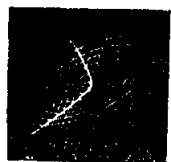




孙 鸿 奎 著

煤层等高线图的编制与应用

中国工业出版社



煤层等高线图的编制与应用

孙 鸿 奎 著

中国工业出版社

268402

Lee

本书系作者根据多年来对煤层等高綫图的編制、审核和应用的經驗，总结而成。

本书共分七章，包括总論，基础理論和方法，以及編图和用图三部分。总論部分，綜合論述了編图、审图和用图的关系；基础理論和方法部分，闡述了常用的投影方法、各种图尺和图解方法、褶曲和断层形态的表現方法等內容。編图和用图部分探討了煤层等高綫图的綜合校核及其在布置钻孔、掌握断层位移和計算儲量中的应用。

本书可供全国煤田地质勘探及煤矿矿井地质方面的編图和用图人員参考。

煤层等高綫图的編制与应用

孙 鴻 奎 著

煤炭工业部书刊編輯室編輯（北京东长安街煤炭工业部大楼）

中国工业出版社出版（北京佟麟阁路丙10号）

北京市书刊出版业营业許可証出字第110号

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店經售

*

开本 $850 \times 1168 \frac{1}{2}$ ·印張 $7^3/16$ ·字数181,000

1964年11月北京第一版·1964年11月北京第一次印刷

印数0001—2,410·定价(科六)1.10元

*

統一书号：15165·3420(煤炭-229)

前 言

作者过去在煤层等高綫图的編制、审核和应用工作中，由于缺少适用的参考資料，深深感到不便。又鉴于煤层等高綫图是煤田地质勘探工作中有代表性的重要圖紙，因此，就圍繞这一主题，逐漸积累了一些素材，总结成《煤层等高綫图的編制与应用》一书，并试图把矿体几何学的方法运用到地质工作中去。

本书首先綜合論述了煤层等高綫图的性质、編制和应用等問題，然后論述了編图的基础理論和方法，最后分別論述了有关編图与用图的問題。基础理論和方法部分，主要针对本书中的实际需要，有重点地加以論述。編图和用图部分，系根据作者近几年来在煤层等高綫图的編、审、用当中发现的問題，結合自己在工作的一些經驗和体会，按問題逐章进行探討。

基础理論和方法部分系摘要介紹，如果讀者需要了解其他方面的系統理論，可以参考书末所列投影几何和矿体几何等方面的文献。在編图和用图方法中，对于图的編制、审核和应用，力求統一論証，以闡明三者之間的內在联系，使編图工作能从用图的实际需要出发，編制出质量高的、能确切反映实际地质情况的煤层等高綫图来，并使用图工作能充分發揮煤层等高綫图的优越性能。

本书在校訂过程中，很多同志非常关心，給以多方面的帮助，作者謹此致謝。由于作者对于編图和用图的一些体会，主要是从实际工作中点滴摸索来的，挂一漏万和謬誤之处，在所难免，希讀者指正。

作 者 于北京

一九六四年三月

目 录

前 言

第一章 煤层等高綫图总論	1
第一节 煤层等高綫图在煤田开发中的作用	1
第二节 煤层等高綫的性质	6
第三节 煤层等高綫图的种类	12
第四节 煤层等高綫图的編制、审核和应用	13
第五节 如何編好煤层等高綫图	14
第二章 編制煤层等高綫图的基础理論和方法	18
第一节 平面等高綫的投影方法	18
第二节 由实际材料編制平面等高綫图	24
第三节 視傾角問題的图解方法	28
第四节 余切图尺	34
第五节 正切图尺	37
第六节 移植图尺	40
第七节 插入法	41
第三章 褶曲和断层形态的表現方法	47
第一节 褶曲构造綫	47
第二节 曲面等高綫图的投影方法	51
第三节 由实际材料編制曲面等高綫图	55
第四节 褶曲形式	60
第五节 断层綫和煤层断裂綫	67
第六节 利用断层面等高綫控制断裂形态	70
第七节 复杂的断裂构造情况	75
第四章 煤层等高綫图的綜合校核	83
第一节 平面等高綫图的校核剖面	83
第二节 曲面等高綫图的校核剖面	86
第三节 多剖面校核	91
第四节 傾角校核	95
第五节 水平剖面校核	101

第六节	褶曲和断层形态的校核	106
第七节	其它方面的校核方法	116
第五章	煤层等高綫图在布置控制钻孔中的应用	120
第一节	方法的适用条件	121
第二节	煤层的傾角和傾向	122
第三节	追踪走向控制钻孔的布置	125
第四节	控制半径和控制圓	130
第五节	多种可能的推断	133
第六节	地质現象的統計对比	139
第七节	誤差影响分析	142
第六章	煤层等高綫图在掌握断层位移中的应用	153
第一节	断层形态的了解程度	154
第二节	相对位移方向和位移量	158
第三节	对比标志	166
第四节	利用煤层等高綫对比标志确定断层位移	168
第五节	造成不同断裂形态的因素	174
第六节	利用两处局部形态确定断层位移	184
第七章	煤层等高綫图在儲量計算中的应用	191
第一节	煤层等高綫儲量計算方法的适用范围	191
第二节	平均条带长度和投影面积	194
第三节	曲綫和面积的度量	200
第四节	斜面积計算方法	207
第五节	傾斜方向失真系数	214
第六节	儲量計算誤差	217
参考文献		222

第一章

煤层等高綫图总論

煤层等高綫图是煤层层面标高的等值綫图，是用等值綫来表現煤层层面形状的投影图。煤层等高綫图可以帮助我們得到煤层层面的清晰立体概念，掌握煤层的产状和构造的变化。煤层等高綫图最适于表現小型构造，还能表示古代河流冲蝕等煤层賦存界綫，也能附带标出煤种牌号区划等工业分界綫。由于煤层等高綫图具有这些优越的性能，在煤田的勘探及开发中就得到了广泛的应用。

第一节 煤层等高綫图在煤田开发中的作用

在煤田地质勘探、矿井設計和开采的各个阶段，有很多工作都与煤层等高綫图发生这样或那样的关系。煤层等高綫图編制和应用得好不好，在一定程度上会影响煤田开发能不能順利地进行。

在煤田地质勘探阶段，煤层等高綫图經過不断的充实、推断、校核和修改，是制定进一步勘探設計和布署勘探工程的重要依据。在一定的条件和要求下，煤层等高綫图也可以作为儲量計算的底图。

在矿井設計阶段，煤层等高綫图是最重要的图紙依据。通常，根据煤层等高綫图，可以作出采区布置及机械配备图，矿井建設的有关工程即按照該图施工。煤层等高綫图也常作为铁路、工业广场等預留煤柱图的底图，有时也可作为布置通风、排水和运输系統的参考材料。

在开采阶段，煤层等高綫图就成为控制煤量、布置开拓工程和开采工作面的重要依据。此外，在勘探和开采阶段所遇到的构造問題，也常能利用局部煤层等高綫图，通过作图方法得到解决。

在上述的煤田地質勘探或開采階段，各種煤層等高綫圖都是自編自用。這時，編圖與用圖之間的要求和意圖，比較容易一致起來。但是，在礦井設計階段，情況卻有些不同。這時，負責編圖的不是礦井設計單位的人員，而是地質勘探單位的地質人員。於是，編圖與用圖之間的要求和意圖，就容易有比較大的出入。因此，編圖的地質人員，必須從礦井的設計、建設和開采的實際需要出發，才能使編制的煤層等高綫圖，在礦井設計階段起到應有的作用。下面舉出一些常常遇到的煤層等高綫圖不能符合設計要求的情況，加以說明。

煤層等高綫圖的質量與選擇井筒位置的關係：在進行總體設計劃分井田時，須要考慮每一個井田工業廣場和井筒的最適當位置。尤其是年產量大的井田，根據儲量分布的特點來確定井筒的位置，在多數情況下是合算的。不過，要收到節約投資的效果，煤層等高綫圖一定要能夠如實地反映儲量分布的情況。不然，就

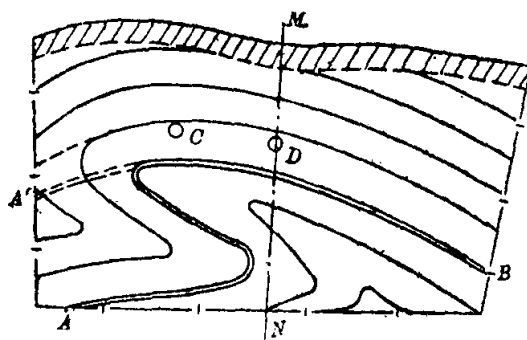


圖 1-1 井筒位置的選擇

會因井筒位置選擇不當，在建井後發現兩翼儲量並不均衡的情況。這時，即使能夠採取打斜石門等措施加以補救，也會造成不應有的浪費。圖 1-1 表示一個劃定邊界的井田，實際的煤層形狀，有一個向斜和一個背斜構造。在圖中，用雙實綫表

示出的 AB ，是初期開采水平附近的煤層等高綫。 MN 表示井田的中綫。可以明顯地看出，初期開采水平以上的儲量， A 翼多於 B 翼。為了使兩翼儲量均衡，井筒不應建在井田中央，而應建在偏於 A 翼的適當地方，如圖中的 C 點所示。但是，如果煤層等高綫圖的質量不能滿足要求，不能確切反映儲量的分布情況，譬如，在地質勘探過程中，沒有發現圖中的向斜背斜構造，認為只是一個單斜構造。那末，初期開采水平附近的煤層等高綫就會在

图中画成 $A'B$ ，它的 A' 翼部分，如图中双虚线所示。这时，设计人员根据错的煤层等高线图，会由于误认为两翼的储量是均衡的，而把井筒建在井田中央，如图中的 D 所示。在建井以后，才发现两翼储量并不均衡，错误已经造成，就很难挽救了。

煤层等高线图的质量与开采水平设计的关系：因为，煤层等高线就是煤层走向线，与同标高的开采水平大体上是一致的。尤其是矿井的初期开采水平，在煤层等高线图上的位置是不是准确，与今后开采能不能顺利进行，关系更大。图1-2表示两条勘探线上原有的5个钻孔，并选定了5号钻孔的见煤标高为初期开采水平。 AB 是煤层等高线图中通过5号钻孔的煤层等高线，也就是选定的初期开采水平界线。在设计矿井时，即根据图上 AB 线的情况进行安排。如果图纸质量不能满足实际要求，在建井后才发现所选定的初期开采水平界线的煤层等高线的位置不是 AB ，而是 CD ，则在开采两条勘探线中间部分时，就会因通风、运输路线过长，在技术上遇到很多困难。如果实际开采界线的煤层等高线是图中的 EF ，那么，初期开采的实际储量就会低于预计储量，迫使矿井延深的时间提前，打乱开发布署，而这种困难是不易克服的。因此，勘探期间，多打一个如图1-2所示的6号钻孔，就可以使初期开采水平附近的煤层等高线，能够切合实际情况，满足设计要求。

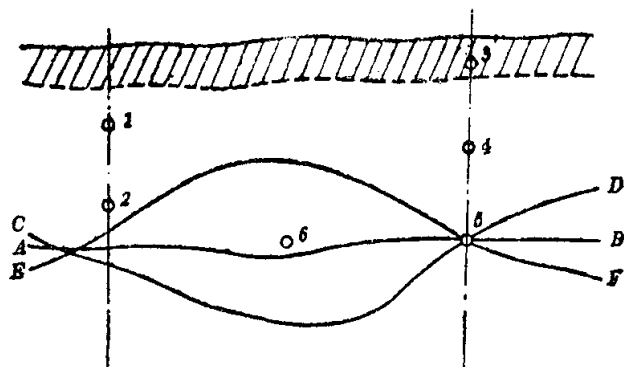


图 1-2 初期开采水平设计示意图

煤层等高綫图的质量与井底車場和主要石門設計位置的关系：图 1-3 上的 A 是根据一張质量不高的煤层等高綫图設計的石門見煤位置。建井后，如果發現石門見煤位置不在 A ，而在 B ，那么，延長石門，不但要推迟工期，而且也要增加投資。如果建井后，实际上在井底車場 C 处遇煤。为了使井底車場和石門具有最低限度的設計长度和回旋余地，就需要打岩石繞道来补救，使工程复杂化。

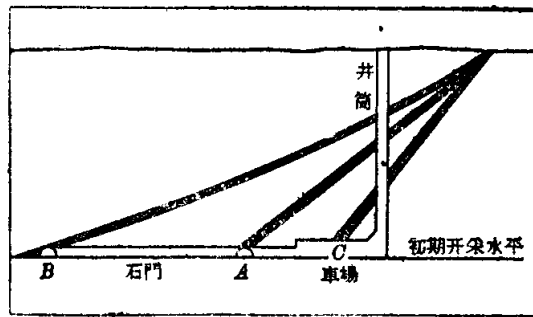


图 1-3 井底車場和主要石門見煤位置图

煤层等高綫图的质量，对于矿井运输、通风和排水設計的关系：例如，根据煤层等高綫图，煤层傾角較大，設計时决定用溜槽为放煤工具。但是，如果图紙质量不高，在矿井开拓时，发现很多上山傾角較小，不能利用溜槽。这时，就会因增加投資和准备动力运输器材，打乱原来的安排。如果煤层等高綫图上的煤层产状与实际情况出入很大，就有可能在矿井設計时为上山，在建井时不得不变成下山。在这种情况下，無論向下通风或向上运输和排水，都需要額外的动力和设备。因此，范围較大的次一級构造，应当根据规范要求，在地质勘探阶段查明。图 1-4 表示的洼兜构造，是单斜构造中的一个局部小煤盆。如果它的直径小于勘探綫距离，并且位置恰巧在勘探綫之間，就容易被漏掉。如果这一类的局部构造范围很小，在地质勘探阶段，虽然注意探查，也是难以察觉的。不过，如果能掌握当地具有出现这一类局部构造的规律性，也应当在地质报告中加以說明，提供給矿井設計和开采部門参考。

煤层等高綫图的断层位置不够准确，也会降低矿井設計的质量。尤其是井筒附近的断层位置，必須特別准确。在設計矿井时，应使井筒下部避开断层。但是，如果图紙质量不高，断层位置不准，就有可能誤把井筒設計在断层带內。井筒下部翻籠峒室、煤仓、装載峒室、馬头門和井口附近巷道的断面都很大，在建井时，如果在这些地方遇到事先未經查明的，或位置判断錯誤的断层带，往往会发生很大的塌冒，严重影响工程的进展。

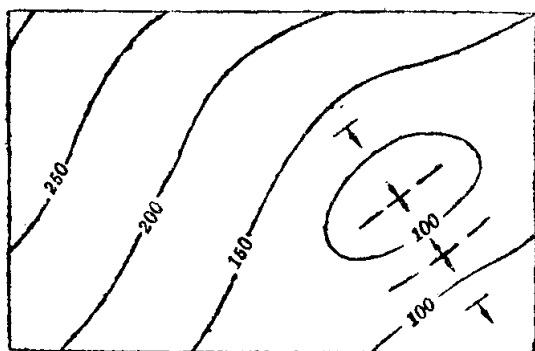


图 1-4 洼兜构造

大断层常作为井田的自然边界，断层带也常用来代替铁路煤柱和工人村煤柱。因为，这样作可以少压初期开采的高级儲量，又可使工人免于远途往返。但是，如果煤层等高綫图质量不高，不能正确地反映断层位置，結果会因企图利用断层，反而陷于被动。例如，在图 1-5 中，在矿井設計时，原来企图使铁路沿井田边界的断层带繞进工业广场。但是，因为煤层等高綫图上的断层位置不准确，結果铁路偏离实际断层位置。应有的煤层等高綫图上的断层位置，在建井后查明如图 1-5 上的点綫所示。这时，仍須在图中两条虛綫之間留出铁路煤柱，压住大量高級儲量。并且由于铁路是繞道进入工业广场的，压住的儲量有可能比直綫进入工业广场要更多一些。此外，铁路煤柱与断层（井田边界）之間的狭长地带，如图中用斜綫表示的面积范围，不易納入铁路煤柱另一側的开采体系，形成儲量的浪費或开采的不合理現象。

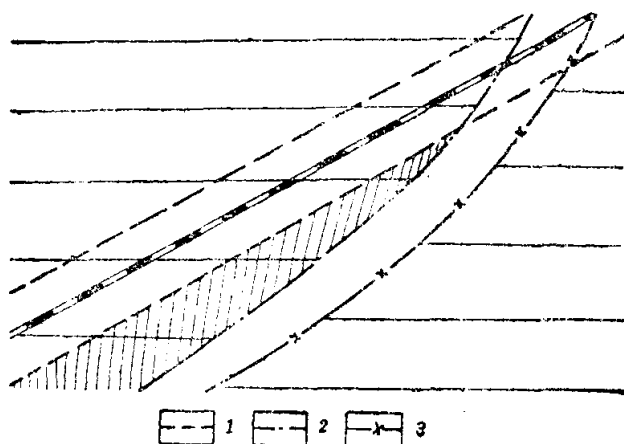


图 1-5 铁路煤柱和断层带关系图

1—煤柱界线；2—断层上盘煤层断裂线；3—断层下盘煤层断裂线。

第二节 煤层等高线的性质

表示标高值变化的等值线图，除了煤层等高线图以外，最常见的是地形图。煤层等高线与地形等高线之间，既有共同的性质，又有不同的性质。

煤层等高线和地形等高线都具有单值性、连续性、圆滑性和有限性。就因为具有这些共同的性质，它们的编制方法才有很多共同的地方。

单值性，是指任何一条垂线与煤层层面或地面相交，一般只会会有一个交点。连续性和圆滑性，是指煤层层面或地面的任一单值点，与邻近的若干单值点形成一个剖面时，能够连成连续圆滑曲线的断面。有限性，是指煤层层面或地面实际标高值的升高或降低，是有一定限度的。由于它们具有这些共同的性质，所以，煤层层面和地形面在理论上都可以当作函数曲面来处理。

地形等高线具有连续性和圆滑性，一般地讲是无条件的。这是因为地形等高线反映的是地面的起伏情况，在地面上搬走一些或堆积一些土壤和岩石，只能改变地面的形状，改变形状之后终归还是地面。同时，在地面上虽然会有许多石棱、孤立岩石等不符合圆滑性的情况，但因一般范围都很小，在比例尺较小的地形

图上是反映不出来的，反映出来也没有什么实际意义。因此，地形图上的等高线，在一般情况下不允许出现尖角、中断、相交和分叉的形状。如果遇到这些不正常的形状，没有特殊的原因，就可以认为这些地形等高线与实际情况不符。上述几种不正确地形等高线形状，如图 1-6 所示。

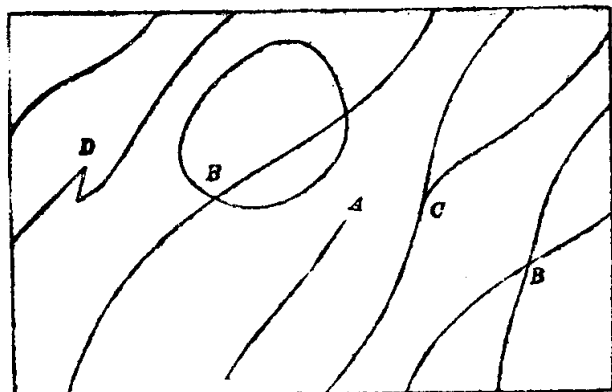


图 1-6 不正确地形等高线形状

A—中断；B—相交；C—分叉；D—尖角。

在比例尺相当大的地形等高线图上，也会偶然出现一些特殊情况，如图 1-7 所示。图中，地形等高线与公路相遇，如图中的 A 处，可以形成尖角；在采石场，如图中的 B，地形等高线可以中断；在伸出的崖头之下，如图中的 C，有时也可以交叉，但这些情况，在一般地形图上，是非常少见的。

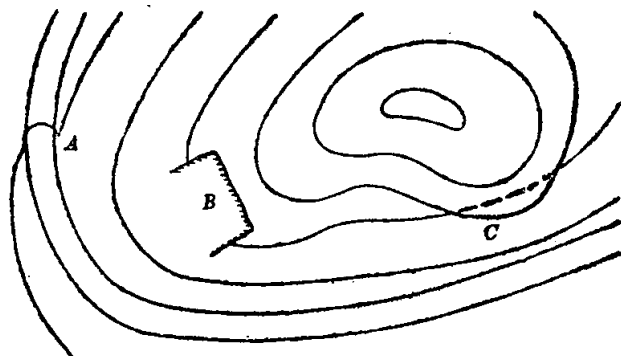


图 1-7 地形等高线的特殊情况

A—公路；B—采石场；C—伸出崖头。

煤层等高綫的連續性和圓滑性是有条件的，也就是有范围的。在一定范围内，煤层等高綫才是連續的和圓滑的，并且与地形等高綫的性质非常相似。在很大的范围内，煤层等高綫的中断、相交和分叉，就不是偶然出現的特殊情况了。尤其是中断的情况，几乎在每一幅煤层等高綫图上都会遇到。煤层等高綫的重要特点，也就在这里。常見的煤层等高綫的中断情况有以下几种：

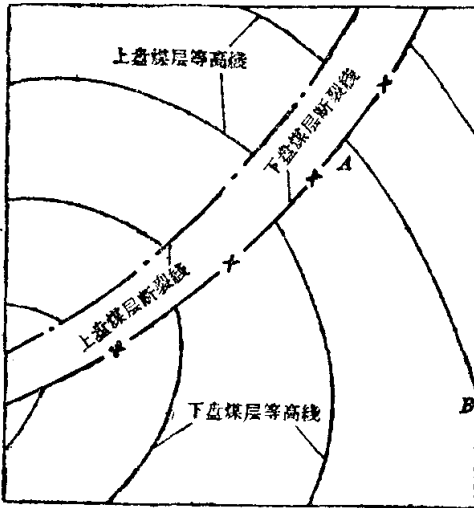


图 1-8 构造断裂

情况，几乎在每一幅煤层等高綫图上都会遇到。煤层等高綫的重要特点，也就在这里。常見的煤层等高綫的中断情况有以下几种：

1. 构造断裂 断层把煤层切断，在图上可以看到断层上、下盘煤层等高綫遇到了相应的煤层断裂綫，就发生中断。图 1-8 中的 AB 是断层下盘的一条煤层等高綫， AB 在 A 点遇到断层下

盘的煤层断裂綫而中断。 A 点也是标高与 AB 相同的断层面等高綫通过的地方。

2. 露头綫和采空区 在地面露头綫(或基岩露头綫)以外，煤层因剝蝕而不存在。因此，煤层等高綫遇到露头綫(或基岩露头綫)时，就发生中断。在图 1-9 中，虛綫 A 表示露头綫，煤层等高綫 PM 在 M 点遇到露头綫，即在 M 点中断。在图紙上的露头綫(或基岩露头綫)，就是各煤层等高綫与同标高地形等高綫(或基岩面等高綫)相遇諸点的連綫。在图 1-9 中， B 表示在地质勘探过程中圈定

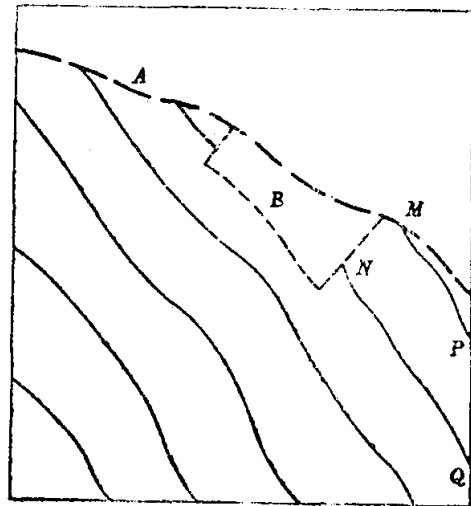


图 1-9 露头綫和采空区
 A —露头綫； B —采空区。

的老窖采空区。煤层等高线 QN 在 N 点遇到采空区,因采空区无可采煤层,就在 N 点断开。但是,也有时着眼在用煤层等高线表示煤层底板岩石的顶面,用虚线把煤层等高线在采空区内连续画出。

3. 冲蚀区、沙窗和尖灭线 当煤层被冲蚀、碎屑沉积所代替或发生尖灭,那么,在冲蚀区或沙窗范围以内,尖灭线以外,煤层就不存在,煤层等高线就在此中断,如图 1-10 所示。图中,因冲蚀发生在后,冲蚀界线把煤层等高线和尖灭线一齐切断。此外,由于煤层可采界线是一种人为的工业界线,不能代替尖灭线把煤层等高线切断。

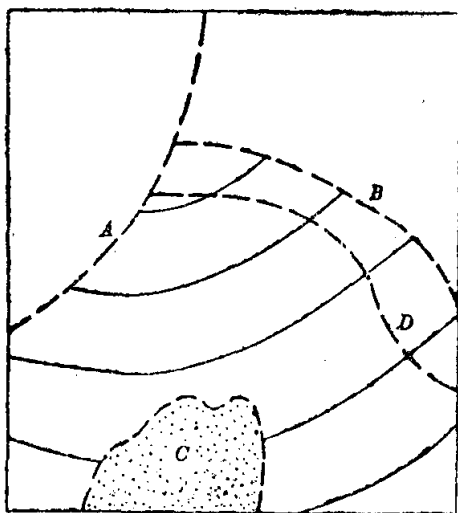


图 1-10 冲蚀区、沙窗和尖灭线
A—冲蚀区; B—尖灭线; C—沙窗;
D—可采界线。

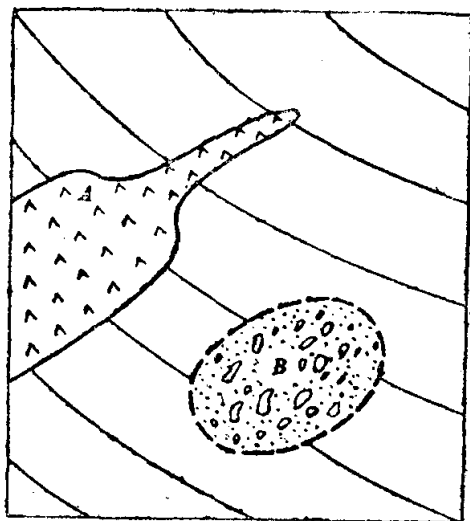


图 1-11 火成岩侵入体和喀斯特陷落柱
A—火成岩侵入体; B—喀斯特陷落柱。

4. 火成岩侵入体和喀斯特陷落柱 火成岩侵入和喀斯特陷落都能形成相当大的无煤区。在这种无煤区的界线上,煤层等高线就被切断,如图 1-11 所示。

在煤层等高线图上,除了经常可以见到等高线中断的情况以外,有时也会遇到煤层等高线分叉的情况。煤层等高线的分叉,反映了煤层的分叉。带有夹矸的煤层,当夹矸达到一定厚度时,依照规定,被夹矸分开的煤层上下两个部分即被当作两个单独煤

层看待。在計算儲量时，将分叉的煤层分开編图，但是，在两幅煤层等高綫图上，都应标明分叉綫的位置，如图 1-12 所示。图中，基本煤层（图 1-12b）指以底板岩石为底板的煤层，分叉煤层（图 1-12c）指以夹矸为底板的煤层。分叉煤层的等高綫，遇到煤层分叉綫，即中断。由于夹矸厚度的規定是人为的，分叉綫是一种工业界綫。夹矸与底板之間有一定距离，因而，基本煤层和分叉煤层兩組等高綫放在一起时，各对同标高等高綫相遇的地方，本来应各有很小的間隙。但是，这种間隙在一般比例尺的图紙上是表示不出来的，因此，当兩組等高綫表示在同一幅图紙上时，就出現煤层等高綫的分叉現象（图 1-12a）。

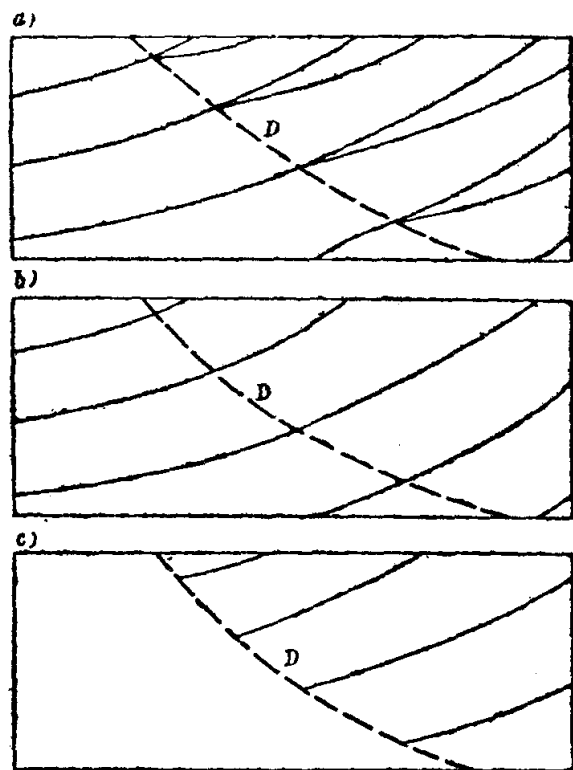


图 1-12 煤层分叉現象

a—煤层分叉；b—基本煤层；c—分叉煤层；图上D—分叉綫。

在煤层等高綫图上，有时也会遇到煤层等高綫相交的情况。所謂相交，实际上是在空間交叉。例如，当一个不对称的褶曲构造发展到向一翼偃臥时，在煤层等高綫图上就会出现空間交叉的

情况，如图1-13所示。图中，有标高值为2和3的两条等高线与标高值为4的等高线在空间交叉。标高值为2和3的两条等高线的被掩蔽部分，在图中用虚线表示，如图1-13a所示。由图1-13b的剖面图上可以看出，在平面图上采用虚线，可以把等高线的空间交叉关系，明显地表示出来。

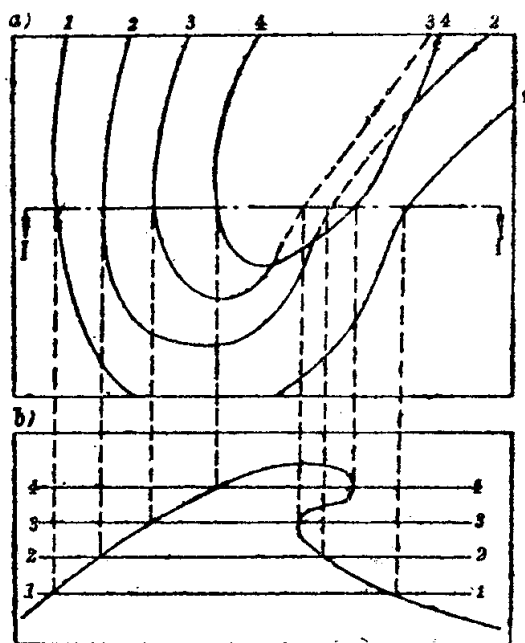


图 1-13 偃卧褶曲煤层等高线的空间交叉

a—煤层等高线；b—I—I剖面。

图 1-14a, b 是某地两个钻孔的实际剖面示意图。在地质条件这样复杂的情况下，如果仍旧要求编制水平面投影的煤层等高线图，煤层等高线就会在很多地方形成空间交叉。如图1-14a所示，煤层到深部由直立变为反转，由于没有明显的次一级构造，适于采用立面投影。图 1-14b 上有许多次一级的构造出现，适于采用以沿走向的垂直平面为投影基准面的等距线来表示。这样处理以后，就可以作到避免或少出现煤层等高线空间交叉的情况。

掌握了地形图和煤层等高线图共同性质，可以把编制地形图的某些方法用到煤层等高线图的编制工作中来。掌握了煤层等高线与地形等高线的特点，可以避免机械搬用编制地形图的方法。