

不整合分类研究进展与新型分类方案^①杨勇¹⁾²⁾³⁾ 查明³⁾ 洪太元¹⁾²⁾⁴⁾ 刘冠德⁵⁾

- 1) 中国石化石油勘探开发研究院西部分院 新疆乌鲁木齐 830011; 2) 中国石化石油勘探开发研究院 北京 100083;
3) 中国石油大学地球资源与信息学院 山东东营 257061; 4) 中国石油大学 北京 102249;
5) 中国科学院广州地球化学研究所 广东广州 510640

摘要:总结了前人对不整合类型的划分工作和不整合形态特点,在此基础上,根据不整合的成因机制和不整合形态的主控因素,提出了新型不整合分类方案,将不整合分为七个大类,包括削截不整合、褶曲不整合、底辟不整合、震积不整合、古岩溶不整合、超覆不整合和假整合,并进一步细分为13个亚类。新型的不整合分类考虑了震积作用研究等最新的地质学进展,吸收了许多有益成果,扩充了不整合类型,更加关注盆地的自身特点,通过剔除重复类型等方法,使不整合分类方案更加完备,具有较高的科学性和实用性。文中还以国内外有关油田为例分析了不整合类型基本特征。

关键词:不整合,研究进展,新型分类,接触关系

中图分类号:P 539, P 542

文献标识码:A

文章编号:0253-4959(2007)03-0288-08

不整合是地层中保留下来的地层缺失所呈现出的一种不协调的接触关系。早在1788年,James Hutton在苏格兰Sciccar Point观察位于陡倾斜志留纪地层之上的红色砂岩时,首先认识到不整合和时间间断的意义。如果从十九世纪英国学者Jamenson将这种不协调定义为“unconformity”算起,不整合在国外的研究已经有一百多年的历史。后来,P. A. Chenoweth于1972年在AAPG上发表文章,对不整合圈闭“unconformity trap”作了细致的研究。Bates和Jackson(1980)在总结前人研究成果的基础上认为不整合(unconformity)是相接触岩层的构造关系,以沉积间断、风化作用,特别是新岩层沉积前的陆上或水下侵蚀作用为特点,常常表现为地层间的非平行接触关系。Vail和Hardenbol等(1984)从层序地层学的角度提出,不整合是一个重要的时间间断的面,具剥蚀、削截和地表暴露性质,并将在地表和海底形成的不整合称为I型不整合,仅发生于地表的不整合称为II型不整合。其后的几十年间,尤其是20世纪90年代,国外不整合研究发展迅速(Crowder, 1990; Martinsen, 1993; Saller, 1994; Hopkins, 1999)。

我国对不整合的研究较晚,新中国成立以后,丁培臻、王曰伦、张文佑和黄汲清等地质学家在不整合研究上做了大量工作。我国一些石油地质学家如潘

钟祥(1983)很早就敏锐地发现了不整合和油气的密切关系,这也带动了不整合分类工作的迅速开展。知识存在于比较分类之间,分类学是贯穿在各个学科中的重要工具。笔者认为对不整合进行分类是十分有意义的,它是构造研究、地层划分、矿床和油气勘探的基础工作。然而,分类是一个聚类 and 判别的复杂过程,这一工作最后的落脚点在于生产实践的需求,这就决定了不整合分类是一个随着实践变化的过程。

一、不整合分类研究现状

由于地质条件的复杂性,不整合面上、下两套地层的接触关系多样,因而在此基础上对不整合进行分类就显得尤为重要。不整合的合理分类是正确研究不整合的基础,不同的不整合类型代表着构造运动的不同作用方式、强度、时间长短等地质参数(表1)。

经典分类中把不整合根据上、下地层产状分为假整合(平行不整合)和角度不整合,而对于更下一级不整合的分类则标准不一。主要分类依据有分布范围(分为区际、区域和局部不整合)、不整合面起伏(平整和嵌入不整合)、地理位置(边缘和盆内不整合)等(陆克政,1980,1996)。

近几年出于生产需要,对不整合的研究有了较

^①国家自然科学基金(No. 40102008)与中国石化股份公司油田事业部油气勘探先导项目(XBK Y06-05)资助。

文稿接受日期:2007-03-05;修改稿收到日期:2007-03-24。

第一作者简介:1982年10月生,男,山东郓城人,硕士,从事石油地质与勘探工作。

大进展,其中艾华国(1996)的分类体系使用较广。它是根据不整合在油气运聚中的作用,以不整合的成因机制,不整合上、下界面地震反射终止方式、不整合的发育部位和剖面形态以及地层的尖灭线等特征为标准进行分类,分为褶皱不整合、断褶不整合、超覆不整合和削截不整合等类型。这种分类在生产中使用较多,但仍存在一定的缺陷,一是类型重复,譬如把褶皱不整合和断褶不整合分为两大类,把削截不整合和多期削截不整合合并列,但二者成因机制

相似,而且前者范围明显大于后者;二是由于前人对不整合的研究重点在西部盆地,使分类不全面,很多客观存在的不整合不能归入其中任何一种类型,如由于底辟作用或震积作用形成的不整合等。

吴亚军在 1998 年将不整合划分为构造不整合、沉积不整合和复合不整合三种类型,具有一定意义,但并没有具体阐述三种成因机制在不整合形成中的作用和意义。亚类型的划分不全,不利于实际生产应用,因而不整合类型亟待重新划分。

表 1 相关学者不整合分类表

Tab. 1 Some classified schemes of unconformities

学者	分类依据	不整合类型			
Billings	地层产状	角度不整合	局部不整合	假整合	非整合
尹赞勋,1978	地层产状	角度不整合	平行不整合	嵌入不整合	异岩不整合
陆克政,1980	地层产状	角度不整合	平行不整合	非整合	
艾华国,1996	地震反射	断褶不整合	削截不整合	超覆不整合	平行不整合
周瑶琪,1997	沉积间断	侵蚀面	高频间断面	水下硬底面	风化暴露面
吴亚军,1998	成因机制	构造不整合	沉积不整合	复合不整合	
邱以钢,2002	成因机制	基底不整合	破裂不整合	裂隙幕不整合	局部构造不整合 局部冲刷不整合

二、不整合类型及形态特点

受地质条件和上覆沉积的影响,不整合形态不一,类型多种多样。不整合根据上、下地层产状分为假整合(平行不整合)和角度不整合。石油地质界对不整合次一级分类一直存在着争议^①。以下在前人研究的基础上总结了不整合的各种成因和形态,其中大部分仍然沿用了前人对不整合分类所使用的名称。

1 削截形态不整合

削截形态是不整合的最常见类型之一,它的形成是由于早期地层在抬升过程中形成单斜形态,风化作用使翘起端遭受剥蚀,削蚀面呈水平形态或较低倾向,后期再次接受沉积而形成的一类不整合(查明等,2003)。削截形态不整合上覆地层一般和不整合面走向一致,下伏地层呈较大角度与不整合面斜交。与该种形态不整合有关的油藏遍布世界各地,并形成了大量大型油田,如美国普鲁德霍湾(Prudhoe Bay)油田(图 1)。

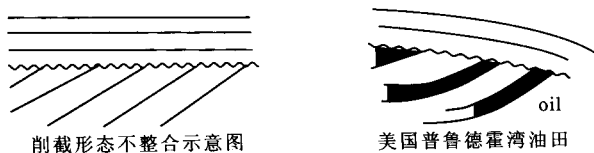


图 1 削截形态不整合及实例

Fig. 1 Truncation unconformity and its example

2 褶皱形态不整合

褶皱形态不整合是指早期沉积的地层,在构造抬升过程中发生褶皱变形,并隆起遭受剥蚀后,再接受沉积而形成的一类不整合。特征为不整合界面之下为褶皱形态或潜山构造,不整合上覆地层覆盖在褶皱之上,褶皱两翼对称,地层与不整合面斜交。在东部一些盆地,褶皱为隆起性成因,在剖面上起伏较小,但仍可识别背斜形态。典型的褶皱形态不整合油田为俄罗斯尤罗布欣(Yourobxin)油田(图 2)。

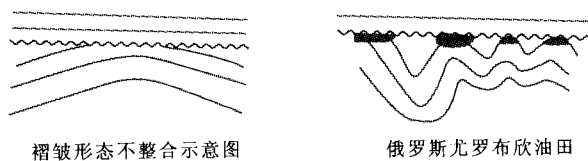


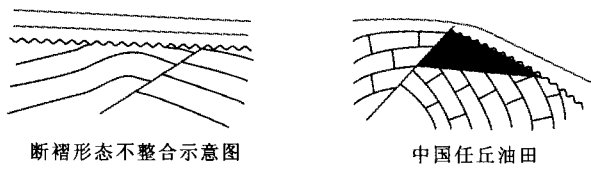
图 2 褶皱形态不整合及实例

Fig. 2 Fold unconformity and its example

3 断褶形态不整合

断褶形态不整合是因断层上盘逆冲或旋转而造成地层弯曲隆升或掀斜,致使地层剥蚀再接受沉积而形成的。因为它的成因背景为构造挤压,所以在拉张型盆地内少见。特征为不整合面之下为较大规模逆断层形成的褶皱,剥蚀主要发生在断层上盘,褶皱两翼不具对称性(图 3)。

① 杨 勇. 2006. 不整合发育特征及其与油气运移成藏关系研究[硕士学位论文]. 东营:中国石油大学(华东). 10-18



断褶形态不整合示意图

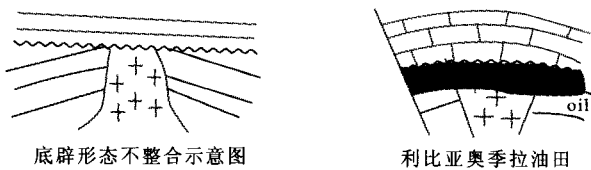
中国任丘油田

图 3 断褶形态不整合及实例

Fig. 3 Fault-fold unconformity and its example

4 底辟形态不整合

底辟形态不整合是由底部的岩体向上隆升并发生剥蚀而形成的,而两侧地层可形成削截、超覆等构造。它主要发育于隆起区,可形成地层削截、超覆不整合圈闭,如利比亚奥季拉(Augila)油田(图 4)。



底辟形态不整合示意图

利比亚奥季拉油田

图 4 底辟形态不整合及实例

Fig. 4 Diapirism unconformity and its example

5 震积不整合

震积不整合是由于地震作用,形成的一类不整合。震积岩是由强烈地震产生的,一般有原地相的地震扰动层与上覆的滑来震积层组成,是“灾变事件岩”的典型代表。

震积岩一般由两个不同特征的岩层组成,一是地震扰动层,一是滑来震积层,地震扰动层与上覆的滑来震积层之间的一规模不等的滑来面,这一滑来面即突发性、瞬时形成于水下的震积不整合面(梁定益,1994)。只要发生地震并且地震对已经形成的沉积层进行了扰动和改造,就存在震积不整合。

6 岩溶不整合

岩溶不整合是碳酸盐岩地区特有的不整合类型,是由于地壳构造运动形成的不整合。在沉积间断期间,经岩溶作用改造后以明显的岩溶面标志出来,其内涵应包括岩溶面的形态和下伏碳酸盐岩的岩溶地貌形态以及岩溶面上的岩溶沉积、堆积改造的形态特征等(邓自强,1994)。古岩溶不整合面凹凸不平,在台地边缘区较为发育,许多地方古剥蚀面的溶蚀高差较大,形成了明显的古岩溶地貌;在台地内部上、下地层多为似整合接触,虽然起伏高差明显、具典型古岩溶特征,的观察点不多,但界面凹凸不平微波状起伏的现象却常见。

局部可以在小尺度观察到参差不平、两侧地层犬牙交错状相接触的古岩溶不整合分界面特征,或上覆地层呈不规则脉状、楔状插入下伏地层的溶沟或缝隙之中。一些观察点在插入的上覆地层中仍可观察到很好的层理,此乃沉积接触现象,已确证非相

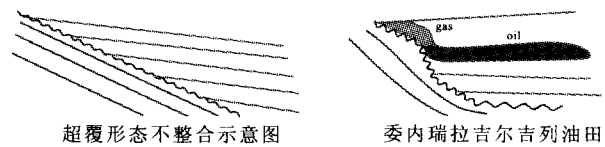
变关系,亦非断裂构造、层间滑脱所能形成;而一些观察点分界面与两侧的岩石又固结形成一体,可以排除是后期地表水或地下水沿构造面或岩性分界面侵蚀所形成的凹凸不平的岩溶侵蚀面的可能性(陆刚,2002)。

7 假整合

假整合(平行不整合)是指因地壳垂直上升引起的海退使下伏地层遭受剥蚀,再因地壳下降接受新的沉积而形成的。地震剖面上的特征为界面反射能量较弱,界面上、下反射波与界面反射波平行,不整合面上、下地层产状相同。

8 超覆不整合

超覆不整合是指因海平面上升,后期地层沿古斜坡上超沉积而形成的。其特征为:界面反射波与下伏地层反射近于平行,界面之上的反射逐层向斜坡上端超覆尖灭。超覆不整合与削截不整合的区别在于前者的界面反射波与下伏地层反射近于平行,而不是呈角度相交。超覆形态不整合成藏条件有利,对石油和天然气都有较好的封堵作用,如委内瑞拉吉尔吉列(Guere)油田,美国东得克萨斯(East Texas)油田(图 5)。



超覆形态不整合示意图

委内瑞拉吉尔吉列油田

图 5 超覆不整合及实例

Fig. 5 Overlap unconformity and its example

9 渐进不整合

渐进不整合是由于前陆隆起多次旋转隆升并不断向前迁移的结果(吴亚军,1998)。典型的为塔里木盆地巴楚隆起东翼的同构造渐进不整合,它主要分布于巴楚隆起及沙雅隆起两翼,反映出这两个前陆隆起都曾有过向前陆前方迁移活动的历史。沙雅隆起自海西至印支期一直处于隆起状态,白垩纪它开始下沉成为库车坳陷的前陆隆起,之后则演化为一前陆斜坡,而隆起则南移,最终与巴楚一塔中连为一体,形成统一的前陆隆起带(艾华国,1996)。渐进不整合有力的说明了不整合类型的迁移性。

三、不整合新型分类及其意义

1 分类原则

不整合分类应具有科学性与实用性,科学性是指分类方案能够全面地反映不整合的成因类型和形态特征,有助于研究不整合结构和分布规律,符合构造地质学的基本原理,并能促进其深入研究;实用性

是指在现代科学技术条件下,类别易于鉴别、术语通用,并能与实际地质条件紧密结合,便于指导与不整合有关的油气藏的勘探与开发。总之分类方案要力戒主观片面和繁琐模糊,在生产及科学研究中容易被推广应用。

2 不整合新型分类

不整合是沉积间断—剥蚀—再沉积的集合体,

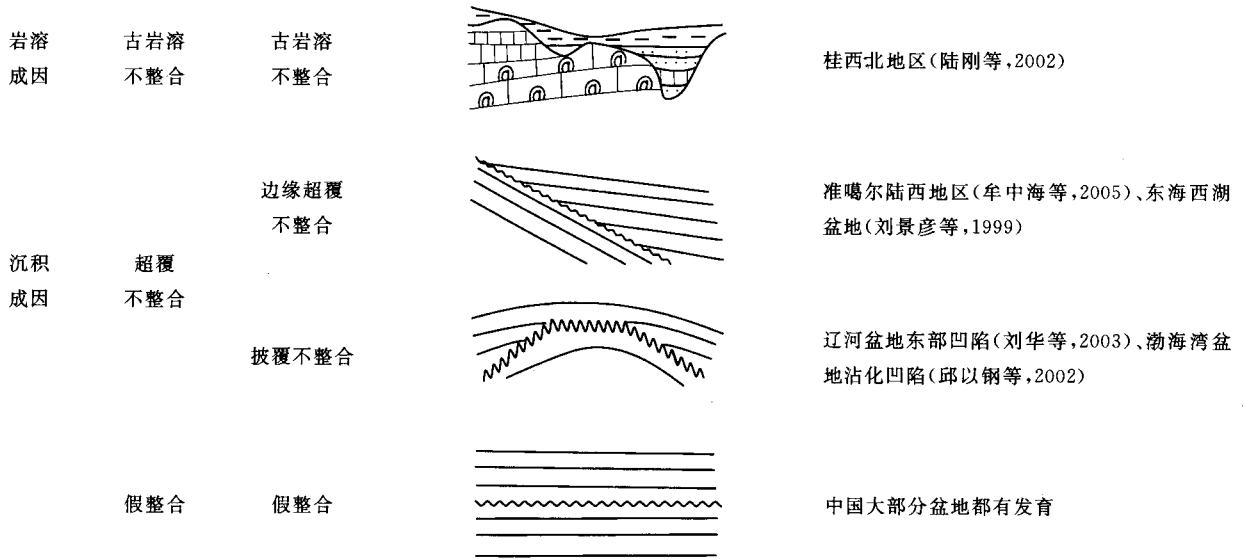
沉积作用控制了不整合上覆地层的形态,构造作用控制了不整合下伏地层的特征。任何不整合都受到沉积和构造作用的双重控制,都是复合成因的。因而新的分类没有单独分出复合型不整合。根据不整合的成因机制和不整合形态的主控因素,我们提出了如表 2 所示的分类方案,将不整合分为 7 大类 13 亚类。

表 2 不整合类型划分表

Tab. 2 A classification of unconformities

成因机制	基本类型	亚类	典型剖面	中国典型地区
构造 成因	削截 不整合	单斜不整合		辽河盆地东部凹陷(肖乾华等,2003)、塔北地区(张守安等,1999)
		多期削截 不整合		准噶尔盆地陆梁地区(陈中红等,2002)
		挤压褶曲 不整合		准噶尔盆地北三台地区(曲江秀等,2003)
	褶曲 不整合	逆牵引褶曲 不整合		渤海湾盆地惠民凹陷(杨 勇,2006)①
		断褶不整合		塔里木盆地沙西地区(吴亚军等,1998)
		拱升不整合		渤海湾盆地东营凹陷(杨 勇,2006)①
火山 地震 成因	底辟 不整合	底辟不整合		松辽盆地北部地区(李庶勤等,1997)
		原地震积 不整合		川西、滇西地区(梁定益等,1994)
	震积 不整合	滑来震积 不整合		川西、滇西地区(梁定益等,1994)、渤海湾盆地惠民凹陷(杨 勇,2006)①

① 杨 勇. 2006. 不整合发育特征及其与油气运移成藏关系研究[硕士学位论文]. 东营: 中国石油大学(华东). 26—35



2.1 削截不整合 削截不整合是地质上最为常见的一类不整合,形态表现为上部地层水平或近似水平,下伏地层以一定角度倾斜或为若干期次的倾斜岩层。又可分为:

单斜不整合 特征是上覆地层近似水平,下伏地层与不整合面斜交。它是由于早期沉积的地层大范围发生掀斜,呈单倾形态,风化作用使翘起端遭受剥蚀,后期再次接受沉积而形成的。这类不整合分布最为广泛,在各种类型的盆地内都有发现,并和油气成藏关系紧密,可形成地层不整合遮挡油气藏。

多期削截不整合 是在单斜不整合的基础上形成的,在多次构造作用影响下,经过多期剥蚀,再接受沉积的削截不整合。多期削截不整合代表了较长时间的沉积间断和多期次的构造上升。

2.2 褶曲不整合 不整合面之下为完整的褶曲形态或经过改造后的褶曲形态,根据褶曲成因和形态特点,将褶曲不整合划分为以下几个亚类:

挤压褶曲不整合 由于地层褶皱的侧向挤压力和由两侧相向正断层下掉造成的侧向挤压,形成了挤压背斜,后剥蚀形成挤压褶曲不整合。前者是主要成因,大多发育在西部相对活动的“褶皱区”,是该种不整合的主要类型,如塔里木盆地;后者主要发育在东部断块区,如辽河拗陷。

逆牵引褶曲不整合 逆牵引是同生正断层伴生的一种构造,断层上盘滑落时,上盘断块的旋转导致背斜的形成,后期剥蚀再沉积形成的一类不整合,体现了张性应力背景。不整合面之下,断层上盘为半背斜形态,剥蚀程度弱,下盘为单斜形态,剥蚀程度强。

断褶不整合 断褶不整合是由于断层的冲断或

断层旋转作用,致使上盘地层弯曲隆升或掀斜,出露地表遭受剥蚀,下盘地层或接受沉积或遭受相对上盘而言的轻度剥蚀。断褶不整合仅发育在西部挤压型盆地。断褶不整合是断层和褶曲不整合的集合体,其中的断层发育在不整合形成之前,若为挤压褶曲不整合形成之后再次形成断层,这不能称为断褶不整合。断褶不整合与逆牵引褶曲不整合在形态上具有一定的相似性,但是成因机理和构造特征相差很大。

拱升不整合 塑性地层拱升可形成幅度不大的背斜,在背斜顶部常形成裂隙和小型正断层,因而顶部更易于被风化剥蚀,在东部盆地较为发育。

2.3 底辟不整合 底辟是地下较深的小密度高塑性岩层或岩体在重力作用下向上或刺穿上覆岩层而形成的一种构造。底辟核与围岩形成了不整合接触关系即为底辟不整合。底辟不整合因其特有的刺穿性特点,使其不整合可能成为油气垂向运移的通道,这是其他不整合不具有的特点。

2.4 震积不整合 震积不整合是由于地震作用,形成的一类不整合,因其动力为地震,因而将其划分为构造成因不整合。震积岩是有强烈地震产生的,一般有原地相的地震扰动层与上覆的滑来震积层组成,是“灾变事件岩”的典型代表。

震积岩一般有两个不同特征的岩层组成,一是地震扰动层,一是滑来震积层,地震扰动层与上覆的滑来震积层之间的一规模不等的滑来面,这一滑来面即突发性、瞬时形成于水下的震积不整合面。

滑来震积不整合 只要发生地震并且地震对已经形成的沉积层进行了扰动和改造,就存在震积不整合,在发育滑来震积层的剖面上,震积不整合面自

然的存在于地震扰动层和滑来震积层之间。

原地震积不整合 在不发育滑来震积层的剖面上,震积不整合面应划在地震扰动层和未扰动层之间,尽管两者之间没有明显的界限,但决不能认为地震扰动层中残存的化石代表新形成的震积岩的时代。

2.5 古岩溶不整合 古岩溶不整合面凹凸不平,在台地边缘区较为发育,许多地方古剥蚀面的溶蚀高差较大,形成了明显的古岩溶地貌;在台地内部上、下地层多为似整合接触。古岩溶不整合以负向构造形态为主,起伏高差明显。

2.6 超覆不整合 超覆不整合是指因海(湖)平面上升,后期地层沿古斜坡或古隆起上超沉积而形成的。又分为:

边缘超覆不整合 在盆地边缘的不整合面之上,地层沿古斜坡上超形成的不整合。上覆地层与不整合面斜交,在不整合面上尖灭。

披覆不整合 在古隆起处,海(湖)平面上升,在其上超覆形成的不整合。披覆不整合形态受下覆构造形态控制,一般为环状或楔形,成藏条件极为有利。

2.7 假整合(平行不整合) 指因地壳垂直上升引起的海退使下伏地层遭受剥蚀,再因地壳下降接受新的沉积而形成的。上、下地层产状一致,成藏能力较弱,但可作为运移层。

以上是不整合的常见形式,如上所述,不整合大都受到沉积和构造作用的双重影响,因而对于形态受沉积、构造作用相当的不整合类型,根据需要可进行复合命名,如披覆—褶曲不整合、边缘超覆单斜不整合等。这种因素复合分类又会衍生十几种不整合类型,如果将这些不整合类型列入的话,不符合上述分类原则。

3 新不整合划分方案的意义以及应注意的问题

3.1 新的不整合划分方案的意义

新不整合划分方案考虑了最新的地质学进展,吸收了许多有益成果,如扩充了震积不整合类型,重新对这种不整合形态进行科学的解释,使不整合类型划分得到了很大的完善。针对碳酸盐岩地区的不整合特点,强调了古岩溶不整合这一类型,使分类方法具有更广泛的适用性。

我国盆地类型多样,在形成机制和形态特点上具有很大差异,亚类型的划分体现了盆地差异,褶曲不整合的划分就是在对东、西部盆地形成的力学性质充分把握的基础上进行的,研究表明,挤压褶曲不整合、拱升不整合等不同力学作用下形成的不整合,

在对油气运移的控制作用上存在着很大差异,细致划分具有很强的实用性。

另外,新类型划分将断褶不整合并入褶曲不整合之中,因为断褶不整合是在挤压作用下形成断裂,后期形成不整合,是褶曲不整合的一种强烈的表现形式,是断裂与不整合共同作用的结果。

3.2 不整合划分应注意的问题 不整合类型没有绝对界限。单斜不整合与多期削截不整合体现了不整合下伏地层遭受剥蚀程度和期次的多寡。但是在实际地层中构造运动对地层的改造作用由弱到强是一个渐进的过程,强弱程度也是一个相对量,这使识别过程很难找到明显的界面,因而要根据实际需要进行界定。另外如挤压褶曲不整合一般也会由于挤压作用产生一定数量的断层,趋近于断褶不整合。此时,就要根据断层级别和断层在上、下盘地层剥蚀差异中所起到的作用来将其归类。如果断层规模大,造成上盘地层遭受剥蚀量明显增加,则应归为断褶不整合,否则就归为挤压褶曲不整合。

不整合类型具有共生性。如褶曲不整合下伏地层为背斜形态,向两侧延伸到一定距离之后,所受构造改造较少,逐渐演化为单斜不整合形态,继续延伸至盆地深部,地层趋于平缓,为假整合(平行不整合)。因而许多不整合形态是共生、共存的。

不整合类型具有方向性。众所周知,不整合是三维立体结构,识别一般以三维地震数据体作为主要依据。我们在研究中发现,同一不整合通过不同的方向观察,被划分为不同的类型。如褶曲不整合下伏地层呈箱形背斜时,在横测线上是背斜形态,为褶曲不整合,在纵侧线上则为单斜不整合,因而不整合识别需要综合考虑。

参 考 文 献

- 艾华国,兰林英,张克银,吴亚军. 1996. 塔里木盆地前石炭系顶面不整合特征及其控油作用. 石油实验地质, 18(1): 1—12
- 陈中红,查明,吴孔友,张年富,张越迁. 2002. 陆梁隆起白垩系底部不整合面特征与油气运聚. 新疆石油地质, 23(4): 283—285
- 邓自强,林玉石,张美良,刘功余. 1994. 略论古岩溶不整合——以广西阳朔白沙堡晚白垩世岩溶为例. 广西地质, 7(2): 61—70
- 李国玉. 2005. 新编世界含油气盆地地图集世界含油气盆地图集(上册). 北京:石油工业出版社. 1—10
- 李庶勤,牛克智,刘淑慧. 1997. 松辽盆地北部深层气藏类型及形成条件分析. 大庆石油地质与开发, 16(4): 1—5
- 梁定益,聂泽同,宋志敏. 1994. 再论震积岩与震积不整合. 地球科学——中国地质大学学报, 19(6): 845—850
- 刘景彦,林畅松,肖建新,陈志勇,姜亮. 1999. 东海西湖凹陷第三系主要不整合面的特征、剥蚀量的分布及其意义. 现代地质,

- 13(4): 432—438
- 刘 华,吴智平,张立昌,查 明. 2003. 辽河盆地东部凹陷北部地区 Es1+2/Es3 不整合面与油气运聚的关系. *石油大学学报*, 27(6): 8—11
- 陆 刚,韦文林,张 能,胡贵昂,李文强. 2002. 桂西北上二叠统及下三叠统古岩溶不整合. *南方国土资源*, 15(4): 5—10
- 陆克政. 1980. 关于不整合的分类和含油气盆地不整合的分布. *华东石油学院学报*, (3): 10—18
- 陆克政. 1996. 构造地质学教程. 北京: 石油大学出版社. 13—14
- 牟中海,何 琰,唐 勇,陈世加,浦世照,赵卫军. 2005. 准噶尔盆地陆西地区不整合与油气成藏的关系. *石油学报*, 26(3): 16—20
- 潘钟祥. 1983. 不整合对于油气运聚的重要性. *石油学报*, 4(4): 1—10
- 邱以钢,程日辉,林畅松. 2002. 沾化凹陷下第三系不整合类型及其地质意义. *吉林大学学报(地球科学版)*, 32(2): 146—150
- 曲江秀,查 明,田 辉,石新璞,胡 平. 2003. 准噶尔盆地北三台地区不整合与油气成藏. *新疆石油地质*, 24(5): 386—388
- 吴亚军,张守安,艾华国. 1998. 塔里木盆地不整合类型及其与油气藏的关系. *新疆石油地质*, 19(2): 101—106
- 肖乾华,李美俊,彭苏萍,刘计国. 2003. 辽河东部凹陷北部不整合类型及油气成藏规律. *石油勘探与开发*, 30(2): 43—45
- 尹赞勋. 1978. 地层规范存在的问题. *地层学杂志*, 2(1): 322—330
- 周瑶琪,陆永潮,李思田,王鸿祯. 1997. 间断面缺失时间的计算问题——以贵州紫云上二叠统台地边缘礁剖面为例. *地质学报*, 71(1): 7—17
- 查 明,张一伟,邱楠生. 2003. 油气成藏条件及主要控制因素. 北京: 石油工业出版社. 80—96
- 张克银,艾华国,兰林英. 1996. 碳酸盐岩顶部不整合面结构层及控油意义. *石油勘探与开发*, 23(5): 16—19
- 张守安,吴亚军,余晓宇,冯昌寿. 1999. 塔里木盆地不整合油气藏的成藏条件及分布规律. *新疆石油地质*, 20(2): 15—18
- Ai Hua-guo, Lin Lan-ying, Zhang Ke-ying & Wu Ya-jun. 1996. The characteristics of the unconformity on the top of precarboniferous and its constraints on oil/gas behavior in Tarim Basin. *Experimental Petroleum Geology*, 18(1): 1—12
- Bates R L & Jackson J A. 1980. Glossary of geology. Falls Church. *American Geological Institute*, 745—747
- Chenoweth P A. 1972. Unconformity trap. *AAPG Bulletin*, 56(3): 42—46
- Chen Zhong-hong, Zha Ming, Wu Kong-you, Zhang Nian-fu & Zhang Yue-qian. 2002. Relationship between hydrocarbon migration-accumulation and unconformity at Cretaceous bottom of Luliang up-lift in Junggar Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 23(4): 283—285
- Crowder R K. 1990. Permian and Triassic sedimentation in the northeastern Brooks Range, Alaska. Deposition of the Sadlerochit Group. *AAPG Bulletin*, 74(9): 1351—1370
- Deng Zi-qi, Lin Yu-shi, Zhang Mei-liang & Liu Gong-yu. 1994. Preliminary discussion on palaeokarst unconformity—Illustrated by Late Cretaceous Karst in Baishabao, Yangshuo County, Guangxi. *Guangxi Geology*, 7(2): 61—70
- Hopkins J C. 1999. Characterization of reservoir lithologies within subunconformity pools; Pekisko Formation, Medicine River field, Alberta, Canada. *AAPG Bulletin*, 83(11): 1855—1870
- Hutton J. 1788. Theory of the earth, or an investigation of the laws observable in composition, dissolution and restoration of land upon the globe. *Royal Society Edinburgh Transactional*. 109—304
- Li Guo-yu. 2005. New atlas of world oil and gas basins. Beijing: Petroleum Industry Press. 1—10
- Li Shu-qin, Niu Ke-zhi & Liu Shu-hui. 1997. A discussion on type and formation of deep gas reservoir in northern Songliao Basin. *Petroleum Geology and Oil Field Development in Daqing*, 16(4): 1—5
- Liang Ding-yi, Nie Ze-tong & Song Zhi-min. 1994. A restudy on seismite and seismo-unconformity: taking western Sichuan and western Yunnan as an example. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 19(6): 845—850
- Liu Jing-yan, Lin Chang-song, Xiao Jian-xin, Chen Zhi-yong & Jiang Liang. 1999. Characteristics and erosions of the major Tertiary unconformities and their significance to petroleum exploration in the Xihu Trough, the East China Sea. *Geoscience*, 13(4): 432—438
- Liu Hua, Wu Zhi-ping, Zhang Li-chang & Zha Ming. 2003. relationship of unconformity of Es(1+2)/Es3 in northern region of east depression in Liaohe Basin with hydrocarbon migration and accumulation. *Journal of the University of Petroleum, China*, 27(6): 8—11
- Lu Gang, Wei Wen-lin, Zhang Neng, Hu Gui-ang & Li Wen-qiang. 2002. paleokarst unconformity of Late Permian and Early Triassic in northwestern Guangxi. *Guangxi Geology*, 15(4): 5—10
- Lu Ke-zheng. 1980. On classification of unconformities and their distribution in oil-bearing basin. *Journal of the University of Petroleum, China*, (3): 10—18
- Lu Ke-zheng. 1996. Structure geology. Dongying: China University of Petroleum Press. 13—14
- Martinsen O J, Martinsen R S & Steidtmann J R. 1993. Mesaverde Group (Upper Cretaceous), southeastern Wyoming: allostратigraphy versus sequence stratigraphy in a tectonically active area. *AAPG Bulletin*, 77(8): 1351—1373
- Mu Zhong-hai, He Yan, Tang Yong, Chen Shi-jia, Pu Shi-zhao & Zhao Wei-jun. 2005. Relation of unconformity with hydrocarbon accumulation in Luxi area of Junggar Basin. *Acta Petrolei Sinica*, 26(3): 16—20
- Pan Zhong-xiang. 1983. Significance of unconformity to oil and gas migration and accumulation. *Acta Petrolei Sinica*, 4(4): 1—10
- Qiu Yi-gang, Cheng Ri-hui & Lin Chang-song. 2002. Unconformity types of the Lower Tertiary and their geological significance in Zhanhua Trough. *Journal of Changchun University of Science and Technology*, 32(2): 146—150
- Qu Jiang-xiu, Zha Ming, Tian Hui, Shi Xin-pu & Hu Ping. 2003. Unconformities and hydrocarbon accumulation in Beisantai Area, Junggar Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, 24(5): 386—388
- Saller A, Budd D A & Harris P M. 1994. Unconformities and po-

- rosity development in carbonate strata; Ideas from a Hedberg Conference. *AAPG Bulletin*, **78**(6): 857—872
- Vanarsdale R B & Schweig E S. 1990. Subsurface structure of the eastern Arkoma Basin. *AAPG Bulletin*, **74**(7): 1030—1037
- Wu Ya-jun, Zhang Shou-an & Ai Hua-guo. 1998. The Unconformity types and their relations with oil/gas reservoirs in Tarim Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, **19**(2): 101—106
- Xiao Qian-hua, Li Mei-jun, Peng Su-ping & Liu Ji-guo. 2003. Unconformity types and the relationship of unconformity and hydrocarbon accumulation. *Petroleum Exploration and Development*, **30**(2): 43—45
- Yin T H. 1978. Some remarks on the revision of the Stratigraphic Code. *Journal of Stratigraphy*, **2**(1): 322—330
- Zha Ming, Zhang Yi-wei & Qiu Nan-sheng. 2003. Conditions and key controlling factors for oil/gas accumulation. Beijing: Petroleum Industry Press. 1—10
- Zhang Ke-yin, Ai Guo-hua & Wu Ya-jun. 1996. Characteristics and oil-controlling significance of unconformity structure layer on top of carbonate rock. *Petroleum Exploration and Development*, **23**(5): 16—19
- Zhang Shou-an, Wu Ya-jun, She Xiao-yu & Feng Chang-shou. 1999. Condition and trend for formation of unconformity reservoir in Tarim Basin. *Xinjiang Petroleum Geology*, **20**(2): 15—18
- Zhou Yao-qi, Lu Yong-chao, Li Si-tian & Wang Hong-zhen. 1997. The missing time calculation of the hiatus surface—A case study of the Upper Permian reefs section at the platform margin, Ziyun, Guizhou. *Acta Geologica Sinica*, **71**(1): 7—17

TYPES OF UNCONFORMITIES AND THEIR CLASSIFICATION

YANG Yong¹⁾²⁾³⁾, ZHA Ming³⁾, HONG Tai-yuan¹⁾²⁾⁴⁾ and LIU Guan-de⁵⁾

1) West Branch of Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Urumqi, 830011;

2) Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing, 100083;

3) China University of Petroleum, Dongying, 257061; 4) China University of Petroleum, Beijing, 102249;

5) Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, 510640

Abstract This paper summarizes different types of unconformities, their characteristics, and their origins. According to their origins and factors controlling their development, they can be divided into seven types: truncation unconformity, fold unconformity, diapirism unconformity, seismic unconformity, palaeokarst unconformity, overlap unconformity, and parallel unconformity. The types can be further subdivided to thirteen subtypes. The new classification considers recent developments and removes redundant types in order to make this classification more efficient and applicable.

Key words unconformity, research progress, new classification, contact relationship