

矿产资源战略分析



单矿种分析系列课题成果

55

10082-01-001

硅 藻 土

徐则达

帅正州

课题负责单位 浙江省地质矿产厅
项目负责单位 地质矿产部全国地质资料局

一九八九年十二月

矿产资源战略分析

单矿种分析系列课题成果 55

硅 藻 土

徐则达 帅正洲

课题承担单位 浙江省地质矿产厅资料处
课题负责单位 浙江省地质矿产厅
项目负责单位 地矿部全国地质资料局
提交报告时间 1989 年 12 月

前 言

根据地矿部 82007 科研项目《矿产资源战略分析》的部署，硅藻土矿产资源战略分析，由浙江省地质矿产厅资料处承担。1987 年 4 月报送课题设计，课题时间 2—1.5 年，课题组由徐则达、帅正洲两同志组成。由于人员变动等原因，致使实际工作 88 年才开始，同时由于课题组同志担任行政工作及承担其它课题，因此课题研究报告提交时间推迟到了 1989 年底。1990 年 10 月通过了由地矿部全国地质资料局组织的评审，根据评审意见“补充修改、尽快出版”的要求，1991 年 4 月修改补充完毕最后定稿。

本课题在调研过程中，得到了建材、化工、轻工等有关部委的资料、情报部门；云南、吉林省地矿局的资料、情报部门；特别是部资料局、情报所等几十个单位的大力支持，特此表示感谢！

作 者

地质矿产部全国地质资料局

关于发送《矿产资源战略分析》硅藻土
课题成果评审证书的函

地资发（1990）字第 26 号

浙江省地质矿产局：

由你局资料处承担的部管科研项目《矿产资源战略分析》硅藻土课题，部于一九九〇年十月十八日在京进行评审。现将评审证书发给你们，请按评审意见补充修改尽快出版，并请在人员和经费方面给予保证。

地质矿产部全国地质资料局（印）

一九九〇年十月十九日

抄送：部综合计划司、科技司、浙江省地质矿产局资料处

评 审 证 书

编 号：地资发（1990）第 26 号

课题名称：《矿产资源战略分析》硅藻土

评 审 单 位：地质矿产部全国地质资料局

课题承担单位：浙江省地质矿产局资料处

评 审 日 期：一九九〇年十月十八日

一、课题名称及提交单位

课题名称：《矿产资源战略分析》硅藻土。

提交单位：浙江省地质矿产局地质资料处。

二、简要说明

本课题系地质矿产部第 82007 号科研项目《矿产资源战略分析》的单矿种系列课题之一。根据部地资发(1983) 15 号文，将该课题任务下达浙江省地质矿产局，由该局地质资料处负责完成。

本课题于一九八七年四月完成设计，后因课题组人员变动，致使实际工作从一九八八年才开始。一九八九年底完成初稿、资料局收到该项成果后，聘请中国非金属矿总公司，国家建材局建材规划院及地质矿产部综合计划司、直属单位管理局等单位的专家审阅。提出书面评审意见，并于一九九〇年十月十八日召开评审委员会进行正式评审。

三、评审意见

浙江省地质矿产局资料处承担的《矿产资源战略分析》硅藻土课题研究成果，是在大量收集国内外文献、资料、深入基层地质队、厂矿和各级主管部门调查研究的基础上完成的。该项成果系统的论述了硅藻土的性质、用途、国内外资源概况，矿床地质特征、矿床的勘探和开发，选矿工艺、产供销和价格、变化趋势。并对世界和我国到 2000 年对硅藻土的供需形势进行了预测，提出了目前硅藻土开发利用中存在主要问题 and 对策建议。评委认为：

此项成果资料从内容的全面和系统来说是迄今国内发表的有关硅藻土矿产资源及其开发利用的研究资料中少有的。对地矿部门及有关工业部门规划硅藻土地质勘查工作，制定非金属矿业发展规划和资源政策均具有重要参考价值。其主要优点是：

1. 资料全面、内容丰富、论述清晰，数据较翔实。
2. 分析论述均达到一定深度和广度，并能提出独立见解，特别是针对我国硅藻土工业存在的主要问题，提出符合实际情况的建议。

为了进一步突出重点，建议适当调整章节结构，精炼内容。

综上所述，评委会认为该项成果已达到设计要求，是一份较优秀的、具有实用价值的战略分析成果，建议验收通过，希望作者根据评委会的评审意见进行修改，尽快定稿付印，提供利用。

四、评委会成员签字

主任：高万里 中国地质矿产信息研究院
副总工程师（教授） （签字）
委员：徐立铨 中国非金属矿总公司中国非金属矿协会秘书长
高级工程师（书面评审）
李 咸 国家建材局规划院非金属矿规划室副主任
高级工程师 （签字）
曹美芳 地质矿产部综合计划司
高级工程师 （签字）
樊淑兰 地质矿产部直属单位管理局
高级工程师（书面评审）
王秀芳 中国地质矿产信息研究院
高级工程师 （签字）

五、作者签名及保留意见

同意 徐则达

六、组织评审单位审查结论

同意评委会的评审意见

高万里

1990. 10. 23

硅藻土资源战略分析内容摘要

硅藻土是含硅质生物沉积岩，或者说是硅藻遗体沉积物。它与其它无机的非金属矿（如萤石、叶蜡石、沸石、膨润土等）不同，是有机成因的。因为硅藻土的物质组份主要是硅藻，其矿物成分为非晶质态的蛋白石，但实际与天然的二氧化硅胶凝体——蛋白石不同，是一种有机成因的特殊矿物。因此叫硅藻蛋白石，不是均质矿物。硅藻的 SiO_2 不是纯的含水氧化硅，而是含有与之紧相伴生的其他组分的一种独特类型的氧化硅，叫做硅藻质氧化硅。硅藻土的许多特性和用途都与其特殊的矿物和独特的氧化硅形成的硅藻壳的特殊结构构造有关。不同种属硅藻的硅藻壳的结构构造不同，按硅藻生态和分布，分两大类，淡水硅藻和海水硅藻，另有一个过渡型半咸水硅藻。我国已知硅藻土矿大部分为淡水硅藻，最近几年广东雷州半岛发现了一些半咸水硅藻，世界最大的美国加利福尼亚州隆波克矿床是海水硅藻。淡水硅藻有浮游种、沿岸种、底栖种等，海水硅藻有远洋种、浅海种等，由此而产生硅藻土矿床的硅藻种属不同，如园筛藻、直链藻（浮游种）、小环藻等等。不同的硅藻种属对硅藻土的开发应用有一定关系，如作助滤剂用，硅藻种类以园筛藻科和各种藻类混合型的比较好，作催化剂载体以直链藻科的较好。

不论什么用途，硅藻在硅藻土中的含量多少是评价质量的最重要的指标。因为硅藻土的化学成分严格受矿石的矿物组成控制，矿石中硅藻含量高则有益组分 SiO_2 含量高，且变化小。这里所说的 SiO_2 是来自硅藻的 SiO_2 ，即所谓硅藻质氧化硅，与粘土矿物和石英的 SiO_2 是不同的，粘土矿物和石英的 SiO_2 对硅藻土工业利用来说，在某种程度上只是一种杂质，工业上对其硅酸含量则要求愈低愈好。但硅藻的化学成分也不全是硅藻质 SiO_2 ，硅藻的硅质骨骼除含一定的结合水（3.5~8%）以外，在固体溶液中，一部分 SiO_2 络合少量的无机物——主要为铝，较少量的铁、碱土金属氧化物、碱金属和其它次要元素（如硼）。目前硅藻土一般化学分析中 SiO_2 是硅藻质氧化硅和粘土矿物、石英等的 SiO_2 的含量；氧化铝和氧化铁的含量也包括硅藻骨架中铝和铁，但它的量仅是微量，主要是粘土矿物（水云母、高岭石、蒙脱石等）和其它碎屑矿物的铝和铁。因此硅藻土的氧化铝和氧化铁等的含量基本上可反映硅藻土的粘土矿物和碎屑矿物的多少。我国目前以硅藻含量及粘土矿物、碎屑矿物含量多少划分矿石类型及品级。如吉林省把矿石类型划分为硅藻土、含粘土硅藻土、粘土质硅藻土、硅藻粘土。

硅藻可生长在任何水域中，甚至可生长在保持一定水分的已经变干了的地方，所以分布很广。世界上除南极洲外，其它各大洲均已发现硅藻土矿床。但由于硅藻生态学方面控制硅藻分布的环境因素，加上质量、可采性等经济技术因素，所以真正具有工业价值的矿床并不多。

目前世界已知硅藻土资源较多的国是美国。美国东西海岸地区有较多的硅藻土矿床，其中加利福尼亚州和马里兰州资源储量可达几亿吨。苏联的硅藻土资源也较丰富，仅次于美国、

1984年在西伯利亚地区又发现了规模较大的硅藻土矿床。另外硅藻土资源较多的国家还有日本、西班牙、法国、阿尔及利亚、巴西等。世界总储量8亿吨，储量基础20亿吨左右。

我国硅藻土矿1988年底止探明储量1.8亿吨，其中云南、吉林、浙江三省的储量占全国储量的95%，云南7759万吨、吉林5812万吨、浙江4292万吨。最近几年广东也发现了规模较大的矿床。全国地质远景储量17—20亿吨。

我国的硅藻土资源在世界上仅次于美国、苏联，从资源量来说在世界是名列前茅的，就矿床规模大小来说，云南先锋、吉林长白、浙江嵊县等矿床的探明储量均达数千万吨，远景储量达亿吨以上，与世界著名矿床均不相上下。

我国主要产区硅藻土原土 SiO_2 含量，除吉林长白Ⅰ、Ⅱ级品外，均在80%以下；世界主要硅藻土矿床含量在80%以上。我国硅藻土矿均属淡水硅藻，吉林长白、云南腾冲团田等少数矿床以圆盘藻、冠盘藻为主外，大都以园筒状直链藻为主。国外硅藻土矿大多数也为淡水相，海相成因的矿床不多，但海相的经常成为大矿。海洋环境有关的硅藻组合与任何淡水习性的硅藻组合迥然不同，群居的硅藻象指纹一样，由于生成结构不同使得硅藻土具有成行排列的特性，这个成矿的特点对硅藻土的不同应用有关。

世界硅藻土资源总的是储量多，但目前的开采量少。根据近十几年的资料统计，1973年世界产量仅130万吨，1983年为148万吨，1989年为186万吨，预测2000年需求量为250万吨，1978—2000年平均增长率为3.3%，1978—2000年累计需求量为4500万吨。世界总储量、八亿吨，总储量与累计需要比值为18.1%。因此国外有人预测，按目前世界硅藻土消耗量，能供应200年。国外主要硅藻土资源和生产国中，除联邦德国不多外（1973—1983年的年产量42.4—44.5万吨、资源量1200万吨），其它国家的资源均可保证上百年甚至数百年的需求。

我国硅藻土目前年产量10—15万吨，根据发展趋势有关资料分析，至2000年国内需求量约为35万吨。这样我国硅藻土需求量年增长率可以达到8—9%，增长幅度大大高于世界年平均增长率3.3%。我国硅藻土需求量增长幅度大的原因是助滤剂和轻质建筑材料国内需求可能将会大幅度上升。据轻工业部预测，助滤剂需求量“七五”末期、“八五”初期为2万吨，2000年需求量为5万吨。我国探明储量1.8亿吨，按2000年需求量35万吨，1985—2000年累计需求量也不过500万吨。因此可保证供应三百年以上。所以发展硅藻土工业，资源保证方面应不是什么问题，主要是一个开发利用问题。

国内外硅藻土地质特征，有很多共同规律，也有若干差异。共同规律是矿床类型基本相同，大多数是湖相沉积，全部生物化学沉积矿床；成矿时代均是第三纪、第四纪；成矿古地理环境都是新生代盆地，气候条件较温暖；含矿岩系与新生代玄武岩关系密切；矿体形态呈平缓层状、似层状或透镜状；矿物组成以硅藻为主，含粘土矿物和一些碎屑矿物。差异是我国没有海相沉积硅藻土，硅藻种属也没有咸水种硅藻，仅广东雷州半岛局部含少量半咸——咸水种硅藻。

根据硅藻土矿成矿规律，我国东部及西南地区，新生代构造、火山盆地发育；新生代火山活动强烈，玄武岩喷溢较多，为湖盆硅藻的繁殖提供了丰富的 SiO_2 物质来源；古地理环境又大多为浅水湖盆，水深、温度等条件均较好。因此我国硅藻土矿的资源前景是很好的。今后找矿方向是在东部、西南部地区新生代盆地中找；在第三纪、第四纪玄武岩发育地区找；在古地理环境为温暖的浅水盆地中找；硅藻土矿床常与褐煤、泥炭共生，因此含煤、油建造也

是找矿标志之一。

硅藻土的用途十分广泛，其中最主要的是用作助滤剂。在国外有一系列的产品，广泛应用于啤酒业、医药、水、油脂工业等的过滤领域。我国在这一方面的生产和应用比较落后，生产仅限于有限的几个厂家，且产品品种少，质量不稳定、应用范围窄，有待于进一步发展。

硅藻土的第二大用途是作功能填料，在国外广泛应用于涂料、塑料、橡胶、医药、牙膏、磨料和化学试剂等方面，但在我国却还是处于开发应用研究阶段。作为这一领域应用的硅藻土产品一般是未经焙烧的天然硅藻土磨细粉末，且往往是在过滤剂生产过程中作为副产品的集尘室细粉。

硅藻土的第三大用途是用作隔热保温材料，这是硅藻土应用的传统领域，也是我国应用最广泛的领域，但我国还需向生产高强度硅藻土砖、板等制品方面发展。

硅藻土作催化剂载体在硅藻土产品中占重要位置。这在国外应用已十分广泛，在我国主要是在硫酸工业中作钒触媒载体，次为石油工业作磷酸催化剂载体及加氢工艺中作镍触媒载体。此外，硅藻土还可用作建筑材料、玻璃陶瓷等产品的原料。

硅藻土的代用品很多。助滤剂有膨胀珍珠岩、纤维素、碳素等可替代；填料有二氧化硅、氧化铝、优质粘土和滑石等替代。但这些代用品都各有其优缺点，不能完全替代。然而，合成填料和合成膜及超滤技术的掘起却可能真正构成对硅藻土使用的威胁。

硅藻土的普查勘探和开采一般比较简单、值得特别注意的是在碎矿和加工过程中要特别注意保护硅藻骨架的颗粒形态和结构，不能使用球磨等碎矿方法。选矿一般粗选作天然原土销售和用作保温材料。用于助滤剂、催化剂载体等一般需精选，精选方法有水选、煅烧、酸选等方面。

硅藻土及其产品的市场供求情况，世界范围内，供求基本上保持稳定。硅藻土工业自八十年代初摆脱不景气局面后，已进入一个稳定而缓慢发展的阶段。现在有美国、罗马尼亚、法国、丹麦、苏联等 30 多个国家生产硅藻土。输出国有 27 个，输入国有 66 个。美国是世界硅藻土主要生产国和输出国。我国硅藻土及其产品目前市场情况大多是处于供大于求的状况之中。

硅藻土资源开发利用中的主要问题，是缺乏全面规划，没有根据优势资源特点统一部署硅藻土工业；硅藻土产品的结构不合理；助滤剂、隔热保温材料等产品档次低，产品不配套，没有系列化产品；产品质量检测方法和指标不完善。今后硅藻土资源开发利用总的发展战略，应采取积极稳步发展的方针，大力开展以开发新产品为主的应用研究，改变产品结构不合理状况，开发适合于各地不同硅藻土矿特点的产品，使之从传统的应用领域向高科技、新技术、高效益领域发展，促使产品多样化、系列化、高档化。

目 录

第一章 概 述

第一节 硅藻和硅藻土、硅藻石	1
第二节 硅藻壳的形态和构造	2
第三节 硅藻的分类和硅藻的生态划分及其分布	3
第四节 硅藻土的分布和硅藻地层学	5
第五节 硅藻土的矿石类型及性质	6
第六节 硅藻土的矿物成分与化学成分	7

第二章 硅藻土的资源概况

第一节 世界硅藻土的时空展布及资源概况	10
第二节 我国硅藻土矿的分布及资源量	16
第三节 国内外硅藻土资源的对比	17
第四节 我国硅藻土资源在世界硅藻土资源中所占的地位	20
第五节 国内外硅藻土资源保证程度分析	20

第三章 硅藻土矿床的地质特征

第一节 国外硅藻土矿床的地质特征及成因类型	22
第二节 中国硅藻土矿床的地质特征及成因类型	24
第三节 国外主要硅藻土矿床实例	29
第四节 国内主要硅藻土矿床实例	33
第五节 国内外硅藻土矿地质特征对比	33
第六节 我国硅藻土矿的资源前景及今后的找矿方向	34

第四章 硅藻土的勘探、开采和选矿

第一节 硅藻土矿的评价和勘探	36
第二节 硅藻土矿的开采	37
第三节 硅藻土的选矿与提纯	39

第五章 硅藻土的用途及其产品的国内外生产技术现状

第一节 硅藻土助滤剂	43
第二节 填料	54
第三节 硅藻土催化剂载体	65
第四节 隔热保温材料及其它	69
第五节 硅藻土的综合利用	73
第六节 硅藻土的代用品	74
第七节 硅藻土的环保防护要求及治理	75

第六章 硅藻土的产、供、销及价格	
第一节 世界和美国硅藻土的生产	77
第二节 我国硅藻土矿的生产及其在世界产量中所占的地位	80
第三节 世界硅藻土矿的消费和贸易	82
第四节 我国硅藻土矿的消费和进出口情况	83
第五节 国际市场硅藻土及其产品的价格	86
第六节 国内硅藻土及其产品的价格	87
第七节 世界硅藻土的供求关系	87
第八节 我国硅藻土的供求关系	88
第七章 硅藻土资源开发利用前景预测及建议	
第一节 对硅藻土资源及产品供需变化的预测	90
第二节 对硅藻土产品结构变化方向、加工技术发展的预测	92
第三节 我国硅藻土资源开发利用中的主要问题	96
第四节 对我国硅藻土资源开发利用的建议	98
附件	
附件 1. 我国各省区资源情况一览表	101
附件 2. 我国主要硅藻土矿床地质特征概述	104
附件 3. 国外几家主要硅藻土助滤剂生产公司的系列产品性能牌号表	123
附件 4. 世界各国的硅藻土输入量、输出量表 (1975~1984 年)	126
附件 5. 国外某些硅藻土产品的工业标准	130
主要参考文献	135

第一章 概 述

第一节 硅藻和硅藻土、硅藻石

硅藻是属于黄褐色植物门 (Chromophyta) 硅藻纲 (Bacillariophyceae) 的单细胞藻类, 具硅质壳壁, 壳壁内包裹原生质。硅藻无论在海水、半咸水或淡水中, 都呈浮游或底栖状态, 对于盐分、温度和各种无机盐类等反应敏锐。硅藻含有色素体, 因此, 能在有光带进行光合作用。单个硅藻最小的只有几微米, 最大的有 700 多微米, 甚至更大。一般只有在显微镜下才能观察到。不同形态的硅藻常呈单体、群体、单一型或混合型出现。硅藻的适应性很强, 几乎地球上所有水域都有分布。其繁殖力极强, 一个硅藻在 30 天内可以产生近 1 亿个后代。繁殖是由细胞分裂而产生二个小细胞, 其中一个与母细胞同样大, 另一个直径比母细胞小壳壁厚度二倍。如此连续分裂的结果, 使细胞小得再也不能维持细胞有机能的大小时, 便实行有性生殖, 形成增大孢子, 以恢复其大小。硅藻的有性生殖在羽纹目硅藻方面, 人们很早就知道了, 可是在中心目硅藻如直链藻、圆筛藻等 1951 年才被查明。含 SiO_2 5—20ppm 的浅水 (深 35 米) 为硅藻生长和壳的形成提供了有利的条件, 在 1 立方米水中, 硅藻个体达 1×10^8 之多。硅藻繁殖后大量死亡, 以硅藻为主组成的壳壁和与它共生的生物遗骸——硅质海绵、硅鞭毛类、放射虫等一起沉在水底, 经过日积月累和地壳作用堆积形成了硅藻土。

硅藻土在国外叫 diatomite, 系引自希腊语 diatemein, 即对直穿过之意。这是根据硅藻壳的形状而言的。其实硅藻土如上述是由含氧化硅很高的硅藻、放射虫类或海绵的遗体组成的, 是一种典型的含硅质生物沉积岩。单体藻类是无色透明的, 但是硅藻形成硅藻土矿物的颜色主要取决于所含的粘土矿物及有机质等。硅藻土矿床中常含有大量动植物化石, 有时这种动植物化石有很高的科学价值。例如我国地质学家杨钟健先生 1935 年前往山东临朐山旺村 (解家河、营子青山、包家河) 采集新生代化石首次在我国发现硅藻土, 该矿区化石极为丰富, 而且保存完整, 初步统计目前已发现动、植物化石十多个门类, 近二百种。著名的“山东山旺乌”、“玄武蛙”、“硕大临朐乌”、“硅藻中华河鸭”“东方祖熊”等均产在这里, 其中最多的是鱼、树叶化石。基于这些精美的化石, 独特的书页状构造, 曾被誉为“万卷书”。从而 1980 年国务院已将其列为国家重点自然保护区, 自 1984 年解家河矿山已禁采硅藻土。

硅藻壳含有 Al_2O_3 , 少量 Fe_2O_3 和碱金属等混入物, 而硅藻土中含有有机质、盐类、碎屑矿物, 其它共生生物遗骸。当它内部不含或含有的有机质残骸很少时, 可形成硅藻石。硅藻石由细小的球状蛋白石组成, 质较致密, 体重较大, 工业用途不甚广泛。

第二节 硅藻壳的形态和构造

一、硅藻壳的形态

硅藻壳由上、下两个壳片相嵌组成，分别称为上壳和下壳。每个壳片又可分为盖面、底面的壳面和遮覆侧面的侧带。在壳面和侧面之间还有一个中间带；壳面周边向侧面弯折的边缘部称为壳带，两个壳片的侧带所遮覆的部分称为壳环。观察硅藻有壳面观察和壳环观察之分，根据壳面观察的形态，硅藻可分为两大类（目）：

圆心目（中心目）硅藻，壳面呈圆形、椭圆形、三角形、五角形、六角形等，表面具有同心状或辐射状排列的纹饰，这个目的硅藻没有纵沟和羽纹构造。

羽纹目硅藻，壳面呈舟形、楔形、棒形、堤形等，表面纹饰具有左右对称形式，这个目的硅藻具有纵沟。

二、硅藻壳面的构造

硅藻壳面的构造：圆心目硅藻壳面上有圆形或多角形以及蜂窝状的点纹、孔纹或肋，它们排列成辐射状或同心状。壳面的中心部分有的无斑纹，呈透明平滑的中心区，有的中央有很大的斑纹。点纹或孔纹在电子显微镜下观察是贯穿壳壁的壳孔，硅藻的壳孔是细胞内的原生质和细胞外的水之间进行物质交换的通道。

点纹呈分散不规则的小点纹状纹饰，或表现为直线、弯曲、交叉、辐射状等规则的排列。规则排列称为条线。线的大小，大的直径 1μ ，大多数约 0.5μ 。点纹可分细孔—开口的小孔；类似孔—不开口而被膜遮覆的小孔。

孔纹为蜂窝状，壳壁中具有侧壁的小室构造，壳面上呈网眼的花纹，也称网眼隙。孔纹可有许多形状的安排。

壳面上另有与主要构造花纹不同的区及比孔纹还要小的孔纹（拟眼纹）区，它具有变原的无构造边缘的眼纹以及拟结节等。壳壁有各种形状的均质硅质化的突起。

羽纹目硅藻壳面的构造，在长轴两侧排列着由孔房或点纹以及小纹构成的羽状线条。羽状构造并不达到长轴的轴部，而在壳面中央沿长轴构成一个称为轴区的细长透明部分。在中央部由于孔房或线条稍短而略宽阔，是中央区。中央区有时有独特的点纹和各式各样的花纹。通常轴区正中有沿长轴方向的纵沟，纵沟也有偏向壳面边缘部分的。多数羽纹目硅藻上、下两个壳面均有纵沟，少数只有一个壳面上有，还有完全不具纵沟的，没有纵沟的有粘液孔。

国外有人拍摄了数百种硅藻的电镜照片，对壳的基本构造进行了研究，将含有壳孔的壳壁的微细构造归纳为四个基本类型：

1. 薄板状构造：壳壁由成列具有同等大小圆孔（点纹）的一层均质厚的硅层构成。

2. 房室构造：内外二层硅质层，通常附于排列成六角形的侧壁，因此壳壁象蜂窝状。有些侧壁有侧孔。根据内层和外层的构造差异，可分两类：(1) 外侧有开口的房室构造；(2) 内侧有开口的房室构造。

3. 拟房室构造：几乎没有房室的不完全的房室构造，这种类型壳的构造只限于越过壳带伸达下面的外形为棒状或纺锤状的种。

硅藻土的质量评价，常常根据不同用途有所区别，但和硅藻土层中硅藻壳体含量多少及不同壳体构造有关。

第三节 硅藻的分类和硅藻的生态划分及其分布

一、硅藻的分类

硅藻的分类主要根据内、外二个壳壁的形状和壳壁的各种纹饰。生物学家对残留在微体化石当中的生物硅藻，作了最详细的分类，因而化石硅藻的分类除了一部分属和种外，是使用生物学者所用的分类系统，现在一般是使用胡斯特德 (Hustedt 1956) 所确立的分类系统，这个分类将硅藻划分为 2 目 16 科约 190 属。由于表层水中的硅藻组成与沉积物 (硅藻土) 的硅藻组成有一定差异，如有的种 *Chaetoceros* 和 *Rhizosolenia* 属的大部分种的遗体在沉积物中没有保存 (遗体在水中被分解、溶解、破坏了)。因此，根据该分类系统和我国各地硅藻土所含主要类属硅藻简述分类如下：

圆心目 (中心目) (Centrales)

圆筛藻科 (Coscinodiscaceae)

圆筛藻属 (*Coscinodiscus*)

小环藻属 (*Cyclotella*)

直链藻科 (Melosiraceae)

直链藻属 (*Melosira*)

冠盖藻属 (*Stephanopyxis*)

凸盘链藻 (*Lauderia*)

海链藻属 (*Thalassiosira*)

角刺藻科 (Chaetoceraceae)

角刺藻属 (*Chaetoceros*)

幅轩藻属 (*Bacteriastrum*)

盒形藻科 (Biddulphiaceae)

盒形藻属 (*Biddulphia*)

根管藻科 (Rhizosoleniaceae)

根管藻属 (*Rhizosolenia*)

- 羽纹目 (*Pennales*)
 - 舟形藻科 (*Naviculaceae*)
 - 舟形藻属 (*Navicula*)
 - 羽纹藻属 (*Pinnularia*)
 - 片藻属 (*Diatomella*)
 - 乳房藻属 (*Mastogloia*)
 - 网眼藻科 (*Epithemiaceae*)
 - 网眼藻属 (*Epithemia*)
 - 棒杆藻属 (*Rhodalodia*)
 - 细齿状藻属 (*Denticula*)
 - 脆杆藻科 (*Fragilariaceae*)
 - 脆杆藻属 (*Fragilaria*)
 - 布纹藻属 (*Grammatophora*)
 - 杆线藻属 (*Rhabdonema*)
 - 四环藻属 (*Tetracyclus*)
 - 菱形藻科 (*Nitzschiaceae*)
 - 菱形藻属 (*Nitzschia*)
 - 双菱藻科 (*Surirellaceae*)
 - 双菱藻属 (*Surirella*)
 - 波纹藻属 (*Cymatopleura*)

二、硅藻的生态和分布

我国已知硅藻土矿床的硅藻类属大部分为淡水硅藻，世界最大的美国加利福尼亚州硅藻土矿床是海水硅藻。硅藻的生态基本上就是淡水硅藻和海水硅藻两类，中间还有一个过渡型，半咸水硅藻。

虽然硅藻根据它所需要的光、温等物理条件以及化学条件，可以在任何水域生长，但盐水（主要是 NaCl）对硅藻分布控制作用很大，因此以咸水、半咸水和淡水作为硅藻生态分类的三个基本单位。

淡水硅藻的生态和分布还明显受水体类型（湖沼、池塘、泉、河流、小溪等）的控制，湖沼那样大体静止状态水体中的硅藻，根据水中营养物质多少和是否有腐植质，其种类和数量也不同。富营养物质湖水中，硅藻产量多，大部分为浮游种和沿岸种（如直链藻为浮游种）；贫营养物质湖水中，硅藻产量少，多为底栖种（如舟形藻为底栖种）；腐植质含量多、营养物质和氧较少的湖水中，硅藻产量少，只见一些特定种。

按氢离子浓度 (pH) 划分的硅藻生态类型：酸性种：pH7 以下，但以 pH5.5 以下为最适宜条件，有双菱藻……等。

喜酸性种：pH7 左右，但以 pH7 以下为适宜条件，有舟形藻……等。

中性种：pH7。

喜碱性种：pH7 左右，但以 pH7 以上为最适宜条件。如小环藻等。

碱性种：只见于碱性水域中的种。

半咸水硅藻：主要分布在淡水与海水混合的水域及内陆盐湖。

海水硅藻有远洋种和浅海种、沿岸种。远洋种整个生活期都呈浮游状态，硅藻的数量变化取决于有无营养盐类。冷水区水温度低，脱氮细菌活动受到抑制，营养盐类易于聚积，因此两极海区硅藻特别丰富。另外在上升流的海区，由于深层的营养盐类被带到表层，硅藻数量也较多。浅海种有全浮游种、部分浮游种及偶然浮游种。沿岸种大部为附着种和底栖种。

总的目前有关硅藻生态学的研究及控制硅藻分布的环境因素已比较清楚，从硅藻的类属及分布探索硅藻土矿床成矿环境，从而评价矿床及开发利用均有实际意义。

第四节 硅藻土的分布和硅藻地层学

硅藻土是硅藻遗体沉积物，海底沉积物中硅藻壳的数量和属种成分与海水中表层活体硅藻群相比，有很大区别。因为浮游硅藻生殖后经衰老、枯死，硅藻壳被分解、溶解、破坏，壳很薄的差不多都被溶解了，一般能沉到深海底的硅藻壳，只相当于表层悬浮硅藻壳的 $1/10-1/100$ 。种类也只为表层的 $20-70\%$ 。另外硅藻壳的沉积，只有极少数是象矿物颗粒那样单独直接向海底下沉，大部分硅藻的下沉与浮游生物的食物链有密切关系，即以植物为食的浮游动物先将硅藻捕食，再将其壳包藏在粪便中排出，而后再下沉。当然表层水中硅藻多的海区，海底沉积物中硅藻壳亦多。南极海、白令海、鄂霍次克海，太平洋高纬度地区和东南太平洋等营养盐类丰富，盛行上升流的海区，广泛分布着由硅藻壳组成的硅藻软泥（硅藻土）。据目前了解，硅藻沉积量最高的地区是加利福尼亚湾，该地区沉积速度达 $0.6-174$ 克每平方厘米千年，平均为 50 克每平方厘米千年。海底硅藻软泥中有时可混有来自附近海底或陆地的二次沉积的异地硅藻，其中包括淡水硅藻，可能是被河流或风从大陆搬来的。

淡水硅藻形成硅藻土，已知的主要以湖泊沉积为代表。湖泊中随着入湖泥砂的下沉，生长在湖里的硅藻遗体也一道下沉，形成湖底沉积物—湖相层硅藻土。

根据硅藻土的硅藻遗体群研究古环境，在地层学上很有实际意义。因为硅藻分布于海水、半咸水和淡水中，具有浮游、底栖等生态，它们能敏感地反映生活水域的盐分、温度和所含各种无机盐类。利用硅藻的生态特征，可以比较有效地恢复、了解沉积物在沉积时的古地理环境。目前第四纪古地理的研究工作较多，第四纪有冰期、间冰期，相应地也有多次海面升降变化。利用硅藻土中的硅藻遗体群，所反映的古盐分的分析，可以研究平原区的海水进退和由古地理引起的环境的变迁，同时利用海底柱状地层样的硅藻遗体还可以研究古气候变化（古水温研究）。据已积累的资料，按硅藻种来划分上白垩统和第三系各统是有效的。已有很多据硅藻遗体恢复新第三纪古环境的例子。苏联朱斯和希索克娃、普列兹卡娅根据硅藻化石种的分类和记述，同时对属的地理和地层分布综合研究，中生代和新生代的硅藻，存在种的差异，新第三系含有许多老第三系未见的新的超科。总之硅藻地层学目前已进入了一个新的发展阶段，标志是表现在硅藻化石分带方面，从种的出现和绝灭的事件中，找到了适用于广