



## About InterRidge

第一届国际大洋中脊协会 中国秘书处:

chair: 陈永顺 博士

office: 北京大学地球与空间科学学院, 地球物理系, 100871

Tel: 86-10-6275-8277

Fax: 86-10-6276-8894

本网站由北京大学地球物理系建构及维护, 上次更新时间为2004年3月23日;任何意见和建议, 请[联系我们](#)

## 全球大洋中脊研究十年科学规划 (2004-2013) [浏览英文版本](#)

田丽艳 1, 林间 2 译

- 1, 中国海洋大学海洋地球科学学院, 山东青岛266003;
- 2, 美国伍兹霍尔海洋研究所, Woods Hole, MA 02543 USA

- 本文的缩略版已发表于<<海洋地质动态, Marine Geology Letters>>vol. 20, pages 10-15, 2004. -

国际大洋中脊协会 (InterRidge) 是由多个成员国于1992年成立的国际合作项目。它的宗旨是协调世界各国对大洋中脊的多学科的综合研究, 包括航次的调配、人员的培训等。这个宗旨在今后十年仍将是国际大洋中脊协会的核心。目前主要成员国 (Principal Members) 为美国、英国、法国和日本。参与成员国 (Associate Members) 包括加拿大、德国、印度、意大利、挪威、葡萄牙和韩国。[译者注: "大洋中脊2003北京国际学术研讨会"后, 中国正式"升格", 由通讯成员国 (Corresponding Member) 晋升为参与成员国。2004年起德国成为主要成员国。]

国际大洋中脊协会 (InterRidge) 今后十年的任务为:

促进学科间交流, 通过各个国家的合作促进大洋扩张中心的研究, 共享技术、设备, 尤其鼓励非成员国加入此项国际计划, 研究和保护大洋扩张中心的地质与生态环境, 以及推动各国科学家和政府之间知识成果的共享。

### 国际大洋中脊协会过去十年回顾

国际大洋中脊协会创办之初, 洋中脊研究主要在少数国家单独进行, 国与国之间合作有限。在过去的十年, 该协会已经发展成一个完整的联合团体。其会员包括来自47个国家的2700名科研工作者。国际大洋中脊协会和它的成员在过去十年的显著成果如下:

#### 1. 西南印度洋中脊 (SWIR) 的考察和研究

西南印度洋中脊 (SWIR) 由于其偏僻的海洋地理位置, 传统上科学家们对其研究很少。但由于其慢速和倾斜扩张, 许多科学家对其表现强烈的研究兴趣。本协会西南印度洋中脊工作组在过去十年里组织和协调了16个航次, 使西南印度洋中脊成为目前世界上研究最好的慢速扩张脊之一。

#### 2. 北极加克 (Gakkel) 海岭的第一次海底地形测量和取样

加克 (Gakkel) 海岭是全球洋中脊系统中一个研究甚少的区域。通过北极洋中脊工作组的努力, 科学家们通过两次国际研讨会 (1994, 1998) 制定了加克 (Gakkel) 海岭的海底地形测量和取样计划。国际大洋中脊协会于2001年帮助安排了第一个北极国际航次。这个航次在加克 (Gakkel) 海岭发现了以前未知的一种新的洋中脊扩张形式。该航次第一次发现了洋中脊可以在无岩浆或极少岩浆的条件下扩张, 同时也找到了理论上提出的岩浆在超低速扩张脊中心会强烈聚集的直接证据。

#### 3. 洋中脊科学研讨会

国际大洋中脊协会在过去十年里共组织了不下21个研讨会及发表会议报告, 并在8个国家出版了关于洋中脊研究及生态保护的白皮书。来自36个国家的1300名研究生、博士后和科学家参加了这些国际会议。

#### 4. 形成了一个洋中脊研究的国际科学家群体

共有2700名科学家在国际大洋中脊协会注册。半年一刊的"国际大洋中脊新闻杂志"详细报道各工作组的活动、未来航次预告和各国航次的总结报告。该杂志免费邮寄给近3000多个定户。本协会网站每个月收到10,000多留言, 其中许多索求洋中脊信息。

#### 5. 与其他国际计划保持紧密联系

通过各工作组和研讨会的协调, 本协会已开展了与其他国际计划 (SCOR, ODP, IAVCEI等) 的紧密合作。参与这些国际计划的许多成员也是本协会的活跃会员。

#### 6. 为洋中脊研究者提供发表意见和建议的机会

随着深海旅游观光、以及在洋中脊热泉资源评价和开采的增加, 我们面临着怎样才能更好地利用深海的挑战。本协会努力为洋中脊研究者提供一个互相交流和发表意见的论坛, 使专家们可以尽力为划定海洋保护区和制定国际海底公约提供指导和帮助。

## 7. 洋中脊全球取样

在国际大洋中脊协会成立之前，在50,000多公里长的全球洋中脊系统中有许多区域科学家从未取过样品或者只有极少数量样品。经过科学家们的共同努力，这种局面已经有相当改善。

### 国际大洋中脊协会今后十年的主要科学研究方向

全球中脊研究的许多领域极需国际合作。国际大洋中脊协会今后十年的主要研究方向为：

1. 超低速扩张脊
2. 洋中脊-地幔热点相互作用
3. 弧后扩张系统与弧后盆地
4. 洋中脊生态系统
5. 连续海底监测和观察
6. 海底深部取样
7. 全球洋中脊考察

#### 1. 超低速扩张脊

西南印度洋中脊和北极加克（Gakkel）中脊工作组是国际大洋中脊协会最成功的范例。两工作组的科学家们已经得出一致结论，认为西南印度洋中脊和北极中脊中有一部分为超低速扩张脊，今后应给予共同的关注。因此，科学家们建议成立一个专门研究超低速扩张脊（其半速率少于每年1厘米）的新的工作组。该小组将以研究课题为主导，而不受海洋地域的限制。该工作组今后十年的研究重点如下：

##### 1.1 岩石圈与地幔软流圈相互作用

超低速扩张脊与其他扩张脊有别的主要特征是其特殊的温度和流变性构造，尤其是明显增厚的岩石圈。将来工作中心之一是要详细研究岩石圈的结构。该结构会明显地影响岩浆的产生与运动、熔融的聚集、岩石圈的扩张以及洋中脊与地幔热点的相互作用。研究这些问题需要采集新的、更全面的地球物理资料。

##### 1.2 岩浆起源和地幔组成

在超低速扩张脊有大量的地幔岩石裸露。这一点在主要大洋中脊中是独特的。这个特征加上其岩浆量明显减少使得超低速扩张脊成为研究地幔化学成份非均匀结构的最佳地点。超低速扩张脊因其岩浆量少，为研究地幔源的化学组成以及其对玄武岩的影响提供了比其他洋中脊更直接的机会。为了解岩浆活动的分布和起源，所采样品间距应比在快速扩张脊更小。超低速扩张脊的周期岩浆和构造活动使其岩浆传送的内部结构揭露在海底，因此更便利对其研究。因而这是一个研究地幔岩浆传输，包括岩浆聚集机制的重要研究地域。

##### 1.3 水圈与岩石圈相互作用

超低速扩张脊的海底存在的大量超基性岩石和格外活跃的断层，因而产生自身独特的热液系统。过去十年的研究已经收集到了直接证据证明了在西南印度洋中脊和北极加克（Gakkel）脊存在着各种温度条件下以及在多类岩石中的热液活动。

现已知道在岩浆活跃的扩张中心，主要热源来自于岩浆房和其周围的晶体生长区。但是我们还不清楚什么是超低速扩张脊的主要热源。由于海底裸露的超基性岩石会与海水发生强烈化学反应，蛇纹石化作用（每公斤释放300k焦耳热量）有可能为超低速扩张脊提供重要热源。

在海洋整体地球化学平衡中，这种海底热液活动有可能起重要作用。在超低速扩张脊区域，我们需要发展新的估测物质平衡和化学通量的方法。在这一特殊环境中，超基性岩石里或者基性与超基性混合岩里的热液系统比黑烟囱更普遍存在。因此有必要在超低速扩张脊区域中研究热液流体、沉积物以其浅部地壳中的热液化学反应过程。

##### 1.4 生物成因

超基性矿物和水的的作用，为以超基性为主的热液系统生命提供了一个独特的生存环境。蛇纹石化作用导致大量CH<sub>4</sub>和H<sub>2</sub>的产生，成为通过化合作用的自养型微生物的能量来源。近期的工作也表明海水与橄辉岩反应的产物（例如Fe-Ti合金）可以催化H<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>的反应，从而形成多样的非生物成因的碳氢化合物。因此，存在于超基岩中的热液系统有可能在微生物生态系统和深海碳循环中起重要作用。

##### 1.5 生物地理分布

至今为止研究的两个超低速扩张脊都是研究生物地理分布的关键区域。西南印度洋中脊位于大西洋和太平洋的不同生物群的唯一交换区域中，北极海盆更具有研究意义。因为该地区在各个地质年代都与地球上其它热液系统割绝，北极海盆为生物和微生物群体提供了独特的生存环境。

##### 1.6 计划实施

破冰船资源: Healy号（美国），Polarstern号（德国）  
钻探：Aurora Borealis

##### 1.7 与其他国际计划联系

IODP（整合大洋钻探计划）

## 2. 洋中脊-地幔热点相互作用

大洋中脊的构造以及其地球物理、岩石和地球化学特征会受到临近区域的地幔热点的强烈影响。冰岛、亚速尔群岛、Reunion、加拉帕戈斯群岛都是临近洋中脊的地幔热点。全球洋中脊系统的大部分地区都受到过或正在受到热点的影响。而且大部分位于洋中脊附近的岛屿也起源于这种相互作用。洋中脊-地幔热点相互作用的重要科学课题包括：（1）扩张中心与热点相互作用的地幔动力学；（2）该作用对洋壳构造的影响；（3）该作用对洋中脊的热能、热液和岩浆活动的影响。

### 2.1 洋中脊与热点相互作用的地幔动力学

许多位于洋中脊与地幔热点之间的海山和海岭带有界于洋脊与热点之间的同位素和微量元素特征。这些地貌特征和明显的地球化学趋势被认为是由来自地幔热点的物质与“正常”海洋岩石圈物质混合的结果。目前还没有直接观测到从地幔柱到远离其几百公里的洋底扩张中心之间的地幔直接流动。但是地震和电磁技术已经发展到了有可能观测到这个现象的水平（例如最近在太平洋中脊的实验）。直接观测到洋中脊-热点作用区内的地幔结构是一个高难度但极重要的研究课题，因此需要国际间的紧密合作。

我们需要研究具有不同规模、地貌、与地球化学特征的洋中脊与热点系统。通过这些调查，我们可以更好地了解各种地质参数（例如洋中脊和热点的间距、热点的“强度”、扩张中心的类型、板块边界的几何特征、大转换断层的存在、洋中脊和热点之间的相对移动等）会怎样影响脊-点作用区域内的海洋地质。

洋中脊和热点的相互作用还可以从洋中脊的演化过程中表现出来。洋中脊有时会逐渐接近一个地幔热点，在这个热点附近停留一段时间，最后逐渐远离。我们需要研究这一演化过程中的各主要阶段。现在已经观察到有的洋中脊逐渐会被热点“吸引”，并且通过对称扩张在热点附近停留相当长一段时间。但是我们对这些地质过程的详细机制还了解甚少。

### 2.2 对洋壳构造的影响

洋中脊与热点的作用会产生不同类型的海洋地壳，例如海山群、线形海岭、火山平原等。这些海底构造有可能对应于脊-点作用的不同阶段。单独的海山和海岭可能出现在远离洋中脊的热点附近。当洋中脊位于热点上时，就形成了海底平原火山。我们需要研究具有不同的特征的热点（例如“近中脊”和“远中脊”的热点，“强”和“弱”的热点，正在移向洋中脊和正在从洋中脊离开的热点等），为建立洋中脊与热点相互作用的热力学模式提供依据。

当洋中脊远离地幔热点时，线形海岭是怎么形成的也值得研究。因为这些特征代表了海洋板块内部的张裂作用。尤其应该通过地貌分析和震源机制来研究洋中脊-热点作用区内的岩石圈应力平衡。

地幔热点会影响在洋中脊轴下的岩浆房的深度和大小以及洋壳的岩石地层学。目前我们对这些热点影响的详细地质过程还了解甚少。

### 2.3 对洋中脊热能和岩浆活动的影响

由热点引起的扰动可以帮助我们更好地了解洋中脊本身的地质过程。洋中脊的几何分段、热学结构和熔融系统会受到附近热点影响。我们需要对各种范例进行研究从而建立模型。这些调查研究可以帮助我们解答一系列科学问题，例如酸性熔岩是否只发生在洋中脊-热点作用区内等。

应当研究洋中脊与热点相互作用对热液活动的影响。重要的科学问题包括受热点影响的热液产物在地球化学和矿物成分上与那些在正常洋中脊的热液产物有什么不同？在作用区内的热液系统的三维结构与在正常洋中脊热液系统有什么不同？洋中脊与热点作用对洋壳的流体渗透性有什么影响等？

### 2.4 计划实施

多个国家的科学家们正在活跃地研究洋中脊和热点的相互作用。在今后几年内，国际大洋中脊协会的洋中脊-热点工作组可以为国际合作起重要的推动与协调作用。国际洋中脊协会的重点应放在促成非单一国家可完成的重点科学实验上。例如，（1）进行大规模海底地震和电磁实验来直接探测地幔柱-洋中脊之间的洋壳和上地幔结构；（2）选择一两个中脊和热点地区，在那里集中进行多国家参与的多学科研究（包括长期海底观测）。洋中脊-热点工作组还将以组织国际会议（例如，AGU、EGU）的专题讨论及促进最新数据/航次的及时交换等形式积极推进这一领域的科学研究与交流。

### 2.5 与其它国际计划的联系

地幔柱-洋中脊相互作用的研究活动与其他国际计划联系紧密，尤其是：ODP/IODP；IAVCEI；LIPS；MoMAR；NSF的海洋地幔动力学计划

## 3. 弧后扩张系统与弧后盆地

弧后盆地中含有俯冲系统后面的海底扩张系统。正常洋中脊的许多重要地质现象在弧后盆地也同样存在，包括海底扩张、热液活动、及相应的生物群体等。然而，弧后盆地与洋中脊在许多方面有所不同。由于弧后盆地接近收缩板块边缘，它们是一种在较短时间内会经历复杂变化的不稳定体系。它们同时受到俯冲板块的运动及岛弧熔融过程的影响。其几何学特征也受到板块作用的强烈影响。因此复杂性和空间的不均一性成为弧后盆地的普遍特征。由大陆侵蚀而产生的沉积物强烈影响着弧后盆地的物质聚集。弧后盆地是岛弧-弧后系统的一个重要组成部分。今后十年国际大洋中脊协会的研究将集中在以下方面：

### 3.1 构造的复杂性

弧后盆地经历了从海底扩张的开始到其结束的长期演化，因此表现出多种多样的构造特征。由于其位于板块之间的收缩边界上，因此板块运动和其边界摩擦力的微小变化都会对其产生影响。岩浆和构造活动之间的相互影响是弧后盆地的一个重要因素。弧后盆地的演化与俯冲过程紧密相关，因而有必要对不同演化阶段和不同类型的弧后盆地进行深入调查。一般认为弧后盆地是在板块运动发生变化时形成的。但由于其复杂的地质过程，我们对弧后盆地是怎样起始的还了解甚少。由于弧后盆地有可能在较短的地质时间内发生剧烈变化，因此研究接近和远离盆地里扩张中心的地区都可能新的发现。今后十年国际大洋中脊协会的研究应着手以下方面：

- 弧后盆地岩浆与构造活动之间是怎么相互影响的？
- 各种地质参数如何影响弧后盆地的演化？
- 俯冲作用的初始阶段和弧后盆地的形成是否由板块运动的变化引发的？
- 是什么因素控制弧后盆地倾斜扩张和洋中脊分段？

### 3.2 岩浆活动的多样性

发生在弧后盆地的内生作用，其能量来源于上升的岩浆。岩浆也为热液循环和水-岩相互作用提供了热量。由于弧后盆地接近收缩边缘，它们不可避免地会受到岛弧岩浆活动和俯冲板块熔融作用的影响。在弧后盆地，火山产物的类型比洋中脊多，例如双峰式火山活动就很普遍。俯冲板块内含有的挥发化学成份和流体含量也增加了弧后盆地岩石化学组分的复杂性。岩浆在较浅时发生的脱气过程对循环热液中的挥发化学成份的含量有重要影响。另外，长英质熔体比铁镁质熔体更富含液体。国际大洋中脊协会研究将注重以下问题：

- 如何解释弧后盆地的双峰式火山活动？
- 如何确定深部地幔和沉积物输入对弧后盆地的火山岩成分的影响？

### 3.3 成矿过程与流体所起的作用

因为弧后盆地的热液流体与不同类型的岩石（如长英质、铁镁质、沉积岩等），发生了反应，所以在金属成分、挥发份含量和盐度表现出多样性。岩浆脱气产生的高挥发份的含量尤其控制了流体的化学成分。因为其释放的深度较浅，流体经常发生相变分离，因此对分馏过程和矿物沉积有强烈影响。由于这种复杂性，矿物沉积在金属组成上呈现出多样性，包括明显的金、银富集。在陆地上有大量的因火山形成的硫化沉积物被认为是由弧后盆地海底热液活动形成的。因此对现代海底热液体系的研究可以帮助我们更好地了解这些金属富集的沉积物在各种不同环境下的形成过程。由于这些矿物沉积经历了多阶段的演化，化学再平衡和成分置换经常发生。因此，弧后盆地的矿物是我们研究这些能量和物质通量的动力学过程的理想标本。热液沉积物的矿物成分反映了弧后盆地形成时期的物理和化学条件，因此这是一个重要研究领域。今后未来十年需要研究的其他问题包括：

- 不同物源的岩石（包括沉积物）如何影响弧后盆地热液化学成分和挥发物含量？
- 不同的海水深度如何影响脱气过程？
- 处于亚临界与超临界状态下的物相分离如何控制流体和成矿过程中挥发性成份和金属的分馏？
- 成矿过程中化学再平衡和成分置换对矿物组成有什么影响？
- 在弧后盆地产生的沉积硫化物是怎么出现在陆地上的？

### 3.4 生物的地理分布

弧后盆地与主要的洋中脊体系在地理位置上是不连通的，因此其生态系统可能会经过不同的自身演化过程。我们对全球热泉生物的分布，尤其是沿着弧后扩张系统的分布还了解得相当不足。值得重视的是弧后盆地的生态系统

经常发育在居于深海与大陆环境之间的边缘条件下。我们对环境因素是如何影响弧后盆地生态系统变化还了解甚少。例如：

- 弧后盆地的生态系统与全球生物分布是怎么关联的？
- 我们对弧后盆地生态系统的地域特殊性有多少了解？

### 3.5 计划实施

国际大洋中脊协会应该加强弧后盆地工作组各个成员之间的相互联系。弧后盆地的研究调查需要通过与海岸国家建立长期的联系，帮助他们增强研究能力，并把知识传播给大众。

国际大洋中脊协会今后十年的一个重要活动是在这些海岸国家组织弧后盆地研讨会，以帮助大家更了解研究弧后盆地的科学与社会重要性，以及帮助当地科学家更多地参与国际大洋中脊协会的工作。定于2004年中期在韩国召开的国际大洋中脊协会理论研讨会将是这一活动的良好开端。

### 3.6 与其它国际计划的联系

弧后盆地工作组与下列国际计划有密切联系：MARGINS, IODP, SOPAC（南太平洋应用地球科学委员会）。

## 4. 洋中脊生态系统

在过去十年科学家们已经发现洋中脊的热液生态系统存在着特殊的、地域性的生物和微生物群体。我们对这些依靠化学合成的生态系统目前还未完全了解，因此应该更详细地研究热液体系与周围依靠光合作用的洋中脊生态系统之间的相互作用。热泉只占洋中脊区域的一小部分。依靠化学合成的生物对洋中脊生物热液的总体影响还不确定，但是这种影响可能较小。至今科学家们对与热泉无关的洋中脊生物群的多样性和生产力相对关注较少。

将来主要的研究任务是继续获取洋中脊生态系统结构和功能的基础知识，以及对具有热泉和非热泉地区特征的生命群体进行更详细调查。这要求提高生物观测和取样技术。具体科研专题如下：

### 4.1 洋中脊生态系统的分布模式和生态过程

国际大洋中脊协会应该促进多学科的合作，集中研究洋中脊未知的区域和栖息群体。最重要的目标是描述和了解这些区域内生物的分布模式、数量和营养关系，以进一步确定和模拟导致这种多样化分布模式的生态过程。研究应该考虑到所有的营养级别，包括共生有机体的内部与外部的作用、寄生作用，尤其是重要微生物和生物的地理分布。再进一步的任务是分别测量依靠化学合成和光合作用的生态系统的生产力，而为估算这些生态系统的总量提供依据。

### 4.2 洋中脊生物的群体结构

洋中脊也许存在一些在地域分布上有限的生物群体。但已经发现许多生物的扩散率较高，因而海水的流动可能对保持生物群体的生存起着关键作用。许多洋中脊的生物种属有很大的地域分布范围，但我们对这些生物是怎么扩散的还不很了解。目前很缺乏关于生物物种的数量，迁移范围和早期生命阶段交换的信息。为了评估和描述各生物种属的地理分布，我们需要知道如何对生物群体进行鉴别。国际大洋中脊协会应该鼓励充分使用从分子技术（DNA传感器）到标记法等新手段来研究早期生命阶段的生物扩散过程。下一步应对主要生物种属进行更系统的研究以描述这些种属的生物形态。这些研究应当用来对洋中脊生物和微生物群体的特征进行更具体的描述。

### 4.3 确认和校准重要种属的测定年龄的方法

科学家们常设想许多出现在洋中脊的深海种属可能生长很慢，寿命较长，成熟年龄较高，生育能力低和迁移能力有限。我们需要进行大量工作来检验以上假设是否正确。这些工作应包括调查深海种属的生长和生命特性，以及对不同栖息地（比如大陆坡地区研究较多的群体）相关种类进行系统比较。为了研究洋中脊群体的生命演化过程，有必要对主要种属作年龄测定。科学家们已经使用骨骼结构（例如耳石，其生长增量与陆架种属年轮相似）来测定深水种属的年龄。目前仍无法获得洋中脊部分群体（例如甲壳类和软体动物）的年龄信息。因此，为了更好地了解洋中脊生物群体的生长模式与其生理特征的关系，发展和应用新技术来对洋中脊无脊椎动物群体测定年龄将成为一个重要的挑战性的工作。

### 4.4 对表底层下生物群体的调查

今后的研究也应该着眼于海底下洋壳内无氧环境下的生物过程。高PH值、温度和化学梯度是这些极限环境的重要特征。在这种环境下生存的生物必须发展其独有的适应能力，包括拥有特殊的新陈代谢机制。因此，可能存在着具有不同新陈代谢方式的多微生物。许多特殊的厌氧型微生物为了生长，会分解其组分因而明显地改变热液流体的化学成分。研究这些微生物群体的组分和功能将有助于我们对整个热液体系的了解。

### 4.5 保护生态环境的科学实验

国际大洋中脊协会相当重视合理管理和保护洋中脊体系[见国际大洋中脊协会关于管理和保护海底热泉生态系统的研讨会的会议报告，加拿大，西德尼，2000年9月28-30日]。保护海洋已经成为环境问题的一个重要议题。

应当研究在洋中脊做实验时遗弃的仪器对环境的影响。在那些遥控潜水器常到过的海底区域，应当长期重复地拍照遗留在海底的旧电池，锚和被废弃的潜水艇加重金属块以研究这些废弃物对环境的影响。

### 4.6 计划实施

目前对深水生物群体和其分布的研究主要依据于对所捕获的生物种数和数量的推算。但我们对大多数采样仪器在深海底部的具体运作并不清楚。应该发展其他的观测和测定生物量的手段。而且，为了能在实验室进行生理和生命循环观测，应该建立模拟真实生存压力环境的养殖池。为了对深水生物群体进行直接观测，应该进一步发展海底声学学和光学、以及载人的与不载人的海底潜水器等技术。

今后的洋中脊生态研究应该着眼于整个生态系统。这就要求各个领域的生物学家与地质学家、物理海洋学家和技术人员的紧密合作。对周边的非生物环境的详细了解是生物调查规划的前提条件。国际大洋中脊协会应该提供条件以便于科学家们交换在洋中脊生态系统获取的数据、图像和标本。

### 4.7 与其它国际计划的联系

MAR-ECO ([www.mar-eco.no](http://www.mar-eco.no))

海洋生物和化学合成生态系统普查 (CoML, ChEss)

DFG144-Schwerpunktprogramm1144：“从地幔到海洋：海底扩张中脊的物质，能量与生命的循环。”

## 5. 连续的海底监测和观察

为了解洋中脊的动力学以及该体系不同部分之间的复杂关系，我们需要使用多学科配套的仪器对洋中脊作长期和连续的观测。应在一个指定的洋中脊区设立一个海底观测站，用来安装和维护多种海底仪器，并且传递所记录到的数据。1998年在葡萄牙里斯本举行的第一次研讨会制定了初步的科研计划，并选定了Lucky Strike（位于大西洋中脊亚速尔群岛南部150公里处）为观测站地点。科学家们对这个地区作较多的研究。而且该地区靠近亚速尔群岛，有利于科学家们在海底火山和地震发生后能快速派船实地调查。一些海底监测研究已经在该地区展开，包括在该区对海底地形进行长距离的精确的水声测量。2002年6月在Horta, Faial召开了第二次计划研讨会。以下是国际大洋中脊协会今后十年的主要科学课题：

### 5.1 活动热液地区的地质、化学和生物体系如何相互依存？

岩浆和洋壳属性的变化如何影响热液循环和成分？而热液体系的这些改变又如何影响相关的生物体系？反过来生物体系如何影响热液循环和化学作用？

### 5.2 海底热液体系如何演化并具有什么时间变化性？

热液体系如何受环境影响？热液生态体系对岩浆或地震活动干扰有什么直接反应以及如何复原？热液体系对周期性环境外力（例如潮汐）如何反应？在没有岩浆活动，地震或其他外界干扰的条件下，热液、化学和生物体系如何向稳定的生态体系发展？

### 5.3 脊顶热液体系如何影响洋中脊环境？

从一个接近热液活动到另一个无热液活动的脊顶地区，海底环境如何改变？相应的化学、矿物学和生物学的空间变化梯度如何？

### 5.4 热液释放的热量和物质如何传送到海洋？

洋流、扩散、生产力与物质及热量通量的相互关系如何？在不同的空间及时间尺度和不同的环境条件（例如潮汐状态、表面生产力）下，这种扩散如何作用，并如何对热液体系的变化有所反应？

### 5.5 如何利用深海观测站来帮助海底实验？

矿物的成分如何受到多次叠加的热液作用的影响？热泉生物如何在原无生物的海底地区生长繁殖？

### 5.6 计划实施

为了了解洋中脊生态体系的地质、热液和生物组部分之间的复杂关系，需要我们在同一地点同时测量多种环境参数。确定化学、物理参数的空间梯度对了解地球化学反应和生物系统尤其重要。在深海长期测量地球物理、热液、化学和生物参数要求新技术的发展。目前的仪器已经足够或只需少许修改来研究一些问题。但研究另一些问题则要求发展全新技术或对现有技术进行大幅度修正。例如，现在迫切需要新的化学传感器。现有的或者新造的传感器需要能适用于海底长期观测。以下是一套不完整的列表显示需要观测的变量：

环境变量：温度、压力、pH、Eh、浊流、洋流、大地测量、地震、地磁、重力、粒度分布、热流和物质通量（热液柱和流量测量）、光学映像、高分辨率图像、海底电视。

化学变量：气体（H<sub>2</sub>S、CH<sub>4</sub>、H<sub>2</sub>、CO<sub>2</sub>、CO、NH<sub>3</sub>、4He/3He），盐度及含氯量、实地矿物变质、稳定同位素、溶解组分（Mn、Fe、Zn、Cu、REE、Pb、S、Mg、Ca、Si、Po<sub>4</sub>、NO<sub>3</sub>/NO<sub>2</sub>）。

取样：生物取样（标记、采集、电视录像、微生物取样、基底试验和沉积物打钻取样）。

无论是通过船只或潜水器，我们需要有能经常到达海底的交通手段。遥感技术能传输大量的数据，因此这些资料的管理和分发是另一个技术挑战。当需要对海底实地事件所出快速反应时，同步遥感数据传输很重要。MOMAR海底观测站靠近亚速尔群岛将方便我们对海底事件作出快速反应。同步遥感数据传输手段包括深海电缆，大小规模的浮标，或能自动露出水面的浮标（定时的或触发的）。这些同步遥感数据传输技术可能很昂贵，因而只能在对MOMAR站点有详细了解而且决定要对海底事件做快速反应后，才可以使用。因为海底监测的多学科性，必须让所有调查者分享结果。许多情况下，数据需要首先经过处理。必须给每个调查者提供资源和技术，来形成一套有效的资料管理系统。最后，任何复杂的海底观测站的成功取决于有一个有效的协调机制。国际洋中脊协会的海底监测和观察工作组将在今后十年发挥协调作用，以确保MOMAR计划的成功。

### 5.7 与其它国际计划的联系

目前全球有好几个不同的科学组织已在计划海底观测项目，但国际大洋中脊协会的MOMAR（大西洋中脊监测站）是唯一针对慢速扩张的大西洋中脊的海底观测站。以下的国际科学计划正参与海底观测站的研究：

- RIDGE2000 (在几个集中地区进行多学科研究的计划-此为美国的洋中脊计划)
- Achaean Park (太古公园计划-此为日本的洋中脊计划)
- ODP/IODP
- International Ocean Network (ION) (国际大洋网计划)
- CoML component project "北大西洋生态系统的分布和过程研究项目"(MAR-ECO)
- 西北太平洋海底时间序列观测网计划 (NEPTUNE), 维多利亚海底实际观测网计划 (VENUS), Monterey 海底研究系统 (MARS)
- 夏威夷海底地质观测站 (HUGO)
- 新世纪观测站(NeMO)
- Hawaii-2 海底观测站 (H2O)
- 生态系统长期观测站 (LEO15)
- 大洋观测计划(OOI)

## 6. 海底深部取样

国际大洋中脊协会促进对古代和现代洋壳和浅部地幔的多学科调查，以及探讨海洋岩石圈表面以下生物圈的范围和多样性。国际大洋中脊协会将成立一个海底深部取样工作组并提倡使用不同的钻井平台，包括可在船边操作的小岩石钻，有提升装置的深钻，以及陆地钻井平台。该工作组将推动新的国际钻探计划，以达到在20年内钻透大西洋和太平洋洋壳的目标，并且在不同地质构造的洋壳和地幔钻探。此外，该工作组应优先考虑在活动热液体系附近以及在洋中脊附近年轻洋壳和上地幔钻探。这些钻井还可用来进行洋壳内部地下水系统的观测与实验。蛇绿岩的研究将有助于对海洋岩石圈的了解。因此该工作组应提倡在陆地上打钻以获取蛇绿岩套中洋壳和浅部地幔长切面的资料。被选中钻井的蛇绿岩套必须能代表洋中脊和岛弧的构造环境。以下为今后十年研究项目的例子：

### 6.1 在活动的热液体系打钻

海底热液体系提供了大陆上矿产沉积的现代标本，同时本身也是重要的经济资源。它们出现在许多的岩石和构造环境下，因此在勘察之前要对这些环境作详细的分析。热液体系孕育着许多重要的生态系统。它们生长在热泉或者海底下面的岩层里。研究完整的热液体系对了解从洋壳和地幔传到海洋里的化学元素通量至关重要。为了了解热液体系的三维空间结构和随时间的演化，打钻到这些复杂的系统里是十分必要的。

在TAG打钻成功的基础上，国际大洋中脊协会应促进IODP进行多学科的研究项目并钻探在不同构造位置上的热液体系，包括发生在超基性和玄武岩里的热液。应当分别在热液集中和分散的上升流区以及在有不同温度流的区域进行钻探。同时应当鼓励发展新的钻探技术，包括在船边操作的小型岩石钻装置和金刚石钻井取样等技术。

### 6.2 零年龄洋壳和洋中脊轴下的地幔

为了解洋壳随时间演化，必须首先研究年轻洋壳的物理性质。在海底建立长期观测站（包括对地震、流量、底部洋流和热泉的观测），也需要在年轻洋壳打钻。对于洋中脊轴部的超基性岩石，钻探是获取其重要信息的唯一手

段。例如需要通过钻探来测量热液流量从而找出在超基性岩石中热液系统的热源。另外，钻探也可以获取地球化学所需的橄榄岩的新鲜样品。即使在钻探取样率极低的年轻洋壳（玄武质和超基性），地球物理测井也可以提供非常有价值的新洋壳物理性质的资料。钻井井位可以用来作测量洋壳内海水渗透性和流量的实验。

### 6.3 深部生物圈

深部生物圈的发现改变了我们关于地球上生物分布以及生物圈与岩石圈关系的观念。

现在已经在上地壳内几百米深度发现生物的存在。但深部生物圈的空间分布仍不清楚，它与地下温度梯度、地壳年龄和岩石成分的关系也不确定。需要进一步探讨在低温变质过程中，生物分解和生物成矿的重要性。也需要进一步研究微生物与超基性岩石的相互作用，以及它们可能与甲烷形成的关系。海底岩石圈表面以下的生物圈被认为有可能是碳的重要去处。

作为微生物栖息地，海洋岩石圈有着广泛的温度和压力范围为生物生存提供环境并产生各种化学梯度。因此这个环境里存在多样的生物，包括耐热、耐冷和耐高压的生物。这造成了微生物的多样化，但到底有哪些微生物还不清楚。这些新的、重要的问题只能依靠打钻解决。国际大洋中脊协会可以为选择打钻地点和实验设计提供专家意见。

### 6.4 在蛇绿岩套中钻探

连续的深海钻孔和取样为我们研究洋壳地层结构和演化提供宝贵的资料。这些资料无法在陆地表层的研究中得到。对比蛇绿岩套和洋壳的钻井资料是分析蛇绿岩套能否真实代表不同环境下洋壳的唯一方法。在保存完好的蛇绿岩套（例如Urals）上打钻，可以较易得到三维条件下的测井资料。在蛇绿岩套上打钻还可以把钻孔精确地定位在有研究意义的地层。这在海底钻探时很难实现。

### 6.5 计划实施

- 应用和发展已有的打钻技术
- 鼓励和支持科学家们向IODP提交钻井申请报告
- 召开InterRidge-IODP计划研讨会
- 确定与IODP组织的联系人

### 6.6 一个国际性的钻探洋壳的计划

研究洋壳和上地幔结构，对我们了解许多问题都至关重要，包括从地球内部到洋壳、海洋、大气圈的全球地球化学通量，洋壳地震波速结构和岩石分层的关系，以及海洋的经济潜力。这个目标只能通过钻探在不同构造环境下形成的洋壳来实现。只钻探单一的洋盆或一种类型洋壳，无法达到这个目标。我们必须钻透慢速和快速扩张脊的洋壳，以及在代表不同海洋环境的地质构造窗口钻探。因此，本工作组应向IODP提出一个国际性的钻透洋壳并多处钻探为目标的计划。钻洋壳和地幔深井需要研制新的钻井技术，多阶段的安排，明确的中期目标，以及长远的科学规划。需要一个有丰富洋壳钻探经验的工作组来指导其规划。该工作组将通过组织国际研讨会来制定一个长远的钻探计划。该工作组还将组织具体的钻探项目，提交建议书给大洋钻探组织，关注每个具体钻探项目的进展，并选定和鼓励科学家们成立一些关键的项目发起小组。

## 7. 全球洋中脊考察

以下是国际大洋中脊协会今后十年应考虑的全球考察计划：

### 7.1 全球海底测深及对地质构造的调查

目前仍然有一大部分洋中脊体系没有被勘探过，甚至没有最基本的单道多波束地图。在任一时间，大部分洋中脊都处在不活动的状态。因此我们需要确定哪些是最活跃的扩张中心，活跃的扩张中心占全球洋中脊的比例，以及火山-构造活动是否有循环“周期”。

### 7.2 热液活动的全球分布及热泉生物地理的分布

全球洋中脊系统中有80%的地段还没有被详细勘察是否存在现代热液活动。因此我们对扩张中心生物多样性的了解很有限。而且，目前的调查集中在东太平洋海隆和北大西洋中脊。除了接近印度洋三连接点的少数站位外，洋中脊的30,000多公里的地区，包括南大西洋，整个印度洋中脊，以及太平洋海隆南38度以南地区，都没有热液生物和流体的取样。我们需要更进一步地全面地了解生物和热液化学成分的全球分布趋势。应优先发展技术手段，并把收集必要的资料作为海洋船只“常规”活动的一部分。例如，应对洋中脊海底海水进行常规测量。这些测量可以作为专项研究，也可以作为其他地质或地球物理航次的补充实验。应该研究开发一种可以从任何船上施放的新的深海漂流传感系统。国际大洋中脊协会一个已经结束的工作组，“热液活动的全球分布”工作组，为研究全球热泉生物地理分布已经做了大量工作。这项工作将在海洋生物普查计划以及其化学合成生态系统研究的子计划下继续进行。我们还应当进一步发展长期监测、遥感观测、潜水器取样，以及热液嗅探器方面的技术。图1显示已知的全球海底热泉分布。



图1：世界大洋中已证实的海底热泉（圆圈）和冷泉（方块）的分布。最近的发现包括Kaiei和Edmonds热泉（1），西南印度洋中脊热液柱（2）Scotia弧热液柱（3），Angola冷泉（4），Hakno-Mosby泥火山（5），Harve海槽南部的火山（6），Gakkel中脊热液柱（7）。涂实的符号代表那些已经收集到生物繁殖与扩散资料的地点（Tyler&Young, 1999）。

### 7.3 声学遥感

我们需要大力鼓励发展声学遥感技术，来确定洋中脊火山与构造活动的位置。应当在现有的禁止核实验监测站系统的基础上优先发展印度洋的监测。

### 7.4 全球通量

许多全球的通量估算（例如洋中脊He、S、甲烷排放量）要求对洋中脊体系现今排放量（以及近代排放量）有准确估计。然而目前只在少数地区完成了比较好的测量。例如，如果“喷发型”火山能造成洋中脊岩石的脱气，那么目前在假设平静火山条件下估算的脱气量就可能有较大偏差（估量太低）。为做全球通量计算，需要起码是现有水平

两倍的精确度。这就要求要全面地探测全球洋中脊系统。

### 7.5 离开中脊轴的火山活动和已经停止的扩张中心

一旦离开了活跃的中脊轴火山区，我们对中脊轴的火山、热液活动和构造演化知之甚少。国际大洋中脊协会需要鼓励科学家们探讨和研究离开中脊轴的区域，扩张中心的分段及演化，以及海底岩浆活动停止的过程。这些研究将有利于我们对扩张中心演化的了解。而这些知识无法只从活动的洋中脊火山区得到。

### 7.6 计划实施

我们应该发展不需要特定航次而能在常规航次中收集信息的有效工具。例如，发展自动潜水器系统可以使科学家们即使在海洋学或生物学调查的航次期间，也可以收集高分辨率的海底地形/重力/地磁信息。同样地，在地质/地球物理航次也可配置探测热液的自动潜水器系统。海底钻探技术的发展和运用也是国际大洋中脊协会积极追求的目标。然而如果没有统一的标准使得各种仪器可以在不同国家船只上使用，所有这些技术发挥的效果都是有限的。这些统一标准应当包括电缆接头，电压，声学传输的频率和方法，集装箱的联运等。

## 国际大洋中脊协会今后十年的组织结构

### 前言：

国际大洋中脊协会现有的组织结构效率很高，总体上将继续延续。工作组已经很出色地完成促进成员联系的初始目标。因而新的工作组将更集中于长期科研规划的制订。大家普遍认为协会办公室在各个成员国之间轮流是件好事。在今后十年，国际大洋中脊协会必须加倍努力，促进与不发达国家和非沿海国家的联系，提高其对大洋与世界上所有生命息息相关的意识。

### 工作组：

工作组是国际大洋中脊协会至今最成功的范例。实践证明工作组能非常有效地促进国际合作和通过组织研讨会来制订清晰明确的规划。如果没有国际大洋中脊协会，很明显许多项目会无法实施。理论研讨会 (Theoretic Institute) 在今后十年将成为一个重要的新的形式把研究人员和研究生聚在一起回顾特定研究领域的现状，并增进对该研究领域的深入了解和认识。

### 数据库：

目前国际大洋中脊协会已建立和不断更新几个数据库，包括调查船只和潜水器，研究航次，已知海底热泉的位置和信息，热泉的生物资料，以及洋中脊研究的参考文献等。所有这些资料对国际洋中脊研究都起非常重要的作用。在今后十年里新的工作将包括建立航次报告数据库，并将各国分散的数据结合成一个完整的体系。但显著地增加国际大洋中脊协会数据库的内容和范围显然会超出了协会的预算。我们设想今后十年国际大洋中脊协会在发展数据库方面主要活动如下：

- 尽可能使现今存在的数据库的输入、修正和采用过程自动化或适当地将协会数据库的资料连接到外部数据库。
- 建立与外部含有洋中脊资料的数据库的链接并提供简要的描述。

### 经费来源：

国际大洋中脊协会现有的经费来源为主要成员国提供20,000美元（拥有两个指导委员会成员名额，并可投标申请主办国际大洋中脊协会办公室），参与成员国提供5,000美元（拥有一个指导委员会成员名额），通讯成员国不提供资金支持（只接收国际大洋中脊协会信息）。值得注意的是现有的经费来源不足以支持国际大洋中脊协会全部运作费用，因而办公室的承办者需要另外设法寻找补贴资金。为了使国际大洋中脊协会实现其今后十年的主要目标之一，即增强和帮助发展中国家的参与，有必要增加资金数量来资助这些国家的代表们参加工作组的会议和各种研讨会。为了达到这一目标，国际大洋中脊协会需要更努力地寻求政府机构和私人部门的资助。

### 科普教育和公共关系：

国际大洋中脊协会在公众教育和提高各政府对洋中脊研究的全球重要性认识起着重要作用。因此今后十年应当更好地联系社会以及促进各国政府参与活动。协会应在网站上提供资料，包括协会的详细介绍以及洋中脊的特性及其重要性。协会的网站还应提供新闻报道和科学信息（包括工作准则，洋中脊环境保护的政策等）。应为科学家们提供材料，使之可以在各自的国家更好地成为协会的使者。

致谢：国际大洋中脊协会办公室为译者提供了英文原稿。在编译过程中，协会的常务协调者 Agnieszka Adamczewska博士为译者提供了许多热情的帮助，国家海洋局第一海洋研究所石学法研究员和中国海洋大学海洋地球科学学院赵广涛教授提出了许多有益的意见，国家海洋局第一海洋研究所的吕海龙同志在文字编译方面给予了大量帮助，在此谨致谢忱。本文译者之一林间为国际大洋中脊协会洋中脊-地幔热点工作组的首任主席，并有幸与北京大学地球物理系的陈永顺教授共同组织“大洋中脊2003北京国际学术研讨会”。陈永顺教授，举雪晴女士及北京大学地球物理系的许多师生为研讨会的成功举办做了大量工作，在此一并表示感谢。

[<返回页首](#)