

鑽孔方位角的研究

石 鐵 錚

去年九月左右，爲了支援鞍鋼提先完成基本建設的地質勘探任務，我院地質礦產勘察系四年級全體同學，趕赴鞍鋼的附屬礦山，×××鐵礦，做礦山地質精查工作，這對我們缺乏實際操作經驗的學生來說，是一件生疏的事情，但經過一個短期的工作與學習，我們大家很快的就掌握了一些現場的實際操作，但也遇到了一些困難，例如在工作中發現鑽機鑽進到某深度的時候，鑽孔發生偏斜，在目前設備條件下，測定傾斜角是可以

的，但還不能測出其方位角。當時那個鑽孔的設計角度爲九十度，以設計的鑽孔剖面圖來看，如深處在地質構造上無大變化時，應於70米左右遇到第六層鐵礦（如圖1所示），於孔口附近，岩層片理傾角爲76°，當鑽進12米時，鑽孔中心綫與岩層片理交角爲14°，於30米附近爲10°，於40—75米之間爲4°，而於72米處測鑽孔傾角爲88°（用氫氟酸法），以岩層片理與鑽孔中心綫交角變小情況來判斷鑽孔偏斜方向是不可能

當鑽頭最初應用時，特別是鑲有硬合金或金鋼石的圓鑽頭，他的外刃口徑合於標準，所以鑽穿的鑽孔直徑也合乎要求，但越磨外徑越小，鑽孔直徑也就隨之變小，以致鑽進一個相當距離後，鑽孔直徑非常不一，插入套管保護孔壁時，套管中途可能受阻不能插入，爲了防止這種弊病，往往在下入套管之先作擴大孔徑的工作；鑽孔局部彎曲，也要擴大孔徑加以調整，所用的鑽頭叫擴孔鑽頭。

個長舌形的“導向器”(Pilot)；使鑽頭的牙齒均勻的與舊鑽孔邊緣接觸，不致偏斜。擴大後的鑽孔，可以防止彎曲或變形。

②擴孔器(Reaming Shell):圖3之2,4

外形成圓筒狀，與管子接箍相似，箍的外側面上，分爲數處，人工鑲以金鋼石，刃的外徑較鑽頭者大，銜接在鑽頭與岩心管之間，鑽頭鑽進時，擴孔器同時也做了擴大孔徑的工作。

③管下擴孔器(Under Reamer)圖4

當套管下入孔內，中途受阻，不能繼續下入時，爲了免去把套管重新拔出再擴大孔徑，所以用管下擴孔器。

①擴孔鑽頭(Reaming Bit):圖3之1

普通擴孔鑽頭有兩種，一種是在圓鑽頭的外側面，垂直鑲接四個或六個耳形的翼，在翼的邊緣和下端，鑲以硬合金的齒，這樣把舊的鑽孔，再重新鑽穿一遍，直徑即行加大。

管下擴孔器外表呈圓筒形，中部有兩缺口，內藏鑲有硬合金或金鋼石刃的刀頭兩個，擴孔器銜接在鑽桿或岩心管下端，從套管內下入孔內，到達套管最下端，繼續下降，並開動水泵，因水的壓力使擴孔器內按裝的彈簧伸張，把刀頭壓出，與

在做擴大孔徑工作時，因旋轉速度加快，進尺率高，壓力又大，往往鑽孔擴大之後，反而彎曲，爲了防止，常把鑽頭內徑挑以絲扣，扭接一

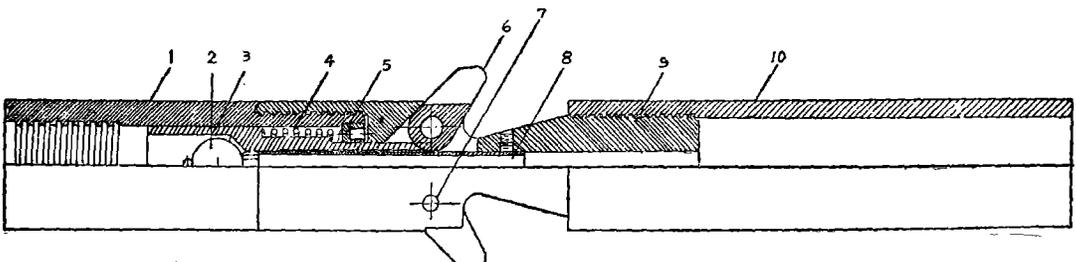


圖4 管下擴孔器剖面圖

- 1.接頭(活塞筒) 3.球水門 3.活塞 4.彈簧 5.彈簧座 6.刀頭 7.刀頭軸 8.通水路 9.本體 10.領路器

的，因為在區域變質岩區，岩層構造上是複雜多變化的，而岩層錯動上亦極異常，所以岩層的傾角會有很大的變化，那麼鑽孔偏斜方位角就應實測，否則就難以知曉鑽進到某一定深度時的鑽孔的方位角了。如果順沿岩層片理傾向方向偏斜，則永無鑽到預鑽的鐵礦層，這樣不但不能真實的反映地質現象，那麼就要做出錯誤的地質總結報告，而給國家帶來不可估計的損失，這樣就有必要測出某一定深度的鑽孔方位角。測時可與測某一定深度的鑽孔偏斜同時進行，一般多用氟氫酸法，即於玻璃管中裝上一定濃度的氟氫酸，裝於特製的保護器中，以便與鑽桿聯結一同下入孔內，但為了定出保護器於孔中之某一方位，可於孔口上，先定出某一方位，此方位，投於鑽桿的雙切口接頭上，提鑽桿時，將上述的雙切口接頭

的方位綫，垂直引於第二根鑽桿上的雙切口接頭上，以下所有鑽桿的投法全如此，直投到保護器上時為止。這樣即把孔口上之某一特定方位，垂移至保護器上，同時可移至裝氟氫酸的玻璃管上，並做出與玻璃管直徑同大的圓，將氟氫酸於玻璃管壁侵蝕的最高點及最低點找好，並與投至玻璃管外壁之方位綫一起垂直投於平面的圓上，將氟氫酸侵蝕的最高與最低兩點，通過圓心聯成一直綫，並將投下的方位點，通過圓之中心亦聯成一直綫，因定之方位綫為已知，則氟氫酸侵蝕的最低點，通過圓心聯之直綫與定之方位綫所夾之角即可求出，而計算後之結果，為鑽進某一定深度的鑽孔偏斜方位角。具體操作時，應注意事項及步驟如下：

爲了玻璃管的中心綫（玻璃管外壁的圓周面

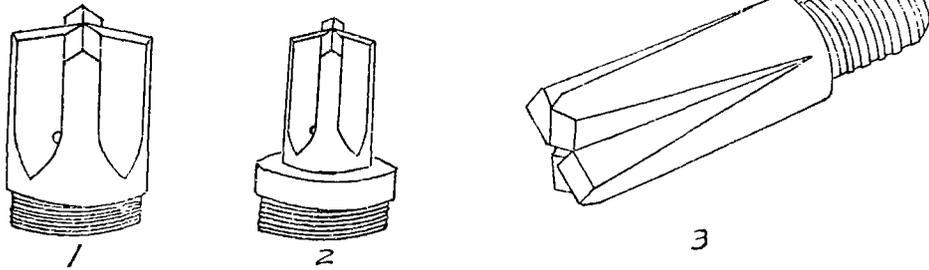


圖 5 十字鑽頭圖
1.寬刃 2.窄刃 3.寬刃

孔壁岩石接觸，旋轉鑽具，就發生擴大孔徑的作用，用後關閉水泵提升鑽具，刀頭壓縮彈簧，兩刀頭向當中靠攏，其上端因稍具斜度，自然容易滑入管內，恢復在管內原來位置，即行提出。

四、十字鑽頭 (Cross Bit) 圖 5

具有一字形利刃兩道，垂直交叉成十字形，用硬鋼料銑製，銜接在岩心管下部，它的功用是消除孔底所殘留或中途墜落的岩心，把岩心鑽碎，以便插入套管或繼續鑽進。

分爲寬刃窄刃兩種，功用相同，窄刃的還可以做打撈掉入孔底的硬合金之用。

當圓鑽頭上所鑲的硬合金，有時因爲銲接不牢固，而掉入孔底時，其本身硬度較高，若不打撈上來，會磨損岩心管或鑽頭，使其它硬合金也會脫落，打撈時，把窄刃十字鑽頭銜接在岩心管

下端之後，下到孔底，旋轉鑽具並不時上下沖擊，孔底岩石上即鑽成一個漏斗形小坑，因鑽具上下沖擊所生的振動，使脫落的硬合金落入小坑

內，另一次繼續鑽進所取得的岩心，會把存留在其上端小坑內的硬合金隨岩心一同攜帶上來。

五、銑切鑽頭 (Milling Cutter) 圖 6

當岩心管或其它金屬物件掉入孔內無法打撈上來時，用銑切鑽頭予以磨滅，以便繼續鑽進，鑽頭用銹鋼製成，並經熱處理，用時接續在短岩心管下端。

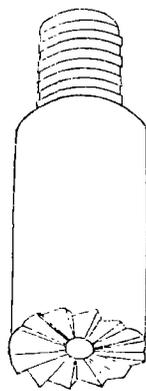


圖 6 銑切鑽頭圖
1.梅花形 2.磨鞋

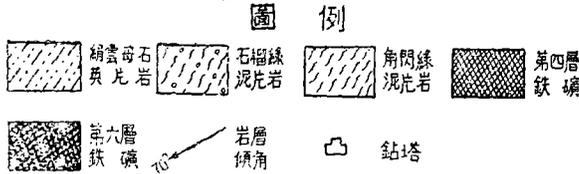
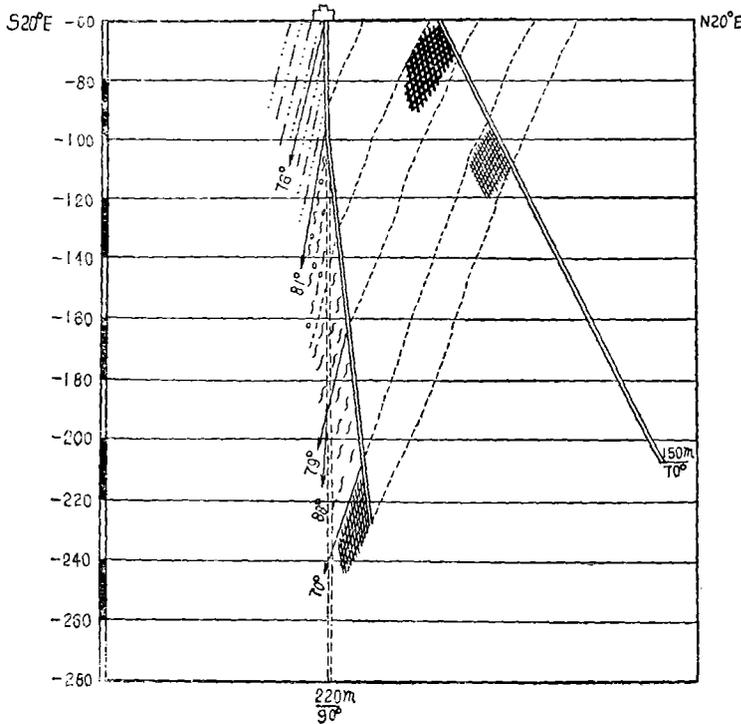


圖 1

必與玻璃管中心綫平行) 與保護器外壁圓周面平行起見(但首先應檢查好外壁與內壁圓周面互相平行), 一般在保護器放入玻璃管, 恐玻璃管外壁與鐵質保護器內壁直接接觸, 於振動時會碰破, 並因接觸空間一般較大, 故一般以報紙捲於玻璃管外壁上, 但應注意以下幾點: (1) 用足能充填玻璃管外壁與保護器內壁間距離的報紙。(2) 以玻璃管之長度為包裹報紙之寬度, 以此裁好, 如此整條報紙不夠包裹時, 將一段一段的報紙銜接包起, 不許重疊, 更防一張報紙疊成兩張紙條(指不裁開)以防上下厚度不均勻。(3) 包裹時, 每條報紙稍鬆一點纏固於玻璃管上, 纏好後, 並用玻璃管向纏紙之逆方向迴轉, 使紙與紙間緊密並可剛將玻璃管拿出紙筒之外, 包好後, 用漿糊貼上, 並正好能放入保護器中為適宜。(4) 於玻璃管底端, 以木屑及棉花墊於底部以防止震碎。(5) 將纏好玻璃管的紙筒放入保護器中。

(6) 若所用的玻璃管較保護器長, 在扭合時, 會將玻璃管擠碎, 故用普通之兩股細綫, 合成一股, 並用汽油浸濕, 纏於要割去的緊接下方, 一般纏三圈, 纏時玻璃管應倒向拿之, 以免汽油從綫上侵染下邊, 纏好後, 以火點燃, 並用手轉

(設原定之方位角N20°W N

N80°W
(氫氟酸侵蝕
的最低點)

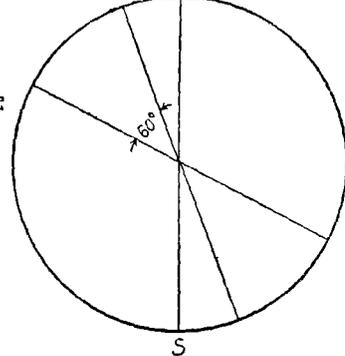


圖 3

之，使熱力分佈均勻，至綫燒完，立插入冷水中，則欲斷之處，即自行折落。(7)將以上玻璃管洗淨，並用方格紙，寬2—3公分，長以能將玻璃管頂端包上即可，使方格紙起點的綫與終點的綫互相平行，然後貼好，另準備一個用方格紙做成的圓(圓心點務清楚)並與玻璃管外壁直徑相等。(8)將玻璃管放入準備好的保護器的下半部中，並固定於老虎鉗上，於玻璃管外壁已糊好之方格紙上劃上綫，定出方位，並綁上綫(以備從保護器中提出之用)，然後加速的震動，再將保護器上端扭上，然後扭下上端，視玻璃管上之方位，是否錯動，直調整到不錯動時，方為合格。(9)算好欲測之深度，於孔口處，應正是夾持器夾之鑽桿末端雙切口接頭處。(10)以上準備工作，應於鑽工要提鑽前完成之。(11)測時，先將保護器之下端與鑽桿之接頭接好，再將玻璃管中，放入需要之一定濃度之氟氫酸，然後將圓方格紙貼於玻璃管開口處，即可放入保護器的紙筒中並灌以臘，當扭合保護器上端時，必須纏以棉線塗黃油，以防止水漏入其中。(12)下鑽桿時，對每一根鑽桿之絲扣，必擰緊，以防因鬆而移動方位。(13)下好後，應當將全套鑽桿，提動一下，以防鑽桿與孔壁相貼，而阻礙鑽桿不能自由伸延和伸開，於孔口處應正是鑽桿末端接頭處，並將鑽桿橫立軸軸合上。(14)於提鑽前，定出一固定之方位，投於鑽桿的雙切口接頭上，以紅細筆劃上細短直綫。(15)提鑽時，鑽桿一定要轉動，則此定之方位綫亦隨之而轉。當卸每一鑽桿之前，鑽塔上之一人用“綫”對準鑽桿頂端所劃之紅綫，綫之另一端，由鑽塔下邊另一人將它拉直(或用鉛錘引之)，如此同樣在下一根鑽桿之雙切口接頭上劃上紅綫，以下全用此法繼續做之。(16)提定後，將保護器之上半部扭下，即露出玻璃管上口之圓方格紙的中心點，並將保護器外壁之方位綫與圓方格紙上之中心點聯成一直綫，同時通過玻璃管之外壁，將綫投到玻璃管外壁方格紙上，然後即可用綁在玻璃管上之綫，將玻璃管提至保護器外。(17)將糊之圓方格紙去掉，而氟氫酸倒入另一瓶中，並用水洗乾淨，將玻璃管外壁方格紙上之點，注明定之方位角及深度。即可回室內測量之。

量鑽孔彎曲方位角

(1)於侵蝕的玻璃管上，找好最高與最低兩點，並全投至玻璃管外壁上的方格紙上。(2)於另一張方格紙上，做出與玻璃管外壁同等直徑的圓，將玻璃管上的方格紙，所劃之原始方位綫及氟氫酸所侵蝕高低兩點，全投於另一方格紙的圓上，將氟氫酸侵蝕的最高與最低兩點，通過圓心聯成直綫，並將投下的方位點，通過圓之中心亦聯成一直綫，因定之方位綫為已知，則氟氫酸侵蝕的最低點，通過圓心聯之直綫與定之方位綫所夾之角即可求出。設原定之方位角為 $N20^{\circ}W$ ，而氟氫酸侵蝕最高最低所聯之直綫與原定之方位綫右邊 60° (以最低點來說)那麼，在此深度內鑽孔偏斜方位角為 $N80^{\circ}W$ 。(如圖2所示)應用如上之具體方法及步驟，對 $\times\times\times$ 鐵礦，第二礦區，通洞，—60米，14剖面45孔進行了兩次的試驗，此孔的開孔角度為 90° ，於101米及121米兩處各放一個氟氫酸的玻璃管，測後量之方位角：前者為 $N10^{\circ}E$ ，鑽孔傾角為 81° 鑽孔中心綫與岩層片理交角 20° 。後者為 $N11^{\circ}E$ ，鑽孔傾角為 80.5° 鑽孔中心綫與岩層片理交角 25° ，於孔口量岩層片理的傾向方位為 $S20^{\circ}W$ ，故初步判斷此鑽孔偏斜方位，已趨向垂直於岩層傾向方向偏斜，鑽進140米處，遇到第四層鐵礦。第二次測驗是在150米處，測之結果為 $N20^{\circ}E$ 方向偏斜，鑽孔傾角為 80° ，鑽孔中心綫與岩層夾角 30° 。通過兩次試驗的結果，共偏斜方位(以孔口岩層片理傾向方位為準)全趨向垂直於岩層片理傾向方向偏斜，故已穿過第六層鐵礦層位置(但實際未遇到，可能是岩層構造上有變化)而於140米處，鑽到第四層鐵礦，故初步認為此法，還有其一定的可靠性。但於實驗當中，經許多同學對將鑽桿的雙切口接頭之原始方位綫，引至下一根鑽桿上，所用之投綫方法或鉛錘法，提出了意見，因為投綫或用鉛錘引下，上邊的紅綫(即方位綫)其誤差較大，故經再一次研究，欲製做兩個木質等大度數的方位卡盤，卡盤為圓形，當中為空心的並比鑽桿外徑稍大一點(大0.5—1公厘即可)其上刻以方位角，並分開做成均等的兩半個半圓，其一端以鋼錘緊聯一起，並嵌於直的鑽桿上。當測時用螺絲固定於立軸上所夾的較直的鑽桿上，此鑽桿應事前在其圓周面上頂端及底端找好兩對互成 180° 的而頂與底端並

成一定的而相同的方位角，並刻以印痕，這樣將二卡盤之一端的螺絲分別固定於此立軸上的已劃好印的鑽桿上，此時上下二卡盤之每個方位角，全以一定方位互相平行。至鑽桿提上後，將鑽桿上端的雙切口接頭之原始方位綫，用上端之卡盤卡上，即讀出某一定之方位角，以此方位角，於下端卡盤上找好，並劃於此下一根鑽桿的雙切口接頭上，用此方法繼續做之，直做到保護器上時為止。這樣避免了投綫及鉛錘搬動之誤差，並可應用於各種不同設計角度的鑽孔上，而鑽桿稍彎曲點時，亦可應用。但此法未能實驗，即回學校，故中輟。

此法經蘇聯專家“米德野娃”之指示 還有如下之缺點：鑽桿下端之轉動，要比上端轉動厲害（一方面因自己的扭轉慣量，另一方面當下鑽桿偶而碰上孔壁引起的）這樣之扭轉力，常比幾個鑽工用鉗子扭鑽桿之力為大。

為驗證此理論之設想起見，當下鑽桿時，亦同樣的定出某一定之方位綫，由最低端之鑽桿起（即開始下的第一根鑽桿）劃上某一定之方位綫，依此一直引到最末一根鑽桿上，（用上邊特製的卡盤引之）用紅綫劃於兩根鑽桿接頭處（兩根鑽桿全劃上），將整套鑽桿，由底端至頂端定出同一個某一定之方位綫。那麼原始定之方位角即是當鑽桿下好後，其靜置於鑽孔中後，用下鑽時劃於鑽桿上之某一定方位綫，所在之方位即為原始定之方位角。當至提鑽時，視鑽桿接頭處，劃之紅綫是否相互錯開，如果全未錯動位置時，即證明鑽桿彼此的相對運動之位移是一致的。這樣於提鑽時，當卸每一根鑽桿時，也即不用再引原定之某一定方位綫至保護器上，那麼即以原定之方位角為方位角，不用修正之。如果見兩根鑽桿接頭處，劃之紅綫已錯開，這即證明當下鑽桿時及提鑽桿時，各鑽桿之相對轉動位移是不一致的。但究屬下鑽時或提鑽時引起的呢！我想這兩種情況全有影響，一般下鑽時往右方迴轉（因絲扣是正的，扭鑽桿時往右邊加力扭合），提鑽時往左邊迴轉（因解絲扣時往左邊加力），那麼以孔口鑽桿之原定方位綫為基準，視緊接之下一根鑽桿接頭處之紅綫往那邊移動。如果往右邊移動，即證明上下鑽桿時二者抵消後，下鑽時扭轉多的位移

度數（用上邊介紹的特製卡盤量度數）。反之，如往左邊移動即證明，二者抵消後，提鑽時扭轉多的位移度數。把所有之差值依次一一記載，並對下鑽時扭轉多的位移度數命以正號，提鑽時命以負號，並將各值相加一起，如果其差值為某負數值時，說明提鑽時各鑽桿相對位移總和比下鑽時鑽桿之相對位移總和為大。這些數值度數，也即說明將原始定之方位角向左邊多移動了這些數值度數（也即由孔口之鑽桿定之方位綫向孔中保護器上移時向左邊多移了這些度數），所以將原始定之方位角減去此多的度數即可。反之，即與上之道理相反，需加上此差之度數。如果等於零時，即不用調整計算，證明提昇鑽桿各扭轉之總位移相對相等。例：設原始定之方位角為 N，下表為提昇每根鑽桿相對之扭轉移差之角度及調整後之結果及圖 3 所示。

調整後之原定方位角 N86°W N 設原定之方位角

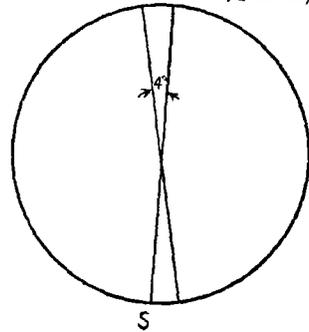


圖 5

鑽桿號 (以井口 為第一號)	方位角	以孔口鑽 桿為基準 之方位角	原定之 方位角	調整後之 方位角
1	N	N		
2	+2°	+2°		
3	+3°	+3°		
4	-1°	+4°		
5	-3°	+1°		
6	-2°	-1°		
7	-3°	-4°	N	N86°W

所以回室內量方位角時，以調整後原始定之方位角與氟氫酸侵蝕最低點通過圓中心點聯之直綫加上所夾之角，即為此鑽孔於一定深度的偏斜方位角。