

# 海水盐度的演化

郭艳军

2019年10月28日



北京大学  
PEKING UNIVERSITY

海洋不仅是地球生命的发源地，而且其无比广布的面积和特有的盐度跟生命后来的演化之间肯定还会有着某种直接关系。

**探讨的问题：**

海洋与生命演化的关系

Part  
01

海洋

Part  
02

海水盐度的演化模式

Part  
03

海水盐度的演化过程

Part  
04

综合理解  
——海水盐度的演化

# 目录 CONTENTS



北京大学  
PEKING UNIVERSITY



01

海洋

——地球上唯一最古老的水资源



<https://www.pathefilms.com/dvd/oceans>



Explore the depths of our planet's oceans.  
Experience the stories that connect their world to ours.

Disney nature  
**oceans**

© 2000 The McGraw-Hill Companies. All rights reserved. Printed in the United States of America. This publication is protected by copyright. Any unauthorized distribution or reproduction of this work is prohibited. For more information, contact The McGraw-Hill Companies, Inc., 1221 Avenue of the Americas, New York, NY 10020-1346.

**IN THEATRES EARTH DAY 4.22.10**



## 纪录片

《海洋》耗时五年，耗资5000万欧元，动用12个摄制组、70艘船，在全球50个拍摄地，有超过100个物种被拍摄，超过500小时的海底世界及海洋相关素材，是史上投资最大的纪录片。

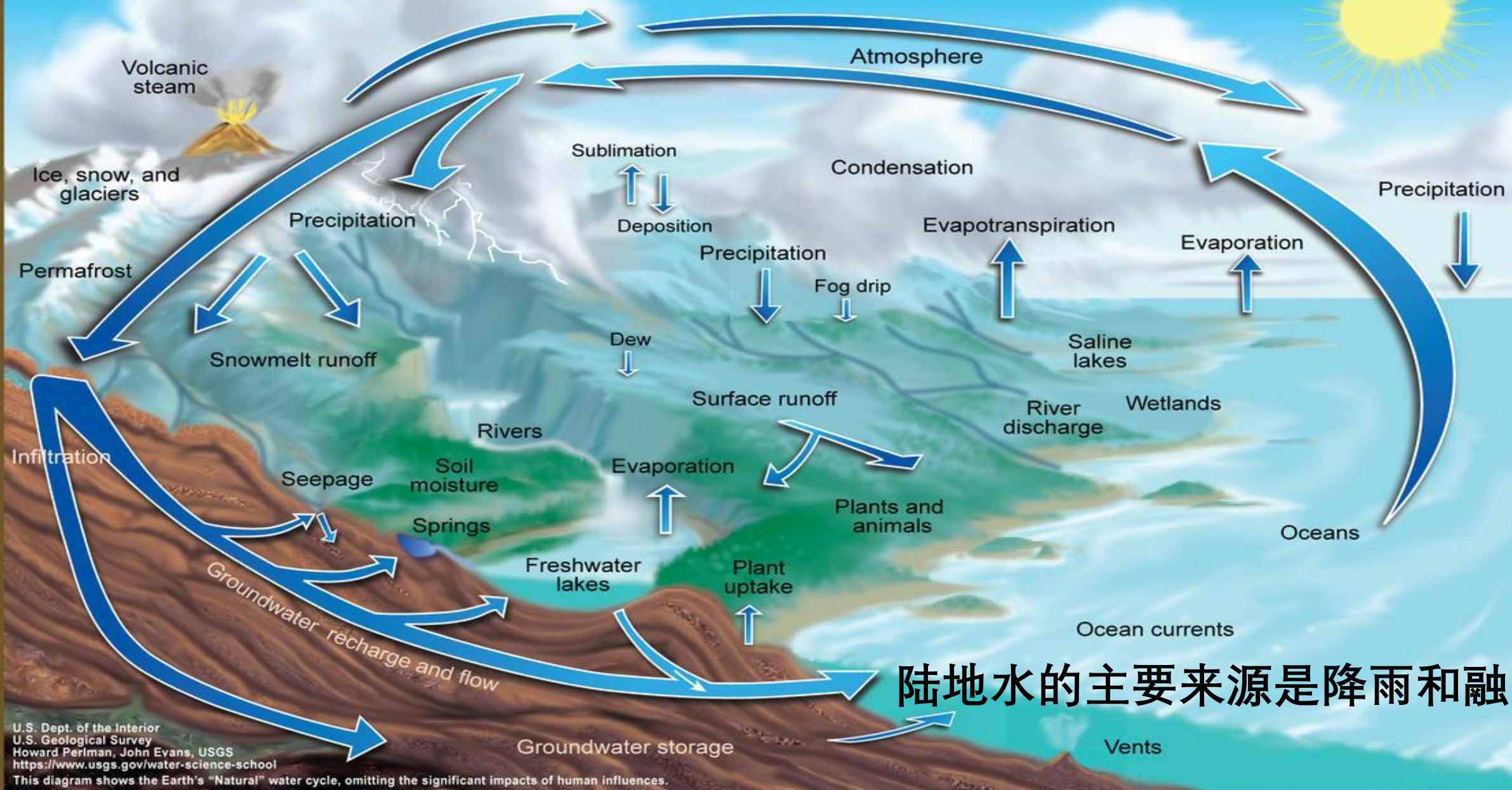
## 海洋

这是一部以环保为主题，令人心旷神怡、叹为观止的生态学纪录片。本片聚焦于覆盖着地球表面的四分之三的“蓝色领土”。

## 海洋中的生物

导演深入探索这个幽深而富饶的神秘世界、完整地呈现海洋的壮美辽阔。真实的动物世界的冒险远比动画片中的故事来的精彩，接下来银幕展开——巨大的水母群、露脊鲸、大白鲨、企鹅等。

# The Water Cycle



陆地水的主要来源是降雨和融雪

# The Water Cycle

You may think that every drop of rain that falls from the sky, or each glass of water that you drink is brand new, but in fact it has always been here and is a constant part of The Water Cycle!



The heat of the sun provides energy to make the water cycle work.

The sun evaporates water from the oceans into water vapor.

This invisible vapor rises into the atmosphere, where the air is colder.

The water vapor condenses into clouds.

Volcanoes emit steam, which forms clouds.

Air currents move clouds all around the Earth.

Water drops form in clouds, and the drops then fall to Earth as precipitation (rain and snow).

In cold climates, precipitation builds up as snow, ice, and glaciers.

Snow can melt and become runoff, which flows into rivers, the oceans, and into the ground.

Some ice evaporates directly into the air, skipping the melting phase (sublimation).



Rainfall on land flows downhill as runoff, providing water to lakes, rivers, and the oceans.

Some rain soaks into the ground, as infiltration, and if deep enough, recharges groundwater.

Water from lakes and rivers can also seep into the ground.

Water moves underground because of gravity and pressure.

Groundwater close to the land surface is taken up by plants.

Some groundwater seeps into rivers and lakes, and can flow to the surface as springs.

Plants take up groundwater and evaporate, or transpire, it from their leaves.

Some groundwater goes very deep into the ground and stays there for a long time.

Groundwater flows into the oceans, keeping the water cycle going.

World Water Day  
2013  
United Nations  
International Year of  
Water Cooperation

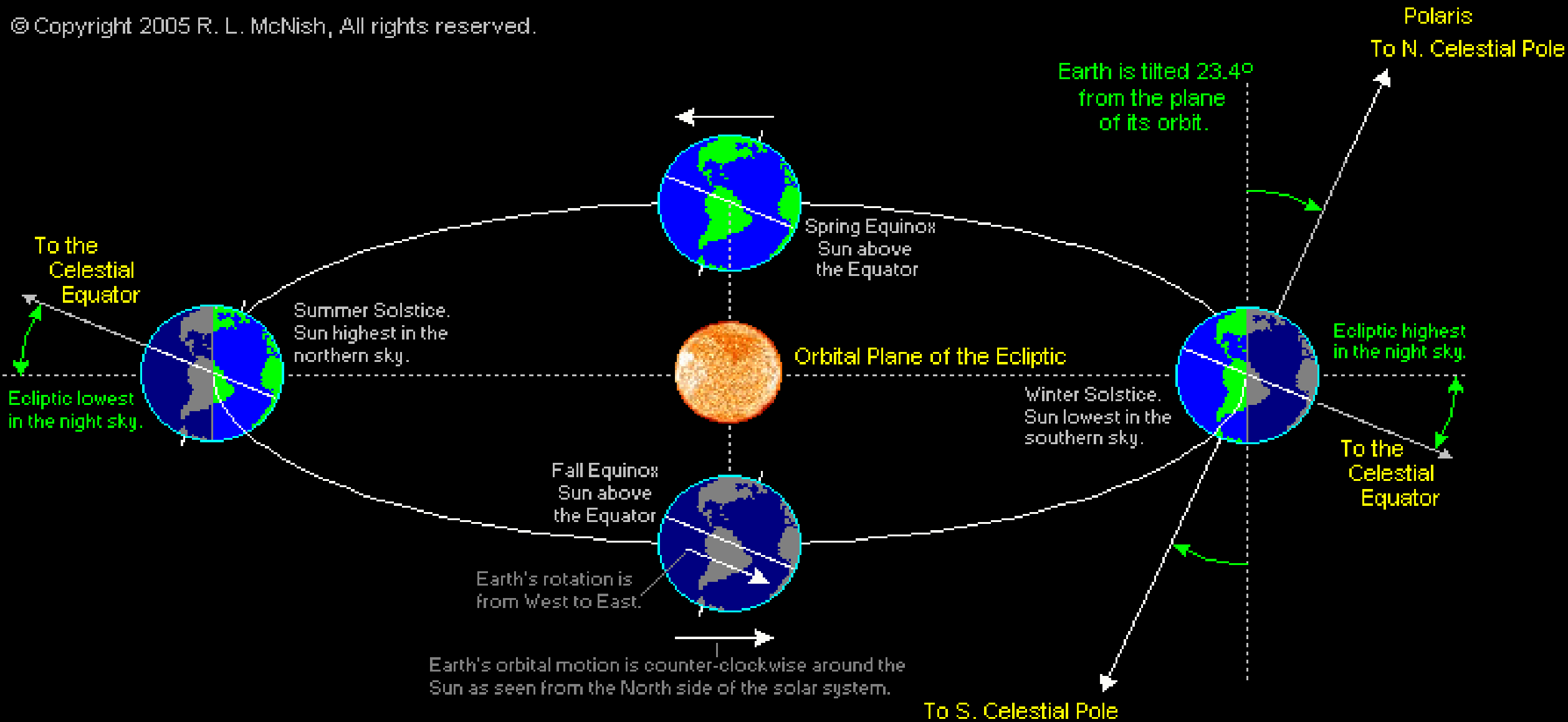
U.S. Department of the Interior  
U.S. Geological Survey

Stefanie Neme, Jim Morgan, Gabriele Zanelli, Food and Agriculture Organization of the United Nations  
Howard Perlman, Gerard Gonthier, U.S. Geological Survey

General Information Product 146  
<http://ga.water.usgs.gov/edu/watercycle-kids.html>

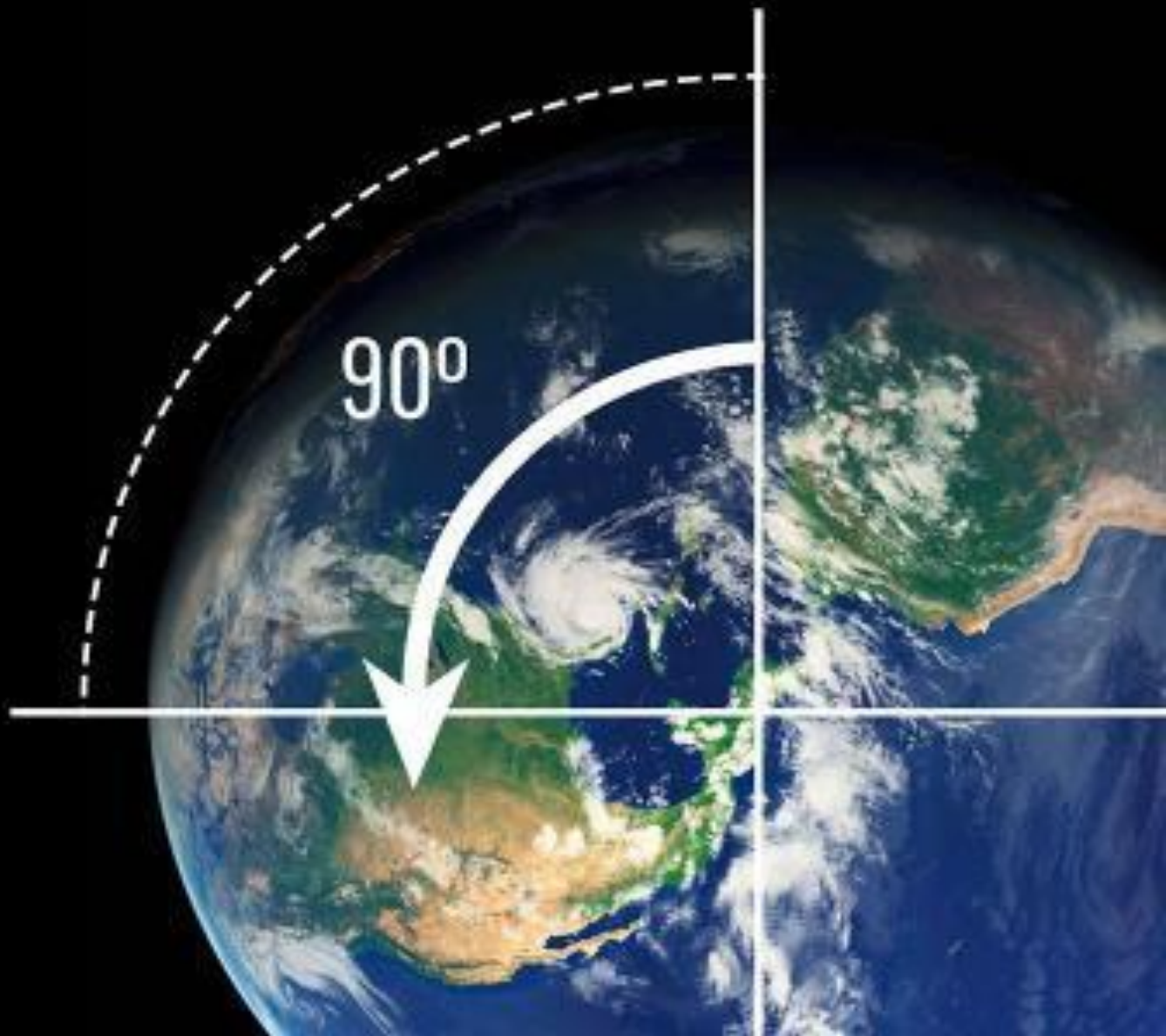
# Earth's Orbital Motion

© Copyright 2005 R. L. McNish, All rights reserved.



地轴倾角为23.5度，使太阳辐射在地表上方形成的气温和空气湿度随经纬度高低和陆地分布而易。

# 如果地轴 倾斜90度





Fremantle (Perth) , Western Australia, 4<sup>th</sup> Sep 2017

## 风雨现象

太阳辐射是其根本动力，而地轴倾斜则是其形成的根本原因。

在地轴近于垂直的情况下，纵有太阳辐射，大概也难以形成大规模的风、雨和雪。





02

海水盐度的演化模式



## 地质运动与海水关系

- 最初的地球
- 地球的演化



## 海水最初的状态

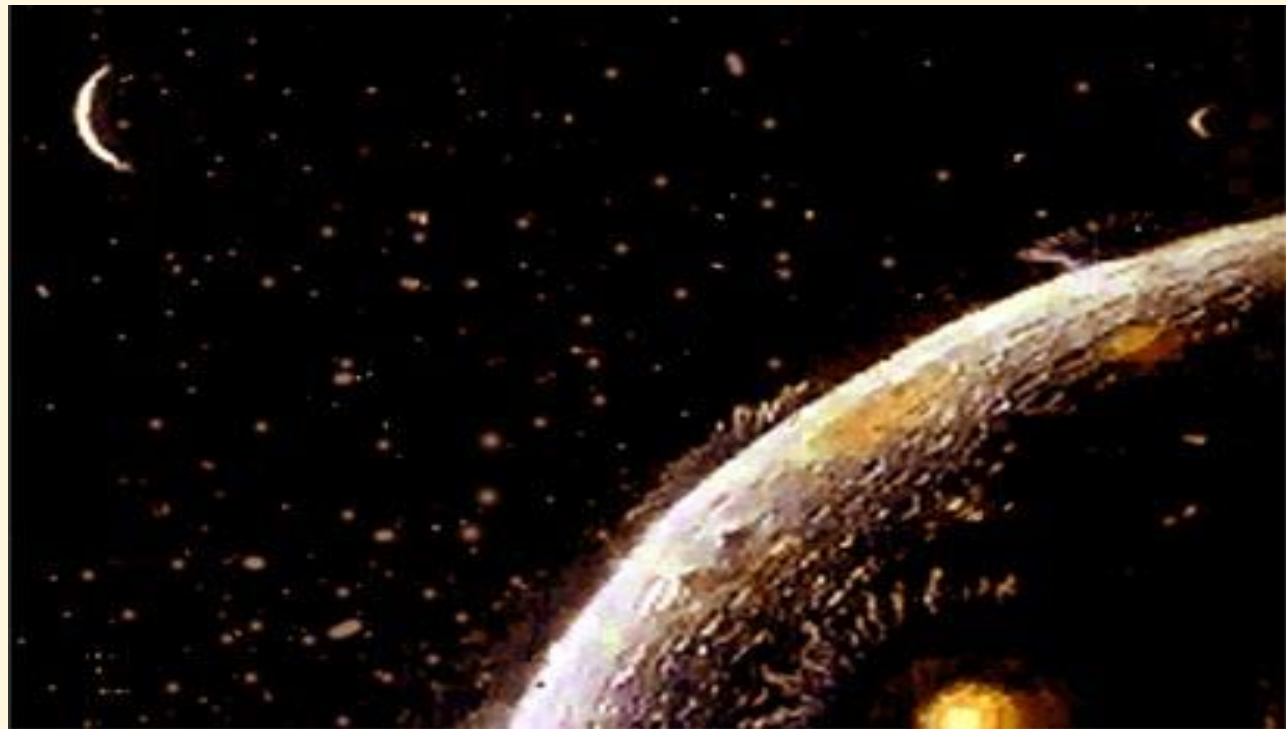
- 咸的?
- 淡的?



## 海水什么时候变咸的?

- 生物登陆前?
- 生物登陆后?

## 原始的地球



**地球本身：**地球形成之初，没有海洋，没有生命，没有氧气，只是一个大火球。

**地球的卫星：**地球早期，受到一颗金星大小星体的撞击、并入，地球自身的一块被分离出去形成月球。

**四季的出现：**大撞击之后，地球自转轴倾斜了23.5度，导致出现四季。

**原始地壳：**40-44亿年前，开始出现在重力作用下，重的下沉并趋向地心集中，形成地核；轻者上浮，形成地壳和地幔。



## 地球的演化

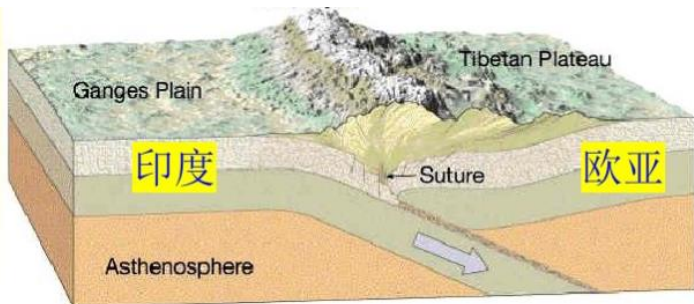
**超大陆旋回(supercontinentcycle):** 包括大陆的裂解, 和已分裂陆块重新聚合形成新的超大陆这两个大阶段。

**意义:** 超大陆旋回 (聚合—裂解) 控制了地球陆海分布格局演化的历史; 对大气圈、水圈、生物圈等表层系统有重大影响; 对发展板块构造、催生地球动力学新理论的重要作用。

# 超大陆的聚合与裂解

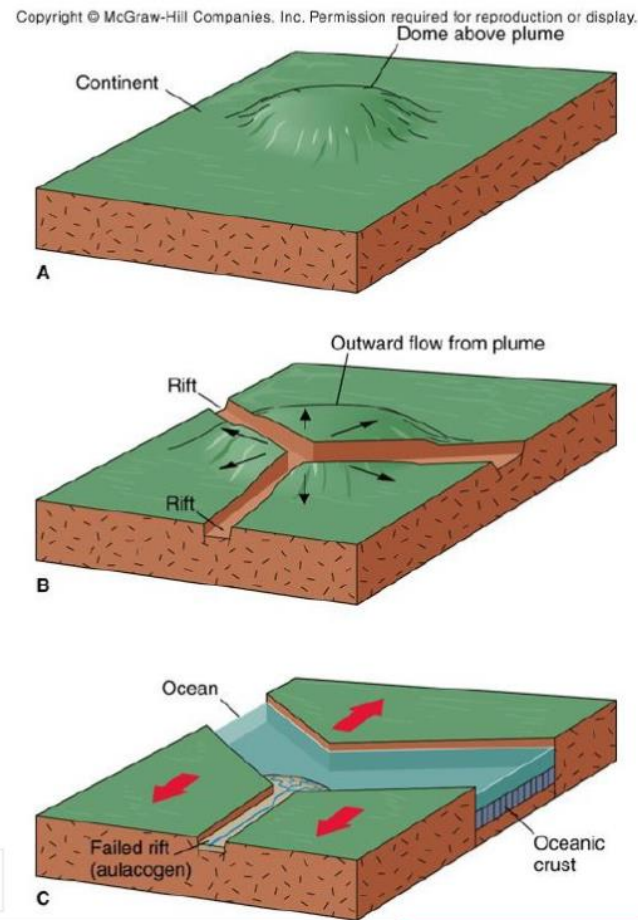
## • 超大陆的聚合

1. 全球海平面下降  
低的洋壳产出量
2. 气候变冷、干燥  
—Icehouse
3. 生物灭绝  
—P/ T Boundary Event



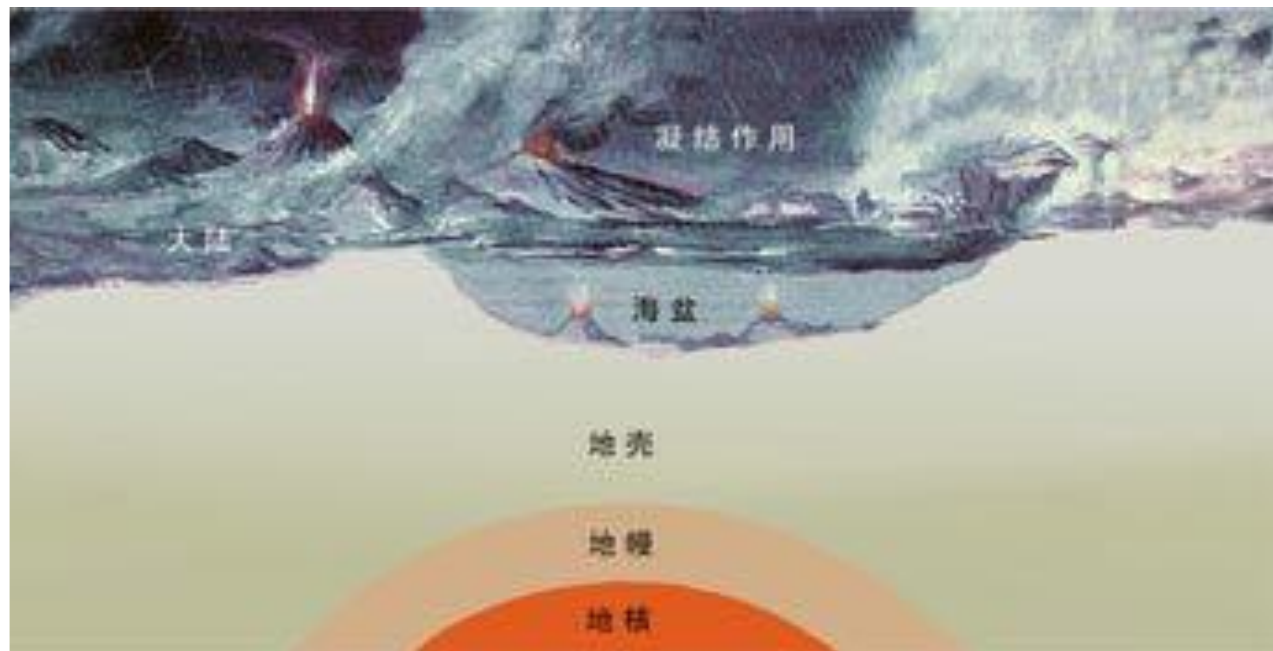
## • 超大陆的裂解

1. 全球海平面上升  
高的洋壳产出量
2. 大气中CO<sub>2</sub>含量增加  
大陆和大洋裂谷
3. 气候变暖、潮湿  
—Greenhouse



# 海洋的形成

## 1. 地球内部：火山爆发和岩浆活动

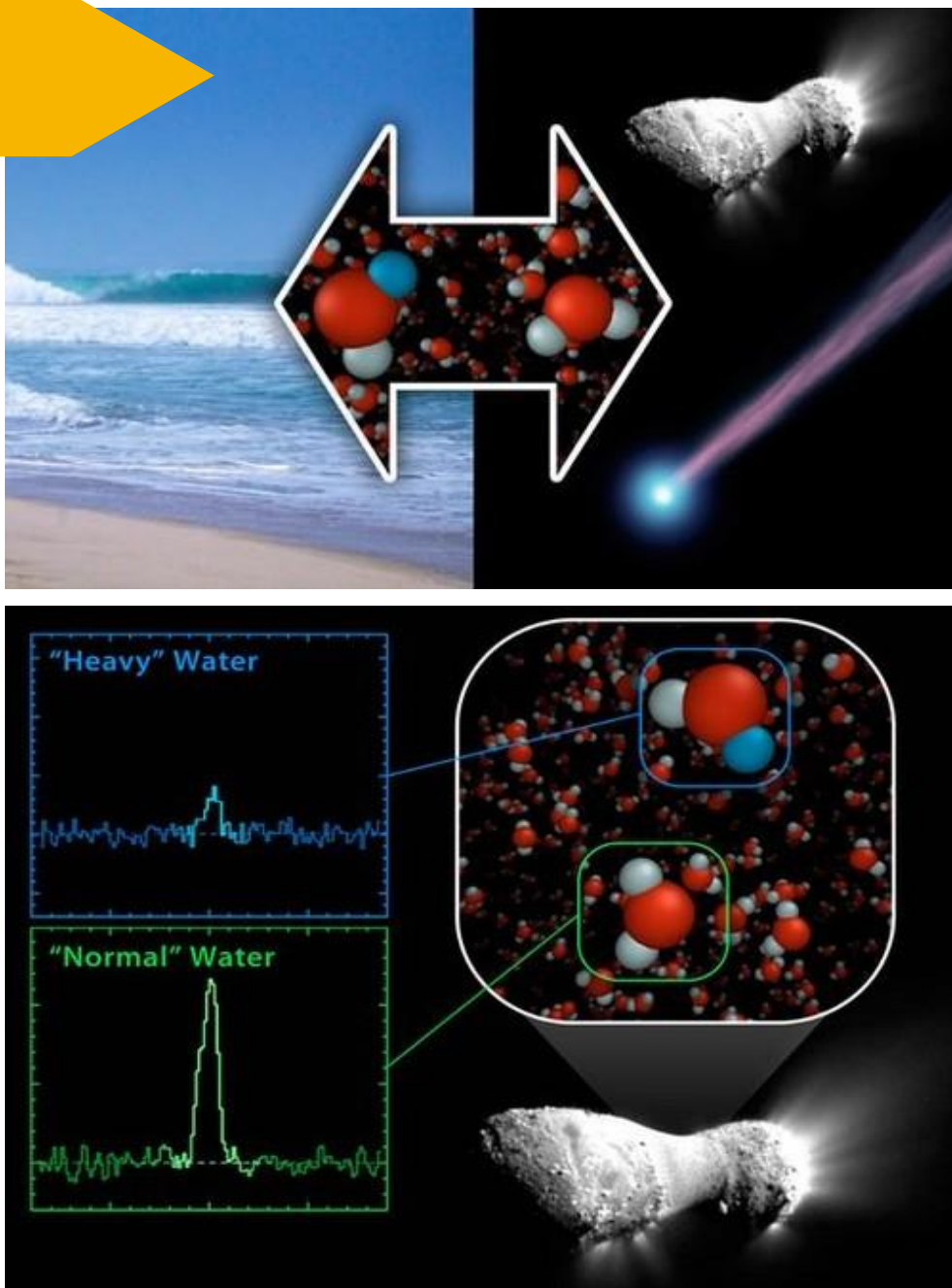


地球才形成的时候，火山喷发出来的蒸汽造成了云，下了好几千年的暴雨，即使这样，也只算是造成了现在海洋的一半。

## 46亿年前地球上没有液态水，那地球上的海洋河流从哪来的？

<https://weibo.com/tv/v/HdQzWmaDE>





## •2. 地球外部：彗星

- 哈特奥说：“我们发现地球上超过10%的水可能来自于彗星。”
- 很可能太阳系内部所有星体上的水都来源于彗星，大量彗星的氘-氢比率样本可阐明这个问题。
- 目前，科学家将这项研究报告发表在2011年10月5日出版的《自然》杂志上。

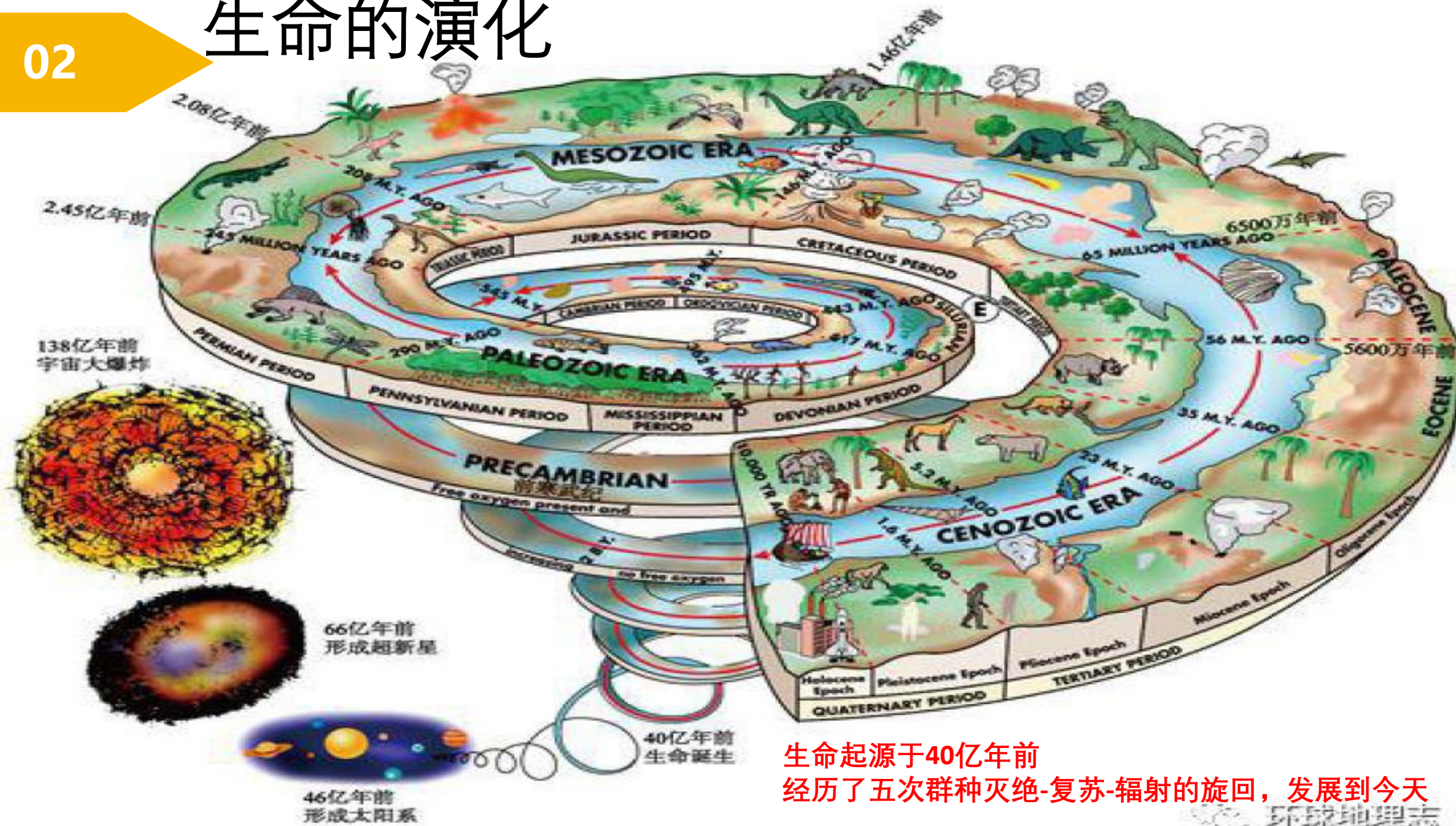


Fremantle (Perth) , Western Australia, 4<sup>th</sup> Sep 2017

海水最初的状态

是水气凝结的，淡的，或者略带一些盐度

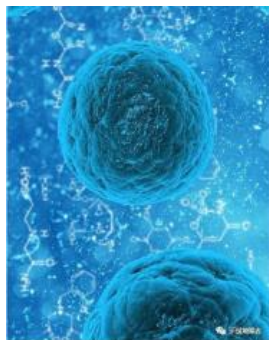
# 生命的演化



生命起源于40亿年前  
经历了五次群种灭绝-复苏-辐射的旋回，发展到今天

# 生命的演化

40亿年前，最早的生命是有机物大分子（如蛋白质与核酸）



38亿年前，形成适应当时沸腾海水的极端嗜热细菌（球状和杆状单细胞生物）



35亿年前，生命开启“光合作用”，开始产生少量 $O_2$ ，



16亿年前，真核细胞生物诞生。 12亿年前，有性生殖产生

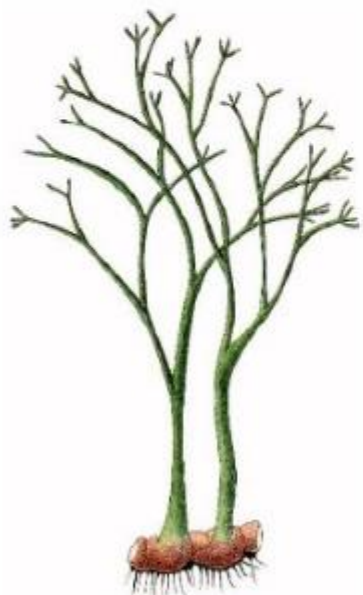


生物在环境中：  
基因突变  
自然选择  
生殖隔离  
从而形成适应新环境的种群。

但整个地球仍处于还原环境，氧还不能进入大气，而是与海洋中Fe离子结合成氧化铁，形成铁矿石，这一过程持续了10亿年。

| 代   | 纪   | 开始时距今时间 (年) | 动物界                                                                                 | 植物界  |
|-----|-----|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------|
| 新生代 | 第四纪 | 300万        |  |      |
|     | 第三纪 | 7000万       |                                                                                     |      |
| 中生代 | 白垩纪 | 1.35亿       |                                                                                     |      |
|     | 侏罗纪 | 1.8亿        |                                                                                     |      |
|     | 三叠纪 | 2.25亿       |                                                                                     |      |
| 古生代 | 二叠纪 | 2.7亿        | 两栖类                                                                                 |      |
|     | 石炭纪 | 3.5亿        | 昆虫类                                                                                 |      |
|     | 泥盆纪 | 4亿          | 鱼类                                                                                  | 蕨类植物 |
|     | 志留纪 | 4.4亿        |                                                                                     |      |
|     | 奥陶纪 | 5.1亿        |                                                                                     |      |
|     | 寒武纪 | 6亿          | 真核生物出现 (无脊椎动物)                                                                      |      |
| 元古代 |     | 18亿         | 原核生物大发展                                                                             | 藻类植物 |
| 太古代 |     | 35亿         | 原核生物出现 (细菌和蓝藻)                                                                      |      |
|     |     | 46亿         | 生命起源                                                                                |      |

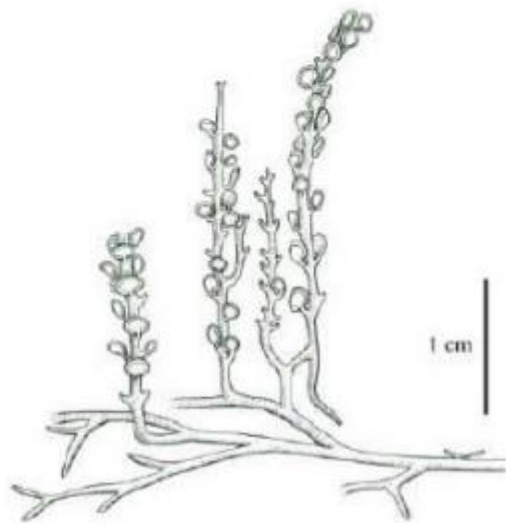
经过漫长而艰辛的登陆“演习”，在泥盆纪早期，**藻类**终于打破20亿年的水生习性，摆脱了水的束缚，成功登陆，经苔藓类进化为原始的蕨类植物——**裸蕨类**。



光蕨

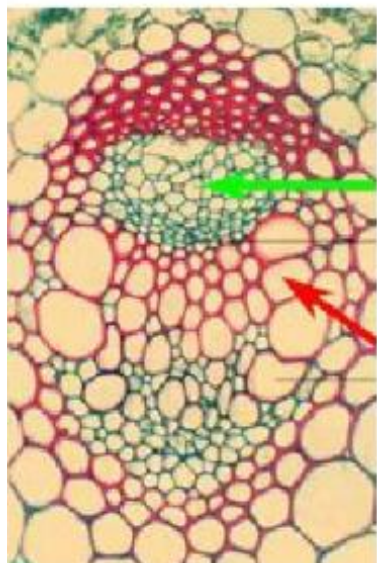


莱尼蕨



工蕨

## 茎横切面



韧皮部

木质部

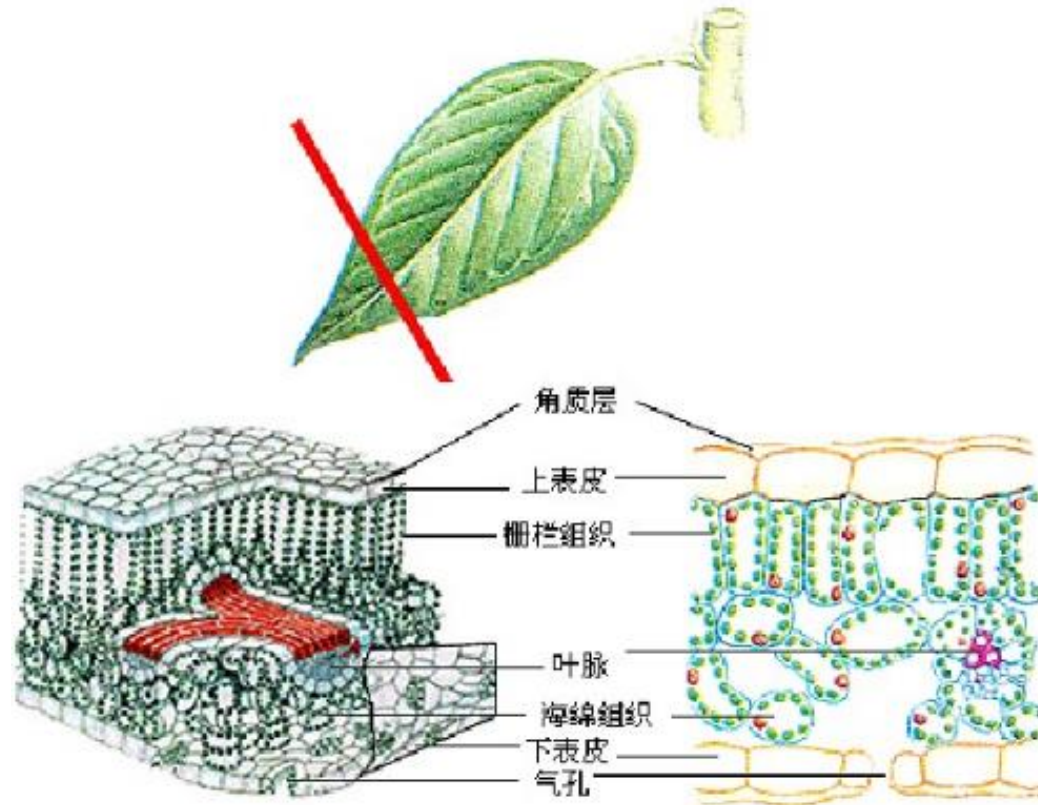
维管组织

导管

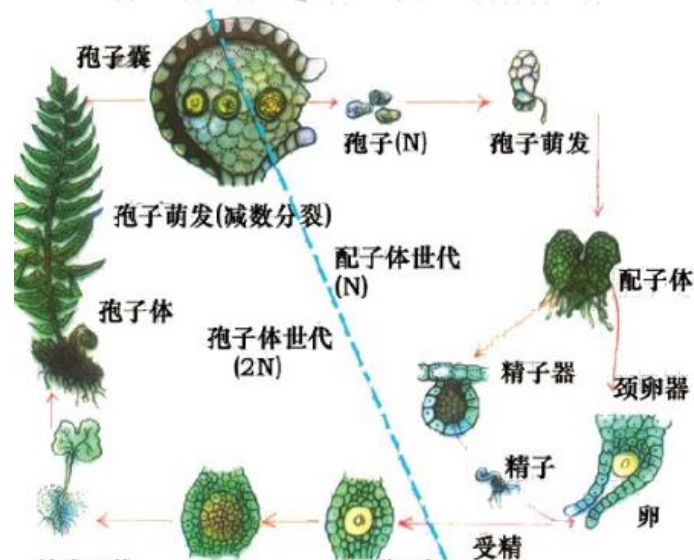
筛管



角质层和气孔



## 蕨类植物的世代交替



孢子和配子

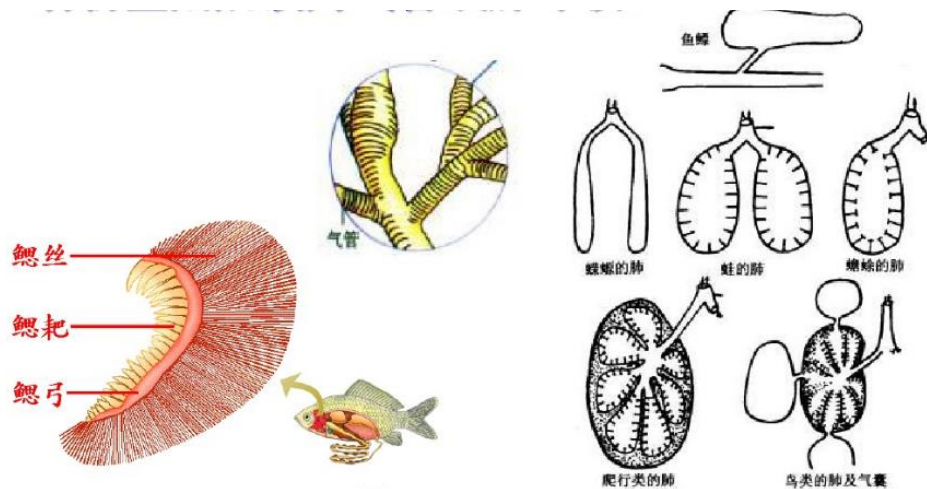
## 两栖类动物

- 总鳍鱼
- 大 鲵
- 蛙 类



# 动物登陆

- 在陆地上行走
- 在空气中呼吸
- 皮肤减少水分散失





Fremantle (Perth) , Western Australia, 4th Sep 2017

## 海水咸化

在生物登陆后出现

生命源于海洋，登陆后，通过进化，适应不同的环境。



The background of the slide is a photograph of a dog's leg, likely a Golden Retriever, resting on a bed of dry, yellow and orange autumn leaves. A large white circle is centered on the slide, containing the number '03'.

03

## 海水盐度的演化过程

03

海水盐类  
的主要物  
质的来源  
是什么

01



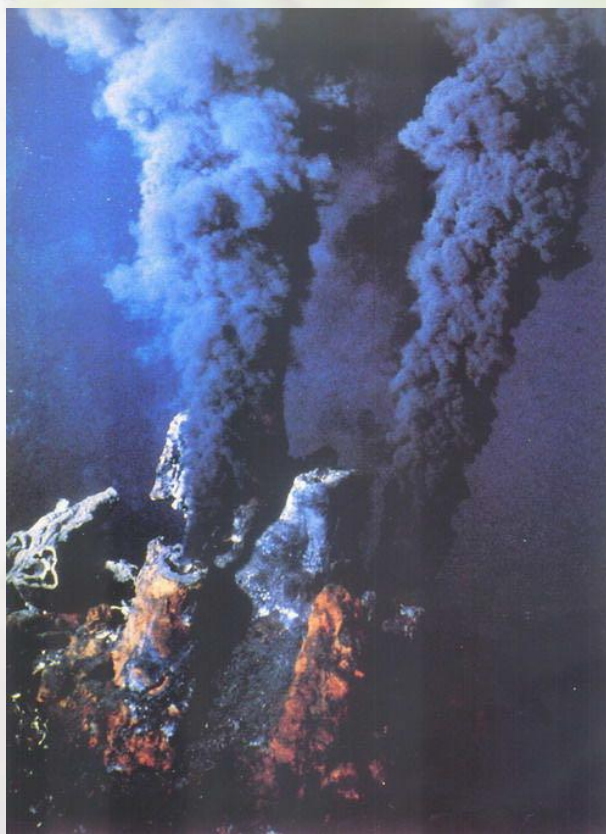
02

海水咸度是否  
会永无止境地  
变咸



## 海底热液活动

1. 海盐的重要补充方式
2. 形成氯，硫等阴离子
3. 异常缓慢



1. 海水从地壳裂隙渗入地下
2. 遭遇炽热的熔岩成为热液，将周围岩层中的金、银、铜、锌、铅等金属溶入，
3. 从地下喷出，被携带出来的金属经化学反应形成硫化物。



## 陆地上河流

- 风化物质带入海中
- 主要输送钙、镁、钠，钾等阳离子。



据估计，全世界每年从河流带入海洋的盐分，至少有30亿吨。



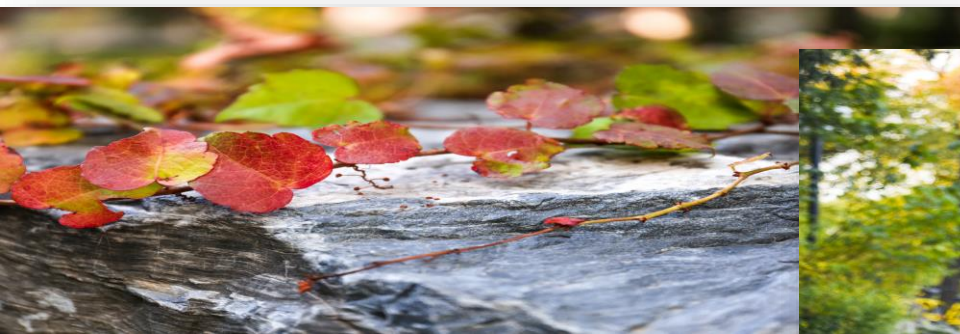


Fremantle (Perth) , Western Australia, 4<sup>th</sup> Sep 2017

## 海水盐类的主要物质的来源

海底和陆地，海水盐类中含氯化钠**70%**，氯化镁**14%**。

## 海水咸度是否会永无止境地变咸？



陆地可溶性物质，与海水内的氯，硫等阴离子结合，成不溶性化合物，沉入海洋底部。



被各种海洋生物所摄取。



狂风巨浪把海水卷到陆地上，溶解的盐分也随之上岸。

海水咸度不会永无止境地变咸

# 04

## 综合理解

### ——海水盐度的演化

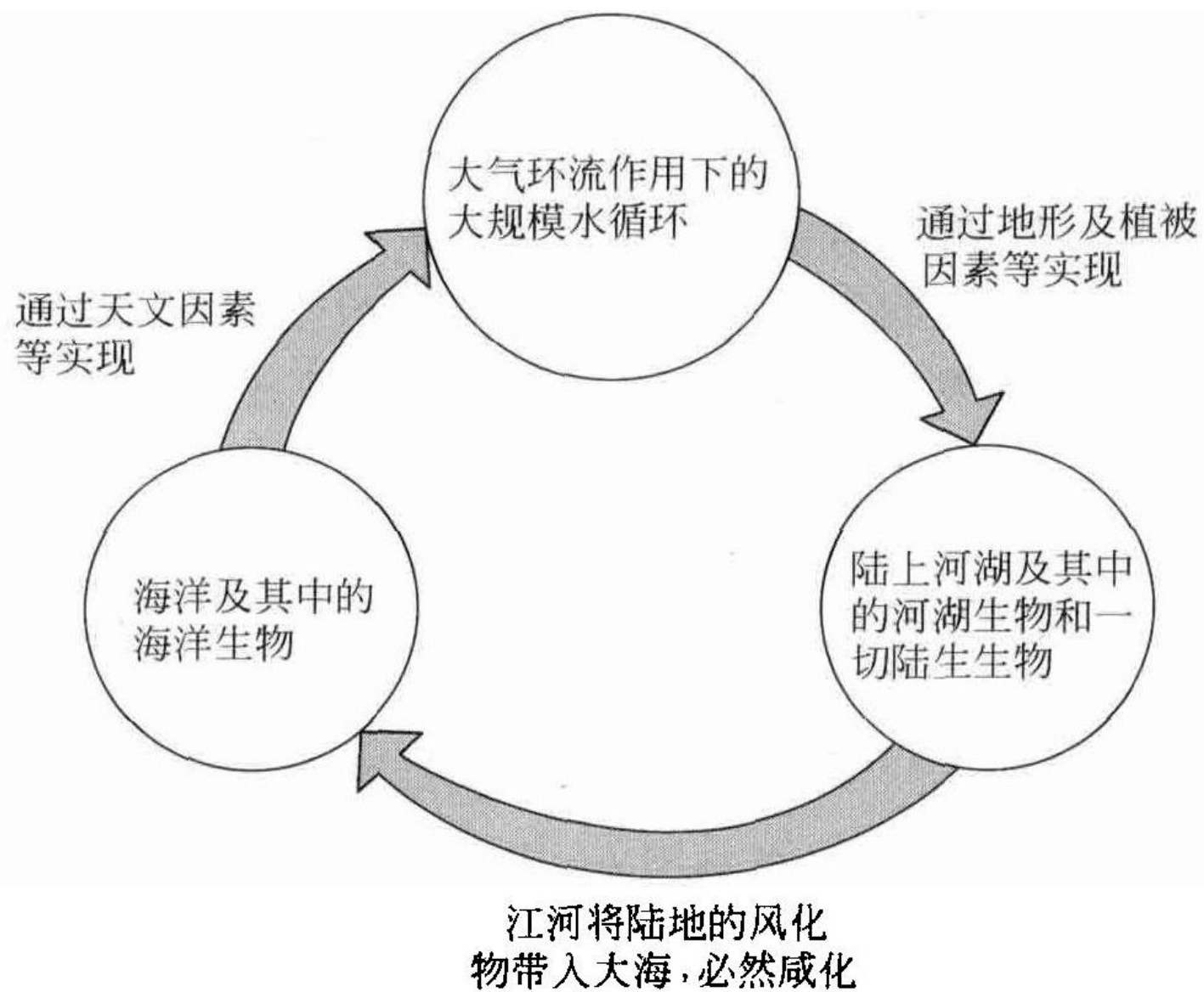
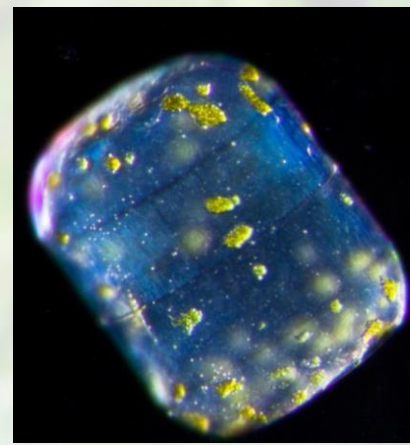
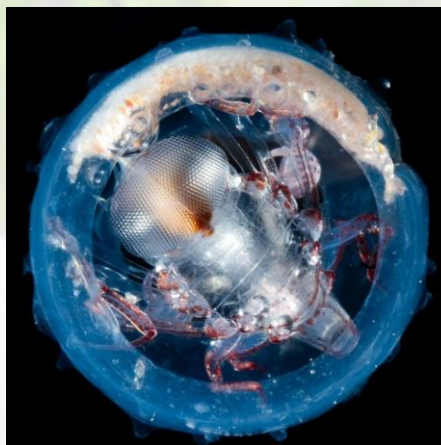


图 4-3 海洋生物与淡水生物之间的逻辑关系

全球温度的影响

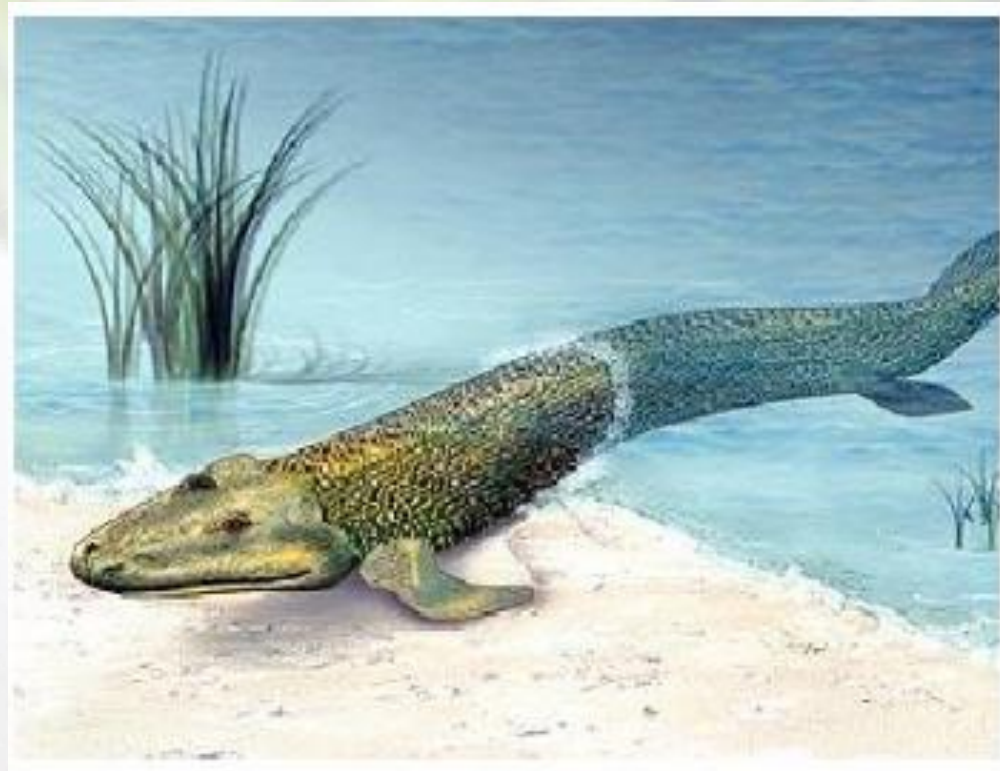
水循环

全球性供氧源



盐度变化的宏观时间顺序帮助完成了生命登陆这一伟大使命。

咸化是创造人类所需的自然环境的一个必要因素。



风雨  
出现

生命  
登陆

海水  
咸化

**互相联系，不可分割，顺序不可变**

感谢大家的聆听！



北京大學  
PEKING UNIVERSITY