

岩石物理学

孙建国

2006年9月2日版

内容提要

- 学科特点、研究对象及在地球科学地位
- 研究目的和研究任务
- 主要困难
- 发展前景
- 教学目的
- 组成部分和重要章节

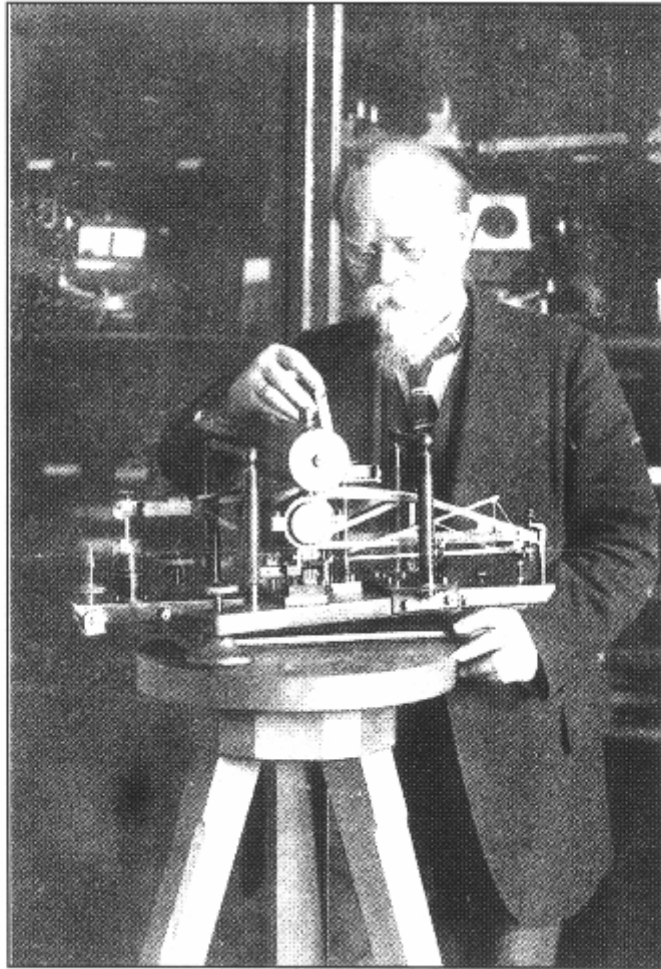
学科特点

- 岩石物理学是一门自然科学，专门研究岩石的各种物理性质和其产生机制
- 隶属于地球物理学
- 岩石物理学既是物理学的一个独立分支，又是地球物理学的一个重要组成部分

学科特点

- 地球物理学专业基础之一
- 研究方法和学科特点与地球物理学的研究方法和学科特点完全一样
- 岩石物理学是地球科学的一部分
- 地球科学中许多分支学科的专业基础
- 联系地球物理学、岩石学、水文地质学、工程地质学、岩土力学等学科的纽带和桥梁

学科特点



Emil Wiechert

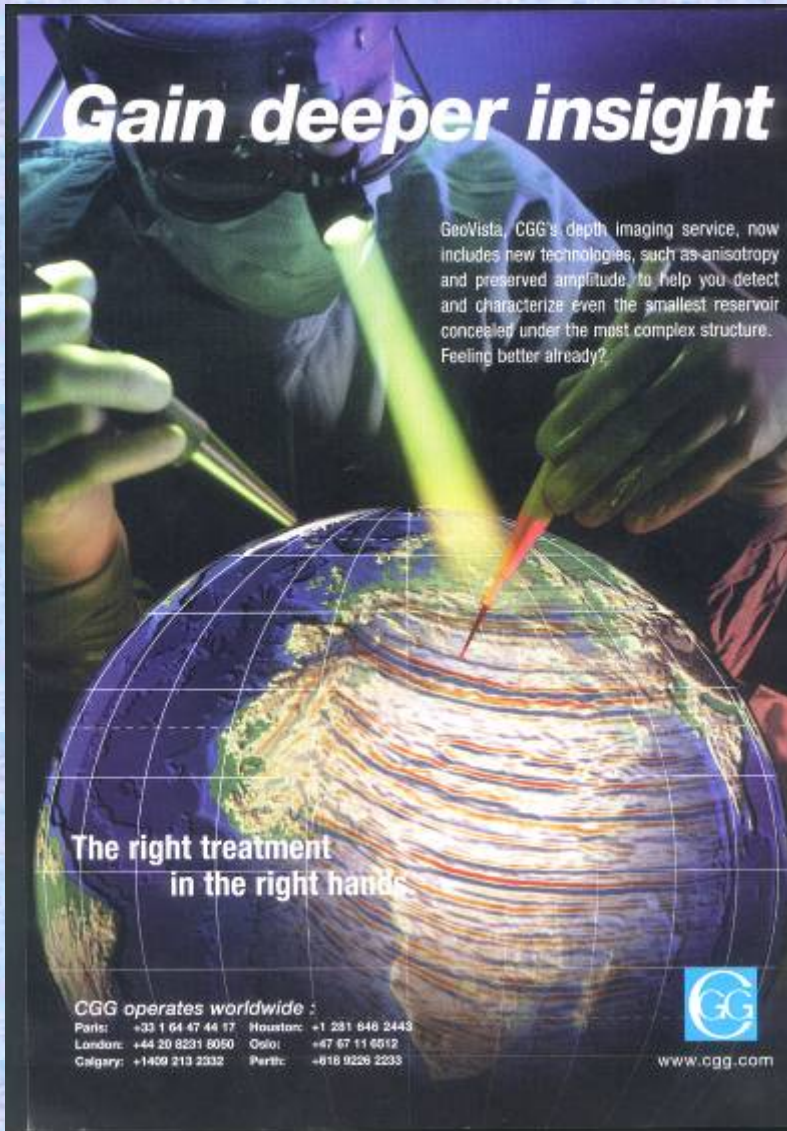
(1861-1928)

1898年：地球物理学
教授

1903年：发表自动地震
仪理论，其所发明的地
震仪在20世纪上半叶得
到了广泛的应用，发表
了一系列关于地震波的
文章

1910年：提出著名
的、用于反演地震波速
度的Wiechert-Herglotz
方法，而后研究地球内
部的速度结构，提出地
球必须有一个铁核

学科特点




Gain deeper insight

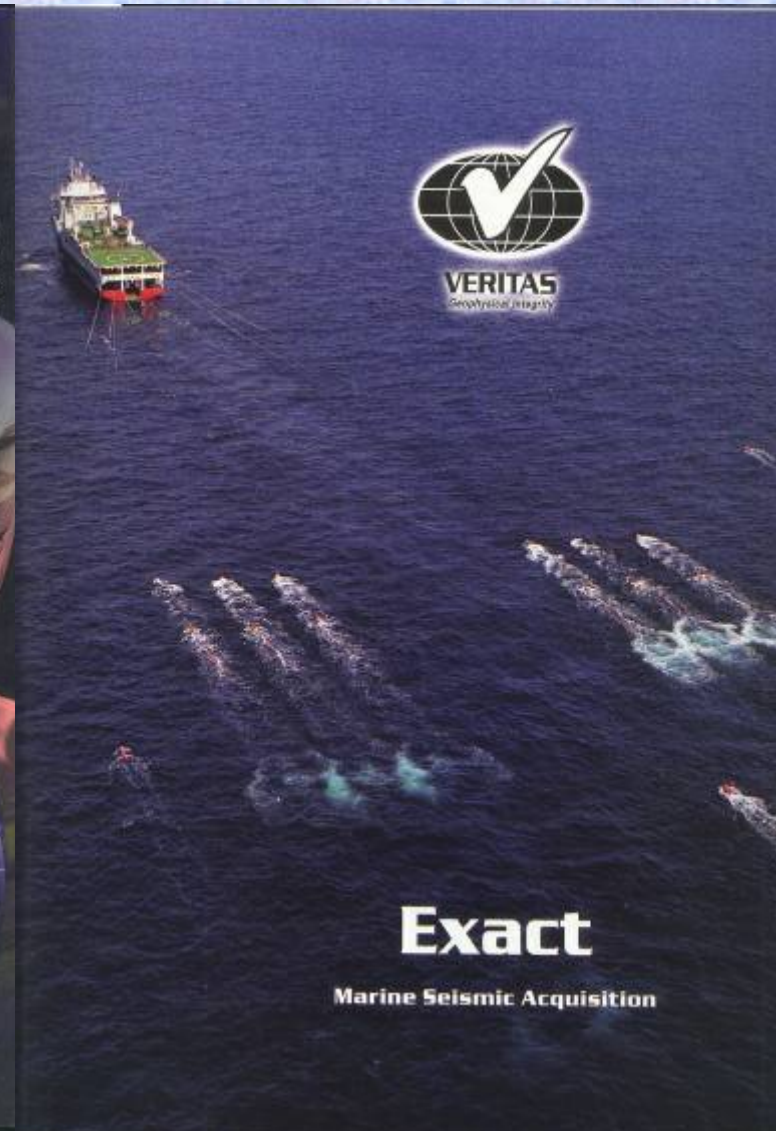
GeoVista, CGG's depth imaging service, now includes new technologies, such as anisotropy and preserved amplitude, to help you detect and characterize even the smallest reservoir concealed under the most complex structure. Feeling better already?


**The right treatment
in the right hands.**

CGG operates worldwide :

Paris: +33 1 64 47 44 17	Houston: +1 281 846 2443
London: +44 20 8231 8080	Ozlo: +47 67 11 8012
Calgary: +1409 213 2332	Perth: +616 9226 2233

 www.cgg.com




VERITAS
Geophysical Integrity

Exact
Marine Seismic Acquisition

学科特点

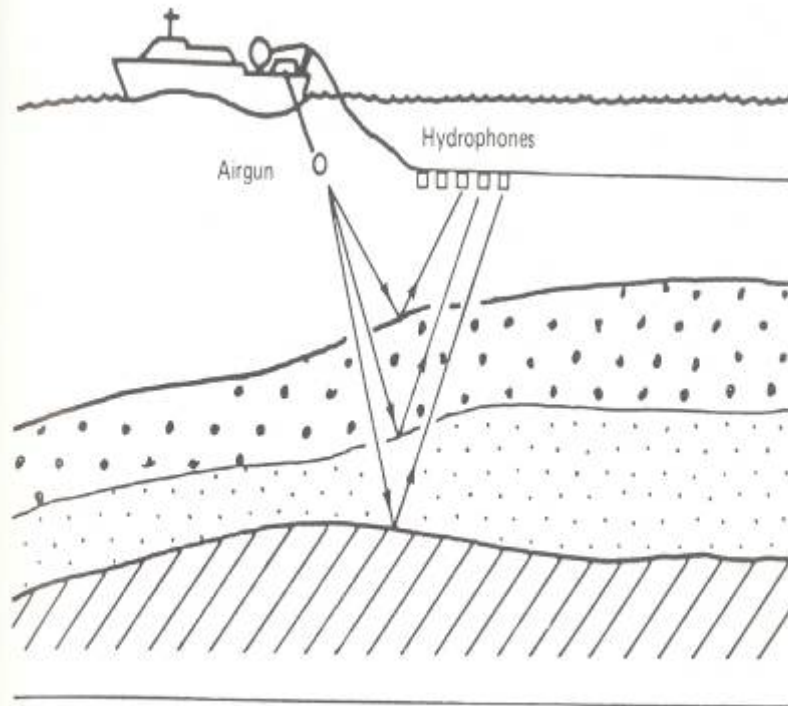
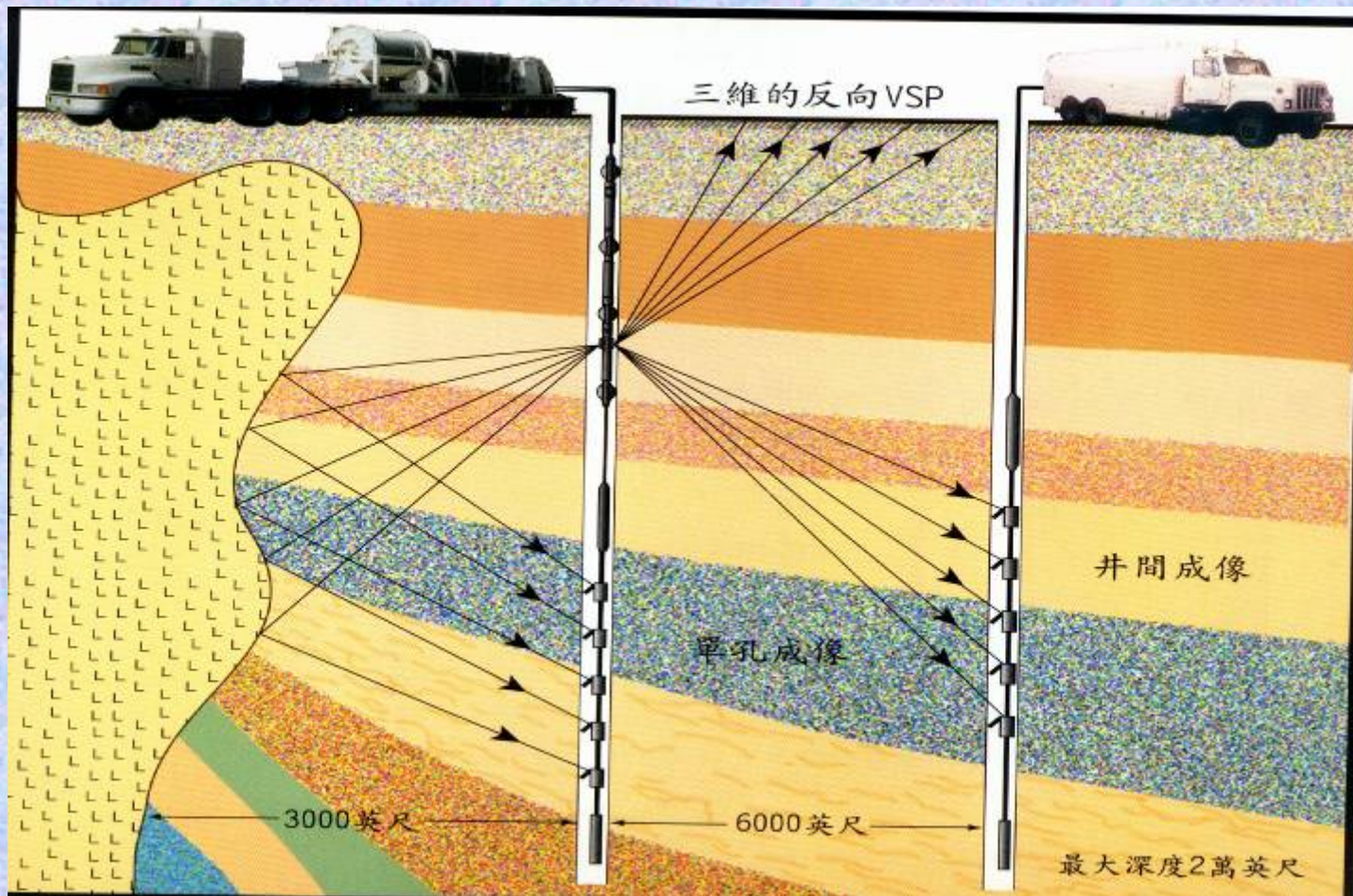


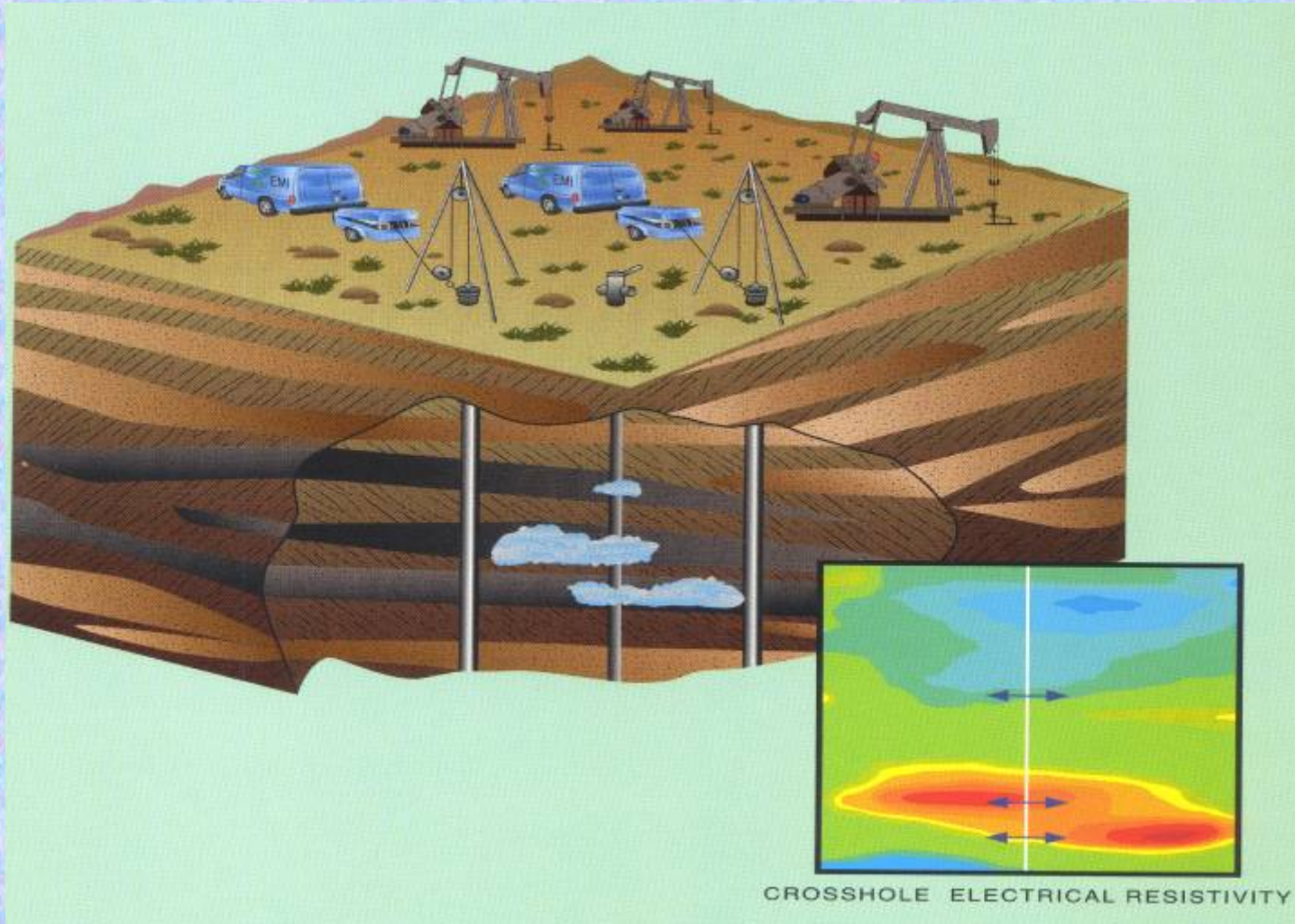
Figure 2.31. Schematic diagram of a marine seismic profiling system. (Modified from McQuillin et al., 1979.)



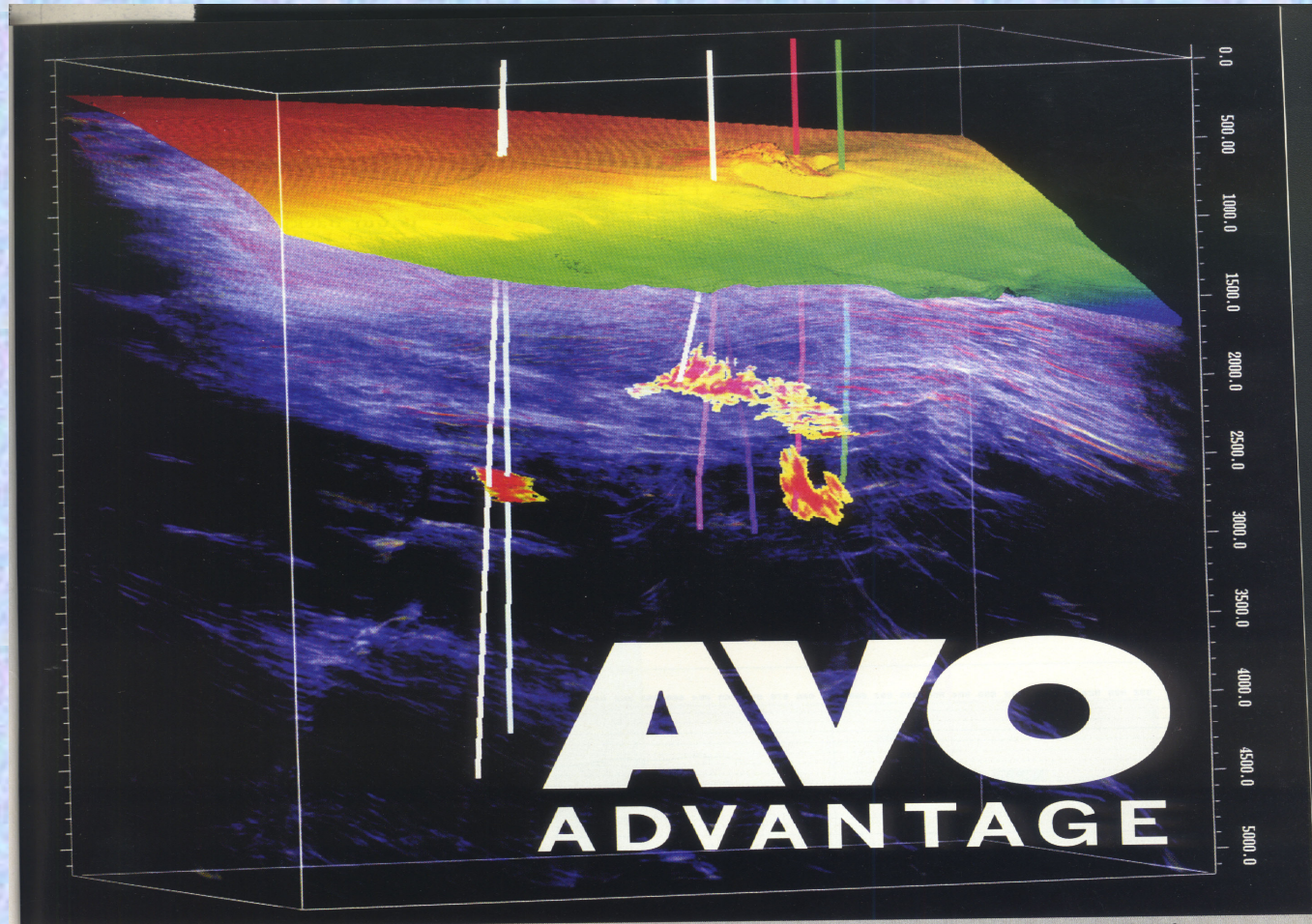
学科特点



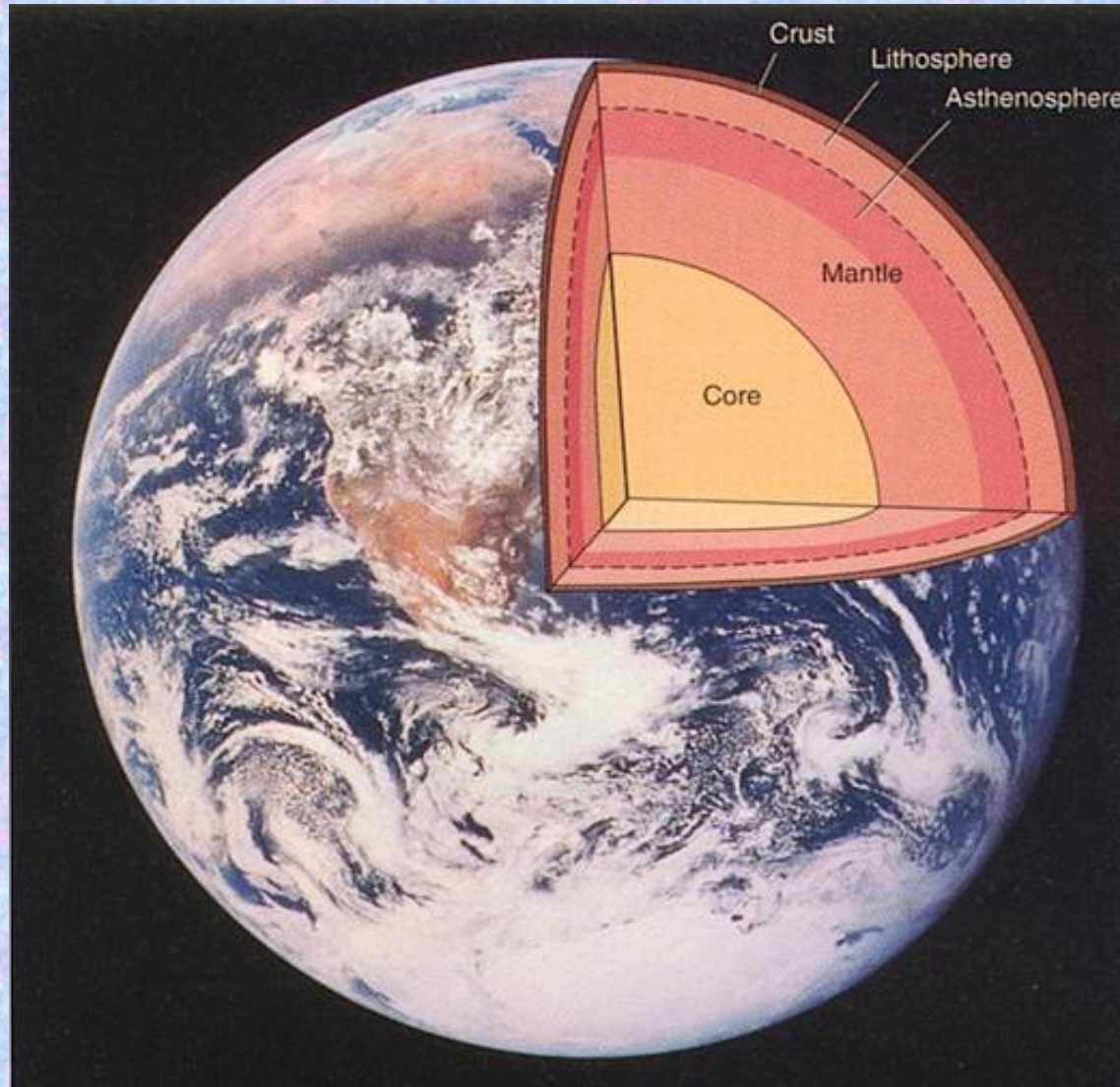
学科特点



学科特点



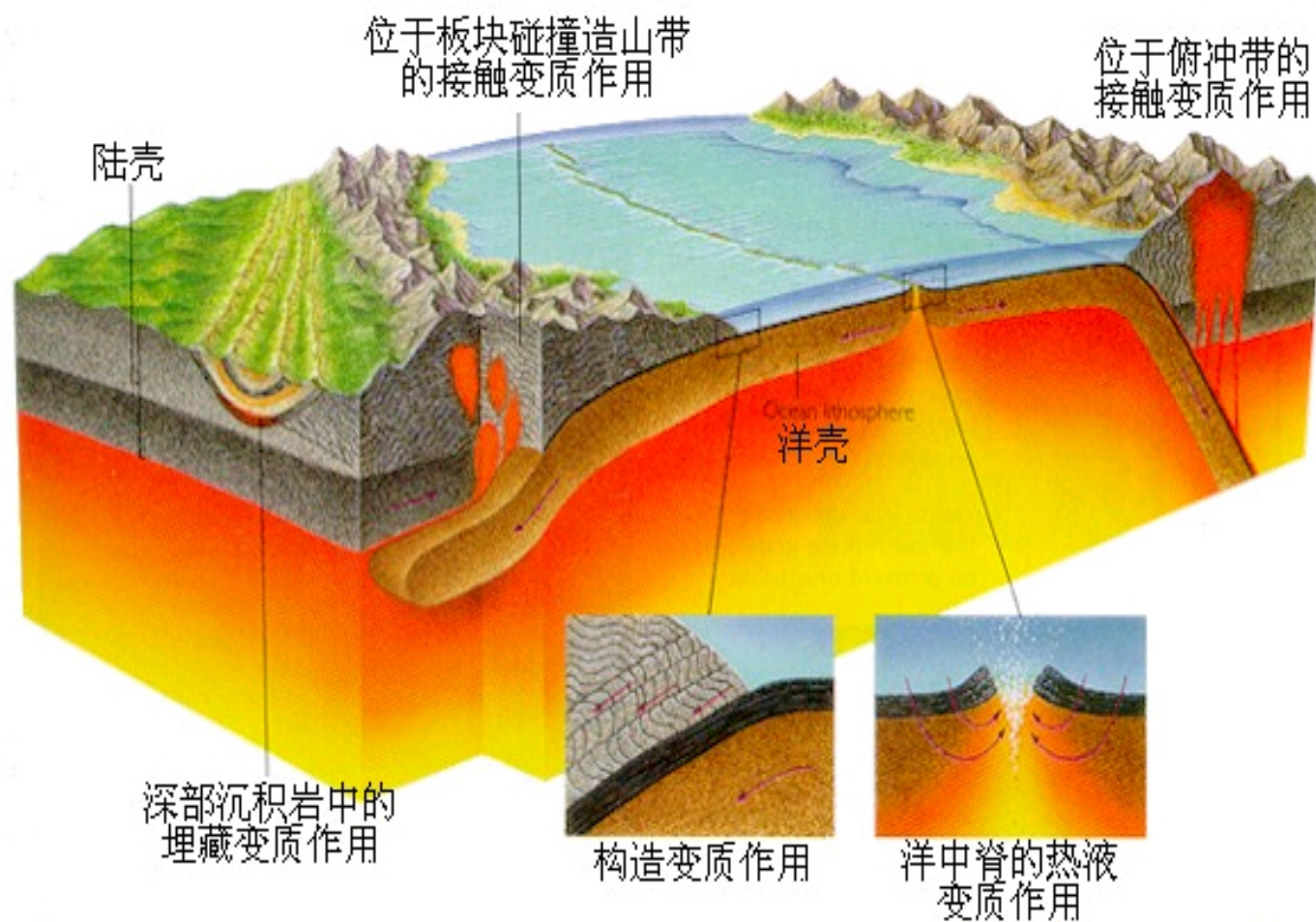
学科特点



学科特点

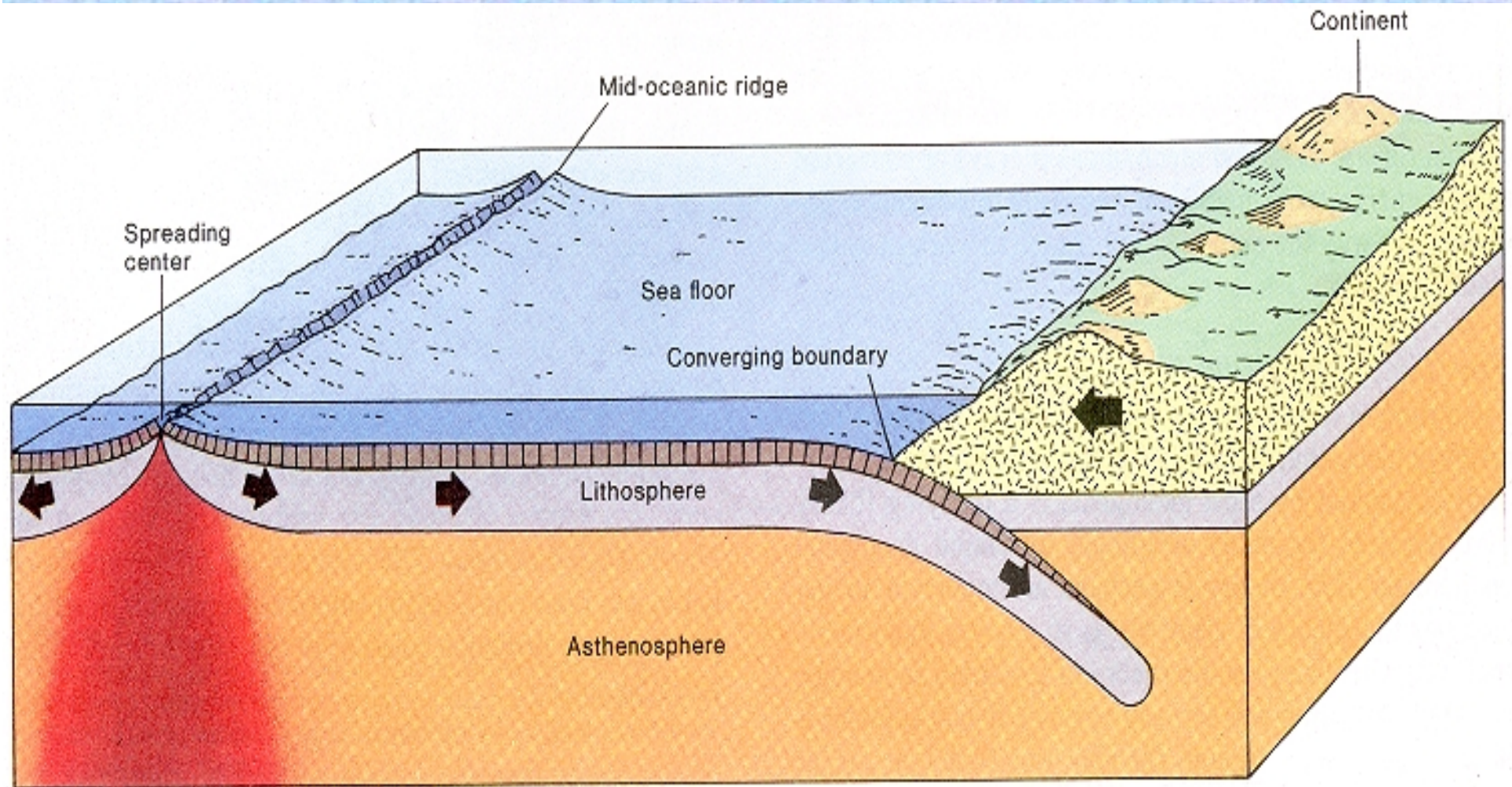
板块构造与变质作用

板块构造



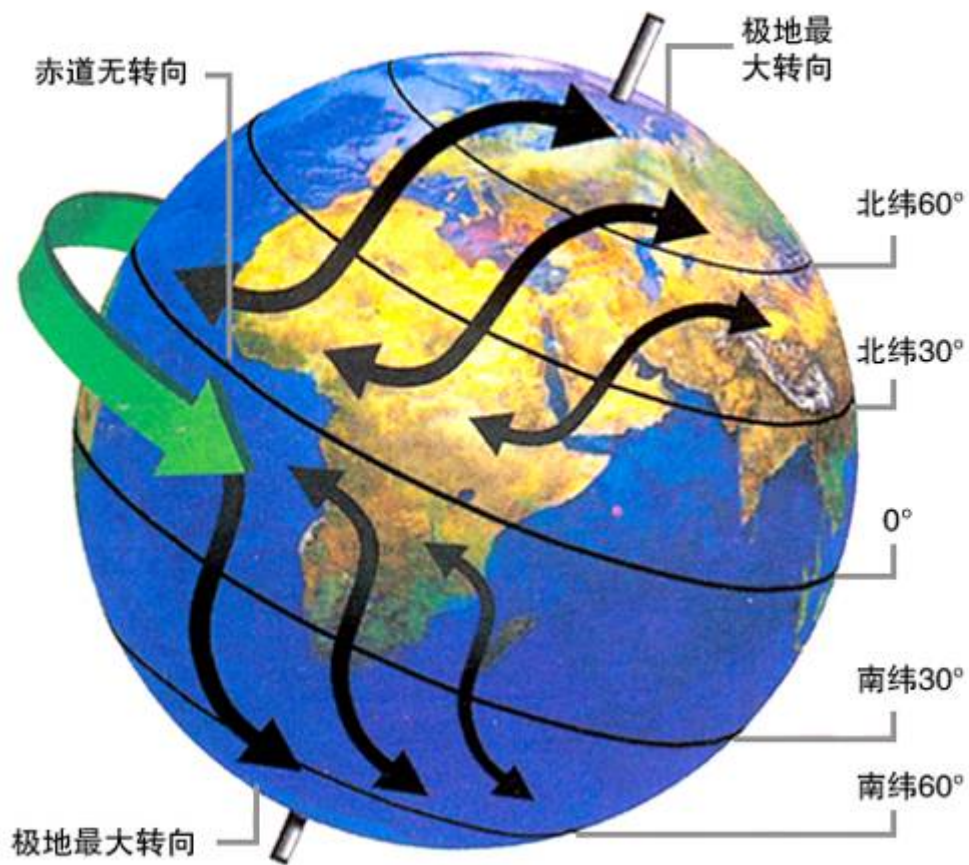
大陆漂移与板块构造

学科特点



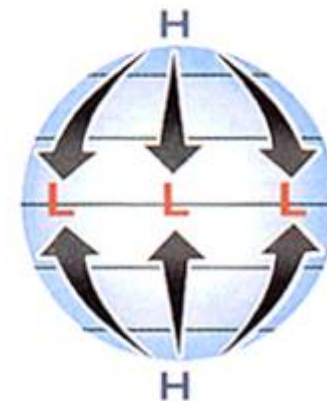
学科特点

科里奥里效应与风向

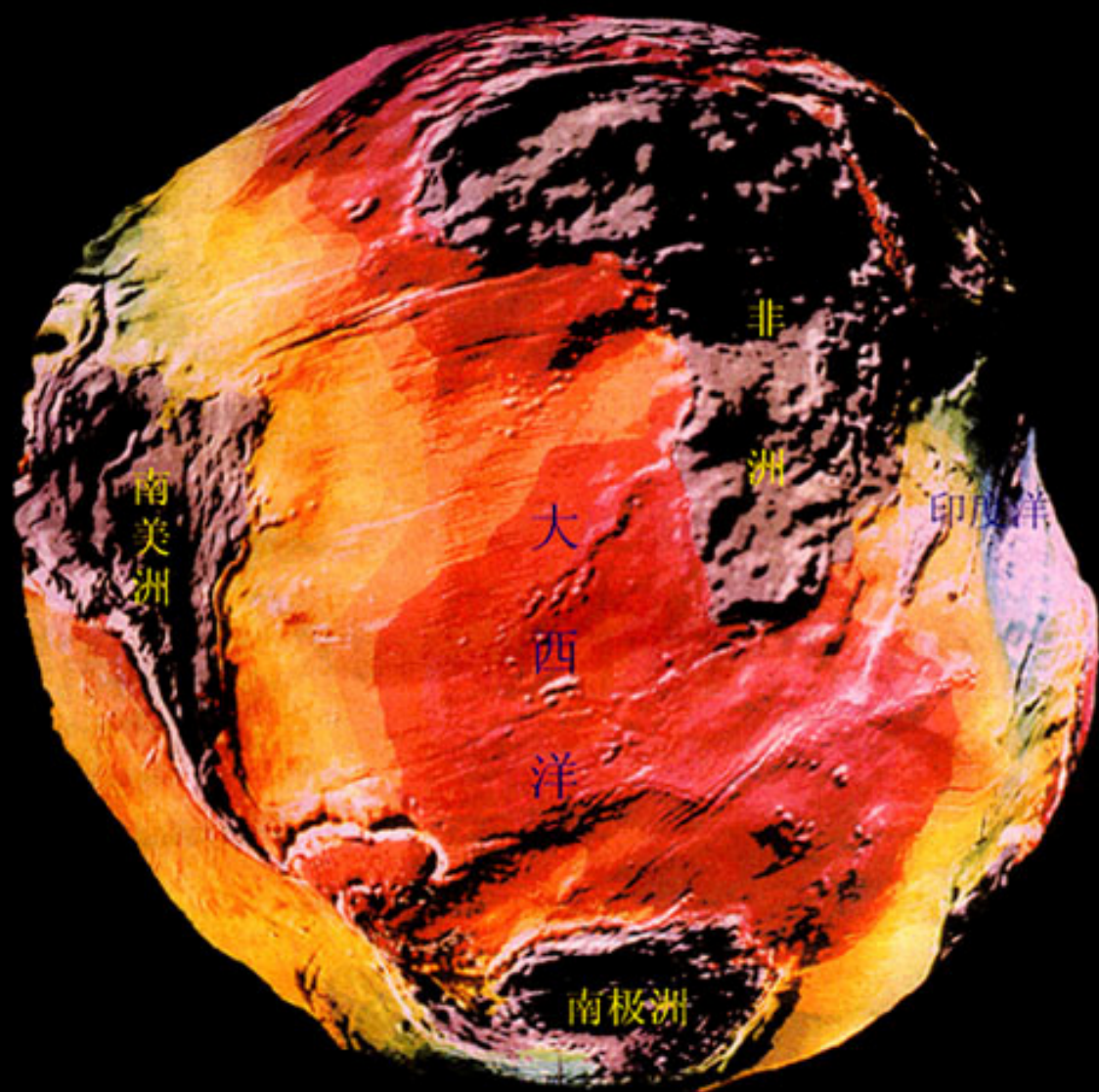


使风转向

科里奥里效应使风在北半球向右转，在南半球向左转。此效应在极地处最明显，在赤道处则消失。下图显示如果没有地球的旋转风向将是怎样的：风将会从极地高压地区吹向赤道低压（赤道低压槽）地区。



地球表面数字模型

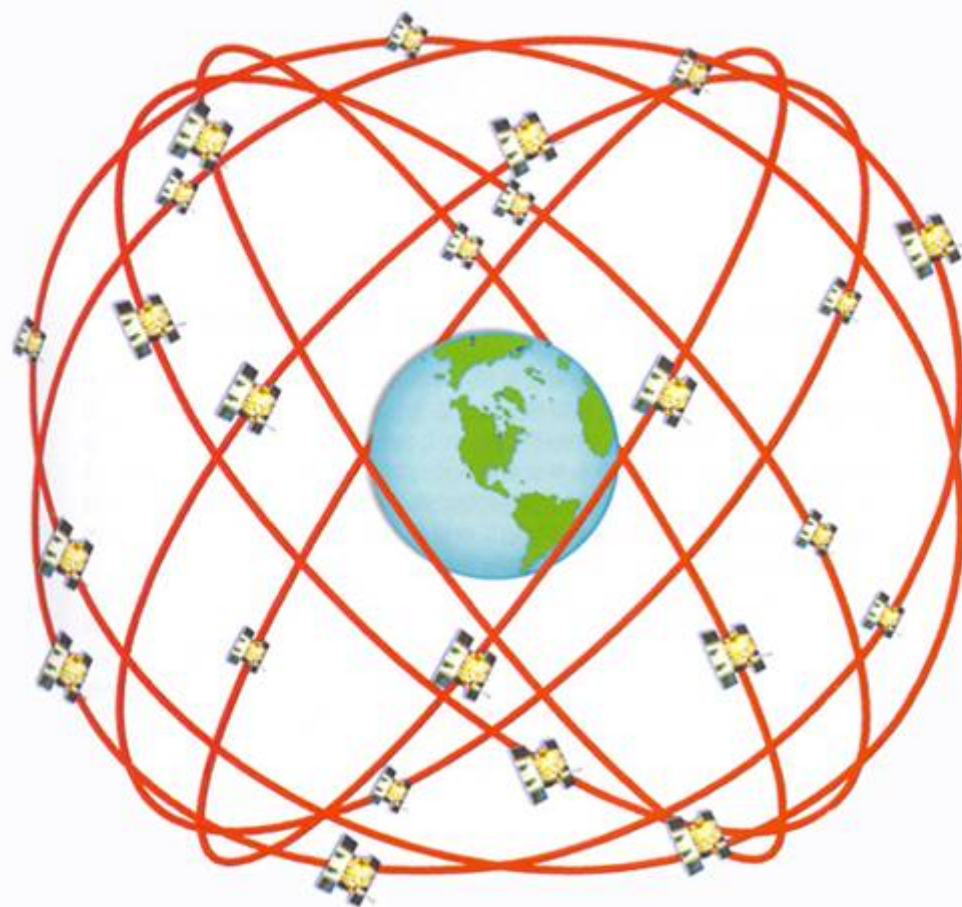


地球并不真是圆的——

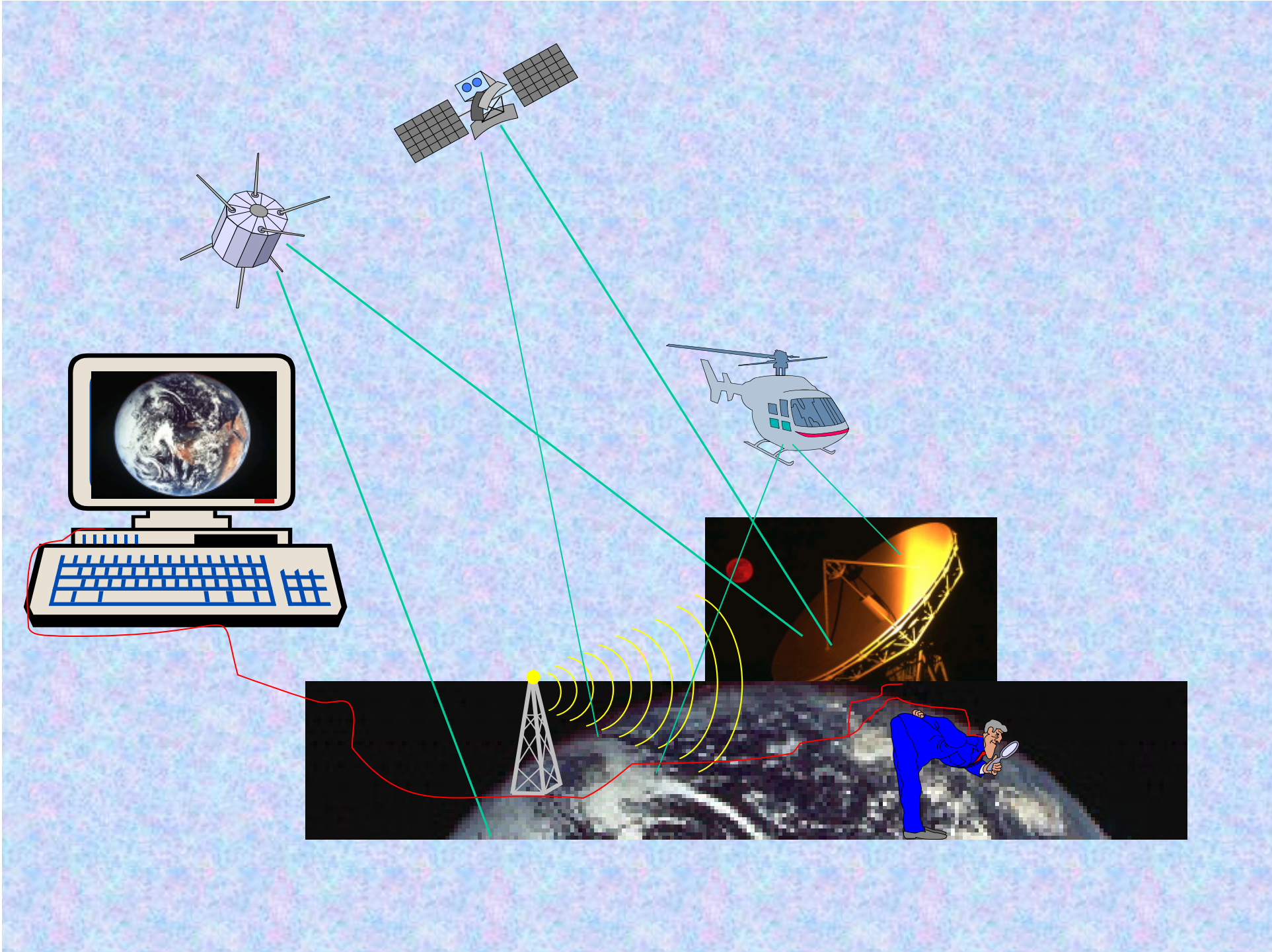
在精确的地球表面数字模型上，地球是一个很不规则的椭球体。凹凸不平，印度洋洋底深陷下去，而大西洋洋底凸起来，这是1999年测绘的“数字地球”，垂直夸张5倍，看上去像个梨（NASA, Space News 1999）。

学科特点

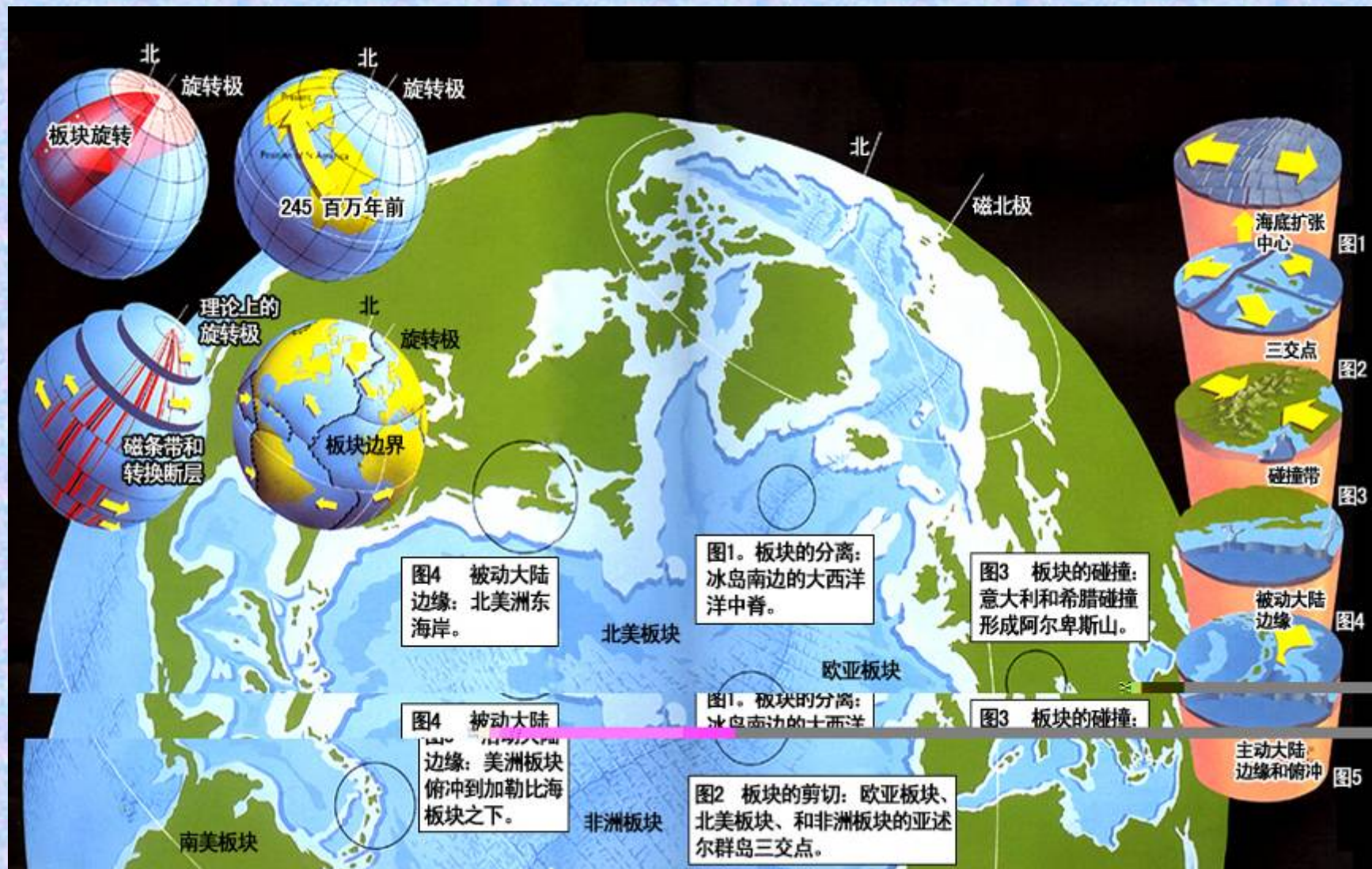
GPS 卫星系统



现在的 GPS 系统是由三个独立的部分组成：空间部分，有 21 颗工作卫星和 3 颗备用卫星，分列于 6 个轨道平面上，每个 4 颗；地面支撑系统，有 1 个主控站、3 个注入站和 5 个监测站；用户设备部分，可以接受 GPS 卫星发射信号，以获得必要的导航和定位信息，经数据处理，完成导航和定位工作。



学科特点

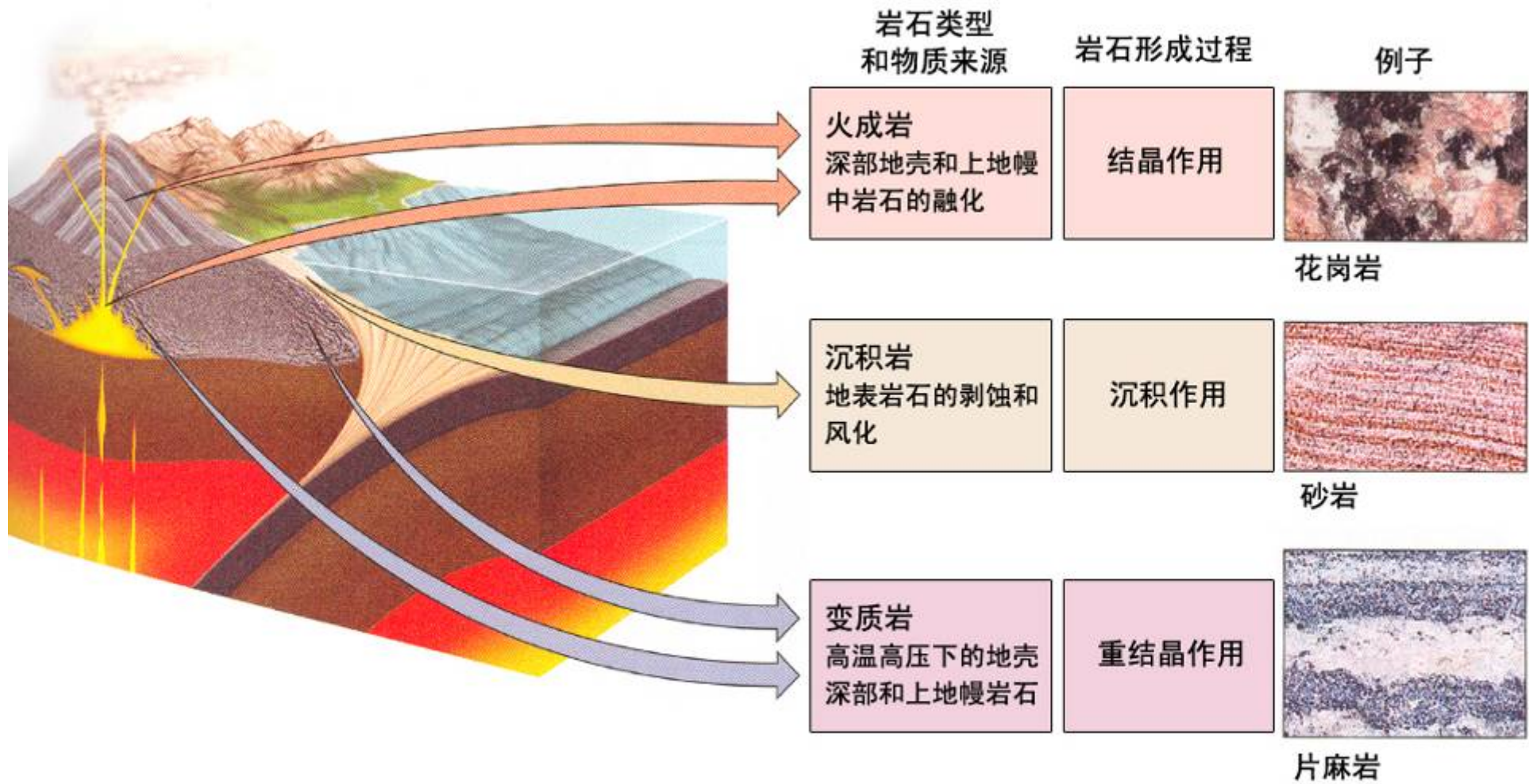


学科特点

不整合

- 当岩层上升被侵蚀后又被新沉积物所覆盖，这种埋藏的侵蚀面称为不整合。
- 不整合可确定地层的相对年代，主要有以下类型：非整合、角度不整合、平行不整合和小间断。





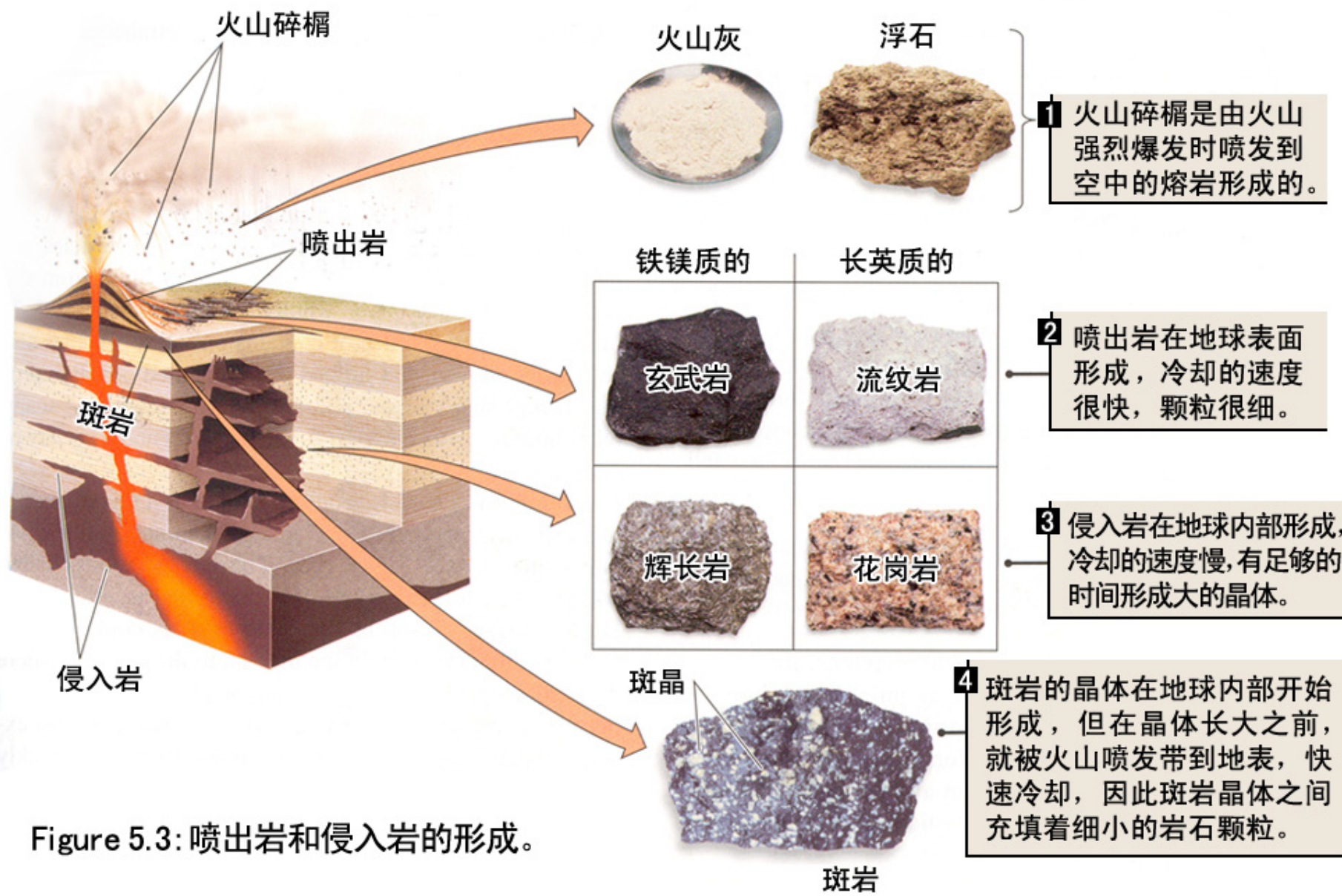
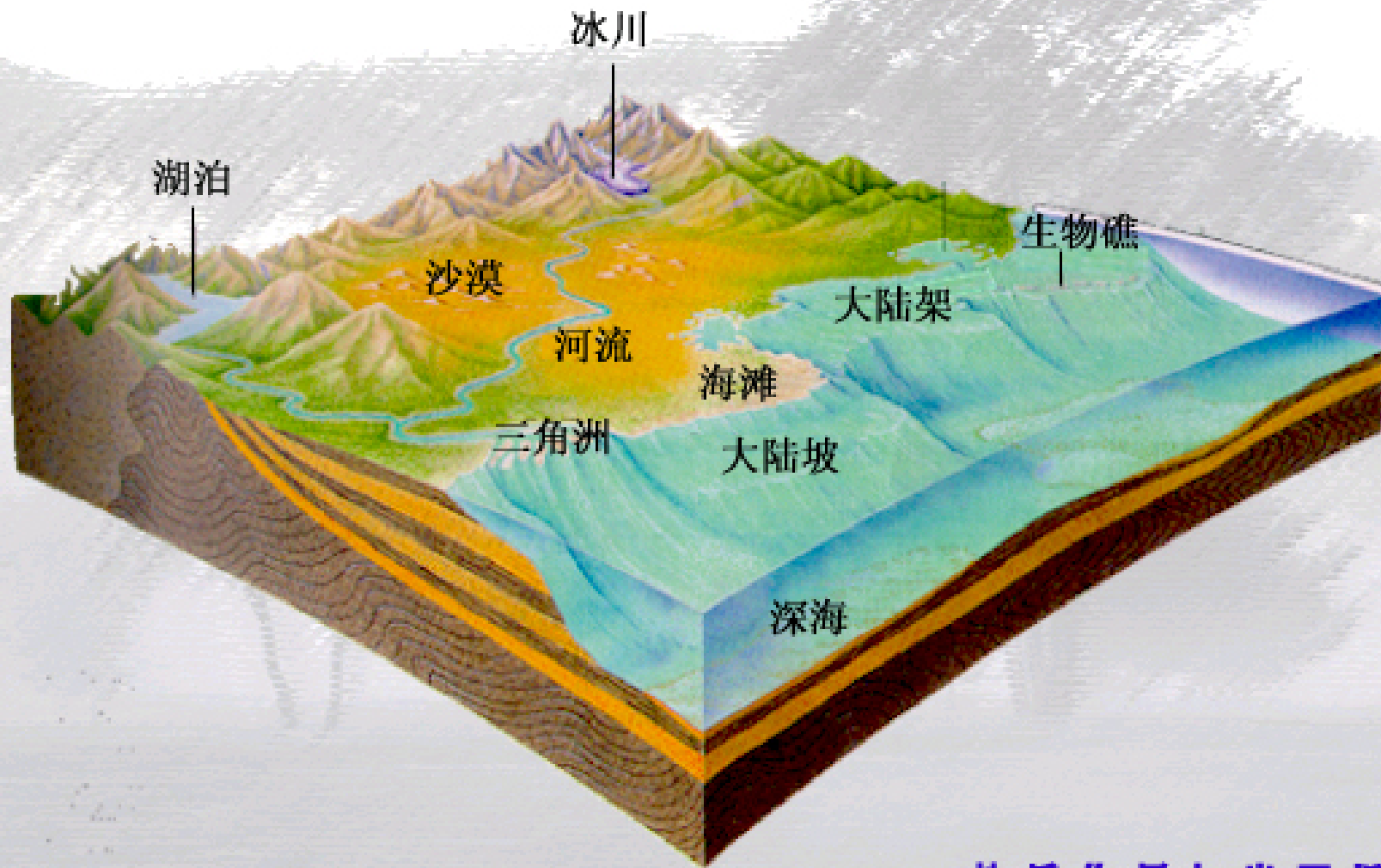


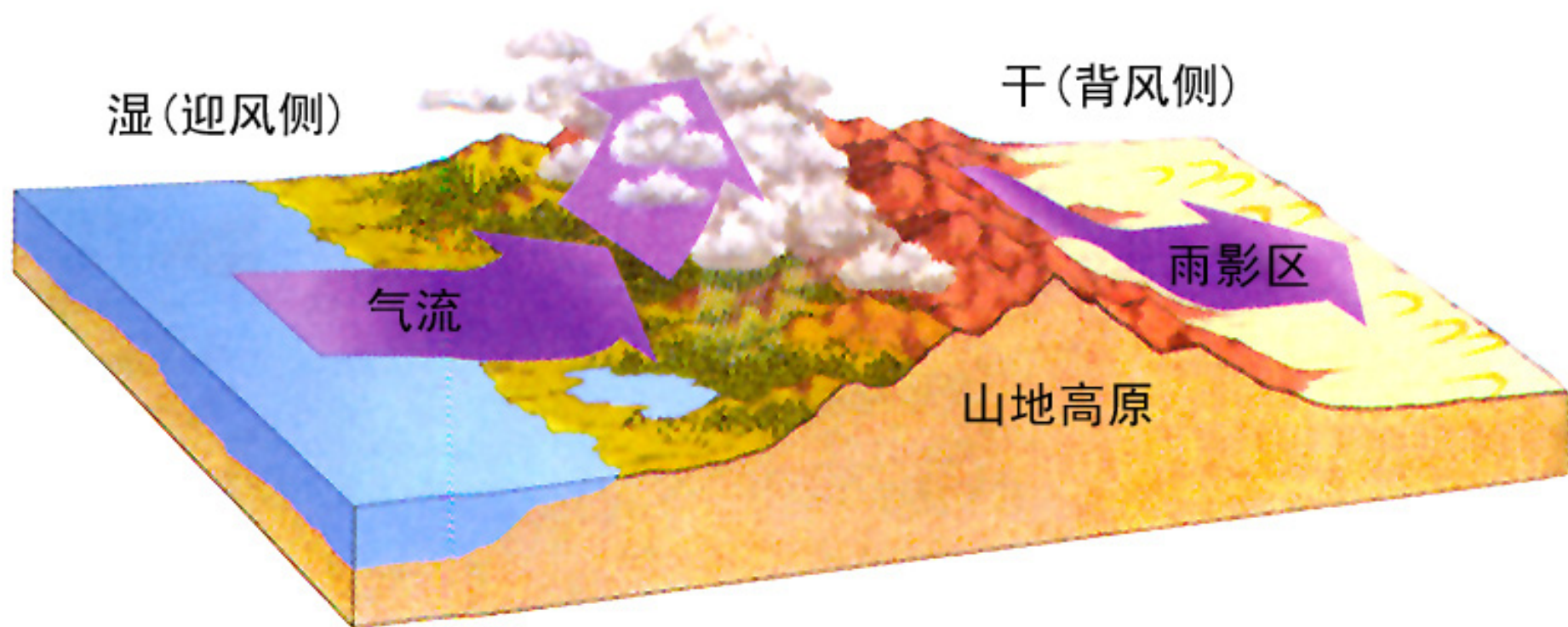
Figure 5.3: 喷出岩和侵入岩的形成。

沉积环境

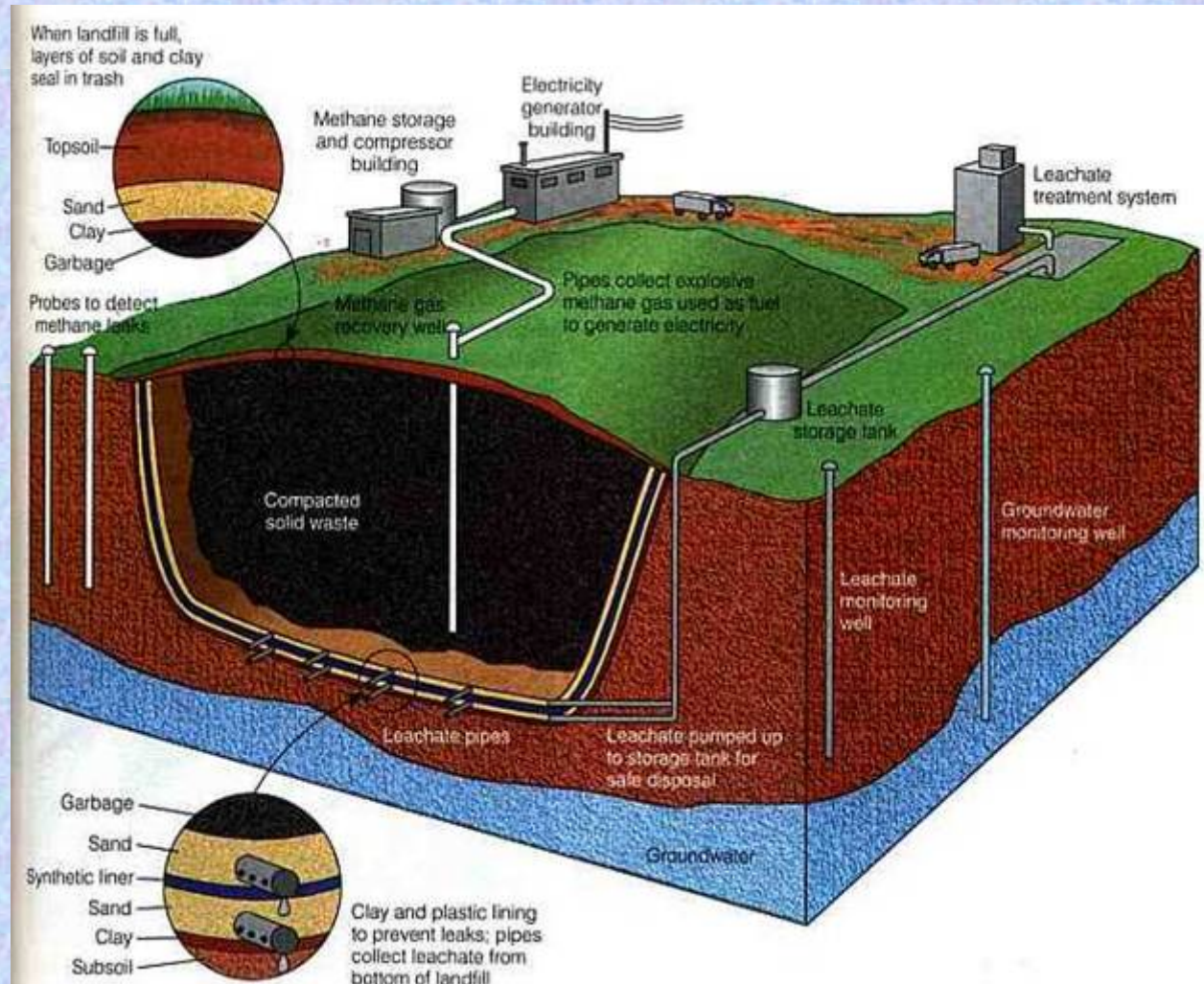
沉积岩



地质作用与岩石循环

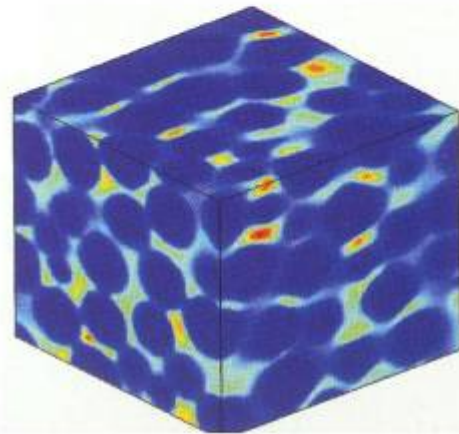
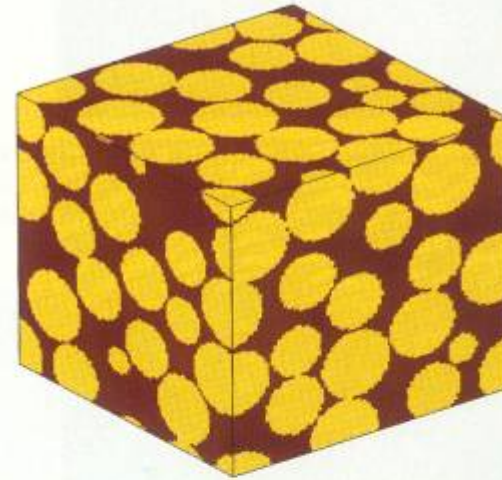
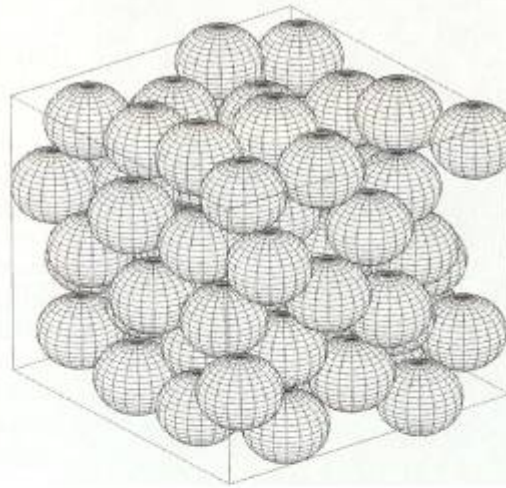


学科特点



学科特点

IRJI, and AMOS NUR, Stamford University, etc.



学科特点

- 岩石物理学是一门综合性的边缘学科
- 相关学科：地球物理学、地球科学的分支学科，电介质物理学、胶体化学、电化学、物理化学、应用数学、计算数学、计算机数学、物质科学、材料科学等等

研究目的、意义和研究任务

- 对所观测到的地球物理场进行合乎地质规律的解释
- 提出新的岩石物理参数，进而提出新的地球物理方法

研究目的、意义和研究任务

- 在浅覆盖区内进行地质填图
- 寻找隐伏矿体、隐伏岩体和隐伏的断裂构造
- 板块和自然资源的形成条件
- 地球内部的物理过程和物质状态
- 工程评价和地质灾害防治

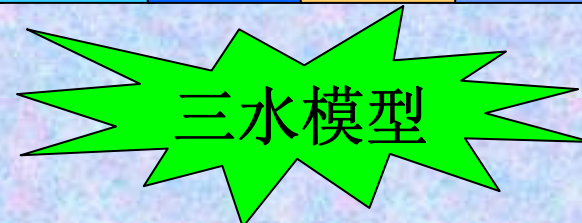
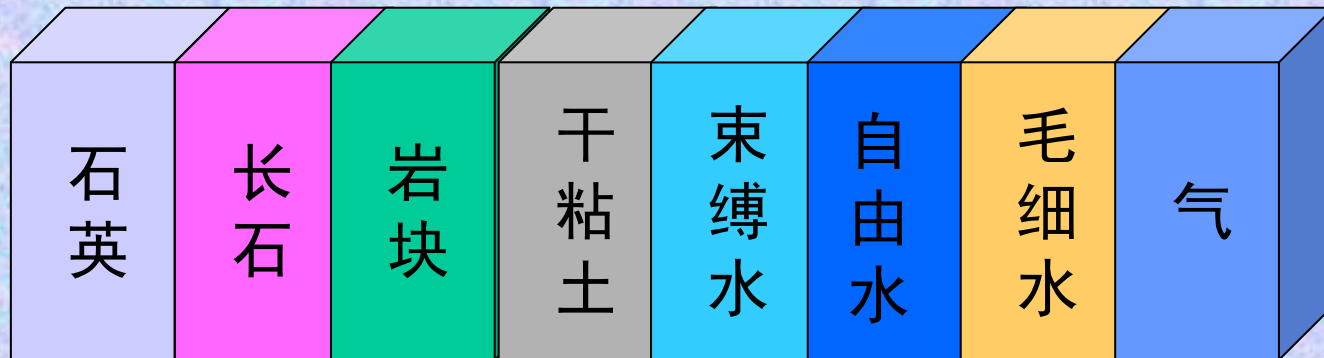
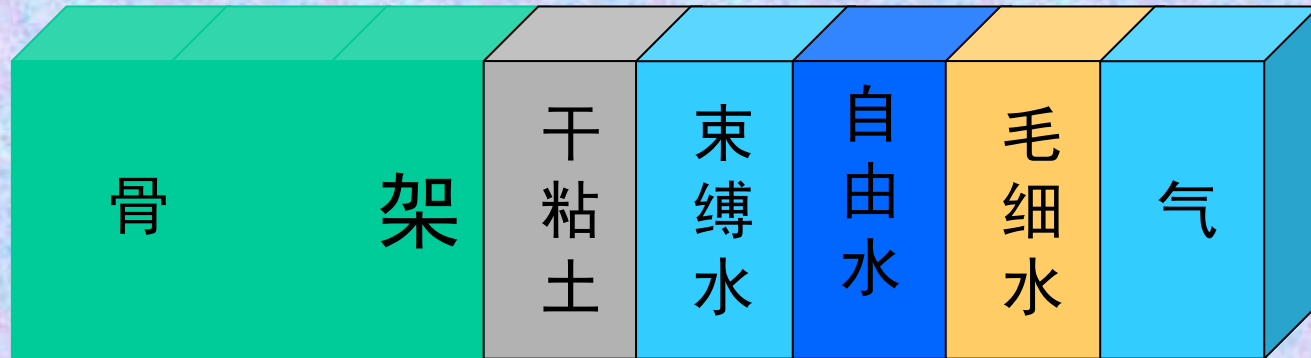
研究目的、意义和研究任务

- 对岩石进行分类
- 对岩石中的物理现象进行分析解释
- 对地球内部所发生的物理化学变化进行推断和解释
- 找出地球内部能量和质量传递的规律

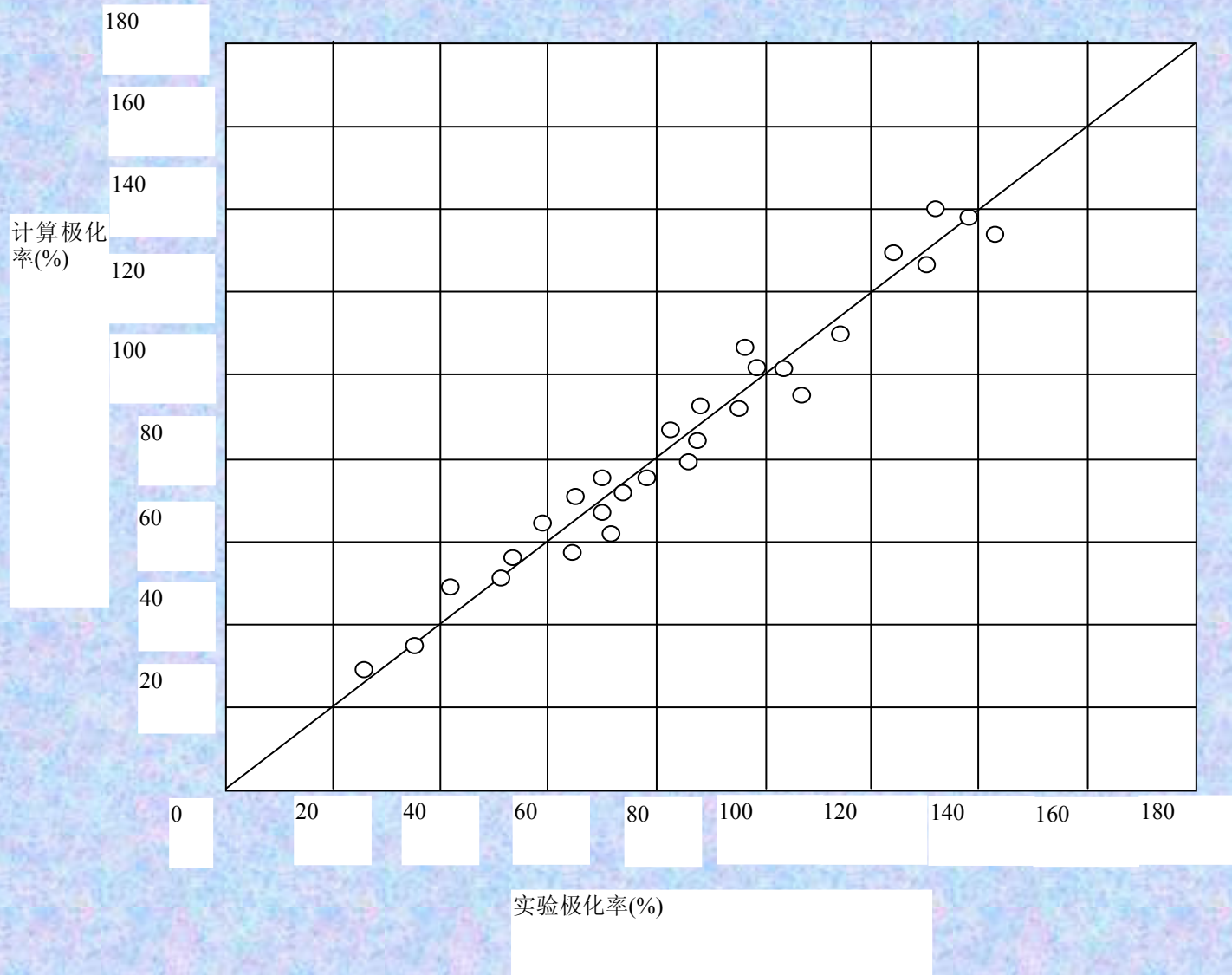
研究目的、意义和研究任务

- 通过现场和实验室观测确定岩石的物理性质和有关岩石物理参数的具体数值
- 找出岩石的物理性质和地质、矿床、工程及工艺参数之间的关系
- 为实测地球物理资料的解释工作提供基础数据。

低孔低渗储层解释模型



研究任务



主要困难

- 岩石是混合物
- 多尺度系统
- 观测条件偏离实际条件

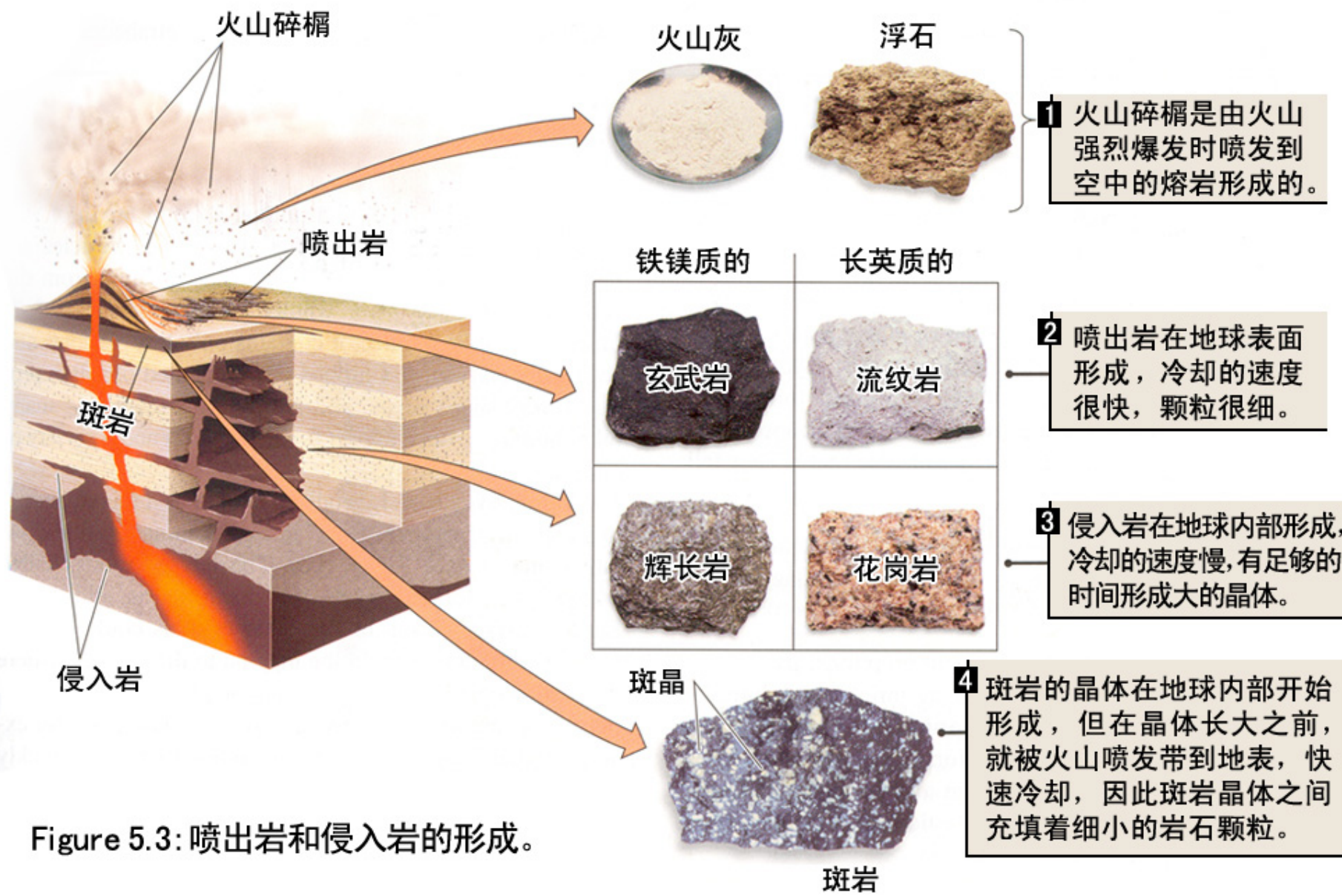
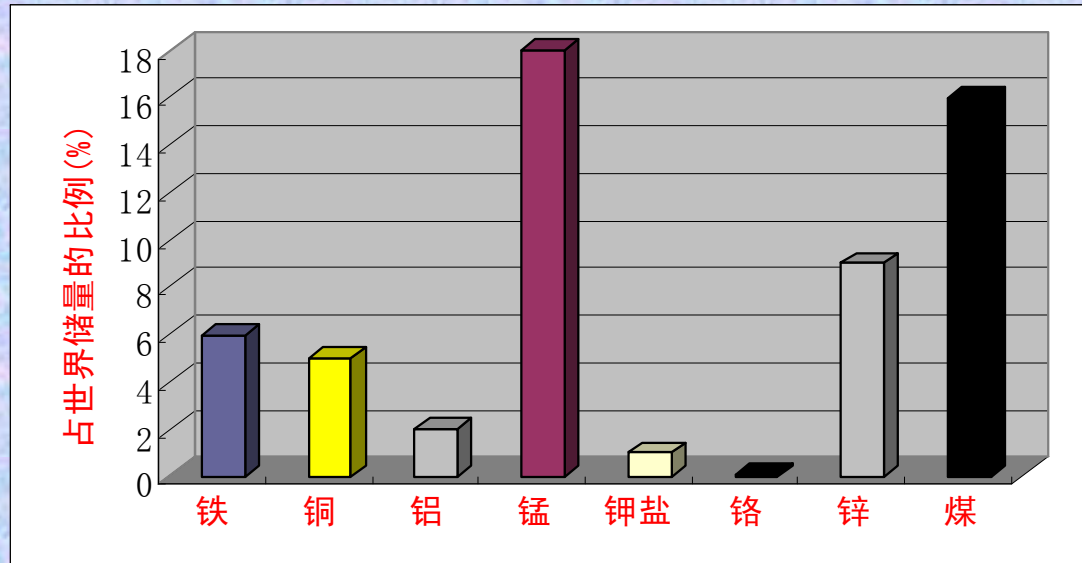


Figure 5.3: 喷出岩和侵入岩的形成。

发展前景

固体矿产资源:

人均资源占有量低,
需求压力巨大



目前我国**金矿**保有可采量仅能维持9年的需求。

预计到2010年和2020年，国内**铁矿石**只能满足钢产量需求的38%和29%；**铜产量**只能满足需求的20%和25%；**铝产量**只能满足需求的36%和29%；

2020年，**45种**主要固体矿产保证需求的只有**6种**。

发展前景

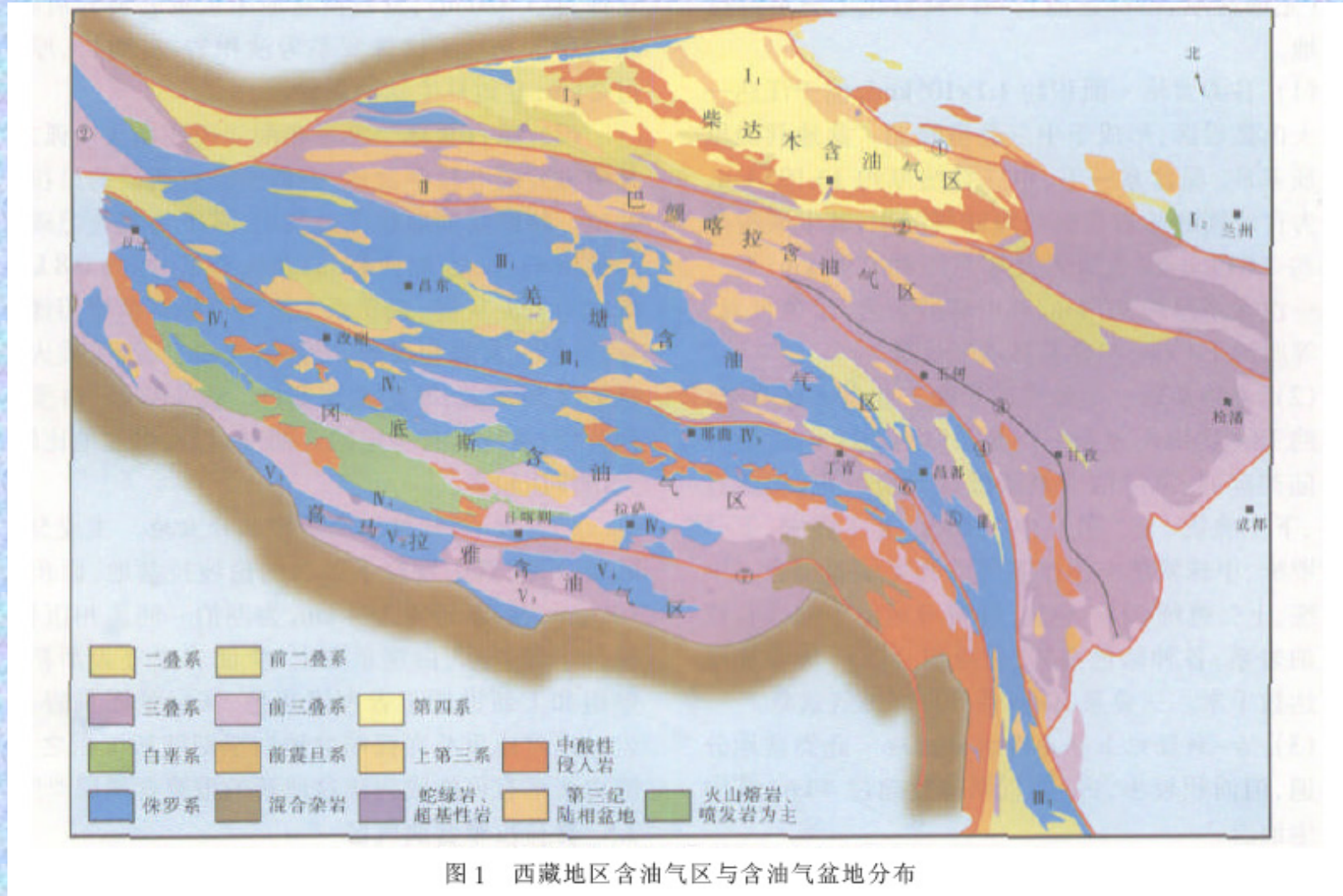


图1 西藏地区含油气区与含油气盆地分布

教学目的

目的:

- (1) 介绍岩石物理学的基本理论和实验结果;
- (2) 兼顾一些有关的实验方法

组成部分和重要章节

- 组成部分：

基本概念和基础知识

岩石密度、岩石磁学

岩石电学、岩石声学

岩石热学、各种岩石物理参

数之间以及岩石物理

参数与其它参数之间的关系

- 八章

第一章：绪论

- 岩石物理学的内涵与外延
- 岩石物理学研究的目的和意义
- 岩石物理学的任务和研究内容
- 岩石物理学的研究方法和主要困难
- 岩石物理学研究的简要历史轨迹
- 教学的目的和课程结构

第二章： 基础知识和基本概念

- 回顾一些基本概念概念
- 地质学背景知识

第二章： 基础知识和基本概念

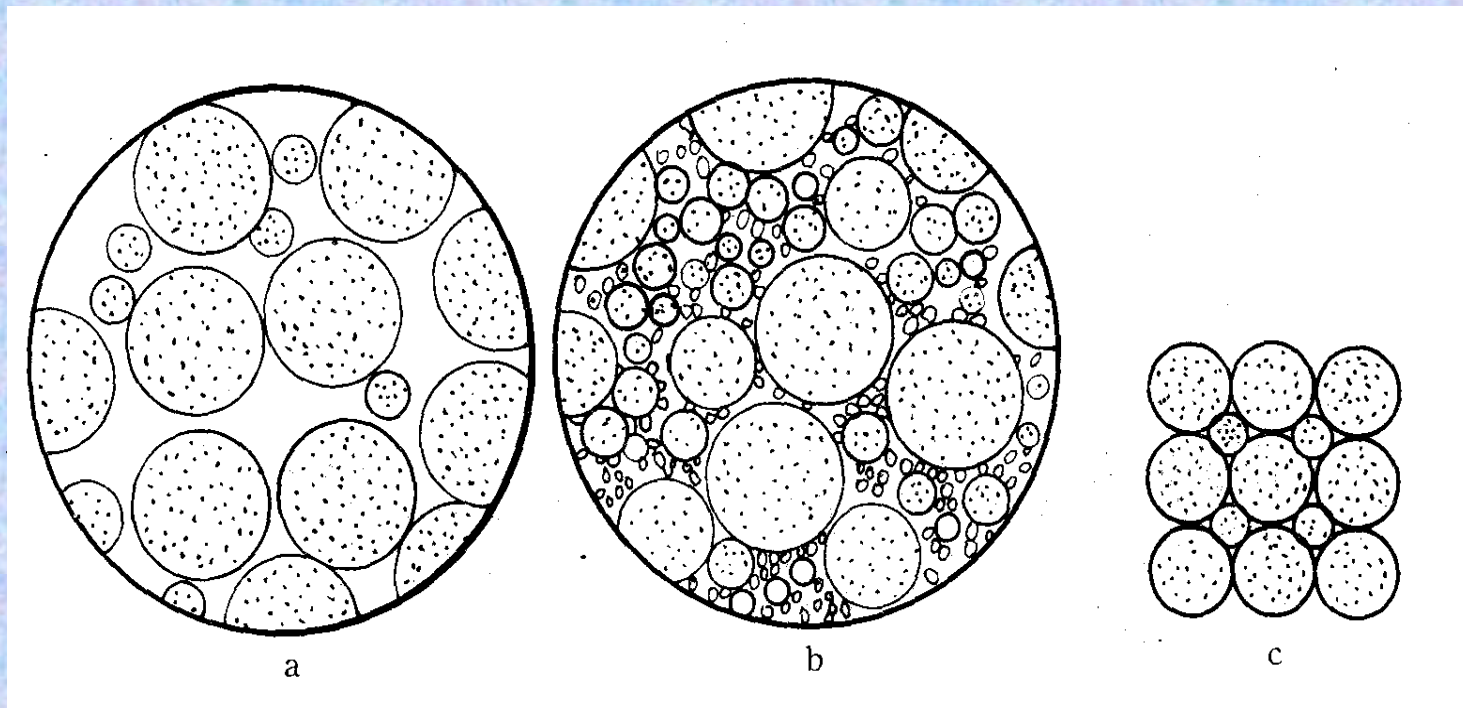
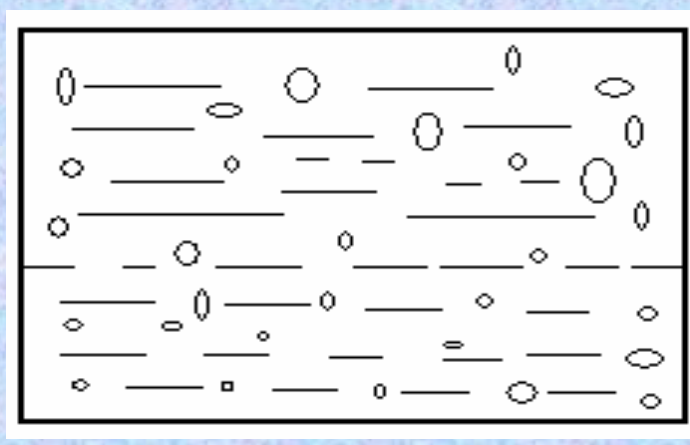
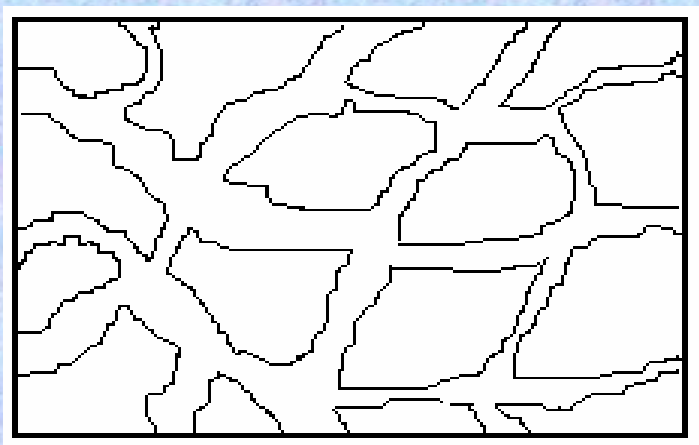
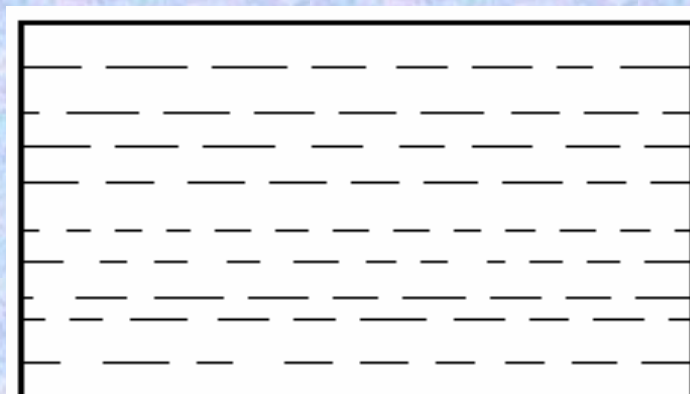
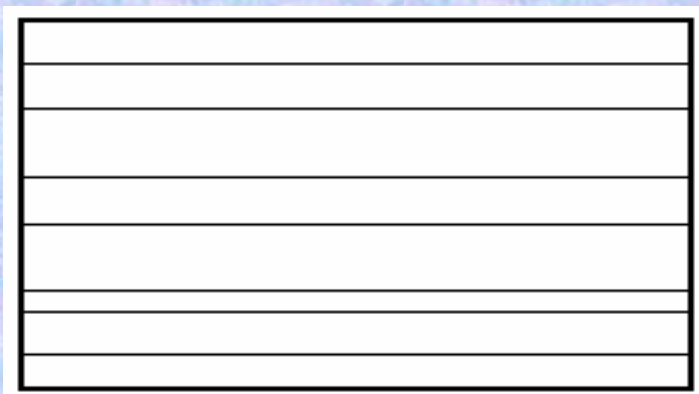


图2-3-1 分选程度对孔隙度的影响。(a) 分选好的情况；
(b) 分选差的情况；(c) 两种不同直径的圆球的立方排列。

第二章： 基础知识和基本概念



第三章：岩石的密度

- 讨论岩石的密度密度与岩石的结构构造、矿物组合、物质成分、孔隙度、饱和度、孔隙充填物的物理性质及岩石所处环境的温度和压力的关系

第三章：岩石的密度

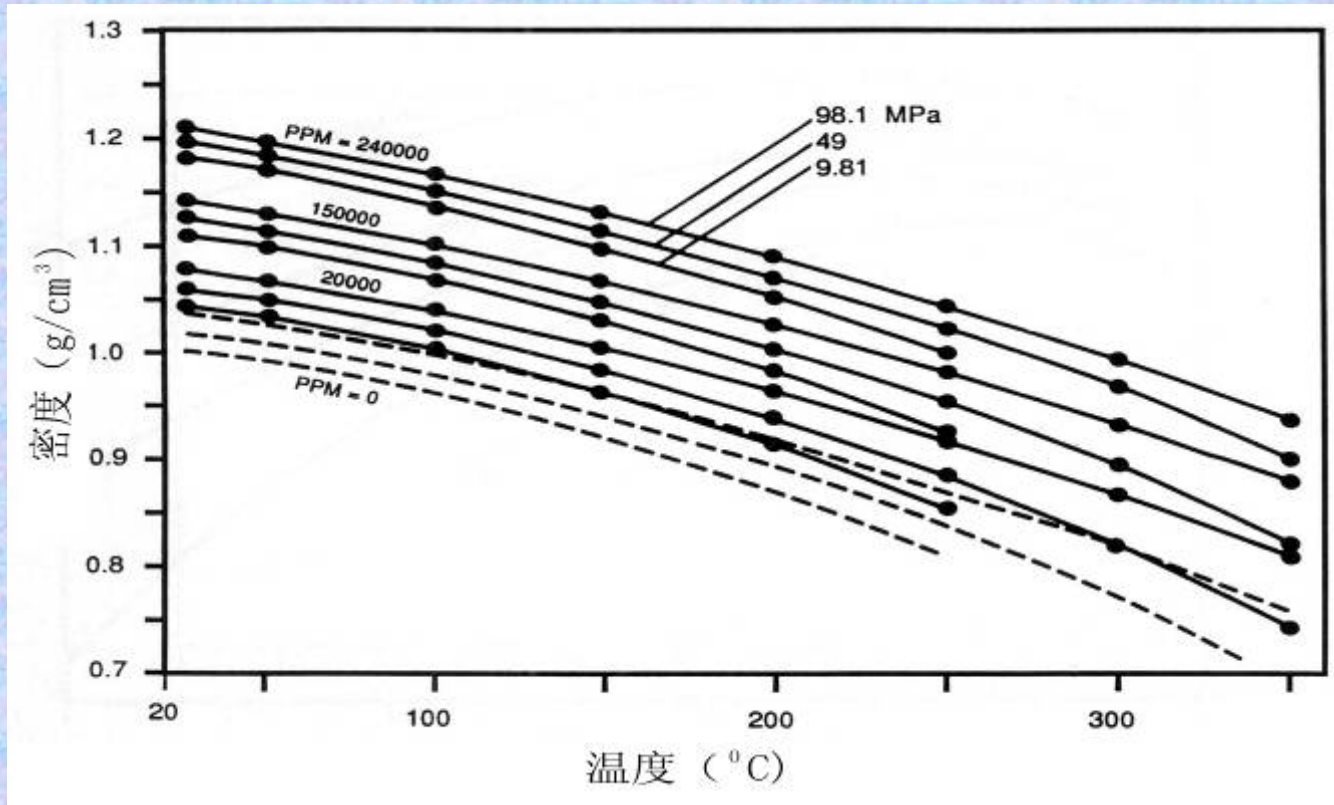


图3-3-1 地层水的密度随温度和压力的变化。图中的实心圆点取自Zarembo he Fedorov (1975)的数据，实线和虚线代表回归分析的结果。PPM代表氯化钠浓度，其单位是百万分之一。

第四章：岩石磁学

- 研究岩石磁性的科学
- 对岩石磁学中的一小部分作以介绍，为以后的学习和研究中打下一个必要的基础

第四章：岩石磁学

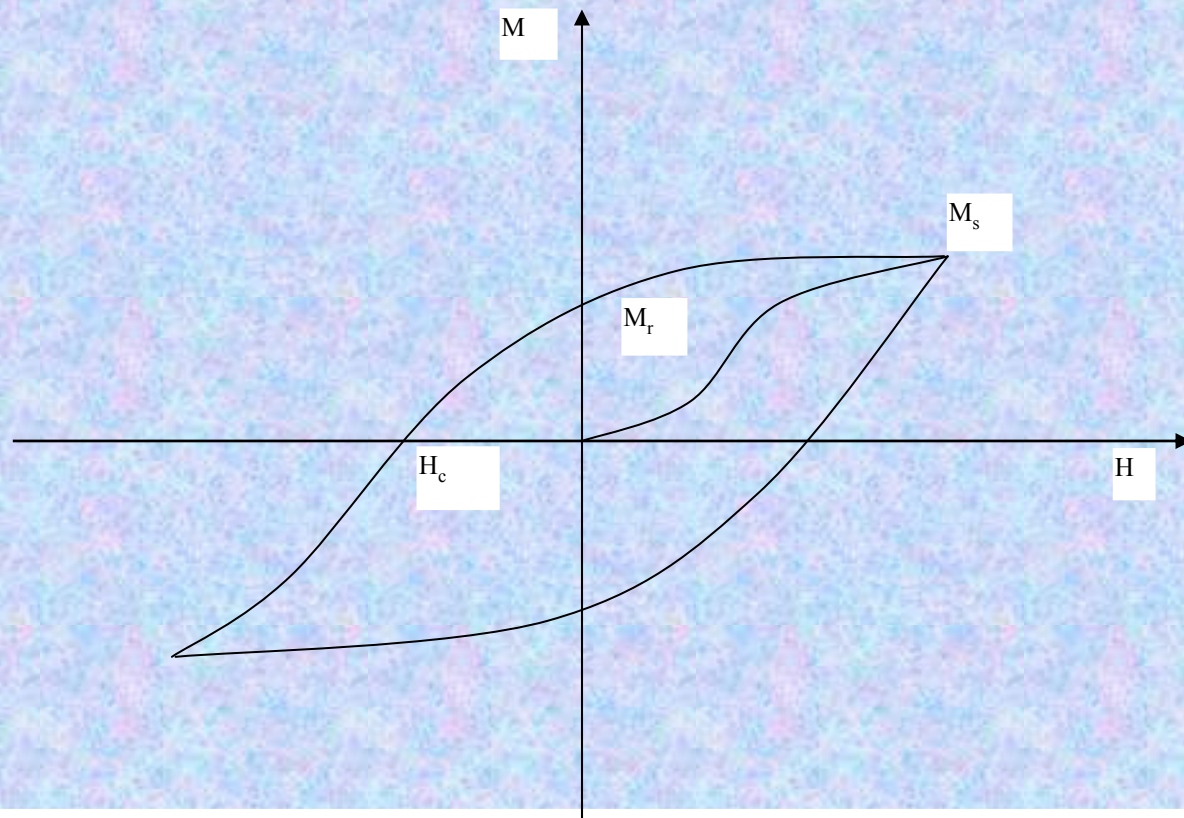


图4-1-1 磁滞回线 : 校顽磁力; : 剩余磁化强度; : 饱和磁化强度

第五章：岩石电学

- 岩石电学是研究岩石导电性的科学
- 岩石对稳定电流场和交变电场的传导作用
- 在外电场的作用下其内部所发生电化学作用
- 介绍岩石电学中的基本实验定律和理论结果

第五章：岩石电学

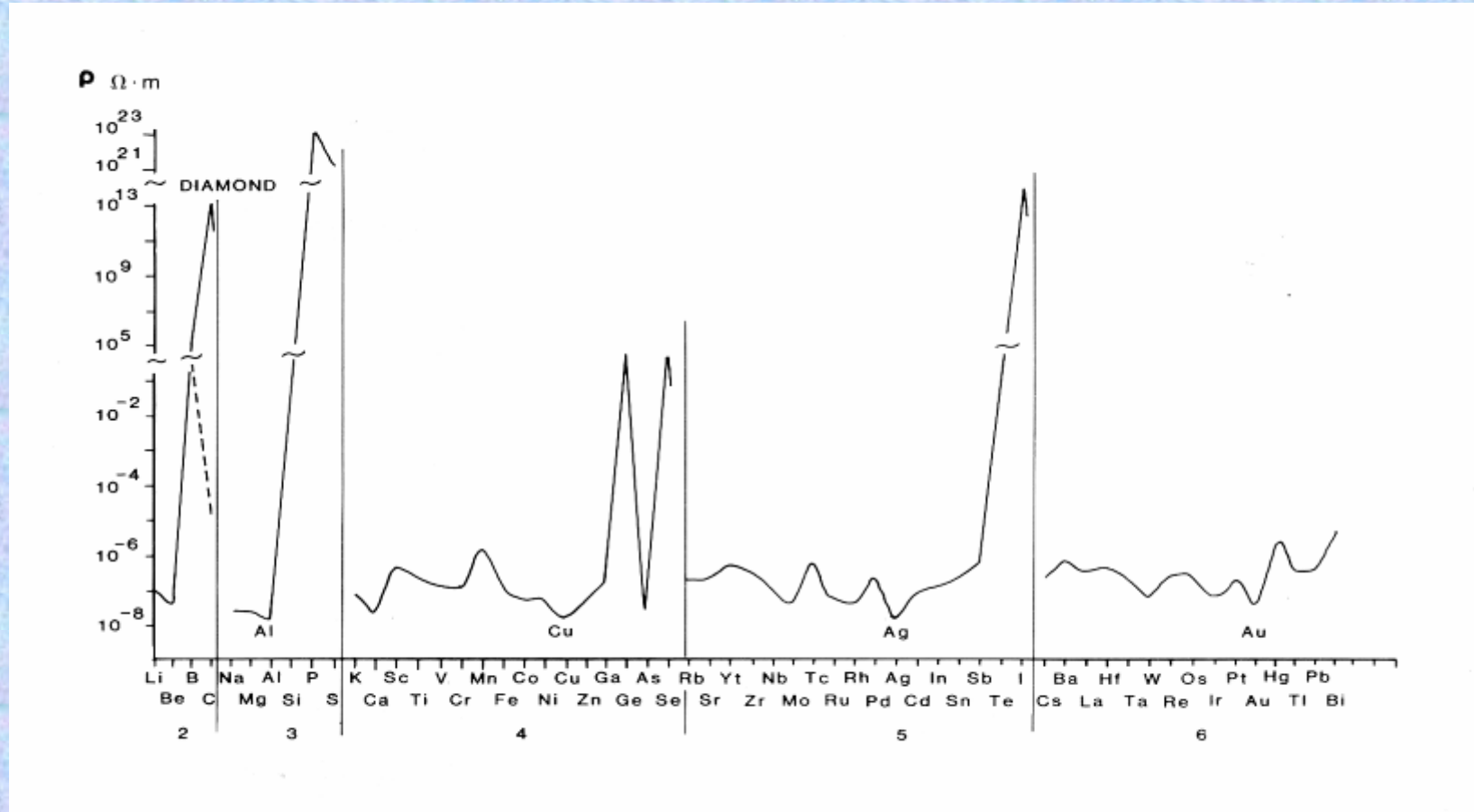


图5-2-1 元素的电阻率和原子量之间的关系

第六章：岩石声学

- 研究岩石声学（弹性动力学）特性的科学
- 研究内容：岩石的弹性参数和地震波速度
- 主要讨论地震波的传播速度

第六章：岩石声学

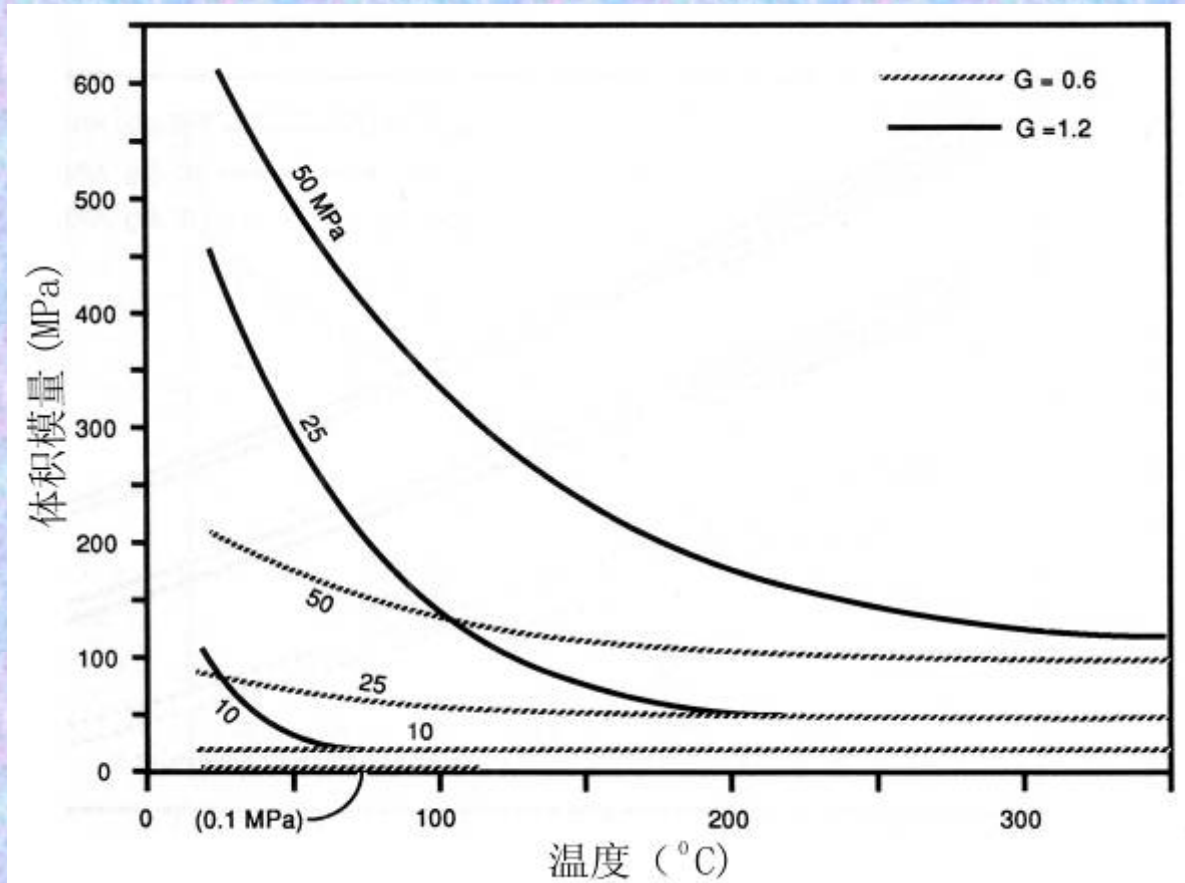


图6-2-2 石油的体积模量与温度、压力及组成成分的关系曲线

第七章：岩石热学

- 研究岩石在受热时其内能和体积所发生的变化及岩石对热能的传导能力
- 对于研究各种地质过程，构造演变及寻找地热资源有意义
- 介绍基本的实验结果和计算方法

第八章：各种岩石物理参数之间的关系

- 根据数学上的相似性建立一些岩石物理参数之间的相关关系。
- 根据实验结果找出各种岩石物理参数之间的相关关系
- 介绍一些经典的关系

第八章：各种岩石物理参数之间的关系

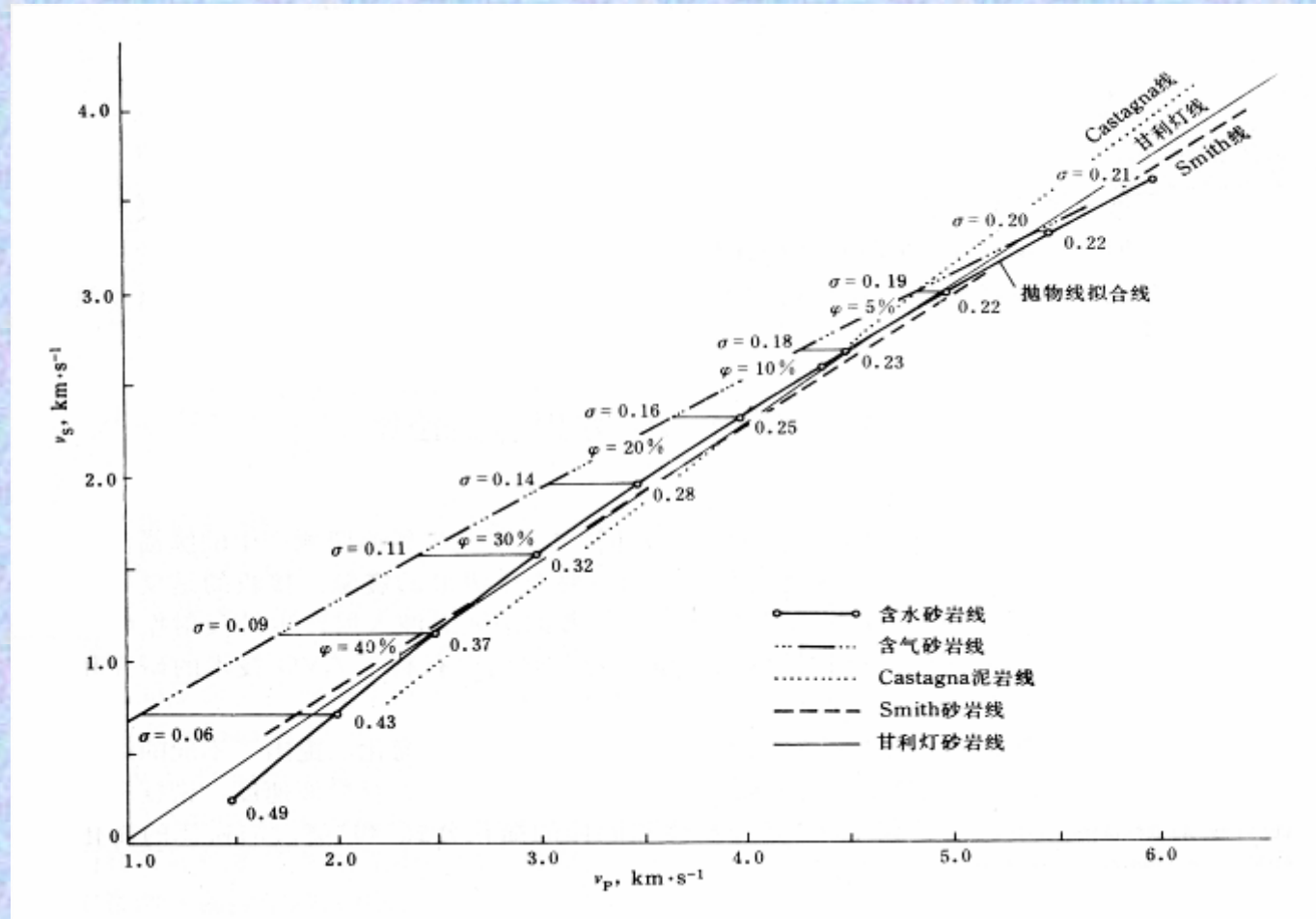


图8-5-2 含气砂岩和饱和含水砂岩的纵、横波速度之间的关系

谢谢!