

文章编号: 1000-0550(2007) 01-0124-07

# 中国北方第四纪孢粉提取方法研究

李育<sup>1</sup> 王乃昂<sup>1</sup> 许清海<sup>2</sup> 李月丛<sup>2</sup> 阳小兰<sup>3</sup> 张振卿<sup>2</sup> 温锐林<sup>4</sup>

(1 兰州大学西部环境教育部重点实验室 & 资源环境学院 兰州 730000 2 河北师范大学资源与环境学院 石家庄 050016

3 河北省科学院地理科学研究所 石家庄 050014 4 中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029)

**摘要** 孢粉提取方法是第四纪孢粉学研究的基础和前提, 中国北方地区具有独特的自然地理条件, 第四纪以来形成了特有的沉积物类型, 不同沉积物的孢粉提取研究一直以来是中国孢粉学研究的难点和热点。本文选取了中国北方不同沉积相的沉积物样品(黄土与古土壤样品 17 个、湖泊样品沉积物 20 个、风成砂样品 11 个、泥炭沼泽样品 10 个、考古点文化层 6 个、表土样品 10 个)共 74 个, 通过对同一种样品不同处理方法的对比研究, 就中国北方不同沉积物的孢粉提取方法进行了探讨。对比研究发现, 黄土及古土壤中的孢粉提取是以氢氟酸筛选法效果佳, 值得注意的是盐酸与氢氟酸对样品的处理过程, 进行多次彻底处理才能达到很好的效果; 湖泊沉积物孢粉提取可采用传统的氢氟酸法, 对干旱区含砂量较高的湖泊沉积物及风成砂样品需要配合重液浮选法进行; 泥炭、沼泽中孢粉提取应采用重液浮选法, 配合筛选法进行; 考古点文化层沉积物孢粉提取应采用重液浮选法, 并将重液浮选出来的样品配合以氢氟酸处理能达到很好效果; 表土样品可以采用无酸碱重液浮选法。同时还探讨了孢粉提取中的分散剂和硝酸的使用及酸碱的使用顺序。

**关键词** 中国北方 第四纪孢粉 提取方法

**第一作者简介** 李育 男 1981 年出生 博士 研究生 孢粉学及全球变化 E-mail liy04@lzu.cn

**中图分类号** P534.63 **文献标识码** A

随着全球变化研究的进展, 第四纪孢粉学作为一种重建古植被、古环境的重要代用指标<sup>[1-3]</sup>, 在重建过去全球变化上发挥了重要的作用, 随着第四纪孢粉学的深入研究, 使用孢粉数据定量恢复古气候已经成为可能<sup>[4-8]</sup>, 通过孢粉数据进行的过去全球植被、气候模拟已经取得初步成果<sup>[9-10]</sup>, 并将在古环境研究中起到更重要的作用。

孢粉提取在第四纪孢粉学中最基础也是最首要的一步, 提取方法也在不断的改进之中, 国外在这方面已经有很多研究成果<sup>[11-16]</sup>。我国具有独特的自然地理条件和沉积物类型, 如黄土高原, 大面积的内陆干旱区, 及不同种类的淡水湖泊及盐湖等, 针对这样特有的沉积物类型, 在北方地区进行孢粉提取一直是孢粉学者研究的重点及难点。在这样的研究背景下, 孢粉工作者也在孢粉提取方法方面取得了一些研究成果<sup>[17-20]</sup>。特别在黄土及古土壤的孢粉提取方法上取得了一定成果, 但是鉴于我国特有的气候、地貌、土壤、沉积环境等特征, 及特有的沉积物及沉积地层, 所以不同沉积物孢粉的提取不能采取单一的提取方

法。本文是作者根据目前国内外常用的第四纪孢粉提取方法, 并结合对 74 个不同的沉积物样品反复实验, 对我国不同沉积物孢粉提取方法进行了研究及讨论。

## 1 常用第四纪孢粉提取方法

孢粉的提取就是尽可能地将存在于沉积物中的孢粉提取出来, 又不破坏孢粉本身的形态和结构。基于样品本身的一些性质, 氢氟酸可以除去硅质, 盐酸可以除去碳酸盐类。使用弱碱溶液可以去除有机质成分。孢粉的比重一般小于碎屑状盐类, 所以使用 2.0 左右比重的重液可以提取孢粉富集物, 7~10  $\mu\text{m}$  和 160  $\mu\text{m}$  的尼龙筛网(7~10  $\mu\text{m}$  筛网一般产自欧美国家, 筛子可以自制)可以去除个体小于和大于孢粉的杂质, 基于上述认识, 就组成了整个第四纪孢粉的提取方法。目前常用的第四纪孢粉的提取方法主要有氢氟酸筛选法和重液浮选法两种, 如图 1、2。

图 1、2 指示的两种方法是综合了大量国内、外孢粉提取经验得出的, 其中有一些步骤特别需要注意,

①国家自然科学基金(批准号: 40471138), 教育部青年教师奖励计划(20050730030)共同资助。

收稿日期: 2006-05-07 收修修改稿日期: 2006-06-25

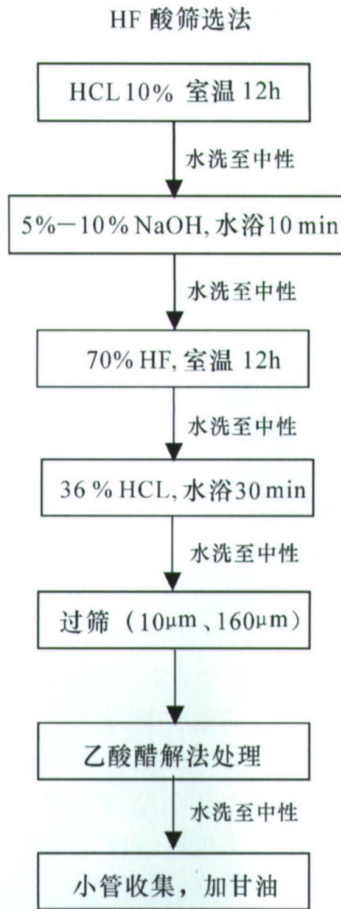


图 1 孢粉的 HF 酸筛选法

Fig 1 The procedure of HF treatment and sieving for pollen extraction

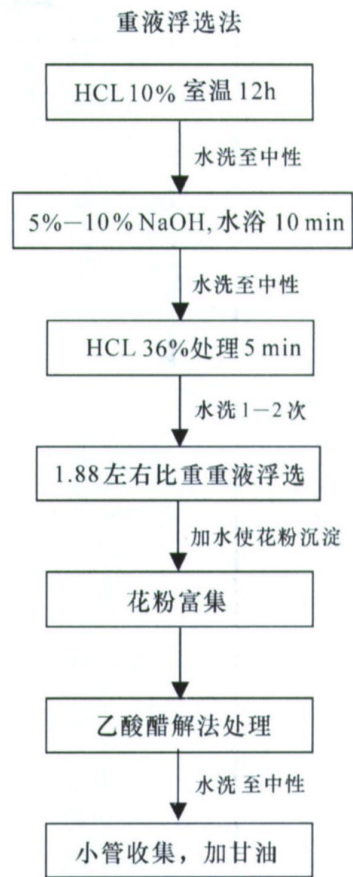


图 2 孢粉的重液浮选法

Fig 2 The procedure of dense-media separation for pollen extraction

如 HF 酸筛选法中, HCL 处理过程需要加入过量的盐酸, 并且反复搅拌, 使其充分反应, 某些碳酸盐含量较高的层位需要进行两次盐酸处理; 在 HF 处理时, 也要注意用量的问题。国外经常采用 70% HF, 国内购买不到这种高浓度的氢氟酸, 所以处理样品的过程中会出现由于 HF 酸浓度不够使样品反应不完全的现象, 这种情况, 可以通过多次反复 HF 酸处理来完全去除可溶性杂质, 有利于最后的筛选。重液浮选法中, 碱处理过后, 在将样品洗至中性的过程中, 要反复多次进行, 最好使用离心机 (不要使用过高转速, 1800 转左右) 进行清洗, 因为碱处理过后的样品溶液里含有很多未分解的腐殖酸和仍然悬浮的小颗粒物, 进行这一步, 可以达到净化样品的目的; 碱处理后最好再进行一次酸处理, 并且处理完只水洗 1~2 次, 此步的目的是, 确保样品溶液酸性与重液的酸性一致, 以防止酸碱结合生成难溶性的盐类。

HF 筛选法是利用孢粉和杂质直径的大小差异, 用筛选使其分离, 此法一般用于氢氟酸处理后残渣很少的样品, 国外使用筛选法比较普遍。重液浮选法是利用孢粉与其他杂质的比重不同进行孢粉提取的, 主要用于酸、碱处理后残留样品较多且富含矿物颗粒者, 重液浮选法的重液使用过程, 包括了重液配制、重液回收、样品去水、重液浮选离心及稀释等过程, 比较费时费力, 但是重液浮选法作为一种有效的孢粉提取方法, 是每一个先进的孢粉实验室必须掌握的方法, 特别是使用 HF 筛选法效果较差的样品, 在一些提取孢粉非常困难的样品中, 采用两者结合的方法, 可以达到满意的效果。

在我国第四纪孢粉学研究的沉积物主要包括了黄土及古土壤、湖泊沉积物、泥炭沼泽、考古点文化层沉积物、表土等, 本文根据我国北方特有的沉积物类型, 选取了包括以上各种沉积物的 74 个沉积物样品 (黄土与古土壤样品 17 个、湖泊样品沉积物 20 个、风

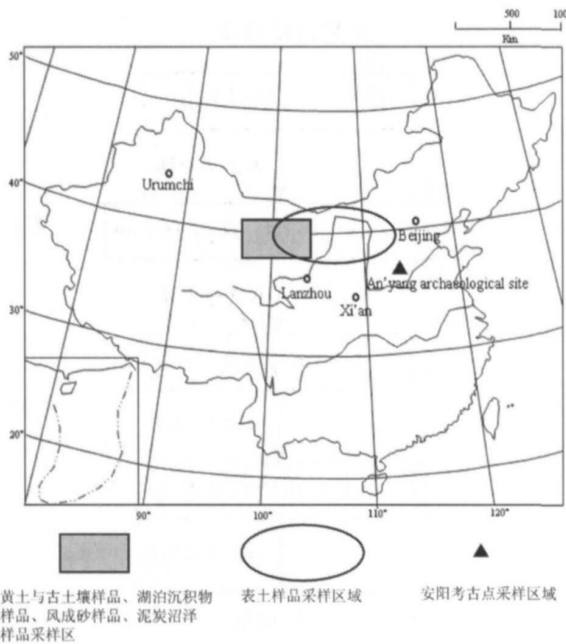


图 3 不同沉积物样品采样区域示意图

Fig 3 Sampling sites of different types of sediments in north China

成砂样品 11 个、泥炭沼泽样品 10 个、考古点文化层 6 个、表土样品 10 个), 进行了孢粉提取实验, 各种不同沉积物的样品采样点如图 3 下面分不同的沉积物来介绍各自的孢粉提取方法实验结果。

## 2 黄土及古土壤中的孢粉提取方法

黄土的孢粉提取比较困难, 这是由于黄土 pH 值一般都在 6~9 之间, 这种 pH 值环境下不利于孢粉的保存, 其次孢粉被黄土中大量胶结物包裹。我国学者从黄土中的孢粉提取已经取得了很多研究成果, 可以使用不同的方法提取高浓度的孢粉富集物, 每种方法都具有自己的特点, 本文采取实验的黄土样品采集于中国西北的沙漠黄土边界带, 靠近腾格里沙漠边缘, 这一区域样品含沙量比较高, 处理难度比较大, 以这一区域全新世黄土样品为例。

在孢粉提取实验中, 采取了氢氟酸筛选法、重液提取法和经过氢氟酸处理后再进行重液浮选法三种方法进行对比, 发现氢氟酸筛选法效果最佳, 同一层位样品, 使用该种方法处理得出的花粉浓度最大, 花粉浓度是重液法的 5~10 倍, 是氢氟酸处理后再进行重液提取法处理出来的花粉浓度的 2~3 倍。

处理过程为, 取黄土—古土壤样品 40 g 在进行处理之前加入石松孢子片, 加入 10% HCl 搅拌, 12 小时后加水清洗样品至中性, 然后使用 5%~10%

KOH 溶液水浴热处理 5~10 分钟, 除去样品中的有机质, 再加入 40% HF 除去硅酸盐, 在 HF 处理后, 水洗至中性, 用 36% HCl 水浴处理 30 分钟, 加水洗至中性。过 160  $\mu\text{m}$  筛网, 再使用 10  $\mu\text{m}$  网布结合超声波振荡器过筛, 收集剩余物。再使用乙酸醋解法处理孢粉富集物, 离心后加入甘油和水的混合物保存, 以备制片鉴定。

以上整个处理过程类似于国外使用的氢氟酸筛选法, 整个处理过程中, 有几点需要注意:

1) 第二次加盐酸最好使用 36% 的浓酸, 经过实验, 稀酸处理出来的样品和浓酸出来的孢粉含量差异较大, 如果第一次盐酸处理发现较多气泡, 最好再进行第二次盐酸处理, 以保证反应完全。2) HF 酸处理的时候, 一般都采用两遍三遍处理方法, 根据 HF 与样品反应的性质决定, 逐渐加大 HF 的浓度, 会起到很好的效果。3) 经过彻底的 HCl、HF 处理以后, 黄土样品还经常会保留很多不溶物出现, 经过多次实验, 这些杂质不溶于其他酸类, 如果遇到这样的样品就需要进行小管重液浮选, 因为这些杂质颗粒密度明显重于孢粉, 而且颗粒不胶结, 采用 20  $\text{g}/\text{cm}^3$  左右的重液小管浮选, 效果很好, 如果不进行重液浮选这一步, 大量的杂质会影响镜下鉴定的质量, 不过加入小管重液浮选这一步会减少花粉浓度, 在花粉浓度较小的层位不推荐使用。

## 3 湖泊沉积物中的孢粉提取方法

湖泊沉积物普遍具有花粉浓度较高的特点, 我国传统的孢粉工作者通常采用重液分离法提取湖泊沉积物的孢粉, 并且可以达到一定的效果。根据我们多年对湖泊沉积物的花粉提取经验, 对于花粉浓度较高的普通湖泊沉积, 由于本身花粉浓度较高, 采用氢氟酸法或者重液浮选法, 都可以达到满意的效果。但是在中国西北干旱区湖泊沉积物样品与东南部湖泊沉积物样品具有不同的组成特征, 特别是内蒙古西部、甘肃、青海、新疆等地区的湖泊沉积物。由于这些区域是我国全球变化的热点区域, 所以这一区域湖泊沉积物的孢粉分析提取工作显得尤为重要, 干旱区湖泊沉积物的样品具有一个普遍的特点就是含砂量高, 地层中孢粉少, 提取时取样量大的特点 (40~80 g), 本次实验选取了甘肃石羊河流域终端湖—青土湖全新世沉积物样品。

在采取孢粉提取实验时, 普通的湖相沉积物取样 20 g 含砂量较高的沉积物样品取样 40 g 实验采用

了重液浮选法及氢氟酸筛选法进行对比研究, 采用重液浮选法, 在个别含沙量较高的层位花粉浓度达不到鉴定要求, 整体花粉浓度较低, 采用氢氟酸的处理时, 经过 HF 酸反复处理过后, 还会有很多砂质不溶物 (如图版 I-1), 特别是在含砂量较高的层位, 这些不溶物无法通过筛选去除, 在很大程度上影响鉴定分析工作。为了解决这一问题我们经过了大量实验, 得出如果在 HF 酸处理过后, 采用比重为  $2.0 \text{ g/cm}^3$  的重液进行浮选, 不溶物会大量减少, 可以达到良好的效果 (如图版 I-2), 能富集足够量的花粉, 而且损失较少。原因是在含沙量较高的层位, 不同于黄土及古土壤沉积物, 湖泊相沉积物的胶结程度不是很高, 经过 HCl 和 HF 处理以后, 花粉一般都会分散出来, 影响鉴定的主要是无法溶解的砂质颗粒, 在这样的情况下, 使用小管重液浮选法, 就可以最大量的将分散开的花粉浮选出来, 达到良好效果。

这里值得提出的是, 重液浮选法作为我国传统的孢粉的提取方法, 虽然存在费时长, 浪费等缺点, 但是根据重液浮选法的特点, 在一定情况下使用, 确实可以达到良好的效果, 特别是穿插在筛选法中间使用, 或者两者交替使用在一些比较难提取的层位。

## 4 泥炭、沼泽中孢粉提取方法

泥炭、沼泽是孢粉比较富含的沉积物, 同时一般也含有较高的有机质, 我们在提取这样的样品时一般都可提取到足够量的孢粉, 但是受到未除净的有机质的影响, 鉴定起来镜下杂质较多。选取西北内陆干旱区石羊河终端湖全新世地层泥炭沉积物为代表, 来讨论泥炭、沼泽中孢粉提取方法。

提取这样的沉积物, 由于取样量较小, 分别选用了重液浮选法和氢氟酸筛选法进行实验, 结果表明重液浮选法结果较好, 杂质比较少 (如图版 I-3), 也具有一定浓度的花粉, 而 HF 法处理之后具有杂质较多的情况 (如图版 I-4), 因为 HF 法主要针对含有较多硅质的样品, 在处理泥炭沼泽样品时泥炭里含有大量的小颗粒有机质, 并且无法用筛选法去除, 所以往往不能达到最好的效果。

使用传统的重液浮选法, 有些样品也达不到很好的效果, 原因是在浮选出来的样品中, 含有许多非常小的有机质颗粒, 影响鉴定的开展。这时可以将重液浮选出来的样品配合筛选法, 具体就是将重液浮选出来的样品, 分别过  $160 \mu\text{m}$  的筛子和在超声波振荡器中过  $10 \mu\text{m}$  的尼龙筛网, 这样处理过的样品在镜下

鉴定的时候可以达到非常良好的效果。

这种处理方法就是结合了重液浮选法与氢氟酸筛选法处理法的特点, 也就是使用重液浮选法将孢粉富集出来, 再使用筛选法进行净化处理, 这样可以方便镜下鉴定。

## 5 考古点文化层沉积物孢粉提取方法

文化层沉积物中的花粉, 代表了人类活动与周围环境植被关系的产物, 有很重要的意义, 而且我国考古点文化层广布, 为文化层孢粉深入研究提供了基础材料, 但是由于孢粉在文化层中的氧化及保存问题等, 从文化层沉积中提取孢粉一直成为了难题。我们选取了河南安阳殷墟考古点文化层地层样品进行孢粉提取实验, 采取普通的重液浮选法和氢氟酸筛选法都不能达到非常良好的效果, 总体孢粉浓度都比较低, 无法达到鉴定要求, 经过反复实验, 发现整个处理过程中碱的使用是文化层孢粉提取效果的关键, 采用如下方法可以达到满意效果。

称取  $40 \text{ g}$  样品, 加入石松孢子, 向样品中加入  $10\%$  HCl 搅拌, 使之充分反应, 12 小时以后, 抽出废酸, 再加酸检验反应是否完全, 反应完全后水洗至中性, 样品中加入足量的  $40\%$  的 HF, 使其充分反应, 12 小时后水洗去酸, 至中性后使用  $36\%$  HCl 溶液水浴加热处理, 水洗酸 2~3 次, 用  $2.0 \text{ g/cm}^3$  左右比用的重液进行浮选, 浮选出来的样品进行加水稀释, 离心富集过程, 小管收集样品, 加甘油, 以备鉴定。

采用上述处理过程原因是: 文化层样品一般都受到氧化作用的影响, 很容易收到破坏, 孢粉提取过程中碱处理过程和乙酸醋解法处理是对孢粉破坏最大的两个环节, 为了保证在提取出足量的文化层孢粉样品, 在分析考古点文化层样品时需要省略这两步, 酸处理完毕, 使胶结物松散开, 直接进行重液浮选。

## 6 表土孢粉提取方法

表土具有孢粉浓度比较大, 物质胶结程度低等特点, 是比较好提取的物质, 我们选取了河北、内蒙、宁夏、陕西、甘肃共十个表土样品进行了实验, 并综合了多年来对整个中国北方表土花粉的提取工作经验。得出重液浮选法和氢氟酸筛选法在提取表土花粉时都可以达到良好的效果, 两种方法的结果, 杂质含量都比较少, 而且具有较高的花粉浓度。所以在表土花粉的提取过程中应采用简单, 节省的方法, 因为两种传统的孢粉提取方法, 都有时间长, 步骤多, 花费高的

缺点,而且氢氟酸法对人体的伤害也比较大。经过实验无酸碱重液浮选法就是非常适合表土的一种分析效果好、快捷、成本低、污染少的方法,这种方法李小强等人已经做了介绍<sup>[21]</sup>,其主要过程是,称取 10 g 样品,加入石松孢子,放入烧杯中加蒸馏水浸泡,使用电炉上煮沸直至样品分散(加入分散剂  $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$  可以达到良好的效果),离心样品 3~5 分钟采用低转速(1800 转左右),采用比用  $20\text{ g/cm}^3$  左右的重液进行重液浮选,收集浮选出的孢粉富集物,采用乙酸醋解法,除去纤维素,水洗至中性,富集剩余物,加甘油以备鉴定。

经过这样处理的样品有可能会含有较多杂质,需要根据样品的性质来选择无酸碱处理法,如果不适合这种方法处理,表土样品也可以采用重液浮选法或 HF 筛选法。

## 7 第四纪孢粉提取过程中几个问题的讨论

分散剂的使用问题。一般来说,对第四纪的样品使用分散剂可以达到较好的效果,特别是针对粘稠度较大的样品,在重液浮选之前和用筛网筛选之前使用分散剂。经常采用的分散剂是焦磷酸钠( $\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )溶液。使用分散剂的原因是,胶状悬浮的粒子常常带有阴阳电荷,并在溶液中吸附其他带电荷的固体粒子,使用分散剂就是阻止带电荷的粒子互相吸附。粒子带电效果随着分散液的浓度而改变,悬浮物的分散仅仅决定于分散剂的用量,用量过多或太少都会产生絮状沉淀,因而达不到效果,所以在不同样品的分散剂使用上需要十分注意,使用恰当可以达到非常好的效果。一般使用 1%~5% 的焦磷酸钠溶液充当分散剂,具体用量要酌情控制。孢粉提取时一般经常忽视分散剂的使用,经过我们实验,发现分散剂的使用,可以大大改善一些样品的处理结果,这里提出分散剂的使用,供大家参考。

硝酸的使用问题。硝酸经常作为一种氧化剂使用于老地层的花粉提取上,在第四纪孢粉提取上经常忽略硝酸的使用,特别是在处理干枯的河床相样品和考古点文化层的样品时,硝酸有非常大的用途,硝酸可以处理这些样品中不溶于 HF 和 HCL 的氧化镁晶体,为筛选法和重液浮选法打好基础,使样品中的孢粉完全析出,解决不溶物的处理问题。

酸、碱的使用顺序问题。各种孢粉提取方法中,碱处理一般提前于 HF 处理,这是普遍接受的酸—

碱—酸处理过程,在有些处理方法中,碱处理一般在 HF 处理之后。这个问题讨论如下,1)碱溶液本身就是一种可以起到分散作用的溶液,在使用碱溶液处理后,直接筛选可以更有效果地处理样品。2)在 HCl 处理之后,直接采用 HF 酸处理,可以加大  $\text{H}^+$  的浓度,有利于整个溶液中物质的反应。不过这仅限于碳酸盐类含量较少的层位,因为如果含有碳酸盐较高,盐酸溶解以后溶液中会含有大量钙粒子,如果不充分洗净,与 HF 酸反应会形成难溶解的氟化钙( $\text{CaF}_2$ )沉淀。所以在碳酸盐类含量较高的层位,在 HCl 处理完成后,应该洗净溶液再进行其他处理。根据以上两点讨论结果,在普通样品中,应该使用 HCl-HF-NaOH 的处理顺序,在含碳酸盐较高的样品中采用 HCl-NaOH-HF 这样的顺序,可以使碱处理过程中包含洗去钙粒子的过程,也可以考虑使用。不过 NaOH 水浴步骤放在 HF 处理后,这容易导致孢粉的破坏,所以在处理的过程中应该注意处理的时间和试剂的浓度。

## 8 结论

本文对我国北方不同沉积物的孢粉提取方法进行了实验及讨论。HF 筛选法、重液浮选法都是有效的孢粉提取方法,是每一个先进的孢粉实验室必须掌握的方法,值得注意的是,HF 筛选法由于其周期短、用量少等特点,被广泛使用,但是针对不同的沉积物,并不是都适用这种方法,在一些特殊类型的沉积物样品中,采用 HF 筛选法、重液浮选法两者结合的方法,可以达到满意的效果。HCl 及 HF 用量及反复多次进行酸处理是最终达到良好提取效果的关键。重液浮选法中,碱处理后最好再进行一次酸处理,确保孢粉样品完全被浮选出来。通过对比研究发现,黄土及古土壤中的孢粉提取是以氢氟酸筛选法效果佳,值得注意的是盐酸与氢氟酸对样品的处理过程,进行多次彻底处理才能达到很好的效果;湖泊沉积物孢粉提取可采用传统的氢氟酸法,对干旱区含砂量较高的湖泊沉积物及风成砂样品,需要配合重液浮选法进行;泥炭、沼泽中孢粉提取应采用重液浮选法,配合筛选法进行;考古点文化层沉积物孢粉提取应采用重液浮选法,并将重液浮选出来的样品配合以氢氟酸处理能达到很好效果;表土样品可以采用无酸碱重液浮选法。并且讨论了第四纪孢粉提取中常见的分散剂的使用,硝酸的使用,酸碱的使用顺序等问题,希望能为我国第四纪孢粉提取研究提供一些经验。

本文并非是我个人的研究成果, 是河北师范大学许清海研究员领导的孢粉研究集体几十年来对中国北方孢粉提取方法的研究总结, 在此我特别感谢这个研究团体的每一个成员。

### 参考文献 (References)

- 1 Sepp H, & Bennett K D. Quaternary pollen analysis recent progress in palaeoclimatology. *Progress in Physical Geography*, 2003, 27(4): 548~579
- 2 Peyron P, Jolly D, & Bonnefille R, *et al*. Climate of East Africa 6000<sup>14</sup>C Yr B P. as inferred from pollen data. *Quaternary Research*, 2000, 54: 90~101
- 3 Parshall T, Calcote R. Effect of pollen from regional vegetation on stand-scale forest reconstruction. *The Holocene*, 2001, 11(1): 81~87
- 4 Bonnefille R, Roeland J C, & Guiot J. Temperature and rainfall estimates for the past 40, 000 years in equatorial Africa. *Nature*, 1990, 346: 346~349
- 5 Nakagawa T, Kitagawa H, Yasuda Y, *et al*. Yangtze River Civilization Program Members. A synchronous climate changes in the North Atlantic and Japan during the Last Termination. *Science*, 2003, 299: 688~691
- 6 Bonnefille R, Chalé F, & Guiot J. *et al*. Quantitative estimates of full glacial temperatures in equatorial Africa from palynological data. *Climate Dynamics*, 1992, 6: 251~257
- 7 Bigler C, Lamouche J & Peglar S M, *et al*. Quantitative multiproxy assessment of long-term patterns of Holocene environmental change from a small lake near Abisko northern Sweden. *The Holocene*, 2002, 12(4): 481~496
- 8 Nakagawa Takeshi, Tarasov P E, & Nishida Kotoba, *et al*. Quantitative pollen-based climate reconstruction in central Japan application to surface and Late Quaternary spectra. *Quaternary Science Reviews*, 2002, 21: 2099~2113
- 9 Cohn members. Climatic changes of the last 18000 years observations and model simulations. *Science*, 1988, 241(26): 1043~1052
- 10 Kutzbach J E, Street-Perrott F A. Mankovitch forcing of fluctuations in the level of tropical lakes from 18 to 0 kyBP. *Nature*, 1985, 317(12): 130~134
- 11 Stodnar J. Tablets with spores used in absolute pollen analysis. *Pollen and Spores*, 1971, 13: 615~621
- 12 Cwynar L C, Burden E, and M Andrews J H. An inexpensive sieving method for concentrating pollen and spores from fine-grained sediments. *Canada Journal of Earth Sciences*, 1979, 16: 1115~1120
- 13 Dohrer L I. Palynological preparation procedures currently used in the paleontology and stratigraphy laboratories. U. S. Geological Survey. Geological Survey Circular, 1980
- 14 Heusser L E, Stock C E P. Reproduction techniques for concentrating pollen from marine sediments and other sediments with low pollen density. *Palynology*, 1984, 8: 225~227
- 15 Vidal G A. Palynological preparation methods. *Palynology*, 1988, 12: 215~220
- 16 Faegri K, Iversen J. Textbook of pollen analysis. In: Faegri K, *et al*, eds. New York: John Wiley and Sons, 1989, 76~81
- 17 孙湘君, 宋长青, 王凤瑜, 等. 黄土高原南缘 10 万年以来的植被. *植物学报*, 1995, 38(12): 982~988 [Sun Xiangjun, Song Changqing and Wang Fengyu, *et al*. Vegetation history of the southern loess plateau of China during the last 100, 000 years based on pollen data. *Acta Botanica Sinica*, 1996, 38(12): 982~988]
- 18 柯曼红. 黄土孢粉分析方法的研究. *植物学报*, 1996, 36(2): 144~147 [Ke Manhong. The Research of spore-pollen analysis on loess deposits. *Acta Botanica Sinica*, 1996, 36(2): 144~147]
- 19 李小强, 周杰, Ashraf A R, 等. 黄土孢粉分析的新途径——筛滤分析法. *中国沙漠*, 1999, 19(4): 399~402 [Li Xiaoliang, Zhou Jie, Ashraf A R *et al*. A new way of spore-pollen analysis in loess pebbles. Sieving-analysis method. *Journal of Desert Research*, 1999, 19(4): 399~402]
- 20 李春海, 何翠玲. 黄土孢粉 HF 处理方法. *微体古生物学报*, 2004, 21(3): 346~348 [Li Chunhai and He Cuiling. Preparation technique of the treatment for extraction pollen and spores from loess. *Sediments Acta Micropaleontologica Sinica*, 2004, 21(3): 346~348]
- 21 李小强, 杜乃秋. 第四纪花粉的无酸碱分析法. *植物学报*, 1999, 41(7): 782~784 [Li Xiaoliang, Du Naiqiu. The acid-alkali-free analysis of Quaternary pollen. *Acta Botanica Sinica*, 1999, 41(7): 782~784]

## Investigation of Quaternary Pollen and Spores Extraction Methods in North China

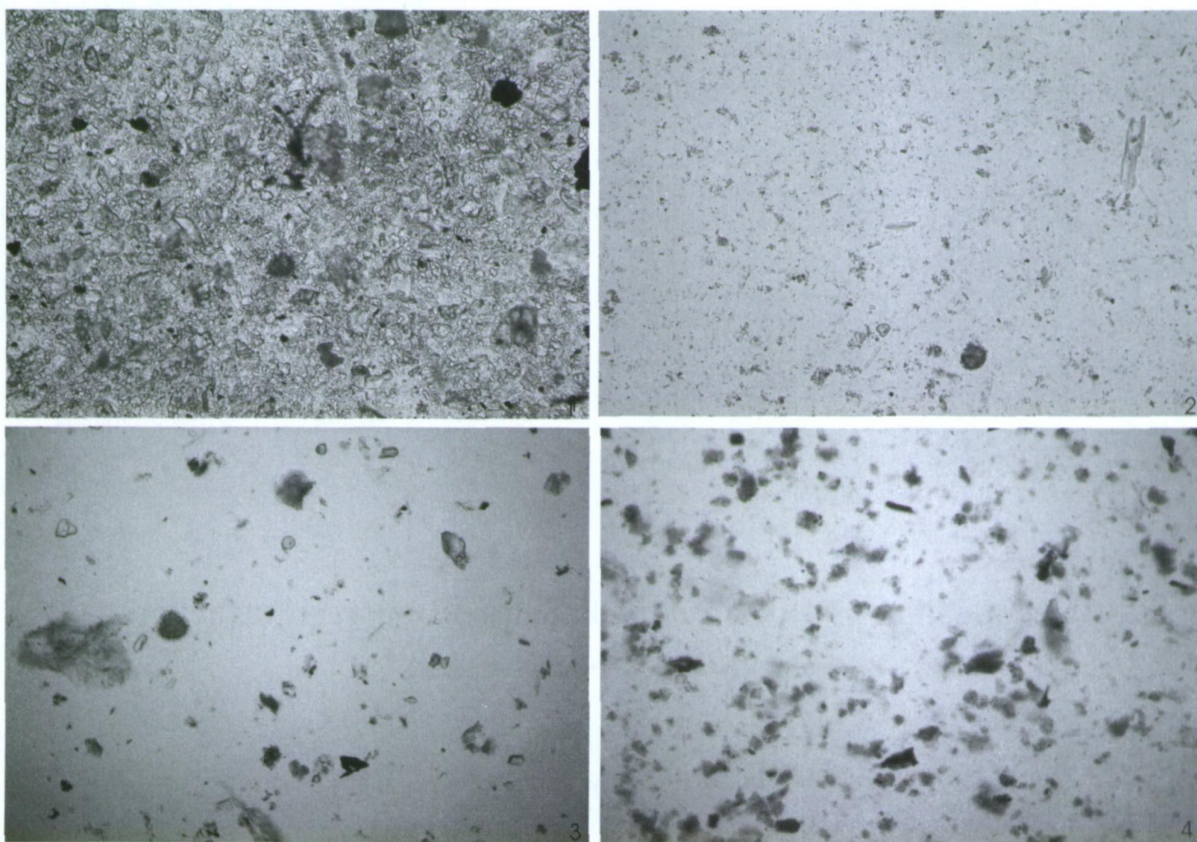
LI Yu<sup>1</sup> WANG Na<sup>1</sup>ang<sup>1</sup> XU Qing-hai<sup>2</sup> LI Yue-cong<sup>2</sup>  
YANG Xiao-lan<sup>3</sup> ZHANG Zhen-qing<sup>2</sup> WEN Rui-lin<sup>4</sup>

- (1 Key Laboratory of Western Environmental Systems(MOE), College of Resources and Environment, Lanzhou University, Lanzhou 730000; 2 College of Resources and Environment, Hebei Normal University, Shijiazhuang 050016; 3 Hebei Geography Institute, Hebei Academy of Sciences, Shijiazhuang 050011; 4 Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029)

**Abstract** The extraction methods of Quaternary pollen and spores are the bases and precondition in Quaternary Palynology.

nology. Northern China is in particular physical geography environment. In Quaternary there are many different types of sediments in northern China. And at all times extraction methods of Quaternary pollen and spores from different type of sediments are the difficulties and highlights in North China. In this paper we choose 74 sediment samples which are from different types of sediment (Loess-paleosol sequence sediment samples, lake sediment samples, Aeolian sand samples, peat and bog samples, Archaeological samples and surface samples). Through our investigations in the laboratory we have some conclusion about the extraction methods of Quaternary pollen and spores from different type of sediments. To the Loess-paleosol sequence sediment samples the HF treatment and sieving-analysis methods are effective, to be attention is the HF and HCl treatment are needed to be treated more times, and very time of treatment is need to wash to neutral. To lake sediments the HF treatment method is effective, but in North China there are many lakes in the arid area to these samples from arid lakes after HF treatment we should take another step which is heavy liquid methods. To Aeolian sand samples the HF treatment method and heavy liquid method are also effective. To peat and bog samples the heavy liquid method is effective, but some samples of the peat and bog after heavy liquid method we need use the sieving-analysis method to reduce impurity. To the archaeological samples, the first step is heavy liquid method and after that it is better to use the HF treatment method. To surface samples acid-alkali-free analysis is the best choice. In the end we discussed the use of the dispersant and  $\text{HNO}_3$  and the using sequence of acid and alkali.

**Key words** Northern China Quaternary, pollen and spores, extraction methods



**图版 I 说明** 1 干旱区湖泊沉积物采用氢氟酸的处理时,经过 HF 酸反复处理过后,还会有很多砂质不溶物; 2 干旱区湖泊沉积物在 HF 酸处理过后,采用 2.0 比重的重液进行浮选,不溶物会大量减少,可以达到良好的效果; 3 中国北方泥炭沼泽样品重液浮选法结果较好,杂质比较少; 4 中国北方泥炭沼泽样品 HF 法处理之后具有杂质较多的情况

说明: 这些图片都是拍摄在 Olympus 研究级 BX51 光学显微镜下,物镜、目镜均放大 10 倍,总放大倍数为 100 倍,拍摄所用照相机