

中国古生物学会孢粉学分会
第九届一次学术会议（广西桂林，2013）

论 文 摘 要 集

编辑：

中国古生物学会孢粉学分会
中国地质科学院水文地质环境地质研究所
中国地质科学院岩溶地质研究所

2013 年 10 月

本摘要电子版可从中国古生物学会
孢粉学分会网站下载

学会网站：

<http://www.china-psc.org.cn/palynology/index.asp>

目 录

A. 会议代表论文

1. 全球变化研究中的生物气候指标 倪健 (1)
2. 长白八道沟中新世孢粉植物群 张淑芹、王伟铭 (2)
3. 3500 年来南鄱阳湖区植被与沉积对气候变化的响应 顾延生、伦子健、喻建新、黄俊华、马振兴 (4)
4. 滇西北天才湖揭示的全新世以来的植被与气候历史 肖霞云 (5)
5. 埃迪卡拉 (震旦) 纪早期疑难球状化石 *Tianzhushania* 新观察 尹崇玉 (6)
6. 南洛河流域洛南盆地表土孢粉与植被的关系 张文超、李春海、鹿化煜、田先华、张红艳、雷昉、唐领余 (7)
7. 伊迪卡拉纪印痕化石是陡山沱期藻类的固着器吗? 唐烽、金幸生、丁明、王约 (8)
8. 花粉源范围研究进展 许清海、张生瑞 (9)
9. Tauber Trap 记录的长白山针阔叶混交林带 5 年(2006-2010)花粉通量及垂直高度的变化 张生瑞、许清海、曹现勇、李建勇、张丽艳、李月丛、田芳、周力平、林凤友 (10)
10. 相对花粉产量及其在古植被定量重建中的应用 李洁、许清海、张生瑞、穆会双、李阳、李曼玥、胡亚楠、梁剑 (11)
11. 长江三角洲锦溪地区全新世海侵层孢粉组合及其环境意义 孟玉婷 (12)
12. Holocene climatic reconstructions from fossil pollen record at Qigai Nuur in the southern Mongolian Plateau Aizhi SUN、Zhaodong FENG (13)

13. 台湾澎湖列岛新近纪火山岩系及其沉积夹层的孢粉学意义 王伟铭 (14)
14. 孢粉—气候数学模型改进 李树峰、Frédéric M.B. Jacques、倪健、周浙昆 (16)
15. 云南剑川象鼻洞旧石器遗址孢粉组合 张继效、王伟铭、高峰 (17)
16. 黄土高原中东部地区空气花粉组合特征及其与气候的关系 李月丛、许清海、李英、吕素青、葛亚汶 (18)
17. 云南星云湖末次冰期的植被及西南季风演化历史 陈雪梅、陈发虎、黄小忠、周爱锋、吴铎、唐领余 (19)
18. 中全新世长江三角洲气候变化与植被演替的植硅体记录 左昕昕、吕厚远、李珍、宋兵、周锐、徐德克 (20)
19. 孢粉学信息资料（孢粉志）志书化、数字化管理交流
——借鉴中国植物志数字化的一些介绍 辛益群 (21)
20. 中国东南福州盆地全新世以来植被变化以及人类活动影响 乐远福、郑卓、Barry V Rolett、
黄康有、马婷、朱光骐、Rachid Cheddadi (22)
21. 柴达木盆地西部地区晚新生代孢粉记录及其意义 苗运法、方小敏、吴福莉、蔡茂堂、宋春晖、孟庆泉 (24)
22. 新疆天山南坡表土花粉的初步研究 杨振京、张芸、毕志伟、
杨庆华、孔昭宸、阎顺、严明疆 (25)
23. 孢粉记录的早上新世札达盆地的古高度 吴福莉、Herrmann Mark、方小敏 (26)
24. 青藏高原冰帽花粉记录的气候敏感性 唐领余、李春海、杨保、邵亚军、Kam-biu Liu (27)
25. 淤泥质海岸藜科 (*Chenopodiaeae*) 花粉与海岸线位置数量关系的初步研究 萧家仪、吕燕、祁国翔 (29)
26. 塔里木盆地北缘库车地区渐新世以来的孢粉记录

-唐自华、黄宝春、丁仲礼 (30)
27. 花粉记录的蒙古北部 38,000 年以来的植被和气候变化
.....马玉贞、廖淦标、冯兆东、蒙红卫、桑艳礼、王维 (31)
28. 华南热带湖相 35 万年长序列沉积记录：第四纪古环境与古气候重建
.....杨士雄、郑卓、宗永强、黄康有、Chris R. Brodie (32)
29. 桂林灵田晚全新世的气候及环境变化
.....覃军干、张强、李君、张春来 (33)
30. 湖泊生态系统对过去 1000 年气候变化的响应研究
.....于革、廖梦娜 (34)
31. 南黄海晚更新世以来孢粉记录的古环境变化
.....李杰、梅西、陈晓辉、李日辉、张训华 (36)
32. 气候还是干扰驱动了全新世植被的演化?
.....刘鸿雁、印轶、郝倩 (37)
33. 依舒地堑古近纪和新近纪孢粉组合序列
.....薛云飞、万传彪、金玉东、汪清源、张世祥 (38)
34. 西藏海相侏罗系-白垩系界线地层的孢粉学研究及其意义
.....李建国 (40)
35. 岩溶石山竹子植硅体季节变化研究
.....李仁成、樊俊、高崇辉、农日正、黄春玲 (41)
36. 高山栎原位化石花粉研究
.....毛礼米、苏涛、周浙昆、刘裕生 (42)
37. 追索海桑属古生物地理演变历史
.....毛礼米、Swee Yeok Foong (44)
38. 灵山河流域孢粉记录的早中全新世环境变迁
.....贾红娟、Sangheon Yi、董源、陈海骄 (46)
39. 青海哈拉湖 2.4 万年来高分辨率花粉记录的植被和气候变化
.....马春梅、B. Wünnemann、Kam-biu Liu、T. A. McCloskey、
唐领余、赵琳、晏达达、方伊曼 (47)
40. 孢粉记录的青藏高原东缘晚冰期以来的植被和环境
.....程瑜、乔彦松 (48)

41. 黑龙江东部古近纪和新近纪孢粉植物群 丛杉、孔惠、张一勇 (49)
42. 松辽盆地白垩纪三大生物群 谢晓云、谢磊 (51)
43. 松辽盆地白垩系综合年代地层格架体系 王树恒 (52)
44. 松辽盆地断陷期火石岭组顶面特征研究 丛岩、杨秀芳、党毅敏、丛杉 (53)
45. 松辽盆地青山口组的生物地层学特征 党毅敏、丛杉、曹维福、孔惠 (54)
46. 雅鲁藏布大峡谷现生维管植物区系特征 赖阳均、杨永、刘冰、林秦文、王伟铭 (55)
47. 青藏高原昌都布托湖全新世以来植被演变和气候变化 张芸、孔昭宸、杨振京、张齐兵、张卉 (57)
48. 长白山区湿地植硅体的保存特征研究 介冬梅、郭梅娥 (58)
49. 福建戴云山晚全新世来植被、气候变化和人类活动的泥炭记录 赵琳、马春梅、唐领余、Kam-biu Liu、
张愈、方伊曼、许振 (59)
50. 孢粉含量的意义——新近纪古气候定量重建方法的一些探讨 魏金辉 (61)
51. 南海表层水体孢粉传播初步研究 罗传秀、陈木宏、向荣、张兰兰、刘建国、陆均 (62)
52. 塔里木盆地玉北地区孢粉组合序列及地层对比 魏玲 (64)
53. 孢粉与硅藻共同指示的陆地-水体环境相关性——以山旺和张村为例 李亚蒙、梁明媚、秦锋 (66)
54. 南黄海西部陆架表层沉积物孢粉分布特征及其沉积环境 杨庆华、杨振京、常凤鸣、刘林敬、毕志伟 (67)

55. 全新世湿地水松林的发育及其消亡 郑卓、彭环环、黄康有、郑艳伟 (68)
56. 亚热带井冈山地区湿地沼泽记录的近 4000 年来植被和气候变化 黄康有、郑卓、廖文波、曹玲珑 (69)
57. 粤东南澳岛青澳湾全新世沉积的古环境探讨 陈碧珊、郑卓、余凤玲、Adam D. Switzer、
杨冰洁、梁雅伦 (70)
58. 华南亚热带植物末次盛冰期避难所和冰后期地理迁移——化石花粉与遗传分子结合研究 万秋池、郑卓、黄康有、乐远福 (71)
59. 海南岛三亚第四纪钻孔的粒度、LOI 分析与海侵层识别 王梦媛 (72)
60. 南澳岛全新世沉积的烧失量特征及其沉积环境演变 杨冰洁 (73)
61. 中国东北小龙湾玛珥湖年纹层孢粉记录的中全新世以来 500 年周期性气候变化 徐德克、吕厚远、储国强、吴乃琴、
沈才明、王灿、毛礼米 (74)
62. 五龙峰剖面粒度特征及其古环境意义 毕志伟、赵华、杨振京、王成敏、刘林敬 (75)
63. 山西怀仁凹陷怀地 1 井孢粉组合及其意义 张金岩、刘惠萍、陶明华、陈功侠 (76)
64. 陆相盆地沉积序列分析及其地质意义 陶明华 (77)
65. “刀耕火种”是距今 8000 年浙江跨湖桥文化的稻作经济模式吗?
——遗址剖面与自然钻孔孢粉记录的对比启示 舒军武、蒋乐平、王伟铭 (78)
66. 渤海湾盆地中新世馆陶组孢粉植物群及其古气候和地层学意义 舒军武、王伟铭 (80)

B. 参赛学生论文

1. 江苏常州地区更新世以来的孢粉组合及其古植被和古气候研究 顾芳、杨振京、陈建强、马贵明、

杨庆华、毕志伟、刘林敬 (74)

2. 中国内陆区湖泊沉积反映的全新世气候变化特征 郭超、马玉贞、胡彩莉 (83)
3. 烧失量法在测定沉积物中有机质和非有机质含量方面的应用 胡彩莉、马玉贞、郭超 (84)
4. 林草交错带森林如何响应中晚全新世的气候干旱化：内蒙古南部黄旗海剖面的实例研究 郝倩、印轶、刘鸿雁 (85)
5. 黄土高原表土花粉-植被关系研究 刘林敬、杨振京、李长安、杨庆华、毕志伟 (86)
6. 重庆市统景镇中三叠世雷口坡组孢粉和疑源类化石 彭俊刚、黎文本、李建国 (87)
7. 晚全新世以来北疆气候变化和人类活动的证据——以石河子草滩湖湿地为例 张卉、张芸、孔昭宸、杨振京 (88)
8. 新疆博尔塔拉河表土孢粉组合与植被关系研究 李玉梅、杨振京、张芸、毕志伟、刘林敬、杨庆华、孔昭宸 (89)

C. 附录：

1. 学术报告目录 (90)
2. 展板目录 (92)
3. 作者检索 (93)
4. 与会代表通讯录 (96)

全球变化研究中的生物气候指标

倪健

中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室，贵阳 550002

中国科学院普定喀斯特生态系统观测研究站，普定 562100

Email: nijian@vip.skleg.cn

在大气科学、地学和生态学研究中，科学家们常用年与季节的气温、降水、蒸发、日照、风速等表征气候变化及其与生态系统和人类活动的关系，并衍生出诸多的单一和综合气候指标，如 Penman 和 Thornthwaite 的可能蒸散，Holdridge 的生物温度与可能蒸散率，以及 Kira 的温暖指数和寒冷指数等，来表征和预测气候与环境的关系及其变化。然而，在国际全球变化研究学界，尤其是植被模型领域，科学家们常应用众多的生物气候指标来模拟和分析植被结构和功能与环境的定量关系，包括年均温、最冷月和最热月均温、极端低温、年降水及其季节性分配、生长度日 GDD0 和 GDD5，以及各种干旱或湿润指数，比如 α 指数（实际蒸散与可能蒸散的比率）、Palmer 干燥度指数（PDI）和标准降水指数（SPI）等。这些指标尚未得到国内生态学和地学研究领域的普遍重视，尤其是在古生态学和古植物学领域，孢粉学家们在利用孢粉数据定量重建古气候时，这些指标使用尚不频繁。本文在简介生物气候指标及其对物种和植被分布的控制原理之后，重点介绍全球植被模型与古气候定量重建中常用的一些生物气候指标，包括其原理、计算方法和应用，并列举一些易获取的气候数据库供下载使用，如 CRU 和 WorldClim 全球气候数据库，来自中国气象科学数据共享服务网的各种元数据和插值数据，以及来自中国生态系统研究网络数据共享系统的中国陆地生态信息空间气象数据库等。

关键词：生物气候指标；全球变化；数据库

长白八道沟中新世孢粉植物群

张淑芹¹ 王伟铭²

1. 吉林大学古生物学与地层学研究中心, 长春 130026
2. 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

一、区域地质概况

工作区在吉林省南部的临江市附近, 地理位置在长白山主峰——白头山西南部, 东南以鸭绿江为界与北朝鲜接壤。

区内发育上第三系鞍山组, 该组下部为陆相砂砾岩, 胶结疏松, 分选欠佳, 局部夹枕状玄武岩; 上部为砂岩、粉砂质页岩、硅藻土及褐铁矿扁豆体, 含有大量植物化石。本文就是在含有植物化石的硅藻土中获得大量的孢粉化石。

二、孢粉化石分析结果

在含有植物化石的硅藻土中选取 2 个孢粉样品, 采用常规孢粉分析方法, 获得非常非常多的孢粉化石, 而且保存非常好。孢粉类型 41 个属以上。木本被子植物花粉 (52.50%~59.75%) 最多, 其次裸子植物花粉 (39.25%~44.83%) 较多, 草本被子植物花粉 (0.63%~2.50%) 及蕨类植物孢子 (0.17%~0.37%) 少量出现。

木本被子植物中, 以落叶阔叶植物 *Ulmipollenites* (24.17%~30.0%) 为主, 其次 *Quercoidites* (13.0%~14.38%) 较多, 少量或零星出现的有 *Ulmoideipites* (3.33%~6.88%)、*Carpinipites* (1.63%~3.33%)、*Tiliaepollenites* (1.25%~2.17%)、*Betulaepollenites* (1.0%~2.17%)、*Nyssapollenites* (0.12%~0.67%)、*Juglanspollenites* (0.67%~2.88%)、*Faguspollenites* (0.50%~0.63%)、*Cupuliferoipollenites* (0~0.50%)、*Alnipollenites* (0.25%~0.33%)、*Momipites* (0.12%~0.17%)、*Caryapollenites* (0~0.17%)、*Ilexopollenites* (0~0.17%)、*Pterocaryapollenites* (0.12%~0.17%)、*Liquidambarpollenites* (0~0.12%)、*Ericaceae* (0.12%~0.17%)、*Celtispollenites* (0~0.17%)、*Striaticolpites* (0.12%~0.17%)、*Rhoipites* (0~0.12%)、*Rutaceoipollis* (0~0.17%) 等花粉。

草本被子植物中, 出现少量的 *Artemisia* (0.50%~0.67%)、*Cyperaceae* (0~0.50%)、*Gramineae* (0~0.33%)、*Compositae* (0~0.33%)、*Ranunculaceae* (0~0.17%)、*Chenopodiaceae* (0.12~0.17%)、*Gentiana* (0~0.17%) 及水生植物 *Typha* (0~0.17%) 等花粉。

裸子植物中, 山地针叶植物 *Piceapollenites* (17.50%~19.38%) 最多, 其次 *Tsugaepollenites* (8.13%~12.50%) 较多, 少量出现的有 *Abietinaepollenites* (4.17%~4.38%)、*Abiespollenites* (2.0%~4.0%)、*Pinuspollenites* (3.83%~5.0%)、*Podocarpidites* (0.25%~2.17%) 等花粉, 零星出现的有 *Cedripites* (0.12~0.33%)、*Keteleeria* (0~0.17%)、*Ephedripites* (0~0.17%)、*Taxodiaceaepollenites* (0~0.17%)、*Laricoidites* (0~0.17%) 等花粉。

蕨类植物只有少量的 *Osmundacidites* (0~0.17%)。

三、地质时代讨论

1、长白八道沟孢粉植物群有如下一些重要特征:

孢粉植物群的主要成分都属于温带型，亚热带成分无论从类型上或数量上都比较少。以 Ulmaceae、Fagaceae、Pinaceae 为主。Ulmaceae 中 *Ulmipollenites* 较多，Fagaceae 中 *Quercoidites* 较多，Pinaceae 中喜冷耐阴的 *Piceaepollenites* 较多。草本被子植物较少。

化石植物群中含有相当数量的外来属种，属于 Pinaceae 的有现代主要分布于中南和西南山地针叶林或针阔叶混交林中的 *Tsugaepollenites* 较多，属于 Fagaceae 的有主要分布于暖温带至亚热带的落叶阔叶林或落叶阔叶混交林中的 *Faguspollenites*、暖温带至亚热带的常绿落叶阔叶林或混交林中的 *Cupuliferoipollenites* 较少，属于 Juglandaceae 的 *Caryapollenites* 较少，其所有现代种分布区都限于我国的长江以南亚热带森林中。

从习性上看，陆生木本植物远远多于水生草本植物，表明当时植被为森林型。

2、长白八道沟孢粉植物群总的特征与舒军武等（2007）黑龙江吉东盆地中新统中的 II 组合带特征很接近，Ulmaceae 比较多。与刘耕武（1998）之桦南中新世孢粉组合也有相似处，不同的是长白八道沟孢粉植物群中 *Ulmipollenites*、*Piceaepollenites* 相对多一些，或许因为两者所处的地理位置不同或地质时代不同的缘故。因此，推测长白八道沟孢粉植物群的地质时代可能属于中中新世中晚期到晚中新世之间。

关键词：中新世；孢粉；时代；植被；吉林

3500 年来南鄱阳湖区植被与沉积对气候变化的响应*

顾延生^{1,2} 伦子健¹ 喻建新¹ 黄俊华³ 马振兴⁴

1. 生物地质与环境地质国家重点实验室, 中国地质大学(武汉), 430074
2. 湿地演化与生态恢复湖北省重点实验室, 中国地质大学(武汉), 430074
3. 地质过程与矿产资源国家重点实验室, 中国地质大学(武汉), 430074
4. 江西省地质调查院, 江西南昌, 330201

本次研究利用鄱阳湖南湖地区 3500 年来钻孔的生物与沉积记录重建了区域高分辨率气候环境变化序列, 辨识了重大气候事件对湖区生态环境的影响, 分析了区域气候变化的可能驱动机制, 研究了湖区植被、沉积与气候变化的耦合性, 这不仅为湖区应对当前全球变化提供重要参考, 也为深刻认识鄱阳湖地区季风气候环境提供了重要的资料。在 ^{210}Pb 、 ^{14}C 测年基础上, 对南鄱阳湖晚全新世钻孔沉积物进行了较高分辨率沉积学、微体古植物和稳定碳同位素研究, 重建了 3500 多年来古植被、古气候与古环境演化, 对植被、沉积响应气候变化进行了详细研究。利用孢粉、植硅体组合带及其代用温度、湿度指数半定量重建了研究区 3500 年来古气候演化阶段, 总体表现为逐步降温、由湿变干的趋势, 主要由 4 大冷期和 3 大暖期组成, 经历了明显的降温波动期(3500~1100 cal aBP)、中世纪暖期(MWP)(1100~700 cal aBP)、小冰期(LIA)(700~200 cal aBP) 和现代暖期(200 cal aBP~至今)。研究区温度和湿度的配置具有多样化, 与中国北方黄土高原揭示的暖湿、干冷的气候模式有所区别。南鄱阳湖区的气候演化与中国东部历史文献、台湾大鬼湖、长江中游石笋氧同位素记录、北大西洋冰漂沉积记录有很好的一致性, 响应了太阳辐射变化及全球气候突变事件。微体古植物和稳定碳同位素记录表明区域植被、沉积很好地耦合了气候的演化阶段, 气候变化不仅影响到区域植被动力学而且深刻影响沉积格局: 即湿润时期 C3 植物丰富, 稳定碳同位素偏负, 湖相沉积发育; 偏干时期 C4 植物丰富, 稳定碳同位素偏正, 河漫滩沉积发育; 小冰期持续干旱气候与鄱阳湖入湖三角洲的发育关系紧密。

关键词: 南鄱阳湖; 3500 年; 气候变化; 沉积响应

*本研究得到生物地质与环境地质国家重点实验室自主课题(GBL11203)资助。

滇西北天才湖揭示的全新世以来的植被 与气候历史

肖霞云

中国科学院南京地理与湖泊研究所，南京 210008

云南省西北部的天才湖是位于树线以下约 200 m 的高山冰蚀湖泊。通过对该湖湖心 9.27m 岩芯进行孢粉、气孔器、有机碳、粒度和磁化率等指标的高分辨率研究，并与同是云南西北部的洱海、泸沽湖的孢粉记录进行对比后，探讨了滇西北地区距今 12230 年以来的植被变化与气候变迁。研究结果表明，在 12230-11510 cal. yr BP 期间，天才湖周围植被类型为开放的高山草甸，指示了相对冷干的气候条件，这相应于新仙女木冷事件（YD 事件）；在 11510-10000 cal. yr BP 期间，天才湖周围的植被转换成云/冷杉林和高山杜鹃灌丛，反映了温度和湿度缓慢增加；从~10000 到 6100 cal. yr BP，铁杉林朝天才湖持续向上扩张，指示了气候进一步变暖、变湿；在 6100-3410 cal. yr BP 期间，铁杉林最繁盛，是离天才湖最近的阶段，反映了暖湿的气候条件，此期相应于全新世气候最适宜期；在 3410 cal. yr BP 时，泸沽湖周边的铁杉林迅速退缩，反映湿度明显减小；自 2930 cal. yr BP 以来，天才湖周边的铁杉林逐渐退缩，指示了温度波动降低。这些气候变化反映了西南季风的相应变化，即暖湿气候对应强盛的西南季风，冷干气候指示弱的西南季风。

关键词：植被；气候；全新世；天才湖；滇西北

埃迪卡拉（震旦）纪早期疑难球状化石 *Tianzhushania* 新观察

尹崇玉

中国地质科学院地质研究所，北京 100037，chongyuyin@cags.ac.cn

近年来研究表明，埃迪卡拉（震旦）纪(635-542 Ma)沉积地层中含有丰富多样的大型具复杂纹饰的微化石，通常称为大型具纹饰埃迪卡拉纪微化石（Large ornamented Ediacaran microfossils）。它们出现于马雷诺冰期（635 Ma）之后，并迅速繁盛达到极高的分异度。其中 *Tianzhushania* 属在我国震旦（埃迪卡拉）系陡山沱组出现的层位稳定，分布广泛，长期以来一直被认为是震旦纪陡山沱期或与之相当的新元古代地层中最典型的大型具刺微化石。2004 年，尹崇玉等通过对贵州瓮安地区震旦系陡山沱组磷块岩和燧石夹层进行切片与化学分离相结合的研究，确认磷酸盐化球状化石 *Megasphaera ornata* 与硅化保存的 *Tianzhushania tuberifera* 为不同矿化条件下保存的同一生物分类，并将该化石名称修订为 *Tianzhushania ornata* (Yin et al., 2004)。由于磷酸盐化 *Megasphaera* 被认为是后生动物休眠卵化石，因此大型具刺微化石 *Tianzhushania* 的属性倍受人们关注。2007 年，尹磊明等报道了三峡地区具分裂球的 *Tianzhushania*，认为它们为动物的滞育胚胎 (Yin et al., 2007)。2011 年，Huldtgren 等人对 *Tianzhushania* 的生物学属性提出了新解释，认为它们可能为类似现代原生生物黏菌虫的具囊胞的单细胞生物 (Huldtgren et al., 2011)。总之，对于埃迪卡拉（震旦）纪早期出现的疑难球状化石 *Tianzhushania* 为何生物属性，目前仍存在很大的争论。

为深入揭示疑难化石 *Tianzhushania* 生物属性之谜，笔者近两年在国家自然科学基金资助下对湖北峡东地区震旦系剖面进行深入研究。采集了大量陡山沱组二段燧石结核进行系统岩石切片研究，对疑难化石 *Tianzhushania* 重新深入观察，详细研究其外壁和内部细微结构和主要类型及其它们之间的相互关系。通过对大量新化石资料的观察，目前获得如下主要结论：(1) 峡东地区陡山沱组第二段出现大量外壁内侧为瘤状、脑纹状和板片状纹饰的 *Tianzhushania*，所包含的纹饰类型与贵州瓮安地区陡山沱组磷酸盐化球状化石 *Megasphaera ornata* 出现纹饰类型完全相同，进一步证明二者是不同矿化条件下保存的同一生物。(2) 在与 *Tianzhushania* 个体大小相同（直径>400 微米），刺饰形态和外膜结构不同的微化石中到目前为止未发现具 2—32 或更多个类似细胞分裂的内含物。目前仅在具 *Tianzhushania* 属外壁特征的标本中发现类似“卵裂细胞”的结构，进而证明疑难化石 *Tianzhushania* 与磷酸盐化球状化石 *Megasphaera* 大部分是重合的。(3) 大量化石证据支持 *Tianzhushania* 为具有不净增长和连续分裂特征的单细胞原生生物，而非动物胚胎或动物休眠囊胞。(4) 以不净增长连续分裂的单细胞原生生物 *Tianzhushania* 为主的陡山沱早期微化石组合可能代表后鞭毛类（Opisthokonts）与真菌（Fungi）和变形虫（Nucleariida）平行的动物总界（Holozoa）中黏菌虫的繁盛期，即动物总界中非真正后生动物的演化阶段。

关键词：*Tianzhushania*；震旦（埃迪卡拉）纪；陡山沱组

南洛河流域洛南盆地表土孢粉与植被的关系

张文超¹ 李春海² 鹿化煜^{1*} 田先华³ 张红艳¹ 雷昉¹ 唐领余⁴

1. 南京大学地理与海洋科学学院、气候与全球变化研究院, 南京 210093
2. 中国科学院南京地理与湖泊研究所、湖泊与环境国家重点实验室, 南京 210008
3. 陕西师范大学生命科学学院, 西安 710062
4. 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

* 通讯作者: huayulu@nju.edu.cn

南洛河流域是中国生态、气候的过渡地带, 也是中国旧石器考古的重要地区。本文选取南洛河上游洛南盆地 10 个植被类型下表土苔藓开展孢粉与植被关系的研究。结果表明, 表土中孢粉组成能很好地反映植被类型。森林表土中乔木植物花粉含量平均值大于 40%, 且有较高含量的中华卷柏孢子; 疏林草原、灌丛群落中乔木植物花粉平均分别为 13.2% 和 16.6%, 灌木植物花粉相对草丛群落含量较高; 草丛群落和农田中乔木花粉平均含量均 <10%, 草本植物花粉>80%, 灌木植物花粉<1%。洛南盆地表土孢粉总浓度平均为 1.42×10^5 粒/g, 与植被覆盖度关系较弱, 而与植被类型有一定联系, 能辅助植被类型的辨别。聚类分析和 PCA 分析都能较好区分森林和非森林植被, 前者能较好地区分松林和混交林, 后者能较好地区分农田和灌、草丛植被, 且比聚类分析更加稳定。松属、栎属等乔木花粉具有较强的扩散能力, 能指示区域植被, 松属没有表现出很强的超代表性, 栎属具有低代表性; 蒿属花粉与植被覆盖度间的相关关系较差, 具有明显的超代表性, 其大量出现可能与人类的干扰有一定的联系, 禾本科花粉具有很好的植被指示性和低代表性, 黎科花粉的高含量可能指示了高强度的人类活动; 中华卷柏孢子在地层中的大量出现可能具有指示森林或松林环境的意义。

关键词: 表土孢粉组合; 植被类型; 聚类分析; PCA 分析; 洛南盆地

伊迪卡拉纪印痕化石是陡山沱期宏体藻类的固着器吗？

——*Hiemalora* 与 *Gesinella* 的对比研究

唐烽^{1*} 金幸生² 丁明² 王约³

1. 中国地质科学院地质研究所
2. 浙江省自然博物馆
3. 贵州大学资源与环境学院

Hiemalora 是一类广为分布的伊迪卡拉纪圆盘状印痕化石，周围具流苏状突起，曾被解释为似水母的动物，或某种叶状生物的固着器官，但以往罕见其与叶状生物体共同保存。本文报道了华南贵州震旦纪陡山沱组一类保存完好丰富的疑似藻类的碳膜化石——革辛娜藻 *Gesinella*，具有完整的须状固着构造。这一须状构造的形态和大小与 *Hiemalora* 非常相似，致密加厚的基部及其周围辐射状分布的丝状或须根状构造，可以分别和后者的中央盘以及周缘突起的“触须”相比较。陡山沱组的这一类碳膜化石同时保存有明显巨大的似藻类的叶片和固着器，为研究伊迪卡拉生物群的底栖印痕化石提供了新的认识：盘状的 *Hiemalora* 可能是多细胞藻类的固着器官，而不一定是最初解释的似水母或其它叶状体生物的固着构造。不过，证实这一点尚需更进一步地研究伊迪卡拉纪生物的保存方式和埋藏环境。

关键词：伊迪卡拉生物群；陡山沱组宏体藻类；*Gesinella*；固着器官；*Hiemalora*

花粉源范围研究进展

许清海^{1,2} 张生瑞^{1,2}

1. 河北师范大学泥河湾考古研究院, 河北石家庄 050024
2. 河北师范大学资源与环境科学学院, 河北省环境演变与生态建设重点实验室, 河北石家庄 050024

20世纪60年代花粉源范围概念提出以来,引起了孢粉学领域的广泛关注。通过对前人研究的综合分析,结合我国北方不同地区植被调查和花粉数据,认为花粉源范围可分为广义花粉源范围和相关花粉源范围:前者表示输入沉积盆地花粉的来源范围,即沉积盆地主要花粉类型含量随距离增加不再明显上升的距离;后者表示与沉积盆地花粉相关最密切的植被范围,即沉积盆地花粉类型与周围植被对应关系无明显提升的距离。花粉大小和沉积盆地大小变化对广义花粉源范围和相关花粉源范围都具有明显影响;风速直接影响广义花粉源范围的大小,但对相关花粉源范围作用不明显。沉积盆地花粉组合由当地花粉,区域花粉和区域外花粉3部分组成,其含量分别占花粉组合的30%~45%,25%~60%和10%~30%。当地花粉指相关花粉源范围内的花粉,是沉积盆地周围植被的真实反映,对研究局地植被演替具有重要意义;区域花粉指广义花粉源范围内除去当地花粉的部分,是研究区域植被重建和气候变化的重要载体;区域外花粉指广义花粉源范围以外的花粉,代表更大范围的花粉源区,对区域植被指示意义较小。

关键词: 广义花粉源范围; 相关花粉源范围; 当地花粉; 区域花粉; 区域外花粉

Tauber Trap 记录的长白山针阔叶混交林带 5年(2006-2010)花粉通量及垂直高度的变化

张生瑞^{1,2} 许清海^{1,2} 曹现勇^{1,2,3,4} 李建勇⁵ 张丽艳^{1,2}
李月丛^{1,2} 田芳^{3,4} 周力平⁶ 林凤友⁷

1. 河北师范大学泥河湾考古研究院, 河北石家庄 050024
2. 河北师范大学资源与环境科学学院, 河北省环境演变与生态建设重点实验室, 河北石家庄 050024
3. Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Research Unit Potsdam, Telegrafenberg A43, Potsdam 14473, Germany
4. Department of Geoscience, University of Potsdam, Karl-Liebknecht-Str.24, Potsdam 14476, Germany
5. Department of Geosciences and Geography, University of Helsinki, Gustaf Hällströmin katu 2a, P.O. Box 64, 00014 Helsinki, Finland
6. 北京大学城市与环境学院, 北京 100871
7. 中国科学院长白山森林生态系统定位站, 安图 133613

2006-2010 年长白山针阔叶混交林带内不同高度收集的 106 个 Tauber Trap 样品和 14 个表土样品的花粉百分比和花粉通量研究表明: 风速是影响研究区花粉源范围的主要因素, 结合植被分布及花粉组合特征, 发现当风速达 6 m/s 时, 花粉源范围为 37 km, 符合研究区植被分布变化, 较好的解释了研究区的花粉来源。不同高度花粉组合存在明显差异, 松属、白蜡属、栎属、椴属和胡桃属为当地花粉, 反映样地周围植被组成; 桦属、桤木属、榆属等为区域花粉, 随垂直高度降低, 其对花粉组合的影响逐渐减弱; 蒿属、菊科和藜科等花粉类型为区域外花粉, 含量无明显层位和年际变化, 对研究区植被指示性弱。不同高度区域花粉通量(主要为桦木属、桤木属和榆属等)和区域外花粉通量(主要为蒿属、藜科和菊科等)分别占花粉总通量的比例在地表附近为 17% 和 3.6%、树干层为 27.5% 和 4%、树冠层以上为 37% 和 6.8%, 说明垂直高度越大, 花粉组合的区域性越明显。不同高度花粉通量变化具有一定的规律性: 在 >32 m 的高度, 花粉通量一般较低, 并随高度增加而逐渐降低, 60 m 处花粉通量最低(仅为 7399 grain/cm²a⁻¹), 推测主要由上升湍流和高空气流搬运而来; 8-32 m 处花粉通量高, 其中 16 m 处花粉通量最高(37042 grain/cm²a⁻¹), 与树干层间隙大, 空气流通有关; 接近地表时花粉通量随高度降低逐渐降低。不同年份花粉通量存在明显差异, 花粉总通量变化受年均气温、年降水量、花期降水、花期风速影响明显; 主要花粉类型通量受乔木植物花期温度和降水量影响显著, 与年均气温、年降水量关系不明显。Trap 样品可以准确反映当地的植被组成, 表土样品则以易保存的花粉类型为主。

关键词: 长白山; 针阔叶混交林; 花粉组合; 花粉通量; 花粉源范围; 气候要素

相对花粉产量及其在古植被定量重建中的应用

李洁 许清海 张生瑞 穆会双
李阳 李曼玥 胡亚楠 梁剑

1. 河北师范大学泥河湾考古研究院, 河北石家庄 050024
2. 河北师范大学资源与环境科学学院, 河北省环境演变与生态建设重点实验室, 河北石家庄 050024

花粉产量是定量重建古植被、古气候的必要条件, 目前花粉产量包括相对花粉产量和绝对花粉产量。由于较难获得多年连续的花粉沉积数据, 学者多倾向于使用相对花粉产量进行古植被定量重建。相对花粉产量是某一花粉类型相对于某一参考种的花粉产量的比值(参考种通常选取植物群落和花粉组合中出现频率较高的某一花粉类型), 可以通过ERV模型进行估算, 但其准确性受植被调查方法和模型假设条件影响较大。本文介绍了估算相对花粉产量所需的植被调查方法和利用花粉产量定量重建植被景观的模型。目前较成熟的模型为景观重建模型 (Landscape Reconstruction Algorithm) , 其包括 REVEALS 模型 (Regional Estimates of Vegetation Abundance from Large Sites, 适用于沉积盆地面积 $\geq 1\sim 5\text{ km}$ 的植被重建) 和 LOVE 模型 (Local Vegetation Estimates, 适用于沉积盆地面积为 $0.1\sim 1\text{ km}$ 的植被重建)。欧洲及我国不同区域相对花粉产量和 REVEALS 模型定量重建结果研究均表明, 重建后的古植被景观能较好反映当地的古植被组成。

关键词: 花粉产量; ERV 模型; 古植被; 定量重建; REVEALS 模型

长江三角洲锦溪地区全新世海侵层孢粉组合及其环境意义

孟玉婷

中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008

长江三角洲是世界上最大的三角洲之一，其第四纪以来的地质历史及古环境一直颇受关注，科学工作者就岩石地层、矿物、孢粉、微体古生物、¹⁴C测年、古地磁等方面做了许多研究工作。气候引起的海面变化是长江三角洲地区多年来环境演变研究中的焦点问题，围绕着本地区全新世海侵问题的研究和讨论，许多著名地质学者和地理学者相继发表了论文和著作，并至今存在一定争议。

本次采样地点位于苏州东南部——锦溪（31° 11' 53.09"N, 120° 55' 26.03"W），隶属太湖沉积区，大多学者认为该区在7 ka B.P最大海侵时也未没入海下（孙顺才，1992），也有学者把锦溪划入海侵层（杜建国，1997）。有学者在此点发现了贝壳层，笔者猜测与全新世海侵或全新世气候海面短期振荡事件相关。长江三角洲是长江水流注入东海时河海作用下的沉积岩系，海面升降直接影响三角洲的沉积，该区处于长江三角洲南部，因此其第四系沉积物的孢粉组合所反映的气候冷暖干湿能很好地和海进旋回相吻合。该区前后还发现有马家浜、崧泽、良渚等新石器文化遗址，与人类发展历史息息相关。所以研究该地区不但能还原古环境，还能解释人类遗址的迁移与变化。

本次样品从距离地表70厘米开始自上而下采集，编为1至12号，共12个。前9个，采样间隔距离为20厘米，后3个，间隔距离为10厘米。其中170至230厘米深度含大量个体长形牡蛎，较多直立。12号样品位于第一硬质粘土层。样品分析后1号和2号以松属、云杉属为主，指示干冷气候。7号和10号样品中含有大量盐生海滨草本花粉——藜和蒿、还有水生植物花粉——香蒲、水仙刺、眼子菜、黑三棱。此外还发现有较多的有孔虫。初步得出其沉积环境为滨海湖泊沉积环境，与海侵有关；推测受到全新世气候海面短期振荡事件的影响。

关键词：长江三角洲；海侵；全新世；孢粉

Holocene climatic reconstructions from fossil pollen record at Qigai Nuur in the southern Mongolian Plateau

Aizhi SUN^{1, 2,*} Zhaodong FENG³

1. Key Laboratory of Cenozoic Geology and Environment, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China

2. College of Earth Science, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3. Xinjiang Institute of Ecology and Geography, Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011, China

[*sunaizhi@mail.iggcas.ac.cn](mailto:sunaizhi@mail.iggcas.ac.cn)

This study focuses on the reconstructions of vegetation and climate changes during the past ~11,000 years on the basis of 222 fossil pollen samples from Qigai Nuur (core QGN-2004) in the southern part of the Mongolian Plateau. Plant Functional Type - Modern Analogue Technique was used for quantitative climatic reconstructions from fossil pollen data. Our results showed that regional vegetation experienced dramatic shifts between steppe forest and dry steppe before 9200 cal. yr BP in the Qigai Nuur region. The reconstructed mean annual temperature and especially mean annual precipitation also showed fluctuations at that time. From ~9200 to ~2800 cal. yr BP, the vegetation was dominated by steppe forests, and the reconstructed climate was generally warm and wet, but with two cold and dry intervals at ~7400 to ~6000 cal. yr BP and at ~4000 to ~2800 cal. yr BP. From ~2800 to ~850 cal. yr BP, dry steppe vegetation dominated the landscape under slightly cooler and much drier climate conditions. During the past ~850 years, the vegetation was characterized by abundant herbs and the climate showed rising temperature and fluctuating precipitation. The comparison of the reconstructed precipitation from the Qigai Nuur core with monsoon-strength records from southern China shows that the first-order variation in the precipitation was most likely controlled by the summer insolation-dictated Inter-Tropical Convergent Zone movements (i.e., N-S shifts). The comparison of the reconstructed precipitation from Qigai Nuur core with surface sea temperature in the Western Tropical Pacific Ocean suggests that the second-order variation in the precipitation was most likely modulated by the El Nino-Southern Oscillation dynamics (i.e., E-W shifts).

Key Words: East Asian summer monsoon, Holocene, Mongolian Plateau, palaeoclimate, pollen, vegetation

台湾澎湖列岛新近纪火山岩系及其沉积夹层的孢粉学意义

王伟铭

中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008，E-mail: wmwang@nigpas.ac.cn

澎湖群岛位于台湾岛和中国大陆之间的台湾海峡中央，在台湾海峡位置偏南，距离台湾本岛最短距离约 25 海里，西与福建沿岸相距约 80 海里，是由 100 多个大小不等的岛屿和岩礁所组成，分布在东西宽约 40 公里、南北长约 70 公里的海面上。最北端为目斗屿，最南端为七美屿，最东端为查母屿，最西端为花屿。陆地之总面积约为 127 平方公里，其中以澎湖本岛、白沙岛和西屿（渔翁岛）最大，占群岛总面积的 80% 以上。除花屿由安山岩组成外，其余各岛屿均由玄武岩、沉积夹层岩、凝灰岩与火山碎屑岩构成，分布十分广泛，保留完整，是台湾西部火山区的代表。

澎湖玄武岩的钾氩定年和动物化石资料表明岛上火山活动约自 17 Ma 开始，而至 8 Ma 停止，以 10-14 Ma 为最盛期。由玄武岩间夹红壤或与沉积岩互层或交错之现象反映火山活动为间歇性的，火山活动在某地区停歇时间若以上、下层玄武岩流之钾氩年代估算为 1-4 Ma。由于各个地点之熔岩流层数不一，因此每个时期的火山活动所喷发的熔岩并非涵盖全区，即某个时期在某个地区有熔岩流出覆盖，而同时期其它地区却是火山宁静期而得以发育红壤或堆积沉积物。在澎湖可以观察到 2-4 层的玄武岩流，每层玄武岩流之间多夹有风化土壤或沉积岩，可以由此判断岩浆喷发活动的曾经间歇。

澎湖列岛新近纪火山岩系和沉积夹层的形成，与新构造运动的增强紧密相关。中国东部大陆东侧沿海地带在白垩纪至古近纪时期是复杂高峻的山系，它们被雁行排列的裂谷分隔。新构造运动不等量的水平扩张和沉降或倾斜沉降，使大陆东侧的沿岸在总体上呈构造下沉港湾海岸，反映了欧亚板块东部扩张型活动大陆边缘的构造运动特征。台湾岛由于欧亚板块与菲律宾海板块的碰撞而强烈上升，而台湾海峡为强烈裂陷区，华南沿海则是倾斜沉降。从距今两千多万年前的中新世以来，中国南海的扩张逐渐增强，此时在陆缘地区，形成了许多由正断层所构成的半地堑构造。由于南海扩张所引发的热力与裂隙作用，产生了海峡西岸自长江口以南，江苏、浙江、福建、广东、珠江三角洲及海峡东侧之台湾西部麓山带与澎湖列岛等一系列火山活动。

澎湖的气候夏凉冬暖，惟雨量稀少，风力强大，全年平均风速超过 6 级的大风日多达 144 天，是台湾省雨量最少的地方，且分布不均匀，夏季降水量占全年的 80%，干旱期长达 180 天左右。强劲的东北季风是影响这里气候的主要因素，季风不止影响农林植物的生长，也对土壤有很大的影响。因此，植被多为矮草和灌木，跟台湾本岛的树木苍郁有很大的差别。另因岛屿位于海上，土壤盐份偏高，不利于植物的生长。有关澎湖群岛玄武岩沉积夹层古植物方面的工作至今未见有相关报道，笔者曾对采自西屿内垵剖面龟化石同层的沉积岩样品进行孢粉分析，发现有丰富的化石，包括红树林植物的花粉，反映该层位的年代相当于新近纪气候最暖期（即 17-14 Ma），与日本本州的同期孢粉植物群具有很好的可比

性。当前孢粉植物群的发现对了解当地的构造演化和植物群的发展具有重要参考价值。

关键词：火山岩系；沉积夹层；生物地层学；新近纪；澎湖列岛

孢粉—气候数学模型改进

李树峰^{1,2} Frédéric M.B. Jacques¹ 倪健³ 周浙昆^{1,4}

1. 中国科学院西双版纳热带植物园热带森林生态学重点实验室, 云南勐腊 666303

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 中国科学院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室, 贵州贵阳 550002

4. 中国科学院昆明植物研究所生物多样性与生物地理学重点实验室, 云南昆明 650204

利用孢粉定量重建古气候已经有多种数学方法和模型, 如何进一步改进数学模型, 提高气候预测的精确度, 是孢粉—气候研究的重要方向。目前全球已经建立了多个现代孢粉数据库, 包括北美现代孢粉数据库, 欧洲现代孢粉数据库和东亚现代表土孢粉数据库。本文通过统计分析、筛选、整合了北美、欧洲、中国共 9157 个现代孢粉数据进行分析, 利用全球陆地表面高精度 $0.5^{\circ} \times 0.5^{\circ}$ 网格气候数据, 通过采用数据转换及非线性的数学方法, 建立了更可靠的北半球孢粉—气候数学模型。

我们的研究发现: 孢粉百分比和气候因子之间存在对数变换的关系, 因此首先用对数转换进行数据变换; 然后利用 MATLAB 非线性的数学工具, 进行模拟。模拟的结果采用留一交叉验证法(从所有数据中依次挑出一个数据作为验证数据)进行验证。我们对新方法得到的 14 个气候参数以及海拔高度的模拟结果和现代比对分析(modern analogue technique)结果相比较, 研究结果显示: 利用新的数学方法预测的气候拟合度(R^2)更好, 绝对误差(MAE)更小。结果表明: 新的数学方法提高了孢粉预测气候模型的可靠性。同时我们的研究结果表明, 新的数学模型还可以推广应用到古气候、古环境重建的其他研究领域。

关键词: 数学模型; 古气候; 孢粉

云南剑川象鼻洞旧石器遗址孢粉组合

张继效¹ 王伟铭¹ 高峰²

1. 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008
2. 云南省文物考古研究所, 昆明 650118

象鼻洞位于云南大理剑川县甸南镇印盒村合江自然村, 在2008年经专家考察鉴定为旧石器时期遗址, 距今至少1万年, 是大理地区迄今发现的最早的人类遗址。遗址所处的甸南镇位于北纬 $26^{\circ}31'$, 东经 $99^{\circ}55'$, 平均海拔2200米, 其中最低点为合江自然村2125米, 属南温带温凉气候, 具有冬无严寒、夏无酷热、雨热同季、干湿分明的气候特征, 年平均气温 12°C , 年平均降雨977.5毫米。地处滇西北地区, 典型植被为亚高山针叶林, 常见树种有云南松、高山松等。象鼻洞遗址距澜沧江支流黑漶江仅约500米。洞内堆积面积约50平方米, 出土物除少量石器外, 以少量牙齿化石和大量碎骨化石为主。洞外二级阶地堆积分布范围在1000平方米左右, 中心区域面积约500平方米, 出土物以大量石器为主, 类型丰富。它的发现为了解大理地区古人类文化提供了宝贵材料, 在澜沧江流域史前文化的对比研究也具有十分重要的意义。

遗址共分布有四条探沟, 本文孢粉分析样品取自洞内西部探沟(即09T4、08T3)的东壁和西壁。该探沟呈东北到西南向, 走向为 240° , 长2m, 宽1m, 西部位置堆积相对较厚, 从顶部到底部深57cm, 东部深约45cm。2013年, 重新清理该探方, 向东北扩30cm, 在新鲜地层中采样。其地层自上而下可编号为7层, 其中取样层为2-7层, 共取13个样品, 1-2号样品取自西壁第2层, 3-4号样品取自西壁第3层, 5-6号样品取自东壁第4层, 7-9号样品取自东壁第5层, 13号样品取自西壁第6层, 10-12号样品取自东壁第7层。样品均为粉砂质, 且含有大量石灰岩, 并有螺壳等少量动物化石碎片。

对样品的孢粉初步分析结果表明, 该地当时处于温暖湿润的环境, 植被以亚热带和温带成分为主, 植物种类较为丰富。常见类型有: 被子植物 *Nyssa*, *Rutaceae*, *Fagus*, 常绿 *Quercus*, *Pterocarya*, *Ulmus*, *Fraxinus*, *Ranunculaceae*, *Liliaceae*, *Chenopodiaceae*; 裸子植物 *Taxodiaceae*, *Pinus*; 以及少量的蕨类植物 *Polypodiaceae* 等。与农业相关的禾本科等植物花粉稀少, 表明当时人们的食物可能仍以采摘为主, 农业尚未发展起来。

关键词: 云南; 象鼻洞; 旧石器; 孢粉

黄土高原中东部地区空气花粉组合特征及其与气候的关系

李月丛 许清海 李英 吕素青 葛亚汶

河北师范大学资源与环境科学学院，河北省环境演变与生态建设重点实验室，石家庄 050024

本文选取黄土高原洛川县和浑源县为研究地区，通过对比分析 2007-2009 年其空气孢粉组合特征，揭示黄土高原不同地区空气花粉来源、散布特征及其与气候间的关系。洛川和浑源两地 2007-2009 年的空气花粉组合对比研究结果表明：两地空气花粉组合均为草本花粉占优势，且通量相差不多，但乔木和灌木花粉通量则以洛川地区较高。这与洛川处于森林-草原的过渡地带，浑源属于草原区的植被组成状况基本一致。表明空气花粉组成可以大体反映区域植被分布特征。洛川地区两年的全年样品对比显示，2007-2008 年降雨量高于 500mm，相应的花粉组合中乔木花粉百分比高于 30%，表现出森林植被特点；2008-2009 年降雨量少于 450mm，花粉组合中乔木花粉含量低于 10%，而草本花粉高于 80%，更多表现出草原植被特点。表明洛川花粉组合对气候变化的反映较植被的变化更为敏感。不同季节花粉组合特征显示：乔木和灌木花粉春季数量较多，尤以 4-5 月最多；草本花粉在四季中含量均较高，其中夏秋冬三个季节花粉数量远远超过木本植物花粉，百分比多高于 90%。表明黄土高原花粉组合特征具有一定区域共性特征。

气候因子与空气花粉通量的相关分析显示，总体来看，木本花粉较草本花粉与气候因子相关性更好，洛川地区受温度和湿度的影响较浑源地区显著，浑源地区受风速的影响较洛川地区显著。但同一花粉类型在不同地区不同季节受控气候因子存在差异。

关键词：空气孢粉组合；孢粉通量；植被与气候；季节；相关分析

云南星云湖末次冰期的植被及西南季风演化历史

陈雪梅¹ 陈发虎¹ 黄小忠¹ 周爱锋¹ 吴铎¹ 唐领余²

1. 兰州大学西部环境教育部重点实验室、西部环境与气候变化研究院, 甘肃兰州 730000
2. 中国科学院南京地质古生物研究所, 江苏南京 210008

根据云南省中部星云湖~9.74 m 钻孔 (XY08-1) 岩芯的孢粉记录, 在 7 个陆生植物残体 AMS ^{14}C 年代控制的基础上, 结合粒度和烧失量分析, 本文讨论了末次冰期 36.4-13.6 cal kyr BP 时段星云湖流域的植被变化及其与西南季风演变历史的关系。结果发现, 星云湖流域末次冰期发育松林和以常绿及落叶栎类为主的常绿阔叶林。MIS3 阶段晚期 (36.4-29.2 cal yr BP), 喜湿针叶树铁杉及喜湿热的蕨类孢子含量最高, 而耐冷针叶树云、冷杉及耐旱栎类含量较低, 反映气候相对温暖湿润, 西南季风较强; LGM 时期 (29.2-19.9 cal yr BP), 云杉和冷杉含量显著增加, 说明气候转冷, 同时耐旱的栎类及草本花粉含量显著升高, 表明气候转干, 因此西南季风较弱; 末次冰消期 (19.9-13.6 cal yr BP), 云冷杉及铁杉几乎消失, 常绿及落叶栎类含量最高, 反映气候整体偏暖干, 西南季风逐渐增强。此外, 该记录还敏感捕捉到了系列气候突变事件, 如 24000 cal yr BP 左右的冷事件及 33600-33000 cal yr BP 和 32800-32800 cal yr BP 期间的暖事件, 且大致可与石笋及冰芯记录中的 H 冷事件和 D-O 暖事件对应, 说明该区的植被变化不仅响应由太阳辐射控制的印度季风的变化, 还与高纬度地区气候变化有关。

关键词: 植被; 西南季风; 末次冰期; 云南

中全新世长江三角洲气候变化与植被 演替的植硅体记录

左昕昕¹ 吕厚远¹ 李珍² 宋兵² 周锐² 徐德克¹

1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 新生代地质与环境重点实验室, 北京 100029

2. 华东师范大学, 河口海岸带国家重点实验室, 上海 200062

前人研究结果揭示早全新世以来长江三角洲地区的气候逐渐转暖, 植被由亚热带常绿落叶阔叶混交林向常绿林演替。然而由于三角洲地区受长江频繁洪水和海平面上升的影响, 早全新世的沉积多有间断且沉积速率较低, 三角洲地区是否存在十年-百年尺度上的气候变化以及植被如何响应这一变化的, 目前还缺少研究。本文对来自三角洲顶部长约 12m 的 HG01 钻孔以 5cm 间距进行了植硅体分析, 恢复了 9000~7200 cal kyr BP 的气候与植被变化过程。结果显示 8.1 cal kyr BP 以前气候相对冷干, C4 植物的相对丰度较高, 之后气候温暖湿润, 可能进入全新世适宜期, 代表暖湿气候的竹亚科等植物含量快速增加, C4 植物丰度显著减少。在 8.2 cal kyr BP、7.7 cal kyr BP、7.3 cal kyr BP 左右发现 3 次明显的冷干事件, 其中 8.2 cal kyr BP 可能是早全新世以来最为显著的冷干事件, 7.7 cal kyr BP 和 7.3 cal kyr BP 冷干事件表明即使是在全新世适宜期, 三角洲地区仍然存在百年尺度的气候不稳定事件。

关键词: 植被; 植硅体; 全新世; 长江三角洲

孢粉学信息资料（孢粉志）志书化、数字化管理交流

——借鉴中国植物志数字化的一些介绍

辛益群

山东大学生命科学学院，济南 250100

孢粉学信息构成和使用类似植物分类学的信息构成和使用的情况，而中国植物志信息是我国植物物种多样性和植物分类学信息的集大成之作，2009年获得了国家自然科学一等奖。2007年中科院植物所和山东大学正式签订合同进行中国植物志数字化工作，山东大学千余名师生经过艰苦奋战，2010年完成了《中国植物志》数字化单机版和网络版。之后又延伸开发了《中国维管束植物 CAI》，增加了近两万张彩色照片，设计了许多实用的功能。由于作者曾经对榆科植物的现代和古代花粉形态学进行过部分研究，认识到《中国植物志》数字化方法可以借鉴到孢粉学信息和资料（孢粉志等）的管理使用以及展示方面，故而介绍一下这些数字化工作，以期促进我国乃至世界古今孢粉学积累的信息和资料的数字化工作的开展，也希望适合于孢粉学家个人制作数字化、个性化专题。孢粉学信息数字化可以主要体现在下列功能：图文并茂便捷自由的浏览功能和展示导航功能；全文高级搜索功能；任意选定的图图对比、图文对比、文文对比功能；编辑和在线编辑功能；和现有任何多媒体文件和格式的兼容共享功能；等等。目前我们对《中国植物志》数字化已经非常深入，而且在此基础上，进一步制作了可以对一切志书（动物志、孢粉志、藻类志等等）进行数字化的制作平台作品《志书数字化 Xin-平台》，可以使没有任何电脑编程经验的人轻松顺利完成具有以上功能的数字化成果，方便各方面各领域的使用和研究需求。

关键词：孢粉；数字化；制作平台

中国东南福州盆地全新世以来植被变化以及人类活动影响

乐远福^{1,2} 郑卓^{1*} Barry V Rolett³ 黄康有¹ 马婷¹ 朱光骐¹
Rachid Cheddadi²

1. 中山大学地球科学系, 广州 510275

2. Université Montpellier II, Institut des Sciences de l'Evolution, UMR UM2-IRD- CNRS, 34090 Montpellier, France

3. Department of Anthropology, University of Hawaii, Honolulu 96801, Hawaii USA

*通讯作者

通过对福建省闽江下游福州盆地厚约 40m 的 FZ4 钻孔 6 个样品 AMS¹⁴C 测年和 180 个孢粉样品的鉴定分析, 揭示了该盆地全新世以来的植被演变和人类活动。(1) 在 9-5 cal ka BP 期间木本花粉主要以 *Castanopsis/Lithocarpus* 和 *Quercus* 为主, 指示茂密的亚热带常绿阔叶林景观, 而高含量的木本花粉和频繁出现的热带种类以及红树林花粉, 代表着温暖湿润的气候, 同时也意味着期间夏季风的加强。该钻孔同时期的海侵沉积物说明了区域高海平面。(2) 在 5 cal ka BP 后, 针叶和草本含量的增加, 或许与董哥洞 $\delta^{18}\text{O}$ 记录的夏季风减弱相关。尤其是在 4.2 cal ka BP, 短时期大量增加的针叶和蕨类孢子指示了 4.2 ka 亚洲干旱事件。(3) 从 2 cal ka BP 开始, 禾本科以及蕨类(主要为 *Dicranopteris*)突然大量增加, 指示了当地植被发生了实质性的改变, 这或许与秦汉时期强烈的人类农业耕种活动有着密切的关联。

关键词: 中国东南; 福州盆地; 全新世; 植被; 人类活动

Holocene vegetation changes and human influences in the Fuzhou Basin, southeast China

Yuanfu Yue^{1,2} Zhuo Zheng^{1*} Barry V Rolett³ Kangyou Huang¹ Ting Ma¹
Guangqi Zhu¹ Rachid Cheddadi²

1. Department of Earth Sciences, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510275, China

2. Université Montpellier II, Institut des Sciences de l'Evolution, UMR UM2-IRD- CNRS, 34090 Montpellier, France

3. Department of Anthropology, University of Hawaii, Honolulu 96801, Hawaii USA

*Correspondent author, eeszzhuo@mail.sysu.edu.cn

A ~40m core collected at the lower reaches of Min River, Fujian Province has been studied palynologically to reveal the Holocene vegetation and climate changes, as well as human impact. Result shows that arboreal pollen (AP) dominated by *Castanopsis/Lithocarpus* and *Quercus* which were abundant during the period of ca. 9-5 cal ka BP, indicating a dense subtropical evergreen forest. The high levels of AP and frequent occurrences of tropical taxa and mangroves imply warm and wet climate. This Holocene thermal maximum is consistent with regional high sea-level period observed by marine transgression sediments. It is also suggested that a strengthening of summer monsoon took place at ca. 9 cal ka BP which weakened at ca. 5 cal ka BP. This transformation is characterized by the lowering of evergreen broadleaved elements and the rise in conifer and grass. A peak of conifer and heliophilous ferns was discovered at ca. 4.2 cal ka BP which is consistent with the drought event in Asia. There is a substantial change marked by the abrupt increases in Poaceae and ferns at ca. 2cal ka BP suggesting a dramatic transformation in local vegetation linked with intense agricultural development since the Qin and Han dynasties.

Keywords: Southeast China, Fuzhou Basin, Holocene, vegetation changes, human influences

柴达木盆地西部地区晚新生代孢粉记录及其意义

苗运法¹ 方小敏^{2*} 吴福莉² 蔡茂堂² 宋春晖³ 孟庆泉³

1. 中国科学院寒区环境与工程研究所沙漠与沙漠化重点实验室
2. 中国科学院青藏高原研究所大陆碰撞与高原隆升重点实验室
3. 兰州大学地质科学与矿产资源学院

*通讯作者:fangxm@itpcas.ac.cn

新生代亚洲内陆气候变化研究对于理解全球气候变冷，青藏高原隆升以及亚洲季风-干旱系统的形成与发展具有重要意义。过去几十年来通过国内外科学家的不断努力，已经从多个气候代用指标着手进行了深入研究并取得令人瞩目的成就，但一些基本问题仍然存在，悬而未决。比如，利用同位素和植被记录揭示的青藏高原古海拔高度（隆升）的历史；东亚季风演化与全球气候变冷和高原隆升的关系，以及全球气候变冷和高原隆升的关系等。引起关注甚至争论的主要原因往往和研究者使用的证据本身直接相关，这就包括研究者使用的代用指标和绝对年代控制的质量。基于我们在柴达木盆地西部地区两个钻孔孢粉资料，首次获取该地区中中新世以来（18~5 Ma, 3~0 Ma）的孢粉记录，从而有机会探讨该地区的植被和气候变化历史并对其驱动机制进行探讨。结果表明该地区在中新世主要生长的植物有针叶林类的 *Picea*, *Pinus*, *Podocarpaceae*, *Tsuga*, *Cedrus* 和 *Taxodiaceae/Cupressaceae/Taxaceae* (TCT) 等，落叶乔木类相对最少，主要有 *Quercus*, *Juglandaceae*, *Ulmaceae* 和 *Betulaceae* 等；干旱分子主要有 *Chenopodiaceae*, *Ephedraceae*, *Asteraceae*, *Artemisia* 和 *Nitraria* 等。到了晚中新世以后，柴西地区主要以干旱分子为主，乔木类尤其是针叶林类几乎消失殆尽，落叶乔木类也进一步下降。基于此，我们从孢粉组合中选取喜热百分比、干旱分子百分比、针叶林分子百分比以及非乔木与乔木的比值等用以直观显示气候变化的过程。结果显示喜热百分比在 18~14 Ma 最高，14 Ma 下降，正好和北半球温度曲线展示的中中新世气候最佳期及其以后持续降温过程相匹配。与此同时，干旱分子百分含量的持续升高、针叶林类百分比的持续降低以及非乔木与乔木比值的增加，揭示了该地区无论山地还是盆地都在经历持续变干过程。在 3~0 Ma，喜热分子百分含量进一步降低，旱生植物、针叶类花粉含量以及非乔木与乔木百分含量的比值进一步增加，意味着该地区进一步趋向冷却和变干。这种变化表明晚新生代以来柴达木盆地西部地区植被演替和的模式可能主要受全球变冷控制，同时与青藏高原隆起以及亚洲夏季风的减弱有直接联系。

关键词：晚新生代；孢粉；气候变化；柴达木盆地

新疆天山南坡表土花粉的初步研究

杨振京¹ 张芸² 毕志伟¹ 杨庆华¹ 孔昭宸² 阎顺³ 严明疆¹

1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定 050803
2. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093
3. 中国科学院新疆生态与地理研究所, 乌鲁木齐 830011

横亘于亚洲中部的天山山系是一个完整的自然地理单元, 山地植被和土壤具有垂直分布明显和区域性差异大的特点, 故对花粉的传播、保存、搬运与沉积具有重大影响。根据对西北干旱地区天山中段南坡一条从海拔 4285 m 的天山一号冰川到海拔 1200 m 的和静段的样带所采集的 38 个表土花粉样品的孢粉组合图式、植被样方调查资料以及排序结果, 探讨了南坡垂直带的植被与表土花粉之间的关系, 并对南北坡样带的表土花粉组合特征进行了比较。该区表土孢粉谱至上而下划分为 5 个孢粉组合带, 分别对应高山流石滩稀疏植被带、高山草甸带、亚高山草甸草原带、山地荒漠带和典型荒漠带等植被带。与北坡相比, 南坡孢粉组合带因缺少典型的森林和森林草原孢粉带, 其垂直带谱并不完整。其次, 相同孢粉带在南坡的分布高度明显比北坡高。值得注意的是, 在亚高山草甸草原带的花粉组合是以云杉属为主, AP/NAP (木本植物/非木本植物花粉) 比值处于最高值, 在该带之上的云杉属花粉含量也较高, 可能与天山地区特殊地貌地形所形成的局地气流有一定关系。

[国家自然科学基金面上项目(批准号: 40972212 和 40601104)、教育部留学回国人员科研启动基金和中国地质科学院水文地质环境地质研究所基本科研业务费项目(SK07009、SK200806)资助]

关键词: 天山南坡; 表土花粉; 云杉; 植被带; 新疆

孢粉记录的早上新世札达盆地的古高度

吴福莉 Herrmann Mark 方小敏

中国科学院青藏高原研究所大陆碰撞与高原隆升重点实验室，北京 100101

E-mail: wufuli@itpcas.ac.cn

青藏高原的隆升导致了亚洲季风与西北内陆干旱化的形成与发展，高原何时隆升到现在高度一直是地学关注的热点。札达盆地是青藏高原西南缘最具代表性的新生代沉积盆地，属印度季风影响区，对其高度的解译对印度季风形成历史的研究具有深远意义。

近年来Deng et al.对沉积于一套湖相地层里的三趾马化石的研究推测4.6 Ma周围植被以高山草甸类型为主，海拔高度约为4000 m，表明在上新世时盆地已经隆升到现今高度，我们对这套湖相地层进行了孢粉分析，结果表明孢粉组合中以裸子植物花粉含量占绝对优势（平均含量占77%），蕨类孢子有一定的含量（17.6%），被子植物花粉含量极低。裸子植物花粉中又以云杉属（平均含量为27.2%）、冷杉属（平均含量为24.2%）、松属植物花粉为主，推测早上新世期间盆地周围地带性植被应以针叶林为主，盆地处于针叶林分布海拔高度内，高度低于现在，表明当时高原应还未隆升到现代高度。

关键词：早上新世；古高度；孢粉；札达盆地

青藏高原冰帽花粉记录的气候敏感性

唐领余¹ 李春海² 杨保³ 邵亚军³ Kam-biu Liu⁴

1 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

2 中国科学院南京地理与湖泊研究所, 南京 210008

3 中国科学院寒区旱区环境及工程研究所, 兰州 730000

4 Dep. Oceanography and Coastal Sciences, School of the Coast and Environmental, Lopisana State University, Louisiana 70803, USA

西藏中北部的Nijingangsan、Puruogangri、Dasuopu、Guliya 以及青海祁连山Dunde冰帽的冰芯中保存的孢粉是青藏高原中北部上千年至百十年的全新世气候变化和相应植被变化的灵敏记录。冰层的孢粉分析表明总孢粉浓度与夏季降雨呈正相关, 与夏季温度呈负相关。冰心记录的高孢粉浓度表明由于轨道作用力夏季季风可能超出了其现在的界限到达西藏西北及青海地区, 代表草原成分的蒿、禾本科花粉增高达40%以上, 气候环境相对暖湿; 而花粉浓度低, 且以藜科为代表的荒漠成分高含量, 反映干旱环境。

冰心记录显示距今11500以前西藏中西部高的藜科含量显示干旱环境, 在青海祁连山地区11ka样品孢粉浓度低(200粒/L)同样意味着晚冰期的干旱环境(Yao, et., 2004; Liu, et., 1998); 西藏中部11500-9500aBP之间蒿增加应是相对湿润的环境, 9500-6500aBP 禾本科增加草原发育, 反映夏季风增强, 季节降水增多; 6500aBP以后禾本科减少反映回到干旱气候环境。中全新世相对的渐温期出现在2700-2200, 1500-800和600-80年。中世纪暖期出现在距今790-620年, 而小冰期出现在距今330-80年。Dunde冰心2000年以来花粉记录, 显示3个干早期(AD280-640, AD1200-1370, AD1926-1986) 和3个湿润期, 冷暖期之间出现是小冰期(AD1650和1926), 这些结果与同时段氧同位素、树年及历史气候记录基本吻合; 1900aBP以后呈现与现代相似的干旱环境。

近500年来西藏西北部Puruogangri冰心花粉揭示冰芯中花粉记录与现代气象观测数据的相关性, 草原和草甸成分的植物花粉的百分比之和可作为夏季温度变化的良好代用指标, 而莎草科/(禾本科+蒿属)[Cy/(G+A)]和草甸植物花粉/草原植物花粉(M/S)比值可作为湿度变化的代用指标。在此基础上结合冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 值及冰川积累量, 揭示了西藏西北部1450—1640 AD主要发育荒漠植被, 气候表现为寒冷特征。1640-1915 AD总体上以暖干气候为主, 荒漠面积减小, 草原植被扩大。1915-1980 AD气候稍变冷湿, 草原植被范围减小, 而荒漠植被扩大。1980-2002 AD气候暖干, 荒漠植被范围急剧减小, 期间主要发育草甸草原植被。而小冰期出现在距今330-80年。

Nijingangsan冰心每年冰层的孢粉分析表明总孢粉浓度和冰川积累量与夏季降雨呈正相关, 与夏季温度呈负相关; 总的孢粉浓度就是冰帽周围草原与荒漠地区有效温度和植被密度的灵敏指示物。最近70年来(1936—2007)Nijingangsan冰心花粉反映研究区荒漠化严重。主要呈现在1995-2007, 1965-1945期间最严重。仅1975-1945期间草原有所发展。

综上所述, 冰帽中如此显著的孢粉变化表明青藏高原植被对上百年的气候变化突发的敏感性。

对比Qulccaya冰帽(Bolivia)的花粉研究, 最近400年来从公元1500到1700由禾本科/

菊科高比值代表的湿润期以及公元1700-1880以灌丛高含量指示的干早期，与青藏高原冰心花粉记录的湿润或干早期时间段基本同步，仅花粉组合上有区别。

关键词：孢粉；气候；冰帽；青藏高原；敏感性

淤泥质海岸藜科（Chenopodiaceae）花粉与海岸线位置数量关系的初步研究

萧家仪 吕燕 祁国翔

南京师范大学地理科学学院，南京 210023

干旱区与半干旱区第四纪古气候研究，一个比较可信的孢粉分析指标 A/C ((*Artemisia/Chenopodiaceae*) 蒿属/藜科)。并为我国北方、青藏高原的古环境演变提供了证据和支撑资料。

藜科植物中有许多耐盐植物。在我国长江以北的淤泥质海岸，自然状态下景观为盐沼植被。往往平行于海岸，在潮上带附近，生长着茂密的碱蓬 (*Suaeda* . sp) 群落，向陆地方向，随着地表土盐分的逐步减低，碱蓬群落依次过渡为：碱蓬-芦苇 (*Phragmites australis*) 群落；芦苇群落；水生植物群落。

因此，研究过去淤泥质海岸线位置，用藜科花粉作为岸线的确认标志，理论上是可行的。

笔者选取江苏盐城射阳丹顶鹤自然保护区和辽宁盘锦红海滩，南北两个比较典型的淤泥质海岸，作为工作区。展开植被调查和表土孢粉样品采集，以求得盐沼植被不同植物群落中对应表土中藜科花粉的含量，以及藜科花粉与其他草本植物花粉的数量关系。工作后认为，现代在潮上带附近的碱蓬群落中，藜科花粉能达到 60-80%；而在盐沼植被其他群落中也能达到 30% 或超过。

第四纪温暖期，中国东部主要为森林植被。沿海地区，近现代是人类活动最活跃、人口密集的地区，景观为城市和农田。在两个研究区及周边地带，没有原生状态下的地带性森林植被。显然，用现代淤泥质海岸表土藜科花粉的含量用于古海岸线的研究，有局限性。

中国东部第四纪海侵与海退的研究，已有大量的研究资料，不乏孢粉资料。与之研究成果对比分析，本文认为中国东部沿海淤泥粉砂质地层中孢粉资料中，藜科花粉如果能占到草本花粉的 20% 及以上，工作点当时景观可能为为近岸的盐沼植被，或为滨岸浅海环境；如果占到草本花粉的 40% 及以上，工作点可能就在岸线的高潮线附近。

关键词：藜科；花粉；海岸线

塔里木盆地北缘库车地区渐新世以来的孢粉记录

唐自华 黄宝春 丁仲礼

中国科学院新生代地质与环境重点实验室，北京100029

欧亚大陆中纬度地区在新生代经历了副特提斯洋退缩、青藏高原生长及内陆山体复活抬升等重大地质过程，与此同时，内陆地区逐渐形成了目前最大的中纬度内陆干旱区。作为该干旱区的核心，塔里木盆地的环境演化历史依然知之甚少。我们对塔里木盆地北缘已知最长的陆相沉积记录——库车剖面进行了连续的孢粉分析，结果显示，30 Ma以来，库车盆地持续以旱生草本麻黄、藜、蒿等为主，仅在中中新世木本孢粉栎、榆、桦等含量略有增加。我们的数据表明，塔里木盆地的干旱状态至少在早渐新世晚期即已形成，中新世中期干旱状态有所缓解。这一结果不足以用副特提斯洋退缩和青藏高原抬升来解释，新生代全球降温导致的大气环流格局变化或许是新生代塔里木盆地持续干旱的原因。

关键词：中亚干旱化；渐新世；塔里木盆地；库车剖面

花粉记录的蒙古北部 38,000 年以来的植被和气候变化

马玉贞¹ 廖淦标² 冯兆东³ 蒙红卫¹ 桑艳礼³ 王维⁴

1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室/地表过程与资源生态国家重点实验室
2. 美国路易斯安娜州立大学海岸与环境学院, 海洋学与海岸科学系
3. 中国科学院新疆生态与地理研究所
4. 内蒙古大学

在蒙古高原北部, 风成--古土壤沉积广泛分布于从乌兰巴托到贝加尔湖南部的走廊地带, 厚 30 米的 Shaamar 风成--古土壤剖面 (50.2°N , 105.2°E , 650 m a.s.l.) 位于色楞格河 (Selenga River) 南岸的阶地上。11 个 AMS 和常规 ^{14}C 结合地层岩性、粒度分析、有机质分析及地带地层年代比对建立了该剖面的年代模式。该文基于蒙古南北断面表土花粉的分析研究结果对该剖面化石花粉进行的 DA (Discriminant analysis) 分析重建了约 3,8000 以来该区的古植被类型; 设计的花粉—气候指标计算方法半定量重建了约 3,8000 以来该区的温度和湿度变化。花粉组合特征, 古植被类型和半定量温度和湿度指数的综合分析表明: 在约 3,8000~30,000 cal. BP 期间 Shaamar 地区的植被类型是以云杉属、冷杉属和西伯利亚松占主导的泰加林, 湿度为 38,000 年以来最高段。在随后的约 30,000~23,000 cal. BP 期间, 在相对较低的温度和湿度条件, 发育了以蒿属和禾本科占主导的干草原。从约 23,000 到 10,000 cal.BP 期间, 植被类型发生了频繁的变化, 依次为泰加林、干草原 (禾本科占主导), 泰加林、森林草原和泰加林; 气候在早期 (23,000~20,000 cal. BP) 寒冷和相对干旱, 在后期 (19,000~10,000 cal. BP) 温暖和较干旱。孢粉组合和植被指数表明, 在 10,000~3000 cal. BP 期间的植被类型为森林草原, 温度有所增加而湿度较低。3000 cal. BP 以后为冷湿环境, 主要的陆地景观为北方针叶林。几个值得注意的特征是: 1) 大约 19,000 cal. BP 温度开始上升, 这与北半球山地冰川和冰盖开始退缩时间、热带大西洋和太平洋温度升温与海平面上升及中纬度末次冰盛期结束的时间基本一致。2) 约 10,000 以来温度大致显示出一个拱形, 约从 10,000 到 6000 cal. BP 期间温度逐渐上升, 6000 cal. BP 以后温度逐渐下降, 而湿度在 10,000~3000 cal. BP 期间较低, 3000 cal. BP 以后湿度增加, 即中全新世暖干和晚全新世冷湿模式, 这与邻近的贝加尔湖的温湿重建十分相似, 但与中国北方的中全新世暖湿和晚全新世冷干模式有明显的不同。我们的孢粉记录与其它古气候记录的比较表明, 蒙古高原北部的气候变化受到北大西洋地区海气相互作用的控制或者调解。

关键词: 植被; 气候; 38,000 年; 蒙古北部

华南热带湖相35万年长序列沉积记录： 第四纪古环境与古气候重建

杨士雄^{1,2} 郑卓² 宗永强³ 黄康有² Chris R. Brodie³

1. 青岛海洋地质研究所, 青岛 266071

2. 中山大学地球科学系, 广州 510275

3. 香港大学地球科学系, 中国香港

田洋玛珥湖位于雷州半岛东南部, 中国热带与亚热带过渡区, 其第四系沉积厚度在盆地中心超过了 220 m, 是东南亚地区一个最长的湖积系列。其跨越时间尺度长、连续高分辨率的湖泊沉积物敏感地记录了轨道尺度东亚季风和太阳辐射变化, 为研究华南热带地区古气候、古环境演化提供了最佳研究材料。2008 年我们在湖心完成了 120 m 的钻孔岩芯取样, 本次研究为岩芯上部 40 m。通过钻孔岩芯沉积物或木炭、植物碎屑的 8 个 AMS ^{14}C 年龄与 2 个光释光 (OSL) 年龄以及该钻孔岩芯木本植物孢粉含量与 SPECMAP 氧同位素曲线的校准, 建立了该区 ca.350,000 a BP 以来较为精确的年代系列。本文主要对该岩芯沉积物中孢粉、元素地球化学 (TOC、TN、TOC/TN 等)、沉积学 (粒度、磁化率) 等多项环境代用指标进行研究, 结合前人的研究成果, 与大洋、黄土、冰芯与石笋记录进行对比, 重建了该区中更新世以来的古气候与古环境变化。研究结果表明, 该区最显著的特征是各种环境替代指标都呈现出冰期与间冰期交替循环。冰期时期, 草本植物含量较高, 草地扩展, 呈疏林草地景观。其中主要以禾本科和蒿属含量较高。有机碳同位素呈现正向高值, 以 C4 植物含量为主, 总有机碳含量和碳氮比率都相对较低。年平均温约为 17 °C, 年平均降水量约为 1500 mm, 气候寒冷干燥, 湖面大幅下降, 湖盆大面积出露, 即使是强度不高的降水都能造成湖盆上碎屑植物大量进入湖中沉积, 导致湖中沉积物磁化率值较高, 粒度总体偏粗, 沉积物灰度也呈现高值。间冰期时期, 年平均温约为 23 °C, 年平均降水量约为 2000 mm, 气候温暖湿润。木本植物取代草本植物成为优势植物, 该区热带森林茂密, 呈现雨林景观, 热带雨林植物桃金娘科、大戟科、无患子科和茜草科含量较高, 而亚热带阔叶植物栎属、栲属、蕈树属和冬青属也有较高含量, 山地针叶植物如陆均松属和红豆杉科含量较高, 蕨类植物尤其以单缝孢 (光面)、凤尾蕨属和骨碎补属都有较高含量。此时期有机碳同位素呈负向低值, C3 植物发育, 总有机碳含量与碳氮比率都较高, 湖面较高, 植被覆盖好, 湖中沉积物来源较少且含有少量植物枯枝落叶, 导致磁化率值较低, 粒度偏细, 灰度值较小。从气候变化机制看, 岁差与偏心率周期通过驱动该区及热带气候环境变化从而影响全球气候的变化。本研究为全球气候变化的区域响应提供新的科学依据。

关键词: 华南地区; 田洋玛珥湖; 中更新世; 古环境; 古气候; 气候机制

桂林灵田晚全新世的气候及环境变化

覃军干^{1,2} 张强¹ 李君² 张春来¹

1. 中国地质科学院岩溶地质研究所岩溶动力学重点实验室, 广西桂林
2. 中海油能源发展钻采工程研究院湛江实验中心, 广东湛江

对来自桂林灵田 2.5m 的沉积样品进行了高分辨率的孢粉分析, 用 AMS¹⁴C 测年建立该剖面的沉积年代框架。分析结果显示, 沉积样品中孢粉种类丰富, 数量众多。根据孢粉分析结果探讨了该地区 1906~1379 cal BP 的植被演替, 气候和沉积环境的变化。该剖面可划分出 5 个特征明显的孢粉组合:

- A: 220~183.5cm 蕨类孢子 Polypodiaceae 占绝对优势;
- B: 183.5~137 cm 孢粉组合以 Polypodiaceae, Quercus 和 Poaceae 为主;
- C: 137~100 cm 裸子植物花粉 Pinus 含量有所增加;
- D: 100~50 cm 孢粉组合以 Polypodiaceae, Quercus, Cyperaceae 和 Poaceae 为主;
- E: 50~36.5 cm 孢粉组合以 Polypodiaceae 和 Poaceae 为主。

1906~1379 cal yr BP 该地区的植被经历了亚热带常绿、落叶落叶林——亚热带常绿、落叶阔叶针叶混交林——亚热带常绿、落叶落叶林的变化; 其气候条件属于亚热带季风气候, 在 1831~1800 cal yr BP 气温有所降低。

钻孔所在处的沉积环境则经历了河流——沼泽——沼泽干涸—农业耕作地的发展过程。

在 1379 cal yr BP 之后, 该地区的人类活动影响有所增强。

关键词: 孢粉; 人类活动; 晚全新世; 灵田

湖泊生态系统对过去 1000 年气候变化的响应研究

于革 廖梦娜

中国科学院南京地理与湖泊研究所，南京 210008

湖泊生物群落演替是一个自然过程，从以浮游植物主导到高等水生植物主导的生态系统演替可经历数十到数百年^[1,2]。然而，生态系统外界的干扰和强迫可迅速打破自然演替过程，从湖泊的水草茂盛、水质清澈状态转变为藻类水华泛滥状态，往往经历数十年或更短^[3]。王荣等^[4]根据洱海沉积和水生物化石证据，发现了在长期湖泊演化过程中，由于能量的集聚在短期内清水转变至混水的事实。秦伯强等^[5]通过对太湖附着生物对水生植物影响的水文-生态实验学研究，证实了这种转化的可能和加速机制。这些研究从沉积学、水文学不同视角和不同时间尺度，解释了湖泊生态系统在草—藻型间转化的机理和清水—浊水系统转变和突变理论^[6,7]。如何通过湖泊生态系统动力学方法来研究湖泊生态系统演化和机理、从而突破时间限定、反演时空演变并预测系统的动态变化日益成为关注的焦点^[8,9]。

鄱阳湖是我国最大的淡水湖泊，枯水期和丰水期湖泊面积变化在1000~3000km²，流域面积 $16.22 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。近年来由于湖泊水位下降、湖床干涸频发，发生了一系列草藻竞争、水质恶化、水生态灾害事件，面临着湖泊生态严重退化^[10~14]。在过去1000年中，历史文献、地质资料研究都表明，湖泊经历了唐代扩大、宋明时期缩小、清代又扩大的多次重大变化^[15~17]。而在小冰期中鄱阳湖显著降温、干旱气候频发，湖泊面积缩小到过去1000年中的最小^[15~18]。尽管对鄱阳湖已经开展了许多自然地理、生物生态的调查和研究，但气候变化下的湖泊生态系统退化过程和机制目前还不清楚。例如，湖泊生态系统中以草占优势的清水态和以藻占优势的浊水态是怎样发生的、其转化时间尺度和机理怎样？气候变化下的湖泊生态群落发生怎样的非线性响应？这需要我们从仪器观测时间尺度 $10^0 \sim 10^2$ 年延伸到历史、地质时间尺度 $>10^2$ 年，认识湖泊生物群落的长期行为；而用物理—生态学模型对尚未发生的过程进行动力学机制的模拟和预测，能够满足这个要求^[2,19,20]。

生态系统动力学模型的核心在于对不同生物之间、生物与环境之间的动力关系描述和构建。自 20 世纪 20 年代 Lotka^[21]从化学反应规律、Volterra^[22]从鱼群变化规律几乎同时提出 2 个种群之间的 Lotka-Volterra 生态捕食模型后，人们发展了常微分生态竞争模型、互惠合作模型；特别是引入时滞项的 SKT 模型^[23]，发展成各种偏微分系统的 Lotka-Volterra 模型。这些模型的扩展和延伸，生态学意义更广泛，使利用动力学的模型来描述生态系统性质、结构和变化成为可能^[24]。20 世纪 90 年代以来，我国学者对 Lotka-Volterra 模型以及扩展的动力模型做了不少数学和动力学方面的研究^[25~29]，在生态领域进行了参数化的应用尝试。例如建立小麦、大豆两种作物套种共生的竞争模型^[30]、大熊猫与两种竹子生态共生的三种群捕食—竞争模型^[31]、藻草和鱼三类物种共存与灭绝的捕食—竞争模型^[32]。这些研究从数学的角度，求证模型通解的存在性和存在条件、方程稳定条件和平衡点、方程扰动后恢复到平衡的时间等，但鲜有应用到长期生态系统演替、生态系统与边界条件的互动和反馈。究其原因，不仅因为微分方程解析解的存在条件苛刻，即使采用数值解(如龙格—库塔

法: Runge-Kutta)也受到严格的参数限制^[25,28,29]。同时还由于设置边界条件和参数所需要大量的生物、生态数据获得的困难性^[33]。

为了研究鄱阳湖生态系统在气候变化下的响应,本文利用Lotka-Volterra 动力方程构建湖泊生态系统中藻、草、鱼3个生态群落之间的捕食—竞争模型,采用鄱阳湖的水生系统参数体系,模拟湖泊水生植物与顶级群落在生态系统中的变化过程。以水量变化作为边界条件控制,模拟、分析生态系统对气候变化的响应和反馈过程,以能够突破时间限定反演时空演变并预测生态系统的动态变化。针对过去1000年气候变化下湖泊的生态系结构和功能变化,采用GCM驱动模拟,并采用鄱阳湖钻孔中的沉积和孢粉记录予以验证。

在一系列的控制试验中,模拟结果表明,鄱阳湖藻、草、鱼生物群落在各自的环境容纳量、增长率和相互依存/抑制关系下,年内和年际生物量变化构成了稳定和准循环系统。在湖泊水量与生态因子相互作用中,水量生态效应可保持生态系统的动态平衡。改模型应用到过去1000年生态结构和生物量变化是在控制试验(1955—2008AD)的基础上进行。假设过去1000年中生物学特征的变化忽略不计,各项生态学参数均采用控制试验的设置。根据湖泊沉积调查和历史考古记录,鄱阳湖在过去1000年发生过多次极端旱涝灾害。由于这些记录一般是不定量或不连续的资料,因此对过去1000年气候的量化数据用GCM模拟驱动鄱阳湖流域水文模型获得。采用了德国ECHAM5 全球气候模型对过去1000—1950年在太阳辐射、火山灰、温室气体变化驱动下的气候模拟,通过降尺度方法获得鄱阳湖流域(117.500 E,30.000 N 至 112.500 E, 25.313 N)的温度和降水序列。尽管降水与湖泊水量关系密切,由于温度和蒸发作用,尚不能简单用降水直接做为水量变化。因此,进一步利用鄱阳湖WATLAC流域水文模型,由ECHAM模拟的1000—1950AD逐日温度—蒸发和逐日降水控制,模拟出同期鄱阳湖流量和水位逐日变化。

由此,采用ECHAM—WATLAC 模拟的鄱阳湖 1000—1950AD 水量变化驱动,结果显示了生物量的阶段性变化。在气候—水量变化的边界条件下,湖泊生物量增加和减退的速度不对称。水量的反馈可使增加阶段的生物量速度减缓、使衰减阶段的速度加速,从而量化了气候水量变化在生态系统中的负反馈效应。在设置小冰期气候的试验中,模拟表明在流域降水减少 19%、湖泊面积减少 33%和湖泊水量减少 7%的状况下,湖泊生态系统在 50~60 年内振荡并衰退。当这个极端气候持续 50 年以上,水生群落系统全面崩溃。实际上,这个模拟现象在鄱阳湖曾经发生过。湖泊沉积和地貌证据显示,在小冰期期间曾经在末次冰期形成的鄱阳湖沙山此时扩张^[63~65]。根据沉积花粉证据和 ^{14}C $1800\pm120\text{ a BP}$ 、 $650\pm50\text{ a BP}$ 测年所计算的沉积速率,鄱阳湖从 900aBP 到 370/250 aBP、极端值在 450a BP 前后的水生和湿生花粉(*Potamogeton*、*Phragmites*、*Carex* 等)从减少到消失,而沙生和旱生草本花粉(*Portulacaceae*、*Amaranthaceae*、*Chenopodiaceae*)占优势。这个模拟可以进一步解释,在小冰期干旱气候下,湖泊水量边界条件改变迫使生态系统趋于耗散,显著超过了生态系统的应对能力,生态系统的长期震荡达到崩溃,致使湖泊生态状况形成不可逆的改变。

[本研究受到科技部全球变化重大科学计划项目(2012CB956103)和(2013CB956501)、中国科学院国际合作计划(GJHZ1214、KZZD-EW-TZ-08)共同资助。感谢张奇、李云良博士提供 WATLAC 水文模型代码和支持。]

关键词: 湖泊生态; 系统响应; 反馈; 过去 1000 年; 极端干旱; 鄱阳湖

南黄海晚更新世以来孢粉记录的古环境变化

李杰 梅西 陈晓辉 李日辉 张训华

国土资源部海洋油气资源与环境地质重点实验室，青岛海洋地质研究所，青岛 266071

依据南黄海 DLC70-3 孔 71.2m 长沉积序列的孢粉记录，结合测年数据，有孔虫和粒度等环境指标，揭示了研究区晚更新世以来的古环境变化。通过钻孔孢粉组合可以反演南黄海陆缘区植被面貌，其中草本孢粉在整个剖面占绝对优势，具有超代表性，而木本花粉代表性低。除冰盛期沉积缺失之外，孢粉等指标在 MIS5 阶段以来变化显著：MIS5 和 MIS3 的亚间冰阶及 MIS2/1（冰消期）阶段，阔叶树种和盐生草本比例较高，沟边藻、有孔虫含量也较高，气候偏暖，属沉积动力相对稳定的浅海或滨海环境；而 MIS5 及 MIS3 阶段的亚冰阶和 MIS4 阶段，针叶组分或冷杉含量增加，中-水生草本含量相对较高，而有孔虫含量极低或消失，气候偏冷，属沉积动力相对复杂的滨岸湖泊或沼泽等陆相环境。同时，对比周边地区其他孢粉记录，结果表明，在冰期-间冰期旋回过程中孢粉组合中针叶-阔叶组分含量此消彼长，草本含量的相对变化可指示滨岸局域植被的演替，且一定程度上可以反映海平面的升降。

关键词：孢粉； 古环境； 晚更新世； 南黄海

气候还是干扰驱动了全新世植被的演化？

刘鸿雁 印轶 郝倩

北京大学城市与环境学院，北京 100871

全球主要内陆半干旱区的孢粉学和古生态学研究表明，森林植被不会线性响应气候干旱化，但对非线性响应的机理仍然处于探索阶段。本文通过地处林草交错带的河北坝上囫囵诺尔剖面沉积物孢粉分析，揭示了这一地区近 5700 年以来的森林逐渐被草原植被所取代的过程：从 5000 到 3500 cal. a BP，随着季风带来的降水的减少，阔叶树逐渐减少而针叶树逐渐增加。从 3500 到 1900 cal. a BP，植被表现为松林向草原过渡，同时，孢粉浓度表明松林的覆盖度较上一个阶段明显降低。自 1900 cal. a BP 以来，森林完全被草原植被所取代。从孢粉分析的结果可以看出，植被的变化并非与气候变化过程完全一致，气候干旱化导致了阔叶林被针叶林所取代，进而针叶林的覆盖度下降，以及针叶林被草原完全取代三个不同的阶段。从 4400 到 3500 cal. a BP，碳片含量指示的火频率显著增加，说明火在针叶林覆盖度下降以致消失的过程中起着关键的作用。另一方面，植被的演化而决定了火频率的变化，随着阔叶树被针叶林所取代以及植被覆盖度的下降，地表可燃物增加，在气候干旱化的背景下火的频率增加。本文研究结果表明，森林衰退不会线性响应气候干旱化，火等干扰事件直接决定了林草植被的类型、覆盖和地理分布，未来植被响应气候变化预测应该综合考虑气候、植被和干扰过程（如火）之间的相互关系。

关键词：林草交错带；气候干旱化；火；干扰事件

依舒地堑古近纪和新近纪孢粉组合序列

薛云飞 万传彪 金玉东 汪清源 张世祥

大庆油田有限责任公司勘探开发研究院，黑龙江大庆 163712

依舒地堑是大庆探区重要含油气盆地之一，系依兰-伊通地堑的北部，位于黑龙江省东部（图 2）。从地貌上看是一个长条状“U”形谷，谷底由东北向西南逐渐抬升。包括汤原断陷、依兰断隆、方正断陷、尚志断隆、胜利镇断陷，地理坐标为东经 $127^{\circ}10' \sim 131^{\circ}20'$ ，北纬 $44^{\circ}35' \sim 47^{\circ}40'$ ，长约 450 km，宽约 10 km 左右，最宽处 30 km，面积 6480 km²。

依舒地堑古近纪和新近纪地层从下至上可划分为古近纪乌云组、早始新世晚期至中始新世早期新安村组、中晚始新世达连河组、渐新世宝泉岭组、中新世富锦组和中新世晚期上新世船底山组。依据孢粉化石在纵向上的演变规律，自下而上可分为五个化石组合：

1、孢形粉 *Sporopollis*-拟桦粉 *Betulaceoipollenites*-桤木粉 *Alnipollenites* 组合

以具三孔类型的花粉高含量为最突出特征，三沟、三孔沟类型含量很少。代表性分子有：异常付桤木粉 *Paraalnippollenites confusus*，褶皱拟桦粉 *Betulaceoipollenites plicoides*，假孢孢形粉 *Sporopollis pseudosporites*，真桤木粉 *Alnipollenites verus*，似榛粉 *Momipites coryloides* 等，分布于乌云组。

2、桤木粉 *Alnipollenites*-黄杞粉 *Engelhardtiodites* 组合

以被子植物花粉为主，裸子植物花粉次之，被子植物花粉中以桦科、椴科花粉为主，其次为胡桃科和山毛榉科花粉，分布于新安村组。

3、栎粉 *Quercoidites*-栗粉 *Cupuliferoipollenites*-山核桃粉 *Caryapollenites* 组合

以壳斗科三沟、三孔沟类花粉占优势为突出特点。常见的被子植物花粉有栎粉 *Quercoidites*，栗粉 *Cupuliferoipollenites*，壳斗粉 *Cupuliferoidaeipollenites*，三沟粉 *Tricolpopollenites*，榆粉 *Ulmipollenites*，肋桦粉 *Betulaepollenites*，山核桃粉 *Caryapollenites* 等，分布于达连河组。

4、宝泉岭组松科 Pinaceae 花粉高含量组合

以松科花粉含量的显著增加、榆科花粉的明显出现以及壳斗科花粉退居次席为突出特征。组合中常见的被子植物花粉有栎粉 *Quercoidites*，榆粉 *Ulmipollenites*，胡桃粉 *Juglanspollenites*，山毛榉粉 *Faguspollenites*，桤木粉 *Alnipollenites*，倍什高腾粉 *Gothanipollis bassensis* 等，分布于宝泉岭组。

5、桦科 Betulaceae—胡桃科 Julanceae—铁杉粉 *Tsugaepollenites*—富锦粉 *Fujinipollis* 组合

被子类花粉居优势地位；裸子类花粉亦占有相当比重。被子类花粉中，以胡桃科、桦科和山毛榉科花粉为代表的落叶阔叶树植物占优势，其含量可达 45% 左右。裸子类花粉中则以双囊松粉为主，铁杉粉 *Tsugaepollenites* 频繁出现，杉科粉较常见为特征，并出现了一些有地质时代意义的分子，如：中等菱粉 *Sporoprapoidites medius*，伊里冬青粉 *Ilexpollenites iliacus* 等，分布于富锦组。

6、桦粉 *Betulaepollenites*—蒿粉 *Artemisiaepollenites*—禾本科粉 *Graminidites* 组合

被子植物花粉居主要地位，裸子植物花粉及蕨类孢子含量较少。被子植物花粉中，桦科粉占优势，主要包括 *Betulaepollenites*、*Alnipollenites* 等。栎粉含量亦较高，草本植物花粉占有较重要的位置，其中禾本科粉含量可达 10%。*Liliacidites*、*Compositoipollenites*、*Artemisiaepollenites*、*Umbelliferaepites* 等亦为常见分子，分布于船底山组。

关键词：孢粉组合；古近纪；新近纪；依舒地堑

西藏海相侏罗系-白垩系界线地层的孢粉学研究及其意义

李建国

中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008

侏罗系-白垩系界线（JKB）是目前为止国际地质年表中少数几个尚未确定全球界线层型及点（GSSP）的纪级界线之一，也是国际地科联地层委员会在长期以来一直试图解决的目标之一。目前，界线工作组聚集了数十位国际地质学家一起合力攻关，取得了一些新的进展和共识。一个广泛一致的共识是，这一界线应当置于欧洲特提斯区 Tithonian 阶和 Berriasian 阶之间也即 Berriasian 阶的底部（因此，JKB 工作组被称为 Berriasian 工作组）。Berriasian 工作组的最终目标就是寻求这一界线可被普遍接受的定义标准和切实可行的对比参照。

另一方面，我国发育有广泛的陆相侏罗系、白垩系。但是，因为陆相地层相变快、不利化石保存等因素，这些地层存在许多划分、对比的疑难和争论，尤其是近二十年来取得的大量精美的动、植物化石新发现使得这些地层的时代更加成为争论的焦点。可以说，一个可与国际标准对比的行之有效的陆生生物地层标志是解决这些争议的有力依据。

我国西藏地区的海相侏罗-白垩系主要发育于班公湖-怒江缝合带和雅鲁藏布江缝合带两侧地区，在构造空间上也属于特提斯域，有可能帮助建立中国与国际标准地区的对比。过去已有化石证明这些沉积中可能含有侏罗系-白垩系界线地层。本文研究了藏南江孜县床得剖面的维美组和甲不拉组孢粉。经实验室分析处理后获得了丰富的孢粉和沟鞭藻化石。后者具有很好的国际对比性：通过与澳大利亚、欧洲等地的对比可以确定床得剖面包含了 JKB 过渡地层，其界线位于维美组的顶部附近。在这一界线附近，*Aequitirradites spinulosus*、*Cicatricosporites* spp. 和 *?Dictyotosporites* sp. cf. *speciosus* 开始发生，可以用作白垩纪的标志。在另一条位于班公湖-怒江缝合带北面的海相侏罗-白垩系剖面中，沟鞭藻与孢粉生物地层对比的结果也表明 *Cicatricosporites* spp. 切实可行（另两个分子未见）。

[国家重点基础研究发展项目（2012CB822004-1）、中国科学院战略性先导科技专项（B 类，XDB03010103）和国家自然科学基金（41172011）研究成果]

关键词：侏罗系-白垩系界线；孢粉；沟鞭藻；地层学；西藏

岩溶石山竹子植硅体季节变化研究

李仁成* 樊俊 高崇辉 农日正 黄春玲

桂林理工大学地球科学学院, 广西桂林 541004, lirenceng_xie@163.com

植硅体分析广泛应用于第四纪古环境重建工作, 其形态、大小及组合与环境因子之间的关系是广大学者关注的科学问题。本研究选取西南岩溶地区石漠山竹子, 对其叶片植硅体形态、大小及组合规律进行了季节变化研究。研究发现竹子富含长鞍型、狭长卵型、机动细胞植硅体、尖型、棒型植硅体, 短鞍型、哑铃型、冒型、齿型等植硅体含量较少。其形态、大小及组合随植物生长和季节性气候变化而发生显著改变。硅质短细胞在植物生存的初期优先形成, 而机动细胞、毛基细胞、长细胞等形成的植硅体在植物叶片成熟之前极少形成, 在叶片成熟之后数量逐渐变多; 机动细胞植硅体在气温高、蒸腾作用强的月份含量较大, 而棒状细胞植硅体在生长季节的末期含量较大; 其主要形态: 长鞍型及狭长卵型植硅体大小随植物生长及季节性气候变化存在明显的响应关系。此研究表明, 植硅体的形成是植物生长及季节气候变化共同作用的结果, 包含主动和被动双重积硅作用; 植硅体形态、大小及组合能够很好的响应季节性气候变化。此研究可能为探讨植硅体的形成机制、解译其生态环境信息, 为植硅体分析应用于古环境重建提供理论依据。

关键词: 植硅体; 季节变化; 竹子

* 基金项目: 国家自然科学基金(41262009), 广西自然科学基金(2012jjAA50048), 桂林理工大学博士启动经费资助

高山栎原位化石花粉研究

毛礼米¹ 苏涛² 周浙昆² 刘裕生³

1. 中国科学院南京地质古生物研究所

2. 中国科学院西双版纳植物园

3. East Tennessee State University, Tennessee 37614-1710, USA

高山栎是指一类硬叶常绿的栎属植物，包括以中国横断山为分布中心的9种栎属植物。形态学和分子生物学的证据都表明了高山栎是一个非常自然的类群，周浙昆将其归入高山栎组 *Quercus sect. Heterobalanus* (Oerst.) Menits. 高山栎组的分布南起泰国的清迈，北至我国秦岭，东达我国台湾西止于喜马拉雅地区，并上延至阿富汗。高山栎组的垂直分布可从 1700 m 分布到 4800 m 的高山，但以 2400 ~ 3600 m 最为集中（周浙昆，1993）。

高山栎组有着悠久的地质历史，在我国西藏希夏邦马峰、南木林，云南开远小龙潭、宣威、永平、洱源、兰坪，四川米易等地的第三纪和第四纪地层中都有高山栎的化石发现（如李浩敏与郭双兴，1976；陶君容，1984, 1986；周浙昆，1992, 1999）。徐仁等（1973）还根据在希夏邦马峰海拔 5600m 高山发现的高山栎类化石推测喜马拉雅山在上新世以后抬升超过 3000m。

本研究的高山栎雄花序化石取自云南永平三营组的中下部（上上新世统，图 1），经过分析提取、形态观察与鉴定，并与现代类型进行了对比，推测最可能接近的现代种为川滇高山栎 (*Quercus aquifolioides*)，该高山栎的现代海拔分布为 2000 至 4000 多米，而化石产出点的现代海拔高度则为 1715 m，据此推测，可能是因为上新世气候变冷事件改变了高山栎组的垂直分布范围，导致其向低海拔迁移？根据 An (2001) 的研究，到上新世晚期，随着喜马拉雅造山运动的强化和全球气候变冷的影响，青藏高原北部地区明显变干，青藏高原南部地区仍然较湿润。此时高原北部硬叶栎类分布区逐渐缩小，与高原南部的硬叶常绿阔叶林形成间断分布，云南永平高山栎的垂直迁移变化亦响应了上新世变冷事件的影响。本研究的推测前提假设是永平地区自上新世晚期以来没有受到垂直构造运动的影响，所以仍然需要进一步寻找证据论证。

关键词：高山栎；变冷事件；三营组；上新世晚期；云南

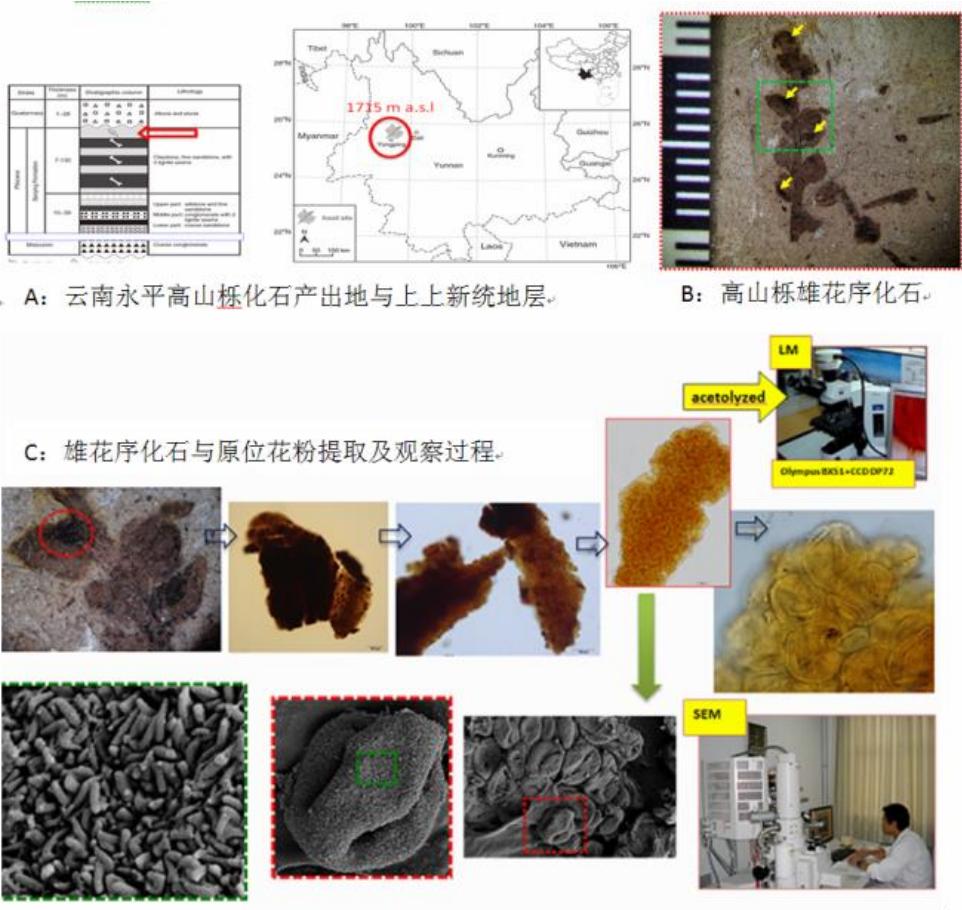


图1 高山栎原位化石花粉产出于云南永平三营组的中下部，即上上新世统（A）、雄花序化石（B）和原位化石花粉提到与观察过程（C）(Mao et al., unpublished)

追索海桑属古生物地理演变历史

毛礼米¹ Swee Yeok Foong²

1. 中国科学院南京地质古生物研究所

2. School of Biological Sciences, Universiti Sains Malaysia, Penang 11800, Malaysia

现生海桑属(*Sonneratia*)归为千屈菜科的单型属海桑亚科(monogeneric subfamily)，分布于东非至热带亚洲、澳大利亚北部及太平洋岛屿即旧热带，是组成热带海岸红树林的关键类群之一。弗氏粉(*Florschuetzia*)是海桑属花粉的祖先类型已广为接受，但早期弗氏粉的类型及其古植物地理分布的解释仍存争议。

本研究基于海桑属不同演化阶段的代表性化石花粉类型及其地理分布信息、现生花粉类型的形态对比结果，重新评价和分析了海桑属自古近纪到第四纪的古生物地理演变历史：弗氏粉广泛分布于环特提斯海的古热带始新世至中新世地层中，海桑属的祖先类型可能起源于早始新世的东南亚地区，随之向北辐射并逐渐扩展至中国和日本、向南至澳大利亚、向西至东非。在中新世早—中期的暖期阶段，弗氏粉已经演变成与现代海桑属具有清晰形态对比性的类型(插图)，此时海桑属的古植物地理分布纬度界限与分布面积达到最大，尤以丰富的化石花粉数量与具有明显形态分化的类型为证(比如日本西南地区的化石花粉)，而且海桑属花粉和其它红树林群落成份的花粉产出地点的纬度界限远远超出现代海桑属的地理分布北纬制限。进入第四纪的冰期，尤其是晚更新世的末次盛冰期彻底改造了海桑属的古地理分布，从而形成了现代海桑属的生物地理格局。需要指出的是，海桑属化石花粉的产出地点的分布与数量、化石花粉的变异类型和中间类型的演化阶段信息决定了其古生物地理演变历史解释的精度与质量，本研究也讨论分析了微体化石证据的局限性，期待古植物大化石证据的支持。

关键词：海桑属；化石花粉；古生物地理

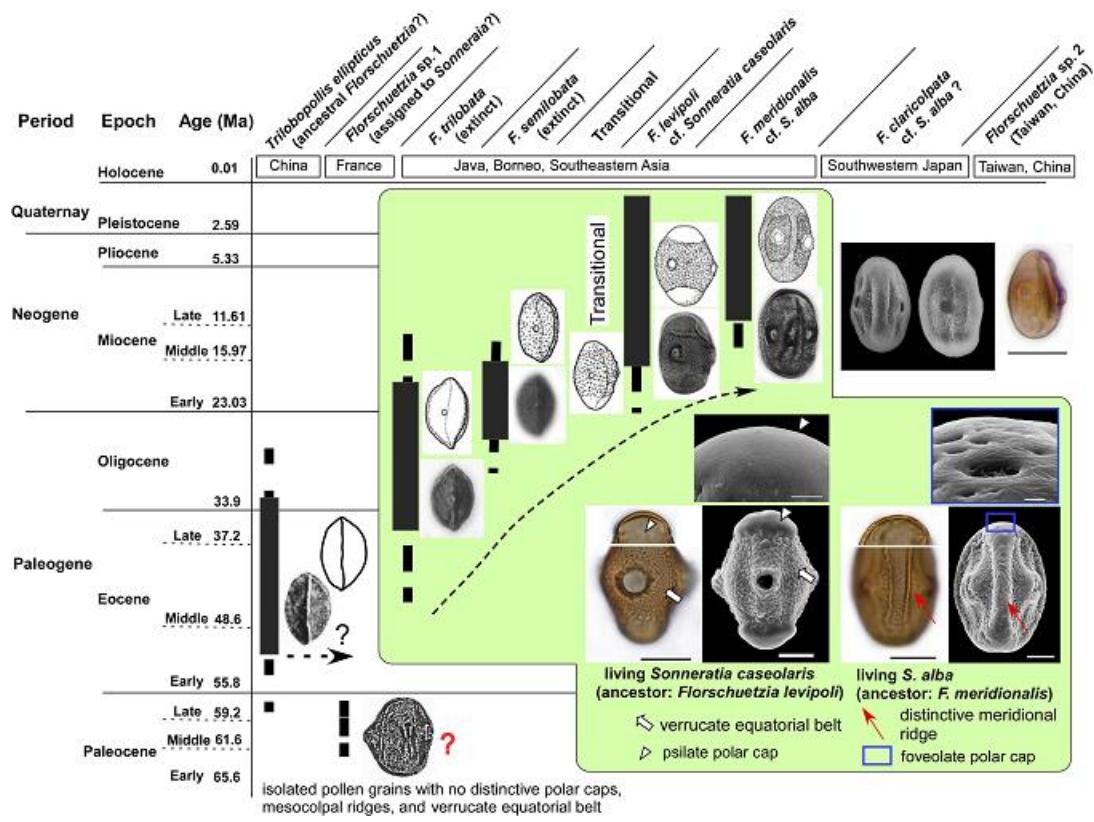


图1. 从弗氏粉到海桑属花粉的地史演变推测 (Mao and Foong, 2013)

灵山河流域孢粉记录的早中全新世环境变迁

贾红娟¹ Sangheon Yi² 董源³ 陈海骄³

1. 石家庄经济学院研实验实践教学中心, 石家庄 050031, 中国, jhjzjw@sina.com
2. Geologic Environment Division, Korea Institute of Geoscience and Mineral Resources, Daejeon 305-350, Korea
3. 石家庄经济学院研究生学院, 石家庄 050031, 中国

韩国灵山河中游钻孔以10 cm间距采样进行孢粉分析, 根据AMS ^{14}C 年龄结果显示剖面时间跨度为早中全新世, 孢粉记录显示该区植被和气候变化可划分为3个阶段: 8500 calB.P.之前孢粉浓度和AP/NAP值低, 反应气候相对冷干。8500 -6300 ka cal B.P.之间发育以栎为主的温带落叶阔叶林, 反应气候相对暖湿, 这一阶段又可划分为两个亚带, 早期以栎、莎草和香蒲为主, 晚期以栎和松为主。6300cal B.P.之后以松和禾本科为主, 气候相对晾干。

关键词: 孢粉; 全新世; 灵山河; 韩国

青海哈拉湖 2.4 万年来高分辨率花粉记录的植被和气候变化¹

马春梅^{1*} Bernd Wünnemann^{1,2} Kam-biu Liu³ Terrence A. McCloskey³
唐领余⁴ 赵琳¹ 晏达达¹ 方伊曼¹

1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京 210046

2. Institute of Geographical Sciences, Freie Universität Berlin, Germany;

3. Global Change and Coastal Paleoecology Lab, School of the Coast and Environment, Louisiana State University,
Baton Rouge, LA 70803, US.

4. 中国科学院南京地质与古生物研究所, 南京 210008。

哈拉湖(38°17'N, 97°35'E, 4078 m asl)是位于祁连山脉的一个封闭的湖盆, 是研究古环境和古气候重建的理想之地, 对进一步了解青藏高原气候系统内部形成演化具有重要影响。本文在 AMS¹⁴C 分析和 14 个表层湖泊花粉分析的基础上, 对取自湖心深 65m 的 H7 钻孔和西面近岸水深 19.8m 处的 H8 钻孔以 3-4cm 的间距(共 345 的样品)进行了花粉分析, 结果表明: H7 和 H8 的年代模型中分别矫正了 240 年和 1200 年的碳库误差, H7 保留了 24 cal.kyr BP 以来的连续沉积, H8 跨越年代是 15 cal. kyr BP。湖泊表层沉积物花粉以草原和荒漠类型为主, 基本反映了湖盆及周围区域的现代植被状况, 但也存在少部分远距离传播搬运来的乔木花粉。总体看, 花粉浓度和类型和水深有一定的关系, 靠湖心的沉积物中花粉浓度较大。两个钻孔的化石花粉分析结果显示, 约 24.0–15.4 cal. kyr BP, 花粉浓度很低, 植被稀疏, 但百分比含量中含较多的针叶树和阔叶树, 体现了 LGM 寒冷的气候条件, 此时湖泊水位也很低。16.9–15.4 cal.kyr BP 记录了 Heinrich 事件(H1)。约 15.4–10.8 cal. kyr BP, B-A 暖期和新仙女木(YD)冷事件很清晰地被记录。约 10.8–7.5 cal. kyr BP, 花粉浓度最高, 以 *Artemisia* 为主的高山草甸占优势, 体现了早全新世气候迅速变暖, 湿度增加, 东亚季风降水补给显著。约 7.5–3 cal. kyr BP, 荒漠和草甸类型占优势, *Chenopodiaceae* 和 *Gramineae* 逐渐增加, 而 *Artemisia* 逐渐降低, *Cyperaceae* 百分比较高, 气候变凉干, 记录了 4.2 kyr 的冷干事件。约 3 cal. kyr BP 以来, *Artemisia* 又有增加趋势, 但存在明显波动。对比发现, 哈拉湖的花粉记录和青海湖、乱海子湖等花粉记录有一致性, 尤其在早全新世, 都体现了东亚季风降水增强的结果。

关键词: 祁连山; 哈拉湖; 花粉; 植被; 古气候; 全新世; LGM

¹国家自然科学基金面上项目(Nos. 40971003、41371202)、中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金(SKLLQG1313)、科技部全球变化重大科学研究计划项目课题(973)(2010CB950203)和中央高校基本科研业务费专项资金共同资助。

孢粉记录的青藏高原东缘晚冰期以来 的植被和环境

程瑜 乔彦松

中国地质科学院地质力学研究所, E-mail:ftchengyu@msn.com

通过对青藏高原东缘若尔盖地区红原Ⅱ矿湖沼相岩芯的精确定年和孢粉分析,重建了该地区16.8 cal ka BP以来的植被和气候环境演化历史。结果表明:16.8~14.7 cal ka BP, 松属-禾本科-莎草科孢粉组合带,以亚高山草甸为主,气候寒冷湿润;14.7~6 cal ka BP, 松属-禾本科-蒿属孢粉组合带,气候开始得到改善,温度升高,主要发育高山草原植被;中晚全新世(6~0 cal ka BP),呈现出高山草甸景观,禾本科-菊科-莎草科孢粉组合带,木本孢粉含量急剧降低,气候变干变冷。我们利用蒿属/莎草科(A/Cy)值半定量的重建了研究区晚冰期以来的温度变化,结果显示14.9-13 cal ka BP、13-11.7 cal ka BP和8.4-7.8 cal ka BP分别对应于格陵兰冰芯记录的BØlling/AllerØd暖期、新仙女木事件和8.2 ka BP冷事件;全新世以来该区的温度逐渐降低,太阳辐射是造成青藏高原东缘温度变化的主要驱动因素。中晚全新世温度的降低是人类活动和气候变化共同影响的结果。

关键词: 青藏高原; 孢粉; 古气候; 印度季风; 全新世

黑龙江东部古近纪和新近纪孢粉植物群

丛杉¹⁾ 孔惠²⁾ 张一勇³⁾

- 1) 大庆油田有限责任公司采油一厂, 大庆 163318
 2) 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 大庆 163712
 3) 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

黑龙江东部三江盆地、虎林盆地和依兰—伊通地堑的方正断陷、汤原断陷古近纪和新近纪发育(最厚可达 3400 多米), 含有丰富的孢粉化石。它们对盆地(断陷)内及盆地间年代地层划分和对比具有重要的作用, 对阐述东北东部地区古近纪和新近纪的孢粉植物群的演替及古环境的推测也有重要的意义。

本次研究是基于 25 口井 300 余块钻井取芯样品所做的孢粉鉴定研究工作。经研究, 初步建立了东北黑龙江东部虎林盆地、方正断陷和汤原断陷三个构造单元地区的孢粉组合序列(如下), 并发现 2 新属(即 *Fujinipollis* 和 *Paratalisiipites*)和 10 新种(*Fujinipollis triangulus*, *F.spinulosus*, *F.elegans*, *F.verus*, *Striaticolporites striatus*, *Tricolporopollenite smagnus*, *Retitricolporites tangyanensis*, *Paratalisiipites communis*, *Syncolporites simplex*, *Monocolpopollenites microreticulatus*)。其中富锦粉属(*Fujinipollis*)仅发现于渐新统和中新统, 特别是在汤原断陷和虎林盆地中新统常见, 可视为该区中新统较标志分子而用于地层对比, 已被证实在后期地层研究中起到了重要的作用。

本次工作采用的研究材料为岩心样品, 因此化石材料层位可靠, 但因未获得连续钻井岩心样品, 组合序列由几个钻井分段岩心样品的孢粉化石记录衔接而成, 一定程度上影响了孢粉组合的连续性和精度, 有待新材料的补充而使其更正确和精细化。

方正断陷、汤原断陷和虎林盆地孢粉组合序列及其主要特征如下:

1、方正断陷

仅发现中始新世至中新世孢粉植物, 共建立了中始新世至中新世 4 个孢粉组合:

- 1) *Alnipollenites*—*Engelhardtiodites* 组合, 早始新世晚期—中始新世早期
- 2) *Quercoidites*—*Cupuliferoipollenites* 组合, 中晚始新世
- 3) Pinaceae 高含量组合, 渐新世
- 4) *Polydiaceaesporites*—*Quercoidites* 组合, 中新世

2、汤原断陷

根据孢粉植物发育特点分为西南部和东北部两个地区:

A. 汤原断陷西南部

本区仅发现中、晚始新世和渐新世孢粉植物群。前者面貌一致, 后者各井位区略有差异, 现分别命名其组合名称, 以便展现孢粉植物群平面上的分布情况。按时代分述如下:

1) 中晚始新世

Cupuliferoipollenites—*Quercoidites* 组合

2) 渐新世

渐新世孢粉植物群分为四种类型，它们分别是：

- ① *Pinuspollenites/Abietineaepollenites—Tiliaepollenites—Gothanipollis bassensis* 组合；
- ② *Pinuspollenites/Abietineaepollenites—Fagaceae pollen* 组合；
- ③ *Pinaceae pollen* 高含量组合；
- ④ *Cornaceoipollenites* 组合（很可能属晚渐新世的地区性孢粉植物群）。

B. 汤原断陷东北部

本地区古近纪和新近纪孢粉植物群系列比较完整。从古新世至上新世含五个时期的孢粉植物群，它们分别是：

- 1) 古新世—早始新世

Paraalnippollenites—Engenhardtiodites—Pistillipollenites 组合

- 2) 中、晚始新世

Cupuliferoipollenites—Quercoidites 组合

- 3) 渐新世

渐新世孢粉植物群大部分地域以松科植物花粉占优势，仅有少数井位区则不然，可分为三种类型：

- ① *Pinaceae pollen* 高含量组合

- ② *Cornaceoipollenites—Alnipollenites—Gothanipollis bassensis* 组合

- ③ *Polypodiaceaesporites—Alnipollenites—Gothanipollis bassensis* 组合

- 4) 中新世（有三种类型组合）

- ① *Juglandaceae pollen—Tsugaepollenites* 组合；

- ② *Fujinipollis* 组合；

- ③ *Ulmipollenites undulosus—Tiliaepollenites—Liquidambarpollenites—Caryapollenites simplex* 组合。

- 5) 上新世

Betulaepollenites—Artemisiaepollenites—Graminidites 组合

3、虎林盆地

虎林盆地钻井数量少，至今本区仅见有中始新世至上新世 5 个时期的孢粉植物群，如下：

- 1) 中始新世：*Cupuliferoipollenites—Quercoidites* 组合

- 2) 晚始新世：*Taxodiacesepollenites—Cupuliferoipollenites* 组合

- 3) 渐新世：*Pinaceae pollen* 高含量组合

- 4) 中新世（盆地中各井区有差异，分 3 个孢粉组合，其中虎 D3 井中新世孢粉植物早晚不尽一致，又分早、晚两个组合）：

- ① *Caryapollenites simplex—Liquidambarpollenites* 组合；

- ② *Fujinipollis* 组合；

- ③ *Sporotrapoidites—Fujinipollis* 组合；

- ④ *Betulaceae pollen—Juglandaceae pollen* 组合。

- 5) 上新世（见两个孢粉组合）：

- ① *Fagaceae pollen—Persicarioipollis* 组合

- ② *Piceaepollenites/Abiespollenites—Artemisiaepollenites* 组合

关键词：孢粉植物群；古近纪；新近纪；汤原断陷；方正断陷；虎林盆地

松辽盆地白垩纪三大生物群

谢晓云¹ 谢磊²

1. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 黑龙江大庆 163712
2. 大庆油田有限责任公司大庆钻探工程公司地质录井一公司, 黑龙江大庆 163411

松辽盆地是我国白垩系分布最广、厚度最大、发育最全、生物化石最丰富、油气资源储量最多的陆相沉积盆地。白垩纪是松辽盆地主要成盆期, 先后经历了断陷期、坳陷期、萎缩期, 每个时期均具有期特殊的构造、岩性、生物(化石)群特征。

自 20 世纪 50 年代末期大规模开展油气勘探以来, 松辽盆地已积累及其丰富的生物化石资料, 并进行了比较深入的总结研究工作, 为大庆油田的勘探与开发, 搞清地层、油层的纵横向分布规律, 提供了非常重要的依据。迄今已发现 20 多个化石门类, 并分别进行了形态学、分类学、生物地层学、古生态学、古气候学、系统演化等方法的研究工作, 据初步统计已鉴定描述的化石有 445 属 1263 种, 建立了 143 个化石组合或组合带、化石带。主要化石门类有介形类(30 属、230 种、17 个组合带、油层部分 47 个组合带)、叶肢介(34 属、214 种、11 个化石带)、孢粉(176 属、461 种、18 个组合, 油层部分 22 个组合带)、轮藻(23 属、66 种、4 个化石带、5 个亚带)、沟鞭藻、绿藻、疑源类(37 属、62 种、10 个组合带)、植物(63 属、128 种)、双壳类(29 属、68 种)、腹足类(20 属、33 种)、鱼类(10 属、11 种)、爬行类、两栖类(11 属、11 种)等。

本文在大量生物化石深入研究的基础上, 较全面地总结了发育与盆地断陷期的热河生物群、坳陷期的松花江生物群、萎缩期的明水生物群三大生物群的主要特征, 揭示了盆地内整个生物群发育特征的总体面貌, 纵向演化的总体特征及其在生物地层、生态环境、古气候研究中的意义。。这不仅对盆地内部井与井之间, 断陷与断陷之间的地层划分对比, 地质时代的确定有重要意义, 而且对松辽盆地周边盆地白垩系的划分对比, 深入开展国内白垩系陆相建阶研究均有其重要意义。

关键词: 热河生物群; 松花江生物群; 明水生物群; 白垩纪; 松辽盆地

松辽盆地白垩系综合年代地层格架体系

王树恒

大庆油田有限责任公司勘探开发研究院，大庆 163712

火石岭组产孢粉化石 *Cicatricosisporites*, *Klukisporites*, *Densoisporites* 和 *Aequitriradites* 等早白垩世代表分子，表明其时代属早白垩世；其火山岩锆石 LA-ICPMS 年龄为 124.9 ± 2.5 Ma，表明其时代可能已经上延至早 Aptian 期。沙河子组和营城组主要产有 *Ruffordia goeppertia*, *Acanthopteris gothanii*, *Coniopteris burejensis*, *Arctopteris rarineris* 等植物化石，营城组同时还产少量被子植物花粉化石 *Clavatipollenites*, *Polyporites* 和 *Tricolpopollenites* 等，表明营城组的时代可能已上延至 Albian 期；而营城组锆石 LA-ICPMS 法和 Shrimp 法加权平均年龄值区间为 101.4 ± 1.9 Ma~ 113.8 ± 1.5 Ma，进一步证实了其时代为晚 Aptian—中 Albian 期。登娄库组产中国北方 Albian 期典型孢粉植物群，其时代属 Albian 期应无疑义。泉头组所产大量被子植物花粉化石 *Cranwellia*, *Xingjiangpollis*, *Lythraidites*, *Quantonenpollenites*, *Scollardia*, *Beaupreaidites*, *Gothanipollis* 等，表明泉头组的地质时代不会早于 Cenomanian 期。青山口组则出现了 *Complexiopollis* 等结构复杂的正型粉类，显示青山口组具有晚白垩世 Turonian 期以后的被子植物花粉色彩（宋之琛等，1999）；青山口组火山岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 同位素年龄和火山灰夹层锆石 U-Pb 年龄为 $88 \sim 91.35$ Ma，证实其时代属 Turonian 期，可上延至 Coniacian 期。嫩江组二段底部的火山灰夹层锆石 U-Pb 年龄为 83.68 ± 0.47 Ma，同时，在嫩江组二段至五段获得 1 个稳定的反极性磁条带，证实嫩江组的地质时代应为 Santonian-Campanian 期。四方台组为混合磁极性带，对应于 GPTS 表中 C32n.2n~C33n，其时代应为中、晚 Campanian 期。明水组为混合极性带，对应于 GPTS 表中 C29r~C32n 混合极性带，其时代应为晚 Campanian-Maastrichtian 期。

基于生物地层、年代地层、事件地层和磁性地层研究成果，实现了对松辽盆地白垩系地层年代的综合标定。由此确立的松辽盆地综合年代地层格架体系及其与海相标准地层的对应关系分别为：火石岭组对应于 Hauterivian-Barremian 期，可能上延至 Early Aptian 期；沙河子组对应于 Early and Middle Aptian 期；营城组对应于 Late Aptian-Early Albian 期，可能上延至 Middle Albian 期；登娄库组对应于 Middle and Late Albian 期；泉头组对应于 Cenomanian-Early Turonian 期；青山口组对应于 Middle Turonian-Early Coniacian 期；姚家组对应于 Middle and Late Coniacian 期；嫩江组对应于 Santonian- Early Campanian 期；四方台组对应于 Middle and Late Campanian 期；明水组对应于 Late Campanian-Maastrichtian 期。

关键词：松辽盆地；白垩系；地层格架；综合年代

松辽盆地断陷期火石岭组顶面特征研究

丛岩¹ 杨秀芳² 党毅敏² 丛杉¹

1. 大庆油田有限责任公司采油一厂, 大庆 163318
2. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院, 大庆 163712

松辽盆地深层断陷期不同地质时期地层的产出环境差异很大, 使得不同组段的岩性、岩相具有明显的差异性。根据岩石组合特点和地层接触关系, 松辽盆地断陷期地层自下而上可划分为火石岭组、沙河子组、营城组。断陷期对应的主要地层界面有基岩顶面、沙河子组顶面和营城组顶面。魏魁生等 (1997)、邓小霖等 (2006,2007)、张明学等 (2008)、蒙启安等 (2005)、姜传金等 (2008) 先后对松辽盆地断陷期地层进行了研究, 从不同侧面总结了主要地层界面的地质特征, 本次研究在梳理前人研究成果和系统研究的基础上, 总结了松辽盆地断陷期火石岭组的地质特征。

火石岭组顶面为火石岭组的火山岩突变为沙河子组碎屑沉积岩的界面, 岩性特征差异性较为明显。除徐家围子地区有大量探井揭示这一界面外, 盆地内大庆长垣上的葡深 1 井、西部斜坡上的梅参 1 井以及滨北地区的北参 1 井等也揭示了这一地产界面。区域上, 这一界面总体表现为火石岭组的火山岩突变为沙河子组湖相泥岩, 局部地区可相变为火石岭组的火山角砾岩相变为沙河子组的泥岩。

电性上, 深、浅侧向曲线总体表现为有沙河子组的低平细锯齿状迅速跃迁为火石岭组箱状或块状高阻, 自然伽马则呈明显的负向偏移。

生物组合上, 火石岭组产孢粉化石 *Piceites*—*Piceaepollenites*—*Cyathidites* 组合, 植物化石 *Nilssonia sinensis*, *Elatodladus manchurica*, *Ginkgoites* sp., *Pterophyllum* sp. 等。沙河子组下部产孢粉 *Classopollis*—*Piceites*—*Osmundacidites* 组合。植物化石 *Elatocladus submanchurica* 亚东北枞型枝—*Ginggoites orientalis* 东方似银杏化石带, 叶肢介化石 *Eosestheria persculpta*, *E.cf. jinganshanensis*, *E.aff. middendorfii*, *E.cf. lingyuanensis* 等; 介形类化石 *Cyprides unicostata* 单肋女星介—*Limnocypridea abscondida* 隐湖女星介组合带, 双壳类化石 *Ferganoconcha subcentralis*, *F.cf.sibirica*, *F.ex.gr.curta* 等。火石岭组与沙河子组均产早白垩世孢粉化石 *Cicatricosporites*, *Klukisporites*, *Densoisporites* 和 *Aequitriradites* 等早白垩世代表分子, 表明其时代已属白垩纪。

徐家围子地区, 该界面在地震剖面上表现为: 由下部的丘状低频不连续反射波组特征或在道方向上成层性明显较差的反射波组特征突变为上部的较连续平行反射波组特征。

关键词: 松辽盆地; 断陷期; 火石岭组; 沙河子组; 白垩纪

松辽盆地青山口组的生物地层学特征

党毅敏¹ 丛杉² 曹维福¹ 孔惠¹

1. 大庆油田有限责任公司勘探开发研究院，大庆 163712
2. 大庆油田有限责任公司采油一厂第六油矿，大庆 163318

青山口组是原地质矿产部第二普查大队 1958 年在吉林省农安县青山口根据地露头创立的，露头剖面见于第二松花江北岸吉林省榆树县五棵树、农安县青山口以及前郭尔罗斯蒙古族自治县的登娄库等地，黑龙江省哈尔滨市以东的松花江南岸亦有出露，完整剖面由钻井揭示。

根据岩性组合及生物群特征，可将青山口组划分为 3 段，一段主要以深湖相、半深湖相的黑色泥岩和页岩为主；二、三段则以黑色泥岩与灰、绿色薄层粉砂岩呈不等厚互层为特点，东部可相变为红色泥岩、砂质泥岩，化石丰富，岩性、岩相变化大。茂 206 井青山口组一段以深灰色、橄榄灰色、灰黑色泥岩为主，夹黑色页岩、橄榄黑色白云岩、深灰色灰岩，以及少量钙质粉砂岩。该段厚 81.41m，底部 10-30m 范围内 3 套黑色泥岩夹劣质油页岩、页岩，在全盆地分布稳定，为盆地划分对比一级标志层。其下伏地层为泉头组四段的砂岩、粉砂岩夹绿灰色块状泥岩，两种在岩性、颜色特征差异明显，易于识别和划分。

青山口组是松辽盆地白垩纪生物大量爆发性繁盛期之一，生物多样化特点鲜明，化石门类及属种繁多，计有介形类、叶肢介、双壳类、腹足类、鱼类、轮藻、藻类、植物等十余个门类。据已有文献，青山口组一段建立了多门类微体古生物化石组合，介形类为 *Triangulicypris torsuosus-Triangulicypris torsuosus var.nota* 组合，藻类 *Kiokansium—Dinogymniopsis* 组合带，孢粉 *Cicatricosporites—Cyathidites-Pinuspollenites* 组合，化石指示其时代为晚白垩世。介形类组合中，泉头组上部发育的 *Cypridea*, *Mongolocypris*, *Candona* 等化石属种可延至青山口组一段下部的油页岩、页岩之下，页岩、油页岩沉积之后，上述化石属种绝灭。代之而起的是 *Triangulicypris* 属的种繁盛，尤其是以 *Triangulicypris torsuosus* 为主，其数量及其丰富，常富集成层产出（介形类钙质层）；藻类组合也是如此，属种分异度不高，但单个属种丰度很高，总体以介形类、藻类等湖生微体生物的极度繁盛为突出特点，称为松辽盆地主力烃源岩层的主要贡献者。

关键词：松辽盆地；青山口组；生物地层学

雅鲁藏布大峡谷现生维管植物区系特征

赖阳均^{1,2} 杨永² 刘冰² 林秦文² 王伟铭^{1*}

1. 中国科学院南京地质古生物研究所
2. 中国科学院植物研究所

雅鲁藏布大峡谷地处西藏东南部米林县和墨脱县境内，隶属于印度大陆与欧亚大陆碰撞最前缘的东喜马拉雅构造结构地区，其最深地段位于东喜马拉雅末端的南迦巴瓦峰（7782米）和加拉白垒峰（7350米）之间，高差在5000米以上，形成雅鲁藏布大拐弯和世界上最深的峡谷。雅鲁藏布大峡谷的直接成因可归结于该地区地壳3百万年来的快速抬升及深部地质作用。自15万年以来，大峡谷地区的抬升速度达到30毫米/年，是世界抬升最快的地区之一。古地磁测量表明，前寒武纪时，南迦巴瓦峰的位置还在北纬13度附近，而现在已处在北纬29.30度附近，表明随着大陆的漂移，印度板块自白垩纪以来，已向北东方向推进楔入欧亚板块达15个纬度之遥。印度板块的北北东进和欧亚板块的碰撞和低角度俯冲，造成了板块之间的雅鲁藏布地缝合线带。这里地壳强烈上升，地幔上涌，作用于岩石圈和地表，决定了雅鲁藏布大峡谷和大拐弯的主要成因。独特的地质构造、巨大的垂直海拔落差以及多变的局部气候变化孕育了丰富且独特的物种多样性。成为我国唯一的具有较为完整植被垂直带的地区，既是热带植物沿雅鲁藏布江向高海拔扩展的高限和向北延伸的北限，同时也是温带植物向低海拔和向南扩展的低限和南限。植物种类组成是形成植物群落的首要条件，分析该区植物群落的区系特点和性质，对于认识植被的特点、分布、发生历史及古环境和植被等都十分重要。本研究在前人对该区植物研究的基础上，整合历史标本记录（37713份）和项目组采集的标本数据，形成了关于雅鲁藏布大峡谷朗县至墨脱县的最新植物物种编目，并基于此进行植物区系分析。本区植物区系具有如下特点：

1、植物种类丰富。

本区属于高山峡谷，自然条件复杂，自然历史悠久，植物经历了起源分化迁移和扩散等的系统发育和生物地理学过程，种类非常丰富。据本项目最新编目，本区分布5350种维管植物（其中蕨类463种），隶属于1259属226科，约占中国总科数（300科）的75.3%，总属数（3434属）的36.7%，总种数（31180）的17.2%，与中国各省区植物种数相比，较云南、四川、广西、贵州和广东等省种类少，但是比其他各省都多，是中国植物物种相当密集的地区。

2、植物区系的地理成分复杂。

由于来自印度洋的暖湿气流在青藏高东南地区形成世界第一大降水带，这既造成了大峡谷地区齐全的垂直自然带分布，又使热带气候带在青藏高原东南地区向北推移了五个纬度，进而推动许多热带动、植物分布向北推移，促进了喜马拉雅山脉南北生物的混合与交流。因此该区植物区系中十五种分布区类型全部都有。从植物区系平衡理论来看，雅鲁藏布大峡谷植物区系整体上具有亚热带性质，其中热带成份占50%，温带成份占44%。由东向西热带性质逐渐递减，而温带成份逐渐增加。另外，由于喜马拉雅的快速隆起，不少植物辐射分化形成大量新特有类型，如杜鹃花属、马先蒿属、报春花属等。

3、植物区系起源古老。

雅鲁藏布大峡谷自中新世末以来形成，既保存了古老历史成份，也有大量的新发生的类型。该区植物区系从区系性质上看有明显的热带向温带过渡的特点，是热带和温带植物区系的两大区系结。从起源上讲，它是第三纪以后才发展起来的年轻区系，主要有三重起源：一部分是来自于古老的东亚植物区系成分包括了中国——喜马拉雅成分；一部分来自于南方的热带成分主要是印度——马来成分；第三种则是上述二种成分在这里汇合后发展起来的成分，也即喜马拉雅成分包括本区的特有成分。

4、特有植物繁多。

雅鲁藏布大峡谷特有植物资源丰富，本项目调查发现本区有包括合头菊属(*Syncalathium*)、胡黄连属(*Neopicrorhiza*)、翅果蓼属(*Parapteropyrum*)、金铁锁属(*Psammosilene*)、秦岭藤属(*Biondia*)、舟瓣芹属(*Sinolimprichtia*)等中国特有属17属。中国特有种则多达2019种，雅鲁藏布江维管植物特有种多达144种。这些特有种的分布区普遍狭窄，如：巨柏、翅果蓼、鳞果虫实、藏南杜鹃、墨脱吊石苣苔等。

关键词：植物区系；现生维管植物；雅鲁藏布大峡谷

青藏高原昌都布托湖全新世以来植被 演变和气候变化

张芸¹ 孔昭宸¹ 杨振京² 张齐兵¹ 张卉^{1,3}

1 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京100093

2 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定050803

3 中国科学院大学, 北京100049)

青藏高原古湖盆大多处于气候和植被变化的敏感地带, 湖相沉积物中赋存着过去全球变化中大量的古植被和古气候信息。因此, 高原湖泊发育的研究对了解高原环境变迁和植被演替有着重要的意义。

本文利用西藏昌都地区25个不同海拔高度的表土花粉数据以及取自布托湖钻孔剖面中的72个地层花粉数据进行分析, 并依AMS14C测年数据揭示出西藏布托湖地区($31^{\circ}36'28.6''N$, $95^{\circ}34'30.8''E$, 海拔4682m)不同时段植被变化的历史过程和演化规律, 探讨高山植被演变的时空变化及其对极端气候事件的响应特征。

青藏高原昌都地区布托湖11140 cal. yr BP以来的地层花粉数据是以莎草科花粉高含量组合与蒿属花粉高含量组合的交替出现为主要特征, 这与该区现代植被处于青藏高原东部较湿的高山草甸和西部较干的高山草地植被过渡带的情况较为吻合。基于对布托湖地区的现代和地层花粉数据的除趋势对应分析(DCA)、蒿属/莎草科花粉含量(*Artemisia/Cyperaceae*)比值和主要花粉类型的百分比含量研究结果均表明在11140–8700, 8000–6000和5600–1780 cal. yr BP期间, 该区气候较为湿润, 当时的植被以高山草甸为主, 表明在此期间西南季风的强度加强。而在8700–8000和6000–5600 cal. yr BP期间则出现两次较强的变冷变干期, 植被转为高山草地类型, 说明西南季风在此时出现减弱的趋势。从而依据现代和化石孢粉数据, 强调了西藏布托湖地区11140 cal. yr BP以来曾经历了千年尺度的湿润气候期和百年尺度的干旱气候事件。这一研究成果, 有助于加深我们对青藏高原与全球气候的区域响应和东亚古季风演化等问题的认识。

关键词: 青藏高原; 布托湖; 全新世; 季风; 蒿属; 莎草科

长白山区湿地植硅体的保存特征研究

介冬梅 郭梅娥

东北师范大学地理科学学院，长春 130024

高分辨率古环境研究解决表土植硅体组合对其上覆的植物群落的植硅体代表性。为了更加准确的揭示长白山区湿地群落与表土植硅体之间的对应关系，本文引入 CR 值（CR 值 = 群落植硅体浓度 / 表土植硅体浓度），根据该值的大小将长白山区 34 个样地表土植硅体的保存程度分为五个等级：极差，差，一般，好，很好。CR 值结果显示：长白山北坡表土中各类型植硅体的保存程度为好和很好，说明即使在坡度较大的山区，植硅体组合仍具有原地沉积的特点；湿地中同一类型植硅体 CR 值空间差异较大。总体上，除气孔和硅质突起保存极差外，帽型、鞍型、尖型等类型保存均为“好”和“很好”。不同采样点植硅体总浓度 CR 值的平均值为 0.29，说明约 29% 植硅体来自现在生长的群落。可见，利用 CR 值的均值作为校正系数来改进植硅体-气候因子模型，对于提高模型精度具有一定的参考价值。

国家自然科学基金项目（40971116）、环保行业公益项目资助（201109067）。

关键词： 植硅体；湿地；长白山

福建戴云山晚全新世来植被、气候变化和人类活动的泥炭记录

赵琳¹ 马春梅^{1*} 唐领余² Kam-biu Liu³ 张愈¹ 方伊曼¹ 许振¹

1. 南京大学地理与海洋科学学院, 南京, 210023

2. 中国科学院南京地质与古生物研究所, 南京, 2100083

3. Global Change and Coastal Paleoecology Lab, School of the Coast and Environment, Louisiana State University, Baton Rouge, LA 70803, US.

*通讯作者

根据 AMS¹⁴C 测试分析结果, 戴云山莲花池湿地的泥炭沼泽剖面(DYS2)是 3870.5 cal. a B.P 来的连续沉积。以 2cm 间距进行孢粉分析和 1cm 间距进行了烧失量、腐殖化度、Rb/Sr 等多指标分析, 结果显示: 整个剖面中, 孢粉浓度丰富, 共鉴定出 96 科属。乔木和灌木花粉科属最多, 其中, 常绿阔叶乔木花粉含量高于落叶阔叶乔木。草本花粉科属较多, 但含量较低。毛茛和莎草等湿生草本在整个剖面中都有出现。根据孢粉百分比和浓度图谱的变化特点, 剖面自下而上共分为 2 个孢粉带和 5 个孢粉亚带。

孢粉 1 带(100—46cm), 3870.5-2093 cal.a B.P., 喜暖的常绿栎、栗、锥/栲、枫香等阔叶乔木花粉含量高, 耐寒的松、云杉数量很低, 莎草、毛茛等湿生草本含量高, 反映了该阶段含有大量常绿成分的阔叶乔木植被类型, 此时, Rb/Sr 和吸光度较高, 烧失量较低, 指示较温暖湿润的气候特征。其中, 孢粉亚带 1a(100—72cm), 3870.5—3504.75 cal a B.P., 乔木和灌木花粉百分比略高于陆生草本, 其中, 喜暖的栗、锥/栲、枫香百分含量达到整个剖面最高值, 松、云杉的数量很低, 此时 Rb/Sr 和吸光度较高、烧失量低, 但变化波动较大; 孢粉亚带 1b (72--58cm), cal 3504.75-2654.25 cal a B.P., 乔木和灌木花粉百分比含量为整个剖面最高, 常绿栎、栗、锥/栲、枫香等百分比含量较高, 湿生草本中莎草科达到剖面最高值, 此时, Rb/Sr 和吸光度较高, 烧失量较低, 气候较温暖湿润; 孢粉亚带 1c (58-46cm), 2654.25--2039 cal a B.P., 花粉浓度在整个剖面中最高, 与孢粉亚带 1a 和 1b 相比, 常绿栎为主的乔木和灌木花粉含量有所降低, 禾本科花粉含量增加, 此时 Rb/Sr 和吸光度数值较高, 烧失量数值较高但波动较大, 此时气候仍较温暖湿润。

孢粉 2 带(0—46cm), 2093--0 cal.a B.P., 乔木和灌木花粉和湿生草本花粉含量降低, 陆生草本花粉含量升高。松属花粉含量较高, 常绿栎、栗、锥/栲、枫香、冬青、水青冈、桦、鹅耳枥/榛等花粉均较低, 禾本科、菊科含量升高, 后期湿生草本数量增加, 该阶段植被类型以松等针叶林为主, 林下草本繁盛的植被特征, 此时, Rb/Sr、吸光度和烧失量数值较低, 反映了温凉偏干的气候特征。其中, 孢粉亚带 2a(46—22cm), 2093-1001 cal.a B.P., 乔木和灌木花粉远远低于陆生草本花粉含量, 湿生草本花粉为整个剖面最低值。松属百分含量为整个剖面最高值, 常绿栎、栗、锥/栲、枫香、冬青等阔叶类花粉含量均较低, 禾本科、菊科含量增加。Rb/Sr、吸光度和烧失量数值较低, 此时气候为温凉偏干; 孢粉亚带 2b (22—0cm), 1001--0 cal.a B.P., 陆生草本和湿生草本花粉为整个剖面的最高值, 阔叶类花粉含量较低。其中, 松科含量较高, 菊科达到剖面最高值。Rb/Sr 和吸光度数值较低, 烧

矢量由高到低变化，此时气候较为冷干。孢粉 2 带与孢粉 1 带相比，乔木和灌木花粉显著减少，可能与人类的砍伐有关，禾本科显著增加，表明约 2000 cal.a B.P 以来，人类活动对环境影响加强。

国家自然科学基金面上项目（41371202）、中国科学院地球环境研究所黄土与第四纪地质国家重点实验室开放基金（SKLLQG1313）、科技部全球变化重大科学研究计划项目课题（973 项目课题）（2010CB950203）和中央高校基本科研业务费专项资金共同资助。

关键词：气候变化；人类活动；植被；晚全新世；福建

孢粉含量的意义——新近纪古气候定量重建方法的一些探讨

魏金辉

中山大学地球科学系，广州 510275

利用东亚表土孢粉数据库中 1755 个反映天然植被的表土孢粉样点数据及 WorldClim 高分辨率气候栅格，对我国一些主要建群植物种类的孢粉作百分含量-气候因子散点图，获得了与含量相关的年均温、年降雨量范围数据。应用所得数据以气候区间法重建了琼州海峡 CZ-XXZT-06 钻孔晚新近纪 7.14~3.02 Ma B.P 的古气候。此外，根据我国现有木本植物分布资料获取种属气候范围数据，以共存因子分析法对同一钻孔作古气候定量重建。结果表明前一种方法重建的精度较后一种方法高，充分反映出孢粉含量在古气候定量重建中的重要意义。为进一步揭示表土样点中孢粉含量与多气候因子间的关系，对这些种属百分含量、年均温、年降雨量等气候因子作非线性回归分析，建立了孢粉-气候响应面，并对孢粉-气候响应面与气候区间法结合重建新近纪古气候的可行性做了初步探讨。

关键词：孢粉含量；气候区间法；共存因子法；孢粉-气候响应面；新近纪

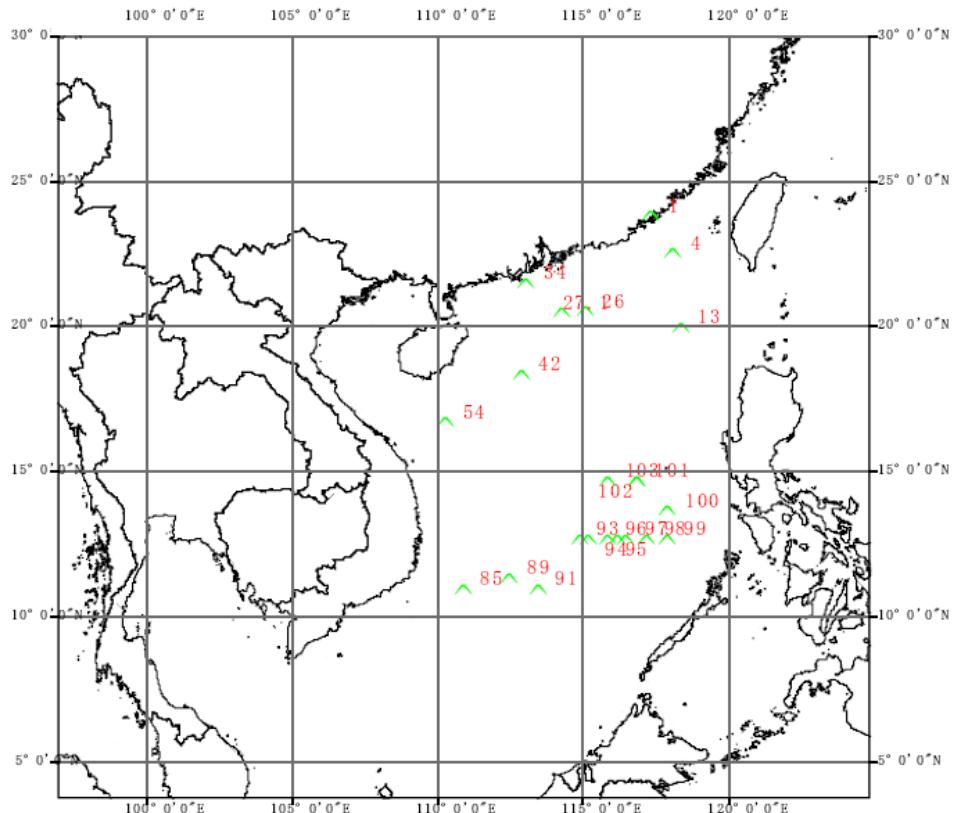
南海表层水体孢粉传播初步研究

罗传秀* 陈木宏 向荣 张兰兰 刘建国 陆均

中国科学院南海海洋研究所边缘海地质重点实验室，广东广州510301

*email: luocx30@126.com)

本研究利用中国自然科学基金委2011年8-9月在南海的共享航次收集并过滤的表层海水中的孢粉样品23个，计算各站位样品的孢粉数量，研究南海表层海水中的孢粉特征及其分布规律。



结果表明，以15°N为界，以北的样点（1、4、13、26、27.1、34、42、54）孢粉总数较多，最多达66粒/样，主要以三缝孢和单缝孢为主，位于珠江口的样点34有一些松属花粉（3粒/样）。15°N以南的样点孢粉总数较少，总数最多达36粒/样，孢粉种类以三缝孢、单缝孢和松属花粉为主；三缝孢、单缝孢含量比15°N以北的样点低，松属花粉的含量比15°N以北的样点高，最多达16粒/样；另外还有藜科、禾本科、杜鹃花科、木兰科等花粉。

关于孢粉的传播：1) 松属：北部除位于珠江口的34号样点松属含量较高以外（3粒/样），其余样点的松属含量随着离岸的距离增加而降低，但不能据此得出结论说松属仅被河流传播，而不被风传播。因为在远离河流的15°N以南，各样点（共15个）的松属含量都比较多（2-16粒/样），由于南部样点的采样季节是9月，当时南部吹西南风，盛行西南表层海流，故

推测南部松属花粉是来自于中南半岛和马来半岛，传播动力为西南风和西南表层海流。2) 三缝孢：三缝孢含量以15°N以北的样点13含量最高（44粒/样），其次为样点34（36粒/样）。与15°N以北的样点相比，15°N以南的样点三缝孢含量比较低。从这一点推测三缝孢主要被河流和海流传播，它们很少被风力传播。3) 海流与河流对表层水孢粉传播的影响：样点34位于珠江口，因被河流传播而使三缝孢含量最高。样点13位于黑潮分支进入南海的巴士海峡，推测9月上旬来自东面的海流从菲律宾群岛北部携带大量三缝孢至此；样点27位于南海北部表层边界流，推测9月上旬西南海流从海南岛携带大量三缝孢至此。

基金项目：国家自然科学基金（41176049）。

关键词：孢粉；传播；表层水；南海

塔里木盆地玉北地区孢粉组合序列及地层对比

魏玲

中化石油化工股份有限公司西北油田分公司勘探开发研究院

玉北地区位于塔里木盆地西部，构造位置上处于麦盖提斜坡的东部，地理位置上位于新疆维吾尔自治区和田地区，地跨叶城、皮山、墨玉、和田、洛浦、策勒等县市境内，西北角跨喀什地区麦盖提县。通过对玉北地区及周边皮山北 10 口钻井 213 块孢粉样品的分析鉴定，建立 9 个孢粉组合。

1. 泥盆系法门阶 *Apiculirtusispora hunanensis -Aneurospora tarimensis* 组合
典型分子有：*Apiculirtusispora hunanensis*, *Apiculirtusispora rarissima*, *A. fructicosa*, *Retusotriletes incohatus*, *R.leptocentrum*, *Aneurospora tarimensis*, *Cymbosporites tarimensis*, *Cymbosporites bellus*, *Grandispora echinata*, *G.cornuta*, *Knoxisporites literatus*, *Ancyrospora langii*, *Raistrickia corynoges* 等。
2. 早石炭世维宪期 *Lycospora pusilla* 组合
全部为蕨类植物孢子，几乎全为鳞木孢 *Lycospora* 属分子，有：*Lycospora pusilla*, *L.subtriquetra*, *L.pellucida* 零星见有 *Cyclogranisporites pressoides*, *Crassispora kosankei* 等。
3. 早石炭世维宪中期 *Knoxisporites stephanophorus-Knoxisporites triradiatus* 组合
含量最多的仍是鳞木孢 *Lycospora* 属分子，新增分子 *Waltzispora polita*, *Pustulatisporites papillosum*, *Grumosisporites varioreticulatus*, *Grumosisporites verrucosus*, *Knoxisporites stephanophorus*, *Knoxisporites triradiatus*, 等。
4. 早石炭世维宪期晚期 *Triquitites marginatus- Schulzospora campyloctera* 组合
占优势的仍是鳞木孢 *Lycospora* 属分子，出现数量极少的裸子植物花粉 *Schulzospora campyloctera*, *Potonieisporites*, *Cyclogranisporites pressoides* 数量多。典型分子有：*Raistrickia nigra*, *Triquitrites marginatus*, *Vestispora fenestrata*, *Mooreisporites* sp., *Murospora margodentata*, *Perotrilites tessallatus* 等。
5. 早石炭世维宪晚期-纳缪尔 A 早期 *Tripartites vetustus-Bellisporites nitidus* 组合
占优势的仍是鳞木孢 *Lycospora* 属分子，裸子植物花粉极少，新增分子 *Tripartites vetustus*, *T. distinctus*, *T. trilinguis*, *Simozonotriletes* sp., *Reticulatisporites carnosus*, *Bellisporites nitidus*, *Polycingulatisporites convallatus* 等。
6. 早石炭世纳缪尔 A 中期 *Ahrensisporites guerickei- Rotaspora knoxii* 组合
新增分子 *Ahrensisporites querickei*, *Rotaspora knoxii*, *Raistrickia fibrata*, *Mooreisporites fustis*, *Kraeuselisporites ornatus* 等。
7. 早二叠世晚期 *Protohaploxylinus-Hamiapollenites* 组合
YB1 井 4938.90m。蕨类植物孢子占 3.8%，具肋双气囊花粉占 70.5%，无肋双气囊花粉占 15.4%，单气囊花粉占 10.3%。具肋双气囊粉 *Protohaploxylinus* 含量最高（38.5%），其次为哈姆粉 *Hamiapollenites* (18.9%)，常见 *Striatobieites*, *Striatopodocarpites*, *Vittatina*。

无肋双气囊花粉 *Alisporites*, *Falcisporites*, *Platysaccus*, *Sulcatisporites*。单气囊花粉主要有 *Cordaitina*, *Potonieisporites*。

8. 晚二叠世 *Protohaploxylinus-Taeniaesporites* 组合

PSB2 井 4428m-4450m。裸子植物花粉中，具肋双气囊花粉占（64.1-68.1）%，无肋双气囊花粉占（17.6-20.6）%，单气囊花粉占（8.8-9.2）%，有沟类花粉占（2.3-3.3）%。具肋双气囊花粉中 *Protohaploxylinus* 含量最高，占（30.5-31.9）%，其次有 *Taeniaesporites* 占（11.5-12.1）%，*Striatopodocarpites*, *Striatobabieites*, *Hamiapollenites*, *Vittatina* 等，*Gardenasporites* 占（1.5-3.3）%。无肋双气囊花粉有 *Alisporites*, *Falcisporites*, *Podocarpites*, *Platysaccus*, *Sulcatisporites* 等。单气囊花粉有 *Cordaitina*，波脱尼粉 *Potonieisporites*。有沟类花粉有数量不多的 *Ephedripites*, *Urmites*, *Tuberculatosporites*。

9. 棱粉 *Meliaceoidites*-青海粉 *Qinghaipollis*-麻黄粉 *Ephedripites* 组合

YB4 井 3723m-3730m。被子植物花粉占优势，占 70.3%；裸子植物花粉次之，占 12.7%；蕨类植物孢子很少，占 7.6%；菌、藻类数量不多。被子植物花粉中，以 *Meliaceoidites*（29.7%）为主，次为 *Labitricolpites*（11.9%），*Qinghaipollis*（6.8%），*Nitrariddites*（5.1%），*Rutaceoipollis* 等。还见有数量不多的 *Tricolporopollenites*, *Sapindaceidites*, *Chenopodipollis*, *Taxodiaceaepollenites*, *Carpinipites*, *Ulmipollenites*, *Liliipollis* 等。裸子植物花粉有 *Ephedripites*（12.7%）。蕨类植物孢子见有 *Cyathidites minor*, *Pterisisporis*, *Extrapunctatosporis*, *Polydodiaceaesporites*。菌类见有 无孔单胞孢 *Inapertisporites*，藻类见有 *Leiosphaeridia*, *Campenia*, *Granodiscus*。

通过与巴楚、塔中及塔河地区各时代孢粉组合对比，玉北地区只有 PSB2 井、YB4 井存在晚泥盆世法门期东河唐组部分地层，早石炭世杜内期巴楚组地层全部缺失，维宪期卡拉沙依组以不同层位覆盖于奥陶纪灰岩上，火山岩归属于早二叠世晚期（茅口期）。

关键词：孢粉组合；地层对比；塔里木盆地

孢粉与硅藻共同指示的陆地-水体环境 相关性

——以山旺和张村为例

李亚蒙^{1,2} 梁明媚² 秦锋²

1. 临沂大学

2. 中国科学院植物研究所

大气温度与降水量的变化，必然会对水体环境造成影响。通过陆地植物孢粉反映的陆地环境的变化，与通过硅藻组合反映的水体环境的变化，在一定程度上具有一致性。在对孢粉组合进行分析的同时，进行硅藻组合的分析，有助于深入理解陆地-水体环境的相关性。通过对中新世山东山旺组硅藻组合以及晚中新世山西张村组硅藻组合的分析，结合相同剖面、相同样品进行的孢粉组合分析，结果表明基于孢粉数据的湿润生境向干燥生境的转变与硅藻组合指示的水深、水体盐度变化相一致，反映了陆地与水体生态系统之间的密切关系，说明硅藻组合反映的水位变化过程与孢粉组合所反映的湖岸气候变化是大致吻合的。

关键词：孢粉；硅藻；环境

南黄海西部陆架表层沉积物孢粉分布 特征及其沉积环境

杨庆华¹ 杨振京¹ 常凤鸣² 刘林敬¹ 毕志伟¹

1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定 050803
2. 中国科学院海洋研究所, 海洋地质与环境重点实验室, 山东青岛 266071

南黄海为长江口至济州岛连线以北的椭圆形半封闭陆架海域。本研究对其西部采集的310个站位表层沉积物样品进行了孢粉分析。通过对该区孢粉总浓度以及沿岸代表性植物松属、栎属、藜科和蒿属花粉百分含量分布特征的综合对比分析, 将此区域划分出三个孢粉组合区。分别为以胶南市及青岛市附近海域的孢粉浓度高值区(I)、灌河河流域入海口附近的低值区(II) 和灌河及射阳河流域之间沿岸附近海域的蒿-藜等草本植物孢粉富集区(III)。孢粉浓度高值区(I) 与青岛和胶洲地区陆缘的赤松林、栎林植被相关; 孢粉低值区(II) 与河口位置的水动力大小和方向相关; 草本植物孢粉富集区(III) 与苏北滨海平原的草甸植被相关。结果表明, 此海区沉积物中的孢粉分布特征主要与陆缘地区的植被类型、河流入海口位置和海流系中的沿岸流模式三者关系密切。因此, 海洋沉积的孢粉组合能够较好地反映陆缘地区的古植被与古气候。

[我国近海海洋综合调查与评价(908 专项) (908-01- CJ07-06)、“CJ07 区块海底底质调查与研究”项目第七课题“CJ07 区块底质沉积物孢粉分析”及国家自然科学基金面上项目(批准号: 40972212)资助。]

关键词: 南黄海; 表层沉积; 孢粉分布特征; 沉积环境

全新世湿地水松林的发育及其消亡

郑卓¹ 彭环环¹ 黄康有¹ 郑艳伟²

1. 中山大学地球科学系
2. 广州地理研究所

水松 (*Glyptostrobus pensilis*) 是杉科的单种属植物，国家一级保护树种。水松在第三纪地层发现了多个种，广布于北半球，到第四纪晚期仅残留分布于中国南部和东南部局部地区。由于第四纪冰期的气候变化、水文环境变迁、近代人为干扰、植被演替压力等因素，导致水松的分布范围不断缩小，天然种群急剧下降。目前，这一古老孑遗植物的自然群落面临灭绝的危险。

本研究揭示了现代水松主要种群的地理分布规律，运用群落分布与气候关系探讨了水松的气候适应范围。并根据孢粉分析探讨了水松植物在全新世时期的分布，并以珠江三角洲为例探讨了全新世末期水松群落大面积发育，以及随后急剧消失的过程。

研究结果证明，水松在末次冰期低海面曾广泛分布在裸露大陆架的南海北部至东海，在华南地区沿岸，距今~4000 cal BP 至~1500 cal BP 是水松群落在三角洲周边丘陵盆地大面积发育的时期，大多数水松群落在三角洲周边稳定生长达 3000 年左右。天然水松群落的急剧消失主要发生在距今 2000 年以来，特别是距今 1400 年以来。

根据现代水松林的生活环境及其气候适应性，全新世期间的一些降温事件（如小冰期等）幅度不足以影响水松的生存。根据水松消失期地层的孢粉研究结果，水稻型禾本科花粉在水松消失层中十分丰富，因而推测水松群落的快速消亡与人类农业活动具有十分密切的关系；同时海平面变化和三角洲进积过程引起的周边潜水面水位变化、江河流域反复的洪水事件等也对水松林的消失起到重要作用。低海拔水松林湿地常常是人类水稻田开发的共同区域，是人类生存与自然湿地系统相互博弈的典型范例。因此，人类近2000年来快速的人口和农业发展无疑是天然水松种群急剧减少的最主要原因。本研究得到国家自然科学基金的资助（41072128）。

关键词：水松；全新世；消亡；人类活动；气候

Vegetation and climate changes of the last 4000 years from a subtropical swamp in Jing Gang Mountains, Jiangxi province

亚热带井冈山地区湿地沼泽记录的近4000年来植被和气候变化

Kangyou Huang¹ Zhuo Zheng¹ Wenbo Liao² Linglong Cao³
黃康有¹ 郑卓¹ 廖文波² 曹玲珑³

1. Department of Earth Sciences, Sun Yet-san University, Guangzhou, China

2. School of Life Sciences, Sun Yet-san University, Guangzhou, China

3. South China Sea Marine Engineering and Environment Institute, SOA, Guangzhou, China

Pollen analysis from a 165cm core in Jinggang Mts, Jiangxi Province was carried out. The radiocarbon dates reveal a continuous record that encompasses the last 4000 cal yr BP. The pollen record reveals that climate was relatively cool at 4000~3200 cal yr BP and 2200~1300 cal yr BP and warmer at 3200~2800 cal yr BP and 1300~800 cal yr BP. The charcoal concentration demonstrates at least 6 major forest fire events since 4000 cal yr BP.

The cold periods were characterized by temperate deciduous tree taxa such as *Fagus* and shrubs (Ericaceae). In contrast, the warm intervals were marked by subtropical evergreen broadleaved taxa such as oaks. A number of expansions in *Alnus* community representation indicate secondary forest, which should be caused by forest fire or human impact. A rapid formation of swamp at ~550 cal yr BP suggests a gradual drying up of the lake that may be related to “the Little Ice Age”. We interpret the highest values of *Alnus*, wetland herbs and Charcoal concentration in the last 200 years as a result of a substantial burning related to an intensification of the cultivation practices. Our record shows also several sharp changes in vegetation which may well coincide with collapses of a Chinese dynasty, which allows to interpret better the interaction between human inferences and natural changes.

[This research is funded by National Natural Science Foundation of China (41001118), Foundation for Distinguished Young Talents in Higher Education of Guangdong (FDYT:LYM10009) and the Fundamental Research Funds for the Central Universities (Grant No. 11lgpy53), State Oceanic Administration Yong Marine Science Fund (NO: 2012114).]

关键词：Late Holocene; pollen analysis; Charcoal; East Asian Summer Monsoon; Subtropical China

粤东南澳岛青澳湾全新世沉积的古环境探讨

陈碧珊¹ 郑卓¹ 余凤玲² Adam D. Switzer² 杨冰洁¹ 梁雅伦¹

1. 中山大学地球科学系, 广东广州 510275

2. 新加坡地球观测所, 南洋理工大学, 新加坡 639798

青澳湾位于广东汕头南澳岛东北侧海岸, 由于该地区构造相对稳定, 海湾-沙坝-泻湖沉积过程清晰, 能够较高分辨率地记录当地的海平面变化及其地貌-沉积过程, 蕴含着丰富的环境演变信息, 因此是研究海岸带古环境变化的理想场所。NA9 钻孔沉积物岩芯长度为 12.84m, 采用 AMS¹⁴C 测年方法, 开展了粒度、孢粉、有孔虫、烧失量等多学科综合研究。结果表明, 8300-5700 cal a B.P., 沉积物中含有腹足类、双壳类等海相生物, 有孔虫以毕克卷转虫变种(*Ammonia beccarii* var.)为主, 属于海平面上升时期, 其沉积相恢复为潮下带滨海环境。5700-3000 cal a B.P., 沉积环境具有潮间带特征, 孢粉浓度、炭屑浓度和 LOI_{550°C} 有机碳含量均达到整个剖面最低值, 推测此时为开阔的海湾, 海洋与陆地之间物质交换频繁、海岸波浪作用强烈, 孢粉等陆源有机物质不易被保存下来。3000-1400 cal a B.P., 孢粉浓度、炭屑浓度和 LOI_{550°C} 有机碳含量相继上升, 根据海湾的其他钻孔的沉积相分析, 与海岸平行的沙堤在此时逐渐形成。至 1400 cal a B.P., 沙堤高度进一步提升, 并在 900 cal a B.P. 左右贯穿整个青澳湾, 形成较封闭的泻湖环境。该钻孔孢粉结果显示, 全新世以来气候波动较小, 沿海低山丘陵地带性植被以南亚热带季风常绿阔叶林为主, 海滩植被的消长因沉积环境的改变而发生变化。钻孔孢粉的木本、草本和蕨类比例发现, 3000 cal a B.P. 以来的草本(禾本科、莎草科、藜科、菊科花粉)、蕨类孢子和炭屑含量增多, 表明海湾平原浅滩形成, 并覆盖了亚热带灌草丛草地; 同时在潮上带海岸, 红树林发育。至最近的 900 cal a B.P., 常绿阔叶林进一步明显减少, 取而代之的是禾本科、松属、芒箕等大幅增加, 这与山地丘陵原始的常绿阔叶林遭到砍伐及人类农业生产的发展有直接关系。

上述综合研究表明, 该区于 8300 cal a B.P. 进入海侵过程, 与广东和福建沿海近期的海侵起始时间校正年代基本一致, 5700 cal a B.P. 海水逐渐变浅, 至 3000-1400 cal a B.P. 本区进入泻湖沉积。全新世沉积相总体经历了潮下带滨海-潮间带沉积-潮上带沉积-泻湖相沉积四个沉积环境演化过程。孢粉记录可以反映泻湖的形成过程以及人类农业活动对海岸带的干扰。

本研究得到国家自然科学基金(41230101, 41072128)、国际合作与交流项目(4299003)共同资助。

关键词: 孢粉; 粒度; 全新世; 古环境演变; 青澳湾

华南亚热带植物末次盛冰期避难所和 冰后期地理迁移 ——化石花粉与遗传分子结合研究

万秋池 郑卓 黄康有 乐远福

中山大学地球科学系，广州 510275

我国南方亚热带生长着全世界分布最广、面积最大，类型最为复杂多样和古老的森林植被类型，它经历了第四纪冰期-间冰期的巨大变迁，这一冷暖交替不仅对常绿阔叶林生态系统的空间格局分布，而且对它的组成结构和生态适应等产生深远影响。生物避难所是生物在冰期逃避劫难的场所，也是冰期后物种重新分布的起点。追溯避难所形成和物种再扩散的过程中，植物分布变化很大程度上体现植物对气候变化的响应，在当前全球变暖和人类干扰进一步加强的趋势下，研究常绿阔叶林过去的历史迁移和扩散规律将对研究其对第四纪环境变化的响应具有十分重要的科学意义。化香属 (*Platycarya*) 是胡桃科 (Juglandaceae) 的寡种属，在第三纪初，该属植物曾广泛分布于北半球所有大陆，但第四纪冰期后，在多数分布地绝迹，仅在东亚幸存，现广布于华南亚热带，化香属的现代分布格局是第四纪环境变迁和物种演化历史的共同反映，对化香属的研究将为追溯和理解华南亚热带植物对第四纪冰期响应提供重要证据。Chen et al. (2012) 对化香属的广布种化香树进行了分子亲缘地理学研究，结果指示秦岭、湖南等地多个冰期避难所的存在以及随后发生的东部居群的本地扩张。本研究以东亚特有植物化香属为研究对象，将化石花粉分析与分子遗传手段进行结合研究，以化石花粉分析来弥补分子手段所无法获取的年龄框架并确定冰期避难所的准确位置。化香属的孢粉形态特征显著，其外壁表面具弧形相交的几条槽，极易区分，使此结合研究成为可能。目前，华南亚热带高山沼泽的岩芯钻探、覆盖地理分布区 13 个省的植物叶片野外采样工作正在进行当中，室内现对已有钻孔(神农架大九湖等)进行了初步的化石花粉数据统计，并开展了遗传分子相关研究工作（包括 DNA 提取、引物筛选），以期早日深入理解华南亚热带常绿阔叶林对第四纪环境变化的响应模式。

国家自然科学基金项目 (4103331) 资助。

关键词：末次盛冰期；生物避难所；化石花粉；遗传分子；地理迁移

海南岛三亚第四纪钻孔的粒度、LOI分析与海侵层识别

王梦媛

中山大学地球科学系，广州510275

海南岛三亚铁炉港地区出露较完整的第四系沉积，包含丰富的古环境信息。本文利用沉积物粒度及烧失量分析法，对海南岛三亚铁炉港钻孔进行综合对比。

通过对该区TLG01钻孔岩芯沉积物396个样本进行沉积物粒度分析，采用MS - 2000型激光粒度分析仪进行测试，得到沉积物粒度频率曲线、概率累积曲线，粒度参数曲线，从而分析研究区第四纪沉积环境及其演变的沉积相特征。通过对该区TLG01钻孔岩芯沉积物273个样本进行有机质、碳酸盐含量变化测定，通过二者的含量变化及其相关性，结合对沉积有孔虫丰度、粒度、岩性特征以及¹⁴C测年等数据的综合对比，判别该区域晚更新世以来沉积环境演变的过程，并识别海侵层。

研究表明，该孔粒径呈现粗—细—细—细—粗的特征，标准偏差变化趋势与平均粒径大体一致。该区沉积环境演变过程为陆相—潮下带滨海相—潮间带滨海相（较深）—潮下带滨海相—海陆交互相—潟湖相。海侵期间，水动力增强、海浪增高、海平面上升，海水携带大量生物壳体沉积，沉积层碳酸盐含量上升，陆源有机质含量下降。该区自氧同位素第五阶段初期以来，发生多次海侵、海退事件，年代范围涵盖晚更新世的氧同位素第五阶段、氧同位素第三阶段和全新世。前人对我国东南沿海地区晚更新世的海侵研究，多认为沉积物记录的海侵事件最早发生在末次冰期大间冰期（MIS-3），而并无在此之前海侵沉积记录。本次研究判别了铁炉港地区至少14万年以来的沉积环境，识别最早在MIS-5初期的海侵层，并发现MIS-3以前的多次海侵记录。

关键词：粒度；烧失量；沉积环境；海侵层；氧同位素第五阶段；铁炉港

南澳岛全新世沉积的烧失量特征及其 沉积环境演变

杨冰洁

中山大学地球科学系，广州 510275

南澳岛位于闽、粤、台三省交界处，面积为 128.35 平方公里。青澳湾位于南澳岛的最东端， $23^{\circ} 26' N, 117^{\circ} 08' E$ ，属于典型的岬湾-沙坝海岸地貌。青澳湾为一弓形海湾，口朝东南，口宽 1 km，腹宽 1.4 km，纵深 0.95 km，弧长 2.9 km，面积约 1 km^2 。海湾水深 5-10 m，为沙泥底，东北沿岸为岩石滩，其余为砂质海岸，湾底平坦宽阔，近岸出露高约 8m 的现代风成沙丘，东北部有一小河注入。

烧失量 (Loss on ignition, LOI) 测定可以在一定程度上反映沉积物有机质和碳酸盐含量的研究方法。本文对在青澳湾获得的 NA9 号岩芯样品进行烧失量分析，测定其有机质和碳酸盐的含量，通过二者含量的变化及其相关性，并结合岩性特征，推测全新世以来青澳湾的沉积相的变化情况，通过结合测年数据，对该地区进行古环境的重建。

有机质烧失量数据表明，NA9 岩芯中有机质含量总体呈由高到低在升高的变化趋势。碳酸盐烧失量数据表明，NA9 岩芯中的碳酸盐总体呈由高到低并伴随多次波动的变化趋势。将二者数据进行对比，同时结合测年数据，可将该地区的沉积环境的演变分为四个阶段：

第一阶段 (约 8500—6000 yr BP): 有机质和碳酸盐均有较高含量，平均值分别为 5.60% 和 2.60%，并出现 3 个峰值，两者的变化趋势呈正相关，并且此阶段主要为深灰色的淤泥沉积，可见大量螺壳及贝壳碎屑，推测其为近滨相沉积。此阶段海水动力较强，生物种类丰富，水体生产率高；

第二阶段 (约 6000—2310 yr BP): 有机质和碳酸盐含量大幅下降，且较为稳定，有机质最小值为 0.02%，最大值为 2.44%，平均值为 0.35%，碳酸盐的最小值为 0.01%，最大值为 0.72%，平均值为 0.26%，此阶段主要为灰白色中粗砂沉积，其中夹浅黄色中粗砂条带，推测其沉积相为前滨相。此阶段内海平面变化速度减慢，砂质海岸和水下沙坝开始堆积；

第三阶段 (约 2310—1330 yr BP): 有机质和碳酸盐的含量较上一阶段均有所上升，其中有机质含量增幅较大，平均值分别为 1.13% 和 0.59%，同时二者在这一阶段中的波动幅度增大，推测其沉积相为后滨相。此阶段内的海浪作用增强，沙坝迅速堆积并逐渐高于海平面，潟湖初具雏形，开放程度较高，同时在北侧发育潮汐通道，随着潟湖的逐渐封闭，有机质含量开始上升，并逐渐以陆地植物为主要来源；

第四阶段 (约 1330 yr BP): 有机质含量较高，较上一阶段大幅度上升，平均值为 3.42%，碳酸盐含量仍保持在较低水平，平均值为 0.73%，二者呈负相关关系，此阶段主要为褐色泥质粉砂沉积，推测其为潟湖沉积。此阶段内海平面下降，沙坝进一步出露水面，并在风力搬运作用下形成高约 10m 的海岸沙丘带，潟湖沉积体系形成，与海洋隔绝，陆地植物发育，有机质含量大幅上升，可见木炭等植物碎屑，在此阶段后期受人类活动影响较大。

关键词：烧失量；沉积环境；全新世

中国东北小龙湾玛珥湖年纹层孢粉记录的 中全新世以来 500 年周期性气候变化

徐德克¹ 吕厚远¹ 储国强¹ 吴乃琴¹ 沈才明² 王灿¹ 毛礼米³

1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 新生代地质与环境重点实验室, 北京 100029
2. 云南师范大学, 昆明 650092
3. 中国科学院南京地质古生物研究所, 南京 210008

大量研究结果显示全新世以来百年尺度的太阳活动驱动了全球不同的区域的周期性气候变化。然而, 这种周期性气候变化在东亚地区是否存在, 以何种方式表现仍然缺少研究。本文对中国东北高分辨率的年纹层玛珥湖沉积物进行了孢粉分析。两个主要建群种松属和栎属的百分含量、浓度以及温度指标(主成分分析第一主因子)结果显示在过去 5350 年以来存在 500 年的准周期冷暖波动, 即使在人类活动影响较强的近 150 年以来该周期仍然存在。这一世纪尺度的周期性冷暖波动与 500 年的太阳活动周期变化同步, 指示 500 年的小幅度太阳辐射变化对中全新世以来东亚气候变化起到了重要作用。我们根据周期变化的规律得出最后一次暖期很可能再近几十年以后结束, 从而进入一个约 250 年的冷期。这一未来出现的冷期很可能在一定程度上减缓人类活动导致的全球变暖。

关键词: 气候变化; 中全新世; 百年尺度; 玛珥湖

五龙峰剖面粒度特征及其古环境意义

毕志伟 赵华 杨振京 王成敏 刘林敬

中国地质科学院水文地质环境地质研究所，河北正定 050803

Email: 89629776@qq.com

五龙峰剖面位于郑州黄河国家地质公园西部，剖面厚度 66 米，以晚更新世黄土沉积为主。岩性以灰黄色、黄灰色粉砂、极细砂为主，粒径变化幅度较小，整体上为风成相沉积，气候以冷干、凉湿为主。结合年代地层以及其他资料，五龙峰剖面总体上看气候呈现增温趋势，晚期趋于降温，自下而上可以划分出三次较大的冷暖气候变化旋回。

中更新世晚期 144.5-149.5 ka，气候寒冷干旱，沉积物以粗粉砂、极细砂为主，分选极好。144.5 ka 之后，气候开始转为温湿，进入晚更新世 130 ka 之后，这一趋势更加明显，在 123 ka 左右是整个剖面最温暖湿润的时期，延续到了 118 ka 左右。99-118 ka，气候又变的寒冷干旱，此一时期沉积速率接近 1m/ka，以粗粉砂、极细砂为主，分选极好，反映了风成沉积物的迅速堆积。72.78-99 ka，气候再次回暖，但幅度较小，温湿-凉湿，沉积速率约为 0.46m/ka，反映了冬季风的减弱。49.64-72.78 ka，气候以寒冷干旱为主，但沉积速率为 0.5m/ka，49.24ka 之后，气候有所回暖，以凉湿为主，此一时期沉积速率接近 1m/ka，以粗粉砂、极细砂为主，分选极好。

与其他典型黄土剖面对比，郑州地区晚更新世的黄土沉积厚度达 50 m，远远大于黄土高原地区。另一个明显的区别是没有发现明显的古土壤层 (S1)，也没有发现河流相沉积，这说明该地区晚更新世总体气候较为干旱。

关键词：粒度分析；古环境；晚更新世；郑州地区

山西怀仁凹陷怀地 1 井孢粉组合及其意义

张金岩 刘惠萍 陶明华 陈功侠

中国石油华北油田分公司勘探开发研究院，河北任丘 062552

怀仁凹陷位于山西省北部大同盆地境内，为一西北断、东南抬的中新生代单断箕状凹陷，面积约 930km²，基底最大埋深 3100m。为了解决怀仁凹陷地层分层问题，我们对该区新钻的怀地 1 井进行了孢粉分析，发现了一些非常有意义的化石。依据这些化石的总体面貌以及在纵向分布序列上的规律，建立了两个孢粉组合。

1、第 1 孢粉 (*Betulaceae—Pentapollenites—Polypodiaceaesporites*) 组合

1) 被子类花粉占 58.7%~67.1% 居首位，裸子类花粉为 26.9%~29.3% 列其次，蕨类孢子占 3.8%~12.0% 排第三。2) 被子类花粉中具孔类分子较多，主要有：桦科 *Betulaceae* (*Momipites*、*Betulaepollenites*、*Betulaceoipollenites* 等)、胡桃科 *Juglandaceae* (*Juglanspollenites* 为主) 分子及 *Tiliaepollenites*、*Ulmipollenites* 等；具沟及孔沟类分子 *Quercoidites*、*Meliaceoidites* 等少量发现。3) 形态特殊且在北方地区较少出现的五角(边)粉属 *Pentapollenites* 连续见到，并以平均 8.0% 的含量居比较突出的地位。4) 裸子类花粉中主要以具双气囊花粉的松科 *Pinaceae* (*Piceaepollenites*、*Abietinaepollenites*、*Pinuspollenites* 等) 组分为主；*Taxodiaceaepollenites*、*Podocarpidites* 等有一些。5) 蕨类孢子基本上全为 *Polypodiaceaesporites*。

从以上孢粉化石群总体面貌可以看出，本段地层属于新生代古近系是没有问题的。考虑到五角(边)粉属经常出现并占有一定分量及山龙眼粉属的零星发现来看，时代应该较为古老，属于古近系早期的产物。参考《中国孢粉化石—晚白垩世和第三纪孢粉》一书中的孢粉组合序列，在区域上大致可以与内蒙古二连地区古近系脑目根组、江苏地区古近系阜宁群一、二组产出的孢粉组合进行对比。与华北地区大致对应于古近系孔店组。

2、第 2 孢粉 (*Cicatricosisporites—Piceaepollenites—Perinopollenites*) 组合

1) 裸子类花粉较为多见，蕨类孢子较少。2) 裸子类花粉中 *Piceaepollenites*、*Perinopollenites*、*Inaperturopollenites*、*Classopollis* 等较为常见，*Pinuspollenites*、*Cycadopites* 等少量发现。3) 蕨类孢子零星发现 *Cicatricosisporites*、*Laevigatosporites* 等。

以上化石群基本反映了北方地区早白垩世的组合特征，与山西大同盆地下白垩统左云组产出的孢粉组合可以进行对比。

关键词：古近系；早白垩世；孢粉组合；怀仁凹陷；山西

陆相盆地沉积序列分析及其地质意义

陶明华

中国石油华北油田公司勘探开发研究院，河北任丘 062552

对于沉积层系中的旋回性特征，以往多从沉积学的视角加以理解，譬如将岩性的粗细或颜色的红暗变化与海（湖）平面变化直接联系起来。这种理解在针对某一条具体剖面的局部片段进行分析时可以得出近似合理的解释，但对于一条完整剖面的分析则时常陷于困惑，尤其面对大量剖面时，不可避免地陷于分析工作的混乱。通过大量地层剖面的研究发现，即使相隔遥远的两个盆地，同时代地层的纵向演变趋势总有一定相似之处。这种沉积序列演变趋势的相似性同样存在于性质截然不同的海、陆两大沉积类型之间，如渤海湾盆地新生界沉积层系与远洋盆地沉积序列所展现出来的纵向演变特征大体可以比较。上述情况揭示了一种可能，即盆地的形成与演化处于全球性机制所控制之下。对于某一盆地而言，其沉积层系不同片段沉积发育的基本趋势如何？此片段代表着盆地演化过程的哪一个具体阶段？在对沉积层系的分析研究中，通过何种方法，把握哪些要素，以实现上述目的？针对上述问题，笔者提出了“沉积序列分析”这一概念。

沉积序列指那些由岩层的沉积构造、沉积结构、矿物及化学组成、颜色等特征或属性的具有趋势性的有规律变化，以及这些变化在地层剖面中所限定的、彼此在成因上密切联系在一起的地层片断，而这种变化很大程度上与区域地质、地理，以及气候背景的长周期变化有关。沉积序列分析指沉积剖面中，岩层特征或属性的纵向变化趋势、完整旋回性地层单元的识别与划分、旋回性地层单元的发育及其与自然背景之间的内在关系等诸多方面内容的整理和信息提取，有关分析工作涉及到多个专业、多方面的研究领域。沉积层系记载了有关地质背景变化的丰富信息，沉积序列分析的最终目的在于尽可能全面地发现这些信息，揭示内在规律，从而为盆地演化、区域地质演化，乃至全球地质演化提供背景依据，进而将这些规律运用于地层学研究等生产实践之中。此外，基于碎屑岩层系原生油气藏成藏与沉积序列之间的密切关系，沉积序列分析可以从一个全新的视角，为岩性油气藏勘探提供线索。沉积序列分析的主要内容：沉积韵律的识别和分类；沉积韵律的级别及组织结构；沉积补偿曲线的恢复；沉积序列与构造波动相关分析；沉积序列与海（湖）平面波动相关分析；沉积序列与气候波动相关分析；沉积序列与盆地演化趋势相关分析；沉积序列与自然背景相关性系统分析—确定主控因素；沉积序列分析结果的地质运用。

碎屑岩层系沉积序列有五种基本类型：沉积正序列；沉积反序列；沉积顺序列；沉积逆序列；沉积叠序列。同时，还有几种复合型沉积序列。这些沉积序列分别发育在盆地演化过程的不同阶段。其中沉积正序列出现于盆地演化早、中期；沉积反序列和沉积顺序列出现于盆地演化晚期；沉积逆序列出现于盆地成盆过程初期；而沉积叠序列一般在盆地演化中期更为常见。

沉积序列分析不仅仅有助于盆地演化分析和区域地质演化分析，其中许多线索的合理运用，可显著地改善地层划分对比工作的可靠性。

关键词：沉积序列分析；地层划分对比；陆相；意义

“刀耕火种”是距今 8000 年浙江跨湖桥文化的稻作经济模式吗？ —遗址剖面与自然钻孔孢粉记录的对比启示

舒军武¹⁾ 蒋乐平²⁾ 王伟铭¹⁾

1. 中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008

2. 浙江省文物考古研究所，杭州 3110014

全新世环境考古学中，如何有效区分人类活动和自然变化信息成了环境考古学者的共同关心的焦点难题。由于西方环境考古学开展较早，山地“刀耕火种”麦作农业生产方式深刻影响着我们的思维模式。这一模式在我国东部以湿地稻作文化区是否“水土适应”？除此，急待的问题如遗址炭屑来源是人类烧林还是生活用火的结果？湿地稻作是否需要火伐森林一直困扰着我们裹足难进。

萧山跨湖桥文化面貌独特，曾在 2001 年度被评为“全国十大考古新发现”之一。通过萧山相距近 450 米的跨湖桥遗址和自然湖相钻孔两者孢粉、炭屑记录对比，结果揭示：1) 遗址剖面和自然钻孔记录具有显著的差别，主要表现为重要科属含量的变化幅度；2) 从自然钻孔记录的栎、松属为主的木本植物看（图 1 左侧曲线），含量持续稳定，表明跨湖桥先民自约 7950 年进入遗址区并没有大规模进行火伐森林，仅在最初（图 1A 阶段）有短期火干扰栎-松林的迹象；3) 相对自然钻孔微炭屑含量，推测高浓度的遗址炭屑主要来自人类生活用火，如煮食、制陶等产生；4) 基于上述，推论遗址点可能有森林植被的干扰，而其周边森林没有遭到大规模火烧，可能是因为人类为采集橡子等果实和捕猎的需要。因此，“刀耕火种”这一诠释人类原始人类活动方式值得商榷，至少在跨湖桥湿地地区是不妥当的；5) 跨湖桥地区距今 8200-7400 年期间，主要分布由栎属、青冈属、松属为主的常绿、落叶阔叶混交森林。遗址剖面反映的与杂草相关的禾本科的显著变化及水稻植硅体的出现为当时人类稻作经济活动的结果。

本研究受国家自然科学基金（no.40901032; 41371207）和日本学术振兴会博士后基金（no.10102）共同资助。

关键词：稻作；跨湖桥遗址；萧山

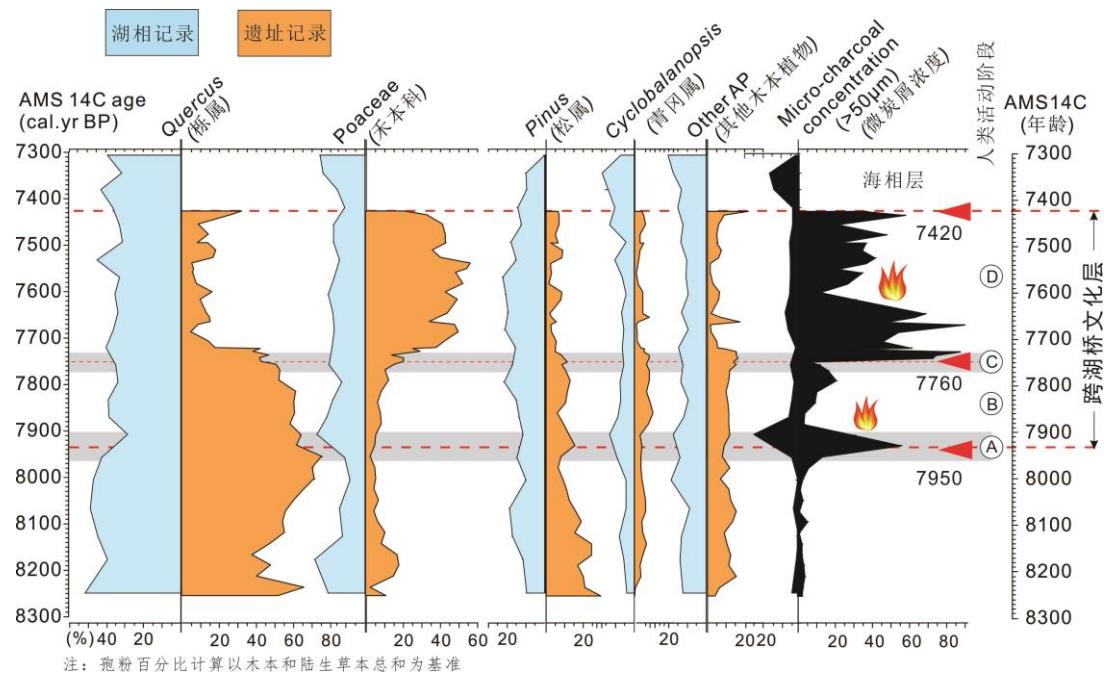


图1 浙江萧山跨湖桥遗址剖面与自然湖相钻孔孢粉、炭屑记录的对比（未发表）

渤海湾盆地中新世馆陶组孢粉植物群及其古气候和地层学意义

舒军武 王伟铭

中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008

自 20 世纪 60 年代渤海湾盆地油气发现以来，孢粉学作为油气勘探区常规研究手段，在地层划分、对比和恢复古气候、古环境等方面得到了广泛的应用。由于受油田应用性为导向和当时研究条件的限制，缺乏具体的孢粉随地层顺序变化（孢粉图谱）的细致研究。

通过渤海湾东部渤东凹陷的 12B 13-1 钻孔馆陶组（长 879m）含油气地层进行孢粉分析，旨在建立孢粉植被、定量重建古气候和探讨地层学和时代意义。分析结果表明：1) 孢粉植物群以榆科(*Ulmus/Zelkova/Planera*) (13.1%，平均含量，下同) 和茱萸花序 (*Juglans, Quercus, Carya, Liquidambar, Betula, Corylus* 等) (26.0%) 为优势木本类群，含有一定量的亚热带分子如栎属常绿类型和芸香科 (Rutaceae) 等。针叶木本植物以松属 (*Pinus*) (5.5%) 为主。草本植物繁盛，以禾本科(Poaceae) (19.5%)、春蓼属 (*Persicaria*) (13.4%)、菱属 (*Trapa*) (4.8%) 和水蕨属 (*Ceratopteris*) (2.4%) 为代表（图 1）；2) 植物群反映了研究点附近山地分布有落叶阔叶和常绿阔叶混交林，周边有大量的水生植物分布。孢粉谱显示植物群整体变化不大，没有出现大的植被带改变；3) 选择 *Ulmus/Zelkova, Juglans, Quercus, Carya, Liquidambar* 等 11 个含量丰富、生态敏感类型的气候指标，应用植物“共存法”（the Co-existence Approach）(Mosbrugger and Utescher, 1997)，得出年均温为 13.3-22.5℃，年均降水量为 617.9-1254.7mm。据此结合植物群特征判断当时的植被类似现今北亚热带北部长江流域的森林类型。根据重建的最冷月均温和降水量年较差小特点推断当时冬季温度比现在研究区温暖，降水量也较为均匀；4) 对比华北新近纪孢粉序列和山东山旺组植物群 (17Ma, He et al., 2011)，推断馆陶组孢粉植物群繁育于早中新世晚期，稍早于山旺植物群，可能处于“中新世气候适宜期”初始阶段。根据植物群中出现的菱属、水蕨属和春蓼属的地史记录，也证实了上述地质时代的推断。

本研究受国家自然科学青年基金 (40901032; 41371207) 和中国科学院战略性先导科技专项共同资助 (XDA05120101)。

关键词：孢粉；古气候；地层学；中新世；馆陶组；渤海湾盆地

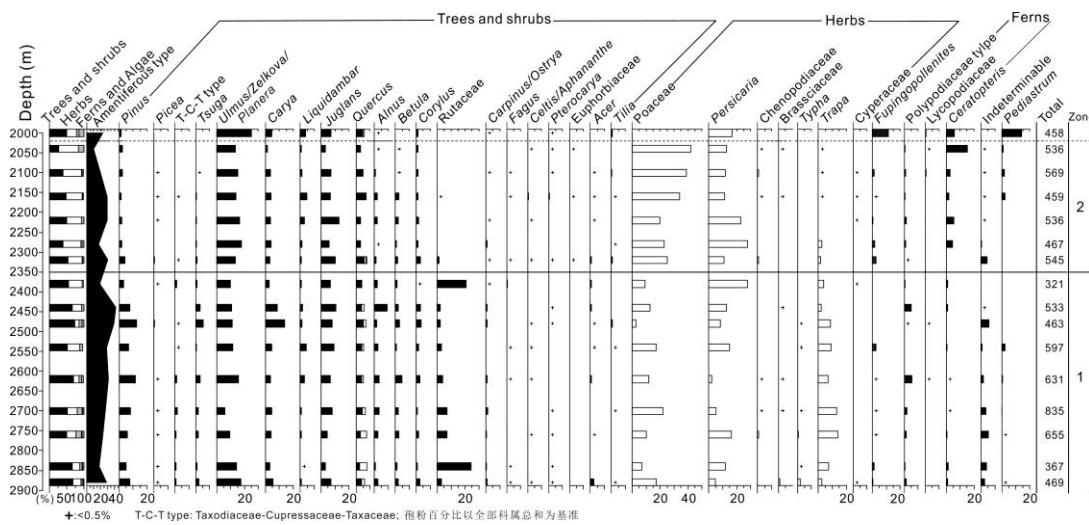


图 1 渤海湾盆地 12B 13-1 钻孔馆陶组主要科属孢粉百分比图 (Shu and Wang, 2013)

江苏常州地区更新世以来的孢粉组合 及其古植被和古气候研究

顾芳^{1,2} 杨振京² 陈建强¹ 马贵明³ 杨庆华² 毕志伟² 刘林敬²

1. 中国地质大学（北京）地球科学与资源学院，北京 100083
2. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所，河北 石家庄 050800
3. 中国地质大学（北京）能源学院，北京 100083

E-mail: gufang0126@163.com

本文通过对采集于江苏常州地区 CZ1 钻孔沉积物的 220 件孢粉样品分析，并对测年与粒度的 172 个样品进行了测试分析，参考本钻孔地层岩性、岩相、沉积旋回及已有的第四系地层研究资料，对研究区地层进行了综合分析，并与深海氧同位素对比，将该区第四系地层层序和孢粉组合进行了划分，揭示了该区更新世 2.4 MaB.P. 以来的植被演替和气候变化过程。本钻孔自下而上共划分了 10 个孢粉组合带：孢粉组合带 I 为孢粉贫乏带（深度 135—107.5m）；孢粉组合带 II 松—栎—菟丝子—狐尾藻组合带（深度 107.5—84.0m）；孢粉组合带 III 松—栎—枫香—蒿组合带（深度 84—71m）；孢粉组合带 IV 松—蒿—藜—禾本组合带（深度 71—50.5m）；孢粉组合带 V 蒿—栎—松—栲/栗—禾本组合带（深度 50.5—28m）；孢粉组合带 VI 松—蒿—禾本—苋科—藜组合带（深度 28—24.5m）；孢粉组合带 VII 禾本—松—枫香—栲/栗组合带（深度 24.5—10m）；孢粉组合带 VIII 禾本—蒿—松—藜组合带（深度 10—3.1m）；孢粉组合带 IX 禾本—松—榆—栲/栗组合带（深度 3.1—2.1m）；孢粉组合带 X 松—禾本—榆—栲/栗组合带（深度 2.1—0m）。常州地区 CZ1 孔孢粉组合的纵向变化反映了该区更新世以来古植被和古环境的 10 个演变阶段：第一阶段（2.4Ma—0.75 MaB.P.）：孢粉贫乏；第二阶段（0.75 MaB.P.—0.43 MaB.P.）：为温带性质的针阔混交林或森林草原；第三阶段（0.43 MaB.P.—0.32 MaB.P.）：为含常绿树种的落叶阔叶林；第四阶段（0.32 MaB.P.—0.12 MaB.P.）：孢粉贫乏；第五阶段（0.12 MaB.P.—0.08 MaB.P.）：为针阔混交林—草原；根据孢粉组合反映的气候特征及岩相、岩性、粒度特征，此段沉积的地层推断为太湖海侵层，可与深海氧同位素 MIS5 反映的气候类型相对比。第六阶段（0.08 MaB.P.—0.07 MaB.P.）：孢粉贫乏；第七阶段（0.07 MaB.P.—0.04 MaB.P.）：为含少量热带树种的针阔混交林；第八阶段（0.04 MaB.P.—0.01 MaB.P.）：孢粉贫乏；第九阶段（0.01 MaB.P.—0.009 MaB.P.）：为针阔混交林—草原；第十阶段（0.009 MaB.P.—今）：为针阔混交林或含针叶的落叶阔叶林。根据上述孢粉组合反映的气候特征及岩相、岩性、粒度特征，可推断自更新世 2.4 MaB.P. 以来研究区经历了寒冷偏干—寒冷偏湿—温暖偏湿—寒冷偏干—温暖湿润—温凉偏湿—温暖湿润—温凉偏干—温凉偏湿—温暖湿润的气候演变过程。

（基金项目《常州市活断层探测与地震危险性评价》资助）

关键词：孢粉组合；海侵层；冰期—间冰期；植被类型；深海氧同位素

中国内陆区湖泊沉积反映的全新世气候变化特征

郭超 马玉贞 胡彩莉

北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室/地表过程与资源生态国家重点实验室

本文总结了近年来发表的中国内陆区湖泊沉积记录，结果表明，中国内陆区中不同区域全新世经历了不同的气候变化过程。西北干旱区主要受西风环流控制，气候表现为早全新世干旱，中晚全新世相对湿润，但在时间和强度上，不同湖泊记录差异明显，可能与早全新世亚洲季风深入内陆的程度以及晚全新世西风环流的影响范围有关，除此之外，北半球温度、全球冰量和青藏高原也可能影响着该地区全新世的气候变化特征。东亚季风边缘区主要受东亚季风控制，湿润期出现在中全新世；但干湿状况与东部季风区不同，前者最干旱期为早全新世，而后者最干旱期出现在晚全新世。季风边缘区除受到太阳辐射引起的东亚季风强度的影响外，北半球大陆冰盖的消融可能是早全新世干旱的主要原因。青藏高原地区全新世适宜期出现在早中全新世，中晚全新世气候逐渐干旱。中国内陆区处于西风环流与亚洲夏季风都可能影响到的交汇地带，可能受到不同气候系统的共同作用，而作为两个存在着相互竞争关系的动态气候系统，它们相对强度的变化以及所控制区域的位置调整对于区域气候有着重要的影响。

烧失量法在测定沉积物中有机质和非 有机质含量方面的应用

胡彩莉 马玉贞 郭超

北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室/地表过程与资源生态国家重点实验室

烧失量 (Loss on ignition, 缩写为 LOI) 是在一定高温条件下, 样品损失物质的含量占总质量的百分比。由于沉积物烧失量主要受区域气温、有效降水等气候环境条件的控制, 因此烧失量反映研究区气候环境特征和生态系统等, 也可显示气候异常和突变性气候事件。烧失量分析在环境变化研究方面以其测定过程简易、经济、效果良好的优势备受国际研究者重视, 特别是与孢粉记录结合分析, 已得到了广泛应用, 但在中国应用较少。已有沉积物烧失量分析研究表明, 烧失量与沉积物中有机质和碳酸盐含量有一定的相关性, 烧失量可以反映沉积物中有机质和碳酸盐的含量变化, 是指示区域气候环境变化的重要指标之一。但目前在某些方面尚有不确定性, 如在烧失量分析时, 不同的研究者采用的灼烧温度和时间不一致; 样品量、坩埚位置、冷却时长 (exposure time) 的不同可能对测定结果都有一定的影响; 对于不同来源的沉积物, 烧失量测定结果也可能因温度和时间的不同发生变化, 特别是陆地沉积物和海洋沉积物之间差异会更大; 通过烧失量法定性或定量获取沉积有机质和碳酸盐含量仍存争议。随着烧失量测定沉积物有机质和碳酸盐含量技术的日趋成熟和发展, 烧失量在测定硫酸盐、硅酸盐、磷酸盐等非有机质含量方面也可能存在一定潜力。

林草交错带森林如何响应中晚全新世的气候干旱化：内蒙古南部黄旗海剖面的实例研究

郝倩 印轶 刘鸿雁

北京大学城市与环境学院，北京 100871

黄旗海位于我国干旱和半干旱的过渡地带，同时也处于森林草原交错带，因此其周边植被比其他生态系统对季风的变化响应更敏感。基于黄旗海孢粉和其他代用指标，本文重建了黄旗海 8680 年以来的陆地生态系统演替过程。从 8680 到 7500 cal yr BP，该地区植被以草原为主，树木覆盖率低。随后松树所占比重逐渐增加，从 7500 到 3600 cal yr BP，植被类型演化为松树和栎树为主的混交林，期间针阔林的比例有轻微变化。树木盖度有了明显的增加。从 3600 到 3000 cal yr BP，灌丛取代森林，这可以被视为在面临干旱环境下，森林和草原之间的重要过渡时期。在 3000 到 1000 cal yr BP 期间，树木盖度下降到最低值，这可以被看作是长期干旱结果。在最近 1000 年以来，该区域再次以草原植被类型为主。通过本研究发现，林草交错带的森林响应气候干旱化不仅仅表现为森林类型的变化（如阔叶林被针叶林所取代），还表现为灌丛化和森林覆盖度的变化，不同的变化模式与干旱强度和持续时间有关。本文结果为模拟和预测森林响应未来气候变化提供了依据。

关键词：半干旱；植被演替；内蒙古；林地；草原；灌丛；交错带；季风；干旱

黄土高原表土花粉-植被关系研究

刘林敬^{1,2} 杨振京² 李长安¹ 杨庆华² 毕志伟²

1. 中国地质大学（武汉），湖北武汉，430074
2. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所，河北石家庄，050061

沉积时期植被及环境的再造，都是以现代花粉与植被及环境之间关系的研究为基础的，而这些研究又都是通过林下表土、湖盆或沼泽的表层沉积物或者花粉收集器中的花粉来实现的。

本报告依托中国地质调查项目《西北黄土堆积与中国古气候变化》在黄土高原地区进行调查与取样，选择的表土花粉和植被调查路线为北起内蒙古自治区新街向南，跨过子午岭，南至秦岭主峰太白山；从子午岭西部主峰老爷庙沿309国道东部宜川，从宜川向南翻过黄龙山到铜川的调查路线。

表土孢粉样品野外采样间距为：山区海拔垂直高度100m左右，平原地区水平距离20公里左右。表土样品的采集与采样点周围植被的调查同时进行。表土样品主要采集林下表层土样和苔藓样，共采集了123块表土孢粉样品。采集表土孢粉样品的同时，在取样点周围10~20m范围内做植被测定。具体方法是调查取样点周围植物群落中的植物种类及主要植物的丰度。

野外采集的123个表土孢粉样品在实验室进行前处理，镜下鉴定，数据分析等，在镜下共统计鉴定孢粉77201粒，平均每个样品约627粒，这些孢粉分属84个科属植物类型，均为太白山-子午岭和陕北黄土高原地区的现生植物。

通过表土孢粉样品的鉴定结果和分析认为，陕北黄土高原地区孢粉植物群的类型、主要组成成分和种群结构都依海拔高程和地理位置的不同而有规律的变化，孢粉组合基本反映了各植被带类型的特点，表土孢粉植物群与当地现代植被的建群种属、优势种属基本一致，为古植被的恢复提供了依据；黄土高原从北到南，环境逐渐湿润，植被逐渐变好，乔灌木出现频率逐渐增大，植被由荒漠-荒漠草原-森林灌丛-灌丛草原-太白山针阔混交林-太白山高山阔叶灌丛；沿子午岭从西向东，环境逐渐湿润，植被逐渐变好，植被以乔灌木为主；R值是植物和花粉间的数量关系指数，从黄土高原表土花粉的R值来看，乔木植物多具超代表性，草本植物花粉藜科、蒿属多具超代表性，禾本科、莎草科多具地代表性。由于松花粉的超超代表性，说明孢粉组合中的松花粉多为外来花粉，在应用其恢复古植被时应慎重考虑。

重庆市统景镇中三叠世雷口坡组孢粉 和疑源类化石

彭俊刚 黎文本 李建国

中国科学院南京地质古生物研究所，南京 210008

雷口坡组是四川省中西部中三叠世的一套沉积，前人在该组地层中已发现多门类海相动物化石，但其中的微体植物化石至今未有报道。本文首次揭示了该组微体植物化石组合面貌。研究材料采自重庆市渝北区统景镇雷口坡组顶部，化石包括陆源植物的孢子花粉及海相疑源类，共 12 属。其中，孢粉化石含量较低，约占 36.3%；疑源类化石含量较高，约占 63.7%。孢粉化石有蕨类植物孢子 *Aratrisporites*、*Asseretospora*、*Lundbladispora* 及裸子植物花粉 *Cycadopites*、*Chasmatosporites*、*Crucisaccites*、*Caytonipollenites*、*Pinuspollenites*、*Podocarpidites*、*Taeniaesporites*、*?Striatopodocarpites*；疑源类化石仅有一属一种 *Sulcusicyctis echinatus*。

根据孢粉组合中一些重要分子的地史分布，该组地层的时代应为中三叠世，这与前人通过海相化石所确定的时代意见基本一致。目前为止，与当前组合最相近的植物群仅见于贵州关岭组。雷口坡组组合中的绝大多数分子在贵州关岭组中都有见到，尤其 *Sulcusicyctis Bai* 以前仅在贵州中三叠统关岭组中有过报道。但是该组组合与关岭组组合还是存在一些差异。雷口坡组组合含有 *Asseretospora*、*Chasmatosporites*、*Crucisaccites* 这些未见于关岭组的分子，而关岭组组合见有 *Calamospora*、*Punctatisporites*、*Verrucosisporites*、*Striatoabieites*、*Protohaploxylinus*、*Alisporites* 这些未见于雷口坡组的分子；且 *Sulcusicyctis Bai* 在雷口坡组组合中的含量远高于关岭组。这些差异是由于时代不同还是环境的影响，还有待进一步研究。

通过扫描电镜对 *Sulcusicyctis echinatus Bai* 进行观察，发现其可能为某种沟鞭藻，但确切的分类位置尚需进一步研究。四川盆地中西部地区中三叠统雷口坡组为闭塞的蒸发台地相沉积。当前在雷口坡组顶部发现的微体化石组合属种单调，且单一属种 (*Sulcusicyctis echinatus*) 丰度极高，符合这种极端环境下生物群的组成特征。因此，*Sulcusicyctis echinatus* 也可能具有指示这种极端环境的作用，值得在以后加以关注。

[国家重点基础研究发展规划项目（2012CB822004-1）、中国科学院战略性先导科技专项（B 类，XDB03010103）和国家自然科学基金（41172011）研究成果]

关键词：孢粉；疑源类；雷口坡组；中三叠世；四川盆地

晚全新世以来北疆气候变化和人类活动的证据

——以石河子草滩湖湿地为例

张卉^{1,2} 张芸^{1,*} 孔昭宸¹ 杨振京³

1. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093

2. 中国科学院大学, 北京 100049

3. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定 050803

* Email: zhangygl@ibcas.ac.cn

新疆作为中国西北干旱半干旱地区的典型代表, 生态环境极其脆弱, 对过去、现代和未来的气候变化和人类活动的响应极其敏感。本文以新疆石河子草滩湖湿地的一个深达 268 cm 的地层剖面为主体进行多指标分析(孢粉、炭屑、植硅体、粒度、TN、TOC 和 LOI 等)。通过对取自石河子地区的 35 个表土花粉和 214 个邻近地区的表土孢粉数据, 结合来自草滩湖区域的 122 个地层花粉数据, 运用 WAPLS 模型对该地区进行了 4000 年以来的古气候重建。

研究结果显示, 在过去的 4000 年间, 该地区植被曾经历了荒漠、荒漠草原和森林草原之间的转变, 最终保持荒漠状态至今。尤其值得关注的是, 在距今 700-900 年期间, 桦木 (*Betula*) 和云杉 (*Picea*) 曾向低海拔的平地扩展, 出现森林草原的迹象, 而其他时期大范围植被为荒漠和荒漠草原, 伴随着小区域的湿地水位的升降引起的隐域性水生植被的增减。气候变化呈现出明显的暖干和冷湿变化模式, 在 4000-2400 cal. a BP 期间, 气候的波动明显, 嗣后变化平缓, 再至相对暖干的状态。大约 900 cal. a BP 前后, 该地温度比邻近时段明显偏高, 约在 700 cal. a BP 出现了一个小的峰值。随后转为冷湿阶段, 并向暖干方向发展至今。人类活动的加剧表现在地层样品中大炭屑峰值的出现和伴人植物花粉的增加, 同时在现代植被为荒漠植被的表土孢粉谱中出现大量的沼泽蕨 (*Thelypteris*) 孢子和芦苇 (*Phragmites australis*) 植硅体也表明了人类活动对历史及现代植被的影响。

显而易见的是, 气候环境和人类活动均是生态环境变化的驱动因子。然而, 为了实现经济开发与生态环境和谐发展的目的, 涉及人类垦殖带来的环境影响有待进一步研究。另外, 定量重建古气候的准确性需要运用更多方法模型予以综合验证。

本研究得到国家自然科学基金面上项目(批准号: 41272386, 40972212 和 40601104)、中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室 2011 年青年人才项目以及教育部留学回国人员科研启动基金资助。

关键词: 孢粉; 气候变化; 人类活动; 晚全新世; 草滩湖湿地; 北疆

新疆博尔塔拉河表土孢粉组合与植被 关系研究

李玉梅^{1,2} 杨振京¹ 张芸³ 毕志伟¹ 刘林敬¹ 杨庆华¹ 孔昭宸³

1. 中国地质科学院水文地质环境地质研究所, 河北正定 050803

2. 石家庄经济学院, 河北石家庄 050031

3. 中国科学院植物研究所植被与环境变化国家重点实验室, 北京 100093

博尔塔拉河是新疆西部的一条内流河, 流域内植被和土壤具有十分明显的垂直分布和区域性差异大的特点, 因此对花粉的传播、保存、搬运和沉积都具有重大影响。从博尔塔拉河入湖口开始, 设置一条自西向东由海拔 217 m 到温泉县海拔高度为 3232 m 的别洪林达坂(别珍套山和阿拉套山交界点)中哈边境线的长约 200 多公里的样带, 经由温泉-孟克沟, 博乐河, 艾比湖, 所采集的 49 个表土花粉样品经 Tilia 作图得出的孢粉组合图式和现代植被样方调查资料, 分析出博尔塔拉河流域的植被与表土花粉之间的关系。沿途经过荒漠草原、锦鸡儿灌丛、亚高山草地、爬地柏灌丛和高山草甸植被类型。通过对数据的处理, 将该地区孢粉划分为六个带。经过将表土植被调查的结果与实验数据对比所得, 可知该地区表土孢粉组合特征大致能反映当地植被的主要特征。带 I 中的云杉相较其它孢粉带含量多可能与取样地点平均海拔较高有关。带 II 的现代植被调查为爬地柏灌丛, 这和实验得出的孢粉数据十分不符。带 III 中藜科的比值较大, 表现出冷干的气候和亚高山草甸植被类型, 但实际植被为锦鸡灌丛, 带 II 和带 III 的孢粉类型都与实际植被有出处, 可能与柏科孢粉的外壁较薄, 不易在地层中沉积和豆科植物代表性不强的原因有关。带 IV 、带 V 、带 VI 的花粉组合特征都与现代植被调查结果相似, 基本能代表现代植被的类型。

[国家自然科学基金面上项目(批准号: 40972212 和 40601104) 和教育部留学回国人员科研启动基金、中国地质科学院水文地质环境地质研究所基本科研业务费项目(SK07009、SK200806) 资助。]

关键词: 博尔塔拉河; 表土花粉; 孢粉组合带; A/C 值; 表土花粉代表性

附录 1:

学术报告目录

- 1、郑绵平：湖盆记录及全球变化
- 2、顾延生：3500 年来南鄱阳湖区植被与沉积对气候变化的响应
- 3、于 革：湖泊生态系统对过去 1000 年气候变化的响应研究
- 4、高林志：前寒武纪微古植物与年代学标定
- 5、倪 健：全球变化研究中的生物气候指标
- 6、陈雪梅：云南星云湖末次冰期的植被及西南季风演化历史
- 7、张淑芹：长白八道沟中新世孢粉植物群
- 8、肖霞云：滇西北天才湖揭示的全新世以来的植被与气候历史
- 9、李亚蒙：孢粉与硅藻共同指示的陆地-水体环境相关性
- 10、周忠泽：基于分子和化石花粉证据推测冰岛蓼的起源与迁移
- 11、覃军干：桂林灵田晚全新世的气候及环境变化
- 12、李树峰：孢粉—气候数学模型改进
- 13、孟玉婷：长江三角洲锦溪地区全新世海侵层孢粉组合及其环境意义
- 14、许清海：花粉源范围研究进展
- 15、张生瑞：*Tauber Trap* 记录的长白山针阔叶混交林带 5 年(2006-2010)花粉通量及垂直高度的变化
- 16、李 洁：相对花粉产量及其在古植被定量重建中的应用
- 17、唐 烽：伊迪卡拉纪印痕化石是陡山沱期藻类的固着器吗？
- 18、罗传秀：南海南部表层水体孢粉传播途径及其环境意义
- 19、马春梅：*A high-resolution pollen record of late-Quaternary changes in the Asian summer monsoon system from the NE Tibetan Plateau*
- 20、赵 琳：福建戴云山泥炭 4000 aBP 来的孢粉记录和环境演变
- 21、舒军武：“刀耕火种”是距今 8000 年浙江跨湖桥文化的稻作经济模式吗？-遗址剖面与自然钻孔孢粉记录的对比启示
- 22、徐德克：中国东北小龙湾玛珥湖年纹层孢粉记录的中全新世以来 500 年周期性气候变化
- 23、王伟铭：台湾澎湖列岛新近纪火山岩系及其沉积夹层的孢粉学意义
- 24、贾红娟：孢粉记录反映的灵山河流域全新世环境变迁
- 25、马玉贞：花粉记录的蒙古北部 38,000 年以来的植被和气候变化
- 26、郭 超：中国内陆区湖泊沉积反映的全新世气候变化特征
- 27、胡彩莉：烧失量法在测定沉积物中有机质和非有机质含量方面的应用
- 28、张继效：云南剑川象鼻洞旧石器遗址孢粉组合
- 29、李月丛：黄土高原中东部地区空气花粉组合特征及其与气候的关系
- 30、杨庆华：南黄海西部陆架表层沉积物孢粉分布特征及其沉积环境
- 31、左昕昕：中全新世长江三角洲气候变化与植被演替的植硅体记录
- 32、辛益群：孢粉学信息资料（孢粉志）志书化、数字化管理交流
——借鉴中国植物志数字化的一些介绍
- 33、乐远福：中国东南福州盆地全新世以来植被变化以及人类活动影响
- 34、刘鸿雁：气候还是干扰驱动了全新世植被的演化？
- 35、郝 倩：林草交错带森林如何响应中晚全新世的气候干旱化：内蒙古南部黄旗海剖面的实例研究
- 36、苗运法：柴达木盆地西部地区晚新生代孢粉记录及其意义
- 37、杨振京：2000 年来新疆中部历史时期植物种类与植被动态古生物学研究

- 38、刘林敬：黄土高原表土花粉-植被关系研究
- 39、孙庆峰：青藏高原共和盆地粘土矿物与孢粉反映的末次冰消期以来的气候环境相位差
- 40、唐自华：塔里木盆地北缘库车地区渐新世以来的孢粉记录
- 41、魏明建：北京昌平钻孔布容期孢粉古植被研究
- 42、萧家仪：淤泥质海岸藜科（*Chenopodiaceae*）花粉与海岸线位置数量关系的初步研究
- 43、杨士雄：中国现代植物花粉形态展示
- 44、李 杰：南黄海晚更新世以来孢粉记录的古环境变化
- 45、李建国：西藏海相侏罗系-白垩系界线地层的孢粉学研究及其意义
- 46、彭俊刚：重庆市统景镇中三叠世雷口坡组孢粉和疑源类化石
- 47、毛礼米：海桑属古生物地理演变历史
- 48、赖阳均：雅鲁藏布大峡谷现生维管植物区系特征
- 49、尹崇玉：埃迪卡拉（震旦）纪早期疑难球状化石 *Tianzhushania* 新观察
- 50、李玉梅：新疆博尔塔拉河表土孢粉组合与植被关系研究
- 51、张 芸：青藏高原昌都布托湖全新世以来植被演变和气候变化
- 52、张 卉：晚全新世以来北疆气候变化和人类活动的证据—以石河子草滩湖湿地为例
- 53、沈才明：云南地区森林火灾及其演变史
- 54、贺振建：胜利油区页岩孢粉学特征及意义
- 55、顾 芳：江苏常州地区更新世以来的孢粉组合及其古植被和古气候研究
- 56、陶明华：陆相盆地沉积序列分析及其地质意义
- 57、张金岩：山西怀仁凹陷怀地 1 井孢粉组合及其意义
- 58、张明震：甘肃公婆泉盆地钻孔孢粉记录的晚侏罗世至早白垩世气候变化

附录 2:

展板目录

- 1、吴乃群：东亚冰消期海陆气候变化不同步与全球高低纬度地区气候变化的关系
- 2、乐远福：A record of vegetation and climate change over the past 50,000 years in the Fujian Province of eastern subtropical China
- 3、陈丽红：河套地区湖泊沉积记录的环境演变
- 4、孙庆峰：青藏高原共和盆地粘土矿物与孢粉反映的末次冰消期以来的气候环境相位差
- 5、毛礼米：高山栎原位化石花粉研究
- 6、舒军武：渤海湾盆地中新世馆陶组孢粉植物群及其古气候和地层学意义
- 7、李 泉：青藏高原东部贡嘎山现代孢粉组合及其与植被关系的判别分析
- 8、蔡茂堂：柴达木盆地西部深钻孢粉记录的亚洲内陆干旱化
- 9、秦 锋：山西张村晚上新世植被与气候研究
- 10、许清海：晚更新世以来华北地区的植被与气候变化

附录 3:

作者检索

(按姓名拼音顺序)

[作者姓名]	[摘要页码]	[作者姓名]	[摘要页码]
B		Foong, Swee Yeok	44
毕志伟	25,67,75,82,86,89		
Brodie, Chris R.	32	G	
		高崇辉	41
C		高峰	17
蔡茂堂	24	葛亚汶	18
曹玲珑	69	顾延生	4
曹维福	54	顾芳	82
曹现勇	10	郭超	83,84
常凤鸣	67	郭梅娥	58
陈碧珊	70	H	
陈发虎	19	郝倩	37,85
陈功侠	76	胡彩莉	83,84
陈海骄	46	胡亚楠	11
陈建强	82	黄宝春	30
陈木宏	62	黄春玲	41
陈雪梅	19	黄俊华	4
陈晓辉	36	黄康有	22,32,68,69,71
程瑜	48	黄小忠	19
储国强	74	J	
丛杉	49,53,54	贾红娟	46
丛岩	53	蒋乐平	78
Cheddadi, Rachid	22	介冬梅	58
D		金幸生	8
丁明	8	金玉东	38
丁仲礼	30	Jacques, Frédéric M.B.	16
董源	46	K	
党毅敏	53,54	孔惠	49,54
F		孔昭宸	25,57,88,89
樊俊	41	L	
方小敏	24,26	赖阳均	55
方伊曼	47,59	雷昉	7
冯兆东	31		
Feng Zhaodong	13		

黎文本	87	马玉贞	31,83,84
李长安	86	马振兴	4
李春海	7,27	毛礼米	42,44,74
李建国	40,87	梅西	36
李建勇	10	蒙红卫	31
李洁	11	孟玉婷	12
李杰	36	孟庆泉	24
李君	33	苗运法	24
李曼玥	11	穆会双	11
李仁成	41	Mark, Herrmann	26
李日辉	36	McCloskey, T. A.	47
李树峰	16	N	
李亚蒙	66	倪健	1,16
李阳	11	农日正	41
李英	18	P	
李玉梅	89	彭环环	68
李月丛	10,18	彭俊刚	87
李珍	20	Q	
梁剑	11	祁国翔	29
梁明媚	66	乔彦松	48
梁雅伦	70	秦锋	66
廖淦标	31	覃军干	33
廖梦娜	34	R	
廖文波	69	Rolett, Barry V.	22
林凤友	10	S	
林秦文	55	桑艳礼	31
刘冰	55	邵亚军	27
刘鸿雁	37,85	沈才明	74
刘惠萍	76	舒军武	78,80
刘建国	62	宋兵	20
刘林敬	67,75,82,86,89	宋春晖	24
刘裕生	42	苏涛	42
鹿化煜	7	孙爱芝	13
伦子健	4	Switzer, Adam D.	70
陆均	62	T	
罗传秀	62	唐烽	8
吕厚远	20,74	唐领余	7,19,27,47,59
吕素青	18	唐自华	30
吕燕	29		
Liu, Kam-biu	27,47,59		
M			
马春梅	47,59		
马贵明	82		
马婷	22		

陶明华	76,77	杨秀芳	53
田芳	10	杨永	55
田先华	7	杨振京	25,57,67,75,82,86,88,89
		尹崇玉	6
		印轶	37,85
W		于革	34
万传彪	38	余凤玲	70
万秋池	71	喻建新	4
汪清源	38	乐远福	22,71
王灿	74	Yi, Sangheon	46
王成敏	75		
王梦媛	72	Z	
王树恒	52	张春来	33
王维	31	张红艳	7
王伟铭	2,14,17,55,78,80	张卉	57,88
王约	8	张继效	17
魏金辉	61	张金岩	76
魏玲	64	张丽艳	10
吴铎	19	张兰兰	62
吴乃琴	74	张齐兵	57
吴福莉	24,26	张强	33
Wünnemann, B.	47	张生瑞	9,10,11
		张世祥	38
X		张淑芹	2
向荣	62	张文超	7
萧家仪	29	张训华	36
肖霞云	5	张一勇	49
谢磊	51	张愈	59
谢晓云	51	张芸	25,57,88,89
辛益群	21	赵华	75
徐德克	20,74	赵琳	47,59
许清海	9,10,11,18	郑艳伟	68
许振	59	郑卓	22,32,68,69,70,71
薛云飞	38	周爱锋	19
		周力平	10
Y		周锐	20
严明疆	25	周浙昆	16,42
阎顺	25	朱光骐	22
晏达达	47	宗永强	32
杨保	27	左昕昕	20
杨冰洁	70,73		
杨庆华	25,67,82,86,89		
杨士雄	32		

附录 4:

与会代表通讯录

序号	姓名	性别	单位	地址	邮编	电话	Email
1	张淑芹	女	吉林大学	长春市西民主大街 938 号	130026	13756284513	zsq100661@163.com
2	万传彪	男	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院地质试验室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508460 18746678367	cb8262011@qq.com , 676780195@qq.com
3	薛云飞	男	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院地质试验室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508298 3604648561	xueyunfei1@petrochina.com.cn ; xueyunfei88888@163.com
4	党毅敏	男	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院勘探规划室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508428	
5	曹维福	男	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院勘探规划室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508411	
6	王树恒	男	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院勘探规划室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508411	
7	孔惠	女	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院勘探规划室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508411	konghui@petrochina.com.cn
8	谢晓云	女	大庆油田有限责任公司勘探开发研究院勘探规划室	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	0459-5508411	
9	丛杉	女	大庆油田有限责任公司采油一厂	黑龙江省大庆市让胡路区	163712	18603692392	
10	丛岩	男	大庆油田有限责任公司采油一厂	黑龙江省大庆市让胡路区	163712		
11	介冬梅	女	东北师范大学地理科学学院	长春	130024		jiedongmei@nenu.edu.cn

12	舒仲	男	舒仲花粉有限公司	北京市东花市北里西区宝润苑 C 座 809	100062	010-61592222 13901122222	shuzhong@shuzhong.org
13	杨梦云	女	舒仲花粉有限公司	北京市东花市北里西区宝润苑 C 座 809	100062		
14	舒杨	女	舒仲花粉有限公司	北京市东花市北里西区宝润苑 C 座 809	100062		
15	韩占先	男	舒仲花粉有限公司	北京市东花市北里西区宝润苑 C 座 809	100062		
16	任学文	女	舒仲花粉有限公司	北京市东花市北里西区宝润苑 C 座 809	100062		
17	徐岱楠	女	首都师范大学生命科学学院	北京西三环北路 105 号	100048	13522764021	xudainan@126.com
18	刘家熙	男	首都师范大学生命科学学院	北京西三环北路 105 号	100048	010-68902899 13051680261	liu-jiaxi@263.net
19	魏明建	男	首都师范大学资源环境与旅游学院	北京西三环北路 105 号	100048	010-689070041 3911359962	weimj@mail.cnu.edu.cn
20	付幸	女	首都师范大学资源环境与旅游学院	北京西三环北路 105 号	100048		
21	尹崇玉	男	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	010-68999690	chongyuyin@cags.ac.cn
22	陪同	女	中国科学院高能物理所				
23	高林志	男	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	13683327620; 010-68999690	gaolzh@cags.ac.cn
24	王大宁	男	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	13691547525, 010-68999701	
25	唐烽	男	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号 287 室	100037	13671141841	tangfeng@cags.ac.cn
26	李素萍	女	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	13466621840	lisuping.ibcas@gmail.com
27	郭彩清	女	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	15010063568	caiqingguo@163.com
28	安晓红	女	中国地质科学院地质研究所	北京市百万庄大街 26 号	100037	13488748649	kja0@163.com
29	顾宁	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号旧楼 312	100029	18810403668	gunning@mial.igcas.ac.cn
30	杨肖肖	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号旧楼 337	100029	13717925543	yangxiaoxiao57@163.com

31	孙爱芝	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	15001194548	sunaizhi@mail.igcas.ac.cn
32	常琳	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	15210646025	changlin@mail.igcas.ac.cn
33	吕厚远	男	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	010-82998259	houyuanlu@mail.igcas.ac.cn
34	吴乃琴	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	010-82998266	nqwu@mail.igcas.ac.cn
35	徐德克	男	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	010-82998548 13811578753	ccxudeke@mail.igcas.ac.cn
36	唐自华	男	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	010-82998340	tangzihua@mail.igcas.ac.cn
37	左昕昕	男	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	15210716980, 010-82998548	zuoxinxin@live.cn
38	周昆叔	男	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029		
39	安晓红	女	中国科学院地质与地球物理研究所	北京市北土城西路 19 号	100029	13488748649	kja0@163.com
40	李泉	男	中国科学院地理科学与资源研究所	北京市朝阳区大屯路甲 11 号	100101	13717757868	quanli_cas@163.com
41	蔡茂堂	男	中国科学院地理科学与资源研究所	北京市朝阳区大屯路甲 11 号	100101	13810972832	caimt@igsnrr.ac.cn
42	秦锋	男	中国科学院地理科学与资源研究所	北京市朝阳区大屯路甲 11 号	100101	15011375927	qffp_123@sina.com
43	吴福莉	女	中国科学院青藏高原研究所	北京市朝阳区林萃路 16 号院 3 号楼	100085	18954831756	wufuli@itpcas.ac.cn
44	张芸	女	中国科学院植物研究所	北京市海淀区香山南辛村 20 号	100093	13141493504, 010-62836507	zhangygl@ibcas.ac.cn
45	张卉	女	中国科学院植物研究所	北京市海淀区香山南辛村 20 号	100093	18010104831	zhanghuipollen@ibcas.ac.cn
46	刘富明	男	BETA 实验室	北京市海淀区科学院南路 2 号融科资讯 中心 C 座南楼 5 层	100190	010-59822196	liu@radiocarbon.cn

47	刘鸿雁	男	北京大学城市与环境学院	北京市海淀区北京大学	100871	010-627593191 3681064664	lhy@urban.pku.edu.cn
48	郝倩	女	北京大学城市与环境学院	北京市海淀区北京大学逸夫二楼 3650	100871	15810059363	haohappy13@126.com
49	王宪曾	男	北京大学地球与空间科学学院	北京市海淀区北京大学新地学楼	100871	13693369714	lixinshi108@126.com
50	马玉贞	女	北京师范大学减灾与应急管理研究院	北京市新街口外大街 19 号	100875	15810387969	mayzh@bnu.edu.cn
51	郭超	男	北京师范大学减灾与应急管理研究院	北京市新街口外大街 19 号	100875	18811321347	gc@mail.bnu.edu.cn
52	胡彩莉	女	北京师范大学减灾与应急管理研究院	北京市新街口外大街 19 号	100875	15010178861	hcl@mail.bnu.edu.cn
53	刘莉	女	中国地质科学院地质力学研究所	北京市海淀区民族大学南路 11 号	100081	13520742612	
54	刘宗秀	女	中国地质科学院地质力学研究所	北京市海淀区民族大学南路 11 号	100081	13811507054	tqwanliu@sina.com
55	纂琳	女	中国地质科学院地质力学研究所	北京市海淀区民族大学南路 11 号	100081	18810553502	
56	乔彦松	男	中国地质科学院地质力学研究所	北京市海淀区民族大学南路 11 号	100081	13681598346	
57	杨振京	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号 河北正定中山东路 92 号	050061 050803	1358217598 0311-88022638	yangzhenjing1966@163.com
58	刘林敬	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	15103112816, 0311-88024018	liulj206@126.com
59	杨庆华	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	15933997816, 0311-88022638	20080808yangfan@163.com
60	毕志伟	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	13832395173, 0311-87700914	supperapple@qq.com
61	王成敏	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	18931981895	wcmsws@sina.com
62	刘文生	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	13673114992	
63	张静	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061		
64	顾芳	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所 中国地质大学(北京)	河北正定中山东路 92 号 北京市海淀区学院路 29 号	050803 100083	18810553489 392472495@qq.com	392472495@qq.com
65	李玉梅	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061	13483101517	liyumei20090116@163.com

66	郭照霞	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061		
67	郭珊瑚	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061		
68	马建梅	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061		
69	秦宁	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	石家庄市中华北大街 268 号	050061		
70	童国榜	男	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	河北正定中山东路 95 号	050803	13930442163	guobangtong@263.net
71	童松梅	女	中国地质科学院水文地质环境地质研究所	河北正定中山东路 95 号	050803	13111533904	songmeitong@hotmail.com
72	赵淼	女	中国地质调查局水环地调中心	河北省保定市七一中路 1305 号	071051	0312-59080391 5230260513	494136150@qq.com
73	张文卿	女	中国地质调查局水环地调中心	河北省保定市七一中路 1305 号	071051	0312-5908382, 15133219286	wenqing401@126.com
74	许清海	男	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	13931996861	xuqinghai@mail.hebtu.edu.cn
75	张生瑞	男	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	15933210754	zhang527655867@126.com
76	李阳	男	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	15233635309	928448316@qq.com
77	李洁	女	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	18203213786	lijie2011geo@126.com
78	穆会双	女	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	15233113492	mu2013ss@126.com
79	胡亚楠	女	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	13229111744	799379580@qq.com
80	李月丛	女	河北师范大学资源与环境科学学院	河北省石家庄市南二环东路 20 号	050024	13831190396	lyczhli@aliyun.com
81	阳小兰	女	河北省科学院地理科学研究所	河北省石家庄市裕华区槐安东路 116 号	050011	0311-86678796 13803366989	yxl63@126.com
82	张茹春	女	河北省科学院地理科学研究所	河北省石家庄市裕华区槐安东路 116 号	050011	0311-86678796	bdzrc@126.com
83	陈丽红	女	石家庄经济学院	河北省石家庄槐安路 136 号	050031	0311-87207531 13171886671	chenlh0202@126.com
84	贾红娟	女	石家庄经济学院	河北省石家庄市槐安东路 136 号实验 实践教学中心	050031	13231144259	jhjzjw@sina.com

85	董源	男	石家庄经济学院	河北省石家庄市槐安东路 136 号实验 实践教学中心	050031		
86	孙黎明	女	石家庄经济学院	河北省石家庄市槐安东路 136 号实验 实践教学中心	050031	13303010952	sliming1952@126.com
87	毕力刚	男	中海油能源发展钻采工程研究院	天津市塘沽 609 信箱	300452	18622905536	bilg@cnooc.com.cn; 1753411474@qq.com
88	陶明华	男	华北油田公司勘探开发研究院	河北省任丘市	062552	0317-2723464, 13932790705	yjy_tmh@petrochina.com.cn
89	张金岩	男	华北油田公司勘探开发研究院	河北省任丘市	062552	0317-2723640, 13932700872	yjy_zjy@petrochina.com.cn
90	阎存凤	女	中国石油勘探开发研究院西北分院	兰州市雁儿湾路 535 号西北分院	730020	18693168988, 0931-8686121	ycf3708@sina.com
91	刘惠萍	女	华北油田公司勘探开发研究院	河北省任丘市	062552	13754536609, 0317-2723640	yjy_lhp@petrochina.com.cn
92	陈雪梅	女	兰州大学西部环境与气候变化研究院	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	15193106371	chenxm12@lzu.edu.cn
93	彭卫	男	兰州大学西部环境与气候变化研究院	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	18993191714	pengw11@lzu.edu.cn
94	贾宛娜	女	兰州大学西部环境与气候变化研究院	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	15193128361	jiawn12@lzu.edu.cn
95	刘思丝	女	兰州大学西部环境与气候变化研究院	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	18613056118	liuss13@lzu.edu.cn
96	赵永涛	男	兰州大学	兰州市兰州大学	730000	15117142193	zhaoyt11@lzu.edu.cn
97	张明震	男	兰州大学	甘肃省兰州市城关区天水南路 222 号 兰州大学逸夫科学馆 305 室	730000	13919097712	Zhangmzh08@lzu.edu.cn
98	惠争闯	男	兰州大学	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	15101317496	huizhch@lzu.edu.cn
99	常婧	女	兰州大学	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	15101293303	changj13@lzu.edu.cn
100	孙庆峰	男	西北师大地理系	兰州 西北师大 40#105	730070	0931-7972082; 13369465545	sqf@nwnu.edu.cn

101	魏海成	男	中国科学院青海盐湖研究所	青海省西宁市新宁路 18 号	810008	13997287731	weihaicheng-1984@126.com
102	秦占杰	男	中国科学院青海盐湖研究所	青海省西宁市新宁路 18 号	810008	15297217445	qinzhanjie@yeah.net
103	袁秦	女	中国科学院青海盐湖研究所	青海省西宁市新宁路 18 号	810008	13997145947	yqyq52112126.com
104	盛淑蓉	女	中国科学院青海盐湖研究所	青海省西宁市新宁路 18 号	810008	18797160816	
105	苗运法	男	中国科学院寒区旱区环境与工程研究所	甘肃兰州	730000	0931-4967544	yunfine2000@sina.com
106	阎顺	男	中科院新疆生态与地理研究所	新疆乌鲁木齐北京南路 818 号	830011	13179806611, 0991-7885351	yanshun46@ms.xjb.ac.cn
107	魏玲	女	中石化西北油田分公司勘探开发研究院	新疆乌鲁木齐河南东路 889 号	830011	18999831220	weiling1988@sohu.com
108	赵艳	女	兰州大学西部环境与气候变化研究院	甘肃省兰州市天水南路 222 号	730000	13911645650	yanzhao@lzu.edu.cn
109	顾延生	男	中国地质大学(武汉)	湖北省武汉市洪山区鲁磨路 338 号	430074	13986038370; 027-67883160	ysgu@cug.edu.cn
110	徐亚东	男	中国地质大学(武汉)地球科学学院地球生物系	湖北武汉市洪山区鲁磨路 485 号	430074	18986124766	yuren36@gmail.com
111	倪健	男	中国科学院地球化学研究所	贵阳市观水路 46 号	550002	0851-5891351; 18798877231	nijian@vip.skleg.cn
112	覃军干	男	中海油能源发展钻采工程研究院湛江实验中心	广东省湛江市坡头区南调路	524057	13553528470	qinjungan@gmail.com
113	谢金有	男	中海石油(中国)有限公司湛江分公司	广东省湛江市坡头区 22 信箱研究院	524057	1354200831	xiejy@cnooc.com
114	李树峰	男	中国科学院西双版纳热带植物园	云南省勐腊县勐仑镇	666303	15012166165	lisf@xtbg.org.cn
115	罗传秀	女	中国科学院南海海洋研究所	广东省广州市海珠区新港西路 164 号 实验楼西 401	510301	15920377795	luocx30@126.com
116	郑卓	男	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号	510275	020-84111068, 13632388771	eeszzhuo@mail.sysu.edu.cn, eeszzhuo@tom.com
117	乐远福	男	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号地环大楼 C503	510275	13580566108	yueyuanfu@mail.sysu.edu.cn; yuanfu.yue@univ-montp2.fr
118	杨冰洁	女	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号地环大楼 C503	510275		yangyuanjiezi@aliyun.com

119	魏金辉	男	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号地环大楼 C503	510275		calvin.ngei@gmail.com
120	陈碧珊	女	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号地环大楼 C503	510275		chenbishan2008@126.com
121	彭环环	女	中山大学地球科学系	广州市新港西路 135 号地环大楼 C503	510275		
122	李仁成	男	桂林理工大学地球科学学院	广西桂林	541004		lirenceng_xie@163.com
123	沈才明	男	云南师范大学旅游与地理科学学院湖泊生态与全球变化实验室	云南昆明	650504	18388463056	cmshen@hotmail.com
124	刘翠珍	女	云南师范大学旅游与地理科学学院湖泊生态与全球变化实验室	云南昆明	650504		
125	张玉兰	女	同济大学海洋学院	上海四平路 1239 号	200092	021-65023592, 13795475108	zhangyl@tongji.edu.cn
126	黄锦琦	男	同济大学海洋学院	上海四平路 1239 号	200092		
127	王伟铭	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282222	wmwang@nigpas.ac.cn
128	李建国	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282279, 13951783697	jgli@nigpas.ac.cn
129	朱怀诚	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282102	hczhu@nigpas.ac.cn
130	毛礼米	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282245, 13585105328	Immao@nigpas.ac.cn
131	舒军武	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282246, 13813836451	junwushu@126.com
132	赖阳均	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008		laiyj81@gmail.com
133	冯立梅	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282265	fenglm@nigpas.ac.cn
134	朱祥根	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008		
135	孙卫国	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282251, 13505184538	wgsun@nigpas.ac.cn

136	汪一平	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008		
137	梅盛昊	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-832282225	
138	杨小菊	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-832282239	xjyang@nigpas.ac.cn
139	唐领余	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-83282174, 13851924018	lytang@nigpas.ac.cn
140	林彩华	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	025-832282122	chlin@nigpas.ac.cn
141	徐放鸣	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008		fmxu@nigpas.ac.cn
142	孟玉婷	女	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	13655183290	angela_619@163.com
143	彭俊刚	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	15851810125	pjg00000@126.com
144	张继效	男	中国科学院南京地质古生物研究所	南京市北京东路 39 号	210008	18362906670	cny89@163.com
145	于革	女	中国科学院南京地理与湖泊研究所	南京市北京东路	210008	025-86882141, 13675159878	geyu@niglas.ac.cn
146	肖霞云	女	中国科学院南京地理与湖泊研究所	南京市北京东路 73 号	210008	025-86882146, 13813989425	xyxiao@niglas.ac.cn
147	马春梅	女	南京大学地理与海洋科学学院	南京市栖霞区仙林大道 168 号	210046	13813896271	chunmeima@nju.edu.cn
148	孙文峰	男	南京大学地理与海洋科学学院	南京市栖霞区仙林大道 168 号	210046	15996318623	287792907@qq.com
149	张文超	男	南京大学地理与海洋科学学院	南京市栖霞区仙林大道 163 号	210046		wenchaoluyi@gmail.com
150	赵琳	女	南京大学地理与海洋科学学院	南京市栖霞区仙林大道 168 号	210046	18260086910	zhaolinxiu10@126.com
151	张红艳	女	南京大学地理与海洋科学学院	南京市栖霞区仙林大道 168 号	210046		
152	萧家仪	男	南京师范大学地理科学学院	南京市栖霞区南京师范大学地科院	210046	13809004840	xiaojiayi@njnu.edu.cn
153	吕燕	女	南京师范大学地理科学学院	南京市栖霞区南京师范大学地科院	210046	13776629152	940985222@qq.com
154	李亚蒙	男	临沂大学地质与古生物研究所	山东省临沂市兰山区双岭路中段	276000	18653920630	liyameng@gmail.com
155	辛益群	男	山东大学生命科学学院	山东济南	250100	0531-88365796	xinyq@sdu.edu.cn
156	杨士雄	男	青岛海洋地质研究所	青岛市市南区福州南路 62 号	266071	13906425978	ysx_666@163.com

157	李杰	女	青岛海洋地质研究所	青岛市市南区福州南路 62 号	266071	0532-80904026 13884637926	lijie308480@126.com
158	贺振建	男	中石化股份胜利油田分公司地质科学研究院地层古生物实验室	山东省东营市聊城路 3 号胜利油田地质科学研究院	257015	18606463858, 0546-8715359	slythzj@163.com
159	王长轩	男	中石化股份胜利油田分公司地质科学研究院地层古生物实验室	山东省东营市聊城路 3 号胜利油田地质科学研究院	257015		
160	周忠泽	男	安徽大学生命科学学院	安徽合肥		0551-5107354, 13966786593	zhzz@ahu.edu.cn