

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

王训练¹⁾, 沈阳²⁾

1) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083;

2) 中国地质大学(北京)博物馆, 北京, 100083

内容提要: 地球科学研究已进入地球系统科学时代, 地球系统科学逐渐成为地球科学各分支学科重要的指导思想。本文论述了古生物资料在地质学诞生和发展中的重要作用及地球系统科学时代古生物资源调查的重要意义, 分析了我国目前区域地质调查中存在的问题及其影响, 对我国在区域地质调查中加强古生物资源调查提出了具体建议。

关键词: 区域地质调查; 古生物学; 地球系统科学

进入 21 世纪以来, 地球科学研究进入地球系统科学时代(王训练和吴怀春, 2016), “地球系统科学”(陈述彭, 1998; Jacobson et al., 2000; Ruddiman, 2001; 毕思文, 2003; Kump et al., 2004; Stanley, 2005; 刘东生, 2006) 已经逐渐成为地球科学各分支学科重要的指导思想。地球系统科学将地球作为一个由大气圈、水圈、岩石圈和生物圈等组成的相互作用的系统, 研究其间的物理、化学和生物过程及其机理, 并与人类活动紧密结合起来, 借以了解地球的现状和过去, 预测地球的未来(王训练和吴怀春, 2016)。

当代地质学研究的主要任务可以归纳为三个主要方面: 为地球写一个说明书; 寻找能源和矿产资源; 促进人类与自然界和谐相处, 保护地球, 保护人类生存的家园, 确保人类可持续发展。地质学的初衷主要是认识地球物质组成和结构构造, 揭示地球的演化规律。工业革命引发寻找能源和矿产资源成为地质学的主要任务之一。近 40 年来, 随着人类生存环境的不断恶化和地史时期集群绝灭事件的确认及对集群绝灭事件成因的探讨, 引起了人类对自身生存环境的担忧, 保护地球, 保护人类生存的家园成为地质学研究的一个十分重要的组成部分。在地质学研究的三大任务中, 对地球及地球演化规律的认识是地质学的基础, 它决定着人类寻找能源与矿产

资源及保护地球的效率 and 水平。

为地球写说明书最系统、最全面、综合性最强、覆盖面最广的方式是区域地质调查, 最直观的表现方式是区域地质图及其说明书。区域地质调查是一切地质工作的基础, 其工作程度标志着一个国家或地区的地质工作水平。区域地质图及其说明书是国民经济建设和科学研究的基础性地质资料。区域地质图展示的内容包括图幅内地球的物质组成、结构构造和历史演化三个部分。随着地球系统科学逐渐成为地质科学的主导思想和理论基础, 作为地球说明书最直观、最重要表现方式的区域地质图不仅要反映地球的物质组成、结构构造和历史演化, 还要尽可能地反映地球各层圈之间相互作用的物理、化学和生物学过程及它们之间的相互关系。这就对地球系统科学时代的区域地质调查提出了新的更高的要求。

1 古生物资料在地球科学上的 重要作用

化石是地球科学研究最基本的资料, 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。地史时期生物界发展和演化是地球历史最重要的方面之一, 是地球科学首先要说明的基本内容。化石是地质历史时期生命

注: 本文为中国地质调查局项目(编号: DD20189612)和国家自然科学基金项目(编号: 41702023)的成果。

收稿日期: 2020-04-27; 改回日期: 2020-06-18; 责任编辑: 章雨旭。Doi: 10.16509/j.georeview.2020.04.003

作者简介: 王训练, 男, 1958 年生, 教授, 博士生导师, 主要从事古生物学与地层学教学与研究; Email: wxl@cugb.edu.cn。

的载体,记录了生物和地球的发展和演化的历史。通过化石研究不仅可以再造地史时期的生命系统,而且可以揭示生物起源及其演化过程和演化规律。另外,地史时期生物界及其演化规律的认识还不断为进化论和辩证唯物主义提供了有力支持。

时间和空间是一切科学研究中两个最基本的要素,更是地质科学这门历史性学科研究中两个最核心的核心要素。以化石层序律 (Law of Faunal Succession) 为基础的生物地层学研究的方法,为地质年代代表的建立奠定了科学基础,也为地质学研究提供了时间和空间坐标,是现代地质学诞生的重要标志。尽管 20 世纪 60 年代地学革命之后出现了一系列地层学的分支学科,但都无法动摇生物地层学在地层学中的基础地位 (王训练和吴怀春,2016)。

古生物学与生物地理学相结合而发展起来的古生物地理学资料在 20 世纪 10~20 年代曾被魏格纳 (Wegener) 作为“大陆漂移”学说的重要支柱。在地体 (Terrane) 学说形成发展过程中,除岩层序列和古地磁证据外,古生物地理学也发挥了重要作用。20 世纪晚期,生物古地理学更加注意生物区系与古板块之间关系的研究 (王乃文, 1984; 王鸿祯等, 1990), 生物隔离成了判断古板块距离及其间已消亡的古海洋宽度的主要标志,生物古地理分区成为大地构造分区和全球古大陆再造的重要依据。

化石可以为古气候、古地理、古环境再造提供最可靠的信息。用于恢复古气候、古地理、古环境的物理、化学和生物学证据几乎都是多解的。在这些多解的证据中,生物标志的多解性无疑是最小的。

化石与沉积矿产具有密切关系。一些沉积岩和沉积矿产本身就是生物直接形成的。如煤、石油、油页岩等矿产的形成直接与生物有关系。动植物的有机体还常富集铜、钴、铀、钒、锌、银等成矿元素。细菌是一个重要的地质作用因素,也是地壳地球化学循环的一个重要环节。地球早期形成的一些条带状铁矿床,主要与弱氧化条件下的铁细菌作用有关。

综上所述,古生物学研究不仅是地质学研究的基础和重要组成部分,而且在现代地质学的诞生和发展上发挥了巨大作用。而所有古生物学研究都离不开化石标本这个基础材料。

我国地域辽阔,地层齐全、分布广泛且沉积类型多样,其中蕴藏着十分丰富的化石资源,各门类脊椎动物化石、无脊椎动物化石、植物化石、微体化石和遗迹化石类别齐全。我国不同地史时期都有重要的化石类群发现,从古元古代的微体真核生物、中元古

代的宏观藻类、新元古代的胚胎化石、典型埃迪卡拉生物群化石,到古生代最早的脊椎动物昆明鱼类、早期基于四足动物,中生代带羽毛的恐龙、早期被子植物,再到新生代古人类,使得中国处于世界古生物学研究的关键地区。

2 古生物资料在地球系统科学研究中的意义

在地球系统科学时代,对地球历史的说明除了对地球的物理学特征和化学特征及其演化进行调查外,更加重视对地史时期生物圈特征及其演化过程与其它层圈相互作用过程的说明。地球的生物学特征与生物学过程是地球演化史上最活跃的因素,也是与人类关系最为密切的要素。正是这些生命的诞生与演化,构成了地球有别于其它星球独一无二的特征。对地史时期生物圈特征及其演化过程与其它层圈相互作用过程的说明所依赖的基本资料依然是化石。只有更加全面地掌握和更加深入地认识化石,才能更加深刻地揭示地史时期生物圈的特征、演化及其与地球其它圈层之间的关系,才能更加深刻地揭示地史时期的地球生物学过程及其与地球物理学过程、地球化学过程之间的关系,才能提高地球说明书的质量和水平。近年来出现的地球生物学 (Geobiology) (谢树成等, 2011) 研究作为地球系统三大基本过程之一的生命过程,即生物圈与地球其它圈层的相互作用,认为生命与地球环境之间是相互作用和协同演化的,不仅是地球影响生物圈,而且生物圈也影响地球系统。这种相互作用或影响,从地球历史早期起一直在协同、耦合地进行着。地球生物学的出现为地史时期化石研究提出了新的课题,新理论和新技术方法不断涌现。地球生物学是古生物学的继承和超越。化石系统分类将仍然是研究的基础,但是包含了传统古生物学的地球生物学在学科内容和技术方法上将更多地与物理、化学、生物等学科交叉融合,其结果将使古生物学在时间上更前溯,在空间上更开拓,为古生物学在地球系统科学研究和为国民经济主战场服务中开辟更广阔的前景。同时,地球生物学也需要更为详实、更为丰富、时代更为精准、研究更为深入的化石资料的支持。

人类社会活动引起的气候与环境变化已经对经济社会的可持续发展构成了严重威胁,并引起了全世界的广泛关注。“深时” (Deep Time) 古气候研究计划 (Soreghan et al., 2004; 孙枢和王成善, 2009) 着眼于从沉积记录研究前第四纪地质历史时期地球古

气候变化,试图为预测未来气候提供依据。在诸多恢复古环境和古气候的依据中,化石可以提供最直观、最有效、最可靠的证据。

地质学研究所使用的时空格架的精度,决定着地质学的研究精度和研究水平。地球系统科学和“深时”(Deep Time)古气候研究计划研究都迫切需要更高精度的时间和空间格架。正因为如此,以古生物学为重要支柱的地层学还将继续是地球系统科学研究中最为活跃的分支学科。在地球系统科学研究中,探讨不同时空尺度下的看似孤立的地球过程(如造山带、火山活动、沉积作用和生命演化等)及其相互作用和机理,尤其是探讨地史时期地球系统的演化时,建立可供全球进行精确对比的年代格架是重要的基础和前提。就区域地质调查而言,从1:20万发展到1:5万,绝对不仅仅意味着是调查比例尺的简单放大,而是调查所使用的空间和时间精度的提高。而这个空间和时间精度的提高,则有赖于包括生物地层学在内的高分辨综合地层学(王训练和吴怀春,2016)。对于空白区的区域地质调查,化石依然是确定地层时代与序列必不可少的最可靠、最简便的手段。

地球上生命的演化是一个物竞天择、适者生存的过程。显生宙(541.0 Ma前)以来地球曾发生过五次重大的集群绝灭事件,其中白垩纪和古近纪之交(约66.0 Ma前)的恐龙绝灭最为世人熟知。这些集群绝灭事件不仅导致当时海洋中物种在短时间内大量绝灭,陆地生态系统也遭到重创,它们发生的原因和过程已经成为评估当今地球生态系统危机的重要历史参照物。从地质记录来看,集群绝灭的典型特征是消灭生态系统中的优势类群,具体表现为生活环境优越、结构功能复杂、处于生态系统金字塔上部的类群,相较于生活环境恶劣、结构功能简单、处于生态系统金字塔下部的类群抗集群绝灭能力弱。

人类的出现对地球自然环境产生了强烈影响,造成了整个自然系统的显著变化,使地球表层由自然系统转变为复杂的人—地系统。2019年5月,国际地层委员会第四系分会人类世工作组(Anthropocene Working Group, AWG)投票决定在《地质年代表》中建立一个新的地质时代—人类世(Anthropocene),以表明人类对地球做出的深刻改变。迄今为止,人类活动在地球上埋下了诸多隐患,如空气污染、气候变化、大范围雨林损失、物种绝灭率升高。这些隐患的积累很可能引发“第六次集群

绝灭”(Barnosky et al., 2011)。

虽然集群绝灭的谜题尚未完全破解,但“第六次集群绝灭”或许已不是能否到来的问题,而只是到来时间早晚的问题。沈树忠和张华(2017)认为,如果将近几百年来生物多样性变化、地球表面温度变化和碳排放的趋势等纳入到地质生命历史发展的总进程中,而且如果这种趋势长期保持下去,那么地球生物圈进入新一轮集群绝灭应该在所难免。Barnosky等(2011)认为最近一个世纪陆生主要脊椎动物濒危物种的灭绝率如果持续下去,现生脊椎动物达到地质历史时期五次生物集群绝灭的水平仅仅需要240~540年。从显生宙以来地球曾发生过五次重大的集群绝灭事件的基本规律来看,“第六次集群绝灭”威胁最大的是位于现今地球生态系统金字塔最顶端的人类。应对“第六次集群绝灭”对人类的潜在威胁,可能有两个途径。一个是人类应敬畏自然,保护环境,改进生活方式,自觉维护物种和基因多样性,节约和保护人类赖以生存的资源,推进生态文明建设,让“第六次集群绝灭”来的更晚一些。另一个途径是发展科技,尽快破解集群绝灭之谜,提高人类适应环境变化的能力,让人类成为“第六次集群绝灭”事件的幸存者。从某种意义上来说,人类现在正面临着两个前景:是在“第六次集群绝灭”中绝灭,还是破解集群绝灭之谜而得以幸存。

地质学研究不仅强调“将今论古”,还要强调“以古示今”。详细、客观、深刻、全面地认识地球历史是“以古示今”的基础和前提。以古示今,以史为鉴,有赖于人类对地史时期生物圈特征及其演化过程与其它层圈相互作用过程的全面、深入理解。对地球的演化历史研究越深入,越有利于从生物演化的基本规律中吸取经验和教训,使人类与自然界和谐相处,与其它生物和谐相处,避免人类重蹈种群绝灭的覆辙。为了完成这一任务,古生物资料不可或缺。戎嘉余和黄冰(2014)认为,化石采集、系统分类和精时地层研究是探索生物大灭绝的根基和关键。

化石标本清晰直观地展示了生命进化的轮廓,能够为普及进化论基础知识、宣传辩证唯物主义思想发挥最有效的作用。特别是在当今人类已经成为影响地球自然环境最为重要的因素之时,化石及其展示的集群绝灭能够为增强人类的环境保护意识提供强有力的警示和宣传。另外,一些保存完好或形态特殊的化石所具有的质朴、自然和神奇的魅力,更

能给人们带来无限的遐想和美的感受,赋予其极高的美学欣赏和收藏价值。国内外许多博物馆都将化石收藏和展出作为自身的主要内容和特色,一些珍贵稀有的化石成了富有影响的博物馆的镇馆之宝。贵州关岭生物群的海百合化石和海生脊椎动物化石更是许多博物馆争相收藏的对象,一些标本已经达到一“石”难求的地步。近年来兴起的不少国家地质公园和世界地质公园都是以化石为主要内容建立的,对于普及科学知识、提高科学素养、陶冶情操、满足人们高雅的审美情趣、推进生态建设、促进地方经济社会发展发挥了十分重要的作用。

3 中国古生物研究的辉煌成就与区域地质调查的重要作用

中国古生物学研究取得了举世瞩目的辉煌成就。与世界上其他国家和地区一样,中国的地质学研究也发端于地层学和古生物学研究。1912 年民国成立后中国正式组织地质调查机构,开展地质调查。20 世纪 30 年代中期以前我国首先在地层学和古生物学领域内获得显著成果,受到国际地质学界重视。区域地质调查在中国北方识别出了“太古界”和“元古界”,确认了古生界各纪地层的存在及其在中国东部的大致分布,并在生物地层研究的基础上提出了进一步的划分和对比(王训练,2018)。特别值得一提的是,我国开展的 1:20 区域地质调查基本上查明了中国东部地层的分布、标准剖面及生物地层序列,贡献巨大,影响深远。在 1:20 区域地质调查成果基础上完成的多达数十册的中国各大区及各省古生物图册不仅展示了我国古生物化石的时空分布,而且为生物地层和年代地层序列及对比格架的建立奠定了基础,也为古地理、古气候、古构造及其演化研究提供了基础资料。在《国际地层表》中以生物地层为基础的全球界线层型剖面 and 点(俗称“金钉子”,即“GSSP”)研究中,我国已经取得了 11 个“金钉子”,一举成为取得“金钉子”最多的国家。瓮安生物群、蓝田生物群、澄江动物群、关岭生物群、热河生物群和清江生物群等一系列生物群的发现和研究使中国的古生物学研究走在了世界前列,逐渐从古生物学研究大国发展为古生物学研究强国,古生物学研究已经成为中国科学家有希望的研究领域之一。中国是当今国际古生物学研究最关键和最富潜力的地区,世界上许多重要古生物学的理论研究和全球重大地学问题的解决,都有赖于中国古生物资料的发现和研究(沙金庚,2009)。

上述辉煌成就的取得,得益于古生物学家的不懈努力,其中区域地质调查的工作功不可没,特别是在中国东部中、新元古界至三叠系各系标准剖面的发现和早期研究方面,区域地质调查发挥了开路先锋的作用。

4 我国目前区域地质调查中古生物学研究的窘境

20 世纪 50 年代末 60 年代初期,地质部为了顺利地开展我国第一轮地质大调查,在地质部地质研究所(中国地质科学院地质研究所的前身)成立了地层古生物研究室,并按古生物门类聘请前苏联专家来华培养学生。地质研究所古生物研究人员最多时达七十多人。同时各省和跨省区的区调大队均配备了专门从事地层古生物鉴定研究人员,到 1960 年相应在全国建立了六个大区地层古生物鉴定站。这些大区地层古生物鉴定站 1962 年与各省地质研究所合并成立了六个大区研究所(王泽九,1999)。这些古生物力量的配备为我国古生物资源的调查和提高区域地质调查水平做出了巨大的贡献,也为我国古生物学研究的繁荣和走向世界奠定了坚实基础。

近 30 年来我国区域地质调查内容进一步拓宽与深化,理论、技术和方法不断更新,展示的信息量更为丰富,对地球的说明更加全面深刻。仅就地层学而言,除了岩石地层、年代地层和生物地层外,还涉及事件地层、层序地层、磁性地层和化学地层等现代地层学一系列分支学科的内容,深化了对地层特征的全面认识。但是,一个不可忽视的倾向是新一轮区域地质调查对古生物资料的调查明显削弱了,区域地质调查中古生物资料及相应的地层时代、沉积相研究越来越被边缘化了,化石资料的采集与鉴定在区域地质调查中近乎成为一项可有可无的内容。严格地讲,目前我国区域地质调查中对古生物学资料的调查几乎没有严格要求,即使沉积岩区进行区域地质调查,再也没有对专门的古生物资源调查的特殊要求。因此导致为区域地质调查服务的古生物学研究队伍几乎丧失殆尽。古生物学专业人才匮乏,青黄不接,极少数坚持在区域地质调查一线从事古生物学研究的人员也被边缘化,有的不得不另谋生路。不少省份区域地质调查部门几乎没有一个从事古生物学研究的专门人员。受此影响,曾经开设古生物学本科专业的北京大学、南京大学和中国地质大学在上世纪末相继停止了古生物专业的本科招生。尽管 2008 年北京大学元培学院重新开设古

生物学专业,但仅零星招生,作为一个本科专业近乎名存实亡。令人欣慰的是,沈阳师范大学2010年成立了古生物学院,从2011年开始每年招收30名左右的古生物专业本科生。目前全国虽然至少还有25所高校招收古生物专业的硕士研究生和博士研究生(刘大锰等,2019),但招生规模非常有限。2013年、2015年和2018年我国含地质学、地质专业类高等院校共招收古生物学与地层学(含古人类学)专业硕士研究生数量分别为93名、82名和106名(刘大锰等,2019),分别占同类院校地质相关专业当年招收研究生数量的2.7%、2.9%和4.6%。2013年、2015年和2018年我国含地质学、地质专业类高等院校共招收古生物学与地层学(含古人类学)专业博士研究生数量分别为53名、66名和57名(刘大锰等,2019),分别占同类院校地质相关专业当年招收研究生数量的4.8%、5.7%和4.7%。无论是硕士研究生还是博士研究生的数量和占比,古生物学与地层学(含古人类学)远低于地质学其它专业。更为严重的是,古生物专业研究生的生源质量令人堪忧,“985”高校和“211”高校毕业生占比明显下降,大幅度跨专业生源比例明显增高。

在区域地质调查中长期忽视古生物调查,恶果已经初步显现。

(1)区域地质图中一些地质体缺乏准确的历史演化顺序与空间变化关系。区域地质图不仅要展示地球的物质组成,还要展示地质体的空间结构构造和历史演化,而地质体空间结构与历史演化序列的建立都依赖于地质体的时间序列。由于缺乏深入的古生物资料的调查,一些地质体的时代不够精确,导致对比困难,使地质体缺乏准确的历史演化顺序和空间变化关系。2000年5月第三届全国地层会议期间,时任中国地质调查局局长叶天竺先生曾说到,如果没有古生物学研究,真不知道填出来的地质图到底是一个什么东西!此话可谓一针见血,一言中的!现在区域地质调查中常用同位素年代学代替生物地层学确定地质体时代。但是,同位素测年材料在地质体中并非普遍存在,同位素年代学的测年精度还受到诸多因素的影响。众所周知,一般只有在缺乏标准化石的情况下才会使用同位素年龄;当同位素年龄值与标准化石时代不一致时,当以标准化石确定的时代为准。

(2)1:5万区域地质调查鲜有新的标准剖面发现。新中国成立以后开展的1:20万区域地质调查以其资料翔实受到国内外的高度评价,迄今中国东

部许多地层标准剖面都是1:20万区域地质调查首先发现的。随后开展的耗资巨大的1:5万区域地质调查,虽然在路线密度上大大增加,也有如罗平化石群(张启跃等,2008)这样重大的科学发现,却鲜有可以取代1:20万标准剖面发现,不能不说是一个极大的遗憾。这与区域地质调查长期轻视古生物资源调查不无关系。我国1:5万区域地质图的这种缺憾随着历史的推移将愈发显现出来。

(3)地勘部门保存的大量化石破坏丢失严重,损失不可估量。自20世纪60年代以来,广大地勘单位除了配合1:20万区域地质调查外,还进行了许多标准地层剖面的系统专题研究,采集了大量具有重要价值的古生物化石实物资料。其中不乏建立新属新种的模式标本。这些新属和新种除了反映在专著和学术期刊中外,相当一部分反映在大区和分省的古生物图册中。随着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,有些甚至被一扔了之,造成无法挽回的损失。随着模式标本的丢失,人类从此将再也无法得知建立这些新属新种最初所依据的特征。

(4)对地史时期有机界信息的调查明显落后于时代要求。区域地质调查是一项基础性、公益性、前瞻性、战略性的工作,区域地质图贵在客观、全面、深度地刻画和说明地球的物质成分、结构构造与历史演化。生物圈既是地球系统重要的组成部分,也是地球历史上最为活跃、对地球环境变化具有重大意义的一个层圈。对地质时期生物圈特征的充分说明是时代对区域地质调查的要求。古生物资料的缺失和不足的地质图无法全面深刻地揭示地球的特征,因而也无法满足地球系统科学时代对区域地质调查的需要。

5 几点建议

(1)尊重区域地质调查的科学规律,充分认识区域地质调查是一项功在当代、利在千秋、惠及整个社会的工作。除了中国地质调查局以外,政府其它相关部门应该通力合作,齐抓共管,大力支持区域地质调查工作,既要切实保护区域地质调查工作者的工作积极性和创造性,又要切实保护区域地质调查工作者的保护切身利益,应从政策、资金、技术设备和人员配置等方面保证他们能全身心地投入到工作中去,从而保证区域地质调查质量。

(2)中国地质调查局作为中国区域地质调查的主管业务部门,应该大张旗鼓、旗帜鲜明地重视区域地质调查中古生物资料调查的重要性和必要性,在区域地质调查立项论证、设计审查、成果验收等各个环节中将对古生物资料的调查作为一项重要任务和考核标准。在地球系统科学时代,对古生物资料的调查,绝对不限于应用古生物资料进行地层时代的确定和对比,而是将古生物资料作为地球历史时期生物界的一个载体开展系统调查,同时要将这些古生物学资料与它们所代表的环境意义及地质过程联系起来,将化石信息与生物圈和地球其它圈层相互作用结合起来。

(3)有组织、有计划、有步骤地加强区域地质调查部门古生物学研究调查队伍的建设。可以在中国地质调查局的统一领导下成立专门的服务于区域地质调查的古生物学研究队伍。将基层部门配备一定比例的古生物学调查专门人员作为区域地质调查的基本要求,一个具有区域地质调查资质的单位至少应该有一名古生物工作者能确认出化石大类、懂得如何采集化石、如何保存化石、知道把化石送到哪些单位请哪些专家鉴定及如何使用古生物资料。对于沉积岩区新区开展的区域地质调查,古生物工作者更是必不可少。

(4)中国地质调查局与高等学校合作搭建平台开展古生物学专门人才培养,可采取集中培训、委托培养和定向培养等方式加强古生物学人才培养,以弥补区域地质调查部门古生物人才的不足。

(5)对地勘部门现存的古生物化石标本进行抢救性整理和保护。可以在中国地质调查局的统一领导下设立专项资金组织专门队伍对现存于不同单位有可能找到的化石标本进行系统的调查、整理、鉴定,集中保存于具有影响力的公益性博物馆,并将相关信息向社会公布,便于国内外科研工作者查询研究。化石资源是不可再生的,化石中的模式标本具有唯一性。应该像保护植物种子资源一样保护化石资源。

地球是目前已知的人类唯一的家园,同时为人类的生存和发展提供了丰富的能源和资源。保护地球,与大自然和谐相处,就是保护人类自己,也是人类生存和继续繁衍的前提条件。地球演化的历史,特别是地史时期生物界的演化历史可以为人类保护环境、与大自然和谐相处提供借鉴和启发。古生物资料是地史时期生命的载体,是认识地史时期生物界及其演化规律的最基础资料,在地质学的诞生和

发展过程中发挥了巨大的不可替代的作用,在地球系统科学时代依然是地球科学的主要研究对象。详实的古生物资料及其研究,依然是地球系统科学时代地质学研究的基础和主要内容。古生物化石的研究已经为提供了一些可供人类借鉴的地史时期生物与环境相互作用的知识,但还有大量的奥秘隐藏在其中等待着去发现和利用。人类还会从化石研究中获得很多的有助于人类生存发展的知识。因此,在地球系统科学时代,古生物学资料依然是区域地质调查的重要内容。重视区域地质调查中古生物资料的调查,对于提高区域地质调查的质量和水平、对于全面、深刻说明地质特征具有重要意义,也是地球系统科学时代对区域地质调查最基本的要求。

致谢:全国区域地质调查专家委员会副主任、中国地质调查局西安地质调查中心李荣社教授级高级工程师、陕西省地质矿产勘查开发局韩芳林教授级高级工程师和中国地质科学院郝梓国研究员对本文提出了宝贵意见,在此表示感谢!

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)

毕思文. 2003. 地球系统科学导论. 北京: 科学出版社:1~318.

陈述彭. 1998. 地球系统科学: 中国进展, 世纪展望. 北京: 中国科学技术出版社:1~1229.

刘大锰, 余际从, 刘粤湘, 刘晓鸿, 吴青. 2003. 中国含地质学、地质类专业高等学校概览. 北京: 地质出版社:1~305.

刘东生. 2006. 走向“地球系统”的科学: 地球系统科学的学科雏形及我们的机遇. 中国科学基金, 20 (5): 266~271.

戎嘉余, 黄冰. 2014. 生物大灭绝研究三十年. 中国科学: 地球科学, 44(3): 377~404.

沙金庚. 2009. 世纪飞跃—辉煌的中国古生物学. 北京: 科学出版社:1~392.

沈树忠, 张华. 2017. 什么引起五次生物大灭绝? 科学通报, 62: 1119~1135.

孙枢, 王成善. 2009. 深时(Deep Time)研究与沉积学. 沉积学报, 27(5): 792~810.

谢树成, 殷鸿福, 史晓颖. 2011. 地球生物学. 北京: 科学出版社:1~345.

王鸿祯, 杨式溥, 朱鸿, 张玲华, 李翔. 1990. 中国及邻区古生代生物古地理及全球古大陆再造. 见: 王鸿祯, 杨森楠, 等. 中国及邻区构造古地理和生物古地理. 武汉: 中国地质大学出版社: 35~88.

王乃文. 1984. 青藏高原古生物地理与板块构造的探讨. 见: 中国地质科学院地质研究所所刊(9): 北京: 地质出版社:1~33.

王训练, 吴怀春. 2016. 地球系统科学时代的高分辨综合地层学. 地学前缘, 23(6): 246~252.

王训练. 2018. 地史学研究的简要回顾. 地学前缘, 25(3): 204~214.

王泽九. 1999. 开展新一轮国土资源大调查的一项基本工作——成

- 都地矿所开展系统清理古生物化石标本. 中国地质, 26(1): 8.
- 张启跃, 周长勇, 吕涛, 谢韬, 楼雄英, 刘伟, 孙媛媛, 江新胜. 2008. 云南罗平中三叠世安尼期生物群的发现及其意义. 地质论评, 54(4): 523~526.
- Barnosky A D, Matzke N, Tomiya S, Wogan G O U, Swartz B, Ouentat T B, Marshall C, McGuire J L, Lindsey E L, Maguire K C, Mersey B, Ferrer E A. 2011. Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? *Nature*, 471: 51~57.
- Bi Siwen. 2003 #. Introduction to Earth System Science. Beijing: Science Press: 1~318.
- Chen Shupeng. 1998 #. Earth System Science: China's Progress, Century Outlook. Beijing: China Science and Technology Press: 1~1229.
- Liu Dameng, Yu Jicong, Liu Yuexiang, Liu Xiaohong, Wu Qing. 2019 #. An Overview of the Colleges and Universities with Specialties of Geology in China. Beijing: Geological Publishing House: 1~305.
- Liu Tungsheng. 2006&. Step into earth system science: Rudiment earth system science and our opportunities. Bulletin of National Natural Science Foundation of China, 20(5): 266~271.
- Jacobson M C, Charlson R J, Rodhe H, Orians G H. 2000. Earth System Science: From Biogeochemical Cycles to Global Changes. San Diego: Academic Press: 1~523.
- Kump L R, Kasting J F, Grane R G. 2004. The Earth System; 2nd ed. Upper Saddle River, N. J.: Pearson Education Hall: 1~419.
- Rong Jiayu, Huang Bing. 2014#. Study of mass extinction over the past thirty years: A synopsis. *Scientia Sinica Terrae*, 44: 377~404.
- Ruddiman W F. 2001. Earth's Climate: Past and Future. New York: W. H. Freeman and Company: 1~465.
- Sha Jingeng. 2009#. Century Leap—Brilliant Chinese Paleontology. Beijing: Science Press: 1~392.
- Shen Shuzhong, Zhang Hua. 2017#. What caused the five mass extinctions? *Chinese Science Bulletin*, 62: 1119~1135.
- Soreghan G L, Bralower T J, Chandler M A. 2004. GeoSystems: Probing Earth's Deep-Time Climate & Linked Systems. Arlington, VA: National Science Foundation: 35.
- Stanley S M. 2005. Earth System History. New York: W. H. Freeman and Company: 1~615.
- Sun Shu, Wang Chengshan. 2009&. Deep time and sedimentology. *Acta Sedimentologica Sinica*, 27(5): 792~810.
- Xie Shucheng, Yin Hongfu, Shi Xiaoying. 2011&. Geobiology. Beijing: Science Press: 1~345.
- Wang Hongzhen, Yang Shipu, Zhu Hong, Zhang Linghua, Li Xiang. 1990&. On the Palaeozoic biogeography and global palaeocontinent reconstruction in China and adjacent areas. In: Wang Hongzhen, Yang Sennan, et al. Tectonic palaeogeography and palaeobiogeography in China and adjacent areas. Wuhan: China University of Geosciences Press, 35~88.
- Wang Naiwen. 1984&. On the palaeobiogeography and plate tectonics in the Qinghai—Tibet Plateau. In: Journal of Institute of Geology, Chinese Academy of Geological Sciences (9): Beijing: Geological Publishing House: 1~33.
- Wang Xunlian, Wu Huaichun. 2016&. High resolution integrated stratigraphy in the age of Earth system science. *Earth Science Frontiers*, 23(6): 246~252.
- Wang Xunlian. 2018&. A brief review of the research on historical geology. *Earth Science Frontiers*, 25(3): 204~214.
- Wang Zejiu. 1999#. A basic task for carrying out a new round of land and resources survey. *Geology of China*, 26(1): 8.
- Zhang Qiyue, Zhou Changyong, Lü Tao, Xie Tao, Lou Xiongying, Liu Wei, Sun Yuanyuan, Jiang Xinsheng. 2008&. Discovery and significance of the Middle Triassic Anisian Biota from Luoping, Yunnan Province. *Geological Review*, 54(4): 523~526.

Paying more attention to the investigation of paleontological resources in regional geological survey in the era of Earth system science

WANG Xunlian¹⁾, SHEN Yang²⁾

1) School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083;

2) Museum, China University of Geosciences (Beijing), Beijing, 100083

Abstract: Earth science research has entered the era of Earth system science, which has gradually become an important guiding ideology of all branches of Earth science. In the present paper, discussed are both the important role of paleontological data in the birth and development of geology and the important significance of the investigation of paleontological resources in the era of Earth system science; the existing problems and their influences are analyzed in the current regional geological survey in China; and some concrete suggestions are given to paying more attention to the investigation of paleontological resources in regional geological survey.

Keywords: regional geological survey; paleontology; Earth system science

Acknowledgements: This study was supported by the Geologic Survey Project of China Geological Survey (No. DD20189612), National Science Foundation of China (No. 41702023)

First author: WANG Xunlian, male, born in 1958, professor, mainly engaged in palaeontology and stratigraphy; Email: wxl@cugb.edu.cn

Manuscript received on: 2020-04-27; Accepted on: 2020-06-18; Edited by: ZHANG Yuxu

Doi: Doi:10.16509/j.georeview.2020.04.003