

中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成

孙镇城 杨 藩 张枝焕 李守军 李东明
彭立才 曾学鲁 徐钰林 茅绍智 王 强 等著

石油工业出版社

104384	
分类号	P618.130.1
种次号	031

中国新生代咸化湖泊沉积 环境与油气生成

孙镇城 杨 藩 张枝焕 李守军 李东明 等著
彭立才 曾学鲁 徐钰林 茅绍智 王 强



石 油 工 业 出 版 社

内 容 提 要

本书比较系统地研究了中国现代内陆盐湖及西北干燥气候带晚新生代典型的陆相咸化湖泊沉积中微体水生生物、沉积矿物、地球化学指标等特征；对内陆深水湖泊生态隔绝环境中地方性水生生物群形态学、生态学特点进行了比较研究；长期进行了水生生物物种传布的空、陆上通道观测试验研究，提出了以往有把陆相咸化湖泊沉积、深水湖泊沉积误划归海侵沉积的倾向。在此基础上进一步研究了我国陆相咸化湖泊沉积形成的烃源岩的特点，认为中国东部新生代油气区主要烃源岩不是来自海侵，而是陆相咸化湖泊、深水湖泊沉积，这也是对中国陆相生油地质理论的有力支持。另外，钙质超微化石在内陆咸化湖泊沉积中的发现尚属国内外首次，有其生态学、古地理学等的重要价值。

本书可供石油地质学、沉积学、生态学等研究人员及院校有关专业师生参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成/孙镇城等著.
北京:石油工业出版社,1997.9
ISBN 7-5021-2020-3

I. 中…

II. 孙…

III. ①新生代—湖相—沉积环境—中国②新生代—油气藏—矿床成因论—中国

IV. P618.130.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (97) 第 10535 号

石油工业出版社出版
(100011 北京安定门外安华里 2 区 1 号楼)
石油工业出版社印刷厂排版印刷
新华书店北京发行所发行

*

787×1092 毫米 16 开本 21 $\frac{3}{4}$ 印张 2 插页 541 千字 印 1—1000

1997 年 9 月北京第 1 版 1997 年 9 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5021-2020-3/TE·1701

定价: 55.00 元

序

中国新生代油气盆地分布广泛，迄今仍然是我国油气勘探和原油产量的一个重要目标，也是陆相生油理论建立的基础支柱之一。以往由于对其中出现的海相世系化石（有孔虫、沟鞭藻、钙质超微化石、介形虫、DKT 鱼类）、特殊的指相矿物（海绿石、膏盐）和地球化学特征（微量元素、稳定同位素、有机质类型）的成因机制和古地理环境存在不同见解，涉及到对这批重要油气盆地的原型盆地性质、烃源岩时空分布规律的正确认识以及油气勘探方向的合理布署等重大问题，无疑是一项既有重要科学意义又有实际应用价值的科学研究命题。

孙镇城教授等一批石油地质学家、古生物学家和沉积—地球化学学家，从事中国新生代油气盆地工作已有多年经验。他们的《中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成》著作的研究成果比较全面地总结了我国新生代油气盆地丰富翔实的地层古生物、岩石矿物、地球化学和油气地质有关资料，提出了内陆咸化湖盆中可以出现海相世系化石、特殊指相矿物和地球化学特征的系统见解。通过与现代海陆环境不同类型盆地对比，指出了内陆咸化湖盆中海相世系化石的特殊组合面貌，对传统上作为海洋成因的指相矿物做了具体分析，并对以往习用的海陆环境地球化学差别标志做了重新厘定。在有机地球化学研究方面，总结出既不同于淡水湖盆又有别于海洋的油、岩有机质地球化学特征，也指出在盐度增高影响下一些类似海相油、岩有机质与陆相优势有机质并存的现象。联系中国新生代古地理、古构造格局特点，指出多数大型咸化湖盆与大型断裂活动有关，应属湖泊发育中期的高山深盆模式，并强调中国东部早第三纪油气盆地湖平面升降与全球海平面升降并不相吻合。上述多方面研究成果都有大量分析测试事实依据，学术思想新颖，论述系统严密，提出了独到的见解，对于提高中国新生代咸化湖盆油气地质研究程度做出了重要的贡献。

正如作者在结语中指出：我国新生代陆相盆地的油气勘探已取得辉煌的成就，面对众多咸化程度不一的新生代湖盆，查明哪一类咸化湖盆更有利于油气生成，无疑是一项十分有意义的工作。显然中国东西部众多的咸化湖盆具有不尽相同的构造古地理和古气候背景，而新生代又是地球的不同圈层之间以及地球与其它星体之间发生物质—能量交换纪录较完整的时代。今后如能对不同内陆咸化湖盆中的海相世系化石迁移途径、有机地球化学中亲海洋成分的成因机制、湖盆水体咸化与古气候变迁关系以及盆地演化与新生代已知地外陨击事件联系等方面继续开展研究，必将对陆上咸化湖盆生油理论的发展和我国新生代油气勘探前景做出有意义的贡献。

王 鸿 波

1997年4月于北京

前 言

目前我国原油产量的绝大部分来自东部,依照中国石油天然气总公司“稳定东部,发展西部”的战略方针,进一步加强东部的油气勘探,不断增加其储量是稳定我国原油产量的关键。产自东部下第三系的原油将近占我国原油总产量的一半,而且今后仍然是我国油气勘探、增加储量的重要目标之一。有关下第三系烃源岩属于海相或者海陆过渡相或者陆相的讨论,已进行了20多年,这些讨论促进了相关学科的发展,既有其理论意义,也有其应用价值。因为,以海相或海陆过渡相烃源岩为油气勘探目标的方向,与陆相沉积凹陷深水湖泊或咸化湖泊烃源岩为目标的方向是不一致的,或至少有很大的区别。陆相石油地质理论,归根到底就是内陆盆地找油的理论,它的基本点就是油、气在内陆沉积盆地中形成,不同类型的盆地各自有着不同的油气分布规律,生油凹陷控制着油气田的分布,即“源控论”,深水湖盆、咸化湖盆的油气钻探井就是围绕着各盆地自身的生油凹陷为中心,按深水湖相、咸化湖相沉积及构造特征来部署,而不是象海侵湖盆那样,瞄准海侵方向、次数和范围,根据海水进退形成的沉积特征来部署。因此本书是直接为油气勘探部署服务的应用基础研究。

我国西部地区新生界大规模油气勘探工作已进行了40多年,积累了大量陆相咸化湖盆沉积的资料,其中包括微体古生物学与古生态学、沉积学与岩相古地理学、无机地球化学、有机地球化学等方面的丰富数据与资料,而且,在几十年的西北油气勘探实际工作中锻炼了一支比较熟悉咸化湖盆沉积的地质研究队伍。这支队伍从1993年向中国石油天然气总公司申请立项,开始了比较系统的研究,由石油大学(北京)与青海石油管理局勘探开发研究院共同负责,组织了包括中国地质大学、石油大学(华东)、地质矿产部、中国科学院等单位的专家、教授协同研究,剖析了中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成,并探讨咸化湖泊沉积与海相或海侵沉积的区别与相似点,以便全面认识中国东部早第三纪的海侵,这一认识对中国东北白垩纪的海侵讨论也有其重要参考意义。

该项研究的思路是:1)在系统研究我国新生代和现代咸化湖盆地的类型与分布的基础上,以现实主义类比原则研究咸化湖盆的环境与沉积特征;2)从咸化湖泊沉积中有孔虫、钙质超微化石等的发现,进而讨论对陆相湖泊沉积中“海侵指相化石”的重新认识问题;3)咸化湖泊矿物及其沉积的无机地球化学的特征;4)在上述研究基础上讨论中国东部早第三纪海侵问题,并侧重解剖了济阳拗陷早第三纪的海侵问题;5)在咸化湖泊沉积环境系统研究基础上,重点探讨了盐湖相烃源岩与油气生成和咸化湖环境沉积岩生油理论及其意义。

自1994年以来,研究人员采集分析了现代咸化湖泊与新生代咸化湖盆沉积的生物与古生物样品2200余块,无机地球化学和有机地球化学标本320余块,足迹遍及新疆、青海、内蒙古、甘肃、山西、河北、山东、河南、广东、江苏等省,查阅国内外文献资料600余篇,进行了系统的研究,提供了比较充分的证据。

本书写作分工如下:前言孙镇城;第一章杨藩、孙镇城、马志强、张永华,其中“运城盆地”单元为王强、杨长辛、李彩光等执笔;第二章杨藩、孙镇城、马志强、张永华、唐伦和;第三章:孙镇城、杨藩、李东明、杨平,其中“内陆半咸水湖盆沉积中有孔虫的特征”单元为曾学鲁执笔;“论非海相沟鞭藻”单元为茅绍智执笔;“钙质超微化石”单元为徐钰林

执笔；“运城盐湖及桑干—汾渭断陷带海相世系微体生物的发现及其生存环境”单元为王强执笔；第四章：彭立才、李东明、孙镇城、杨藩、吴必豪、孙大鹏；第五章：孙镇城、李东明、彭立才、王敏；第六章：李守军；第七章：张枝焕、杨藩、方朝亮；结语：孙镇城、杨藩。

本书始终是在中国石油天然气总公司及总公司科技发展局领导的支持下进行的，特别是总公司总经理助理史训知、科技局关德范副总地质师对此科研项目的理论意义和在石油天然气勘探实践中的作用以及研究方向、研究思路和方法等方面作了明确的指导和具体的帮助。在研究过程中，得到了青海石油管理局及石油大学领导的关怀与支持，并提供宝贵资料，石油大学黄醒汉教授、青海石油管理局副总地质师范连顺等积极支持并提供宝贵意见。在该书的编写中还得到邵宏舜研究员、郑绵平教授、廖世芳高级工程师、衡锦涛高级工程师和王少君、李君等的大力帮助，我们在此表示衷心感谢。

中国新生代咸化湖泊沉积环境与油气生成研究，是随着石油勘探工作的发展和需要而开展的，研究工作还处于初始阶段，资料不够系统，工作中不足之处在所难免，尤其是我们的水平有限，也会有不少缺点与错误，敬请批评指正。

著 者

1996年10月

目 录

第一章	咸化湖盆地的类型与分布	(1)
一、	类型	(1)
二、	分布	(2)
三、	实例	(16)
第二章	咸化湖盆的环境与沉积特征	(39)
一、	气候条件	(39)
二、	构造环境	(51)
三、	地貌特征	(55)
四、	沉积物类型与组成	(55)
第三章	陆相湖泊沉积中“海侵指相化石”的重新认识	(69)
一、	咸化湖泊中的有孔虫	(69)
二、	论非海相沟鞭藻	(79)
三、	钙质超微化石	(84)
四、	指示“海侵”介形类的重新认识	(90)
五、	其他门类化石	(94)
六、	运城盐湖及桑干—汾渭断陷带海相世系微体生物的发现及其生存环境	(101)
七、	咸化湖泊中海相世系生物的来源	(108)
第四章	咸化湖泊矿物及无机地球化学特征	(115)
一、	陆相咸化湖泊矿物	(115)
二、	陆相咸化湖泊沉积的无机地球化学特征	(125)
三、	同位素	(142)
第五章	中国东部早第三纪海侵的讨论	(150)
一、	早第三纪海侵讨论与油气勘探	(150)
二、	第三纪中国古地理古构造轮廓	(154)
三、	全球海平面升降与中国第三纪海侵	(158)
四、	陆相湖盆的成盐物质来源	(167)
五、	早第三纪中国东部深水(咸化)湖泊沉积的主要特点	(172)
第六章	论济阳坳陷早第三纪陆相湖泊沉积——以沙四段上亚段沉积时期为例	(179)
一、	水生生物与沉积环境	(179)
二、	地球化学特征与沉积环境	(193)
三、	沉积环境与沉积特征的综合分析	(208)
四、	结论	(213)
第七章	咸化湖相烃源岩油气生成	(216)
一、	咸化湖环境有机质聚集	(216)
二、	新生代咸化湖相沉积岩有机质丰度与类型	(225)

三、 咸化湖相烃源岩及原油地球化学特征·····	(242)
四、 咸化湖相烃源岩生油气特征·····	(271)
五、 咸化湖环境沉积岩生油理论及其意义·····	(297)
结语·····	(304)
参考文献·····	(308)

第一章 咸化湖盆地的类型与分布

一、类型

地球表面被大气圈、水圈和岩石圈所包围。水圈是地球上以液体、固体、气体三种状态存在于地表、地下、大气和生物体中水的总称。对于地球来说，水圈是很薄的，只占地球平均半径的 $1/1630$ ，但它的表面积却很大，几乎占地球表面的 $3/4$ 。

水是与人类生活密切相关的生物圈中最为丰富的单独物质，因此，对总体积约 15 亿 km^3 的水圈的研究，是自然科学许多研究领域的重要课题。

水圈中最大、最连续的水体是海洋，约占总水量的 97% 。而其余的 3% 中， $3/4$ 是两极地区以固体形态存在的冰盖和冰川， $1/4$ 则分布在陆地的地下和地面。

地面水主要分布在湖泊、特别是在世界各大湖中。

关于湖泊的定义，前人曾有过多种表述：Forel (1892) 把不与海相连的深水盆地都叫做湖泊；Muffkowski (1918) 认为湖泊与池沼的区别在于水体的大小与深浅；Reeves (1968) 认为湖泊是深度过大以致不容许除水下植物而外的植物穿过整个水层而扎根水底的水体；Kelts (1988) 把湖泊定义为占据地壳洼陷、比池沼大的静水体（汪品先等编译，1991）。南京大学等单位编写的《地理学辞典》（1983）则称湖泊为“陆地表面洼地积水形成比较宽广的水域”。

尽管不同的作者在对湖泊特征进行描述时的侧重点有所差别，但有一点则是得到公认的，即湖泊是大陆表面水体中同时具备较深（与沼泽比）、较静（与溪泉或河水比）和较大（与池塘比）等特征的唯一类型。作者认为，把具这一特征的陆地表面洼地积水形成的水域表述为湖泊的定义也许能更确切些，这也正是湖盆沉积环境与油气生成的关系日益受到石油地质工作者关注的原因。

湖泊的类型很多，从各种学科自身的研究目的出发可以有不同的分类标志，常用的有湖泊所处的自然地理位置、湖泊的成因、湖水的深度、物理化学性质、湖泊的生物群与生产力等等。其中，湖水的含盐量直接影响以至决定着湖泊沉积物与湖泊生物的面貌（种类与数量）。因此，通常把湖泊分成淡水湖和咸化水湖两个基本类型。

水分子的偶极矩小，离子化弱，几乎可以溶解其他所有物质。水的介电常数大于任何其他物质，被水溶解的物质能够在水中保留。因此，自然界中的水总是或多或少溶解着一定量的盐类，像蒸馏水那样的化学纯、不含溶解盐类的水在生物圈里是不存在的。

处于闭流或半闭流状态的湖泊水体，通过大气降水、地面径流和地下潜流得到淡水或低含盐量水的补给，通过蒸发遭受浓缩。当后者的作用超过前者时，湖水在原有含盐量的基础上盐类浓度增加，开始了咸化的进程。

湖泊的含盐量变化幅度很大，矿化度最低的淡水湖其盐度仅有 0.01% ，而矿化度最高的盐湖（青海柴达木盆地北部的牛郎织女湖），其盐度已高达 555.06% （于升松，1984）。

关于水体含盐度类型的划分，在 1958 年威尼斯国际会议水体盐度分类系统正式出版以前，一直缺乏统一的标准。而该分类系统的提出，为湖水按盐度划分创造了定量划分的基

础，但由于现存古盐度测定方法的局限性（详见本书第六章），威尼斯系统应用古湖泊盐度分类时仍有不少困难，故本文仍沿用传统的分类标准，将湖泊（包括古湖泊在内）水体划分为淡水、半咸水、咸水和盐水四大类，后三类水体统称为咸化湖水，它们与威尼斯系统及有关分类系统间的对照关系见表 1—1。

表 1—1 水体盐度类型对照表

威尼斯系统 (1958)	淡水	少盐水	中盐水	多盐水	真盐水	超盐水				
于升松 (1984)	淡水		半咸水			咸水		盐 (湖卤) 水		
黄杏珍等 (1993)	淡水	微咸水	半咸水			咸水			盐水	
本文	淡水	半 咸 水				咸 水		盐 水		
盐度, %	0~0.5	0.5~1	1~5	5~18	18~30	30~35	35~40	40~50	50~60	>60

和淡水湖一样，咸化湖还可进一步划分：如按湖盆构造成因的不同，可分为断陷咸化湖（如中国青海湖）和坳陷咸化湖（中非乍得湖）；按湖泊与海洋间的关系或距离的不同，可分为近海咸化湖（如委内瑞拉马拉开波湖）和内陆咸化湖（如柴达木盆地察尔汗湖）；按营养水平的不同，可以分为贫养咸化湖、中养咸化湖（如青海湖）、富养咸化湖（如扎伊尔基伍湖）和超养咸化湖（如图尔卡纳湖和大盐湖）；按水体深度的不同，可以分为浅水—半深水咸化湖（如新生代柴达木湖）和深水咸化湖（如早第三纪渤海湾湖）；按水体咸化程度的不同，可分为半咸水湖（如 $S = 1.578‰$ 的新疆博斯腾湖， $S = 29.804‰$ 的西藏达则错湖等）、咸水湖（如 $S = 35.380‰$ 的西藏兹格塘湖等）和盐（水）湖（如 $S = 59.090‰$ 的新疆巴里坤湖， $S = 486‰$ 的青海柴达木盆地尕斯库勒湖等）。

众所周知，湖盆（陆地表面积水成湖的洼地）类型的研究对石油地质工作者具有重要意义，因为油气生成不仅与湖泊水体及湖底有关，也与湖泊所在湖盆的特性（包括湖水面以上的湖岸带地貌、植被、径流及其沉积以至湖盆边缘的山体规模等）有关。

作为地质历史中某一特定时期的产物，每一个新生代古湖盆都各自经历了发生、发展和衰亡的过程或正处于该过程之中。在它存在的时期内，在构造活动、气候波动和生物进化的影响下，湖水的深度、盐度、水化学类型和生物群面貌也都处于变动之中。考虑到这一实际情况，本书在述及我国新生代咸化湖盆的沉积特征及其与油气生成的关系时，采用多种类型划分的方案，即在讨论不同性质的问题时，采用不同的分类系统。

二、分 布

中国新生代初期的咸化湖泊是在白垩纪咸化湖泊的基础上发展起来的。咸化的过程始于早古新世，经历了发生—发展—衰退—再发展的过程，直至全新世，存在于新生代各时期中。

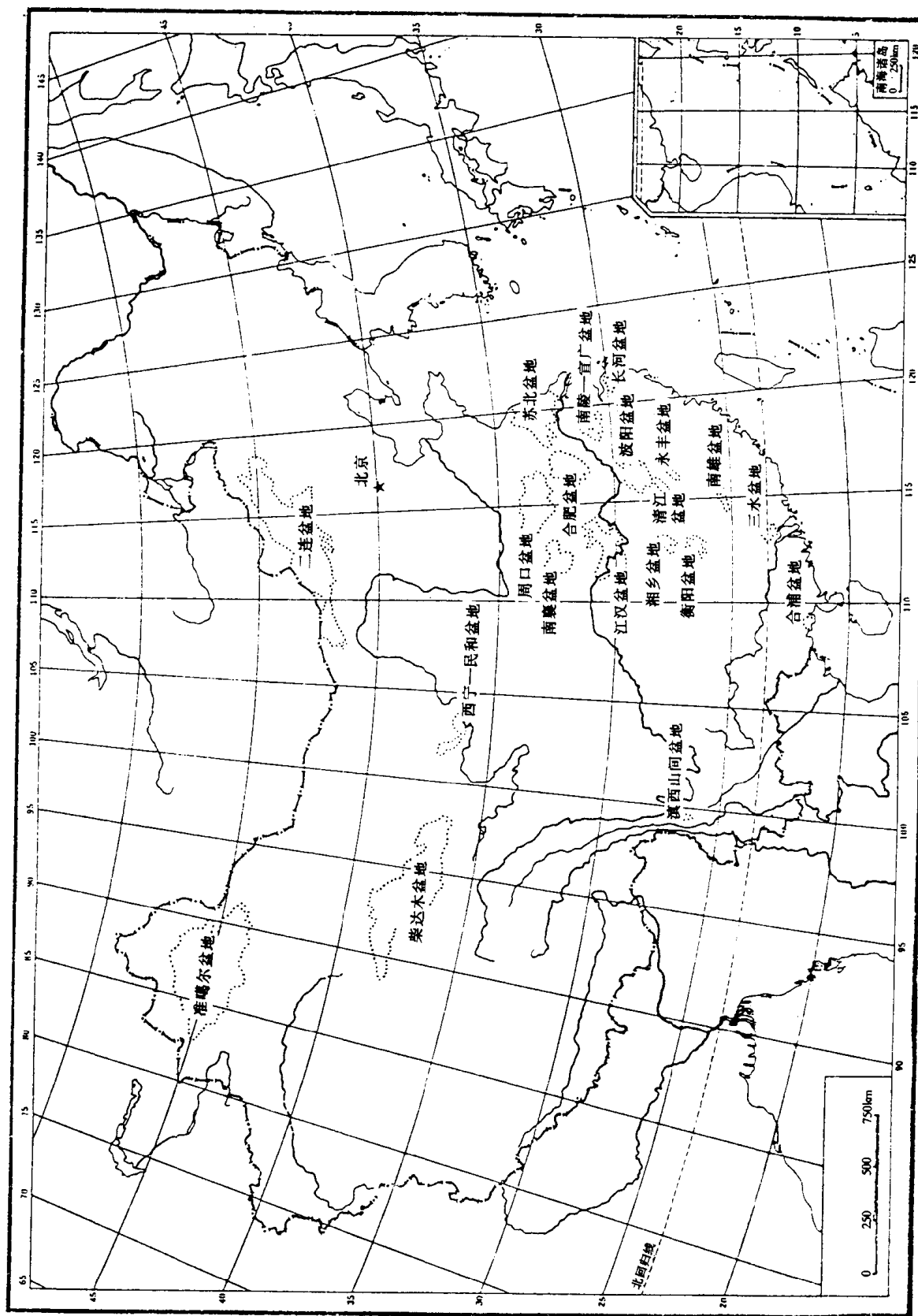
(一) 古新世

我国古新世的咸化湖盆主要分布在南方及西北，除福建、西藏外，遍及苏、浙、皖、赣、鄂、湘、粤、桂、滇等九省区，其次是河南南部和新疆、青海、内蒙古三省区（表 1—2；图 1—1）。南方各湖盆中，苏北、周口、江汉、合肥和南襄盆地的面积较大，其余的都较小。柴达木、准噶尔两盆地虽然面积巨大，但其湖泊范围比较狭窄，只见于柴达木盆地西

表 1—2 中国古新世主要湖盆湖水咸化标志

湖 盆	生 物	岩石与矿物	离子与元素(岩样分析)	资料来源
准噶尔盆地		石膏		杨藩等, 1994
柴达木盆地		石膏	S ²⁻ : 15 ~ >32 Cl ⁻ ‰: 8.6 ~ 43.5 B: 133mg/kg B/Ga: 4.37	杨藩等, 1994; 黄杏珍等, 1993
西宁—民和盆地		石膏		李云通等, 1984
二连盆地		石膏、天青石		李云通等, 1984; 袁复礼等, 1984
南襄盆地		石膏		张师本等, 1993
周口盆地		膏泥岩		张师本等, 1993
江汉盆地		膏泥岩、盐膏岩		张师本等, 1993
合肥盆地		石膏		李云通等, 1984
南陵—宣广盆地		石膏		张师本等, 1993
苏北盆地	钙质超微生物、有孔虫、多毛纲、洞庭鳊鱼、 喜盐介形类	石膏、岩盐	B/Ga: 5.15 ~ 6.89 Sr/Ba: 1.07 ~ 6.61 Z: 120.93 ~ 130.25	王仪诚等, 1994
长河盆地	喜盐介形类			王仪诚等, 1994
波阳盆地		硬石膏、钙芒硝、岩盐		李云通等, 1984
清江盆地		石膏、芒硝、岩盐		王仪诚等, 1994
永丰盆地		硬石膏、钙芒硝、岩盐		李云通等, 1984
南雄盆地	多毛纲			叶得泉等, 1993
三水盆地	有孔虫、多毛纲、洞庭鳊鱼—骨唇鱼组合	石膏		叶得泉等, 1993; 王仪诚等, 1994
衡阳盆地	洞庭鳊鱼—骨唇鱼组合	石膏、芒硝、岩盐		李云通等, 1984
湘乡盆地	洞庭鳊鱼—骨唇鱼组合			李云通等, 1984
合浦盆地		石膏		宁宗善等, 1994
滇西山间盆地 ^①		石膏、岩盐		李云通等, 1984

①以兰坪—云龙盆地为代表。



本图上中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制

图 1—1 中国古新世咸化湖盆分布图

部狮子沟和准噶尔盆地南缘四棵树至昌吉间的局部地区，内蒙古的二连盆地也只在四子王旗至苏尼特右旗间有咸化湖泊沉积零星分布。

(二) 始新世

与古新世相比，始新世的咸化湖泊无论是在湖盆的数量和地域分布上，还是在湖泊的规模上，都有了很大的变化。

如表 1—3 及图 1—2 所示，位于广西最南部的合浦盆地，咸化湖泊已被淡水湖泊所替代，在其西北方的南宁盆地，湖水明显咸化，再往西北，出现了咸化的百色湖盆。在湖南、广东和江西，位置靠南的三水、南雄、永丰、衡阳、湘乡等盆地中，咸化湖泊已经消失，只剩下赣北的波阳、清江盆地，依然发育着咸化湖泊沉积。在河南，原有的南襄盆地西北和东南，分别出现了浙川和桐柏两个咸化湖盆，往北，沿着黄河两岸，出现了咸化了的三门峡盆地、垣曲—渑池盆地和面积巨大的渤海湾咸化湖盆。

在西北地区，塔里木盆地北部的库车坳陷出现咸化湖泊；准噶尔盆地的咸化湖泊扩展到整个盆地的南缘；柴达木盆地的咸化湖泊在扩展到整个盆地西部甚至是阿尔金山中段山间小盆地（李天德等，1982）的同时，还向北扩展到盆地北部的冷湖地区。值得注意的是，青海南部的囊谦、玛沁、民和一线的山间盆地中，已在多处见到咸化湖盆的沉积。

总的来看，从古新世到始新世，我国咸化湖泊分布的演变特征是：南方的咸化湖泊在收缩、变淡或消失，北方的咸化湖泊在扩展和增多，从而形成由南向北的转移。该时期是新生代的第一个咸化湖发展期。

(三) 渐新世

渐新世咸化湖盆的分布特征是：曾经广泛出现于南方各省区的咸化湖泊大多已经消失，只剩下江汉、南襄和周口等盆地还见有咸化湖泊的沉积，但其范围已比下伏始新世咸化湖沉积缩小；与此形成鲜明对照的是，咸化湖泊在我国北方分布十分广泛，在西起塔里木盆地西部的克孜洛依地区、东至渤海湾盆地间的广大地区内，都有咸化湖泊沉积出现，其中，除塔里木盆地北部、准噶尔盆地南部、柴达木盆地西部和北部有大面积咸化湖沉积外，分布面积较大的还有新疆吐鲁番—哈密盆地、内蒙古和宁夏的河套盆地及银川盆地等（表 1—4；图 1—3）。

上述资料表明，我国北方是渐新世咸化湖泊的主要分布区。

(四) 中新世

进入中新世以后，全国咸化湖盆的数目锐减，南方各省基本上已无咸化湖盆分布，仅在湖北江汉盆地见有少量中新世早期的咸化湖泊沉积。在我国东部，引人注目的变化是，一度（始新世）曾有咸化湖泊大量发育的渤海湾盆地已不再是主要咸化湖泊的分布区。而在我国西部，咸化湖泊也已只局限于少数几个大型盆地（塔里木、柴达木等盆地）中分布（表 1—5；图 1—4）。

从全国范围来看，中新世是咸化湖泊的衰退期或淡化期。

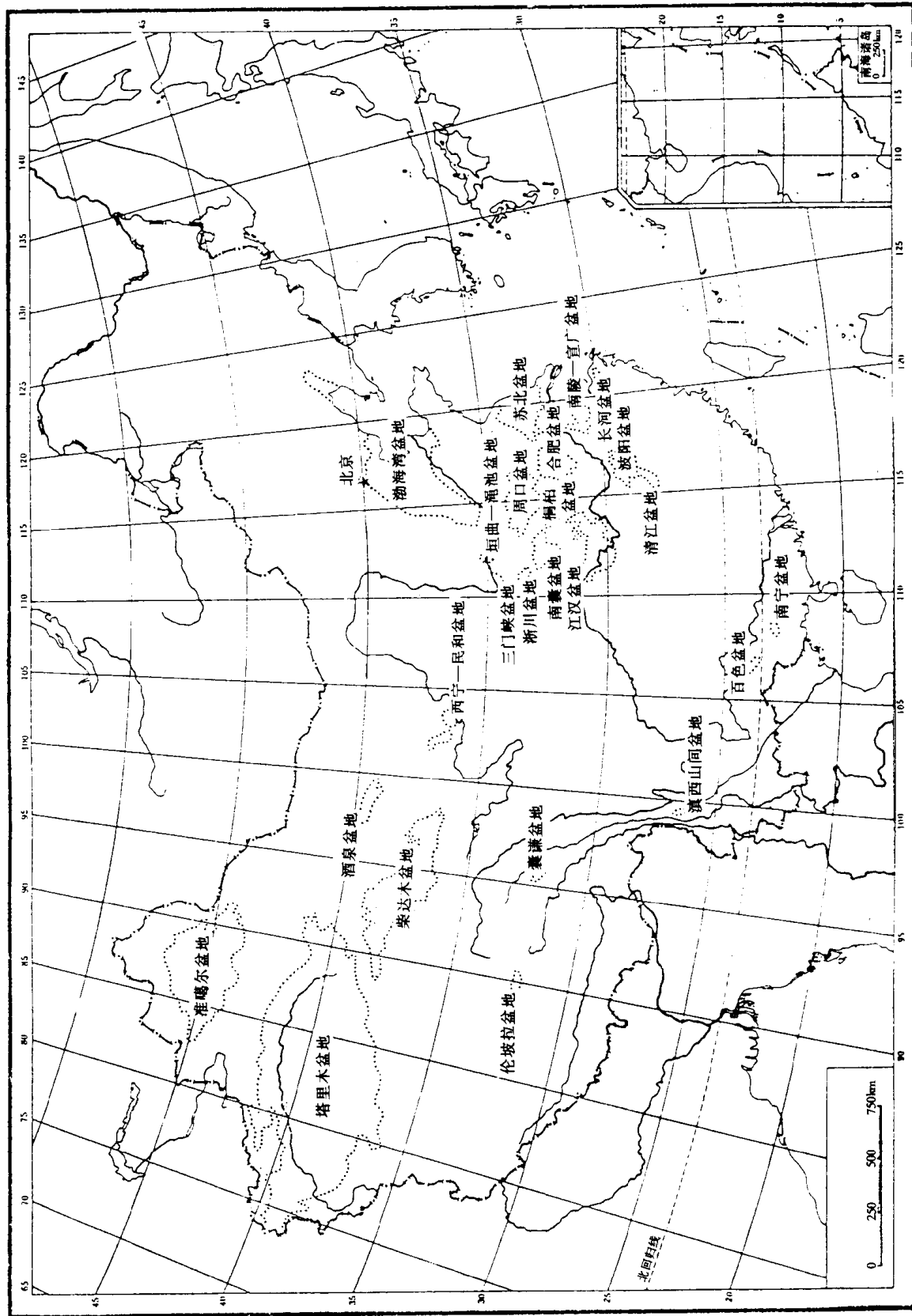
(五) 上新世

这一时期我国咸化湖泊的分布与中新世大致相似，但后期在青海高原东部及山西高原中部分别出现一群新的咸化湖盆，前者如共和盆地及巴颜喀拉山间盆地（甘德、达日、曲麻莱等地），后者如晋中盆地、榆社—武乡盆地等。这一变化趋势预示了上新世末以后，又一个咸化湖泊的发展期即将到来（表 1—6；图 1—5）。

表 1—3 中国始新世主要湖盆湖水咸化标志

湖 盆	生 物	岩石与矿物	离子与元素(岩样分析)	资料来源
塔里木盆地	有孔虫	石膏、岩盐		杨藩等,1994
准噶尔盆地	喜盐介形类	黄钾铁矾		杨藩等,1994
酒泉盆地		石膏		杨藩等,1994
柴达木盆地	喜盐介形类	石膏、硬石膏、芒硝、钙芒硝、岩盐	S [‰] : 6.22~>32 Cl ⁻ ‰: (4.0~4.2)~>28.5 B: (125~146)mg/kg B/Ga: (10.68~15.30) Sr/Ba: (1.04~1.30)	杨藩等,1994;黄杏珍等,1993
西宁—民和盆地		石膏		李云通等,1984
囊谦盆地		石膏、盐类		卫民,1985
三门峡盆地		石膏		李云通等,1984
垣曲—渑池盆地		石膏		袁复礼等,1984
渤海湾盆地	钙质超微、有孔虫、渤海藻—德弗兰藻组合、多毛纲、枝管藻、双棱蚌鱼—艾氏鱼—洞庭鳊鱼群、喜盐介形类	石膏、硬石膏、岩盐	S [‰] : 2.4~>40 B: 85.57~172.2mg/kg B/Ga: 8.75~>65.10 Sr/Ba: 1.95~9.26 Z: >120 介形类壳 Ca/Ma: <80	叶得泉等,1993;姚益民等,1994 钱凯等,1982;本次研究
江汉盆地	有孔虫、洞庭鳊鱼	泥膏岩、钙芒硝泥岩、盐岩		张师本等,1993
南襄盆地	渤海藻—德弗兰藻组合			张师本等,1993
浙川盆地		石膏		袁复礼等,1984
桐柏盆地		天然碱		李云通等,1984
周口盆地		石膏		张师本等,1993
合肥盆地		石膏		李云通等,1984
南陵—宣广盆地		石膏		张师本等,1993
苏北盆地		含膏泥岩		王仪诚等,1994
长河盆地		石膏		王仪诚等,1994
波阳盆地	洞庭鳊鱼	硬石膏		李云通等,1984
清江盆地	洞庭鳊鱼—骨唇鱼—雅罗鱼群	石膏		叶得泉等,1993;王仪诚等,1994
南宁盆地	喜盐介形类			宁宗善等,1994
百色盆地	副渤海藻	石膏		宁宗善等,1994
滇西山间盆地 ^①		含盐晶洞		李云通等,1984
伦坡拉盆地	喜盐介形类			本次研究

①以兰坪—云龙盆地为代表;表1—3至1—6各表中离子与元素(岩样分析)栏内括号内数据系平均值。

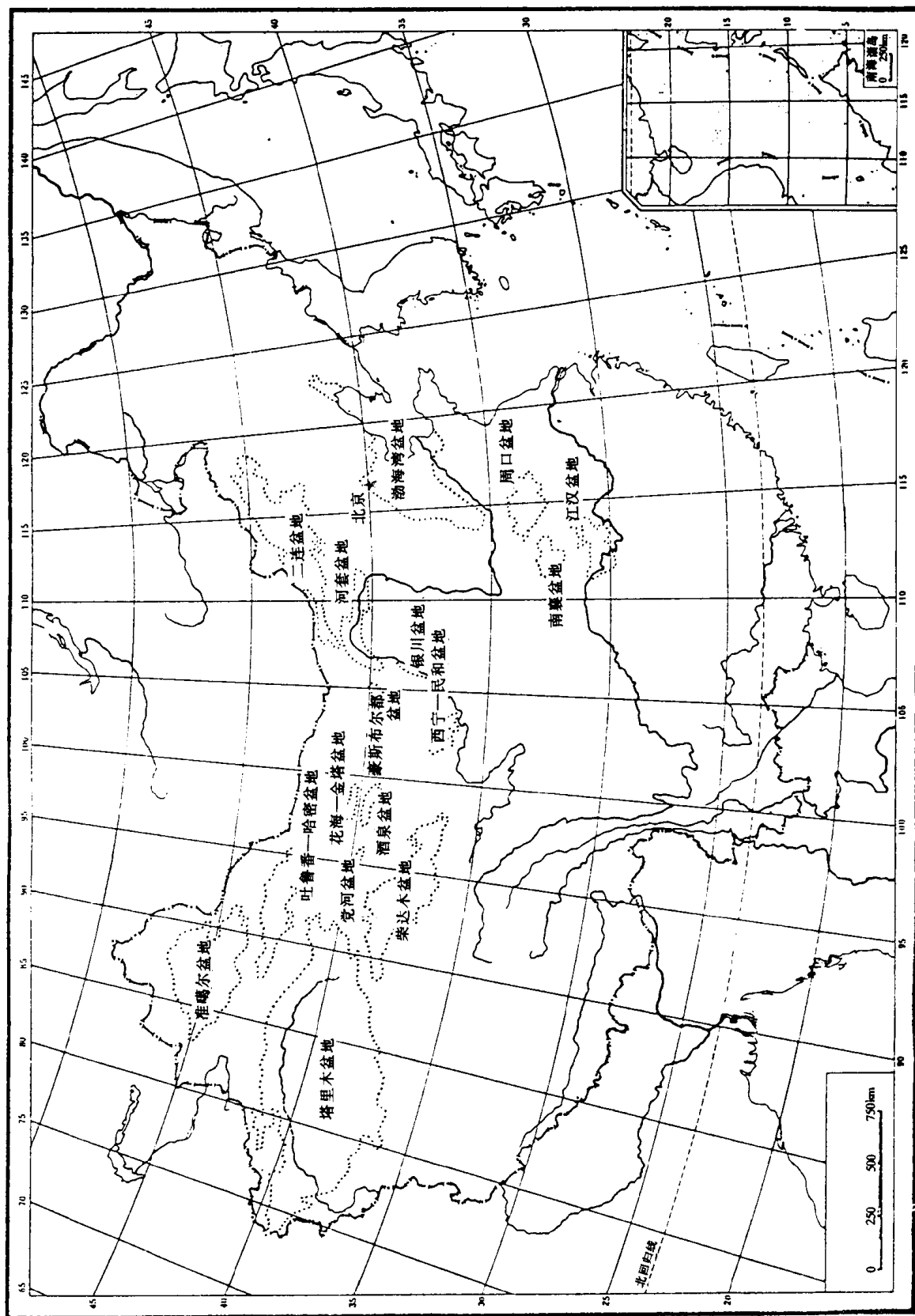


本图上中国国界线系按照中国地图出版社 1989 年出版的 1:400 万《中华人民共和国地形图》绘制

图 1—2 中国始新世咸化湖盆分布图

表 1—4 中国渐新世主要湖盆湖水咸化标志

湖 盆	生 物	岩石与矿物	离子与元素(岩样分析)	资料来源
塔里木盆地	有孔虫、喜盐介形类	石膏		杨藩等, 1994
准噶尔盆地	喜盐介形类	石膏		杨藩等, 1994
吐鲁番—哈密盆地		石膏		杨藩等, 1994; 李云通等, 1984
酒泉盆地		石膏		杨藩等, 1994
党河盆地		石膏		杨藩等, 1994
花海—金塔盆地		石膏		杨藩等, 1994
柴达木盆地	喜盐介形类		S‰: 5.38 ~ >32 Cl ‰: (1.96) ~ 8.59 B: (119)mg/kg B/Ga: (12.42) Sr/Ba: (0.63)	杨藩等, 1994
西宁—民和盆地		石膏		李云通等, 1984
蒙斯布尔都盆地		石膏		李云通等, 1984; 袁复礼等, 1984
银川盆地		石膏		杨藩等, 1994
河套盆地		石膏	B: 126 ~ 222(158.6)mg/kg B/Ga: (10.62) Sr/Ba: 0.78, 0.94	杨藩等, 1994
渤海湾盆地	钙质超微、有孔虫、古多甲藻、枝管藻、王氏鱼、喜盐介形类	硬石膏、岩盐	S‰: 18.1 B: 158mg/kg Z: >120 介形类壳 Ca/Mg: <80	姚益民等, 1994; 钱凯等, 1982
二连盆地		石膏		李云通等, 1984; 袁复礼等, 1984
江汉盆地		泥膏岩		张师本等, 1993
南襄盆地			Z: >120	张师本等, 1993
周口盆地		盐岩、膏泥岩		张师本等, 1993



本图上中国国界线系按照中国地图出版社1989年出版的1:400万《中华人民共和国地形图》绘制

图 1—3 中国渐新世咸化湖盆分布图