



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106779229 B

(45)授权公告日 2020.05.08

(21)申请号 201611216910.9

G06Q 50/02(2012.01)

(22)申请日 2016.12.26

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106779229 A

CN 105840187 A, 2016.08.10,
CN 104141481 A, 2014.11.12,
CN 102808584 A, 2012.12.05,
CN 105696997 A, 2016.06.22,

(43)申请公布日 2017.05.31

CN 1495439 A, 2004.05.12,

(73)专利权人 中国石油天然气股份有限公司
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9
号中国石油大厦

崔文昊 等.《基于灰色模糊聚类的压裂水平
井见水层段辨识方法》.《数学的实践与认识》
.2015,第45卷(第2期),

(72)发明人 崔文昊 吕亿明 常莉静 牛彩云
王百 朱洪征 罗有刚 李亚洲

审查员 张力

(74)专利代理机构 西安吉盛专利代理有限责任
公司 61108

代理人 何锐

(51)Int.Cl.

G06Q 10/04(2012.01)

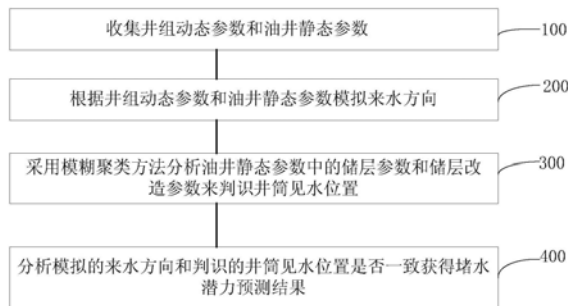
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种高含水水平井堵水潜力预测方法

(57)摘要

本发明涉及石油测井技术领域,具体涉及一种高含水水平井堵水潜力预测方法,包括以下步骤:步骤100:收集井组动态参数和油井静态参数;步骤200:根据井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向;步骤300:采用模糊聚类方法分析油井静态参数中的储层参数和储层改造参数来判识井筒见水位置;步骤400:分析模拟的来水方向和判识的井筒见水位置是否一致获得堵水潜力预测结果。本方法通过分析井组动态参数和油井静态参数,模拟水平井见水规律,预判水平井来水方向和见水位置,为水平井堵水措施制定提供依据,找水周期短,适用性强,容易实现,成本低。



1. 一种高含水水平井堵水潜力预测方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤100:收集井组动态参数和油井静态参数;

步骤200:根据井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向;

步骤300:采用模糊聚类方法分析油井静态参数中的储层参数和储层改造参数来判识井筒见水位置;

步骤400:分析模拟的来水方向和判识的井筒见水位置是否一致获得堵水潜力预测结果;

所述井组动态参数包括油井生产动态参数和对应注水井动态参数;所述油井生产动态参数包括生产时间、日产液、日产油、含水率;所述对应注水井动态参数包括注水时间、注水量、注水压力;

所述油井静态参数包括储层参数、井网参数、储层改造参数以及流体PVT参数;

所述储层参数包括油层平均厚度、平均孔隙度、渗透率、含水饱和度、电阻率、声波时差、泥质含量;所述井网参数包括井网形式、井距、井排方向,水平段方位与最大主应力方向、井眼轨迹、平均水平段长度;所述储层改造参数包括压裂缝数、裂缝半长、裂缝导流能力、加砂量、排量、入地液量;

所述流体PVT参数包括地层原油密度、地层原油粘度、油层压力、饱和压力、体积系数、气油比;

所述步骤200具体是,首先,将油井井筒分成若干段,然后将每段的井组动态参数和油井静态参数作为输入参数输入Eclipse数值模拟软件,同时在Eclipse数值模拟软件中输入地层渗流参数和井筒内流动参数,得到来水方向的模拟结果图,从模拟结果图上判断来水方向。

2. 根据权利要求1所述的高含水水平井堵水潜力预测方法,其特征在于:所述步骤300具体是,首先,选择已完成找水的水平井,并获取已完成找水的水平井的射孔层段的储层参数和改造参数作为基础数据,采用灰色关联法将射孔层段各参数对见水的影响作权重分析,选择关联度排在前位的参数进行模糊聚类;得到射孔层段模糊聚类结果图;其次,将待找水水平井各射孔层段参数与模糊聚类结果图对照分析,判断井筒见水位置。

3. 根据权利要求2所述的高含水水平井堵水潜力预测方法,其特征在于:所述对照分析具体是,根据待找水水平井各射孔层段的储层参数和改造参数在模糊聚类结果图的横坐标上找到对应的射孔段,然后再根据该找到的对应的射孔段所在的等高线,找到模糊聚类结果图上对应的纵坐标的类别,从而得到井筒见水位置。

4. 根据权利要求1所述的高含水水平井堵水潜力预测方法,其特征在于:在步骤400中,若模拟的来水方向和判识的井筒见水位置一致,即将对应的注水井开展调剖堵水,并对水平井采取堵水措施。

一种高含水水平井堵水潜力预测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及石油测井技术领域,具体涉及一种高含水水平井堵水潜力预测方法。

背景技术

[0002] 图1所示为目前水平井井筒的结构示意图,目前高含水(一般指含水率大于80%)水平井井筒见水位置主要通过机械找水和生产测井来判断,来水方向主要靠注水井动态验证和动态监测手段来确定,这些方法均存在一些不足,未能广泛应用。

[0003] 1、机械找水采取井下开关控制、逐段生产找水,但随着水平井改造段数的增加,找水周期较长。

[0004] 2、生产测井主要是通过产液剖面测试判断各层段产液量和含水,但费用较高、井筒要求条件高、产液量过小会影响测试结果。

[0005] 3、注水井动态验证是通过改变注水井工作制度跟踪油井含水判断来水方向,但由于水平井对应注水井多、验证周期较长,仅适用于裂缝性见水水平井。

[0006] 4、动态监测方法主要是利用水驱前缘测试、示踪剂监测判断来水方向,但受储层微裂缝发育和非均质性影响,造成缝网关系复杂、来水方向判断难度大,且费用较高。

发明内容

[0007] 为了克服上述现有技术的不足,本发明的目的在于提出一种高含水水平井堵水潜力预测方法,本方法通过分析井组动态参数和油井静态参数,模拟水平井见水规律,预判水平井来水方向和见水位置,为水平井堵水措施制定提供依据。

[0008] 为实现上述技术目的,本发明采用如下技术方案予以实现。

[0009] 一种高含水水平井堵水潜力预测方法,包括以下步骤:

[0010] 步骤100:收集井组动态参数和油井静态参数;

[0011] 步骤200:根据井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向;

[0012] 步骤300:采用模糊聚类方法分析油井静态参数中的储层参数和储层改造参数来判识井筒见水位置;

[0013] 步骤400:分析模拟的来水方向和判识的井筒见水位置是否一致获得堵水潜力预测结果。

[0014] 优选的,所述井组动态参数包括油井生产动态参数和对应注水井动态参数;所述油井生产动态参数包括生产时间、日产液、日产油、含水率;所述对应注水井动态参数包括注水时间、注水量、注水压力。

[0015] 优选的,所述油井静态参数包括储层参数、井网参数、储层改造参数以及流体PVT参数。

[0016] 优选的,所述储层参数包括油层平均厚度、平均孔隙度、渗透率、含水饱和度、电阻率、声波时差、泥质含量;所述井网参数包括井网形式、井距、井排方向,水平段方位与最大主应力方向、井眼轨迹、平均水平段长度;所述储层改造参数包括压裂缝数、裂缝半长、裂缝

导流能力、加砂量、排量、入地液量；所述流体PVT参数包括地层原油密度、地层原油粘度、油层压力、饱和压力、体积系数、气油比。

[0017] 优选的，所述步骤200具体是，首先，将油井井筒分成若干段，然后将每段的井组动态参数和油井静态参数作为输入参数输入Eclipse数值模拟软件，同时在Eclipse数值模拟软件中输入地层渗流参数和井筒内流动参数，得到来水方向的模拟结果图，从模拟结果图上判断来水方向。

[0018] 优选的，所述步骤300具体是，首先，选择已完成找水的水平井，并获取已完成找水的水平井的射孔层段的储层参数和改造参数作为基础数据，采用灰色关联法将射孔层段各参数对见水的影响作权重分析，选择关联度排在前列的参数进行模糊聚类；得到射孔层段模糊聚类结果图；其次，将待找水水平井各射孔层段参数与模糊聚类结果图对照分析，判断是否容易见水。

[0019] 优选的，在步骤300中，所述对照分析具体是，根据待找水水平井各射孔层段的储层参数和改造参数在模糊聚类结果图的横坐标上找到对应的射孔段，然后再根据该找到的对应的射孔段所在的等高线，找到模糊聚类结果图上对应的纵坐标的类别，从而得到井筒见水位置。

[0020] 优选的，在步骤400中，若模拟的来水方向和判识的井筒见水位置一致，即将对应的注水井开展调剖堵水，并对水平井采取堵水措施。

[0021] 本发明的有益效果：本方法通过分析井组动态参数和油井静态参数，模拟水平井见水规律，预判水平井来水方向和见水位置，为水平井堵水措施制定提供依据，找水周期短，适用性强，容易实现，成本低。

附图说明

[0022] 图1现有技术中水平井井筒的结构示意图；

[0023] 图2为本发明的方法的流程示意图；

[0024] 图3为本发明的实施例中来水方向的模拟结果图；

[0025] 图4为本发明的实施例中井筒见水位置的模糊聚类结果图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图对本发明作进一步说明：

[0027] 实施例1

[0028] 如图2所示，本发明实施例提供一种高含水水平井堵水潜力预测方法，包括以下步骤：

[0029] 步骤100：收集井组动态参数和油井静态参数；

[0030] 步骤200：根据井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向；

[0031] 步骤300：采用模糊聚类方法分析油井静态参数中的储层参数和储层改造参数来判识井筒见水位置；

[0032] 步骤400：根据模拟的来水方向和判识的井筒见水位置获得堵水潜力预测结果。

[0033] 在步骤300中，所述模糊聚类法为一种现有方法，一般是指根据研究对象本身的属性来构造模糊矩阵，并在此基础上根据一定的隶属度来确定聚类关系，即用模糊数学的方

法把样本之间的模糊关系定量的确定,从而客观且准确地进行聚类。

[0034] 实施例2

[0035] 在实施例1的基础上,所述井组包括油井和油井对应的注水井,注水井指的是用来向油层注水的井,每口油井对应4~6个注水井。

[0036] 所述井组动态参数包括油井生产动态参数和对应的注水井动态参数。所述油井生产动态参数包括生产时间、日产液、日产油、含水率。所述对应注水井动态参数包括注水时间、注水量、注水压力等。

[0037] 所述油井静态参数包括储层参数、井网参数、储层改造参数以及流体PVT参数。

[0038] 所述储层参数包括油层平均厚度、平均孔隙度、平均渗透率、含水饱和度、电阻率、声波时差、泥质含量等。所述井网参数包括井网形式、井距、井排方向,水平段方位与最大主应力方向、井眼轨迹、平均水平段长度等。所述储层改造参数包括压裂缝数、裂缝半长、裂缝导流能力、加砂量、排量、入地液量等。所述流体PVT参数包括地层原油密度、地层原油粘度、油层压力、饱和压力、体积系数、气油比等。

[0039] 其中,油井完井时会对油井储层静态和动态资料测试,需要去油田现场将这些资料收集起来,收集方法均为现有方法,在此不再详细描述。

[0040] 实施例3

[0041] 在实施例1的基础上,所述步骤200具体步骤是:将油井井筒分成若干段,然后将每段的井组动态参数和油井静态参数作为输入参数输入Eclipse数值模拟软件,同时在Eclipse数值模拟软件中输入地层渗流参数和井筒内流动参数,得到来水方向的模拟结果图,从模拟结果图上判断来水方向。

[0042] 其中,将井眼分段主要根据见水井的井网的大小设计网络、生产动态参数、储层参数及流体PVT参数等资料进行分段。

[0043] 其中,Eclipse数值模拟软件为已知软件,在此不再详细描述。

[0044] 其中,地层渗流参数和井筒内流动参数为已知原始参数,再此不再详细描述。通过井组动态参数、油井静态参数耦合地层渗流参数和井筒内的流动参数,更能准确地描述水平井生产动态,预测高含水水平井来水方向。

[0045] 实施例4

[0046] 在实施例1的基础上,所述步骤300具体是:首先,选择已完成找水的水平井,并获取已完成找水的水平井的射孔层段的储层参数和改造参数作为基础数据,采用灰色关联法将射孔层段各参数对见水的影响作权重分析,选择关联度排在前位的参数进行模糊聚类;得到射孔层段模糊聚类结果图;其次,将待找水水平井各射孔层段参数与模糊聚类结果图对照分析,判断是否容易见水。

[0047] 所述对照分析具体是,根据待找水水平井各射孔层段的储层参数和改造参数在模糊聚类结果图的横坐标上找到对应的射孔段,然后再根据该找到的对应的射孔段所在的等高线,找到模糊聚类结果图上对应的纵坐标的类别,从而得到井筒见水位置。

[0048] 其中,已完成找水的水平井指已经进行过找水措施的井,已经获得该井各射孔段的含水率。待找水井指的是将要进行找水措施的井。

[0049] 其中,灰色关联法为现有方法,在此不再详细描述。优选关联度排在前6位的参数进行模糊聚类。

[0050] 实施例5

[0051] 下面以长庆油田A区X储层SP1油井为例,采用五点井网结构,结合附图3对高含水水平井堵水潜力预测方法进行清楚、完整地描述。

[0052] 其中,五点井网结构包括一口SP1油井,和SP1油井对应的四口注水井(D1号注入井、D2号注水井、D3号注水井、D4号注水井),所述SP1油井和对应4口注水井组成一个井组。

[0053] 步骤100:收集井组动态参数和SP1油井静态参数。

[0054] 其中,所述SP1油井静态参数中的储层参数、井网参数、储层改造参数以及流体PVT参数具体是:

[0055] (1)、储层参数:油层平均厚度10.5m,平均孔隙度10.6%,平均渗透率0.85mD。油水相渗曲线中束缚水饱和度39.27%,束缚水时油相对渗透率0.64;交点处时含水饱和度51.53%,油水相对渗透率0.14;残余油时含水饱和度80.27%,残余油时水相对渗透率0.84。

[0056] (2)、井网参数:五点法井网,井距200m,排距700m,水平段300米,最大主应力方向NE60~70°。

[0057] (3)、储层改造参数:压裂3段,裂缝半长、裂缝导流能力见表1,表1为SP1井各段裂缝参数。

[0058] 表1 SP1井各段裂缝参数

参数 压裂段数	支撑剂 量 (m ³)	支撑裂 缝半长 (m)	支撑裂 缝高度 (m)	平均水力 裂缝宽度 (cm)	平均铺砂 浓度 (kg/m ²)	平均导 流能力 (mD.m)
第一段	25	109.3	20.9	0.78	6.12	329.9
第二段	30	119	22.0	0.87	6.41	308.8
第三段	35	128.7	22.6	0.92	6.01	317.2

[0060] (4)、流体PVT参数:原始地层压力17.5MPa,饱和压力10.48MPa,地层温度80.40℃,地层原油密度0.73g/cm³,地层原油粘度1.34mPa.s,体积系数1.32,原始气油比300.70m³/t。

[0061] 其中,所述井组动态参数中的油井生产动态参数、注水井动态参数具体是:

[0062] (1)油井生产动态参数:SP1油井于2012年5月投产,以15m³/d生产,于2015年6月含水上升至85%;

[0063] (2)SP1油井对应4口注水井,注水井动态参数,如表2所示。

[0064] 表2 SP1井周围注水井注水情况表

井号	注水层位	投注日期	累积注水量(m ³)	目前注水情况(m ³ /d)
D1	X	2012-1-25	210	15
D2	X	2012-4-25	230	17
D3	X	2012-6-25	211	15
D4	X	2012-6-25	210	15

[0066] 步骤200:根据井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向;

[0067] 将SP1油井井筒内分成3个射孔段,3个射孔段分别是与水平井趾部对应的1射孔段,与水平井跟部对应的3射孔段,位于水平井趾部和跟部之间的2射孔段。然后将每段的井

组动态参数和油井静态参数作为输入参数输入Eclipse数值模拟软件,同时在Eclipse数值模拟软件中输入地层渗流参数和井筒内流动参数,得到来水方向的模拟结果图,模拟结果图如附图3所示。

[0068] 在附图3中,横坐标和纵坐标是指井网平面布局,单位为米。灰度条表示含水率,颜色越往左变化表示含水越低,颜色越往右变化表示含水越高。中间的黑线为水平井筒。实际应用中,图3为彩色填充图,通过不同的彩色填充代表不同的含水率,根据彩色变化可清楚的看出含水率变化,在彩色图中,颜色越红,含水率越低,颜色越蓝,含水率越高。为了满足出版要求,故将附图3调整为灰度图,发明人在灰度图中标识了与实际彩色图相符的颜色名称,以更清楚的表达实际模拟结果。

[0069] 从图3中可以看出,SP1油井的D1注入井和D2注水井已与SP1油井的跟部连通(在图中,D1注入井、D2注水井与井筒填充绿色线表示连通),因此可判定来水方向为D1注水井。

[0070] 步骤300:采用模糊聚类方法分析油井静态参数中的储层参数和储层改造参数来判识井筒见水位置;

[0071] 首先,选取A区已完成找水的33口水平井,共150个射孔层段的平均孔隙度、渗透率、油层平均厚度、含水饱和度、电阻率、声波时差、泥质含量和加砂量、排量、入地液量等10个参数作为基础数据,通过灰色关联选取关联度前6位的参数进行模糊聚类;得到射孔层段模糊聚类结果图,如图4所示。

[0072] 在图4中,横坐标是150个已开展找水措施井的射孔段;纵坐标是将这150个射孔段模糊聚类后归成的18类,在同一条等高线的射孔层段归为同一类。18类分别用1~18个序号进行标识,其中1~18个序号中不带圆圈的数字对应的等高线为易见水层段,带圆圈的数字对应的等高线为不易见水层段。

[0073] 其次,将步骤100收集的SP1油井的射孔段储层参数和储层改造参数归类,归类后与聚类结果图对照分析,找到SP1油井的各个射孔段在图4中对应等高线,若对应等高线所对应的数字为不带圆圈的数字即该射孔段易出水,若对应等高线所对应的数字为带圆圈的数字即该射孔段不易出水。

[0074] 将SP1井组射孔段储层参数和改造参数,与模糊聚类结果图4对照分析,结果显示,SP1井组水平段跟部的3射孔段为易见水层段,趾部1射孔段为不易见水层段,2射孔段为见水情况模糊,与图3中数值模拟结果基本一致。

[0075] 步骤400:根据步骤200模拟的来水方向和步骤300判识的井筒见水位置获得堵水潜力预测结果。

[0076] 应用SP1井组动态参数和油井静态参数模拟来水方向为D1注水井,同时采用模糊聚类方法分析SP1油井储层和改造参数判断水平段跟为井筒见水位置。来水方向和见水位置模拟结果基本一致,即可对D1注水井开展调剖堵水,对SP1油井水平段跟部采取堵水措施。

[0077] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

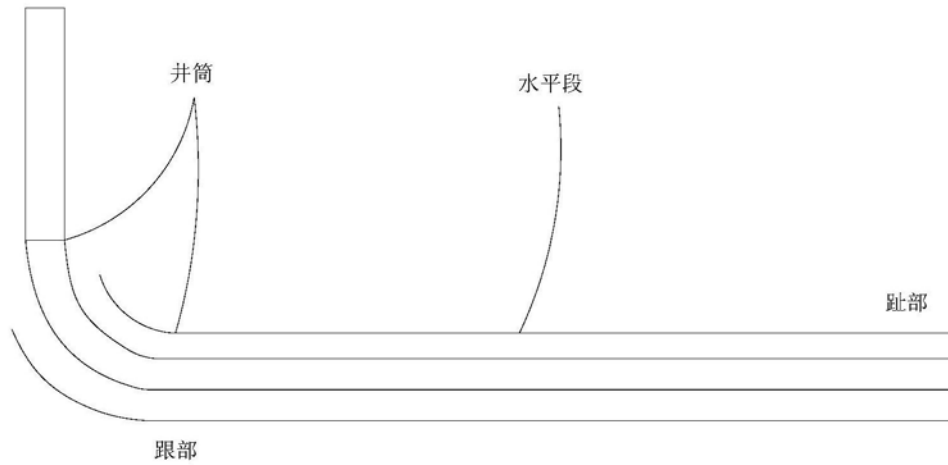


图1

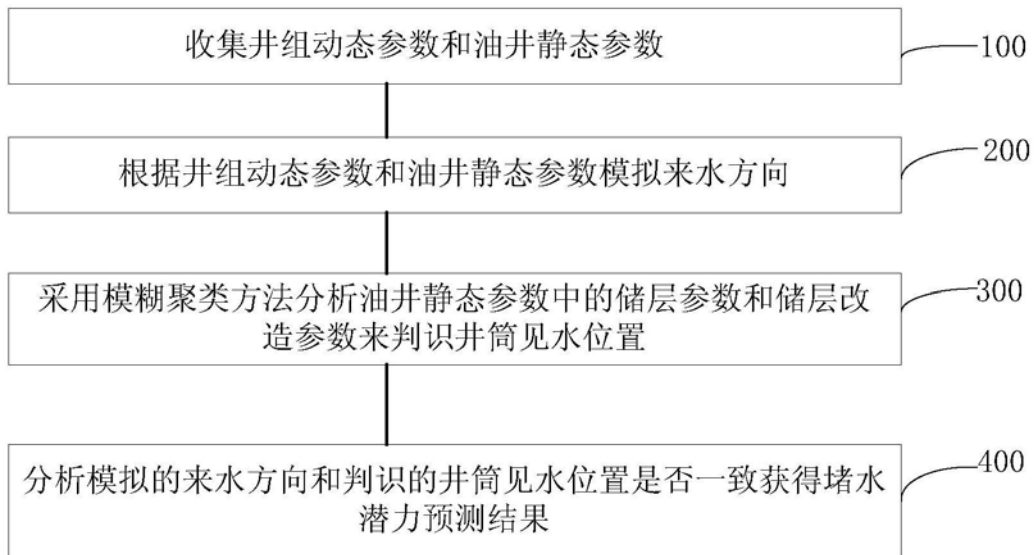


图2

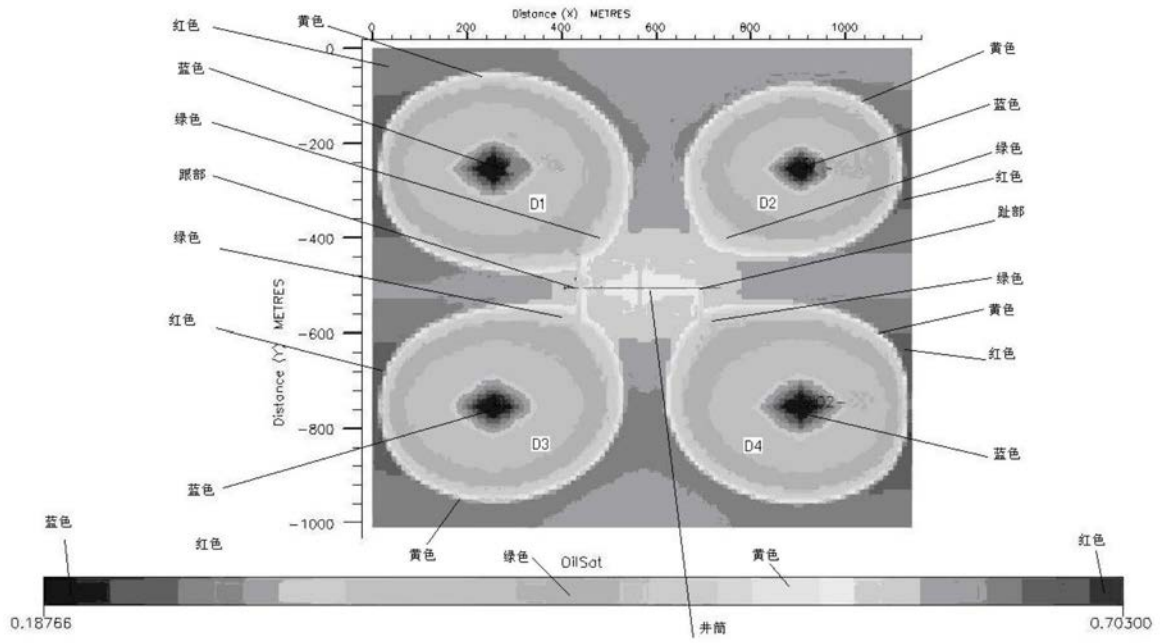


图3

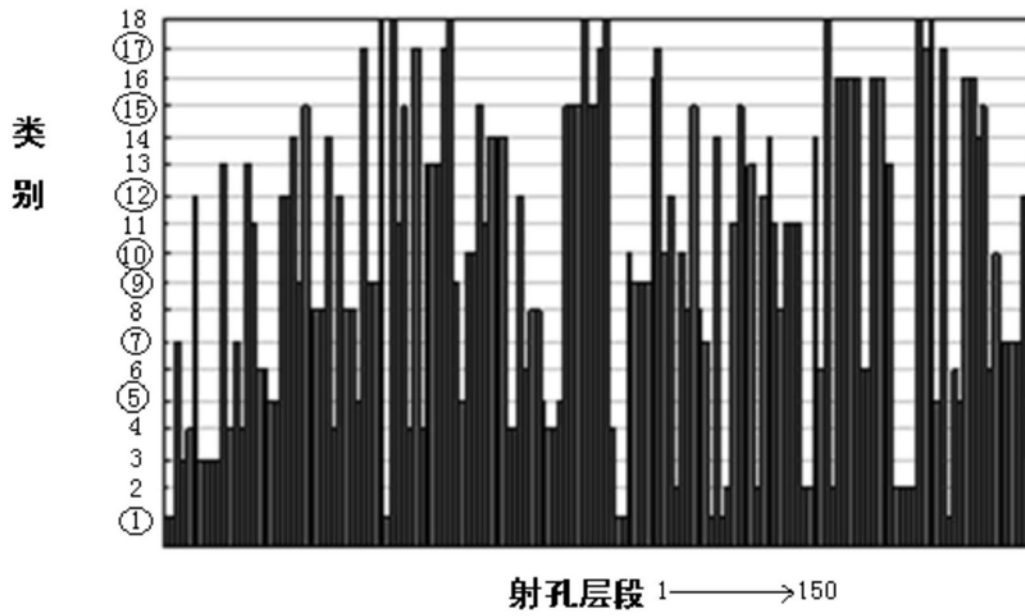


图4