

# A.W.A.R.E. Coral Reef Conservation Specialty Course Instructor Outline

Chinese Version

A.W.A.R.E. 珊瑚礁保育专长课程教练大纲

中文版



Developed in association with  
OCEANWATCH



**PADI**  
padi.com

PADI®

AWARE-Coral Reef Conservation Specialty Course Instructor Outline

(A.W.A.R.E. 珊瑚礁保育专长课程教练大纲)

©PADI 2001-2005

版权所有。


若经 PADI 同意之下，不得以任何形容复制本大纲之任何部份。

International PADI, Inc. 出版

30151 Tomas Street

Rancho Santa Margarita, CA 92688-7006 USA

Product No. 70242SC (Rev. 5 / 05) Version 1.02



有关活礁保育活动和其他环  
保活动讯息，请造访

[www.projectaware.org](http://www.projectaware.org)

## 前言

### 珊瑚礁保育课程

AWARE — 珊瑚礁保育专长课程的目标，是透过 PADI 教练和助理教练来告知潜水员和一般民众目前全球珊瑚礁所面临的困境。本课程介绍珊瑚礁的功用及其重要性。同时也探讨许多珊瑚礁为何处于危急存亡的关头，我们每个人能做些什麼来预防珊瑚礁的数量越来越少。

参加本课程的学员要先阅读《A.W.A.R.E. — 我们的世界，我们的水》手册第四单元（如有学员可了解的语言版本。）此外，也要自行或与教练一同观赏保护活礁影片（录影带）— 潜水员或呼吸管潜水员版本。再由教练使用图文并茂的彩色课程指引，带领学员进行知识发展课程。等学员完成并检讨过本课程的知识复习後，即可获得 AWARE — 珊瑚礁保育专长课程检定卡（证书）。

# 请先阅读。

## 课程标准和概要

AWARE- 珊瑚礁保育专长课程教导潜水员、呼吸管潜水员和一般民众珊瑚礁在海洋环境中所扮演的重要角色，以及这些生态系统目前正面临什么样的威胁。本课程让参加学员了解全球珊瑚礁的现况，以及我们个人能做些什麼来保护活礁，以免它们的数量日益稀少。

本课程属于非潜水课程，其中只包含课堂授课。您可以独立授课，但我们建议您将本课程与其他 PADI 课程合并进行。

参加本课程的学员要先阅读《A.W.A.R.E. – 我们的世界，我们的水》手册第四单元（如果有学员可了解的语言版本。）此外，也要自行或与教练一同观赏*保护活礁*影片（录影带）—潜水员或呼吸管潜水员版本。教练要使用图文并茂的彩色课程指引，带领学员进行知识发展部份。等学员完成并检讨过本课程的知识复习後，即可获得 AWARE – 珊瑚礁保育专长课程证书。

### 先决条件

凡是对水底世界有兴趣的人，皆报名参加 AWARE – 珊瑚礁保育专长课程。本课程并无最低年龄限制或经验规定。

### 教练督导

任何具有教学身分的 PADI 助理教练（1995 年後通过检定/升级）和 PADI 教练，皆可执行 AWARE – 珊瑚礁保育专长课程。教练在执行本课程时，必须使用制式（标准化）的 AWARE – 珊瑚礁保育专长课程教练大纲。

学员对教练最大人数比例，仅限於教练的决定和教室大小。

### 开放水域训练的考量

本课程没有训练潜水或技巧规定，但我们强力建议您将本课程与其他 PADI 专长课程合并进行，例如，顶尖中性浮力、AWARE – 鱼类辨识、水底自然观察家、水底摄影，以及体验呼吸管潜游、浮潜潜水员课程等其他体验课程。

这些课程让学员有机会练习并实际应用爱护环境的潜水/呼吸管潜水方法与技巧。

## 课程概要

本课程的内容包括珊瑚礁的分布、差异、组成和生态，此外，也谈到有哪些因素威胁珊瑚礁的生存，以及如何保育这些活的资源。执行 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程的重点如下：

1. 介绍 **Project AWARE**。
2. 珊瑚礁对海洋生物系统和海岸地区的重要性。
3. 珊瑚礁和珊瑚礁栖息动物的生物性、关连性和竞争性。
4. 全球珊瑚礁的现况，以及危害珊瑚礁生存的陆地和海洋活动。
5. 珊瑚礁保育行动的相关建议和讯息，包括负责任的潜水和呼吸管实务。

## 签证程序

学员可获得 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程检定卡或 **Project AWARE** 奖状。

申办检定卡的程序：由签证教练将填妥并签名的 **PIC** 信封，提交给适当的 **PADI** 办公室。建议您鼓励学员捐款给 **Project AWARE** 基金会，即可获得彩色的 **Project AWARE** 检定卡（取代标准版的检定卡）。

如果是核发 **Project AWARE** 奖状，教练必须在奖状上签名和填写相关资料，包括学员的姓名、成绩和日期。

### 重要标准

#### 重要标准

先决条件证书：无。

最低年龄限制：无。

建议课程时数：2 小时

学员对教练比例：不适用。

开放水域训练最低次数：无规定。

最低教练等级：具有教学身分的 **PADI** 助理教练 \*

### 注意

\* 凡具有教学身分的 **PADI** 助理教练和潜水教练（或更高等级），皆有资格教授 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程，无须向 **PADI** 申请，也无须事先取得 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程教练证书。

# 相关课程

大部分的潜水员、呼吸管潜水员和爱好大自然的人士，都曾造访或计划造访某一处珊瑚礁。**AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程即是教您在造访珊瑚礁时，应该如何与环境有正确的互动。其他 **PADI** 课程也有提供机会让学员练习和实际应用爱护环境的潜水/呼吸管潜水方法与技巧。

虽然您可以单独执行 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程，但我们仍强烈建议您依照学员的需求和希望，将本课程与其他相关 **PADI** 课程合并进行。以下提供您几个建议：

## ● 顶尖中性浮力专长潜水员课程

针对合格潜水员 – 请学员观赏*顶尖中性浮力*影片（录影带）并阅读相关手册。在检讨学员已经完成的顶尖中性浮力知识复习时，加入 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程的知识发展。在进行顶尖中性浮力专长潜水时，要提醒学员装备保持流线化，且身体不要碰触到珊瑚礁等脆弱的水底环境。这样一来可让潜水员实际应用所学的知识与技巧，并同时获得 **AWARE** – 珊瑚礁保育和顶尖中性浮力二项专长证书。

## ● 顶尖中性浮力临床课程

针对合格潜水员（无法进行开放水域潜水的情况） – 请学员观赏*顶尖中性浮力*影片（录影带）。在完成 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长的知识发展课程後，安排一次平静水域潜水。采用顶尖中性浮力专长课程教练大纲的潜水 1 来执行一次浮力临床课程。提醒学员装备保持流线化，且身体不要碰触到珊瑚礁等脆弱的水底环境。除了 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程证书之外，也可以颁发 **Project AWARE** 奖状来表扬完成这项临床课程的潜水员。

## ● **AWARE** – 鱼类辨识/水底自然家/水底摄影 专长潜水员课程

针对合格潜水员，特别是珊瑚礁区的潜水活动 – 将 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长的知识发展课程整合在这些专长潜水员课程中。在进行专长潜水时，提醒学员装备保持流线化，且身体不要碰触到珊瑚礁等脆弱的水底环境。这样一来可让潜水员实际应用所学的知识与技巧，并同时获得二项专长证书。

## ● PADI 浮潜潜水员课程／体验呼吸管潜游课程

针对浮潜和呼吸管潜水员，特别是珊瑚礁区的潜水活动—如果可行，将 AWARE —珊瑚礁保育专长课程中的知识发展课程，整合在这些潜水员课程中。强调保护活礁影片（录影带）中提出的技巧和建议。浮潜潜水员可同时取得 PADI 浮潜潜水员证书和 AWARE —珊瑚礁保育专长证书。除了 AWARE —珊瑚礁保育专长证书之外，完成一次珊瑚礁之旅的体验呼吸管潜游学员，还可获得 Project AWARE 奖状。

## ● PADI 海豹队 —水中任务：内太空

针对 PADI 海豹队员—让「水中任务：内太空」的内容更丰富：在上课前，先进行 AWARE —珊瑚礁保育的知识发展课程。在进行水中任务时要特别提醒小朋友，他们现在会小心翼翼、避免碰到水底太空站，日後如果有机会在珊瑚礁区潜水，也应该像这样。PADI 海豹队员可藉此应用所学的知识技巧，同时获得 AWARE —珊瑚礁保育专长证书和「水中任务：内太空」贴纸。

## ● Project AWARE 专长课程

针对所有爱好环境的人士—在 Project AWARE 课程讨论到珊瑚礁时，并入 AWARE —珊瑚礁保育专长中的知识发展课程。鼓励学员踊跃参加水底清洁日和其他环保活动，并加入保育组织，将他们的知识学以致用。这么做可提高学员的环保意识，并可同时获得二种非潜水专长证书。





# 标准

## 参加学员的先决条件

只要对水底世界有兴趣，就能参加。没有最低年龄或经验限制。

## 教练资格

具有教学身分的 PADI 教练或 PADI 助理教练。

## 教学材料

教练－必备

AWARE－珊瑚礁保育专长课程教练大纲、课程指引、*保护活礁*影片（录影带）－潜水员和呼吸管潜水员版本。

学员

《AWARE－我们的世界，我们的水》手册，AWARE－珊瑚礁保育知识复习，PIC 信封。

### 注意

若以上教材尚未推出学员可了解的语言版本，则教练必须使用本教练大纲来讲解必要的內容。

其他建议教材

Project AWARE 奖状，Project AWARE 贴纸，《保护活礁》小册子，保护活礁贴纸，保护活礁海报，《潜水员保护水世界的 10 个方法》小册子，《Project AWARE 基金会赞助者》小册子，Project AWARE 任务和宗旨传单，《探索水底世界－呼吸管领域指引》，顶尖中性浮力影片和手册，《休闲潜水百科全书》，《系泊浮标规划指引》。

# 概要

一般而言，执行 AWARE – 珊瑚礁保育专长课程的重点如下：

- 《A.W.A.R.E. – 我们的世界，我们的水》手册第四单元。
- 请学员自行或与教练一同观赏保护活礁影片（录影带）– 潜水员或呼吸管潜水员版本。
- 将 AWARE – 珊瑚礁保育知识复习发给学员，请他们边听您讲解，边找出上面问题的答案。
- 使用 AWARE – 珊瑚礁保育课程指引和授课重点，教导学员有关珊瑚礁的生态、面临的威胁，以及保育重点。请学员加入讨论。
- 检讨学员已经完成的知识复习，进行总结。必要时，详细说明，以便学员能充分了解。
- 填妥 PIC 信封，以便帮学员申请该专长课程证书，或是颁发 Project AWARE 奖状，以兹肯定学员的成绩。
- 如果将本课程与其他 PADI 潜水或呼吸管课程合并进行，要向学员解释如何应用他们的珊瑚礁保育知识和技巧（做法和建议请参考「相关课程」部份）
- 鼓励学员参与当地的珊瑚礁保育活动，进一步认识水底世界。

# 知识发展

在知识发展课程期间，您将运用到以下的授课重点和 **AWARE** – 珊瑚礁保育课程指引 (Lesson Guides)，来讲解课程的内容。本课程涵括「概要」投影片所列出的六大主题。每个主题都有数项学习目标，以问句形式和粗体字表达。结论部份则会列出全部的学习目标。

相关的讯息旁边出现的缩小版课程指引，将有助於引导您的授课流程。您可以直接使用本大纲来授课，但我们仍建议您最好根据学员的需求和当地的情况，加以调整。

## 授课重点

### I. 欢迎参加 **AWARE** – 珊瑚礁保育专长课程

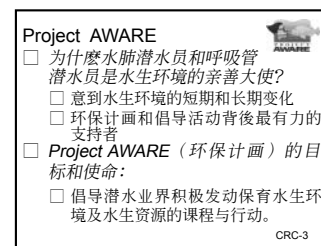
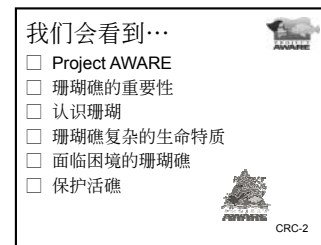
- A. [ 人员介绍 ]
- B. [ 行政作业 – 讨论上课时间，课程规定，费用，教材，装备，文书作业等。 ]

### II. 课程概要

- A. Project AWARE
- B. 珊瑚礁的重要性
- C. 认识珊瑚
- D. 珊瑚礁复杂的生命特质
- E. 面临困境的珊瑚礁
- F. 保护活礁

### III. Project AWARE

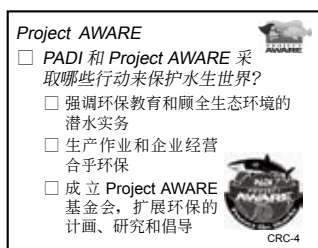
- A. 为什麼水肺潜水员和呼吸管潜水员是水生环境的亲善大使？
  - 1. 经常戴上面镜、在水底探险的人，一定会注意到水生环境的短期和长期变化，无论海水或淡水皆然。
  - 2. 由於对水底世界非常熟悉，水肺潜水员和呼吸管潜水员自然成为水生环境的亲善大使。今日，他们是许多环保计画和倡导活动背後最有力的支持者，例如：



- a. 水底清洁和海滩清洁。
  - b. 海洋公园和保护区。
  - c. 立法保护渔业和濒临绝种的栖息地 / 物种。
3. 正因有此特殊的机会成为水生环境的拥护者和保护者，PADI 遂於 1989 年推出 Project AWARE (Aquatic World Awareness, Responsibility and Education) 环保计画。

#### B. Project AWARE (环保计画) 的目标和使命:

1. 倡导潜水业界积极发动保育水生环境及水生资源的课程与行动。
2. 告诉世人保育水生环境的重要性和责任。
3. 研拟宣传相关的教材、唤起一般大众觉醒、发起并组织业界活动、资助世界各地的保育计画、开发革新计画并与其他机构合作结盟，加强各界对水生环境保育的共同目标和积极投入。



#### C. PADI 和 Project AWARE 采取哪些行动来保护水生世界?

1. PADI 的训练课程越来越强调环保教育—包括本课程在内。
2. 整个企业致力於确保生产作业和企业经营合乎环保。
3. 成立 Project AWARE 基金会, 扩大推展水生环境保育的计画、研究和倡导。
4. 强调顾全生态环境的潜水实务、潜水作业和潜水技巧, 尤其是浮力控制。

#### D. 什麼是 Project AWARE 基金会?



1. Project AWARE 基金会是一个 501(c)(3) 非营利的公益机构, 其宗旨在鼓励和支持水中生态保育及其教育。该基金会集资并协助世界各地有意义的环保活动, 以期提高世人的环保意识, 教人认识水底世界的脆弱, 并且赞助符合这些目的的研究和教育计画。
2. 藉由新推出的 Project AWARE 赞助计画 (Project AWARE Patron Program), 您也可以对水底世界的福祉有所贡献, 并且知道如何积极保护您当地的水中环境。
  - a. Project AWARE 赞助者捐款并资助保育水生环境的各项计画和活动。

- b. 所有赞助者每季会收到一份季刊，内容是当地、全国、国际性环保活动、目前的立法议题，以及由 Project AWARE 基金会所赞助的最新计划和活动。
3. 藉由 Project AWARE（环保计划）课程，世界各地每年有将近百万人透过与 PADI 专业人士的互动，开始接触并关怀环保议题。欲知最新资讯，请上网至 Project AWARE 基金会网站 [www.projectaware.org](http://www.projectaware.org) 查询。

## IV. 珊瑚礁的重要性

A. 为什么珊瑚礁的生态系统如此重要，它们是如何维持生物多样性？


1. 珊瑚礁占约 60 万平方公里 / 23 万平方英里的地表面积，虽然不到海底面积的 1%（相当于英属哥伦比亚、加拿大或委内瑞拉的面积大小），却非常重要，因为：
  - a. 约有 25% 的海洋生物在此孕育。
  - b. 将近 33% 的已知鱼类栖息在此。
2. 大西洋的珊瑚礁约占全球珊瑚礁的 15%，其中约有 70 种珊瑚品种和 500 种鱼类。
3. 印度—太平洋（包括印度洋和太平洋）中的珊瑚礁约占全球珊瑚礁的 85%，其中约有 700 种珊瑚品种和 4000 种鱼类。
  - a. 在已知的 107 种珊瑚中，并存于大西洋和太平洋的只有 8 种。
4. 科学家目前已辨识出约 8 万种珊瑚，但有人认为，珊瑚礁的种类可能多达一百万种。
5. 珊瑚礁的种类如此繁多，表示它有助于维持生物多样性—地球生物功能的清查。

- a. 海洋生物多样性是很重要的，因为数量越多可确保生物功能的重叠性。万一有某个物种消失，重要的功能尚可由其他物种递补。这种重叠性让生态系统禁得起环境的改变。
- b. 珊瑚礁的生物多样性，好比一架由螺丝钉固定组合的飞机。
  - 地球上的每种生物好比一个螺丝钉。
  - 一个物种消失，好比飞机骨架上的某个螺丝钉掉落。
  - 如果螺丝钉掉落太多，飞机（或地球的生物圈）就会坠毁。

**珊瑚礁的重要性**

为什么珊瑚礁的生态系统如此重要，它们是如何维持生物多样性？

珊瑚：  
 占海底面积不到 1%  
 约有 25% 的海洋生物在此孕育  
 将近 33% 的已知鱼类栖息在此



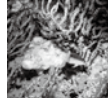
CRC-6

**珊瑚礁的重要性**

重要的生态系统..

大西洋—约占全球珊瑚礁的 15%，其中约有 70 种珊瑚品种和 500 种鱼类  
 印度—太平洋—约占全球珊瑚礁的 85%，其中约有 700 种珊瑚品种和 4000 种鱼类

目前已辨识出约 8 万种，但可能多达一百万种



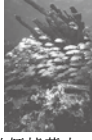
CRC-7

**珊瑚礁的重要性**

如何维持生物多样性？

数量越多可确保生物功能的重叠性  
 让生态系统禁得起环境的改变

物种好比一架由螺丝钉固定组合的飞机—螺丝钉掉落太多，飞机就会坠毁



CRC-8

- 这个比喻也未必恰当，因为我们已经知道飞机每一个螺丝钉的功能，但就生物圈而言，我们甚至还不认得所有物种，也不了解所有已知物种的功能。

珊瑚礁的重要性


珊瑚礁对岛屿、海岸区和观光业有哪些好处？

作用好比海岸屏障，保护 1/6 的海岸线

吸收海浪能量，保护低洼岛屿

一平方公尺 / 码的珊瑚礁可保护 \$47,000 美元的财产价值

CRC-9



## B. 珊瑚礁对岛屿、海岸区和观光业有哪些好处？

1. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保护岛屿和沿岸地区不受风浪破坏和侵蚀。
  - a. 全球海岸线有 1 / 6 受到珊瑚礁的保护。
  - b. 加勒比海有许多的低洼岛屿，全靠珊瑚礁吸收向陆的海浪能量才得以存在。
  - c. 研究显示，一平方公尺 / 码的珊瑚礁可保护 \$47,000 美元的财产价值。

珊瑚礁的重要性


对观光业的好处...

全球最大的产业 - 占总就业率的 10%

观光收益潜力约为海洋渔业的 25 倍以上

只要妥善管理，观光是永续产业，不像炸鱼这类作业，只有一次收益。

CRC-10



## 2. 珊瑚礁吸引观光客，刺激当地经济发展。

- a. 观光业是全球最大的产业，占总就业率的 10%。
- b. 观光的经济潜力，远超越渔业的潜力。全球的年观光收益约为全球海洋渔业总收益的 25 倍以上。
- c. 在某些地区，一平方公里的珊瑚礁，每年可产出将近 3 百万美元的观光收益。相较之下，在相同地区进行炸鱼这种破坏性的渔捞作业，只能产出 \$15,000 美元的收益，而且只有一次。
- d. 珊瑚礁确实可为当地带来许多好处，但必须妥善规划和管理，才能确保珊瑚礁长久健康，不遭受破坏。（稍後详细说明）

珊瑚礁的重要性

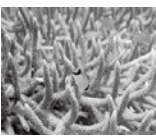
珊瑚礁对人类有何助益？

制造药物活性化合物

取代人类骨骼

更多尚未发现

CRC-11



## C. 珊瑚礁对人类有何助益？

1. 药理学家发现，珊瑚礁中含有许多药物活性化合物，包括抗癌物质、抗爱滋病物质和抗生素。
2. 在实验上，珊瑚被用来修复和取代人类骨骼。部份珊瑚，例如指软珊瑚（微孔珊瑚）和管孔珊瑚（kidney coral）具有类似人类骨质的多孔性（skeletal porosity），因此，血管和神经会长入珊瑚内。
3. 珊瑚中可能含有更多尚未发现的有益化合物。但唯有健康的珊瑚礁存在这世上，人类才能从中获益。

## V. 认识珊瑚

### A. 什么是珊瑚，为什么珊瑚很难分类？

1. 截至目前为止科学家都难以将珊瑚分类，因为珊瑚似乎是兼具动物、植物和矿物特质的独特组合。过去，珊瑚曾被归类为岩生植物（stone-plants）或植虫类（animal-plants）
2. 珊瑚是动物（刺细胞动物或腔肠动物），与水母和海葵有关。
  - a. 珊瑚是构造简单的动物，它没有大脑、眼睛、专门的内脏或肛门。
  - b. 珊瑚之所以具有植物特性，是由于它们的组织内含有单细胞藻类—共生藻。珊瑚礁的规模大小，取决于共生藻。（稍后会讨论二者间的关系。）
  - c. 至于珊瑚的矿物特性，是因为它们含有石灰石（碳酸钙），这些石灰石是由珊瑚虫及其共生植物，利用海水中大量的钙质和碳酸盐所制造出来。

3. 请记住，并不是所有珊瑚都是硬（石）珊瑚，也不是所有珊瑚体内都有共生藻。软珊瑚会制造「珊瑚硬蛋白」这种具有弹性的蛋白质。

4. 虽然有些珊瑚或珊瑚虫是独立的，但大部分的珊瑚都是一堆珊瑚虫群聚在杯状的珊瑚石中。

- a. 每个珊瑚石会从基部隆起一瓣一瓣轮廓明显的片状结构或隔片。
- b. 隔片的形状则因珊瑚种类而异。
- c. 每只珊瑚虫是由内外二层胚层所组成，内外胚层间有胶状物质。
- d. 连接薄膜，亦称「共肉」的作用是接合珊瑚虫及输送珊瑚虫之间的养分与神经脉冲。
- e. 珊瑚口道周围的触手有带刺细胞，或称刺细胞，用来捕捉浮游生物。珊瑚亦可直接吸收海水中的养分。然而，为了均衡摄食，珊瑚必须捕捉浮游生物，摄取其中的蛋白质。



### B. 何谓共生藻？它在珊瑚生理上扮演什么角色？

1. 共生藻属于单细胞藻类，生存在某些珊瑚的体内。这种互利的共生关系，使造礁珊瑚得以长成大块礁体。体内不含共生藻的珊瑚，无法长成大块珊瑚礁。

认识珊瑚

- 什么是珊瑚，为什么珊瑚很难分类？
  - 似乎兼具动物、植物和矿物特质
- 珊瑚是动物：
  - 和名为「共生关系」的藻类有共生关系
  - 石灰石覆盖

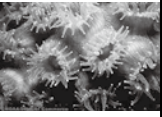
有些珊瑚是软的、硬弹性的，有些不含共生藻。 CRC-12



认识珊瑚

- 珊瑚是...
  - 大部分的珊瑚都是集群——一只只的珊瑚虫聚集在一起
  - 珊瑚虫由二层胚层所组成，胚层间有胶状物质
  - 口道周围的触手有带刺细胞，用来捕捉浮游生物


CRC-13



认识珊瑚

- 何谓共生藻？它在珊瑚生理上扮演什么角色？
  - 寄生在珊瑚中的单细胞藻类
  - 互利的共生关系，使造礁珊瑚得以长成大块礁体
  - 共生藻利用珊瑚虫产生的废物行光合作用，产生碳水化合物
  - 珊瑚礁提供食物和安全的栖身之所

CRC-14





认识珊瑚


珊瑚礁是如何形成的？

珊瑚礁是海中年代最久远、最具生产力且最多样化的生态系统 + 现代礁石最早从 1 万 8 千年前开始形成

普遍的 2 种理论：

地质下沈 - 裙礁导致堡礁，最后导致环礁

海平面改变和侵蚀



CRC-15

2. 对体内含有共生藻的珊瑚而言，这是它们主要的食物来源。
  - a. 共生藻利用珊瑚虫产生的废物（如二氧化碳）行光合作用，进而产生碳水化合物（醣类）。
  - b. 对某些珊瑚而言，高达 90% 的养分是由共生藻供应。
  - c. 共生藻则从这个相互依存的关系中，获取自身生长所需要的食物和安全的栖身之所。

### C. 珊瑚礁是如何形成的？

1. 珊瑚礁是海中年代最久远、最具生产力且最多样化的生态系统。现代所有礁石最早是从 1 万 8 千年前的後冰河时期开始形成。
2. 目前还没有一个理论足以充分解释珊瑚礁的形成。珊瑚礁的形成因地质因素而异，例如，地壳作用力、冰河时期、气候和海洋条件。普遍的 2 种理论是：
  - a. 珊瑚礁是因地质下沈所形成：
    - 经过漫长的时间，因火山岛下沈而形成裙礁。裙礁和陆地间有狭长的泻湖予以分隔。
    - 地质继续下沈会形成堡礁，堡礁与陆地间，被宽阔、时而纵深的泻湖分隔。
    - 地质再继续下沈就会形成环礁。环礁是椭圆状的珊瑚礁，附近没有陆地。
    - 岛屿下沈时，珊瑚礁生长的速度通常与岛屿下沈的速度差不多。
  - b. 由於海平面改变和侵蚀而形成。与下沈理论相似，陆地结构和海水高度改变，都会促成珊瑚礁生成。加勒比海、菲律宾群岛附近、印尼、新几内亚、斐济、美国佛罗里达海域的大部分珊瑚礁，都是属于这一类。

认识珊瑚

有哪些其他钙化生物体有助於维持珊瑚礁的完整性？

生物有助於礁石胶结，制造孔洞：


珊瑚藻

火珊瑚

软珊瑚

苔藓虫

有孔虫



CRC-16

### D. 有哪些其他钙化生物体有助於维持珊瑚礁的完整性？

1. 除了珊瑚之外的珊瑚礁生物，对于珊瑚礁的架构也有帮助。胶结生物的作用就像砖块间的水泥，可让礁石的结构更坚固、抗浪力更强。
2. 这类生物包括珊瑚藻、火珊瑚、软珊瑚、苔藓虫和有孔虫。如果没有这些生物使珊瑚礁更坚固，珊瑚礁恐怕承受不了强风巨浪的侵蚀。
3. 虽然珊瑚礁看起来像是实心的结构，但一株珊瑚内有 40 - 70% 是由孔洞所组成。这种开放的空间比实心结构能提供更多的栖息场所。



## VI. 珊瑚礁复杂的生命特质

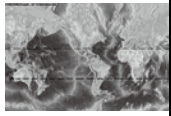
A. 哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏养分的水域中如何生存？

1. 世界各地都有珊瑚的踪影，但大型珊瑚礁只在热带水域才能发育。
2. 有数种自然因素会控制和限制珊瑚礁的分布。
  - a. 温度—虽然有些造礁珊瑚在摄氏 20 度／华氏 68 度以下的水温中可存活短时间，但珊瑚礁在摄氏 18 度／华氏 64 度以下的水温不会发育。
  - b. 深度—由於共生藻需要光线才能行光合作用，因此大部分的珊瑚礁都生长在 25 公尺／80 英尺水深或更浅的地方。虽然有些珊瑚可存活在较深的深度，但它们无法造礁。
  - c. 盐度—珊瑚无法忍受盐度与正常海水盐度（3.2%—3.6%）差太多的环境。
  - d. 水质—浓厚的沈淀物会妨碍珊瑚的觅食结构，及减弱行光合作用的光线。
  - e. 波浪—波浪作用会持续提供含氧海水，避免沈淀，补充浮游生物的食物供给。通常在波浪作用适中的环境，会养成规模最大的珊瑚礁。
  - f. 水底类型—珊瑚礁发育需要有坚固的海底，因为珊瑚幼虫无法栖息在沙底或泥底上。
3. 热带海洋中的养分不像温带海洋那麽丰富。达尔文理论（Darwin's Paradox）即问到，生活在这些养分少的环境中的珊瑚，如何成为地球上最具生产力的生态系统。答案可能是因为珊瑚礁生态系统的养分回收率极高，几乎没有养分流失。
  - a. 珊瑚礁上有大量的海藻产生，包括生长在死珊瑚上的草皮海藻和珊瑚虫体内的共生藻。
  - b. 采食性鱼类快速、大量地消耗藻类，预防藻类增生过盛。
  - c. 采食性鱼类消耗多馀的养分，它们的粪便让藻类生长。
  - d. 这样的循环使绝大部份的养分留存下来。
4. 虽然珊瑚礁的总生物量（活的植物和动物细胞总量）产量极高，净产量（大家吃饱後留下的数量）却出奇地少—通常只剩下 2%—3%。

珊瑚礁复杂的生命特质

哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏养分的水域中如何生存？

- 温度
- 深度
- 盐度
- 水质
- 波浪
- 水底类型




CRC-17

复杂的特质

生活在这些养分少的环境中的珊瑚...


达尔文理论（Darwin's Paradox）—生活在这些养分少的环境中的珊瑚，如何成为地球上最具生产力的生态系统。

- 养分回收率极高
  - + 珊瑚礁有大量的藻类产生
  - + 采食性鱼类消耗藻类
  - + 多馀养分经由采食性鱼类回到珊瑚礁



CRC-18

虽然珊瑚礁的总生物量产量极高，净产量却出奇地少。由珊瑚礁产生且可长期利用的生物量非常有限。




CRC-19

- a. 意思就是说，珊瑚礁所产生的食物，与该珊瑚礁聚落本身所需要的食物量相差无多。
- b. 由珊瑚礁产生且可长期利用的生物量非常有限。这点对于渔捞作业有重要的意义。

## B. 珊瑚如何繁殖和生长？

复杂的特质

- 珊瑚如何繁殖和生长？
- 无性生殖 - 藉由复制扩大群体的大小
- 有性生殖 - 浮浪幼虫制造新的群体
- 幼小的珊瑚群体生长速度较快
- 枝状珊瑚的生长速度比块状珊瑚快

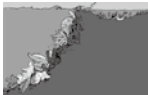


CRC-20

1. 所谓「无性生殖」，就是从母体芽植（复制）出一个基因完全相同的新个体。
  - a. 这会使群体（尺寸）扩大，但不会产生新的群体。
  - b. 断裂的珊瑚分枝也能自行生长。
2. 有性生殖即在水中产下所谓的「浮浪幼虫」，这些幼虫会落脚在合适的地方，发育成珊瑚虫，逐渐成长为群体。
  - a. 大部分珊瑚在 7 - 10 岁间或长到 10 公分 / 4 英寸长时，性发育成熟。
  - b. 珊瑚群体可以是雄性、雌性或雌雄同体 - 可产生精子和卵子。
3. 珊瑚生长的速度会因为珊瑚的种类、该群体的年龄、它在礁石上的位置及其体内是否含有共生藻而有所差异。
  - a. 幼小的珊瑚群体生长速度比较年长、大型的群体快。
  - b. 一般而言，枝状珊瑚的生长速度比块状珊瑚快。例如，麋角珊瑚每年可生长 5 - 10 公分 / 2 - 4 英寸直径，2 - 5 公分 / 0.8 - 2 英寸高；团状珊瑚每年只能长 0.5 - 2 公分 / 0.2 - 0.8 英寸直径，0.25 - 0.75 公分 / 0.1 - 0.3 英寸高。
  - c. 珊瑚的寿命未知，但证据显示，大部分珊瑚群体的寿命都在 10 年以下，但有些块状珊瑚的寿命可能长达数百年之久。

复杂的特质

- 何谓成带？
- 珊瑚礁内的附属栖息地
- 每个带内的生物和环境间，皆存在错综复杂的关系
- 成带有助於了解生态系统的动态以及因为时间的改变



CRC-21

## C. 何谓成带？

1. 珊瑚礁发展的形态称为「成带」。珊瑚礁内每个带（或附属栖息地）的生物和环境间，皆存在著错综复杂的关系。
  - a. 这些带主要受到光线、氧气、食物等资源左右。
  - b. 从岸边移动到较深的水域时，深度、水底结构、波浪作用等自然环境会随之改变，因而会在珊瑚礁内形成不同的附属栖息地。
  - c. 每个附属栖息地都有适合该环境条件的特定珊瑚和其他生物。
2. 珊瑚礁内部有超过 12 个不同的带，但主要的带是後礁、礁脊、前礁。


3. 研究成带间的差异，让科学家更了解珊瑚礁生态系统的动态。确定「成带」的界限也是一个追踪珊瑚礁系统因时间而改变的一个方法。

D. 珊瑚彼此及珊瑚与其他珊瑚礁生物间，如何竞争生存空间？

1. 珊瑚不断与其他珊瑚竞争生存空间。
  - a. 生物间往往存在著激烈的啄序 (perking order)，以预防某种生物独占生存空间以及维持生物多样性。
  - b. 分枝珊瑚的生长速度，比块状或团状珊瑚快。
  - c. 生长速度较慢的珊瑚，多亏有了防御用的多刺触手，才得以存活。如此可预防生长较快的珊瑚侵犯到生长较慢珊瑚的生存空间。
  - d. 不只有硬珊瑚才会彼此竞争。软珊瑚和海绵也会释放毒素，做为防卫或竞争之用。
2. 珊瑚也会和其他小型掠食动物竞争，例如腹足动物、裸鳃类动物、多毛纲动物蠕虫、藤壶、甲壳纲动物。这些生物通常只会移除少量珊瑚组织和骨骼，造成轻微的伤害。这让珊瑚虫得以重生。
3. 有些生物会在珊瑚礁内钻洞或挖孔，让其他生物得以躲在这些孔洞中。然而，在珊瑚上钻孔会影响到珊瑚礁的根基，导致整个珊瑚礁群体容易因波浪作用而跨掉。
  - a. 有些海绵会透过死区侵入珊瑚礁内，释放化学物质分解石灰石。
  - b. 有些无脊椎动物，例如螃蟹、贻贝、多毛虫、海胆，则会吃掉表面的珊瑚，制造孔洞。
4. 竞争失衡可能导致群体暴增。一旦暴增数量过多，某些物种就足以毁灭整个珊瑚礁，例如冠棘海星。
  - a. 冠棘海星只生存在印度太平洋的珊瑚礁区，以活珊瑚组织为食。
  - b. 它们喜食生长快速的珊瑚，因此，只要数量维持在正常范围内，它们的存在可抑制这类珊瑚的数量，进而有助於维持珊瑚的多样性。
  - c. 在某些情况下，一块礁石上的冠棘海星数量会膨胀至数万，因而足以消耗掉全部的珊瑚。

复杂的特质

- 珊瑚彼此及珊瑚与其他珊瑚礁生物间，如何竞争生存空间？
  - 防卫和攻击机制预防生物独占并维持生物多样性
  - 多刺触手和毒素可平衡生长速度




CRC-22

复杂的特质

- 竞争…
  - 竞争失衡可能导致掠食者群体暴增，仅而毁灭珊瑚礁

例如：冠棘海星




CRC-23

复杂的特质

- 为什麼采食对珊瑚礁生态而言非常重要，如何根据珊瑚礁鱼类的食物将它们加以分类？
- 采食可提高初级生产力，使养分再生利用

+ 50%的珊瑚礁鱼类（数量）属于草食动物，10%的珊瑚礁鱼类（种类）属于草食动物

CRC-24




复杂的特质

- 依照它们的食物分类珊瑚礁鱼类…
- 摄食偏好往往能说明身体构造和解剖学特性
- 大部分的珊瑚礁鱼类都属于随机性摄食

草食动物，是指专门吃植物的鱼

+ 通常出没在较浅处

CRC-25



复杂的特质

- 依照它们的食物分类珊瑚礁鱼类…
- 肉食动物 - 吃其他生物
- 占珊瑚礁鱼类的 50-70%
- 猎食策略
  - + 追捕
  - + 偷袭
  - + 突袭

想更进一步认识珊瑚礁鱼类，欢迎参加 AWARE- 鱼类辨识专长课程

CRC-26



## E. 为什麼采食对珊瑚礁生态而言非常重要，如何根据珊瑚礁鱼类的食物将它们加以分类？

1. 采食（摄食水藻）可提高初级生产力—食物链的第一层—因为采集会促进藻类新生，使养分回归该珊瑚礁族群中再生利用。
  - a. 由於珊瑚礁需要草食动物不断采食藻类，因此就数量而言，有 50%的珊瑚礁鱼类属于草食动物，但就种类而言，只有 10%的珊瑚礁鱼类属于草食动物。
  - b. 重要的采食性鱼类—好比珊瑚礁区的牛—包括小热带鱼、刺尾鱼、鹦哥鱼。
2. 珊瑚礁鱼类可依照它们的食物加以分类。鱼类的摄食偏好往往能说明它的身体构造和解剖学特性。虽然每种鱼类有其特殊偏好，但大部分的珊瑚礁鱼类都属于随机性摄食—肉食动物有时会吃植物，草食动物有时会吃动物。
3. 这里的草食动物，是指专门吃植物的鱼。
  - a. 一般而言，10 公尺／30 英尺深度以上的大部分鱼类都是草食动物，因为这个深度范围有较多光线可行光合作用，因此，有较多的植物可在这里生长。这个深度以下的大部分鱼类都属于肉食性。
  - b. 有些草食动物白天栖息在珊瑚礁区，夜晚则在海草床觅食。它们以粪便的形式，将海草床的养分带到珊瑚礁来。
  - c. 由於植物的营养价值低且不易分解，因此草食动物的消化道都很长，且要不断进食。
4. 肉食动物占珊瑚礁鱼类的 50 – 70%。
  - a. 鱼类在生命周期的不同阶段，其猎物也会有所改变。
  - b. 由於动物的营养价值高於植物，因此，肉食动物的消化道较短，且不必像草食动物一样经常进食。
  - c. 鲨鱼、参鱼（jack）、鲭鱼等追捕型掠食者，会从远距离开始追捕猎物。
  - d. 管口鱼、梭鱼等偷袭型掠食者会从近距离偷袭猎物。
  - e. 蝎子鱼（scorpionfish）、seabasse、蜥鱼（lizardfish）则是无预警地突袭。
5. 其他专门的次要觅食群。
  - a. 底食动物—这是摄食珊瑚礁无脊椎动物的重要族群。它们具备高超的泳技和猎食技巧，近距离视力良好，一口就能把猎物咬碎，防御机制良好。黏鱼、隆头鱼、刺鳍鱼、绯鲉、石首鱼、猪隆头鱼、木瓜鱼（trunkfish）都属于这一类。

- b. 滤食性鱼类 – 有些鱼类会摄食浮游生物。例如，克里奥尔隆头鱼、黄尾鲷幼鱼、豆娘鱼、夜行性梳萝鱼和单鳍鱼。它们大部分会在离珊瑚礁较远的水柱处猎食，且具有斑斓的保护色，以免在开放水域中被发现。
  - c. 夜食性鱼类 – 这类鱼类要靠触觉、味觉、嗅觉和动作觅食。它们的口部构造适合快速的吸食动作。有些鱼类如鸡鱼、鲷鱼，甚至会离开珊瑚礁 1 英里觅食。金鳞鱼和大眼金枪鱼（bigeye）等鱼类，则会留在珊瑚礁附近觅食。
6. 虽然大部分的珊瑚礁鱼类都属于小型鱼、色彩鲜艳且对人类无害，但有些却是有毒的。
- a. 有毒鱼类会产生分泌毒素，被它们的鱼刺刺到就会中毒。这些鱼类非常罕见，主要是石头鱼和蝎子鱼。
  - b. 有些鱼类（如鹦哥鱼、鲷鱼、刺尾鱼）的外皮会有有毒的分泌物。
  - c. 有些珊瑚礁鱼类的肉和内脏是有毒的，人类若误食会有危险；轻则生病，重则致命。
7. 若您想更进一步认识珊瑚礁鱼类，欢迎参加 **AWARE** – 鱼类辨识专长课程。

F. 有哪二个相关的生态系统对珊瑚礁的生态很重要？

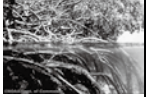
1. 红树林是热带近海生态系统，主要生物是生长於盐水的树种和灌木。
- a. 红树林的根系浅而广，为了抓稳地面，它们的主干和分枝都会长出支持根，向四面八方扩展。有些品种会从缺氧的泥泞中向上长出呼吸根，以利氧气的吸收。
  - b. 其广泛庞大的根系会留住和过滤植物物质。这种物质会被分解进入岩屑中，形成食物链的底层。
  - c. 在许多地区，红树林的功用就好比珊瑚礁的废水处理厂，有助於维持水质。它们会留住多馀的养分和污染物，预防礁石上有物质沈积。
  - d. 红树林的根系也能是许多无脊椎动物的栖息地，例如贻贝、海绵、被囊动物、水螅、牡蛎，以及许多鱼类的幼鱼。
2. 海草床有助於沈积物沈降、稳定水底，以及珊瑚礁内的养分循环使用。前面提到过，珊瑚礁鱼类会到这些生产力高的海草床来采食和猎食。再将养分以粪便的形式带回珊瑚礁。

复杂的特质

有哪二个相关的生态系统对珊瑚礁的生态很重要？

红树林是热带近海生态系统，主要生物是生长於盐水的树种和灌木

- 留住和分解有机物质
- 过滤污染物和沉淀物
- 幼鱼和无脊椎动物的栖息地




CRC-27

复杂的特质

相关的生态系统…

海草床

- 加速沈积物沈降
- 养分循环使用



CRC-28



面临困境的珊瑚礁

全球珊瑚礁的现况和预计损失如何?

1992年,全球珊瑚礁约有10%遭受不可逆的破坏。

2000年,有25%的珊瑚礁是死的

在未来30-50年内,大部分的珊瑚礁都会消失

根据世界资源所的报告,幸存的珊瑚礁中有58%随时可能受到破坏



CRC-29

## VII. 面临困境的珊瑚礁

### A. 全球珊瑚礁的现况和预计损失如何?

1. 1992年,全球珊瑚礁约有10%遭受不可逆的破坏。
2. 2000年,有25%的珊瑚礁是死的,部份是由于海水表面温度上升,导致严重的珊瑚白化。
3. 预测在未来30-50年内,大部分的珊瑚礁都会消失。
4. 根据世界资源所的报告,幸存的珊瑚礁中有58%随时可能因人类活动而受到破坏。
5. 南亚和东南亚、西非、加勒比海的珊瑚礁最危险。在菲律宾、印尼、牙买加等地,绝大多数的珊瑚礁都已严重受损,甚至死亡。

### B. 哪些陆地活动对珊瑚礁不利?


面临困境的珊瑚礁

哪些陆地活动对珊瑚礁不利?

土地利用不当造成侵蚀

农业活动和污水排放造成养分负担

非点源污染将溶解物质带入水中



CRC-30


1. 砍伐森林、采矿、过度放牧、土地利用不当,都会造成侵蚀和沉淀。
2. 农业活动和污水排放会造成养分负担(优养化),进而提高藻类、海绵及其他会侵蚀珊瑚的生物的竞争优势。
3. 不透水地面(如停车场)建筑会造成的非点源污染,进而增加径流率,并将溶解物质带入水中。只要少量的油污就足以中断珊瑚繁殖。
4. 沿岸开发和栖息地的破坏,往往会影响到红树林和海草床(二者皆具备过滤沉积物的功能),进而使更多养分和沉积物沉淀在珊瑚礁上。
5. 观光—就全球而言,因海钓、船只下锚等活动或因呼吸管潜水员/水肺潜水员不小心碰触而对珊瑚礁造成的损害是微乎其微的。观光旅游对珊瑚礁所造成的破坏,主要是由于人类的设施破坏沿岸栖息地(例如,红树林和海草床),以及废水、废物污染珊瑚礁所致。

面临困境的珊瑚礁

不利的陆地活动...

沿岸开发和栖息地的破坏

观光破坏沿岸栖息地且倾倒废水/废物



CRC-31

### C. 哪些海洋活动对珊瑚礁不利?

面临困境的珊瑚礁

哪些海洋活动对珊瑚礁不利?


过度渔捞

破坏性的渔捞作业

碰撞和下锚

开采珊瑚

采集珊瑚



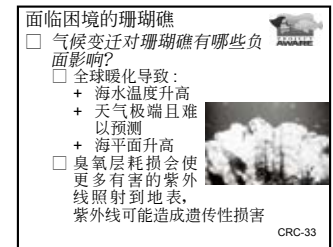
CRC-32

1. 过度渔捞造成珊瑚礁减少,尤其是连产卵群体都捕捞殆尽。
  - a. 有将近10亿的人口居住在100公里/60英里的珊瑚礁区内,且有赖珊瑚礁鱼类为主要的蛋白质来源。

- b. 正如前面讨论过的，由珊瑚礁产生且可长期利用的生物量非常有限。
2. 诸如炸鱼和毒鱼这类破坏性的渔捞作业，不仅会影响到目标鱼类，亦会波及整个珊瑚礁。
  3. 所幸鲜少有大型船只撞到珊瑚礁而造成破坏。但小船撞到珊瑚礁、螺旋桨削掉珊瑚、船锚压碎栖息地这类事件，在某些地区却屡见不鲜，成为重大的问题。
    - a. 当大船、货轮或巨型油轮搁浅在珊瑚礁上时，马上会造成大规模的实质破坏。漏油或化学物质泄漏的可能性，使这类事故会对当地环境造成极大的杀伤力。
    - b. 休闲船只或小型商务船只的操作不当对珊瑚礁所造成长期伤害，往往有过而无不及。
  4. 为了制造建材和胶结材料而采集珊瑚，造成大规模的破坏。
  5. 为了取得纪念品而采集珊瑚，会严重改变珊瑚礁的外型。

D. 气候变迁对珊瑚礁有哪些负面影响？

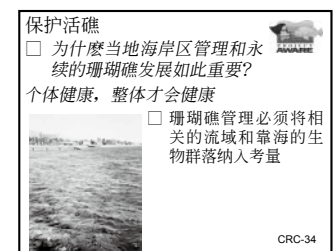
1. 全球暖化可能导致数个重大的改变：
  - a. 海水表面温度升高。一旦超过临界温度，珊瑚虫就会失去它们的共生藻，因而变白，或白化。珊瑚白化现象在近 20 年来已经增多。
  - b. 天气变得更极端且难以预测。可能造成广泛的实质破坏。
  - c. 水平面升高会威胁到珊瑚礁和环状珊瑚小岛。
2. 臭氧层耗损会使更多有害的紫外线照射到地表，紫外线可能造成遗传性损害。



## VIII. 保护活礁

A. 为什么当地海岸区管理和永续的珊瑚礁发展如此重要？

1. 珊瑚礁并非单独存在，不能视为海中分离的个体来管理。个体健康，整体才会健康。珊瑚礁管理必须将相关的流域和靠海的生物群落纳入考量，例如海草床和红树林。





保护活礁

海岸区管理...

成功要考量到:

- 当地人士的参与, 且考量到当地文化、历史用途以及政治现实面
- 长期和短期计划





CRC-35

保护活礁

永续发展...

- 为後代子孙保育资源的益处包括:
  - + 制药产品
  - + 生态观光
  - + 改善废弃物处理 - 低排放或无排放
- 设置珊瑚礁公园、保育区和保育地, 保护多个生态系统




CRC-37

保护活礁

如何推广珊瑚礁保育?

- 不要购买珊瑚制品
- 选择注重环保的渡假村
- 正确维护和操作船只
- 选择使用系泊浮标的潜水业者




CRC-37

保护活礁:

推广珊瑚礁保育...

- 广泛选择海产
- 不要购买热带硬木家具或制品
- 继续接受这方面的教育
- 自愿协助保育组织



CRC-38

2. 多数珊瑚礁管理成功的案例, 大多有当地利益关系人的参与, 且考量到当地文化、历史用途以及政治现实面。当地社区必须有保护珊瑚礁的长期和短期计画。
3. 永续发展就是为我们的後代子孙保育珊瑚礁资源。永续且有益的用途包括:
  - a. 制药产品。为了这个经济的理由, 要保护珊瑚礁的生物多样性。
  - b. 生态观光。有别於消耗性的用途 (如渔捞), 带观光客去参观珊瑚礁属於可重复的用途。
  - c. 改善废弃物处理。使用具有成本效益的低排放或无排放污水处理系统, 保护珊瑚礁区的水质。
4. 保育当地资源有一个好办法, 就是拓展珊瑚礁公园、保育区和保育地。此举可保护多个生态系统和繁殖地。然而, 在规划和管理上要将当地群落纳入考量, 才会成功。

## B. 如何推广珊瑚礁保育?

1. 不要购买珊瑚制品或任何受到威胁或濒临绝种的海洋生物所制成的物品。
2. 旅游时, 选择妥善处理污水和废水的渡假村和旅游业者。
3. 驾船出海时, 要避免脆弱生态系统, 例如珊瑚礁或海草床, 同时要维护设备以免漏油。
4. 尽可能选择使用系泊浮标或放流潜水法 (而非使用船锚) 的潜水或旅游业者。
5. 广泛选择海产, 避免选购使用毒药、炸药、非法设备等破坏性渔捞作业所捕捉或养殖的海产。(请见 AWARE 手册—Seafood Watch Chart)
6. 不要购买砍伐自热带森林的热带硬木家具或制品。砍伐森林会对珊瑚礁造成沉积损害。
7. 参加其他的 PADI 专长课程, 继续接受这方面的教育, 例如 Project AWARE、水底自然观察家、AWARE—鱼类辨识、顶尖中性浮力等专长课程。
8. 自愿协助和回报所有珊瑚礁破坏的情况给负责监督珊瑚礁健康的潜水业者、科学家或保育团体。其中包括:



Reef Check Headquarters  
Institute of the environment  
1652 Hershey Hall, UCLA, Los Angeles, CA 90095-1496  
Rcheck@ucla.edu <http://www.reefcheck.org>  
+1310 794 4985 (电话)+1310 825 0758 (传真)

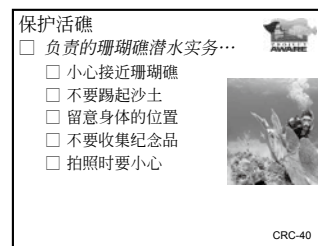
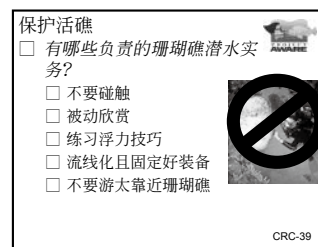
Reef Environment Education Foundation (REEF)  
P.O. Box 246, Key Largo, FL 33037 USA  
+1305 451 0312 (电话)+1305 451 0028 (传真)  
reefhq@reef.org

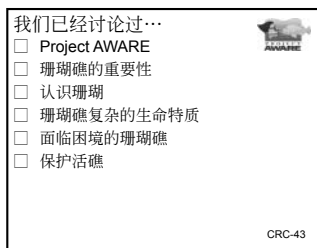
Reef Ecosystem Condition (RECON)  
Center for Marine Conservation  
1725 Desales Street, N.W., Suite 600  
Washington, DC 20036  
+1202 429 5609(电话) +1202 872 0619 (传真) recon@vacmc.org

ReefKeeper International  
2809 Bird Avenue PMB 162, Miami, FL 33123  
+1 305 358 4600 (电话)+1305 358 3030 (传真)  
reefkeeper@reefkeeper.org

### C. 有哪些负责的珊瑚礁潜水做法?

1. 珊瑚的组织非常薄且脆弱，因此不要碰触到珊瑚。此外，也要克制自己，不要碰触其他海洋生物。有些潜水员选择不戴手套潜水，这样他们就不会想去碰触珊瑚礁。
2. 采用被动欣赏的方式，定点漂浮在水中，等鱼儿朝您游过来。
3. 要前往珊瑚礁附近潜水之前，先在游泳池或沙底练习浮力技巧。
4. 固定好自己的仪表组和各项装备，以免装备意外碰触到珊瑚礁。
5. 不要游在珊瑚礁区的正上方，尽量保持在珊瑚头之间的沙道上，这样比较不容易碰触到珊瑚礁。
6. 和珊瑚礁至少保持一臂之距，除非您要仔细观察某样事物。
7. 踢水时，不要将水底沙土扬起，扬起的沙土落在珊瑚礁上面会扼杀珊瑚，并对其他珊瑚礁动物造成压力。
8. 一定要留意自己身体的位置，尤其是蛙鞋，绝对不要踩在珊瑚上。
9. 在水底避免喂鱼。这可能会让鱼类吃进不健康的食物，且妨碍它们天然的行为。





10. 不要收集纪念品，包括死贝壳和珊瑚石，因为珊瑚礁上的每样事物都有其功能，取走任何一样都会影响到那整个珊瑚礁生态系统。

11. 拍照留念，拍照时要和珊瑚礁保持安全距离。

【播放「保护活礁」影片－潜水员版或呼吸管潜水员版。】

## IX. 结论

### A. Project AWARE

1. 为什麼水肺潜水员和呼吸管潜水员是水生环境的亲善大使？
2. Project AWARE（环保计画）的目标和使命
3. PADI 和 Project AWARE 采取哪些行动来保护水生世界？
4. 什麼是 Project AWARE 基金会？

### B. 珊瑚礁的重要性

1. 为什麼珊瑚礁的生态系统如此重要，它们是如何维持生物多样性？
2. 珊瑚礁对岛屿、海岸区和观光业有哪些好处？
3. 珊瑚礁对人类有何助益？

### C. 认识珊瑚

1. 什麼是珊瑚，为什麼珊瑚很难分类？
2. 何谓共生藻？它在珊瑚生理上扮演什麼角色？
3. 珊瑚礁是如何形成的？
4. 有哪些其他钙化生物体有助於维持珊瑚礁的完整性？
5. 哪些因素限制珊瑚礁的分布，珊瑚礁在缺乏养分的水域中如何生存？

### D. 珊瑚礁复杂的生命特质

1. 珊瑚如何繁殖和生长？
2. 何谓成带？
3. 珊瑚彼此及珊瑚与其他珊瑚礁生物间，如何竞争生存空间？
4. 为什麼采食对珊瑚礁生态而言非常重要，如何根据珊瑚礁鱼类的食物将它们加以分类？
5. 有哪二个相关的生态系统对珊瑚礁的生态很重要？

E. 面临困境的珊瑚礁

1. 全球珊瑚礁的现状和预计损失如何？
2. 哪些陆地活动对珊瑚礁不利？
3. 哪些海洋活动对珊瑚礁不利？
4. 气候变迁对珊瑚礁有哪些负面影响？

F. 保护活礁

1. 为什么当地海岸区管理和永续的珊瑚礁发展如此重要？
2. 如何推广珊瑚礁保育？
3. 有哪些负责的珊瑚礁潜水做法？

# 知识复习

## AWARE- 珊瑚礁保育

请回答以下问题。您的教练会和您一同检讨答案。

1. 为什么水肺潜水员和呼吸管潜水员是水生环境的亲善大使？
2. 珊瑚礁是重要的海洋生态系统，因为它们：
  - a. 约有 25% 的海洋生物在此孕育。
  - b. 将近 33% 的已知鱼类栖息在此。
  - c. 有助于维持生物多样性。
  - d. 以上皆是。
3. 珊瑚礁有哪些好处？（复选）
  - a. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保护岛屿和沿岸地区
  - b. 珊瑚礁吸引观光客，刺激当地经济发展。
  - c. 珊瑚礁中含有许多药物活性化合物，包括抗癌物质、抗爱滋病物质和抗生素。
  - d. 珊瑚礁有助于大型船只导航。
4. 珊瑚是\_\_\_\_\_，和名为共生藻的\_\_\_\_\_有共生关系。
5. 是非题。珊瑚礁的形成因地质因素而异，普遍的二种理论包括由于地质下沈所形成，以及由于海平面改变和侵蚀而形成。
6. 哪些因素限制珊瑚礁的分布？（复选）
  - a. 温度
  - b. 深度
  - c. 降雨量
  - d. 水质
  - e. 波浪
  - f. 水底类型
7. 是非题。因为珊瑚礁生态系统的养分回收率极高，因此能产出远高于该珊瑚礁聚落本身所需要的食物量。
8. 珊瑚彼此及珊瑚与其他珊瑚礁生物间，会不断\_\_\_\_\_生存空间。

9. 为什麼采食对珊瑚礁而言非常重要？
- 采集会促进藻类新生，提高生产力
  - 抑制藻类生长
  - 使养分回归该珊瑚礁族群中再生利用
  - 以上皆是
10. 是非题。目前全球珊瑚礁约有 50% 遭受不可逆的破坏。
11. 哪些活动对珊瑚礁不利？（复选）
- 炸鱼
  - 森林砍伐和过度放牧
  - 废水排放
  - 采集珊瑚
  - 红树林遭破坏
  - 停车场的油污逕流
  - 过度渔捞
12. 是非题。气候改变导致海水表面温度升高，使珊瑚虫失去它们的共生藻，因而变白，或白化。
13. 成功的珊瑚礁管理必须：（复选）
- 将每个珊瑚礁视为个别、独立的生态系统。
  - 将相关的流域和靠海的生物群落纳入考量
  - 当地人士参与
  - 考量到当地文化、历史用途以及政治现实面
14. 如何推广珊瑚礁保育？
- 不要购买珊瑚制品
  - 驾船出海时，要避免脆弱的生态系统，例如珊瑚礁或海草床，同时要维护设备以免漏油。
  - 选择使用系泊浮标或放流潜水法（而非使用船锚）的潜水或旅游业者。
  - 广泛选择海产。
  - 继续接受教育，自愿协助保育机构监控珊瑚礁的健康状况。
15. 在从事呼吸管潜水或水肺潜水时，不要\_\_\_\_\_珊瑚，且要随时留意自己身体和珊瑚礁的相对位置。

# 知识复习－解答

## AWARE－珊瑚礁保育

请回答以下问题。您的教练会和您一同检讨答案。

1. 为什麼水肺潜水员和呼吸管潜水员是水生环境的亲善大使？

经常戴上面镜、在水底探险的人，一定会注意到水生环境的短期和长期变化，无论海水或淡水皆然。由於对水底世界非常熟悉，水肺潜水员和呼吸管潜水员自然成为水生环境的亲善大使。
2. 珊瑚礁是重要的海洋生态系统，因为它们：
  - a. 约有 25% 的海洋生物在此孕育。
  - b. 将近 33% 的已知鱼类栖息在此。
  - c. 有助於维持生物多样性。
  - d. 以上皆是。
3. 珊瑚礁有哪些好处？（复选）
  - a. 珊瑚礁的作用好比海岸屏障，可保护岛屿和沿岸地区
  - b. 珊瑚礁吸引观光客，刺激当地经济发展。
  - c. 珊瑚礁中含有许多药物活性化合物，包括抗癌物质、抗爱滋病物质和抗生素。
  - d. 珊瑚礁有助於大型船只导航。
4. 珊瑚是 动物，和名为共生藻的 植物 有共生关系。
5. 是非题。珊瑚礁的形成因地质因素而异，普遍的二种理论包括由於地质下沈所形成，以及由於海平面改变和侵蚀而形成。

是。
6. 哪些因素限制珊瑚礁的分布？（复选）
  - a. 温度
  - b. 深度
  - c. 降雨量
  - d. 水质
  - e. 波浪
  - f. 水底类型

7. 是非题。因为珊瑚礁生态系统的养分回收率极高，因此能产出远高于该珊瑚礁聚落本身所需要的食物量。

错—由珊瑚礁产生且可长期利用的生物量非常有限。

8. 珊瑚彼此及珊瑚与其他珊瑚礁生物间，会不断竞争生存空间。

9. 为什么采食对珊瑚礁而言非常重要？

- a. 采集会促进藻类新生，提高生产力
- b. 抑制藻类生长
- c. 使养分回归该珊瑚礁族群中再生利用
- d. 以上皆是

10. 是非题。目前全球珊瑚礁约有 50% 遭受不可逆的破坏

错—大约是 25%

11. 哪些活动对珊瑚礁不利？（复选）

- a. 炸鱼
- b. 森林砍伐和过度放牧
- c. 废水排放
- d. 采集珊瑚
- e. 红树林遭破坏
- f. 停车场的油污径流
- g. 过度渔捞

12. 是非题。气候改变导致海水表面温度升高，使珊瑚虫失去它们的共生藻，因而变白，或白化。

是。

13. 成功的珊瑚礁管理必须：（复选）

- a. 将每个珊瑚礁视为个别、独立的生态系统。
- b. 将相关的流域和靠海的生物群落纳入考量
- c. 当地人士参与
- d. 考量到当地文化、历史用途以及政治现实面

14. 如何推广珊瑚礁保育?
  - a. 不要购买珊瑚制品
  - b. 驾船出海时, 要避免脆弱的生态系统, 例如珊瑚礁或海草床, 同时要维护设备以免漏油。
  - c. 选择使用系泊浮标或放流潜水法 (而非使用船锚) 的潜水或旅游业者。
  - d. 广泛选择海产。
  - e. 继续接受教育, 自愿协助保育机构监控珊瑚礁的健康状况。
  
15. 在从事呼吸管潜水或水肺潜水时, 不要碰触到珊瑚, 且要随时留意自己身体和珊瑚礁的相对位置。