

第四卷

彩图科技百科全书

人与智能



上海科学技术出版社

彩 图 科 技 百 科 全 书

第四卷

人与智能



上海科学技术出版社
上海科技教育出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

彩图科技百科全书. 第四卷, 人与智能 / 《彩图科技百科全书》编辑部编. —上海: 上海科学技术出版社, 上海科技教育出版社, 2005.10

ISBN 7-5323-7912-4

I. 彩... II. 彩... III. ①科学技术—普及读物
②人与智能—普及读物 IV. N49

中国版本图书馆CIP数据核字 (2005) 第004043号

地图批准号: GS (2004) 705号
版权所有, 不得翻印。

世纪出版集团

上海科学技术出版社

(上海瑞金二路450号 邮政编码 200020)

上海科技教育出版社

(上海冠生园路393号 邮政编码 200235)

新华书店上海发行所经销

上海精英彩色印务有限公司印刷

开本 889×1194 1/16 印张 16.75 插页 4

2005年10月第1版

2005年10月第1次印刷

印数 1—5 000

定价: 150.00元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

彩图科技百科全书编辑委员会

名誉主编

周光召

科学顾问

李政道

主 编

张存浩 陈 竺

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

甘子钊 李启斌 杨玉芳 汪广仁 陈宜张

郑 度 赵寿元 郭慕依 傅继梁 潘际銮

彩图科技百科全书第四卷编辑委员会

分卷主编

陈宜张 郭慕依 杨玉芳

编辑委员

(以姓氏笔画为序)

王申生 吴新智 吴瑞华 陆培廉 荆其诚

翁恩琪 郭爱克 黄显奋 傅继梁

彩图科技百科全书编辑部

总 策 划

胡大卫 翁经义 吴智仁 应小雄 张跃进

策划编辑

潘友星 段 韬 濮紫兰

科学编辑

(以姓氏笔画为序)

丁荣源 卞毓麟 毛文涛 王 模 邓荣辉 冯永清

叶 宏 叶 剑 乔馥娟 伍唐生 应兴国 张 悌

张毅颖 杨志平 沈 岩 季英明 段 韬 胡 炜

赵玲丽 钱开鲁 曾 文 鲍国华 潘友星 濮紫兰

美术设计与统筹

卜允台

美术编辑

邵福建 罗履明

前言

这是一部供受过基础教育的广大公众阅读的彩图版科学技术百科全书，它试图以当代科学的眼光，描绘一幅关于自然世界和人造器物世界的长卷画面，让广大读者一览现代科学技术知识的总体概貌。

众所周知，人类文明发展到今天，科学与技术已高度发达，又高度结合。国家的发展、社会的进步、人民的生活，都有赖于科学技术的发达，以及公众对它的理解与掌握。

历史已经证明，科学技术是一个不断更新、充满活力的知识信息系统，是一个门类众多、纵横交织的文化知识体系，是一个能变成强大现实力量的人类知识宝库。一个国家、一个民族，从这个知识宝库中汲取力量的多寡强弱，取决于其广大成员对这个知识体系了解与把握的深度和广度，以及随这个信息系统作知识更新的速度和程度。

一个人要理解与掌握科学技术，就需要对科学技术知识体系有一定深度和广度的了解，即在对其总体有轮廓了解的基础上，对其本质有基本认识。同时，还需要形成与这个知识体系相匹配的知识结构，以便能够与时俱进地进行知识更新。这样，才会具备运用科学基本观点，理解自然界的各种现象和社会上有关科学技术的各种问题，并做出相应决定的能力，成为一个具有科学素养的人。

由于科学技术知识体系博大精深，且在不停地新陈代谢、拓展延伸，对于其方方面面，任何人，哪怕是天赋极高的人，毕一生的学习能力，也不可能一一地精通。然而，现代社会却又要求每个劳动者具有一定的科学素养，需要每个公民对这个博大精深的知识体系有个概貌的了解。这种概貌的了解，是理解科学（理解它的观点、方法和精神）和进行学习（汲取更多的信息，进行知识更新）的基础。由这个概貌的了解起头，才会有正确的理解和更多的了解。如果没有这种起码的轮廓的把握，就会只见树木，不见森林，在看待问题、处理问题时，难以确立科学的观点、科学的方法和科学的精神。

因此，需要有面向广大公众介绍科学技术知识总体概貌的书籍，而且这种介绍最好是百科全书式的——对知识作概要的综述，又兼有阅读与检索的功能。这就是编委会和出版社编纂这部彩图百科全书的初衷。

早在90年前，中国的一批青年学者就认识到，“科学者非指一化学，一物理或一生物学”，“介绍科学不从整个根本入手，譬如路见奇花，撷其枝叶而遗其根株，欲求此花之发荣滋长，继续不已，不可得也”（任鸿隽语）。为此，他们于1915年创办了《科学》杂志，开始了将科学作为一个完整的知识体系在中国进行系统传播的事业。为了更好地推进这一事业，他们还合作翻译了科学百科概览性质的英文版著作 *The Outline of Science*，共四卷，冠名《科学大纲》，于1923—1924年间由商务印书馆出版发行。这套科学百科概览式著作的出版，在当时学校科学教育还很薄弱的中国，发挥了很好的科学传播和引导作用，许多有志青年从中了解科学的基础与概貌，补上了人生的重要一课。

1985年《科学》复刊后，杂志的编委会和编辑部在办刊实践中，越来越体会到前辈科学

家当年创办《科学》，翻译《科学大纲》，从整个根本入手“介绍科学”的良苦用心，痛感而今要从先进的现代科学文化中汲取精华，要提高全体劳动者的科学文化素养，仍然需要在介绍科学技术的总体概貌上做出认真的努力。于是，便有了《科学》杂志编辑部策划本书的动议，有了《科学》的出版者——上海科学技术出版社的列选决策，有了该选题先后被列入“九五”和“十五”的国家重点图书规划，有了上海科学技术出版社和上海科技教育出版社的合作出版，有了《科学》的编委、作者，以及两家出版社的许多作者的积极参与。经过了各个方面近十年的共同努力，最后才有了这部彩图百科全书的问世。

为便于广大读者阅读和理解，这部百科全书的编排，打破了传统的学科体系。全书共分五卷：第一卷，宇宙；第二卷，地球；第三卷，生命；第四卷，人与智能；第五卷，器与技术。前四卷，分别描述当代科学对物质世界、地球系统、生命系统，以及人体系统的已有认识和相关的技术成果。最后一卷，则着重展示人类科学技术发明的主要产物与历程。

为了从实际对象入手，展开深入浅出的描述，各卷条目的选取均以人类探知的客观对象（自然对象或人造对象）为标准，而不从纯理论的抽象概念的角度来选取条目。每个条目的内容都以释文和示图两种方式展开，力求两者彼此呼应，图文并茂。对条目的主题，力求进行跨学科、综合性和探索性的描述；对重要的理论概念，也注意进行必要的介绍和解释。

作出这些设计和努力，是希望这部百科全书能为读者勾画出科学技术现代疆界的基本轮廓。然而，要把这个轮廓勾画得基本完备，而且还要让广大读者容易理解，却不是一件容易的事。例如，要按编纂这部百科全书的初衷，确定好全部条目内容的知识点，就需要弄清楚，科学素养的知识构成是什么？特别是，当代中国公民科学素养的知识构成是什么？而这需要有专门的研究。再如，要用彩色示图来说明每条的主题，既需要吃透科学内容，又需要有良好的艺术构思，而这两者却是参加编纂的学者和编辑难以兼有的。所以，这次完成的编纂工作无疑会存在不少缺陷，需要广大读者和社会各方在阅读后，提出宝贵的批评意见和改进建议。

以提高公众的现代科学素养为目标，“从整个根本入手”来传播科学技术知识体系，是一件长期的艰巨的工作。编纂者诚恳地希望，这部百科全书第一版的问世能为这项工作添砖加瓦，也希望在汲取了反馈的意见和建议后，能有机会进一步提高编纂水平，更好地为广大读者服务！

彩图科技百科全书编辑部

2005年6月

凡例

一、编排

1. 本书按宇宙、地球、生命、人与智能、器与技术五个方面分卷出版，一个方面为一卷，共五卷。

2. 在卷之下按条目主题的相关性分章。章有章题，标示章内条目的共同主题。居各卷条目最前列的一组条目，属对该卷有关主题的概述，不加章题。

3. 条目是本书的基本单元，全书共收条目 576 条。每个条目排在一个和合版面中，由一个双码面起，跨至下一个单码面，占两个整面的篇幅。

4. 在每个条目的和合版面中，约有一半篇幅为作科普示意的彩色图片，全书以彩版印制。

二、条目

1. 本书以选取自然的或人造的客观对象为收条原则。

2. 条目名称均排在双码面的左上角。

3. 本书条目的内容以解释文字(释文)与示意图片(示图)两种方式表达，两者篇幅相当、相对独立、彼此呼应。

4. 在每个条目单码面的右下角，在“参见”字样后，列出与该条目内容有较多关联的条目名称，以空格相间。凡与该条目属同卷的，直接给出条目名称；而属不同卷的，则在被参见条目名称前加与其卷次相同的数码。例如，第一卷的“激光”条与第五卷的“激光器”条，彼此都需要参见：在“激光”条中表示为“⑤激光器”；在“激光器”条中表示为“①激光”。

三、释文和示图

1. 在每个条目中，释文均分节。节有节题，标示节的主题。

2. 每个条目开头的释文对该条目的主题对象作概述，是该条目的引导语，不加节题。

3. 在每个条目中，示图具有相对独立的示意说明功能，是与释文叙述线索彼此呼应的另一示意线索。

4. 每个条目的示图均有图题，图题以黑体给出，后接图注。为求简捷，图注可接着图题展开叙述，不再重复图题的文字。

四、附录

1. 本书设有附录，可作阅读相关内容的参考。

2. 附录分置各卷。

第一卷有：基本物理常量表，元素周期表，全天星图。

第二卷有：地球基本数据和地理集锦，地质年表，地震烈度表，风力等级表。

第三卷有：植物和动物分类纲要，中国国家级自然保护区名录。

第四卷有:世界人口的规模、分布和历史变迁,中国人体质平均指标。

第五卷有:技术发展大事记。

五、索引

1. 本书各卷均编有本卷的内容索引。
2. 编入各卷索引的知识点均按拼音顺序编排,并标明其在条目中有解释说明处的页码,以供查阅。
3. 收入索引的人名,除了标明其出现处的页码外,还给出其外文名和生年,已故者加注卒年。
4. 各卷收入索引的条目名称均以黑体编排,并给出该条的起迄页码。

六、其他

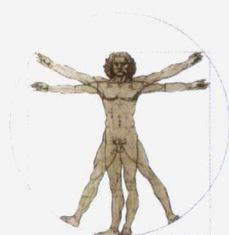
1. 本书使用我国法定计量单位,在部分叙述历史情况的场合,采用历史上的单位。
2. 本书中的中外地名,一般从中国地名委员会编的《外国地名译名手册》,以及《辞海》等,有常见别名的作括注。
3. 本书采用公历纪年,公元前的纪年有时简为以阿拉伯数字前加“前”字表示。
4. 本书于2005年1月截稿,截稿后出版前一般不对内容作补正。



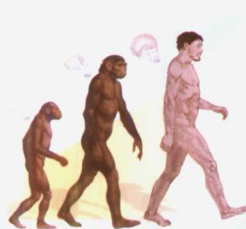
目录

前言	1
----------	---

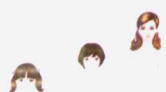
凡例	1
----------	---



人	2
人类智能	4



1. 起源与演化	7
古猿	8
南方古猿类	10
直立人	12
早期智人	14
晚期智人	16
人种	18



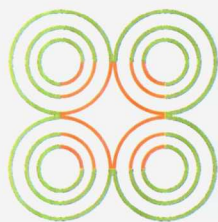
2. 成长与衰亡	21
受孕	22

妊娠	24
分娩	26
婴儿	28
儿童	30
少年	32
性	34
成年	36
衰老	38
老年	40
寿命	42
死亡	44



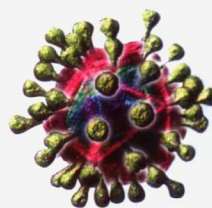
3. 结构与功能	47
人体基本结构	48
皮肤	50
视觉	52
听觉	54
嗅觉	56
味觉	58
躯体觉	60
运动	62
体温	64
血液	66
血液循环	68
血压	70
呼吸	72
牙	74
消化	76
泌尿	78

生殖	80
激素	82
人类基因组	84
免疫	86
免疫应答	88
神经系统	90
神经元	92
大脑	94
小脑	96
脑干	98
下丘脑	100
人体生物节律	102
脊髓	104
人体调节	106
特殊环境生理	108
经络和穴位	110
脏腑	112



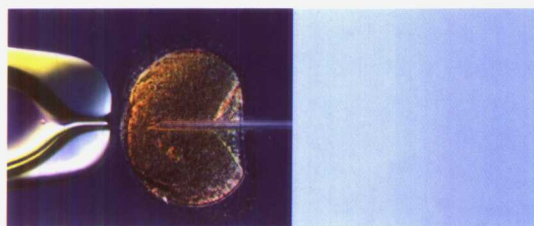
4. 认知与行为	115
感觉	116
知觉	118
错觉	120
注意	122
表象	124
记忆	126
学习	128
条件反射	130
技能	132
思维	134

言语	136
意识	138
睡眠	140
梦	142
需要和动机	144
情绪	146
表情	148
人格	150
心理测验	152
创造力	154
社会认知	156
行为遗传	158



5. 健康与疾病	161
健康	162
人体稳态	164
营养	166
肥胖	168
成瘾	170
炎症	172
组织修复	174
中毒	176
循环障碍	178
心脑血管病	180
肿瘤	182
遗传病	184
精神障碍	186
感染	188
艾滋病	190

免疫异常	192
意外伤害	194
预防	196
保健	198
康复	200



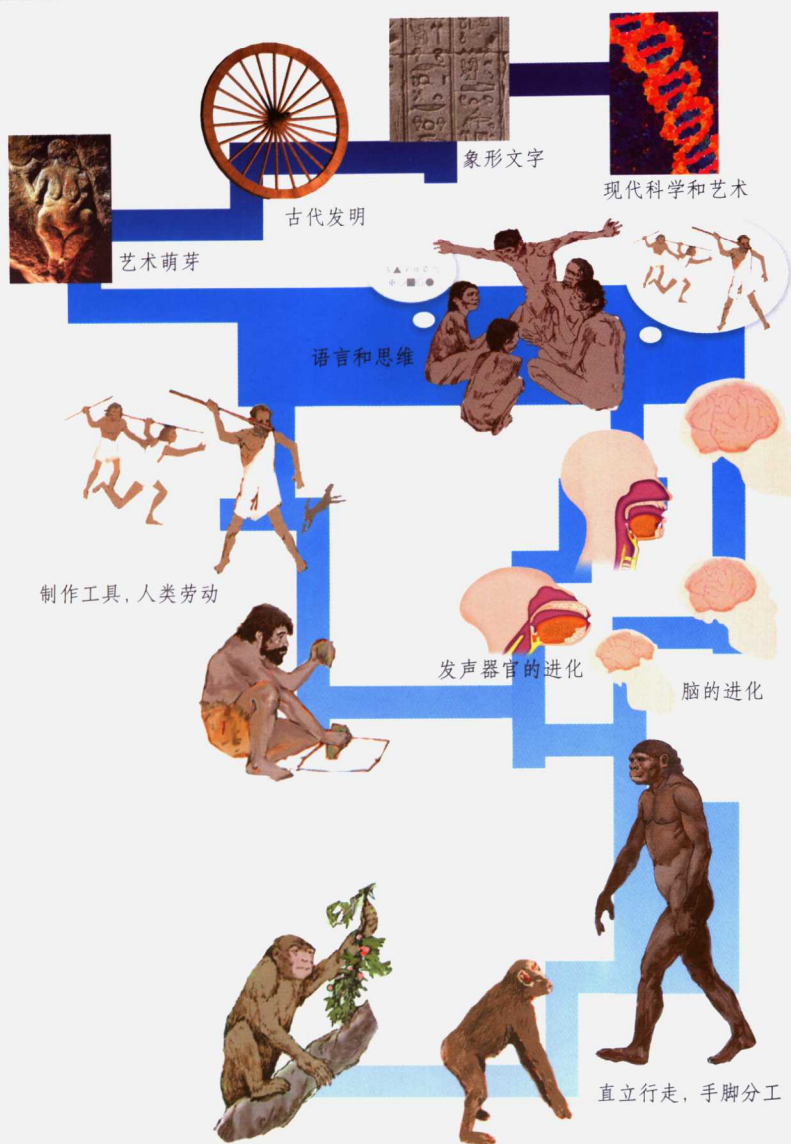
6. 技术与人体	203
药物	204
药物作用	206
药物发现	208
疫苗	210
手术	212
中医诊疗	214

实验诊断	216
影像诊断	218
脑功能成像	220
组织工程	222
移植术	224
基因诊断	226
遗传筛查	228
基因治疗	230
生育控制	232
辅助生殖技术	234
个体识别	236
生命伦理	238

附录	240
世界人口的规模、分布和历史变迁	240
中国人体质平均指标	241
索引	244



本卷描述当代科学对人体和人类智能的
已有认识和相关技术成果——



从古猿到人 从古猿进化到人,经历了体质特征多方面的变化:从攀援到直立行走,导致手脚分工,手变得适于精细地加工和操纵物体;从利用现成物体到有意识地加工和运用物体,导致工具的制作和社会性劳动;从前突的口腔结构和狭窄的声带,到相对后缩的口腔结构、弯曲的鼻咽通道和宽阔的声带,以及大脑言语中枢的出现,导致音节丰富的发声;从容量小、分化程度低的脑,到容量大、高度分化的脑;脑与发声器官相互促进,导致了语言和思维能力的发展。在此基础上,宗教、艺术得以萌芽,人类发展出特有的文化行为,并在短短数千年间创造出灿烂的文明。

通常所讲的人指地球上的现生人类,在生物分类系统中的地位是:哺乳纲,灵长目,人科,人属,智人种。人与其他生物一样,有出生、生长、死亡的生命过程和发育、繁衍的生命现象。在长期的进化过程中,人的身体构造和发育特征发生了一些根本性的改变。以这些改变为基础,人发展出特有的属性:能制造和使用工具,用复杂的语言交流思想,通过高度的智慧性有意识地认识自身和改造世界,并发展出丰富多采的人类文化。人是动物,又不同于普通的动物。人的本质属性在于人的社会性。

生物性

1863年,赫胥黎出版《人类在自然界中的位置》,提出人猿同祖的观点。达尔文在1871年出版的《人类的由来及性选择》中,进一步论证了人是古猿进化而来的。一百多年来的古人类学发现和研究,为这个论断提供了强有力的支持。人类的远祖古猿出现在3000多万年前,其后裔中的一支在

600多万年前进化成最初的人科动物,经历南方古猿、能人、直立人等阶段,最终进化为智人。

人是自然界的一个物种,具有哺乳动物的基本特点,与灵长类更有许多相似之处。人与其近亲黑猩猩的基因组极其相近,人在生物学上与其他物种之间并无难以逾越的鸿沟。在进化过程中,人形成了诸多独有的体质特征,如直立行走和手脚分化、发声器官复杂化、拥有了极为发达的脑。

人类在个体生长发育方面也极富特色。在寿命、妊娠期、新生儿脑量、成年脑量方面,人的数据分别是七八十岁、280天、385毫升、1400毫升,黑猩猩对应的数据是约40岁、225天、200毫升、400毫升。与黑猩猩比较,人的妊娠期与寿命的比例相对较小,新生儿肢体特别软弱,脑量不及成年脑量的三分之一,而黑猩猩新生幼崽肢体发育较为成熟,脑量达成年脑量的二分之一。新生儿在出生后的一年内大脑快速增大,是人类发育的一个典型特点。因为出生脑量与母亲骨盆大小是一对矛盾,人的“提前出生”使脑量的增加摆脱了女性骨盆大小的限制。

人是一种幼态持续的动物,即相对于其他动物幼年期延长,一些幼年特征甚至延续到成年阶段。青春期发育更是人特有的发育模式,在此期间不仅身体加速成长,大脑也在继续发育,约在十七八岁达到性成熟;而黑猩猩的生长曲线十分稳定,几乎是直接从幼年期进入成年期,约7岁便性成熟。幼年时期的延长以及较长的青春期,使得人有充足的时间发展大脑,进行认知、学习和经验积累,适应环境、认识和改造自然的能力发生飞跃。

人的行为方式因受文化的影响而变化多端,有鲜明的人的特色,但基本行为模式仍带着动物祖先的影子。人类的远祖以果实、嫩叶等为主食,为了适应进化之初的环境,进化之中的人类逐渐形成了食肉、多吃少餐等肉食动物的特性。人类的性行为因不再受动物发情期的限制而更加活跃,性行为和生殖若即若离。人类社会中群体和个体都存在合作和竞争行为,与动物用爪牙争斗相比较,人类借助科技不断发展出高超的攻击行为。动物因领地和等级引发的争斗行为,于人类尤烈。

社会性

人类在其进化进程中,形成了比任何其他动物都复杂得多的社会结构、社会行为和文化。每一个体在出生时只具有生物学属性,经过同他人的不断交流,才获得了语言能力、交往能力和劳动能力,发展了人的智慧。群体劳动、交流和分工,都是社会性的重要基础。劳动分工越细致,所需的知识技能就越多,人际间的协调也越复杂。人只有经过长时间的学习和尝试,才能在社会群体中承担适当的角色。

在社会环境及文化环境中,人的一些本能行为发生了演变。比如,性行为不仅出于生殖的本能,也



大家庭



现代核心家庭

家庭 家庭是人类社会的基本单位，指由婚姻、血缘或收养形成的共同生活组织，在原始社会末期随着氏族的瓦解和生产力的发展而产生。含三代以上共同生活成员的大家庭是农业社会的特征，现代主流文化中的核心家庭由夫妻和未婚子女构成。

是精神需要。在竞争中战胜对手，除了生存的需要，还可满足成就感。宗教和艺术的产生和发展，同样是一种精神需要。社会规范和文化准则，还要求人能够抑制自己的本能冲动和行为。

智慧性

以体质上的进化特征为基础，人发展出了任何其他动物都不能比拟的高度智慧性。这表现为人能够了解自己的思想和行动，并预期自己的思想行动对外部世界的作用；进一步还表现为能够有目的地改变自身和环境。

高度发达的脑是人类智慧的必要前提。相对于动物脑，除了脑量增大，人脑的结构也更加复杂：皮层特别发达，沟回加深，表面积大大扩展，功能上高度分化。这提升了人的学习和认知能力，并发展出语言、思维和丰富多采的心理活动。通过用语言符号来标记事物，人进行抽象概括的能力得到了大发展。

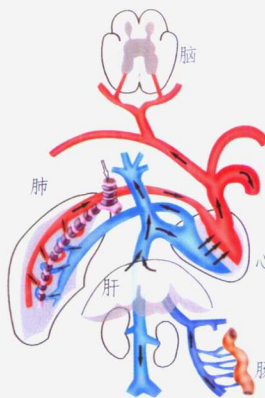
智慧性的更高表现是创造。人不会停留在适应现有环境的水平上，不再简单地受制于自然，而总是企求与周围事物更好地协调，或使周围事物更好地体现自己的意愿。正因为有这样的追求和努力，人类才创造出了灿烂的文明和丰富多采的文化，表现在语言、文字、宗教、艺术、科学、社会规范等方面。人类文化演化的速度比其生物学演化快得多。处于新石器时代的原始部落，就普遍拥有部落成员共同信仰的标志——图腾。最早的图形艺术可追溯至约3万年前，是比较确定的早期文化现象。语言是在相互交流过程中经约定俗成产生的，不但用作表达思想、进行交谈的工具，还是标记事物、进行思考的手段。文字有助于人在更高的抽象水平上理解客观事物，最早的楔形文字记载可追溯到7000年前。随着文字和数学的迅速传播，人类的文化行为和文明便飞速发展起来。

人类对自己身体的认识

人类认识自身的解剖学、生理学和医学，在两千多年前的古希腊时期便已萌芽。问世于战国时期的《黄帝内经》，也涉及身体结构的描述。古罗马医生盖伦通过解剖动物，奠定了解剖学、生理学的基础。到16世纪，维萨里通过解剖尸体著成《人体的构造》一书，开创了近代解剖学。借助现代科学技术，人类已可看清身体的微观结构和内部图景。数字化虚拟人通过将人体切片获取图像信息，经计算机处理对各器官系统进行重建，得到精细的全身解剖模型，成为对人体细胞、器官和整体层次的性质和生理功能进行定量模拟的基础。



人和动物的探究欲 许多动物在进化中经历了一条特化的路线，往往以发展和完善一种比较专一的生存策略为中心，而自身越来越与这种策略所需的技巧和环境相适应。比如考拉只要有桉树叶吃，就不必理会环境的变化，故好奇心很弱。灵长类能适应复杂多变的环境，其幼崽都有强烈的好奇心，但在成年的过程中逐渐减弱。而人类幼年时期强烈的好奇心会一直持续到成年时期，使人能充分积累经验和发展技能。



盖伦的血液流动模型



《人体的构造》插图



重建的虚拟人冠状面图像



自我意识 是否具有自我意识，是人类智能和动物智能差别的重要表现。绝大多数动物不认识自己在镜子里的形象，即使是猴子也只会和自己的镜像打架；只有黑猩猩能认出自己，并借助镜像把自己的身体检查一番。这表明绝大多数动物没有“我”的概念，没有自我意识。而人类具有自我意识，人类的智能活动能以“我”为中心，通过思维去理解周围世界。

人类智能是从动物智能发展而来的。人类经过漫长的进化，具有了其他动物所不具有的发达的大脑和高度的智能。基于人脑的智能活动，总是为某种目标的实现而产生和组织，既表现为对外部世界的反映，更表现为对外部信息的处理以及对脑内信息的再处理。只有人类才能运用他人积累的知识和对可能事件的预想来引导自身的行为，只有人类才能借智慧的光亮寻路前行。

动物的智能活动 乌鸦利用汽车轧碎核桃的行为，显示出智能活动的特点。即使是因为它以前偶然吃到过被汽车轧碎的桃仁，但把核桃衔来放在车轮前的行为，显然是为吃桃仁这一目标而组织的。黑猩猩用草棍钓白蚁等行为，同样具有智能活动的特点。

动物智能和人类智能

动物的许多复杂行为都是与生俱来的，不需要学习，还不能说是智能活动的结果，但某些蜂类、鸟类和海豚的行为，确实显示出智能活动的特点。灵长类则更为突出，黑猩猩不但能制造和使用简单工具，还有一定的语言理解能力，甚至具有初步的自我意识。人类高度的智能是在动物智能的基础上发展起来的，但两者在是否具有自我意识和思

维能力等方面差别巨大。

智能活动总是为某种目标的实现而产生和组织的。动物的学习是通过尝试-奖惩学会的，奖励可促进某种行为，惩罚可使这种行为消退，而人类的学习等活动总是为了某个目的，以至卧薪尝胆、百折不挠。思维活动是组织这些目的行为的根据。思维活动可以是对现在和以往发生事件的总结、归纳，更重要的是能对未来进行预测。这种总结和预测使得人类可以面对突发事件，可能避免未来的灾难，总体把握目标的实现。再进一步，人类还可通过抽象思维，发现事物的本质和规律，比如物理学规律。而形象思维又使人们将抽象的东西“返回”到现实中，比如对外部世界的艺术再现。

人类智能的生理基础

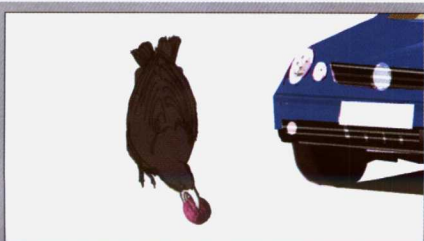
没有发达的大脑，就没有复杂的智能活动。人类大脑在皮层发育程度、脑量、基因表达模式等方面，均与动物大脑有着本质区别。

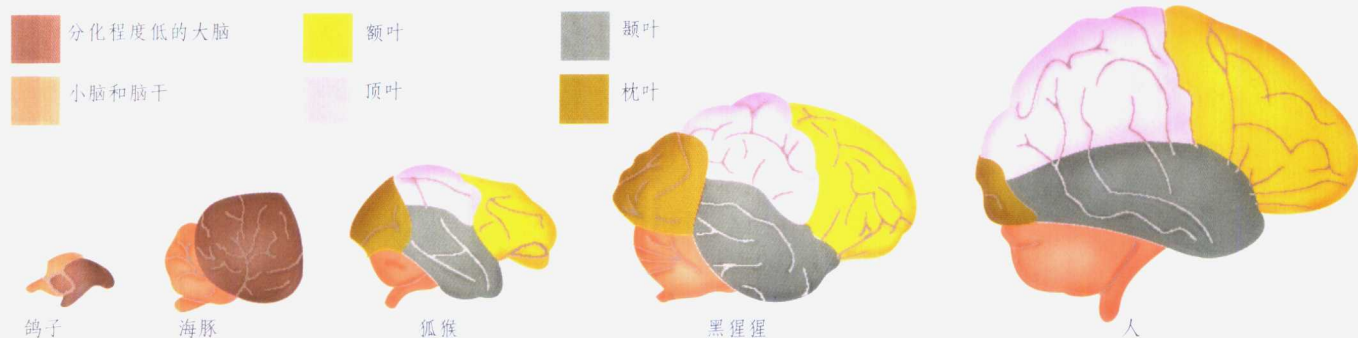
从原始灵长类产生到智人出现，仅仅约5500万年时间，动物脑加速进化为皮层高度分化的人脑。黑猩猩的脑量约为400毫升。人类的远祖和黑猩猩分道扬镳以来，在短短数百万年间，脑量增加到约1400毫升。基因突变一定在其间发挥了作用，比如240万年前MYH16基因的突变，使人类祖先的咀嚼肌变弱，减轻了对颅骨的束缚，为脑量的增长留出了空间。虽然人与黑猩猩在基因组序列上差异仅1.44%左右，在功能基因区域差异更小，但人与黑猩猩大脑中的基因表达模式和表达水平则差别很大。人脑中这些与智慧性相关的基因的活化和表达，与人在社会环境中的交流、实践和各种经历相关。

在性成熟以前，中枢神经系统具有很强的可塑性。人类超长的幼年期和青春期为大脑的高度发育提供了保证，人脑中一些和高级功能相关的脑区要到25岁左右才发育完全。

智能的由来

人类的智能发展得益于直立行走。直立行走后，垂直的脊椎可以承受巨大的脑颅，也使颈肌可以放松，头的转动变得较为容易，拓宽了视野；手的解放使得双手操作、活动的机会增多，进而刺激脑的发育，也促进了智能的发展。从已发现的化石看，数百万年前的南方古猿便已开始直立行走，脑





量的增加确实发生在开始直立行走以后。

人类食性的改变,如食肉、学会用火后从生食转变为熟食,也使人类祖先的大脑越来越发达,因为脑是最为耗费能量的器官,而食肉能保证能量的供给。觅食的需要,比如对食源的寻找、对食物的选择和鉴别、对食源地的记忆,也被认为促进了脑的发育。

语言对人类智能的产生和发展也非常重要。直立行走和基因突变在人类语言能力的发展中也扮演着重要角色。直立行走使鼻咽通道变得适合发音; *FOXP2* 基因存在于所有哺乳动物中, 20 万年前智人出现时它的突变,使人类祖先控制嘴部和喉部肌肉的能力增强,使他们能发出更丰富多变的语音。有了语言传递信息,人类对物理性感觉信息的依赖就大大减少。语言这种由脑产生的抽象信息编码能力使得脑能跨越时空,大量接收信息,这对脑的发育也是一种正反馈。语言及手动作的协调,可能是人类聪颖和预见能力跃变方面的最重要因素。

智能活动的信息处理

人脑是个开放的系统,对外部大量的信息进行着实时处理,将外部世界图景反映到大脑中。人的感觉器官并不比其他动物敏锐,但在对感觉信息的理解和处理上却远胜于其他动物。人类具有更高的面部表情识别能力,并可透过表面识别笑里藏刀。人类处理的感觉信息中,有大量是语言信息。借助抽象的文字和口头语言准确、有效地向大脑输入信息,智能活动可在大脑中虚拟出外部的现实世界,甚至虚拟出一个从未见过、只存在于脑中的世界。依靠口头和书面传承,人类可记载自己的历史和经验,而动物没有经验的隔代传递和积累,每个个体都要重复祖辈的尝试,这种尝试代价极大。

智能活动还表现为对脑内信息的再处理,体现在思维、学习等活动上。语言是思维活动的信息载体,进而为心理活动提供了基础,没有语言则思维活动几乎无法进行。语言使人类可以了解古今,思维更使人可以预测未来,加深对世界的认识。

在信息输出方面,人类智能表现为运动控制的精细化。人有灵巧的双手可改造外部世界,有适合

两足行走和奔跑的躯体肌群,有极为精细的喉部肌群可以讲话、唱歌,还有发达的面部肌肉可表达最为丰富的情绪,比如只有人类才真正会笑。这些都使人类傲然屹立于动物世界。

智力

人类智能在个体层次表现为智力。早在 16 世纪,就有人把智力定义为学习能力、判断力和想象力。后来的科学家又把智力描述为处理新异、紧急问题时的能力,即所谓“计上心来”;或是发现一些新的、内在秩序的能力。一般而言,智力体现在聪颖、预见、速度、创造性,以及能同时应付多个事件等方面,也体现在抽象思维能力、推理能力和组织大量信息的能力上。智力可用各种可量化的、具体的指标来描述,如空间、语言理解和表达、数字、感知速度、演绎推理、归纳推理、机械性记忆等能力。实际检验中,一般用智商来定量描述智力的高低。

人工智能

人工智能是利用现代计算机技术对人类智能活动的模仿。除在某些领域替代人脑执行任务,如对某过程进行辨别、判断和控制外,人们还希望通过人工智能研究人脑的工作机制。但人工智能是否算智能还很难说,最为关键的问题是它是否具有思维能力。英国数学家图灵提出图灵测试标准,用来判别电脑是否达到了人脑的境界。测试时,让人与电脑通过文字聊天程序交谈,若人不能判断出对方是电脑,那它就通过了测试。在以图灵理论为基础的串行计算机上,一切所谓的智能过程都可用列表和表格查寻的方式来描述,工作机制与人脑相去甚远,其“智能活动”其实是人脑活动的结果。考虑到脑并行工作的原理,以并行计算机为基础的人工智能机也已有进展,但人工智能也许永远也无法与人类智能相媲美。人工智能至今未能通过图灵测试。即使通过了测试,也很难说它具有了智能,因为人能了解自己所用符号的意义,而且交谈中会有情绪等心理过程,电脑则不可能了解,也无情绪,只是在操作符号而已。

从动物脑到人脑的皮层发育 从功能解剖和脑演化的关系上来看,人类大脑是三步进化的产物。第一步是自下而上的发育,上部脑结构在哺乳类中得到显著发育。第二步是自后向前的发育,前部的脑皮层在灵长类中得到很好的发育,产生了灵长类特有的前额叶皮层。第三步是大脑左、右半球功能不对称性的发展,左侧半球变得擅长语言功能,正是这种功能使人类成了“万灵之长”。