

—— 科普基石丛书 ——

《科普基石丛书》编委会 编著

灭绝的物种

能复活吗？

MIEJUE DE
WUZHONG NENG FUHUO MA?

四川科学技术出版社

—— 科普基石丛书 ——

灭绝物种^的

能复活吗？

MIEJUE DE
WUZHONG NENG FUHUO MA?

《科普基石丛书》编委会 编著



四川科学技术出版社

· 成都 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

灭绝的物种能复活吗? / 《科普基石丛书》编委会
编著. — 成都: 四川科学技术出版社, 2017. 6
(科普基石丛书)

ISBN 978-7-5364-8649-2

I. ①灭… II. ①科… III. ①古生物学—普及读物
IV. ①Q91-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第108027号

科普基石丛书·灭绝的物种能复活吗?

编著者 《科普基石丛书》编委会

出品人 钱丹凝
选题策划 程佳月
责任编辑 程佳月 肖伊
封面设计 墨创文化
责任出版 欧晓春
出版发行 四川科学技术出版社
成都市槐树街2号 邮政编码 610031
官方微博: <http://e.weibo.com/sckjcbs>
官方微信公众号: sckjcbs
传真: 028-87734035

成品尺寸 170mm × 240mm
印张 6.5
字数 124千
印刷 四川华龙印务有限公司
版次 2018年1月第1版
印次 2018年1月第1次印刷
定价 26.00元

ISBN 978-7-5364-8649-2

■ 版权所有·翻印必究 ■

■ 本书如有缺页、破损、装订错误, 请寄回印刷厂调换。

■ 如需购本书, 请与本社邮购组联系。

地址/成都市槐树街2号 电话/(028) 87734035

目录 contents

- >>>001 | 从远古起飞
CONG YUANGU QIFEI



- >>>012 | 人类远祖 腔棘鱼
RENLEI YUANZU QIANGJIYU



- >>>017 | 始祖马的进化历程
SHIZUMA DE JINHUA LICHENG



- >>>028 | 巨型远古动物
JUXING YUANGU DONGWU



- >>>040 | 巨型动物消失之谜
JUXING DONGWU XIAOSHI ZHI MI



- >>>047 | 恐龙足迹世界
KONGLONG ZUJI SHIJIE



- >>>056 | 暴龙“苏”成名记

BAOLONG “SU” CHENGMINGJI



- >>>064 | 翼龙传奇

YILONG CHUANQI



- >>>077 | 恐龙长颈之谜

KONGLONG CHANGJING ZHI MI



- >>>085 | 探索恐龙灭绝之谜

TANSUO KONGLONG MIEJUE ZHI MI



- >>>093 | 灭绝的物种能复活吗?

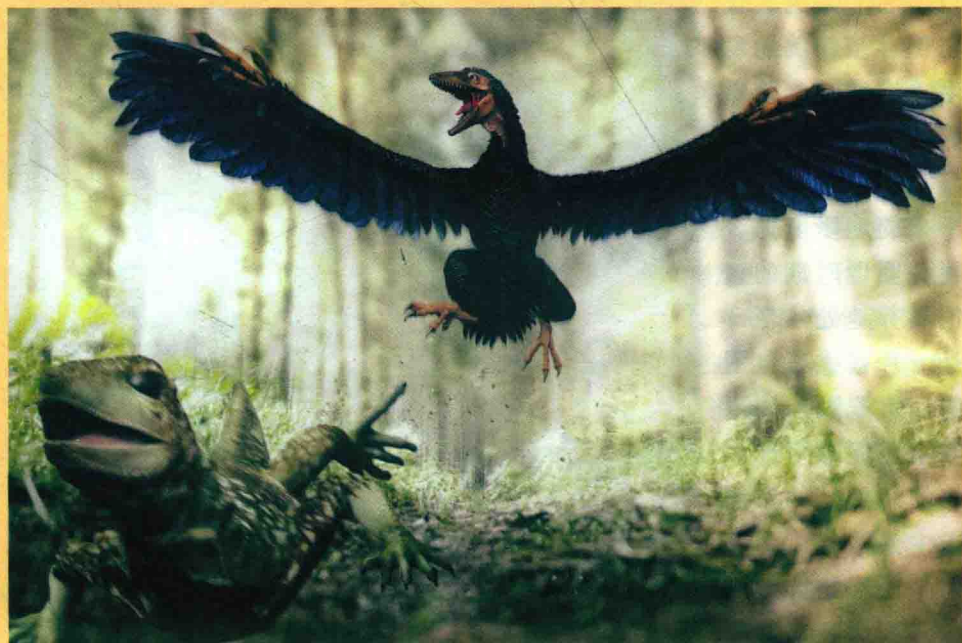
MIEJUE DE WUZHONG NENG FUHUO MA?



CONG YUANGU QIFEI

从远古起飞

极少有这么一种动物，能带给科学界如此大的震荡，它甚至拯救了进化论；极少有这么一种动物，它能引领出如此多的假说，鸟类起源、飞行起源，等等；极少有这么一种动物，它能让这么多大名鼎鼎的古生物学者为了一根羽毛和十块石板，像一群小男孩一样争论不休：“它是鸟！”“它是恐龙！”“它很能飞！”“它飞得很笨！”“它是树栖的！”“它是地栖的！”……它，就是始祖鸟。



飞是生命体共同拥有的梦想。生命体从海洋爬上陆地后，仰望天际，心生羡慕，于是有了蒲公英种子的半球状冠毛，有了昆虫的翅膜，有了翼龙的单指加翼膜、始祖鸟的羽翅、小盗龙的四翼、鼯鼠的翼形皮膜、飞鱼扩张的胸鳍、蝙蝠的四指加翼膜，等等。它们异曲同工，剑锋同指天空。其中，从始祖鸟的羽翅开始，它的后继者——鸟类，迄今还占据着地球的整片天空。

自然界的“标本大师”

始祖鸟，一个再熟悉不过的名字。迄今为止，始祖鸟仍是最原始、最古老的古鸟类，也是鸟类与恐龙相互连接之锁链中极为关键的一环。始祖鸟化石全部发现于索伦霍芬周边，“索伦霍芬”这个词语在古生物界可谓赫赫有名。

始祖鸟之所以著名，是因其化石保存了精美的羽毛，这恰是索伦霍芬的独到之处，它具有把软组织保存下来的地质魔力。晚侏罗世时期的索伦霍芬地处热带，是一片被礁石包围的浅水潟湖，周围散布着泥滩平地。它的北部是如今德国中部陆地，南部则是辽阔的特提斯海。这片脱离海岸

的潟湖与大海之间几乎没有交流，所以数千万年以来，湖底慢慢沉积了细腻的泥浆，湖水的盐分也日益增大，使生命难以驻足。一些动物的尸体被风暴或者溢流的海水冲到潟湖，沉到含氧量极低的湖底，又被泥浆密封，不会进一步腐朽毁坏——细腻如脂的碳酸盐基质使生物细致的构造得以保存。随后，矿物质逐渐渗入并取而代之，生物体最终成为化石。迄今为止，在索伦霍芬发现的动植物化石有四五百种之多，其中多数动物是海生游泳的，如鱼类、甲壳动物，此外还有一些生存在近岸地区的昆虫、恐龙、翼龙等。

现在的索伦霍芬位于德国巴伐利亚州，州府便是慕尼黑市。索伦霍芬镇地处古多瑙河河谷，是一个非常小的城镇，居民只有几千人，大都以采矿与工艺印刷为生。小镇的外围就是矿场，有



些老矿场已经开采了近两千年。从公元80年的罗马时代开始，人们在索伦霍芬开采石灰岩作为铺路的石料。在开采过程中偶尔会发现化石，但在当时，这些化石通常被视作史前大洪水受害者的遗骸。1798年，德国人塞菲尔德发现这些石灰岩非常平滑，能表现出最细腻的线条，可将艺术家巧手创作的纤细纹理传达无遗，于是他用这些石灰岩发明了石版印刷术。从此，这些美妙的、淡蜂蜜色的石灰岩获得珍视，而不仅仅被用来铺路。

索伦霍芬石灰岩的印刷价值正是我们要讲述的这个始祖鸟的奇妙故事里不可或缺的元素。因为印刷的需要，矿

工们开始仔细地以手工开采石片（到现在仍是如此），这恰是我们能发现始祖鸟与其他许多古生物化石的原因。矿工们用凿子凿出岩石，逐一劈开检视是否有瑕疵，根据品相分门别类，依照所需规格进一步修整，制成精确的尺寸。在这整个流程中，一块成品石有时候会动用多达12位熟练的采石工。从1860年到2006年的146年间，索伦霍芬陆续发现了一枚羽毛化石和十具始祖鸟化石，每一次发现都使索伦霍芬光芒四射，它成了一个享誉全球的古生物圣地。

一根飞羽与“伦敦标本”

最初重见天日的是一枚羽毛化石，属于一根飞羽，于1860年在索伦霍芬附近的采石场被发现，并由法兰克福森肯贝格自然历史博物馆的馆员梅耶在年底发表了相关的研究论文。这根羽毛长约60毫米、宽11毫米，羽干干净利落地将羽毛分隔成不对称的两个羽片，羽轴、羽枝和小羽枝都十分清楚。这个结构与现生鸟类的初级飞羽十分相似，但却是来自距今1.5亿年前的晚侏罗世地层，实在令人难以置信。由此我们可以确信，远在1.5亿年前，地球上就已经有了鸟类的踪影。

1861年初，也就是这根羽毛的研究论文发表一个多月后，梅耶又宣布在索伦霍芬附



在大约1.55亿年前的侏罗纪晚期，现在的德国还是一片温暖浅海，突出水面的珊瑚礁将这片海域分隔成一个个孤立的潟湖。这些潟湖既不与海洋连通，也没有河流注入，于是它们的盐度逐渐上升，部分水域变得缺氧甚至有毒。除了蓝藻和微小的原生生物，其他大多数生物都不能在潟湖底部水域中生存。因此，任何落入潟湖的生物体，都会被埋入湖底松软的碳酸盐岩泥浆中，并因此而逃离了被食腐生物分解或者洋流冲散的命运。在今天的索伦霍芬，在这些碳酸盐岩泥浆形成的纹理细密的平板灰岩上，大多数化石都保存了精美的生物细节结构，甚至保存了通常情况下难以保存为化石的生物软体结构



近的朗恩艾特罕，距地表约30米深的一处矿坑中，发现了一具比较完整的化石。化石虽然头部缺失，但清楚地显示出该物种有一对长羽毛的翅膀。梅耶将化石命名为 *Archaeopteryx lithographica*，属名意为“古翼”，种名意为“印版石”，在中国，通常意译为“石印始祖鸟”。始祖鸟保留

了爬行类的许多特征，如：一条由22枚尾椎组成的长尾；前肢3块掌骨彼此分离，没有愈合成腕掌骨，指端有爪；骨骼内部还没有气窝等。但是另一方面，它已经具有羽毛，而且开始分化，这都是鸟类的特征。此外，它在一些骨骼形态上也表现出其他的一些鸟类特征或过渡特征，如它的



上图：伦敦标本复制品
右图：首度发现的始祖鸟羽毛化石及其素描



第二掌骨已经与腕骨愈合，但第二和第一掌骨则尚未愈合等，由此可见鸟类很可能是在爬行类的基础之上进化而来的。不过，这块标本并不在梅耶手中，而是为索伦霍芬一位名叫哈伯伦的医生所有。

哈伯伦医生是一位业余化石收藏家，有时会接受采石工人发现的化石来代替医药费。到1862年为止，他共计收藏化石1 703件，其中包括1件始祖鸟、23件爬行类、294件鱼类、1 119件无脊椎动物与145件植物等，这些收藏基本代表了索伦霍芬晚侏罗世的整个生态系统，令人羡慕不已。但这些化石并不是哈伯伦的最爱，他的女儿才是他的珍宝。为了给女儿筹办丰厚的嫁妆，哈伯伦决定拍卖化石。消息一传出，欧洲各大博物馆竞相出价。为了抬升化石的价格，哈伯伦不允许任何人给始祖鸟化石绘图或者拍照，意在营造神秘气氛。不过这些噱头引起了议论，有人说化石是伪造的，毕竟一个混合了爬行类与鸟类特征动物确实令人匪夷所思。迫于形势，哈伯伦选定了几位德国学者来检视化石以辨真伪。

然而，当时德国的科学家并不见得都接纳进化论，这件极为重要的化石并未受到重视。特别是慕尼黑大学的动物学权威，巴伐利亚州古生物采集中心的化石保管主任瓦格纳教授，此人就根本不相信爬行类与鸟类之间存在过渡类型。尽管一些德国古生物学家做了种种努力，期望将这批化石留在德国，他们甚至写信给刚登基的普鲁士国王威廉一世，要求由王室购下，以防国宝流入英国，但为时已晚，大英自然历史博物馆

（即现在的伦敦自然历史博物馆）已经与哈伯伦达成了初步的协议。

当时大英自然历史博物馆自然历史部的总监是欧文，此人妒忌心重，刚愎自用，无论遇到什么议题，不管自己懂不懂，总要横加评论，在科学界没什么朋友。据说他还是达尔文唯一讨厌的人，当然他也是达尔文进化论的主要反对者。正是这个欧文，把始祖鸟化石视为一大威胁，决心不惜代价将它买来控制在自己手中，由他本人来做鉴定。他很快派人与哈伯伦联系化石购买事宜，最后以700英镑成交。当时英国小康之家的年收入为150~200英镑，一位普通女佣的年薪只有9~14英镑，700英镑是一个不小的数字。

1862年10月1日，始祖鸟化石抵达大英自然史博物馆，以后便一直留在那里，被称为“伦敦标本”。标本被欧文拿去研究，并于1863年在《哲学会刊》发表论文，他坚持给标本另起一个名字，叫“长足始祖鸟”。他称这件标本是“一只货真价实的鸟”，拥有“与一般脊椎动物紧密关联”的特征。伦敦标本并没有保存头部，欧文根据它长有羽毛而做出了“其梳理整饰羽毛的嘴喙必定无齿也无唇”的结论。不过，英国著名博物学家赫胥黎随后也对标本进行了研究，并于1868年发表论文《论石印始祖鸟》。赫胥黎在文中指出，欧文的论文错漏百出，不仅将脊柱方向和左右腿位置鉴别错，将腰带的左侧误认为右侧，甚至把叉骨这根极为重要的骨头的方向也弄错了。由此可见，即使大自然将信息传达给了我们，学者的科学素养

往往也会对科学发展造成重大影响，有时候甚至是负面影响。

完美的“柏林标本”

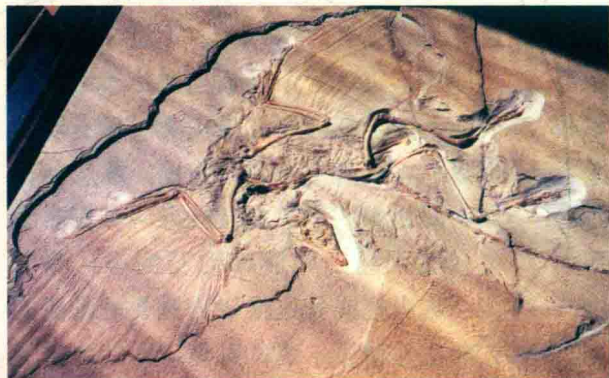
科学的发现往往是具有重复性的。到了1877年，始祖鸟的第二件标本浮出水面，一下子就证明了赫胥黎对伦敦标本嘴喙的假设——始祖鸟的嘴里确实有牙齿。这件化石在索伦霍芬小镇附近的杜尔采石场被工人发现，随后落入矿产经理手中，几周后又以140马克的价格卖给时任税务官的恩斯特·哈伯伦，此人便是那位重金嫁女的哈伯伦医生的儿子。恩斯特最初以为这是一件恐龙或者翼龙标本，但当他剥离掉表层的围岩后，清晰可辨的羽毛让他欣喜若狂，真不敢相信幸运女神如此眷顾他的家族。恩斯特同样希望借此发一笔小财，于是便发出消息说要出售这件标本，还在当年5月的《胜利者》杂志上发表了一篇通讯造势。这件始祖鸟化石近乎完美，即使在今天也是十件标本中最漂亮的，它足以解决很多科学争议。一时间里，这件标本将花落谁家，成为当时大众关

注的焦点。

第一个出价的人是美国耶鲁大学皮博迪博物馆的马什，他向恩斯特报出了1 000马克的价格。恩斯特认为闹得沸沸扬扬的还赚不到原收购价的10倍，拒绝了这个价格。在大家对这件标本保持高度关注的同时，也有传言称化石是伪造的，仅仅是恩斯特骗钱的把戏。德国哈雷市的一家报纸还刊登了关于这件标本系伪造的一篇论文。1879年3月7日，恩斯特向马什提出了10 000美金的报价，相当于今天的数百万美金。这个价格也没有成交。



侏罗纪晚期始祖鸟生活复原图



迄今为止保存得最完整的“柏林标本”

当时在德国，一些古生物学者还在为伦敦标本被卖到英国而痛心不已，国内几家博物馆也开始游说恩斯特，于是恩斯特为国内同胞特地将价格降到36 000马克。即使这样，价格依然太贵，普鲁士文化事务司这个清水衙门很难拿出这笔巨款，博物馆在没有捐助的情况下也并不阔绰。进一步磋商后，恩斯特把价格再降至26 000马克，这个价格包括始祖鸟和其他一批索伦霍芬化石，柏林洪堡大学自然历史博物馆决定买下，但一时也拿不出这笔钱。此时，听到这个消息的西门子前来救场。西门子是德国著名发明家、企业家、西门子公司创始人，当他了解到这件标本的重大科学意义之后，最终以20 000马克的价格将化石购得，并交给柏林洪堡大学自然历史博物馆保管，被称为“柏林标本”。

1884年，博物馆学者丹姆斯对柏林标本进行了研究。在对比了伦敦标本后，他认为这两件标本属于同属同种。但到1894年，他又推翻了自己的结论，认为两件标本有很大的不同。他将柏林标本命名为新种“西门氏始祖鸟”，这样既能确立新种，又能向西门子先生表示感谢。不过，现代古生物学界的主流观点认为，柏林标本就是石印始祖鸟。

从远古起飞的传奇

2004年，《自然》杂志刊登了西班牙城市大学的阿罗索与伦敦自然历史博物馆的缪纳等人的一篇论文。他们研究了伦敦标本的大脑与感官系统后得出结论：始祖鸟具有与鸟类基本相同的

头脑，适合指挥与控制飞行动作。阿罗索采用电脑断层和X射线扫描伦敦标本的头部，获得了1 000多张不同角度的图像，以此重建了始祖鸟的大脑与内耳构造。这个构造显示，始祖鸟的大脑与现代鸟类的大脑非常相似，具有良好的视野、平衡和控制行动的能力。它的大脑的容量为1.6毫升，比同尺寸的爬行动物的大脑大3倍。其扩大的前脑表明，始祖鸟进化出了一种飞行所需的先进的“体觉整合”系统。其内耳的结构也和鸟类相似，适用于平衡控制。从神经学的角度来说，始祖鸟更接近鸟类而不是爬行动物。但从身体比例上看，始祖鸟还进化得不够完善，其脑比与其等重的现代鸟类的脑部要大 $1/3\sim 5$ 倍。这项研究让我们知道，始祖鸟比我们想象的更接近鸟类，虽然它还没有完全具备现代鸟类的骨架特征，但其大脑已经完全进化出适合飞翔的构造。

2005年，对柏林标本的研究也有了新成果。这次是由著名古鸟类学家、美国堪萨斯大学生态学与进化生物学系的马丁和韩国汉城大学地球环境科学系的林钟岛联合在印度《当代科学》上发表了论文。马丁在最初观察柏林标本时，注意到标本前肢周围有一些自然形成的压痕，在压痕处能观察到各式羽毛的羽柄延伸至此，且压痕处还左右连接着骨骼，这表明这个构造是在环绕骨骼的相关软组织腐烂和缺失之前保存而成的。

我们知道，始祖鸟由于前肢变为翼，所以前肢骨的变化很大，尤以末端部分为甚，由基部向末端依次为：肱骨、前臂骨（桡骨、尺骨）和手骨（腕



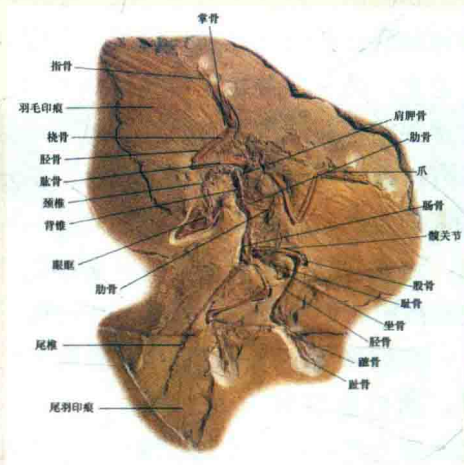
赫胥黎



欧文



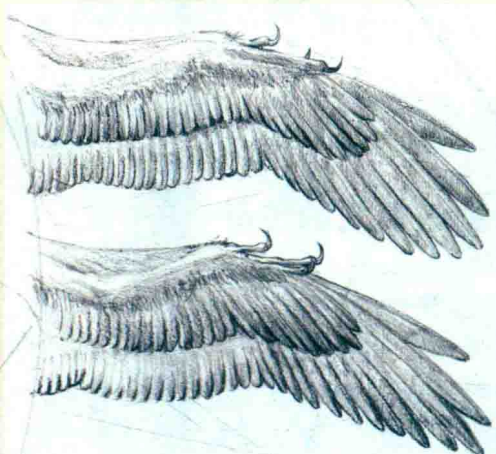
西门子



柏林标本结构详解

骨、掌骨、指骨)。值得一提的是，始祖鸟的三块掌骨彼此分离，未愈合成现代鸟类常见的腕掌骨，其外端仍有三个发育的游离指爪。丹麦古生物学家海尔曼1927年在伦敦出版的《鸟类起源》这本对后世有着巨大影响的经典著作中，曾经假设始祖鸟的前肢上应该有一个用来固定初级飞羽的类似翼膜的构造，但是长久以来人们并没有发现过。现在，这个有趣的压痕给这个假设提供了实证。

根据这个压痕，马丁认为，始祖鸟发育着一张从手骨第二指开始，沿着翼缘一直延伸到前臂骨的后翅翼。所谓翅翼是指鸟翼和躯干间的一种可伸展的皮肤褶。后翅翼的发现，不仅证实了海尔曼的假设，并且可能改变了一个观念：长久以来，人们一直认为始祖鸟的第二指与第三指是分开的，这可以在以往的复原图上面看到。但从这个后翅翼的整体构造来看，马丁认为，始祖鸟的第二指和第三指已经像现代鸟一样连



古生物学家根据化石对始祖鸟翅膀进行两次复原绘图

着发育，并附着初级飞羽，这或许还能解释为什么所有始祖鸟标本的前肢第三指总是穿过第二指。除了后翅翼，在该始祖鸟标本的右翼还能清楚观察到前翅翼。这个前翅翼连接着肱骨与前臂骨，该构造常常出现在鸟类化石的翼折叠处。在迄今发现的所有始祖鸟化石中，只有这件标本保存着可折叠翼，这一发现意义重大。综合后翅翼和前翅翼的构造，马丁认为，始祖鸟前肢上的软组织与现生鸟类几乎一样，其本质结构是相当进步的。这就推翻了以前部分古生物学家认为始祖鸟可以用前肢捕猎的观点，因为它的手骨缺乏有效的握力，不能用于捕抓猎物。

2006年9月，加拿大卡尔加里大学的朗瑞提出了关于始祖鸟翅膀的新观点，发表于《古生物学》杂志上。朗瑞认为，始祖鸟的后肢长有羽毛，可能用于飞行，类似于中国辽西的小盗龙。那么，这对多余的翅膀会对始祖鸟的飞行造成何种影响呢？朗瑞通过数学模型得

知，后肢上的羽毛可以让始祖鸟飞得更慢，并且可以更好地进行转弯。慢速飞行意味着始祖鸟有更多的时间躲开障碍物，安全降落，而急转弯可以改善始祖鸟抓获猎物、逃脱追捕者、更灵活地穿越树丛的能力。朗瑞还推测，始祖鸟的后肢羽毛除了促进飞行之外还具有其他重要作用，就如同现代鸽子、三趾鸥和兀鹫一样，始祖鸟的后肢羽毛具有空气制动装置或水平尾翼的作用，它能够控制飞行平衡。不过，朗瑞的观点目前还未被多数人所接受。

极少有这么一种动物，能带给科学界如此大的震荡，它甚至拯救了进化论；极少有这么一种动物，它能引领出如此多的假说，鸟类起源、飞行起源，等等；极少有这么一种动物，它能让这么多大名鼎鼎的古生物学者为了一根羽毛和十块石板，像一群小男孩一样争论不休：“它是鸟！”“它是恐龙！”“它很能飞！”“它飞得很笨！”“它是树栖的！”“它是地栖的！”……它，就是始祖鸟。最棒的是，它处在亦龙亦鸟之间，让世人为之疯狂不已。可以肯定，将来还会有新的始祖鸟化石被发现，届时这个已经传奇到了极致的故事将被古生物学者充满激情地继续谱写下去。

始祖鸟生活在1.5亿年前的晚侏罗纪，那时候的欧洲地区是一片接近赤道的群岛。始祖鸟的体形与现代中型鸟类——如喜鹊的大小差不多，体长可达到0.5米，它们长着宽阔的翅膀和长长的尾巴，羽毛的结构与现代鸟类的羽毛结构相似。始祖鸟具有不少鸟类的特征，



始祖鸟柏林标本复原像

例如叉骨、羽毛、翅膀以及部分相反的首趾；它们还同时具有兽角亚目恐龙的特征，颞骨上有锋利的牙齿可以用来捕猎昆虫及其他细小的无脊椎生物，还有长长的距骨升突、齿间板、坐骨突和人字形的长尾巴，它的脚有三趾长爪，与

恐龙极为相似。所以，始祖鸟被认为是恐龙与鸟类之间的联结：可能是第一种由陆地生物转变成鸟类的生物。在20世纪70年代，约翰·奥斯特伦姆指出鸟类是由兽脚亚目恐龙演化而来，而始祖鸟就是当中最重要的证据。



中文名：始祖鸟

拉丁文名：Archaeopteryx

释义：古代的翅膀、古翼鸟

生存年代：侏罗纪晚期

体形特征：身长0.5米，如现代喜鹊大小

食性：肉食

化石产地：德国索伦霍芬

如今，一共发现了有10件始祖鸟化石，其中包括10件身体化石和一件羽毛化石，所有化石都来自德国索伦霍芬石灰岩矿床，而且都属于一个确认的种，就是石印始祖鸟。其中有保存较为完整的伦敦标本、哈勒姆标本、柏林标本、

瑟马普利斯标本；还有较不完整的马克斯柏格标本、爱希施泰特标本、索伦霍芬标本、慕尼黑标本和市长穆乐标本。

(邢立达)



爱希施泰特标本：于1951年或1955年于德国沃克斯卓附近被发现，并于1974年由彼得·沃尔赫费尔所发表。这个标本现存放于爱希施泰特的博物馆。它是最细小的标本，而头部的完整性排在第二位



慕尼黑标本：于1991年在朗恩艾特罕附近被发现，并于1993年由沃尔赫费尔所发表。它现存放于慕尼黑的慕尼黑古生物博物馆。这个标本中原先被认为是胸骨的东西，后来却被发现是鸟的喙骨部分，但胸骨亦可能存在

RENLEI YUANZU QIANGJIYU

人类远祖 腔棘鱼

20世纪最重要的动物学发现之一是发现了腔棘鱼，我们得以一瞥人类鱼祖先的尊容。

