

煤田勘探程度問題的討論

В. Я. 卡烏捷尔内依

苏共第廿次代表大会关于第六个五年计划的指示中曾經提出，今后必須進一步地大力开展并擴大地質勘探工作。在地下礦藏勘探人員面前所提出的任務是以最少量的勘探投資獲得最大的礦產儲量增長量。通過運用勘探技術方面的最新成就并應用正確的勘探方法是可解決這項任務的。在此我們不能不同意И.И. 莫尔恰諾夫^①的意見，因為他認為“……只有在勘探方法與大膽而廣泛地將技術的改進成果和科學結論運用到實踐中的這項工作相密切結合的情況下，才可能真正有成效地提高整個地質勘探工作的生產效率”。

但是，對勘探方法問題的探討顯然是注意得不够的。關於這一點，從1952年至1953年在“探礦”雜誌上所展開的大辯論中可以得到充分的證明。遺憾的是，在那次大辯論中所提出的許多問題，直到目前為止始終未得到解決。我們認為，上述現象之所以產生是因為我們沒有對已徹底探明的以及甚至部分已開采的礦床之勘探方法專門地、詳細地加以研究和總結的原故。這種與勘探經濟問題密切相關的深入分析，以勘探資料與開采資料相對比就能為制定最合理的勘探方法開闢道路。

我們想通過庫茲巴斯的普羅柯皮耶夫斯克—吉謝遼夫區的井田勘探實例來說明這種分析和對比。

該區的含煤沉積層是屬於巴拉洪系。它們形成一個複雜的短背斜，背斜本身被縱向的逆斷層型的大的構造斷裂分割成一系列的鱗片狀。每一片的內部構造的特征均有很強烈的褶皺現象，岩層的傾斜很陡，同時并具有很密的小型斷裂網；這種小型斷裂在空間上各有不同排列方向，而且一般又都接近於縱向的大斷裂，特別是不整合傾斜的大斷裂。各片中的基本褶皺特別是在向斜褶皺的北東翼或其軸的巨大彎曲處往往受一些次要褶皺的影響而變得更複雜。

為對該區進行系統研究和工業利用，所依據的材料是普羅柯皮耶夫斯克城附近之阿巴河左岸浮土下部煤層的露頭分布圖，該圖是В. И. 雅沃爾斯基於1916年編制成的。礦床的右岸部分由於浮土極厚，同時又沒有適于打平硯的地形，所以僅在1928年才開始勘探

并為工業所利用。

在第一個五年計劃的幾年里，由於庫茲巴斯冶金聯合工廠的建設，在本區內也曾同時廣泛地開展了豎井建設。這個階段勘探工作的方向是系統地了解大面積的地質構造，與此同時并順便地鑑定煤的質量。

勘探綫是垂直於基本構造的走向布置的，彼此間的間距為1500—1800公尺。在礦床錯動甚劇的情況下這種間距不能保證獲得高級儲量（ A_2+B ），而且也不能保證開采工作的正常進行。為了解決這些任務當時就必須加密勘探綫，以使勘探綫的間距更為合理，另外還必須通過廣泛地采用岩心鑽、輕型坑道和蛇形鑽來沿走向和傾斜方向追索煤層，研究煤層的構造及厚度的變化。在以後的幾年里這項工作已經完成。

在上部層位上打有開采坑道，這就促進了我們能更好地去認識地質環境，特別是井田的構造特征，無疑這對鑽孔的正確布置是產生過影響的。在許多井田內，很難証實是否存在有不打也不會改變儲量的級別，也不影響對構造的理解的鑽孔。在某些井田內雖也有這類鑽孔，但一般其數有限，占勘探這些井田的所有鑽孔總進尺的很小一部分。

井田勘探到達±0公尺的中段或到-20公尺的中段，相當於距地表的350—400公尺的深度。最近時期在某些井田內曾進行了往更深部位的勘探（如斯大林豎井，莫洛托夫豎井等等）。

在普羅柯皮耶夫斯克—吉謝遼夫區的具體條件下，對勘探方法產生影響的基本因素是區段的構造以及煤層在厚度、結構和質量上的穩定程度。當然，其他一些因素如地形、煤層的埋藏深度、覆蓋沉積層的厚度和含水性、區域的研究程度及其他等等，也會對此產生影響，但所有這一切均只占極次要的地位。因為在許多區段內，勘探工作基本上是在已有為坑道所揭穿的豎井水平中段的情況下進行的。在某些情況下，次要因素的影響却表現得很強烈（如本區的吉謝遼夫段的七號豎井即如此）。對這類井田，同進行過深部

①反對在勘探方法上的形式主義，И.И. 莫尔恰諾夫，“探礦”1953年第2期

位勘探的井田一样，我們都从分析当中予以删除，以便能对所獲得的资料進行对比。

根据上述可以得出的結論是，在該区内所采用的勘探方法一般在原则上是正确的；当然还有个別缺点，例如：个别勘探綫的布置不都是很正确的，因为略微地斜切着走向布置的，当一个井田内各区段的复雜程度均相同时，在該井田范围内勘探綫的布置也不均匀，个别鑽孔的深度也很不够等缺点。但同时又可以認為，勘探本区各井田的方式或多或少是一致的。

鑒于在本区内勘探方法的应用、勘探深度和影响勘探方法的因素等实际上是相同的，所以我們就能够將在不同的井田内所獲得的勘探成果進行对比。

在本文中我們只想談一下在構造复雜程度各不相同的地段内什么是最适当的勘探程度^①，并談一談为达到这一目的計算岩心鑽進尺数的可能性問題。

关于合理的勘探程度的問題已根据勘探投资的对比得到了解决。由于当勘探程度相同时勘探的投资数就依各該区段所打之鑽孔的总進尺数为轉移，同时也由于計算煤的單位儲量的投资貨幣值很复雜，所以我們为此就采用了指数 n 來表示探明每1000噸高級儲量 (A_2+B) 的煤所用的岩心鑽進尺数。这一依賴关系对錯动复雜的地区來說是非直綫狀的，而且是很复雜的，鑽孔進尺数在不同勘探階段的增長表示勘探程度的不同增長。

在圖1和圖2中概括地表示着在勘探的不同階段总進尺数、勘探程度和指数 n 的变化情况。在勘探的开始階段(即初步勘探时)，鑽孔進尺数的增長很大，但却不能引起勘探程度的顯著提高(見圖1)，而这一階段的指数 n 却是一个極大的数值(見圖2，点A)。随着勘探工作的發展和深入(詳細勘探的最初階段)，鑽孔進尺数的進一步增加便導致了勘探程度的迅速增高，因此，在这一勘探階段的指数 n 便降低到某一最低值(見圖2，点K)。在詳細勘探的結尾階段岩心鑽之進尺数的相对增長量就較高級儲量的相应增長量大，所以指数 n 也就有很大增加(見圖2，KC段)。

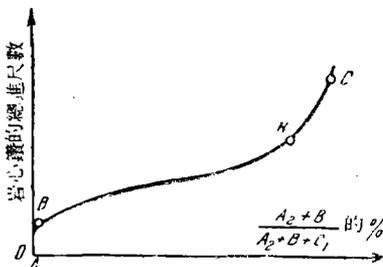


圖 1. 勘探程度与勘探所用之岩心鑽總進尺数的对比关系曲綫圖

在勘探过程中指数 n 的上述变化規律可以用克拉斯諾戈尔井田的勘探作为例子來說明(見圖3)。在該井田内当勘探程度达到45%时，

随着勘探所用之鑽孔的進尺数的增加，高級儲量的数量也同时有極迅速的增長，这时指数 n 达到最低值。

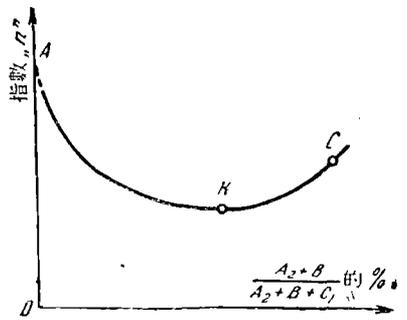


圖 2. 勘探1000噸高級儲量所用之鑽孔進尺数、指数 n 与分区勘探程度的对比关系曲綫圖

用鑽孔進行井田的詳細勘探以及用坑道揭露上部層

位均未能顯著改变勘探程度，因为發現了一系列新的小型構造断裂的存在，致使在儲量計算时不能提高儲量的級別，虽然勘探的所有各階段儲量总数基本上未变。因此，在該类情况下進一步加密勘探網并不能導致勘探程度的增加，所以这样做未必合适。

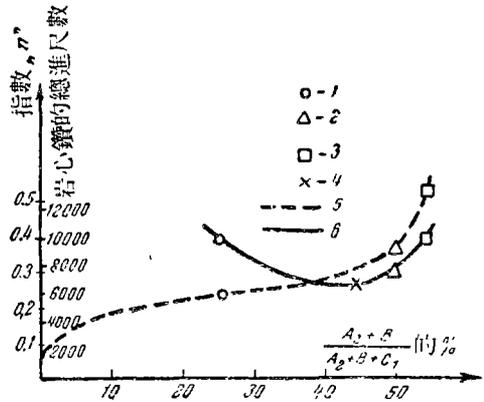


圖 3. 克拉斯諾戈尔井田勘探程度与勘探投资額对比关系曲綫圖

1—克拉斯諾戈尔井田 1933 年前的勘探程度与勘探投资的对比关系；2—截至1941年的同样对比关系；3—截至1954年的同样对比关系；4—根据伏罗希洛夫井田克拉斯諾戈尔背斜帶的勘探资料所确定的同样对比关系；5—勘探所用鑽孔的進尺数与勘探程度的对比关系；6—指数 n'' 与勘探程度的对比关系

根据这些見解可以認為，克拉斯諾戈尔井田勘探到A+B級儲量对总儲量之比等于50%时最为适宜。進一步勘探導致了投资額的劇烈增長。在進行准备工作和开采工作的过程中，当有完备的地质工作組織时，進一步勘探就可能成为不必要的。

勘探程度与指数 n 之間的对比关系，对于复雜程

①所謂勘探程度是指 A_2+B 級的儲量对 A_2+B+C_1 級总儲量之比以百分数表示。

度、含煤程度和煤層穩定程度等不同的各地段來說，顯然是會有所改變的。

為了解決這個問題我們曾分析了有關該區各井田勘探的一切現有資料。由於在同一井田範圍內各個構造的複雜程度各不相同，所以就不得不將各個在性質上相同的構造劃分出來，並為它們確定出應有的勘探程度、指數 n 和含煤程度。

此外，各區段在煤層穩定程度上也是各不相同的。岩系的上部和中部亞系①的煤層是比較穩定的。在那些主要發育有下部亞系的區段內的煤層則是一些不穩定的煤層，這表現在這些煤層往往失去可采厚度上。

進一步就可以將所有的井田按煤層的穩定程度分為兩大類。

首先我們來討論一下具有較穩定煤層的井田。我們將它們的勘探程度值，指數 n 和含煤程度填在圖表上（見圖 4）

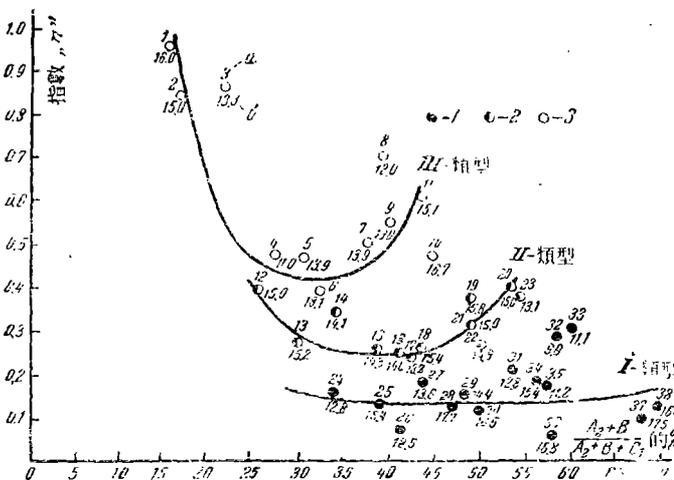


圖 4. 不同類型的具有較穩定煤層的井田和地段的勘探程度與每探明 1000 噸 A_2+B 級儲量所用之岩心鑽進尺數（指數“ n ”）的對比系曲綫圖

1—地質構造最簡單的地段（I 類型）；2—地質構造複雜的地段（II 類型）；3—地質構造特別複雜的地段（III 類型）；
a—勘探地段的編號；b—含可采煤程度

分析一下圖上各點的分布情況，就很容易看出，這些點是按一定的順序排布的。表示較複雜地段的各個點均位於圖的左上方，反映出較低的勘探程度和較大的指數 n 。表示不甚複雜地段的各點則位於圖的右下方，表明了較高的勘探程度和較小的指數 n 。點的這種有規律分布，在各地段正確進行勘探情況下，可以用來對構造複雜程度作出較客觀的估價。我們手中所掌握的已有資料証實了後邊這一點。比較了為勘探工程和開采工程所確定的各構造的特性以後，我們得

出的結論是必須將各區段劃分為三個類型：第 I 和第 II 類分別相當於規範②中所劃分的第 II 與第 III 類型，而第 III 類則是二者之間的中間類型。所有這三種類型在圖上都得到了很清楚的反映；24—38 各點表示最簡單之第 I 類型的指數 n 與勘探程度的對比關係，12—23 各點表示較複雜的第 II 類型的同樣對比關係，而 1—11 各點則表示最複雜的第 III 類型區段的同樣對比關係。

在研究所劃分的各類型井田內各點的位置時，我們還可以看出另一個規律：即當勘探程度相同時含煤程度愈高，單位探明儲量的投資額愈小，這從第 I 類型的 24—38 各點看得最清楚。

由於將地質複雜程度和勘探程度不同的區段的 n 值填在了圖上，就可以根據這些指數繪出曲綫（見圖 4）。

我們可以注意到這樣一個事實，即曲綫的性質一般是相同的，雖然它們的部位各不相同，因為最簡單的區段的曲綫表現得最清楚，指數 n 在勘探程度的很大變化範圍內大致保持不變，而這一點只有當岩心鑽進尺數的相對增長量與高級儲量的相對增長量相對應時才能達到。無論如何當勘探程度為 65—70% 時指數 n 仍會有所增長。如果當含煤程度為 17% 時為該類型作一依賴關係曲綫，那麼就能很清楚地看到這一點。

第 II 類型的曲綫是較為清晰的。該類型的指數 n 的值不斷在減低，直到勘探程度達到 35—40% 時為止，而當勘探程度約達到 45% 時該值就開始增高。第 III 類型之曲綫的變化性質與前一類相似，但是，該類型指數 n 的值早在勘探程度較低時（35—40% 時）就開始增高。對具有不穩定煤層的區段來說，我們尚未獲得大量資料，但根據我們手中所掌握的已有資料仍然能作出某些結論。為了便於比較，我們特把具有穩定煤層和不穩定煤層的兩種類型都填在一個圖上（見圖 5）。

指數 n 與勘探程度之間的對比關係的一般性質在這裡仍然如此。就地質構造的複雜程度而言具有不穩定煤層之各區段的曲綫相當於第 I 和第 II 類型，但是，指數 n 卻較相應類型的具有較穩定煤層之區段的為大。其中部分原因是由於含煤程度較低的原故，但最主要的還是由於煤層不穩定。

上述已確定的指數 n 的變化規律，以我們之見，

① 中興的地層劃分表。
② 礦產儲量分類規範第三輯煤、油頁岩。

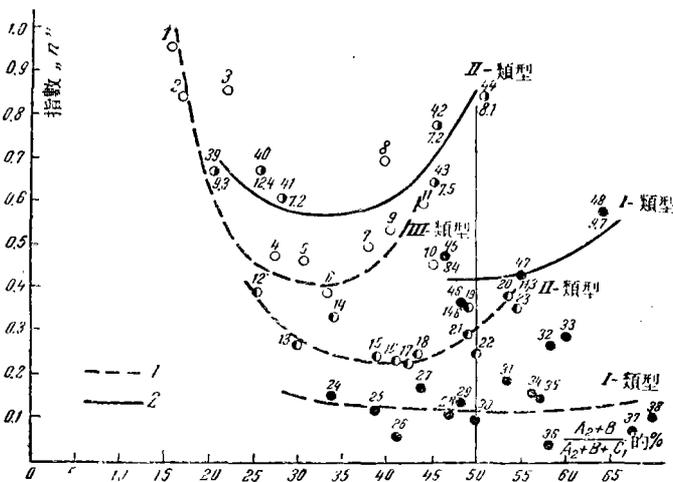


圖 5. 具有較穩定煤層和不穩定煤層之各類型井田和區段的勘探程度與指數 n 的對比關係曲線圖

- 1—具有較穩定煤層之井田和區段的曲線；
2—具有不穩定煤層各區段的曲線。其他圖例同於圖4

為解決許多勘探方面的問題開闢了道路。正如上述，除一般方法外，尚可用這種方法並根據構造的複雜程度將各井田和區段加以劃分，同時還可以作出關於各地應有之最適宜的勘探程度的結論。

蘇聯部長會議曾通過1958年1月27日的第231號決議為各類煤礦床確定了 A_2 級、 B 級及 C_1 級平衡表內儲量的比例，此乃為編制設計以及礦山開采企業建設基本投資撥款所必需。在國家礦產儲量委員會批准儲量當中，普羅柯皮耶夫斯克—吉謝遼夫區的大部分井田都被列為第II類型；按規定第II類型應有的勘探程度應為50%，如圖5所見。對第I類型的井田來說所要求的勘探程度在用少量進尺的情況下就能達到。勘探程度50%，在該情況下相當於指數 n 的最低值。

在勘探第II類型井田時所見到的情況則略有不同（見圖5）。指數 n 的最低值（0.24）在這裡只見於當勘探程度為40—45%時，而當勘探程度達到50%時該值就升高到0.33，也就是說幾乎升高了40%。儘管如此，考慮到在詳細勘探過程中必須進一步補探個別複雜構造樞紐點並提高儲量的可靠程度，為此也必需再打一定數量的鑽孔，因此可以認為，這I類型的區段所應有的勘探程度應該是不低於50%。

對第III類型區段來說情況就較為複雜了。如果將右邊的曲線延續到與勘探程度為50%的直線相交，則這類區段之指數 n 的值即可較勘探程度為30—35%時該指數的最低值增加為2—3倍。現以第I類型區段的勘探程度為50%時之指數 n 的值作為100%，則對第II類型來說在相同的勘探程度時，這一指數的值要增加

為2—3倍，而對第III類型來說則可增加為6—7倍。勘探投資額的這種巨大增長使我們有權利提出這樣一個問題：是否應該將第III類型井田最低限度勘探到勘探程度為50%？將這類井田在勘探程度為35—40%時即交給工業部門利用是否較為合適？還有一個值得注意的事實那就是，在普羅柯皮耶夫斯克—吉謝遼夫區沒有一個第III類型的區段的勘探程度達到50%，甚至在具有很廣闊的山地工作面和當勘探綫的間距平均為220—250時也是如此。只是在山地工程的各水平上，以及在与前者相接近的水平上勘探程度才達到50%以上，這時的勘探程度最高值為70—75%。

這樣看來，必須作出的結論是，在第III類型井田內詳細勘探進行到勘探程度為35—40%時最為適宜，這裡應考慮到還要進行較為定期的實際開發勘探，也應考慮到準備工程要大大地超前於開采工作。

最後，在從初步勘探轉入到詳細勘探時，可以利用這些規律性來計劃勘探工作，並用來確定勘探綫之間的必須間距。問題在於應該把這些曲線根據實際材料繪出來。事實也證明，在每一類型的範圍內勘探程度是在鑽孔網格較密時才增長的。這樣，在確定了合理的勘探程度以後，就可以確定出究竟哪一種勘探網密度才能保證達到這種勘探程度。

根據初步勘探資料按地質構造的複雜程度、含煤程度和煤層的穩定程度可以確定區段的類型。選擇出該區段應有的勘探程度後，可以計算出所應獲得的高級儲量數為多少。進一步在圖上找出相當於該類型的含煤程度、煤層穩定程度和勘探程度的點。這樣就確定出該點之指數 n 的值，而後則計算出為獲得所規定之高級儲量所需的投資額。例如，根據初步勘探資料確定出，就構造的複雜程度而言某區段應屬於第II類型。在本區段內分布着較穩定的煤層，其含可采煤的程度約為15%。假定其中的總儲量數為80,000,000噸。必須將該區段勘探到勘探程度為50%，也就是說應獲得40,000,000噸高級儲量。

在圖上（見圖4）我們可以找出相當於既定的條件的點。這時我們可以看到，指數 n 將等於0.33。既然我們知道，在具有類似條件的各區段內為獲得1000噸高級儲量需要去用0.33公尺鑽探，那麼為了獲得40,000,000噸儲量則需要的鑽孔進尺數就不會多於13,200公尺。

至於談到在該區段內的勘探網密度，那麼只要我

力馬河銅鎳礦床成礦規律的初步探討

張云湘、段國連、李存帥、高征亮

力馬河區域地質概述

本文所述的地区位于康滇地盾的中部东侧。区内出露的主要是前震旦紀變質岩系和部分中生代的陸相沉積岩層，而古生代及震旦紀海相地層僅分布于区域外圍。無論是中酸性、基性或超基性的火成岩均广泛出露于古生代以前的地層中，加上多次的構造作用，使这里的大部分岩石都遭受深度的變質。（如圖1）

一、地層

区内已經可以肯定的地層系統以下表表示：

- 第四紀 Q
- ~~~~~不整合~~~~~
- 老第三紀 (Pg) 混旦層
- ~~~~~不整合~~~~~
- 侏羅白堊紀 (J-Gr) 鹿厂紅層
- 假整合---
- 上三迭紀 (T₃)
 - 3. 益門組 (T₃)
 - 2. 白菜灣煤系 (T₃)
 - 1. 炳南紫色層 (T₃)
- ~~~~~不整合~~~~~
- 下二迭紀 (P₁)
 - 2. 峨嵋山玄武岩 (P₁)
 - 1. 陽新灰岩 (P₁)
- ~~~~~不整合~~~~~
- F奧陶紀 (O₁) 紅石崖層
- 假整合-----
- 上中寒武紀 (Gm₂₊₃)
 - 3. 二道水白云質灰岩 (Gm₂₊₃)
 - 2. 西王廟紫色及灰綠色砂岩夾頁岩 (Gm₂₊₃)
 - 1. 五里牌層 (Gm₂₊₃)

- 下寒武紀 (Gm₁)
 - 3. 龍王廟灰岩 (Gm₁)
 - 2. 滄浪鋪層 (Gm₁)
 - 1. 筇竹寺層 (Gm₁)

---假整合---

- 上震旦紀 (Sn₃)
 - 3. 灯影白云岩 (Sn₃)
 - 2. 观音崖組 (Sn₃)
 - 1. 烏拉砂岩 (Sn₃)

~~~~~不整合~~~~~

下震旦紀 Sn<sub>1</sub> 濛江砂岩 (Sn<sub>1</sub>)

~~~~~強烈不整合~~~~~

- 前震旦紀(H)
 - 4. 鳳山營層 (H₄)
 - 3. 龍頭山石英岩 (H₃)
 - 2. 通安片岩 (H₂)
 - 1. 河口層 (H₁)

(一) 前震旦紀地層在本区分布最为广泛，約占全区面積70%以上。現自上而下分述：

1. 鳳山營層 (H₄) 全厚約达7000多公尺。由板狀陸化灰岩夾板岩及少量千枚岩組成。并在力馬河北見有變質火山岩系成層狀夾于灰岩中。

2. 龍頭山石英岩 (H₃) 为厚層塊狀純白色或灰綠色石英岩，时有鉄染現象，假整合于鳳山營石灰岩之下，呈东西分布于力馬河一帶，層厚在2000公尺以上。依其岩性可与东川銅礦区之龍頭山石英岩相比。

3. 通安片岩 (H₂) 包括了东川礦区的桃園板岩，因民紫色層，落雪灰岩，菇庄板岩。在区内假整合于龍頭山石英岩之下，其全部厚度超过12,000公尺，岩相变化較大。主要为黑色，灰色炭質板岩夾千枚岩，石英岩，并夾石灰岩透鏡体。区内由于構造破坏和褶曲，地層出露零乱重复。

4. 河口層 (H₁) 在力馬河以南分布很广，主要岩石为：黑云母石英片岩，石榴子石云母石英片岩及少量絹云母石英片岩之互層，常見石英岩薄層。

們知道該区段的面積，即可很容易地計算出來。勘探網的密度應該是像19、21和22点所代表的各区段內的

那样（見圖4）。

（刘銘鏗譯）