

---

# 趣论眼睛

李发科 摇著

中南大学出版社

---

## 内容介绍

本书是一部关于眼睛与视觉的科普读物。书中系统地介绍了眼睛的构造、发育与视觉功能的发展,以及在动物(特别是在人类)生存与生活中的作用。同时还深入地阐述了视错觉、盲目与表情问题。在人的记忆力形成的诸因素中,竟有愿豫来自于视觉。因此,在人们生活、学习、工作与社会交往中,没有眼睛是最大的不幸,我们应该认识并学会爱护这个感官。

---

## 出版者的话

偶然得到 1954年前写成而未曾发表的书稿,书名是《趣论眼睛》。送稿人(系已故作者的亲属)急切地寻问:“这书稿是一部遗作,是否过时?是否还有出版价值?”作为一名编辑,顾不得立即回答交稿人所提的问题,当不以为然地扫视着纸色陈旧发黄的书稿时,崇敬仰慕之心油然而生,顿时被书稿中的内容所吸引住。这并不是一份普通的手稿,而是一份超乎寻常的优秀科普读物。从手稿的每一行字里,可以看到作者李发科教授渊博地学知和他对眼科事业的热爱与追求,可以领略到他在眼科学领域所研究出的伟大成果与文学才华,能赏视到作者的这部原稿,感到是一种教诲与享受。遗憾的是李发科教授的著作是他逝世后 1954年的今天才得以联系出版。

李发科教授是湖南省眼科界著名的眼科医师,是原衡阳医学院眼科学教授,他于 1954年 12月 27日病逝。他的逝世并没有像创造显赫业绩的政治人物去世后所引起的社会轰动,只是那些经他治疗全愈的许许多多的患者们得知噩耗以后对他的深沉怀念,他留下的是对患者高度负责精神和淳真朴实的医疗作风,他留下的是一部更具永久价值和魅力的科普著作——《趣论眼睛》。

李发科教授走了,由于当时他用于出版的经费原因,他的著作延误了 1954年才得以发表。今天,我们回读起这部著作,仍然感到真切、科学和那么有趣味性,这是科学的魅力,这是写作水平与文学的魅力!相信《趣论眼睛》将是一朵灿烂夺目的小花载入中华文化的史册。

此为试读,需要完整PDF请访问: [www.ertongbook.com](http://www.ertongbook.com)

---

《趣论眼睛》是一部优秀的科普读物,书中证实了人类眼睛的许多科学理论,又提出了人类尚需攀登探究的许多课题,这部著作的出版,相信会给科学界,特别是眼科学领域带来孜孜以求的探索,激励眼科界同仁来揭示眼睛更多的奥秘。

四四年 猿月 缘日

---

# 目摇摇录

引论 .....	( 员)
眼睛的发育与视觉功能的发展 .....	( 怨)
摇摇一、眼睛的发育 .....	( 怨)
摇摇(一)胚胎期 .....	( 怨)
摇摇(二)胎儿期 .....	( 员)
摇摇(三)出生后 .....	( 员)
摇摇二、眼睛的结构 .....	( 员)
摇摇三、视觉功能的发展 .....	( 员)
摇摇(一)光觉的发生 .....	( 员)
摇摇(二)色觉的发育 .....	( 员)
摇摇(三)形态视觉的形成 .....	( 员)
光和光的感受 .....	( 员)
摇摇一、光的理论和光源 .....	( 员)
摇摇(一)光的理论 .....	( 员)
摇摇(二)光源 .....	( 员)
摇摇(三)热与光 .....	( 员)
摇摇二、光与眼睛的关系 .....	( 员)
摇摇(一)眼睛是适应光的产物 .....	( 员)
摇摇(二)第三只眼睛 .....	( 员)
摇摇(三)眼睛与不可见光 .....	( 员)
摇摇三、视觉的发生 .....	( 员)
摇摇(一)可见光的视觉 .....	( 员)
摇摇(二)夜间视觉与红外线视觉 .....	( 猿)

摇摇(三)夜视力 .....	(猿猿)
摇摇四、眼睛对光的感受性 .....	(猿猿)
摇摇(一)杆体的光感受性 .....	(猿猿)
摇摇(二)锥体的光感受性 .....	(猿猿)
摇摇(三)视见函数与视见曲线 .....	(猿猿)
摇摇五、眼睛的适应 .....	(猿猿)
摇摇(一)瞳孔的变化 .....	(猿猿)
摇摇(二)视网膜的适应 .....	(猿猿)
摇摇(三)影响适应的其他因素 .....	(猿猿)
摇摇六、眼睛的电感应 .....	(猿猿)
摇摇七、视觉的持续时间 .....	(猿猿)
摇摇(一)视觉暂留 .....	(猿猿)
摇摇(二)融合 .....	(猿猿)
摇摇(三)后像 .....	(猿猿)
摇摇八、视力与照明 .....	(猿猿)
摇摇(一)亮度 .....	(猿猿)
摇摇(二)视力对象及有关因素 .....	(猿猿)
摇摇(三)有效照明 .....	(猿猿)
摇摇(四)自然照明与人工照明 .....	(猿猿)
颜色与颜色感觉 .....	(缘缘)
摇摇一、颜色的产生 .....	(缘缘)
摇摇(一)光的组合与分辨 .....	(缘缘)
摇摇(二)表面颜色 .....	(缘缘)
摇摇(三)选择吸收 .....	(缘缘)
摇摇(四)光的散射 .....	(远远)
摇摇(五)白昼光 .....	(远远)
摇摇二、颜色的领域 .....	(远远)
摇摇(一)可见光的颜色感觉过程 .....	(远远)
摇摇(二)微弱光的颜色表现 .....	(远远)
摇摇(三)不可见光的颜色 .....	(远远)

摇三、颜色的感受性 .....	(远源)
摇摇(一)不同条件下的颜色感受 .....	(远源)
摇摇(二)色觉疲劳与色幻视 .....	(远缘)
摇摇(三)色感觉的演变过程 .....	(远远)
摇摇(四)动物的颜色感觉 .....	(远远)
摇四、眼睛的感色能力 .....	(远愿)
摇五、颜色的重要性及其作用 .....	(远愿)
摇摇(一)动物拟态与信号色 .....	(远愿)
摇摇(二)颜色的应用 .....	(苑园)
摇摇(三)颜色的心理作用 .....	(苑园)
摇摇(四)颜色的普遍性 .....	(苑园)
摇六、色视觉学说 .....	(苑源)
摇摇(一)试论性学说 .....	(苑缘)
摇摇(二)色觉发育学说 .....	(苑缘)
摇摇(三)三原色学说 .....	(苑缘)
摇摇(四)四原色视质学说 .....	(苑苑)
摇摇(五)多原色学说 .....	(苑愿)
摇摇(六)小结 .....	(苑愿)
摇七、色盲 .....	(苑愿)
摇摇(一)色视觉分类 .....	(愿园)
摇摇(二)色盲表现 .....	(愿园)
摇摇(三)色盲防治 .....	(愿园)
形态视觉 .....	(愿缘)
摇一、看见物像的因素 .....	(愿远)
摇摇(一)视网膜上一定的光照度 .....	(愿远)
摇摇(二)黄斑部的成像 .....	(愿远)
摇摇(三)视觉的极限角 .....	(愿园)
摇二、深度视知觉 .....	(愿缘)
摇摇(一)两眼单视 .....	(愿缘)
摇摇(二)视觉过程 .....	(愿缘)

摇摇(三)两眼视网膜上成像的差异和视知觉的不对称性 .....	(员缘)
摇摇(四)聚焦和肌肉运动感觉 .....	(员愿)
摇摇(五)运动视差 .....	(员怨)
摇摇(六)周围环境的因素 .....	(员圆)
摇摇(七)大脑的修正作用 .....	(员昀)
摇摇(八)立体视觉与立体盲 .....	(员缘)
摇摇(九)单眼视觉 .....	(员远)
摇三、中央视力与周边视力 .....	(员愿)
摇四、知觉与视知觉 .....	(员圆)
摇摇(一)知觉 .....	(员圆)
摇摇(二)视知觉 .....	(员昀)
摇摇(三)遥远距离的视知觉 .....	(员昀)
视错觉 .....	(员远)
摇一、几何光学错觉 .....	(员愿)
摇摇(一)对比错觉 .....	(员愿)
摇摇(二)高低错觉 .....	(员怨)
摇摇(三)面积错觉 .....	(员圆)
摇摇(四)桑德(奈菲尔)错觉 .....	(员圆)
摇摇(五)移位错觉 .....	(员猿)
摇摇(六)延展与缩短错觉 .....	(员猿)
摇摇(七)角度大小的错觉 .....	(员缘)
摇摇(八)透视错觉 .....	(员远)
摇摇(九)干扰错觉 .....	(员远)
摇摇(十)先入为主错觉 .....	(员昀)
摇摇(十一)分割错觉 .....	(员昀)
摇摇(十二)服装错觉 .....	(员圆)
摇摇(十三)烟斗错觉 .....	(员圆)
摇摇(十四)经验错觉 .....	(员猿)
摇二、回摆现象 .....	(员猿)

摇三、光渗错觉 .....	(员缘)
摇四、残像错觉 .....	(员园)
摇五、星芒错觉 .....	(员园)
摇六、运动错觉 .....	(员园)
摇摇(一)瀑布错觉 .....	(员园)
摇摇(二)似动错觉 .....	(员园)
摇摇(三)游动错觉 .....	(员)
摇七、形重错觉 .....	(员)
摇八、月亮错觉 .....	(员)
像差和光渗现象 .....	(员)
摇一、光学像差 .....	(员)
摇摇(一)球面像差 .....	(员)
摇摇(二)彗形像差 .....	(员)
摇摇(三)像散 .....	(员)
摇摇(四)像场弯曲 .....	(员)
摇摇(五)畸变 .....	(员)
摇摇(六)色像差 .....	(员)
摇二、眼睛的像差 .....	(员)
摇摇(一)眼睛的球差 .....	(员)
摇摇(二)眼睛的彗差 .....	(员)
摇摇(三)眼睛的像散 .....	(员)
摇摇(四)像场弯曲与畸变 .....	(员)
摇摇(五)眼睛的色像差 .....	(员)
摇三、光渗现象 .....	(员)
眼睛与表情 .....	(员)
摇一、概述 .....	(员)
摇二、眼睛表情 .....	(员)
摇摇(一)眼睛是自身的代表 .....	(员)
摇摇(二)一对眼睛 .....	(员)

---

摇摇(三)目光 .....	(页码)
摇摇(四)眼动 .....	(页码)
摇摇(五)瞳孔 .....	(页码)
摇摇(六)眉、睫 .....	(页码)
摇摇(七)眼睑与眼睑运动 .....	(页码)
摇三、眼泪表情 .....	(页码)
摇摇(一)眼泪之峪 .....	(页码)
摇摇(二)一哭有时 .....	(页码)
摇摇(三)性别差异 .....	(页码)
摇摇(四)泪的生理功能与应激反应 .....	(页码)
摇摇(五)喜悦愉快之泪 .....	(页码)
摇摇(六)流泪机制 .....	(页码)
摇摇(七)鳄鱼泪 .....	(页码)
论盲目 .....	(页码)
摇一、盲目的概念 .....	(页码)
摇二、空间定向与盲人的空间定向 .....	(页码)
摇三、盲人的智慧与社会服务 .....	(页码)
摇四、盲目矫治 .....	(页码)

## 引摇摇论

人们常说，“海阔天空”。假如没有眼睛，就不知海与天为何物，更无从领略“阔”与“空”。有眼睛的人都知道：原来，海“阔”却有边；而天“空”，则繁星点点。

动物的行为，是由它们的视觉决定的。螳螂捕蝉，黄雀在后，而弹丸随之。生物的生存竞争，优而胜者，其条件固多，但一双敏锐的眼睛却是先决条件。在印度流传着：“苍蝇、啄木鸟和蛤蟆死了一只大象”的寓言。之所以可能，是它们先设法弄瞎了大象的眼睛，然后引诱它掉入陷阱。我国纳西族也有类似的故事：胆怯易惊的黄毛小兔，竟轻易地杀死了一只吊睛白额大虫。在现实中，南极的寄生鸟贼鸥在攻击海豹时，就是从啄瞎海豹的眼睛开始的。人类在其进化史中，经历了极其漫长艰难的旅程：构树为巢，野处穴居，钻燧取火，师兽知医，尝览百草等等。显然，如果没有一双明快的眼睛则是不堪设想的。

今天，人类自身正在不断地再现与证明这个事实：尽管用脚行走是本能的，但如果没有成人的示范、引导与训练，儿童就可能不会直立走路和具有人的应有个性与习惯。在印度，~~缘元~~缘元年发现的一个怨岁狼孩，仍用四肢走路；~~缘元~~缘元年发现的一个源岁狼孩，尽管离开森林达远年，但由于没有给以最起码的人的教育与训练，他的个性与生活习性（昼伏夜动，吃了就睡，饿了就引颈长嚎，没有语言，用四肢走路，趴伏着睡觉，吃蚂蚁，小鸡，小动物和用舌舔着喝水等）与狼一样；~~缘元~~缘元年发现的一个缘岁满头白发的老狼妇，仍是用手脚着地爬行，表现出十足的狼的兽性。在非洲，~~缘元~~缘元年在塞拉利昂森林中发现的一名女猿

孩，以及 1960 年在乌干达卢韦罗三角地区的森林中发现的 4 岁至 6 岁的男猿孩，他们的行为动作则与猴子一模一样。1960 年发现的一个因被虐待而关在鸡舍里长大的 4 岁英国私生子帕特里克，就只会发出母鸡的咯咯声。而 1957 年在土耳其原始森林发现的一个 15 岁的女老处女茜露，则与她从 4 岁开始便生活于其中并赖以生存的绵羊群的野生习性（爬着行走）相类似。

人的身体是我们的动物祖先在树上生活的约 2000 万年中进化的产物。2000 万年的树上生活的漫长岁月，锻炼出灵长类决定的因素：锐敏的眼睛和灵活的手足分工，并因此而改造了人的外貌<sup>①</sup>。

眼睛，即便在原始社会，已不只是用于注视敌害与寻觅食物，而是愈来愈多地用于观察自然，找出规律，改造环境，征服宇宙。

身体的每一个感官经过世代的演变而进化，视器官则在机体对于辐射能最优良的感受的适应过程锻炼出来。在生物进化史中，眼睛表现从无到有，从简单到复杂，从分散到集中，以及从上皮眼到脑眼的逐步演化程序；从无眼而仅有光感的变形虫到只有一个眼点的原生动物的绿眼虫与海盘车；从由单一上皮细胞构成的单眼蠕虫类到由许多改变的单眼联合复眼的节肢动物、甲壳虫及昆虫；从最原始的单眼视细胞并分散于整个体表的蚯蚓到集中于一处并间以色素的水蛭或被以色素幕的文昌鱼；从无脊椎动物的上皮眼到脊椎动物的脑眼；从仅可以对光明暗作反应的单细胞动物草履虫到知觉方向、感知颜色及第三度空间的脊椎动物，特别是灵长类及人类。

这种从无到有、从分散到集中和从上皮眼到脑眼的视器官的进化演变过程，在我们今天的生活里也还能找到论据，那就是皮肤视觉现象。1950 年 1951 年先后在苏联、美国和波兰发现的 3 个女性能用手指阅读和辨色，被认为是生物进化过程的返

祖现象。

因此，眼睛是长时期“自然选择”的结果，是在外界客观环境的影响下，为争取生存，争取更好地适应客观环境的结果。简而言之，对于动物来说，眼睛即生存。

低等生物的眼睛构造很简单，只是一种感光体，但其作用则与眼睛相似。

在微生物中，还未发现有类似眼器的东西。但有些微生物如钩端螺旋体，呈向光性；有的如变形虫，则是背光性。对光的这种反应，即对光线方向和能量的反应，或可看作是视觉的原始状态。

非脊椎动物除了章鱼和少数几种动物外，都具有由成百上千个小感受器组成的复眼。每个感受器摄下图象的一小部份，当转动复眼时，便可以识别形状、判断距离。

动物之愈高等，它的眼睛进化便愈为完善，视功能也愈为完美。为了最大限度地发挥其功能，眼睛具有灵活的运动装置，两眼具有协同作用。大凡两眼并排地长在头部前面的高级动物，其视野界小，但却有“两眼单视”的能力，故能准确地估计距离。人、灵长类和一些肉食动物，两眼单视，使它们在生活活动中和生存斗争中得到极大的便利。大凡两眼分布在头部两侧的生物，都具有“环视”的能力，视野很大，故在一定程度上弥补了没有两眼单视的缺陷。几无例外，反刍类和蹄类都是这种“环视”生物。兔子和鱼都是具有最好环视能力的动物，它们无须动头，两眼的视野便能前后会合（图 15）。生活在非洲的爬行类避疫的眼睛尤其特别，它们两眼能互无牵制地独自运动以及无抑制地产生各自的有视作用，这在动物中是十分罕见的。

在身体的各个感官中，眼睛既不怕冷又不怕热<sup>②</sup>。人们知道，鸮类是夜间动物，但是在北极地带生活了装卸的白鸮（又名北极鸮），白天也一样很活跃。栖息在东南亚水域的箱鱼中的

猿

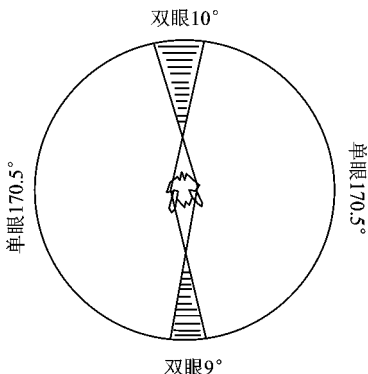


图 员 兔子的回转视野

角膜，能根据落在其上的光流量的强度改变透明度，以适应照度不同的环境：在暗处光全透明，于强光处则变为黄色，成为天然的滤光器。

虽然，眼睛由于适应而进化了，但也有由于“适应”而退化了的。譬如在地下生活的食虫类动物鼯鼠，由于它们世代代没有见过阳光，它们的眼睛随着身体的成长而逐渐变小，最后隐藏于皮肤下面，视力完全退化到只能稍辨别光暗。生活在洞穴中的墨西哥鱼，也呈现出与鼯鼠相同的眼睛演变过程。著名的法国科学幻想小说家儒勒·凡尔纳，在他的《地心游记》小说中描写一个矿物学教授到地下去旅行的时候，在一个地下海里找到了几种已经绝种了的鱼类，这几种鱼类的最特别之点就是都没有眼睛。现在发现，在地下洞穴里和岩洞中不仅找到没有眼睛的盲鱼，也还找到了没有眼睛的盲蛇，以及在海洋深处则生存着盲鱼与盲虾。

眼睛的这种受环境影响而变异（适应）的全部过程，甚至可以在同一个地点（海洋垂直面）展示出来<sup>③</sup>。

浮游于浅海中的低等动物海蜇也是没有眼睛的，其所以能够  
源

看见，是由于同它共生的一种小虾的帮助：“由虾为目，虾动蛇沈”。但这与退化无关，因为它们根本就没有眼睛。

犀牛借助同其共生的犀牛鸟的眼睛而获得锐敏的视力，却又是另一回事，不是因为犀牛没有眼睛，而由于它们非常近视。

与犀牛借助犀牛鸟的眼睛以扩展其眼界是同样情形的还有其他一些动物，如在亚洲腹地的荒漠草原上的鼠鸟同穴。视力极坏的黄鼠，倘若没有同其居住的雪雀或百灵鸟的伴随或先导，它们简直不敢跨越洞门一步。

两只眼睛，是地球上的生物的视器官的普遍形态。

不同的生物，眼睛的生态各不相同，在同类生物中亦可发生种种变异。

在人类，除无眼畸形外，独眼偶亦见之，如 1789 年在意大利、1835 年在荷兰、1871 年在英国和日本、1879 年 1880 年在我国都先后报道过独眼婴儿，他们或为未足月流产死胎，或在出世后不久夭折，但也有活至 18 年的，而保加利亚的考古学家则于 1884 年挖掘出一具独眼成人骸骨。

在动物界，眼睛的数目却有更大的不同。除洞穴水中有无眼鱼外，非洲河流中的“小水鸟”也是无眼的鱼。据传古代怪兽“黑尤”是一眼动物。要是怀孕的母羊误吃了美国爱德华州草地的一种毒草，生下来的就必定是独眼羊羔。比目鱼在幼鱼期是两眼左右对称的，但成鱼后，一侧的眼睛转移到另一侧，使得一边成为盲侧。鳙是具有四眼的鱼，但其实也只长着一对眼睛，只不过是一眼两用罢了，其晶体分为上下两部分，上半扁平适于空气中透视，下半近球状便于水中观察。在南美洲的河流中，有一种“安勃莱不斯”的四眼鱼，亦称囚鱼，它是以前角膜分为上下两半不同曲率并有相应的两个瞳孔，适于水中和空气中两用的。“鲎”是长着四只眼睛（一对复眼和一对单眼）的是海生动物。海星则有五只眼睛。

地球上现存的三眼动物是新西兰岛的楛齿晰，它除了到头两侧的两只眼睛外，在头部背中线的稍后方还有第三只眼睛，称为颅顶眼或顶眼。1894年，美国有一只母山羊产下一只三眼羊羔。究竟是由于误吃了一种毒草所引起，还是一种返祖现象？1953年，我国山西省绛县的一头母牛产下了一头四眼牛犊。在昆虫界，眼睛的变异甚大，有四眼的如水鼓虫与双角蝇，有五眼的如螳螂、蝗虫和蜜蜂，有八眼的如蜘蛛与蜈蚣等。

在故事与神话中，对眼睛的描绘则是离奇莫测。钱彩的《说岳全传》中说岳雷的脑后长着一只眼睛，《封神榜》说申公豹由于反装了头颅，就只背后有眼睛；二郎神是三眼的，土伯也是三眼的；创造文字的苍颉与大菩萨以及守护神雅努斯都有四只眼睛；善良的女佛度母则有七只眼睛；《招魂》说“一夫九首”，大概可以说想木神长着十八只眼睛；天竺创始神歌里竟有一千只眼睛。

近来，有人试图从动物眼睛的神态和表征来区分为肉食类和草食类动物。他们观察到，肉食动物的眼睛表现得凶恶和狰狞，草食类则表现得善良而柔和（见下页图圆）。

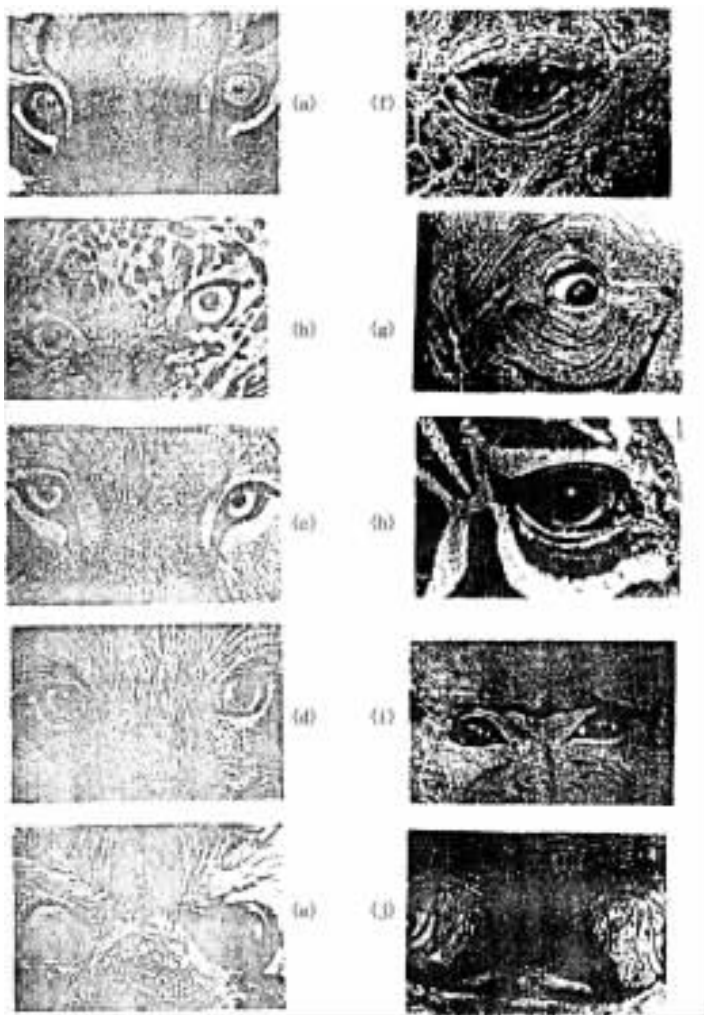


图 圆摇肉食动物与草食动物的眼睛

(葬) 虎摇 (遭) 斑豹摇 (精) 狮摇摇 (凿) 狼摇摇摇 (藻) 猫头鹰  
 (李) 龟摇 (旱) 犀牛摇 (渤) 斑马摇 (蚤) 黑猩猩摇 (躁) 河马