

罗庆华,谢 坚,李 捷,等. 全球变化背景下中国大鲵生态繁育工程的结构与功能分析[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):292-295.
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.097

全球变化背景下中国大鲵生态繁育工程的结构与功能分析

罗庆华¹, 谢 坚², 李 捷¹, 宋英杰¹, 胡 晓¹

(1. 吉首大学大鲵研究所, 湖南张家界 427000; 2. 张家界市武陵源区农业局, 湖南张家界 427000)

摘要:人类活动严重影响了大鲵栖息地和繁殖空间,导致大鲵资源衰竭,为增殖大鲵资源,科研人员研究了大鲵人工繁养技术,并创建大鲵生态繁育工程。通过分析大鲵生态繁育工程的结构、关键技术、功能与生产性能,旨在全面理解大鲵生态繁育工程的结构原理及特征,为开发大鲵生态繁育工程、苗种生产、物种保护与环境优化功能提供参考。

关键词:中国大鲵;生态工程;繁育;结构;功能

中图分类号: Q961.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0292-03

伴随着人类经济活动的持续发展,人类地球环境系统发生了重大变化。人类高强度的开发活动所带来的土地利用与覆盖的变化、生境的破碎化、典型生态系统结构和功能过程的破坏和生物资源的过度利用等已构成严重威胁,迫使其各个界面作出响应,导致自然生态系统和人类社会系统的动植物生产、食物供应、社会经济发展各个层次和界面的物质循环与能量流动发生变化,以缓解或者适应全球变化^[1]。大鲵生态繁育工程是通过生态模拟建造大鲵繁育池,辅以相应的管理技术,为大鲵自然繁殖提供所需温度、水、营养等生态因子,使性成熟大鲵顺利实现性周期的变化,并成功地自然繁殖。大鲵生态繁育工程在实施大鲵苗种生产的同时,兼顾了物种保护与环境优化的功能。张红星等报道了大鲵生态繁育工程与技术的内容^[2-5];梁刚对大鲵生态繁育模式与人工繁殖和原生态繁殖进行了比较,但未见对其结构与功能进行分析的相关报道^[6]。本文通过分析大鲵生态繁育工程结构、关键技术 with 功能,探讨其设计原理与特点,旨在为大鲵生态繁育技术的理论与技术优化提供基础。

1 全球环境变化对大鲵生境与资源的影响

中国大鲵(*Andrias davidianus*)属两栖纲有尾目隐鳃鲵科,素有“活化石”之称,能有效反映地质演化、水生脊椎动物向陆生脊椎动物的进化及生存^[7]。它是水、陆生态系统的重要组成部分,在食物链中处于关键地位,影响着生物的多样性和生态系统功能^[8]。中国大鲵曾广泛分布于长江、黄河和珠江流域,包括 17 个省(市、区),从海拔数百米的丘陵地带到 4 200 m 的高山均可见其踪迹,是有尾类中垂直分布高差最大的种类^[9]。但是,随着工业经济发展,中国大鲵资源及栖息地

遭到严重破坏,人为捕捞致使其数量急剧下降,分布范围急剧缩小^[10]。目前,大鲵分布区已呈明显的片断化和岛屿化,野生大鲵资源不足 5 万尾^[7],仅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,其他的分布区主要位于中南部的山区中,共 12 处^[9]。因此,大鲵被列入《濒危野生动植物种国际贸易公约》附录 I 中,属于国家二级重点保护野生动物。

1.1 大鲵栖息地严重丧失

(1) 栖息地空间减少。大鲵喜栖息在气候温凉湿润、植被繁茂、水质清凉、环境幽静的溪水、阴河、岩洞、深潭或水库里。矿山开采、森林砍伐、水库修建、桥梁与道路的建设等造成植被盖度减小,河道断流,大鲵栖息地遭到严重破坏,特别是水电站的建设对大鲵栖息地和自然繁殖带来毁灭性破坏,大鲵适宜栖息空间不断减小^[9-10]。(2) 栖息地水环境被破坏。大鲵对生活环境质量要求较高,特别要求水质无污染并且清澈,浊度小于 10 NTU,溶解氧含量高于 5 mg/L,水中饵料生物丰富^[11]。随着农药化肥的大量投入、生活污水的大量排放、生活垃圾的大幅度增加,以及矿山的开采,导致大鲵栖息地的水环境遭到严重破坏,大鲵栖息地严重丧失^[10]。

1.2 野生大鲵资源的破坏

(1) 过度收购。大鲵肉嫩味鲜,营养价值高,过度收购对该资源造成极大的破坏。20 世纪 50 年代至 80 年代初期,大鲵一直被作为一种野生水产品被收购,出口换汇。大鲵产地收购量的变化可大致反映当地大鲵资源受到破坏的情况,如陕西省太白县 1973—1979 年大鲵收购量下降 66%,重庆酉阳县 1966—1971 年收购量下降 50%。20 世纪 50 年代,湖南桑植、大庸、慈利 3 县每年收购出口大鲵 50 t,到 1982 年外贸停止收购之前,这 3 县的年收购量降至 10 t^[12]。野生大鲵资源量在无节制的收购中迅速下降,大鲵在一些人口稠密地方的溪河已经绝迹。(2) 滥捕滥杀。1988 年野生动物保护法颁布实施以后,大鲵被列为国家二级重点保护水生野生动物,受到法律保护。然而,大鲵的分布地多是偏僻、贫困的山区,山民多把贩卖大鲵当作致富的捷径,大鲵黑市交易抬头。而且,贩卖大鲵由于有了违法成本,大鲵黑市价格走高,价格猛长。

收稿日期:2014-10-10

基金项目:国家自然科学基金(编号:31460160);湖南省自然科学基金(编号:10JJ6036);湖南省科技计划(编号:201SK3031)。

作者简介:罗庆华(1970—),女,湖南耒阳人,硕士,教授,主要从事大鲵资源保护与利用研究。Tel:(0744)8231386;E-mail:lqh700930@126.com。

1986 年大鲵政府收购价格 16 元/kg,到 2006 年黑市价格涨到 1 600~2 000 元/kg^[12-13],一些违法分子通过电、毒、炸等盗猎和贩卖大鲵,致使野生资源量再次严重衰减。长期的非法捕捉导致大鲵资源日益减少,造成了个体小型化、繁殖群体数量偏少、年龄结构偏低的状态^[13]。

此外,多年来对水生动物的非法捕捞活动横行江、河、湖泊与溪流,电、毒、炸非法捕捞尤为突出,非法捕捞之处渔业资源灾难性减少,大鲵赖以生存的饵料资源均遭到严重破坏,加剧了大鲵资源的衰竭。

2 大鲵生态繁育工程的结构

为保护和利用大鲵资源,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,养殖技术日趋成熟,但人工繁殖技术水平不高,大鲵人工繁殖中 3 率(催产率、受精率、孵化率)较低,繁殖产量低,部分亲鲵难产而亡^[6]。近年来创建的大鲵生态繁育工程,通过生态模拟建设的生态繁育池辅以相应的繁殖技术,能较好满足成熟大鲵性腺发育与产卵繁殖所需生态条件,亲鲵可在生态繁育池中顺利实现性周期的循环并成功进行自然繁殖,生产大鲵苗种。由于其建设成本低、对技术要求低以及亲本的安全性好等优势,大鲵仿生生态繁殖模式在全国迅速扩展,大鲵生态繁育技术已遍布湖南、湖北、四川、陕西、河南、安徽等省,年产大鲵苗约 50 万尾^[6]。可见大鲵生态繁育技术已经成为大鲵苗种繁殖的重要途径。

2.1 大鲵生态繁育池的结构

生态繁育池为大鲵生态繁育工程的核心组成部分,生态繁育池主要由人工溪流、洞穴、植被、饵料鱼、过滤沉淀水池与辅助设施构成^[2,5]。(1)水源与沉淀水池:水源主要为附近的山泉水或河水,水温周年变化在 4~23℃,水质好,清澈,硬度大,水使用前经过沉淀水池,以保证水质清澈安全。(2)人工溪流。在气候适宜区域,建造宽度为 100~150 cm 的人工溪流,保持小溪水深 20~30 cm。将其分隔为几个小段,每段 10 m 左右。在每段设 1 个水流落差,落差高度为 30 cm,溪流底部铺设河沙及小卵石。人工溪流中的水流速度以 0.2 m/s 左右为宜,常年要有流水声音刺激。(3)洞穴:在人工溪流两侧建洞穴,洞穴主要包括洞口、洞颈和洞穴 3 个部分;洞口宽 15~30 cm,高 15~25 cm,洞颈长 10~30 cm,洞穴内底部深挖 20 cm 左右,垫泥土压实后,再铺 2~3 cm 沙石层,便于大鲵对洞穴的改造。保持洞穴内水深 20 cm 左右,水面上留 10~15 cm 的空间;洞穴内部空间直径以 80~130 cm 为宜。洞穴顶部用石板或水泥板覆盖,其上留直径 20 cm 的观察孔,平时覆盖,必要时可揭开观察和检查;洞穴内的后部斜插 1 根直径为 20~25 mm 的塑料管作为通气孔。(4)人工岛屿与植物:人工洞穴顶部的石板上方先覆盖土壤,然后覆盖 1 层砂石,其上种植石菖蒲等一些喜水的草本植物以及木本植物,周围建立防逃设施,形成人工岛屿,人工岛屿与人工溪流相间,构成大鲵栖息需要的水陆相间的生境。(5)饵料鱼:在人工溪流中,投放大鲵喜食的规格适宜的饵料鱼,满足大鲵自由捕食的习性。(6)附属设施:该生态池还需要配套建设有室内孵化池、稚鲵和幼鲵饲养池,以及看护设施、饵料生产设施等。

2.2 生态繁殖关键技术

(1)亲鲵的选育。亲鲵是整个生态繁育工程的核心,是

繁殖生产的物质基础,选择体质健壮、性成熟好的亲鲵是繁殖成功的首要条件。亲鲵选择的指标是:体质健壮、四肢健全、体色鲜艳、行动敏捷、8 龄以上、尾质量 3~8 kg。每 10~20 尾为 1 组,投放在 1 个相对独立的繁殖区,每个繁殖区投放的亲鲵个体质量差别不宜过大,雌雄比 1:1。亲鲵培育的关键是满足不同季节亲鲵的营养需要,保持饲料适口、充足,水质清澈,池内清洁,环境安静。可培育出雌、雄性腺发育同步、批量成熟的大鲵群体。(2)生态繁育场的选址。建场地址决定了生态繁育场的气候条件、对自然灾害的回避以及水电的供给,所以选址是决定该生态工程成功的第 1 环节。在无地质灾害区域^[3],选择气候凉爽、年温度变化介于 4~23℃、环境幽静、场区周围森林覆盖率不低于 80% 的区域。此外,应在引水、交通与用电方便地点建场。(3)饵料的选择。日常管理中最重要的是保持量多质好的饵料,投喂 10~20 cm 规格的鲫鱼、鲤鱼、泥鳅、蛙类、华溪蟹、青虾、马口鱼等活饵。在不同季节,还可投利骨鲜鱼块或者配制的配合饲料——“香肠”^[3],保持适宜的水温^[4]。(4)水的管理。必须保持人工溪流中水质清新、温差度稳定、水位与流速稳定。大鲵最忌水质浑浊,通过控制水源与沉淀池以保持人工溪流中水质清澈,雨天要减少进水量,遇到暴雨或洪水时,防止泥沙进入。水温多控制在 13~20℃之间,日变化不要超过 5℃。在喂养期间应及时消除水中残饵,全天 24 h 保持人工溪流中呈微流水状态,水流量以池水 1 d 交换 2~4 次为佳^[5]。(5)产卵技术。繁殖季节亲鲵的性细胞需要由Ⅳ期转化到Ⅴ期,并产生性行为,促使精子与卵子排出体外,结合成受精卵。需要水流、光照、水温等多种生态因子刺激,来促使下丘脑产生促性腺激素释放激素,启动整个产卵排精的生理过程。通过调解水温、控光、冲水、投饵与水质调节等管理措施,该阶段水流声音与流态冲击刺激最重要。(6)孵化技术。受精卵的孵化是繁殖成功的最后环节,当亲鲵自然产卵与受精后,在不影响其他亲鲵繁殖的情况下,将受精卵从洞穴中捞出,放入室内人工孵化。可更好控制孵化的环境条件,防止敌害生物与亲鲵对受精卵和幼苗的危害,提高大鲵受精卵的孵化率。

2.3 生态繁育工程的结构原理

(1)生态繁育池各部分的作用。大鲵生态繁育工程是人为构建一个大鲵苗种繁育的生态系统。良好的水源能够提供优质的水质与充足的水量,过滤沉淀水池特别重要,可预防人工溪流中水质变浑浊,特别在雨季,也能缓冲水量不够或者水质恶化时对人工溪流的负面影响,获得应急时间;人工溪流与洞穴为大鲵提供栖息空间,流水保证水体空间中充足的溶解氧,也提供亲鲵繁殖季节需要的水流刺激。人工岛屿也为大鲵提供活动场所,满足大鲵水陆两栖的习性,岛屿上的植物为大鲵提供阴凉的环境,也有固沙固土作用,避免雨天土壤大量流入人工溪流中。饵料鱼满足大鲵营养的需要。与配套设施是必要的,为大鲵受精卵孵化与后期生产提供必要的条件(图 1)。(2)生态繁育技术的作用。建池在适宜气候区域,能够为大鲵提供所需要的气候条件,满足亲鲵对温度的适宜范围以及日变化与年变化的要求。亲鲵是该人造生态系统的中心,必须优选出体质健壮的性成熟大鲵,才能保证优良的繁殖物质基础。对亲鲵精喂细养,更好满足亲鲵性腺不同发育阶段的营养需要。通过对水质、水温、水流与水位的日常管

理,控制大鲵栖息的水环境稳定在良好状态,通过产卵与繁殖 措施提高大鲵的自然产卵率与孵化率(图 1)。

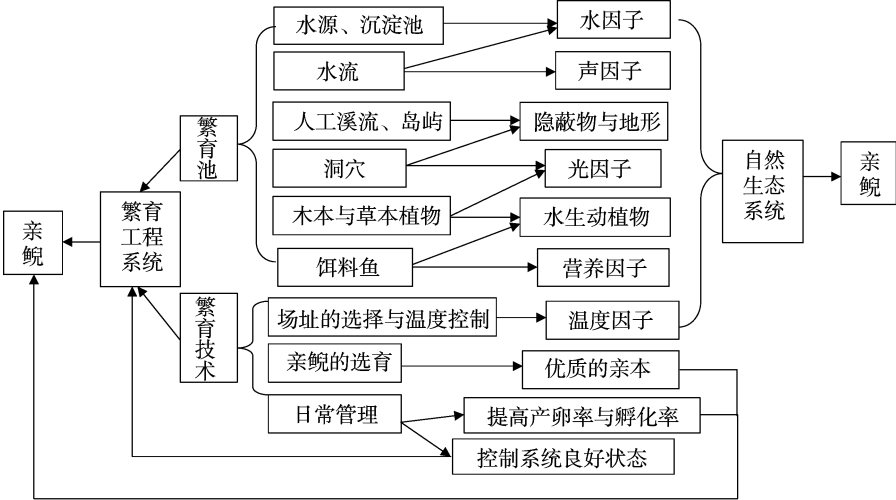


图1 大鲵生态繁育工程的结构与原理

3 生态繁育工程的功能与生产性能分析

3.1 功能

(1) 苗种生产功能。大鲵生态繁育工程是在满足大鲵栖息气候条件的区域,人工构建大鲵栖息与繁殖所需要的隐蔽物、水质、饵料生物等生境条件,通过调解水温、控光、冲水、投饵与水质调节等管理措施,达到近似于大鲵自然繁殖的生态状况,使生态系统的物质、能量和信息流稳定良好地运转,形成具有苗种生态功能的大鲵繁育生态系统。该系统的中心是亲鲵,系统为亲鲵提供了自然繁殖所需要的各种生态因子。包括亲鲵的性腺发育与产卵受精所需的营养、温度、水质、水流、光照等生态因子,从而使亲鲵在繁殖池中健康生长,性腺顺利地实现周期循环,并利于亲鲵自由选择、自然交配、产卵受精、孵化出苗,实施苗种生产功能。(2) 物种保护功能。大鲵生态繁育工程模拟野生大鲵的生态环境,使大鲵生活状况和习性回归至自然生态。水温随季节性变化,饵料以活饵为主,自由采食,大鲵的活动空间与活动量较大,保证亲鲵体质健壮,大鲵性腺周期的正常循环,增加繁殖力与繁殖寿命,培养了优良的大鲵亲本。此外大鲵生态繁育苗种的质量优于其他繁殖方式,从而达到保护与利用大鲵资源的双重效益。大鲵生态繁育池中,大鲵用于野外放归,其野外适应力更强,可为野生大鲵增殖放流提供资源。(3) 生境优化功能。通过建造大鲵生态繁育工程,促进护林保水、恢复植被,改善了生态环境,也保护了水源与水质,优化了当地的生态环境。通过合理管理,使得大鲵生态繁育池水域中有机质、微生物趋于良性状态,水质及植被得到改善;不仅使山溪水域变成大鲵繁生之地,而且促进大鲵资源与山林生态环境的可持续发展。

大鲵生态繁育工程结合了景观建设,具有环境美化功能。人造小溪与岛屿的相间排列;岛屿表面草本与木本植物的搭配,制造出层次感;小溪中悠然游动的饵料鱼和偶尔出洞穴运动的大鲵,构成了水陆相间、动植物和谐共存、动静结合的景观小品,具有良好的环境美化作用与观赏价值。小溪两岸可用鹅卵石筑成,增加了景观自然、圆润、朴实的美感。饵料鱼中适当加入体色鲜艳的种类,木本植物常用垂柳,草本植物也可用观

赏价值高的菖蒲或其他水生植物,可增加整体美化效果。

3.2 繁殖生产性能

相对于原生态大鲵繁殖,生态繁殖工程优化了大鲵生长繁育的环境条件,并使大鲵的生活环境处于可控状态,利于对大鲵繁殖过程关键环节的监控与管护,避免暴雨、洪水等自然灾害以及天敌的危害,以保证大鲵的安全。通过投喂饵料,极大优化了亲鲵的营养供给,提高了大鲵的自然繁殖率。相对于大鲵人工繁殖,生态繁殖的亲鲵无需人工注射激素催产与人工授精,可避免亲鲵难产身亡,延长了亲鲵的使用寿命和使用效率,生态繁殖的苗种也较人工繁殖的质量好,畸形率低,保护了优质的大鲵亲本与苗种(表 1)。此外,大鲵生态繁育工程结构较为简单,投资少,见效快^[6]。在正常气候条件下,管理到位,放亲鲵至生态繁育池的当年即可孵化出苗。

表 1 3 种大鲵繁殖方式的生产性能的比较

繁殖方式	生态条件	繁殖率 (幼苗/亲鲵)	苗种质量	亲本使用寿命 (年)
原生态繁殖	一般	50 ~ 60 ^[6]	一般	10 ~ 15
人工繁殖	良好	15 ~ 20 ^[6]	畸形率高达 1/3	4 ~ 5 ^[6]
生态繁殖工程	良好	70 ~ 570 ^[2]	良好	10 ~ 15

3.3 效益分析

大鲵生态繁育工程通过生产大鲵苗种,产生了经济效益。生态繁育生产的优质苗种缓解了大鲵养殖业苗种供应不足、价格昂贵的问题;此外,大鲵生态繁育可以生产出数量多、质量优的苗种,培养了优良的大鲵亲本种鲵,有利于大鲵物种保护,因此大鲵生态繁育工程具有良好的社会效益。在大鲵生态繁育工程建设过程中,需要护林保水,工程本身具有景观美化效果也可促进整个大鲵原产区生态环境的改善和美化,从而发挥生态效益。可见大鲵生态繁育工程兼顾了经济效益、社会效益与生态效益。

4 结论

人类活动因素引起了环境的变化,导致大鲵资源衰竭,通过大鲵野生资源的保护和大鲵繁养生产来保护与利用大鲵资

魏启舜,王琳,赵荷娟. 南京地区双孢蘑菇工厂化栽培低产成因及其改进建议——以南京市高淳区固花食用菌专业合作社为例[J]. 江苏农业科学,2015,43(10):295-297.

doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2015.10.098

南京地区双孢蘑菇工厂化栽培低产成因及其改进建议 ——以南京市高淳区固花食用菌专业合作社为例

魏启舜,王琳,赵荷娟

(江苏丘陵地区南京农业科学研究所,江苏南京 210046)

摘要:以高淳区固花食用菌专业合作社为例,分析双孢蘑菇工厂化栽培低产的形成因素。结合试验研究,提出培养料质量、覆土材料的优劣及栽培环境管理是影响双孢蘑菇产量的主要因素;并对固花食用菌专业合作社的双孢蘑菇工厂化生产提出了改进建议,以供相关企业参考。

关键词:双孢蘑菇;工厂化;低产因素;培养料;覆土材料;改进建议

中图分类号: S646.1⁺10.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2015)10-0295-03

双孢蘑菇生产在我国许多地区的农业经济中都占有重要地位,由国外双孢蘑菇产业发展历程可知,工厂化生产必将是我国双孢蘑菇产业发展的主要方向之一。经过多年的摸索,目前国内双孢蘑菇工厂化生产产量迅速增长,但工厂化生产投资高、成本大,尤其是单产水平远远低于发达国家,严重制约

着产业的发展。因此,如何改进和创新生产技术,提高双孢蘑菇工厂化生产产量,是当前应首要解决的问题^[1]。

江苏省是我国双孢蘑菇的主要产区之一,但其工厂化生产比例很低,在南京市目前仅有2家冷库栽培双孢蘑菇工厂,但运营状况均不理想。作为江苏省最大的食用菌生产基地之一^[2-3],南京市高淳区在2011年便开始尝试双孢蘑菇工厂化生产,成立了固花食用菌专业合作社,建设“冷库”式菇房面积2 800 m²,配备温度、湿度、CO₂浓度等监控系统,但是经过几年的努力,目前双孢蘑菇单产平均为10 kg/m²左右,远不及25 kg/m²以上的国内先进水平,连漳州季节性栽培的15 kg/m²也没有达到,生产效益很不理想。江苏丘陵地区南京农业科学研究所科研人员对高淳区固花食用菌专业合作社

收稿日期:2015-05-19

基金项目:江苏省农业科技自主创新资金[编号:CX(13)3004]。

作者简介:魏启舜(1973—),男,江苏南京人,助理研究员,主要从事废弃物综合利用、食用菌栽培研究等工作。E-mail: hhzx.w@163.com。

通信作者:赵荷娟,副研究员,主要从事生态农业研究。E-mail: xhuzhao603@163.com。

源。大鲵生态繁育工程是生态环境与社会经济协同发展的人工生态系统,通过提供大鲵自然繁殖所需良好生态条件,促使大鲵苗种繁殖,具有良好的苗种生产性能,并兼顾了物种保护与环境优化功能,能够发挥经济、社会与生态效益。

但是,大鲵生态繁育工程的技术水平仍然不高,且不稳定,繁殖率较低,没有形成一套成熟的技术方案,繁殖管理技术无确定的路线与指标,存在着理念理解不透、不完善等理论和技术问题,在技术上仍然有很大的发展空间。在该工程模式的推广中,需要优化大鲵生态工程的设计,提高饲养管理水平来提高大鲵生态繁育苗种的生产水平。

参考文献:

- [1]徐广才,康慕谊,贺丽娜,等.生态脆弱性及其研究进展[J].生态学报,2009,29(5):2578-2588.
- [2]张红星,王开锋,权清转,等.秦岭山区大鲵生态繁育工程技术研究[J].淡水渔业,2003,33(5):25-27.
- [3]张红星,王中乾,王启军,等.大鲵仿生态繁育场选址应注意的几个问题[J].河南水产,2010,83(2):13-14.
- [4]张红星,沈建忠,赵虎,等.秦巴山区仿生态培育大鲵亲本水温研究[J].水生生态学杂志,2012,33(1):97-102.

- [5]桂庆平.梵净山大鲵仿生态繁殖新技术[J].中国水产,2011(6):39-41.
- [6]梁刚.陕西省大鲵的繁育模式及初步评价[J].经济动物学报,2007,11(4):234-237.
- [7]Ijspeert A J, Crespi A, Ryzko D, et al. From swimming to walking with a salamander robot driven by a spinal cord model[J]. Science, 2007,315(5817):1416-1420.
- [8]Davie R D, Welsh H H. On the ecological roles of salamanders[J]. Annual Review of Ecology Evolution and Systematics, 2004,35:405-434.
- [9]雒林通,万红玲,兰小平,等.中国大鲵资源现状及保护遗传学研究进展[J].广东农业科学,2011,38(17):100-103.
- [10]Wang X M, Zhang K J, Wang Z H, et al. The decline of the Chinese giant salamander *Andrias davidianus* and implications for its conservation[J]. Oryx, 2004,38(2):197-202.
- [11]罗庆华.张家界大鲵生境特征[J].应用生态学报,2009,20(7):1723-1730.
- [12]文立华.中国大鲵自然资源现状及管理对策[J].安徽农业科学,2013,41(4):1716-1718.
- [13]粟海军,喻理飞,马建章.贵州岩下自然保护区的野生大鲵资源现状及历史动态[J].长江流域资源与环境,2009,18(7):652-657.