

一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法

申请号：[201510402771.8](#)

申请日：2015-07-10

申请(专利权)人 [中国石油大学\(华东\)](#)
地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区长江西路66号
发明(设计)人 [栗宝鹃](#) [林承焰](#) [朱兆群](#) [董春梅](#) [王玉萍](#) [李润泽](#)
主分类号 [G01V11/00\(2006.01\)I](#)
分类号 [G01V11/00\(2006.01\)I](#)
公开(公告)号 105022098A
公开(公告)日 2015-11-04
专利代理机构 [北京汇泽知识产权代理有限公司](#) 11228
代理人 [刘淑敏](#)



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105022098 A

(43) 申请公布日 2015. 11. 04

(21) 申请号 201510402771. 8

(22) 申请日 2015. 07. 10

(71) 申请人 中国石油大学(华东)

地址 266580 山东省青岛市经济技术开发区
长江西路 66 号

(72) 发明人 栗宝鹃 林承焰 朱兆群 董春梅
王玉萍 李润泽

(74) 专利代理机构 北京汇泽知识产权代理有限
公司 11228

代理人 刘淑敏

(51) Int. Cl.

G01V 11/00(2006. 01)

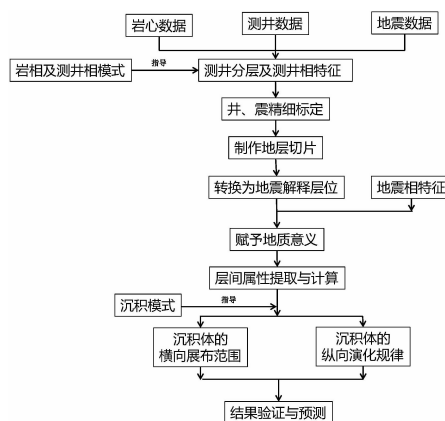
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与
预测方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法,包括:数据加载的步骤;测井相识别及测井特征描述的步骤;地震相特征的标定与描述的步骤;制作地层切片的步骤;层位转换的步骤;转换层位的地质意义解释的步骤;层间地球物理信息提取的步骤;沉积体横向展布范围预测的步骤;沉积体纵向演化规律刻画的步骤;以及规律总结及储层预测的步骤。采用本发明方法,对沉积体的有效识别和预测,具有重要的研究意义。



1. 一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法,其特征在于,包括:

A、数据加载的步骤:建立数据库,分别向计算机、工作站软件系统中加载三维高精度地震数据、测线数据和整理好的岩心数据;

B、测井相识别及测井特征描述的步骤:在测井相模式的指导之下,结合沉积体的形成机理及岩性特点,以测井数据为主,参考岩心数据,对沉积体进行测井相识别,分析并总结沉积体的测井相特征;

C、地震相特征的标定与描述的步骤:根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述;

D、制作地层切片的步骤:根据沉积体的地震剖面特点,选取合适的切片方式,制作地层切片;

E、层位转换的步骤:将地层切片转换成地震解释层位,相邻切片转换层位作为分析时窗,为后续层间信息的提取和计算做准备;

F、转换层位的地质意义解释的步骤:将层位投影到地震剖面,根据井震关系及地震相特征,赋予相应层位以地质意义;

G、层间地球物理信息提取的步骤:将相邻转换层位作为分析时窗,利用统计学方法进行层间属性计算,得到不同切片层位之间的地震属性图,层间属性一般选择振幅类、复地震道类能反映储层变化特征的属性;

H、沉积体横向展布范围预测的步骤:以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围;

I、沉积体纵向演化规律刻画的步骤:按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律;

J、规律总结及储层预测的步骤:总结有井钻遇地区的规律,并推广到无井钻遇的地区,对沉积体的横向展布范围进行有效总结。

2. 如权利要求 1 所述基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法,其特征在于,所述步骤 B,还包括:

B1、测井相特征识别的步骤:以自然电位 SP、自然伽马 GR 曲线特征为主,结合岩心数据,对沉积体的测井相特征进行准确识别;

B2、分析沉积体测井相特征,并进行规律总结。

3. 如权利要求 1 所述基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法,其特征在于,所述步骤 C,还包括:

C1、根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述;

C2、根据地震反射特点,对沉积体的地震剖面特征进行精确识别和精细描述。

4. 如权利要求 1 所述基于切片层间信息的沉积体识别与预测方法,其特征在于,步骤 D 还包括:将地层切片数据转换成地震解释层位数据,确定分析时窗,为层间属性提取和计算奠定基础。

5. 如权利要求 1 所述基于切片层间信息的沉积体识别与预测方法,其特征在于,步骤 F 进一步包括:

F1、有井标定的地区,根据测井相分层及特征确定转换层位的地质意义;

F2、无井标定的地区,根据地震相特征确定转换层位的地质意义。

6. 如权利要求 1 所述基于切片层间信息的沉积体识别与预测方法,其特征在于,所述步骤 G 还包括:以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围。

7. 如权利要求 1 所述的基于切片层间信息的沉积体识别与预测方法,其特征在于,所述步骤 H 还包括:按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律。

一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石油勘探和地质开发技术,尤其涉及一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法。其以测井相地质分层和地层切片技术为基础,以井、震精细标定为媒介,借助地震相特征,通过将地层切片转换成地震解释层位,并充分提取层间地球物理信息,来进行沉积体的识别与预测。

背景技术

[0002] 岩心、测井和地震资料的综合解释和分析是油气勘探和开发过程中最基本、最重要的一种综合分析手段,以测井地质分层和地层切片技术为基础,以地震相分析技术为辅,结合测井数据和地震数据的对应关系,通过层间地球物理信息的提取和分析,取得对沉积体纵向演化规律和横向展布规律的认识,是进行沉积体正确识别和储层有效预测的关键因素,对未来油气资源的勘探和开发,也是一种挑战。

[0003] 目前,对沉积体进行识别与预测的方法很多,譬如,针对特定地震解释层位的属性提取与优化方法等;针对沉积体横向展布范围和纵向演化规律的地层属性切片技术;及专门针对储层预测的测井约束反演技术等。由于地震层位解释工作的局限性,上述方法在运用的过程中,存在以下缺陷:其一是仅针对单一层位进行分析和属性提取,忽略了层间地球物理信息的利用;其二是即使针对层间属性进行分析,但受人工解释精度及工作量的影响,层间范围较大,难以达到精细刻画的目的。因此,上述方法均具有一定的局限性。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的主要目的在于提供一种以测井相地质分层和地层切片技术为基础,通过将地层切片转换为地震解释层位,将相邻切片转换层位作为分析时窗,利用层间地球物理信息进行沉积体识别和储层预测的方法。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

一种基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法,包括:

A、数据加载的步骤:建立数据库,分别向计算机、工作站软件系统中加载三维高精度地震数据、测线数据和整理好的岩心数据;

B、测井相识别及测井特征描述的步骤:在测井相模式的指导之下,结合沉积体的形成机理及岩性特点,以测井数据为主,参考岩心数据,对沉积体进行测井相识别,分析并总结沉积体的测井相特征;

C、地震相特征的标定与描述的步骤:根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述;

D、制作地层切片的步骤:根据沉积体的地震剖面特点,选取合适的切片方式,制作地层切片;

E、层位转换的步骤:将地层切片转换成地震解释层位,相邻切片转换层位作为分析时

窗,为后续层间信息的提取和计算做准备;

F、转换层位的地质意义解释的步骤:将层位投影到地震剖面,根据井震关系及地震相特征,赋予相应层位以地质意义;

G、层间地球物理信息提取的步骤:将相邻转换层位作为分析时窗,利用统计学方法进行层间属性计算,得到不同切片层位之间的地震属性图,层间属性一般选择振幅类、复地震道类能反映储层变化特征的属性;

H、沉积体横向展布范围预测的步骤:以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围;

I、沉积体纵向演化规律刻画的步骤:按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律;

J、规律总结及储层预测的步骤:总结有井钻遇地区的规律,并推广到无井钻遇的地区,对沉积体的横向展布范围进行有效总结。

[0006] 其中,所述步骤 B,还包括:

B1、测井相特征识别的步骤:以自然电位 SP、自然伽马 GR 曲线特征为主,结合岩心数据,对沉积体的测井相特征进行准确识别;

B2、分析沉积体测井相特征,并进行规律总结。

[0007] 所述步骤 C,还包括:

C1、根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述;

C2、根据地震反射特点,对沉积体的地震剖面特征进行精确识别和精细描述。

[0008] 所述步骤 D 还包括:将地层切片数据转换成地震解释层位数据,确定分析时窗,将相邻转换层位作为分析时窗,为层间属性提取和计算奠定基础。

[0009] 所述步骤 F 进一步包括:

F1、有井标定的地区,根据测井相分层及特征确定转换层位的地质意义。

[0010] F2、无井标定的地区,根据地震相特征确定转换层位的地质意义。

[0011] 所述步骤 G 还包括:以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围。

[0012] 所述步骤 H 还包括:按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律。

[0013] 本发明基于切片层间地球物理信息的沉积体识别与预测方法,该方法以测井相模式为指导,结合沉积环境、沉积体的形成机理及岩性特点,利用层间地球物理信息及属性信息,对沉积体的横向展布范围和纵向演化情况进行描述,并利用井信息的验证作用,规律总结和有效储层预测。该发明除充分弥补地层属性切片技术只能对单一层位沉积体展布规律进行刻画的不足之外,还将地层切片转换成地震解释层位,增加分析时窗的精度,由此也减少了地震解释工作的负担。

附图说明

[0014] 图 1 为本发明基于切片层间信息的陆相沉积体识别方法的流程示意图。

[0015] 图 2 为地层切片位置示意图;

图 3 为浊积扇体分布及演化规律属性图。

具体实施方式

[0016] 下面结合附图及本发明的实施例对本发明基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法作进一步详细的说明。

[0017] 本发明利用地层切片之间的地球物理信息,来提高沉积体识别和描述的精度,其关键技术包括:1)测井相特征的识别和描述;2)利用合适切片方式制作地层切片;3)“转换层位”的地质意义分析;4)层间属性的提取与计算。

[0018] 以上述技术手段为基础,在实现沉积体识别和描述的过程中,关键是以测井相地质分层和地层切片技术为基础,以井、震精细标定为媒介,借助地震相特征,以地层切片转换而成的解释层位作为分析时窗,充分提取地层切片之间的地球物理信息,来进行沉积体识别与预测。

[0019] Scott et al (1998)指出,利用测井相分析,结合地震相特征是了解储层展布规律的重要环节。传统测井相分析是指利用测井曲线形态进行沉积相分析,目前,测井相分析是通过对取心井段不同沉积微相的测井曲线特征进行分析研究,建立相应的测井相图版并推广到未取心井,用于沉积微相标定。通过测井相特征的识别和描述,标定到相应地质剖面,用于确定哪些地层切片将转换成地震解释层位、地层切片转换层位的地质意义解释、及沉积体横向展布范围和纵向演化规模的描述和刻画。

[0020] 本发明综合运用以上技术,根据沉积体“纵横向展布范围不均衡性(即横向展布范围远远大于纵向展布范围)”的特点,在利用地层切片对沉积体的展布规律进行预测的同时,采用层间信息提取技术来弥补地层切片技术的不足,对沉积体进行识别和预测。

[0021] 图 1 为本发明基于切片层间信息的陆相沉积体识别与预测方法的流程示意图。如图 1 所示,本发明的方法具体包括如下步骤:

步骤 1:数据加载:建立数据库,分别向计算机、工作站软件系统中加载三维高精度地震数据、测线数据和整理好的岩心数据。

[0022] 步骤 2:测井相识别及测井特征描述:在测井相模式的指导之下,结合沉积体的形成机理及岩性特点,以测井数据为主,结合岩心数据,对沉积体进行测井相识别,分析并总结沉积体的测井相特征。

[0023] 步骤 3:地震相特征的标定与描述:根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述。

[0024] 步骤 4:制作地层切片:根据沉积体的地震剖面特点,选取合适的切片方式,制作地层切片。所述地层切片的优劣以与地震反射同相轴的吻合程度来判断。进一步地,还包括:将地层切片数据转换成地震解释层位数据,以转换层位作为分析时窗,为层间属性提取和计算奠定基础。

[0025] 地震剖面特点不同,采用的地层切片方式不同,因此,要综合地层格架的特点及沉积体类型,选择合适的切片方式。目前有以下几种切片方式可供选择:平行于顶、平行于底、顶底均衡、渐进内插及非线性切片。如地层为水平的,且沉积体的地震相特点为席状,则任何一种切片方式均能收到理想效果;如地层为倾斜的,沉积体的地震相特征也是变化的,则

需综合考虑地层及沉积体的地震相特点,选择恰当的切片方式。

[0026] 步骤 5 :层位转换 :将地层切片转换成地震解释层位,确定分析时窗,为层间地球物理信息提取提供数据准备。

[0027] 选取既能反映沉积体特点,又与地震剖面吻合程度高的地层切片,导出数据并转换成地震解释层位,用于进行层间地球物理信息提取和属性计算。

[0028] 步骤 6 :转换层位的地质意义解释 :将层位投影到地震剖面,根据井震关系及地震相特征,赋予相应层位以地质意义。

[0029] 明确转换层位的地质意义。地震层位解释并非简单的波组追踪,都具有一定的地质意义。地层切片转换之后的地震解释层位,并非从层位标定着手的地震解释层位,在与波组的对应关系及地质意义方面,都存在欠缺,因此,要根据测井相、地质分层、时深关系及地震剖面相特征,赋予层位正确的地质意义。

[0030] 步骤 7 :层间地球物理信息提取 :采用统计学的方法,对相邻层位进行层间属性计算,得到不同切片层位之间的地震属性图,层间属性一般选择振幅类、复地震道类能反映储层物性的属性。选择振幅类、复地震道类等能反映储层物性的属性,在相邻层位进行层间地球物理信息提取和属性计算,得到不同切片层位之间的地震属性图。

[0031] 进一步地,还包括 :以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围。

[0032] 步骤 8 :沉积体横向展布范围预测 :以切片层间属性图为研究对象,在沉积模式的指导之下,刻画沉积体的横向展布范围。

[0033] 在沉积模式的指导下,结合相应深度的测井相分层及特征,对沉积体的平面展布范围进行刻画,并对展布规律进行总结。

[0034] 进一步地,还包括 :按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律。

[0035] 步骤 9 :沉积体纵向演化规律刻画 :按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化特征进行刻画,并总结其规律。结合沉积环境及构造演化特征,按自老至新的顺序,对沉积体的纵向演化规律进行描述,并对演化规律进行总结。

[0036] 步骤 10 :规律总结及储层预测 :总结有井钻遇地区的规律,并推广到无井钻遇的地区,对沉积体的横向展布范围进行有效总结。

[0037] 其中 :上述步骤 2,还包括 :在测井相模式的指导之下,结合沉积体的形成机理及岩性特点,以测井数据为主,结合岩心数据,对沉积体进行测井相识别,分析并总结沉积体的测井相特征。具体为 :

步骤 21 :测井相特征识别 :以 SP (自然电位)、GR (自然伽马) 等曲线特征为主,结合岩心数据,对沉积体的测井相特征进行准确识别。

[0038] 步骤 22 :分析沉积体测井相特征,并进行规律总结。

[0039] 步骤 23 :测井相特征的识别和描述均在测井相模式的指导下进行。

[0040] 其中 :上述步骤 3,进一步包括如下步骤 :

步骤 31 :根据沉积体的测井分层,采用“二次标定法则”进行井震精细标定,以具有测井相特征的测井分层为基础,对沉积体的地震相特征进行识别和描述。

[0041] 步骤 32 :根据地震反射特点,对沉积体的地震剖面特征进行精确识别和精细描

述,为转换层位的地质意义解释奠定基础。

[0042] 其中:上述的步骤6,进一步包括如下步骤:

步骤61:有井标定的地区,根据测井相分层及特征确定转换层位的地质意义。

[0043] 步骤62:无井标定的地区,根据地震相特征确定转换层位的地质意义。

[0044] 以下通过一个具体实施例,对运用本发明的方法进行分析具体的沉积体的识别过程进行描述和说明:

本发明以位于东营凹陷中部中央隆起带西翼的浊积扇体为例,发育层系为沙三中亚段。该区浊积扇体以滑塌浊积扇为主,具有“层薄、延展范围小、地震响应弱”的特点。根据测井、岩性资料可以有效地识别出浊积扇体的测井相特征,但在地震剖面上却难以进行有效识别,地层切片技术只能针对单一层位的沉积体进行识别和描述。

[0045] 本发明以测井相、地震相分析技术和地层切片转换而成的地震解释层位为基础,通过切片层间地球物理信息的充分运用,达到对浊积扇体进行识别和描述的目的,具有重要的研究意义:

第一步:测井、地震数据的加载。本发明的软件平台为 Schlumberger 公司的 Geoframe 解释软件、及 PEGET 集团公司的 G&G 软件和 SEINO 软件。

[0046] 第二步:浊积扇体的测井相识别。通过沉积相类型分析,研究区沙三中亚段的1砂组和2砂组的浊积扇体可分为有水道型和无水道型,其中,无水道型浊积扇体分为扇核和扇缘,扇核部分岩性以粉、细砂岩为主,SP曲线为中、高振幅指状;有水道型浊积扇体分为浊积水道、浊积水道侧缘、决口扇和扇,浊积水道岩性以细砂岩、粉细砂岩为主,SP曲线呈高幅指状;决口扇岩性以较细的粉砂质泥岩为主,SP曲线为中低幅指状、漏斗形。测井曲线可以对上述微相特征进行识别,但由于分辨率的限制,地震数据仅能识别无水道型扇体的扇核部分及有水道型浊积扇体的浊积水道和决口扇部分,对侧缘部分仅能根据厚度进行部分识别。

[0047] 第三步:层位标定及地震相分析。根据测井相特征及测井地质分层,在地震剖面上进行精细标定,确定沙三中亚段1砂组顶、底层位、2砂组底部所对应的地震层位,并对砂层组内部浊积扇体测井相分层所对应的地震相特征。通过对地震相特征进行分析,发现其具有如下特点:有的振幅中、弱间互,延伸范围较长,呈“海带状”,一般属于多个扇体叠置的情况;有的中、短轴状中、弱反射,呈“蚯蚓状”,多为带有扇核部分的单个孤立扇体;有的振幅较弱,且与相邻地震反射同相轴看似连接在一起,呈“珊瑚枝”状,代表砂厚较小,延展较大的扇缘部分。

[0048] 第四步:分别以沙三中亚段1砂组顶、底部、2砂组底部的地震解释层位为控制层位,根据地震剖面特点,采取顶底均衡的方式,制作地层切片。根据砂层组中小层的数量及与小层的对应关系,确定沙三中亚段2砂组地层切片数量为6个,3砂组地层切片数量为9个。

[0049] 第五步:将地层切片转换为地震解释层位,为层间属性提取和沉积体展布规律预测做准备。

[0050] 第六步:根据测井相标志,对转换层位的地质意义进行解释,发现目的层段存在多套浊积扇体纵向叠置。为刻画浊积扇体的横向展布规律和纵向演化规律,选取5个目的层进行层间信息提取和计算研究,以其中一套为例,在沙三中亚段2砂组,转换层位9、10的位

置,为浊积扇体的浊积水道部分,转换层位 11 的位置为浊积水道的扇缘部分(参考附图 2)。

[0051] 第七步:分别在沙三中亚段 2 砂组转换层位 3 和 4、7 和 8 之间,沙三中亚段 3 砂组 9 和 10、11 和 12、14 和 15、15 和 16 之间作为分析时窗,采用地质统计学方法计算层间属性,目的是对浊积扇体进行识别与预测,本发明选取均方根振幅属性进行层间属性提取和计算。

[0052] 第八步:在有水道型浊积扇体和无水道型浊积扇体沉积模式的指导之下,根据自下而上的层间振幅属性,对浊积扇体的展布规律进行研究,具有以下特点:研究区浊积扇体平面上多呈“土豆状”分布,为扇三角洲前缘部分滑塌形成,,其中有水道型分布规模较大,无水道型分布规模较小。

[0053] 第九步:通过自下而上的浊积扇体展布分析,总结浊积扇体的纵向演化规律如下:(1)沙三中亚段 2 砂组浊积扇体以东南部物源为主,随着水体的变化,浊积扇体展布范围也逐渐加大,东部物源的扇体在 2 砂组顶部开始发育;(2)沙三中亚段 1 砂组浊积扇体以东部物源为主,在 2 砂组顶部开始发育,1 砂组中部发育浊积扇体发育规模达到最大,之后到 1 砂组顶部又逐渐变小(请参考附图 3)。

[0054] 第十步:结合测井,对浊积扇体的展布规律进行描述和刻画,并对其展布范围进行有效预测,达到了利用切片层间地球物理信息对浊积扇体进行预测的目的。

[0055] 以上所述,仅为本发明的较佳实施例而已,并非用于限定本发明的保护范围。

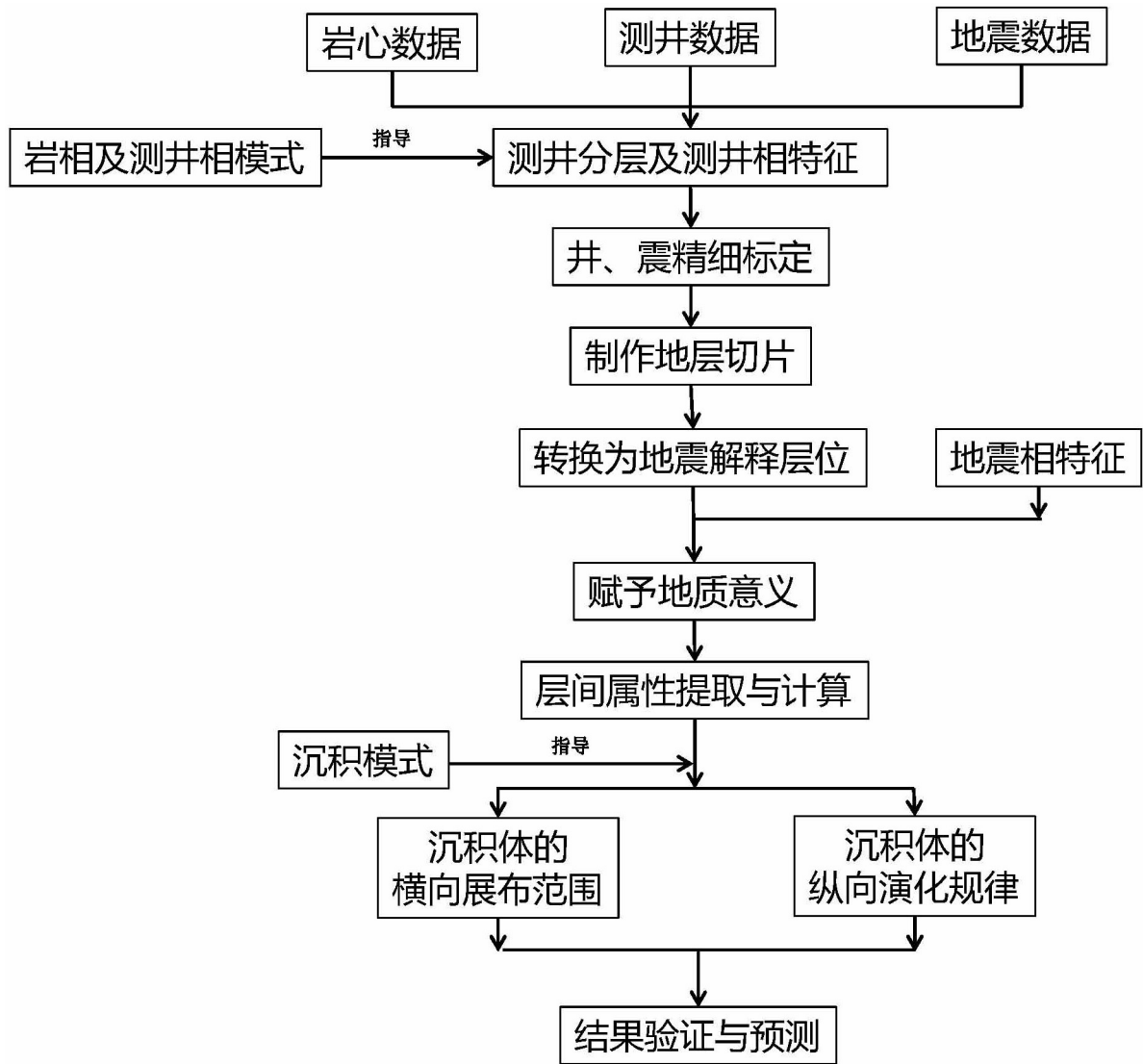


图 1

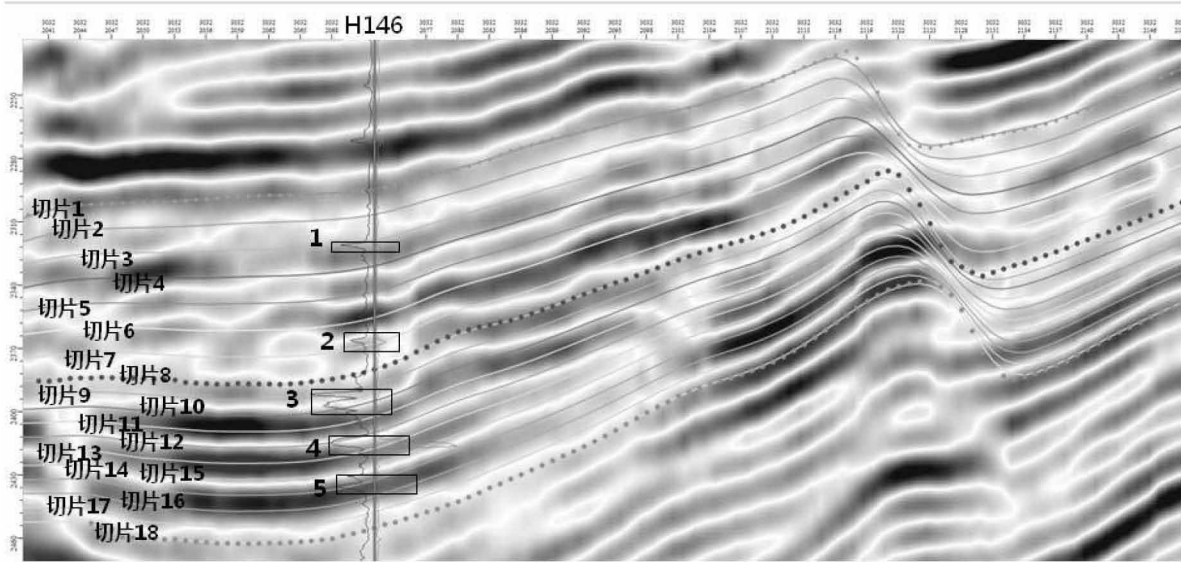


图 2

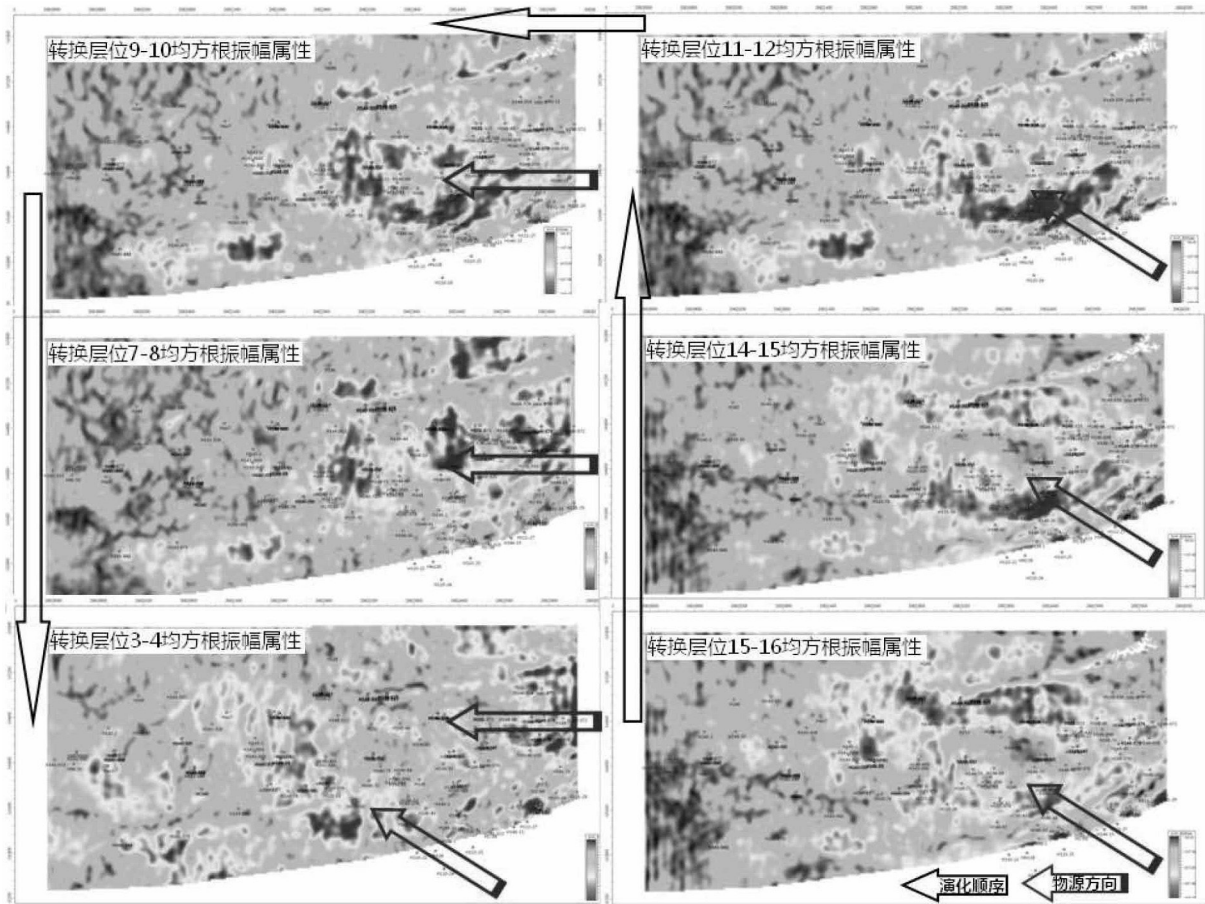


图 3