水突涌泄漏的结果。

表 1 林县井孔岩溶段率统计表 (据尚克勤, 1984.8)

井孔 (L)	108	23	65	82	54	25	65	55	76	56	110	34	117	53	70
岩溶段率 (%)	47.1	57.5	43.3	14.9	32.1	9.5	60.9	11.2	0.5	6.1	1.16	9.3	1.9	3.8	0.3
构造部位	断 裂					非 断 裂									
平均岩溶段率	38.98%					9.46%									

5. 从陷落柱剖面 (图 4) 上可以看出, 陷落柱大多穿过煤系地层, 且柱顶多在二叠系山西组、石盒子组乃至石千峰组。说明这些陷落柱是成岩后期形成的, 并非成岩期因重力作用塌落的产物。从陷落柱平面分布与断裂构造的关系来看 (图 1), 断层虽然穿过陷落柱, 但并没有使其错开, 说明断裂形成在前, 陷落柱形成在后, 这与前面的推断是吻合的。同时, 由于陷落柱内乃至整个煤系地层滑塌构造很少见, 亦有力说明后期构造应力对陷落柱的形成、

发展影响很大。

6. 华北煤矿区陷落柱的大量出现, 还取决于水文地质条件。众所周知, 由于位于 O_2 灰岩之上的 $C_2 \sim P$ 含煤地层相对软弱, 硬度小, 在强大的构造应力作用下易褶皱、断裂乃至破碎, 当洞顶岩层失去平衡后, 重力作用就很容易使岩石结构体下落形成陷落柱。另外, 该区 O_2 灰岩含水层多且水量丰富, 比如井陉矿区的主要含水层为 O_2^1 和 O_2^2 灰岩, 厚约 280~300 m, 涌水量 $q=0.0138\text{ m}^3/\text{sm}$, $k=10.74\text{ m/d}$, 加上中生代由于燕山运动的影响, 邻区太行山的隆起, 地貌高差的增大, 高角度正断裂的大量出现, 无疑对地下水的循环运动十分有利, 冒落的岩层就会很快地被溶蚀、搬运, 从而加快了陷落柱的形成与发展。

三、形成过程

综上所述, 陷落柱的形成既然是构造应力、重力联合作用的结果, 那么它是如何形成的呢? 笔者认为(图5):

1. 早中奥陶世, 华北地区下降, 广泛接受了一套碳酸盐沉积。中奥陶世末期, 华北地壳上升, 奥陶系灰岩长期遭受风化溶蚀, 逐渐产生大量张性节理裂隙, 后来由于地下水的不断溶蚀搬运, 其空间逐渐增大, 就构成了当今陷落柱发育的溶洞雏形(图5, a)。

2. 中石炭世, 地壳开始缓慢下降, 而后普遍接受 $C_2 \sim P$ 的含煤地层沉积, 原来形成的溶洞不断被掩埋, 地下水的活动基本停止(图5, b)。

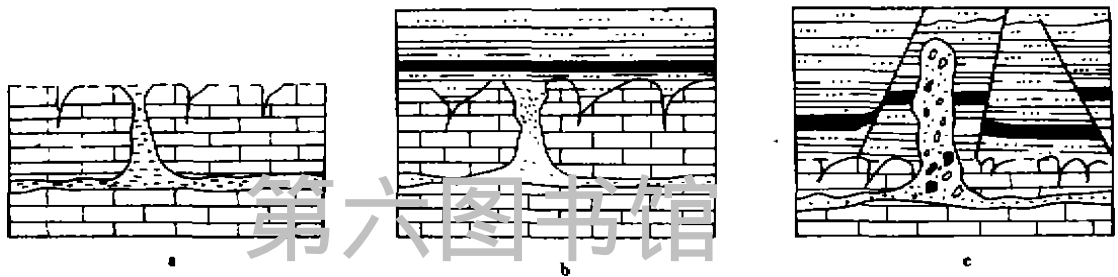


图5 陷落柱形成过程示意图

a— O_2 灰岩中发育的节理裂隙(在地下水的溶蚀搬运)形成溶洞雏形; b— $C_2 \sim P$ 含煤地层将溶洞掩埋, 地下水活动基本停止; c—J~K本区地壳活化, 溶洞复活, 在构造应力与重力联合作用下形成陷落柱

3. 中生代由于燕山运动的影响, 伴随太行山的隆起, 鹤壁、安阳、井陉矿区的不均衡差异升降, 导致该区褶皱断裂极为发育。这不仅为地下水的活动提供了良好通道, 使原来形成的溶洞再次复活, 岩溶空间逐渐增大, 而且在巨大的构造应力作用下, 溶洞顶部的岩层亦不断发生褶皱断裂, 其洞顶就会失去平衡, 岩块在重力作用下冒落。当冒落到一定程度时, 洞顶就会处于新的平衡, 冒落亦就停止。当再一次构造应力来临时, 陷落柱洞顶又失去平衡, 岩块又继续冒落, 如此反复多次, 直到地下水活动基本停止, 溶洞被冒落的岩层充满为止(图5, c)。

四、研究意义及预测预报

陷落柱在华北煤矿区比较多见, 常使煤层遭到严重破坏或缺失, 影响采掘进度。若遇上

导水陷柱会,还会淹没矿井,危及人身安全,造成很大的伤亡事故及经济损失,铜冶煤矿陷落柱突水就是典型一例。因此,深入研究陷落柱的发育特征,及时掌握地下水的运动规律,弄清陷落柱与断裂构造之间的内在联系,总结探讨陷落柱的形成原因、条件及过程,对于在矿井生产中进行早期的预测预报,及时采取有效的防治措施,确保矿井的安全生产,是十分必要的。

根据上述陷落柱的成因机理及发育特征,笔者认为在矿井生产过程中可进行定性的预测预报:

1. 在断裂构造比较复杂的地带,尤其断裂交汇部位或断裂附近,若地下水流速及渗流量增大,且随着时间的推移有明显的增加趋势,这时应考虑有陷落柱的存在,并可打超前钻孔加以探测证实。

2. 煤层掘进时,若遇煤层倾角突然变化,煤岩层裂隙增多,顶板又有滴水、渗水现象加上水质硬度逐渐增高,水压增大时,则是陷落柱出现的先兆。

参加本文野外及室内资料整理工作的有我院地86级盛春、伏黎明同学,鹤壁矿务局地测处、四矿地测科及安阳、井陉矿务局曾提供大量宝贵资料,并得到尚克勤总工程师、张祖银、康明二位教授,齐广新、岳保祥、宋福林工程师的热情指教,谨此致谢!

参 考 文 献

- [1] 尚克勤,华北地区岩溶陷落柱成因探讨,《中州煤炭》,1988年,第5期。
- [2] 杨锐、李国胜,登封大平煤矿挤压外推滑移构造及其成因探讨,《河南地质》,1988年,第2期。
- [3] 李国胜、杨锐,义马煤田J—K的构造演化与古植物古气候,《第一届国际地洼构造与成矿学学术讨论会论文集》(中文版),1988年11月。

第六图书馆

www.6lib.com