

上帝创造了同伴

鸟类和哺乳动物植物传粉者

我们所观察到的花朵在颜色、形状、图案和气味上的丰富多样性，直接源于花朵与其动物伙伴或群体之间密切的联系。在这种共生（依赖）互利共生（互惠互利）的关系中，植物将更多能量用于制造艳丽的花朵、花蜜和/或散发香气，而不是用于生产花粉。通过定期吸引特定的传粉者，这种特殊的花朵相比于吸引不加选择的传粉者的花朵，具有减少花粉浪费的优势。传粉者也因此获得了拥有专属食物来源的优势，从而减少了与其他传粉物种争夺食物的能量消耗。植物必须提供奖励（花蜜和花粉）、吸引物（鲜艳的花朵或香气）以及花粉传递机制（花管、坚固的落粉垫等）。动物传粉植物的花粉粒较大，形状不规则，表面覆盖着钩状物、刺状物或凹坑。粗糙的质地和黏性表面确保花粉粒能够粘附在来访动物的毛发、羽毛或附肢上。花粉会一直留在动物身上，直到它访问另一朵花，并将花粉蹭到另一朵花的柱头上，从而完成受精。受精和新植株的持续生长是花朵的回报。

植物和授粉昆虫在上帝最初的设计下共同适应。

植物和传粉昆虫在上帝最初的设计下共同适应环境。有些物种之间存在独特而和谐的关系，这绝非偶然产生。昆虫与植物的共生关系已在之前的文章（《上帝创造的伙伴：昆虫与植物的传粉者》[1](#)）中讨论过。本文将探讨植物、鸟类和哺乳动物之间独特的传粉关系。

除了昆虫之外，蝙蝠和鸟类是主要的动物传粉者。有些植物与各种各样的生物建立了传粉伙伴关系，例如老鼠、负鼠、一些灵长类动物，甚至蜗牛或蚯蚓。动物以花朵为食，为自身及其后代提供食物。动物传粉的花朵会产生花蜜，这是一种含有维生素、氨基酸和其他营养物质的糖类物质。花朵通常产生的花蜜量与其传粉者的生理需求有关。

哺乳动物传粉者：蝙蝠

蝙蝠的食性因种类而异，但可以根据其主要觅食偏好将其分为三大类。许多蝙蝠是杂食性动物，它们会采取机会主义的觅食行为，什么都吃。食虫蝙蝠主要以夜间飞行的昆虫为食。食果蝙蝠以水果为食，而食蜜蝙蝠则以植物的花蜜为食。蝙蝠依靠视觉和嗅觉（花香和花蜜）来寻找食物来源，由于它们在傍晚觅食，夜间开放的花朵是它们的主要花蜜来源。许多食蜜蝙蝠拥有像蜂鸟一样细长的舌头，可以伸入花朵深处吸取花蜜。食蜜蝙蝠还拥有短小的耳朵和细长的鼻子，方便它们伸入花朵中，以及大眼睛，以便拥有极佳的

视力。与捕食昆虫的蝙蝠扑扇着翅膀、呈之字形飞行不同，食蜜蝙蝠的飞行强劲有力且方向直接。蝙蝠飞行能力强，可以悬停在花朵上方吸食花蜜，而不会过多地干扰花朵。花粉粒附着在蝙蝠的皮毛上，被带到下一株植物上，确保其食物来源的植物受精。香蕉、芒果、椰枣、无花果、桃子、腰果、番石榴、鳄梨和龙舌兰都依赖蝙蝠授粉。

热带地区的吸食花蜜的蝙蝠在维持森林多样性以及通过种子传播和授粉促进森林再生方面发挥着不可或缺的作用。热带森林中生长着大量的植物物种，但大多数物种数量稀少且分布分散。这种情况给授粉带来了难题：当两棵树之间的距离超过 300 英尺时，如何有效地将花粉从一棵树的花朵传递到另一棵树的花朵上？飞行昆虫、鸟类和蝙蝠解决了这个授粉难题。三项实验表明，蝙蝠传播花粉的能力几乎是蜂鸟的四倍。以下是一些有趣的蝙蝠授粉者的例子。



图 1. 杰弗里无尾蝙蝠 4



图 2. 墨西哥长舌蝠 5

管唇蜜蝠 (*Anoura fistulata*) 于 2005 年在厄瓜多尔安第斯山脉的森林中被发现。研究人员报告称，这种蜜蝠的舌头可以伸出自身体长的 1.5 倍，比任何其他哺乳动物都长，在脊椎动物中仅次于变色龙。此外，这种蝙蝠的舌头伸出的长度是其同属其他成员的两倍。这种蝙蝠进化出更长的舌头是为了吸食一种管状花

(*Centropogon nigricans*) 的花蜜，这种花的花蜜位于一个同样长的漏斗状花序的末端。与人类一样，蝙蝠的舌头也从口腔底部开始，因此，要伸长舌头，唯一的办法就是长出同样长的吻部。但这种蝙蝠的情况并非如此。它长长的舌头的根部被推回肋骨内，储存在心脏和胸骨之间。这使得管唇蜜蝠拥有了这种花的独家授粉权。

为了确保蝙蝠的头部能够沾满花粉，花朵必须足够宽，以便其吻部能够完全容纳。杰氏无尾蝙蝠 (*Anoura geoffroy*, 图 1) 拥有长长的舌头和细长的吻部，这使得它们能够访问管状花朵。热带的伯梅斯特拉属植物对蝙蝠的生存高度依赖。伯梅斯特拉属植物的花朵基部呈管状，向上扩展成钟形。研究人员研究了九种拉丁美洲钟形花 (伯梅斯特拉属植物)，这些花朵呈暗绿色，带有不同程度的紫色，散发的气味也各不相同，从淡淡的 (*B. succulenta*) 到非常浓烈的 (*B. borjensis* 和 *B. multiflora*)。所有九种研究物种的花朵都在傍晚开放，并且主要依靠蝙蝠授粉 (*Anoura geoffroyi* 和 *A. caudifera*)。蝙蝠授粉的花卉品种颜色较暗淡，花口较宽，花筒较短，花茎也比其他由蜂鸟授粉的花卉品种 (如红萼花) 更硬。 ⁸ 由于蝙蝠有时会出现在没有布氏花属植物的地区，并以其他花卉的花蜜为食，因此蝙蝠的生存并不依赖于布氏花属植物。



图 3. 灰头狐蝠及其幼崽 9

在美国，仅有三种以花蜜为食的长舌蝠（*雪地长舌蝠*、*库拉索长舌蝠*和*墨西哥长舌蝠*，图 2）分布于其分布范围的北缘。亚利桑那州栖息着两种以花蜜为食的蝙蝠（*库拉索长舌蝠*和*墨西哥长舌蝠*），它们对柱状仙人掌（巨人柱和管状仙人掌）以及龙舌兰属沙漠植物的授粉至关重要。如果没有这些以花蜜为食的蝙蝠，龙舌兰和各种仙人掌的授粉率将下降约 97%。小长鼻蝠（*库拉索长舌蝠*）是专食性动物，以仙人掌（管状仙人掌、卡顿仙人掌和巨人柱）和龙舌兰花（*帕尔默龙舌兰*）为食。小长鼻蝠通过为仙人掌授粉和传播种子，确保沙漠生态系统的健康，并使仙人掌种群得以延续。*大长鼻蝠*（*Leptonycteris nivalis*）会根据龙舌兰的夏季花期，调整其从墨西哥迁徙到德克萨斯州

的时间，因为它们依赖龙舌兰获取花粉和花蜜。由此可见，这种伙伴关系对于动植物的生存至关重要。

另一种引人入胜的关系与狐蝠有关。狐蝠体型较大，体重可达 2 磅，翼展可超过 3 英尺。它们以水果和花蜜为食，是本地树木重要的授粉者和种子传播者。灰头狐蝠 (*Pteropus poliocephalus*, 图 3) 是澳大利亚特有的本土物种。它们飞行距离可达 25 英里，在开花的桉树（如斑桉 (*Corymbia maculata*)、桉树、白千层和班克木）中觅食。据估计，一只狐蝠一夜之间就能散播多达 6 万颗种子。这对于雨林植被的恢复至关重要。并非所有蝙蝠都像某些人认为的那样“可怕嗜血”。它们在上帝的自然世界中扮演着有趣而重要的角色。

蜂鸟



图 4. 剑嘴蜂鸟 12

蜂鸟在众多灌木和藤本植物的授粉过程中扮演着重要角色，其中一些植物专门适应蜂鸟授粉。据估计，整

个美洲有 8000 种植物的花朵主要以蜂鸟为授粉媒介。通常，植物和蜂鸟之间的关系是兼性的，彼此的生存并非完全依赖对方。植物与其授粉媒介之间存在互利共生的关系，但由于蜂鸟种类繁多，可供授粉的花朵也多种多样，因此并不存在一种独特且相互依赖的共生关系。当然，凡事皆有例外。在秘鲁，有一种罕见的鸟类——剑嘴蜂鸟（学名：*Ensifera ensifera*，图 4），它的喙足够长（4 英寸），可以为长管西番莲（*Passiflora mixta*）授粉。 ¹³

正如我们之前讨论的，花朵的结构设计可能有利于主要传粉者授粉，并限制其他无效传粉者。在蜂鸟成为可靠的传粉伙伴后，持续的选择可能有利于其他性状的出现，使花朵更加专门化地适应蜂鸟的授粉。花朵在花冠长度、宽度和颜色方面表现出差异。例如，蜂鸟授粉的花朵通常呈红色。这种红色可能主要是为了阻止蜜蜂访花，从而为蜂鸟保留花粉。科学家们发现，蜜蜂寻找红色花朵比寻找蓝色花朵需要更多时间。因此，蜜蜂会停留在蓝色的花丛中，而不是耗费时间和精力去寻找红色花朵。



图 5. 艾伦蜂鸟的额头沾满了花粉 16

蜜蜂利用气味寻找花朵，携带的花粉量比蜂鸟多，而且往往将大部分花粉落在最先访问的几朵花上。蜂鸟则利用视觉寻找花朵，它们将花粉均匀地散布在花朵群中，并且由于新陈代谢率更高，它们摄入的花蜜也比蜜蜂多。因此，由蜂鸟授粉的植物通常香味较淡或没有香味，但产生的花蜜量却比由蜜蜂授粉的植物更多。试想一下，如果你是一位花卉设计师，你会如何设计花朵来吸引传粉昆虫呢？

大多数蜂鸟花横向生长，蜂鸟可以从侧面进入，但有些花，例如倒挂金钟，花朵向下垂落，蜂鸟必须从下方接近。在一些由蜂鸟授粉的花朵（例如水芹属植物、须苞花）中，花口的大小仅比蜂鸟的头部略宽。花药和柱头的长度恰到好处，使花粉能够落在蜂鸟的额头上（图 5）。通常情况下，蜂鸟无需移动花朵即可将喙伸入花中吸取花蜜。就像蝙蝠一样，蜂鸟拾取花粉

后，再将其转移到下一朵花上。蜂鸟的生理构造使其能够从管状花朵中吸取花蜜。喙的结构影响着不同种类蜂鸟所选择的花朵类型。长喙适合插入较长的花管中，而短喙蜂鸟则访问短管花朵。这些不同的共生关系使得长嘴和短嘴传粉昆虫能够共存，竞争降至最低。喙的形状也可以分为直喙和向下弯曲（下弯，图 6）。喙的弯曲程度通常与笔直或弯曲度较大的花管相对应。蜂鸟的舌头也是一个独特的构造。舌头两侧有沟槽，可以收集花蜜。



图 6 . 厄瓜多尔男爵隐士 (*Phaethornis longirostris*) 18

为了获取足够的花蜜以维持生存，蜂鸟每天必须造访数百朵花。它们飞行能力极强，拥有长而锋利的翅膀，飞行速度可达每小时 60 英里。与其他鸟类不同，蜂鸟的翅膀与身体连接在肩关节处。这种特殊的翅膀结构使其能够旋转近 180° ，从而实现向前、垂直、侧向、

向后（蜂鸟是唯一能够做到这一点的鸟类）以及倒飞。之所以能够向后飞行，是因为负责升起翅膀的肌肉与负责下拍的肌肉一样发达。只有蜂鸟拥有上拍翅膀的肌肉力量。蜂鸟还可以悬停。与体型相近的非悬停鸟类相比，蜂鸟的翅膀相对于其体重而言更大。悬停使蜂鸟能够在每朵花上停留最短的时间，无需降落和起飞即可继续飞行。某些种类的蜂鸟每分钟能够访问并采集 20 朵花的花蜜。然而，悬停是飞行中最耗能的方式。上帝在这种体型最小的鸟儿身上设计了多么独特的特征啊！ 19

全世界范围内，极少有花朵仅由一种动物授粉。适应蜂鸟授粉的花朵也会被其他昆虫访花，而由昆虫授粉的花朵也会被蜂鸟访花。例如，长舌蜂和蝴蝶经常与蜂鸟共享花朵。一对一的合作关系虽然罕见，但也存在一些有趣的共生关系。

在北美西部，从墨西哥到阿拉斯加，由蜂鸟授粉的植物花期呈季节性波动。这些植物为北迁繁殖的蜂鸟提供营养。在山脉内部，蜂鸟植物的花期通常从低海拔到高海拔呈波浪式递增，从而在山上形成垂直的食物来源。蜂鸟植物集中在美洲大陆西侧的南北走向山脉，而这些山脉正是蜂鸟每年南北迁徙的通道。在北部迁徙路线的末端，蜂鸟授粉的植物种类很少（阿拉斯加南部只有五种），但在南部迁徙路线末端的山区（墨

西哥和中美洲的马德雷斯山脉；秘鲁的安第斯山脉），蜂鸟授粉的植物种类却急剧增加。中美洲和安第斯山脉地区拥有地球上最高的蜂鸟多样性并非偶然，因为大多数重要的蜜源植物都生长在这里。表 1 列出了美国西部繁殖的蜂鸟及其蜜源植物伙伴。



图 7. 红喉蜂鸟 21

特别值得一提的是：红喉蜂鸟（图 7）被誉为北美西部最重要的蜂鸟授粉者。这是因为它们从阿拉斯加迁徙到墨西哥，沿途为植物授粉。

红喉蜂鸟（学名：*Archilochus colubris*）是北美东部唯一的繁殖蜂鸟。大多数红喉蜂鸟在墨西哥和中美洲越冬，但也有少数在佛罗里达州越冬。红喉蜂鸟细长的喙非常适合吸食喇叭花等植物深管状花朵的花蜜。表 2 列出了北美东部一些可供红喉蜂鸟吸食花蜜的植物种类，但并非全部。

表 1. 在美国繁殖的西部蜂鸟及其蜜源植物伙伴。

蜂鸟（学名）	西部位置	蜜源植物 23
--------	------	---------

<p>白耳蝠 (<i>Hylocharis lucotis</i>)</p>	<p>亚利桑那州；墨西哥；中美洲</p>	<p>须唇须舌草 (<i>Penstemon barbatus</i>) 蓝须舌舌草 (<i>Penstemon virgatus</i>) 红衣须舌舌草 (<i>Penstemon cardinalis</i>) 沙漠烟草 (<i>Nicotiana obtusifolia</i>) 沙漠柳</p>
<p>绿柱石 (<i>Amazilia beryllina</i>)</p>	<p>亚利桑那州；墨西哥；中美洲</p>	<p>(<i>Chilopsis Linearis</i>) 印度画笔 (<i>Castilleja integra</i>) 麦斯卡豆 (<i>Sophoa secundiflora</i>) 山巨牛膝草 (<i>Agastache pallidiflora</i>)) Octillo</p>
<p>紫冠阿玛兹利亚 (<i>Amazilia violiceps</i>)</p>	<p>亚利桑那州、新墨西哥州、墨西哥</p>	<p>(<i>Fouquieria splendens</i>) 苍白沙漠刺 (<i>Lycium pallidum</i>) 帕里龙舌兰 (<i>Agave parryi</i>) 红鼠尾草 (<i>Salvia penstemonoides</i>) 猩红吉</p>

<p>蓝喉蜂鸟 (<i>Lampornis clemenciae</i>)</p>	<p>亚利桑那州、新墨西哥州、德克萨斯州；墨西哥</p>	<p>利亚 (<i>Ipomopsis aggregata</i>)</p>
<p>华丽 (里沃利的) (<i>Eugenes fulgens</i>)</p>	<p>亚利桑那州、新墨西哥州；墨西哥</p>	
<p>宽嘴蜂鸟 (<i>Cynanthus latirostris</i>)</p>	<p>亚利桑那州、新墨</p>	

	西哥 州、 德克 萨斯 州； 墨西 哥	
路西法 (<i>Calothorax lucifer</i>)	亚利 桑那 州、 新墨 西哥 州、 德克 萨斯 州西 部； 墨西 哥	
尤卡坦州阿马齐 利亚 (<i>Amazilia yucatanensis</i>)	德克 萨斯 州； 墨西	

	哥； 伯利 兹	
安娜的(<i>Calyptrina</i>)	美国 西部 沿海 地 区； 墨西 哥	黑鼠尾草 (<i>Salvia mellifera</i>) 、 豆荚树 (<i>Isomeris arborea</i>) 、枸杞 (<i>Lycium andersonii</i>) 、加州玄参 (<i>Scrophularia californica</i>) 、 加州金银花 (<i>Lonicera hispidula</i>)
Costa's (<i>Calyptrina costae</i>)	美国 西部 沿海 地 区； 墨西 哥	、红花蝇子草 (<i>Silene laciniata</i>) 、 海岸刺荨麻 (<i>Stachys chamissonis</i>) 、 海岸猴面花 (<i>Mimulus dentatus</i>) 、 雪果 (<i>Symphoricarpos albus fasciculatus</i>) 、
艾伦氏 (<i>Selasphorus sasin</i>)	美国 西部 沿海 地 区； 墨西	峡谷醋栗 (<i>Ribes menziesii</i>) 、 流苏杯 (<i>Tellima grandiflora</i>) 、密花

哥

马先蒿 (*Pedicularis densiflora*)
、栎醋栗 (*Ribes quercetorum*)
、橙花 (*Diplacus aurantiacus*) 、
冬青 (*Heteromeles arbutifolia*)
、门多西诺锦葵
(*Malacothamnus*) 、
太平洋红豆树 (*Arbutus*) 紫花
三叶草 (*Castilleja exserta*)
、红接骨木 (*Sambucus racemosa*) 、
红翠雀 (*Delphinium nudicaule*)
、红蒙纳德拉 (*Monardella macrantha*) 、
鲑莓 (*Rubus spectabilis*) 、
圣路易斯紫鼠尾草 (*Salvia leucophylla*)
、猩红喇叭花 (*Penstemon centranthifolius*) 、
猩红翠雀 (*Delphinium cardinale*) 、

		<p>猩红猴面花 (<i>Mimulus cardinalis</i>) 、 蓟鼠尾草 (<i>Salvia carduacea</i>) 、 西部耧斗菜 (<i>Aquilegia formosa</i>)</p>
<p>卡利俄珀星 (<i>Stellula calliope</i>)</p>	<p>加拿大西部； 华盛顿州、 俄勒冈州、 爱达荷州、 蒙大拿州、 加利福尼亚</p>	<p>除上述西部沿海物种外，还包括： 毛金银花 (<i>Lonicera hispidula</i>) 、熊果属 (<i>Arctostaphylos species</i>) 、 本地百合 (<i>Lilium species</i>) 、 纳氏翠雀 (<i>Delphinium nuttallianum</i>) 、橙色金银花 (<i>Lonicera ciliosa</i>) 、佩耶特须舌花 (<i>Penstemon payettensis</i>) 、 猩红画笔花 (<i>Castilleja miniata</i>) 、艳丽须舌花 (<i>Penstemon payettensis</i>) 、</p>

	亚 州、 内华 达 州； 墨西 哥	小花须舌花 (<i>Penstemon procerus</i>) 、 西部雪果 (<i>Symphoricarpos occidentalis</i>) 。
赤褐色 (<i>Selasphorus rufus</i>)	加拿 大西 部； 华盛 顿 州、 俄勒 冈 州、 爱达 荷 州、 蒙大 拿 州、 北加	

	利福尼亚州、墨西哥	
黑颞 (<i>Archilochus alexandri</i>)	华盛顿州、爱达荷州、怀俄明州、科罗拉多州、犹他州、加利福尼亚州、	亚利桑那州和沿海物种列表，以及： 科罗拉多耧斗菜 (<i>Aquilegia caerulea</i>) 、爆竹花 (<i>Penstemon eatonii</i>) 、金醋栗 (<i>Ribes aureum</i>) 、毛金银花 (<i>Lonicera hispidula</i>) 、 金银花 (<i>Lonicera involucrata</i>) 、 熊果属 (<i>Arctostaphylos species</i>)、 本地百合 (<i>Lilium species</i>) 、 瑞氏花 (<i>Penstemon rydbergii</i>) 、 艳丽花 (<i>Penstemon speciosus</i>) 、 雪果 (<i>Symphoricarpos alba</i>) 、 粘性天竺葵 (<i>Geranium v</i>

	<p>内华 达 州、 亚利 桑那 州、 新墨 西哥 州； 墨西 哥</p>	<p><i>iscosissimum</i>) 、波叶画笔 花 (<i>Castilleja</i> <i>aplegatei</i>) 、惠氏花 (<i>Penstemon whippleanus</i>) 。</p>
<p>宽尾雀 (<i>Selasphorus</i> <i>platycercus</i>)</p>	<p>爱达 荷 州、 怀俄 明 州、 科罗 拉多 州、 犹他 州、 内华</p>	

	达 州、 亚利 桑那 州、 新墨 西哥 州、 墨西 哥、 中美 洲	
--	--	--

表 2. 由红喉蜂鸟授粉的美国东部植物

通用名 (学名)	常用名 (学名)
蜂香薄荷 (<i>Monarda</i> <i>spp.</i>)	听话植物 (<i>Physostegia</i> <i>virginiana</i>)
火炬花(<i>Liatris</i> <i>spp.</i>)	红七叶树 (<i>Aesculus</i> <i>pavia</i>)
猩红花(<i>Lobelia</i> <i>spp.</i>)	鼠尾草 (<i>Salvia</i> <i>spp.</i>)

钮扣树 (<i>Cephalanthus occidentalis</i>)	沼泽乳草 (<i>Asclepias incarnata</i>)
十字藤 (<i>Bignonia capreolata</i>)	喇叭金银花 (<i>Lonicera sempervirens</i>)
柔韧金银花 (<i>Lonicera dioica</i>)	喇叭藤或爬山虎 (<i>Campsis radicans</i>)
乳草, 蝴蝶草 (<i>Asclepias tuberosa</i>)	野生耧斗菜 (<i>Aquilegia canadensis</i>)
本地百合 (<i>Lilium spp.</i>)	林地粉红根 (<i>Spigelia marilandica</i>)

其他鸟类和花卉的授粉者



图 8. 凤头吸蜜鸟 24



图 9. 绯红太阳鸟 25

夏威夷吸蜜鸟从通常硕大、色彩艳丽且呈红色的花朵中吸取花蜜并为其授粉。这些花朵的花冠呈独特的扭曲状，正好适合吸蜜鸟弯曲的喙。由凤头吸蜜鸟（*Palmeria dolei*）（图 8）授粉的植物包括：奥希亚莱胡阿（Ohi'a lehua，学名：*Metrosideros polymorpha*）、许多本地木槿属植物以及本地山梗菜属植物（例如：*Trematolobelia macrostachys*）。

²⁶

太阳鸟体型较小，主要以花蜜为食，栖息于树上，喙细长、尖锐且向下弯曲。人们认为太阳鸟为尼日利亚森林中的几种树木授粉。太阳鸟作为授粉者的重要性尚不完全清楚，目前正在研究中。太阳鸟也会悬停，但时间比蜂鸟短。通常情况下，这些鸟会栖息以获取花蜜。

绯红太阳鸟（*Aethopyga siparaja*，图 9）会刺穿花朵基部的底部，窃取花蜜而不为植物授粉。对于传粉昆虫来说，这并非一种理想的行为。孔雀石太阳鸟

(*Nectarinia famosa*) 是该类群中体型最大的，它们自然会造访芦荟、帝王花、烛台花 (*Brunsvigia orientalis*) 和野芝麻 (*Leonotis* 属) 等大型红色花朵。 ²⁷



图 10. 南非甜鸟栖息于帝王花 (*Protea cynaroides*) 上 ²⁸

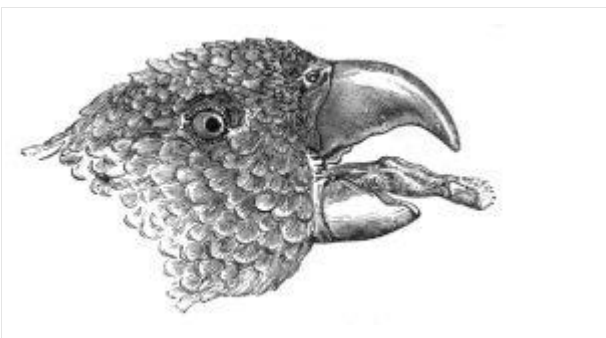


图 11. 吸蜜鸚鵡“刷状舌”的示意图。 ²⁹

吸蜜鸟是一类栖息于非洲的小型鸟类。它们是专食花蜜的鸟类，喙长而向下弯曲，尾羽也很长。它们主要以帝王花 (*Protea*) 为食。开普吸蜜鸟 (*Promerops cafer*, 图 10) 也为黑帝王花 (*Protea lepidocarpodendron*) 灌木授粉。黑帝王花的柱头在被吸蜜鸟吸食花粉之前一直保持闭合状态。 ³⁰

澳大利亚和新几内亚的刷舌鹦鹉（*Trichoglossus haematodus*）拥有一种特殊且独特的舌头，用于吸食花蜜。其舌尖呈 U 形排列着细小的毛状结构。当这种鹦鹉伸舌吸食花蜜时，这些毛状结构会像刷子上的刷毛一样竖立起来，便于吸取花蜜和花粉。³¹

陆生和树栖哺乳动物传粉者

据估计，超过 50 种陆生哺乳动物会主动造访并为本地花卉授粉。其中包括几种负鼠、树栖哺乳动物（如有袋类动物）、小型灵长类动物和一些啮齿类动物。

³²由灵长类动物授粉的花朵往往没有香味，而且个头很大，以适应它们较重的体重。由有袋类动物授粉的花朵通常生长在树冠较高处，而由啮齿类动物授粉的花朵则往往位于地面。

³³ 以下是一些来自不同地区的奇妙的生物关系实例。



图 12. 红腹狐猴 34

红腹狐猴（学名：*Eulemur rubriventer*，图 12）是马达加斯加特有的灵长类动物。红腹狐猴主要以水果为食，但也吃树叶、花蜜和花朵。它们会舔舐花朵中的花蜜，而不会伤害花朵。红腹狐猴会造访旅人蕉（学名：*Ravenala madagascariensis*），并可能为其授粉，也可能造访布雷西亚树（*Brexia*）和帕基亚树（*Parkia*）等植物。



图 13. 蜜袋鼯 35

蜜袋鼯（学名：*Petaurus breviceps*，图 13）是一种来自澳大利亚的小型滑翔有袋动物。它们像北美飞鼠一样，从树枝上跃下滑翔。蜜袋鼯共有七个物种，它们生活在树上，以昆虫、小型脊椎动物和桉树汁液为食。黄腹蜜袋鼯（学名：*Petaurus australis*）则以班克木和桉树的花蜜为食。

蜜袋鼯（学名：*Tarsipes rostratus*）与蜜袋鼯同属双门齿目（Diprotodontia），是一种体长仅 3 至 4

英寸的小型哺乳动物。然而，它与蜜袋鼯并非近亲，而且是少数真正以花蜜为食的哺乳动物之一。蜜袋鼯长而尖的吻部和长而可伸缩、舌尖呈刷状的舌头，使其能够采集澳大利亚本土植物班克木属（*Banksia*）和腺花属（*Adenanthos*）的花粉和花蜜。



图 14 . 蒙特莫尼托 36

在南美洲的温带森林中，槲寄生（*Tristerix corymbosus*）的种子完全由另一种名为山地鼠（Monito del monte，学名 *Dromiciops gliroides*，图 14）的有袋动物传播。这种外形似鼠的有袋动物目前被归入微兽目（Microbiotheria），该目仅包含一个科和一个种。然而，一些科学家正在研究山地鼠与澳大利亚有袋动物的亲缘关系更为密切的理论。

³⁷关键在于，这种被创造出来的“特殊”动物在其环境中扮演着独特的角色。在巴塔哥尼亚的

温带森林中，山地鼠是寄生于高大树木树皮上的槲寄生的唯一种子传播者。近百种鸟类和哺乳动物依赖槲寄生获取果实、花蜜和筑巢材料。当其他动物食用槲寄生种子时，种子无法完整存活。只有猴子能将种子完好无损地通过消化道，并直接将其产在寄主树的树皮上。³⁸ 这种互惠互利的伙伴关系对整个森林的生物多样性至关重要。

在南非，至少有四种啮齿动物会在夜间造访马索尼亚百合（*Massonia depressa*）的花朵：两种沙鼠，分别是毛足沙鼠（*Gerbillurus paeba*）和开普短耳沙鼠（*Desmodillus auricularis*）；以及两种鼠科动物，分别是纳马夸岩鼠（*Aethomys namaquensis*）和开普刺鼠（*Acomys subspinosus*）。这种百合花生长在地面附近，颜色并不鲜艳。花蜜是从一个结构精巧的碗状开放式花腔中采集的。夜间，人们在单个马索尼亚百合花中发现了大量的花蜜。³⁹



图 15. 条纹小鼠 40

几种沙鼠、小鼠、大鼠和鼯鼠也会光顾南非某些糖灌木（如抱茎帝王花、矮生帝王花和矮生帝王花）的花序。这些花序通常隐藏在糖灌木的地面附近，便于啮齿动物取食。啮齿动物会被浓烈的霉味吸引，并以大量的浓稠花蜜作为回报。为了防止鸟类和昆虫偷食花蜜，由啮齿动物授粉的帝王花具有不显眼的棕色或黑色苞片（变态叶）。苞片内侧可能呈淡白色，花尖可能呈亮红色。这些特征引导啮齿动物在黑暗中找到花蜜。花蜜储存在管状结构中，啮齿动物到花蜜的距离大约等于其吻部的长度，约为0.5英寸（约1.3厘米）。花粉会沉积在啮齿动物的头部。[41](#) 啮齿动物授粉的帝王花属植物的花蜜糖浓度高于鸟类授粉的帝王花属植物。[42](#) 帝王花属植物的啮齿动物授粉者包括：纳马夸岩鼠（*Aethomys namaquensis*）、条纹鼠（*Rhabdomys pumilio*, 图 15）和韦氏白足鼠（*Myomyscus verreauxi*）。

从以上讨论的例子中，我们了解到不同的开花植物物种拥有或进化出多种策略来实现花朵授粉，从而确保植物的繁衍。有些植物依靠风力传播花粉，但大多数植物依赖昆虫、鸟类或动物的接触。不同植物物种的花朵结构、气味和生长形态各不相同。这使得不同的植物能够吸引不同的传粉者。而传粉者本身也具有各种特征或机制，通过这些特征或机制获取花粉并将其传播到下一株植物（图 16）。在某些情况下，植物物种与其传粉者之间的联系已经非常紧密，以至于彼此

都依赖对方才能继续生存。这清晰地提醒我们另一种关系：人与造物主上帝之间的关系。

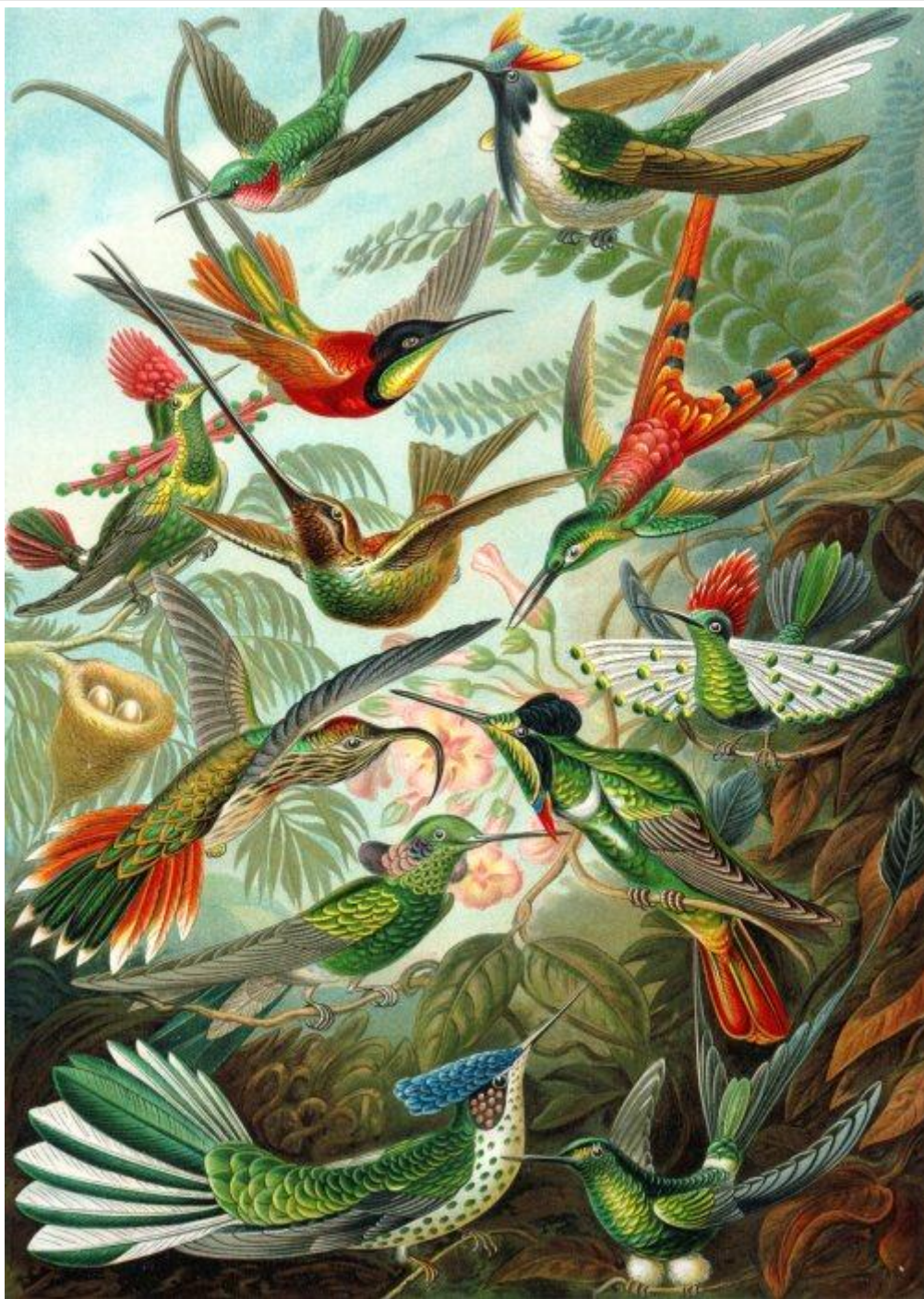


图 16. 蜂鸟科的十二个成员 43

读完这篇文章，你心里是否有一些触动？有没有一些新的想法，或者值得你认真思考的问题？或许，你也开始重新思考自己的信仰和人生的方向。

如果你愿意，现在就可以向上帝祷告，打开心门，成为祂的儿女。祷告不需要华丽的言辞，只要一颗真诚的心。你可以这样祷告：

天父上帝，

今天我来到你面前，愿意立定心志，宣告我相信耶稣基督是我的救主，是我生命的主。我愿意离开过去那些不讨你喜悦的生活方式，求你赦免我的过犯。靠着你的恩典，帮助我学习顺服你、爱人如己，活出你所赐的新生命。求圣灵每天引导我、扶持我，使我一生荣耀你的名。奉主耶稣基督的名祷告，阿们。

如果你已经做了这个祷告，愿你知道，你并不孤单。信仰的道路需要陪伴和成长。鼓励你在自己居住的地方，寻找一间合适的教会，与弟兄姐妹一同聚会、学习和成长。

如果你有任何疑问，或在信仰上需要帮助，欢迎随时写信与我们联系。我们愿意倾听，也愿意与你一同前行。