

塔里木盆地满加尔南切割谷的成因探讨与石油地质意义浅析

谢晓安¹ 王仁德² 李光文² 卢华复¹

¹ (南京大学地球科学系, 南京 210008)

² (石油物探局, 河北涿州市 072751)

提 要 在塔里木盆地满加尔南部地区的大多数地震剖面上, 位于地震 Tg5—Tg5' 反射层间(相当于中上奥陶统)存在着一组反射能量强的特异反射波组, 在平面上呈北西向展布。根据盆地的地球动力学特征和深海底流理论, 认为这是由等深流侵蚀而成的切割谷, 并初步分析了形成机制和石油地质意义, 为盆地的非构造研究和油气勘探新领域提出了新的思路。

关键词 塔里木盆地 切割谷 成因 深海底流 石油地质

第一作者简介 谢晓安 男 38 岁 高级工程师 博士生 石油地质

1 引 言

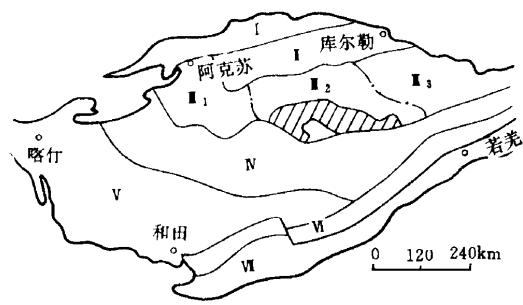
塔里木盆地面积 56 万 km², 是我国最大的多构造旋回的复合型克拉通含油气盆地。经过数十载的勘探实践, 特别是 1989 年以来石油天然气总公司进行的大规模石油会战, 使得盆地的油气勘探取得了可喜成果, 相继在塔北、塔中地区建成了一批高产油气田。然而, 所取得的油气勘探成果仅局限于构造圈闭, 且规模也远不能与盆地巨大的油气资源相匹配。

本文针对满加尔地区特异的 seismic 反射特征, 结合盆地的地球动力学特征和深海底流理论, 初步分析了这组特异波的地质属性、成因和石油地质意义, 为盆地寻找非构造油气藏提出了新的思路。

2 特异波的几何特征与地质属性

在塔里木盆地东部的满加尔凹陷南翼(图 1), 地震剖面上存在着一组特异的反射波, 这组波反射能量强, 常为两个强相位, 在地震 Tg5—Tg5' 反射层间(相当于中上奥陶统)呈 V 形反射, 有的甚至穿过 Tg5' 反射层下切到下奥陶统内(图 2)。这组波在主测线和联络测线上均能对比, 并能够在一定范围内追踪, 说明地下确实存在着一个地质界面。

在平面上, 呈北西向展布, 东西长 320 km, 南北宽 100 km, 分布面积约 3 万 km²。整个构造背景表现为东南高西北低, 其西南缘被加里东构造事件形成的塔中一号断裂切割(图 3)。



- I. 库车坳陷 II. 塔北隆起
- III₁. 阿瓦提凹陷 III₂. 满加尔凹陷
- III₃. 孔雀河斜坡 IV. 中央隆起
- V. 西南坳陷 VI. 塔南隆起
- VII. 东南坳陷

图 1 特异波主要分布区(阴影部分)

Fig. 1 Main distribution of special seismic reflection waves (oblique—line part)

对于这组特异反射波的地质解释,有多种观点,有人认为是侧面波,有人认为是断层,有人认为是火成岩侵入体,也有人认为是切割谷或侵蚀凹槽^[1]。笔者认为这是由深海底流作用形成的切割谷的地震波反射,其主要理由有:

- (1) 满加尔凹陷位于盆地中部,远离造山带,凹陷内尚未见到深大断裂形成的断阶,不具备形成侧面波的反射界面。
- (2) 在地震剖面上,这组强波具有下剥上超现象(图 4),这种地震反射现象是解释侵蚀不整合界面的重要标志。
- (3) 在切割谷内,有两口井钻穿了侵蚀界面,其中塔中 31 井(位置见图 3)的中上奥陶统为一套以深灰色泥岩为主夹薄层砂岩的深水沉积,塔中 33 井在界面之上见到 10 多米灰黑色安山岩,其余岩性与塔中 31 井类似。这说明满加尔南切割谷是一个巨大的容纳空间,它可能接受各种类型的沉积物,包括一定范围内火成岩的侵入或喷发。但是,火成岩的活动时间可能晚于侵蚀切割时间,活动规模也远小于因深海底流作用侵蚀而成的切割谷。

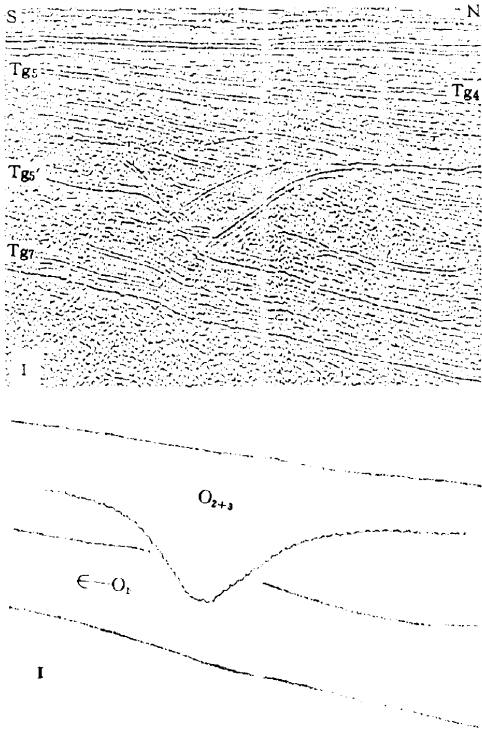


图 2 NS 585 地震剖面(I)和地震解释剖面(II)

Fig. 2 Seismic profile of line SN 585 (I) and interpretation section of the same line (II)

3 地球动力学背景与切割谷形成机制探讨

震旦纪,大陆发生裂谷作用,于 800 Ma 前的热构造事件拼合固结的塔里木板块伸展并分裂。寒武纪—早奥陶世,裂谷作用加强,板块边缘处于被动大陆边缘。

在区域拉张应力作用下,盆地东北缘裂陷并接受沉积。甘肃北山洗肠井地区下古生界

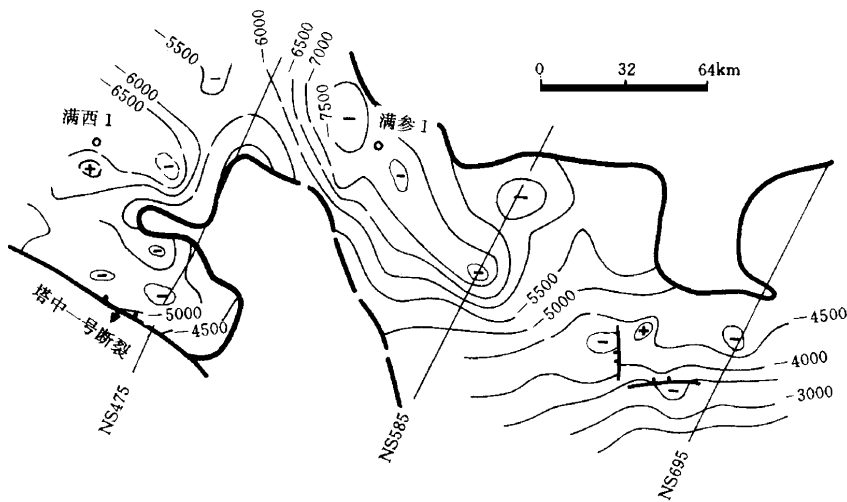


图 3 切割谷底面构造图

Fig. 3 Structural contour map showing erosional valley dountc

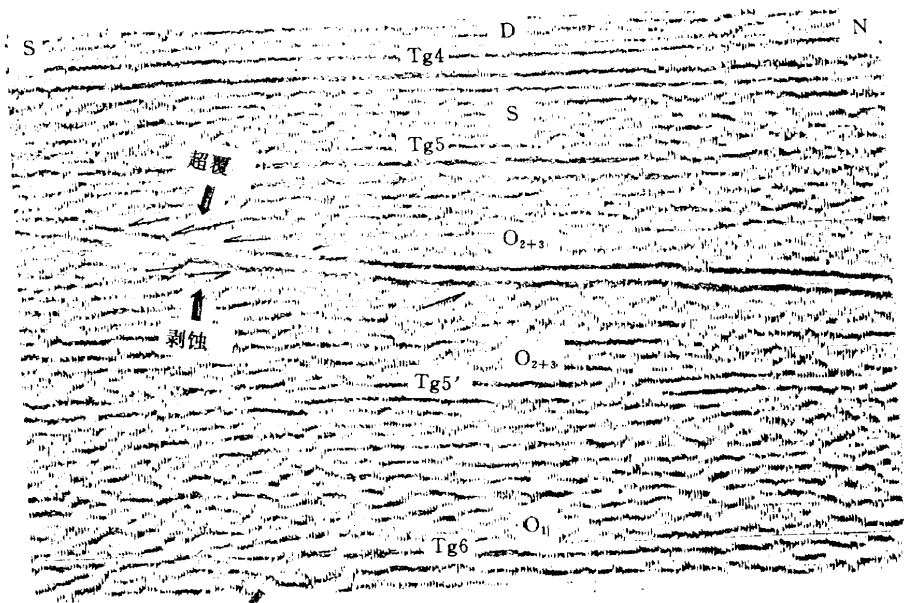


图 4 地震 NS 430 剖面

Fig. 4 Seismic profile of line SN 430

的蛇绿岩套和库鲁克塔格地区震旦系—寒武统的酸性、基性双模式大陆裂谷火山岩系，表明地幔热活动和三联点的存在^[2]。三叉裂谷系其中的两枝发展成为天山—准噶尔洋，另外一枝从东北伸入盆地成为夭折裂谷，即满加尔拗拉槽。拗拉槽呈一 U 形向东开口，南北两翼因受正断层的控制形成一环绕拗拉槽的水下低隆，并且中央低隆将盆地分隔成为南北两个沉积体系(图 5)。

中奥陶世，北部古大洋开始向南部的中天山地块俯冲^[3]，一方面使得塔里木板块从东向西急剧沉降，另一方面在盆地周缘形成隆起。晚奥陶世末期，强烈的挤压使盆地区域抬升，奥陶系与上覆的志留—纪盆系呈不整合接触，拗拉槽也随之消亡。

正是在这种区域应力由拉张转为挤压、满加尔拗拉槽由形成、发展到消亡的演化过程中，除浊流作用以外的另一种深水动能—深海底流作用在拗拉槽的南翼侵蚀形成了切割谷。业已证明，在深海边缘的沉积过程中，顺坡向下的流动和沿坡面等高线的流动之间的相互作用是普遍存在的。据 C. D. Hollister 等对“高能海底边界层实验”的研究成果^[4]，作用于深海底的水动力过程是深海环流和表层洋流活动之间相互作用的结果，短暂的表层高能环境可以向下传递并诱发深海高能。深海底流可以侵蚀隆起区、切割深峡谷、沿陡坡脚或在孤立深海丘的迎流面形成环形深沟并穿过洋海通道和海槛冲刷海底。当时，满加尔拗拉槽的沉积沉降中心位于满加尔—库鲁克塔格一带，属深海环境，寒武—奥陶系最大沉积厚度超过 9000 m。据陈汉林、方大钧等对塔里木板块古地磁的研究^[5,6]，寒武—奥陶纪板块位置与现今近于垂直，一直到晚泥盆世，塔里木板块才大规模向北漂移并顺时针旋转到现今位置。也就是说在寒武—奥陶纪，满加尔拗拉槽的轴向不是现今的东西向(图 5)，而是近南北走向。如果古生代洋流方向与现今北大西洋类似，温水于洋面从赤道向北运动，那么向北开口的满加尔拗拉槽正好成为大洋底流的迎流面，在长期的等深底流的冲刷刻蚀作用下，形成了现今切割谷的形态(图 6)。

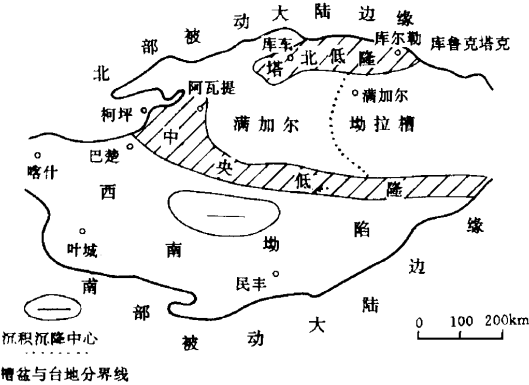


图 5 塔里木盆地早寒武世构造格架略图

Fig. 5 Sketch map showing tectonic framework of Tarim basin in the early Cambrian

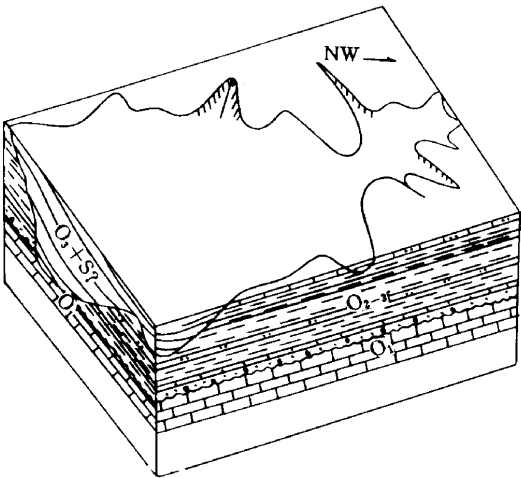


图 6 满加尔切割谷模式(据王仁德^[1])

Fig. 6 The model showing Mangar area erosional valley downcut (after Wang Rende)

4 切割谷的石油地质意义

满加尔凹陷面积约 7 万 km²，是盆地内重要的油气系统之一，其中寒武—奥陶系是盆地东部的主力油源层系。

早加里东期($\text{C}_1\text{—O}_1$), 满加尔为开放型拗拉槽沉积, 西南部为一套台地相碳酸盐岩, 东部为欠补偿深海一次深海相沉积, 其中寒武系的灰黑色泥晶灰岩、灰黑色页岩和下奥陶统的黑色页岩和放射虫硅质泥岩均是良好的生油岩系。这套地层分布稳定, 下奥陶统最厚达 2000 m 以上, 分布面积达 $10 \times 10^4 \text{ km}^2$ ^[1], 因此, 具有巨大的生油潜力。

晚加里东期($\text{O}_2\text{—S}$), 由于挤压作用, 周缘隆起形成, 沉积类型为半封闭型拗拉槽, 主要为一套巨厚的陆源碎屑岩建造, 其中的砂泥岩互层可作为良好的储层和盖层。

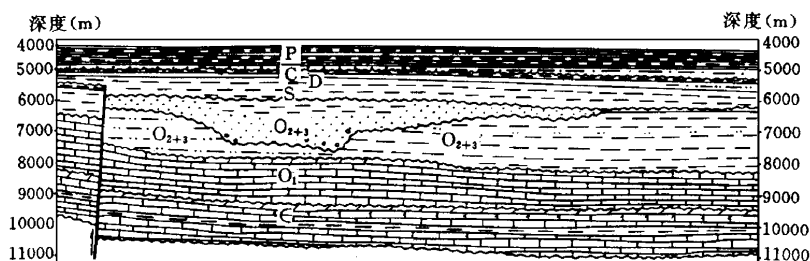


图 7 SN 475 地震地质解释剖面

Fig. 7 Geoseismic interpretation cross section of line NS 475

在切割谷内, 目前从已钻穿侵蚀界面的塔中 31 井和 33 井(位置见图 3)来看, 在志留系和上奥陶统中, 均见到沥青砂、油迹、油斑和气测显示, 并在塔中 31 井还获得少量褐色稠油, 从而展示了切割谷具有良好的石油地质条件, 可望成为寒武—奥陶系原生非构造油气藏。因此, 应该加强对切割谷内的志留系—中上奥陶统的储层横向预测研究, 寻找砂岩富集区进行钻探。鉴于目前的勘探程度, 建议沿塔中一号断裂下盘作为油气勘探突破口, 一是该带处于切割谷翼部, 推测砂岩储层相对发育; 二是紧邻断层, 垂向和横向的油气均可在此聚集; 三是目的层埋深相对较浅, 不超过 6000 m(图 7)。一旦在该带获得油气突破, 这将对指导寻找非构造圈闭油气藏、开拓盆地油气勘探新领域产生深远的意义。

衷心感谢方少仙教授和蒋敏高级工程师的指导, 感谢黄亚萍工程师、文碧生工程师和宋正云助理工程师的热情帮助。

收稿日期: 1995 年 12 月 2 日

参 考 文 献

- [1] 王仁德, 满加尔凹陷古生代等深积岩及其含油性, 新疆石油地质, 1995, 16(2)。
- [2] 杨克明, 熊永旭等, 中国西北地区板块构造与盆地类型, 石油与天然气地质, 1992, 13(1)。
- [3] 肖序常, 汤耀庆等, 新疆北部及其邻区大地构造, 北京: 地质出版社, 1992。
- [4] C. D. Hollister, 深海等深积岩的概念, 见: 姜衍文, 吴智勇等编, 深海等深流沉积研究进展, 西安: 西北大学出版社, 1993。
- [5] 陈汉林, 方大钧等, 从古地磁结果探讨塔里木板块与华北板块的相互关系, 南京大学学报(地球科学), 1994, 6(2)。
- [6] 方大钧, 杨树峰等, 中国三大板块晚古生代、中生代古地磁结果与构造演化、相互关系的初探, 见: 李清波, 戴金星

等主编, 现代地质学研究文集(上), 南京: 南京大学出版社, 1992。

The Origin of Erosional Valley of Southern Mangar Sag in Tarim Basin and Analysis about its Petroleum Geology Significance

Xie Xiaolan¹ Wang Rende² Li Guangwen² and Lu Hua fu¹

¹ (Department of Earth Science, Nanjing University 210008)

² (Bureau of Geophysical Prospecting, CNPC 072751)

Abstract

Tarim basin, which is located in the northwest area of China, is the largest intracratonic petroliferous basin in China. There are strong energy seismic waves intercalated between T_{g5} $T_{g5'}$ seismic reflecting layers (the Middle and Upper Ordovician) in the most seismic sections of southern Mangar Sag in the basin. The abnormal reflected waves are present not only in north—south sections, but also in west—east ones. Closed net tracing correlation can be conducted in Mangar area with a size of about 30,000 square kilometers, indicating that these geological interfaces do exist underground.

Based on the analysis of seismic reflection characteristics, geodynamic aspects of this basin, and the theory about under current of deep ocean, it is considered that the Lower Paleozoic erosional valley of Mangar Sag in Tarim basin was caused by the erosion truncation of under current of deep ocean. Under current of deep ocean is another kind of current of deep water besides turbidity one. The under current may erode most area of continental rise, and truncate deep gullet and even much older sediments. In the large erosional valley, it may be deposited various kinds of sediments, including a small scale volcanic rock. Wells Tazhong 31 and 33, which take anomaly body as the drilling object, penetrated the formation (T_{g5} wave group) of a deep water sediment of dark gray shale with interbedded thin fine sand and silt, and thin (only 10 meters) andesite. Mangar sag is one of the most important hydrocarbon—bearing depressions in the basin, and recent—year—exploration has proved that Cambrian and Ordovician are the most important source rocks in east Tarim basin. So the erosional valley is located at perspective position near the oil source. It is possible to form lithologic deposits. Bituminous sand and oil trace have been shown from silurian to Upper Ordovician in wells Tazhong 31 and 33, and a little dense oil has been got in well Tazhong 31.

Above all, petroleum geological conditions of the erosional valley are extremely supprior and it may become an important object of oil and gas exploration in Tarim basin.

Key Words: Tarim basin Erosional valley Origin Under current of deep ocean
Petroleum geology