

联邦德国

褐煤地质研究

地质出版社

P618.112
Z=497

联邦德国褐煤地质研究

赵隆业 等编译

地 质 出 版 社

内 容 提 要

本书系根据地质矿产部赴联邦德国进行褐煤地质考察的成果和有关资料编译而成。其中包括褐煤资源及褐煤工业概况；联邦德国褐煤地质简述；下莱茵褐煤田含煤地层时代和层位；下莱茵褐煤田含煤地层沉积和构造发育的研究；下莱茵褐煤田煤层地质的研究；下莱茵褐煤煤质的研究等章。研究的内容和方法都比较新颖。最后附有褐煤煤岩研究的二个专题报告。可供我国煤田地质工作者参考，同时可作为高等院校学习煤田地质学的补充教材。

目

联邦德国褐煤地质研究

赵隆业 等编译

*

责任编辑：牟相欣

地质出版社出版

（北京西四）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：9¹/₈ 字数：210,000

1986年10月北京第一版·1986年10月北京第一次印刷

印数：1—717册 定价：2.25元

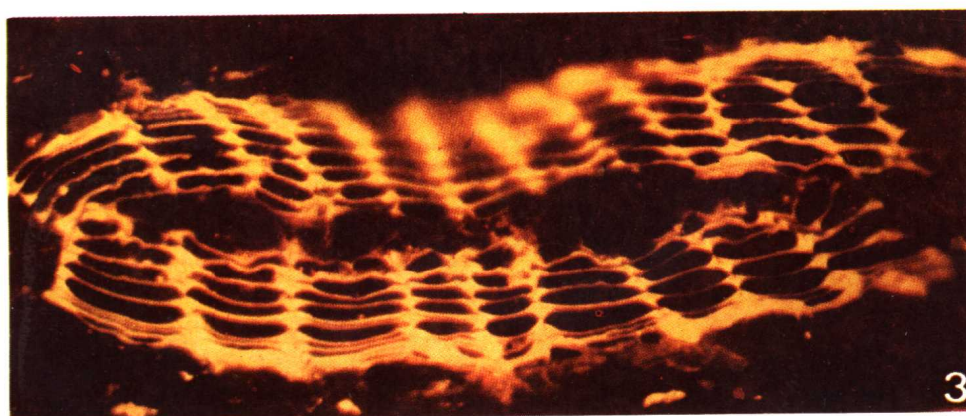
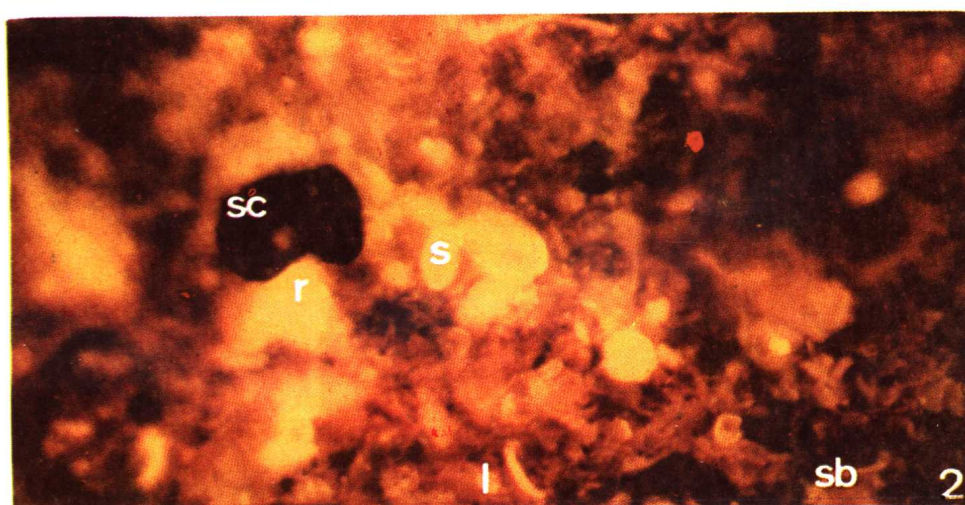
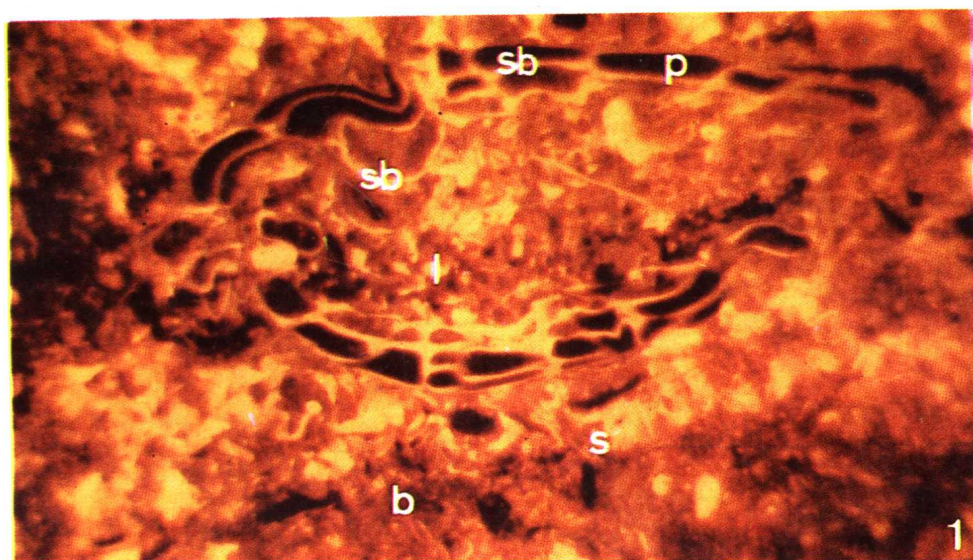
统一书号：13038·新259

前 言

联邦德国褐煤地质研究已有悠久的历史，对境内的几个褐煤田的地层、构造、煤层和煤质等方面的问题都已研究得比较详细，煤田勘探工作早已结束，目前大多是结合矿山开发和提高褐煤的利用价值等方面的问题，继续在进行工作。地质矿产部1983年6月派出的赴联邦德国褐煤地质考察团，在联邦地学和原料研究院（BGR）的协助下，到下莱茵、赫尔姆施泰特（Helmstedt）和黑森州三个褐煤田的部分露天矿、矿井及莱茵褐煤公司、亚琛工业大学、北莱茵-威斯特伐利亚州和下萨克森州地质局及联邦地学和原料研究院本身等单位进行了实地考察和座谈。在考察和座谈中得到一些新资料，这些材料对我国开展褐煤地质工作可能有一定帮助。现根据考察所得和从发表的有关著作，经过综合整理，分别按褐煤资源及褐煤工业概况；联邦德国褐煤地质简述；下莱茵褐煤田含煤地层的层位；下莱茵褐煤田含煤地层沉积和构造发育的研究；下莱茵褐煤田煤层地质的研究；下莱茵褐煤煤质的研究等几个方面进行综述。为了帮助读者了解褐煤煤岩学研究状况，我们翻译了国际煤岩委员会褐煤组组长M·Teichmüller在第八届石炭纪会议上的一篇报告和她写的褐煤显微镜术的历史和发展两篇文章，附本书之末。本书中所涉及的外国人名均用原文印出，地名除在世界地名译名手册中已有固定中文译法的以外，其余均用原文，煤层、地层、煤矿名称均用原文。

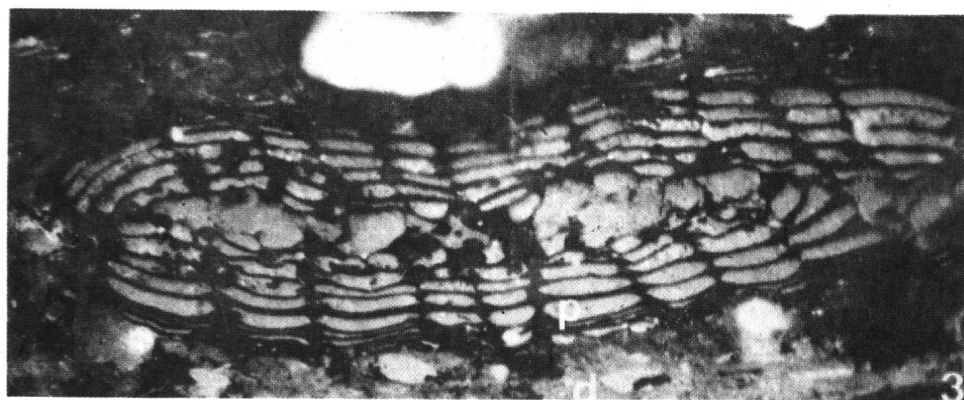
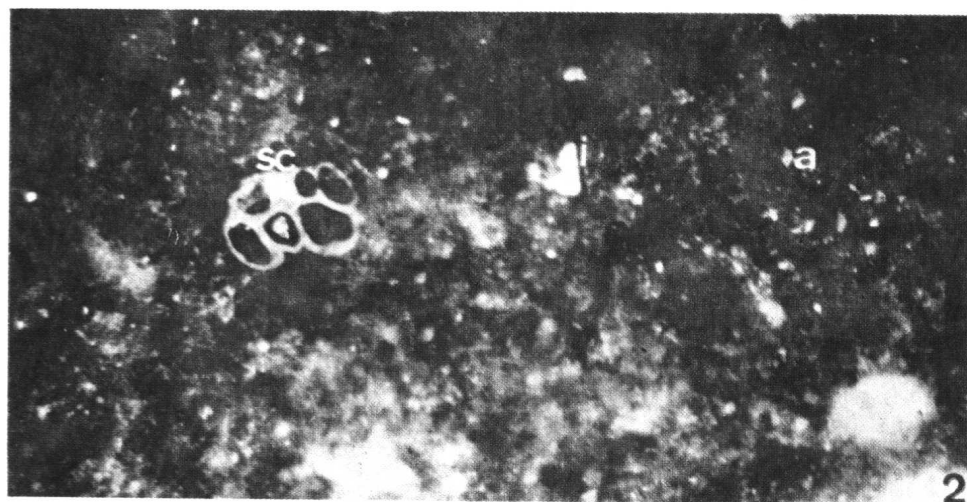
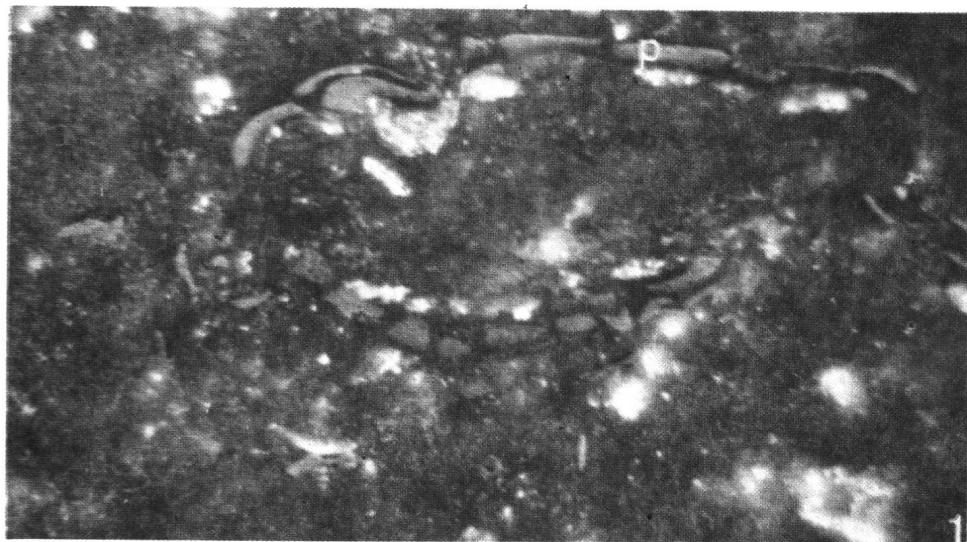
参加褐煤地质考察的有钱大都、赵隆业、霍增成、李权、谢宁。参加编写本书所用资料翻译的有顾可孚、吴三英、谢宁、赵隆业和李文蔚，最后由赵隆业综合成文。图件由胡青云、韩秀香清绘。成文后还得到了任德贻副教授的指教和审阅。

由于考察的时间短、所得资料不够完整，加上语言和文字上的某些困难，因此只能反映一些总的概貌，挂一漏万在所难免，希读者予以指正。



只粘点线

地下



585522

目 录

第一章 褐煤资源及褐煤工业概况.....	1
第一节 褐煤资源和产量.....	1
第二节 褐煤的利用.....	5
第二章 联邦德国褐煤地质简述.....	8
第一节 下莱茵褐煤田.....	8
第二节 赫尔姆施泰特褐煤田.....	12
第三节 黑森州含煤区.....	14
第四节 巴伐利亚州含煤区.....	18
第三章 下莱茵褐煤田含煤地层的时代和层位.....	20
第一节 基准钻孔的层位划分.....	20
第二节 微古动物层位.....	23
第三节 微古植物层位.....	26
第四节 含煤地层层位划分的进展.....	28
第四章 下莱茵褐煤田含煤地层沉积和构造发育的研究.....	33
第一节 含煤地层中的河流相沉积物.....	33
第二节 诺伊拉 (Neurath) 砂层的沉积特征	37
第三节 砂质褐煤及其风成沉积物.....	40
第四节 盆地构造和区域构造演化.....	45
第五章 下莱茵褐煤田煤层地质的研究.....	56
第一节 成煤植物和泥炭沼泽类型.....	56
第二节 褐煤层的微古植物层位.....	63
第三节 红杉与金松的分布及其生态意义.....	69
第四节 根土层及植物根型的研究.....	74
第五节 褐煤层的地球化学研究.....	76
第六节 煤层形态和分布.....	81
第七节 煤层形变和泥炭-褐煤的压实	83
第六章 下莱茵褐煤煤质的研究.....	100
第一节 下莱茵褐煤的物理-化学特征	100
第二节 褐煤的加工性质.....	112
结束语.....	117
附录一、国际煤岩协会 (ICCP) 褐煤组的工作报告 (M·Teichmüller)	120
附录二、褐煤显微镜技术的历史和发展 (M·Teichmüller)	126
参考文献.....	133

第一章 褐煤资源及褐煤工业概况

第一节 褐煤资源和产量

全世界褐煤资源占总的煤炭资源的1/4。根据Hagelüken (1982) 发表的数字 (由联邦地学和原料研究院提供, 并综合有关数据整理而成), 认为全世界共有褐煤资源 24,185亿

表 1 褐煤资源和产量

(据 Hagelüken 1982)

国 家	资 源 量 (亿吨)			产 量 (万吨)	
	可 采 的	其 他	合 计	1980	1981
联邦德国	330	220	550	12900	13060
法 国	0.6	0.1	0.7	260	300
意大利	0.2	0.1	0.3	190	200
希 腊	20	16	36	2450	2710
民主德国	250	50	300	25800	26000 ⁽³⁾
捷克斯洛伐克	29	43	72	9450	9620
波 兰	120	160	280	3690	3550
匈牙利	40	4	44	2340	3290
罗马尼亚	11	28	39	2520	2950
保加利亚	37	7	44	2910	2900
奥地利	0.6	1.0	1.6	290	310
西班牙 ⁽¹⁾	5.5	—	5.5	1600	1900 ⁽²⁾
葡萄牙	0.3	—	0.3	—	—
南斯拉夫	150	10	160	4550	5050
阿尔巴尼亚	0.2	—	0.2	110	120
苏 联	870	11560	12430	16400	16000 ⁽²⁾
土耳其 ⁽¹⁾	17	22	39	1760	1900 ⁽²⁾
印 度 ⁽¹⁾	16	3	19	440	650
印度尼西亚 ⁽¹⁾	4	1	5	20	20
泰 国 ⁽¹⁾	4	6	10	140	210
菲律宾	1	—	1	—	—
中 国 ⁽³⁾	—	405	405	—	—
朝 鲜	3	22	25	1310	1350
蒙 古	120	—	120	380	390
加拿大	21	422	443	560	670
美 国	244	7650	7894	4200	4600 ⁽²⁾
澳大利亚 ⁽¹⁾	324	890	1214	3310	3310
新西兰	1	33	34	20	20
其 他 ⁽¹⁾	—	10	10	50	50 ⁽²⁾
世界总计	2615	21570	24185	97740	100100

(1) 企业提供数字; (2) 后两位数字不精确; (3) 译者注: 我国数字明显偏小。

吨，其中可采的为2,615亿吨（表1）。

按上述统计，世界上褐煤最多的国家为苏联、美国、澳大利亚、联邦德国。苏联褐煤主要赋存在侏罗纪、早石炭世、晚白垩世和第三纪的地层中，在美国为晚白垩世-早第三世，在澳大利亚和联邦德国均为第三纪地层。

Hagelüken列出了各国在1980、1981年的褐煤产量。其中产量高的国家有民主德国、苏联、联邦德国和捷克斯洛伐克。1982年世界褐煤总产量初次超过10亿吨（10.44亿吨）。其中民主德国2.7亿吨，占26%；苏联1.599亿吨，占15%；联邦德国1.273亿吨，占12%。

联邦德国的下莱茵褐煤田是世界上褐煤产量最大的一个煤田，1981年产量为11,947万吨，仅仅这一个煤田的产量就占世界褐煤总产量的11.94%。目前情况下用露天方法可开采400m厚的覆盖层以下的褐煤，且回采率高达90%，这就是为什么近年来褐煤产量增长的数字大大超过烟煤的缘故。据Hagelüken比较保守的估计，到1990年世界褐煤产量还要增加20%。他认为希腊、土耳其、中国、泰国、印度、印度尼西亚、澳大利亚、美国和苏联产量增加最多。只有当地煤炭资源短缺，在能源经济上不得不利用当地褐煤资源的情况下，才用地下井工方法开采褐煤。据联邦德国黑森州的两个地下矿井的统计，褐煤开采的

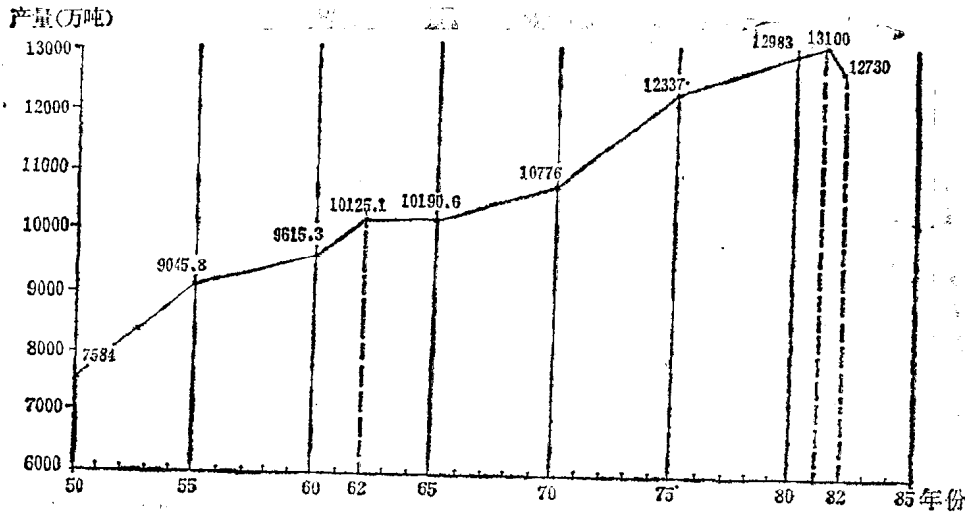


图 1 联邦德国褐煤年产量增长图

表 2 各褐煤产区的褐煤产量和废石运送量

		1981	1980	差 值	
				绝 对 值	%
褐煤产量 (万吨)	下莱茵区	11947.05	11765.22	181.83	1.5
	赫姆施泰特	418.52	417.23	1.29	0.3
	黑森州	245.72	264.75	-19.03	-7.2
	巴伐利亚	453.57	538.97	-85.40	-15.8
	合 计	13064.86	12986.17	78.69	0.6
废石运 送 量 (万m³)	下莱茵区	42010.73	41800.25	210.48	0.5
	赫姆施泰特	1222.49	1632.32	-409.83	-25.1
	黑森州	612.19	691.22	-79.03	-11.4
	巴伐利亚	230.53	231.32	-0.79	-0.3
	合 计	44075.94	44355.11	-279.17	-0.6

回采率只有50%。因此地下井工方法开采的产量所占比例极少。如黑森州的Stolzenbach和Fridrichstallen两个地下矿井的年产量分别只有44万吨和6.4万吨。

联邦德国褐煤总产量自1962年突破1亿吨以来，逐年上升，但1975年后一直徘徊在1.2—1.3亿吨之间(图1)。联邦德国褐煤产量的91.5%来自于下莱茵区。各褐煤产区1980、1981年的产量和废石运送量见表2。

1. 下莱茵区

下莱茵区的褐煤由莱茵褐煤公司负责开采，建有五个大露天矿。另有一处属马丁公司管的小露天矿，开采已接近尾声。各矿1981年的产量及剥采比见表3。

为了维持下莱茵区现有产量并稍有发展，莱茵褐煤公司在露天开采方面有一个长期规划，并考虑了各露天矿的接替关系(图2)。由图2可知现正在建设的Hambach露天矿及准备建设的Inden和Garzweiler三个露天矿到1990年拟达到产量1.2亿吨。这些露天矿在今

表 3 下莱茵区褐煤露天矿产量及废石剥离量

露天矿	煤产量(万吨)	废石剥离量(万m ³)	剥采比
Frimmersdorf	3586.0	10792.2	3:1
Frechen/Ville	1583.2	1911.3	1.2:1
Fortuna-Garsdorf	4392.7	10552.2	2.4:1
Zukunft/Inden	2362.4	4696.6	2:1
Hambach	—	14033.9	—
Arge Neurath	22.7	24.0	1.1:1
总计	11947.0	42010.7	3.5:1

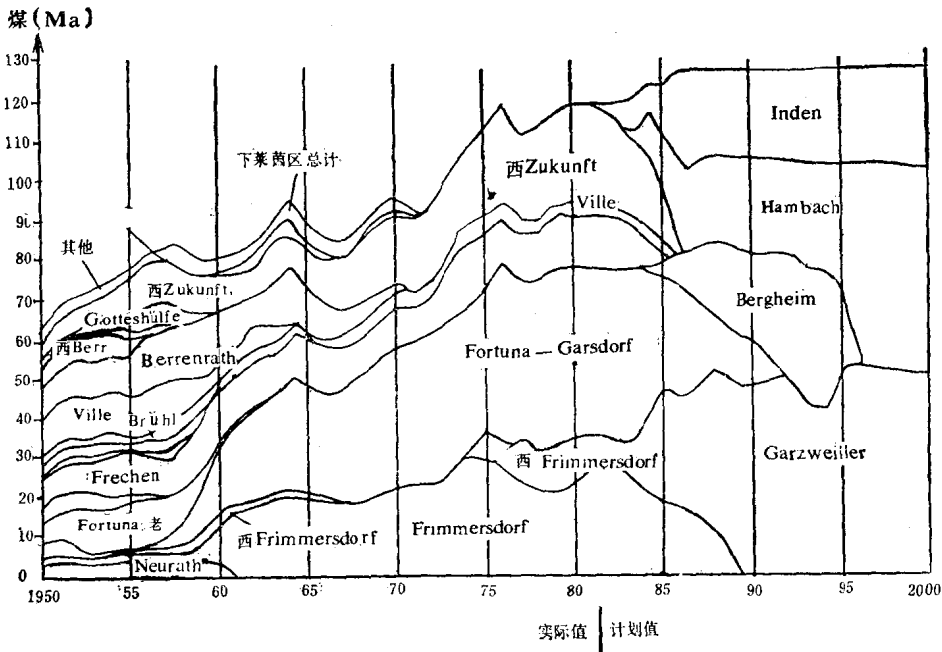


图 2 莱茵褐煤公司各露天矿的接替计划
(据莱茵褐煤公司)

后的一段时间内将成为下莱茵区褐煤的主要供应基地。与此同时Frimmersdorf 及Ville 等露天矿产量将逐渐减少。

下莱茵地区的露天矿、电厂和煤砖制造厂的位置和分布见图 3。

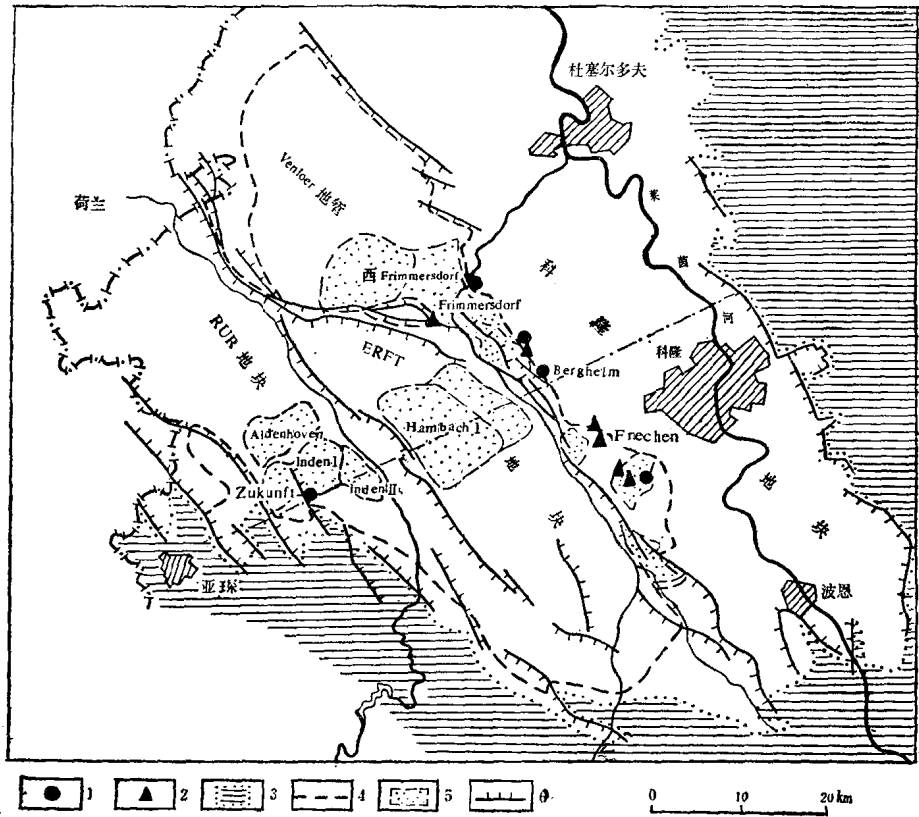


图 3 下莱茵地区露天矿、电厂和煤砖制造厂分布示意图

(据莱茵褐煤公司资料编)

1—电厂；2—煤砖厂；3—古生界和中生界；4—主煤层组 and 上煤层组的范围；5—开采及设计的露天矿；6—断层

2. 赫尔姆施泰特煤田

本煤田在十九世纪中叶已有 20 多个开采单位在进行地下开采，每年产煤 6 万多吨。1873 年成立了不伦瑞克联合公司 (BKB) 进行露天采煤。1925 年煤产量达 350 万吨，1950 年共有三个露天矿产煤 720 万吨，1952 年该煤田有 62% 划归民主德国，但 1955 年产量继续

表 4 赫尔姆施泰特煤田各露天矿的煤产量和废石剥离量

露天矿	煤产量 (万吨)		废石剥离量 (万m³)		剥 采 比	
	1982	1981	1982	1981	1982	1981
Alversdorf	260.6	388.5	139.4	225.5	0.5:1	0.6:1
Helmstedt	192.2	30.0	522.0	592.0	2.7:1	19.7:1
Schöningen			738.7	463.9		
总 计	452.8	418.5	1400.1	1281.4	3.1:1	3.1:1

增长并达到 530 万吨, 目前仅有两个露天矿 (Alversdorf及Helmstedt) 在开采, 并正在勘探和建设Schöningen露天矿, 各矿产量和废石剥离量见表4。

3. 黑森州褐煤区

黑森州褐煤区多为小的褐煤矿点, 断续地分布在由法兰克福到卡塞尔, 呈北北东向延伸的狭长形下黑森沉降带内, 是联邦德国最早的褐煤开采矿区。1554年地下开采年产量最高达578吨, 1873年开始露天开采, 同时建立了该区第一个煤砖工厂。现主要开采 Borken附近和Osthein 两处的煤矿产地。此外南部法兰克福附近也有小量开采。Borken 地区有两个露天矿 (Gombeth和Singlis) 及一个地下开采竖井 (Stolzenbach)。Osthein地区全为露天开采, 均属于普鲁士电力公司所经营, 1982年产量 220 万吨, 占本褐煤区的90%。全部用于发电, 原来的煤砖工厂已关闭。此外Waitz 公司开采24万吨, Bubia公司开采1.7万吨。因此本区除地下开采50.4万吨外, 露天采煤195.3万吨, 废石运送量610万m³, 剥采比平均为3.1:1。

4. 巴伐利亚州褐煤区

本区的褐煤田主要位于Nürnberg之东, Schwandorf附近, 沿河谷分布, 断续延伸长达60km, 一百八十年以前已开始采煤, 自巴伐利亚褐煤公司成立以来, 产煤量及废石剥离量见表5。本区大部分煤供发电, 仅 Schirnding 开采的1.2万吨褐煤和粘土一起在建材工业上用于制砖。由于本区各矿已采完, 1982年全部矿都关闭, 电厂所需的煤已改用民主德国和南斯拉夫的褐煤。

表 5 巴伐利亚褐煤公司的褐煤产量

年 代	煤 产 量 (万吨)	废石剥离量 (万m ³)	剥 采 比
1910	38.3	30.4	0.8:1
1920	83.3	37.6	0.5:1
1930	45.5	147.2	3.2:1
1940	98.8	108.5	1.1:1
1950	147.0	122.7	0.8:1
1960	385.5	835.6	2.2:1
1970	519.0	635.5	1.2:1
1980	538.9	231.3	0.4:1
1981	453.5	230.5	0.5:1

第二节 褐煤的利用

褐煤的利用, 从世界范围来说有以下十个方面: 1.发电, 2.气化, 3.制煤砖及褐煤粉, 4.褐煤焦炭, 5.液化, 6.提取褐煤蜡, 7.制煤碱剂及生产腐殖酸, 8.柴煤用作纸浆及造纸, 9.生产活性炭, 10.提取稀有元素。

由于原褐煤含水分高, 加重了运输负担, 因此褐煤必须就地加工, 并转化为高热值的能源。目前在褐煤露天开采区, 大多均就地直接发电, 用褐煤发电的能力可达 60000MW (兆瓦, 下同)。除此而外就把褐煤加工制成褐煤砖或褐煤粉。褐煤加工成褐煤砖的方式在本世纪初最为流行, 但最近20年来由于家庭能耗方式的改变, 已逐渐减少其产量, 估计世界褐煤砖的年产量达5500万吨。1981年以来利用褐煤粉来代替原油作燃料得到很大重

视，特别在建材工业方面。在烟煤资源缺少的国家和地区（如民主德国）还用褐煤来炼焦，并利用活性较高的褐煤焦屑作一些专门的用途。褐煤气化工业近年来发展迅速，这是为了寻找褐煤更有价值的利用途径。但褐煤的液化工业，由于还不能和廉价石油工业相竞争，因此短期内还不大可能得到发展。今后一旦用核电站来代替部分褐煤发电后，利用核电站的余热和氢来改进褐煤气化技术将是很有远景的方向。褐煤的地下气化研究，在联邦德国、捷克斯洛伐克都进行过试验，但只能生产在经济上不合算的劣质煤气，因此这种试验现在基本上已停止。

联邦德国的褐煤，主要用于发电。各年分褐煤利用所占的比例见图 4。

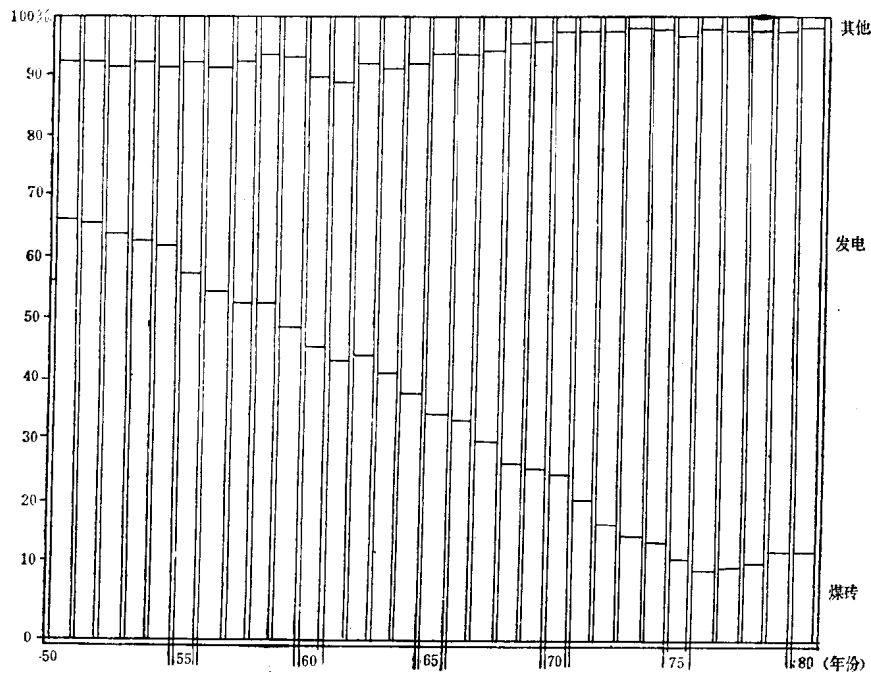


图 4 联邦德国褐煤利用途径所占比例的变化

1981 年各煤田用于发电的褐煤量为：下莱茵区9862.5万吨，赫尔姆施泰特煤田 418.3 万吨，黑森州区234.5万吨，巴伐利亚州区449.7万吨。

利用褐煤制煤砖主要是在下莱茵区，达417万吨。

下莱茵区褐煤粉的产量已增加到225万吨，用它可替代100万吨原油。另外还生产10万吨褐煤焦炭。值得提到的是莱茵褐煤公司对下莱茵褐煤的利用方面有远见地在进行气化和液化的工业试验。其中如：

1. Winkler高温气化法 (HTW)

目的是生产富含CO和H₂的合成气，提供化工和冶金部门使用。1978年以来在Frechen建立的试验工厂，从每小时输入 3 吨褐煤，来获得 2200m³/h合成气。计划在 1985 年可达到每小时输入55吨褐煤来获得37000m³/h的合成气。

2. 氢化煤气法 (HKV)

目的是生产甲烷气 (CH₄)。其原理是在高温高压下，加氢使对细粒干燥褐煤在流动床中气化，要求的氢可从HTW法气化炉中获得，或以后从高温核反应堆供应。自 1975 年到

1982 年末已在Wesseling联合燃料公司建立一个试验工厂，1983 年开始每小时供应 24吨褐煤，获得7800m³/h的甲烷气。

3. 褐煤液化法

目前尚处于研制阶段，1978年来建立的一个研制装置，每小时加入10kg褐煤来获得 2 kg油。

整个开采和计划利用褐煤的途径，如图 5 的框图所示。

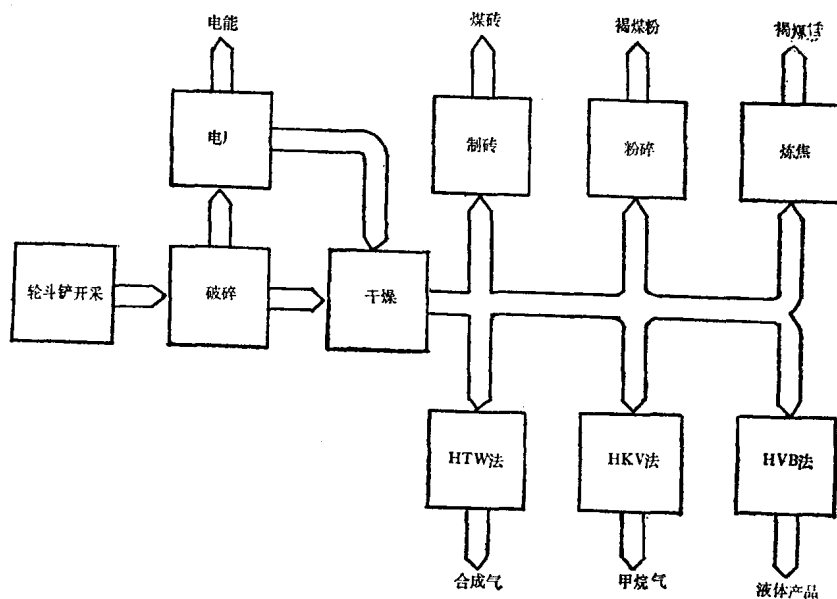


图 5 下莱茵褐煤的利用途径
(据莱茵褐煤公司)

第二章 联邦德国褐煤地质简述

联邦德国褐煤均属于第三纪。北海的海水由北向南时进时退。第三纪的各时期在滨海海湾的有利地区聚积有褐煤层。例如赫尔姆施泰特地区，在始新世时期有煤的聚积，下莱茵地区在渐新世末和中新世聚煤，东部到民主德国境内的德累斯顿附近则主要为晚渐新世时期聚煤。中新世和晚渐新世时期的滨海沼泽位置分布见图6。但在南部巴伐利亚州和黑森州的一部分褐煤田则形成于山间盆地内，与古河流的发育有关。

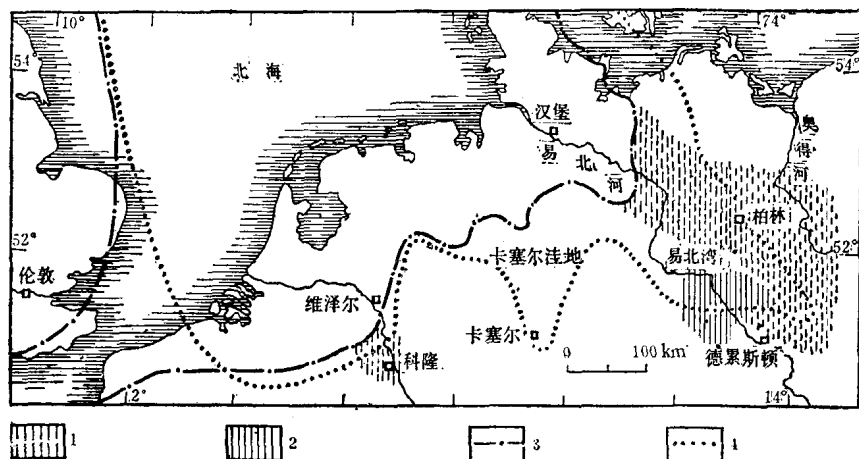


图6 中新世和晚渐新世海岸线位置和滨海沼泽分布意图

(据 Teichmüller 1958)

1—中新世滨海沼泽；2—晚渐新世滨海沼泽；3—中新世海岸线；4—晚渐新世海岸线

第一节 下莱茵褐煤田

下莱茵褐煤田位于科隆、亚琛和明兴格拉德巴赫之间的三角地带，面积2500km²，褐煤资源估计有550亿吨。地形平坦，莱茵河在煤田东部流过。西北部为马斯河。南部为莱茵板岩山地。煤田内部发育有Rur河和Erft河，均由东南流向西北。煤田内有两条NW—SE向的主断裂，即Erft断裂和Rurand断裂，把煤田分为三大块段。东部称科隆断块，中部称Erft断块，西部为Rur断块。此外，各断块内还发育有许多小的正断层（图7）。

经过大规模的勘探和开发，对下莱茵整个煤田的构造和煤层厚度变化基本上已研究清楚，并可编制出整个煤田的煤层总厚度图（图8）和盖层的厚度图（图9）。这些图对于制订露天开采计划是必不可少的。根据Hannak（1974）的估计，下莱茵褐煤田的经济可采储量为350亿吨，其中90亿吨可用露天方法采出。如按目前年产量1.15—1.2亿吨计算，可开采到2075年。但是近地表容易采出的部分已近采空，目前为了露天采煤需要剥离150—250m的覆盖层，在以后还准备开采覆盖层在400—500m以下的煤层。

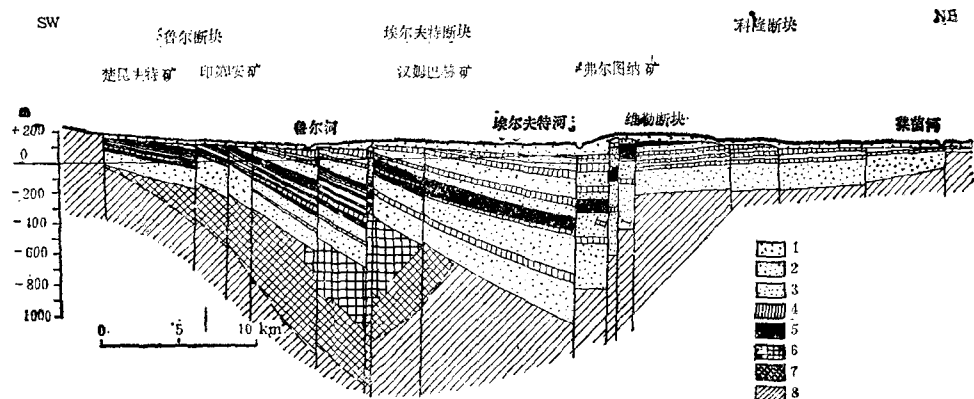


图 7 下莱茵褐煤田剖面图

(剖面位置示于图3)

(据莱茵褐煤公司)

第四纪：1—砾和砂；第三纪：2—砾和砂；3—砂；4—粘土；5—褐煤；石炭纪：6—上石炭统；7—下石炭统；8—泥盆系

(垂直比例尺放大10倍)

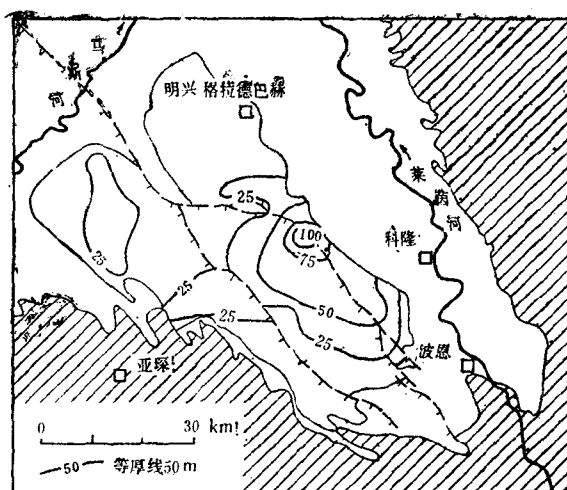


图 8 下莱茵褐煤田煤层总厚度图

(据 Hannak 1974)

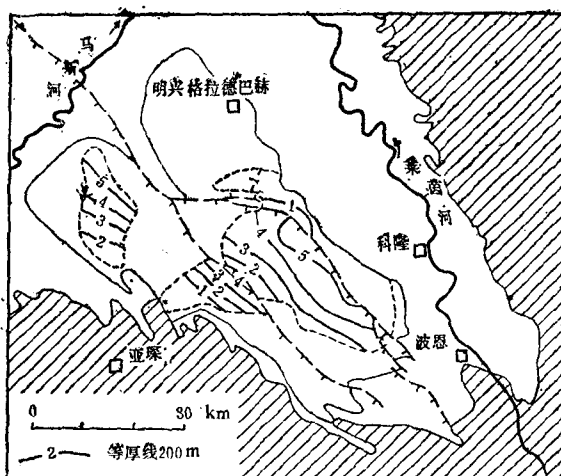


图 9 下莱茵褐煤田褐煤层厚度大于25米地区的盖层厚度图

(据 Hannak 1974)

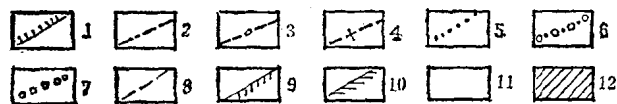
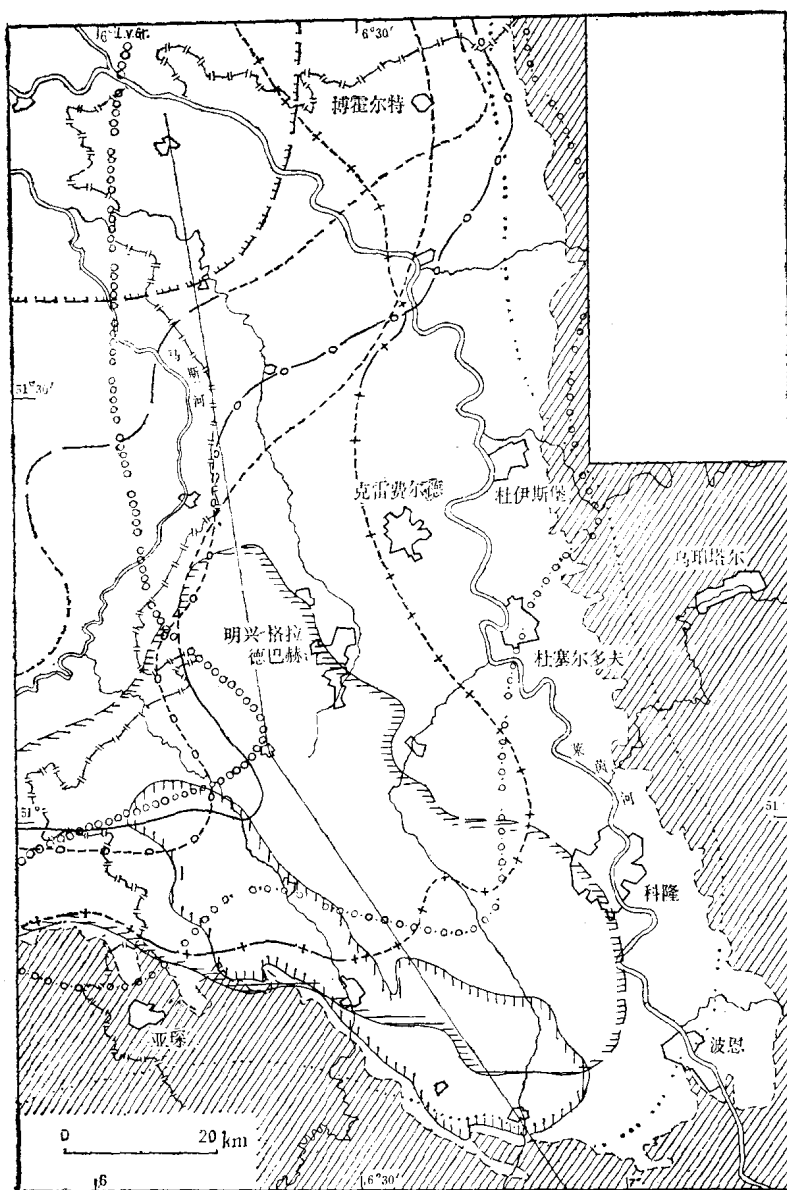


图 10 下莱茵地区第三纪海水侵入范围和中新世褐煤分布图

(据 Quitzow 1978)

各地质时期海水入侵的最大范围：1—上新世；2—晚中新世；3—中中新世；4—早中新世；5—晚渐新世；6—中渐新世；7—早渐新世；8—古新世；9—上褐煤组分布范围；10—主褐煤组分布范围；11—下莱茵湾第三纪地层分布范围；12—第三纪前地层

根据Quitow(1978)编制的下莱茵地区第三纪海水侵入范围和中新世褐煤分布图(图10)、西北—东南向的区域第三系地层剖面示意图(图11)，可对本区第三纪的地质发展经历作下列表述：