

乌江彭水水电站沿河鱼类增殖放流站工艺设计

王 崇, 方艳红, 梁银铨, 黄道明, 俞伏虎

(水利部中国科学院水工程生态研究所, 水利部水工程生态效应与生态修复重点实验室, 武汉 430079)

摘要: 介绍了乌江彭水水电站沿河鱼类增殖放流站工艺设计方案, 主要包括3方面内容: (1) 放流对象: 在乌江干流及合适的支流增殖放流珍稀特有鱼类, 补充其种群数量, 年放流胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)、岩原鲤(*Procypris rabaudi*)、中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、白甲鱼(*Onychostoma sima*)、华鲮(*Sinilabeo rendahli*)共计16万尾。(2) 规模及选址: 亲鱼需求量设定为625 kg; 1.5 cm苗种产出量为23.85万尾, 4~6 cm苗种17.43万尾, 15 cm苗种2.03万尾; 站址选择在沿河县水产站下属鱼种场, 占地2 hm²; 主要建筑物包括蓄水沉淀池(400 m²)、催产孵化及开口鱼苗培育车间(450 m²)、亲鱼培育车间(1 008 m²)、鱼种培育车间(450 m²); 养殖设施包括催产池2口、亲鱼培育池30口、玻璃钢孵化槽2个、尤先科孵化槽3个、孵化桶5个、圆形开口苗培养缸30个、圆形鱼种培育缸40个、活饵培育池2口、防疫隔离池2口。(3) 运行管理: 包括机构设置、人员编制与职责、鱼类增殖放流站管理技术规范、生产管理、标志放流、科普展示以及放流效果监测。

关键词: 乌江; 彭水水电站; 鱼类增殖放流站; 工艺设计

中图分类号: Q16 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2013)02-0096-05

彭水水电站是乌江干流开发的重要梯级电站之一, 位于重庆市彭水河上游11 km处; 大坝为混凝土重力坝, 最大坝高116.5 m, 正常蓄水水位293 m, 相应库容12.12亿m³, 电站装机容量1 750 MW, 保证出力371.0 MW, 多年平均发电量63.51亿kW·h; 该水电站是乌江干流第二大水利枢纽工程, 经济效益巨大, 其主要任务是发电, 同时兼顾航运、防洪等综合作用。彭水水电站工程开工建设后, 因彭水县政府撤销了郁江自然保护区, 2007年8月重庆大唐国际彭水水电开发有限公司以唐际彭水环函[2007]14号《关于重庆乌江彭水水电站鱼类保护措施调整备案》致函原国家环保总局环境影响评价司, 提出在业主用地内建立鱼类增殖放流保护工作的同时, 在沿河县补助建立鱼类人工增殖放流站。通过建设2个增殖站, 加大鱼类增殖放流规模。2007年9月, 原国家环境保护总局环境影响评价管理司以环评函[2007]145号文《关于同意重庆乌江彭水水电站鱼类保护措施调整备案的函》, 同意在贵州沿河县增建鱼类增殖放流站, 作为资助郁江自然保护区建设管理的替代方案。本文针对乌江彭水水电站建设后受影响鱼类的生物学特点及生理需求, 规划和设计鱼类增殖放流站, 内容主要包括设计

依据、亲鱼数量确定、苗种生产安排、建构筑物及生产设备, 并简要介绍鱼类增殖放流站的运行管理及放流效果监测等内容。

1 设计依据

1.1 放流对象

根据《重庆乌江彭水水电站环境影响复核报告书》及其批复, 由于彭水电站的建设, 使原河段水生环境发生较大变化, 一些珍稀特有鱼类的资源量将急剧减少, 亟需在乌江干流及合适的支流开展增殖放流补充其种群数量。综合考察现有鱼类繁养技术状况, 确定本增殖站近期增殖放流对象为胭脂鱼(*Myxocyprinus asiaticus*)、岩原鲤(*Procypris rabaudi*)、中华倒刺鲃(*Spinibarbus sinensis*)、白甲鱼(*Onychostoma sima*)、华鲮(*Sinilabeo rendahli*)。放流的幼鱼必须是乌江野生亲本经人工繁殖的子一代, 且无伤残和病害、体格健壮。

1.2 放流鱼类的生态习性

胭脂鱼属于鲤形目、胭脂鱼科、胭脂鱼属, 是一种温水性江河大型鱼类, 具有溯江产卵习性, 常栖息于水底, 摄食底栖无脊椎动物、植物碎片、泥渣中的有机质; 胭脂鱼个体大、生长快, 雌鱼7龄以上性成熟, 雄鱼5龄以上性成熟。繁殖季节为3~4月, 繁殖期间雌雄亲鱼体都会出现明显的珠星和胭脂色。最佳繁殖水温为18~20℃(郑凯迪, 2003)。

岩原鲤属于鲤形目、鲤科、原鲤属, 为杂食性、底

收稿日期: 2013-03-02

基金项目: 水利部公益性行业专项经费项目(200901009)。

作者简介: 王崇, 1981年生, 女, 助理研究员, 主要从事鱼类生态学和保护生物学研究。E-mail: wangchong@mail.ihe.ac.cn

栖鱼类;冬季在河床的岩石缝或有缓慢水流的岩石洞中越冬,立春后在水温升至 10~12℃时开始溯水上游到长江的干支流摄食产卵。野生个体一般在 3 龄开始性成熟,雄鱼头部具珠星,珠星上有短刺突;雌鱼吻部也有白色的珠星,但无刺突,腹部则明显膨大。岩原鲤属于多次产卵型鱼类,怀卵量为 40 00~10 000 粒/kg,产卵季节在每年的 3~4 月,水温一般在 18~26℃(庾云,2008;黄辉等,2008)。

中华倒刺鲃属鲤形目、鲤科、鲃亚科、倒刺鲃属,为杂食性、广温性、底栖鱼类;每年 2~3 月进入长江干流或上游溯河觅食、肥育、繁殖,最适摄食与生长水温 20~28℃。主要生活在水流较急且底多乱石的江河中。雌鱼 5 龄性成熟,雄鱼大多 3 龄性腺发育成熟,4 龄鱼全部成熟,繁殖水温 20.0~28.5℃(蔡焰值等,2003)。

白甲鱼属鲤形目、鲤科、鲤亚科、白甲鱼属,为杂食性、广温性、底栖鱼类,最适摄食与生长水温 20~28℃。在天然水体中,主要生活在水流湍急、底质多乱石、沙质、硬底的河流中,喜成群栖息于底层流水中,具有半洄游习性。3 冬龄达到性成熟,相对怀卵量为 9~26 粒/g。产卵场多分布在砾石及沙滩的急流处,卵粘附着在水底砾石上进行孵化(胡世然等,2009)。

华鲮属鲤形目、鲤科、野鲮亚科、华鲮属,为杂食性、底栖鱼类,利用下颌角质边缘刮取着生藻类,也食高等植物的枝叶、碎屑等;栖息于水流较急的河流及山涧溪流中,喜集群生活,入冬后集群在深水洞穴中越冬。2 龄即可性成熟。每年 4~6 月,亲鱼集群进入支流产卵,产卵场为石砾底质的急流浅滩(吴青等,2005;贺红川,2007);分布于长江上游干流、雅砻江、金沙江、乌江下游等水系,是产区重要的经济鱼类(丁瑞华,1994)。

1.3 放流规模

水电工程鱼类增殖放流是一种生态补偿措施,放流鱼类以珍稀特有鱼类为主,其放流规模则不同于大水面增殖放流。放流苗种的规格越大,适应自然环境的能力越强,成活率越高;但苗种规格越大,培育苗种所需的成本就越高。综合考虑,放流鱼类应以鳞被形成为标准,从其生活史上划分,已经是幼鱼阶段,此阶段鱼种的眼、鳍、口等器官已发育完善,并形成了自己固有的生活方式。放流规格根据鱼类的适应能力灵活变化。放流数量根据电站建设前后几种鱼类资源量的变化情况和水体承载力确定,放流的期限则需考虑鱼类在自然环境中需要多久能形

成稳定的自我繁衍种群。本增殖放流站的放流规模按照《重庆乌江彭水水电站环境影响复核报告书》及批复文件要求进行,放流的鱼类种类、数量、规格见表 1。

表 1 放流规模
Tab.1 The scale of fish releasing

种类	全长/cm	体重/g	年放流数量/万尾
胭脂鱼	10~20	50~100	2.0
岩原鲤	4~6	1.5~2.0	2.0
中华倒刺鲃	4~6	1.5~2.0	5.0
白甲鱼	4~6	2~3	5.0
华鲮	4~6	2~3	2.0

2 设计内容

2.1 亲鱼数量的确定

不同种类的鱼类,其平均怀卵量和平均产卵量都不同,而且产卵量受亲鱼成熟度和外界环境等条件的影响。根据相关研究资料,结合生产实践与放流鱼类平均产卵量,胭脂鱼为 3 万粒,岩原鲤为 1.5 万粒,中华倒刺鲃为 0.4 万粒,白甲鱼为 0.2 万粒,华鲮为 1.5 万粒。

影响鱼类催产率的因素主要包括鱼类的种类、亲鱼成熟度、催产时水温、溶氧等环境条件、催产方式、催产药物的种类和使用剂量等;影响鱼类受精率的因素主要包括雌雄亲鱼的比例、卵细胞的发育程度、精子的活力及水温等;影响鱼类孵化率的因素主要是孵化时水体的温度、溶氧等环境条件。本鱼类增殖放流站在设计过程中的关键参数暂定孵化率为 75%,出苗率为 80%,幼鱼成活率为 42.19%(指由鱼苗阶段开始培育到放流规格的幼鱼 3 个阶段的总成活率,每个阶段成活率按照 75% 估算)。

依据增殖放流的数量,鱼类生活史各阶段的成活率,推算出所需各种鱼类受精卵的数量,胭脂鱼为 5.58 万粒,岩原鲤为 4.18 万粒,中华倒刺鲃为 10.46 万粒,白甲鱼为 10.46 万粒,华鲮为 4.18 万粒。根据经验公式推算亲鱼需求量:雌亲鱼理论需求量=放流数量/(平均产卵量×催产率×受精率×孵化率×幼鱼成活率);雄亲鱼理论需求量=雌性亲鱼理论需求量×雌雄性比。

自然水体鱼类的性比一般为 1: 1,本鱼类增殖放流站设计采用同样的性比,推算所需亲鱼量 481 kg。生产实践中,鱼类的繁殖受水体理化因素、催产孵化方式等诸多因素的影响,为降低风险,需考虑增加 30% 的后备亲鱼,故实际亲鱼需求量为 625 kg。亲鱼需求量估算见表 2。

表2 亲鱼需求量估算

Tab.2 The estimation for demanded quantity of parent fish

放流 鱼类	需产受精卵/ 万粒	受精率/ %	产卵量/ 万粒	催产率/ %	雌亲鱼/ 尾	雄亲鱼/ 尾	体重/ kg	雌亲鱼重/ kg	雄亲鱼重/ kg
胭脂鱼	5.58	70	3.0	50	5	5	15	75.0	75.0
岩原鲤	4.18	75	1.5	85	5	5	1	5.0	5.0
中华倒刺鲃	10.46	80	0.4	90	36	36	2	72.0	72.0
白甲鱼	10.46	80	0.2	80	81	81	1	81.0	81.0
华 鲮	4.18	80	1.5	70	5	5	1.5	7.5	7.5
合 计	34.86				132	132		240.5	240.5

2.2 亲鱼及苗种生产

综合考虑放流规模、鱼类生物学特性、鱼池放养密度等因素,计算养殖所需各类鱼池面积,从而确定

其规格。近期放流 5 种鱼类的亲鱼和苗种年度生产安排见表 3 和表 4。

表3 亲鱼生产安排计划

Tab.3 The production schedule of parent fish

亲鱼培育池	设施规格/ m	数量/ 个	面积/ m ²	常规放养密度/ kg·m ⁻²	常规放养量/ kg	实际放养密度/ kg·m ⁻²	实际放养量/ kg
圆形池 1	1.5×1.5×1.5	24	169.56	0.225	38.2	2.6	433
圆形池 2	2.0×2.0×1.5	6	75.36	0.225	17.0	2.6	192
小 计		30	244.92				625

表4 鱼种生产安排计划

Tab.4 The production schedule of fingerlings

培育阶段/ cm	圆形培养 缸用途	单缸面积/ m ²	数量/ 个	面积合计/ m ²	放养密度/ 万尾·m ⁻²	放养量/ 万尾	产出量/ 万尾	使用频率/ 次
1.5	开口苗	0.785	30	23.55	0.450	10.60	7.95	3
	小 计					31.80	23.85	
4~6	开口苗	0.785	30	23.55	0.160	3.77	2.83	1
	鱼种	3.14	40	125.60	0.155	19.47	14.60	1
	小计			149.15		23.24	17.43	
15	鱼种	3.14	40	125.60	0.027	3.39	2.03	1
	小计			125.60		3.39	2.03	

2.3 站址及规模

鱼类增殖站的场址选择原则上要求生态环境良好、无泛洪、滑坡和泥石流的地地区,水源充足、水质良好,取排水方便、交通便利、地势较平坦;该增殖放流站在沿河县水产站下属鱼种场为基础进行建设,规划占地 2 hm²,建设催产孵化及开口苗培育车间、亲鱼培育、鱼种培育车间各 1 个,其它配套鱼池 1.33 hm²以及办公、试验、供电、供水、交通、通讯等相关设施。

2.4 主要建筑物及设备

沿河鱼类增殖放流站内主要建筑物由蓄水沉淀池、催产孵化及开口苗培育车间、亲鱼培育车间、鱼种培育车间、活饵培育池、防疫隔离池组成;其他附属设施主要由综合楼、取水建筑物、给排水管渠、污水处理系统、道路及其它配套设施组成。根据上述培育规模,确定各构筑物规格(表 5)。

2.4.1 蓄水池 蓄水池设在站内最高处。蓄水池主要保证催产孵化车间、苗种培育车间、亲鱼培育车

间、活饵培育池、防疫隔离池的生产用水。蓄水沉淀池底部高程为 319 m 左右,高于最高水池进山口 3 m,满足自流水至各培育池和养殖车间的需求。

表5 鱼类增殖放流站构筑物明细

Tab.5 The structure details of proliferation and releasing station

名 称	规格/m	数量/个	面积/m ²
催产沉淀池	1.5×1.5×1.5	2	14.13
玻璃钢孵化槽	2.0×0.8×0.6	2	3.20
尤先科孵化槽	3.26×0.85×0.89	3	8.31
圆锥形孵化桶	0.43×0.43×1.10	5	2.90
圆形开口苗培养缸	0.5×0.5×1.0	30	23.55
圆形鱼种培育缸	1.0×1.0×0.7	40	125.60
亲鱼培育池 1	1.5×1.5×1.5	24	169.56
亲鱼培育池 2	2.0×2.0×1.5	6	75.36
活饵培育池	15×10×1.5	2	300
防疫隔离池	15×10×1.5	2	300
催产孵化车间	30×15	1	450
鱼种培育车间	30×15	1	450
亲鱼培育车间	48×21	1	1 008
蓄水沉淀池	20×20×4	1	400

2.4.2 亲鱼培育车间 亲鱼培育车间规格为48 m × 21 m,面积1 008 m²,布置亲鱼培育池,其数量由培育亲鱼的数量、放养密度、单个亲鱼培育池有效容积、成活率、亲鱼需要量确定。根据亲鱼的生物学特性及对环境的要求设计亲鱼培育池。一般可分为圆形、方形、环形3种,其规格可依据亲鱼大小灵活设计。本站设计2种规格,直径为3 m的圆形亲鱼培育池24个,直径4 m的圆形亲鱼培育池6个。

2.4.3 催产孵化及开口苗培育车间 催产孵化及开口苗培育车间规格为30 m × 15 m,面积450 m²,车间内布置催产池2口、孵化槽2个、尤先科孵化器3个、孵化桶6个、开口苗培育缸30个和循环水处理系统。

2.4.4 鱼种培育车间 鱼苗培养车间紧靠催产孵化及开口苗培育车间,此2个车间共用1套循环水处理系统,鱼苗培养车间规格为30 m × 15 m,面积450 m²,地平面高程313 m。布设直径2 m的鱼苗培养缸40个。

2.4.5 防疫隔离池及活饵料培育池 野外收集或者采购进入增殖放流站的鱼类,先在防疫隔离池培育15 d,进行消毒和隔离培育后再进行分类培育,防止将病害带入整个养殖系统。活饵料培育池用于培育天然饵料,提高开口苗种的成活率。本站活饵料培育池及防疫隔离池均布置在室外,二者规格相同,均为15 m × 10 m × 1.5 m,数量均为2个,面积均为300 m²。

3 鱼类增殖放流站的运行管理

3.1 机构设置、人员编制与职责

本增殖放流站人员编制8人;其中,设站长1名,负责完成相关营运手续,监督管理放流站各项生产任务的执行以及对科技攻关项目招标及过程进行管理,并定期向地方环保部门和重庆大唐国际彭水水电开发有限公司报告增殖放流站运行情况等工作;财务人员1名,负责财务及物资管理工作;设专业技术负责人员2名,负责亲鱼收集、苗种培育、放流等生产操作的技术指导;设生产人员4名,具体从事养殖及杂务工作;此外,在苗种生产的不同阶段,通常在鱼类繁殖季节工作量较大,而在非繁殖季节工作量较少,因此可以酌情聘用临时工。

3.2 鱼类增殖放流站管理技术规范

根据农业部发布的《水生生物增殖放流管理规定》,用于增殖放流的人工繁殖水生生物物种,应当来自有资质的生产单位;其中,属于经济物种的应当

来自持有《水产苗种生产许可证》的生产单位;属于珍稀、濒危物种的应当来自持有《水生野生动物驯养繁殖许可证》的苗种生产单位。乌江彭水水电站沿河鱼类人工增殖放流站增殖放流的种类既有珍稀、濒危物种,又有经济物种;因此,增殖放流站须按国家相关要求,申请办理《水产苗种生产许可证》、《水生野生动物驯养繁殖许可证》。

增殖放流站生产技术按《水产原良种场生产管理规范》、《水产苗种管理办法》进行。对于人工繁殖技术已成熟的胭脂鱼、岩原鲤、白甲鱼、中华倒刺鲃等鱼类,增殖站应在科研人员与技术保障的前提下编制操作技术规程,生产过程中严格按技术规程与管理要求确定的工艺流程进行苗种生产培育;对于人工繁殖技术已初步成功的华鲮,增殖站应与相关科研单位进行合作,进行小规模人工繁殖与苗种培育技术研究。

3.3 生产管理

鱼类增殖放流站的生产管理包括亲鱼驯化和培育、催产、孵化、苗种培育。生产过程中,根据鱼类的生理生态习性,在生活史的不同阶段充分考虑水质、水深、光照与透明度以及水的流速、流态、溶氧、饵料等环境因素,建立最适的生境条件,使养殖鱼类健康生长。

3.4 标志放流

在大规模的增殖放流工作中,为了评价放流效果,掌握放流鱼种的移动分布规律,开展标志放流是其重要的途径。现有的标志方法有多种,近年来在国内应用较多的外部标志方法有挂牌法、荧光标记法、切鳍标志法等,内部标志法有金属线码标记法等方法(张堂林等,2003)。合适标志方法的选择关系到对增殖放流效果的科学评价(陈锦淘和戴小杰,2005)。

3.5 科普展示

为了更好的宣传彭水水电站沿河鱼类增殖放流工作成果,提高公众对鱼类保护意识,在综合楼内设计2间科普展示间,展示各种鱼类的生活史、人工繁殖及放流过程的相关图片。

3.6 放流效果监测

鱼类资源监测包括鱼类的种类组成与比例、时空分布、种群结构、资源现状、主要监测放流鱼类的种群变化情况、鱼类种质与遗传多样性、主要保护对象胭脂鱼、岩原鲤等天然种群的形态学、生物学、生物化学、分子生物学等种质指标及遗传结构,以此分析评价增殖放流效果。鱼类生态习性监测包括早期

资源种类组成与比例、时空分布、早期资源量、水文要素(温度、流速、水位)、产卵场的分布与规模、繁殖时间和频次,重点了解水电站建成运行前后“三场”的变化,同时监测鱼类的产卵规模。

放流实施前1年开始,以后第1、3、5、8、12、16、20年进行监测。鱼类资源监测在每年4-6月和10-12月进行;鱼类产卵场调查在3-8月进行为宜,以4-6月为重点调查时期。

参考文献

- 蔡焰值,何长仁,蔡烨强,等. 2003. 中华倒刺鲃生物学初步研究[J]. 淡水渔业, 33(3): 16-18.
- 陈锦洵,戴小杰. 2005. 鱼类标志放流技术的研究现状[J]. 上海水产大学学报, 14(4): 451-456.
- 丁瑞华. 1994. 四川鱼类志[M]. 成都: 四川科技出版社: 346-348.

- 贺红川. 2007. 华鲮人工繁殖研究[J]. 水利渔业, 27(2): 41-42.
- 胡世然,张竹青,周承辉,等. 2009. 白甲鱼生物学特性及人工驯养技术[J]. 贵州农业科学, 37(10): 152-154.
- 黄辉,李正友,杨兴,等. 2008. 岩原鲤人工繁殖与苗种培育技术研究[J]. 水利渔业, 28(1): 72-73.
- 庾云. 2008. 岩原鲤繁殖生物学研究综述[J]. 安徽农学通报, 14(19): 141-142.
- 乌江彭水水电站沿河鱼类增殖放流站工艺设计报告[R]. 2010.
- 吴青,罗海,雷明平,等. 2005. 华鲮幼鱼几种养殖相关生物学参数的测定[J]. 水利渔业, 25(5): 45-47.
- 张堂林,李钟杰,舒少武. 2003. 鱼类标志技术的研究进展[J]. 中国水产科学, 3(6): 246-253.
- 郑凯迪. 2003. 胭脂鱼的生物学特征及人工养殖技术[J]. 水产养殖, 24(2): 9-11.

(责任编辑 万月华)

Process Design of Fish Proliferation and Releasing Station of Yanhe of Pengshui Hydropower Station on Wujiang River

WANG Chong, FANG Yan-hong, LIANG Yin-quan, HUANG Dao-ming, YU Fu-hu

(Key Laboratory of Ecological Impacts of Hydraulic-Projects and Restoration of Aquatic Ecosystem of Ministry of Water Resources, Institute of Hydroecology, Ministry of Water Resources and Chinese Academy of Sciences. Wuhan 430079, P. R. China)

Abstract: The paper introduces the process design scheme of Yanhe fish proliferation and releasing station of Pengshui Hydropower Station. Three major aspects of the scheme are described herein. Firstly, it refers to the releasing objects. In order to supply its population quantity, the rare and peculiar fishes, which totally are 160 000, are proliferated and released in the main stream and tributary of Wujiang River, such as *Myxocyprinus asiaticus*, *Procypris rabaudi*, *Spinibarbus sinensis*, *Onychostoma sim* and *Sinilabeo rendahli*. Secondly, it refers to the scale and location. The requirement of parent fish is 625 kg. The production of fish fries of 1.5 cm, 4-6 cm and 15 cm are 238 500, 174 300 and 20 300, respectively. The station, located near the subordinate hatchery of aquatic station of Yanhe county, covers an area of 2 hm² and consists of water storage tank (400 m²), spawning and breeding workshop (450 m²), parent fish rearing workshop (1 008 m²) and fingerlings breeding workshop (450 m²). The main breeding facilities include 2 spawning pools, 30 parent fish rearing pools, 2 glass fibers reinforced plastic hatching troughs, 3 You-Xian-Ke hatching troughs, 5 hatching barrels, 30 fish fry rearing tanks with circular opening, 40 circular fingerling rearing tanks, 2 live bait breeding ponds and 2 epidemic prevention and isolation ponds. Finally, it refers to the operation management. It includes institutional setup, staffing and responsibility, technical specification of management, manufacturing management, tagging, the popular science show and monitoring the releasing effect.

Key words: Wujiang River; hydropower station; fish proliferation and releasing station; process design