

文章编号: 1009-3850(2000)02-0027-06

嘉陵江水资源的开发与防灾工程

陈喜昌, 刘宝珩, 王洁民, 王小龙, 罗建宁

(成都地质矿产研究所 四川 成都 610082)

摘要: 笔者首先从地学角度阐明长江流域的特大洪水泛滥在人类出现之前即已有之。所以, 单靠维系原有自然状态尚不足以防止川中及长江中下游洪灾; 在上游设置具有足够调洪能力的水利工程也是必要的和紧迫的措施。根据四川盆地及其周围的水资源状况、工程地质条件和对环境工程地质问题的预测, 笔者认为, 在盆地北部边缘山区的嘉陵江(主要是涪江和渠江)上游修建拦蓄工程, 不但可消除川中旱洪灾害, 同时将大大减轻长江中下游的洪灾威胁。为此, 对涪江和渠江流域的规划选点工作进行复查或补充勘查将是当务之急。

关键词: 嘉陵江; 水资源; 防灾

中图分类号: TV882.8

文献标识码: A

The development of water resources and water conservancy projects along the Jialing River, Sichuan

CHEN Xi-chang, LIU Bao-jun, WANG Jie-min, WANG Xiao-long, LUO Jian-ning

Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China

Abstract: The Jialing River in central Sichuan is the largest tributary river in the upper reaches of the Yangtze River, and thus specially important in the prevention and control of flood disasters along the Yangtze River. In terms of the distribution of water resources, engineering geology and environmental engineering geology of the Sichuan Basin and its margins, the authors have proposed that it is crucial to the efforts to built more water conservancy projects such as dams and reservoirs in the upper reaches of the Jialing River (especially the Fujiang and Qujiang Rivers) so as to impound the flow

收稿日期: 2000-02-29

作者简介: 陈喜昌(1939—), 男(汉族), 教授级高工, 主要从事工程地质及地质灾害防治工程的研究。

of floodwater. In doing so, the droughts and inundations will certainly be reduced, and even eliminated not only in central Sichuan but also in the areas along the middle and lower reaches of the Yangtze River. For this reason, an overall plan should also be worked out for the construction of the water conservancy projects along the Fujiang and Qujiang rivers.

Key words: Jialing River, water resources, prevention and control of disasters

1 引言

水是人类最宝贵的资源,且全球的淡水资源正日趋紧张。我国的水资源人均拥有量远低于世界平均水平,故常有缺水之虑。但另一方面,“洪涝灾害历来是中华民族的心腹之患”。因而,治水与水资源(包括水力资源)的开发是一个需要同时考虑的复杂问题的两个方面。

近20年前,“天府之国”的四川盆地相继遭受了1979年的大旱和1981年的特大洪灾。科技界在震惊之余也为之提出了多种防治方案,以期尽快提高四川的防洪抗旱能力。但遗憾的是在主流意见中出现了两个倾向:一是出于川中地区旱灾多于洪灾而忽视了后者,更未考虑位于上游的长江第一大支流——嘉陵江流域的综合治理对长江中下游防洪的重大意义。另一个倾向则是有的学者仅仅强调植树造林和保护天然植被等生物措施这一个重要方面,而对古今中外许多采用工程措施治水的成功经验不屑一顾。为此,笔者之一曾发表了《四川盆地西北边缘山地水资源的开发和川中旱、洪灾的根治初议》一文,主张除生物措施外,还应在“盆地边缘山区的沱、涪、嘉、渠等大江上游修建一定数量的大型水库,高蓄低灌,调节川中水源,根治旱、洪灾。与之同时,又可发电,改善盆北山区的交通,发展林业和水产业。…只有把区内和区外的水利建设结合起来,把兴利和除弊结合起来,把开发资源与开发能源结合起来,实行综合治理才能一举多得,获得良好的经济效益,把整个四川盆地建设成旱、涝无虑,稳产高产的粮食基地”^[1]。但这一意见当时未能得到应有的重视。

1998年初夏以来,长江中下游遭受到百年一遇的特大洪灾,其洪峰水位已超过历史记载的最高水位,造成的直接经济损失达2484亿元之巨。与之同时,四川盆地不少地方在经历了1997~1998年冬春季的严重干旱之后,也遭受到洪涝灾害。滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害也随之频繁发生。其直接经济损失超过80亿元。我们试可设想,如果把这些钱及早用于防灾工程建设,其结果又将如何呢?痛定思痛,现在即广泛深入地研究这一问题,虽属“亡羊补牢”,但也不失为明智之举。

2 工程措施的必要性与布置原则

在古代史料与长江题刻中关于川中旱洪灾害的记载甚多。据初步考证,唐末以后的一千二百年间,长江上游每3年出现一次小旱,10~20年出现一次大旱。对长江葛州坝三江砾石层下的古木进行同位素年龄测定表明,长江上游在3000多年前就发生过特大洪水泛滥。进而我们还可从盆地内外新生界洪积物的分布与特征证明,在古人类出现之前即不乏大规

模的洪水泛滥。由此可见,洪水的形成主要是自然发展过程中出现的气候异常及特定地形地质条件所致。当然,人类的某些活动,诸如滥伐森林,围湖造田,侵占河道等无疑都会大大加速其成灾过程和加大其灾害程度。

川中地区的旱洪灾害也有其形成的自然条件。其中,最主要是西北高,东南低的盆状地形和向中部汇流的岷江、沱江、涪江、嘉陵江和渠江五大水系;加之盆周降水量大而盆中降水量小,降水方式又以暴雨较多为其特点等^[2]。若久不降雨则各江河间的广大地区(尤其是分水岭地带)极易受旱,而当盆周降雨量集中或连降暴雨时便又造成岷、沱、涪、嘉、渠等大江沿岸洪水为患。并且,由于易受剥蚀侵蚀的砂泥岩的广泛分布,在洪水下泄的同时,还向长江中下游大量输沙,使河床升高,成为长江下游的洪灾隐患。因而,对于这种自然状态下水在时空上分配不均所形成的灾害,仅仅是维系原有自然生态,保护有利于减轻灾害的原有自然环境还是不够的。还需要采取改造自然的工程措施方能及时阻止旱洪灾害的发生。4000 多年前的大禹治水和 2000 年前李冰父子领导修建的“都江堰”都是采用工程措施改造自然,消除水患的成功范例。1927 年春天,经过长期大雨之后,美国密西西比河也发生空前的水灾。通过灾后的反思,人们从惨重教训中悟出了两点治水原则:一是必须先从根本上控制支流的洪水;二是要采用植树造林等措施做好广大集水地区的水土保持工作。换言之,就是要用工程措施与生物措施相结合的办法来根治洪灾。到 50 年代初,除植树造林和全面河道整治外,在最难控制的支流田纳西河上已建成 320 多座水库,其中大型水库即有 31 座之多。在另一条支流密苏里河上游也建筑了共 310 多座水坝,对洪水加以蓄积控制^[3]。在 1998 年长江特大洪水期间,各支流上的已建水库所起的调洪减灾作用是十分明显的。

在布置以防治川中旱洪灾害为首要目标的水利工程时,还需与资源和能源的开发紧密结合并应纳入长江流域综合治理的整体中去考虑。特别不能忽视这些工程应当对长江中下游的防洪所产生的明显作用,力求达到兴利除弊的最佳效果。同时还要避免在水利工程建设中产生新的环境地质问题。因此,我们在确定工程布置方向(重点)时,首先必须根据有关地区的水资源状况、工程地质条件(包括坝、库、渠条件及水土流失程度等)进行比较,再对施工运营过程中可能出现的环境工程地质问题进行预测,然后才可能通过对防灾和资源开发的经济效果进行总体评估,来正确地确定现阶段水利工程建设重点,体现“全面规划,统筹兼顾,标本兼治,综合治理”的原则。

3 水利工程的布置

四川煤炭资源不足,在过去较长时期对开发水力资源的兴趣颇大;又由于历史上旱灾多于洪灾,故又曾试图建设一些大的引灌工程。在 1981 年四川特大洪灾之后,特别是在 1998 年长江中下游特大洪灾后,人们的防洪意识才有了显著提高。因此,随之而来的问题则是,根据四川盆地的实际情况,能够最容易体现防洪与抗旱,水资源开发与防灾紧密集合的工程布置区在哪里呢?

鉴于四川盆地总体地形是西北高,东南低,故而解决川中旱洪灾害并有利于长江中下游防洪可在盆中、盆西山区和盆北边缘山区布置蓄水工程。而盆中又有两个差异明显的地貌单元,即成都平原和红层丘陵低山区。下面将它们的水资源状况和工程地质条件分别列表 1

和表 2, 然后再进行比选。其中, 表 1 按 80 年代前笔者等调查和搜集的资料列出^[4~9], 表 2 主要为 80 年代以后的资料。虽然有些资料的精确度可能存在一些问题, 但作为区域比选, 它的相对程度应当是十分可靠的。

表 1 各区水资源及水力资源

Table 1 The distribution of water resources and hydraulic resources in different parts of the Sichuan Basin and its margins

地 区		年平均 降水量 (mm)	年径流深 (mm)	年径流总量 (10 ⁸ m ³)	年地下水 可采资料 (10 ⁸ m ³)	地下水埋深 (m)	可开发的水力资源 (10 ⁴ 千瓦)	年发电 总 量 (10 ⁸ 度)
盆 中 地 区	成都平原	1090	654	107. 85	40	< 5	< 10	< 6
	红层丘陵 低山区	700~1000	340	238. 62	普遍分散 和贫乏	5~27 不易开采	< 70	< 38
盆 西 山 区	高原区	600~750	279~604	1000 左右	245	较大、多 数不易采	金沙江、雅砻江、 大渡河为 7365	4455
	龙门山	800~1200	700~900	170~200	56			
盆北边缘山区		1000~1200	800	600~1000	32	多集中排泄, 较易开发	沱江、涪江、嘉陵 江、渠江为 400~ 500, 岷江为 539	> 300 岷江为 300

表 2 各区工程地质条件与问题简表

Table 2 The engineering geological conditions and their associated problems in different parts of the Sichuan Basin and its margins

条 件 与 地 区 问 题		区域稳定性	岩体/ 土体强度	地 形 地 貌	外动力地质现象	工程地质问题	建 材	施 工 条 件
盆 中 地 区	成都平原	良 好 地震基本烈 度为 6~7 度	以土体为 主, 强度差	地形平坦切深 多在 3~15m 内	河、渠岸边多 小型土质滑坡	塘、埝渗漏和 坝基稳定问题	丰 富	好
	红层丘陵 低山区	良 好 地震基本烈 度为 6~7 度	以软硬相间的砂、 沁岩为主, 强度 中等	沟壑纵横, 山 体零碎, 比高为 300~700m	剥落、扩离发育, 中小型土体滑坡 普遍, 水土流失 较严重	水库淹没损失 大, 而汇水面积 小, 淤积快	较 丰 富	好
盆西山区		差 地震基本烈度 一般为 7~9 度 部分大于 10 度	岩浆岩、变质岩 较多, 强度高, 但河床中多深 厚松散土层	山高坡陡, 河 道狭窄, 比高为 1500~2000mm	冻融及寒冻风化强 烈, 崩塌、滑坡、 泥石流均较发育	高坝可能诱 发地震	较 缺 乏	差
盆北 边缘山区		好 地震基本烈 度≤6 度	碳酸盐岩与碎屑岩 相间分布, 岩石强 度普遍较高	以中低山为主, 河 道宽、窄相间, 比 高为 400~1600m	部分河段有崩塌、 滑坡发育, 水土 流失严重	若选址不当 则易出现 渗漏问题	丰 富	良 好

从表 1 和表 2 不难看出, 盆中区依靠自身的水资源抗旱, 其总量勉强可以满足要求。但由于地形零碎, 修建水库的淹没损失大而汇水面积却深感不足。1979 年川中大旱时, 当时

已建成之水库的蓄水总量仅为设计库容的 $1/3$ 。此外,该区水力资源贫乏,又常有灌溉与航运争水之弊。从防洪目的看,由于淹没损失大而必然使调洪库容受到限制。此外,由于水土流失严重,水库淤积快、寿命短,防洪能力也随之迅速降低。所以,古往今来,凡囿于盆地内的工程措施,都未达到从根本上防治川中旱洪灾害的目的。

盆西山区的水资源和水力资源都十分丰富,但除岷江流域外,与川中旱洪灾害缺乏直接联系。即使单从(由岷河及玉溪河)向川中丘陵区引水抗旱的角度讲,也还存在两大难题:一是横跨岷江和沱江水系的大流量渠道与渡槽将碰到许多复杂的工程地质问题;二是大流量干渠穿过盆地西部公路、铁路、工厂和居民密集地区,势必引起一系列环境工程地质问题和其它环境问题^[7]。此外,由1998年长江中下游特大洪灾的成因分析表明,主要由于河床淤积抬高水位所致(洪水流量仅为20年一遇)。而盆西山区的水土流失程度却并不太高,大多数地区之年平均侵蚀模数均在 $30 \times 10^4 \text{ kg/km}^2$ 以下。这与其降水方式以降雪为主,斜坡以坚硬的岩质斜坡为主并有广阔平缓的高原面和相对较好的植被等基本条件相吻合,说明盆西山区并非向下游输出悬移质最严重的地区。另一方面,这一地区的总体工程地质条件却十分复杂,区域稳定性差,施工条件困难。由于河道狭窄,谷深流急,河床中又普遍存在深厚的复盖层,若要以增加坝高来提高拦蓄工程的库容和调洪能力,将付出极高的代价^[8]。所以,无论从四川盆地的防洪抗旱还是从解决长江中下游的洪灾问题来看,盆西山区均不宜作为四川近期水利建设的重点。

盆北边缘山区是长江流域水土流失最严重的地区之一,且向长江中下游输沙的距离较近。该区之年均侵蚀模数普遍大于 $70 \times 10^4 \text{ kg/km}^2$,嘉陵江之多年平均年侵蚀模数高达 $101 \times 10^4 \text{ kg/km}^2$,在长江各支流中仅略次于汉江(年平均侵蚀模数原为 $106 \times 10^4 \text{ kg/km}^2$,经梯级开发后,估计目前已明显降低),但其河流长度和产沙面积都明显超过汉江,故其对长江中下游的洪灾所造成的影响居上游各支流之首^[9]。另一方面:①盆北边缘山区的水资源和水力资源也较丰富且区域稳定性好;②由于河流以横切构造线的横向河道为主,山体稳定性也普遍较好^[10]。同时,河道受岩层变化控制而宽、窄相间,有较多可供选择的优良坝址和库盆。建材、施工场地和运输条件等也比盆西山区易于解决;③虽然有较多的碳酸盐岩分布,在岩溶区建坝可能会遇到渗漏问题,但由于有非可溶岩相间分布和岩溶管缝的发育具有严格受地质构造控制的规律性,根据已有的调查资料 and 我国在岩溶区建坝的经验及研究水平,这些问题都可以很好地得到解决^[11]。并且,在岩溶区建坝还可以获得较大的地下库容;④从该区向盆地中地区作同流域输水,渠首段人烟相对稀疏,工业布局不多,移民和迁建规模小;⑤干渠和各支渠通过区均以断层不发育的平缓砂泥岩地层为主,渠道渗漏和渠道工程对环境的不良影响均易于避免。因此,目前除推动已作了多年前期工作并具有较大调洪能力和供水效益的岷江紫坪铺水利工程已启动外,应当把盆北边缘山区的嘉陵江上游作为近期水利建设的重点,在涪江和渠江上游修建具有足够调洪能力的蓄水工程,高蓄低灌、拦水控沙。同时,用开发丰富的水力资源来推动广大集水区的植树造林等各项水土保持工作,改善盆北山区的交通,发展林业、水产业和旅游业。预计在经过10~20年的艰苦努力,进行全面的综

合治理之后,不但可把整个四川盆地建设成旱涝无虑,稳产高产的粮食基地,为全川工农业生产奠定一个坚实的基础,同时还将大大减轻长江中下游的洪灾压力。

3 几点建议

(1) 鉴于规划阶段的工作有“失之毫厘,差之千里”之效,故建议尽快按上述观点对涪、嘉、渠流域的规划选点阶段工作进行复查或补充勘查。此项工作应打破部门界线,多吸收一些经验丰富的地质人员参加。

(2) 为了最节省的使用水利资源和按较高的调洪标准来制定流域规划和工程标准,不仅单座水库的库容可以超过其集水区的年径流量,而且整条河流或河段上的所有水库的有效库容之和,也可以超过该河上游的年径流总量。

(3) 滑坡、崩塌和泥石流等地质灾害不但常与洪灾伴生,并可成为水利工程成败的关键,因而,从规划选点阶段开始,即应予以高度重视。

(4) 水利工程是以兴利除弊为宗旨,但若稍有差错即可造成重大经济损失或人为灾害。因而必须严格遵守科学的工作程序和高度重视工作质量。

(5) 由于以防灾和资源开发为目的的水利建设牵涉面广,建议政府部门按河流流域设立相应的机构进行统一管理与协调。

参考文献:

- [1] 陈喜昌. 四川盆地西北边缘山地水资源的开发和川中旱、洪灾的根治初议[J]. 资源开发与保护, 1986, 2(2): 24—27.
- [2] 陈喜昌, 蔡彬. 长江流域地貌特征及其环境地质意义[J]. 中国地质, 1987, (5): 11—14.
- [3] 杨金汉. 工程地质学[M]. (香港) 新兴图书公司出版, 1979.
- [4] 四川省水利电力局, 电力工业部成都勘测设计院. 中华人民共和国分省水力资源普查成果[R]. 1979.
- [5] 四川省水利区划组. 四川省水利简明区划报告[R]. 1980.
- [6] 陈喜昌. 川北红层储水结构与富水性[J]. 水文地质工程地质, 1981, (4): 29—32.
- [7] 陈喜昌. 第三环境工程地质问题与内昆铁路岔河至威宁段线路选择[J]. 四川地质学报, 1998, 18(3): 208—212.
- [8] 熊道锟, 陈喜昌. 长江流域外动力地质现象发育规律初探[J]. 水土保持通报, 1986, (4): 16—19.
- [9] 地质矿产部水文地质工程地质司. 长江流域地貌及外动力地质现象图[Z]. 1986.
- [10] 陈喜昌. 长江三峡库岸类型与稳定性[M]. 四川科学技术出版社, 1993.
- [11] 陈喜昌. 压性断裂导水性研究[J]. 山地研究, 1985, 3(1): 60—64.