泥炭地质学

总　论

【泥炭地学】 study of peatland　又称**泥炭地质学**。研究泥炭与泥炭地的学科。它是在自然地理学、植物生态学、水文地质学、第四纪地质学等的基础上发展起来的一门新兴的边缘学科。它的主要研究内容包括：①泥炭的组成、性质和成因，泥炭及泥炭地的科学分类和应用分类；②泥炭沼泽的发生、发展和变迁，泥炭矿床的形成环境、发育阶段及堆积过程；③泥炭、泥炭沼泽形成控制因素，古地理、古气候的控制，古植被演化；④泥炭沼泽的生物功能、气候功能、水文功能等自然功能的研究，泥炭沼泽对生存环境的联系和作用；⑤泥炭资源评价及质量评价；⑥泥炭、泥炭沼泽的合理开发利用，以及资源和生态保护等的研究。

【泥炭】 peat　又称**草炭**、**泥煤**。植物遗体在饱含水的沼泽环境中和厌氧微生物不完全分解条件下，经生物化学作用而形成的具有不同分解程度，松软，富含水的有机质堆积物。在自然状态下，泥炭是由不同比例的水、矿物质和有机质三部分组成，其中有机质是构成泥炭的主要物质成分，含量一般为40%～70%。中国有关泥炭地质勘查规定曾明确指出，有机质含量大于或等于30%、泥炭层厚度大于或等于0.30米者，即可划为泥炭；而有机质含量在30%以下，泥炭层厚度小于0.30米者，则列为有机质土壤。泥炭外观呈褐色、黑褐色、棕褐色，具纤维状或疏松海绵状结构，密度通常在0.7～1.05克/厘米^{3}之间，含腐植酸和沥青质。泥炭是一种有机矿产资源，它是制作有机复合肥料的原料，也是一些化学工业、医药工业提取腐植酸类物质的重要原料，在能源资源紧缺地区，还被用作工业动力（火力发电）和民用燃料。

【古泥炭】 palaeopeat　泥炭主要形成于泥炭沼泽条件下，赋存于第四纪地层中。有的学者把形成、保存于第四纪更新世前地层中的泥炭，或在论述老地层（侏罗系等）成煤早期阶段产物（泥炭）时，统称为古泥炭。

【泥炭地】 peatland　又称**泥炭田**。泥炭形成、堆积和赋存的地段。它既包括具有一定数量的现代泥炭沼泽，又包括古代泥炭沼泽环境下所生成的埋藏泥炭赋存的地方。前者地表一般存在湿润环境和沼泽植物景观特征，后者则有残留的地貌形态（如平坦地形）。在确定泥炭地时，泥炭层最小厚度值是一个关键参数。世界泥炭资源丰富的国家，根据其研究和利用的目的不同都有明确规定，凡低于最小厚度值者，均不得列为泥炭地（见表）。

最小厚度 / 国别或组织	沼泽排水前	沼泽排水后
爱尔兰	45cm	30cm
芬兰、瑞典	——	30cm
德　国		20cm
加拿大	60cm（低分解度）	40cm（中、高分解度）
联合国粮农、教科文组	60cm	40cm

【泥炭矿床】 peat deposit　是由地质作用形成的大量有机质堆积物，在现有经济技术条件下，具有开采利用价值。泥炭矿床的利用主要取决于其内在的性质和质量，因此，一个泥炭矿床，必须满足若干特定的质量和数量标准，方能考虑其用于农业或工业方面的开发问题。

【泥炭沼泽】 peat mire　地表土壤经常过湿或有薄层积水的地段，其上生长着大量沼泽植物，其下则有泥炭的形成和积累。泥炭沼泽的生成、发展以及泥炭的积累是各种自然因素综合作用的结果。总起来说，潮湿的气候，平坦或起伏和缓的地形，排水不畅的水文状况，繁茂的植被，以及稳定而持久的或缓慢下沉的构造条件等诸因素的相互配合，是造成有利于泥炭聚积的自然条件。根据自然地理条件的不同，现代泥炭沼泽可分为内陆泥炭沼泽、近海泥炭沼泽、三角洲平原泥炭沼泽和红树林泥炭沼泽等类型。从植物遗体堆积到形成泥炭层，需要经过复杂的生物化学变化。因此，泥炭沼泽的覆水情况和水介质特点直接影响着沼泽中的植物组合、植物分解程度和泥炭的性质（如灰分、沥青含量等）。充分湿润的条件有利于草本泥炭沼泽的发育。在排水条件好的情况下，木本泥炭沼泽较发育；滞水少氧的情况下，植物死后的分解程度差；反之在活水多氧的条件下，植物死后就容易分解。覆水条件稳定则植物组成变化小；但在覆水条件多变的情况下，则会出现分解程度不同的草本植物遗体和木本植物遗体相互交替的泥炭层。以地下水补给为主的泥炭沼泽，因地下水和地表水带进的矿物质多，有利于植物大量繁殖，但也容易造成泥炭中灰分较高；以大气降水补给为主的泥炭沼泽，由于矿物质少，所形成的泥炭一般灰分较低。也有人认为矿物质的成分会影响煤质，如氧化钙含量高时，泥炭中的沥青含量较低；而由大气补给的泥炭沼泽一般氧化钙含量较低，沥青含量较高。泥炭沼泽的形成途径有：①水域泥炭沼泽化，即由河流（河漫滩、废河道）、湖泊等水域转化而成的泥炭沼泽；②陆地泥炭沼泽化，由草甸、森林、冻土区等演变为泥炭沼泽。

【造炭植物】 peat-forming plant　又称**成炭植物**。主要生长于沼泽环境中，能形成泥炭的植物。一般具有多年生、纤维发达、细胞壁较厚等特点。泥炭的造炭植物主要有三大类：①藓类植物，如大金发藓、中位泥炭藓等；②木本植物，如松、桦等；③草本植物，如苔草、芦苇、嵩草等。不同地质时代造炭植物是不同的。不同的造炭植物不仅可形成不同类型的泥炭，而且还决定了泥炭的化学性质。

【泥炭化作用】 peatification　又称**生物化学煤化作用**（biochemical coalification）。高等植物遗体，在泥炭沼泽中经受复杂的生物化学和物理化学变化，使碳含量增加，氧和氢含量减少，转变成泥炭的作用。泥炭化作用是一个复杂的物理、化学变化过程。在泥炭沼泽中，当堆积环境处于少水、多氧或空气流通的条件下，喜氧细菌、放线菌、真菌等大量繁殖，植物遗体主要经受氧化分解和水解作用，使其转变成比较简单的，但化学性质较活泼的有机化合物，如氨基酸、NH_3^-、葡萄糖、脂肪酸等，木质素则转变成芳香酸和脂肪族等化合物。从煤岩角度看，该阶段主要是以氧化作用为主的丝炭化作用；随着沼泽覆水加深或植物堆积

物的增厚，逐渐地沼泽底层（深部）空气难以进入而处于弱氧化以至还原环境，沼泽水酸度增加，喜氧细菌减少，厌氧细菌增加；在厌氧细菌作用下，发生分解产物之间的合成作用及分解产物与植物遗体之间的相互作用，导致一系列新产物的生成，如形成腐植酸和沥青质等（从煤岩学来说主要是凝胶化作用及其产物），经脱水进而转变成泥炭。由植物遗体转变成泥炭，在化学组成上起了质的变化（见表）。

植物与泥炭化学组成的比较

植物与泥炭	元素组成（有机基）/%				有机组分/%				
	C	H	N	O+S	纤维素半纤维素	木质素	蛋白质	沥青 A	腐植酸
莎　草	47.90	5.51	1.64	39.37	50	20～30	5～10	5～10	0
木本植物	50.15	6.20	1.05	42.10	50.60	20.30	1～7	1～3	0
草本泥炭（桦川）	55.87	6.35	2.90	34.97	19.69	0.75	0	3.35	43.58
木本泥炭（合浦）	65.46	6.53	1.26	26.75	0.89	0.39	0	10	52.88

据中国科学院煤化学研究所。

【泥炭性质】 peat properties　泥炭各个组成部分的不同组合、排列所表现的自然属性。由于原始堆积物质（造炭植物）不同，形成条件各异，它的组成比较复杂，由此决定它具有多种性质，主要有物理性质、化学性质、力学性质、热学性质以及生理活性、可燃性等。

【泥炭物理性质】 physical properties of peat　包括颜色、结构、分解度、含水性、相对密度（比重）和视密度（容重）等。①颜色：一般为棕褐、黄褐、褐和黑褐色，它与形成泥炭的植物种类、分解程度、矿物质、水分含量等因素有关。通常藓类泥炭颜色较浅，一般呈褐黄色和黄褐色；草本泥炭的颜色较深，多呈棕褐色、褐色、黑褐色等；木本泥炭则以褐棕色为主。②结构：是泥炭中不同形状的纤维质、矿物质和腐植质的组合排列特征，泥炭的主要结构见下表。此外，随着微生物分解作用的加强，泥炭中植物残体变细、变碎。矿物质含量也是影响泥炭结构的因素，矿物含量较高的泥炭，多呈土状结构。③分解度：植物残体由腐解作用而形成的无定形腐植质的含量，以泥炭中无定形腐植质占有机质总量的百分率（%）表示。这是研究泥炭分类，评价泥炭性质的主要指标之一。在自然条件下，泥炭分解度的变化范围为1%～70%，通常分为弱分解、中分解和高分解三级。分解度的强弱主要取决于微生物的腐解作用及造炭植物的抗分解性。一般木本泥炭和木本-草本泥炭的分解度较高，草本泥炭分解度中等，藓类泥炭分解度最低。④含水性：泥炭具有疏松多孔的特性，使其能吸收和保持大量水分。泥炭的含水性以湿度和持水量来表示。泥炭的湿度，是泥炭中所含水分的质量占泥炭总质量的百分率。泥炭的持水量是泥炭中所含水分的质量占泥炭干物质质量的百分率。⑤相对密度：曾称真比重。单位体积内泥炭物质的质量（不含孔隙）与同体积水的质量之比，泥炭的密度为0.7～1.05 克/厘米^3。其中藓类泥炭的较小，木本和草本泥炭的较大。⑥视密度：又称容重，是在单位体积内泥炭（含孔隙）的质量，以克/厘米^3 或吨/米^3 表示。泥炭的视密度分为湿视密度和干视密度，前者是在自然状态下测定的视密度，一般为 1.0～1.3 克/厘米^3；后者则是在风干或烘干状态下测定的视密度，一般为 0.2～0.5 克/厘米^3。

泥炭类型	结　构
泥炭藓泥炭	疏松海绵状
芦苇泥炭、木贼泥炭	粗纤维状
苔草泥炭	细纤维状
木本泥炭	块状
腐植泥炭	粒状-团块状

【泥炭化学性质】 chemical properties of peat　主要有泥炭的离子吸附和交换性能、酸碱性、氧化－还原反应等。①离子吸附和交换性能：泥炭表面常带有负电荷，可从泥炭液相中吸附许多阳离子，后者又可与其他阳离子相交换，这一过程称为离子吸附和交换性能。可以下式表示：

$$\text{泥炭}\begin{matrix}Ca^{2+}\\Na^{+}\end{matrix} + 3KCl \rightleftharpoons \text{泥炭}\begin{matrix}K^{+}\\K^{+}\\K^{+}\end{matrix} + CaCl_2 + NaCl$$

度量离子交换作用及其性质的指标，主要是阳离子交换量和盐基饱和度。阳离子交换量即泥炭吸附阳离子数量的总和，通常以每 100 克泥炭所吸附的全部阳离子的物质的量来表示，一般多在 30～200 毫摩/100 克之间。其大小与泥炭胶体的种类和数量有关。盐基饱和度即泥炭中有机质胶体所吸附的碱性金属离子占阳离子交换总量的百分率。据测定，泥炭盐基饱和度一般为 60%～80%，但不同类型泥炭有所差异。②酸碱性：泥炭溶液中氢离子浓度的负对数值，一般用 pH 值表示。它主要是由植物遗体转化时产生的酸性和碱性物质引起的。氢离子（H^+）的来源主要是泥炭在有机质转化过程中产生的有机酸和碳酸，氢氧离子（OH^-）则来源于泥炭中的碳酸盐和其他碱性盐类物质。泥炭的酸碱性与泥炭沼泽水介质性质、矿物质（氧化钙含量）、分解度等因素有关，尤其受泥炭类型影响较大，贫营养泥炭 pH 值较低，富营养泥炭 pH 值较高。通常通过测定水浸 pH 值和盐浸 pH 值来研究泥炭酸碱性。水浸液 pH 值，是由泥炭水溶液中的氢离子引起的，又称为活性酸度；盐浸液 pH 值，是由泥炭胶体表面所吸附的氢、铝离子所引起，又称为代换性酸度。③氧化-还原作用：泥炭中可变原子价的有机和无机物质，在化学和生物化学过程中进行着氧化-还原反应。泥炭沼泽中的氧是主要的氧化剂，它来自大气，其数量受沼泽覆水程度制约。沼泽水位较高时，泥炭层被水所饱和，氧的含量下降，泥炭中还原物质浓度增大；反之，在水位降低时，泥炭层通气良好，氧的含量增多，氧化物质增加。泥炭氧化-还原作用制约着微生物的种类和活动强度，影响着泥炭层有机质的转化方向和速度。

【泥炭力学性质】 mechanical properties of peat　泥炭所具有的收缩性、压缩性、粘结性、黏着性、可塑性及结实性等性质。①泥炭收缩性和压缩性：收缩性是泥炭由湿变干、体积发生减缩的现象，它可引起泥炭地的龟裂，使水分蒸发加快。它的产生与泥炭层面上形成的张力有关。压缩性是泥炭在外界压力作用下产生的收缩现象，它与泥炭受到压力时，水分和气体减少，使颗粒分子吸力增加有关。②粘结性和黏着性：粘结性是泥炭颗粒之间的分子引力作用而使相互粘结在一起的性能，它能使泥炭具有抗机械破碎的能力，增加开采泥炭和耕作泥炭地的阻力；黏着性是在自然状态下，泥炭黏附在其他物质表面上的性质，如在开采泥炭时，泥炭颗粒黏附在开采机械表面上，就与这一性质有关。③可塑性和结实性：可塑性是泥炭在外力作用下，发生变形而又不破裂的性质，泥炭的可塑性较小；结实性是泥炭受压缩后，其固相物质的密集程度。在泥炭的利用中，结实性是测试泥炭负重的一个指标，常用结实度表示。一般藓类泥炭的结实度较大，木本泥炭的结实度较小，草本泥炭则介于其间。

【泥炭热学性质】 thermal properties of peat　泥炭所具有的热容量、导热率等性质。①**泥炭热容量**，是单位体积泥炭增减 1℃需要或放出的热量，单位为焦/（米^3·℃）。在自然状态下，泥炭的热容量较大，高于粘土、石英砂等。泥炭热容量的大小，主要与泥炭中水分含量的多少有关，泥炭中水分越高，热容量越大。此外，热容量还随着泥炭分解度的增加而减少。②**泥炭导热率**，又

称导热系数，是温差为1℃时，在厚1厘米、面积为1平方厘米的泥炭断面上，每秒通过的热量，单位为焦/(厘米·秒·℃)。在自然状态下，泥炭的导热率很小，一般为0.0063焦/(厘米·秒·℃)。由于泥炭的热容量大、导热率小，常用泥炭作保温材料。

【泥炭生理活性】 physiological activity of peat 泥炭中腐植酸类物质，具有对生物机体的刺激作用和加速生命活动的能力，统称为泥炭生理活性。它既能加强植物根系发育，又能使植物增添新叶，变绿，促进植物的生长和发育。研究认为，泥炭的生理活性主要是由泥炭腐植酸分子结构中含氧的活性官能团引起的，从而提高了腐植酸的水溶性和分散性，增强了植物体氧化酶的活性，使氧的营养条件得到改善，这是腐植酸物质对植物生命活动具有刺激作用的基本原因。

【泥炭可燃性】 combustibility of peat 泥炭含有大量有机物质，使它具有可燃烧的特性。可燃性试验主要测定泥炭与氧的反应速度和着火温度，可燃性一般与泥炭质料的颗粒大小、温度和氧(或空气)的浓度有关。

【泥炭热值】 calorific value of peat 又称**泥炭发热量**。泥炭燃烧时所产生的热量。它是评价泥炭作为燃料应用的重要指标。泥炭热值的测定方法是采用单位质量的泥炭，在热量计的弹筒中及一定压力的过量氧气条件下，经充分燃烧后所产生的热量，以百万焦/千克表示。据测定，空气干燥时泥炭热值介于木柴和褐煤之间，并主要与泥炭类型、分解度、有机质含量及元素组成等有关(见表)。

泥炭发热量与泥炭类型、有机质含量、元素组成等关系表

		藓类	草本				木本	
发热量 (MJ·kg⁻¹)		17.06	13.39	17.17	19.36	20.18	11.47	20.66
		20.03	23.47	22.98	23.71	23.99	23.37	28.23
有机质干基/%		85.14	57.06	74.73	81.66	84.12	49.07	73.20
主要元素组成/%	C	43.53	33.51	43.51	46.22	51.22	29.36	49.51
	H	4.91	3.32	3.96	4.06	4.85	3.33	4.61
挥发分干基/%		71.07		47.91	54.61	57.06	33.58	45.52
分解度/%		10	20～35	30	25	25	28	40～60
泥炭产地		黑龙江汤红岭更新山	四川若尔盖热尔大坝	安徽枞阳普济圩	云南昆明草海	云南中甸坝子	湖北利川钟家老屋	广东遂溪下菜

【泥炭有机质组分】 *organic matter component of peat* 由泥炭中未完全分解的植物残体和腐植质的有机化合物组成。其组分很复杂，但可概括为以下几组：①可被有机溶剂苯萃取的物质，称苯萃取物，包括蜡、石蜡和树脂；②可用冷水和热水从泥炭中提取的物质，以及用无机酸水解后溶于水中的物质，包括糖类、果胶质、聚糖醛酸、半纤维素和纤维素；③可用碱溶液从泥炭中抽提的腐植质；④不水解物，主要以木质素为主，此外还有角质、木栓类等物质(见表)。泥炭在形成过程中，其有机质组分不断发生变化，主要与泥炭类型和分解度有关。

泥炭有机质组成

项目 / 泥炭类型	分解度/%	有机组分(干基)/%					地点
		苯萃取物	水溶物和半纤维素	纤维素	腐植酸	不水解物	
泥炭藓泥炭	10	1.66	34.50	6.40	18.96	3.50	内蒙古伊尔施
草本泥炭	20	2.89	13.74	1.27	33.19	7.78	黑龙江桦川
	28	1.33	9.18	1.07	27.24	0.54	黑龙江汤旺河
	30	1.32	12.12	0.60	37.92	0.25	西藏仲巴
草本、木本泥炭	35	2.36	9.19	0.92	24.86	5.15	吉林永吉
木本泥炭	40	7.48	0.14	0.71	40.12	17.66	云南晋宁
	45	12.12	0.31	痕量	60.36	1.55	广东遂溪

【泥炭有机质】 organic matter of peat 由泥炭中未被完全分解的植物残体和腐植质所组成。前者主要是根、茎、叶及种子、果实、孢子、花粉等物质，后者则是在泥炭形成过程中生成的结构复杂的有机化合物。有机质是泥炭的基本组分，它决定了泥炭的物理化学性质及其利用途径。有机质的测定方法，多采用差减法，即

$$\text{有机质} = 1 - \text{吸湿水} - \text{灰分}$$

它的含量用泥炭中有机质占泥炭干物质总质量的百分率表示。有机质含量主要与泥炭类型、形成环境以及泥炭分解度有关，并进一步影响泥炭的各种物理化学性质。

【泥炭元素组成】 element composition of peat 泥炭有机质中的元素组成，包括碳(C)、氢(H)、氧(O)、氮(N)、硫(S)等。这一组成反映了泥炭在形成过程中有机质的变化特征，一般随着泥炭分解程度的增高，碳、氢、氮元素含量增加，而氧含量减少。泥炭元素含量变化很大，如碳、氢、氮含量(有机基)变化分别为49%～68%、5%～7%、0.5%～4.75%。这种变化主要与泥炭原始质料(造炭植物)、分解程度以及泥炭生成积累时间有关。此外，泥炭的元素组成常介于木柴和褐煤之间(见表)。

泥炭的元素组成

泥炭类型	分解度/%	泥炭元素组成(有机基)/%				产地
		C	H	N	O+S	
藓类泥炭	7.5	50.92	6.41	1.01	41.58	内蒙古伊尔施
草本泥炭	10.0	58.08	6.0	3.13	32.79	黑龙江桦川
	25.0	57.55	5.85	8.47	33.13	辽宁清源
	35.0	58.86	5.95	3.17	31.90	吉林永吉
	38.0	54.98	6.10	3.52	35.40	山西宁武
草本-木本泥炭	40.0	58.58	5.73	2.03	33.66	湖北利川
木本泥类	45.0	67.05	5.95	0.72	26.28	广东遂溪

据《泥炭地学》简化。

木柴、泥炭与褐煤的元素组成(可燃基/%)

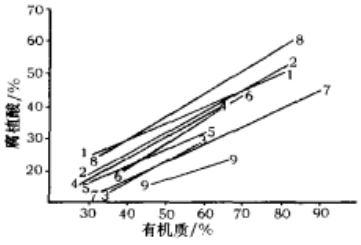
种类	C	H	O	N	S
木柴	51	6.1	42.3	0.6	—
泥炭	57	5.9	34.8	2.0	0.3
褐煤	64～78	3.8～6.3	15～26	0.3～1.2	0.3～6.0

据 И.И.Лиштван, 1975。

【泥炭含水量】 water content of peat 又称**泥炭自然含水量**。在自然状态下泥炭所含各种类型水分的总量。泥炭能含大量水分，一般含水量为70%～90%，中国草本泥炭的含水量一般为60%～80%，泥炭藓泥炭则大于90%。影响泥炭含水量变化的因素有泥炭沼泽的水文条件、造炭植物残体类型、灰分含量及分解度等。

【泥炭腐植酸】 humic acid in peat 泥炭中能被稀苛性碱溶液提取的有机混合酸。为泥炭有机质中的重要组成部分，是由高分子羟基芳香羧酸组成的复杂混合物。它是由几个相似结构单元形成的一个大复合体，其中每个结构单元又由芳香核、桥键和活性基团(含有羟基、羧基、甲氧基等)所组成。呈黑褐色、棕色，具酸性，可溶于碱性溶液。根据腐植酸在一些溶剂中的溶解度和颜色的不同，一般可分为黑腐植酸、黄腐植酸和棕腐植酸三种组分。即只溶于碱溶液，呈黑色溶液的部分，称黑腐殖酸；可溶于水和其他溶剂(乙醇、丙酮等)，呈黄色溶液的部分，称黄腐植

酸;不溶于水而只溶于丙酮或乙醇等溶剂,呈棕色溶液的,称棕腐植酸。泥炭中腐植酸含量一般可达20%～50%,其含量主要与有机质含量和不同泥炭类型有关(见图)。通常木本泥炭腐植酸含量最高,草本泥炭次之,藓类泥炭最低。此外随着分解度增高,各种泥炭腐植酸含量都有所增长。泥炭腐植酸在农业、工业、林业、养殖业、医药等方面都有广泛的用途。



泥炭有机质与腐植酸的相关关系
(据马学慧,1982)
1. 黑龙江; 2. 吉林; 3. 河北; 4. 山东; 5. 江苏; 6. 江西; 7. 广东; 8. 西藏; 9. 四川

【纤维素】 cellulose in peat 构成植物细胞壁的主要成分。它的分子式是由许多葡萄糖基构成的具有链状结构的高分子化合物,即$(C_6H_{10}O_5)_n$。在植物体中,纤维素对微生物的作用很稳定;当植物死亡后,在氧化条件下,易受微生物作用而分解生成单糖进一步氧化分解成二氧化碳和水;在泥炭沼泽酸性介质中,可分解为纤维二糖和单糖等;当环境变成缺氧时,在嫌气微生物作用下,单糖分解成有机酸、甲烷、二氧化碳等中间产物,参与泥炭化作用。泥炭的纤维,属难水解物,经浓硫酸处理后,可水解成单糖类物质,它的含量较低,一般为3%～5%。

【木质素】 lignin in peat 一种具芳香结构的高分子化合物,含有甲氧基等官能团,无定形,呈黄色或浅褐色。木质素存在于植物木质组织的细胞壁中,包围着纤维素并填充其间隙中,以增加机械强度。当植物死亡后,木质素比纤维素难分解,但较易氧化成芳香酸和脂肪酸;在泥炭沼泽中,在微生物和水的作用下,木质素发生分解,和其他化合物生成与腐植酸相似的物质而参与成炭作用。在泥炭中,它属于不可水解的残余物,一般含量较少。

【泥炭沥青】 asphalt in peat 又称沥青。为苯萃取物。是有机质中一种较重而又较复杂的组分,主要成分为蜡、树脂、脂肪酸以及酯类含氧化合物。在泥炭中沥青含量介于0.60%～14%之间,其含量变化主要与泥炭类型、分解度和矿物质含量大小有关。此外,水分也是影响泥炭沥青产率的一个重要因素。通常贫营养泥炭的沥青含量高于富营养泥炭;随着矿物质(尤其是钙)含量的增加,可引起沥青含量减少。

【泥炭蜡】 peat wax 用有机溶剂从泥炭中提取出来的蜡质。蜡存在于植物茎、叶及果实外皮上,随植物遗体的堆积转入泥炭中。其成分主要是长链脂肪酸与含有24～36个碳原子的高级一元醇的酯所组成的物质。泥炭蜡馏分呈褐色、蜡状,平均密度为1克/毫升,不同泥炭样品蜡产率平均值为3.0%～6.6%(干泥炭)。木本泥炭含蜡量要高于草本泥炭。泥炭蜡主要用于各种上光蜡、印刷油墨、地板蜡、铸造业中的一种下模剂等。

【泥炭矿物质】 minerals in peat 泥炭中除有机质外,还有一定量的矿物质,它是泥炭的无机组成部分,它的含量与有机质含量呈互为消长关系。泥炭矿物质主要有硅酸盐、氧化物、氢氧化物、碳酸盐、硫酸盐、硫化物等。按其成因可分为三大类:①碎屑矿物,大多是由风或水搬运到泥炭沼泽中并形成泥炭中的矿物质;②来源于沼泽植物体的矿物,主要是植物体从地下水或地表水中吸附、吸收的矿物质,一般含量都小于5%;③自生矿物,是泥炭沉积期间或沉积之后进入泥炭中的矿物质。泥炭中含有的矿物质,测定时常用灰分和灰分组成(%)表示。研究泥炭矿物质,对泥炭的分类、质量评价以及推测泥炭的沉积环境,都具有重要意义。

【泥炭微量元素】 trace elements in peat 泥炭矿物质中含量很低的一类元素,一般含量为$(1\sim500)\times10^{-6}$。泥炭中约有40种微量元素(见表)。泥炭中微量元素多呈低价态存在,并且其含量与灰分值呈正相关。B、Sr、Ba等微量元素含量在陆相淡水环境和受海水影响环境(近海、潟湖等)的泥炭中,存在着明显差异,一般在近海淡水—半咸水环境中形成泥炭的Sr、B、Cl含量及Sr/Ba比值要高于陆相淡水环境形成的泥炭。因此,研究该类元素含量对推测成炭环境具有实际意义。

泥炭中部分微量元素　　单位:(10^{-6})

元素＼含量	最小～最大 / 平均	元素＼含量	最小～最大 / 平均	元素＼含量	最小～最大 / 平均
锰 Mn	285～1020 / 549	钼 Mo	<1～24 / 9	钪 Sc	2～21 / 5
铬 Cr	3～91 / 40	银 Ag	<0.1～2 / 0.5	锗 Ge	<1～6 / 2
钴 Co	<1～54 / 9	铍 Be	<1～44 / 4	镓 Ga	1～29 / 11
钒 V	1～201 / 44	铷 Rb	23～113 / 44	砷 As	27～457 / 89
铜 Cu	<1～914 / 47	锆 Zr	4～284 / 89	钡 Ba	19～1703 / 355
铅 Pb	1～91 / 18	锶 Sr	1～641 / 133	硼 B	3～113 / 22
锌 Zn	<1～137 / 89	钇 Y	1～49 / 18	氟 F	——
锡 Sn	<1～40 / 9	镱 Yb	<1～37 / 3		

【泥炭灰分】 ash composition of peat 泥炭灰分成分的化学组成复杂,但主要是Si、Al等元素的氧化物,以其数量多少依次为SiO_2、Al_2O_3、Fe_2O_3、CaO、MgO、Na_2O、K_2O等(见表)。泥炭灰分组成中的氧化物数量,随灰分值的增长及由贫营养泥炭向富营养泥炭的转变,呈增长趋势。

泥炭灰分组成

		贫营养泥炭	中营养泥炭	富营养泥炭	草本泥炭	木本泥炭
灰分/%		15.34	28.24	44.71	44.80	41.29
泥炭灰分组成干基/%	SiO_2	8.17	15.79	27.32	27.40	29.09
	Al_2O_3	1.80	4.40	7.65	7.37	12.74
	Fe_2O_3	0.77	2.79	3.17	3.27	2.01
	CaO	0.77	1.89	1.89	1.97	0.83
	MgO	0.30	0.53	0.92	0.95	0.61
	Na_2O	0.23	0.34	0.48	0.51	0.14
	K_2O	0.46	0.60	1.04	1.06	0.87
	TiO_2	0.09	0.21	0.39	0.369	0.63
	P_2O_5	0.25	0.47	0.38	0.39	0.15
	SO_3	–	0.35	0.63	0.62	0.78

【泥炭显微组分】 peat maceral 在显微镜下可以鉴别的泥炭微成分。在显微镜下可以区别的来自植物的组分,称泥炭有机

泥炭有机显微组分

显微组分	显微组分亚组	显微组分类型
腐殖组	结构腐殖体	木质结构体
		腐木质体
	碎屑腐殖体	
	无结构腐殖体	腐殖凝胶体
		碳质体
惰质组	丝质体	氧化丝质体 火焚丝质体
	半丝质体 菌类体 碎屑惰质体	(菌核、菌孢子、菌丝)

续表

显微组分	显微组分亚组	显微组分类型
稳定组		孢子体 角质体 木栓质体 树脂体 碎屑稳定体 渗出沥青体

显微组分;其他各种矿物质则是泥炭无机显微组分。泥炭有机显微组分非常复杂,多数研究表明,泥炭中显微组成部分和褐煤的显微组分很相似,因此,主要参照褐煤显微组分的分类和命名,结合对泥炭有机显微组分特征的研究,来划分泥炭有机显微组分(见表)。

【泥炭类型】 peat type 按照一定指标(依据)对泥炭划分的类型。它是对其进行研究和开发利用的基础,也是泥炭地学的研究课题之一。国际泥炭学会(IPS)1973 年 9 月在英国格拉斯哥召开了"泥炭和泥炭地分类"专题讨论会,经过酝酿,1979 年 9 月又在芬兰的海蒂埃拉召开了专门会议,提出了泥炭分类建议。该建议采用泥炭的三个主要指标进行分类,即①植物组成:苔藓泥炭、苔草泥炭、木本泥炭(至少有 1/3 为乔木和灌木的残体构成);②分解程度:弱分解、中分解、强分解;③营养状况:贫营养、中营养、富营养。大多数国家的泥炭分类,尚未完全依据上述建议进行。中国依据泥炭沼泽发育的不同营养状况,将泥炭划分为贫营养泥炭、中营养泥炭和富营养泥炭三个型;一些专家又按植物残体类型及其组合状况划分为藓类、草本、木本及其组合的 10 个亚型(见表)。这一分类若与原泥炭地分类对应,则贫营养泥炭、中营养泥炭和富营养泥炭分别相当于高位泥炭、中位泥炭和低位泥炭。在确定亚型时,以大于或等于 70% 的某一植物残体类型定为单一的泥炭亚型,未达 70% 者定为复名,含量小于 15% 的植物残体不参加命名。

类 型	亚 型
贫营养泥炭	藓类泥炭 木本-藓类泥炭 草本-藓类泥炭 草本-木本-藓类泥炭
中营养泥炭	木本-草本-藓类泥炭 藓类-草本泥炭 草本泥炭
富营养泥炭	木本泥炭 草本-木本泥炭 木本-草本泥炭

【贫营养泥炭】 meagre trophic peat 又称**高位泥炭**(high land peat)。主要是在矿物质营养贫乏沼泽条件下发育形成的泥炭。其灰分相对较低,pH 值为酸性—强酸性(pH 4.5 ~ 3.5)、分解度低、腐植酸含量相对较低。泥炭植物残体主要为藓类植物(泥炭藓、金发藓等),也可掺杂有灌木或矮木成分(狭叶杜香、笃斯越桔等)及草本植物(少量棉花莎草、苔草等)。由这些植物形成的泥炭通常称为藓类泥炭、木本-藓类泥炭、草本-藓类泥炭等。此外,贫营养泥炭层通常位于泥炭层上部。

【中营养泥炭】mesotrophic peat 又称**中位泥炭**(middle land peat)、**过渡型泥炭**。是在中等矿物质营养沼泽条件下发育形成的泥炭。其灰分介于贫、富营养泥炭之间;泥炭分解度属中等,pH 值呈酸性(pH = 4.4 ~ 5.5)。泥炭植物残体组成分析表明,是既含有富营养型植物,也含有贫营养型植物,在富营养、贫营养和中营养泥炭都存在的情况下,中营养泥炭(层)往往位于前两者之间。

【富营养泥炭】 eutrophic peat 又称**低位泥炭**(low land peat)。在矿物质营养丰富沼泽条件下发育形成的泥炭。其灰分一般较高,pH 值一般为 5.5 ~ 6.5,酸性减弱,分解度大,含腐植酸相对较高。泥炭植物残体主要为木本植物(松、桦、云杉等)、草本植物(苔草、芦苇、嵩草等),还有极少量藓类植物,但主要为灰藓、富营养的泥炭藓等,因此泥炭分为草本泥炭、草本-木本泥炭、木本-草本泥炭、木本泥炭等。此外,泥炭层一般较薄,并且通常位于泥炭层下部。

【草本泥炭】 herbaceous peat 由多种草本植物残体组成的泥炭。在中国,草本泥炭分布很广,是数量上和种类上最多的一类泥炭。它大多是在富营养(低位)沼泽条件下形成的,其残体有苔草、芦苇、嵩草、水木贼等草本植物。泥炭颜色呈棕色、褐色,有的则为暗褐色等;结构多呈粗、细纤维状,中等分解度;有机质和腐植酸含量均较低。

【木本泥炭】 wood peat 由木本植物残体组成的泥炭。它大多是在富营养(低位)沼泽条件下形成的,其残体主要是桦、云杉等木本植物。泥炭颜色呈棕色和褐色、暗褐色,块状结构。在分解度低的木本泥炭中,用肉眼即可辨认出原木、树根和树皮。木本泥炭的特点是含碳量高(可达 60% ~ 65%),水溶物、半纤维素和纤维素的含量低,腐植酸和泥炭蜡的含量较高。

【藓类泥炭】 moss peat 主要由藓类植物残体组成的泥炭。它是在贫营养(高位)沼泽条件下形成的,其残体主要有中位泥炭藓、白齿泥炭藓及尖叶泥炭藓等;此外,混有少数狭叶杜香、笃斯越桔等灌木、矮木残体。泥炭颜色多呈淡黄色、浅黄褐色,疏松多孔,呈海绵状结构,具强酸性反应,分解度低。泥炭的灰分很低,富含有机质和纤维素,但腐植酸含量较低,并以含黄腐植酸为主。

【热带穹丘状泥炭】 tropical domed peat 在热带穹丘状泥炭沼泽中生成、发育的泥炭。具有厚度大(几米至 20 米),分布广(数千上万平方千米)和质量优(特低灰,特低硫)等特点。其泥炭类型、成炭植物种类、灰分和硫分在空间上均有一定分布规律。在泥炭层的底部(一般 1 米内)常为高灰、高硫薄层,灰分在 10% ~ 20% 左右,硫分 5% 左右,但向上迅速稳定在灰分 2% ~ 5% 以下,硫分 0.5% 以下。热带穹丘状泥炭与寒温气候带穹丘状泥炭虽同属贫营养泥炭,但其植物组成和泥炭类型都有明显的不同,前者主要由树沼森林植被的木质部组成,主要为木本腐植泥炭和少量腐泥泥炭,后者主要由草本植物组成,主要为苔藓、牧草和苔草形成的纤维泥炭和腐植泥炭。

【腐植泥炭】 humic peat 在中国,对应于煤成因分类中的腐植煤,由高等植物遗体在滞水、少氧的沼泽环境中经泥炭化作用而生成的泥炭。但在欧洲和热带泥炭类型划分中,学者们则将腐植泥炭定义为富含粗粒纤维(直径 2 ~ 10 毫米者占 40% ~ 60%)或以直径小于 2 毫米的细粒纤维为主的泥炭,在化学成分上,不含或少含纤维素,含一定量的木质素。根据泥炭粒度、显微煤岩特征、化学成分的差异,尚可进一步划分为粗腐植泥炭和细腐植泥炭两类。

【残植泥炭】 liptobiolite 主要由高等植物中的树脂、孢子、花粉、角质层以及木栓组织等稳定组分富集而成的泥炭。是在活水、多氧的沼泽环境中形成的。由于含氧流水不断注入,成炭植物中稳定性差的木质纤维组织被氧化殆尽,稳定组分得以相对富集。

【泥炭堆积作用】 peat-accumulating process 又称**聚炭作用**。成炭植物在古气候、古水文和古构造等有利条件下,得以保存形成泥炭并聚积的地质作用与过程。成炭植物为泥炭堆积作用提供原始质料。成炭植物大量繁殖及其残体免遭细菌彻底分解则

需要有适当的水热条件，即适合的古气候、古地理、古水文条件。温暖或炎热的潮湿气候最有利于植物的大量生长；寒冷潮湿气候却最有利于植物残体的保存和免受分解；低洼积水的沼泽是植物大量繁殖的理想的地理环境和水文条件。成炭期前和成炭期间的古构造既决定了古气候、古地理和古水文的变化与空间分布，其构造活动状况又决定了大量堆积的植物残体能否保存。构造活动强烈或过于缓慢都不利于泥炭堆积。只有构造的沉降速度与成炭植物残体的堆积速度长期保持平衡，植物残体才能大量堆积并保存下来，形成一定厚度的泥炭层。

【原地堆积泥炭】 autochthonous peat　成炭植物未经流水和风的搬运，就地缓慢堆积而成的泥炭。它是泥炭堆积的主要成因类型。原地堆积泥炭的主要标志是：泥炭层之下常为含直立根的粘土、砂质粘土；泥炭层中有机质分解程度比较一致，变化有规律；混入其中的矿物质(砂、砾、粘土)较少。

【异地堆积泥炭】 allochthonous peat　成炭植物经流水、风力或其他自然营力搬运，在远离原来生长的地区(盆地内)或盆外快速堆积而成的泥炭。这是泥炭堆积的不可忽视的又一成因类型。主要标志有：泥炭层之下不含植物根系残体，或含少量平卧状根残体；泥炭层中有机质的分解程度、结构特征杂乱无序；混入较多泥、砂或砾等矿物质。

【泥炭赋存状态】 peat occurrence　又称*泥炭蕴藏形式*。主要根据泥炭层在地表出露情况分为裸露泥炭和埋藏泥炭两种。

【裸露泥炭】 exposed peat　又称*表露泥炭*。一是现代尚在发育的泥炭沼泽，泥炭仍在持续堆积；二是泥炭沼泽已消亡，但泥炭(层)在地表出露。

【埋藏泥炭】 buried peat　被泥、砂土层自然掩盖，或被夹于第四纪泥砂沉积物层中，埋藏于地表浅部的泥炭层。

【泥炭层】 peat bed　从泥炭层顶部或泥炭沼泽表面至下伏砂泥质、泥质或砂质沉积物(底板)之间的泥炭堆积层。它是由一种或几种类型的泥炭所组成，泥炭层命名在多数情况下是按成层的占主导地位的泥炭类型而定。

【薄层泥炭】 thin-bedded peat　国内暂将单层厚度小于 1.30 米的泥炭定义为薄层泥炭。泥炭的厚度与埋深直接影响开采工艺和利用价值。中国东北、华北和长江中下游泥炭矿床所含泥炭层多属此类。薄层泥炭矿床约占矿床总数的 68.70%。

【厚层泥炭】 thick-bedded peat　单层厚度大于 3.50 米、小于 10 米的泥炭，暂定为厚层泥炭。在中国不多见，仅在吉林敦化、蛟河、哈尼、金川等泥炭矿床中发育的泥炭层单层最大厚度大于 3.50 米；黔西的草海、朱昌泥炭单层厚度一般均达 4～5 米，属厚层泥炭。

【巨厚层泥炭】 huge thick-bedded peat　泥炭单层厚度在 10 米以上的暂定为巨厚层泥炭。在中国如广西宾阳王灵，单层泥炭最大厚度达 70.86 米，广东遂溪下菉泥炭单层最大厚度达 27.05 米，云南宝秀、腾冲的泥炭厚度达 15.5～16.8 米，皆属巨厚层泥炭。在泥炭矿床中单层泥炭一般或平均厚度大于 10 米的在中国十分少见。

【泥炭矿床成因类型】 genetic type of peat deposit　按泥炭形成和发育过程的沉积环境或地貌等因素划分的矿床类型。矿床成因类型划分的原则及依据为：一级(大类)以泥炭矿床赋存的地貌景观为主，结合沉积环境；二级(类型)以泥炭赋存时所处的地貌部位、湖盆洼地成因及其沉积环境综合考虑的，其分类方案如表。不同成因类型的泥炭矿床不但具有不同的地貌类型，而且具有各自的沉积特征。因此，有些泥炭矿床虽已被泥砂等沉积物掩埋或失去了原有的地貌景观，但可根据泥炭层顶底部沉积物的性质、结构、构造、古生物特点来推断泥炭形成时的沉积环境。

泥炭矿床成因类型

大　类	类　型	备　注
沟谷类	沟源洼地型 沟谷型 沟口扇缘(扇间)洼地型	
河谷类	河漫滩型 废河道(牛轭湖)型	阶地型少见
湖盆类	构造湖盆型 火山口湖盆型 冰川湖盆型 熔岩堰塞湖盆型 岩溶湖盆型 潟湖型	古夷平面洼地、熔岩湖盆、淤塞湖盆、三角洲及冰蚀、剥蚀湖盆型等少见

【沟谷类泥炭】 gully valley type of peat deposit　由洪流侵蚀而形成的沟谷洼地中堆积的泥炭矿床。该类泥炭矿床主要分布于高原、山地、丘陵区，特点是泥炭层的发育、展布均受沟谷地貌控制。泥炭层常呈长条状、不规则状，横向尖灭快，厚度变化大，结构也较复杂；泥炭层也较薄，分布面积小，资源量也较少。该类矿床据其形成地貌部位不同，可分为沟源洼地、沟谷、沟口扇缘(扇间)洼地三种类型。

【沟源洼地型泥炭】 gully-head depression model of peat deposit　形成发育于沟谷源头的集水洼地中的泥炭矿床。水源补给以大气降水为主，有的兼有潜水补给。该类型矿床受地形控制，泥炭层多呈树枝状、不规则状，一般在沟源汇水中心部位泥炭层较厚，向四周变薄乃至尖灭。泥炭层多为单层，厚度不大，底板常为质地细腻的黑色淤泥层或灰色亚粘土层，其下常为残坡积物层；泥炭层中混入砂泥质较少，偶见由坡麓滚入的石块。

【沟谷型泥炭】 gully-valley model of peat deposit　形成于沟谷内的泥炭矿床。由洪流作用形成的冲沟，进一步发展至坳沟阶段，形成沟坡较缓、沟底平坦状，沉积物也随之由粗变细，转为细碎屑物(粘土、亚粘土)充填，后者形成隔水层，在局部低洼地段积水不易流失，造成地表长期过湿而形成泥炭沼泽。该类型矿床泥炭层受沟谷形态控制，大多为长条状、树枝状、不规则状，多为单层，个别可见 2～3 层，厚度一般不超过 2 米，沿沟谷纵向比横向变化小，向沟谷两侧变薄以至尖灭。底板为粘土、亚粘土沉积，其下则为砂土含砾石的洪积、坡积物。

【沟口扇洼地型泥炭】 gully mouth fan depression model of peat deposit　堆积于沟口山前地带洪积扇缘和扇间洼地内的泥炭矿床。当暂时性、季节性洪流流出沟口后，由于沟坡明显变缓，水流速度骤减，被水流所携带物质在沟口山前堆积形成扇形地貌(洪积扇)，沉积物粒度自扇体顶部至边缘逐渐由粗变细，至扇缘洼地往往有粘土、亚粘土层沉积，形成隔水层，水流至此形成泉水或沼泽，成为形成泥炭的有利地段。扇形洼地堆积的泥炭层呈长条状沿扇体边缘分布，长轴方向大致与山体走向平行，泥炭层底板常为灰黑色、灰色粘土、亚粘土，其中有时夹有砂砾等碎屑，泥炭矿物质一般较高。

【河谷类泥炭】 river-valley type of peat deposit　在河流的河漫滩、废弃河道(牛轭湖)等地貌中堆积的泥炭矿床。该类泥炭矿床分布很广，其形成发育受河谷控制，平面上呈长条状，沿河流分布，在横剖面上，泥炭层常具有透镜状特点，泥炭植物残体以苔草、芦苇、嵩草居多。依据泥炭形成的地貌形态、沉积特征和水文条件，该大类泥炭矿可分为河漫滩、废河道(牛轭湖)等类型。

【河漫滩型泥炭】 flood plain model of peat deposit　在河漫滩或河漫滩低洼地段堆积的泥炭矿床。受河水泛滥、洪水淹没影响，

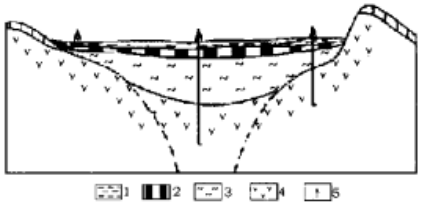
河漫滩洼地沉积泥砂、粘土等细粒物质，可形成隔水层，导致地表积水不易流失，在地表径流、地下潜水持续补给的情况下，形成了泥炭沼泽，常有泥炭形成。该类矿床受河谷影响，泥炭大多呈条带状，长轴方向与河流平行，由于沉积环境不稳定，时有洪水及沉积物进入沼泽，泥炭层结构较复杂，矿物质含量较高；泥炭层底板为亚粘土、粘土，其下为砂、砂砾层，具有下粗上细的二元结构。

【废河道型泥炭】 abandoned channel model of peat deposit 又称**牛轭湖型泥炭**(oxbow type of peat deposit)。在曲流河地区，河流以侧向侵蚀为主，曲流发育，及至形成蛇曲河道；当河流改道或截弯取直而形成新的河槽后，被废弃的河道(长条形)逐渐被泥砂淤积变浅，发育形成泥炭沼泽，产生废河道(牛轭湖)型泥炭矿床。该类型矿床一般沿废河道(牛轭湖)延伸，呈带状、蛇曲状或牛轭状分布；泥炭层厚度较大，多为单层，个别夹砂、泥质薄层透镜体，一般沿纵向变化小，横向变化大；底板为灰黑色淤泥和亚粘土，其下为砂和砂砾河床沉积物。

【湖盆类泥炭】 lake-basin type of peat deposit 在由各种内外营力地质作用所形成的湖盆中，堆积形成的泥炭矿床。该类泥炭矿床的形成，大多因湖泊逐渐淤浅、植物繁殖而沼泽化所致，也是具有重要工业价值的泥炭矿床。该类泥炭矿床的分布，常受湖盆形状和水源补给条件控制，呈椭圆状、环带状、弯月状；泥炭一般为单层，个别可发育为多层，厚度一般为 2～3 米，有的可形成厚层泥炭；泥炭层底板常有薄层灰黑色有机质粘土(腐泥)或灰色粘土、亚粘土等湖相沉积物，并见有动物化石，显见水体沼泽化特征。根据湖盆成因及其沉积特征，可把湖盆类泥炭矿床划分为构造湖盆、火山口湖盆、岩溶湖盆等六个类型。

【构造湖盆型泥炭】 tectonic lake-basin model of peat deposit 堆积于因构造活动形成的湖盆、洼地中的泥炭矿床。一般包括向斜凹地、地堑、断陷凹地所形成的湖盆，山间盆地也列入其中。它是中国最重要的泥炭矿床成因类型。泥炭的发育与由构造活动形成湖泊的泥炭沼泽化有关。矿床形态受盆地地貌控制，含泥炭层较多，矿床规模也较大，常有厚层状泥炭产出，厚层泥炭往往存在于盆地内沼泽长期稳定发育地段。泥炭层顶底板岩石中含较多的植物和动物化石。泥炭质量较好。

【火山口湖盆型泥炭】 crater lake-basin model of peat deposit 在火山口(死火山)中蓄水成湖，后逐渐淤积变浅，进而泥炭沼泽化所形成的泥炭矿床(见图)。该类型泥炭矿床一般规模较大，常有大中型矿床产出。在泥炭沼泽形成过程中，由于水源补给、沉积环境比较稳定，泥炭沼泽可得到持续发育，往往可形成厚层泥炭，泥炭有机质含量也较高；泥炭多为单层，呈不规则圆形或椭圆形饼状，有时夹薄层碎屑物质；底板常有较厚腐泥层存在，其下则为火山碎屑物质。

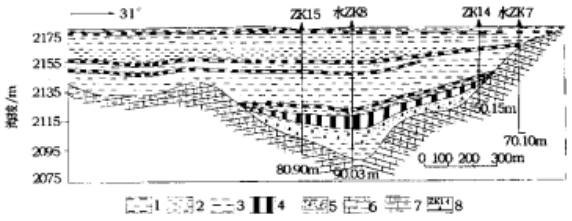


火山口湖盆型泥炭矿床产出示意图
1. 粘土；2. 泥炭；3. 腐泥；
4. 火山喷出岩；5. 钻孔

【冰川湖盆型泥炭】 glacier lake-basin model of peat deposit 形成并赋存于与冰川作用有关的湖盆中的泥炭矿床。由于冰川掘蚀或冰碛物堵塞冰川槽谷或河道等原因而形成的盆(洼)地，经水体沼泽化而形成的泥炭矿床。该类矿床分布局限于高原山地，数量较少。其特点是水源补给主要靠冰雪融化水和潜水，湖盆面积较小，矿床规模不大，泥炭层矿物质含量较低，但由于形成环境较稳定，有时可形成中厚层泥炭。

【熔岩堰塞湖盆型泥炭】 lava-dam lake-basin model of peat deposit 熔岩溢出地表流到河谷内，阻塞河谷，使其积水而形成湖盆，后经泥炭沼泽化而形成泥炭矿床。它主要分布于熔岩台地区，矿床大小与被堰塞的谷地和面积有关。该类型泥炭层一般呈椭圆形或宽带状展布，断面多呈透镜状，厚度变化较大；在湖盆中心或沼泽基底相对低洼地段，泥炭发育持续时间长，可形成厚层泥炭矿床，规模也较大。泥炭底板为火山喷出物或粘土、砂砾，有些泥炭矿床底板有硅藻土发育。

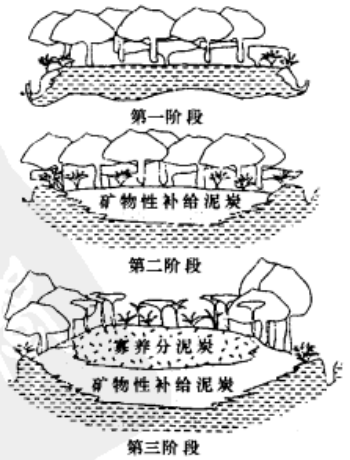
【岩溶湖盆型泥炭】 karst lake-basin model of peat deposit 堆积和赋存于岩溶湖盆内的泥炭矿床。该类矿床主要形成于石灰岩广泛分布，岩溶地貌十分发育，新构造运动差异明显，水流溶蚀作用强烈的地区，由岩溶湖盆经水体沼泽化而形成泥炭矿床(见图)。泥炭位于岩溶湖盆内，其分布和形状受湖盆控制，泥炭层厚度较大，有的层数多，矿床规模也较大。泥炭距基岩(石灰岩)间距小，泥炭层底板为浅灰—深灰色粘土、亚粘土层，往下则为石灰岩基岩(见图)。



岩溶湖盆型泥炭矿床示意图
1. 亚砂土；2. 粘土；3. 亚粘土；4. 泥炭；5. 粘土、亚粘土夹碎屑；
6. 灰岩；7. 泥质灰岩；8. 钻孔及编号

【潟湖型泥炭】 lagoon model of peat deposit 形成和赋存于滨海潟湖(盆)中的泥炭矿床。由沙坝、沙嘴或滨岸堤隔离开的海滨浅海湾，成为封闭或半封闭的潟湖，受进入潟湖的地表水、地下水的影响，使其逐渐淡化，而后被淤积变浅成为泥炭沼泽。潟湖型泥炭层特征：平面呈弯月形或椭圆形，断面呈水平层状或透镜状，泥炭层多为单层，厚度不大(一般为 0.5～1.5 米)，在泥炭层底板粘土、亚粘土中，常含咸水、半咸水环境下生活的贝壳化石。

【热带穹丘状泥炭成因模式】 tropical domed-peat formation model 又称**安德森泥炭矿床模式**(Anderson peat deposit model)。安德森(J. A. R Anderson)自 20 世纪 60 年代以来，集中研究了马来西亚沙捞越州海岸低地泥炭沼泽的地表植被分布、植物演替与土壤类型、泥炭矿床形态、厚度、灰分和硫分的空间变化关系，进而建立了热带穹丘状泥炭成因的一般模式。20 世纪 90 年代初，埃斯特尔和斯托布(J. S. Esterle and J. R. Staub)以泥炭与煤的对比研究为出发点，从热带木本泥炭的物理学、化学和岩石(岩相)组成等方面研究了沙捞越巴兰河流域和印尼苏门答腊占碑省巴当哈里河流域穹丘状泥炭沼



热带穹丘状泥炭形成阶段
横剖面示意图

泽,对安德森模式作了必要的补充。修改后的安德森模式(见图)为:第一阶段,热带雨林高大乔木和林下植被繁茂生长,成炭植物扩展到进积滨岸泥坪和沙坝上;第二阶段,与天然堤增高同步的淡水泥炭堆积作用,生成高灰分木本泥炭,沼泽中心林下植被较前增加;第三阶段,沼泽中心高大乔木显著减少、变矮,灌木、草本植被增加,生成厚层低灰分贫营养泥炭。即在现代热带长年湿润的沿海岸低地热带雨林区,随着岸带向海推进,河流侧侵,泥坪和沙坝进积,成炭植物由红树迅速转换为茂密高大的热带雨林和下层林木,再逐渐转换为低矮林木、灌丛和高草;沼泽中心表面由平地逐渐隆起为穹丘;与此同时,高灰高硫的富营养微咸水泥炭过渡为特低灰低硫的贫营养淡水泥炭;泥炭矿由边缘到中心,由底到顶其类型依次为腐泥泥炭(或为细腐植泥炭)→腐植泥炭→粗腐植泥炭→纤维泥炭。

【含泥炭层系】 peat-bearing measures 含有泥炭层并具有成因联系的一套沉积岩系,主要由砂、粉砂、粘土、亚粘土及泥炭等所组成。其形成受不同气候、地质和地貌、构造、水文等条件控制。不同的地质时期和环境形成的含泥炭层系具有差异。第四纪含泥炭层系具有五个特征:①含泥炭层系生成地质时代较新。主要形成于第四纪,尤以晚更新世和全新世较多。②含泥炭层系厚度较小。除极少数例外,通常仅数米、十多米,有的可达数十米。③岩性较简单,粒度较细,以砂、粉砂、粘土等细碎屑沉积物为主。一般固结较差,呈松散状或半固结状态;颜色呈灰色、浅黑灰色等。④含泥炭层层数较少。全新世含泥炭层系普遍产出 1~2 层泥炭;晚更新世含泥炭层系可产出 3~4 层泥炭。⑤含生物化石较丰富。在内陆湖盆环境下形成的含泥炭层系中,常含螺、蚌壳等化石;在滨海环境下形成的含泥炭层系中,常有大量海相双壳类,包括牡蛎(*Ostrea*)、蓝蛤(*Corbula*)等;同时,两种沉积环境下形成的泥炭均含丰富的孢粉。

【泥炭绝对年龄】 absolute age of peat 又称**泥炭同位素年龄**。泥炭形成至今的实际年龄。用以测定泥炭绝对年龄的比较可靠和广泛应用的是^{14}C同位素测年方法。这是因为泥炭贮存有天然半衰期相对较短(8×10^3年)的放射性碳同位素(^{14}C),而泥炭大多是晚更新世以来形成的。其年龄值正是^{14}C测定所能达到的范围。该方法提供的绝对年龄值虽仍有一定的误差,但误差在日益缩小,应用范围迅速扩大。随着超高灵敏加速器质谱方法测定^{14}C原子数技术的发展,放射性^{14}C测年法正面临又一次飞跃。泥炭标本绝对年龄的测定,对研究泥炭沼泽的形成、发育与演化过程,计算泥炭的累积速度,探讨泥炭的形成年代与泥炭有机质元素组成含量的关系,研究泥炭沼泽发育的时间和空间分布规律,进行全球或大区泥炭成炭期的划分、对比等都具有十分重要的意义。

【泥炭成炭期】 peat formation period 又称**成炭时代**、**泥炭聚炭期**。在地质历史中形成一批具有工业价值的泥炭矿床的地质时期。常分为成炭期和亚成炭期两级。成炭期是泥炭沼泽在全球或一定地带、区域发育较旺盛、分布较广泛和泥炭堆积速率较大的时期。全球性成炭期与亚间冰期、冰后期这一时段大体相符,其尺度约为 1 万~2 万年。成炭亚期常带有地带性或区域性,相当于更短(2000~4000 年)的气候期。中国泥炭的成炭期主要有上新世、中更新世、晚更新世和全新世。泥炭矿床形成和发育最旺盛的时期,称主要成炭期,中国泥炭的主要成炭期为全新世中期。

【泥炭成炭期迁移】 migration of peat formation period 泥炭成炭期在空间上有规律性的变化过程。在中国表现较明显,据^{14}C测年资料,中国由南而北,成炭期从低纬度至高纬度,呈现由老到新的变化;在同一纬度带,由东至西也呈由老到新的变化。导致中国泥炭成炭期迁移的原因,主要是全球气候波动,气候带沿经、纬向迁移和喜马拉雅山隆升对气候、降水,特别是西南季风形成的影响结果。

【泥炭形成年代测定】 age dating of peat 主要根据^{14}C测年确定泥炭的绝对年龄。少数泥炭矿因泥炭形成时代较老,已超出^{14}C测年技术所能测定的范围时,主要根据生物、地层资料确定其相对年代。年代较新的泥炭也可依据埋藏于泥炭中文物的年代资料加以推测,然后把测定或推测的泥炭形成年龄与公认的地质年代表比较,由此确定到"世"或"期"一级地质年代。

【泥炭地航空勘测】 peatland aerial exploration 主要运用以飞机为主的航空器在空中对泥炭地所进行的地质和矿产的综合探测与调查方法,主要包括泥炭地的航空摄影地质、空中地质测量等。根据泥炭产地的地质、地貌、植被、积水状况以及自身的影像特征,寻找表露泥炭或泥炭地,以确定其分布、范围及泥炭资源量。

【探地雷达测厚】 thickness-surveying by ground penetrating radar 又称地质雷达。是一种对地下或物体内目标体或界面进行定位的电磁技术。它利用一个天线发射高频宽频带电磁波,另一个天线接收来自地下介质界面的反射波。电磁波在介质中传播时,其路径、电磁场强度与波形随所通过的介质电性及几何形态变化。依据接收到的旅行时间(双程走时)、幅度与波形资料,推断地下界面或地质体的空间位置及介质结构。瑞典曾成功地运用探地雷达测量年轻泥炭沼泽中的泥炭厚度。在测量泥炭厚度时,将仪器装在轻型履带车上,天线装在车后撬板上。频率不同的(120 兆赫或小于 80 兆赫)两套天线可分别探测 10 米或 15 米以上深度的泥炭。这种方法具有速度快,便捷,能直接获得连续剖面并掌握厚度变化和发现泥炭中各种障碍物(如树桩和地下水位变化),精度不低于传统方法等特点。为了提高厚度测量精度,常将探地雷达与钻探方法相结合,从反射时间和深度实测其波速。

【泥炭矿床勘查】 peat-deposit investigation 对已发现的泥炭地(或泥炭矿产地)进行的勘查工作。泥炭矿床勘查一般包括泥炭地调查、泥炭矿产地普查和泥炭矿勘探等阶段。随着勘查阶段不断深入,勘探工程和手段的逐步投入,控制与研究程度的日益提高,对泥炭矿床的成炭期、主要成炭期、泥炭地层层序、矿床构造、泥炭成因类型、泥炭物化特征、矿床成因类型、泥炭资源量等的认识和测算应更为详细和准确。

【泥炭丰富程度】 rich degree of peat 对在一定区域内或泥炭形成区内泥炭富集的情况表述。通常有泥炭覆盖度和积累强度两项指标:①覆盖度是泥炭地累积面积与泥炭区面积之比,以百分比(%)表示;②积累强度是在泥炭形成和赋存地区内,单位面积上拥有的泥炭数量,以吨/公顷或吨/千米^{2}表示。

【泥炭堆积速率】 peat-accumulating rate 又称**泥炭累积率**。在单位时间内堆积的泥炭厚度,一般以每年堆积多少毫米或厘米(毫米/年,厘米/年)表示。泥炭堆积速率一般很慢,每年不足 1 毫米,如苔原带、冻土带和干旱地带;个别有利条件下可达几毫米,如温和湿润森林带和热带雨林带。泥炭堆积速率与植物的生产量及分解强度关系密切。

【泥炭等深线图】 depth contour map of peat bed 泥炭层顶界面距离地表面深度相同的点连接而成的等值线图,是反映泥炭层埋藏深度,提供露天开采依据和进行钻探施工、开采设计的重要图件。

【泥炭等厚线图】 isopach map of peat seam 表示泥炭层厚度

变化的等值线图。将矿床内泥炭厚度点按坐标投影在水平面上，结合地质构造将同一厚度的点连接成线即成泥炭等厚线图。它是反映泥炭层厚度变化规律，指导勘探，进行开采设计的主要图件。

【泥炭工业要求】 industrial requirements for peat 在地表或浅部经地质作用形成并保存下来的，在当前和今后经济技术条件下可以开采并具有经济价值的泥炭总量。原地质矿产部在 1982～1985 年开展的全国泥炭资源调查中确定，泥炭资源量的计算指标是：边界品位为有机质含量（干基）大于或等于 30%；最低可采厚度为裸露泥炭干型大于或等于 0.3 米，湿型（稀泥炭）大于或等于 0.5 米，埋藏泥炭大于或等于 0.5 米；夹石剔除厚度大于或等于 0.1 米；剥采比小于 3。计算的基本公式为 $Q = S \cdot H \cdot D$（即资源量 = 面积 × 厚度 × 容重）。根据泥炭具有沉积矿产的一般特点，其多数矿床的工作程度均处于以中小比例尺的地质调查为主，配合遥感地质解释，工程控制稀疏，地质研究程度较低的地质调查阶段，因而选择以算术平均法为主，辅以地质块段法进行资源量计算。可将泥炭资源量分为可用的和尚难利用的两类。可用的指泥炭全部达到上述计算指标要求所计算的各级储量或资源量；尚难利用的则指未达到上述主要计算指标中任一项者所计算的资源量。在可用的泥炭资源量中依可靠程度分为 B、C、D、E、F 和 G 六级。按勘探研究程度与开发利用情况又可将六级概括为探明储量（B、C、D 级）、推断储量（E 级）和预测资源量（F、G 级）。

【中国泥炭资源】 peat resource in China 1985 年泥炭资源调查的结果表明：全国（除台湾暂缺资料外）计有泥炭矿床 5719 处，共获泥炭资源量（干重）46.87 亿吨，体积 129.98 亿立方米，其中可用资源量（干重）43.30 亿吨，占全国总资源量的 92.40%，而探明储量（干重）为 3.28 亿吨，占可用资源量的 7.58%。

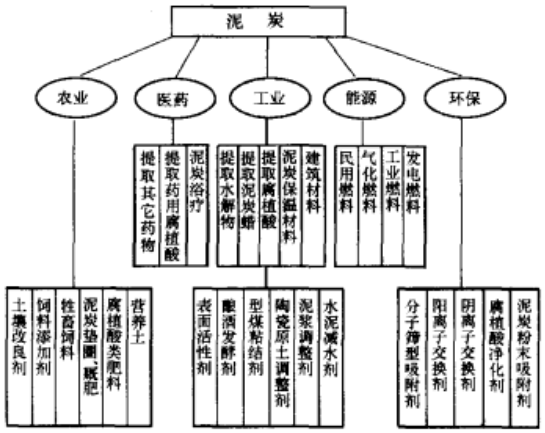
【世界泥炭资源】 peat resource in the world 自 20 世纪 70 年代以来，国际上曾有多次关于世界泥炭资源的报道。但以 1988 年第八次国际泥炭会议发表的数字较新、较详细。该统计数字按泥炭含水量在 40% 以下，有机质含量大于 50% 及矿层厚度大于 70 厘米作为指标，对全球五大洲 50 几个国家泥炭进行统计，获得全世界泥炭储量为 4807.98 亿吨，其中欧洲、亚洲、美洲、大洋洲和非洲分别占 60.15%、22.0%、15.27%、1.57% 和 1.08%。世界各国泥炭储量差别明显，储量位居前十位的国家是前苏联、印度尼西亚、美国、加拿大、芬兰、中国、马来西亚、瑞典、德国、波兰。

【泥炭植物残体】 plant residue of peat 成炭植物遗体未被完全分解而残存的部分，如残存的根、茎、叶、果实、种子和孢子花粉等。它们是泥炭有机质中的主要组分。只有那些细胞壁较厚、纤维发达的多年生成炭植物，在厌氧细菌作用下，不能完全被分解而残留下的部分，才逐渐累积形成泥炭的植物残体。

【泥炭孢粉分析】 sporo-pollen analysis of peat 对泥炭中的植物繁殖器官残体孢子花粉进行的分析。孢粉除来源于沼泽附近的植物群落外，主要来源于沼泽植物群落本身，并以成炭植物的花粉与孢子占优势。泥炭孢粉分析就是通过化学的方法对泥炭进行处理后，将泥炭中的孢子和花粉选出，通过显微镜鉴定其属种、组成成分并统计其含量的研究方法。通过对泥炭矿床不同层位的孢粉分析，可以确定泥炭形成的相对年代，结合泥炭 ^{14}C 同位素测年资料，有助于了解泥炭的形成和各发育阶段的地质年代；结合植物残体鉴定，则有助于阐明沼泽和沼泽区植被发展历史、植被的形成与演替过程；还有助于研究泥炭和沼泽形成与演替的古地理环境等。

【泥炭地改良】 peat land improvement 把开采后的泥炭地改变为耕地、牧场、林地等生产用地的技术措施。泥炭地除赋存泥炭资源外，还是一种潜在的土地资源，因此，在进行泥炭的开发利用时，要实行综合开发利用的原则，即开发泥炭与土地的利用相结合。泥炭地的改良主要包括：①要因地制宜，合理开发，做到宜垦则垦，宜牧则牧，宜林则林；②在开采泥炭时，要考虑开采后的土地利用，不要把泥炭矿层采尽，对厚度大于 0.3～0.5 米以上的泥炭层，在采出部分泥炭后，才能进行泥炭地改良，对小于 0.3～0.5 米的泥炭层，可直接对泥炭地进行改良；③泥炭地的改良与利用，应先从排水疏干着手，以改善土壤的透气性和含水状况，提高土壤温度。此外可通过垫土淤沙，改良泥炭土，进行翻晒，改造为耕地；对酸性较高的泥炭地，还要用石灰调解其酸度等。

【泥炭利用】 peat utilization 泥炭是有机矿产，它不仅类型众多，而且具有多种有用成分，加之其性质多种多样，这就决定了泥炭具有多方面的用途，在工业、农业、园艺、医药、能源和环保等方面都有广泛的用途（见图）。



泥炭利用途径图解
（据柴岫等，1990，经简化）

【泥炭的工业应用】 industrial utilization of peat 在工业上泥炭的用途很广，主要用于建材、能源、化工等方面。①在建材方面，泥炭可加工制成轻体保温材料和纤维板等。②用作燃料。泥炭是一种含硫低、污染少的燃料，用泥炭制成泥炭砖、泥炭棒等，用于工业发电、工业锅炉和民用燃料，效益较好。③化工上以泥炭为原料，提取腐植酸类物质，可用于钻井泥浆调整剂、水泥减水剂、陶瓷原土调整剂、锅炉除垢剂、型煤粘结剂等方面。用有机溶剂萃取泥炭蜡，可作化工原料。

【泥炭农业应用】 peat utilization for farming 泥炭富含有机质和腐植酸以及多种植物营养元素，并有较大的持水和吸气性能、代换性能，因此，在农业上应用广泛。目前，全世界约 60%～70% 的泥炭产量用于农业，它是泥炭利用的基本方向。①用作有机营养基质，如作苗床土、营养钵、营养土等。②用作土壤改良剂，对那些板结、贫化或具盐碱性土壤，施用泥炭效果较好，它可促进土壤结构的形成，提高土壤通气、疏水性能，改善土壤微生物活动条件，提高土壤肥力。③用作泥炭堆肥，如泥炭厩肥、泥炭草木灰堆肥等。④制作腐植酸类肥料，如制氮磷钾颗粒复合肥料、腐植酸铵和硝基腐植酸铵等等；施用该类肥料，具有肥田、改土和刺激作物生长的作用，增产效果显著。

【泥炭环保应用】 peat raw material for environmentprotection 泥炭富含有机质和腐植酸，具有表面吸附和离子交换等性能，是处

理工业废水的原料。泥炭经过加工处理，可用作废水净化过滤剂和含油污水的吸附剂。有的直接利用泥炭粉末作重金属的捕除剂及含放射性物质等废水处理。已知利用泥炭处理重金属废水，对镉、铜、铬等净化率达90%以上。此外，以泥炭为原料，通过热加工，制得活性炭和分子筛，可作吸附剂，用于环保的脱色、污水处理及脱除废气中的二氧化硫等。

【泥炭医药应用】 peat utilization for medicine 泥炭及其腐植酸类物质，在医药、卫生方面有多种用途：①泥炭浴疗，在欧洲已有悠久历史，将泥炭粉末加水配制成一定浓度的液体，进行浴疗，亦可配制成糊状涂抹于患处，主要用于风湿、类风湿关节炎等疾病的辅助治疗；也可用于皮肤病、妇科疾病的治疗。②提取腐植酸类物质，制成各种药物，可治疗胃肠道、关节炎等疾病。腐植酸药物有收敛、消炎、止痛、去腐生肌作用，对皮肤病、湿疹等有一定疗效。

【泥炭应用分类】 peat-utilization classification 根据泥炭的利用要求而制订的分类标准。泥炭的应用分类，应以泥炭的基本组成和性质作为依据。20世纪80年代，中国有关单位，采用泥炭灰分和分解度两项指标，对泥炭进行了应用分类，后经修改，形成现今分类(见表)。

泥炭应用分类

级 \ 组（分解度/%；灰分/%）		高分解	中分解	低分解
		>40	20~40	<20
低灰分	<25	低灰分，高分解泥炭	低灰分，中分解泥炭	低灰分，低分解泥炭
中灰分	25~40	中灰分，高分解泥炭	中灰分，中分解泥炭	中灰分，低分解泥炭
较高灰分	40~55	较高灰分，高分解泥炭	较高灰分，中分解泥炭	较高灰分，低分解泥炭
高灰分	55~70	高灰分，高分解泥炭	高灰分，中分解泥炭	—

【沼泽】 mire 地表土壤长期过湿或有薄层积水的地段；其上部主要生长沼生植物，其下部有泥炭的形成和积累，或具有明显的潜育层。沼泽可分为泥炭沼泽和潜育沼泽两大类，并以后者分布较广。沼泽是一重要的自然资源，它具有多种功能，对区域水文、生物、气候、矿产资源等具有重要意义。

【沼泽类型】 mire type 按类、亚类和组三级划分的沼泽类型。先按有无泥炭积累划分为类，然后按泥炭沼泽的发育阶段划分为亚类，亚类之下再根据沼泽植物优势种成分划分为若干组；潜育沼泽也是按其优势种成分来分组的(下表)。

中国的主要沼泽类型

类	亚类	组
泥炭沼泽	富营养沼泽	苔草泥炭沼泽，嵩草-苔草泥炭沼泽，芦苇泥炭沼泽，柴桦-苔草泥炭沼泽等
	中营养沼泽	苔草-藓类泥炭沼泽，落叶松-藓类泥炭沼泽等
	贫营养沼泽	落叶松-泥炭藓沼泽，泥炭藓沼泽，刺子莞-泥炭藓沼泽
潜育沼泽	——	苔草潜育沼泽，芦苇潜育沼泽，赤杨-苔草潜育沼泽，红树林潜育沼泽等

【富营养泥炭沼泽】 eutrophic peat mire 又称**低位泥炭沼泽**(low land peat mire)。是泥炭沼泽发育的初级阶段。由于地表低洼，具有丰富的水源补给，并以地表水和地下水补给为主。水中含有丰富的矿物质，水的矿化度一般较高(60~400毫克/升以上)，水呈弱酸性—弱碱性，养分丰富；植被以生长富营养植物为主，如苔草、芦苇、嵩草等草本植物；有的可生长少数木本植物或藓类植物。其主要特征是泥炭积累不太厚，沼泽表面低洼或较平坦。

【贫营养泥炭沼泽】 oligotrophic peat mire 又称**高位泥炭沼泽**(high land peat mire)。是泥炭沼泽发育的高级阶段。通常是在地下水位线以上形成的，水源补给以大气降水为主，水内矿物质含量低，矿化度也较低(很少达到50毫克/升)，水呈酸性—强酸性；有的可由风的吹扬带来尘埃或有鸟类粪便，但总的是养分贫乏，主要发育贫营养植物，并以藓类植物占优势。该类沼泽的宏观特征是泥炭积累较厚，沼泽中部呈凸起形状，并有藓丘发育。

【中营养泥炭沼泽】 mesotrophic peat mire 又称**中位泥炭沼泽**(middle land peat mire)。是富营养(低位)泥炭沼泽向贫营养(高位)泥炭沼泽发育的过渡型沼泽，水源以地表水、地下水和大气降水混合补给为主，水的矿化度中等(一般不超过80毫克/升)，水为微酸性；由于养分相对减少，沼泽内既生长着富营养植物，如苔草、油桦等，又生长着贫营养植物，如狭叶杜香、甸杜、苔藓植物等。其特征是由于泥炭层增厚，泥炭沼泽表面变得平坦或略微凸起。

【潜育沼泽】 gleying mire 无泥炭积累的沼泽。在中国潜育沼泽分布较广，它的主要特征是：沼泽地表长期过湿或有薄层积水，以生长沼泽植物为主，土壤常为草甸、腐植质等沼泽土，并有较厚的草根层和明显的潜育层，但无泥炭积累。

【潜育层】 gley horizon 在沼泽底部的潜水长期浸渍下，经潜育化作用而形成的粘土或亚粘土层，其中高价铁锰化合物被还原为低价化合物，土色呈蓝灰色或青灰色，土壤多处于黏滞状态。

【红树林泥炭沼泽】 mangrove peat mire 主要分布于热带、亚热带的滨海地带。由于红树林适宜生长于风浪小、淤泥厚的海滩上，因此该沼泽多见于海湾内或河口地区。生长的植物主要为抗盐性的红树林植物，其中主要有红树科秋茄树、红茄苳、木榄、海莲以及紫金牛科桐花树等。沼泽内土壤多为滨海粉砂软泥和淤泥，含盐量较高。土壤性质、含盐量以及潮水淹浸时间长短影响红树林群落的成带性分布。红树死亡后，分解很差，有的可积累成红树林泥炭。中国的红树林沼泽主要分布于福建、广东、海南沿海，在广西和台湾也有少量分布。

【森林泥炭沼泽】 forest peat mire 发生于林区森林自然演替、采伐区和火烧迹地的泥炭沼泽。在茂密的林区，林叶遮挡了阳光和空气，林下枯枝落叶成层覆盖，使地表蓄积了大量水分；加之在土壤层底部常有不易透水的淀积层形成，致使潜水位抬高，土壤呈过湿状态，树木生长环境恶化，而适宜于生长发育的草本、藓类植物得到发展，几经演替，导致森林退化而演变成为泥炭沼泽。森林采伐和火烧迹地泥炭沼泽化，与土壤水分的平衡遭到破坏有关；在这些地区，表土变得紧实，土壤蒸发和植物蒸腾水量减少，使土层过湿或地表积水而形成沼泽，进而泥炭沼泽化。

【芦苇泥炭沼泽】 reed peat mire 俗称苇塘、芦荡，是富营养(低位)泥炭沼泽的一种主要类型。在中国主要分布于温带和北亚热带的积水洼地中，并常见于湖滨、河漫滩和滨海的河流三角洲地带。芦苇为禾本科，属多年生草本植物，植株高大，一般为1~3米，茎的直径也较大。芦苇的适应性很强，但最适宜在常年积水较浅的河边和湖边生活，可形成植株高、生长茂密、面积大的芦苇沼泽。生长的芦苇植物茎秆含丰富的纤维素。它是造纸工业的优质原料。芦苇残体堆积于水下，可以形成泥炭层。中国新疆博斯腾湖产出的芦苇泥炭，厚度为1~2米，具工业价值。

【藓类泥炭沼泽】 moss peat mire 以泥炭藓为主的沼泽类型，属典型的贫营养(高位)泥炭沼泽。它是泥炭沼泽发展到高位沼

泽阶段时产生的，但也可能直接在矿质土壤上发育。该类沼泽主要靠大气降水补给，矿物养分贫乏，因此主要生长藓类植物，常有藓丘形成。藓类植物持水量大，地表潮湿无积水。藓类植物有尖叶泥炭藓、中位泥炭藓等，其他伴生植物很少，乔木几乎消失，偶见枯死的落叶松"站杆"。藓类泥炭有机质含量高，分解度低，呈强酸性反应(pH 值 3.5～4.5)，腐植酸含量低。

【穹丘泥炭沼泽】 domed peat mire 通常形成于降水丰富的寒冷湿润地区，也是一种典型的高位泥炭沼泽。沼泽外观为圆形丘，它可分为平缓丘面和倾斜坡度较大的边缘斜面或包围着高位泥炭沼泽的边缘湿地。丘面生长着泥炭藓和低矮灌木等植物，边缘斜面则发育草本、灌木和藓类植物，呈明显环带状，有的称之**圆形丘泥炭地**(domed peatland)。

【热带穹丘状木本泥炭沼泽】 tropical domed woody swamp 是热带地区发育的泥炭沼泽中最重要最有经济价值的一种类型。在热带常年湿润气候条件下，沿海岸分布的河流三角洲和滨海平原地区，热带雨林繁茂，木本泥炭堆积迅速。随着海岸线的不断向海推移，河流侧侵，泥坪和沙坝进积，泥炭沼泽中部表面逐渐隆起，或呈现平顶岗丘。由于穹丘侧面坡度增加，洪水影响逐渐减弱，沼泽植被主要靠雨水补给而生存，高大茂密的热带雨林逐渐被稀疏矮小的林木和灌丛、高的草本植物取代。这类泥炭沼泽常可发育厚度大(几米至 20 米)、分布广(数千上万平方千米)、质量好(特低灰，低硫)的高位木本泥炭矿床，并以其泥炭厚度大和木本的腐植、腐泥泥炭为主而有别于寒温带的穹丘状高位泥炭沼泽。研究较详细的热带穹丘状木本泥炭沼泽位于东南亚，其中最具代表性的有马来西亚的沙捞越州巴兰河地区和印度尼西亚的苏门答腊占碑地区。

【覆被泥炭沼泽】 blanket bog 又称**勃兰克特泥炭沼泽**(blanket peat mire)。是一种特殊类型的贫营养泥炭沼泽，主要分布于英国、爱尔兰和挪威西海岸、加拿大纽芬兰等地，是在降水量丰沛的海洋气候条件下形成的。当降水量大于蒸发量时，覆被沼泽可直接在矿质土壤或泥炭层之上发育，像一条毯子盖在该地区的高地、斜坡及洼地之上，甚至形成于倾斜 25 度的斜坡上。由于形成沼泽只接受大气降水，矿物质营养贫乏，因此，一开始就生长贫营养植物，而不经过富营养或中营养沼泽阶段。这种泥炭沼泽的泥炭层厚度较薄，一般为 2～3 米，在斜坡上多为 1 米左右，泥炭植物残体以藓类植物为主，泥炭呈酸性或强酸性，有机质含量高。

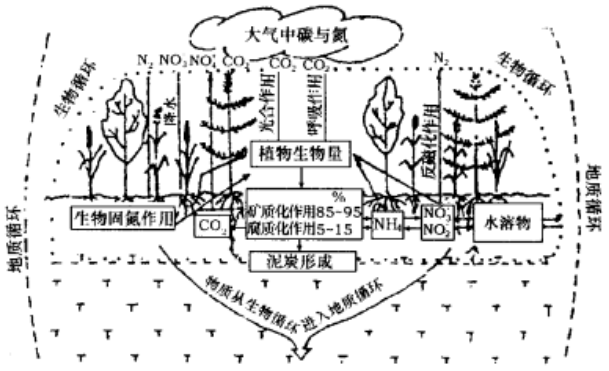
【古沼泽】 palaeo-mire 又称**埋藏泥炭地**。被埋藏于第四纪地层中的沼泽。

【冰缘沼泽】 periglacial mire 在无冰川覆盖，但又受寒冷气候影响和以冻(结)融(化)作用为主的冰缘地带，形成于冰川有关的冰蚀洼地(冰斗、冰川谷等)或冰-水堆积区的沼泽。

【沼泽气候】 mire climate 由沼泽的辐射特征、热力学特性所构成的小气候。它具有水体小气候与陆地小气候的过渡特点，其中沼泽表面反射率高于水面，热通量日变化小，蒸发量大，冻结迟缓和解冻也缓慢等，是沼泽形成独具特色的气候特征的原因。

【沼泽生物循环】 biological cycle(of carbon and nitrogen)in mire conditions 在环境、生产者、消费者和分解者之间进行的循环，主要是通过生物对其营养元素的吸收、储存和返还来实现的。它发生在沼泽潜水位以上至地表植物活根和好气性微生物活动的场所，表现为死亡植物和泥炭腐植化-矿质化作用以及植物生物量的增长过程，并构成了有机物质的积累，称之生物循环。

【沼泽碳循环】 carbon circulation of mire 沼泽植被从大气中吸收二氧化碳(CO_2)，经光合作用合成为有机碳为主要组成形式的有机质和有机体，这是陆地生物与大气之间进行碳交换的重要途径之一；同时，在沼泽环境下，植物死亡后，一部分或大部分有机碳以二氧化碳形式重返大气，重新进入生物环循，而植物残骸被转化为泥炭，其中的碳元素以泥炭形式积聚起来，从而进入地质循环过程(见图)。据测定，每年在 1 公顷沼泽上通过植物群落的生物循环进入地质循环的碳为 150～500 千克，而它是由 500～1800 千克二氧化碳形成的。沼泽疏干后，出露地表的泥炭层开始从地质循环向生物循环转化，泥炭转化为二氧化碳、氨、水和其他矿质化产物，亦即泥炭的有机碳转化为二氧化碳，回返大气。据测定每年每公顷农用泥炭地的泥炭有机碳损失量约 2100～5800 千克，相当于进入大气中的二氧化碳散失量约 6900～19 100 千克。



沼泽的碳与氮循环图

【沼泽地质循环】 geological cycle(of carbon and nitrogen)in mire 沼泽碳和氮循环的一种。但通常在沼泽生态系统中，碳循环速度比较快，可在较短时期内返回大气，然而在某些情况下，碳循环速度大大减缓甚至暂时趋于停滞状态。如在沼泽稳定的潜水位之下，植物残体可不断地向有机岩(泥炭、腐植质层)转化，即在缺氧条件下，以厌氧微生物的活动占优势时植物残体难以迅速分解，并进行着复杂的生物化学作用，最终以泥炭形式积累起来，称之沼泽地质循环。

【沼泽指示植物】 mire indicating plant 在沼泽区内，反映沼泽水分、土壤、气候等生态环境或某些环境条件的植物和群落。沼泽指示植物有：苔草、芦苇、鹅草、睡莲是反映沼泽的富营养、湿生条件的指示植物；而中位泥炭藓、褐锈泥炭藓和尖叶泥炭藓等，具旱生结构、耐酸、微量营养特征，使其成为典型的贫营养沼泽指示植物；越桔、兴安落叶松是湿润寒冷气候条件的沼泽指示植物。

【沼泽微地貌】 microgeomorphology of mire 由于沼泽内积水差异、密丛植物生长及土壤冻结等原因，在沼泽表面形成的不同形态的微地形。这种微地形主要由不同植物(密丛莎草科和禾本科及藓类)发育、形成多种形态的草丘构成。根据其形态特征，可分为点状、团块状、垅网状和片状草丘以及藓丘等。点状草丘为初级阶段，经过团块状、垅网状，最后可演变为片状草丘；藓丘则是贫营养泥炭沼泽特有的微地貌。

【泥炭藓丘】 sphagnum mound 泥炭藓沼泽的微地貌。由藓类植物堆积而成的丘状凸起。藓类植物在沼泽发育过程中有不断向上生长的特性，同时由于它们常密集成堆，致使沼泽表面呈多数丘状凸起(藓丘)。中国泥炭藓丘的高度一般只有 0.4～0.6 米，少数可达 1～1.5 米。它们主要分布在大兴安岭北部和小兴安岭山地中。

【沼泽气候功能】 mire climate function 沼泽对气候的调节作

用。其作用主要包括:①沼泽通过蒸发和植物蒸腾作用,不断地将沼泽内储存的大量水分送回大气,增加了空气中水分含量,有利于调节大气湿度。②沼泽植物在发育形成过程中,不断吸收二氧化碳,而向大气释放氧。据测算,地球上沼泽每年向大气圈释放 1.6×10^8 吨氧气,增加了大气圈中氧的含量,有利于净化空气。③沼泽地被植被覆盖,蒸发、蒸腾旺盛,加之泥炭沼泽土壤热容量大、导热率低,能够减缓沼泽区及相邻区域的气温和湿度的变动幅度。

【沼泽水文功能】 mire hydrology function 沼泽对水文的调节作用。沼泽地形低洼,泥炭层和草根层似海绵状结构,孔隙度大,持水能力强,可储蓄大量水分,故有生物蓄水库之称。在洪水时期,沼泽能截留洪水,从而起到削减洪峰和均化洪水的作用;在贫水时期,由于沼泽底部有潜育层,它主要由粘土和亚粘土组成,透水性弱,常形成隔水层,有利于维持区域内地下水位平衡。

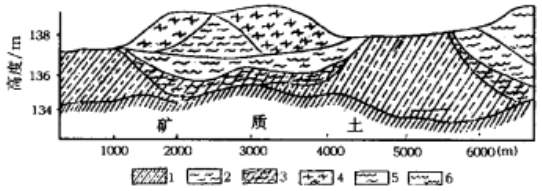
【沼泽复合体】 mire complex 又称**复合沼泽**。是由两种或两种以上的沼泽源地,经过不同途径的泥炭沼泽化,泥炭沼泽向周围扩展,形成相互联结的大片泥炭沼泽体,称为沼泽复合体。在四川若尔盖泥炭沼泽区,可见到湖泊沼泽化与草甸沼泽化泥炭沼泽相互联合形成的巨大泥炭沼泽复合体。

【沼泽发育阶段】 developmental stage of mire 泥炭沼泽在形成过程中,由于水和营养条件的差异形成的发育阶段,可划分为富营养阶段(低位)、中营养阶段(中位)、贫营养阶段(高位)。沼泽发育初期,地表植物根系可从矿质土中吸收营养,并有地表水和地下水补给,因此,生长着富营养型植物为富营养发育阶段;随着沼泽进一步发展,泥炭层增厚,植物根系达不到矿质层,于是沼泽进入中营养发育阶段;当泥炭层继续增厚,植物只能从大气降水中获得极少量的养料,于是形成贫营养型的植物群落,沼泽便进入贫营养(高位)发育阶段。上述泥炭沼泽发育阶段,主要是由北欧、西欧许多学者提出的。中国沼泽学专家根据国内外大量泥炭沼泽发育资料分析,认为它不能代表世界各地泥炭沼泽的发育规律,为此提出了中国泥炭沼泽发育的多模式观点:①长期处于低位发育阶段;②两个发育阶段(低位—中位);③完整发育阶段(低位—中位—高位);④直接进入高位发育阶段的泥炭沼泽。

【沼泽退化作用】 mire degradation 沼泽区气候变干旱,水源补给不足,潜水位下降,土壤湿润程度降低,使沼生植物和湿生植物演变为中生和旱生植物,泥炭积累逐渐减弱乃至终止的过程。

泥炭典型矿床

【瓦修甘泥炭地】 Vasyugan peatland, Siberia, Russian 位于俄罗斯东部西伯利亚低地。东以叶尼塞河和中西伯利亚山原陡坡为界,北临北极洋,西部以乌拉尔山东坡为界,南部则逐渐向阿尔泰山地过渡。该区第四纪一直持续不断地沉降,地表是强烈的区域性充水区,特别有利于形成泥炭沼泽。按本区泥炭聚积程度来看,可分为三个带:北部带,相当于鄂毕河下游区;中部带,相当于鄂毕河中游区;南部带,则相当于鄂毕河上游区。其中以中部带泥炭沼泽率最高,并以瓦修甘泥炭地最为重要。瓦修甘泥炭地是一个广阔的低平原区,正经历着微弱的构造抬升(见图)。泥炭沼泽的分布范围大致与微微突起的正性构造一致,即分布于额尔齐斯河间地和鄂毕—额尔齐斯河分水岭地带。在该区分水岭平坦的顶部,主要分布贫营养泥炭藓沼泽,其周边则为过渡型的泥炭藓地段和草本-泥炭藓地段;贫营养泥炭层由褐锈泥炭藓及其复合种和苔草泥炭等组成,泥炭厚达 6 米以上。在分水岭斜坡上则分布富营养泥炭沼泽,其植被为苔草-灰藓或灰藓种,泥炭厚度为 1.5~4.5 米。此外,主要分布于河谷里,沿河谷两岸呈狭长带状分布。在低阶地上,以富营养苔草-灰藓泥炭沼泽占优势,在阶地边缘带,则发育着低位和过渡的木本-泥炭藓、木本-草本-泥炭藓沼泽。在河流上游以河漫滩沼泽化为主,主要以富营养泥炭沼泽为主,泥炭厚度一般不超过 1.5~2 米。过渡型泥炭沼泽分布于贫营养泥炭沼泽与沼泽化森林的接触带上,或分布于贫营养泥炭沼泽与富营养泥炭沼泽的过渡带上,泥炭层厚 1.5~2 米。瓦修甘沼泽地是世界上最大的贫营养泥炭沼泽地,分布面积在 5 万平方千米以上,泥炭平均厚度达 4~5 米,最厚可达 8 米;泥炭一般从全新世开始积累,目前,泥炭层仍在增厚,泥炭沼泽仍在不断向外扩展。估计远景资源量达数百亿吨。

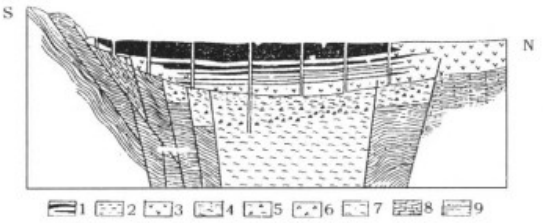


瓦修甘区泥炭矿体剖面图
(据 C.H.Цулемнов,1976)
1. 苔草-灰藓低位泥炭; 2. 芝菜-泥炭藓高位泥炭; 3. 苔草过渡泥炭; 4. aogustifolium 泥炭; 5. 泥炭藓过渡泥炭; 6. 褐锈泥炭藓泥炭

【爱尔兰中部泥炭矿床】 peat deposit in the central part of Ireland 位于欧洲西部爱尔兰岛,其境内南部和北部是高原和山地,中部为平原,多湖泊和沼泽,以产出优质泥炭闻名于世,在中部的阿斯隆以东地区有很多发育完整的泥炭矿床。这类矿床地貌上常显示穹丘状凸面,看上去像个圆丘或垄岗,主要是具有一个泥炭藓的地表盖层。它们的泥炭层厚度一般都较大,全层厚度可达 8~15 米,单个矿床分布面积达 160~190 公顷,并且泥炭质量较高。它们的形成发展大致分三个阶段:①最初,是在小型湖泊盆地(如拉辛摩尔沼泽)、积水洼地(如克拉拉沼泽)或河流泛滥平原洼地(如摩根沼泽)基底上发育起来的,由于植物的生长而淤积和充填,形成沼泽。②随着沼泽发育,泥炭堆积到一定厚度时,沼泽的地下水位相对下降,这时,除了泥炭沼泽的边缘部分外,大多发育成靠降水营养补给的泥炭沼泽。③由于泥炭的积累,在靠降水营养补给的沼泽体中心部分发展比由矿质营养补给的边缘部分快,因此形成具有圆顶形特点的泥炭沼泽。随着泥炭沼泽的进一步发展,它们可超出原来的沉积范围而蔓延开来,与区内相邻的泥炭沼泽相接合,形成广泛覆盖于爱尔兰中部低洼地区的大片泥炭矿床。由此可知,本区的泥炭沼泽经历了由低位向中位到高位发育的三个阶段,是具有典型的低位泥炭、中位泥炭和高位泥炭三层合一泥炭层的矿床。泥炭的有机质含量高、灰分低,颜色呈黄褐色或棕褐色,属高品位优质泥炭,用途广泛。

【菲利皮泥炭矿床】 Philippi peat deposit 位于希腊东北部,德腊马平原东南的菲利皮。矿床近北西西向似纺锤状分布,长约 20 千米,宽约 5~6 千米。泥炭地原是面积达 1 亿平方米的大沼泽,后经开发疏干,面积尚有 5000 万平方米,属富营养草本泥炭沼泽。经采样分析表明,造炭植物类型单一,主要为无林草本植物(芦苇、苔草等)沼泽,泥炭分解度为 25%~45%,含水量为 72%~89%,灰分变化较大,在 11.3%~50%之间,属高灰富

营养型泥炭。泥炭地形成于河流下游河谷和河口上部的近海低地，中心地面高程为44米。泥炭聚积盆地不对称，南部陡峭，北部平缓，因此，南部和中心部位泥炭堆积厚度大，可达70米以上（不包括其下部埋藏的褐煤），是已知世界上最厚的泥炭矿床。希腊电力公司确认泥炭用作燃料的潜力，估计泥炭资源量约40亿立方米。盆地中心的褐煤和泥炭的堆积过程，与其北部褶皱构造作用形成的罗多彼山系有密切关系。盆地的形成和沉积始于晚上新世，由于谢尔拉-德腊马盆地下沉，在盆地底部粘土层之上，有4层泥炭，由下至上的30.5～28.2米处的泥炭是在里斯-武木间冰期形成的；6.15～4.5米处的泥炭是晚冰期形成的；4.5米以上的泥炭，均属于全新世。这些表明菲利皮泥炭矿床是在长期适宜气候、近海环境和有利的地质构造共同作用下形成的（见图）。

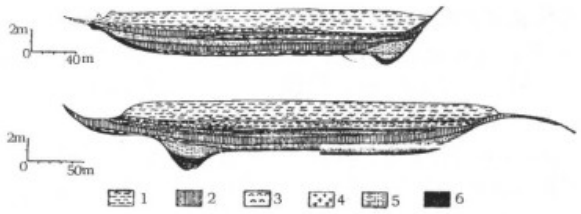


菲利皮泥炭矿剖面图
（据 A. F. Olpran，1988）
1. 泥炭；2. 腐植泥；3. 湖泊沉积物；4. 砂和粘土；5. 含砂和角砾腐泥；6. 角砾；7. 钙质粘土；8. 大理石；9. 粘土岩

【巴兰河泥炭矿床】 peat deposits in the Baram River area，Malaysia 典型的现代热带穹丘状木本泥炭矿床之一。位于马来西亚沙捞越州的东北部巴兰河流域，主体部分位于沿海岸线分布的河流三角洲地带。该区降雨量高达3000毫米/年以上，气候潮湿，湿度为59%～97%，平均日温度25～30℃，气候受强劲的东北季风和较弱的西南季风影响。巴兰河流过中央婆罗州地块，流经长约80千米、宽12～25千米窄而陡的冲积谷，在下游河流携带细粒沉积物汇入南中国海，形成一个宽约32千米的弧形三角洲。潮差1～2米，在内陆60千米以远都能观测到水位变化。在该流域内大约95%的面积被厚度大于1米的泥炭覆盖，主要泥炭矿床的泥炭层厚10～12米，最厚达20余米。在冲积三角洲洪泛平原上，泥炭穹丘呈非对称双透镜体产出，被巴兰河支流分割成面积为3千米×5千米（上游段）～15千米×60千米（下游段）的单个矿床。泥炭大约形成于4500年前。与海岸线进积保持一致。泥炭矿中心地面高出平均河水位10米，呈穹丘状隆起或平顶方丘。木本泥炭层总灰分含量很低（<2%～5%），硫分含量也极低（<0.5%），只是在矿床底部（1米以下）灰分为15%左右，硫分为4.5%。

【巴当哈里河泥炭矿床】 peat deposits in the Batang Hari River area 典型的现代热带穹丘状泥炭矿床之一。位于印度尼西亚苏门答腊岛东南海岸的占碑省，沿巴当哈里河分布。该河流经巴里桑山，向东北流入爪哇海，形成一个宽度与马来西亚沙捞越州巴兰河相近的弧形三角洲。三角洲受1～2米潮差影响，直达内陆的占碑省。在巴当哈里河曲流间发育两个主要矿床，木本泥炭矿层厚约6～7米，朝北西或北东变薄。占碑泥炭穹丘基底下凹，位于平均河水位以下6米，表面略轻微上凸，但靠近中心地表生长的植被尚未明显分带，由密集的混合泥炭林组成，既有大树，又有小块高的草本植物和低矮的乔木状露兜树。泥炭形成于4300年前，泥炭灰分普遍低于15%，硫分小于0.5%，但在底部和凹岸边缘有一含薄层粘土的高灰泥炭（灰分>15%，硫分<1%），剖面上除底部和边缘为高度分解的腐泥泥炭和细腐植泥炭所组成外，绝大部分由浅红褐色腐植泥炭组成。

【火地岛泥炭矿床】 peat deposit in Tierra Del Fuego 位于拉丁美洲南端的火地岛（南纬53°）。该地三面环海，湿润多雨，具很强的海洋性气候，对泥炭沼泽的发育非常有利。在全新世晚期，火地岛湖盆先被火山灰、粘土、粘土质泥充填，使湖泊变浅，并为植物生长提供了丰富的矿质养料，接着其上形成由水生植物、水生动物等组成的腐泥质层（见图）。随着湖盆进一步变浅，湖盆演变为沼泽，以苔草为主的草本泥炭沼泽（混有稻科植物等）得到充分发展，形成广泛覆盖的苔草泥炭层，它向着盆地边缘并沿着斜坡向外扩展。由于苔草泥炭增厚，沼泽内部植物不易吸取底部的矿质养分，使沼泽内养料贫化。在降水丰富的条件下，沼泽植物逐渐演变为藓类植物，并开始向垂向方向发展，堆积了较厚的贫营养藓类泥炭层，由于在沼泽内直至中心部分，藓类植物生长发育比其边缘部分快，泥炭地开始出现圆形丘，后来发育成典型的圆形丘泥炭地。这一矿例，是由低位苔草泥炭，经过中间短暂过渡，演变为高位藓类泥炭的典型实例。泥炭层的垂直剖面是：腐泥质层—低位泥炭—过渡层—高位泥炭，并夹有3～4个薄层火山灰层。据对沼泽底部火山灰年龄测定，火山灰距今为2240±60年，证实其上泥炭沼泽发育于全新世晚期。火地岛泥炭层厚度一般4米左右，最厚可达7米，长约400余米，估计资源量为数十万吨。

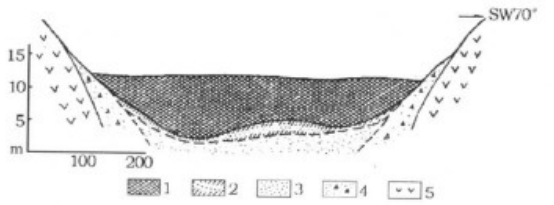


火地岛泥炭地断面图
（据奥尔，1965）
1. 水藓泥炭；2. 苔草泥炭；3. 森林泥炭；4. 苔藓泥炭；5. 泥（有机质）；6. 粘土、粘土质泥-火山灰

【别拉洪河泥炭矿床】 Bielahong He peat deposit 位于黑龙江省饶河县西北部，完达山北麓山前地带。泥炭产于别拉洪河中上游河谷中，发育于河床—河漫滩上，赋存于全新统中，部分地段现今仍在继续沉积。区内有2条不相连接的泥炭层，Ⅰ号泥炭层分布于别拉洪河中游地区，沿河床转弯并呈"之"字型连续展布，全长约57千米，宽300～4100米，平均厚度1.01米，最厚2.2米，呈水平状产出。Ⅱ号泥炭层则分布于河流上游地区，长条状东西向展布，长16.8千米，宽0.7～1.8千米，厚0.68米。据剖面揭露，泥炭层自上而下可分为：①草根层：由植物根及腐植土组成，厚0～0.2米。②泥炭层：棕黄色、纤维状结构，由毛果苔草、芦苇等残体组成，厚1.2米。③准泥炭层：棕褐色、半纤维状结构，有木贼、苔草、藓类等残体，厚0.45米。④腐泥质：褐黑色，有臭味，厚0.1～0.2米。⑤泥炭层底板：灰白色亚粘土，有滑感，具可塑性。泥炭有机质（干茎）平均含量为53.73%，腐植酸含量17.87%～40.81%，氮含量1.17%～2.43%，发热量1720～3871兆焦/千克。经钻孔控制，泥炭分布面积为90.3平方千米，泥炭资源量为6484.65万吨（含水量为40%）。

【金川泥炭矿床】 Jinchuan peat deposit 位于吉林省辉南县东南金川西甸子，东部龙岗火山熔岩台地边缘中低山区。泥炭产于火山口湖中，平面为椭圆形，其长轴长1440米，短轴长1160米，断面呈锅底状（见图），基底为火山熔渣层，系火山口湖盆经水体沼泽化而形成的裸露泥炭矿床。泥炭形成于全新世。泥炭

层呈单层巨厚层状产出，最厚达 9 米，平均厚度 4.17 米，产状近水平。根据泥炭层的产出，自上而下可分为：①苔草-泥炭藓泥炭，棕色，分解度为 15%，主要植物残体为苔草、棉花莎草及泥炭藓等。②苔草泥炭，棕色，纤维状，分解度为 20%～30%，主要残体为苔草，含少量灌木、芦苇，有机质含量为 76.16%，腐植酸为 21.93%。上述①＋②分层厚度为 0.5～2.5 米。③芦苇-苔草泥炭，含大量芦苇残体，有机质含量 77.4%，分解度 30%，厚度 3.6～5.1 米，为主要矿层。④苔草-禾草泥炭，位于泥炭层下部，褐色，分解度 40%～50%，有机质含量较低，厚度 0.7 米左右。泥炭层之下为黑色腐泥层，再下则为灰白、灰绿色粘土、亚粘土及细粒火山熔渣（底板）。由上述可见，本区属优质、低腐植酸、低分解度泥炭。经对矿床的钻探控制，求得低级别泥炭储量 323 万吨（含水量为 40%）。



辉南县金川西甸子泥炭剖面图

1. 泥炭层；2. 含砂亚粘土；3. 含砾砂土；4. 碎石；5. 玄武岩

【博斯腾湖泥炭矿床】 Bosten Lake peat deposit 位于新疆维吾尔自治区天山南麓焉耆盆地，泥炭产于博斯腾湖西岸的开都河、黄水沟等河流及其支沟汊流汇集区，也是中国西北部著名的芦苇产区。在博斯腾湖西岸，开都河下游三角洲和孔雀河流出湖及黄水沟流入湖的地方，地势低洼，水源充足，发育了大片芦苇沼泽，植物残体日积月累，在沼泽底部逐渐形成大片较厚的泥炭层。沼泽生成较为复杂，湖西的小湖群区芦苇泥炭沼泽是水体沼泽化形成的，它是由于开都河携带大量泥沙淤积湖底，在湖泊变浅地段发育了旺盛的芦苇植物，进而形成芦苇沼泽的；而黄水沟地区的芦苇沼泽是草甸沼泽化及水体沼泽化共同作用的结果。三者经长期发育，相互连接，进而形成复合泥炭沼泽。本区泥炭为单层，可分为上下二个分层，上分层为褐黑色，下分层为褐黄色，泥炭呈纤维状结构，两者为连续沉积。泥炭厚度 1～2 米，在区内时隐时露，泥炭层底板为灰色亚粘土，含苇根、贝壳残体，并见眼子菜、睡莲等水生植物残体，为湖泊淤浅、水体沼泽化提供了佐证。泥炭^{14}C 测年距今为 2800～440 年。泥炭样品测试：有机质 33.86%～42.44%，腐植酸 25.72%，pH 值 6.84，发热量 8.58 兆焦/千克。氮含量 0.92%，磷含量 0.06%，为低有机质、低发热量、低腐殖酸富营养芦苇泥炭。经钻孔控制，泥炭平均厚度 1.4 米，圈定面积 177 平方千米，求得泥炭资源量 20 157.13 万吨（含水 40%以上）。

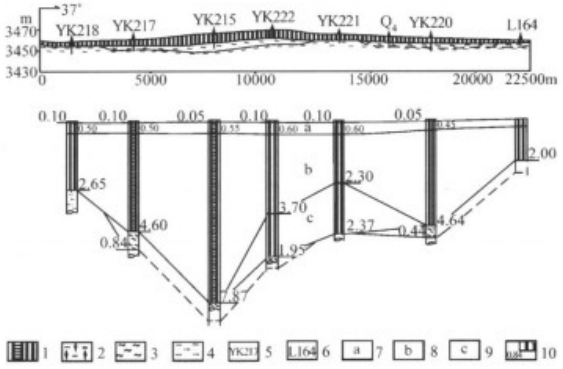
【尕海泥炭矿床】 Gahai peat deposit 位于甘肃省南部碌曲县南约 48 千米的尕海乡南部，西倾山东段北麓及尕海滩一带，即尕海盆地内。泥炭地西起李卡如牧场，东至甘、川交界的郎木寺，长约 54 千米，盆地海拔高 3500 米左右。该地为一因西倾山上升而形成的中、新生代山前盆地，基底为侏罗系、白垩系及第四系沉积。据电测深资料，在更新世盆地强烈下降，至全新世下降趋于缓慢，经后期堆积改造，形成了半封闭型洼地（盆地）；由于其位于西倾山北麓山前地带，降雨量丰富，冰雪融水及潜水补给充足，在有利于贮水的平缓洼地等地带，发育成泥炭沼泽。泥炭赋存于现代泥炭沼泽内。矿床成因类型大多属山前洼地型，少数为沟谷型及河漫滩型。已知有 12 个矿段，以山前洼地型最为发育，其中较大的杂尔加卜盖东—嘎尔括合山前洼地，面积达 32.86 平方千米，各矿段累计面积为 161.93 平方千米。泥炭为 1 层，厚度 1～2 米，但近山麓地带最厚可达 3.6～5.8 米。泥炭为褐色、棕褐色，碎屑状及纤维状结构，主要由嵩草、苔草组成。但据残体分析，泥炭层上下层（段）略有差别，上分层以嵩草、苔草为主，扁穗草次之；下分层以嵩草为主，苔草、扁穗草次之。泥炭层属富营养型嵩草-苔草及嵩草泥炭。底板粘土经^{14}C 年龄测定距今为 7940±110 年，表明泥炭形成于全新世早期。经分析，泥炭有机质为 47.09%～53.43%，腐植酸为 28.94%～47.54%，分解度大于 40%，粗灰分 40.21%～52.60%，发热量 10.20～12.28 兆焦/千克，硫 1.51%～1.73%，磷 0.08%～0.11%，钾 0.71%～0.93%。泥炭地经浅钻控制，求得全区泥炭储量 8560.22 万吨，折合成含水分 40%的泥炭，储量为 19 973.84 万吨。

【李卡如山泥炭矿床】 Likarushan Peat deposit 位于青海省河南蒙古族自治县东南，直距 30 千米处，有公路通过。本区地处青海东部，北西向西倾山东延部分的李卡如山北侧。被回转呈横 U 字型的黄河围绕，在此区域内，黄河一、二级支流及与其相关联的溪流、沟谷相当发育，在沟谷等源头集水洼地中，谷坡平缓，谷底宽浅，汇水面积大；加之山区雨水、地表水（冰雪融水）、地下潜水补给充沛，常使洼地处于过湿或局部积水状态，进而形成藏嵩草、粗啄苔草等沼泽植被，有的形成泥炭沼泽，并有较厚的泥炭堆积。泥炭地由赛尔龙乡的达日宗、浩钦、浩琼沟、青果阿日冬、赫格楞等八个矿段组成，其范围从河南蒙古族自治县赛尔龙乡境内洮河以东向西至宁木特乡炯沟，北以优干宁向西至青、甘两省界一线为界，向南抵李卡如山，面积约 1000 余平方千米。矿床成因类型大多属沟谷型，少数为山前洼地型。泥炭矿体一般赋存于三面环山的洼地中，如 3 号矿体，产于赫格楞沟沟源洼地，形态不规则，呈似树枝状展布，产状平缓，倾角仅 3°左右。泥炭层长 2100 米，宽 130～200 米，厚 0.5～4.05 米，平均厚 1.57 米，一般谷底泥炭厚度大，向两侧缓坡变薄。各矿段泥炭有机质平均含量为 48.89%，纤维含量 30.3%，水分 60.5%，灰分 47.1%，发热量 8.9 兆焦/千克，腐植酸 22.5%，干视密度 0.33。据原青海地矿局组织的调查，经过工程圈定的 8 个矿段，共获得泥炭储量 1103.9 万吨，折合成含水分 40%的泥炭，储量为 2575.77 万吨。

【热尔大坝泥炭矿床】 Raer Dam peat deposit 位于四川省若尔盖县西北，相距约 10 千米。泥炭矿呈南北向面状展布，长约 38 千米，东西宽约 18 千米。区内泥炭一般呈水平单层分布，除个别钻孔见薄层粘土或粉砂夹层外，全区泥炭层结构简单，厚度南厚北薄明显。中部哈丘湖以南泥炭厚度在 3 米以上，最大厚度可达 5.05 米；至西北部厚度较薄，一般仅 1 米左右，并且变化较大，全区泥炭平均厚度为 1.72 米。泥炭层一般分三个分层，底部为薄层黑色腐植状高分解泥炭，中部为褐色纤维状中等分解泥炭，顶部为棕色或褐棕色纤维状低分解泥炭。泥炭底板为灰黑色有机质粘土或黑灰色粉砂质粘土层，含小水螺化石及少许植物残根。与上覆泥炭一般为渐变过渡关系，显示沼泽的水体沼泽化特征。本区泥炭沼泽的发育与川西北若尔盖中间地块的形成、发展有关。该地块为东、南、西三面山体围限，中间低凹，向北缓倾的丘状—平坦高原，至第四纪，沼泽广泛发育，形成丰富的泥炭矿床。据采样分析，泥炭理化性质为：泥炭有机质含量为 44.83%，总腐植酸为 32.68%，pH 值（盐浸）6.87（弱酸性至中性），发热量 10 785.2 焦/克，最高 14 461.2 焦/克，全氮 1.85%，全磷 0.099%，全钾 0.80%，含油率 8.97%，最高可达 14.85%。据^{14}C 年龄测定，泥炭开始积累时间为距今 3575±80 年，属全新

世中期。经钻孔控制，全区泥炭分布面积 423.31 平方千米，泥炭资源量为 56 201.98 万吨（含水 40%以上）。

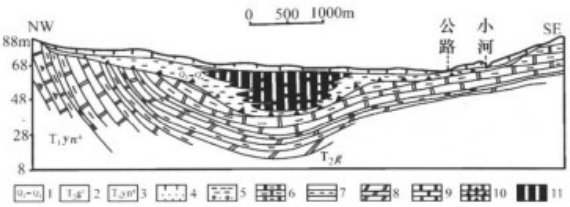
【喀哈尔乔泥炭矿床】 Kahaerqiao peat deposit 位于四川省若尔盖县西南约 11 千米处。北起郎（木寺）—刷（经寺）公路，南抵日干拉卜才，西起结拉、迪冬，东至黑河边，南北长约 50 千米，东西最大宽度 10 千米。海拔 3435～3842 米。泥炭沼泽形成于全新世中期，但现今仍在持续发育。沼泽内水草丛生，中部积水、半积水区有岛状草丘，其上生长乌拉苔草、苔藓和毛茛等植物。泥炭呈单层、厚层—巨厚层状产出（见图），全区泥炭平均厚度 3.23 米，最大厚度 8.42 米，厚度较稳定，南部略厚于北部。泥炭层之上为 0.05～0.23 米的草根层，底板为灰黑色含植物残体及水螺化石的有机质粘土或粉砂层，表明泥炭沼泽起源于水体沼泽化。按泥炭的自然类型可分为三个分层：①上部为棕褐色粗纤维状低分解泥炭，厚约 0.5 米；②中部为褐色半纤维-碎纤维状中分解泥炭，厚度 7.32～1.8 米；③下部为黑褐色碎纤维-腐植状高分解泥炭，厚度不稳定。构成泥炭的植物残体主要为苔草，其次为嵩草，在中下分层中见少量木贼、甜茅、狸藻和睡菜，属富营养型草本泥炭。泥炭质量较高，含有机质 59.45%、腐植酸 40.21%，发热量（干重）13.17 兆焦/千克，焦油产率 11.42%，为中有机质、中—高腐植酸、中发热量泥炭。经初步普查，控矿面积为 230.46 平方千米，获得低级储量 56 607.88 万吨（含水 40%以上）。



喀哈尔乔泥炭矿床纵剖面图

1. 泥炭层及夹有木本残体泥炭；2. 草根层；3. 淤泥层；4. 粉砂层；5. 取样钻孔编号；6. 水文部队钻孔编号；7. 低分解泥炭；8. 中分解泥炭；9. 高分解泥炭；10. 右示泥炭厚度，左示夹矸厚度（m）

【朱昌泥炭矿床】 Zhuchang peat deposit 位于贵州省毕节市南 2 千米处。矿床产于三叠纪碳酸盐岩向斜盆地的核部。在新生代贵州高原大面积上升的构造背景下，朱昌向斜盆地相对下降，经受地下水长期侵蚀、溶解，形成长条形岩溶湖盆。至第四纪该湖盆沉积了厚约 30 米以上的砂砾、粘土等碎屑物，并含厚层泥炭，为一典型的岩溶湖盆型泥炭矿床。盆地长约 4 千米，宽



毕节朱昌泥炭矿地质草图

1. 上更新统—全新统；2. 关岭组；3. 永宁镇组；4. 腐植土；5. 粘土及底砾；6. 泥质白云岩；7. 白云质泥岩；8. 泥云岩；9. 白云岩；10. 角砾状白云岩；11. 泥炭

1～2 千米，泥炭层平面呈牛轭状，剖面为透镜状（见图），长 2000 米，宽 500 米，中心部位厚度 20～23.73 米，边缘变薄至 0.5 米，平均厚度 9.47 米。泥炭为单层，上部为黑褐色草本泥炭，下部为棕褐色草本-木本泥炭，局部夹有树干、树根。泥炭的植物残体组成：苔草 80%～90%，木本 10%～15%，稀孔泥炭藓 0%～5%，为富营养草本-木本泥炭。泥炭呈粗纤维碎屑状，有机质（干基）为 36.52%～71.03%，腐植酸为 30.14%～44.07%，发热量为 7.27～19.02 兆焦/千克。经钻探初步控制，求得泥炭储量 933 万吨（含水 40%以上）。

【草海泥炭矿床】 Caohai peat deposit 位于贵州省威宁县西部草海（湖盆）内。草海呈北西-南东向分布，面积 40 余平方千米，距威宁县城 500～10000 米。草海泥炭的形成与草海湖盆的形成和发育密切相关，后者又受贵州高原大面积间歇性掀斜上升的新构造运动及水流溶蚀作用影响。在地壳相对稳定阶段，受北西与北东向构造控制的构造岩溶盆地，被进一步溶蚀夷平，使盆地内流水变缓，植物大量繁衍，湖盆演变成沼泽。它是一个由岩溶湖盆发展而成的泥炭矿床。泥炭赋存于第四纪早更新世陈选屯组、中更新世—晚更新世松波组和全新世南屯组中，属山间湖盆型泥炭矿床。为正在发育的裸露泥炭区（参见“岩溶湖盆型泥炭”插图）。湖盆内赋存有五层泥炭，自下而上为：第一层，埋深 35～61 米，分布面积约 4 平方千米，泥炭层厚2.50～10.08 米，平均厚 6.78 米，具有中心厚、向边部逐渐变薄的变化。本层泥炭不仅厚度大，且质量好，有机质和腐植酸等含量均比较高。植物残体除苔草、芦苇外，尚有木本植物残体 10%～60%，为富营养草本-木本泥炭。第二层，埋深 31～48 米，泥炭层厚 1.30～2.40 米，平均厚 1.87 米，分布面积约 5 平方千米。第三层，上距第四层泥炭 3 米，厚度为 0.40～4.32 米，平均厚度 2.30 米，分布面积约 16 平方千米。第四层位于上层之下 17 米，泥炭层厚度 0.25～1.79 米，分布面积比下层略大，^{14}C 年龄测定距今为 37 145±1500 年，证实为晚更新世产物。第五层（表层泥炭），分布于湖盆及湖滨浅层，面积约 40 平方千米，埋深 0.5～2.5 米，泥炭层厚 0.60～7.07 米，平均厚度 2.4 米。泥炭植物残体为苔草、芦苇及少量木本植物，仍属富营养草本泥炭。此外，位于草海西北缘台地之上的湖滨泥炭，埋深 0.5～3 米，预测面积 5 平方千米，泥炭层厚 2.5 米。本区泥炭经化验分析，粗灰分 39.30%～57.47%，有机质 37.91%～53.27%，腐植酸 30.07%～42.09，pH 值 6.70～6.74，硫 0.26%～0.62%，发热量 10.05～15.90 兆焦/千克。据贵州地矿局资料，本区全部泥炭远景地质储量为 10 026 万吨，折合成含水 40%的泥炭，其远景地质储量为 16 583.76 万吨。

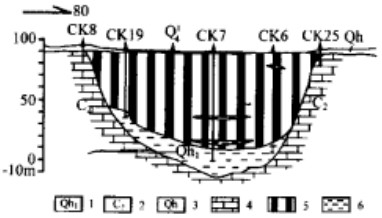
【吉达果泥炭矿床】 Jidargo peat deposit 位于西藏自治区当雄县羊八井区西南 38 千米处，距拉萨市 130 千米。矿床产于第四纪山前洼地（湖盆）内，泥炭系湖滨水体沼泽化的产物。矿层赋存于吉达果湖盆西侧湖沼沉积层中，它的展布与湖岸线一致，平面上呈似新月形，剖面上呈似层状、透镜状。特努曲（河）将矿层分为南北二段，泥炭为 1～2 层，长 4000～5000 米，厚度 0.5～6 米，一般 1～2 米，上覆盖层厚 0.4～2 米。泥炭呈黄褐色、黑褐色，纤维状结构。经对残体分析，泥炭主要为西藏嵩草、海韭菜、华扁穗草、杉叶藻、节秆扁穗草、刚毛荸荠等十余种草本植物；泥炭有机质为 50%～70%，灰分 23%～35%，挥发分 35%～50%，硫 0.8%，钾 2.3%，腐植酸 30%左右，发热量 14.65 兆焦/千克。据研究，该区受西藏高原第四纪隆升和同时伴生的活动断裂影响，形成了经羊八井、当雄至那曲的北东向断裂带，其西部山体上升，山前台地、平地、阶地相对下降，成为地表径流、冰川融水

和沿断裂带溢出的地下水的汇聚地段，后经充填淤塞，发育成为泥炭沼泽。据资料，以羊八井为中心，已找到40多处泥炭矿点，吉达果是其中佼佼者。据^{14}C年龄测定，泥炭大多发育于中全新世。1975年和1976年，经原西藏地质局普查，求得泥炭资源量428万吨，折合成含水分40%的泥炭1030.35万吨。

【昆明盆地泥炭矿床】 Kunming Basin peat deposit 位于云贵高原西南部昆明盆地，南北向绵长70千米，东西宽15～20千米，面积1000平方千米以上。盆地四周群山环抱，滇池（湖盆）位于盆地西侧。滇池东北及东侧水系发育，计有20余条河流流入湖盆。昆明盆地泥炭主要分布于滇池北部和东北部的湖湾、湖滨及入湖河流的三角洲地带。泥炭分布广、厚度大，在北部草海湖湾区，泥炭分布面积约5平方千米，泥炭层厚度十余米，至海埂泥炭厚度为7.8米；往东北至盘龙江、东白沙河、宝象河区，是以河流作用为主的三角洲地带，形成泥炭厚度2～3米，最厚可达8米；宝象河分流间湖湾泥炭厚度1～2米。本区泥炭为裸露型和浅埋藏型。据浅钻资料，泥炭有三层，上层为较厚泥炭层，分布范围较大，西厚东薄，并有分支复合现象。北部草海区，上层泥炭厚度11.56米，至东北部六甲一带递减为2米；在上层泥炭之下约12米处见中层泥炭，厚度为0.9米；距中层泥炭0.55～4.0米的下层泥炭，厚度为0.8米。此外，在盘龙江施工的深钻孔中，于垂深31～48米处见薄层软褐煤，在垂深265.9米处见暗褐煤。泥炭只出现于垂深25.7米的浅部范围内，形成泥炭→软褐煤→暗褐煤多层序沉积序列。泥炭形成最老年代为^{14}C11225±160年，层位为第四纪的全新统海埂组；软褐煤和暗褐煤层位分别为中上更新统昆明组（Q_{2+3}）和下更新统滇池组（Q_1^1）以及上新统洪家村组（N_2^{2-2}）。据地质研究，本区泥炭、褐煤的形成和发育与昆明断陷盆地的形成和发展息息相关。在上新世晚期，本区地壳裂陷初期，形成洼地，积水成湖沼；至更新世早期，湖盆面积扩大，接受湖泊、三角洲等沉积物充填；至更新世中期，湖盆发展至全盛期，形成主体湖泊；至更新世晚期，构造运动进入相对宁静期，湖盆达到空前规模。全新世，控盆断层再次活动，湖泊东部基底抬升，在湖湾入湖河流三角洲地带形成泥炭沼泽，湖泊主体屈居西部（即现代滇池）。而盆地深部古泥炭（N_2^{2-2}、Q_1^1）演变为褐煤，浅部则仍为泥炭。从采自上层泥炭样品的分析结果，本区泥炭含有机质48.54%，腐植酸27.08%，全氮1.86%，全磷0.51%，pH值5.51，泥炭为富营养苔草泥炭和苔草-芦苇泥炭。据钻探资料，本区泥炭以厚度为1.33米圈定，面积为24.17平方千米，以40%含水量容重来计算，泥炭资源量为2327.54万吨。

【宝秀泥炭矿床】 Baoxiu peat deposit 位于云南省南部石屏县城西约10千米处。泥炭产于一小型断陷盆地内。盆地南、西、北三面为起伏的中低山地环绕，东面为丘陵地。盆地长7千米，宽2～4千米，面积17平方千米。该矿床是一比较典型的构造盆地型矿床。喜马拉雅期的新构造运动，使宝秀盆地再次沉降，随之形成一套厚度近600米的含煤-泥炭沉积物，其中下部古泥炭已演化为褐煤，上部则保存上更新统和全新统的泥炭层。全新统赤端湖组，为褐灰色粘土、亚粘土沉积，含泥炭5层，主要有2层，分别产于上部和下部，以上部泥炭层较稳定。该层泥炭厚8～15.5米，主要由芦苇和木本植物残体组成，其中，含有机质48.42%，腐植酸35.31%，^{14}C年龄测定为距今2360年，下部泥炭层厚1～5米。上更新统田心坝组，以褐色、灰白色、灰绿色粘土、亚粘土为主，含泥炭1～4层，以产于其上部的泥炭层较厚（厚1.15～9.28米），为黑褐、黑色高分解度泥炭，含有机质65.30%，腐植酸32%；在其底部采^{14}C样，测定为距今（23 100±1000）年，证实其为晚更新世形成。通过稀疏钻孔控制，求得泥炭储量7000余万吨。

【王灵泥炭矿床】 Wangling peat deposit 位于广西壮族自治区宾阳县东南，距县城约16千米。桂中石灰岩分布广泛，在亚热带湿润气候条件下，灰岩溶蚀作用极其发育。王灵泥炭矿形成于由许多溶蚀漏斗逐渐扩大或与其相邻漏斗合并而成的灰岩溶蚀洼地中（见图）。最初，洼地底部漏斗通道被粘土质泥砂等堵塞，积水形成小湖盆，湖盆进一步被充填而成泥炭沼泽，堆积泥炭层，形成典型的溶蚀洼地泥炭矿床。泥炭层的展布受湖盆形态制约，平面形态似椭圆形，长轴长190米，短轴长125米，面积0.024平方千米。泥炭为一巨厚层，呈透镜状，中心最厚可达70.86米，平均厚度为30米左右。泥炭层半裸露于地表，底部为粘土层，再往下为中石炭统灰岩。泥炭沼泽起始于湖盆的水体沼泽化。泥炭层内含大量炭化树叶及枝干，有的树干直径可达0.8米。残体分析表明，泥炭以松科木本植物为主，分解程度弱，不少残体仍为原木状，呈浅棕红色，质地坚硬，其间混杂着少量草本泥炭，属于富营养木本泥炭。泥炭自然含水量为42.10%，吸湿水为6.94%，pH值（水浸）为5.40%，有机质含量为49.72%，腐植酸为28.55%，发热量为11.61兆焦/千克，含硫0.38%，全氮1.10%，全钾0.76%，全磷0.041%。经浅钻控制，求得泥炭低级储量40万吨。



广西壮族自治区宾阳王灵泥炭矿床剖面图
1. 下全新统；2. 中石炭统；3. 全新统；4. 石灰岩；5. 泥炭；6. 粘土

【下菜泥炭矿床】 Xialu peat deposit 位于广东省遂溪县西南46千米下菜圩南侧，由泉水、尾秧、珍珠湾和陈山等矿段组成，含矿面积3平方千米。该区地势平坦，泥炭赋存于地势低洼的小盆地内，泥炭层之上被厚1～2米的亚砂土、亚粘土覆盖。一般含泥炭3层，单层厚1.08～8.75米，下泥炭层最厚可达27.05米。下泥炭层和上泥炭层均为高分解的草本-木本混合泥炭，局部夹未完全分解的腐木或其碎屑；中泥炭层多为木本泥炭，有时大部分由树干、枝和根组成。各层间多由0.3～1.5米的粘土或砂层所分隔。底板为暗灰、灰褐色淤泥质粘土或腐泥，产硅藻化石，系水体沼泽化形成的湖沼型泥炭矿床。泥炭形成时代为晚更新世（据^{14}C测定距今34 615±2462年），部分泥炭形成于全新世。下菜泥炭多呈棕褐、黑褐色，具可塑性及油腻滑感，形似海绵状，干后呈土块状、纤维状。泥炭含有机质70%以上，含腐植酸20.5%～38.70%，含油率5.49%～5.79%，含泥炭蜡11%～14%，为质优、层厚及富含泥炭蜡的草木混合泥炭。经钻探控制，求得含水40%以上的湿泥炭储量1227万吨，为一大型泥炭矿床。