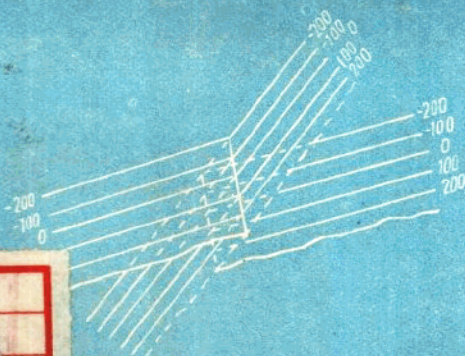


苏联 П. К. 库利柯夫著

徐嘉炜译 冯宏校

变位煤层的寻找方法



X

P469.2-8

K722

煤炭工业出版社

內 容 提 要

變位煤層的尋找問題，是礦井地質工作重要問題之一，直到現在我們還缺乏論述這一問題的著作。本書是蘇聯作者根據礦井地質工作实际經驗編寫的，順序地論述了斷裂的圖示方法、地質構造形成過程的特征，以及變位煤層的尋找方法和研究方法。對於現有的七種變位煤層尋找方法，着重地進行了分析，並作了綜合說明。

本書可供煤礦勘探工作人員、礦井地質工作人員學習，並可供一般地質工作人員、構造地質學家研究參考。

МЕТОДЫ ПОИСКОВ СМЕЩЕННОГО КРЫЛА ПЛАСТА

蘇聯 П. К. КУЛИКОВ 著

根據蘇聯國立煤礦技術書籍出版社(УГЛЕТЕХНИЗДАТ)

1956年莫斯科第1版譯

657

變位煤層的尋找方法

徐嘉燦譯 馮 宏校訂

*

煤炭工業出版社出版（地址：北京東長安街煤炭工業部）

北京市書刊出版業營業許可證出字第084號

煤炭工業出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

開本 78.7×109.2 公分 $1/32$ * 印張 $1\frac{1}{4}$ * 字數 24,000

1958年1月北京第1版

1958年1月北京第1次印刷

統一書號：15035·405 印數：0,001—2,000 冊 定價：(10) 0.22元

目 錄

緒言	2
一、断裂的圖示方法	3
二、普罗科皮耶夫区地質構造形成过程的一般特征	5
三、变位煤層的尋找方法	8
四、研究方法	36
結論	39
参考文献	40

緒 言

作者以地質學家的資格在普羅科皮耶夫-基謝烈夫區（庫茲巴斯地質構造最複雜的地區）某一個礦井工作時，對地質工作中最重要的問題之一——變位煤層尋找方法，積累了很多實際材料。這些材料能幫助我們對現有的變位煤層尋找方法的應用範圍作比較切實的確定。

目前的幾種變位煤層尋找方法，大部分是從實際工作中得來的，但是說明卻不夠詳細。雖然如此，但這種說明顯然仍是需要的，且將隨著對礦井地質工作要求的增長而加大。

大家知道，現在約有十種變位煤層尋找方法，但是，其中有些方法可以合併為一組，作為一種方法來研究。

這些方法是：

1. 比擬法；
2. 類似法；
3. 對比法；
4. 碎屑法；
5. 地層標志法；
6. 滑動記號法；
7. 岩層彎曲法。

這些方法都非常簡單。但是，只有應用在下列情況下，它們才有成效：（a）確切地說明所遇到的斷裂的幾何形態時（這點在很大程度上取決於所採取的斷裂圖示方

法)；(b)对該处的地質構造形成过程有深刻研究时。

一、断裂的圖示方法

在分析断裂構造时，用圖确切地把这种構造表示出來是很重要的，因为構造形态的确切說明决定于圖示方法。

选择任一目的物的圖示方法时，通常需要考慮到下列条件：

(1)圖示清晰完整；

(2)易于量度(圖示方法应能迅速而簡易地量出所有必需的角度与綫長的数值)；

(3)圖示方法簡單、容易，并易于了解。

此外，还应补充一个必需的条件，即所采用的圖示方法应当同样适用于所有的变位煤層尋找方法。

在地質實踐中，圖示任何地質構造，其中也包括圖示断裂構造，都广泛地应用三个平面相互垂直的剖面方法，即水平面(地質圖)、橫向垂直面(橫向垂直剖面)与縱向垂直面(縱向垂直剖面)。这是一种广泛应用的方法，是在圖示各种复雜的、簡單組合的構造中不可缺少的方法。为了圖示断裂在空間的形态，这种方法有許多缺点。当研究簡單的才断裂时，通常并不同时采用三个剖面。我們認為橫向垂直剖面是主要的，采用橫向垂直剖面可以确定断裂形态，即确定岩層与断裂面的相互位置及其几何关系。但是，用这种橫向垂直剖面圖示断裂形态时，經常会使断裂各要素的真实关系發生或多或少的歪曲。此外，各剖面

只能反映出斷裂在斷面上的形態，而不能反映出斷裂在空間的形態。

為了詳細分析斷裂，用數值標號投影圖示斷裂方法是最合理的。

數值標號投影圖示斷裂方法的實質是：借等水平綫來表示平面。數值標號投影方法在地質學中並不是新的方法，它廣泛地應用於礦床幾何測量中。構造圖或等高綫圖以及地形底圖都是用數值標號投影方法來編制的。在圖示地質構造時，這種圖示方法有許多優點：簡易、易于了解、圖示清晰完整；易于量度，並適用於變位煤層的一切尋找方法。但是，用數值標號投影方法來表示複雜的礦床岩石情況，即表示礦層頂板和底板的岩石，是很困難的。這是該方法的主要缺點。當解決變位煤層尋找的實際問題時，這個缺點並不嚴重；因為，在一般情況下，地質構造往往只與某一個煤層有關。因此，在研究與斷裂幾何分析有關的方法時，這種方法自然是主要的方法。表示斷裂變動的岩石情況時，可用地質剖面來說明。

為了分析所觀察的構造斷裂，為了確定斷層裂面與兩翼交切平面間的角度關係，用立體投影法來表示各個斷裂是最適宜的、最明確的。在礦山幾何書籍中分析構造斷裂時，則採用立體投影法。用這種方法表示斷裂的各種形態及其分析，在 A. C. 查布洛丁〔5〕的著作中有相當詳細的論述。

採用立體投影法時，能夠簡易而明確地具体分析所發現的斷裂變動。

二、普罗科皮耶夫区地質構造 形成过程的一般特征

正确地說明某种断裂形态，决定于圖示断裂的方法，也决定于我們对岩層变形过程及其規律性的正确了解、对该断裂地質構造与礦床一般地質構造相互关系的正确决定以及对該断裂在变形过程中位置和一般地質構造在發展过程中位置的正确决定。岩層变形的特点（各个地質構造的形狀、相互关系和發生的次序等），决定于岩石在变形時間內的狀態，也就是决定于岩石在特定岩層变形条件下所具有的物理化学性質的綜合。

地壳各个地段的变形条件，在地壳歷史各个不同时期，不可能是一样的。各个地段的岩石也不可能具有相同的物理力学性質，就是說，在这些地段上变形的一般特点是不可能一致的。因此，應該拒絕采用地質学中研究地質構造及其形成过程的一种原則上不正确的方法——比拟法。

根据不同的变形条件，岩石可以是硬性的（彈性的）、柔性的、或者是彈性-柔性的（自硬性到柔性的各种不同过渡狀態）。

物体殘留变形的實質是：当物体受外力作用时，物体內部各个部分（顆粒、分子、原子或各層的質点）沿着一定的滑动面發生相对位移。这些滑动面有一定的方位，在空間排列得很規律，而且与物体內部受作用的应力有关。

沿个别滑动面位移的大小（物体的破坏除外），决定

于物体的内部構造、內聚力的大小以及其他一些因素；一般說來，位移是很小的。

物体在外界負荷作用下的反应，决定于物体內同时存在的滑动面的数量。滑动面的数量越多，則物体的柔性越大；反过來說，滑动面的数量越少，則柔性也越小。在这里，从量变到質变的法則表現得非常清楚。

滑动面的数量（物体各質点沿这些滑动面同时發生位移）决定于物体性質的均匀程度，也决定于物体的机械均一性。物体的机械均一性决定于变形發生的条件。在这里，岩石状态和变形条件間的联系就表現出來。

根据这种观点看來，岩石可以分为下列几种状态。

彈性状态：变形时沒有滑动面產生，这就是說不是殘留变形。当滑动面出現时，物体就迅速破坏，实际上，不可能產生柔性变形。

彈性-柔性状态：滑动面很多，滑动面間的距离也很大。物体形狀的柔性变化不大。当物体的滑动面繼續运动时，滑动面就產生大量的裂隙，以后，物体就破坏。

柔性状态：滑动面的数量无限增多。滑动面間的距离无限减小。岩石各部分的質点都在运动中。实际上，物体形狀的柔性变化是沒有停止的（不取决于負荷的种类）。同时，由于岩石内部結構（一直到分子）的变化，变形可以和岩石的變質現象同时發生。这种柔性状态是沒有裂隙的。

普罗科皮耶夫-基謝烈夫区所積累的实际材料証明，这里的岩層在变形時間內是处于彈性-柔性状态。

彈性-柔性物体的变形本身具有許多特性。这些特性

之一是：当物体弯曲时，其内部發生剪切应力。这种剪切应力在褶曲翼部產生所謂次生力場，最后并決定一般構造变动过程的特征和各种小褶曲形成过程的特征，特別是決定小断裂構造形成过程的特征。与褶曲翼部同时產生的次生力場具有大小相等但方向相反的应力。这样，力場的应力空間在外力連續作用下，便形成同一类型的構造。这些構造位于褶曲的翼部，彼此非常相似。在次生力場作用下發生的断裂構造有下述各种表現。

節理在岩層未挤压成褶曲以前出現。順層断裂在褶曲發展时期產生，它是褶曲形成时有規律的和不可避免的伴生產物。同向逆断層随着節理的出現而產生；在力場应力較大的向斜內部，節理產生得較早。

逆掩断層是断裂面較岩層傾斜为平緩的断裂，是在褶曲翼傾斜达到 $40-45^{\circ}$ 时才出現。反向逆断層出現得早一些，但經常与小褶曲同时產生；有时，它是橫切小褶曲的大逆断層的分枝。

平移断層是由于基本力場压力前面应力的不均匀分布和岩層各部分移动不均一而產生的。这种平移断層在整个地質構造变动时期內都可能發生。

褶曲形成过程中產生的断裂構造，在一般岩層变形过程中占有很不相同的地位。

褶曲形成作用結束以后產生的断裂，在本区 尚未發現。这很可能是由于这里的褶曲形成过程还没有結束以及岩層也沒有最后固化。

在褶曲形成过程中產生的断裂，由于参与了总的岩層

演变，因而在未来仍处于不断运动中，以致它的几何形态有时会起根本的转变。在下面，我们会清楚地知道，这在确定变位煤层的寻找方向时是非常重要的。

三、变位煤层的寻找方法

1. 比拟法

比拟法的实质是：每一个新开拓地段的地质构造，用来跟已开拓过的、研究过的、与其相距不远地段的地质构造相比拟；但是，根据岩层与断裂面的相互关系，每一个断裂是与某一个早已解释过的断裂相类似；因此，这断裂

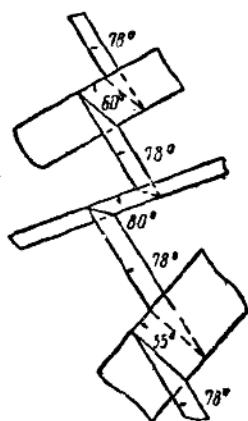


圖 1 “集明卡” 礦井內
3 煤層中比拟法的应用

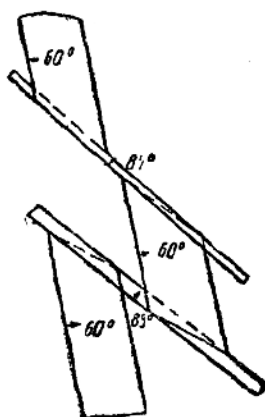


圖 2 比拟法应用的局限性；
“集明卡” 第 3—4 号
井內 1 煤層

就可以認為與已解釋過的斷裂相比擬(圖1)。

由於在同一的變形條件下，只有某一種斷裂產生和發展，那末，很顯然，比擬法不是沒有基礎的。但是，在同一岩層內部取兩個斷裂單元，不管其位置多么相近，它們的變形條件不可能是絕對相同的；因此，所發生的斷裂構造不可能完全相似，尤其是斷裂構造如在不同時間發生時，更不可能完全相似。

變形條件和岩石狀態在時間進程中是在不斷地改變。因而，在岩層變形的不同階段，不可避免地要產生不同的地質構造，最後使一些在成因上不同類型的斷裂構造相重迭。很顯然，在這種類似的情況下，比擬法幾乎沒有實際價值，因為還存在着解決變位煤層尋找問題的兩種意思的解答(圖2)。

2. 類 似 法

類似法的實質是：利用與被解釋的斷裂同時伴生的微小斷裂，來確定煤層丟失翼的移動方向(圖3)。

地質體的變形表現在褶曲、斷裂和密集裂隙網的形成上。這些地質構造形成的相互關係是非常有規律的。例如，早已存在的密集裂隙網經常是斷裂發生的基礎。初期，斷裂與長度不大的和斷距很小的簡單裂隙稍微有些區別。後來，微小斷裂逐漸增大，彼此匯合在一起，形成單一的和較大的斷裂。這些微小斷裂的一部分是形成新的大斷裂的基礎，但仍舊保存在新斷裂的上盤或下盤上，並是新的斷裂的縮小形式。應該指出，在這種情況下，就破

坏了構造次序相互关系的一般概念。在这里，微小断裂是原始的地質構造，而不是使高級構造复雜化的和随着大断裂構造發展而產生的小構造。

若干微小断裂面匯合成的大断裂的断裂面，在一般情況下是不平坦的。在断裂繼續發展的过程中以及在其兩翼相对移动增大的过程中，断裂面就被磨平，并越來越与某种平均的、最适于相对移动的平面相接近。断裂面的偏斜和分叉暂时停止發展，并保留下來，使原有的断裂-分枝網复雜化或進一步發展，使被其割切的岩帮破裂，形成所謂破坏的“構造帶”。暂时停止發展的断裂成为第二类成因的断裂-分枝，即殘留断裂。

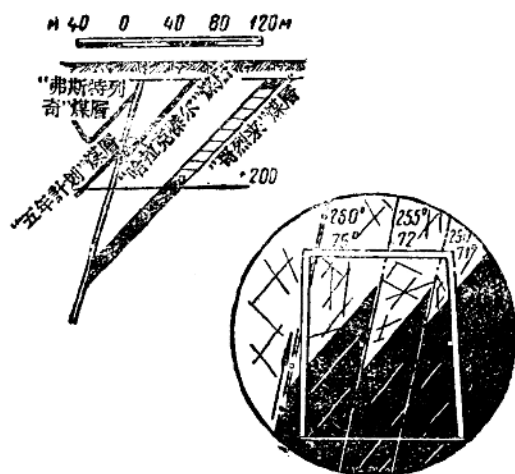


圖 3 “馬涅伊哈” 礦井 “哈拉克杰尔” 煤層中类似法的应用

在大斷裂發展的过程中，作用在它旁側的巨大破壞應力，使鄰近斷裂面的岩層發生局部破壞；出現第三類斷裂-分枝，這一類斷裂-分枝直接與主要斷裂有關，而且在一定程度上重複它的形態。

因此，任何或大或小的斷裂，總是有分枝網隨着產生。分枝網位於斷裂的上盤或下盤上。這些斷裂-分枝如果反映了一定條件下岩層破壞的統一過程，則具有與基本斷裂相類似的形態。

利用這些斷裂來解釋基本斷裂，這是類似法的基礎。

當發現幅度超過巷道斷面的斷裂時，應該仔細地研究巷道工作面。在工作面上現露的微小斷裂，可以指出煤層丟失翼的移動方向。

類似法雖然很簡單，但具有若干缺點。主要的缺點是：用類似法解釋各種斷裂，其適宜程度是不一樣的。例如，在解釋同向逆斷層和逆掩斷層型的縱切斷裂時，用類似法則非常適合，但在分析橫切斷裂時則本法幾乎不能應用。假如在巷道工作面中發現基本斷裂，但缺乏對分枝的觀察，則類似法決不能應用。因此，必須詳細地研究該巷道工作面，每天井應進行記錄。但在目前礦井地質工作情況下，這工作並不是經常可以實行的。

類似法的一個較大缺點是：在解決變位煤層尋找問題時，類似法沒有包含偶然性的因素。假如大斷裂原來就伴生着微小斷裂-分枝，那末，斷距不大的小斷裂常常不會有這種伴生物。這些小斷裂或者單獨存在，或者分布在大斷裂附近，而不是它的分枝。這種在成因上不與大斷裂聯

系的断裂，常把進行大断裂相对几何形态和性質的研究者引入迷途，因为他們很难把这种断裂与分枝区别开来。

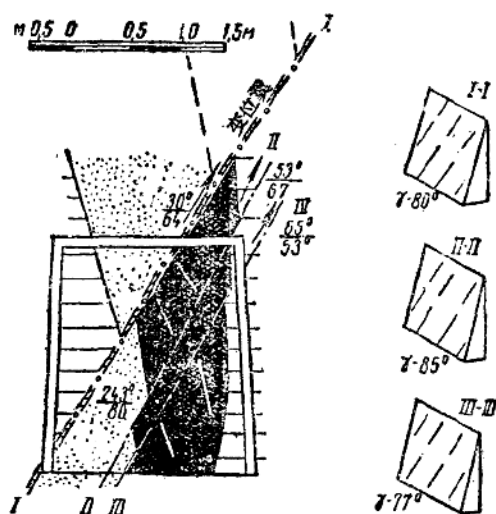


圖 4 “馬涅依哈” 礦井第一“比茲曼” 煤層內断裂的类似

为了避免可能錯誤地利用性質不同的断裂，必須确定断裂的类似性。假如將微小断裂与大断裂的断裂面上的条痕進行研究与比較，这一点是可以作到的(圖 4)。兩個相鄰的断裂，如果具有同一方向的断裂面和断裂面上条痕的位置相同，即使其几何形态不同，這兩個相鄰的断裂也是类似的。例如，断裂面上有岩檻的逆断層(基本断裂)和分布在岩層弯曲处的微小逆断層是类似的，因为断裂面上的条痕及其方位都类似。

由此可見，类似法在意义上很簡單，但有时也具有一些可以消除的缺点，这样就决定它的应用有相当的局限性。

3. 对比法

用对比法來解釋構造破坏，是在这两种情况下：当采煤工作沿着已开采或已采过煤層附近的煤層中進行时，或在重新开拓的水平上進行时；当采区上面水平的煤層已弄清楚和断裂已明确时。在类似的条件下，特别是在从前掘進的相鄰巷道靠近断裂經過的地方时，对比法就能够解决断距很不相同的断裂。

对比法的实质是：某个巷道現露出來的断裂与相鄰巷道中已經揭露的和早已研究过的断裂相一致。

熟悉这种变位煤層尋找方法的人，对于对比法非常簡單和可靠的性質都有一个明确的概念。但是这个概念的正确性是相对的，只对于那些不大复雜的礦体才是无条件的。在礦体地質構造很复雜的条件下，对比法的可靠性就降低了。对比法的可靠性决定于相鄰巷道之間的距离。因为巷道的接近是有限制的（即使在普罗科皮耶夫礦区煤層的含煤程度很高的条件下，煤層間的距离照例超过20—25公尺），如果構造复雜，对比法的可靠性就大大降低。这一点，可用断裂面在其整个延長綫上常常不保持產狀要素的穩定性來說明。断裂面的形态及其產狀要素的变化决定于与其相切岩層的物理性質、岩層層理(圖5)以及断裂面生成后的構造过程。

但是，断裂面并不常能保持產狀要素的穩定性，也就

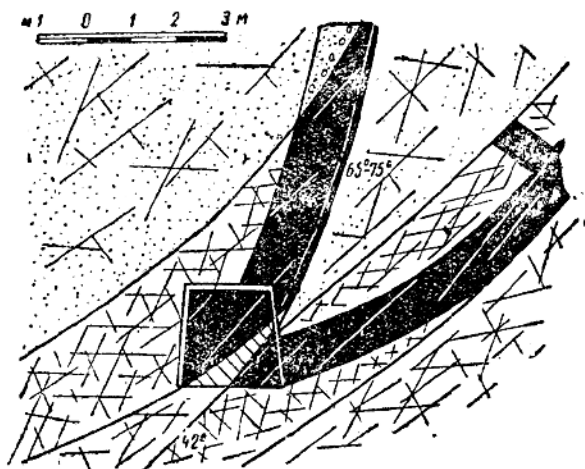


圖 5 “馬溫依哈”礦井“哈拉克杰尔”煤層內斷面產狀要素的變動

是說，在巷道現露出斷裂面的地點，產狀要素的分別測定不能作為兩個地點現露出的斷裂有相當一致性的根據。當斷裂很密集時，一致性就不再有相同意義，而這種方法也就失去了效力。

應該指出，在均質的非層狀岩層中，斷裂面不保持產狀要素的穩定性。斷裂面通常有一個平緩的波狀面。在這個面上，每個波的起伏寬度一般自數公厘到數公尺，甚至達到數十公尺。波的軸綫與活動的斷裂翼的移動方向相重合。因為巷道工作面上斷裂面的露出面積一般都很小，那麼，根據分別測定來確定斷裂面的實際表面，會發生很大錯誤。分別測定的斷裂面的傾角和走向，與斷裂面的平均

傾角和走向相比，其誤差一般約小 $10-15^{\circ}$ 。

对各种断裂來說，根据断裂变动形成时兩翼移动的方向來确定傾角或走向的誤差是一种特征。

在相鄰兩点上，同一断裂面測定的可能誤差有时达到 $20-30^{\circ}$ 。这就可以假設两个平巷所揭露出的構造不一致，实际上是揭露了同一構造。

类似的情况在利用上部水平的資料时也表現出來。煤層割切綫的位置决定于煤層和断裂面的相对位置。开采水平的正常标高为 $50-80$ 公尺，沿煤層开采的斜高可能达到 $150-200$ 公尺。在这样的距离下，断距达数公尺的断裂只有在沿走向或傾向作很大距离的延展时，断裂的一致性才有可能。但时常遇见的断裂，其断距都不大，故長度也不大。由于自然界中这样的断裂很普遍，因此，可以得出結論：只有对于在很相近的一些点上所揭露出的断裂，才有可能完全确定其一致性。

因此，由于断裂面的变动，根据上部水平的观察对下部水平進行对比預測时，必須非常謹慎。这种对比常不能作为在下部水平上解决变位煤層尋找問題的唯一根据。

如果某断裂被开采巷道兩端的巷道所揭露，并且曾經作过对比，那末，即使对比的可靠程度很小，在这种情况下，对比法仍可以作为变位煤層尋找的主要方法。在普罗科皮耶夫区的条件下，这种方法能在“斯波尔納”及“次斯波尔納”薄煤層里广泛应用。这些煤層位于“比茲曼”煤層和“德沃依”煤層之間，而且是在最后才進行开采的(圖6)。