文章编号: 1001—1749(2011)02—0227—04

伽玛测井分层解释法的程序实现与应用

杨利容[1、2], 黄元清[3], 王 祺[3]

(1. 成都理工大学,四川 成都 610059; 2. 四川省核工业地质局,四川 成都 610021;
3. 四川省核工业地质调查院,四川 成都 610061)

摘 要: 在 VC + + 平台下,通过对自然伽玛测井数据和分层解释法中反褶积计算方法的分析,编程实现了自然伽玛测井数据曲线的自动绘制。并且,通过图形化操作可以对地质特征参数实现自动计算,进一步对自然伽玛测井数据进行反褶积法计算,最终获得单元层的铀含量,实现自然伽玛测井分层解释。通过应用程序对测井模型数据的处理表明,采用图形化求取特征参数,可以极大地降低特征参数获取的难度。程序计算的单元层含量与实际含量进行对比,结果表明,只要采用合适的计算长度,其计算误差就可控制在 2% 以内,并且可以很好地区分测井模型中 10 cm的夹层,同时说明通过该方法获得的特征参数是合适的。

关键词: 伽玛测井; 反褶积; VC + +
中图分类号: TP 316.7 **文献标识码**: A

0 前言

自然伽玛测井是放射性矿产勘查中的重要手段,放射性矿产的储量计算,往往是由测井提供重要的数据。然而在传统的面积法对测井数据处理的过程中,存在较大的缺点,它既不能提供矿层内铀、钍含量的变化形态, 也不能把矿层群中的夹层区分出来。同时还需要制图和面积测量,人为的误差也较大[1]。自上世纪八十年代以来,国外就对测井数据的处理方法展开了各种研究。我国在九十年代,汤彬等人[1]对分层解释法进行了较深入的研究[2~6]。目前,比较通用的处理方法是反褶积分层解释法,该方法只需要采用一个地质特征参数(或视地质特征参数 α), 而且其数值可以根据实际的放射性测井曲线来确定, 从而在很大程度上消除了钻孔条件和地质环境诸多参数的影响[7]。因此可以消除或者部份地解决长期以来传统方法存在的问题。

由于反褶积分层解释法存在计算量较大的缺陷,因此人工计算往往满足不了现代工作效率的要求。作者在本文中,就是将反褶积分层解释法用计算机编程,实现计算自动化,以提高计算效率。

1 方法及程序实现

1.1 反褶积计算

反褶积法是七十年代末由加拿大学者卡纳威(J. G. Conaway)提出来的一种分层解释方法,八十年代初,该方法被引入我国,并在铀矿物探界进行了推广[8]。特别是特征参数 α 实测方法的研究取得成功,使反褶积法完全可以投入生产。作者在本文计算所采用的是斜率法,从钻孔实测的伽玛照射量率曲线上求取,反褶积计算,从而进行分层解释。其中,反褶积计算通式为[7,9]:

$$q_i = \frac{I_i}{Ku} - \frac{1}{Ku(\alpha \cdot h)^2}\sum_{k=-m}^{m} H_k I_{(i+k)}$$

式中 q_i 为第 i 个单元层含量的数值,以百分数表示; I_i 为测点 i 的 γ 照射量率的数值,单位为纳库

收稿日期: 2010 - 09 - 27 改回日期: 2010 - 12 - 14

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

每千克时(nC/(kg•h)) ; α 为特征参数,与探头结构、钻孔条件和地层环境参数有关; 表示单位吸收厚度对 γ 照射量率衰减的百分数,单位(1/m) ; h 为单元层厚度,单位为(m) ; H_k 为算子长度,只与算子长度的(2 m + 1) 有关,当 2 m + 1 取值 1、3、5 时,分别对应一点式反褶积、三点式反褶积和五点式反褶积。

五点式反褶积为:

$$q_i = \frac{I_i}{Ku} - \frac{1}{Ku(\alpha \cdot h)^2}(-I_{i-2} + 16I_{i-1} - 30I_i + 16I_{i+1} - I_{i=2})$$

其中 特征参数 $\alpha = \left|\frac{\ln(I_b - I_{DS}) - \ln(I_a - I_{DS})}{Z_b - Z_a}\right|$; I_a、I_b 分别为靠近矿层边界外一侧的二点 Z_a、Z_b 的 γ 照射量率,单位为纳库每千克时(nC/(kg • h) ; I_{DS} 为矿层外侧的围岩底数照射量率,单位为纳库每千克时(nC/(kg•h)) ; Z_a 、Z_b 为孔内二个不同的深度,单位(m) 。

从上述公式可见,在反褶积计算中,特征参数的选择是否合适,直接影响计算结果的准确性。

1.2 程序实现

本程序设计主要从四个方面进行: ①数据准备; ②参数设计; ③图形交互; ④反褶积计算。

1.2.1 数据准备

由于我国测井设备不一,数据格式不一,但都能与 Windows 自带的记事本兼容,因此本程序选用了记事本的文本格式,且数据只需要测量深度和辐射强度(或计数) 。数据的读入可采用以下结构。

```
struct WellLogging_Data/* 定义读入数据的结构体* /
{   int      DataNum;   /* 定义数据序号* /
    double   Deep;      /* 定义深度* /
    long int count;     /* 定义测量值* /    };
```

在定义数据结构后,就可以通过 CFileDialog 类和 CFile 对数据进行读写了。

1.2.2 参数设计

VC + + 专门设计了资源编辑器,使用资源编辑器,我们无需编写资源文件,就可以增加菜单、对话框,为我们的软件系统增添显示信息并取得用户数据的人机交互界面[10] 。通过这个功能,我们将参数设置设计为一个对话框,然后在需要的地方调用该对话框。其调用如下:

```
ParaSetDlg dlg;
if( dlg. DoModal( ) = = IDOK)
{   m_nStartDeep = dlg. m_nStartDeep;
    m_nEndDeep = dlg. m_nEndDeep;
    m_nKu = dlg. m_nKu;
    m_nKr = dlg. m_nKr;
    m_nCharacA = dlg. m_nCharcA;
    m_nHigh = dlg. m_nHigh;   }
```

调用后的结果如图 1 所示。

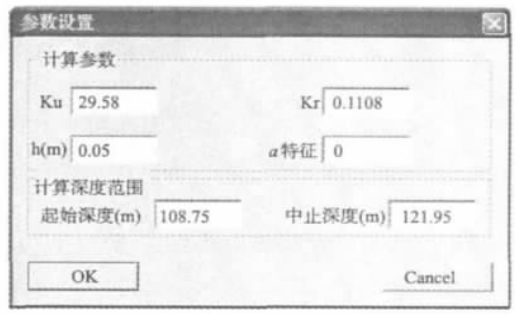


图 1 参数设置对话框

Fig. 1 Parameter settings dialog

1.2.3 图形交互

Windows 程序与 Dos 程序最大的区别,就在于 Windows 有一个很友好的图形界面,可以让使用者轻松地学会操作。图 2 是本程序在调入测量数据后显示的曲线图,用户可以通过键盘和鼠标对曲线进行光标移动,曲线放大、缩小等操作。同时,使用者可以非常直观地根据伽玛测井曲线形态,选择合适的特征参数计算点,程序将通过使用者在屏幕上确定的计算点,自动计算特征参数。

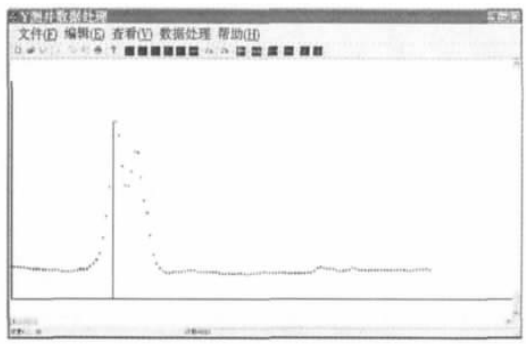


图 2 程序主框架图

Fig. 2 Main frame of software

该程序实现主要是在 View 类中的 OnDraw 中,通过调用画图函数对测量数据进行画图,同时

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

通过对快捷键的设置和工具栏的设置与编程,可以很方便地实现人机交互。

1.2.4　反褶积计算

反褶积计算是整个程序的关键内容,其功能的实现均是为此服务的。作者在本程序中,提供了三点反褶积和五点反褶积二种方法。五点反褶积的实现如下:

```
for( int i = m_nStartNum + 2; i < = m_nEndNum - 2; i + + )
    {
    m_LContent [i] = m_nKr* ( ( double( ( Well_Temp [i]. count - m_nAveCount) ) /m_nKu) - double( ( -( Well_Temp [i - 2]. count - m_nAveCount) + 16* ( Well_Temp [i - 1]. count - m_nAveCount) - 30* ( Well_Temp [i]. count - m_nAveCount) + 16* ( Well_Temp [i + 1]. count - m_nAveCount) - ( * Well_Temp [i + 2]. count - m_nAveCount) ) )
        /( 12* m_nKu* m_nHigh* m_nCharacA* m_nHigh* m_nCharacA) ) ;
}。
```

计算后的结果以文本格式输出。

2　程序应用

为了检验程序计算的准确性,作者选用了分别采用矿层厚度为 10 cm 的模型(见表 1) 、矿产厚度为 10 cm ~ 10 cm 夹 10 cm 的模型(见下页表 2) ,以及 γ 测井模型的数据进行试算。从计算的结果可以看出:

(1) 无论是单层的薄层矿体还是含有夹石的多层薄层矿体,程序计算结果都可以准确地将其分辨出来。

(2) 从计算结果来看,单层矿层的计算结果与实际含量的最小误差仅为 -0.09% (九点式反褶积) ,含夹层的计算结果最小误差为 -0.28% (七点式反褶积) 。由此可见,通过测井曲线计算特征参数,计算结果是准确的,这也表明通过图形化计算的特征参数是合适的,符合实际情况。

(3) 从采用的计算方法来看,随着算子长度加长,反褶积分层解释法效果愈好,计算含量的精度

表 1　矿层厚度为 10 cm 模型 γ 测井数据及解释结果

Tab. 1　γ logging data and interpretation of the model of 10cm thick

井深 (m)	计数	反褶积分层解释(10^{-6})					备注
		三点式	五点式	七点式	九点式	十一点式	
0	12.2						
0.1	12.7	4.65					
0.2	14	4.15	4.37				
0.3	17.4	1.82	2	1.87			
0.4	29.8	0.93	2.03	1.91	1.67		
0.5	66.4	-4.93	-2.02	-0.59	-0.55	7.75	
0.6	168.9	-21.76	-27.8	-25.1	-21.5	-15.02	
0.7	465.2	102.8	67.56	49.17	38.16	32.22	
0.8	910.1	703.5	777.03	806.01	821.23	831.17	矿层
0.9	466.7	104.37	69.31	50.98	40.01	33.14	
1	170.6	-21.48	-27.69	-25.06	-21.51	-18.03	
1.1	69.2	-3.44	-0.45	1.02	1.09	1.49	
1.2	32.8	2.43	3.57	3.45	1.46	2.11	
1.3	18.6	2.53	2.68	2.52	2.31		
1.4	14.5	4.51	3.12	1.45			
1.5	13	3.43	2.22				
1.6	12.4	2.13					
误差(%)		-13.44	-5.10	-1.81	-0.09	1.04	

注: 测井模型数据见参考文献[7]

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

表 2 矿层厚度为 10 ~ 10 cm 夹 10 cm 的模型 γ 测井数据及解释结果

Tab. 2 γ logging data and interpretation of the model in 10 cm thick layer and 10cm interbeded layer

井深 (m)	计数	反褶积分层解释(10^{-6})					备注
		三点式	五点式	七点式	九点式	十一点式	
0.05	12.4						
0.15	13.1	4.18					
0.25	15.1	3.51	3.55				
0.35	20.6	3.8	4.49	4.51			
0.45	35	-1.41	-0.21	-0.51	-0.96		
0.55	79.1	-10.26	-6.28	-4.11	-3.49	15.28	
0.65	205.7	-37.24	-46.75	-45.96	-43.49	-18.85	
0.75	572.4	135.38	106.45	90.48	79.84	82.49	
0.85	1086.7	708.31	779.8	813.24	833.11	850.16	矿层
0.95	913.3	177.03	98.15	57.4	33.15	18.71	夹石
1.05	1060.8	707.37	783.77	819.71	840.98	855.8	矿层
1.15	501.9	68.13	30.27	10.53	-2.16	-10.79	
1.25	183.1	-31.08	-35.1	-31.58	-27.49	-23.47	
1.35	71.8	-7.66	-4.22	-2.93	-3.05	-2.04	
1.45	33.4	0.2	1.4	1.2	1.04		
1.55	18.6	2.62	3.04	2.32			
1.65	14	3.15	2.43				
1.75	12.8	2.71					
1.85	12.3						
第一层误差(%)		-13.83	-5.13	-1.07	1.35	3.43	
第二层误差(%)		-13.95	-4.65	-0.28	2.31	4.11	

注: 测井模型数据见参考文献[7]

愈高,如采用七点式和九点式的计算误差,均控制在 2% 以内。但过长的算子长度,也会带来一定的误差,如采用十一点式时,其计算精度反而不如七点式和九点式。

3 结论

反褶积分层解释法,是目前伽玛测井资料解释中最常用、最重要的一种方法。作者在 VC + + 的开发平台上,在较短的时间内实现了该方法的计算机自动计算,并实现了地质特征参数 α 的交互式计算。经计算结果表明,选择合适的算子长度,计算误差可以很好地控制在 2% 以内。该计算结果也表明,通过程序图形化获得伽玛测井曲线的地质特征参数是可行的、正确的。当然,该程序在对数据预处理方面还有很多可以优化和加强的地方。

参考文献:

[1] 秦积庚. 反褶积分层解释的判别因子分析方法[J]. 物探化探计算技术,1991,13(3):185.

[2] 汤彬. γ 测井"反褶积"特征参数 α 的初步探讨[J]. 华东地质学院学报,1984(1):83.

[3] 汤彬,段波. 伽马测井分层解释的单一系数分解法[J]. 物探化探计算技术,1989(11):178.

[4] 张书成. 伽玛能谱测井反褶积分层解释中的一种简单计算方法[J]. 地球物理测井,1990(14):248.

[5] 场彬、陆玲,伽玛谢井形态系数的实测方法[J]. 华东地厦学院学报,1988(4):135.

[6] 郄树海,王小卫. 确定性反褶积方法研究[J]. 西北油气勘探,2006(18):343.

[7] 汤彬. γ 测井分层解释法[M]. 北京: 原子能出版社,1993.

[8] CONAWAY J W ,KEELING P G. Quantitative Uranium Determinations from Gamma - Ray Logs by Application to Digital Time Series Analysis[J]. Geophysics,1978(43):456.

[9] γ 测井规范[S]. EJ/T 611 - 2005.

[10] David J. KruglinsKi ,Scot Wingo,George Shepherd. Visual C + + 技术内幕[M]. ,北京: 希望电子出版社,1999.

作者简介: 杨利容(1973 -),女,重庆人,工程师,博士,主要研究方向: 地球探测与信息技术。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

and the location of massive fractures are found out and the range of fractures distribution are predicated. Practical results have showed that this method is effective and applicable for predication of fracture – solution crack reservoirs and favorable fracture reservoir zones.

Key words: fracture predication; P wave anisotropy; maokou fomation; qingxichang structure; northeastern Sichuan basin

STUDY ON THE RELATIONSHIP BETWEEN VEGETATION COVER AND GEO-HAZARDS IN DANBA COUNTY BASED ON RS AND GIS

NI Zhong-yun[1,2], HE Zheng-wei[1,2,3], ZHAO Yin-bing[1,2], et al. (1. State Key Laboratory of Geohazard Prevention and Geoenvironment Protection, Chengdu 610059, China; 2. Geosciences College, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 3. Key Laboratory of Resource Environment and GIS in Beijing, Capital Normal University, Beijing 100037, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 217

Vegetation cover is one of Earth's surface characteristics, and its development and distribution is controlled by eco-geological environment. Geo-hazard is one of adverse effects of eco-geological environment, thus there is a certain link between vegetation cover and geo-hazards. Taking Danba County as an example where there are serious geo-hazards, by collecting satellite remote sensing data in 1999 and 2006, extracting vegetation cover information and vegetation cover map between 1999 and 2006, and using Geographic Information System technology, the geo-hazards activities are overlaid with two periods of vegetation cover maps, and the statistics are analyzed. The research shows that geo-hazards mainly distribute in the low vegetation cover and relatively low vegetation coverage, where low altitude and strong human engineering activities are. More geo-hazards occurred in vegetation cover region than in increased vegetation cover or stable vegetation cover region. This result is consistent with other results in this region.

Key words: normalized difference vegetation index; density segmentation; eco-geological environment; overlay analysis; danba county

ECOLOGICAL ENVIRONMENT ASSESSMENT OF CHANGSHAN SALT MINE IN THE CITY OF ZIGONG BASED ON GIS AND RS

LI Zhe[1,2], WU Min-ning[2], HE Zheng-wei[1], et al. (1. Digital territory and ecological science institute, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China; 2. Chengdu capitastrum affairs center, land and resources bureau of Chengdu city, Chengdu 610074, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 222

According to Ecological environment characteristics in area of research and the principle of evaluation index selection, this paper selects soil moisture、the land usage/cover, topography, soil salinization, land pressure and destruction index as influencing factors, and puts each main details of ecological environment evaluation index system as the index layer. Furthermore, this establishes the ecological environment evaluation index system of Changshan salt mine and determines the weight of each evaluation index by using AHP. At the same time, this paper extracts evaluation index information with a combination of visual interpretation and computer automatic extraction, in order to divide area of research into five grades such as excellent, fine, medium, bad and worse, through the use of quantitative grading and standardization of each evaluation index coupled with comprehensive evaluation model.

Key words: changshan salt mine; the remote sensing and the geographic information system technique; ecology environment evaluation

A PROGRAM FOR INTERPRETING γ – RAY LOGGING AND ITS APPLICATION

YANG Li-rong[1], HUANG Yuan-qing[2], WANG Qi[3] (1. Sichuan Nuclear Geology Institute, Chengdu 610061, China; 2. Sichuan bureau of Nuclear Geology, Chengdu 610021; 3. Sichuan bureau Institute of Nuclear Geology, Chengdu 610061, China). *COMPUTING TECHNIQUES FOR GEOPHYSICAL AND GEOCHEMICAL EXPLORATION*, 2011, 33(2): 227

Based on Windows developing platform, we design the data processing software system for interpreting γ-Ray Logging by using object – oriented language visual C + +, we can quickly process γ-Ray Logging data using this program. The paper realize natural gamma curve of the logging data, which can be drawn in graphical – data operation to realize automatic calculation of geological characteristic parameters. We can also realize the well logging in natural gamma uranium content stratified explain by using deconvolution method in natural gamma logging data. Through the application of this procedure for logging data processing, that model using graphical feature parameters can be calculated, and greatly reduce the difficulty in acquiring parameters characteristics. By comparison, the calculation procedure in the actual content of unit layer content shows within the appropriate length, the calculation error is not beyond 2% and distinguishing very well logging 10cm model of interlining. Finally, we can see the feature parameters are suitable from this progam.

Key words: γ-ray Logging; deconvolution; visual C ++

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net