

# 跳蚤的起源与瘟疫的起源

## 抽象的

人类历史上饱受跳蚤传播疾病的困扰，其中包括鼠疫。近期，马达加斯加已记录了 100 多例鼠疫病例。跳蚤曾是上帝“甚好”（[创世记 1:31](#)）的造物的一部分，但在诅咒之后转变为体外寄生虫。创造生物学家仍在努力构建一个有效的模型，解释跳蚤从环境循环者到寄生虫的转变过程。跳蚤的形态特征及其独特的吸血能力使其成为鼠疫耶尔森菌（鼠疫的病原菌）的理想传播媒介。

## 介绍

许多人对猫狗身上的跳蚤（图 1）并不陌生。在过去，跳蚤曾传播鼠疫和斑疹伤寒，导致数百万人死亡。如今，鼠疫再次在全球蔓延，首发地是马达加斯加首都安卡西纳。截至 2014 年 12 月，马达加斯加已报告超过 126 例病例，其中 47 例死亡。马达加斯加是位于非洲大陆的一座大岛，岛上的大多数居民死于鼠疫。他们被携带鼠疫杆菌的鼠蚤叮咬后感染了鼠疫。

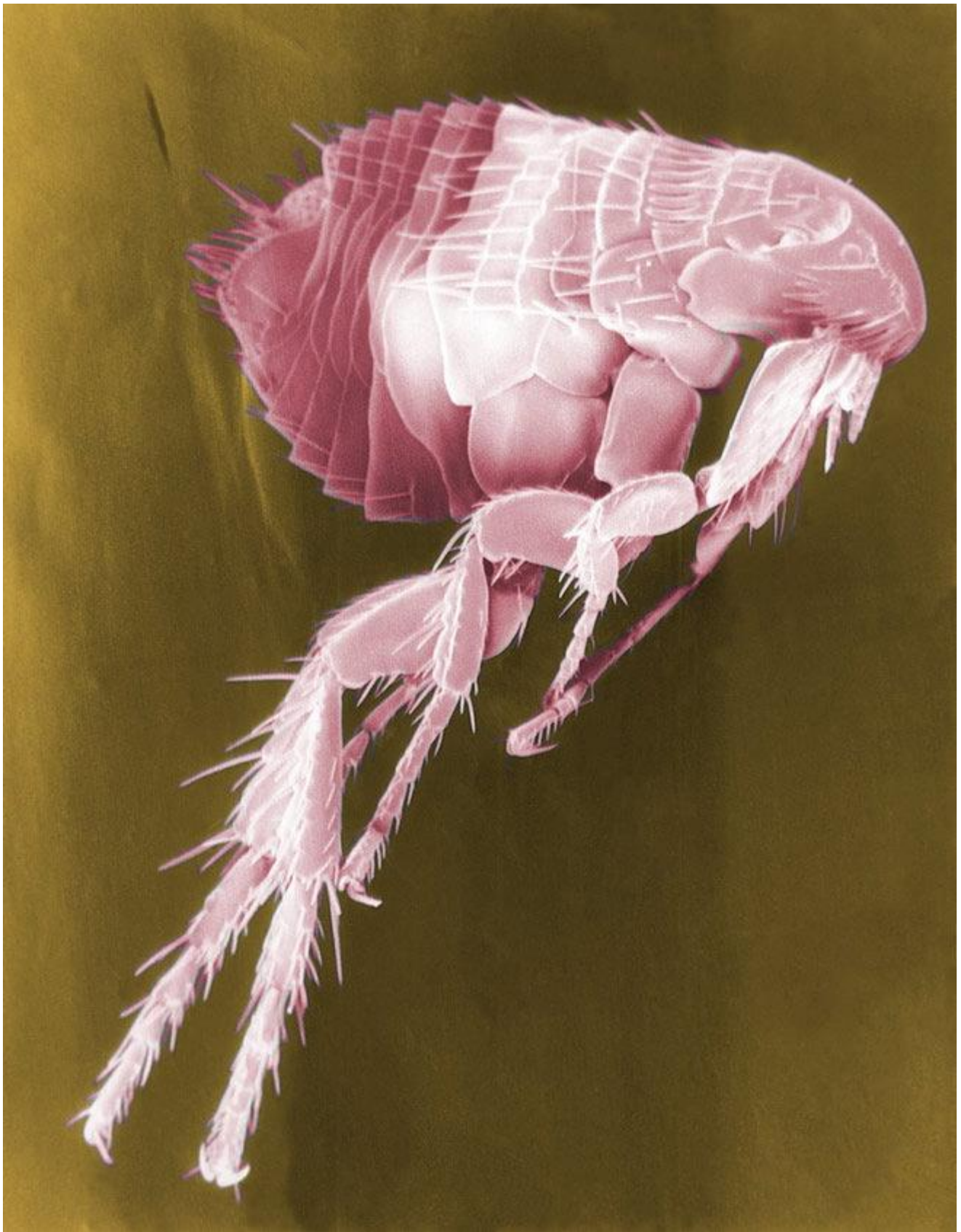


图 1. 跳蚤的扫描电子显微照片（伪彩色）。图片来自  
[维基共享资源](#)。

世界卫生组织（世卫组织）每年都会收到 1000 至 2000 例病例报告。1900 年至 2010 年间，美国共有 999 例“确诊或疑似”病例。自从埃博拉疫情席卷全球以来，很少有人听说过这种疾病。但每年都会有少量森林型（发生在野生动物中的）鼠疫病例发生。

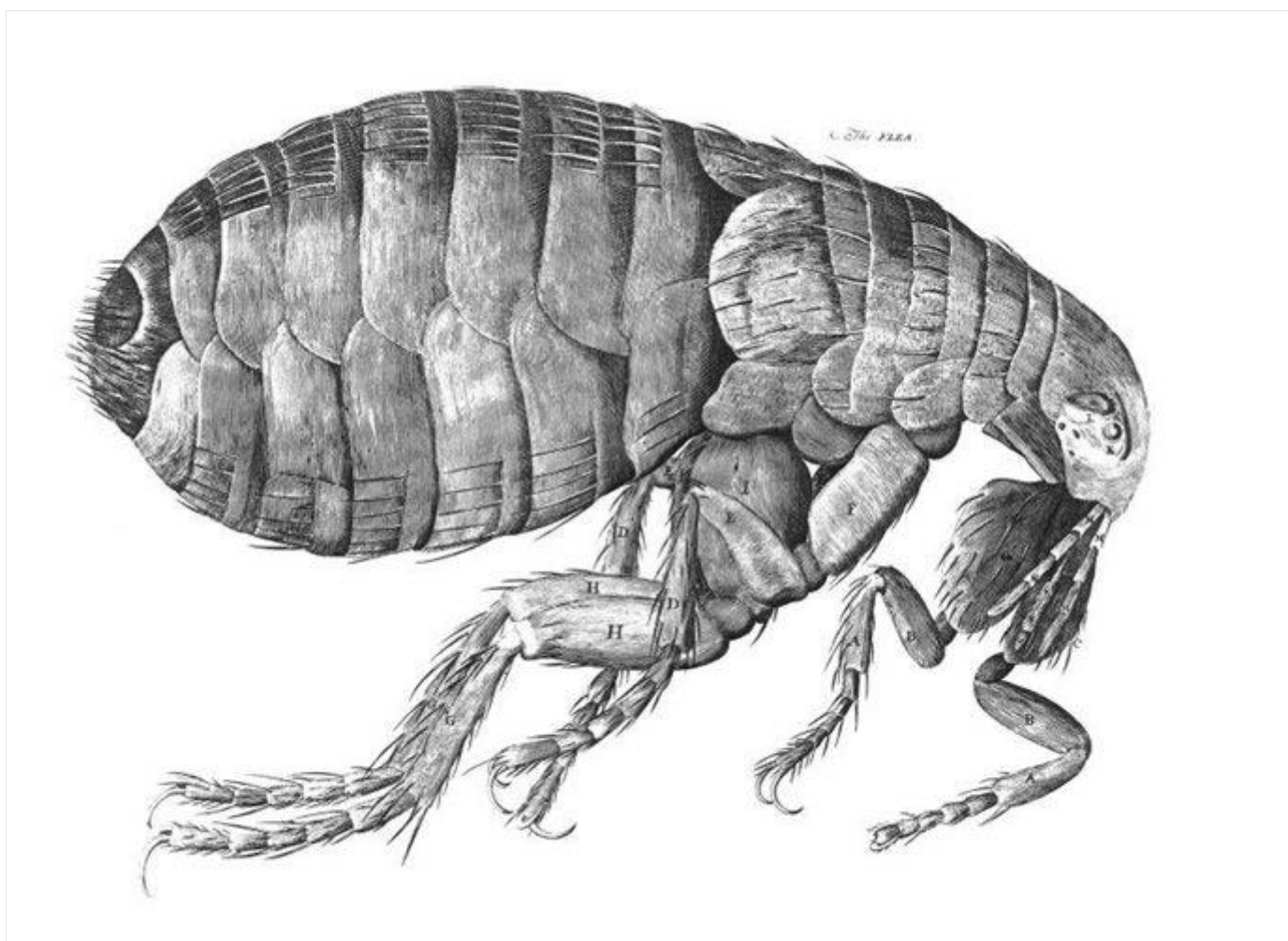
## 跳蚤的起源与“发现”

在《创世记》1:24-25 中，上帝创造的“爬行之物”中包括无数种昆虫，其中就包括跳蚤。

我们往往把它们视为令人厌恶的害虫，但它们的创造却蕴含着美好的目的，它们展现了创造性的多样性、精妙的设计、智慧以及上帝的荣耀，正如人体那令人敬畏的奇妙构造一样。跳跃的能力本身就是精巧而多面设计的有力证明。它们很可能被创造出来是为了以植物为食，帮助分解落叶等有机物和碎屑，就像今天的跳蚤幼虫一样。

跳蚤精妙的结构最早由基督徒兼神创论者罗伯特·胡克在其著作《显微图谱》（1665 年）中描述。事实上，正是他使用最早的复式显微镜之一绘制的跳蚤图，影响了列文虎克，促使他转而致力于显微镜的制造以及微生物和寄生虫的研究。胡克描述并绘制了（图 2）这种通常被称为“叮咬小虫”的生物。他详细列出了跳蚤的解剖结构，并展示了这种小生物身体的复杂程

度：“即使与人类没有任何关系，这种小生物的力量和美丽也值得一提。”他还注意到跳蚤强大的跳跃机制：“它的六条腿会同时蜷缩起来，跳跃时，所有腿都会弹开，从而一次性发挥全部力量。”“至于它的美，显微镜显示它全身都装饰着一套奇特的、光亮的貂皮盔甲，关节整齐，上面布满了无数尖锐的针，形状几乎像豪猪的刺，或者像明亮的圆锥形钢针；头部两侧各有一只灵巧圆润的黑眼睛，每只眼睛后面还有一个小凹陷，里面似乎有一层薄膜在来回移动，薄膜上长满了许多细小的透明毛发，这很可能就是它的耳朵；在头部的前部，两只前腿之间，长着两根细长的关节触须，或者更确切地说是嗅觉触须……”



**图 2.** Robert Hooke 绘制的《跳蚤》(*Micrographia*)。图片来自 [Wikimedia Commons](#)。

这种奇妙的生物，正如胡克用文字和图画描述的那样，全身布满鳞片和尖刺，令人赞叹而非恐惧。或许他认为这是某位才华横溢的生物工程师精心设计的跳蚤身体，尤其是那非凡的后腿。跳蚤的构造符合基本的双侧动物模型，拥有头部、身体和四肢。它并非由随机碎片拼凑而成的拼贴画或虚构之物。胡克的插图（图 2）强调了各个部分如何完美地融合为一个完整、精妙的有机体，仿佛是上帝精心设计的杰作。

## 跳蚤种类和独特的解剖结构

全世界已知的跳蚤种类多达 1830 种。它们常见于猫、狗和其他宠物身上。如今，我们称它们为体外寄生虫，也是疾病、鼠疫和其他瘟疫的传播媒介。

跳蚤是体型很小（1.5 至 3.3 毫米长）、侧扁的无翅昆虫，属于蚤目（图 3 和图 4）。跳蚤拥有构造精巧的后腿和口器，口器末端有一个突出的吻，适于刺穿组织（在秋季之前可能是植物），例如皮肤，并吸食血液（在秋季之前可能是植物汁液）。幼虫和成虫阶段以植物、腐屑和有机物为食。成虫主要需要血液来产卵。

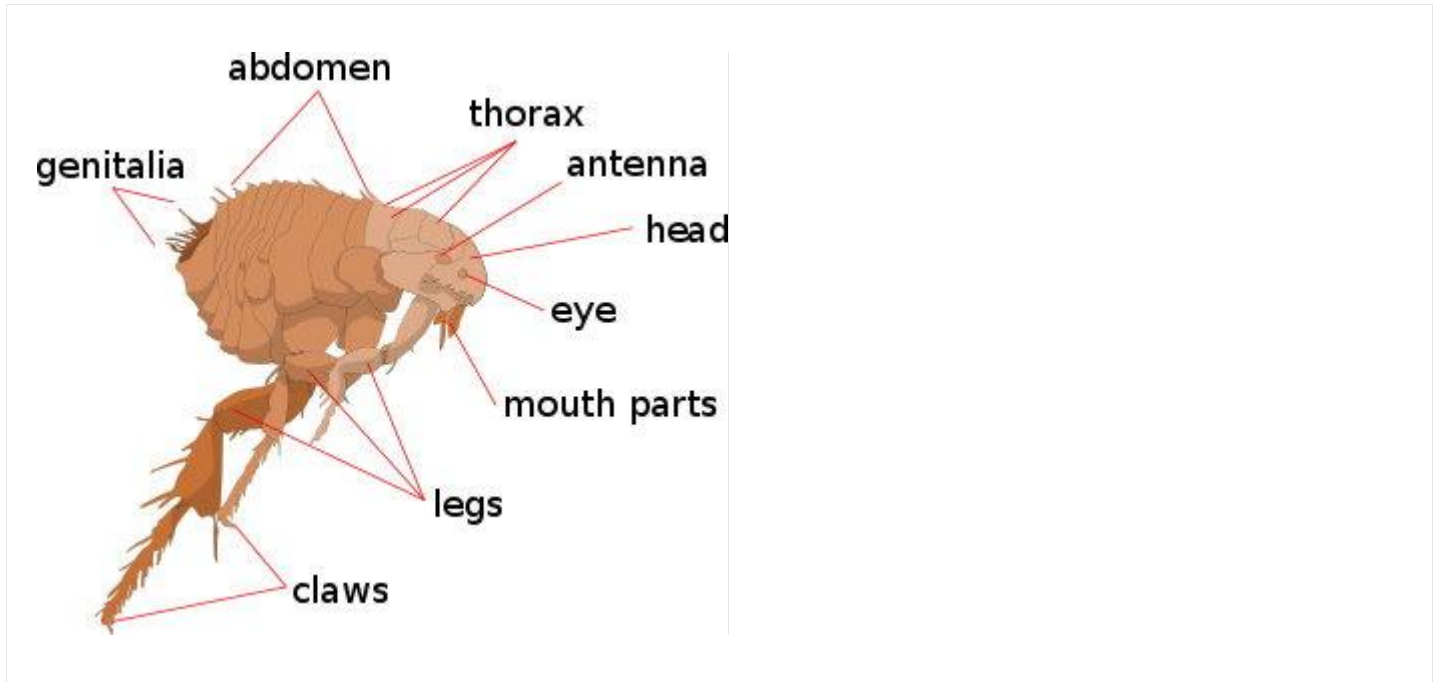


图 3. 跳蚤基本解剖结构。图片来自[维基共享资源](#)。

---

---

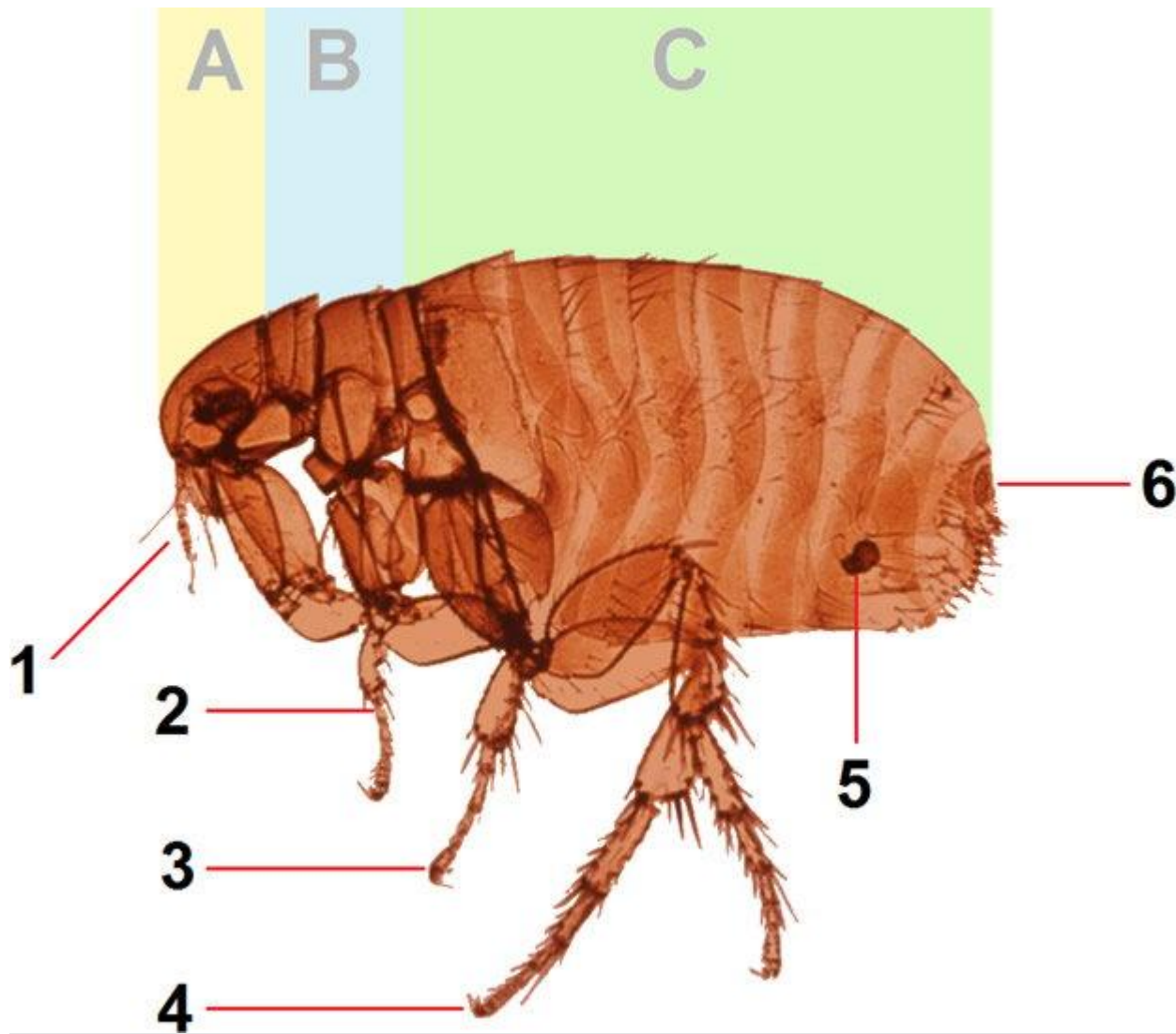


图 4. 跳蚤高级解剖结构。图片来自 [Wikimedia Commons](#)。

跳蚤拥有一个独特的器官，称为尾节（复数形式为 *pygidia*），它是跳蚤身体末端的一个节段，用于感知气流。尾节可能有助于跳蚤“搭便车”附着在宿主身上（Roberts、Janovy 和 Nadler, 2013）。然而，当人们在显微镜下观察跳蚤时，最令人印象深刻的特征是它异常长的后腿。大多数跳蚤能够垂直跳跃约 30 厘米（有些跳蚤甚至能跳到 86 厘米高！），相当于自身长度的 150 倍。这绝对值得一枚奥运奖牌，相当于人

类跳跃超过 305 米的高度。跳蚤的水平跳跃距离约为 33 厘米，相当于自身长度的 100 倍（Marquardt、Demaree 和 Grieve, 2000）。Lyon（2007）报告称，有些跳蚤的水平跳跃距离可达自身长度的 200 倍。跳蚤的后腿与一个释放跳跃动能的区域相连。跳蚤的“弹力”来自于一种神奇的、类似橡胶的交联蛋白——弹性蛋白。这种物质使跳蚤能够轻松地跳到哺乳动物或鸟类宿主身上，并搭乘它们的“顺风车”。

大多数进化生物学家认为，跳蚤曾经拥有翅膀，但随着时间的推移，翅膀退化了，取而代之的是更大的后腿，并且它们是长翅目（蜉蝣）的后代。但我们认为，它们是被专门创造出来的一个独特的“物种”——天生就具备跳跃（而非飞行）的能力，并通过动物宿主进行传播。化石跳蚤主要由外形与现代跳蚤相似的物种组成，据推测可以追溯到 6500 万年前。在侏罗纪时期，人们可能发现了一种体型较大、不会跳跃的变种。**化石**证明，跳蚤一直都是跳蚤（Rothschild 等人，1973）。

## 电泳

寄生是指共生体被宿主携带。从某种意义上说，它是两个互不相关的生物体“携手同行”。最容易理解的例子是蜜蜂腿上的花粉（图 5）或鲸鱼身上的藤壶（图 6）。寄生是造物主帮助自然界中许多节肢动物到达特定栖息地的方式之一。堕落和随后的诅咒之后，节肢

动物不仅通过吸食宿主（微型捕食者）的血液而成为寄生虫，甚至它们体内的共生细菌也因退化而致病（Gillen, 2014）。



图 5. 蜜蜂采集花粉。图片来自 [Wikimedia Commons](#)。

---

---



图 6. 藤壶和鲸鱼。图片来自 [Wikimedia Commons](#)。

创造生物学家认为，跳蚤与其他动物之间存在着一种寄生关系，对宿主动物并无害处。正如吉伦和舍温在《[疟疾的起源](#)》（2013）一文中讨论过的蚊子一样，跳蚤可能利用了一种类似于豆血红蛋白（一种红色的植物氧结合血红蛋白）的蛋白质。如今，蚊子无法获取大豆根部所含的豆血红蛋白。但情况是否一直如此呢？或许曾经在某种已灭绝的固氮植物中存在过类似的蛋白质，又或许蚊子曾经有办法获取大豆中的这种蛋白质。

**搭便车——旨在移动、分散和填满地球**

跳蚤很可能最初是搭乘小型哺乳动物的“顺风车”进行传播的。寄生在犬猫身上的跳蚤背部有特殊的、膨大的梳状结构，称为栉状器，可以附着在毛发上。猫栉头蚤（*Ctenocephalides felis*）和犬栉头蚤（*C. canis*）是最常见的“顺风车”跳蚤，它们的名称就来源于这些独特的栉状器（图7）。或许大多数跳蚤都是这样起源的。然而，传播鼠疫的最常见跳蚤却没有明显的栉状器：例如鼠蚤（*Xenopsylla cheopis*）和人蚤（*Pulex irritans*）。



**图 7.** 猫蚤。图片由 Alan L. Gillen 提供。

跳跃和附着显然是跳蚤寄生的重要手段。跳蚤扁平的身体使其能够穿梭于宿主的毛发或羽毛之间，而向后伸展的刚毛（棘刺）或梳状物则像尼龙搭扣一样牢牢地附着在宿主的皮肤上（图 7）。它们的口器也有助于牢固地附着在宿主身上。快速、非凡的跳跃能力和牢固的附着物使得跳蚤能够轻松地“搭便车”。这或

许是造物主设计的一种传播方式——让这些爬行生物遍布大地。

## 寄生作为一种次级状态

寄生是一种共生关系，寄生虫高度特化，并以宿主为代价快速大量繁殖。人类寄生的典型例子包括人与节肢动物（体外寄生虫）之间的相互作用。体外寄生虫是指生活在皮肤表面或体内，或附着在毛发上的寄生虫，例如跳蚤、蜱虫、螨虫和虱子。

创造生物学家认为，寄生是自然界的一种次生状态。创世之后，上帝因人类的罪诅咒了大地，导致一些原始动物和其他生命形式退化成寄生虫。有人将这种关系视为“破裂的友谊”。我们推测，跳蚤、蜱虫、螨虫和虱子可能最初是作为一种附着性关联而“搭便车”的。

## 鼠疫的起源——从细菌的起源开始

跳蚤是鼠疫耶尔森菌的传播媒介，鼠疫耶尔森菌是鼠疫的病原体（图 8 和图 9）。跳蚤叮咬血液中含有耶尔森菌的感染哺乳动物。细菌在跳蚤的肠道内繁殖，当跳蚤叮咬人类时，鼠疫便得以传播。在感染鼠疫的跳蚤体内，细菌会形成生物膜，最终阻塞消化道的腺胃齿。其他血液无法通过这道屏障；血液会被耶尔森菌污染，并被反刍物带入叮咬处。

## Symptoms of Bubonic plague

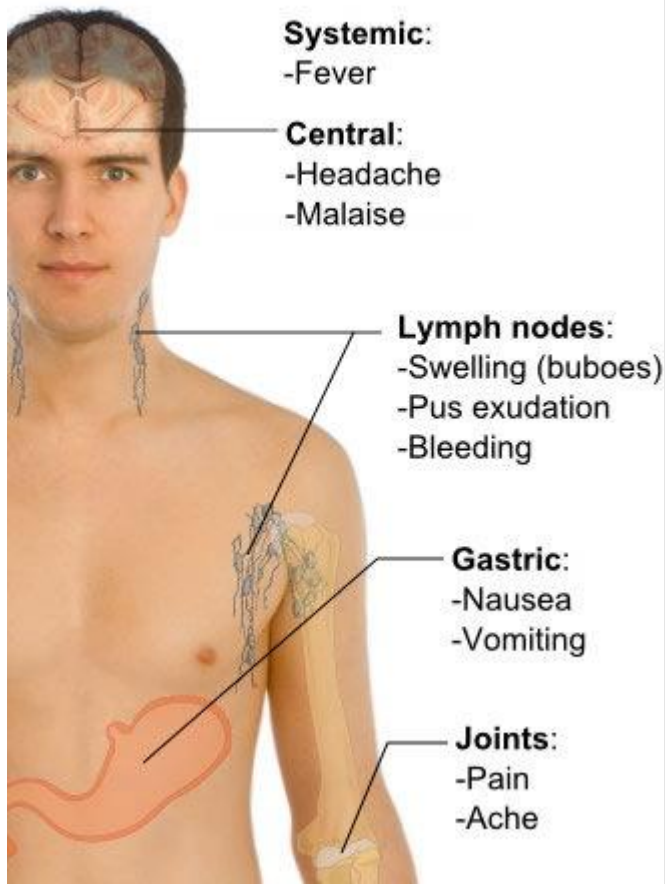


图 8. 鼠疫症状。图片来自[维基共享资源](#)。

---

---



图 9. 鼠疫耶尔森菌（鼠疫杆菌）的扫描电子显微镜照片。图片来自[维基共享资源](#)。

耶尔森氏菌在秋季到来之前可能发挥的“有益”功能是帮助消化，而不是抑制消化。我们做出此推测是因为耶尔森氏菌与大肠杆菌同属肠杆菌科。大肠杆菌和其他肠道细菌通常有助于消化，并为宿主提供维生素。

鼠疫在全球 20 多个国家流行，在美国西南部地区呈地方性流行。猫、松鼠、草原犬鼠和老鼠身上的跳蚤天

然携带耶尔森氏菌，可引起森林鼠疫。寄生在啮齿动物身上并叮咬人类吸血的跳蚤，可能携带腺鼠疫、肺鼠疫或败血性鼠疫。

14 世纪，欧洲有 2500 万人死于鼠疫，占当时总人口的三分之一以上。1347 年至 1351 年间，全球有超过 7500 万人死于鼠疫。如今，鼠疫的致死率约为十分之一。被感染的跳蚤叮咬后，含有耶尔森氏菌的唾液会进入血液，导致感染者在几天内出现高烧和淋巴结肿大（淋巴结肿大）。如不及时治疗，细菌会感染肺部和神经系统。其他症状包括头痛和剧烈疼痛（图 8）。在某些情况下，患者的皮肤会变成黑色、蓝黑色或深紫色，通常随后死于败血症。确诊后，患者会接受抗生素治疗。早期诊断能提高康复几率，但 2014 年马达加斯加鼠疫疫情中发现的一些菌株对抗生素具有耐药性。

虽然某些类型的耶尔森氏菌（图 9）无害，但其他类型的耶尔森氏菌却给人类带来了毁灭性的灾难，例如诗篇 91:3-10 和撒母耳记下 24:14-25 中描述的瘟疫。或许关于这场瘟疫最清晰的记载见于撒母耳记上 6:4-19，其中特别提到了人身上的肿块（淋巴结肿大，即淋巴结肿大）以及老鼠（鼠疫杆菌——鼠疫耶尔森氏菌的传播媒介）。撒母耳记上所描述的瘟疫发生于大约 3000 年前。有趣的是，瘟疫“演化”研究专家估

鼠疫耶尔森氏菌的出现时间大约在 1500 至 20000 年前。

## 瘟疫的起源是多方面的

创造生物学家认为，传染病的根源最终可以追溯到人类堕落导致的微生物原始设计遭到破坏和损毁。“损毁”一词源于拉丁语“*corruptus*”，字面意思是“破坏”。在生物学中，“损毁”指的是遗传信息的丢失或遗传物质的有害改变；无论是插入还是缺失，其结果都是对原始遗传密码的破坏。鼠疫耶尔森菌等细菌的致病性（致病能力）起源复杂且涉及多方面因素，这或许可以用基因的丢失、添加和迁移的组合来解释。耶尔森菌退化为鼠疫病原体的过程，或许可以作为基因组“快速”衰败和损毁的范例（Gillen 和 Sherwin, 2006）。

耶尔森菌属致病性的起源似乎始于其原始“种类”染色体 DNA 的净丢失。之后，又少量地添加了质粒 DNA（染色体外 DNA）以及病毒和其他细菌的 DNA。一些编码毒素的质粒基因是从其他物种获得的，但许多染色体基因可能已经丢失。只需少量此类基因改变就能产生一种新的、极具传染性的变种，因此，可能只需几个世纪或几千年的时间，就产生了目前已存在约 500 年的鼠疫菌株。

研究人员推测，在土壤栖息的耶尔森氏菌演变为致病性耶尔森氏菌的过程中，一些关键的染色体基因（即参与代谢途径的基因）丢失了。致病性耶尔森氏菌似乎已经丧失了大量基因（约 149 个）的表达。在这些丢失的基因中，58 个是由于移码突变造成的，32 个是由于缺失造成的，其余的则是无义突变——所有这些突变都导致原有基因无法正常表达。

鼠疫耶尔森菌基因组的一个重要特征是假基因的存在。生物学家认为这些基因反映了结构信息和功能的丧失。鼠疫研究领域的权威专家 Wren 博士（2003）指出，鼠疫耶尔森菌丢失的基因影响了其生物能量功能。代谢途径的减少可能使细菌能够节省能量。新出现的菌株（变异株）结构更为精简，并且由于缺乏某些基因，可能促进了致病性（即鼠疫特征）的产生。遗传学家认为，重要生物能量基因的缺失是基因组衰退的标志。

## 基因添加和移动

鼠疫耶尔森菌 (*Y. pestis*) 相对温和的祖先中三个基因的变异可能在鼠疫的出现中发挥了关键作用。美国国立卫生研究院 (NIH) 的鼠疫专家团队 Hinnebusch 及其同事 (2002) 的一份报告指出，鼠疫耶尔森菌从其他细菌获得两个质粒基因，使其原本无害的假结核耶尔森菌 (*Y. pseudotuberculosis*, 仅引起轻微食物中毒) 转变为“黑死病”的病原体。第三个基因（位

于质粒 pMT1 上) 产生鼠毒素, 这种酶是 *鼠疫耶尔森菌* 在跳蚤中肠内早期存活所必需的。通过从其他生物体获得该基因, *鼠疫耶尔森菌* 的宿主范围发生了关键性转变。这种细菌现在能够在跳蚤体内生存, 并逐渐依赖于吸血宿主进行传播。这再次体现了微生物的适应性, 以及它们如何通过遗传信息的变异将自身重塑为更危险的传染病病原体。

正是这最后一次变异将 *鼠疫耶尔森菌* 与其他密切相关、较为良性的细菌 (例如 *假结核耶尔森菌* 和其他 *耶尔森菌* 属物种) 区分开来。随着 *鼠疫耶尔森菌* 适应依赖其新的吸血宿主进行传播, 我们使用含血培养基进行的研究表明, 致病菌株的出现会因此而受益。这些少量的质粒添加似乎是 *假结核耶尔森菌* 染色体上一系列漫长基因丢失过程中的最后变化。

*鼠疫耶尔森菌* 可能从另一种细菌那里获得了一个致病岛 (位于质粒 pMT1 上)。与其他致病岛一样, 这些基因是通过水平基因转移获得的, 并插入到细菌的 DNA 中。它产生的信息偏离了其原本“非常有益”的功能, 使细菌在前肠中找到了新的生存空间。缺乏染色体 *hms* 基因座的 *假结核耶尔森菌* 可以无害地寄生在跳蚤的中肠中。相比之下, *鼠疫杆菌* 则含有该插入基因。摆脱了原有控制的细菌现在可以从中肠迁移到前肠, 形成

一个由大量鼠疫杆菌组成的菌栓，并在跳蚤吸血时传递给宿主(Gillen 和 Sherwin, 2006; Gillen, 2014)。

## 总结与结论

跳蚤精妙绝伦的“完美”设计或许已被抹去，但并未完全消失。跳蚤的可能用途是帮助分解腐烂的有机物，并改良土壤。在幼年时期，它们以碎屑、死昆虫和腐烂的植物为食。它们非凡的跳跃能力可能使它们能够搭乘动物的“顺风车”，扩散到世界各地。然而，跳蚤并非总是由其他昆虫进化而来的害虫，而是上帝创造的奇迹，它们经历了从“诅咒”到“救赎”的转变。这种转变体现在一种被称为体外寄生的共生关系中，即人类与节肢动物之间的互动。有观点认为，跳蚤、蜱虫、螨虫和虱子最初都是以这种“搭便车者”的身份，通过附生关系将这些节肢动物带到特定的栖息地。尽管跳蚤最初可能只是附生的旅行者，但在某个时期，它们变成了体外寄生虫，最终成为病媒。甚至进化生物学家也认为，它们转变为鼠疫等疾病的传播媒介，这一转变仅仅发生在几千年前。

## 速览

- 与跳蚤等节肢动物共生的细菌通过退化变成了病原体。
- *鼠疫耶尔森菌*是引起鼠疫的细菌，鼠疫已在全球 20 多个国家发生。

- 森林鼠疫发生在野生动物身上，而寄生在啮齿动物身上的跳蚤在吸食人类血液时会将腺鼠疫、肺鼠疫或败血性鼠疫传染给人类。
- 早期诊断能提高患者的康复几率。
- 目前在马达加斯加发现的一些鼠疫菌株对抗生素具有抗药性。
- 14 世纪，鼠疫（“黑死病”）夺去了欧洲四分之一人口的生命。
- 《圣经》中关于瘟疫的记载见于《撒母耳记上》6:4-19，其中提到了人身上的肿瘤和老鼠。世俗研究人员估计鼠疫耶尔森菌大约在 1500 至 20000 年前出现——这与圣经记载的时间线相符。
- 创造论科学家认为，许多传染病可以用微生物原始设计遭到破坏来解释。
- 基因突变是指遗传信息的丢失或遗传物质的添加，从而破坏了基因的原始功能。

鼠疫耶尔森菌的起源十分复杂，其形成可能源于基因的丢失、添加和迁移，这构成了一种“快速”基因组衰退和破坏的模型。但这仅仅是生物体适应这个堕落世界的一种方式，并非分子进化为人类的途径。事实上，研究人员认为，在从土壤栖息的耶尔森菌类型转变为致病性耶尔森菌的过程中，一些关键的染色体基因已经丢失。随着创造生物学家们继续探索寄生虫的

起源和疾病的产生，研究仍在继续，他们同时也在尊崇造物主最初的设计和祂至今仍然维系的全能（诗篇 139:17；歌罗西书 1:16-17；使徒行传 17:25）。

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。