

实用 矿井 地质 研究

李增学 马兴祥等 编著

——方法与进展

地质出版社

实用矿井地质研究

——方法与进展

主 编 李增学 马兴祥

参加编写 王大曾 李守春 徐凤银

胡绍祥 聂其平

地 质 出 版 社

(京)新登字 085 号

内 容 提 要

全书共三篇七章。第一篇为矿井地质构造研究,由两章组成,主要介绍矿井地质构造分析、判断、处理、预测及综合研究方法,同时介绍了国内外矿井构造研究和评价的新思路、新技术和新方法;第二篇为矿井地质条件和安全地质研究,主要包括煤层顶板稳定性、煤厚变化、岩溶塌陷、岩浆侵入和瓦斯地质研究,以及矿井地质采勘对比等;第三篇概述矿井物探技术,主要包括井下物探方法和高分辨率地震勘探技术在矿井地质条件分析中的应用。

本书内容反映了当前矿井地质领域的最新成就,是一本实用性很强的教学、科研和现场技术指导书,可供从事煤田地质和矿井地质的技术人员、教学和科研人员以及大学高年级学生和研究生参考。

实用矿井地质研究——方法与进展

李增学 马兴祥 等 编著

*

责任编辑:张新元

地质出版社 出版

(北京和平里)

中国地质大学(北京)轻印刷厂印刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店总店科技发行所发行

*

开本: 787×1092 1/16 印张: 19.375 字数: 450,000

1993年12月北京第一版, 1993年12月北京第一次印刷

印数: 1000册 定价: 15.00元

ISBN 7-116-01541-8/P·1251

前 言

实用性的矿井地质分析和研究方法近年来有较快的发展,尤其是矿井地质构造综合研究方面,矿井井下和地面物探技术的应用方面和新仪器的研制、试验和推广使用,以及矿井地质条件评价等方面都取得了重要进展。本书系统地介绍了矿井地质有关方面的研究方法,并结合实例,针对矿井生产中遇到的地质问题,提出了解决问题的思路和方法。全书共三篇七章,具有实用性、实践性、针对性、系统性和先进性,本书坚持理论与实际相结合的原则,方法提炼紧密结合实例分析,在内容上,本书重点介绍了近年来发展起来的新方法,以及主要编著者的近年研究成果,如矿井构造类型的划分、层滑构造成因研究、小构造的“构造-地层”分析、矿井构造的定量评价、煤层顶板稳定性研究等。其中有些方法已经形成完整的体系,有些则尚在发展和完善中。这些思路和方法经本书编著者们的系统化和具体实践,形成了矿井地质研究的完整工作程序,对指导矿井地质工作和综合研究具有实际意义。

本书的编写始终突出“方法”和“进展”两个主题,因而适应煤矿现代化进程的需要,既有理论上的概括,又有具体实例分析。因此本书可作为现代矿井技术人员、高年级大学生、研究生,教学和科研人员的参考书。

本书由李增学、马兴祥担任主编。编写分工是:第一章由李增学和李守春编写;第二章第一节至第七节和第九节由李增学编写,第八节由徐凤银编写;第三章第一节由胡绍祥编写,第二节和第三节由李守春编写;第四章由王大曾、聂其平编写;第五章由马兴祥编写;第六章和第七章由李增学编写。最后,李增学和马兴祥负责统编和定稿。

本书的编写得到山东矿业学院领导的关怀和支持,并得到山东省有关矿务局、煤矿地测科地质技术人员的帮助;魏久传、李应山、孔凡铭、王连成等同志提供资料。中国科学院学部委员、我国著名煤地质学家杨起教授给予极大支持和鼓励,并推荐本书出版。宋洪云同志清誊了大部分书稿,靳玉芝同志清绘了本书插图。在此,向以上关怀、支持、帮助本书编写、出版的所有人员表示衷心感谢!

由于编著人员水平所限,时间紧迫,书中错误和不妥之处难免,敬希同行批评指正。

编著者

1993年1月

ABA 18/02

目 录

第一篇 矿井地质构造研究

第一章 矿井地质构造分析方法	1
第一节 矿井地质构造的等级划分和分析步骤	1
第二节 矿井地质构造的基本类型和组合特征	4
第三节 矿井层滑构造类型及其成因分析	9
第四节 断失翼煤层的寻找方法	25
第五节 断裂构造的井下观测和判断方法	40
第六节 矿井构造的几何形态及其对比、预测方法	49
第七节 矿井褶皱构造的观测、判断及处理	60
第八节 矿井生产建设中对断层的探测与处理方法	67
第二章 矿井地质构造综合研究方法	81
第一节 矿井地质构造综合研究的思路和方法	81
第二节 矿区构造应力场分析方法及其在生产预测中的应用	83
第三节 地质力学理论在矿井地质构造研究中的应用	105
第四节 构造-地层研究方法	119
第五节 矿井构造块段研究方法	125
第六节 构造参数相关分析	129
第七节 矿井构造数学地质研究	138
第八节 矿井地质构造的定量评价方法	144
第九节 矿井构造的其他研究方法	161

第二篇 矿井地质条件和安全地质研究

第三章 生产地质条件研究	169
第一节 煤层顶板稳定性	169
第二节 岩溶塌陷及其规律研究	186
第三节 煤层中的岩浆岩体分析	198
第四章 瓦斯地质研究	206
第一节 研究概况	206
第二节 瓦斯的成因	208
第三节 影响瓦斯分布的主要地质因素	213
第四节 煤和瓦斯突出机理	220
第五节 煤和瓦斯突出预测和预报的研究	227
第六节 关于浅成煤层气和瓦斯抽放问题	232

第五章 矿井地质采勘对比研究	240
第一节 采勘对比的主要内容及基本思路	240
第二节 采勘对比的资料、方法和补充勘探	241
第三节 矿井地质采勘对比研究实例及其应用	244

第三篇 矿井物探技术概述

第六章 矿井井下物探方法	248
第一节 矿井井下物探方法综述	248
第二节 坑道无线电波透视法	250
第三节 槽波地震法	260
第四节 地质雷达法	280
第七章 高分辨率数字地震综合勘探技术在矿井地质条件分析中的应用	288
第一节 概述	288
第二节 工作方法及步骤简介	290
第三节 煤田地震勘探中的反褶积	294
第四节 应用效果和实例	295
参考文献	301

第一篇 矿井地质构造研究

第一章 矿井地质构造分析方法

地质构造是影响矿井建设和生产的最重要的地质因素之一。研究地质构造对各类矿区具有普遍的、实际的意义。在我国，矿井逐渐推行机采、综采以后，对地质构造尤其是中小型构造的分析和研究更具特殊意义。地质构造不仅其本身直接影响着矿井的生产和安全，而且在地史上是岩浆侵入、岩溶发育的重要原因，它也是瓦斯运移及富集、煤与瓦斯突出、矿井水、顶板稳定性、煤厚变化、地温、地压等的控制因素。因此，分析矿区和井田中分布的地质构造，查明其特征和展布规律，并做好掘进前方及采前的预测、预报工作是矿井地质工作的最重要的任务。

第一节 矿井地质构造的等级划分和分析步骤

一、矿井地质构造的等级划分

传统的矿井地质构造研究，将地质构造按其规模和对生产的影响程度划分为大型、中型和小型三类：大型构造是指决定整个矿区、井田总体形态和井田边界的褶皱和断层，这类构造一般在煤田勘探阶段已基本查明，在矿井生产中需要进一步证实；中型构造是指在井田范围内影响采区划分和井巷布置的次一级褶皱和断层，这一类构造对矿井生产和矿井生产系统总体布局影响极大；小型构造是指那些在单个巷道或工作面中比较容易查明其全貌的更次一级的褶皱和断层，这类构造往往在短距离内变化很大，它们的出现会给采掘工作带来困难，尤其对机械化生产影响很大。当其密集出现时，使煤层顶板稳定性减弱，致使煤层顶板管理困难。在煤与瓦斯突出发生的矿井，小构造发育处常是突出发生的部位。如果对小型构造控制不严或有误，就会导致重大的地质事故和经济损失。

综上所述，矿井中的在、中、小型构造，尤其是中、小型断裂构造，是矿井地质构造研究的主要对象和工作重点。大、中、小型构造之间存在着密切联系：大型构造控制中、小型构造；小型构造（甚至微型构造）反映大、中型构造的出现特征和延展规律，且是大、中型构造的缩影和识别标志。因此，不能孤立地分析和研究某一级构造类型，而应围绕矿区或井田范围中的重点构造，把对大、中、小型构造的综合分析和研究结合起来。

随着矿井采掘机械化程度的不断提高，对矿井地质构造分析和研究也不断深入，传统的地质构造类型的划分已经不能适应矿井生产的需要。而且，大型、中型和小型等这样的定性的、含混的概念也已无法进行矿井构造的定量分析、评价和定量预测。

很多学者试图找到一种构造分级标准（或称定量分级）和分级方案，以使构造分析和研究适应煤矿采掘生产和机械化程度的提高。生产实践表明，考察断层对生产的影响程

度，要综合断层的各种指标，如断层落差（或断距），断层延伸长度，倾角变化、导水性能、断层带宽度等。其中，断层落差是评价断层规模的基本指标。但是，要对断层进行分级，不能只考虑断层落差，必须综合考虑断层对生产的影响。例如，缓倾角断层和陡倾角断层，如果两者落差相同，显然其对生产的影响和对煤层的破坏程度不同，前者远比后者大。另外，落差在同一断层的不同地段也常表现出变化。因此，进行断层分级时，除了断层落差外，还要参照煤层厚度、采煤方法和采煤工艺等。相同落差的断层，对厚煤层影响较小，对薄煤层影响较大；对炮采和其他传统采煤方法影响较小，而对机械化采煤，尤其对综采影响较大。

煤田精查阶段一般只能查明落差大于 30m 的断层，因此，有的学者将落差 30m 作为划分界限，据此定义大型、中型和小型断层（据龙荣生，1991），使其定量化。即：

大型断层 落差大于 30m；

中型断层 落差小于 30m 到落差大于煤层厚度；

小型断层 落差小于煤层厚度。

这一分级方案较以往有较好的实用性。但对于综采矿井来说仍显笼统，尤其中型构造划定的落差变化范围过大。大部分综采矿井在进行构造研究和预测时，将落差等于二分之一煤厚作为考察标准，而且，地面物探可查明 10—15m 的断层。这些都可作为划分构造级别的参考指标。因此，本书综合国内矿井地质研究者所提出的构造划分方案，以及综采对地质条件的要求，提出适用于综采和其他机械化采煤矿井（不适用于炮采和其他较落后采煤方法的矿井）的断层分级方案（可作为上述方案的补充）。即：

特大型断层 落差大于 30m；

大型断层 落差 15—30m；

中型断层 落差大于煤厚至小于 15m；

小型断层 落差小于煤厚（其中特别强调落差大于煤厚二分之一的断层）。

对于褶皱的分级，目前尚无统一的划分标准，而且褶皱分级的指标较难确定。褶皱虽然影响煤层的空间产状，但它没有破坏煤层的连续性和完整性，在顺层巷道中比较容易追索和查明。因此，褶皱构造的分级仍可采用与井田划分、采区和工作面布置相联系的方案。即大型、中型和小型褶皱（不必规定定量指标）：大型褶皱，一般指那些沿褶皱轴延伸超过一个井田范围，影响矿井总体部署的褶皱；中型是那些影响采区巷道设计和采区准备的褶皱；小型则是指那些影响工作面采煤生产，且在巷道中能基本观察其全貌的褶皱。

二、矿井地质构造的分析步骤

生产矿井对地质构造的研究可概括为构造格架类型的划分、观测、判断、几何形态分析、构造对比、预测和处理等步骤。

构造格架类型划分：是指在煤田各期勘探和矿井建设基础上，系统分析矿区内主体构造构成特点，结合一定时期矿井生产揭露的资料，对矿区（或井田）范围内的主要构造展布作出整体上的分类，建立矿区（或井田）构造格架式样。划分构造格架类型，即从错综复杂的煤系构造中抽出其主要组分，寻找规律。

观测：是指对井巷揭露的地质构造现象进行全面系统的观察和描述、测量和记录、素描和摄影等工作。这是生产地质构造分析的一项基础工作，务必扎实做好。观测必须实事求是，真实地反映矿井地质构造的客观实际。

判断：是指对揭露尚不充分的地质构造，根据与其有成因联系的各种标志，通过综合研究、分析，对它的存在、性质和规模作出切合实际的推测。判断的工作主要是在巷道掘进前进行；对工作面推进前方作出判断也是这项工作的主要组成部分。全面地占有资料、科学地进行综合分析是正确作出判断的前提。在作出判断之前，应尽量设想各种可能性，并逐一筛选、甄别，以防止片面性和失误。

几何形态分析：在判断结论得到证实后，就要对构造面的几何形态进行分析，以便作出推演和有关指标的计算。对某一具体的被揭露的构造作出整体和空间三维形态的分析，将有助于下一步的对比和预测工作。几何形态的分析必须基于精确的测量数据之上，因此，做好测量构造产状和其它参数的基础工作是进行几何形态分析的前提条件。

对比：构造对比是矿井构造分析中的重要步骤。构造对比是指在揭露点之间，根据产状参数和其他附属参数，用几何作图方法进行联系和对比，作出是否为同一构造的判断。构造对比的前提是同一构造必须有两个以上揭露点，可以是相同标高点、也可以是不同标高不同煤层巷道中的揭露点。对比图件可以是剖面图、平面图、投影图，也可以是立体图。

预测：是指对部分揭露或未揭露地区的地质构造，根据地质理论和已掌握的地质构造规律，提出预见性认识。预测工作包括两部分内容：一是已知构造的延伸预测；二是综合性预测。前者面临的是生产过程中急于解决的地质构造问题；后者则是矿区或井田范围内的构造规律研究，包括定性和定量分析两个方面。本章只讨论前一种预测；第二章将专门介绍各种综合性研究。

处理：是指针对已查明的地质构造的特点，为克服或尽量减少构造对生产的不利影响，采取相应的技术措施和办法，包括总体设计时处理、采区准备处理和工作面回采处理等。构造处理主要由采掘技术人员和地质技术人员共同研究进行。其中矿井地质人员主要起配合作用，因此，地质人员必须了解处理构造的原则和方法，以及生产的各种技术和安全措施，协助采掘人员妥善处理各种地质构造。

三、矿井地质构造分析和研究的主要内容

1. 搜集、整理和分析各期勘探工程对矿井地质构造的控制程度，尤其是矿井中的主干构造（构成格架）。为划分井田构造格架类型，寻找主构造控煤规律提供基础资料，也为适时布置补充勘探工程提供依据，以便进一步查明、证实。

2. 全面系统地观测和收集地表、井巷和钻孔所揭露的一切地质构造资料，并填绘到矿井地质综合图件上和各种构造台帐上，并随时作出分析和判断，以便及时为采掘工作提供地质资料。

3. 查明构造的有关指标，以便为采掘提供准确的数据参数。这些指标有：褶皱枢纽的位置、延展方向、起伏产状及标高变化、两翼煤层产状；断层的性质、落差（或某一断距）、断层带宽度、断层面产状，以及另一翼（盘）被断失煤层的确切位置等。这些指标为巷道布置和掘进施工指明方向和位置，并为计算工程量提供地质参数。

4. 随着采掘工程进展，及时地指出采掘前方可能出现的地质构造，以及它们对煤层厚度变化、岩浆岩岩体分布、充水条件、瓦斯赋存、煤层自燃、顶板稳定性等的影响，以便采取防护措施，确保安全生产。

5. 开展矿区和井田总体构造规律和有关主干构造延伸特点的综合分析和综合研究。主要

包括两部分内容：一是定性的或定量的构造规律研究，为矿井采掘部署提供大范围的预测资料，以便使矿井新区设计更合理，提高煤炭回收率；二是邻区主干构造的延伸预测，为下水平或下煤层邻近采区或工作面工程布置和回采生产提供资料。前者涉及的范围较大，后者涉及的范围较小。但研究中的共同步骤是：由区域到局部，由大到小，由整体到个别，由已知到未知，既进行几何学、动力学分析，又进行成因分析。

第二节 矿井地质构造的基本类型和组合特征

分析矿井地质构造、研究构造的出现规律和进行未采区的构造预测，首先要查明和掌握一个矿区或一个井田范围内的主体构造格架类型。只有明确了一定区域内的主体构造展布特征、成生联系，才能有效地指导煤矿采掘设计和正常生产，指导更小范围内的中、小构造研究，进行各种方式的预测和评价。综合研究矿井构造有不少新的思路、方法和途径，第二章将作专门介绍。本节仅简要介绍煤矿开采中常见的构造类型及其特征。

一、矿井构造基本类型

欲将全国各矿区的地质构造形迹用几种简化类型进行综合和归纳是相当困难的。然而，从错综复杂的构造形迹中找出主要规律、抓住本质，有助于井田格架类型分析，进而掌握小型构造规律。

就构造类型而言，矿井中出现的构造形迹不外有褶皱、断裂两大基本类型，基础构造地质学所介绍的所有构造类型，在矿井中几乎都能见到。我们不想详尽地描述每一类构造的基本特征，但是，划分井田构造的基本类型，解析一些特殊的构造现象，掌握井田构造格架的构成型式和基本式样，以便从看起来似乎杂乱无章、错综复杂的构造形迹中找出本质的东西，却是可行的和重要的。

1. 大、中型构造基本类型

根据控制性构造的性质，我们将大、中型构造划分为三大主体井田构造格架：褶皱构造主体格架，断层主体格架，断层-褶皱或褶皱-断层主体格架。其基本特征如表 1-1。

2. 小型构造基本类型

矿井中的小型构造具有多样性和复杂性的特点，虽然在井巷剖面中也可用正断层和逆断层命名，但其表现形式是较为复杂的，其形态往往是不规则的。本节对比较规则的小型构造，不作详述，但特别强调对一些特殊型式和形态的小构造特征的观察、测量和分析，如低角度正断层、铲状小断层、顶褶底不褶、顶断底不断、底褶顶不褶、底断顶不断、层间构造、层滑构造等。尤其对层滑构造的研究，近年有重要进展。本章第三节将专门论述层滑构造的类型、成因模式及生产中的处理方法。矿井小构造的基本类型和特征归入表 1-2 中。

二、矿井构造的组合类型

(一) 矿井中常见的构造组合类型

从大、中型构造的展布特征看，构造的组合类型实际上是指矿井构造格架类型的某种固定形式。经过多期构造活动，各种构造形迹叠加、组合成控制煤层赋存的不同形式，看起来似乎杂乱无章的各类构造形迹中总可以找出具有一定特点的构造型式。

表 1-1 矿井大中型构造基本类型

主体类型	基本类型		基本特征
以褶皱为主体构造格架	不协调褶皱		各层面弯曲形态明显不同, 煤岩层产状有突变, 沿不同层位 (尤其煤层) 的褶皱枢纽投影不重合。我国南方矿区常见。
	紧闭、倒转褶皱		一翼或两翼地层产状倒转, 煤层完整性遭破坏。我国南方矿区常见。
	简单类型	单斜式	煤层产状稳定、单一, 有时井田位于大型褶曲的一翼, 视为“单斜”构造。有的井田周侧被大型断层限定, 导致断陷式单斜。我国北方较普遍。
		向斜	井田为一大型向斜构造, 分两翼布置开拓系统。我国南方和北方矿区均有这类型构造。
以断层为主体构造格架	正断层型		井田内大中型断层全为张性、张-扭性正断层, 逆断层极少, 或从未发现逆断层。井田被这类断层切割成不同规模的条、块, 但断层走向往往有变化。我国北方矿区这类井田构造类型较多。
	正、逆断层混合型		井田内发育一组或两组以上逆断层, 其数量、分组虽少, 但延伸长度较大, 往往是构造块段边界。正断层一般落差较大, 分组较多。正、逆断层共同构成井田构造格架。
断层褶皱共同构成主体构造格架	多组断层 单组褶皱		井田内一组褶皱发育, 背向相间排列, 或仅有一个 (几个) 褶曲发育, 基本控制了煤岩层总体产状。发育多组断层, 构成块断边界。我国北方矿区 (如山东地区) 这类井田构造类型较多。
	多组断层 多组褶皱		井田内发育两组或两组以上中型褶皱, 相互牵制、干涉。两组或两组以上断层发育, 与褶皱交切, 煤层被切割、破坏严重。我国南方矿区这类构造格架类型较多。

表 1-2 矿井小型构造基本类型

主体类型	基本类型		基本特征
小型褶皱	规则形态的		褶曲形态规则，两翼产状对称，煤厚变化也不剧烈。
	不规则形态的	不协调、不对称褶皱	褶曲形态不规则，两翼产状不一致、不对称，往往一翼陡、一翼缓，煤厚变化也较剧烈。
		顶褶底不褶	煤层顶部发生不同程度揉皱、变形，但底板变形较弱，煤厚变化大。
		底褶顶不褶	煤层底部发生不同程度的揉皱、变形，但顶板变形较弱，煤厚变化较大。
		牵引褶皱	在断层两盘或一盘煤、岩层被牵引，褶皱形态不规则，煤层向断层方向变薄尖灭；逆断层造成煤厚增大
小型断裂	规则的		产状稳定，断面规则，延伸方向清楚。
	特殊类型	低角度正断层	断层产状平缓，煤层有较大范围的变薄带，断层面往往顺地层倾斜方向延伸，反倾者较少。
		层组断层	小断层仅在某段地层中发育，受地层限制明显。煤矿井下揭露的这类小断层较多。
		层内断层	仅在某一层中发生小距离移错，如中厚、厚煤层中由裂隙进一步发展成小断层，夹石被移错。
		层滑断层	沿煤系中的软弱面滑动，分别在顶板、底板中某一部位延伸发育，某一段沿煤层滑移，导致煤层变薄。
		铲状断层	上部倾角大，下部倾角小，形似铲状，往往在顶板中倾角大，进入煤层后变小，切入底板中。
		顶断底不断	顶板发生断裂，裂面延入煤层中逐渐消失，煤厚变化明显。
		底断顶不断	底板发生断裂，裂面延入煤层中逐渐消失，煤厚变化显著。

表 1-3 列出了矿井中常见的一些构造组合类型，以及每一类型构造的组合特征。

(二) 典型构造组合类型举例

1. 不协调褶皱组合

不协调褶皱的各岩层面弯曲变形明显不同，产状有突变，沿不同层位（如煤层）的褶皱枢纽的投影不重合，且展布方向不一致。

如阳泉矿区，以波状起伏的短轴褶皱构造为主，呈背、向斜的平行式和斜列式组合。

局部区段还有小型帚状、环状、“S”形等组合。在剖面上多以上部较为平缓、开阔，下部较为紧闭的褶皱为主。一些区段常出现一些不协调层间褶皱。这些不同的褶皱形态、不同组合的褶皱群，构成了阳泉矿区构造的主体。但该矿区断裂构造不太发育，且大多数为层间小型正断层（逆断层极少），其落差均在 5m 以下，尤以 0.3—0.5m 者为最多。常见顶断底不断或底断顶不断小断层。

表 1-3 矿井中常见的构造组合类型

主体	组 合 类 型		基 本 特 征
褶皱为组合主体	复式褶皱组合		矿区、井田内以各级褶皱构造复合为特征，逐级控制。中小型褶皱在较大型褶皱的不同部呈现不同的型式，使地质条件复杂化。
	断裂-褶皱组合		矿区、井田内有几组主体褶皱，基本控制了煤层的赋存状态。断裂切割褶皱，使煤层开采条件复杂化。
	褶皱-断裂组合		几组主要断层将井田截切成不同大小的块体，块体内褶皱构造发育，与断层一起构成井田构造复杂格架型式。
断层为组合主体	平面组合	棋盘格式	两组主体断层相互交切（近于直交），构成棋盘格型式。我国许多井田具有此类构造组合。
		“X”交切式	两组主体断层以锐角交切，多为共轭断层组合。这类组合在煤矿中最常见。
		雁行斜列式	主体断层平行斜列依次出现，形似雁行型。我国有不少井田发育这种组合。
		复杂交切式	几组断层相互交切，表面看起来似乎杂乱无章，是多期构造运动的结果。这种类型也较常见。
	剖面组合	地垒组合	主体断层相背倾斜，往往三个块段的地层产状不一致。
		地堑组合	主体断层相向倾斜，往往中间块段小构造较复杂。
		阶梯状组合	煤层依次逐渐下降，主体断层基本平行排列，产状一致。

阳泉矿区的不协调褶皱构造形态，在平面上和横剖面中多为短轴的中常和紧闭褶皱。在不同岩层中具有不同的形态，其组合特征最典型的是平行束状褶皱。如图 1-1，主要分

布于阳泉矿区西部三矿井田东北部的大脑梁附近第 15 层煤中，由 20 多条较紧闭的褶皱组成。大脑梁背斜横切褶皱束，并将其分成南、北两部分。这些褶皱呈 NNE 方向展布，其长度从 1000m、200m，到 5—20m 之间。在纵向上，上下岩层中的褶皱表现为不协调形态：如在太原组的第 15 层煤中特别发育、且紧闭；往上相距 50m 的第 12 层煤中，褶皱数量减少，产状变缓，结构变得简单；再往上到相距 140m 的第 3 层煤中，褶皱变得非常宽缓，在某些地段甚至显示不出褶皱形态来。

这些不协调褶皱对煤层的破坏相当严重，煤层遭受到强烈的挤压、揉皱，变得疏松、破碎，煤层底板起伏不平。

阳泉矿区发育的这类不协调褶皱构造是一种在大型褶皱构造形成过程中产生的层间滑动而形成的，在一定区域构成了主体格架。在该矿区，不协调褶皱呈窄条状 NNE 方向线形斜列组合展布，宽度均为 200—300m 左右，形成数千米的挤压带，褶皱幅度多在 10m 以下，并伴生一些小型逆断层和挠曲。

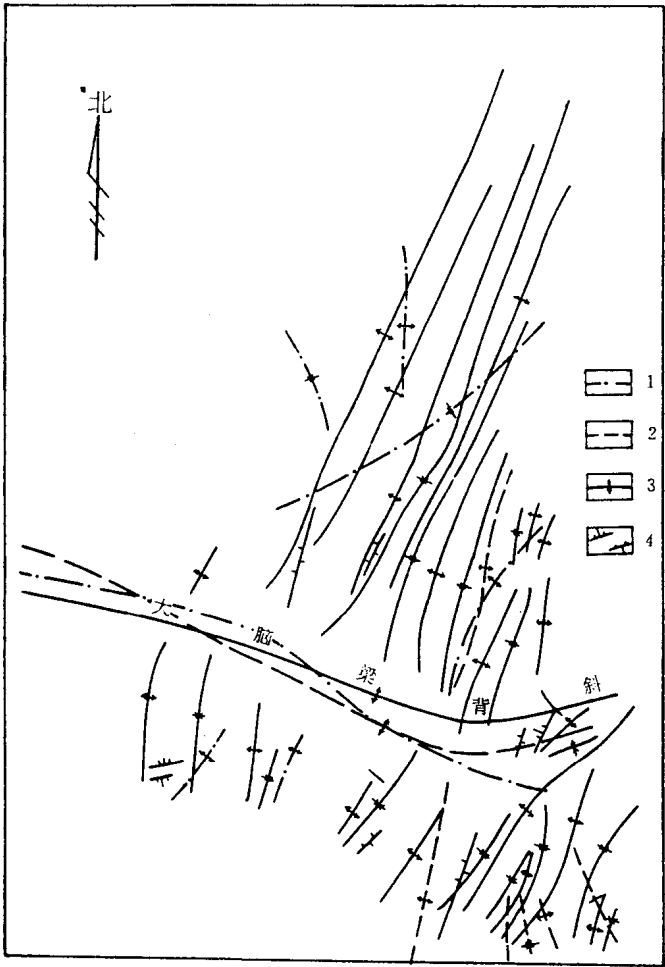


图 1-1 阳泉矿区三矿某采区第 3、12、15 煤层褶皱构造对比图
(据余祖琪, 1988)

1—第 12 煤层中的褶皱轴；2—第 15 煤层中的褶皱轴；3—第 3 煤层中的褶皱轴；4—断层

2. 淄博龙泉矿棋盘格式构造组合

淄博龙泉井田位于山东胶济铁路以南、淄博向斜东翼的中段。煤岩层走向 NE、倾向 NW，为一单斜构造。煤岩层倾角为 $10^{\circ} - 20^{\circ}$ 。井田被各种断裂构造切割破坏得十分严重。如 F_4 为压性断层，与地层走向一致； F_6 、 F_{22} 为张性断层，与地层倾向一致。在该井田内出现最多的是与煤岩层走向斜交的 NNW 与 EW 向的一对共扼扭裂面。NW 向的有 F_2 、 F_3 、 F_9 和 F_{20} 等断层。EW 向的断层有 F_1 、 F_5 和 F_{23} 等断层。该两方向展布的小断层也特别发育，且大致以一定的间距出现，彼此交叉组合，使整个地区大体呈现为一个菱形的棋盘格式构造（图 1-2）。

这个棋盘格构造较为复杂，因为组成棋盘格的两组扭裂面都具有雁行排列的特点。NNW 向的扭性断层除了由 F_2 、 F_3 、 F_9 和 F_{20} 等断层组成的扭裂带外，其它较低级的扭裂面往往发育得不完整、不连续，而且有时又以破碎带或火成岩脉的形式出现。再加上 NW 向张裂面和煤层变薄带使之更加复杂化了。这个棋盘格构造并非一目了然。

通过对棋盘格构造组合特征分析和对煤层顶底板岩石组合特征分析，岩石力学性质研究，预测了未采区的构造延伸方向、规模、性质、密度、分布及对生产的影响。经后来的多次验证，预测结论是正确的。

由此可见，掌握一个矿区或井田的构造组合类型，开展综合性研究，提出定性、定量研究成果，进行构造预测，指导煤矿采掘生产，是矿井构造研究的重要途径。本书第二章将详细介绍各种综合分析方法。

第三节 矿井层滑构造类型及其成因分析

一、层滑构造类型及其特征

（一）层滑构造概述

近年来，矿井地质工作者们注意到了在许多矿区较为发育的一种新的构造形迹——层间滑动构造，并对其形态特征和对煤矿生产的影响进行了多方面的分析研究。大多数学者断定：层滑构造是在矿井中普遍存在的、除断裂构造和褶皱构造以外独立存在且自成系统的一类特殊构造形迹。所谓“特殊”，是因为其形态、延展有别于一般的断裂构造和褶皱构造。来自采掘现场的大量第一手资料已经显示出了层滑构造对煤矿生产的潜在威胁。如不加以特别重视和分析，势必影响采掘生产的正常进行。

层滑构造是一个广义的范畴，它包括推覆构造、伸展构造、滑覆构造等这样一些大型的滑动构造。我国在研究大型滑动构造对煤系发育、煤层赋存的作用方面，已经取得了可喜的进展，解决了一些地区在找煤方面的难题。然而，在矿井中大量遇到的是一些中小型层滑构造，其形态是多样的，成因是复杂的。这类构造一般仅限于煤系地层中发育，滑面也多产生于煤层内、煤层层面上或煤层组中。所以，其对煤层形变可产生直接的影响，往往造成煤层形态的剧烈变化和煤体的严重破碎。而且，层滑构造对煤矿生产技术条件的影响更大（如顶板支护、瓦斯突出、矿井突水、井下找煤等）。有鉴于此，矿井地质工作者必须正确识别、判断和处理这类层滑构造，以保证煤矿生产正常进行。

众所周知，在煤系沉积组合中，煤层、顶底板泥质岩、砂质泥岩是地层剖面中的软弱

夹层，在构造力作用下，其应变特征与其围岩有显著差异。在褶皱作用或强烈断裂作用下煤系发生形变时，软弱岩层往往产生滑动变形甚至塑性流动以适应围岩的形变。在形变中，煤层形态也会发生强烈和复杂的变化，同时出现次级断裂面、次级滑面。这些次级构造形迹多发育于煤系剖面中一定的岩层内或岩层组内（主要是煤层、煤层组），表现为与上下岩体在形态上的不协调（以在层面上产生强烈滑动与不协调褶皱相区别）。可见，层滑构造出现在一些特殊层位：即矿井中的层滑构造主要发生在煤层或煤层组中。

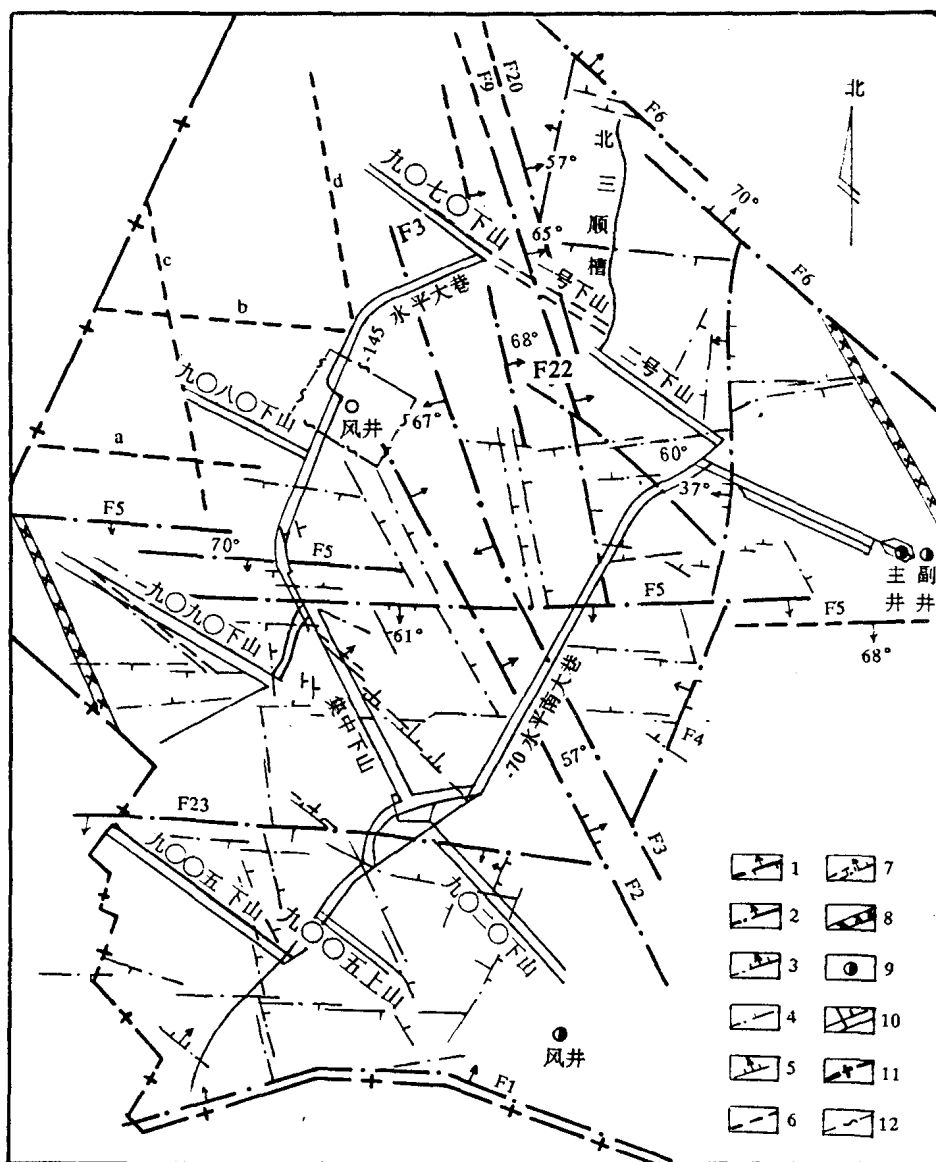


图 1-2 淄博龙泉井田主体构造展布及预测图

(据王桂梁, 1977)

1—挤压面；2—张裂面；3—扭裂面；4—低级扭裂面；5—低级张裂面；6—推断断层或构造破碎带；
7—煤层变薄带；8—岩墙；9—立井；10—巷道；11—井田边界；12—煤柱边界

(二) 层滑构造的分类依据

层滑构造的形态非常复杂,不同地区、不同学者对其命名各有不同,如“煤层塑性流变”、“煤包”、“褶皱煤体”、“岩楔”等。这些都是针对其某一点的揭露情况,按其直观形态给出的一个暂时性定名。到目前为止,还没有人提出矿井层滑构造的系统分类方案。

我们先不去考证层滑构造的成生联系及其特有的发育过程,只从形态上按其在地质剖面中的位置、出现型式进行分类和研究。构成层滑构造必有下列三个要素(控制要素);即:

- ①滑动面、滑动带;
- ②断裂面、断裂带;
- ③形变后的煤体(厚度和结构变化后的煤体)。

上述三者构成了矿井层滑构造的主体结构要素。三者在层滑构造内的部位和表现形式不同,造就了多种多样的层滑构造。因此,我们根据滑面特征、断裂面形态和煤体形变特征,对层滑构造进行了分类,以使地质工作者能首先从形态上识别,进而从更深层次上研究和处理层滑构造。

(三) 矿井层滑构造的基本类型、基本特征和鉴定标志

1. 基本类型

矿井中揭露的层滑构造,按其形态特征(滑面、裂面、煤层形变程度)可以分为三个大类:即揉皱型层滑构造、断滑型层滑构造和断裂型层滑构造。在每一个大类中,根据层滑构造要素的具体表现方式又可以分为若干个小类,详见表 1-4。

表 1-4 煤矿层滑构造分类表

大 类	小 类
A、揉皱型层滑构造	A-1. 煤体流变式 A-2. 底滑顶褶式 A-3. 顶滑底褶式 A-4. 顶底滑褶式(复杂式)
B、断滑型层滑构造	B-1. 滑裂式 B-2. 裂滑式
C、断裂型层滑构造	C-1. 顺层滑动式 C-2. 正断性层滑 C-2 (1) . 煤层层面滑动式 C-2 (2) . 煤层层内滑动式 C-2 (3) . 围岩内滑动式 C-3. 逆断性层滑 C-3 (1) . 煤层层面滑动式 C-3 (2) . 煤层层内滑动式 C-3 (3) 围岩内滑动式