

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

计算机绘制地质图存在的若干问题 及其改善途径

胡宏涛 曩莹 赖茂宏
(西安石油学院计算机系)



由于地质情况异常复杂,使得计算机绘制的地质图件至今未被所有地质学家所接受。本文就针对其中的若干问题作些讨论和分析,最后提出改善计算机绘制地质图件质量的途径。

关键词 地质图件 计算机

1 前言

在石油勘探开发中,地质图件是非常重要的,无论对于地质师、管理人员和战略决策的领导部门都离不开油藏地质图件。自50年代中期首先应用计算机(IBM1170)作地质等值线图以来,30多年间计算机绘制地质图件得到很大的发展,技术上不断成熟完善。这几十年间,经过从卡片—磁带—软盘、从打印机—绘图机—屏幕交互作图、方法上从三角网—矩形网—图形信息系统—空间数据管理三维可视化的发展过程。今天,几乎每个油田都拥有一套计算机作图系统,随着地质学、计算机技术以及计算机图形学的发展,建立了三维地质模型,能作出复杂的地质形态,揭示油藏的内部关系,帮助石油工程技术人员认识油藏、发现问题。尽管如此,但直到目前利用计算机绘制的地质图件仍未被全部地质学家们所接受。据调查,美国主要油气公司中的AAPG(美国石油地质家协会)成员中能接受计算机绘制的地质图件只占70%左右。我国也常出现地质人员怀疑计算机所作的图件。究其原因在于地质现象的复杂性与计算机绘图能力的有限性。

地质现象复杂性是众所周知的,因为它是一个非平衡、非均质、非确定、非连续、非光滑、非周期、非可逆的物理系统。例如我国某油田已勘探开发30多年,已到高勘探时期,但对地下认识仍感不够。该油田的一个层位上断层就有175条;断层近百个;每口井的断层钻遇平均为2.8个,多达7个。因此计算机要全面显示和绘制如此复杂的地质形态实非易事。人们对它的认识随着信息增加而不断深入。每个地质师都有自己对所研究地区的不同概念和解释。这样,相同的数据,不同的地质学家将作出不同的图件。即使解释(认识)相同,选择不同的作图方法也将得出不同的结果。因此有人认为,计算机作地质图件是科学和艺术的混合。究竟两者的比例多大?仁者见仁,智者见智。数学家认为科学的成分多于艺术;而地质学家则认为相反。但不管如何,两者结合,相互渗透应该是合理的。目前,许多地质图形软件开发人员力图把地质学家的经验和知识引入他们的程序之中,就说明这一问题。

本文将讨论已出现过的若干计算机绘制地质图件的问题,并提出一些改进措施。

2 计算机绘制地质图件存在的若干问题

绘制地质图件目前还是二维等值线图居多,以建立三维地质模型为基础的三维图虽以付诸实用,但还不普及。因此本文仍以二维等值线图为主进行讨论。

2.1 数据的可靠性

数据可靠性是影响计算机绘图质量的首要因素。不可靠的数据不可能作出合理的地质图件。实际工作中我们所得到的数据往往存在不少问题,存在数据丢失、误抄、未经校正的不准确数据现象,这需在输入计算机之前作认真审查。例如有些井位坐标不准,经卫星检测多达到10%的井位坐标有错,有的甚至相差上百米。又如××油田的单井数据,三易其稿,结果输入计算机中的数据更改三次。再如某油田的井史资料建立多年,因没有做好审查校核工作,致使地质等有关人员不相信井史资料所提供的数据。此外,有些数据没有经过必要校正就直接用于作图,结果图件质量有问题。一般来说,校正有井段倾斜和井底位校正、补芯高度校正、层面深度与地震剖面层位对比校正等。另外,若原始数据无误,输入出错也常发生,也是不容忽视的重要环节。

2.2 数据疏密程度差别较大

如果数据存在多个群集,群集间隔又较大;或是某部分密集而边缘缺少数据,则可能生成不合乎地质特征的等值线图,或在边沿处产生边沿效应^[1]。如图1所示,这是因为用简单的距离加权法或用克里(Kriging)估计法,不能反映数据以外区域,不反映整个区域的趋势。所谓边沿效应也是由于边沿缺少数据生成不合理的图样,这些都是由于方法上不合理的外推结果。

改善的方法是地质师必须对该区域作充分的分析,了解整个地质概貌,然后在数据稀少处合理地进行人工补点。

2.3 忽视趋势面的作用

在作等值线图中忽略趋势面影响,结果与第二点所说相类似,在数据密集处的等值线正确,而在远离数据处的等值线不合理,如图2所示。原因与上述类似,因为用移动窗口作网化插值计算时,网格点的值趋于搜索半径内局部平均,并不反映趋势。因此在作图过程中,结合趋势面分析,可避免图2(a)的不合理图样。

2.4 不整合面的影响

如图3所示,若对其中 S_2 顶层作构造等值图,该层顶面存在一个不整合面。依各井 S_2 顶部数据作出该层顶部等值图将可能是不合理的^[2]。因为忽视了不整合面。要作出正确图样需按下列步骤完成,首先作出带不整合面的层面图(图3a中粗黑线);最后删除交线内的等值线条如图3c所示。

2.5 未考虑层间的关系

独立地绘制各个层面而不考虑层与层的关系,特别是在层序比较规则的区域,将可能绘制

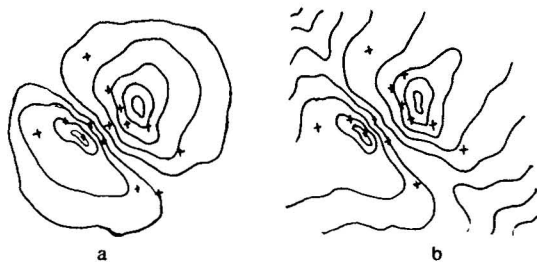


图1 数据群集外部不合理图(a)和实际图(b)的对比
Fig. 1 Contrast between unreasonable diagram outside data cluster (a) and real diagram (b)

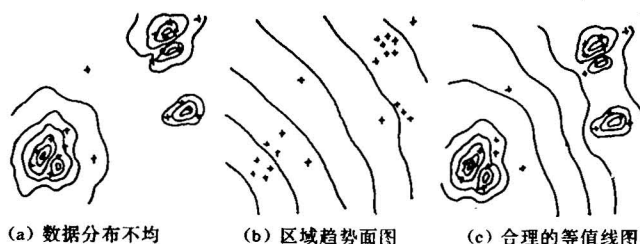


图 2 趋势面对作等值线图的影响

Fig. 2 Influence of trend surface map on contour map

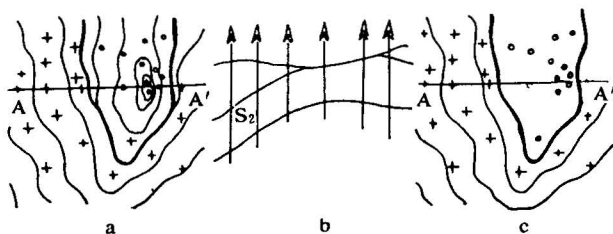


图 3 不整合面对等值图的影响

Fig. 3 Influence of unconformity surface on contour map

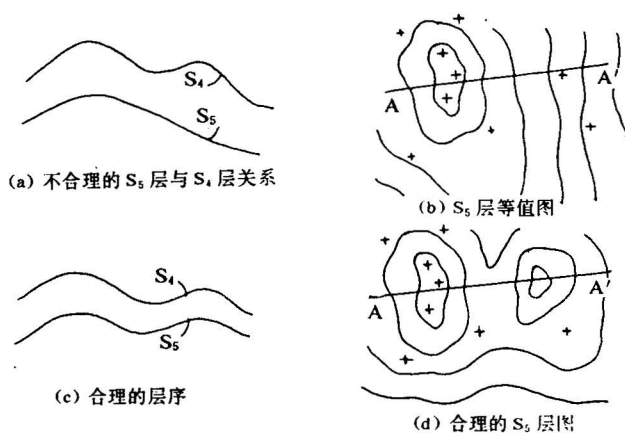


图 4 层间关系对等值图的影响

Fig. 4 Influence of stratigraphic relationship on contour map

出不正确的图件^[2]。例如,若仅仅依据深层地震反射单独地绘制 S_5 层面时,可能作出如图 4(a)和(b)所示的图件。但依据地质人员对该地区的认识,层次关系比较规则,可辨认出它是不合理的。因为深层的反射对某部(图 4(a)中西部)反射明显,而东部信号不明显,且又无深层测井资料参考,因而可能绘出图 4(b)所示的不合理图。根据层序推论,由 S_4 作参考,可作出如图 4(c)和(d)所示的合理图件。

此外,在作剖面图时,如果层次较多,相距又近,则在绘制小层图时,由于忽视各层间的关系,或没有选定一个标准层,极易出现各小层间相互嵌入的不合理现象。

如果所研究区域层序关系比较规则,则在计算某层面时,可先确定一个控制层(一般选定比较稳定的连续性好的标准层),然后算出各层在相应位置上的厚度和与控制层的距离,以控制层作参考,推算出所要计算层的位置。

2.6 断层的影响

若通过地震剖面图和测井资料等分析,确定某层存在断层,则可将断层参数输入计算机,依一定的算法,获得合理的带断层的构造图,如图 5(b)所示。但当只有某一层面的数据,忽视断层的存在,或没有判断出断层,则将绘出错误的层面等值图,如图 5(a)所示。该图在断面附近出现等值线条密集,数据变化大,甚至出现不合理的现象(如出现负值等)。

除了上述各种问题外,还有其它因素影响地质图件绘制质量,如插值方法及其参数选择不合适,诸如网格化的网格距离,取点搜索半径大小等;方法上若选 Kriging 估计法,有些部分过于平滑;若选分形插值,而分维数又不为常数等;再如地震剖面图的层面与测井曲线分析的层

面不一致;尖灭点或尖灭线处理不合适等,均易造成不合理的图件。

3 改善计算机绘制地质图的途径

应用计算机绘制地质图件主要优点在于准确、速度和逻辑判断。人们追求计算机绘制地质图件的目的应该是计算机所作的地质图件和有经验的地质师所作图件基本相同;也就是运用计算机(包括软件,下同)就象一个有经验的地质师在工作。这目标是一种理想的模型,实质上它隐含着人工智能(AI)的意义。虽然目前实现有一定困难,但是可以逐步实现的。其中一种实现的方式是人机交互,可以作为过渡方式,或是人机交互方式中加入一些智能判断。

改善计算机绘制地质图件质量的主要途径,笔者认为应该重视下列几方面问题:

3.1 严格控制原始数据的正确性

控制方法是有关专业人员对原始数据作严格的多次审查修改,剔除不合理数据,避免数据丢失、记错、小数点点错等现象;输入数据时再进一步与原始数据作对照检查,并保证数据计录、字段、格式的正确性。其次是利用计算机对数据作编辑、校正,如图6所示;又如作补心海拔校正,设置数据的界限,删除超界数据等等,都是不可缺少的。此外,应该指出的是某一井段中缺少或不存在数据,不可用零值代替,否则导致等值线图的边界或尖灭线绘制不正确。

3.2 应对地震、测井等资料进行综合分析对比,选定合适的方法绘制地质图

地震剖面图控制范围大,但一般分辨率较低,可作宏观控制;测井数据精细,但只涉及井眼附近,可作微观控制。两者(或加上取芯等资料)结合,才能比较全面地认识地质形态。如井深与层位确定,两者综合对比。例如,用声波测井曲线和地震剖面图的层位对比,找到层位差值(一般先确定标准层),以此差值对其它井位或井段上的数据进行校正。不少地质绘图软件先建立框架,即在宏观上确定重要层面和断层位置,然后再用精细数据(如测井、录井等)进一步作出细致的断层和层面图。这样才能作出基本符合整个区域地质概貌的合理图件。另外,计算(或插值)方法的选择也不容忽视。插值方法有多种,各有不同的特点。例如,选用分形插值,必须该曲面的分形特征比较明显,否则效果不佳。

3.3 尽可能地在绘图软件中引入地质师的经验知识

计算机不可能完全取代人的作用,要获得满意的符合地质实际的图件必须把计算机和地质人员有机的结合起来。以人为主导,计算机为辅助工具,并且逐步由地质师应用计算机的状态变为带有智能的“地质师计算机”状态。即

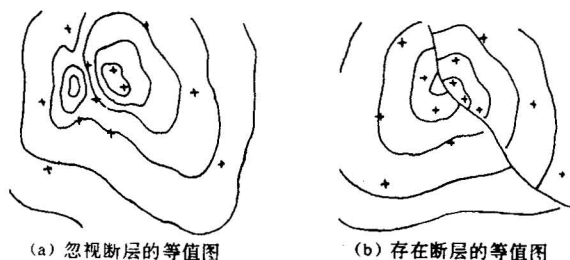


图5 断层存在对等值图的影响

Fig. 5 Influence of fault on contour map

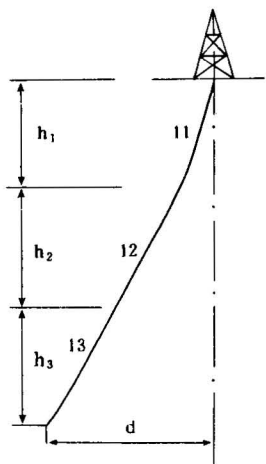


图6 井斜校正图

Fig. 6 Map of correction of inclined well data

把地质师的经验和知识自动地引入地质绘图软件之中。将地质师的经验知识引入绘图软件的方式可以有如下几种:

(1) 人机交互方式。即在作图过程中,利用人机交互接口,把人的经验知识引入到地质图绘制中去。一般是先利用原始数据作出初步样图,然后屏幕显示作直接观察,最后,依有经验的地质师分析进行修改参数、补点,再输入计算机进行作图,这样反复若干次达到满意为止。

(2) 综合人机作图方式。即计算机依初始数据作图,地质师依多种资料的解释进行手工绘图(或勾草图)。然后输入手工图样,如用数字化仪等设备。最后计算机依一定的综合算法综合成成果图。因此,这种图件带有地质师的经验知识,此法的特点是计算机进行综合,适合于数据稀少、计算机处理难于控制的区域。

(3) 智能型方式。即建立地质绘图的专家系统,建立知识库和推理系统,使之具有智能的推理过程,作出的图件具有地质师对某一地区的解释知识,自动地作出符合地质情况的图件。这是最终追求的 AI 应用目标。

4 结束语

目前,计算机绘制的地质图件在一定条件下已能满足工程实际的需要,但随着勘探开发的深入发展,要求精细地准确地描述油藏地质形态,要求更加全面准确的地质图样。由于地质现象异常复杂,地质模型建立不容易,加上计算机处理能力有限,不少问题有待进一步研究和探索。

参 考 文 献

- 1 Glenn L K, Thomas A J. Part I Pitfalls in computer contouring. Geobyte, June, 1992. 30—35.
- 2 Glenn L K, Thomas A J. Part II Pitfalls in computer contouring, Geobyte, August, 1992. 31—37.

SOME PROBLEMS IN DRAWING GEOLOGICAL MAPS BY THE COMPUTER AND WAY OF IMPROVEMENT

Hu Hongtao, Cuan Ying and Lai Maohong

(Computer Department, Xi'an Petroleum Institute, Xi'an Shaanxi)

Abstract

Because geological conditions are very complex, up to now all geological maps drawn by the computer have not been accepted by geologists. Some problems in drawing geological maps by the computer are discussed and analysed in the paper. Finally the way of improving the quality of the geological maps drawn by the computer is presented.

Key words: geological map, computer

作 者 简 介

胡宏涛, 1965 年 4 月生。1987 年毕业于兰州大学计算机系, 1993 年考入西北工业大学攻读硕士学位。现在西安石油学院从事计算机图形学、计算机智能绘制地质图件研究。通讯处: 西安石油学院计算机系, 邮政编码: 710061。