



普通高等教育地矿、安全类“十一五”规划教材

矿井地质学

主 编 李增学

副主编 魏久传 杨子荣 薛喜成 郝临山 郭建斌

煤炭工业出版社

普通高等教育地矿、安全类“十一五”规划教材

矿 井 地 质 学

主 编 李增学

副主编 魏久传 杨子荣 薛喜成

郝临山 郭建斌

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

矿井地质学/李增学主编. —北京: 煤炭工业出版社,
2009. 8

普通高等教育地矿、安全类“十一五”规划教材
ISBN 978 - 7 - 5020 - 3473 - 3

I. 矿… II. 李… III. 矿井-矿山地质-高等学校-
教材 IV. TD163

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 027715 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址: www.cciph.com.cn
煤炭工业出版社印刷厂 印刷
新华书店北京发行所 发行

*

开本 787mm × 960mm¹/₁₆ 印张 25¹/₂
字数 511 千字 印数 1—3,000
2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷
社内编号 6278 定价 36.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

内 容 提 要

全书共 11 章，主要介绍了生产地质条件、安全地质条件、井巷工程地质条件、煤矿环境地质、井巷地质编录、矿井地质制图、矿井地质勘查、矿井地质条件研究与评价、地质说明书与地质报告的编制、矿井资源/储量管理、矿井地质管理与信息系统等内容。

本书可作为普通高等学校地质工程、资源勘查工程、勘查技术与工程、煤层气工程等专业教学用书，也可作为从事煤矿生产管理的采矿等工程技术人员的参考书。

前 言

我国煤炭资源丰富，煤炭资源量和产量目前均居世界前列。在我国能源结构中，煤炭仍然是主要能源，这种状况在今后相当长的时期内不会有根本性的改变。近年来，我国煤炭工业稳步发展，为我国经济建设和社会和谐作出了突出贡献。煤炭工业的发展主要依赖于煤炭科学技术进步，其中包括矿井地质理论与矿井地质新技术、新方法的研究与应用。矿井地质工作者始终是煤矿生产、建设的尖兵，矿井地质技术人员掌握扎实的地质理论基础知识和相应的专业技能，就能够为煤矿现代化安全生产作出更大贡献。

进入 21 世纪以来，我国煤矿生产、建设进入新的阶段，煤矿现代化水平不断提高，地质与采矿及相关专业的课程设置也发生了很大变化。为了使矿井地质学的教学满足煤炭工业的发展和我国煤炭科学技术进步的要求，我们调整教材内容，编写了《矿井地质学》。

全书共 11 章，章节采用新的编排方式，以便读者学习、翻阅。本书的主要内容有：生产地质条件、安全地质条件、井巷工程地质条件、煤矿环境地质、井巷地质编录、矿井地质制图、矿井地质勘查、矿井地质条件研究与评价、地质说明书与地质报告的编制、矿井资源/储量管理、矿井地质管理与信息系统。

本书由李增学任主编，魏久传、杨子荣、薛喜成、郝临山、郭建斌任副主编。编写人员（分工）：山东科技大学李增学（绪论，第 2 章、第 6 章和第 8 章第 2 节与第 3 节）、辽宁工程技术大学杨子荣（第 1 章、第 5 章）、山东科技大学魏久传（第 7 章和第 10 章）、西安科技大学薛喜成（第 4 章、第 8 章第 1 节、第 11 章）、大同大学郝临山（第 9 章）、山东科技大学郭建斌与魏久传（第 3 章）。

本书在编写过程中始终得到煤炭工业出版社的支持和指导，吕大炜、陈

丽、王东东、魏欣伟、王林涛、官萍萍等同志在资料的整理过程中给予了很大的帮助，在此一并表示衷心感谢！

书中如有遗漏和错误，敬请读者批评指正。

作 者

2009 年 6 月

目 次

0 绪论	1
1 生产地质条件	5
1.1 煤层厚度变化	5
1.2 矿井地质构造	16
1.3 岩浆侵入	34
1.4 岩溶陷落柱	38
2 安全地质条件	43
2.1 矿井瓦斯	43
2.2 煤层自燃	67
2.3 煤尘	78
2.4 地温	83
3 井巷工程地质条件	92
3.1 岩土体的工程地质特征	92
3.2 井巷围岩稳定性分析与评价	125
3.3 矿井动力地质现象	132
3.4 井巷工程地质工作	141
4 煤矿环境地质	145
4.1 概述	145
4.2 煤矸石	152
4.3 煤矿地面塌陷与土地复垦	156
5 井巷地质编录	172
5.1 井巷地质编录方法、技术与步骤	172

5.2	井巷地质编录	174
5.3	回采工作面地质编录	189
5.4	矿井原始地质资料的整理	190
6	矿井地质制图	194
6.1	矿井地质图的类型与特点	194
6.2	矿井地质剖面图	195
6.3	煤层底板等高线图和煤层立面投影图	203
6.4	水平切面图	218
6.5	其他专门矿井地质图	226
7	矿井地质勘查	233
7.1	矿井地质勘查的目的和任务	233
7.2	矿井地质勘查的主要技术手段	234
7.3	矿井地质勘查种类	243
8	矿井地质条件研究与评价	251
8.1	采前地质评价	251
8.2	综采地质研究	268
8.3	探采对比	277
9	地质说明书与地质报告的编制	286
9.1	地质说明书	286
9.2	各类地质报告的编制	292
10	矿井资源/储量管理	302
10.1	生产矿井资源/储量管理的基本任务和要求	302
10.2	煤炭资源/储量分类	303
10.3	矿井资源/储量动态管理	309
10.4	矿井“三量”管理	323
10.5	矿井资源储量检测与核实	331
10.6	矿产资源开发利用与环境保护	341

11 矿井地质管理与信息系统	345
11.1 煤矿地质信息系统的产生与发展.....	345
11.2 煤矿地质信息系统的特点和基本功能.....	347
11.3 煤矿地质信息系统实例.....	355
参考文献	396

0 绪 论

中国是世界上煤炭资源最丰富的国家之一,煤种齐全,开发条件较好,储量和产量均居世界前列。进入 21 世纪以来,随着石油天然气、煤层气、水力、核电等其他能源工业的较大发展,我国能源结构发生了较大的调整和变化,但煤炭仍然是我国的主要能源,即使到 2050 年,煤炭在我国能源构成中的比重仍占 50% 以上。在相当长的时期内,煤炭在我国能源消费构成中的主导地位不会发生根本改变。因此,从事煤矿地质研究和煤炭开发工作仍是一项光荣而伟大的工作。进入 21 世纪,知识经济和科学技术发展,要求我国煤炭工业需要深化改革,尽快摆脱粗放经营的旧模式,步入低投入、高产出、高效益的良性循环轨道。煤矿企业要实现高产、高效,要实现现代化,要依赖煤炭科学技术的进步,其中包括矿井地质研究和矿井地质技术、工作方法的进步。因此,加强矿井地质的理论研究、技术和方法创新,保障煤炭开采的安全、有效和可持续,对促进整个煤炭科学技术的进步有着十分重要的意义。

一、矿井地质工作及其意义

矿井地质工作是从矿井基本建设开始,直到矿井开采结束为止,它贯穿于建井、开拓、掘进、回采的全过程,是在资源勘探基础上继续研究煤矿地质的实践性地质工作。

矿井地质工作的意义及特点主要表现在以下几个方面:

1. 矿井地质工作的必要性

煤矿开采不能离开地质工作,鉴于地质条件的复杂性,矿井地质工作必须经历由大范围的概略了解到小面积详细控制这样一个过程,即遵循分阶段循序渐进的原则。资源勘探是矿井地质工作的必要基础,矿井地质工作是资源勘探的深化和发展。开采过程中地质工作始终起到解疑、处理地质问题、指导正确开采的作用,地质工作不是可有可无,而是非常必要的。

2. 矿井地质工作的重要性

煤矿开采是在复杂地质体内,以煤层及煤的共伴生矿产为对象的生产活动。采矿技术是一种以地质条件为基础的生产工艺,如果选择的采煤技术适应于客观地质条件,就能充分发挥技术的威力,促进生产的发展;反之,就会妨碍生产的正常进行。因此,没有地质工作作为技术保障,采矿工作就会出现失误,甚至出现重大灾害。

3. 矿井地质工作的迫切性

由于机械化开采具有高产、高效、经济、安全、劳动强度低和回采率高的优点，因此，在最近 20 年来，我国采掘机械化得到了迅速发展。但是，采掘机械是按照一定地质条件设计的，适应地质变化的能力较低。为了充分发挥采掘机械的效能，迫切要求准确查明和预测地质条件，以便根据地质条件选择机械设备，或根据机械设备选择采掘场地。

4. 矿井地质工作的实践性

矿井地质工作是直接获得地下地质资料，并运用地质理论与技术指导采矿生产的地质工作。地下资料是最宝贵的一手资料，地质人员要及时地将揭露的地质现象记录下来，并进行有效的分析，并找出规律性的东西。

5. 矿井地质工作的先进性

随着计算机技术的飞速发展，矿井地质工作也出现了革命性进步，如地质数据的数理分析、计算机制图和储量计算的自动化。矿井地质资料从各种台账到综合制图都已经实现了计算机化，既准确、美观，又迅速快捷，使得技术人员从繁重的资料整理中解放出来。

6. 矿井地质工作的准确性

矿井地质工作准确性较高，具有可能性和必要性两个方面。一方面，由于煤矿生产建设中开掘了大量井巷，揭露了丰富的地质资料，又有地质勘探成果作基础，因此，依据大量实际地质资料作出的地质判断和编制的地质图件，更能准确地反映地质现象的真实面貌；另一方面，煤矿生产建设对地质判断和地质资料的准确性要求较高，如果地质判断失误，地质资料不准，小则造成巷道报废，损失煤量，大则导致矿井开拓部署不合理，甚至造成严重的安全事故。

有些矿井地质的条件较为复杂，可以运用先进的探测技术手段进行必要的探测，帮助地质人员进行科学判断。

7. 矿井地质工作的预见性

合理的开拓部署和采掘设计来源于正确的地质判断。矿井地质工作不能满足于遇到地质问题后再来查明和处理问题，而要事先预测和查明可能出现的地质变化。随着采掘机械化程度的不断提高，对地质变化的预见性要求越高。

8. 矿井地质工作的及时性和连续性

煤矿生产是不断移动工作场所的、多工序的、综合连续的地下作业。由于工作场所的不断移动，珍贵的地质资料不断被新的采掘工程所揭露，又不断被废弃的采掘工程所毁坏。因此，随着采掘工作的进行，矿井地质人员在时间上要不失时机地开展工作，及时收集资料，及时发现和处理问题，要连续不断地进行工作。

综上所述，矿井地质工作关系到煤炭资源的充分开发和合理利用，是保证老矿挖潜，新井建设，煤炭稳产、高产的重要技术工作，也是煤炭生产建设中不可缺少的重要环节。大量事实证明，哪里的矿井地质工作开展得好，煤矿生产建设就能正常顺利进行，哪里的

矿井地质工作跟不上,煤矿生产建设就往往由于地质情况不明而造成被动局面,给采掘工作带来损失。因此,矿井地质工作常被誉为煤矿生产建设的眼睛和先导。

二、矿井地质工作的任务

矿井地质工作是研究从矿井基本建设至开采结束全过程中的所有地质现象,运用当代相关科学技术与方法,整理和分析积累的资料,找出其规律,提出解决煤矿建设中出现各种地质问题。

矿井地质工作的主要任务如下:

(1) 研究地质规律,找到解决地质问题的办法 根据地质勘探部门提供的原始地质资料和煤矿建设生产中揭露出来的地质现象,研究矿区煤系地层、地质构造、煤层和煤质的变化规律,查明影响煤矿建设、生产的各种地质因素,针对生产实际提出解决问题的思路与办法。

(2) 做好日常生产地质工作 进行地质编录、矿井地质现象的识别、观测与综合分析,进行矿井地质勘探、地质制图、地质说明书与各种报告的编写,为生产部门提供所需的地质资料,处理采掘工作中的地质问题。

(3) 资源核实与矿井储量管理 计算和核实矿井储量,测定和统计储量动态,分析储量损失,编制矿井储量表,为提高矿井储量级别和扩大矿井储量提供依据,为生产正常接替、资源合理利用服务。

(4) 水文地质研究与水害防治 地面与井下相结合,开展矿区水文地质调查,查明矿井水的来源、涌水通道、涌水量大小及其影响因素与变化规律,研究和制定防治水措施,同时为煤矿生产、生活寻找和提供优质水源。

(5) 地质灾害预测预报 对危及煤矿建设生产的各种地质灾害(如瓦斯突出、水害、热害、煤尘、崩塌、滑坡等),查明其形成机理,对各类地质灾害的分布范围、突发时间及危害程度进行预测预报,提出防范措施与治理方案。

(6) 煤矿环境地质调查 开展矿区(井)环境地质调查工作,查明污染矿区(井)环境的地质因素及其危害程度,研究环境地质的治理措施,配合环保部门提出矿区(井)环境保护方案。

(7) 矿产资源综合利用与保护 调查研究煤系地层中伴生矿产资源的性质、特征、储量、分布规律和利用价值,为化废为宝、综合利用、保护环境、提高煤矿经济效益提供依据。

三、矿井地质学的研究内容

矿井地质学作为地质学的一个分支学科,属于地质工程与资源勘查工程专业的专业

课,其重要特点之一是研究内容有很强的综合性,即研究范围广泛,不仅涉及地质学基础理论的应用,而且涉及地质技术与方法的许多应用分支。

矿井地质学主要研究内容包括:

(1) 生产地质条件 主要包括各种因素引起的煤层厚度变化及其识别;矿井地质构造,包括对地下工程揭露地质现象的识别、判断、处理和预测;岩浆侵入煤层与岩溶陷落柱等地质现象的观测、判断、分析与处理等。

(2) 安全地质条件 煤矿安全是煤矿生产的重要工作,安全地质是矿井地质工作的关键,如矿井瓦斯、煤的自然发火、煤尘、地温等。

(3) 井巷工程地质条件 主要包括井巷岩体稳定性及评价、岩土体的工程地质特征、矿井动力地质现象,以及井巷工程地质工作等。

(4) 煤矿环境地质 煤矿环境地质是一项新的矿井地质工作,近 20 余年来取得了很大进展,但本章仅对矿井环境污染及治理进行概述,并对煤矸石、矿区塌陷与土地复垦等工作内容做简略介绍。

(5) 井巷地质编录 矿井地质编录是矿井地质的基本工作,主要包括井巷地质编录方法、技术与步骤,穿层与顺层井巷的地质编录,回采工作面地质编录,以及井巷地质编录资料的整理等。

(6) 矿井地质制图 矿井地质制图是矿井地质学的重点内容之一,编图是矿井地质工作的重点工作。本章主要介绍矿井地质图的类型与特点、各种矿井地质剖面图、煤层底板等高线图、煤层立面投影图和水平切面图,以及其他专门矿井地质图。

(7) 矿井地质勘查 矿井地质勘查不同于资源勘探,它是针对生产中遇到的地质问题有针对性地进行勘探,主要包括矿井地质勘查的目的和任务、勘查手段的选择等。

(8) 矿井地质条件研究与评价 属于对矿井条件进行预测与评价的范畴,如采前地质评价、综采地质研究,以及探采对比等。

(9) 地质说明书与地质报告的编制 编制各种地质说明书和各种地质报告是矿井地质工作的日常工作,也是对地质资料进行综合整理和研究的重要工作。

(10) 矿井资源/储量管理 储量管理是矿井地质工作的重点工作之一,主要包括生产矿井资源/储量管理的基本任务和要求、煤炭资源/储量分类、矿井资源/储量动态管理、矿井“三量”管理、矿井资源储量检测与核实、矿产资源开发利用与环境保护等内容。

(11) 矿井地质管理与信息系统 随着相关科学技术的进展,矿井地质工作中也不断地应用新技术、新手段,地质工作也实现了定量化和自动化,如矿井地质工作标准化管理、矿井地质信息系统等,也介绍了矿井地质研究及技术发展趋势。

1 生产地质条件

影响煤矿生产的地质条件，主要有煤层厚度、地质构造、岩浆侵入体、岩溶陷落柱等。正确地判断和处理这些地质条件，是保证煤矿建设与生产正常进行，保证国家煤炭资源合理开发和利用，保证达到矿井井型和提高煤矿企业经济效益的关键。在上述地质条件中，煤层厚度变化和地质构造对所有矿井都具有重要影响；岩浆侵入体、岩溶陷落柱等，对某些矿井影响较大。

1.1 煤层厚度变化

1.1.1 煤层厚度分类

煤层厚度是指煤层顶、底板岩层之间的垂直距离。

1.1.1.1 按煤层结构分类

根据煤层结构，煤层厚度可分为总厚度、有益厚度、可采厚度及最低可采厚度（图 1-1）。

（1）总厚度 煤层顶、底板之间各煤分层和夹石层厚度的总和。图 1-1 所示煤层总厚度为 $(0.20 + 0.50 + 0.60 + 0.25 + 0.90 + 0.30 + 0.75) \text{ m} = 3.50 \text{ m}$ 。

（2）有益厚度 煤层顶、底板之间所有煤分层厚度的总和。图 1-1 所示有益厚度为 $I + II + III + IV = (0.20 + 0.60 + 0.90 + 0.75) \text{ m} = 2.45 \text{ m}$ 。

（3）可采厚度 达到煤炭工业指标规定的最低可采厚度的煤层。图 1-1 所示可采厚度为 $II + III + IV = (0.60 + 0.90 + 0.75) \text{ m} = 2.25 \text{ m}$ 。复杂结构煤层的计算方法另有规定。

（4）最低可采厚度 在当前经济技术条件下可开采的最小煤层厚度。它主要取决于煤层产状、煤质、开采方法，以及国民经济的需要程度。急需要的工业价值较高的煤类，以及资源相对较少地区的煤层，最低可采厚度可适当降低。可采厚度和最低可采厚度是煤田地质勘探和煤矿设计、开采的一项重要经济技术指标。

1.1.1.2 按煤矿生产需要分类

煤层厚度是影响采煤方法选择的主要因素之一。根据煤矿生产的需要，将煤层分为 5 个厚度级别（表 1-1）。

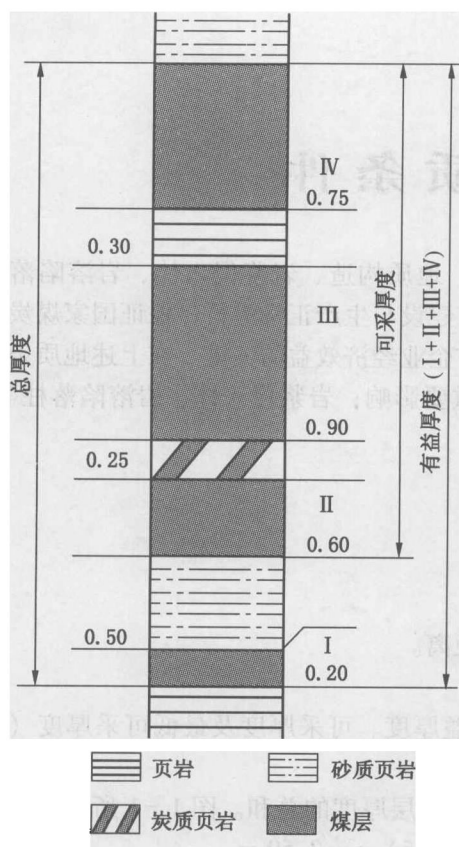


表 1-1 煤层厚度分级

级 别	煤层厚度/m
极薄煤层	0.3 ~ 0.5
薄煤层	>0.5 ~ 1.3
中厚煤层	>1.3 ~ 3.5
厚煤层	>3.5 ~ 8.0
特厚煤层	>8.0

1.1.1.3 按煤层厚度变化形态分类

1. 层状煤层

煤层连续，厚度变化不大，煤层全部或绝大部分可采（图 1-2a）。

2. 似层状煤层

（1）藕节状煤层 煤层不完全连续或大致连续，而厚度变化较大。其可采面积大于不可采面积，可采煤体分布比较密集，形状似藕节（图 1-2b）。

（2）串珠状煤层 煤层不完全连续或大致连续，而厚度变化较大。其可采面积与不可采面积相当，可采煤体分布尚密集，形状似捻珠（图 1-2c）。

（3）瓜藤状煤层 煤层不完全连续或大致连续，而厚度变化较大。其可采面积小于不可采面积，可采煤体分布比较稀疏，形状似瓜藤（图 1-2d）。

3. 不规则状煤层

（1）鸡窝状煤层 煤层断续，形状不规则，呈鸡窝状。其可采煤体的面积多小于不可采面积，也有的规模较大，具有开采价值（图 1-2e）。

（2）扁豆状煤层 煤层断续，形状不规则，呈扁豆状。其可采煤体的规模较小，一般不具有单独开采的价值（图 1-2f）。

4. 马尾状煤层

马尾状煤层指煤层分岔以至尖灭，形似马尾。其煤层厚度由厚变薄以至完全消失（图 1-2g）。

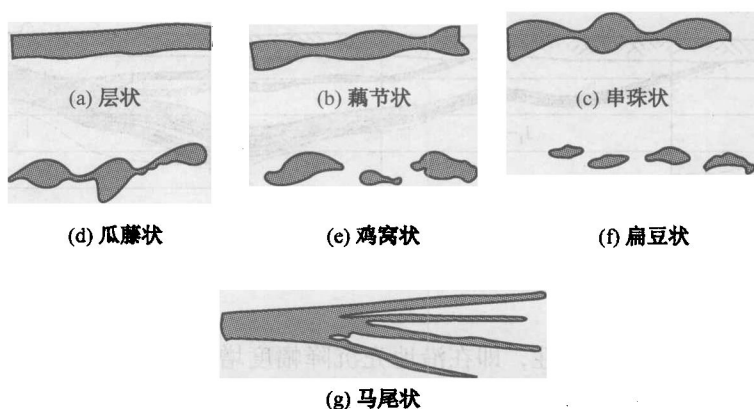


图 1-2 煤层厚度按形态分类

1.1.2 煤层厚度变化类型

煤层厚度差别很大，薄者数厘米，厚者可达 300 余米（如我国内蒙古锡林郭勒盟胜利煤田的东部，煤层最厚达 320.65 m）；即使同一井田内同一煤层厚度也可能有很大变化。

引起煤层厚度变化的原因很多，归纳起来可分为原生变化和后生变化两大类。

1.1.2.1 煤层厚度的原生变化

原生变化又称同生变化，是指泥炭层堆积过程中，在形成煤层顶板岩层的沉积物覆盖之前，由于各种地质因素影响而引起的煤层形态和厚度的变化。引起煤层厚度原生变化的原因，主要包括以下 3 种因素。

1. 地壳不均衡沉降

含煤岩系形成过程中，聚煤拗陷基底沉降速度往往不平衡，这种差异性可导致煤层形态和厚度的变化。在沉降速度与植物遗体堆积速度近于一致的地段形成较厚的煤层，其他地段煤厚较薄。特别是在地壳沉降速度逐渐变快且伴有小振荡运动的地区，泥炭堆积与泥砂沉积交替进行，便出现煤层分岔现象（图 1-3），其中最典型的是马尾状煤层（图 1-4）。

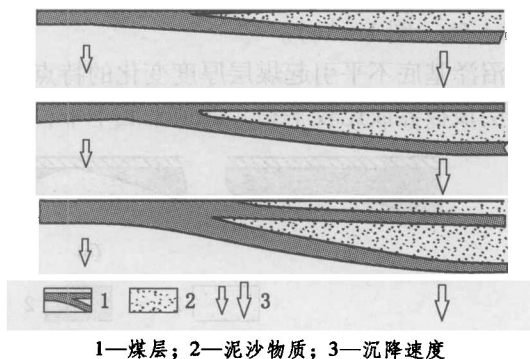


图 1-3 地壳不均匀沉降引起煤层厚度变化示意图

通常地壳不均衡沉降引起的煤层厚度

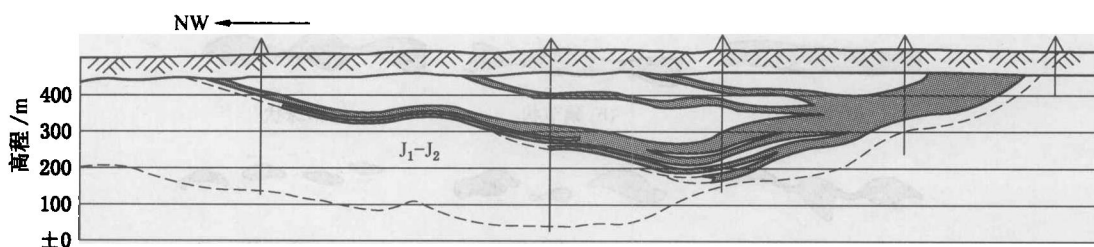


图 1-4 辽宁阜新中生代煤田马尾状煤层

变化具有明显的方向性与分带性，即在沿地壳沉降幅度增大的方向上，由煤层厚度较大、较稳定逐步变为煤层层数增多、厚度变薄，最后尖灭。同时，在煤层分岔变薄的地带，煤层顶、底板均不平坦，岩性和岩相变化大，煤的灰分增高。

2. 沉积环境及沼泽基底不平

在广阔的滨海平原上发育起来的大型沼泽所形成的煤层呈层状、似层状，一般厚度比较稳定，在较大范围内可以看到煤层向海洋和陆地方向逐渐变薄、尖灭。有时，滨海沼泽可能星罗棋布、相互隔绝，且发育不均衡，形成的煤层呈透镜状、串珠状或不规则的煤包，厚度变化很大，短距离内即尖灭。如我国南方某些晚二叠世含煤岩系中，一些不稳定煤层可能是由此原因造成。大型的内陆湖盆，泥炭沼泽仅发育在沿岸地带，一般煤层较厚，向湖心方向变薄、尖灭。

泥炭沼泽基底不平导致煤层加厚、变薄或者尖灭是常见的地质现象。当泥炭沼泽发育在古侵蚀基准面上时，首先在较低洼处堆积了植物物质形成的泥炭层；随着区域性沉降或地下水位抬升，隔离的泥炭沼泽逐渐连成一体，泥炭层才在盆地范围内堆积，造成泥炭层厚薄不一，最终导致在泥炭沼泽基底低洼部位煤层较厚，而在较高地段煤层较薄（图 1-5a）。如果某些地方基底高出水面，则无植物遗体堆积，出现了无煤区，即煤层发生尖灭（图 1-5b、图 1-5c）。

沼泽基底不平引起煤层厚度变化的特点是：煤层底板或基底岩层界面呈不规则起伏，而煤层顶板界面比较平整，即顶平底不平；煤层厚度变化急剧且不规则，通常位于含煤岩

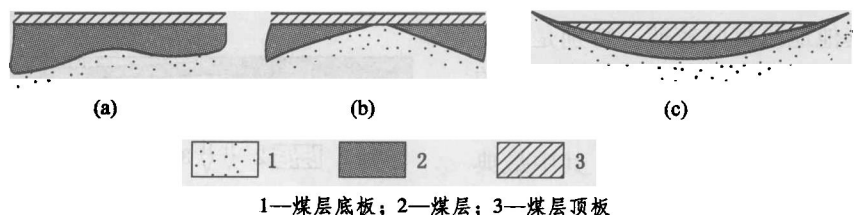


图 1-5 沼泽基底不平引起煤厚度变化示意图