


内蒙古自治区二连浩特市人民政府资助出版

Proceedings
of the Thirteenth Annual Meeting
of the Chinese Society
of Vertebrate Paleontology



第十三届 中国古脊椎动物学 学术年会论文集

董为 主编

 海洋出版社

内蒙古自治区二连浩特市人民政府资助出版

第十三届中国古脊椎动物学 学术年会论文集

Proceedings of the Thirteenth Annual Meeting of the
Chinese Society of Vertebrate Paleontology

董 为 主编

海洋出版社

2012年·北京

内 容 简 介

本书选录了 33 篇参加中国古脊椎动物学第十三届学术年会及中国第四纪古人类—旧石器专业委员会第四次年会的学术论文。这些论文观点新颖,内容丰富,从不同角度反映了最近几年我国各地的科研人员在古脊椎动物学、生物地层学、古人类学、史前考古学、第四纪地质学和古环境学等方面的现状及进展,同时也呈现了“百花齐放,百家争鸣”的欣欣向荣局面。其中有些论文是对化石材料的最新研究成果,有些是对研究成果、学术观点和方法的总结和评论,有些是对争议较大的课题进行的探讨。本书可作为古脊椎动物学、生物地层学、古人类学、史前考古学、第四纪地质学和古环境学等相关学科的科研人员、博物馆与文化馆工作人员及大专院校的教师与学生从事科研、科普与教学的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

第十三届中国古脊椎动物学学术年会论文集 / 董为
主编. -- 北京:海洋出版社,2012.8
ISBN 978-7-5027-8317-4

I. ①第… II. ①董… III. ①古动物—脊椎动物门—
学术会议—文集 IV. ①Q915.86-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 152624 号

责任编辑:方菁
责任印制:赵麟芬

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路 8 号 邮编:100081

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店发行所经销

2012 年 8 月第 1 版 2012 年 8 月北京第 1 次印刷

开本:787 mm × 1092 mm 1/16 印张:20.25

字数:480 千字 定价:66.00 元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

目 次

内蒙古二连达巴苏组的地层学、沉积学与古生物学研究综述·····	
·····邢海 贺一鸣 李丽国等	(1)
甘肃玉门晚二叠世大山口动物群化石及其地层·····	蒋珊 彭楠 姬书安 (45)
我国非鸟兽脚类恐龙研究新进展·····	姜涛 杨春燕 刘建 (55)
一些恐龙蛋与现生鸟类蛋的对比研究·····	郑鸾 王邦骐 刘念 (69)
浅谈上游永川龙的复原·····	宋中伟 姜涛 朱松林 (83)
中国三趾马研究现状·····	刘艳 (89)
重庆市秀山县发现的更新世哺乳动物群·····	陈少坤 贺存定 秦利等 (101)
自贡第四纪哺乳类化石·····	郝宝鞘 舒纯康 叶勇 (111)
湖北建始杨家坡洞晚更新世哺乳动物群之长鼻目·····	陆成秋 张成明 (117)
辽宁喀左帽儿山发现的三门马相似种化石·····	傅仁义 董为 王丽等 (125)
南京汤山驼子洞的早更新世三趾马新材料补记·····	董为 房迎三 (133)
近年在丹江口地区发现的新石器时代—东周时期人类遗骸及相关研究·····	
·····周蜜 张成明	(139)
本溪王家崴子西山旧石器地点发现的石器研究·····	陈全家 李霞 石晶等 (147)
重庆主城周边旧石器考古调查研究·····	贺存定 陈少坤 秦利等 (157)
蔚县盆地前上营遗址发现的旧石器·····	王法岗 刘连强 谢飞 (165)
丹江口水库淹没区白渡滩旧石器地点·····	牛东伟 彭菲 裴树文等 (171)
天津蓟县闾子峪和大孙各庄旧石器地点发现的石器研究·····	王春雪 盛立双 (179)
青海省旧石器的发现与研究·····	仪明洁 (187)
贵州省惠水县和长顺县发现的两处旧石器时代洞穴遗址·····	
·····张兴龙 吴红敏 龙小平	(195)
白岩脚洞的人化石和骨制品·····	蔡回阳 (203)
贵州红水河—北盘江流域(2005)史前文化新发现及其意义·····	王新金 (211)
贵州长顺新发现的洞穴史前文化遗址之打制石器·····	吴红敏 张改科 王新金 (225)
海南省三亚市发现石器时代的文化遗物·····	孙建平 李超荣 李浩等 (235)
海南省昌江县钱铁洞旧石器时代洞穴遗址·····	黄兆雪 李超荣 李浩等 (241)
中国旧石器时代遗址装饰品研究新进展·····	于青瑶 路辰 王春雪 (247)
环境考古学孢粉分析的应用·····	吕砚 (255)
辽宁第四纪哺乳动物化石埋藏环境·····	王丽 刘晓庆 傅仁义 (261)
甘肃张掖黑水国遗址出土人类遗骸的锶同位素比值分析·····	赵春燕 (267)
许家窑—侯家窑遗址争议概观·····	卫奇 (273)
近四十年广西百色盆地旧石器考古研究综述与展望·····	刘扬 黄胜敏 郭耀峥 (281)

国内外埋藏学研究综述.....	张立民 (289)
基于 web of science 的中科院古脊椎所科研论文定量分析.....	
.....	曹颖 高文 (299)
野外工作中的摄影技巧点滴.....	董为 (305)
编后记.....	(313)

CONTENTS

A REVIEW ON THE STUDY OF THE STRATIGRAPHY, SEDIMENTOLOGY, AND PALEONTOLOGY OF THE IREN DABASU FORMATION, INNER MONGOLIA.....	XING Hai HE Yi-ming LI Li-guo, et al. (1)
LATE PERMIAN DASHANKOU FAUNA AND ITS STRATIGRAPHY FROM YUMEN, GANSU PROVINCE, CHINA	JIANG Shan PENG Nan JI Shu-an (45)
PROGRESS ON THE STUDY OF NON-AVIAN THEROPODS FROM CHINA	JIANG Tao YANG Chun-yang LIU Jian (55)
COMPARATIVE STUDY ON SOME DINOSAUR EGGS AND MODERN BIRD EGGS.....	ZHENG Luan WANG Bang-qi LIU Nian (69)
ON THE RECONSTRUCTIN OF <i>YANGCHUANOSAURUS SHANGYUENSIS</i>	SONG Zhong-wei JIANG Tao ZHU Song-lin (83)
THE RESEARCH STATUS OF CHINESE HIPPARIONINE HORSES.....	LIU Yan (89)
NEW PLEISTOCENE MAMMALIAN FAUNA FROM XIUSHAN COUNTY, CHONGQING.....	CHEN Shao-kun HE Cun-ding WEI Guang-biao, et al. (101)
QUATERNARY MAMMALIAN FOSSILS FROM ZIGONG, SICHUAN, CHINA	HAO Bao-qiao SHU Chun-kang YE Yong (111)
LATE PLEISTOCENE PROBOSCIDEANS FROM YANGJIAPO CAVE OF JIANSI, HUBEI PROVINCE.....	LU Cheng-qiu ZHANG Cheng-ming (117)
NEW EQUID MATERIALS FROM MAOERSHAN CAVE AT ZUOKE OF LIAONING PROVINCE.....	FU Ren-yi DONG Wei WANG Li, et al. (125)
SUPPLEMENTARY DESCRIPTION ON THE EARLY PLEISTOCENE HIPPARION FROM THE TUOZI CAVE AT TANGSHAN, JIANGSU PROVINCE, CHINA.....	DONG Wei FANG Ying-San (133)
DISCOVERY OF HUMAN REMAINS FROM THE NEOLITHIC AGE AND EASTERN ZHOU DYNASTY AT DANJIANGKOU AREA AND RELEVANT RESEARCHES.....	ZHOU Mi ZHANG Cheng-ming (139)
ANALYSIS OF THE STONE ARTIFACTS FROM PALEOLITHIC LOCALITY AT THE WESTERN MOUNTAIN OF WANGJIAWAIZI.....
.....	CHEN Quan-jia LI Xia SHI Jing, et al. (147)

INVESTIGATION AND RESEARCH OF PALEOLITHIC ARCHAEOLOGY IN URBAN AREA OF CHONGQING.....	
.....HE Cun-ding CHEN Shao-kun QIN Li, et al.	(157)
PALEOLITHIC ARTIFACTS FROM QIANSHANGYING SITE IN YUXIAN BASIN.....	
.....WANG Fa-gang LIU Lian-qiang XIE Fei	(165)
THE PALEOLITHIC LOCALITY AT BAIDUTAN IN THE DANJINGKOU RESERVOIR INUNDATED REGION.....	
.....NIU Dong-wei PENG Fei PEI Shu-wen, et al.	(171)
A REPORT ON THE RECONNAISSANCE OF CHUANGZIYU AND DASUNGEZHUANG LOCALITIES IN JIXIAN COUNTY OF THE TIANJIN AREA.....	
.....WANG Chun-xue SHENG Li-shuang	(179)
DISCOVERY AND RESEARCH OF PALEOLITHIC SITES IN QINGHAI PROVINCE.....	
.....YI Ming-jie	(187)
TWO PALEOLITHIC CAVE SITES DISCOVERED IN HUIHUI AND CHANGSHUN COUNTY, GUIZHOU PROVINCE.....	
.....ZHANG Xing-long WU Hong-min Long Xiao-ping	(195)
HUMAN FOSSILS AND BONE ARTIFACTS FROM THE BAIYANJIAO CAVE SITE OF PUDING, GUIZHOU PROVINCE.....	
.....CAI Hui-yang	(203)
THE NEW DISCOVERY OF THE PREHISTORICAL SITES IN THE RED RIVER- BEIPAN RIVER AREA, GUIZHOU PROVINCE.....	
.....WANG Xin-jin	(211)
NEW CAVE SITES FOUND IN CHANGSHUN COUNTY, GUIZHOU PROVINCE	
.....WU Hong-min ZHANG Gai-ke WANG Xin-jin	(225)
THE RELICS OF STONE AGE OF SANYA CITY IN HAINAN PROVINCE.....	
.....SUN Jian-ping LI Chao-rong LI Hao, et al.	(235)
THE QIANTIE CAVE PALEOLITHIC SITE, CHANGJIANG COUNTY IN HAINAN PROVINCE.....	
.....HUANG Zhao-xue LI Chao-rong LI Hao, et al.	(241)
NEW RESULTS AND MAJOR PROGRESS OF ORNAMENTS FROM UPPER PALEOLITHIC SITES IN CHINA.....	
.....YU Qing-yao LU Chen WANG Chun-xue	(247)
APPLICATION OF SPORE-POLLEN ANALYSES IN ENVIRONMENTAL ARCHAEOLOGY.....	
.....LU Yan	(255)
TAPHONOMIC ENVIRONMENTS OF QUATERNARY MAMMALS IN LIAONING PROVINCE.....	
.....WANG Li LIU Xiao-qing FU Ren-yi	(261)
THE CHARACTERIZATION OF STRONTIUM ISOTOPE RATIOS IN HUMAN BONES AND TEETH FROM THE HEISHUIGUO SITE.....	
.....ZHAO Chun-yan	(267)
ON THE XUJIAYAO-HOUJIAYAO PALEOLITHIC SITE BETWEEN SHANXI AND HEBEI PROVINCES, CHINA.....	
.....WEI Qi	(273)

A REVIEW ON PALEOLITHIC ARCHAEOLOGY STUDY IN RECENT FORTY YEARS OF BOSE BASIN, GUANGXI.....	LIU Yang HUANG Sheng-min GUO Yao-zhen (281)
A BRIEF REVIEW ON TAPHONOMY.....	ZHANG Li-min (285)
A QUANTITATIVE ANALYSIS ON THE SCIENTIFIC RESEARCH ARTICLE OF IVPP (INSTITUTE OF VERTEBRATE PALEONTOLOGY AND PALEOANTHROPOLOGY, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) BASED ON THE WEB OF SCIENCE.....	CAO Ying GAO Wen (299)
SOME TIPS ON PHOTOGRAPH IN FIELD WORK.....	DONG Wei (305)
POSTSCRIPT.....	(313)

内蒙古二连达巴苏组的地层学、沉积学与 古生物学研究综述

邢海^{1,2} 贺一鸣^{1*} 李丽国² 席党鹏²

(1 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所, 脊椎动物进化系统学重点实验室, 北京 100044;

2 中国地质大学北京, 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要 内蒙古二连盐池地区的上白垩统二连达巴苏组是一套由浅灰色细砂岩、粗砂岩和砾岩夹带杂色泥岩和粉砂岩组成的陆相碎屑沉积物。这套地层产数量丰富、种类繁多的恐龙化石以及大量的微体古生物化石。基于前人发表的研究成果, 本研究系统地总结和阐述了二连达巴苏组的地层序列、沉积体系以及古生物化石的形态特征与组合面貌。在二连达巴苏组的沉积体系中, 细粒的河漫滩沉积物和粗粒的边滩沉积物构成了频繁重复的二元沉积韵律。沉积韵律的“二元结构”强烈地指示了曲流河沉积, 而非先前认为的辫状河沉积。二连达巴苏组的轮藻和介形虫化石组合与松辽盆地四方台组和明水组底部的微体古生物化石带存在着一定程度的相关性, 因此二连达巴苏组的时代可能属于中晚坎帕期。与同时代的戈壁盆地哲道哈达组相比, 二连达巴苏组的恐龙动物群缺乏原角龙类和有鳞类的化石记录; 它的一些主要分子趋向于体型的大型化发展。这些现象可能与二连盐池地区晚白垩世时期的湿润气候有关。

关键词 二连达巴苏组, 二连盐池, 曲流河体系, 恐龙化石, 中晚坎帕期

1 前言

从 20 世纪初开始, 蒙古高原就已经成为了白垩纪和古近纪古脊椎动物学与地层学研究的热点地区之一^[1-5]。许多爬行动物和哺乳动物属种的化石(包括骨骼、蛋与胚胎、皮肤印痕和足迹等)在该地域的戈壁盆地(Gebi Basin)和二连盆地(Erlian Basin)被陆续发现, 填补了古脊椎动物学和进化生物学相关领域的空白。中国内蒙古自治区的二连盆地位于蒙古高原的东南部; 它与西北方向的戈壁盆地被一条东北—西南走向的前寒武系基性岩脉群分隔^[6]。二连盆地的上白垩统地层比较发育, 产丰富的恐龙化石和其他爬行动物化石。1922 年 4 月 25 日, 美国纽约自然历史博物馆中亚考察团(简称中亚考察团)在二连盐池西部的一个电报站建立了宿营地^[1-3, 7]。二连盐池是一个强烈蒸发

* 基金项目: 国家自然科学基金项目(41120124002), 中生代中晚期亚洲和北美恐龙动物群对比研究(41172037), 中国冀北-辽西陆相与日本海陆交互相侏罗/白垩系界线对比项目。

贺一鸣: 男, 26 岁, 硕士研究生, 从事古脊椎动物学与生物地层学研究. blitzwagen@126.com

和逐渐萎缩的陆源咸水湖。它位于二连浩特市的东北方向，距离二连浩特市区约 10 km，毗邻中蒙边界。二连盐池在蒙古语中被称为“额仁达布散淖尔”，意为“色彩斑斓的盐湖”；英文译为“Iren Nor”或者“Erlian salt lake”。在次日的野外工作中，恐龙化石即在营地附近的区域被发现。二连盐池地区也成为了中亚考察团发掘到恐龙化石的第一个地点。中亚考察团成员 Granger 和 Berkey^[7]报道了这次意义重大的发现，并将产恐龙化石的地层剖面命名为二连达巴苏组(Iren Dabasu Formation)。“二连达巴苏”源自于“额仁达布散”；它在蒙古语中的意思为“闪耀的盐”。

1922 年，中亚考察团在二连盐池的化石野外采集工作仅仅持续了半个月。此后，中亚考察团分别于 1923 年和 1928 年再次来到了二连盐池地区^[2, 8]。1923 年的化石发掘工作取得了丰硕的成果：在恐龙化石方面，一些关节在一起的部分骨骼和几百个分离的骨块被发现，这些标本涉及到鸭嘴龙类、暴龙类、似鸟龙类以及结节龙类^[9]；Granger 和 Morris 发现了数量可观的恐龙蛋壳；龟鳖类和鳄类的化石材料也十分丰富。Gilmore^[9]对二连盐池地区二连达巴苏组中段的骨层(bone bed)中发现的恐龙和龟鳖类化石进行了初步的鉴定，建立和描述了鸭嘴龙类 *Bactrosaurus johnsoni* 和 *Gilmoreosaurus mongoliensis*、暴龙类 *Alectrosaurus olseni* 和似鸟龙类 *Archaeornithomimus asiaticus* 等属种(图 1A-B)。这些属种的正型标本现在均保存在在美国纽约自然历史博物馆，对于研究恐龙的分类、演化和迁徙模式有着十分重要的意义。随着古脊椎动物学研究的深入以及新材料的发现，上述属种的骨学特征和系统发育位置也被不断地更新和重新评估^[10-14]。

1959 年的夏天，中苏古生物联合考察队以二连浩特市为基地，开展了对二连盆地白垩系和古近系陆相地层的科考活动^[15]。考察队的人数超过了 60 人，包括中国和苏联方面顶尖的地层古生物学家和地质学家；中方和苏方考察队队长分别为周明镇博士和 Rozhdestvensky 博士(图 1C)。考察队配备了 10 余辆卡车、5 辆吉普车以及 2 台推土机。在 6 周的时间内，考察队成员克服了食物短缺、自然条件恶劣和后勤补给困难等诸多问题，在二连盐池的东部地区发掘到大量的恐龙化石材料。这些材料主要以鸭嘴龙类和似鸟龙类化石为主，还包括一些其他类型的兽脚类化石、少量蜥脚类化石以及零星的龟鳖类和鳄类化石^[16]。野外考察结束之后，大部分具有研究价值的化石材料被分批运送到位于莫斯科的苏联科学院古生物研究所，剩余的几十箱化石材料则保存在北京的中国科学院古脊椎动物与古人类研究所(以下简称中科院古脊椎所)。不幸地是，1960 年政治形势的改变使得中苏两国古生物学家的科考活动很快地终止了。由于中国和苏联两国关系的逐渐恶化和最终破裂，两国的科学家无法继续合作并且开展进一步的野外考察和脊椎动物化石研究工作；他们只能在北京和莫斯科两地各自地进行科学研究，缺乏正常的学术交流与合作研究。苏联方面的研究人员以俄文内部简报的形式对 1959 年二连盐池附近发现的 *Bactrosaurus* 化石材料进行了粗略的描述和报道(董枝明的个人资料)。这篇文章在当时的古生物学界没有引起足够的重视，其影响力较低。此后，苏联政局的动荡和苏联的解体等因素导致运往苏联的二连达巴苏组化石标本一直没有被系统和深入地研究，部分标本在 20 世纪 90 年代初的苏联混乱时期甚至被非法走私、拍卖或者丢弃。在中科院古脊椎所的二连达巴苏组化石材料中，一部分标本

被装架以供博物馆陈列展示，其他的材料仍有待细致的整理和详尽的骨学研究。

北京自然博物馆和内蒙古博物馆曾经于 1972 年至 1974 年联合对二连盐池附近的白垩系地层和古生物化石进行科学考察和试探性发掘工作。在此期间，考察队的重点主要集中在位于中亚考察团电报站原址西南部 0.5 km 处的一个二连达巴苏组地层露头。在该露头的中上段，考察队找到了一个由单优势类群 *Bactrosaurus* 组成的骨层并且开展了小规模化石发掘工作。一部分化石被制作成为骨架，并在呼和浩特市展出。大部分材料在 1995 年启动的中国—比利时恐龙考察活动中才被开箱整理和研究(李



图 1 二连达巴苏组的研究历程

Fig. 1 Research history of the Iren Dabasu Formation in the Iren Nor region

A-B. 美国中亚考察团的野外发掘现场；C. 中苏古生物联合考察队在二连盐池地区开展工作；D-E. 中加恐龙考察队在二连达巴苏组地层中发掘脊椎动物化石；F. 中科院古脊椎所与内蒙古国土资源厅龙昊地质古生物研究中心合作开展二连达巴苏组的野外发掘工作

红的个人资料)。

从 1987 年到 1990 年, 中国和加拿大两国的古生物学家开展了为期 4 年的中生代地层考察和恐龙研究项目^[17-18]。考察队的中方和加方队长分别为董枝明研究员和 Philip Currie 教授。从东部的二连盐池到西部的五彩湾, 考察队在新疆的准噶尔盆地以及内蒙古的鄂尔多斯、二连浩特和巴彦满达呼等地区开展了一系列中生代脊椎动物化石的发掘工作, 并发表了许多具有影响力的学术论文^[17-21]。在二连盐池地区, 有数个恐龙蛋巢穴以及一个 *Alectrosaurus* 的不完整骨架成为中加考察队在该地区的最大发现^[2, 18]。此外, 考察队成员对两个鸭嘴龙类化石的富集层进行了系统的发掘。其中一个化石富集层是中苏古生物联合考察队曾经工作过的地点, 位于二连盐池的东部 5 km 处。这次考察活动获得了许多白垩系二连达巴苏组爬行动物化石材料(图 1D-E)。这些材料的收集、整理和鉴定极大地扩展了我们对于二连盐池晚白垩世动物群的认识; 地层学和沉积学领域的深入研究也为后续的工作提供了宝贵的资料^[2-3]。

1995 年 3 月, 内蒙古博物馆和比利时皇家自然科学研究所签署了关于共同考察内蒙古自治区的恐龙和早期哺乳动物产地的协议。在为期 8 年(1995—2002 年)的野外考察中, 中比两国的科学家系统地对二连盐池附近的多个产鸭嘴龙类化石的二连达巴苏组地表露头开展了地层学、沉积学、古生物学和古生态学等多方面的研究, 初步认定二连达巴苏组的时代被限定在晚坎帕期至早马斯特里赫特期之间^[3]。Godefroit 等^[13]也根据新发现的 *Bactrosaurus* 材料补充了该类群的形态特征。近几年, 中科院古脊椎所与内蒙古国土资源厅龙昊地质古生物研究中心的科研人员在二连盐池的东部地区(靠近中苏古生物联合考察队的野外地点, 现称“赛罕高毕”)开展合作, 在二连达巴苏组的多个野外露头剖面中发现了一些新的恐龙化石标本(图 1F)。这些标本可以归入镰刀龙类、泰坦巨龙类以及窃蛋龙类, 充分反映了二连盆地晚白垩世动物群落的多样性^[19-22]。

尽管有许多学者曾经先后研究和分析了二连达巴苏组的地层层序、沉积体系和时代^[1-3, 7, 13-15, 23-25], 但是他们在相关文章中提出的观点和结论均存在着一定程度的差异或矛盾。本研究在总结和归纳前人研究成果的基础上, 尝试性地利用最新的资料信息对已有的观点和认识进行重新评估, 从综合地层学、古生物学、沉积地质学和古生态学的角度系统地阐述二连达巴苏组的地层层序、沉积模式以及所属生物群的化石组合, 进而推断二连达巴苏组的时代和沉积环境, 并对该组地层和蒙古戈壁盆地的同时代陆相地层进行初步的对比研究。

机构缩写: AMNH, American Museum of Natural History, New York, USA 美国自然历史博物馆; LH, Long Hao Institute of Geology and Paleontology, Department of Land Resources of Inner Mongolia, Hohhot, China 内蒙古国土资源厅龙昊地质古生物研究所。

2 地质背景

中国和蒙古之间的边境地区存在着多个中生代晚期的伸展型盆地^[6, 26]。中国的二连盆地和蒙古的戈壁盆地就是这些伸展型盆地的典型代表; 它们主要分布在中蒙边境地区的东南部(图 2)。戈壁盆地可以被划分为若干个小型盆地, 例如东戈壁盆地(East

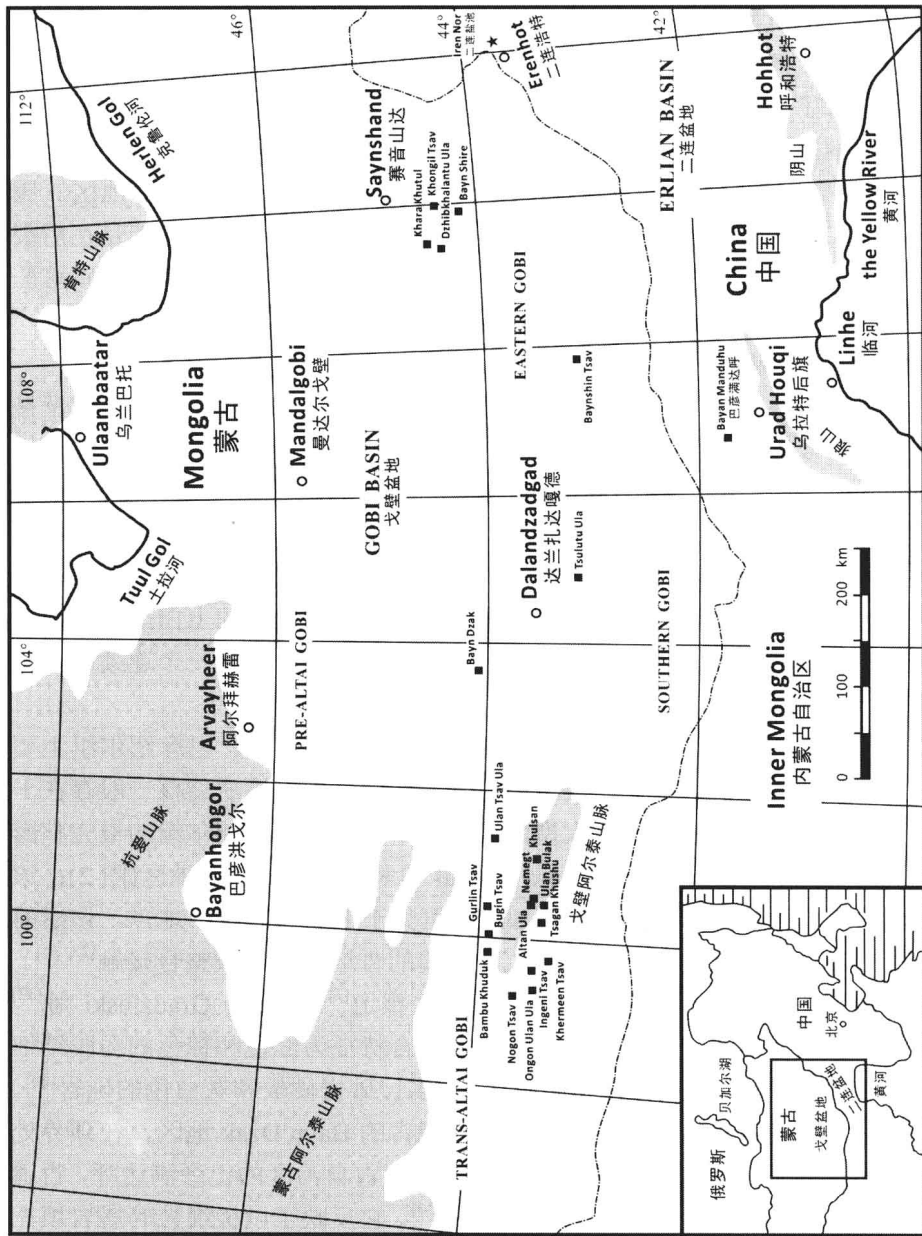


图 2 戈壁盆地和二连盆地的晚白垩世产恐化石剖面的地理位置(据 Jerzykiewicz and Russell^[23]修改)

Fig. 2 Location of Late Cretaceous dinosaur-bearing sections in the Gobi Basin and the Eriian Basin (modified from Jerzykiewicz and Russell^[23])

Gobi Basin) 和塔木察格盆地 (Tamtsag Basin)。这些小型盆地被一系列台地和隆起分隔, 并且具有十分相似的发育和构造体系^[6, 26]。两个区域性不整合面将中蒙边境地区的中生代地层划分为三个大的沉积序列和构造演化阶段, 即前裂谷期沉积、同裂谷期沉积和后裂谷期沉积^[6, 27]。Mckenzie^[28]认为同裂谷期的沉降受重力补偿, 表现为沉积速度较大; 后裂谷期的沉降是岩石圈的冷却收缩过程, 表现为缓慢沉积。这一构造演化特征与中蒙边境地区的盆地演化历史相吻合: 晚侏罗世和早白垩世同裂谷期沉积相对较厚, 并且包含了大量的火山岩夹层, 上侏罗统的粗粒碎屑岩和火山岩主要出露于戈壁盆地的北部地区和狼山一带; 晚白垩世的后裂谷期沉积很薄, 缺乏火山岩, 上白垩统的细粒碎屑岩主要出露于戈壁盆地的南部区域和二连盆地的东北部地区。因此, 二连盆地中的二连达巴苏组地层和戈壁盆地中的上白垩统陆相地层可能是在后裂谷期的盆地沉降过程中沉积形成的。另外, 块断作用以及沉积的终止与剥蚀导致这些地层的沉积记录不连续; 不同岩石地层单位之间存在着明显的沉积间断^[23]。

2.1 戈壁盆地的上白垩统陆相地层

戈壁盆地的所有中生代地层都是陆相沉积形成的。目前, 学术界普遍认为戈壁盆地的上白垩统地层可以被划分为 4 个基本的岩石地层单位, 自上而下包括纳摩盖特组 (Nemegt Formation)、巴润戈约特组 (Barun Goyot Formation)、哲道哈达组 (Djadokhta Formation) 和巴彦绍尔组 (Bayn Shire Formation)。这套陆相沉积序列代表了以红色和棕色细粒碎屑岩为主的河流相、湖相和风成相沉积地层, 不同时代的露头剖面叠加在一起的总厚度达到 800 m。由于块断作用造成的多次间隔, 戈壁盆地的上白垩统沉积序列包含了一些不整合面和间断。地质学家至今还没有在戈壁盆地找到一个连续的上白垩统露头剖面^[23, 29]。

Vasiliev 等^[30]描述了戈壁盆地上白垩统地层底部的巴彦绍尔组。巴彦绍尔组主要为杂色的细砂岩、粉砂岩和泥岩互层, 夹带层内砾岩和砂砾岩; 钙质结核一般存在于层内砾岩和砂砾岩中; 部分砂岩层具有大型的板状交错层理。巴彦绍尔组的最完整露头主要位于东戈壁盆地的 Bayn Shire、Khara Khutul 和 Khongil Tsav 等地区 (图 2); 该组的最大厚度约为 300 m。巴彦绍尔组的顶部界线可见于 Khongil Tsav 地点。该组的最顶层为一个 5 m 厚的含钙质结核的砾岩层, 与上覆的哲道哈达组假整合接触^[23, 31]。

哲道哈达组的相关地层最早被 Berkey 和 Morris 报道^[1]。随后, Gradzinski 等^[32]对该组地层给予了正式的定义。哲道哈达组的岩性组合特征为红色和棕色的弱胶结细砂岩和粉砂岩夹带钙质结核、锰质结核和石灰岩, 含多层砂岩硬板和灰白色的砾岩^[33]。该组地层广泛地分布于戈壁盆地。其模式剖面位于蒙古的 Bayn Dzak 地区, 在顶界处具有一个接触古新统砂砾岩的剥蚀面 (图 2)。在中国内蒙古自治区的巴彦满达呼, 哲道哈达组的露头剖面保存较好, 其总厚度达到 80 m^[18, 34]。它反映了以极细粒碎屑岩填充沙丘、河道和池塘为主的风成沉积和一小部分湖滨相和河流相沉积^[34-35]。

巴润戈约特组由 Gradzinski 和 Jerzykiewicz 建立和描述, 广泛分布于戈壁阿尔泰 (Gobi Altai) 的 Nemegt、Khermeen Tsav 和 Bambu Khuduk 等地区^[23, 36] (图 2)。该组的典型剖面位于蒙古南部的 Khulsan 地区, 总厚度约为 110 m。巴润戈约特组与下伏的哲道哈达组在岩性组合特征上十分相似。它主要是由红色和棕色的弱胶结细砂岩构成,

夹带多层泥岩和层内砾岩。巴润戈约特组与哲道哈达组的主要区别为：①缺少发育成熟的含钙质结核的古土壤层；②泥岩层相对较厚；③具有多种成层结构，包括槽状交错层理、板状交错层理、水平层理和波状层理。该组的沉积模式主要为风成相和湖滨相沉积。一些分选性较好且磨圆度较高的细粒砂岩层强烈地指示了风成沙丘，而交替出现的泥岩层则反映了间歇性的湖相沉积^[36]。

Gradzinski 和 Jerzykiewicz 正式命名和描述了戈壁盆地上白垩统地层顶部的纳摩盖特组^[36]。该组地层在戈壁阿尔泰的 Nemegt 和 Altan Ula 等地区出露较好，也存在于东戈壁盆地的 Baynshin Tsav 地点^[37-38] (图 2)。纳摩盖特组的总厚度约为 320 m；该组与下伏的巴润戈约特组呈现平行不整合接触，并与上覆的古新统地层之间存在着沉积间断^[37]。纳摩盖特组是由以红色砂岩和泥岩为主的一系列正沉积韵律组成的，并且具有多个明显的剥蚀面。每个正沉积韵律自下而上包括：约 0.5 m 厚的层内砾岩和砂砾岩，可见大型的交错层理；约 6 m 厚的粗砂岩和细砂岩，具有大型的槽状和板状交错层理，也见水平层理和爬升沙纹层理；约 1 m 厚的粉砂岩和细砂岩互层，可见小型的交错层理和水平层理；约 2 m 厚的泥岩。纳摩盖特组的沉积环境属于典型的河流相边滩沉积或湖滨相沉积以及河流相的冲积平原沉积^[23, 37]。

目前，戈壁盆地的上白垩统地层的时代主要是根据该沉积序列与北美西部地区上白垩统地层的古生物化石组合的对比研究而得来的^[23, 32, 39]。然而，通过生物地层学对比获得的地层时代却与放射性元素年龄测定和磁性地层学的数据结果并不是完全一致^[29, 40-41]。事实上，无论是脊椎动物化石还是微体古生物化石，不同生存地域的同一类群不能被精确地限定在一个相同的时间间隔内。一个古生物类群的延续往往受到灾变事件、自然环境、生物支系的迁徙分化以及生物体自身耐受性等因素的影响和制约，因此其不同地域的地层中均表现出一定程度的穿时性。对于陆相地层而言，洲际生物地层对比一般不能准确地推测所研究的岩石地层单位的具体时代。磁性地层学的研究结果显示：①巴彦绍尔组的下段位于 C34n/C33r 的界线附近，该组的时代可能为三冬期的最晚期至早坎帕期^[40]；②哲道哈达组的沉积序列经历了多次的磁极性变化，被限定在距今 75 Ma~71 Ma 的时段，即中晚坎帕期^[33]；③根据地磁极性年表，从哲道哈达组至纳摩盖特组的露头剖面位于坎帕期至马斯特里赫特期的时段内，该时段从 C33n 的最顶部延续到 C31 的上部；因此，巴润戈约特组的时代可能为坎帕期的最晚期至早马斯特里赫特期，纳摩盖特组的时代被推测为早中马斯特里赫特期^[41]。

2.2 二连盆地的二连达巴苏组

二连达巴苏组由 Granger 和 Berkey 于 1922 年命名，随后 Berkey 和 Morris 在 1927 年正式地定义了该组，其典型地点位于二连浩特市东北的二连盐池(图 3)。二连达巴苏组的地层主要分布于二连盐池周围方圆约 130 km² 的区域内，在二连浩特市的北部、爱力格庙的西部、阿拉坦合力、阿巴嘎旗的北部和赛罕高毕等地区也有出露^[2-3, 42-43]。在二连盐池地区，层序清晰的二连达巴苏组野外露头非常少，仅见于地势较低的山脊斜坡和一些季节性河流的河道；大部分的二连达巴苏组地层没有出露，一般被杂草、风化的沙土和始新世地层覆盖^[1-3, 7]。

由于长期受湖泊和河流差异侵蚀的影响，二连盐池地区逐渐形成了一个以盐池为

中心的低洼地形；其向北被抬升的灰黑色板岩围绕，向南终止于棕黄色的呼尔井陡坎。二连盐池地区出露的沉积物自上而下主要分为五个部分：杂色的细砂岩和粉砂岩以及灰色的土壤，总厚度约 35 m(第四纪沉积)；灰黄色、黄绿色的含砾砂岩和粗砂岩，夹

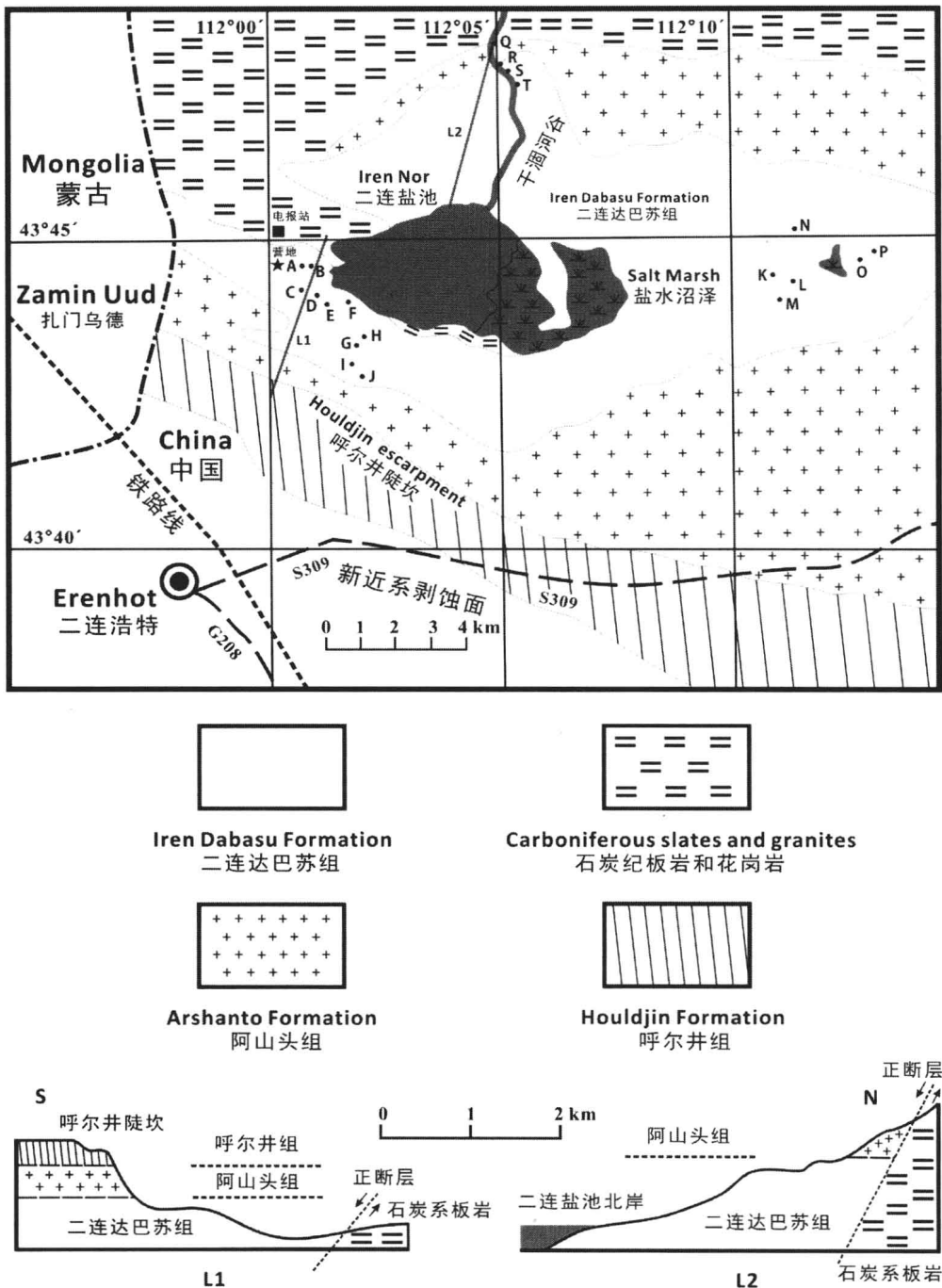


图 3 二连盐池地区的各个地层单位和恐龙化石点分布简图(据 Van Itterbeek et al. ^[31])

Fig. 3 Simplified map of the Iren Nor region showing the distribution of different stratigraphic units and dinosaur-bearing outcrops (after Van Itterbeek et al. ^[31])

灰绿色和红色的砾岩，总厚度约 12 m (中晚渐新世呼尔井组)；红褐色、砖红色泥岩、砂质泥岩和细砂岩，总厚度约 23 m (早中始新世阿山头组)；浅灰绿色泥质砂岩、细砂岩、含砾粗砂岩和砂砾岩，夹红褐色和砖红色的粉砂岩和泥岩，出露厚度达到 30 m (晚白垩世二连达巴苏组)；灰色和灰黑色板岩和砂质灰岩，出露厚度约 50 m (晚石炭世本巴图组)^[1, 3-4, 42] (图 3)。沉积时代较早的二连达巴苏组地层大多出露于靠近盐池的区域：包括盐池向西和西南约 2 km 的中亚考察团活动区域、盐池向东约 6 km 的中苏古生物联合考察队活动区域以及盐池向北约 6 km 的干枯河谷^[1-3, 7-9, 42-43]。

Berkey 和 Morris 认为二连达巴苏组与下伏的石炭纪板岩为假整合接触；板岩仅出露于二连盐池地区的北部^[1]。在中加恐龙考察期间，Currie 和 Eberth 发现了二连盐池北岸的地层存在着突然的横向相变，即浅灰色、黄褐色的粗碎屑岩转变为灰黑色的纹层状板岩。他们将这一地质现象解释为石炭纪板岩与上覆的地层形成了一个东西走向的正断层或正断层体系；石炭纪板岩可以被看作是这个正断层的上升下盘^[2] (图 3)。此外，二连达巴苏组的厚度在不同的露头剖面不一致，发生了急剧的变化；从二连盐池向东北约 8 km，始新世碎屑岩横向相变为纹层状板岩；从盐池北岸向北约 4.5 km 处，干枯河谷的西岸形成了一个颜色由灰黑色转变为杂色(由北向南)的风化面，可见潜在的断层面(图 3)。最近的区域地质调查也显示：石炭纪的灰黑色板岩和砂质灰岩广泛出露于二连盐池的岸边；其出露的厚度向北逐渐增加，在最大时达到 50 m。这些沉积现象进一步证实了断层体系在二连盐池地区的存在^[2-3]。

尽管二连达巴苏组地表露头的厚度不超过 30 m，但是钻井岩屑样品的分析结果显示该组的总厚度可能达到 114 m^[42-43]。在二连盐池的南岸，二连达巴苏组与上覆的始新世阿山头组(Arshanto Formation)呈平行不整合接触。阿山头组的露头剖面主要由砖红色的泥岩、砂质泥岩和粉砂岩构成，夹多层灰绿色和黄色的粉砂岩和细砂岩，位于盐池南岸的斜坡中段。这套地层被美国中亚考察团描述为“荒凉的岩层”；1923 年，中亚考察团的成员仅在该地区找到了一个脊齿獾科的臼齿，并据此推断该露头属于阿山头组^[1]。阿山头组和二连达巴苏组之间的接触关系不是十分明显，仅在某些地点体现为风化面颜色自下而上由浅灰绿色转变为红色。二连达巴苏组的顶部沉积层为灰绿色、紫灰色的泥岩和粉砂岩，夹含钙质结核的古土壤。阿山头组的底部则是以红色粗砂岩为主的河流相沉积物。阿山头组顶部的红色粉砂岩与呼尔井组底部的黄色含砾粗砂岩呈不整合接触。它们之间的接触关系可以在二连盐池向西南约 3 km 的呼尔井陡坎被清晰地观察到。在二连盐池的北岸，二连达巴苏组顶部的浅灰绿色碎屑岩被阿山头组底部的棕红色砂砾岩不整合覆盖。

二连达巴苏组是指一套浅灰绿色、浅灰色细砂岩、粗砂岩和砂砾岩夹砖红色、灰绿色泥岩和粉砂岩的岩性组合，产脊椎动物化石、微体古生物化石和植物化石^[2-3, 42-43] (图 4)。泥岩和粉砂岩一般以古土壤的形式存在，含钙质结核和植物根迹。粗碎屑沉积物经常伴有大型的槽状交错层理、爬升沙纹层理和水平层理。该组发育了一套典型的曲流河沉积物，包括河床微相、边滩微相、河漫滩微相和牛轭湖微相(图 4)。从横向和纵向两方面来观察，岩相的变化很大。其上被早中始新世阿山头组不整合覆盖，下与晚石炭世本巴图组不整合接触(图 3)。