

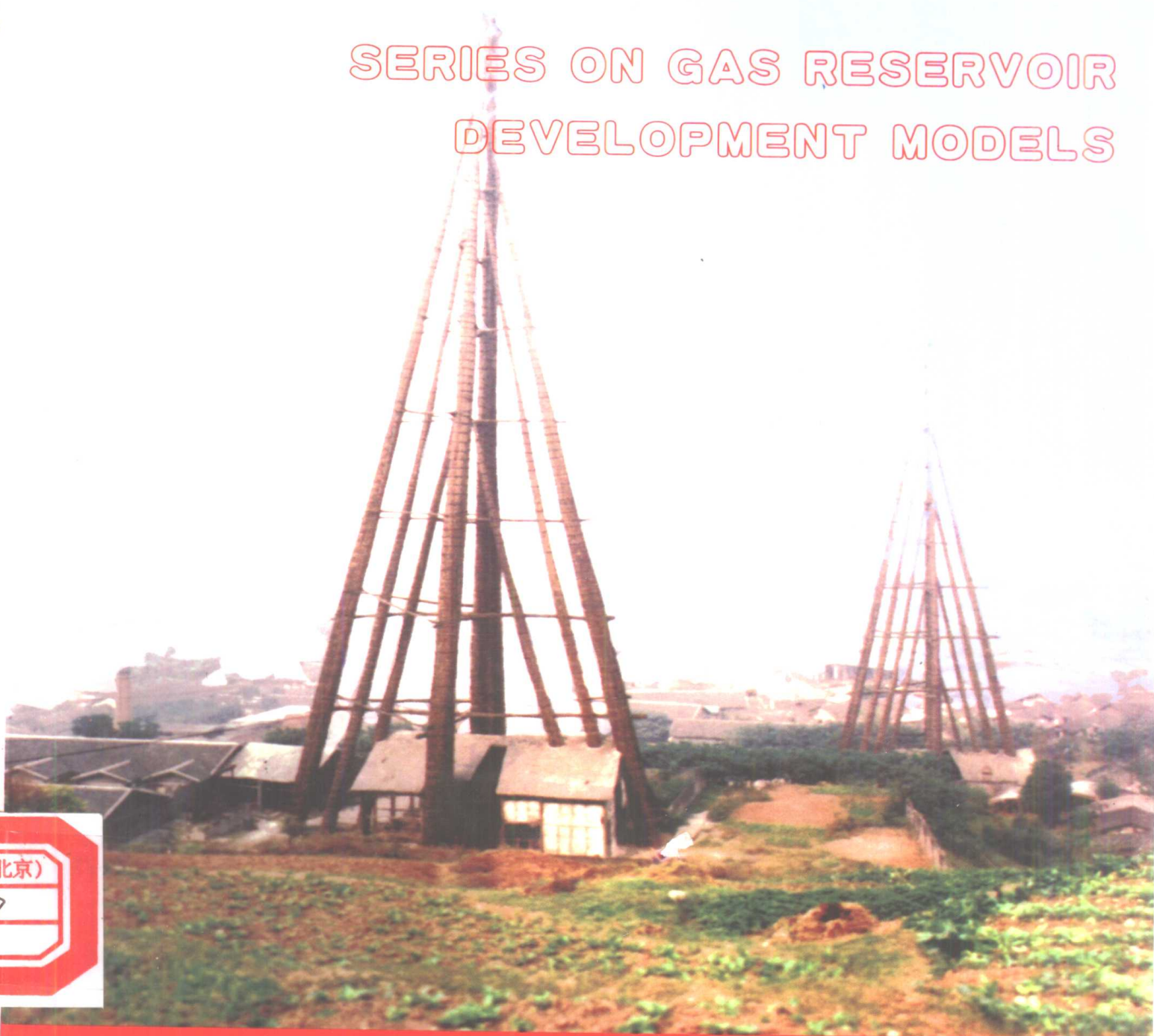
中国五类气藏开发模式

中国五类气藏开发模式

《中国五类气藏开发模式》编写组 编著

气藏开发模式丛书

SERIES ON GAS RESERVOIR
DEVELOPMENT MODELS



(北京)

57
8

石油工业出版社

气藏开发模式丛书

中国五类气藏开发模式

《中国五类气藏开发模式》编写组 编著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书从众多的气藏中选出5个具有代表性的气藏,建立了其地质模式;通过对整个开发阶段的分析、研究和总结,归纳出了5类气藏的开发模式,提出了同类气藏的阶段划分、各阶段的特点及相应的优化开采方式,推荐了同类气藏的钻井、完井、采气、地面处理及增产措施工艺技术系列。

本书是中国天然气工业成长、发展的缩影,也是气藏开发经验、技术的升华。它的问世必将推动中国气藏开发乃至整个天然气工业迈上更高的台阶。

本书是从事气藏开发技术和管理人员的必备参考书,亦是石油院校师生的良师益友。

图书在版编目(CIP)数据

中国五类气藏开发模式 / 《中国五类气藏开发模式》编写组编著

北京:石油工业出版社,1995.10

(气藏开发模式丛书 / 冈秦麟主编)

ISBN 7-5021-1336-3

I.中…

II.中…

III.油气钻井-开发-模式-中国

IV.TE2

石油工业出版社出版

(100011 北京安定门外安华里2区1号楼)

石油工业出版社印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092毫米 16开 21印张 517千字 印1—1500

1995年10月北京第1版 1995年10月北京第1次印刷

精装定价: 34.00元

平装定价: 24.00元

《中国五类气藏开发模式》编写及 编审人员名单

主 编：冈秦麟

编写人员：

第 一 篇：王鸣华 方维奎 邹绍林 李长贤 陈子聪

第 二 篇：钟孚勋 郭元庆

第 三 篇：阎云和 李长贤 陈子聪

第 四 篇：罗自立 贺遵义 舒云涛 曲俊跃 任文先

第 五 篇：王起京 陈建军 陈万江 吴牟基

审定人员：冈秦麟 王鸣华 罗自立 李宗信

责任编辑：崔红升

序

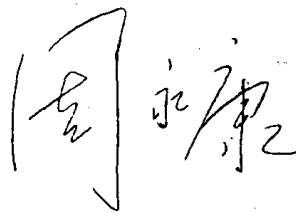
总结我国不同类型气藏开发模式及工艺技术，并组织出版一套系统的丛书，这在我国还是首次。这套书的出版，对于适应我国天然气工业发展的需要，促进我国气田开发技术水平的提高，必将产生重要的作用。

为了总结我国气田开发的经验，更好地指导今后工作，中国石油天然气总公司科技局组织了石油科研院所、高等院校和油气田企业中有丰富实践经验，又有较高理论水平的老、中、青科研人员，组成“不同类型气藏开发模式及工艺技术系列”课题研究组。这个课题组由108名同志组成，在四年的时间里，做了大量深入细致的调研分析、室内试验和数值模拟等工作，取得可喜的研究成果。这些研究成果，最终都体现在这套书中。

这套书内容比较丰富，既介绍了不同类型气藏的开发模式和开采工艺，又介绍了一套系统的气藏开发实用技术方法；既有对不同类型气田开发实例的剖析，又有在实践基础上形成的新理论和新认识；既有对国内气田开发经验的系统总结，又有对国外气田开发做法的介绍。因此，这套书是我国气田开发方面的一个比较系统的著作。

这套书指导性比较强。由于主要来自于对实践经验的总结，因此对国内气田开发具有现实的指导意义，其中许多研究成果已用于指导新气田的开发，提高了气田开发的科学性、预见性和经济效益。比如关于低渗透区一部分天然气可通过高渗透区气井采出的新认识和新方法，已用于大天池等新气田的开发设计，大大减少了钻井数，提高了气田开发水平。我们也应当看到，由于我国较早投入开发的气田多集中在四川盆地，在区域上有较大的局限性，因此，这套书中总结的开发模式类型较少，有待于今后进一步充实和丰富。

科学技术是第一生产力，努力提高科技水平，是走上以经济效益为中心发展轨道的一条重要途径。我国有丰富的天然气资源，努力寻找和开发天然气资源，需要大力提高天然气勘探开发的技术水平。石油战线的科技工作者担负着光荣而艰巨的任务，需要进行艰苦的努力和不懈的探索。



丛书前言

我国不同类型气藏开发模式及工艺技术系列的课题研究，是为了适应我国天然气工业即将大发展的需要，也是为了更好地提高气田开发的科学性、预见性和自觉性。

1988年中国石油天然气总公司科技发展局和原天然气司组织有关专家研究了课题内容、技术路线、技术关键、模式类型选择、气田开发基础技术方法以及承担课题单位的选择等。由于我国天然气田主要集中在四川盆地，地质条件复杂、开采难度大，一批气田现已开采了20~30年。为了开发好这些气田，四川石油管理局做了大量的工作，积累了丰富的经验，系统总结这些气田的开发经验，并掌握其发展规律，将会提高全国各地区气田开发的技术水平。为此，中国石油天然气总公司科技发展局决定编写《气藏开发模式》丛书，共分五册：

《总论》

《中国五类气藏开发模式》

《气藏开发应用基础技术方法》

《气藏和气井动态分析及计算程序》

《国外六种气藏开发模式及工艺技术》

本套丛书由四川石油管理局、西南石油学院、中原石油勘探局、中国石油天然气总公司勘探开发科学研究院万庄分院、中国石油天然气总公司信息所等单位一批有丰富实践经验和较高理论水平的专家承担，系统地开展了气藏开采历程的剖析、室内机理研究、国内外气藏研究方法的整理和筛选，在重新建立地质模型基础上，采用数值模拟方法重新优化设计以及开展我国气田开发适用的计算机软件等研究。本课题始终在19名专家组成的技术指导小组领导下进行工作，已于1994年全面完成。

本套丛书的出版，将大大提高我国气田开发的科学性和预见性，是一套实用性很强的气田开发技术丛书，也是适用的技术工具书。

随着我国投入开发的气田不断增加，更多的气藏类型有待我们进一步总结，以不断完善和丰富我国气田开发的理论及工艺技术。

中国石油天然气总公司科技发展局

1994年8月2日

目 录

第一篇 碳酸盐岩非均质含硫气藏开发模式

(代表气藏——卧龙河气田 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏)

前 言	(2)
第一章 卧龙河气田及 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏勘探开发概况	(4)
第一节 气田概况	(4)
第二节 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏勘探成果	(5)
第三节 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏开采现状	(6)
第二章 气藏地质模型	(7)
第一节 构造特征	(7)
第二节 储层特征	(10)
第三节 气藏高含硫化氢气体, 气藏边部含量高于轴部	(17)
第四节 气藏储量分布	(18)
第三章 非均质含硫气藏开发全过程的基本规律和经验	(20)
第一节 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏开发全过程的基本规律	(20)
第二节 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏开发过程的主要经验	(30)
第四章 气藏合理开发程序	(34)
第一节 不同开发阶段的部署和对策	(34)
第二节 气藏开发指标的优化	(36)
第五章 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏工艺技术系列	(46)
第一节 钻井、完井、增产措施	(46)
第二节 气藏采气工艺技术	(50)
第三节 天然气与凝析油的净化及污染治理	(56)
第四节 采气工艺技术优化研究	(57)
认识和建议	(60)

第二篇 碳酸盐岩多裂缝系统气藏开发模式

(代表气田——纳溪气田)

前 言	(65)
第一章 纳溪气田概况	(66)
第一节 气田主要特征	(66)
第二节 勘探开发概况	(67)
第二章 气田模型	(69)
第一节 气田构造特征	(69)
第二节 气田储层特征	(73)
第三节 气田水分布特征	(76)

第四节 气田动态特征·····	(78)
第三章 勘探开发历程与剖析·····	(84)
第一节 勘探开发历程·····	(84)
第二节 勘探开发历程剖析·····	(89)
第四章 工艺技术发展与剖析·····	(93)
第一节 完井方法及完井工艺技术·····	(93)
第二节 完井测试工艺技术·····	(96)
第三节 投产及增产工艺技术·····	(97)
第四节 采气工艺技术·····	(99)
第五节 老井挖潜增产技术·····	(102)
第五章 勘探开发优化·····	(105)
第一节 滚动勘探开发实现产能接替·····	(105)
第二节 针对气田特征加强科学管理·····	(107)
第三节 工艺系列优化·····	(108)

第三篇 碳酸盐岩层状气驱气藏开发模式 (代表气藏——相国寺气田石炭系气藏)

前 言·····	(115)
第一章 相国寺气田石炭系气藏概况·····	(116)
第二章 相国寺气田石炭系气藏模型·····	(121)
第一节 气藏构造及圈闭特征·····	(121)
第二节 储层特征·····	(121)
第三节 气水分布特征·····	(129)
第四节 气藏动态特征·····	(129)
第三章 气藏勘探开发历程与剖析·····	(133)
第一节 勘探开发历程和基本做法·····	(133)
第二节 气藏勘探开发工作剖析·····	(137)
第四章 气藏开发优化·····	(142)
第一节 开发指标优化·····	(142)
第二节 气藏合理开发程序·····	(148)
第五章 钻井、完井、酸化工艺技术·····	(151)
第一节 钻井工艺技术·····	(151)
第二节 完井工艺技术·····	(152)
第三节 产层酸化改造工艺技术·····	(152)
第四节 测试工艺·····	(153)
第六章 采气工艺技术系列·····	(154)
第一节 井下采气工艺部分·····	(154)
第二节 地面采气工艺部分·····	(155)
第三节 不同开采阶段的工艺选择及主要对策·····	(157)

第四篇 碳酸盐岩底水气藏开发模式
(代表气藏——威远气田震旦系气藏)

前 言	(161)
第一章 威远气田勘探开发概况	(163)
第一节 气田勘探开发概况	(163)
第二节 震旦系气藏勘探开发概况	(164)
第二章 气藏模型	(166)
第一节 构造特征	(166)
第二节 震旦系岩性岩相与储集层特征	(170)
第三节 流体性质与气藏类型	(179)
第四节 天然气储量计算	(180)
第五节 气藏动态特征	(183)
第三章 气藏开发阶段与特征及开发历程回顾与剖析	(195)
第一节 气藏开发阶段与特征	(195)
第二节 开发历程回顾与剖析	(199)
第四章 采气工艺技术	(218)
第一节 完井工艺	(218)
第二节 排水采气工艺技术	(220)
第三节 增压与地面集输工艺	(234)
第四节 修井工艺	(235)
第五节 地层水处理	(237)
第五章 底水气藏开发模式	(240)
第一节 水侵机理与治水原则	(240)
第二节 底水气藏合理开发程序	(244)

第五篇 低渗块状砂岩气藏开发模式
(代表气藏——文 23 沙四气藏)

前 言	(253)
第一章 气田概况	(254)
第二章 低渗块状砂岩气藏地质模型	(256)
第一节 构造模型	(256)
第二节 非均质、低渗块状砂岩气藏储层模型	(256)
第三节 流体模型	(264)
第四节 流动单元模型	(275)
第三章 低渗块状砂岩气藏开发模式	(281)
第一节 气藏动态特征	(281)
第二节 低渗块状砂岩气藏开发模式优化	(293)
第三节 最优化勘探开发程序模式	(301)
第四章 低渗透块状砂岩气藏工艺技术系列	(306)

第一节	钻井、完井工艺技术·····	(306)
第二节	采气工艺技术·····	(309)
第三节	储层改造工艺技术·····	(309)
第五章	气藏开发模式研究关键问题及认识技术·····	(315)
第一节	气田地质研究·····	(315)
第二节	气藏工程研究·····	(318)
第三节	开发方案设计·····	(320)
第四节	钻井、完井技术·····	(322)
第五节	储层改造技术·····	(323)

第一篇 碳酸盐岩非均质 含硫气藏开发模式

(代表气藏——卧龙河气田
 T_{c1}^5 — T_{c3}^4 气藏)

前 言

非均质气藏在四川碳酸盐岩气藏中占大多数，而含硫气藏占已探明储量的 65% 以上。在以往几十年的勘探开发实践中，对该类气藏的勘探开发部署、工艺技术及集输处理等方面虽然积累了很丰富的实践经验，但如何科学地开发这类气藏还没有一套完整的合理的开发程序和科学的开采方法，还不能充分预见开发全过程及可能出现的问题。为了提高气藏开发的决策性、科学性，建立该类气藏的开发模式及工艺技术系列，对指导同类型气藏开发具有重要意义。

本篇以卧龙河气田 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 非均质含硫气藏为代表进行研究。该气藏从 1959 年开始钻探到 1992 年，经历了 30 多年的勘探和开发，目前处于开发后期的递减阶段，几乎经历了勘探开发的全过程，为该类气藏开发模式研究提供了丰富的地震、地质、测井和钻、试、采资料以及气藏开发的经验教训。主要方法是：①收集分析该气藏的静、动态特征及前人认识成果，在对气藏地质开发特征深入研究，经总结、归纳提高的基础上，建立非均质类型的气藏模式。②回顾实际气藏勘探开发全过程，通过解剖分析，吸取有益的经验，总结失败的教训，以优化该类气藏各开发阶段的部署及对策，建立合理开发程序。③进行气藏数值模拟仿真实验计算，提出该类气藏的合理开发指标，优化开采方法及提高采收率的有效措施。④系统分析 T_{c1}^5 气藏的钻井、完井、采气工艺及抗硫防腐和脱硫净化技术的实施效果，提出了适合于含硫气藏开采的一系列工艺技术。

通过综合研究取得的主要进展如下：

- (1) 气藏模型为背斜圈闭，具外环边水的裂缝—孔隙型非均质含硫整装气驱气藏。
- (2) 气藏储渗性能从构造轴部到边部可分为高、中、低三个渗透区，轴部高渗区渗透率 $K > 50 \times 10^{-3} \mu m^2$ ；中渗区 $K = 50 \sim 5 \times 10^{-3} \mu m^2$ ；边部低渗区 $K < 5 \times 10^{-3} \mu m^2$ 。
- (3) 气藏开发实践表明，象卧龙河 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 这样的非均质含硫气藏，勘探开发可按正规程序进行，为预探、详探、试采、稳产、递减、工艺开采阶段。
- (4) 在分析气藏开发历程基础上，总结了非均质含硫气藏开发全过程的基本规律和主要经验，为同类气藏的合理开发提出了指导性建议。
- (5) 该类气藏的开采方式应集中在高渗区布井、采气，不但能实现少井多产，而且能采出部分低渗区的天然气。
- (6) 对于非均质气藏，随着开采的进行，低渗区的储量动用程度增加，气藏压降储量也不断增加，因此在气藏开采过程中应不断复核储量，以利于气藏开发调整。
- (7) 通过气藏开发全过程的计算和模拟实验计算，优化了该类气藏的开发指标，提出了高渗透区布 10 口生产井，最多不超过 12 口，以 5% 左右的采气速度开采是最佳的开发指标。
- (8) 系统总结了 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 含硫气藏的钻井、完井及增产措施，气藏采气工艺技术，天然气与凝析油的净化及污染治理技术，通过实践证明了这些技术是行之有效的，不仅攻克了我国含硫气藏开采的“禁区”，也为我国同类含硫气藏开发奠定了坚实的技术基础。

第一章 卧龙河气田及 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏勘探开发概况

第一节 气田概况

卧龙河构造位于长寿、垫江两县境内，区域构造属川东褶皱带。构造北端与黄泥堂构造斜鞍相接，南与双龙构造鞍部相接，东与苟家场构造以斜鞍相接，西与明月峡构造紧相邻（见图 1-1）。

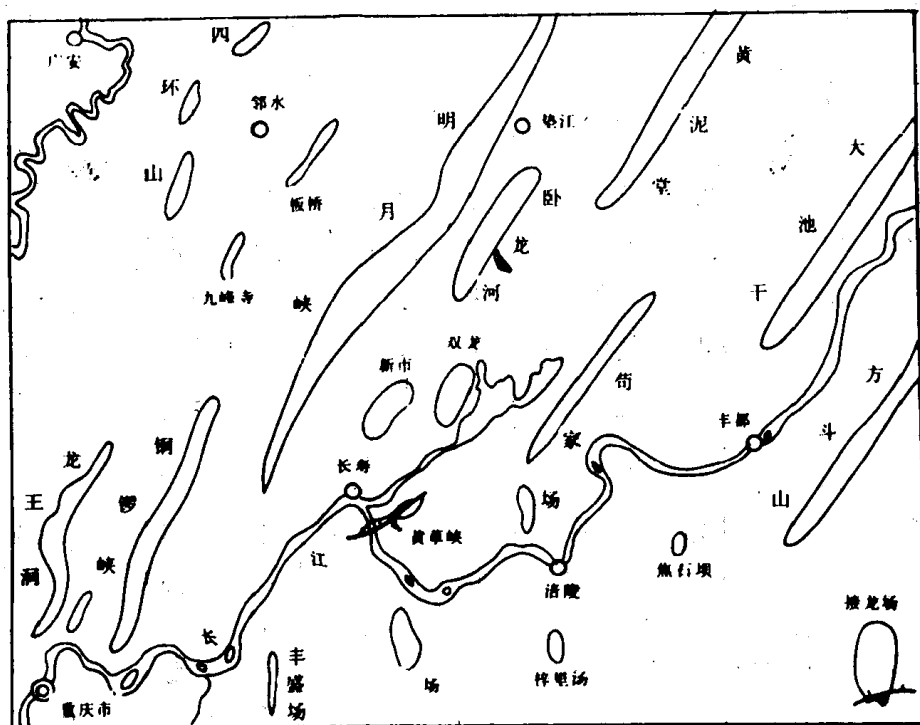


图 1-1 卧龙河气田区域位置图

卧龙河背斜构造于 1957 年发现，1958 年作 1:5 万构造地质细测，1959 年 1 月在构造上开始钻探，同年 3 月发现 T_{c1}^5 气藏，60 年代主要开展以 T_{c1}^5 气藏为主的勘探，同时进行二迭系阳新统预探。70 年代仍以 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏勘探为主，全面开展对嘉陵江组和二迭系的勘探，同时投入 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏的试采。70 年代末继相国寺气田发现石炭系气藏后，在卧 49 井发现石炭系，80 年代大规模开展石炭系的勘探。至 1992 年底在构造上钻井 119 口，获气层 11 个，获气井 97 口，主力气藏为 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 、 P_1^3 和 C 气藏。在气田上完钻最浅的井是卧浅 1 井，井深 317.97 米，最深的是卧 80 井，井深 5535 米，钻达志留系完钻。

目前气田探明储量 $379.54 \times 10^8 m^3$ ，至 1992 年底投产井数 83 口，生产井数 63 口，平均日产能力 $322.4 \times 10^4 m^3/d$ ，年产气 $10.64 \times 10^8 m^3$ ，累积采气 $192.53 \times 10^8 m^3$ ，采出程度 50.73%。

第二节 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏勘探成果

一、钻井成果

从 1959 年卧 1 井在 T_{c1}^5 层获气至 1992 年以 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 层为钻探目的层的井有 33 口，加上后来的上试井 4 口，目前气藏共有各类井 37 口，各井分类情况见表 1。

表 1-1 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气藏各井分类表

层位	井数	主产气井		间歇小产气井		未投产气井		水井	报废井
		井数	井号	井数	井号	井数	井号		
T_{c1}^5	28	11	2,3,6,7,8, 11,13,15,25, 38,56	10	9,14,27,29, 31,32,33,45, 68,128	2	30, 54	4 64	1 40 22
T_{c3}^4	9	3	12, 19, 39	3	24, 28, 46	3	35, 63, 71		
合计	37	14		13		5		2	3

由表 1-1 看出，已投产气井 27 口，未投产气井 5 口，卧 1 为原始报废井，卧 22 井因井下封隔器受卡和卧 40 井套管窜气封堵而报废。已投产的 27 口气井中，主产气井 14 口，1992 年年采气 $3.2257 \times 10^8 \text{m}^3$ ，13 口低压小产气井间歇生产，1992 年年采气 $0.6348 \times 10^8 \text{m}^3$ ，未投产气井主要是压力低、产量小，其中卧 30、54、63、71 井未建管线，卧 35 井虽建管线而未投产。

二、在气藏勘探过程中获取的主要地质资料

(1) 地震资料

1971、1975、1977 年和 1983 年在卧龙河构造上进行地震详查和补充详查，作单次测线 30 条，多次测线 21 条，测线长 500 多 km，测线距一般 1.5~2.5km。

(2) 岩心资料

T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 层共有取心井 23 口，取心进尺 777.77m，岩心总长 590m，平均收获率 75.85%。

(3) 电测井资料

能用于定量解释的电测资料井 24 口，其中国产综合测井 17 口，斯伦贝谢测井 6 口，德莱赛测井 1 口。

除以上资料外还获取了大量的岩屑，钻时，泥浆等录井资料，油、气、水显示资料及测试、试井资料。

三、气藏参数

通过钻探和资料分析，获得气藏的主要地质参数见表 2。

该气藏从 1973 年 8 月 5 日投入试采后证明 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 两层互相连通，统称为 $T_{c1}^5-T_{c3}^4$ 气

藏, 有时简称 T_{c1}^5 气藏。天然气中甲烷含量一般在 90% 以上, 属于气气藏, 含少量凝析油, 约每立方米天然气中含 16g 凝析油, 硫化氢含量一般为 60~70g/m³, 卧 63 井最高达 491g/m³。气藏存在边水, 气水界面海拔 -2000m, 氯根含量 11 万毫克/升以上, 水型为 CaCl₂ 型。 T_{c1}^5 层半高度处温度 55.48℃, T_{c3}^4 层 57.42℃。 T_{c1}^5 层半高度处原始地层压力 22.933MPa, T_{c3}^4 层为 23.078MPa, 原始压力系数平均 1.29。

表 1-2 卧龙河气田 T_{c1}^5 和 T_{c3}^4 气藏地质参数表

气 层	储 层					构 造				气 藏					
	地层 厚度 (m)	储集 岩厚 (m)	孔隙 层厚 (m)	孔隙 度 (%)	储集 类型	长轴 (km)	短轴 (km)	闭合 度 (m)	闭合 面积 (km ²)	气藏 高度 (m)	含气 面积 (km ²)	气水 界面 (m)	充满程序 (%)		
													高度	面积	综合
T_{c1}^5	30	25	11.0	5.8	裂缝 孔隙	30.8	6.0	1442	119.3	1242	93.4	-2000	86.1	78.3	67.4
T_{c3}^4	40	35	10.0	4.9	同上	31.1	4.7	1430	91.8	1130	59.9	-2000	79.0	65.3	51.6

1990 年用容积法复核 T_{c1}^5 — T_{c3}^4 气藏储量为 $185.01 \times 10^8 \text{m}^3$ 。压降储量分三个单元计算, 主气藏区选用全气藏关井时间较长的 11 次压力点计算的储量 $158.59 \times 10^8 \text{m}^3$; 卧 33 井区只一口井用 14 个关井压力点, 计算储量为 $1.06 \times 10^8 \text{m}^3$; 卧 31、68 井区由于历次关井压力无变化, 不具备储量计算条件, 合计气藏压降储量为 $159.65 \times 10^8 \text{m}^3$ 。

第三节 T_{c1}^5 — T_{c3}^4 气藏开采现状

气藏从 1973 年 8 月 5 日投产至今已开采近 20 年, 目前已处于开发后期的增压开采阶段。1992 年全年采气 $3.86 \times 10^8 \text{m}^3$, 平均日产气 $117 \times 10^4 \text{m}^3$, 历年累积采气 $112.07 \times 10^8 \text{m}^3$, 采气速度 2.72%, 采出程度 78.60% (按上报储量 $142.6 \times 10^8 \text{m}^3$ 算)。剩余储量为 $30.53 \times 10^8 \text{m}^3$ 。目前井口生产套压 4.4~5.3MPa, 油压 4.3~5MPa, 平均井口关井压力 5.45MPa, 地层压力 6.39MPa, 较 1991 年下降 0.67MPa。

气藏从 1989 年投入增压以来, 至 1992 年已有 20 口井进行增压开采, 全年增压生产, 增产气量 $2.43 \times 10^8 \text{m}^3$, 平均日增产 $73.6 \times 10^4 \text{m}^3$ 。由于增压开采, 使气藏 1992 年的综合递减率只有 8.45%。

目前气田上有集气站三座, 总站一座, 脱硫厂二个, 处理能力 $700 \times 10^4 \text{m}^3/\text{d}$, 炼油厂一个, 输气管线 205.09km, 向重庆供气。

第二章 气藏地质模型

第一节 构造特征

根据钻过卧龙河构造 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 层 110 口井的钻井、录井、测井资料及六次二维地震和部分三维地震解释成果,编制 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 顶构造图,见图 1-2、1-3,气藏构造特征如下。

一、构造形态为长形似箱状—高梳状背斜

T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 层构造,其主轴线稍向西弯,北—北东向为主,北端偏转北东向,南端近南北向。长、短轴之比, T_{c1}^5 层为 5.13, T_{c3}^4 层 6.61 属长条形构造。

构造在水平压应力作用下,褶皱强度由表层向深层减弱,构造横剖面见图 1-4。香溪以上浅层以箱状褶皱为主,深层石炭系,二叠系为梳状或膝状,而处于中间层的嘉陵江组介于二者之间为似箱状—高梳状,有利于油气聚集。

二、构造轴部断层发育,形成地垒抬起

卧龙河构造目前探明断层 19 条,其中正断层 5 条,其余为逆断层。这些断层多分布在三迭系地层中,通过 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 层的断层有 12 条,其中逆断层 8 条,正断层 4 条,除 6 号大断层位于西翼转折处外,其余均为小断层,集中于背斜轴部,分为东倾和西倾的两组共轭剪切逆断层,纵向斜切背斜轴部,使构造轴部呈单级或多级地垒抬起(见图 1-5)。其延伸方向与轴线一致,落差一般 20~40m,纵深向下消失于飞仙关,向上可达香溪群。由于这些断层的存在,使气藏轴部裂缝发育,是气藏的高产区。

三、 T_{c1}^5 — T_{c3}^4 气藏属两层单系统背斜圈闭气藏

由于构造轴部断层发育,岩石破碎,致使 T_{c1}^5 、 T_{c3}^4 两气层在轴部纵向上被沟通,形成隔层不隔的统一连通压力系统。表现为两气层的气体性质及原始折算地层压力一致。见表 1-3、表 1-4。

表 1-3 天然气主要性质对比表

层位	相对密度	甲烷 (%)	硫化氢 (g/m ³)	二氧化碳 (g/m ³)
T_{c1}^5	0.588~0.631	90.58~94.44	57.714~94.17	3.53~22.29
T_{c3}^4	0.592~0.603	92.047~94.12	56.76~70.03	5.62~18.645

表 1-4 原始折算压力对比表

层位	井号	测压时间	最大关井压力 (MPa)	原始地层压力 (MPa)	折算至卧 3 井产层中部压力 (MPa)
T_{c1}^5	3	1963.6.2	19.858	22.245	22.245
T_{c1}^5	22	1973.8.13	19.74	20.174	21.297
T_{c3}^4	28	1977.5.17	18.875	22.835	21.180
T_{c1}^5	33	1975.8.4	19.70	24.118	22.227
T_{c3}^4	39	1977.7.28	19.70	23.565	21.918