维普资讯 http://www.cqvip.com

阳泉矿区岩溶陷落柱

成因机制 发育规律及预测

○ 白 景 云

〔**摘要**〕 为适应高度机械化采煤，对矿井设计、井巷工程布置施工等总体布署的决策，对生产矿区岩溶陷落成因机制和发育规律，进行了研究探索。建立起陷落柱发育的规律、一般和特殊规律模型（式）。运用推断预测的理论，采用相似地区（地带）的条件性，对生产矿区、新区、规划区，做出陷落柱发育规律的预测。

1 矿区概况

阳泉矿区地处晋中东部山地，太行山西麓的山岭地带，矿区总面积960km^2，基本规划定局为11个矿区。目前，生产矿区有一、二、三、四矿，五矿正进行建井阶段。

2 地质条件

2.1 地层

区内出露地层，由东往西有中奥陶系、中上石炭系、二叠系，局部有第三系、第四系沉积物，不整合于古生代地层之上。

奥陶系地层为煤系地层基盘，总厚515m～733m．在中奥陶系地层中含3～4层不连续分布的石膏层。

中石炭系本溪组，厚约50m，平行不整于奥陶系地层之上，局部含黄铁矿。

煤系地层有：上石炭系太原组和二叠系山西组，厚170m左左。上覆非煤系地层有：二叠系石盒子组、石千峰组，厚540m 左右。

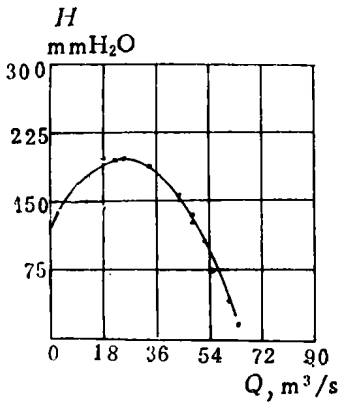


图 3 轴流式扇风机特性曲线实测图

XB=90m^3/s，YB=300mmHg，所得该风机风量-风压（Q-H）特性曲线如图3所示。

5 结论

应用PC-1500袖珍计算机处理矿井主扇性能测定数据，经在太原市东山煤矿和潞安矿务局漳村煤矿使用证明，这种方法具有现场使用方便，运算速度快、精度高及绘图能力强且直观可比性强等优点。

文中所编程序稍加修改和补充，就可得出扇风机风量-功率(Q-N)和风量-效率(Q-η）特性曲线；也可以改为大批数据集中处理法所用程序。限于篇幅有限，这里就不再一一列举了。●

（作者单位：山西矿业学院）

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.2 构造

本区位于太行山复背斜西翼中段，阜平隆起南缘，赞皇隆起西侧，沁水幻陷东北。区内构造较简单，北部、东部构造较复杂。

a.区域构造形迹 在矿区外围，北部为东西向、东部为南北向各种扭动构造形式。b.矿区构造形迹 由于区域构造控制，形成了华夏式、新华夏式和东西向构造形迹。区内波状褶曲发育，在褶曲轴部和构造复合部位，伴生一些高角度落差不大的正断层。在背斜轴部位，张性裂隙发育，成为地表水入渗的通道。在向斜轴部位，轴顶部压性裂隙发育，下部裂隙呈现引张性质，成为地表水入渗，地下水汇集的特殊循环条件。

3 岩溶陷落柱成因机制

本区岩溶陷落柱是在特定的地史环境下，由构造运动、岩溶、天然应力和岩溶上覆盖层配合作用下形成的柱状陷落。

3.1 构造运动

构造运动决定和控制着岩溶的发生、发展和老化，是形成岩溶陷落柱的重要因素。在山西地台上，由于构造运动的影响，中奥陶系碳酸盐岩地层，经历了中奥陶系末至下石炭系末和新生代岩溶期。

新生代岩溶期：老第三纪以来，由于新生代构造运动的影响，华北平原不断下降，太行山区不断上升，平原区古岩溶被埋藏在1000m以下，山西高原上升到1450m以上。太行山裸露型碳酸盐岩和西部埋藏型碳酸盐岩，经历了老第三纪以来到第四纪末岩溶期，在埋藏型碳酸盐岩地层中，形成了地下管道网、溶隙、溶洞和岩溶陷落柱。

3.2 岩溶

煤系地层下部的岩溶是形成岩溶陷落柱的主要因素。为探索岩溶陷落柱的成因机制，必须搞清形成岩溶的条件、石膏层在中奥陶系可溶岩中岩溶化过程中的作用、岩溶发育特点及发育规律。

3.2.1 煤系地层下部形成岩溶的四个条件

a.在煤系地层下部，广泛分布着巨厚的碳酸盐岩和硫酸盐岩石膏3～4层。b.有充足的溶蚀性水溶液供给：含碳酸的水对碳酸盐岩溶蚀能力比纯水大得多，岩溶水中的CO_2主要来源是：吸收煤系地层中的CO_2；黄铁矿经过氧化后生成褐铁矿和硫酸，硫酸与硫酸钙起作用生成石膏和CO_2。c.在硫酸盐岩、煤系及上覆非煤系地层中，具有发育的构造裂隙。d.有岩溶水的排泄中心：地下水排泄是碳酸水溶液循环交替的保证。本区自中更新世在矿区以东娘子关附近形成了岩溶水排泄中心——娘子关泉群，由溶洞、溶隙、裂隙涌出地表。据近些年来统计，泉群总涌水量13.7m^3/s.泉群涌水量由岩溶区大气降水补给，随年、季的大气降水变化而变化。

3.2.2 石膏层在中奥陶系可溶岩中岩溶化过程中的作用 本区中奥陶系含石膏层，具有层次多（3～4层）、分布广、厚度薄的特点。

石膏在成岩过程中，由于上覆地层的压力等作用，石膏脱水变成硬石膏，其体积减少38%。经过后期改造作用，地层褶皱变形促使石膏向褶曲轴部位聚集，在一些地段石膏层变薄，在褶曲轴部及附近变得很厚。当硬石膏水化变成石膏，其体积增加67%，并产生强大的膨胀力，对碳酸盐岩溶化强度和机制有很大影响；促使石膏本身溶解；使上覆岩层造成强烈的挤压变形和破碎，形成特殊的似层状、强烈揉皱的泥云岩及膏溶角砾岩带，其厚度变化很大，薄的几米，厚的几十米，并发育一系列溶洞。

3.2.3 岩溶区域特点及岩溶发育规律 a.岩溶区域特点。西部煤系地层下部岩溶区，岩溶水的补给主要来自大气降水，补给方式是通过岩层裂隙入渗。从地下水的补给、迳流、汇水到排泄区，形成错综复杂的溶蚀裂隙、洞隙和管道网系统。b.岩溶发育规律。主要受地质构造形迹、地表河谷水系、岩溶上

维普资讯 http://www.cqvip.com

覆盖层厚度、岩性等控制。在煤系地层下部岩溶区，岩溶发育程度多呈现不均一性，在地表河谷通过的褶曲轴部、构造复合部位、纵张断裂带下部及附近，地下岩溶发育强烈。随着岩溶上覆盖层变厚、构造裂隙发育程度的减弱等因素变化，地下岩溶发育程度也相应地减弱。

据现有资料证明：膏溶作用加深了中奥陶系碳酸盐岩的岩溶发育程度，在裸露型岩溶区接近地表部位，强岩溶发育带可一直延深到中奥陶系底板，在膏溶层位代之为膏溶角砾岩。在500～600m深处，过渡为石膏层。在深1000m时，过渡硬石膏层。超过1200m时，不具备岩溶发育条件。沁2*孔岩溶盖层厚1414m，中奥陶统岩芯完整，含硬石膏。

3.3 天然应力和上覆盖层

天然应力（构造应力、岩体自重力、流体应力、温差应力等）是形成岩溶陷落柱的动力。岩溶上覆盖层（煤系及非煤系地层）是形成岩溶陷落柱的物质基础。

岩溶洞形成以后，岩溶上覆岩体出现动力平衡状态，在天然应力作用下，使上覆岩体失稳而塌陷，直到形成自然拱后，出现相对稳定的非稳定场。

由于新生代频繁的构造运动，使地壳上升、强烈上升和伴随强烈地震的作用下，造成地下水位下切、强烈下切和地下水强烈的振荡，使上覆岩体失去浮托力，并遭受强烈的破坏而塌陷下来，一直到形成自然拱为止。同时在一些封闭较好的地段，出现正压、真空负压，形成水击和吸蚀作用，对岩体及洞隙充填物产生强烈的潜蚀作用。

由于溶洞的发展和扩大，处于动力状态的上覆岩体，在天然应力作用下，应力场遭到破坏，使上覆岩体再次塌陷下来，其塌陷的广度、高度，随着溶洞的发展、扩大等因素的变化而变化。直到新生代末期，山西地台出现相对稳定、岩溶作用的减弱、洞穴被填满，便形成了上小下大、形状各异、高度不同、大小不等的通天或半截岩溶陷落柱。

4 岩溶陷落柱发育规律

根据岩溶陷落柱成因机制研究成果和岩溶陷落柱分布特点，在本区建立起岩溶陷落柱发育总规律、一般和特殊发育规律的模型（式）理论。

4.1 岩溶陷落柱发育总规律模型（式）

该模型是研究全矿区陷落柱的发育规律。在阳泉生产矿区99km²面积内，已经查明和揭露陷落柱400多个，平均每km²4个，其中隐伏和半截陷落柱占50%以上。根据岩溶陷落柱成因机制和生产矿区已揭露陷落柱分布规律，把岩溶陷落柱发育总规律划分为：最发育带、发育带、不发育带和最不发育带。

4.1.1 岩溶陷落柱最发育带大于5个/km²，分布在矿区东部、北部、中部东侧。从地表看，主要分布在k_{10}铝土岩以下地带。岩溶上覆盖层厚360m以内。

4.1.2 岩溶陷落柱发育带 为1～5个/km²，主要分布在k_{10}铝土岩至k_{12}砂岩之间地带。岩溶上覆盖层厚360～500m左右。在发育带的下界面有一层k_{10}铝土岩，厚1～10m，透水性很弱、隔水性较好，使上下两带陷落柱发育程度呈现明显的差别。有些地带，因k_{10}铝土岩厚度变化和构造裂隙发育程度的差异，使两带分界面出现上下浮动，在矿区北部向上幅动较大。

4.1.3 岩溶陷落柱不发育带 小于1个/km²，从k_{12}砂岩至石千峰组k_{13}砂岩之间的地带。岩溶上覆盖层厚500～635m左右。

4.1.4 岩溶陷落柱最不发育带 每平方公里趋于0。从石千峰组k_{13}砂岩以上一些地带。岩溶上覆盖层厚635m以上。

4.2 岩溶陷落柱一般发育规律模型(式)

该模型是研究岩溶陷落柱发育较具体的部位（见图1）。根据岩溶陷落柱成因机制研究成果和实践探索，岩溶陷落柱主要形成初步预测该井田还有50%以上的隐伏和半截

维普资讯 http://www.cqvip.com

发育在地表河谷通过的褶曲轴、构造复合部位、纵张断裂带下部及附近。

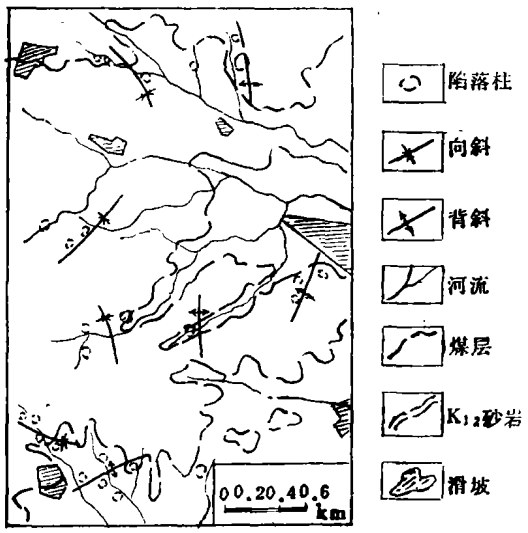


图1 陷落柱一般发育规律模型（式）

4.3 岩溶陷落柱特殊发育规律——地带(段)性的成群分布模型（式）

造成岩溶陷落柱地带（段）性的成群分布的主要因素有两个（见图2）：

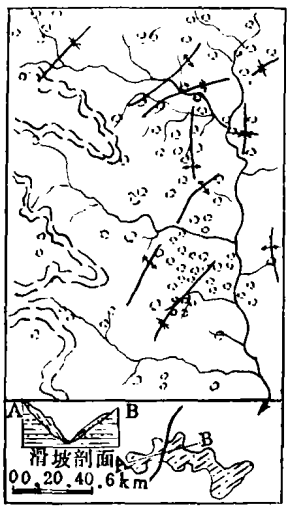


图2 陷落柱特殊发育规律模型(式)

a.具有广泛发育的构造裂隙，为地表水入渗、地下水循环形成一个良好的通道。该例段短轴波伏褶曲，纵张断裂发育，尤其是构造裂隙广泛发育。b.滑坡堆积物堵塞河谷成湖，为地下岩溶提供较大面积和较长时间供水条件。

该地带（段），由于滑坡堆积物堵塞河谷成湖，形成较大面积较长时间供水和具有发育的构造裂隙，为较大面的湖水入渗提供了条件，所以造成该地带陷落柱地带性成群分布的特殊规律。

另外，在距河谷较远的地段，在发育的构造裂隙上部有较大范围蓄积水的堆积物和具有江水条件的大向斜区时，在煤系地层下部也发育成岩溶，形成岩溶陷落柱。

5 岩溶陷落柱的预测

搞清生产矿区岩溶陷落柱发育总规律、一般和特殊规律模型（式）理论，采用相似地区、地带（段）的条件性，对生产扩区、新区、规划区做出岩溶陷落柱发育规律的预测。

5.1 对生产扩区和规划区岩溶陷落柱的预测

一、二、三矿生产扩区，绝大部分地带属于陷落柱不发育带，陷落柱发育带和最不发育带，所占面积较少。规划矿区共六个：八、九、十、十一规划矿区大部分地带属于陷落柱最不发育带和不发育带，六、七规划矿区绝大部分地带属于陷落柱最发育带和发育带。

5.2 对新区五矿（贵石沟井田）岩溶陷落柱的预测

该矿区总体设计已成定局，现由两个工程处进行大规模建井施工阶段。主要可采15#（丈八）煤层，设计年生产能力400万t。

该井田面积75.5km^2。根据岩溶陷落柱发育总规律模型（式）理论预测，陷落柱最发育带面积44.5km^2，占井田面积的59%。陷落柱发育带面积21km^2，占井田面积的28%。陷落柱不发育带面积10km^2，占井田面积的13%。据初步不完全统计，该井田已查明和局部揭露陷落柱150多个，平均2个/km^2。根据岩溶陷落柱发育总规律模型(式)理论，

维普资讯 http://www.cqvip.com

用填满煤仓分段施工法改造采区煤仓

○曹晨明　张彦月

采区煤仓不仅起临时贮存煤炭的作用，而且还可以调节采区的生产和运输，提高矿车的周转率。当前，综合机械化采煤及开天窗支架的问世，使原采区设计容量在200～300t的煤仓远远不能满足目前机械化生产的要求。煤仓的改造包括在原煤仓的基础上刷大和重新施工。怎样改造这个薄弱环节，是煤矿生产越来越明显突出的问题，是扩大煤仓，还是重新打煤仓，刷大煤仓如何进行。下面以五阳矿为例具体谈谈。

1　生产情况

五阳矿有两个生产采区，每个采区有一个综采队，二个综掘队。综采队年产量为80～100万t，综掘队年进尺约3500m，折算原煤4.5万t。所以采区生产能力约为90～110万t。如73采区，煤仓现有容量约为250t，而根据采区高峰生产延续时间计算，煤仓容量应为488.8t.考虑到今后使用开天窗支架和运输发生事故不能正常运输，要适当加大煤仓，其容量不小于500t。

2　煤仓技术特征

2.1 *原煤仓技术特征*　截面形状为圆形，直径4m，上锁口4m，下锁口5m，上下口用混凝土浇灌，厚度500mm，仓身用喷射混凝土加适量锚杆支护，煤仓容量231m³。

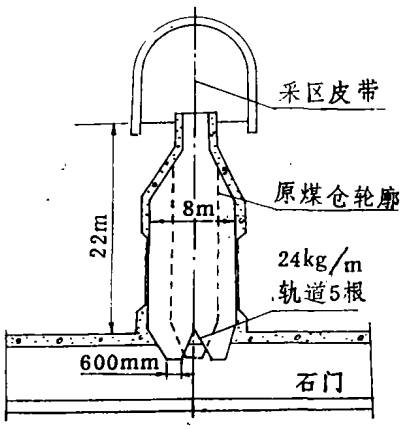


图1　施工完的煤仓

2.2 *改造后煤仓技术特征*　在＋600水平，73采区上部煤仓（见图1），刷大其截面形状为椭圆形，长轴为8m，短轴为5m，上部锁口为6.5m，下部锁口为3m，煤仓垂深为22m，上下口用混凝土浇灌，仓身喷射混凝土，必要时可挂金属网支护，容量为555 m³.

3　施工前的准备工作

3.1 *压风机安装*　在＋760水平西翼运输大巷距73采区上部煤仓较近的原通风行人巷内安装一台10m³移动式压风机。并要固定底座，压风机安装的同时将风水管路接至

陷落柱尚未揭露出来。

贵石沟井田有80%左右面积不适合综采和高档普采，适合综采面积不到20%，主要分布在井田西南地带。五矿设计年生产能力400万t，很难保证。据初步计算，把设计生产能力改为200万t以下比较切合实际。建议修改设计，否则将给国家造成较大的经济损失。●

（作者单位：阳泉矿务局工程处）