

厚层泥炭的形成 与现代聚煤作用

彭格林 张则有 伍大茂 等 著



中南工业大学出版社

P618.117

P-353

厚层泥炭的形成与现代聚煤作用

彭格林 张则有 伍大茂 等 著

中南工业大学出版社

1994

822362-

[湘]新登字 010 号

厚层泥炭的形成与现代聚煤作用

彭格林 张则有 伍大茂 等 著

责任编辑：文刀

中南工业大学出版社出版发行

核工业中南230研究所印刷厂印装

湖南省新华书店经销

开本：787×1092 1/16 印张：8.25 字数：193千字

1994年11月第1版 1994年11月第1次印刷

印数：0001—1000

ISBN 7-81020-709-1/P·031

定价：9.00元

本书如有印装质量问题，请与生产厂家联系解决

序

我国沼泽分布广泛,从滨海沿海岸平原到西南若尔盖高原均有泥炭沼泽分布。泥炭是一种富含有机质的矿产资源,泥炭的形成是地史上成煤作用的缩影,研究泥炭的形成、分布规律及控制因素以及泥炭向煤转化的生物化学和有机地球化学过程,不仅具有重要的理论意义,也为泥炭的开发和综合利用提供科学依据。我国泥炭资源以黑龙江、吉林、四川、云南、西藏、甘肃及广东等省最为丰富;泥炭形成的时期,南方的埋藏泥炭主要形成于更新世晚期和全新世早期,华北地区的埋藏泥炭多形成于全新世早期和中期,而东北地区泥炭则主要形成于全新世中期和晚期,总的趋势是南方早于北方,沿海地区早于内陆地区。我国西南地区第三纪聚煤作用延续到第四纪,个别地区第四纪泥炭受到构造和地热事件影响已变为褐煤。鉴于各地区泥炭形成环境和成炭原始植物种类不同,使泥炭的性质有显著的差别。地质背景和地理环境不同导致泥炭类型多种多样,引起重视和广泛的研究,以进一步认识我国泥炭的特点。

近年来,地理学者和煤田地质学者从不同的角度对泥炭沼泽进行研究取得了长足的进展。泥炭的形成与聚积是各种地质因素综合作用的结果,我国泥炭的形成、发育和演变与古气候条件、海侵和海退、沉积环境和新构造运动有着密切的关系。在东北、西南地区先后开展了沼泽类型、分布和演化、泥炭植物残体和分类的研究、内陆湖泊以及海南岛潮坪泥炭的岩石学和地球化学的研究,对成炭模式、泥炭的聚积与成煤作用的关系,沼泽土地资源合理开发和利用以及沼泽生态环境与环境效应等基础理论研究均取得卓著成绩。由于我国疆域辽阔,在温带、暖温带、亚热带和热带等地区自然因素的差异,许多泥炭沼泽长期停留在富营养阶段。我国学者发现:低位泥炭的形成时代,可以晚于高位泥炭,也可以早于高位泥炭,不存在从低位发展为中、高位泥炭沼泽的必然性。在同一地带由于自然条件的变化,也可能出现高、低位泥炭交错堆积的现象。

令人欣慰的是近十多年来,年青一代许多同志和年长的同志一道,勤奋地从事泥炭的野外调查和室内分析研究,如对泥炭的形成和沼泽类型,现代泥炭沉积环境模式,泥炭地球化学和岩石学,泥炭分布规律及控制因素,泥炭的分类与褐煤的划分标志,以及泥炭开发与综合利用等有关的基础理论问题,从不同的角度阐述自己的观点,在地理学和煤田地质学等方面进行了许多有价值的探索并有所创新。

这本论文集不仅汇集了作者多年辛勤劳动的成果,也是我国泥炭地质学进一步发展的具体表现。它的出版不仅有重要的参考价值也有重要的理论意义。

中国煤炭学会泥炭专业委员会主任

韩德馨

1994. 6.

本书是“厚层泥炭的形成与现代聚煤作用”学术研讨会的优秀论文经修改、完善、提高、汇集而成的。在一定程度上反映了近年来我国泥炭和泥炭沼泽基础理论研究的现状和水平。作者们期盼本书的出版对推动泥炭地学和煤地质学的发展,对开展泥炭与煤形成环境的类比研究,以及对泥炭和煤资源的预测、勘查与评价,发挥积极的有益的作用。

全书分三部分,共15篇论文。第一部分论述了中国乃至世界泥炭(或厚层泥炭)的形成、分布规律、聚炭特征、控制因素及聚炭模式,探讨了泥炭成炭系统的非平衡自组织规律,运用泥炭沼泽发育演化过程分析东亚一万年来气候干湿变迁等,有论文10篇,分别由张则有、尹善春、彭格林、湛建国、秦勇、毕华、杨明慧、白光润、杨永兴和李季等执笔;第二部分涉及长白山区、云南、广东湛江地区泥炭岩石学、有机地球化学和泥炭分类问题,有论文4篇,由伍大茂、吴朝东等执笔;第三部分侧重介绍国外现代热带本泥炭与古代煤聚积环境类比研究现状,由王岳军、毕华、杨明慧、单业华等翻译BHP国际矿业公司提供的资料,彭格林撰文综合、评述。全书初稿完成后由彭格林、张则有和伍大茂统改,彭格林审订。

本书编辑出版过程中,得到了中国科学院院士、中国科学院长沙大地构造研究所名誉所长陈国达教授,中国科学院院士、中国地质大学杨起教授,中国煤炭学会泥炭专业委员会主任、中国矿业大学韩德馨教授和地质矿产部地矿司尹善春高级工程师的热情关怀与支持;BHP国际矿业公司提供了泥炭与煤类比研究的最新成果和宝贵资料;书中插图大部分由蔡淑芝工程师清绘。在此一并致谢!

前 言

泥炭作为煤的前身,是一种重要的、用途广泛的矿产资源。在高科技迅猛发展的现在,对泥炭和泥炭沼泽(或称泥炭地)的研究无疑将大大促进其在工业、农业、医药和化工诸方面的应用前景日趋广阔。

泥炭和泥炭沼泽的形成和演变是一种复杂的、自然的,但却又是最年青、保存“记忆”最完整的地质作用过程,是(古)气候、(古)植物、(古)水文、(古)地貌和(古)地质构造诸多因素综合效应的产物。因此,对泥炭和泥炭沼泽的物化特征、类型划分、形成环境、分布规律、具体控制因素和聚炭模式的研究,尤其是对具有工业价值的厚层泥炭及其产地的研究,还将对现代煤地质学的发展、聚煤模式的完善、优质少污染(低硫低灰)煤资源的预测与开发,以及对第四纪以来,特别是一万年以来(全新世)人类赖以生存的空间——地球的环境及其演化(如海陆变迁、海平面升降和包括温度、干湿度的气候变迁)的恢复,有着不可替代的作用。

近50年来,煤地质学一直偏重于从煤系地层学和沉积学研究角度来解释古代煤的形成环境,却比较忽视或一直没有找到与现代泥炭形成进行合理类比(把煤与具有商业价值的煤那样的厚度、侧向延伸稳定性和高质量的泥炭相类比)的途径。只是在近几年里,欧美国家才开始把注意力集中到热带木本泥炭和相关沉积物的聚积作用。特别是在印度尼西亚和马来西亚已积累了一批有价值的有关热带木本高位泥炭沼泽的环境观测和泥炭化学、物理学资料,较成功地将其作为古代煤形成的类比物加以对比,在该领域取得了丰硕的研究成果。

我国对泥炭的开发利用历史悠久。但对泥炭和泥炭沼泽的系统调查、研究还是近40年的事。自新中国成立以来,大抵经历了三次全国性的泥炭资源调查:50年代末~60年代初全国许多省市(区)为寻找农肥,在国家计委的统一组织下,对泥炭资源作了初步调查。中国科学院结合综合考察,对若尔盖高原沼泽进行了概略调查;70年代初国务院提出发展腐植酸类肥料生产,又一次推动许多省、区地质队广泛开展泥炭资源调查与评价,70年代末煤炭部组织了煤炭科学院西安分院、东北师范大学和南京师范大学地理系对华北、华东五省进行了泥炭资源考察与研究;之后,80年代末地矿部地矿司又组织了全国泥炭资源的调查、汇总和研究工作。先后出版了《不同沉积类型泥炭的研究》(王钜谷、张伟才,1987)、《泥炭地学》(柴岫主编,1990)和《中国泥炭资源及其开发利用》(尹善春等,1991)。通过上述资源调查及其相关研究,奠定了我国泥炭和泥炭沼泽的深层次科学研究和综合开发利用的基础,为在我国开展泥炭与煤形成环境对比研究提供了良好条件。国家自然科学基金项目《厚层泥炭形成的水文、构造条件及其与聚煤环境的对比研究》和“厚层泥炭的形成与现代聚煤作用”学术研讨会正是在这样的基础和条件下,适应学科发展和预测低硫低灰煤田的需要而开展和召开的。

目 录

序

前言

第一部分 泥炭分布规律、聚炭特征、控制因素及聚炭模式

1. 厚层泥炭聚积特征及其控制因素
张则有 彭格林 伍大茂 (1)
2. 厚层泥炭的形成研究
尹善春 (12)
3. 中国泥炭沼泽的水文聚炭模式
彭格林 张则有 刘光华 伍大茂 (15)
4. 形成厚层泥炭的水介质和水动力学——讨论海相成煤问题
谌建国 (24)
5. 火山堰塞型沉积盆地厚层泥炭的聚集作用——对腾冲盆地的设例研究
秦勇 金奎励 韩德馨 (28)
6. 中国各大地构造区泥炭的时空分布特征及其原因探讨
毕华 彭格林 杨明慧 (34)
7. 泥炭成炭系统的非平衡自组织规律
杨明慧 毕华 彭格林 (39)
8. 泥炭发育的空间演变与东亚气候干湿变迁
白光润 (46)
9. 三江平原地区厚层泥炭分布规律及控制因素
杨永兴 (57)
10. 云南泥炭的形成条件、分布规律及类型划分
李季 侯蜀光 张铭兴 (62)

第二部分 泥炭岩石学、有机地球化学研究

11. 阜新盆地中生代厚煤层岩相特征与沉积环境研究
伍大茂 彭格林 张则有 (72)
12. 长白山区泥炭岩石学研究
吴朝东 曹毅然 刘晓文 宋焕霞 张金青 (80)
13. 长白山区泥炭的有机地球化学特征
吴朝东 (90)
14. 有关泥炭分类的讨论
吴朝东 (97)

第三部分 泥炭与煤对比研究

15. 国外现代热带木本泥炭与古代煤的形成环境对比研究现状
彭格林 王岳军 毕华 杨明慧 单业华 (102)

CONTENTS

Preface

Foreword

PART I. THE DISTRIBUTION OF PEAT, PEAT-ACCUMULATING CHARACTERISTICS, CONTROLLING FACTORS AND PEAT-ACCUMULATING MODELS

1. The Characteristics and Controlling Factors of Thick-Bedded Peat Accumulation
Zhang Zeyou, Peng Gelin and Wu Damao (1)
2. The Study on the Formation of Thick-Bedded Peat
Yin Shanchun (12)
3. Hydrologic Models of Peat-Accumulating in Peat Mires of China
Peng Gelin, Zhang Zeyou and Wu Damao (15)
4. Discussion on the Water Media and Dynamics for Peatification of Thick-Bedded Peat
Chen Jianguo (24)
5. Accumulation of Thick-Bedded Peat in the Sedimentary Basin Dammed by Lava; A Case with the Tengchong Basin
Qin Yong, Jin Kuili and Han Dexin (28)
6. The Temporal-Spatial Distribution of Peat in the Geotectonic Regions and Discussion on its Reasons, China
Bi Hua, Peng Gelin and Yang Minghui (34)
7. Nonequilibrium Self-Organization Theory and System of Peat-Forming
Yang Minghui, Bi Hua and Peng Gelin (39)
8. The Spatial Evolution of Mires and the Water-Level Changes of Climate in Eastern Asia
Bai Guangrun (46)
9. Distributional Regularity and Controlling Factors of Thick-Bedded Peat in the Sanjiang Plain Region
Yang Yongxing (56)
10. Forming Conditions, Distributional Regularity and Classification of Peat in Yunnan Province
Li Ji, Hou Shuguang and Zhang Mingxing (61)

PART 2. THE STUDY ON MICROPETROLOGY AND ORGANIC GEOCHEMISTRY OF PEAT

11. A Preliminary Study on The Litho-Facies and Sedimentary Environment of The Mesozoic Thick Coal Beds in the Fuxin Basin
Wu Damao, Peng Gelin and Zhang Zeyou (72)
12. The Study on Micropetrology of Peat in Changbai Mountain, China
Wu Chaodong, Cao Yiran, Liu Xiaoweng, Song Huanxia and Zhang Jingqing (80)
13. Organic Geochemical Characteristics of Peat in Changbai Mountain, China
Wu Chaodong (90)
14. Discussion on the Classification of Peat
Wu Chaodong (97)

PART 3. THE RESEARCH PRESENT SITUATION OF AN ANALOGY BETWEEN PEAT AND COAL

15. The Research Present Situation of An Analogue Between the Modern Tropical Arboreous Peat-Forming Environment and the Ancient Coal-Forming Environment in Overseas
Peng Gelin, Wang Yuejun, Bi Hua, Yang Minghui and Shan Yehua (102)

厚层泥炭聚积特征及其控制因素

张则有

东北师范大学泥炭沼泽研究所, 长春, 130024

彭格林

中国科学院长沙大地构造研究所, 长沙, 410013

伍大茂

中国地质大学能源地质系, 北京, 100083

在研究世界泥炭聚积规律时, 尤其重视对厚层泥炭的聚积特征、时空分布规律的研究。这将更有利于揭示泥炭形成环境条件及有助于解决成煤理论方面的有关问题。本文视泥炭矿层平均大于 3m 的泥炭地为厚层泥炭矿产地, 并对其进行聚积规律和控制因素分析。

1 泥炭聚积的时空特征及模式

世界上泥炭地的分布, 具有两个突出的特征, 即地带性和区域性特征。一是泥炭集中分布在潮湿的北温带和赤道带, 根据 B·П·马尔科夫等学者划分的泥炭堆积带(图 1), 横贯北半球大陆的温带森林地带, 气候过度湿润, 是世界上强度泥炭堆积带的主体, 它东西向长度平均为 1000km 以上, 宽度只在个别地方超过 1500km, 该带总面积约为 1150 万 km^2 。在这一地带内泥炭地分布普遍, 面积达 $9570 \times 10^8 \text{m}^2$, 泥炭储量约 2230 亿 t, 占本带面积的 8%, 个别地区高达 30% 以上。如西伯利亚泥炭沼泽占区域的 50%, 芬兰占其本国国土的 32%, 北爱尔兰占 20%, 瑞典占 16%, 白俄罗斯占 15%, 加拿大占 12%, 冰岛占 10%, 挪威占 9%, 波兰及荷兰等国占 5%。居于本带的欧洲泥炭储量占世界泥炭总储量的 58.4%; 北美洲为 734 亿 t, 占世界泥炭总储量的 15%。

在该泥炭集中带内, 泥炭的分布是不平衡的, 泥炭地在地表上每 100km^2 内, 呈现 2~3 个至 15~20 个泥炭矿产地的变幅。其中强烈堆积的“泥炭盆地”, 虽然在本带内所占面积不足 20%, 但它集中了本带泥炭储量的 50% 以上, 是成煤前景最好的泥炭地。

另一个强度泥炭堆积带为潮湿赤道带(或称热带雨林带), 主要分布在马来群岛和非洲大陆的刚果盆地等处。本带延伸至南美的亚马孙盆地。带内泥炭地面积为 $3500 \times 10^8 \text{m}^2$, 泥炭储量约 933 亿 t, 其中印度尼西亚泥炭地面积达 $2600 \times 10^8 \text{m}^2$, 占本国国土面积的 13.6%, 泥炭储量达 780 亿 t, 占世界泥炭储量的 15.7%; 马来西亚泥炭地 $236 \times 10^8 \text{m}^2$, 占本国国土面积的 7%, 泥炭储量为 118 亿 t, 占世界泥炭储量的 2.5%; 扎伊尔泥炭地 $100 \times 10^8 \text{m}^2$, 占本国国土面积的 0.4%, 泥炭储量 35 亿 t。在本带的许多“泥炭盆地”中, 拥有厚度达 12~15m 的

泥炭层,个别泥炭地可见厚度 37m 或更厚的泥炭层,且大多数为本本泥炭。

与此带平行分布的其他泥炭堆积带(图 1 中 2、3、4、5 泥炭堆积带),虽然占陆地面积的 90%,但其泥炭占有量还不到世界泥炭资源量的 5%。

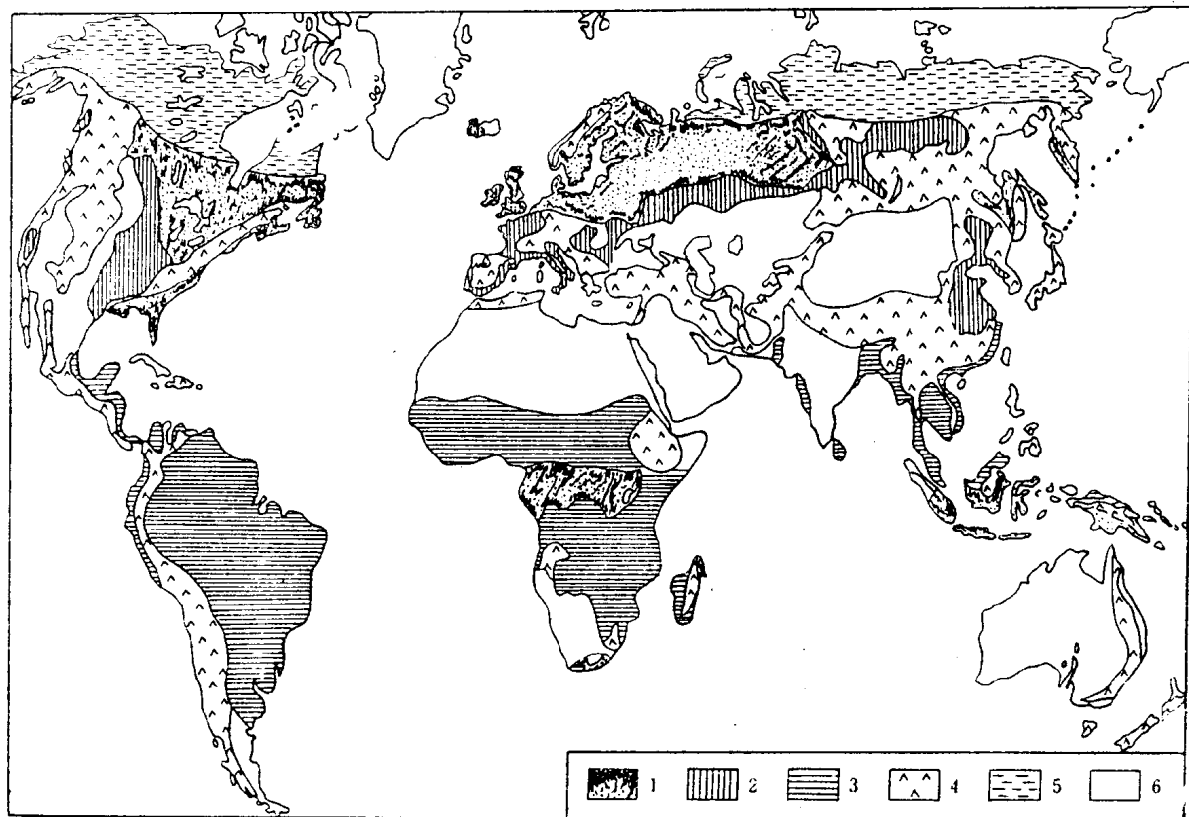


图 1 世界泥炭堆积带分布图 (据 B·И·马尔科夫, 1968)

1. 强度泥炭堆积带; 2. 温带弱度泥炭堆积带; 3. 热带、副热带弱度泥炭堆积带;
4. 山地弱度泥炭堆积带; 5. 极地弱度泥炭堆积带; 6. 无泥炭堆积带

泥炭的区域性分布特征表现在泥炭分布格局,尤其是高位泥炭地分布格局明显地同全球的大陆与海洋布局 and 大陆内高原与山地的分布关系密切。

总观图 1,全球大陆与海洋的布局对泥炭地分布的影响是显而易见的。泥炭地在太平洋与大西洋沿岸均呈南北经线方向对称分布。这种情况在北半球大西洋两岸的欧洲和北美洲,表现尤为明显。在北美洲温带大陆的中部地带,没有高位凸起泥炭沼泽发育,泥炭积累作用较弱。相反,靠近海岸,高位凸起泥炭沼泽很发育,特别是在各种平坦地貌部位上,泥炭积累作用强烈。在大西洋暖流的影响下,北欧许多邻海国家发育着多种类型泥炭沼泽,覆盖度很高,如在英国部分沿海地段形成了世界上特殊的披盖式泥炭地。在欧亚大陆内部,情况比较复杂,虽然大陆内部大都并不发育高位泥炭地,但在欧洲地区由于湿润的海风没有受到山脉的阻挡,可以向东长驱直入,直至亚洲的西西伯利亚平原叶尼塞河流域,因此高位泥炭地遍及整个欧洲的中部和北部以至西西伯利亚。而在太平洋西北海岸带如堪察加、日本和库页岛等被海洋环绕的地区,广泛分布着典型的温带泥炭地,库页岛泥炭厚度近 4~6m。在北美大

陆的太平洋沿岸,由于海岸山脉阻挡了潮湿的海风,所以泥炭地仅形成在沿岸的岛屿和与海岸平行的槽形谷地中,如哥伦比亚的近海岸地段。以上所述均说明,泥炭形成作用尤其是高位泥炭沼泽呈随大陆度增强而减弱的变化规律。

世界上高原和山地区的泥炭地分布也相当普遍,主要分布在亚洲、美洲和非洲的高原与山地区。近年发现许多厚层埋藏泥炭(泥炭层厚大于10m),大多数分布在各气候带的高原山地。如在我国西部,这里是世界上著名的高原山地区,拥有丰富的泥炭资源,其中云贵高原就是我国主要的埋藏泥炭分布区。泥炭地具有储量大,矿层厚,埋藏浅等特点。诸如宝秀、草海、腾冲、施甸等盆地,赋存着厚层大型泥炭矿(>1000万t),厚度在10~27m之间。青藏高原上的若尔盖泥炭地,堪称世界最大的裸露型现代泥炭地之一,泥炭蕴藏量达61亿t,最厚的泥炭层达13m。在近代火山活动频繁的长白山地,也拥有一些大中型的泥炭地,如金川、哈尼、陈家岭等大型厚层泥炭地。

现今的大部分泥炭地形成于全新世时期,据我国的资料分析,全新世形成的泥炭地约占95.7%,泥炭储量达121.056亿t,占总储量的97%;晚更新世泥炭其次,约3亿t,占2.4%。最早形成并保存下来的泥炭属上新世末,但储量很少。在这里引用地球表面泥炭积累进程表(表1),说明泥炭在时间上的变化规律与气候变迁有关。泥炭地面积比值最大的时期是在温暖湿润的大西洋期之后的4000年里,而泥炭地增长面积在距今4000~2000年,达到232万km²,相当于大西洋期的2.5倍。这与气候波动引起气候带沿经线方向迁移有关,其中最重要的是大西洋期带来的扩大水域至亚大西洋期开始收缩,从而加速了水体沼泽化的泥炭积累,以及草甸沼泽化的发展。

表1 地球表面泥炭积累变化过程

绝对年龄范围	占全面积比率(%)	泥炭化面积增长量(km ²)	累计增长量(km ²)
9000~8000	1.4	92120	92120
8000~6000	14.7	967260	1059380
6000~4000	28.3	1862140	2921520
4000~2000	35.3	2322740	5244260
2000~2	20.3	1355740	6580000

(据 V. D. Markov, 1988)

从上述全球性泥炭聚积的特征和规律来看,可以将其聚炭环境归纳为三种模式:

1.1 气候带聚炭模式

全球性泥炭聚积大致沿纬度形成于三条潮湿气候带内,即南、北对称的潮湿温带森林带和赤道雨林带。与此平行存在的南、北半球上的干燥气候带则为稀少聚炭带,这里除了植物增长量和积累量少的因素外,缺少水量也是构成植物生长和沼泽发育不利的极其重要因素。从近代年降雨量和纬度关系的分析表明(图2),年降雨量在赤道带最高,随着纬度的增加,年降雨量减少。但是在南纬30°~50°和北纬30°~60°有两个高降雨量区,它们正好相当于第四纪

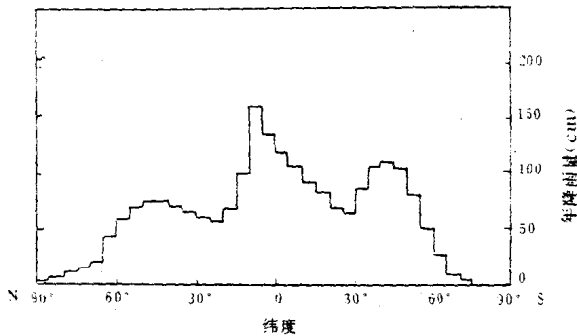


图2 世界各纬度平均降雨量 (据 Frakes, 1971)

带,特别是在三角洲地区,均可形成大型泥炭地。如在马来西亚潮汐顶托的拉姜废弃三角洲平原上,1~20m厚的泥炭覆盖了50%~80%的地表。又如在美洲大西洋沿岸的广阔低平原上,大约在北纬36°附近,形成了一片闻名于世的泥炭化作用仍在进行的迪斯玛尔大森林沼泽(*great dsma swamp*),发育有独特的亚热带凸起泥炭地,中央部分比边缘高出6.8m。在整个泥炭层中,木本泥炭和腐泥质泥炭互层,主要造炭植物为落羽杉、水紫树、白扁柏、松及常绿灌木。泥炭层平均厚度2~3m,最厚达6m。在我国沿海海拔15~-30m的高程内,大致存在着7~15m、-1~-6m、-10~-30m等三个泥炭集中分布带,即分布于现今海岸线与高海面时期的古海岸线之间的广大地区,前者为上层泥炭,后者为下层泥炭;位于海拔7~15m的泥炭,沿古海岸线以西展布。这些泥炭形成于全新世的不同时期。据 ^{14}C 年代资料,位于海拔-10~-30m的泥炭地形成于早全新世;7~15m的泥炭地形成于全新世中期;-1~-6m的泥炭地形成于全新世中后期及全新世晚期。这种泥炭地形成的普遍性取决于海洋水体同沿岸地区河流、地下水之间的水力联系,即沿海泥炭地空间和时间上的分布特点与海水进退有关。

1.3 构造带聚炭模式

构造作用形成的高原、山地,在非气候带和非陆缘带聚炭地区,也可以建造有利于泥炭聚积的环境,有必要作为一种独特的聚炭模式加以研究。研究亚洲和非洲的许多泥炭地,发现在干燥的亚热带,分布着规模很大的泥炭地。如我国的云贵高原是泥炭极丰富区,泥炭地面积达1089.31km²,泥炭积累强度1855.85t/km²。一些“泥炭盆地”具有面积不大、泥炭层很厚、多层出现等特点。研究表明,它们大多数属于断陷盆地内形成的泥炭地,如宝秀、滇池草海等。另外,世界上著名的内陆高原泥炭地——若尔盖泥炭地,正处北纬32°15'~34°05',东经101°50'~103°20'的内陆区,盆地面积18715km²,海拔高程3400~4000m。“泥炭盆地”严格受构造格局的控制,属于喜山期新构造运动形成的断陷盆地,并由于垂直地带性形成寒冷湿润气候,致使盆内许多地方地表长期过湿,沼泽发育,“北温带式”的草本泥炭地广布,泥炭地面积达2829.45km²,泥炭覆盖度达1.57%,积累强度12397.28t/km²。

2 厚层泥炭聚积区控制因素

在地带性和区域性聚炭环境模式研究中,最有吸引力的是那些厚层泥炭聚积盆地,它们

潮湿带和聚炭地区。由此可见,气候带(特别是潮湿带)的分布是第四纪聚炭的一级控制因素,它从较大范围内控制了是否有利植物生长,并决定是否能有一定的聚炭区存在。

1.2 陆缘带聚炭模式

泥炭地呈经度方向的展布规律,表明聚炭作用与海陆分布有密切关系。在海陆相邻的滨海带,因具有充足的水供应地表,或者在海进、海退变化的海岸带,形成滞留水的沼泽发育

带,特别是在三角洲地区,均可形成大型泥炭地。如在马来西亚潮汐顶托的拉姜废弃三角洲平原上,1~20m厚的泥炭覆盖了50%~80%的地表。又如在美洲大西洋沿岸的广阔低平原上,大约在北纬36°附近,形成了一片闻名于世的泥炭化作用仍在进行的迪斯玛尔大森林沼泽(*great dsma swamp*),发育有独特的亚热带凸起泥炭地,中央部分比边缘高出6.8m。在整个泥炭层中,木本泥炭和腐泥质泥炭互层,主要造炭植物为落羽杉、水紫树、白扁柏、松及常绿灌木。泥炭层平均厚度2~3m,最厚达6m。在我国沿海海拔15~-30m的高程内,大致存在着7~15m、-1~-6m、-10~-30m等三个泥炭集中分布带,即分布于现今海岸线与高海面时期的古海岸线之间的广大地区,前者为上层泥炭,后者为下层泥炭;位于海拔7~15m的泥炭,沿古海岸线以西展布。这些泥炭形成于全新世的不同时期。据 ^{14}C 年代资料,位于海拔-10~-30m的泥炭地形成于早全新世;7~15m的泥炭地形成于全新世中期;-1~-6m的泥炭地形成于全新世中后期及全新世晚期。这种泥炭地形成的普遍性取决于海洋水体同沿岸地区河流、地下水之间的水力联系,即沿海泥炭地空间和时间上的分布特点与海水进退有关。

往往是上述两种或者两种以上聚炭模式的复合,即它们的形成更为明显地表明:泥炭地是气候、水文和地质地貌等因素综合作用的产物。

2.1 在气候带和陆缘带叠加聚炭区内,可以形成众多的厚层泥炭地

北温带欧洲大陆和一些半岛及岛屿,由于地势低平,毗邻海洋,潮湿的海洋性气候影响范围大,可以伸入陆地内部,提供充足的大气降水。特别是在第四纪冰川塑造的冰水垅岗—洼地相间排列的地貌,最后冰期所形成的宽阔海岸低地,海拔一般不超过100~200m,加之植物生长繁茂的针阔叶森林提供了丰富的聚炭质料。因此在湖泊水体沼泽化和陆地草甸、森林沼泽化强烈发育的情况下,泥炭以高速积累。根据北海和波罗的海海岸带泥炭地剖面分析,泥炭平均堆积率为0.6mm/a,最大为1.07~1.3mm/a。在同一剖面上,又表现为北方期堆积率大,尤其发育在沉积底板为腐泥上的泥炭地,更为明显。到了大西洋和亚北方期堆积率略有减低,至亚大西洋期堆积速率又增大至0.9~1.3mm/a。如在德国北部堆积厚度达10~20m;波兰北部堆积厚度为9~10m;荷兰的巴乌尔塔格尔-玛尔泥炭地,形成于距今4530~2000年,泥炭层厚度在10m左右;爱尔兰岛屿上的泥炭地分布十分普遍,占国土面积17%,泥炭层一般厚度3m,6~7m厚泥炭地也比较多,拥有泥炭资源量7亿t。

在亚洲的日本北海道,位于北纬42°~45°之间,厚层泥炭地形成于萨罗贝兹平原,海拔3~5m,海岸带宽约3~4km的三列沙丘带,沙丘间洼地多湖泊和沼泽,地下水位距地表0.2~0.4m,在这里发育着富营养至贫营养的泥炭沼泽,一般富营养泥炭层厚0.5~2m,中营养泥炭层厚2m以上,贫营养泥炭层厚1m以上,泥炭层总厚度可达7m。泥炭地形成与海侵、海退直接有关。根据阪口丰等学者的资料,聚炭过程可概括为4个阶段(图3)。

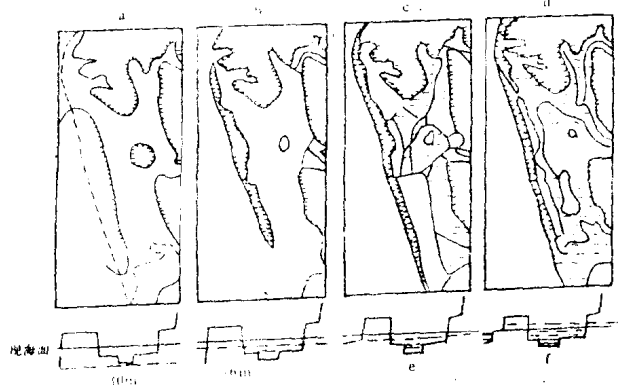


图3 日本萨罗贝兹泥炭地的发展过程

(据阪口丰, 1974)

a. 古天盐谷时代; b. 佐吕湾时代; c. 佐吕别泻湖时代; d. 泥炭沼泽时代; e. 泻湖时代最高海面-3~0.5m; f. 泥炭沼泽时代最高海面6.5~3.6m

第一,海侵溺谷时期。冰后期海面上升,海水沿着河谷向陆侵入,约距今12000~11000年前,当时气候较冷,有古天盐川,谷地局部地段发育泥炭沼泽,形成了海拔高度-26m处的泥炭。

第二,稳定高海面的海湾期。距今6000年前达海侵高潮,海面高出现代海面4~6m,当时为溺谷和海湾。海岸沙坝开始形成,泥炭沼泽在湾头洼地和支谷中开始发育,并有泥炭积累。

第三,海退泻湖期。大约由距今4000年开始,海面下降,到距今3000年前海面比现代的低1m左右。泻湖渐渐淡化,泥炭沼泽迅速扩展。

第四,现代泥炭地形成期。距今3000~2000年以来,海面由-1m处逐渐上升到现代位置,泥炭地的河曲带稳定,洪水泛滥减少,废弃河道、砂坝间洼地、滩地、堤外洼地都泥炭沼泽化,小块孤立的泥炭地逐渐连接成大片的厚层泥炭地,泥炭层厚度3~8m,至今仍在继续积累中。

此外,位于南半球温带内的马达加斯加和新西兰岛,都拥有这种环境条件下形成的泥炭地。马达加斯加泥炭层厚度在3.7~10.5m之间变化,新西兰岛泥炭层厚度在3~13m的泥炭地分布普遍(哈乌拉科湾顶和卡米里顿附近)。

在地处热带的加里曼丹、沙捞越、苏门答腊及牙买加等地,大型厚层泥炭地也是在这种叠加聚炭环境条件下形成的。在沙捞越泥炭地占国土面积的12%,拉姜河流域的泥炭地,集中分布在近海的河流三角洲平原上,泥炭层一般厚度在7~10m,最大厚度达37m。

2.2 在气候带和构造带叠加聚炭区内,常常可以形成厚层泥炭地

北温带的加拿大南部与美国接壤的五大湖地区,是在地质构造作用下形成的一系列湖群和洼地。在第四纪末期气候趋于干燥和湖泊自然淤浅的发育过程中,湖滨沼泽十分发育,经过长期的水体沼泽化演化,在部分湖滨和湖泊里积累了厚层泥炭。由于气候适宜,还形成了高位泥炭,而且成炭期持续时间长。据 R. Madde 资料,美国平原区泥炭形成始于 $36000 \pm 3700 \sim 2000 \pm 80$ 年,山地泥炭形成始于7000年,沿海泥炭形成于 $4570 \pm 170 \sim 1335 \pm 35$ 年之后。目前五大湖地区泥炭仍在强烈积累过程中。

在我国东北的长白山区,分布着许多构造盆地,特别是第四纪火山活动频繁,玄武岩流及火山渣或覆盖于垅岗群地层之上,或充塞漫溢在沟谷之间。在火山喷发间歇期,在玄武岩流造成的堰塞湖和部分火山口湖里,由于隐伏断裂缓慢下沉作用,泥炭沼泽发育,泥炭积累强烈。加之多次的火山活动,空气中饱含 CO_2 ,大量火山灰提供了丰富的矿物质,使得沼泽和森林植物生机勃勃。加之本区雨热同季,气候上的冷湿,无疑加速了泥炭的积累,从而形成独特的火山熔岩台地区上的大、中型厚层泥炭地。已查明有堰塞湖型泥炭地7处,火山口湖型3处,熔岩洼地型4处,沟谷型多处。如典型的火山堰塞湖型哈尼泥炭地,呈椭圆形,长5.4km,宽2~3km,泥炭层平均厚度4~5m,最大厚度9.5m,自然储量4760.48万t,是东北地区最大的泥炭地。

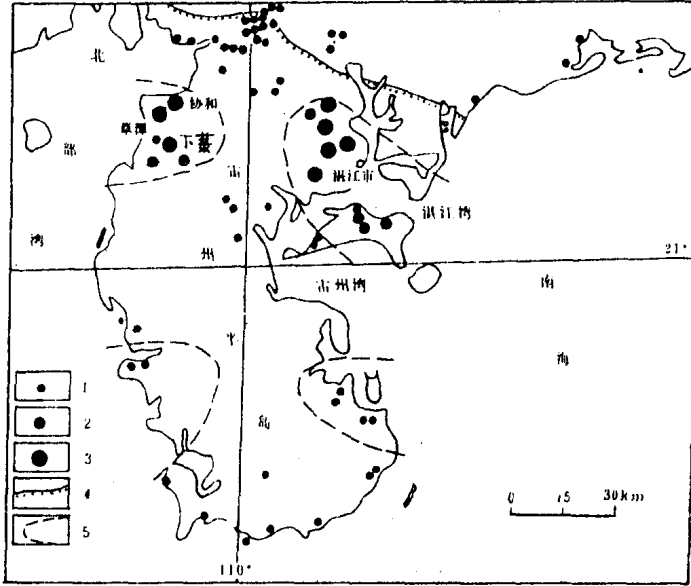
2.3 在陆缘带和构造带叠加聚炭区,也可以形成厚层泥炭地

这里,以不利于泥炭形成的气候带为例,阐述在该带内由于有利于泥炭地形成的陆缘带与构造带叠加生成厚层泥炭。如前所述,亚热带的气候是不利于泥炭积累和保存的,但在北美的迪斯玛尔大森林沼泽,却形成了南北长达165km,东西最大宽度约40km,面积达5700km²的泥炭地。因为第四纪以来该区地壳明显沉降,形成了有众多海湾、泻湖和溺谷的所谓“多湾区”,岸外往往有很长的沙坝、岬角或岛链保护,风浪不强,又加之墨西哥湾暖流通过,带来大量水分,因而为泥炭沼泽的广泛发育提供了有利的自然地理条件。迪斯玛尔泥炭沼泽中森林茂密,树木基部膨大,根部向各个方向撑开,以保持树木的稳定性,但是大风时仍有大量树木纵横倒卧在沼泽中。因此,本区泥炭迅速积累,泥炭平均堆积速率为2~2.5mm/a。

在大西洋和墨西哥湾沿岸的海滨平原,大森林泥炭沼泽伸入副热带纬度范围内。这是由于平原地貌和构造沉降,致使地下水位高而稳定,形成了富营养型泥炭地。从煤田地质学角度看,迪斯玛尔泥炭沼泽的外貌,与想像中的地质时期的滨海森林沼泽景观有许多可以类比之处。但是,据研究这种泥炭沼泽并非潮间带红树林沼泽。

我国亚热带内的雷州半岛北部厚层泥炭地,是由多个厚层“泥炭盆地”构成的。最典型的

泥炭地有草潭、协和和调熟-屋山、山后洋等，分别形成于雷北凹陷滨临北部湾和雷州湾的两个湾顶台地面上（图4、5）。



1. 泥炭储量 <20 万 m^3 的泥炭地；
2. $20\sim100$ 万 m^3 的泥炭地；
3. >100 万 m^3 的泥炭地；
4. 不整合地层界线；
5. 凹陷区

草潭泥炭聚积区由陈家山、尾秧、珍珠湾、下录等泥炭盆地构成。协和是一个孤立的小泥炭盆地。其特点是近海分布，泥炭地面积不大，但矿层厚度较大，一般单层厚3~5m，最大厚度可达27.5m，常见1~2层腐木层夹层，少数为埋藏林。形成于晚更新世至全新世。该泥炭地的形成与海面变化和地壳变动有关。距今10万年以来，水动型海面曾发生三次明显的上升，分别为距今10~7万年、4~3万年和0.7~0.5万年。特别是距今7万年以来，本区的海面总趋势一直呈上升状态。这样一来，在中更新世末期或晚更新世初期，当海面较低时，因侵蚀加剧而在地表塑造了一系列盆谷地。随后，在海面上升时，地表水汇集和地下水位抬高，致使在盆地和沟谷洼地等负地形上发育

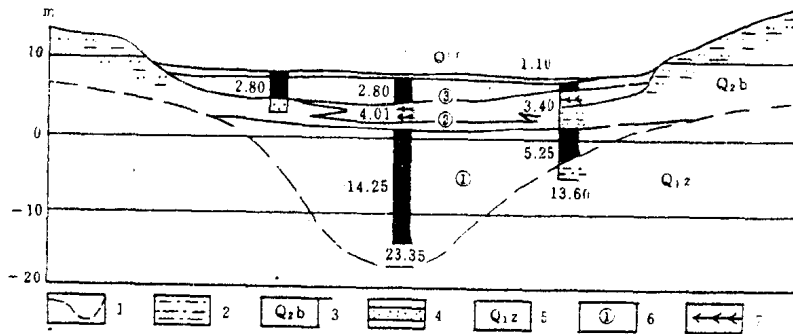


图5 草潭-尾秧泥炭地质剖面

1. 凹陷区；
2. 亚粘土；
3. 北海组；
4. 砂层；
5. 湛江组；
6. 矿层编号；
7. 腐木夹层

了泥炭沼泽。当冰期再次来临时，海平面下降和气候带南移致使本区处于亚热带，泥炭沼泽自然趋干和退化。但由于泥炭地具有较大的持水能力，因而在水源补充条件恶化时，仍然有利于森林植物的生长。当距今1.5万年后海面再度缓慢回升时，河谷便由于海水侵入淹没而成为溺谷，之后沙坝淤塞，演化为泻湖泥炭沼泽。另外一些近海的封闭式盆地再次复原为泥炭沼泽。泉水泥炭地距地表5m处，发现埋没林，呈直立或倾斜的完整树木，胸径10~15cm，根部置于淤泥质泥炭层中。根据 ^{14}C 年龄测定资料，属于距今10300~9000年的森林，孢粉组合为泪杉-栲属花粉谱，反映了当时气候比较炎热干燥，至中全新世以来，随着海面上升和地壳的沉降，

泥炭沼泽得到较充分的发展和扩大, 近期泥炭地趋干, 并被泥沙掩埋成为埋藏的木本泥炭和木本—草本泥炭。这一事实表明, 在水动型和地动型的海面变动下, 当海面下降幅度较大时, 沿海平原上的地表和地下径流活跃, 因侵蚀加剧而形成多种类型的负地貌。但是, 泥炭沼泽的形成是有限的、局部的。反之, 当海面上升速度大时, 又会使地表流水缓慢, 堆积地貌发育, 虽然有泥炭沼泽形成的可能, 但也往往很不稳定, 难以形成连续堆积的厚层泥炭。只有在海面缓慢升降时, 尤其上升速度与泥炭积累速度相对平衡时 (如泥炭层以 1mm/a 速度积累与海面上升速度相等时), 泥炭沼泽处于最有利的发展阶段, 可以形成厚层泥炭地。

2.4 在气候带、陆缘带、构造带三带的叠加聚炭区, 可以形成面积大, 矿层厚的泥炭地

分布在俄罗斯境内鄂毕河中下游地段的瓦修干大泥炭地便是典型的一例。泥炭地面积 50000km^2 , 是世界上最大的贫营养型泥炭沼泽区, 泥炭沼泽率高达 70% 。聚炭作用强度大, 平均厚度 $4\sim 5\text{m}$, 最大 8m 。始于早全新世, 其泥炭基底为古全新世冰水湖中堆积的腐泥或腐泥质泥炭。

鄂毕河中下游泥炭聚积区的形成和发展, 与晚冰期和冰后期的气候波动密切相关。大约在晚玉木冰期极盛之后, 进入晚更新世末和早全新世之始, 气候频繁波动并趋转暖。地处大陆冰盖边缘带的鄂毕河中下游地带, 伴随冰川后退, 在冰川原来占据的地方形成丘岗起伏的冰碛地形, 大量冰川融水因地下多年冻土层的阻隔而不能下渗, 汇成众多大小湖泊和洼地。特别是区域性构造沉降, 地面切割极轻微, 水系发育不成熟等, 都为本区泥炭沼泽广泛而强烈的发育提供了极有利的条件。目前, 泥炭沼泽仍在扩展, 不断向外侵占泰加林, 泥炭层继续加厚而成为凸起沼泽。

又如在地中海区的希腊所发现的世界上最厚最大的菲利普比泥炭地。该泥炭地位于近海的德拉姆平原东南部, 1930年前是一个完整的大沼泽, 当时面积达 $10000\times 10^4\text{m}^2$ 。经疏干开发后 (1931~1939年) 沼泽面积尚有约 $5000\times 10^4\text{m}^2$, 属于富营养型无林草本 (主要为芦苇、苔草等) 沼泽, 其下埋藏约 40亿t 泥炭资源 (图6、7)。泥炭地中心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 44m , 边缘至山麓带, 海拔高程 $47\sim 48\text{m}$ 。泥炭聚积盆地呈不对称形, 南部陡峭, 北部平缓。因此, 南部和中心部位泥炭堆积厚度大, 达 70m 以上。在泥炭层下部埋藏有褐煤 (软褐煤), 与泥炭之间的砂—粘土、粘土层厚度变动在 $160\sim 180\text{m}$ 之间。根据泥炭植物残体和理化分析表明, 造炭植物类型单一, 主要为木本植物和草本植物的芦苇、苔草等; 分解度 $25\%\sim 45\%$; 自然含水量 $72\%\sim 89\%$, 在深 $70\sim 80\text{m}$ 处的泥炭含水量仍保持在 $70\%\sim 80\%$; 泥炭灰分含量很不稳定, 变动在 $11.3\%\sim 50\%$ 之间, 属于高灰分富营养型泥炭。

盆地中心的褐煤和泥炭的堆积过程, 同加里东时期褶皱构造作用形成的罗德彼山系有密切关系。据涅里多尼斯等人的研究, 盆地形成、沉积始于晚上新世, 由于谢尔拉—德拉莫大盆地下沉, 在盆地底部的粘土层之上, 有4层泥炭, 剖面由下至上的 $30.5\sim 28.2\text{m}$ 处的泥炭是里斯—武木间冰期形成的; $6.15\sim 4.5\text{m}$ 处的泥炭是晚冰期的; 4.5m 以上的泥炭, 均属于全新世。这些表明了菲利普比泥炭地是在气候适宜和近海环境与特有的地质构造共同作用下形成的, 是适宜于泥炭形成的气候带、陆缘带、构造带三者叠加的产物。

纵观第四纪聚炭带和聚炭区的分布, 可以得出如下几点结论:

1) 聚炭带主要受气候带的控制, 基本上沿纬向变化, 可划分出沿纬线展布的四条聚炭的