〔美〕罗伯特 O. 泽伦尼 主编

科学年鉴

SCIENCE YEAR

1987

科学出版社

N 54
L 93

科 学 年 鉴

（1987）

〔美〕罗伯特 O. 泽伦尼 主编

科 学 出 版 社

1988

China

Editor in Chief: Robert O. Zeleny

SCIENCE YEAR

The World Book Science Annual

World Book, Inc.

1987

科 学 年 鉴

(1987)

[美] 罗伯特 O. 泽伦尼 主编

责任编辑 鲍建成

科学出版社 出版

北京朝阳门内大街 137 号

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1988 年 10 月第 一 版 开本：787×1092 1/16

1988 年 10 月第一次印刷 印张：12 3/4

印数：0001—4,480 字数：295,000

ISBN 7-03-000563-5/Z·27

定价：4.90 元

China

目　　录

专　题　论　述

万里迁徙的黑脉金斑蝶……L. P　布劳尔（1）
阿兹台克神庙的发掘……E. M. 莫克特朱马（8）
星系——宇宙之岛……A. D. 德雷斯勒（14）
有害的饮食习惯……D. B. 赫佐格，I. L. 奥特（21）
大自然的焰火……B. 帕特鲁斯基（27）
马达加斯加的狐猴及其它趣闻……R. E. 迪尤尔，A. F. 理查德（34）
用计算机创造图象……D. 卡尔森（39）
揭开爱滋病的秘密……D. P. 弗朗西斯（46）
变化着的火星景象……S. W. 斯奎雷斯（52）
奇特的激光……A. 费希尔（60）
我们的"两个脑髓"：事实和神话……M. S. 加扎尼加（68）
考古学家的巡天慧眼……T. L. 塞弗（73）
难解的物质之谜……R. H. 马奇（79）
探索地球内部的奥秘……D. L. 安德森（86）

学　科　进　展

天文学……（93）
物理学……（104）
化学……（110）
能源……（113）
电子学……（116）
计算机……（118）
航天技术……（121）
地质学……（126）
古生物学……（130）
气象学……（132）
海洋学……（135）
动物学……（139）
植物学……（144）
生态学……（148）
神经科学……（151）
分子生物学……（153）
遗传学……（155）
遗传工程……（157）
心理学……（158）
农业……（160）
营养学……（165）
医学……（168）
医学研究……（171）
牙科学……（174）
免疫学……（176）
公共卫生……（178）
药物学……（180）
考古学……（181）

China

人类学……（187）　科学教育……（191）
环境科学……（189）　科技新书……（192）

科学奖金和奖励……（196）
一年来逝世的著名科学家……（198）

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

专　题　论　述

万里迁徙的黑脉金斑蝶

布劳尔 (L. P. Brower)*

黑脉金斑蝶怎么能够迁徙几千公里？ 这既是科学上的一个谜，也是世界上的一大奇迹。

我多年从事黑脉金斑蝶的研究工作，知道许多有关它们的生活细节，包括这些大斑蝶能迁徙长达 4000 英里 (6400 公里) 这一事实。不过，在墨西哥一个黑脉金斑蝶越冬栖居地首次目睹的情景，却是我没有料到的。那是快到黄昏的时分，我们在墨西哥中部一个雄壮的冷杉林里刚扎下帐篷不久，便决定利用晚饭前的一点时间出去查勘。我们沿着小径行走，突然发现前面一些树的颜色不是绿的，而是灰的。我意识到，那些树是被黑脉金斑蝶覆盖起来了。它们合拢的翅膀下部呈灰色。 数以千万计的大斑蝶冷得一动也不动，这个情景真是既神奇又壮观。

我第一次看到越冬的黑脉金斑蝶是在 1977 年 1 月，那次我同卡尔弗特 (William Calvert) 一起考察。他和我一样，是盖恩斯维尔市佛罗里达大学的动物学家，专门研究黑脉金斑蝶。 我们到了墨西哥城以西大约 80 英里 (130 公里) 雄伟崎岖的钦夸岭 (Sierra Chincua) 上海拔 11,000 英尺 (3300 米) 的冷杉林中。钦夸岭是个偏僻山区，位于名叫火山轴 (Volcanic Axis) 的大火山系统的中部。 这个火山轴从墨西哥城东面横穿墨西哥直到太平洋岸边。来自美国和加拿大的数亿只黑脉金斑蝶每年迁徙到这里或附近方圆 1500 平方英里 (4000 平方公里) 的山区内大约 30 个聚居地越冬。 这里的温度远高于置它们于死地的冰点。

我们到这里来的目的是捕集一些黑脉金斑蝶，以便进一步研究这种大斑蝶抵御鸟类的惊人化学防卫能力。 当鸟企图吞食大斑蝶时，鸟会因大斑蝶身上的毒物而感到恶心。我们想研究这种化学防卫能力是怎样在越冬时期保护着大斑蝶的。不过，现在已经知道，我们所看到的千百万只大斑蝶是生物学上具有重大意义的奇迹。 在第一夜的晚餐上，我们重新讨论了计划，作了一些修改。为什么有那么多的黑脉金斑蝶迁徙到这个僻远的区域？它们在越冬期间的行为表现又是怎样？自从 1977 年的那一天起，我的研究工作主要就集中在这些问题上。

黑脉金斑蝶迁徙到两个主要地区过冬——一处是方才所说的属于火山轴线的墨西哥钦夸岭和附近山区；另一处是旧金山和洛杉矶之间的加利福尼亚沿岸。落基山脉以西的黑脉金斑蝶迁徙到分布在沿加利福尼亚海岸线的各个地点，其中最有名的在蒙特雷半岛

---

* 布劳尔是盖恩斯维尔市佛罗里达大学的一位杰出的动物学教授。

China

的太平洋丛林（Pacific Grove)。 在那里，数以万计的黑脉金斑蝶紧贴在桉树叶和树皮上。

居住在落基山脉以东并北达加拿大的黑脉金斑蝶有一些在佛罗里达州沿岸地带过冬。 不过，这些东部地区的黑脉金斑蝶大多数成亿只地迁至墨西哥。 虽然最早在1869年，就有博物学家描述过加利福尼亚的越冬地点，但在1975年以前，黑脉金斑蝶在墨西哥境内的过冬地点对科学家来说还是个谜。

在本世纪50年代初，多伦多大学的加拿大动物学家厄克特（Fred A. Urquhart）和他的妻子诺拉(Norah)，以及其他一些合作者，第一次系统地研究了黑脉金斑蝶的迁徙活动。他们在得到几百名热心者答应协助之后，便在几十万只黑脉金斑蝶身上贴上标签，以便监测它们的迁徙活动。这些标签就象商品上的价目标签，只需轻压就能粘住。标签对大斑蝶无害，浸泡到水中仍能粘附在翅膀上。 标签印有该蝶的编号和"请寄至加拿大多伦多大学动物系"字样。在50年代和60年代，捕捉到这些带有标签的大斑蝶的人将捕捉地点告知厄克特。根据这些报告可以清楚地知道，大多数大斑蝶在迁徙过程中都经过得克萨斯州，然后看来再飞向墨西哥。不过，它们飞到墨西哥的什么地方呢？1972年，厄克特写信给墨西哥的一些报纸，请求热心者协助留神观察。 1973年，他收到一位居住在墨西哥、名叫布鲁格（Kenneth C. Brugger）的美籍售货员来信，表示愿意协助。其后两年，布鲁格在墨西哥乡村进行搜索，终于在1975年找到了这些大斑蝶的一个聚居地。

再次捕捉到的带标签大斑蝶的资料表明，有些大斑蝶向南迁徙长达1900英里（3000公里)到墨西哥，而翌年春季北返时，则有迁徙长达2200英里（3500公里）的。考虑到每只大斑蝶的体重还不足一美分硬币的六分之一[大约百分之一盎司（0.28克)]，而它们在一生中竟能飞行4000英里（6400公里）以上的距离，这个能力的确是相当惊人的。

黑脉金斑蝶是157种马利筋蝶（milkweed butterflies）中的一种。这个名称是因为这157种中的大多数幼虫只吃马利筋属植物。 它们多数生活在非洲和亚洲。只有四种生活在北美，其中只有一种(黑脉金斑蝶)会迁徙。

马利筋属植物对黑脉金斑蝶的一生起着至关重要的作用。早春季节，它们离开越冬地点北上，直到遇见正在发芽的马利筋属植物。黑脉金斑蝶似乎有一种特殊本领能找到种植马利筋属植物的小块地。交配后，雌蝶将卵产在马利筋属植物的叶上。

在凉爽的春季，每个蝶卵大约经过一星期孵化成毛虫。 新的毛虫大吃叶子两三星期。在吃的同时，毛虫把毒素积聚在体内。这样，无论当时还是以后长大为成虫时，鸟类都不敢啄食它们。这些毒素是来自马利筋属植物叶子中名叫强心甙（cardiac glycosides）的化学物质。这种化学物质会使鸟呕吐。 黑脉金斑蝶的毛虫能吃进这些毒素，贮存在体内组织中，自己却不受其害。这种毒素在毛虫长大为成虫后，仍保留在身上。吃了黑脉金斑蝶的鸟会因中毒而得病呕吐，因此鸟都知道不去吃这种翅翼上有桔黄色和黑色花纹的黑脉金斑蝶。事实上，鸟还学会不去吃具有类似颜色花纹的其他蝶类，如名叫 viceroy 的一种黑红色蝴蝶。

毛虫定期停止进食，以便蜕皮。旧的一层外皮蜕去后，毛虫就长大些。毛虫在两三个星期内这样蜕皮四次后，体重变得比出生时重3000倍。随后，它形成蝶蛹，悬吊在马利筋属植物叶子或其他植物上。大约一星期后，成虫从蛹中产出。春季第一代黑脉金斑蝶就这

China

样诞生出来了。一两天后，它们的柔弱身体变硬，雄蝶便与雌蝶交配。交配后，春季第一代雌蝶也在马利筋属植物上产卵。这第一代蝶一般活三四个星期，这是成年蝶的正常寿命。在这期间，一只雌蝶大约能产卵 500 个。在它们死去时，新的一代已经出生了。

当温暖的夏天来临，子代诞生得更快，而成年蝶的寿命长度仍保持不变。因此，在新的一代又一代蝶诞生后，黑脉金斑蝶的数量便可增加到上千万。到了仲夏，整个美国大陆和加拿大南部，到处都能见到这种大斑蝶。大斑蝶最北曾在加拿大安大略省的詹姆斯湾见过。不过，在加拿大，大斑蝶主要生活在靠近与美国接壤的地带。

夏末，大斑蝶的生命周期发生变化。夏季最后一代大斑蝶(8 月底 9 月初从蛹中产出的)的行为和身体特征，与以前各代有很大不同。这一代大斑蝶将向南迁徙到越冬地区。这些大斑蝶与以前各代大斑蝶不同，能存活长达 9 个月。它们从蛹中产出后，并不就进行交配。这一行为上的变化与这一代大斑蝶的身体特征变化有关。在这个时期，雌蝶还没有发育出成熟的卵巢，因而产不了卵。同时，雄蝶也还没有发育出成熟的输精管，不能使雌蝶的卵受精。

70 年代初，科学家们首次获知大斑蝶身体上的这些变化之后，他们做了一些实验，看看环境上的什么因素导致这种变化。位于明尼阿波利斯-圣保罗市明尼苏达大学的动物学家赫尔曼（William S. Herman）把大斑蝶放在能调节温度和照明的一些培养箱中。他仿照夏末季节的日照时间来控制培养箱内的光照时间。他还逐渐降低温度，就象夏末的平均温度逐渐降低那样。赫尔曼分别在不同时间将成虫蝶、蝶蛹、毛虫和卵放入培养箱中，以观察大斑蝶生命周期中哪个阶段对昼长和温度变化是敏感的。他的实验表明，夏末那代的卵和毛虫都对昼长越来越短很敏感。昼长逐渐变短——这标志着夏季接近尾声——显然会促使卵和毛虫发生变化，抑制成虫蝶的保幼激素，而这种物质对卵巢和输精管的发育成熟是至关重要的。其结果，夏末从蝶蛹孵出的成虫蝶没有成熟的生殖器官，不能进行交配和生殖。它们要等到翌年春回大地，白昼又一次逐渐变长时，才形成成熟的生殖器官。

夏末的大斑蝶虽不进行交配和生殖，但它们却非常合群。在开始迁徙时，它们花很多时间一起在丰富的秋花丛中采食花蜜。在乘风向南迁徙的同时，它们不断更换采食地点。9 月中旬是它们迁徙的大好时机。

在接近越冬地点时，它们花费越来越多的时间进行采食。这一活动对它们的生存是至关紧要的。大斑蝶腹部的一个器官把花蜜中的糖转化为脂肪。当大斑蝶从蝶蛹孵出时，贮存在体内的脂肪占体重的大约 14%，用以在需要时提供能量。等到秋季迁徙时，大斑蝶体内的脂肪占体重的 42%。由于墨西哥的越冬地点没有花蜜来源，因此有将近 5 个月的时间，大斑蝶的活动只靠这些贮存的能量。贮存脂肪不足的大斑蝶就会饿死。

大斑蝶是怎么能够飞到越冬地点的？这是很吸引动物学家关心的一个谜。秋季南迁的大斑蝶与春季北归的祖辈相隔好几代。因此，它们的南迁不会是习得的行为，而大多数鸟的成群迁徙，则看来是习得的行为。大斑蝶的迁徙想必是一种遗传习性。它们那针头般大小的脑通过某种方式引导自己飞行几千公里准确地抵达它们从未到过的地方。

科学家们提出了许多理论来解释这一现象，但没有一个得到证实。有一个理论认为，大斑蝶是根据太阳在天空中的位置来调整自己的飞行路径。大斑蝶利用“体内钟”，随着

China

太阳的运行，不时调整飞行角度，以保持其向西南的方向。许多科学家还利用这一理论来解释鸟的迁徙。其他一些科学家还认为，大斑蝶之所以能保持西南方向——这是飞往越冬地点的总方向——只是因为白天当太阳在南天的几个小时内，大斑蝶跟随太阳飞行。另一个也许是较为可靠的理论认为，大斑蝶是根据地磁场来调整定位的。1982年，科学家们在大斑蝶的头部和胸部(头部和腹部之间的中间部分)发现了磁性物质，并提出大斑蝶对地磁场是敏感的。同年，科学家们还在墨西哥的越冬区发现有一个异常强大的磁场。这说明，磁性可能在引导大斑蝶来到墨西哥的偏远地区起着重要作用。不过，这个理论和其他理论一样，还仅仅是个推测。

科学家们清楚地了解为什么加利福尼亚和墨西哥能为越冬大斑蝶提供理想条件。这两块地方的气候清凉湿润，温度很少降到冰点以下。如果大斑蝶在干热地区过冬，它们将会失去水分，而需要四处找水。这样，就有可能把贮存在体内为越冬生存和次春北返所需的脂肪耗尽。加利福尼亚多雾的海边丛林和墨西哥的山区，却是比较清凉湿润，大斑蝶可以基本上不活动，从而保存体内的脂肪。

自从1977年我在钦夸岭第一次见到千万只大斑蝶以来，我和我的同事们便一直在墨西哥的一些地区对大斑蝶的行为进行研究。这些地区海拔至少有11,500英尺(3450米)。由于海拔高，这些山区的温度低于周围的热带地区，山上覆盖着浓密常青的奥亚梅尔(Oyamel)冷杉林。这些树林与加拿大的冷杉林相似。

我们的研究表明，奥亚梅尔林中精巧地平衡的天气条件是大斑蝶在近6个月的越冬期间(从11月到4月)得以存活的至关紧要的因素。树林里的温度必须冷到使大斑蝶基本上保持不活动，但又不能冷到使大斑蝶冻死。我们发现，越冬地点的温度一般在略高于冰点至15℃之间，正适合于大斑蝶越冬。不过，偶尔也会低于冰点和下雪。

从5月至10月的夏日雨季，大雨和冰雹经常袭击，林区大多时间处在云雾笼罩之下。到了10月，旱季开始。灿烂的阳光逐渐使这里的森林显得比较干燥，不过也不会变得太干。

从11月起，一批又一批大斑蝶先后迁到这里。早到的大斑蝶栖居在山脊顶部冷杉树枝上，吸引后来者。迁徙达到高潮时，我的同事们看到了象是举行一场庆贺到达目的地的盛大典礼。大斑蝶每天几次象大团浮云那样在山上天空中盘旋，似乎把它们的栖居地告知后来的大斑蝶。

随着时间的流逝，迁徙活动逐渐完成，大斑蝶便从各处山脊向下转移到沿钦夸岭西南较为安全的山谷地带。逐渐地，千千万万只大斑蝶布满了冷杉的树干和树枝。到12月中旬，形成了密集的簇群。我们知道的簇群约有30个，其大小在不到1英亩(40公亩)至超过8英亩(320公亩)之间。我们估计，最大簇群大约有3000万只大斑蝶。与此对比，加利福尼亚的最大簇群却只有12万只大斑蝶。到12月底，所有的大斑蝶都群集到各不同的簇群中。我们估计，在墨西哥，大斑蝶的总虫口在1亿至5亿之间。

在越冬地区，大斑蝶的活动围绕在对水和温度这两项需要上。进入旱季后，空气中的水分随之减少。干风掠走大斑蝶身上的水分，而当它们逐渐觉得很干时，便需飞去寻找水源，一般就是小的溪流。可是，大斑蝶起飞前，它的体温必须比较高。如果太低，就飞不

China

动。 大斑蝶的体温取决于周围空气的温度，不象健康人那样保持恒定。 如果气温低于13℃(这在旱季是常会发生的)，大斑蝶必须先晒太阳取暖，提高体温，才能飞行。体温升高后，它们会飞1—2公里到小溪边饮水。到旱季后期气候渐暖时，越来越多的大斑蝶飞到各处水塘。

越冬大斑蝶要小心避免受到霜冻。在清冷的夜间，冷杉树上部迎风处以及没有树木的旷野地面时常会结霜。树冠能减少热量散失，因此冷杉树下部枝干处很少结霜。飞往开阔地带的大斑蝶如不能回到有林木覆盖保护的地方，它们身上的露水便会凝结成冰。这些冰结晶将侵蚀大斑蝶的机体，损害它们的体内细胞，从而导致死亡。

大斑蝶有一种本能行为，避免被困在露天里而回不到聚居处。大斑蝶的这一本能行为是在局部多云的某一天，我们观察它们喝水时发现的。当一片浮云掠过天空挡住阳光时，所有大斑蝶立即起飞，回到它们的聚居处。利用一种小型的热敏测温探针，可以测知这些浮云是如何影响大斑蝶体温的。我们把测温探针插人大斑蝶腹部，发现它们在浮云遮蔽下4分钟后，体温便降至13℃以下。因此，在较冷的日子，当浮云挡住阳光时，大斑蝶只有不到4分钟时间可以飞行。时间再长，体温便降到不能飞行。 换句话说，在比较冷的天气里，大斑蝶离开聚居处的最远安全距离是在4分钟内能返回的路程，也就是1公里半左右。

每当乌云挡住阳光，那些停歇在常绿树树枝上晒太阳的大斑蝶便表现出它们的本能行为，纷纷飞向空中。由于大斑蝶数量多，天空一下子几乎变黑。它们扑翼飞行时发出一种象下细雨的声音。三四分钟之后，它们返回聚居地群集成团。如果你在悬崖的某个有利地形处注意观察大斑蝶聚居处，你会看到它们形成的金色薄雾从林中升起，随后又神奇地回到林中。

然而，大斑蝶并不能躲过一切危险。 越冬地区的暴风雨对它们来说既是福也是祸。雨水有助于防止林木干枯，但狂风暴雨却有可能使大斑蝶群体遭到毁灭性打击。1981年1月，一场强大的冷空气前锋从加拿大呼啸袭来，使墨西哥的越冬地带形成暴风雨天气。气温陡降至—5℃，持续12天的大风暴雨加雪把数百万只大斑蝶从林木枝干上打落下来。大约250万只大斑蝶或被埋在雪下，或在地面冻死。

我的一名学生安德森（James Anderson）在一次访问越冬地区时，测试了大斑蝶在低温下存活的能力。他把一些大斑蝶放进特制的冷冻箱，每隔1分钟稍稍降低一点温度。他发现，接近—8℃时，大约有一半越冬大斑蝶死去；而到—15℃时，则全部死亡。有些种类的蝴蝶却比较耐寒，例如黄缘蛱蝶，它们在北至加拿大的树干洞穴内冬眠，能在—30℃的温度下存活。

2月下旬，当春天来到墨西哥，白天逐渐变长时，大斑蝶就显得活跃起来，它们飞到水边，并在早春花丛中采蜜。 3月末4月初，大迁徙便开始了，大斑蝶启程飞回美国和加拿大。一群又一群大斑蝶飞出山谷往北离去。它们的出发可说蔚为大观。 4月的第一个星期之后，那里可能只剩下一只大斑蝶，而在一个星期前，却曾聚居着成百上千万只大斑蝶。在墨西哥安全度过了6个月的大斑蝶，现在往东北方向飞越东马德雷山脉进入美国。

科学家们还未彻底了解春季大迁徙究竟是怎样完成的。 我们知道，大斑蝶这时并不是以大群飞行的，这一点与秋季迁徙时不同。不过，有一点还不清楚，那些在秋季往南迁

China

徙并在墨西哥越冬的一代大斑蝶是否全程飞回它们夏天出生的地带。于墨西哥越冬聚居处贴上标签的大斑蝶在北至北达科他州和纽约州发现过。不过，大多数情况说明，回迁的大斑蝶多半只到从得克萨斯至佛罗里达这一线的南方各州。在那里，越冬大斑蝶恢复了生殖能力，它们繁育后便死去，让下一代大斑蝶继续往北飞。进入 6 月，所有的越冬大斑蝶便都死绝，完成了令人瞩目的生命周期。随着北方各州白昼加长和马利筋属植物发出新芽，以后几代大斑蝶按总方向往北继续飞行。到夏季，在北美大多数地方，人们又一次能看到大斑蝶了。

为了更好地了解大斑蝶究竟是怎样完成其回迁历程，我和我的同事们精心制订了一项新的技术。利用这项技术，我们将得到比重新捕捉贴标签的大斑蝶所提供的更多的证据。依靠贴标签的大斑蝶来寻找回迁路程需要花费很大的工作量，但收效却不理想。例如，科学家们在墨西哥给几十万只大斑蝶贴上了标签，却只有大约 20 只在北美重新捕捉到。我们的新技术包括研究马利筋属植物中和大斑蝶身上的强心甙。

自 70 年代中期，我同戴维斯市加利福尼亚大学的化学家塞伯(James N. Seiber)、澳大利亚悉尼大学的化学家纳尔逊 (Carolyn Nelson) 以及我们的一些学生一起研究了黑脉金斑蝶身上强心甙的化学特性。我们发现，不同种的马利筋属植物，它们所含的强心甙大多彼此略有差异。由于每只大斑蝶身上都贮存着它们在幼虫时所吃马利筋属植物中的强心甙，因此它们携带着强心甙的“指纹印”。只要分析研究每只大斑蝶身上的强心甙类型，就能知道该蝶吃过哪一种马利筋属植物。由于不同种的马利筋属植物在不同的时间、不同的地理区域发芽和成熟，我们可以检查那些大斑蝶的“指纹印”，从而知道其中的大多数大斑蝶是在哪里出生的。我们希望这项技术能帮助我们确定那些在春天最早来到北方各州的大斑蝶究竟是从墨西哥直接来到的呢，还是在墨西哥越冬的大斑蝶的后代。如果它们是越冬大斑蝶的后代，那么它们的“指纹印”就会说明，它们是早春季节出生在南方州的。

大斑蝶的生命史吸引着不同年龄的人。由于情况很复杂，它蕴含着的秘密如被解开，很可能会大大丰富我们的基础生物学知识。 例如，大斑蝶是怎样找到它的越冬地点的。这个谜一旦揭开，我们就可以知道有关动物迁徙导向的许多奥秘。假如知道它是怎样在体内贮存毒素而又不危及自身这个谜，那么对人类医学很可能是个重大突破。

上述种种情况以及大斑蝶迁徙时那无与伦比的美景使人们认识到，保护好这一非凡动物是多么重要。大斑蝶非常多，因此它不属于濒危物种。然而，它的迁徙和越冬行为，却肯定受到人类活动的威胁。由于大斑蝶大量聚集在相对集中的一些地区，因此，无论是人类或自然界的力量一旦威胁到它们的栖息地，它们就容易遭到危险。因此，世界野生动物基金会等一些保护组织，给大斑蝶创造了一个特殊的类目名称——濒危现象，以表示认识到大斑蝶独特的迁徙行为。

人类对墨西哥越冬大斑蝶的一个非常微妙的影响是他们减弱了大斑蝶抵御鸟类的化学防卫能力。在美国和加拿大，大规模耕作土地和使用除莠剂已杀死了许多花草，从而改变了落基山东部马利筋属植物的平衡状态，其中的许多品种已被破坏，却大大地增加了一种叫普通马利筋植物 (common milkweed) 的数量，这一品种所含的强心甙，其毒性比其他品种的马利筋属植物要弱得多。我们在越冬地点的研究工作指出，墨西哥有两种鸟——黑背黄鹂和黑头蜡嘴雀——部分地已能击破大斑蝶现已弱化了的化学毒素防线。蜡

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com

嘴雀看来大多不怕毒素的影响，而黄鹂则只吃大斑蝶身上含毒最少的那些部分。这些鸟每年冬季大约杀死100多万只大斑蝶。

对大斑蝶的迁徙最直接的威胁是人们在墨西哥大斑蝶聚居地附近大量砍伐树木。砍伐使树林变得稀疏，使大斑蝶暴露在干冷风和阳光面前。阳光和干燥的环境使它们变得爱活动，导致它们耗尽体内贮存的脂肪，而寒冷则增加了它们被冻死的危险。在加利福尼亚，许多越冬地区已被房屋建筑等不动产的发展而遭到破坏，其他许多地区也面临着破坏的威胁。幸运的是，加利福尼亚有几个大斑蝶栖居地位于州立公园内，因而也就在州政府的保护之下。在墨西哥，能让越冬大斑蝶栖居的冷杉林稀少且易遭破坏。墨西哥的一个保护组织莫纳卡（Monarcha）正在为保护冷杉林而工作。不过，对墨西哥政府来说，采取有效措施防止在大斑蝶栖息地附近进一步砍伐树木也是一项紧迫的任务。

如果不采取这些有效措施，我们就会很快（可能在20年内）在地球上失去一个最壮丽的生物学奇观。

（殷奕宗译）

阿兹台克神庙的发掘

莫克特朱马 (Eduardo M. Moctezuma)*

墨西哥城的古代阿兹台克神庙的发掘增进了人们对阿兹台克人及其文化的了解。

1985 年 9 月 19 日上午 7 时 18 分整，我正在墨西哥城的家里坐在起居室中收看电视新闻时，周围的一切都开始了剧烈摇动。电视台显然也出现了同样的情况，电视机屏幕上的图象随着摄象机镜头的晃动而猛烈摇摆。受了惊的电视新闻节目主持人说："有地震，请大家保持镇静。"接着，城市供电中断，屏幕上的图象消失了。

这是 9 月 19 日和 20 日两次大地震中的第一次。地震过后，我就知道死伤了成千上万个人，而且在墨西哥城中心闹市约有 250 幢楼房夷为废墟。当地震刚趋平息，我最关心的一件事就是那位置紧靠市中心的阿兹台克神庙的情况。这座庙宇曾经是阿兹台克人的宗教中心。神庙的大部分建筑物于 1521 年被西班牙占领军所毁，其遗址在我的主持下已发掘出来。我真怕这座神庙再次遭到破坏，这次是毁于自然力。我驱车穿过布满残砖碎瓦的街道迳往市中心，急于弄清这处重要的历史遗迹是否已被毁坏。一到发掘现场，使我欣慰的是，这里除了围墙和地板有几处裂缝外，整个建筑结构并未损坏。我们五年来的辛劳发掘和文物保护工作总算没有白费。

阿兹台克神庙的发掘起始于 1978 年 2 月 21 日早上。那天黎明，电气线路工人们正在立宪广场（或按大多数墨西哥人的习惯称之为 Zócala）附近挖地沟，突然在离街道地表不到 2 米(6英尺)处触到一大块石雕。一听到有此发现，国家人类学和历史研究所(研究墨西哥早期文化的主要机构)立即派考古小组奔赴现场。发掘工人在考古专家的指导下把粘附在石雕表面上的泥垢一点点地清除掉，不到一个星期就揭示出这个巨大石雕的全貌。这件文物是一块直径 3 米多 (11 英尺)、厚约 30 厘米 (12 英寸) 的庞大石盘，镌刻着一个半裸的女神，头、双臂和两腿被从躯体上肢解下来。考古学家们认出了这个雕象所代表的是阿兹台克月神，名曰考约绍基 (Coyolxauhqui)，是阿兹台克主神——战神惠济洛波赫特利 (Huitzilopochtlee) 的姊妹。据阿兹台克人神话传说，很久以前的一场争夺圣土(战神的诞生地)领主权的战斗中，惠济洛波赫特利击败了他的姊妹，把她肢解了并弃尸于山麓。

这个巨大的石盘作为阿兹台克神庙的一个组成部分，没有多大问题。考古学家们早从 16 世纪的西班牙编年史上了解到，神庙曾经供奉过战神惠济洛波赫特利和另一位显赫的阿兹台克神祇，雨神兼农神特拉洛克 (Tláloc)。而且本世纪初几次小规模的考古发掘即已表明，发现石盘的这个区域正在神庙建筑体系的原有边界范围之内。

---

* 莫克特朱马是墨西哥特拉潘市社会人类学调查与发展研究中心总负责人。

China

石盘的发现重新引起人们对阿兹台克神庙的兴趣。墨西哥政府很快就责成国家人类学和历史研究所的考古学家对这项地下文物进行大规模的发掘，我被任命为这项工作的负责人。动手挖掘之前，研究所的同事们和我本人研究了一切有关阿兹台克神庙的历史和考古记录资料。有了这些资料的指导，我们得以制定神庙废墟的系统发掘计划。发掘工作自 1978 年 3 月开始，至 1982 年 11 月完成。发掘计划的最终阶段(当然，工作仍在进展)包括神庙遗址研究和对上万件石器（手工艺制品）以及其它文物整理。我们这次考古发掘成果的继续研究为古代阿兹台克人及其文化增添了新的光彩。

阿兹台克文化是约自公元前 1000 年前直至西班牙殖民统治时期繁荣于墨西哥和中美洲北部大印第安文化体系的继续。这些文化彼此间有很多共同点。他们拥有许多共同的文化传统，而且信奉相同的神灵。 那些天神包括： 特拉洛克（Tláloc)；克莎柯阿特(Quetzalcóatl)，司学问和文化之神，常被描绘成装饰着鸟羽的蛇;以及其它几十位神灵。印第安文化在墨西哥，从公元 250 年到 900 年(即所谓古典时代)达到高峰，与此同时，主要分布于中美洲的玛雅文化和墨西哥南部的查波特克（Zapotec）文化也很繁荣。古典时代末期，几个新兴的好战民族——密克斯特克族（Mixtecs)、托尔特克族（Toltecs)，以及最后的阿兹台克族（Aztecs）崛起了。

阿兹台克族起源于墨西哥北部一个称为阿兹特兰（Aztlan）的地方，因此而得名。阿兹台克人信奉古代的诸神，但是最崇拜惠济洛波赫特利这位祖辈英雄，他们的特殊保护神。阿兹台克族崇信战争之神；或许源于部族朦胧记忆中的真人真事——很可能指一位在武力决斗中击退他的姊妹部族的杰出勇士。果真如此，他个人的丰功伟绩经说书人和祭司们世世代代口头相传而被夸大，他终于从惠济洛波赫特利变成了一位堪与日月争辉的威力无比的神。

阿兹台克教义中提道，惠济洛波赫特利告诫他的选民们离开阿兹特兰，去寻找新的家园。为什么阿兹台克人真的离开他们发源的老家，并不清楚，可是我们已知他们于 13 世纪某时，经历多年的徘徊之后，终于定居在墨西哥河谷高地上了。当时地位卑下并饱受轻蔑的阿兹台克人被迫屈从于控制着河谷的强大的印第安部族的意志。但是，当阿兹台克人自己组织起来开始争夺该地区的主导权时，局面很快就改观了。 1427 年的一次决战之后，阿兹台克人控制了河谷的大部分，并于 1450 年前后成为近乎全部墨西哥中部的主人。

阿兹台克人凭借其 14 世纪中叶建造起来的提诺赫蒂特兰城（Tenochtitlán）统治着这个新的帝国。据西班牙占领者所作描述判断，提诺赫蒂特兰应为一座绚丽的城市。她建设在浅水盐湖泰施科科（Texcoco）湖中一个岛上，是一个拥有彩色华丽的庙宇、商业区、市政大厅和民宅的都城。提诺赫蒂特兰的人口逾 25 万，比当时的任一欧洲城市都大。首都的中央部位矗立蓝天，高达 60 米 (200 英尺)，即阿兹台克神庙。这座动人的金字塔顶部修有成双的神龛——一个供奉特拉洛克，另一个供奉惠济洛波赫特利(阿兹台克人的主神)。

依照现代的观点，供奉一大批神灵并且强调以活人祭祀的阿兹台克宗教，是恐怖的事情。阿兹台克祭司们定期溺死幼儿以奉献给雨神，割下妇女的头颅以慰问地下的女神，并且烧死活人以取悦火神。对于战神的奉祀，则以极大数量的牺牲者作为祭品。阿兹台克人宗教仪式的源起可追溯到 1487 年重建神庙的时候，仅仅四天中就至少有 20 万人在惠

China

济洛波赫特利神位前被杀掉。其他年份，奉献给战神的牺牲人数较小，但是仪式不变。在金字塔顶的祭坛上，每一个牺牲者都由四个祭司捉牢，然后拉伸躺下，横放在一块刻花的火山岩石板上。第五个祭司用一把石刀割下人心，放进祭火里，此时心脏仍在噗噗跳动。接着，祭司们就把这具死尸抛在庙阶上。后来，牺牲者的头颅还被陈列在神庙旁侧的大祭坛上。

献给战神惠济洛波赫特利的牺牲者有许多人是奴隶，而战争中的俘虏则为最有价值的奉献。阿兹台克人常参加相邻的印第安部族典礼仪式上的格斗，称之为“花饰之战”(flowery wars)，其实本来的目的就是要抓到俘虏。这样的俘虏对其最后命运如何，从来也不怀疑。

在我们看来，这些宗教活动实在令人憎恶，可是要知道阿兹台克人这样做的动机并非仇恨和残忍。墨西哥的印第安人对世界的看法与我们大不一样。在他们看来，世界是不安定的，只要神感到不高兴了，随时都可使世界末日来临。阿兹台克人把人的生命看成奉献给神的最佳礼物，并且对作为牺牲品的供献者怀着奇特的敬畏心情。此外，因为死在祭坛上被当成通往太阳(阿兹台克人心目中上天的象征)之士的必由之路，所以许多被宣判处死作为祭祀的人心甘情愿地接受这样的命运。

神不仅保存了世界，而且维护了阿兹台克人在这个世界上的权力地位。因为阿兹台克人认为他们自身完全仰赖于神，所以社会的各阶层人士均需投身于不可计数的宗教庆典，一年中特殊节日的典礼或与重大事件有关的仪式。尤其是统治阶级成员更盼望向广大公众表示其笃信神灵的热忱。例如，新继位的皇帝加冕之后立即率队浩浩荡荡前往神庙，在那里他献出几滴血给战神惠济洛波赫特利。

1502 年，西班牙人占领墨西哥之前的最后一位统治者芒特苏马二世刚刚加冕之后就参加了这种宗教仪式。当他高踞皇帝宝座之上被一大群衣饰华美的贵族和军官们抬往神庙之际，芒特苏马必定觉得神正在对他这位阿兹台克皇帝微笑。然而，19 年后，这位皇帝就被柯提斯 (Hernando Cortés) 指挥下的几百名西班牙占领军在敌对的印第安人的协助下赶下了台，不得不屈膝投降。西班牙占领军夷平了提诺赫蒂特兰城的建筑物，在废墟上重建新的城市。几代之间，阿兹台克首都的光荣，包括其伟大的神庙在内，几乎全被遗忘了。但是并非所有的东西都被毁掉了，阿兹台克历史遗物在墨西哥城街道和广场之下埋藏了几个世纪，有待考古学家或者象 1978 年挖地沟的工人们那样去再度发现。

我们使神庙重现天日的努力是墨西哥考古计划中最富雄心壮志的发掘工作。发掘地址位于墨西哥城里包括国家宫和国家大教堂在内的最古老而又繁华的闹市区，问题就变得复杂了。动土之前，我们必须分析开挖地点上面的建筑物，保证不致损坏那些自从西班牙殖民地时代就有的建筑结构。终于只在已知为殖民地时代的 13 幢建筑物中挪动了两幢。我们给这两幢房子拍摄了照片，然后小心翼翼地搬走它们。在搬迁时，每一块砖石都编了号。拆下来的建筑构件都送往国家文物管理局，以便日后易址重建。

我们的下一个步骤是用绳网把发掘场地标记出来。施工区被划分成 2 米见方的一个个地块，分别以一个字母和数目字编上号码，还把街道地表标高记下来，以便测量发掘深度和高程。这种工作方法是大多数考古发掘所采用的，可使我们记下出土的每一件石器和庙宇各个部分的准确位置。

China

我们有一次刚动手认真开挖，差一点在闹市区周围引起骚乱。由于造成靠近的两条街道交通阻塞，引起许多汽车司机和商店老板的强烈不满和抗议。然而，政府力排众议，坚定支持这次发掘计划，才使工作得以继续而不致中断。每一天都有近百名工人在十来位考古学家的指导下密集在工地上。小心翼翼地从废墟上运走渣土，同时寻找石器古物。发掘工作差不多经过五年的全年劳动，终于在 1982 年完全揭示出这座神庙遗址的面貌。

发掘结果表明，阿兹台克人曾在一百多年的一段时间里，一再扩建这座神庙。我们并不对这个发现感到惊奇。阿兹台克的历史记载告诉我们，统治者往往试图显示其功业成就超过先辈们，在原有庙宇之上扩建新的庙宇，以载人史册。考古学家在墨西哥的其它地方发现的古庙就是这么修建的，好象一套魔术箱，一个比一个大，套叠在一起。这样修建的庙宇，每一水平（或每一重建筑）比它下面的那一水平不但高而且宽。建筑工人在两重庙宇的空隙里填满渣土和碎石。

在提诺赫蒂特兰，老建筑物上面加盖新建筑物的风习也出于实际需要。城市建筑所在的岛上遍地沼泽而且屡遭水淹，所以象阿兹台克神庙这样重的建筑物就慢慢沉入地下。（今天的墨西哥城由于太多的建筑物座落在泰施科科湖干涸湖床上，饱受建筑物沉陷问题的困扰。）我们现在知道，这座神庙的扩建至少有 7 次是向四边扩展，有 4 次只扩展正面。西班牙人所看到的神庙实际上是早年建起来的大约十重建筑物最外面的一层包壳。

提诺赫蒂特兰城的沼泽土壤成了阿兹台克人的大问题，却给考古学家带来了福音。较老较小的几重神庙在西班牙人占领之前已经沉陷到地下深达 6—7 米（20 英尺），从而避免了全部破坏。我们发现，庙宇的最初两重（原始的神庙）沉没在地下水位之下而无法发掘，但却几乎完整保存下来。翻盖稍晚的几重庙宇的大的外部建筑物也有遗迹，只是其上部结构荡然无存。神庙最外一重（最后的一期建筑），1521 年时全露在地上，被柯特斯的军队夷平，一砖一瓦都没有剩下，只留下地基的痕迹。

我们所能开挖的最老的一重庙宇是第二次翻修的建筑物，它包括一个嵌有阿兹台克石刻铭文的梯级通道。铭文可译为“二兔”（2 Rabbit）表示阿兹台克历书上的年代，约相当于公元 1390 年。我们据此发现认为，神庙的第二次翻修竣工于 1390 年左右，而原始的神庙（现在地下水位以下）的修建则应在 1390 年以前的某一时候。

在二兔这一重神庙上，我们发现了两座并排紧挨的精致神龛。在神龛外面右侧，发现一块嵌入底板的祭石，当然是用于祭祀惠济洛波赫特利的。神龛外面左侧，我们找到一个卧姿彩绘雕象，称为守护神恰克穆（Chacmool）——护送奉献给特拉洛克的人们的神使。这些发现证实，即使最早的那一重神庙建筑也是奉献给战神和雨神的。

神庙的下一重扩建物中有一镌刻着意为“四矢”（4 Reed）的铭文，表明其竣工年代为 1431 年。我们以为，阿兹台克人在当时扩建神庙是为了庆祝 1427 年那场使其得以控制中部墨西哥的战争取得决定性胜利。大获全胜的阿兹台克人或许驱使治下的臣民去修建神庙的这一重建筑。

庙的某些最引人注目的精美装饰部分是一重建筑物其上刻有“一兔”（1 Rabbit）铭文（即 1454 年）的下一重神庙的一部分。这个年代正好相当于芒特苏马一世（Montezuma I，即芒特苏马二世的曾祖父）。神庙遗迹包括一个四边装有炭火盆（brazier）和蛇头的石雕平台。神庙的特拉洛克这一侧雕刻着雨神的脸；惠济洛波赫特利这一边则雕刻着一

China

个象征战神的绳结。芒特苏马二世帝位的继承者又在神庙原有基础上作了大量的补充。这些附加物包括一个带一对石蛙和两只大的石雕游蛇的小神坛。石蛙和石蛇的图象是阿兹台克人用以陪衬两位天神的动物。

1978 年发掘的刻着月神考约绍基的巨大石盘也是这一重庙宇的一部分，或许是芒特苏马一世的继承者的另一件增添物。这个石盘装在通往惠济洛波赫特利神龛的石级底层的石板上。神龛已经没有了，但是石级的底部还留有遗迹，石盘也在原位。阿兹台克人于1487 年扩建完成了神庙的下一重建筑，在祭神典礼上，他们杀了大量的牺牲者来纪念这项伟大工程。修建这一重庙宇时，阿兹台克人在新旧两重墙体之间的空隙里充填了渣土、碎石，把月神石盘都埋上了。在扩建庙宇时又造了一个肖似的新石盘，惜已遗失——估计是被西班牙人毁坏了。

1487 年后，阿兹台克神庙又改建过两次，才最终达到芒特苏马二世时的轮廓和规模。据我们所知，尽管修过两次，这最后的两次修葺增补在神庙的规模大小上并没有什么明显改变。一部分石级通道和饰有三个蛇头的庙墙，都是这两期修建之前残留下来的。当然，最后的一重庙宇实际上什么都没有剩下。

神庙发掘过程中，我们找到 7000 多件阿兹台克人当年祭祀特拉洛克和惠济洛波赫特利时使用的物品，包括从人头骨到精雕细琢的模型。这些东西有一些安放在专门的箱子或特设的龛室里，而其它的则被随便扔进填充空隙的渣土碎石中。

发掘出来的大多数祭品都有特拉洛克神象或者阿兹台克人祭祀与水和土地肥力有关的雨神标志。祭品中包括特拉洛克喜爱的许多手工制品，如石制和陶瓷器皿，以及各种各样的天然产物，如贝壳、珊瑚以及鱼、鸟、龟、蛇骨骼，甚至美洲虎和鳄鱼骨骼。还有一只盛着祭祀雨神供作牺牲的几十具儿童骨骼的箱子。

我们发现的祭品中没有惠济洛波赫特利的神象，可是在许多物品上有象征战神的标记。例如，出土了不少类似于祭祀杀牲使用的石刀。我们常发现这些石刀间杂在人头骨中，而这些头骨无疑是祭神牺牲者的残骸。

许多祭品都有较深的寓意，我们一直在试图寻求释义。对一次祭祀，阿兹台克人好象觉得物品放置在祭品箱里的位置比物品本身还重要。例如，我们就发现过两只盛放海贝和鳄鱼遗骨的祭品箱，是献给特拉洛克和一位火神的。每只箱子里都把海贝放在底部，鳄鱼骨骼在中间，顶部是神象。这样的安排可能标志着对造物的神秘地位观。

在神庙找到大量的石器，包括阿兹台克人统治下的各族人民送往提诺赫蒂特兰的300多只面具。我们试图确定这贡品来自哪里，以便划出阿兹台克帝国的准确疆界。我们也在研究那些奉献给特拉洛克的儿童的骨骼，想了解这些儿童究竟为什么被杀死。这一情况将会丰富有关祭祀雨神的杀生仪式方面的知识。

通过对阿兹台克神庙及其中物品的研究，我们得知，神庙不仅是一个供人礼拜和牺牲的庄严建筑物，也是融合历史传说和表现阿兹台克人对自然力敬畏的象征性建筑。我们发现阿兹台克神庙建筑象征着雨和山的结合，一座山是惠济洛波赫特利的诞生地，一座山（或一条山脉）是雨云降水注入墨西哥河谷的源地。

挖掘了月神考约绍基浮雕石盘所在地周围区域，又发现该石盘位于战神惠济洛波赫特利阶梯石级的脚下，我们才明白所象征的部分寓意。这次考古发掘说明，神庙金字塔的惠济洛波赫特利这一侧代表战神在战争中击败他的姊妹部落的那座传说中的大山，而镌

China 需要全本请访问 www.ertongbook.com