野生动物学报 Chinese Journal of Wildlife 2024,45(4):841－848



Chinese Journal of Wildlife
野生动物学报
http：//ysdw. nefu. edu. cn



城市动物园沉浸式展区设计探索
——以南京市红山森林动物园亚洲灵长区为例

钱泓宇[1#]，沈志军[2#]，崔中雨[1]，郭苏明[1*]

（1. 南京林业大学风景园林学院，南京，210037；
2. 南京市红山森林动物园，南京，210028）

稿件运行过程

收稿日期：2024－02－04
修回日期：2024－03－01

关键词：城市动物园；动物园设计；沉浸式展区；南京市红山森林动物园；亚洲灵长区

Keywords：Urban zoo；Zoo design；Immersive exhibition area；Nanjing Hongshan Forest Zoo；Asian primate zone

中图分类号：Q95-339；TU986

文献标志码：A

文章编号：
2310－1490(2024)－04－0841－08

DOI:10.12375/ysdwxb.20240417

摘　要

沉浸式展区是在动物园展区设计发展过程中形成的新型动物展示模式，能够有效提升动物福利及游客观展体验。以南京市红山森林动物园亚洲灵长区为研究案例，从动物生态友好、游客观感体验和园区管理高效3方面入手，深入探讨21世纪现代动物园沉浸式展区设计的方法和策略，以期在有限的空间中更好地展示野生动物的自然行为，提升科普教育、自然教育效果，为动物园沉浸式展区设计提供借鉴。

The Design Exploration of Urban Zoo Immersive Exhibit：An Example of the Asian Primate Zone of Nanjing Hongshan Forest Zoo

QIAN Hongyu[1#]，SHEN Zhijun[2#]，CUI Zhongyu[1]，GUO Suming[1*]

（1. College of Landscape Architecture，Nanjing Forestry University，Nanjing，210037，China；
2. Nanjing Hongshan Forest Zoo，Nanjing，210028，China）

Abstract：The immersive exhibition is a new type of animal display mode formed in the development process of zoo exhibition design，which can effectively enhance the animal welfare and visitors' exhibition experience. Taking the Asian primate zone of Nanjing Hongshan Forest Zoo as a case study，we started from three aspects，namely，animal ecological friendliness，visitor experience and perception，and efficient management of

基金项目：国家自然科学基金面上项目(32371940)

第一作者简介：钱泓宇(2001—)，女，硕士研究生；主要从事城市更新研究。E-mail:331231991@qq. com

#共同第一作者：钱泓宇；沈志军

*通信作者：郭苏明，E-mail:110605686@qq. com

the zoo and discussed the methodology and strategy of immersive exhibit design for modern urban zoos in the 21st century deeply to better displaying the natural behaviors of wild animals in the limited space and enhance the effect of popular science education and nature education, and provide the reference for the design of immersive exhibits in zoos.

现代动物园承担野生动物保护、科学研究、公众教育和休闲游憩4项社会职能。动物园的展出形式从最原始的笼舍式逐步向关注动物福利和增加对动物野外自然栖息地的展示发展[1]。20世纪70年代，欧美国家首先出现沉浸式展示的理念，其更加符合野生动物的生物学特征和生态习性，是动物园野生动物生态展示的较高级形态，这种形式的展区是将动物置于接近自然的环境中，并且让游客感受到自己也是野生动物展区中的一部分[2]。设计建造符合动物原生生境的展区环境，实现人与自然的和谐统一，是现代城市动物园发展的方向[3-4]。

目前，我国城市动物园老旧场馆较多，更新需求迫切，但国内动物园沉浸式展区设计的理念尚处于摸索尝试阶段，急需新的创意和完善的设计体系，以达到提升展示效果和动物福利的要求。本研究以南京市红山森林动物园亚洲灵长区为例，分析沉浸式展区的设计原则与设计思路，从动物生态友好、游客观感体验和园区管理高效3方面探讨现代城市动物园沉浸式展区设计策略，旨在为动物园沉浸式展区的设计提供借鉴。

1 亚洲灵长区沉浸式展区设计

1.1 沉浸式展区简介

沉浸式展区通过引入“景观沉浸”的概念，注重环境氛围、感同身受和同理心的营造，使游客产生“到动物家里做客”的参观体验，并对动物产生足够的尊重和情感[5]。通过引导游客的感觉系统和认知经验展开设计，展示丰富的动物行为、复杂多样的生态环境，模拟动物（鸟鸣、昆虫鸣叫等）及野外环境中的声音（水流、风声和植物摆动的声音等）、自然生态环境（野生动物、植物等）的味道、行走时地面肌理形成的触觉和环境温湿度的感觉，配合动物展区表达出的人文信息、动物信息和植物信息等共同形成直观感觉与沉浸式体验，它明显区别于旧有的笼舍式、背景式和生态式展区模式（图1）。



展出形式发展阶段一：笼舍式（原始笼舍）
Exhibition form development stage Ⅰ:
cage (original cages)

展出形式发展阶段二：背景式（初步丰容的笼舍，增加简单墙绘）
Exhibition form development stage Ⅱ:
background (initially enriched cages, adding simple wall paintings)

展出形式发展阶段三：生态式（充分丰容的笼舍，增加水池、假山等生态元素）
Exhibition form development stage Ⅲ:
ecological (fully enriched cages, adding ecological elements such as pools and rockeries)

展出形式发展阶段四：沉浸式（营造模拟动物野外生活环境）
Exhibition form development stage Ⅳ:
immersive (simulation of animal life in the wild)

图1 动物园展出形式发展阶段（沈志军 绘制）

Fig. 1 The stages in the development of zoo exhibit forms (Drawn by SHEN Zhijun)

目前，美国、日本、新加坡和澳大利亚等多个国家已经建立起比较完善的动物福利体系，对于沉浸式展区的设计也有许多优秀的案例值得借鉴学习。例如，美国亚特兰大动物园的猴子展区模拟非洲森林原生栖息地，在展区内部搭建人造藤蔓、树木及岩石，游客可在树冠中部观察动物行为；日本常盘动物园亚洲森林展区模拟还原苏门答腊岛天然森林栖息地环境，根据长臂猿运动的特性选择合适的乔木品种和树木排列组合的位置，游览路径环绕动物生活的岛屿，可为游客提供多样视角（案例资料来源于https://zoolex.org/gallery/）。

1.2　园区概况

南京市红山森林动物园亚洲灵长区位于园区东南部，毗邻猩猩馆、冈瓦纳展区，占地3 970 m²。该区域原为灵长2、3馆，饲养来自亚洲、非洲和南美洲的灵长类动物，展出方式为传统的水泥地铁笼，未模拟野外栖息地生态环境，较单调，动物内笼、后台操作间狭小而简单，未根据动物繁育、医治、饲养员办公、丰容制作以及饲料配制等动物饲养管理业务功能而设计工作空间。

2016年5月，动物园以提升动物福利、展示效果和饲养管理质量为目标，开始进行展区设计、建设，以热带雨林区、亚热带湿润季风区和暖温带区3个物候带为展示线索，展示7种亚洲不同生态地理环境中的灵长类物种：婆罗洲猩猩（*Pongo pygmaeus*）、白掌长臂猿（*Hylobates lar*）、东白眉长臂猿（*Hoolock leuconedys*）、北黄颊长臂猿（*Nomascus annamensis*）、北白颊长臂猿（*N. leucogenys*）、黑叶猴（*Trachypithecus francoisi*）和川金丝猴（*Rhinopithecus roxellana*）。如今，亚洲灵长馆已形成了较好的空间格局，塑造了多个具有典型特征的亚洲生境风貌，为动物提供了较为舒适的生活环境，并向游客传递了原生态栖息地环境信息。

1.3　设计原则

1.3.1　动物生态友好

1.3.1.1　提高展区空间利用率

南京市红山森林动物园作为中型尺度的城市动物园，不适合散养动物展示，但通过竖向设计可以实现沉浸式展区的效果且便于游客游览整个园区[6]。充分利用垂直空间，在展区中合理搭建栖架、软梯和吊绳，既能让灵长类动物展示其自然的攀爬、跳跃行为，也能有效提高空间的利用率[7]。为了使不同物种表达其自然行为，满足动物的生理和行为需求，展示空间的功能应根据空间尺度、基质等多种因素设计。

1.3.1.2　营造野外栖息地生态环境

模拟物种野外栖息地生境的展区更易于让游客对动物产生积极正向的情感联结[1]，能给游客营造置身于生态系统中的游览体验。同时，建成后的沉浸式展区能够体现城市生态友好原则，为本土野生动物，如鸟类、爬行动物和小型兽类等提供栖息、繁殖的生存空间，以此形成展区内外动物的共享发展空间。

1.3.1.3　提升动物福利

在精心设计的展区与合理布设的环境丰容中，动物行为会变得更加自然多样，这是提升动物福利、保障动物身心健康的有效方式。丰容能刺激动物自然行为的发生，从而有效提高动物健康管理水平和效率，丰富游客体验，有助于保育项目的成功实施[8-9]。具体的丰容实践包括营造丰富多样的空间环境、提供攀爬栖架和玩耍设施、改变饲料类型和饲喂方式、增加感官刺激物、提供合理的社交环境以及为动物创造学习机会等[10]。

1.3.2　游客观感体验真实

1.3.2.1　流畅丰富的参观路线

沉浸式展区的设计能够满足游客的游览需求，包括交通便捷、观展清晰和信息精确。合理的展区线路设计是保证游客通畅观展的前提。

1.3.2.2　身临其境的氛围

沉浸式展区关注游客的心理状态，通过环境营造来刺激游客的感官系统和情绪系统。使用植物、小品和铺装材料丰富游览环境，把动物展区元素扩展到游客活动区，将动物展出区与游客活动区的自然环境相融合，减少人工痕迹，可通过假山、塑石和植物等元素隐藏管理设施及设备，以提升展区沉浸感，力求为游客营造身临其境的游览感受。

1.3.2.3　寓教于乐的信息传达

动物园作为科学研究和物种保护的重要场所，在向游客传达科普教育信息时，尽可能摒弃模式化的文字叙述，以丰富多元的形式介绍动物的背景信息与环境保护理念，引导游客在展区内驻足、观察和思考。

1.3.3 园区管理措施高效

1.3.3.1 保障动物、游人与管理者安全

在动物园中，安全为第一要务，在设计中需保障动物与动物、动物与游人、动物与管理者之间的安全问题。具体体现为保障展区中管理者操作通道的规范便利，保障管理者饲养、清理和训练的充足空间，保障隔障设计符合展出动物生物学特性等[11]。

1.3.3.2 隐蔽管理者行为

当员工操作通道与动物转移通道、游客通道之间存在交叉时，既要考虑三方安全，也要注重隐蔽管理者行为，如当转运动物废弃物时，应避免打破游客沉浸式体验氛围，防止给游客带来心理不适。

1.3.3.3 进行正强化行为训练

在传统动物园展区中没有设计转移笼和隔离笼，管理者往往采用物理保定甚至麻醉的方式对动物进行体检和转移等。这不仅会对动物的身体造成一定伤害，也不利于动物与管理者之间建立良好的关系。现代动物园通过实施正强化为主导的动物行为训练，来减少日常饲养管理操作和兽医治疗过程中的动物应激反应。

1.4 展示要求

沉浸式动物展区设计要求符合野生动物的生物学特征和生态学习性，需要多学科专业背景的园区管理者、动物饲养员、兽医、动物科普老师以及动物学、生态学、建筑学和风景园林学等相关领域的专家共同参与。

2 亚洲灵长区设计实践

2.1 空间布局

亚洲灵长区以步梯和电梯为出入口，分为温室展区、动物外运动场、动物内舍和非展示区域，通过游客参观通道将数个不同大小和风格的动物外运动场串连（图2）。此外，园内还设置安静、整洁的非展示区域以便动物保育，满足动物不被游客参观、打扰的需求。温室展区设置动物喜爱的活动场所和隐蔽空间，为动物提供舒适的气候环境。在动物外运动场中，使用树桩、原木和老树根等多种材料，构建一套丰富而坚固的攀爬栖架。这些高低错落的栖架不仅提高了展示空间的使用效率，还为灵长类动物提供了通过占据不同高度来展示其社群地位的保障[12]。



图2 南京市红山森林动物园亚洲灵长区空间分布及游线设计图（沈志军 绘制）

Fig. 2 Nanjing Hongshan Forest Zoo Asian primate zone space distribution and tour route design (Drawn by SHEN Zhijun)

在动物展示模式的设计上，亚洲灵长区温室展区设置多处玻璃橱窗，游客能直观清晰地观察动物。动物外运动场使用黑色钝化不锈钢绳索软网，既减轻视觉障碍，也弱化了游客与动物之间的隔障，避免电网、壕沟等隔障对动物造成的恐惧。

2.2　生境营造

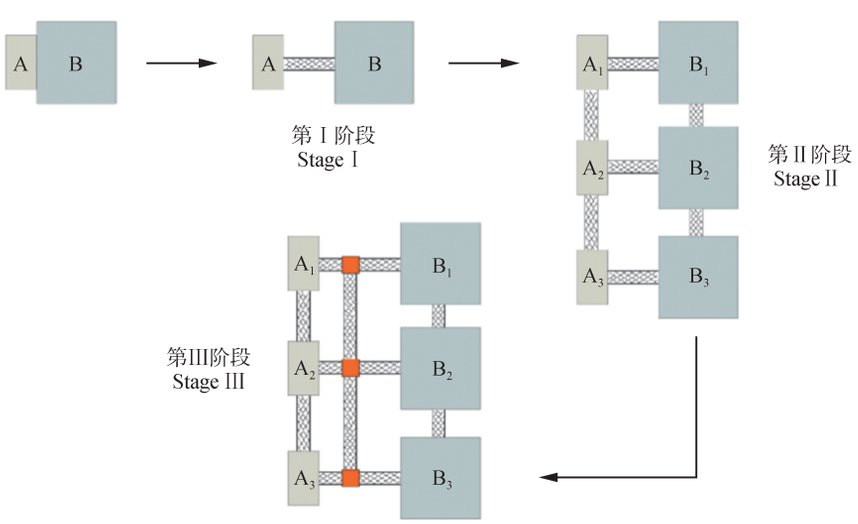
亚洲灵长区以亚洲灵长类动物及其栖息地作为展示主题，在展示动物的同时还需模拟动物生存的野外栖息环境。从来自热带雨林中的白掌长臂猿到来自亚热带地区的北白颊长臂猿、黑叶猴，再到来自温带地区的川金丝猴等，每个展区都会依据不同动物的原生生境进行沉浸式塑造。在自然空间的表达上，温室展区采用自然的地面、植被和仿自然岩石形态的崖壁作为空间边界，相对弱化了展区的人工痕迹。为了更加符合原生栖息地的生态环境，在温室展区内结合丰富的陆生、水生植物设计丛林、溪流和水池，营造热带雨林氛围。在展区中用自然木材搭建栖架，用麻绳与布带缠绕其间，满足灵长类动物的攀缘需求。在气候调节上，亚洲灵长区设计了可调节气温和光照的温室展区，室内安装空调与新风系统以调节温度及空气质量，利用天井和天窗调节光照，而动物外运动场则更接近野生环境。在植物搭配上，亚洲灵长区内配置了丰富多样的亚洲热带植物，较多采用常绿阔叶且具有雨林代表性的植物，也有攀缘、寄生和附生等植物类型，选取棕榈科（Arecaceae）、桑科（Moraceae）、凤梨科（Bromeliaceae）、兰科（Orchidaceae）和紫茉莉科（Nyctaginaceae）植物来强化展区的植物风格特色。

2.3　新兴技术应用

南京市红山森林动物园作为国内理念先进、追求创新的动物园，在展区设计中运用了新的技术手段。

2.3.1　并联式分配通道的使用

并联式分配通道的发展经历了3个阶段。第Ⅰ阶段为室内到室外一一对应；第Ⅱ阶段发展到多个单元串联，动物转移需要借用其他动物的卧室或者客厅；第Ⅲ阶段发展为并联式分配通道，动物可以在不打扰邻居动物的情况下通过通道转运至其他空间[13]（图3）。



A．室内笼舍；B．室外展区。

A．Indoor cage；B．Outdoor exhibit.

图3　并联式分配通道的发展阶段（沈志军 绘制）

Fig. 3　The stages of development of parallel distribution channels（Drawn by SHEN Zhijun）

亚洲灵长区的设计使用了并联式分配通道，全长150 m，将13个动物内舍、3个温室展区、8个动物外运动场和6个非展示区域以环形通道的形式连接起来，通过枢纽控制使每个动物家庭都可以到达任何一个动物外运动场，为动物转移提供了更多的选择路径（图4）。

2.3.2　大树环套的技术突破

南京市红山森林动物园首创“大树环套”技术，突破了原有动物外运动场顶部封闭网对现有植被破坏的局限。环套外环承载了不锈钢顶网的重量，内环紧紧环抱树干，不仅能防止幼年动物从缝隙处逃逸，还能随着树干的生长而扩大，不至于箍死大树。环套技术既维持了树原有的树形，保持景观效果和生态功能，不影响树的正常生长，又实现了网顶的封闭性和完整性（图5）。

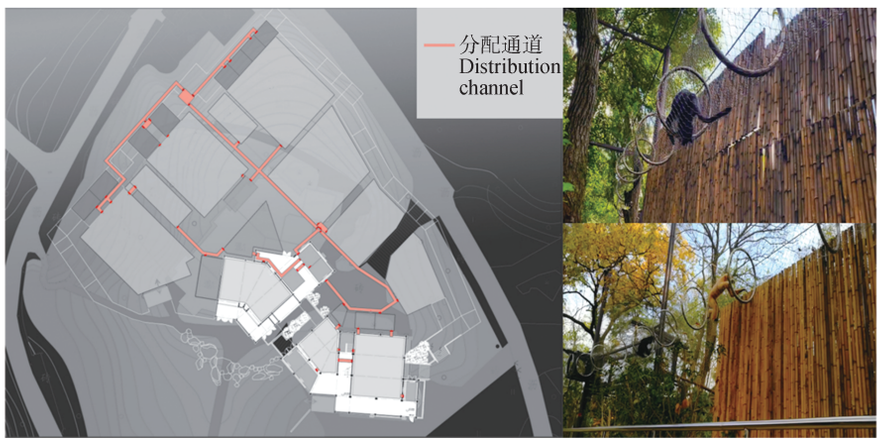


图4 亚洲灵长区并联式分配通道示意图(沈志军 绘制)

Fig. 4 Schematic diagram of parallel distribution channel in the Asian primate zone(Drawn by SHEN Zhijun)

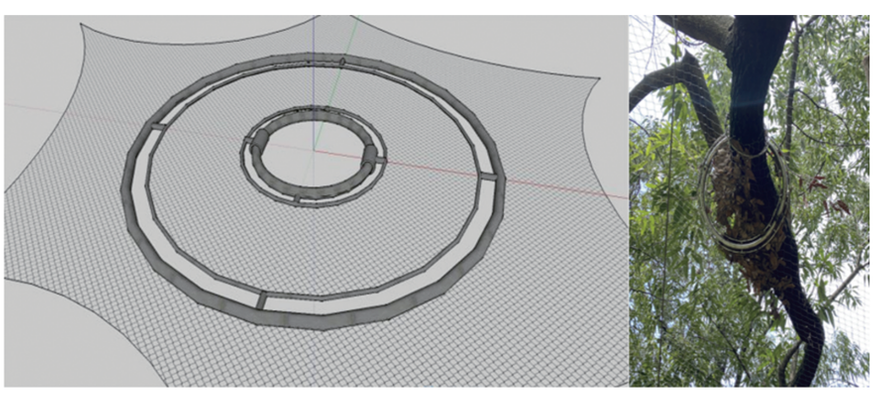


图5 亚洲灵长区大树环套示意图(沈志军 绘制)

Fig. 5 Schematic diagram of large tree ring loop in the Asian primate zone(Drawn by SHEN Zhijun)

3 展示效果评价

3.1 动物福利

亚洲灵长区的设计满足了灵长类动物灵活多变的活动需求,动物有内舍、外运动场和温室展区等多个活动区域。展区结合了现有地形环境,设计了高度达到9 m的室内温室展厅,灵长类动物有活跃于灌丛、栖架、枝干、绳索和软梯等多种空间的选择。动物外运动场则更加宽阔,接近于自然生态环境,动物可以自由选择喜爱的树丛、岩石和水边等活动地点。

3.2 游客体验

亚洲灵长区的设计中考虑了室内展厅的近距离观察区域、小型观察屋连接动物外运动场的展厅区域和露天的户外观察区域,整体参观路线实现了室内和户外串联,为游客提供了在室内细致观察动物和在户外感受栖息地风貌的多角度体验。户外木栈道提高了游客户外位置,使游客能更近距离捕捉动物在空中跳跃的灵活姿态,同时,将南京本土树种与灵长类动物原生栖息地植被相结合,打造出充满丛林氛围的"树冠层之旅"(图6)。

亚洲灵长区将动物科学家野外考察的场景融入到参观游线之中,通过展示野外科考情景,并在展区中搭建东南亚风情木亭,悬挂传递人文信息的图腾和当地风情布艺,以及放置供儿童体验灵长类动物生活习性的趣味小品构筑,将人类研究野生动物野外行为、了解野生动物生活环境和重新思考人—自然—野生动物三者之间关系的信息传递给公众。

为了向游客展示更多的动物行为,动物园通常会采取一定的设计策略引导动物活动。选择性地设计观察窗的位置,在便于游客观察的地点设置适当的丰容物,如动物喜爱的食物与玩具,调节适宜的温度、湿度和气味等,并在充分尊重动物自主选择的前提下灵活调节动物行为展示的地点,能更加清晰地向游客展示动物信息。



图6　南京市红山森林动物园亚洲灵长区展示效果（沈志军 拍摄）

Fig. 6 The effect of the display of the Asian primate zone, Nanjing Hongshan Forest Zoo (Photoed by SHEN Zhijun)

3.3　园区管理

亚洲灵长区的设计要便于展区更新和维护的统一管理，便于动物饲养和保育工作的顺利开展。展区对动物的健康进行定期管理，并安排正强化行为训练。训练中常用的工具为响片、目标棒和训练包，常用的强化物为水果、花生和坚果。展区内设置正强化行为训练展示区，展示内容有称体质量、做B超、测量血压、采血、检查牙齿和身体部位（图7）。以前动物需要麻醉后才能进行身体检查，而现在动物能配合检查，并能与饲养员默契合作做行为展示。日常饲养管理操作和兽医体检、治疗工作通过动物行为训练后变得更加容易且有效减少了动物应激反应。

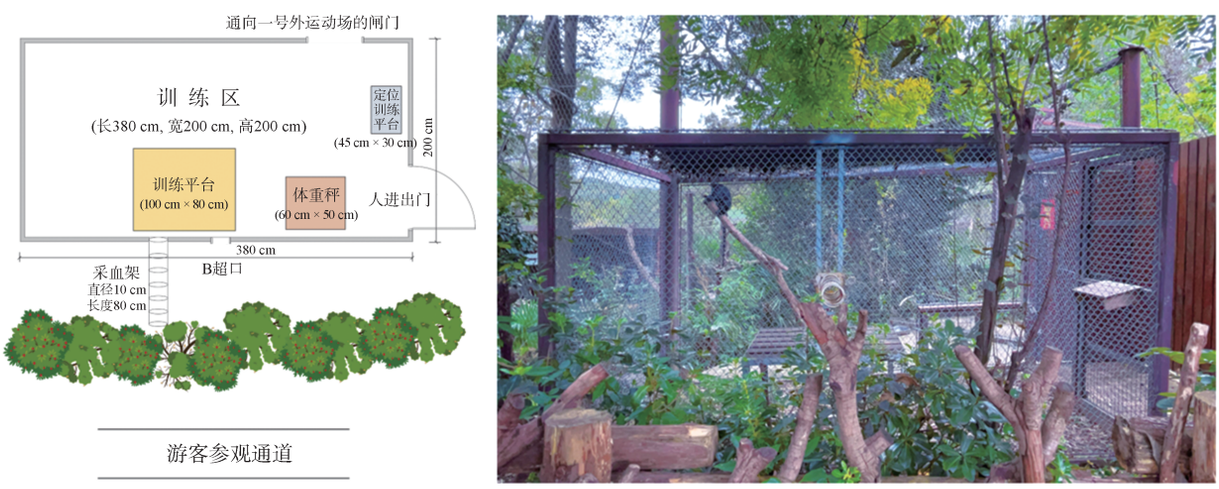


图7　南京市红山森林动物园亚洲灵长区正强化行为训练展示区（沈志军 绘制、拍摄）

Fig. 7 Nanjing Hongshan Forest Zoo Asian primate zone positive reinforcement behavioral training exhibition area (Drawn and photoed by SHEN Zhijun)

4　总结与展望

在事业单位背景的城市动物园传统的管理体制下，南京市红山森林动物园不断鼓励员工探究钻研野生动物自然史以及保护领域的各门学科，从而科学、高效地营造满足动物需求的展区环境，不断完善健全考核、激励机制，坚持创新、坚持专业、坚持动物福利，为撬动国内城市动物园改革创新起到积极带头作用。

南京市红山森林动物园学习世界先进的动物园理念和方法，并通过动物展区设计、行为管理付诸实践。园内亚洲灵长区以最大程度提升动物福利为目标、以动物栖息地风貌特色为线索展开设计。在充分满足野生动物、游客及管理者需求的同时，通过传

递动物信息、栖息地特征和风土文化等来提升游客的观展体验，以强化动物展区自然保护教育的作用。同时，在动物展区设计、运营和管理过程中，引入先进的技术来进行丰容实践，提升动物福利。

亚洲灵长区自改造以来，展区设施不断完善，动物福利水平不断提高。然而，动物展出运营维护所需的用电量、水量及燃油使用量逐年递增。南京市红山森林动物园积极探索低碳发展路径，通过改造锅炉、回收再利用动物粪便和废弃物等措施积极推动园区可持续发展，但详细数据还需收集分析，绿色可持续发展路径需进一步梳理研究。

现代动物园在城市人群与野外自然之间架起了一座桥梁，让人们能更好地了解自然、了解野生动物和生物多样性。现代动物园的发展需要创新与突破，综合多学科联动，保持开放、交流，从而更好地承担起现代动物园的社会职能。

参考文献：

[1] 牛牧菁. 从保护心理学角度探讨动物园沉浸式展示设计[J]. 风景园林, 2021, 28(2): 103-108.
NIU M J. Discussion on zoological park immersive exhibit design from the perspective of conservation psychology[J]. Landscape Architecture, 2021, 28(2): 103-108.

[2] 康兴梁. 动物园规划设计[D]. 北京：北京林业大学, 2005: 45.
KANG X L. Planning and design of modern zoos[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2005: 45.

[3] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 动物园设计规范：CJJ 267—2017[S]. 北京：中国建筑工业出版社, 2017.
Ministry of Housing and Urban-Rural Development of the People's Republic of China. Code for design of zoo: CJJ 267-2017[S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2017.

[4] 刘洁灵. 基于沉浸式景观的城市动物园设计研究：以西宁青藏高原动物园为例[D]. 北京：北京林业大学, 2021.
LIU J L. Study on urban zoo design based on immersive landscape: a case study of Xining Qinghai-Tibet Plateau Zoo[D]. Beijing: Beijing Forestry University, 2021.

[5] 张恩权, 李晓阳, 古远. 动物园野生动物行为管理[M]. 北京：中国建筑工业出版社, 2018: 8.
ZHANG E Q, LI X Y, GU Y. Behavior management of wild animals in captivity[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2018: 8.

[6] 沈实现. 城市动物园景观设计新趋势与实践探索[J]. 园林, 2023, 40(6): 114-120.
SHEN S X. New trend and practice of urban zoo landscape design[J]. Landscape Architecture Academic Journal, 2023, 40(6): 114-120.

[7] 徐翊军. 沉浸式植物景观在动物展区内的应用：以南京市红山森林动物园猫科馆为例[J]. 园林, 2020, 37(6): 64-69.
XU Y J. Application of immersive plant landscape in animal exhibition area: taking the feline museum of Hongshan Forest Zoo in Nanjing as an example[J]. Landscape Architecture Academic Journal, 2020, 37(6): 64-69.

[8] 于学伟. 动物园环境丰容的基础与原则[J]. 野生动物, 2012, 33(2): 97-99; 107.
YU X W. Basis and principle of environmental enrichment for zoos[J]. Chinese Journal of Wildlife, 2012, 33(2): 97-99; 107.

[9] 张恩权, 李晓阳. 图解动物园设计[M]. 北京：中国建筑工业出版社, 2015.
ZHANG E Q, LI X Y. Graphic zoo design[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2015.

[10] 田秀华, 张丽烟, 王晨. 动物园环境丰容技术及其效果评估方法[J]. 野生动物, 2007, 28(3): 64-68.
TIAN X H, ZHANG L Y, WANG C. Environmental enrichment technique of zoos and methods of estimation[J]. Chinese Journal of Wildlife, 2007, 28(3): 64-68.

[11] 喻文义. 三元友好性视角下的城市动物园动物展区设计研究：以重庆动物园为例[D]. 重庆：四川美术学院, 2021.
YU W Y. Study on the design of animal exhibition area in urban zoo from the perspective of ternary friendship: take Chongqing Zoo as an example[D]. Chongqing: Sichuan Fine Arts Institute, 2021.

[12] 代琦, 郭红梅. 动物友好理念与环境丰容设计：上海动物园乡土动物展区丰容设计研究[J]. 中外建筑, 2020(7): 125-128.
DAI Q, GUO H M. Animal friendliness concept and environmental capacity design: study on capacity design of local animal exhibition area of Shanghai Zoo[J]. Chinese & Overseas Architecture, 2020(7): 125-128.

[13] 张恩权. 应用分配通道提高动物园场地利用率[J]. 野生动物学报, 2021, 42(2): 512-516.
ZHANG E Q. Increasing the functionality of zoo land area through creation of distribution trails[J]. Chinese Journal of Wildlife, 2021, 42(2): 512-516.