不同頂角鉆进对鉆孔弯曲度的影响

彭 从 斌

某矿区由于进行深部找矿勘探，鉆进深度大都超过500米，部分孔深达800米以上。63年施工超过500米的8个鉆孔，其中7个偏离勘探綫20—25米，超过設計允許范围，严重影响勘探成果的准确性。經过对該区过去施工鉆孔弯曲資料的整理分析和初步試驗研究，发現鉆孔頂角对鉆孔弯曲度影响很大。

一、矿区地质及施工技术

鉆孔穿过的岩层，有厚层片麻岩及部分基性岩体。片麻岩产状：傾向N40°—65°E,傾角50°—65°。岩体产状与片麻岩基本一致。岩体可鉆性为6級，片麻岩可鉆性为7—8級，大部分深孔穿过200—700米厚层片麻岩。岩体采用合金鉆进，片麻岩使用鋼粒鉆进，鋼粒直径3毫米，鉆头壁厚10毫米，鉆孔口径大部为110毫米，岩心管长度一般3—5米，63年8月以后一般都加长至5米以上，个别加长至10—15米。施工鉆机大部分为油压650型鉆机，其余为KAM—500米型鉆机，个别机台使用B—3型鉆机。

二、不同頂角鉆进影响鉆孔弯曲情况

根据不同頂角将該区所有施工鉆孔（計47个）分为两大类型：第一类型为鉆孔开孔頂角小于8度（傾角＞82°，簡称为第一类型）。第二类型鉆孔开孔頂角大于8度（傾角＜82°，簡称为第二类型）。

現将所有鉆孔弯曲情况按第一、第二类型列于表1、表2。

上述两类鉆孔弯曲情况表明，不同开孔頂角所呈現的孔斜規律不同。

第一类型鉆孔，从开孔到100米或200米，傾角絕大部分下垂至87°—90°，方位向左发生大幅度偏移，傾角逐漸上漂，方位随着傾角上漂而逐漸稳定，并絕大部分偏离勘探綫的左方。此类型鉆孔弯曲严重，大部分深孔均未达到設計要求。鉆孔頂角、方位变化如图1所示：

第一类型鉆孔弯曲情况表 **表 1**

孔号	孔深（米）	傾角 設計	傾角 終孔	方位 設計	方位 終孔	偏离勘探綫距离 向左(米)	偏离勘探綫距离 向右(米)	备注
1	200	90°	83°15′	—	202°	4.5		
2	380	90°	84°	—	160°	15		
3	350	85°	75°30′	200°	145°	65		横軸不正，开孔方位差30°
4	380	90°	89°30′	—	101°	3		
5	440	86°	88°	50。	5°	3		
6	396	85°	79°45′	230°	232°	2		
7	332	85°	81°	230°	215°	2		
8	513	88°	82°	230°	231°30′	1		
9	441	89°	83°45′	162°	110°	20		横軸不正。井孔方位差68°
10	428	88°	84°	230°	192°	12		导斜糾偏
11	490	86°	82°	230°	204°	7		
12	575	89°	86°	230°	207°	6.5		
13	538	89°	74°	230°	230°	16		
14	460	89°	72°	230°	203°	29		
15	510	86°	81°	230°	191°	25		导斜糾偏
16	390	86°	84°	230°	131°	18		未达目的而停鉆
17	230	84°	83°30′	230°	178°	8		未达目的而停鉆
18	655	88°	79°	230°	174°	41		导斜糾偏
19	260	86°	85°	230°	145°	3		未达目的而停鉆
20	690	89°	77°	230°	265°		40	导斜糾偏

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

第二类型钻孔弯曲情况表 **表 2**

孔号	孔深（米）	倾角 开孔	倾角 終孔	方位 开孔	方位 終孔	偏离勘探綫距离 向左（米）	偏离勘探綫距离 向右（米）	备注
1	120	80°	77°	230°	237°		0.5	本类型所有钻孔均满足設計要求亦未进行下楔糾偏
2	251	80°	71°	230°	242°		4	
3	141	75°	59°30′	230°	233°		1	
4	219	78°	67°	230°	236°		5	
5	353	81°	73°	230°	245°30′		3	
6	220	79°	73°	230°	245°		6	
7	271	75°	71°	230°	234°		2.5	
8	54	78°	75°30′	230°	246°		2	
9	55	80°	78°30′	230°	236°		1.5	
10	80	75°	76°30′	230°	234°		0.5	
11	152	81°	74°30′	230°	235°	5	1	
12	208	81°	83°30′	230°	206°	4		
13	180	78°	67°	50°	45°			
14	158	77°	75°45′	230°	224°			
15	57	75°	76°36′	230°	232°	2	0.5	
16	95	75°	72°	230°	215°			
17	181	78°	73°30′	230°	227°	1.5		
18	334	80°	55°	230°	253°		10	
19	501	81°	61°	230°	191°	25		
20	260	80°	72°	230°	231°		6	

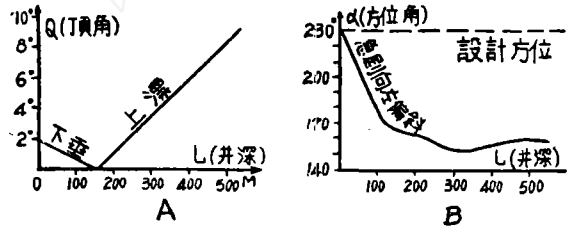


图 1 第一类型钻孔顶角、方位变化情况

第二类型钻孔顶角沒有下垂現象，一般均上漂。钻孔方位均偏向設計方向的右方，由于开孔顶角較大，偏轉幅度小，除个别深孔外，一般偏离勘探綫均不超过 10 米，所有钻孔均达到設計要求。其钻孔顶角、方位变化情况如图 2 所示。

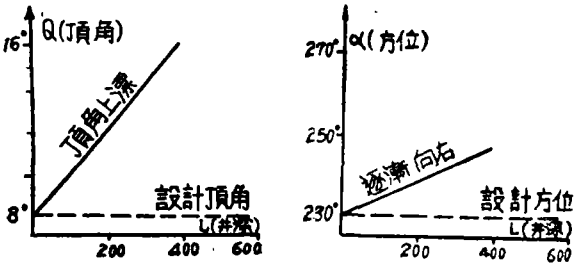


图 2 第二类型钻孔顶角、方位变化情况

第一类型钻孔弯曲的原因，主要是钻孔开孔顶角小，多为 1°—4°，同时片麻岩层傾角較陡，平均为 65°，因而钻孔遇层角为 26°—29°，小于临界遇层角，促使钻孔沿层面下滑，产生順层跑而使钻孔顶角下垂，同时又因钻孔的設計方向与片麻岩层走向不垂直，于是钻孔不是沿最大傾斜綫方向，而是沿片理面上的投影延长綫下滑，产生“侧滑”（图 3）。

从施工技术因素来看，钻孔顶角下垂也促使钻孔向左下方弯曲，这种作用和向左“侧滑”的作用迭加起来，就加剧了钻孔向左偏轉。

产生这类現象的原因：当顶角下垂时，上帮进尺速度較下帮快，因而上帮钻进的摩擦力也較大（图 4，$F_1>F_2$），就产生摩擦力矩M以及使钻头偏向左方的F，造成钻孔向左下方弯曲。在非层状的均质岩体里钻进，也同样有顶角下垂，方位向左偏轉的現象（如 1035，108 孔），这就証明方位向左偏轉除有地层影响外，还有钻孔顶角变化的影响（图 4）。

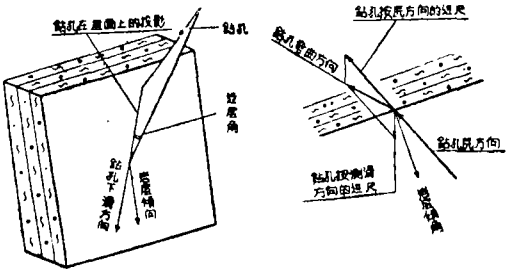


图 3 钻孔发生“侧滑”

第二类型钻孔弯曲程度小，这是因为开孔顶角

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

大，沒有产生頂角下垂的現象。根据鉆粒鉆进斜孔的一般規律，这一类型鉆孔的方位，逐漸向右上方弯曲，但偏轉幅度小，一般均能滿足設計要求。

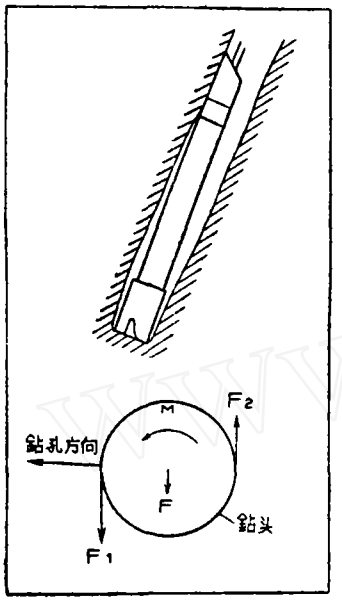


图 4

三、不同頂角鉆进影响鉆孔弯曲度变化的几点規律：

根据上述不同頂角鉆进影响鉆孔弯曲度情况，可初步归納出以下几个規律：

1. 頂角大小影响着方位变化大小

不同頂角鉆进不仅决定了鉆孔遇层角大小，而且也直接影响着鉆孔方位变化大小。頂角愈小，方位角愈容易变化；反之，方位角愈不易变化。

不同頂角鉆进所产生的方位变化值如表 3 所示：

表 3

頂角范围	每百米方位变化值
0—3°	15—50°
4—7°	10—25°
8°以上	<10°

該区 1025 孔，曾在同一地方鉆进三个鉆孔前后相距約 1 米，其弯曲程度随頂角增大而減小，如表 4 。

上述現象的形成：一方面由于頂角增大，鉆孔遇层角也增大，消除鉆孔下垂、順层跑的現象；另外一方面，由于頂角的增大，鉆具軸垂直于鉆孔軸的重力大大增加，并使鉆具压向鉆孔的下孔壁，增强了粗径鉆具本身的定向作用。

表 4

孔号	开孔傾角	每百米偏离勘探綫距离（米）
1025 Ⅰ	87°	5.10
1025 Ⅱ	86°	4.60
1025 Ⅲ	84°	3.50

2. 頂角下垂，方位向左偏轉，如第一类型鉆孔；頂角上漂，方位向右偏轉，如第二类型鉆孔。

3. 在均质岩石中鉆进，鉆孔方位弯曲和頂角弯曲同时发生。

該矿区鉆孔弯曲資料証明：鉆孔頂角和方位角变化的关系很密切。当鉆孔頂角发生变化时，鉆孔方位也随之变化，頂角变化大，方位变化也大，反之也一样。由于鉆孔頂角发生变化时，粗径鉆具在井底受的摩擦阻力不同，因而鉆头容易向左或向右产生偏轉。

4. 頂角弯曲增长值，随頂角增大、孔深增加而增大。根据几十个鉆孔資料統計，不同頂角、井深的頂角弯曲增长值如图 5 。当开孔頂角增大至 8°，鉆孔頂角弯曲值随孔深增加而呈直綫增长。

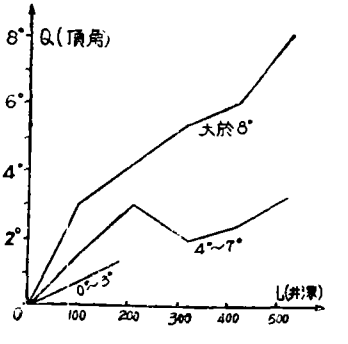


图 5 不同頂角、井深，頂角弯曲增长值

四、合理选择鉆孔开孔頂角的几点意見

綜上所述，鉆孔不同頂角鉆进，对鉆孔弯曲度变化影响很大，不同开孔頂角，决定了鉆孔不同弯曲情况。因此根据矿区地层产状及鉆孔自然弯曲度，合理地选择鉆孔开孔頂角，对防止鉆孔过大弯曲具有重要意义。根据体会，选择鉆孔开孔角应注意以下几点：

1. 鉆孔設計傾角应尽量垂直于岩层层面；在岩层傾角較小的情况下，可設計垂直鉆孔；在岩层傾角較大的情况下，可設計斜孔。

設計斜孔时，鉆孔开孔頂角必須根据岩层傾角、

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

矿区钻孔自然弯曲度及钻孔設計深度等合理选择。

2. 在下面几种情况，应选择較大的开孔頂角：

（1）頂角弯曲小，方位易发生偏斜的矿区，应选择較大的开孔頂角，以增加粗径钻具本身的定向作用。

（2）钻孔方位容易向左偏斜的矿区（逆时針轉），应增大开孔頂角，以增加钻孔向右偏斜的趋势。

（3）钻孔頂角下垂（頂角減小），应增大开孔頂角。

至于钻孔頂角的大小，必須根据矿区地层、钻孔自然弯曲度等实际情况决定，但一般必須大于5度。

3. 在下面两种情况下，钻孔开孔頂角应适当減少：

（1）钻孔頂角弯曲較大（上漂），而方位偏斜較小的矿区，开孔頂角应适当減少，防止由于頂角大而使钻孔頂角急剧上漂。

（2）钻孔方位向右偏斜的矿区（順时針），应适当減少开孔頂角，以減弱钻孔向右偏斜的趋势。

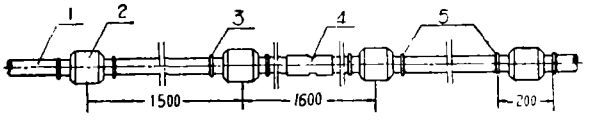
4. 由于钻孔方位变化和頂角变化关系密切，一般是由于頂角的变化而引起钻孔方位的相应变化，因此在实际生产中应首先从施工技术上来防止钻孔頂角的变化，以达到防止或減少钻孔方位的变化。

使用钻杆胶箍的經驗

石鋼勘探队

钻杆胶箍是減少钻杆、套管磨損的一項好經驗，我队从57年下半年已全面推广使用。多年的生产实践証明：在摩擦性較大的岩层上钻进，钻杆的使用期限能延长3倍以上，同时也減少了钻杆的折断事故，因而对提高效率、降低成本起了一定的作用。还由于胶箍在孔內也起到活动軸承和导正钻杆的作用，从而減少了孔斜。钻杆胶箍的加工和技术要求如下表所示：

钻杆（φ毫米）＼胶箍	高（毫米）	內径（毫米）	外径（毫米）	含胶量（%）	适用占孔口径（毫米）	备注
42	80	44	80	50	91	可用1年多
50	80	52	80	50	91	〃
50	100	52	100	50	110	〃



钻杆胶箍的装置图

1. 鉆杆；2. 胶箍；3. 鉄环；4. 鎖接手；5. 电焊焊結处

胶箍間距：50毫米钻杆一般为2米，42毫米钻杆为1.5米，靠近钻杆接手上下两处間距需小一些，以減少接手处发生弯曲而折断。为保持一定的間距，避免上下串动，在胶箍两头的钻杆上，焊有挡环（4分鉄筋的圓环），两者間距为0.2米左右，环要求四滑以免破坏胶箍。加工时先将胶箍和挡环套在钻杆上，在挡环外側用电焊焊結，焊結为圓周长的三分之二，要求焊得均匀、光滑、牢固，并要注意防止烧毁胶箍。

使用钻杆胶箍注意事項：

1. 安装钻机要使立軸、孔口、天車前緣成一直綫，以免升降钻具时胶箍冲撞孔口台。打斜孔时，天車应稍前一些，以免升降钻具时胶箍挂碰钻机横軸箱。

2. 孔口管或套管上头需制成漏斗形状（喇叭筒形），以免碰坏胶箍和挡环。

3. 升降钻具时，横軸齿輪要挡好，不应过快，以免碰坏胶箍。

4. 使用钻杆胶箍时，最好配用钻杆鎖接手，若用普通接手，則需加一个变絲接手，以減少钻杆螺絲的磨損。

5. 制有胶箍的钻杆螺絲扣时，可用大眼管床，胶箍不必取下。

6. 有胶箍的钻杆不得与无胶箍的钻杆混合使用。当挡环碰坏或不紧时应立即更换，以免掉落孔內。

7. 胶箍的含胶量不应少于50%，这样連續使用4个月，其外径只磨損0.5毫米，內径磨損2—3毫米，一般可用一年以上。胶量低时則不耐用。

8. 孔壁有严重掉块时，不一定使用胶箍。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net