

孤岛常规稠油油藏

中国油藏开发模式丛书

常规稠油油藏

孤岛常规稠油油藏

THE CONVENTIONAL HEAVY OIL
RESERVOIRS IN GUDAO OILFIELD

段昌旭 于京秋 等编著

石油工

大学(北京)

E345

013

石油工业出版社

登录号	138738
分类号	TE345
种次号	013

中国油藏开发模式丛书

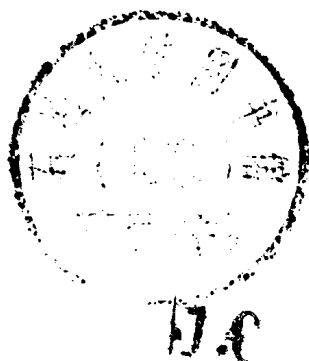
Series on Reservoir Development Models in China

· 常规稠油油藏 ·

孤岛常规稠油油藏

The Conventional Heavy Oil Reservoirs in Gudao Oilfield

段昌旭 于京秋 等编著



石油大学0142165

石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书是《中国油藏开发模式丛书》分类模式部分“常规稠油油藏”的典型实例之一，是关于常规稠油油藏开发模式方面的专著。

作者运用三十多年研究工作实践积累的丰富经验和本油藏开发25年所获得的翔实资料，采用油藏地质描述技术、油藏工程分析方法以及室内实验、现场试验和数值模拟等手段，系统地阐述了常规稠油油藏的水驱油机理和注水开发全过程的基本规律，不同开发阶段的主要做法；对主要开发部署和技术政策界限进行了系统的论证；采用数值模拟结合经济分析的方法对开发层系和井网部署进行了优化和评价；提出了本类油藏的合理开发程序；优化出针对本类油藏的配套工艺技术系列。为此类常规稠油油藏的开发建立了科学模式。

本书可供石油地质、油田开发、数值模拟、矿场生产岗位的科研、技术人员和石油院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

孤岛常规稠油油藏/段昌旭 等编著.

北京:石油工业出版社,1997.5

(中国油藏开发模式丛书·常规稠油油藏)

ISBN 7-5021-2008-4

I. 孤…

II. 段…

III. 粘性原油-油田开发

IV. TE345

中国版本图书馆 CIP 数据核字(97)第 05295 号

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里二区一号楼)

北京普莱斯特录入排版中心印刷厂排版

北京密云华都印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 10.5 印张 265 千字 印 1—3500

1997 年 5 月北京第 1 版 1997 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2008-4/TE·1690

精装定价:40.00 元 平装定价:29.00 元

《中国油藏开发模式丛书》

编辑委员会

主 任 周永康

副主任 谭文彬 王乃举

成 员 曾宪义 沈平平 金毓荪 张家茂

周成勋 万仁溥 刘万赋 冈秦麟

编务组成员

李志勋 杨贤梅 李春如 张卫国 咸玥瑛

《中国油藏开发模式丛书》

一、总论

二、分类模式研究

多层砂岩油藏

裂缝性潜山基岩油藏

气顶砂岩油藏

常规稠油油藏

低渗透砂岩油藏

热采稠油油藏

复杂断块油藏

高凝油油藏

砂砾岩油藏

凝析油油藏

三、典型实例

序

早在1987年，王涛同志在大庆的一次会议上提出，我国的油田开发有着丰富的实践经验，需要总结一套油藏开发模式，以便对新油田开发和老油田提高水平做出指导。在此之后，中国石油天然气总公司开发生产局、科技发展局、北京石油勘探开发科学研究院组织了全国五十多名专家和数百名工程技术人员，历经八个年头，终于完成了这套《中国油藏开发模式丛书》的编写工作，现在就要出版同广大读者见面了。这是我国油田开发理论研究的系列成果，也是石油工业出版界的一件大事，值得庆贺！

《中国油藏开发模式丛书》包括总论、不同类型油藏开发模式专著和典型油藏开发实例三个部分。丛书共计40册，大约1500万字。它凝结着我国油田地质、油藏和采油工程科技人员的辛劳和智慧，是数十年油田开发实践中成功经验与失败教训的高度概括，从中可以窥见到中国式的油田开发工程的一些特色。

需要指出的是，在本书出版之前，石油科技信息研究所及有关油田曾经编纂出版了一套《国外不同类型油藏开发历程及工艺技术系列研究》成果，它是本丛书的姊妹篇，国外油田开发经验为《中国油藏开发模式丛书》的编著起到了借鉴作用。

前几年我曾经讲过一个认识，“抓产量不等于抓开发”。就是说油田开发有许多科学道理，有它自身的一些规律性，只有老老实实在地按照科学规律，不断提高新老油田的开发水平，才会有产量，也才会有更好的开发效益。我希望从事石油工作的同志，特别是油田开发工作者，能够抽时间读一读或者有选择地读读这套丛书，一定会得到不少的收益。成功和失败都是我们前进的基石，摆在我们石油工作者面前的路是宽广的，也是曲折的，让我们继续奋斗吧！

周永康
一九九一年八月

前 言

常规稠油油藏是指采用常规注水开发的普通稠油油藏，多属东部含油盆地上第三系次生油藏，如胜利油区的孤岛、孤东、埕东油田，大港油区的羊三木油田等。这些油藏虽具有多层砂岩的特点，但地下原油粘度高是开发中的主要矛盾，因此划入常规稠油油藏，而且油层胶结疏松出砂严重，在注水开发过程中有其独自的特点，以及独自的开发部署、技术政策和技术措施，由此形成了常规稠油油藏独自的开发模式。

本书以孤岛油田为例进行论述。孤岛油田位于济阳坳陷沾化凹陷东部，山东省东营市境内。1967年通过地震勘探发现地下构造，1968年4月在构造高点完钻渤2井，同年5月试油，在上第三系馆陶组上段获得工业油流。1970年5月初步圈定含油面积。1971年11月开始陆续分区投产，1973年开始陆续分区投入注水开发。

本书在论述地质特征，建立地质模型的基础上，系统地阐述了常规稠油油藏的水驱油机理和注水开发全过程的基本规律，以及不同开发阶段的主要做法。对主要开发部署和技术政策界限，如开发层系、井网部署、地层压力保持水平、单井最大日产液量等进行了系统的论证。采用数值模拟方法对开发层系的细分时机、细分界限和细分程度进行优化和评价。采用数值模拟结合经济分析的方法、对井网密度和注水系统等问题进行优化和评价。提出了本类油藏的合理开发程序。优化出针对本类油藏的配套工艺技术系列。最终建立起可供开发本类油藏借鉴的开发模式。

全书共分五章，参加编写的人员有：第一章邱隆英、吴素英；第二章段昌旭、骆正兰、凡哲元、李岩；第三章段昌旭、凡哲元、骆正兰、刘志宏、黄尚军；第四章段昌旭；第五章于京秋、张凤珍、冯永泉、吴仕贵、吴海青。第一章到第四章为地质和油藏工程部分，此部分的最后修改定稿由段昌旭完成。第五章工艺部分的最后修改定稿由于京秋完成。

本书的资料收集以及在编写和出版过程中得到了宋万超、颜捷先、刘良叔、陈德坦、邹鹏程等同志的指正、帮助和支持，杨贤梅同志进行了认真细致的校正。在此谨向所有关心、支持过本书的领导、专家、同志表示衷心的感谢！

由于我们水平有限，书中有些论点和认识难免有错误和不当之处，恳切地希望读者给予指正。

目 录

前言

第一章 孤岛油田油藏地质特征及地质模型	(1)
第一节 油藏地质特征.....	(1)
一、地层及主力含油层系.....	(1)
二、构造.....	(3)
三、储层.....	(3)
四、流体性质	(18)
五、油层压力和温度	(22)
第二节 地质模型	(22)
一、多层平面模型	(22)
二、多层剖面模型	(31)
三、单层剖面模型	(31)
第二章 水驱油机理及注水开发规律	(36)
第一节 孤岛油田水驱油机理	(36)
一、建立地质模型,设计计算方案	(36)
二、数值模拟计算结果及分析	(37)
三、对孤岛油田水驱油机理的认识	(38)
第二节 油藏注水开发主要开发指标的变化规律	(43)
一、含水上升规律	(43)
二、产液能力、产油能力和吸水能力的变化规律	(43)
第三节 油水运动规律	(47)
一、平面水淹状况	(47)
二、纵向水淹特征	(49)
三、控制油层水淹特征的主要因素	(53)
第四节 储量动用特征	(56)
一、中低含水采油期主力油层动用较好	(56)
二、高含水期非主力油层动用状况得到明显改善	(57)
第三章 不同开发阶段开发部署及政策界限	(58)
第一节 不同开发阶段的主要做法	(58)
一、天然能量采油阶段	(58)
二、低含水采油阶段	(59)
三、中含水采油阶段	(59)
四、高含水采油阶段	(60)
五、特高含水采油阶段	(62)
第二节 开发部署和主要政策界限	(63)

一、层系划分的优化	(63)
二、注采井网的优化	(74)
三、地层压力保持水平	(88)
四、单井最大日产液量	(90)
五、合理注采压力系统的确定	(103)
六、提高采收率方法筛选	(105)
七、注水开发效果评价	(105)
八、结论	(106)
第四章 合理开发程序	(107)
第一节 投入开发阶段	(107)
一、钻详探井和重点解剖井，录取各项资料，加速认识油田	(107)
二、开辟生产试验区	(107)
三、编制顶部稀油区和稠稀油过渡区馆陶组油层初步 开发方案，部署基础井网	(107)
四、分区分层系编制开发方案和射孔方案	(108)
第二节 中低含水采油阶段	(108)
第三节 高含水采油阶段	(109)
第四节 特高含水采油阶段	(109)
第五章 工艺技术系列	(110)
第一节 完井工艺技术	(110)
一、完井方法	(110)
二、对油层套管的要求	(112)
三、对完井液的要求	(112)
四、完井深度	(114)
五、以固井的要求	(114)
六、对射孔的要求	(114)
第二节 防砂工艺技术	(122)
一、出砂规律及其危害	(122)
二、防砂方法及其选择	(123)
三、各种防砂方法应配套的技术	(125)
第三节 系统防膨工艺技术	(128)
一、钻井完井液的防膨	(129)
二、固井防膨	(129)
三、射孔防膨	(130)
四、防砂防膨	(130)
五、注水防膨	(130)
第四节 分层注水工艺技术	(131)
一、分层注水四配套	(132)
二、选择和研究先进高效的分层注水工艺管柱	(132)
三、分层测试和吸水剖面测试	(135)

四、注水水质.....	(137)
第五节 机械采油工艺技术.....	(139)
一、中低含水期稠油机械开采工艺技术.....	(139)
二、高含水期强化开采工艺技术.....	(145)
第六节 聚合物驱提高采收率工艺技术.....	(153)
一、筛选阶段.....	(153)
二、设计阶段.....	(153)
三、实施阶段.....	(156)
参考文献.....	(157)

第一章 孤岛油田油藏地质特征及地质模型

油藏地质模式是油藏开发模式研究的基础之一。通过油藏地质特征的研究,建立有代表性的地质模型(平面模型、剖面模型),为油藏数值模拟及制定合理的开发政策,如开发方式、层系划分、井网布署、开发调整等提供可靠的地质依据。

第一节 油藏地质特征

孤岛油田是受构造控制的层状油气藏,主要含油层系是上第三系中新统馆陶组上段,埋藏深度 1120~1350m,含油面积 83.7km²,地质储量 38211×10⁴t(图 1.1)。油层渗透率高,胶结疏松,出砂严重。原油性质较差,为高密度、高粘度、低含蜡、低凝固点的沥青基石油。

一、地层及主力含油层系

孤岛油田自下而上钻遇的地层有前震旦系;古生界的塞武、奥陶、石炭一二叠系;中生界的侏罗一白垩系;新生界下第三系的沙河街组、东营组、上第三系的馆陶组、明化镇组;第四系的平原组。孤岛油田主力含油层系为上第三系中新统馆陶组上段油层。

馆上段含油面积 75.2km²,地质储量 35286×10⁴t。馆上段地层厚度 230~250m,为一套砂泥岩互层。自下而上岩性由粗变细,为正旋回沉积。根据次级旋回及原油性质的变化,将本段地层细分成六个砂层组 34 个小层(表 1.1)。

表 1.1 小 层 划 分

砂层组	馆 1+2	馆 3	馆 4	馆 5	馆 6
小层个数	14	5	4	6	5

1. 馆上段 1+2 砂层组

地层厚度 80m 左右,岩性较细,为一套灰绿、紫红色泥岩夹泥质粉砂岩、粉砂岩、粉细砂岩及少量未石化的螺、蚌化石。除馆 1+2¹⁴小层砂体大片分布外,其它小层砂体均为“透镜状”或“条带状”分布。14 个小层共分 138 个含油砂体,其中纯油砂体 67 个,其余为油气、油水、气水同层砂体。本砂层组油、气、水关系比较复杂,储量为 2730×10⁴t,占馆上段总储量的 7.7%。

2. 馆上段 3—6 砂层组

地层总厚度 160m 左右,每个砂层组厚度为 40m 左右,岩性为砂泥岩互层。每个砂层组由 2 个次级旋回组成。单个砂体是由一套粉细砂岩组成的正韵律沉积,以细砂为主。上部的馆 3 砂层组有部分粉砂岩,下部馆 5、6 砂层组底部出现中砂岩,局部地区见少量粗砂岩及含砾砂岩。馆 3—6 砂层组储量 30637×10⁴t,占孤岛总储量的 86.8%。馆 3—6 砂层组是油田开发的主要层系,20 个小层中有 6 个主力油层,为馆 3³、3⁵、4²、4⁴、5³、6³,砂体大片分布,储

量占馆 3—6 砂层组的 74.7%。其它次要油层呈“条带状”或“透镜状”分布（表 1.2）。

表 1.2 馆 3—6 砂层组小层分类

分类	层数	层 号	油层形态	储量百分数
一类	6	3 ³ 、3 ⁵ 、4 ² 、4 ⁴ 、5 ³ 、6 ³	大片分布	74.7
二类	6	3 ² 、3 ⁴ 、4 ³ 、5 ⁴ 、5 ⁵ 、5 ⁶	条带状	21.7
三类	8	3 ¹ 、4 ¹ 、5 ¹ 、5 ² 、6 ¹ 、6 ² 、6 ⁴ 、6 ⁵	透镜状	3.6

3. 化石标准层

化石层厚度 30~40cm，分布在馆 1+2 砂层组底部，由薄层泥灰岩、灰质砂岩、泥质粉砂岩及灰绿、紫红色纯泥岩组成。泥灰岩、砂岩中富含黄河田螺、腹足类、瓣鳃类、鱼骨等化石。微电极曲线上呈一小撮高峰，正对高峰的底部感应曲线上出现明显的高感异常，似“指头尖”状，二者结合构成了孤岛油田唯一的对比标准层。

二、构造

孤岛油田基底是由古生界奥陶系、石炭—二叠系及中生界侏罗—白垩系地层组成的古凸起，下第三系地层呈层超覆于古凸起周围，填平沟谷后，上第三系的沉积披覆其上，差异压实，结果形成了继承性的发育在潜山之上的大型披覆构造。构造轴向北东—南西长 15km，宽 6km，闭合面积 80km²，闭合高度 120m。

构造上发育了 23 条正断层，具有三组断裂系统（北东、北西、东西），使孤岛背斜成为被断层复杂化的地垒。其中，落差较大的断层有 4 条（1 号~4 号），以 1 号、2 号两条同生断层最突出，不仅控制着地层的沉积和构造的发展，而且控制着油气的聚集，是油田分区的天然边界。构造北翼是 1 号断层，走向北东，倾向北西，倾角 60°~70°，延伸长度约 16.4km，落差 45~150m，从西向东落差由大变小。构造南翼的 2 号断层，走向北东，倾向南东，倾角 60°~70°，延伸长度约 16.1km，落差 15~210m，从西向东落差由小变大。1 号、2 号断层之间为油田的中区，中区构造比较简单，倾角平缓，顶部是一个平台，向西翼构造倾角逐渐增大，一般 30°~1°30′，同基底凸起形态一样。西翼陡，东翼缓，其中还发育了 7 条小断层，分布在中区的西部。2 号断层以南为南区，被 12 条断层切割成断阶性质的 8 个小块。总的是东陡（2°7′），西缓（1°9′），中部较平（小于 1°）。块内均是南高北低。以 12 号断层为界，其东侧的断块，构造向北东方向倾没；其西侧的断块，构造向北西方向倾没；中部的渤 72 断块是个地垒构造。此外，构造的西端由 2 条北东向的小断层构成地堑式含油断块—渤 21 断块，构造倾角较大（1°30′~3°16′），地层向西倾没。

三、储层

1. 沉积相研究

孤岛油田馆陶组地层为一套河流相沉积的砂泥岩互层。从馆下段到馆上段的 5、6 砂层组为一套辫状河沉积，馆上段 3、4 砂层组逐渐过渡到曲流河沉积。如馆 3³ 小层的“点坝”为典型的曲流河沉积。馆上段 3 砂层组沉积完后，孤岛油田发育了一套富含黄河田螺的河漫湖泊（即牛轭湖）沉积。因此，孤岛油田馆陶组地层自下而上是河流从发生、发展到消亡的一个全

过程沉积。

(1) 河流相沉积的依据

1) 岩性由成熟度低的砂岩及红色泥岩组成。薄片鉴定砂岩中石英含量 50%~60%，长石含量 30%~40%，岩块含量 5%~20%，定名为长石砂岩、长石质硬砂岩、高级硬砂岩。长石多未风化，表面新鲜，解理清楚，自上而下岩块含量逐渐增高，反映了搬运距离较短的沉积。泥岩以红色（棕红、紫红、褐红）及褐黄色为主，夹少量灰绿色泥岩，块状无层理，松软到中硬，基本不含灰质，反映了氧化环境下的沉积（表 1.3）

表 1.3 岩块含量统计表

单位：%

井号 砂层组	渤 101	渤 105	渤 106	渤 107	渤 108
馆 3	8.0	12.0	11.4	9.0	11.9
馆 4	9.7	9.0	12.3	6.5	11.7
馆 5		13.5	12.7	12.5	13.6
馆 6	9.0	13.5	13.3	16.2	19.1
馆下			10.9	23.1	19.0

2) 底泥砾及冲刷面。河床底部存在冲刷面。在冲刷面之上砂层底部普遍有滞留沉积，以泥砾为主，含少量石英、长石、灰质岩块及燧石组成泥砾层，厚度为 0.2~0.92m，呈透镜体产出。渤 108 井岩心馆上段 15 个砂层其中 10 个砂层底部见泥砾层。

3) 层理构造。在砂层下部较粗部位普遍见交错层理，层理视倾角 5°~22°，自下而上倾角变小。上部较细的泥质粉砂岩中见不对称的波状层理，波长 6~8cm，波高 1~2cm，顶部偶见云母、碳屑与泥质粉砂岩互层构成水平层理。

4) 古生物特征。氧化条件下的河流相沉积中动物化石稀少，植物碎片丰富。在砂层底部滞留沉积中有碳化植物树枝（直径 1.5cm）及瓣鳃类化石碎片。在砂层顶部的灰绿色泥质粉砂岩中，碳化植物碎片富集呈碳质纹层。

5) 筛析资料整理。

① 概率曲线：砂层底部样品多为三段式：滚动、跳跃、悬浮三种组分。砂层中上部样品多为二段式：跳跃、悬浮二种组分。馆 1+2、馆 3、馆 4 砂层组跳跃组分斜率较大，为 55°~75°，分选较好，悬浮组分高达 30%~70%。各曲线粗切点 1.5 ϕ ~2.0 ϕ 左右，细切点为 2.7 ϕ ~3.5 ϕ 左右。馆 5、馆 6 砂层组跳跃组分斜率较小，为 55°~65°，分选较差，悬浮组分低，为 20%~30%，各曲线粗切点为 1.0 ϕ ~1.5 ϕ ，细切点为 2.0 ϕ ~3.0 ϕ （图 1.2）。

② 粗粒—中值图（C—M 图）：反映牵引流型的图像。馆 1+2、馆 3 砂层组主要为 QR、RS 段，馆 4 砂层组为 PQ、QR、RS 段，均缺少 OP 段，以递变悬浮和均匀悬浮搬运为主，缺少滚动组分，悬浮组分多。馆 5、馆 6 砂层组为 OP、PQ、QR 段，缺少 RS 段，以递变悬浮为主，少量滚动搬运。可见馆陶组上段自下而上河流的搬运能力有逐渐减弱的趋势（图 1.3）。

③ 砂—粉砂—泥关系图：按希帕德碎屑岩分类，将样品筛析组分点三角形分类图上，样品点子多落在 1、2、3、4、7 范围内（泥岩未取样，9、10 无点子），5、6、8 范围内无点子。反映河流衰降水流系统的沉积特点，即是河流相沉积主要为砂、粉砂质砂、粉砂、泥质粉砂、

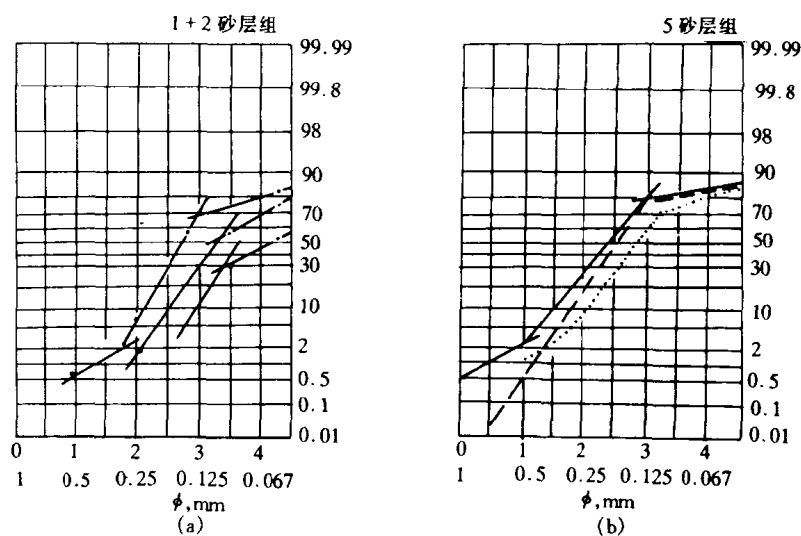


图 1.2 概率曲线

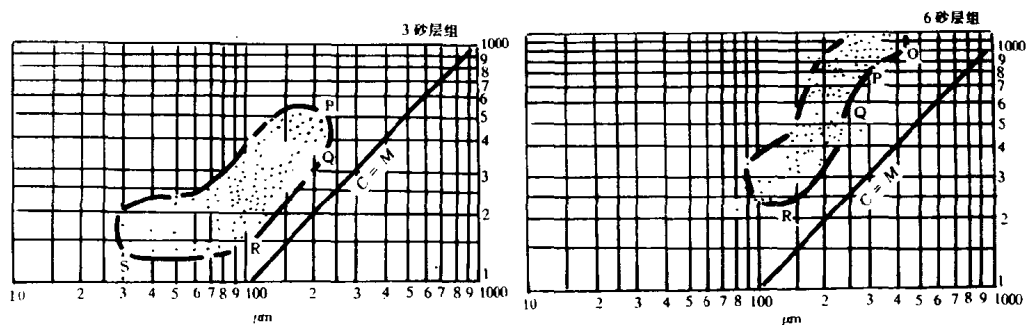


图 1.3 C—M 图

粉砂质泥和泥，没有或很少泥质砂、砂质泥和“砂、粉砂、泥”的沉积。

④粒度参数图：由筛析样品求出中值、分选、偏态、峰态 4 种参数，任取 2 种参数作图来判断沉积环境。用孤岛馆陶组、黄河及蒙阴官庄组的河道砂与青岛海滨砂样品做粒度参数图，2 种沉积类型有明显的区别。以偏态—中值关系图为例，河道砂多呈正偏态，粒度中值较小，分选相对较差；而海滨砂由于海浪的簸扬作用多呈负偏态或接近偏态，粒度中值较大，分选相对较好。

⑤沙胡公式计算：

$$Y_3 = 0.2852M_z - 8.7604\delta_1^2 - 4.8932\delta_{k_1} + 0.0482k_9$$

式中 Y_3 ——沉积类型判别值；

M_z ——平均粒径，mm；

δ_1 ——标准偏差，无量纲；

δ_{k_1} ——偏度，无量纲；

k_9 ——峰度，无量纲。

上式 $Y_3 < -7.4190$ 时，认为属河流相沉积。对渤 108 井馆 4 砂层组 44 个样品计算结果，

Y_3 在 $-12.443 \sim -67.1163$ 之间, 均小于 -7.4190 , 应为河流相沉积。

⑥电测曲线形态: 以河流从发育到消亡的沉积过程作为一个时间单元, 沉积物在纵剖面上自下而上是由粗到细的正韵律沉积。在电测曲线(微电极曲线、自然电位曲线)上的表现呈“钟形”(表 1.4)。

表 1.4 亚相分析表

相带	带号	粒度中值 mm	泥质 %	韵律性	地层砂 岩系数 %	渗透率 μm^2		电阻率 $\Omega \cdot \text{m}$	
						最小—最大	平均	最小—最大	平均
河床 高速带	A1	0.10~0.25 平均 0.17	5.5~15.0 平均 8.8	正	>65	0.8~9.7	2.99	11~90	37.4
河床 低速带	A2	0.08~0.13 平均 0.11	6.0~12.5 平均 10.6	正	65~50	0.2~3.5	1.55	8~46	27.9
边缘	A3	0.02~0.05 平均 0.04	15.0~26.0 平均 20.0	正	50~25	0.1~1.7	0.66	5~28	15.0
泛监 平原	A4				25				

(2) 沉积亚相带的划分

河流相沉积确定后, 结合油田开发的具体情况, 将岩心井资料与电测资料相结合建立岩电关系进行单井相分析。根据每个时间单元的砂层厚度、渗透率、真电阻率等的大小及电测曲线形状的变化, 在平面上划分了三个亚相带(见图 1.4、图 1.5)。

1) 河床沉积(包括滞留沉积、边滩、心滩、河道砂沉积): 主要为厚层砂岩。底部以冲刷面与下伏泥岩地层呈突变接触, 冲刷面上有泥砾及少量碳化植物树枝、瓣鳃类化石碎片等滞留沉积, 呈透镜状产出, 再往上沉积了中砂岩(馆 5、6 砂层组偶见存在)、细砂岩、粉砂岩, 逐渐过渡为泥岩。砂岩下部有槽状或板状交错层理, 向上为爬升层理和波状层理。孤岛油田每个时间单元的河床亚相沉积厚度一般 4~10m 左右, 其中低速河床(A2 相) 4~6m, 高速河床(A1 相) 6m 以上。粒度中值 0.10~0.25mm, 泥质含量 6%~15%, 渗透率 0.8~9.7 μm^2 , 真电阻率 10~90 $\Omega \cdot \text{m}$ (表 1.4)。

砂体在剖面上的形态多是顶平底凸, 是一个完整的时间单元, 它实际上是由顶面高程比较接近, 即沉积时间略有先后的若干个小的时间单元(侧积体)在垂向上的叠加, 在侧向上相互连通, 彼此连接组成一个宽度可达 2000m 以上的宽砂体。它们在平面上呈弯曲的“条带状”分布, 条带有宽有窄, 造成宽窄不同的原因是侧向连接的侧积体在各处沉积的个数多少不一所致。

2) 边缘沉积(天然堤与决口扇沉积): 洪水期河水漫越河岸, 当河水变浅, 流速降低时, 悬移物质在岸边沉积下来形成天然堤。天然堤在河床的两侧呈弯曲的条带状断续分布。过量洪水冲决天然堤, 在外岸(或凹岸)一方形成“舌状”堆积物, 称为决口扇沉积。边缘沉积(A3 相)砂体多为薄层(小于 3m)的粉—细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩及粉砂质泥岩互层, 粒度中值为 0.02~0.05mm, 泥质含量 15%~26%, 渗透率 0.1~1.7 μm^2 , 真电阻率 5~28 $\Omega \cdot \text{m}$ (表 1.4)。

3) 泛监平原沉积(河间沉积): 泛滥平原沉积(A4 相)以红色及褐色泥岩为主, 夹少量

