

海洋油气勘探虚拟仿真实验

河海大学

访问网址: <http://xnfzgx.hhu.edu.cn/exp/47.html>

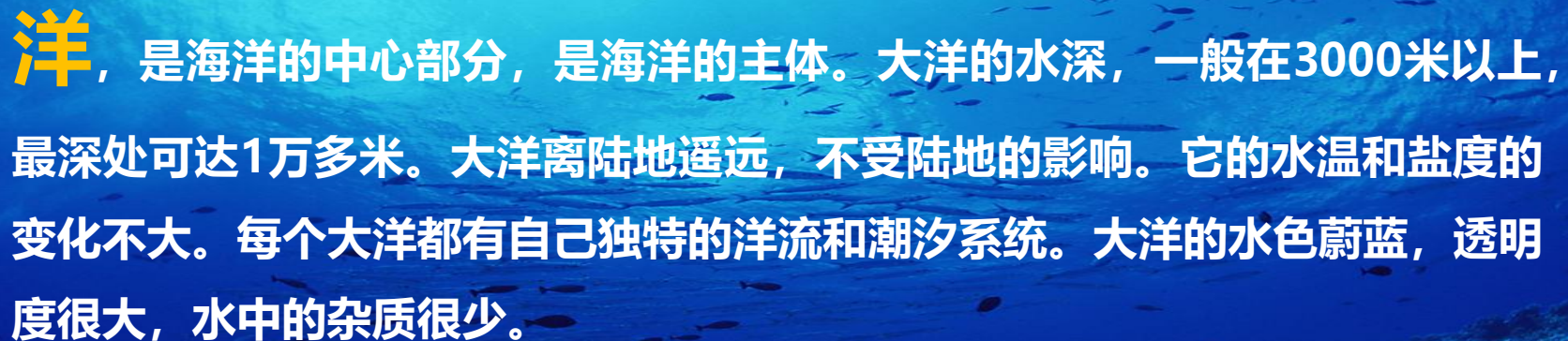
什么是海洋？



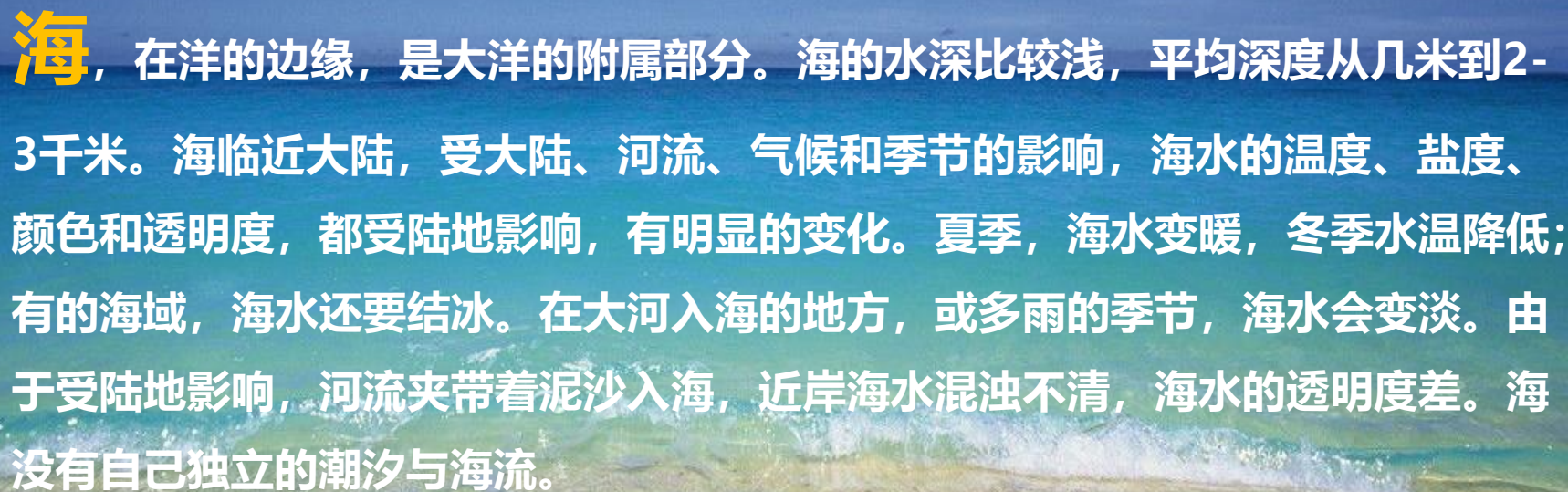
◆海洋= “海” + “洋”



海与洋有什么区别呢？

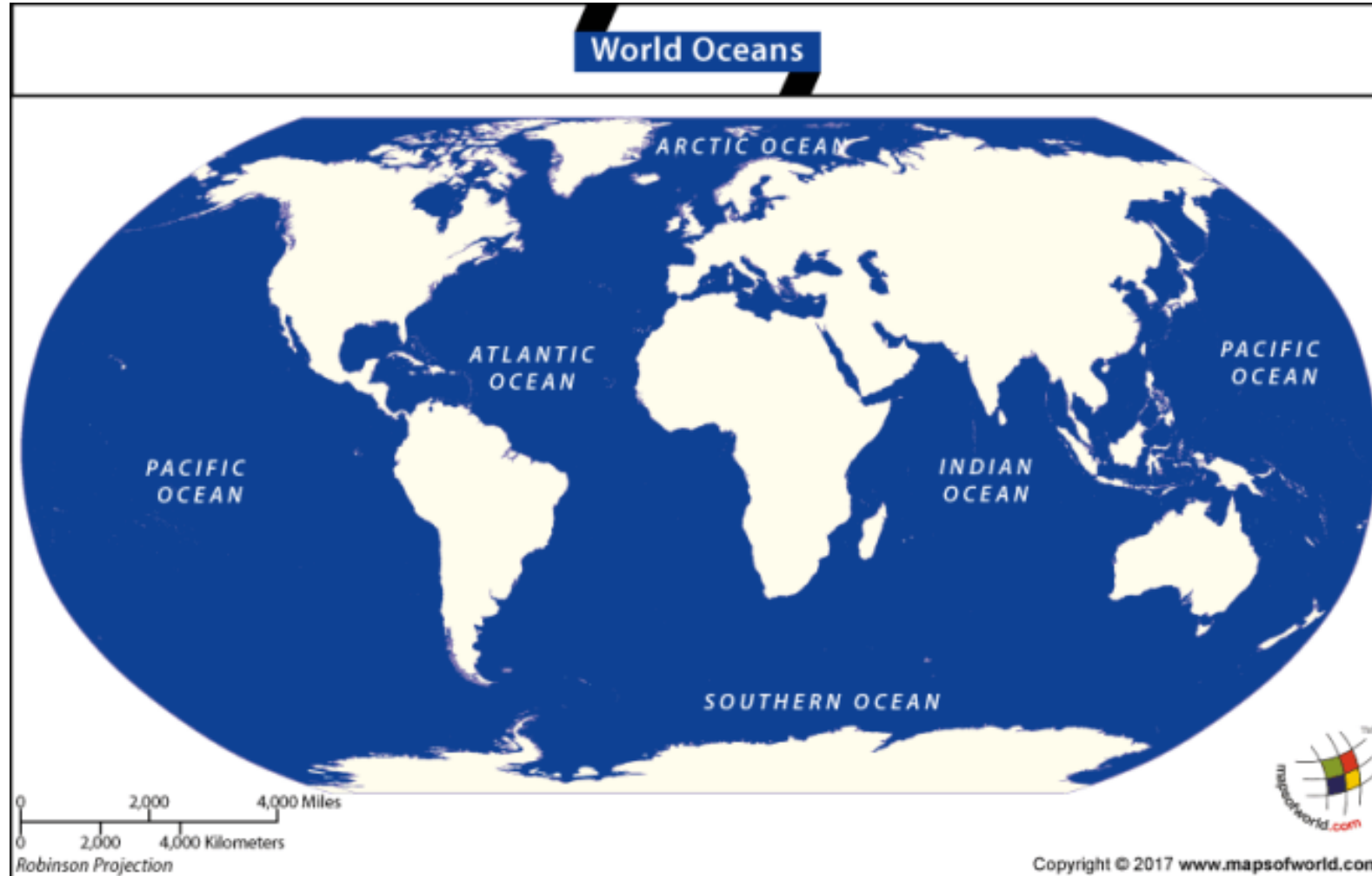


洋，是海洋的中心部分，是海洋的主体。大洋的水深，一般在3000米以上，最深处可达1万多米。大洋离陆地遥远，不受陆地的影响。它的水温和盐度的变化不大。每个大洋都有自己独特的洋流和潮汐系统。大洋的水色蔚蓝，透明度很大，水中的杂质很少。



海，在洋的边缘，是大洋的附属部分。海的水深比较浅，平均深度从几米到2-3千米。海临近大陆，受大陆、河流、气候和季节的影响，海水的温度、盐度、颜色和透明度，都受陆地影响，有明显的变化。夏季，海水变暖，冬季水温降低；有的海域，海水还要结冰。在大河入海的地方，或多雨的季节，海水会变淡。由于受陆地影响，河流夹带着泥沙入海，近岸海水混浊不清，海水的透明度差。海没有自己独立的潮汐与海流。

中国海与全球洋

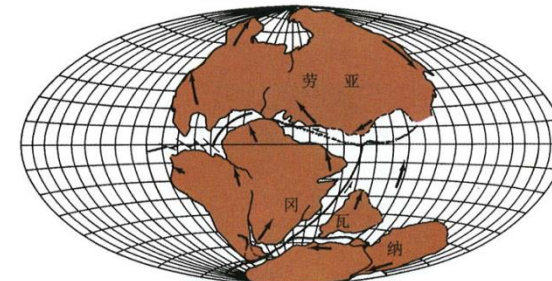
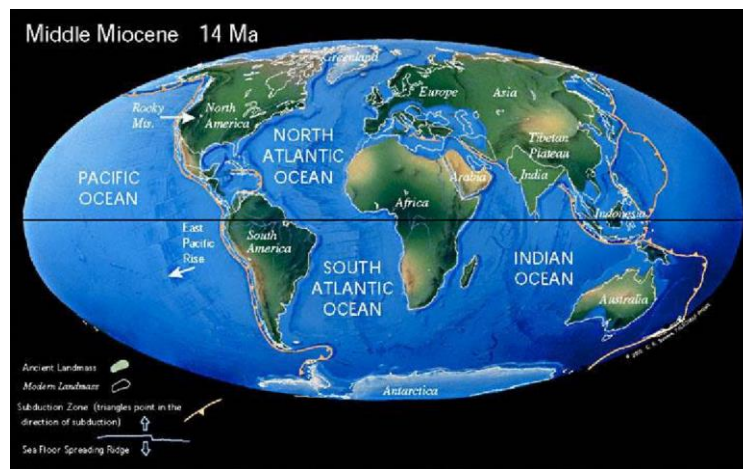
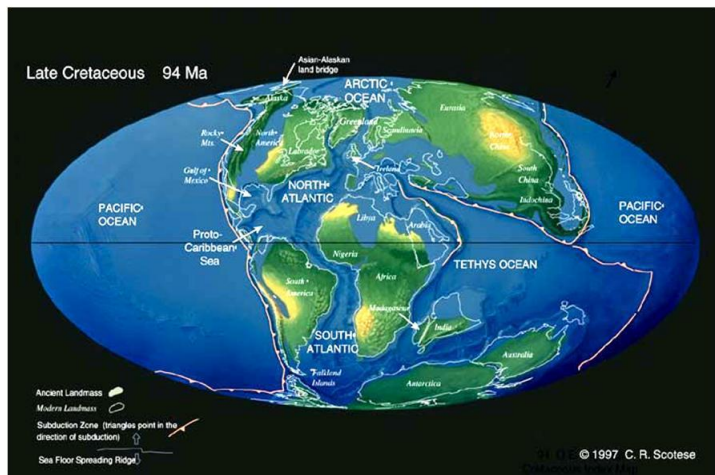
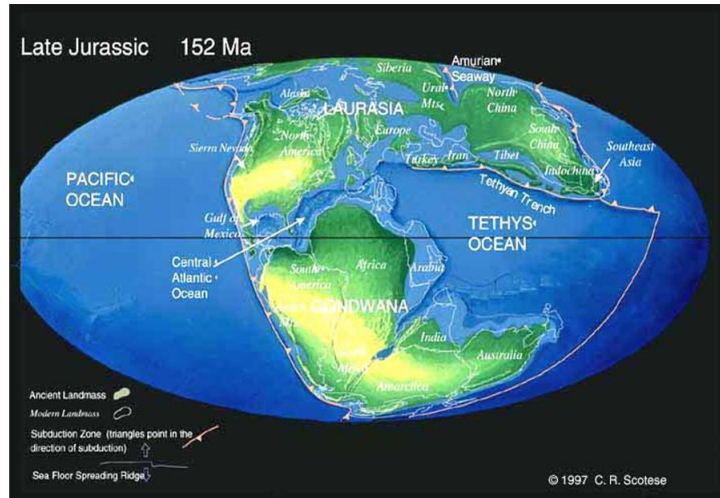
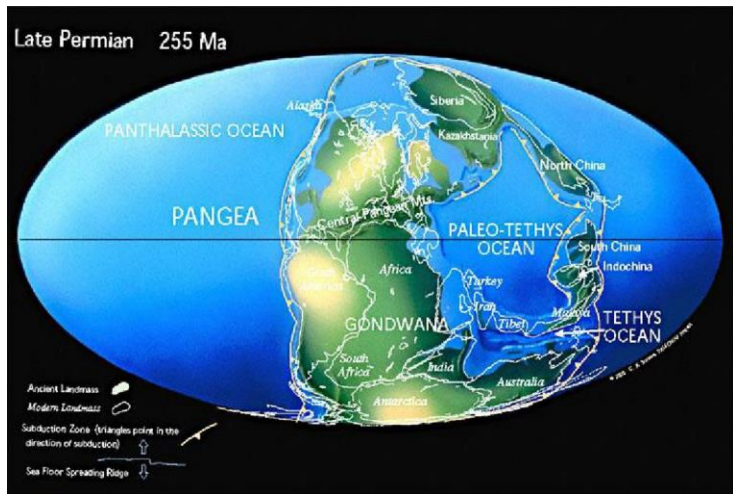


◆世界大洋：

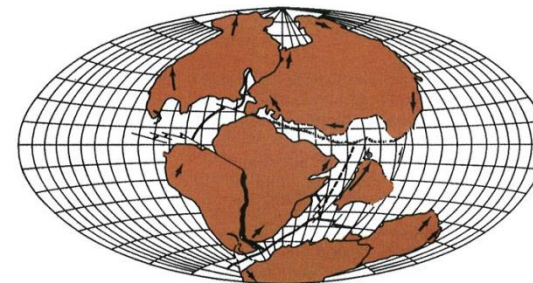
(1) 太平洋； (2) 大西洋； (3) 印度洋； (4) 北冰洋

中国海与全球洋

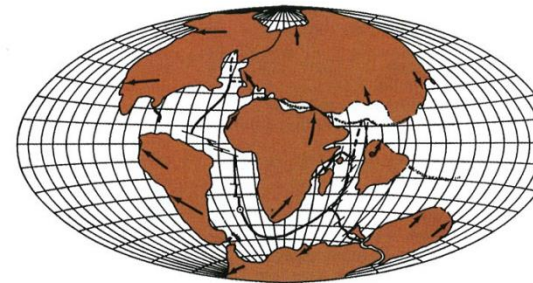




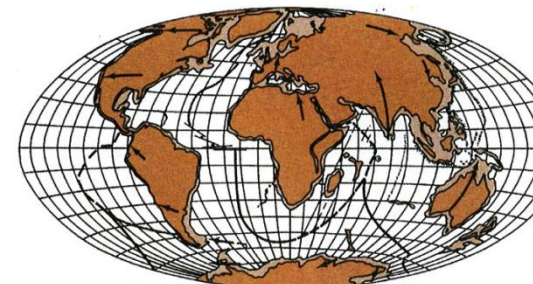
180Ma前 (三叠纪)



135Ma前 (侏罗纪)



65Ma前 (白垩纪)



现在

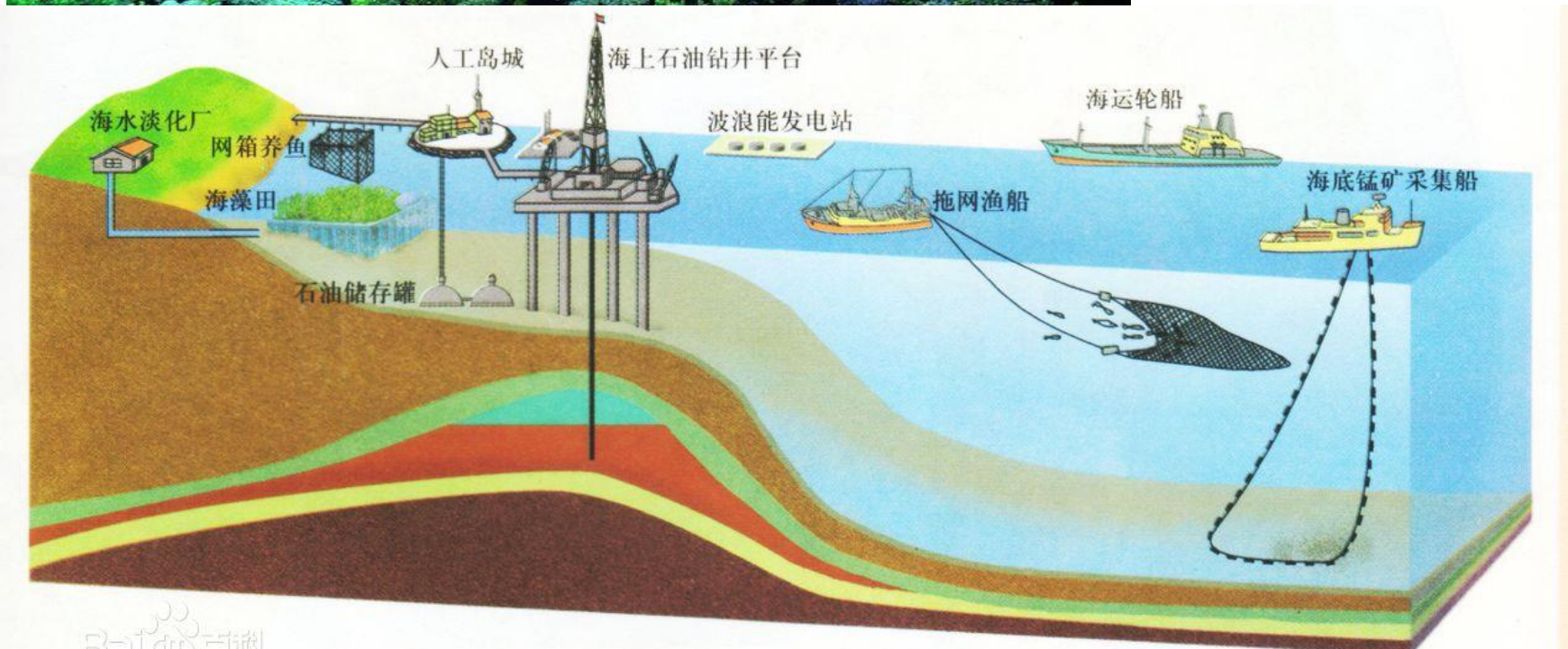
地质历史时期海洋的变化

探索海洋



水资源
矿产资源
海水能源
海洋药物
海上交通
海滨旅游

.....



探索海洋

• 习近平：要进一步关心海洋、认识海洋、经略海洋

2013年7月30日，十八届中共中央政治局就建设海洋强国举行集体学习。习近平指出，21世纪，人类进入了大规模开发利用海洋的时期。推进海洋强国建设，必须提高海洋资源开发能力，保护海洋生态环境，发展海洋科学技术，维护国家海洋权益。



△2013年7月30日，十八届中共中央政治局就建设海洋强国举行集体学习，习近平主持学习

未来之海

未来之海-海底假日



乘坐海底快车，畅游海底城市，想象未来海底城市的模样。

未来之海-资源宝库



欢迎来到海底世界乐园，您在陆地上中毒，寻救了潜水

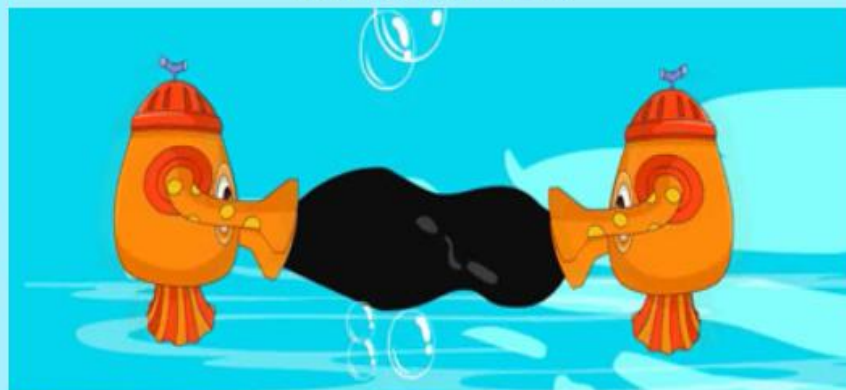
看海底城市如何利用海底生物制药，高效地利用海洋资源。

未来之海-蓝色能源



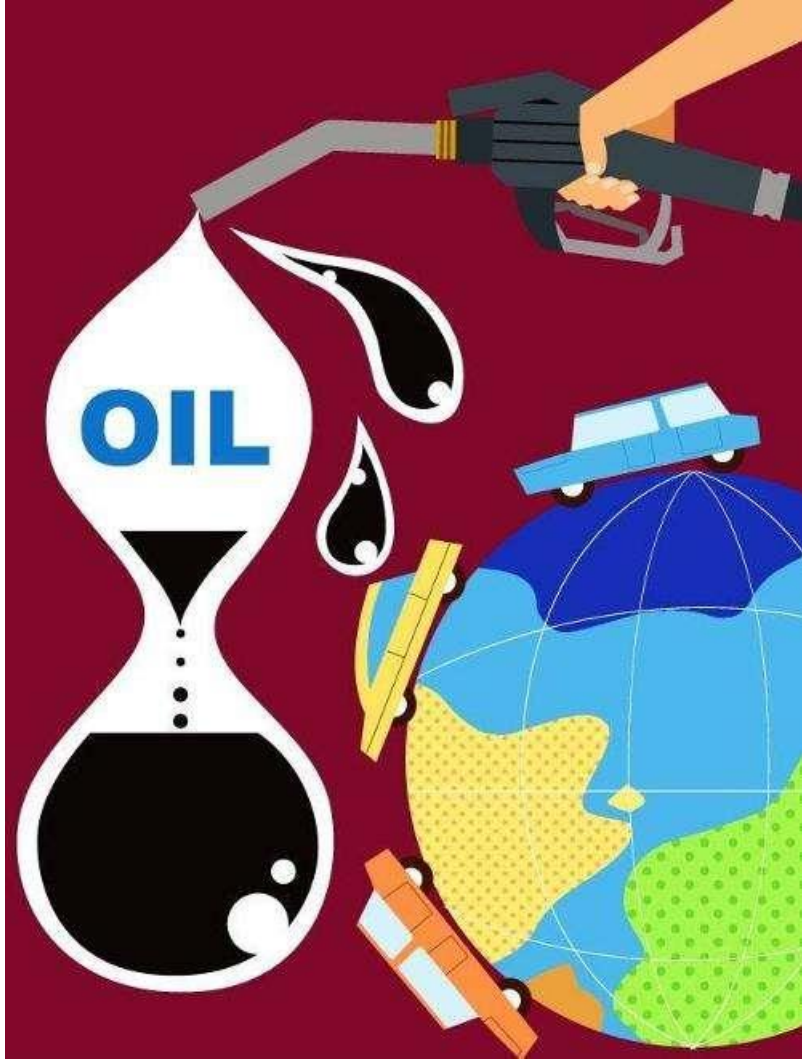
海底石油提炼机、海底发电站，未来海洋能源的利用会是怎样的？

未来之海-绿色之海

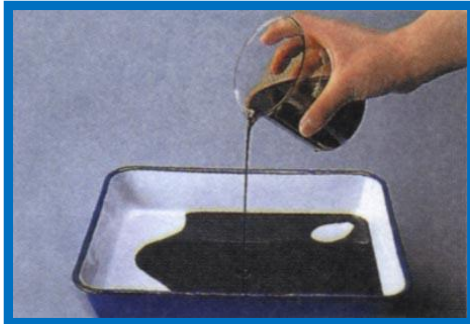


海底去污机器人清扫海洋垃圾，海底温室将温室气体变成氧气，未来的海洋将给人类带来更多的绿色。

什么是石油？



什么是石油？



颜色： 黑色、深棕色

状态： 粘稠的液体

气味： 特殊气味

水溶性： 不溶于水

密度： 比水小

熔、沸点： 低（不固定）



中国北宋科学家沈括在所著《梦溪笔谈》
正式将其命名为“石油”。

“生于水际砂石，与泉水相杂，惘惘而出”

什么是石油？

浮于地表的石油



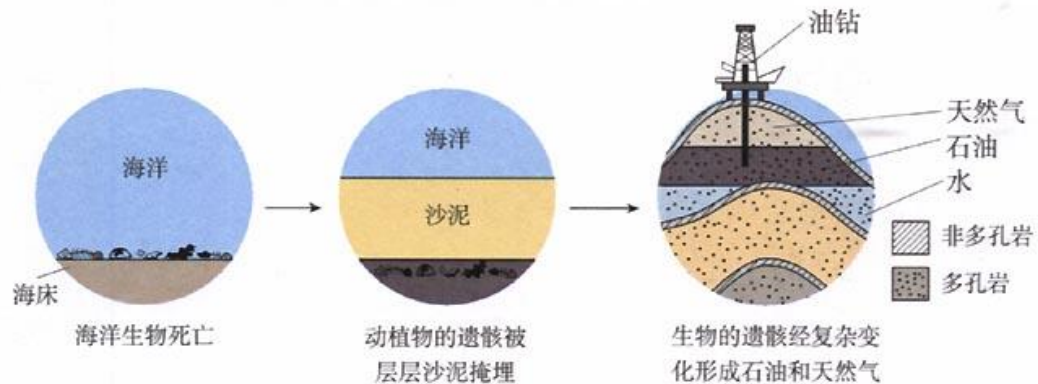
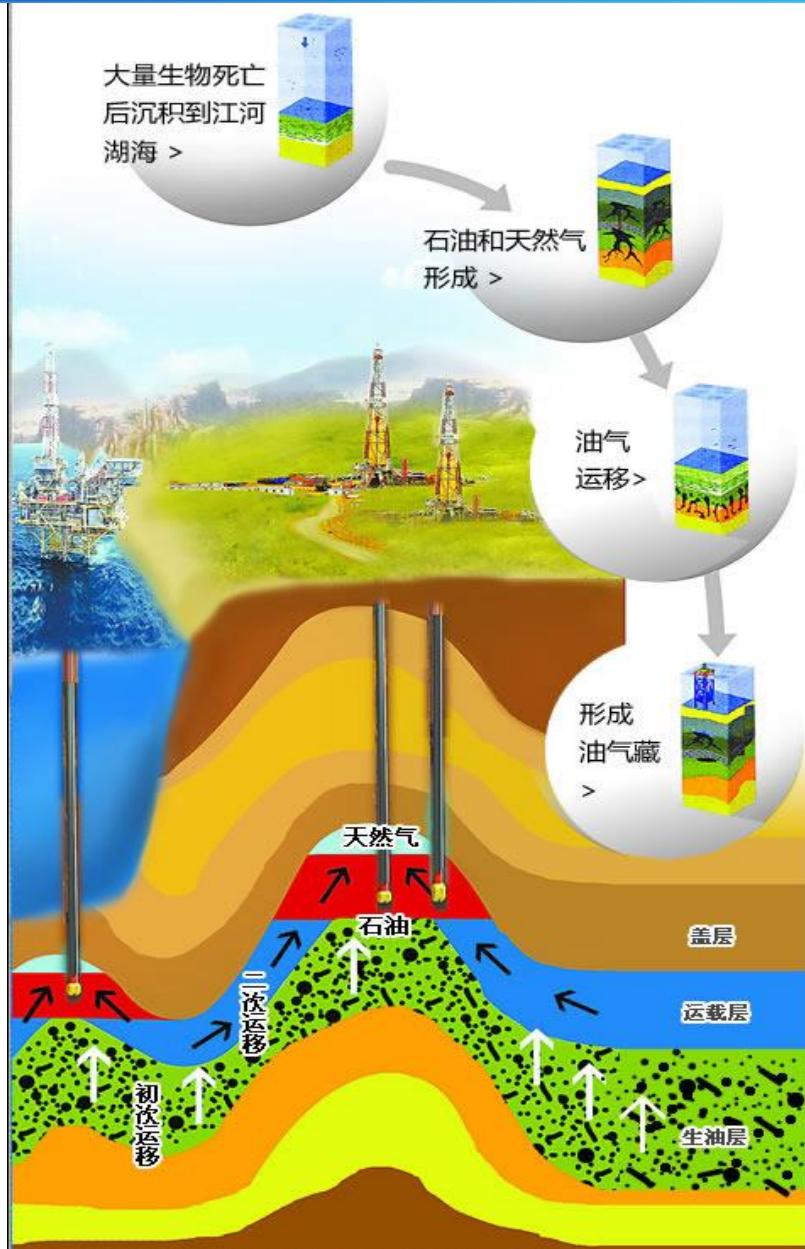
漂浮在海洋上的石油



燃烧着的石油



石油是怎么形成的呢？



大约45亿年前，地球在宇宙间生成，38亿年前，地球上出现了最简单的单细胞生物，从此地球上就有了生物的寄存。大约在5亿年前，海洋生物死后，尸体沉到海底，形成沉积层，当温度和压力达到一定程度后，最终生成石油和天然气。

全球油气分布规律



奥陶纪：海洋盛宴的狂欢与消亡

远

5亿年前至4.4亿年前

短

奥陶纪每日时长21个小时

热

奥陶纪早期海洋温度达42摄氏度左右

广

奥陶纪末期曾发生过一次规模较大的冰期，分布范围包括非洲（特别是北非）、南美的阿根廷和玻利维亚及欧洲的西班牙和法国南部等地



全球油气分布规律



志留纪：陆地迎来第一抹绿

遥远

4.4亿年前至4.1亿年前

先驱

笔石的涌现和繁盛，
预示着高等生物的先驱已经出现

繁盛

历经奥陶纪的浩劫，志留纪的海洋生物更加繁盛，并涌现出新物种

登录

植物率先来到陆地舒展身姿



全球油气分布规律



侏罗纪：恐龙时代的开启与繁盛

分裂

超级联合古陆真正开始分裂，大陆地壳上的裂缝生成大西洋，非洲开始从南美洲裂开，印度则准备移向亚洲。

恐龙

“龙行天下”正式开始，恐龙成为地球霸主

陆海空

脊椎动物首次占据陆、海、空三大生态领域



全球油气分布规律



白垩纪：地球霸主的盛衰传奇

最高

白垩纪时期空气中的二氧化碳含量达到历史最高，对陆生动植物的繁盛起到关键作用。

最大

白垩纪时期全球海洋面积最大，绝大多数陆地被海水淹没，形成大范围陆表海。

丰富

白垩纪发育了大量烃源岩母质，支撑了现今全球29%以上的油气。



全球油气分布规律



第三纪：哺乳家族的华丽舞台

现代 第三纪的生物类别与中生代的生物界面貌迥异，标志着“现代生物时代”的来临。

山脉 晚第三纪是重要的山脉形成期。现今地球上较高的山脉都是这一时期形成的，如阿尔卑斯山、喜马拉雅山、落基山、安第斯山等

分合 地壳运动使欧亚大陆与非洲和北美洲数次分合，形成多次动物群交流。

类人猿

蝙蝠

古巨猪

巨爪地懒

滑巨骨目

冠齿兽

铲齿象

剑齿虎

安氏中兽

巨犀

斑水獭鹿

米拉鼠

裂肉兽

梅尔维尔鲸

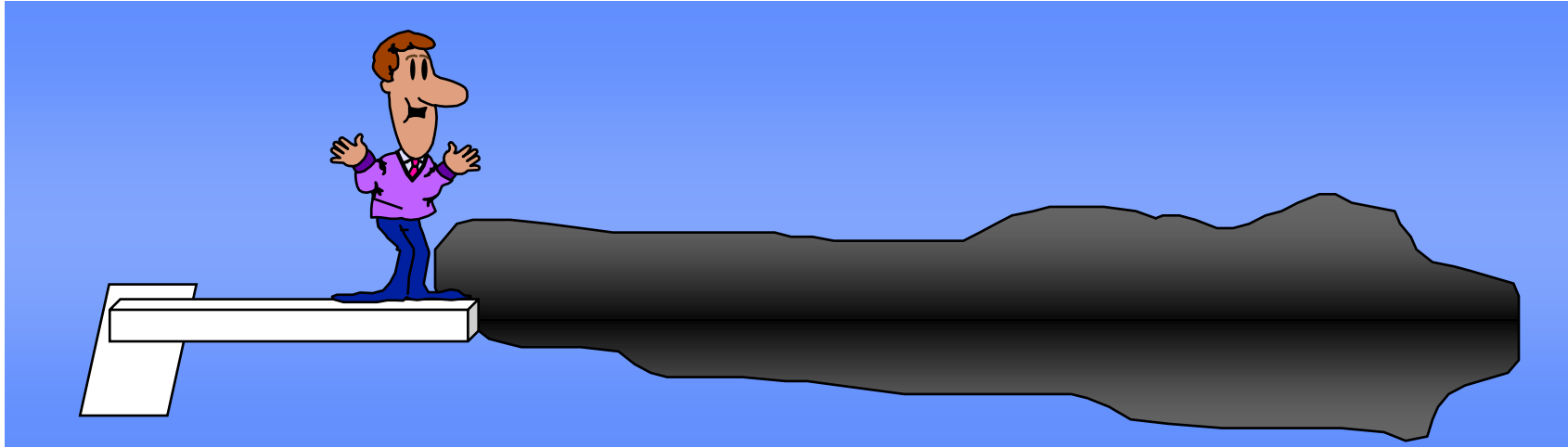
海扇

巨齿鲨

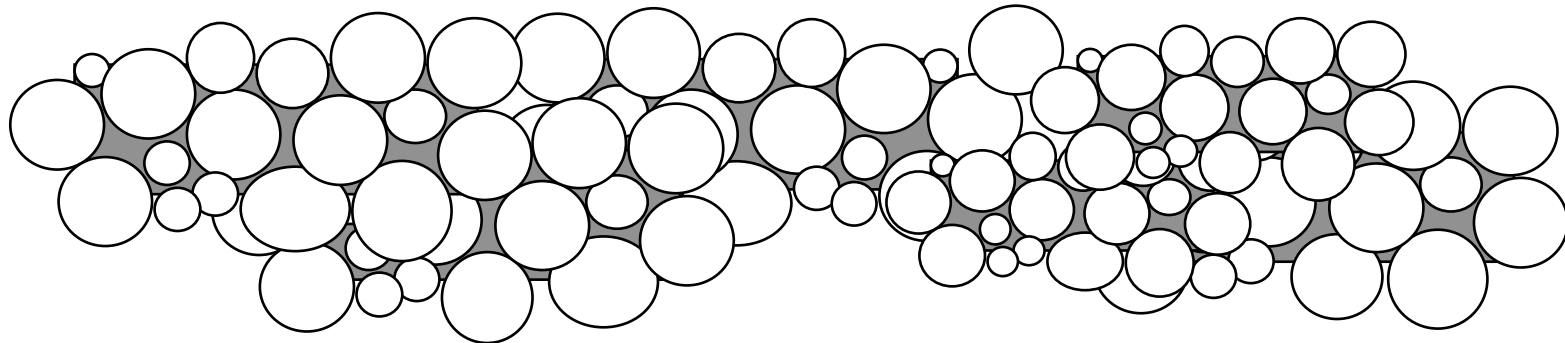
龙王鲸

石油保存在什么地方？

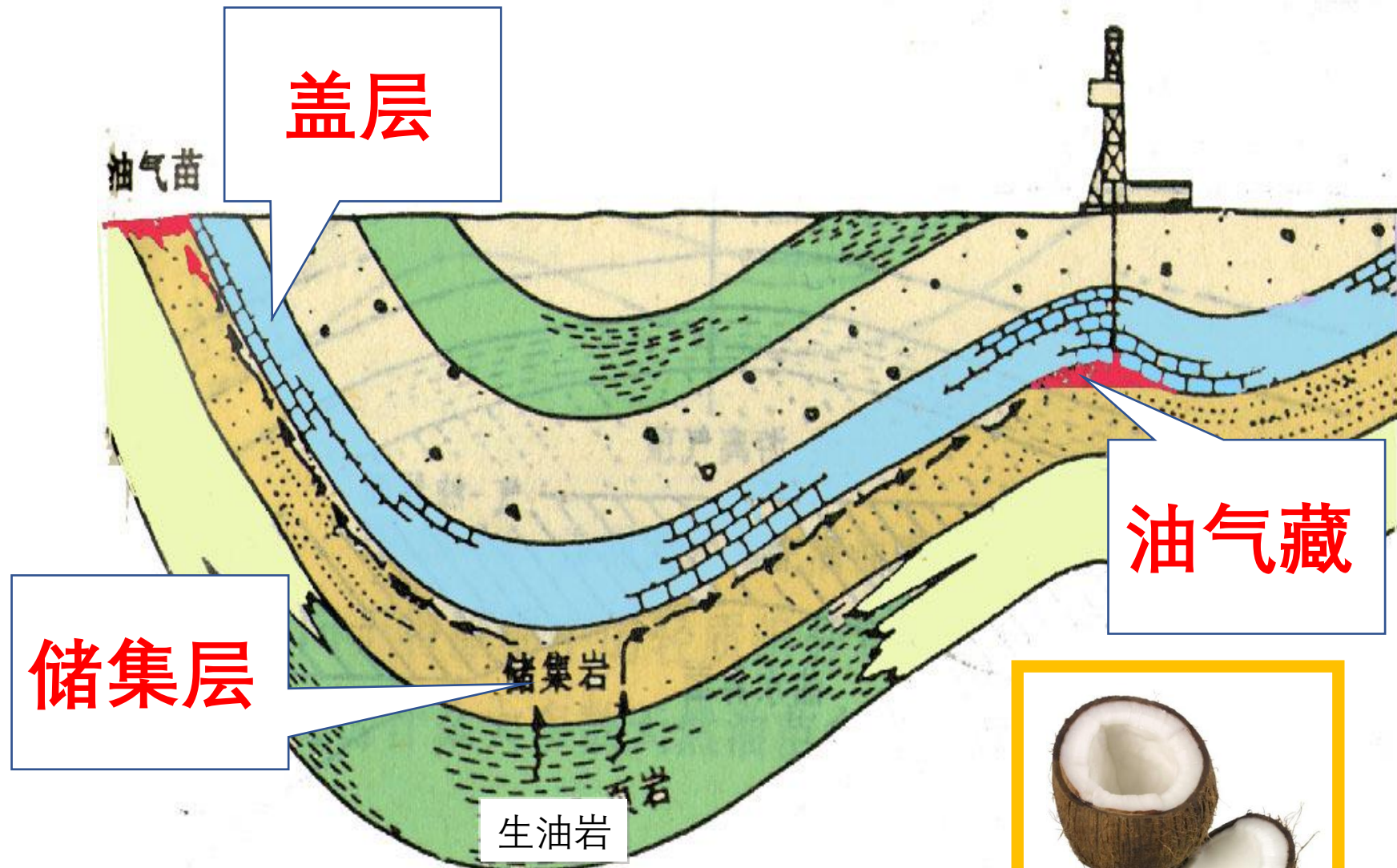
石油保存在一个地下的大池子里？



实际上，大多数石油是嵌在岩石颗粒和沙子之间很小的孔隙（毫米、微米、纳米级）里。大多数这样的孔隙肉眼是看不到的。

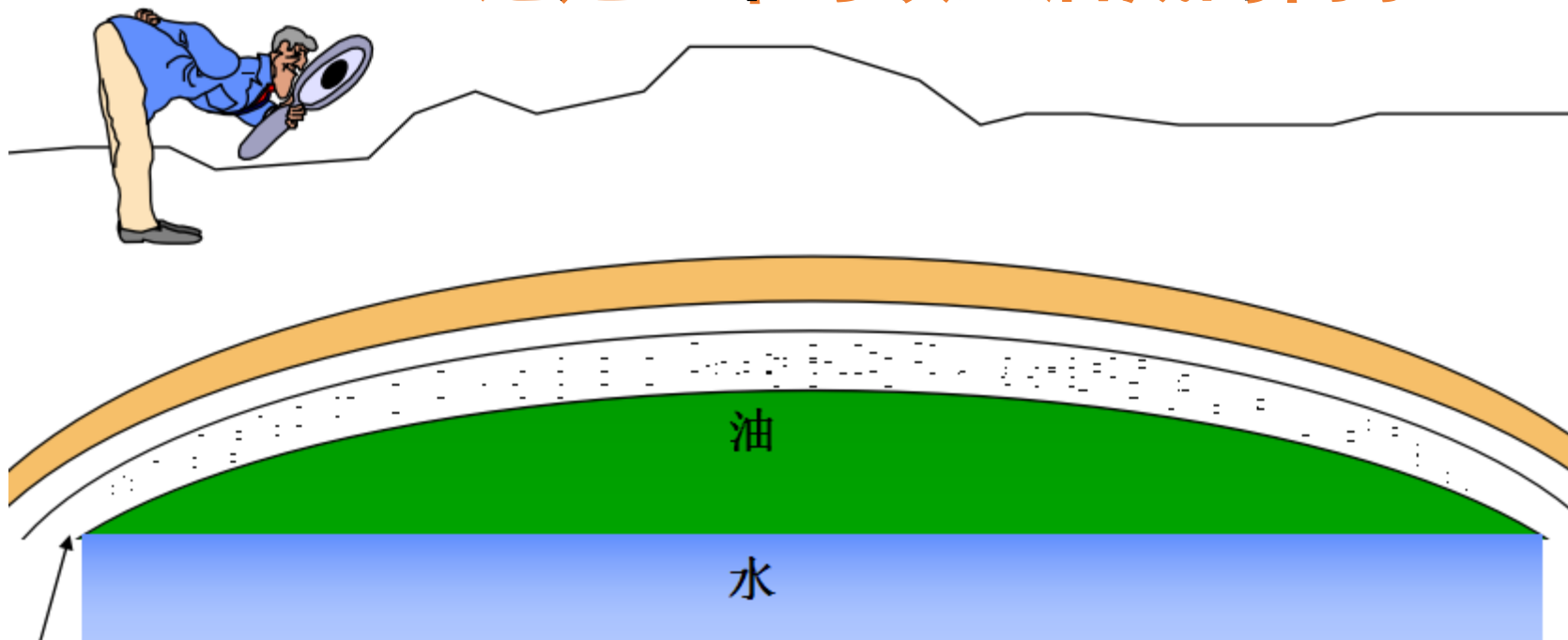


石油保存在什么地方？



石油保存在什么地方？

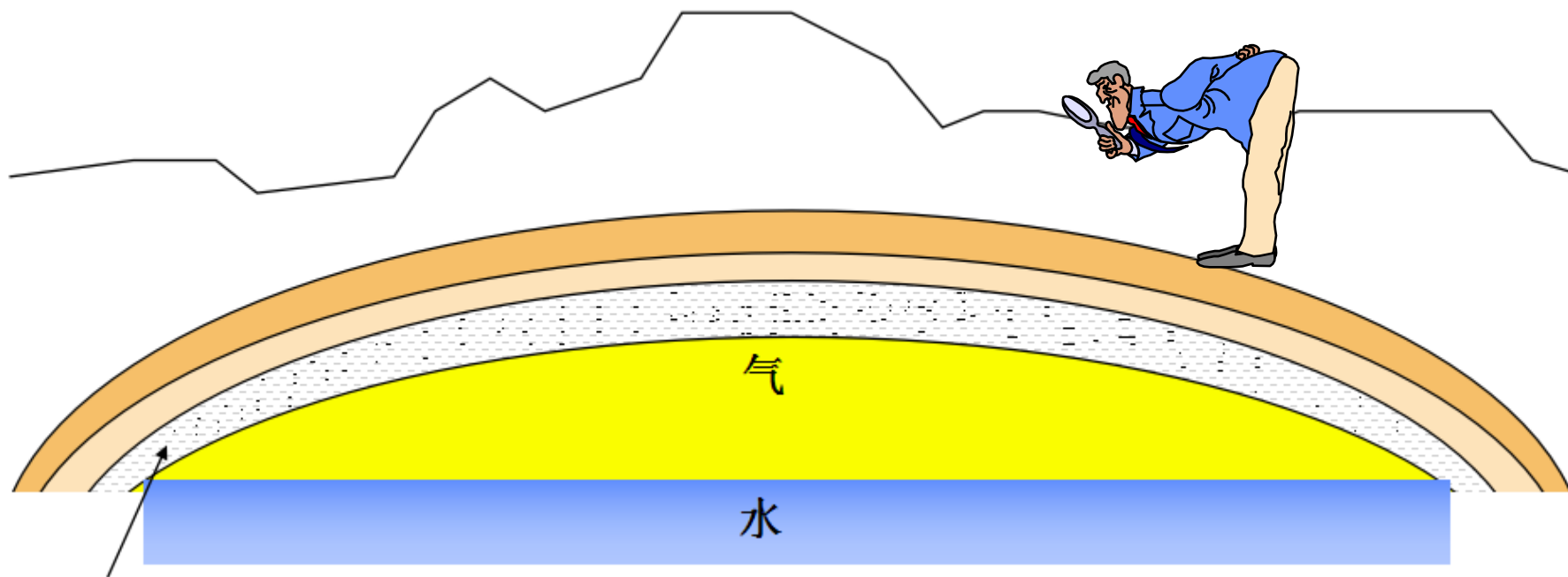
这是一个穹顶型油藏的例子：



这是阻止油气向上流动的非渗透性岩石层。

石油保存在什么地方？

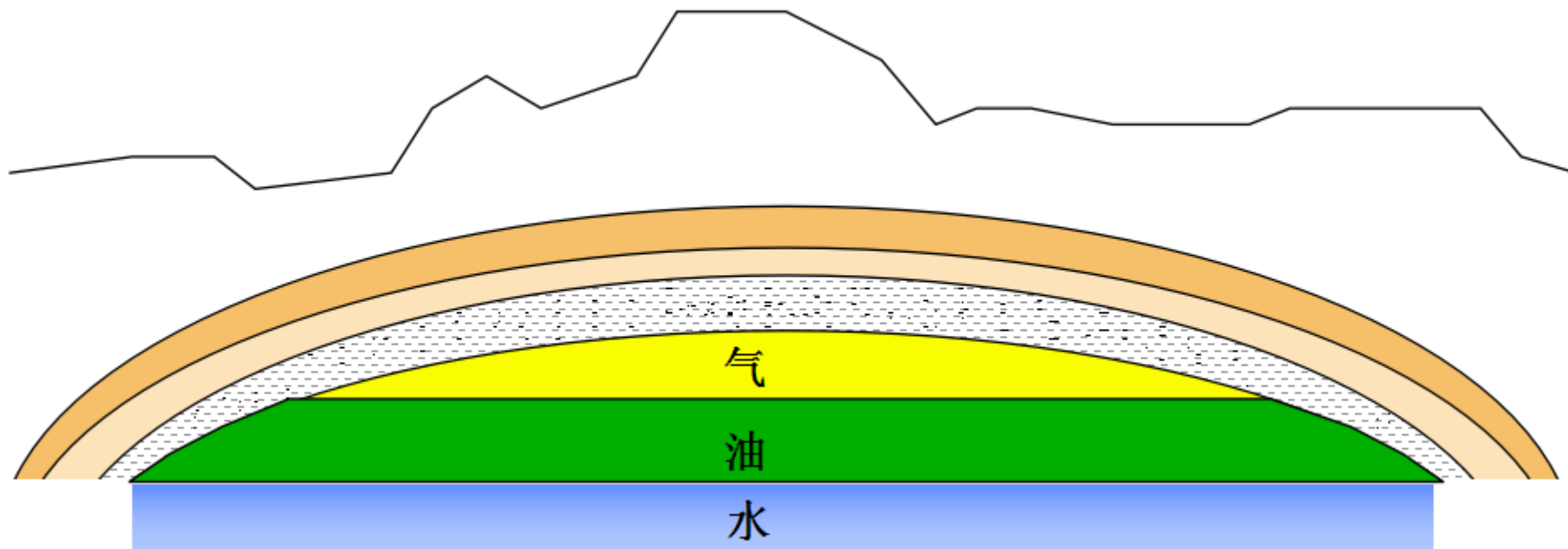
这是一个气藏的例子：



和前面的例子一样，非渗透性的岩层阻止了气体的逃逸

石油保存在什么地方？

这是一个有气顶的油藏的例子：



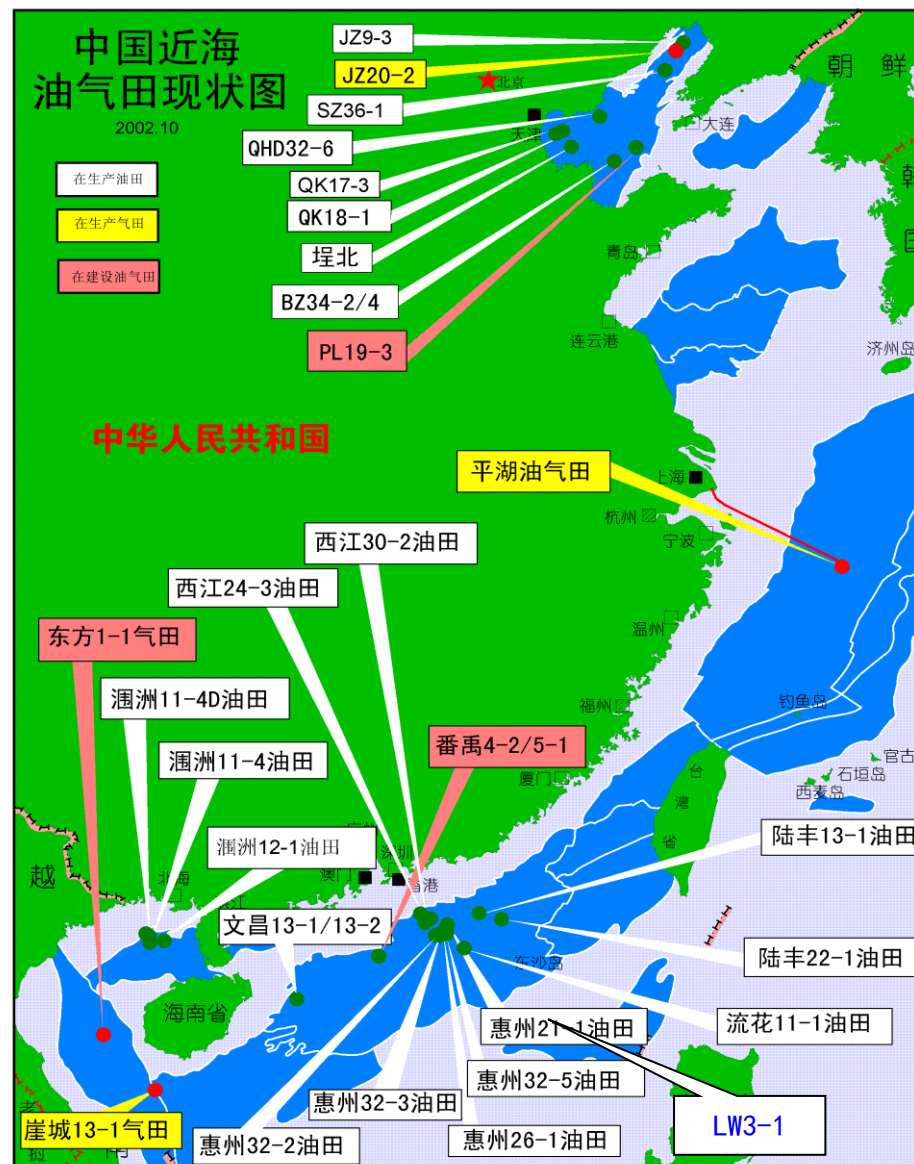
为什么我们要假
设气体在顶部？



近代油气勘探和地质研究发展概况

我国海洋石油勘探现状

最新一次全国油气资源潜力评价结果显示，海域各盆地天然气地质资源量20.8万亿立方米、可采资源量12.2万亿立方米，与比上一轮评价分别增长55%和57%，为海洋强国战略提供了重要支撑。



近代油气勘探和地质研究发展概况

6、我国海洋石油勘探现状



渤海油田始建于1965年，是中国现代海洋石油工业的发源地。

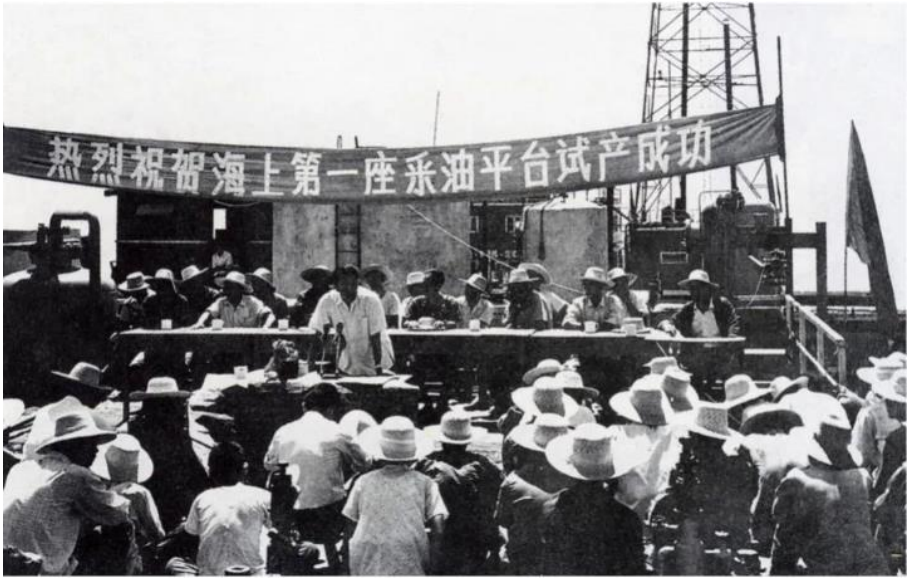
1965年1月石油工业部提出“上山、下海、大战平原”的号召，同年8月成立了海洋石油勘探指挥部，承担渤海海域的石油勘探和开发任务。



近代油气勘探和地质研究发展概况

6、我国海洋石油勘探现状

渤海是我国海洋石油事业发展的起步点，经历了两个发展阶段。**1980年以前**，渤海石油公司处在边勘探、边开发的创业阶段，在探索海洋石油开发中建成一批试验性采油平台。**1980年以后**，在“改革开放”方针指引下，渤海石油公司引进国外技术和资金，进入合作与自营并举、勘探与开发并举的新阶段，取得了巨大成绩。



1967年5月11日完钻，6月14日试油，单井日产35立方米。6月21日国务院发来贺电，祝贺渤海具有历史意义第一口油井诞生。这极大地鼓舞了海洋石油职工。



渤海石油公司工程设计经历了“外国人干，我们看，我们与外国人一起干，我们自己干”这样三步。

近代油气勘探和地质研究发展概况

6、我国海洋石油勘探现状

渤海油田累产油气当量超**5亿吨**，年油气产量保持稳步上升趋势，已成为**保障中国能源安全**的重要支撑力量。

作为我国现代海洋石油工业的发源地，从“一无资金、二无装备、三无技术”的艰苦创业阶段到率先开展改革开放、坚持合作与自营并举的对外合作阶段，再到革故鼎新、全面推动优快引领的高速发展阶段，渤海油田油气产量由最初的**十万吨级**不断爬升，1995年跨入**千万吨级**“俱乐部”，2010年**实现上产3000万吨并持续稳产12年**。2021年，渤海油田原油产量达到3013.2万吨，一举**成为我国第一大原油生产基地**，原油增量约占全国原油增量的近50%。



近代油气勘探和地质研究发展概况

6、我国海洋石油勘探现状



hi, 我是
埕北油田

一个是建成投产于
改革开放初期的油田
中国第一个对外合作开发油田
也是我国海上最老在产油田

埕北油田



中国工程院院士、中国海洋石油总公司原副总经理周守为说，埕北油田是中国改革开放的窗口之一，对**海洋石油工业的对外开放**起到了**引领作用**，也对**中国现代海洋石油工业技术体系的建设**贡献巨大，是**中国海洋石油现代化发展的历史拐点**。

近代油气勘探和地质研究发展概况

6、我国海洋石油勘探现状

你好！我叫
“深海一号”

另一个是建成投产尚不满一年
拥有我国自主研发建造的
全球首座10万吨级
深水半潜式生产储油平台的
“深海一号”超深水大气田



我国首个自营超深水大气田

距离海南省东南方
约150公里的深水海域

2021年6月25日

我的生产装置成功投产

通过这座能源站

我的天然气

被源源不断地输送到千家万户

同年11月

我顺利完成深度调试

日产量达1000万立方米

每年可为粤港澳大湾区和海南自贸港

供应超30亿立方米优质天然气

近代油气勘探和地质研究发展概况



中国海油



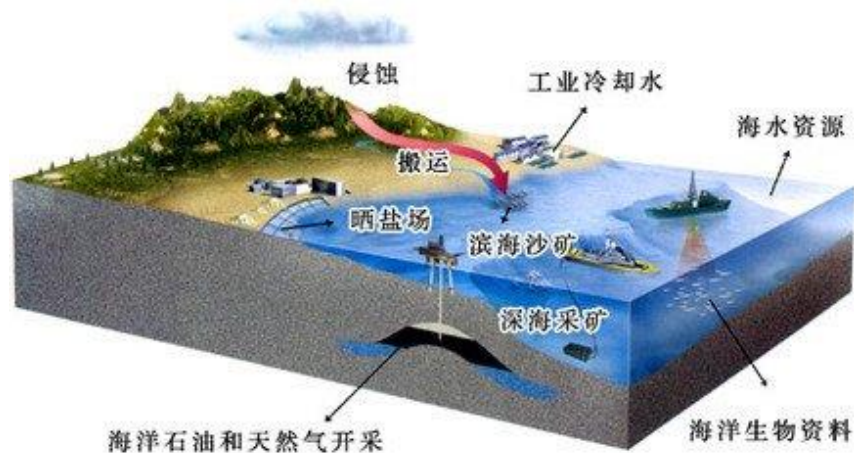
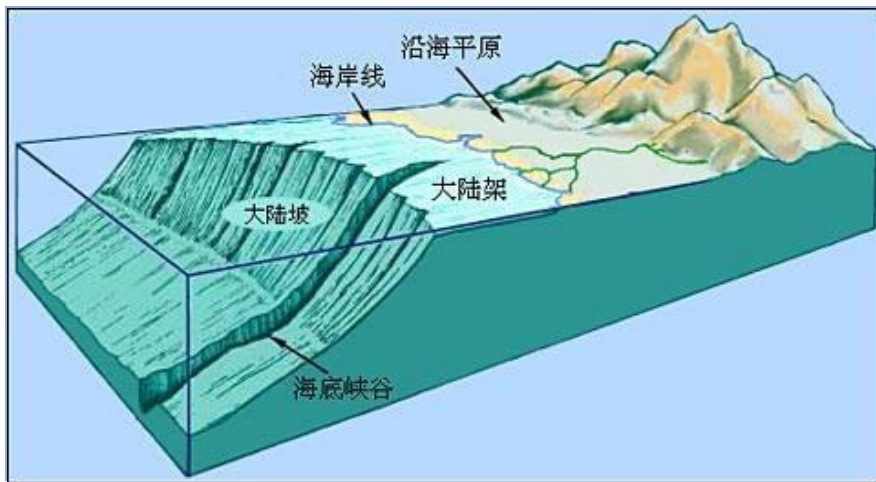
中国石化上海海洋石油
SHANGHAI OFFSHORE PETROLEUM



中国石油海洋工程有限公司
CNPC OFFSHORE ENGINEERING COMPANY LIMITED



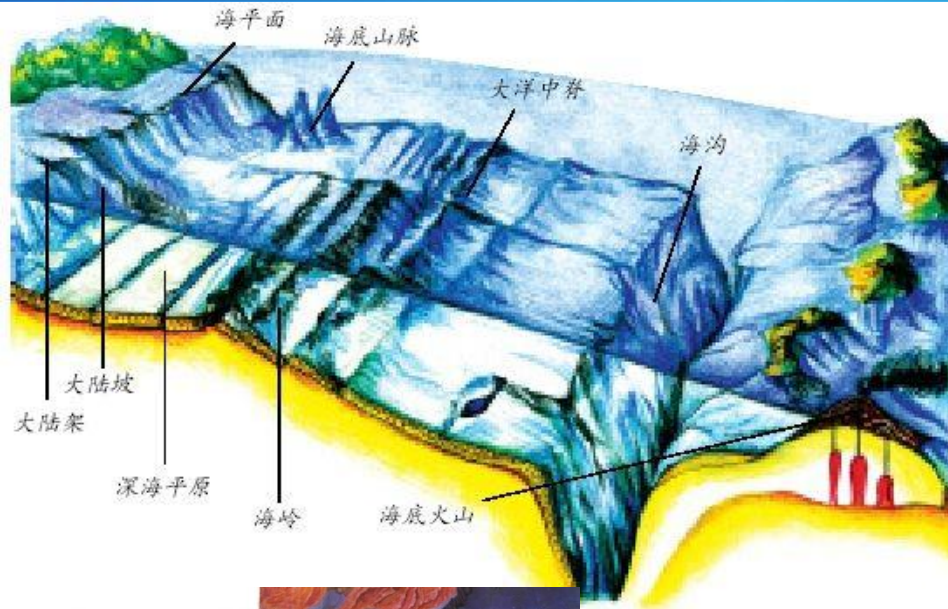
海洋石油在哪可以找到？



大陆架对石油的生成和聚集具有许多有利条件。陆架区生油有机物来源丰富。快速的沉积和沉降有利于有机物的保存。加之水深较小，便于开发，因此**海底石油资源的勘探和开发主要集中在大陆架区**。然而，水深较大的**大陆坡**，也拥有良好的油气远景。

近20年来，世界各地共发现了1600多个海洋油气田，其中**70多个是大型油气田**。

海洋石油在哪可以找到？



深海洋盆区上覆沉积层一般较薄（平均为0.5公里），有机质含量较低，地温偏低，沉积物粒度细等，缺乏良好的储集条件。大洋中脊顶部虽然地温高，但沉积层极薄或缺失。因此，**90%的深海洋底缺乏油气远景。**

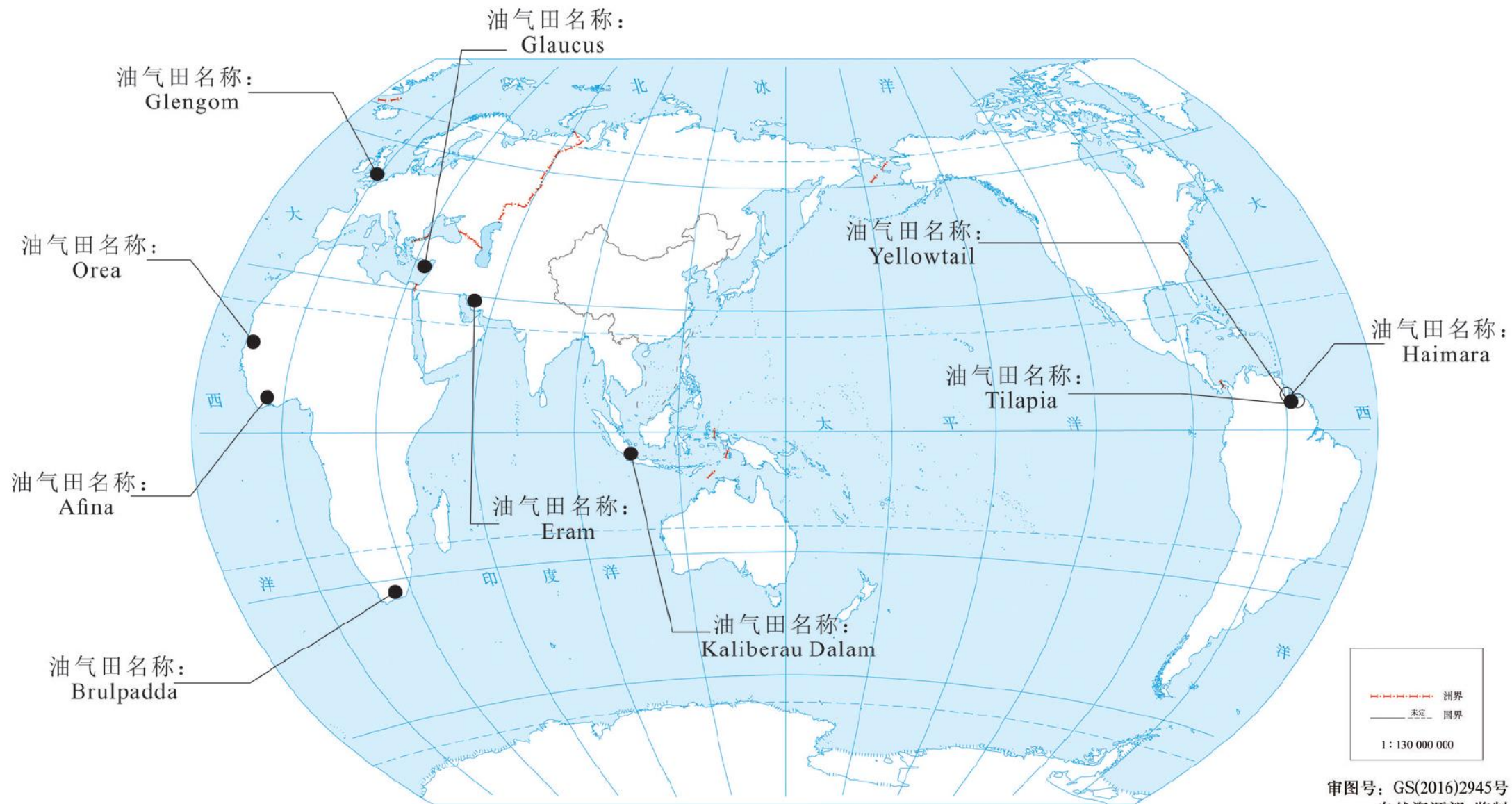
海洋石油在哪可以找到？

2019年世界油气十大发现

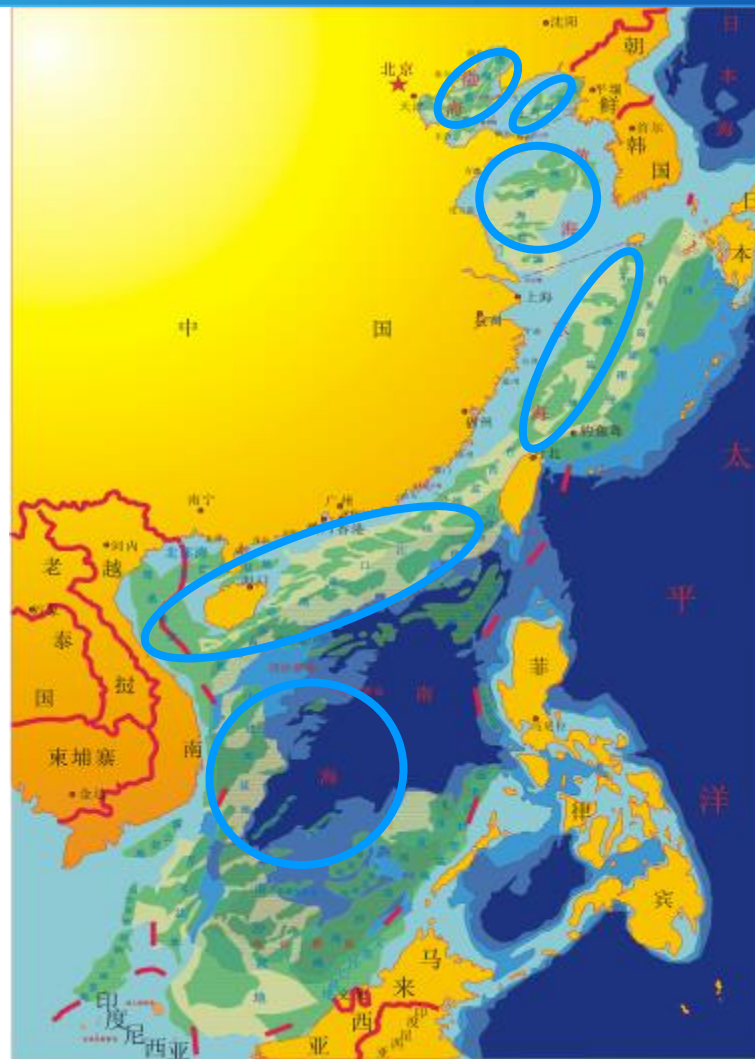
Ten major oil and gas discoveries in the world in 2019

序号	油气田名称	国家	盆地名称	作业者	类型	水深/m	海拔/m	发现井深度/m	油气可采储量/ 万t油当量
1	Glengom	英国	北海盆地	CNOOC	气田	84	/	4972	3507
2	Orea	毛里塔尼亚	塞内加尔盆地	BP	气田	2510	/	2756	2.16×10 ⁴
3	Afina	加纳	科特迪瓦盆地	SPRINGFIELD E&P	油田	1027	/	3055	4818
4	Brulpadda	南非	奥特尼瓜盆地	TOTAL	气田	1432	/	2201	3354
5	Glaucus	塞浦路斯	埃拉托色尼盆地	EXXONMOBIL	气田	2063	/	2137	1.07×10 ⁴
6	Eram	伊朗	扎格罗斯盆地	NIOC	气田	/	670	4632	3.26×10 ⁴
7	Kaliberau Dalam	印度尼西亚	南苏门答腊盆地	TALISMAN	气田	/	40	2430	5069
8	Yellowtail	圭亚那	圭亚那盆地	EXXONMOBIL	油田	1695	/	3953	5621
9	Tilapia	圭亚那	圭亚那盆地	EXXONMOBIL	油田	1783	/	3919	4549
10	Haimara	圭亚那	圭亚那盆地	EXXONMOBIL	气田	1460	/	4253	3463

海洋石油在哪可以找到？



我国石油在哪里分布？



1993: 净进口

2001: 净进口0.5亿吨, 依存度30.6%

2009: 净进口2.19亿吨, 依存度53.6%

2015: 净进口3.28亿吨, 依存度60.6%

2017: 净进口4.2亿吨, 依存度升至72.3%, 超过美国成为全球最大的原油进口国。



中华人民共和国中央人民政府

www.gov.cn

国务院关于促进天然气 协调稳定发展的若干意见

国发〔2018〕31号

各省、自治区、直辖市人民政府，国务院各部委、各直属机构：

（三）加大国内勘探开发力度。深化油气勘查开采管理体制改革的，尽快出台相关细则。（自然资源部、国家发展改革委、国家能源局按职责分工负责）各油气企业全面增加国内勘探开发资金和工作量投入，确保完成国家规划部署的各项目标任务，力争到2020年底前国内天然气产量达到2000亿立方米以上。

我国石油在哪里分布？



2010年，中国海油国内海域油气总产量突破5000万吨油当量，成功建成“海上大庆油田”，这是我国石油工业发展的重要**里程碑**。

如何寻找石油呢？



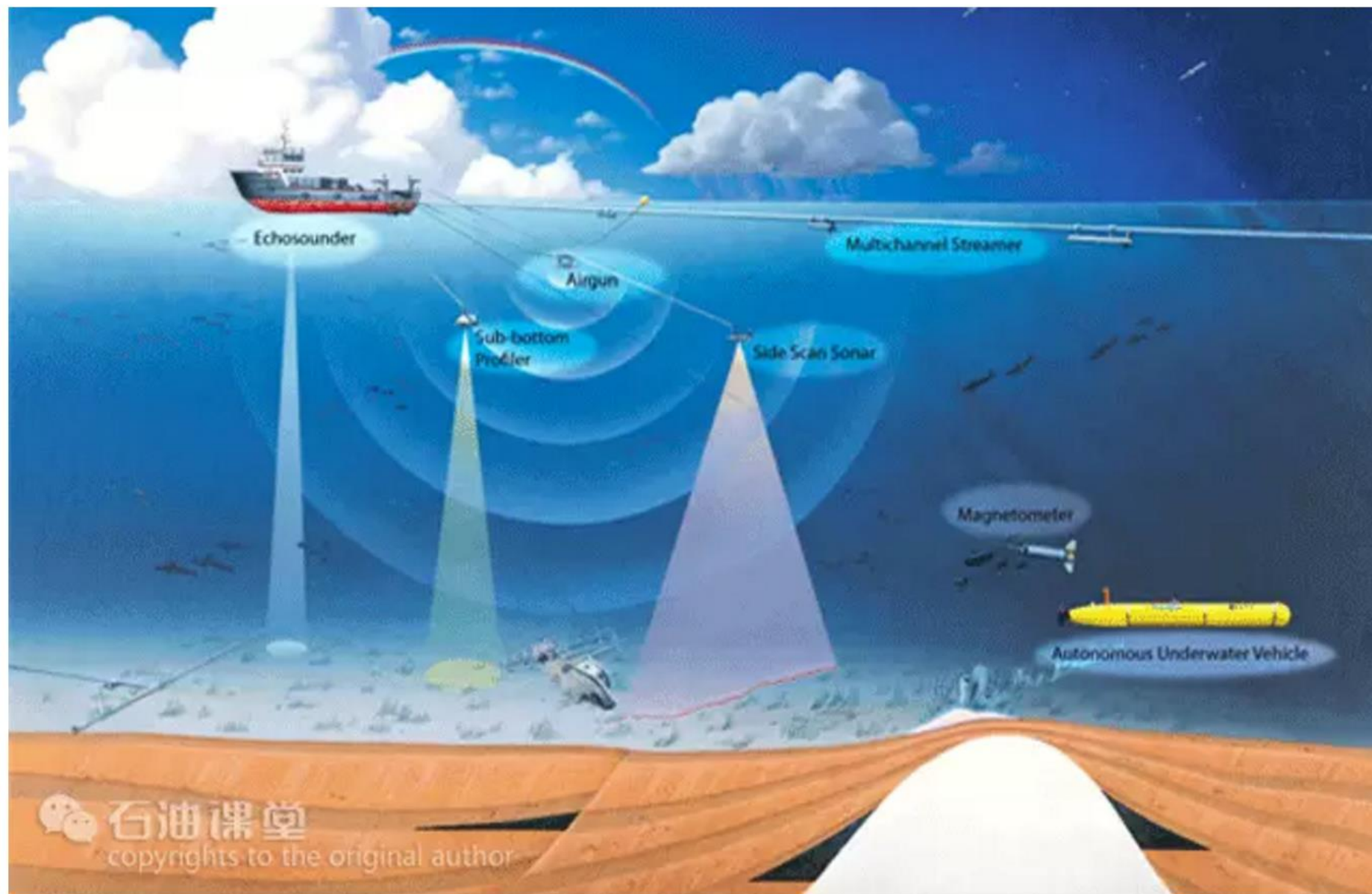
△你想象中的海底可能是这样的

如何寻找石油呢？

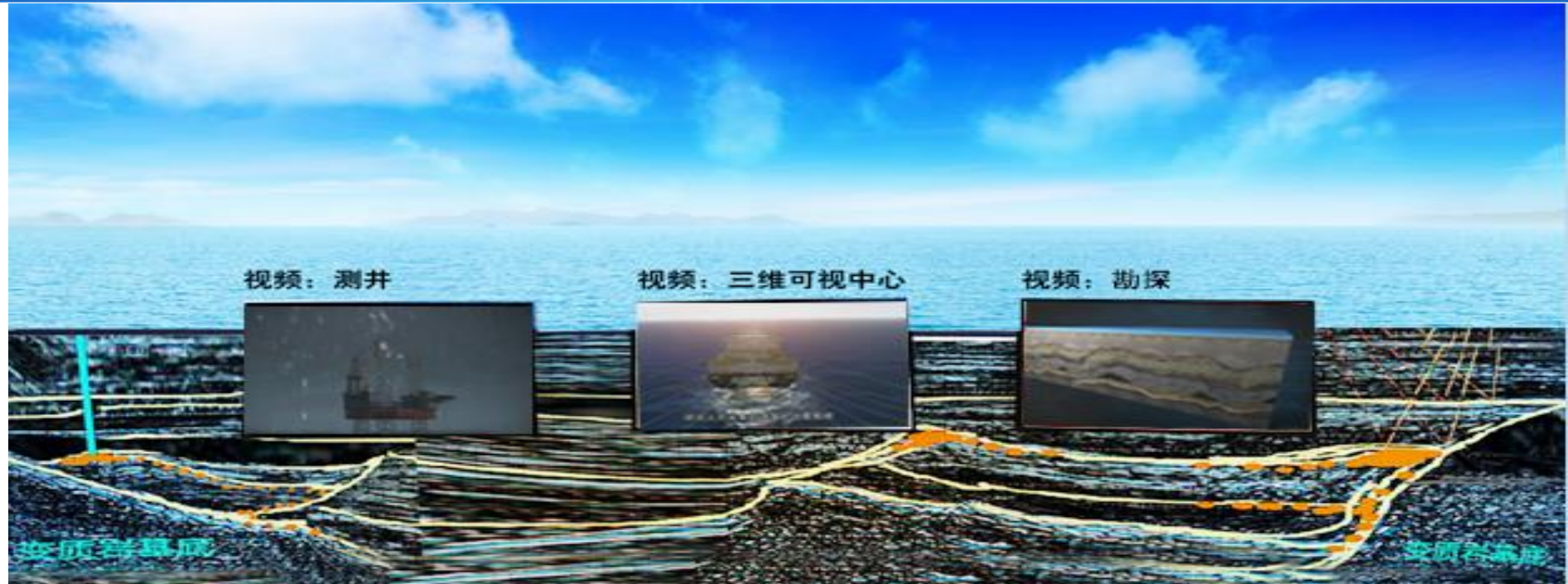


△实际中的海底是这样的

如何寻找石油呢？



如何寻找石油呢？



海上油气勘探是在海底地层中寻找和查明**油气资源**。

如何寻找石油呢？

绝大部分石油在地下（海底），看不见、摸不着，怎么确定石油的藏身之地呢？

石油勘探技术

地球物理方法：类似于给海底做CT

地球化学方法：类似于给海底做化验

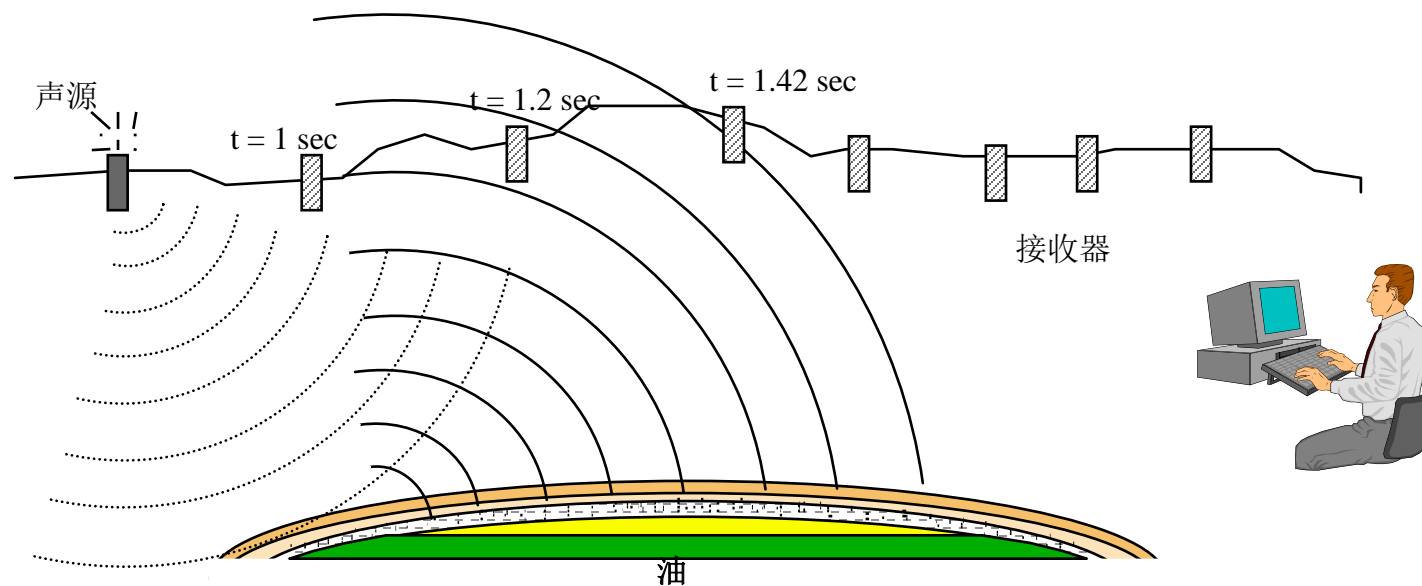
地质钻探方法：类似于给海底做手术



地球物理找石油

重力、磁力、电性、地震

- 地球物理学家通过油藏反射的声波找到它们，记录声波反射回来的时间
- 计算机处理这些数据，构造出地下岩层系统的图像



地球物理找石油

普查/详查/面测/点测



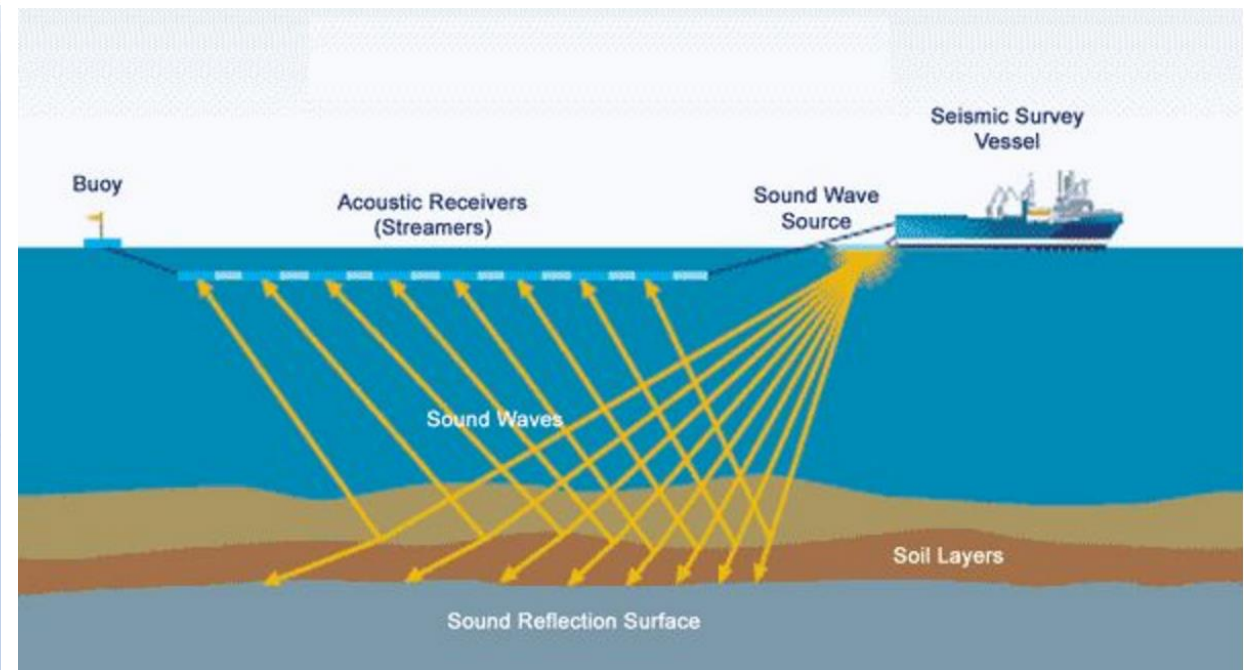
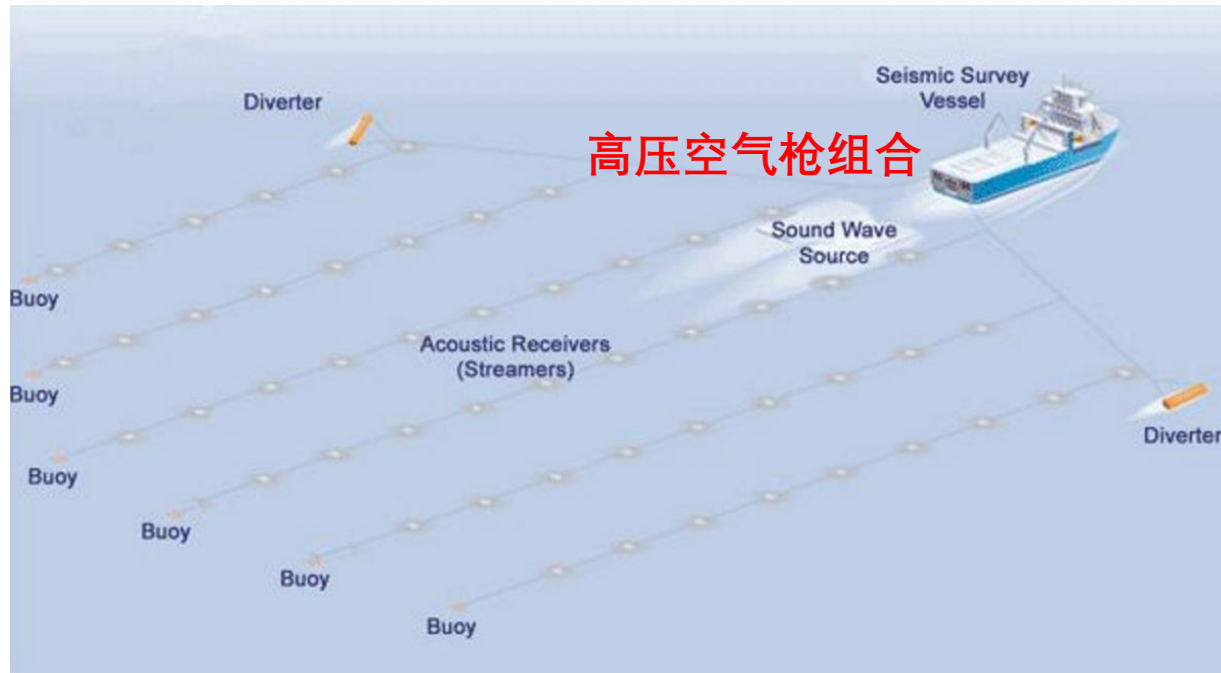
拖缆船

地球物理找石油



拖缆

地球物理找石油

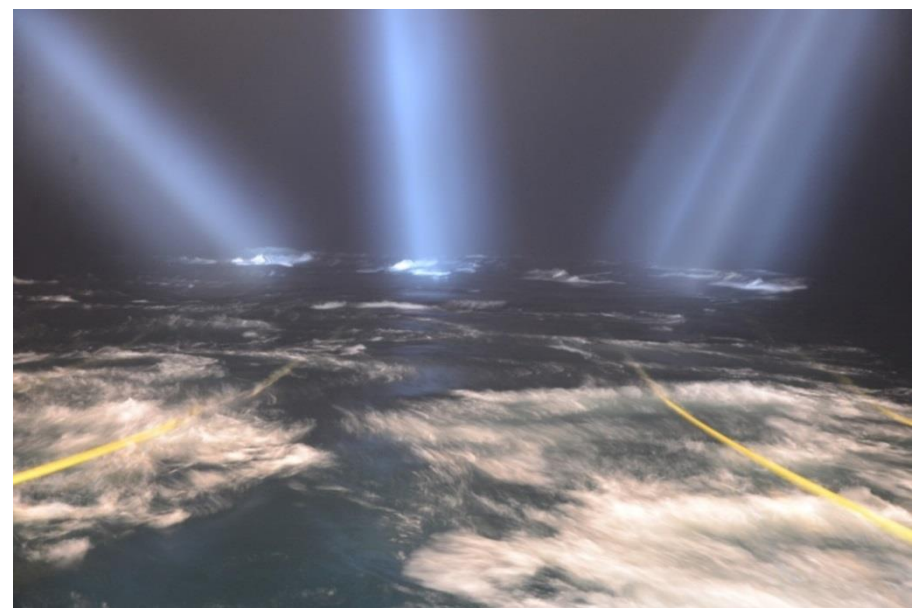
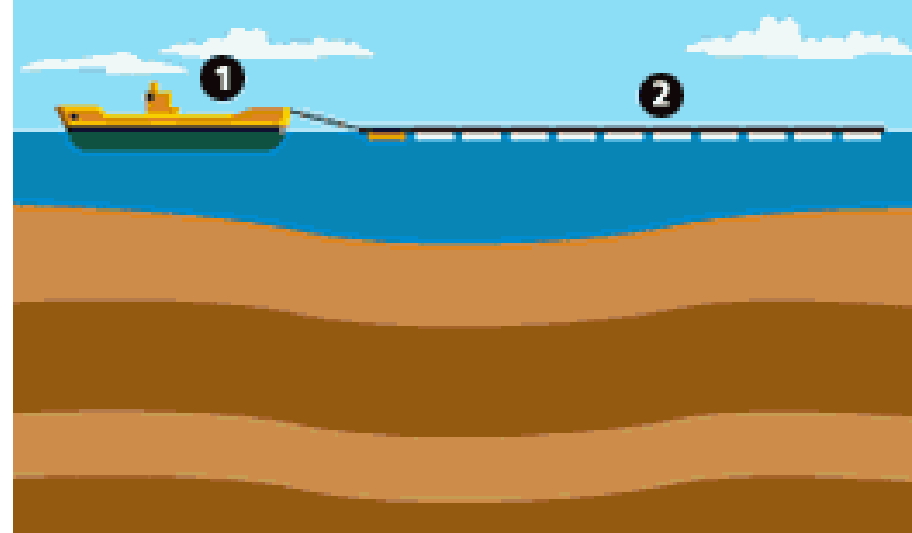


地球物理找石油



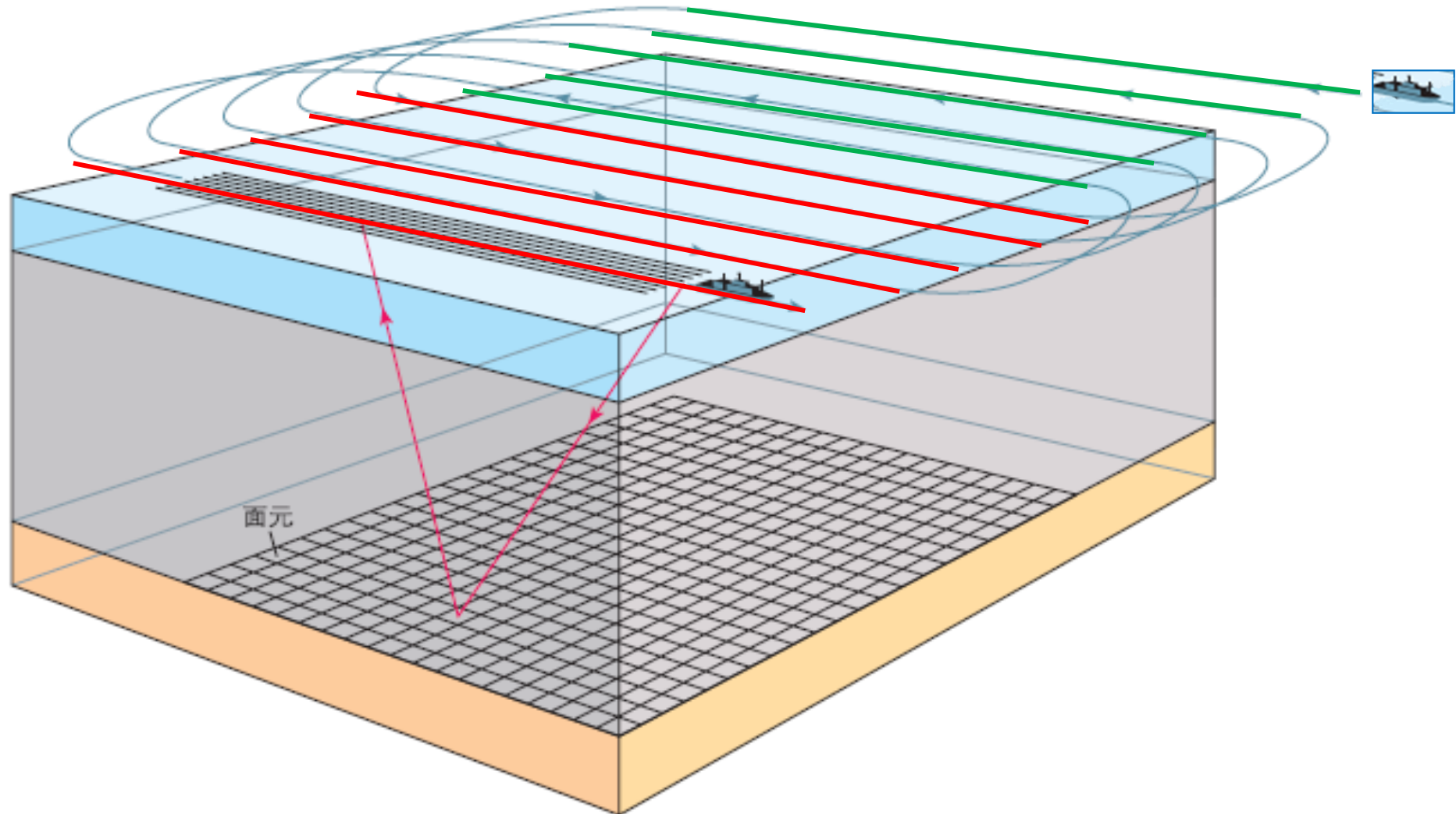
海洋地质九号总长87.07 米，宽17米，深7.8米，还将装备一套水下钻探设备，这套设备可以在2500米水深的海洋中钻探160米地层进行地质取样。

地球物理找石油



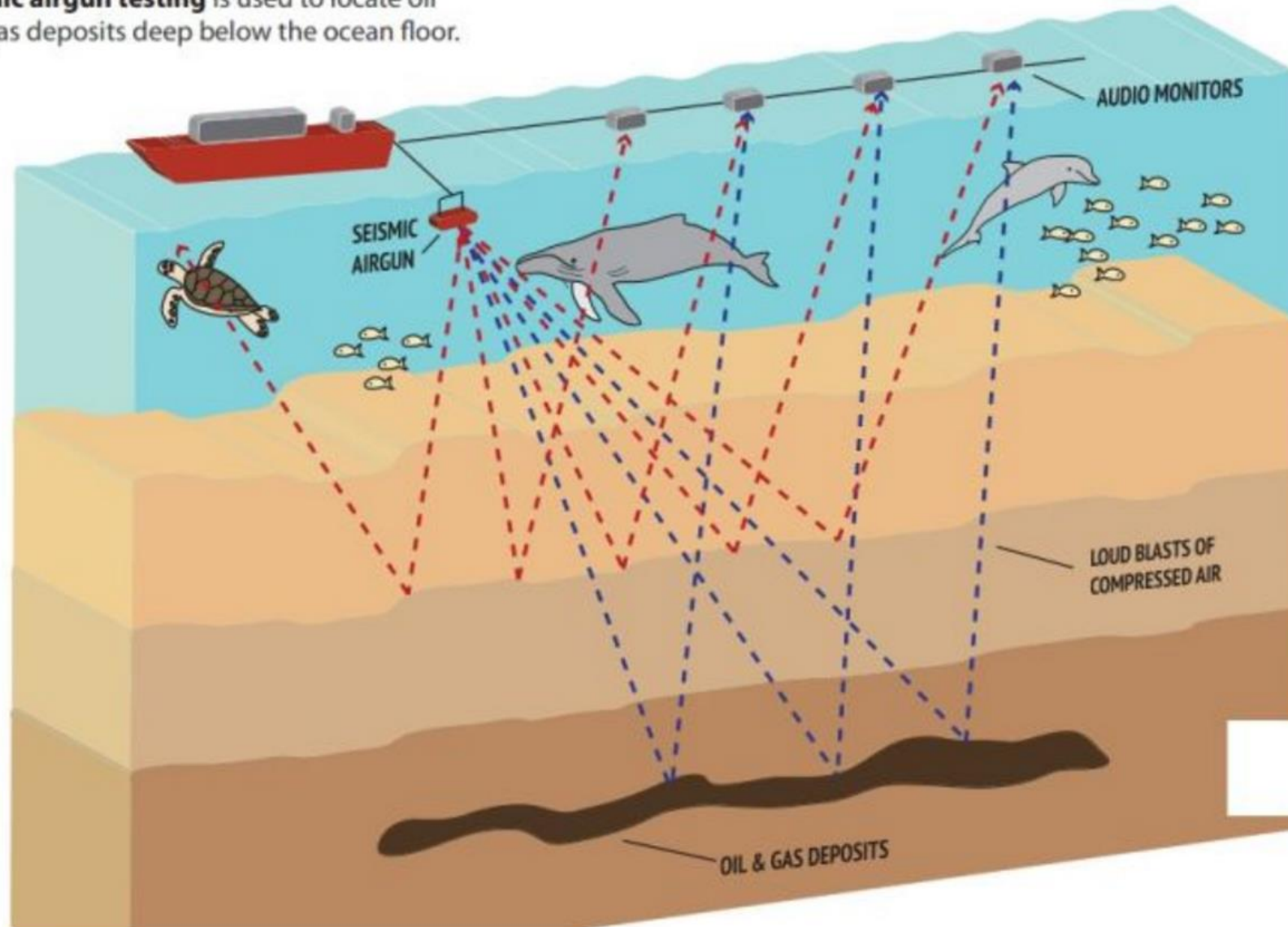
地球物理找石油

海上三维施工顺序采集示意动画

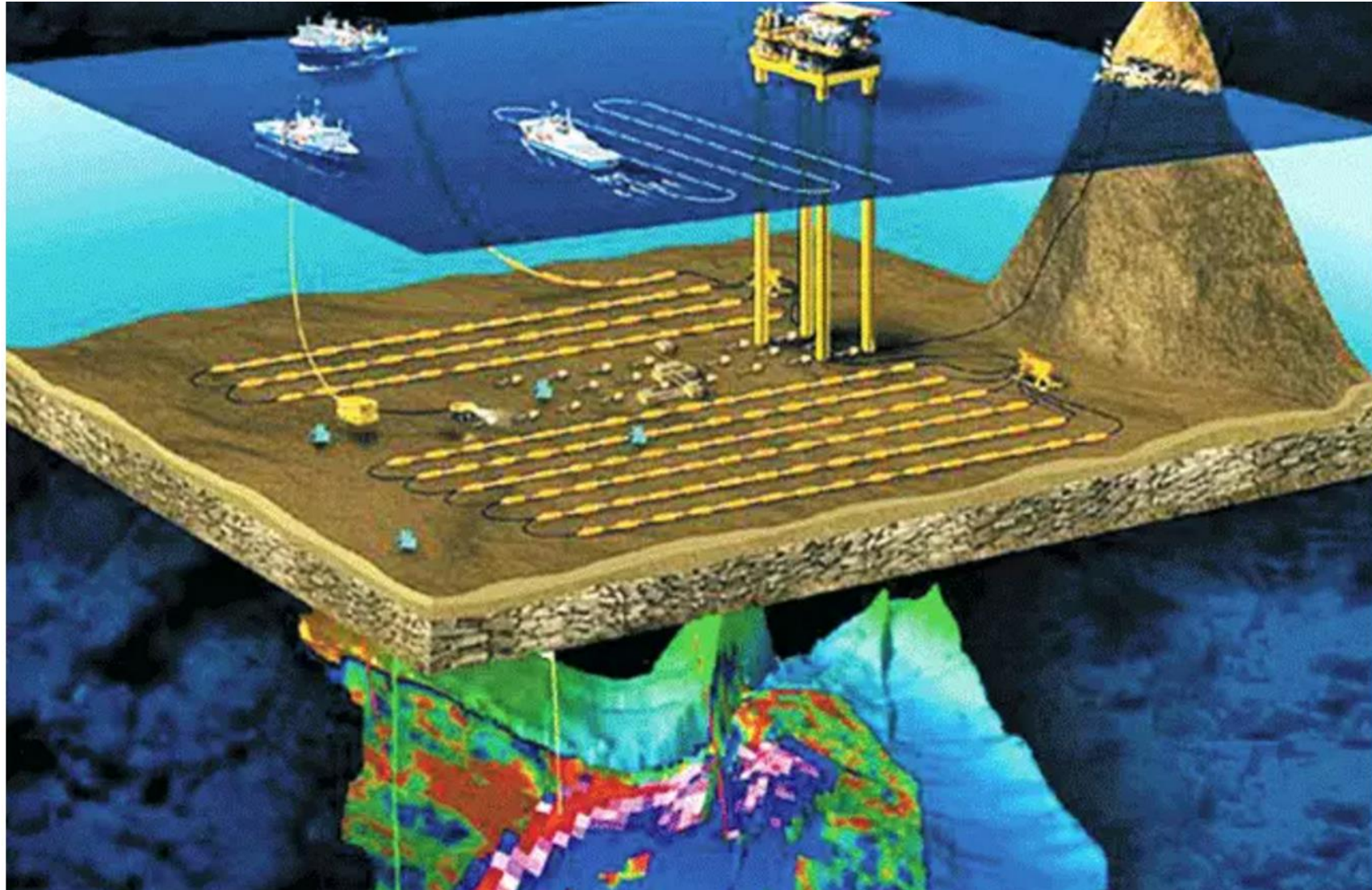


地球物理找石油

Seismic airgun testing is used to locate oil and gas deposits deep below the ocean floor.



地球物理找石油



海底电缆就是接收地震波的数据接收器（检波器）放置于海底。

地球物理找石油

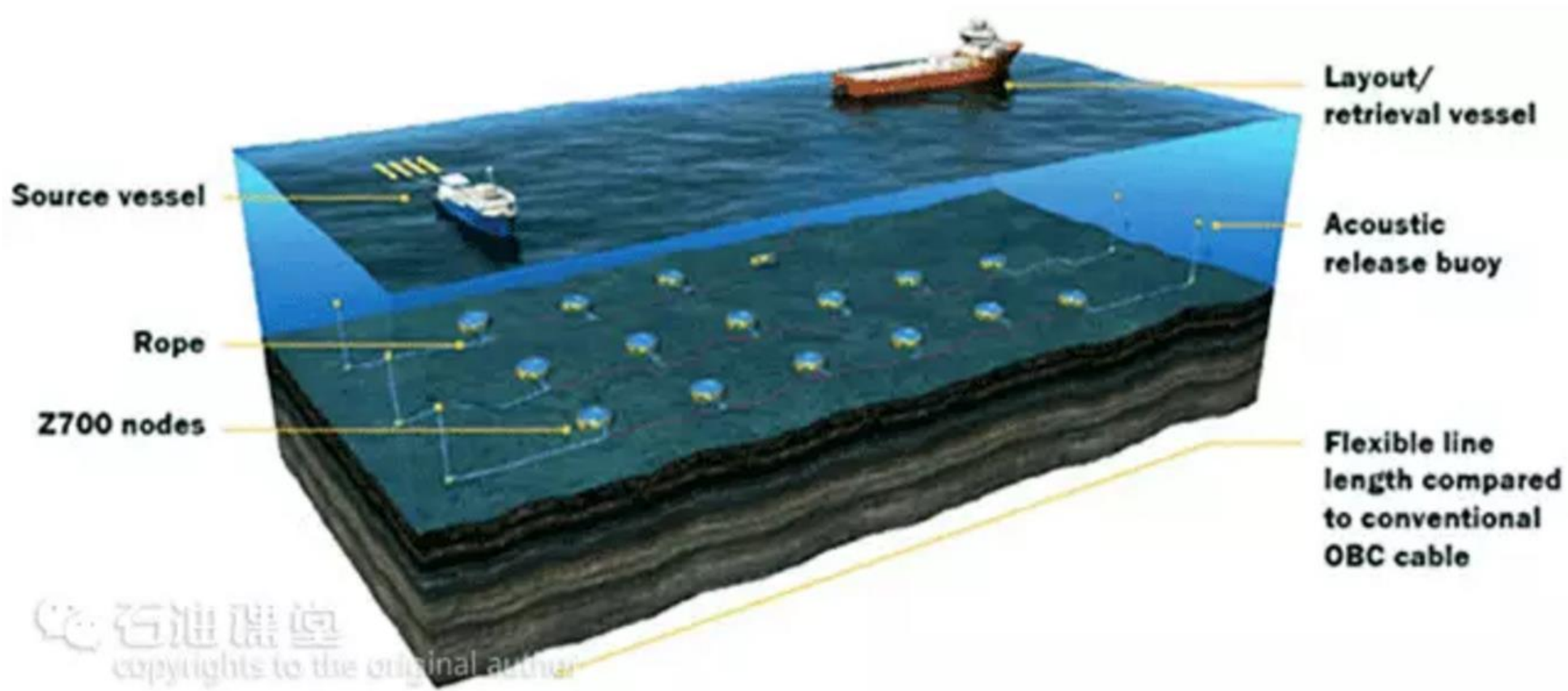
但是在铺设海底电缆过程中，海流、潮汐、船速以及检波器沉降速度都会影响检波器下放的准确性，易导致勘探数据偏差。



△检波器在海底的实际位置与实时得到的导航结果存在偏差

地球物理找石油

OBN全称Ocean Bottom Node，简称海底节点，它是一种位于海底，可以独立采集、记录地震信号的多分量地震仪。



地球物理找石油



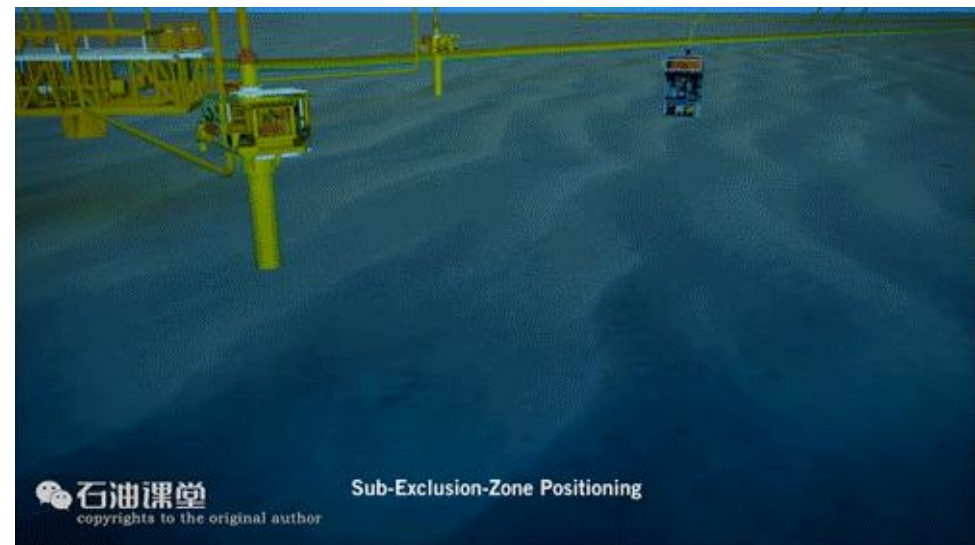
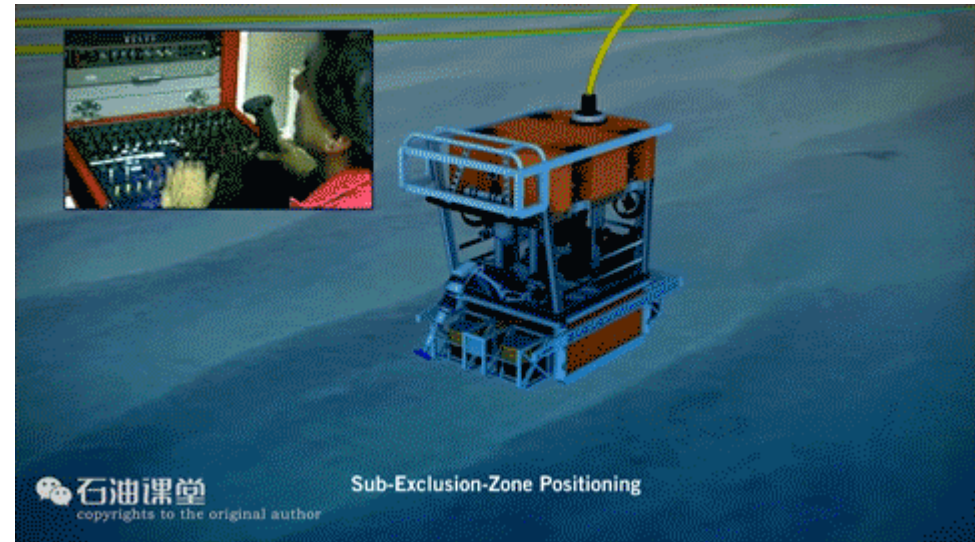
石油课堂
copyrights to the original author

△海底节点

“海底节点”就是一个个独立的检波器，它既摆脱了电缆的束缚，又能够在海底灵活部署，定位更准，采集的数据质量更高。

地球物理找石油

△顶部黄色区域是TMS系统，下部为ROV设备，每台ROV共可搭载12个节点



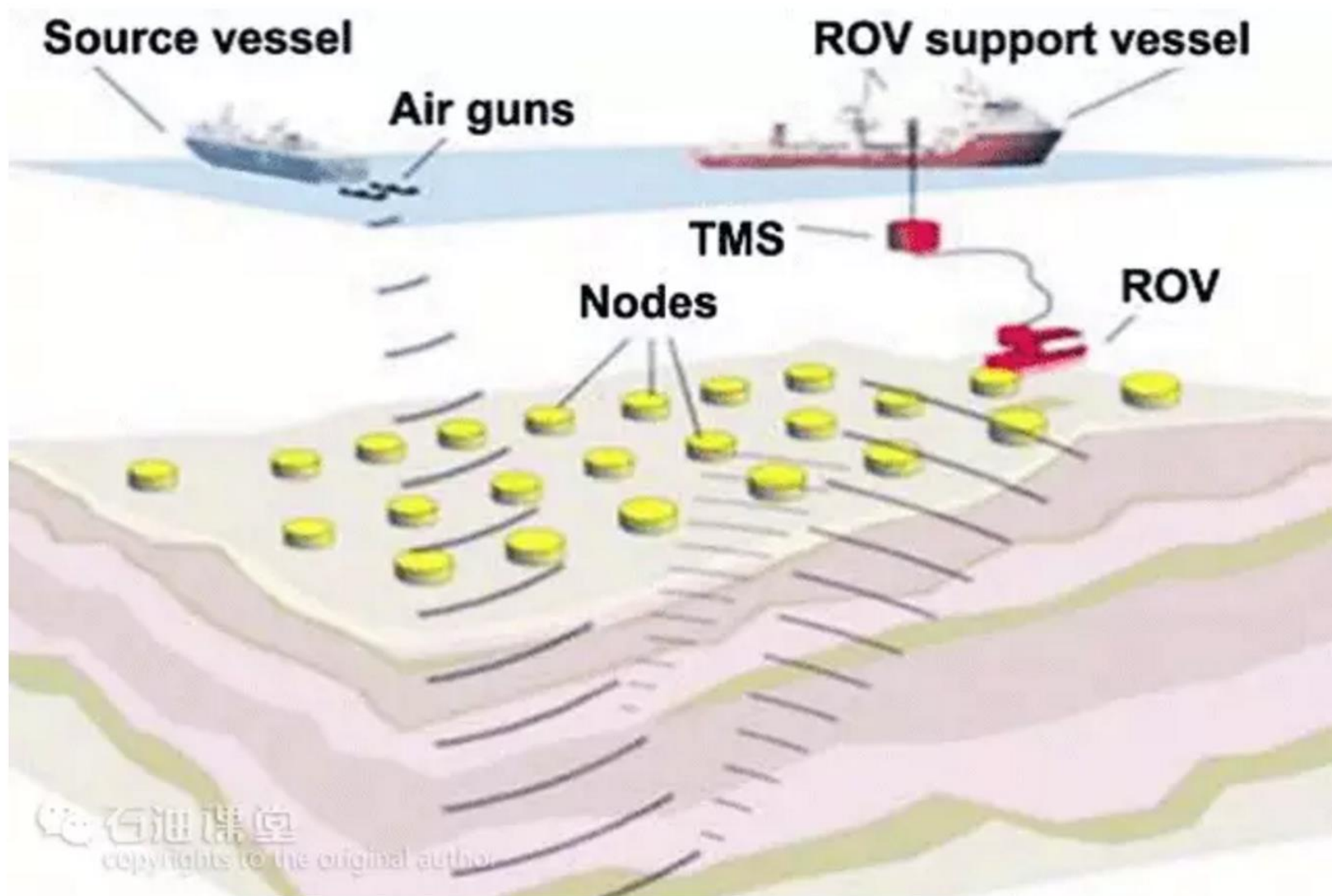
地球物理找石油



△节点布置

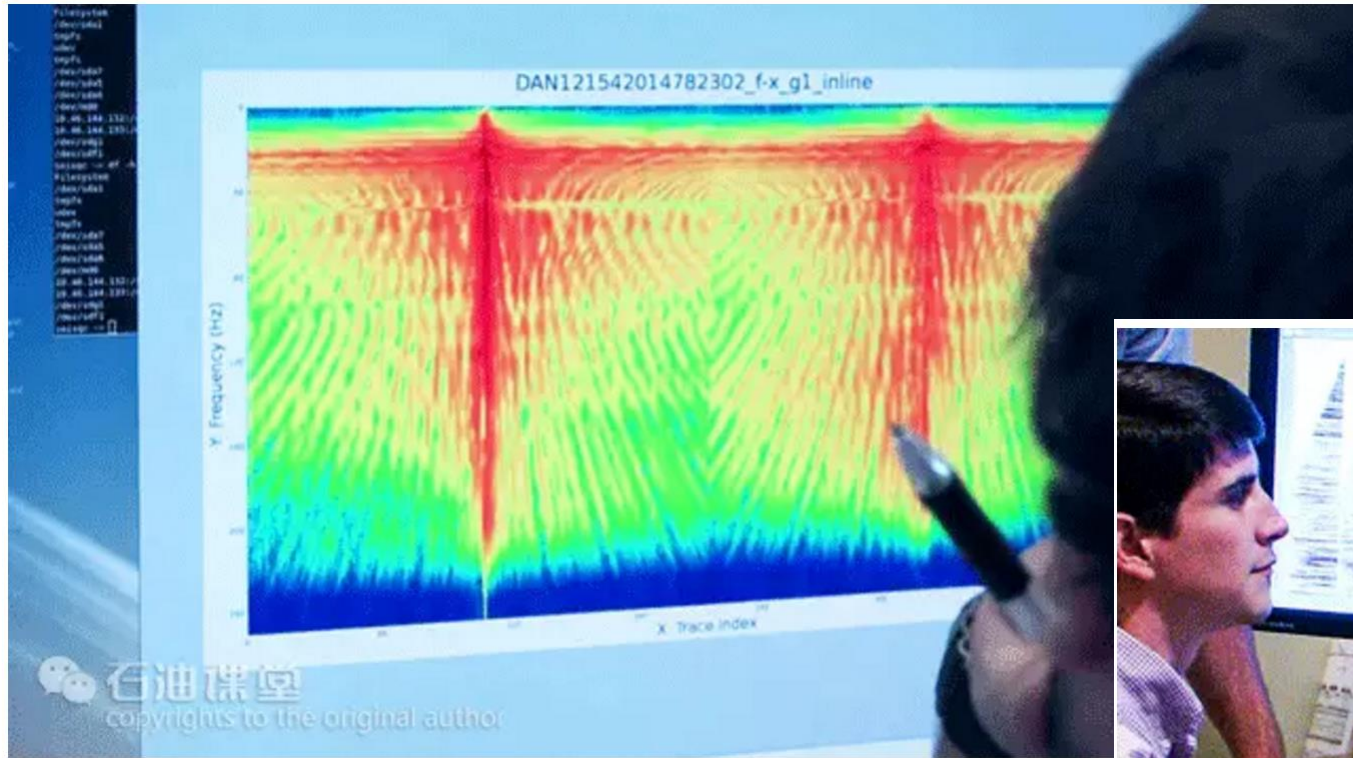
浅水区域的节点布置会简单的多，将节点按顺序直接固定在缆绳上，下放缆绳，即可完成节点铺设。

地球物理找石油

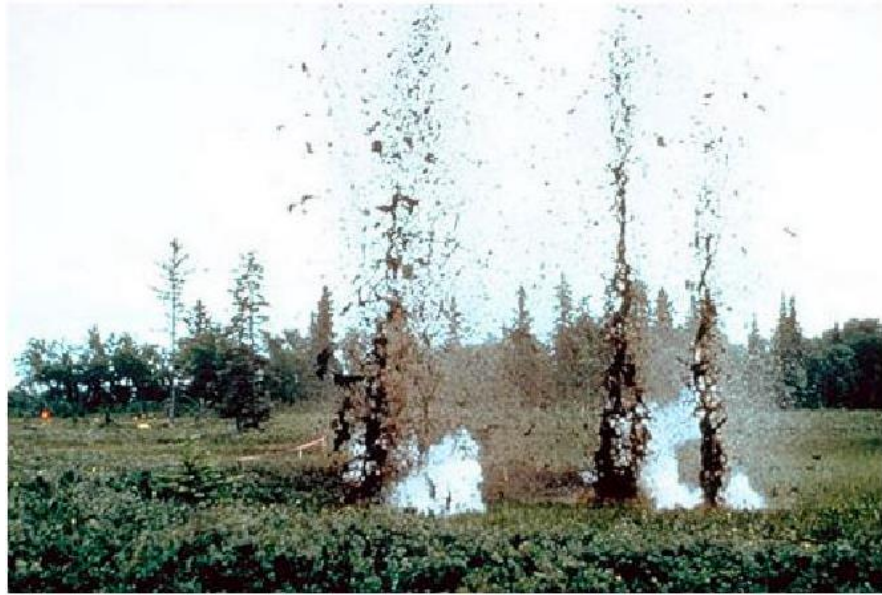


△右上角ROV工作船负责布置海底节点；左上角的震源船释放地震波；海底节点接收信号

地球物理找石油



地球物理找石油

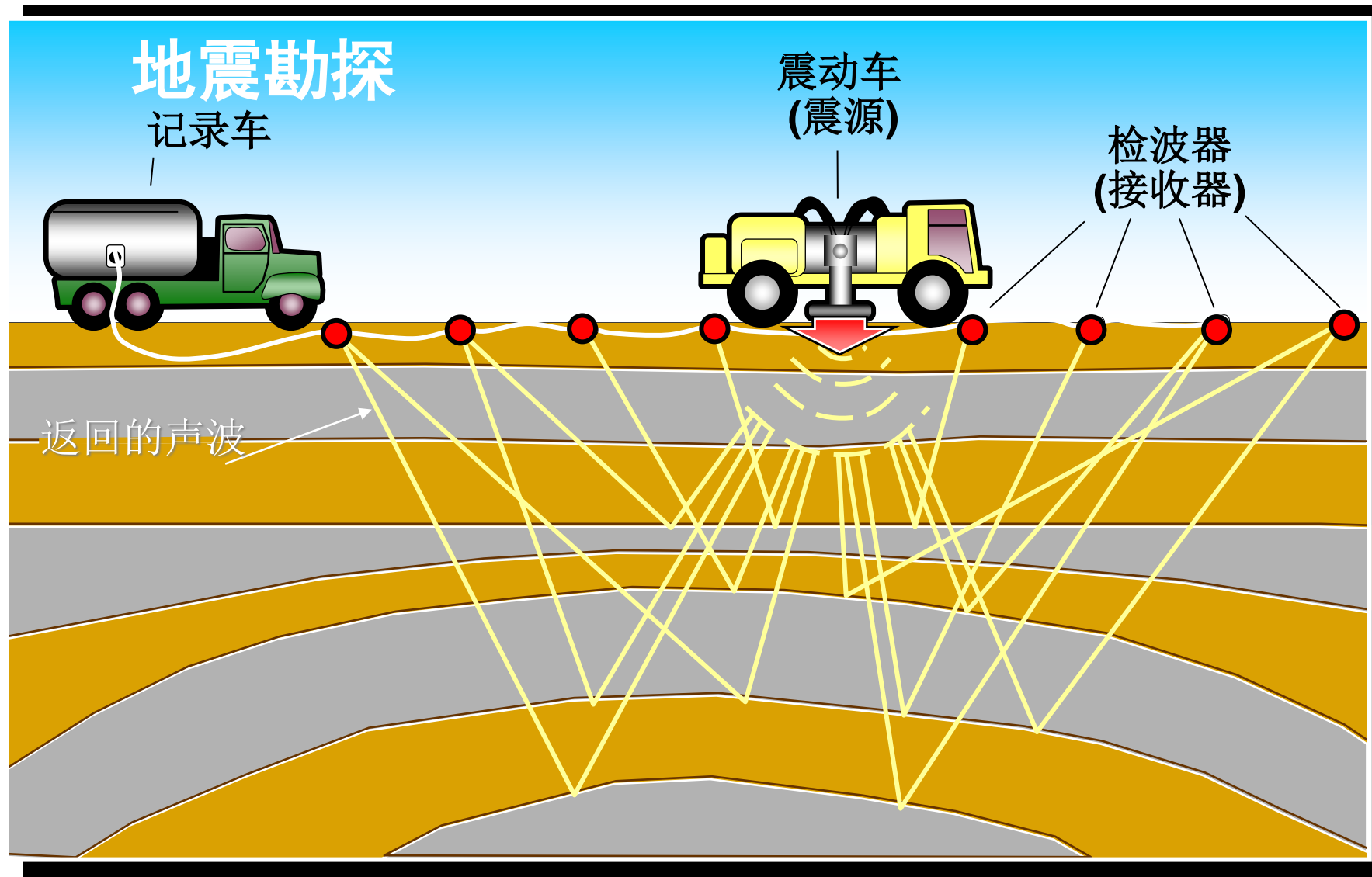


炸药放炮



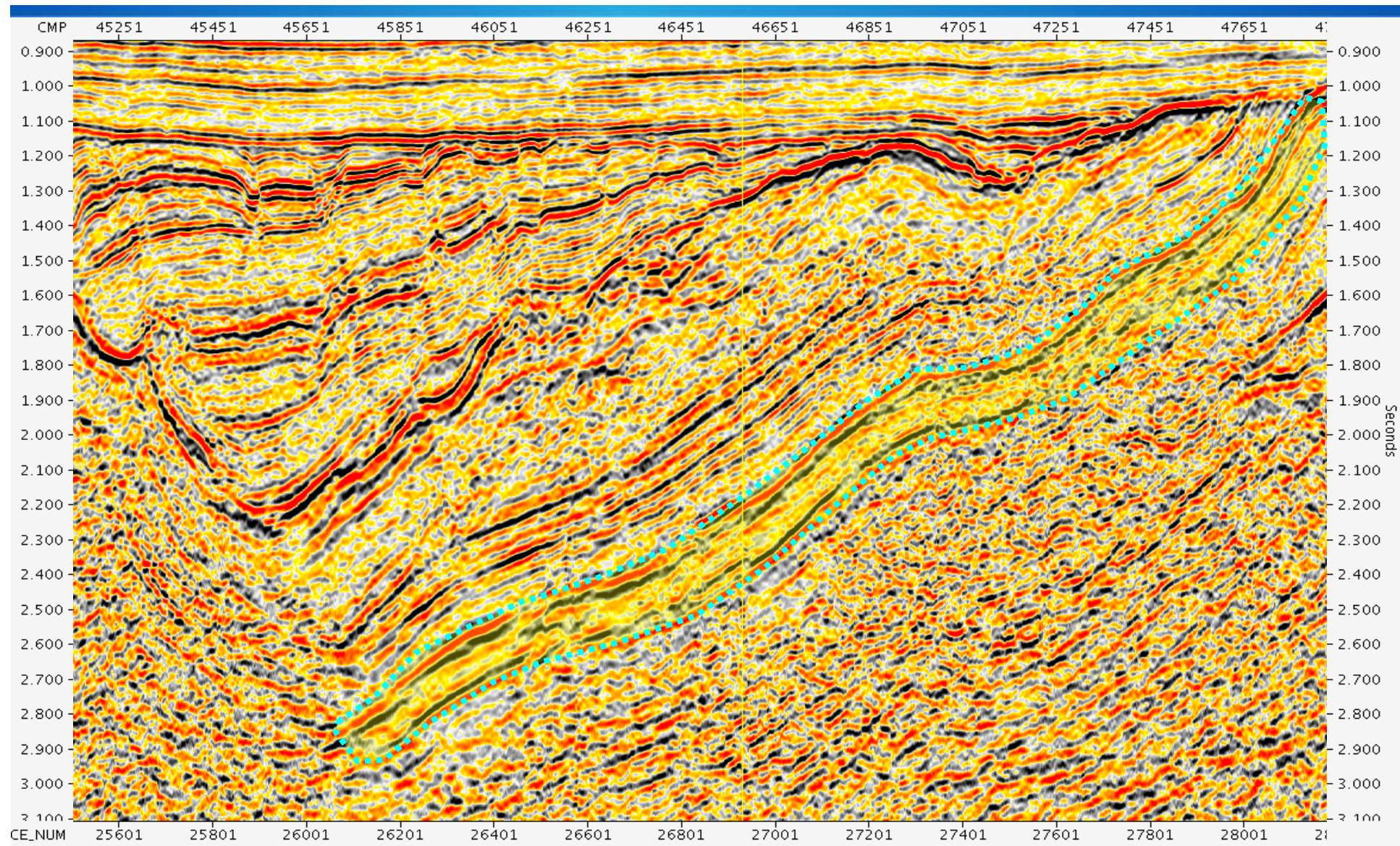
震动车

地球物理找石油



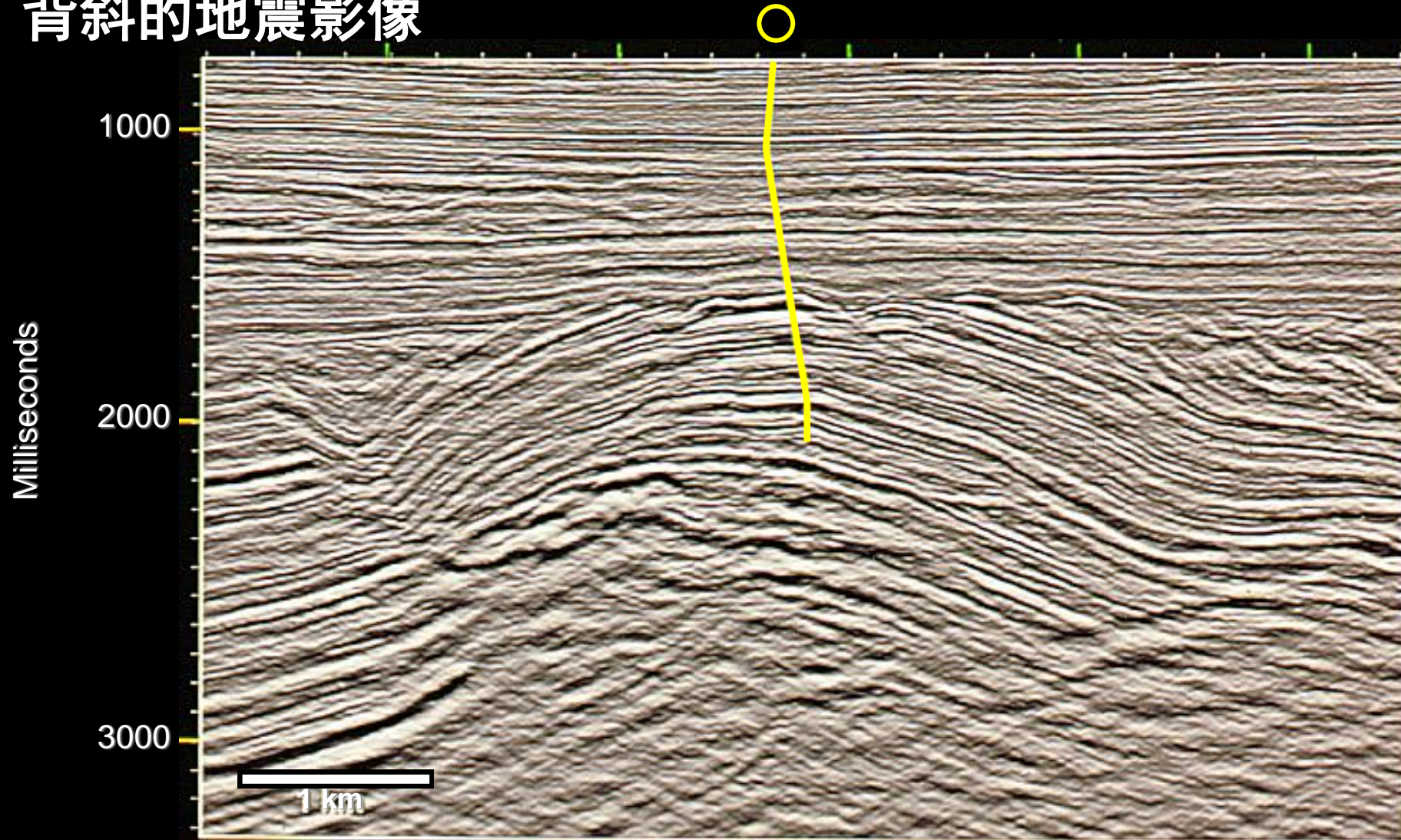
(据美国石油学会, 1986)

地球物理找石油



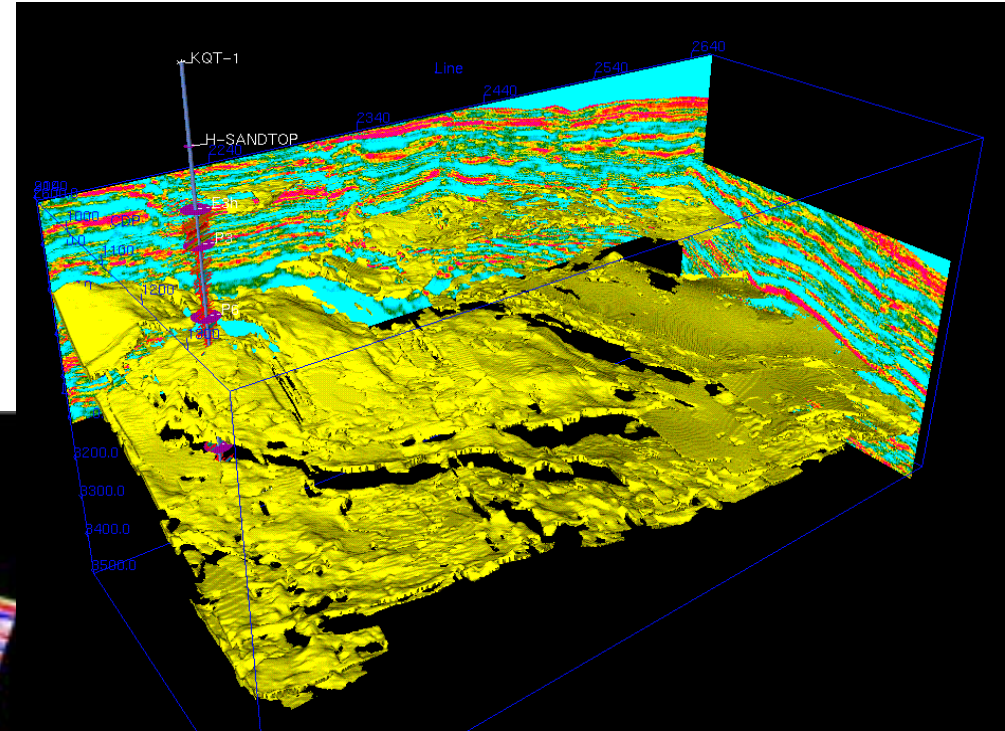
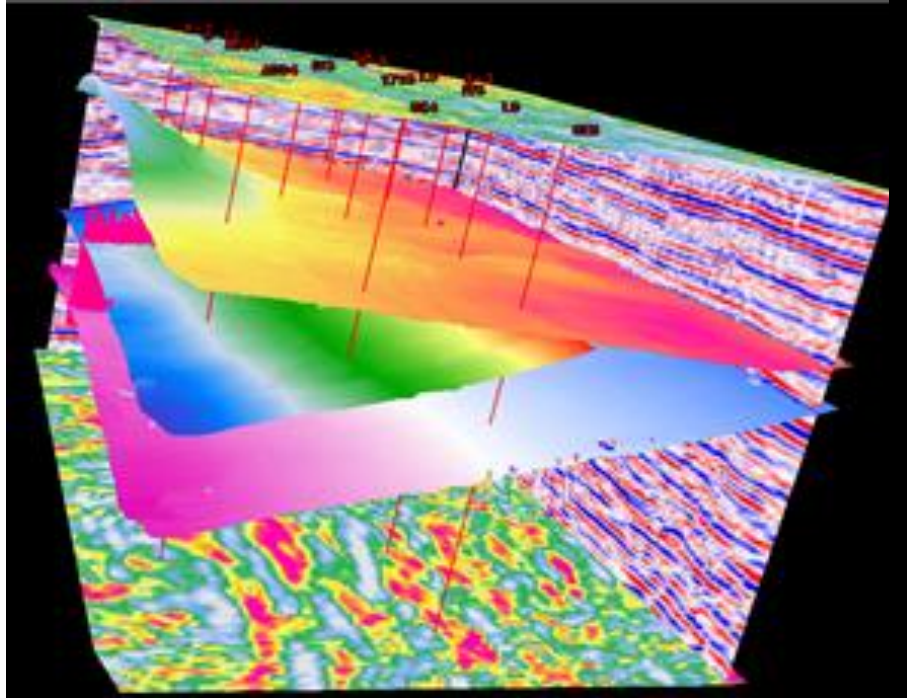
地球物理找石油

背斜的地震影像

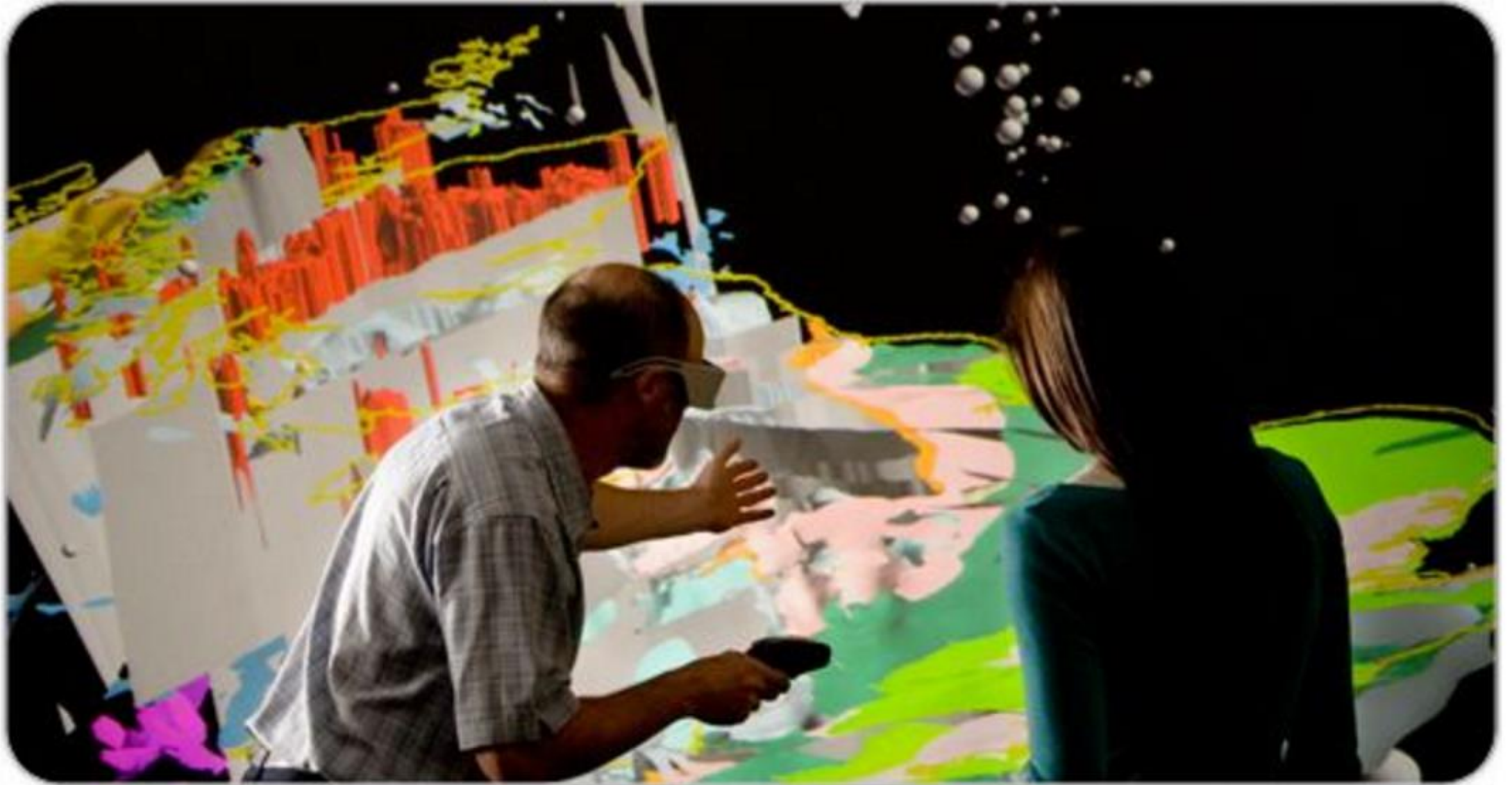


地球物理找石油

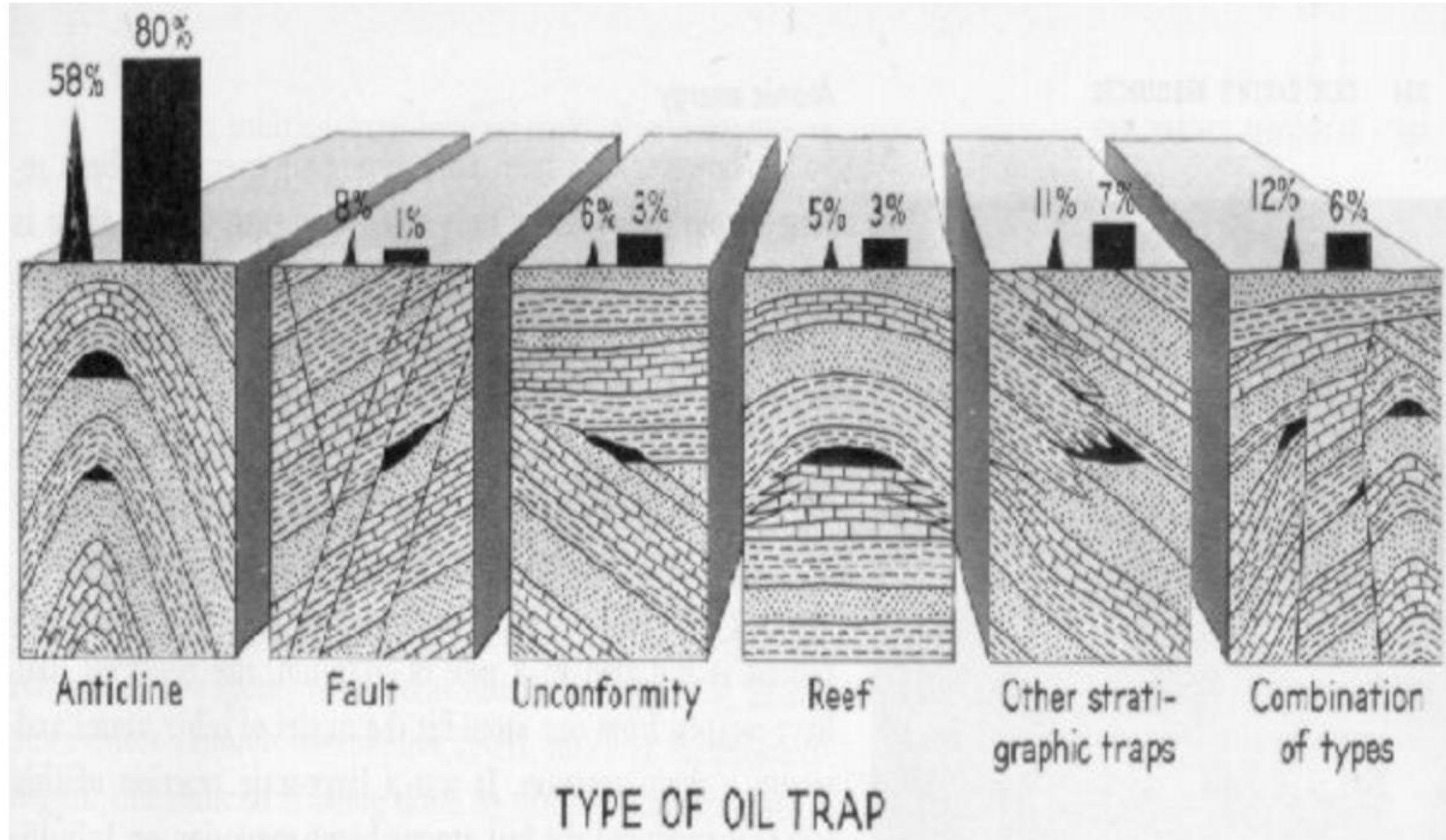
三维调查得到的
三维数据体



地球物理找石油



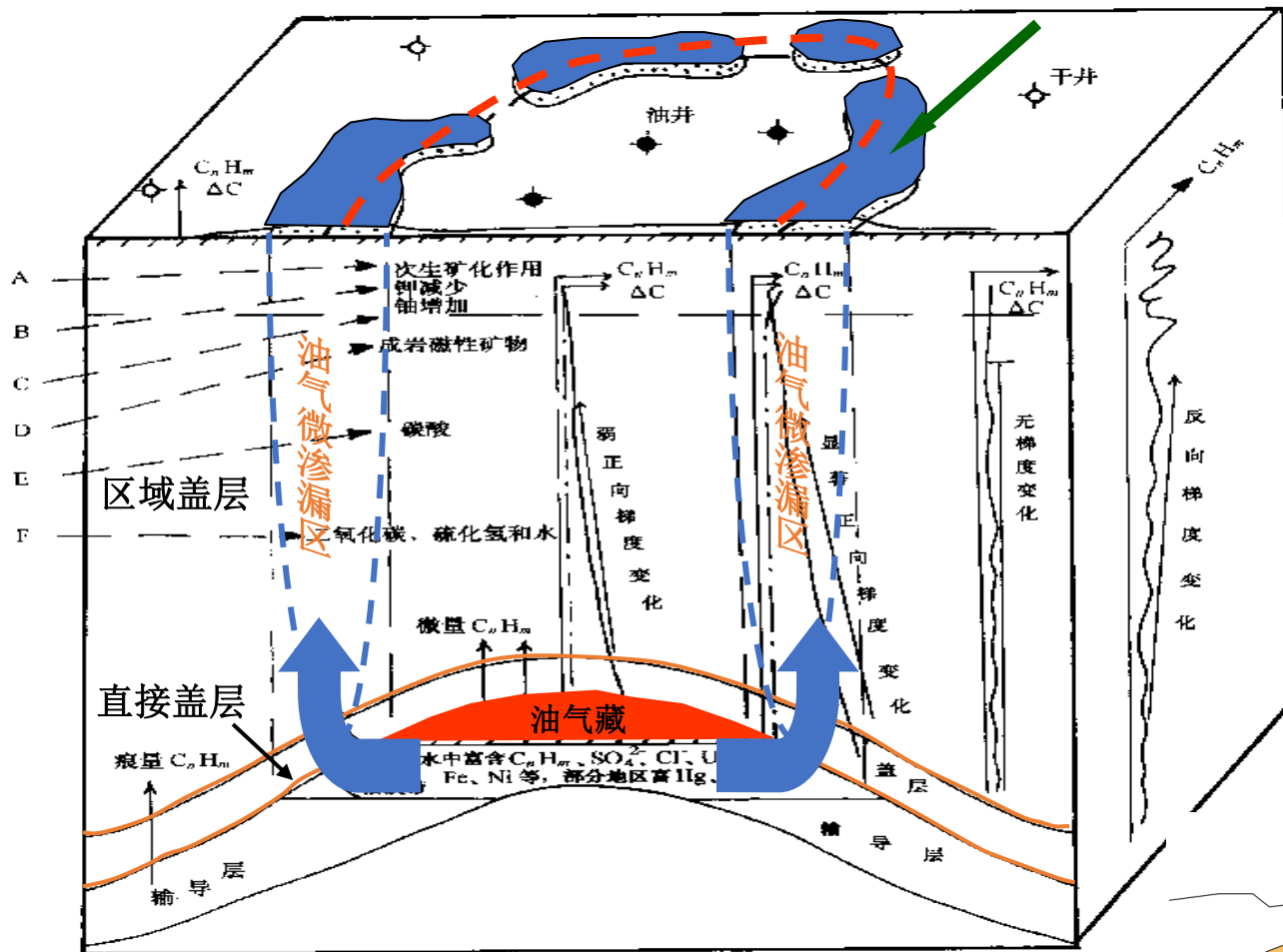
地球物理找石油



地球化学找石油

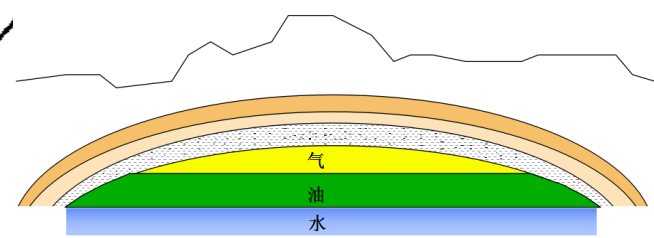
微渗漏理论模型

油气微渗漏异常

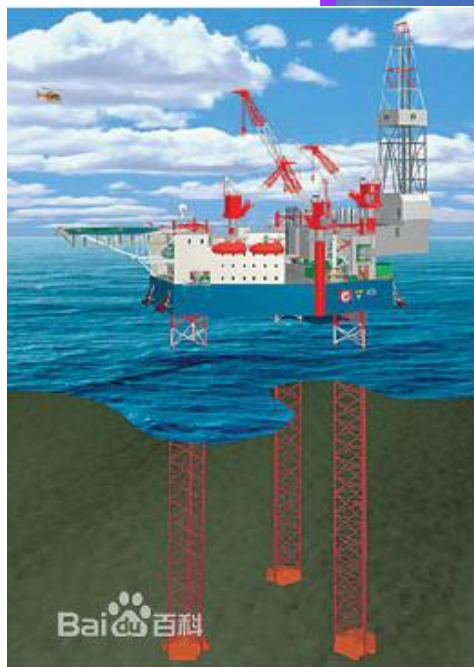


海底油气渗漏是海洋环境中广泛分布的自然现象，在世界许多海域的海底已经发现有海底油气渗漏。

海洋地球化学探测不仅可以识别海底油气渗漏的存在，而且为海底油气勘探和资源评价提供依据。



海洋石油钻探



自升式钻井平台：用于水深5米到100米情况的钻井

海洋石油钻探

钻井船和半潜式钻井平台用于水深30米到3000米情况的钻井

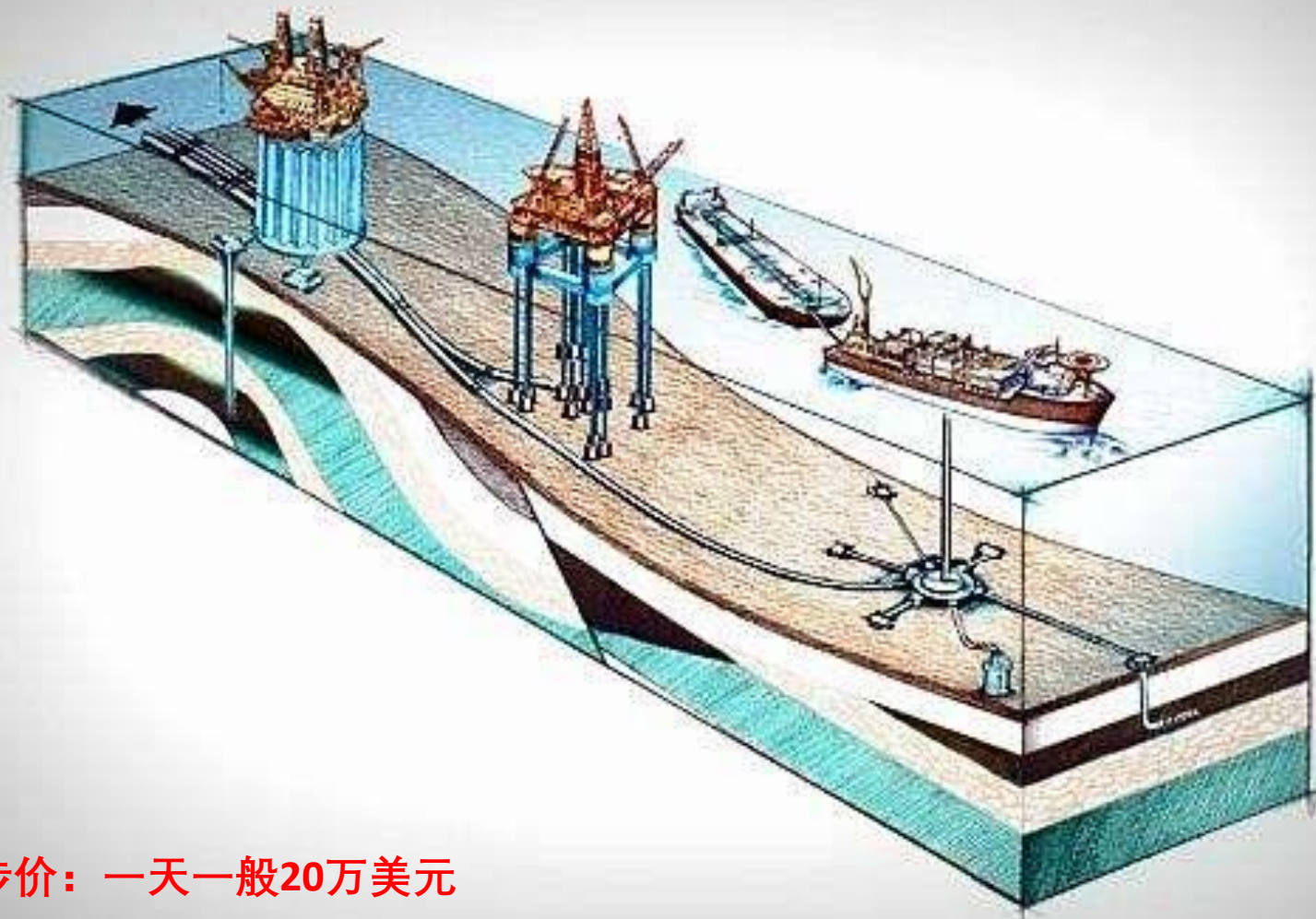


半潜式钻井平台:

钻井船:

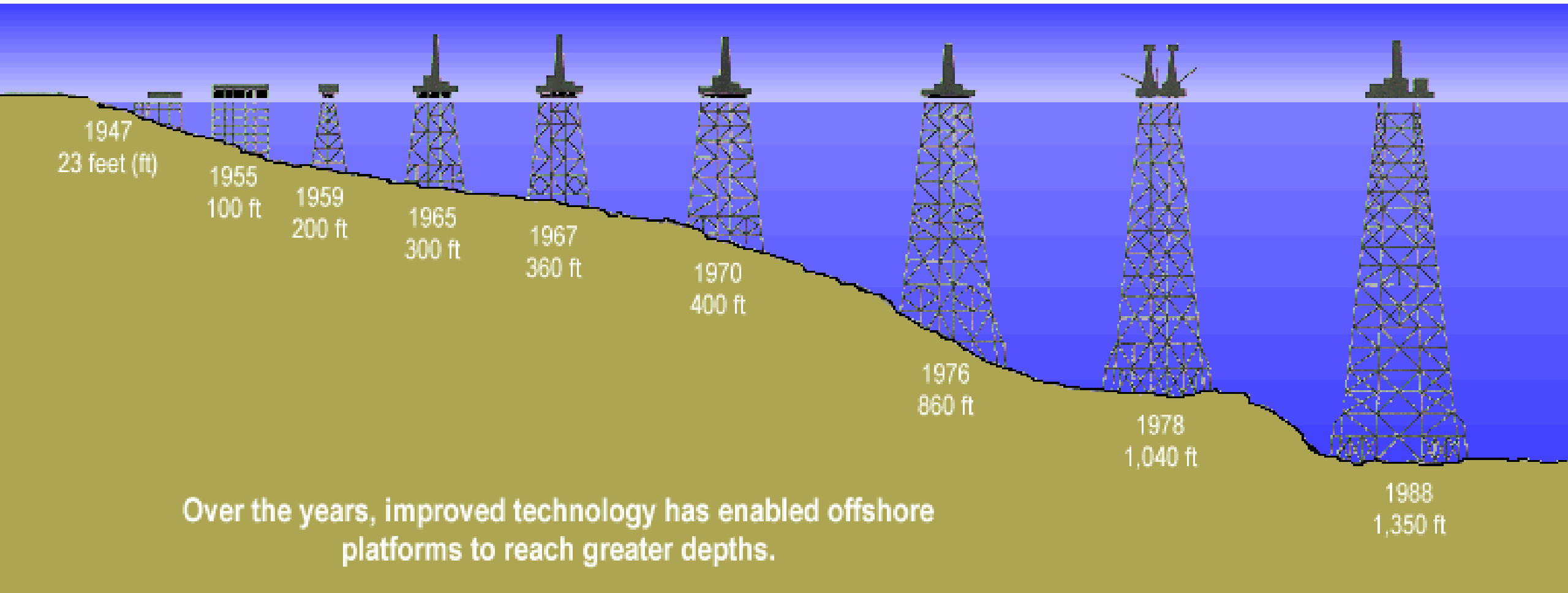


海洋石油钻探



起步价：一天一般20万美元

海洋石油钻探



海洋石油钻探



“蓝鲸1号” 钻井平台助推我国首次成功试采可燃冰

近代油气勘探和地质研究发展概况

7、非常规油气：战略突破期



天然气水合物的试开采一直是一项世界性难题。日均稳定产气超过一万方，以及持续超一周的连续产气时间，这两个指标在之前还没有一个国家能够成功实现。

连续试采60天（2017.5-7），累计产气超过30万立方米，我国南海神狐海域天然气水合物成功开采，表明我国在天然气水合物勘探、开发、利用等技术环节上均处于世界领先地位。



海洋石油钻探



全球最大的海上钻井平台“蓝鲸2号”

这个“海上巨无霸”有37层楼高，甲板有一个标准足球场大。它可以在水深超过3000米的海域作业，最大钻井深度15240米，世界上其它海洋石油装备无人能及。



海洋可燃冰钻探



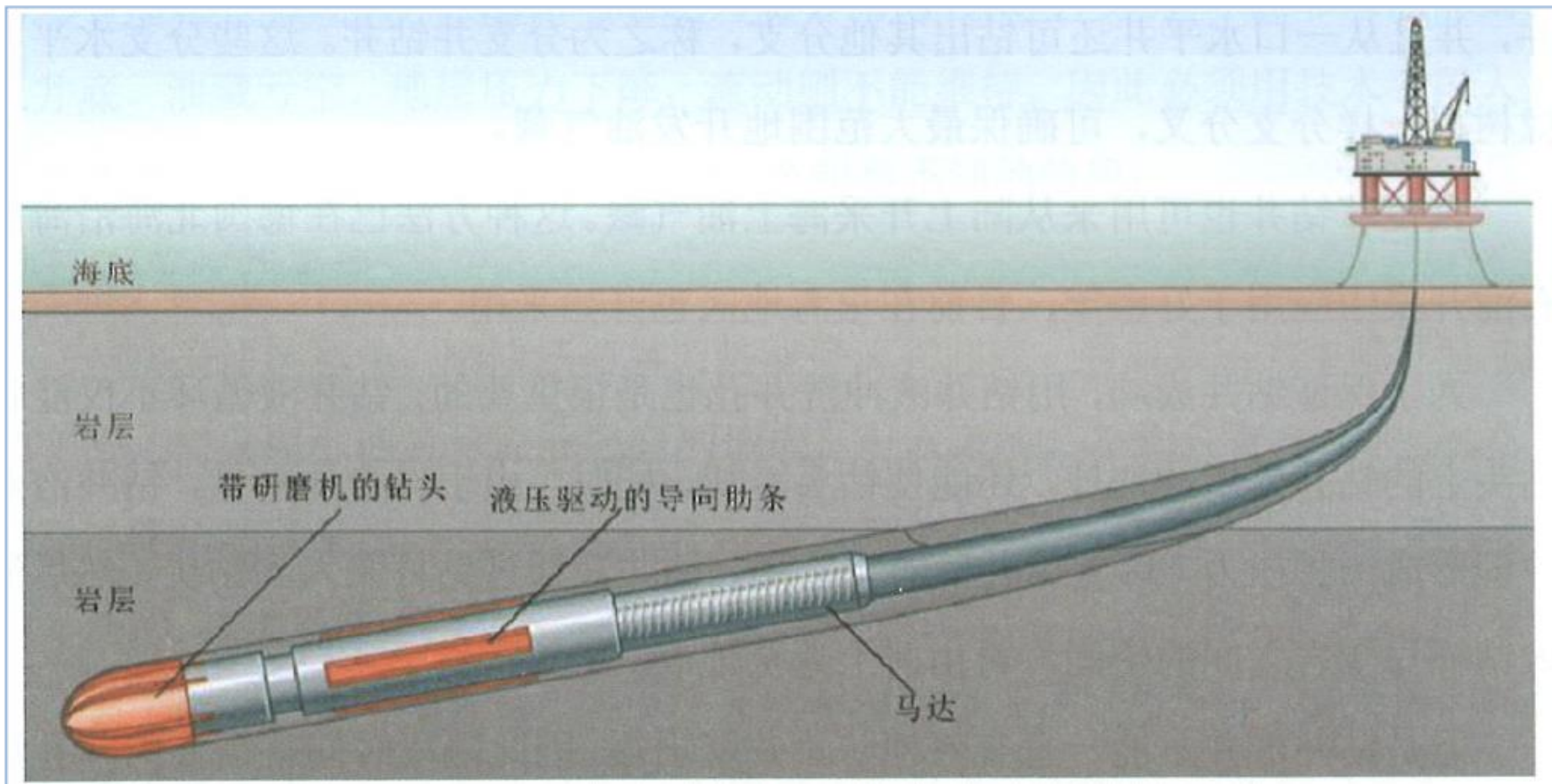
试采1个月产气总量86.14万立方米、日均产气量2.87万立方米，创造了“产气总量、日均产气量”两项世界纪录。是第一轮60天产气总量的2.8倍。试采攻克了深海浅软地层水平井钻采核心技术，我国也成为全球首个采用水平井钻采技术试采海域天然气水合物的国家。

海洋可燃冰钻探



- ▣ 自然资源部会同财政部、国家发展改革委、科技部，联合广东省人民政府、中国石油天然气集团，加快推进南海神狐海域天然气水合物勘查开采先导试验区建设。
- ▣ 中国地质调查局联合中国石油天然气集团、北京大学等国内外70余家单位近千名业务骨干。
- ▣ 研发了12项核心装备，其中控制井口稳定的装置吸力锚打破了国外垄断。
- ▣ 自主创新形成了环境风险防控技术体系，构建了大气、水体、海底、井下“四位一体”环境监测体系。试采过程中甲烷无泄漏，未发生地质灾害。
- ▣ 成功实现从“探索性试采”向“试验性试采”的阶段跨越，迈出天然气水合物产业化进程中极其关键的一步。

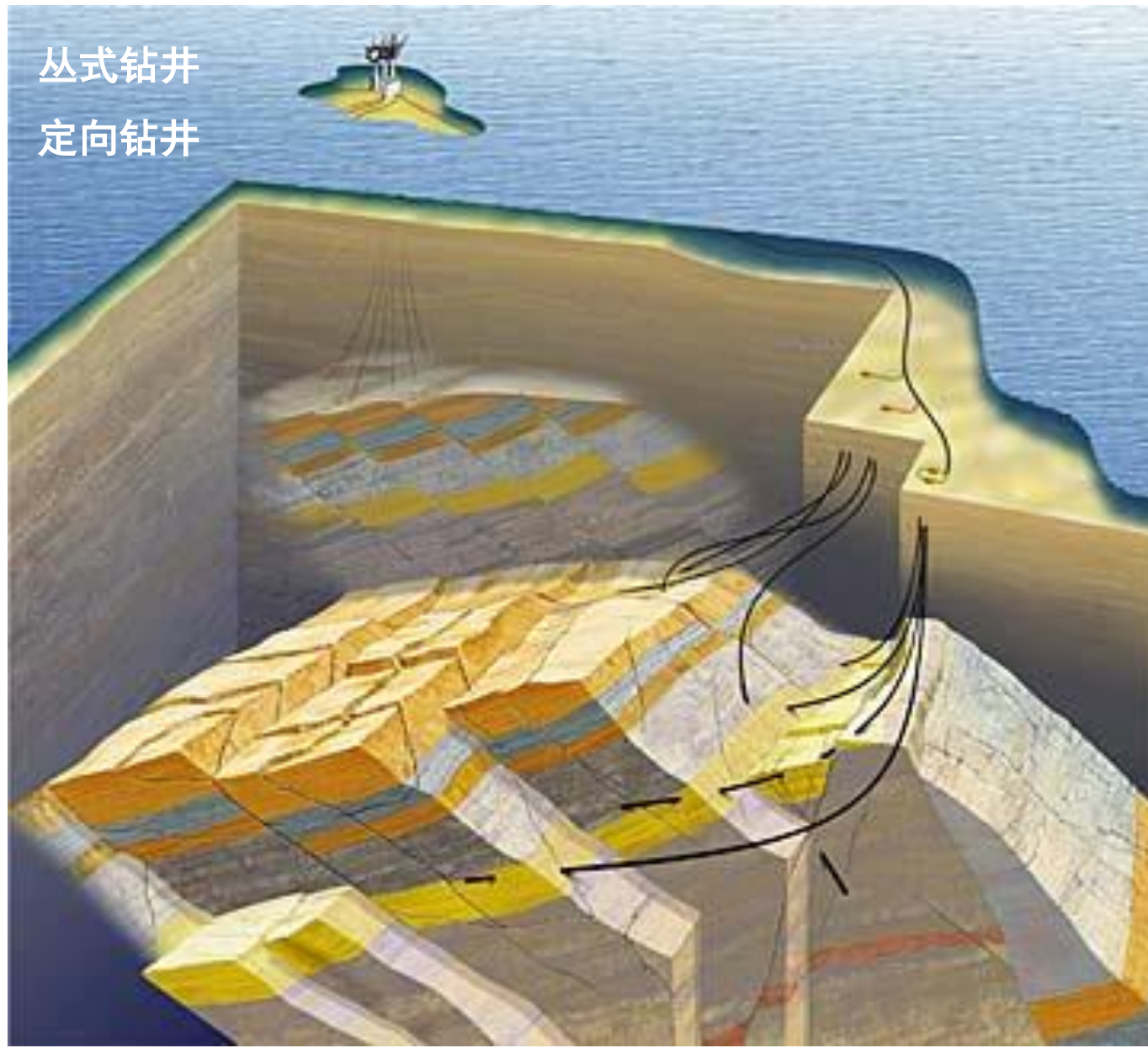
海洋石油钻探



采用钻探法直接取得地质资料，分析评价和确定该地质构造**是否含油、含油量及开采价值。**

海洋石油钻探

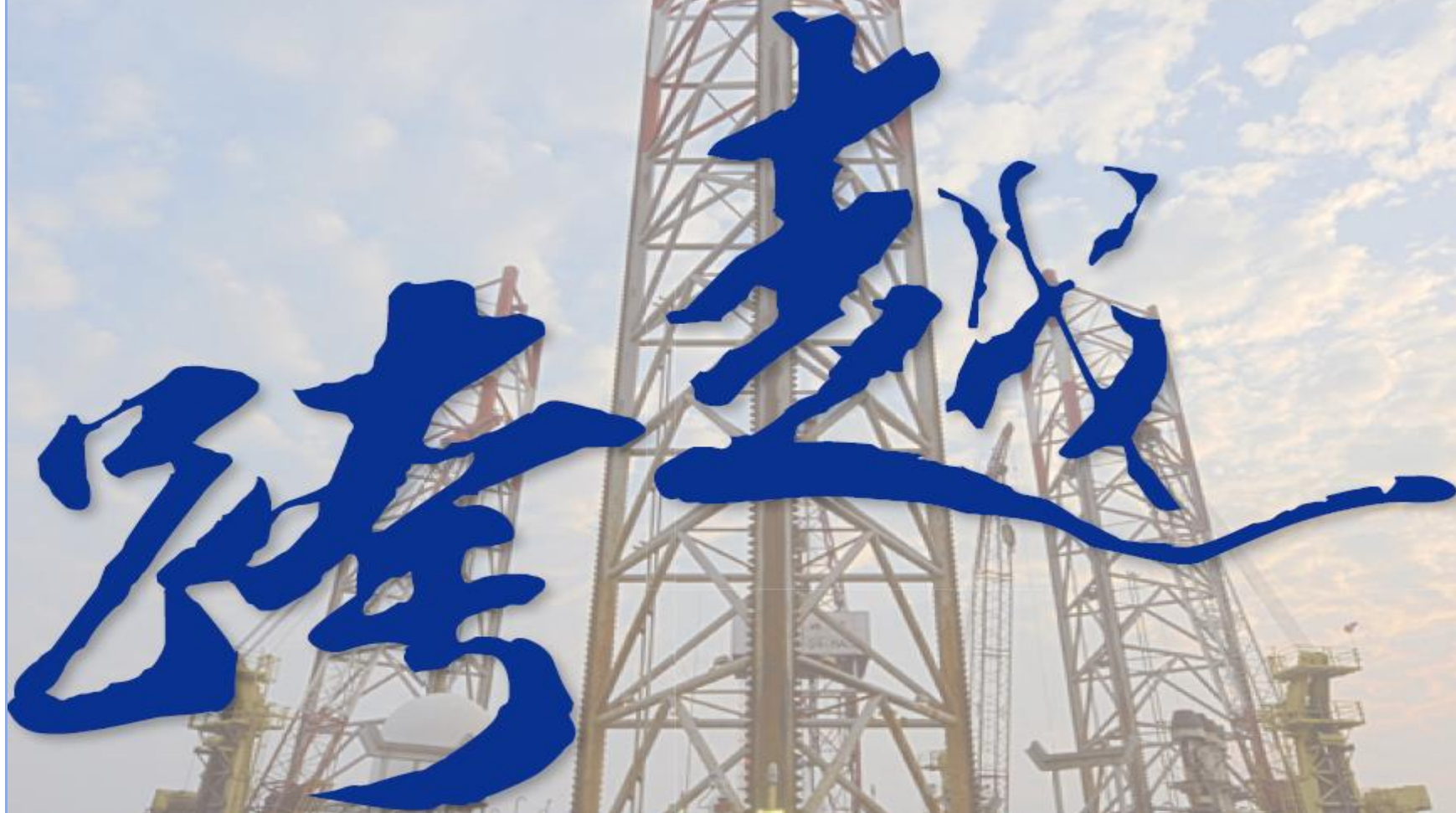
丛式钻井
定向钻井



海洋石油的未来

“兴海强国”、“民族复兴”的梦想和责任

跨越

The background of the slide features a large, blue, stylized Chinese calligraphic character '跨' (cross) on the left and '越' (cross) on the right, which together mean 'to cross' or 'to overcome'. The characters are superimposed over a photograph of an offshore oil rig structure, showing its complex metal framework and towers against a sky with scattered clouds. The overall theme is the future of marine oil and the challenges it presents.

谢谢!

