

四川甘洛县格古河水生生物群落及其生态位的分析

丁瑞华¹, 李明², 桂林华², 郑绯绯², 席欢¹

(1. 四川省自然资源科学研究院, 成都 610015; 2. 四川省林业勘察设计研究院, 成都 610081)

摘要:报道了四川省甘洛县甘洛河支流——格古河的水生生物资源调查及其水域生态系统研究结果。有 4 门类 96 属、种, 以藻类、原生动物和水生昆虫等类群的种类和数量较多, 其资源较为丰富, 群落结构复杂, 功能多样, 生态位明显。分析了水电开发引起的水域生态环境变化对水生生物、水生生态系统的影响及潜在威胁, 并提出相应的保护措施建议。

关键词: 格古河; 水生生物; 群落结构; 生态位; 水电站影响; 保护措施

中图分类号: Q178.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7083(2010)06-0941-05

Studies on the Aquatic Community and Ecological Niche in Gegu River, Sichuan Province

DING Rui-hua¹, LI Ming², GUI Lin-hua², ZHENG Fei-fei², XI Huan¹

(1. Sichuan Institute of Natural Resource, Chengdu 610015, China; 2. Sichuan Forestry Institute of Exploration and Design, Chengdu 610081, China)

Abstract: The present aquatic community and their ecological niche were investigated during May to September 2009 in Gegu River (a tributary of the Dadu River), Ganluo county of Sichuan Province. The results show that the aquatic resource is abundant, including 96 species and genera. The community structure of aquatic organisms is complicated and the ecological system is diversity. The influence of water environment changes on the aquatic ecological system was also analyzed, and a protection strategy was put forward.

Key words: Gegu river; aquatic organisms; community structure; ecological niche; influence of hydroelectric station; protective strategy

水生生物是水域生态系统的重要组成成分。调查水生生物的群落结构、功能及其在水域生态系统的作用, 对评价水域生态环境质量、制订有效的保护河流生态的行动对策具有重要的参考意义。为了评价格古河水电开发对生态环境的影响, 应甘洛县吉乃窝呷电站开发有限责任公司之邀, 2009 年 5~9 月对甘洛河上游支流——格古河的水生生物资源进行了初步调查。现整理报道供参考。

1 自然地理概况

格古河流域地处小相岭南段东侧, 位于四川省甘洛县马鞍山自然保护区南端, 流域地势东南高, 西北低, 为高山峡谷地带, 沟壑纵横。全流域面积为 190 km², 主河道长 24.9 km, 平均宽度 7.6 km, 主河道比降 78.9‰, 水面宽 15.0~18.0 m, 水深 0.5~1.0 m, 平均流量 3.91 m³/s, 丰水期为 6.63 m³/s, 枯水期为 1.20 m³/s。全流域平均高程为 2300 m 左右, 还有挖尼拉打沟、波波以打沟与挖楚列瓦沟 3 条

较大的支流汇入。主河道自东南向西北流至阿嘎乡汇入甘洛河。靠降水及高山冰雪融水补给, 7~9 月为汛期, 12 月至翌年 5 月为枯水期。河床多砾石、石块和泥砂。水量较为丰富, 水流湍急, 流态复杂流域。属中亚热带气候, 雨量充沛, 光热充足, 年均温 16.3℃, 年均降水量 900 mm, 无霜期 283 d, 年平均日照时数 1661.2 h(姚刚等, 2009)。

根据水电开发规划, 将在格古河兴建年发电量 4790 kw·h 的引水式水电站。厂房设在下流的吉乃窝呷, 取水大坝建在上游的皮达村河段, 通过管道引水至下游发电。坝址至电厂间距约 6.0 km 将成为脱水河段, 对水生生物、鱼类和水生生态系统产生影响。

2 调查方法

调查主要涉及皮达、皮足、格古、吉乃窝呷 4 个村, 自上而下进行采样, 并对挖尼拉打沟、波波以打沟和挖楚列瓦沟等支流进行流动采样。依张觉民等

收稿日期: 2009-12-10 接受日期: 2010-03-03

作者简介: 丁瑞华, 男, 研究员, E-mail: drh200711@126.com

(1991)的方法在格古河设 4 个采样站,每站设 3 个采样点。同时沿河干、支流水域进行面上采样。将样品带回室内进行定性和定量分析。按王家楫(1961)、胡鸿钧(1980)、黄明显(1981、1982)、陈受忠(1983、1994)、沈韞芬(1994)、韩茂森(1998)的方法,对藻类、浮游动物进行定性和定量分析。水生昆虫调查是根据不同河段河底的结构状况进行采样,根据津田松苗(1962)、伍悼田(1994)和王士达(1994)的方法进行采样和分析。

3 结果与分析

3.1 区系组成

调查共采得定性和定量水样 20 个,其他水样 11 份。经初步鉴定,有藻类 42 属、浮游动物 22 属或种、底栖动物 8 属和水生昆虫 24 属,共计 96 属、种(表 1)。其中以藻类最多,有 42 属,占总属数的 43.75%,其次是水生昆虫,有 24 属,占 25.0%,浮游动物 22 属,占 22.92%,底栖动物最少,有 8 属,占 8.33%。

表 1 格古河水生生物名录及其分布
Table 1 List and distribution of aquatic in Gegu River

类别	吉乃窝呷	格古	皮足	皮达
1. 着生藻类				
小颤藻 <i>Oscillatoria tenuis</i>	+	+++	++	
针杆藻 <i>Symedra</i>	++	+++	+++	+
短缝藻 <i>Eunotia</i>	+	++	++	+
箱形桥穹藻 <i>Cymbella cistula</i>	++	+++	++	+
脆杆藻 <i>Fragilaria</i>	++	+++	+++	+
普通等片藻 <i>Diatoma vulgare</i>	+	++	++	+
膨大窗纹藻 <i>Epithemia turgida</i>	+	+	+	+
大羽纹藻 <i>Pinnularia major</i>	+	+		
脆弱刚毛藻 <i>Cladophora fracta</i>	++	++	+	+
细丝藻 <i>Ulothrix tenerima</i>	+	+	+	
星芒双星藻 <i>Zygnema stellinum</i>	++	++	++	+
水绵 <i>Spirogyra</i>	+	++	+	+
布菜鼓藻 <i>Cosmarium blyttii</i>	+	+		
2. 浮游藻类				
棕鞭藻 <i>Ochromonas</i>	+	+	+	
锥囊藻 <i>Dinobryon</i>	+	+	+	
黄丝藻 <i>Tribonema</i>	+	+		
裸甲藻 <i>Gymnodinium</i>		+	+	+
角甲藻 <i>Ceratiom hirundinella</i>	+	+		
隐藻 <i>Cryptomonas</i>		+	+	
裸藻 <i>Euglena</i>	+	+		
纤维藻 <i>Nkistrodesmus</i>	+	+	+	
空球藻 <i>Eudorina</i>	+		+	+
衣藻 <i>Chlamydomonas</i>	+	+	+	+
新月藻 <i>Closterium</i>	+	+	+	+
盘星藻 <i>Pediastrum</i>	+	+	+	+
鼓藻 <i>Euastrum</i>		++	+	+
平裂藻 <i>Merismopedia</i>	+	+	++	+

螺旋藻 <i>Spirulina</i>	+	+		
栅列藻 <i>Cenedesmus</i>	++	++	+	+
颤藻 <i>Oscillatoria</i>	++	++	+++	+
颗粒直链藻 <i>Melosira granulata</i>	+	+++	+++	+
小环藻 <i>Cyclotella</i>		+++	+++	+
平板藻 <i>Tabellaria</i>	+++	+++	+	++
星杆藻 <i>Asteronella</i>	+++	++	+++	+
肘状针杆藻 <i>Synedra ulna</i>	+++	+++	+++	++
放射舟形藻 <i>Navicula radiosa</i>	++	+++	++	+
中凸羽纹藻 <i>Pinnularia mesolepta</i>	+++	+++	++	++
卵形藻 <i>Cocconeis</i>	+	+	+	
弯形曲壳藻 <i>Achnanthes flexlla</i>	++	+++	++	+
桥穹藻 <i>Cymbella</i>	+	+++	+	+
粗壮菱形藻 <i>Nitzschia robsta</i>	+	++	+++	
螺旋双菱藻 <i>Surirella spiralis</i>	+	+		+

3. 浮游动物

(1) 原生动物

表壳虫 <i>Arcella</i>		+	+	
沙壳虫 <i>Diffugia</i>	+	+	+	
砂壳虫 <i>Pseudodiffugia</i>	++	++	++	+
鳞壳虫 <i>Euglypha</i>	+	+	+	
栉毛虫 <i>Didinium</i>	+	+		+
焰毛虫 <i>Askenasia</i>	+	+	+	+
榴弹虫 <i>Coleps</i>	+	+	+	
尾毛虫 <i>Urotrichia</i>		+		+
急游虫 <i>Strobilidium viride</i>	+	++	+	+
侠盗虫 <i>Strobilidium gyrans</i>	+	+	+	+
筒壳虫 <i>Tintinnidium entzii</i>	++	++	++	+
河筒壳虫 <i>Tintinnidium fluviatile</i>		+		
铃壳虫 <i>Tintinnopsis wangi</i>	+	++	+	+
累枝虫 <i>Epistylis sp.</i>		+		
钟形虫 <i>Astylozoon faurei</i>	++	++	++	+
聚缩虫 <i>Zoothamnium arbuscula</i>	+	+	+	

(2) 轮虫

萼花臂尾轮虫 <i>Brachianus calyciflorus</i>		+	+	
曲腿龟甲轮虫 <i>Keratella valga</i>	+	+		+
前节晶囊轮虫 <i>Asplanchna priodonta</i>	+		+	
独角聚花轮虫 <i>Conochilus unicornis</i>		+		

(3) 枝角类

矩形尖额溞 <i>Alona rectangula</i>	+	+		
-------------------------------	---	---	--	--

(4) 挠足类

剑水蚤 <i>Mesocyclops abidus</i>	+		+	
-------------------------------	---	--	---	--

4. 底栖动物

(1) 寡毛类

肥满仙女虫 <i>Nais inflata</i>		+		+
豹行仙女虫 <i>Nais pardalis</i>		+	+	
哑口仙女虫 <i>Nais elinguis</i>		+		
河蚓 <i>Rhyacodrilus sp.</i>	+	+	+	
吻盲虫 <i>Pristina sp.</i>	+	++	+	+

(2) 腹足类

尖萝卜螺 <i>Radix acuminata</i>	+	+		
椭圆萝卜螺 <i>Radix swinheoi</i>	+	++	++	
小土蜗 <i>Galba pervia</i>		+		+

5. 水生昆虫

(1) 蜉蝣目 EPHEMEROPTERA

四节蜉 <i>Baetis</i>	+	++	+++	
-------------------	---	----	-----	--

美四节蜉 <i>Callibaetis</i>	++	+++	+	+
细蜉 <i>Caenis</i>	+++	+++	++	
短丝蜉 <i>Siphonurus</i>	++	++	+++	+
小蜉 <i>Ephemerella</i>	+++	++	+++	+
扁蜉 <i>Heptagenia</i>	+	+		
(2) 襀翅目 PLECOPTERA				
新石蝇 <i>Neoperla</i>		++	+++	+
纯石蝇 <i>Paragnetina</i>	+	+	++	+
(3) 蜻蜓目 ODONATA				
色蟊 <i>Calopteryx</i>	+	+	+	
箭蜓 <i>Ophiogomphus</i>		++	++	+
蜻 <i>Libellula</i>	+	+	+	+
(4) 毛翅目 TRICHOPTERA				
二联纹石蚕 <i>Diplectrona</i>	+	+	+	
纹石蚕 <i>Hydropsyche</i>	+++	+++	++	+++
舌原石蚕 <i>Glossoma</i>	+	++	+++	+
小石蚕 <i>Hydroptila</i>	++	+++	+	
(5) 双翅目 DIPTERA				
摇蚊 <i>Chironomus</i>	++	++	++	++
长跗摇蚊 <i>Tanytus</i>	+	+++	+	+
微摇蚊 <i>Microtendipes</i>	+++	+++	++	+
多足摇蚊 <i>Polypedilum</i>	+++	++	+++	+
环足摇蚊 <i>Cricotopus</i>	+++	++	+++	
隐摇蚊 <i>Crytochironomus</i>	++	+	+++	+
蚋 <i>Simulium</i>	++	+++++		
(6) 半翅目 HEMIPTERA	+	+++++	+	
(7) 鞘翅目 COLEOPTERA	+	+		+

注：“+”表示采到标本；“++”表示数量(2~9个/m²或L)为较多；“+++”表示数量10个以上为丰富

从表1可以看出,格古河的水生生物主要类群在各河段都有分布,以格古和皮足河段的类群较多,皮达河段较少。从数量来看,格古和皮足以着生藻类、原生动物和水生昆虫等类群的数量较丰富,其次是吉乃窝呷河段,皮达河段则较少。

3.2 群落结构及其生态位

3.2.1 藻类

着生藻类 在格古河已知的着生藻类主要有硅藻、刚毛藻 *Cladophora*、颤藻 *Oscillatoria*、席藻、水绵 *Spirogyra*、细丝藻 *Ulothrix*、丝状兰藻、双星藻 *Zygnema* 等13个属、种。其中硅藻的类群较多,多为针杆藻 *Symedra*、脆杆藻 *Fragilaria* 和桥穹藻 *Cymbella* 等,其数量也较多。

从分布来看,皮足、格古及其以下河段的种类和数量均较多,皮足以上河段稍少。在山区浅水、急流、清澈见底的河床石砾表面,常形成以硅藻为主或以丝状绿藻为主的周丛生物群落。其中硅藻+水绵+丝藻群落为常见,其沉积物通常较厚,一般为0.1~0.5mm,厚的有1.0mm左右,可见其生物量较为丰富。这些群落随着外界环境条件和水文的变化,

引起群落演替、更新。着生藻类在水生生态系统中是主要生产者,其生理状态及光合效率均比浮游藻类高得多,就其现存量和生产量亦显著高于浮游藻类,其地位虽居于食物链的最底层,但在溪河中起着非常重要的主导作用,是河流的生态基础,为生态系统输送基础能量,为水生生态系统的能量源,因此在生态系统中具有重要地位。

浮游藻类 调查河段浮游藻类较丰富,已知有5个门,其中以硅藻的种类最多,约占51.9%,其次是绿藻,约占22.3%,裸藻约占14.8%,其他各门的种类均较少。从种群数量上来看,硅藻占绝对优势,其他类群均较少。从定量分析来看,浮游藻类数量不甚丰富,一般为 $4.081 \times 10^4 \sim 9.1 \times 10^4$ ind./L,生物量约为0.0845~0.1690 mg/L。

从不同河段的分布看出,以硅藻分布最广,在各个河段均有分布,且多为主要类群之一。在不同河段的数量上则以格古河段较多,皮足段稍多,皮达段较少。

在水生生态系统中浮游藻类是另一条食物链中最底层的一环,由于数量较丰富,为浮游动物、稚鱼和一些水生昆虫等提供食料,为基础食物制造者,也是初级能量提供者,因此在生态系统中占有一定地位。

3.2.2 浮游动物 调查河段浮游动物以原生动物种类较丰富,已知有22属、种,其中主要有沙壳虫、急游虫、筒壳虫和鳞壳虫等原生动物,约占89.0%。轮虫、枝角类和桡足类的种类和数量均甚少。原生动物由于个体小,世代间隔短,繁殖率较高,转换较快,其P/B系数亦较高,故在数量上占浮游动物的百分比也是比较高的,所以原生动物在格古河流中的饵料作用是不可低估的。

据初步调查仅发现有萼花臂尾轮虫等4种,其数量甚少,分布亦不甚广泛。枝角类和桡足类各仅有1种,且种群数量均甚少。

根据定量分析(表2)可以看出,由于不同河段的河床条件不同,浮游动物的密度和生物量亦有差别。以皮达河段较少,数量约占20.4%,生物量占14.6%;皮足段次之,分别占30.1%和23.9%,而格古段则较丰富,分别占49.5%和61.5%。据实地调查所见,格古段无论密度还是生物量都高出许多的原因,可能与采样点以上正是格古村,居民多,岸边多农耕地,饲养的禽畜较多,流入河中的有机物较丰富有一定关系。

表 2 不同河段浮游动物密度(A) (ind./L) 和生物量(B) (10^{-3} mg/L) 比较

Table 2 Comparison of density(A) (ind./L) and biomass (B) (10^{-3} mg/L) of zooplankton in different habitat

地点	原生动物		轮虫		枝角类		桡足类		浮游动物	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
皮达	60	3.0	0	0	0	0	0	0	63	6.6
皮足	90	4.5	2	1.2	0	0	1.0	6.1	93	10.8
格古	150	7.5	2	2.4	1.0	20.0	0	0	153	27.8

浮游动物主要是原生动物,而轮虫、枝角类和桡足类等类群相对较贫乏。浮游动物在生态系统食物链中起着重要作用,尤其是内中的原生动物作为饵料生物起了重要的作用,处于次级消费者,多以浮游藻类为食,从而为水生昆虫、底栖动物和鱼类提供食料,为次级能量提供者,这在生态系统的能量转换过程中具有不可替代的功能。

3.2.3 底栖动物 在调查时仅采到寡毛类和腹足类两个类群,其中以寡毛类种类较多,有 3 属 5 种,约占 62.5%,寡毛类又以仙女虫属为主,有 3 种,河蚌属和吻盲虫属各 1 种。腹足类约占 37.5%,以椎实螺为主,有 2 种,小土蜗仅 1 种。

从分布来看,随着河段不同底栖动物的分布亦呈现出差异。从表 1 可以看出,在格古以下的格古河段种类较多,肥满仙女虫、豹行仙女虫、哑口仙女虫、河蚌、吻盲虫、尖萝卜螺、椭圆萝卜螺、小土蜗等 8 种底栖动物均有分布,皮足仅见豹行仙女虫、河蚌、吻盲虫、椭圆萝卜螺等 4 种,而皮达则只见到肥满仙女虫、吻盲虫、小土蜗等 3 种。这与不同河段的河床底质及饵料生物丰富度有一定关系,一般说来河底泥沙较多,其间有较多砾石,岸边有生活污水的河段,种类和数量相对较多。

在不同河段不仅分布的种类不同,其种群数量亦有差异(表 3)。吉乃窝呷无论密度和生物量都比较多,约占总量的 40.0%,其次格古村,约占 30.0%,皮足和皮达河段较少。

表 3 不同河段底栖动物密度(ind./m²)和生物量(mg/m²)比较
Table 3 Comparison of density (ind./m) and biomass (mg/m²) of zoobenthos in different habitat

地点	寡毛类		腹足类	
	密度 (%)	生物量 (%)	密度 (%)	生物量 (%)
皮达	15 (4.72)	8.64(0.13)	16(5.03)	784(11.42)
皮足	29 (9.12)	16.7(0.24)	27(6.49)	1323(19.27)
格古	65 (20.44)	37.44(0.55)	41(12.89)	2008(29.25)
吉乃窝呷	71 (22.33)	40.896(0.6)	54(16.98)	2646(38.55)

底栖动物在生态系统中的地位亦是能量转换器

之一,常将有机碎屑、藻类和浮游动物摄取后,将食物进行转化,一方面为藻类提供基础食料,另一方面将能量供给鱼类,从而为生态系统的正常运行起着稳定作用,为生态平衡提供必要的条件。

3.2.4 水生昆虫 在各河段的水生生物中以水生昆虫的类群最多,区系组成甚为复杂。已知有 7 个目 24 个属、种。其中以蜉蝣目和双翅目的类群最多,各有 6 个属,各占 36.09%;毛翅目有 4 个属,约占 17.39%;蜻蜓目有 3 属,约占 13.4%;其余的襀翅目、半翅目和鞘翅目的类群较少,仅 1~2 属。主要是双翅目的摇蚊科 Chironomidae 种类居多。

水生昆虫的分布与其所处的水环境特点有着密切关系。从格古河水生昆虫的分布来看(表 1),由蜉蝣目、襀翅目、双翅目和毛翅目形成的流水群落,分布较广,在各个河段均有分布,其他各目仅出现在部分河段。值得提及的是在格古以下的吉乃窝呷以及阿嘎河段均分布有较多的类群,最多的是蜉蝣目、双翅目和毛翅目,且有较大的种群数量。

在不同河段水生昆虫的密度和生物量有一定差异(表 4)。以格古和皮足河段数量较多,密度为 3503~4811 ind./m²,生物量为 3500~4800 mg/m²。而皮达则相对较少。

表 4 不同河段水生昆虫密度(ind./m²)和生物量(mg/m²)比较
Table 4 Comparison of density (ind./m²) and biomass (mg/m²) of aquatic insects in different habitat

地点	混合样		大型昆虫	
	密度	生物量	密度	生物量
皮足	3503 ± 137	3415 ± 121	3421 ± 140	1321 ± 5.81
皮达	150 ± 138	3050 ± 142	2981 ± 105	1051 ± 6.31
格古	4811 ± 122	4801 ± 115	3162 ± 114	1398 ± 5.43

从表 4 还可看出,在格古河段较大型水生昆虫资源较丰富,其次是皮足,皮达较少。在这些水生昆虫中,喜流水生活的类群较多,除蜻蜓目和摇蚊幼虫中的一部分外,襀翅目、蜉蝣目稚虫、毛翅目中一些喜流水生活种类的幼虫和双翅目中的蚋及一些摇蚊科幼虫等形成典型的流水群落结构,其中包括有多个功能摄食类群如撕食者(Shredder)、刮食者(Scraper)和碎屑收集者,从而充分利用着生藻和有机碎屑及浮游动物等食物源,形成了丰富的水生昆虫群落结构,进而为肉食性底栖鱼类提供良好的天然饵料,可见水生昆虫在水生生态系统中起着食物转换者的作用,在生态系统中占有十分重要的地位。

4 讨论

4.1 水域生态系统

格古河流域为中高山溪流,生物多样性较为丰富,有鱼类 13 种(丁瑞华,1994),水生生物 4 大门类 96 个属、种。鱼类多以鳅科、鲤科和鲃科鱼类种类为主,而水生生物类群大多数都是嗜清洁流水的种类。这些水生生物和鱼类组成许多个不同群落,其间相互依存关联,构成一个完整的水域生态系统。在这个生态系统中,不同生物群落占据不同的小生境,其中的着生藻类群落在太阳能的作用下进行光合作用,不断更新,新生藻代逐渐积淀,为底栖无脊椎动物和鱼类提供食源,同时还为杂食性、刮食性鱼类或水生昆虫供给食料,而这些鱼类和水生昆虫又是肉食性鱼类重要的食饵,其废弃物与沉积的有机碎屑及泥沙又不断附着在藻类群落上为其发展提供生存基质,从而形成完整的食物链。

在山溪河流生态系统中,其食物链主要有两条:以“着生藻类→底栖无脊椎动物→杂食、刮食性鱼类→肉食性鱼类”这条食物链为主导,而另一条“浮游藻类→浮游动物→滤食性鱼类→肉食性鱼类”食物链则显得微不足道。食物链不断地循环往复,维系着生态系统的平衡。在这个生态系统中,着生藻类和较大型水生昆虫在加速物质转化和稳定生态系统中起着十分重要的作用。

4.2 水电站建设对水生生物影响分析

在格古河中游修建水电站后,从大坝起一直到发电厂以下河段将成为减水河段,长约 5.0 km,河面宽度由原来的 7~11 m 缩小为 3~5 m,减少约 50%;水深由原来的 10~20 cm 变为 6~10 cm;平均流量由原来的 3.91 m³/s 迅速减为 0.6 m³/s(生态流量),加上支沟补水也不到 1.0 m³/s,原来较宽阔的河道将变成小水沟,流速、流量和流态亦因此而改变,河流生态学将发生巨大变化,对水生生物的影响将是长期的、深远的,而且其影响范围较广。该河段原有较为丰富的水生生物皆因河道缩水、干涸进而消失,原有的水域生态系统亦将受到破坏,只能保留很少的水生生物类群,但这一结果还是在保证下泄 0.6 m³/s 的生态流量的情况下才能得以呈现的景

象,若不能保证这样的生态流量,那后果将更加严重。

4.3 保护措施建议

4.3.1 水电站应保证年平均水流量的 15% 以上的下泄补给水量,即下泄水必须保持在 0.6 m³/s 以上,以保证丰富的水生生物和 13 种鱼类的正常生存空间,否则它们将在这一河段趋于消失。

4.3.2 马鞍山自然保护区应责无旁贷地实施保护,最为重要的是监督电站管理者保证下泄流量。

4.3.3 对当地居民、镇村干部和电站工作人员及格古村小学师生等各层人员宣传保护水域生态环境的重要性,切实保护好水源、水生生物、鱼类和陆生野生动、植物,严禁捕猎和盗伐。

4.3.4 水电站需在年电量总收入中抽出 5% 以上的经费对保护区进行生态补偿。根据该电站年发电量为 4790 万 kw·h 计算,按现在的电价年收入约 1000 万元,则年补偿费至少约为 50 万元,随着电价的变动补偿费也应随之变动。

5 参考文献

- 陈受忠. 1983. 川江小型甲壳动物记述[J]. 四川动物, 2(4): 22~25.
- 陈受忠. 1994. 中国尖额溞属新检索表(甲壳纲:双甲目)[J]. 四川动物, 13(4): 169.
- 丁瑞华. 1994. 四川鱼类志[M]. 成都:四川科学技术出版社.
- 胡鸿钧,李尧英,魏印心,等. 1980. 中国淡水藻类[M]. 上海:上海科技出版社.
- 黄明显. 1981. 四川枝角类初步研究[J]. 四川动物, (1): 38.
- 黄明显. 1982. 四川省的桡足类(上)[J]. 四川动物, 1(1): 7~13.
- 黄明显. 1982. 四川省的桡足类(中)[J]. 四川动物, 1(2): 1~7.
- 黄明显. 1982. 四川省的桡足类(下)[J]. 四川动物, 1(3): 7~9.
- 宋大祥,等. 1994. 西南武陵山地区动物资源和评价[M]. 北京:科学出版社.
- 王家楫. 1961. 中国淡水轮虫志[M]. 北京:科学出版社.
- 姚刚,胡杰,杨志松,等. 2009. 四川甘洛马鞍山自然保护区两栖爬行动物初步调查[J]. 四川动物, 28(5): 760.
- 张觉民,等. 1991. 内陆水域渔业自然资源调查手册[M]. 北京:农业出版社.
- 津田松苗. 1962. 水生昆虫学[M]. 北隆馆.