

辽宁古生物化石特征与保护利用模式分析

吴子杰^{1,2)}, 邱隆伟¹⁾, 高福亮²⁾, 陈军典³⁾, 马文坡²⁾, 赵忠海⁴⁾,
郑伟⁵⁾, 仲米山^{2,6)}, 耿树峰⁷⁾, 衣欣⁸⁾, 王旭日⁹⁾, 高永钊²⁾, 胡义⁵⁾

1) 中国石油大学(华东)地球科学与技术学院, 山东青岛, 266580;

2) 辽宁省地质勘查院有限责任公司, 辽宁大连, 116100;

3) 辽宁省物测勘查院有限责任公司, 沈阳, 110031;

4) 辽宁工程技术大学矿业学院, 辽宁阜新, 123000; 5) 辽宁省自然资源事务服务中心, 沈阳, 110011;

6) 吉林大学地球科学学院, 长春, 130061; 7) 辽宁省第四地质大队有限责任公司, 辽宁阜新, 123000;

8) 辽宁省有色地质勘查总院有限责任公司, 沈阳, 110013;

9) 自然资源部地层与古生物重点实验室, 中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

内容提要: 辽宁拥有丰富的古生物化石资源, 它们在中国乃至世界范围内具有较高知名度, 具有非常高的科研、科普和社会经济价值。根据近年来辽宁古生物化石资源的调查成果资料, 对辽宁古生物化石的类型、时空分布规律等进行总结研究, 并分析了辽宁古生物地质遗迹的保护利用现状, 对其保护和利用模式进行分析探讨。提出了化石保护与利用多元化发展模式, 并挖掘化石的最大优势, 对化石资源研学旅行开发进行探讨和设计, 以化石文化为依托打造化石衍生文创产品。对古生物化石特征的总结以及对保护利用模式的探讨, 能够为辽宁古生物化石的深入研究工作提供基础材料, 为辽宁的古生物化石产业发展提供思路。

关键词: 辽宁; 古生物; 地质遗迹; 保护利用; 发展模式

地质遗迹是在地球演化的漫长地质时代, 由各种内外动力地质作用形成、发展并遗留下来的珍贵的、不可再生的地质自然遗产(董颖等, 2010; 何泽新等, 2020), 它是自然生态环境的重要组成部分, 是一种可产生社会和经济价值, 以提高人类当前和未来福利的自然遗产(赵岩等, 2021)。古生物化石作为7大类地质遗迹分类之一, 又可分为古人类、古动物、古植物、古生物遗迹等4个类和6个亚类(国土资源部, 2010), 它们是地球演化过程中生命形式的化学演化和生物演化历程的载体, 是研究地质历史和生命演化不可替代的非再生资源, 对我们认知和探寻地质历史时期古地理、古气候和古环境的发展演化规律具有重要意义, 为研究地史时期的生态环境提供了宝贵的实物资料(成世才等, 2020), 更是地学知识普及的最好载体。辽宁的古生物化石在

中国乃至世界范围内具有较高知名度, 这里不仅化石种类丰富、数量庞大, 且多具有非常高的科研和社会价值, 特别是以发表在 Nature、Science 等国际权威杂志的辽宁古果 *Archaeofructus liaoningensis* (Sun Ge et al., 2002)、赫氏近鸟龙 *Anchiornis huxleyi* (Xu Xing et al., 2011)、中华侏罗兽 *Juramaia sinensis* (Luo Zhexi et al., 2011) 等为代表的植物、恐龙、哺乳动物等化石, 对为解决生物演化的诸多问题提供了重要的理论和实物依据, 大大提高了辽宁古生物化石的世界影响力。

辽宁作为古生物化石的资源大省, 化石种类繁多, 目前已发现30余个门类, 且化石数量众多。同时, 辽宁古生物化石的时空分布也非常广泛, 在时间上, 辽宁发现了从太古代到新生代各个时期的化石; 在空间上, 辽宁14个地级市行政范围内均有化石产

注: 本文为辽宁省葫芦岛建昌中生代化石产地保护项目(编号: LNMD-142018KC)和辽宁省化石资源调查评价项目(编号: LN2C20141000734)、中国地质调查局全国重要古生物化石调查与保护监测示范项目(编号: WT2019140B)的成果。

收稿日期: 2022-06-10; 改回日期: 2022-09-26; 网络首发: 2022-10-20; 责任编辑: 刘志强。Doi: 10.16509/j.georeview.2022.10.061

作者简介: 吴子杰, 男, 1987年生, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事沉积学、岩石学、地质遗迹调查、能源地质研究; Email: midnight29@163.com。通讯作者: 邱隆伟, 男, 1967年生, 博士, 教授, 博士生导师, 主要从事矿物岩石学、沉积学及储层地质学研究; Email: qiuwlsd@163.com。通讯作者: 高福亮, 男, 1987年生, 硕士, 高级工程师, 主要从事古生物化石调查研究工作; Email: kevinangus@sina.com。



表 1 辽宁省已列入全国重点保护的古生物化石一览表

Table 1 Paleontological fossils that have been included in the national key protection in Liaoning

保护级别	数量	化石名称
一级	184	千禧中国乌龙、赫氏近乌龙、郑氏晓廷龙、孙氏振元龙、杨氏锦州龙、义县薄氏龙、喀左中国暴龙、模块达尔文翼龙、强壮建昌颌翼龙、圣贤孔子鸟、川州孔子鸟、义县锦州鸟、娇小辽西鸟、三塔中国鸟、马氏燕鸟、中华侏罗兽、五尖张和兽、辽宁古果、中华古果等 184 种
二级	43	天义初螈、钟健辽西螈、皮夹沟伊克昭龙、楔齿满洲鳄、凌源潜龙、李氏凤凰翼龙、梅勒营鹦鹉嘴龙、新野见远藤兽、鹿间明镇古兽、常氏辽俊兽、硕猕猴、肿骨大角鹿、三门马等 43 种
三级	39	张北足印、长翼蝙蝠、中华鼯鼠、变异狼、棕熊、最后斑鬣狗、杨氏虎、真猛犸象、披毛犀、大连马、东北马鹿、东北野牛、普氏羚羊等 39 种

注:数据统计截止 2020 年。

地分布。关于辽宁单个化石产地或单个化石的研究前人已发表过众多成果,也有学者对辽宁西部的古生物化石旅游开发和化石管理与保护进行了研究,如尹德涛等(2005)曾对辽宁西部古生物化石资源的旅游开发进行了探讨,王丽霞(2008)从促进地质公园建设和地方旅游发展的角度对辽宁古生物文化工程进行了论述,韩刚等(2014)则侧重化石管理的角度进行了分析,吴子杰等(2018,2022)、张立军等(2021)则针对建昌、锦州等特定区域进行了地质遗迹特征和保护规划的研究。但以往研究多注重于某个生物地质遗迹的集中区域,缺少对全省的资源特征进行系统分析和对全省的古生物地质遗迹资源进行保护与发展模式的探讨。本文根据近年来辽宁古生物化石资源的系统调查成果资料,总结研究了辽宁古生物地质遗迹的类型、时空分布规律,分析其保护利用现状,对其综合利用发展模式进行探讨,旨在为辽宁古生物化石的深入研究工作提供基础材料,

为辽宁的古生物化石产业发展提供思路。

1 辽宁古生物地质遗迹特征

1.1 古生物化石类型

辽宁迄今发现的化石有 30 余个门类主要包括:菌藻类;腔肠类、三叶虫、笔石、古杯、珊瑚、海绵、苔鲜虫、腕足类、头足类、蛭类、牙形刺、海百合、腹足类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类、鱼类、双壳类、腹足类、介甲类、介形类、甲壳类、昆虫、蜘蛛、植物和孢子花粉等,以及多种类型的恐龙蛋和恐龙脚印化石。根据初步估计辽宁具有上万种的化石,目前已列入全国重点保护古生物化石名录中有 266 种,其中一级 184 种、二级 43 种、三级 39 种(辽宁省自然资源厅,2022;表 1)。

1.2 古生物地质遗迹分布特征

1.2.1 地理分布

辽宁古生物地质遗迹分布广泛,14 个地级市

表 2 辽宁化石主要时代及化石类型

Table 2 The main ages and types of Liaoning fossils

时代	地层	代表产地	产地数量	化石类型
新生代	第四纪	本溪庙后山	41	古人类、哺乳类等
	古近纪	杨连屯组、洋河组、栗子沟组、古城子组、季军屯组、西露天组	抚顺市东露天矿	介形类、腹足类 昆虫、鱼类、爬行类、植物等
中生代	白垩纪	义县组、九佛堂组、沙海组、阜新组、孙家湾组、梨树沟组、聂耳库组、泉头组	北票四合屯化石馆	恐龙类、鸟类、翼龙类、离龙类、两栖类、哺乳类、鱼类、龟鳖类、蜥蜴类、叶肢介、介形类、植物等
	侏罗纪	土城子组、海房沟组、髯髻山组、北票组、南康庄组、瓦房店组、小东沟组	玲珑塔大西山	恐龙类、翼龙类、鱼类、叶肢介、双壳类、植物等
	三叠纪	林家组、羊草沟组	本溪林家崴子	真蕨类、种子蕨类、松柏类、银杏类等
古生代	石炭纪	本溪组、太原组、山西组	桓仁县暖河子煤矿	牙形刺、蛭、海百合、腕足、植物
	奥陶纪	冶里组、马家沟组、亮甲山组	复州湾大岭村东	头足类、三叶虫、腕足类、腹足类、海绵、笔石等
	寒武纪	昌平组、碱厂组、馒头组、张夏组、固山组	本溪山城子朴家堡	三叶虫、腕足类、腹足类、头足类等
元古代	中—新元古代	钓鱼台组、南关岭组、十三台组、兴民村组	大连棋盘磨	原始藻类、类水母
	古元古代	大石桥岩组	大石桥段家堡子北山沟	原始藻类
太古代	茨沟岩组	弓长岭铁矿	2	蓝细菌类

所辖范围均有化石产地,目前已发现化石产地 250 个,其中国家级化石产地 79 个、省级 46 个、县级 125 个(表 2,图 1),以朝阳市辖区化石产地最多,共有 104 个,占全省化石产地的 41.6%,且多为中生代化石产地。其次在锦州和葫芦岛两地也分布着众多的化石产地,分别为 30 个和 20 个,占全省比重的 12%和 8%,这两市的化石产地与朝阳相同主要是中生代化石产地。大连和本溪市是辽西以外化石产地分布最为广泛的地区,其中大连以前寒武纪和古生代化石产地为主,共有 23 个,而本溪则较为集中的分布着 22 个化石产地,且以古生代的化石产地为主,两市化石产地占比分别是 9.2%和 8.8%。此外在阜新、铁岭、抚顺等其它市辖范围内也零星分布着不同时代的化石产地(图 2)。

1.2.2 化石时代

辽宁化石形成的时代跨度非常大,目前已发现了从太古代到新生代各个时期的化石。辽宁的化石时代大致可分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代 5 个时期,以中生代产地最多,占全省化石产地比例的 64.8%(表 2,图 3)。

在太古代地层中有 2 个化石产地,分别是弓长岭铁矿和南芬露天铁矿,在铁矿 &&& 石中发现了古老的细菌和蓝藻化石(欧阳舒,1979),这是辽宁最古老的化石记录,也是中国迄今最早的生物化石记录,它们形成于距今 3.8 Ga 的鞍山群变质岩系中,在全球早期生命演化研究中占有重要地位。

辽宁的元古代地层中也有少量的化石发现,可分为古元古代和中—新元古代两个时期,其中古元古代有 1 个化石产地,位于大石桥段家堡子北山沟的辽河群大石桥岩组上部,发育有藻类化石。中—新元古代化石产地共有 8 个,主要分布在大连金州和瓦房店一带,含化石层位是青白口纪的钓鱼台组、

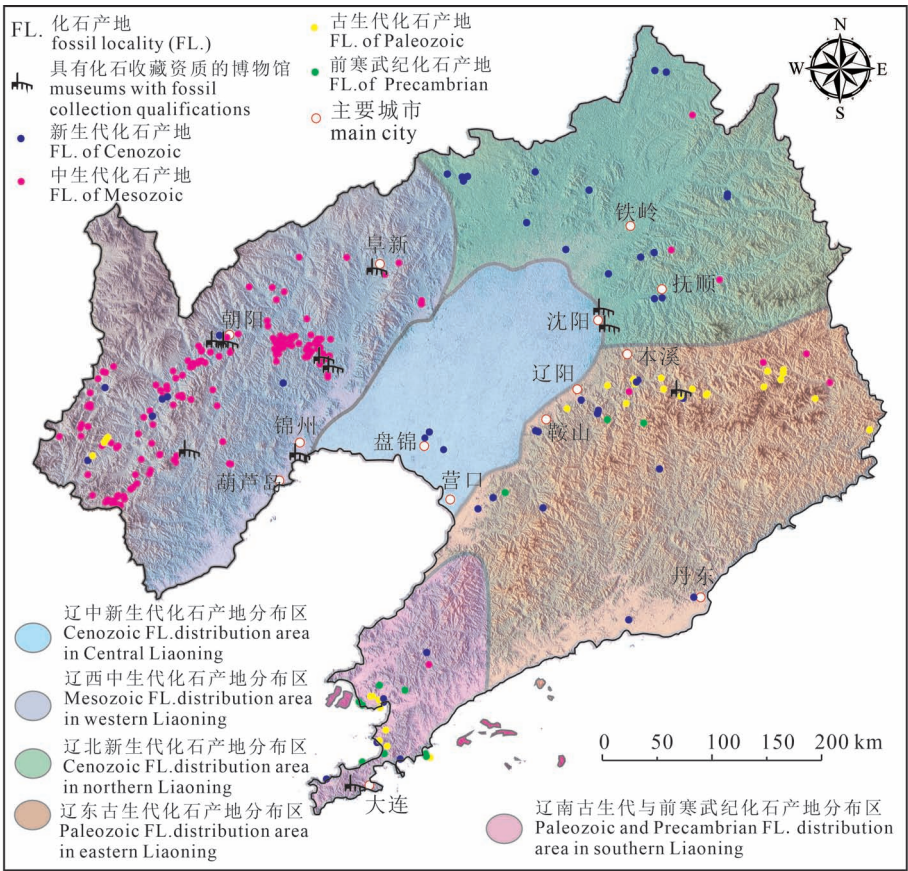


图 1 辽宁主要化石产地分布及化石产地分区
Fig. 1 Distribution of major fossil localities in Liaoning and division of fossil localities

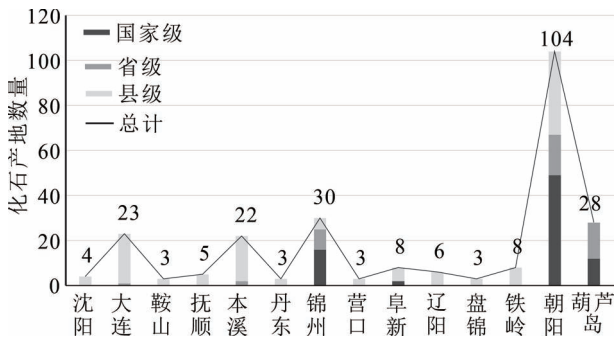


图 2 辽宁各市不同级别化石产地统计
Fig. 2 Statistics of different grades of fossil localities in Liaoning cities

震旦纪的兴民村组、十三里台组、南关岭组等,化石类型以原始藻类为主。

古生代初,地球上迎来了寒武纪生命大爆发,此后地球上出现了诸多的生物种类,辽宁广泛沉积的古生代地层保存了这一时期化石记录。该时期化石产地形成于寒武纪、奥陶纪和石炭纪 3 个时期,以寒

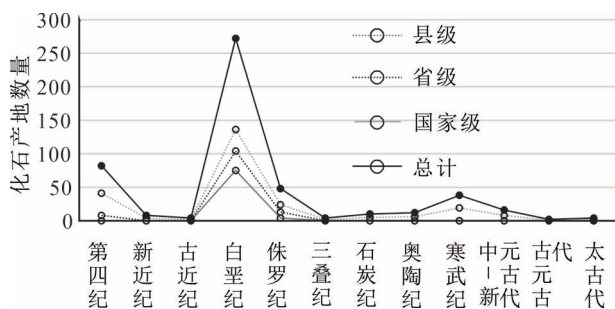


图3 辽宁不同地质时代各级别化石产地统计

Fig. 3 The statistics of fossil localities of different grades in different geological ages in Liaoning

武纪化石产地最多,含化石层位包含从昌平组到崆山组的所有寒武纪地层,化石类型为三叶虫、腕足、腹足、头足等,共有 19 个化石产地。奥陶纪化石以冶里组、亮甲山组、马家沟组为主要含化石层,化石类型与寒武纪相近,但出现了海绵、笔石、鹦鹉螺等奥陶纪化石,共有复州湾大岭村东等化石产地 6 个。石炭纪包含本溪组、太原组、山西组等 3 个化石层位,主要出露在以桓仁县暖河子煤矿等代表的辽宁东部地区,化石类型以牙形刺、鲢、海百合、腕足、植物为主,共有 5 个化石产地。

中生代是辽宁最主要的化石形成时代,著名的燕辽生物群、热河生物群、阜新生物群等均形成于该时期,辽宁也因中生代丰富的化石种类和庞大的化石数量被称为化石王国。三叠纪主要有辽宁东部的林家组和辽宁西部的羊草沟组两个层位,化石产地为本溪的林家崴子以及朝阳的羊草沟 2 个,以植物化石为主。辽宁中生代生物自侏罗纪开始了爆发性的增长,辽宁西部的海房沟组、髫髻山组等地层内发现了燕辽生物群,包括恐龙类、翼龙类、哺乳类、鱼类、植物等化石代表,其中以赫氏近鸟龙、中华侏罗兽等能为生物演化提供重要信息的化石最为著名,除辽西以外的其它地区也发现了鱼类、叶肢介、植物等化石产地,辽宁共有侏罗纪化石产地 24 个。白垩纪是辽宁古生物的鼎盛时期,大量的鸟类、爬行类、哺乳类、两栖类、鱼类、植物以及多门类无脊椎动物化石被发现和发表,以义县组、九佛堂组为代表的地层内发现多门类典型化石组合被称为热河生物群,辽宁西部是热河生物群的核心地带,此外辽宁白垩纪还有阜新生物群,其位于热河生物群之后,广泛分布在辽宁西北部地区,同时在辽宁东部小文治沟等地也有鱼类、叶肢介化石发现 (Wu Zijie et al., 2019, 2021; Li Gang et al., 2021)。辽宁白垩纪的

化石产地不仅化石类型众多,同时数量巨大,共有 136 个产地分布于辽宁的各个地方。新生代是辽宁古生物化石又一重要时代,在古近纪和第四纪均有化石被发现。古近纪的化石主要赋存于杨连屯组、洋河组、栗子沟组、古城子组、季军屯组、西露天组,在抚顺市东露天矿、新城子虎石台等 6 个化石产地内发现了昆虫、鱼类、爬行类、腹足类、植物等化石。第四纪化石是辽宁继热河生物群之后又一个被人熟知的生物群,近年来大连骆驼山金远洞发现了与北京周口店猿人同时代的疑似古人类活动遗址 (刘思昭等, 2017),是迄今为止东北地区最为古老的文化遗存之一 (李宏龙等, 2018)。此外,还有大连古龙山遗址、本溪庙后山遗址等 41 个化石产地,发现了大量的第四纪哺乳动物、古人类化石。

1.2.3 产地分区

为了便于化石产地的归类讨论、综合研究和保护开发探讨,根据辽宁省古生物化石产地的行政区划、产地时代、构造分区、地层区划、自然地理、地形地貌等综合要素,将辽宁省划分 5 个化石产地分布区,分别为辽北新生代化石产地分布区、辽东古生代化石产地分布区、辽南古生代与前寒武纪化石产地分布区、辽西中生代化石产地分布区和辽中新生代化石产地分布区 (图 1)。

辽北新生代化石产地分布区位于辽宁北部,行政区划位于沈阳和抚顺的北部以及铁岭市全部,共有化石产地 19 个,以新生代化石产地为主,共有 17 个,以昌图八面城、昌图曲家店等为代表。另有 2 个为中生代化石产地,分别为昌图前五家子和铁岭南康庄。分布区内的 19 个化石产地均为县级化石产地。

辽东古生代化石产地分布区位于辽宁东部鞍山—辽阳—本溪到桓仁一带,共有化石产地 40 个,以古生代化石产地为主,共有 18 个,新生代化石产地 14 个,此外还有前寒武纪化石产地 3 个、中生代化石产地 5 个。在众多化石产地中,本溪庙后山遗址和本溪溪湖公园洞穴 2 个化石产地为省级,其他均为县级产地。

辽南古生代化石与前寒武纪化石产地分布区位于辽东半岛的南部,行政区划位于大连旅顺口、甘井子、金州和瓦房店一带,共有化石产地 23 个,以前寒武纪和古生代化石为主,其中前寒武纪化石产地共有 8 个,古生代化石产地 8 个,此外还有新生代化石产地 6 个、中生代化石产地 1 个。根据评价成果,骆驼山金远洞为省级化石产地,其余 22 个为县级化石

表 3 辽宁古生物化石产地时空分布

Table 3 Temporal and spatial distribution of paleontological fossil localities in Liaoning			
化石产地分布区	产地级别	时代	化石产地名称
辽北新生代化石产地分布区 19	县级 19	新生代 17	昌图八面城、昌图曲家店、法库丁家房、法库石柱子、抚顺东露天矿东、抚顺东露天矿中央、开原市官粮窑村、开原市赵地沟、铁岭李千户、铁岭县遥沟采石场、新城子虎石台、新民东荆家房、彰武大清水水库、彰武县六家子屯、彰武县闹德海水库、彰武县上村、彰武县扎兰营子水库
		中生代 2	昌图前五家子、铁岭南康庄
辽东古生代化石产地分布区 40	省级 2	新生代 2	本溪庙后山遗址、本溪溪湖公园洞穴
	县级 38	新生代 12	鞍山市大井村、鞍山市杨柳河南岸、本溪市三道岗、大石桥金牛山遗址洞穴、大石桥市藏山洞、东港白家堡村、东港市石灰窑采石场、凤城市通源堡北山、弓长岭鬼子坟、弓长岭三星村、海城市仙人洞、辽阳市安平南山
		中生代 5	本溪林家崴子东山、桓仁小文治沟、桓仁杨家街、新宾朝阳、新宾县下清村南山
		古生代 18	本溪红脸沟、本溪欢喜岭、本溪季家堡、本溪孔家堡子村东、本溪孔家堡子西北山、本溪岭下、本溪朴家堡村、本溪市北、本溪市柳塘西山、灯塔甜水峪南山、桓仁城头店子北、桓仁鸿雁西南、桓仁木孟子、桓仁木孟子镇北、桓仁暖河子煤矿南山、桓仁葡萄架岭、辽阳兰家、新宾杉木厂村东
		古元古代 1	大石桥段家堡子北山沟
		太古代 2	弓长岭铁矿、南芬露天铁矿
辽南古生代与前寒武纪化石产地分布区 23	省级 1	新生代 1	金州复州湾骆驼山金远洞
	县级 22	新生代 5	大连海茂村、金州复州湾望海洞、金州湾里水泥厂、旅顺口区北海、瓦房店龙山村古龙山
		中生代 1	瓦房店砬窑北水泥厂
		古生代 8	金州北山、金州复州湾、金州复州湾大岭村东、金州复州湾盛家屯北、金州复州湾盛家屯东、金州满家滩北楼、金州七顶山拉树山、金州区前石灰窑
		中—新元古代 8	大连金石滩、大连棋盘磨、金州复州泡崖小高家屯、金州复州湾扁山、金州复州湾西瓦店、金州满家滩凉水湾、金州杨屯、瓦房店赵坎子
辽西中生代化石产地分布区 165	国家级 79	中生代 79	北票白家窝铺、北票达子营东南、北票大片石砬子、北票恒道子、北票黄半吉沟、北票尖山沟村、北票市大板沟村西、北票市二道沟村东、北票市黑蹄子沟北、北票市陆家屯村西、北票市庙沟、北票市五间房村西、北票四合屯化石馆、北票塔子山北东、北票小甸子村西、北票哑巴沟、北票张家沟、朝阳八棱观喇嘛沟西、朝阳疙瘩墙子、朝阳胡家营子砖场、朝阳聚财沟、朝阳喇嘛沟、朝阳喇嘛沟西南、朝阳马家沟、朝阳南炉村北、朝阳上河首地质公园、朝阳石桥子、朝阳市原家洼村东、朝阳隋家沟、朝阳西窝铺、朝阳西营子古塔、朝阳县胡家营子沟里、朝阳小东山、朝阳小四家子、朝阳颜家沟、朝阳羊草沟、朝阳饮马池、朝阳赵家沟村、阜新三吉窝铺各么沟、黑山红槽、建昌二道杖子、建昌喇嘛沟、建昌郎家沟北、建昌牛角沟、建昌潘杖子北、建昌前狮子沟、建昌青石岩、建昌上白庙、建昌水泉沟、建昌微波塔、建昌西店、建昌肖台子、喀左刺槐山北、喀左化匠沟、喀左头道洼沟里、喀左下湾子、凌源范杖子二道梁子、凌源刘李沟、凌源卅二道湾、凌源市郭家沟、凌源松岭西北沟、凌源乡范杖子、新邱露天矿、义县白台沟、义县二虎桥、义县河夹心、义县金刚山鱼石梁、义县金家沟、义县皮家沟东山、义县皮家沟南东山、义县破台子、义县上园林场、义县王家沟西山、义县王油匠沟、义县吴家屯西、义县业南沟、义县英窝山南山、义县枣茨山
		新生代 5	朝阳马山洞、喀左鸽子洞、喀左帽儿山、喀左宅后洞穴、凌源八间房
	省级 43	中生代 38	北票成子山村西南、北票达子营、北票尖山子山梁、北票梁家杖子、北票孟家屯、北票跑达沟、北票市朝阳沟村、北票市伍代沟村西、北票小根菜沟、朝阳二道沟、朝阳黄花沟、黑山机斗井矸子山、葫芦岛三角城、葫芦岛水口子、葫芦岛新台门东、建昌大西山村西、建昌箭石沟、建昌荆条沟、建昌刘家沟、建昌梅力沟、建昌山咀、建昌上胡仙沟、建昌石门沟水库、建昌西窝铺、建昌小宝地县、建昌小道岭北、建昌邢杖子、建昌要路沟北、喀左羊角沟、凌源房申、义县何家沟、义县夹心村东、义县老虎、义县三道壕、义县双山子北、义县四方台、义县团山子、义县团山子东
		新生代 2	凌海杏树沟、凌源胡林子
	县级 43	中生代 37	凌源汤沟梁村南、凌海杏树沟、凌源胡林子、北票官地、北票刘家沟、北票柳树沟林场、北票三家子村东北、北票上古家子、北票市台子山、北票羊草沟、北票油房、北票于家沟、北票扎兰营子老北沟、朝阳东波赤、朝阳东波赤村东北、朝阳碾子沟、朝阳肖杖子、阜新海州矿、黑山煤矿砖厂、建平县棺材山南、喀上东沟、喀左谷家岭、喀左金沟梁村、喀左九佛堂小孤山、喀左马莲沟、喀左三观庙娄子山、凌源大新房子、凌源范杖子、凌源关爷庙、凌源韩家沟、凌源喇嘛寺、凌源马杖子、凌源前牛营子东、凌源市董杖子村、凌源市帽子山、凌源无白丁营子东、凌源野鸡沟、义县西砖城子、义县下石洞沟、义县英窝山
		古生代 4	凌源市大汤沟村北、凌源市老庄户、凌源市汤沟梁村北、凌源汤沟梁村南
辽中新生代化石产地分布区 3	县级 3	新生代 3	大洼黄金带、盘锦兴隆台、盘山高升

注:化石产地分布区、产地级别、时代后面数字代表包含化石产地数量。

表 4 辽宁古生物地质遗迹原地与场馆保护工程明细

Table 4 Details of Liaoning paleontological geological heritage site and venue protection projects

地区	国家级集中产地	国家级地质公园	国家自然保护区	化石收藏单位	化石收藏等级
朝阳	辽宁朝阳化石产地	辽宁朝阳鸟化石国家地质公园	北票鸟化石国家级自然保护区	朝阳鸟化石国家地质公园博物馆	乙级
	辽宁北票化石产地			朝阳济赞堂古生物化石博物馆	丙级
锦州		辽宁锦州古生物化石和花岗岩国家地质公园		锦州世博园古生态馆	丙级
	辽宁义县化石产地			义县宜州化石馆	丙级
葫芦岛	辽宁建昌化石产地			义县中德古生物博物馆	丙级
本溪	辽宁本溪化石产地	辽宁本溪国家地质公园		建昌古生物化石博物馆	丙级
沈阳				本溪地质博物馆	丙级
				辽宁古生物博物馆	甲级
大连				辽宁省博物馆	乙级
阜新				大连自然博物馆	甲级
				辽宁工程技术大学地质博物馆	丙级

产地。

辽西中生代化石产地分布区位于辽宁西部朝阳、锦州、阜新和葫芦岛辖区内,化石产地数量多达 165 个,是辽宁化石产地最为集中的分布区,主要是中生代化石产地,共有 154 个,另有古生代化石产地 4 个、新生代化石产地 7 个。该化石产地分布区处于热河生物群和燕辽生物群的核心地点,含有众多国家重点保护古生物化石,共有国家级化石产地 79 个,省级化石产地 43 个,县级化石产地 43 个。

辽中新生代化石产地分布区位于辽河平原沈阳—盘锦一带,目前仅发现化石产地 3 个,位于盘锦市的大洼、兴隆台和盘山地区,均属于新生代化石产地。

2 辽宁古生物化石地质遗迹保护现状

辽宁非常重视古生物化石资源保护管理工作,设立了全国第一个省级古生物化石资源保护管理专门机构,并率先出台了省级古生物化石保护管理的地方性法规及相关管理办法,基本健全了化石保护管理领域的各项制度。在政策保障的前提下,辽宁的古生物化石原地自然保护与场馆保护两方面都取得了诸多成果。在原地自然保护方面,辽宁先后两批共 5 个化石产地入选国家级化石集中产地(国土资源部公告,2014,2016;表 4),辽宁西部的绝大多数化石产地均被包括在内,又兼顾了辽宁东部本溪地区的新生代化石产地。此外,朝阳和锦州的化石产地也被纳入了国家级地质公园;其中辽宁朝阳鸟化石国家地质公园是专门针对中生代鸟化石而建设的国家级地质公园,辽宁锦州古生物化石和花岗岩国家地质公园则兼顾了古生物化石及其花岗岩地质

遗迹;辽东地区的辽宁本溪国家地质公园在保护岩溶、地层剖面、地质构造等地质遗迹外,古生物化石也是重点保护对象。在国家地质公园的大区内,北票单独为鸟化石建立了国家级自然保护区(表 4),这也是辽宁省唯一的一个古生物国家级自然保护区。这些国家级的集中产地、地质公园、自然保护区的批准设立,基本覆盖了辽宁西部和辽宁东部的绝大多数化石产地,被保护的化石产地内均布设了监控系统、并有专人巡查,大大的提高了辽宁的古生物化石地质遗迹保护水平,最大限度的保持了古生物地质遗迹的自然状态。

为了发挥化石的科普、科研价值,并有效保护已被自然风化、地质灾害等破坏的古生物化石,辽宁建有 20 余个化石博物馆(包含展览馆)。为提升化石收藏保护水平及科普教育能力,辽宁省自然资源厅(2021)确定了 11 家具备合法化石收藏资质的单位,其中甲级单位 2 个、乙级单位 2 个、丙级单位 7 个(表 4)。

3 辽宁古生物化石保护与利用模式分析

3.1 古生物化石保护和利用的多元化

古生物化石是不可再生的珍贵资源,是地球科学研究最基本的资料,其不仅是地球科学研究的主要对象,而且在地质学的诞生和发展过程中发挥着巨大的作用(王训练等,2020),同时古生物化石也是人们了解地球最直观的材料,因此古生物化石具有非常重要的科研价值与科普价值。那么,摸清古生物化石资源的家底就成了获取化石科研价值与科普价值的首要任务。

古生物化石保护可概括分为原地自然状态下的保护和迁地场馆式保护,其中化石集中产地、地质公园及自然保护区作为原地自然状态下的保护,是古生物化石的主要保护方式,其保护方式的属性仍是保护,化石资源的利用和发展比较淡化。而以博物馆为主体的迁地保藏体系建设是化石保护与利用的主要方式,专业化、多样化和集中化展示是其主要特点。针对两种不同保护方式的优势和缺点,辽宁应该打破原有的保护方式属性思维,做到保护和利用多元化发展。

3.1.1 加强古生物化石资源调查和评价工作

作为化石资源大省,辽宁开展了全省的化石资源扫面调查工作,基本摸清了全省化石资源的分布概况,相继又开展了朝阳、北票、义县、建昌、瓦房店等市县的区域古生物化石调查评价工作,这些工作的开展总体查明了调查区古生物化石产地的地理位置、分布范围、化石特征、地层剖面和保存现状,为科学研究、保护规划制定、数据库建设提供了翔实资料。但以往这些调查及评价工作主要集中在辽西中生代化石产地分布区,其它化石产地分布区仅在瓦房店开展了系统的调查评价工作,而辽东、辽北、辽中等分布区内上未开展专项工作。这些分布区的化石产地大多是基于过去区域地质调查工作中发现的,但由于区域地质调查工作目的决定对古生物化石的调查没有严格的要求(王训练等,2020),这就导致很多化石产地没有被发现或发现了也没有深入研究,因此这些尚未开展化石资源调查的分布区内仍有可能存在调查盲区或研究盲区。建议对本溪、桓仁、抚顺、铁岭、金州、阜新等市、县开展化石资源调查和评价工作,彻底摸清全省化石资源家底。

此外,在开展区域地质调查或其它地质勘查项目过程中,地勘部门收集和保存了大量的化石,这些化石中不乏建立新属新种的模式标本。但随着地勘队伍中古生物研究被淡化和老一辈古生物工作者的退休甚至离世,这些珍贵的标本无人问津,其科学价值也无人知晓,没有得到应有的保存,自然损耗破坏严重甚至被一扔了之,造成的损失无法挽回(王训练等,2020)。为了充分保护好这些化石,发挥它们巨大的科研和科普价值,建议国家和省级相关部门开展这类化石标本的调查工作,并将这些化石转移至博物馆保存,并联合研究机构与地勘单位,共同对这些化石进行研究。

3.1.2 在原位保护中利用发展

近年来,“生态文明”、“乡村振兴”等国家战略

相继被提出,在保护的基础之上服务于生态文明建设和经济社会发展成了至关重要的工作(钟自然,2018;丁华等,2020)。以地质文化村为例,目前全国共有 26 个地质文化村(含挂牌筹建)(殷小艳等,2021),但拥有众多古生物化石地质遗迹的辽宁并未有村庄申报和入选,古生物化石资源并未得到合理应用。目前辽宁有多处以化石为主体的集中产地、地质公园和自然保护区,这些原位的保护地多集中在辽宁西部地区,他们大多属于最原始的保护状态,政府定期组织人力和财力对一些化石产地进行回填复垦,安装了监控和定期巡逻。目前对于经济发展相对缓慢的这些地区,化石不仅没有带来经济效益,反而却增加了一定的负担。其实化石集中的原位或近位保护地不仅化石资源丰富,其周边也有着丰富的地层、构造、古地理、古气候等地质现象或喀斯特、花岗岩、峡谷、古火山等自然景观,如建昌玲珑塔镇大西山化石产地,这里作为赫氏近鸟龙的产地有着最连续的中侏罗统髫髻山组剖面,是了解中生代火山活动、古气候和地层结构较为理想的场所,该产地西 500 m 有韩杖子水库,西南 7 千米是著名的白狼山花岗岩景观,将化石产地与这些自然景观结合起来,打造成自然资源科普研学路线,或者建设成地球科学实习基地,这样不仅会提升原住民和来访游客的科学素养,更能带动临近村庄的经济发展。此外,在化石产地临近的风景区、国家美丽乡村等建设中应充分考虑古生物化石的元素,让古生物化石在得到保护的同时,应用方式也逐渐趋于多元化。

3.1.3 提升博物馆服务能效

古生物博物馆是目前将古生物化石价值发挥到最大的保护开发模式,其属性是在保护的同时达到利用的目的,但目前辽宁的博物馆的地理布局上并未完全发挥出博物馆的最大能效,其仍以服务化石产地周边和沈阳、大连两座大型城市为主,锦州、朝阳和沈阳 3 座城市占据了全省超过 60% 的博物馆资源,而盘锦、营口、丹东、铁岭、鞍山等 7 座城市却无古生物类博物馆。从化石产地的 5 大分区上分析,辽北新生代化石产地分布区无古生物类博物馆。此外,博物馆主要分布在城市中,一些偏远城镇和农村的居民是无法参观博物馆的,尽管这些居民可以通过网络成为受众,但化石的属性并未被完全挖掘。基于以上现状,建议辽宁建立馆际合作机制,不仅要强化古生物博物馆之间的化石交流活动,更要加强非古生物化石博物馆与古生物博物馆之间的合作。

如在盘锦、丹东、铁岭等市级综合性博物馆开展化石特展活动,有条件的综合性博物馆可开设化石展厅,进一步提升当地居民的科学素养。

化石是不可再生资源,更是一种稀缺的资源。目前,辽宁多处博物馆有许多珍品化石,尽管博物馆在化石的保管上做了很多的工作,但化石在运输、展览和收藏过程中依然会持续的风化和破损。博物馆在化石保管本身上做文章以外,还要制定化石替代方案,特别是对于那些独一无二的稀有化石。首先应有技术过硬的化石复制能力,制作精品化石的高质量复制品,因为高质量复制品在科普上的功效几乎等同于真品。其次对尚未开展研究的藏品进行系统研究,挖掘化石本身最大的科研价值。第三对化石进行三维扫描建模,做到化石数字化保存,并将数字模型放在网上展厅进行展览,方便实地参观有困难的受众。最后由省级主管部门牵头建立全省化石综合管理导览系统,方便对化石资源的统一监管、促进馆际交流和网上展览。

3.2 最大限度发挥化石本身优势

古生物地质遗迹和其他类型地质遗迹最根本的不同在于,前者呈现的主体是化石,它们可以通过实体、生态复原以及各种不同类型的铸模标本在各类与地质相关的博物馆展出,在不影响标本自身和科学研究的前提下,服务的最终对象是人(阎春波,2022)。目前辽宁拥有众多古生物博物馆,主要位于沈阳和大连,另外在朝阳、葫芦岛、锦州和本溪等地也有地区性古生物博物馆。这些场馆通过对古生物化石的陈列展览,担负着重要的科学普及和文化宣传的职能,但受众主体主要是生活在场馆所在城市的居民。尽管随着数字媒体和信息技术的发展,一些博物馆开始开通了网上展厅、直播展厅等覆盖面更全的科普方式,但对于没有古生物化石资源或者没有古生物展览场馆区域的人们而言,由于以前接触化石机会极少而并未形成主动成为科普受众的思想,因此他们其中大多数并不能成为博物馆地质及古生物知识网络科普的受众。而对于这个群体里少数的化石爱好者来说,网络科普对他们并没有太大的吸引力。因此应考虑将化石本身的优势发挥,最大化做到全民受益,前提应是让这些群众先接触化石,并吸引他们对化石产生浓厚的兴趣。辽宁和多地的政府、博物馆等单位曾举办过建昌古生物化石进京特展、辽宁中生代古生物化石杭州市展、辽西古生物化石建德市科普特展等活动,极大的发挥了化石的科普优势,建议辽宁各级政府、化石资源管理

部门、化石收藏单位以及公安、财政等联合制定化石巡展规划,到没有化石博物馆的城市开展古生物化石巡展,更要注重到一些偏远农村开展化石巡展活动。此外,在城乡美化改造过程中,应考虑融入化石元素,最大限度发挥化石本身优势。

3.3 地学研学旅行路线开发

在国家研学旅行的激励政策和市场需求的快速增长下,近些年研学旅行作为“科普+旅游”的新兴载体,在全社会得到了广泛的实践应用(董婷婷等2019;宋春伦等,2022)。地学研学资源是研学旅行产品的重要组成部分,具有地球科学、历史文化等丰富的内涵,古生物化石资源又有着其它地学资源无法比拟的优势。为推动地学科普研学工作的开展,中国地质学会已组织了两批精品地学研学路线的评选活动,但拥有众多地学研学资源的辽宁却未有一家入选(张诚信等,2021;孙莉莉等,2022)。研学旅行是深度旅游的主要形式,是吸引有科学文化需求主体参与的最佳旅游模式。因此,辽宁应利用自身化石资源优势,结合不同化石产地的地质特征及不同年龄段研学主体需求,着力打造多条“世界化石宝库”主题研学路线。此外,辽宁除了古生物化石,其它可供开发的自然资源也极为丰富,但也同样未得到开发利用。建议具备这些资源的各市、县级管理部门组织专业团队,开展化石及其它旅游自然资源的普查、保护和开发工作,将这些自然资源融合包装,且积极调动地方旅游、招商、教育等管理部门,协调博物馆、地勘单位和高校联合开发,中小学校及产地所在乡镇政府参与设计,探索建立地学科普研学联盟,组织开展各类地学研学活动。根据辽宁化石特征及化石产地、博物馆的空间分布情况,再结合周边的热门的旅游自然资源,初步在5个化石产地分区内各设计1条精品研学路线(图4)。

3.3.1 路线一:抚顺典型煤炭矿床及古近纪生物化石路线

该路线位于抚顺市区南部的东、西两大露天煤矿内,其中西露天矿大坑曾经是排名亚洲第一,这里不仅可观察最典型的煤田矿床,更能在煤海中找到与煤田同时期形成的介形类、腹足类、昆虫、鱼类、爬行类、植物等化石,此外一些化石也形成了松脂化石(琥珀),目前已是中国国家地理标志产品。

路线安排:抚顺西露天矿——→抚顺东露天矿。

考察内容:采矿遗迹景观、典型煤炭矿床、古动物和古植物。

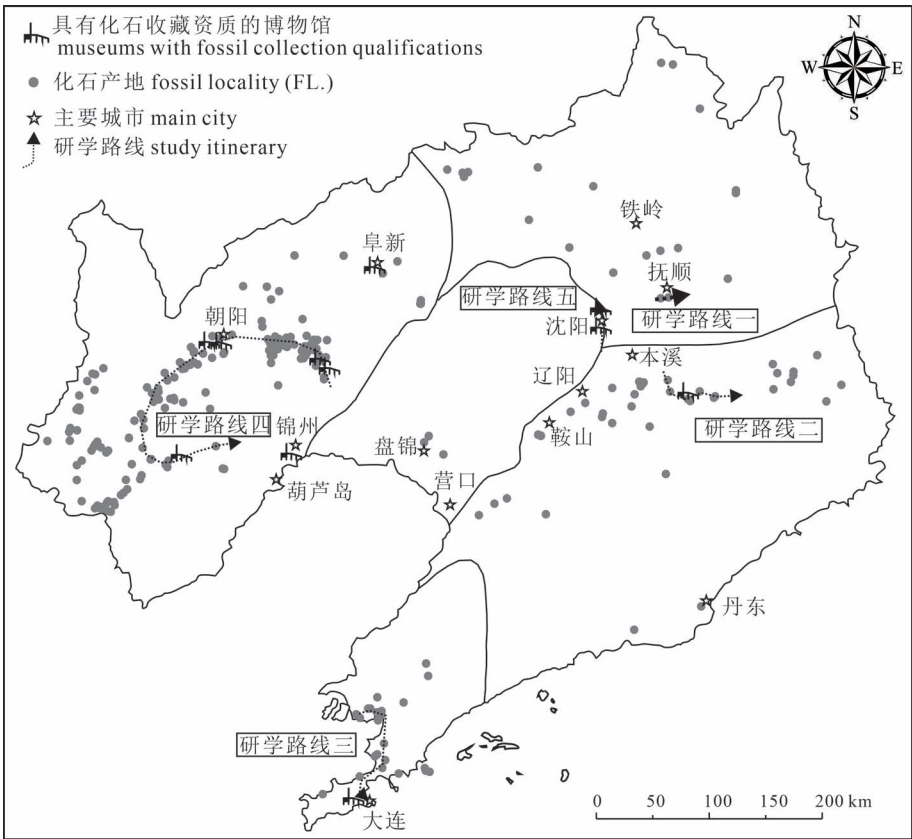


图 4 初步设计的辽宁精品地质研学路线

Fig. 4 Preliminary design of the Liaoning high-quality geoscience study itinerary

3.3.2 路线二:本溪典型喀斯特地貌景观及古人类文化遗址路线

该路线位于本溪市东南部的辽宁本溪国家地质公园内,路线包含著名的本溪牛毛岭“本溪组”层型剖面、被誉为“世界第一长地下充水溶洞”的本溪水洞,此外还有庙后山古人类文化遗址和本溪地质博物馆。

路线安排:牛毛岭层型剖面→本溪水洞→本溪地质博物馆→庙后山古人类文化遗址。

考察内容:本溪组全国性标准剖面、喀斯特地貌景观、地质博物馆、古人类化石和古人类活动遗迹。

3.3.3 路线三:大连典型地层剖面及古生物路线

该路线整体位于大连西部渤海海岸线上,这里有华北地区出露最为齐全的中—新元古代地层和古生代地层,在古生代地层中有牙形刺、鲕、海百合、三叶虫、腕足类、腹足类、海绵、笔石等化石,除了能看到古生代的代表性化石,路线上还有复州湾骆驼山金远洞第四纪哺乳动物化石产地,此外享誉国内外的大连自然博物馆也包含在路线内。

路线安排:赵坎子前寒武纪剖面→复州湾古

生代剖面及化石产地→骆驼山金远洞→大连自然博物馆。

考察内容:区域性标准剖面、古动物、古植物、古人类活动遗迹、自然博物馆。

3.3.4 路线四:辽西典型中生代生物化石路线

该路线位于辽宁西部,包含众多化石产地和博物馆,是享誉世界的燕辽生物群和热河生物群的核心地带,这里作为中生代化石产地的门户,在全国乃至全球独一无二。本条路线以化石博物馆(含展馆)为主轴,向邻近重要化石产地辐射,包含了6个博物馆和近20个重要化石产地,适合进行深度研学。

路线安排:义县宜州化石馆→义县中德古生物博物馆→义县白台沟→义县金刚山→义县金家沟→北票白家窝铺→北票达子营东南→北票黄半吉沟

→北票市陆家屯村西→北票四合屯化石馆→朝阳慕容街化石一条街→朝阳济赞堂古生物化石博物馆→朝阳鸟化石国家地质公园博物馆→朝阳八棱观喇嘛沟→朝阳市原家洼村→朝阳县胡家营子→喀左化匠沟→喀左头道洼沟里→喀左九佛堂层型剖面→建昌古生物化石博物馆→建昌喇嘛沟→建昌潘杖子北→建昌上白庙→建昌西店→建昌肖台子→玲珑塔大西山。

考察内容:古生物博物馆、古动物、古植物、区域性标准剖面、化石文化街。

3.3.5 路线五:沈阳精品化石展馆研学路线

该路线位于沈阳市城区,由辽宁古生物博物馆和辽宁省博物馆两个省级博物馆组成,其中辽宁古生物博物馆是我国迄今规模最大的古生物博物馆,该馆全面展示了辽宁近3.0 Ga来生物化石,馆藏中有赫氏近鸟龙、辽宁古果、孔子鸟、孙氏丝鸟龙等众多精品化石,是全面展现辽宁化石的重要窗口。辽宁省博物馆是新中国建立的第一座博物馆,素以藏

品丰富,特色鲜明而享誉海内外的综合性博物馆。2021 年该馆进入化石领域,并正在打造热河生物群珍品化石特展(辽宁省博物馆,2022)。在这里不仅能看到亿万年前的生物,更能品位几千年的中华文化。

路线安排:辽宁省博物馆——>辽宁古生物博物馆。

考察内容:综合博物馆、中华文化、古生物博物馆、十大生物群、精品化石等。

3.4 化石文化衍生品开发

辽宁作为我国古生物化石种类最全、数量最多、社会经济价值最高的省份,具有诸多文化产品开发的优点。目前在朝阳、北票和凌源建设的小型化石商业街中,仅是售卖一些非保护级别的化石,未见有文创产品出售。辽宁的古生物化石明星众多,如被誉为世界上第一朵花——辽宁古果、世界上第一只长羽毛恐龙——中华龙鸟、世界上第一个真兽类哺乳动物——中华侏罗兽,这些化石的复原图非常精美,已被世人熟知,以往仅用于科研和展览中,政府和企业等参与的程度较低。此外,诸如霸王龙、始祖鸟、侏罗纪、新生代、冰墩墩等一些知名度极高的古生物或地学词汇本身就带有网红属性,但目前并没有对这些具有商业价值的词汇进行融合开发。辽宁很多明星化石在形成、发掘、研究或者演化意义上都具有一些有趣或者感人的故事,例如解开达尔文“恼人之谜”、被誉为世界上第一朵花的辽宁古果,象征着忠贞不渝爱情被称为“永恒的爱”的夫妻鹦鹉嘴龙化石,流失海外多年最终被追索回国的短羽始中国鸟等化石,这些故事本身就具有巨大的开发价值。因此,辽宁应吸收科研机构、博物馆、学校、旅游公司、文创科普企业等,组成专业的开发团队,将化石的学术影响力转变为社会影响力、将地学和化石词汇知名度转变为商业品牌、将化石背后的故事转变为荧幕和书籍上的故事,加大在化石文化衍生品的创作和研发的投入,打造电影、动漫、玩偶、书籍、游戏等一系列衍生品,并持续发力引发连锁效应,打造化石文化中心。

3.5 加大媒体宣传力度

宣传是扩大影响力最有效的途径,辽宁曾尝试用出版科普图书、举办化石巡展、张贴宣传海报、举办化石文化节、刊登报纸、在电台和电视台投放广告等多种宣传方式,宣传效果良好。但对于庞大的潜在受众群体来说,这些传统的宣传方式影响又非常小,此外这些宣传的受众主要是城市人口,对于乡村

居民影响极微。随着新媒体的快速发展,传统媒体的受众不断减少,宣传效果大不如从前。随着信息技术的快速发展,新媒体已成为当今最流行的宣传媒介,其引领社会发展向潮流技术层面前进,因此建议以博物馆为主体的相关机构要挖掘出新媒体背景下对外宣传的价值,适时调整或改变宣传策略。首先要组建专业的新媒体宣传团队,完善软硬件环境和设施。其次要加大对展品数字化和数据库建设的力度,加强馆际资源网络共享。还要不断提升官网、公众号、微博、视频号等平台的服务功能,发布高质量的科普类图文和视频,定期举办主题直播活动。在做以上几方面内容的同时,要格外注重提升博物馆新媒体宣传团队的知识素养,以达到高质量、可持续发展。

4 结论

(1) 辽宁化石种类繁多,迄今发现的化石有菌藻类、腔肠类、三叶虫、笔石、古杯、珊瑚、海绵、苔鲜虫、腕足类、头足类、蠕类、牙形刺、海百合、腹足类、两栖类、爬行类、鸟类、哺乳类、鱼类、双壳类、介甲类、介形类、甲壳类、昆虫、蜘蛛、植物和孢子花粉等,以及多种类型的恐龙蛋和恐龙脚印化石 30 余个门类,目前已列入全国重点保护古生物化石名录中有 266 种,其中一级 184 种、二级 43 种、三级 39 种。

(2) 辽宁古生物地质遗迹分布广泛,在 14 个地级市共发现化石产地 250 个,其中国家级化石产地 79 个、省级 46 个、县级 125 个。辽西地区的朝阳、锦州、葫芦岛化石产地最多,分别占全省比例 41.6%、12% 和 8%。化石形成的时代跨度非常大,大致可分为太古代、元古代、古生代、中生代和新生代 5 个时期,以中生代产地最多,占全省化石产地比例的 64.8%。

(3) 根据辽宁省古生物化石产地的行政区划、产地时代、构造分区、地层区划、自然地理、地形地貌等综合要素,将辽宁省划分辽南古生代与前寒武纪化石产地分布区、辽东古生代化石产地分布区、辽中新生代化石产地分布区、辽西中生代化石产地分布区和辽北新生代化石产地分布区等 5 个化石产地分布区。

(4) 辽宁古生物化石应在保护中利用,要加强化石资源的调查与评价工作,多元化发挥化石产地和博物馆的科普价值,将化石本身的优势发挥到最大化。对化石产地 5 大分布区初步设计 5 条研学路线,同时对化石文化衍生品开发提出建议,并对媒体

宣传做了进一步分析。

参 考 文 献 / References

(The literature whose publishing year followed by a “&” is in Chinese with English abstract; The literature whose publishing year followed by a “#” is in Chinese without English abstract)

成世才, 朱光骥, 陈刚, 宋会军. 2020. 济南市古生物化石赋存特征及保护区划研究. 河北地质大学学报, 43(1): 27~32.

丁华, 张茂省, 栗晓楠, 苟青青, 孙萍萍. 2020. 地质文化村: 科学内涵、建设内容与实施路径. 地质论评, 66(1): 180~188.

董婷婷, 蔡杨, 施珂, 马涛. 2019. 探讨新时代地勘单位如何在研学旅行中发挥重要作用. 世界有色金属, (14): 157~158.

董颖, 曹晓娟, 郭湘艳. 2010. 中国地质遗迹资源保护. 中国地质灾害与防治学报, 21(2): 114~117.

国土资源部. 2014. 关于第一批国家级重点保护古生物化石集中产地的公告. http://g.mnr.gov.cn/201801/t20180110_1736410.html

国土资源部. 2016. 关于第二批国家级重点保护古生物化石集中产地的公告. http://g.mnr.gov.cn/201801/t20180110_1736411.html

韩刚, 刘雪凌. 2014. 辽宁古生物化石管理研究. 北京: 清华大学出版社.

何泽新, 樊刘洋, 卫晓锋, 甘凤伟, 李多杰, 柴星. 2020. 基于地质建造和流域地貌的河北省承德蟠龙湖地区大比例尺地质遗迹调查. 中国地质, 47(6): 1881~1893.

李宏龙, 刘丽, 刘思昭. 2018. 探古骆驼山金远洞——大连普湾骆驼山金远洞野外发掘记. 化石, (4): 72~77.

辽宁省博物馆. 2022. 【先睹为快 一饱眼福】2022 年辽宁省博物馆展览巡礼 [OL]. <https://mp.weixin.qq.com/s/x6un6Y6edrp6HIJ-T2Rohw>

辽宁省自然资源厅. 2022. 关于印发《辽宁省古生物化石保护规划(2021-2025)》的通知. http://zrzy.ln.gov.cn/zfxgk_145738/fdzdkgknr/ghxx/gsw/202201/t20220129_4499682.html

刘思昭, 王元, 董为, 刘金远, 刘毅弘, 高春玲, 刘金毅, 金昌柱, 赵博. 2017. 大连复州湾骆驼山金远洞 2016 年发掘简报. 第四纪研究, 37(4): 908~915.

欧阳舒. 1979. 辽宁鞍本地区鞍山群、辽河群超微化石和微化石的发现. 中国科学院铁矿地质学术会议论文选集. 北京: 科学出版社: 1~32.

宋春伦, 秦海燕, 厉子龙, 张哲宣, 高秦. 2022. 基于温州沿海旅游地质资源的研学旅行课程设计及思路. 浙江大学学报(理学版), 49(2): 239~248.

孙莉莉, 高梦瑶. 2022. 中国地质学会公布第二批精品地质研学路线、第一批精品地质研学课程评选结果. 地质论评, 68(5): 1603.

王丽霞. 2008. 打造辽宁古生物文化工程 促进地质公园建设和地方旅游发展. 国土资源, (10): 30~33.

王训练. 沈阳. 2020. 地球系统科学时代的区域地质调查应更加重视古生物资源调查. 地质论评, 66(4): 829~835

吴子杰, 孙晶, 邱隆伟, 高福亮, 仲米山, 马文坡, 高永钊, 潘玉啟, 夏强, 郑伟. 2022. 辽宁建昌国家级化石集中产地化石分布特征及保护区划研究. 中国地质调查, 9(1): 73~81.

吴子杰. 2018. 辽宁建昌中生代生物化石地质遗迹资源评价. 地质与资源, 27(6): 586~592.

阎春波, 李姜丽, 赵璧, 程龙. 2022. 湖北宜昌重要地质遗迹资源特征及发展模式探讨. 地质论评, 68(1): 233~244.

殷小艳, 张丽华. 2021. 中国地质学会公布首批地质文化村(镇).

地质论评, 67(4): 917.

尹德涛, 金成洙. 2005. 辽宁西部古生物化石资源开发利用的旅游评价. 国土资源科技管理, (1): 34~39.

张成信, 孙莉莉, 张丽华. 2021. 中国地质学会公布首批精品地质研学路线. 地质论评, 67(5): 1230.

张立军, 姬书安, 王磊, 王梦易. 2021. 辽宁锦州古生物化石和花岗岩国家地质公园地质遗迹特征及其地质背景. 地球学报, 42(5): 701~714.

赵岩, 郭常来, 李旭光, 孙秀波. 2021. 辽宁锦州市地质遗迹资源禀赋及保护性利用. 地质通报, 40(10): 1688~1696.

钟自然. 2018. 做好传统地质、建好绿水青山——在中国地质学会第十二次全国会员代表大会上的讲话. 地质论评, 64(1): 12~14.

Cheng Shicai, Zhu Guangji, Chen Gang, Song Huijun. 2020&. Distribution characteristics and protected area division of paleontological fossils in Jinan. Journal of Hebei Geo University, 43(1): 27~32.

Department of Natural Resources of Liaoning Province. 2022. Notice on printing and distributing the " Liaoning Province Paleontological Fossil Conservation Plan (2021~2025)". http://zrzy.ln.gov.cn/zfxgk_145738/fdzdkgknr/ghxx/gsw/202201/t20220129_4499682.html

Ding Hua, Zhang Maosheng, Li Xiaonan, Gou Qingqing, Sun Pingping. 2020&. Geological culture village: scientific connotation, construction content and implementation path. Geological Review, 66(1): 180~188.

Dong Tingting, Cai Yang, Shi Ke, Ma Tao. 2019&. Exploring how the geological prospecting units of the New Era Play an important role in study travel. World Nonferrous Metals, (14): 157~158.

Dong Ying, Cao Xiaojuan, Guo Xiangyan. 2010&. Protection of geoheritages resources in China. The Chinese Journal of Geological Hazard and Control, 21(2): 114~117.

Han Gang, Liu Xueling. 2014#. Research on the management of paleontological fossils in Liaoning. Tsinghua University Pres.

He Zexin, Fan Liuyang, Wei Xiaofeng, Gan Fengwei, Li Duojie, Chai Xing. 2020&. Large-scale survey of geological heritage in the Panlong Lake area of Chengde; based on geological formations and watershed landforms. Geology in China, 47(6): 1881~1893.

Li Gang, Wu Zijie. 2021. Early Cretaceous clam shrimp *Yanjiestheria* (Spinicaudata, Crustacea) from eastern Liaoning, northeastern China. Cretaceous Research, 128: 104962.

Li Honglong, Liu Li, Liu Sizhao. 2018#. Exploring the Ancient Luotuoshan Jinyuan Cave——Field excavation of Luotuoshan Jinyuan Cave in Puwan, Dalian. Fossil, (4): 72~77.

Liaoning Provincial Museum. 2022. [Sneak Peek and Feast for the Eyes] 2022 Liaoning Provincial Museum Exhibition Tour [OL]. <https://mp.weixin.qq.com/s/x6un6Y6edrp6HIJ-T2Rohw>

Liu Sizhao, Wang Yuan, Dong Wei, Liu Jinyuan, Liu Yihong, Gao Chunling, Liu Jinyi, Jin Changzhu, Zhao Bo. 2017&. Preliminary report on the 2016’s excavation at luotuoshan locality of dalian, liaoning province. Quaternary Sciences, 37(4): 908~915

Luo ZheXi, Yuan Chongxi, Meng QingJin, Ji Qiang. 2018. A Jurassic eutherian mammal and divergence of marsupials and placentals. Nature, 476(7361): 442~5.

Ministry of Land and Resources. 2014#. Announcement on the first batch of national key protected paleontological fossils concentrated production areas. http://g.mnr.gov.cn/201801/t20180110_1736411.html

Ministry of Land and Resources. 2016#. Announcement on the second batch of national key protected paleontological fossils concentrated

- production areas. http://g.mnr.gov.cn/201801/t20180110_1736411.html
- Ouyang Shu. 1979&. The discovery of ultrafossils and microfossils of the Anshan Group and Liaoh Group in the Anben area of Liaoning. Selected papers of the Academic Conference on Iron Ore Geology, Chinese Academy of Sciences. Beijing; Science Press; 1~32.
- Song Chunlun, Qin Haiyan, Li Zilong, Zhang Zhexuan, Gao Qin. 2022&. The course design method and thinking of the study travel based on the geological resources in the Wenzhou coastal region of Zhejiang province. Journal of Zhejiang University (Science Edition), 49(2) : 239~248.
- Sun Ge, Ji Qiang. , Dilcher Dilcher L, Zheng Shaolin, Nixon K C, Wang Xinfu. 2002. Archaeofractaceae, a new basal angiosperm family. Science, 296(5569) : 899~904.
- Sun Lili, Gao Mengyao. 2022#. Geological Society of China announced the second batch of high - quality routes for geoscience study and the first batch of excellent geoscienceresearch Curriculum. Geological Review, 68(5) : 1603.
- Wang Lixia. 2008#. Build Liaoning paleontological culture project to promote Geopark construction and local tourism development. Land and Resources, (10) : 30~33.
- Wang Xunlian, Shen Yang. 2020&. Paying more attention to the investigation of paleontological resources in regional geological survey in the era of Earth system science. Geological Review, 66(4) : 829~835.
- Wu Zijie, Sun Jing, Qiu Longwei, Gao Fuliang, Zhong Mishan, Ma Wenpo, Gao Yongzhao, Pan Yuqi, Xia Qiang, Zheng Wei. 2022&. Study on distribution characteristics and conservation zoning of the National Fossil Reserve in Jianchang of Liaoning Province. Geological Survey of China, 9(1) : 73~81.
- Wu Zijie, Wang Haipeng, Gao Fuliang, Zhang Guoren, Wang Mincheng, Luo Niangang. 2019. The first discovery of *Eosestheria* in Eastern Liaoning, China. Acta Geologica Sinica (English Edition), 2 : 479~480.
- Wu Zijie. 2018&. Evaluation on the geological relic resources of Mesozoic fossils in Jianchang, Liaoning Province. Geology and Resources, 27(6) : 586~592.
- Wu, Zijie, Gao Fuliang, Qiu Longwei, Wang Haipeng, Zhong Mishan, Gao Yongzhao. 2021. First report of osteoglossiform fish *Huashia* from the Cretaceous of eastern Liaoning, China. Acta Geologica Sinica (English Edition) , 4: 1406~1408.
- Xu Xing, You Hailu, Du Kai, Han Fenglu. 2011. An Archaeopteryx-like theropod from China and the origin of Avialae. Nature, 475 (7357) : 465~470.
- Yan Chunbo, Li Jiangli, Zhao Bi, Cheng Long. 2022&. Key geoheritage resources and the exploration of developing model in Yichang, Hubei Province. Geological Review, 68(1) : 233~244.
- Yin Detao, Jin Chengzhu. 2005&. An evaluation of tourism development and utilization of Jehol biota fossil resources in west Liaoning. Scientific and Technological Management of Land and Resources, (1) : 34~39.
- Yin Xiaoyan, Zhang Lihua. 2021#. The Geological Society of China announces the first batch of geological culture villages (or towns). Geological Review, 67(4) : 917.
- Zhang Chengxin, Sun Lili, Zhang Lihua. 2021#. Geological Society of China announced the first batch of high-quality routes for geoscience study. Geological Review, 67(5) : 1230.
- Zhang Lijun, Ji Shuan, Wang Lei, Wang Mengyi. 2021&. Geoheritage and geological background of Jinzhou fossil and granite National Geopark in western Liaoning Province. Acta Geoscientia Sinica, 42 (5) : 701~714.
- Zhao Yan, Guo Changlai, Li Xuguang, Sun Xiubo. 2021&. Geological heritage resources endowment and protective utilization in Jinzhou City, Liaoning Province. Geological Bulletin of China, 40(10) : 1688~1696.
- Zhong Ziran. 2018&. More efforts to do traditional geology, more beautiful to construct blue streams and green hills. Geological Review, 64(1) : 12~14.

Analysis on the characteristics, protection and utilization model of paleontological fossils in Liaoning

WU Zijie^{1, 2)}, QIU Longwei¹⁾, GAO Fuliang²⁾, CHEN Jundian³⁾, MA Wenpo²⁾, ZHAO Zhonghai⁴⁾, ZHEGN Wei⁵⁾, ZHONG Mishan^{2, 6)}, GENG Shufeng⁷⁾, YI Xin⁸⁾, WANG Xuri⁹⁾, GAO Yongzhao²⁾, HU Yi⁵⁾

1) School of Geosciences, China University of Petroleum (East China), Qingdao, Shandong, 266580;

2) Liaoning Institute of Geological Exploration Co. , Ltd, Dalian, Liaoning, 116100;

3) Geophysical Measuring Exploration Institute of Liaoning Province, Shenyang, 110000;

4) Mining Institute of Liaoning Technical University, Fuxin , Liaoning, 123000;

5) Liaoning Natural Resources Affairs Service Center, Shenyang, 110011;

6) College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun, 130061;

7) Liaoning Fourth Geological Team Co. , Ltd. Fuxin, Liaoning, 123000;

8) Liaoning Nonferrous Geological exploration institute limited liability company, 110013;

9) Key Laboratory of Stratigraphy and Paleontology of the Ministry of Natural Resources, Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037

Objectives: Liaoning is famous in China and even in the world for containing rich paleontological and geological heritage resources, which are valuable for the scientific research, popular science and socioeconomic development. To analyze the characteristics and development model of paleontological relics can provide basic

materials for the in - depth study of paleontological fossils in Liaoning, and can also provide ideas for the development of the paleontological fossil industry in Liaoning.

Methods: According to the recent survey results of paleontological fossil resources in Liaoning, the types, temporal and spatial distribution of paleontological relics in Liaoning are summarized and studied, and the current status of protection and utilization of paleontological heritage in Liaoning is analyzed, and its comprehensive utilization and development model is discussed.

Results: The diversified development model of fossil protection and utilization is analyzed, the greatest advantages of fossils are excavated, and the research and travel development of fossil resources are recommended, the cultural and creative products based on fossils are proposed.

Conclusions: Liaoning should consider a variety of paleontological fossil protection and application methods, maximize the advantages of fossils, expand geoscience research travel routes through multi - department joint development, attract enterprises to invest in the creation, research and development of paleontological cultural and creative products, and establish Fossil Culture Center.

Keywords: Liaoning; paleontology; geological heritage; protection and utilization; development model

Acknowledgements: This study was supported by Liaoning Province Huludao Jianchang Mesozoic Fossil Origin Protection Project (No. LNMD - 142018KC), Liaoning Province Fossil Resources Survey and Evaluation Project (No. LNZC20141000734) and National Important Paleontological Fossil Survey and Protection Monitoring Demonstration Project of China Geological Survey (No. WT2019140B).

First author: WU Zijie, male, born in 1987, doctoral student, senior engineer, mainly engaged in sedimentology, petrology, geological heritage survey, and energy geology research; Email: midnight29@163. com

Corresponding author: QIU Longwei, male, born in 1967, professor, doctoral supervisor, mainly engaged in mineral petrology, sedimentology and reservoir geology; Email: qiulwsd@163. com. GAO Fuliang, male, born in 1987, master, senior engineer, mainly engaged in the investigation and research of paleontological fossils; Email: kevinangus@sina. com

Manuscript received on: 2022-06-10; Accepted on: 2022-09-26; Network published on: 2022-10-20

Doi: 10. 16509/j. georeview. 2022. 10. 061 **Edited by:** LIU Zhiqiang

