

学校的理想装备

电子图书·学校专集

校园网上的最佳资源

世界科技全景百卷书 (61)

动物的进化

 **eBOOK**
网络资源 免费下载

动物的进化

从水世界开始

早期生命

大约在 32 亿年前左右，地球上诞生了细菌等原始生物，这样的低等生物怎样演变成现在我们看到的花鸟虫鱼等高等动植物呢？

科学家们通过对古代生物遗留下来的遗体、遗迹——化石的研究，基本上摸清了生物的演变过程。

细菌等原始生物在海洋诞生后，经过 27 亿年左右的漫长历史，约在 5 亿年前，海洋生物可以说是“大家庭”了。海底长着翠绿多姿的海带一类的植物，水里游着憨态笨形的乌贼、飘逸柔美的海星，还有苔藓虫、螺蛳、牡蛎，一派繁荣昌盛的景象。但这时的陆地上仍是一片荒凉。

到三四亿年前，因为地壳的运动，有水的地方变为陆地了。这样像海带一类的藻类植物慢慢地适应了陆地生活条件。起初，它们没有叶、没有根，以后逐渐分化产生了根、茎、叶。从此，陆地上便有了绿色植物，并逐渐蔓延开来。

绿色植物的登陆，为某些鱼类的登陆提供了适宜的环境和食饵。

甲胄鱼类出现

美国科罗拉多州奥陶纪淡水沉积岩中发现的具有骨质结构的鳞片是已知最早的脊椎动物化石，它说明在遥远的奥陶纪，地球上的河流与湖泊之中，曾生活着身上有鳞甲的脊椎动物。

英格兰志留纪中期的海相沉积中发现过另一些脊椎动物化石，即莫氏鱼和花鳞鱼。莫氏鱼可能是一种非常原始的无颌脊椎动物，其系统地位可能接近于生活到现代的无颌类七鳃鳗的祖先。它是身体细长的小型管状动物，前端有一个吸盘状的口，眼的后面、头部两侧各有一排圆形的鳃孔；尾鳍下叶较长，上叶较短而高，此外可能还有保持身体平衡的侧鳍褶和一条长的背鳍。

到了泥盆纪，早期的脊椎动物达到了繁盛时期，大量的泥盆纪脊椎动物化石在世界各地都有发现。这些最早的脊椎动物属于无颌纲，统称为甲胄鱼类。它们没有上下颌骨，作为取食器官的口不能有效地张合，因此它们获取广泛食物资源的能力就很受限制。它们没有真正的偶鳍，也没有骨质的中轴骨骼。有代表性的甲胄鱼体表具有发育较好的由骨板或鳞甲组成的甲胄，这便是“甲胄鱼”这一名称的由来。

不同类群的甲胄鱼彼此之间差异很大。很可能，这些不同类群在其有化石记录的时代之前，已经各自经历了长期的进化过程。根据这些差异，可以把包括现代类型在内的无颌类分为以下两个亚纲及几个目：

单鼻孔亚纲：具有单一的鼻孔，较多的鳃孔和骨质的头盾。分为以下4目：头甲鱼目、盔甲鱼目、缺甲鱼目和圆口目。

双鼻孔亚纲：具有一对内鼻孔，外鼻孔不存在；形态多样，甲片复杂。分为鳍甲目、盾鳞目和多鳃鱼目。

脊椎动物张开了大口

生物的进化史上，发生过一些重大事件。这些重大事件的意义超过各种一般性事件的总和，具有革命的性质，深远地影响着后来的进化方向。脊椎动物登上历史舞台之后，第一次这种革命就是颌的出现。

由较早期的动物向较晚期的动物进化的过程，实际上是通过其结构由一种功能向另一种功能转变来完成的。颌就是由一些原来执行的功能与取食并无关系的结构转变而来的。

甲胄鱼类有大量的鳃，这些鳃由一系列的骨骼构造所支持，每一构造由数节骨头组成，形状像尖端指向后方的躺着的“”字形。每一个这样的“”字形构造就是一个鳃弓。原始脊椎动物所有的鳃弓排列成左右两排横卧的“”字形结构：>>>>。

在脊椎动物进化的某一个早期阶段，原来前边的两对鳃弓消失了，第三对鳃弓上长出了牙齿，并在“”字的尖端处以关节结构铰合在一起。这样，能够张合自如，有效地咬啮食物的上下颌形成了，脊椎动物从此真正地张开了“血盆大口”。

高等鱼类的进步

典型的高等鱼类都是流线型身体，这一点与许多善于游泳的原始鱼形动物并无太大差别，所不同的是，它们发展出了一套后者从来没有过的完善的运动器官——鳍。

典型的高等鱼类有一个大而有力的尾鳍，尾鳍来回摆动在水中引起反作用力，从而推动身体前进。背部有1~2个背鳍，腹面一般还有一个臀鳍，均为平衡器，当鱼游动时防止滚动和侧滑。偶鳍包括位于前方的一对胸鳍和一对位置或前或后的腹鳍。在进步的鱼类中，这些偶鳍非常灵活，起到水平翼或升降舵的作用，有助于鱼在水中上下运动；也可以起方向舵的作用，使鱼能够急转弯；还可以作为制动器使鱼能够急停。有了奇鳍和偶鳍的配合，鱼类就能够完善地适应在水中的活跃的生活方式。

在标志着高等鱼类兴起的诸多事物中，有一项解剖结构上的革新是非常重要的。在鱼类进化的初期，颌骨后面的第一对鳃弓特化为舌弓，上面的骨头特化为起支柱或连接作用的舌凳骨，将颌骨与颅骨连接起来。舌颌骨在鱼类的进化和由鱼类发展为陆生动物的过程中都发挥了重要作用。由于舌颌骨

一端与头骨后部相连接而另一端与颌骨相连接，原来位于头骨与舌弓之间的鳃裂就大为缩小；在较原始鱼类中，这种缩小了的鳃裂保留下来转变成喷水孔，它是位于第一对完全鳃裂前方的一对小孔；在高度进步的鱼类中喷水孔也完全消失了。

高等鱼类包括软骨鱼类和硬骨鱼类。

软骨鱼类即一般所说的鲨鱼，几乎全部是海洋动物。它们在整个生活史中始终是软骨质的，骨骼中的坚硬部分通常仅仅包括牙齿和各种棘，大多数的化石软骨鱼类就是从这些东西得知的，偶尔也会有充分钙化了的颅骨和脊椎等被保存为化石。

已知最早的鲨鱼是裂口鲨属，化石发现于美国伊利湖南岸晚泥盆纪克利夫兰页岩中。身长约1米，体型似鱼雷；有一条大歪尾，不能活动的成对的胸鳍和腹鳍凭借宽阔的基部附着在身体上；另外在尾的基部还有一对小的水平鳍。

裂口鲨的上颌骨由两个关节连接在颅骨上，一个是眶后关节，紧挨在眼睛后边；另一个在头骨后部，舌颌骨在这里形成颅骨与上颌背部的连接杆。这种上颌与颅骨的连接形式称为双接型，是相当原始的连接方式。裂口鲨的上颌仅由一块腰方骨组成，下颌也仅有一块骨头，称为下颌骨。牙齿中间有一个高齿尖，其两侧各有一个低齿尖，许多古老软骨鱼类的牙齿都是这种原始结构。颌之后有六对鳃弓（或称鳃条）。

裂口鲨的结构在许多方面都是鲨鱼中原始的模式，可以认为它接近鲨鱼进化系统中央主干的基点，后期的鲨鱼可能是从这里出发沿着各个方向进化出来的，它们包括：

1. 肋刺鲨鱼类：双接型的颌。背鳍长，尾鳍与身体成一直线向后直伸形成尖尾（称为圆尾型）。头后具长刺。牙齿由三个齿叶组成，两侧齿尖高。中央齿尖低；从石炭纪和二叠纪发展起来，生活在古生代晚期淡水的湖泊与河流中，是鲨鱼进化的侧枝。

2. 弓鲛类：是现代鲨鱼（真鲨鱼）最早和最原始的类型。后面的牙齿不像前边的牙齿那样尖锐，呈低而宽阔的齿冠，具有压碎软体动物介壳的功能。最初出现于泥盆纪晚期，演化史经过了中生代达到新生代的开始时期。

3. 异齿鲨鱼类：较原始的真鲨鱼，是弓鲛类稍有变异的后代。出现于中生代，种类较少。牙齿具有压碎的功能。

4. 六鳃鲨鱼类：一个较小的肉食性类群，出现于中生代，也被认为是弓鲛类与真鲨鱼类之间的连续环节。

5. 鼠鲨类：现代鲨鱼。颌的连接方式改变为舌接型，即依靠舌颌骨与头骨的后部相连接，使颌的活动性得以增强。兴起于中生代，尤其是侏罗纪。

6. 鳐类：扁平，适于底栖生活，为高度特化了的现代鲨鱼。

以上各目组成了软骨鱼纲中最为繁盛的一大类群—板鳃亚纲。另外一个种类不多、生活在深海中的软骨鱼类群，因其独特的自接型颌骨连接方式而

被分为一个单独的亚纲——全头亚纲。银鲛类是这一亚纲的代表，其进化历史可以追溯到侏罗纪早期。

在古生代晚期的地层中还发现了数量极多的适于研磨的齿板，统称为缓齿鲨类，其亲缘关系尚不能确定。

软骨鱼类一直是很成功的脊椎动物，虽然它们的种属从来不很多，但是所发展出来的类型，对其环境总是能够异常完善地适应。从泥盆纪到现代，它们一直生活在世界的各个海洋中（极少数在淡水水域），成功地控制着它们的对抗者，甚至压制着与它们生活在同一生态环境中的更高级的动物类群。

硬骨鱼侵入到了地球上所有的水域之中。它们种类繁多，形态、大小千差万别，适应性更是“八仙过海，各显神通”。它们的进化史波澜壮阔，各个时代的各群“名星”纷法登场，将一部进化史诗表演得像涨潮的大海，一浪高过一浪。在此我们只能粗线条地介绍一些最基本的背景和最简略的框架。

硬骨鱼类具有高度进步的骨化了的骨骼。头骨在外层由数量很多的骨片御接拼成一整幅复杂的图式，覆盖着头的顶部和侧面，并向后覆盖在鳃上。鳃弓由一系列以关节相连的骨链组成；整个鳃部又被一单块的骨片——鳃盖骨所覆盖，因此硬骨鱼在鳃盖骨的后部活动的边缘形成鳃的单个的水流出口。硬骨鱼的喷水孔大为缩小，有的甚至消失了。大多数硬骨鱼由舌颌骨将颌骨与颅骨以舌接型的连接方式相关连。

脊椎骨有一个线轴形的中心骨体，称为椎体；椎体互相关连成一条支持身体的能动的主干。椎体向上伸出棘刺，称为髓棘，尾部的椎体还向下伸出棘刺，称为脉棘；在胸部则由椎体的两侧与肋骨相关连。

有一个复合的肩带，通常与头骨相连接，胸鳍也与肩带相关节。所有的鳍内部均有硬骨质的鳍条支持。

体外覆盖的鳞片完全骨化。原始硬骨鱼类的鳞厚重，通常呈菱形，可分为2种类型：一种是以早期的肺鱼和总鳍鱼为代表的齿鳞；另一种是以早期的辐鳍鱼类为代表的硬鳞。随着硬骨鱼类的进化发展，鳞片的厚度逐渐减薄，最后，进步的硬骨鱼仅有一薄层骨质鳞片。原始的硬骨鱼类有具机能性的肺，但大多数硬骨鱼的肺已经转化成有助于控制浮力的鳔。硬骨鱼类的眼睛通常较大，在其生活中起着重要作用；嗅觉的作用退为次要。

硬骨鱼类最早出现于泥盆纪中期的淡水沉积物中。之后，它们分化为走向不同进化道路的两类；辐鳍鱼类（亚纲）和肉鳍鱼类（亚纲）。肉鳍亚纲包括肺鱼类和总鳍鱼类，它们在鱼类适应于水中生活的进化史上是一个旁支，但是在整个脊椎动物的进化史上却起着承上启下的关键性作用，这将在后面详述。在此我们仅概述一下作为硬骨鱼类构成主体的辐鳍亚纲。

泥盆纪的古鳕鱼目中的鳕鳞鱼属可以说是早期硬骨鱼类最好的代表。从鳕鳞鱼型的祖先类型发展出了各种类型的辐鳍鱼类，其进化历程可分为三个

阶段，分别以三个次亚纲所代表，这三个次亚纲各自在总体上的形态特点，正反映了辐鳍鱼类进化的趋向。

向陆地前进

肉鳍鱼类

现在让我们来看一看硬骨鱼类中走上了另一条进化道路的亚纲——肉鳍亚纲。

最早的肉鳍鱼类出现在泥盆纪，其早期种类的形态与早期的辐鳍鱼类有多方面的相似，但是一些重大的差别使二者早在泥盆纪中期就有了基本的分歧。早期的肉鳍鱼类也有歪尾，但是尾上有一个位于体轴之上的小的索上叶，这一特征在原始的辐鳍鱼类是不存在的；原始辐鳍鱼类的鳍是由平行的鳍条所支持，但是早期的肉鳍鱼类的鳍却有中轴骨头和在中轴骨两侧向远端辐射排列的较小的骨头——这种类型的鳍被称为原鳍；原始辐鳍鱼类只有一个背鳍，早期的肉鳍鱼类却有两个背鳍；早期的肉鳍鱼类在头骨顶上两块顶骨之间有一个具感光作用的松果孔，而早期的辐鳍鱼类通常没有松果孔；早期的肉鳍鱼类眼睛不像早期辐鳍鱼类的那么大；原始的肉鳍鱼类的鳞片是齿鳞型，在鳞片基部骨层之上有厚层的齿鳞质，原始辐鳍鱼类的鳞片的齿鳞质很有限，却有厚层的釉质层覆盖在表面。

肉鳍亚纲包括总鳍鱼目和肺鱼目。

总鳍鱼类包括扇鳍亚目和空棘鱼亚目。前者是大的肉食性鱼类，见于泥盆纪至早二叠纪，多生活于淡水中，现已绝灭，如骨鳞鱼，过去认为它们是四足动物的祖先。空棘鱼类是特化类群，头骨骨片数量和牙齿数目均减少，中生代较多，如大盖鱼。矛尾鱼是其唯一的现生代表。我国发现的空棘鱼类化石有长兴鱼等。

总鳍鱼类具两个背鳍。偶鳍支持骨双列式，其基部具肉质叶。尾歪形或圆形，并具特殊的上、下叶。眼孔小。具迷齿型牙齿。身披整列质鳞。其脑颅的前部筛蝶区与后部的耳枕区之间有一条关节缝把二者分开。具一对外鼻孔。扇鳍鱼类具内鼻孔；空棘鱼类无内鼻孔。

肺鱼类繁盛于晚泥盆纪至石炭纪，至今只有少数极特化的代表生活于非洲、澳洲和南美的赤道地区。肺鱼类内骨骼退化，骨化程度差，头骨骨片极为特殊，几乎无法与其他鱼类进行对比研究；牙齿多为齿板；脑颅中部无关节缝；偶鳍具肉质基，但支持骨为单列式；其内鼻孔经研究为移入口腔的后外鼻孔；具自接型颌。自其早期代表如双鳍鱼等，直到现代在漫长的地质历史中它们几乎没有什么重大的改变。角齿鱼是中生代较为常见的肺鱼类化石，化石多为其齿板。

肉鳍类与四足动物的祖先

长期以来人们一直认为总鳍鱼类是四足动物的祖先，甚至矛尾鱼不具内鼻孔的事实，也曾被推测为次生性的退化消失。但近年来，在这一方面却有着相当惊人的新发现。

云南早泥盆纪地层发现的杨氏鱼无内鼻孔亦不具鼻泪管等现象引起人们的关注。经检查前人研究描述过的标本，真掌鳍鱼、孔鳞鱼、雕鳞鱼、威尔士王子鱼等均与杨氏鱼有类似的情况。通过观察研究证明，过去认为总鳍鱼类具有卵圆窗的证据不足，过去推测为耳柱骨足板的成分也只是脑颅侧壁的一部分。这些发现对于总鳍类是四足动物祖先的推论的基础提出了挑战。

近年关于突变论的研究，间断平衡论、分支系统学、板块学说等一系列理论的出现，已经在一定程度上对渐变论提出了修正。在四足动物起源上也有不少问题须待解决，如有人重提肺鱼类可能是有尾两栖类的祖先的论点就与原先认为的孔鳞鱼类是有尾两栖类祖先和骨鳞鱼类与无尾两栖类有关的说法完全不同。不过四足动物的祖先是谁的问题还将深入下去。如果有人仍然认为总鳍类是四足动物的祖先，那就需要重新寻找证据，因为旧有的证据已被证明是不存在了。

两栖类尝试陆地生活

在泥盆纪的末期，当时某种肉鳍鱼类的后裔，冒险从水中出来，爬上了陆地，成为最早的两栖动物，从此，脊椎动物进入了一个与它们曾经居住了好几百万年的环境非常不同的环境。

地质记录中最早的两栖类，即鱼石螈类，它们与较高级的肉鳍鱼类有许多共同的特征，同时，在这两个脊椎动物类群之间，也存在着巨大的差别。

呼吸问题是早期的两栖类必须克服的重大问题之一，不过这已经由它们的鱼类祖先解决了。肉鳍鱼类的肺是发育完善的，而且可能经常在使用。因此两栖类在空气中呼吸实际上不算什么问题，只不过是继续使用它们从肉鳍鱼类祖先继承下来的肺。鱼类和两栖类在这个方面的主要区别之点，是大多数有肺的鱼用鳃呼吸仍然是呼吸的主要方式，而肺通常只是一个辅助的呼吸器官，但最早的陆生脊椎动物基本上是用肺呼吸空气，只是在它们的青年或幼体阶段里用鳃呼吸。

最早的陆生脊椎动物所碰到的另一个问题是干燥问题。鱼类总是浸泡在水体之中，但当最早的两栖类不再浸泡在水中生活时，它们就面临着保持它们的体液的需要。因此，正如现代的两栖类所表现的那样，像鱼石螈类这样的最早期的两栖类，决不会冒险离开水很远，并且要不断地回到溪流和湖泊里。尽管这样的习性会限制古老的两栖类离开水作深入陆地的活动，但是这类动物在其历史的早期阶段，已经发展了能够抵抗空气干燥作用的体被或者身体的覆盖物。有证据表明，某些最早的两栖类，还保留着它们鱼类祖先覆盖身体的鳞片。还有证据表明，随着两栖类的发展，尤其是在二叠纪时，它

们发育出了强韧的皮肤，这类皮肤通常是贴衬在小骨片或骨板的下面。当两栖类的皮肤防止体液蒸发效力逐渐增大，并且足以作为防御外界侵害的一件坚韧的外衣时，两栖类对水的依赖性也就随之减少，也就能在陆地上更长时间。这是两栖类进化历史中的一个重要因素，而对从两栖类发生出来的那些更高级的脊椎动物，如爬行类则更为重要。

地心吸引力对鱼类的影响较小，因为鱼类是被致密的水所支持着的。对于一个生活在陆地上的动物说来，地心吸引力是一个强大的因素，对个体的结构和生活都有很大的影响。最初的两栖类在离水以后，曾经与增大了的地心吸引力的影响作过斗争，因此，在它们进化到早期的一个阶段中，发育了强壮的脊椎骨与强有力的肢体。构成肉鳍鱼类的脊椎骨的椎体的那些比较简单的“盘”或“环”，已经成为互相连锁着的结构，共同形成了支持身体的强有力的水平的脊柱。脊柱在两个点上分别由肢带所支持，即前边的肩带与后边的腰带，腰带和肩带又由肢体和脚所支持。

早期的陆生脊椎动物还形成了一种新的运动方式，在这种运动中，四肢和脚都起最重要的作用。它们不仅克服了地心引力的作用，使身体从地面上抬起来，而且推动身体在地面上行进。在这方面，我们从鱼类和两栖类之间看到了运动功能的颠倒现象。鱼的运动主要是由身体和尾完成，偶鳍的功能是起平衡的作用，早期的陆生脊椎动物则正相反，尾是由前到后逐渐变细的，在一定程度上变成了一个平衡器官，而成对的附肢变成为主要的运动器官。由早期的两栖类所开始的这种运动方式，在陆生脊椎动物的进化中，伴随着多种多样的变异继续下去。

最初的陆生脊椎动物还碰到生殖的问题。鱼类通常是把它们没有保护的卵产进水中，并在水中孵化。陆生脊椎动物或是回到水中去生殖，或是必须发展出在陆上保护卵的方法。两栖类在它们对于陆上生活的适应中，取得了好几项巨大的进展，但是它们从来没有解决离开水去繁殖后代的问题。因此，这类动物在它们的整个历史中，始终被迫回到水中，或者像某些特化了的类型那样，到潮湿的地方去产卵。

羊膜卵出现

脊椎动物的进化在石炭纪向前跃进了一大步，这就是羊膜卵的出现。这是脊椎动物史上一次重大的革新，其意义可与颌的出现以及脊椎动物从水生向陆上生活的转变相媲美。羊膜卵的完善化像过去发生的几次进化上的重大事件一样，为脊椎动物的发展开创了新的纪元。它使陆上生活的脊椎动物的个体生活史完全摆脱了对水的依赖。

以羊膜卵进行繁殖的动物，卵在母体内受精，然后产在地上或其他适宜的场所，或是在母体输卵管内停留到幼体孵化时为止。卵内含有一个大的卵黄，为成长中的胚胎供应营养，此外，还有两个囊，即羊膜和尿囊。羊膜中

充满着液体，并包裹着胚胎，尿囊收容动物胚体在卵内停留期间排出的废物。最后，在整个结构的外面，包上一层卵壳；卵壳坚韧，足以保护卵体，同时又具有多孔性，可以吸进氧气和排出二氧化碳。这样的卵为胚胎的发育提供了一个保护环境，在效果上，一方面由羊膜提供了一个单独占用的小“水塘”，胚胎可以在其中生长，另一方面坚韧的卵壳庇护着卵不受外界的伤害。

动物有了这样的卵才能自由地生活在陆地上，而不必像两栖类那样回到水中繁殖。爬行类就是最早有羊膜卵的动物。

爬行类是由两栖类进化来的，确切地说是从某种迷齿两栖类进化形成的。由两栖类过渡到爬行类发生在地质史中的石炭纪，所跨过的最后关口肯定是以具有羊膜卵为标志的，遗憾的是并没有这方面的化石证据。已知最早的羊膜卵发现于北美洲二叠纪早期的沉积物中，而这一时代比爬行动物完善的适应于陆生生活的时代晚很多。不过从化石上我们还是可以看到两栖类向爬行类发展的情形，例如有一些中间类型兼有进步的迷齿类与原始的爬行类的特征。

爬行类动物

蜥螈表现的两栖类和爬行类特征的混合，是脊椎动物进化过程中发生于两个纲之间的逐渐过渡的标志。这种变化是逐渐的而不是突然的，因此当我们将所有的化石材料通盘加以考虑时，也就很难在两栖类与爬行类之间划分一条清晰的界线。但是我们可以把爬行类的一些典型特征和一般特征略述如下。

爬行类在个体发育的过程里直接由羊膜卵发育，而不像两栖类那样中间要经过变态。

爬行类头骨比较高，不同于迷齿两栖类那种通常呈扁平化。爬行动物原始的耳鼓凹已经消失；有些爬行动物虽然有耳鼓凹，但大都是次生性的。爬行类的头骨，顶骨以后的骨头有的变小了，有的由头骨的顶盖部位移到了枕部，有的甚至完全消失。迷齿类的非常典型的松果孔，在早期的爬行动物中仍然还有，在许多进步的类型中则消失。爬行类腭上的翼骨显著，原始的爬行类的这些骨头上有发育完好的牙齿。爬行类嘴前边的腭骨上也可能有小的牙齿，但是没有像许多迷齿类的那种大的、獠牙状的腭齿。大多数的爬行动物只有一个枕踝。

爬行类的椎骨由一个大的椎侧体和一个缩小成小楔状的椎间体组成，比较进步的类型椎间体消失。原始的爬行类有两块荐椎骨，不同于两栖类只有一块荐椎；而在许多进步的爬行类中，荐骨由好几块椎骨组成，有的类型增加到八块之多。肠骨也随着荐骨的扩大而扩大。爬行类的肩带中，肩胛骨和喙状骨均扩大加强了，而匙骨缩小或者消失了。通常有锁骨和锁间骨，但是与迷齿类的这些骨头比较起来大为缩小。原始的爬行动物肋骨从头部到骨

盆之间是连续的，而且大致相似，但是比较进步的爬行类的肋骨通常有颈部、胸部和腹部几部分的分化。

爬行类的肢体和足骨都比迷齿两栖类更为进步。即使是原始的爬行类，肢骨一般都比迷齿类的肢骨更为细长。腕部的中央骨块不超过 2 块，不同于迷齿类的由 4 块骨头组成。踝部近端的骨头减少到 2 块，不同于两栖类的 3 块。这种减少是由于内侧的胫侧跗骨与中间跗骨两块骨头与中央的 1 块骨头合并到一块所形成的。这几个骨头愈合到一起，与高等脊椎动物的距骨的愈合情况相当。外侧的腓跗骨相当于哺乳类的跟骨。爬行类的基本趾式是：2—3—4—5—3（4），但是许多特化了的爬行类，趾式有所改变。

许多爬行类都有角质的表皮，通常呈折迭重覆的鳞片状。

最早的和最原始的爬行类属于杯龙目，发现于新墨西哥州二叠纪早期的沉积物中的湖龙属是其较典型的代表。

湖龙体长约 150 厘米。头骨的顶盖坚实，稍长，比较高。眼睛长在头骨的侧面。头骨顶部有一个发育完好的松果孔（位于顶骨之间的结合处），这是由两栖类祖先继承下来的特征。顶后骨和顶骨均相当小，由头骨的顶部向后推移到了枕部。在上、下颌的边缘上有锋利的牙齿，在腭的翼骨上有些细小的牙齿。身体细长，肢体强壮，多少有些呈爬卧状。椎间体缩小，具大的肩胛——喙状骨复合体，有一个长的锁间骨；肠骨扩大，荐椎骨两块；踝部有两块近端的骨头（距骨和跟骨），趾式是原始爬行动物式的。

湖龙并不是杯龙类中最早的成员。从诺瓦斯科夏的石炭纪早期的沉积物中发现的林蜥是杯龙类中已知最早的种类。这是一种相当小的杯龙类（身体大小只有湖龙的四分之一），但是除了比例较细长以外，它与湖龙的一般特征实质上是相同的。

这两类原始的杯龙类，属于最原始的爬行动物中的一个大的亚目，称为大鼻龙形亚目。虽然湖龙是一种相当大的动物，但大鼻龙形类中一般是较小的爬行动物。例如大鼻龙，二叠纪的一个属，体长仅超过 30 厘米，它们上、下颌很长，其上有许多锋利、尖锐牙齿。显然它们同这一进化系统上的所有成员一样是食肉动物，捕食小型的两栖类和爬行类甚至大的昆虫。

大鼻龙类在古生代晚期和中生代早期沿着好几个方向发展。从原始的杯龙类的基干上分出去一个早期分支——二叠纪晚期和三迭纪的前棱蜥类，杯龙类中唯一残存到二叠纪末期以后者。前棱蜥类是与现代许多蜥蜴类习性相似的小型爬行动物。很可能前棱蜥类在三叠纪动物群中所占据的生态角色位置在后来的地质时代中被蜥蜴类所代替。

前棱蜥的祖先类型发现于前苏联二叠纪晚期的沉积物中，在南非卡鲁系的三叠纪阶段，这个类群已经完全形成了。前棱蜥属是典型属，是一类小型的爬行动物，头骨大致呈三角形，扁平，眼眶大，有一个大的松果孔，具少数钉状的牙齿。在三叠纪，前棱蜥分布遍及中欧，北至苏格兰北部，并分布于北美洲和南美洲。这类爬行动物的身体始终没有显著的增大，三叠纪后期

的前棱蜥眼孔变得很大，头骨的侧面或后面长出棘突，牙齿的数目大为减少，形状特化强烈。

锯齿龙类主要发现于南非和前苏联二叠纪晚期的沉积物中，是大型、笨重的爬行动物，属当时的巨物之列。这类爬行动物中有不少的个体，体长可达3米以上。尾相当短，肢体粗壮，以便支持身体的巨大重量，脚短而宽阔。体腔的容积极为宽大，说明锯齿龙类大概是吃大量的植物，牙齿的形状支持这种推测——小，呈锯齿形，显然适合于切割植物。腭上有大批的牙齿。头骨虽是大鼻龙式的，但宽阔而笨重，头骨的顶盖和颞部常有许多装饰性的皱纹和棘刺。背脊骨上有骨质鳞片，说明有甲冑护体。

除了上述的几个类群之外，杯龙类中还有阔齿龙类。

由杯龙类的基于上进化出来的其他各类爬行动物，在相当早期的地层中就有化石记录，这似乎表明，爬行类在分化成为一个纲后不久就发生了进化上的爆发，结果使爬行动物迅速地向各个进化方向分化开来，并从石炭纪开始直到白垩纪几乎占据地球向动物提供的所有生态环境。根据头骨颞部的发育情况，即颞孔的变化关系，可以将如此众多的形形色色的爬行动物分为四个亚纲：缺弓亚纲、单弓亚纲、阔弓亚纲和双弓亚纲。

那么什么是颞孔呢？

前边谈到，杯龙类的头骨与其迷齿类祖先的头骨相似，顶盖均为坚实的结构，其上只有鼻孔、眼眶和松果孔。其后，随着爬行类的发展，眼后的颅顶通常有附加的孔出现，这就是颞孔，它可以容纳强大的颌肌。有些爬行动物，其眼眶之后的颅顶部分的上部只有一个颞孔；另一些种类，在头骨的侧面有一个孔。还有一些爬行动物有两个颞孔，一个在颅盖的顶部，一个在侧面。上边的孔，即上颞孔，以眶后骨及鳞骨为其腹界。而侧颞孔是以眶后骨及鳞骨为其背界。两个侧颞孔并存时，则由眶后骨及鳞骨将其分隔开来。爬行动物的四个亚纲就是根据颞孔的有无和变化关系划分出来的。在此基础上，再依据其他的特征，爬行类就可以被分为更细的目一级分类。目一级的分类简介如下：

缺弓亚纲，又称无孔亚纲：头骨的眼后无颞孔

杯龙目：原始爬行类。

龟鳖目：龟鳖类及正南龟。

中龙目：中龙，可能分于此处，也可能不是。单弓亚纲，又称下孔亚纲：有一个侧颞孔，由眶后骨及鳞骨构成其上界。

盘龙目：盘龙类爬行动物。

兽孔目：似哺乳爬行类。

阔弓亚纲，又称调孔亚纲：有一个上颞孔，由眶后骨及鳞骨构成其下界。

原龙目：原龙类。

蜥鱗目：幻龙类与蛇颈龙类

楯齿龙目：楯齿龙类。

鱼龙目：鱼龙或似鱼爬行类。

双弓亚纲，又称双孔亚纲：有两个颞孔，由眶后骨及鳞骨将其分隔开来。

始鳄目：原始的双弓类。

喙头目：喙头类，喙头蜥是这一类的残存者。有鳞目：蜥蜴类和蛇类。

槽齿目：三迭纪的初龙类，中生代占统治地位的双弓类祖先。

鳄目：鳄类和短吻鳄类。

翼龙目：飞行的爬行动物。

蜥臀目：蜥臀类恐龙。

鸟臀目：鸟臀类恐龙。

蓬勃发展

脊椎动物进化这部史诗的第一幕——古生代的历史，以征服陆地这一辉煌的终曲落下了帷幕，一个更加辉煌的第二幕——中生代来临了。

中生代的第一个分期三叠纪是一个重要的时代，这是从古生代的古老生命类型演化到中生代的高度多样化的新生命类型的过渡时期。

三叠纪的动物群中有一些成分是从古生代持续下来的子遗，包括迷齿两栖类，一部分杯龙类，始鳄类、兽孔类和原龙类。迷齿类在其完全绝灭以前，在三叠纪时又以全椎类为代表呈现出最后的繁荣。进步的兽孔类，特别是其中与哺乳类非常相似的兽齿类，在三叠纪将近结束时，在构造上达到了高度发展的阶段以后，也全部趋于绝灭。三叠纪的杯龙类中的前棱蜥科是一支在进化上并不重要的残存者。始鳄类和三叠纪的原龙类则是一些始终不十分繁盛的从二叠纪祖先继续下来的比较稀少的爬行类。

另一方面，一大群新的陆栖脊椎动物出现了，其中有许多是后来一些非常繁荣的支系的祖先，它们将经历整个中生代，有些甚至持续了此后的全部地质时期一直生活到现代。蛙类的祖先出现于三迭纪，这是一类始终都很成功的脊椎动物。另一类异常成功的脊椎动物龟鳖类最早的代表也在三叠纪出现。三叠纪也是各种高度特化的海生爬行类漫长历史的开端，最早的鱼龙类化石是在三叠纪出现的；楯齿龙类和幻龙类也都生存于三迭纪，而且在三迭纪的中期，从后者之中发生了鳍龙类。喙头类在三叠纪时曾广泛地分布在地球上的陆地区域，虽然它们好像从未十分昌盛过，但却非常持久，一直生存到现代。

在三叠纪新出现的所有爬行类中，最重要的要算槽齿类和鼬龙类。槽齿类是非常成功地生存了一亿余年的初龙类的奠基者，是后来在中生代占显著地位的许多爬行类的直接祖先。在这些爬行类中包括鳄类，翼龙类，特别是样式众多的恐龙。鼬龙类是哺乳类的直接祖先。哺乳类虽然在中生代恐龙类处于极盛的时候并不在进化上占重要的地位，可是到新生代来到时就代之而兴起了。

飞上蓝天

侏罗纪时，脊椎动物进化史上发生了一次重大事件，那就是它们当中的两类——飞行爬行类和鸟类——飞上了蓝天。

脊椎动物适于飞行的条件是十分严苛的。首先，必须克服地心引力的作用，体重必须相当轻。由于肌肉强度、骨骼强度、体重与翅膀面积间的比例等物理性质方面的限制，它们的大小有一定限度。为了达到轻巧的目的，它们的骨头一般是中空的，外壁很薄。它们必须有翅膀，一般由前肢转变而成；必须有支持“飞行机器”的坚强的大梁——脊柱；必须有上下运动翅膀的强大的肌肉；适应于这些肌肉的加强，其附着区——胸骨就必须异常地扩大，还必须有某种类型的着陆器，一般由后肢转变而成。最后，飞行要求有高效的新陈代谢活动。

翼龙类是在侏罗纪开始时适应于飞行的初龙类。它们在保罗纪的发展异常多样化，有一部分继续到白垩纪，在白垩纪末期最后趋于绝灭。

侏罗纪的喙嘴龙，可以作为翼龙类的初期代表。体长约 60 厘米，头骨为典型的初龙式。有两个颞孔，位于大的眼孔后方，此外尚有一个大的眶前孔。头骨和颌骨的前部引长，生有齿尖向前的长的尖齿，可能是对捕食鱼类的一种适应。

头骨长在一个很长的能够弯曲的颈上。颈部以后的背脊部分很短并且坚实，肩带和腰带之间有一系列相连续的肋骨。有一条很长的尾巴，约为荐部以前脊柱长度的两倍，保存在岩石上的印痕表示其末端有一舵状的皮膜。

前肢的肱骨很粗壮，桡骨和尺骨相当长，第四指极度地拉长，形成翼膜的主要支架，这可由岩石的印痕上清楚地看出，第四指以前的各指退化成小钩状，可能是翼龙类借以在树枝或岩壁上栖息的悬挂器。第五指消失。从腕部向前伸出一钩状的突起——翼骨，帮助支持翼膜之用。肩肿骨和鸟喙骨强大，后者在腹侧连接扩大的胸骨，是振动翅膀用的强大的胸肌的支点，在进步的翼龙类中（在喙嘴龙并非如此）肩肿骨上端通过一块特殊的骨头——背骨与脊柱接触，使肩带的强度更为增强。后肢比较小，脆弱（所有的翼龙类可能都一样），为翼膜所连接。

这种爬行类显然能作连续飞行，可能是一种飞行的食肉类，能俯冲捕食在水面游泳的鱼类。它们与现代的蝙蝠相似，落在地上时就会异常笨拙。

侏罗纪晚期的另外一类翼龙——翼手龙类，尾巴退化到几乎完全消失。牙齿也大大的退化，其中最特化的种类牙齿已完全消失，颌部变成了似鸟类的喙状。

翼手龙类持续生存在整个的白垩纪中，在进化上以美国肯萨斯州尼奥勃拉勒组中发现的无齿翼龙最为进步。它是同类中的庞然大物，两翼伸展达 6 米以上，尽管如此，躯体仍然较小，大小与火鸡相近。颌骨具无齿的长喙，

头骨后部向后方伸出呈冠状突起，其功用尚未弄清。这是最后的一种翼龙类。

爬行类的新陈代谢活动率是比较低的，那末，翼龙如何能维持较长时间的飞行呢？也许它们的飞行大部分是采取滑翔方式的，这样就不需要消费大量的能量。尽管如此，仍很难想象翼龙类如果没有超过其他爬行类所有的能源如何满足支持其飞行所需的能量。是否可能它们是一些单独具有温血的爬行类？或许是否它们发展了一种有保温性的身体披盖物，多少能帮助维持固定的体温？有人曾经记述过一些与翼龙化石在一起发现的毛状的构造，可是这些证据还是十分不肯定的。

翼龙类的绝灭可能是因为鸟类的竞争。鸟类从白垩纪后期起趋于现代化，它们是温血和灵活的动物，显然比翼龙类更进步。

鸟类常常被称为“美化了的爬行类”。实际上，我们应更适当地把鸟类称为“美化了的初龙类”，因为它们起源于初龙类。

鸟类对飞行问题的解决和飞行爬行类不同。它的羽毛不仅作为飞行的翼面，并且是身体和环境之间的绝缘物。多数鸟类的后腿都很强壮，使其能够在地面上奔跑和行走，鸭和鹅等水禽甚至同时具有能在水中、陆上和空中有效地活动的的能力，达到了任何其他脊椎动物所没有的程度。

鸟类具有高机能的组织、固定的体温和很高的新陈代谢率。还独特地发展了一些异常复杂的行为，如筑巢、鸣啼。许多鸟类有从一个大陆到另一个大陆作长途的迁移及每年往返的习性。

最早的鸟类出现于侏罗纪。第一次发现为德国巴伐利亚省索伦霍芬石灰岩中的两副很好的骨骼和一些不完整标本。这就是始祖鸟，不仅骨骼得以保存，而且还有羽毛的印痕。

始祖鸟如乌鸦大小，有初龙类型的头骨，长的颈部，坚实的身体，强壮的后肢，一条很长的尾巴使身体平衡。前肢变大，显然已有翅膀的作用。

头骨有两个后颞孔，但由于脑部四周骨片的扩大而被挤缩。眼孔很大，周围有一圈膜骨片，眼眶前方有一大的眶前孔。头骨及下颌前端部分加长并变窄成像状，有发育完好的牙齿。

背部较为短壮，这对于飞行动物是必须的。荐部长，成为骨盆的肠骨和背脊间的牢固的连接部分。耻骨和坐骨棒状，耻骨已移到后面和坐骨平行的位置，显示出和鸟臀类恐龙相似的排列方式。后肢强壮，而且和鸟类的相像，脚上有3个向前伸的带爪的趾，1个向后伸的短趾。这种后趾的型式也是典型兽脚类恐龙的模式。显然，始祖鸟行走和奔跑的姿态大致和鸡相似。骨质的尾巴为典型的爬行类样式，长度和脊柱的其余部分相等。肩肿骨细长，臂骨也很长，手部大大引长，由前面3个手指组成。骨骼系统的全部骨头的结构都很精巧。

手部和下臂部生长羽毛，躯体部分也有羽毛，尾部很特殊，在两旁各有一排羽毛。

始祖鸟是爬行类和鸟类的中间类型。从骨骼方面说，它基本上是爬行类，

但具有一些非常倾向于鸟类的特征。羽毛是典型的鸟类羽毛，主要因为这一点，始祖鸟才被确定为一种鸟类——鸟纲中最早和最原始的成员。羽毛不仅指出这种动物能够飞行，并且也说明它是温血的。扩大的脑腔表示出已经发展了相当复杂的中枢神经系统，这一点对于飞行动物是异常重要的。

关于飞行在鸟类中起源的学说有两种。一种认为最早的鸟类是一些快跑者，在奔跑时拍动带有羽毛的前肢帮助前进，这种情形在一些现代鸟类奔跑时可以看到。翅膀通过突变和选择后作用变大，最后从奔跑时的辅佐器官变成飞行的器官。另一种主张，则认为最早的鸟类能爬上树去，又像现代的鼯鼠一样从树上向地面或其他树上滑翔。最初，由于带羽毛的前肢很小，所以只能滑翔，后来增大，最后达到能支持动物飞行的程度，因此，飞行能力是一种攀缘和滑翔的自然结果。

侏罗纪鸟类还处在适应的初期阶段，它们的飞行能力还较差，并受到当时飞行爬行类的强烈竞争，后者在侏罗纪有限的时期内，可能比那些早期的鸟类更能适应于飞行。

鸟类骨骼很不容易被保存为化石，这主要是由它们飞行生活的习性决定的。它们死亡以后，有机体由于不能迅速地被埋藏下来，绝大多数都腐烂消失了。早期的鸟类由于数量和种类都十分贫乏，能够侥幸成为化石的机会就更少。始祖鸟化石自 1861 年到现在 100 多年来总共只发现 6 具骨架和 1 件羽毛标本。

本世纪 80 年代以前，早白垩世的鸟类化石曾一度是古生物学家最感到遗憾的生物进化空白之一。晚白垩世的鸟类在通向现代鸟类的道路上已经有了很大的进展——头骨的各块骨头已有如现代鸟类一样的愈合现象，颞孔进一步退化。骨头的气孔性已高度发展。骨盆和荐椎牢固地愈合成为一个构造，作为后腿与躯体的连接部。手部骨头也像在现代鸟类中一样愈合，不再像侏罗纪鸟类那样互相游离。骨质的长尾杆已经退缩。某几种白垩纪鸟类胸骨已大大扩张，成为强有力的胸肌的支点。然而白垩纪的鸟类，仍然还保留着有牙齿的这一原始性质。美国肯萨斯尼奥勃拉勒白垩纪地层中发现的黄昏鸟，是这一属最著名的白垩纪鸟类。这是一种游泳和潜水的特化了的鸟类，情形和现代的潜鸟相像，躯体部稍伸长，颌部也较长，足适于游泳，翅膀退化。

80 年代初，我国甘肃发现了一块不完全的早白垩世的鸟类后肢化石，它被命名为甘肃鸟并被认为是所有后期滨岸鸟类和水栖鸟类的祖先。1987 年，辽宁省朝阳县发现了一块保存相当完整的鸟类化石。化石产于早白垩世地层中，被命名为中国鸟，并被认为是世界上已知的最早的会飞鸟类。1990 年 9 月，一位年轻的古生物学家在距离中国鸟发现地点不到 20 公里的一道干涸的小河沟里又获得了两块保存相当完整的鸟类化石。这两件标本经鉴定被认为是两种不同类型的鸟。其中一块特别完好，保存了完整的头骨，它成为早白垩世地层中已知的世界上最完整的鸟类标本。在随后的两年内，同一地点又有近 20 件标本被发现，这些化石至少包括了 3 种以上的不同类型。最完整的

那块化石鸟类被命名为华夏鸟，其他共存的标本中包含有中国鸟。华夏鸟和中国鸟是世界上除始祖鸟以外最早的鸟。这些发现填补了长期以来早白垩世鸟类研究的空白，具有非常重要的意义。目前对这些鸟类的深入研究还在继续之中。

新生代开始时，鸟类已经全面地现代化了。鸟类的骨骼结构已发展到现代的阶段。鸟类在其最近的 5000 万年到 7000 万年的历史中，结构上的进化是不大的。不过在新生代时，鸟类历史中也发生过一些不重要的事件，其中最引人注目的一件事情，可能是大型的陆栖鸟类的加速辐射。有人认为在大型的陆栖鸟类（“走禽”）和早期哺乳类之间，曾经有过一段剧烈竞争的时期。这仅仅是很短的一幕，哺乳类很快就成为陆地上的统治者，从此以后，鸟类就主要成为飞行的脊椎动物，虽然少数几种大型的，无翼的，称之为平胸类的鸟类在多数大陆地区一直生存到现代。非洲鸵鸟曾在新生代晚期广泛分布于欧亚大陆，并且一直栖居在非洲，在南美洲有南美鸵鸟、澳洲地区则有鸸鹋和食火鸡，直到较近数千年前，还有栖息在马达加斯加岛的所谓“象鸟”和新西兰的恐鸟。所有这些鸟类的共同特征是有庞大的身体，翅膀次生性地退化，以及与此相联系的胸骨变平和腿的强健化。

大多数的现代鸟类在构造上表现出非常的相似。由于向许多不同生活方式的适应引起了它们在其他方面异常的多样性，产生了身体比例、色彩和不同类型的习性上的变异。鸟类无疑是现代十分成功的一类脊椎动物，它们和真骨鱼类及有胎盘哺乳类分享着进化的果实，从它们种类繁多，适应范围广大，大量的个体数目，以及在全世界广泛的分布都可以作为证明。根据较为保守的估计，现代世界上生活的鸟类数目约有 1000 亿只。

蜥蜴大王

三叠纪晚期出现的由腔骨龙和板龙等属为代表的初期的恐龙，属于恐龙类中的蜥臀目，骨盆从侧面看去成三叉形，耻骨在肠骨下方向前延伸，骨则向下后伸。牙齿或是围生在上下颌骨的边缘，或是限于颌骨前方。大多数食肉类的蜥臀类还保留着其槽齿类祖先的一般性质和姿态，如用两足行走，身体以臀部为中心枢纽，以强大的与鸟类相像的后腿支持身体。以植物为食的蜥臀类则再度恢复到四足姿态。蜥臀类的脚趾上通常有强大的爪。

恐龙类的另一个目，鸟臀目也是在三叠纪晚期出现的。在非洲南部发现的畸齿龙证明在晚三叠纪时，鸟臀类的非常典型的一些基本特征已经形成了。鸟臀类恐龙的骨盆耻骨由于向后方旋转而和坐骨相平行，与鸟类骨盆中的情形相同，由此得到了鸟臀类或“鸟类式骨盆”的名称。在许多鸟臀类中，肠骨前后都大大扩张，耻骨则有一大的前突起，伸出在肠骨的下方。因此，骨盆从侧面观呈四射式的结构，四个突出部分或叉枝，是由肠骨的前部、后部、前耻骨和紧挤在一起的坐骨以及耻骨构成的。上颌、下颌和嘴的前部的

牙齿，在鸟臀类中已消失，这一部分的骨及颌骨通常呈喙状，而且大多数这类恐龙的下颌骨前面增加了一个新的骨头成分——前齿骨，作为切割用的喙嘴的下面部分。牙齿只限生于颌骨的边缘，常常有很大的改变以适应于切割及嚼碎植物，鸟臀类全部都是植食性的。一般地说，鸟臀类并没有像许多蜥臀类那样完全两足式的，大多数的鸟臀类在它们历史的早期就次生地回复到四足的姿态。足趾末端常有扁平的指甲或蹄而没有爪。在恐龙类中，鸟臀类比蜥臀类有更多样的变化和范围更广泛的适应。

白垩纪晚期，分属于十个目的各种各样的爬行类动物，占据着大陆上几乎所有的陆上环境，并且扩张到海洋。第三纪开始时，大绝灭后残存下来的爬行类动物包括在 5 个目中，其中始鳄类在新的世纪开始不久后即消失了，剩下的 4 个爬行动物目从新生代早期一直延续到现代。

残存爬行类的起源，可以回溯到很早的地质历史时期，龟鳖类出现于三叠纪，和喙头类同时，后者在当时的分布几乎遍及全世界。鳄类出现于三叠纪末，占领了植龙留出的生态位。有鳞目的祖先在三叠纪出现，蜥蜴类在侏罗纪时就从这些祖先中产生并确立下来，到白垩纪时蛇类发展了它们高度特化的适应。

哺乳动物出现

哺乳动物的起源与特征

最初的哺乳动物出现在三叠纪，它们很可能是多系起源的。似哺乳爬行类中的某些类群，很可能是犬颌兽类、包氏兽类和鼬龙类，产生了早期哺乳动物的祖先。这些三叠纪晚期以及侏罗纪中最早的哺乳动物都很小，在侏罗纪和白垩纪中也始终是很小而且数量又少的成员，它们完全被爬行动物所压制着。

但是这些渺小的哺乳动物已经具备了一系列进步的特征，终将使它们有朝一日取代爬行动物在地球上的统治地位。

哺乳动物的特征是多种多样的。主要的是：哺乳动物是灵活的四足动物，体温是比较恒定的，基本的代谢作用高，由于这个原因，它们通常被称为“温血”动物。有一种特有的起保护和绝缘作用的毛发覆盖。幼体通常是胎生的（单孔类产卵），在生命的早期阶段以母亲的乳汁为营养。哺乳动物有一对枕髁，使头骨和第一颈椎形成关节；有次生的骨质硬腭，使鼻道与口腔隔离；外鼻孔只有一个开孔，位于头的前方；头骨和下颌间的关节由鳞骨和齿骨组成。爬行动物连接头骨与下颌的方骨及关节骨在哺乳动物中退入中耳，分别变成了三块耳骨中的两块：砧骨和锤骨，这两块耳骨和镫骨（从爬行动物的镫骨遗留下来）一起组成连锁，传导从耳膜到内耳的震波。这是在脊椎动物进化史上解剖结构从一种机能转变到另一种机能的最好例证之一。尤其重要的是：所有哺乳动物，除了非常原始的以外，都有比较大的脑颅，它反映了这些动物脑子的增大和智力的大大提高。哺乳动物有分化为门齿、犬齿和颊齿的齿式，颊齿通常有一个包括几个齿尖的齿冠，以两个或更多的齿根固着在颌骨上。哺乳动物颈部的肋骨总是愈合在颈椎上，成为颈椎的组成部分，腰椎则具有游离的肋骨。肩胛骨中部有一条强大的脊突起（肩峰）。骨盆部分的骨头：肠骨、坐骨和耻骨愈合形成单一的骨质结构。趾骨数目退化，除第一趾只有两个趾骨外，其余趾只有三个。

这些典型的哺乳动物与那些进步的似哺乳动物的爬行动物相比，同异如下：

似哺乳动物的爬行动物
 两个枕髁（犬齿类、鼬龙类、三瘤兽类）
 次生腭（除原始类型外）
 分开的外鼻孔（除三列齿兽类和鼬龙类外）
 扩大的齿骨
 方骨—关节骨连接（加上鼬龙类中的鳞骨—齿骨连接）
 退化的方骨—关节骨（特别是在鼬龙类中）
 小的脑颅
 牙齿分化
 颈肋分开
 腰肋
 肩肿骨前端突出（犬齿类）
 骨盆各部分分开
 趾式：2—3—3—3—3（在有些兽头类中）

哺乳动物
 两个枕髁
 次生腭
 单个的外鼻孔开口
 齿骨单独形成下颌
 鳞骨—齿骨连接
 砧骨—锤骨
 扩大的脑颅
 牙齿分化
 颈肋愈合
 腰椎活动
 肩峰
 骨盆各部分愈合
 趾式：2—3—3—3—3

从晚三叠纪和侏罗纪地层中发现的原始哺乳动物，包括始兽、异兽两个亚纲的代表，还包括兽亚纲中较低等的无胎盘类的祖兽次亚纲、后兽次亚纲和阴兽次亚纲。

胎盘类

新生代通常被称为哺乳动物的时代，更应称之为有胎盘类哺乳动物的时代，因为从白垩纪过渡到新生代以后，这些动物几乎是地球上最占优势的动物。在新生代的历史中，单孔类有3个现生属作为代表，归属于一个目；多瘤齿兽类这个目有17个第三纪早期的属；有袋类127个属，化石的和现生的，都包括在单一的目里；而有胎盘类有2648个属，分别归属于29个目。新生代的有胎盘类占95%，无胎盘类仅占5%。

有胎盘哺乳动物又称真兽类，它们的幼仔在母体内生长一个相当长的时期，发育到一个比较成熟的阶段出生。它们从古老的爬行动物的卵那儿继承的尿膜与子宫相接触，通过这个接触区域——胎盘，食物和氧气从母体输入到正在发育的胚胎。因此，有胎盘类哺乳动物在出生的时候，比起有袋类新生的幼仔来，无可比拟地成熟得多。

有胎盘类脑颅的扩大也许是最重要的特征，它反映出大部分有胎盘类与有袋类比较起来具有更高的智力。和有袋类通常穿透了的口盖相比，有胎盘类头骨具有结实的骨质口盖；下颌上向内弯曲的角经常缺失。具有7个颈椎，颈椎后面是一系列带有肋骨的胸椎，再后面是一系列没有肋骨的腰椎。肢带和四肢基本上与有袋类的相似，骨盆上没有上耻骨或袋骨。

牙齿在研究有胎盘类哺乳动物上具有特别的重要性。如果所有有胎盘哺乳动物（除了人以外）都绝灭了，而仅以牙齿化石来分类，结果也和根据哺

乳动物整体解剖知识所得出的分类基本相同。

有胎盘哺乳动物的基本齿式是上下颌每边有 3 个门齿、1 个犬齿、4 个前臼齿和 3 个臼齿。这个齿式可以用数字表示为：3—1—4—3，它在白垩纪最早的有胎盘类中就已经出现，而且还保留在许多现生哺乳动物中。当然，有许多有胎盘类中，牙齿已经极端特化，但都是从原始齿式分化出去的。

大多数有胎盘哺乳动物的门齿都比较简单，为单一齿根的钉或片，适于夹住食物。有些哺乳动物的门齿增大，而另一些的则退化或者消失。在几种哺乳动物中，它们变得复杂了，带有梳状的齿冠。但尽管它们有着各种各样的特化，门齿总是保持单一的齿根，使牙齿固定在颌骨上。

原始哺乳动物的犬齿增大成刺状，起刺戮或穿透作用。犬齿在许多分化适应中总是保持单一的齿根，但是在齿冠上可以出现各种特化，特别是在形状和大小上。

有胎盘类的前臼齿常常有复杂的结构，而且通常从前向后愈来愈复杂。例如，第一前臼齿可以是具有 2 个齿根的狭冠齿，而最后一个前臼齿可以是齿冠由几个尖组成的宽冠齿，具有 3 个或更多齿根。很多特化了的哺乳动物后面的前臼齿显得与臼齿很相似。在早期有袋类和胎盘类中，上牙由三角形组成，并与下牙的三角座相剪切。除了上下臼齿的这种剪切动作以外，还有由上三角座的内尖咬入下臼齿三角座后部后齿座的压碎作用。这种类型的臼齿常常被称为三尖式、尖切式或者三楔式。三楔式臼齿组成了高等哺乳动物各种各样臼齿演化的基础。三楔式上下臼齿是方向相反的三角形，上臼齿上的三个尖叫做原尖、前尖和后尖，前者位于牙齿的内侧，后两个位于外侧。此外，在上臼齿主要的尖之间还有两个中间的尖，即原小尖和后小尖。在下臼齿上，外侧的尖叫做下原尖，两个内侧的尖称为下前尖和下后尖。在下臼齿的跟座上通常也有三个尖，外面的称为下次尖，内方的称为下内尖，后面一个，也就是在盆形后部的一个，称为下次小尖。

组成上下三楔式臼齿的主要的尖可以认为有共同的起源，这样在所有有袋类和胎盘类中它们都是同源的。

在许多比较进步的哺乳动物中，位于上臼齿后内角的还有个第四主尖——次尖。这个尖的出现是在各目哺乳动物进化历史上新增添上去的；但是始终还不能确定在具有这个尖的那些哺乳动物中，次尖是不是都是同源的。在很多哺乳动物的臼齿中，还有各种不同的脊或棱，在上臼齿上的叫做脊，在下臼齿上的叫做下脊；在牙齿的边缘还有某些小的附加的尖，在上下臼齿上，分别叫做附尖和下附尖。

在有胎盘哺乳动物中，上下臼齿之间颌的动作有 4 种类型，其中 3 种在原始哺乳动物的三楔式臼齿中已经有了。第一种，尖的交错，上下臼齿上这些尖互相咀嚼，以擒住和撕碎食物。例如下原尖与上齿外侧的前尖和后尖交咬，而原尖与下齿内侧的下前尖和下后尖交咬。第二种，齿边缘或棱脊彼此剪切，以切碎食物。在三楔式臼齿中，上臼齿三角座的前后缘切过下三角座

的前后缘。第三种，牙齿一部分互相对压，以压碎食物。原尖咬入下后齿座的盆中便是这样的作用。第四种，相对齿面像磨粉机一样互相研磨，以磨碎食物。在许多特化的哺乳动物扩展的臼齿齿冠上可以看到这种作用。

在新生代演化出来的有胎盘哺乳动物或真兽类共约有 29 个目，其中约 16 个目现在仍然生存着。它们是：

食虫目：食虫类。鼯鼠、刺猬。

翼手目：蝙蝠。

皮翼目：飞狐猴。这目或者作为翼手目中的一个亚目。

纽齿目：纽齿兽。已绝大的类群。

裂齿目：裂齿兽。已绝灭的类群。

贫齿目：贫齿类，食蚁兽，树懒、地懒、犹狨和雕齿兽

鳞甲目：穿山甲。

灵长目：灵长类。狐猴、眼镜猴、猴、猿和人。

啮齿目：啮齿类。松鼠、海狸、鼠、豪猪、豚鼠和南美栗鼠。

兔形目：家兔和野兔。

犴兽目：强棱齿兽、犴兽、假古犴、宽臼兽、模鼠兔。已绝灭。

鲸目：海豚和鲸。

古食肉目：原始食肉类。

食肉目：食肉的兽。狗、狼和狐、熊、猫熊、浣熊、伶鼬、貂、水獭、狼獾、臭鼬、鬣狗、猫、海狮、海豹和海象。

踝节目：踝节兽。原始有蹄哺乳动物。已绝灭。

南方有蹄目：南方有蹄兽。南美最多的原始有蹄哺乳动物。已绝灭。

滑距骨目：滑距骨兽。南美有蹄哺乳动物。已绝灭

闪兽目：闪兽。南美大哺乳动物。已绝灭。

管齿目：土猪。

蹄兔目：非洲和小亚细亚蹄兔。

长鼻目：长鼻类。恐象、乳齿象、猛犸象和象。

索齿兽目：海牛和长鼻类的亲属，已绝灭。

海牛目：海牛或海牛类。

钝脚目：钝脚兽和尤因兽。大有蹄动物。已绝灭。

焦兽目：焦兽。南美非常大的哺乳动物。已绝灭。

异蹄目：异蹄兽。南美大的有蹄哺乳动物。已绝灭。

重脚目：重脚兽。埃及大的有蹄哺乳动物。已绝灭。

奇蹄目：奇蹄哺乳动物。马、雷兽、爪兽、犴和犀牛。

偶蹄目：偶蹄哺乳动物。古欧兽、巨猪、猪、西、石炭兽、河马、岳齿兽、骆驼、麝鹿、鹿、长颈鹿、叉角羚羊、羚羊、山羊、绵羊、麝牛和牛。

最早和最原始的真兽类是食虫动物，它们可能是所有其他有胎盘哺乳动物的祖先。真兽类从食虫动物这一主干向各个不同方向辐射出众多的进化支

系。在哺乳动物各目之间大约有 8 个类群可以分辨出来。它们是：

1. 一些目显得和某些原始有胎盘类如食虫类有一定的亲缘关系，包括食虫类本身。蝙蝠，这种空中的哺乳动物其特化程度已经发展到超出食虫动物了；皮翼目来源于食虫动物；灵长目是从食虫动物起源的，想在很原始的灵长类和食虫类之间画出一条分明的线是很困难的；纽齿目，第三纪早期哺乳动物中的一个很局限的目，似乎也以食虫动物为祖先。

2. 早期食肉哺乳动物，古食肉类起源于食虫动物祖先。食肉目，现在世界上还生存着的食肉类，也许是和它们原始的古食肉类前辈们紧密地联接起来的。

3. 鲸类和海豚类由于适应海洋生活而极端特化，因此和所有其他哺乳动物有着明显的区别，它们可能起源于古食肉类。

4. 踝节目，原始有蹄哺乳动物，与某些早期古食肉类有共同的起源。踝节目本身在哺乳动物系统发生上占有重要位置，它是有蹄（很广义地）哺乳动物巨大阵营的基干。奇蹄类的祖先可能是踝节类，在新生代大部分时间里，在南美生存的至少有三个目的有蹄哺乳动物也如此，它们是南美有蹄目、滑距骨目和闪兽目。有证据证明这些哺乳动物是在早第三纪，当南美变成岛屿大陆以后从踝节类祖先独立发展出来的，而这些踝节类祖先则是在南美分离出来以前从北方迁徙过来的。另外两个绝灭了有蹄哺乳动物中的南美类群：异蹄目和焦兽目，也可能起源于踝节类。钝脚目，特别是北美和亚洲的，是一目巨大而原始的有蹄哺乳动物，可以容易地看出是从踝节类基础上演化出来的。偶蹄哺乳动物同样可能是起源于踝节类祖先。裂齿目，早第三纪哺乳动物中很局限的一个目，理论上也与踝节类联系。最后，管齿类具有的各种骨骼特征可以证明它们最终也是溯源于踝节类的。

5. 兔形目，家兔和野兔，外貌和习性和啮齿类很相似，然而却是一个独立的哺乳动物目，它可能起源于踝节类。

6. 啮齿类是现代哺乳动物中不仅个体数而且种类都最多的，有可能它们的祖先和真兽——食虫类的基干有关系。

7. 哺乳动物中另一个孤立的目就是贫齿目——食蚁兽、犰狳和它们的亲属。这些典型的南美哺乳动物的最早祖先似乎是最遥远的北美早第三纪的古贫齿类，而古贫齿类本身的起源，只能推测是从原始真兽类主干进化来的。同样，旧大陆的鳞甲类的化石史是很不清楚的，也是一个很孤立的哺乳动物类群。

8. 最后，有一类群哺乳动物，虽然它们的成员在外形和适应上很不相同，然而可以根据它们的形态构造把它们联系起来。它们是长鼻目、海牛目、索齿目、蹄兔目、可能还有重脚目。

进化最成功的啮齿类

从开始一直到现在，啮齿类始终是啮咬动物，门齿像两对大而边缘尖锐的凿子，一对在头骨上，一对在下颌上。这些凿状的牙齿从持续开放的髓腔中长出，当切割边缘磨损了，就由牙齿的继续生长来补偿。沿着每一门齿的前缘是一条宽而纵长的硬釉质带，由于这条釉质带和组成牙齿剩余部分较软的齿质间磨蚀程度不同，使牙齿得以形成和保持其尖锐的凿状边缘。

侧面的门齿、犬齿和前面的前臼齿都消失了，在啮咬门齿和颊齿之间有一段长的齿缺。大多数啮齿类以植物为食，颊齿（包括臼齿，以及在某些啮齿类中也包括一个或最多两个前臼齿）通常为高的柱形；釉质的褶皱使咀嚼面复杂化，适宜于磨碎硬的谷粒和其他植物性食物。在比较原始的啮齿类中，牙齿可能是低冠，上面有钝的齿尖。

头骨长而低，脑原始。头骨和下颌的关节以及颊部肌肉的发育，使下颌能作前后、上下、左右的活动。这在啮齿类中进行起来是各式各样的，是根据咬肌某几层的起点在头侧的排列情况而定的。在典型的哺乳动物中，强大的咬肌起点在头骨的颧弓或颊骨上，延伸到下颌骨的下缘，以使颌的关闭更加有力。在啮齿类中这个排列有4种演变模式。

在最原始的啮齿类中，可看到所谓原松鼠形模式，特点是长而几乎是水平伸展的咬肌，其起点在颧弓的前下缘，向后伸到下颌角。一条推动下颌骨向前的肌肉位于咬肌深层之上，而咬肌深层则为通常形式，垂直位于颧弓及下颌骨下缘之间。

在典型松鼠形模式的啮齿类中，咬肌的一支上伸到脸侧眼眶之前。在具有豪猪形模式的啮齿类中，咬肌的另一支向上生在颧弓内侧，同时向前伸展通过眼前方的大为扩大了眶下孔（在大多数哺乳动物中它作为血管和神经的通道），扩展在脸的侧面。在颌肌力鼠形模式的啮齿类中，具有松鼠形和豪猪形两个模式的结合形式，咬肌的两支向前伸展，一支在颧弓下，另一支在颧弓内侧并通过眶下孔。

在大多数啮齿类中，头后骨骼不十分特化。前肢通常伸缩性能很大，可以攀爬、奔跑和采集食物，所有的趾通常保留。像后肢一样，这些趾通常具有爪。后肢常较特化，其伸缩性能不如前肢。有些啮齿类适于跳跃，它们的后肢长而有力，前肢则比较短小。

根据上述的咬肌发育情况，啮齿目可分为4个亚目，即始啮亚目、松鼠亚目、鼠形亚目和豪猪亚目。每个亚目中均包含有众多的科属及种。现代啮齿动物和种数超过了所有其他哺乳动物种类的总和，可能在新生代大部分时期内也是这样。此外，啮齿类中大多数种在它们分布的各个领域内都非常之多，因此个体数通常也比任何其他哺乳动物为多。

几个因素使得啮齿类在进化上获得成功。首先，这些哺乳动物中的大多数，在整个历史过程中都保持着小体躯。体躯小使它们得以去开辟较大动物所不适宜的环境，从而建立大的种群。啮齿类大的种群的建立和延续现在仍然进行着，可能就像它们过去那样。这些小哺乳动物繁殖速度快，能够迅速

地占领新地盘，并适应于变化着的生态条件。

大多数啮齿类的适应力使它们在哺乳动物占优势的几千万年内站稳地位。它们居住在地上、地下、树林中、岩石下、沼泽内和草地里，分布范围从赤道地区一直到两极。它们在和其他哺乳动物竞争中常常获得成功，它们总是以其数目的绝对大量来取得优势。

所有这些因素给啮齿类带来了长期的成功。它们坚持在其他哺乳动物失败的地方，也许当人类在不可预见的未来衰退的时候，以不可战胜的活力在地球上开辟自己的道路。

兔形类动物也有用于啮咬的大门齿以及门齿与颊齿之间的一段较长的齿缺。它们与啮齿类在食性的适应上是相似的。因此长期以来，人们习惯于把它们也当作啮齿类，只是因为它们每侧有两个门齿而不是像一般啮齿动物那样为一个，它们被归入一个亚目——双门齿亚目，而上面谈到的“正常”的啮齿类则组成了单门齿亚目。

然而在古新统和始新统的堆积中，曾经发现过非常原始的啮齿类和兔形类，这些化石显示：在哺乳动物历史的早期，这两类动物彼此间的区别就已经十分明显。

例如，兔类和啮齿类一样，具有增大的门齿，但是这一特征，在不同类群的哺乳动物中，独立发展过好几次。至于颊齿，则没有什么真正的相似性。兔类中有2个或3个前臼齿，而相反地，在啮齿类中则大大地缩减了。此外，野兔及其亲属的颊齿为高柱形，具有切割用的横棱冠，而不是啮齿类型的挤压式牙齿。在兔类中，咬肌虽然也很强大，但从来不像啮齿类那样高度的特化。在头后骨骼方面，兔类和啮齿类也很少相似。兔类为特化成跳跃的动物，因此后肢很长而强壮。尾则退化得只留下一点痕迹。

不过近年的发现和研究又给鼠兔一家论提供了新的依据，究竟谁是谁非还须作更深入的工作。

蒙古上古新统中的原古兔属。显示出了第三纪很早期兔类的形状。这些动物在始新世动物群中很少出现，但在进入渐新世时，它们似乎变得繁多起来，而且一直繁盛到现代。

兔形类在早期就分为2个独立的科，而且一直保持着这个双分发展，一方面是短耳兔类，以现代的短耳兔为典型代表，始终是小型结实的短腿的兔形类，具有短的耳朵。野兔和棉尾兔代表的这些兔形类发展成快跑者，以长距离的跳跃见长。后肢很长，在跳跃时有力量，跳得远。前肢适于着地。长长的耳朵成为灵敏地收集声音的工具。

犴兽目的成员原来分别归属于食虫目和兔形目中的原始类型，主要分布于亚洲，我国发现化石很多，主要是中晚古新世的种类。目前有强棱齿兽科、犴兽科、假古犴科、宽臼兽科、模鼠兔科等五个科。最早见于白垩纪，古新世种类繁多，至渐新世初期绝灭。

犴兽为小型动物，其骨骼与兔形类或啮齿类近似。颊齿单侧高冠，但冠

面釉质层极薄，后部前臼齿一般已臼齿化，下臼齿三角座前后压缩。

古食肉动物

古老的食肉动物，头骨低，脑颅小，臼齿基本为三楔式，但通常特化成起切割作用的片形。四肢一般比较短而粗，尾长，趾末端有尖锐的爪。分为2亚目4科：三角齿兽亚目，包括三角齿兽科和倍齿兽科；鬣齿兽亚目，包括鬣齿兽科和牛鬣兽科。

古食肉目的起源可以追溯到晚白垩世。三角齿兽属发现于蒙古晚白垩世地层中，是一种小的哺乳动物，头骨不到5厘米长。头骨低，有长的脑颅。下颌骨比较细致。犬齿较大，臼齿三楔式。上臼齿两外尖（前尖和后尖）紧密相联，位于齿冠的中心，内尖（原尖）形成三角形齿的内角。下臼齿的三角形前面部分（下三角座）高，后面部分低而伸长。这些牙齿和食虫类有许多相似点，但是和某些古食肉类，如第三纪早期的古鬣齿兽的相似性更突出。三角齿兽可以作为最早的古食肉类之一。从这里开始，古食肉类发展着，进入并渡过了新生代早期。这一进化包括三角兽类中长期保持着的小的身体和一般原始的特征，以及在鬣齿兽类中身体的增大与某些特化。

在鬣齿兽亚目进化历史的早期，它们分为两条系统发生线：一条是牛鬣兽科，它们的第一上臼齿和第二下臼齿是裂齿；另一条是鬣齿兽科，它们的第二上臼齿和第三下臼齿是裂齿。有些小而纤弱，如始新世的古鬣齿兽。另一些则大而强壮，如始新世的牛鬣兽类：牛鬣兽和父猫，或渐新世的鬣齿兽。

当所有其他古食肉类在始新世末绝灭以后，鬣齿兽类一直生存到上新世的早期，而且其间得到相当繁荣和大量的变异。

新食肉动物

新食肉类即现代普通的陆生食肉类，从晚始新世和早渐新世直到现代都占据优势。很可能，在早期新食肉类作为古食肉类的后裔出现的当时或不久以后，水生鳍足类如海狮、海豹和海象起源了，但这些类群的化石记录不早于中新世。

新食肉类分为3个超科。这些超科及组成它们的科如下：

超科：古猫兽超科

科：古猫兽科：古新世和始新世的古猫兽类。

超科：狗形超科

科：犬科：狗、狼、孤及其亲属。

熊科：熊。

熊猫科：熊猫。

浣熊科：浣熊、南美洲浣熊、蜜熊。

鼬科：伶鼬、貂、白貂、狼獾、獾、臭鼬、水獭。

超科：猫形超科

科：灵猫科：旧大陆灵猫。

鬣狗科：鬣狗。

猫科：猫、豹、虎、狮。

古猫兽类在古新世出现，始新世之末灭亡。它们有某些原始特征，如较古老的构造：低头骨，长身体和尾巴、短四肢。然而，古猫兽类在某些很重要的性质上是进步的。脑比典型的古食肉类较大和较发达，这一性质对它们作为食肉动物来说是十分有利的；尤其重要的是裂齿比起第三纪早期任何古食肉类都向前移，由第四上前臼齿和第一下臼齿形成。臼齿三楔式，最后的上臼齿消失。这些正是新食肉类的典型特征，因此古猫兽类被认为是最原始的新食肉类。

古猫兽是伶俐状的小食肉动物。它们可能是森林居住者，捕食生活在稠密丛林或树上的小动物。古灵鼬和小古猫是其始新世的特有的属。这些动物及其亲属是现代食肉类的直系祖先。

早期的狗形类可能也是森林的居住者，以丛林中的小动物为食。始新世晚期的指狗和渐新世的拟指狗（一般称作黄昏犬）属于早期的狗类，它们保留着很多古猫兽祖先的性质，但它具有在狗类进化中的某些发展特征：四肢和脚有些伸长，裂齿比古猫兽类更高度特化为切割的片，脑颅也扩展了。

狗类从渐新世小的黄昏犬，进化到中新世的新鲁狼，又到上新世的汤氏熊，最后到更新世和现代狗。现代狗类的分化在狗的历史上达到了全盛时期，有北半球的野狗、狼、狐和大耳小狐以及南美洲和非洲的各种高度特化了的狗类。

熊类在中新世从某些狗类发展而来。

浣熊类从狗类分化出来的时间可能是渐新世。

在第三纪中、晚期，熊猫在欧亚大陆上出现。

鼬类与其他狗形动物的关系较远，从渐新世初期它们起源时起，便成为一独立的系统演化分支。

猫形食肉类中最原始的是一些旧大陆的灵猫类，它们是进步古猫兽改进了的小型后代，从始新世晚期一直生存到现代。现在生活在地中海区域的麝猫很接近于灵猫类的主干。这是一种生活在森林中的小动物，有长的身体和很长的尾。四肢较短，脚上有能伸展到某种程度的爪。头骨长而低，狭窄；裂齿尖锐，形成有效的切割片；臼齿为原始的三楔式，最后的上臼齿缺失。毛皮点状，可能这是一直保留下来的原始色彩类型。具特殊味道的腺体，可以驱走攻击者，这是现代灵猫的一种特殊适应。

灵猫最早出现于始新世和渐新世地层中，以古香鼬和渐新鼬这些属为代表。从欧亚大陆中新世和上新世地层中发现少数的属，表明灵猫在第三纪大部分时间内仍保持为很原始的食肉类。从渐新鼬经过第三纪中期到晚期的蒙

古的通古尔鼬，一直到不怎么特化的现代鼬，其在演化上进步不大在中新世的时候，有一进化支从灵猫主干上分出来，沿着体型增大的方向发展，特别是发展出一个沉重的头和非常粗壮的牙齿。这就是鬣狗分支。

猫科中的最早成员从灵猫祖先分化出来的时间是始新世晚期，晚始新世的原小熊猫可以代表猫类进化的早期阶段。到渐新世早期，猫类已经高度进步了，现代猫类的身体结构形式与渐新世早期的猫非常一致。

海生食肉动物

鳍脚类——海狮、海象和海豹——在地质记录里一直到中新世才出现，但很可能它们是在地史上较早时期兴起的，或许是在始新世晚期或渐新世早期。因为在中新世以前没有发现过任何化石，因此不可能准确说出鳍脚类的真正祖先，然而这些食肉动物或许起源于进步的古猫兽类，或者更可能起源于早期的狗形裂脚类。现今的证据似乎说明：鳍脚类不是一个自然的类群，而是代表着两条，或许三条从狗形类起源的分离的进化路线。

在从陆生到水生的过渡中，鳍脚类的身体变成适于游泳的流线型。然而它们在这方面的适应从来没有达到鱼龙或鲸鱼那样完善。鳍脚类仍然保留了可伸缩的颈，而且从未发育出背鳍或推进用的尾鳍。在鳍脚类的祖先中，尾巴已经退化得完全不利于再转化为推进器了，因此，鳍脚类必须依靠其四肢变成桨，同时趾间有蹼。前桨用以平衡和掌舵，同时也作推进冲击作用。后桨向后，当这些动物在水中的时候，起着一种尾鳍的作用。海狮和海象的后鳍足可以随意向前或向后，借以在陆上辅助行动；海豹的后鳍足永远只能向后，所以当海豹在陆上或冰块上时，必须用腹部作弯曲动作才能使身体移动。

所有鳍脚类的牙齿都大大地改变了。门齿通常退化或缺失，大多数鳍脚类的前臼齿和臼齿再度简化为尖的锥形齿，彼此都很相似。这类型的牙齿适于捕鱼。海象有大的犬齿，颊齿数目减少，增宽成压碎用的臼，用来压碎它们所吃的贻和贝壳。海狮有小的外耳；在其他鳍脚类中，外耳壳完全消失。

海狮化石发现于太平洋沿岸，看来这个区域便是这类食肉动物的发源地。海象发现于太平洋和大西洋。海豹则分布很广。

有蹄动物

有蹄类是那些以植物为食并长有蹄子的哺乳动物的泛称。其最显著的特征是适应咀嚼和研磨植物的牙齿、能将大量植物转化为滋养物的消化道以及在硬地上奔跑的四肢和脚。此外，很多有蹄类在头上有角作为保护武器，也有些牙齿变作斗争或自卫之用。

通常，这类哺乳动物有紧排在一起的门齿，咬合在一起的时候在头前端形成一稍许弯曲的弧线，它们有咀嚼或剪切的功能，以便将树叶或草收集入

口。一般说来，犬齿在这类动物中缺失，如果存在，也失掉犬齿的形状和功用。有些有蹄类的犬齿和门齿联在一起，以增加剪切的功能。颊齿动作起来像磨臼一样。臼齿的冠面常常是方形或长方形的，这是由于上臼齿上次尖或某些在附近的其他齿尖的强烈发展，以及下前尖的消失和齿座的形成，因此上臼齿在高度和面积上和下臼齿的三角座相等。原来尖锐的齿尖变为复杂的珐琅质褶皱中的钝尖、隆起或嵴。这些变化增加了齿冠的面积。很多有蹄类吃硬草，其颊齿齿冠的高度增加，这就是所谓的高冠齿的发展。随着臼齿冠面的增大和齿高的增加，研磨植物的牙齿总面积大大地增加了。许多有蹄类的前臼齿呈现出“臼齿化”，即前臼齿增大和复杂化的过程，因此通常小的前臼齿变得和臼齿一样大，这样更增加了研磨的总面积。

有蹄类中最通常的自卫方式是飞快的奔跑。所以有蹄哺乳动物的四肢有显著增长的趋势。

有蹄类通常用趾尖行走，这种行走方式被称为趾行式。这种类型的脚，腕部和踝部远离地面，趾上常有蹄，以保护脚并减少在硬地上奔跑时的震动。在很多进步的有蹄类中，行走和奔跑的大部分功能由中趾担负，因此旁趾有强烈退化的趋向。但是在某些有蹄类中，特别是大而笨重的类型，脚仍然是短而宽的，趾很少或没有退化，以作为支持巨大重量的宽阔基础。某些有蹄类变为半水生或水生，脚和四肢也随之变化。

有蹄类最原始的代表出现在古新世早期。从食虫类祖先进化出来以后，有蹄类在新生代发展出大约 14 个目。其中有些目已经绝灭，另一些继续是现代动物群中的重要成员。很可能有蹄类有好几个独立的起源。

有蹄类的进化历史显示出两个发展阶段。古新世到始新世是早期阶段，原始有蹄类大大地分化。而后在始新世开始衰退，虽然它们中有少数仍继续生存到渐新世。后期阶段现代有蹄类兴起了，从始新世初期一直不断分化和不断复杂化地发展着。在南美洲长期生存着从原始有蹄类起源的奇异的有蹄类，它们不同于其他大陆上的任何有蹄的哺乳动物，它们一直生活到第三纪末南美洲与北美洲重新联合时为止，当北方的哺乳动物侵入以后，它们就很快地消失了。

踝节类出现于古新世早期，有 2 个科：熊犬科和中兽科。

熊犬类是最早和最原始的踝节类。头长而低，所有牙齿都中存，臼齿仍大都保留原始的三楔式，背部容易弯曲，四肢相对短，脚有爪，尾很长。古新世中期和晚期的三心兽以及从古新世开始直到末期的古中兽为其代表。某些熊犬类在古新世发展成大的哺乳动物，如净齿兽和熊犬，大如小熊，笨拙，有比较钝的牙齿，可能多少有点对杂食性的适应。

从古新世某些熊犬类发展出第二类原始踝节类，即在始新世盛极一时的中兽类。这些动物有强烈向大体型发展的趋势，牙齿的特点是具有钝的齿尖和压碎用的颊齿。脚上有扁平的指甲，而不像其更原始祖先那样具有爪。中兽类里的最后一属，即蒙古始新世的安氏兽是庞然大物，头骨有 1 米多长。

较特化的踝节类在古新世和始新世时向着各种不同的方向辐射。有些如古新世晚期和始新世的古踝节兽牙齿有明显的进步，几乎变成月形齿，即齿尖为新月形而不是锥形；但是脚仍然是原始的。古新世的圈兽属身体大大增大，有些前臼齿有特殊的分化，变得很大。在中古新世和晚古新世出现了四尖兽，具有低冠然而而是“方形”的颊齿，趾的末端有很宽的爪。这种类型可能是原蹄兽的直接祖先。

原蹄兽是生活在古新世后期和始新世早期的中等大小的动物，头骨长而低，尾巴很长，四肢比较短而笨重，脚短，所有的趾都存在。犬齿较大，但是颊齿形成了几乎连续的系列，臼齿方冠，上臼齿有很发育的次尖，下臼齿上有一高的齿尖。锁骨消失，趾的末端有蹄而不是爪。

有蹄类的某些分支在进化史的早期便向着身体增大的方向发展。早期大有蹄类之一是钝脚目，包括2个亚目：全齿亚目和恐角亚目，后者常常被称为尤因兽类。这2亚目的种属都不甚丰富，但却是组成古新世和始新世哺乳动物群的重要分子。

古新世的全棱兽是最早的大有蹄类之一，是像绵羊大小的全齿类。头骨较长而低，犬齿大，上臼齿三角形，具有月形齿尖。四肢较笨重，脚较短，所有的趾都存在，其末端有小的蹄。全齿类向大体型方向的进化，在古新世晚期发展得很快，如笨脚兽站立时离地1.2米以上，其全部骨骼特别沉重，使人感到它是一种十分迟钝又十分有力的动物，对于早期的古食肉类来说，这是一种非常难以捕捉和杀死的野兽。尽管有这么大的身体，笨脚兽却只有一个比较小的头骨和原始的有蹄类齿型。

早始新世的冠齿兽是一种和獾差不多大小的动物，有一副笨重的骨架，有强壮的四肢和宽阔的脚。四肢上部分比下部分和脚长一些，能够有力地支持住笨重的身体但不适于迅速的奔跑。尾巴短，这是有蹄类哺乳动物的共同特点。头骨很大，颌上武装着长的剑形犬齿。臼齿的冠面上有两个显著的横脊，说明冠齿兽是一类进步的食嫩叶者。

全齿类一直生存到始新世，在亚洲至少残存到渐新世，以后便趋于绝灭。与它平行演化的是恐角类或尤因兽类，这可能是所有早期哺乳动物中之最大者。恐角兽和原恐角兽从古新世出现，骨骼粗大，四肢笨重，四肢上部分长，下部分和脚短。脚宽阔。恐角兽有一个低的头骨，每一边上均有一非常长的犬齿。下颌前端有很深的折曲，在口闭合时可以保护剑状犬齿。这一条进化线上发展到顶点的是晚始新世的尤因兽属，一类像大犀牛那么大的动物，有长的头骨，每一边上均有一非常长的犬齿。下颌前端有很深的折曲，在口闭合时可以保护剑状犬齿。这一条进化线上发展到顶点的是晚始新世的尤因兽属，一类像大犀牛那么大的动物，有长的头骨，在其顶端奇怪地长着6个角：2个小的在鼻上，2个在犬齿上方，2个在头的背部；上犬齿很大，臼齿齿冠上有横的棱。始新世晚期的大尤因兽是最后的恐角类，到了渐新世，这些第三纪早期的奇怪的巨物便绝灭了。

土猪生活在非洲，几乎没有毛，皮肤呈暗灰色。身体结实，腿很强壮，有长的脚趾，末端有尖而扁平的指甲。长的头，前端为管状的吻，耳朵很细长，尾粗重。地下白蚁为食，用强壮的带爪的脚破开白蚁窝，然后用长长的能伸缩的舌头舔食这些昆虫。牙齿大大地退化和改变。没有门齿和犬齿，只有几个柱形的颊齿，这些颊齿在显微镜下观察可以见到由排列紧密的齿质管组成，这类动物便得了管齿目这个名称。化石时代不超过中新世的后半期。在上新世的堆积中，化石上猪和现代类型很相似，只是在大小和比例上稍有区别。土猪的骨骼和踝节类的骨骼有一系列的相似性，推测土猪或许源出于踝节类祖先，或许就是一种踝节类，只是头和脚已经高度改变以适应于非常专门的食性和掘地的生活而已。

奇蹄类

奇蹄类就是那些至今仍生存着的有蹄类如马、斑马、驴、犏和犀牛所属的大家族，它们的趾数常常为奇数，而且脚的中轴通过中趾。在所有的奇蹄类中，内趾，也就是前、后脚的大拇趾，已经消失了，后脚的第五趾也是这样。在大多数奇蹄类中，前脚的第五趾也已经消失，但在某些较原始的类型中，这一趾仍保留着。这样，奇蹄类的前脚和后脚常常有三个起作用的趾，或者在进步的马类中只剩下一个趾。

在奇蹄类的踝部，距骨有一个双重隆起的滑车形的面，与股骨相关接，远端与踝部其他骨头相接处则为扁平的面。股骨在骨干的外侧有一显著的突起，称第三转节。

在奇蹄类中，上下门齿通常是完整的（但不是不变的）组成一嚼咬植物的有效剪割器官。在门齿和颊齿之间通常有一齿缺，在这齿缺中，犬齿或有或无，如果犬齿存在的话，通常是与前面的门齿和后面的前臼齿相脱离。前臼齿的臼齿化在原始的奇蹄类中还没有发展得太远，但是在这一目的比较进步的成员中达到了完善的程度，即除第一个前臼齿外，所有其他前臼齿都完全成了臼齿型。这种发展大大地增加了牙齿的研磨面积，也就增加了牙齿研磨坚硬植物的效能。

始马（通常也称为始祖马），虽然被归为最早的原始的马，却也具有任何早期奇蹄类同样的原始性质，因此可作为这一目哺乳动物的共同原型。这是一种小动物，只有狐那么大。身体结构轻巧。有较弯曲的背，较短的尾和长而低的头骨。19对肋骨，其后约有5个没有肋骨的脊椎。肩部的脊椎刺比较长，供强大的背肌附着。四肢细长，脚也加长，腕部和踝离开地面抬起，趾骨几乎是垂直的。前脚有四趾，后脚有三趾。但所有的脚起作用的都是三趾，每趾末端为小的蹄。

伸长的头骨有一较小的脑颅，眼眶后不封闭，不像后期的马那样有骨质棒将眼孔和颞颥孔隔开。门齿小，有类似凿状的齿冠，有小的犬齿。颊齿为

丘形齿，低的齿冠，上面有圆锥形的齿尖。前臼齿尚未臼齿化，最后两个上前臼齿呈三角形。但上臼齿为四方形，有四个大的齿尖：原尖，前尖、后尖和次尖。还有两个小的、中间的副尖：原小和后小尖，以两条低而斜的脊：原脊与后脊，和两内尖相联。下臼齿下齿座和牙齿前部一样高；前内尖（下前尖）大大退化，两个前面的齿尖（下原尖和下后尖）和两个后面的齿尖（下次尖和下内尖）被横脊相连。

这些特征可能十分容易地追溯到某些踝节类的牙齿和脚（或许通过某些过渡性的“原奇蹄类”），特别是北美古新世的四尖兽属——原蹄兽的近亲。四尖兽上臼齿呈方形，六个发育良好的、低的丘形齿尖组成齿冠面。这一图形稍经改变，就是在始新世的始马属中所看到的。经过一简单的进化步骤，前面的中间尖和内尖连接起来，形成一条斜的脊或原脊，同样，后面的中间尖和内尖联接起来，形成一条斜的后脊，前后脊将两外尖联接起来，形成一条外脊，典型的原始奇蹄类臼齿的图形便形成了。同样，在四尖兽这样的哺乳动物中，下臼齿上的各个尖可能也转变成横的脊或下脊了，而这正是原始奇蹄类的特征，在始马的下臼齿上已经隐约出现了。

在脚的构造上四尖兽的腕骨有点圆，排列成连续的样式，上下各一排，髌骨中的距骨下关节面是圆的，使脚可以大大的弯曲。在始马中，腕骨交互排列，因此它们是互相结合的；距骨的下关节面比较平。因此始马的脚比较不易弯曲，也不易向侧方活动。而且，始马的脚比起踝节类的脚，趾骨大大延长了。

从四尖兽到始马的这些变化，指出了适应中的变换，食嫩枝叶的效力和在坚硬地面上奔跑的效力大大增加使始马对吃食植物和对迅速逃避食肉类的进攻有了一套很好的装备。很可能，快速奔跑以对付侵略成性的食肉类的威胁，这种适应性是最早的奇蹄类取得成功的因素；而相反地，踝节类由于缺乏这样的适应性，使它们终于绝灭。始新世和渐新世之交，许多食肉裂脚类兴起而成为有效的猎食者，踝节类就灭亡了。而它们的适应能力很强的后代奇蹄类兴旺起来，走上了许多不同的进化路线。在第三纪中期达到了它们进化历史的顶点，成为世界上大部分地区内盛极一时的有蹄类。以后便开始衰退。

从原始类型起，奇蹄类向着三个明显的方向进化。其中之一即马形亚目，包括古兽、雷兽和今类。第二支为角形亚目，包括獾类和犀牛类。第三支为爪脚亚目，包括爪兽类及其祖先。

偶蹄类

偶蹄类趾的基本排列方式是在每一脚上一般都有两个或四个脚趾，脚的中轴在第三和第四趾之间。第一趾几乎从不存在。踝部的距骨从最原始类群开始就有两个滑车，一个向上与胫骨相接，一个向下与踝部其他骨头相接，

这与只有一个滑车的奇蹄类距骨很不一样。这种有两个滑车的距骨使后肢有可能进行很大程度的弯曲和伸展；因此，偶蹄类通常有非凡的跳跃能力。偶蹄类股骨干上没有第三转节。在较进步的偶蹄类中，桡骨和尺骨可能愈合为一，腓骨可能退化成一薄片，连在胫骨上。第三和第四趾的长骨（或掌骨、跖骨）也常常愈合为一，被称为“炮骨”。

偶蹄类通常也有一个壮大的体腔，以容纳复杂的消化道和大的肺。背部强壮，大多数都有强壮的背肌，与后腿的肌肉一起活动，使腿部有推进力。

原始偶蹄类有完整的齿列，但在进化过程中，上门齿有消失的强烈趋向。在很多偶蹄类中门齿全部消失，代之以角质的垫，下门齿咬合其上，形成一非常有效的剪割工具。这些偶蹄类的下犬齿常常变成门齿的形状，而且与门齿一起成为一齿列，因此下面一共有八个剪切齿。在另一些偶蹄类中，犬齿大而短剑形，用以争斗或自卫，也有很多偶蹄类犬齿不同程度地退化消失。颊齿与前面的牙齿之间通常有一齿缺，前臼齿很少臼齿化。原始偶蹄类的颊齿为丘形齿和低冠，很多进步类型的颊齿成为月形齿，有脊形的齿尖，而且是高冠的。除最原始的以外，所有偶蹄类的上臼齿有方形的齿冠，但不是像奇蹄类那样后内尖由次尖形成，而是常常由一个增大了的后小尖（通常位于后尖和次尖之间的齿尖）形成。进步的有这种牙齿构造的偶蹄类没有次尖。

头骨在比例和适应方面有各种改变，这与牙齿的特化及在某些类群中角的发展有关。在进步类型中，脸部一般长而高，头骨背部的骨头常常压缩，在有角的偶蹄类中尤其如此。

新生代晚期偶蹄类的成功，大部分可以归因于复杂的消化系统，这是这一目哺乳动物大多数成员所具有的特点。在称作反刍动物的偶蹄类中，胃分成4个室。植物性食物，咬切后首先进入胃的第一、二室：瘤胃和蜂巢胃，被细菌作用消化成软块，然后这些软块状物重新反入口内，再充分地咀嚼；这就是反刍动物的特点——反刍。反刍后的食物重新吞入，进入其他两个室——重瓣胃和皱胃，继续进行消化。这种复杂的过程使反刍动物能在短期内匆忙地吞下大量植物性食物，然后躲在一个安全地方安闲地进行充分咀嚼和消化。这种适应性，使偶蹄类在新生代后期当侵略性的肉食类因身体变得更大而且成群地追逐而成为更有效的狩猎者时，能够大大地胜过奇蹄类。

现代大多数有蹄动物都属于偶蹄类，它们种类繁多，因适应于多样的生态环境而在形态上千差万别，分布范围遍及世界上几乎上每一个有草的角落；再考虑到它们历史上那些大量绝灭的类群，它们的情况就更加复杂，在此我们只能作一简单的介绍。

偶蹄类分为不反刍类、骆驼类和反刍类三大类。在不反刍类中包括古齿类或称原始偶蹄类、猪形类和弯齿类。弯齿类中的两大类动物——新兽类和岳齿兽类分别存在于欧洲和北美。古齿类和猪形类分布较广泛，在我国均有化石代表，它们牙齿一般为丘形齿尖，如中新世较常见的利齿猪。较进步的石炭兽类向月型齿发展。

骆驼类实际上也是反刍动物，但因为它有独特的进化历史，可以与其他反刍类明显分开。骆驼类具月形齿，齿冠高，已初步形成炮骨，但其下端仍是分开的，由于适应沙漠生活而有很多特化的现象，例如我国华北的巨副驼。

反刍类包括麋鹿类、鹿类、长颈鹿类及牛类。它们均具有月型齿。

麋鹿类和原始的鹿类均为小型无角的动物。鹿类具角（有些只有雄性有角，有些雌雄均具角），每年脱换，鹿角生于头顶额骨的角柄上，底部为一圆形角盘。鹿角的第一分支向前方分叉名眉枝。各种鹿类角的变化很多，进步的鹿类随年龄的不同而角的分叉也增多，因此鹿角的特征是鉴定鹿类化石的重要依据。

长颈鹿类的早期代表并未形成长颈和长腿，而且角很明显，只是后期才发展成为具不脱换的短角、长腿、长颈、体形高大的长颈鹿。因此化石长颈鹿常是有角的，我国上新世的河南兽，就是一种个体较小的进步长颈鹿类。

牛类包括各种羚羊、羊和牛，它们均具角。这种角是在额骨的骨质角心上覆盖一层坚硬的角质鞘而形成的，不能脱换（只有北美的叉角羚角鞘逐年脱换），角心及鞘均逐年增大，但只有角心能保存类化石。这种角名为洞角或空角、虚角。它不同于鹿类的骨质实角，也不同于完全由角质物形成而不具角心的犀角。因此也有人推测雷兽的角也可能是外面覆有角质物的。牛类是现代极为繁盛的动物，它们的角是鉴定化石种类的重要依据。

人类的起源

灵长类的出现

最早的最低等的灵长类化石是珀珈托里猴，时代为白垩纪，与最晚的恐龙时代有一小部分重叠。少量的牙齿材料能够证明这些早期类型主要是草食或果食的，它们并不比现生的鼯猴大，生活在树上或森林底层。在古新世的中期和晚期，灵长目内至少有 3 个科可以辨认出来，即腕猴科、更猴科和平猴科。平猴科的分布遍及劳亚古陆，它是这 3 个科内最少特化的一科。珀珈托里猴是这个科的一个成员，平猴类最可能是其后灵长类的祖先。

在始新世之初，灵长目的另两个科出现了。Qmomyidae 科的早期成员分布很广，但晚期成员仅限于北美。另一科是兔猴科，分布在北美和欧洲；一般将在这两个大陆上分布的属分别归在两亚科：欧洲的兔猴亚科和北美的假熊猴亚科。

根据头骨形态和牙齿特征，Qmomyidae 常与较晚的其后“似猿”的类型相联系，把兔猴科与包括狐猴、瘦猴、眼镜猴的“原猴”相联系。金格里奇随格雷戈里之后采用了不同的灵长类谱系，将 Qmomyids 与眼镜猴科相联系。并把兔猴类作为一个祖先群，它一方面分裂成狐猴和瘦猴，另一方面又成为猿猴的祖先。然而化石头骨的形态和头后骨骼的证据大多支持传统的分法。始新世之末，眼镜猴科在欧洲出现。化石眼镜猴与较晚的猿猴类的有关形态性状表明，现生眼镜猴与瘦猴和狐猴的关系远不如与猿猴的密切，这一点有日益增多的证据支持。免疫蛋白、DNA 和血红蛋白的结构以及胎盘形态都为共同派生特征提供了证据。眼镜猴与猿猴有关的化石和比较解剖的证据支持把灵长目分为湿鼻猴类和单鼻猴类，后者包括眼镜猴和猿猴。化石眼镜猴与新旧大陆猴之间的关系是灵长目进化中难解的问题之一。证据表明：阔鼻猴和狭鼻猴自始新世的共同祖先起源后是独立进化的，虽然有些人不同意这一观点。在始新世和渐新世，占地中海分隔了欧洲和非洲，直到后来的中新世时期，在欧洲才出现了狭鼻猴。渐新世狭鼻猴进化的发源地是非洲，起源于被大陆漂移和海侵隔绝在那里的原始类群。

在北纬地区，渐新世灵长目化石记录的空缺，可能是由于泛北区当时的气候较冷和较干旱。渐新世最丰富的化石灵长类来源于埃及。发现 3 个不同时期层位的灵长类化石，最老的大约是距今 4000 万年左右。最早的化石是渐新猿，它是一种大小似南美松鼠猴的小动物。它的牙齿表现出混合特征，一些特征与较早的 Qmomyid 群有关，另一些特征如下颌第一前臼点呈扇形与较晚的猴类相似。原上猴来自中部化石森林带，年代测定在距今 3500 万年左右，埃及猴发现于最上的层位，大约距今 3000 万年，它与现生的和化石的人和猿有着更明显的关系。古生态研究表明，渐新世法尤姆地区是典型的森林

地带。水流纵横，龟、鳄鱼和鱼化石证明有潮湿的环境。埃及猿是一种小动物，其头骨并不比家猫的大。其齿列表明它是果食性的，头后骨骼的研究表明它的行动方式与树栖的新大陆猴相似。像埃及猴这样的动物提供了中新世猿科适应辐射的基础，这一辐射可能包括人科的最早成员。

中新世猿和腊玛古猿

最早的中新世化石猿是森林古猿，在东非一些地点被发现，其年代测定为 170 ~ 2000 万年。最初所描述的这些地点的 3 个种，现在被划分到原康修尔亚属。最近有人提出另一个亚属的两个种，并把湖猿归入森林古猿内。森林古猿 6 个种的大小不一，相当于现生长臂猿到雌性大猩猩的大小。第七个种是一种像长臂猿的动物，被包括在长臂猿科内，尽管现今长臂猿的分布局限在东南亚。这 7 个化石种的牙齿都与现生猿有共同特点，所以都被放在猿科内。虽然有一个地点的动物群提示其附近是较为空旷的栖息地，但其他化石地点都处在活动火山的森林坡地上。森林古猿头后骨骼化石材料是很少的，但现有的材料表示其骨骼仍很适应于树栖生活。虽然人们对古地中海北部和东部的欧洲和亚洲时代相似的许多化石地点的脊椎动物是熟知的，但没有发现过森林古猿的遗骸。

随后的中新世对于许多大的陆栖脊椎动物的进化是非常重要的，并且是“人科成员”的适应方式确立的一个关键阶段。这时，特提斯海的缩小使非洲与东方的亚洲和西方的欧洲之间的动物群接触。在这个时期，陆地哺乳动物如原始象从非洲迁出。很明显，化石猿的后裔也是如此。来自特南堡的证据（其年代在距今 1250——1460 万年之间），为中新世早期以来非洲猿科内发生的进化提供了线索。这个地点位于一座火山森林山脚下的小湖边，附近高原的河流向湖内排水，保存的动物可能代表了这三种生活环境。大多数灵长类的遗骸都是牙齿，这些化石表明，存在着 3 个森林古猿种，与较早地点的材料几乎没有变化。但是，特南堡不同于较老地点，这里存在灵长目另一个分类单元的材料，起初称为肯尼亚古猿，现在则通常划分到腊玛古猿属。

在特南堡发现的腊玛古猿化石仅有牙齿和颌骨。尽管这些材料残缺不全，但也证明有一种非猿生物的出现。下颌体相对较宽较低，上颌骨牢固地支在相对较短的面部上，向前倾。臼齿低冠，有厚的釉质，在较老个体的牙齿间有相当大的间质磨耗，犬齿和前臼齿缺乏典型猿的“切割复合体”。这些特征说明颌骨的运动机制中有更多的倾向成分，与猿的牙齿功能的特性明显不同。

从本世纪与上世纪交替之时起，人们从印度次大陆就知道了化石猿，它们的发现顺序和在命名上连续的改变而变得很复杂和混乱，错误的鉴定以及与其他化石不合适的比较导致了大量的种名。西蒙斯和匹尔比姆大大简化了命名，他们把西瓦古猿下降到亚属的位置，其中仅包括两个种，把西瓦古猿

亚属放在森林古猿周内。另外，他们承认腊玛古猿旁遮普种是一个特殊的分类单元。包括在腊玛古猿属内的材料，正如 20 世纪 30 年代刘易斯所认为的，是潜在的人科成员。几乎以同样的理由，将特南堡的腊玛古猿威克种也放在人科内。新近出土的化石材料和重新进行研究的化石材料表明，西蒙斯和匹尔比姆的“合并”做法是太过头了，把西瓦古猿放在森林古猿的做法太极端了。西瓦古猿的两个种，较大的和较小的与腊玛古猿相比，其牙及下颌骨特征都为共同的派生特征，与其他森林古猿物种分开是正确的。印度和巴基斯坦西瓦立克地层的年代测定都表明，这些化石材料的年代在 900 ~ 1500 万年左右。动物群的证据表明，早期沉积与森林为主的栖息地有关，随着时间的推移，逐渐变成了较为空旷林地的环境。

欧洲和土耳其一些地点的遗骸证实了亚洲的证据。土耳其的帕萨拉和桑迪尔地区，希腊的派戈斯和匈牙利的鲁达班雅地点出土了一些标本，尽管它们被命名了不同的属和种，例如西瓦古猿阿尔潘种、希腊古猿弗赖伯格种和鲁达古猿匈牙利种，但它们都划分在腊玛古猿内更为合适。这些化石材料包括几乎完整的下颌骨和上颌骨，加上最近在巴基斯坦发现的化石为腊玛古猿提供了更为清楚的形态特征。根据化石的形态细节，土耳其的标本与猿比较，两个种的前部牙齿都减小了，下颌骨齿列稍微向两侧分开，联合部上下圆枕加强，这两种性状都见于晚期人科成员，如南方古猿。桑迪尔和鲁达班雅地区也发现了一些似西瓦古猿的化石，与西瓦古猿印度种相比较，在希腊发现的类似化石显示相当大的两性差别。

欧洲各地点的年代通过动物群关系来测定。桑迪尔和帕萨拉动物群的最大年代为 1500 万年左右，鲁达班雅为 1200 ~ 1300 万年，派戈斯为 900 万年。古生态的证据证实印度和巴基斯坦具有变成更为开阔的栖息地趋势。当时，单鼻猴类移入欧洲，迁移的条件是具有足够的畜草。鼠科啮齿类动物化石的存在，也有力地说明转变为干燥气候。在桑迪尔，瞪羚、长颈鹿和犀牛的出现，都说明当时是更为开阔的大草原环境。鲁达班雅动物群是一个例外，这里有許多森林种类，包括上猿和一种像上臂猿的动物。

腊玛古猿为人科成员的主要依据是牙齿和颌骨的特征，当前关于腊玛古猿行动方法的推论主要是根据推测腊玛古猿是如何获得化石证据所提示的那些坚硬的草类食物。鲁达班雅发现了一些肢骨遗骸，但这种材料的报告仍在等待中，耶鲁大学发掘队在巴基斯坦发现了后头盖骨的材料，但未作肯定的归类分属。关于腊玛古猿最近的历史知识也是缺乏的。究竟“人类”的适应变化发生在非洲然后通过陆地的走廊到达欧亚，还是类似森林古猿的类型从非洲迁出，腊玛古猿在现在的阿拉伯湾地区演化，然后辐射到欧洲、亚洲并回到非洲呢？腊玛古猿作为中新世人科代表的出现与不断减少的森林栖息地有关。在茂密的森林环境中，动物主要适应于栖息生活，全年都有可食的果实和植物。当温暖的森林减少，变成空旷林地，温度降低，仅有季节性的果实时，动物不改变生活方式就很难生存下去。越来越多的动物利用空旷林地

的草籽为食，伴随着行动方式和社会结构的改变概括了早期人科成员适应性变化的当前假设的内容。

巨猿学说

第一块巨猿化石来源于香港的中药店。1955年孔尼华教授买了一批更新世牙齿化石，其中一颗牙齿很明显是灵长类的一颗磨损了的第三臼齿，它与化石猩猩的牙齿有区别。1952年孔尼华曾描述过这种大牙齿和另外三颗牙齿，在以后的几年中，这是巨猿的唯一存证，通过仔细研究这次收集的其他动物化石，可以追踪这些材料的来源地。它来源于中国广东和广西两省的洞穴，那里的动物化石被测定为中更新世，巨猿牙齿有高而钝的牙尖，有一些似人牙的特征，如相似的牙齿模式和平的磨耗平面。关于这些材料，有许多不同的看法，大多数严谨的学者认为它是与进步人同时代的。因此步氏巨猿不可能是人的祖先。孔尼华认为“巨猿”是与人的进化系统或多或少平行发展于在亚洲主于的最晚期的生存者。另外一种解释认为它是一种政，它的像人的齿列特征是一种平行发展。

1968年发现了巨猿的第二个种，这个种是从印度的西瓦立克山地层中发现的。有关的动物化石年代测定为500~900万年，化石标本只是一块下颌骨，下颌骨粗壮，带有大而硕长的磨牙和小的前齿，犬齿不突出齿列，但与人的犬齿不同，磨损成平的咬合面，下颌骨的强大的加固结构和非常平的“咬合”面都表明它们食用非常坚硬的植物。

第二个种曾被一些人认为是人的祖先。1973年有人宣称“巨猿作为人类的祖先比其他任何目前已知的类型都更为合适”，对从巨猿到较晚期人科成员身材减小的合理解释是使用工具和防御敌害的选择压力造成的。

尽管有这些热情支持的观点，形态学的证据仍认为它不可能是人的祖先。假如不是人的祖先，是否要考虑它是人科成员还是猿？认为它是人科成员的根据是它与“粗壮”南方古猿表现的相似点，它与南方古猿粗壮种一样，具有粗壮的下颌体、大的臼齿和臼齿化的前臼齿。这些与早期人科成员的相似性可能是趋同特征，反映出它们的食物相似，而不是具有近的共同祖先。现有的证据表明，巨猿是一种猿。古生态学研究表明，与巨猿同时发现的最多的化石是森林类型。最近的比较研究揭示了熊猫和巨猿适应性之间有着最相近的平行关系，很可能，巨猿在东南亚广阔的竹林环境中生活，并在中更新世后的一段时间绝灭了。

南方古猿

“南方古猿”应该只包括南方古猿亚科的成员。事实上，许多古生物学家已不再把人科分为亚科，但南方古猿类这个名称仍通俗地用来阐述人科分

类单元的一个组群，这个分类单元与人属有着相当大的区别。

被称为“纤细的”南方古猿类的化石集中在南非的洞穴遗址。洞穴是由于石灰岩的溶解而形成的，内含角砾岩（一种坚硬土壤、岩石碎片和骨化石的混合物）。第一块标本是一个幼年个体的头骨，它是在南非附近的汤恩发现的。其后很长时间在汤恩没有再发现更多的人科成员化石。后来在斯特克方丹发现较多化石。起初把斯特克方丹的化石材料鉴定为另一个属，即迤人。现在这个属归入南方古猿属，这些化石定名为南方古猿非洲种。1947年，在马卡潘斯盖特洞穴中发现的人科化石也归入南方古猿非洲种。

在这些地点保存有几百个头骨遗骸，但后头骨相对较少，齿列已有详细的研究，早期发现的一些头骨已写成若干专刊。斯特克方丹和马卡潘斯盖特地点的发掘工作仍在进行着，在地质学研究工作的协助下搞清了洞穴的沉积顺序。这些研究比最初认识到的远为有意义，也更为复杂。

南方古猿非洲种的颅外形大致呈球形，颅底很宽。脑量平均值我们采用曾接受的估计值，但很可能在 450~500cm³ 之间。与相同大小的猿相比，项肌附着区明显减少，但乳突较为粗大。虽然咀嚼肌的附着形成骨嵴，但它们没有明显的特征，特别是没有形成一个大的正中矢状嵴。枕骨大孔的位置比猿更近于颅底中央。南方古猿的面部突出，但纤细种的吻部突出，这是许多现生猿和化石猿的特征。牙齿不是长在像猿一样的“U”字型齿弓上，而是长在较圆的齿弓上。门齿直立，犬齿小，不超出齿列。此外，和猿不同的另一个特征是左右不对称，外形趋于刮匙样。前臼齿是双尖的，下前臼齿和上犬齿不形成切割咬合。乳齿很像人，出牙的顺序和齿列成长的速度明显是人的类型而不是猿的类型。

头后骨发现较少。在斯特克方丹发现了部分头后骨，包括部分肋骨、脊椎骨、下肢带骨（骨盆）和股骨。所发现的下肢骨由于塑性变形的影响，不可避免地降低了研究姿势和行动的价值。上肢骨极少，所以很少或没有关于操纵能力的报告。身材大小和体重的估计未必很精确，身体高平均值估计为 1.5m 左右，体重在 25~45kg 左右。齿列的详细研究表明“纤细种”有二性分异。

关于早期人科成员行为的证据有很广泛的来源，包括解剖学、考古学、古地理和古环境学。脑量的测定——只能是粗略估计——表明，“纤细型”南方古猿类比猿类的脑量相对要大，而颅内膜的研究表明，它的脑形状与现代人和猿都有很大的区别。但这些研究还不成熟，没有足够的证据能够说明它们的差异在行为上的意义。能够看到肩部仍有适应树栖行动的迹象。但从遗骸，特别是从斯特克方丹发现的脊椎和下肢骨足以说明已有直立姿势和主要用两足行走的步态。骨盆的研究表明，体重的传递与现代人相似，但也有证据表明作用于下肢的肌肉可能不像人的排列。

在斯特克方丹曾发现一些石器，但不是在发现纤细型南方古猿的地层中出土的。马卡潘斯盖特发现的“考古”材料现在是众所周知的。在这个地点，

有两次发现被认为是特别有意义的：一次是在洞穴内发现的可能是被用来当工具使用的羚羊的颌骨和前肢骨化石；另一次是拂拂的一些破损颅骨。羚羊骨的材料就是达特提出的“骨齿角文化”的根据。这一论点的根据是羚羊骨的特殊部分相对较多。据此推断当时的人科成员根据用途来选择这些骨骼，可能是用来捕杀拂拂的。最近人们开始认识到，动物骨骼的石化和保存并不是偶然的，通过研究骨骼石化前后的过程，人们建立了埋藏学这门学科。有人认为：自然因素上食肉兽类选择的结合足以产生类似马卡潘斯盖特那种化石骨骼的堆积。这个新的观点并不排除马卡潘斯盖特的南方古猿“使用工具”，但它确实是意味着需要更多的证据。

第一个南方古猿标本是在距斯特克方丹仅几公里的克罗姆德莱洞穴遗址中发现的。在克罗姆德莱相对来说很少进行过发掘，与其他洞穴比较，出产的人科化石很少。然而此地有头骨和头后骨化石，最近已恢复了此地的发掘工作。起初，把这些材料放在一个新属内，即傍人粗壮种，以后许多学者把它归入南方古猿属，但意见并不一致。粗壮型南方古猿的绝大部分材料来自斯瓦特克朗洞穴，在此发现了 400 多件头骨和牙齿标本以及一定数量的头后骨。就像克罗姆德莱的标本一样，开始也归到傍人属内，但放在另一个种内。通常认为斯瓦特克朗的“粗壮型”和粗壮种是同种，但这种归属也可能被证明是过于简单化了。

南方古猿的粗壮型和纤细型都具有小脑颅和很发达的颌结构。脑量的准确数值只能根据斯瓦特克朗的一个颅内膜测定，为 530cm^3 。面部平扁而宽阔，宽而增厚的颧骨区与咀嚼肌附着边缘形成的发达嵴突相匹配，项肌附着点明显，邻近颌肌处形成了复杂的峭突。

“粗壮型”齿弓在几方面不同于“纤细型”。“粗壮型”的臼齿常偏大，下后前臼齿常有额外的齿夹，看起来更像臼齿，因此被称为“臼齿化”。前面的牙齿没有相应的增大，实际上，这些牙的平均尺寸小于“纤细型”的。犬齿比“纤细型”的更像较晚的人和更像圆锥形，牙冠不像斯特克方丹的牙齿呈不对称性。后头骨虽然残破，但骨盆和股骨标本是很有用的。这些材料为科学家们提供了姿势和步态的证据，并可以和“纤细型”比较。

有关脑子大小和体重的资料很少，根据这些资料得出的脑化指数与南方古猿“纤细型”没有多大差别。据颌骨和牙齿性状推测“粗壮型”食性的特化，将在下一章讨论。从保存的上肢掌骨的解剖推论，它们具有强大的握力功能，但对这一证据及其解释仍有怀疑。骨盆和股骨是解释两足直立行走的最好证据。股骨标本在形态上与现代人不同，有关这些差别的功能重要性仍有争论。

在斯瓦特克朗一共发现了 35 件人工制品。可惜这些材料是石灰岩矿的工人发现的，没人知道这些材料准确的出土层位。但有 7 件石英岩制成的粗糙石器，很可能出自南方古猿化石出土层位 1 的角砾岩层。

南方古猿“粗壮型”和“纤细型”之间区别的意义最极端的表达是由罗

宾逊提出的。他提倡保留傍人属并把狭义的南方古猿降到人属，作为单独的一个种，即人属非洲种。他为支持自己的观点，强调南方古猿两个种间的解剖、功能和适应上的差别是巨大的。首先，他认为牙齿的大小和比例与食物性的不同有关；“粗壮型”是草食性的，“纤细型”是杂食性的，“粗壮型”头骨的峭突是和大的牙齿及颌骨相伴随的，面部较短是由于犬齿变小和咀嚼肌为了较强咬合力量而发生改变的结果。他以“粗壮型”牙釉质磨损较重的证据说明，这些磨损是由于食物中含有砾的草根、草或是种子造成的，但进一步的研究不能肯定这一看法。另一方面的重要证据是后头骨的材料。罗宾逊分析研究了骨盆和股骨化石得出结论认为“粗壮型”下肢的生物机械布局是适应“力”的需要，而“纤细型”的下肢则是为适应“速度”的需要。这些假设是根据股骨的长度和骨盆坐骨部分的长度推测的。其他方面的证据就是推测身体的比例以及很不精确的古气候，认为当时斯特克方丹的气候比斯瓦特克朗和克罗姆德莱的气候要干燥。综合以上所有证据，罗宾逊提出南方古猿非洲种是一种杂食的狩猎—采集者，适应于很快的长距离奔跑，能够生活在一种干燥的气候中。

沃尔波夫和其他人提出了一种同样是很极端的相反意见，他们采用了“竞争排挤”理论，意思是两个种不能同时占据同一个生境区。其逻辑推理是：任何两足行走的小犬齿的人科成员一定依靠文化而生存；两个南方古猿种犬齿都小，在洞穴中又发现石制品；两个种都具有文化，所以就互相排挤，因此一个地区就只能有南方古猿的一个种！坚持这一观点的人不断提出头骨和头后骨的证据来支持单种生存的逻辑推理。他们认为，齿列和头骨解剖上的区别只不过是种内变异而已。与罗宾逊观点相反，他认为“现在所知在南方古猿的两种不同型态的行动适应上，并不存在形态学及生物力学的明显差别”。

首先是牙齿的区别，可能与两个种体型大小不同的异速生长有关。我们知道，臼齿齿冠的面积随身体增大而增大，在所有观察过的其他灵长类中，前部牙齿特别是犬齿也同身体一起而增加。尽管估计的“粗壮型”的体重大于“纤细型”，但大的磨牙和小的前齿相结合，这是一种很奇特的，但不大可能是大的身体尺度的效应。匹尔比姆和戈尔保初步研究了早期人异速生长关系，他们认为以脑量和颊齿的表面面积来作尺度，那么所有南方古猿只是种类型内的“量”的变化。但他们的研究方法和比较有可批评之处。

根据目前对骨盆和股骨区别的研究表明，上述关于下肢骨形态和功能的两种极端观点都是错误的。就骨盆来说，如据整体尺寸区别的度量分析，则斯特克方丹和斯瓦特克朗的骨盆很相似，他们大于其他的行动型。东非发现了类似斯瓦特克朗的股骨，这些材料证实“粗壮型”具有一种独特的总的形态类型。虽然“粗壮型”和“纤细型”都能两足直立行走，但依据其他证据并不妨碍把它们放在不同的分类单元中。

最近关于南非古生态研究表明，斯特克方丹的洞穴堆积发生在相对较湿

的时期，接着是较干燥的时期，植物稀少，有更多的稀树干草原动物——在这个时期，在斯瓦特克朗主要是角砾岩的沉积形成。动物群的对比和地貌学的材料表明，斯特克方丹的年代早于斯瓦特克朗，假如当时的气候确实限制洞穴中的人种成员的出现，那么适应稀树干草原环境的一定是“粗壮型”而不是“纤细型”。在这方面，有趣的是埃塞俄比亚奥莫地点的“粗壮型”只是出现在气候更干燥、更为开阔的环境中。

大多数证据都是支持东非和南非的“粗壮型”南方古猿是一个独特的整体的观点。在人科内，他们发育特化的牙齿、颅骨和很可能还有头后骨等共同派生特征，因此，从南方古猿非洲种，经过“粗壮型”最后到其后的人属这一进化顺序是不可能的。根据形态细节，东非的南方古猿“粗壮型”放入另外一个种内，包括它的比南非的分类单元更大和更粗壮的趋向。而与相同地点发现的“同时代纤细型”形成了明显的对比。根据非洲南部的材料来看，南方古猿非洲种和粗壮种作为所有已知人属化石分类单元的祖先，还是把它放在人属内。罗宾逊提出的保留傍人属作为与“粗壮型”不同分类单元的观点，几乎没人支持，然而表明它们在人科内的特化是最明显的。

早期人类

科学家们对人属的定义仍未有统一意见，包括要超过一个界限或界河才能进入人属这种流行的观点。曾有人提出形态学的界河如脑量，行为上的界线如两足行走和习惯性的使用工具。这些只不过是人属内“级”的定义。只有人的进化系统仅为一支时，这个定义才合适。比较进化支的分类目的在于明确定义，而且包括了分支点以后全部进化线上的成员。正是由于进化方式的性质，使得进化支之间的比较不能靠近分支点，使共同派生特征的鉴定问题变得更大了。通过化石可以看到现代人最明显的形态学特征就是脑/身体大小的关系，值得注意的是一般的齿列以及与上下肢活动有关的形会学特征，特别是与用手操纵、平衡和运动有关的形态特征。虽然技术和智慧的获得是人类适应性改变的必要部分，但很难从人类化石研究中知道这些是如何发展的。第一个实际困难是很难发现化石和考古材料的联系。第二个问题是假如不止有一个进化系统，那么就不会有先决前提来假设文化仅限于一个系统内。然而文化又是在种系进化系统（仅是假设的前进进化）中有影响的一种标准。

1959年鲍氏东非人的发现使人们对奥杜韦做了进一步的勘测和发掘，除了发现更多的鲍氏种外，还发现了其他人科成员的化石，这些新的化石出土于层位 和层位 ，这些地点中至少有两处的地层中时代早于鲍氏种的层位。1964年收集到大量的证据，这促使重新命名了人属，把新的材料一起放到一个新种内，即能人。人们注意到这些材料的一些特征如脑量、脑形状、牙齿的形态、手和足骨的特征。脑量是根据一个残破不全的脑颅研究的，结

果表明，脑量大于已知的南方古猿类的脑量。一般来说，牙齿比南方古猿类小而窄。虽然存在一些区别性的特征，但是足骨和手骨与现代人很相像，能人发现于三个所谓的“生活遗址”中。通过收集的石制品和破碎的动物遗骨可以说明人类长期占据过这块地方。虽然“鲍氏种”也发现在这样一个“生活遗址”中，但新种的名称（意味着有能力的、用手操纵的、有智慧、有力量）超出了作者认为的能人是石制品制造者的偏见。自从1964年以来，在奥杜韦峡谷发现了50多件标本，大部分放在“能人”中；这些标本包括头颅和头后骨。“能人”的材料非常重要，因为放射性和地磁方法测定奥杜韦标本的年代是很成功的，在层位1出土的“能人”年代为距今180万年。

把这些材料放到人属中不是没有争议的。研究过非洲南部南方古猿化石的罗宾逊认为奥杜韦出土的头骨和牙齿应该放在两个分类单位中，在层位和层位下部的材料与南方古猿非洲种没有明显的区别，所以不能另立一个新种，而层位上部和中部的材料是很进步的，应该放在直立人中。地质学和古生物学的考证说明，层位的地质时期的古环境有过相当剧烈的变化，考古材料也说明了这一点。在层位的地质时期，一个盐湖吸引着动物，在这里发现了几种喜欢沼泽地的动物标本，考古的材料也证明这些动物生活在湖岸上。层位地点的石制品与奥杜韦文化一致。最常见的工具类型是砍伐器，通常是具有粗糙石片刃缘的火山岩。在层位，土壤的变化说明当时的气候变得更干燥，盐湖变小，含盐量增高。动物化石材料也说明动物群的变化，更多的是栖息开阔地的种（如斑马）。气候变化后的考古地点不再位于盐湖旁，而是在河流附近。工具类型增多，出现了两面加工的石片工具，称两面器。

进一步分析奥杜韦“能人”的材料也会提出这样一个问题，即是否存在更多的分类单元？头后骨的研究对原来的功能解释提出了异议，认为它和南方古猿有亲缘关系。作为人科的几个特征是：无眶后骨的缩窄；更为直立隆起的前额，窄而深的下颌关节窝；相对正中的枕骨大孔位置和膨隆的枕部外形。最后这点提示了南方古猿和能人脑量的区别。测定三个复原的能人颅骨得知脑量为640cm³，南方古猿（七件标本）的脑量为450cm³。在统计学上，这些区别是很有意义的，但测定方法不能说明复原的误差。遗憾的是没有更多的能人躯干骨。

在发现了一小部分人科成员的化石，通过比较，它们更像能人而不像南方古猿。这些材料包括一个成年个体的头骨碎片和磨损齿列的一部分，化石发现在层位G的上部，年代小于200万年。

有趣的是，第一个考古证据是在G点之上的层位F点发现的，包括与居住遗址有关的人工制品。遗址位于洪积平原，并与河曲有关。这能够说明在180万年以前没有人的存在、没有考古意义吗？并不一定，因为这个时期前许多沉积都与河流有关，人工制品的遗物可能没有被保存下来。从啮齿动物和花粉化石来看，大约在180万年左右气候发生了变化，变得更干燥，更像

热带稀树草原环境。这样的环境可能更适合人类，人也可能从其他地方迁居到这里。虽然古环境证据不能测定，但这一点是很明显的，假如人类像其他动物一样只生活于他们首次出现的那种生活环境，他们就不能进化了。

在库彼福勒发现的第一个人化石也像奥杜韦的一样，归属到南方古猿鲍氏种内。从 1970 年以来，又发现了另外一个分类单元，第一件标本是下颌骨。粗壮特征少，牙齿比南方古猿“粗壮型”小，人们认为他更像晚期人科，而不像南方古猿鲍氏种，所以把他放在人属内。这件标本是在发现南方古猿鲍氏种的沉积中找到的，这就增加了奥杜韦的证据：人属和南方古猿鲍氏种是同时代的，属于平行进化的两个分支。接着发现了许多下颌骨、牙和头后骨。KNM—ER803 号头骨非常像周口店和奥杜韦的直立人，一块距骨材料提供了与现代人种相似的形态和测量证据。所有这些标本都是在库彼福勒组上段发现的，年代为 150~180 万年。

1972 年发现了更多有意义的材料。在库彼福勒组下段的凝灰岩层即 KBS 凝灰岩中，发现了一系列化石标本。经验表明，KBS 是很难测定的凝灰岩，但其中一件标本提示年代为 260 ± 26 万年。古地磁研究结果也相似，只是不能通过它来下结论。

人科成员化石标本包括头骨碎片（KNM—ER1470）、单一的股骨（KNM—ER1472）和一段股骨（KNM—ER1481）。头骨有宽阔的面部和几乎完整的腭，但没有牙冠。残存的牙根表明，前面的牙齿比南方古猿类大，颅骨形状具有混合的特征；缺乏南方古猿类眶后骨的缩窄，但宽阔的颅底很相似。脑量测定为 775cm^3 ；标本有些塑性变形，测量数据不免要受复原误差的影响。颅骨上的一些问题令人费解。具有南方古猿“粗壮型”扁而宽的面部，可其他特征又像人，这些标本可以放在人属内，但不能定种，头后骨放在人属几乎无分歧意见。最近多变量分析研究表明，他们与南方古猿区别明显，与现代人更为接近。其他被认为是人属早期的材料还有 KNM—ER1802 下颌骨，有时把它放在能人中；两件似 KNM—ER1470 的头骨和一件骨盆骨。把颅骨材料与能人初步比较可以发现一个有趣的不同点，即虽然 KNM—ER1470 很大，但它的外形并不比那些小的和更为纤细的标本更像人。头后骨的材料为早期人下肢的解剖意义提供了必要的证据，因为股骨是完整的，可以用它测定人体尺寸。

关于这些材料的年代问题仍有争议。地磁测定第一个标本出土地点的年代大约 310 万年，然而最近用放射性测定结果的年代较晚，使用一种钾—氩法技术测定 KBS 凝灰岩的年代为 160 ± 5 万年或 180 ± 4 万年。这些新测定的年代也适合于地磁材料，但位于地磁极性时间表的不同点。放射性测定的数值也无可反驳，较年轻的年代是根据经验技术得来的，它比 260 万年更广泛地被人们接受。裂变径迹法测定岩石的结果支持较老的年代，但是动物证据则支持较年轻的年代。

在库彼福勒组下段有文化证据，许多地点都发现了石器，其中在几个地点进行了系统发掘。石器仅是说明问题的一个方面；食物的痕迹、遗址空间

和大小排布，它们与环境的关系等都为早期人的行为提供了研究线索。像奥杜韦一样，在库彼福勒地点，散布石器的地方发现了大动物的残破遗骸如河马类。其他地点骨骼和石制品的产地被认为是居住地的，有人把这说成是“家庭基地”。与大的遗骸有关的问题是，“被确定”的地点证据和工具制造提示的年代至少距今 175 万年，人们能够交流和合作。动物骨骼的发现和用远离居住地的石料做成石器，标志着当时的人已具有高效的两足行走运动能力。当发现更多的证据后，我们就可以准确地确定当时人类活动的古生境，并可根据生物学的材料推测现在还不能清楚的问题，如人科成员内的不同分类单元可能选择不同的栖息地。

自 1973 年以来国际远征考察队一直在埃塞俄比亚哈达附近的阿瓦什流域中进行了考察，据放射性和地磁测定，此地重要人科化石的年代早于 260 万年，晚于 330 万年。1973 年发现了第一个人化石标本，有 4 块下肢骨碎片，包括组成膝关节的股骨下段和胫骨上端的两段骨头和颅的左耳区部分。头后骨的标本来自一个小的个体，但这不是分类学而定的。以后几年里，人化石大量的发现，有下颌骨、上颌骨和骨架。AL288—1 是人们俗称的“露西”，这个骨架是一个重大发现；包括头盖骨碎片、下颌骨、脊椎、肋骨、几乎完整的下肢（很遗憾的是缺乏大部分手骨）、半边骨盆、股骨、部分小腿骨和足骨。股骨的长度可以推出身材大小，推测表明这是一个 1~1.5m 高的个体。肱骨与股骨的比例是 84，现代人是 73，大猿是 102~135；这些指标可以说明露西是人而不是类人猿。下颌骨呈“V”字型。牙齿与腊玛古猿有些共同特征，它与南方古猿非洲种有一般的亲缘关系，也可能仅是共同原始特征。有人说骨盆像斯特克方丹的标本，但股骨颈的形态又提示他像南方古猿“粗壮型”。肱骨的远端不像人；唯一幸存的一块足骨——右骨距骨与奥杜韦峡谷的标本有许多共同点。总的来说，骨架的材料证据在腊玛古猿（仅有头骨，所以只能根据牙齿证据）和南方古猿非洲种之间又提出了一个分类级别。头后骨的化石比肢骨早发现一年，但也归在同一个分类单元中。

有人认为 1974 年发现的上颌骨和下颌骨有不同的形态特征。牙齿与能人很接近，与库彼福勒化石归于同一个人属内，而不放在南方古猿非洲种内，他们已初步定到人属。如果这些看法正确的话，他们的年代就是 300 万年。已经有两个人类系统，然而，头后骨和颅骨的材料的确证明有南方古猿“粗壮型”存在，那么在 300 万年左右就有三个人科分类单元。

1957 年，哈达地点有了重要的发现，在一个地点发现了至少代表 5 个个体的骨架。在这些标本中，包括两个实际上有完整手的骨架和下颌骨碎片，很明显这些属于同样的个体。这些材料必须详细研究论述。除此之外，还有 30 种左右。同一年发现了其他种，这些材料对我们理解上新世人类进化的复杂情况是很重要的。

莱托里位于坦桑尼亚塞伦盖蒂平原的边界，距奥杜韦峡谷大约 30~40km。1938~1939 年在那里发现了上颌骨碎片，直到 1975 年，没有系统的

发掘。地质学家肯定莱托里的地层早于奥杜韦峡谷。人化石最初放射性年代测定为距今 360~380 万年。到目前为止发现了 13 件标本，包括一件保存完好的成人下颌骨。下颌骨体相对较高，基部相当锐并外翻，与库彼福勒的下颌骨相近，前臼齿窄，像“能人”。还有一些“原始”特征如分叉的齿弓，下前臼齿有高耸的双尖，上下犬齿和下颌第一前臼齿有明显的磨损平面。一般来讲，比颊侧牙齿前面的牙齿大。有关材料被归类于南方古猿“纤细型”和人属内的组群，而不是“粗壮型”。最初人们只把他们放在人属之内，但没有定种。

1949 年在斯瓦特克朗的发掘中，发现了两件下颌骨碎片、一件上颌骨、一些下颌牙齿和部分前臂骨。这些材料出自以角砾岩为主的二次充填的洞穴内。下颌骨体的大小及形状和牙齿的大小使布鲁姆和罗宾逊把他从“傍人种”中分出来，而另立一个新种即远人种。20 年后，克拉克提出 SK—80 下颌骨与两个头骨碎片 SK846 和 847 是一致的，他们组成了我们所知的“合成”头骨。鼻、额区及腭的特征都确认他们归为远人。罗宾逊现在把远人归为人属。将他和“傍人种”明显分开的观点不能被大多数人接受，围绕化石材料仍有许多争论。重新修正了斯瓦特克朗的地层的解释，肯定“粗壮型”南方古猿来自层位 4 的角砾岩，并解释了“合成”头骨的起源：假如它是人类，它将是人类和南方古猿同时代种的又一例证。

斯特克方丹洞穴的地层已被重新修正，含人化石的角砾岩现在划分到层位 4 和 5。所有的南方古猿非洲种都出自层位 4 下段的角砾岩中。角砾岩的年代测定为 250—300 万年，层位 5 的动物群可能是 100 万年。层位 5 含人化石很少，但有丰富的石器。当 1976 年发现了一个人头骨化石后，层位 5 的材料引起了人们的争论。新的颅骨有些特征与斯瓦特克朗的“合成”头骨相近，另外一些特征与“能人”相近。他被归类到人属内，或许是能人，或许是与能人有关的一个种。

直立人

几十年来，科学界及公众的注意力都集中在人类进化的早期阶段，其结果之一是忽略了对直立人的研究。然而随着直立人新材料的不断增多，人们对直立人的适应性、它们的起源以及命运等问题并不比早期人引起的兴趣小。

直立人起初的定义已扩展到包括广泛分布在亚洲、非洲和欧洲的材料。所有的材料都具有许多共同形态特征。

直立人头骨的形状很特殊，粗壮的眶上圆枕和后倾的额部之间有一明显的沟。颅穹窿平扁，头骨最宽点在底部，比现代人低，有明显的眶后缩窄。颅穹窿特厚。枕平面和项平面成锐角，项肌附着肌大而明显。脑量平均约 950ml。面颅也很发达，颧区相对地突。齿弓呈抛物线型或较圆，牙齿比现代

大多数人的大。下颌骨的尺寸不一，但下颌体不像早期人类的粗壮；直立人的面颅和脑颅的相对大小介于南方古猿和智人之间。直立人的头后骨还很少发现。从发现的下肢骨节看，与现代人的差别不大，解剖学家认为骨盆碎片上显示出与直立姿势和两足行走有关的一切性状。

直立人与其早期和晚期人的人科分类系统的关系是研究直立人的重要问题。直立人的大部分材料发现于旧大陆，那么直立人是否起源于这个大陆的局部区域然后再扩展到其他区域？还是起源于不同的地区？假如这些材料存在着有意义的地理变异证据，那么它们是如何反映在其他的人属群体上呢？各种直立人群体有统一的文化适应性改变的特征吗？它们的文化与直立人特征有相适应的变化吗？

直立猿人后来被归为直立人中。它的首次发现是在爪哇特里厄尔地区。1891年发现的第一块头盖骨具有直立人的特征，但股骨（一年以后，在距发现头盖骨30m的地方发现）却很矛盾，因为它与现代人的股骨很相似，而与在中国发现的直立人不同。对于它与头盖在一起发现的疑问随之而生，还没有确定的结论表明这一股骨是后期入侵到特里尼尔卡布层中的。除了在特里尼尔发现的几颗牙齿、4块股骨残块和在莫佐克托发现的小孩头骨外，爪哇大部分早期人化石都出自桑吉兰土丘和其附近的桑邦甘马切。对来自这两个地点的26件标本进行了分类，人们发现一般目录中记录的标本少于实际标本。7件下颌骨；13件头骨标本，其中有些非常破碎；4颗牙齿；有一个颅内模，但没有头后骨。两个系统的应用，造成了认识上的混乱。颅骨的形状不一，从具有800cm³左右脑量的桑吉兰2号猿人头骨到具有1000cm³左右脑量的桑吉兰17号猿人头骨，都是如此。上下颌骨表现出类似的变异，一些标本显示出一些原始特征，特别是桑吉兰4号猿人标本粗大的牙齿、上颌裂隙和多根的前臼齿。根据这些特征孔尼华假设存在两个属，一个是魁人，包括一个种；另一个是猿人，包括3个种，即直立人、似猿人种和莫佐克托种。莫佐克托种和似猿人种牙齿特征的形态梯度变化是原始的，这些与相对年代测定是一致的。因为两个种确信出自普坎甘层，所以年代早于卡布层的直立人。普坎甘层的标本（除桑吉兰外），年代为190±40万年。测定产出猿人直立人种的卡布层的年代为80万年左右，测定桑吉兰卡布层熔融石的年代为70万年左右，卡布层上覆玄武岩层的时代为50±6万年，这是卡布层的上限。

雅各布提出了不同的种系进化，他保留了古爪哇属，而且注意到一些新发现的化石与昂栋、梭罗河发现的一系列标本之间的相似性。所有的头骨材料都倾向大于早期“直立人”，并有明显的形态联系。一般认为昂栋的材料相对较晚，但研究结果表明特里尼尔和昂栋的动物群很相似。动物群表明其年代非常接近卡布层的年代。尽管这些材料源于卡布层，雅各布还是把他们分成两个种：桑吉兰17猿人颅骨和桑邦甘马切的头盖骨归到梭罗猿人，他认为直立人和梭罗猿人是卡布层地史时期的同时种，梭罗猿人和普坎甘的莫佐克托猿人的材料有形态联系。

熟悉上新世—更新世亚洲人种成员变异范围的科学家们认为没有理由将爪哇人化石材料过于分类，这些变异似乎是颅骨形态的梯度变异。从具有原始特征的小的脑颅和下颌骨变成较大型的脑颅（遗憾地，没有下颌骨的证据），我们所知的年代学证据可以进一步说明形态学特征。最简单的一个假设认为爪哇地点的材料是单一系统的连续种群。无需考虑假设进化系统中各分类单元之间的差异，如产于东非的同时代人属种和南方古猿“粗壮型”之间的程度差异。

在爪哇发现直立人的地点没有发现令人信服的考古材料。40年前孔尼华在桑吉兰土丘发现了100多件石片工具，它们发现在地表，大部分都有被河水冲刷过的痕迹。因为这些石片不是发掘到的，所以尽管它们来自卡布层，也无法知道它们准确的产出层位。所发现的鹿、水牛和牛的化石说明当时是一个森林和草地混合的环境。在气候周期中温度和湿度会有些波动，当时的气候和环境与现在几乎没有什么区别。

产于中国的人科化石主要集中在周口店和其他分散地点，兰田是一最重要的地点。周口店发现的大部分化石在第二次世界大战中丢失了。值得庆幸的是，当初制做了完好的模型。周口店和爪哇材料的最大区别就是脑量，周口店头骨的脑量是850~1300cm³，平均1075cm³。总的来说，头骨有些进步，颅骨圆隆，眶上嵴明显，额骨较明显隆起。腭形较圆，牙齿大多比爪哇的标本小。下颌骨更为纤细。股骨许多特征与现代人的相同，周口店的股骨标本表明，股骨干更为扁平，骨密质外面的皮质相对较厚。

1939年，孔尼华和魏敦瑞发表了关于爪哇和中国化石之间关系的文章。虽然爪哇的材料具有较多的“原始特征”，但他们认为这两组标本的关系同现代人科间的区别类似。目前大部分人同意把所有的材料放到人属直立人种，但分成两个亚种，即直立亚种和北京亚种。周口店的材料都是在洞穴中发现，相反，爪哇的材料却发现于与河流有关的地点，洞穴中发现了大量的石器，大部分是由破裂的小卵石制成的砍伐器和石片，用石片再加工成刮削器，石刀和尖状器。洞穴中的动物化石表明，当时的狩猎是有选择性的，鹿的化石骨占70%，有趣的是一些植物种子化石被保护下来。虽然大量的动物骨骼说明当时的人以肉食为主，但也应注意到利用季节性的果实。洞穴中发现了用火痕迹，灰烬层的深度足以证明这不是偶然的。孢粉分析表明，附近生长着草及松树，并证明动物群所处的温暖的气候。周口店化石材料的年代仍然存在分歧，动物群与西欧的间冰期一致，年代大约50万年（中欧动物群大约70万年）而氨基酸测定年代是30万年，这可能是最小值。

兰田遗址位于周口店的南边，一个地点发现了一个颅骨和牙齿，另一个地点发现7下颌骨。头骨低平，眶上嵴粗大，有明显的眶后缩窄，脑量780cm³，这些特征很像爪哇的材料，而不像周口店的材料。兰田遗址内的动物现生种比周口店地点的少，这一点说明蓝田的年代较老，可能为100万年，不过还需要头骨形态特征来进一步证实。

元谋发现了孤立的牙齿，有人认为它很像非洲早期的人属标本，年代可能是 150 万年，这个地点是很重要的。爪哇和周口店材料的区别可能只是地理变异而已。爪哇位于巽他大陆，当时低于海平面，可能经由中国与亚洲相通。可能在最后几百万年，这两个地区的动物互相接触并保存下来。

南非出土的直立人材料只有斯瓦特克朗的“远人”，与南方古猿“纤细型”有一定区别的 SK15——“合成”头骨和下颌骨表现极少的直立人特征。在发现“远人”的两个角砾岩地点中发现了石器；洞穴内的牛化石分析表明第二段角砾岩内含较多的幼体；这些情况不符合食肉动物的一般活动方式。有人提出是否由于狩猎的原因，使这些标本不寻常地聚集在一起。

奥杜韦峡谷发现的几件标本经比较已放在直立人中。1961 年发现的头骨现在也被放在直立人中。颅骨比爪哇的膨隆，如果说有区别的话，眶上嵴更为明显。脑量 1067cm³。这个头骨的亲缘关系怎样呢？当它第一次公布于众时，认为这个头骨与南非的布罗肯山和萨尔达尼亚的头骨相似，而且与欧洲的斯坦海姆头骨也相似。它无疑是“直立人”等级的标本，但形态学和地理上的证据又倾向于把他与亚洲的种分开来。暂时放在一个亚种内。归入直立人的奥杜韦标本还有一个头骨、几件下颌骨、几颗单个牙齿和头后骨。第二个头骨有几点值得注意，它虽然很破碎，但脑量小，仅 727cm³，在它们之间进行比较是很困难的，因为有人说这个头骨出自第 IV 层。假如真是这样的话，年代就不到 70 万年，这意味着直立人也可以有小的脑子，也可以有大的脑子。第 层出土股骨形态与周口店的相似。同时出土的骨盆也放在直立人中。第 层尺骨的研究仍没有正式报告。

库彼福勒下颌骨和一些头后骨标本的形态特征与直立人很相近。另外发现的几块厚的头骨碎片也放在直立人内，KNM—ER3733 是近乎完整的头盖骨，保存着大部分牙齿。眶上嵴进化很小，额骨后倾明显，下颌窝较浅。表面上这些材料很像周口店的，实际上需要详细的研究方可定论。“3733”号头骨是在 130 ~ 160 万年之间的地层中发现的，被看成东非直立人的变异。当 3733 号与桑吉兰 4 号猿人爪哇直立人的早期成员相比时，可以看到非常有意义的腭形和耳区解剖特征的区别。研究库彼福勒发现的第二个颅骨可以帮助我们了解东非直立人的变异是否大于它与亚洲标本之间的差异。东非坦桑尼亚 Ndotu 的头骨也归入直立人，奥莫河的头骨碎片，埃塞俄比亚阿法地区未公开发表的面颅均归在直立人内。Ndotu 头骨比大多数直立人化石材料更接近现代人，经过仔细研究后发现他是智人种的“古老型”而不是直立人亚种。

奥杜韦地点发现许多东非直立人时期有价值的考古材料，在层 和层 IV 之间的时间内有奥杜韦工业——发达的奥杜韦和阿舍利文化。两种工业的区别主要是阿舍利的两面器是用较大的石片制成，其他工具的类型也有区别。随着时间的流逝，地点位置也开始变迁，晚期的地点远离湖岸而移到河道旁。已经发现的石器和一些动物化石共生，这就为当时人类狩猎活动提供了可靠证据。在晚期地点大型哺乳动物的比例增加，这可能是进行大规模集体狩猎

的结果。

在摩洛哥的几个地点发现的一些人类牙齿、颌骨化石和阿尔及利亚发现的一个化石、现在一般认为他们是直立人。粗硕的下颌骨体和牙齿是将它们归为直立人的特征之一。

在摩洛哥最近又发现了一个颅骨，眉嵴部分缺乏，但腭的一部分被保存下来。头盖骨太膨隆，以致不能代表直立人，而且眶后缩窄处和整个大小都说明他可能是“直立人——智人”之间的过渡种群。

欧洲发现的直立人化石和考古材料都不丰富，但仅有的材料也足以说明这类成员已经在 50 万年前移到西欧的温暖地区。人类活动的考古材料认为早于这个时间。

欧洲直立人最早的材料在民德和利斯（阿尔卑斯专用术语）冰期之间的温暖时期；估计距今 50 万年。1907 年在海德堡附近发现的下颌骨是著名的化石，与现代人相比，这个下颌骨粗壮而大，缺乏下颏，上升支宽大，牙齿不很大，但粗大的下颌骨可以作为将它归到直立人的证据。人们通常将他归入海德堡直立人亚种。

匈牙利布达佩斯附近的维尔泰斯佐洛斯发现了一牙齿和枕骨。在这个地点发现了丰富的河卵石石器，并有用火的痕迹。有人认为维尔泰斯佐洛斯的枕骨属于直立人；其他材料代表更为进步的种群。脑容量估计为 1400cm³，比其他直立人标本要大。希腊的佩特拉洛纳发现了一个更为完整的颅骨。虽然在一个洞穴中发现，但产在洞的边缘，所以不能完全与洞穴的沉积地层联系。主洞穴内的动物群为 50 万年，这也可能是头骨的年代，但不能确定。大部分颅底和面部仍被围岩包成一个硬壳，但头盖骨和腭可以用来研究。颅顶低平宽广，眶上嵴粗隆，眶后缩窄处相对减小。有人认为佩特拉洛纳化石是直立人中“进步型”的种群，多变量分析研究已确定了它与直立人的亲缘关系。另外有两个直立人颅骨，一个是仍没有正式报告发表的产于法国的加来海峡颅骨，另一个是在东德发现的颅骨。起初这些地点只发现了枕骨碎片，最近又发现了额骨和枕骨碎片。枕骨平面为直角过渡，额骨具有典型的“直立人”形的眶上圆枕，骨壁很厚，这些特征使发现者必须和直立人做比较。法国洞穴内发现了颅骨，包括颅骨的前面和面部。虽然属于利斯冰期，但这晚于这里所叙述的绝大部分材料的年代，但几个形态学特征仍然与直立人接近。

在法国和捷克斯洛伐克发现了单个牙齿。这些地点可能是欧洲最早化石证据的产地，但这些牙齿对我们了解欧洲当时的人类意义不大。

几个化石地点与考古证据有关。可能是欧洲最老的人类化石地点，出土了一些类似奥杜韦峡谷第 1 层的石器。以色列也发现了类似于奥杜韦第 1 层中部和上部的石器，这些属于发展的奥杜韦文化和阿舍利工业。叙利亚产出的化石与它们的意义相似，年代近似，或稍晚一些。产于法国南部的动物化石表明年代大于 100 万年，在那里发现了石器，有砍伐器，但没有和非洲地

区的材料进行比较。

按照年代顺序，另外的材料产于法国和西班牙。法国明显地是季节性占居的遗址，因为那里发现了类似草屋的结构。动物群表明当时是以混合猎物为食，如鹿、象和海生动物。在西班牙发现了当时人类暂时的居住地，骨质工具和木质工具与石器共同产生。有较高比例的象骨说明，它们是首选的猎物。灰烬的发现说明人们是有意识的把野火引到潮湿的居住地。

从各地化石地点可以清楚地看到，当时人类遍及亚洲、非洲和欧洲，年代在 150 ~ 50 万年，他们是在温暖气候发现的最早的人类。最近来自埃塞俄比亚的化石材料表明，当时人类生活在海拔 2500m 的高度。还没有足够的证据肯定这些早期人之间的遗传变化的程度。某些情况下，现代人保留下相对较多的直立人特征如东亚种群的铲型门齿和澳大利亚土著人似直立人的头盖外形，最近发现的一些化石种群也表现出似直立人的头骨形态，特别是直立人的额骨和澳大利亚的科阿沼泽化石之间的相似性。有人用不精确的人口种群量推测直立人时期基因变异的速度，可以进一步收集分散形态特征的研究以鉴别地理隔离的种群在种系进化上的亲缘关系。

文化材料说明直立人时期狩猎技术有了发展和提高，有些遗址能有规律地使用火。直立人和手斧的关系仍是一个悬而未决的问题。一些直立人遗址有很多被定义为河卵石工具的工业，但没有手斧。奥杜韦峡谷突然发现的手斧与直立人的出现有关，但考古学家不承认石器类型和一个特殊人化石之间的简单关系。他们认为工具的类型是功能需要的一种反应，决不是遵循严格的类型进化程序。

直立人的祖先是谁？它的去向如何？一般认为直立人是人类进化到现代人的一个阶段，但也有人提出直立人和南方古猿“粗壮型”一样是进化的一个旁支，进化主线是从能人到智人，这个观点与目前一些进化理论相适应。

最近发现的一些化石材料虽然不能解决这些问题，但提示了 3 件重要的情况：第一，直立人的分布更为广泛，持续的时间比我们最初认识的更长；第二，上新世晚期和更新世早期发现的化石材料可能是能人和直立人之间的过渡类型；第三，这段时期的末期，从典型直立人过渡到非常接近智人这一阶段的头骨化石材料比较丰富。

尼安德特人

1856 年在尼安德德流域洞穴中发现的头骨并不是这类化石的第一块标本（第一块标本是 1848 年采石场发现的直布罗陀头骨），但“尼人”的定义是指这类化石的一系列材料。一般地讲，科学家们所讲的“尼人”是一形态特征的种群，指在欧洲、亚洲、近东广泛分布的玉木冰期的化石材料。

在一个非常广泛的范围里如德国、法国、意大利发现了大量的化石材料。总的来说，头骨相对长而扁平，顶骨区“膨隆”。从侧面看，枕部突出明显，

但不是像直立人种那样成直角形突起，而是呈圆形隆突，欧洲大陆解剖者称之为纽结。眼眶上的眉嵴侧向弯曲。面部很高，中线部分连同颌骨上的牙齿均向前突出，颧区急转向耳区，类似眼眶的侧隆缘，但乳突很小。与早期人科成员相比颊侧齿减少了，但门齿仍比现代人大。脑量大，据测，“尼人”的脑量大于现代人的平均值。

头后骨的材料表明，关节面大，比现代人的骨骼更粗硕。人们还注意到耻骨和肩胛骨的一些特殊性状，很长一段时期，“尼人”被描述成迟钝呆滞、步态蹒跚、弯腰曲背的形象，这主要根据法国古生物学家权威研究法国圣沙拜尔人骨架的结果。最近的研究表明，这个骨架是一个老年体并患有关节炎，他弯腰曲背的特征不是“尼人”的特征，近来对“尼人”足骨的研究进一步说明“尼人”重量的传递和步态与现代人更相近。

许多具有尼人特征的标本都是产于玉木期，而且倾向于玉木期的开始阶段，当时的气候很冷。这一系列标本被称为典型“尼人”。

在欧洲，直立人如海德堡人和玉木期的“尼人”之间的人类化石很少，斯坦海姆和斯旺斯库姆两个头骨的年代大约是 50~40 万年。从斯坦海姆和斯旺斯库姆头骨特征来看，它们是直立人和尼人之间的过渡类型，但过去把它们的差别作为划分更新世两个进化系统的证据。一个系统是包括斯旺斯库姆直到现代的智人，另一个系统是包括斯坦海姆直到“尼人”。但对这些头骨化石的综合测量分析证明，这个观点是错误的，大部分学者同意斯坦海姆和斯旺斯库姆所代表的种群在形态上是连续的观点。这个动物群内的标本如阿若哥也可以作为直立人和典型尼人之间的过渡类型。

在欧洲的许多地点发现了远比玉木冰期多的间冰期人类化石。从中欧到西欧的标本表明，在当时人类种群中，尼人的脑和面部特征是很稳定的，但仅有的材料过去被当作同时代的“非尼人”种。最近试图重新解释这些标本，但没有找到“尼人”的特征，有限的测量分析表明它与斯坦海姆头骨的亲缘关系。由于材料太破碎，以致不能显示出它们复杂的差别，所以不能提供足够的证据来支持或反对在当时的人种群中有更多的可区别的形态类型这一观点。

有两个有趣的化石可能与典型尼人同时代或早于这个时代，这就是从摩洛哥杰布尔发现的两个头骨和巴勒斯坦发现的几具骨架。杰布尔的材料具有面部无突出，颅盖特征同斯坦海姆的形态相似。巴勒斯坦的材料与旧石器晚期的头颅更为接近而不像典型“尼人”，单独测量的结果证实巴勒斯坦和“尼人”之间的明显区别。这说明在地中海外围地区存在着与玉木期“尼人”同时代的种群，他们与旧石器时代晚期的种更为接近，而不是同“尼人”相似。

卡尔梅勒山洞穴内发现了大约 2.8 万年前的人类化石，它比附近塔邦的材料最多晚 1 万年。这些材料并不比塔邦的材料更像“尼人”，有人解释他们是正在“现代化”过程中的一个种群代表。

皮肤接受寒冷刺激的试验结果表明，寒冷可使额窦区缩小，鼻子呈高而

狭窄的形状，颧区呈流线型。所有这些“尼人”特征都是为了抵御和降低寒冷的刺激，相对较短的肢体也是现代人抗寒的一种特征。前侧牙齿宽大，颊侧牙减小，支持牙齿的下颌强壮有力，以及“尼人”的头骨形态是他们在制造工具和配制食物过程中，用牙齿参与劳动的反映。有人认为，在玉木后期由于广泛应用旧石器晚期的工具制造技术，从而解放了前牙，使牙齿变小并伴随头颅形态的变化。但从杰布尔标本的“现代人”面孔和典型“尼人”的牙齿来看，这个假设很难令人信服。

长期以来，人们把“尼人”与莫斯特文化联系在一起，把“尼人”定义为莫斯特文化的人类，先于更新世中期人类的面部形态和大小缩小的变化。莫斯特文化是旧石器中期，以一种相对较小而精美的石片工具为代表的文化，以两面刮削器和尖状器为主。把近似“现代人”的标本与相对早期的莫斯特工业联系在一起，就降低了“尼人”和莫斯特文化之间简单的关系的这种假设的可行性。无论起源何时，亚洲和欧洲的材料都表明当时的人类有熟练的狩猎技术，并且发展了宗教和社会。有些骨架上留有骨折愈合的痕迹，在一些地点发现很多熊的头骨，可能是狩猎宗教仪式的一部分，还存在一些艺术的证据。

现代人

虽然在一些地点发现了个别具有现代人特征的标本，其年代超过 10 万年，但大多数的标本都不超过 5 万年。旧石器晚期的人把死者埋葬在河流附近，这就是为什么晚期人比早期人化石最多的最主要原因。由于历史原因，早期智人材料大多集中在欧洲，所以习惯用欧洲的标本代表现代人的特征。现代人骨架可说明区域性变异，在确定欧洲以外的人化石时一定要注意这一点。根据一些解剖特征如顶骨扩大、头骨最宽点和对两顶结节靠下、额区隆起、颧的出现等定义智人亚种仍有不足之处，但总比用一个考古证据定义更为完善。在欧洲同时出现文化和形态改变是不大容易的，当比较范围扩大到非洲、亚洲、澳大利亚的标本时，这个问题更复杂了。

克罗马农岩洞内的旧石器晚期的智人化石是人们非常了解的材料，现在已经知道这些材料的地点横跨亚洲并进入俄罗斯。最早的地点可能在中欧，种群广泛分布，年代距今 2 万年。由于没有注意种群的变异，也不能准确复原化石，确定当时欧洲存在几个种族群。考古学家认为一些工业可以在欧洲以外自己发展起来，但没有任何重要的化石形态特征说明它们对中欧和东欧的影响。

最早的类似现代人的头骨标本出自奥莫河。奥莫河头骨具有现代人的特征：顶区扩大，颧出现，材料地点零星散布，但都是有近似的地层层位。奥莫 头颅保留了许多古老特征，测量分析确定了奥莫 和奥莫 之间的形态差异。放射性测定基比什组第一段的年代为距今 13 万年，所以奥莫头骨 是

相对现代人种最早的化石材料。

南非布罗肯山等地区发现的标本与现代人的头骨有明显的差别，发现的下颌骨虽然似现代人，年代距今 5 万多年，但这些具有古老性材料的年代可能更古老些。

东爪哇和马来西亚发现的化石可能是亚洲最早的智人标本，马来西亚标本测定距今 4 万多年，东爪哇的年代可能更早一些。菲律宾洞穴发现了距今 2.3 万年的现代人化石。

芒戈湖发现的化石是澳大利亚最早的智人化石，这个地点是新南威尔逊中的干湖床之一。芒戈湖一具焚毁埋葬的女性骨架的年代为距今 2.45 ~ 2.65 万年，芒戈湖 的年代可能是距今 3 万年。这些化石比维多利亚科阿沼泽发现的材料更接近现代澳大利亚土著人的骨架。科阿沼泽的化石比芒戈湖化石具有更多的原始性，但年代距今仅 1 万年左右。现在争论的焦点是芒戈湖和科阿沼泽之间的区别是否说明当时有两个种分别侵入澳大利亚大陆，形成“古老”种群和“现代”种群的差异；还是由于发掘者的主观因素造成的形态差异，实际上仅是一个种群内的变异。

尽管存在多种假设，大多数人仍同意现代土著人和科阿沼泽化石人都表现出与“直立人”有关的形态特征。

北美最早的智人化石是加州南部发现的近乎完整的头骨，氨基酸消旋法测定年代距今 4.8 万年。用同位素测定加洲的几件标本，来自海岸区头骨以及尤哈墓葬遗址中骨架的年代大约距今 2.2 万年。产于加拿大艾伯塔的小孩头骨的年代大于 4 万年，但这仅是测定的地层年代。南美产出的可信化石多在 1 万多年；一个遗址的年代仅为 9000 年，从海拔 4500m 高度看出，当时的人居住在高海拔区。一般观点是当海平面比现代低的时候现代人穿过白令海峡到达新大陆，尽管所谓的考古证据有异议，但一般认为这种事件不可能在 5 万年以前发生，真正占据这块大陆不超过 1.5 万年。

大到形态特征，小到蛋白质氨基酸的差异这样的结构特征部个能准确地反映地区现代人种群，血型就是这方面一个例证。理论上，现代种群之间的关系可通过许一个特征范围内亲缘关系的研究来了解。实际上，不同的特征代表不同的联系方式，特别是从颅形与生化和遗传证据的比较。有人试图找出人类主要种族类群分异的时间，他们认为是在 10 万年或更早些，这种观点基于相对较晚的种群隔离这样个假设相反的观点认为在“直立人”时期，各种群就分化隔离了

人类的几个问题

远古的人怎样吃

远古人类吃什么，怎么吃，这也是人类学上一个很有意义的问题。解开这个问题的答案，不仅能了解古人类的生活方式，而且能从古人类的生活方式中得到许多有益于人类健康的重要的启示。

人类学家已经发现，食性与进化有密切关系。生活在森林中的黑猩猩和猩猩主要在树上进食，吃的是比较软、较少有硬壳的食物，而最早的人类——南方古猿所吃的食物种类更多，而且带有较多的硬壳。纤细型南方古猿是杂食的，可能也有了肉食的习惯，粗壮型南方古猿主要是素食的。由于食性不同，这两个种系在进化过程中走上了不同的道路，前者的脑容量得到了发展，进化成较高的等级，后者则成了人类的旁支，可见食性与人类的进化有着密切的关系。了解古人类的食性有助于揭开古人类进化之谜。

古人类怎么吃，对于现代人类也不无启发意义。美国参议院营养和人类特别需要委员会在 80 年代曾公布过一个研究报告。报告指出，人类最主要的 10 种疾病中有 6 种与饮食不合理有关，高血压、心脏病、肥胖病、牙病、糖尿病、癌症都是与不合理的饮食有关的病。而原始人的饮食倒有不少比我们更合理的地方。人类学家有一次从远古人类的粪便中发现，古人类饮食中盐份很少；他们吃瘦小的动物，因而脂肪比较少；他们吃很多的新鲜水果，食物中的纤维素、维生素相应较丰富。这样，他们就较少生肥胖病，较少患高血压。他们吃的是复杂的碳水化合物，不吃精制食物，因此，他们的龋齿率比较低，也不会肥胖。美国人类学家布赖恩特所带的由 19 个成员组成的考察队中，有 12 人是胖子，不能爬山、而古人类倒曾活跃于他们考察的遗址周围的山林。布赖恩特号召队员们吃古人类的一些食品，如仙人球、龙舌兰、硬果、浆果等，一段时间后，队员们都变得健康和灵巧了。研究还发现，生活在非洲热带沙漠中的布须曼人的食物含盐量少，脂肪也少。他们不吃糖，经常吃新鲜的食物，如果实、块根，而且吃得很多，因此，维生素和矿物质很丰富，他们从不患动脉硬化、高血压、耳聋等病。

研究古人类的吃也有利于了解人类中的一些社会现象。例如、美国人类学家在研究古代印第安人的食物时，通过对古印第安人骨骼上的锶元素的分析发现，男人和女人的化石在 1 万多年前开始变得不一样了。这种不一样，是由于食物结构的差别造成的。不吃肉类的人骨骼中锶比较多，吃肉类的人骨骼中的锶则较小。锶的差别表明，印第安人在几千年前就开始出现了男女之间的不平等，女子在家庭中的地位下降，吃肉的量明显减少。食物的变化表现了社会制度和男女地位的某种变化。

原始人吃些什么呢？从近代原始民族食物可以推想到古代人类的食物，

南太平洋塔斯马尼亚人吃野生植物的根茎、种子、浆果、菌类、鸟蛋，也吃牡蛎等甲壳类水生生物，还吃蜥蜴、蛇、蚂蚁、蛴螬、袋鼠等动物。北极的爱斯基摩人猎食海豹、海象、海鸟、北极熊等。

中美洲的阿兹特克人吃的主粮是玉米，也吃菜豆、南瓜、可可、无花果、龙舌兰以及蝇的卵和一种湖底的软泥。他们也吃好多调味品，用香草、玉米、龙舌兰、蜂蜜等制成甜的饮料，用玉米汁、鼠尾草籽和果汁制成一种发酵的饮料，还用龙舌兰制成酒。他们甚至吃一种名叫“癖约特”的仙人掌，据说食后会产生一种幻觉，能产生一种轻快感，进而进入错乱状态。简言之，他们吃的东西相当丰富。

非洲布须曼人吃的东西也很杂，几乎一切可以食用的块根、茎、果实他们都吃。在干旱的季节里，他们猎获的野兽，能喝它的血。羚羊的胃里有 100 ~ 150 毫升的液体，也是布须曼人宝贵的饮料，甚至怀孕母兽的羊水，也被当作一种极好的饮料，还吃蛇肉、鸟蛋、昆虫、蜂蜜等。

中国云南的拉祜族人的食物也是很杂的，什么都吃，据《云州志》记载，拉祜人“勤于耕务，以所食养麦为上品，其他草籽、芭蕉、树皮、野菜及葛根、蛇、蜂、蚁、蝉、鼠、竹鼠、禽鸟，遇之生食。”

当然，现代原始民族吃的东西并不能完全代表古人所食之物，而且各地吃的东西也大有区别，但有一点可以看到，现代的原始人都是杂食的，吃植物的根、茎、叶、实，也吃各种大的动物和小的动物。我国一部古书《礼记·礼运》上记载：“昔者未有火化，食草木之实，鸟兽之肉，饮其血，茹其毛”，这是比较可信的。各地环境不一样，所食的食物当然有区别，但是，都是肉食兼素食，完全肉食和完全素食的民族是极少的，古代先人可能也是这样的。

原始人怎么吃呢？

中国古书《白虎通》上说：“古人饥则求食，饱而弃余吃东西带有生物性和随饥性，学会储存食物大概是较晚的事。波利尼西亚人能在地坑中储存发酵的面团，许多年后也不会坏；美洲印第安人储存晒干的牛肉干和烟薰的牛肉干；北级的爱斯基摩人则会在冰中储存肉类；印第安人也会在地下的坑中储存玉米等产品。

生食是古人吃东西的一个重要特点，尽管人类很早就学会了用火，但是，学会用火后的人类吃许多食物时仍然不吃熟食。云南的拉祜族人采集到野果块根就随之而食，等不到回去煮食，就是捉到了鱼、兽、禽等动物，也是用石片或骨片切开撕碎，即行生吃。台湾的高山族人“得鹿则刺喉吮其血，或禽兔生食啖之，腌其肉脏，令生蛆，名曰肉笋，以为美馔”，捉到了蟹、鱼、鸟，一般都是生吃下去。

爱斯基摩人喜欢吃生肉和腐肉，吃生肉的时候，他们把肉切成一长条，放进嘴里，然后用刀沿嘴把嘴外的肉割下，吃下肚后，再塞进一长条肉，再把嘴外的部分割下，如此这样一次可以吃 8 ~ 10 磅。他们常常把肉放至半腐状态，认为这才是一种很可口的美味。他们喜欢吃生肉，是因为他们没有水

果，没有蔬菜，只有吃生肉才能获得一些维生素，以避免坏血病。因此，这种饮食习惯实际上有着某种生存价值。虽然爱斯基摩人并不能说明生吃有什么好处，但是，生吃肯定是一种在生存斗争中选择下来的文明意识。

古代先民在生存斗争中学会熟食以后，食用的方法是直接在火中烤熟。我国海南的黎族人杀死家畜后不去毛，不剖腹，燎以山柴，就取刀割食，颇有太古遗风；塔斯马尼亚人捉到了袋鼠、袋熊后，以是放在火堆上烧着吃；马来半岛上的色曼人捕杀到了犀牛，就在周围堆柴生火，烧熟后割而食之；美洲奥纳印第安人吃蛇肉时，就在火堆旁竖起一根根木棍，棍上挂着一条条蛇，经常改变位置，不一会儿蛇肉就被烤熟了。

直接烧烤食物容易焦，后来人们学会了使用某种中介物来熟食。一种方法是用泥土包裹食物，中国古籍《礼记》上说：“古人以土涂生物，炮而食之”；萨摩亚人吃肉类的方法是将猪杀死后，用火先烧烤石头，把石头烧得火烫后再放进猪的体内，让石头慢慢发出热量，把猪肉烧熟；高山族人烧山芋时先挖个坑，在坑中烧起柴火，留下一堆火的灰，再把山芋放进热灰堆中，让它慢慢变熟；傣族人在剽牛仪式中保留着古代的一种烧食方式，也有太古遗风。人们先用竹竿把牛杀死，剥皮灌水，再在地上挖坑，把牛皮铺于坑内，放进牛，再把烧红的石头放进去，烧热的石头使水沸腾，把牛肉烧熟，这里牛皮起着锅的作用，石头起着间接加热的作用。美国西部草原上的喀罗人也常用牛皮作为中介物，用它来盛放水和牛肉，牛皮放在火上烧，这种牛皮也起着一种盛水的锅子的作用，它使火不直接作用于食物；中国北方的鄂伦春人和鄂温克人是用动物的胃作为盛器的，他们把胃放在火上烧烤，胃内放上肉类，胃烧到一定程度，里面的肉类也就熟了；澳大利亚土人吃鱼时用树皮把鱼包住，然后埋入沙堆，再在沙堆上放上火灰，火灰烤热了沙子，沙子焙熟了鱼，利用中介这种间接的加热方法，可以防止烧焦，食物的质量相当高。

烧食需要热源，原始人四处为家，“居不知所在，行不知所至”，火堆是随处而建的。后来，原始人住处相对固定，就学会了使用地坑。波利尼西亚人挖了地坑后，铺上石头，烧起大火，把石头烧红后，盖上树叶，放上食物，再一次盖上树叶或泥土，以防热量散失，待食物蒸熟后取出食用。如果在火红的石头上浇上水，红石头还会把水变成高热蒸汽，也会把食物蒸熟。有的地坑很大，足可以放进半吨甘薯和两头肥猪，这可能是集体的煮食场所。在美国亚利桑那大峡谷中，有许多古代印第安人留下的坑，那是他们烧东西留下的遗迹。

熟食也需要盛器或加热的器具，石板曾是一种重要的熟食工具。在印第安人那里，妇女们把玉米粉调成糊状，然后把它放在一块平的石板上，石板用火加热，玉米饼很快就烤熟了，而且可以做得像纸一样薄。我国的纳西族、独龙族、门巴族等少数民族的人民，就是用这种石板来做饼的，中美洲的阿兹特克人也用这种办法做饼。

古人曾用烧、烤、煨、焙、烙等方法把食物烧熟，这些方法都不能保存

水份，烧熟的食物很干，烧不透，不容易消化。煮食大概是后来才学会的。人类最初是用天然的材料来煮食。南海一些岛上的居民用椰子壳作为盛器来煮食，也用龟壳作为锅子；我国云南的苦聪人用芭蕉叶和竹筒煮食，他们把玉米放在芭蕉叶中，放上水，放在火上烧，能煮出很好吃的芭蕉玉米饭。用竹筒煮饭是在竹筒上钻上一个洞，放进玉米和水，用叶子把小洞紧紧塞住，把竹筒放在火堆里烧，竹筒烧焦了，饭也就熟了，再把竹筒一剖为二，半个竹筒又成了饭碗。这种竹筒饭，有一股淡淡的清香，但是，竹筒只能使用一次，而且每次煮食都要花不少功夫，不大方便。历史上记载：“土人以毛竹截断，实米其中，炽火煨之，竹焦而饭熟，甚香美，称为竹釜”古江浙一带的越人也常用这种方法煮食。

人类发明了陶器、青铜器和铁器等器具以后，煮食方式也发生了革命。

在很长的历史年代中，人类一直是用手直接抓食的，直到几百年前，英国的皇帝亨利八世，吃饭时还是用手直接拿东西吃。不用手直接拿食物进食那是后来才产生的，虽然中国人在公元前就学会了用筷子，就全人类而言，使用刀叉碗的历史是很短暂的。

尽管对于煮食的方式等有了一些了解，但是，男人和女人是怎么进食的、是一起吃还是分开吃、古人们是定时吃还是随饥而食、在饥饿状态下，是平均而食还是不均而食等等，这些问题现在还是很不清楚的。在我国云南一些比较原始的民族里，人们在家里是由主妇给全家人分食，老人和小孩、女人和男人各是同样的一份，如果谁吃不完，再放进公共的大锅里，下次吃饭，再这样分，不因为孩子吃得少而少分一点。青年男女有时去野外，每人都带一点食物，煮的时候把各人的东西全部放进同一大锅里，烧好后，再盛给各人，他们认为这样可使每一个人都吃到公共的东西，达到一种吃的平等。但是，中美洲的阿兹特克人、非洲的霍屯督人、北美的印第安人、非洲的达荷美人、马来半岛的塞芒人都是男人先吃，女人和孩子后吃；有的民族是分开吃的，如南美洲的图比南巴人，男人们在吊床上吃，其他人围着锅子蹲着吃。占人究竟怎么吃法，至今还不甚了了。

人类为什么赤裸无毛

人类与自己的灵长类亲戚不同，所有的猿猴身上部长满了浓密的毛，如黑猩猩、大猩猩、猩猩、长臂猿都是这样，猴类也都是浑身长毛，而独有一个人类光露着身子，只有头部、腋下和阴部等少数几个地方保留着毛。因此，有的生物学家就称人类为“裸猿”，意为“没有毛皮的猿”。古希腊大哲学家也说过：“人类是两足、无毛的动物。”

不过，每个人在母胎中，都有一个浑身长毛的阶段，就是出生的时候，胎儿的全身也长满了密密的胎毛。这是古代祖先多毛的历史痕迹。有少数人，出生时保留着祖先多毛的特征，他们被称为“毛人”。人类为什么身上不长

毛？大自然出于何种原因，使人类身上的浓毛脱掉了呢？它身上的浓毛又是什么时候才脱掉的呢？

对于人类的脱毛现象，人类学界已经有许多理论来说明。但是，每一种理论都只是部分地说明问题，要完全揭开裸露的真正原因，还有着不少的困难。

一种理论是“卫生说”。有的科学家认为，人类身上或人类祖先身上的毛皮是各种寄生虫的孳生之地。虱子、跳蚤等寄生虫潜伏在人的毛皮中，不仅喝人的血，而且传染疾病。特别是人类祖先学会了狩猎以后，食肉和狩猎更会把毛皮弄脏。

有人认为，这是人类学会用火后的一种自身调节现象。人类的毛皮本来是大自然赐给人类用来保暖的。在夜里，寒气袭人，有了毛皮就能够御寒。但是，人类学会了用火后，人类祖先就能在寒夜围火而坐，依火而卧，用火来驱赶寒意。而在白天，热带地区气候炎热，毛皮就显得多余。因此，人类学会用火以后，用于御寒的毛皮就渐渐脱落，成为光洁无毛的物种。但是，目前还没有证据能够证明，人类是在学会用火以后开始成为无毛动物的。

还有一种理论是“海生说”。有的学者提出，人类祖先曾有一个海生时期，生活在热带海洋里。海洋里有丰富的食物，在海洋中生活，毛皮会增加水中活动的阻力，妨碍活动，不利于生存。因此，人类在自然选择中脱掉了身上的长毛。但是，海生论者至今没有找到水生的人类祖先的化石证据。

有的学者认为，人类脱落身上的毛，是因为这样有利于改善人的社会性。人是一种社会性动物，他要依靠社会的力量生存和发展。浑身长毛的人类，彼此间比较难以识别，脱掉了毛以后，脸就具备了更典型的特征，更便于相互辨认。

还有的学者提出了“狩猎说”。这种理论认为，人类脱去身上的浓毛，是适应狩猎生活的结果。狩猎时，猎人要对野兽进行长途的追逐，这样会产生许多热量。浑身长毛的动物不能迅速地降低体温，而脱去毛皮外衣，增加身体表面的汗腺，就能更好地散热，就能在狩猎过程中处于更加有利的地位。但是，皮毛在狩猎时显得多余，而在夜晚寒冷时，却有重要的保温作用。失去毛皮会使人类祖先耐受寒冷的能力大大下降。作为一种补偿，人类的身上产生了一层厚厚的脂肪，它在平时起着保暖的作用，但在狩猎时又不影响出汗。这样，人类以脂肪代替毛皮，既能出汗降温，又能在寒冷的夜晚保暖，真可谓两全其美。

解释脱毛裸露现象的理论还有“幼态延续说”和“防止中暑说”。

人类为什么光洁无毛，它究竟给予人类以什么样的好处，至今还是众说纷纭，还需要人类学家继续深入的研究。至于人类是什么时候脱去了毛皮，是在拉玛古猿、南方古猿，还是在直立人阶段或别的人类发展阶段完成了脱毛的过程，还需要进一步的研究。

附：

创世纪年表

前寒武纪 4600 ~ 570 (百万年)

浅海，只有简单生命

寒武纪 570 ~ 510

辽阔广大的海，最初的硬壳动物

奥陶纪 510 ~ 439

没有植物的干旱土地，接着是海洋，最早的鱼类

志留纪 439 ~ 409

冰雪覆盖海洋，接着是开阔的海洋，最早的陆上植物

泥盆纪 400 ~ 363

高山与湖泊，最早的两栖动物

石炭纪 363 ~ 290

海洋、沼泽，然后是冰雪，最早的爬行动物

二叠纪 290 ~ 245

高山与沙漠，爬行动物主宰陆地

三叠纪 245 ~ 208

有沙漠的干旱陆地，最早的恐龙及哺乳动物

侏罗纪 208 ~ 146

浅海，长林木的岛屿，最早的鸟类

白垩纪 146 ~ 65

森林、浅海，最后恐龙灭绝

古新世 65 ~ 56.5

森林，各种新的哺乳动物发展出来

始新世 56.5 ~ 35.5

森林，哺乳动物广泛扩展

渐新世 35.5 ~ 23.5

气候寒冷，哺乳动物开始像现代类型

中新世 23.5 ~ 5.2

山脉形成，遍布吃草的奔跑哺乳动物

上新世 5.2 ~ 1.64

气候寒冷，哺乳动物生命与现代相似

更新世 1.64 ~ 0.01

冰河时期，哺乳动物包括最早的人类

全新世 0.01 ~ 0

现代

