

山区水库水面气温与太阳辐射的修正及应用^{*}

脱友才 邓云 梁瑞峰

(四川大学水力学与山区河流开发保护国家重点实验室, 成都 610065)

摘 要

考虑到山区水库库面气象要素受周围地形影响, 结合前人的研究, 库区气温计算方法采用回归余项法并计入地形影响, 而对于库区水面上的太阳辐射计算, 则采用了平行山脊坡地上的简化算法。应用结果表明: 由经度、纬度、海拔高度和大地形影响等 4 项建立的多元线性回归气温方程拟合效果显著; 并用同时期盐边气象站的资料进行检验, 检验精度在 0.5 °C 以内。与平地相比, 在山区地形影响下的二滩库区水面太阳辐射有一定程度的改变量, 同时不同河岸坡度对水库水面接收的太阳辐射有较大影响。该方法有效揭示了山区月平均温度和太阳辐射的时空变化。修正后的气温和太阳辐射符合山区实际情况。

关键词: 水库; 气温; 太阳辐射

引 言

水温是水环境最重要的影响因子之一, 水的物理、化学性质及水生生物、农作物对水温都很敏感, 水温的变化会对其产生较大影响。如水库水温分层可能直接导致库区内的水质分层和生态分层, 并且对水生生物、农田灌溉、工业供水、生活用水、下游河流的水质和生态平衡、以及库区水的利用(养殖、娱乐)等方面都产生重要影响, 同时水温的变化, 还对水工坝体温度应力分析、施工温控设计、继电机组冷却等也有重要影响, 因此对水库水温的研究具有重大的工程意义^[1-3]。

研究河道和水库的热输移规律一直是一个受到重视的课题^[4]。特别是生态环境的需要, 准确地预测研究水库建库后的库区水温结构和坝址下游水温的改变和影响更受到研究人员的关注^[5-7]。随着水利水电开发向西南山区转移, 将待建一大批山区巨型深水库, 由于电站下泄低温水对下游河道可能产生一定的生态影响, 邓云等^[7-11]基于统计学、流体力学、环境水力学和传热学理论建立了适用于大型深水库的立面二维水温热力模型, 并采用二滩水库原型观测资料对模型进行了验证, 深入揭示了水库水温分层和下泄水温的规律性和特点。研究发现^[12],

气象因素如太阳辐射、大气长波辐射、云量、相对湿度、风速等是影响水温热力模型的主要因素, 而太阳辐射和大气长波辐射对水气交界面热通量的贡献最大。在西南地区, 山川纵横, 群峦起伏, 河流走向曲折迂回, 各地气象条件变化很大。因此, 准确给出山区峡谷型深水库水温模型的气象要素边界条件, 对于准确模拟和预测山区水库库区水温结构和下泄水温有着重要的意义。

1 山区气温的修正方法

我国在山区气温的研究方面工作很多, 尤其以傅抱璞、翁笃鸣、沈国权等为代表的一大批学者总结出了一些山区气温推算方法, 例如分离综合法、回归余项法、成因分析法等。其中前两种方法最具代表性, 它们在理论上和实际处理上都比较合理, 目前在各地用得比较普遍。回归余项法所依据的原理与分离综合法一致, 在处理上最方便, 从前人应用的结果看拟合效果也较好^[13-16]。

回归余项法最早由沈国权^[13]提出, 认为在一个较大地区, 年、月平均气温的气候学方程是地理纬度 ϕ 、经度 λ 和海拔高度 h 等因素(认为这 3 个因素相关性不大)的函数:

$$T = f(\phi, \lambda, h) \quad (1)$$

* 国家自然科学基金项目(50679094)资助。
2008-06-10 收到, 2008-12-29 收到再改稿。

并将其用多元一次回归方程具体表示为:

$$T' = b_0 + b_1\phi + b_2\lambda + b_3h \quad (2)$$

式(2)中, b_0 为常数项; b_1, b_2, b_3 为回归系数。式(1)是一个不考虑地形影响的温度理想化方程, 在实际工作中可由较大范围内各站资料通过回归分析建立起来。对于具体的山地测点, 作者认为山区测站总要受到地形影响, 除了已经考虑的因子外, 还应考虑地形影响项 T_y , 于是考虑地形影响的山区温度方程为

$$T = b_0 + b_1\phi + b_2\lambda + b_3h + T_y \quad (3)$$

具体山区测点的地形影响项, 则为上面两式的差值:

$$T_y = T - T' \quad (4)$$

在比较山区各测点与按式(1)回归计算的理想化气温值后, 可绘制出计算区域的 T_y 分布图。在此基础上, 按式(3)可确定计算区域任一山区测点(ϕ, λ, h)的年、月平均温度。

2 山区太阳辐射修正模型

此模型具体内容可参见文献[16]。

斜坡上的太阳直接辐射通量为:

$$S_{\beta,\alpha} = I(usin\delta + vcos\delta cos\omega + sin\beta sin\alpha cos\delta sin\omega) \quad (5)$$

式(5)中, I 为直接太阳辐射强度, ϕ 为地理纬度, δ 为太阳赤纬, ω 为日照时角。

$$u = sin\phi cos\alpha - cos\phi sin\alpha cos\beta$$

$$v = cos\phi cos\alpha - sin\phi sin\alpha cos\beta$$

$$\omega = sin\alpha sin\beta$$

从研究地点始照时刻到终照时刻对时间 t 积分, 并利用卡斯特洛夫公式, 可得到在晴空情况下太阳直接辐射日总量的积分表达式:

$$R = \frac{I_0\tau}{2\pi r^2} \sum_{i=1}^n \int_{\omega_i}^{\omega_{i+1}} (usin\delta + vcos\delta cos\omega + sin\beta sin\alpha cos\delta sin\omega) \frac{d\omega}{1 + csecz} \quad (6)$$

式(6)中, I_0 为太阳常数, r 为以日地平均距离为单位的日地距离。

进一步整理, 令 $c=0$ (相当完全透明大气或大气外界的情况), 便得到计算坡地和平地天文太阳直接辐射日总量的公式。

坡地:

$$R_{\beta,\alpha} = \frac{I_0\tau}{2\pi r^2} \sum_{i=1}^n [usin\delta(\omega_{i+1} - \omega_i) + vcos\delta \times$$

$$(\sin\omega_{i+1} - \sin\omega_i) - sin\beta sin\alpha cos\delta \times (\cos\omega_{i+1} - \cos\omega_i)] \quad (7)$$

平地:

$$R_0 = \frac{I_0\tau}{2\pi r^2} (\omega_0 sin\phi sin\delta + cos\phi cos\delta sin\omega_0) \quad (8)$$

其中, $\omega_0 = arccos(-tan\phi tan\delta)$ 为地面上的日照时角。

式(7)可以计算在晴空情况下任意方位坡地上的可能天文太阳直接辐射日总量, 直接利用这个公式来进一步推求坡地上任何一段时期内的可能直达太阳直接辐射总量的表达式较烦琐。傅抱璞在1958年曾经论证尽管当地坡面上的可能直接太阳直接辐射 $R_{\beta,\alpha}$ 与平地天文太阳直接辐射总量 R_0 相差很大, 但这二者的比值与当地水平面上的可能太阳辐射 W 与天文太阳辐射总量 W_0 的比值却总是近似相等的, 即

$$\frac{R_{\beta,\alpha}}{R_0} = \frac{W}{W_0} \quad (10)$$

$$\text{令 } \frac{W}{W_0} = f, \text{ 则 } R_{\beta,\alpha} = fR_0. \quad (11)$$

因为水平面上的天文太阳辐射 W_0 很容易由公式求得, 而其可能太阳辐射可直接计算或者有气象站实际观测资料可用, 参数 f 的值比较容易确定。因此利用式(11)计算坡地上的可能太阳辐射总量简单、可行。

计算坡地上的可能太阳辐射总量的关键是得到坡地上的可照时角, 具体的求解方法与原则可参考文献[13]。山区河流与水库进行分段处理后, 各段的可照时角可近似用平行山脊求解可照时角方法来处理。当平行山脊 Y_1, Y_2 的长度远远大于二者之间的宽度, 且两山的高度变化不大时, 就可以用两个坡向相反(设分别为 β_1, β_2 , 且 $|\beta_1 - \beta_2| = 180^\circ$) 的坡度为 α_1, α_2 的 S_1 和 S_2 坡面代替 Y_1 和 Y_2 山体对水面上研究点 P 太阳照射的影响, 如图1所示。近似地认为 P 点既在 S_1 坡面上, 又在 S_2 坡面上, 只有当

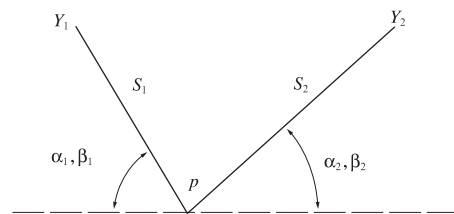


图1 平行山脊太阳辐射计算示意图
Fig. 1 The calculation schematic diagram of solar radiation in parallel mountain ridges

S_1 和 S_2 坡面能同时受到太阳照射时, P 点才能受到照射。因此, S_1 和 S_2 坡面开始同时受到太阳照射的时角和开始不能同时受到太阳照射的时角就是平行山脊中水面上 P 点的始照时角和终照时角, 两个坡面每天能同时受到太阳照射的时间就是 P 点的日照时间。

3 应用实例

3.1 流域概况

雅砻江又名若水、打冲江、小金沙江, 是长江上游最大支流。它发源于青海省巴颜喀拉山西南麓, 上源叫扎曲, 流到甲衣寺后称雅砻江。按地貌特征划分, 甘孜以上可称上游, 甘孜至大河湾为中游, 大河湾以下为下游。雅砻江流域内地形异常复杂, 上游段地面为波状起伏的浑园山岭及缓坡, 河谷多为草原宽谷, 中游段地形切割越来越深, 河谷越来越窄, 特别是在雅砻江以下, 峭岩深谷紧密相间, 峰顶谷底高差达两、三千米, 盐源金河以下河段, 岸坡较为平缓, 江面逐渐开阔。

二滩电站位于四川省攀枝花市境内, 河段隶属雅砻江流域, 总装机容量 330×10^4 kW, 年发电量 170×10^8 kW·h。二滩电站坝址处多年平均流量为 $1640 \text{ m}^3/\text{s}$, 库区地理范围为 $26.8^\circ \sim 27.8^\circ \text{N}$, $101.7^\circ \sim 102.0^\circ \text{E}$ 。二滩挡水大坝为抛物线型双曲拱坝, 最大坝高 240 m, 二滩水库回水长度超过 140 km, 平均水面宽约 400 m, 坝前最大水深超过 200 m, 总库容可达 $58 \times 10^8 \text{ m}^3$, 是一个典型的山区狭长型巨型深水库。

3.2 基础资料及其区域划分

二滩水库河岸坡度取约 30° , 库区主要走向为南北。根据库区走向和地形, 将库区分为九点八段。库区附近有盐边、攀枝花、米易、西昌、木里、盐源、冕宁、九龙等共 8 个气象站(表 1)及相应的多年平均逐月日照百分率和气温。采用攀枝花、米易、西昌、木

表 1 雅砻江流域气象站资料

Table 1 The climate data of Yalong River valley

站名	纬度	经度	海拔高度/m
盐边	26.92°N	101.53°E	1160.40
攀枝花	26.58°N	101.72°E	1191.10
米易	26.90°N	102.12°E	1105.80
西昌	27.90°N	102.27°E	1592.40
木里	27.93°N	101.27°E	2427.30
盐源	27.43°N	101.52°E	2545.00
冕宁	28.55°N	102.17°E	1777.90
九龙	29.00°N	101.50°E	2993.70

里、盐源、冕宁、九龙 7 个站点进行温度方程拟合, 并用盐边气象站检验。

3.3 库区气温分析

3.3.1 回归系数分析

根据库区附近 7 个气象站的多年逐月月均气温拟合式(2), 得到的各项回归系数见表 2。在 0.01 显著水平下, $F(3, 3)$ 的临界值为 29.46。各月的多元线性回归方程的 F 检验表明, 由附近气象站多年逐月平均气温拟合的 F 值都在 35 以上, 同时其复相关系数 R 均在 0.98 以上, 由此可见, 拟合方程的效果是显著的。表 2 显示, b_1 (温度随纬度的变化率) 全年都是负值, 表明各月温度都是随纬度的增加而降低, 呈冬春大夏秋小, 年变化十分显著, 12 月一次年 2 月平均达到 $-2.22 \text{ }^\circ\text{C}/\text{纬度}$, 7—9 月最低, 但是仍有约 $-0.60 \text{ }^\circ\text{C}/\text{纬度的变化}$ 。 b_2 (温度随经度的变化率) 除 5, 6, 9 月为负值外其他月份都是正值, 总体上各月温度随经度的增加而增加, 年变化幅度较大, 12 月一次年 2 月平均为 $1.87 \text{ }^\circ\text{C}/\text{经度}$, 最小值 5—6 月平均为 $-0.94 \text{ }^\circ\text{C}/\text{经度}$ 。 b_3 (温度随高度的变化率) 全年都是负值, 即各月温度都是随海拔高度的增加而降低, 年变化不大, 并比 b_1, b_2 变化小得多, 其绝对值仍然呈现冬小夏大的趋势。1 月最小为 $-0.29 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$, 4—5 月最大平均约为 $-0.56 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$, 年平均为 $-0.43 \text{ }^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ 。

表 2 雅砻江流域温度拟合方程的回归系数

Table 2 Partial regression coefficients of temperature equation in Yalong River valley

月份	偏回归系数			R	$F(3, 3)$ 值
	b_1	b_2	b_3		
1	-2.2511	1.7999	-0.2876	0.9904	51.59
2	-2.7347	1.8122	-0.3168	0.9862	35.38
3	-2.6582	1.7550	-0.4037	0.9868	37.09
4	-2.0233	0.4575	-0.5361	0.9897	47.98
5	-1.5582	-1.1877	-0.5783	0.9918	60.58
6	-1.3253	-0.6876	-0.4839	0.9927	67.35
7	-0.6302	0.7845	-0.4783	0.9911	55.13
8	-0.6289	1.1241	-0.4584	0.9924	65.13
9	-0.5189	-0.2894	-0.4908	0.9892	45.51
10	-0.8916	0.2899	-0.4520	0.9938	79.78
11	-1.2933	1.5555	-0.3886	0.9959	120.37
12	-1.6838	2.0098	-0.3139	0.9944	88.82

3.3.2 地形影响项分析

采用式(3)计算得到雅砻江流域大地形温度订正值的地理分布。图 2 列出了 4 月、8 月的地形影响项等值线图。由图 2 可知, 城区气象站地势较周围

低平,太阳辐射和大气辐射增热后不易扩散和交换,地形影响项起增温作用,诸如攀枝花、九龙、西昌等气象站,全年的地形影响项均为正值。山区气象站所在地形复杂,因此地形订正项根据季节和地势变

化有正有负。同时,由图2可以看出,二滩库区范围主要在木里、西昌、米易、攀枝花和盐源之间,地形影响在库尾与库首间有所差异。

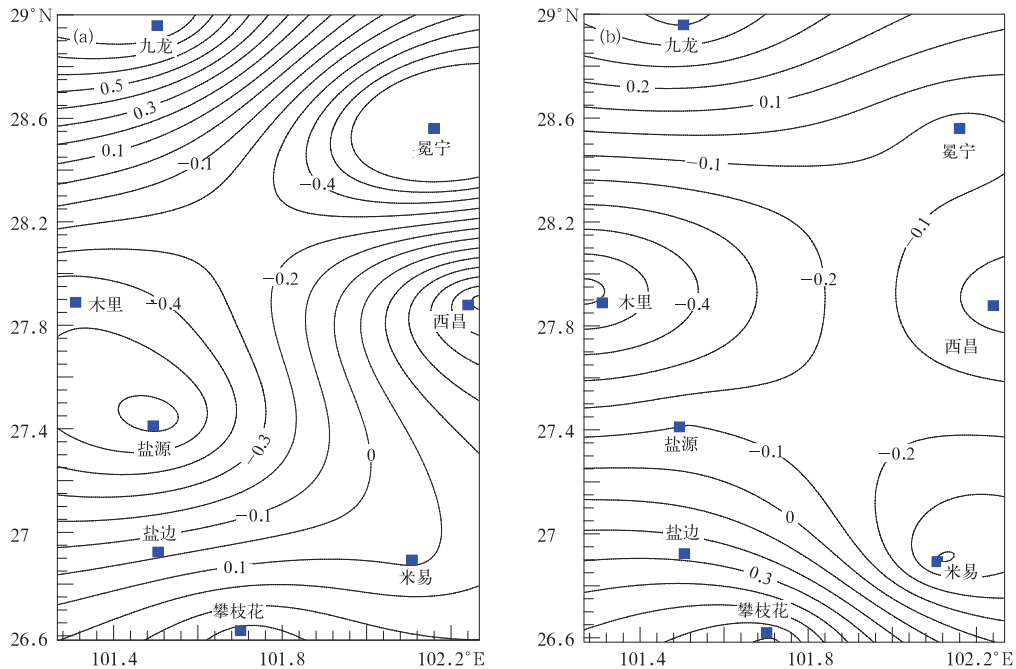


图2 雅砻江流域4月(a)、8月(b)大地形温度订正图(单位:℃)

Fig. 2 Temperature effect of macrotopography of Yalong River valley in April (a) and August (b)(unit:℃)

3.3.3 模型验证

采用偏回归系数(表2)并用式(2)对盐边气象站的多年逐月平均气温进行检验。表3列出了全年各月的地形影响值和预测结果,检验精度都在0.5℃以内。盐边气象站三面环山,地形影响项起

表3 盐边气象站气温验证效果(单位:℃)

Table 3 Verification effect of temperature on weather station of Yanbian (unit:℃)

月份	地形影响项	预测值(A)	多年平均实测值(B)	误差(A-B)
1	0.02	10.65	10.30	0.35
2	0.07	14.01	14.00	0.01
3	0.07	18.34	18.60	-0.26
4	0.01	22.34	22.30	0.04
5	0.06	25.66	25.20	0.46
6	0.24	25.32	24.90	0.42
7	0.29	24.93	24.70	0.23
8	0.30	24.09	23.90	0.19
9	0.19	22.48	22.00	0.48
10	0.15	19.33	19.00	0.33
11	0.14	14.38	14.40	-0.02
12	-0.02	10.54	10.60	-0.06

增温作用。夏季预报精度平均偏大0.3℃左右,主要是由于盐边气象站处于二滩库区内,大水体降温所致。

3.3.4 推算结果分析

表4是二滩库区的气温推算结果。随着纬度的增加,库区各月的气温是逐渐减小的。库尾与库首的差值年平均在1.6℃左右,2月与3月差值最大,均约2.7℃。库区沿库尾至库首,气温沿程增加,这与流域气候变化特征是一致的。

3.4 太阳辐射结果分析

3.4.1 太阳辐射修正前后对比

表5列出了修正前后二滩水库库区水面接受的太阳辐射数据。库区水面接受的太阳辐射数据利用九点八段的段数值经过长度加权算得。修正前太阳辐射年平均在168 W/m²左右,最高值出现在4月,月平均达到227 W/m²,最低值出现在9月,月平均只有129 W/m²。升温期3~5月,月平均太阳辐射在213 W/m²;降温期10月一次年1月,月平均太

表 4 二滩库区的气温推算结果 (单位:℃)

Table 4 The result of temperature calculated of Ertan reservoir from the method (unit:℃)

标号	经度	纬度	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	101.70°E	26.93°N	11.2	14.7	19.1	22.6	25.4	25.1	25.0	24.2	22.3	19.4	14.7	11.0
2	101.73°E	26.83°N	11.1	14.6	18.9	22.6	25.5	25.2	25.0	24.2	22.4	19.3	14.7	10.9
3	101.78°E	26.82°N	10.7	14.1	18.4	22.2	25.2	24.9	24.8	24.0	22.2	19.1	14.4	10.6
4	101.87°E	27.13°N	10.4	13.7	18.0	21.8	24.6	24.3	24.5	23.7	21.8	18.8	14.2	10.5
5	101.88°E	27.25°N	10.2	13.3	17.7	21.5	24.3	24.1	24.4	23.7	21.7	18.7	14.1	10.4
6	101.90°E	27.80°N	10.2	13.3	17.6	21.3	24.1	23.9	24.3	23.6	21.6	18.6	14.1	10.5
7	101.95°E	27.70°N	9.9	12.6	16.9	20.8	23.6	23.4	24.2	23.5	21.5	18.4	13.8	10.3
8	101.97°E	27.37°N	9.7	12.5	16.7	20.7	23.6	23.4	24.1	23.4	21.4	18.3	13.7	10.1
9	102.00°E	27.70°N	9.4	12.1	16.3	20.4	23.4	23.2	24.0	23.3	21.4	18.2	13.5	9.9
库区平均值			10.3	13.4	17.7	21.5	24.4	24.2	24.5	23.7	21.8	18.8	14.1	10.5

表 5 二滩水库库区太阳辐射月变化

Table 5 Monthly variation on solar radiation in Ertan reservoir

月份	修正前/ (W·m ⁻²)	修正后/ (W·m ⁻²)	差值/ (W·m ⁻²)	差值/ 修正前 ×100%
1	148	131	18	12%
2	172	159	13	8%
3	211	189	22	10%
4	227	200	26	12%
5	203	197	6	3%
6	167	160	7	4%
7	182	157	25	14%
8	182	163	20	11%
9	129	128	0	0
10	132	126	6	4%
11	136	120	17	12%
12	131	112	19	14%
年平均	168	153	15	9%

表 6 二滩水库不同坡度下库区太阳辐射月变化

Table 6 Monthly variation on solar radiation in Ertan reservoir under different gradient

月份	A坡度 20°/ (W·m ⁻²)	B坡度 30°/ (W·m ⁻²)	C坡度 40°/ (W·m ⁻²)	D坡度 50°/ (W·m ⁻²)	A-D/ A ×100%
1	136	131	107	79	42%
2	176	159	137	104	41%
3	205	189	167	139	32%
4	215	200	179	153	29%
5	210	197	177	152	28%
6	171	160	144	124	27%
7	168	157	142	122	27%
8	175	163	146	125	28%
9	139	128	114	96	31%
10	138	126	110	88	36%
11	134	120	100	74	45%
12	127	112	89	68	47%
年平均	166	153	134	110	34%

阳辐射为 138 W/m²。修正后的太阳辐射规律与修正前一致,最高值出现在 4 月,但月平均只有 200 W/m²,降低了 26 W/m²,降幅达到 12%;最低值出现月份有所改变,出现在 12 月,降幅为全年最高达到 14%。年平均太阳辐射降低了 15 W/m²,降幅为 9%。

3.4.2 库区河岸坡度对太阳辐射的影响

为了研究山区河流河岸坡度对月平均太阳辐射的影响,再选取了 20°,40°,50°坡度进行计算,计算结果见表 6。研究发现,不同坡度下库区水面可能的太阳辐射变化很大,主要是由于太阳赤纬、地理纬度与河岸坡向坡度综合所致。就 20°与 50°两个坡度而言,年平均值降低了 56 W/m²,降幅高达 34%,最大降幅出现在 11 月与 12 月,平均降低了 46%,绝对值降低了 60 W/m²。坡度改变引起的太阳辐射改变总体上呈现冬大夏小的规律。

4 结束语

本文讨论了山区月平均气温和山区平行山脊太阳辐射的推算方法,并以西南大型深水库——二滩水库为例说明了推算结果,分析表明:

1) 将山区气温分解为经度、纬度、海拔高度和大地形影响 4 个订正项,并采用多元线性回归方程进行拟合,效果显著。利用同时期库区内盐边气象站的资料进行检验,检验精度在 0.5℃以内。

2) 利用山区平行山脊的太阳辐射计算方法,对二滩水库库区太阳辐射进行计算和对比。结果显示,与平地相比,在山区地形遮蔽的影响下太阳辐射量有一定程度的改变。比较不同河岸坡度下水库水面接收的太阳辐射月平均值,随着坡度的增大,太阳辐射有较大改变。由于缺乏相关检验资料,山地太阳辐射模型有待进一步修正与检验。

参考文献

- [1] Michioku K, Kanda T, Itoh T, et al. Water Quality Behavior in a Reservoir Having Anaerobic Heavy Bottom Layer Coupled with Inverse Temperature Gradient, Environmental and Coastal Hydraulics. 27th IAHR, San Francisco, California, 1997:100-105.
- [2] 徐毓荣, 徐钟际, 向申, 等. 季节性缺氧水库铁、锰垂直分布规律及优化分层取水研究. 环境科学学报, 1999, 19(2):147-152.
- [3] 薛联芳. 东江水电站对环境影响的研究. 水电站设计, 1997, 13(3): 79-83.
- [4] 茅泽育, 陈长植. 河床与水体热交换的数值计算. 水利水电技术, 1999, 30(5): 11-12.
- [5] 江春波, 张庆海, 高忠信. 河道立面二维非恒定水温及污染物分布预报模型. 水利学报, 2000, (9): 20-24.
- [6] 陈小红. 分层型水库水温水质模拟预测研究. 武汉:武汉水利电力学院, 1991.
- [7] 邓云. 大型深水库的水温预测研究. 成都:四川大学, 2003.
- [8] 邓云, 李嘉, 罗麟, 等. 水库温差异重流模型研究. 水利学报, 2003, (7): 7-11.
- [9] 邓云, 李嘉, 李克锋, 等. 紫坪铺水库水温预测研究. 水利水电技术, 2003, (9): 50-52.
- [10] Deng Yun, Li Jia, Li Kefeng, et al. Properties of three-dimensional movement of sandy water discharged into a lake. *Journal of Hydrodynamics*, 2001, 13(2): 72-76.
- [11] Deng Yun, Zhao Wenqian, Li Jia, et al. Simulation on Thermal Stratification of the Huge-cubage and Deep Reservoirs// Proceedings of the 29th IAHR Congress, Beijing, China, 2001: 584-593.
- [12] 傅国伟. 河流水质数学模型及其模拟计算. 北京: 中国环境科学出版社, 1987.
- [13] 傅抱璞, 翁笃明, 虞静明, 等. 小气候学. 北京: 气象出版社, 1994.
- [14] 卢其尧. 山区、月平均温度推算方法的研究. 地理学报, 1988, 43(3):213-223.
- [15] 虞静明, 詹兴伴, 张宜平. 山区小地形对温湿度影响的确定. 地理学报, 1988, 43(3):224-232.
- [16] 傅抱璞. 山地气候. 北京: 科学出版社, 1983.

Temperature and Solar Radiation's Amendment of a Canyon Reservoir with Its Application

Tuo Youcai Deng Yun Liang Ruifeng

(State Key Laboratory of Hydraulics and Mountain River Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065)

Abstract

Taken the influence of a canyon reservoir surrounding terrain on meteorological factors into account, based on the previous research, the regression remainder method is used to calculate temperature including orographic influence. And a simplified algorithm is applied to calculate solar radiation on the slope land of parallel mountain ridge. Taking Ertan reservoir of Yalong River valley as example, the change regularity of temperature and solar radiation under terrain influence is studied. The river bank slope is about 30 degree, and the main trend of this reservoir is S—N. There are 8 observation stations around reservoir, providing data of annual sunlight average percentage and the temperature. According to the terrain and the trend, Ertan reservoir is divided into 8 groups including 9 points from reservoir tail to reservoir head. Suppose that the temperature is divided into four revisal components—latitude, longitude, altitude and microtopography, and the multivariate linear regression equation is applied to be fit. The equation is qualified because that the value of F is over 35, and the multiple correlation coefficients are over 0.98. The results show that the parameter b_1 has negative value in the whole year, the temperature of each month decreases with the latitude increasing, and t its value is larger in winter and spring than that in summer and autumn and its annual variation is obvious; the second parameter b_2 has positive value in the year except for May, June, September, and generally the temperature of each month increases with the longitude, and its annual amplitude is very large; the value of the last parameter b_3 keeps positive during the year, which means that the temperature of each month decreases with the altitude increasing, but its value is smaller compared

with the parameter b_1 and b_2 . The application results show that the test precision could reach $0.5\text{ }^\circ\text{C}$ by the multivariate regression equation, and the temperature data of Yanbian weather station in the same period of time has verified the result by the equation. The prediction results of temperature in Ertan reservoir show that temperature increases along the river, and the difference of annual temperature between reservoir tail and reservoir head is $1.6\text{ }^\circ\text{C}$, which is in consistent with the variation characteristics of climate. Compared with flatland, there are changes on solar radiation of Ertan reservoir due to mountain masking. Besides, different gradients exert influence on solar radiation that Ertan reservoir received. Compared with that of the non-correction annual solar radiation, the corrected is reduced by 9% , which is 15 W/m^2 . And the change of the solar radiation is greater with the increase of slope. The temporal and spatial variations of the solar radiation in the mountain area is revealed, which is contributed by the interaction of the solar declination and geographic latitude and terrain slope. As far as the slope 20° and 50° degree concerned, the annual change can reach 56 W/m^2 , and its relative change amplitude reaches 34% . The new method agrees with the actual phenomenon of the mountain.

Key words: canyon reservoir; air temperature; solar radiation

欢迎订阅《应用气象学报》

《应用气象学报》是由中国气象科学研究院、国家气象中心、国家卫星气象中心、国家气候中心、国家气象信息中心和中国气象局气象探测中心联合主办的大气科学理论与应用研究的综合性学术期刊。《应用气象学报》将向您提供有关我国大气科学领域内研究和应用成果的最新论文、资料、方法等大量信息,内容包括气象预报、卫星气象、农业气象、海洋气象、航空气象、环境气象、人工影响天气、应用气象、大气探测、遥感技术以及计算机应用技术等学科;还向您介绍国内外现代科技的最新理论与新技术在大气科学中应用的研究论文及信息。主要栏目有论著、短论、综合评述、业务系统、学术论坛、研究简报、书刊评介等。本刊被《中文核心要目总览》确认为大气科学(气象学)类核心期刊,并已首批入选“中国科学引文数据库”(CSCD),中国科学技术期刊文摘(CSTA)国家数据库(英文版)收录的刊源名单,并被美国气象学会“气象与地球天体物理学文摘”(MGA)和美国国际科学应用协会(SAIC)以及中国科学文摘(英文版)等多种文摘摘录。本刊还首批入选“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。《应用气象学报》面向广大的气象科研、业务技术人员、在校有关专业的研究生、大专院校师生等专业人员。

《应用气象学报》为双月刊,逢双月出版,可以随时汇款订阅或购买(户名:中国气象科学研究院,账号:11001028600056086013,开户行:建行北京白石桥支行)。2009年6期(每期定价30.00元),总订价180.00元(含邮资)。

订阅地址:北京市中关村南大街46号中国气象科学研究院《应用气象学报》编辑部;邮政编码:100081。

联系电话:(010)68407086,68408638。E-mail地址:yyqxxb@cma.gov.cn,yyqxxb@163.com。