

煤田地质工作者手册

[苏] K·B·米罗诺夫 著

地质出版社

P415-11
M-485

煤田地质工作者手册

〔苏〕K. B. 米罗诺夫 著

李濂清 译

徐汉臣 校

地质出版社

提 要

本书系统地阐述了有关煤地质学、主要煤质指标、煤的工业分类、煤的工业利用、煤产地的地质特征、开采地质特征、煤产地的普查勘探方法、储量计算方法、煤产地的工业开发准备等方面的基本资料。全面介绍了苏联的煤田和煤产地的地质和开发情况，也介绍了苏联以外国家的主要煤田和煤产地。

读者对象：从事煤田地质普查勘探的科研人员、工程技术人员、高等院校有关专业师生。

К.В.МИРОНОВ
СПРАВОЧНИК
ГЕОЛОГА-УГОЛЬЩИКА
МОСКВА «НЕДРА»

1982г.

煤田地质工作者手册

[苏] К.В.米罗诺夫 著

李濂清 译 徐汉臣 校

责任编辑：杨珊珊 牟相欣

地质出版社 出版

(北京 西四)

妙峰山印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本：850×1168¹/₃₂印张：10⁷/₁₆字数：276,000
1986年7月北京第一版·1986年7月北京第一次印刷
印数：1—2157册 定价：2.95元
统一书号：13038·新262

目 录

绪言	1
第一章 关于煤的一般知识	3
煤的物质成分和物理性质	3
煤的自然类型及其形成条件	4
煤岩成分	7
煤的变质作用	15
第二章 主要的煤质指标	20
指标的计算	20
主要的煤质指标及其测定	22
第三章 煤的工业分类	38
苏联煤的工业分类	38
国外煤的分类	47
煤的国际分类	47
第四章 煤的工业利用	
利用前的准备	54
煤的工业利用	58
伴生矿产和伴生组分	70
煤开采、加工和燃烧废料的利用	72
第五章 煤产地的地质特征和开采地质特征	74
含煤性的主要时代和空间分布规律	74
含煤建造的成分和结构	79
含煤建造的分类	80
煤层的形态	84
煤产地的构造	87
开采地质条件	91

岩石的岩性成分和物理力学性质	92
第六章 矿产储量和矿物原料标准	102
矿产储量	102
预测资源	104
矿物原料的工业指标	106
国外矿产储量分类	110
国际矿产资源分类	112
第七章 煤产地地质研究的一般任务和技术手段	114
煤产地地质研究的基本原则	114
勘探工作的技术手段	116
第八章 煤产地普查勘探方法的特点	124
普查工作	124
初步勘探	127
详细勘探	131
伴生矿产和伴生组分的研究	138
第九章 煤质的研究	141
取样	141
各勘探阶段煤质研究的特点	142
第十章 开采地质条件的研究	146
水文地质研究	146
工程地质研究	148
对瓦斯含量和其它自然因素的研究	149
第十一章 储量计算	150
概论	150
储量计算方法	151
原始数据的准备	156
储量计算用底图	160
圈定的基本原则	162
计算块段的划分	165
储量级别的划分	168

储量计算的演算技术和结果编制	172
第十二章 探明煤产地的工业开发准备	177
煤的储量资料在煤产地工业开发中的应用	180
第十三章 苏联的煤田和煤产地	182
煤产地、煤田和含煤区	182
乌克兰和白俄罗斯的煤田和煤产地	183
俄罗斯联邦欧洲部分的煤田和含煤区	204
乌拉尔的煤田和煤产地	213
格鲁吉亚的煤产地	226
中亚细亚的煤产地	227
哈萨克的煤田和煤产地	233
西西伯利亚和东西伯利亚的煤田和煤产地	246
雅库特自治共和国的煤田和煤产地	282
阿穆尔州和哈巴罗夫斯克边疆区的煤田	292
滨海地区的煤田和煤产地	298
苏联东北部分的煤产地	304
萨哈林岛的煤产地	310
第十四章 苏联以外国家的主要煤田和煤产地	316
参考文献	

绪 言

煤是主要的能源之一。在人类历史的长河中，煤在燃料资源消费结构中占据着主要的位置。在二十世纪，由于增加开采和利用效率更高的能源（石油和天然气），在所有国家的燃料能源平衡中，煤的比重大大下降，从1913年的93%下降到1950年的53%，并且在以后的年代里继续下降。1977年，在用于动力目的的世界燃料资源总消费量中煤的比重（%）：在苏联为30，美国为19.4，英国为39.8，联邦德国为28.5〔35,24〕。

同时，煤的绝对产量不断增长，1979年达到37亿t，与1950年相比几乎增长了一倍。在全球矿物燃料预测资源中，煤占据着主要部分（85%以上），据估算有12.8万亿t标准燃料，并且被看作是将来最可靠的能源之一。煤除了作为动力和热源、焦炭化学原料和化学原料的传统消费量增长以外，其利用的领域也在扩大，如用于获取气体燃料、液体燃料、高碳结构材料、塑料、高氮腐殖肥料等。煤燃烧后的灰渣、开采和加工后的矸石，利用于生产建筑材料、陶瓷原料、耐火原料、氧化铝、磨料、脱氧剂等。

世界煤的总预测储量估算有16—20万亿t天然燃料，探明储量（包括初步评价储量）为33660亿t。拥有最大探明储量和最大规模煤产量（分别占到发达资本主义国家和发展中国家的总量的94和88%）的国家有：美国、英国，联邦德国、加拿大、“南非”、印度、澳大利亚。苏联的煤炭储量是巨大的。煤的预测储量（根据1978年计算）估算为6.8万亿t（5.3万亿t标准燃料），到1981年1月1日的探明储量为4280亿t。在苏联境内查明了450多个独立的烟煤和褐煤产地和30多个煤田。煤炭工业已成为社会主义工业中强有力的部门。开采技术和开采工艺的改进，生产过程的机

械化和自动化，煤产地露天开采方法的广泛引用（占煤的总产量的35%以上），决定了采煤企业生产能力的提高：地下开采方法的生产能力提高700万t/a，露天开采方法的生产能力提高5000万t/a。在具有工业开拓有利条件的煤探明储量的基础上，建立了巨大的耶基巴斯图兹和坎斯克-阿钦斯克燃料能源综合基地；煤的开采和利用，是库兹涅茨、南雅库特和其它地区性生产综合基地的重要组成部分。1980年在苏联共开采了71600万t煤。

在苏共二十六次批准的《苏联1981—1985年及至1990年经济和社会发展的主要方向》中规定，确保1985年煤的产量为7.7—8亿t，并且采用最有效的露天开采方法以超前的速度来发展煤炭产量。

第一章 关于煤的一般知识

煤的物质成分和物理性质

煤是一种固体可燃岩石，是由死亡的植物由于生物化学变化和物理变化所形成的。煤的主要组分是有机物质、矿物杂质和水分。

有机物质 是地下埋藏的植物物质和一部分最简单的微体动物物质的变化产物。它是由各种组分所组成，其原始物质的结构在泥炭化作用、成岩作用和煤化作用过程中完全消失或部分保存。在化学方面，有机物质是复杂的高分子化合物，对其结构研究得还不够。元素成分中以碳为主，氧、氢、氮、硫和其它一些元素居其次。由于**煤化作用**（在地质因素——增高的温度和岩石压力的影响下依次发生的结构-分子转变）的结果，在煤的有机物质中碳含量增高，氧、氢和氮含量相应减少（图1）。

矿物杂质 为分散在煤的有机物质中的无机物质，或组成晶体、结核、薄夹层和透镜体。有机物质中矿物杂质的含量变化范围很大；煤和碳质岩石是根据灰分60%（换算成干燥物质）大致划分的。在煤的矿物杂质中分布最广的是粘土矿物（伊利石-绢云母、高岭石、蒙脱石，较少的多水高岭土），它们的含量平均占无机物质总量的60—80%。其次要意义的有碳酸盐（菱铁矿、方解石、铁白云石，较少的白云石）、铁的硫化物（黄铁矿、白铁矿）和石英。还有少量的其它金属的硫化物、氢氧化物、磷酸盐、硫酸盐、硅酸盐、钾盐和钠盐。

水分 一部分含在煤的有机物质组成中（热解水分），一部分含在某些矿物的结晶格架中（结晶水分）。大部分的水分被吸

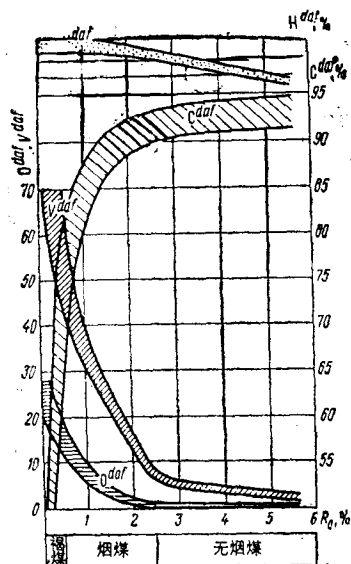


图 1 煤化作用过程中碳 (C^{daf})、氢 (H^{daf})、氧 (O^{daf})、挥发分 (V^{daf}) 的含量和镜质组的反射率 (R_0) 的变化 [29]
daf—无水无灰基

着力和毛细力保持在煤的小孔隙和裂隙中（结合水分），或处在大的孔隙和裂隙中（游离水分）。结合水分和游离水分的总量（全水分）在致密褐煤中占16%，在松散（土状）褐煤中达到60%，而随着煤化程度的增高，在烟煤和无烟煤中则大大减少（降到14—6%）。

煤的物理性质 随着煤化程度的增高，煤的颜色发生变化：煤块的颜色由褐色和灰色到深黑色，煤粉的颜色由浅褐色和黄色到黑色；煤的光泽相应地由暗淡的和光亮的光泽变化成玻璃光泽和金属状光泽；硬度（按摩氏硬度计）为1—5；比重为1.1—1.8g/cm³。煤的结构均一或呈条带状（由各种

岩石成分分层的互层形成），构造为层状、块状、颗粒状和页片状。由累进煤化作用时煤炭物质体积的收缩所造成的内生裂隙，产生立方节理、板状节理和柱状节理；外生裂隙（由于动力作用的结果）产生梳状节理、锥状节理和扁豆状节理，等等。煤裂开时，除层理面和节理面外，形成土状、棱角状、锯齿状和贝壳状断面。褐煤和氧化煤在空气中很快失去游离水分，破碎成煤粉。

煤的自然类型及其形成条件

煤分成为三大类：**腐殖煤类**，由死亡的高等植物的变化产物所形成；**腐泥煤类**，其原始物质是低等植物和微体动物；**腐泥腐**

殖煤类，是上述两类之间的过渡类型^[10]。

在腐殖煤类中还可划分出两种类型煤：**腐殖煤**和**残殖煤**。腐殖煤的原始物质主要是植物的木质-纤维素组织；残殖煤的原始物质主要是植物的生物化学稳定的组分：角质层、孢子、树脂物质、树皮的木栓组织。根据煤的组成中以某一类脂物质为主，划分出：孢子残殖煤（塔斯马尼亚煤）、角质残殖煤（页状煤或纸煤）、树脂残殖煤（针脂煤）、树皮残殖煤（乐平煤）、树蜡残殖煤（蜡煤）。

在腐泥腐殖煤的有机物质中以高等植物的遗体（孢子、角质层、经过改造的泥炭）为主，其次有腐泥物质。划分出两种腐泥腐殖煤：**烛煤**，其特点是在组成中含有无数的孢子；**卡西扬煤**，其特点是含有大量的藻类遗体。

腐泥煤类划分成**真腐泥煤**（藻煤），其组成中以藻类变化产物为主；**腐殖腐泥煤**，为腐泥煤与腐泥腐殖煤之间的过渡型；烛藻煤、卡西扬煤-藻煤、乔仑油页岩。随着矿物杂质含量的增高，腐泥煤过渡成为油页岩。

煤基本上归属于腐殖煤；而残殖煤、腐泥煤和腐泥腐殖煤通常构成腐殖煤煤层中的夹层和透镜体，在较少的情况下成为单独的煤层和煤藏。

形成腐殖煤的原始物质的堆积，主要发生在植物生长的地方（在占据着海、湾、泻湖、淡水池和河流的低洼沿岸的泥炭沼泽中——**原地堆积**）。一部分这种物质堆积在植物遗体和泥炭被水流所带往的地方——**异地堆积**。很可能，对于同一个煤层来说，原地生成煤和异地生成煤的比例在时间和空间上是不稳定的，总的来说，不同的分层以及煤层的很大区段可以由各种不同方式堆积的原始物质所形成。

在成煤作用的泥炭阶段，原始物质的堆积及其变化取决于泥炭沼泽的特征——相对于潜水面的各种不同位置（低位沼泽、高位沼泽、过渡型沼泽）、水中矿物杂质的成分和含量、土壤的营养价值和植物的特性。水介质动力及其氧化还原势的恒定性、气

候条件的稳定性、所确定的泥炭形成和泥炭堆积的规模、所形成的泥炭层的组成和结构的稳定性，均具有重要的意义。

在成煤作用的泥炭阶段、决定煤的有机物质的物质成分和性质的、原始物质的主要转变过程是腐殖化作用、凝胶化作用、丝炭化作用、残积作用、淤积作用和沥青化作用。

腐殖化作用——植物的木质-纤维素组织的生物化学分解及其氧化，形成腐殖酸、强还原性化合物（甲烷等）、碳酸和水。这个过程在泥炭沼的近表面部分较强烈地进行，在有氧补充进入时，例如，由于潜水位降低而使泥炭沼脱水或由水流带入氧时，这个过程就会加速进行。

凝胶化作用——在厌氧条件下，植物的木质-纤维素组织的分解产物转变成胶体溶液（凝胶），随后在脱水的情况下凝固，转变成均一的无结构物质并胶结煤的其它组分。在凝胶化作用过程未完成的情况下，保存了具有细胞结构的木质-纤维素组织的遗体（所谓的木煤）。

丝炭化作用——在次需氧条件下，木质-纤维素组织和原始凝胶化产物的脱水和氧化，同时发生变黑和碳化作用；某些研究者认为，丝炭化作用与泥炭形成区的火灾有关。

残积作用——流水从泥炭中帶出胶体产物，同时使泥炭富集未受氧化分解的类脂质组分。

淤积作用——溶解的腐殖物质帶入泥炭沼区域，或者由泥炭沼的上部活动带帶入其下部层位。

沥青化作用——低等植物和微体浮游生物的蛋白质-碳-脂肪复合物的变化作用，它们死亡后沉积在滞流水体的底部，在厌氧的条件下转变成腐泥。

在埋藏于地下的泥炭沼随后发生成岩作用过程时，腐殖化作用和凝胶化作用过程告终，所堆积的植物物质和无机物质脱水并压实；泥炭转变成褐煤（表1）。

在成煤作用过程中所形成的煤岩成分，在随后的煤化作用过程中不发生改变，在地质因素影响下所发生的结构-分子转变，导

表 1 泥炭与褐煤的原则差别〔29〕

标 志	泥 炭	褐 煤 (低煤化程度)
颜色	由浅黄棕色到黑灰色	浅黄色、棕色、具棕色色彩的黑色
结构构造	纤维状或非晶质的非层状的	均一的和条带状的块状、层状、土块和页片状的
硬度	小于2	1—2
含量, %:		
水分(W_r)	75	60以内
碳(C^{daf})	50—60	63—70
氧(O^{daf})	31—40	18—26
氮(N^{daf})	0.8—2.9	0.4—0.8
氢(H^{daf})	4.5—6.5	4.4—6.3
游离纤维素	存 在	不 存 在
发热量(据量热弹)		
Q^{daf} , kJ/kg	19670—25120	25530—28890

注: daf ——无水无灰基

致组成煤的组分的化学成分、物理性质和工艺性质发生变化,而
这些组分的比例和空间分布仍然得以保持。

煤 岩 成 分

煤的显微组分是在显微镜下可以识别的、具有相似的物理、化学性质的组成部分。到目前为止,在专门性的文献中利用了由不同研究者所提出的、煤显微组分的分类和术语的多种方案。在苏联,从1960年起,烟煤显微组分的术语和鉴定方法,以及从1978年起,褐煤显微组分的术语和鉴定方法已经实行标准化;在国外,应用最广的是斯托普斯-赫尔冷系统的术语(表2)。

软褐煤中的**腐殖组**显微组分、致密褐煤和烟煤中的**镜质组**显微组分,是植物的木质-纤维素部分在各种不同程度上完成了凝

表 2 煤的显微组分

软褐煤(土状褐煤、暗褐煤、木褐煤) (ГОСТ 12112-78)				烟煤、致密褐煤和亮褐煤 (ГОСТ 9414-74)				斯托普斯-赫尔冷系统 (1933年)	
组 代 号	亚 代 号	显 微 组 分 代 号	显 微 组 分 号	组 代 号	显 微 组 分 代 号	组 代 号	显 微 组 分 号	组	微成分
腐殖组H гуминит	结构腐殖体H ₁ Гумотеллит	木煤体H ₁ ² кселлит 薄壁组织体H ₁ ³ паренхим 木栓体H ₁ ⁴ феллит	— —	镜质组(Vt) витринит	无结构镜质体Vt ₁ коллит	镜质组 vitrinite	无结构镜质体 collinite		结构镜质体 telinite
	碎屑腐殖体H ₂ гумоостринит 无结构腐殖体H ₃ Гумоколлит	— —	— —		结构镜质体Vt ₂ телинит				
				半镜质组Sv семивитринит	半无结构镜质体Sv ₁ семиколлит 半结构镜质体Sv ₂ семителлит				

续表

软褐煤(土状褐煤、暗褐煤、木褐煤) (ГОСТ 12112-78)				烟煤、致密褐煤和亮褐煤 (ГОСТ 9414-74)		斯托普斯-赫尔冷系统 (1933年)	
组 代 号	亚 组 代 号	显 微 组 分 代 号	组 代 号	组 代 号	显微组分 代 号	组	微成分*
惰性组 I инертинит		半丝质体 I ₁ семифюзинит 粗粒体 I ₂ макринит 丝质体 I ₃ фюзинит 菌类体 I ₄ склерогинит 碎屑惰性体 I ₅ инертотелринит	惰性组 I инертинит (丝质组 F _{фюзинит})		半丝质体 F ₁ семифюзинит 微粒体 F ₂ микринит 丝质体 F ₃ фюзинит 菌类体 F ₄ склеротинит	惰性组 инертинит	半丝质体 semifusinite 微粒体 micrinite 丝质体 fusinite 菌类体 sclerotinite
类脂组 L липтинит		孢子体 L ₁ споринит 角质体 L ₂ кутинит 树脂体 L ₃ резинит 木栓质体 L ₄ суберинит	类脂组 L липтинит		孢子体 L ₁ споринит 角质体 L ₂ кутинит 树脂体 L ₃ резинит	壳质组 exinite	孢子体 sporinite 角质体 cutinite 树脂体 resinite

续表

软褐煤(土状褐煤、暗褐煤、木褐煤) (ГОСТ 12112-78)				烟煤、致密褐煤和亮褐煤 (ГОСТ 9414-74)		斯托普斯-赫尔冷系统 (1933年)	
组 代 号	亚 组 代 号	显 微 组 代 号	分 号	组 代 号	显微组分 代 号	组	微成分*
藻类组Alg альгинит		无结构藻类体Alg° кельпинит 结构藻类体Alg' a 1 таблгинит		藻类组Alg альгинит	藻类体Alg1 кальгинит 藻质体 таблгинит		
混合组M микстинит	—	—		混合组M микстинит	混合体 микстинит		
矿物质M1		粘土M1 硫化铁M12 碳酸盐M13 硅酸盐M14 其它M15		矿物质M1	粘土M11 硫化铁M12 碳酸盐M13 石英M14 其它M15		

* 在斯托普斯-赫尔冷分类系统中, 煤的基本组成部分(显微组分)称之为微成分(maceral)。

胶化作用过程的产物。无结构腐殖体（软褐煤中的）和无镜结构质体（致密褐煤和烟煤中的）是无结构的凝胶化有机基质，它丧失了植物成因的痕迹并胶结了其它的有机和无机组分（图2）。腐殖组的其它组分（致密褐煤和烟煤中的结构镜质体）在各种不同程度上保存了植物结构。将腐殖组和镜质组组分的反射率作为标准反射率。

惰性组显微组分是木质-纤维素组织的丝炭化产物，其细胞结构完全保存（丝质体）或部分保存（半丝质体、菌类体）；在植物物质的结构由于丝炭化作用而完全破坏时，形成无结构的粗粒体（微粒体）。惰性组组分的特点是具有最高的反射率。

类脂组显微组分（在斯托普斯-赫尔冷分类系统中为壳质组）是保存在煤中的、未遭受腐殖化和凝胶化

作用过程的、煤的形态部分：孢子和花粉的外壳（孢子体）、角质层（角质体）、树脂、脂肪、树蜡的包体（树脂体）、树皮组织（木栓质体）。类脂组显微组分的反射率最低，形态很明显。

半镜质组显微组分是凝胶化作用和丝炭化作用在不同程度上叠加在木质-纤维素组织上的产物（占据着镜质组和惰性组之间的中间位置）。

藻类组显微组分是低等植物和浮游生物的变化产物，即藻类群体或无结构腐泥物质（腐泥煤的典型组成部分）。

混合组显微组分是颗粒大小小于 $2\mu\text{m}$ 的、镜质组显微组分与矿物杂质或惰性组显微组分的细分散混合物。

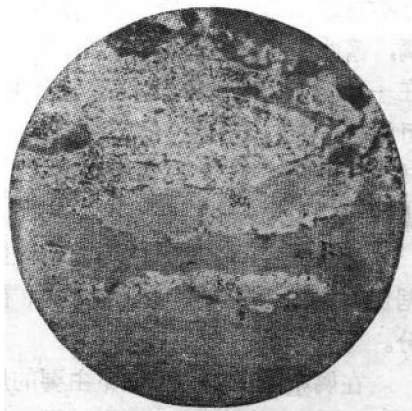


图2 煤的显微组分
无结构镜质体 (Vt_1) 中的半无结构镜质体 (Sv_1)、微粒体 (F_2) 和孢子体 (L_1) $\times 650$