

煤矿地质知识讲座

王乃鹏 沈国栋 黄顺士

编 著



山东科学技术出版社

代 序

《煤矿地质知识讲座》的编写是落实中国科协“普及科学技术知识”的精神，根据煤矿生产的需要，侧重介绍煤矿地质的一般知识：从煤的生成、用途、煤层产状、地质构造、到哪里去找煤、在掘进中如何寻找失落煤层和影响煤矿安全生产的地质因素，如地下水、瓦斯、顶板，冲击地压、地热等等地质知识，工作方法和新技术，并结合介绍枣庄煤矿煤田地质和生产实践经验。

本书排除系统烦琐论述的方式，重视以实用为主，内容安排新颖，突出分析方法，文字通俗易懂，理论联系实际，是一本值得推荐的科普读物。

柴 登 榜

一九八七年十一月八日 淮南矿院

编 著 分 工

王乃鹏：引言 第一章 第二章 第四章中的第三节

第六章中的第二节、第三节

沈国栋：第三章 第四章 第一章中的第四节

黄顺士：第五章 第六章中的第一、四节

李良富：插图

引言

当我们看到那喷着蒸汽的火车在广阔的原野上奔跑的时候，你可曾想到这是燃烧的煤在做功？在那现代化的发电厂高耸的烟囱冒着股股白烟的同时，强大的电流已输向城市和村镇，你可曾想到这是煤的热能在转换为电能？煤炭对于人们是如此重要，它进入工厂被称为“工业的粮食”；它进入家庭供人们取暖、烧饭，它已成为社会生产和人类生活的必需品，煤炭对于现代社会是何等的重要。

当今我国每年产煤八亿九千万吨以上，居世界前列。煤炭在我国是第一能源，占全部能源的 73%。根据国家计划到本世纪末，将产煤十二亿吨。由此可见，煤炭在我国有其长久不衰的重要意义。

煤的用途不止是取暖和发电，煤炼成焦炭便是钢铁工业不可缺少的原料，那些大高炉全靠焦炭的热能把铁提炼出来。煤的气化工业是现代城市建设重要的一环，煤气热值高，使用方便，又改善了环境，使我们有条件建成空气清新的城市。煤的液化是在溶剂、催化剂和高压氢气的作用下，随着增高温度而实现的，它类似石油那样，易于运输和使用。煤炭化工就更加丰富多彩了，仅在煤焦油中即可提取四百多种化工原料，用以作合成纤维、合成树脂、染料、医药等等，真可谓用途广泛贡献非凡了。

煤炭与人类生活的关系是如此密切，又是到处可见并不陌

生，然而我们要问一下：煤炭是怎样生成的？到哪里去找煤？开采过程中煤层失落了怎么办？地下水患该如何防治？这些问题就不是几句话好回答的了。写这本书的目的是介绍煤矿地质的基本知识和近几年来科技新成就，供关心煤炭事业的同志们参阅。

本书将不采取一般的系统讲述方式，而是着重于最需要的概念，比方到哪里去找煤这类题目，就不是直述找煤，为了真正打开找煤的知识之门，就得理解一些地史古生物知识、地层层序概念、新老顺序概念、成煤学说、野外地质调查及勘探技术知识等等。有了这些基础知识再谈找煤方法就易于叙述，易于使人理解了。本书还尽量多介绍一些生产矿井的地质工作实践经验，比如井巷前方的断层，水害预测预报的实际情况。

这本书是科学普及读物，语言力求通俗易懂。国际通用的地质年代命名有几个是外文译音词汇，初学者较难记忆，我们简要介绍其命名依据，使读者按其内容增强联想和记忆，这也是为了增加科普读物的趣味性。

本书是由枣庄煤炭学会、枣庄市出版办公室组织编写的一套煤矿科普丛书之中的一本，在编写过程中得到了枣庄矿务局大力支持和资助。山东煤田地质勘探公司技术委员会主任李树恒初审了这本书，中国煤炭学会矿井地质专业委员会主任、淮南矿业学院柴登榜教授审定本书并提出了宝贵的意见。在此一并表示衷心的感谢！

目 录

引 言

第一章 煤层——亿万年前储存的太阳能·····	(1)
第一节、煤的生成过程·····	(2)
一、植物堆积阶段；二、泥炭化阶段；三、成煤化阶段·····	(2)
第二节、煤层·····	(5)
一、薄、厚煤层的生成条件；二、厚度变化的原因·····	(6)
第三节、煤系及煤田·····	(9)
一、岩性特征；二、化石；三、煤田类型·····	(9)
第四节、枣庄矿区的煤系及煤层调查·····	(13)
第五节、煤的分类及利用·····	(24)
一、中国煤炭分类表；二、煤的利用·····	(26)
第二章 到哪里去找煤？·····	(28)
第一节、一句地方成语的含义·····	(28)
第二节、地层是一部厚厚的图书·····	(31)
一、地史古生物；二、地层知识·····	(31)
第三节、找煤勘探常识·····	(39)

一、煤田地质调查；二、遥测地质调查；三、地球物理勘探.....	(40)
第四节、矿井地质勘探.....	(44)
一、矿井资源勘探；二、专门工程勘探，巷探.....	(45)
第三章 为什么有倾斜、急倾斜煤层.....	(52)
第一节、煤层的倾斜是地壳运动的结果.....	(52)
一、地壳运动的证据；二、地壳运动的成因浅析；三、历次地壳运动.....	(53)
第二节、地质构造漫谈.....	(60)
一、褶皱和断层；二、褶皱和断层的类别；三、研究褶皱和断层的意义.....	(60)
第三节、煤田构造地质调查.....	(73)
第四章 掘进中煤层失落怎么办？.....	(80)
第一节、如何寻找失落煤层.....	(80)
一、寻找失落煤层的方法；二、巷道遇到断层如何处理.....	(80)
第二节、无效进尺——深刻的教训.....	(87)
第三节、关于矿井地质预报的探索.....	(96)
一、地质预报的内容及方法；二、地质预报用于井巷设计方案的比较.....	(96)
第四节、矿井物探在煤矿的应用.....	(109)
第五章 地下水害能够预防吗？.....	(115)

第一节、历史上的水害·····	(115)
第二节、近代防治水害的新知识·····	(121)
第三节、地下水害类型·····	(141)
第四节、注浆封水技术·····	(152)
第五节、化水害为水利·····	(158)
第六章 安全生产、地质先行 ·····	(161)
第一节、瓦斯地质·····	(161)
第二节、岩体力学知识与岩层控制·····	(185)
第三节、冲击地压的调查与防治·····	(197)
第四节、深部采区的新课题——地热危害·····	(211)
参考文献 ·····	(222)

第一章

煤层——亿万年前储存的太阳能

煤对于人类生活的作用是如此之大，然而大自然是怎样为我们创造了这个宝物呢？这得探讨一下煤的生成环境及发展过程。

我们说：煤是植物变成的。请看在煤层的底板岩层中常见植物根化石，也有枝叶化石，煤层中有时还能分辨出已经炭化了的树干；还有一项很重要的证明：古代植物的孢子或花粉的遗骸，常较完整的保存下来，在显微镜下很容易被辨认出来。

植物变成煤，这是自然界能量转换过程的一环。试想植物的光合作用是以其叶绿素吸收太阳光的能量，将空气中的二氧化碳变为有机质的植物体，这就是植物的固碳作用。有趣的是当今我们以煤为燃料，燃烧过程中又把二氧化碳放出来，那么燃煤的热量就是古代植物光合作用的能量，从实质上说我们是在利用贮存在煤块中的古代的太阳能。

从植物转变为煤是一个复杂的过程，我们要了解它就得讨论煤的成因，有开采价值的煤田是如何形成的？以及煤的工艺特性，这一章讨论的重点就是这些内容了。

第一节、煤的生成过程

煤的生成简要地说是三个过程，即：植物堆积阶段、泥炭化阶段、成煤化阶段。每个阶段又各有特点。

植物堆积阶段

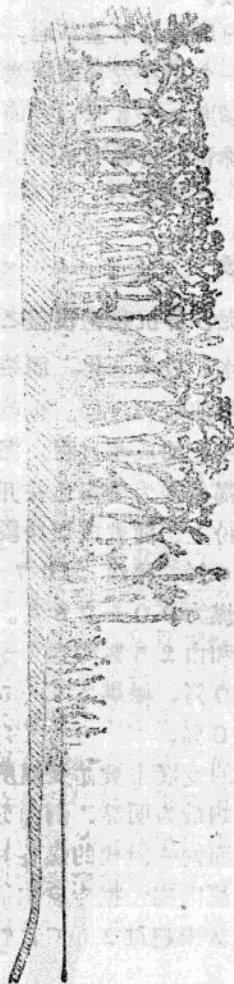
在地质史上有几个时代植物生长茂密，其年复一年的生生灭灭便堆积了大量的植物遗体。这些堆积的植物若是暴露在空气中，则氧化作用强烈，由喜氧的微生物将植物体分解，二氧化碳和水份随空气逸散，其灰份残留物混入土层，留不下有用的矿藏。若植物堆积在沼泽之中，同空气隔离，水面之下以厌氧细菌为主，植物遗体被缓慢分解，碳元素得到保存形成了腐植质泥炭。有没有例子说明植物会在沼泽中大量堆积呢？现举几个实例说明吧：

在终年高温雨量充沛的热带丛林，高大的乔木和各种灌木丛生，在这里植物的生生灭灭更新很快，据专家们调查，热带丛林沼泽每年积累泥炭3~4毫米。（参考图1—1）

在寒温带有以草本植物为主的泥炭沼泽，其植物堆积速度每年不超过1毫米。

泥炭化阶段

植物堆积之后能否都变成泥炭层呢？这要看它的上部有无合适的覆盖物了。假若泥炭沼泽干涸，有机质即被风化了。反之，水量太大泥炭又会被冲走、冲散。这两种情况使成煤过程中断了。最必要的条件是：随着水量的增加带来了泥沙或其他



蘼木、种子蕨森林沼泽

芦木沼泽

水下沉积

燧煤和藻煤

微丝煤、微镜煤、含少量孢子体的微亮煤富含孢子体的微暗煤
含少量孢子体的微暗煤 显微层里明显的微亮煤
角质体的微亮煤

图 1—1 北半球石炭纪各类型煤的聚积环境臆想图

〔据 M, 泰希穆勒 (Teichmüller), 1962〕转摘自《中国煤田地质学》

矿物质，泥炭被覆盖起来，并且盖层愈来愈厚，使得泥炭化过程得以发展下去。

我国著名的川西若尔盖草地，因红军长征路过此地而闻名于世，它就是一个正在发育的泥炭沼泽。据有关专家们调查，此地堆积泥炭厚度2—3米，有的地方达到8米。预计泥炭储量20亿吨，称得起资源丰富了。在黑龙江省三江平原也有泥炭层，厚度0.5米左右。

成煤化阶段

泥炭层被泥沙等沉积物覆盖之后，随着覆盖层的加厚，即发生压缩、失水、胶体老化、固结等一系列物理化学变化，这个过程也称为煤的成岩过程。也就是泥炭进入褐煤→烟煤→无烟煤这个逐步深化的成煤过程。泥炭变质为褐煤表现为由松散而固结、由浅褐色变为黑褐色并开始有暗淡的沥青光泽。

在化学成份上，随着成煤阶段的发展，碳的含量逐渐增加：泥炭为66%、褐煤为67—74%、烟煤为80—90%、无烟煤为90—98%。在这一过程中氢和氧分别由6%降到1%和由25%降到1—3%。挥发份的变化也很显著：泥炭时70%、褐煤45—59%、烟煤10—37%、无烟煤小于10%。

成煤阶段的发展主要是受温度、压力和时间三大因素的影响。温度的影响最为明显，例如苏联一个石炭纪煤田至今只处于褐煤阶段，而同一时代的煤在其他煤田早已是肥煤或焦煤了，这是什么原因呢？据专家们调查，该煤田地温较低，煤层赋存地段温度从未超过25℃，这使得3亿多年前的煤田仍未

发展为烟煤。对于时间因素的影响也有一些调查：有的煤田经过温度 140°C 的作用，需 $500-1500$ 万年使得褐煤发展到长焰煤阶段。有的煤田在 $150-200^{\circ}\text{C}$ 作用下，受热持续 2000 万年到 1 亿年就可使烟煤发展到无烟煤了。压力这个因素对于煤的物理结构的变化影响较大，它促使煤层逐渐压实，比重增加，而孔隙率和水份降低，这是通常的情况。然而构造压力对煤的作用是不均衡的，即有的地段煤层被进一步压实，有的地段在挤压力和剪切力作用下，煤的层状结构被破坏，变得似土粒状结构，称谓“牛肝状煤”，这在煤矿生产现场是常见到的。压力通常不足使煤的化学变化，因此可以说它在成煤过程中是次要因素。

第二节、煤层

煤层是植物遗体堆积的经过变质作用形成的层状矿产。在沉积或积岩类这个大系统中它是以碳元素为主的沉积矿床，所以它也是“层状可燃有机岩”家族中的重要成员。

为什么在同一个矿区中有薄煤层和厚煤层之分，它们的厚度之差有的还很悬殊呢？这主要是由沉积环境决定的。在一个泥炭沼泽地，当泥炭堆积到不太厚的时候，沼泽来水增加，水面上升，大量的适于浅水生长的植物不能生存，于是泥炭堆积停止了。大水带来了泥沙等沉积物这就形成了泥炭层的覆盖物，即以后的直接顶板。由此我们知道：形成薄煤层是由于泥炭堆积少，沼泽存在的时间短的缘故。在枣庄矿区薄煤层层数多，在淄博矿区多年来都是以开采薄煤层为主，中厚煤层甚少，这是原始沉积环境所决定的。

厚煤层生成的条件是：泥炭沼泽的植物堆积速度与沼泽水面上升的速度大致均衡，于是在漫长的地质时期中，植物年复一年的生长，使得泥炭层得以长期地持续地增长，形成巨厚的泥炭层，随着地壳升降活动导致泥沙等沉积物将泥炭层覆盖住，这就是以后成为厚煤层的形成条件了。

我国厚煤层的赋存较广泛，山东省的兖州，济宁，滕县等地有一层十米的厚煤层，煤质优良，容易开采，这一地区已经成为我国重要的煤炭基地。颇负盛名的抚顺煤田其最厚煤层达120米，更有甚者云南小龙潭褐煤层厚度200米，内蒙有220米的巨厚煤层，将其称为“煤海”是当之无愧的了。

煤层之中有时含有夹矸，多由炭质页岩、粘土岩等构成。通常所说的“复煤层”就是指的含有一至数层夹矸的复杂结构的煤层。不含夹矸的单一结构的煤层就叫做“单煤层”了。

一再提到的“煤层厚度”是一个重要的“术语”。确切的说煤层厚度指的是顶板和底板之间的法线距离，也就是垂直于顶板的煤层真厚度。由于煤层厚度这个词对于反映煤层状况和生产技术条件很重要，所以我们要搞清楚关于厚度的几个概念：

总厚度：指复杂煤层的各分层厚度与夹矸厚度之和。

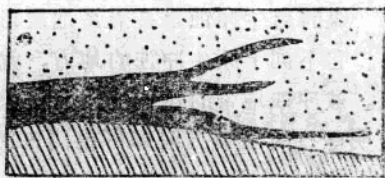
可采厚度：指现在经济和技术条件适合开采的厚度。对于厚煤层来说应除掉不可开采的厚层夹矸，对于薄煤层，国家技术政策规定的最低可采厚度按倾角大小和煤种不同而分别规定：对于炼焦煤，倾角小于25度的是0.7米；25~45°的0.6米；大于45°的是0.5米，非炼焦煤，按上述倾角依次为0.8米，0.7米，0.6米。

有用厚度：指除掉夹矸和软底板之后的有用煤层厚度。

为了统一和使用方便，煤炭部对划分薄、厚煤层的尺寸作了规定：薄煤层0.51~1.3米；中厚煤层1.31~3.5米；厚煤层3.51~8米；巨厚煤层大于8米。

煤层厚度是否稳定，其变化幅度的大小对于开采方法的选择有很大的影响，在生产过程中常遇到的煤层厚度的变化因素有以下几点：

1、泥炭沼泽的边缘植物堆积变薄、分叉，这类煤层变薄带其灰份常比正常煤层偏高(图1—2)



2、泥炭沼泽的基底起伏，使水深不同，适于植物生长和堆积的地段泥炭层较厚，不适于植物生长的深水区或沼泽岸边其泥炭层渐薄以致消失。

砂岩 页岩 煤层

图1—2 煤层分叉尖灭的情况

3、构造力引起的厚度变化，常见于褶曲构造。在向斜和背斜的顶部(或底部)，煤层增厚而在两翼厚度变薄(参照图1~3)，构造活动剧烈的



图1—3 水平挤压力作

用引起煤层厚度的变化尤为明显。由矿井现场看到大断层附近，特别是断层的引汨地带煤层厚度变化比褶曲部位更甚，断层引汨部位煤层的倾角增大，厚度变薄，其残留厚度有的不到原层位厚度的二分之一。

4、煤层的冲蚀变薄现象分为同生冲蚀和后生冲蚀两种情

况。同生冲蚀指的是在泥炭生成时小型河流将部分泥炭冲走，留下泥沙沉积，以后的煤层顶板沉积物便与这类沉积物的成岩过程一致起来。在枣庄矿区的太原群煤层，其直接顶为石灰岩的几个煤层，常见到海蚀现象，表现为煤层顶部被海浪冲蚀，凹下的部位变薄 $1.0 \sim 2.0 \text{ C m}$ ，其顶板石灰岩则相应的“凸起” $1.0 \sim 2.0 \text{ C m}$ ，在平面分布看有起有伏的形态仍然像是起伏的波浪，当地矿工称其为“蛤蟆顶”，也是恰当的形容比喻了。

煤的后生冲蚀是在煤系地层形成之后又受到河流浸蚀的结果。它不同于原生冲蚀的地方，就是煤层连同其顶板都被冲蚀。被冲蚀地带的沉积物多为粗粒碎屑物，可出现砾石，我们查明砾石的长轴方向即可推测古河流的流向。

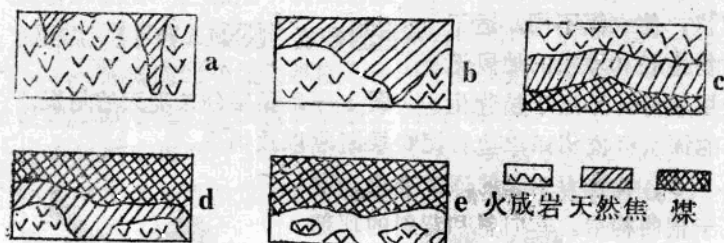


图 1—4 煤层中常见的火成岩体形态

5、岩浆侵入煤层所产生的影响表现为熔蚀和变质两个方面，对煤层厚度影响最大的是岩床侵入体，岩墙影响范围较小。岩浆侵入体对煤层的破坏程度至少可以分为四种情况：

(a)、熔蚀煤层全厚的侵入体，使煤层全部或大部消失，仅

在顶部或底部残存少量天然焦。(b)、熔蚀部分煤层的连续侵入体,可沿顶板或底板分布,残留煤层较少且多变质为天然焦。(c,d)、丘陵状的侵入体代替部分煤层,较多的煤层得以保存。(e)珠状的侵入体,表现为在巷道地质断面图上,侵入体呈孤立小岩体,熔蚀作用轻微,大部分煤层得以保存。参照图1~4。由于岩浆侵入煤层的现象在山东省几个矿区有广泛的分布,使得这些煤田的煤层可采厚度明显的减少,损失了数量可观的有益矿藏。

我们从事煤矿工作,有时会见到煤层中的结核,它在煤层中有的连续成薄层,呈现为豆夹状,有的比较散,呈透镜状。其矿物组分常为黄铁矿质、菱铁矿质、以及硅质钙质等等。这类结核通常是煤层之中的有害组分,它使煤的流分等杂质含量增高,使用机械化开采也增加了困难,但若组织好拣选,黄铁矿结核还能成为价值较高的副产品。

第三节、煤系及煤矿

我们讨论过煤的生成过程及煤层的厚度变化原因,但是煤层不是孤立存在的。煤层赋存于一套煤系地层之中,它是众多的沉积岩层中的一员。煤系地层又赋存于称做“煤田”的地域之内。因此我们应该进一步讨论有关煤系及煤田的事情了。

一、煤系地层的岩性特征

“煤系”这个词指的是一套含有煤层的沉积岩层,也被称谓“含煤建造”。这一套岩层多以砂岩、页岩、粘土岩为主,有的也含有薄层石灰岩。由于这套岩层生长在大致相同的气