

# 颐和园昆明湖

## 3500余年沉积物研究

● 黄成彦等 著



海洋出版社

北京)

# 颐和园昆明湖 3 500 余年沉积物研究

黄成彦等 著

国家自然科学基金委员会、地质行业科学技术发展基金委员会、地质矿产部联合资助项目

海 洋 出 版 社

1996 年 · 北京

## 内 容 简 介

本书系国家自然科学基金委员会、地质行业科学技术发展基金委员会及地质矿产部联合资助的“从昆明湖底沉积物探讨北京西山地区气候变化和环境变迁”课题的研究成果。全书共分11章,主要包括沉积相(地层)、磁性地层、粘土矿物、化学元素、石英砂、软体动物、介形虫、孢粉、硅藻、昆明湖历史和综述。本书以自然科学为主线,与人文历史研究结为一体,不仅为西山地区3500余年来的气候变化、环境变迁提供科学依据,也为我国华北地区和世界3000余年来的气候变化提供信息。此项工作对我国名胜古迹、旅游景点的科学文化内涵的提高和向深层次开发将起到积极的引导作用。本书可供有关地理、地质、环境、生态、古气候、旅游等方面的科研和管理人员及高等院校师生参考阅读。

## 图书在版编目(CIP)数据

颐和园昆明湖3500余年沉积物研究/黄成彦等著. —北京:中国海洋出版社,1996.7

ISBN 7-5027-4197-6

I. 颐… II. 黄… III. 湖相-沉积物-研究-中国-颐和园  
N. P588.2

中国版本图书馆CIP数据核字(96)第13695号

海洋出版社 出版发行

(100860 北京市复兴门外大街1号)

河北省地矿局地质六队美术胶印厂印刷 新华书店发行所经销

1996年7月第1版 1996年7月北京第1次印刷

开本:787×1092 1/16 印张:13.00

字数:316千字 印数:0~1000册

定价:25.00元

海洋版图书印、装错误可随时退换

# 序

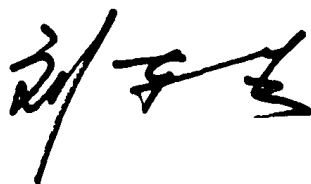
本书系国家自然科学基金委员会、地质行业科学技术发展基金委员会和地质矿产部专项基金联合资助的“从昆明湖底沉积物探讨北京西山地区气候变化和环境变迁”课题的研究成果,此课题于1995年10月底通过专家评审。

该课题由地质矿产部地质研究所黄成彦研究员主持,与中国科学院植物研究所、地质研究所、动物研究所、地质矿产部岩矿测试研究所、河北地质学院、中国地质学会和颐和园管理处等8个单位20位科学工作者历经近5年时间,在通过对赋存于北京颐和园昆明湖底的沉积物采用11种测试方法所获取的16万余个数据的基础上,进行了综合分析取得了重要的成果。此项研究揭示了昆明湖水域形成于3500余年之前,至公元1750年此湖一直是天然湖泊。后因修建清漪园(现名颐和园)之需,经人工开挖、拓宽,由此该湖变为人工湖泊。这一属性的改变,导致沉积物的组成、沉积物中的生物遗骸和沉积物中化学元素的含量等各方面均发生了明显的变化。这些现象给人们的启示是人类活动与自然生态环境是紧密相联的,人们可以通过这些变化来认识过去发生的事情。

昆明湖课题组的研究成果,不仅揭示了北京西山地区3500余年来的自然环境的变化和可能发生过的自然灾害,也使北京近代历史上发生的多次人为性事件得到验证,这是十分难得的收获。这一工作为我国一些名胜古迹如何通过纵深研究来提高其文化价值和知名度开创了一个较好的先例。无疑这一成果对探讨北京地区未来的气候变化趋势亦会有所启迪。

数十年来,我国第四纪地质和环境变化的研究取得了不少成果,而此次工作是一项短时间尺度、高分辨率、多学科性的综合研究,在国际上这种工作亦不多见。我不仅为该基金项目取得的科研成果感到由衷的高兴,也对颐和园管理处在经费并不富裕的情况下,大力支持和重视科学研究,为该基金项目的研究成果公开出版提供3万元资助这一举措感到欣慰。

我殷切地期望今后能有更多的深入细致的研究,为探讨全球环境变化和改善自然环境有更多、更好的研究成果问世。



1996年5月20日

## 主 著 者

### Researchers

黄成彦(Huang Chengyan)

孔昭宸(Kong Zhaochen)

浦庆余(Pu Qingyu)

闵隆瑞(Min Longrui)

戢朝玉(Ji Chaoyu)

沈桂梅(Shen Guimei)

庞其清(Pang Qiqing)

刘 椿(Liu Chun)

刘月英(Liu Yueying)

翟小菊(Zhai Xiaoju)

## 参 加 者

### Participants

杜乃秋(Du Naiqiu)

毛毓华(Mao Yuhua)

杨安国(Yang Anguo)

周晓权(Zhou Xiaoquan)

尹占国(Yin Zhanguo)

陈怀诚(Chen Huaicheng)

周国平(Zhou Guoping)

张佳华(Zhang Jiahua)

周新宇(Zhou Xinyu)

郑 军(Zheng Jun)



# 目 次

|                                  |        |
|----------------------------------|--------|
| 序 .....                          | 刘东生(1) |
| 前 言 .....                        | (1)    |
| 第一章 昆明湖沉积物的地层划分及沉积特征 .....       | (5)    |
| 第一节 剖面描述 .....                   | (5)    |
| 第二节 矿物特征 .....                   | (7)    |
| 第三节 粒度分析 .....                   | (8)    |
| 第四节 地层划分与对比 .....                | (19)   |
| 第五节 湖区沉积环境分析 .....               | (21)   |
| 第二章 昆明湖沉积物的环境磁学研究 .....          | (25)   |
| 第一节 环境磁学概述 .....                 | (25)   |
| 第二节 采样与磁性参数测定 .....              | (26)   |
| 第三节 讨论 .....                     | (27)   |
| 第三章 昆明湖沉积物中的粘土矿物 .....           | (31)   |
| 第一节 工作内容与测试方法 .....              | (31)   |
| 第二节 粘土含量 .....                   | (31)   |
| 第三节 粘土矿物特征 .....                 | (32)   |
| 第四节 非粘土矿物 .....                  | (40)   |
| 第五节 粘土矿物组合特征 .....               | (40)   |
| 第六节 由粘土矿物组合和非粘土矿物特征反映的沉积环境 ..... | (43)   |
| 第四章 昆明湖沉积物中的化学元素含量及其变化 .....     | (49)   |
| 第一节 样品的预处理及分析内容 .....            | (49)   |
| 第二节 化学元素的含量变化及其分布 .....          | (49)   |
| 第三节 化学元素的沉积特征与沉积环境 .....         | (57)   |
| 第四节 有害元素的含量变化及其分布 .....          | (58)   |
| 第五章 昆明湖沉积物中的石英砂表面形态特征研究 .....    | (63)   |
| 第一节 石英砂的形状和磨圆度 .....             | (63)   |
| 第二节 石英砂表面的几种基本特征 .....           | (63)   |
| 第三节 石英砂的几种主要结构形态的变化规律 .....      | (64)   |
| 第四节 由石英砂表面形态反映的沉积环境 .....        | (66)   |
| 第五节 湖区周围的环境演变 .....              | (66)   |
| 第六章 昆明湖沉积物中的软体动物 .....           | (69)   |
| 第一节 软体动物的分布特征 .....              | (69)   |
| 第二节 综合分析 .....                   | (71)   |
| 第三节 属种描述 .....                   | (72)   |

|                               |       |
|-------------------------------|-------|
| <b>第七章 昆明湖沉积物中的介形虫</b>        | (77)  |
| 第一节 介形虫的分布特征                  | (77)  |
| 第二节 介形虫的组合特征及其时代探讨            | (84)  |
| 第三节 介形虫的生态环境分析                | (86)  |
| 第四节 昆明湖水域的形成和环境演变             | (87)  |
| 第五节 新种描述                      | (89)  |
| <b>第八章 昆明湖沉积物中的孢粉</b>         | (91)  |
| 第一节 昆明湖水域周围的自然概况              | (91)  |
| 第二节 研究材料与方法                   | (92)  |
| 第三节 CK3 孔中的孢粉组合特征             | (92)  |
| 第四节 CK3 孔中的水生植物演替与环境变化        | (101) |
| 第五节 CK3 孔中的炭屑量统计及植被变化与人类活动的关系 | (104) |
| 第六节 CK3 孔中的烧失量与环境变化的关系        | (108) |
| 第七节 北京西山地区 3 000 余年来的植被与环境变化  | (111) |
| 第八节 结论和讨论                     | (114) |
| <b>第九章 昆明湖沉积物中的硅藻</b>         | (119) |
| 第一节 工作概况和工作方法                 | (119) |
| 第二节 硅藻的分布概貌                   | (120) |
| 第三节 硅藻组合的分布特点                 | (135) |
| 第四节 主要硅藻种类的分布                 | (137) |
| 第五节 硅藻群体(组合)与生态环境的关系          | (139) |
| <b>第十章 昆明湖和颐和园</b>            | (143) |
| 第一节 昆明湖的前身及其历史演变              | (143) |
| 第二节 昆明湖与颐和园                   | (146) |
| <b>第十一章 综 述</b>               | (153) |
| 第一节 昆明湖水域的形成时间和发展过程           | (153) |
| 第二节 关于地层的连续性问题                | (155) |
| 第三节 3 500 年以来西山山前地区的气候与环境变迁   | (156) |
| 第四节 两次重要的灾变事件                 | (158) |
| 第五节 其他人为活动的影响                 | (160) |
| 第六节 几点收获                      | (160) |
| <b>参考文献</b>                   | (161) |
| <b>图版说明</b>                   | (165) |
| <b>外文摘要</b>                   | (174) |
| <b>外文目次</b>                   | (177) |
| <b>图 版</b>                    | (179) |

# 前 言

本书通过对采自颐和园昆明湖底沉积物的综合研究,论述了昆明湖及其周围地区 3 500 余年来的自然环境演变。

当前面对日益困扰着世界各国经济和社会发展的环境等全球问题,如何选择一条既能发展经济,又能保护人类生存环境的可持续发展的道路,已成为世界上众多有识之士的共识。人们试图通过对过去和当今全球变化的研究,以探索未来自然环境的变化趋势,防止和减少突发性的自然灾害的发生;这是全人类的迫切愿望。

通过对自然界各种堆(沉)积物进行较高分辨率的综合研究,是揭示过去自然环境演变的一种有效方法。多年来我国开展了对 13 万年、3 万年和 1 万年以来的自然环境演变的研究,近年来又在全新世新冰期和全新世大暖期自然环境变化方面的研究取得了可喜的成果,但在 3 000~4 000 年来的自然环境研究方面则是一个很薄弱的领域。

1990 年 12 月 28 日当我们从北京电视台播放的“北京新闻”中获悉北京市政府即将对昆明湖建湖 240 年以来第一次全面清淤时,联想到通过这些沉积物的研究可以揭示昆明湖及其周围地区自然环境的演变,为全球变化研究作些贡献,同时也可为北京市的经济和社会发展作一点实事。

为了这一愿望得以实现,地质矿产部地质研究所黄成彦与中国地质学会浦庆余磋商,请北京地质学会李维信与有关部门联系。在北京市科协、北京市科委和昆明湖清淤指挥部的支持下,由地质矿产部地质研究所、矿床研究所、岩矿测试技术研究所和中国地质学会的有关科技人员组成一个小组,于 1991 年 1 月下旬进入湖区进行踏勘和采样。当时任中国地质科学院科技处副处长、地质行业科学技术发展基金委员会办公室主任的李光岑研究员在听取汇报后,十分重视此项工作,立即与有关方面联系寻求支援。河北省地质矿产局得知这一情况后,当即从河北省高碑店市河北地质六队抽调 4 位工人和 1 台钻机来京,无偿支援湖区施工。在工作、生活条件非常困难的情况下,仅用两天时间就完成了 4 个钻孔的岩心采集和编录工作(见图 0-1),为我们的研究工作取得了极为难得的原始材料。

在缺乏经费的情况下,地质矿产部地质研究所会同中国地质学会、中国科学院植物研究所、地质研究所、河北地质学院、地质矿产部矿床地质研究所和岩矿测试研究所中一些愿为北京市作点实事和对这一十分难得的材料感兴趣的科技人员,组成了“从昆明湖底沉积物探讨北京西山地区气候变化和环境变迁”课题组,向国家自然科学基金委员会提出立项报告,申请资助。最终获得国家自然科学基金委员会和地质行业科学技术发展基金委员会的(7 万元)联合资助。

1991 年至 1994 年上半年,我们对剖Ⅱ和 CK1 孔样品进行了 $^{210}\text{Pb}$ 、 $^{14}\text{C}$ 、沉积相、磁性地层、粘土矿物、化学元素、石英砂表面形貌特征、软体动物、介形虫、孢粉和硅藻等 11 种不同测试手段和方法的综合研究。因受经费所限,其中除孢粉一项对剖Ⅱ样品进行较高时间分辨率采样、分析外(采样间距平均为 2~3cm)<sup>①</sup>,其他专题的采样间距均为 10cm 左右。加之各专题采样时

① 对剖Ⅱ样品进行的孢粉分析部分经费由研究生经费提供。



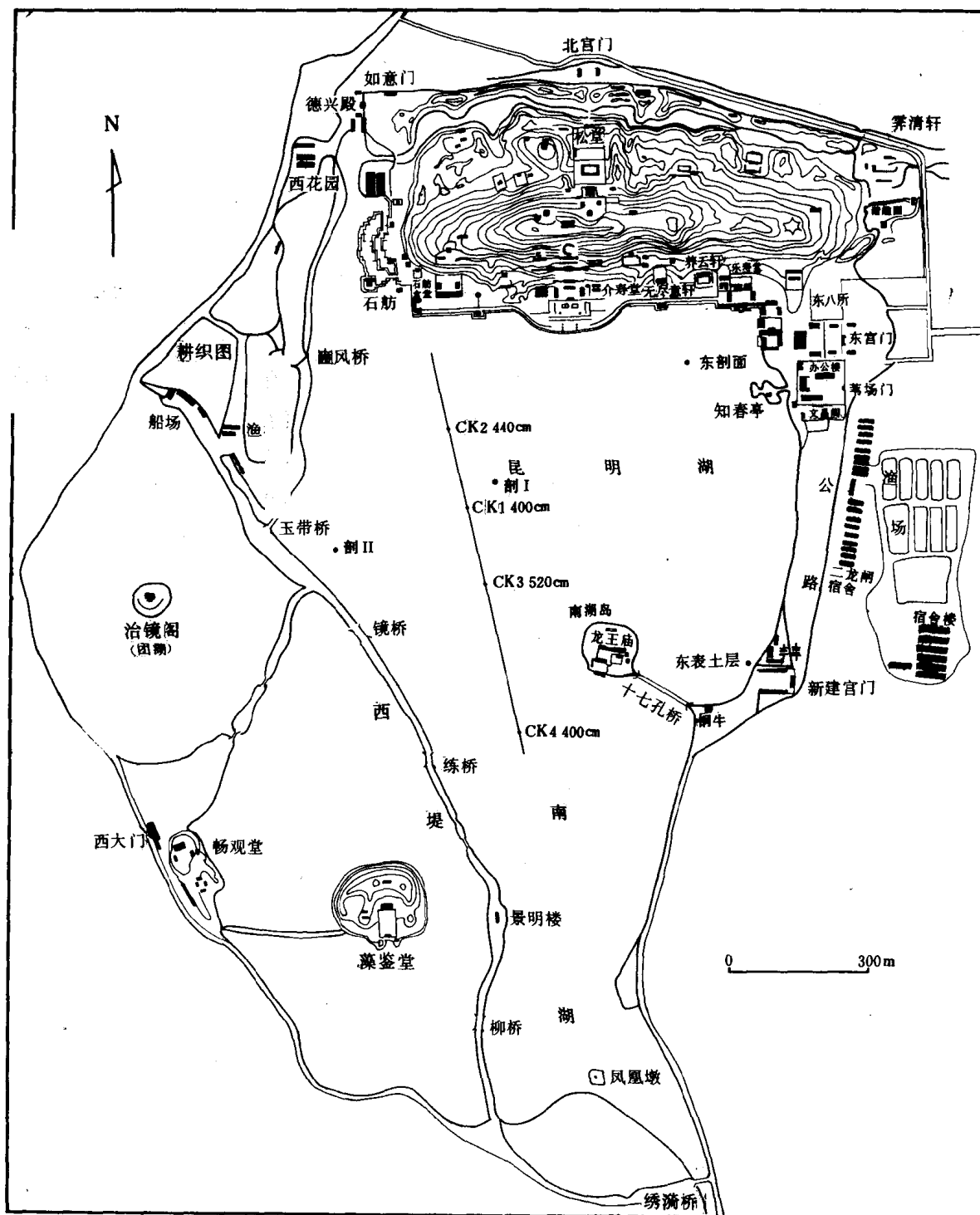


图 0-1 北京颐和园昆明湖区剖面 and 钻孔位置

Fig. 0-1. Sections and boreholes in the Kunming Lake, Summer Palace, Beijing.

系分别进行的,故相同样号在间隔距离上存在一定差距,这给各专题之间相互引证和相互补充带来一定困难,直接影响着整体成果的精确性和聚合力。为此,希望通过CK3孔进行较高时间分辨率的统一采样、统一编号、统一分样以弥补这一不足。为了筹措这一工作所需经费,我们向国家科学技术委员会宋健主任致函汇报这一工作已取得的成果、它的科学意义和社会意义以及存在的问题,望能给予支持。后在国家科学技术委员会条件财务司经费管理处和地质矿产部财务司的帮助下,终于使这一计划付诸实施。

经中国社会科学院考古研究所仇士华先生等和北京大学考古系陈铁梅先生等先后对剖Ⅱ和CK3孔样品进行较系统的 $^{14}\text{C}$ 年龄值的测定,结合有关层段的沉积速率推算,获知昆明湖水域起始于3500余年前,到3000余年前时该水域稳定成湖,水生生物开始繁衍,至公元1750年前,此湖属天然湖泊。公元1750年清代乾隆皇帝将此湖区划归修建清漪园的一个组成部分时,对原湖区——瓮山泊进行开挖、拓宽,形成今日湖区景观。此时湖面面积、湖水深度均较原水域扩大了1倍,同时将瓮山泊易名为昆明湖,湖区从此变为人工湖。

通过综合研究,发现天然湖泊和人工湖泊之间,无论在沉积物的物质组成、颜色,生物遗骸的群体面貌,化学元素的组成和含量变化等方面均有明显的差异,这些资料为探讨昆明湖区及其周围地区的气候变化和环境变迁提供了科学依据。

在CK3孔孔深100~112cm的沉积物中,介形虫遗骸突然消失;在104~112cm间沉积物中不含孢粉,在100~104cm中孢粉含量也很稀少,一些化学元素的含量也大量降低,烧失量也很低,粘土含量骤减,砂的含量剧增。导致砂与粘土之比由原来的34号样品中的1.95:1,上升到25.15:1~17.40:1(平均值为19.3:1)。这些异常现象反映了在900a BP前后,北京西山地区曾出现一段时期的气候变冷和干旱。

另外,在CK3孔孔深46~49cm的15号样品中,突然出现一个高浓度炭屑层(20000片/克)、孢粉浓度很低、介形虫壳瓣数和属种数骤减以及不含硅藻壳壁的异常现象。与此同时,在此沉积物中的砂与粘土含量之比也由原来的10.39:1,上升到19.84:1。根据这一样品中炭屑中大于50 $\mu\text{m}$ 以上的大块炭屑数量占炭屑总数的40%,说明这些炭屑未曾经过较长距离的迁移,以及这一样品的赋存位置;结合有关历史资料记载,可以确认这一高浓度的炭屑沉积物是在公元1860年英法联军在对清漪园大肆掠夺之后,将清漪园内全部建筑物付之一炬后产生的灰烬堆积所成。大量灰烬漂流湖中造成湖水被污,水中生物也因此大量死亡或灭绝:这一遗迹无疑是侵略者当年罪行的一个确凿证据。

在4年多的时间内,我们的工作曾得到许多单位的领导和同行们的支持和帮助。中国地质科学院王泽九副院长、颐和园管理处刘宝军园长、耿刘同总工程师和赵通江副园长等有关领导曾多次出席本课题组的讨论和汇报会,对我们的工作给予热情的关怀和支持。为了使颐和园的史料与我们的工作紧密地结合起来,该园还选派文物处翟小菊同志撰写有关昆明湖和颐和园史料。为使这一成果及早问世,颐和园管理处资助出版经费3万元。

在本书初稿完成后,中国科学院地质研究所刘东生院士、中国地质大学(北京)郝诒纯院士、中国科学院地理研究所张丕远研究员、北京师范大学张兰生教授、北京大学徐海鹏教授和中国科学院地质研究所周昆叔研究员进行了认真的审阅,给予了较高的评价,同时提出了十分中肯的意见。我们根据这些意见进行修改和补充,所以在本书中也凝聚着他们的智慧和辛劳。

本书全体作者对上述单位、领导、专家、教授和工人同志,对我们此项工作始终给予支持和帮助的李光岑研究员,再次表示由衷的感谢。华东师范大学董纪龙副教授为本书的外文部分进

行审阅和修改。对曾在工作初期参加过湖区采样工作的地质矿产部岩矿测试技术研究所周雪松先生、地质研究所盛怀斌先生表示诚挚的谢意。若无他们的帮助,我们为北京市作一点实事的心愿则难以实现,本书也难以在今日与大家见面。

本书共分 11 章,参加各章节的撰写人员如下:前言:黄成彦(地质矿产部地质研究所);第一章:闵隆瑞、尹占国、郑军(地质矿产部地质研究所);第二章:刘椿、周晓权(中国科学院地质研究所);第三章:沈桂梅(地质矿产部地质研究所),周国平(地质矿产部矿床地质研究所);第四章:戢朝玉(地质矿产部岩矿测试技术研究所);第五章:浦庆余(中国地质学会),杨安国(地质矿产部地质研究所);第六章:刘月英(中国科学院动物研究所);第七章:庞其清(河北地质学院);第八章:孔昭宸、杜乃秋、陈怀诚、张佳华(中国科学院植物研究所)、周新宇(中国科学院测量与地球物理研究所);第九章:黄成彦、毛毓华(地质矿产部地质研究所);第十章:翟小菊(颐和园管理处);第十一章:黄成彦、浦庆余。

本课题组各专题完成的测试数据统计如下:孢粉 42 000 余粒,介形虫 6 900 余壳瓣,软体动物 180 余壳瓣,硅藻 106 000 余壳体,粘土矿物 1 343 个(总数据),化学元素 4 018 个(总项数),石英砂 1 335 个(颗粒数),磁化率 148 个(样品数), $^{14}\text{C}$  测年 13 个(样品数), $^{210}\text{Pb}$  测年 14 个(样品数),粒度分析 2 160 个(总数据),扫描电镜照相 1 080 幅,总计 165 195 个。

本书封面航片由地质矿产部航空物探遥感中心提供。

我们殷切希望读者对本书的错漏之处提出宝贵的意见,以待今后工作中加以改正。

# 第一章 昆明湖沉积物的地层划分及沉积特征

岩性特征是人们对产生最早的感性认识。人们通过它们的颜色、厚度、致密程度、上下岩层之间的赋存状态等特征,可推断出其物质组成、形成时的外在环境和形成后是否受到外力的作用等一系列情况。在此基础上,人们又可通过对岩石薄片观察、鉴定和高精度的自动化仪器的测试等各种手段和方法对其进行微观上剖析,以求微观与宏观之间互相印证,尽量使得出的结论符合客观情况。这些工作是其他相关研究的基础。

1991年1月下旬,我们在昆明湖底完全干露的情况下进行了全面踏勘,在湖区内测绘了3条地质剖面(剖Ⅰ、剖Ⅱ和东剖面),其中剖Ⅱ和东剖面均采用饭盒连续扣取岩性方法进行。与此同时,又在湖区中部由北向南打了4个浅钻(CK2、CK1、CK3和CK4),取得了4个完整岩心。这些材料为研究昆明湖的发展史及其形成时期的气候变化和环境变迁提供了良好的基础。

基于昆明湖起始年代距今仅3500余年,前人从未对此地区进行过类似研究工作,以及受当时具体条件所限,故给这一基础工作带来一定难度。但本着为北京市环境地质工作做些基础性的工作的意愿,我们对上述各剖面进行了较详细的描述、地层划分和对比。在此基础上并对湖区的环境演变等有关问题进行了探索性分析。

## 第一节 剖面描述

### 一、剖Ⅰ

位于昆明湖玉带桥正东约375m处,剖面深0.97m(未见底),共分4层。

Ⅵ. 灰色泥质粉砂层:深0~0.2m。底部见浅粉红色的粉砂透镜体,与下伏地层呈侵蚀接触关系,含较丰富的软体动物遗骸。厚0.20m

Ⅴ. 灰白色粉砂层:深0.20~0.50m。含较多的软体动物遗骸和植物根、茎,与下伏地层呈侵蚀接触关系。厚0.30m

Ⅳ. 灰色砂、砾层:深0.50~0.77m。砾径一般为3cm,大者达10cm,砾石磨圆度较好。向下砾石减少,砂粒增多,砂粒成分以石英、云母为主。厚0.27m

Ⅲ. 灰褐色粉砂质泥层:深0.77~0.97m。未见底。厚0.20m

### 二、剖Ⅱ

位于昆明湖玉带桥SE120°约100m处,总厚2.76m(未见底),共分6层。

Ⅵ. 灰色泥质粉砂层:深0~0.16m。具水平层理,含个体较大软体动物遗骸,与下伏地层呈侵蚀接触关系。厚0.16m

Ⅴ. 灰白、灰黄色粉砂层:深0.16~0.36m。含较多较大软体动物遗骸,中间夹有一层未炭化的芦苇叶,底部见有石片,与下伏地层呈侵蚀接触关系。厚0.20m

Ⅳ. 灰黄色泥质粉砂层:深0.36~0.76m。含较小软体动物遗骸和未炭化的植物根、茎,并见有钙质结核,结核直径为2~3cm,与下伏地层呈整合接触。厚0.40m

Ⅲ. 黄灰色泥质粉砂层和灰褐色泥质粉砂层互层:深0.76~1.56m。具水平层理和小波状交错层理,水平

层理单层厚 1~3mm。另外,还见有灰黄色粉砂透镜体,含少量软体动物遗骸。厚 0.80m

Ⅱ. 灰黑色泥质粉砂、粉砂质泥层:深 1.56~2.50m。含大量呈浸染状分布的小型软体动物遗骸,遗骸大多破碎成碎片,并含有植物根、茎和炭屑。下部含有砾石,砾径约 3.5cm,砾石磨圆度较差,分选性也较差。

厚 0.94m

Ⅲ. 黄灰色细、粉砂层:深 2.50~2.76m。未见底。厚 0.26m

### 三、CK1 孔

位于昆明湖玉带桥正东约 450m 处,孔深 4m,未见底,共分 7 层。

Ⅵ. 灰色泥质粉砂层:深 0~0.35m。具水平层理,含较大的软体动物遗骸。厚 0.35m

Ⅴ. 灰白色粉砂层:深 0.35~0.68m。含较多个体较大的软体动物遗骸和未炭化的芦苇叶。厚 0.33m

Ⅳ. 浅褐灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 0.68~0.82m。胶结较坚硬,含未炭化的芦苇叶。厚 0.14m

Ⅲ. 灰褐色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 0.82~1.40m。含少量软体动物遗骸。厚 0.58m

Ⅱ. 黑灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 1.40~2.42m。上部含少量小型软体动物遗骸;下部小型软体动物遗骸较多。厚 1.02m

Ⅰ. 下部为灰黄色含砾中、粗砂层:深 2.42~3.70m。砂粒成分以石英、正长石、黑云母为主,砾石砾径 1~2cm,砾石磨圆度较好;中、上部为灰黄色含砾粉砂、细砂层,含炭屑,中部砾石含量较多,砾径一般 1~2cm,砾石磨圆度较好,砾石成分以灰岩为主。厚 1.28m

0. 砂、砾层:深 3.70~4.0m。为灰色砂、砾层,砾石磨圆度较好,分选不好,砾径大者为 5cm,小者为 0.5cm,砾石成分以变质岩、石英岩、灰岩为主。未见底。厚 0.30m

### 四、CK2 孔

位于昆明湖玉带桥 NE65°约 450m 处,孔深 4.40m,未见底,共分 5 层。在布孔时由于该处已清淤,顶部已被挖掉,故仅有 V、IV 残留的混层碎屑(厚约 0.30m)。

Ⅳ. 灰褐色泥质粉砂层:深 0.3~0.7m。厚 0.40m

Ⅲ. 灰褐色、灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 0.7~1.4m。颜色由下而上逐渐变深,含零星小型软体动物遗骸。厚 0.70m

Ⅱ. 黑灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 1.4~1.8m。含大量小型软体动物遗骸。厚 0.40m

Ⅰ. 灰黄色粉、细砂层:深 1.8~2.7m。向下逐渐过渡为含砾中、粗砂,含小型软体动物遗骸和已炭化的植物茎。厚 0.90m

0. 砂、砾层:深 2.7~4.4m。此层分 4 亚层,未见底。自上而下为:厚 1.70m

D. 深 2.7~3.3m 间为灰色含砾中砂,砾石磨圆较好,砾石成分以灰岩为主。

C. 深 3.3~3.4m 间为灰黄色泥质粉砂层。

B. 深 3.4~4.1m 间为灰黄色含砾中砂,向下逐渐变为含砾中、粗砂。

A. 深 4.1~4.4m 间为灰黄色砂、砂层,以砾石为主,砾石成分为灰岩、石英岩等,砾石磨圆度较好,砾径为 2~5cm。

### 五、CK3 孔

位于昆明湖玉带桥 SE110°约 480m 处,孔深 5.2m,未见底,共分 7 层。

Ⅵ. 灰色泥质粉砂层:深 0~0.38m。具水平层理,含软体动物遗骸。厚 0.38m

Ⅴ. 浅黄绿、灰色粉砂层:深 0.38~0.74m。氧化后呈灰白色粉砂层,含大量软体动物遗骸和未炭化的植物叶片。厚 0.36m

Ⅳ. 黄色含泥、砂质粉砂层:深 0.74~1.20m。其中深 0.74~0.85m 处夹含铁质粘土,深 1.0m 上下为黄

色细、粉砂,底部为灰黄色泥质粉砂层。含小型软体动物遗骸。厚 0.46m

Ⅱ. 棕褐色泥质粉砂层:深 1.20~1.70m。氧化后呈灰褐色泥质粉砂层。上部具水平层理,含小型软体动物遗骸和未炭化的植物茎、叶。厚 0.50m

Ⅲ. 棕褐色含泥、砂质粉砂层:深 1.70~2.25m。氧化后为黑灰色粉砂质泥,含大量小型软体动物遗骸和植物茎叶。厚 0.55m

Ⅳ. 灰黄色含砾细、中砂层:深 2.25~2.80m。往下逐渐过渡为含砾中、粗砂,砂中含炭屑。砾径一般 1~2cm,磨圆度较好,砾石成分以灰岩、石英岩为主。厚 0.55m

0. 灰色砂砾层:深 2.80~5.20m。其中深 3.10~3.20m 和 4.50~4.60m 处夹灰黄色粉砂层。砾径一般 1~2cm,大者达 5cm 以上,砾石磨圆度较好,分选不好,砾石成分以石英岩等为主。未见底。厚 2.40m

## 六、CK4 孔

位于昆明湖玉带桥 SE135°约 750m 处,总厚 3.7m,共分 6 层(此孔布孔时表层已经过清淤,故顶部沉积物缺失)。未见底。

V. 灰白色粉砂层:深 0.30~0.50m。含丰富的个体较大的软体动物遗骸,与下伏地层呈侵蚀接触关系。厚 0.20m

Ⅳ. 此层(沉积物)在本孔中缺失。

Ⅲ. 灰褐色泥质粉砂层:深 0.50~1.50m。含小型软体动物遗骸和植物茎、叶。厚 1.00m

Ⅱ. 黑灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 1.50~1.90m。含丰富的小型软体动物遗骸和植物茎、叶。厚 0.40m

Ⅰ. 灰黄色粉、细砂:深 1.90~2.80m。含植物叶片。下部为黄灰色含砾细砂,夹中、粗砂。厚 0.90m

0. 砂、砾层:深 2.80~4.00m。此层分 2 亚层,未见底,自上而下为:厚 1.20m

B. 深 2.80~3.70m 间为灰色中、细砂,含零星砾石。

A. 深 3.70~4.00m 间为灰色含砾中砂,砂粒分选较好,砾石磨圆度较好。

## 七、东剖面

位于昆明湖东宫门 SW265°约 300m 处,总厚 1.80m,未见底,共分 4 层。

Ⅵ. 灰色粉砂质泥层:深 0~0.40m。具明显的水平层理,水平层理单层厚约 1cm 上下,含软体动物遗骸。厚 0.40m

V. 浅灰绿、灰黄色粉砂层:深 0.40~1.00m。氧化后呈灰白色,含大量软体动物遗骸和未炭化的植物叶。在深 0.60m 处有一层 2~8mm 厚的芦苇叶层。厚 0.60m

Ⅳ. 灰色粉砂质泥和泥质粉砂层:深 1.00~1.60m。含小型软体动物遗骸和零星植物碎片。厚 0.60m

Ⅲ. 灰色粉、细砂层:深 1.60~1.80m。未见底。厚 0.20m

## 第二节 矿物特征

为对昆明湖沉积物的特性有进一步的认识,我们对剖Ⅱ和 CK4 孔的某些层段进行连续采样、制片和矿物鉴定,现将镜下鉴定的矿物特征概述如下。

### 一、剖Ⅱ

从第Ⅰ层顶至第Ⅴ层约以 20cm 间距共取 13 个样,制成薄片。通过显微镜下进行鉴定,其结果如下:

第Ⅰ层顶:主要矿物为石英和黑云母,长石较少,为基底式胶结。略见粗、细韵律结构特征。

第Ⅰ层:主要矿物为石英、长石、黑云母等。石英含量比Ⅰ层中多,石英呈次棱、次圆状,颗



粒较均匀。胶结物中有大量碳酸钙,另见有大量软体动物遗骸碎片及植物茎叶。

第Ⅲ层:主要矿物为石英、长石、云母等。在深1m处的薄片,石英颗粒约占70%,并见有细针状绢云母有定向排列现象。胶结物中碳酸钙含量较多,还见有软体动物遗骸碎片、植物茎叶和炭屑。

第Ⅳ层:主要矿物为石英、长石。长石含量比第Ⅲ层中有增加趋势,石英颗粒磨圆不好。含炭屑、植物叶等。

第Ⅴ层:主要矿物为石英、钾长石、黑云母、斜长石等,石英含量约占70%,呈次棱状,颗粒大小不均。空隙式胶结。含软体动物遗骸碎片。

## 二、CK4孔

从0层至Ⅲ层约以20cm间距进行采样,共取9个样,制成薄片。通过显微镜下进行鉴定,其矿物特征概述如下:

第0层:矿物颗粒较大,以石英、长石、云母为主,长石、云母含量较高,分选不好,为孔隙式-接触式胶结。

第Ⅰ层:矿物颗粒较大,以石英、长石、云母为主,长石含量较高,分选不好,大的石英颗粒磨圆度较好。孔隙式胶结。

第Ⅱ层:与第Ⅰ层基本相同。

第Ⅲ层:矿物颗粒较小,以石英、长石、云母为主。在1.1m深处的薄片,见绢云母定向排列。胶结物中碳酸盐含量较多,为基底式胶结。另见有较多的软体动物遗骸碎片和植物茎叶。

通过对剖Ⅱ和CK4孔薄片观察鉴定可见,昆明湖沉积物中矿物特征和结构有以下特点:

(1)碎屑矿物以石英(约占60%)、长石(斜长石、钾长石约占20%)、云母(绢云母、黑云母约占20%)为主。

(2)在部分层段中(如剖Ⅱ深1.00m处、CK4孔深1.10m处)见有绢云母矿物定向排列,这反映一定的水平层理的结构特点。

(3)昆明湖底下部层段内,所见矿物颗粒较大,上部层段内颗粒较小。大的石英颗粒磨圆度较好,小颗粒的磨圆度差。分选不太好。

(4)昆明湖底下部层段内胶结形式大多为孔隙式或接触式,上部层段内胶结形式以基底式为主。胶结物中碳酸钙含量较高。

## 第三节 粒度分析

通过对地层沉积物进行系统的粒度分析和作出粒度变化曲线,为了解此地区的古环境和古气候演变提供了一定的信息。

我们对昆明湖底剖Ⅱ、CK1孔和CK3孔的沉积物分别按照20cm(剖Ⅱ)、10~30cm(CK1)和8~20cm(CK3)的间距进行采样。在室内大于 $63\mu\text{m}$ 的粒级用筛析法分选,小于 $63\mu\text{m}$ 的粒级采用SKC-2000型光透式粒度分布测定仪进行粒度分析<sup>①</sup>,据所得结果分别做出3条粒度曲线。现将3个剖面的粒度特征分述如下。

① 筛析粒度分析由地质矿产部地质研究所沈桂梅、杨慧宁完成,SKC-2000型粒度分析由地质矿产部矿床地质研究所汤爽完成。

## 一、剖Ⅰ粒度曲线(表 1-1A、表 1-1B、图 1-1)分析

表 1-1A 颐和园昆明湖剖Ⅰ中粘土、粉砂、砂、砾的百分含量(%)

Table 1-1A. Content percentages of clay, silt, sand and gravel, for section Ⅰ, Kunming Lake, Summer Palace, Beijing

| 层 号 | 样品号 | 深 度<br>(m) | 砾<br>(>2 mm) | 砂<br>(2~0.062 5 mm) | 粉 砂<br>(0.062 5~0.002 0 mm) | 粘 土<br>(<0.002 0 mm) | 砂<br>粘 土 |
|-----|-----|------------|--------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|----------|
| V   | 13  | 0.36       | 0.02         | 12.62               | 82.67                       | 4.69                 | 2.69     |
|     | 12  | 0.56       | 0.49         | 13.83               | 79.43                       | 6.25                 | 2.21     |
| IV  | 11  | 0.76       | 0.02         | 9.39                | 83.24                       | 7.35                 | 1.28     |
|     | 10  | 0.96       | —            | 4.13                | 88.74                       | 7.13                 | 0.58     |
| Ⅲ   | 9   | 1.16       | 0.13         | 5.76                | 87.55                       | 6.56                 | 0.88     |
|     | 8   | 1.36       | —            | 12.20               | 79.11                       | 8.69                 | 1.40     |
|     | 7   | 1.56       | —            | 14.01               | 76.49                       | 9.50                 | 1.47     |
|     | 6   | 1.76       | —            | 5.84                | 86.72                       | 7.44                 | 0.78     |
| Ⅱ   | 5   | 1.96       | —            | 10.00               | 81.92                       | 8.08                 | 1.24     |
|     | 4   | 2.16       | —            | 21.70               | 69.64                       | 8.66                 | 2.51     |
|     | 3   | 2.36       | 0.22         | 22.26               | 70.47                       | 7.05                 | 3.16     |
|     | 2   | 2.56       | 0.05         | 32.60               | 56.98                       | 10.37                | 3.14     |
| I   | 1   | 2.76       | 0.45         | 34.46               | 57.21                       | 7.88                 | 4.37     |

孔深 2.56m 以下:相当于第Ⅰ层(未见底)。沉积物中砂(粒径为 2~0.062 5mm)的百分含量约占 32.6%~34.5%;粉砂(粒径为 0.062 5~0.002 0 mm)的含量约占 57%;粘土(粒径小于 0.002 0mm)的含量约占 7.8%~10.4%;砾(粒径大于 2mm)的含量约占 0.45%;砂粒/粘粒比值达到本剖面最大值 3.14~4.37。因此,2.56m 以下岩性段为本剖面沉积物粒度最粗部分。根据相序分析,将该层划分为湖泊开始阶段的沉积物。

孔深 2.56~1.76m 处:相当于第Ⅱ层。由下往上砂的含量在曲线上呈递减趋势,至 1.76m 处达到低峰(5.8%),而粉砂的含量则呈递增趋势,在相应层位达到高峰(86.7%);在砂粒/粘粒比值曲线上也表现出一低峰。可见,本层位由下往上沉积物粒度由粗变细,反映了本层位底部湖泊形成后水体开始加深。

孔深 1.76~1.56m 处:相当于第Ⅲ层顶部及第Ⅳ层底部。由下而上砂的含量递增,至 1.56m 处曲线达一高峰(14.0%);而粉砂的含量则递减,至 1.56m 处曲线达一低峰(76.5%);相应的砂粒/粘粒比值曲线亦上升达一高峰。可见,本层位由下而上沉积物粒度由细变粗,反映了湖水变浅。

孔深 1.56~0.96m 处:相当于第Ⅳ层。由下而上砂的含量在曲线上呈递减趋势,至 0.96m 处达到最低峰(4.1%);粉砂的含量则呈递增趋势,在 0.96m 处曲线达到最高峰(88.7%);相应的砂粒/粘粒比值曲线亦向上递减至最低峰。可见,本层位由下而上沉积物粒度由粗变细,反映了湖水变深。

孔深 0.96~0.56m 处:相当于第Ⅴ层顶部及第Ⅵ层。由下而上砂的含量在曲线上呈递增趋势,至 0.56m 处达到高峰(13.8%);粉砂的含量则呈递减趋势,在 0.56m 处曲线达到低峰(79.4%);相应的砂粒/粘粒比值曲线向上呈递减趋势。可见,本层位由下而上沉积物粒度由细变粗,反映了湖水变浅。

表 1-1B 北京颐和园昆明湖剖 I 沉积物中各粒级的百分含量(%)

Table-1B. Content percentages of different grain size for section I, Kunming Lake, Summer Palace, Beijing

| 样品号    | 深度<br>(m) | >16<br>(mm) | 16<br>(mm) | 8<br>(mm) | 4<br>(mm) | 2<br>(mm) | 1<br>(mm) | 0.5<br>(mm) | 0.25<br>(mm) | 0.125<br>(mm) | 0.0625<br>(mm) | 0.0312<br>(mm) | 0.0156<br>(mm) | 0.0078<br>(mm) | 0.0039<br>(mm) | <0.002<br>(mm) |
|--------|-----------|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-------------|--------------|---------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 剖 I-13 | 0.36      |             |            |           | 0.02      | 0.10      | 0.56      | 2.01        | 1.89         | 8.06          | 31.59          | 25.20          | 10.86          | 9.40           | 5.62           | 4.96           |
| 剖 I-12 | 0.56      |             |            |           | 0.49      | 0.20      | 0.31      | 0.93        | 1.34         | 11.05         | 26.86          | 23.62          | 10.10          | 13.25          | 5.60           | 6.25           |
| 剖 I-11 | 0.76      |             |            |           | 0.02      | 0.15      | 0.21      | 0.84        | 1.27         | 6.92          | 14.73          | 28.80          | 13.70          | 19.48          | 6.53           | 7.35           |
| 剖 I-10 | 0.96      |             |            |           |           | 0.05      | 0.04      | 0.16        | 0.43         | 3.45          | 28.32          | 27.54          | 14.21          | 13.72          | 4.95           | 7.13           |
| 剖 I-9  | 1.16      |             |            |           | 0.13      | 0.16      | 0.09      | 0.23        | 0.32         | 4.96          | 22.31          | 33.78          | 14.58          | 12.26          | 4.92           | 6.56           |
| 剖 I-8  | 1.36      |             |            |           |           | 0.07      | 0.08      | 0.11        | 0.18         | 11.76         | 26.60          | 22.78          | 11.93          | 12.12          | 5.68           | 8.69           |
| 剖 I-7  | 1.56      |             |            |           |           | 0.07      | 0.07      | 0.14        | 0.27         | 13.53         | 25.05          | 21.47          | 11.12          | 13.16          | 5.69           | 9.50           |
| 剖 I-6  | 1.76      |             |            |           |           | 0.07      | 0.09      | 0.15        | 0.17         | 5.36          | 23.29          | 27.75          | 14.87          | 14.87          | 5.94           | 7.44           |
| 剖 I-5  | 1.96      |             |            |           |           |           | 0.25      | 0.25        | 0.22         | 9.28          | 17.96          | 24.18          | 17.17          | 15.59          | 7.02           | 8.08           |
| 剖 I-4  | 2.16      |             |            |           | 0.22      | 0.12      | 0.22      | 4.29        | 4.41         | 9.33          | 16.01          | 20.54          | 13.86          | 13.45          | 5.78           | 8.68           |
| 剖 I-3  | 2.36      |             |            |           | 0.05②     | 0.31      | 1.11      | 8.44        | 3.91         | 7.89          | 28.60          | 19.20          | 7.79           | 10.28          | 4.60           | 7.05           |
| 剖 I-2  | 2.56      |             |            |           |           |           |           |             | 7.80         | 14.94         | 17.61          | 14.24          | 7.16           | 12.27          | 5.70           | 10.37          |
| 剖 I-1  | 2.76      |             |            |           | 0.45      | 0.19      | 1.05      | 9.65        | 8.80         | 14.77         | 12.77          | 15.47          | 9.41           | 13.71          | 5.85           | 7.88           |

注:②植物类无砂粒。

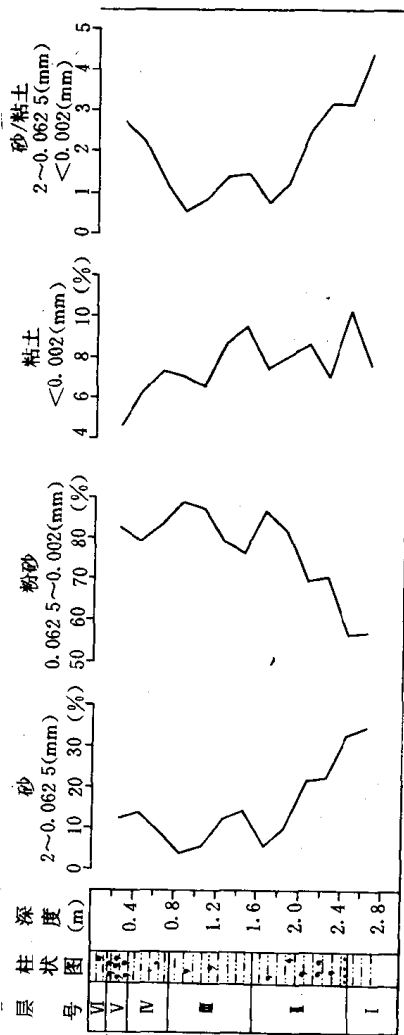


图 1-1 北京颐和园昆明湖剖 I 粒度分析曲线相关图

Fig. 1-1. Correlation of size analyses for section I, Kunming Lake, Summer Palace, Beijing.