



施志远 编著

动物预报 地震的 奥秘

科学普及出版社

动物预报地震的奥秘

施志远 编著

科学普及出版社

内 容 提 要

动物生活在大自然中，其对地震的感知能力远远超过人类，因而在震前就能做出种种反应，以逃避灾难。这就向人类发出了预警。

本书结合典型震例，对震前多种动物的大量异常现象做了理论分析和推测，揭示了动物预报地震的奥秘，以便探索科学的预报地震方法，藉以研制更有效的测震仪器。本书理论分析深入浅出，文字通俗易懂，对震前动物异常现象的描述形象生动，读者可从浓厚的兴趣中获得丰富的地震知识。

本书可供广大读者阅读。

(京)新登字 026 号

动物预报地震的奥秘

施志远 编著

责任编辑：关 兵

封面设计：范惠民

技术设计：王守祯

*

科学普及出版社出版(北京海淀区白石桥路 32 号)

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

国防科工委印刷厂印刷

*

开本：787×1092 毫米 1/32 印张：3.25 字数：72 千字

1993 年 3 月第 1 版 1993 年 3 月第 1 次印刷

印数：1—3000 册 定价：2.80 元

ISBN 7-110-02595-0/P·25

序 言

动物是生活在大自然里,为了适应大自然的变化、生存下去,大地震来临之前,它们抢先于人而逃之夭夭,这也许正是由于它们具有先觉于人的对地震的感知能力。有关地震前动物的行为异常现象,古今中外早就有所记载。近30年来,我国相继发生了多次强烈地震,大量的调查资料和实际的观测资料都充分地证实,动物的某些行为异常与地震之间有一定的统计关系,确是一种临震前兆现象。在1975年辽宁省海城7.3级地震和1976年四川省松潘7.2级地震的预报中,动物的行为异常现象起到了一定的作用。1976年唐山7.8级大地震,虽未作出临震预报,但大震前的一些动物行为异常现象拯救了某些目睹者的生命。这些事实进一步引起了人们的关注,展示出动物行为异常现象在临震预报中的意义,并已成为我国地方地震工作中的一个重要组成部分。

随着地震预报研究工作的不断发展,对地震前动物的行为异常现象及其机理的认识也在不断地深化。我国和国外先后出版了几本有关动物与地震的科普著作。这些著作从不同的角度和层次论述并分析了地震前的动物行为异常现象及其可能的机理,各具特色。这些著作中对地震前动物行为异常机理的探讨,主要侧重于不同的动物对地震前可能出现的某些地球物理和地球化学因素变化的感觉能力的比较分析。这无疑对阐明地震前动物行为异常机理和促进动物预报地震的深入发展具有重要的意义。

本书作者在前人著作的基础上，搜集和参阅大量的其他有关文献资料，进行多年的潜心研讨，逐步形成了自己独特的学术见解。本书由“天体-地球-生物圈”相关性的系统学观点，揭示和论述地震前动物行为异常的机理，具有自己的特色和创新。

本书深入浅出，文笔流畅，并配有必要的插图，向人们展示了自然界中诸多奥妙的一个侧面。可供广大科学爱好者和广大地震工作者，以及有志于地震预报研究的同志阅读，从中得到启迪，有益于宣传和普及抗御地震灾害的知识。但是还须看到，由于地震预报，尤其是地震前动物行为异常的机理尚在探索之中，难免存在一定的局限性。相信随着地震科学的不断发展，人们认识的逐步深化，本书中的一些学术见解也会得到逐步完善。

蒋锦昌

1991年1月18日于北京中关村

目 录

序言	蒋锦昌
一、动物与地震	1
(一)地震的危害及其主要特点	1
(二)动物能预报地震	8
(三)动物震前的异常现象的记载与观察	11
二、震前的声发射及其他前兆性理-化因子	16
(一)地震的前兆性理-化因子	16
(二)震前声发射	17
三、动物地震前行为异常的奥秘	26
(一)震前动物行为异常的几种可能性	26
(二)动物位听系统与前兆行为的关系	29
1. 动物位听系统的特点	29
2. 前兆性声发射对动物的作用	47
3. “天-地-生”相关性与动物行为异常	55
(1)天文因素与地球重力因素	55
(2)大气层与地震前兆	59
(3)电离层与动物异常	63
(4)震前重力异常对动物行为的影响	72
① 重力异常与地震及与动物行为的关系	72
② 从鸟类的特点看重力场的意义	79
③ 震前重力异常与动物位听系统	84
④ “天-地-生”相关性与地震前动物行为变异	87

四、启示	91
(一)对异常动物的设点饲养观察.....	91
(二)测定动物内脏的固有频率监测震前声发射.....	92
(三)综合其他监测结果评价动物异常的真伪.....	93
(四)仿位听系统的特点试制整合式地震仪.....	94
主要参考文献	96

一、动物与地震

(一)地震的危害及其主要特点

众所周知，地球上每年要发生几百万次地震，人可感觉到的3级以上的地震就有15万次之多。最近80年来发生的7级以上地震已有1900余次。每年发生在大陆上的地震虽然只占全球地震的15%，但给人类造成的损失却占全球地震造成的损失85%。本世纪以来，据全世界10次破坏性最大的地震损失统计，人口死亡达150余万，直接经济损失达500多亿美元，受灾面积也有数十万平方公里。我国的近邻日本、苏联都是地震多发国家，苏联地震活动区（主要是南方和远东）平均2~3年就发生一次6.5级以上的地震。我国是世界上最主要的大陆震区，位于两个地震带之间，是一个多地震的国家。自1966年邢台地震以来（至1986年止），已发生了22次7级以上的大地震，初步统计，受灾面积达百万平方公里，死伤不下50万人（不含台湾省）。仅唐山地震，粗算的经济损失就达100亿元左右（人民币）。我国台湾省的地震格外频繁，由于它位于世界最大和最活跃的环太平洋地震带上，平均每天就有两次有感地震（震级为3级以上）发生。从1879年到1974年，灾害性地震共达78次，平均每年1次。地震给我国和世界人民带来了极其严重的灾难，造成了极其巨大的威胁。例如，1906年美国大地震，摧毁了

旧金山市。1985年9月19日墨西哥大地震(8.1级)，据初步统计，死伤人数有2万多，经济损失达50亿美元。因此，加深对地震的了解，研究地震的理论以及各种抗震、测震、预报地震的方法、手段和理论便非常必要和迫切了。

由于地震是全球性的灾难，地震学也就相应地成为国际性的科学，全世界都在对之进行深入系统的研究，探寻地震的规律，以减低它对人类的危害程度。

地震是地球表面的震动，包括大陆和海洋。地震在海洋中爆发时对人类影响较小，在陆地爆发则影响较大。大陆地壳通常分为两层，上层为花岗岩层，下层为玄武岩层。大陆地壳总厚度约在30~70公里之间，平原地区一般在35公里左右，这与地球半径——6371公里相比是很小的数值。有意义的是，地球表面永远是在不停地运动着，不过有时表现得激烈，有时表现为迟缓状。地震主要是地球内部理化变化导致地下岩石构造(板块)活动形成的构造地震，或者由于火山爆发而产生的火山地震。前者对人类的破坏性可能很大，影响范围也可能很广，后者一般强度较小，波及面也不大，当然，也会有例外。而所谓塌陷地震出现几率极小，影响也就不大。

为了便于讨论，我们常将地震划分为地方震、近震和远震三类。所谓地方震是指地震从震中(垂直于震源的地表处)起计算，其半径(距离)小于100公里者；近震是指从震中起，地震距小于1000公里者；当震中距超过1000公里时，人们称记录到的地震为远震。另外，人们还划分了浅源震、中源震、深源震的标准；地震源浅于70公里的地震为浅源地震；地震源深度在70公里至300公里之间的地震为中源地震；

地震源深度超过 300 公里的地震为深源地震。一般的地震都是浅源性地震，但南美的安第斯、汤加群岛、萨摩亚、新赫布里底山脉、日本海、印度尼西亚和加勒比的列斯等地区却是深源地震，这类地区有深海沟，少数深震源深度可达 700 公里(包括海洋海水深度)。在远离太平洋地区的兴都库什、罗马尼亚、爱琴海和西班牙也发生一些中源地震和深源地震。

现代地震学者认为，地震前兆异常持续时间不仅随震级增大而增大，而且随震中距的增大而减小。也就是，震级越大，异常时间越长，离震中越近，异常出现得越早。公式为

$$\lg T = 0.72(M - 1) - \lg R$$

(R = 震中距 M = 震级 T = 时间)

对于地震强弱的计量，近代一般采用对地震标定震级的办法表示。最初它是由美国学者查尔斯·F·里克特 (Charles F Richter) 等创立的。震级与受震的区域、时间等变量相关。尽管震级是一个学术性较强的概念，但通常还是按照地震本身的强度，半人为地制定相应的等级标度。用震级来表示地震的强度很方便，现已广为人知了，它和地震释放出来的能量呈正相关。目前常用的震级为 M_s ，即国际地震中心 (ISC) 制定的震级 (M_s)，是 1967 年国际地震学和地球内部物理学联合会建议，在测定浅于 50 公里的地震的面波震级时，使用瓦尼克等人的 (1962 年) 公式 (布拉格公式) 来计算的。

$$M_s = \lg(A/T)_{\max} + 1.66 \lg \Delta - 3.3$$

式中 $(A/T)_{\max}$ 是周期 T 为 20 ± 3 秒的瑞利波水平向振幅 (以微米为单位) 与相应周期 A (以秒为单位) 之比的最大

值(两水平向的合成值), Δ 为震中距(度为单位), 取 $20^{\circ} \sim 160^{\circ}$ 范围。

震级还以放大倍率为 2800 倍、周期为 0.8 秒、阻尼系数为 0.8 的地震仪在离震中 100 公里处记下振幅为 1 微米的地震作为零级地震标准(约相当于放出能量 10^{12} 尔格), 再按公式推算出各级震级, 每增大 1 级震级约相当地震能量增大 33 倍, 见表 1。

表 1

震 级	能 量	震 级	能 量
0	1×10^{12} 尔格	7	2×10^{22} 尔格
1	2×10^{13} 尔格	8	6×10^{23} 尔格
2.5	4×10^{15} 尔格	8.5	4×10^{24} 尔格
5	2×10^{19} 尔格	8.9	1×10^{25} 尔格
6	6×10^{20} 尔格		

通常 3 级以上的地震易被初级地震台网记录到; 3 级以上均易被人感觉到, 所以又称有感地震; 5 级以上地震容易给人类造成伤害; 6 级以上一般称为灾害性地震。

为了比较所受地震影响的大小, 人们还制定了一种标度, 即地震烈度。它与震源的远近、地质状况有关, 与地震本身的强度(即“震级”)不成正比。关于震级和烈度的关系可以用炸药爆炸作比喻: 炸药量相当于震级, 炸坏的程度大小相当于烈度, 爆炸中心破坏性大, 烈度高, 远处破坏性小, 烈度低。当前国际上较通用的地震烈度分为 12 度, 见表 2。

表 2

地震烈度	主 要 标 志
I 无感	只有用仪器才能记出
II 很弱	在完全静止中才感觉到
III 弱	类似马车驰过的震动
IV 中度	地板、器皿发出响声；类似载重卡车疾驰而过
V 相当强	室内震动较强，个别窗玻璃破裂
VI 强	书籍、器皿翻落；灰泥裂开；轻的家具受震移动
VII 很强	旧房屋显著破坏；井中水位变化；土石有时崩落
VIII 破坏	人难站住；房屋多有破坏；人畜有伤亡
IX 毁坏	大多数房屋倾倒破坏
X 毁灭	坚固建筑也遭破坏；大地变形，管道破裂，土石大量崩滑
XI 灾难	地面发生大断裂，景观改变
XII 大灾难	地形强烈改变，所有建筑物严重毁坏，动植物遭毁灭

地震与人口稠密区还有一种特别的相关性。以中国为例，中国国土的 1/3，大城市（百万人以上）的 60% 处于地震活动带内。诸如华北的北京-天津-唐山-张家口这一人口密集的地带正好位于张家口-渤海的北西西向地震带上，这一带历史上已发生过 7 次造成严重破坏的地震。陇海铁路沿线的人口密集带，西安-郑州-连云港，同时也是一个强震带，先后发生过关中 8.0 级、郾城 8.5 级、菏泽 7.0 级、连云港东 6.8 级等强震，是一个潜在的地震危险地带。又如山西省的城市几乎全部建立在沿着汾河和桑乾河的一系列山间盆地

里，这一条北北东向伸展的城市密集带，正是新构造活动强烈的地堑带，也是历史上地震频度最高的地震带。北东向展布的河北平原的两侧，沿京汉和津浦铁路是城镇密集带，同样它也是地震活动较强的地带。

又如，长江中下游和淮河流域是我国第二个城镇密集带，这一地带历史上虽然没有7级地震的记录，但6级左右的地震还是频繁的，加上震源一般很浅，建筑物抗震能力较差，所以就连5.5级的地震也可造成相当规模的震害。1974年苏南溧阳5.5级地震，就造成过2万间房屋被破坏的现象。

东北城镇人口集中在辽南和哈尔滨—大连铁路沿线，同样那里也是6级左右地震活跃的地带。

而闽南粤东潮汕地区是东南沿海城镇人口很密的地区，而那里也恰恰是面对台湾地震较多、较强的地震带，历史上发生过多次震级为 $M_s \geq 7$ 的地震。

中国西部地震区的东边缘是一个很突出的地震密集带，从银川盆地向南，经甘东南川西高原，沿横断山脉经云贵至越南红河，它是横跨在东经 $150^\circ \sim 98^\circ$ 之间的一个南北向的地带，被称之为南北地震带，历史上发生过大量的 $M_s \geq 6$ 地震，包括众多的7级乃至8.6级的强震。这一地带正好是西部高原区和东部低山平原区的过渡地带，也正是东部人口密集区的西部边缘带，所以城镇人口还是比较多的。虽然区域性的人口平均密度较低，但由于受高山大川的限制，城镇人口更加集中在大大小小的山间盆地以内，而那里又恰恰是活动断裂差异运动显著的地带或地段，是易于发生地震的地段，所以震灾还是较严重的。例如川西高原区人口平均密度是0.3人/平方公里，可是1973年炉霍7.6级地震时竟造

成了县城严重破坏和 3000 余人的死亡，原因就是那里的城镇几乎就建设在十分活跃的鲜水河断裂带上。

青藏高原的北缘河西走廊是古代丝绸之路上城镇最多的一段，同时又集中在几个盆地内，而每个盆地历史上都发生过震级在 $M_s \geq 7$ 的地震，加之那里的建筑地基都是广布松散的黄土，所以，震灾可达非常严重的程度，1920 年海原 8.6 级地震在人口密度较低地区竟造成 20 万人的死亡。银川盆地的情况也与此类似。

新疆城镇集中在天山南北两侧和南疆的喀什地区，那里也恰恰是强震活动带。西藏和青海城镇相对集中在其靠近南北地震带西缘的东部，那里的城镇也是沿着受活动断裂控制的大河建设的。

正是因为地震对人类生存危害的可能性最大、最密切，大量的动物也分布、栖息在地震活动带内，与人类相伴。因此，研究动物地震前兆反应的规律，来作短期临震预报，就格外有意义。

准确地预报地震可少受损失。

由于地震是地壳的一种(物质)运动形式，它在运动(孕震、发震)中所产生的物理、化学方面的变化，必然或迟或早地向人们发出或多或少的信息。有的成为事后的经验教训加以记取，有的作为前兆提请人们警惕、预防。地震，特别是一些灾害性的大地震，总有一个孕震过程，应力也有一个释放过程，就像高等动物怀孕之初，是会有一些征兆显露出来的。人们正是根据那些先兆性的东西(信息)——地声的出现、重力异常、电离层变化、电磁变化、地气(味)变化、地下水位变化等等的理化因子，借助各种仪器设备、运用一

定的理论知识、来分析、综合，判断震情的有无和震级的大小，尽可能准确地预报地震，使震区的居民事先做好准备，减少地震可能带来的人员伤亡和财产的损失。动物却是因为地球出现的地震前兆性变异或早或迟或强或弱地改变了它们生活的环境，从而对之作出各种回答性或适应性行为反应。人们对震前动物骚动的关注也是为了增加预报地震的手段和方法，提高预报的质量，尤其对于短临期预报。

大凡外界的事物作用(刺激)于动物后，动物就会以某种特定的状态来作出相应的回答。动物对外界刺激良好而敏锐地进行反应，是为了在生存竞争中取胜，为了物种更好地繁衍、保存。

许多动物凭着它们自身的、与人类不同的解剖构造、生理功能、心理特点，依着各自独特的栖居、活动地点出现的各种(展布在整个地球背景上的)理化信息，主要依靠它们的距离分析器——眼、耳(平衡器官)、鼻、肤等，先于人得知地震是否将发生，从而在震前产生各种异于常态的行为(主要是逃避行为，以及伴随着的惊恐、痴呆等表征)，也就是地震前兆(理化-因子)的生物效应。(当然人类也有个别的人先于一般人“预感”到地震前出现的理化前兆而产生生理-心理上的不适)从而在临震前作出反应，有的甚至能主动防范。

(二) 动物能预报地震

大地震是自然界投给人类的惨重的灾难之一，它几乎不可抗拒。曾几何时，有无数人、成为地震受害者，然而，各种动物又在大地震到来之前，用它们的种种行为拼命地给人类

鸣警：成群的鸡惊飞、上树；许多马挣脱缰绳、圈栏的束缚狂奔怪叫；大片的鸽子倾巢冲天而飞，满塘的鱼儿跃出水面，倒立打旋；飞虫们莫名其妙地遮天蔽日、四处乱飞；老鼠、黄鼠狼接踵而逃；冬眠的蛇、蛙竟“不畏”严寒冒死出走；家犬拼命地拖拽主人出屋等。在大地震前10天，仔细地有意识地观察动物，时常会发现此类现象，尤其是临震前夕。1974年12月至1975年2月，我国营口地区（海城）地震之前，人们根据当时发现了的大量的动物异常行为，综合其他震前监测资料，较准确地作出临震预报，将地震造成的损失减少到了最低限度。

地球上生活着的动物（包括人）的四周存在着大量的不断变化着的，由一系列的光、色、声、形、嗅、味、触以及电磁、重力等组成的不同事件和刺激物。动物会对它们作出各种相应的感觉反应。动物的感觉系统对信息的采集和分析，通常由受纳器（感觉分析器）和神经系统（整合作用）组合而成。动物等级越高，其感觉系统就越趋向高度的专一化，形成特殊的感受性和感受器官。而所有的有机体又都具有应激性，它是知觉的起源，也是动物反应外在环境刺激能力的体现。像水母这种等级很低的动物也有一套对光反应、对声和振动以及位置变化等反应的受纳器。

动物（包括人）的感觉一般分为视觉（明、暗、颜色、形状、空间）、听觉（音色、音高、音频、空间）、位觉（它常常与听觉并称为位听觉，位觉主要为平衡、高、低、升、降、重力感受）、振动觉（近代心理声学已将之划入听觉）、嗅觉、味觉、肤觉、触觉、温度觉、痛觉。有些动物还有更敏感的感觉功能，能对诸如红外线、电磁波、激素、超声、次声等

起反应。

生物工程学的研究告诉我们，目前许多精密仪器的检测功能尚远远不能赶上动物的感知觉水平。这既说明动物感觉器官的灵敏程度，也说明许多动物有它们的特异性。例如，有些动物的视觉细胞能对 3~4 个光量子起反应，人耳能分辨钢琴上两个相邻琴键之间所发出的 19 种声音，青年人对一种气味含量的万分之一就能够觉察等等，这些都是现代已发明的仪器设备望尘莫及的。因此，对动物震前骚动这一宏观现象机制的讨论就显得十分有意义了。

一般说，在 3 级左右的有感地震之前，可以看到某些动物出现异常反应；在 5 级左右的地震之前，常可以在某些地区观察到较明显的动物异常行为；7 级左右的强震发生前，在大部分地区，多种动物均会出现大量的骚动（强烈的行为异常）。1976 年 7 月 28 日我国唐山大地震前，有 30 多种动物，在大约 300 公里的范围内，出现过 1000 多次的骚动，遗憾的是由于一些原因没有予以足够的重视，没有发出临震预报。由此可见，对前兆性动物的骚动——行为异常的研讨，给地震前兆的研究和地震规律的探寻开拓了一个新的研究领域，也开阔了人们的视野，给地震的中短期和临震预报开辟出了新的途径。尽管震前动物骚动属于宏观现象，但人们对地震的认识正是从宏观现象开始的。目前，对地震发震时间的预报问题已从科学的范畴进入到了技术的范畴，利用动物骚动来作临震预报也是一种新技术的开发和利用。近年来，连对动物震前行为异常的时间量许多学者也作了研究。苏联和日本的地震学者提出，前兆性异常的持续时间随震级的增大而增大，随震中距的增大而减少；地学微观监测资料的异