

西南江河梯级水电开发 对河流环境的影响及对策*

程根伟 麻泽龙 范继辉

(成都山地灾害与环境研究所 成都 610041)

摘要 进入新世纪,中国开始了一轮前所未有的河流水电开发热潮。以岷江为例,其上游干流已建成和在建的电站就有6座,支流水库不下10座。由于岷江水电的利用方式主要是引水式的梯级开发,水库容量小,调节能力弱,对河流的改造作用大,已经使得岷江上游多处河段河床干涸,河流的自然生境和景观发生了很大变化。解决这些问题的关键在于加强执行流域总体规划,对电站的设计和运行规则进行重新审订,保证河流的最低流量,挽救濒于险境的水体生态系统。

关键词 西南河流,水电开发,环境影响



程根伟研究员

一 西部河流梯级开发状况

2003年8月,中国国际工程咨询公司组织专家对设计为世界最高拱坝的雅砻江锦屏一级水电站方案进行论证并通过了项目建议书评估。此间,水电专家认为,这预示着我国水电

开发的步伐大大加快,进入一个前所未有的发展时期,中国有望十年内建成世界上最大的水电王国。

据统计,除了锦屏一级电站进入开工前的关键程序外,金沙江上总装机1860万kw的溪洛渡、向家坝,黄河上游装机420万kw的拉西瓦、红水河上装机540万kw的龙滩、澜沧江上装机420万kw的小湾、大渡河上装机330万kw的瀑布沟等巨型水电站,近两年来相继立项开工。预计“十五”期间每年将净增装机1000万kw以上。

中国是世界上水能资源最丰富的国家,可开发装机容量为378亿kw,年发电量可达192万亿kw

时。按照国家“十五”计划和2015年远景规划,到2010年中国水电装机将达到125亿kw,占电力总装机容量的28%,水电装机位居世界第一;到2015年水电装机达到150亿kw,届时水能资源开发程度将达到40%,中国将成为名副其实的水电大国。

但是在加紧进行水电开发的同时,一些河流生态环境问题也日渐突出,这些河流的水电开发项目都是当地的特大型工程,对河流的改造作用是前所未有的,特别是梯级开发将一条条自然河流变成了人工渠道,对河流水文过程、泥沙输送、水生动物以及河流两岸的自然景观都有巨大的再造作用。如果在规划中没有加以全面和慎重的研究,有可能产生各种不利的环境影响,而且无序开发造成的严重后果也难以挽回。最近出现的针对怒江梯级开发方案所发生的观点交锋,说明这个问题已引起社会各界的关注,需要慎重决策。而在岷江上游修建建坪铺-杨柳湖水库对都江堰的影响,最终造成了杨柳湖水库无法开工,也说明了这个问题的普遍性和严重性。本文以岷江上游为例,剖析大江大河水电开发问题以及科学对策。

二 岷江上游开发情况

岷江是长江上游的主要支流之一,发源于岷山南麓,分东西两源,东源出自弓杠岭,西源出自郎岭,于松潘县红桥关汇合后,自北向南流经松潘县、

* 国家“973”计划项目支持(课题编号:2003CB415206)
收稿日期:2004年10月20日

茂县、汶川县,至都江堰市,分为内、外两江,穿过成都平原后在彭山汇合,于乐山市接纳大渡河,流至宜宾汇入长江。岷江上游干流长 341km,流域面积 23 037km²,自然资源十分丰富,尤以水资源、水能资源、森林资源为最,年总径流量 153.5 亿 m³,水能蕴藏量约 800 万 kW,可开发水能资源 395 万 kW,其中上游干流水能资源蕴藏量 428 万 kW,可开发容量 263 万 kW。森林覆盖率 20%左右,活立木蓄积量约 1 亿 m³,具有突出的水源涵养、水土保持功能^[1]。岷江上游是世界十大生物多样性中心之一,被称为“绿色生态屏障”、“天然调节水库”,是成都平原和四川盆地的水源地。

根据水利部门部署,1998 年《岷江上游灌县至汶川河段规划汇总报告》完成。根据规划,岷江上游干流采用六级开发方案,由上而下分别是沙坝、福堂坝、太平驿、映秀湾、紫坪铺、杨柳湖(鱼咀)梯级水电站,其中沙坝、紫坪铺为高坝大库,其余梯级除杨柳湖为闸坝式外均为引水式电站。目前,太平驿和映秀湾水电站已建成;福堂电站一期建设已完成;紫坪铺水电站正在建设中;沙坝水电站被取消,而是在叠溪利用 1933 年地震所形成的海子,建成天龙湖水电站。

现在自松潘至都江堰,沿途有观音岩水电站(拟建)、天龙湖水电站(一期完成,已并网发电)、金龙潭水电站(在建)、姜射坝水电站(在建)、铜钟水电站(已发电)、下庄电站(杂谷脑河)、中坝电站、草坡电站(草坡河)、沙牌电站(草坡河)、福堂坝电站、太平驿电站、映秀湾电站、渔子溪 I、II 级电站(渔子溪)、杨柳湖电站(规划中)、紫坪铺电站(在建),见图 1 及表 1。

三 存在问题

(1) 梯级电站群缺少骨干水库调节。岷江上游干流规划为六级开发,除紫坪铺工程正在施工外,其它工程都已投入运行。映秀湾电站、太平驿电站、福堂电站为径流引水式电站,中坝电站为无坝取水,无调节能力。铜钟电站为引水式和坝后式相结合的电站,在平、枯水期运行具有日调节能力,天龙湖电站水库在平、枯水期运行

具有周调节能力。

梯级开发的合理方案应为上游具有大型水库,通过它的年或季调节能力改善径流的自然分配模式,保证整个梯级实现削峰填谷、防洪兴利^[2]。但是原来规划的上游大型水库(沙坝)被取消,新建的紫坪铺水库位置又太后,起不到梯级控制作用,导致全梯级防洪能力低,发电效益也很低。

(2) 水电站多元投资管理问题。岷江上游没有采用单一业主滚动开发的模式,而是由多个不同的投资主体(华能集团、岷江实业、黄龙水电集团等等)分别投资建设和管理,这就造成工程建设缺乏整体考虑,没有遵循原有的流域水利开发规划,大型水库难以落实,形成无调节能力的电站占主角的局面。由于梯级电站之间的水力联系,下游电站的运行方式对上游电站存在很大的依赖性。但是各电站分属于不同的企业管理,相互之间没有统一协调的调度规则,仅依靠各梯级电站生产管理人员组成

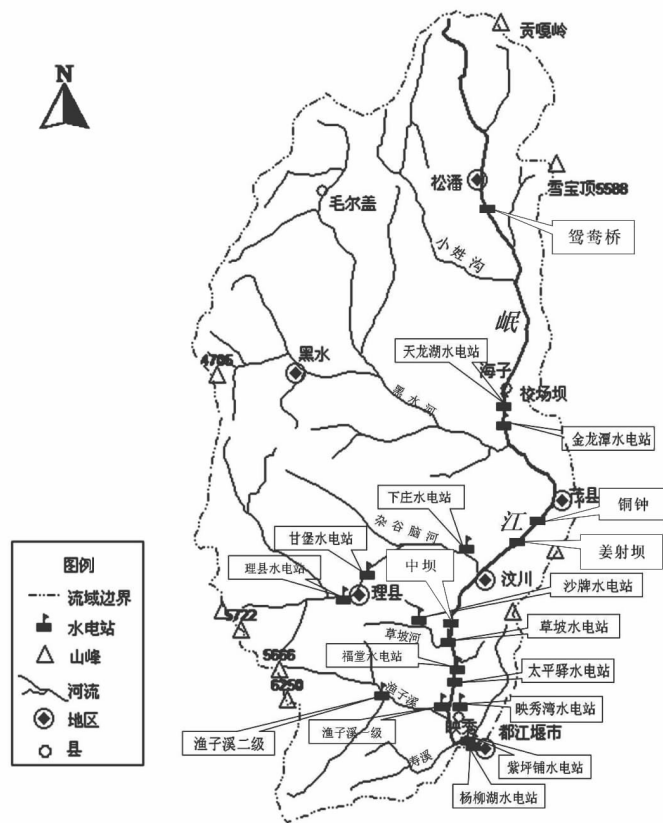


图 1 岷江上游主要电站分布示意图



的梯级水库安全生产小组协调,每年定期召开联系会,处理和协调运行中出现的问题,因而在发生利益冲突时,无法提出有效的解决方式,对水资源的合理利用和防洪安全非常不利。特别是近年民间资本大规模投入水电站建设,成为西南河流开发的新动态,水电站投资多元化产生的问题更加突出,应加以统筹解决。

(3) 干流河段干涸裸露。梯级电站群的建立,改变了岷江上游径流的天然属性,尤其是在枯水季节,径流分配上的人工影响突出。由于岷江上游水电站多数调节能力很低,特别是采用径流式电站,人工引水到河岸的一侧,再通过水轮机下泄,造成沿江河段江水消失,河床裸露,完全失去大江大河的奔腾气势,而呈现出人工割裂的破碎情景,成为成都至九寨沟旅游热线上最难堪的景象,给旅游业造成一定的负面影响(表2)。

(4) 水生动物遭灭顶之灾。由于整个岷江上游被多达10个电站截断,同时又缺乏大型水库的缓

冲,给岷江水生动植物造成严重的影响,原生水生环境遭到破坏。全部或大部分河水经过涵洞隧道进入电站,其间有多段河道(每段5公里以上)完全脱水,这对于岷江上游原生的近40种鱼类都是灭顶之灾,通过隧道和水轮机的鱼类不可能存活,而拦河坝下最多只有小股溪流,有的则完全干涸,鱼类存活的机会极小^[3,4],特别是其中的珍稀鱼类(如虎嘉鱼)已经基本消失(表3、表4)。

(5) 防洪效能难以发挥。岷江上游各水电开发工程在综合利用特别是防洪功能上考虑不足,水电站及水库的功能非常单一,主要就是发电,其它功能非常弱甚至不存在。以防洪为例,现有水库中,仅天龙湖水库稍具调节功能外,铜钟、福堂、太平驿、映秀湾水库都无调节能力,这使得汛期水库的防汛减灾功能成为一句空话。同时汛期大量弃水,造成水能资源的浪费,水电工程的建设没有实现有效利用水资源的目标。即使紫坪铺水库建成投入运行后,由于其所处的地理位置低,虽有利于提高水及

表1 岷江上游干流各梯级水电水库参数

水库参数	紫坪铺	映秀湾	太平驿	福堂坝	中坝	铜钟	天龙湖
装机容量(MW)	76	3×45	4×65	4×90	3×7	9.6:坝后南Ⅰ 2×3:坝后南Ⅱ 3×17:引水	3×60
设计水头(m)	123	54	108	159.3	13.5	26 12 36	218
控制流域面积(km ²)	22 622	19 990	19 920	15 620	—	13 912	5 477.5
总库容(万 m ³)		58	92	297	—	330	3 120
调节库容(万 m ³)	99 800	12	54	220	—	180	752
水库特性	季调节	无调节	无调节	日调节	—	日调节	周调节
单机引用流量(m ³ /s)	—	98	66.2	62.70	62.0	36.6:坝后南Ⅱ 63.5:引水	31
校核洪水位(m)	—	948.6	1 079.3	1 266.5	—	—	2 152.6
校核洪水流量(m ³ /s)	—	5 120	5 240	5 000	—	—	—
设计洪水位(m)	—	944.6	1 077.1	1 261.3	—	—	2 151.5
设计洪水流量(m ³ /s)	—	2 700	3 330	3 330	—	—	—
正常蓄水位(m)	877	944.4-945.0	1 075.5-1 081.0	1 262-1 268	—	1 469-1 475	2 148.0

表 2 福堂水电站脱水江段流量变化表 (单位:m³/s)

断面		月份												全年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
闸址	天然	94	87	90.5	146	406	694	643	305	315	274	168	113	279
	引水后	0	0	0	0	155	443	392	54	64	23	0	0	94.7
绵麓	天然	94.4	87.3	90.9	146.6	407.6	697.2	646.4	307.2	316.5	275.5	169.3	115.3	280.6
	引水后	0.4	0.3	0.4	0.6	156.6	446.2	395.4	56.2	65.5	24.5	0.9	0.5	96.1
以下	天然	98.2	90.6	94.4	152.2	422.7	726.7	678.4	327.9	330.9	289.3	177.1	118.5	293.8
	引水后	4.2	3.6	3.9	6.2	171.7	475.7	427.4	76.9	79.9	38.3	9.1	5.5	109.3

水能资源的利用率,但却无法实现梯级电站群对水能资源的多次利用,也不能实现为梯级电站防洪服务的目的。

四 对策

(1) 加强流域总体规划。流域总体规划是合理开发的核心,岷江上游原有的水利开发规划仅仅是一个行业规划,对生态保护和资源综合利用考虑不足,即使这样一个规划也没有得到严格的执行,成为造成无序开发的基本原因^[9]。当务之急是对西南各大江河开展(或重新进行)流域总体规划,且这种流域综合规划必须跳出行业决策模式,规划工作不能仅由水利部门单独完成,还需环保、林业及科研等部门的配合参与,对于河流开发中已经产生的问题也需要在规划中提出解决方案。同时,还要树立流域规划的法定权威和约束性,已论证通过的流域

规划不能随意改变,否则按程序进行追究。

(2) 建立河流梯级调度中心。对于多个业主参与开发的流域,应尽快建立河流梯级调度中心,统一协调管理河流发电调度和防洪泄水等方面的作业,增强梯级水库群联合调度和防御灾害的能力,这是目前解决水库群防洪安全、提高水电站发电效益、减少电站引水泄流对环境不利影响的有效措施,也符合开发业主单位的愿望,实行难度不大,但需水利部门牵头协调落实。

(3) 强制保证河流水体生态的最低流量。为了给河流鱼类一个最小生存空间,在无法改变现有电站结构的情况下,应禁止将全部天然径流引用为发电流量,而必须在天然河道保持一个最低流量,以维持天然河流的水域景观和水生生物的生长条件。具体保证流量可以根据水环境要求和电站发电效

表 3 映秀湾水电站浮游动物监测表

项目	轮虫(种)	桡足类(种)	生物量(个/L)	动物湿重(mg/L)
天然江段	5	1	23	0.144
库区江段	2	1	6	0.0187
溪沟状脱水江段	2	0	6	0.0099

表 4 映秀湾水电站底栖动物监测表

项目	水生环节动物(种)	虾类(种)	水生昆虫(种)	摇蚊幼虫(种)	软体动物(种)	生物量(个/L)	动物湿重(mg/L)
天然江段	1	1	6	0	0	38	0.97
库区江段	1	0	0	2	1	29	0.29
溪沟状脱水江段	0	0	0	0	0	0	0.005



益,论证确定,并作为刚性的调度规则强制执行。

(4) 尽早启动紫坪铺水库善后问题的研究。紫坪铺水库和杨柳湖反调节水库是作为一个整体设计的,缺少哪一个都无法有效运行,但是杨柳湖水位于都江堰渠首位置,直接影响到世界遗产——都江堰的景观和都江堰水利枢纽的设计原则,现在要修建杨柳湖水存在难以克服的困难。这是整个紫坪铺-杨柳湖水系统规划中的问题,但是由于紫坪铺已经开始建设,如何解决没有反调节水库造成的发电效益低、发电非恒定涌水对下游的影响以及对都江堰渠首冲刷破坏等问题,需要及早进行专题研究,确定解决方案,以便在紫坪铺水库建成之前予以实施,避免造成骑虎难下的后果。

五 小结

在未来 20 年内,西南将成为中国水电开发的主战场。随着西南这些巨型水电站的陆续建成投产,西南的水电必将成为推动中国西部大开发战略的“西电东送”工程的主角,对改善中国电力结构、建立科学合理的能源战略格局具有重要意义。同

时,西南的江河也是我国最重要的自然遗产,不能片面强调西部水资源的能源价值,而忽视或掩盖水资源的生态价值、景观价值、社会人文与经济可持续发展的综合价值^[6]。对于拥有世界上独一无二的生态价值的三江流域,河流开发特别需要统筹规划、慎重决策。

主要参考文献

- 1 陈祖明,任守贤. 岷江上游森林对紫坪铺工程与都江堰灌区的影响. 成都科技大学学报,1995,(84):1-7.
- 2 周明德. 建设福堂,促进沙坝. 水电站设计,1996,12(1): 27-30.
- 3 邓其祥,李操,吴光举. 岷江上游的鱼类. 四川师范大学学报(自然科学版),2001,22(1): 21-25.
- 4 邓其祥. 四川及各水电站的鱼类. 四川师范大学学报(自然科学版),2002,23(1): 43-47.
- 5 毛文永. 流域开发规划环境影响评价的战略意义. 中国人口资源与环境,2001,11(3): 89-92.
- 6 程根伟. 科学评价水环境变化的原因及利弊. 世界科技研究与进展,2000,22(增刊).

Impacts and Counterplan of Cascade Hydropower Development to the River Ecosystem in Southwestern China

Cheng Genwei Ma Zelong Fang Jihui

(Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, 610041 Chengdu)

At the beginning of the 21th century, the river development for hydropower launches in big scale in China. As an example, the upper Minjiang River is inspected. More than 6 power plants have been constructed along the main reach of the river. This kind of river reformation makes several reaches of the river the dry channels. The natural environment and scene viewing happens great change. The water environment gets worse and the fishes live in a dangerous status. To solve these problems, the general watershed planning must be made out immediately and be put into implement strictly. It is necessary to revise the design plan and operating rule of these hydropower plants (reservoirs). Keep river with a necessary stream flow. Save the river's ecological system and fish species from extinction.

Keywords River development, hydropower utility, environment impacts

程根伟 成都山地灾害与环境研究所副所长,研究员。1956 年出生。1982 年毕业于成都科技大学水利系,1986 年获成都科技大学水资源专业硕士学位,1988 年获河海大学水文预报专业博士学位。主要从事水文水资源、山地环境演变与森林生态效应研究。