



## 关键技术与管理创新 Key Technologies and Management Innovations

## 大熊猫剥制标本制作及技术方法改进

卢笛, 李辉\*, 陈希鑫, 林峻, 张成林, 郑由增, 赵岩, 普天春

(北京动物园, 北京 100044)

## 稿件运行过程

收稿日期: 2025-06-16

修回日期: 2025-12-28



关键词: 大熊猫;

剥制标本;

皮张鞣制;

假体塑刻;

3D扫描打印

Keywords: Giant panda (*Ailuropoda**melanoleuca*);

Taxidermy;

Leather tanning;

Prosthesis molding;

3D scanning and printing

中图分类号: Q95-34

文献标志码: A

文章编号:

2310-1490(2026)-01-0152-07

DOI: 10.12375/ysdwxb.202506011

## 摘要

动物标本,特别是大型动物剥制标本制作,是生物多样性保护中的一项重要基础性工作,对珍稀特有物种的保护、科学研究和科普教育等具有重要价值。本研究基于一只圈养条件下自然死亡大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)的标本制做过程,较详细地介绍了标本的现代制作流程与技术改进。制作流程主要包括皮张前期处理、低温鞣制、假体塑刻、整形修补,以及应用3D扫描打印技术对标本口腔部位进行精细化塑造等。通过集成并优化皮张鞣制低温处理、假体制作及数字化成型等现代技术,提高了标本制作质量,不仅高度复原了动物生活时的真实体态,而且延长了标本保存时间,从而更好地发挥其科研与展示价值。本方法可为大型动物剥制标本的制作提供技术参考。

## Preparation of Giant Panda Taxidermy and Improvement of Technical Methods

LU Di, LI Hui\*, CHEN Xixin, LIN Jun,

ZHANG Chenglin, ZHENG Youzeng, ZHAO Yan, PU Tianchun

(Beijing Zoo, Beijing 100044, China)

**Abstract:** The preparation of animal specimens, particularly the taxidermy of large animals, is an important basic work in biodiversity conservation, which is of great value to the protection of rare and endemic species, scientific research, the popularization of science education. Based on a giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) that died naturally in captivity, the comprehensive taxidermy preparation process and technical improvement were introduced in detail. The process mainly includes skin pre-processing, low-temperature tanning of hides, prosthesis molding and carving and plastic repair, and the application of 3D scanning and printing technology for fine shaping of the oral parts of the specimen. Through the integration and optimization of modern taxidermy preparation techniques and

第一作者简介: 卢笛(1991—),女;主要从事标本制作工作。E-mail: 939570218@qq.com

\*通信作者: 李辉, E-mail: 13911812252@163.com

methods such as low-temperature treatment of leather tanning, prosthesis preparation and 3D digital molding, the quality of taxidermy preparation is improved, which is not only highly restores the real state of the animal in life, but also prolongs the preservation time of the specimen, so as to better display its scientific research and display value. The method outlined in this study could provide a technical reference for the preparation of taxidermy of large animals.

动物剥制标本是对动物生前生活状态的复原,是长期保存动物生存时期形态的一种方式。传统制作工艺通常仅对动物皮张进行简单去脂与修整,随后使用稻草、竹丝和木丝等材料填充后缝合完成<sup>[1]</sup>。此类工艺较为简单,所制标本容易干裂、掉毛或变形,保存时间也相对较短。随着新技术、新材料和新工艺等的不断发展,标本制作技术持续提升。我国大型动物标本制作技术虽源于传统技艺,但随着工艺技术与新材料的不断融合创新,目前已实现长足进步。

现代剥制标本制作技术通过改良皮张鞣制工艺,提升了皮张的延展性;同时,拓展了假体材料与成型方式,提升其结构精细度,并增加了皮张与假体的贴合程度。这些改进既保持了皮张的完整性,又生动再现了动物的姿态、肌肉轮廓等形态细节,形神兼备,更好地体现了动物的生命活力<sup>[2]</sup>。

北京动物园前身为清代农事试验场中的万牲园,为国内首次成功繁育大熊猫(*Ailuropoda melanoleuca*)的动物园<sup>[3]</sup>,在动物标本制作方面有着悠久的历史,是我国北派动物剥制标本技艺的发源传承之地<sup>[4]</sup>。近年,北京动物园一只老年雄性大熊猫自然死亡,兽医院剥制室人员运用现代标本制作技术,将其制成剥制标本。本文较详细地介绍了该标本的剥制流程,并重点阐述了制作过程中所采用的技术改进与提升措施。

## 1 标本制作前的材料与工具准备

### 1.1 主要材料

鞣制材料:氯化钠、杀菌剂、铝鞣剂、加脂剂、柠檬酸、甲醛和小苏打等。

假体制作材料:聚氨酯发泡剂、钢筋、铁丝、木板托、AB塑钢泥、雕塑泥、丙烯颜料、义眼和通用光敏树脂光固化材料等。

### 1.2 主要工具

医用解剖器械、削皮刀、软尺、外卡尺、老虎钳、锤子、锉刀、吹水机、泥塑工具、缝合针、缝合线、固定长钉、3D扫描仪(Artec Leo;Artec 3D,Luxembourg)和3D打印机(HALOT RAY;创想三维,中国)等。

## 2 标本制作前的形态数据测量

为探究死亡原因,本研究对死亡大熊猫进行了必要的解剖。在此基础上,标本制作团队为满足假体制作需求,对其形态关键数据进行了系统测量,旨在为后续假体模型的精准构建提供数据基础。测量在解剖过程中同步进行。技术人员使用软尺、外卡尺等工具,对标本体侧面、背面和头面部进行了测量。体侧面测量指标包括体长、颈长、肩高、胸围、腹围、腰围、前肢围、臀高和后肢围等(图1A);背面包括肩宽、腰宽、腹宽和臀宽等(图1B);头面部包括两眼距离、眼鼻距离、两耳距离和耳间距等(图1C)。测量数据的准确性直接决定了假体与皮张结合的精准程度。

## 3 皮张处理

### 3.1 剥皮及脱水

剥皮操作遵循以下顺序:由颈部下颌处开口,沿胸腹中线向尾部延伸并切开至四肢,再逐步向两侧剥离皮张。

剥离头部时,先紧贴头骨切断耳根部,待头部整体剥离后再翻开耳部,仔细去除其内残留的肌肉及软骨组织。处理面部需格外谨慎,尤其是眼睛、鼻孔及口腔周边区域,应避免产生破口。

皮张整体剥离后,需进一步剔除附着于皮下的残余肌肉、脂肪等组织。鉴于后续皮张在干燥过程中会发生收缩,破口位置易出现撕裂进而影响标本的最终观赏效果,故在剥皮、去除多余组织过程中应竭力保持皮张的完整性。

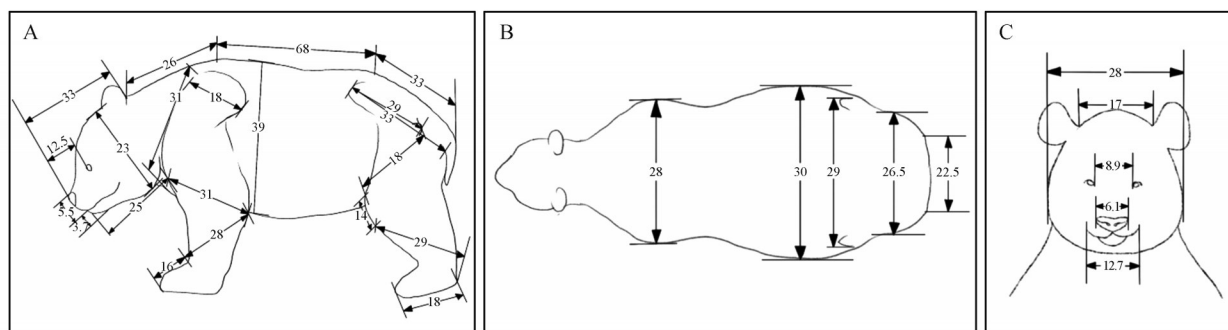


图1 大熊猫体侧面(A)、背面(B)和头面部(C)测量数据(陈希鑫 绘制;单位:cm)

Figure 1 Measurement data of the side view (A), back view (B) and head and facial region (C) of the giant panda (Drawn by CHEN Xixin; Unit: cm)

完成上述清理后,开始进行皮张脱水。将皮张内侧打开向上,平铺至最大面积,然后均匀涂抹氯化钠覆盖内侧,厚度需达2~3 cm,并确保所有部位(尤其是耳廓内侧及口腔边缘)均被充分覆盖(图2)。脱水过程持续2 d,每日需更换氯化钠以保证脱水效果。此步骤的目的是去除皮张内残留的水分和组织液,减缓微生物降解,发挥初步防腐作用。



图2 皮张的脱水处理

Figure 2 Dehydration treatment of the skin

### 3.2 皮张回软

由于皮张在脱水过程中变硬,需进行回软处理以恢复其柔韧性。

**回软液配制:**按1 000 mL水加入27.5 g氯化钠和0.5 mL甲醛的比例配制。回软液用量以能完全浸没皮张为宜。

**回软操作:**将脱水变硬的皮张完全浸入回软液中。由于个体皮张的性质及脱水程度存在差异,浸泡过程中需定时检查其状态。回软完成的标准是皮张恢复至接近刚剥离时的柔软度。

### 3.3 皮张酸化处理

酸化处理的目的是适度破坏皮张中的纤维组织,以增加其柔软性。该过程包括削皮、浸酸、去薄和酸碱中和4个步骤。

(1)削皮:浸酸前,需将皮张上多余脂肪、血管和淋巴管等皮下组织尽量剔除,保留约0.5 cm厚的真皮层。

(2)浸酸:此工序具有良好的杀菌和固毛作用。按1 000 mL水加入100 g氯化钠和35 g柠檬酸的比例配制浸酸液,其pH为1.9~2.1,水温约35℃。将刮削好的皮张浸入浸酸液中,浸泡48 h。在浸酸过程中,需要不时用搅棍搅动皮张以促进渗透,并每隔12 h检测一次pH,若pH升高,应及时补充柠檬酸使其降到合适范围。

(3)去薄:在浸酸期间,可同步对皮张进行进一步的刮脂与削薄处理,使其最终厚度在0.3 cm左右,并尽量使皮张平整,厚薄均匀。

(4)酸碱中和:浸酸处理后的皮张由于酸性过强还需进行酸碱中和。按1 000 mL水加入25 g小苏打的比比例配制碱化溶液。将皮张浸泡至碱化溶液中20~35 min,待溶液pH达到6~7时取出,用清水充分冲洗,沥干约10 min,完成鞣制前的准备工作。由于不同皮张的厚度、毛发长度等存在差异,实际操作中需随时观察皮张状态并监测pH以调整浸泡时间<sup>[5]</sup>。

### 3.4 皮张鞣制

鞣制是皮张处理的最后一道工序。本研究中大熊猫皮张采用低温鞣制:先用毛刷将铝鞣剂均匀涂刷在皮张内面,待其充分渗入后,再涂抹加脂剂。此过程的目的是在真皮纤维之间增加一层覆盖性油膜,以提升皮张的延展性,并降低其在干燥过程中发生撕裂的风险。随后,将处理后的皮张毛发面向外

对折,置入塑料袋内密封,5℃冷藏存放12 h。之后,将皮张取出置于通风干燥处,用干毛巾吸干或用吹水机吹除毛发面析出的冷凝水分,至皮张内面湿润而毛发面无明显液体渗出为止。至此,皮张处理全部完成。

## 4 假体模型制作

### 4.1 姿态设计

姿态设计是动物剥制标本制作过程中的重要环节,所设计的体态需同时体现科学性(符合动物生活习性)和艺术性。通常,姿态越生动、动势越强,假体的制作难度越高。本次为大熊猫标本设计的姿态为从坐姿正欲起身的动势。为真实体现标本动势,制作人员通过反复观察园内活体大熊猫行为举止,并参照大熊猫日常生活照片及视频,使用雕塑泥按照1:15的缩小比例制作了泥塑小样(图3),作为后续假体制作的形态依据。



图3 大熊猫的泥塑小样

Figure 3 A clay model of a giant panda

### 4.2 头部模型制作

传统头部模型主要依据测量数据手工雕刻而成,要求制作者具备一定的雕刻功底,并对动物头部解剖结构十分熟悉。该方法不仅操作难度大,且受人为因素影响较大。为更精准地还原标本头部的尺寸和各部分的比例,本研究采用翻模技术进行制作。

首先,将剥离的头骨经水煮剔除残留的肌肉、眼和脑等组织,获得完整干净的头骨(图4)。之后,用雕塑泥在头骨上还原肌肉结构,制作出翻模用的模具。再将聚氨酯发泡剂注入模具中,待其固化后脱

模,得到初步的头部发泡模型,再使用雕塑工具对其细节进行修整。



图4 大熊猫标本的头骨

Figure 4 The skull of a giant panda specimen

由于常规商品动物口腔模型对大熊猫剥制标本不适用,本次采用3D扫描打印技术辅助制作。首先,使用3D扫描仪对大熊猫头骨模型进行数字化采集,随后通过三维设计软件对口腔结构进行单独分割与形态优化。然后,使用适配光敏树脂的3D打印机,对优化后的数字化口腔模型进行实体打印(图5)。接着,将打印好的口腔模型与原头骨进行比对并精细修整。最后,参照活体口腔的真实颜色进行上色处理,完成头部模型的全部制作。



图5 3D打印的大熊猫标本口腔模型

Figure 5 3D printed oral model of the giant panda specimen

### 4.3 身体模型制作

身体模型的制作直接决定了标本外观形态的最终呈现效果。在制作过程中,既要符合前期姿态设计,还要考虑皮张的贴合与后期收缩的适合度,以防

止标本在保存中因皮张收缩不均而发生胀裂。本次标本姿态为“从坐姿正欲起身”，与常规四肢直立的姿态不同，需特别考虑大熊猫在姿态转换中的尺寸变化。因此，选用聚氨酯发泡剂作为假体制作的材料。该材料具有无毒无味、强度适宜、质地轻便、不吸水和易雕刻等优点，相较于其他材料更适用<sup>[6]</sup>。具体制作步骤如下：

**初步塑形：**将已成型的聚氨酯发泡材料堆叠成符合泥塑小样（不含头部）的整体造型。

**内部加固：**切割合适长度的钢筋插入造型关键部位，并将其串联为整体骨架，随后使用聚氨酯发泡剂黏合固定。

**粗雕成形：**根据前期测量的形体数据，对发泡造型进行雕凿，初步得到符合姿态设计的身体模型。

**头身结合：**将制作完成的头部模型与身体模型进行结合，使用聚氨酯发泡剂填充结合处及形态不饱满的区域（图6）。



图6 大熊猫标本假体模型侧面

Figure 6 Side view of the artificial model of the giant panda specimen

**精细修整：**对整体假体进行精细修整，雕刻出准确的肌肉纹理。

在修整头部模型时，需先将口腔模型和义眼安装至预留位置。随后，使用AB塑钢泥完善眼周、鼻部和口腔边缘的细微结构，并用雕刻刀勾勒出肌肉纹理。在整体调整过程中，需多次将处理好的皮张试套在假体上，以反复校验并确保二者达到最佳的贴合状态。

## 5 缝合与整形

### 5.1 试皮与准备

在皮张鞣制与假体模型制作均完成后，于正式

缝合前，需进行最终的试皮操作，即通过初步套合与整体比对，系统性校验皮张与假体在所有关键部位的尺寸匹配度与轮廓贴合度，并确认动物姿态符合设计，以保障后续缝合与整形工作能够顺利进行。

### 5.2 皮张缝合

经试皮确认匹配后，即可开始正式缝合。首先在假体表面均匀涂抹一层黏合剂，以增加皮张与假体的贴合度。然后，依头部、背部至四肢的顺序将皮张套合于假体上，并参照测量数据校准皮张各部位位置。套合后，用长针依次固定头部、颈部、肩部、四肢关节和躯干等关键点，防止缝合时皮张移位。缝合操作自四肢远端掌部起始，先完成四肢内侧缝合，再由下颌沿腹中线缝合至尾部结束。过程中，可用湿毛巾覆盖头部眼、口和耳周缘的皮张，防止其干燥，以保证后续整形效果。

### 5.3 整形

面部皮张整形是决定标本神态与生动性的关键。整形时需格外注重眼、鼻等薄弱部位的处理，这些部位皮肤较薄，宜选用更细小的针具进行皮张边缘的固定与塑形（图7）。待眼部皮张位置稳固后，使用AB塑钢泥塑造眼角等细节，并用丙烯颜料着色，可适量使用模型光油剂增加瞳孔部位的反光度，以达到真实生动的效果。



图7 大熊猫标本的面部整形效果

Figure 7 Facial plastic effects of giant panda specimen

### 5.4 残缺部位修复

由于大熊猫生前接受过B超检查、输液等治疗，其体表部分区域的毛发被剃除。因此，在标本整形

完毕且皮张毛发彻底干透后,需对缺失毛发的部位进行修复。为确保修复效果的真实与和谐,修补材料直接取自标本本体。在不影响整体外观的前提下,优先采集颜色匹配且位置隐蔽(如臀部、腋下等)的毛发。在收集毛发时,先用镊子夹住毛发根部并用剪刀分离,再将分离下的毛发修剪为适当的长度与朝向,将白乳胶涂抹于毛根部,按由外向内的顺序依次贴合缺毛部位<sup>[7]</sup>。若修补后新加毛发的颜色与周围原有毛发存在色差,可进行局部补色。

在处理脚掌表皮破损部位时,需先将翘起的皮肤边缘打磨平整,再使用AB塑钢泥填补缺损区域并塑形,最终参照健康脚掌肉垫的自然形态与纹理等进行雕刻和着色(图8)。至此,标本制作完成(图9)。



图8 大熊猫标本的脚掌整形

Figure 8 Foot shaping of giant panda specimen

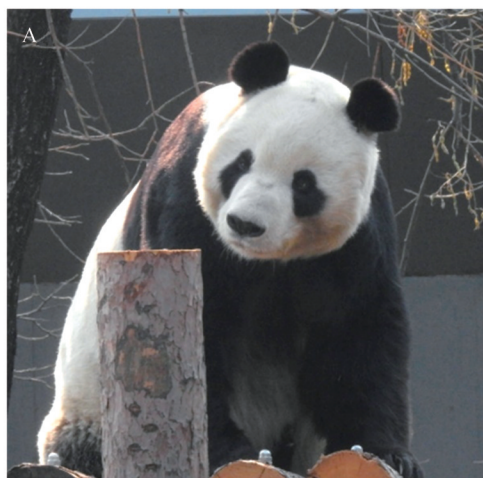


图9 大熊猫生活时期照(A)和剥制标本照(B)

Figure 9 Photos of the giant panda during life period (A) and the taxidermy (B)

## 6 标本制作质量的改进与提升

### 6.1 鞣制技术的改进

传统剥制技术常采用生皮防腐法,所制标本在长期保存中易出现干裂、掉毛和变形等问题。因此,现代标本制作已普遍转向鞣制工艺。生皮法的局限主要在于:其一,生皮收缩率高,难以精细呈现动物形态细节;其二,其稳定性差,易受环境温湿度波动影响,对保存条件要求较高;其三,易产生异味、滋生虫害,不仅不利于公开展示,也增加了维护成本。

在我国,毛皮鞣制方法主要分为无机鞣(包括铬鞣、铝鞣及铬+铝合成鞣剂等)、醛鞣(包括甲醛鞣、戊二醛鞣和改性戊二醛鞣等)和油鞣等,其中合成鞣剂、植物鞣剂的应用尚在发展之中<sup>[8]</sup>。本次大熊猫

皮张的处理采用了铝鞣法。该方法以氯化铝为主要鞣剂,其作用原理是溶液中的 $Al_2O_3$ 和皮胶原纤维上的羧基( $-COOH$ )结合,在皮胶原纤维之间形成交联,从而显著提升皮革的稳定性、耐用性和抗水性等综合性能。

毛皮加工是一个复杂的物理与化学作用过程,从生皮到成品皮,中间要经过多道工序,并依赖多种化工材料与专用设备<sup>[8]</sup>。应用现代铝鞣技术,可使皮张获得更好的耐水性、耐老化性、防腐性及毛色持久性,进而有效降低虫蛀风险,显著延长标本的保存年限。

### 6.2 3D扫描打印技术的应用

动物标本制作日益融合跨领域技术,其中3D扫描打印技术的应用尤为突出。该技术兴起于20世纪中后期,现已广泛应用于传统模具制造、精密零部

件生产等多个行业。在生物学、医学等领域,它已被用于构建人体与动物的骨骼、器官模型等,并能满足大量的个性化、定制化需求<sup>[9]</sup>。

传统的假体制造方法多依赖于标准化的尺寸和形状,难以精准适配特定个体的解剖结构。对于大熊猫等珍稀动物,由于其生物学基础数据相对匮乏,可用于标本制作的标准化假体资源尤为稀缺。3D打印技术则能依据个体扫描数据,制造出完全个性化的假体部件,从而更好地还原动物的解剖特征与特定姿态,显著提升标本的真实感与整体质量。在当前的剥制标本实践中,3D扫描打印技术已成功应用于中、小型兽类标本的整体或局部(如头部、耳、鼻和口腔等),以及鸟类喙、腿和趾等部位的复制与制作。同时,随着3D数控雕刻技术的愈加成熟,其也在假体制作中得到了较多应用。但目前通过3D扫描打印直接获得的假体部件,通常仍需进行不同程度的再加工。

### 6.3 标本科学性与艺术性的提升

近年来,随着美学教育愈发受到重视,博物馆业作为重要的公共文化机构,在提升公众审美与科学素养方面发挥着关键作用。动物剥制标本既是严谨的科学实证,也是融合了人类审美与技艺的艺术创作,是传递生命科学与自然之美的重要载体<sup>[10]</sup>。因此,在标本制作中,需充分考虑其在博物馆展示、生物学研究和科普教育中多维度的价值与功能。

在本次大熊猫标本制作过程中,通过前期的科学设计、严谨的操作流程和后期的精细雕琢,全面提升了标本的制作质量,精准还原了大熊猫生前的动态姿态、肤色和肌肉纹理等生物学特征。这些精确的形态细节不仅有助于引导观众形成正确的科学认知<sup>[11]</sup>,其本身所呈现出的艺术真实感与视觉美感,也直接回应并丰富了现代美学教育的内涵与实践。

#### 参考文献:

- [1] 李大建,江智华. 浅谈我国动物剥制标本的历史和发展[J]. 生物学通报, 2008, 43(5): 17-18.  
LI D J, JIANG Z H. On the history and development of animal stripping specimens in China [J]. Bulletin of Biology, 2008, 43(5): 17-18.
- [2] 周岚,赖为民. 新技术在动物标本制作中的运用[J]. 现代农业科技, 2018(14): 278-279; 283.  
ZHOU L, LAI W M. Application of new technology in preparation of animal specimens [J]. Modern Agricultural Science and Technology, 2018(14): 278-279; 283.
- [3] 冯文和. 大熊猫的人工繁育与保护[J]. 大自然探索, 1992(4): 27-32.  
FENG W H. The artificial breeding and protection of giant panda [J]. Discovery of Nature, 1992(4): 27-32.
- [4] 崔若光,史连强. 我国动物标本制作的沿革和发展现状[J]. 野生动物学报, 2021, 42(2): 545-548.  
CUI R G, SHI L Q. Preparation of animal specimens in China: Past, present, and future [J]. Chinese Journal of Wildlife, 2021, 42(2): 545-548.
- [5] 肖方,林峻,李迪强,等. 野生动植物标本制作[M]. 2版. 北京: 科学出版社, 2014: 365.  
XIAO F, LIN J, LI D Q, et al. Specimen making of wild animals and plants [M]. 2nd ed. Beijing: Science Press, 2014: 365.
- [6] 李永民, 禚志冰, 张坤, 等. 生物标本制作技术改进与标本组合的创新设计[J]. 武夷学院学报, 2020, 39(9): 8-13.  
LI Y M, XUAN Z B, ZHANG K, et al. Improvement in stuffing methods and innovative design of biological specimens [J]. Journal of Wuyi University, 2020, 39(9): 8-13.
- [7] 肖丹娟,黄笑,许丹,等. 动物剥制标本修复技术的改进[J]. 动物学杂志, 2020, 55(5): 651-654.  
XIAO D M, HUANG X, XU D, et al. Improvement of the repairing technique of animal stripping specimens [J]. Chinese Journal of Zoology, 2020, 55(5): 651-654.
- [8] 韩文康,韩国元,张美娜,等. 有机鞣剂DC与皮胶原作用机理研究[J]. 皮革科学与工程, 2020, 30(1): 33-36.  
HAN W K, HAN G Y, ZHANG M N, et al. Reaction mechanism of organic tanning agents DC with skin collagen [J]. Leather Science and Engineering, 2020, 30(1): 33-36.
- [9] 赵岩,赵素芬,李辉,等. 三维打印技术与野生动物骨骼标本制作[J]. 科技视界, 2021(21): 69-71.  
ZHAO Y, ZHAO S F, LI H, et al. Three-dimensional printing technology and making wild animal bone specimens [J]. Science & Technology Vision, 2021(21): 69-71.
- [10] 徐望. 博物馆美育场域的审美情境[J]. 文艺争鸣, 2022(1): 176-181.  
XU W. Aesthetic situation of aesthetic education field in museum [J]. Literary and Artistic Contention, 2022(1): 176-181.
- [11] 张昌盛,张玮,王俊杰,等. 自然展览的科学性与陈列设计艺术[J]. 北京印刷学院学报, 2019, 27(12): 62-63.  
ZHANG C S, ZHANG W, WANG J J, et al. Scientific exhibition and design art of natural exhibition [J]. Journal of Beijing Institute of Graphic Communication, 2019, 27(12): 62-63.