



世界豚类饲养设施的设计标准 与白暨豚馆的设计

刘仁俊

(中国科学院水生生物研究所, 武汉 430072)

THE DESIGN STANDARD OF REARING FACILITIES FOR DOLPHINS AND THE DESIGN OF REARING FACILITIES FOR *LIPOTES*

Liu Renjun

(Institute of Hydrobiology, Academia Sinica, Wuhan 430072)

关键词 白暨豚, 饲养设施, 设计标准

Key words *Lipotes vexillifer*, Rearing facility, Design standard

豚池是豚类动物饲养的基本条件, 建设符合豚类动物生活, 生长和繁殖所必需的饲养设施, 是豚类饲养成败的关键之一。作者通过 12 年来白暨豚 *Lipotes vexillifer* 饲养实践的总结, 并实地考察了美、英、日、德国、法国、荷兰、瑞士和香港等国家和地区的豚类饲养设施, 结合我国国情, 设计了白暨豚饲养繁殖系统——新白暨豚馆, 为我国豚类养殖事业的发展打下了基础^[1-3]。

(一) 世界豚类饲养设施设计标准评述

豚类动物的人工饲养在世界上得到了长足的发展, 一些发达国家曾制订了豚类饲养设施的设计标准, 其中著名的有美国农业部和动植物检疫部 (Animal and plant Health Inspection Service) 颁布的美国海洋哺乳动物规则 (USA Marine Mammal Regulation)^[4]。该规则把鲸类动物分成两大类。白暨豚与亚河豚 (*Inia geoffrensis*) 相似, 应属第一类。按规定, 第一类鲸类动物饲养池的最小水平距离 MHD (Minimum Horizontal Dimension) 应为鲸类最大体长的 2 倍, 池深为最大体长的一半, 最小池深不小于 1.52m。每头豚所需最小表面积 SA (Minimum Surface Area) 依下列公式计算:

$$SA = \left(\frac{\text{平均成体体长}}{2} \right)^2 \times 3.14 \times 1.5$$

容积公式计算如下:

$$V = \left(\frac{\text{最大体长} \times 2}{2} \right)^2 \times 3.14 \times \text{水深}$$

这种大小的饲养池可养 2 头豚

根据上述规定,白暨豚已知最大体长为 2.5m,则最小水平距离为 5m,最小水深为 1.52m,每头豚最小表面积为 7.36m²,容积为 29.83m³。根据多年饲养实践,这样的豚池饲养的暨豚显然太小,世界鲸类学界也普遍认为美国的设计标准太小,不切合实际。

近年来,英国剑桥大学的 Klinowska^① 博士系统研究和总结了英国历史上 30 多个水族馆饲养鲸类动物成功和失败的经验,并与其他国家的豚池设计标准做了比较,提出了英国豚类动物饲养系统的设计标准,即总面积(包括主养池,隔离池和治疗池)最少需要 275m²,最小水深 7m,容积 1000m³,这套设施可以饲养 5 头豚,以后每增加 1 头豚需要增加表面积 75m²,200m³ 容积。以上饲养设施的设计标准是指海洋豚类。

白暨豚是淡水豚类,世界历史上人工饲养过的淡水豚仅 3 种,即亚河豚,恒河豚(*Platanista gangetica*)和白暨豚,其中以亚河豚饲养最多,它们饲养设施的概况见表 1。

表 1 世界淡水豚的饲养设施

Tab. 1 Facilities with experience holding fresh water dolphin in the world

| 种 名 Species | 饲养池 Rearing place | 过去饲养 头数 Past Number | 豚池规格 Pool size (m) | | | | 1990 年成活 头数 Alive in 1990 | 最长成活 时间 Longest lifetime (year) |
|---------------------------|----------------------|------------------------------|-----------------------|----------|----------|----------|------------------------------------|---|
| | | | 直径 (Di.) | 长 (L) | 宽 (W) | 深 (D) | | |
| <i>Inia geoffrensis</i> | 美国匹兹堡动物园 | 1 | | 10 | 2-3 | 2 | 1 | 23 |
| | 日本鸭川海洋世界 | 2 | | 10 | 4 | 1.9 | 0 | 17 |
| | 西德杜依斯堡动物园 | 5 | | 6.58 | 5.5 | 1.8 | 2 | 16 |
| <i>Platanista</i> | 瑞士伯尔尼大学大脑 解剖研究所 | 8 | | 4.1 | 2.1 | 1.2 | 0 | 5 |
| <i>Inda</i> | 日本鸭川海洋世界 | 5 | | 10 | 4 | 1.9 | 0 | <1 |
| <i>Lipotes vexillifer</i> | 中国武汉水生所* | 4 | 15 | | | 4 | 1 | 11 |
| | 南京师范大学 | 1 | | 7 | 3 | 4 | 0 | <1(Mon.) |

* 水生所豚池无滤水系统

美国从 1956 年首次引进亚河豚人工饲养,到 1966 年为止,先后有 20 多个单位共饲养过亚河豚 70 余头,到目前为止仅有匹兹堡动物园存活 1 头,它的豚池为不规则长条形,长约 10m,宽 2-3m,深约 2m^[5]。日本鸭川海洋世界 1970 年引进 5 头恒河豚,最长存活 299d,1969 年同时引进 2 头亚河豚,最长存活时间 17 年,饲养池为长 10m,宽 4m,深 1.9m,容积 62m³,水每天循环过滤 16 次^[6]。瑞士伯尔尼大学大脑解剖研究所从 1969 年到 1973 年共饲养恒河豚 8 头,最长存活 5 年,饲养池为长 4.1m,宽 2.1m,深 1.2m,每天循环 3 次^[3]。西德杜依斯堡动物园 1975 年引进亚河豚 5 头,现存活 2 头,饲养池为长 6.58m,宽 5.5m,深 1.8m。我国南京师范大学饲养池长 7m,宽 3m,深 4m,可循环处理池水,1 头雌性白暨豚存活 17d。白暨豚饲养池大小见表 1。

① 手稿(待出版),复印件存本所。

综观淡水豚饲养设施的情况,除瑞士伯尔尼大学大脑解剖研究所的豚池是按美国标准设计的以外,其他国家均大于美国的设计标准,但都大大小于目前世界上海豚的饲养设施,诚然淡水豚类不能跳出水面表演动作,因此无需考虑设海豚馆那样大的表演池,但饲养设施太小可能亦是引起死亡率高的原因之一。

(二) 白暨豚饲养设施的设计标准

豚类饲养设施的设计,必须考虑到能充分满足豚类生活、生长和繁殖的基本需要,又必须考虑到造价和运转费用的问题;由于淡水豚类不能像海豚那样表演许多空中节目,吸引游客,经济效益差,所以运转费用问题尤为突出。据此,我们提出新白暨豚饲养繁殖系统——白暨豚馆的设计标准如下:

1. 总体布局

从世界豚类饲养史和白暨豚饲养 12 年多的实践表明,作为一个完整的豚类饲养系统,必须考虑设计大小和功能各异的主养池、副养池和治疗池。主养池是白暨豚生活的主要场所,亦是向人们展示其风采的地方;另外由于来自不同群体的白暨豚,相互不熟悉并在感情上没有取得协调的情况下养在一起,会互相争斗,重者引起伤亡,另外由于实验和健康的原因,需要把某些个体分开饲养,因此必须另外设计一个副养池;豚类动物由于各种内外科疾病,经常需要起水治疗,因此另外设计一个便于治疗操作的治疗池是完全必要的。

世界上豚类动物在人工饲养下繁殖的例子不少,至今已有近千头幼豚出生,但成活的比例很小,其中幼体被一起饲养的同伴攻击而死是重要原因之一,因此把孕豚与群体分开饲养,使其在安静的环境下生仔抚幼,将会大大提高豚类动物在人工饲养下繁殖成功的比例,为此,单独设计了一座繁殖抚幼厅。

2. 豚池设计标准

(1) **最小水平距离(MHD)** 它主要根据豚的游泳习性来确定。根据 12 年来饲养白暨豚的实践,它在人工饲养下主要沿池周围作逆时针或顺时针方向游,最大游速不超过 1m/s 。以其成体最大体长 2.5m 计算,MHD 为其最大体长的 4 倍为宜,即 10m ,因为 10m 的水平距离,豚主要是沿池壁作圆周运动,转身也灵活,完全可以满足它游泳行为的基本需要。如果按美国标准为体长的 2 倍,则回转半径太小,使豚处于不停的旋转运动之中,显然不合适。

(2) **豚池深度** 豚类是深潜水动物,但白暨豚与海豚不同,海豚生活于大海之中,潜水较深。根据对长江多年的生态考察,白暨豚喜欢在浅水区捕食、戏游和抚幼,一般水深为 $3-4\text{m}$ 。12 年来的饲养实践表明,在水深 3m 左右的豚池中生活良好,所以白暨豚馆各池设计水深为 3.5m 。如按美国标准为体长的 $1/2$,则仅 1m 多深的水会造成水温易受空气温度迅速变化的影响,并且不能满足其潜水动物生活习性的基本需要。如 Klinowska 提出的海豚池水深为 7m ,目前尚未被世界各国承认,因为即使海豚亦常在 $3-4\text{m}$ 的浅水区活动,而且 7m 的水深造成建筑费用昂贵,管理操作亦不便。

(3) **表面积和容积** 新建的白暨豚馆,副养池直径为 10m ,水深 3.5m ,如上所述,这样的池子可以满足 1—2 头豚的基本生活需要,其表面积为 78.54m^2 。主养池为 20m 长, $7-8\text{m}$ 宽的肾形池,其表面积为 140m^2 。由于海豚能跳出水面,活动范围大,需要有较大的活

动空间以便在水下加速游泳后跳入空中,而白暨豚极少有跳出水面的行为,即使身体全部跳出水面,亦只能贴近水面,所以白暨豚不需要如海豚馆那样有很大的表演场地,以节约建设和运转费用。另外,根据海豚和淡水豚中的亚河豚在人工饲养下从交配行为看,它们是在游泳过程中,在水下雄豚下位腹朝上,把阴茎伸入上位的雌豚的生殖器,并没有很激烈的快速游泳活动或跳出水面等行为,所以这样大小的主养池一般可以满足它们的交配需要。

为了满足豚的治病需要,特别设计了治疗池,此时豚一般活动迟缓,而且还需要经常起水治疗处理,所以设计治疗池的大小为 7m 直径,2m 深,其表面积为 38m^2 。同时为了便于治疗时的操作,特别设计了在治疗池的一半范围内布设 1 步台阶和 1 个操作平台,平台宽 1m,高出池底 1m,这种设计既便于对病豚作治疗操作,又便于经常捕起豚治疗,还可使豚在治疗处理后即在治疗池生活和休息,另外还便于豚在搬运时经过治疗池和通道放入或搬出主养池或副养池。以上三池总表面积为 257m^2 ,总容积为 897m^3 。此饲养系统,因有完善的滤水系统,所以完全可以满足 4—5 头豚的生活需要。

(4)各池间的连通 主养池、副养池和治疗池之间均设宽 1m,长 1.5m 的通道互相连通,豚经过训练可通过通道进入其他豚池。每 1 通道设闸门 2 个,便于各池之间的分隔,方便使用和节约运转费用。

(5)豚池的形状 较大的主养池是动物的主要活动场所,必须有较大的活动空间,又有较大的展开面供游人参观,其形状可以是圆形、正方形、长方形、长椭圆形或肾形等,但以长椭圆形或肾形为好,因为一方面便于三种豚池的平面布置,另一方面便于豚有较长的水平距离活动。另外根据许多国家学者的经验,肾形豚池应有些弯曲,迫使豚游泳时有些变化为好,同时也于平面布置的需要,正方形或长方形不利于水的循环,容易造成死角。其他副养池、治疗池和繁殖抚幼池均采用圆形,以便达到最大利用面积,又便于豚作圆周运动。

(6)地下观察厅 为了能清楚地观察豚在水下的各种行为,便于实验研究和向观众展示,特地设计了地下观察厅,在池壁上设水下观察窗 8 个,长 2m,宽 1.5m。

(7)繁殖抚幼厅 为了使母豚能在安静的环境下生仔抚幼,提高幼仔成活率,将设计繁殖抚幼厅,内设直径 12m,深 3.5m 豚池 1 个。

(8)滤水冷却系统 良好的水质是保证豚健康生活的关键之一,为此,新豚馆配备了 2 套滤水系统,一套是日本政府赠送的滤水系统和冷却系统,处理能力为 450t/h ,水温保持在 25°C 以下(因为白暨豚生活的长江水温最高不超过 25°C ,实践证明 15°C — 25°C 是白暨豚生活的最适水温)。该系统主要负责主厅内主养池、副养池和治疗池 3 个豚池的水的净化处理和冷却。由于以上 3 个池的总容量为 897m^3 ,即表示此套系统可使主厅内 3 个池的水循环 12 次/d。该系统还与繁殖抚幼池连通,必要时也可使用该系统进行水处理。另外 1 套系统有过滤罐 16 个,日处理能力 6000t ,主要负责繁殖抚幼池和今后室外豚池的水处理。此两套系统互相联网,便于交替使用。

(9)室外繁殖和实验生态池 为了让白暨豚有足够的活动空间交配繁殖,并模拟长江自然环境进行实验生态研究,特设计了一个长 30m,宽 15m 的室外豚池。

另外,还有与白暨豚饲养繁殖系统配套的实验楼,内有完整的实验室,标本馆、学术报

告厅和办公室,从而使白暨豚馆形成一个完整的体系,供各方面的实验研究,展览和科普教育的需要。白暨豚馆是目前世界上淡水豚类饲养设施中规模最大,设备最好,设计最先进的饲养繁殖设施。

参 考 文 献

- [1] 刘仁俊、林克杰。白暨豚的外伤治疗。海洋与湖沼,1982,13(6):548—552。
- [2] 陈佩薰等。白暨豚饲养的研究。水生生物学报,1986,10(2):128—135。
- [3] Pilleri G. The capture and transport to Switzerland of two live *Platanista gangetica* from Indus River. *Inves. on Cetacea*, 1970, 2:61—68.
- [4] Tobayama T, Kamiya T. Observation on *Inia geoffrensis* and *Platanista gangetica* in captivity at kamagawa Sea World, Japan. Occasional paper of the IUCN SSC, 1989, 3:42—45.
- [5] USA Marine Mammal Regulation. Published by Department of Agriculture and Animal and Plant Health Inspection Service, USA, 1980.
- [6] Ridgway S H. Mammals of the sea. Charles c thomas. Illinois;Publisher spring field. 1972.