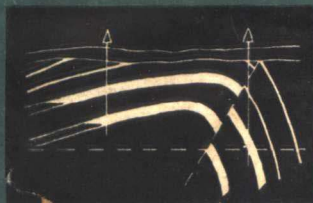


采油地质图的绘制

CAIYOU DIZHITU DE HUIZHI YU YINGYONG
与应用



中国工业出版社

1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000

California's Comprehensive Local Education Finance Transformation

May 2001, 2004



California's Comprehensive Local Education Finance Transformation

采油地质图的繪制与应用

楊 寿 山 編 著

中 国 工 业 出 版 社

本书系统地介绍了区域特征图、参数等值图、综合曲线图和综合对比图等三十种采油地质图幅的绘制方法与应用。本书还介绍了取得制图数据所必须的计算公式，并举有计算实例。

本书内容丰富、能结合生产实际，是油矿采油地质人员必备的参考书。本书还可供石油院校有关专业师生参考。

采油地质图的绘制与应用

楊寿山編著

*

石油工业部編輯室編輯（北京北郊六鋪炕石油工业部）

中国工业出版社出版（北京修羅園路丙10号）

（北京市书刊出版事业許可証出字第110号）

中国工业出版社第二印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本787×1092 $\frac{1}{8}$ ·印張4 $\frac{5}{8}$ ·插頁3·字数99,000

1963年10月北京第一版·1963年10月北京第一次印刷

印数001—810·定价(10-6)0.65元

*

統一书号：15165·2407(石油-148)

序 言

在党的建設社会主义总路綫、大跃进、人民公社三面紅旗的光輝照耀下，在毛泽东思想的指导下，我国的石油工业有了飞跃的发展。在地质勘探方法和布署方面进行了一系列的改革，找到了不少新的油气田，为今后石油工业的迅速发展提供了可靠的物质基础。

为了加快油田的开发和建設速度，使产量得以成倍增长，以满足国民經济日益增长的需要，摆在我們面前的首要任务是如何开发好和管理好这些油气田。

采油地质工作，在油田开发工作中占有重要的地位，因此，为了合理开发油气田，必須掌握采油地质工作的特点，努力使其适应新形势的要求。采油地质工作的主要特点是：

- 1.采油地质工作人員的崗位在地下，斗争的对象是油层，因而必須立足于地下，考虑問題首先应从地下出发。

- 2.不但要了解油田的原始地质特点，而且要了解油田开采过程中的变化規律，因而要有預見性、指导性。

- 3.油田地下情况联系面比較广，問題头緒較多，需要掌握多方面情况和資料，要求綜合性强。

- 4.油田的开发和管理要通过油井和注水井来实现，必須依靠广大工人羣众进行分析和管理的。

采油地质資料和图幅是了解油田、管好油井的主要依据，特别是在分析油田和油井动态时，采油地质图幅的作用更大。把采油地质資料整理繪制成图幅用来解决采油地质問

題有許多优点。第一，形象化。如油层构造图可以反映地下油层分布状况，等压图可以反映油田不同开采阶段地下压力分布状况，形象具体，印象深刻。第二，有启发作用。如总采油曲线图既反映油田各阶段的变化规律，又可预示油田的发展趋势。第三，综合性强。如油田地质图即综合了千百口井的历史数据，开采现状图全面反映油田各项生产指标的分布状况，并有数据可查。第四，工人容易掌握使用。如综合电测图、分井采油曲线、注水曲线等，对工人掌握油井和注水井很方便。

采油地质图不仅是采油工人、油矿地质人员，而且是科学研究人员以及有关领导干部所经常查用的参考资料。

这本小册子主要是为了介绍采油地质图幅方面的知识而编写的，在编写中尽量考虑了目前现场的实际情况。由于在许多书中对地面地质和钻井地质方面的图幅已有详细说明，一些基本参数的定义和简单的采油曲线，在有关采油工程和油矿地质一类的图书中都有介绍，本书不再重复，而主要介绍各种综合图幅。为了减少重复并便于应用，本书按照图幅的共同特征，把图幅分成四类介绍。第一类是区域特征图，这类图幅主要反映油层分区地质概况。第二类是参数等值图，主要反映油层分区数值的变化。第三类是综合曲线图，主要反映各项开采数据的连续性变化，尤其是随时间的变化规律。第四类是综合对比图，主要反映某种差别程度或突出某一问题。分类的方式主要照顾了图幅本身的特性，这样容易对各种图幅有较系统的了解，减少对制图方法的重复叙述。每种图幅的应用都有专门的内容，这样可以根据油井和油田情况具体应用。

本书从收集资料到完稿、定稿，虽经数次修改、补充，

但由于水平所限，缺点和錯誤之处在所难免，希有关同志批評指正。

本书編写过程中，在搜集資料和清稿时陈靖梅、李惠兰、夏肇賢、田士杰、赵珍、李玉华、吳祖范、先俊国等同志参加了部分工作，秦同洛教授給了很大帮助和鼓舞，特此致謝。

目 录

序 言

一、区域特征图..... 1

开采现状图(1) 累积开采图(13) 开采面积图(17) 试油成果图(21) 电测特征图(25) 油田地质图(29)

二、参数等值图.....36

油层构造图(36) 油层原始等压图(42) 油层等压图(50) 基准面等压图(68) 等压差图(71) 油层等温图(73) 等渗透率图(75) 等流动压力图(87) 等采油指数图(88)

三、综合曲线图.....91

总采油曲线图(92) 分井采油曲线图(95) 注水反应曲线(101) 注气反应曲线(104) 增产计算曲线图(107) 综合电测图(112) 低产井生产曲线图(116) 自喷井临界压力曲线图(118)

四、综合对比图.....120

油井历史图(120) 气流方向指示图(123) 水性对比图(125) 油水边界和油气边界图(128) 水文勘探成果图(131) 抽油井典型动力图(133) 集中趋势图(138)

一、区域特征图

区域特征图主要是说明区域地质特征和油层开采动态的。这类图幅具有以下共同特点：1.所有数据都分布在油层构造图上，从而可以发现在构造的不同部位上所发生的区域变化；2.用圆面积或专门符号代表分井生产数据和工作方式，必要时染有代表颜色；3.图上附有实际数据表，可使概念具体化。根据这三个特点，就可灵活掌握图幅的设计和绘制。

区域特征图包括面很广，有开采现状图、累积开采图、开采面积图、试油成果图、电测特征图、油田地质图、增产效果图、注水效果图、油井存在问题现状图等，这里仅介绍前六种，其他图幅可根据矿场的需要，依上述原则即可随时设计绘制。

开采现状图

开采现状图是反映油田现阶段开采情况的图幅。它可以用来了解分区产油能力、油气水的分布和动态、油井工作情况和计算油层指标、查阅其它开采情况。图1所示为开采现状图示例。

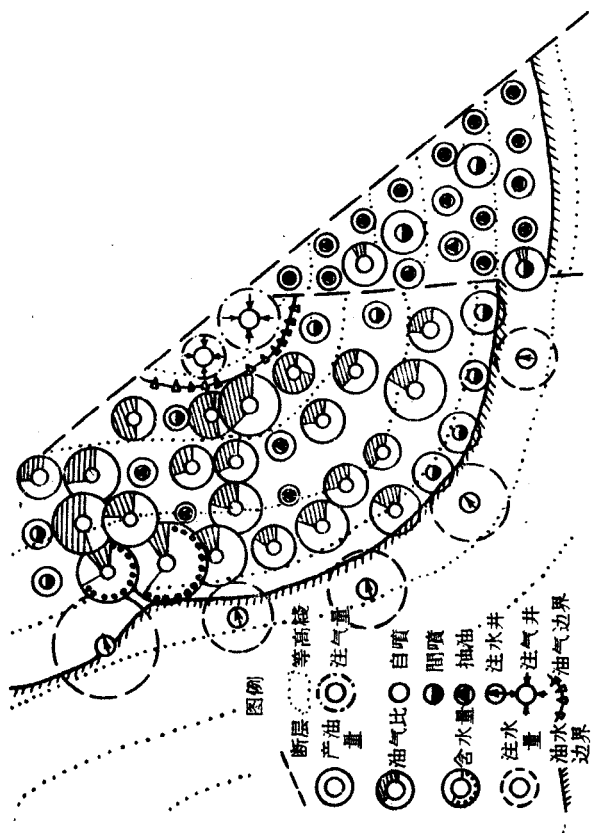
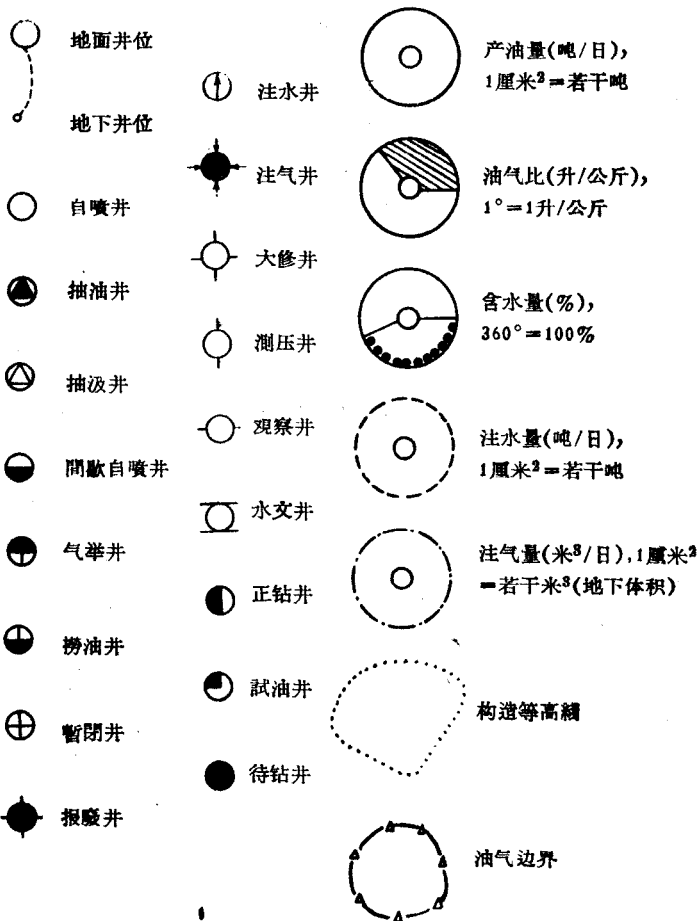


图 1 开采现状图

甲、图例、附表及繪制方法

开采现状图的图例主要是用圆面积来表示。为了全面反映油田的开采情况，图例中应表示出油田上目前已有的各类井及有关的生产数据，其具体表示方法如下。



注水井生产数据表

表 2

井号	注水层位	工作天数	井口压力 大气压	平均日注水量 吨	月注水量 吨	静止压力 大气压	备 注

注气井生产数据表

表 3

井号	注气层位	工作天数	井口压力 大气压	平均日注气量		月注气量 (地面) 米 ³	静 止 压 力 大 气 压	备 注
				地 面 米 ³	地 下 米 ³			

表内开采层位、注气层位、注水层位是指某一油层组中的分层(如 M 层的 $M_{1,2}$ 或 $M_{1,2,3}$)。油井工作方式是指自喷、间歇、抽油或气举等。

产量表示方法有两种,一种是用纯油量表示,另一种是用油水总产量表示,但以用纯油量表示为好,因为开采的对象是油,纯油算出后,产水量也可算。流动压力、油气比、含水量均用算术平均值,计算方法简单,基本上可以代表实际情况。

注水井修井时,为了不用泥浆压井,有时用喷水的方法降压,因而在求月的或日的纯注水量时,必须从注水量中减去自水层喷至地面的一部分水量。

注气量和采油量不同,气体的地面体积和地下体积相差很大,为了代表油层中真实的情况,须折算成地下体积。折算时将地面体积乘以气体的体积系数即可。由于这个系数是

小数，应用不方便，往往应用气体体积系数的倒数去除地面体积。这个倒数叫做“气体密度常数”。其他数据都可直接取得，不需解释。

在画油气比时会碰到360升/公斤以上的数值，这样就需要把圆的半径延长一倍，同样沿弧度再画高于360升/公斤的油气比。如果超过720升/公斤，则还需把圆的半径延长一倍画油气比，以此类推。

开采现状图需一月做一次，井数不多的油田，可以等到月底数据备全后做出。井数很多的油田，如等到月底再做，图幅绘出很迟，赶不上生产需要，为了赶一点时间，可采取每月1—25日的数据作图。这对正常井并无影响，对变化大的井则有影响，因而到月底必须和不正常井的数据核对一下，作个别修改。例如某井25日前未出油，25日以后出油两天，就必须由暂闭井改为生产井，同时画上产油量。

由于油田构造形状不同，图例和附表在图上的位置，以使整个图幅紧凑、匀称为好，但一般习惯把图例放在右上角，附表放在左下角。

乙、面积半径曲线的作法和使用

过去曾用圆的半径表示产油量、注水量和注气量，使表示数值和半径成比例，数值大的半径大，数值小的半径小。这种表示方法，不能代表实际情况。因为图上画的是圆，而圆的面积和半径的平方成比例，这样就使数值小的画不出来，数值大的圆又大得难看，无形中把数值的差别成倍地扩大了。以后又用圆半径的平方根来表示数值差别，才消除了大小数值过分悬殊的缺点；但仍不能得出定量的正确关系，因为圆面积和半径的平方差有一个比例常数3.1416，不能成

整倍数。

最后我們才改用圓的面积表示产量，其比例按整数倍調整，再根据整数面积要求对应的半徑，因而在图上表示的圓面积大小，即代表产油量、注水量、注气量的大小。

为了簡化由面积求半徑的复杂計算，作成面积半徑曲綫。以 S 代表圓面积，以 Q 代表产油量、注水量或注气量，以 r 代表圓的半徑， K 代表 S 与 Q 的比例常数，則得关系式如下：

$$Q = KS = Kr^2\pi$$

$$= Kr^2 \times 3.1416. (1)$$

(1) 式为一拋物綫方程式，代入不同的 r 值，即可求得不同的 S 值，作成面积半徑曲綫。

如果 S 值 1 厘米² 代表 Q_1 吨或 1 米³，那么求 Q 为 3 吨或 3 米³ 时的对应半徑，可用圓規直接按虛綫方向，平行于 r 軸，量出半徑，直接画圓。如果 S 与 Q 的比例在图上不合适，則可任意定出 K

值使 S 軸的座标数字变大或变小。 K 值的合理标准为：第一，各圓間盡量减少交錯現象，越清楚越好。第二，数字小的盡量設法表示出来，数字大的也要使圓与图幅相衬。

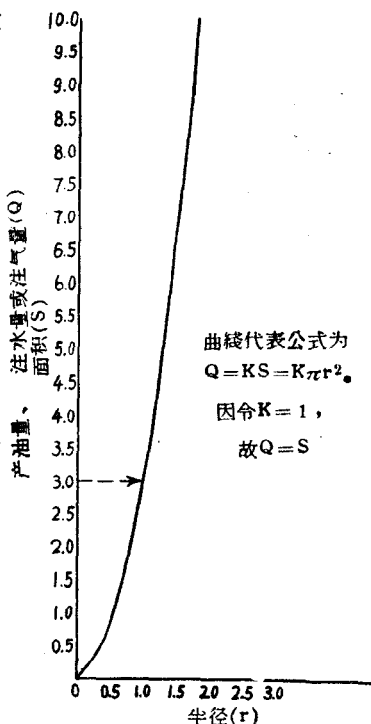


图 2 面积半徑曲綫

使用此种曲线有三个优点：1. 节省计算时间；2. 不容易错；3. 调整比例灵活，一个曲线图只要把 S 值乘一个系数，改写一下就行了。

丙、气体密度常数的计算

将注气量由地面体积折算成地下体积时，要除以气体密度常数，因此必须学会进行此项计算。对于理想气体，体积的变化与所受压力成反比，与所受温度成正比，也就是说同样质量的气体，压力愈大，体积愈小；温度愈高，体积愈大。这种关系就是波义尔定律和查理氏定律，合起来就是给吕萨克定律，以公式表示则为：

$$V = V_0 \times \frac{T}{273} \times \frac{1}{P}, \quad (2)$$

式中 V ——气体在温度 T 、压力 P 时的体积；

V_0 ——气体在标准状况下的体积(T 为摄氏零度或绝对温度273度， P 为1大气压)；

T ——绝对温度(即绝对零度加表温， $273+t$)，绝对温度为 $273^\circ K$ ；

P ——绝对压力(标准大气压加表压， $1+p$)，标准大气压为1大气压。

以 V_0 为单位体积时，即 $V_0=1$ 时， $V=V_1$ ，即代表在温度 T 、压力 P 时理想气体的体积系数。以公式表示则为：

$$V_1 = \frac{T}{273} \times \frac{1}{P}. \quad (3)$$

但是所有的真实气体(包括天然气在内)和这些定律都有一定偏差，而且压力、温度变化愈大，偏差也愈大。天然气

注入地层后,是处在高温、高压下的,偏差就更大。因而必須改用新关系式:

$$V_1 = Z \times \frac{T}{273} \times \frac{1}{P}, \quad (4)$$

式中 Z ——气体的压缩系数(即偏差系数);

V_1 ——天然气的体积系数;

T ——绝对温度(注气区域内地层温度 $t+273$);

P ——绝对压力(注气区域内地层压力 $p+1$)。

压力和温度可根据試井資料求得。气体的压缩系数可以在試驗室中求得,也可以由試驗曲綫近似求得。一般是由曲綫查出的。試驗曲綫中的 Z 值,取决于折比压力和折比温度。所謂折比压力和折比温度,就是气体的绝对工作压力、绝对工作温度与加权临界压力、加权临界温度的比值。由于用气体各种成分的分子量进行計算相当麻煩,而且有时沒有气体分析資料,常利用天然气的比重(对空气的比重),由关系曲綫求出近似的临界压力和临界温度,用以代替加权临界压力和加权临界温度,然后求出压缩系数。其步骤如下:

第一步:根据天然气的比重由图3上求出近似临界压力 P_κ 和近似临界温度 T_κ 。

第二步:根据注气区域油层绝对压力和绝对温度代入公式(5)、(6),求折比压力 P_a 和折比温度 T_a :

$$P_a = \frac{P}{P_\kappa}, \quad (5)$$

$$T_a = \frac{T}{T_\kappa}. \quad (6)$$

第三步:根据求得的 P_a 和 T_a 值由图4上求得 Z 值。将 Z 值代入(4)式即可求出天然气的体积系数 V_1 。但求出的 V_1 ,