

海洋地质地层构造变形数值仿真模 拟实验软件 V1.1 说明书

北京欧倍尔软件技术开发有限公司

2020 年 04 月

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址： www.bjoberj.com

目 录

第一章 软件简介.....	1
1.1 概述.....	1
1.2 软件特色.....	1
第二章 软件安装.....	2
第三章 软件操作说明.....	2
3.1 软件启动.....	2
3.2 软件操作.....	3
3.2.1 功能介绍.....	4
3.2.2 界面介绍.....	4
3.3 实验操作.....	5
3.3.1 伊洛瓦盆地热沉降模拟实验.....	5
3.3.2 珠江口盆地沉降史模拟实验.....	13
3.3.3 海洋地质地层认知学习.....	20
3.3.4 离散板块边缘变形.....	23
3.3.5 会聚板块边缘变形.....	26

第一章 软件简介

1.1 概述

本软件是海洋地质学科教育信息化建设项目,旨在为海洋地质相关专业的学生提供一个三维的、高仿真度的、高交互操作的、全程参与式的、可提供实时信息反馈与操作指导的、虚拟的基础实验模拟操作平台,使学生通过在本平台上的操作练习,进一步熟悉专业基础知识、掌握海洋地质地层构造变形、熟悉伊洛瓦盆地热沉降史模拟实验,为进行实际学习奠定良好基础。

本平台采用虚拟现实技术,依据实际地质地层构造按一定比例进行搭建模型,按实际操作过程完成交互,每个实验操作配有评分系统,提示实验操作的正确操作及实验过程中的注意事项,3D 操作画面具有很强的环境真实感、操作灵活性和独立自主性,学生可查看到地质构造中每个地层,解决了实际实验过程中的某些盲点,为学生提供了一个自主发挥的实验舞台,特别有利于调动学生动脑思考,培养学生的动手能力,同时也增强了学习的趣味性。

该平台为学生提供了一个自主发挥的平台,也为实验“互动式”预习、“翻转课堂”等新型教育方式转化到实验中来提供了一条新思路、新方法及新手段,必将对促进海洋地质教育的改革与发展起到积极的促进作用。

1.2 软件特色

本软件的特色主要有以下几个方面:

(1) 虚拟现实技术

利用电脑模拟产生一个三维空间的虚拟世界,构建高度仿真的虚拟实验环境和实验对象,提供使用者关于视觉、听觉、触觉等感官的模拟,让使用者如同身历其境一般,可以及时、没有限制地 360° 旋转观察三维空间内的事物,界面友好,互动操作,形式活泼。

(2) 自主学习内容丰富

自主学习汇聚板块边缘、大陆板块边缘涉及到的盆地的伸展和挤压变样,三维场景中

学习海沟、大洋中脊等。

(3) 实验数据能自由记录及处理

记录数据及数据处理功能，学员操作仿真软件过程中，能把实验中产生的数据记录下来并能对数据进行处理。

(4) 智能操作指导

具体的操作流程，系统能够模拟试验操作中的每个步骤，并加以文字或语言说明和解释：

(5) 评分系统

系统给出操作提示，操作正确时得分，错误时扣分，每个步骤扣分最多只扣 3 次。

(6) 实用性强，具有较大的可推广应用价值和前景

本套软件由计算机程序设计人员、虚拟现实技术人员、具有实际经验的一线工程技术人员、专业教师合作完成，贴近实际，过程规范，特别适合海洋地质专业使用，具有较大的可推广应用价值和前景。

第二章 软件安装

参考说明书：**DPSP 运行平台说明书 V1.0**



第三章 软件操作说明

3.1 软件启动

点击“启动”按钮。(图-1)。

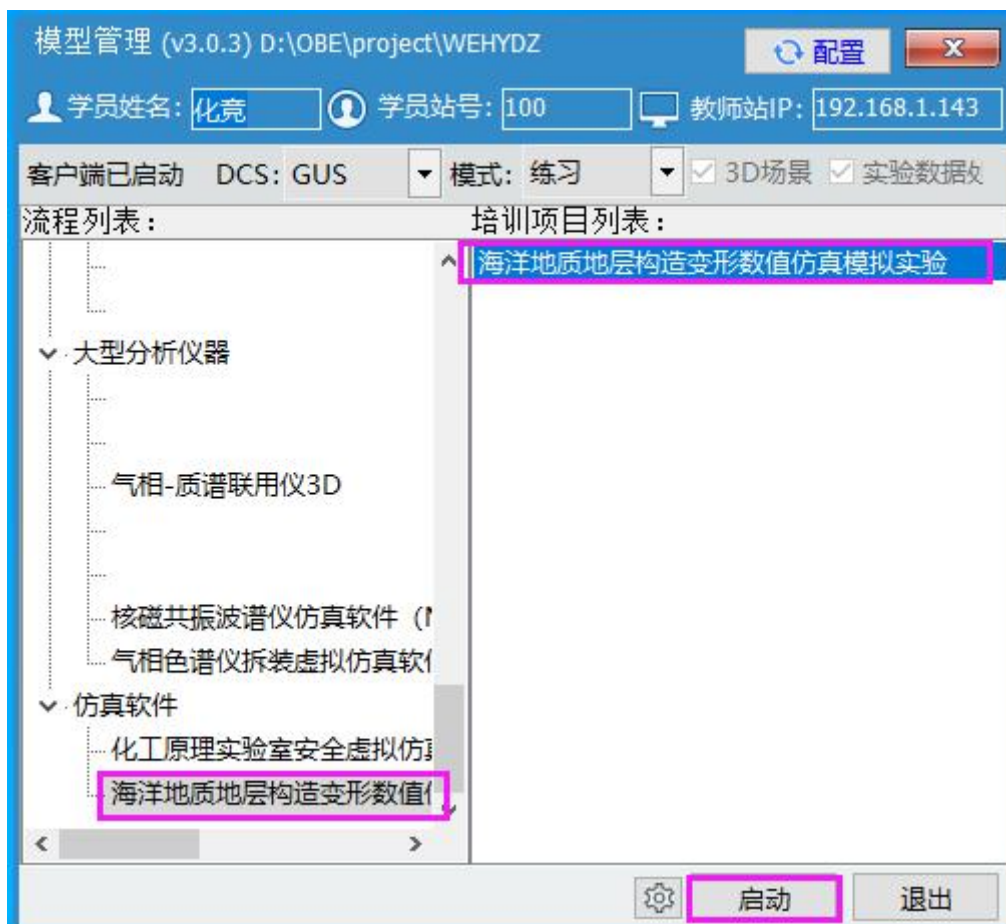


图-1

3.2 软件操作

启动软件，进入软件首页（图-2），在该界面可选择不同的模块进行操作学习。



图-2

3.2.1 功能介绍

- ❖ 角度控制：W—高，S—低，A--左，D--右，鼠标右键--视角旋转(图-3)。

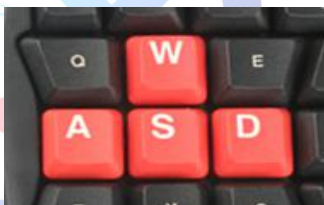


图-3

- ❖ 鼠标中键：滑动鼠标中键滑轮，起到放大缩小的作用；
- ❖ 鼠标左键：单击操作。

3.2.2 界面介绍

返回上一级 返回首页 帮助说明

【返回上一级】：点击回到上一级页面。

【返回首页】：点击快速返回到软件首页。

【帮助说明】：软件操作说明介绍。

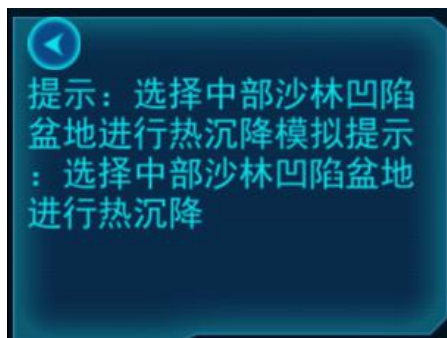
【评分】：点击显示评分界面。

地址：北京海淀区清河永泰园甲1号建金商厦516室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址： www.bjoberj.com



【任务说明】：点击显示该模块的操作任务。



【步骤提示】：介绍实验项目流程及相应的步骤提示。括号内的数字表示当前流程的总步骤。

3.3 实验操作

3.3.1 伊洛瓦盆地热沉降模拟实验

3.3.1.1 启动实验，阅读帮主说明，任务说明。

在首页界面上点击“伊洛瓦盆地热沉降史模拟实验”（图 1-1），进入实验界面（图 1-2）。



图 1-1

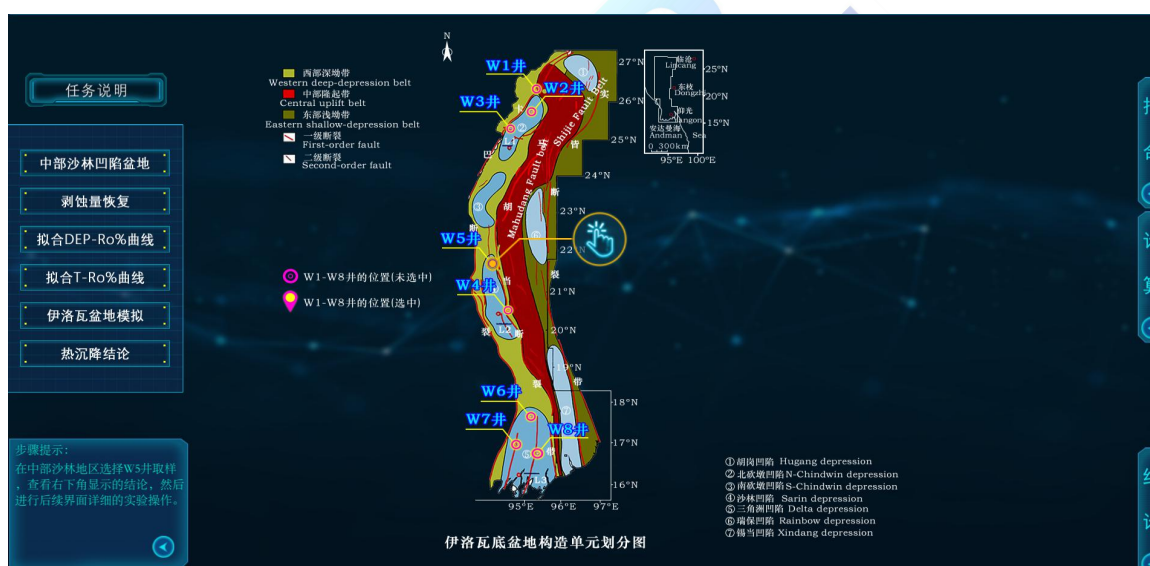


图 1-2

3.3.1.2 在中部沙林地区选择 W5 井位置进行详细的模拟实验。

在中部沙林地区选择 W5 井取样，查看右下角显示的结论，然后进行后续界面详细的实验操作。

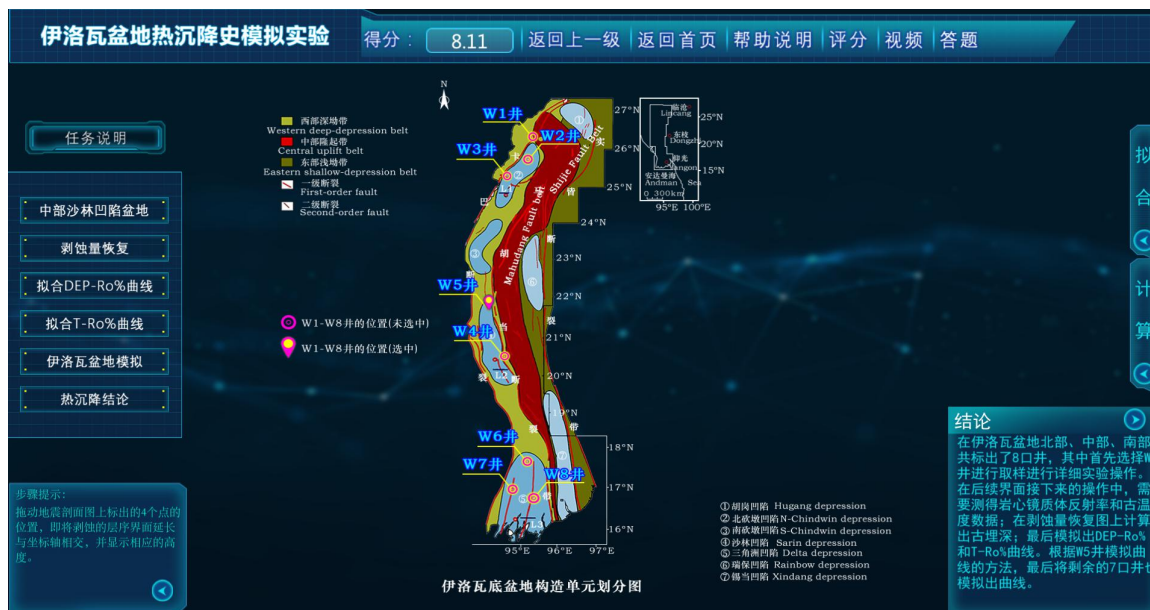


图 1-3

3.3.1.3 在剥蚀量恢复界面计算古埋深

(1) 拖动地震剖面图上标出的 4 个点的位置,即将剥蚀的层序界面延长与坐标轴相交,并显示相应的高度(图 1-4)。

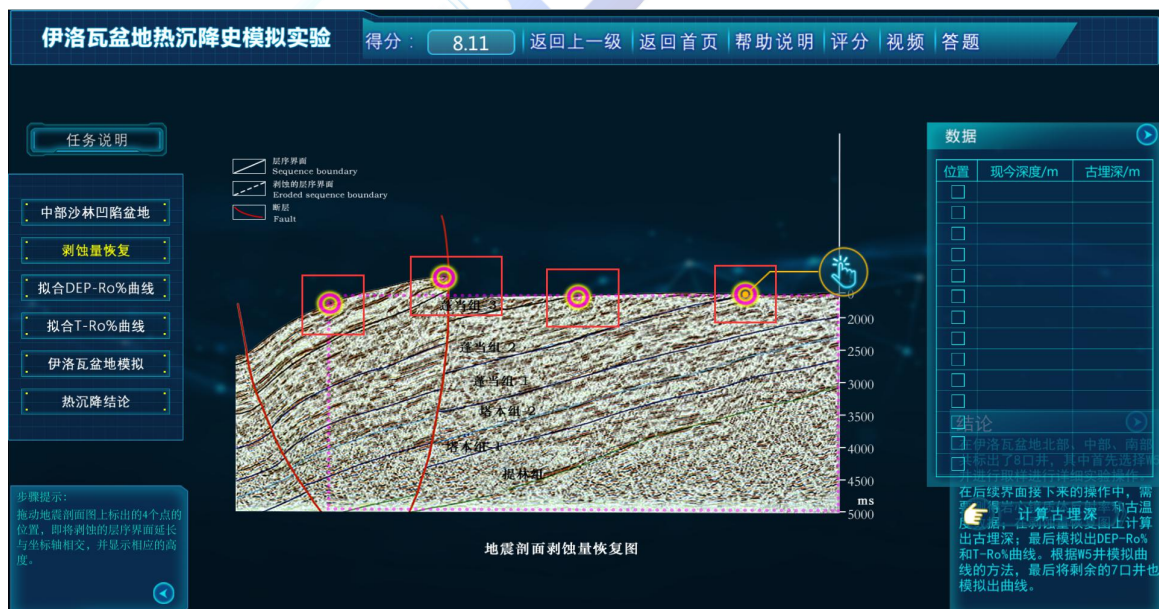


图 1-4

(2) 选择若干个点进行计算。

在剥蚀量恢复界面的地震剖面剥蚀量恢复图上不同位置点击选取若干个,选中的点被标上小旗子,至少选择 9 个点(图 1-5)。

地址: 北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编: 100085

E-mail: bjobe@163.com 电话: 010-82830966 网址: www.bjoberj.com

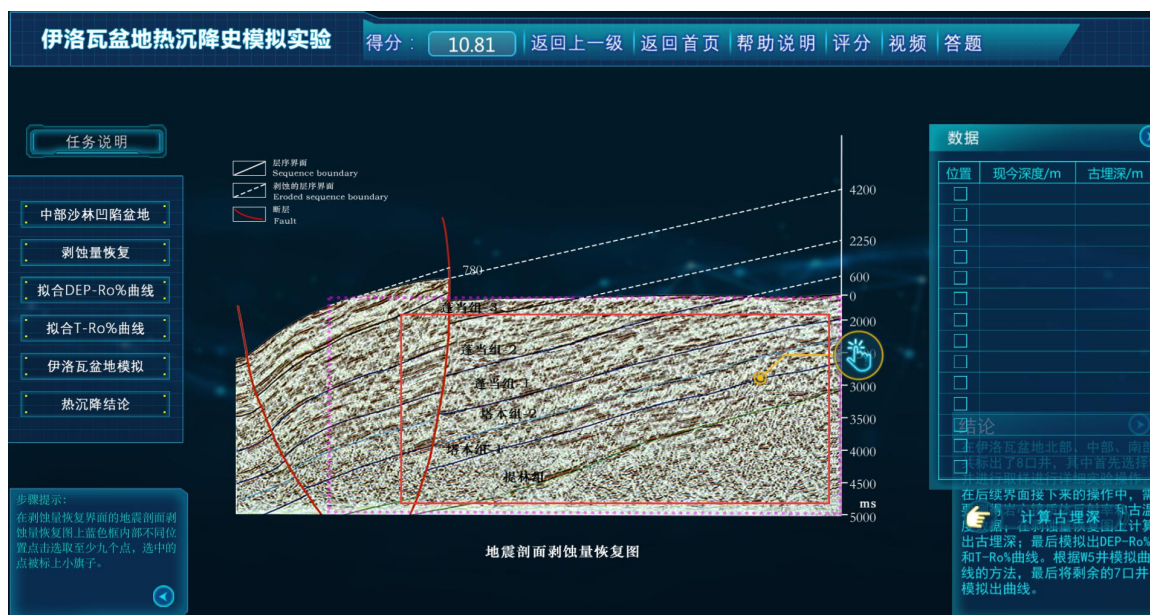


图 1-5

(3) 计算古埋深

在剥蚀量恢复界面，已知现今深度，点击计算古埋深按钮，计算每个点的古埋深（图 1-6）。

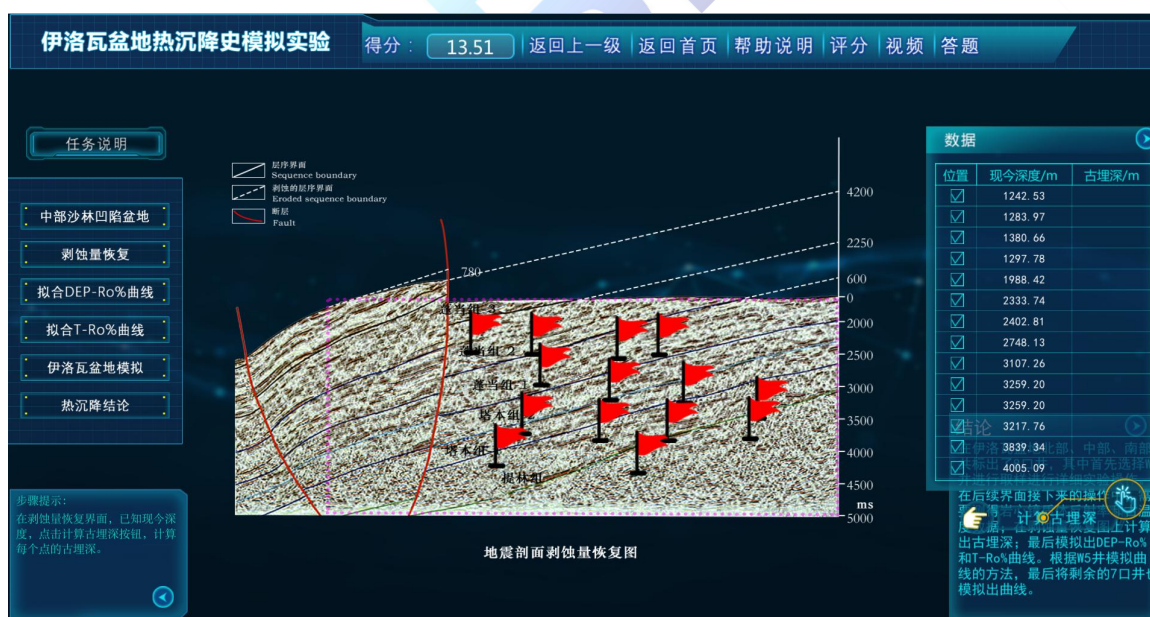


图 1-6

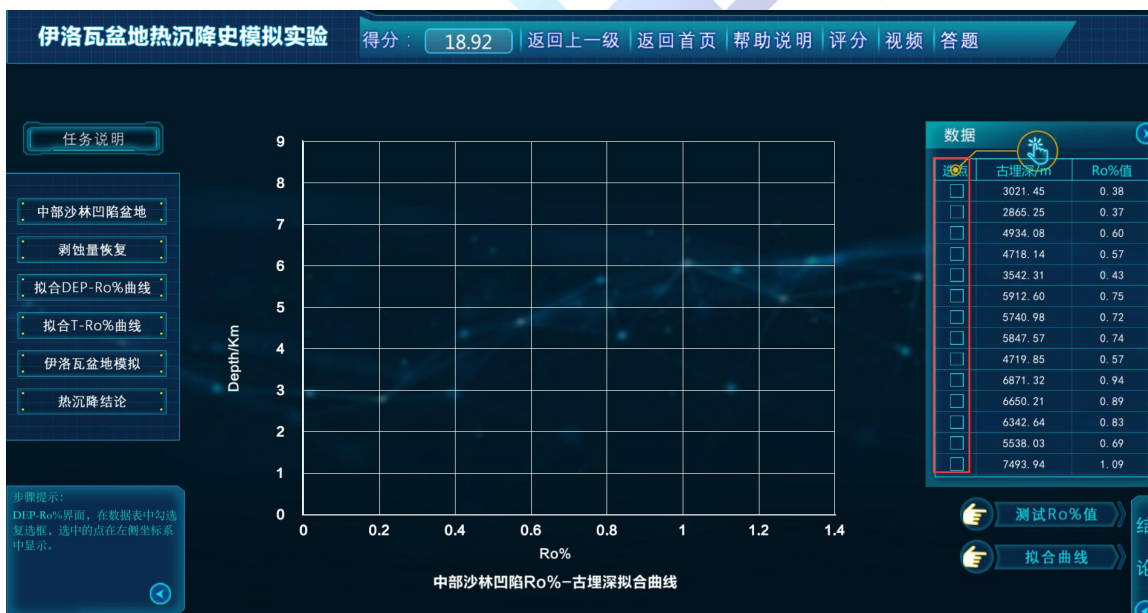
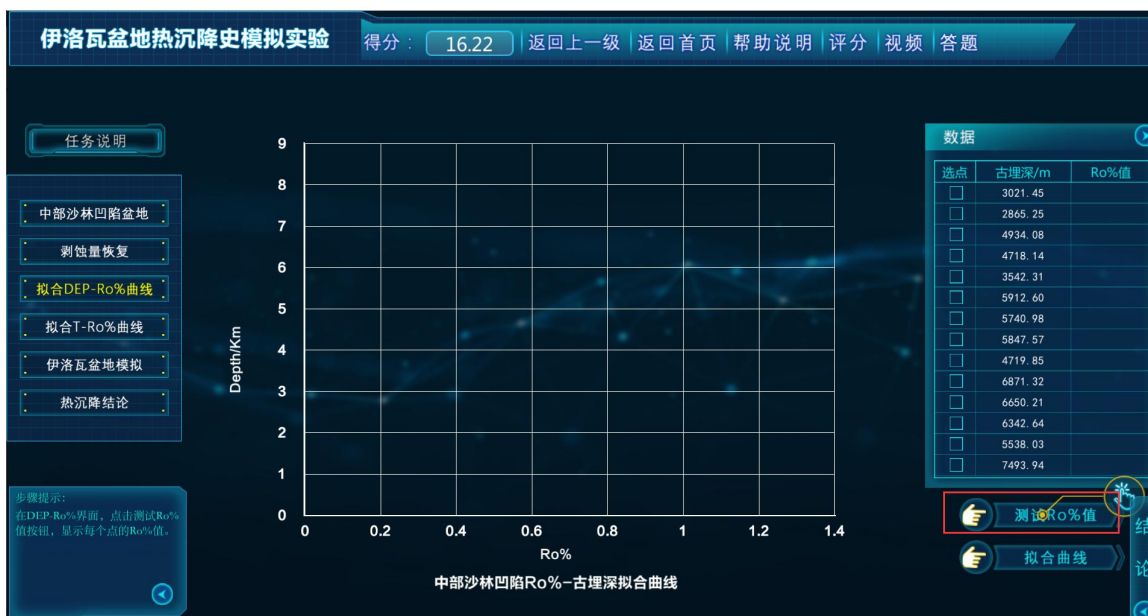
3.3.1.4 拟合 DEP-Ro% 曲线

- (1) 在 DEP-Ro% 界面，点击测试 Ro% 值按钮，显示每个点的 Ro% 值。
- (2) DEP-Ro% 界面，数据表中复选框勾选，选中的点在左侧坐标系中显示。

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

(3) 在 DEP-Ro%界面，点击拟合曲线，将选中的点进行古埋深-Ro%拟合，并显示拟合出的函数（图 1-7）。



地址：北京海淀区清河永泰园甲1号建金商厦516室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

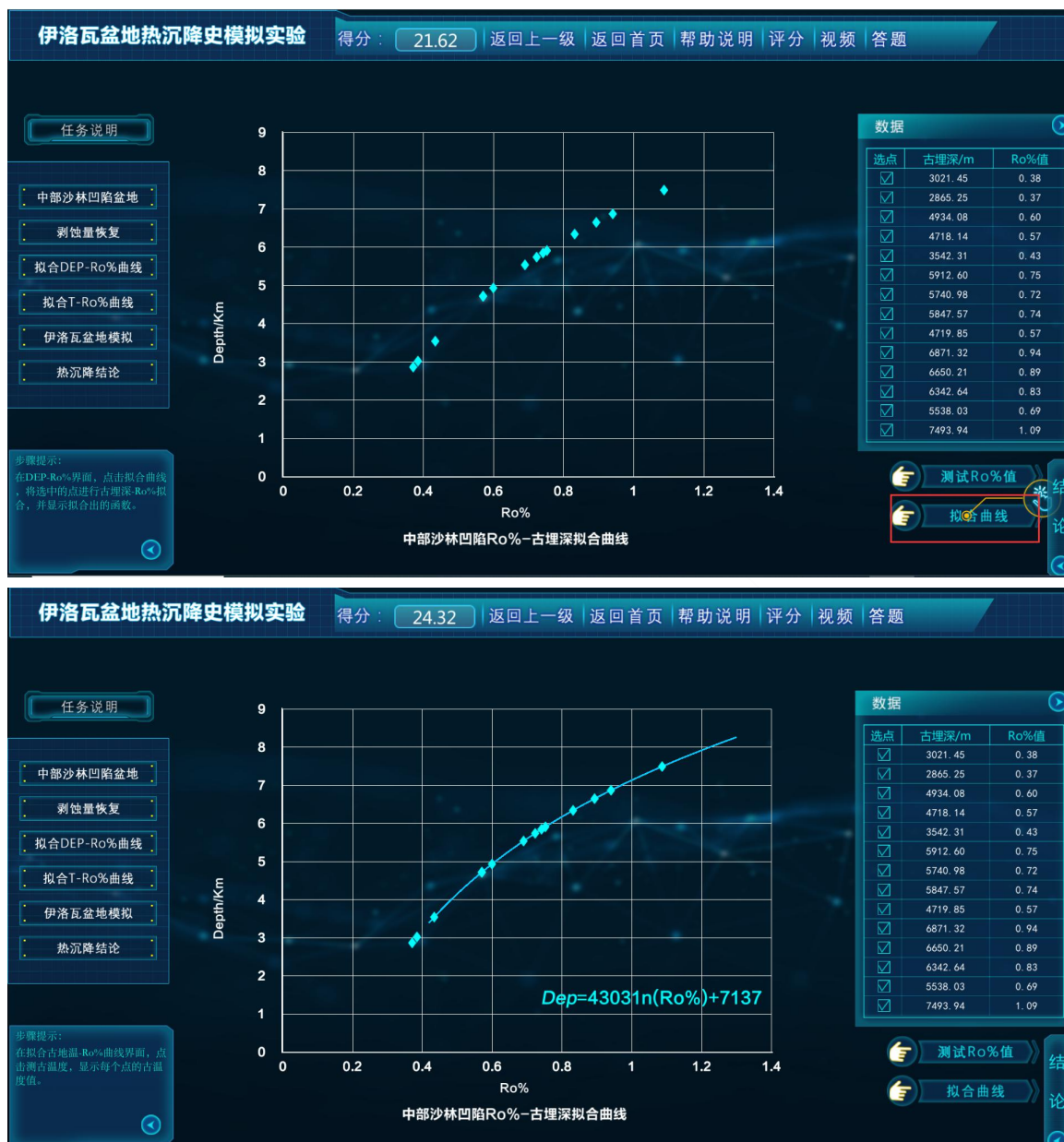


图 1-7

3.3.1.5 拟合 T-Ro%曲线

- (1) 在拟合 T-Ro%曲线界面，点击测古温度，显示每个点的古温度值。
- (2) 拟合 T-Ro%曲线界面，在数据表中复选框勾选，选中的点在左侧坐标系中显示。
- (3) 拟合 T-Ro%曲线界面，点击拟合曲线，将选中的点进行 T-Ro%拟合，并显示拟合出的函数（图 1-8）。

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjober@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

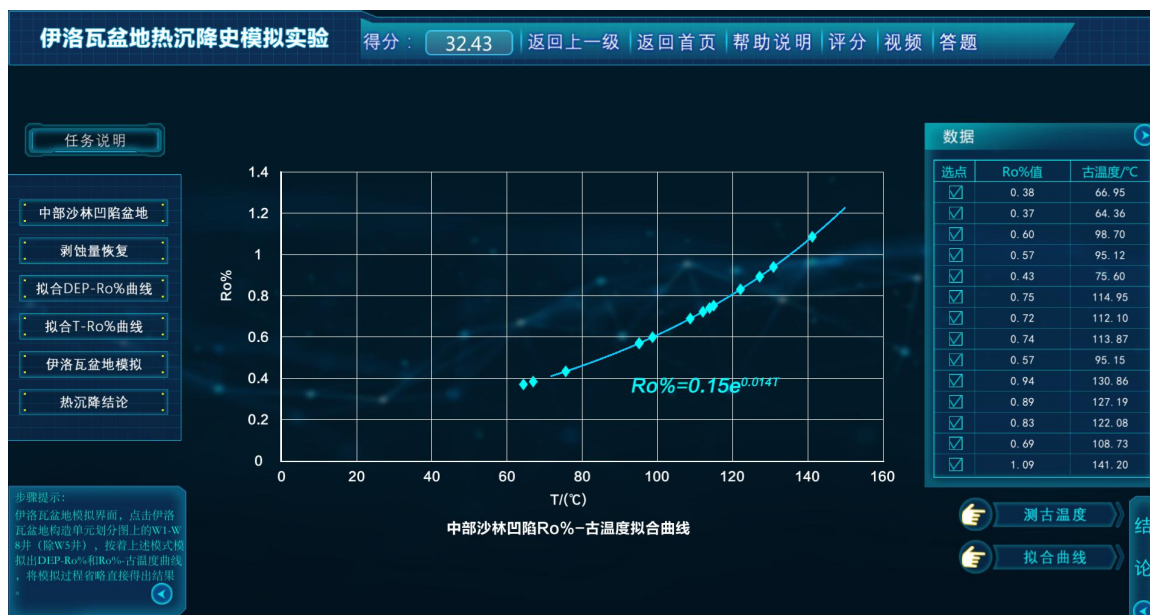


图 1-8

3.3.1.6 按着 W5 井的模拟方式得出伊洛瓦盆地中 W1-W8 井全部拟合曲线

- (1) 伊洛瓦盆地模拟界面 (图 1-9), 点击伊洛瓦盆地构造单元划分图上的 W1-W8 井 (除 W5 井), 按着上述模式模拟出 DEP-Ro% 和 Ro%-古温度曲线, 将模拟过程省略直接得出结果。
- (2) 伊洛瓦盆地模拟界面, 在计算表中点击计算古埋深, 计算出 Ro% 等于 0.7 时的古埋深。
- (3) 伊洛瓦盆地模拟界面, 在计算表中点击计算古地温, 计算出 Ro% 等于 0.7 时的古地温。
- (4) 伊洛瓦盆地模拟界面, 在计算表中点击计算古地温梯度, 计算出古地温梯度值。

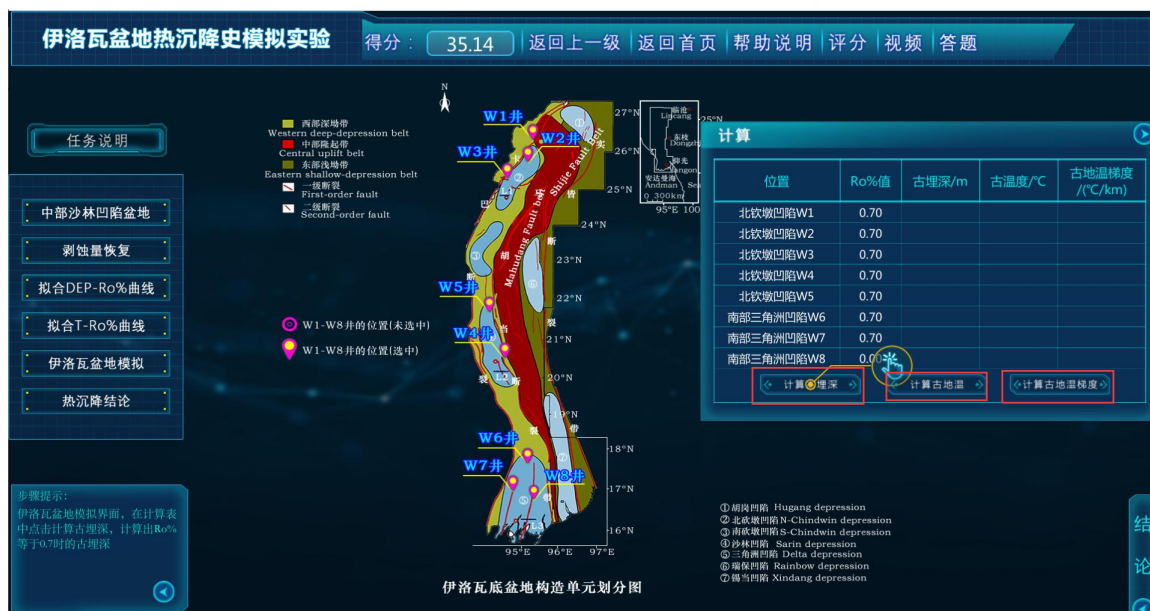


图 1-9

3.3.1.7 热沉降结果分析

热沉降结论界面 (图 1-10), 点击分析结果显示分析结论。

地址: 北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编: 100085

E-mail: bjobe@163.com 电话: 010-82830966 网址: www.bjoberj.com

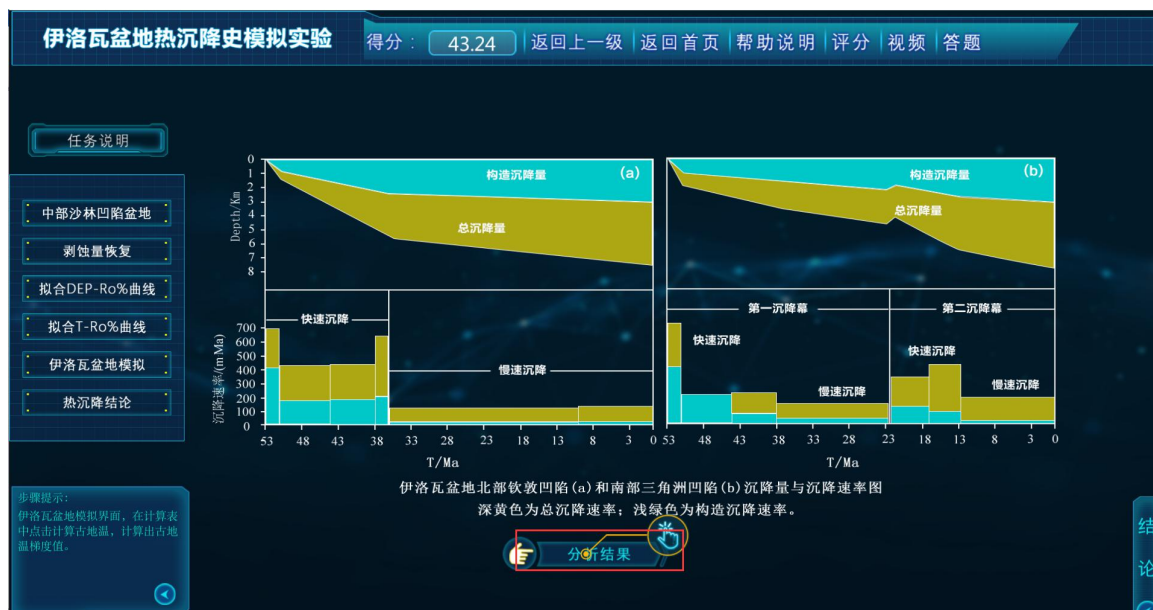


图 1-10

3.3.2 珠江口盆地沉降史模拟实验

3.3.2.1 启动实验，阅读帮主说明，任务说明。

在首页界面上点击“沉降史模拟实验”（图 2-1），进入实验界面（图 2-2）。



图 2-1

地址: 北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编: 100085

E-mail: bjobe@163.com 电话: 010-82830966 网址: www.bjoberj.com

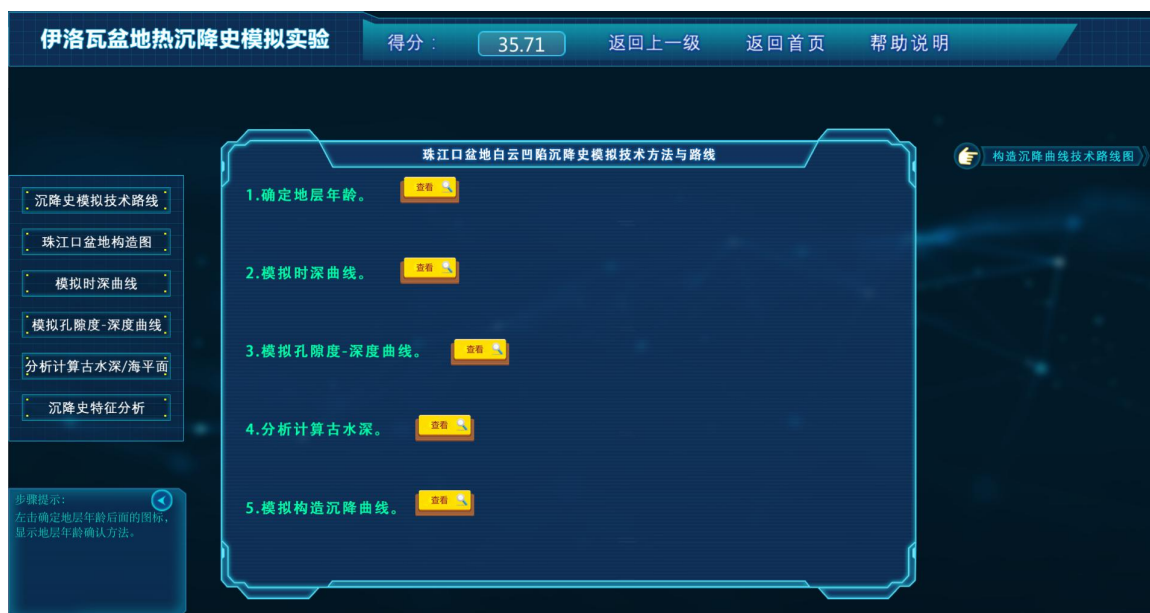


图 2-2

3.3.2.2 点击查看图标，查看珠江口盆地白云凹陷沉降史详细内容。

- 1.左击确定地层年龄后面的图标，显示地层年龄确认方法。
- 2.左击模拟时深曲线后面的图标，显示时深曲线模拟方法。
- 3.左击模拟孔隙度-深度曲线后面的图标，显示孔隙度-深度曲线计算方法。
- 4.左击分析计算古水深后面的图标，显示计算古水深的方法。
- 5.左击模拟构造沉降曲线后面的图标，显示构造沉降曲线模拟的方法。

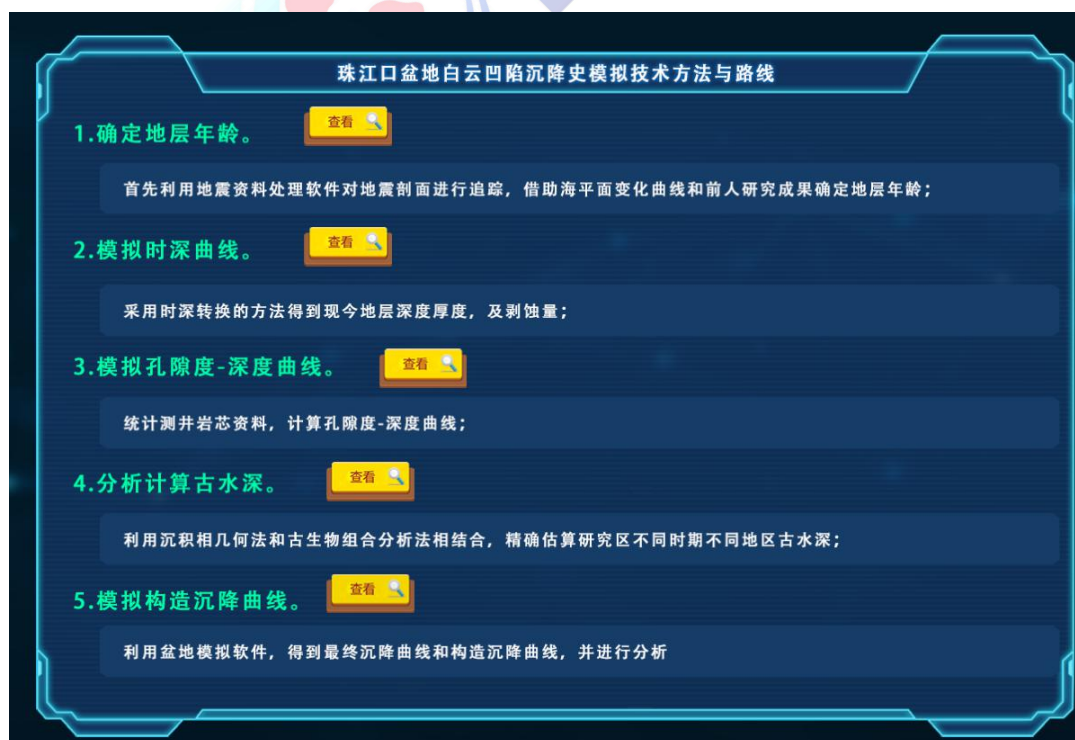


图 2-3

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

3.3.2.3 点击右侧的构造沉降曲线技术路线图按钮。

逐渐显示模拟构造沉降曲线的框架图，学习技术路线。

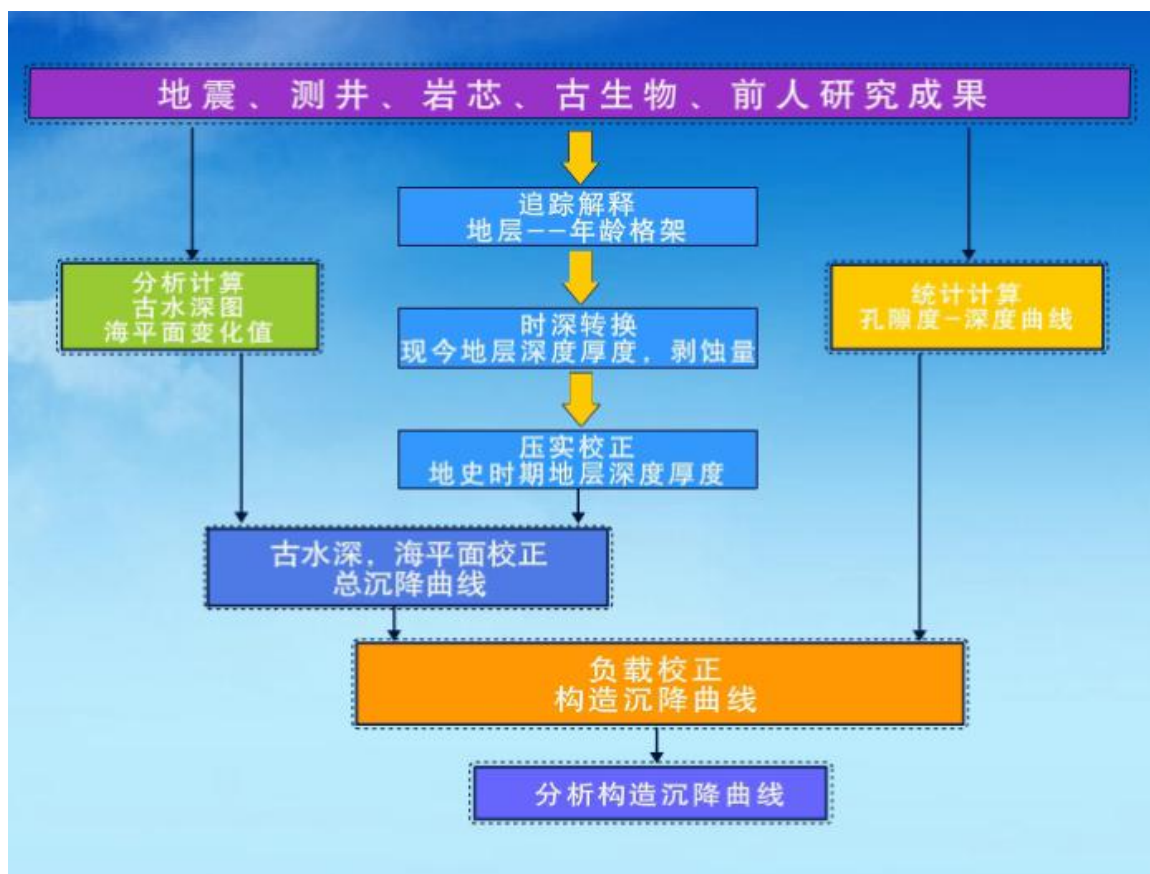


图 2-4

3.3.2.4 选中井的位置

(1) 左击左侧的珠江口盆地构造图按钮，左击井 A、井 B、井 C 图标，选中三个井的位置。

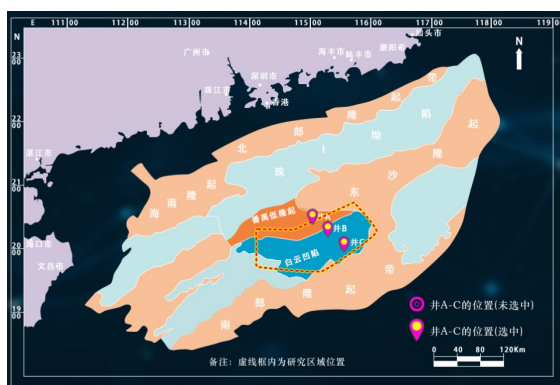


图 2-5

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

(2) 左击层序地层格架按钮，在弹出的界面学习完层序地层格架后关闭该界面。

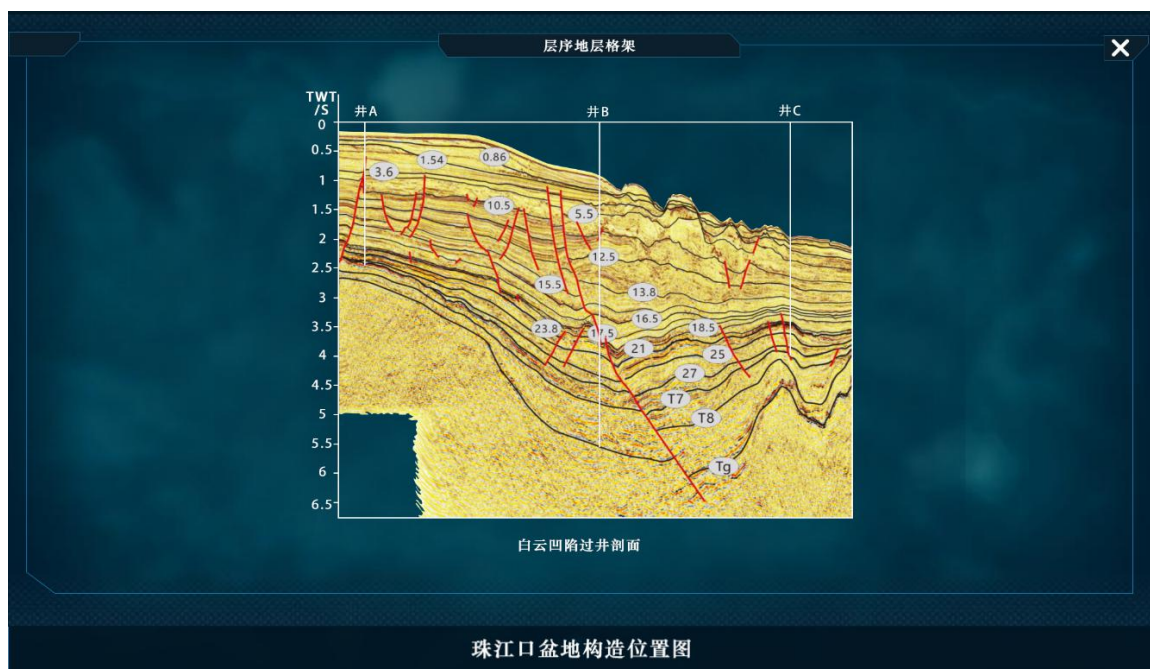


图 2-6

3.3.2.5 拟合时深曲线

- (1) 左击左侧的模拟时深曲线按钮，左击井 A 时深曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 A 的时深曲线。
- (2) 左击井 B 时深曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 B 的时深曲线。
- (3) 左击井 C 时深曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 C 的时深曲线。

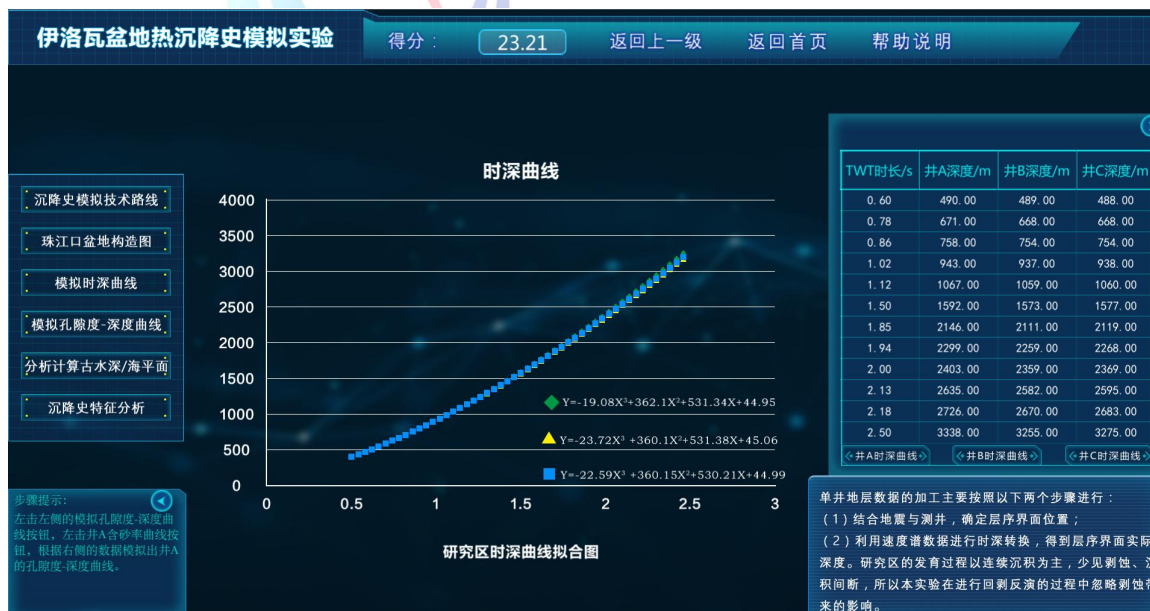


图 2-7

3.3.2.6 拟合孔隙度-深度曲线

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

左击左侧的模拟孔隙度-深度曲线按钮，在弹出的界面中进行一下操作（图 2-8）：

- （1）左击井 A 含砂率曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 A 的孔隙度-深度曲线。
- （2）左击井 B 含砂率曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 B 的孔隙度-深度曲线。
- （3）左击井 C 含砂率曲线按钮，根据右侧的数据模拟出井 C 的孔隙度-深度曲线。

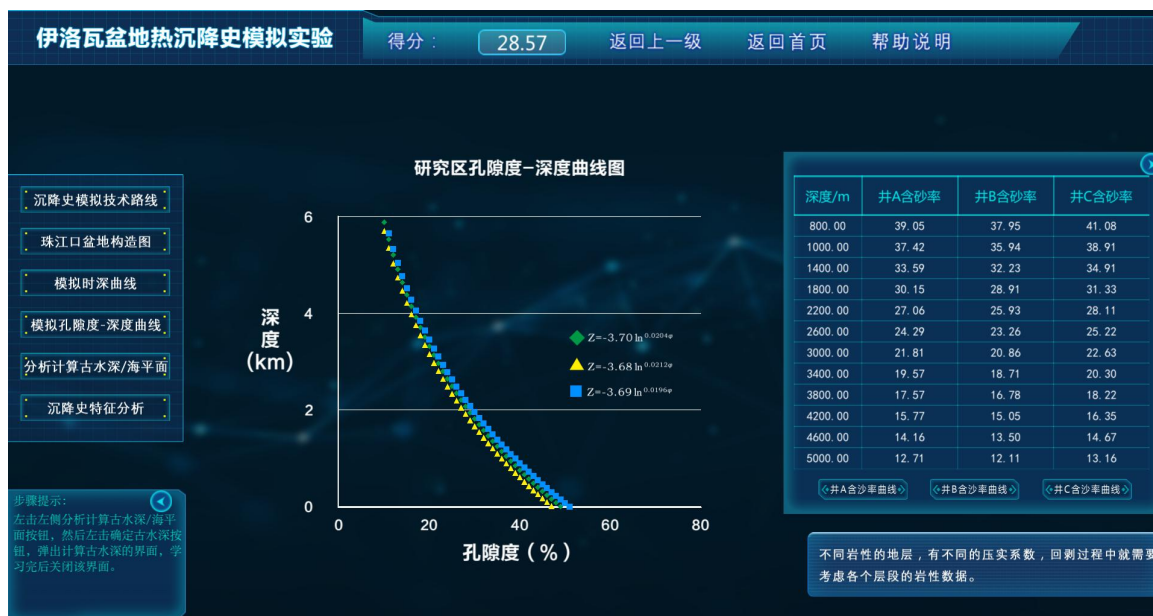
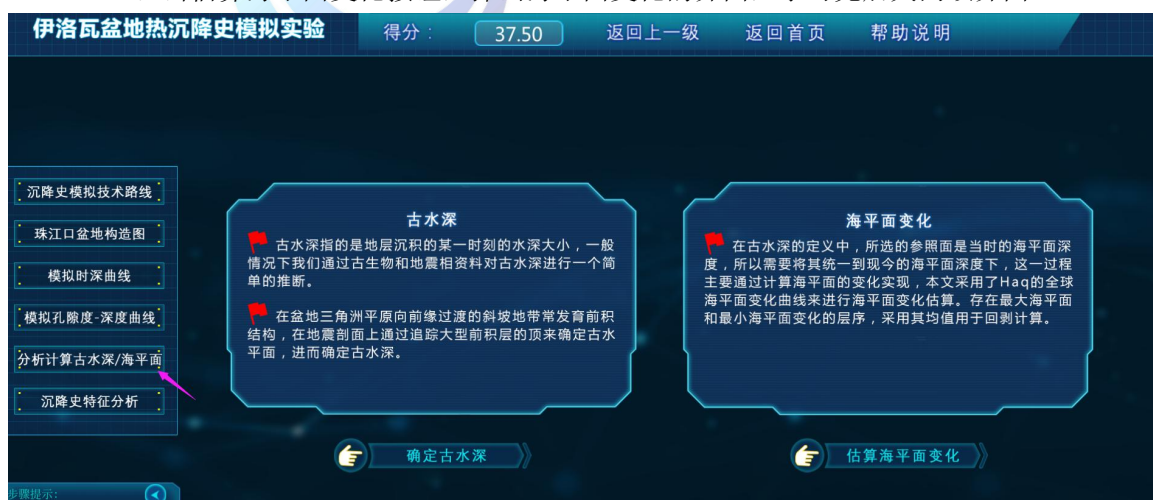


图 2-8

3.3.2.7 分析计算古水深/海平面

左击左侧分析计算古水深/海平面按钮，在弹出的界面学习（图 2-9）：

- （1）左击确定古水深按钮，弹出计算古水深的界面，学习完后关闭该界面。
- （2）左击估算海平面变化按钮，弹出海平面变化的界面，学习完后关闭该界面。



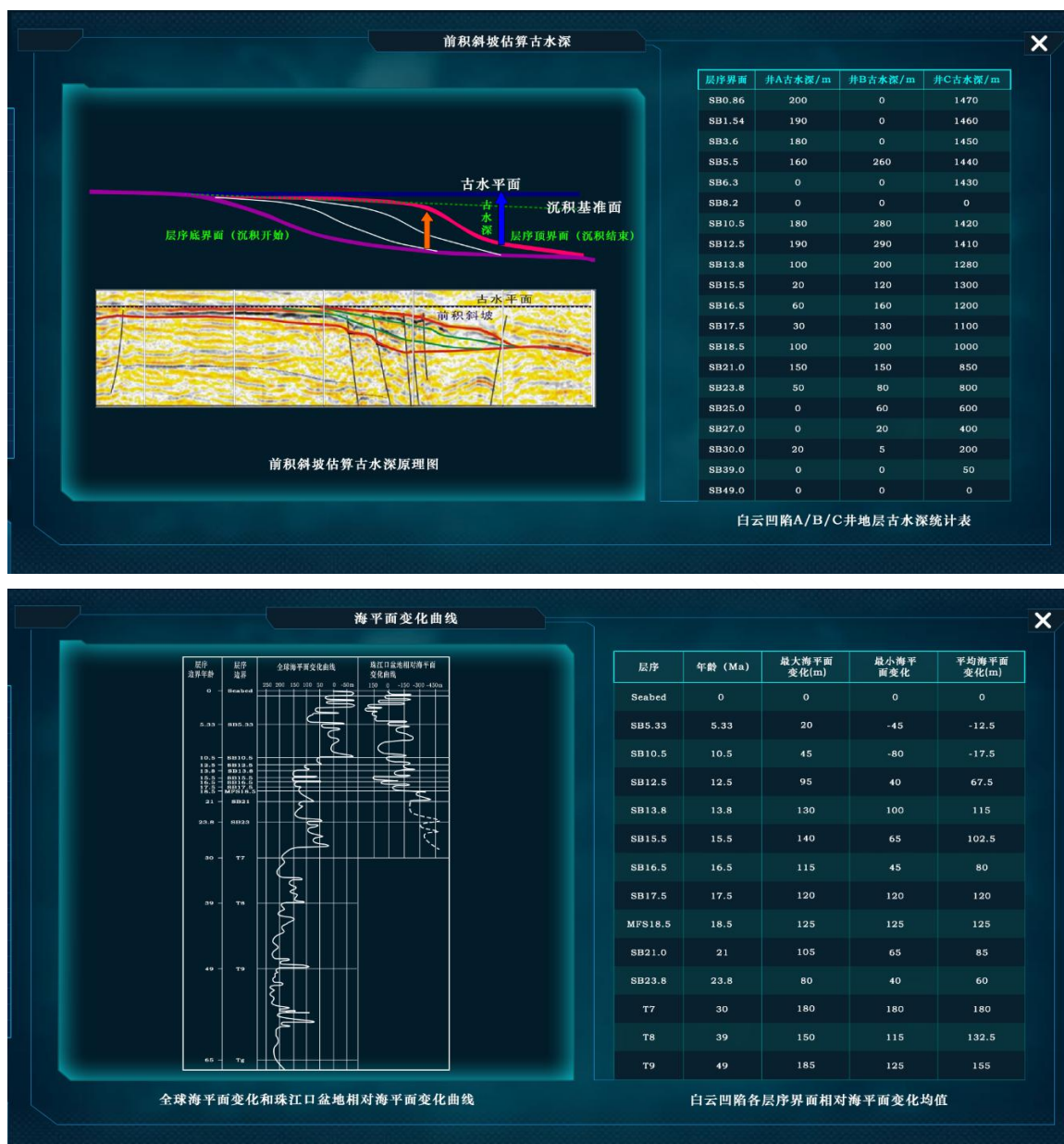


图 2-9

3.3.2.8 分析珠江口盆地白云凹陷沉降史特征

左击左侧的沉降史特征分析按钮，学习每个井的构造沉降特征（图 2-10）：

- （1）左击 A 井构造沉降特征分析按钮，弹出 A 井的构造沉降特征界面，学习完后关闭该界面。
- （2）左击 B 井构造沉降特征分析按钮，弹出 B 井的构造沉降特征界面，学习完后关闭该界面。
- （3）左击 C 井构造沉降特征分析按钮，弹出 C 井的构造沉降特征界面，学习完后关闭该界面。

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

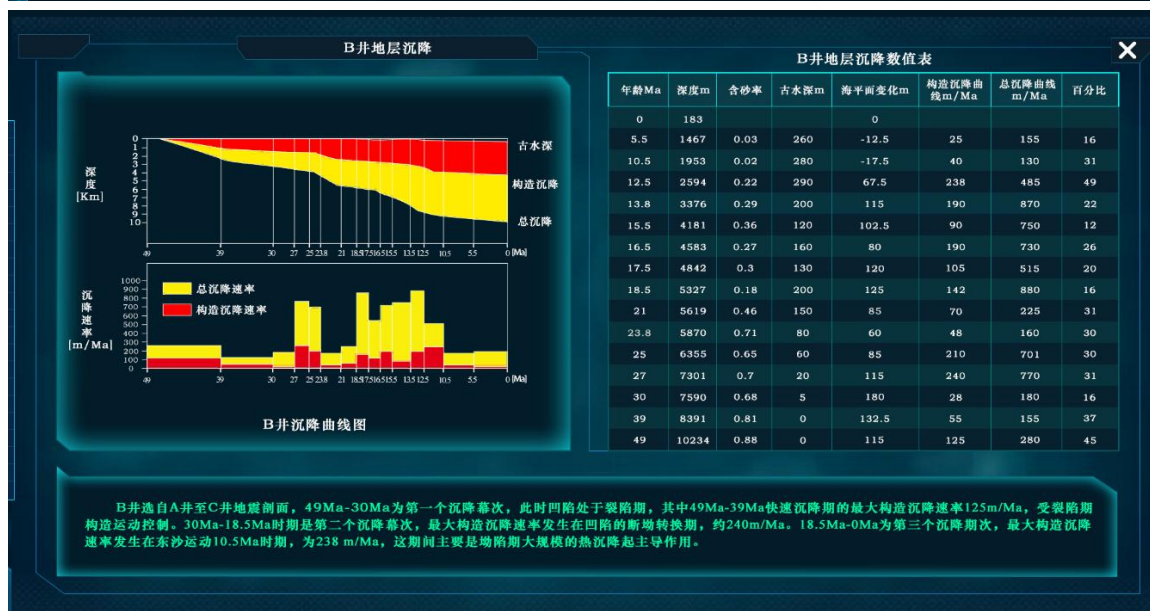
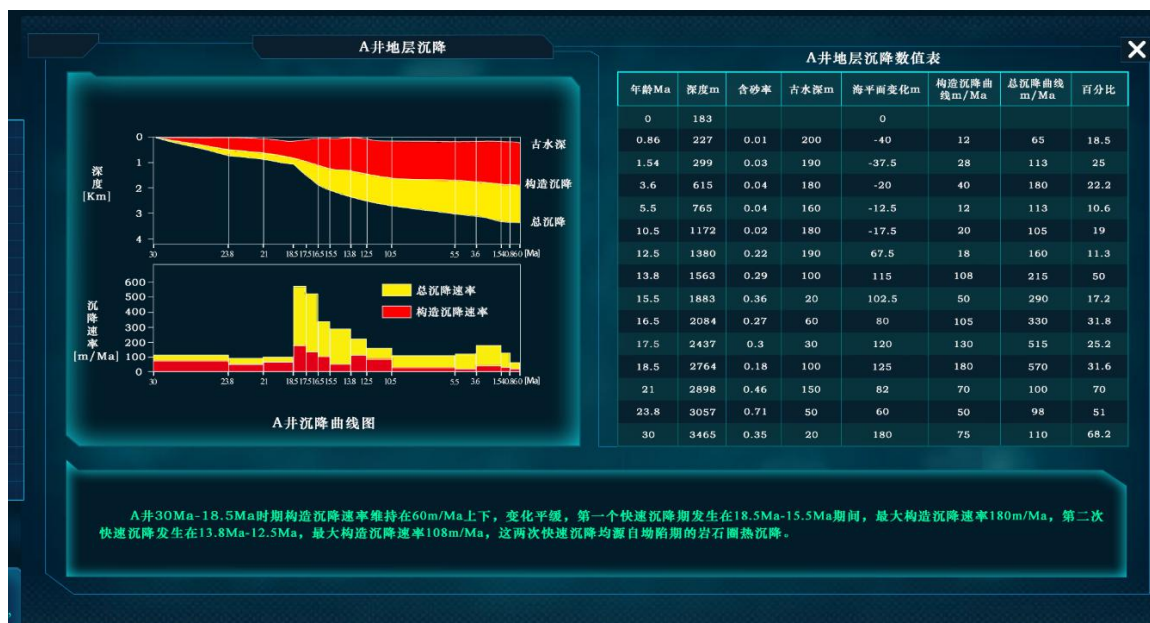




图 2-10

3.3.3 海洋地质地层认知学习

在首页点击认知学习模块（图 3-1），进入认知学习场景（图 3-2）。



图 3-1

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com



图 3-2

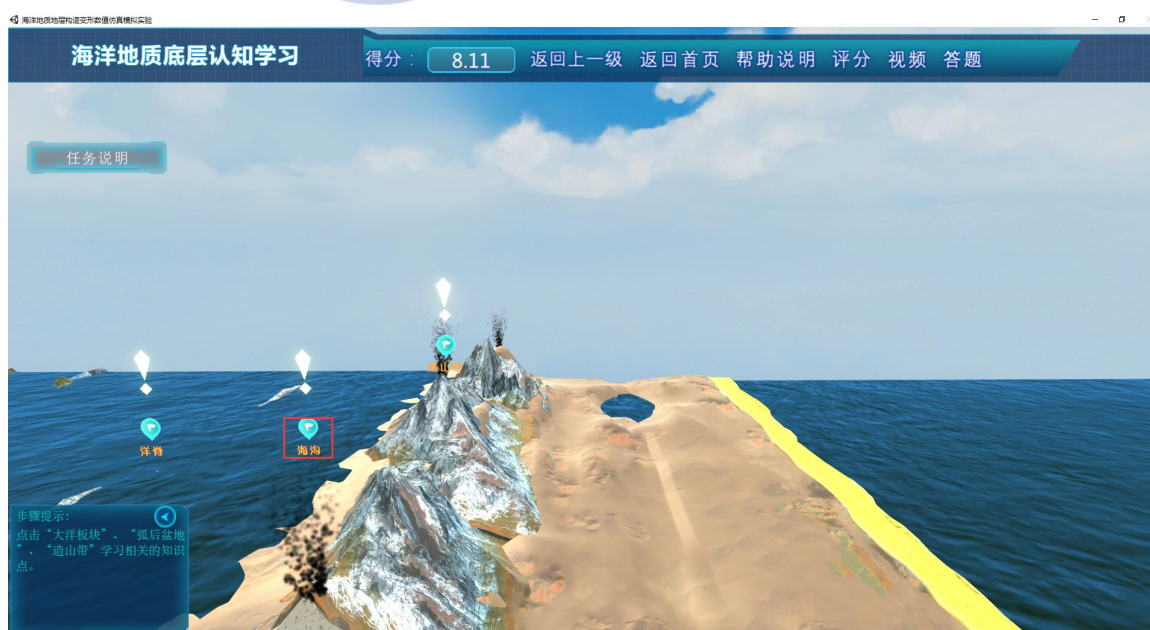
3.3.3.1 阅读任务说明，阅读并理解海洋地质地层学习内容。

3.3.3.2 三维场景中学习相关的知识点。

点击“大洋板块”、“弧后盆地”、“造山带”学习相关的知识点。

3.3.3.3 认知学习海沟

点击海沟（图 3-3），进入海沟的三维场景，弹出知识点学习界面，学习完成后在场景中漫游学习（图 3-4），点击返回上一级。



地址：北京海淀区清河永泰园甲1号建金商厦516室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

图 3-3



图 3-4

3.3.3.4 认知学习大洋中脊

点击洋脊（图 3-5），进入大洋中脊的三维场景，弹出知识点学习界面，学习完成后在场景中漫游学习（图 3-6），点击返回上一级。



图 3-5

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com

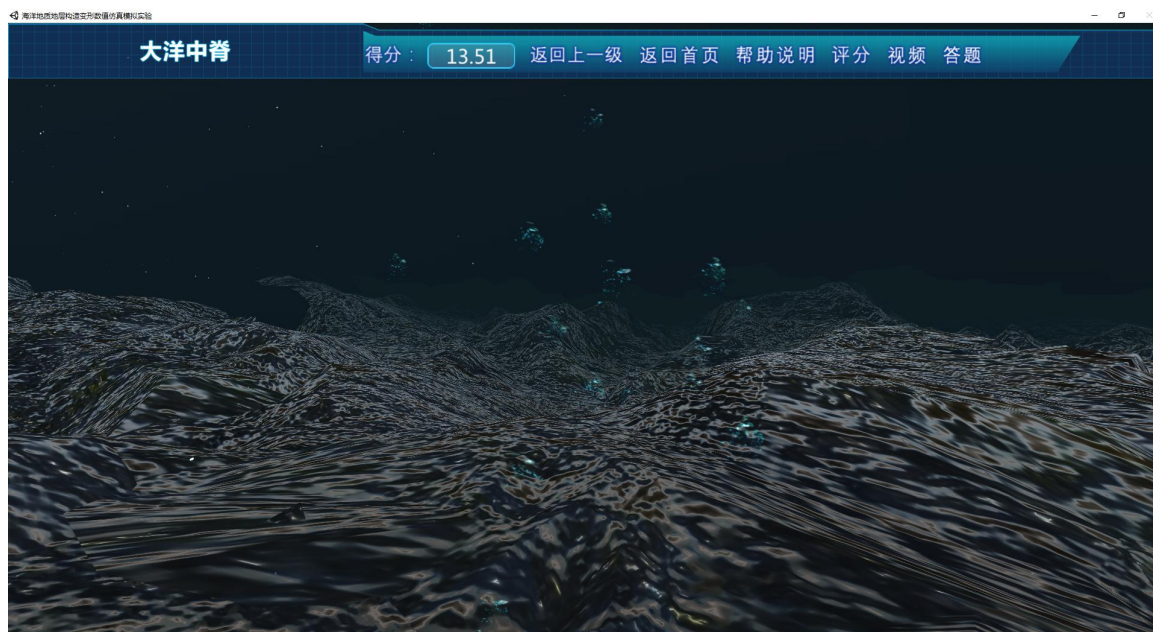


图 3-6

3.3.4 离散板块边缘变形

在首页点击“离散板块边缘”（图 4-1），进入离散板块界面学习（图 4-2）。



图 4-1

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com



图 4-2

3.3.4.1 阅读任务说明

阅读并熟悉离散板块边缘变形模块中的任务。

3.3.4.2 离散板块边缘的形成

点击开始  按钮，开始变形；点击  ，停止变形；点击  ，离散板块复位。

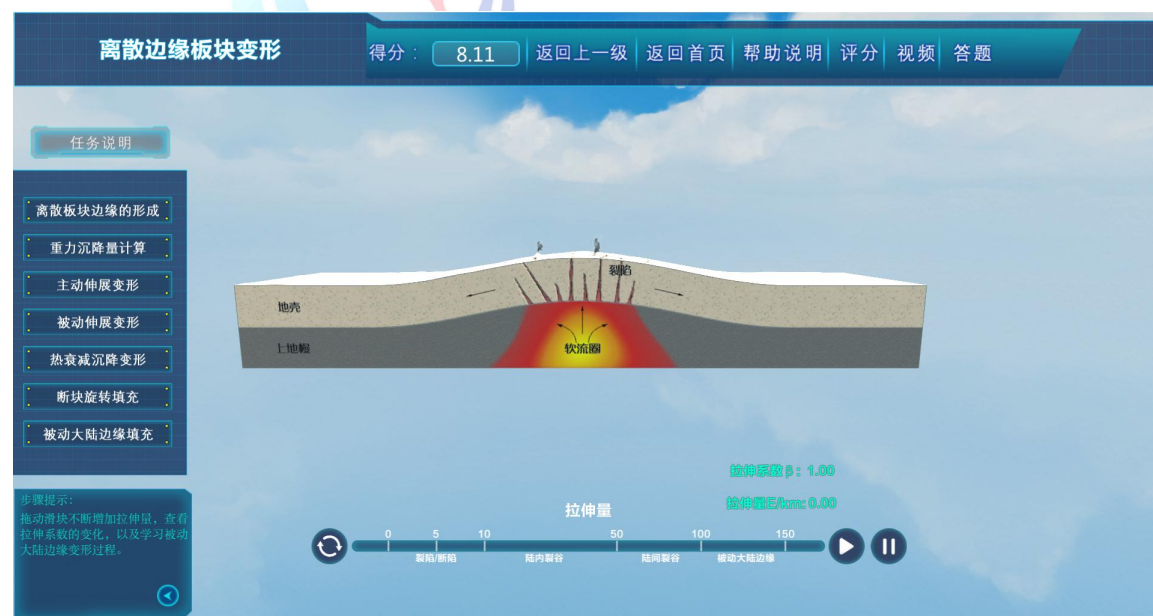


图 4-3

3.3.4.2 重力沉降量计算

地址：北京海淀区清河永泰园甲 1 号建金商厦 516 室 邮编：100085

E-mail: bjobe@163.com 电话：010-82830966 网址：www.bjoberj.com



点击“重力沉降量计算”按钮，再点击弹出的“开始”按钮，则充填的水体或者沉积物的负载引起岩石圈的均衡调整；点击“暂停”按钮，暂停沉积；点击“关闭”按钮，关闭重力沉降量计算界面。

3.3.4.3 主动伸展变形

点击“主动伸展变形”，则热幔柱撞击岩石圈，岩石圈变薄或穹隆弯曲，地壳伸展。点击“复位”，回到初始状态。

3.3.4.4 被动伸展变形

点击“被动伸展变形”，大陆岩石圈伸展，受到张应力，地壳变薄，热的软流圈岩浆被动上涌，地壳伸展。点击“复位”，回到初始状态。

3.3.4.5 热衰减沉降变形

点击“热衰减沉降变形”按钮，再点击弹出的“开始”按钮，软流圈主动上涌以及岩石圈伸展导致陆壳隆起；拉伸出现断陷，然后陆壳向两边漂移，远离软流圈上涌中心，岩石圈发生冷却，导致了热衰减沉降；拉伸到出现被动大陆边缘的位置停止伸展，最后热衰减沉降达到热平衡时停止沉降。点击“关闭”按钮，关闭热衰减沉降变形界面。

3.3.4.6 断块旋转旋转

点击“断块充填 A”，再点击弹出的“开始”按钮，整个构造幕沉积物供给充分时，断块活动期，掀斜旋转，楔形沉积体；静止期，充填形；点击“关闭”按钮，关闭断块填充 A 界面。

点击“复位”按钮，断块回到初始状态。

点击“断块充填 B”，再点击弹出的“开始”按钮，展示断块活动期和静止期的充填过程；点击“关闭”按钮，关闭断块填充 B 界面。

3.3.4.7 被动大陆边缘填充

点击“被动大陆边缘填充”，然后点击弹出的“开始”按钮，大洋与大陆过渡带的大陆边缘，由于热冷却而发生沉降，发育被动大陆边缘，沉积物由大陆边缘向海方向充填盆地，形成极具特征的大陆边缘进积楔。点击“关闭”按钮，关闭被动大陆边缘填充界面。



3.3.5 会聚板块边缘变形

3.3.5.1 阅读任务说明

阅读并理解汇聚板块边缘的操作任务。

3.3.5.2 沟弧盆体系的形成

点击“弧后盆地形成”，然后点击弹出的“开始”按钮，则在弧后地区诱发小型热对流，使部分上地幔物质底劈上升流动，上部岩石圈产生拉张效应，形成弧后盆地。点击“关闭”按钮，关闭弧后盆地形成界面。

3.3.5.3 弧后前陆盆地的形成

点击“弧后前陆盆地形成”，然后点击弹出的“开始”按钮，大洋岩石圈板块相对于大陆岩石圈板块的汇聚运动，密度较大的大洋板块俯冲于密度较小的大陆板块之下，使大洋岩石圈在俯冲带不断消亡，形成弧后前陆盆地。点击“关闭”按钮，关闭弧后前陆盆地形成界面。

3.3.5.4 周缘前陆盆地的形成

点击“周缘前陆盆地形成”，然后点击弹出的“开始”按钮，展示周缘前陆盆地演化的四个变形阶段。点击“关闭”按钮，关闭周缘前陆盆地形成界面。

3.3.5.5 前隆的移动

点击“前隆移动”，然后点击弹出的“开始”按钮，点击“关闭”按钮，关闭前隆移动界面。

造山带向盆地方向俯冲，造山带山前遭受巨大的水平挤压压力和垂向构造负载应力，造山带构造活动减弱直至静止，侧向的水平挤压应力消失，前渊带主要接受垂向上的构造负载应力（粘弹性），岩石圈在应力松弛状态下发生粘弹性回弹响应，造成前缘带沉降更大，前隆带隆升更高，前隆最高点向盆地方向迁移；造山带新一期构造活动开始，新的水平挤压应力和垂向构造负载应力同时作用于山前沉降带，侧向水平推力对盆地改造明显，造成整个前陆盆地向前隆方向迁移，前隆相对沉降为水下低凸起。

3.3.5.6 前陆盆地沉积填充

点击“前陆盆地沉积填充”，然后点击弹出的“开始”按钮，展示沉积填充的过程。点击“关闭”按钮，关闭该界面。