

大渡河龔咀水庫 对局地气候影响的探討

水电部成都勘测設計院 刘鴻如

龔 咀 发 电 厂 李誦良

一、大渡河流域概况

大渡河为岷江最大支流，源于青海省果洛山南麓，从北向南流经青海、四川两省的24个县市，于草鞋渡与青衣江汇合后，在乐山城南注入岷江。干流全长1,050公里，流域面积77,400公里²（不包括青衣江），相当于岷江流域面积的57%。其流域地势是西北高东南低，河源至河口海拔自5000米左右下降至357米，河床平均比降3.3%。干支流水能资源丰富，其蕴藏量为3,100多万千瓦。龔咀水电站即为大渡河中游上的第一个大型水电站。

大渡河流域南北跨五个纬度(N28°17'—33°38')，东西跨四个经度(E99°43'—103°48')，地形起伏变化悬殊，故流域内气候差异较大。上游河源为草原宽谷地区，属青藏高原气候，高空常年受西风环流影响，冬春多风而干燥，气温较低。如阿坝、色达的平均气温分别为3.3°与0.1℃，日较差大，最大可达30℃左右；降水量较少，正常年降水量一般为600~800毫米；降雪期长达9个月，积雪期约5个月。泸定以上为高山峡谷地带，气温有所增高，但仍属冬冷夏凉的干燥气候——冬半年少雨，夏半年受西南及东南季风影响，降水稍多；垂直变化明显，河谷地区正常年降水量500~700毫米，而山地可达900毫米，降雪最长达7个月，年均气温为4.9~12.2℃。泸定以下中游地带，接近盆地边缘，一般是冬温夏热，湿润多雨；干流除石棉至乌斯河、沙坪一段降水量仅600~800毫米以外，一般降水量在1000毫米左右，但以6~9月降水较多；年平均气温在15~17℃左右。龔咀及以下地带属盆地边缘区，地形对降水有利，正常年降水量为1300~1900毫米，年平均气温为17℃左右。

二、水庫地区气候概况

龔咀水庫位于乐山、峨边、峨眉三县市境内，为延伸式山谷水庫。当水庫正常蓄水位528米高程时，水庫面积13.8公里²。庫区在气候上处于四川盆地亚热带湿润气候和川西高原气候的过渡地带。

龔咀气象站年平均气温16.3℃（1967年1981年），1月气温最低，月平均气温为6.4℃，7月气温最高，月平均气温25.1℃，极端最低气温-2.2℃（1970年1月7日），极端最高气温

39℃ (1972年8月13日)。多年平均降水量1268毫米 (1965年~1981年), 5~9月降水量占全年降水量的73%, 冬季降水只占年降水量的7.4%。年平均相对湿度为82%。全年雾日较多, 平均有97.2天, 而日照较少, 全年仅有860小时, 日照率为18%。霜日23.5天。

峨边沙坪气象站年平均气温为16.5℃, 1月平均气温6.5℃, 7月平均气温25.2℃, 极端最低气温-3.2℃ (1976年12月29日), 极端最高气温35.4℃ (1978年6月30日)。多年平均降水量800毫米 (1959年~1981年), 只相当于龚咀多年平均降水量的63%, 5~9月降水量占79%, 冬季降水量仅占1.6%。年平均相对湿度76%。全年日照1039.4小时, 日照率23%。

干燥度K经计算, 龚咀地区为0.69, 属湿润区; 峨边沙坪地区为1.04, 属半湿润区。

三、水库对局地气候的影响

1. 水文情势的改变

坝址以上控制流域面积为76,400公里², 多年平均流量为1500米³/秒, 年水量473亿米³, 径流丰沛平稳, 主要来自降水, 年际变化较小, 水量集中在5~10月, 占年径流量的79%。水库总库容3.1亿米³, 有效库容约1亿米³, 仅能日调节, 所以龚咀水库对天然径流的年、月分配无大影响。由于天然河流上兴建水库, 形成了热容量很大的巨大水体, 升温期和降温期冷热变化缓慢, 在本地区的水文、气象条件和水库调度的影响下, 具有特殊的水温结构。现采用库水替换次数指标 α 和 β 作大致的判断, 其多年平均 α 为139.4 (以不变库容计), 历年最小值为115.4; 但因泥沙淤积, 库容逐年变小, 1981年 α 值可达300以上, 都远远大于20; 七天洪量的 β 值最大为22.7, 最小也有6.2, 远大于1, 所以水库的水温结构为典型的混合型。根据水体辐射及热力特征, 在气温升温期间, 水体可吸收并蓄积大量热能, 起到“热汇”的作用; 而气温在降温期间, 通过水下的湍流热交换, 又将蓄积的热能释放出来。因此, 龚咀水库在运行以后, 水库各月出库平均水温均大于入库水温, 年平均出库水温亦高于入库水温0.7℃, 使年变幅减小 (见表1)。

表1

龚咀水库入、出库月平均水温表

单位: ℃

月 份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 平均	年 较差
项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 平均	年 较差
入库水温 (沙坪)	8.1	9.3	12.5	15.9	17.3	17.8	19.3	19.6	17.3	14.6	12.1	9.4	14.5	11.5
出库水温 (龚咀)	9.1	10.1	13.6	17.1	18.1	18.2	19.8	20.2	17.8	15.5	12.7	10.1	15.2	11.1
差 值	1.0	0.8	1.1	1.2	0.8	0.4	0.5	0.6	0.5	0.9	0.6	0.7	0.7	-0.4
备 注	差值 = 出库 - 入库													

从表1可以看出, 汛期水库水体交换量大, 故出、入库水温差值较小。而冬、春季节由于水库蓄水, 水位抬高, 库区流速缓慢, 出、入库水温差值大, 冬季出库水温平均比入库水温

升高0.83℃, 春季升高1.1℃, 出库河水流至下游福禄镇水温反而有下降的趋势。

2. 建库后局地气候的变化

从库区龚咀、峨边(沙坪)气象站建库前后同步统计资料分析, 龚咀建库后(1972年~1981年)比建库前(1967~1971年)冬季平均气温升高0.4℃, 其中2月份升高1.3℃, 为全年升高气温最多的月份; 夏季平均气温下降0.27℃, 春季5月份平均气温降低1.1℃, 是全年各月中气温降低得最多的月份。由于冬季升温, 夏季降低, 气温年较差缩小1.0℃; 建库后年降水量减少32.3毫米, >0.1毫米的雨日减少14.7天; 年均水气压下降0.3毫巴, 其中尤以夏季降低较多。同时年平均相对湿度也降低1.9%, 全年日照减少77.5小时, 而雾日却增加65.4天(见表2~10)。

表2 龚咀水库建库前、后月平均气温统计表 单位: ℃

站名	时 段	月 份												年 平均	年 较差
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
龚咀	建 库 前	6.1	6.9	12.0	16.8	21.5	22.9	25.6	25.3	21.0	16.6	12.2	8.8	16.3	19.5
	建 库 后	6.5	8.2	12.5	16.9	20.4	23.1	24.9	25.0	20.7	17.0	12.2	8.3	16.3	18.5
	差 值	0.4	1.3	0.5	0.1	-1.1	0.2	-0.7	-0.3	-0.3	0.4	0.0	-0.5	0.0	-1.0
峨边	建 库 前	5.7	6.5	11.8	16.6	21.2	22.8	25.5	25.2	20.8	16.4	11.9	8.4	16.1	19.8
	建 库 后	6.5	8.3	12.7	17.4	20.4	23.3	25.2	25.1	20.9	17.2	12.3	8.3	16.5	18.7
	差 值	0.8	1.8	0.9	0.8	-0.8	0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.8	0.4	-0.1	0.4	-1.1
备 注		1、建库前指1967~1971年, 建库后指1972~1981年, 差值=建库后-建库前, 以后各表均同。 2、峨边站气温已高程订证。													

表3 龚咀水库建库前、后月平均最高气温统计表 单位: ℃

站名	时 段	月 份												年 平均	年 较差
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
龚咀	建 库 前	9.8	10.3	16.3	21.8	26.7	28.1	31.3	30.9	25.3	20.6	16.2	12.4	20.8	21.5
	建 库 后	9.4	11.6	17.2	22.0	24.7	27.9	30.0	30.3	24.7	20.5	15.3	11.2	20.4	20.9
	差 值	-0.4	1.3	0.9	0.2	-2.0	-0.2	-1.3	-0.6	-0.6	-0.1	-0.9	-1.2	-0.4	-0.6
峨边	建 库 前	8.8	9.7	15.8	21.3	25.8	27.4	30.1	29.8	24.6	19.7	15.1	11.3	20.0	21.3
	建 库 后	9.4	11.7	16.9	22.1	24.9	27.9	29.9	30.2	24.9	20.6	15.4	11.2	20.4	20.8
	差 值	0.6	2.0	1.1	0.8	-0.9	0.5	-0.2	0.4	0.3	0.9	0.3	-0.1	0.4	-0.5

表 4

龚咀水库建库前、后月平均最低气温统计表

单位: $^{\circ}\text{C}$

站名	时 段	月 份												年 平均	年 较差
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
龚 咀	建 库 前	3.8	4.6	9.1	13.0	17.6	18.8	21.7	21.7	18.2	14.2	9.8	6.7	13.3	17.9
	建 库 后	4.6	6.0	9.8	13.9	17.2	19.9	21.8	22.0	18.4	14.9	10.4	6.4	13.8	17.4
	差 值	0.8	1.4	0.7	0.9	-0.4	1.1	0.1	0.3	0.2	0.7	0.6	-0.3	0.5	-0.5
峨 边	建 库 前	3.3	4.2	8.9	13.0	17.4	19.1	21.8	21.7	18.1	14.1	9.5	6.2	13.1	18.5
	建 库 后	4.3	5.7	9.6	13.7	17.1	20.7	21.7	21.4	18.2	14.7	10.3	6.1	13.6	17.4
	差 值	1.0	1.5	0.7	0.7	-0.3	1.6	-0.1	-0.3	0.1	0.6	0.8	-0.1	0.5	1.1

表 5

龚咀水库建库前、后降水量统计表

单位: 毫米

站名	时 段	月 份												全 年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚 咀	建 库 前	27.9	35.7	48.4	73.5	129.5	99.7	276.8	294.2	152.2	273.7	57.4	32.8	1301.8
	建 库 后	21.4	26.6	37.4	77.1	107.4	165.2	252.2	289.0	141.3	384.7	44.4	22.8	1269.5
	差 值	-6.5	-9.1	-11.0	3.6	-22.1	65.5	-24.6	-5.2	-10.9	11.0	-13.0	-10.0	-32.3
峨 边	建 库 前	4.1	9.5	20.5	55.8	121.0	87.3	154.3	177.5	83.8	44.5	25.8	3.9	788.0
	建 库 后	3.0	6.7	15.1	69.6	91.7	123.7	181.9	150.6	81.9	55.6	16.2	3.3	799.3
	差 值	-1.1	-2.8	-5.4	13.8	-29.3	36.4	27.6	-26.9	-1.9	11.1	-9.6	-0.6	11.3

表 6

龚咀水库建库前、后 ≥ 0.1 毫米降水日数统计表

单位: 日

站名	时 段	月 份												全 年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚 咀	建 库 前	14.6	19.2	20.6	17.2	19.8	19.2	17.8	17.0	21.8	19.2	19.0	18.0	223.4
	建 库 后	15.1	15.3	16.3	16.7	19.2	17.9	19.0	17.7	20.7	20.2	17.0	13.6	208.7
	差 值	0.5	-3.9	-4.3	-0.5	-0.6	-1.3	1.2	0.7	-1.1	1.0	-2.0	-4.4	-14.7
峨 边	建 库 前	6.8	11.8	13.0	15.6	18.4	18.0	16.6	15.0	21.0	16.2	12.2	8.6	173.2
	建 库 后	4.5	7.6	10.6	15.2	18.7	18.0	17.7	14.8	18.4	17.7	10.5	7.0	160.7
	差 值	-2.3	-4.2	-2.4	-0.4	0.3	0.0	1.1	-0.2	-2.6	1.5	-1.7	-1.6	12.5

表 7

龚咀水库建库前、后相对湿度统计表

单位: %

站名	时 段	月 份												年平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚咀	建 库 前	81.4	84.6	80.6	77.0	76.0	77.8	81.0	81.8	86.4	87.2	84.4	84.8	81.9
	建 库 后	80.6	79.7	76.8	73.9	76.1	77.2	81.4	80.3	84.6	84.2	83.7	81.8	80.0
	差 值	-0.8	-4.9	-3.8	-3.1	0.1	-0.6	0.4	-1.5	-1.8	-3.0	0.7	-3.0	-1.9

表 8

龚咀水库建库前、后气压统计表

单位: 毫巴

站名	时 段	月 份												年平均
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚咀	建 库 前	7.5	8.2	11.0	14.4	18.7	22.5	25.9	25.8	21.0	16.2	11.9	9.5	16.1
	建 库 后	7.7	8.7	11.0	14.3	17.9	21.6	25.4	25.0	20.4	16.2	12.0	9.0	15.8
	差 值	0.2	0.5	0.0	-0.1	-0.8	-0.9	-0.5	-0.8	-0.6	0.0	0.1	-0.5	-0.3

表 9

龚咀、乐山建库前、后日照对数统计表

单位: 小时

站名	时 段	月 份												全 年
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚咀	1967~1971年	51.1	34.4	57.3	83.3	96.9	90.1	131.2	135.6	53.1	34.6	44.5	47.5	859.6
	1972~1980年	36.9	40.8	59.3	91.9	62.8	85.1	105.3	130.0	51.6	42.8	36.4	39.2	782.1
	差 值	-14.2	6.4	2.0	8.6	-34.1	-5.0	-25.9	-5.6	-1.5	8.2	-8.1	-8.3	-77.5
乐山	1967~1971年	60.7	45.8	89.1	114.6	144.4	129.4	184.6	202.5	80.5	54.8	61.1	53.9	1221.4
	1972~1980年	46.3	62.9	93.7	127.4	108.4	132.4	162.5	194.0	86.4	67.3	51.4	45.9	1178.6
	差 值	-14.4	17.1	4.6	12.8	-36.0	3.0	-22.1	-8.5	5.9	12.5	-9.7	-3.0	-42.8

表10

龚咀、乐山建库前、后雾日统计表

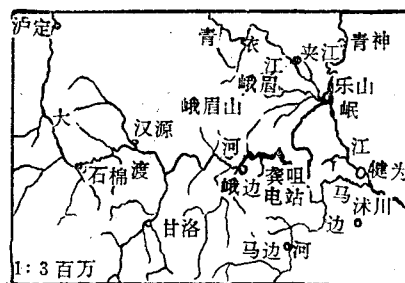
单位: 日

站名	月 份 时 段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全 年
龚咀	建库前	17.0	12.0	9.4	5.0	1.8	1.2	2.6	3.4	4.2	8.8	12.9	19.6	97.2
	建库后	23.1	20.4	15.7	11.6	8.5	5.0	7.6	6.2	10.2	13.9	18.0	22.8	162.6
	差 值	6.1	8.4	6.3	6.6	6.7	3.8	5.0	2.8	6.0	4.7	5.8	3.2	65.4
乐山	建库前	3.8	1.0	1.4	0.8	0.6	0.8	1.4	2.0	0.8	2.0	3.4	4.2	22.2
	建库后	6.5	4.7	2.2	1.6	1.3	2.4	2.1	3.1	3.5	4.5	5.5	7.8	45.2
	差 值	2.7	3.7	0.8	0.8	0.7	1.6	0.7	1.1	2.7	2.5	2.1	3.6	23.0

峨边沙坪气象站建库后除夏季外,各季气温均有所上升。冬季升高 0.83°C ,秋季升高 0.43°C ,春季升高 0.3°C ,以致年平均气温升高 0.40°C ,各月中又以2月份气温上升最多,为 1.8°C ,以5月份下降值最大,为 0.8°C ,年较差变幅缩小 1.1°C 。建库后年降水量增加11.4毫米; >0.1 毫米的雨日却减少12.5天。

3. 水库局地气候的改变与附近地区气象台站气象要素的比较

除龚咀、峨边两气象站外,并对邻近地区的乐山、汉源、峨眉、马边四站(见龚咀水库及邻近气象站分布图)气象统计资料进行同步对比分析见表11~17。



龚咀水库及邻近气象站分布图

表11 有关气象站(1972~1981年)与(1967~1971年)月平均差值表 单位: $^{\circ}\text{C}$

站 名	月 份 时 段	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年 平 均	年 较 差
龚咀		0.4	1.3	0.5	0.1	-1.1	0.2	-0.7	-0.3	-0.3	0.4	0.0	-0.5	0.0	-1.0
峨边		0.8	1.8	0.9	0.8	-0.8	0.5	-0.3	-0.1	0.1	0.8	0.4	-0.1	0.4	-1.1
乐山		0.5	1.3	0.6	0.4	-1.1	0.5	-0.3	-0.2	-0.1	0.5	0.0	-0.7	0.1	-0.7
汉源		0.3	0.8	0.0	-0.3	-1.0	0.0	-0.5	1.0	-0.7	-0.1	-0.2	-0.7	-0.2	-0.5
峨眉		0.3	1.2	0.5	0.4	-1.3	0.4	-0.5	-0.2	-0.3	0.5	0.0	-0.6	0.1	-0.8
马边		0.4	1.1	0.3	0.1	-1.2	0.3	-0.4	-0.4	-0.1	0.2	0.0	-0.8	-0.1	-0.8

表12 有关气象站(1972年~1981年)与(1967~1971年)月平均最高气温差值表 单位: °C

站 名	月 份												年 平 均	年 较 差
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
龚 咀	-0.4	1.3	0.9	0.2	-2.0	-0.2	-1.3	-0.6	-0.6	-0.1	-0.9	-1.2	-0.4	-0.6
峨 边	0.6	2.0	1.1	0.8	-0.9	0.5	-0.2	0.4	0.3	0.9	0.8	-0.1	0.4	-0.5
乐 山	0.0	1.5	1.1	0.7	-1.3	-0.4	-0.5	0.0	-0.1	0.6	-0.4	-0.8	0.1	-0.5
汉 源	0.2	0.6	0.0	-0.4	-1.1	-0.1	-0.6	-0.6	-0.8	-0.1	-0.7	-1.3	-0.3	-0.8
峨 眉	-0.1	1.5	0.9	0.7	-1.4	0.3	-0.6	-0.2	0.0	0.7	-0.6	-0.5	0.0	-0.3
马 边	0.2	1.4	0.6	0.6	-1.3	-0.4	-0.4	0.1	0.2	0.7	-0.4	-0.9	-0.1	-0.2

表13 有关气象站(1972年~1981年)与(1967~1971年)月平均最低气温差值表 单位: °C

站 名	月 份												年 平 均	年 较 差
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
龚 咀	0.8	1.4	0.7	0.9	-0.4	1.1	0.1	0.3	0.2	0.7	0.6	-0.3	0.5	-0.5
峨 边	1.0	1.5	0.7	0.7	-0.3	1.6	-0.1	0.3	0.1	0.6	0.8	-0.1	0.5	-1.1
乐 山	0.6	1.2	0.5	0.5	-0.7	0.7	-0.1	-0.1	-0.1	0.4	0.5	-0.6	0.2	-0.7
汉 源	0.5	0.9	0.0	-0.2	-0.6	0.2	-0.2	-0.3	-0.5	0.1	0.2	-0.3	0.0	-0.8
峨 眉	0.2	0.7	0.0	0.2	-0.8	0.6	-0.2	-0.1	-0.2	0.3	0.3	-0.3	0.1	-0.4
马 边	0.7	0.9	0.0	1.0	-0.5	0.8	0.0	-0.3	-0.1	0.2	0.2	-0.6	0.1	-0.7

表14 有关气象站(1972年~1981年)与(1967~1971年)月平均降水量差值表 单位: 毫米

站名	月 份												全 年
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
龚咀	-6.5	-9.1	-11.0	3.6	-22.1	65.5	-24.6	-5.2	-10.9	11.0	-13.0	-10.0	-32.3
峨边	-1.1	-2.8	-5.4	13.8	-29.3	36.4	27.6	-26.9	-1.9	11.1	-9.6	-0.6	11.3
乐山	-2.5	-13.5	-10.4	10.8	-29.8	72.1	56.2	25.3	48.7	-9.2	1.7	-4.3	145.1
汉源	0.5	-3.1	0.8	18.8	-0.3	31.7	-16.6	-24.0	38.9	20.5	-4.7	1.1	63.6
峨眉	-3.8	-11.6	-6.0	7.3	-34.7	80.1	12.9	-162.0	45.0	7.7	1.0	-3.5	-67.6
马边	-1.7	-1.3	-0.1	19.8	-8.8	6.8	14.9	-17.4	2.6	13.8	-9.4	-5.4	13.8

表15 有关气象站 (1972年~1981年) 与 (1967~1971年)

≥0.1毫米雨日差值表

单位: 日

月份 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	全年
龚咀	0.5	-3.9	-4.3	-0.5	-0.6	-1.3	1.2	0.7	-1.1	1.0	-2.0	-4.4	-14.7
峨边	-2.3	-4.2	-2.4	-0.4	0.3	0.0	1.1	-0.2	-2.6	1.5	-1.7	-1.6	-12.5
乐山	2.0	-2.9	-3.6	2.2	1.0	0.4	1.2	0.5	-0.3	0.0	2.7	0.4	3.6
汉源	-0.3	0.1	0.0	4.2	0.1	1.8	-0.3	-2.4	2.2	0.1	0.9	0.7	7.1
峨眉	1.0	-4.3	-3.5	0.1	1.7	0.0	2.3	0.0	1.6	0.7	1.4	-2.6	-1.6
马边	-2.3	-2.8	-2.3	-0.4	0.4	-0.1	-0.1	-3.0	-1.0	0.8	1.8	-12.2	-10.2

表16

有关气象站 (1972年~1981年) 与 (1967~1971年)

水气差值表

单位: 毫巴

月份 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
龚咀	0.2	0.5	0.0	-0.1	-0.8	-0.9	-0.5	-0.8	-0.6	0.0	0.1	-0.5	-0.3
乐山	-0.4	0.4	0.1	0.3	-0.7	0.9	-0.3	-0.3	0.1	0.3	0.5	-0.3	0.1
汉源	0.4	0.6	0.1	0.6	-0.5	1.0	0.0	-0.8	0.2	0.6	0.5	-0.1	0.3
峨眉	0.4	0.6	0.1	0.3	-0.7	0.8	0.0	-0.1	0.2	0.4	0.4	-0.5	0.2
马边	0.4	0.6	0.2	0.8	-0.5	1.1	0.0	-0.5	0.1	0.3	0.5	-0.4	0.2

表17

有关气象站 (1972年~1981年) 与 (1967~1971年)

相对测度差表值

单位: %

月份 站名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均
龚咀	-0.8	-4.9	-3.8	-3.1	0.1	-0.6	0.4	-1.5	-1.8	-3.0	-0.7	-3.0	-1.9
乐山	1.4	-4.1	-2.9	-0.6	2.4	0.5	0.3	0.1	1.1	-1.0	2.6	0.1	0.0
汉源	0.6	-1.5	-1.6	2.5	0.8	1.9	-0.1	-2.3	2.8	1.4	3.0	1.2	0.7
峨眉	1.6	-3.6	-2.9	-1.4	1.7	0.1	1.1	-0.3	0.5	-0.8	1.5	-1.8	-0.3
马边	0.2	-2.3	-1.8	-1.2	1.1	0.3	-0.3	-1.1	-0.2	-1.3	1.7	-0.7	-0.5

利用1972年~1981年与1967年~1971年差值进行对比分析,附近地区冬季气温均有升高,同样以2月份气温增高值为最大,5、7月~9、12月这5个月平气温同样有所下降,其中仍以5月份下降最多;气温的年较差在建库后各地都在变小,故龚咀地区建库前后气温的变化和邻近对比地区的气候变化是一致的,但库区的变化幅度都较邻近地区的气温变化大。其次除峨眉以外建库后附近地区的年降水量都有所增加,而龚咀地区反而减少,并以7月份降水量减少的较多。建库后附近地区空气湿度都有所上升,而龚咀反而下降,年平均水气降低0.3毫巴,同时年平均相对湿度也降低了,其差值也比附近地区为大。建库后龚咀的日照减少,雾日增加与乐山是一致的,但龚咀地区表现得比乐山更为突出,龚咀年日照时数减少77.5小时,雾时增加65.4天,同期乐山年日照时数减少42.8小时,雾日增加23天。

库区原河道平均宽134米,河道面积5.6公里²,建库后,在正常蓄水位528米高程时,水库回水长42公里,水库平均宽度330米,水库面积13.8公里²,水库面积比原河道面积大了近1.5倍。在防洪时期(6~9)水库面积一般只有11.4公里²,即使这样一个伸延式的山谷水库,由于水陆两种下垫面在辐射及热力特征上有显著的不同,对水库局地的气候仍产生一定的影响。虽然建库前后库区气候的变化与邻近地区对比气候变化趋势是一致的,即仍为大天气系统所控制。但水库局部地区建库后夏季降温、冬季升温,气温年较差变小都比邻近对比地区变化大。可见2~3亿米³的水体,在夏季可以吸收并蓄积大量热能,在冬天通过水下湍流热交换和水面与大气间的热交换,又将蓄积的热能释放出来,并输送到水体上方和周围邻近地带,导致水体附近地区气温变化趋于缓和。夏季白天可能由于水体上方层结比较稳定,往往对过境的天气系统起某种减弱作用而导致夏季降水有所减少,但减少量并不显著,也可能属于降水年变幅范围。水库尾部峨边沙坪一带与坝前相反,年降水量有所增加,并以夏季增加较多,可能与该地区半湿润气候以及地形等综合因素有关。其次建库后邻近对比地区空气湿度均比建库前有所增加,而龚咀地区反而下降,年平均水气压下降0.3毫巴,年平均相对湿度也减少了1.9%,这种现象基本上与新安江、狮子滩水库的报导一致。

四、建库后空气湿度变化的探讨

兴建水库后,增大了水域面积,通常会认为可使该地区空气湿度有所增加。但根据新安江、狮子滩水库有关报导——建库后空气相对湿度比建库前有所降低。从狮子滩水库袁家坪站气象资料中可以看出,建库后各月平均气温均比建库前下降,年平均气温由18.5℃降至17.6℃,降低了0.9℃。而各月平均相对湿度不但没有上升,反而年平均相对湿度由90%降至84%。因相对湿度是表示空气中的水汽饱和的程度,也与水汽含量及气温有关。当空气中水汽含量不变时,相对湿度因温度的降低而增加,但狮子滩水库建库后,袁家坪站在各月平均气温下降的同时,相对湿度也降低了,表明空气中水汽压减小。龚咀水库水面面积只有13.8公里²,也同样反映了这一现象,建库后多年平均水汽压降低了0.3毫巴,一年中尤以5—9月表现得最为突出,平均下降了0.27毫巴(见表8),表明建库后虽有一个大水面,但不能使该地区空气湿度有所上升。从狮子滩水库1980~1981年在库区岛屿与库岸(大坝)同步观测资料中也显示库中岛屿上空气绝对湿度比岸边为小,并且以春、夏之际最为突出(表18)。

表18

狮子滩水库岛屿与库边各月平均绝对温度比较表

单位: 毫巴

站名	年 月	1980年						1981年					
		7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
同心岛			26.8	20.9	18.3	15.2	10.7	8.5	9.2	12.3	16.4	18.9	24.4
袁家坪 (大坝)		28.3	27.3	21.8			10.6	8.6	9.5	12.6	16.9	19.8	25.0
两者差值			-0.5	-0.9			+0.1	-0.1	-0.3	-0.3	-0.5	-0.9	-0.6

实际观测表明, 水库蓄水以前, 库区除河道外, 大部份都为农田或坡地, 植物茂繁。由于植物体中一般含水量在70—80%左右(水生植物可高达95%), 在太阳的辐射下, 水分一方面是土壤表面的直接蒸发; 另一方面则系植物叶面的蒸腾作用。

植物的蒸腾作用主要以气孔蒸腾为主, 通过面积不到1%的气孔其蒸腾量却相当于同面积的自由水面的10—50%, 甚至可达100%, 即比同面积的自由水面快几十倍, 甚至一百倍, 故水蒸气通过气孔的扩散速度, 要比同面积的自由水面大得多。

此外, 国外Turner指出: 在加利福尼亚种植宽叶香蒲的暴露式蒸发器蒸发的水量比同样的蒸发器放在相同植物中的蒸发量要大三倍。中科院南京地理所也有这方面的实验报导。这充分说明在湿润地带作物生长期间, 作物及土壤的腾发量是大于同等面积的自由水面的蒸发量。建库后, 由于下垫面的改变致使库区空气湿度有所下降。此外, 建库后, 风速一般增大了也使得近水面的空气中水汽含量变小。

由于库区观测资料系列较短, 代表性差, 但从总的情况看, 虽龚咀水库的气候变化仍主要是受大天气系统控制, 仍对局地气温、湿度等是有一定的影响。本文在进行水库环境影响的考察时, 仅搜集和统计分析附近地区气象台站的观测资料, 没有开展水库区小气候的系统观测, 兼以笔者水平所限, 难免有谬误之处, 请批评指正。

参 考 文 献

- 〔1〕 水电部成勘院 百丈崖水电站初步设计报告 1966年7月
- 〔2〕 水电部成勘院 大渡河铜街子水电站初步设计书 1978年11月
- 〔3〕 翁笃鸣等编 小气候和农田小气候 农业出版社 1981年
- 〔4〕 罗汉民等编 气候学 气象出版社 1980年
- 〔5〕 四川省气象局 四川气候图集 四川人民出版社 1979年
- 〔6〕 长江水源保护局 大型水利工程环境影响译文集 1981年9月
- 〔7〕 中科院长春地理所 三江平原沼泽小气候特征 1980年10月
- 〔8〕 长江流域规划办公室水文局 水资源研究 1982年1期
- 〔9〕 曹宗巽 吴相钰合编 植物生理学