



层序地层学基础

Basis of Sequence Stratigraphy

——2009年本科生

陈开远

Tel: 010-82320506, E-mail: ddcky@163.com



层序地层学基础

序：层序地层学发展历史概况

第一部分 地震地层学基础

- ♣ 层序地层学的基础、来源与支撑学科

第二部分 层序地层学基础

- ♣ 层序地层学的基本理论和关键性定义
- ♣ 钻井、地震资料的层序地层学解释方法

地震地层学

- 序言
- 第一章 地震层序分析
- 第二章 海面升降变化分析
- 第三章 地震相分析
- 第四章 层序地层学概论
- 第五章 地震速度分析
- 第六章 三维地震解释概论
- 第七章 地震油气检测技术



实习

复习



层序地层学基础

第一部分 地震地层学基础

♣ 层序地层学的基础、来源与支撑学科

➤ 第一章 地震层序分析

第一章 地震层序分析

Seismic Sequence Analysis

- 地震反射的地质意义
- 地震层序的定义
- 地震层序划分的标志
- 地震层序划分标志的地质意义

第一章 地震层序分析


Seismic Sequence Analysis

- 🔓 地震反射的地质意义
- 🔒 地震层序的定义
- 🔒 地震层序划分的标志
- 🔒 地震层序划分标志的地质意义

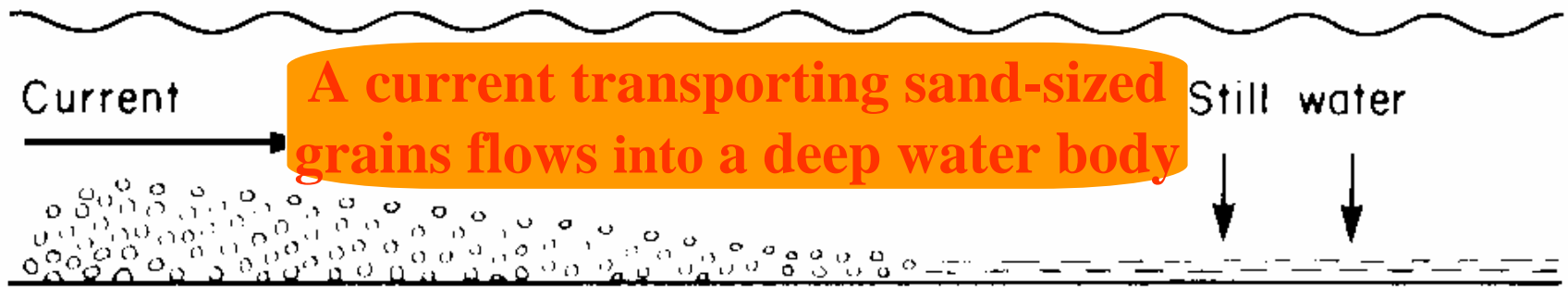


地震反射的地质意义

地震反射界面的地质意义

- 这是每个地震解释人员必须掌握的原则：
-  地震反射界面基本上是追随地层沉积表面的年代地层界面，而不是岩性地层界面。
- 对于这一基本概念可以从理论上解释为：只有沉积表面(包括不整合面)是空间中连续的具有波阻抗差的界面。因此，只有它才能构成连续的反射。

地震反射界面的地质意义



(a)

The resulting sedimentary unit



(b)

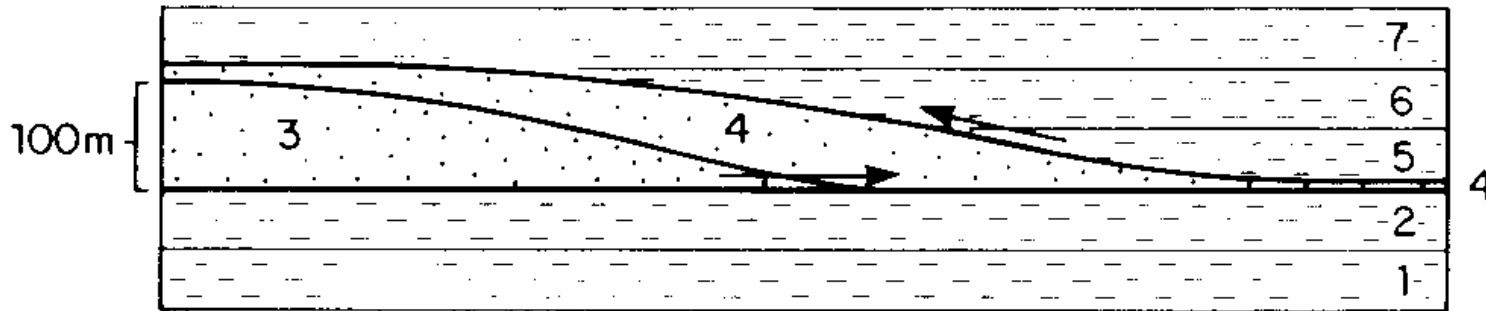
- 砂泥岩沉积间的形态关系

Fundamental shape relationships between deposits of sand-sized and clay-sized grains

地震反射界面的地质意义

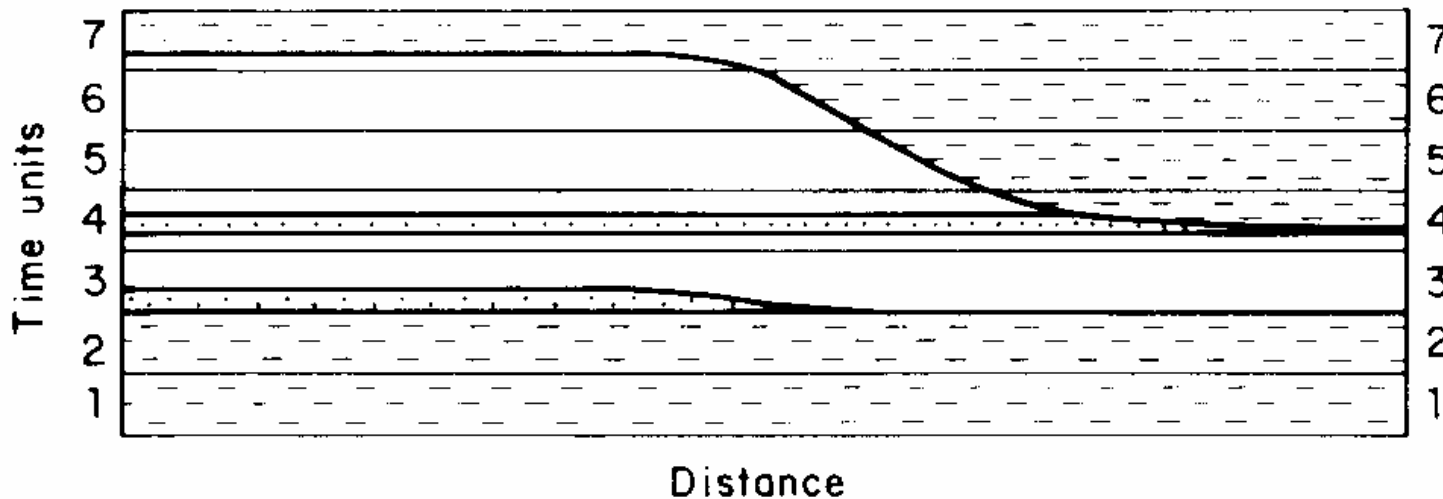
- 虽然由于沉积环境、物质来源的变化，这个界面上的波阻抗差在空间上有所变化，但这些变化只影响反射强度(振幅)和连续性的变化，不会影响它的延续性。
- 反之，岩性地层界面在客观上是指状交互的、不连续的、不平整的、人为对比画出的界面，客观现实中不存在完整、连续平滑的岩性地层界面。

地震反射界面的地质意义



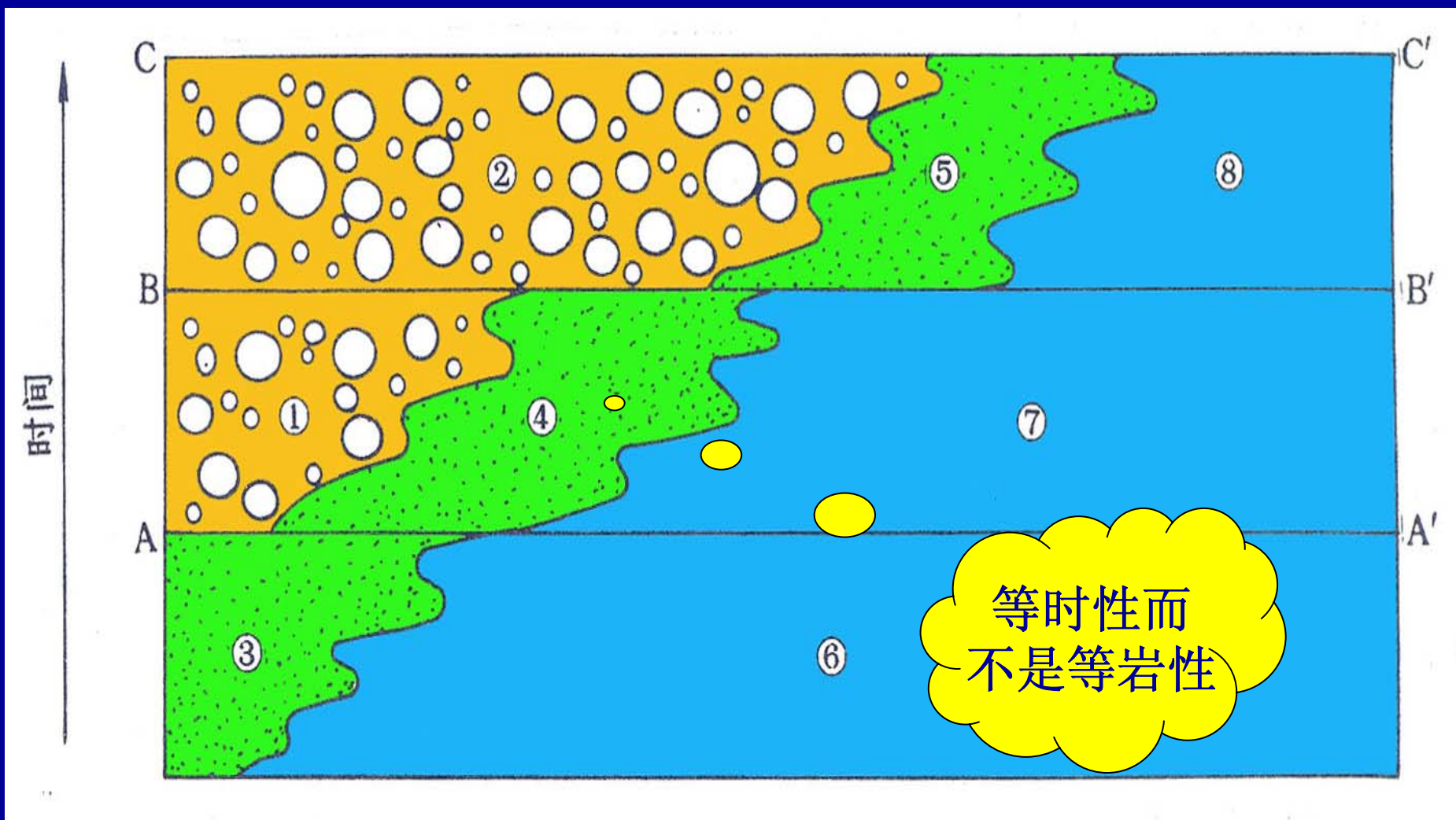
→ Increase gap

(a) Lithological sequence



(b) Time / Lithological section

**Inferred
time
relation-
ships
between
sand-
and clay-
sized
grain
deposits**



以剥蚀或无沉积界面为基础的等时性地层对比

地震反射的地质意义

✦基本平行等时界面——层面或不整合面，以及少量流体界面。

注意分辨率限制



第一章 地震层序分析

Seismic Sequence Analysis

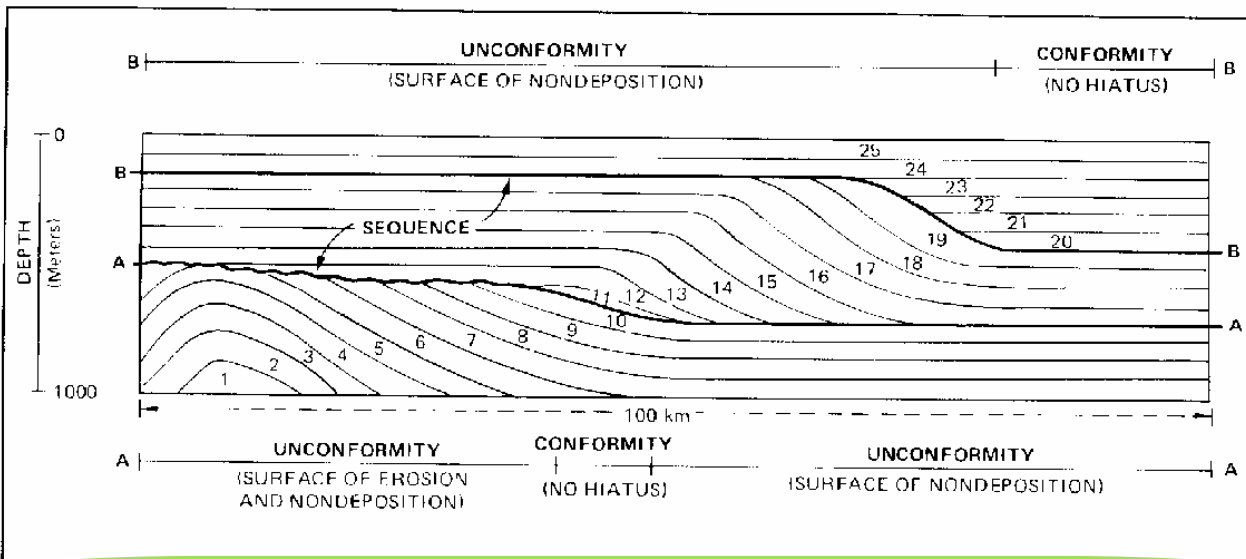
- 🔓 地震反射的地质意义
- 🔓 地震层序的定义
- 🔓 地震层序划分的标志
- 🔓 地震层序划分标志的地质意义

地震层序的定义

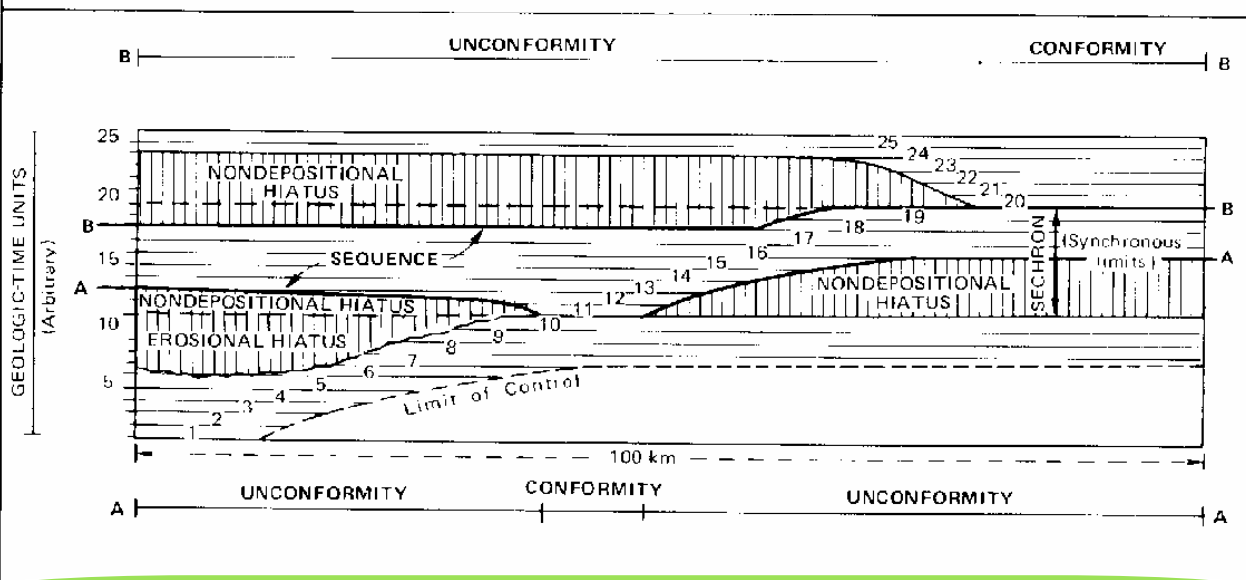
The Definition of Seismic Sequence

- ★ 地震层序是在地震剖面中划分（或鉴别）出的沉积层序
- ★ **A seismic sequence is a depositional sequence identified on a seismic section.**

地震层序的定义 The Definition of Seismic Sequence

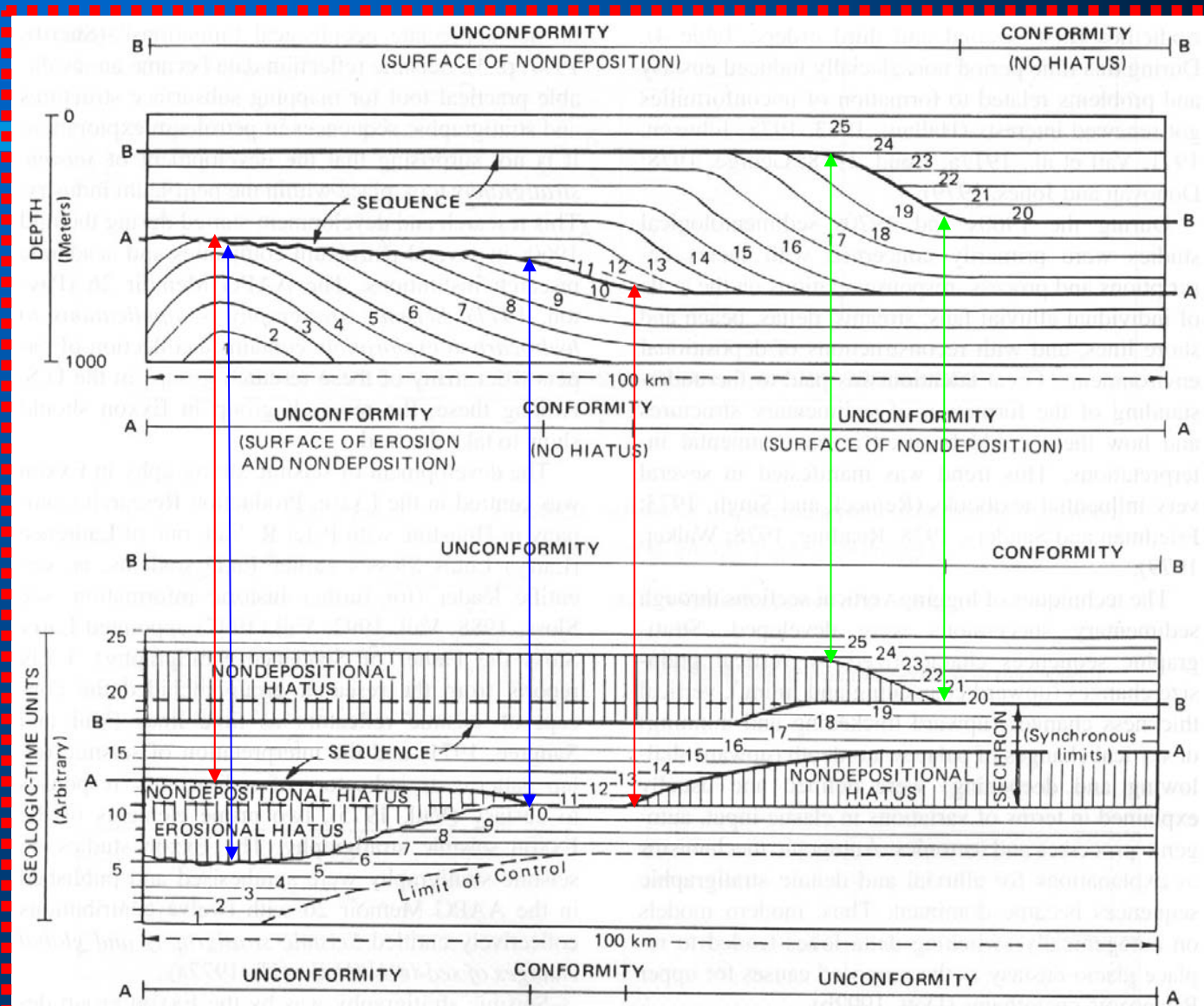


Generalized Stratigraphic Section of a Sequence



Its Generalized Chronostratigraphic Section

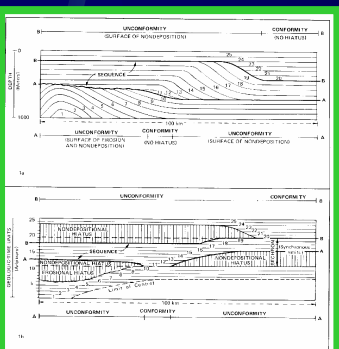
地震层序(Vail和Mitchum,1977)



层序的定义





The Definition of Sequence

- ★ **层序**——一套相对整齐的、成因上有联系的、其顶和底面以不整合面或者与这些不整合面可以对比的整合面为界的地层(Vail, 1977)。
- ★ **Sequence:** A relatively conformable succession of genetically related strata bounded at its top and base by unconformities and their correlative conformities (P.R.Vail et. al,



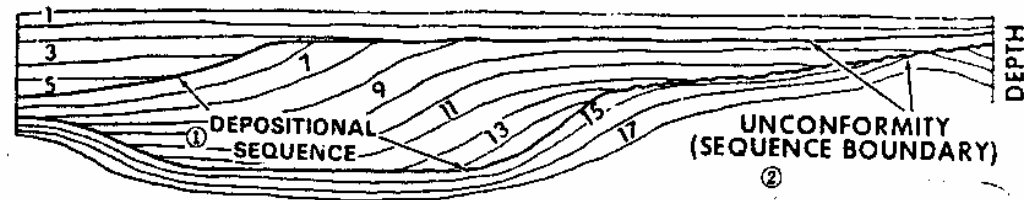
第一章 地震层序分析

Seismic Sequence Analysis

-  地震反射的地质意义
-  地震层序的定义
-  地震层序划分的标志
-  地震层序划分标志的地质意义

地震层序划分的标志

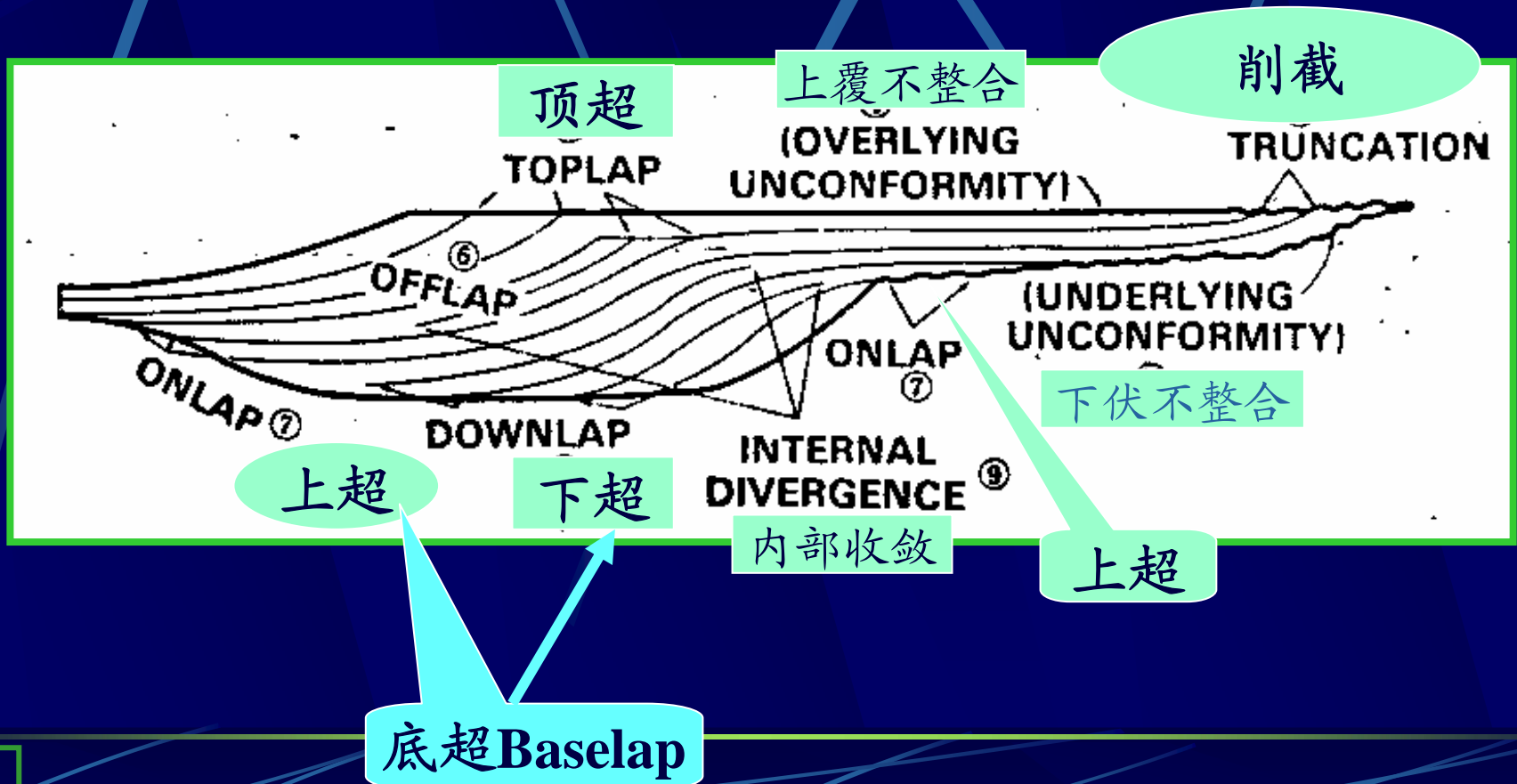
- 地震地层学应用地震反射波的终止（消失 **Termination**）现象划分地震层序 (**Seismic Sequence**)。
- 根据地质事件在地震剖面上的响应特征 (**Reflection Character**)，可将地震反射的终止现象划分为协调（整一 **concordance**）关系和**不协调(不整一 discordance)**关系二种类型。



地震层序划分的标志

- 协调关系相当于地质上的整合(**Conformity**)接触关系, 不协调关系相当于地质上的不整合(**Unconformity**)接触关系。
- 他们又根据反射终止的方式区别为削截(**削蚀Truncation**)、顶超(**Toplap**)、上超(**Onlap**)和下超(**Downlap**)4种类型。

Seismic Stratigraphic Reflection Termination within Idealized Seismic Sequence



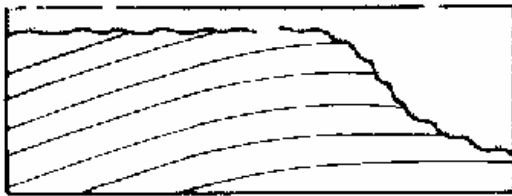
Relations of Strata to Sequence Boundaries

Concordant relations may be seen at the upper or lower boundary of a depositional sequence. The concordant may be recognized as *parallelism* of a stratum to an initially horizontal, inclined, or uneven surface.

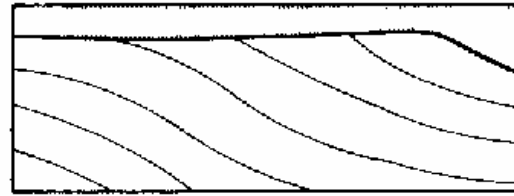
Discordant is the main physical criterion used in the determination of sequence boundaries. The type of discordant relation is *the best indicator* of whether an unconformity results from erosion or nondeposition.

Relations of Strata to Boundaries of Depositional Sequence

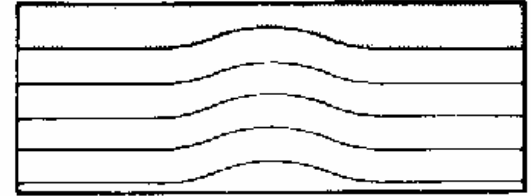
UPPER BOUNDARY



1. EROSIONAL TRUNCATION



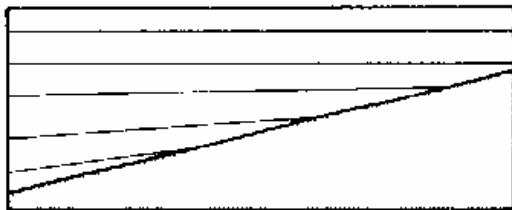
2. TOPLAP



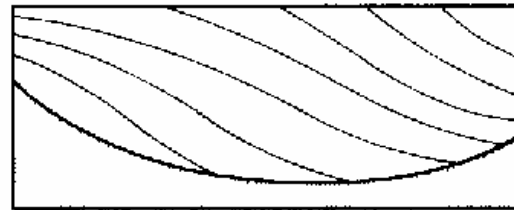
3. CONCORDANCE

A.

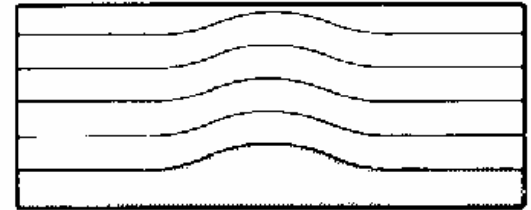
LOWER BOUNDARY



1. ONLAP



DOWNLAP



3. CONCORDANCE

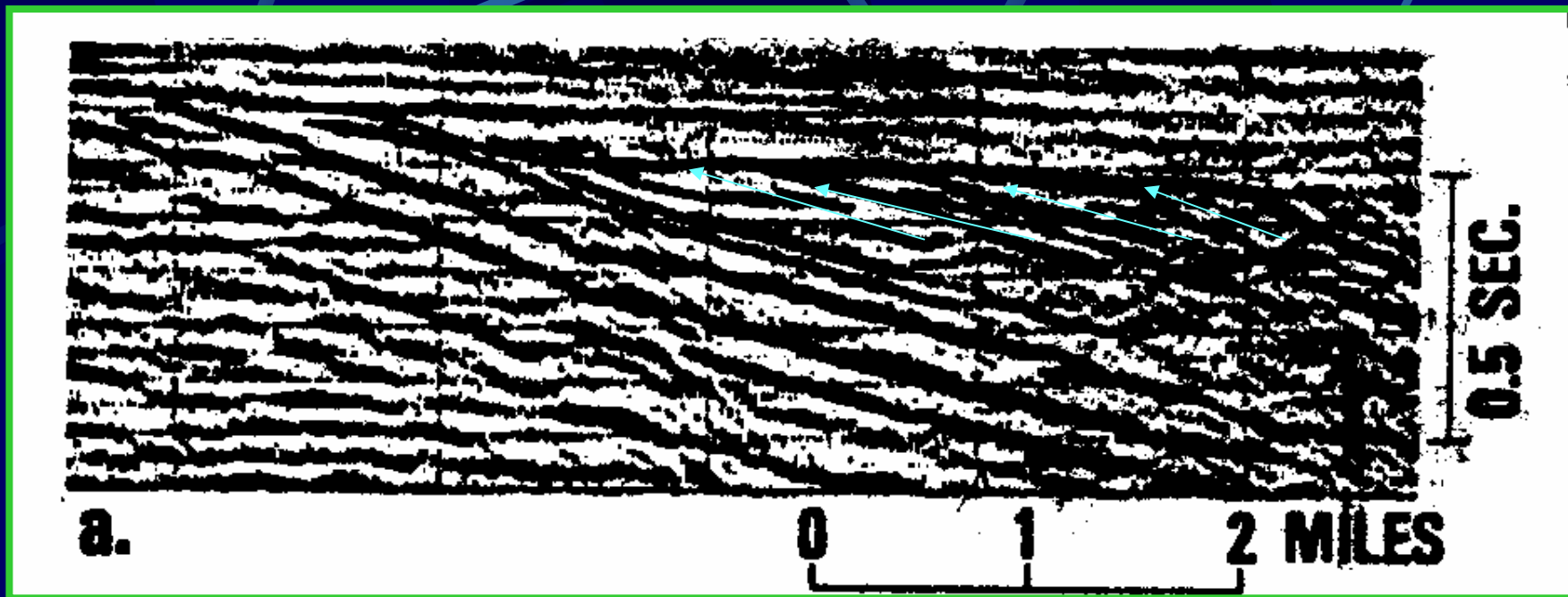
Baselap

第一章 地震层序分析

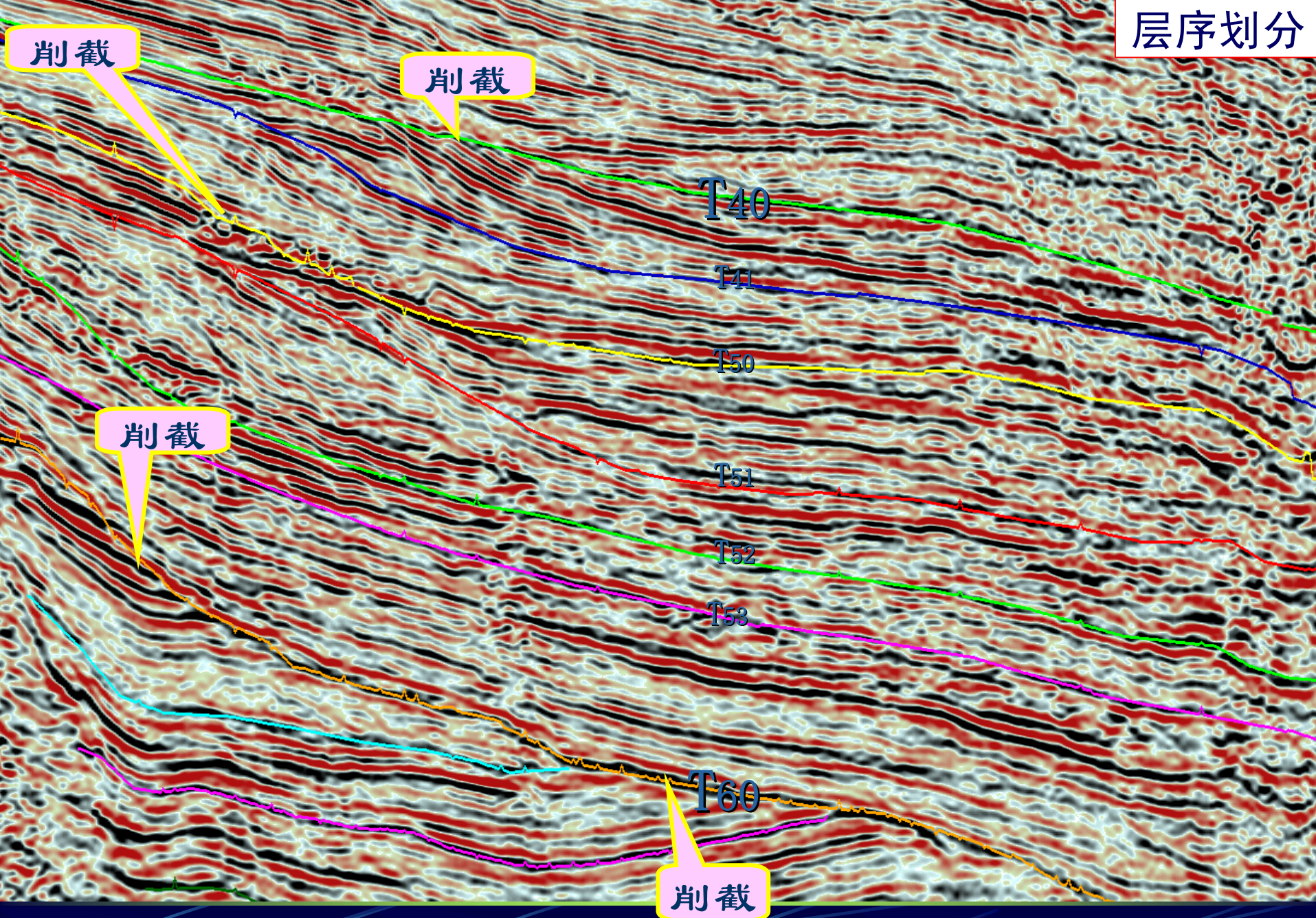
Seismic Sequence Analysis

- 🔓 地震反射的地质意义
- 🔓 地震层序的定义
- 🔓 地震层序划分的标志
- 🔓 地震层序划分标志的地质意义

地震层序的划分标志 削截（削蚀）

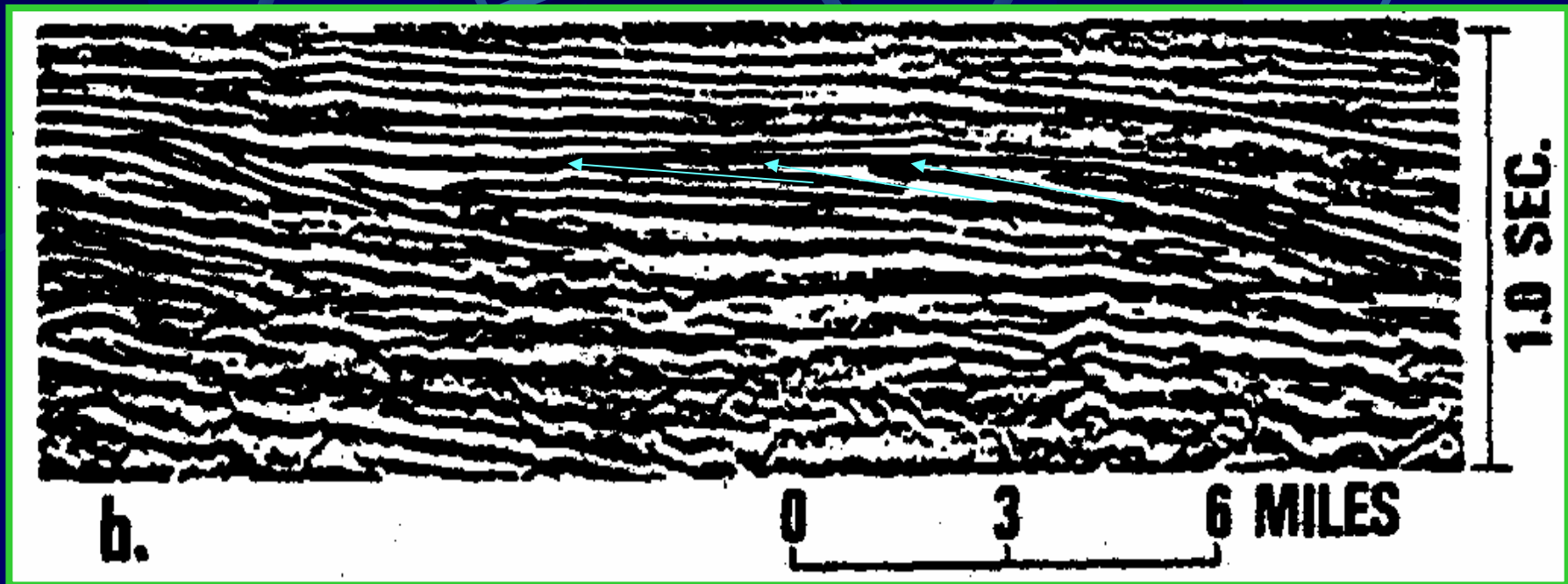


- 一种层序顶部的反射终止特征，既可以是下伏倾斜地层的顶部与上覆水平地层间的反射，也可以是水平地层的顶部与上覆地层沉积初期侵蚀河床底面间的终止。
- 代表了侵蚀作用，说明在下伏地层沉积之后，经过强烈的构造运动或者强烈的切割侵蚀。

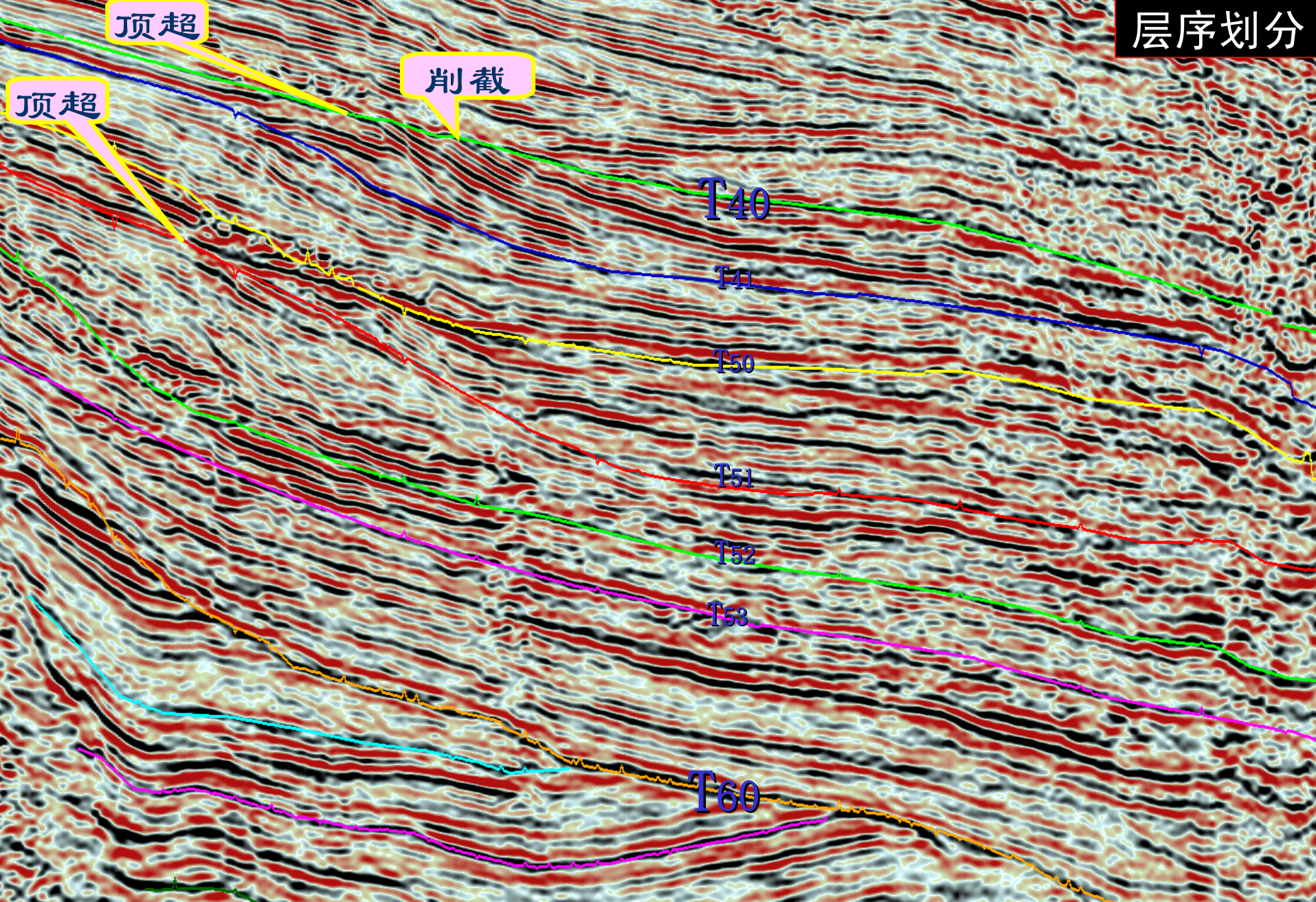


琼东南盆地陵水凹陷坡折带的地震层序分析——削截、上超等

地震层序的划分标志 顶超



- 下伏原始倾斜层序的顶部与由无沉积作用的上界面形成的终止现象。它通过以很小的角度，逐步收敛于上覆层底面反射上。
- 这种现象在地质上代表一种时间不长的、与沉积作用差不多同时发生的过路冲蚀现象。

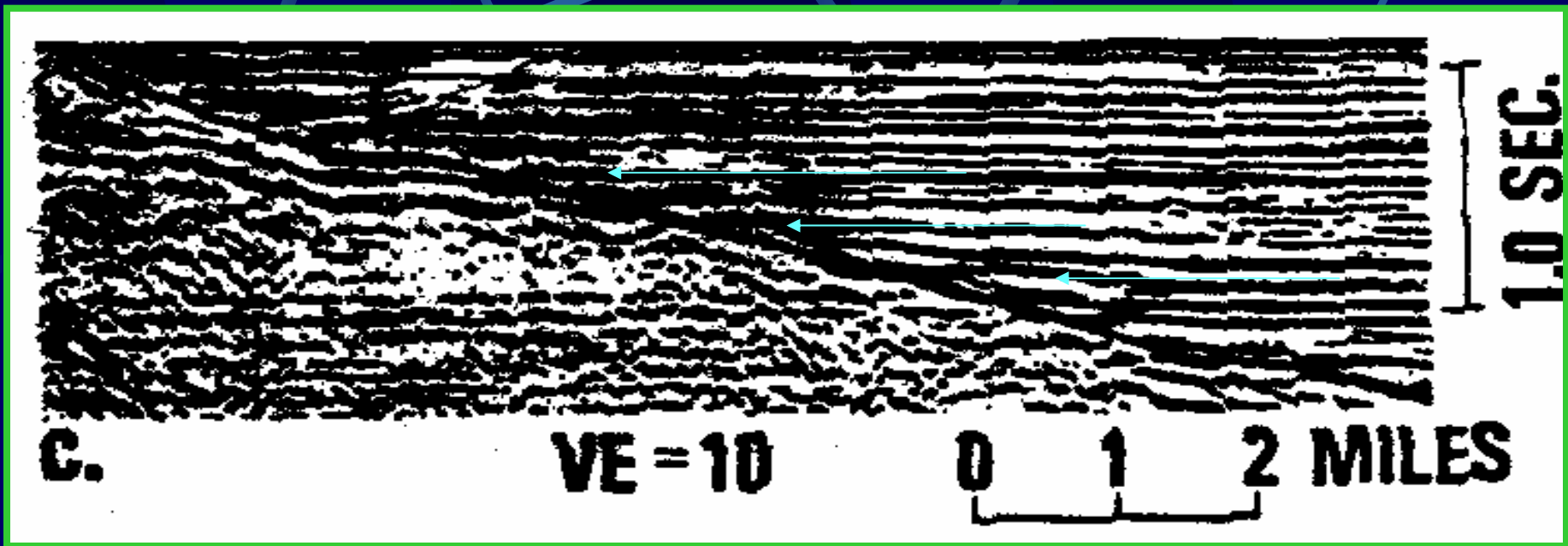


琼东南盆地陵水凹陷坡折带的地震层序分析——削截、上超等

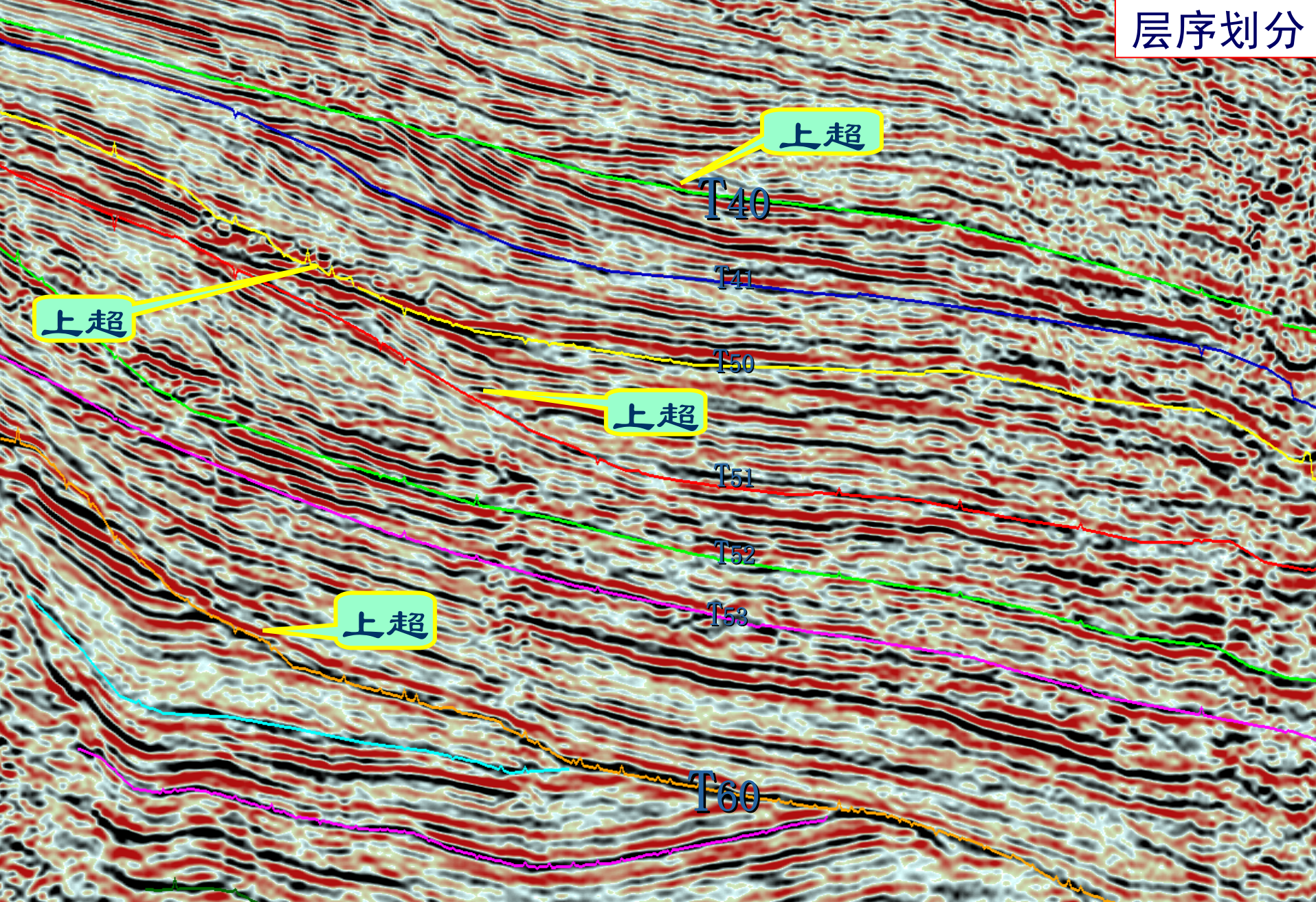
层序顶部接触关系

- 顶超与削蚀均属地层或与层序单元上界面的反射终端消失特征。
- 顶超与削蚀的区别之一在于它只出现在三角洲、扇三角洲沉积的顶积层发育地区。
- 削蚀多发育于构造活动较强烈地区。

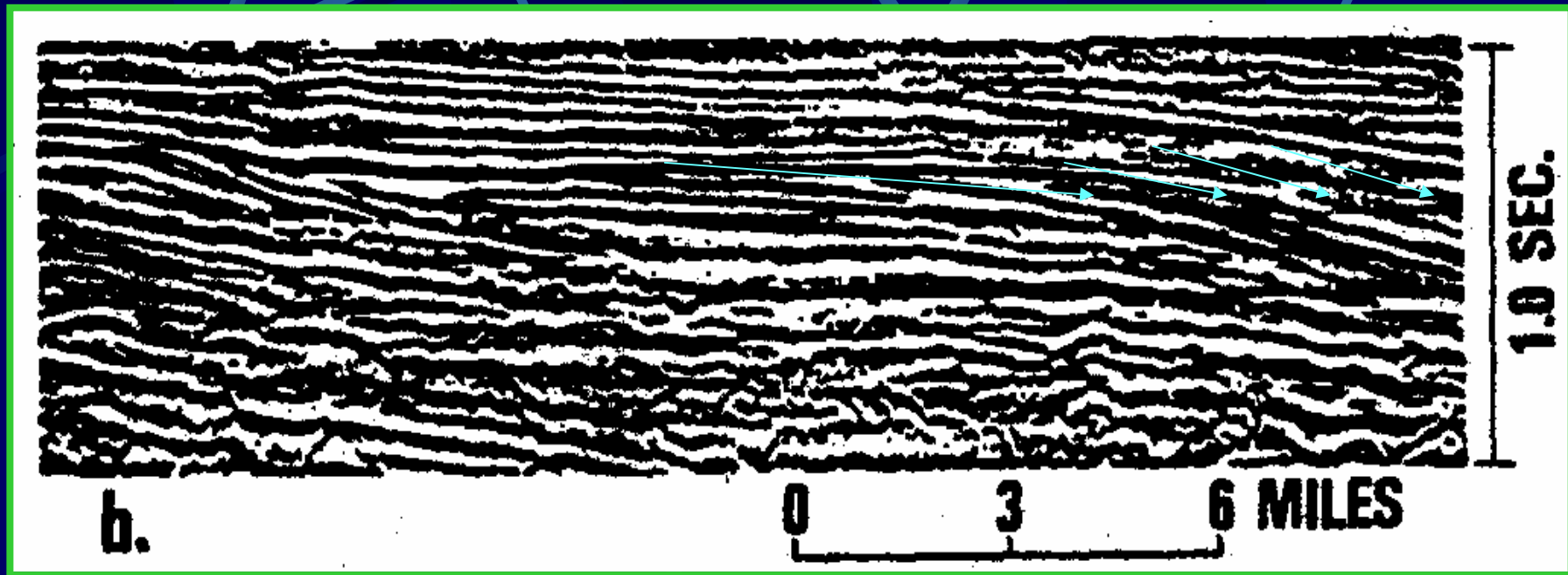
地震层序的划分标志 上超



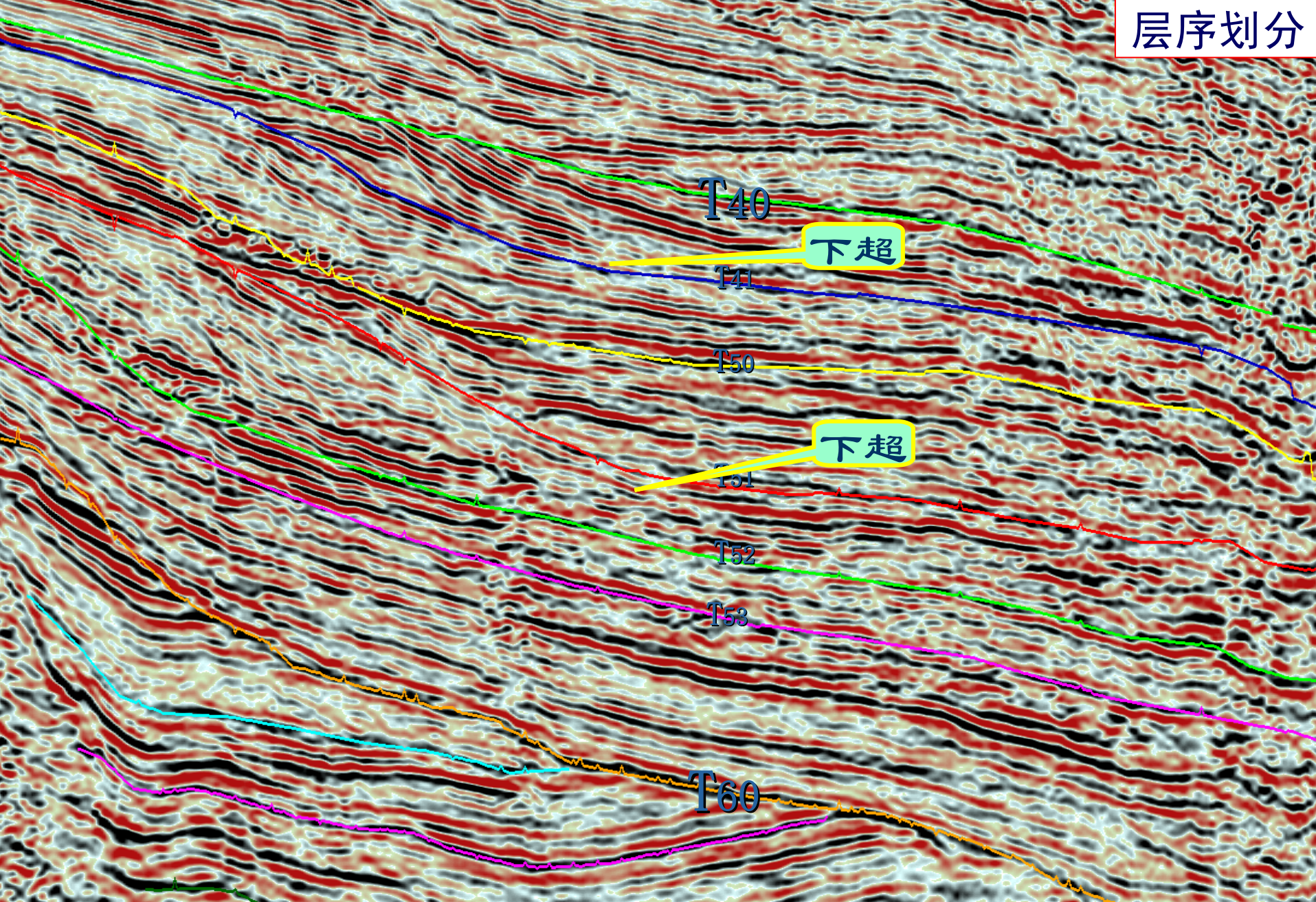
- 层序底部逆原始倾斜面逐层终止。它表示在水域不断扩大情况下逐层超覆的沉积现象。根据距离物源远近，上超又可以分为近端上超和远端上超。靠近物源称近端上超，远离物源称远端上超。
- 只有当盆地比较小而物源供应充分时，沉积物才可能越过凹陷中心而达到彼岸，形成远端上超。



地震层序的划分标志 下超



- 层序底部顺原始倾斜面，向下倾方向终止。
- 下超表示一股携带沉积物的水流在一定方向上的前积作用。

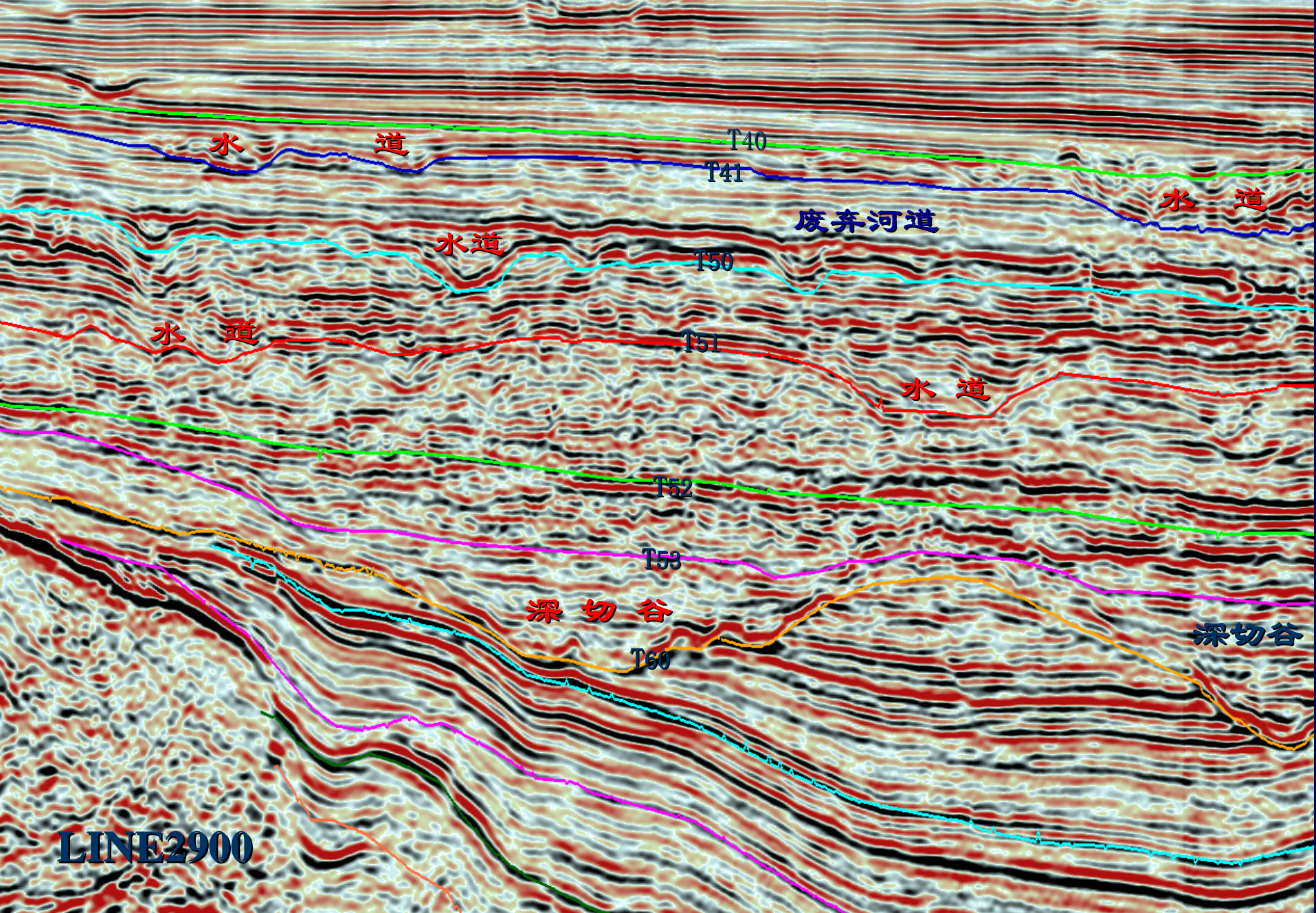


琼东南盆地陵水凹陷坡折带的地震层序分析——下超等

层序底部不整合关系

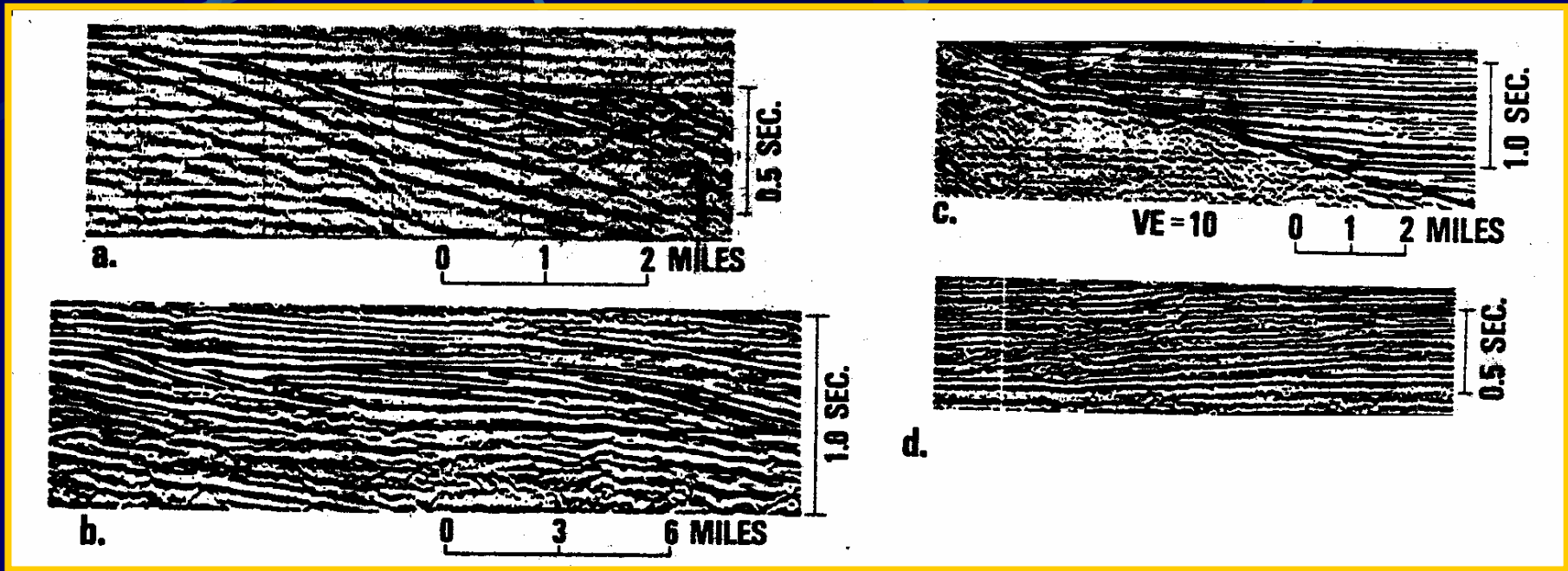
Base-Discordance

- **Onlap** and **downlap** are the two important types of base-discordance—**Baselap**, which is a lapout at the lower boundary of a depositional sequence.
- **上超**与**下超**是地层或与层序单元底部边界的接触关系，当地层受后期构造运动影响而改变原始地层产状时，可统称为“**底超**”。



琼东南盆地凌四区的地震层序界面特征——侵蚀、下切标志

地震层序界面接触关系



The Types of Seismic Reflection Termination

Summary on Top-Discordance (1)

- The distinction between **truncation** and **toplap** is whether the sediments **did** or **did not extend significantly higher than their present situation indicates.**

Summary on Top-Discordance (2)

Toplap implies deposition near the wave base where there was appreciable energy during or shortly after the deposition of the sediments, so that there is reasonable probability that sorting of grain sizes by the wave energy will have occurred.

Truncation, on the other hand, implies that the sedimentary unit formerly extended significantly beyond its present limits-possibly being exposed above the water -and that the top of the unit was removed.

Summary on Base-Discordance (1)

- The distinction between **onlap** and **downlap** is based on the **geometry**, that is, whether the onlapping bed at its termination is **flat to dipping upward** (onlap) or is **dipping downward** (downlap).

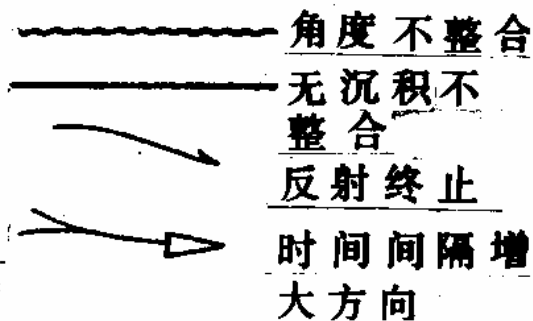
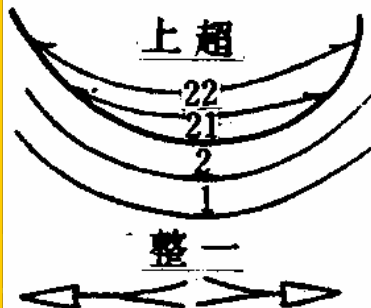
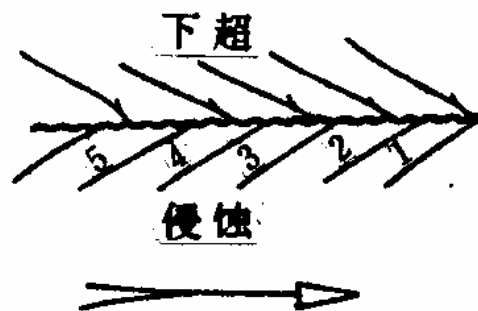
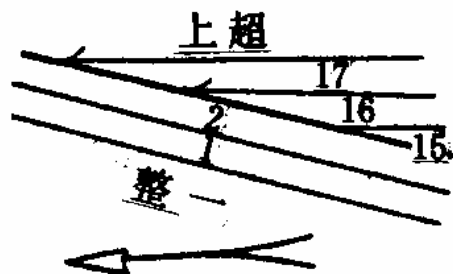
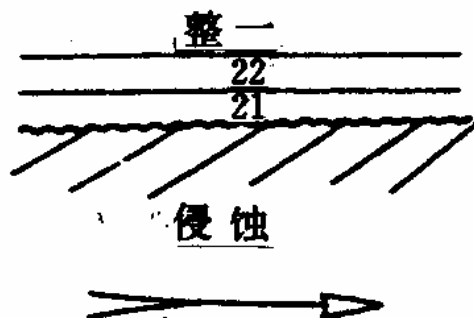
Summary on Base-Discordance (2)

- Sometimes **onlap** relates to those portions of the sequence nearest the **coast** and **downlap** to those portions at the **seaward end** of the unit.

In the case of **onlap**, the distinction implies thinning because there was **not much room for deposition**.

In the case of **downlap**, it implies thinning because there was **not much sediment available**.

地震层序界面 接触关系



地质分层、地震分层与地震层序 分析三种分层方案的区别与关联

地震层序分析小结

地质分层

- 尽管人们从古生物解释方面力求明确地层的分代(时间)界面，但是由于资料获取方面的困难，实际上，除了代、纪、世级的分层外，在细节的分层上，更多的还必须依靠测井资料确定的岩石地层单元。在某些地区或某些地段，它们的穿时现象是十分明显的。不克服这些弱点，将会给油气勘探带来重大影响。

地震分层

- 它的波组划分在多数情况下和主要的地质分层界面一致。
- 然而，有两种情况经常出现：
 - 一是某些地震波组只是明显的层序内部的物理界面，而不是更有地质意义的层序界面(它们有时是不十分明显的)。
 - 一是出于构造解释的要求，采用了不适当的频带宽度和速度以及不适当的处理程序，人为地制造了一些强反射同相轴，这虽然突出了某些同相轴，却压制了更重要的层序界面。

地震层序分析

- 它是根据地震反射终端的消失类型（特征）而提出的分层意见。在多数情况下还延续了地震分层定名，只在个别层段作了适当调整。
- Vail(1977)曾提出过地震层序划分的统一代号并未被国内外地震地层研究工作者广泛采纳，不过这是个发展方向。

地质分层、地震分层与地震层序分析

- 尽管上述3种分层方案应当是能够统一的。然而由于客观地质现象的复杂性，由于地震资料垂向分辨率的限制，以及其它技术上的原因，在目前状况下，要作到完全的统一还有困难。

地质分层、地震分层与地震层序分析

- 地质分层是根据钻井取心的岩性、古生物及其它特征作出的。而更大量的分层是依据测井曲线特征得出的。
- 地震分层是根据地震剖面中的连续相位确定的。它们主要用来进行构造解释。
- 地震层序分析强调的是地震反射终端的消失关系，以其不协调特征作为分层依据。它反映了成因特征，并具等时性。



第一章学习结束，
请继续！

陈开远

Tel: 010-82320506, E-mail: ddcky@163.com