



# 全国古生物化石保护工程研究

杜圣贤, 宋香锁, 陈军, 刘凤臣, 张尚坤, 陈诚, 刘书才

(山东省地质科学研究所, 山东 济南 250013)

**摘要:**古生物化石是确定地质时代、研究古生态环境以及探索地球演化的重要材料。我国古生物化石资源丰富,一些重要的化石和化石产地是我国乃至世界宝贵的自然遗产。全国古生物化石保护工程研究在充分研究全国古生物化石典型产地资料的基础上,对全国17个古生物化石典型产地的化石属种、保护的重要意义、自然地理、地形地质条件以及保护现状进行详细的总结论述。同时通过对全国73家与古生物化石相关的博物馆的现场调查,摸清了各省拥有和建设古生物化石博物馆的基本情况。根据野外调研和综合分析,对我国古生物化石保护工程类型进行了划分。认为我国现行的古生物化石保护工程可分为化石产地保护工程和化石标本保护工程两大类。分析论述了水、冻融、风化、地形地质条件对化石产地保护工程的影响,以及温度、湿度等对古生物化石标本保护工程的影响;在此基础上提出了我国进行古生物化石重点保护工程的规划部署建议。

**关键词:**古生物化石;产地保护;标本保护;保护工程研究;中国

**中图分类号:**Q991      **文献标识码:**A

**引文格式:**杜圣贤,宋香锁,陈军,等.全国古生物化石保护工程研究[J].山东国土资源,2017,33(1):10-34. DU Shengxian, SONG Xiangsuo, CHEN Jun, etc. Paleontological Fossil Protection Work Research in China [J]. Shandong Land and Resources, 2017,33(1):10-34.

## 1 基本概况

古生物化石是研究生物进化的最重要资料<sup>[1-4]</sup>,是确定地质时代进而寻找矿产资源的重要线索,是研究古生态环境的珍贵实物证据,是探索地球演化的最重要实体,是重要的地质遗迹<sup>[5-13]</sup>。我国古生物化石资源丰富,有许多重要化石产地,其中有不少是国家乃至世界的宝贵自然遗产<sup>[14-15]</sup>。

“全国古生物化石保护工程规划研究”项目是中国地质调查局《关于下达地质矿产调查评价专项2012年项目任务书的通知》(中地调函[2012]30号)下达的地质遗迹调查专项研究项目,所属工作项目为“全国重要古生物化石保护规划研究”,所属计划项目为“全国重要地质遗迹调查”。任务书编号:基[2012]01-009-004,工作项目编码为1212011120006,项目起止年限为2011年—2013年。

目标任务是通过全面收集国内古生物化石资源

状况和保护现状资料信息,结合必要的野外调研和考察工作,调查了解我国古生物化石的区域分布、地层时代、赋存特征、化石保存条件、保护现状(包括产地、标本保护两个方面)和古生物化石保护方面所采取的方法、措施和手段,总结以往在古生物化石产地和标本保护方面取得的经验教训,分析面临的主要问题并提出应采取的保护措施。在全面分析、系统总结野外调研获取和收集到的资料基础上,对全国古生物化石保护工程进行研究。

## 2 古生物化石保护现状

### 2.1 我国古生物化石保护概况

中国是古生物化石资源比较丰富的国家之一<sup>[16-20]</sup>,有许多重要的化石及化石产地,特别是近年来先后发现的河南南阳<sup>[21-22]</sup>、湖北郧县、内蒙古二连浩特恐龙蛋及骨骼化石<sup>[23-24]</sup>、四川自贡恐龙骨骼化石<sup>[25-28]</sup>、山东诸城恐龙骨骼化石<sup>[29-38]</sup>和恐龙足

收稿日期:2016-04-11;修订日期:2016-05-16;编辑:曹丽丽

基金项目:中国地质调查局“全国古生物化石保护工程规划研究”,编号:基[2012]01-009-004

作者简介:杜圣贤(1975—),男,四川通江人,研究员,主要从事地层古生物与地质矿产研究;E-mail:dushengxian@126.com

迹化石<sup>[39-40]</sup>、山东莱阳恐龙骨骼化石和恐龙蛋化石<sup>[41]</sup>、云南禄丰恐龙化石<sup>[42-43]</sup>、辽西热河生物群<sup>[44-51]</sup>、云南澄江动物群<sup>[52]</sup>、山东临朐山旺生物群等<sup>[53-58]</sup>,引起了国际科学界的高度关注。

我国对古生物化石资源及其保护工作极为重视<sup>[59-63]</sup>,近年来,国土资源部将其作为重点工作来抓,特别是 2011 年 1 月 1 日《古生物化石保护条例》正式颁布实施后,各级政府更是加大了对古生物化石保护的力度,在相关部门和有关专家的大力协助下取得了长足进展:

一是加强了对古生物化石产地和化石标本的保护管理。国土资源部为了加强古生物化石产地和古生物化石标本保护工作,于 2000 年 3 月成立了“国家地质产地(地质公园)保护领导小组”,并制定了

全国地质产地保护规划,结合国家地质公园的建设,我国的古生物化石产地保护区(点)从 1979 年起的几处增长到 2014 年底的 90 多处,其中国家级保护区有 40 余处(表 1),为我国重要古生物化石及其产地的有效保护奠定了基础<sup>[64]</sup>。截至 2012 年,对国家重点保护的古生物化石集中产地,建立了 5 个国家级保护区(均已申报成为国家地质公园);以古生物化石命名的国家地质公园和古生物化石相关的国家地质公园各 25 个(表 2);37 个古生物化石博物馆和 36 个与古生物化石相关的地质博物馆(表 3);对一般化石集中产地,建立了 23 个省级保护区和 7 个省级地质公园,有效地保护了古生物化石产地和古生物化石标本。

表 1 全国古生物化石典型产地

| 地区               | 序号 | 编号   | 产地名称               | 主要古生物化石标本  | 化石分布主要年代  | 已建地质公园(保护区)名称   | 已认定国家重点化石产地 |
|------------------|----|------|--------------------|--|-----------|-----------------|-------------|
| 东<br>北<br>地<br>区 | 1  | 辽-01 | 辽宁义县热河生物群化石产地      | 热河生物群  | 晚侏罗世-早白垩世 | 辽宁义县古生物化石省级地质公园 | √           |
|                  | 2  | 辽-02 | 辽宁建昌燕辽生物群化石产地      | 鸟类、恐龙和鱼类等  | 中侏罗世      |                 | √           |
|                  | 3  | 辽-03 | 辽宁朝阳热河生物群化石产地      | 恐龙、鸟类、翼龙类、离龙类、两栖类、龟鳖类、蜥蜴类、哺乳类、鱼类、昆虫、蜘蛛、双壳类、腹足类、介形类、叶肢介、虾、蛭虫类、植物、轮藻 | 晚侏罗世-早白垩世 | 辽宁朝阳古生物化石国家地质公园 | √           |
|                  | 4  | 辽-04 | 辽宁抚顺新生代昆虫化石产地      | 以琥珀昆虫种类为主  | 古近纪       |                 |             |
|                  | 5  | 吉-01 | 吉林珲春植物化石产地         | 孢粉、古植被等  | 中始新世      |                 |             |
|                  | 6  | 吉-02 | 吉林白山古生物化石产地        | 无脊椎动物  |           |                 | √           |
|                  | 7  | 吉-03 | 吉林乾安猛犸象-披毛犀动物群化石产地 | 猛犸象-披毛犀动物群   | 更新世       | 吉林乾安泥林国家地质公园    | √           |
|                  | 8  | 黑-01 | 黑龙江嘉荫恐龙化石产地        | 恐龙化石   | 晚白垩世      | 黑龙江嘉荫恐龙国家地质公园   | √           |
|                  | 9  | 黑-02 | 黑龙江青冈哺乳动物化石产地      | 猛犸象和披毛犀等哺乳动物   | 更新世       |                 |             |
| 华<br>北<br>地<br>区 | 10 | 京-01 | 北京延庆硅化木化石产地        | 硅化木化石  | 侏罗纪       | 北京延庆硅化木国家地质公园   |             |
|                  | 11 | 京-02 | 北京周口店哺乳动物化石产地      | 中国鬣狗、肿骨鹿、犀牛等   | 更新世中期     |                 |             |
|                  | 12 | 津-01 | 天津蓟县叠层石化石产地        | 叠层石  | 中新元古代     | 天津蓟县国家地质公园      |             |
|                  | 13 | 冀-01 | 河北泥河湾哺乳动物群化石产地     | 纳玛象、中国犀、披毛犀近似种等  | 早更新世      |                 | √           |
|                  | 14 | 冀-02 | 河北丰宁热河生物群化石产地      | 狼鳍鱼、三尾拟浮游、东方叶肢介  | 晚侏罗世-早白垩世 | 河北丰宁古生物化石自然保护区  |             |
|                  | 15 | 晋-01 | 山西天镇恐龙化石产地         | 恐龙化石   | 晚白垩世      |                 |             |
|                  | 16 | 晋-02 | 山西榆社哺乳动物群化石产地      | 三趾马等哺乳动物化石   | 晚中新世      | 山西榆社古生物化石地质公园   | √           |
|                  | 17 | 晋-03 | 山西五台县叠层石化石产地       | 叠层石  | 古元古代      | 山西五台山国家地质公园     | √           |
|                  | 18 | 晋-04 | 山西宁武肯氏兽化石产地        | 肯氏兽  | 早三叠纪世     |                 | √           |

续表 1

| 地区   | 序号   | 编号          | 产地名称             | 主要古生物化石标本                    | 化石分布主要年代  | 已建地质公园<br>(保护区)名称               | 已认定国家<br>重点化石产地 |
|------|------|-------------|------------------|------------------------------|-----------|---------------------------------|-----------------|
| 华北地区 | 19   | 晋-05        | 山西长子硅化木化石产地      | 硅化木化石                        | 中、晚二叠世    | 山西长子木化石自然保护区                    | √               |
|      | 20   | 蒙-01        | 内蒙宁城热河生物群化石产地    | 包括鱼类、鸟类、昆虫类、爬行类化石和植物化石等十几个类别 | 中侏罗世      |                                 | √               |
|      | 21   | 蒙-02        | 内蒙额济纳旗恐龙化石产地     | 恐龙骨骼化石                       |           |                                 |                 |
|      | 22   | 蒙-03        | 内蒙二连浩特恐龙化石产地     | 恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石                 | 晚白垩世      | 内蒙二连浩特国家地质公园                    | √               |
|      | 23   | 蒙-04        | 内蒙扎赉诺尔猛犸象动物群化石产地 | 猛犸象化石                        | 更新世       | 内蒙扎赉诺尔猛犸公园<br>内蒙鄂托克旗恐龙地质遗迹自然保护区 |                 |
|      | 24   | 蒙-05        | 内蒙鄂托克旗恐龙化石产地     | 恐龙化石、恐龙足迹和鸟类足迹               | 晚白垩世      |                                 |                 |
|      | 25   | 蒙-06        | 内蒙鄂尔多斯恐龙足迹化石产地   | 恐龙骨骼化石、恐龙足迹                  | 晚白垩世      |                                 | √               |
|      | 26   | 蒙-07        | 内蒙四子王旗哺乳动物化石产地   | 脑木更生物群、阿山头生物群、巴彦乌兰生物群等       | 第三纪       | 内蒙四子王旗地质博物馆                     | √               |
|      | 27   | 蒙-08        | 内蒙巴彦淖尔恐龙化石产地     | 恐龙足迹化石组合、脊椎动物化石等             | 早白垩世      | 内蒙巴彦淖尔地质公园                      | √               |
| 西北地区 | 28   | 蒙-09        | 内蒙准格尔旗哺乳动物化石产地   | 大犀犀、独角犀、叉角鹿等动物化石             | 中新世       | 内蒙准格尔旗古哺乳动物化石县级自然保护区            |                 |
|      | 29   | 陕-01        | 陕西神木恐龙足迹化石产地     | 恐龙足迹                         | 早、中侏罗世    |                                 |                 |
|      | 30   | 陕-02        | 陕西铜川恐龙足迹化石产地     | 恐龙足迹                         | 早、中侏罗世    |                                 |                 |
|      | 31   | 陕-03        | 陕西榆林子洲恐龙足迹化石产地   | 鸟脚类、蜥脚类、兽脚类恐龙足迹              | 侏罗纪       |                                 |                 |
|      | 32   | 陕-04        | 陕西府谷肯氏兽化石产地      | 肯氏兽化石                        | 早三叠纪世     |                                 |                 |
|      | 33   | 甘-01        | 甘肃和政哺乳动物群化石产地    | 巨犀、铲齿象、三趾马和真马等脊椎动物群化石        | 中新世       | 甘肃和政古生物化石国家地质公园                 | √               |
|      | 34   | 甘-02        | 肃北公婆泉恐龙化石产地      | 恐龙化石                         | 晚白垩世      |                                 |                 |
|      | 35   | 甘-03        | 甘肃玉门古鸟类化石产地      | 甘肃鸟                          | 早白垩世      |                                 |                 |
|      | 36   | 甘-04        | 甘肃刘家峡恐龙化石产地      | 恐龙足迹化石                       | 早白垩世      | 甘肃刘家峡恐龙国家地质公园                   |                 |
| 东北地区 | 37   | 青-01        | 青海共和县脊椎动物化石产地    | 剑齿象、三门马等哺乳动物化石               | 更新世       |                                 |                 |
|      | 38   | 宁-01        | 宁夏灵武恐龙化石产地       | 恐龙化石                         | 晚侏罗世-早白垩世 | 灵武市恐龙化石地质公园                     |                 |
|      | 39   | 宁-02        | 宁夏中宁石峡沟化石产地      | 中国鲈、鱼类化石                     | 泥盆纪       |                                 |                 |
|      | 40   | 新-01        | 新疆奇台硅化木及恐龙化石产地   | 硅化木化石、恐龙化石                   | 侏罗纪-白垩纪   | 新疆奇台硅化木-恐龙国家地质公园                |                 |
|      | 41   | 新-02        | 新疆乌尔禾爬行动物群化石产地   | 恐龙化石                         | 晚白垩世      |                                 |                 |
|      | 42   | 新-03        | 新疆十三间房巨犀化石产地     | 脊椎动物化石                       |           |                                 |                 |
|      | 43   | 新-04        | 新疆阜康恐龙化石产地       | 恐龙化石                         | 侏罗纪       |                                 |                 |
|      | 44   | 新-05        | 新疆准噶尔盆地魔鬼城化石产地   | 韩国鸟、强壮魔鬼鸟、恐龙足迹化石             | 早白垩世      |                                 |                 |
|      | 45   | 新-06        | 新疆吐鲁番桃树园子水龙兽化石产地 | 脊椎动物、介形类等化石                  | 古近纪       |                                 |                 |
| 46   | 新-07 | 新疆鄯善恐龙化石产地  | 恐龙骨骼、恐龙足迹化石      | 侏罗纪-白垩纪                      |           | √                               |                 |
| 47   | 苏-01 | 南京汤山哺乳动物群产地 | 哺乳动物群            | 更新世                          |           |                                 |                 |

续表 1

| 地区   | 序号   | 编号              | 产地名称            | 主要古生物化石标本                 | 化石分布主要年代      | 已建地质公园<br>(保护区)名称 | 已认定国家<br>重点化石产地 |
|------|------|-----------------|-----------------|---------------------------|---------------|-------------------|-----------------|
| 华东地区 | 48   | 浙-01            | 浙江天台恐龙化石产地      | 恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石              | 晚白垩世          |                   | √               |
|      | 49   | 浙-02            | 浙江东阳恐龙化石产地      | 恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石、恐龙足迹、兽脚类、鸟类等 | 晚白垩世          |                   | √               |
| 华东地区 | 50   | 浙-03            | 浙江新昌硅化木化石产地     | 硅化木化石                     | 白垩纪           | 浙江新昌硅化木国家地质公园     |                 |
|      | 51   | 皖-01            | 安徽齐云山恐龙化石产地     | 恐龙足迹、恐龙蛋化石、恐龙骨骼化石         | 白垩纪           | 安徽齐云山国家地质公园       |                 |
|      | 52   | 皖-02            | 安徽天柱山化石产地       | 哺乳动物群                     | 古新世           | 安徽天柱山世界地质公园       |                 |
|      | 53   | 皖-03            | 安徽淮南八公山化石产地     | 须宛类、环节类、三叶虫化石             | 寒武纪           | 安徽八公山国家地质公园       |                 |
|      | 54   | 赣-01            | 江西赣州恐龙蛋化石产地     | 恐龙蛋化石、恐龙骨骼化石、恐龙足迹化石       | 晚白垩世          |                   |                 |
|      | 55   | 鲁-01            | 山东临朐山旺生物群化石产地   | 昆虫、鱼、蜘蛛、两栖、爬行、鸟、哺乳动物及植物化石 | 中新世           | 山东山旺国家地质公园        | √               |
|      | 56   | 鲁-02            | 山东诸城恐龙化石产地      | 恐龙足迹化石、恐龙骨骼化石             | 晚白垩世          | 山东诸城恐龙国家地质公园      | √               |
|      | 57   | 鲁-03            | 山东大汶口三叶虫化石产地    | 三叶虫化石                     | 中寒武世          |                   |                 |
| 华中地区 | 58   | 鲁-04            | 山东莱阳恐龙化石产地      | 恐龙足迹化石、恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石及莱阳生物群 | 白垩纪           | 山东莱阳白垩纪国家地质公园     | √               |
|      | 59   | 豫-01            | 河南西峡恐龙蛋化石产地     | 恐龙蛋化石                     | 早白垩世          | 南阳恐龙蛋化石群国家级自然保护区  |                 |
|      | 60   | 豫-02            | 河南汝阳恐龙化石产地      | 恐龙化石                      | 白垩纪           | 河南汝阳恐龙国家地质公园      | √               |
|      | 61   | 鄂-01            | 湖北郧县青龙山镇恐龙蛋化石产地 | 恐龙化石、恐龙蛋化石                | 晚白垩世          | 湖北郧县国家地质公园        |                 |
|      | 62   | 鄂-02            | 湖北三峡海生无脊椎生物化石产地 | 角石、多细胞生物化石                | 震旦纪           |                   |                 |
|      | 63   | 鄂-03            | 湖北松滋动物群化石产地     | 江汉鱼、松滋猴、黑档口松滋鸟等           | 渐新世           |                   | √               |
|      | 64   | 鄂-04            | 湖北南漳海生生物群化石产地   | 孙氏南漳龙、南漳湖北鳄               | 晚三叠纪世         |                   | √               |
|      | 65   | 鄂-05            | 湖北郧县梅铺镇恐龙化石产地   | 恐龙蛋化石                     | 晚白垩世          |                   |                 |
| 华中地区 | 66   | 鄂-06            | 湖北远安海生生物群化石产地   | 嘉陵江组、巴东组海生生物群             | 早、中三叠世        |                   | √               |
|      | 67   | 湘-01            | 湖南长沙跳马涧鱼类化石产地   | 鱼类化石                      | 中泥盆世          |                   |                 |
|      | 68   | 湘-02            | 湖南桑植恐龙化石产地      | 芙蓉龙                       | 中三叠世          |                   | √               |
|      | 69   | 湘-03            | 湖南株洲化石产地        | 蜥脚龙、鸭嘴龙、虚骨龙等 7 种          | 晚白垩世          |                   | √               |
| 西南地区 | 70   | 湘-04            | 湖南张家界脊椎动物化石产地   | 脊椎动物化石                    | 早志留世          |                   |                 |
|      | 71   | 桂-01            | 广西扶绥恐龙化石产地      | 恐龙骨骼化石                    | 白垩纪           |                   | √               |
|      | 72   | 桂-02            | 广西横县六景古生物化石产地   | 鱼、扇贝、珊瑚等                  | 泥盆纪           |                   |                 |
|      | 73   | 渝-01            | 重庆綦江木化石-恐龙化石产地  | 硅化木、恐龙足迹化石                | 中侏罗世-白垩纪      | 重庆綦江木化石-恐龙国家地质公园  |                 |
|      | 74   | 川-01            | 四川自贡恐龙化石产地      | 恐龙化石                      | 中侏罗世          | 四川自贡恐龙国家地质公园      | √               |
|      | 75   | 川-02            | 四川射洪硅化木化石产地     | 硅化木化石、恐龙足迹化石              | 晚侏罗世          | 四川射洪硅化木国家地质公园     |                 |
|      | 76   | 川-03            | 四川安县海绵礁化石产地     | 硅质六射海绵化石                  | 晚三叠世          | 四川安县国家地质公园        |                 |
| 77   | 黔-01 | 贵州关岭海生爬行动物群化石产地 | 海生爬行动物、鱼类及海百合   | 晚三叠世                      | 贵州关岭化石群国家地质公园 | √                 |                 |

续表 1

| 地区               | 序号 | 编号   | 产地名称            | 主要古生物化石标本                          | 化石分布主要年代 | 已建地质公园(保护区)名称   | 已认定国家重点化石产地 |
|------------------|----|------|-----------------|------------------------------------|----------|-----------------|-------------|
| 西<br>南<br>地<br>区 | 78 | 黔-02 | 贵州兴义海生爬行动物群化石产地 | 以胡氏贵州龙为主的海生脊椎动物和鱼类化石               | 晚三叠世     | 贵州兴义国家地质公园      | √           |
|                  | 79 | 黔-03 | 贵州凯里生物群化石产地     | 三叶虫为主,以棘皮动物、水母状化石、大型非三叶虫节肢动物为核心成员  | 中寒武世     | 贵州凯里生物群化石国家地质公园 | √           |
|                  | 80 | 黔-04 | 贵州瓮安生物群化石产地     | 以底栖多细胞藻类、大型带刺疑源类、后生动物胚胎化石为主        | 震旦纪早期    |                 |             |
|                  | 81 | 黔-05 | 贵州平坝恐龙化石产地      | 恐龙化石                               | 侏罗纪      |                 |             |
|                  | 82 | 黔-06 | 贵州盘县动物群化石产地     | 以鱼龙类中的混鱼为主,次为真鳍龙类中幻龙,鱼类以鳞齿鱼类和龙鱼类为主 | 中三叠世     | 贵州盘县动物群化石国家地质公园 |             |
|                  | 83 | 云-01 | 云南禄丰恐龙化石产地      | 恐龙化石                               | 三叠纪-白垩纪  | 云南禄丰恐龙国家地质公园    | √           |
|                  | 84 | 云-02 | 云南曲靖鱼类化石产地      | 无颌类、胴甲类、棘鱼类化石                      | 早泥盆世     |                 |             |
| 地<br>区           | 85 | 云-03 | 云南澄江动物群化石产地     | 海绵、腔肠动物、蠕虫、腕足类、软舌螺、内肛虫、节肢动物化石      | 早寒武世     | 云南澄江世界地质公园      |             |
|                  | 86 | 云-04 | 云南罗平生物群化石产地     | 爬行类、鱼类、节肢动物、软体动物等化石                | 中三叠世     | 云南罗平生物群国家地质公园   |             |
|                  | 87 | 藏-01 | 西藏昌都脊椎动物化石产地    | 蜥脚恐龙动物群、鱼鳄动物群、蜥龙动物群                | 早-中侏罗世   |                 |             |
| 华<br>南<br>地<br>区 | 88 | 粤-01 | 广东河源恐龙及恐龙蛋化石产地  | 恐龙蛋及恐龙骨骼化石                         | 晚白垩世     |                 | √           |
|                  | 89 | 粤-02 | 广东南雄恐龙及恐龙蛋化石产地  | 恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石                       | 晚白垩世     |                 | √           |
|                  | 90 | 闽-01 | 福建三明哺乳动物化石产地    | 灵峰洞动物群、龙井洞动物群、船帆洞动物群、双连洞动物群        | 第四纪      |                 | √           |

表 2 古生物化石有关的地质公园

| 序号 | 名称               | 古生物化石收藏 | 古生物化石标本(件) |
|----|------------------|---------|------------|
| 1  | 湖南张家界国家地质公园      | √       | 500        |
| 2  | 河南嵩山国家地质公园       | √       | 600        |
| 3  | 江西庐山国家地质公园       | √       |            |
| 4  | 黑龙江五大连池国家地质公园    | √       |            |
| 5  | 四川龙门国家地质公园       | √       |            |
| 6  | 安徽黄山国家地质公园       | √       |            |
| 7  | 广东丹霞山国家地质公园      | √       |            |
| 8  | 河南焦作云台山国家地质公园    | √       |            |
| 9  | 北京石花洞国家地质公园      | √       | 500        |
| 10 | 浙江常山国家地质公园       | √       |            |
| 11 | 天津蓟县国家地质公园       | √       |            |
| 12 | 河南王屋山国家地质公园      | √       |            |
| 13 | 河南西峡伏牛山国家地质公园    | √       | 500        |
| 14 | 云南玉龙黎明-老君山国家地质公园 | √       |            |
| 15 | 北京十渡国家地质公园       | √       |            |
| 16 | 四川兴文石海国家地质公园     | √       | 400        |
| 17 | 广东阳春凌霄岩国家地质公园    | √       | 200        |
| 18 | 五台山国家地质公园        | √       |            |
| 19 | 辽宁本溪国家地质公园       | √       |            |
| 20 | 大理苍山国家地质公园       | √       |            |
| 21 | 山东沂蒙山国家地质公园      | √       | 500        |
| 22 | 江苏南京六合国家地质公园     | √       |            |
| 23 | 河南洛阳黛眉山国家地质公园    | √       |            |
| 24 | 贵州省六盘水乌蒙山国家地质公园  |         |            |
| 25 | 贵州黔东南苗岭国家地质公园    |         |            |

二是古生物化石保护工作走向法治化轨道。为促进古生物化石保护工作的规范化管理,1995年,原地矿部发布了《地质遗迹保护管理规定》;2002年7月,国土资源部发布了《古生物化石管理办法》。2010年8月,国务院召开的第123次常务会议通过了《古生物化石保护条例》,并于2011年1月1日正式开始实施,我国古生物化石保护工作走上了法制化的轨道。

三是初步建立了多项监管制度。初步建立了采掘许可制度、进出境许可制度,有效地遏制了古生物化石乱采滥挖和贩卖走私行为,维护了出入境和市场秩序。

四是追缴了一大批流失国外的古生物化石,查获了多起走私化石的案件。

五是开展科普教育,提高公众对古生物化石的保护意识。在全国建立了6个古生物科普教育基地,印制了上万册古生物化石科普读物和宣传材料,以及保护古生物化石张贴画。2010年,上海世博会成功举办的“中国辽宁古生物化石精品展”,向世界展示了我国在古生物学研究方面的辉煌成就,弘扬了地质遗产文化,普及了古生物化石知识,宣传了中国政府在古生物化石保护方面做出的突出贡献<sup>[65]</sup>。

表 3 我国已建古生物化石博物馆

| 序号 | 名称                  | 所在地     |
|----|---------------------|---------|
| 1  | 朝阳古生物化石博物馆          | 辽宁朝阳    |
| 2  | 锦州古生物化石博物馆          | 辽宁锦州    |
| 3  | 辽宁朝阳济赞堂古生物化石博物馆     | 辽宁朝阳    |
| 4  | 朝阳鸟化石博物馆            | 辽宁朝阳    |
| 5  | 大连星海古生物化石博物馆        | 辽宁大连    |
| 6  | 沈阳师范学院古生物化石博物馆      | 辽宁沈阳    |
| 7  | 朝阳洪涛古生物化石博物馆        | 辽宁朝阳    |
| 8  | 辽宁古生物化石博物馆          | 辽宁沈阳    |
| 9  | 凌源市古生物化石博物馆         | 辽宁凌源    |
| 10 | 中国地质博物馆辽西分馆宣州化石馆    | 辽宁义县    |
| 11 | 吉林大学博物馆             | 吉林长春    |
| 12 | 嘉荫神州恐龙博物馆           | 嘉荫      |
| 13 | 黑龙江省地质博物馆           | 黑龙江哈尔滨  |
| 14 | 黑龙江省博物馆             | 黑龙江哈尔滨  |
| 15 | 大庆油田地质博物馆           | 黑龙江大庆   |
| 16 | 鹤岗煤矿地质博物馆           | 黑龙江鹤岗   |
| 17 | 丰宁古生物化石博物馆          | 河北承德    |
| 18 | 热河古生物化石博物馆          | 河北承德    |
| 19 | 天津自然博物馆             | 天津      |
| 20 | 北京古生物化石博物馆          | 北京      |
| 21 | 北京自然博物馆             | 北京      |
| 22 | 中国地质博物馆             | 北京      |
| 23 | 榆社古生物化石博物馆          | 山西榆社    |
| 24 | 恐龙化石博物馆             | 内蒙古二连浩特 |
| 25 | 内蒙古博物馆              | 内蒙古呼和浩特 |
| 26 | 山旺古生物化石博物馆          | 山东山旺    |
| 27 | 平邑天宇自然博物馆           | 山东平邑    |
| 28 | 诸城恐龙博物馆             | 山东诸城    |
| 29 | 中国暴龙馆               | 山东诸城    |
| 30 | 山东地质博物馆             | 山东济南    |
| 31 | 山东省博物馆              | 山东济南    |
| 32 | 浙江自然博物馆             | 浙江杭州    |
| 33 | 天台县博物馆              | 浙江天台    |
| 34 | 龙游县古生物化石博物馆         | 浙江龙游    |
| 35 | 南京古生物化石博物馆          | 江苏南京    |
| 36 | 安徽古生物化石博物馆          | 安徽合肥    |
| 37 | 和政古生物化石博物馆          | 甘肃和政    |
| 38 | 古动物化石博物馆            | 甘肃临夏    |
| 39 | 甘肃省博物馆              | 甘肃兰州    |
| 40 | 刘家峡恐龙博物馆            | 甘肃永靖    |
| 41 | 昌吉恐龙博物馆             | 新疆昌吉    |
| 42 | 青海地质博物馆             | 青海西宁    |
| 43 | 灵武恐石化石博物馆           | 宁夏灵武    |
| 44 | 玉溪市澄江动物群博物馆         | 云南玉溪    |
| 45 | 中国科学院动物研究所动物博物馆     | 云南澄江    |
| 46 | 云南大学古生物研究重点实验室化石陈列室 | 云南昆明    |
| 47 | 楚雄禄丰恐龙谷博物馆          | 云南楚雄    |
| 48 | 楚雄州博物馆              | 云南楚雄    |
| 49 | 兴伟古生物化石博物馆          | 贵州安顺    |
| 50 | 宛平古生物化石博物馆          | 贵州贵阳    |
| 51 | 贵州古生物化石博物馆          | 贵州贵阳    |
| 52 | 关岭化石群国家地质公园博物馆      | 贵州关岭    |

续表 3

| 序号 | 名称              | 所在地  |
|----|-----------------|------|
| 53 | 顶效贵州龙博物馆        | 贵州兴义 |
| 54 | 兴义国家地质公园古生物博物馆  | 贵州兴义 |
| 55 | 顶效浪务山贵州龙原位馆     | 贵州兴义 |
| 56 | 盘县动物群原位化石博物馆    | 贵州盘县 |
| 57 | 台江古生物化石博物馆      | 贵州台江 |
| 58 | 安顺兴伟古生物化石博物馆    | 贵州安顺 |
| 59 | 自贡恐龙博物馆         | 四川自贡 |
| 60 | 成都理工大学博物馆       | 四川成都 |
| 61 | 广西自然博物馆         | 广西南宁 |
| 62 | 广西荔浦丰鱼岩古生物化石博物馆 | 广西荔浦 |
| 63 | 恐龙蛋化石博物馆        | 河南西峡 |
| 64 | 南阳恐龙蛋化石博物馆      | 河南南阳 |
| 65 | 河南省地质博物馆        | 河南郑州 |
| 66 | 汝阳县恐龙遗址馆        | 河南汝阳 |
| 67 | 龙化石博物馆          | 湖北宜昌 |
| 68 | 武汉恐石化石博物馆       | 湖北武汉 |
| 69 | 中国地质大学逸夫博物馆     | 湖北武汉 |
| 70 | 湖北地质博物馆         | 湖北武汉 |
| 71 | 郧县恐龙博物馆         | 湖北郧县 |
| 72 | 深圳古生物化石博物馆      | 广东深圳 |
| 73 | 广东省博物馆          | 广东广州 |

通过贯彻实施古生物化石保护的法律法规,加强了民众对古生物化石进行保护的意识,古生物化石保护形势有了根本性转变。但仍然存在一些问题,主要表现在:

一是古生物化石保护工程缺乏总体规划。目前全国有辽宁、山东、云南、贵州、甘肃等几个省开展了古生物化石保护规划编制工作,但还没有一个省开展过古生物化石保护工程规划的编制。根据掌握的情况,有一些地方在保护工程方面取得了成功的可供借鉴经验,为古生物化石保护工程研究奠定了基础。

二是古生物化石保护的专业人才严重不足。全国开设古生物专业的院校较少,导致从事该项工作的毕业生减少。古生物化石保护专业性很强,对保护工作提出严重的挑战。

三是管理体制和机构还不健全。除少数省份成立了古生物化石方面的保护机构外,我国大多数省份没有成立相应的管理机构,有的只是兼职机构。管理机构和人员远远不能满足工作的需求,古生物化石的保护工作得不到很好的落实。

四是古生物化石缺乏长期的专项财政支持。虽然国家高度重视古生物化石保护工作,但我国古生物化石丰富,种类繁多,古生物化石保护工作资金缺

口仍然很大;工作不够深入。特别是遇到一些急需保护的点古生物化石产地缺乏专项财政支持,致使古生物化石得不到及时有效地保护。

## 2.2 典型古生物化石产地及保护现状

由于我国古生物化石资源非常丰富,化石产地较多,并各自因地制宜采取了一系列切实有效的保护工程,现选择部分典型化石产地进行列举。

### 2.2.1 贵州瓮安生物群化石产地

#### (1) 化石产地概况

瓮安县地处贵州腹地、乌江中游,隶属黔南布依族苗族自治州,属亚热带季风湿润气候。瓮安县四季分明,冬无严寒,夏无酷热,无霜期长,雨量充沛,年平均气温在 $13.6^{\circ}\text{C}$ ,极端最高温度 $34.4^{\circ}\text{C}$ ,最低温度 $-9.2^{\circ}\text{C}$ ;最丰年降雨量 $1\,504.4\text{ mm}$ ,最枯年降雨量 $707.0\text{ mm}$ ,年平均降雨量 $1\,110.5\text{ mm}$ ,每年的4—10月为丰水季节,降水量为 $928.7\text{ mm}$ ,占全年降雨量的83.5%。

瓮安生物群产于该地区震旦纪早期陡山沱组灰色白云岩团块、硅质团块和黑色条带状硅质岩、硅质磷块岩、磷质团块白云岩中<sup>[66]</sup>。据研究资料表明,含瓮安生物群的地层年龄在5.8亿~6亿年左右。

#### (2) 研究、保护现状

该生物群以底栖多细胞藻类、大型带刺疑源类、真菌、后生动物胚胎化石和后生动物骨骼化石等多门类化石为代表。其中,底栖多细胞藻类有红藻和绿藻两大类。红藻类的代表有瓮安藻、原叶蕨等,绿藻类的代表有拟四分球藻、八叠球藻等,部分标本可与现代红藻、红藻间组织解剖结构及繁殖方式相比较。后生动物胚胎和休眠卵化石极为丰富,多呈磷酸盐化的球状体局部富集成层。后生动物化石主要有海绵动物、腔肠动物(水螅、珊瑚)和两侧对称动物等。该生物群化石以磷酸盐化呈立体形式保存。

瓮安生物群是一个典型的伊迪卡拉早期微体化石生物群,是目前已知世界上最早的含有具骨骼后生动物的化石生物群,是研究和观察震旦纪早期生物大辐射的主要对象,也是全球大冰期后生物复苏、辐射和演化的重要证据。其中,胚胎化石的发现和研究为古生物学、发育生物学和进化生物学开辟了新的科学领域。

2006年,贵州省地质调查院进行了“瓮安生物群地质遗迹调查”项目,查明了地质遗迹分布区内的主要地质灾害隐患点,定量评价地质遗迹属一级

地质遗迹,并提出建立地质遗迹保护区的建议;2008年提交了《瓮安生物群地质遗迹调查与评价报告》。

但遗憾的是,到目前为止尚未对“瓮安生物群化石产地”采取必要的、有效的保护措施。

### 2.2.2 云南澄江动物群化石产地

#### (1) 化石产地概况

化石产地位于云南省玉溪市澄江县凤麓镇帽天山,属滇中高原丘陵地带,中亚热带高原季风型气候,由于海拔不同,境内立体气候明显,光照充足,冬暖夏凉,积温多,干湿分明,雨热同季,年平均气温 $16.8^{\circ}\text{C}$ ,极端最高气温 $33.7^{\circ}\text{C}$ ,极端最低气温 $-3.9^{\circ}\text{C}$ 。年均降雨量 $960\text{ mm}$ ,多集中于6—10月,尤其是大、暴雨多集中在6—8月。

化石产地主要地层由上往下为:早寒武世沧浪铺组,为厚层粗粒石英砂岩夹少量粉砂岩,属透水层;筇竹寺组玉案山段,为泥岩夹少量粉砂岩层,为“澄江动物化石群”赋存层位,属优良隔水层;再下分别是早寒武世筇竹寺组石岩头段、渔户村组中谊村段(含磷层),晚震旦世渔户村组小歪头山段及白岩哨段,均为碳酸盐岩层,含水层。

#### (2) 研究、保护现状

澄江动物群以多门类海生软躯体和保存有软体部分的古无脊椎动物化石为代表,包括海绵、腔肠动物、蠕虫、腕足类、软舌螺、内肛虫、节肢动物和一些位置不明的化石。其化石丰富,其软体组织、器官保存完美,是迄今为止世界上已知少数几个早期珍贵无脊椎动物化石产地之一。目前,已被大家接受的澄江动物群组成有:多孔动物、刺胞动物、栉水母动物、触手冠动物、腕足动物、软体动物、软舌螺类、曳鳃动物、环节动物、帚虫动物、内肛动物、星虫动物、线形动物、开腔骨动物、毛颚动物、叶足动物、古虫动物、尾索动物、奇虾类、节肢动物、棘皮动物、脊索动物和藻类等,已描述、发表193属种。

澄江化石群中的云南虫被证实是地球上最古老的半索动物,从而解决了生物进化论上一个最棘手的难题之一,即脊椎动物与无脊椎动物两大类别的演化关系。这一发现在进化生命科学上具有极为重要的意义。澄江动物化石群展现了寒武纪早期海洋生物总体发育水平、生态系统(广义)、生物分异度、食物链、生物群落、古生态等诸多早期生命演化记录,是著名的“寒武纪生命大爆发”最好的实证。澄江动物化石群的发现被国际学术界列为“20世纪重

大科学发现之一”。

1997 年 6 月 12 日云南省人民政府批准建立“澄江动物群省级自然保护区”;2001 年,批准建立“澄江动物化石群国家地质公园”;2012 年 7 月 1 日,在俄罗斯圣彼得堡召开的第 36 届世界遗产委员会会议宣布,将中国澄江化石产地列入《世界遗产名录》。

为了保护这些珍贵的化石,在化石产地建立了化石原址保护场馆,在云南大学建立了澄江动物群研究中心(云南省地层古生物重点实验室)展览厅,在澄江县建立澄江动物群博物馆,在帽天山建立了中国科学院帽天山工作站陈列室等。

### 2.2.3 山东临朐山旺生物群化石产地

#### (1) 化石产地概况

山旺生物群产地位于潍坊市临朐县城东约 22 km 的解家河、包家河一带。属华北温带大陆性季风气候区,四季分明,春季干旱多风,夏季高温多雨,秋季温和凉爽,冬季干燥寒冷。年平均气温 12.4℃,极端最低气温-20.9℃,极端最高气温 40.5℃,年平均降水量 709 mm,多集中于 6—8 月,占全年大气降水量 60%~70%。全年无霜期 190~210 天,霜雪期为 12 月,冻结深度 40~50 cm。地表水体主要有解家河,属弥河水系,为季节性河流。山旺层型剖面的东侧原二号采坑为一汇水区域,原为解家河上游河道,因人工改造,解家河改道且河床高出采坑底面,造成积水。常年静止水面与层型剖面顶部标高一致。

化石产地周围属丘陵区,最高峰为西北部的尧山,海拔高度 405.5 m,其次为灵山和擦马山,分别为 330.9 m 和 328.8 m,其他各高地多在 300 m 以下。地貌形态以火山形成的锥状、盾状、丘状等地貌为主,与山岭相对应的是山间盆地和洼地,缓坡地带或冲沟口处多发育冲—洪积扇。由于本地区以气孔状玄武岩、杏仁状玄武岩及块状玄武岩为主夹少量的陆相碎屑岩沉积,柱状节理发育,形成时代新,成岩及固结较差,特别是气孔状玄武岩风化层相对较厚,地表水冲刷、切蚀作用较强烈,因此,处于中缓坡地带的冲沟多呈“V”字型,冲沟深度多达 15 m 以上,水土流失严重,各高地基岩裸露。

化石产地周围出露地层为新近纪临朐群。化石主要赋存于中新世山旺组中,其主要岩性为硅藻质泥岩、页岩,硅藻土、油页岩及薄层粉砂岩,底部多发育厚层块状玄武质砂砾岩。角岩山上夹厚约 10 m

的玄武岩夹层,同位素年龄 13 Ma 左右。下伏地层为临朐群牛山组,其岩性为灰黄色、黑灰色厚层气孔—杏仁状玄武岩及致密块状玄武岩互层组成,夹棕色、红色泥岩,底部为砂砾岩,地层厚度大于 200 m,同位素年龄 16.05~19.76 Ma。上覆地层为临朐群尧山组,其岩性为灰黑色、黑灰色厚层致密块状橄榄玄武岩,岩石多致密坚硬,柱状节理发育,其内含有较多的橄榄石,厚度大于 120 m。同位素年龄 10 Ma 左右。

#### (2) 研究、保护现状

山东临朐山旺古生物化石种类之多、保存之完整为世界罕见,被誉为“化石宝库”、“万卷书”,是一座古生物化石天然博物馆。目前已发现的化石有十几个门类 600 多种。动物化石包括昆虫、鱼、蜘蛛、两栖、爬行、鸟及哺乳动物<sup>[53,67]</sup>。昆虫化石翅肢清晰,保存完整,有的还保留绚丽的色彩,已研究鉴定的 11 目 46 科 100 属 182 种。植物化石有苔藓、蕨类、裸子植物、被子植物及藻类。除 100 种藻类外,其他植物有 46 科 98 属 143 种,有典型的热带、亚热带常绿阔叶和落叶阔叶树种如樟、榕、山胡椒等,也有温带植物如桦木科、蔷薇科等。藻类主要有硅藻、尾金鱼藻、中新水毛茛等等。山旺化石中如圆基香椿、胡桃、昆虫、玄武蛙、螳螂、蛛螈、龟、鸟、野猪、三角原古鹿、纤细近五角犀、东方祖熊等化石标本已成为重要的收藏品。

动物化石门类众多,有数量可观的无脊椎动物,也有纲目齐全的脊椎动物。在无脊椎动物中,昆虫是山旺古动植物园内的旺族,其化石种类最丰、数量最多,绝大多数属膜翅目、鞘翅目,其次为双翅目、异翅目、蜻蜓目、同翅目、革翅目等类别。此外,还有蝎类、蜘蛛、介形、腹足等无脊椎动物。

脊椎动物化石有鱼类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类。鱼类是脊椎动物中最繁盛的家族,化石在硅藻土页岩中相当普遍。爬行类有蛇、鳖、鳄等现存种类罕见的化石。

鸟类化石有山旺山东鸟、硅藻中华河鸭、临朐鸟及秀丽杨氏鸟等,是迄今我国最主要的鸟化石产地之一。哺乳动物化石包括 17 个属 18 个种,主要有犬、柄杯鹿、二角原古鹿、细近无角犀、亚洲梅氏松鼠、山东硅藻鼠、山河狸、半岛猪兽、东方祖熊、意外山东蝙蝠等。

三角原古鹿化石和东方祖熊化石是世界上中新

世保存最完整的标本,对研究古生态、古气候、动植物演化等方面有着重要的价值。

山旺古生物化石群于1999年10月18日,被国土资源部、国家环境保护总局确定为国家地质遗迹保护区;2001年12月10日被国土资源部批准为国家地质公园。公园面积约13 km<sup>2</sup>。公园核心区面积1.2 km<sup>2</sup>。

由于地表水、地下水、风蚀、积水、冻融等多种自然因素影响,化石产地的山旺层型剖面多处出现风化、坍塌等地质现象。2011年通过保护棚建设、岩土体卸载、坡面防渗、绿化、排水工程建设等使化石产地得到了有效保护。

#### 2.2.4 甘肃刘家峡恐龙足迹化石产地

##### (1) 化石产地概况

永靖县地处陇西黄土高原,地势东西高、中部低,海拔高度在1 560~2 851 m之间,相对高差1 291 m,境内山峦起伏,沟壑纵横,从地貌上可分为河谷平原、黄土丘陵山地、山间盆地、石质山地4种类型。因地处内陆,大陆性气候显著,属温带半干旱偏旱气候类型,平均日照时数2 534.6 h,年均降水量260 mm左右,蒸发量1 500 mm左右。

化石赋存于早白垩世晚期盐锅峡组的紫红色河湖相细砂岩中。

##### (2) 研究、保护现状

化石群以恐龙足迹化石为主。共发现10处恐龙足迹化石点,并对其中的1,2,4,6号点重点进行了人工揭露。1号点揭露面积约1 400 m<sup>2</sup>,产4类23组共276个足迹;2号点揭露面积约1 200 m<sup>2</sup>,产4类101组共1 383个足迹;4号点揭露面积约100 m<sup>2</sup>,产2类18组125个足迹;6号点揭露面积约100 m<sup>2</sup>,产3类8组47个足迹,其他6个点的化石分布总面积经勘查超过4 000 m<sup>2</sup>,未进行揭露,仍处于原始埋藏状态。已产出的化石包括肉食龙类、虚骨龙类、鸟脚类、蜥脚类和禽龙类等在内的十余种恐龙足迹以及翼龙和鸟类足迹,并且共生有恐龙尾部支撑痕迹、卧迹及粪迹等。化石种类之多、数量之大、保存之完好清晰,国内罕见,为世界上所发现恐龙足迹产地中保存最好、丰度及分异度最高的产地,也是我国目前唯一一处翼龙足迹产地和世界上保存最长和最清晰的翼龙行迹产地,具有重要的科学研究、科普教育和旅游开发价值<sup>[68]</sup>。

2001年12月被批准为国家级地质公园,2002

年成立了甘肃刘家峡恐龙国家地质公园管理局。2005年10月完成了园内的第一期基础设施建设,包括园内基本道路、核心区保护围栏和1号化石点保护馆等,2012年10月建成“甘肃恐龙博物馆”。

#### 2.2.5 辽西热河生物群化石产地

##### (1) 化石产地概况

辽西河流域内多荒山秃岭,水土流失严重,河流携带泥沙量大,加之气候干燥,暴雨多集中在7—8月份,洪旱灾害时有发生。辽西的年平均气温5~10℃,最低平均气温在1月,最低可达-32℃,最高平均气温为7月,最高可达40℃以上(雨热同季)。辽西地区降水量少,年降水量500 mm左右,并多呈地表水流失,植被不发育,大部分(辽西西部)属于辽西丘陵地油松—柞木林分区,小部分(辽西东部)属于辽河平原草原甸分区。

##### (2) 研究、保护现状

热河生物群是晚侏罗世—早白垩世(距今1.35亿~1.20亿年),分布在我国北方以及东亚地区蒙古、西伯利亚、朝鲜和日本等地的一个古老生物群<sup>[44,48,50,70,73]</sup>。我国的辽西地区,主要见于辽宁西部的凌源、朝阳、北票和义县等地,是研究热河生物群的经典地区,在那里保存了一个世界罕见的中生代化石宝库,不仅化石数量丰富,而且保存也十分精美。被誉为“20世纪最惊人的古生物发现之一”。化石产地出露面积很大,东起阜新市的阜新县,西到葫芦岛市的建昌县约2万 km<sup>2</sup>的范围内均有化石出露,而且这些地方大都是远离村庄的丘陵山地。

该生物群包含20多个门类近千种化石,囊括了无脊椎动物、脊椎动物的大部分门类和一些有极重要进化意义的植物类别<sup>[74]</sup>。迄今已发现有恐龙、鸟类、翼龙类、离龙类、两栖类、龟鳖类、蜥蜴类、哺乳类、鱼类、昆虫、蜘蛛、双壳类、腹足类、介形类、叶肢介、虾类、萤虫类、植物(包括木化石和孢粉)、轮藻等。该生物群最初曾以东方叶肢介—三尾拟蜉蝣—狼鳍鱼为典型代表命名<sup>[75-76]</sup>。近十余年来,由于辽西热河生物群大量珍稀化石的发现,如带羽毛恐龙、原始鸟类、早期真兽类哺乳动物以及迄今已知最早的花等,热河生物群已成为国际古生物学界和相关科学界关注的热点。热河生物群诸多重要化石的发现,为研究鸟类起源(包括羽毛起源)、真兽类起源、被子植物起源及昆虫与有花植物的协同演化等重大理论问题,提供了极为宝贵的化石依据<sup>[77]</sup>。

为了保护这些宝贵的生物资源,建立了以地质遗迹为核心内容,具有旅游休闲功能的地质遗迹保护区(地质公园);辽宁省国土资源厅组建辽宁省化石资源保护管理局,同时出台古生物化石资源保护法律文件;加大了对古生物化石保护宣传,营造了“破坏化石资源有罪,保护化石资源有功”的社会氛围;打造了化石文化,开展地质旅游,走上了“保护中开发,开发中保护”的可持续利用道路。

### 2.2.6 山东诸城恐龙化石产地

#### (1) 化石产地概况

诸城市属暖温带大陆性季风区半湿润气候,春旱多风,夏热多雨,秋高气爽,冬季干燥寒冷。多年平均气温 12℃,多年平均降雨量 749.1 mm,受季风影响年内降水主要集中在 6—9 月份,占全年降水量的 73.6%;多年平均相对湿度 70%;年蒸发量 1 789.9 mm。

臧家庄、库沟、黄龙沟化石产地地下水主要类型为松散岩类孔隙水及碎屑岩类裂隙水;大气降水入渗补给是地下水主要来源,人工开采及蒸发为主要排泄方式。根据地下水动态长年监测资料,该地区地下水年变幅 2~4 m,最大年变幅可达 6.1 m。该区地下水开采量较小,水位动态主要受气象条件影响,多年水位没有明显的升降趋势。保护区工程地质条件较差,地下水对混凝土结构具微腐蚀性,对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀性。化石主要赋存于晚白垩世红土崖组红色粉细砂岩、泥质粉砂岩、含砾砂岩中。

#### (2) 研究、保护现状

诸城恐龙化石资源非常丰富,已发现恐龙化石点多达 30 处,其中典型化石产地 5 处,共发现恐龙骨骼化石 12 000 多块。库沟化石长廊化石群长 500 m,宽 27 m,共出土恐龙骨骼化石 7 933 块,是世界上埋藏面积最大的恐龙化石群,化石属种主要为鸭嘴龙,还有纤角龙等,“意外诸城角龙”的发现颠覆了“纤角龙科是比角龙科更为原始的种群”这一传统观念;恐龙涧隆起带化石群长 173 m,最宽处 9 m,共出土恐龙骨骼化石 1 070 块,含有巨大诸城龙、巨型山东龙、蛋壳、意外诸城角龙等骨骼化石,其中的巨大诸城龙是世界目前最高大的鸟脚类个体,2009 年获得吉尼斯世界纪录,被中外专家称为“世界龙王”;臧家庄层叠区化石群长 50 m,宽 40 m,赋存 7 层化石,共出土恐龙骨骼化石 2 850 块,含有诸城中

国角龙、巨型诸城暴龙、巨大华夏龙、虚骨龙、甲龙、蜥脚类等骨骼化石,其中诸城中国角龙的发现填补了亚洲和北美恐龙挖掘方面的空白,是北美以外首次在亚洲发现的大型尖角龙颈盾化石,是亚洲真正意义上的角龙化石;巨型诸城暴龙是亚洲最大、中国唯一的暴龙骨骼化石,甲龙化石是世界最大、最完整的甲龙骨骼化石;黄龙沟足迹化石群足迹种类多、分布广、数量大、保存好,是目前世界上规模最大的恐龙足迹化石,在面积 2 000 m<sup>2</sup> 的区域内发现恐龙足迹化石 10 000 多枚,有鸟脚类、蜥脚类、兽脚类等足迹<sup>[78-79]</sup>。

诸城恐龙化石显著的特点是个体大、数量多、密度高、石化程度好,化石的典型性、稀有性及代表性非常突出,对于进一步探讨晚白垩世恐龙的分布、演化、迁徙、灭绝以及古气候、古地理、古环境变迁、古生物进化等都具有极其重要的科学研究价值<sup>[13,29,32-33,39,80-81]</sup>。

2009 年 8 月,国土资源部授予该区“山东诸城恐龙国家地质公园”资格,2012 年 8 月,该公园正式揭牌开园,现已实施了如下保护工程:

#### 1) 化石原产地保护

①库沟化石长廊化石点,搭建了临时钢结构的保护棚,对恐龙化石和周围地层进行了多次加固保护。长廊南、东两面修建防水帷幕,对边坡进行了护砌。

②恐龙涧隆起带为一处 EW 向的冲沟,冲沟两侧及沟谷的岩层赋存有丰富的化石。为了防止化石破坏,现采用了覆盖草帘-薄膜-草帘-薄膜方式进行防光、防风、防潮的“半掩埋保护”措施。

③臧家庄层叠区,已建成原址保护场馆—暴龙化石博物馆。为防止地下水渗水侵蚀,馆内修建了防水帷幕、排水井等设施。同时对馆内暴露化石及岩层不定期进行打胶和加固保护。

为使室内化石保存保持适宜的温度和湿度,在暴龙馆两侧安装了空调、除湿设备,还安装了消除红外线和紫外线的照明灯以及监控设施。

④黄龙沟足迹化石群,位于一条 EW 向小冲沟底层,赋存于粉砂岩中,极易受风化作用的影响。为了阻挡日光紫外线射入,防止雨雪对化石的破坏,在此处搭建了临时保护棚。同时,为了防止地表水对足迹化石的破坏,在化石点南侧水泥修砌了防水台。在化石点东西两侧开挖了疏水沟渠,有效地将雨季

洪流导入了化石埋藏点东侧的倒漾河。

## 2) 装架保护

首先对化石缺失的部分用不饱和聚酯树脂材料进行修复;然后根据恐龙复原图进行钢架结构组装。装架完成的恐龙化石打上保护胶,并存放在恒温、恒湿的场馆里。馆内照明全部采用冷光灯和涂有吸收紫外线材料的灯罩。

## 3) 馆藏保护

对采集的化石标本存放于诸城博物馆,馆内安装了温度、湿度、防尘、防紫外线、防火防盗等设施。并且每年对化石进行一次打胶保护,每次重复打胶3遍。化石陈列区的化石装有防护隔离栅栏、防护网,由专人看护。

### 2.2.7 云南禄丰恐龙化石产地

#### (1) 化石产地概况

禄丰座落在长江、红河两大水系上游分水岭地段,乌蒙、云岭余脉延绵,海拔1 309~2 754 m。处于滇中湿润区与半湿润区的交会地带,海拔的高差造就禄丰明显的立体气候特征,既有高寒冷凉的高峰,也有低热之河谷,日照充足、气候温润。年均气温16.2℃,年平均降雨量930~950 mm,年无霜期322 d。恐龙化石群地质年代横跨三叠纪、侏罗纪和白垩纪,但主要赋存于侏罗纪红色的碎屑岩中。

#### (2) 研究、保护现状

云南禄丰恐龙化石产地是当今世界恐龙化石保存数量最多和最集中的地方之一,发掘出130余条恐龙化石标本,有许氏禄丰龙、兀龙、黄氏云南龙、新洼金山龙等,包括4纲15目18科<sup>[82-85]</sup>。

禄丰恐龙化石有5大特点。一是生存年代跨度大,距今约1.35亿年~1.80亿年,涵盖了早、中、晚侏罗纪时代的恐龙生存演化轨迹;二是个体保存完整。化石个体完好率达到相当高的程度,连小的尾椎、趾骨及发掘时最易碎的肋骨均保存完好,骨纹相当清晰;三是埋藏区域集中。上万平方米的岩层中所埋藏的恐龙化石在100具以上,是举世无双的高密度多种类恐龙化石埋藏点,禄丰堪称“恐龙化石宝库”;四是种属分类众多。仅大洼恐龙就达26属38种之多,虽然川街恐龙尚在研究中,但专家们估计,还会不断有新恐龙种属发现。五是待解奥秘无穷。肉食性与植食性恐龙同处一穴、头部全部面向东方、至今无一枚恐龙蛋出土等未解之谜,将使禄丰“恐龙公墓”成为恐龙爱好者们向往的圣地。

从化石资源的价值上看,禄丰恐龙化石具有3大亮点。一是科考价值。恐龙化石是珍贵的不可再生资源,川街阿纳同一地点发现了早、中、晚侏罗纪恐龙化石群,在世界上是独一无二的。而解开众多的谜团,对于考证古生物演化进程具有重要而深远的科学意义。二是文化价值。恐龙文化于今天的人类而言,是一种高品位的文化,对提升一个地区的文化品位,扩大知名度、影响力具有巨大的作用,禄丰将奠定云南“恐龙王国”的文化地位。三是旅游价值。禄丰恐龙化石的独特优势在于观赏性强,科普性高,化石产地集中,吸引力大,发展旅游业前景广阔,是打造云南精品旅游产品的极佳选择。

2004年,禄丰恐龙化石产地被国土资源部批准为国家地质公园,在化石产地建立的原址保护性场馆,对恐龙化石进行了有效保护<sup>[86]</sup>。

### 2.2.8 四川自贡恐龙化石群产地

#### (1) 化石产地概况

化石产地位于自贡市东北9 km,自贡地势西北高、东南低。地形复杂,可分为低山、丘陵、平坝、沟谷。气候受东亚季风环流控制,为亚热带湿润季风气候。自贡气候温暖,雨量充沛,日照时间较短,四季分明,阴云天气较为常见。年平均气温17.5~18.0℃,日照时间为1 150~1 200 h,降水量1 000~1 100 mm。恐龙化石群赋存于侏罗纪地层中。

#### (2) 研究、保护现状

自贡大山铺恐龙化石群是1.6亿年前的中侏罗世恐龙及其他脊椎动物化石的遗址。在已发掘的2 800 m<sup>2</sup>范围内共发现200多个个体的上万件骨骼化石。有恐龙及鱼类、两栖类、龟鳖类、鳄类、翼龙类、似哺乳爬行类等18个属21个种,其中20个种为新种。“恐龙动物群”包括了3个纲、11个目、15个科的属种,既有陆生、水生、两栖类,又有空中飞行的古脊椎动物;有长达20 m的植食性长颈蜥脚龙、凶猛的肉食恐龙和数量多而完整的短颈蜥脚龙,也有仅1.4 m长的鸟脚龙。最珍贵的是目前世界上发掘最早的中侏罗世剑龙和首次发现的翼龙,填补了恐龙演化史上的一段空白<sup>[87]</sup>。由于化石埋藏集中、数量多、门类全、保存好,且由于其产出时代为中侏罗世,从而也填补了恐龙演化史上这一时期恐龙化石材料匮乏的空白,因此是世界上最重要的恐龙化石遗址之一,有重大的科学价值。

大山铺恐龙化石群遗址上已建立了原址保护场

馆,自贡恐龙博物馆占地面积 6.6 万多  $m^2$ ,馆藏化石标本几乎囊括了距今 2.05 亿~1.35 亿年前侏罗纪时期所有已知恐龙种类,是世界上收藏和展示侏罗纪恐龙化石最多的地方之一。2001 年,自贡大山铺恐龙化石群被国土资源部批准为国家地质公园,2011 年被联合国教科文组织批准为世界地质公园。

### 2.2.9 河南南阳恐龙蛋化石产地

#### (1) 化石产地概况

南阳气候为北亚热带向暖温带过渡的大陆性季风气候,兼有南北气候的特色,一般特点是冬季寒冷雨雪少,春季干旱风沙多,夏季炎热雨量丰沛,秋季晴和日照足。年平均气温一般在 12~16℃ 之间,极端最低气温 21.7℃,最高气温 44.2℃。全年无霜期为 180~240 d。年平均降水量约 500~900 mm。该化石产地位于河南省西峡、内乡、淅川及镇平县,分布范围 926.67  $km^2$ ,地层时代为中生代白垩纪。

#### (2) 研究、保护现状

西峡恐龙蛋化石目前已发现 7 科 9 属 18 种,分别占我国出土数的二分之一,世界总出土数的三分之一,这里的恐龙蛋化石以其分布面积之广、埋藏数量之多、保存之完美、类型之多样、含蛋层数之多、成窝性之好、蛋骨化石共生,堪称“世界之最”。此外,还发现了大量的鸭嘴龙、禽龙、原角龙、肉食龙等恐龙骨骼,是世界上罕见的地质古生物奇观<sup>[88-91]</sup>。

西峡盆地的恐龙蛋化石群有如下特点:一是分布面积大。在西峡县丹水镇、阳城乡至赤眉乡的近 10  $km^2$  的范围内,均能找到恐龙活动的踪迹。二是埋藏集中。从局部的发掘剖面上可观察到 3 个化石层,化石呈窝状分布,排列有序,每窝十几到三十枚不等。三是数量丰富,目前已发现的即达数千枚,估计全部埋藏量不下数万枚,丰富程度举世罕见;其小者如鸡蛋,直径 4~6 cm;大者如饭碗,直径 40~50 cm,以扁圆状居多,另有形如橄榄者,直径达 50 cm 以上。四是原始状态好,基本未遭后期扰乱和破坏,除少量蛋壳受岩层挤压表面略有凹陷外,大部分完整如初。

2003 年,中华人民共和国国务院正式批准建立“南阳恐龙蛋化石群国家级自然保护区”,现已经批准为伏牛山世界地质公园。

### 2.2.10 内蒙古鄂尔多斯市鄂托克恐龙化石产地

#### (1) 化石产地概况

内蒙古鄂托克旗少雨,风大沙多,春迟秋旱,冬

长夏短,日照充足,属中温带温暖型干旱、半干旱大陆性气候。年平均日照 2 700~2 900 h,年平均气温为 7.1℃,1 月份平均 -10.2℃,7 月份平均气温 22.4℃,极端最低气温 -31.6℃,极端最高气温 36.7℃,年平均无霜期为 173 d,无霜期的年变化很大,最长的有 212 d,最短的有 143 d,年平均降水量 2 65.0 mm,年蒸发量 2 514.8 mm,年平均风速 2.8~3.8 m/s,大风( $\geq 8$  级)年平均 25~30 d,沙暴日数 20~35 d,年最大冻土深度为 136 cm。

化石赋存于早白垩世灰色砂岩中。

#### (2) 研究、保护现状

内蒙古鄂托克旗化石群主要保护对象为早白垩世恐龙足迹化石和大型蜥脚类恐龙骨骼化石。区内化石种类多,数量大,分布面积广。极具科研价值。仅在一处长约 30 km 的早白垩世灰色砂岩层面上,就露出近万个各种恐龙足迹化石,既有大型食草类恐龙的足迹化石,也有罕见的龙鸟类和食肉类恐龙的足迹化石,其中一个最大的足迹化石直径达 80 cm。大型蜥脚类恐龙骨骼化石均为三趾型。一是从形态上分为:食肉类恐龙足迹化石、食植物类恐龙足迹化石及龙鸟类足迹化石三大类。二是从大小上可分为:大型(长度 30~60 cm)、中型(长度 10~30 cm)、小型(长度小于 10 cm)。三是从行走方式上可分为:奔跑型,单足迹成直线型,间距大,一般超过 2 m;行走型,足迹成两行排列,单足间距为 1 m 左右;群居杂乱型,多为龙鸟类。

已建立鄂托克旗恐龙足迹国家级自然保护区,总面积 7 700  $hm^2$ ,其中核心区面积 21  $hm^2$ ,缓冲实验区面积 7 679  $hm^2$ ,采取了必要的保护措施。

### 2.2.11 山东莱阳白垩纪化石产地

#### (1) 化石产地概况

莱阳市位于山东省的东部,胶东半岛中部,濒临黄海丁字港。东临海阳市,西接莱西市,北靠栖霞、招远两市,南邻即墨市。东西宽 35 km,南北长 65 km,总面积 1 731.54  $km^2$ 。

莱阳市地处北温带东亚季风区,属大陆季风型半湿润性气候。其特征为光照充足,四季分明,春季风多易旱,夏季炎热多雨,秋季昼暖夜凉,冬季寒冷干燥。多年平均气温 11.2℃,极端最高气温 38.9℃,极端最低气温 -24.0℃。多年平均降水量 707.8 mm,最大年降水量 1 450 mm,最小降水量 431 mm。平均相对湿度 73%。平均霜期日数为 121 d。最大

冻土深度为 50 cm。多年平均风速 2.7 m/s,全年以西北风最多,南部沿海因受海洋影响,通常情况风速较内地偏大。莱阳市地处胶东低山丘陵地带南部,因受胶东脊背地形影响,地势由北向南倾斜,河流多为北源南流。全市东南西北均有互不连接的丘陵群,沿河地带及群山之间,形成互不连片的河谷平原和山间盆地平原。

恐龙类化石主要赋存于王氏群红土崖组砖红色砂砾岩夹泥岩中,莱阳生物群主要赋存于莱阳群河湖相黄绿色、紫红色砂岩、页岩和王氏群河流相红色砂砾岩、泥岩中。

## (2) 研究、保护现状

在莱阳地区已经发现 3 个著名的白垩纪生物群,即早白垩世热河生物群、晚白垩世莱阳恐龙动物群和莱阳恐龙蛋化石群,这在我国乃至世界上也是绝无仅有的。

莱阳恐龙类化石包括恐龙骨骼化石、恐龙蛋化石和恐龙脚印化石等。鸟脚类有:棘鼻青岛龙、中国谭氏龙、金刚口谭氏龙、莱阳谭氏龙、巨型山东龙;甲龙类有:似格氏绘龙;肿头龙类有:红土崖小肿头龙;兽脚类有:似甘氏四川龙、破碎金刚口龙;青山群中发现了角龙类:中国鹦鹉嘴龙、杨氏鹦鹉嘴龙。

莱阳发现的恐龙蛋化石分为长形蛋类、圆形蛋类、椭圆形蛋类和网形蛋包括:长形长形蛋、安氏长形蛋;将军顶圆形蛋、厚皮圆形蛋、二连副圆形蛋;金刚口椭圆形蛋、单纹椭圆形蛋、三条纹椭圆形蛋、混杂纹椭圆形蛋、薄皮椭圆形蛋;蒋氏网形蛋。

公园内白垩纪爬行动物除恐龙类外主要是鳖类—宽边北山龟<sup>[92]</sup>。

这些化石极大地推动和丰富了地层古生物的研究,对于研究胶莱盆地的地质年代、古地理、古气候、古环境变迁、古生物进化、火山活动等地质内容提供了珍贵的实物材料。对于研究恐龙的生殖繁衍和生活习性,探讨恐龙灭绝的原因具有重要意义。

1998 年 6 月 4 日,莱阳市人民政府设立金岗口恐龙及恐龙蛋化石地质遗址保护区,并设立永久性固定标志。市政府发布公告,未经批准任何单位或个人不得擅自移动,变更变更标志;保护区内严禁采石、取土、挖砂、采矿以及其他对保护区破坏的行为;不得修建与地质地貌和地质遗迹保护无关的厂房或其他建筑设施,使金岗口恐龙及恐龙蛋化石得到了较好的保护。

2006 年 8 月 15 日,莱阳市人民政府批准建立莱阳市金岗口恐龙遗迹县级地质公园;2009 年 11 月,山东省国土资源厅批准设立山东莱阳金岗口恐龙遗迹省级地质公园。2010 年 2 月 27 日莱阳市人民政府以政府第 22 号令发布《莱阳市白垩纪恐龙及其他古生物化石保护区保护规定》,对保护区范围、相关的保护内容做了更细致的规定。2011 年 11 月,金刚口、将军顶等地被国土资源部批准为“山东莱阳白垩纪国家地质公园”。2010 年,莱阳市政府与中科院古脊椎动物与古人类研究所联合对莱阳境内的恐龙及恐龙蛋化石进行科考保护,对金岗口恐龙化石遗址点进行了抢救性的发掘,并在发掘点建立了原址保存馆藏。

## 2.2.12 内蒙古二连恐龙产地

### (1) 化石产地概况

二连浩特市地势平坦,由西南向东北缓缓倾斜,平均海拔为 932.2 m。地表无河流,地下有古河道穿境而过。受蒙古高气压影响,属中温带大陆性季风气候和干旱荒漠草原气候。春季干燥少雨,夏季短暂炎热,秋季天高气爽,冬季漫长寒冷。年均气温 3.4℃左右,年均降水量 142.2 mm,无霜期 90~120 d,采暖期 210 d。

恐龙化石主要赋存于晚白垩世地层中。

### (2) 研究、保护现状

内蒙古自治区二连盆地,是我国最早载入国际古生物史册的恐龙化石产地,这里已经出土了 20 多条比较完整的恐龙化石。已陆续发现盘足龙、欧氏阿莱龙、鸭嘴龙、似鸟龙、甲龙、肉食龙、蜥脚龙、角龙化石 13 种以上,恐龙蛋化石的发现创中国恐龙蛋最早记录。1999 年—2007 年,先后发现并研究命名恐龙新属种 5 个:镰刀龙类的杨氏内蒙古古龙、美掌二连龙;蜥脚类的赛罕高毕苏尼特龙;鸭嘴龙类的锡林郭勒计尔摩龙;窃蛋龙类的二连巨盗龙<sup>[93]</sup>。这期间还有古植物化石,瓣腮类,介形虫和其他一些早期哺乳类动物化石,如巨犀、雷兽、巨猪、鬣齿兽等。

二连盐池古生物化石保存较为完整,恐龙等古生物化石分布面积 50 km<sup>2</sup>,现已将其划分为 3 个重点保护区。1 号地点在盐池西部,距二连市区 9 km,面积约 9 km<sup>2</sup>。2 号地点在盐池东,距二连市区 25 km 处,面积约 12 km<sup>2</sup>。3 号地点在盐池东北,距二连市区 20 km 处,面积约 6 km<sup>2</sup>,该点为白垩纪植物化石区。

2012年9月17日,内蒙古二连浩特国家地质公园正式揭牌开园。公园已完成了恐龙科普馆、恐龙化石原地理藏馆、矿物晶体馆、“伊林”驿站博物馆以及相应的配套设施,并建立了地质遗迹数据库,修建了专线公路,有效保护了珍贵的地质遗迹资源。

#### 2.2.13 宁夏灵武恐龙化石产地

##### (1) 化石产地概况

该化石群位于宁夏回族自治区灵武市宁东镇磁窑堡,其主要气候特点是:四季分明,春迟夏短,秋早冬长,昼夜温差大,雨雪稀少,蒸发强烈,气候干燥,风大沙多等。年平均气温8.5℃左右,年平均日照时数2800~3000h,是中国太阳辐射和日照时数最多的地区之一。年平均降水量200mm左右,无霜期185d左右。

化石赋存于泥质粉砂岩、粉砂岩中。

##### (2) 研究、保护现状

灵武恐龙化石为中生代侏罗纪晚期、白垩纪早期大型蜥脚类恐龙,距今约1.3亿~1.4亿年,是目前亚洲发现的最大恐龙化石个体。已经清理出一号、二号、三号坑3个发掘面,共出土8具恐龙化石个体。一号坑内暴露的一只恐龙化石骨骼关联程度较好,占完整恐龙骨骼的61%,复原后这只恐龙至少长23m、高10m;二号坑内3只保存完整的恐龙肩胛骨化石长达1.8m,一只椎体直径长达1.1m,远远超过原亚洲最大恐龙—四川合川马门溪恐龙的肩胛骨和椎体,还发现了一颗极其珍贵的恐龙头骨化石。

灵武恐龙化石群遗址是迄今为止我国发现面积较大、分布集中、保存完整、周边环境未遭破坏的恐龙化石群遗址。灵武恐龙属梁龙类中罕见的叉背龙。是目前亚洲发现最大的恐龙化石个体之一,灵武恐龙属种可以在恐龙分类及系统发育关系方面建立一个新属。灵武恐龙的发现,对展现西北地区史前生态景观,研究宁夏古地理、古气候及恐龙种属的繁衍、迁徙、灭亡等问题,提供了珍贵的实物资料 and 重要科学信息。

灵武恐龙化石群遗址于2004年11月被发现,2005年4月开始挖掘。现在已被宁夏回族自治区人民政府公布为全区重点文物保护单位,建立了区级地质公园。在恐龙化石遗址采用了围栏保护,修建了保护大棚,面积为9万m<sup>2</sup>。修建了展厅,陈列有一只长22m、高10m的恐龙复制装架模型,还有

恐龙蛋、狼鳍鱼、潜龙、大唇犀牛头骨、乌龟等动物化石。

#### 2.2.14 新疆奇台硅化木化石及恐龙化石产地

##### (1) 化石产地概况

奇台县地势北高南低,海拔600~1000m。北部卡拉麦里山在区内的最高点海拔1229m,山脚海拔700m,地形起伏不大,多为尖顶山和圆顶山,15~35m,山丘之间是宽广的洼地,坡脚为台地状或残丘状剥蚀准平原;中部山前洪积平原地势平坦开阔,由于地表岩性主要为洪积的灰黑色砾石,形成典型的黑戈壁景观—当地人称之为“将军戈壁”,在其低洼处常形成泥漠。南部为古尔班通古特沙漠东北缘,风成地貌较发育,主要表现为风蚀沙地、风蚀沙丘等。

气候属大陆性中温带干旱气候,年平均降水量120~140mm,年蒸发量达2400mm;年极端最高气温43℃,最低气温-42℃,年平均气温8℃,年平均日照时数3010h;年平均风期100d左右,多集中在春季,风速一般为3~4m/s,风向以偏西风为主。属干旱荒漠区,无常年性地表径流,仅分布少量的泉点、井点,夏季常见有暴雨形成的洪流,在局部低洼地带形成暂时性积水。

化石赋存的地层时代为中生代侏罗纪和白垩纪。

##### (2) 研究、保护现状

化石产地地处奇台县北部的卡拉麦里低山南麓和戈壁沙漠区,该产地硅化木以分布集中、数量和规模巨大、保存极完整而著称,是目前亚洲遗存规模最大的硅化木群。此外,还保存有丰富的恐龙化石,像奇台天山龙、中加马门溪龙、董氏中国伶盗龙苏氏巧龙等,与恐龙化石伴生的还有大量鳄类、龟类、蜥蜴以及两栖动物和小型原始哺乳动物化石。

新疆奇台硅化木—恐龙国家地质公园是我国唯一以典型、稀有、珍贵的硅化木群、恐龙化石、古海洋生物化石、玛瑙石为主体的国家地质公园。园区总面积约492km<sup>2</sup>,核心区面积11.65km<sup>2</sup>。结合园区地质遗迹特点和区域上景观组合特点,园区划分4个景区,分别为:硅化木景区、恐龙沟景区、魔鬼城雅丹景区和石钱滩景区。概括起来,园区从古至今,主要形成有四大地质遗迹:①距今3.2亿年前石炭纪晚期浅海相古生物化石—海百合茎、头足类、腹足类、珊瑚类;②距今1.5亿年前侏罗纪晚期古脊椎动

物—恐龙化石群;③距今1.5亿年前侏罗纪晚期以裸子植物为主形成的硅化木群;④西北荒漠独有的地貌景观—雅丹地貌。

#### 2.2.15 北京延庆硅化木化石产地

##### (1) 化石产地概况

该产地属于典型的暖温带半湿润大陆性季风气候,夏季高温多雨,冬季寒冷干燥,春、秋短促。全年平均气温14.0℃,极端最低-27.4℃,极端最高气温42℃以上。全年无霜期180~200 d。年平均降雨量483.9 mm,降水季节分配很不均匀,全年降水的80%集中在6—8月。

该化石群位于北京市延庆县千家店镇下德龙湾村白河两岸,地层时代为中生代侏罗纪。延庆硅化木群具有数量多,保存完整等特点,特别是该硅化木群全部产于原生层位。

##### (2) 研究、保护现状

该化石群产于距今1.4亿~1.8亿年间的晚侏罗世土城子组一、二段地层中,总面积达226 km<sup>2</sup>。裸露地表的硅化木57株,化石纹理清晰,质地坚硬,年轮宽窄可辨。其表面多呈浅褐黄色或灰白色,新鲜切面多为灰黑色,其形态象树干被锯断的树桩,一般直径0.6~1.5 m,最大直径为2.5 m,多垂直于地面,露出地面一般高0.4~0.5 m,最高可达1 m多,只有少数横卧或倾斜,最长达15 m。

北京延庆硅化木国家地质公园于2001年12月28日经国土资源部审批通过,2002年9月6日揭牌开园。公园总面积226 km<sup>2</sup>。

#### 2.2.16 广东南雄恐龙及恐龙蛋化石产地

##### (1) 化石产地概况

广东省地势北高南低,境内山地、平原、丘陵交错。全省地处亚热带,大部分地区属亚热带季风气候,夏长冬暖,雨量充沛。年平均降雨量为1366 mm,年平均蒸发量1100 mm,属湿润地区。年平均气温22℃,年日照时数1828 h。全年草木葱绿,生机盎然。

该产地位于广东省南雄市,分布范围1800 km<sup>2</sup>,核心区面积3.03 km<sup>2</sup>,地层时代中生代白垩纪<sup>[94]</sup>。该产地保存着非常丰富的晚白垩世恐龙蛋、恐龙骨骼、恐龙脚印化石。已发现恐龙蛋化石6科8属14种,占全世界已知恐龙蛋种类的三分之一,其中某些类型是世界独一无二的。此外,与恐龙蛋化石共生的还有孢粉、龟等化石。

##### (2) 研究、保护现状

盆地内已发现的恐龙化石包括:霸王龙类、窃蛋龙类、镰刀龙类和鸭嘴龙类(小鸭嘴龙)等,均属晚白垩世的典型代表。盆地内发现的恐龙蛋化石以长形蛋类为主(3属5种),其次为椭圆形蛋类(2相似种)、石笋蛋类(始兴蛋)、棱柱形蛋类(湖口棱柱形蛋),以及大圆蛋科等其他类型。南雄恐龙蛋化石的研究在我国恐龙蛋化石研究历史具有重要的意义。这不仅是因为南雄恐龙蛋化石的研究奠定了我国乃至国际恐龙蛋化石研究的基础,而且,南雄恐龙蛋化石的研究为进一步探讨晚白垩世末期包括恐龙绝灭在内的全球性生物事件起到了非常重要的作用<sup>[94-101]</sup>。

广东南雄恐龙化石群产地建立了省级自然保护区,总面积为42.21 km<sup>2</sup>,包括恐龙蛋化石原址展棚、恐龙脚印化石原址展棚、恐龙骨骼化石原址展棚、恐龙化石展馆及建立了完整的白垩纪—古近纪界线地层剖面。

#### 2.2.17 甘肃和政脊椎动物群化石产地

##### (1) 化石产地概况

该化石群位于甘肃省临夏回族自治州和政县,和政县处于东部季风区、西北干旱区及青藏高原寒区三气候带的交会地区,又恰好处于季风三角区的顶点部位,受西风环流和季风环流两大系统的影响,具有较为典型的大陆性季风气候特征,气候温凉、半湿润。区内1月份平均气温为0.7~13.4℃,7月份平均气温为25.0~12℃,年降水量为506.3 mm。

化石主要赋存于古近纪、新近纪和第四纪地层中。

##### (2) 研究、保护现状

和政地区内共发现80余处古脊椎动物化石点,自20世纪50年代以来,共产出化石标本大约15000件。这些古动物化石以晚渐新世巨犀动物群、中中新世铲齿象动物群、晚中新世三趾马动物群和早更新世真马动物群化石最为丰富。化石分属爬行纲和哺乳纲的6目70余属种。其中铲齿象和三趾马动物群无论在数量、品种、质量上,都超过了我国的经典产地内蒙古通古尔和山西保德,以及希腊的皮克米和萨摩斯。

巨犀动物群:化石主要产自椒子沟组下部的砂砾岩中,已发现的化石点多分布在东乡县东塬乡一带,代表性化石点为东塬乡他拉化石点。

该动物群以准噶尔巨犀为代表,包括啮齿类、肉齿类、奇蹄类和偶蹄类。

**铲齿象动物群:**化石主要产于老沟组的河湖相砂砾岩中,已发现的化石点多分布在和政县三合乡老沟、东乡县东塬乡椒子沟、广河县买家巷乡达浪沟、朱家川和虎家梁一带,代表性化石点为和政县三合乡老沟化石点。该动物群化石包括兔形类,灵长类、食肉类、长鼻类、奇蹄类和偶蹄类。

**三趾马动物群:**主要产于柳树组红粘土中,可分为上、中、下 3 个层位。代表性化石点为和政县的南阳山和杨家山。该动物群中已知的种类包括啮齿类、食肉类、长鼻类、奇蹄类和偶蹄类。

**真马动物群:**化石主要产于午城黄土中,已发现的化石点多分布在东乡县那勒寺乡龙担、克石间、石头沟等地,代表性化石点为那勒寺乡龙担。2004 年,邱占祥将其命名为龙担动物群。该动物群以真马为代表,已知的种类包括啮齿类、兔形类、灵长类、食肉类和偶蹄类。

和政地区晚新生代哺乳动物化石群数量之丰富、种类之繁多、保存之完好,在欧亚大陆是独一无二的,在世界上也是罕见的。这些古动物化石对于构建亚洲新近纪哺乳动物年代序列具有重大意义。

目前,该化石产地已被批准为国家地质公园,建成了中国首座古脊椎动物化石博物馆。和政古动物馆藏化石有三大特点。一是种类多:含爬行纲和哺乳纲的 6 目 60 个属种。占化石属种总数目 60% 左右的是距今 13 Ma 的铲齿象动物群和距今 10 Ma 前的三趾马动物群。这批化石中,有一级品 50 多件,二级品 180 多件,三级品 350 多件。其中三趾马化石储量和已采集的头骨化石标本数量均为欧亚大陆之首,超过了世界最著名的三趾马动物群产地皮克米和萨拉摩斯;铲齿象动物化石数量超过了美国纽约自然历史博物馆和北京自然历史博物馆的馆藏。二是保存完好:80% 以上的化石是完整的头骨、下颌骨、甲壳,保存十分完好。其中以“和政”命名的“和政羊”化石,是世界上唯一的;大型(如铲齿古象)和中型(如古长颈鹿、犀牛)的动物化石,形态特异,具有很高的展览价值;三是填补了我国古代哺乳动物化石收藏中的一个重要空白区,有较高的科研价值,引起了国内外古生物学界的广泛关注。

### 3 保护工程

#### 3.1 保护工程分类

该文总结了我国典型古生物化石产地和部分博物馆以往工作,认为古生物化石保护工程主要分为化石产地保护工程和化石标本保护工程两个大类,其中化石产地保护工程又分为原产地自然状态保护工程、原产地场馆保护工程和原产地发掘保护工程三类,每类之下又分不同的亚类;化石标本保护工程主要为馆藏化石标本保护工程一类(表 4)。

#### 3.2 保护工程分类概述

##### 3.2.1 化石产地保护工程

对于在一定范围内古生物化石分布相对较集中的产地,一般要设立古生物化石自然保护区或建立地质公园,成立专门管理机构,对古生物化石地质遗迹实施切实有效的保护;对化石分布较分散的古生物化石产地则单独实施其他具体保护措施。

##### (1) 原产地自然状态保护工程

原产地自然状态保护工程是指古生物化石位于原来所发现的地方,仍处于自然暴露状态下所采取的保护工程。按其保护工程的功能可分为加固防护工程和人为损害预防工程两个工程亚类。

##### ① 加固防护工程

表 4 古生物化石保护工程分类

| 工程大类       | 类           | 亚类   | 工程项目                              |                   |
|------------|-------------|--|-----------------------------------|-------------------|
| 化石产地保护工程大类 | 原产地自然状态保护工程 | 加固防护工程   | 含化石层基岩支护加固工程<br>含化石层基岩固坡工程        |                   |
|            |             | 人为损害预防工程   | 树立标志                              | 标志牌<br>说明牌<br>警示牌 |
|            |             |  | 设置界桩<br>拉网围圈                      |                   |
|            | 原产地场馆保护工程   | 遮蔽保护工程   | 搭建防护棚<br>修建原地保护场馆                 |                   |
|            |             | 防、排水工程   | 开挖排水沟<br>修建引水渠<br>构筑挡水墙<br>修建隔水帷幕 |                   |
|            | 原产地发掘保护工程   | 化石发掘工程   | 制作套箱采集化石标本<br>打皮劳克采集化石标本          |                   |
| 化石标本保护工程大类 | 馆藏化石标本保护工程  | 化石标本干燥处理<br>化石标本防裂加固<br>骨骼化石装架存放<br>化石标本存放场所<br>温度、湿度控制<br>化石标本防盗监控系统<br>化石标本除尘、防紫外线设备 |                                   |                   |

加固防护工程所包括的工程项目多种多样,但常采用的主要是两种。

一是含化石层基岩支护加固工程。由于含化石层及其围岩有硬有软,结构有紧密有疏松,层理有厚有薄,抗风化能力有强有弱,这就导致了含化石岩层所处的状态千差万别,有的自然状态对其本身是有利的保护,有自然状态极易遭受自然破坏,如有的含化石层本身比较松软,极易因风化剥蚀而脱落,有的虽含化石层本身岩石较硬,抗风化剥蚀,但它本身层较薄,上下岩层岩性松软,化石层明显突出于陡壁,上无保护,下无支撑,处于垮落的危险中。对于这类的化石产地就有必要实施加固防护工程。工程比较简单,所用材料一般只是水泥、石块或少许钢筋,对含化石岩层因开裂存在的垮落受损,在开裂处加注水泥浆进行加固防护;对突出悬壁,下无支撑,濒临垮塌的含化石层,在其下壁修筑支撑壁进行支护。

二是含化石层基岩护坡工程。有的含化石的基岩成片出露构成古生物化石地质遗迹景观,但处于陡坡地形位置,其周围岩层松软,存在滑坡的隐患,对这样的化石产地就要实施固坡防护工程。应注意的是在实施加固防护这类保护工程时,所掌握的基本原则是:不损害、不遮蔽古生物化石地质遗迹,采用的石料就地取材。

### ②人为损害预防工程

人为损害预防工程,一般包括竖立标志,设置界桩,拉网围圈等工程项目。

竖立保护标志可以按独立的化石点设置,也可以按古生物化石产地片区设置。化石片区是指化石群产地片区或化石集中产出所划定的古生物化石保护区。常用的保护标志的类型有标志碑、标志牌,警示牌等。标志碑一般位于古生物化石保护的片区,或具特殊意义的古生物化石产点。标志碑具有永久或长久性的标志意义,多用各种岩石板材、水泥制板材或就地磨崖石刻制成,牢固地立于化石产地边,碑文既是古生物化石产地介绍,也是向公众对化石产地保护的宣传;标志碑多立于化石产地,标明化石点位置、化石点名称,有的还可加化石产地内容介绍。标志牌可用不锈钢板或木板等制成,用钢管或木架固定于产地处,标志牌文字内容可根据需要进行更新或更换,即有利对产地的保护,又有利于科普宣传。

对于面积较大的古生物化石分布区,往往要划分古生物化石地质遗迹保护区,或修建围墙或拉铁丝网实施封闭式保护,防止无关人员进入区内从事

对古生物化石造成破坏的活动。有的可在保护区周边按一定间距设置界桩,实施非封闭式保护;界桩一般为四方柱状,一部分埋入地下固定,露出地面部分涂红或编号,醒目,引人注目。界桩可用花岗石、水泥等材料制成。

### (2)原产地场馆保护工程

原产地场馆保护工程是指对暴露在地表且集中分布于一定面积的岩层面的群集化石,实施搭棚建馆及与之相关的保护措施,它包括遮蔽保护工程和防水、排水工程两个亚类。

#### ①遮蔽保护工程

搭建防护棚和修建原产地保护场馆,都是为了对古生物化石产地进行遮蔽,防风吹日晒、雨淋,防自然的温差变化引起的化石破损,这对产地化石的保护极其有效。防护棚设置简单易行,用钢管支架和板材则可搭建而成。修建原地保护场馆,不仅起到防护棚所起的对化石的保护作用,还可以在场馆内进行与古生物化石相关的科普展览、景观观赏,使其具备古生物化石博物馆的一些功能。场馆建设应有严格要求,除坚固耐用外,还要求部局合理,适于古生物化石的摆放和展览,内部结构和设施具备防潮、防盗、防紫外线、温湿差控制功能,以利对化石的保护。实际上它具有化石产地保护场馆和古生物化石博物馆两种性能。

山东诸城恐龙国家地质公园实施的原地场馆保护工程取得了成功经验。

#### ②防水、排水工程

在建设永久性保护场馆时,必须要对化石产地周围水文地质条件、工程地质条件、环境地质条件进行详细调查,查清地表水、地下水补给、运行情况,岩土体等工程地质条件。为防止各种因素引起的对化石产地的破坏,在实施古生物化石原地场馆式保护工程的同时,要实施相应的配套的排水、隔水、护坡、加固等工程,如修建隔水帷幕、排水沟或采用修建地下隧道。

山东诸城恐龙化石原产地保护获得成功经验,原因是诸城恐龙化石赋存层位的下部岩性为砂岩、砾岩等,透水性好,自然排水系统良好,化石不会受地下水长期浸泡。而山东莱阳恐龙化石原产地保护效果则不尽人意,则是由于莱阳恐龙化石赋存层位的底板岩性为粉砂质泥岩,泥质粉砂岩,透水性差,层间水运移到该层位受到阻隔,上层位化石受到较

长期的浸蚀,造成损坏。因此,为了避免化石遭受地下水浸蚀,必须查清化石赋存上下层位的岩性以及地下水的运行情况,以选择采用切实的排水工程类型。

### (3) 原产地发掘保护工程

原产地发掘保护工程主要包括化石发掘工程亚类,发掘过程中由于地表水、地下水涌入发掘现场,可能对化石造成对化石的破坏。因此要根据发掘现场的地形地质、水文地质条件,在四周开挖排水沟、修建引水渠进行防水、排水;修建挡水墙,必要时修建隔水帷幕。另外,需要特别注意的是为了防止发掘出来的古生物化石被人哄抢,提前要与当地的公安机关取得联系维持社会治安,以保证化石安全。

对发掘出来的古生物化石标本,一般是将化石用较软的包装纸包裹,分门别类装箱,每块化石之间用较厚较软的衬垫充填物或塑料泡沫隔开,以防在路途中互相磕碰产生对化石的二次伤害。装车时应注意轻拿轻放。另外,遇到风化严重的化石,在运输前就要采取特殊的发掘、运输保护措施,打皮劳克或制作套箱。打皮劳克和制作套箱是化石发掘过程中较为常用的两种方法,而且对化石运输也特别有效。

打皮劳克:将准备好的宽窄和长短不同的麻布条在调制石膏溶液里完全浸透,对化石有直接暴露出的地方先用湿棉纸隔开,以免在修理时弄坏标本。湿棉纸应紧贴化石,并将化石之间的缝隙填平填实,再在上面轻轻抹上一层稀石膏将浸透的麻布条贴上压平、压紧。布条之间要彼此互相交错,不能留有空隙,在皮劳克比较大、岩性又较松散的情况下可以多贴几层麻布条,还可以在布条之间夹上木条(或竹条)以增加它的强度。在打皮劳克之前应先看加固过的化石是否完全凝固,将无法粘结上去的碎化石用纸包好并作上标记,将它封在该皮劳克内,待从野外运回到实验室内进行拼贴。

### 3.2.2 化石标本保护工程

古生物化石标本保护工程主要是对馆藏化石标本的保护。

化石标本在进行展览时,要对陈列的展厅进行严格检查,看是否达到满足陈展的条件。温度、湿度调节,通风,晾晒,防尘,防光,防自然损坏等保护措施手段是否齐全;展厅是否安装监控系统;标本在展览时要不定期的进行打胶加固,并安排专业人员对标本定期进行检查。同时,展厅配备安保人员进行

看护、巡逻,加强防盗。

标本馆藏库存(标本柜、库房)也要有严格的要求。标本柜在存放化石时要用硅橡胶将所有接缝粘接,用氯丁橡胶条作门垫料,加强标本柜(陈列柜)的密封,并放置干燥剂(无水氯化钙、硅胶、生石灰等),安装仪器定期测量飘尘情况。每年对化石进行加固保护。化石入藏按照博物馆严格的流程执行:标本鉴定→标本登记建档(拍照录入管理系统)→标本整理入库→标本使用→标本注销。

标本修复装架,也是对馆藏古生物化石进行有效保护的方式之一。采集的化石进行修复装架分为:准备、补配和骨架复原、装架三个阶段。首先是绘制化石复原图,准备材料;然后是对缺失的化石部分采用不饱和聚酯树脂材料修复补配,最后根据化石复原图进行钢架结构组装。装架完成的化石打上保护胶,并存放在恒温、恒湿的场馆里,馆内照明全部采用冷光灯和涂有吸收紫外线材料的灯罩,安装飘尘监测装置、电子高清监控设备。同时加大安全保卫和监督力度。

## 4 保护工程部署

### 4.1 总体措施

化石产地和化石标本的保护主要受人为因素、自然地理、地质条件等因素影响,根据这些因素主要采取保护措施有防水、防冻、防自然损坏、防风蚀、防盗、控制温湿度、加固、防尘、防光、防潮等。

#### 4.1.1 产地保护主要措施

产地保护的主要措施手段为树立标志,进行防水。防水主要分为防止地表水和防止地下水,部署的工程主要为开挖沟渠,修建挡水墙和隔水帷幕等;加固主要是对酥软、易破碎、抗风化能力差的围岩层进行加固保护;防冻、防自然损坏、防风蚀;目前采取的主要措施是修建临时大棚和原址保护场馆。

#### 4.1.2 标本保护主要措施

标本保护的主要措施手段是修建博物馆,对馆藏条件进行严格要求。温度、湿度目前利用空调来进行调控,温度控制在 $18\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,湿度范围控制在 $50\pm 5\%$ 之间;标本加固:通过化石毛细孔和裂缝向其内部渗透加固液、粘合剂和溶剂的混合液,使加固液深深地浸入到标本内部,等溶剂挥发后获得最好的加固效果。为了达到理想的加固效果,在前次的加固

液干燥后再进行二次加固;防尘:要定期测量飘尘情况,安装除尘设备;防光:要采用冷光灯和涂有吸收紫外线材料的灯罩进行防护。防潮:存放化石时要用硅橡胶将橱柜所有接缝粘接,用氯丁橡胶条作门垫料,增强陈列柜及标本柜的密封,并放置干燥剂(无水氯化钙、硅胶、生石灰等)。防盗:安装监控系统,派专人进行值守。

## 4.2 具体部署

根据我国主要古生物化石产地的化石种类、地理分布特征、气候分区、地形地质条件以及行政分区,将全国分为7个片区进行古生物化石产地保护工程和标本保护工程部署。

### 4.2.1 东北片区

东北片区有辽宁、吉林、黑龙江3省。

#### (1) 产地保护措施

首先对辽宁义县、辽宁建昌、辽宁朝阳、吉林白山、吉林乾安和黑龙江嘉荫等国家重点化石产地开展原产地自然状态保护工程和原产地场馆保护工程。具体措施是对辽宁义县、朝阳热河生物群、建昌燕辽生物群化石赋存的产出层位进行加固防护,对化石分布范围进行勘界、设立界桩或者拉网围圈,对国家重点保护化石设置警示牌;对黑龙江嘉荫和吉林乾安建立原址保护场馆,并开展防水、排水工程,对馆内的温度、湿度进行控制,必要时对黑龙江嘉荫开张原产地发掘保护工程;对吉林白山重点古生物化石产地进行树立标志加以保护。

其次对辽宁抚顺、吉林珲春、黑龙江青冈等古生物化石产地进行野外调研,在调查和评价的基础上进行国家重点古生物化石产地认定,同时对黑龙江青冈古生物化石产地进行原址场馆保护和修建隔水帷幕,对吉林珲春和辽宁抚顺开展竖立标志的保护工程。

#### (2) 化石标本保护措施

开展辽宁省古生物化石标本调查,建档、登记、建立数据库;在掌握黑龙江和吉林古生物化石标本资源的基础上,修建古生物化石专业博物馆。

### 4.2.2 华北片区

华北片区包括北京、天津、河北、内蒙古、山西5省区。

#### (1) 产地保护措施

首先对河北泥河湾、山西榆社、山西五台县、山西宁武、山西长子、内蒙古宁城、内蒙古二连浩特、内

蒙古鄂尔多斯、内蒙古四子王旗、内蒙古巴彦淖尔等国家重点化石产地开展保护工程。具体措施是对河北泥河湾、山西榆社、内蒙古二连浩特、内蒙古鄂尔多斯、内蒙古四子王旗、内蒙古巴彦淖尔等化石集中产地开展原地场馆保护工程,搭建防护棚、修建隔水帷幕等;对山西五台县、山西宁武、山西长子、内蒙古宁城等开展原产地自然状态保护工程,对化石赋存的岩层进行加固,竖立标志,对化石集中分布区设置界桩或者拉网围圈。

其次对北京周口店、北京延庆、天津蓟县、河北丰宁、山西天镇、内蒙古额济纳旗、内蒙古扎赉诺尔、内蒙古鄂托克旗、内蒙古准格尔旗等化石典型产地进行调查评价,开展国家重点化石产地的认定工作;对北京周口店、山西天镇、内蒙古额济纳旗、内蒙古扎赉诺尔、内蒙古鄂托克旗、内蒙古准格尔旗等化石产地开展原产地场馆保护工程,修建防护棚或者原址馆,开展防排水、防冻工程;对北京周口店、河北丰宁化石开展加固防护工程,竖立说明牌;对北京延庆开展原产地自然状态保护工程,竖立说标准牌、明牌,对化石集中分布区设置界桩。

#### (2) 化石标本保护措施

对各省(市)的化石标本开展调查,建设化石数据库。加强山西、内蒙古的古生物化石专业博物馆的建设。

### 4.2.3 西北片区

#### (1) 产地保护措施

首先开展甘肃和政、新疆鄯善国家重点化石产地的原产地保护场馆的建设和完善,达到恒温、恒湿等条件,同时进行防水、排水工程施工;对甘肃刘家峡、宁夏灵武、新疆奇台、陕西神木等地的古生物化石产地进行调查评价,开展国家重点化石产地认定;对新疆奇台硅化木及恐龙、陕西神木、甘肃刘家峡恐龙足迹化石典型产地进行原产地自然状态保护工程,竖立标志碑、说明牌,设置界桩和对核心区进行拉网围圈;对宁夏灵武恐龙化石产地开展原产地场馆保护工程,控制馆内的温度、湿度,必要时开展原产地发掘保护工程。

其次对甘肃玉门甘肃鸟化石产地、肃北公婆泉恐龙化石产地、新疆乌尔禾白垩纪爬行动物群化石产地、新疆十三间房巨犀化石产地、新疆阜康恐龙化石产地、新疆准噶尔盆地魔鬼城化石产地、新疆吐鲁番桃树园子水龙兽化石产地、青海共和县第四纪脊

椎动物化石产地、陕西铜川恐龙足迹化石产地、陕西榆林子洲恐龙足迹化石产地、陕西府谷肯氏兽化石产地和宁夏中宁石峡沟化石产地进行调查评价,进行国家重点化石产地认定;并对陕西铜川、陕西府谷、陕西榆林子洲、肃北公婆泉、甘肃玉门、新疆乌鲁木齐、新疆十三间房、新疆阜康和新疆准噶尔盆地魔鬼城等化石产地进行原产地自然状态保护工程,竖立标志碑、说明牌,设置界桩和对核心区进行拉网围圈;对宁夏中宁石峡沟化石产地实施原产地自然保护工程,对含化石层基岩进行加固防止风化;对青海共和县第四纪脊椎动物化石产地、新疆吐鲁番桃树园子水龙兽化石产地实施原产地场馆保护工程,修建原地保护场馆,控制馆内的温度、湿度,同时进行防排水保护工程。

#### (2) 化石标本保护措施

加强陕西、青海、新疆、宁夏省(区)的古生物化石博物馆建设工作。

#### 4.2.4 华东片区

华东地区包括上海、山东、安徽、江西、浙江、江苏省(市),但是重点保护化石产地主要分布在山东和浙江。

#### (1) 产地保护措施

首先开展浙江天台、浙江东阳、山东山旺、山东诸城和山东莱阳等国家重点化石产地的保护工程。对浙江天台、浙江东阳开展地质公园的申报工作,对恐龙蛋、恐龙化石开展原产地场馆保护工程,修建保护棚或者原址场馆,并且开展防水、排水工程,对集中分布的恐龙化石,在其分布岩层下部开挖引水渠,在地表修建排水沟;对恐龙足迹采取原地自然状态保护工程,对化石基岩进行保护,同时竖立保护、警示标志,必要时进行原产地发掘工程保护;对山东诸城重点开展原产地场馆保护工程,对恐龙洞化石隆起区进行保护大棚的修建,同时开展地下水和地表水的防护工程;对库沟化石长廊和黄龙沟足迹化石的保护大棚进行改建(原址场馆建设),力争做到恒温恒湿;对莱阳化石产地进行防排水工程,加强莱阳金岗口2号保护棚建设,改善其通风、排水设施,地表修建引水渠,在恐龙骨骼分布层下部修建排水通道,同时加固1号保护棚里排水沟处斜坡岩体,对1号、2号保护棚内含化石围岩进行加固,根据保护情况适时进行原产地发掘保护工程,避免化石受到损害;对山东山旺化石产地主要是修建原产地保护场

馆、开展地表水和地下水的防护工程,同时对含化石层位进行加固、控制馆内温度湿度、防止风化;对南京汤山哺乳动物群产地和江西赣州恐龙蛋化石产地进行野外点考察、开展地质公园申报和国家重点化石产地的认定工作,同时开展原产地场馆保护工作,开挖排水沟。

其次开展浙江新昌白垩纪硅化木化石产地、安徽齐云山恐龙化石产地、安徽天柱山化石产地、安徽淮南八公山化石产地、山东长清张夏一崮山地区三叶虫化石产地以及山东大汶口三叶虫化石产地的国家重点化石产地的认定工作,同时开展山东大汶口和长清张夏一崮山地质公园的申报和升级工作,对浙江新昌、安徽天柱山、安徽淮南八公山、山东长清、山东大汶口古生物化石产地开展原产地自然状态保护工程,对核心区进行勘界设置界桩;对安徽齐云山恐龙化石产地进行原产地自然状态和原产地场馆保护工程,竖立保护标志牌,对恐龙化石集中分布区修建保护大棚或者原地保护场馆,在地表开挖排水沟,修建防水帷幕。

#### (2) 化石标本保护措施

主要是建设浙江省古生物化石专业博物馆;开展其他省份的化石标本的调查工作,建档、登记、建设数据库,并根据化石标本数量建立相应的专业博物馆。

#### 4.2.5 华中片区

华中片区包括河南、湖北和湖南3省。

#### (1) 产地保护措施

首先开展河南汝阳、湖北松滋、湖北南漳、湖北远安、湖南桑植和湖南株洲等国家重点化石产地的保护工程。对河南汝阳、湖北松滋和湖北南漳开展原产地自然状态保护工程,竖立标志牌、说明牌,对重点保护区进行勘界圈定范围,设置界桩或者拉网围圈,对含化石的岩层进行加固;对湖南桑植、湖南株洲国家重点化石产地开展原产地场馆保护工程,修建保护大棚或原产地保护场馆,在地表开挖水渠,修建隔水帷幕防止地下水;同时对以上国家重点化石产地开展地质公园的申报工作。

其次开展河南西峡、湖北郧县、湖北三峡、湖北郧县梅铺镇、湖南长沙和湖南张家界等古生物化石典型产地的调查评价,申报地质公园,开展国家重点化石产地的认定工作;对河南西峡、湖北三峡、湖北郧县和湖北郧县梅铺镇实施原产地自然状态保护工

程,竖立标志牌、说明牌,对化石集中分布地区进行拉网围圈,并进行防、排水工程;湖南长沙和湖南张家界开展原产地自然状态保护工程,对含化石层位进行加固防护。

#### (2)化石标本保护措施

完善河南省古生物化石专业博物馆的建设,增加建设湖北、湖南省的古生物化石专业博物馆建设。

#### 4.2.6 西南片区

西南片区包括四川、重庆、贵州、云南、西藏、广西6省(区)。

##### (1)产地保护措施

西南片区的古生物化石产地基本上都得到了有效保护。首先重点开展广西扶绥、四川自贡、贵州关岭、贵州兴义、贵州凯里、云南禄丰等国家重点化石产地和云南澄江、云南罗平、贵州盘县等典型产地保护工程;完善四川自贡、云南禄丰和云南澄江的原产地场馆保护工程,加强防排水工程实施,在场馆周围开挖引水渠,修筑防水墙;对广西扶绥恐龙化石产地进行原产地场馆保护,修建保护大棚,进行防排水工程,必要时开展原产地发掘保护工作;对贵州关岭、贵州兴义、贵州凯里、云南罗平、贵州盘县进行原产地自然状态保护工程,对化石层位进行加固、竖立标志牌、说明牌,对化石集中分布区设置界桩,并实施防排水工程;同时开展云南澄江、云南罗平、贵州盘县等国家重点化石产地的认定工作。

其次对广西横县六景、重庆綦江、四川射洪、四川安县、贵州瓮安、贵州平坝、云南曲靖、西藏昌都等化石典型产地进行调查评价,开展国家重点化石产地认定和地质公园申报。对广西横县六景、重庆綦江、四川射洪、四川安县、贵州瓮安、云南曲靖、西藏昌都等化石典型产地开展原产地自然状态保护工程,设立标志牌、说明牌,对化石重点保护区进行勘界、拉网围圈,在国家重点保护化石集中分布区修建保护大棚,实施防水、排水工程;对贵州平坝恐龙化石产地进行原址保护,修建保护大棚,构筑挡水墙,开挖排水沟。

##### (2)化石标本保护措施

完善云贵川博物馆的建设,整合资源,做大做强古生物文化建设;推进西藏和广西古生物化石专业博物馆的建设。

#### 4.2.7 华南片区

华南片区包括福建、广东、海南3省,但古生物

化石典型产地主要分布在广东省。

##### (1)产地保护措施

首先对广东南雄、广东河源和福建三明国家重点古生物化石产地开展保护工程。加强对广东南雄、河源和福建三明地区的含化石层基岩支护工程,加固化石层围岩,防止岩层受剥蚀,设立标志牌、说明牌、警示牌,同时加强该地区的排水工程建设,开挖排水沟,修建挡水墙等工程,对重点保护化石集中分布区修建保护大棚或者原址保护场馆,建立古生物化石自然保护区或者地质公园;必要时对广东河源恐龙及恐龙蛋产地进行原产地发掘保护。

其次开展福建、海南等省的古生物化石产地调查与评价工作,优选典型化石产地开展保护,并进行自然保护区(地质公园)申报和国家重点化石产地认定。

##### (2)化石标本保护措施

对本标进行调查,建档登记,在广东修建专业的古生物化石博物馆。

### 4.3 法规建设与组织管理

法律法规是开展古生物化石保护与开发利用必须遵循的纲领性和规范性文件,是进行古生物化石保护的法律法规。如《古生物化石保护条例》、《地质遗迹保护管理规定》、《世界地质公园网络指南和标准》、《自然保护区类型与级别划分原则》等,在保护与开发利用过程中必须严格贯彻落实各项规定,不得违犯。同时,根据地域差异和管理需要,要制定和出台一些地方性政策、管理办法等,制定一些激励政策,促进古生物化石保护工程向纵深发展,为子孙后代谋福祉。

古生物化石保护工作专业性强,保护好古生物化石资源,开发利用好古生物化石,各级政府应高度重视。应成立省级“古生物化石保护专家委员会”,组织专家为化石的研究、保护及开发、化石评估鉴定等建言献策。促进古生物化石保护工作。建立健全省、市、县(市、区)古生物化石保护利用的管理机构,形成覆盖全省的管理网络。明确各级责任部门的职责和分工,推进古生物化石保护、利用和管理职能全面到位。

古生物化石保护经费应纳入到中央、省和地方预算管理,经费由中央财政、省财政及地方财政三级划拨。重点古生物化石保护工程经费由中央财政、省财政列支,一般古生物化石保护经费由地方财政

支出。

#### 4.4 人才培养与学术交流

科技人才是国家的核心竞争力。人才资源是最为重要,最具潜力的战略资源。古生物学是一门专业性很强的学科,组织古生物化石管理与专业技术培训,以提高古生物保护队伍人员素质和专业技术能力。立足当前,着眼长远,与大专院校、科研机构合作进行人才培养、专业培训,培养具有战略性、前瞻性科技人才,为古生物化石研究、保护、开发培养学科带头人。

积极开展专业学术交流,组织与国内外知名古生物化石产地的横向交流与协作,学习和借鉴古生物化石保护与开发的先进技术和经验,不断进行知识更新和补充,提高队伍整体素质,形成地质、旅游复合型高级专业队伍。

## 5 结论

(1) 该文对全国 90 个古生物化石典型产地的资料进行了研究,对 17 个古生物化石典型产地的化石属种、保护的重要意义、自然地理、地质条件以及保护现状进行了全面详细的总结论述,明确了开展古生物化石产地保护的对象、实施保护工程的必要性和迫切性。

(2) 调查研究了全国与古生物化石相关的博物馆 73 家,大致摸清了各省拥有和建设古生物化石博物馆的情况,为古生物化石标本保护工程的部署指明了方向。

(3) 根据野外调研和综合分析,进行了保护工程类型的划分。我国现行的古生物化石保护工程可分为古生物化石产地保护工程(设立古生物化石自然保护区(地质公园))和古生物化石标本保护工程(修建博物馆)两大类;化石产地保护工程又分为原产地自然状态保护工程、原产地场馆保护工程和原产地发掘保护工程三类;化石标本保护工程主要是馆藏古生物化石标本保护工程。

(4) 论述了化石产地保护工程采取的措施手段以及在保护中应注意防水、冻融、风化、化石赋存地形地质条件等问题;对古生物化石标本保护工程采取的措施手段进行了论述,并对标本保护的湿度、湿度、防光、防尘、防潮、防盗、修复、装架等方面进行了阐述。

(5) 根据我国主要古生物化石产地的化石种类、地理分布特征、气候分区、地形地质条件,提出了我国 7 大片区进行古生物化石重点保护工程的规划部署建议。并从法规建设与组织管理、人才培养与学术交流等方面进行了规划建议。

## 参考文献:

- [1] 赵喜进.中国侏罗纪的爬行动物.见:中国的侏罗系[M].北京:地质出版社,1985:286-291.
- [2] 侯连海.中国发现侏罗纪龙骨突鸟类[J].科学通报,1996,41(20):1861-1864.
- [3] 吕君昌.中国南方窃蛋龙类化石[M].北京:地质出版社,2005:1-200.
- [4] 吕君昌,姬书安,袁崇喜,等.中国的翼龙类化石[M].北京:地质出版社,2006:1-145.
- [5] 方晓思,张志军,卢立伍,等.印度板块-古亚洲板块碰撞及亚洲恐龙的出现[J].地质通报,2006,25(7):862-873.
- [6] 段治,郑少林,胡东宇,等.辽宁建昌玲珑塔地区中侏罗世地层与化石初步报道[J].世界地质,2009,28(2):143-147.
- [7] 何碧竹,乔秀夫,田洪水,等.山东诸城早白垩世莱阳期古地震事件与恐龙迁移[J].地质学报,2012,86(8):.
- [8] 李奎.中国的蜥脚类恐龙化石及其层位[J].成都理工学院学报,1998,25(1):53-60.
- [9] 柳永清,旷红伟,姬书安,等.晚中生代地球表层重大地质事件的陆地环境剧变与生物群演替响应[J].地学前缘,2009,16(5):37-47.
- [10] 柳永清,旷红伟,姬书安,等.鲁东诸城地区晚白垩世恐龙集群埋藏地沉积相与埋藏学初步研究[J].地质论评,2010,56(4):457-468.
- [11] 米家榕,张川波,孙春林,等.中国环太平洋带北段晚三叠世地层古生物及古地理[M].北京:科学出版社,1993:1-219.
- [12] 夏文杰,李秀华.恐龙埋藏环境及岩相古地理特征[M].成都:四川科技出版社,1988:80-88.
- [13] 徐星,王克柏,赵喜进.中国发现的第一个角龙科化石和它的生物地理学指示意义[J].中国科学通报(英文版),2010,55(16):1631-1635.
- [14] 张红珍,梁永宁.中国重要古生物化石及其产地保护浅论[J].云南地理环境研究,2005,17(增刊):70-73.
- [15] 韩刚,邓明然,韩立卓,等.我国古生物化石资源可持续发展研究[J].国土资源科技管理,2011,28(2):119-123.
- [16] 董枝明.中国恐龙[M].上海:上海科技教育出版社,1997.
- [17] 沙金庚.世纪飞跃——辉煌的中国古生物学[M].北京:科学出版社,2009.
- [18] 甄朔南,李建军,韩兆宽,等.1996.中国恐龙足迹研究[M].成都:四川科学技术出版社,1996:1-110.
- [19] Pei - Ji Chen, Jian - jun Li, Masaki Matsukawa, et al. Geological ages of dinosaur - track - bearing formations in China [J]. Cretaceous Research, 2006, (27): 22 - 32.

- [20] Matsukawa M, Lockley M, Li J. Cretaceous terrestrial biotas of East Asia, with special reference to dinosaur - dominated ichnofaunas: towards a synthesis [J]. *Cretaceous Research*, 2006, 27(1): 3 - 21.
- [21] 吕君昌, 徐莉, 贾松海, 等. 河南汝阳地区——巨型蜥脚类恐龙股骨化石的发现及其地层学意义 [J]. *地质通报*, 2006, (25): 1299 - 1302.
- [22] 江小均, 柳永清, 姬书安, 等. 豫西栾川—潭头盆地含脊椎动物化石地层序列和 K/T 界线初步研究 [J]. *中国科学*, 2011, 41(5): 738 - 744.
- [23] 李建军, 白志强, 魏青云, 等. 内蒙古鄂托克旗下白垩统恐龙足迹 [M]. 北京: 地质出版社, 2011: 1 - 99.
- [24] 蒋飞虎, 杨静, 王海宏, 等. 内蒙古二连盆地白音查干凹陷早白垩世介形类及其古生态 [J]. *微体古生物学报*, 2000, 17(3): 265 - 285.
- [25] 高玉辉. 和平永川龙 [M]. 四川: 四川科学技术出版社, 1999: 1 - 72.
- [26] 李奎, 谢卫, 张玉光. 四川侏罗纪恐龙化石 [J]. *大自然探索*, 1997, (1): 66 - 70.
- [27] 李奎, 张玉光, 蔡开基. 四川盆地侏罗纪恐龙骨髓及红层的微量元素组合特征 [M]. 北京: 地质出版社, 1999: 13 - 17.
- [28] 何信禄. 四川脊椎动物化石 [M]. 成都: 四川科学技术出版社, 1984.
- [29] Li R - H, Lockley M G, Liu M - W. A new ichnotaxon of fossil bird track from the Early Cretaceous Tianjialou Formation (Barremian - Albian), Shandong Province, China [J]. *Chinese Science Bulletin*, 2005, (50): 1149 - 1154.
- [30] Lu Li, Haiyan Tonga, Kebai Wang, Shuqing Chen, Xing Xu. Lindholmemydid turtles (Cryptodira: Testudinoidea) from the Late Cretaceous of Shandong Province, China [J]. *Annales de Paléontologie*, 2013, 99(3): 243 - 259.
- [31] Rihui Li, Martin G. Lockley, Masaki Matsukawa, Kebai Wang, Mingwei Liu. An unusual theropod track assemblage from the Cretaceous of the Zhucheng area, Shandong Province, China [J]. *Cretaceous Research*, 2011, 32(4): 422 - 432.
- [32] Stephen F. Poropat, Benjamin P. Kear. Reassessment of coelurosaurian (Dinosauria, Theropoda) remains from the Upper Cretaceous Wangshi Group of Shandong Province, China [J]. *Cretaceous Research*, 2013, 45(13): 103 - 113.
- [33] Xing Xu, Kebai Wang, Xijin Zhao, Corwin Sullivan, Shuqing Chen. A New Leptoceratopsid (Ornithischia: Ceratopsia) from the Upper Cretaceous of Shandong, China and Its Implications for Neoceratopsian Evolution [J]. *PLOS one*, 2010, 5(11): 122 - 122.
- [34] Ji Yannan, Wang Xuri, Liu Yongqing, Ji Qiang. Systematics, Behavior and Living Environment of *Shantungosaurus Giganteus* (Dinosauria: Hadrosauridae) [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2011, 85(1): 58 - 65.
- [35] 陈树清. 山东诸城恐龙化石发掘新成果 [J]. *化石*, 2010, (1): 9 - 11.
- [36] 季燕南. 巨型山东龙的系统分类、生活习性与生态环境研究 [J]. *地质学前沿*, 2010, 17(1): 378 - 385.
- [37] 韩岗, 赵华锡. 山东诸城发现恐龙蛋化石 [J]. *古脊椎动物学报*, 1993, 31(2): 147.
- [38] 胡承志. 山东诸城巨型鸭嘴龙化石 [J]. *地质学报*, 1973, (2): 179 - 206.
- [39] 李素, 周瑶琪, 姚旭, 等. 鲁东诸城地区恐龙足迹化石和原形恢复研究 [J]. *地质论评*, 2012, 58(3): 434 - 443.
- [40] 邢立达, Jerald D Harris, 王克柏, 等. 山东诸城盆地莱阳群下白垩统的非鸟恐龙与鸟足迹组合 [J]. *地质通报*, 2010, 29(8): 1105 - 1112.
- [41] 李日辉, 张光威. 山东莱阳盆地早白垩世莱阳群的遗迹化石 [J]. *古生物学报*, 2001, 40(2): 252 - 261.
- [42] 孙艾玲, 崔贵海, 李雨和, 等. 禄丰蜥龙动物群的组成及初步分析 [J]. *古脊椎动物与古人类学报*, 1985, 42(1): 1 - 12.
- [43] 张子雄, 李锡康. 禄丰老长阶含新的蜥龙动物群地层剖面研究 [J]. *云南地质*, 1999, 18(1): 72 - 82.
- [44] 王五力, 郑少林, 张立君, 等. 辽宁西部中生代地层古生物 (1) [M]. 北京: 地质出版社, 1989: 1 - 157.
- [45] 张弥曼. 热河生物群 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2002.
- [46] 赵毅宾, 张立军, 刘雪飞. 辽宁热河生物群化石资源的保护管理与可持续利用研究 [J]. *国土资源科技管理*, 2004, 21(3): 33 - 36.
- [47] 陈丕基. 热河生物群研究新进展 [A] // 北大国际地质科学学术研讨会论文集 [C]. 北京: 地震出版社, 1998: 355 - 359.
- [48] 陈丕基. 热河生物群的分布与扩展. 见: 热河生物群 [M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 1999: 1 - 5.
- [49] 季强, 袁崇喜. 宁城中生代道虎沟生物群中两类具原始羽毛翼龙的发现及其地层学和生物学意义 [J]. *地质论评*, 2002, 48(2): 221 - 224.
- [50] 季强, 陈文, 王五力, 等. 中国辽西中生代热河生物群 [M]. 北京: 地质出版社, 2004.
- [51] 季强, 袁崇喜. 中国中侏罗世哺乳动物研究新进展 [J]. *地球学报*, 2008, 29(3): 377 - 384.
- [52] 李丙霞. 浅谈贵州古生物化石的保护 [J]. *开发利用: 中国西部科技*, 2011, 10(20): 41 - 42.
- [53] 童永生. 中国始新世中、晚期哺乳动物群 [J]. *古生物学报*, 1989, 28(5): 663 - 682.
- [54] 童永生, 王景文. 山东昌乐早始新世五图组鼯形类 (Soricomorpha, Insectiva, Mammalia) [J]. *古脊椎动物学报*, 1993, 31(1): 19 - 32.
- [55] 童永生, 王景文. 多瘤齿类 (哺乳纲) [J]. *古脊椎动物学报*, 1994, 32(4): 275 - 284.
- [56] 童永生, 王景文. 山东昌乐早始新世五图组古乏齿兽类 (哺乳纲) [J]. *古脊椎动物学报*, 1997, 35(2): 110 - 120.
- [57] 童永生, 王景文, 孟津. 山东早始新世五图组的一种古蹄类 *Olbitherium millenariusum* gen. et sp. nov. (哺乳动物纲, “伪齿兽类”) [J]. *古脊椎动物学报*, 1997, 42(1): 27 - 38.
- [58] 侯连海, 周忠和, 张福成, 等. 山东山旺发现中新世大型猛禽化石 [J]. *古脊椎动物学报*, 2000, 38(2): 104 - 110.

- [59] 黄德林,崔亚杰.对于完善保护古生物化石产地法律制度的探讨[J].资源与产业,2004,(6):44-47.
- [60] 蒋小玉,李琨.古生物类国家地质公园的问题与对策[J].资源与产业,2009,11(2):126-131.
- [61] 李烈荣,姜建军,王文.中国地质遗迹资源及其管理[M].北京:中国大地出版社,2002.
- [62] 彭永祥,吴成基.地质遗迹及其保护与利用的协调性问题[J].资源科学,2004,26(1):69-75.
- [63] 李晓琴,殷继成.龙门山国家地质公园地质遗迹的保护[J].山地学报,2004,22(1):12-16.
- [64] 陈安泽.中国国家地质公园建设的若干问题[J].资源与产业,2003,5(1):58-64.
- [65] 周宝印,邹吉彬.关于化石文化产业发展的思考[J].文化论苑,2012,(5):148-150.
- [66] 王雪华.贵州贞丰发现中三叠世早期恐龙遗迹[J].中国区域地质,1989,8(2):186-189.
- [67] 周明镇,李传夔.山东始新世原始猴形类[J].古脊椎动物和古人类,1965,9(1):15-21.
- [68] 蔡雄飞,李长安,占车生.兰州-民和盆地恐龙足印化石的特征及其与环境构造的关系[J].中国区域地质,2001,20(1):62-66.
- [69] 蔡雄飞,顾延生,李长安.兰州-民和盆地恐龙足印化石形成的地质特征[J].地层学杂志,2005,29(3):306-309.
- [70] 孙革,郑少林,Dilcher DL,等.辽西早期被子植物及伴生植物群[M].上海:上海科技教育出版社,2001:1-227.
- [71] 孙革,张立军,周长付,等.30 亿年来的辽宁古生物[M].上海:上海科技教育出版社,2011:1-172.
- [72] 汪筱林,周忠和,贺怀宇,等.内蒙古宁城道虎沟化石层的地层关系与时代讨论[J].科学通报,2005,50(19):2127-2135.
- [73] 汪筱林,周忠和.辽西早白垩世九佛堂组-翼手龙类化石及其地层意义[J].科学通报,2002,47(20):1521-1527.
- [74] 郑少林,张武,丁秋红.辽西中上侏罗统土城子组植物化石的新发现[J].古生物学报,2001,40(1):67-85.
- [75] 顾知微.记滇中几个晚白垩世淡水瓣鳃类化石并略回顾云南陆相白垩系的研究[J].古生物学报,1962,10(3):287-307.
- [76] 杨雅军,张立东,张立君,等.辽西及其毗邻地区中生代珍稀动、植物化石的分布及层位[J].地质与资源,2006,15(2):89-106.
- [77] 闫义,林舸,李自安.辽西地区中生代环境变迁及生物演替[J].地质科技情报,2003,22(1):56-60.
- [78] Xing Xu, KeBai Wang, XiJin Zhao, DunJing Li. First ceratopsid dinosaur from China and its biogeographical implications[J]. Chinese Science Bulletin, 2010, 55(16):1631-1635.
- [79] David W. E. Hone. Kebai, Wang, Corwin, et al. A new large tyrannosaurine theropod from the Upper Cretaceous of China [J]. Cretaceous Research, 2011, 32(4):495-503.
- [80] 赵喜进,李敦景,韩岗,等.山东的巨大诸城龙[J].地球学报,2007,28(2):111-122.
- [81] 赵喜进,王克柏,李敦景.巨大华夏龙[J].地质通报,2011,30(11):1671-1688.
- [82] 李宁,杨易栋,王玉平,等.消失的场景-云南禄丰恐龙遗址博物馆设计[J].建筑学报,2007,(9):59-61.
- [83] 邵剑文,干钢,肖志斌,等.中国禄丰侏罗纪世界遗址馆主厅结构设计[J].建筑结构,2010,40(3):26-28.
- [84] 杨群,王怡林,李朝真,等.原子光谱和 X 射线衍射研究禄丰恐龙化石与围岩特征[J].光谱学与光谱分析,2005,25(2):299-301.
- [85] 方晓思,赵喜进,卢立伍,等.云南首次发现晚侏罗世马门溪龙化石[J].地质通报,2004,23(9-10):1005-1011.
- [86] 王玉平,李宁,杨易栋,等.建筑与基地的亲水性-中国禄丰侏罗纪世界遗址馆设计回顾[J].建筑学报,2012,(2):82-83.
- [87] 叶勇,彭光照,江山.四川自贡大山铺中侏罗世蜀龙和峨眉龙长骨骨组织结构的初步研究[J].古生物学报,2007,46(1):135-144.
- [88] 程政武,方晓思,王毅民,等.河南西峡盆地恐龙蛋地层研究新进展[J].科学通报,1995,(40):1487-1490.
- [89] 王德有,陈丕基,陈金华,等.河南西峡盆地含恐龙蛋地层中无脊椎动物化石的首次发现[J].古生物学报,2006,(45):493-495.
- [90] 徐莉.河南省恐龙化石特征及保护研究.博士学位论文,北京:中国地质大学(北京),2007:1-120.
- [91] 赵资奎.河南内乡新的恐龙蛋类型和恐龙脚印化石的发现及其意义[J].古脊椎动物与古人类,1979,17(4):304-309.
- [92] 李日辉,张光威.山东莱阳盆地早白垩世莱阳群的遗迹化石[J].古生物学报,2001,40(2):252-260.
- [93] 李建军,巴特尔,张维虹,等.内蒙古查布地区下白垩统巨齿龙足印化石[J].古生物学报,2006,45(2):221-234.
- [94] 何俊德,黄仁金.广东南雄盆地晚白垩世-早第三纪地层[J].地层学杂志,1979,3(1):30-39.
- [95] 周明镇,张玉萍,王伴月,等.广东南雄古新世哺乳动物群[J].中国古生物志新丙种,1977,(20):1-100.
- [96] 张显球,韦素传.广东南雄盆地晚白垩世半咸水有孔虫和介形虫的发现及其意义[J].广东地质,1989,4(3):67-86.
- [97] 张显球.广东南雄盆地上湖组介形类动物群及白垩-第三系界线[J].古生物学报,1992,31(6):678-720.
- [98] 张显球,李罡,黎汉明.广东南雄盆地南雄群的介形类动物群[J].微体古生物学报,2006,23(2):115-153.
- [99] 张显球,李罡.广东南雄盆地罗佛寨群的介形类动物群[J].微体古生物学报,2008,25(1):44-77.
- [100] 赵资奎,叶捷,李华梅,等.广东南雄盆地白垩系-第三系交界恐龙灭绝问题[J].古脊椎动物学报,1991,(29):1-20.
- [101] 赵资奎,严正.广东南雄盆地白垩系-第三系界线剖面恐龙蛋壳稳定同位素记录:地层及古环境意义[J].中国科学 D 辑:地球科学,2000,(30):135-141.

## Paleontological Fossil Protection Work Research in China

DU Shengxian, SONG Xiangsuo, CHEN Jun, LIU Fengchen, ZHANG Shangkun, CHEN Cheng, LIU Shucui  
(Shandong Institute of Geological Sciences, Shandong Jinan 250013, China)

**Abstract:** Our country is abundant in Paleontological fossils, which are important materials to determine the geological era, to study the Paleo – ecological environment and explore earth evolution. Some important fossils or fossil producing areas are precious natural heritages in our country and even in the world. In this work, on the basis of studying typical producing areas of fossils, fossils genus – species, protection significance, physical geography, topo – geological conditions and present condition of 17 representative fossil producing areas in China have been summarized and discussed in detail. Through field investigation of 74 museums about paleontological fossils, basic situation of the Paleontological fossils museums in every province has been known. According to field investigation and syn – thetical analysis, types of the Paleontological fossils protection works have been divided. It is regarded that the Paleontological fossils protection works in our country can be divided into two categories, one is fossil producing area protection work, the other is fossil specimen protection work. The effect of water, the freeze thawing, the weathering and the topo – geological conditions to the fossil producing area protection work have been analyzed. The effect of temperature and the humidity to the fossil specimen protection work has been analyzed as well. On these basis, plan and suggestions have been put forward for Paleontological fossil protection work in our country.

**Key words:** Paleontological fossils; producing area protection; specimen protection; protection work research; China