

# 大鲵保护生物学及其研究进展

章克家<sup>1</sup> 王小明<sup>1\*</sup> 吴 巍<sup>1</sup> 王正寰<sup>1</sup> 黄 松<sup>2</sup>

(1 华东师范大学生物系, 上海 200062)

(2 黄山市蛇类科学研究所, 黄山 245000)

**摘要:** 大鲵 (*Andrias davidianus*) 为我国特有的珍稀两栖动物, 已列入国家二级保护动物名录, 并列入 CITES 公约附录 I 中。自 20 世纪 50 年代起, 由于过度收购、非法捕杀和栖息地丧失等原因, 大鲵种群数量下降极为严重, 湖南、安徽等地的大鲵产量在 20 世纪 50 年代至 70 年代下降超过 80%, 分布区也极度萎缩, 形成了 12 块岛屿状区域, 目前分布于以我国中部山区的长江流域为主的 17 个省区。部分已建立的大鲵保护区经费短缺, 人员不足, 管理不力, 状况不容乐观。非法捕捉和栖息地丧失仍是威胁大鲵生存的主要因素, 保护管理力度还需进一步加强。

**关键词:** 大鲵, 种群, 分布, 保护

中图分类号: Q16 文献标识码: A 文章编号: 1005-0094(2002)03-0291-07

## Advances in conservation biology of Chinese giant salamander

ZHANG Ke-Jia<sup>1</sup>, WANG Xiao-Ming<sup>1</sup>, WU Wei<sup>1</sup>, WANG Zheng-Huan<sup>1</sup>, HUANG Song<sup>2</sup>

1 Department of Biology, East China Normal University, Shanghai 200062

2 Huangshan Institute of Snake, Huangshan, Anhui 245000

**Abstract:** Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*) is an endangered amphibian in China. The species is currently listed in annex I of CITES and in class II of the national list of protected animals in China, even though its status is not clear. Chinese giant salamander has declined steeply in both distribution range and population number since the 1950s because of excessive hunting for commercial trade and loss of habitat. The quantity of purchase of Chinese giant salamander in Hunan and Anhui Province declined over 80% from 1950s to 1970s. The salamander survives now in 17 provinces of China, mainly in the mountainous areas of the middle Yangtze River. Illegal hunting in the wild and loss of habitats are still major threats to Chinese giant salamander survival in some established reserves. The problems of these reserves are lack of funds and personnel, as well as ineffective management. We make some recommendations for conservation management of the Chinese giant salamander.

**Key words:** Chinese giant salamander (*Andrias davidianus*), population, distribution, conservation

大鲵 (*Andrias davidianus*) 为我国特有珍稀两栖动物, 是体型最大的两栖类。它属于由水生脊椎动物向陆生脊椎动物过渡的类群。大鲵在我国分布广泛(宋鸣涛, 1986), 且对水环境的依赖非常强, 迁徙能力较差, 因此它是研究动物进化的极好材料。由于种种原因, 近年来大鲵在我国的分布区急剧萎缩, 资源遭到很大的破坏, 有些地方的大鲵种群已经灭绝(宋鸣涛, 1986; 刘国钧, 1989; 赵尔宓, 1998)。为了科学地确定大鲵的现状, 解决对该物种保护方面所存在的问题, 我们在分析现有研究结果的基础上,

结合我们从 2000 年 2 月 ~ 2001 年 8 月分别在安徽、湖南、重庆、四川、陕西和河南有大鲵分布的山区(包括大鲵保护区)对大鲵不同地方的野外种群进行的比较研究, 提出对大鲵进一步研究的重点和保护的有效对策。

### 1 大鲵分布及资源变化

#### 1.1 分布

大鲵原记载分布于我国河北、河南、陕西、山西、

基金项目: 上海“曙光计划”(No. 98SG08), 美国野生动物保护学会(WCS)和美国 Denver 保护基金会

收稿日期: 2001-09-12; 接受日期: 2001-11-22

作者简介: 章克家, 男, 1972 年出生, 硕士研究生, 研究方向为保护生物学。

\* 通讯作者 Author for correspondence. E-mail: wxming@public3.sta.net.cn

甘肃、青海、四川(包括重庆)、贵州、湖北、安徽、江苏、浙江、江西、湖南、福建、广东、广西 17 省(四川省生物研究所,1977),而据叶昌媛等(1993)和杨大同(1991)报道,除上述 17 省外,云南也有大鲵分布。然而,费梁(中国野生动物保护协会,1999)对河北省是否有大鲵提出了疑问,曹玉萍等(1999)已证实大鲵在河北省从未有过分布。据我们初步调查发现,江苏省目前几乎没有大鲵合适的栖息地,并且文献中也没有明确的大鲵在江苏的分布点,因此我们认为大鲵在江苏是没有分布的。

我们于 2000 年 2 月~2001 年 8 月分别在安徽省金寨、霍山、岳西、休宁和祁门县;四川省马边县;湖南省石门县和张家界市;重庆市酉阳县;陕西省太白县和河南省卢氏和新安县的涉及有大鲵分布的 13 县市,对大鲵进行了种群数量调查(采用钩弓法样段调查)以及栖息地生境特征的研究,同时向当地村民、林业和渔政水产部门了解情况,并查阅地方志。据调查结果和可靠的文献报道(郭萃文等,1998;湖北省宜昌地区水产技术推广站,1974;桂庆

平,1998;黄春梅,1993;胡小龙,1987;刘诗峰等,1991;瞿文元等,1998;宋朝枢,1994;宋鸣涛,方荣盛,1979;四川省长江水产资源调查组,1974;樊龙锁,郭萃文,1999;姚崇勇等,1993;郑生武,1994;浙江动物志编辑委员会,1990;杨大同,1991;中国科学院西北高原生物研究所,1989),我们绘制了中国大鲵目前的大致分布图(图 1)。从图 1 中可看出,大鲵分布区已呈明显的片断化和岛屿化,共 12 处,主要位于中国大陆第二级阶梯上的一系列大山系,从北面的秦岭,到岷山、大巴山、大娄山、武陵山,形成一个较大的分布区。而其他的分布区基本上位于中南部的山区中。

大鲵曾分布于长江、黄河和珠江广大的流域,大部分栖息地位于长江中上游流域,包括河南、湖南、陕西、四川等省(图 1)。在长江下游的大别山区、黄山、九龙山一带也有大鲵分布。1966 年在青海省曲麻莱县通天河的一支流中捕获 1 条大鲵(中国科学院西北高原生物研究所,1989),1987 年在青海扎多县扎多乡境内捕获 2 条(2000 年 7 月王跃招个人通



图 1 大鲵目前在中国的分布  
Fig.1 The current distribution of Chinese giant salamander in China

信)。黄河流域大鲵的主要分布地为山西省的历山地区、河南的卢氏县和新安县、陕西的洛南县和甘肃省秦岭北坡的天水县;据新华社报道,2000 年 7 月 28 日在黄河上游大峡水电站附近岸边也发现 1 条大鲵。在珠江流域大鲵则分布于珠江上游支流北江、柳江等地区。

1.2 资源变化及现状

在 20 世纪 80 年代以前,大鲵一直被作为一种水产资源来收购。因此大鲵产地收购量的变化可大致反映出当地大鲵资源受到破坏的情况,其数量处于不断下降之中(图 2、图 3 和表 1)。如陕西省太白县 1973 年~1979 年 6 年期间大鲵的收购量下降 66%(图 2);重庆酉阳县 1966 年~1971 年期间收购量下降 50%(图 3)。

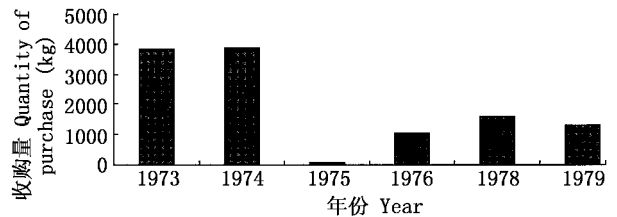


图 2 陕西太白县历年收购量比较图  
Fig. 2 Quantity of purchase in Taibai County, Shaanxi Province

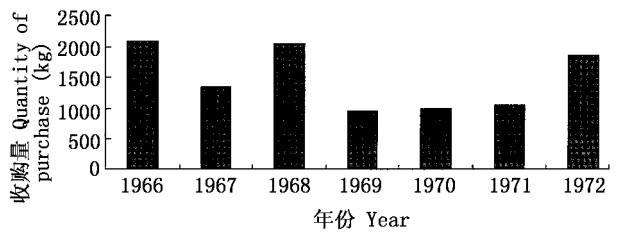


图 3 重庆市酉阳县历年收购量比较图  
Fig. 3 Quantity of purchase in Youyang County, Chongqing Metropolis

资料据:四川省长江水产资源调查组,1974。Source: The investigation team of water products resource of Yangtze River of Sichuan Province (1974)

据报道,四川、湖南、湖北、贵州等地大鲵野生种群数量曾非常丰富(阳爱生,刘国钧,1979;陈广城,1988;刘国钧,1989),而近年来这些地方大鲵数量下降,在相当一部分地区已经灭绝。如四川省大鲵的分布区原为马边、雷波、青川、绵竹等 28 县,然而自 80 年代中期后,大鲵在其中 11 个县已灭绝(2000 年 3 月胡锦涛个人通信)。再如湖南湘西自治州原本 10 个县产大鲵,但如今有 5 个县大鲵已绝迹(刘国钧,1989)。我们于 2000 年春夏在四川马边、安徽祁

门、休宁县等过去大鲵资源非常丰富(叶昌媛等,1993;胡小龙,1987;陈壁辉,1991)的地方进行考察,通过走访和实地调查,未见到野生大鲵或得到较多关于大鲵的信息,说明当时其数量已十分稀少。2001 年 5 月~7 月我们在湖南壶瓶山自然保护区对大鲵进行野外研究的 2 个多月中,共观察到 8 条大鲵,另外从 1998 年~2001 年间当地至少有 11 条大鲵被捕杀;在酉阳县从 1991 年~2001 年所破获的捕杀大鲵案中,共有 120 多条大鲵。这些情况虽不全面,但可大致说明当地目前还有一定的种群数量,但与 1980 年以前收购的数量相比是非常少的。

部分分布区大鲵种群数量的下降乃至濒危或灭绝,以及收购量下降反映了野生大鲵资源在我国已遭到极严重的破坏。究其原因,一是历史上对野生大鲵的收购,这种收购不分性别和年龄,更为严重的是非法猎捕至今仍然非常普遍。如我们在野外调查过程中常常发现偷猎者在河中安置的捕捉大鲵的工具。其二是由于砍伐森林、修建水库引起水位升降等人为活动导致了大鲵栖息地的破坏和丧失,甚至造成某些种群灭绝(胡小龙,1987)。如我们在四川马边调查时,见到河谷两边山坡上的林地几乎全被开垦为耕地,大鲵的栖息地受到严重的破坏。其三是由于化肥、农药的使用和非法毒鱼、炸鱼造成的水体污染,也导致了大鲵数量急剧下降。如 2000 年夏季在重庆市酉阳县土坪河发生一起毒杀大鲵案,在约长 1 km 的河段共毒死大鲵近 100 条,而且全为体长不足 10 cm 的幼鲵,对该地大鲵造成极大的破坏。其四是由于大鲵自然繁殖力弱,繁殖季节野生雌鲵卵巢成熟者仅为 41%,而雄鲵精巢成熟者仅为 26%(阳爱生等,1981),这使得野生大鲵资源受破坏之后其恢复力很差。

2 遗传多样性的问题

大鲵作为一个古老的有尾两栖类(宋鸣涛,1986),由于其迁徙能力较差,对水环境的依赖性很大,且不同水系的大鲵种群间的基因交流不太可能,因此部分地方种群的大鲵适应自己的生境,可能形成独特的种群遗传特征。Murphy *et al.* (2000)已在 DNA 和同工酶水平上证实了安徽黄山大鲵种群特殊的遗传特征,证实了该地方种群与其他不同地方种群存在着遗传上的差异。我们正在对来源于不同地方种群的大鲵样本进行形态上的系统比较,目前

表 1 部分大鲵产地的大鲵收购量比较表  
Table 1 Comparison of purchase quantity of Chinese giant salamander in its distribution

地区 Area	年份 Year	收购量 Quantity of purchase ( kg )	减少量 Reduction in quantity	下降百分比 Rate of decline
湖南桑植 Sangzhi County ,Hunan	1954	7500	—	—
	1978	1000	6500	86.7%
湖南湘西自治州 Xiangxi Autonomous Prefecture ,Hunan	1960s	15 000	—	—
	1970s	2750	12 250	81.7%
安徽霍山县漫水河 Manshuihe , Huoshan County , Anhui	1968	500	—	—
	1973	35	465	93.0%

表 2 野生大鲵与人工饲养大鲵生长情况比较  
Table 2 Comparison of the growth between wild and cultured giant salamander

数量 Quantity		野生 Wild			人工饲养 Reared
		3	2	1	16
生长时间 ( 月 ) Growing time( Month )		8	20	12	12
体重 Weight	原平均重 Original average weight ( g )	373	385	440	406
	现平均重 Present average weight ( g )	477	1775	870	1557
	平均月增重 Average increasing/month	13	69.5	36	96
体长 Body length	原平均长 Original average	25	25.25	25.5	42.1
	现平均长 Present average	27	29.5	28.5	57.2
	平均月增长 Average increasing/month	0.25	0.21	0.25	1.26

野生资料据 :宋鸣涛,王琦,1988 ;人工饲养资料据 :林锡芝等,1989  
Sources : the data of wild salamanda are from Song & Wang ( 1988 ) and the data of cultured salamanda are from Lin *et al.* ( 1989 )

已测量了 111 条产于陕西汉中地区的大鲵标本的体全长、尾长、尾高、头长和头宽(上海自然博物馆馆藏标本),通过与安徽黄山地区的 11 条大鲵活体的测量数据相比较,初步发现两者在尾长/体长、头长/头宽的比值有一定的差异(研究文章另文发表)。同时,我们也正在利用 mtDNA 的比较、RFLP、RAPD、DNA 指纹图谱和序列分析等方法,对采自长江中、下游和黄河流域的不同地方种群的大鲵组织样本进行种群遗传多样性的研究。这样将宏观方面(形态学水平)与微观方面(分子水平)相结合,从保护生物学的角度来对不同地方种群进行比较研究,探讨大鲵的进化途径、分化和发生中心以及不同地方种群间的遗传差异等基本问题,这些信息将有助于大鲵人工繁殖中避免近亲繁殖,科学制定保护对策。

3 人工养殖的现状

为恢复和有效利用大鲵资源,自 20 世纪 60 年代起国内有许多单位开始对大鲵进行人工养殖研究,并取得了一定的成功。如大鲵性别控制(杨干荣,金立成,1990),幼鲵饲养管理技术(金立成,艾牧,1990)等。对照野生大鲵的生长情况,人工饲养

的大鲵只要饲养管理得当,其生长速度明显高于野生大鲵(表 2)。

从表 2 中可看出,人工饲养条件下的大鲵,体重月平均增长 96 克,而野外大鲵的平均月增重在 13 ~ 69.5 g 之间。究其原因,可能是野生大鲵每年有长达 5 个月的冬眠时间,以及其活动量大于人工饲养的个体,导致其基础代谢大于人工饲养个体,最终造成生长速度慢。当然,食物的丰富度及食物成份的差异也是原因之一。

在人工饲养的情况下,尚未发现大鲵能自然交配产卵(叶昌媛等,1993)。目前人工繁殖都是通过人工受精及人工催产方式。通过近几十年来的研究,目前对大鲵的人工繁殖已初步成功(阳爱生,刘国钧,1979;刘鉴毅等,1993),但相比之下,野生大鲵繁殖生态学的研究尚是空白,所以搞清楚大鲵在自然环境下的繁殖,对彻底解决大鲵在人工条件下的自然繁殖至关重要。

4 保护问题

鉴于前面已述及的原因,大鲵分布范围和资源已急剧下降,其中一些地方种群已经灭绝,部分种群已面临灭绝的危险。目前大鲵已被列入 CITES 公

约附录 I 和国家二级重点保护动物 ;同时因对大鲵的生物学和保护现状缺乏研究 ,而列入 IUCN 红皮书中的 Data Deficient ,在中国濒危动物红皮书中大鲵被列为极危级( 赵尔宓 ,1998 )。

由于大鲵经济价值很高 ,目前各产地偷猎情况严重 ,加之采用农药、炸药、电捕等方法 ,不管幼体成体一概捕捉 ,对大鲵种群造成极大的破坏 ,因此非法偷猎和非法贸易是造成大鲵资源破坏的主要原因。由于一些地方对保护大鲵宣传力度不够 ,有些当地居民与不法分子相勾结从事大鲵的偷捕盗贩( 桂庆平 ,1998 )。2000 年 2 月我们在安徽大别山区的调查发现 ,虽然当地林业公安对偷捕大鲵的行为采取了打击措施 ,但霍山县太阳乡 每年还是有人捕捉大鲵 ,估计当地每年大约还捕捞 100 多公斤 ,收购价

高达每公斤 900 多元。在四川马边的大鲵收购价高达每公斤 800 ~ 1500 元。毫无疑问 ,在大鲵的其他产地也面临着非法捕捉和贩卖等问题。

虽然目前大鲵人工饲养取得一定的成功 ,但繁殖方面还存在很大的问题 ,因此根本无法养殖出足够数量的大鲵投放市场以减轻野外种群的压力 ,况且这些养殖场主要以经济利益为目标 ,并不打算把饲养的大鲵放归野外。餐馆里供应的大鲵仍是通过非法途径贩卖的野生大鲵。不少地方大鲵养殖场不断上马 ,其初始种群大都是收购的野生大鲵 ,这对野生大鲵种群的保护也是个严重威胁。

据报道( 马敬能等 ,1998 ;刘东来等 ,1996 ;黄成才 ,杨帆 ,2000 ;Högmänder & Gui ,2000 ) ,我国已建立了 14 个大鲵自然保护区( 表 3 )。

表 3 中国已建立的 14 个大鲵保护区  
Table 3 Information of 14 Chinese giant salamander reserves in China

保护区名称 Name of reserves	行政区划 Location	级别 Grade	面积( 公顷 ) Area ( hm <sup>2</sup> )	建立日期 Establishing date
河南省卢氏县大鲵自然保护区 Lushi Giant Salamander Reserve	河南卢氏 Lushi , Henan	省级 Provincial	184 350	1982
河南省西峡县大鲵自然保护区 Xixia Giant Salamander Reserve	河南西峡 Xixia , Henan	省级 Provincial	131 040	1982
河南省青要山大鲵自然保护区 Qingyaoshan Giant Salamander Reserve	河南新安 Xin'an , Henan	省级 Provincial	9000	1988
重庆市酉阳县大鲵自然保护区 Youyang Giant Salamander Reserve	重庆酉阳 Youyang , Chongqing	县级 County-level	-	-
陕西省太白县渭水河大鲵自然保护区 Taibai Xushuihe Giant Salamander Reserve	陕西太白 Taibai , Shaannxi	省级 Provincial	3300	1986
湖北省竹溪大鲵自然保护区 Zhuxi Giant Salamander Reserve	湖北竹溪 Zhuxi , Hubei	省级 Provincial	800	1986
湖北省忠建河大鲵自然保护区 Zhongjianhe Giant Salamander Reserve	湖北咸丰 Xianfeng , Hubei	省级 Provincial	264	1994
湖南省娄底市大乘山大鲵自然保护区 Dachengshan Giant Salamander Reserve	湖南娄底 Loudi , Hunan	县级 County-level	100	1987
湖南省桑植县泉河大鲵自然保护区 Sangzhi Quanhe Giant Salamander Reserve	湖南桑植 Sangzhi , Hunan	县级 County-level	4810	1983
湖南省永顺县两岔大鲵自然保护区 Yongshun Liangcha Giant Salamander Reserve	湖南永顺 Yongshun , Hunan	-	24 400	1988
湖南省辰溪县龙门大鲵自然保护区 Chenxi Longmen Giant Salamander Reserve	湖南辰溪 Chenxi , Hunan	县级 County-level	1700	1984
湖南省张家界大鲵自然保护区 Zhangjiajie Giant Salamander Reserve	湖南张家界 Zhangjiajie , Hunan	国家级 National	12	1998
贵州省黔西县大鲵自然保护区 Qianxi Giant Salamander Reserve	贵州黔西 Qianxi , Guizhou	县级 County-level	1000	1986
江西省靖安县潦河大鲵自然保护区 Jingan Liaohe Giant Salamander Reserve	江西靖安 Jin 'an , Jiangxi	县级 County-level	100	1980

资料来源 :马敬能等 ,1998 ;刘东来等 ,1996 ;黄成才 ,杨帆 ,2000 ;Högmänder & Gui ,2000 )  
Sources : the information is from Ma *et al.* ( 1998 ) ; Liu *et al.* ( 1996 ) ; Huang & Yang ( 2000 ) and Högmänder & Gui ( 2000 ).

表 4 部分保护区面临的问题和威胁  
Table 4 The problems and threats to the six Chinese giant salamander reserves

保护区名称 Name of the reserves	面临的问题及威胁 Problems and threats
河南省卢氏县大鲵自然保护区 Lushi Giant Salamander Reserve	经费、人员短缺 ;非法捕杀 Shortage of fund and personnel ; Poaching
河南省青要山大鲵自然保护区 Qingyaoshan Giant Salamander Reserve	旅游开发和建设 ,缺乏管理 Development of tourism and construction ; Shortage of management
重庆市酉阳县大鲵自然保护区 Youyang Giant Salamander Reserve	尚处于规划之中 ;非法捕杀 Under development ; Poaching
陕西省太白县 渭水河大鲵自然保护区 Taibai Xushuihe Giant Salamander Reserve	尚处于规划之中 ;非法捕杀 Under development ; Poaching
湖南省永顺县两岔大鲵自然保护区 Yongshun Liangcha Giant Salamander Reserve	无管理机构 and 人员 ;非法捕杀严重 No management ; Heavy poaching
湖南省张家界大鲵自然保护区 Zhangjiajie Giant Salamander Reserve	未建成 Unfounded

然而 ,通过我们对湖南、重庆、陕西和河南的 6 个保护区实地考察发现 ,这些保护区还存在许多问题 ,部分情况与文献中所列不一致 :如陕西太白的保护区至今未被批准正式成立 ;重庆酉阳的保护区尚在规划之中 ;湖南永顺两岔的保护区有名无实 ,无保护区界、无经费、无管理局、无管理人员 ,捕猎者公开在猛洞河上捕捉大鲵而无人过问 ;张家界大鲵保护区虽为国家级 ,但属于迁地保护 ,由于土地所有权的问题 ,保护区至今未建成 ,其保护效果还不得而知 ;河南卢氏的保护区经费短缺 ,仅有 2 个管理人员 ;新安县青要山保护区内正大兴土木 ,招商引资 ,其工作重点是旅游开发。因此 ,在上述的 6 个大鲵保护区中 ,都由于各种原因无法开展有效的保护和管理工 作( 表 4 ) ,并且大部分保护区由于干旱、水利建设等原因出现河流干涸 ,农业生产也导致大鲵栖息水域缩小、污染 ,还有严重的人为干扰。而其他一些面积过小的县级保护区的实际情况还不清楚。

其次 ,在上述大鲵保护区中 ,有关大鲵的种群数量和资源现状都缺乏研究报道。另外在湖南省壶瓶山国家级自然保护区的南坪河流域 ,近年来每年约有 100 ~ 150 条大鲵被偷捕 ,我们于 2001 年 5 月在当地进行大鲵种群调查时 ,在南坪河段中发现偷猎者安放的十几个工具。因此在自然保护区中的大鲵资源现状不容乐观。

大鲵不仅具有经济价值 ,而且由于其属于两栖类中较低等的类群( 赵尔宓 ,胡其雄 ,1984 ) ,因此对于研究脊椎动物进化具有极其重要的意义。可是由

于大鲵分布区不断萎缩 ,资源状况不明 ,有些产区野生大鲵绝迹 ,这对于探讨不同地域的大鲵的分化及其进化路线来说是个极大的损失。从保护物种多样性上来说 ,对于大鲵的保护已刻不容缓。

我们建议对大鲵的保护要做好以下几方面的工作 :

1 ) 由于缺乏足够的详细资料 ,必须尽快开展更多的有关大鲵种群状况及生活史特征方面的基础研究 ,搞清楚其资源现状 ,在此基础上建立对野外大鲵种群长期监测的标准方法 ,为国家制定相关法规提供科学的依据 ;

2 ) 加强保护大鲵自然栖息地 ,对现有大鲵保护区的资源现状进行科学评价 ,加大对保护区人力、物力的投入 ,健全管理机制 ;保护森林植被 ,防止河水受农药化肥污染 ,严禁毒鱼、炸鱼 ,对于引水渠、水库等水利工程做好生态评估 ;

3 ) 通过互联网、报纸、电视、广播等媒体加大保护大鲵宣传工作的力度 ,教育公众不吃野生动物。从社区的环境教育入手 ,着重强调保护大鲵的长远利益和对大鲵资源的可持续利用 ;

4 ) 严格执法 ,对非法捕杀、贩运、售卖大鲵的行为采取严厉的打击 ,杜绝这类情况的发生 ;

5 . 对大鲵的繁殖生态学进行系统研究 ,为人工条件下的自然繁殖创造必要的条件。

致谢 :在我们工作期间 ,得到陕西省动物研究所宋鸣涛先生、武陵大学大鲵研究所刘国钧先生、上海自然

博物馆马积藩先生等专家以及四川省林业厅、四川省渔政处、湖南省林业厅、壶瓶山国家级自然保护区管理处、壶瓶山镇畜牧水产站、湖南省永顺县两岔乡政府武装部、重庆市酉阳县渔政站、陕西省太白县水产站、河南省卢氏县大鲵管理所和新安县青要山博物馆的指教和大力帮助，谨此致谢。

参考文献

曹玉萍, 夏群英, 李健, 谢松, 崔江涛, 刘青坡, 1999. 对大鲵自然种群在河北省(含京津)分布的质疑. *四川动物*, **18**(3): 109 ~ 110

陈壁辉, 1991. 安徽两栖爬行动物志. 合肥: 安徽科学技术出版社, 36 ~ 39

陈广城, 1988. 黔东南武陵山区大鲵的资源现状. *淡水渔业*, **18**(1): 33, 38

樊龙锁, 郭萃文, 1999. 山西历山地区的两栖爬行动物. *四川动物*, **18**(3): 130 ~ 131

桂庆平, 1998. 贵州铜仁地区大鲵资源及保护. *野生动物*, **19**(2): 10 ~ 11

郭萃文, 樊龙锁, 王伟成, 1998. 山西省两栖动物区系及地理区划. *四川动物*, **17**(2): 83 ~ 85

湖北省宜昌地区水产技术推广站, 1974. 娃娃鱼的调查报告. *淡水渔业*, **4**(3): 14 ~ 16

胡小龙, 1987. 安徽大别山区大鲵的生态研究. *安徽大学学报(自然科学版)*, (1): 69 ~ 71

黄成才, 杨帆, 2000. 湖南省大鲵救护中心总体设计. *中南林业调查规划*, **19**(1): 37 ~ 40

黄春梅, 1993. 龙栖山动物. 北京: 林业出版社, 914

金立成, 艾牧, 1990. 娃娃鱼幼苗饲养技术. *野生动物*, (5): 34, 39

林锡芝, 肖汉兵, 刘鉴毅, 1989. 大鲵的生长观察. *淡水渔业*, **19**(6): 27 ~ 29

刘东来, 吴中伦, 阳含熙, 陈昌笃, 赵献英, 王勋陵, 王梦虎, 王敬明, 1996. 中国的自然保护区. 上海: 上海科学技术出版社, 790 ~ 808

刘国钧, 1989. 我国的稀有珍贵动物——大鲵. *动物学杂志*, **24**(3): 43 ~ 45

刘鉴毅, 肖汉兵, 林锡芝, 杨焱清, 1993. 人工生态条件下提高大鲵催产率技术初报. *淡水渔业*, **23**(3): 11 ~ 12

刘诗峰, 杨兴中, 田英孝, 1991. 汉江支流渭水河流域大鲵数量统计方法的探讨及其资源. *动物学杂志*, **26**(6): 35 ~ 40

马敬能, 孟沙, 张佩珊, 贾知行, 朱翔, 梅伟义, 1998. 中国生物多样性保护综述. 北京: 中国林业出版社, **255**: 287 ~

293

瞿文元, 路纪琪, 李建军, 吕九全, 1998. 河南省两栖爬行动物多样性与保护. *四川动物*, **17**(2): 81 ~ 83

四川省长江水产资源调查组, 1974. 大鲵的资源调查. *淡水渔业*, **4**(2): 14 ~ 17

四川省生物研究所, 1977. 中国两栖动物系统检索. 北京: 科学出版社, 12

宋朝枢, 1994. 伏牛山自然保护区科学考察集. 北京: 林业出版社, 230

宋鸣涛, 1986. 中国大鲵的生态与分布. *动物世界*, **3**(1): 75 ~ 77

宋鸣涛, 方荣盛, 1979. 陕西乾佑河上游大鲵的生态调查. *淡水渔业*, **9**(10, 11): 33 ~ 34

宋鸣涛, 王琦, 1988. 大鲵的野外生长观察. *动物学研究*, **10**(6): 64, 70, 78

阳爱生, 卞伟, 刘运清, 1981. 大鲵的性腺发育的组织学观察. *动物学报*, **27**(3): 240 ~ 247

阳爱生, 刘国钧, 1979. 大鲵人工繁殖的初步研究. *淡水渔业*, **9**(2): 1 ~ 5

杨大同, 1991. 云南两栖类志. 北京: 林业出版社, 28 ~ 30

杨干荣, 金立成, 1990. 大鲵(娃娃鱼)性别控制试验初报. *淡水渔业*, **20**(2): 9 ~ 10

姚崇勇, 张绳祖, 龚大洁, 1993. 甘肃有尾两栖动物的研究. 见: 中国黄山国际两栖爬行动物学学术会议论文集, 38 ~ 47

叶昌媛, 费梁, 胡淑琴, 1993. 中国珍稀及经济两栖动物. 成都: 四川科学技术出版社, 64 ~ 69

赵尔宓, 1998. 中国濒危动物红皮书: 两栖类和爬行类. 北京: 科学出版社, 30 ~ 33

赵尔宓, 胡其雄, 1984. 中国有尾两栖动物的研究. 成都: 四川科学技术出版社, 33 ~ 34

浙江动物志编辑委员会, 1990. 浙江动物志: 两栖类, 爬行类. 杭州: 浙江科学技术出版社, 18

郑生武, 1994. 中国西北地区珍稀濒危动物志. 北京: 林业出版社, 346

中国科学院西北高原生物研究所, 1989. 青海经济动物志. 西宁: 青海人民出版社, 179 ~ 181

中国野生动物保护协会, 1999. 中国两栖动物图鉴. 郑州: 河南科学技术出版社, 38 ~ 40

Högmänder J and X J Gui, 2000. Biodiversity Action Plan for Hunan Province, People's Republic of China. Forest and Park Service, Vantaa, 92

Murphy R W, J Z Fu, D E Upton, T D Lema and E M Zhao, 2000. Genetic variability among endangered Chinese giant salamanders, *Andrias davidianus*. *Molecular Ecology*, **9**: 1539 ~ 1547

(责任编辑: 闫文杰)