

三峡库区重庆段钉螺孳生条件

宣勇^{①②} 陈志军^③ 屈晓晖^④ 高阳华^③ 杨雪梅^③

① 民政部国家减灾中心 北京 100124; ② 民政部卫星减灾应用中心 北京 100124;

③ 重庆市气象科学研究所 重庆 401147; ④ 国电重庆分公司 重庆 401122

摘要:三峡工程的修建使得长江水生环境发生了变化,同时水库的阶段性蓄、放水使得阶段性淹没的江洲滩增加,更加有利于挺、浮水植物的繁殖,从而可能形成适合日本血吸虫(*Schistosoma japonicum*)的惟一中间宿主——钉螺(*Oncomelania hupensis*)的生长环境。本文在钉螺生活习性的基础上,结合数字高程模型(DEM)和相关的气象资料以及水库的蓄放水规律,从气候、淹没时间、植被、水库的蓄放水时间等角度对三峡库区钉螺孳生条件进行了分析。从气候上看,阶段性淹没区能够满足钉螺生长的需要;然而,水库冬季蓄水、夏季放水的周期与钉螺生长需求并不完全相同,尤其是冬季的高水位对钉螺生长十分不利。因此,水库的修建并不一定会造成钉螺的孳生和血吸虫的流行。

关键词:三峡库区;钉螺;数字高程模型;阶段性淹没;气候

中图分类号:Q958 **文献标识码:**A **文章编号:**0250-3263(2012)01-71-07

The Study of Three Gorges Project on *Oncomelania hupensis* of Chongqing Area

XUAN Yong^{①②} CHEN Zhi-Jun^③ QU Xiao-Hui^④ GAO Yang-Hua^③ YANG Xue-Mei^③

① National Disaster Reduction Center of China, Beijing 100124; ② Satellite Application Center for Disaster Reduction, Beijing 100124; ③ Chongqing Institute of Meteorological Science, Chongqing 401147;

④ Chongqing Branch of China Group Corporation, Chongqing 401122, China

Abstract: The construction of Three Gorges Project results in water current slow down and enlarges the area of mudflat which is along the Yangtze River and its main tributaries submerges periodically. The changed environment might favor the survival and dispersal of *Oncomelania hupensis* who is the host of *Schistosoma japonicum*. In this paper, we predicted the possible influence of climate data, vegetation and the periodically flooded on *O. hupensis* survival and dispersal in submerged mudflat based on the life history of *O. hupensis* using 1:50 000 and the 1:10 000 DEM of the study area. The climatic condition and flood period in the study area is possible to meet their requirement. However, the life history of *O. hupensis* is not matched with the time schedule of the Three Gorges Reservoir impounding water in winter and disemboque water in summer. Therefore, the construction of the project would not increase the possibility of *O. hupensis* survival and dispersal in the study area.

Key words: Three-Gorges Reservoir Area; *Oncomelania hupensis*; Digital elevation model; Flood stage; Climate

基金项目 重庆市重大科学技术专项 (No. CSTC2007AB5029), 重庆市科技攻关计划项目 (No. CSTC2009AC0125), 科学技术部“西部开发科技行动”重大项目 (No. 2005BA901A01);

第一作者介绍 宣勇,男,助理研究员;研究方向:遥感技术应用、区域生态环境等;E-mail:xy0731@hotmail.com。

收稿日期:2011-09-15, **修回日期:**2011-11-16

三峡水库的修建,缓解了长江中下游用电紧张的局面,并在很大程度上改善长江的航运条件,对长江中下游地区的经济、社会的发展起到了重要作用^[1]。但修建水库导致水流变缓,淤积增加,使得洲滩的面积呈增加趋势,且该地区气候条件适宜,适于挺水、浮水植物生长。而拥有丰富植被的洲滩环境是日本血吸虫(*Schistosoma japonicum*)的惟一中间宿主——钉螺(*Oncomelania hupensis*)较为理想的生存环境^[2]。目前,在三峡库区(重庆段)尚未发现钉螺的生长。但是,库区蓄水时间尚短,不能排除由于水生环境的改变,为钉螺孳生提供条件的可能性。因此,关于三峡工程与血吸虫的相关研究成了国内的一个研究热点^[2-5]。

钉螺,又名丁螺蛳,属腹足类。雌雄异体,卵生。全年均可交配,以春季为交配、产卵高峰期,幼螺3个月内可发育为成螺,平均寿命1年左右,少数可达3年以上。幼螺大多数时间生活在水中,成螺适宜生活在水面以上江河湖泊的草滩、洲滩的潮湿环境。钉螺既不能长时间生活在水中也不能长久停留在岸上,水淹达到8个月的地区钉螺无法生存,淹水4~5个月最适宜钉螺生长^[6-7]。由于钉螺的发育过程中需要阶段性的淹没环境,因此淹没时间的长短对钉螺的生长有重要的影响^[8-11]。

钉螺从生长、发育到繁殖的各阶段均受水、温度、日照时间、植被状况和种类等多种因素的制约^[12]。由于不同地方气象要素的不同,钉螺生命各阶段的各个过程也有明显的差别。已有的研究表明:1月平均气温0.9℃和年平均气温14℃等值线是我国钉螺及血吸虫生长的北界^[7],5.87℃是钉螺生长发育的下限温度^[7],大于5.87℃积温的区域能够为钉螺生长发育提供适宜的热量条件,5.87℃以上的积温可以作为钉螺发育的热量指标。此外,气候要素还能影响钉螺的生长繁殖,一般来说,钉螺从孵出到发育成熟并开始交配的时间约为2个半月,但具体时间的长短与当地的气候等情况密切相关^[7]。

植被在为钉螺提供栖身场所的同时又能为其提供部分食物,在没有植被或者植被稀疏的环境中,钉螺无法生存。在鄱阳湖血吸虫疫区^[13],主要优势种有狗牙根(*Cynodon dactylon*)、扁穗牛鞭草(*Hemarthria compressa*)、灰化苔草(*Carex cinerascens*)、南荻(*Miscanthus sacchariflorus*)、水蓼(*Polygonum hydrpiper*)、蓼子草(*P. criopolitanum*)、钢毛荸荠(*Eleocharis tuberosa*)等。当植被覆盖度超过50%,就会为钉螺提供生长及迁移扩散的条件。

本研究采用地理信息系统软件,利用数字高程模型(digital elevation model, DEM)对受三峡工程影响的重庆市区及市、县,包括重庆主城区9区及巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、石柱、丰都、涪陵、武隆、长寿、江津13个区县(图1),和位于巫山的大昌、开县的渠口2个典型区域进行分析,同时对淹没区域的范围、淹没时间、淹没区的气象条件和植被状况与钉螺滋生条件进行比较,确定研究区域是否存在钉螺滋生的可能性。其中,2个典型区域是在利用地理信息系统软件的空间分析功能建立的沿江缓冲区,通过统计缓冲区内地形坡度情况及阶段性淹没区所占的比重并在实地调查的基础上确定的。

1 材料与方法

1.1 高程图和气象数据的来源 本研究采用的整个三峡库区的1:5万数字高程模型由中国气象局提供。典型区(大昌、渠口)的1:1万数字高程模型由重庆市地理信息中心提供。使用重庆市气象局及中国气象局提供的1981~2010年间的气温、降水、日照资料,对该期间迁站的气象台站提供的数据,根据对比观测数据进行了序列一致性订证^[14]。

1.2 研究方法

1.2.1 淹没区的确定 淹没是一个非常复杂的过程,目前采用的计算淹没区面积的方法有两种,即无源淹没和有源淹没方法^[15]。前者方法相对简单,不考虑水的流动性特征,认为低于

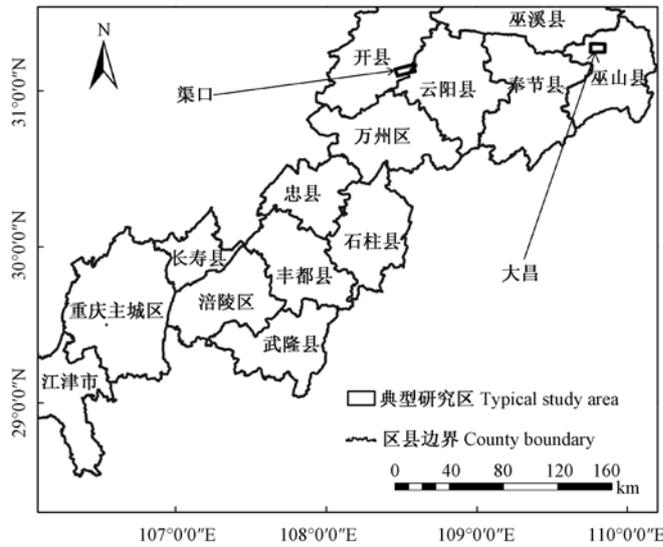


图 1 研究范围

Fig. 1 Research region

某一水位的所有区域都被淹没;而后者计算淹没区的方法,基于种子扩散方法并考虑地形的连通性特征,即流水只能到它所流经的区域,设 8 个扩散方向。本研究中的典型区(渠口、大昌)的淹没面积采用的是有源淹没的计算方法,即在 1:1 万 DEM 的基础上,得到该地区精细化的阶段性淹没分布情况(图 2)。对于典型区以外的区域,即三峡地区(重庆段)的淹没

区,因其区域广且水位随着河流逐渐变化,难以采用有源方式计算淹没区的面积,故采用无源淹没计算方法得到淹没区域的面积,即在 1:5 万 DEM 的基础上,利用 ArcGIS 的 raster calculate 功能以及三峡水库的蓄水和放水的水位之差,采用高差填平可以得到该区域淹没情况(图 3)。

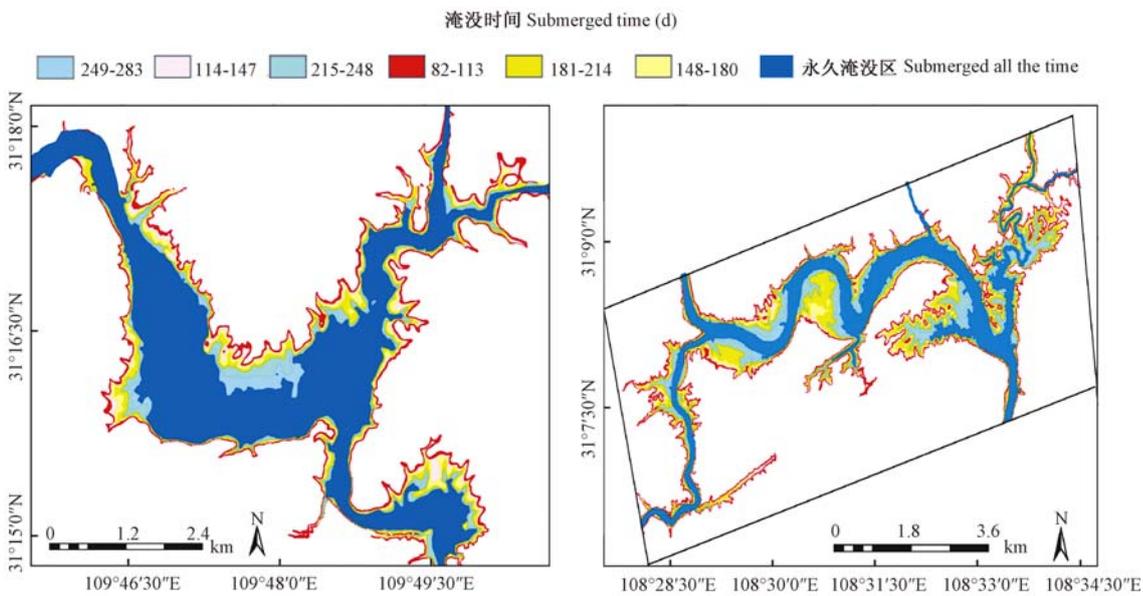


图 2 大昌(左)和渠口(右)典型区淹没时间分布图

Fig. 2 The submerged durations of mudflat in Dachang Area (left) and Qukou Area (right)

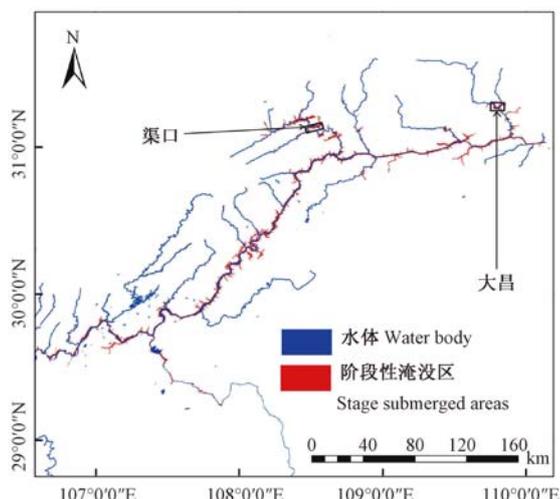


图3 库区重庆段可能滋生钉螺的阶段性淹没区

Fig.3 The periodic submerged region with favor environment for *Oncomelania hupensis* in the Three Gorges Reservoir (Chongqing section)

1.2.2 淹没区气象要素空间分布的推算 在收集到台站观测资料的基础上,利用天文辐射、高程统计模型^[16]和空间因子回归模型^[17],计算淹没区

的气温和降水空间分布;利用分布式模型^[18]计算阶段性淹没区的日照时间的空间分布。

1.2.3 淹没区钉螺滋生可能性分析 使用目前常用的钉螺生存的气候指标及曾经是血吸虫疫区的钉螺孳生区的相关气候要素、淹没区的植被条件与三峡库区的钉螺可疑孳生区进行定性比较,分析研究区域滋生钉螺的可能性。

2 结果与讨论

2.1 阶段性淹没区的气候条件 表1为淹没时间小于8个月,有滋生钉螺条件的区域,将与钉螺滋生条件相对应的气候条件与曾经流行血吸虫病的疫区的气象要素进行了比较。位于阶段性淹没区(包括重庆主城9区及巫山、巫溪、奉节、云阳、开县、万州、忠县、石柱、丰都、涪陵、武隆、长寿、江津13个区县)的洲滩气象要素中最大或最小值都在曾经流行血吸虫病的疫区范围内,从气温、降水、日照等条件以及与其他钉螺孳生区的角度看,这些阶段性淹没区气象条件能够满足钉螺生长和繁殖的需要。

表1 三峡库区钉螺可疑孳生区与曾经爆发血吸虫的钉螺孳生区的气候要素表

Table 1 Climate attributes in the study region and in the areas schistosomiasis occurred

| 地区(台站号) Zone(Climatic station index) | 1月平均气温 Mean temperature in Jan. (°C) | 年均温 Annual mean temperature (°C) | 5.87°C的年积温(d·°C) Accumulated temperature of 5.87°C | 降水量 Precipitation (mm) | 日照时间 The sunlit duration (h) |
|---|---|---|---|------------------------------|---------------------------------------|
| 库区可疑孳生区(重庆) Dubious <i>Oncomelania</i> flourish zone in the Three Gorges reservoir (Chongqing) | 4.0~8.3 | 16.0~19.3 | 5 800~6 659 | 994~1 200 | 1 000~1 650 |
| 安徽巢湖 Chaohu, Anhui(58326) | 2.9±1.1 | 16.0±1.4 | 5 487±517 | 1 008±197 | 2 004±378 |
| 湖北武汉 Wuhan, Hubei(57494) | 3.7±1.1 | 16.6±1.3 | 5 700±547 | 1 002±217 | 1 981±422 |
| 湖南常德 Changde, Hunan(57662) | 4.7±1.2 | 16.9±1.5 | 5 836±482 | 1 290±238 | 1 553±278 |
| 湖南长沙 Changsha, Hunan(57687) | 4.6±1.0 | 17.0±1.7 | — | 1 540±432 | — |
| 云南大理 Dali, Yunnan(56751) | 8.2±1.4 | 16.9±1.0 | 5 352±412 | 1 516±452 | 2 268±311 |
| 江苏常州 Changzhou, Jiangsu(58343) | 3.1±1.4 | 15.8±1.5 | 5 339±398 | 1 136±271 | 1 984±417 |
| 江西波阳 Boyang, Jiangxi(58519) | 5.2±1.3 | 17.6±1.6 | 6 308±415 | — | 1 917±432 |

“—”表示数据缺失。“—”means non data.

2.2 淹没区域的面积、淹没时间及植被 表 2 中可以看出,除巫溪县外,其他区县均有阶段性淹没区的存在,但受沿江地形等因素的影响,各个区县(包括重庆主城区)的淹没面积有较大的差异,但总体上由北向南呈减少趋势。表 3 为大昌、渠口 2 个典型研究区淹没时间及对应的面积统计。总体上,淹没时间小于 8 个月的

沿长江及其主要支流区域中地势较为平缓的地区呈带状分布,分布特点为北多南少。将淹水 4~5 个月的淹没区设定为可疑钉螺可疑孳生适宜区,淹水 1~3 个月和 5~8 个月的淹没区为钉螺可疑孳生次适宜区,可以得到典型研究区的钉螺可疑孳生区(图 4)。

表 2 三峡库区重庆段淹没时间和淹没面积统计

Table 2 Submerged duration and area in Chongqing Three Gorges Reservoir region

| 区域 Zone | 淹没面积 Submerged area (km ²) | | | |
|--------------|--|--|--------------------------------------|--|
| | 淹没 241~364 d Submerged 241-364 d | 淹没 151~240 d Submerged 151-240 d | 淹没 91~150 d Submerged 91-150 d | 淹没时间 < 90 d Submerged days <90 d |
| 巫山 Wushan | 13.79 | 9.43 | 3.24 | 13.79 |
| 奉节 Fengjie | 12.14 | 11.57 | 3.87 | 12.79 |
| 云阳 Yunyang | 11.21 | 10.32 | 3.37 | 9.19 |
| 开县 Kaixian | 15.52 | 12.31 | 5.41 | 17.71 |
| 万州 Wanzhou | 10.21 | 9.91 | 4.70 | 8.14 |
| 忠县 Zhongxian | 6.52 | 7.71 | 2.30 | 8.81 |
| 涪陵 Fuling | 6.31 | 5.12 | 2.22 | 7.14 |
| 长寿 Changshou | 5.24 | 4.75 | 2.17 | 6.10 |
| 主城 Zhucheng | 3.78 | 2.58 | 1.54 | 3.31 |

表 3 典型研究区淹没时间和淹没面积统计

Table 3 Submerged duration and area in the typical study area

| 区域 Zone | 淹没面积 Submerged area (km ²) | | | | | |
|------------|--|--|--|--|--|--------------------------------------|
| | 淹没 249~283 d Submerged 249-283 d | 淹没 215~248 d Submerged 251-248 d | 淹没 181~214 d Submerged 181-214 d | 淹没 148~180 d Submerged 148-180 d | 淹没 117~147 d Submerged 117-147 d | 淹没 82~113 d Submerged 82-113 d |
| 大昌 Dachang | 1.12 | 1.44 | 0.95 | 1.05 | 0.99 | 0.71 |
| 渠口 Qukou | 1.99 | 4.01 | 2.05 | 1.25 | 1.41 | 1.03 |

库区阶段性淹没区的下部(<165 m)以草丛为主,主要优势种有狗牙根、棒头草(*Polypogon fuga*)、南荻、鼠曲草(*Herbagnaphaii*)、双穗雀稗(*Paspalum distichum*)、秋华柳(*Salix variegata*)、扁穗牛鞭草等;上部(165~175 m)主要优势种有棒头草、狗牙根、牛尾草(*Meadow fescue*)、狗尾巴(*Setaria viridis*)、白茅(*Imperata cylindrica*)、鸡矢藤(*Paederia scandens*)、空心莲子(*Alternanthera philoxeroides*)、马唐草(*Digitaria sanguinalis*)、益母草(*Leonurus japonicus*)等。植被大多呈块状分布,不同地区密度存在着较大的差异。总体上,地势较平缓区域植被密度较大,沿库区各

区县均不同程度的存在着密度较高的块状植被群落,开县、奉节、巫山、云阳沿江阶段性淹没区植被覆盖度高于 50% 地区占总面积的 35%~45%,其他区县为 25%~40%,均具备钉螺生存和扩散的条件^[13]。

相关研究表明^[11],夏水冬陆的自然条件利于自然江湖滩涂钉螺繁殖生长。一般自然形态下的洲滩环境变化为春季到夏季逐步涨水,秋季到冬季水位逐步降低,与钉螺的生长繁殖周期基本一致。因此,洞庭湖、鄱阳湖等湖边洲滩适宜钉螺孳生。而根据三峡工程的运行方案(图 5),2~5 月份水位线为 156 m,水库地势较高的洲滩水位较浅,且潮湿利于苔藓和植物生

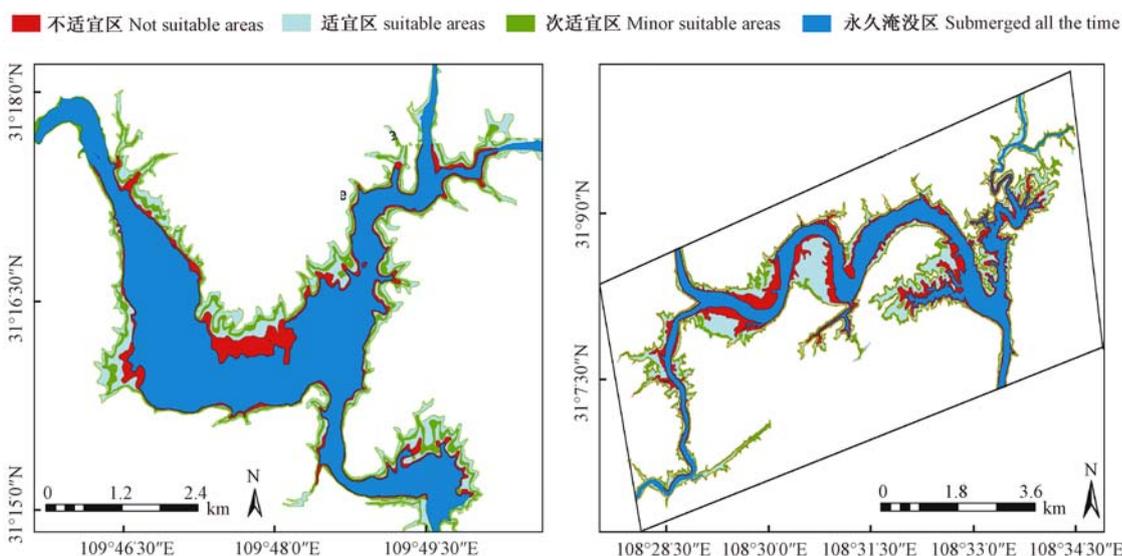


图4 大昌(左)和渠口(右)钉螺可疑孳生区

Fig. 4 The periodic submerged region with favor environment for *Oncomelania hupensis* in Dachang Area(left) and Qukou Area(right)

长,对钉螺的产卵较为有利,加上建库以后水流变缓,卵不易被雨水冲到水中,许多卵得以孵化。6~9月份降为全年的最低水位线145 m,处于低位,加上高温时间长,伏旱频率高等气候原因,不利于钉螺的生长。但是成螺有夏眠的习性,不排除小部分钉螺能够存活下来。9~10月份,水库平均水位为160 m,水位逐步上升,许多阶段性淹没区没入水中,但该时段阶段性淹没区温度大多在20~30℃之间,钉螺活动能力较强,能够向上迁移,并进行繁殖。11月份至翌年次年的1月份,三峡库区水位为175 m,淹没时间长达3个月,如无挺水植物,则钉螺无法在阶段性淹没区生存。

由于三峡库区是一个人工控制的大水库,冬季蓄水、夏季放水,蓄、放水的周期与钉螺生长并不完全相同,尤其是冬季的高水位对钉螺生长十分不利。根据这些情况,我们可以初步得出这样的结论:三峡库区的修建的确造成一些区域容易滋生钉螺的条件,但由于一些阶段水库的蓄放水周期并不利于钉螺的生长繁殖,所以尚不能得出三峡工程的修建更加利于库区钉螺生长繁殖的结论。如果能够从源头上控制钉螺的外来输入问题,如植被引进、工业原材料

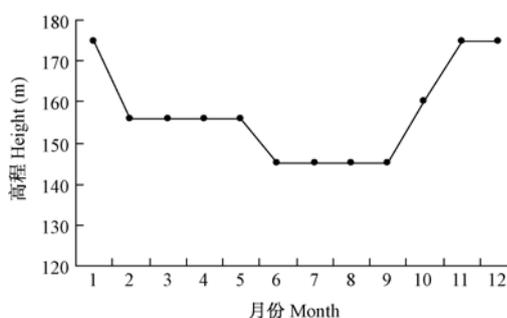


图5 库区水位变化图

Fig. 5 Water level change in the Three Gorges Reservoir

的引进等,三峡库区或许可以避免成为血吸虫的孳生区。

参 考 文 献

[1] 国务院三峡工程建设委员会办公室. 工程效益. [EB/OL]. [2011-11-18]. <http://www.3g.gov.cn/gclz/gcxy.yes>.

[2] 牛红峰,郭家钢. 三峡库区生态环境变化对钉螺孳生的影响. 国际医学寄生虫病杂志,2006,33(2): 84-86.

[3] 贾庆良,肖邦忠,廖文芳,等. 三峡库区模拟生态环境和人为因素对血吸虫病流行的影响及防治对策研究. 第三军医大学学报,2005,27(2): 160-163.

[4] 陈柳燕,徐兴建,杨先祥,等. 三峡建坝后江汉平原土壤

- 含水量及气温对钉螺生态的影响. 中国血吸虫病防治杂志, 2002, 14(4): 258 - 260.
- [5] 吴成果, 周晓农, 肖邦忠, 等. 三峡建坝生态环境改变与血吸虫病传播的关系. 国外医学: 寄生虫病分册, 2005, 32(5): 224 - 228.
- [6] 周晓农, 杨国静, 孙乐平, 等. 全球气候变暖对血吸虫病传播的潜在影响. 中华流行病学杂志, 2002, 23(2): 83 - 86.
- [7] 周晓农, 黄锦章, 纵兆民, 等. 夏汛期淹水对钉螺增殖影响的比较研究. 中国血吸虫病防治杂志, 1989, 1(2): 23 - 25.
- [8] 杨国静, 孙乐平, 洪青标, 等. 血吸虫病传播气候预警模型的应用与前景. 中国血吸虫病防治杂志, 2009, 21(5): 432 - 436.
- [9] 周晓农. 实用钉螺学. 北京: 科学出版社, 2005: 1 - 4, 148 - 153, 148 - 154.
- [10] 杨鹏, 董兴齐. 钉螺生态因子研究以及生态灭螺在血吸虫病防治中的作用. 地方病通报, 2009, 24(3): 52 - 55.
- [11] 张垒, 庄黎, 陈婧, 等. 湖北钉螺在不同温度下的发育速率及形态变化. 湖北大学学报: 自然科学版, 2008, 30(2): 205 - 207.
- [12] 徐玉梅, 张世清. 环境因子对钉螺生长发育与分布的影响. 国际医学寄生虫病杂志, 2011, 38(4): 218 - 222.
- [13] 曾小军, 李召军, 姜维声, 等. 赣江流域洲滩和鄱阳湖草洲植被调查及其比较. 中国血吸虫病防治杂志, 2008, 20(1): 32 - 36.
- [14] 雷生国, 时兴合, 刘蓉娜, 等. 海东地区气象资料质量控制和气候变化检测. 干旱气象, 2008, 26(1): 35 - 40.
- [15] 刘仁义, 刘南. 基于 GIS 的复杂地形洪水淹没区计算方法. 地理学报, 2001, 56(1): 1 - 6.
- [16] 陈志军, 查书平, 高阳华, 等. 基于 GIS 的重庆地区气温空间分布研究. 地域研究与开发, 2008, 27(3): 125 - 128.
- [17] 陆忠艳, 马力, 缪启龙, 等. 起伏地形下重庆降水精细的空间分布. 南京气象学院学报, 2006, 29(3): 408 - 412.
- [18] 查书平, 陈志军, 高阳华, 等. 基于 GIS 的重庆地区实际日照时间空间分布研究. 气象科学, 2008, 28(5): 548 - 551.