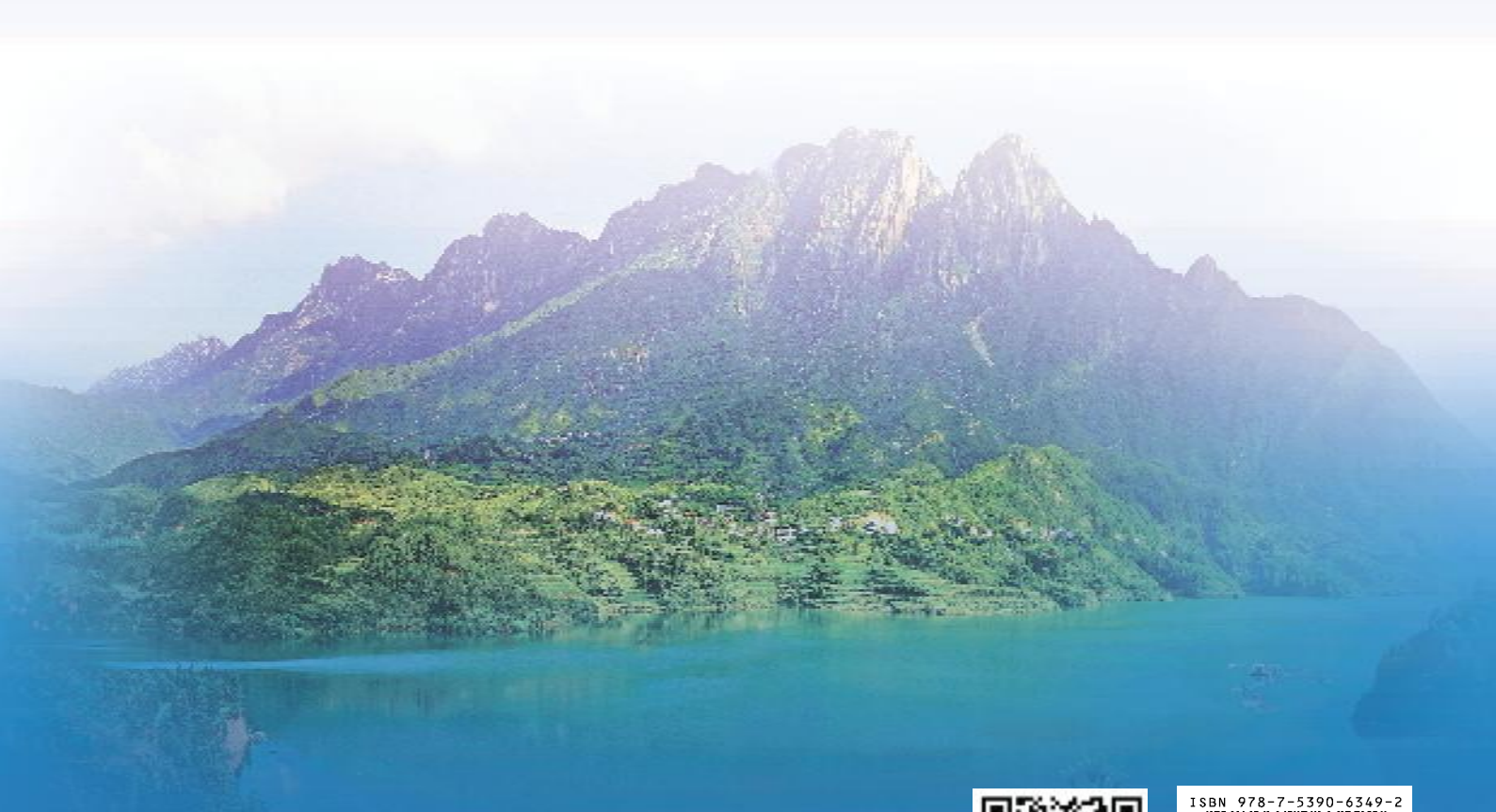


2017

江西省生态地质环境 论文集

*The Society of Ecological Geology and
Environmental of Jiangxi Province*

江西省生态地质环境学会 编



 江西科学技术出版社



2017 江西省生态地质环境 论文集

*The Society of Ecological Geology and
Environmental of Jiangxi Province*

江西省生态地质环境学会 编



 江西科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

2017 江西省生态地质环境论文集 / 江西省生态地质环境学会编. -- 南昌 : 江西科学技术出版社, 2018.6
ISBN 978-7-5390-6349-2

I. ①2… II. ①江… III. ①区域生态环境—地质环境—江西—文集 IV. ①X321.256-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 094288 号

国际互联网(Internet)地址:

<http://www.jxkjcbs.com>

选题序号:ZK2018168

图书代码:B18040-101

2017 江西省生态地质环境学会论文集 江西省生态地质环境学会编

出版 江西科学技术出版社
发行
社址 南昌市蓼洲街2号附1号
邮编:330009 电话:(0791)6623491 6639342(传真)
印刷 江西山水印务有限公司
经销 各地新华书店
开本 889mm×1194mm 1/16
印张 17.75
字数 537千字
版次 2018年6月第1版 2018年6月第1次印刷
书号 ISBN 978-7-5390-6349-2
定价 98.00元

赣版权登字-03-2018-127

版权所有 侵权必究

(赣科版图书凡属印装错误,可向承印厂调换)

《2017 江西省生态地质环境论文集》

编 委 会

主 编:王世英

副 主 编:王 刚 彭学舜

编委成员:王世英 王 刚 彭学舜 郑荣涛 张春生

毛素斌 周金定 李 辉 钟千方

目 录

地质环境理论与评价

常用插值方法对降水场空间变异特征的影响	杨海龙(2)
大雾塘矿区一矿带水文地质特征及涌水量预测	周 祥(8)
环境地质工作将成为我国地质工作新趋势	张国华(13)
吉安县地面塌陷发育特征及危害性分析	于 超(17)
康—阿碰撞缝合带南缘石炭纪火山岩构造环境及其对古吐哈大洋构造演化的指示意义 ...	余牛奔,等(21)
浅谈地质灾害调查与防治的意义——以江西省修水县马坳镇游家槎村滑坡为例	朱成子(31)
仙女湖富营养化变化特征、成因及对策分析	晏西军(34)

矿产资源勘查与开发

对矿产勘查地球化学的一些思考及建议	向燎源,等(40)
江西槽头港矿区铜多金属矿资源潜力与找矿方向	许瑞平(45)
江西金矿地质构造背景和地质特征简介	汪群英,等(50)
江西九瑞地区钴天山矿区地质特征及控矿因素浅析	董宜勇(53)
江西龙南盆地玄武岩的地球化学特征	吴鹏丽(60)
江西省潮水岩矿区地球化学特征及找矿前景浅析	陈 伟(66)
江西省瑞昌市大峰山铜金矿成矿远景浅析	千金军(70)
江西省石街瓷石矿地质特征及成因浅析	曾海波(77)
江西省王竹尖一带化探异常及找矿前景浅析	段振元(82)
九江武山铜矿南矿带深部矿体特征分析——以 -400m 标高以下 8Cu 矿体为例	吴火星,等(88)
蒙山地区成矿地质条件及成矿预测	付经刚,等(94)
浅析武山铜矿成矿岩体与 1Cu 矿体的时空关系	陈志辉,等(101)

江西省瑞昌市大北山熔剂用石灰岩矿地质特征及成因	黄晋显(106)
江西德兴松树岭铅锌矿床地质特征及成因探讨	张明华(111)
驼背山锑矿成矿地质条件及成因推测	樊涛,等(116)
驼背山锑矿硅化蚀变特征及与成矿的关系	汪国华,等(121)
武山铜多金属矿田及外围成矿特征与找矿预测	张磊(125)
新疆岔路口一带铅锌矿成因分析及远景预测	朱瑞辰,等(134)
新疆和布克赛尔县白杨河铍铀矿床特征及流体包裹体研究	尚文龙(140)
江西省葛源地区钒矿浅析及其成因探讨	何福康,等(146)

旅游地质评价与应用

江西省莲花县白水岩旅游地质资源特征及开发意义	王森林,等(153)
新疆地质遗迹景观资源 SWOT 分析及保护开发建议	余牛奔,等(160)

农业地质评价与应用

Excel 宏在农村土地承包经营权建库中的应用	严胜华,等(167)
浅议土地整理规划设计——以武宁县澧溪镇大源村等三个乡镇四个村土地整理项目为例 ...	宋亮(175)

勘查技术方法与应用

沉降观测在工程中的应用	房龙,等(181)
混合土的工程特性及勘察中应注意的问题	宗磊(184)
基坑监测在萍乡工程建设中的应用	王艳平(189)
利用 Excel 在 CAD2007 中快速绘制地震勘探观测系统	鄢毛毛,等(193)
绿色钻探施工初探	郭健(196)
频率域电磁法参数异常应用实例浅析	余越星,等(199)
浅谈水泥稳定碎石层连续摊铺施工工艺	王海威(203)

浅析理正与 CAD 在工程勘察资料整理中的应用与实践	张 稳(206)
浅谈监理对工程施工质量的“三控制”法	于海生(210)
浅谈支撑体系在明挖施工的应用——以 320 国道改造下穿通道为例	韩 锋,等(213)
普和金沙江特大桥双肢薄壁实心墩翻模施工技术	胡 枫(217)
浅谈组合支护结构在边坡支护中的应用	饶德兵(219)
普和金沙江特大桥承台大体积混凝土施工技术	姜海威(222)

实验测试技术与方法

赣北地区典型铜多金属矿床深部含铜硫化物矿石选矿试验研究	付 斌,等(226)
固相萃取在测定痕量元素中的应用	曾 梦(233)
离子选择电极法和离子色谱法测定水中氟化物结果对比浅析	蒋 婷,等(237)

遥感测绘技术与应用

无人机遥感技术的应用	罗文敏(244)
Smart3DCapture 与手机构建小物件的三维模型	胡 文(248)
影像判读与像片调绘的技术与方法	吴晰春(253)

城市地质评价与开发

基于 C#的 skyline 二次开发城市三维 GIS 系统研究	严胜华(257)
--	----------

地勘行业资产管理

地勘行业固定资产管理存在的问题与对策建议	李梦瑶(262)
建筑业如何应对“营改增”	惠军勇(265)
浅谈施工企业在挂靠经营活动中的风险与防范	谭 伟(272)

地质环境理论与评价

常用插值方法对降水场空间变异特征的影响

杨海龙

九江地质工程勘察院 九江 332000

摘要:降水场空间变异特征是进行区域气候建模的重要依据之一。利用湖北省 1975 年至 2010 年间 75 个雨量计观测站点月平均降雨量数据,分析了湖北省多年区域降水的空间分布及时空变异特征。使用反距离加权法、径向基函数法、最近邻点插值法以及克里格法对观测数据进行空间插值,通过插值后数据的变差函数计算,对比了不同插值方法下降水场空间变异特征的变化,从而确立最适合该区域的插值方法。

关键词:变差函数;克里格法;径向基函数法;最近邻点法;反距离加权法;空间变异性

1 引言

近年来,利用时空数据探讨自然科学与社会科学现象的时空演变机制和规律越来越受到重视^[1]。但是,在实际工作中,常规方法难以对地理空间中所有点进行监测而获得兴趣区完整的监测数据,这就导致运用一定数量的样本所反映的已知地理空间的全部或部分特征来探索未知地理空间特性成为地理信息科学及其应用研究的基本问题^[2]。通过空间差值方法可以应用离散样本数据去预测未知空间数据值,以实现空间数据连续化。常用的空间插值方法如反距离加权法、径向基函数法、最小曲率法、最近邻点插值法以及普通克里格法等,国内外已经有不少关于这些不同插值方法比较的研究^[3-7]。但现有对插值方法的评定大多停留在插值精度的分析上,而忽略了空间分布特征的吻合度。然而降水场空间变异特征在不同领域有着广泛的应用,通过分析比较不同插值方法中的变差函数值,不仅保持了精度,从而作为衡量一种插值方法好坏的主要标准,更重要的是保持了数据空间分布特征,这对于空间数据本身物理特性的研究更具有重要意义。

2 研究方法

2.1 数据基础

本文研究的区域定在我国湖北省($108^{\circ} \sim 116^{\circ} \text{E}$, $29^{\circ} \sim 33^{\circ} \text{N}$)范围。该区域内主要气候是北温带季风气候,季节性降雨比较明显。选取该区域内 75 个雨量计观测站点 1975 年至 2010 年月降水量为基本资料,其中测站点的高程范围是 20.1 ~ 1072.5m,整体上处于西高东低地势,相邻测站点间的高程差距较小,数据大致呈现正态分布,对于大多数插值方法影响较小。

2.2 变差函数理论

2.2.1 区域化变量

区域化变量是指以空间 X 点的三个直角坐标 (X_u, X_v, X_w) 为自变量的随机场 $Z(X_u, X_v, X_w) = Z(X)$ 。对它进行一次观测后就得到了它的一个现实 $Z(X)$,它是一个普通的三元实值函数或空间点函数^[8]。假定区域化变量 Z 具有随机性和结构性,则在点 x 出的观测值 $Z(x)$ 就可以表示成如下形式^[9-10]:

$$Z(x) = \mu + \varepsilon'(x) + \varepsilon \quad (1)$$

式中 μ 是区域化变量 Z 的平均值; $\varepsilon'(x)$ 是空

作者简介:杨海龙,男,1988 年 10 月 10 日出生,汉族,大学本科,遥感科学与技术专业,助工,现任项目经理。现在主要从事低空无人机航空摄影测量相关工作,后期的研究方向是基于低空无人机遥感测绘中倾斜摄影测量与三维空间建模,依托项目是九江市范围内矿山遥感监测与数字矿山建立。

间相关误差,平均值为0; ε 是经典统计学中的随机误差。

2.2.2 变差函数

一维变差函数的定义为:假设空间点 x 只在一维 x 轴上变化,把区域化变量 $Z(x)$ 在 $x, x+h$ 两点处的值之差的方差之半定义为区域化变量 $Z(x)$ 在 x 方向上的变差函数。在二阶平稳假设和本征假设的基础上,假设 $N(h)$ 是间距为 h 的所有点对的总数,则变差函数的计算公式为:

$$r(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} [X(u_i) - X(u_i + h)]^2 \quad (2)$$

式中: $N(h)$ 是步长为 h 数据对的数目; $X(u_i)$ 和 $X(u_i + h)$ 是相距 h 的2点采样值。从变差函数的拟合图(图1)可以看出,变差函数有3个基本参量:一是变程,用来度量空间相关性的最大距离,是变差函数达到某一稳定值时的空间距离;二是基台值,是变差函数在变程处达到的平稳值;三是块金值,表示当 $h=0$ 时的变差函数值。

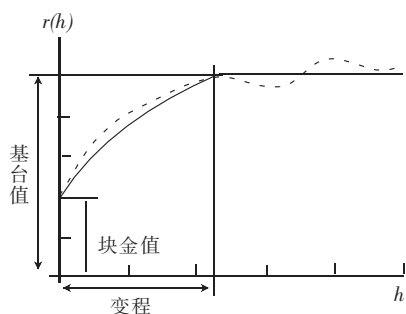


图1 实验变差函数的拟合

本文以湖北省75个站点的月平均降雨量数据为例,在MapGis K9平台中的地统计模块对已经插值处理的空间数据进行变差函数的计算,通过对比不同插值方法下的变差函数值进行相关的探究。

2.3 常用的降水场插值方法

对空间离散数据进行栅格化是空间内插的核心。长期以来,国内外学者对空间离散数据的空间插值进行了大量的研究,并提出了多种空间插值的方法。本文依据数据特征选择了下述4种方法,借助美国GOLDEN软件公司的Surfer软件进行插值分析。

2.3.1 反距离加权插值法

反距离加权插值法是一种加权移动平均方法,设平面上分布一系列离散点 $P(x, y, z)$,已知其位置

坐标 $P(x_i, y_i)$ 和属性值 $z_i (i=1, 2, \dots, n)$,根据周围离散点的属性值,通过距离加权插值求 P 点属性值。

2.3.2 径向基函数

径向基函数,又称距离基函数,它是多个数据插值方法的组合,其基函数是由单个变量的函数构成的。一个点 (x, y) 的这种基函数的形式往往是 $h_i(x, y) = h(d_i)$,这里的 d_i 表示由点 (x, y) 到第 i 个数据点的距离。所有径向基函数插值法都是准确的插值器,它们都能尽量的适应数据。当对一个网格点插值时,基函数为数据点规定了一套最佳权重。本文中选择的基函数为薄板样条函数:

$$B(h) = (h^2 + R^2) \log(h^2 + R^2) \quad (3)$$

式中 h 为表示由点 (x, y) 到第 i 个数据点的距离; R 参数是平滑因子。

2.3.3 最近邻点插值法

最近邻点插值法是假设任一网格点 $P(x, y)$ 的属性值都使用距它最近的位置点的属性值,用每一个网格节点的最邻点值作为待的节点值。具体算法如下:假若有一块总面积为 s 的区域,其中共有 N 个网格点 $n(n=1, 2, \dots, N)$ 。各个网格点的属性值分别为 $q_i (i=1, 2, \dots, N)$ 。分别以各网格点之间连线的垂直平分线,把流域划分为若干个多边形,然后以各个多边形的面积

$s_i (i=1, 2, \dots, N)$ 为权系数,计算各网格点的加权平均值,并将其作为区域的平均属性值:

$$Q = \sum_{i=1}^N s_i \cdot q_i / \sum_{i=1}^N s_i \quad (4)$$

2.3.4 克里格法

1962年,法国地理学家Matheron给出了Kriging的一般公式:

$$Z = \sum_{i=1}^N \lambda_i Z(X_i) \quad (5)$$

式中, Z 为估算点的属性值, λ_i 为参与插值的站点对估算点属性要素的权重, X_i 表示监测站点的位置。

普通克里金插值的权重系数由以下2个方程决定:

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i \gamma(x_i, y_i) + \psi = \gamma(x_j, x_0) \quad \forall j \quad (7)$$

式中, $\gamma(x_i, y_i)$ 是 Z 在采样点 x_i 和 x_j 之间的半方差, $\gamma(x_j, x_0)$ 是 Z 在采样点 x_i 和未知点 x_0 之间的半方差,这些量都从适宜的变异函数得到。 ψ 是极

小化处理时的拉格朗日乘数。

2.4 空间变异特征分析方法

在数学上已经证明,变异函数大时,空间的相关性减弱;反之亦然。以 h 为横坐标,以 $\gamma(h)$ 为纵坐标,绘制出变异函数曲线图,这些图可以直观地展示区域化变量 $Z(x)$ 的空间变异性。此外,通过插值处理将会形成规则的二维区域化变量,然而二维区域化变量的变异函数不仅与分割距离 h 有关,也与方向有关。设 $\gamma(h, \theta_1)$ 代表区域化变量一个方向的变异函数, $\gamma(h, \theta_2)$ 代表该区域化变量另一个方向的变异函数,两者的比值为^[9]

$$k(h) = \gamma(h, \theta_1) / \gamma(h, \theta_2) \quad (8)$$

等于 1 或者接近 1 则表明空间变异性为各向异性;否则为各向同性。

3 结果与分析

3.1 不同插值方法精度比较

湖北省($108^{\circ} \sim 116^{\circ}\text{E}$, $29^{\circ} \sim 33^{\circ}\text{N}$) 范围主要属北亚热带季风气候,具有从亚热带向暖温带过渡的特征。其多年(1975—2010 年)月平均降雨量由西

北向东南方向递减,其空间变异情况为:平均值 96.826mm,标准差 19.197mm,偏度 -0.028867,峰度 1.9948, Moran's 指数 0.5937, Z Score 标准差 4.0935,空间上具有极显著的空间自相关性。经过 Surfer 统一插值为 300×300 的网格数据之后,可以看出加权反比距离法、普通克里格插值和径向基函数—薄板样条插值结果均能凸显多年月平均降雨量的空间变化趋势(图 2)。

借助 MapGisK9 平台中数字地形分析模块对湖北省 75 个雨量计观测站的数据进行了交叉验证,得到 4 种插值方法的精度评价表(如表 1)。依据概率密度曲线:

$$f(\Delta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} e^{-\frac{\Delta^2}{2\sigma^2}} \quad (9)$$

式中 σ 表示中误差, $f(\Delta)$ 表示概率密度,其值与精度大小成正相关。从表 1 中可以看出,克里格与径向基函数的插值方法其中误差分别是 40.121 与 40.386,两者相差 0.265,在 1 倍中误差范围内的点数比率分别为 58.67% 与 66.67%。可见,普通克里格插值方法精度较高些(四种方法应都比较下,与论证应一致)。

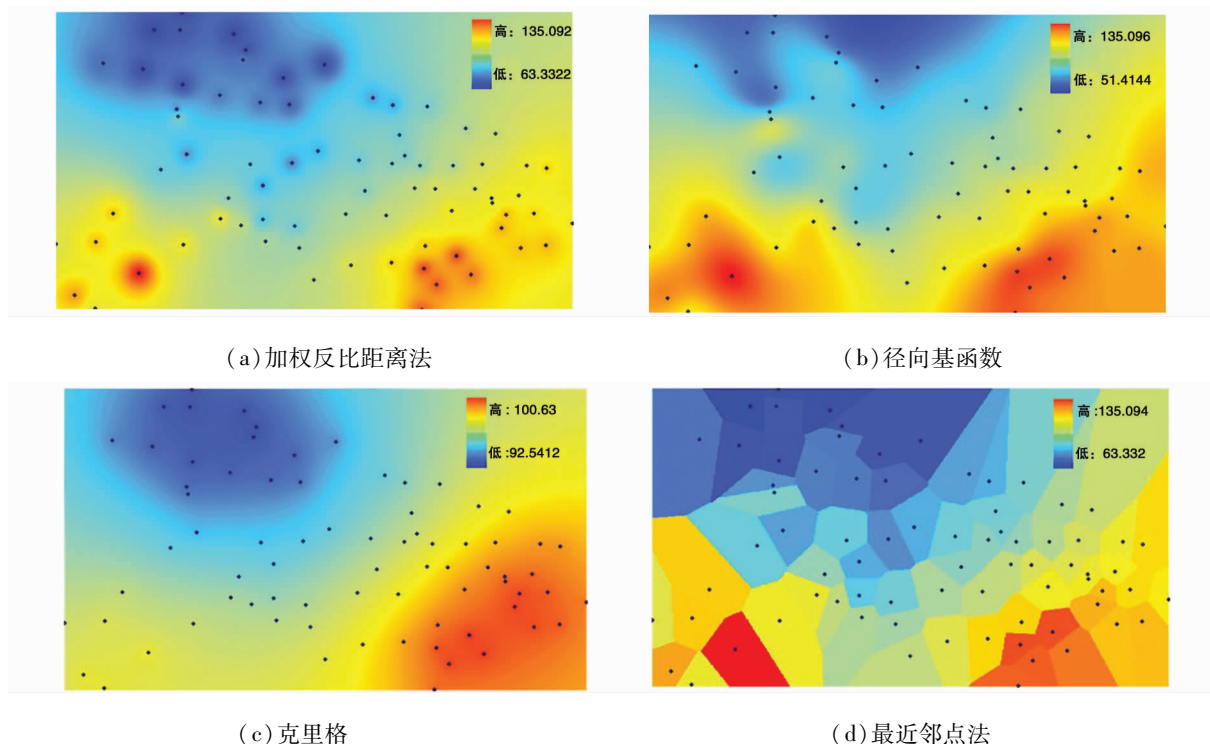


图 2 surfer 插值后的规则网

表 1 4 种插值方法精度评价表

	中误差	剔除粗差 后中误差	粗差 ($\geq 3\text{rms}$)		$\geq 2\text{rms}$		$\geq 1\text{rms}$		$< 1\text{rms}$	
			个数	比率	个数	比率	个数	比率	个数	比率
克里格	40.121	40.121	0	0.00%	3	4.00%	28	37.33%	44	58.67%
最近邻点法	40.319	37.876	1	1.33%	0	0.00%	24	32.00%	50	66.67%
径向基函数	40.386	37.950	1	1.33%	0	0.00%	24	32.00%	50	66.67%
加权反比距离法	40.312	37.869	1	1.33%	0	0.00%	24	32.00%	50	66.67%

3.2 湖北省降水空间变异特征分析

借助 MapGISK9 的地统计平台对 1975—2010 年的月平均降雨量数据进行了变差函数的最佳步长的求取,最终以 35767.7 为原始数据的变差函数步长值,由于插值的网格大小是 300×300 的正方形规则格网,为了使得在确定的搜索方向上只搜索一个网格间距中的数值,最终设定搜索的角度容差值为 45° 。依据相关文章^[10-11]的经验绘制了方位角为 0° 、 15° 、 45° 、 60° 、 90° 、 120° 、 135° 、 175° 共计 8 个方向上的变差函数曲线(如图 3)。横坐标是计算变插函数时所取的两格点间距离,即分隔距离 h ,纵坐标是变异函数值。从图中可以看出,湖北省 1975—2010 年月平均降水场在 0° 、 120° 、 135° 、 175° 方向的变插函数值随降水的强弱发生显著变化,其变差函数最大值分别为 1757、905.1、1459、2461,这说明实验数据的空间相关性随着降水范围的扩大,空间相关性会明显减弱;在 15° 、 45° 、 60° 、 90° 方向的变差函数值同样与降水范围有关,其变差函数最大值分别为 1485、1244、715.9、255.6,这说明在变差函数曲线不连续的情况下,随着搜索范围的增加数据的空间变异性逐渐减弱,空间相关性增强。另外,从 8 个方向变异函数变化曲线看出,在分隔距离较小时,变异函数较小,说明降水系统在小尺度范围内变异程度小,空间相关性较好,随着分隔距离的加大,变异程度亦随之增大,空间相关性逐渐减弱。

为了更好的说明上述的特征,对 0° 与 90° 、 45° 与 135° 、 15° 与 175° 、 60° 与 120° 这 4 组方向上的变差函数均值做了比值运算,获得不同方向上变差函数的比值表(如表 2)。对表格数据分析可知,湖北省 1975—2010 年月平均降雨量数据在 15° 与 175° 方向上比值为 0.960 最接近于 1,其他各个方向上均不接近于 1,其中 0° 与 90° 方向上比值为 0.315 更

接近于 0,因此实验数据在 0° 与 90° 方向上各向异性最为显著,在 15° 与 175° 方向上各向同性最为显著。其他方向趋于各向同性更胜于各向异性。依据原始数据高程趋势面分析结果,湖北省地形正好是由西北至东南地形由高海拔、地势陡峭趋于低海拔、地势平坦,这种地形状况正好与上述的分析结果相吻合。

表 2 不同方向上变差函数的比值表

	0° 与 90°	45° 与 135°	60° 与 120°	15° 与 175°
比值 k	0.315	0.805	0.616	0.960

3.3 不同插值方法变差函数比较

通过对月降雨量数据的空间变异性分析, 90° 方向上变差函数值最小且变差函数曲线并非连续上升,在滞后距为 2.096×10^5 位置之后具有明显的波动性, 175° 方向上变差函数值最大且变差函数曲线具有连续上升的特性。因此, 90° 与 175° 方向可以很好的描述 1975—2010 年湖北省月降雨量数据的空间特性,为了验证 4 种插值方法中哪种方法更能最大限度的保留原始数据的空间特性,统一将数据处理为网格大小为 300×300 的栅格数据,绘制确定方向上不同插值方法的变差函数曲线与原始数据的变差函数曲线对比图(如图 4)并利用 matlab 软件求解了 90° 与 175° 方向上 4 种插值方法的变差函数曲线与原始变差函数曲线的相关系数表(如表 3)。从图 4 可以看出在 90° 与 175° 方向上最近邻点法、径向基函数、克里格的变差函数曲线均与原始变差函数曲线走势相近。从表 3 数据分析可以定量得出径向基函数插值后的变差函数曲线与原始变差函数曲线相关系数在 90° 与 175° 方向上分别为 0.9856、0.8896,是 4 中插值方法中与原始变差函数曲线相关系数最大的。因此,径向基函数插值方法可以较好的保留原始数据空间变异特性。

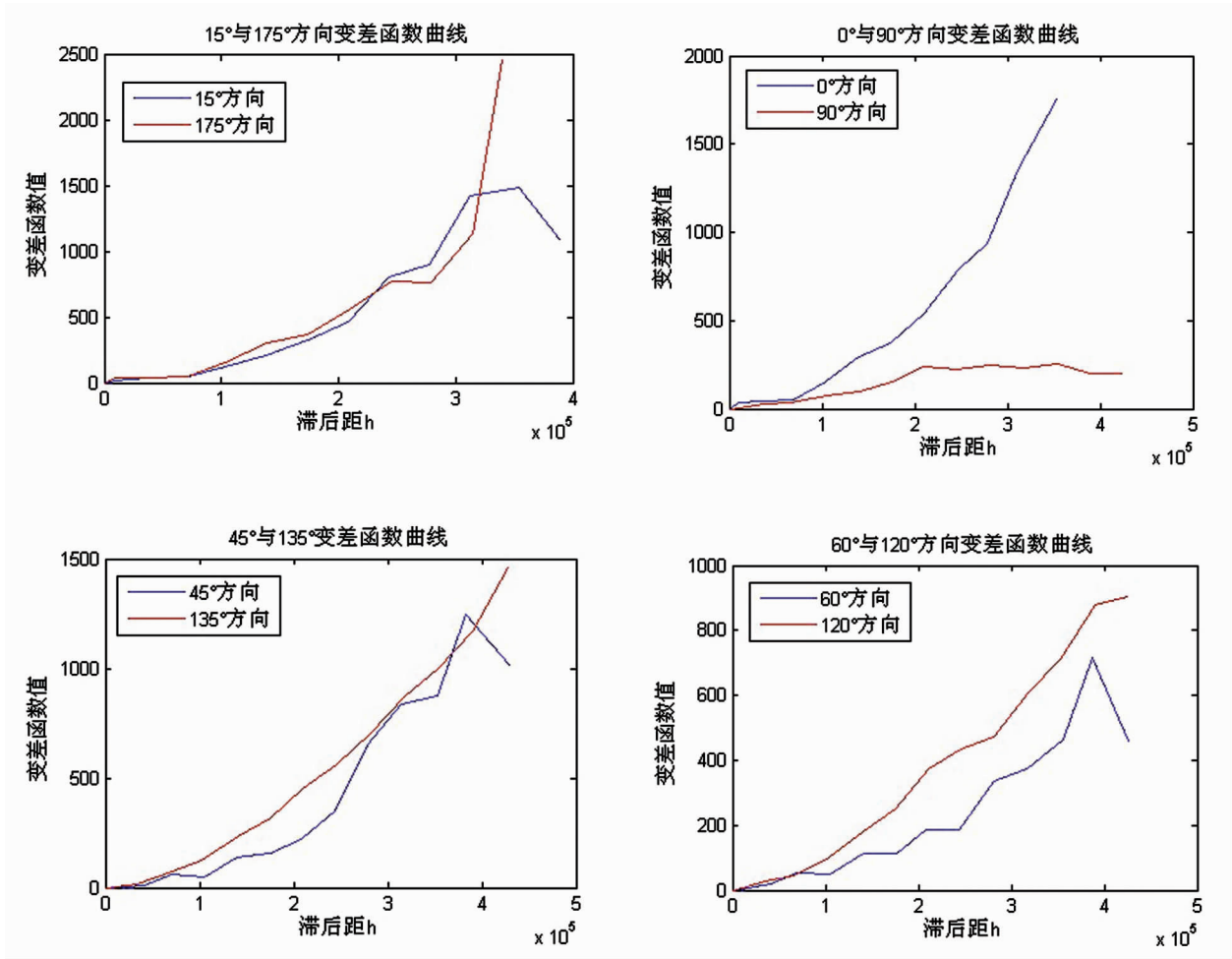
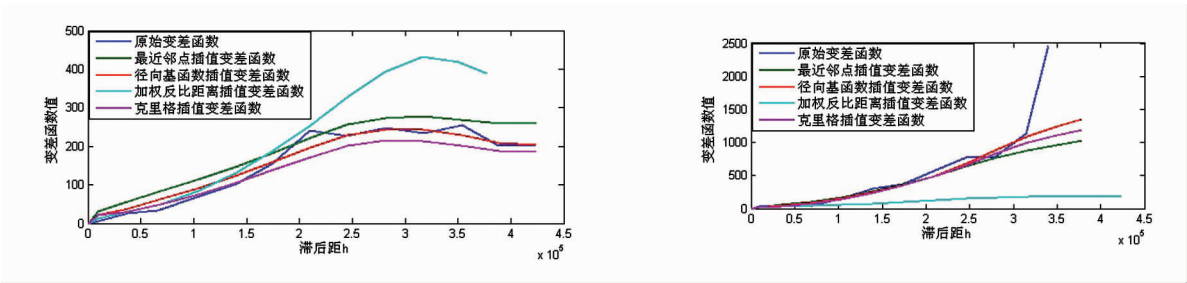


图3 不同方位上变差函数曲线



(a) 90°方向上变差函数曲线 (b) 175°方向上变差函数曲线

图4 插值变差函数与原始变差函数曲线对比图

表3 90°与175°方向上4中插值方法变差函数曲线与原始变差函数曲线的相关性表

	普通克里格	径向基函数	加权反比距离	最近邻点
90°	0.9855	0.9856	0.8921	0.9770
175°	0.8754	0.8896	0.7295	0.8584

4 结论

本文以湖北省1975—2010年月平均降雨量数据的反距离加权插值法、径向基函数插值法、最近邻点插值法以及克里格插值法为例,主要利用变差函数分析了湖北省多年区域降水的空间分布及时空变

异特征插值,同时也借助精度评价指标对比了不同插值方法对原始数据的插值精度高低。

对于湖北省月平均降雨量而言,通过各种插值方法插值后的中误差指标对比得出克里格插值方法中误差值最小 40.121,而且其粗差为 0,因此克里格插值方法具有更高的插值精度。

通过对原始数据变差函数中合理步长、角度容差的设置,依据数据的空间趋势图选择了 8 个方位上的变差函数曲线,从这些变差函数曲线中分析出原始数据在 0° 与 90° 方向具备明显的各向异性特征,二者变差函数均值比值为 0.315,在 15° 与 175° 方向具有明显的各向同性特征,二者变差函数均值比值为 0.960。此外,依据不同方向上变差函数曲线的变差函数值变化最大和最小以及是否平滑连续等特征,选择了最能代表数据空间分布特征的两个方位角 90° 与 175° ,最终在这两个方位上通过对比不同插值方法的变差函数曲线与原始变差函数曲线的相关系数,确定出选用径向基函数方法与克里格插值方法均能够最大限度保留原始数据的空间分布特征。

上述研究表明,在对降水场数据进行分析处理时既要保证精度又要尽可能多的保留降水场空间分布与与时间变异特征,选择克里格插值方式更能保证这两点需求。在只要求精度时,选择克里格插值方法较好,在只要求保留空间变异特征时,选择径向基函数插值方法较好。当然,各种理论算法都在不断更新,更加的精准化,本文得到的并非最好的插值方法,只是在目前理论发展前提下比较合适的选择。

参考文献

- [1] 李新,程国栋,卢玲. 空间内插方法比较[J]. 地球科学进展,2000,15(3):260-265.
- [2] Mitasova H, Mitas L, Brown W M, et al. Modelling spatially and temporally distributed phenomena: new methods and tools for GRASS GIS[J]. International Journal of Geographical Information Science, 1995(4):433-446.
- [3] Zimmerman D, Pavlik C, Ruggles A, et al. An experimental comparison of ordinary and universal kriging and inverse distance weighting[J]. Mathematical Geology, 1999, 31(4):375-3901.
- [4] Price D T, McKenney D W, Nalder I A, et al. A comparison of two statistical methods for spatial interpolation of Canadian monthly mean climate data[J]. Agriculture Forest Meteorology, 2000, 101(2-3):81-94.
- [5] 冯锦明,赵天保,张英娟. 基于台站降水资料对不同空间插值方法的比较[J]. 气候与环境研究, 2004, 9(2):261-277.
- [6] 刘胤雯,赖格英,陈元增,等. 梅江河流域年均降水量空间插值方法研究[J]. 亚热带资源与环境学报, 2007, 2(3):29-34.
- [7] 吴文玉,马晓群. 基于 GIS 的安徽省气温数据栅格化方法研究[J]. 中国农学通报, 2009, 25(2):263-267.
- [8] 秦来勇. 地质统计学在地质及矿业中的应用与发展[B]. 地质, 2002, (06):104-106.
- [9] Matheron G. Principles of geostatistics[J]. Economic Geology, 1963, 58:1246-1266.
- [10] 魏凤英,曹鸿兴,徐祥德. 变异函数在降水场空间特征分析中的应用[A]. 南京气象学院学报, 2002, 25(06):795-799.
- [11] 季青,余明. 基于协同克里格插值方法的年均温空间插值参数的选择研究[J]. 首都师范大学学报(自然科学版), 2010, 31(04):81-87.

大雾塘矿区一矿带水文地质特征及涌水量预测

周 祥

江西省地质矿产勘查开发局赣西北大队 江西九江 332000

摘 要:通过分析大雾塘矿区一矿带水文地质特征,建立水文地质概化模型,给出矿坑涌水量预测动力学模型,为后续开采建设提供依据。

关键词:一矿带;水文地质特征;涌水量预测;充水因素

1 引言

大雾塘矿区位于靖安县与武宁县交界处,南东 115° 方位直距靖安县城 50km,北东 20° 方位直距武宁县城 60km。大雾塘矿区包括平苗、一矿带、东陡崖及狮子岩四个矿段,是以钨为主,伴生铜、银、钼、锡的综合矿床。其中一矿带是矿区范围内矿体规模最大、矿石类型最多、资源储量最大的矿段,钨矿资源量占全区总量的 75%。本次以一矿带为例,综合分析其水文地质特征并进行矿坑涌水量预测,建立本矿区矿坑涌水量预测动力学模型。

2 基础地质条件

2.1 地形地貌

一矿带属中高山区,地势总体北、西高,南东低,区内主山脊走向呈 NE—NNW 向,与区域构造线方

向相一致,山体坡度 $35^{\circ}\sim 40^{\circ}$,局部达 45° 以上。最高点位于西部平顶山,标高 1671.06m,最低点为东部冲沟,相对高差 521.06m。

2.2 地层岩性

一矿带地层岩性单一,为岩浆岩,其中晋宁期黑云母花岗闪长岩大面积分布,呈岩基产出,燕山期岩浆岩为似斑状二(白)云母花岗岩、白云母花岗岩、黑云母花岗岩、斑状黑云母花岗岩及花岗斑岩,它们以不同形态、不同产状的大小侵入体分布在晋宁期黑云母花岗闪长岩内。

2.3 断裂构造

一矿带断裂发育,主要特征见表 1,其中 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 断层多被黏土矿物充填,起阻或隔水作用(据 PD—L 坑道资料,揭露此类断层巷段潮湿,未见渗滴水现象); F_{14} 为导(含)水断裂(据 PD—5 坑道资料,揭露 F_{14} 断层巷段均见串珠状滴水)。

表 1 一矿带断裂特征一览表

断层编号	走向($^{\circ}$)	倾向	倾角($^{\circ}$)	延长(m)	主 要 特 征
F1	30	SE	65~75	1350	破碎带宽 0.3~10m,逆时针错动。水平错距 7~9m,见糜棱岩、透镜体和派生裂隙,断面平直、光滑、见硅质绿泥石薄膜,压扭性质
F2	35	SE	60	100	破碎带宽 1m,见构造角砾岩、断层泥和挤压片理,片理走向与主断面平行,压扭性质

作者简介:周祥,男,1989 年 1 月出生,汉族,大学本科,水文与水资源工程专业。赣西北大队水工环地质勘察院副院长,水工环工程师。现主要从事水工环勘察工作。

续表 1

断层编号	走向(°)	倾向	倾角(°)	延长(m)	主 要 特 征
F3	15 ~ 30	北段: NW 南段: SE	75 55	260	断面闭合, 面上见阶步和近于水平的擦痕, 并具硅铁质薄膜, 逆时针错动, 错距 1m, 压扭性
F4	15 ~ 40	NW	60 ~ 80	450	破碎宽 0.1 ~ 1.0m, 具糜棱岩化, 面较平直, 具硅铁质薄膜, 部分被扁豆状石英脉充填, 压扭性
F5	5	北段: E 南段: W	65 58	230	具枢纽特征, 见挤压片理和角砾, 面平整、光滑, 沿走向为舒缓波状, 压扭性
F6	15	NWW	80 ~ 86	130	破碎带宽 1.2m, 见碎裂岩、糜棱岩和与主断面斜交的挤压片理及“入”字型裂隙; 面上见铁质薄膜; 逆时针扭动, 错距 20m, 压扭性
F7	15	SEE	80	210	断面舒缓波状, 破碎带宽 1m, 见挤压片理和透镜体, 发育一组产状 90° ∠ 65° 的裂隙, 顺时针扭动, 错距 8m, 压扭性
F8	70	NNW	60 ~ 83	1020	破碎宽 2 ~ 8m, 见糜棱岩、透镜体和角砾岩, 带中发育一组小裂隙, 压扭性
F9	13	北段: W 南段: E	65 ~ 80 82	530	具枢纽特征, 破碎宽 0.4m, 岩石破碎、局部糜棱岩化, 甚至硅化, 部分见有石英脉呈扁豆状充填, 压性
F10	75	不清		95	推测断层, 逆时针扭动, 错距 5m, 性质不明
F11	25	NWW	65	75	破碎宽 1.5m, 带中岩石受挤压破碎, 压扭性
F12	15	NWW	60	55	破碎宽 0.3m, 带中岩石受挤压破碎, 压性
F13	15	NWW	80	140	断面中见有透镜状硫化物块状石英脉充填, 张扭性
F14	300	不清		115	推测断层, 逆时针扭动, 错距 16m, 扭性

2.4 矿体特征

一矿带共圈出主要工业钨矿体 50 个, 其中具工业意义的细脉浸染型主要钨矿体 40 个, 主要赋存于晋宁期黑云母花岗闪长岩中, 总体走向 310° ~ 325°, 倾向南西, 倾角相对较缓, 在 5° ~ 20° 间; 圈出蚀变花岗岩型钨矿体 8 个, 赋矿岩石为燕山早期白云母花岗岩, 矿体位于岩体侵入的前锋或岩凸部位, 总体走向 280° ~ 300°, 倾向南西, 倾角相对较缓, 在 3° ~ 15° 间; 圈出 2 个石英大脉型工业矿体, 分布于矿段北部, 呈平行产出, 主要赋存于晋宁期黑色云母花岗闪长岩中, 规模较小。矿体赋存标高 + 820—地表, 厚大矿体主要赋存于 + 1100m 标高以上, + 1100m 标高以下矿体相对分散。

3 水文地质特征

3.1 气象及水文条件

3.1.1 气象

根据武宁县 199—2013 年气象资料, 多年平均降雨量 1496.96mm, 最大年降雨量 2188.1mm (1998 年), 最小年降雨量 1091mm (2007 年), 极端日最大暴雨量为 187mm (1998 年 7 月 29 日), 季节和年份雨量分配不均, 每年 4 月—7 月降雨量较集中, 占全年总量的 55%, 降水丰年是枯水年雨量的 2 倍。区内平均与特征年份逐月降雨量见表 2。

表 2 平均与特征年份逐月降雨量对照表

月份 年份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
1998	167.2	95.4	228	167.8	137	510.7	564.7	90.7	83.6	114.4	10.10	18.50	2188.10
2007	77.1	55.4	151.6	141.2	95.3	251	84.4	93.5	60.2	16.10	21.10	44.10	1091.00
1998—2013	90.16	98.58	126.08	144.13	200.77	233.63	177.44	122.12	74.67	56.86	72.00	38.72	1496.96

注: 2007 年为枯水年份, 1998 年为丰水年份。

3.1.2 水文

矿区地表水系不发育,但因地形切割强烈而沟系发育,次级沟系呈枝状、爪状垂直于山岭发育,规模短小,多属季节性间歇流。一矿带主干冲沟为东侧近东西向冲沟,向东低地形迳流排泄,最终汇流于矿区外(东部)的北港溪。

矿区地表沟流以大气降水补给为主,具有就地补给、排泄迅速,且暴涨暴落的特征,据地表水动态观测,丰、枯期流量变化大,一矿带主冲沟沟口(“大雾塘”出口)丰期流量 25.76L/s,枯期流量 8.99L/s,据沟岸浸润线显示,在数日暴雨期,流量可增至丰期流量的近几至几十倍,形成瞬时山洪,雨过一日便可快速消退,平、枯期支沟系一般无水流。

3.2 地下水补、径、排条件

矿区地形地貌、气象水文等因素客观上决定地下水补、径、排条件。山地一般为补给区,山前地带为补给、径流区,沟壑谷地既是补给、径流区,亦是地下水的集中排泄区。大气降水是地下水的主要补给源。各地下水系统在山地斜坡地带以斜向运动为主,平凹地带以垂向运动为主。浅层地下水主要接受大气降水与地表沟流的入渗补给;深部或深层地下水除接受上部浅层地下水的渗入补给,还通过与地表沟通的裂隙、构造破碎带接受大气降水的垂直入渗与地表沟流的侧向补给,并通过裂隙系统发生水力联系。

区内宏观地貌构成了矿区为一个地下水以接受大气降水补给为主,并以就地补给、就地或近源排泄为特征的较完整的水文地质单元。

3.3 当地侵蚀基准面标高与矿井最低排泄面标高

一矿带主干沟谷流出矿段最低排泄面标高为 1200m,为矿床最低侵蚀基准面。一矿带厚大矿体主要赋存于 +1100m 标高以上, +1100m 标高以下矿体相对分散,大部矿体位于矿床最低侵蚀基准面以上。

根据矿体分布与地形地貌条件,一矿带最低侵蚀基准面及矿井最低排泄面标高均为 1200m。

3.4 充水因素分析

矿区出露地层岩性较单一,主要有岩浆岩、第四纪松散层堆积物。岩浆岩既是主矿带的赋存层位,又是主要含水层和充水岩层;第四系仅在局部低洼较厚处形成富水性弱的含水层,为次要充水岩层。

大气降水是地下水获取补给的主要来源,其形

成的坡面流与沟谷流排泄迅速。矿床表部残坡积层及风化层受地形控制,其透水性、持水性弱,地下水获得入渗补给条件差;深部基岩裂隙水则主要通过裸露基岩裂隙、构造破碎带与地表沟通,或联通沟流获得降水入渗补给及沟流的垂直或侧向补给,这些地带地下水与外界的水力联系密切,但区内地形切割强烈,沟谷普遍断面狭窄,纵向坡降大,支沟系多属间歇性的季节流,主干沟谷暴涨暴落,枯期水量甚小;表部裂隙均具较高的充填程度,深部裂隙一般分布稀疏,除裂隙密集带、断裂破碎带外,岩体线裂隙率一般 $<0.3\%$ 。因此,含水层获得的补给量是微弱的。

3.4.1 风化裂隙带对矿床充水的影响

根据钻孔岩芯钻探及野外地表、坑道工程地质调查,风化作用形成的裂隙多为风化产物或黏土矿物充填,风化带内岩芯钻探钻进中仅有冲洗液耗损,无冲洗液严重漏失与全漏失,反应风化裂隙带含水性差;坑道揭露的风化层内亦无渗、滴水现象,硐体围岩均为微潮状态,但硐壁不稳定,一般为支护壁。说明风化裂隙带含水性极弱,对矿床充水影响微小。

3.4.2 构造破碎带对矿床充水的影响

矿床岩层在构造应力影响下,形成断裂破碎带、构造裂隙密集带、挤压破碎带等。这些破碎带一般走向延伸长,倾向延深大,往往与外界沟通,裂隙密集带、胶结较差的破碎带往往具较好的富水、导水性,钻孔简易水文观测,揭露时冲洗液均大部漏失或全漏失;坑道系统调查亦是在裂隙带、胶结较差的破碎带渗水或滴水甚至线状淋水。由此可见,胶结较差的构造破碎带、裂隙密集带是矿床充水的主要影响因素和充水主要途径。

3.4.3 地表水对矿床充水的影响

主干沟谷及沿程支系沟谷为岩质沟床、岩质沟岸,冲沟沿程基岩裂隙与之沟通,具有密切的水力联系,低于沟谷迳流段内的矿井充水将受到沟谷迳流的反补给影响,但因地表迳流梯度大,静水压力小,其补给条件与补给量受到限制。

3.4.4 老窿水对矿坑充水的影响

老窿积水通过采动裂隙的垂向、侧向向矿坑充水,因积水量有限,对矿床充水的强度不大,未来开采穿越老窿前应施工探水孔,或超前疏干老窿水,谨防瞬间突水现象发生。

3.4.5 矿床其他充水因素

(1)封闭不良的钻孔垂向贯通补给:大气降水