

山东烟台地区古生物化石特征及保护规划研究

李守军¹,王丽丽¹,韩振玉^{1,2},王秀静¹,田臣龙¹,刘强¹,崔肖辉¹,万云鹏¹

(1.山东科技大学,山东 青岛,266590; 2.烟台市国土资源局,山东 烟台,264003)

摘要:为贯彻《古生物化石保护条例》,提高烟台市古生物化石的科学研究程度,促进古生物化石的合理开发利用以及地质遗迹保护与经济发展协调统一,首先通过对本地区资料收集整理及实际野外勘查,针对化石鉴定结果和化石分布特征,开展综合分析,得出了烟台市元古宙至新生代地层中的化石纵横向分布特征;然后根据化石类型、化石破坏程度、剖面类型、地质环境和工程影响五个因子,制定了相应的化石保护区等级划分体系,将烟台地区29个化石出露点划分为5个重点保护区,6个次重点保护区和17个一般保护区;最后提出了相应的古生物化石分级保护方案。

关键词:烟台地区;古生物化石;保护等级;保护方案

中图分类号: Q911.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2016)01-0039-08

古生物化石的研究,对我们认知和探寻地质历史时期古地理、古气候、古环境的发展演化规律及地球的演变等具有重要的科学意义,可以为国内外动植物生活习性、繁殖方式及古生物化石存在时期生态环境的研究提供十分宝贵的实物资料。烟台市的部分古生物化石点如金岗口恐龙化石产地等,乃是国内外地质学家们关注的焦点,通过对脊椎动物、昆虫等化石进行研究,并积极开展国内外学术交流,可提高其研究程度和水平。

此外,古生物化石产地的保护会对保护生态环境做出一定的贡献,将限制人为对自然生态环境的破坏和污染,加上古生物化石周边的绿化环境工程建设,都会促进周边生态环境的良性发展。化石资源及其地质遗迹资源除了具有重要的科研价值外,还具有良好的经济价值,能有效带动化石产区经济效益。

1 研究历史

烟台地区的地质调查工作开展较早,1923年,我国第一代地质学家谭锡畴在山东莱阳采集了恐龙、鱼类、昆虫和植物化石等,同年,他又对区内的中生代地层进行了较详细的研究,著有《山东中生代及旧第三纪地层》^[1];随后,当时在华的美国著名地质古生物学家葛利普(Amadeus Willian Grabau)对谭锡畴采集的材料中的鱼类和昆虫化石进行了研究,由此拉开了山东莱阳堪称辉煌的古生物研究的序幕。

收稿日期:2015-12-10

资助项目:山东省国土资源厅“山东省烟台市古生物化石调查、评价与区划项目”

作者简介:李守军(1962-),男,山东临朐人,山东科技大学地球科学与工程学院教授、博士生导师,主要从事古生物地层学的研究工作,Email: lishoujun@126.com。

1954年杨钟健对山东莱阳的恐龙蛋化石进行了研究,提出了初步的恐龙蛋化石分类方法,并发表了《山东莱阳恐龙化石》专著^[2]。八十年代以来,随着板块构造学的兴盛,众多学者对各种类型的地质事件进行了综合分析研究,特别是胶莱盆地的性质、形成和演化及与矿产的关系成为地质学界研究的热点,著有《胶莱盆地的形成和演化》^[3]及《山东莱阳盆地地层古生物》^[4]等。1993年完成全省的岩石地层清理工作。1994年,原山东省博物馆张俊峰总结统计了莱阳的昆虫化石,计有300余种。2008年,汪筱林带领中国科学院古脊椎动物与古人类研究所一支科考队在莱阳市博物馆王建华馆长的协同下,对莱阳恐龙蛋、恐龙化石和白垩系地层进行了考察。2011年由山东省地质环境监测总站完成的山东莱阳白垩纪国家地质公园综合考察报告,对莱阳盆地的主要古生物化石产地进行了1/10万区域地质调查,丰富了烟台市的古生物化石调查工作。2013年,杜圣贤等对山东省古生物化石保护规划进行了研究,也涉及烟台地区^[5]。

2 烟台地区古生物化石主要门类及产地

2.1 研究区化石横向分布

烟台市境内地层发育较齐全,古生物化石资源丰富且保存相对完整,调查研究工作程度较高,所发

表 1 烟台地区元古宙古生物化石
Tab.1 Fossils of Proterozoic in Yantai

群 组	化 石
粉 子 山 群	微古植物: (1)小型光面小球藻 <i>Leiominuscula minuta</i> Naum (2)瘤面小球藻未定种 <i>Lophminuscula</i> sp. (3)五莲光球藻 <i>Leiopsophosphaera wulianensis</i> Yan (4)膜片藻未定种 <i>Paleamorph</i> a sp. (5)光球藻未定种 <i>Leiopsophosphaera</i> sp.
	微古植物: (1)蜂巢巴甫林藻 <i>Bavlinella faveolata</i> Gaucher (2)小巴甫林藻 <i>Bavlinella minor</i> Yan (MS) (3)灯影粗面球形 <i>Trachysphaeridium dengyingense</i> Yan (MS) (4)简单粗面球形藻 <i>Trachysphaeridium simplex</i> Sin (5)厚缘粗面球形藻 <i>Trachysphaeridium incrassatum</i> Sin (6)粗面球形藻未定种 <i>Trachysphaeridium</i> sp. (7)瘤面膜片藻 <i>Paleamorph</i> a <i>punctulata</i> Sin et Liu (8)膜片藻未定种 <i>Paleamorph</i> a sp. (9)短棒梭形藻 <i>Baculimorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (10)船形梭形藻 <i>Leiofusa naviculara</i> Yan (MS) (11)小型光面小球藻 <i>Leiominuscula minuta</i> Naum. (12)薄壁厚缘小球藻 <i>Margominuscula tennela</i> Naum. (13)古厚缘小球藻 <i>Margominuscula antiqua</i> Naum. (14)有核球形藻未定种 <i>Nucellosphaeridium</i> sp. (15)连球藻未定种 <i>Synsphaeridium</i> sp.
	微古植物: (1)灯影粗面球形 <i>Trachysphaeridium dengyingense</i> Yan (MS) (2)厚缘粗面球形藻 <i>Trachysphaeridium incrassatum</i> Sin (3)简单粗面球形藻 <i>Trachysphaeridium simplex</i> Sin (4)粗面球形藻未定种 <i>Trachysphaeridium</i> sp. (5)瘤面膜片藻 <i>Paleamorph</i> a <i>punctulata</i> Sin et Liu (6)短锥形藻 <i>Conusmorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (7)短棒形藻 <i>Baculimorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (8)规则肾形藻 <i>Nephromorph</i> a <i>regularis</i> Yan (MS) (9)小型光面小球藻 <i>Leiominuscula minuta</i> Naum. (10)小光球藻 <i>Leiopsophosphaera minor</i> Schep. (11)瘤点三角藻 <i>Triangumorph</i> a <i>punctulata</i> Yan (MS) (12)翼图鲁汉藻 <i>Turuchania alara</i> Rudavskaja (13)船形梭形藻 <i>Leiofusa naviculara</i> Yan (MS)
	微古植物: (1)小光球藻 <i>Leiopsophosphaera minor</i> Schep. (2)灯影粗面球形 <i>Trachysphaeridium dengyingense</i> Yan (MS) (3)船形梭形藻 <i>Leiofusa naviculara</i> Yan (MS) (4)短锥形藻 <i>Conusmorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (5)多角藻未定种 <i>Polyedryxium</i> sp.
	1.微古植物: (1)灯影粗面球形 <i>Trachysphaeridium dengyingense</i> Yan (MS) (2)瘤点三角藻 <i>Triangumorph</i> a <i>punctulata</i> Yan (MS) (3)梭形藻未定种 <i>Leiofusa</i> sp. (4)短棒形藻 <i>Baculimorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (5)短锥形藻 <i>Conusmorph</i> a <i>brevis</i> Yan (MS) (6)模糊多孔体 <i>Polyporata obsoleta</i> Sin et Liu (7)瘤面膜片藻 <i>Paleamorph</i> a <i>punctulata</i> Sin et Liu 2.叠层石: (1)朱鲁赛叠层石西伯利亚相似种 <i>Jurusania</i> cf. <i>sibirica</i> (2)朱鲁赛叠层石艾莉西亚相似种 <i>Jurusania</i> cf. <i>alicia</i>

表 2 烟台地区中生代古生物化石
Tab.2 Fossils of Mesozoic in Yantai

群 组	化 石
瓦 屋 乔 组	1.叶肢介 (1)叠饰叶肢介 <i>Diestheria</i> sp. (2)中华延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria sinensis</i> (Chi) 2.昆虫 (1)黑山沟中国蜓 <i>Sinaeschnidia henshankowensis</i> Hong (2)卢尚坟京西盘甲 <i>Jingxidisseus lushangfenensis</i> Hong 3.植物 (1)耳羽叶 <i>Otozamites</i> (2)枞型枝 <i>Elatocladus</i> 4.孢粉: (1)环圈克拉梭粉 <i>Classopollis annulatus</i> (Verbitzkaja) Li (2)克拉梭粉未定种 <i>Classopollis</i> sp. (3)皱球粉未定种 <i>Psophosphaera</i> sp. (4)环纹藻未定种 <i>Concentricystis</i> sp.
	(1)双壳类化石: (1)安氏球蚶 <i>Sphaerium anderssoni</i> (Grabau) (2)浦江球蚶 <i>S. pujiangense</i> Gn et Ma (3)热河球蚶相似种 <i>S. cf. jeholense</i> (Grabau)
	1.腹足类: (1)诸城高盘螺相似种 <i>Cincinna</i> cf. <i>zhuchengensis</i> Pan 2.叶肢介: (1)皖南延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria wannanensis</i> Chen et Shen (2)长壳延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria longa</i> Chen (3)玉门延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria yumenensis</i> (zhang et Chen) (4)近方形延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria quadratoides</i> Chen et Shen (5)庆尚延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria kyongsangensis</i> (Kobayashi et Kido)
	3.介形类: (1)卵形达尔文介 <i>Damonella ovata</i> Gou (2)建德达蒙介(比较种) <i>D. cf. jiandeensis</i> Gou 4.昆虫: (1)黑山沟中国蜓 <i>Sinaeschnidia henshankowensis</i> Hong (2)尹氏原金龟子 <i>Proteroscarabaeus yeni</i> Grabau (3)三孔甘肃 织毛蚊 <i>Gansuplectia triporata</i> Hong (4)莱阳中椿 <i>Mesolygaeus laiyangensis</i> Ping (5)北泊子古蜜蜂 <i>Palaeopsis beipoziensis</i> Hong
	5.鱼类: (1)中华狼鲭鱼 <i>Lycopera sinensis</i> Woodward (2)莱阳狼鲭鱼 <i>L. laiyangensis</i> Luo 6.植物: (1)柏型枝属 <i>Cupressinocladus</i> sp. (2)短叶杉属 <i>Brachyphyllum</i> sp.
莱 阳 群	7.孢粉: (1)克拉梭粉属 <i>Classopollis</i> (2)单束松粉属 <i>Abietinaepollenites</i> (3)双束松粉属 <i>Pinuspollenites</i> (4)近方形延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria quadratoides</i> Chen et Shen (5)庆尚延吉叶肢介 <i>Yanjiestheria kyongsangensis</i> (Kobayashi et Kido)
	3.介形类: (1)卵形达尔文介 <i>Damonella ovata</i> Gou (2)建德达蒙介(比较种) <i>D. cf. jiandeensis</i> Gou
水 南 组	

续表 2

群 组	化 石
莱 阳 群	4.昆虫： (1)黑山沟中国蜓 <i>Sinaeschnidia henshankowensis</i> Hong (2)尹氏原金龟子 <i>Proteroscarabaeus yeni</i> Grabau (3)三孔甘肃 祗毛蚊 <i>Gansuplecia triporata</i> Hong (4)莱阳中椿 <i>Mesolygaeus laiyangensis</i> Ping (5)北泊子古蜜蜂 <i>Palaeopis beipoziensis</i> Hong 5.鱼类： (1)中华狼鳍鱼 <i>Lycoptera sinensis</i> Woodward (2)莱阳狼鳍鱼 <i>L. laiyangensis</i> Luo 6.植物： (1)柏型枝属 <i>Cupressinocladus</i> sp. (2)短叶杉属 <i>Brachyphyllum</i> sp. 7.孢粉： (1)克拉梭粉属 <i>Classopollis</i> (2)单束松粉属 <i>Abietineaepollenites</i> (3)双束松粉属 <i>Pinuspollenites</i> (4)松型粉属 <i>Pityosporites</i> (5)原始松粉属 <i>Protopinus</i> (6)假松粉属 <i>Pseudopinus</i> (7)云杉粉属 <i>Piceaepollenites</i> (8)拟云杉粉属 <i>Piceites</i> (9)假云杉粉属 <i>Pseudopicea</i> (10)蝶囊粉属 <i>Platysaccus</i> (11)罗汉松粉属 <i>Podocarpidites</i> (12)原始罗汉松粉属 <i>Protopodocarpus</i> (13)四字粉属 <i>Quadraeculina</i> (14)古松柏粉属 <i>Paleoconiferus</i> (15)原始松柏粉属 <i>Protoconiferus</i> (16)假瓦契杉粉属 <i>Pseudowalchia</i> (17)无突肋纹孢属 <i>Cicatricosisporites</i> (18)紫萁孢属 <i>Osmundacidites</i> (19)克鲁克孢属 <i>Klukisporite</i> (20)石松孢属 <i>Lycopodiumsporites</i> (21)拟套环孢属 <i>Densoisporites</i> (22)希指蕨孢属 <i>Schizaeoisporites</i>
	1.双壳类： (1)朱家庄日本蚌 <i>Nippononaia zhujiazhuangensis</i> Ma (2)莱阳日本蚌 <i>Nippononaia laiyangensis</i> Ma (3)青山中村蚌 <i>Nakamuraia chingshanensis</i> (Grabau) (4)延边球蚶 <i>Sphaerium yanbianense</i> Gu et Wen 2.腹足类： (1)圆形大盘螺 <i>Amplovalvata suturalis</i> (Grabau) (2)河边螺未定种 <i>Amnicola</i> sp. (3)圆形盘螺 <i>Valvata suturalis</i> Grabau 3.介形类： (1)胖女星介 <i>Cypridea tumida</i> Ye (2)小真星介 <i>Eucypris infantilis</i> (Lubimova) (3)西氏枣星介 <i>Ziziphocypris simakovi</i> (Mandelstam) 4.孢粉： (1)无突肋纹孢属 <i>Cicatricosisporties</i> (2)克拉梭粉属 <i>Classopollis</i>

群 组	化 石
林家庄组	恐 龙： (1)中华鹦鹉嘴龙 <i>Psittacosaurus sinensis</i> Young (2)杨氏鹦鹉嘴龙 <i>P. yanggi</i> Chao
辛格庄组	1.双壳类： (1)谭氏球蚶 <i>Sphaerium tani</i> Grabau (2)山东球蚶 <i>Sphaerium shantungense</i> Grabau (3)莱阳球蚶 <i>Sphaerium laiyangense</i> Chen (4)高球蚶 <i>Sphaerium altiformis</i> Huang 2.腹足类： (1)肩螺未定种 <i>Campeloma</i> sp. 3.介形类： (1)单肋女星介比较种 <i>Cypridea</i> cf. <i>unicostata</i> Galeeva (2)女星介未定种 <i>Cypridea</i> sp. (3)肋纹枣星介 <i>Ziziphocypris costata</i> (Galeeva) (4)西氏枣星介 <i>Ziziphocypris simakovi</i> (Mandelstam) (5)蒙古金星介未定种 <i>Mongolocypris</i> sp. (6)萨氏准噶尔介相似种 <i>Djungarica</i> cf. <i>saidovi</i> Galeeva (7)准噶尔介未定种 <i>Djungarica</i> sp. (8)真星介未定种 <i>Eucypris</i> sp. 4.轮藻： (1)河北扇形轮藻 <i>Flabellochara hebeiensis</i> Lu et al. (2)拟粒形培克球状轮 <i>Peckisphaera paraganulifera</i> (S.Wang) Lu (3)惠回堡开口轮藻 <i>Aclistochara huihuibaoensis</i> S. Wang (4)扇形轮藻未定种 <i>Flabellochara</i> sp. 5.孢粉： (1)无突肋纹孢属 <i>Cicatricosisporites</i> (2)五龙孢属 <i>Wulongspora</i> (3)中华粉属 <i>Zhonghuapollis</i> (4)网面三沟粉属 <i>Retitricolpites</i>
王氏群	1.恐 龙： (1)金岗口谭氏龙 <i>Tanious chinkankouensis</i> Young (2)棘鼻青岛龙 <i>Tsintaosaurus inorhius</i> Young (3)恐龙蛋化石 2.腹足类： (1)刘氏肩螺 <i>Campeloma liui</i> Chow (2)中华盘螺 <i>Valvata sinensis</i> Yü et Lee (MS) 3.孢粉： (1)松科粉 <i>Pinaceae</i> (2)紫萁孢 <i>Osmundacidites</i> (3)希指蕨孢 <i>Schizaeoisporites</i>
红土崖组	1.双壳类： (1)谭氏球蚶 <i>Sphaerium tani</i> Grabau (2)山东球蚶 <i>Sphaerium shantungense</i> Grabau (3)莱阳球蚶 <i>Sphaerium laiyangense</i> Chen 2.腹足类： (1)肩螺未定种 <i>Campeloma</i> sp. 3.介形类： (1)分布蒙古金星介 <i>Mongolocypris distributa</i> (Stankevitch) (2)蒙古金星介未定种 <i>Mongolocypris</i> sp. (3)女星介未定种 <i>Cypridea</i> sp. (4)西氏枣星介 <i>Ziziphocypris simakovi</i> (Mandelstam) (5)倾斜玻璃介 <i>Candona declivis</i> Ruan (6)分离玻璃介 <i>Candona disjuncta</i> Hao (7)玻璃介未定种 <i>Candona</i> sp.
金岗口组	1.双壳类： (1)谭氏球蚶 <i>Sphaerium tani</i> Grabau (2)山东球蚶 <i>Sphaerium shantungense</i> Grabau (3)莱阳球蚶 <i>Sphaerium laiyangense</i> Chen 2.腹足类： (1)肩螺未定种 <i>Campeloma</i> sp. 3.介形类： (1)分布蒙古金星介 <i>Mongolocypris distributa</i> (Stankevitch) (2)蒙古金星介未定种 <i>Mongolocypris</i> sp. (3)女星介未定种 <i>Cypridea</i> sp. (4)西氏枣星介 <i>Ziziphocypris simakovi</i> (Mandelstam) (5)倾斜玻璃介 <i>Candona declivis</i> Ruan (6)分离玻璃介 <i>Candona disjuncta</i> Hao (7)玻璃介未定种 <i>Candona</i> sp.

续表2

群组	化 石
王氏群	(8)光亮小玻璃介 <i>Candoniella candida</i> Hao
	(9)圆星介未定种 <i>Metacypris</i> sp.
	(10)直角形玻璃介相似种 <i>Candona</i> cf. <i>rectangulata</i> Hao
	(11)大型假伟星女星介 <i>Cypridea</i> (<i>Pseudocypridina</i>) <i>gigantea</i> Ye
	(12)愉快女星介 <i>Cypride amoena</i> Liu
	(13)近肾状假玻璃玻璃介 <i>Candona</i> (<i>Pseudocandona</i>) <i>subreniformia</i> Yang et Hou
	(14)蜂窝方星介 <i>Quadracypris favosa</i> Ho
	(15)长中华金星介 <i>Sinocypris longa</i> Ho
	(16)净润海星介 <i>Disopontocypris mundula</i> Chen
	(17)卵形真星介 <i>Eucypris ovatiformis</i> Yang
	(18)坨庄玻璃介 <i>Candona tuozhuangensis</i> Li Y.P.et Lai X.R.
	(19)怪形玻璃介 <i>Candona larvaeformis</i> Bronstein
	(20)美丽中华金星介 <i>Sinocypris pulchra</i> Ho
	(21)小豆荚达尔文介 <i>Darwinula leguminella</i> Forbes
	(22)金坛女星介 <i>Cypridea jintanensis</i> Chen
	(23)长形蒙古金星介 <i>Mongolocypis longa</i> Hou
	4.孢粉:
	(1)杉粉属 <i>Taxodiaceapollenites</i>
	(2)破隙杉粉 <i>Taxodiaceapollenites hiatus</i> (Potonie)Kremp
	(3)球形粉属 <i>Spheripollenites</i>
	(4)拟落叶松粉属 <i>Laricoidites</i>
	(5)光型希指蕨孢 <i>Schizaeoisporites laevigataeformis</i> (Bolchoy-itina) Gao et Zhao
	(6)松科 <i>Pinaceae</i>
	(7)短叶杉属 <i>Brachyphyllum</i>
	(8)银杏粉属 <i>Ginkgorectina</i>
	(9)拟苏铁粉属 <i>Cycadopites</i>
	(10)三孔粉属 <i>Tripoporollenites</i>
	(11)栎粉属 <i>Quercoidites</i>
	(12)无突肋纹孢属 <i>Cicatricosisporites</i>
	(13)锦致希指蕨孢 <i>Schizaeoisporites evidens</i> (Bolchovitina) Song et Zheng
	(14)紫萁孢属 <i>Osmundacidites</i>
	(15)克鲁克孢属 <i>Klukisporites</i>
	(16)槐叶藻科 <i>Salriuiaceae</i>

式中,A为保护区综合质量指数,C_i为评价因子*i*权重,X_{ij}为评价因子*i*的评价等级*j*得分,F_{ij}评价因子*i*的评价等级*j*权重。

3.2 参评单元确定

参评单元划分的主要依据有以下三点:1)单元内部性质相对一致;2)单元之间具有差异性,能客观地反映出地层在一定时期和空间上的差异;3)单元之间具有可比性。

依据不同的参照标准,参评单元划分方法也多种多样,如以化石类型为单元划分,可分为大型脊椎动物化石、小型脊椎动物化石、无脊椎动物化石和植物化石。以破坏程度划分,可分为未破坏、轻度破坏、

表3 烟台地区新生代古生物化石
Tab.3 Fossils of Cenozoic in Yantai

群组	化 石
五图群	1.腹足类: (1)中国中华扁卷螺 <i>Sinoplanorbis sinensis</i> (Odhner) Yü (2)垣曲膀胱螺 <i>Physa yuanchuensis</i> Yü
	2.介形类: (1)五图真星介 <i>Eucypris wutuensis</i> Li Y.P.et Lai X.R. (2)纯净小玻璃介 <i>Candoniella albicans</i> Brady (3)中华柔星介 <i>Cypris sinensis</i> Huang (4)苏金小玻璃介 <i>Candoniella suzini</i> Schneider
	3.脊椎动物: (1)五图昌乐蜥 <i>Changlosaurus wutuensis</i> Young (2)牛山犀獾 <i>Heptodon niushanensis</i> Chow and Li
	李 (3)五图始祖獾 <i>Homogalax wutuensis</i> Chow et Li
	家 4.轮藻: 崖 (1)五图培克轮藻 <i>Peckichara wutuensis</i> Xinlun
	(2)微波状新轮藻 <i>Neochara sinuolata</i> Wang Z.et Lin
	(3)华南新轮藻 <i>Neochara huananensis</i> Wang Z.et Lin
	(4)粗糙新轮藻 <i>Neochara squalida</i> Z. Wang et Lin
	(5)常州厚球轮藻 <i>Grovesichara changzhouensis</i> Huang et S. Wang
	5.孢粉: (1)拟榛粉属 <i>Monipites</i> (2)榆粉属 <i>Ulmipollenites</i> (3)栎粉属 <i>Quercoidites</i> (4)三孔粉属 <i>Tripoporollenites</i> (5)杉粉属 <i>Taxodiaceapollenites</i> (6)水龙骨单缝孢属 <i>Polypodiaceaporites</i>
	1.腹足类: (1)中国中华扁卷螺 <i>Sinoplanorbis sinensis</i> (Odhner) Yü
	2.介形类: (1)五图真星介 <i>Eucypris wutuensis</i> Li Y.P.et Lai X.R.
	3.脊椎动物: (1)五图始祖獾 <i>Homogalax wutuensis</i> Chow et Li

中度破坏及重度破坏。以剖面类型划分,可分为出露连续、出露不连续和不出露等。

根据以上划分依据和划分方法,本文将参评单元划分为以下三种:重点保护区、次重点保护区及一般保护区。

3.3 评价因子选择

化石保护区等级评价的核心内容之一就是评价因子的选择,评价因子选择的优劣不仅能影响化石保护区等级评价的科学性,还会影响到评价精度的高低。这里我们需要在众多的因素中选出具有代表性的、利于量化研究的及含义明确的主导性因子作为评价因子。

(1)评价因子选择依据:化石保护区等级评价主要以化石和剖面研究价值作为评价尺度,同时考虑社会经济因素的影响。也就是说,在化石保护区等

级划分的基础上,必须考虑生产建设引起的破坏状况对化石和剖面的影响,并选取其中的主导因素作为化石保护区受破坏状况影响的评价因素。

评价指标体系的设置需要遵循一定原则:差异性原则、综合性原则、主导性原则、定量和定性相结合原则及可操作性原则。

(2)评价因子的确定:考虑到化石保护区的实际情况,化石保护区等级划分主要为化石类型、化石破坏程度、剖面类型、地质环境和工程影响五个因子。

3.4 权重、因子指数确定

指标的权重值是在层次分析法、实验法等基础上确定的,结合保护区的实际情况,确定本次化石保护区等级评价指标体系,具体见表4。

3.5 评价等级的确定

划分保护区等级的方法:

(1)计算出各个保护区质量综合指数。

(2)根据保护区质量综合指数进行等级划分(表5)。

经调查,烟台地区化石出露地区共29处,分别对其化石类型、化石保存现状、剖面出露状况及工程地质影响等因素进行分析,计算各化石产地的质量综合指数,并根据以上划分方案,把烟台地区化石出露地分为三个等级(图1、表6)。其中重点保护区5个,次重点保护区6个,一般保护区18个。

4 古生物化石分级保护措施

虽然关于古生物化石保护的相关法律法规已有很多,但本次调查显示,烟台地区许多古生物含量丰富地区,目前并未设立任何保护措施,且存在人工开采破坏及水质污染等问题。因此应切实加强有效的保护,根据相关法律法规及本地实际情况,依据保护优先、科学规划、合理开发的原则;突出重点、立足当

表5 保护区质量综合指数和等级表
Tab.5 Quality comprehensive index and grade of fossil protection areas

等级	质量综合指数
重点保护区	300 ~ 400
次重点保护区	200 ~ 300
一般保护区	100 ~ 200

前、着眼长远、分阶段实施的原则;因地制宜、实事求是、注意与相关规划相衔接的原则^[20],制定严格的保护、管理、规划、采掘等制度。

4.1 重点保护区

在研究区的地层剖面中分布广泛、丰度较大且具有重要科研价值的古生物化石,要与其产地共同保护,并根据古生物化石的分布范围圈定适当的保护区。保护区的主要工作包括对典型剖面进行清理加固,对赋存在地层中的化石进行定位等。对丰度较大的古生物化石标准剖面宜于建设古生物地质公园保护区,在地质公园保护区边界埋设界桩或设置防护网。此外,对于古生物化石分散分布且具有科普教育意义的剖面保护点,宜于树立重点保护区的详细标志碑、说明牌、警示牌。在研究区内已经发现的古生物化石都要建立详细古生物属种的档案并且需将较完整具有重要的科研价值的古生物化石收藏于专门的地质博物馆。

4.2 次重点保护区

在次重点古生物化石保护区内可以建设必要的科研通道,但是不能对周围的古生物化石遗迹景观造成破坏。通过严禁在其保护区范围内进行矿产的开发,对现存的道路周围配套绿化设施等活动,维护次重点保护区内生态系统的完整性、可持续性。

4.3 一般保护区

在古生物化石的一般保护区内,需在古生物化石的原产地树立该保护区的说明碑和标志碑,详细

表4 等级划分评价因子和因子等级权重表
Tab.4 Evaluation factors and their weight

评价因子	因子权重	等级 I	等级权重	等级 II	等级权重	等级 III	等级权重	等级 IV	等级权重	等级 V	等级权重
化石类型	0.30	大型脊椎动物	400	小型脊椎动物	300	无脊椎动物	200	孢粉和微古植物	100	无化石	0
化石保存程度	0.15	完整	400	较完整	300	较破碎	200	破碎	100	难以确认	0
剖面类型	0.25	好	400	较好	300	一般	200	差	100	未出露	0
地质环境	0.10	优美	400	良好	300	一般	200	较差	100	很差	0
工程影响	0.20	无影响	400	轻微影响	300	一般影响	200	严重影响	100	被破坏	0

介绍该保护区的界定范围及发现的古生物属种等内容。此外,在特殊的情况下,需要在一些重要地方设置防护网,保护珍贵的古生物化石资源。

5 结语

(1)通过对本地区资料收集整理及实际野外勘查,针对化石鉴定结果和化石分布特征,开展综合分析,得出了烟台市元古宙至新生代地层中的化石纵横向分布特征。横向上,烟台地区化石主要分布于莱阳及海阳地区;纵向上,主要分布于中生代的莱阳群及王氏群。

(2)根据化石类型、化石破坏程度、剖面类型、地质环境和工程影响五个因子,制定了相应的化石保护区等级划分体系,将烟台地区29个化石出露点划分为5个重点保护区,6个次重点保护区及18个一般保护区。

(3)根据相关法律法规及本地实际情况,依据保护优先、科学规划、合理开发的原则;突出重点、立足当前、着眼长远、分阶段实施的原则;因地制宜、实事求是、注意与相关规划相衔接的原则,提出了相应的古生物化石分级保护方案。

参考文献:

- [1] 谭锡畴.山东中生代及旧第三纪地层[J].地质汇报,1923,5(2):55-79.
- [2] 杨钟健,王存义.山东莱阳恐龙化石的新采集[J].古脊椎动物与古人类,1959,01:53-54.
- [3] 陆克政,戴俊生,陈书平,等.胶莱盆地的形成和演化[M].山东东营:石油大学出版社,1994.12.
- [4] 山东省地质矿产局区域地质调查队.山东莱阳盆地地层古生物[M].北京:地质出版社,1990.10.
- [5] 杜圣贤,刘书才,张增奇,等.山东省古生物化石保护规划研究[J].山东国土资源,2013,05:1-9.
- [6] 中国科学院南京地质古生物研究所.中国各门类化石-中国的瓣鳃类化石[M].北京:科学出版社,1976:1-732.
- [7] 中国科学院南京地质古生物研究所.中国各门类化石-中国植物化石[M].北京:科学出版社,1978:1-232.
- [8] 余汶,王惠基.中国各门类化石-中国的腹足类[M].北京:科学出版社,1963:1-362.
- [9] 张文堂,陈丕基,沈炎彬.中国各门类化石-中国的叶肢介化石[M].北京:科学出版社,1976:1-464.
- [10] 宋之琛,尚玉珂.中国孢粉化石[M].科学出版社,2000.
- [11] 邓幼华.鲁东地区蓬莱群-粉子山群的研究[J].中国地质科学院南京地质矿产研究所,1984,5(2):11-21.
- [12] 赵喜进.山东莱阳鹦鹉嘴龙一新种[J].古脊椎动物与古人类,1962,(04):349-364.
- [13] 甄朔南,王存义.山东莱阳恐龙及蛋化石采掘简报[J].古脊椎动物与古人类,1959,(01):55-57.
- [14] 甄朔南,王存义.关于棘鼻青岛龙的一点新资料[J].古脊椎动物与古人类,1961,(01):72-73.
- [15] 杨钟健.山东莱阳蛋化石[J].古生物学报,1954,(04):371-388.
- [16] 钱迈平,章其华,姜杨,等.华东白垩纪鸭嘴龙类恐龙蛋化石的发现[J].地质学报,2009,(01):8-27.
- [17] 张俊峰.中生代昆虫化石新资料[J].山东地质,1985,(02):23-39,99-105.
- [18] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院,中国科学院南京地质古生物研究所.渤海沿岸地区早第三纪介形类[M].北京:科学出版社,1978:209-218.
- [19] 石油化学工业部石油勘探开发规划研究院,中国科学院南京地质古生物研究所.渤海沿岸地区早第三纪孢粉[M].北京:科学出版社,1978:200-212.
- [20] 何月明,孙湘群.江西清江盆地第三纪孢子花粉的初步研究I、II[J].植物学报,1977,19(1)、(3):72-82.
- [21] 黄宝仁,王尚启.山西垣曲和山东蒙阴等地始新世介形类[J].微体古生物学报,1988,5(4):385-394.
- [22] 李云通.河南灵宝盆地早第三纪非海栖腹足类化石[A].地层古生物论文集[C],北京:地质出版社,1983,第11辑:256-268.
- [23] 宋之琛,曹流,李曼英.山东第三系孢粉组合[A].中国科学院南京地质古生物研究所集刊[C].1964,第3号:55-65.
- [24] 杨臣琼.山东油气区早第三纪轮藻[A].中国油气区地层古生物论文集(二)[C](山东油气区专辑).北京:石油工业出版社,1990:117-144.
- [25] 李玉辉.地质公园研究[M].北京:商务印书馆,2006:36-112.
- [26] 田臣龙,徐凤琳.露天金属矿山土地复垦方向-宜耕宜林的探究[J].科技视界,2014,(30):276-277.

Study on paleontological fossil characteristics and protection plan in Yantai district of Shangdong Province

LI Shou-jun¹, WANG Li-li¹, HAN Zhen-yu^{1,2}, WANG Xiu-jing¹, TIAN Chen-long¹,
LIU Qiang¹, CUI Xiao-hui¹, WAN Yun-peng¹

(1.Shandong University of Science and Technology, Qingdao Shandong 266590,China;

2.The Yantai City Land Resources Bureau,Yantai Shandong 264003,China)

Abstract: To operationalize the *Regulation on the Protection of Fossils*, raise the level of scientific research of fossils, facilitate the reasonable utilization of fossils and coordinate the relationship between the geological heritage protection and economic development in Yantai, first of all, data collection and field investigation were conducted, specific to identification results and distribution characteristics of fossils. The vertical and horizontal direction distribution characteristic of fossils from Proterozoic to Cenozoic age was obtained on the basis of comprehensive analysis. In accordance with fossil types, the extent of the damage, profile types, geological environment and project affects, the ranking system for grading natural reserves of fossils was made and 5 key protective areas, 6 secondarily protective areas and 17 general protective areas were established in Yantai region. Besides, the classification for protection of the fossils was put forward.

Key words: Yantai area; paleontological fossil; protection grade; protection scheme