

# 青藏高原东部龙羊峡水库气候效应的变化趋势分析

隋 欣<sup>1, 2</sup>, 杨志峰<sup>1, 2</sup>

(1. 北京师范大学环境学院 水环境模拟国家重点实验室, 北京 100875;

2. 北京师范大学环境学院 水沙科学教育部重点实验室, 北京 100875)

**摘 要:**以青海省境内黄河干流龙羊峡水库为例, 应用基于气象要素分析水库气候效应的数学模型, 计算了水库蓄水后对局地气候的净影响, 深入探讨了气候效应随时间的变化趋势。结果表明, 龙羊峡水库蓄水以来, 对局地气候有明显影响, 环境风险度有较大提高, 且水库对不同的气象要素的影响随蓄水时间的增加呈现不同趋势。

**关键词:**气候效应; 趋势; 龙羊峡水库; 黄河流域

中图分类号: P461

文献标识码: A

龙羊峡水库地处青海省境内黄河流域上游山区, 库区具有典型的寒旱气象背景特征, 属于特大型多年调节水库, 总库容  $247 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 水域面积  $383 \text{ km}^2$ , 回水长度  $107.8 \text{ km}$ , 最大坝高  $178 \text{ m}$ , 于 1986 - 10 蓄水发电, 是黄河干流的龙头水库, 担负着青海、甘肃、宁夏和内蒙古 4 省区的发电、灌溉和排沙及工农业生产供水任务, 对改善流域自然生态环境作出了重要贡献。已有研究表明, 水电工程为区域带来巨大效益的同时, 对局地气候可能会产生深远的影响<sup>[1-6]</sup>。因此, 研究水库气候效应及其随时间的变化趋势对全面评价水库的环境影响, 合理开发利用水域气候资源, 更好地发展水域区的工农业生产都具有极为重要的意义。目前研究水电工程气候效应的方法和模型多数通过复杂的理论推导或数值模拟, 参数多需要现场长期实测<sup>[7, 8]</sup>, 且少有水库气候效应随时间变化趋势的报道。本文拟在总结前人研究成果的基础上, 提出基于气象数据的水库气候效应分析模型, 分析了西部高海拔干旱气候背景下龙羊峡水库对局地气候的影响, 并深入探讨水库气候效应随时间的变化趋势。

## 1 水库气候效应分析模型

目前, 相对简便的研究水电工程局地气候影响的方法有两种, 一为傅抱璞(1974)提出的一种成功应用于新安江水库的简易推算水库气候效应的方法<sup>[9]</sup>, 但该方法的假定条件为: 如果无水库影响, 受水库影响点和不受水库影响的点在水库建成前后各自气候要素的比值是大致相同的, 这一假设使该方法不适用于地处高海拔山区, 且库区气象观测记录年代较短的龙羊峡水库气候效应研究; 尚可政(1997)也提出了一种直接采用库周气象资料计算水库气候效应的方法<sup>[10]</sup>, 即通过选取代表站和背景参考站, 以代表站气象要素变化(建库前后气象要素的差值)减去背景站气象要素变化后的值视为水库对近库地区的气候效应。该计算过程简便, 但应用于尺度较大的梯级开发区域时存在两个问题: (1) 采用代表站代替水库气象数据, 与真实情况有差异; (2) 背景站的气象变化与代表站的气象变化并非绝对相关(相关系数小于 1), 用二者的变化差值直接相减作为水库的影响, 没有考虑到气候的滞后效应, 如反映水库的气候效应将相关系数考虑其中。

收稿日期(Received date): 2004- 10- 11; 改回日期(Accepted): 2005- 01- 03。

基金项目(Foundation item): 国家科技攻关项目(2002BA901A34); 国家重点基础研究发展计划 973 项目(G19990436- 05)资助。[State Key Item of Researching on Science & Technology (2002BA901A34), State Key Foundation Research Development Plan 973 Item (G19990436- 05)]

作者简介(Biography): 隋欣(1973- ), 女, 博士, 主要从事环境规划、环境管理和流域管理的研究, Email: suixinemail@sina.com Tel: 10186033203 [Sui Xin (1973- ), female, Ph. D. student, main researching in environmental programming, environmental assessment, environmental management and watershed management]

以上两种方法各有优缺点, 为研究梯级开发对局地气候的净影响, 本文借鉴其优点, 建立了研究水库气候效应的新方法。该方法以气象数据为基础, 考虑了背景站与受水库影响点之间气象要素变化的不同步性, 并通过简单的运算得出水库对局地气候的净影响。计算过程和模式如下:

设  $y_0(i)$  和  $x_0(i)$  为受水库影响点 A 和不受水库影响的对照点 B 在水库蓄水前的气象要素实测值, 两者之间的关系为

$$y_0(i) = ax_0(i) + b \quad (1)$$

按最小二乘原则, 计算  $a$  和  $b$  的数值为

$$a = \frac{1}{n} \left( \sum_{i=1}^n y_0(i) - b \sum_{i=1}^n x_0(i) \right) \quad (2)$$

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n x_0(i) y_0(i) - \sum_{i=1}^n x_0(i) \sum_{i=1}^n y_0(i)}{n \sum_{i=1}^n x_0^2(i) - \left( \sum_{i=1}^n x_0(i) \right)^2} \quad (3)$$

式中,  $n$  为拟合周期的时间长度;  $y(i)$  和  $x(i)$  为在水库建成后相应的气象要素实测值。

如无水库建设, 而仅存在大气候背景的变动, 则水库建成后影响点与对照点气象要素间的函数关系与水库未建前一致<sup>[9]</sup>, 即水库建成后  $a$  与  $b$  的值不变, 于是通过式(1)~(3)中计算所得的  $a$  与  $b$  值, 可计算假设无水库影响仅有气候变动时影响点 A, 在水库建成后应有的气象要素计算值  $y^*(i)$ , 即

$$y^*(i) = ax(i) + b \quad (4)$$

$y(i)$  与  $y^*(i)$  之差  $\Delta y(i)$  为单纯由于水库影响所引起的气象要素的变化, 即

$$\Delta y(i) = y(i) - y^*(i) = y(i) - (ax(i) + b) \quad (5)$$

水库影响所引起的气象要素变化率为

$$\frac{y(i) - y^*(i)}{y^*(i)}$$

确保该模型计算结果准确的关键是对照点 B 选取的准确性。综合前人的研究结果<sup>[6-9]</sup>, 水库的气候效应以库区 5 km 内最为明显, 各气象要素中, 以降水的影响距离最远, 可达到 70~80 km。因此, 对照点 B 的选择范围确定为距离库区 80 km 以外的区域为宜。为准确反映水库区域气象背景特征, 避免因个别对照点在某个时期特殊变化和局地小气候引起的误差, 对照点 B 的选取以库区为中心 80 km 外靠近库区的两个经纬线上数量相同的点, 取其气象要素平均值作为对照点气象要素值, 即以靠

近库区的两个经纬度气象要素平均值作为计算影响点的对照点背景值, 具有较好的代表性和稳定性。

## 2 龙羊峡水库气候效应分析

### 2.1 水库蓄水前后区域气象特征

龙羊峡水库地处青海省海东地区, 青藏高原东部, 海拔高度 2 600 m, 属干旱和半干旱季风气候区, 具有显著的高原大陆性气候特征。根据龙羊峡库周 16 个国家一、二级气象台站 1961~2001 年的气象数据, 将各项气象数据分别按龙羊峡蓄水前 (1961~1986) 和蓄水后 (1987~2001) 两个时间段进行统计, 得到蓄水前后区域气候背景特征 (图 1)。

由图 1 可知, 水库蓄水前该区域全年平均气温在 1~8℃之间, 沿黄河干流由西向东随海拔高度的降低而递增; 平均风速在 1.8~3.4 m/s 之间, 且由北向南随纬度的降低而递增; 该区域年总降水量 200~300 mm, 降水地域差异明显, 在贵德、同仁和尖扎县交界处形成低值区; 年相对湿度在 48%~59% 之间, 空间变化规律为由西向东随海拔高度的降低而递增。水库蓄水后, 各气象要素的区域分布规律基本无变化, 库区年平均气温升高 0.4~0.8℃; 平均风速略有升高, 并在黄河干流北岸由西向东递减; 年降水量区域变化幅度加大, 低值区由蓄水前位置北移至贵德县黄河干流区域, 北部和南部年降水量递增, 且区域内整体降水量水平增加, 其中龙羊峡库区增加了 20~30 mm; 库区年相对湿度无明显变化, 坝后贵德县区域内相对湿度升高 2%~5%。

### 2.2 龙羊峡水库蓄水对局地气候的净影响

龙羊峡气象观测点在水库蓄水前只有 3 a 的资料, 蓄水后只有 11 a 资料。为了克服历史资料年代短的缺点, 研究中对对照点选取地理位置位于北纬 35°和 37°, 东经 98°和 102°之间的 8 个国家一二级气象站点作为对照点 (刚察、茶卡、都兰、泽库、门源、民和、河南和玛多其中站)。这 8 个点在经纬度和海拔高度上几乎是对称的, 以便消除不同经纬度和高程对气象要素的影响, 8 个气象站点气象要素的平均值为区域内对照点 B 的气象背景值, 研究点 A 即为龙羊峡库区, 气象数据资料来自库区气象站。采用式(1)~(5)计算龙羊峡水库蓄水 15 a (1987~2001) 对局地气候的净影响, 结果见表 1。

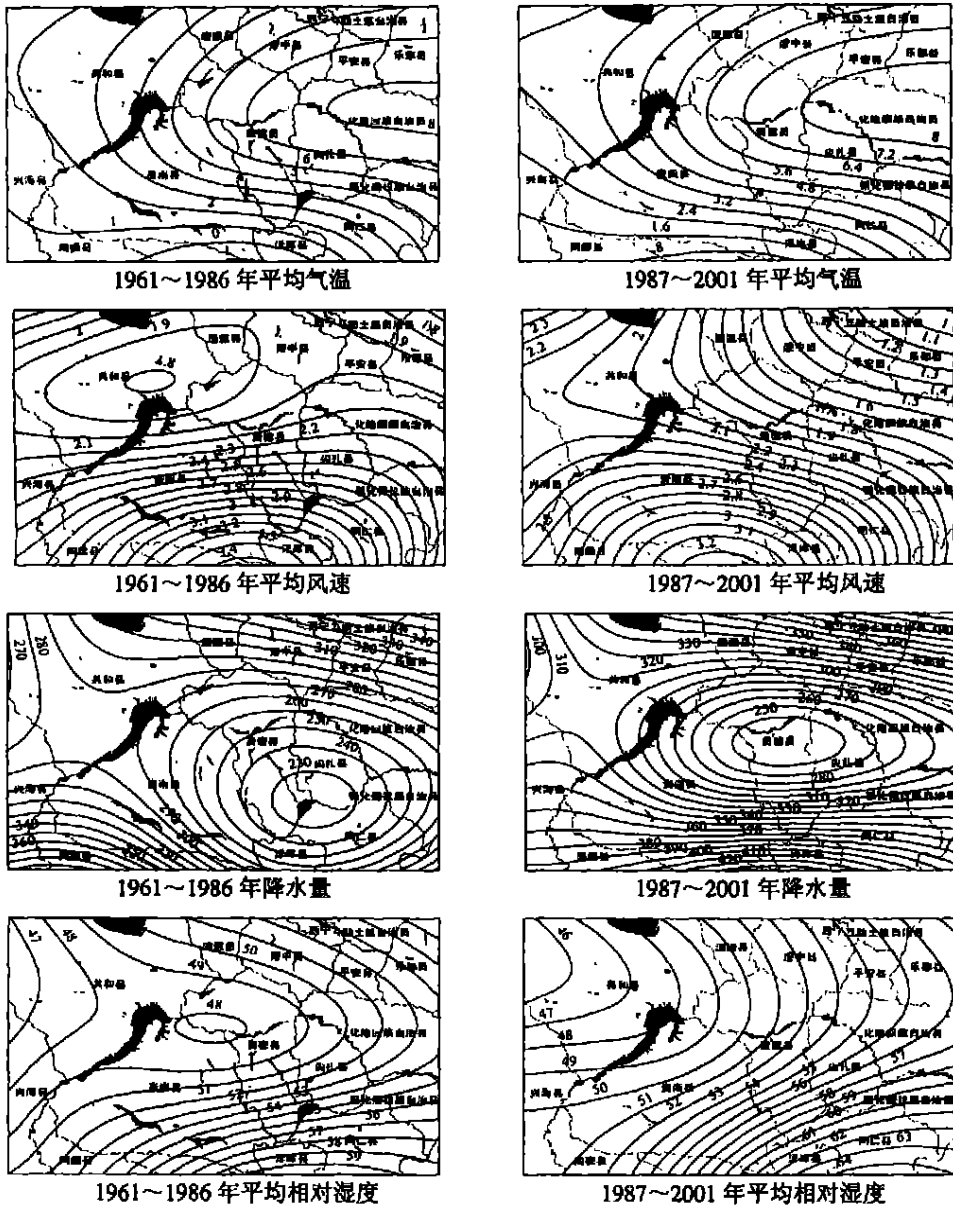


图 1 龙羊峡水库区域气象要素多年特征值

Fig. 1 Changes of regional climate characteristics before and after Longyangxia reservoir being filled

由表 1 可知, 龙羊峡水库蓄水 15 a 后, 使春夏两季气压减小, 秋冬两季气压增加, 其中 7 月气压减小 1.4 hPa, 为气压减少的高峰月, 12 月气压增加 1.7 hPa, 为增加的高值月。由于水库的热源作用, 蓄水后库周年均气温增加 0.7℃, 除夏季外, 其余季节气温均增加, 其中, 冬季增加最为明显, 7 月气温略有减少; 同时, 年平均最高气温和平均最低气温均有所增加, 其中, 平均最高气温只有夏季减少 0.2℃, 其余季节均为增加, 冬季月平均最低气温增加 2.1℃, 高于其他季节。此结果与数值模拟计算结果<sup>[7, 11]</sup>和同类水库的分析结果<sup>[5, 6, 8]</sup>一致。水库

蓄水对 0 cm 地温的影响规律与平均气温相同, 二者之间具有很好的相关性。水库蓄水使库区总云量全年呈下降趋势, 低云量呈波动性变化, 春秋两季减少, 夏季增加, 年均总云量和低云量分别减少 0.7 成和 0.1 成。其原因在于水库蓄水后, 水域面积扩大, 大气层结稳定性增强, 使近库区的大气对流活动减弱<sup>[10]</sup>。

龙羊峡水库蓄水后夏秋季节有增加风速的效应, 对春季风速的影响很小, 并明显减少冬季的风速, 这与水库影响风速的一般规律差异较大<sup>[3-6, 10, 12]</sup>。水库蓄水使库区 7~9 月和 11~2 月

降水量增加, 其中, 7 月增加 9 mm, 为增加的最大月, 3~ 6 月降水量减少, 春季为降水量减少最多的季节。除 7、8 月外, 相对湿度净变化值的年变化规律基本与降水量相同, 全年相对湿度减少 1. 0%, 其中, 春、夏两季分别减少 2. 2% 和 2. 5%, 秋、冬两季略有增加。相对湿度和降水量变化的主要原因较为复杂, 可能与库区地处干旱地区, 气候干燥、海拔较高和复杂的局地风场有关。水库蓄水后对日照时数的净影响除冬季减少外, 其余季节均为增加, 以 8 月和 9 月增加幅度最大, 年均日照时数增加 15. 1h。日照时数增加的主要原因可能是建库后水域面积扩

大, 下垫面热容量增加, 有利于大气层结稳定性增加所致<sup>[10]</sup>。

2.3 水库蓄水对局地气候净影响范围

为分析龙羊峡水库蓄水对局地气候的净影响范围, 本文采用徐裕华等学者<sup>[13]</sup>的方法计算了水库蓄水对气温的垂直和水平影响范围, 结果见表 2。根据李春花<sup>[14]</sup>的建议, 计算过程中气温垂直递减率四季取 0. 4℃, 二、三季取 0. 65℃。结果表明, 夏季龙羊峡水库对气温的垂直影响在 200 m 以内, 冬季在 400 m 以内( 见表 2), 最大的水平影响范围不超过 1. 5 km。

表 1 龙羊峡蓄水后对局地气候的净影响  
Table 1 Net effects of Longyangxia reservoir on the local climate system

| 时间 | 气压<br>(hPa) | 平均气温(℃) | 月平均最高气温(℃) | 月平均最低气温(℃) | 0 cm 地温(℃) | 相对湿度<br>(%) | 总云量<br>(成) | 低云量<br>(成) | 风速<br>(m/s) | 降水<br>(mm) | 日照时数(h) |
|----|-------------|---------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|-------------|------------|---------|
| 1  | + 1. 0      | + 1. 4  | + 0. 6     | + 2. 3     | + 1. 7     | + 0. 7      | - 1. 0     | 0. 0       | - 0. 1      | + 0. 5     | - 7. 4  |
| 2  | + 0. 3      | + 1. 2  | + 1. 1     | + 1. 8     | + 1. 1     | - 3. 1      | - 1. 1     | - 0. 3     | + 0. 1      | - 1. 5     | + 3. 2  |
| 3  | - 0. 4      | + 1. 1  | + 1. 5     | + 1. 1     | + 1. 0     | - 3. 7      | - 0. 6     | - 0. 4     | 0. 0        | - 4. 2     | - 1. 2  |
| 4  | - 0. 7      | + 1. 0  | + 1. 5     | + 0. 7     | + 0. 8     | - 1. 2      | - 0. 2     | - 0. 2     | 0. 0        | - 3. 0     | - 1. 1  |
| 5  | - 0. 6      | + 0. 5  | + 0. 6     | + 0. 6     | + 0. 7     | - 1. 8      | - 0. 1     | 0. 0       | + 0. 1      | - 3. 1     | + 4. 3  |
| 6  | - 1. 1      | 0. 0    | 0. 0       | + 0. 5     | + 0. 1     | - 3. 2      | - 0. 3     | + 0. 2     | + 0. 1      | - 8. 4     | + 0. 5  |
| 7  | - 1. 4      | - 0. 1  | - 0. 4     | + 0. 3     | - 0. 6     | - 2. 0      | - 0. 6     | + 0. 1     | + 0. 2      | + 9. 0     | + 3. 6  |
| 8  | - 0. 9      | + 0. 2  | - 0. 3     | + 0. 8     | - 0. 5     | - 2. 1      | - 0. 9     | - 0. 1     | + 0. 6      | + 6. 7     | + 15. 0 |
| 9  | 0. 0        | + 0. 2  | - 0. 3     | + 0. 4     | - 0. 2     | + 0. 1      | - 0. 6     | - 0. 2     | + 0. 6      | + 2. 8     | + 10. 2 |
| 10 | + 0. 9      | + 0. 7  | + 0. 5     | + 0. 6     | + 0. 3     | - 0. 7      | - 0. 8     | - 0. 2     | + 0. 5      | - 4. 4     | - 0. 8  |
| 11 | + 1. 5      | + 1. 1  | + 0. 3     | + 1. 3     | + 0. 7     | + 1. 4      | - 1. 2     | 0. 0       | - 0. 2      | + 1. 2     | - 1. 7  |
| 12 | + 1. 7      | + 1. 3  | - 0. 1     | + 2. 2     | + 1. 4     | + 3. 8      | - 1. 1     | + 0. 2     | - 0. 2      | + 0. 7     | - 9. 6  |
| 春  | - 0. 6      | + 0. 9  | + 1. 2     | + 0. 8     | + 0. 9     | - 2. 2      | - 0. 3     | - 0. 2     | 0. 0        | - 10. 3    | + 2. 1  |
| 夏  | - 1. 1      | 0. 0    | - 0. 2     | + 0. 6     | - 0. 3     | - 2. 5      | - 0. 6     | + 0. 1     | + 0. 3      | + 7. 3     | + 19. 1 |
| 秋  | + 0. 8      | + 0. 7  | + 0. 2     | + 0. 8     | + 0. 2     | + 0. 2      | - 0. 9     | - 0. 1     | + 0. 3      | - 0. 4     | + 7. 7  |
| 冬  | + 1. 0      | + 1. 3  | + 0. 5     | + 2. 1     | + 1. 4     | + 0. 5      | - 1. 0     | 0. 0       | - 0. 1      | - 0. 4     | - 13. 8 |
| 全年 | 0. 0        | + 0. 7  | + 0. 4     | + 1. 1     | + 0. 5     | - 1. 0      | - 0. 7     | - 0. 1     | + 0. 1      | - 3. 8     | + 15. 1 |

表 2 龙羊峡水库对气温影响的垂直范围(m)  
Table 2 The vertical impact range of Longyangxia reservoir on the air temperature

| 时间  | 1 月    | 2 月    | 3 月    | 4 月    | 5 月   | 6 月  | 7 月   | 8 月   | 9 月   | 10 月   | 11 月   | 12 月   |
|-----|--------|--------|--------|--------|-------|------|-------|-------|-------|--------|--------|--------|
| 龙羊峡 | 353. 1 | 304. 2 | 172. 2 | 159. 2 | 79. 4 | 4. 3 | 17. 7 | 34. 6 | 50. 1 | 164. 7 | 272. 9 | 330. 8 |

参照王浩和傅抱璞等人<sup>[5, 9, 11]</sup>的研究成果, 龙羊峡水库蓄水后对相对湿度的水平影响范围主要发生在上风岸的 2 km 以内和下风岸 10 km 以内, 且 5 km 内更明显; 对风速的影响在上风岸影响的距离很短, 而在下风岸影响的距离可达 10 km; 水库蓄水使库区附近的降水减少, 但上风向 5~ 30 km 和下风向 15~ 40 km 内的降水会有所增加。

3 水库气候效应随时间的变化趋势

为研究水库气候效应随时间的变化规律, 笔者应用式(1)~ (5)分别计算了龙羊峡蓄水后 5 a(1987~ 1991)、10 a(1987~ 1996)和 15 a 的气候净影响, 结果见图 2(为绘图方便, 降水量乘以 0. 1, 日照时数

乘以 0.01)。

由图 2 可知,随蓄水时间的增加,春季气压、相对湿度和降水量减少,其余气象指标均增加;蓄水后冬季总云量和日照时数减少,其余指标增加;随水库蓄水时间的增加,两季各种气温指标和 0 cm 地温呈增加趋势,相对湿度、总云量、低云量、降水呈减少趋势,日照时数随蓄水时间在春、冬两季呈相反趋势。

夏季水库蓄水使气压、平均气温、平均最高气温、0 cm 地温、相对湿度和总云量减少,其余指标增加;秋季水库蓄水使平均最高气温、总云量和低云量减少,其余指标增加;随蓄水时间的增加,两季的气压、平均最高气温、相对湿度、低云量、降水量和日照时数呈减少趋势;其余指标随时间呈增加趋势。

水库蓄水使全年平均气压、各种气温指标和 0

cm 地温增加,年相对湿度、总云量、低云量和降水量下降,且随蓄水时间的增加,对这些气象要素的净影响呈增加趋势,其中降水量由蓄水 5 a 的正值转为在蓄水 10 a 和 15 a 后的负值,即对降水量的影响随水库蓄水时间的增加而减小;蓄水后库区风速增加,但无明显的规律性变化。

4 结 论

西部高寒山区水库气候效应及其时间变化趋势研究,对于全面评价黄河上游水电梯级开发的环境影响具有重要意义。应用新建模型研究表明,龙羊峡水库蓄水后对局地气候有明显影响。主要规律如下: (1) 由于水库的热源作用,水库蓄水使库区气温

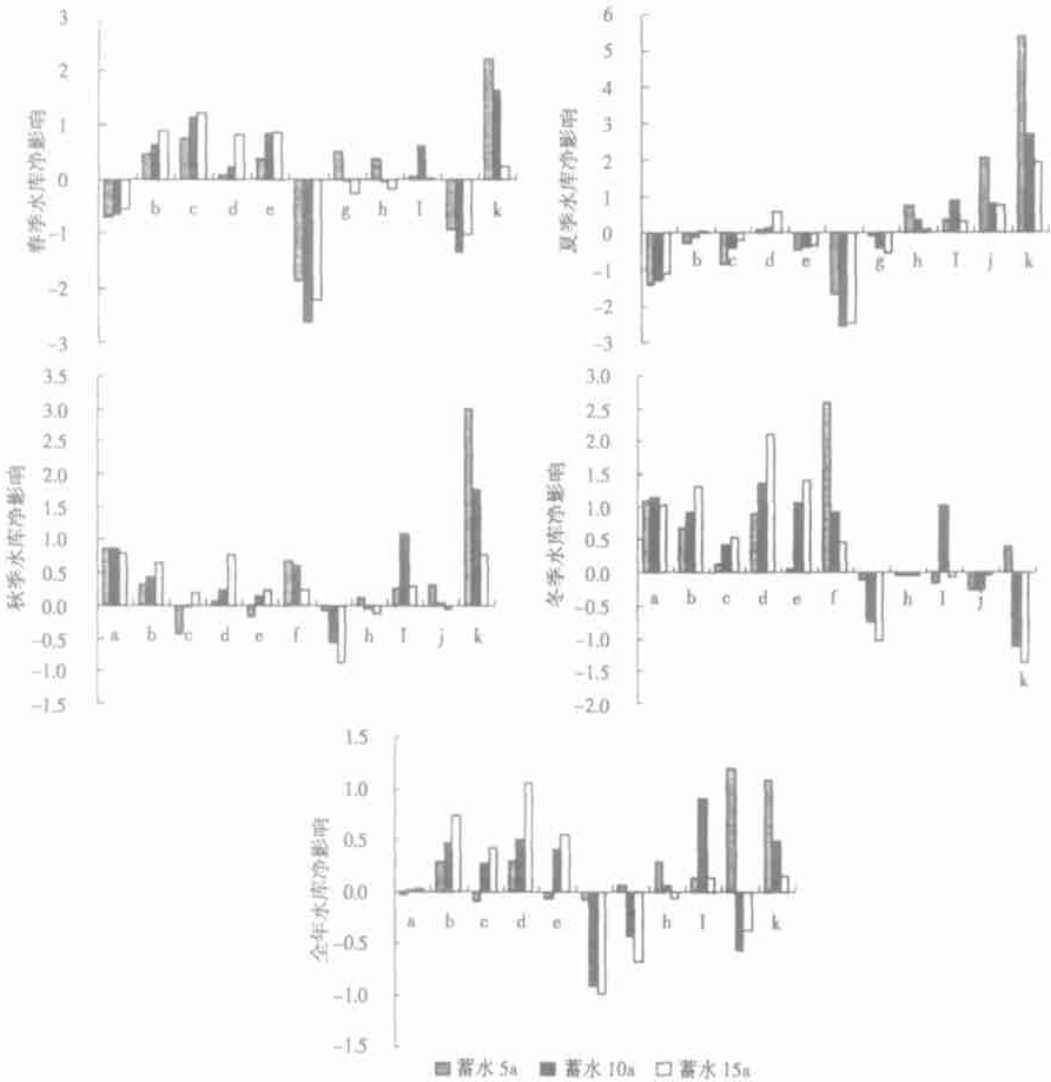


图 2 水库气候效应随时间变化

Fig. 2 Trends of climatic effects of Longyangxia reservoir with time

上升, 夏、秋季水库处于增温过程, 相对为热源, 秋、冬季水库处于降温过程, 相对为冷源, 因此, 夏季平均气温下降, 冬季增温幅度最大, 受气温影响, 0 cm 地温变化规律与之相同; (2) 蓄水后水库在春夏季具有减湿作用, 秋冬季具有增湿作用, 除夏季外, 全年降水量呈减少趋势, 这与水库地处高原干旱地区等复杂因素有关; (3) 水库蓄水后由于水域面积激增, 下垫面热容量增加, 大气层结稳定性强, 云量下降, 日照时数增加, 气压保持不变或略有增加; (4) 受库区当地地形条件的影响, 水库蓄水对风速影响随时间规律性较差; (5) 水库对库周各种气温指标、0cm 地温、相对湿度、总云量的全年净影响随蓄水时间的增加而加强; 对降水量、低云量、和日照时数的全年净影响随蓄水时间的增加而减弱; 水库气候效应随时间呈现不同规律的物理机制有待于进一步研究。

## 参考文献(References):

- [1] Feamside P.M. Environmental impacts of Brazil's Tucuruí Dam: unlearned lessons for hydroelectric development in Amazonia[J]. *Environmental Management*, 2001, **27**(3): 377~ 396.
- [2] Bednarek A.T. Undamming rivers: a review of the ecological impacts of dam removal[J]. *Environmental Management*, 2001, **27**(6): 803~ 814.
- [3] Fang Ziyun. Study on eco environment and the three gorges project [A]. In: Development Strategic Seminar. Demonstrability and decision making[C]. Shanghai: Press of Shanghai Science and Technology. 1987, 407~ 417. [方子云. 论三峡工程与生态环境[A]. 见: 上海发展战略研究会. 三峡工程的论证与决策[C]. 上海科学技术文献出版社, 1987, 407~ 417.]
- [4] Sun Guangyou, He Yan, Zhao Huanchen. Possibility analyses of ecoenvironment on step development in main Heilongjiang river [J]. *Journal of Northeast Normal University*. 2001, **33**(1): 90~ 96. [孙广友, 何岩, 赵焕辰. 黑龙江干流梯级开发生态环境可行性分析[J]. 东北师大学报自然科学版, 2001, **33**(1): 90~ 96.]
- [5] Fu Baopu. Micro meteorology[M]. Beijing: Press of Meteorology, 1994. 263~ 298. [傅抱璞. 小气候学[M]. 北京: 气象出版社, 1994. 263~ 298.]
- [6] Fu Baopu. The climatic effects of waters in different national conditions[J]. *ACTA Geographica SINICA*. 1997, **52**(3): 246~ 252. [傅抱璞. 我国不同自然条件下的水域气候效应[J]. 地理学报, 1997, **52**(3): 246~ 252.]
- [7] Lei Xiaoen, Huang Ronghui, Qian Minwei, et al. Models of the climatic effects of the Three Gorges Project[A]. In: Study Group on Eco environmental Effects of the Three Gorges Project, Chinese Academy of Science. Proceeding of eco environmental effects of the Three Gorges Project and countermeasure study[C]. Beijing: Press of Science. 1987. 683~ 708. [雷孝恩, 黄荣辉, 钱敏伟, 等. 三峡工程对库周气候影响的数学模式研究[A]. 见: 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1987. 683~ 708.]
- [8] Changjiang River Conservancy Committee. Study on eco environmental effects of the Three Gorges Project[M]. Wuhan: Press of Hubei Science and Technology. 1997. 172~ 178. [长江水利委员会. 三峡工程生态环境影响研究[M]. 武汉: 湖北科学技术出版社, 1997. 172~ 178.]
- [9] Fu Baopu, Zhu Chaoqun. The effects of Xinanjiang Reservoir on precipitation[J]. *Geojournal*. 1974, **4**: 13~ 20. [傅抱璞, 朱超群. 新安江水库对降水的影响[J]. 气象科技资料, 1974, **4**: 13~ 20.]
- [10] Shang Kezheng, Yang Debao, Wang Shigong, et al. Influence of water conservancy and power projects on local climate at upper section of the Yellow River[J]. *Arid Land Geography*. 1997, **20**(1): 57~ 64. [尚可政, 杨德保, 王式功, 等. 黄河上游水电工程对局地气候的影响[J]. 干旱区地理, 1997, **20**(1): 57~ 64.]
- [11] Wang Hao, Fu Baopu. The temperature effects of water[J]. *Meteorology Science*. 1991, **11**(3): 233~ 243. [王浩, 傅抱璞. 水体的温度效应[J]. 气象科学, 1991, **11**(3): 233~ 243.]
- [12] Lu Hongbin, Wei Guiling. The effects of Tai Lake on wind[J]. *Meteorology Science*. 1989, **9**(3): 291~ 301. [陆鸿宾, 魏桂玲. 太湖的风效应[J]. 气象科学, 1989, **9**(3): 291~ 301.]
- [13] Xu Yuhua, Cheng Shuquan, Liu Fuming, et al. The climatic effects of the three gorges project[A]. Study group on eco environmental effects of the Three Gorges Project, Chinese Academy of Science. Proceeding of eco environmental effects of the Three Gorges Project and countermeasure study[C]. Beijing: Press of Science. 1987, 665~ 682. [徐裕华, 陈淑全, 刘富明, 等. 三峡工程对库周气候的影响[A]. 见: 中国科学院三峡工程生态与环境科研项目领导小组. 长江三峡工程对生态与环境的影响及其对策研究论文集[C]. 北京: 科学出版社, 1987. 665~ 682.]
- [14] Li Chunhua. The analysis of the relationship between air pollution and meteorological factor in Xining[J]. *Journal of Qinghai Normal University (Natural Science)*. 2000, (3): 48~ 50. [李春花. 西宁市大气污染及气象因子分析[J]. 青海师范大学学报(自然科学版), 2000, (3): 48~ 50.]

# Climatic Effects of Longyangxia Reservoir in Qinghai-Tibet Plateau and Trends with Time

SUI Xin<sup>1,2</sup>, YANG Zhifeng<sup>1,2</sup>

(1. School of Environment, Beijing Normal University State Key Laboratory of Water Environmental Simulation, Beijing 100875, China

2. School of Environment, Beijing Normal University Ministry of Education Key Lab of Water and Sand Science, Beijing 100875, China)

**Abstract:** The creation of hydroelectric reservoirs results in the formation of vast surface areas of water, which will lead to locale climatic changes. An assessment of this climatic change and its trends with time can provide an overall understanding of the environmental impacts resulting from the hydroelectric reservoir. Therefore, studies that model the effects of reservoirs on local climate are significant for utilizing climate resources and fully evaluating the environmental impacts of reservoirs. A series of models are proposed in this paper to analyze the climatic effects caused by reservoirs. The main advantage of these models is that they are based on the meteorological data from the first and second National Meteorological Stations, which consists of calculation on the net climatic changes while controlling for the impacts of global climatic change. The proposed models were applied to the Longyangxia reservoirs located in a high altitude region on the upper sections of the Yellow River in Qinghai Province. Trends of climatic effects with time are also analyzed during the operational phrase. The main conclusion of this study are: (1) During summer and autumn months, the water temperature of Longyangxia reservoir increased under the operational stage, and acting as a cold source, caused the mean air temperature in the reservoir region to decrease. In winter, water temperature decreased, whereas air temperature increased. The maximum increase in air temperature in the reservoir region occurred in winter. As calculated by models presented in this paper, the mean annual air temperature in the reservoir region increased by 0.7 °C, the mean monthly air temperature increased by 1.3 °C in winter and decreased slightly by 0.1 °C in July. The horizontal distance within which the air temperature affected limited to be 1.5 km, and the vertical height did not exceed 400 m. Also, this vertical effect in the summer was in 200 m. The annual average 0.4 °C, which was lower than that of annual average. The air temperature on land (0 cm) followed the same changing trends as the air temperature in the reservoir region. (2) Under the operational stage, the relative humidity in the reservoir region decreased to a somewhat in the spring and summer, with an average decrease of 2.2% in spring, 2.5% in summer. Humidity increased in the autumn and winter, with an average of 0.2% and 1.4%, respectively. An analysis on the precipitation in the Longyangxia reservoir region calculated by the models show that river surface water exerted an apparent impact in reducing the intensity of precipitation. The annual precipitation decreased by 3.8 mm. The relatively higher decrease in monthly precipitation occurred between February and June. The main reason that precipitation increased in the summer and decreased in other months is that Longyangxia reservoir is located in an arid mountainous region. (3) After the reservoirs impoundment the atmospheric layer stabilized, which made the convections, low-level clouds and thunderstorms decreased, and allowed sunny weather to increase. As calculated by these models, the annual vapor pressure remained stable in the reservoir region due to the enlargement of water surface area and the increase of heat capacity for the ground surface. (4) The results show that the wind speeds changes had no obvious trends with time. Main reasons for these results were that the underlying topography and its properties were the key factors affecting the wind speed in the ground atmospheric layer. After the reservoir impoundment, the underlying topography and characteristics of the reservoir area were remarkably

modified incomposition, roughness, and the ratio of width to depth of the river valley. Lnngyangxia reservoir was located in acomplex topographic area in the mountainous region, which led to irregular changes of wind speed in the reservoir region. (5) Results show that the net effect of Longyangxia reservoir on indicators of the annual mean air temperature, the highest and lowest mean, air temperature, 0 cm land surface air temperature, the relativehumidity, and total clouds increased with time, whereas the indicators for precipitation, low – level clouds, and sunshine hours decreased. All these results reveal that Longyangxia reservoir has obvious impacts on the local climate, and these climatic effects display different trends with time, resulting in higher environmental risk to theregional environment. More research should be undertaken to analyze the physical mechanisms of these climatic different effects of the Longyangxia reservoir.

**Key words:** climatic effects; trends with time; Longyangxia reservoir, the Yellow River Basin

## 中国地理学会个人会员入会(重新登记)须知

中国地理学会是由全国广大地理工作者自愿组成、在中华人民共和国民政部依法登记注册、具有独立法人资格的全 国性、公益性、学术性的社会团体,是中国科学技术协会的重要 组成部分,是我国发展地理科学事业的重要社会力量。中国 地理学会是我国成立最早的学术团体之一,她的前身是 1909 年在天津成立的中国地学会,创始人张相文。1934 年 竺可桢等在南京发起成立中国地理学会,同年创刊《地理学 报》。新中国建立初期,中国地学会与中国地理学会合并为 现中国地理学会。

学会现有个人会员近 20 000 人,学会下属 6 个工作委员 16 个专业委员会、7 个分会和《地理学报》编委会等机构,并 联系 31 个省级地理学会(未含台港澳)。为了建立健全会员 管理制度,掌握会员信息,及时做好为会员的服务工作,中国 地理学会从 1999 年开始进行会员重新登记和发展新会员工 作,即在中国地理学会秘书处建立个人会员档案,同时缴纳 会费,并重新核发会员证。到 2004 年底,已有 5 000 多名会 员输了重新登记或新入会手续,成为注册成员。随着时间的 推移,一些注册会员缴纳会费的有效期将至,需要继续缴纳 下期会费、办理新会员证。另外,还有许多老会员没有办理 重新登记,以及大批活跃在教学、科研和管理第一线的地理 工作者还没有加入到学会中来。为此,希望需要办理重新登 记手续的中国地理学会会员和符合入会条件科技工作者,尽 快到中国地理学会秘书处办理有关手续。

**\* 个人会员类别**

本会个人会员有:普通会员、资深会员、港澳台会员、外

籍会员、学生会员五种。有关条件请浏览本会网站,在学会 章程中有具体规定。

**\* 个人会员的权利和义务**

凡中国地理学会会员除得到各期《中国地理学会会讯》 外,还享有优先参加本学会举办的各项学术活动、评奖活动 和取得有关学术资料,有选举权、被选举权和表决权,完成本 学会交办的工作,按规定缴纳会费等权利和义务。

**\* 个人会员办理重新登记或新入会手续**

**\* 填写中国地理学会个人会员入会(重新登记)申请表 一份;**

**\* 交纳一寸照片一张,黑白、彩色均可;**

**\* 普通会员和港澳台会员一次缴纳 4 年的会费 200 元 人民币(每人每年 50 元),其中中学地理教师一次缴纳 5 年 的会费 150 元人民币(每人每年 30 元);外籍会员每人每年 50 美圆;学生会员每人每年 10 元人民币。**

我会收到上述材料后,一般在两周内办理完审批、个人 信息入库、制作会员证等,随即连同会费发票一起寄给会员 本人。如有什么问题需要咨询,请与中国地理学会秘书处联 系。

中国地理学会 2005 年 01 月

中国地理学会秘书处(联系地址:北京市安外大屯路甲 11 号;邮政编码:100101;联系电话:(010) 64870663;

图文传真:(010)64889598;电子信箱:gsc@igsnrr.ac.cn; 学会网址:www.gsc.org.cn)