

# 钉螺和螺卵静水沉降及运动方式的实验研究

杨先祥 徐兴建 宇传华

(湖北省血吸虫病防治研究所 武汉 430070)

潘庆荣 张 威 熊正安

(水利部长江水利委员会长江科学院)

**摘要** 本文应用水力学、生物学相结合理论,采用常规空气排水法、比重试验法分别测定钉螺、螺卵的重率;运用物体自由沉降及竹节置螺方法,对钉螺静水沉速及运动方式进行实测、观测。试验结果,获得钉螺、螺卵基本力学性质的几个物理指标值,即:活钉螺、螺卵的平均重率分别为  $1.80\text{g/cm}^3$ 、 $2.29\text{g/cm}^3$ ,钉螺、螺卵静水沉速的平均值范围在  $2.22\text{--}13.89\text{cm/s}$  之间;并建立计算钉螺、螺卵静水沉速的4个实用公式,为进一步探索防止钉螺扩散机理奠定了基础。试验结果提示:钉螺在静水体中的分布模式只能是底、表两层分布。探索防止钉螺扩散技术,还需进一步研究钉螺在动水条件下的运动规律。

**关键词** 钉螺,静水沉降,运动方式

湖北省沿江河涵闸,倒虹吸管引水灌溉扩散钉螺严重<sup>[1-3]</sup>。以往对钉螺扩散现象的实验观察做得较多,但运用水力学、泥沙运动力学和生物学相结合的方法研究钉螺扩散机理及特征,借以采取相应的防制措施等方面,目前国内外报道较少<sup>[4,5]</sup>。本研究是“江河水系中钉螺动态机理及灌溉系统防制钉螺扩散技术研究”课题的基础研究部分之一,旨在探索钉螺和螺卵的静水沉降规律,为动水动态试验提供数理依据,进而为研究简便、有效防制钉螺扩散与兴修水利结合灭螺更优化的技术和方法。本实验于1989年7月至1990年6月进行,现将结果报告如下。

## 1 器材与方法

### 1.1 材料

**1.1.1 钉螺** 5旋以上的钉螺为潜江市有螺环境采集;5旋以下的钉螺为实验室钉螺产卵后饲养的钉螺。

**1.1.2 螺卵** 为汉阳县有螺环境采集的钉螺,

于4月下旬在实验室泥钵中产卵10天后,淘洗筛选出来的螺卵,多数为原肠胚期。

**1.1.3 沉降管** 是物体沉降试验专用的玻璃圆管,管长160cm,内径4.5cm,管内盛满蒸馏水,保证有效观测段长130cm。

### 1.2 方法

**1.2.1 钉螺重率的测定** 采用常规空气排水法将一定数量的钉螺置于50ml的刻度烧杯中,注入蒸馏水,计算钉螺的总体积,反复实验求出活钉螺的重率(钉螺的比重)。

**1.2.2 螺卵重率的测定** 将螺卵从泥钵中淘洗筛选出一定数量的完整螺卵,置于普通滤纸上8h,再将螺卵倒入玻璃烧杯并移至干燥器内8h,用常规比重试验法测定螺卵的重率(螺卵的比重)。

表1 钉螺分级表

钉螺级别	$\phi = k/D$	螺旋数
I 级	<2.0	<4.5
II 级	2.0—2.5	4.5—7.5
III 级	>2.5	>7.5

**1.2.3 钉螺静水沉速的实测** 将钉螺螺体的几何形状按  $\phi$  值 ( $\phi$  代表螺高  $h$  和螺径  $D$  的比值) 和螺旋数分为三级 (见表 1)。

采用螺口向上、螺口向下和螺体水平投放三种方式, 将钉螺逐只投入沉降管, 使钉螺在管内自由沉降运动, 观察并记录钉螺在沉降过程中的状态和时间。

**1.2.4 螺卵静水沉速的实测** 为了保持螺卵的自然状态, 将泥钵中筛洗分选出来的完整螺卵直接进行沉降试验, 其方法和条件与钉螺沉降试验相同。

**1.2.5 钉螺在静水体中运动方式和方向的观测。** 试验取标本瓶一个 (瓶高 50cm, 直径 20cm), 取半剖面竹筒一根 (高 50cm, 半径 4cm, 其间从粗到细有 5 个竹节, 竹节间距为 7—15cm) 在每个竹节上分别放置 50 只 4—5 旋的活钉螺, 将竹筒置于标本瓶中, 用橡皮管缓慢向瓶内注入去氯水, 直至瓶口水面与竹筒顶端平齐为止, 观察各竹节所置钉螺的运动方式和方向及有无随意游动的功能。

试验期间记录水温和室温。

## 2 结果

**2.1 实验研究获得钉螺和螺卵基本力学性质的几个物理指标值为:**

(1) 活钉螺的平均重率为  $1.80\text{g}/\text{cm}^3$ 。

(2) 螺卵的平均重率为  $2.29\text{g}/\text{cm}^3$ 。

(3) 钉螺和螺卵静水沉速的平均值范围在  $2.22—13.89\text{cm}/\text{s}$  之间, 见表 2。

表 2 钉螺和螺卵在沉降管中的实测沉速

种类	数量 (只、颗)	沉降速度 (cm/s)		
		最小值	最大值	平均值
钉螺 I 级	71	0.94	3.65	2.22
II 级	35	7.22	13.00	10.16
III 级	50	11.61	16.25	13.80
螺卵	73	1.19	3.77	2.92

**2.2 根据重力与阻力平衡概念, 通过钉螺和螺卵的重率值及其几何形状的比值, 运用牛顿 (Newton, 1) 绕流阻力公式<sup>(6)</sup> 及奥伯贝克**

(A. Oberbeck), 麦克诺恩 (J. S. menown) 阻力校正系数<sup>(7)</sup>, 依据试验实测资料, 建立并经过验证拟合检验得出钉螺和螺卵静水沉速 4 个实用公式

1. 适用于 I 级钉螺的公式:

$$W_I = \frac{\pi}{480\nu} \cdot \frac{D^{2.5}}{h^{0.5}} \left( \frac{r_s - r_w}{r_w} \right) g$$

2. 适用于 II 级钉螺的公式:

$$W_{II} = \sqrt{\frac{\pi D^2}{2.4h} \left( \frac{r_s - r_w}{r_w} \right) g}$$

3. 适用于 III 级钉螺的公式:

$$W_{III} = \sqrt{\frac{2\pi D^2}{3h} \left( \frac{r_s - r_w}{r_w} \right) g}$$

4. 适用于螺卵的公式:

$$W_e = \frac{4}{750\nu} \left( \frac{r_s - r_w}{r_w} \right) g D^2$$

公式中各种符号所代表的物理量为:

$W_{I-III}$ : 钉螺的静水沉速  $\text{cm}/\text{s}$

$W_e$ : 螺卵的静水沉速  $\text{cm}/\text{s}$

$r_s$ : 钉螺的重率  $\text{g}/\text{cm}^3$

$r_e$ : 螺卵的重率  $\text{g}/\text{cm}^3$

$r_w$ : 水的重率  $\text{g}/\text{cm}^3$

$\nu$ : 流体的动滞性率  $\text{cm}^2/\text{s}$

$g$ : 重力加速度 (值为  $981\text{cm}/\text{s}^2$ )

**2.3 钉螺在静水体中运动方式和方向的观测** 结果显示, 钉螺在沉降管的下沉过程中, 无论采用哪种方式投放, 钉螺一旦被投入水中, 就立刻呈垂直方向下沉, 多数钉螺在整个下沉过程中相当平稳, 只有极个别钉螺在下沉时略有摆动, 全部下沉至管底。另外, 竹节置螺试验的钉螺爬行亦无方向性, 1h 后仅有少数钉螺沿竹筒壁爬至水面, 后翻身悬浮于水面, 并通过口器的闭合微微摆动, 1h 内移动约 1cm。钉螺在静水面悬浮时间的长短也随螺体大小而异, 2—4 螺旋的钉螺 1h 为 95%, 2h 为 70%; 5—6 螺旋的钉螺 1h 为 60%, 2h 为 43%; 7 螺旋以上的钉螺 1h 为 33.3%, 2h 为 0, 以后均随时间的延长而递减。经反复试验, 除上述结果外, 未见钉螺在静水中具有其他的运动功能。

### 3 讨论

3.1 将钉螺螺体的几何形状按 $\phi$ 值及螺旋数相联系的分级方法具有实用意义,为建立钉螺静水沉速公式提供了参数。钉螺和螺卵重率的确定及其静水沉速实用公式的建立,为进一步探索防止钉螺扩散机理奠定了基础。

3.2 依据钉螺在静水中的运动形式和方向的试验结果提示:钉螺在静水体中无依附物体时的三维分布模式,只能是水底、水表两层分布,似不可能呈水体整层分布,将为防止钉螺涵闸扩散技术提出可资探索的思路。

3.3 本研究对钉螺和螺卵在静水条件下的沉降速度及运动规律进行了探索,而要全面揭示钉螺在江河水系中运动和扩散的规律,还必须进一步研究钉螺在各种流态动水条件下的运动规律,方能客观阐述并有的放矢提出相应的防

止钉螺扩散对策和措施。

### 参 考 文 献

- 1 徐兴建,方天起。长江汛期涵闸引洪灌溉拦捞钉螺的观察报告。《The kasessarr. J. (Nat. Sci)》1988, 22(3): 251—260。
- 2 徐兴建,方天起,江涌等。湖北省疫区涵闸灌溉与钉螺扩散之间的关系。《The kasessarr. J. (Nat. Sci)》1989, 23(3):281—286。
- 3 杨先祥,徐兴建,宇传华等。倒虹吸管过水能否扩散钉螺实验观察。《湖北预防医学杂志》,1991,2(1): 21—23。
- 4 P. Bolton, Schistosomiasis control in irrigation Schemes in Zimbabwe *The J of Trop. Med and Hyg.* June 1988, 90(3):107—114.
- 5 杨雪清,左家铮,赵正元等。引用外河水灌溉防止钉螺扩散工程的研究。《中国血吸虫病防治杂志》,1991,3(5): 284—286。
- 6 沙玉清著。《泥沙运动学引论》。中国工业出版社。1963, 5—26。
- 7 钱宁,万兆惠合著。《泥沙运动力学》。科学出版社。1983, 1—10。

## EXPERIMENTAL STUDY ON SNAIL AND ITS EGG DROPPING MOVEMENT IN STABLE WATER

YANG Xianxiang XU Xingjian YU Chuan hun

(Hubei Institute of Schistosomiasis Control Wuhan 430070)

PAN Qingshang ZHANG Wei XIONG Zhengan

(Science Institute of the Yangtze River)

**ABSTRACT** The biological and physical characteristics and parameters of movement form, direction and dropping speed in stable water were obtained for the snail, *Oncomelania hupensis*, with the test of dropping tube and large sample bottle. The theoretic basis of the study is combination hydraulics, silt movement mechanics and the snail biology. The results are as following: 1) The average specific gravity of live snail is  $1.8\text{g}/\text{cm}^3$ . 2) The average specific gravity of snail egg is  $2.29\text{g}/\text{cm}^3$ . 3) The range of average value of dropping speed of the snail and its egg is from 2.22 to 13.89 cm/s. Meanwhile, four practice formulas of dropping speed of the snail and its egg were developed based on measured data and Newton formula of rounding current block. The results would lay a foundation for study of preventing the snail spread and also provide the calculating method and practice parameter for design project which will prevent snail from spreading.

**Key words** *Oncomelania hupensis*, dropping in stable water, movement form