

490-496

第16卷第5期
1996年10月生态学报
ACTA ECOLOGICA SINICAVol. 16, No. 5
Oct., 1996

6135(6)

长江江豚的无线电跟踪研究

张先锋 王丁 杨健 魏卓 王克雄

(中国科学院水生生物研究所, 武汉, 430072)

Bend Würsig

(Marine Mammal Research Program, Texas A & M University at
Galveston, 4700 Ave. u, Bldg. 303 Galveston, TX 77551, USA)

Q959-841

A

摘要 采用无线电跟踪技术对生活在长江故道中的江豚进行了跟踪, 较好地解决了无背鳍豚类的无线电信标的无损伤固定和淡水环境中信标的自动脱落两个技术关键。跟踪结果理想。

关键词: 江豚, 无线电, 跟踪。

STUDY ON RADIO-TRACKING FINLESS PORPOISE
NEOPHOCAENA PHOCAENOIDES, AT THE YANGTZE RIVER

Zhang Xianfeng Wang Ding Yang Jian Wei Zhuo Wang Kexiong

(Institute of Hydrobiology, Chinese Academy of Sciences, Wuhan, 430072)

Bernd Würsig

(Marine Mammal Research Program, Texas A & M University at Galveston,
4700 Ave. U, Bldg. 303, Galveston, TX 77551, USA)

Abstract Radio-tracking technology was employed on finless porpoises, *Neophocaena phocaenoides* in an separated oxbow segment of the Yangtze River. Methods of non-injured mounting of radio tag on non-dorsal fin species and the tag falling off automatically in fresh water environment were developed. The tracking was successful.

Key words: finless porpoise *Neophocaena phocaenoides*, radio-tracking.

无线电跟踪技术应用于鲸类生态学研究最初始于50年代。70年代以来, 随着电子技术突飞猛进的发展, 鲸类生态学研究中越来越多地使用了无线电跟踪技术, 也获得了越来越多的成功^[2]。

用于鲸类无线电跟踪的信标, 重约50~150 g。电池的寿命约半年。固定信标的方法早期多为带状(strap)固定或铠甲(harness)式固定。目前, 多在鲸或豚的背鳍上穿2个小孔,

- 国家重点自然科学基金资助项目(编号39330020), 刘仁俊研究员参加部分野外工作并对文稿提出修改意见, 赵庆中、陈道权、王小强、姜新发、陈帆、匡新安、余秉芳等同志参加部分野外工作, 在此一并致谢。

收稿日期: 1994-11-30, 修改稿收到日期: 1995-06-01。

用尼龙或特氟隆螺栓和特制的螺母将信标直接固定在背鳍上。在海水环境中这种螺母经过一段时间的腐蚀溶掉后,信标可自动脱落。此法对有背鳍的海洋鲸类比较合适。目前,人们尚未对无背鳍的鲸类动物进行无线电跟踪研究,亦未在淡水环境中开展过无线电跟踪工作。

跟踪方式依无线电信号接收系统所在的位置不同可分为陆上跟踪、水上跟踪及空中跟踪,人们常将上述两种或两种以上的方法结合起来使用。

江豚(*Neophocaena phocaenoides* Cuvier, 1829)在我国沿海和长江中下游广为分布。1993年10~11月,作者在长江中游天鹅洲故道内,对3头江豚进行了无线电跟踪研究。其目的的一方面是研究江豚在故道内的活动规律、呼吸、集群、摄食等行为模式,另一方面是为将来在长江干流开展白暨豚(*Lipotes vexillifer* Miller, 1918)和江豚无线电跟踪研究打基础。本文介绍了这次跟踪的方法和主要跟踪研究结果。

1 材料与方法

1.1 研究地点简介

本研究在长江中游的天鹅洲故道内进行。天鹅洲故道位于湖北省石首市境内长江北岸,东经112°,北纬29°。该故道为一月亮形河湾,全长21 km,自然形成于1972年7月。故道水体在每年洪水季约有5个月的时间与长江相通。其河床形态、底质、水文、水质等条件与长江极为相似(图1)。

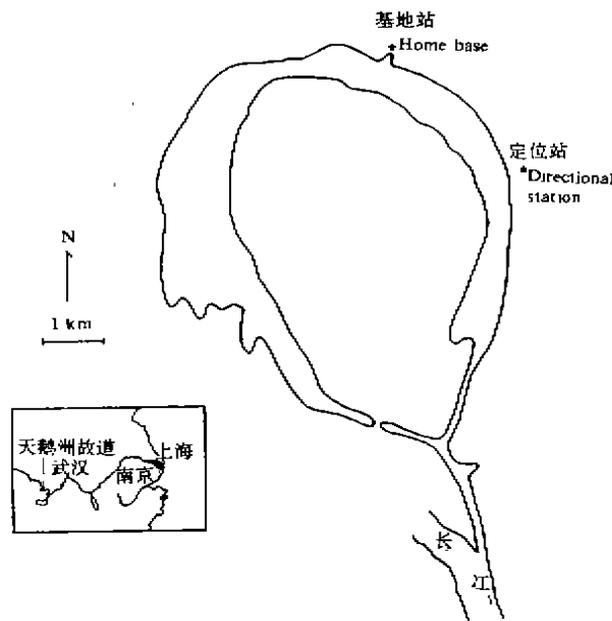


图1 长江天鹅洲故道平面图
Fig. 1 Map of the Tian-e-zhou (Swan) Oxbow

1.2 固定无线电信标专用背心(vest)的设计

江豚无背鳍,体表光滑柔软。设计要求背心不损伤江豚皮肤,尽量减少对江豚活动的影响,牢固可靠,一段时间后能自动脱落,并且制作材料易得。根据江豚的体形特点和设计要求,筛选了棉、麻、化纤等几种材料,经水中浸泡试验,最后选用了强度适中、柔软可靠的棉布作材料,设计出了固定信标用的专用“背心”,其结构见图2。

背心由一条前固定带、一条后固定带、两条侧固定带和中央的信标基座组成。前固定带的长度约等于江豚颈围,后固定带的长度约等于江豚的腋围。前后两带的距离约等于信标基座的长度。固定带的两端各有10 cm长的尼龙搭扣,便于快速固定。侧固

定带功能是防止背心绕江豚轴向转动,其位置应在两侧鳍肢基部上方。

1.3 无线电信标及信标的固定

采用美国 Telonics 公司生产的无线电信标。信标长8 cm,直径1.6 cm,重约50 g。信

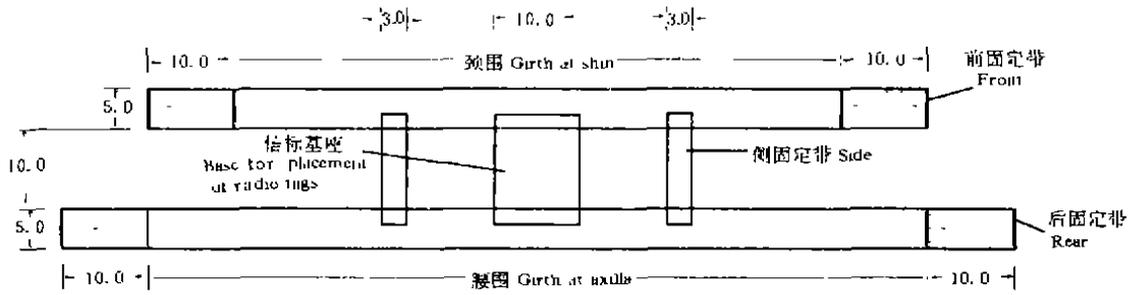


图 2 固定无线电信标用背心结构模式图 (cm)

Fig. 2 Illustration of the vest for mounting radio tags

标前方带有一根长 39 cm, 直径 0.1 cm 的不锈钢天线。为避免天线划伤江豚皮肤, 天线顶端装有一直径 0.6 cm 的小球。信标两端各焊接有 1 cm×1 cm 的固定钢板, 钢板中部有一直径 0.3 cm 的孔。信标发射的无线电频率范围为 148~150 MHz, 频带宽度 16.2 Hz。无线电脉冲发射的频率 90 次/分, 每个脉冲的持续时间 400 ms, 发射功率 10~20 mW。信标使用锂电池, 设计寿命约 6 周。在无障碍物、接收天线相对于水面 20 m 高的条件下, 信标的信号作用距离不小于 50 km。

信标需固定在背心正中, 天线方向始终保持向上。为此, 专门制作了 2 块长轴 14 cm, 短轴 10 cm, 厚 0.2 cm 的椭圆形塑料板。将信标两端的固定钢板穿入其中的一块塑料板, 然后再将两块塑料板用强力胶粘合, 再用针线穿过钢板孔呈放射状缝牢, 最后把塑料板缝在背心正中的信标基座上(图 3)。为了便于肉眼观察, 将塑料板朝上的一面涂成不同的颜色。

1.4 无线电信号接收及定位系统的设置

采用 3 台 Telonics TR-2 手持式无线电信号接收机从陆上和水上构成信号收集和定位系统。

1.4.1 天线系统 在位于天鹅洲故道中部的冯家潭电排站办公楼三楼设基地站。在该楼四楼平台架设 5 单元 Yagi-Uda 天线 1 个(定向误差±5°), 天线相对于水面高度约 20 m。另在三楼走廊架设 3 单元 Yagi-Uda 天线 2 个(定向误差±20°), 其高度相对于水面约 15 m。另外制作便携式 3 单元天线和“H”型 2 单元天线各一个供船上和车上使用。

1.4.2 信号接收、定位站的设置 根据天鹅洲故道的平面图(图 1), 设一个上文

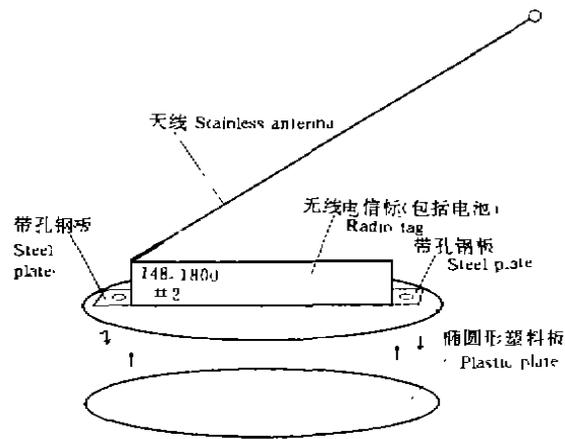


图 3 信标基座结构图

Fig. 3 Illustration of plastic plate for mounting the radio tags

所述的基地站。定期从基地站记录 3 头江豚的呼吸频率,定期、同步与另一陆上定位站分别对 3 头江豚作定向测量。在靠近故道下口的江滩设定位站,该站距基地站 3.6 km,方位 143°。定位站与基地站同步测向。在水面上用橡皮艇设白天水上流动跟踪站,以便近距离跟踪观察。水上跟踪站还便于信标脱落后的寻找和回收。

1.4.3 跟踪方法 每 4 h 的第一个 30 min 用 3 台 TR-2 接收机同时记录 3 头江豚的呼吸频率。然后,用汽车将一台接收机送至定位站。从基地站和定位站两个点同时对 3 头江豚分别定向。如果是白天,在这 4 h 之中的其他时间内,用橡皮艇带上一台接收机和便携式天线从水上近距离跟踪、观察江豚的行为。

1.5 跟踪操作

1.5.1 测试背心:最初的背心制作出来后,于 1993 年 9 月 9 日,在饲养于本所白暨馆内的江豚“涓涓(Juan-Juan)”身上进行了 4 h 的穿背心试验。与未穿背心时对照,“涓涓”的呼吸频率、游速、摄食等未见明显异常,其皮肤亦未受损伤。试验后,对背心的尺寸进行了局部修改,侧固定带由预先缝制好的固定式改为活动式,即安置信标时依不同个体鳍肢的位置现场缝合。

1.5.2 跟踪 1993 年 10 月 18 日,用大围网在天鹅洲故道捕捉起 4 头江豚。立即进行外形测量和抽取血样。然后,暂养于一故道边用围网围成的暂养池中,人工投喂活鱼。外形测量结果见表 1。其中的 #4 江豚因年龄较小,遂于 20 日将 #4 江豚放回故道,它立即与不远处活动的另一头大江豚汇合。

表 1 江豚外型测量结果 (cm)

Table 1 Body measurements of the finless porpoises used for radio tracking

编号 No.	原编号 Old No.	体长 Body length	眼围 Girth at eye	胸围 Girth at chest	肛围 Girth at anus	信标颜色 Color of tag	附注 Notes
1	‡2	153.0	79.0	94.0	65.0	棕色 Brown	
2	‡1	143.0	72.0	88.0	72.0	红色 Red	
3	‡3	161.5	75.0	101.5	50.0	白色 White	
4	‡4	100.0	62.0	73.5			未跟踪,放回故道 Released back to the oxbow before tracking

10 月 25 日 9:10,将 3 头江豚从暂养池中捕起。先在颈围、腋围等处涂抹医用凡士林,防止皮肤擦伤。然后将 3 个缝好信标的背心分别给 3 头江豚穿上,系牢尼龙搭扣。此外为保险起见,同时也为了进行比较试验,用针线把 #1 江豚的两个搭扣缝合,打死结;缝合 #2 江豚的搭扣,但仅在一端打死结,另一端不打结,任线头游离;#3 江豚的搭扣缝合后两端线头均不打结,全部线头游离。

10 月 25 日 10:10,安置信标后的 3 头江豚,经 3 台接收机分别校对频率无误后,放入暂养池中。观察 1 h,未见江豚有明显异常反应。此时,投喂活鱼,3 头江豚均进食活鱼。观察至 15:30,确认信号质量良好,江豚行为正常后,撤除暂养池围网,江豚进入故道。跟踪立即开始,直至信号先后消失为止。

对 3 头江豚跟踪了 61.6 h(#3);263.3 h(#2)和 351.5 h(#1)后(分别相当于 2.6 d、11.0 d 和 14.6 d),无线电信号消失。从基地站和水面上持续搜索信号至第 18 天(11 月 11

日),未收到任何信号后,放弃信号监听。从岸边和水上继续观察江豚至第25天(11月18日),确认信标和背心已从江豚身上脱落后停止观察。1994年6月6日~13日,再次到故道考察,观察到曾被跟踪过的3头江豚活动正常。

1.5.3 #2信标的回收 11月11日,在水面搜索到#2信标的信号,经反复测向,确定其位置在靠近故道上端的新堤拐处距北岸约250m的水下,测量水深约10m。第二天,用滚钩将#2信标捞起。信标仍在工作,背心已不知去向。仅见信标、椭圆形塑料板和小块衬布。天线及其顶端的小圆球有明显的磨擦痕迹。

1.6 数据处理

跟踪所获江豚呼吸频率资料进入用DBASE * IV (1.0)建立的数据库,用Microsoft * Excel 5.0 for Windows * 进行有关处理。定向资料亦用DBASE * IV (1.0)建库。用三角定位法自动计算出每次的定位结果。

2 结果与讨论

2.1 江豚的呼吸模式

2.1.1 江豚的常见呼吸模式 在对3头江豚共计跟踪的676.4h中,共记录到江豚呼吸11994次,累计时间达83.25h。记录到江豚最常见的呼吸模式为,每2~6次短的呼吸间隔(short surfacing interval-SSI)后,1次长的呼吸间隔(long surfacing interval-LSI)。短的呼吸间隔时间一般不超过20s,长的呼吸间隔时间一般不短于40s。偶尔也记录到连续10次左右的中等长度的呼吸间隔(midium surfacing interval-MSI),其时间介于短长呼吸间隔之间($20\text{ s} < S \leq 40\text{ s}$)。图4示常见的江豚呼吸模式。

2.1.2 江豚的昼夜呼吸节律 跟踪期间记录到江豚最长的呼吸间隔为242s(#2江豚,1993年11月1日06:25'24"),记录到的最短呼吸间隔仅为1s。统计1993年10月25日~28日4d内全部3头江豚呼吸的3660次记录,发现发生在22:00~06:00时的短呼吸间隔次数多于一天中的其他时段;中等长度呼吸间隔在02:00~06:00时出现的次数较多;长呼吸间隔出现的次数在一昼夜中变化不大(图5),但较长的长呼吸间隔通常出现在白天。

观察豢养条件下江豚和白暨豚的行为节律时,发现夜间,特别是后半夜,江豚和白暨豚多自然漂浮于水面,尾叶轻轻摆动,呼吸多为中、短间隔。据认为这是典型的休息行为^[1]。因此,推测“发生在22:00~06:00时的短呼吸间隔次数多于一天中的其他时段;中等长度呼吸间隔在02:00~06:00时出现的次数较多”,意味着生活在半自然环境中的江豚的休息行为也多发生在夜间。

2.2 讨论

在已进行过无线电跟踪研究的4种鲸和7种海豚中,每个种、每次研究都有其独特之处^[2]。本研究的独特之处在于,被跟踪的对象没有背鳍、跟踪是在淡水环境中进行。对3头江豚跟踪的平均时间达9.4d。这与暗色斑纹海豚(*Lagenorhynchus obscurus* Gray, 1828)的首次跟踪时间6.5d^[3]和真海豚(*Delphinus delphis* Linnaeus, 1758)的首次跟踪时间少于3d*相比较为理想。这一结果说明本研究中采用的背心信标固定可靠、跟踪方法可行。

* Evans, W. E. 1975. Distribution, differentiation of populations and various aspects of the natural history of *Delphinus delphis* in the Northeastern Pacific. PhD dissertation, August 1975.

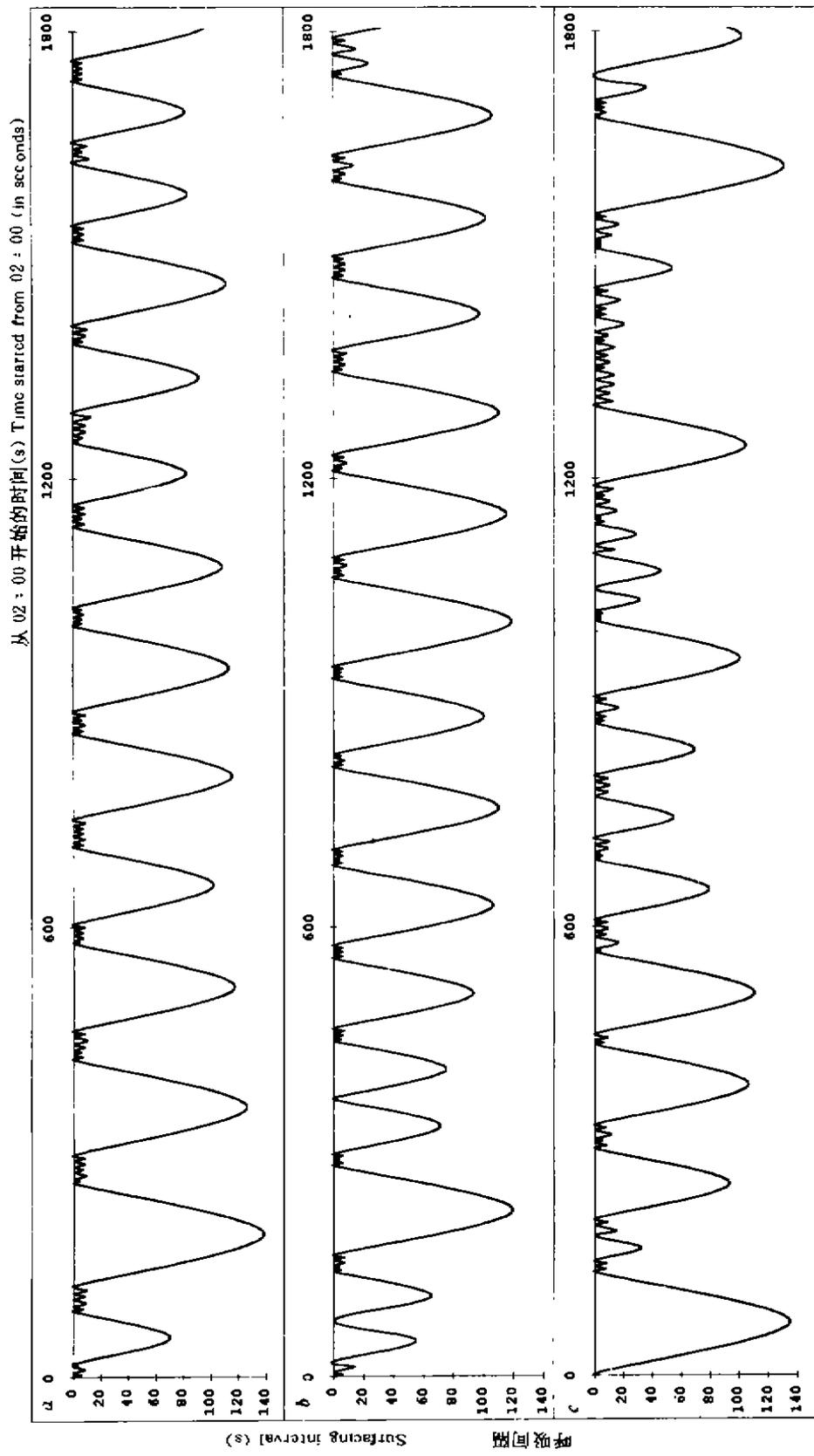


图 4 江豚常见的呼吸模式 (1993 年 10 月 27 日, 02 : 00 ~ 02 : 30 记录)
 Fig. 4 Breath model of the finless porpoises (recorded on 02 : 00 ~ 02 : 30, October 27, 1993)
 a. #1 b. #2 c. #3

3 头江豚的信号均是在信号质量良好时突然消失的。跟踪时间均未达到作者根据背心浸泡试验结果所预期的 1~1.5 个月。回收的 #2 信标的背心布全被撕掉, 天线上磨擦痕迹明显。根据这些现象推测, 群居的江豚试图摆脱身体上“背心”的能力远远大于作者事先的想象, 其能力也超出在独居的江豚“涓涓”身上试验背心后所得出的初步印象。由此推测, 江豚很有可能相互帮助把背心弄掉, 从而导致信标过早脱落、信号消失。类似的情形在宽吻海豚 (*Tursiops truncatus* Montagu, 1821) 无线电跟踪时亦被观察到 (王丁、Würsig 野外工作记录)。另一方面, 3 个信标脱落的顺序为 #3、#2、#1, 与尼 (02:00 am, 25 October~10:30 pm, 28 October, 1993) 龙搭扣缝合的松紧程度相一致。这些结果对以后背心的设计很有启发, 在背心的选材和接头固定的方法上要充分考虑这些问题, 如改用强度、厚度更大的材料制作背心, 加固接头等, 以便延长有效跟踪时间。

此外, 在长江干流进行江豚无线电跟踪研究时, 还应考虑到长江是个开放的环境, 跟踪及定位方法均应作相应的调整。捕豚对被跟踪江豚的影响应降至最低限度。

参 考 文 献

- 1 刘仁俊、王丁、龚伟民等. 人工饲养条件下白暨豚的行为节律. 水生生物学报, 1987, 11(4): 337~343
- 2 Leatherwood S and Evans W E. Some recent uses and potentials of radiotelemetry in field studies of cetaceans. in *Behavior of Marine Animals. Current Perspectives in Research*, Volume 3; Cetaceans. Etd by Howard E. Winn and Bort L. Olla. 1~31, 438. PLENUM PRESS NEW YORK-LONDON, 1979
- 3 Würsig B. Radio Tracking of Dusky porpoise (*Lagenorhynchus obscurus*) in So. Atlantic, A Preliminary Analysis. *Sci. Consult. on Marine Mammals*, Bergen, Norway, FAO of UN. ACMRR/MM/SC/83, 1976. 20

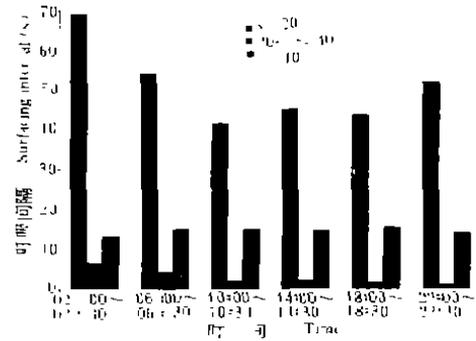


图 5 4d 内记录到 3 头江豚长、中、短呼吸间隔的昼夜分布 (1993 年 10 月 25 日 02:00~28 日 22:30)

Fig. 5 Circadian distribution of LSI, SSI and MSI within 4 days of the 3 porpoises