

'94 国际石油与石油
化工科技研讨会论文

计算机在石油勘探地下地质 绘图中的应用

刘 牧
(美国 休斯敦)

1994 年 9 月 北京

计算机在石油勘探 地下地质绘图中的应用

摘 要

最近若干年来,用计算机绘制等值线图,已成为石油地质学家研究地下地质高效而有用的工具。一般来说,石油工业中用的这类绘图程序,由三个基本部分组成:输入控制点数据,划分研究区格网及把方格化数据绘成等值线图。收集控制点数据是绘图的最关键部分。石油地质学家通常把测井资料经过网络对比而得到控制点数据。

计算机绘图方法在油田开发的早期就能有效的运用,因为绘图数据完全与具体地质条件完全一致,所以,在研究区内收集的各种地质数据都可用来修正计算机生成的图件。在油气勘探中恰当地使用计算机绘图技术,有利于提高钻井成功率,从而提高经济效益。

前 言

地质领域应用计算机,至少可追溯到 40 年前,起初,用计算机处理穿孔卡的测井资料,基本上起着储存测井数据的作用。

近 20 年来,随着计算机技术的迅速发展,计算机技术已广泛地在石油工业中应用,而用计算机绘制等值线图已成为石油地质家有效而实用的工具之一。

当今,有各种各样的计算机程序供地质家为各自的不同目的选用。计算机专家仍在继续努力改进程序,使其更有效,更方便用户使用。各种绘图程序几乎都由三个基本部分组成:输入控制点数据,划分研究区格网及把格网化数据绘成等值线图(Hess 和 Herkommer, 1993 年)。用计算机绘图,最重要的工作是收集对预期结果有决定性作用的控制点资料,计算机只会机械性的工作,所以,最终结果必须由地质家根据具体地质条件进行校正。

石油地质学家经常要分析地下构造或砂岩体的变化。测井资料是绘制地下地质特征的最有用的资料来源,掌握井的资料越多,对地下地质特征的认识就越深入。在中等钻井密度的地区,可用计算机辅助绘图技术作某些方面的研究工作,这些研究工作对石油地质家确定钻探潜在有利地区很有帮助。

由于中国的许多油田已钻了大量的井,计算机绘图技术对这些油田的研究非常适用,用计算机作研究工作,速度快、一致性好,节省人力,成果具有直观性。本文主要介绍作者本人的经验及对这种新技术的认识。期望通过交流与中国朋友分享这些经验。

数 据 收 集

同常规绘图方法一样,计算机绘图也需要研究区同样的地质数据。

①井位 这是“观察”地下的具体地点,井位一般以具体的数据确定。例如,井-A 距井-B NE45° 1000m。为了输入井位,应把该数值转换成研究区的 X 和 Y 座标值。

②测井数据 这是种表示井眼穿过层段的间接方法。为了绘制碎屑岩沉积区的地下地质图,自然电位 SP 和电阻率测井曲线是最常用的(对碳酸盐岩层系,使用特殊测井资料),由于电测曲线具有的特点,绘制砂岩油藏的岩相层序,SP 曲线是很有用的,而电阻率曲线常用来做地层时代对比。绘制地下地质图,研究区内的各种测井资料都应收集。多数情况下,相邻区的某些测井资料在进行地层对比时也是有用的。

③标准测井曲线 在地层研究或储层对比缺少研究区,建立标准测井曲线图是一个重要步骤。应选择有利层序较全的,研究区中央部位的深

并测井曲线作为标准测井曲线图。如果一口井的测井曲线不能显示整个层段,那么就用几口井的测井曲线组合作为标准测井图。在标准测井曲线图上,应标出电测曲线上,某一地层或储层大范围可追踪的特征。

④地震资料 如果研究区有地震资料,它可提供构造特点的连续剖面,解释复杂地区的地质特点时,地震资料是很有帮助的。

方 法

计算机绘图,同其它地下地质绘图方法一样,由测井曲线对比开始。这一步是最关键的,而且可极大地影响后续工作的质量。测井曲线对比是比较相邻井的测井曲线,从电测曲线图上辨别相同的地层(Lock, 1990 年)。

为了保证精度,应在精细的网络(也叫对比环路)上对比测井曲线,这样可降低错误对比的可能性。精细的网络把研究区内各井连接起来,因此,一口井至少与两口以上的井对比。对比完成之后,选择有利的地层绘图。

有利地层或层段的数据,编成代码输入计算机。为了运行计算机程序,需要井位数据和绘图地层的方程。

井位数据由纬度和经度转换成 X 和 Y 座标值,或其它座标参照系。待绘制等值线图的地层或井的高程(或数据)由对比的数据得到,在计算机术语中,称其为 Z 值。为便于计算机输入,最好的办法是把数据列成表格。

当计算机有了数据之后,就可绘制等值线图,绘等值线图的方法多种多样,但却有基本的作业模式。首先,计算机把研究区划分成网格,并建立对应的网格重叠图。其次,计算机根据输入的各井或控制点的数据计算各网格结点的 Z 值。最后,计算机程序计算 Z 值间各条等值线的位置,并画在图上。

计算机仅仅是一种工具,精确的结果来自地质家的知识和对具体地质条件了解的程度。没有完美无缺的地下地质图,它仅说明各分散控制点之间存在“什么”的推断。为了获得较好的预测,地质家应当尽可能多的利用其它学科的科学数据,修正计算机生成的图件。最好的办法是使解释工作成为简明扼要的模型,而又完全与各种地质数据相符合。

应 用 实 例

该例子是作者学位论文研究工作的一部分(1993 年, Liu),使用计算机绘图程序,在较短的时间内做成两幅构造图,绘制这两套地层图的目的,是为了确定产油层的构造。研究区位于路易斯安那州南部,该区已钻了许多井(图 1)。

用了约 160 口井的电测曲线并在精细网络上做了对比。两个测井曲线峰值,顶部 Planulina 层和底部 Planulina 层,在全区内可精确的追踪对比(图 2),对比完成后,把地层数据输入计算机。使用 Zycor 程序,不考虑断层,生成两张构造图(图 3 和图 4)。即使用最先进的计算机程序,也很难识别断层,幸而作业者或地质家用他们的知识可以确定断层。计算机生成的图,显示出墨西哥湾地区少见的等高线形态。图上某些部位的倾斜太陡,预示着那里可能有断层。地震资料清楚地表明几条 E-W 向的生长断层切割该地区。根据井的对比资料和地震剖面提供的证据对计算机生成的图进行修正。修正之后,顶部和底部 Planulina 层的构造图就完成了(图 5 和图 6)。

小 结

在油气勘探中用计算机绘图技术是非常有用的工具,它能快速协调一致地绘出地下地质图,给勘探工作者提供更多的勘探前景的信息。

计算机程序绘出的图件,取决于已有可用的地质数据及对这些数据的处理工作。测井曲线对比是绘图工作的主要部分。职业地质家的经验及其对研究区的认识程度,在“读”计算机生成的图件时,总是最重要的因素。计算机生成的图件不可能是完善的,除非各种地质数据都能满足要求。勘探工作中恰当地使用计算机绘制图件有利于提高钻井成功率,并最终提高经济效益。

作者感谢 Gary Kinsland 博士在本文写作及修改过程中提出的有创见的建议和帮助。同样对 Frank Zhang 和 David Orchard 先生帮助修改图件表示深切谢意。

参 考 文 献

- 1 Hess R W and Herkommer M A. General principals, efficient approaches to computer contour mapping.

Earth Observation Magazine, 1993, April, p. 46—49

- 2 Liu Mu. Depositional environment of lower *planulina* sandstones in portions of Iberia and St. Martin parishes, Louisiana. Master's Thesis, The University of

Southwestern Louisiana, Lafayette, Louisiana, 1993

- 3 Lock B E. The basics of petroleum industry geology for engineers and other nongeologists personnel. Unpublished, 1991

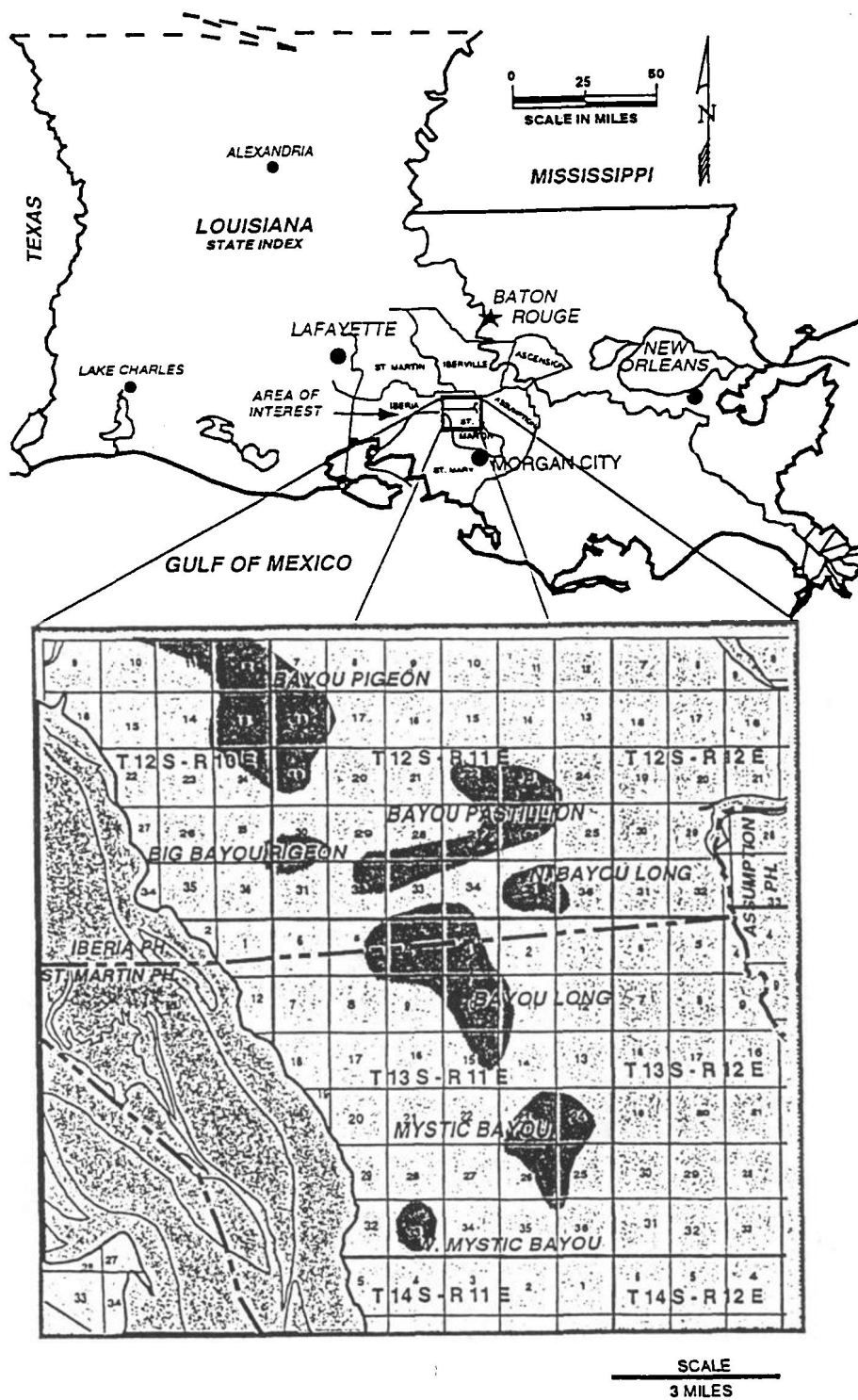


图1 研究区位置图

TYPE LOG

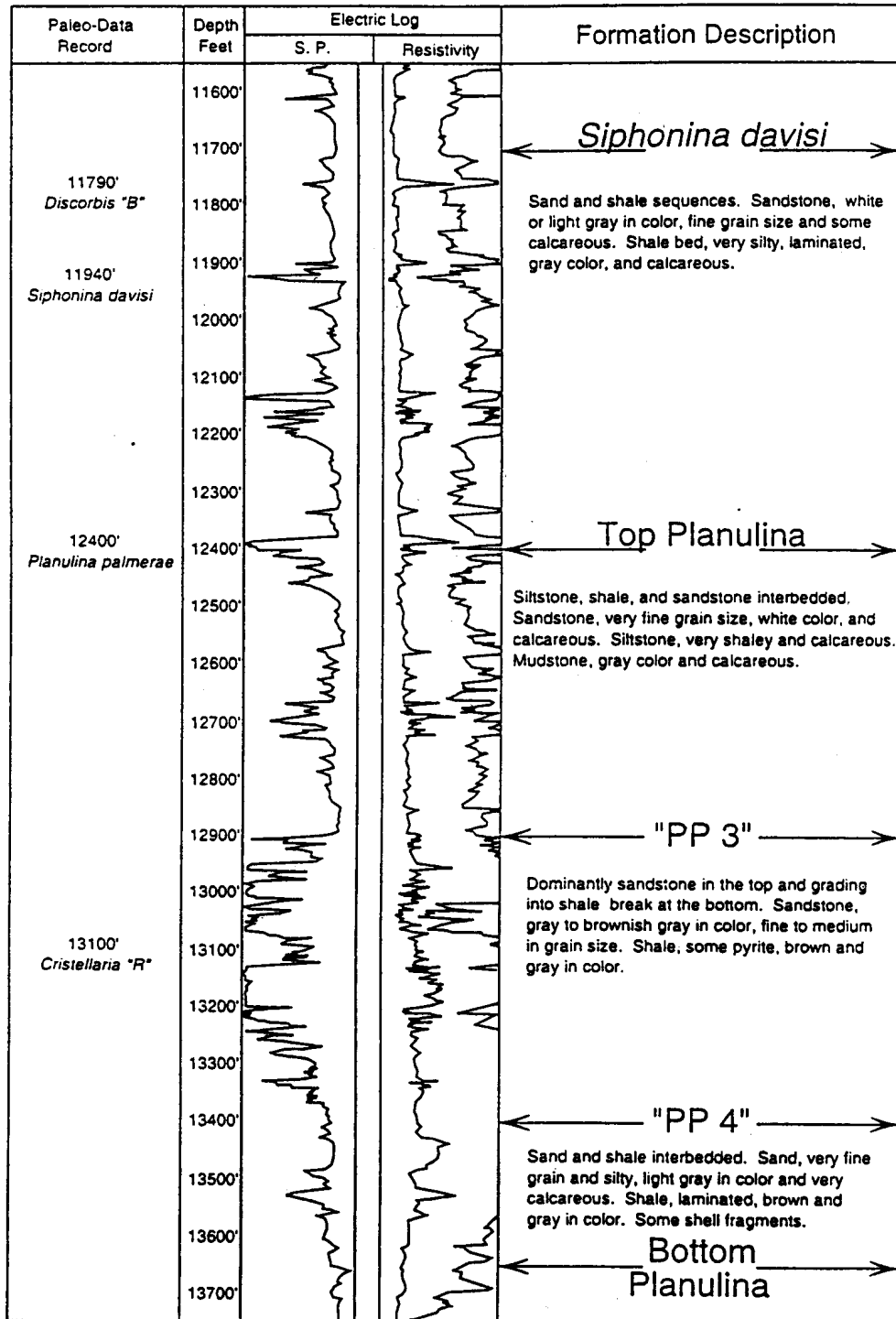


图 2 研究区的典型电测曲线

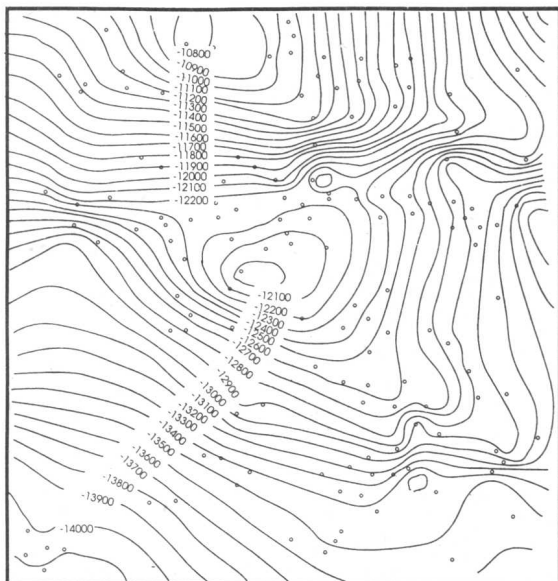


图 3 计算机作出的 Planulina 顶部构造图

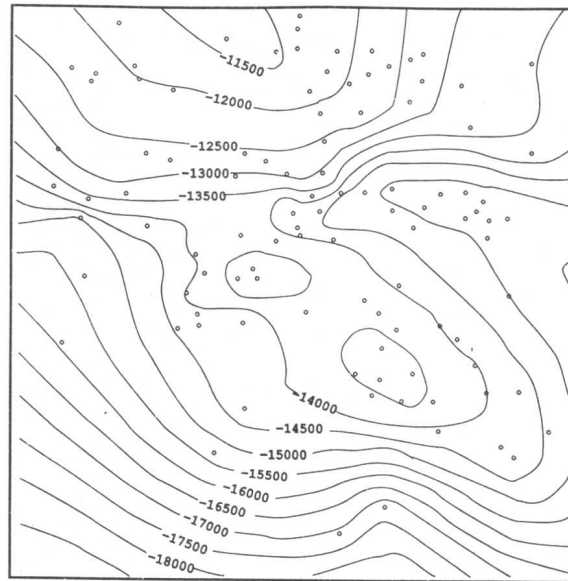
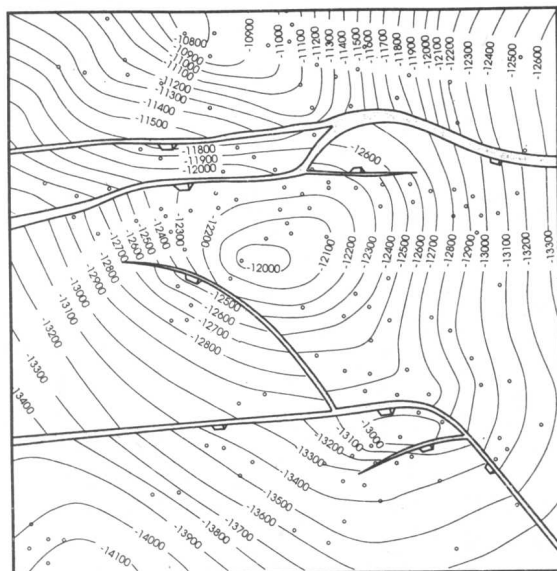


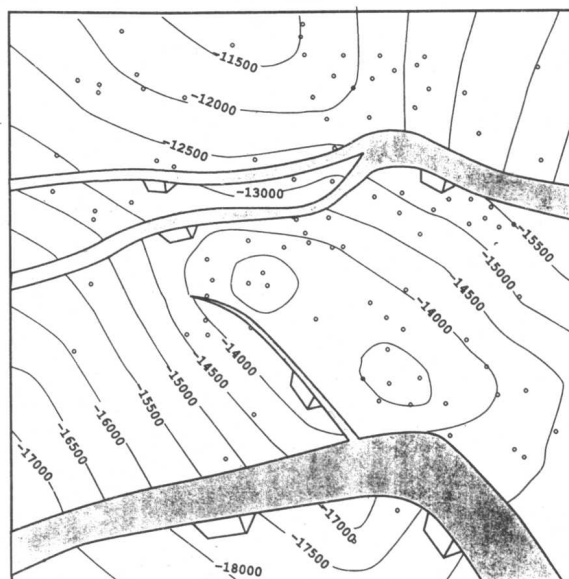
图 4 计算机作出的 Plaunlina 底部构造图



Map Legend

0 1000 ft. well control fault gap
contour line downthrown symbol

图 5 Planulina 顶部构造图



Map Legend

0 1000 ft. well control fault gap
contour line downthrown symbol

图 6 Planulina 底部构造图

石油物探局制图印刷厂
照排印刷