

淺談四川省两个发电 水庫对环境的影响

水利电力部成都勘测设计院 朱忠德

人口、资源、环境被称为当今世界的三大问题。近年来，环境问题在国内外得到了普遍的重视。水电工程对环境的影响是环境科学中的一个重要分支，目前我国在这方面对新建工程进行研究和评价，还刚刚开始。

水庫是水电工程中的一个重要组成部分，按其作用一般可分为两类：一类主要任务为发电，这些水庫大多位于大江大河流域的上游，且属丘陵和山区，对环境的有利影响较多，不利影响相对地较少。另一类为多目标水庫，即以发电为主，尚兼有防洪、灌溉等其他综合利用效益。这些水庫一般位于大江大河流域的中下游，地势较平坦，涉及各方面的影响较为错综复杂，规划设计中尤应认真研究环境影响问题。西南地区兴建的水庫，大多属于前一种类型。

水庫对环境的影响涉及许多方面，国外近二十年来对这一问题进行了多方面地分析研究，总结了一些分类和归纳方法。例如国际大坝会议 1980 年 6 月第35期会刊*，将水庫的环境影响分为物理、生物影响与社会影响两大类。前一类又可分为大坝引起阻隔的影响、淹没对动物群的影响、对气候的影响、对库水的影响、对非库水的影响、滑坡和诱发地震等七个方面；后一类则划分为有利影响和不利影响。该报告作为“筑坝和环境影响委员会”的工作总结，建议采用矩阵法来列举和评价各种不同的影响：矩阵的列表示工程项目的各种作用，而行则表示所有的环境影响。目前这种矩阵可达56列和61行，可以区分 3416 种不同作用产生的环境影响。当然每一具体水庫并不需要列举全部影响，而只是根据自己的特点分析其环境影响的主要因素。

1981年10月中国水利学会在武汉举办的环境水利研究班并同时成立的中国环境水利研究会，曾对这些工作进行了初步总结。总结认为，水庫的环境影响可以分为四大类：物理影响、化学影响、生物影响和社会经济影响，其每一大类又可区分为本质极不相同的多种影响。与上述四大类密切相关的另一类特殊影响。则为水庫对人群健康的影响，也是一项很重要的课题。

近年内，我们对狮子滩和龚咀水庫先后进行了两次学术考察，今就其主要环境影响分述如下。

*参阅水电部成都勘测设计院：《水庫环境影响译文》第4集，1982年7月。

一、环境影响的有利方面

(一) 提高系统可靠出力

在一切有利影响中,水电站水库带来的最大经济效益,就是通过电站发出大量廉价的电力。如狮子滩水库以下的四个梯级电站,除已发电约100亿度外,具有更重大意义的是:水库调节性能优越,除在系统中起调峰作用外,还可在年内进行电力补偿提高系统可靠出力。龚咀枢纽是目前四川电力系统中最大的水电站,也是系统中的主要调峰电站。电站建成发电后七年多即收回全部投资,十年累计发电量达200亿度。这两个水库的发电效益,已成为四川省工农业建设的有力支柱。

(二) 发展灌溉、航运和农、渔业生产

水库的综合利用效益属于有利的社会经济影响,例如库水可用于发展灌溉、航运和渔业等。以狮子滩水库为例,自1958年建立国营渔场后,开始有计划地发展渔业,至1980年底的23年内,给市场提供鲜鱼1659万斤(不包括非法捕捞量);草、鲢鱼苗十余亿尾。平均年产鲜鱼72万斤,为建库前原龙溪河产鱼量的144倍。根据水库的饵料生物资源情况,狮子滩水库还有更大的产鱼潜力。

川东地区最易发生伏旱和春旱,为了解决这类旱象,狮子滩水库沿岸地区的农业灌溉均可采用电力提灌。除依靠水库中的水外,狮子滩水电站的发电尾水,又可作为水库下游地区提水灌溉之用。

狮子滩水库建成以后,形成跨越长寿、垫江两县面积达9万余亩的广大水面,还为发展库区航运创造了良好的条件。这种丘陵地区水库的航运,不仅改变原来运输靠肩挑背扛的状况,节约大量劳力,而且对水库周围工农业发展生产和物资交流,起到一定促进作用。

水电站水库对当地农村社会经济的变化也有很大的作用。建成水电站后可使库区周围的农村获得廉价的电力,用以照明和进行农付业加工,促进农村的电气化和现代化。

水电站水库的修建,也有利于提供就业机会。大型发电厂的职工人数一般可发展到1000人左右,加上新建渔场和其他企业,尚可安置城乡剩余劳动力。

(三) 提供新的旅游资源

水库的建立还可提供新的旅游资源。一般说来,大坝和水库更使自然景观增添光彩,在景色绮丽的大自然环境中,雄伟的大坝、清澈的人工湖与周围山林景色交相映照,相得益彰。若附近还有名胜古迹,则更能吸引游客,有利于促进旅游事业的发展。

(四) 调节地方气候,有利于发展柑桔

水库的建立,往往能使库区的局部地区气候得以改善。狮子滩水库建成后,年平均最高气温降低 3.4°C ,年平均最低气温提高 1.6°C ,这就是说当地的温度变化因建库而趋于缓和。水库具有热源作用,特别是在冬季出现寒潮降温时表现最为明显。在冷空气影响下的降温天气,该水库能使最低气温提高 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 。另外,由于该水库呈湖盆半封闭地形,具有谷地效应,使库区平均气温日较差偏大 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$,这种偏大以库区周围的凹地最为显著。由于库水蒸发及水体的热源作用,在库区周围形成一个高湿度带,使平均相对湿度增大 $3\sim 5\%$ 左右。

水库的这些特点,对果树的生长和品质有较好的影响。狮子滩水库地区种植的夏橙,其品质在各方面均优于四川其它各地,仅酸味偏重。省内冬温略低是夏橙偏酸的主要原因。由于狮子滩冬温略高、且变化平缓,因此使现产果实含酸量已有所下降。虽然四川平均气温较低,但极端最低气温却较高,使柑桔较少冻害。若加上水库水体的增温作用,条件更显优越。因水库中气温变化较为平缓,逐日间的温差较小,10°C的初日至12.8°C的初日间隔较长,有利于果实的生长和糖分的积累。兼以日较差较大,白天气温高,有利于光合积累;晚上温度低,减少呼吸消耗,而有利于糖分积累。库区周围形成一高湿度带,能使夏橙果皮光滑、色泽鲜艳,对其生长亦有明显好处。特别应指出的是,川东伏旱之后的多雨往往造成裂果。而伏旱期间库区平均相对湿度明显增大6~7%,最小相对湿度增大6~10%(平均绝对湿度增大约2毫巴),这对改善柑桔品质,减少裂果也是有利的。

库区周围无霜期的明显增长,也有利于农作物的生长。

(五) 在一定条件下,能使水质改善

水库对水质的改善,在一定条件下是有可能的。例如,对于污染情况来说,在河水进入狮子滩水库以前,龙溪河的污染随流程的增长而加重,达入库点时程度最重;但入库后,浓度骤然下降,并沿水库出口方向进一步逐渐降低。氨氮、色度、COD等指标也都是这样;而电导、总硬、矿化度等则随龙溪河流程增长而不断降低,直至大坝。这些都说明水库不仅对水量、甚至对水质皆有明显的调节作用。

(六) 改善鱼类和水禽的生态环境

狮子滩水库建成后,水库的水文特征兼有河流和湖泊的特点。就总的情况看,水库水质变化的结果,完全适合于鱼类的生长。狮子滩水库消落区面积达3.4~4.5万亩,约占水库总面积的50%左右,是水库渔业不容忽视的重要因素。每年枯水季节的消落区,有大量陆生草本植物发芽生长,演化为繁茂的植被,通过光合作用制造有机物,并以植物体的形式把能量储存起来。洪水来临后即把淹没植被的一部分变为鱼类的直接饵料,大部分则被微生物分解为营养物质,用于鱼类饵料。

该水库形成以前,原龙溪河的鱼类主要有四川白甲、中华倒刺鲃、华鲮、岩原鲤、爬岩鳅、鳊鱼等适应河流生态环境的鱼类和广适应性的鲤、鲫、鳊、鳊等。水库蓄水后形成了广大的水域,这就给鲢、鳊鱼的育肥创造了良好的条件,并使之逐渐成为水库中的优势种群,目前达鲜鱼总产量的70%左右,这也是人工放养改造自然鱼类区系组成的结果。

龙溪河建库前,是长江上的一条较小支流,河面较窄,流量不大,因此水禽种类和数量都很少。而目前已是川东最大的水域之一,招来了不少种类和数量的水禽来此栖息、越冬和避敌。狮子滩水库中的一些小岛,已成为斑咀鸭的繁殖地。

二、环境的不利方面

(一) 库区淹没损失与改变河道的自然状态

修建水库在不同程度上也会带来各种不利影响。水库蓄水必然要淹没一定数量的土地、村庄、城镇和交通、水利等设施,给地区国民经济会造成一定的损失,这是水库的不利影响之一。尤其对人多地少的我国来讲,这个问题更应作好统筹考虑,妥善规划。但发电水库有很多位于深山峡谷中,这时,影响就可能小些。

以调峰为主的发电水库，虽然能给国民经济带来巨大的效益，但如考虑不周也会给其他经济部门带来不良的后果，特别是在较大的河流上，修建大坝形成水库后，破坏了原来的自然河流状态，更会带来较多的问题。例如龚咀水库坝址处的平均流量，建库前为1530米³/秒，流量变幅不大，有利于下游通航。但大坝建成后，由于进行调峰，每天流量的变化很大，在枯水期船只无法正常航行。特别是建坝后初期蓄水阶段，坝下游水位骤降，使不少重载船只搁浅、打烂。目前30吨左右的木船，在枯水期（11月~4月）只能于每天调峰高水位时（下午3时至6时）下航，每天仅工作三小时（上航是利用前一天的关闸余水，必须在早上航行）。航道水深经过维护，也只能达到0.8米，仍对航运有较大影响。

龚咀水库的修建，也改变了原来的漂木作业制度。原来是自然下漂，一般到汛期木材才大量下河，下漂量比较均匀。大坝建成后，过木筏道未正式投入运行之前，大量漂木只能通过溢洪道的面流泄洪漂木，过坝比较集中，需在流量为3500~4000米³/秒时通过。若只开一个闸孔时，每小时过木量达8000~10000米³。这种漂木方式虽便于集中管理，但过坝损失较大容易在坝前插垛并破坏收漂设施。调峰又给漂木带来另一困难是收漂站扎成木排后，发排时间必须赶在下午高峰水位时，这样，木排到达乐山时为夜间，不利于安全作业。

调峰水位的频繁升降，对下游两岸农田的冲刷也较严重。下游两岸的灌溉，多半只能在调峰高水位时进行，造成灌水紧张，也在一定程度上影响农业生产。同样，电站调峰后若不采取相应措施还影响下游渔业的发展，因水位骤然下降，使鱼类来不及逃遁，往往被困于河道两岸或浅滩上干涸而死和被捕杀。

上述情况说明，水电站水库的调峰，若处理失当，会给下游一系列经济部门带来损失，因此设计时必须考虑维持下游河道稳定的最小必要流量。

（二）水库淤积

水库淤积是修建水库引起的又一种不利影响。水库淤积往往是不可避免的。但是可通过在上游开展植树造林和水土保持等工作来减少砂量；同时要通过水库的合理运行管理使之冲排一定数量的淤砂，以延长水库的淤积年限，保持水电站的正常发电。

龚咀水库建成十年来，泥砂淤积是较严重的。至1981年底止，淤积量已达1.8亿米³，占总库容的48.2%，目前的调节库容仅有9713米³。为了保持这一调节库容，已决定汛期（6~9月）按限制的低水位运行，使之形成溯源冲刷，并于底孔排砂；同时，降低库尾水位，尚可减少洪水期水库末端回水的淹没影响。

三、其他重要影响

（一）水库的温度分层

我们还可以注意到另一种物理影响，就是水库水温变化和分层。以狮子滩水库温度最高的8月份为例，水面达31.4°C，水面以下10米处为26.4°C，20米处为20.9°C，水底仅为14.5°C。水面和水底的温度相差16.9°C。自冬末至春初这段时间，水库整个水体呈均匀的水温分布。春夏季随着气温和日照的增高，水库表层逐渐变暖；加之逐渐升温的河水，也使水库上层的水温上升。这种上层暖（比重较小）、下层凉（比重较大）的密度结构的重力作用，造成水库的分层（大体上水温均匀，在数值上随气温而变化的水库上层，称为“库面动荡层”或“库面温水层”；在水库的某一深度以下、直至库底，水温常年保持稳定的低温状态，称为“库底

静水层”或“滞温层”，在上层和底层之间，水温变化迅速，密度梯度较大，被称为“变温层”或称“温跃层”）。

龚咀水库因是一个日、周调节水库，水体的交换几乎每天一次，无分层条件。夏季实测温度上层和底层仅差 2°C 左右，这是典型的温合型水库。

水库温度分层的同时，引起溶解氧和其他指标在不同水层中的差异。狮子滩水库中、底层溶解氧测得为 0.51 毫克/升，仅为上层含量的 8.24% ，而底层 CO_2 含量为 21.12 毫克/升，比上层升高 4.79 倍。这一情况表明，水体底层物质在进行耗氧分解。由于层氧、层温引起的水化反应，使COD、三氮、电导率、硬度和色度等指标在底、表层均有差异。以三氮为例，一般说来表层水由于风浪或其他动力因素，较底层水富氧，因此表层水呈氧化态，氮素主要以硝酸盐氮的形式存在；底层水则还原性较强，其氨氮和亚硝氮含量较高。

水库下层水温低和溶解氧含量少，使底孔引水不利于发展渔业和灌溉，但却有利于发电厂的冷却用水。因此，宜采用多层引水口，以便不同季节、不同要求时在不同水层引水。

（二）对库周人群健康的影响

修建水库对当地人群的健康，也有一定的影响。根据许多国内外文献的报导，水库往往对疟疾病的流行带来不利影响。但狮子滩水库和龚咀水库的实践表明，修建水库后，原来是疟疾病高发区的库区周围，却成了少疟疾或基本无疟区。分析其原因，可能是：1.从自然因素来说：（1）水库地处丘陵和山区，原来的平川和水稻田已变成库底，原来的山头成了岸坡，坡度较陡，沿岸深水区多；（2）四川雨量较丰，全年水量的 90% 以上集中在 $4\sim 11$ 月，水位经常涨落，形成大面积的岸边消落区，这里水陆交替频繁，蚊虫赖以生长的积水坑和草木或被淹没、或成裸地；（3）水库中水面风浪不断，特别是龚咀水库库中流速较大，无风浪的平静水面较少出现；（4）狮子滩水库渔业发展水平较高，不少鱼类吞食孑孓。上述情况都不利于蚊虫的生长。2.社会因素更为重要，如狮子滩水库周围的长寿县，在二十多年的疟疾病防治工作中，已逐步建立了一套较完整的防疟疾措施和组织形式，采用三级（县卫生防疫站、公社卫生院、大队合作医疗站）防疟网和“报”（报告疫情）、“控”（控制传染源）、“管”（管理流动人口）的三字措施，无论是水库工程施工期间，还是水库建成蓄水后，对当地疟疾的控制，都起了较大作用。

（三）水库施工对环境的影响

水库建设应考虑保护和美化环境与植树造林问题。一切施工场地的布置和取土坑等的处理，都应与今后库区的悦目观瞻和旅游事业结合起来考虑。

施工中若将废土、石、碴和沙料等倒入下游河道中，或施工围埝和其他临时建筑物不拆除干净，将造成河道缩窄、河床抬高，还导致尾水位上升，从而减少电站的实际出力和发电量。据估算，龚咀水电站仅此项影响。10年间就损失发电量约 15 亿度，价值 1 亿元左右。

施工现场由于施工人员集中，人口密度增大，排入河道的生活污水、生产废水骤增，还会使水质恶化。狮子滩水库在施工期间，随着施工强度的增大，虽然PH、总碱度等一些基本水质指标变化不大，但河水总固形物、COD、总硬度、 SO_4^{--} 却有较大幅度增高，使水质明显变坏。施工活动还使河水中 SiO_2 含量减少，在一定时期内影响水生生物的生产能力。虽然上述指标在施工后都可恢复，但也提醒我们要切实注意施工中的这一普遍的环境问题。此外，施工中的噪音问题，也值得注意，应根据施工地点的具体情况切实加以控制。

四、結 語

综上所述,水电站水库的环境影响问题是很复杂的,它涉及到各个方面。但是四川地处长江上游的湿润地带,水电站水库又是修建在丘陵区或山区,它们对环境的有利影响远大于不利影响,这在小河流上建调节性能好的水库尤为明显。已建水库可带来的不利影响应总结经验吸取教训,在今后的规划设计等工作中予以妥善解决。在靠近平原地区和干旱、半干旱地区的水库,通常会出现的地下水壅高和田地的次生盐渍化问题等,这里是不存在的。大江大河中下游修建水库面临的鱼类洄游问题,这里基本上也可不加考虑。

四川水力资源十分丰富,对环境影响问题进行充分的研究,可以使水库的效益得到更好的发挥,并采取措施力争不利影响减小到最低限度,以增强我们建设水电站水库的决心和信心。

《四川水力发电》征訂启事

一、《四川水力发电》是四川省水力发电工程学会主办的内部综合性学术刊物,主要刊载水电勘测、规划、设计、设备制造、施工、运行、管理、教学、科研和能源政策等方面的论文、技术经验总结、科研成果、国内外技术动态、技术引进以及新兴学科知识,并适当选登译文和科普文章等。

二、本刊于1982年7月创刊,年暂定出二期,内部发行。现已开始收订,到83年2月底截止。

三、本刊从1982年第二期起,酌收工本费,现连同83年两期一并征订。创刊号除赠阅外,若有需要亦可供订购,请一并办理。

四、订阅办法:

- 1、由单位统一登记,汇总办理。若单位不办理者,个人亦可自办。
- 2、请仔细填写订单和邮寄标签(订单函索即寄),并随同订款一并寄《四川水力发电》编辑组。若直接将订款寄我组,则请注明所订期数、份数和收件人姓名与详细地址。
- 3、收费标准:

期 数	收 费 标 准 (元/每期)		
	单 位	非 会 员	本 学 会 会 员
1982, 1~2期	1.00 (全年 2.0)	0.50 (全年 1.0)	0.30 (全年 0.6)
1983, 1~2期	0.80 (全年 1.6)	0.40 (全年 0.8)	0.20 (全年 0.4)

凡订款总金额在5元以上者,始收信汇;5元以下者只收邮汇,不收信汇。平寄免收邮资费;若需挂号,则按总金额的10%加收邮寄费。

五、编辑组地址及银行帐号:成都市 青羊宫 水电部成都勘测设计院《四川水力发电》编辑组。开户银行:成都市人行胜西办,帐号:890077

《四川水力发电》编辑组 1982年 12月