

5-49

WASHE ZHIMI

蛙蛇之谜

天津科学技术出版社

蛙 蛇 之 谜

王 书 荣 著

*

天津科学技术出版社出版

天津市赤峰道124号

天津新华印刷二厂印刷

天津市新华书店发行

*

开本 787×1092毫米 1/32 印张 4.125 字数 85,000

一九八四年二月第一版

一九八四年二月第一次印刷

印数：1—12,500

书号：13212·72 定价：0.43元

内 容 提 要

该书以蛙代表两栖类动物，以蛇代表爬行类动物，来揭示这两类动物的疑谜。

作者用通俗的语言，简炼的文字把两栖、爬行两类动物的身体构造、生理机能、生物化学等方面的科学知识用20个小标题分别加以叙述。内容生动，趣味盎然。

本书对激发青少年读者探索生物奥秘的兴趣颇有裨益，也可做为生物学工作者的参考用书。

目 录

前 言	1
跳跃能手	3
电的鼻祖	8
视觉开端	15
蛙眼观天	22
再生之谜	30
耳听八方	36
奇异本领	42
特殊器官	49
盐腺之谜	56
虚张声势	62
唇枪舌剑	68
化学武器	75
护身甲板	81
飞檐走壁	87
无足而行	93
日光浴术	99
育儿奇观	105
历史遗孤	112
供奉爬虫	118
打开天书	122

前 言

电视机屏上映现出中国女排的拼搏，宇宙飞船从亿万公里外发回电波。你可知道，之所以有今天这个电气化时代，不应该忘记伽伐尼对蛙的研究。在夜空中，红外寻的导弹会自动飞向敌机，一举将其击落。你可知道，蝮蛇也能象导弹一样，在其热定位器引导下猛然扑向田鼠，使之在劫难逃。

本书虽名曰“蛙蛇之谜”，实际上并不只涉及蛙和蛇，而是以蛙代表两栖类，以蛇代表爬行类，来揭示有关这两大类动物的疑谜。有时为了叙述方便，也偶而涉及到一些其他动物。

两栖类是从鱼类演化来的，它的出现是动物进化中的重大事件——脊椎动物登上了陆地。现代两栖类是个大家族，有2300多种，包括蝶螈、鲰、蛙和蟾蜍等。它们当中有侏儒，也有巨人；有跳跃能手，也有短跑和滑翔健将；有的群栖在高山之巅，有的穴居在地下。它们都是幼体生活在水里，成体主要生活在陆地上，是水陆间栖的动物，故名两栖类。

爬行类是从古代两栖类动物演化来的。现代爬行类是个兴旺的家族，有6000种之多。其中包括长寿的龟，笨拙的鳄，敏捷的蛇和灵巧的蜥蜴。此外，在新西兰还生活着一种无亲无眷的活化石——楔齿蜥。爬行动物的皮肤干燥，用肺

呼吸，它们完全摆脱水环境的控制，是真正的陆生脊椎动物。以后，又从古代爬行动物演化出鸟类和哺乳类动物，最后才出现了人类——地球的主宰。

由于两栖类和爬行类在动物进化中占有特殊的地位，即：两栖类是动物由水生到陆生的过渡阶段；爬行类是最早适应陆上生活的脊椎动物。因此这两类动物在身体构造、生理机能、动作行为和生物化学等方面，受到科学家们的普遍重视和深入研究。从而，这两类动物的秘密也就不断被揭示出来。这本小册子力图通过对这两类动物的介绍，激发人们探索生物奥秘的兴趣，以利改造自然，利用自然，向自然索取。

跳 跃 能 手

蛙以跳跃著称，其最著名者当推马可·吐温笔下之蛙。一百多年前，在美国内华达州弗吉尼亚市有位新闻记者，名叫克莱曼斯，他于1861年杜撰了一篇小说“著名的卡拉沃洛斯郡之蛙”，并把它投给纽约一家报纸，署名马可·吐温。不久，这篇文章及其作者便遐迩闻名，妇孺皆知了。

这篇故事的主人翁是赌徒斯迈勒和他训练出来的跳跃能手，名叫韦勃斯特的青蛙。这只训练有素的蛙蹦得高，跳得远，捕起飞蝇来也能百发百中。于是，斯迈勒就想用它来捞一把钱财。一天，他带着蛙到城里与人打赌，说他的蛙比卡郡的任何一只都跳得远。结果他却输了。因为对手略施小计，给斯迈勒的蛙灌了一肚子铅丸，使它沉甸甸的无法动弹。

为了纪念马可·吐温的这篇故事，美国每年都要在加利福尼亚州卡拉沃斯郡举行一次赛蛙大会，每次都有两三千只经过训练的蛙参加。在南非的开普敦，每年还举行蛙奥林匹克运动会。这是全世界仅有的两个蛙运动会，它们是有关蛙跳跃的惊人故事的出处。据说，蛙的跳远成绩已接近6米。在最近的一次蛙运动会上，还有蛙驾驶微型摩托车的比赛项目。

蛙的前腿短小，主要用来支持头和胸，也能在跳起着地

时吸收冲击力。在休息状态下，蛙的前腿撑在地上，后腿卷曲，以随时准备起跳。后腿长大健壮，有四个关节，跳跃能力很强(图1)。在湖南武陵山中生活着一种珍奇的小动物，

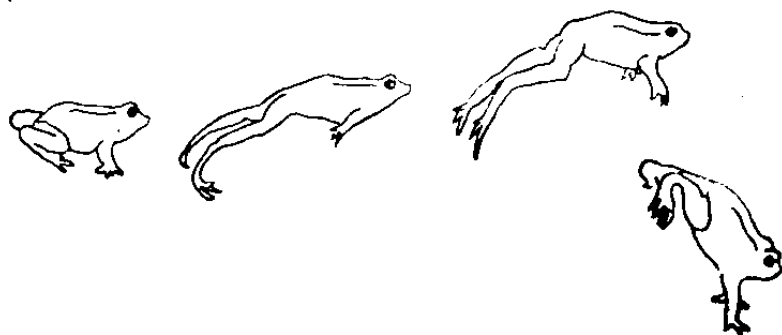


图1 蛙的跳跃

体长20厘米，皮肤黑褐色，叫岩棒蛙。在被追捕时，它可一纵2米多远。一般来说，蛙可跳20多厘米高，约为体长的3倍；可跳1米多远，是体长的12倍左右。实际上，蛙有更大的跳跃力。一次，在我们实验室跑了一只小青蛙，身长只有4厘米，但第二天却出现在30厘米高的塑料桶水中。作者把它释放后，将两只完全一样的塑料桶（一桶内有水）并排放在地上。第二天一看，那只小青蛙正在桶内水里撒欢呢。看来，青蛙不仅蹦得高，跳得远，还能准确“命中”目标。

蛙类中真正的跳跃冠军恐怕要算非洲的一种“侏儒”蛙了。因为它平时隐居在沼泽植物白星海芋花朵里，故名白星海芋蛙。这种蛙的个头很小，身长只有2.5厘米，体色也与花色相配，所以隐藏在花里很不显眼。昆虫哪知花中有伏兵，当循花香飞来采蜜时，蛙舌便风驰电掣般弹射出去，小虫瞬间销声敛迹——懵头懵脑葬身于蛙腹。白星海芋蛙一旦受到惊扰，也会象弹舌那样迅速跳开。它这一跳，可蹦起40—50厘米高，跳出60多厘米远。这真可谓蛙中之杰了。此外，这种蛙的“手指”和“脚趾”上有圆的“吸盘”。在跳出花朵

后，只要能触及到草叶或枝条，就会附着上面不致摔下来，而且还能敏捷地旋转到枝条的另一面，看起来好象突然消失在空中。与此相反，蟾蜍在跳跃方面很不在行，它一般是作爬行(图2)，有时也可作小的跳跃。有一种蟾蜍和白星海芋蛙的个头差不多，样子似乎笨拙，只能跳2厘米多远。但它

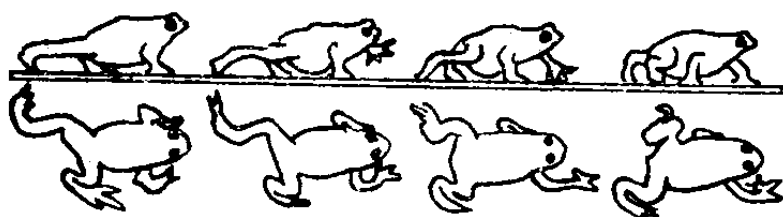


图2 蟾蜍的爬行

却有另一番功夫，跑起来象老鼠那样快，任何蛙都望尘莫及。

蛙的大腿是游泳“推进器”。它们把蹼足猛然向后弹踢，便能使蛙快速游泳。人的蛙泳就是模仿了蛙的游泳动作。青蛙常常表现出一种悠然自得的姿势，就是把身体悬浮在水里，四肢伸开，只将眼睛和鼻孔露出水面。当它改变成游泳姿势时，先是猛然向后一推，然后向下一潜，再把身体一斜就畅游而去。因此，无论在陆地或水中，蛙的大腿对蛙来说是性命攸关的。但它也为人类作出了巨大牺牲：由于蛙腿“田鸡肉”的美味，致使人们成千上万地捕杀青蛙。

当人们给蛙以电击就能促使它起跳，若同时触发电影摄影机，便能拍下蛙的整个跳跃过程。从电影记录上看，当蛙起跳时，它先把眼睛缩回，闭上第三眼睑（又叫瞬膜）；跳起后，两前肢自由地悬在体侧，两腿伸直，当它入水或着陆前，才象潜水员那样把两臂向前伸过头顶如图1。它的整个

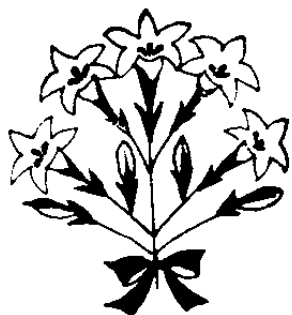
跳跃过程用的时间不到1秒钟。蛙的跳跃有着高度的准确性。例如，在50厘米高的饲养箱顶部做个10厘米×5厘米大小的孔，林蛙能准确地跳进去。一些树蛙只有在跳跃末尾能落到枝叶上时才起跳。这表明蛙有很好的计算和瞄准系统。

一般说来，蛙是跳起捕食的。如果它的眼前同时有几个食物目标出现，蛙就要观察和“思考”一阵子才能决定到底捕哪个。一旦决定了，就猛然跳起，双眼紧闭，直射向猎物。就在捕捉前的一霎那，蛙才睁开眼睛，并向前伸“手”弹舌。整个捕食动作只用0.3秒钟，而且十拿九稳。有趣的是，若在蛙刚要起跳捕食前的瞬间，把食物目标拿开，它仍按部就班地完成捕食动作：猛捕，吞食，清嘴。虽然实际上它什么也没吃到，但仍有上述动作。看来，它对于每个生而俱有的动作，都在脑里有相应的预先编好程序的“印刷”神经元线路，若其一旦被天然或人工刺激所触发，先天动作就会不停地自动进行下去。

以前人们认为，蛙和蟾蜍都是生来不学习的，只依靠本能动作对外界刺激发生固定形式的反应。事实上，它们都有一定的学习能力，而且蟾蜍还显得比蛙聪明些。如果用线吊着一只盗蝇（一种凶猛的蝇子，能捕食蜜蜂和黄蜂），在饥肠辘辘的小蟾蜍面前抖动，蟾蜍就会捕而食之；若换成样子与盗蝇差不多的野蜂，蟾蜍会照样去捕食，但这回却挨了蜂蜇。吃一蜇长一智，无知的小蟾蜍便学了些生活经验——若再抖动盗蝇，即使毫无受蜇之虞，小蟾蜍还是赶紧把头压下，举起前腿作防卫姿势。但若把蝇子换成蜻蜓，它又会毫不犹豫地捕上去吞食。如果每天在一定时间一定地点喂蟾蜍，不久它就学会按时来喂食地点进餐。有趣的是，经过训

练的蛙和蟾蜍已成为一些马戏团的名角。它们能象猴子那样灵活地荡秋千，玩吊环和爬绳。眼看就要掉下去了，只伸腿一钩，便化险为夷了。

实际上，几乎所有有腿的动物都有一定的跳跃能力，但能算得上跳跃能手的只有蛙、袋鼠、蝗虫和跳蚤等几类动物。袋鼠能跳2.4米高，8米远，但若与其身长相比，还不及蛙的跳跃能力大。动物界的真正跳跃冠军要算跳蚤了，它跳的高度和距离竟分别是身长的100倍和200倍。如果人有如此大的跳力，一纵身便上了一百多米高的摩天楼。



电 的 鼻 祖

电灯给人以光明，电视给人以欢乐；电气机车载人日行千里，宇宙飞船上也有电在工作。电，既是一种能量形式，又是一种通信手段，因而是现代社会文明的物质基础。

但你可知道，人类利用电竟是从研究青蛙腿的生物电开始的。

当然，证明自然界中存在电的事实却很早。两千多年前，希腊人就懂得用琥珀与毛皮摩擦生电。在现代科学中，“电子”这个词就是从希腊文“琥珀”译过来的。后来，人们又发现用玻璃摩擦绸缎也能生电，并认为这两种方法产生的电“流体”不同。1672年，第一台摩擦电机问世，从此可生产出大量电“流体”。差不多又过了一百年，科学家才懂得把电贮存在莱顿瓶中。这是一种用锡箔或其他金属部分覆盖其内外表面的玻璃瓶，可充当电容器或聚电器。这时，美国著名科学家富兰克林提出，自然界只有一种电“流体”，摩擦使一个物体带的电“流体”过剩，另个物体带的则不足。他还主张，大气电（闪电）和摩擦产生的电相同。法国物理学家库仑证明，带电物体相互吸引或排斥，其作用力与它们之间距离的平方成反比。但在伽伐尼和伏打之前，任何人都没办法产生出连续的电流。

另一方面，关于生物电也早就有了记载。例如，有人叙述过电鳐的“震击”，电鲛和电鳗的专门发电器官。后来又发现，用静电机产生的电来刺激肌肉或其神经，能使肌肉抽动。所以生物学家们开始怀疑“神经流体”或“动物活气”在神经管中流动，并参与肌肉收缩的假定，转而认为所有神经功能可能具有电的性质。意大利产科医生兼解剖学家伽伐尼也持有这种观点，并用实验来证实电和“神经流体”是一个东西。从1790年开始，他在这方面做了三个实验，证实动物体中存在着生物电，从而取得了科学上的重大突破。从此，人类社会的电气化时代开始了。

一天，伽伐尼及其助手把蛙解剖好，放在有摩擦发电机的桌上做实验。他偶然观察到，在解剖刀尖触着蛙坐骨神经的情况下，只要发电机一打火花，蛙腿就要动弹一下(图3)。如果手持骨质刀柄，便不出现这种反应。若手触刀片，一打火花蛙腿又会抽动。现在看来，这并不证明生物电的存在，而是由静电机、蛙、人和地所成回路中的静电感应所致。但这个实验却促使伽伐尼想知道，大气电是否也引起这类反应。在雷雨天气，



图3 进行生物电研究用的蛙神经肌肉标本

他把与房屋绝缘的铁丝从高处引下来（要用更高的导线避雷），与蛙腿连接在一起，发现每当有闪电时，蛙腿都强烈收缩，而且收缩发生在雷鸣之前。在做这些实验期间，伽伐尼还观察到一个现象：当他把解剖好的蛙用铜丝钩住脊髓，放在吊花盆周围的铁丝网篮中，即使在晴天有时也能观察到蛙腿发生收缩。伽伐尼原以为这是大气电的影响，便着手研究大气电变化与蛙腿收缩之间的关系。但多次观察都毫无结果，在“山穷水尽疑无路”时，将铜钩按下触着铁网，却是“柳暗花明又一村”——蛙腿动弹了。这一下又使伽伐尼受到鼓舞，他试着把各种金属配成对子，将蛙的脊髓与腿肌连起来，发现各种双金属弧引起肌肉收缩强弱有别；但是不导电的玻璃和木头则没有这种作用。于是他认为，连接神经和肌肉的金属把肌肉中的“动物电”放了出来，从而引起肌肉的收缩。在这个过程中，神经和肌肉起莱顿瓶内外导体的作用(图4)。以后我们会看到，这是伽伐尼犯的一个大错误。

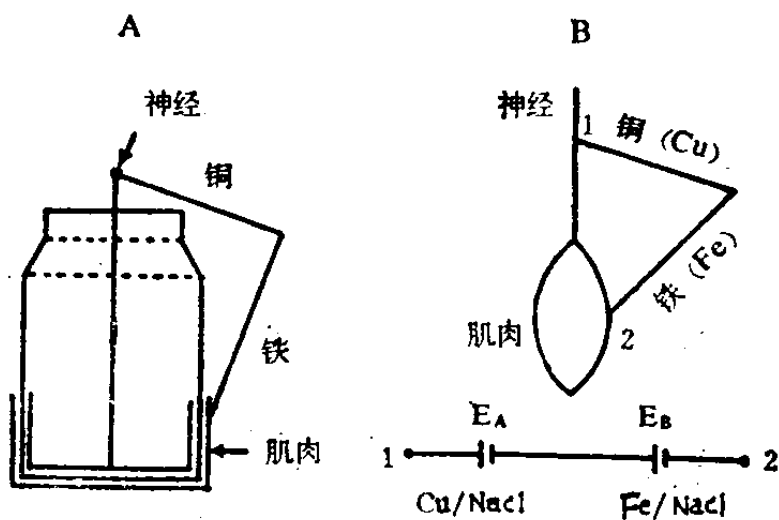


图4 伽伐尼用莱顿瓶解释肌肉收缩 (A)，
实际上肌肉收缩是两个半电池产生的电
压刺激所致 (B)。

毫无疑问，伽伐尼的实验震动了科学界，一阵“动物电”狂热随之而起。在凡能抓到青蛙的地方，不管是科学家还是门外汉都争相做实验，甚至在群众集会上也把伽伐尼实验表演一番。这确实是青蛙大倒其霉的日子。有位生理学家兼物理学家的意大利人叫伏打，起初他也相信伽伐尼对蛙腿收缩的解释——神经—肌肉莱顿瓶放电，但不久他就有了自己的独特见解。因为他发现肌肉收缩的重要条件是，要有两种金属在一端相连，其余两个自由端接触神经和肌肉；如果只用一种金属把神经与肌肉连接起来，肌肉就不发生收缩。而且他还发现，双金属弧不一定要同时接触神经和肌肉，只接触一条神经的两部分，或两块肌肉，或同一肌肉的两点，也都能引起蛙腿抽动。因此伏打相信，刺激神经的电源仅仅是“两种金属的接触”。他把铜币放在舌头上，将银币置于舌下，每当这两个硬币在舌侧接触时，都产生味道感，这是舌头受电刺激所致。后来，伏打把银板和锌板压在一起构成金属（电极）对，几十对金属板以相同顺序重叠起来，当中夹以电解质溶液（例如硷水或盐水等），这就构成最早的伏打电池。有趣的是，伏打认为他的装置类似电鳐和电鳗的天然电器官，而不象莱顿瓶，因而他将其命名为“人造电器官”。在伏打的银锌电池中，电压可达1.56伏，与目前最好的银锌电池（1.86伏）差不多。但是，伏打认为两种金属接触就能产生电，这种对电池工作原理的解释是错误的。现在我们知道，在电极和电解质界面上产生电动势，它被称为半电池电位；两个半电池电位之间的差，就是伏打电池的电压。用伏打电池可得到连续的电流，从而开辟了应用电的时代。在伽伐尼的第二个实验中，也是由两个半电池的电压刺激了神经。

如果把蛙神经和肌肉的组织液看作0.6%盐溶液，铜和铁电极之间的电位差为450毫伏，足以引起青蛙神经兴奋。

伏打的实验结论是，伽伐尼并没有发现“动物电”，使蛙腿动作的是“金属电”。这一打击对伽伐尼来说确乎非同小可，使他好久翻不过身来。但伽伐尼仍然坚信“动物电”，并着手进行他的第三个实验。在这个实验中，他把蛙的这条腿的坐骨神经搭在那条腿的肌肉上，那条腿的肌肉便产生强烈收缩。不用金属也能引起肌肉收缩，表明生物电确实存在于动物体中。

我们现在知道，活组织的损伤部位相对完好区域呈现负电性，这种电位差叫损伤电位，一般有50毫伏左右。把神经搭在有损伤区和完好区的肌肉上，它就受到损伤电位的刺激，使被其支配的肌肉发生收缩（图5.A）。这是后来由诺伯里证明的。他把蛙的头砍掉，剥皮，然后将蛙脚放在盛有盐水的玻璃杯中，把躯干浸入另一杯盐溶液中；当用湿棉线把两杯溶液连接起来，蛙的肌肉就发生收缩。显然，在这个系统中没有金属导线，所以肌肉的收缩由“动物电”刺激所致。诺伯里还把一些剥制好的青蛙串连起来，即把后面蛙的躯干放在前面蛙的腿上，这就构成了蛙“伏打电池组”。他用当时发明不久的电流计进行的测量表明，串连起来的蛙越多，得到的损伤电池就越大。这是人们首次用物理仪器演示出生物电流的存在。

后来，伽伐尼的同胞麦狄西把活动物的肌肉损伤，将蛙腿神经插入伤口，当神经跨接损伤和完好区域时，它所支配的肌肉就猛烈收缩。他不仅证实了生物电位，而且还做出了重要的新发现——在骨骼肌收缩前有动作电位出现。他的实

验是这样的：把从蛙脊髓到腿肌的神经剥离出来，然后把它搭在用同法剥制的另只蛙的腿肌上；用伏打电池刺激后者的神经，两只蛙的腿便会相继收缩（图5.B）。这表明有电变化在神经和肌肉纤维中传播。这种传播开来的电位表示纤维的

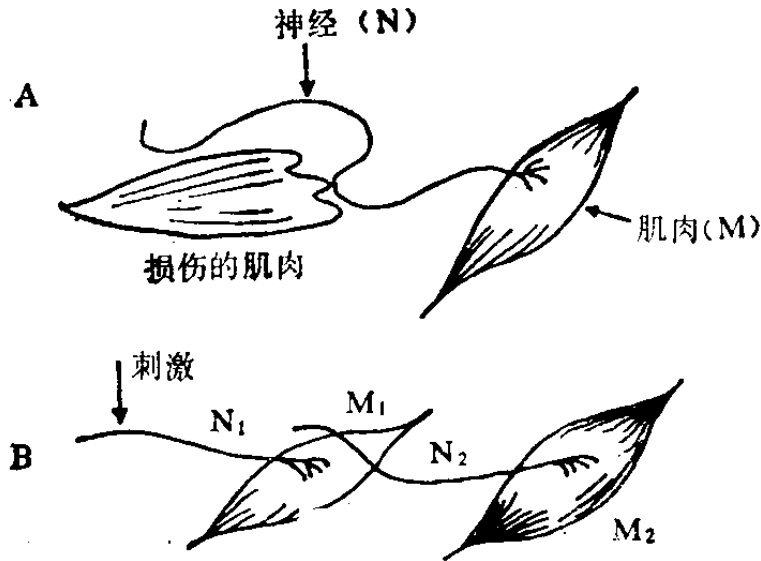


图5 损伤电位（A）和动作电位（B）的证实

活动，故后来被叫做动作电位；有时也称之为峰电位，因其在示波器屏上显示为峰样的偏转。神经纤维的峰电位又叫做神经脉冲，一般幅度为90—100毫伏，传播速度在每秒1—100米之间。如果我们把神经比作人和动物体内的“电报线”，那么神经脉冲就是在其中传递的“莫尔斯电码”。生物通过神经系统了解周围环境情况，并指令身体做出适当反应。这样，它们才能在不断变化着的环境中更好地生存。

自从蛙神经肌肉标本的生物电得到证实后，科学家们又陆续在各种生物的不同器官和组织中发现了生物电现象。可以说，凡有生物的地方就有电的变化。目前，由于电子仪器和微电极技术的发展，记录和分析生物电信号已形成生理学的一个重要分支——电生理学。神经生理学、神经解剖学和