

地震地质学

第一册

王智诒编写

石油工业部石油勘探开发科学研究院研究

10715



00303217

地震地质学

第一册

王智诒编写



200398630



5964/31



石油工业部石油勘探开发研究院研究生部

一九八二年九月

前 言

现代电子技术和数字技术广泛应用于地震勘探的野外资料的采集和室内资料的处理上，因而提高了地震勘探的精度和它解决地质问题的能力。促使地震地质学发展比较快，它是目前一个较新的地质分支。它不但能解决地层和沉积相上的一些重要地质问题，而且还能对生油层、储集层、盖层以及油、气的直接检测等一些关键地质问题提供有意义的资料。那么从这个角度上来讲，以往国内习惯叫“地震地层学”这个名称并不完全反映它的内容。因此本讲义改用地震地质学这个名称，编者认为这个名称可能更合适一些。但也存在一些问题，本讲义没有包括构造方面的内容，编者考虑这部分内容也在一般地震勘探课程中讲过了，因此本讲义没有把这部分内容编进。

本讲义是编者在对我院⁽¹⁾研究生两次讲课的讲稿基础上，加上编者近几年来在工作中的一些阶段成果，以及参考了其他同志的有关研究成果汇集而成。讲义的内容包括利用地震资料来研究地层、沉积相、生油层、储集层、盖层及地质综合解释等方面的内容。按照文献⁽¹⁾的内容应把海平面的相对升降变化关系作为独立一章来写，但编者考虑到海平面的相对升降变化，对于研究海上的地层年代很有实际意义，而对于我国陆相湖盆沉积的地层年代的研究实际意义

⁽¹⁾石油部石油勘探开发科学研究院

可能不大，所以没有把它作为单独一章写，而是把它放到地质解释这一章里的一个独立节来写，而且内容只作一般性的简略介绍。本讲义应与地震地质试验讲义配合使用，有些内容只写在试验讲义里。

因为这是作为一本讲义来写的，所以在内容上显得繁杂一些，想着里强调一些基本知识的讲授，同时也想把目前地震地质学解释中一些较新的内容都尽量写进去，即使这样，肯定在内容上是很不全面的，可能有某些方法目前显得还不够成熟，敬请同志们进行修改和完善。

写这本讲义是初步尝试，内容方面很不完善和很不系统，自知有许多不足之处。例如缺少结合我国陆相湖盆沉积的地震相模式，缺少陆相湖盆沉积的地震相划相的标志和解释方法。同时在章节内容的逻辑排列的顺序上可能有许多不恰当之处。比如说对暗渠层和盖层的具体研究方法，虽然讲了一些，但还很不够。特别是如何运用地震这个手段来勘探隐蔽油气藏的地层解释方法，还讲得很少。总之错误和缺点是不少的，希望同志们多提意见，不断充实内容，尽快总结出我国陆相湖盆沉积地震地质学解释方法的讲义来。

本讲义在编写和编者的一些阶段成果的研究中，得到了我院地质研究所地震组钱绍新、刘麦林、吕牛顿等同志，生油理论研究所李晋超同志，以及新疆石油管理局地调处和大庆石油管理局等同志和单位提供资料和工作上的指导和帮助，在此一并致谢。

目 录

前 言

第一章. 绪论

第一节: 地震地质学的形成

第二节: 地震地质学的主要内容

第三节: 地震地质学与构造地震学的关系

第二章. 地震层序

第一节: 地震地层序的概念

第二节: 地震层序的年代含义

第三节: 地震层序的大小

第四节: 地震层序的界线

第五节: 地震层序界线的地层几何关系

第六节: 地震层序在地层研究中的应用

第三章. 地震相

第一节: 地震相的概念

第二节: 反射参数的定性地质解释

第三节: 地震相单元

第四节: 反射结构及外形

第五节：沉积能量的概念

第六节：反射外形的基本类型

第七节：地震相单元的外部形状类型

第八节：几种主要类型地震相描述

第九节：陆相湖盆碎屑沉积地震地层学解释
上的一些问题

第四章：应用地震资料预测沉积盆地的生油条件

第一节：方法的基本原理

第二节：参数的确定

第三节：地层沉积埋深曲线理论模式

第四节：成熟度时——温指数（TTI）值的
计算方法

第五节：几个地区的成熟度时——温指数的计算实
例及地质效果对比

第六节：成熟度时——温指数（TTI值）在石
油勘探中的应用

第五章：利用地震资料研究储集层和盖层的方法

第一节：沉积岩中地震波传播速度与地层的物
性、岩性关系

第二节：在砂泥岩层系里研究储集层和盖层的方法

第三节：局部岩性体的研究方法

第六章：地震地层学的地质解释程序

第一节：地震层序分析——识别、对比、时代的确定

第二节：地震相分析——识别、作图、地质解释

第三节：海平面相对升降变化关系的研究

主要参考文献

目 录

前 言

第一章. 绪论

第一节: 地震地质学的形成

第二节: 地震地质学的主要内容

第三节: 地震地质学与构造地震学的关系

第二章. 地震层序

第一节: 地震地层序的概念

第二节: 地震层序的年代含义

第三节: 地震层序的大小

第四节: 地震层序的界线

第五节: 地震层序界线的地层几何关系

第六节: 地震层序在地层研究中的应用

第三章. 地震相

第一节: 地震相的概念

第二节: 反射参数的定性地质解释

第三节: 地震相单元

第四节: 反射结构及外形

第五节：沉积能量的概念

第六节：反射外形的基本类型

第七节：地震相单元的外部形状类型

第八节：几种主要类型地震相描述

第九节：陆相湖盆碎屑沉积地震地层学解释
上的一些问题

第四章：应用地震资料预测沉积盆地的生油条件

第一节：方法的基本原理

第二节：参数的确定

第三节：地层沉积史埋深曲线理论模式

第四节：成熟度时——温指数（ $T T I$ ）值的
计算方法

第五节：几个地区的成熟度时——温指数的计算实
例及地质效果对比

第六节：成熟度时——温指数（ $T T I$ 值）在石
油勘探中的应用

第五章：利用地震资料研究储集层和盖层的方法

第一节：沉积岩中地震波传播速度与地层的物
性、岩性关系

第二节：在砂泥岩层系里研究储集层和盖层的方法

第三节：局部岩性体的研究方法

第六章：地震地层学的地质解释程序

第一节：地震层序分析——识别、对比、时代的确定

第二节：地震相分析——识别、作图、地质解释

第三节：海平面相对升降变化关系的研究

主要参考文献

前 言

现代电子技术和数字技术广泛应用于地震勘探的野外资料的采集和室内资料的处理上，因而提高了地震勘探的精度和它解决地质问题的能力。促使地震地质学发展比较快，它是目前一个较新的地质分支。它不但能解决地层和沉积相上的一些重要地质问题，而且还能对生油层、储集层、盖层以及油、气的直接检测等一些关键地质问题提供有意义的资料。那么从这个角度上来讲，以往国内习惯叫“地震地层学”这个名称并不完全反映它的内容。因此本讲义改用地震地质学这个名称，编者认为这个名称可能更合适一些。但也存在一些问题，本讲义没有包括构造方面的内容，编者考虑这部分内容也在一般地震勘探课程中讲过了，因此本讲义没有把这部分内容编进。

本讲义是编者在对我院⁽¹⁾研究生两次讲课的讲稿基础上，加上编者近几年来在工作中的一些阶段成果，以及参考了其他同志的有关研究成果汇集而成。讲义的内容包括利用地震资料来研究地层、沉积相、生油层、储集层、盖层及地质综合解释等方面的内容。按照文献⁽¹⁾的内容应把海平面的相对升降变化关系作为独立一章来写，但编者考虑到海平面的相对升降变化，对于研究海上的地层年代很有实际意义，而对于我国陆相湖盆沉积的地层年代的研究实际意义

⁽¹⁾石油部石油勘探开发科学研究院

可能不大，所以没有把它作为单独一章写，而是把它放到地质解释这一章里的一个独立节来写，而且内容只作一般性的简略介绍。本讲义应与地震地质试验讲义配合使用，有些内容只写在试验讲义里。

因为这是作为一本讲义来写的，所以在内容上显得繁杂一些，想着里强调一些基本知识的讲授，同时也想把目前地震地质学解释中一些较新的内容都尽量写进去，即使这样，肯定在内容上是很不全面的，可能有某些方法目前显得还不够成熟，敬请同志们进行修改和完善。

写这本讲义是初步尝试，内容方面很不完善和很不系统，自知有许多不足之处。例如缺少结合我国陆相湖盆沉积的地震相模式，缺少陆相湖盆沉积的地震相划相的标志和解释方法。同时在章节内容的逻辑排列的顺序上可能有许多不恰当之处。比如说对暗渠层和盖层的具体研究方法，虽然讲了一些，但还很不够。特别是如何运用地震这个手段来勘探隐蔽油气藏的地层解释方法，还讲得很少。总之错误和缺点是不少的，希望同志们多提意见，不断充实内容，尽快总结出我国陆相湖盆沉积地震地质学解释方法的讲义来。

本讲义在编写和编者的一些阶段成果的研究中，得到了我院地质研究所地震组钱绍新、刘麦林、吕牛顿等同志，生油理论研究所李晋超同志，以及新疆石油管理局地调处和大庆石油管理局等同志和单位提供资料和工作上的指导和帮助，在此一并致谢。

第一章：绪 论

地震地质学它是随着现代科学技术的新成就不断出现，要求能源工业迅速发展，因此对石油勘探的领域必须不断地向陆地和海洋的各个领域进军，勘探工作者就要求地震资料解决地质问题的能力要不断地扩大。因此地球物理工作者和地质工作者经过不断努力，在七十年代初期就开始形成和发展了这一门地学分支。它的内容目前已经包括石油地质方面的一些基本问题，而且它还在向石油勘探的各个领域延伸。

第一节：地震地层学的形成

地震勘探从本世纪三十年代开始应用于石油勘探，到六十年代初期它的主要任务是作为研究地下构造的一个重要手段，对其他地层信息的研究很少涉及到，这就是所谓的构造地震学阶段。

但到了六十年代中期由于电子技术和数学技术不断的被应用到地震勘探上，改进了野外工作方法，加大了地震信息量的采集，产生了地震资料数字处理的新手段，提高了地震勘探的精度，获得具有丰

富地质信息的地震剖面。因此可以从这些地震资料里经过多种方法的数字处理，尽可能地去掉噪声干扰的影响所引起的地质信息的失真及模糊程度，来降低非地质的变化影响，保证地震资料的精度。这样由地球物理及地质工作者通过分析地震剖面的反射模式，重塑沉积历史，于是就能把地层的沉积环境及岩相模式的概念与地震资料的反射参数相结合，对地层进行多种参数的分析，使地震勘探从单纯地解释地下构造发展到解释古代的沉积环境。推断生油和储油岩相的分布，指出形成油气藏的可利相带，以及对盆地生油条件进行预测，划分出盆地中的可利生油相带。在一定的特定条件下，只要地震资料的质量较好，就可以定量的计算出砂泥岩系列里地层中砂泥岩含量的相对百分比，岩层中的孔隙度等特殊的地层参数，因此现在的地震勘探从单纯的构造研究逐步走向研究地层的一些参数及直接油气检测方面发展。特别是七十年代的中期美国首先利用地震信息来研究以沉积相为中心的各种地层参数即地震地层学的出现。近几年来美国、法国等国家的一些学者正在研究探讨如何利用地震信息来预测一个沉积盆地的生油条件，估算远景地质储量，预测储集层条件和盖层条件。这些目前已经广泛应用于生产实际。近年来又有一些国家的学者，把地震资料获得的地质信息，预测钻井过程中的岩性剖面，推断高压层的位置，防止井喷事故，计算破裂压力，为钻进过程中套管和泥浆程序的设计提供依据。

因此地震勘探在石油勘探工作中的应用，目前正在向石油勘探的各个工种延伸，它对评价一个沉积盆地的生、储、盖、圈等基本的石油地质条件，以及石油工程的某些方面将会发挥越来越大的作用。

可以预见，在现代科学技术的条件下，通过室内和野外仪器的测量，更进一步地了解岩石的物理性质。在资料处理中广泛采用各种处理新技术，一定会有助于地震地质学这个地学分支的发展。目前正在发展中上千道的野外采集系统及高保真度的采样技术，以及横波地震勘探，高频地震勘探，三维地震勘探，高频信号的恢复和提取，预计将来可以更为准确的提供地震地质学的解释资料，推动地震地质学的不断向前发展。

第二节 地震地质学的主要内容

地震地质学从目前的内容来分，大致由三部分组成。

(1) 运用地震资料进行地层解释，及石油勘探中的生油层、储油层、盖层、圈闭等这四个基本的石油地质条件的分析。这些解释和分析它是由地震反射参数，结合地下地质资料的综合解释，赋予地层一定的地质参数的含义，作出岩性岩相的解释，最后对沉积盆地作出含油气远景的综合评价。总称为地震地质学解释方法，这就是本讲义的主要内容。

(2) 地震资料的反演，也就是说，由已知的地震资料，通过电

子计算机的处理，从地震信息里分解出一些说明地层物性的信息，由这些信息对地层进行地质解释，通常有：

1. 拟速度测井：（有时也称合成声波测井）

这种方法它认为每一个地震道就相当于一条声波测井曲线，不过这条声波曲线是很粗糙的，还需要通过数字处理的方法分解出一条地层声波曲线，这条声波曲线它类似于平常的一条超声波测井曲线。

它的基本原理是不同岩性的地层具有不同的速度和密度，因而具有不同的波阻抗，由于地层中有波阻抗的差异，因此就在地层界面上产生了反射系数，它由公式（1-1）表示

$$K_i = \frac{\rho_i V_i - \rho_{i-1} V_{i-1}}{\rho_i V_i + \rho_{i-1} V_{i-1}} \quad \dots\dots\dots (1-1)$$

我们把公式（1-1）整理得出公式（1-2）

$$\rho_i V_i = \rho_{i-1} V_{i-1} \frac{1+K_i}{1-K_i} \quad \dots\dots\dots (1-2)$$

由这个式子把地层中相邻层的岩石密度近似看成常数，就得到速度的递推公式（1-3）

$$V_i = V_{i-1} \frac{1+K_i}{1-K_i} \quad \dots\dots\dots (1-3)$$

式中, V_i 是第 i 层中的速度
 ρ_i 是第 i 层中的地层密度
 V_{i-1} 是 $i-1$ 层中的地层速度
 ρ_{i-1} 是第 $i-1$ 层中的地层密度
 K_i 是第 i 层中的地层反射系数

它的地质模型如图(1-1)中所示。

常用的有两种方法

从已知开出发, 由已知开的声波测井曲线或地震测井曲线求出地震反子波, 对地震道褶积运算, 求出地震道的反射系数序列, 有了反射系数序列之后代入公式(1-3)中, 即求出了拟速度测井曲线。

在没有井的情况下, 由地震道的本身运用各种反褶积的数字处理方法, 从地震记录本身求出相应的地震反子波, 由地震反子波与地震道褶积运算求出反射系数序列, 将这些反射系数代入公式(1-3)中, 即求出了拟速度测井曲线。

2. 拟电阻率测井

从理论上讲岩石的电性和岩石的弹性这是两个不同的物理量, 而地震波的传播主要是反映岩石的弹性, 并不直接反应岩石的电性。由于岩石的电性和岩石的弹性在某种意义上讲, 它们又具有一定的关系。例如岩石很致密时, 电阻率肯定高, 而岩石致密时它的密度