

煤层地质基础

赵隆业 著

地震出版社

(北京)

110.2

6

煤层地质基础

赵隆业 著

地震出版社

2000

图书在版编目 (CIP) 数据

煤层地质基础/赵隆业著. —北京:地震出版社,
2000.11

ISBN 7-5028-1834-0

I. 煤… II. 赵… III. 煤层-地质构造-研究
IV. P618.110.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 47531 号

煤层地质基础

赵隆业 著

责任编辑:蒋乃芳

责任校对:耿 艳

*

地震出版社 出版发行

北京民族学院南路 9 号

北京地大彩印厂印刷

全国各地新华书店经销

*

787×1092 1/16 8.125 印张 4 插页 208 千字

2000 年 11 月第一版 2000 年 11 月第一次印刷

印数 001—300

ISBN 7-5028-1834-0/P·1064

(2369) 定价:20.00 元

赵隆业先生简历

赵隆业，男，研究员，1931年7月出生，浙江宁波人，汉族，中国共产党党员、中国民主同盟盟员。

1953年6月毕业于南京大学地质系，1953年6月到1954年6月在内蒙古拐子子地质部201地质队任技术员；

1954年6月被保送到北京地质学院地史教研室攻读研究生，师从王鸿祯教授；

1955年3月起在北京地质学院煤田教研室任助教，1960年9月任讲师，1962年担任教研室副主任；

1977年9月至1984年7月，调至中国地质科学院地质力学所，1982年任副研究员；

1984年7月调回中国地质大学地矿部北方煤炭测试中心，1985年起担任该中心总工程师，长期从事煤田地质和勘探的教学和科研工作。1987年任研究员。

1984至1988年，受聘担任全国矿产储量委员会煤炭专业委员会委员；曾任煤炭学会第二届理事，煤田地质专业委员会第一、二、三届委员；中国钱币学会理事，北京市钱币学会常务理事和东方收藏家协会钱币专业委员会主任。



参加1979年10月底于西安，参加煤田地质专业委员会成立和首届全国煤田地质学术会议，期间与北京地质学院校友合影

二排左起第四人赵隆业，第五人杨起，第六人王大纯



1983年赴西德考察褐煤

图为在褐煤矿井下考察，上井后的合影



1979年10月底在西安举行的首届
全国煤田地质学术会议上发言



1983年赴联邦德国考察，于科隆大教堂前



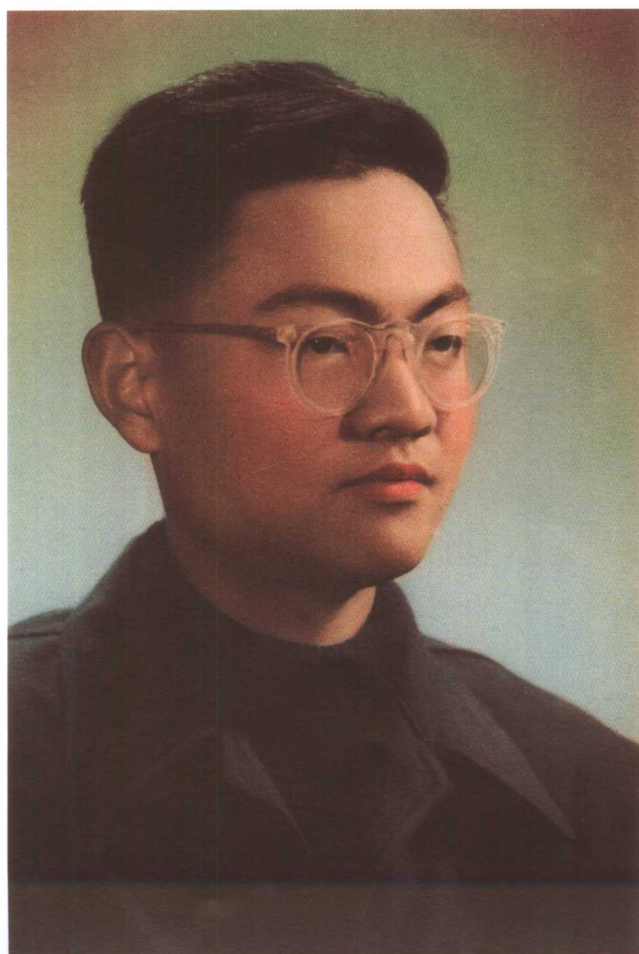
美满一家



中学时代
赵隆业



1957 年左右，
赵隆业在做试验



1956 年左右，年青时的赵隆业



1987年全国矿产储量委员会煤炭专业委员会全体委员合影

前排左起：陈华彦 刘崇礼 钱大都 杜少先 陈 纯 沈尔炎 张延宾
 二排左起：谢玉珍 蓝 琰 孟宪铮 李 钰 毛节华 唐建益 郑宗义
 后排左起：杜志超 冯士林 童有德 赵隆业 徐 伟



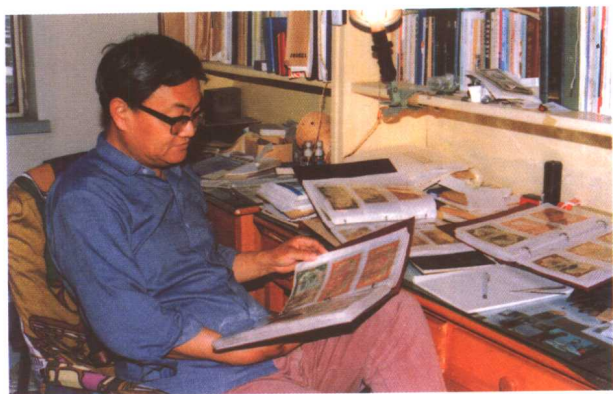
1985年冬于临汾，在山西地矿局213队讲学



1987年11月校庆时与煤田专业校友合影
 (59、60届毕业生与老师合影)

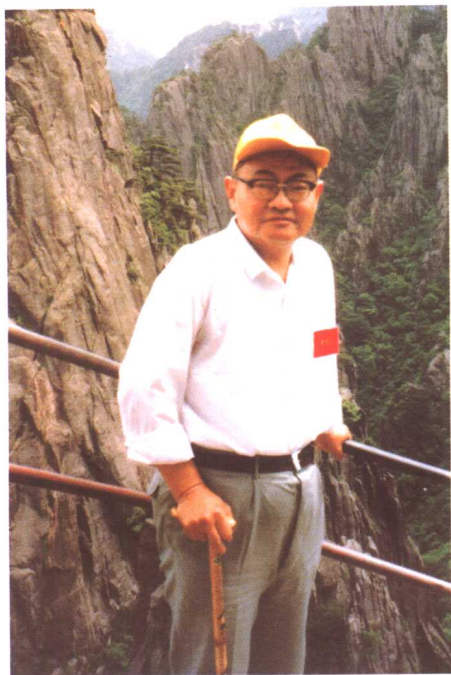


1986年8月，中国煤炭学会二届二次理事会（扩大）会议合影
 三排右起第七人赵隆业



业余爱好收集钱币、邮票等，其中对古纸币的研究在国内处于前列

此为1989年初中央电视台采访时留影



1994年5月30日参加钱币学会会议
摄于黄山



1991年春节，与煤田教研室工作过的同事合影

前排左起：李宝芳 傅泽明 杨 起
方克定 赵隆业 袁 容
后排左起：吴志莲 叶敦和 尹善春
李思田 鲍亦岡 潘治贵



1992年校庆时与煤田专业校友合影
(59届毕业生与老师合影)

编者的话

先师赵隆业先生一生致力于煤田地质与勘探事业，在长期的教学和科研工作中，积累了丰富的理论知识和实践经验，著有多本专业书籍和科研、考察报告，撰写和翻译了大量文章，留下了丰富的知识财富。

先师生前所著文章甚多（其中有一部分未发表），为系统论述其理论，从1986年起着手撰写《煤层地质及煤炭资源评价》一书，并拟了目录及部分内容。1987年撰写了第二稿，并对某些章节进行了调整，但因故未能定稿出版。

先师临终前，嘱家属整理出版其地质文献，以有益于煤田地质事业。受师母委托，也是尽弟子义务，我在整理先师遗作时，找到了《煤层地质及煤炭资源评价》手稿及大部分文章、著作。为体现先师一生对煤田地质事业的贡献，根据先师所遗手稿中较完整部分及其理论线索，将其对煤层地质研究的主要成果浓缩于本书，取名《煤层地质基础》。同时选摘了部分代表作列在本专著附录中，以示先师之博学。

先师在编著《煤层地质基础》时，引用了大量图表，其中一些图件尚缺，或仅以示意图标之。编者完整表达先师意图，转引了一些他人著作中的图件，个别图件成图时间晚于1987年。所引图件未征得本人同意，仅在文中标注，在此谨请谅解。

编者自离开学校后即从事行政管理工作，长期疏于科研，对近年来煤田地质领域的新进展知之不多，自感实难承担编辑先师著作之大任。由于有杨起院士、李宝芳教授、袁鼎高级工程师和中国矿业大学任德贻教授以及中国地质大学煤田教研室众老师的鼎力支持，使本著作得以顺利出版。在此谨代表先师及其家属对所有给予支持的同志致以衷心感谢。

受编者学术水平和时间限制，本专著错漏及不足之处望读者批评指正。

赵先良

1998年4月于国土资源部

序

1997年4月，赵隆业研究员罹患胃癌和转移性肝癌不幸逝世，余深为悲痛和惋惜。

赵隆业先生一生致力于煤田地质事业，1955年来我校煤田教研室工作，执教煤田地质与勘探学科，长期进行教学和研究工作，建立了本门学科的教学体系，先后4次主编《煤田普查勘探方法》，并著有《煤炭资源地质勘探》及其他煤田勘探著作，是我校煤田地质及勘探学的奠基者之一，具有较高的理论水平和丰富的实践经验，1984年被全国矿产储量委员会聘为煤炭专业委员会委员。

在长期的教学和科研工作中，赵隆业先生组织或参加了多项科研项目，在我国和世界各地第三纪褐煤的研究中，分析对比了国内外数百个褐煤盆地的成煤特征及赋煤规律，著有《中国第三纪聚煤特征及找矿方向》、《世界第三纪褐煤》、《联邦德国褐煤地质研究》等论著。80年代末又对我国油页岩资源进行研究，极力倡导多种能源并用，为煤田地质事业作出了重要贡献。

赵隆业研究员从1981年起指导培养了多位研究生，并参加了全国煤炭资源远景预测等科研项目、博士及硕士研究生论文的评审工作。在筹建北方煤炭测试中心及担任中心总工程师期间，承担了大量的行政和技术业务工作，编写了有关教材，数次赴地质队传授煤田地质与勘探理论和经验，培训了不少煤田地质和煤岩测试方面的技术人才。

几十年来，赵隆业先生纵横于煤田地质科学领域，足迹遍布全国各大煤田，不仅在勘探学方面具有很深的造诣，而且在构造地质、数学地质、煤岩煤质、煤层地质、油页岩地质、能源资源经济及政策等方面都有论著。

赵隆业先生与余共事数十载，深感其待人谦和，工作勤奋，思路活跃，工作之余爱好广泛，尤其在古钱币的研究上，著书立说，亦颇有建树。

赵隆业先生一生热爱煤田地质事业和古钱币研究，直至生命最后阶段，仍念念不忘所热爱的事业，嘱其子完成未尽事宜。值得欣慰的是，适值赵隆业先生逝世2周年之际，由其子出资、弟子赵先良整理的赵隆业先生的专著如愿出版了。这本专著凝聚了赵隆业先生和外国及中国学者长期工作的成果，尤其在煤层地质研究方面，丰富了煤田地质勘探理论，拓宽了煤田地质研究领域，为煤田地质事业留下了一份宝贵的财富。赵隆业先生若九泉有知，也一定会欣慰的。

杨 起

1998年7月于中国地质大学

目 录

绪言	(1)
第一章 煤层的描述	(3)
第一节 软褐煤层的描述	(3)
第二节 硬褐煤、烟煤和无烟煤层的描述	(5)
第二章 煤层的组成	(8)
第一节 煤层的厚度	(8)
第二节 煤层的结构	(8)
第三节 煤层的顶底板	(10)
第四节 煤层中的结核和包裹体	(11)
第三章 煤层沉积相	(13)
第一节 近代泥炭沼泽的类别	(13)
第二节 沼泽的发展和演化	(15)
第三节 煤岩组分和煤层沉积相	(15)
第四节 煤层沉积相旋回	(17)
第四章 煤层的形成	(19)
第一节 泥炭层形成机理	(19)
第二节 泥炭堆积的速度和厚度	(20)
第三节 泥炭到煤厚度的缩减	(22)
第五章 煤层的形态	(30)
第一节 煤层形态的一般特征	(30)
第二节 煤层的分岔和尖灭	(32)
第三节 煤层厚度变化的原因	(38)
第四节 煤层变化性的定量统计	(46)
第六章 煤层发育的地史演化	(53)
第一节 煤层发育的机理	(53)
第二节 沉积旋回和煤层的发育	(54)
第三节 含煤建造组合和含煤性	(55)
第四节 区域构造和含煤性	(62)
第五节 厚煤层的成因	(67)
第七章 煤层研究的技术方法	(69)

第一节 研究煤层形态的技术方法·····	(69)
第二节 含煤性统计技术·····	(72)
第八章 煤层预测和合理的勘探网度·····	(75)
第一节 普查找煤期间含煤性的预测·····	(75)
第二节 勘探期间煤层预测·····	(76)
第三节 煤层勘探精度和合理勘探密度·····	(80)
第四章 煤层变化性与储量计算精度·····	(88)
参考文献·····	(93)
附录	
I. 代表性论文 ·····	(95)
古构造研究方法 ·····	(95)
煤田勘探科学的研究 ·····	(103)
发现和勘探掩盖式煤田的几点基本经验 ·····	(108)
国内外煤炭资源及地质勘探情况分析 ·····	(114)
II. 主要著作目录 ·····	(121)

绪 言

煤层地质是研究煤层的形成、形态、分布、变化以及预测的一门科学，是煤田地质学中的一个分支。

无论找煤、普查、详查、勘探以及煤矿开采，其目的层是煤层。找煤最终是为了找到具有工业价值的煤层。勘探的目的是对煤层进行详细评价，圈定煤层可采范围，并据以计算可供矿井设计、开采的煤炭储量。煤矿开采的对象是煤层，无论矿井设计、开拓布置以及回采工作面的施工方案都必须以煤层的可采性为根据进行部署。因此煤田地质工作者、矿井地质工作者，以及采矿工作者都必须研究煤层。

在勘探和开采过程中研究煤层，要查明煤层开采的地质条件，包括煤层厚度和变化，煤层及顶底板的物理机械性能，煤层的含瓦斯性，煤质及其工艺性能，以及风化氧化程度、煤层的充水程度等。

煤层研究要在煤层对比的基础上进行，为了对比清楚煤层，就必须详细研究含煤地层的结构，包括煤层层数、层序、旋回性、厚度和物质组成等，研究区域地质和矿区地质构造、查明煤层赋存的状态，研究煤层的组成和质量等。

对煤层进行研究，除了具有重要的成因理论意义外，还有重要的实用价值。

如果对煤层成因和赋存状况认识不足，会造成对煤炭储量估计失误。根据少数见煤钻孔，或者把储量估计过高，结果建井后长期达不到设计年产量，企业经济利益受损；或者把储量估计过低，使资源大量积压，不能充分发挥其作用，资源效益差。

煤层地质研究的基本任务是：

(1) 确定煤层形态：阐明煤层厚度、结构在三维空间范围内的分布，研究各种形态煤层的图文表达方法和定性、定量表达方式；

(2) 研究煤层的成因：阐明不同形态煤层的形成条件，从沼泽学、沉积学、地史学、构造地质学等方面，确定泥炭层到煤层的发育演化关系，确定含煤地层剖面上煤层发育的特点及其后期的形变，研究煤层在时间、空间上的发育不均一的原因；

(3) 进行煤层预测：确定合理的普查勘探方案，研究并探讨在一定勘探精度要求下的最优勘探网度和勘探布置形式，进而对煤层进行工业—技术评价，制订正确的开采煤层的矿井设计系统。

煤层地质的研究方法有以下几种：

(1) 煤岩学煤化学方法：目的是研究煤层的物质组成和煤层的成因，是煤层成因学的基础。

(2) 地史学方法：用历史对比方法，研究在地质历史过程中，植物界的发生发展、古地理景观的演化、气候的变迁等，这是煤层发生学研究的基础。

(3) 构造地质学方法：是研究煤层形变、煤层产状及不同地质构造环境中煤层形成和形变规律的主要方法，是区域煤层地质学研究的基本方法。

(4) 沉积学方法：沼泽是煤层形成的基本场所，沼泽的演化发育，影响到煤层的组成、结

构和形态。该方法研究在不同沉积环境(三角洲、泻湖、大陆等)条件下沼泽的发育和分布特点、各种沉积环境条件及煤层赋存的特点。

(5) 统计学方法：研究定性、定量表达煤层形态的方法，统计含煤地层中含煤性与各种统计参数间的关系，研究煤层定量预测方法，探讨在一定精度前提下最优的勘探布置系统和网密度等。

各种研究的最终目的是为了应用，因此煤层定性、定量预测是本学科研究的最终结果，各种研究方法反映在最终成果上必然是综合的，而其中地质学方法应当是最基本的方法。

第一章 煤层的描述

煤层描述虽是对煤本身的描述，但又有其本身的特点。因为煤层是由不同宏观煤岩类型组成的煤分层和岩石夹层所组成的，因此除注重煤本身宏观描述外，要注意各分层之间的相互关系，还要注意软褐煤与硬褐煤及烟煤、无烟煤之间的某些差别。

第一节 软褐煤层的描述

软褐煤层大多数是属于第三纪的煤，通常厚度大，不少可作为露天矿开采对象。因此观察的视域较宽广，描述的内容比较丰富，包括以下几个方面：

- (1) 亮度分为光亮、半亮和暗淡三级；
- (2) 含木质情况：软褐煤层中可以发现许多煤分层仍保持着原有的木本植物的残体，如树杆、树桩、小的木质断块等；
- (3) 结构分为层状煤、结构煤、结构基质煤和基质煤；
- (4) 断口分为阶梯状的、光滑的、贝壳状的及粗糙的等；
- (5) 凝胶化现象分为结构凝胶、凝胶块和凝胶脉等；
- (6) 其他标志，如含动物化石情况，含矿物质情况，以及丝质体和树脂体的性状。

根据以上描述内容，从宏观煤岩组成上，可以分出如表 1.1 所示的类别。

表 1.1 软褐煤层宏观煤岩组成类别

含木质情况	结 构	光亮度	表面特征
含木质煤	层状煤 结构煤 结构基质煤 基质煤	暗淡煤 半亮煤 光亮煤	粗糙 致密 不规则
不含木质煤	层状煤 结构煤 结构基质煤 基质煤	暗淡煤 半亮煤 光亮煤	粗糙 致密 不规则

对软褐煤层的描述，颜色不是主要的内容，光亮度总的来说比较低，因此大多数呈暗淡和半亮状态，而光亮煤很少。这样，煤的结构和含木质情况以及表面特征就成为主要的描述内容。

软褐煤层能够明显地区分出含木质情况，尤其是在经过风化的剥蚀面上，由于木质和一般褐煤层之间耐风化程度不同，很容易把含木质层剥离下来。这种木质层常由树杆、树枝、木质断块和树桩等组成，它们或者平行层面沿一定方向排列，或呈杂乱无章的堆积，有的单个出现，有的成层出现。树桩总的来说比较少见，但一经发现，它并不和树杆堆积在一起，而是独立地出现。这种现象说明，原始植物堆积时，有过一段距离的飘移。这种木质结构清楚的木质煤，往往表面上碳化程度很高，到内部和现代木头差不多，一经风化就碎裂成木片。

软褐煤的另一特点是在煤层中可发现凝胶化脉或块，它充填在褐煤层的裂隙内，并常具有一定方向性。这种凝胶化脉或块遇空气失水收缩率很高，可达40%~50%。凝胶化脉与煤的界线清楚，并经常仅见于煤层的底部，根据下莱茵褐煤田的观察，仅限于煤层底部7m左右的范围内，脉的宽度有20~30cm，成上宽下窄的漏斗状。这种现象说明，在软褐煤成岩期间，裂隙已被充填，可能是腐殖酸的运移或凝胶溶液沿裂隙充填所致。

图1.1是下莱茵褐煤田一层厚50m的主煤层柱状图，可作为具体煤层描述的内容和图示方法的示例。

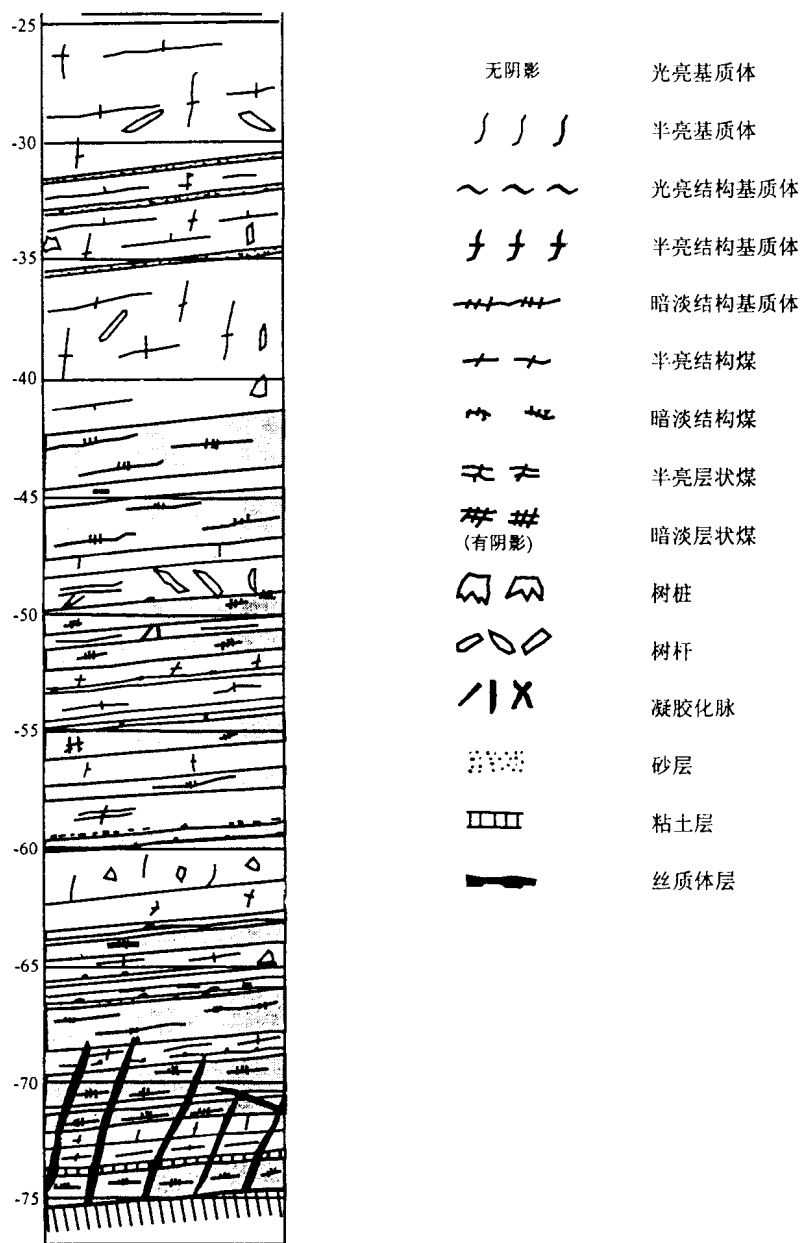


图1.1 下莱茵褐煤田的主煤层柱状图（引自赵隆业，1986）

第二节 硬褐煤、烟煤和无烟煤层的描述

硬褐煤、烟煤和无烟煤层描述的首要对象是光泽，一般分为光亮的、半亮的、半暗的和暗淡的四种。煤的光亮程度和煤岩显微组分、矿物杂质含量和变质程度有关。在同一层煤内，因为变质程度相近，因此前两种是其影响的主要因素。

煤层描述时，颜色同样不具有重要意义，除硬褐煤带有黑褐色外，其余煤类均为黑色。

结构是煤层描述的重要参数，它与各种煤岩组分及矿物质的分布有关，可分为：

①条带状结构：包括宽条带状、窄条带状、透镜条带状及分岔和斜交条带状；

②线理状结构：厚度 $<2\text{mm}$ 的条带称为线理；

③均一结构。

这些结构的划分与煤的肉眼描述基本一致。

在煤层描述时要着重描述各种煤岩宏观类型之间的分层接触关系，即所谓的煤层理，它代表了煤层整体中各煤分层的聚积环境的变化。和沉积岩中研究层理的方法类似，可以将层理分为：

①水平煤层理：包括连续水平煤层理和断续水平煤层理；

②波状煤层理：包括水平波状煤层理和斜波状煤层理；

③透镜状煤层理。

煤层理之间根据接触关系还可分为明显接触、渐变过渡接触等。

现已注意到，当煤变质程度增高后，各种煤岩类型之间的差别缩小，那么其间的接触关系也会变得不清楚，此时只有当其中存在薄的夹石层，或煤中矿物质有明显差别的情况下才可区分开来。

除此而外，还应当和描述煤一样，注意其中镜质组、惰性组、壳质组和矿物杂质含量的变化，以及各种包裹体和岩石夹层等的情况。现以鲁尔煤田石炭纪的 Midgard2 煤层、Ubk-3 煤层和 A 煤层三个煤层为例，说明煤层描述、分层和划分煤层类型的情况。

各个煤层在描述时，首先要对煤进行分层，并对各分煤层进行描述；还要对分煤层的镜质组、惰性组和壳质组以及矿物质进行定量统计。矿物质还应分出粘土质、砂质、碳酸盐和黄铁矿等，并分别描述各自的产状。然后根据以上描述的煤岩类型组合，对不同煤层进行成因分类，例如鲁尔煤田可分为三种类型：

类型一，主要为具有角质组的镜质组组成。粘土矿物条带和同生硫化铁矿物丰富，但是粗粒体、丝质体、大孢子体、环带孢子、厚壁孢子含量很低。

类型二，可分为上下两部分，下部较均质，为几十厘米厚的富镜质组煤；上部为镜质组或富惰性组条带的互层。富惰性组条带含有大量丝质体及丰富的粗粒体、角质体、大孢子体、环带孢子和厚壁孢子。上部分层缺少粘土矿物，同时同生硫化铁矿物含量很少。

类型三，和类型二中富含惰性组部分一样，具有相类似的煤岩显微组分组合。这种类型通常很少见。

各类型所代表煤层的特征见表 1.2：

各煤层的分层中各种组分的变化由图 1.2~1.4 绘出。

各种类型煤所代表的成因意义可以归纳为：类型一是发育在洪积平原上，因此它受地下