

TARIM BASIN

塔里木盆地

轮南潜山岩溶 及油气分布规律

顾家裕 周兴熙 等著

TARIM BASIN

LUNNAN BURIED HILL AND
OCCURANCE OF OIL AND GAS

石油工业出版社
petroleum industry press

塔里木盆地轮南潜山岩溶 及油气分布规律

顾家裕 周兴熙 等著

石油工业出版社

内 容 提 要

本书运用地质、测井、地震多种技术相结合的方法, 沉积、地层、构造、岩溶、储层、油气藏、地球化学多学科进行综合研究, 对轮南地区奥陶系潜山地层系统、沉积相、构造格局、演化历史、破裂强度、古岩溶垂向分带和地貌分区、古水系面貌、储集体特征和优质储集体分布、网络状油气藏基本特点及其评价与勘探思路作了系统、深入的论述, 并对该区油气资源开发条件进行了分析和讨论。本书不仅对轮南潜山的勘探开发有重要的指导作用, 而且是这类具有超常非均质和非常隐蔽的油气藏的研究和勘探开发的重要文献。

本书可供从事石油天然气地质勘探、科研、教学人员使用, 也可作为有关中、高等院校师生的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

塔里木盆地轮南潜山岩溶及油气分布规律/顾家裕等著.
北京: 石油工业出版社, 2001.12

ISBN 7-5021-3602-9

I. 塔…

II. 顾…

III. ①塔里木盆地—岩溶—研究

②塔里木盆地—油气藏—分布规律—研究

IV. P618.130.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2001) 第 082624 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)

河北省地勘局测绘院印刷厂排版印刷

新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 17.25 印张 430 千字 印 1—1000

2001 年 12 月北京第 1 版 2001 年 12 月河北第 1 次印刷

ISBN 7-5021-3602-9/TE·2653

定价: 50.00 元

《塔里木盆地轮南潜山岩溶及油气分布规律》

编 写 组

编写人：顾家裕 周兴熙 刘雯林 李 明

徐 杰 张宝民 李国平 李 涛

张光亚 柳少波 周东延 赵一民

王 青 宋长青 等

目 录

第一章 绪 论	(1)
一、研究思路与研究流程	(1)
二、主要进展	(3)
第二章 轮南潜山奥陶纪地层划分与沉积相	(6)
第一节 潜山奥陶系的划分与对比	(6)
一、古生物、岩电等划分对比标志	(6)
二、3个统、6个组、7个岩性段的划分方案	(7)
第二节 各组的横向展布	(12)
一、各组地层的横向展布	(12)
二、地层的展布特点	(12)
第三节 各组沉积相特征、展布与有利储层相带的分布	(15)
一、沉积相类型及其鉴别标志	(15)
二、沉积相的演变及其展布	(15)
三、与储层相带有关的滩和碳酸盐岩建隆之一的灰泥丘的发育特征	(23)
四、有利储层相带的分布	(30)
第三章 轮南潜山构造特征与演化历史	(32)
第一节 区域构造发育概况	(32)
一、区域构造位置与总体轮廓	(32)
二、区域构造演化概况	(33)
三、轮南潜山构造演化历史	(35)
第二节 轮南潜山的基本构造特征	(37)
一、非对称的背斜构造	(38)
二、主干断裂及其控制的压性断垒带	(38)
三、基本构造格局	(41)
第三节 中部平台区奥陶系顶部构造特点	(42)
一、挠曲带	(42)
二、鼻状隆起	(44)
三、断层密集带	(46)
四、断层密集带发育的时代	(53)
五、断裂构造的组合特征	(54)

六、岩心裂缝与断层密集带分布的相关性·····	(56)
第四节 中部平台区开启性断层加权密度分布的分析·····	(60)
一、侏罗纪—早第三纪开启性断层加权密度分布·····	(61)
二、新构造阶段开启性断层加权密度分布·····	(62)
第五节 构造断裂、裂缝的分析方法·····	(64)
一、构造力学分析·····	(64)
二、破裂构造的密度和强度分析·····	(65)
第四章 轮南潜山岩溶特征与演化·····	(67)
第一节 岩溶的分带性 ·····	(67)
一、岩溶的分带·····	(67)
二、单井岩溶相带发育特征·····	(67)
三、井间岩溶带对比·····	(79)
第二节 岩溶古地貌及古水系特征·····	(87)
一、岩溶古地貌及岩貌单元·····	(87)
二、岩溶古水系特征·····	(91)
三、各种岩溶地貌单元的垂向岩溶序列特征·····	(94)
第三节 岩溶分层厚度分布特征·····	(94)
一、岩溶分层厚度特征·····	(94)
二、岩溶层厚度分布特点·····	(97)
第四节 岩溶系统的发育模式·····	(99)
一、轮南潜山岩溶发育分析·····	(99)
二、岩溶系统的后期改造·····	(100)
第五章 储集体评价与预测 ·····	(104)
第一节 储集体的基本特征·····	(104)
一、储集体的地质特征·····	(104)
二、储集体的测井响应特征·····	(106)
三、储集体地震响应特征·····	(138)
第二节 储层空间的类型与分布·····	(155)
一、储层空间地质特征·····	(155)
二、储层空间类型划分·····	(156)
三、轮南潜山不同类型储集体的分布·····	(157)
四、轮南潜山储集体的储层类型分布规律·····	(163)
第三节 优质储集体的控制因素·····	(167)

一、储集体物性演变	(167)
二、优质储集体的主要控制因素	(169)
第四节 储层评价与预测技术	(172)
一、单井地质观察及孔、洞、缝数据库的建立	(172)
二、测井储层评价方法	(181)
三、地震的储层横向预测技术	(181)
四、储集体地质物性综合分析	(187)
第六章 油气富集规律与成藏条件	(189)
第一节 高产稳产井的发现	(189)
一、中部平台区的高产、稳产井——轮南 8 井区和轮古 2 井区油气藏	(189)
二、桑塔木断垒高产、稳产井——桑 3 潜山油气藏	(190)
三、桑（塔木）南斜坡带高产和稳产井——塔河 3、4 号油田	(190)
四、启示	(190)
第二节 油气类型与分布特征	(194)
第三节 油气的生成和运移	(198)
一、塔北隆起两套海相烃源岩地球化学特征	(198)
二、轮南地区油气来源	(200)
三、油气运移和聚集	(203)
第四节 油气成藏期次及成藏过程	(208)
第五节 油气藏基本类型与网（络）状油气藏模式	(210)
一、“裂缝圈闭”与网（络）状油气藏	(210)
二、外区和前人对“裂缝圈闭”和网（络）状油气藏的研究	(217)
三、“裂缝圈闭”与网（络）状油气藏的初步认识	(220)
四、网（络）状油气藏的分类位置及其勘探开发特点	(221)
第六节 高产、稳产井的分布及其控制因素	(223)
一、高产、稳产井的测井地质特征	(223)
二、高产、稳产井的地震特征	(228)
三、高产、稳产井的地质特征和井位选择	(228)
第七节 油气富集规律与成藏条件的预测技术方法	(240)
一、储盖组合与油气富集程度相关分析	(240)
二、地震资料模式识别及其与高产、稳产井相关分析	(245)
三、含油气性评价方法	(247)

第七章 轮南潜山含油远景评价	(249)
第一节 含油远景综合评价方法	(249)
一、有利储层沉积相带.....	(249)
二、有利的岩溶地貌单元.....	(249)
三、断层裂缝密集带——破裂作用强烈的地带.....	(249)
四、构造、地貌高部位——地垒或“山梁”.....	(250)
五、封盖条件.....	(250)
六、油气显示良好的地带.....	(250)
第二节 含油远景评价	(251)
一、I级区（最有利勘探区）.....	(251)
二、II级区（很有利勘探区）.....	(251)
三、III级区（有利勘探区）.....	(255)
第三节 轮南潜山油气资源的经济分析	(256)
一、轮南潜山油气资源潜力.....	(256)
二、轮南潜山油气资源开发利用的经济条件.....	(257)
三、轮南潜山油气资源经济分析.....	(257)
第四节 勘探建议	(259)
一、建立轮南8井区开发试验区.....	(259)
二、探讨用直井“培育”高产、稳产井的经验.....	(260)
三、西部研究区中建议3口意向井的井位.....	(261)
四、探索轮南潜山西北部地区.....	(262)
五、中部平台区可供选井位的意见.....	(266)
结束语	(267)
参考文献	(268)

第一章 绪 论

轮南地区位于新疆维吾尔自治区轮台县之南、塔里木河以北,包括桑塔木林场的广阔地带,因蕴藏丰富的石油资源而得名。自1987年以来,油气勘探获得了重大突破,已建成了轮南、桑塔木、吉拉克、塔河等油气田。

轮南潜山位于塔里木盆地塔北隆起中段的轮南凸起北部,是一个东北走向的奥陶系碳酸盐岩的大型潜山,山体被石炭系和中、新生界深埋在地下,埋藏深度大于5000m。潜山的古岩溶孔、缝、洞发育,形成了重要的油气储集体。近年的勘探和研究工作表明,轮南潜山油气前景良好,是塔里木盆地的一个重要探区,它的优质储层分布和油气富集规律的研究是扩大勘探成果和丰富古潜山油气成藏理论的关键。为此石油地质界已经做了大量的工作。本书的重点研究区是以轮南潜山中部平台和轮南地垒、桑塔木地垒(塔里木油田公司勘探区块)的近800km²范围(图1-1)。

在发现了解放128、轮古1、轮古2高产、稳产井后,希望尽快打成一批高产稳产井,在轮南建成一个由若干高产稳产井群构成的下古生界油气田。

1998年轮古2—1、轮古2—2及轮古6、轮古3井相继失利,使我们对轮南潜山储层的超常非均质性和油气藏超常的隐蔽性有了更深层次的理解,对储层评价与含油气远景预测及井位选择的复杂性和难度有了进一步认识。

研究工作的关键是要抓住三个重要的环节:即加深相关的基础地质研究;对碳酸盐岩储层进行综合而有效的评价和预测;油气富集条件和评价预测等地质规律的深入研究,以求准确地选定油气富集区带。

一、研究思路与研究流程

1. 加强基础地质研究

两个重点:一方面是构造研究,特别是古生界构造特征和构造演化方面的研究和破裂构造(包括断层和裂缝)分布规律的研究;另一个方面是轮南地区奥陶系“小层”划分对比及沉积相的研究。

(1) 构造研究:为了深入分析轮南地区的岩溶、有效储集体和油气运聚过程,必须从加深研究其地质背景和构造环境与条件入手。针对轮南古生界构造的认识存在着不同的观点,较系统做出古生界各主要界面的构造图,来分析构造特征和演化历史。另外破裂构造对有效储集体形成、分布和油气富集都是一个至关重要的因素,因而加强了这方面的研究工作。

(2) 奥陶系地层划分对比及沉积相的研究

这也是一项岩溶发育和储集体分布的基础性研究工作。本文采用了生物地层学、沉积岩石学与测井学等方法,以通行的标准,对轮南为主要区域进行了“小层”划分、对比和沉积相分析。各“小层”和沉积相的分布为储层评价和油气富集条件的预测提供了重要的基础性资料。

2. 两个重点内容

有效储集体评价、预测和油气富集规律的研究。

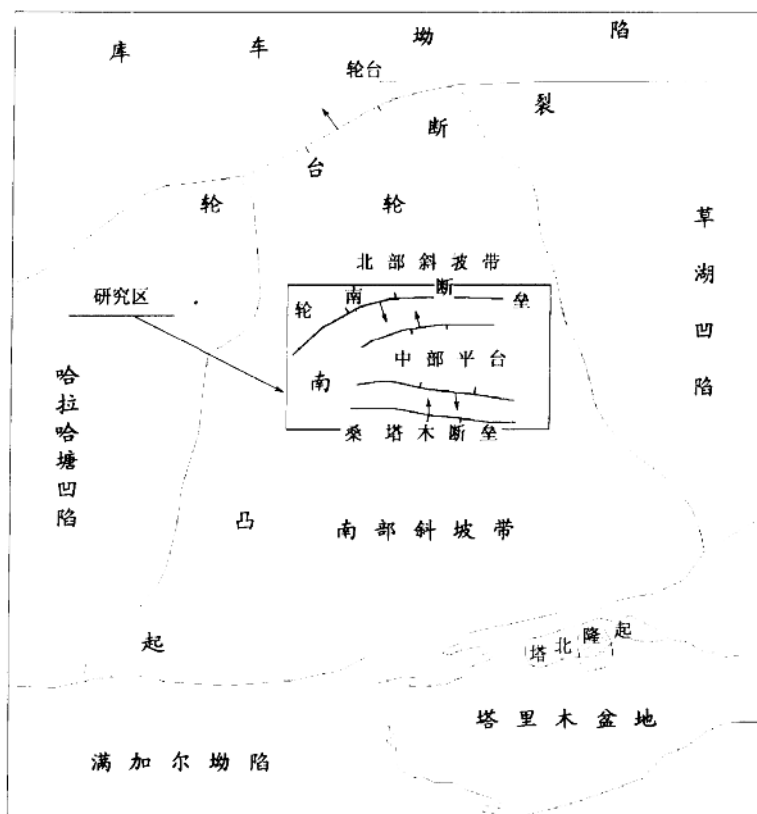


图 1-1 研究区位置图

这两个重点内容是研究的主体和中心，是评价有利勘探区带和高产稳产井选择的关键。研究工作是采用地质（包括油气藏地质）、测井、地震相结合的方法，采用多学科互相渗透，综合分析的手段进行，主要特点是：

(1) 以大量第一性资料为基础：对岩心观测、地质录井、地震、测井、实验分析、测试、试采七个方面的资料全面的收集整理，获得数十万个数据，保证研究成果建立在翔实的第一性资料的基础之上。

(2) 有效的技术与精细地质分析相结合：把有效的地震和测井处理、解释技术与精细的地质观察和分析密切结合起来，把大量的地球物理信息转化为地质概念，而后用对比、多因素分析和归纳、推理的方法，来认识储集体分布规律和油气富集规律。

(3) 参考前人和外区经验，提高和加深认识：充分吸收和消化前人和外区研究成果和经验，对比本区的情况与成果，找到共性，从理论高度抽象出本区储集体发育、油气富集、圈闭类型和油藏模式等重要的概念；深入认识本区的特殊性，更好地指导勘探实践。

3. 探索准确选择高产稳产井井位的技术方法

这项工作除了对地震测井技术的改进和物探与地质密切结合研究，还对已钻的成功与失

利井进行了对比分析,得到了若干认识,不断开发完善了一套有效、准确的预测技术。

研究工作是以综合分析研究区内 50 余口钻遇奥陶系的钻井的地质录井、测井、测试、分析化验资料为基础,描述各井潜山地层的岩性、结构、沉积相和岩溶、裂缝发育和分布,约束全区三维地震资料,精细编制潜山的构造图。用 Strata 反演、相干分析和模式识别研究储集体缝、孔、洞分布特征,做出储层的横向预测,同时对油气富集条件进行评价、预测,(图 1-2)。

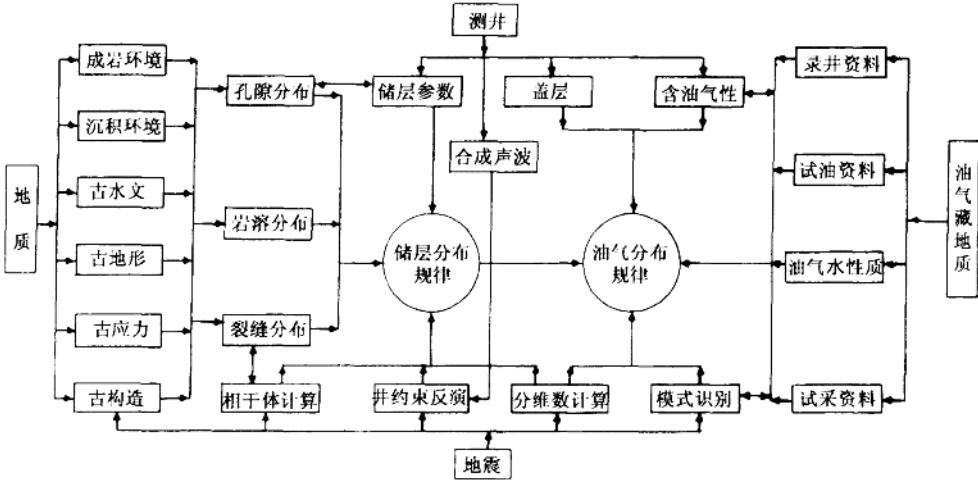


图 1-2 轮南风化壳岩溶研究流程

二、主要进展

可以归结为构造、地层、岩溶、储集体、含油性和经济分析、技术发展等 7 个方面。

(1) 按国际和通行标准建立了轮南潜山奥陶系地层系统,完成了层组和岩性段划分与对比,分析了各组、段沉积相,描述了潜山顶面地层及其沉积相带的分布,指出了有利储层相带。

用岩性和电性特征、古生物及沉积相分析方法,对研究区及邻近的 45 口井钻遇的奥陶系进行了划分对比,建立了 3 个统、6 个组、7 个岩性段的地层系统(表 1-1),编制了轮南潜山奥陶系钻井分层数据表,划分出 4 种沉积相。在研究区中部和西北部带(呈 NE 向展布)的台地边缘浅滩和开阔台地粒屑滩分布的约 700km² 的范围是有利储层岩沉积相带分布区。

(2) 深入研究了潜山构造演化历史,对中部平台区的构造格局和破裂构造强度做了分析,对油气富集的构造条件有了新的认识。

轮南潜山是在加里东晚期轴向 NE、向东南倾伏的背斜之上,于海西早期隆升剥蚀阶段在潜山顶部发育的古岩溶。后经海西晚期—印支早期挤压断裂作用的改造,断裂系统与岩溶体系的叠加构成研究区优质储集体。燕山、喜山期地质作用,断裂系统再活动,使先成的破裂构造孔洞开启,增强了储集体的有效性。

中部平台区构造格局有两大特征:一是在 NE 向主背斜东南翼形成了 7 个 NW—NNW 向潜山鼻状隆起(“山梁”);二是发育了两个 NE 向挠曲带,一个 EW 向挠曲带。在这种构

造格局控制之下，在平台区西部、中部形成了大范围的破裂构造密集带，在东部形成了局部破裂构造发育区。这些潜山鼻状隆起和破裂构造发育区带，对油气富集起着重要的控制作用。

表 1-1 轮南潜山奥陶系地层系统简表

统	组		岩性段	沉积相
中统 (O ₃)	桑塔木组 (O _{3s})		碎屑岩段	混积浅水陆棚
	良里塔格组 (O _{3l})		凝块灰岩段	台缘斜坡灰泥丘
	吐木休克组 (O _{3t})		红泥岩、瘤状灰岩段	
中统 (O ₂)	一间房组 (O _{2y})		生屑、砂屑灰岩段	台地边缘
下统 (O ₁)	大湾组*	上部 (O _{2d})	粒屑灰岩、泥晶灰岩段	开阔台地
		下部 (O _{1d})		
	红花园组 (O _{1h})		粒屑灰岩夹白云岩段	
			白云岩、灰岩互层段	

* 为暂时借用的我国华南地层名称，其含义是地层层位相当于华南的大湾组、红花园组（详见第二章叙述）。

(3) 深入讨论了轮南潜山奥陶系风化壳岩溶的垂向分带和岩溶地貌单元的分布，判断了古地表和地下（潜水）水流两种水系概貌，说明了岩溶发育是储集体重要的控制因素。

岩溶研究分 4 个层次进行：①垂向上建立两套岩溶序列；②横向上划分出高地、斜坡、平台、谷地 4 种岩溶地貌单元；③重建了古地貌、地下水系统的研究及岩溶初始连通性；④研究了岩溶期后充填和破裂改造。其中利用约束反演剖面的低速带反射结构提取对地下径流和上、下岩溶带初始连通性的信息研究方法，在国内外尚未见到过。

把岩溶垂向、纵向变化分带性与岩溶储层空间联系起来考察，认为研究区中部带和西部岩溶斜坡的潜流带蚀溶作用最强，后期破裂作用最强，应是有利勘探地区。

(4) 明确了研究区内储层的基本性质和主要控制因素。认为潜山优质储层是在较发育的原生孔隙的基础上，经过较强的岩溶作用和破裂作用改造后形成的连通孔、洞、缝体系。

其中岩层原生孔隙是基础，它是由有利储层岩沉积相带控制的。各期岩溶作用形成的孔、洞、缝是形成储层空间的关键，没有溶蚀作用，致密灰岩的基质孔隙形成不了有效的储层空间，溶蚀作用主要受到岩溶地貌和水动力强度制约，岩溶斜坡带及岩溶高地的边缘带和岩溶残丘溶蚀作用较强。

断裂、裂缝等破裂构造是优质储集体另一决定因素，早期破裂是岩溶发育的初始通道，晚期构造作用形成的开启性的裂缝是串连孔、洞，形成有效储层的关键因素，也是油气充注和产出的通道。

采用通行的标准对研究区储集体的类型进行了分类，其中以溶洞类型最多，占 62%。裂缝类储层虽只占 19%，与裂缝有关的储层还占 18%，两者之和在全部储集体中占 37%，在含油段储集体中占 40%，实际上在所有产油段的储集体中都有大量的裂缝存在。以孔隙为主的储层含油井段少，只占 18%，而且多为低产层。

所以有利储层相带，溶蚀作用强烈的地貌单元和开启性断裂、裂缝密集带三者叠合的地带是有效储层分布区。研究区内中部平台中部 NE 向地带就是这三者叠合的地区，尤其是这个地带西南部，岩溶风化壳厚度大，孔隙度较高，裂缝密集，是有效储集体主要分布区。

(5) 建立了网络状油气藏模式及对其评价、预测，并明确勘探的思路和方法。

已有的勘探成果证明, 轮南潜山的圈闭形式属于一种特性的岩性圈闭, 油藏类型属“网络状油气藏”。这种圈闭是有效裂缝将孔、洞串联起来, 形成储渗单元, 被周围的致密岩石封堵, 其形态十分不规则。空间紧邻、地质特征相近的一个或若干这种储渗单元中的油气聚集, 形成的油气藏, 可视为网络状油气藏。

对网络状油气藏的评价、预测及勘探, 应是以发现和建成高产、稳产井为中心。因此不仅要対有利储集体分布、油气富集地带进行评价和预测, 而且必须建立一套选定高产、稳产井思路、技术和方法。相应的勘探程序则是要查清网状油气藏的分布和规模为目标, 采取顺藤摸瓜的办法, 进行早期滚动勘探开发, 同时进行油藏描述和储量计算, 不断地完善勘探、开发方案。而不能像对待层状、块状等规则油气藏, 发现井后, 用评价井网进行油藏描述, 探明储量, 制定开发方案, 投入开发的程序进行。

(6) 经济分析认为, 钻探成功率达到 60%, 方可取得经济效益。

经济分析的结果认为在轮南地区有比较完善的地面集输系统, 比较好的交通、地理条件的前提下, 若以 3000 万元为单井钻探和生产中附加成本, 以单井日产 80t 推算, 钻探成功率达到 60%, 原油市场价格为 600~800 元/t, 稳产 3~4 年即可盈利。若能降低成本, 或油价上涨提高钻探成功率, 那末经济效益还可增加。

(7) 在评价、预测有利勘探方向和目标的技术方法方面有较大的进展。

地质、测井对地震的约束, 并互相结合, 精细的地质研究和先进的测井、物探资料处理、综合解释, 是评价、预测优质储层分布和油气富集地区, 乃至选定高产稳产井位行之有效的技术方法。用详细的地质测井建立钻井综合剖面约束反演地震资料的处理和解释, 并进行模式识别, 相干分析等技术的应用, 对潜山初始沉积相、岩溶发育、裂缝强度, 含油气性的分析研究获得了丰富的信息, 为油气勘探提供了可靠的依据。

本书是“塔里木盆地轮南工区奥陶系风化壳缝洞分布规律及超深水平井目标选择”和“轮南潜山奥陶系碳酸盐岩地质沉积相及岩溶研究和储层横向预测”两个课题的研究成果的基础上写成。第一章由顾家裕、周兴熙执笔; 第二章由徐杰、张光亚执笔; 第三章由张宝民执笔; 第四章由李涛、周兴熙执笔; 第五章由周兴熙、李明、李国平执笔; 第七章由周兴熙执笔; 全书由顾家裕、周兴熙统稿。

研究工作中得到塔指贾承造副指挥的指导与关怀, 塔指科研处王益清总工程师、龚福华主任工程师的指导, 科研处和研究中心科研科大力协作、帮助, 在此一并致谢。在研究工作中得到塔指研究中心胡云扬主任、张师本、田军主任和塔北室潘文庆主任等同志指导和真诚合作与具体帮助, 谨致感谢。

第二章 轮南潜山奥陶纪地层划分与沉积相

第一节 潜山奥陶系的划分与对比^①

本研究针对勘探生产需要和轮南地区钻井密度较大这一实际情况,主要采用生物地层、岩性地层、电性地层并辅以沉积相的“四位一体”的划分、对比方法。通过这四种方法的综合分析研究,建立了潜山奥陶系的划分、对比标志(标准),并据此将潜山奥陶系划分为3个统、6个组^①、7个岩性段,并逐一进行了横向对比。

一、古生物、岩电等划分对比标志

建立划分、对比标志,或发现具有普遍意义的划分、对比依据,是进行地层小层划分与对比的基础。对全盆地钻遇奥陶系的150余口井的研究发现,碳酸盐岩中的牙形石与碎屑岩中的笔石是划分这一级地层界线的最可靠依据,其中大多数化石都是国内外地层划分的带化石。而对于组、段一级的划分对比,因许多化石的演化时间要超过组、段一级的沉积时间,且有时因取心、取样分析的限制而难以确定首次出现分子的准确层位或不能发现化石组合的全貌,因而地层的岩、电特征及其沉积序列就成为地层划分、对比的重要依据。

对轮南潜山奥陶系研究发现,区内上奥陶统和中奥陶统上部的生物演替及岩性变化非常明显,因而比较容易进行岩性段的划分与对比。例如,上奥陶统桑塔木组(O_3s),在轮南奥陶系潜山上皆为深灰色灰质泥岩夹粉砂岩、灰岩,以其颜色、岩石类型及含上奥陶统的古生物化石(如牙形石)而区别于上覆灰绿色的、不含灰岩夹层的志留系及杂色的石炭系,同时也区别于由碳酸盐岩构成的下伏地层,因而为一区域性对比标志层;又如,上奥陶统吐木休克组(O_3t),在塔北隆起及满加尔凹陷北斜坡的羊屋2(YW2)井区皆为紫红色瘤状灰岩夹紫红色灰质泥岩,且以含 *Pygodus anserinus* 带化石为特征,因而为一典型的区域性对比标志层;再如,分布范围同于吐木休克组的中奥陶统上部的一间房组(O_2y),以灰白色砂屑生屑灰岩,含鲕;含葵盘石甚至成礁及 *Pygodus serrus* 牙形石带为特征,并广泛分布于巴楚隆起西段方1(F1)井及其以西和塔北隆起,且岩性、岩相极为稳定,因而成为最典型的区域性对比标志层,但该组地层在巴楚隆起东段及整个塔中低隆区被剥缺。

中奥陶统下部及下奥陶统因岩石颜色均为带咖啡色调的灰色(图表中简称“咖啡色”)、主体均为砂屑灰岩和泥晶灰岩,特别是多见下奥陶统的长寿命牙形石分子,其首现层位因研究区未钻揭,下奥陶统难以确定,加之以以往对某些牙形石种属(如轮南1井5754~6002m

^① 本次研究所划分的六个组,自上而下为上奥陶统的桑塔木组(O_3s)、良里塔格组(O_3l)、吐木休克组(O_3t),中一下奥陶统的一间房组(O_2y)、大湾组(O_1-2d)、红花园组(O_1h)后三个组即塔里木盆地的丘里塔格群上亚群的中、上部。其中,一间房组由周志毅、周康康(1990)从原丘里塔格群上亚群顶部分割出来,并命名于巴楚的一间房剖面,该组在巴楚地区厚约67m,在柯坪露头,相当于该组的地层由周康康命名为大湾沟组;大湾组和红花园组,是张宝民(1999)基于目前一间房组以下地层的研究程度较低、覆盖区笼统称为丘里塔格群上亚群,而尚未建组,其岩性、古生物化石组合面貌又相似于我国华南的大湾组、红花园组,特别是为地层对比、叙述和编图方便,暂时借用的华南地层名称,其含义只能是其层位相当于我国华南的大湾组、红花园组。很多专家认为,直接用华南地区组名不尽合适,尚待进一步研究,将来予以修正完善。

井段的 *Utahconus beimadaoensis*, *Paltodus deltifer*, *Acontiodus iowaensis*, *Scolopodus quadruplicatus*, *Rossodus manitouensis*) 的鉴定有误等, 因而给小层的划分与对比带来困难。不过, 该套地层的电性特征却很明显, 如大湾组上部 (O_2d) 以 GR 曲线平直为特征; 大湾组下部 (O_1d) 以其顶部高 GR、高 R_t 和中部 GR 曲线呈山峰状为特征; 红花园组 (O_1h) 上部以 GR、 R_t 曲线齿状高低间互为特征; 红花园组下部以 GR 曲线呈锯齿状连续高值为特征。

通过对区内及毗邻地区钻遇、钻揭奥陶系的 51 口井的牙形石化石、岩性特征、测井曲线及沉积序列的认真仔细的研究与分析归纳, 将小层划分与对比的标志、依据归纳于以轮南 1、轮南 16、轮南 46 三口井为代表的轮南潜山奥陶系划分、对比标志与沉积相综合柱状图 (图 2-1) 中。

二、3 个统、6 个组、7 个岩性段的划分方案

依据图 2-1 所列的小层划分、对比标志, 初步对区内 45 口井进行了划分与对比 (表 2-1)。由图 2-1 和表 2-1 可见, 轮南潜山奥陶系实钻最厚达 1900m, 与巴楚及塔中相比, 具有垂向上地层层位齐全、岩石类型多样的特点。而且, 可明显地划分出 3 个统、6 个组、7 个岩性段。现按钻井层序自上而下概述如下。

1. 上奥陶统

(1) 桑塔木组 (O_3s), 相当于南方的临湘组、五峰组; 与轮南地区俗称“黑被子”, 为深灰色泥岩夹粉砂岩, 并夹生屑、砂屑灰岩和砂质灰岩, 俗称碎屑岩段;

(2) 良里塔格组 (O_3l), 相当于南方的宝塔组; 为灰绿、蔷薇色和深灰、黑灰色泥质微晶凝块灰岩、泥质藻微晶凝块灰岩和泥质条带微晶凝块灰岩, 俗称凝块灰岩段;

(3) 吐木休克组 (O_3t), 相当于南方的庙坡组; 为紫红、灰绿色瘤状灰岩夹红泥岩, 以其夹有层位稳定、分布广泛的红泥岩层 (高 GR、低 R_t , 并以成岩好、遇水不泥化和深、浅电阻率间无幅差等区别于洞穴充填物), 区别于上覆、下伏地层, 俗称红泥岩、瘤状灰岩段。

2. 中奥陶统

(1) 一间房组 (O_2y), 相当于南方的牯牛潭组; 为灰白色砂砾屑灰岩、生屑灰岩、生物灰岩、含鲕、可夹葵盘石礁灰岩, 以其灰白色、典型的粒屑、生屑结构及含葵盘石明显区别于上覆及下伏地层, 俗称灰紫色生屑、砂屑灰岩段;

(2) 大湾组上部 (O_2d), 暂时借用我国华南地层名称; 塔里木盆地的岩性特征为带浅咖啡色调的灰色生屑、砂屑灰岩和泥晶灰岩, 可相变为浅咖啡色粒屑灰岩夹深咖啡色泥晶灰岩, GR 曲线平直, 牙形石组合为 *Scolopodus nogamii* - *S. euspinus* 和 *Tangshanodus tangshanensis*。

3. 下奥陶统

(1) 大湾组下部 (O_1d), 暂时借用我国华南地层名称, 塔里木盆地的岩性基本同大湾组上部。不同的是: 中下部可夹云质粉晶灰岩; 生物化石稀少或仅为下伏地层化石的孑遗分子, 或含有 *Paroistodus parallelus* (大湾组底部的典型牙形石); 特别是以其顶部高 GR、高 R_t 和中部 GR 曲线呈山峰状区别于上覆、下伏地层。

由于大湾组下部与上部地层的岩性相同, 难以区分, 故暂将整个大湾组称为咖啡色粒屑灰岩、泥晶灰岩段。这个岩性段的上部属中奥陶统下部, 下部属下奥陶统上部。

表 2-1 轮南潜山奥陶系分层数据表

井号	LN1	LN2	LN3	LN4	LN5	LN6	LN10	LN11	LN12	LN13	LN14	LN15	LN16	LN17	LN18	LN19	LN20	LN22	LN23	LN24	LN25
补心海拔	939.73	938.71	936.13	933.84	938.8	931.48	939.29	938.77	945.9	934.4	942.11	937.21	931.37	936.24	936.65	941.6	937.18	934.51	931.51	931.04	932.5
潜山顶	5039	4945	5091	5099	5073	5179	5275	5273	5187	5333.5	5269	5428	5469	5531	5286	5335	5473.3	5583.5	5342.3	5315	5381.6
奥陶系	上统	桑塔木组 O _{3s}	碎屑岩段																		
			凝块灰岩段																		
			红泥岩瘤状灰岩段																		
			吐木休克组 O _{3t}																		
	中统	一间房组 O ₂	灰白色生屑砂质灰岩段																		
	下统	塔格组 O ₁	咖啡色粗晶灰岩段																		
			塔格组上部																		
			塔格组下部																		
奥陶系	下统	亚群	咖啡色粗晶灰岩段																		
			红花园组 O _h																		
			云灰岩互层段																		

井号	LN26	LN27	LN30	LN31	LN33	LN34	LN39	LN40	LN41	LN44	LN46	LN48	LN50	LN51	LN54	LN101	JF122	JF123	JF126	JF127	JF128	LG1	LG2	LG6
补心海拔	938.12	941.76	934.13	933.94	938.44	937.46	935.2	939.63	936.37	937.68	937.68	934.64	934.23	932.25	936.10	938.55	934.23	935.06	933.70	933.25	937.29	938.10	936.62	935.42
潜山顶	5042	5471	5302	5302	5198	5120	5352	5478	5238	5284.5	5437.5	5311	5556	5399	5426	5091.5	5462.5	5264	5181	5301				
奥陶系	上统	桑塔木组 O ₃ s	碎屑岩段																					
											6099.5								5480					
														5477										
											6194	5406		5519							5403			
											6208	5433	5572	5550							5486			
奥陶系	中统	良里塔格组 O ₃ l	红泥岩、黄泥岩、灰岩段																					
奥陶系	中统	吐木克组 O ₃ t	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					
奥陶系	中统	同房组 O ₃ f	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					
奥陶系	中统	丘里塔格组 O ₃ l	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					
奥陶系	下统	格下组 O ₃ d	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					
奥陶系	下统	亚群	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					
奥陶系	下统	红花园组 O ₃ h	灰白色至黄绿色砂岩、灰岩段																					