DOI:10.13300/j.cnki.cn42-1648/s.2026.10.013

黑白加州王蛇人工控温冬眠技术的研究

张艳珍[1,2]，尹鑫[1]，杨姝[1]，龚婷[1]，王猛[1]
1.北京动物园，北京 100044；2.圈养野生动物技术北京市重点实验室，北京 100044

摘要 ［目的］探究北方地区黑白加州王蛇人工冬眠的适宜环境条件，明确其冬眠行为、生长及繁殖规律，建立适宜北方地区的人工控温冬眠技术。［方法］以北京动物园 9 条成体黑白加州王蛇为对象，设冬眠组 6 条、常温对照组 3 条，采用逐渐降温的方式开展人工冬眠试验，监测温湿度、体重、行为及繁殖指标。［结果］黑白加州王蛇冬眠周期为 2021 年 10 月中下旬至次年 3 月中下旬；初眠期平均温度 13.25±3.10 ℃，深眠期平均温度 10.51±2.59 ℃，苏醒期平均温度 15.10±4.87 ℃。冬眠组个体冬眠后体重平均下降 8.6%（$P<0.05$），次年 4 月恢复摄食后体重增幅达 8.0%（$P<0.05$），对照组各时间节点体重无显著变化；环境温度高于 20 ℃时，蛇类逐步恢复摄食。冬眠组在初眠期、深眠期、苏醒期的不活动行为占比分别为 79.6%、96.4%、74.4%，其中深眠期占比显著高于其余时期及对照组（44.8%）（$P<0.05$）。6 月合笼繁殖，冬眠组可完成繁殖，对照组无交配及产卵现象。［结论］保持环境温度 8.0～13.0 ℃，湿度 65%～90%，可实现加州王蛇冬眠与繁殖成功。

关键词 黑白加州王蛇；人工冬眠；温湿度；繁殖性能；体重变化；越冬管理

The artificial hibernation of *Lampropeltis californiae* with temperature control

Zhang Yanzhen[1,2], Yin Xin[1], Yang Shu[1], Gong Ting[1], Wang Meng[1]
1.Beijing Zoo, Beijing 100044, China;
2.Beijing Key Laboratory of Captive Wildlife Technologies, Beijing 100044, China

Abstract [Objectives] The environment conditions suitable for the artificial hibernation of Lampropeltis californiae in northern regions of China were studied and the behavior of hibernation, patterns of growth and reproduction in Lampropeltis californiae were identified to establish the artificial hibernation techniques with controlled temperature suitable for northern regions of China. [Methods] 6 Lampropeltis californiae reared in Beijing Zoo were artificially cooled for hibernation and 3 were hibernated in the normal temperature (control group). The experiments of artificial hibernation were conducted by gradually cooling down to monitor the temperature and humidity, body weight, behavior, and indexes of reproduction. [Results] The cycle of hibernation in Lampropeltis californiae was from mid to late October 2021 to mid to late March of the following year. The average temperature during the primary hibernation, deep hibernation, and recovery was 13.25±3.10 ℃,10.51±

收稿日期：2026-06-07
基金项目：北京市公园园管课题专项基金（KGBZ202206）；北京市公园管理中心课题（ZX2024015）
作者简介：张艳珍，女，1985 年生，硕士，副研究员。

2.59 ℃, and 15.10 ± 4.87 ℃. The average loss of weight in Lampropeltis californiae in the hibernation group after hibernation was 8.6% (P<0.05), and the average increase of weight reached 8.0% (P<0.05) after resuming feeding in April of the following year. There was no significant change in weight at each time point in the control group. Lampropeltis californiae gradually resumed eating when the environmental temperature exceeded 20℃. The proportion of inactive behaviors in the hibernation group during the primary hibernation, deep hibernation, and recovery was 79.6%, 96.4%, and 74.4%, respectively. The proportion of inactive behavior during the deep hibernation was significantly higher than that in the other periods and the control group (44.8%) (P< 0.05). Lampropeltis californiae in the hibernation group bred in the cage in June completed reproduction, while that in the control group had no behavior of mating or egg-laying. [Conclusions] Maintaining the temperature and humidity at 8.0-13.0 ℃ and 65%-90% in environment can achieve the successful hibernation and reproduction of Lampropeltis californiae.

Keywords *Lampropeltis californiae*; artificial hibernation; temperature and humidity; reproduction performance; changes in weight; management of overwintering

蛇类物种多样性丰富，人工驯养利用历史悠久。近年来，受栖息地破坏、环境变迁及人为过度捕捞等因素影响，野生蛇类资源锐减，极大推动了人工驯养和繁育技术的研究与发展[1-2]。开展人工养殖技术攻关，不仅能够有效缓解野生资源保护压力，还可满足市场需求，具备重要的生态与应用双重价值[3]。

目前国内蛇类的人工养殖相关研究多集中于本土特有蛇种，研究方向主要涵盖资源现状、人工饲养管理、繁殖技术和物种保护等领域。如针对尖吻蝮(*Deinagkistrodon acutus*)、滑鼠蛇(*Ptyas mucosus*)、蟒蛇(*Python molurus bivittatus*)、王锦蛇(*Elaphe carinata*)、银环蛇(*Bungarus multicintus*)等在人工驯养繁殖技术、幼蛇饲养管理等方面有研究[4-6]。张冰等[7]对人工孵化繁育的棕黑锦蛇(*Elaphe schrenckii*)、赤峰锦蛇(*Elaphe anomala*)和王锦蛇血细胞生理指标进行了比较研究。国外蛇类研究体系相对成熟，如虎蛇(*Notechis scutatus*)的食性特征及捕食行为规律，玉米锦蛇(*Elaphe guttata*)人工授精的繁育技术等[8-10]。

现有蛇类冬眠研究证实，低温冬眠是调控蛇类生理代谢、保障正常繁殖节律的关键环节。已有研究表明，冬眠条件可显著影响尖吻蝮繁殖性能，经历正常冬眠的个体可正常产卵并孵化，无冬眠个体则无法正常产卵[11]；对白条锦蛇(*Elaphe dione*)冬眠生理的研究揭示，蛇类可通过调节血液生化指标，维持冬眠期间最低限度的营养物质转运与代谢稳态[12]；同时，已有学者对比分析了尖吻蝮冬眠期与活动期蛇毒蛋白组分的差异[13]。此外，部分学者系统探究了乌梢蛇(*Ptyas dhumnades*)、乌苏里蝮蛇(*Gloydius ussuriensis*)冬眠前后生长发展规律，以及棕黑锦蛇(*Elaphe schrenckii*)内脏器官形态结构的机能和形态学适应性变化，为蛇类冬眠生理研究积累了基础数据[14-16]。近年来，张冰等[7]利用多组学研究其冬眠代谢调控机制，以东方鼠蛇(*Ptyas mucosus*)为对象，解析了冬眠过程脂代谢与微生物调控机制，同时 WEI Y T 等[18]阐明了尖吻蝮冬眠期间色氨酸代谢的季节可塑性特征，但针对黑白加州王蛇的冬眠环境适配条件、行为动态、体重变化及繁殖关联机制的系统性研究仍处于空白状态。国内观赏蛇类养殖体系尚不完善，多数养殖技术缺乏标准化规范。

黑白加州王蛇(*Lampropeltis californiae*)是优质无毒观赏蛇种，凭借独特的黑白环状花纹与原产地抗毒特性，具有较高的养殖价值。该物种与多数蛇类一样，生理行为随气温变化，自然环境存在明确的冬眠期和摄食周期，人工饲养条件下，全年恒温较难实现繁殖。目前，国内外尚无针对加州王蛇冬眠环境需求、行为变化规律的相关报道。基于此，本研究于 2021—2023 年开展人工控温冬眠实验，系统探究其冬眠温湿度适配条件及冬眠规律，以期建立适宜的人工控温冬眠技术，为黑白加州王蛇以及其他蛇类的人工安全越冬、饲养管理及繁殖提供参考。

1　材料与方法

1.1　研究对象

试验对象为北京动物园两栖爬行馆内长期人工恒温饲养的10龄健康成体黑白加州王蛇。所有个体体格健壮、无伤病、活动性好，往年未进行过冬眠，合笼未能实现繁殖。试验共选取9条个体，分为冬眠组6条、对照组3条，对选定个体进行编号，试验个体基础形态指标见表1。

表1　试验黑白加州王蛇基础形态指标

组别	编号	全长/cm	头长/cm	尾长/cm	体重/g	体围/cm	性别
冬眠组	♀1	125	3.5	13.5	440	7.3	♀
	♂1	110	3.4	13.5	320	7.6	♂
	♀2	128	3.6	15.7	660	9.7	♀
	♂2	128	3	15.7	510	8.7	♂
	♀3	126	3.5	14.2	540	7.5	♀
	♂3	115	3.3	14.6	360	7.7	♂
对照组	♀4	123	3.5	13.2	445	7.3	♀
	♀5	127	3.5	13.5	520	7.5	♀
	♂4	118	3.4	14.5	360	7.8	♂

1.2　性别鉴别方法

采用泄殖腔探针法开展性别鉴别，固定蛇体尾部，采用性别探针插入蛇的泄殖腔，依据腹鳞插入数量判定性别：探针插入2～6片腹鳞为雌性，插入9～15片腹鳞为雄性。雄性个体因存在阴茎袋结构，探针插入深度要大于雌性，鉴别准确率较高。

1.3　形态指标检测

测定指标包括蛇类全长、头长、尾长、体重、最大体围，每个指标单次测定重复3次，取平均值作为最终数据。形态指标每月测定1次，测量时避开投喂前后48 h；冬眠期间减少干扰，仅在冬眠前、冬眠结束后各测量1次。环境温湿度以箱体中心固定位点的日均值为统计依据。

1.4　试验设计

常规养殖采用90 cm×60 cm×60 cm玻璃饲养箱，箱体配备通风纱窗与锁扣式上开门结构，箱底铺设厚度3～6 cm的树皮或刨花木，设置躲避洞穴，并放置可饮水和泡浴的水盆，每日更换清水，饲养箱定期消毒。日常饲养环境温度26～30 ℃，湿度40%～70%，全年环境条件保持稳定。所有个体采用单蛇单箱饲养；对照组冬季升温并保持恒温饲养方式，不开展冬眠处理，越冬期正常投喂并开展常规管护。每日定时观察动物行为，记录常规行为和异常行为。全年投喂频次为每周1次，单次投喂40 g小白鼠1～2只，并补充钙粉和复合维生素粉剂，冬眠前适当增加给食量，保障机体储能。

冬眠组采用单蛇单箱独立越冬饲养，冬眠箱规格为60 cm×40 cm×20 cm，箱体带盖板及通风孔，箱内设置水盆、躲避掩体，铺垫5～10 cm保温底料，配备温湿度计监测环境参数。冬眠箱体置于可控温的越冬环境并做遮光处理，温度逐步下降，每3～5 d降温2～3 ℃，结合蛇的行为适应状态，于10～15 d内逐步降温至个体活动基本停滞，待蛇体稳定后继续降温直至进入深眠期，之后维持环境温度恒定。本试验预设深眠期目标环境温度控制为8.0～13.0 ℃，环境相对湿度维持65%～90%；完成深眠期恒温饲养后，采用逐步升温模式回升环境温度，升温速率参照降温阶段执行，直至温度升至20 ℃以上，结束冬眠处理。越冬期间每日记录温湿度，定期检查蛇体状态、称重、更换垫材及补水，全程操作轻柔，降低人为干预，冬眠期间停止投喂。

1.5　繁殖管理

次年6月冬眠组和未冬眠对照组均开展配对合笼繁殖试验，未观察到交配行为的配对个体间隔1 d再次合笼，当确认交配行为后立即分笼饲养，全程记录交配、产卵及孵化情况。

1.6　行为观察

观测时间为每日08:00—18:00，蛇类活动期为每日观测5次，冬眠期为每日固定于08:00观测1次，记录蛇类行为变化及环境温湿度参数。冬眠观测时开启遮挡物检查个体状态，判断蛇体活动情况与在箱内位点变化，单次观测时长≤5 min，最大限度降低人为干扰。

本研究参照已有蛇类冬眠分期标准，并根据本次试验条件进行适当调整[19]。各冬眠时期界定标准如下：初眠期（primary hibernation period）：加州王蛇完全停止摄食，行动迟缓，活动量减少或基本静止；深眠期（hibernation period）：加州王蛇在冬眠箱内长期固定于箱内位点蜷缩或贴壁蛰伏，连续两周以上无明显位移，偶有活动仅限于部分身体短距离变化后又恢复蛰伏状态，仍判定为深眠期；苏醒期

（recovery period）：蛇类活动性开始增加，连续蛰伏状态时长不足两周，但尚未恢复进食。

1.7 数据统计

数据采集时间为2021年10月至2022年8月。计量资料以“平均值±标准差”表示，采用SPSS软件开展数据分析，用单因素方差分析（ANOVA）检验不同冬眠阶段各指标的差异，用双尾t检验分析冬眠前后个体生物学指标的差异，以$P<0.05$作为差异显著的判定标准。

2 结果与分析

2.1 冬眠各期的温度

冬眠组不同冬眠阶段及对照组温度统计结果见表2。2021年11月下旬至12月上旬，环境温度由20 ℃缓慢降至11～13 ℃，冬眠组黑白加州王蛇完全停止摄食，行动迟缓，活动性减少或不活动，进入初眠期，该阶段平均温度为13.25±3.10 ℃，温度波动范围9.3～19.8 ℃。12月中旬至次年2月底，环境温度稳定调控，平均温度为10.51±2.59 ℃，加州王蛇多固定于养殖箱内蜷缩、贴壁蛰伏，仅偶见部分身体短距离变化，进入稳定深眠期。深眠期90.3%的温度主要集中在8～13 ℃，试验期间仅单次出现5.1 ℃最低温与16.5 ℃最高温（因突发极冷天气，以及温控异常导致）。次年3月开始，环境温度逐步回升，蛇类持续蛰伏时长不足2周，活动性明显增强，进入苏醒期，此阶段平均温度15.10±4.87 ℃，温度区间12.0～20.8 ℃，未开始进食。至4月初，温度稳定升至20 ℃以上，蛇类逐步恢复正常摄食。本试验黑白加州王蛇人工冬眠期约6个月。冬眠期间箱内平均相对湿度为（75.66±12.51）%，主要波动区间为65%～90%，各冬眠期相对湿度无显著性差异，仅苏醒期湿度略有升高。

对照组全程恒温饲养，整个试验期内平均饲养温度为28.42±6.54 ℃，温度波动幅度较小；平均相对湿度为（53.45±22.63）%，湿度区间主要集中在30%～70%，波动较大。

表2 各期温度情况

组别	阶段	时间段（年-月-日）	温度/℃	
			平均值±标准差	极值
冬眠组	初眠期	2021-11-18—2021-12-10	13.25±3.10b	9.3，19.8
	深眠期	2021-12-11—2022-02-28	10.51±2.59c	5.1，16.5
	苏醒期	2022-03-01—2022-04-01	15.10±4.87b	12.0，20.8
对照组	/	2021-11-18—2022-04-01	28.42±6.54a	23.4，33.7

注：同列小写字母表示冬眠时期及对照组温度数据间差异显著，$P<0.05$。“/”表示对照组无冬眠阶段划分，全程为恒温常规饲养。。

2.2 行为活动变化

实验结果显示，冬眠组中加州王蛇进食及活动性随温度的变化表现为：当环境温度低于25 ℃时，蛇类摄食行为显著减少并逐渐停止进食；温度降至20 ℃以下时，个体活动性大幅降低且完全停止进食；温度降至13 ℃左右时，蛇类基本处于静止状态；整个深眠期环境温度维持在8～13 ℃，蛇类长期藏匿于底质层内，多呈蜷缩不动或贴壁伸展状态，躯体触感僵硬冰冷，对外界刺激反应极其微弱；次年3月中下旬，随着环境温度逐步回升，冬眠个体活动性逐渐恢复，可明显看到在箱内位点变化，但暂未恢复摄食行为；至4月环境温度持续升高陆续摄食，活动能力完全恢复。

不冬眠对照组个体全年处于恒温养殖环境，行为与摄食活动性趋于稳定。冬季当环境温度降至25 ℃左右时，个体活动性略有下降，进食行为有所减少，整个冬季出现1～2次未正常捕食情况，其余时间均可保持每周1次正常摄食规律，无长期停食、蛰伏等异常行为。

观察到加州王蛇的主要行为包括活动性行为和不活动行为，不活动性行为主要包括伸展休息、藏匿静置、蜷缩不动和蛰伏休眠等；活动性行为主要包括爬行、抬头、吐舌、嘶叫、躯体晃动、尾部抖动、警戒和捕食等。行为占比统计结果显示，对照组个体不活动行为时长占比约44.8%。冬眠组个体不活动行为占比随冬眠进程呈现显著的阶段性变化，初眠期不活动行为占比为79.6%，深眠期升至96.4%，苏醒期回落至74.4%。冬眠组深眠期不活动行为占比显著高于初眠期、苏醒期及对照组（$P<0.05$），且冬眠组各时期不活动行为占比均与对照组存在显著差异（$P<0.05$）。各时期活动和不活动行为占比变化详见图1。

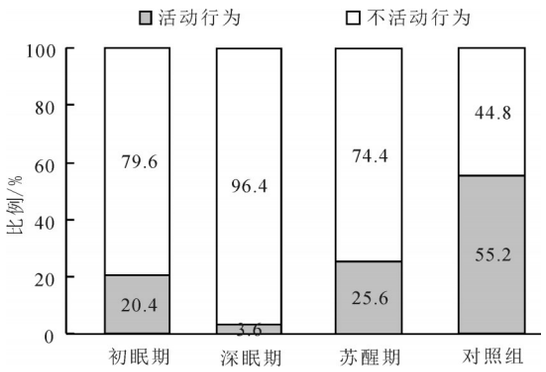


图1　黑白加州王蛇在不同时期行为活动占比

2.3　形态指标变化

黑白加州王蛇冬眠组体重随月份呈现周期性变化，整体表现为冬眠期体重下降、出眠后快速回升，冬眠前后体重差异显著，且个体之间有差异（表3），全长、体围等其余形态指标在冬眠前后无显著变化（$P>0.05$）。10月试验初始阶段蛇类体重处于较高水平，随着温度降低、摄食减少，11月体重有所下降，较初始体重平均下降（2.9±3.3）%，该阶段体重差异不显著（$P>0.05$）；2021年11月至次年2月为深度冬眠阶段，体重显著下降（$P<0.05$），平均降幅达(5.7±4.0)%；次年4月体重显著增加（$P<0.05$），平均增幅（8.0±4.8）%；至5月，冬眠组体重恢复并超过冬眠前初始水平，较试验初期平均增长（3.4±2.4）%。

表3　不同饲养模式下黑白加州王蛇各阶段体重变化

组别	编号	体重/g				
		2021-10-06	2021-11-16	2022-02-25	2022-04-30	2022-05-30
冬眠组	♀1	440	444	410	423	430
	♂1	320	320	280	316	330
	♀2	660	640	630	640	690
	♂2	510	500	470	520	530
	♀3	540	505	485	545	562
	♂3	360	335	326	350	355
	平均值	471.7±125.0b	457.3±119.6b	433.5±125.1c	465.7±124.3a	482.8±137.0a
对照组	♀4	445	450	435	440	460
	♀5	520	515	510	510	516
	♂4	360	355	353	350	370
	平均值	441.6±80.0a	440.5±80.5a	443.7±78.5a	433.4±80.2a	448.7±73.7a

注：同行标不同小写字母，表示组内不同时间点体重差异显著（$P<0.05$）；对照组各时间点体重无显著差异。

对照组常温持续饲养的黑白加州王蛇，越冬期间体重虽存在小幅月度波动，但均无显著性差异，整体表现为11月至次年2月冬季低温阶段，体重小幅下降，未出现明显减重现象。

2.4　繁殖与交配

本试验于6月开展合笼繁殖试验。结果显示，冬眠组3对试验个体中，2对观察到交配和产卵行为，并成功孵化出幼体，剩余1对合笼后未观测到交配行为，但雌性个体仍出现产卵的现象。常温对照组2对合笼后均未观察到交配行为，且无产卵行为。2022年合笼及繁殖孵化结果见表4，图2～图4分别展示黑白加州王蛇合笼交配行为、产卵形态和大小、初孵化幼蛇形态。雌性个体每窝产卵6～10枚，卵呈椭圆型，卵的孵化周期约45 d，初孵化幼蛇体长20～30 cm。

表4　2022年黑白加州王蛇合笼与繁殖情况

合笼个体	合笼日期	合笼时长/h	交配行为	产卵	孵化
♀1、♂1	6.10	4	√	√	√
♀2、♂2	6.11、6.13	6	×	√	×
♀3、♂3	6.12、6.14	6	√	√	√
♀4、♂4	6.13、6.15	6	×	×	×
♀5、♂4	6.14、6.16	6	×	×	×

注：“√”代表发生该生物学现象；“×”代表未发生该生物学现象。

3　讨　论

随着野生蛇类保护力度不断加大，同时宠物观



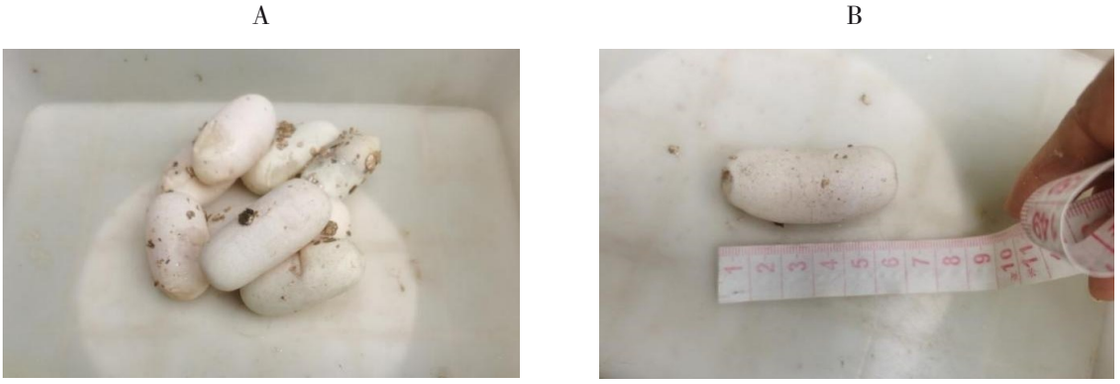
图2 黑白加州王蛇合笼交配行为

赏蛇类市场逐步发展，蛇类人工养殖产业发展较快，市场需求潜力较大[6]。黑白加州王蛇是国内外人工饲养的主要观赏蛇种之一，在常温不冬眠的人工饲养模式下，其行为与繁殖性能和自然环境条件下存在较大差异。本试验环境相对湿度维持在65%～90%，通过控制温度实现人工冬眠诱导，当温度在8～13 ℃时黑白加州王蛇可进入稳定深眠期；冬眠降温应当循序渐进，避免温度骤变产生动物应激，冬眠期间最低温度不宜低于5 ℃。已有研究显示，尖吻蝮冬眠适宜温度多为6～10 ℃，王锦蛇多为6～10 ℃，蟒蛇为5～15 ℃[4,20-21]，与本研究结果基本吻合。冬眠期环境相对湿度宜维持在65%～90%。与大多数冬眠蛇类相似，加州王蛇的冬眠对空间要求有限，但需保持环境条件稳定，养殖环境应配置垫材、躲避物与水盆等；冬眠期间应尽量减少人为干扰，仅定期检查个体状况，确保动物安全越冬。因气候差异，北京地区冬眠时需重点监控环境温度，避免夜间极端低温风险，建议增加温度报警装置。

本研究将黑白加州王蛇的行为划分为活动性行为与不活动性行为，环境温度变化对其行为模式影响显著。人工冬眠管理过程中，要密切监测各温度条件下的行为表现；深眠期个体长期蛰伏静止，要留意口鼻、泄殖孔、皮肤等状态，及时排查异常，降低死亡风险。冬眠组蛇类随着温度下降，个体活动性明显减少，初眠期、深眠期、苏醒期不活动行为占比介于74.4%～96.4%，而常温占比仅为44.8%，也侧面反映黑白加州王蛇本身活跃度偏低。本试验观察到，环境温度低于25 ℃时进食明显下降，20 ℃下完全停止进食，该规律与玉米蛇、滑鼠蛇等物种的报道结果相似[5]。

冬眠会造成蛇类体重显著下降，本次加州王蛇冬眠全过程体重累计降幅约为8.6%。变温动物冬眠时体温与环境温度只相差1～2 ℃，呼吸、心率水平大幅降低，机体代谢降到最低限度[12]，已有文献报道尖吻蝮冬眠后体重下降约9.2%[22]，与本研究失重结果接近。人工冬眠过程中蛇类会出现体重下降、机体消瘦甚至死亡。后续可进一步开展冬眠能量消耗的相关研究；开展人工冬眠需综合评估个体体况，以降低个体死亡及养殖经济损失。

冬眠结束后，随着温度升高，黑白加州王蛇恢复进食并很快进入繁殖期。自然条件下黑白加州王蛇交配产卵在3—6月，玉米蛇、王锦蛇等观赏蛇类交配多发生于3—5月[6]。本研究中观察动物行为反应，选择6月开展合笼繁殖。合笼期间应持续观察交配行为，确认交配完成后及时将雌雄个体分开饲养，部分个体需要多次合笼才能有效交配。本研究采用人工控温冬眠及合笼繁殖的技术模式，已



A 产卵形态　　B 产卵大小

图3 黑白加州王蛇产卵形态(A)和产卵大小(B)



图4　黑白加州王蛇初孵幼蛇形态

实现多批次繁殖成功。常温不冬眠处理的对照组个体未观察到交配行为，该现象与尖吻蝮蛇的繁殖表现相似[11]，而与眼镜蛇不冬眠即可实现繁殖的结果存在差异[23]，该物种间的差异可做进一步研究。本试验还观察到部分个体在无交配行为的情况下也会产卵，所产卵为未受精卵。冬眠后的加州王蛇并非均可繁殖，可能与环境条件、个体体况、遗传因素等多重因素有关，黑白加州王蛇冬眠与繁殖性能之间的内在关联还需进一步研究。本试验冬眠组成功繁殖，而对照组未见交配及产卵，该结果是否受对照组样本数量限制，尚需要扩大样本量进一步验证。

4　结　论

本次试验通过人工控温方式，设置冬眠温度 8.0～13.0 ℃、环境湿度 65%～90%，可实现黑白加州王蛇稳定的人工冬眠。冬眠过程会使个体产生一定的代谢消耗，出现体重下降；环境温度回升至 20 ℃以上时，蛇类可逐步恢复摄食与活动。经历完整冬眠的个体能够正常交配、产卵及幼体孵化，无冬眠个体不发生繁殖行为。明确的人工冬眠温湿度参数、行为响应规律及饲养管理要点，可为蛇类饲养机构以及广大蛇类爱好者的蛇类养殖提供参考和操作依据。

参 考 文 献

[1] 刘军，钟福生．我国养蛇业存在的问题及发展对策[J]．中国林副特产，2003(1)：20-21.

[2] 刘鹏，陈辉，赵文阁，等．中国蛇类的物种多样性及保护现状[J]．野生动物，2009(1)：44-46.

[3] 周正彦，李丕鹏，陆宇燕，等．中国特有蛇类资源及保护建议[J]．四川动物，2008，27(1)：44-47.

[4] 黄松，黄接棠．尖吻蝮的人工繁育[J]．动物学报，2003(6)：854-857.

[5] 陈祖发．滑鼠蛇的人工孵化及幼蛇的饲养[J]．蛇志，2005，17(1)：20-22.

[6] 成钢，曾婷婷，田李果，等．几种常见观赏蛇人工养殖条件下生长与繁殖特性比较研究[J]．生态科学，2016，35(2)：98-103.

[7] 张冰，陆宇燕，陶睿，等．养殖条件下 3 种锦蛇血细胞比较研究[J]．四川动物，2015，34(1)：62-68.

[8] Arnold S J. Foraging theory and prey-size predatory-size relations in snakes. In SeigelRA，CollinsLT, eds. Snakes: ecology and behavior[M]. New York: McGraw-Hill，1993：87-116.

[9] Mattson K J，De V A，Mcguire S M，et al.Successful artificial insemination in the corn snake，*Elaphe gutatta*，using fresh and cooled semen[J].Zoo Biology，2007，26(5)：363-369.

[10] Schwaner T D.Geographic variation in scale and skeletal anomalies of tiger snakes (Elapidae：Notechis scutatus-ater complex) in southern Australia[J].Copeia，1990，1990(4)：1168-1173.

[11] 吴卯斌，滕衍斌，吴国理，等．尖吻蝮蛇子一代蛇冬眠繁殖关系研究[J]．蛇志，2018，30(2)：165-166.

[12] 张建红，侯天德，王小龙，等．白条锦蛇冬眠期及出眠后血液中某些生化指标的比较[J]．安徽农业科学，2008，36(29)：12727-12728.

[13] 胡晓倩，吴千里，谢云鹤．黄山尖吻蝮活动期和冬眠期蛇毒蛋白的凝胶电泳分析[J]．黄山学院学报，2014，16(3)：79-80.

[14] 叶红，唐鑫生，胡建国，等．乌梢蛇的人工孵化与冬眠前的人工饲养[J]．四川动物，2005，24(2)：216-217.

[15] 邵帅．棕黑锦蛇(*Elaphe schrenckii*)内脏器官形态结构和冬眠的机能形态学研究[D]．沈阳：沈阳师范大学，2010：14-57.

[16] 刘庚，常素慧，张香东，等．乌苏里蝮蛇无冬眠和冬眠饲养的生长发育规律[J]．经济动物学报，2012，16(4)：202-205.

[17] Wei Y T，Mao H R，Liu Q H，et al.Lipid metabolism and microbial regulation analyses provide insights into the energy-saving strategies of hibernating snakes[J/OL]. Communications Biology，2025，8：45.https://doi.org/10.1038/s42003-025-07493-2.

[18] Wei Y T，Zhang Z X，Lin X H，et al.Seasonal plasticity in tryptophan metabolism provides new insights into physiological adaptation in snake hibernation[J/OL]. Ecology and Evolution，2025，15(9)：e72202.https://doi.org/10.1002/ece3.72202.

[19] 张艳珍，刘学锋，乔轶伦，等．华北地区扬子鳄室内控温冬眠的初步研究[J]．动物学杂志，2022，57(1)：29-39.

[20] 周娜，胡德夫，徐庆元，等．蟒蛇的人工饲养与繁殖技术[J]．蛇志，2006，18(4)：307-308.

[21] 刘军，钟福生，黄鹤．王锦蛇幼蛇的饲养与子一代的繁育试验[J]．经济动物学报，2005，9(1)：39-42.

[22] 吴卯斌．温室高效快速饲养五步蛇仔蛇的研究[J]．蛇志，2001，13(3)：79-80.

[23] 谭群英，郭天国，龚新国，等．眼镜蛇的人工驯养繁殖技术研究[J]．蛇志，2009，21(3)：183-186.

【责任编辑：严冬梅】