

## 四 一亿年的跨越

——从孢子到种子

1. 什么是孢子？通过孢子繁殖的生物有哪些？
2. 孢子生殖有哪些适应环境的特点？
3. 从孢子到种子是如何演化的？

### 生物探秘

生态系统从海洋拓展到陆地是生物进化历程中的重大事件，能够在陆地生活的生物体除了具备特定的形态结构，还必须具有成功的繁育机制。虽然对现代植物来说，最成功的繁育机制莫过于产生种子，然而，最初登陆的一些植物却都是凭借形成各种各样的孢子进行繁殖的。

#### 孢子生殖面面观

能够通过孢子进行繁殖的生物有藻类、苔藓、蕨类、地衣和真菌。它们产生的孢子在脱离亲本后遇到合适的环境就能直接发育成一个新的个体（图4-1）。

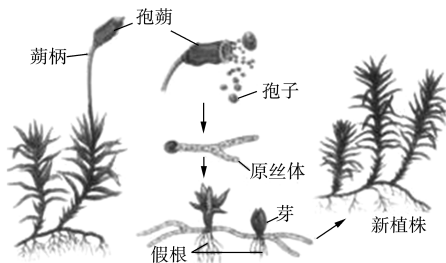


图 4-1 苔藓植物的孢子生殖



#### 相关链接

地衣不是单一的植物体，是由真菌和藻类高度结合的共生体。它们分布极为广泛，从两极到赤道，从高山到平原，从森林到荒漠，甚至在其他植物不能生活的陆地环境中，常常可以发现地衣，人们称它为“植物界的开路先锋”。

孢子一般是单细胞的，也有多细胞的，由于它的发生过程和结构的差异，往往形成了孢子的多样性。对真菌来说，如果孢子是由母体的菌丝直接分化形成的，则称为无性孢子，像我们常见的长在面包、橘子上面“毛毛”顶端的孢子。通过无性孢子发育成新个体的生殖方式属于无性生殖。有些真菌在一定时期也可由菌丝分化产生性器官，即配子囊，通过雌、雄配子囊结合形成有性孢子（如根霉的接合孢子）。由有性孢子发育成新个体的生殖方式属于有性生殖（图4-2）。

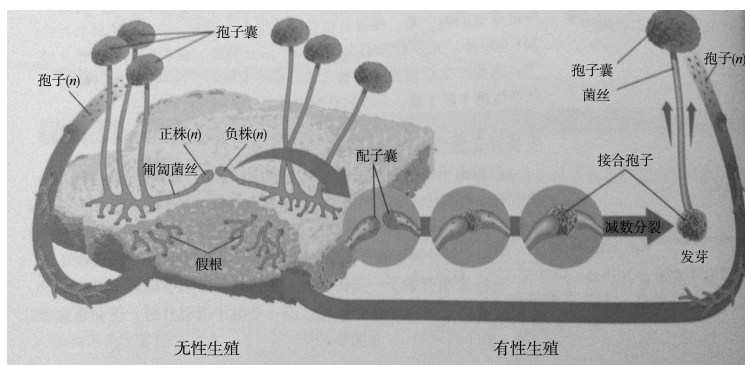


图 4-2 根霉菌的无性生殖和有性生殖

对于自然界的生物来说，繁衍后代都是生命中最重要事情之一，通过繁殖可维持种族兴盛。对于依靠孢子繁殖的生物来说，孢子的传播正是繁衍种族、扩大势力范围的重要举措。

依靠孢子繁殖的生物大都能形成容纳孢子的特殊结构——孢子囊，孢子就是在这些小囊里形成的。孢子囊能保护孢子，在一定程度上防止脱水，直到孢子释放出去。苔藓植物的孢子囊叫孢蒴。较高等的蕨类植物，其孢子囊常成群聚生在叶的背面或边缘，称孢子囊群（图 4-3）。



图 4-3 蕨类植物叶片背面的孢子囊群

在蕨类植物中，发射孢子的弹射器是一种有效的孢子传播“工具”。这些孢子囊在干燥后会突然打开，里面有一排细胞会以类似于弹弓工作的方式向外发射孢子，使得这些孢子以每秒 10 米的速度被弹射出去。孢子一旦进入空中，风和气流就可携带它们周游世界。

据说，世界上最快的速度不是来自于火箭或导弹，而是来自于一种生长在草原马粪上的叫作“水玉霉”的小型真菌。这种真菌通身透明，尤其是黑色的孢子囊下方有个膨大透明的囊泡，于阳光下闪闪发光，晶莹剔透，与其周围的粪便相比，犹如污泥中冒出的水晶（图 4-4）。这种小型真菌的成就不在于它的美丽，而在于它“发射”孢子的能力：它可以让孢子在 2 微秒内从静止加速到每小时 32 千米，相当于重力加速度的 2 万倍，以

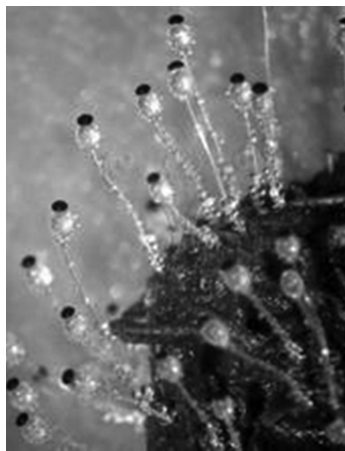


图 4-4 水玉霉黑色孢子囊下的囊泡在阳光下闪闪发光

肉眼捕捉不到的极快速度喷射到一两米以外。

大多数靠孢子繁殖的生物每次都能产生大量的孢子。比如，周长只有 25 厘米的马勃一次能产出 1 万亿枚孢子。在马勃的菇体成熟后，等到下雨适合传播孢子时，顶端常常会出现裂口，一旦雨水滴落在马勃表面，成千上万的孢子就从裂口喷出，形成烟雾一样的景象（图 4-5）。雨水滴落的微小力量就能触发马勃孢子的喷发，如果假以人工外力，结果会非常惊人。据说，哥伦布发现新大陆后，欧洲有钱有势的人就蜂拥至南美洲，奴役、杀害当地原住民——印第安人。一次，侵略者追杀到丛林后，印第安人突然全部失踪了。当侵略者进退两难时，忽然从树丛里飞出一个个瓜形“炮弹”。随着一连串的

“嘭、嘭”声，“炮弹”炸开处浓烟滚滚，侵略者被呛得捂眼睛、抱脑袋，狼狈不堪。原来，印第安人使用的瓜形“催泪弹”不是人工制造的，而是南美洲热带森林里的一种真菌——马勃。马勃放出的黑烟其实就是马勃菌繁殖用的粉状孢子，当孢子囊被碰破时，这些粉状孢子便四处喷散，遇到合适的环境会萌发成新个体。



图 4-5 马勃的孢子喷出形成烟雾

### 从孢子到种子的跨越

自从植物登上陆地，为生命世界拓展了崭新的发展领域，永久性地改变了地面的自然景观，为几乎所有高等生命的演化铺平了道路。

通过对保存在地层中各种各样的孢子化石的研究，人们发现，早在距今约 4.9 亿 ~ 4.4 亿年前的奥陶纪时期，陆地上就已经开始有植物生活了。早期陆生植物的植株非常矮小，仅有几毫米，

保存成为化石的可能性极低，对它们的识别主要来自于这些植物在生活过程中所散播出来的独特孢子：呈单一球状或具有单一开裂线的孢子。结合现代植物学的研究表明，这些特殊形状的孢子主要来自于苔藓、地衣等不具有维管束的植物。这些低等植物作为植物登陆的先遣部队完成了许多重要任务，如将陆地上的大量岩石都改变为土壤，其光合作用也改变了大气的成分……这样的过程持续了大约两千万年。

到了志留纪（距今约 4.4 亿 ~ 4.16 亿年前）和泥盆纪（距今约 4.16 亿 ~ 3.6 亿年前）时期，地层中所保存的植物化石变得丰富多样，一方面是因为植物种类的多样化，另外一个重要因素就是因为植物体开始具有坚实的维管束，维管束极大地提高了植物保存成为化石的可能性。

#### 相关链接

维管束指维管植物（包括蕨类植物、裸子植物和被子植物）的维管组织，是由木质部和韧皮部呈束状排列形成的结构。维管束多存在于茎、叶等器官中。维管束相互连接构成维管系统，主要作用是植物体输导水分、无机盐、有机养料等，也有支持植物体的作用。

从志留纪开始，寻求陆生植物的证据不再仅仅是微小的、肉眼看不见的孢子了，而是具有枝干和孢子囊的植物体了。早期最具有代表性的植物化石就是库克逊蕨（图 4-6）。这种植物的形态极其简单，具有若干次的二叉分支，并没有叶，肾形的孢子囊着生在枝的顶端。

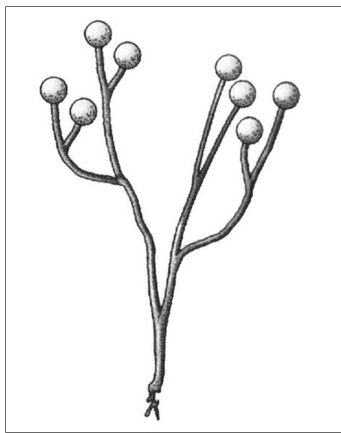


图 4-6 库克逊蕨复原图

泥盆纪是植物大发展的时期，除被子植物以外，所有的植物类型在当时都已经出现了。通过典型的泥盆纪植物可以大致了解早期植物演化的历史。最早的陆生维管植物，其孢子囊往往是单一着生的，而到了泥盆纪早期，已经出现了孢子囊聚集成穗状、着生在茎轴侧面的植物，同时，也出现了叶，甚至孢子囊与叶密切关联、紧密聚合，形成孢子叶球。这类植物中的典型代表有蕨类（图 4-7）和石松类。

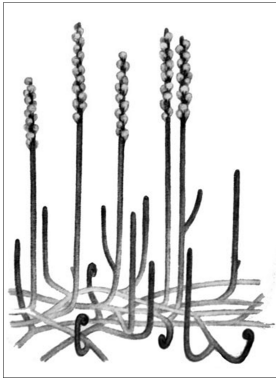


图 4-7 工蕨复原图

还有一类孢子囊聚集成丛状、着生于茎轴末端的植物，它们与工蕨类和石松类保存在相同时期的地层中，在演化上具有重要意义，因为它们可能代表了种子植物的先驱。这种植物中不具叶的代表就是所谓的三枝蕨类植物，而具有叶的植物则为典型的早期真蕨类植物或古羊齿类植物（图 4-8）。

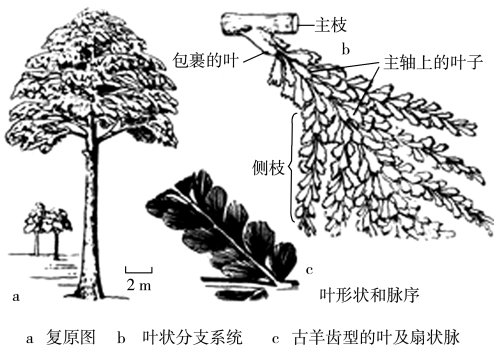


图 4-8 古羊齿类植物复原图

到泥盆纪中期，已经出现了具有两种孢子囊的植物。大、小两种孢子分别相当于种子植物中的雌、雄配子。然而

真正的种子却是到了泥盆纪晚期才出现。“雄”孢子囊产生数量众多的小孢子，这些孢子与前文提及的植物所产生的孢子差不多；“雌”孢子囊中含有一枚或多枚肉眼可见的大孢子，大孢子在大孢子囊内完成与小孢子的受精作用，此时的大孢子囊，已经行使了胚珠的功能，而受精之后的大孢子就可以称为种子了（图 4-9）。

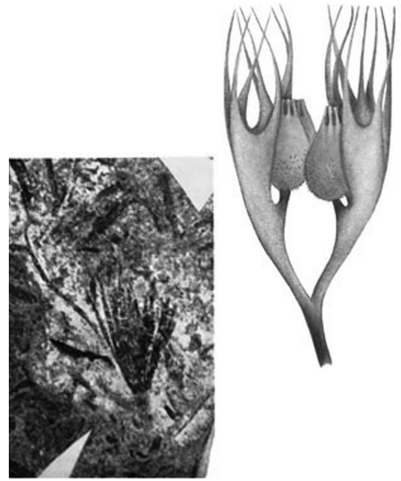


图 4-9 最早具有种子的植物化石（左）以及生殖部分复原图（右）

从最早的陆地环境开拓者——那些离不开水体生活的苔藓与地衣，到具有简单孢子囊的微小维管植物，再到具有两种不同孢子的植物，最后到真正的种子植物出现，植物这种从孢子到种子的进化，跨越了一亿多年。种子的出现，是植物界发展过程中的一个巨大飞跃。植物在形成种子的过程中，裸子植物的

## 022 生物学来了③

种子缺少了果皮的包被而使其暴露在外，被子植物的种子却躲藏在果皮内，果实的形成不但使种子具有良好的保护，而且对种子的传播也具有重要意义。

### 盘点收获

- 下列哪类植物不是通过孢子繁殖的？ ( )  
A. 藻类植物 B. 裸子植物  
C. 蕨类植物 D. 苔藓植物
- 下列对孢子的有关叙述，错误的是 ( )  
A. 孢子是一种生殖细胞  
B. 孢子小而轻，易于传播  
C. 孢子是一种无性生殖细胞  
D. 孢子比种子结构简单
- 马勃是一种 ( )  
A. 植物 B. 动物  
C. 催泪弹 D. 真菌
- 具有运输和支持作用的维管束最早出现于 ( )  
A. 苔藓植物 B. 裸子植物  
C. 蕨类植物 D. 被子植物
- 下列哪类植物可能代表了种子植物的先驱 ( )  
A. 真蕨类植物  
B. 苔藓类植物

- 藻类植物
- 石松类植物

6. 图4-10为青霉和曲霉的结构模式图，请据图回答问题：

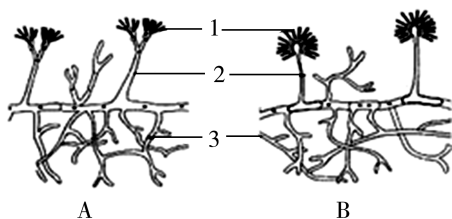


图4-10

(1) 图中1是\_\_\_\_\_，2、3是\_\_\_\_\_。

(2) 图中的3是营养菌丝，可以蔓延到营养物质内吸收有机物，由此可以判断A、B的细胞结构中肯定不含有的结构是\_\_\_\_\_。

(3) 青霉、曲霉和酵母菌都属于真菌，从图中可以看出青霉和曲霉在个体组成上与酵母菌的主要区别是\_\_\_\_\_。

(4) 从细胞结构来看，图A、B代表的真菌和细菌的主要区别是\_\_\_\_\_。

### 探索乐园

#### 制作香菇的孢子印

制作香菇（一种常见的实用真菌）的孢子印，观察孢子的着生位置及数量特点。

参考方法：

1. 挑选新鲜的香菇，切去菌柄，保留菌盖。

2. 将香菇菌盖的菌褶朝下，扣在彩纸上。（注意：因为香菇的孢子是白色的，所以一定要选用彩纸）

3. 在菌盖上扣上碗，以避免阳光照射和水分蒸发。静置一天或一晚。

4. 拿掉碗，轻轻揭下菌盖，你会发现纸上已有孢子印，观察孢子的着生位置和数量特点。

5. 用保鲜膜盖上孢子印，用胶带将保鲜膜边缘粘到纸上，防止孢子印被破坏。

6. 带回学校，向同学展示，并与他们进行交流。

