

斜測孔鉆

袁世信著

内 容 提 要

这本书是作者根据自己鑽孔测斜的一些实际經驗結合理論分析写成的。

書中共包括六章，对鑽孔弯曲的原因、征兆和規律、預防、測量和数据整理作了比較詳細的介紹。

这本书的內容比較通俗，文字也比較淺显，可以供給鑽探工人、机班长和一般鑽探人員閱讀。

1479

鑽 孔 測 斜

袁世信著 孙鴻鑒校

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业營業許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本 787×1092 公厘 $\frac{1}{32}$ 印张 $2 \frac{9}{16}$ 插頁 4 字数 50,000

1960年6月北京第1版 1960年6月北京第1次印刷

統一書号：T15035·1105 印数：0,001—3,000册 定价：0.38元

40

前 言

解放十年来，煤田地質勘探工作在党的领导下蓬勃地发展起来，鑽探工作量大量增加，保证了新矿井设计的地質資料。特别是自从1958年我国大跃进以来，地質鑽探人員根据党的总路綫的精神，大力推广了无岩心鑽探技术，使鑽探进尺效率大大增长。

与鑽探工作大量发展的同时，鑽探工作質量問題就显得格外重要。因为地質勘探工作的目的是提出正确反映地質条件的地質报告，而提出这种質量高的地質报告的关键問題主要是要看鑽探工作的質量好坏。如果鑽孔打的不正，发生了歪斜，那末，煤层厚度和埋藏深度等都不能反映实际情况，所以，鑽孔測斜是保证鑽探質量当中一項相当重要的工作。

过去，从事煤田地質鑽探工作的同志們，对鑽孔歪斜的測量一般都已重視，但是，根据目前鑽探工作大跃进的形势看来，对鑽孔測斜工作应当更加重視，在实际工作中加以貫徹，以便保证提出質量更高的地質报告。

目 录

前 言	
第一章 緒言	3
第二章 鑽孔弯曲的原因	1
第三章 鑽孔弯曲的征兆和規律	21
第四章 鑽孔弯曲的預防	31
第五章 鑽孔弯曲的測量	45
第六章 鑽孔測斜数据的整理	61
附 表 1—8	

第一章 緒 言

在鑽探過程中，鑽孔因受地質、機械等條件的影響，會在不同的程度上或多或少地使鑽孔脫離原定方向；隨鑽孔的延深而發生傾角、方位角上的變化，而使鑽孔發生彎曲(圖1)。

鑽孔彎曲就是鑽孔的空間位置發生了變化。鑽孔中某一點的空間位置決定於下列幾種要素：(1)該點的鑽孔深度；(2)鑽孔的傾角或頂角；(3)鑽孔的方位角(圖2)。

傾角 H 等於一個直角減去頂角 β ，也就是鑽孔軸心綫和水平面所夾的角。

頂角 β 等於一個直角減去傾角 H ，也就是鑽孔軸心綫和鉛直綫所夾的角。

方位角 α 是鑽孔頂角平面和定向方位平面

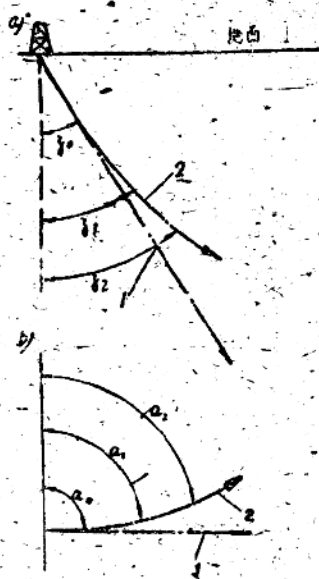


圖1 鑽孔彎曲示意圖
a—剖面圖；b—平面圖。1—鑽孔原定中心綫投影；2—彎曲鑽孔中心綫投影； α_0 —原定方位角； α_1, α_2 —彎曲方位角； β_0 —原定頂角； β_1, β_2 —彎曲的頂角。

所夹的角。定向方位习惯上采用北方。

鑽孔弯曲现象的产生，对于鑽探施工及地質工作，都会带来极不利的影响。

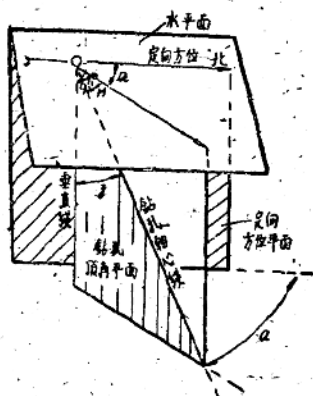


图 2 鑽孔的空间位置

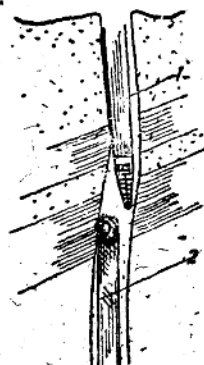


图 3 弯曲鑽孔中的事故
1—打捞工具；2—事故工具。

鑽孔弯曲对鑽孔施工的不利影响，主要有以下几方面：

1. 由于鑽孔弯曲，孔内压力很难达到适当要求，同时不能使用高速鑽进，因而影响进尺。

2. 在鑽进过程中，由于鑽孔弯曲，粗径鑽具与鑽孔的中线不一致，这就增强了岩心在岩心管内的磨损，因而影响了鑽进质量。

3. 鑽孔弯曲能增加鑽具与孔壁的摩擦，造成岩心管及

鑽杆严重的磨損。因而易于造成折斷鑽具的事故。

4. 由于鑽孔弯曲，容易造成孔內不易处理的事故，因为一旦发生事故，遺留在孔內的鑽具不易取出，給消灭事故增加了困难(图3)。

5. 鑽孔的弯曲能大大地增加鑽具和孔壁之間的碰击，很容易在一些地层中造成坍塌或掉块現象。

6. 鑽孔的弯曲能給提升鑽具、引拔套管或下降套管带来一定困难。

7. 鑽孔的弯曲会造成鑽具运转困难，因而消耗过多的动力。

8. 鑽孔弯曲会造成多余的鑽进，以及在測量或校正弯曲时，形成時間上、材料上、人力上的消耗。

9. 鑽孔弯曲严重时会使鑽孔报废。

由上述情况看来，鑽孔弯曲对鑽孔施工的危害是很大的。因此，在平时施工中，必須采取必要的措施，以防止鑽孔弯曲的发生。为此，鑽探工作人員，必須熟悉鑽孔弯曲发生的原因和預防鑽孔弯曲的办法。

鑽孔弯曲对地質工作的不利影响，主要有以下几方面：

1. 使需要探明的煤层或矿体在埋藏深度上、厚度上产生虛假現象。并且在严重的弯曲情况下，需要探明的煤层或矿体可能遺漏(图4)。这就不能正确地进行矿层的对比和正确地判定矿床的构造，因而，就直接影响到地質报告的正确性。

2. 地質部門难以作出較为正确的鑽孔見煤預告柱状

图。地質部門如果不能很好地掌握弯曲的情况时，在日常施工中就不可能很好地指导鑽探。在严重的情况下，在現場內虽然对見煤深度反复推测，但实际上并没有見到煤。这不但影响到鑽探工作人員，怀疑地質工作人員的指导，也会影响到地質工作人員不敢大胆指导鑽探工作。

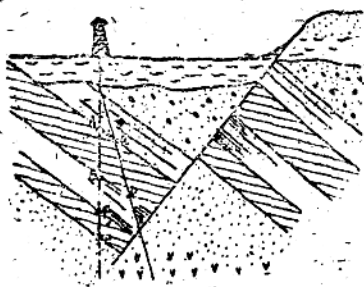


图 4 鑽孔弯曲使矿体变厚或漏失

AB = 矿体的預計厚度； ab = 弯曲孔之矿体厚度；

FE = 弯曲孔露失矿体之位置。

3. 会使地質和鑽探工作陷于被动，特别是在多煤层的地区就更加被动。譬如，拿煤层來說，規程規定，在見煤前 10 米时，不准用鋼粒鑽进，而必須用合金鋼鑽进。但是，由于見煤預告推测得不正确，往往推测几次还見不到煤。不但如此，有时由于認為已快見到煤层，便改用合金鋼鑽进，但实际距煤层还很远，这样鑽进就会影响效率。

同时，由于地質情况掌握的不够准确，施工中也会产生在計劃深度到达以前停鑽和延深鑽孔的情况。这些都会打破施工部門的正常施工順序，給工作带来不应有的損失。

总之，鑽孔弯曲的产生，会使施工过程复杂化和地質資料不正确。就是当掌握了弯曲的情况以后，也是有一定的影响的。

由此可見，防止鑽孔弯曲在地質勘探施工中是一項十分必要的工作。在施工中应以最大的努力使鑽孔不发生弯曲。

但是，为了提出切实可行的預防措施，就必须研究鑽孔弯曲的原因，以及弯曲的規律和特征。只有掌握了鑽孔弯曲的原因和規律，才能做好預防工作。

一般說来，鑽孔发生弯曲的主要原因如下：

1. 地質条件的影响：鑽进的岩层多与鑽井斜交成一定的角度，同时又由于鑽进岩层的硬度不同，所以，在换层时常受到傾斜角度和岩层硬度差别的影响，使鑽孔产生弯曲。

2. 人为操作的影响：这一个影响因素当中包括下列几項：

- (1) 使用过宽的粗径鑽具；
- (2) 在大孔径中鑽进时，使用細径岩心管和小径鑽杆；
- (3) 使用弯曲的鑽杆或岩心管；
- (4) 更換孔径时，沒有采用妥善的預防鑽孔歪斜的措施，沒有用导向管鑽进；
- (5) 扩煤时沒有用导向管；
- (6) 由軟岩层鑽进到硬岩层时，鑽进压力过大；
- (7) 在松散的地层中，冲洗力太強；
- (8) 鑽机立軸安装歪斜；

(9) 使用磨損的立軸導管和斜齒輪鑽進;

(10) 井口管下的不正;

(11) 不適當地使用了鋼粒鑽進, 過於加大了孔壁和岩心管的間隙。

從以上的情況看來, 鑽孔彎曲產生的原因是多方面的, 當然還會有其它好多的原因, 我們在這裡只是舉出主要的幾種。我們在实际工作中, 必須分析產生鑽孔彎曲的種種原因, 採取必要的措施, 來防止鑽孔的彎曲。

因此, 地質工作要尽可能照顧到鑽機的施工條件。譬如, 在設計孔位時, 應尽可能不將鑽孔放在不穩固的基盤上, 鑽孔和岩層的交角也應慎重考慮。

在鑽探施工時, 應避免不合理的操作方法, 在一般情況下, 應滿足以下幾點要求:

1. 不用短的岩心管(不小于6—9米)鑽進;
2. 使用與鑽孔直徑相適應的鑽具(岩心管和鑽杆)鑽進;
3. 不用彎曲的岩心管、鑽杆鑽進;
4. 變換孔徑時, 使用導向管;
5. 擴孔時一定運用導向裝置;
6. 運用鑽筴加壓;
7. 在松散及易坍塌的地層中鑽進, 要使用優質泥漿或煤鹼劑泥漿沖洗液鑽進, 其返回速度不宜過大;
8. 在開鑽前, 檢查鑽機安裝是否準確牢固;
9. 不用磨損的迴轉器和鑽頭鑽進;
10. 井口管理設備準確(和鑽孔中心綫要一致, 對正

井位)、牢固;

11. 开孔、换层时, 要用慢速、轻压钻进;

12. 钻进时, 机上残尺不可过长;

13. 按照规程要求, 定期进行钻孔弯曲测量, 以便即时采取适当办法, 进行预防、校正。

对钻孔弯曲, 我们要尽量做好预防工作。但是, 要想在实际工作中保证钻孔一点也不发生弯曲, 是难以作到的。所以, 在地质设计中允许一定限度的钻孔弯曲误差。施工单位对于钻孔弯曲, 应不使超过这个允许范围。

一般地说, 地质设计要求是: 用合金钻进时, 每钻进100米, 钻孔弯曲度不得超过 $2-5^{\circ}$; 用钢粒钻进时, 每钻进100米, 钻孔弯曲不得超过 $3-6^{\circ}$; 进行斜孔钻进时, 钻孔弯曲每100米不得超过 $3-5^{\circ}$ 。

根据地质设计的要求, 钻孔弯曲与钻孔深度成表1中的正比关系:

表 1

孔 深	100—300米	301—600米	601—1000米
弯 曲 度	3°	6°	8°

根据地质设计要求, 方位角的允许误差一般是 2° 。

上面已经谈到, 想使钻孔不发生弯曲, 是难以作到的。所以, 必须对钻孔弯曲进行测量。在钻进中, 经常测量和掌握钻孔变角情况也是十分重要的。

前面已經談到，鑽孔彎曲嚴重時，會給鑽探施工帶來不可克服的困難，而且有迫使停止鑽進的危險。因而，為了防止這類事故發生，在實際工作中必須對彎曲嚴重的鑽孔進行補救，鑽孔因彎曲不能滿足地質要求時，也應加以補救。

補救的方法，因補救目的不同，也有所不同。一般常用的方法是用人工彎曲的方法來進行的。這種方法，就是將鑽孔向所需要的方向進行人工的有意彎曲。在鑽孔發生

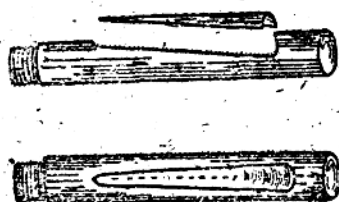


圖 5 用套管製成的楔子

彎曲部位，下入用套管製成的楔子（圖 5）。其直徑相當於鑽孔直徑，而使其偏心位於鑽孔要彎曲的地方，楔子下面必須下放堅固。

若用上述方法無效時，也可以運用灌注水

泥法進行補救，就是在鑽孔彎曲的地方灌入水泥，隨後重新進行鑽進。

以上兩種方法是實際工作中常用的方法，也是比較可靠的方法。除此而外，還有一種爆破的方法，就是用炸藥來破壞鑽孔彎曲地方的孔壁，隨後下入套管，下部用水泥封閉，用小一級孔徑進行按所需要的方向鑽進。

在鑽孔彎曲的補救過程中，無論是用什麼方法進行防止，在操作時，開始要用輕壓，慢速鑽進，並在鑽進 10—15 米後，應當及時測量新孔的位置，是否合乎地質人員的

要求。如果矫正的目的沒有达到，那末，就应当繼續想办法矫正，直到合乎要求时，才可繼續鑽进。

上面简单地叙述了对严重鑽孔弯曲的矫正問題，这种现象在平时工作中很少見到。而經常遇到的問題是如何掌握鑽孔的弯曲。几乎所有施工鑽孔都会有不同程度的弯曲，因此，我們必須及时系統地进行測量。通过鑽孔弯曲的測量，在鑽探施工方面可以及时系統地研究鑽孔在施工过程中的方向变动情况，以便采取有效措施、防止严重鑽孔弯曲现象的发生，以保証正常进行鑽进。在地質工作方面，应当根据測量出的鑽孔弯曲数据，作出有关鑽孔弯曲图解及計算。还应当根据測得的数据，正确地来确定煤层的真实厚度及埋藏深度，正确地进行地質构造的推断及指导鑽进工作。最后，才能根据这种鑽探資料，編制出正确的地質报告。由此可見，測斜工作是十分重要的。

第二章 鑽孔弯曲的原因

要預防鑽孔弯曲，必須知道造成弯曲的原因。造成鑽孔弯曲的原因有两大类：自然地質条件和人为技术操作条件。

一、自然地質条件

鑽孔穿过的岩层是各式各样的，各种岩层的可鑽性都不相同。同时，不同岩层接触的地方，构成不同的层理面，再加上施工地区地質条件也有些差別（像地层的破

碎、断层、空洞等），这就容易造成鑽孔的弯曲。鑽孔弯曲的情况可分为下列三方面来談：

1. 鑽孔由軟岩层穿入硬岩层：因鑽头底面受硬岩层的抗压，并且剋取效率也不同，这就很可能引起鑽孔向硬岩层方面偏斜，或沿硬岩层层面滑进。在这种情况下，可分为下列几种情况来談：

(1) 当鑽孔和換层面的交角 δ 大于 15° 时，在同一時間內鑽头底面切削具剋取軟岩层比硬岩层为快。这是由于鑽头底面和軟岩层接触面較大，同时硬岩层的抗压力也大于軟岩层的抗压力。因此，鑽头在同时間内剋取軟岩层和硬岩层的时候，一定是在軟岩层中进尺較快（抗压力小，鑽头容易剋取），在硬岩层中进尺較慢（抗压力大，鑽头不易剋取岩石）。所以，从鑽头接触到硬岩层时起，鑽头就逐渐向硬岩层方面偏斜，鑽孔軸綫开始发生变化。軸綫的变化有与硬岩层层面互成垂直的趋势。层面越傾斜，其变

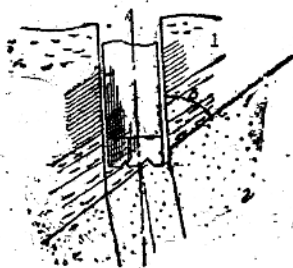


图 6

1—軟岩层；2—硬岩层。

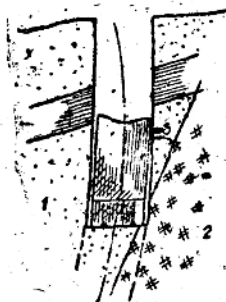


图 7

1—軟岩层；2—硬岩层。

化越大(图6)。于是就产生了鑽孔的弯曲。

(2)当鑽孔和換层面的交角小于 15° 时,因鑽头底面受到硬岩层斜面的抗压力,故鑽头切削具剋取硬岩层比剋取軟岩层为少。同时,鑽头有尽可能以整个鑽头底面来剋取軟岩层的趋势。在此情况下,鑽头的稳定性,比前者情况更差,同时鑽头要很快的通过換层面,而进入硬岩层所需時間要比进入軟岩层长些。鑽头由于长時間处在不稳定的剋取过程中,所以,鑽头有沿硬岩层面偏斜滑进的傾向。这种变化往往要比前者变化大的多(图7)。

根据以上情况来看,鑽头由軟岩层进入硬岩层所产生的鑽孔弯曲程度与鑽孔和岩层层面夹角大小成反比,与岩层硬度差成正比。其夹角越小和岩层硬度差越大,則鑽头在換层中鑽孔弯曲的程度愈强。这主要是由于鑽头位于換层中時間較长,即鑽头不能很快得到稳定的剋取所致。

2. 鑽孔由硬岩层穿入軟岩层时: 鑽孔由硬岩层鑽入軟岩层时,同样,鑽头也因受到两种不同的抗压力,以及剋取效率的不同,也会引起鑽孔向硬岩层方面产生弯曲。在这种情况下,可分为下列几种情况来談:

(1)若鑽孔和換层面交角 δ 小于 15° 时,則鑽孔歪斜可能性較大。这是因为鑽头在較长時間內位于換层状态,同时,岩层层面和鑽孔間的夹角 δ 越小,那末,鑽头通过換层面的時間就越长。这样一来,鑽头长時間內在硬岩层上面进行剋取,进度相对地就很慢,而鑽头于同时間內在剋取軟岩层时的进度是較快的。由于鑽头在同時間內在剋取岩层效率的不同,于是鑽头就很自然地逐漸向硬岩层方面发

生偏斜(图8)。

(2)当鑽孔和換层面的交角 δ 大于 15° 或大得很多时,鑽孔歪斜会較上述情况为小。这主要是因鑽头強烈剋取的

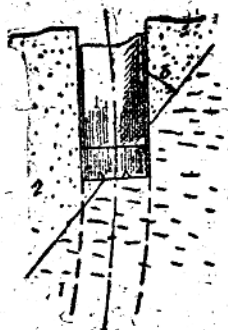


图8

1—軟岩层; 2—硬岩层。

岩石是軟岩层,而剋取硬岩层的时间要比以上情况少的多。故鑽头可在較短的时间內穿过換层面而进入正常鑽进。鑽头处于不稳定状态剋取的现象比以上情况大为减少了,当然,这并不等于該种情况对鑽孔弯曲毫无影响,而不过是較小罢了。这时,鑽头还是偏斜于硬岩层方面。

根据上述情况来看,鑽头由硬

岩层进入軟岩层时,鑽孔弯曲的程度是与鑽孔和岩层面間夹角的大小成反比,而与鑽孔直径大小成正比,与岩层的硬度差也成正比。其夹角越大,孔径越小,岩层硬度差越小,那末,鑽头在換层中造成鑽孔弯曲的程度就越小。

3. 鑽孔穿过其它岩层时:

(1)当鑽孔穿过含有坚硬包裹体(象大礫石、卵石等)的岩层时,因鑽头底面受到強烈的偏压,也会使鑽孔发生弯曲。特别是在松散岩层中鑽进,如遇到硬的包裹体时,其鑽孔弯曲更为严重,特别是在冲击鑽进中(图9)。

(2)当鑽孔穿过未胶結的破碎地层及断层地带时,特别是当在老矿区施工的鑽孔遇到老空洞时,因鑽头工作底

面是位于不平整的工作物上，鑽头工作处于极不稳定的状态，因此，孔身很易发生移动而弯曲。当然，鑽具在穿入老空洞时，也会因为鑽具本身失去了应有的自制能力而产生鑽孔的弯曲。特别是在斜孔鑽进时，更为严重(图10)。

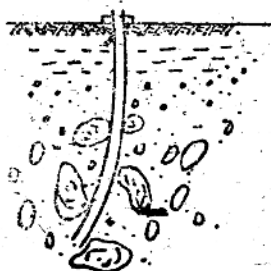


图 9 鑽孔遇到砾石时的弯曲示意图

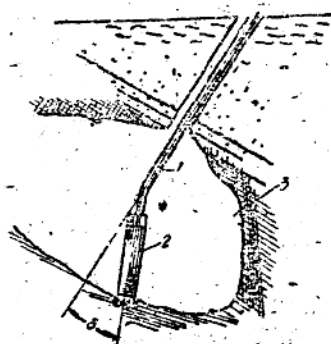


图 10 鑽孔遇到老空时的孔身歪斜示意图

1—鑽杆；2—岩心管；3—空洞。

归納以上两点可以看出，鑽孔弯曲不但容易在換层时产生，而且在平常一般不完整的地层鑽进中，在一些岩石可鑽性有变化的冲积地层鑽进中，也会使鑽孔发生弯曲。

二、技术操作条件

技术操作条件对鑽孔弯曲的影响是多方面的，可分下列三方面来談：1. 设备安装的不合理；2. 鑽具选用的不合理；3. 技术操作方法的不合理。现在就在下面詳細来談談：