

孔斜规律及矫治

宋 希 雄

孔斜是钻探质量中的一个重要问题。它不仅影响地质效果,而且会给钻探施工造成许多困难。但是,如果处理得当,反而可以利用孔斜规律和人工造斜进行定向钻进,以较少的工作量取得较好的地质效果。

一、孔斜基本规律

(一) 在变质岩和层理特别发育、岩层定向性显著的沉积岩中钻进,其孔斜的一般规律是:钻孔轴线垂直于岩层面、解理面或劈理面,并和其倾向相反,即钻孔轴线力图沿着岩层最易破碎的方向钻进。湖南某矿区以板岩、千枚岩为主,岩层产状稳定,在施工的18个钻孔中,有17个都右漂而力图垂直岩层走向,并和其倾向相反。仅一个孔是反勘探线布置的,发现该孔左漂,亦力图垂直岩层面(图1)。18个钻孔相应各段漂斜度数,在同一钻进方法下也是近似的。实践证明,在上述定向性显著的岩层中钻进,孔斜是较难控制的。

这种规律在其它类似矿区也有发现。如辽宁某矿区,以片麻岩为主,其孔斜规律向正北方向弯曲



图 1

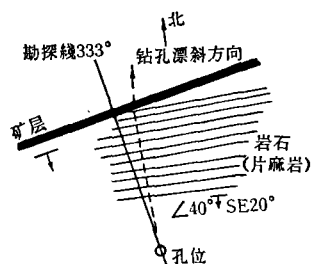


图 2

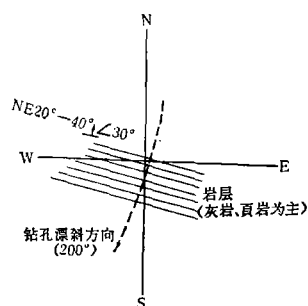


图 3

(图2)。广西某矿区以頁岩、灰岩为主,其施工不論直孔或斜孔均向南西200°方向漂斜(图3)。吉林某矿区亦为变质岩,进行多次试验后发现,钻孔均强烈向垂直层面方向弯曲。

在火成岩及岩层无定向性的沉积岩矿区,控制孔斜则比较容易。

(二) 钻进方法是导致钻孔漂斜幅度的主要原因。合金钻进孔斜幅度要小得多。如上述湖南某矿施工的18个钻孔中使用钴粒钻进一般在120—130米,钻孔方位即已基本垂直岩层走向;而使用合金钻进,一般要到250—300米才能垂直岩层走向(图4)。

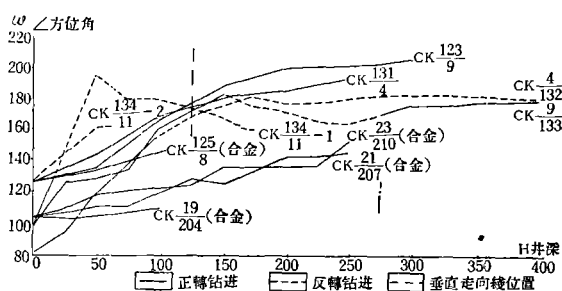


图 4

(三) 小口径钻进比大口径钻进、反循环钻进比正循环钻进、小钴粒比大钴粒钻进孔斜幅度要小些,因为其孔壁间隙较小。

(四) 随钻孔深度增加,每百米孔斜幅度趋于减少。

(五) 当遇层角大于30°时,遇层角大,钻孔漂斜则较小。

二、孔斜原因分析

(一) 地质因素

1. 无规律性的:

大砾石、熔洞、裂隙等,孔斜具有偶然性,随其在孔筒中所处的位置、稳固程度、规格形状不同而异。

2. 有规律性的:

(1) 岩性:变质岩及某些沉积岩,其抗破碎强度具有各向异性。钻具在上述单一岩层中最易向岩层

破碎阻力最小的方向钻进。如湖南某矿区一钻孔,由于千枚岩既多且厚(最厚达10米),虽在施工中采取了很多措施,均没有克服钻孔垂直于层面钻进的趋势。

(2) 岩层软硬交错, 钻孔轴线和岩层产状的关系: 岩层越薄、软硬交错越频繁、硬度差别越大, 则钻孔越容易偏斜。当 β 大于 30° 时, 钻具在软硬岩层层面上钻进, 由于阻力不等($R_1 > R_2$) (图5) 软岩进尺快, 产生了进尺快慢的差异, 钻孔顶角向硬岩方向倾斜。由于软硬岩层钻具迴轉阻力不等, 产生了方位漂斜。

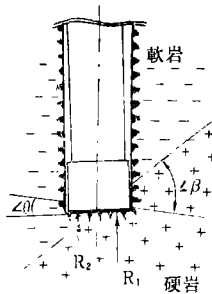


图5

图6-(a), 当钻具正轉(右旋)时, 其主动力矩 MeP 可以近似认为沿钻头周向均匀分布的, 如不考虑钻头摩擦力矩, 则岩石的极限抗剪力和顺、逆层面切削阻力可以认为是钻头所受的主要阻力, 这个阻力在钻头周向上的分布随钻头和岩层产状的关系不同而变化(图中表示钻头和岩层接触的水平投影)。当钻头由硬至软时, 由于钻头在层面交替处的硬岩阻力和逆层阻力作用位置相同(图6-(a)中的A点), 因而钻头在B点的阻力大大小于A点的阻力, 使钻头所受的阻力矩不均匀, 产生了围绕A点的附加作用力矩, 使钻头向右迴轉, 钻具上头靠左, 导致钻孔向右偏斜。

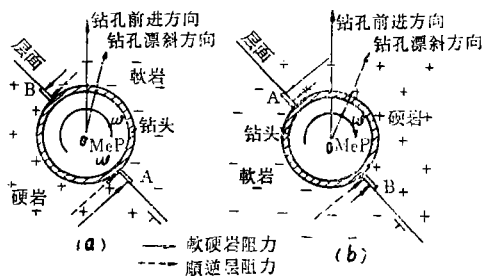


图6

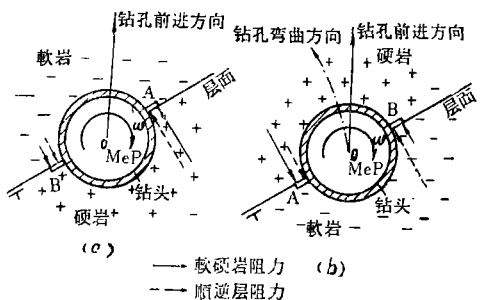


图7

图6-(b), 当钻头由软到硬岩时, 硬岩阻力和逆层阻力(逆层阻力大于顺层阻力)作用位置相反, 因而钻头迴轉中的不均匀性阻力大大减轻。这时导致钻头向右漂斜的主要原因是软岩进尺快, 硬岩慢, 钻孔就向图中表示的中心线箭头方向弯曲。

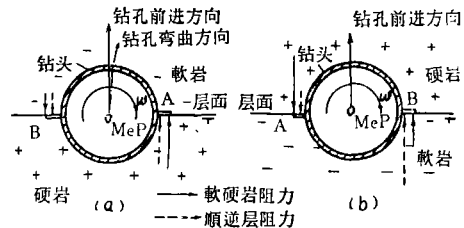


图8

图7是另一种关系。附加作用力矩虽然仍可能导致钻头向右迴轉, 但其影响远不及岩性, 和在层面上钻进时的软岩快, 硬岩慢的进尺差异而左漂(图7-(b)钻孔向中心线方向弯曲)。可见在软硬岩层层面上钻进导致进尺快慢是造成孔斜的主要地质原因。

当钻孔轴线和岩层走向垂直(图8), 此时软硬岩层进尺快慢对方位漂斜已无影响, 方位漂斜程度将大大减少(图4), 所得以上结论和实践大体相同。

(二) 工艺因素:

1. 钻进方法: 在相似地层条件下, 钻粒钻进较合金、金刚石钻进钻孔漂斜幅度要大得多。如湖南某队一钻孔从0—50米, 合金钻进方位只漂了 13° , 从66—75米换钻粒, 方位就漂了 35° 。钻粒钻进造成钻孔激烈漂斜的原因如下:

(1) 钻粒以压皱破碎岩石为主, 带有脉动冲击性质, 由于岩石具有异向性, 从岩石破碎原理来看, 钻粒更有利于垂直层面钻进。合金以剪切破碎为主, 对自由选择最有利的破碎方向有约束, 不利于垂直层面钻进。

(2) 钻粒在冲洗液及自重作用下由于右旋带动聚集在井底左下方(图9), 对钻头起了偏楔作用, 导致钻孔向右上方偏斜。

(3) 钻粒钻进易于扩大井壁, 利于钻孔偏斜, 由于井底钻屑较多, 摩擦阻力较井壁大, 钻头正轉易向右滚, 孔斜向右。

2. 大压力、慢轉速、投砂多、钻粒大、粗径短, 是造成顶角偏斜操作方面的主要原因(图10)。如不

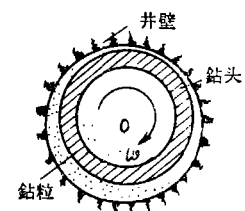


图9

考虑摩擦力, 设轴心压力为 P , 则其水平分力

$P_1 = P \sin \theta_1$, $\angle \theta_1$ —钻具顶角, P_1 促使钻具上漂。 P 增加, 钻具刚度 (EJ) 下降, $\angle \theta_1$ 增加, P_1 增加。 P 增加的直接效果也使 P_1 增加, 所以大压力是造成顶角上漂操作方面的主要原因。大压力, 快转速, 钻头在层面上钻进时的附加作用力矩越大, 方位易漂, 故是造成方位漂斜操作方面的主要原因。湖南某队一钻孔, 由于施工采用了小压力, 慢转速 (60—80), 长粗径 (8—10 米), 91 口径合金钻头钻进, 从 0—100 米, 方位只漂 4° 。

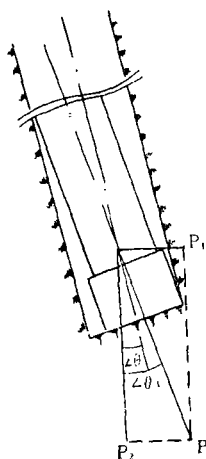


图 10

3. 钻机安装: 地盘不平, 安装不平正, 开孔立轴方位和倾角校正不准, 钻机机件晃动过大等, 均易造成开孔孔斜。

三、防斜与纠斜

钻孔偏斜的原因很多, 但总的说来, 则不外地质与钻进工艺的两方面因素。只要我們真正掌握了孔斜规律, 发挥人的主观能动作用, 利用这些规律, 不仅钻进工艺上造成的孔斜可以防止和纠正, 而且属于地质因素造成的孔斜, 也是可以防止和纠正的。现就防斜与纠斜的方法, 谈谈自己的意见。

(一) 防斜

1. 设计上改变钻孔布置:

(1) 对于地层为主要影响井斜的矿区, 应尽可能垂直岩层最易破碎的方向布置钻孔。如果在客观上有困难时, 在掌握孔斜规律的前提下, 可将孔位平移勘探一段距离, 使见矿点仍落在原定见矿点附近 (图 11)。

(2) 如顶角通过其他方法可以控制, 矿体产状平缓时, 亦可在原孔位设计直孔或急倾斜钻孔。如湖南某矿一钻孔, 开孔 77° , 见矿深度 278 米, 由于方位漂斜过大, 终孔已偏离勘探线达 138 米, 而另一钻孔, 开孔 88° , 由于上部基本控制了顶角, 在相似方位漂斜情况下, 在井深 330 米处只偏离勘探线 48 米。

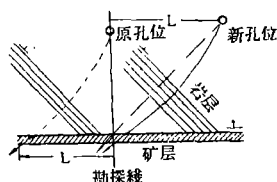


图 11

(3) 对于浅孔, 可以在原地盘预扭方位角的办

法施工钻孔。

2. 施工工艺基本功:

(1) 尽量减小井壁间隙, 最好使用较小口径的合金钻头钻进, 简化井身结构。必须使用钻粒钻进时, 宜使用小规格钢粒, 连续少量投砂, 严格四定操作, 使用铣刀式, 双水口或奥式钻头钻进, 使钢粒在孔底分布较均匀。最好使用钢粒全孔及循环或孔底喷射式反循环钻进, 以保持较小的井壁间隙, 使孔径较均匀。

(2) 尽量减少钻具弯曲: 宜使用较小口径钻进, 增加钻具刚度、长度, 在操作上降低压力和转速。

(3) 消除安装时的技术因素, 保证机台安装周正水平、稳固、钻机迴转时部件不晃动。

3. 在管理上及时研究、总结、处理。保证技术措施全孔一貫到底。

(二) 纠斜

1. 纠顶角:

纠正上漂钻孔, 宜使用长、直粗径合金钻进, 或使用加重钻铤, 钻铤重量越大, 越接近井底, 效果越好。纠正下垂钻孔, 宜使用短粗径大钻粒钻进, 多投砂, 大压快转, 或使用大钻头小粗径钻进, 亦能取得良好效果。

2. 纠方位:

(1) 反轉 (左旋) 钻进: 对于变质岩矿区, 反轉钻进不能消除岩性、软硬岩层面上的进尺差异, 有利于垂直层面钻进的地层因素; 但可改变附加作用力矩和岩屑垫楔作用的方向。当钻孔轴线未垂直岩层走向时 (图 12), 使用反轉, 由于附加作用力矩, 岩屑垫

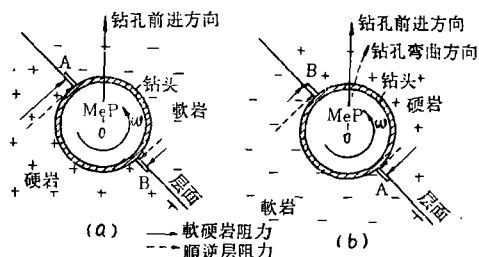


图 12

楔作用的反向虽可以造成纠回方位向左 (图 12-(a)), 但仍抵抗不了岩性、层面上软硬层的进尺差异而导致向右漂斜的趋势 (图 12-(b)), 故钻孔仍继续右漂, 在这种情况下只能放慢右漂速度。当钻孔已垂直岩层而继续右漂时 (图 13) 使用反轉钻进, 由于进尺差异, 岩屑垫楔作用同时扭转方位向左, 导致方位向左而返

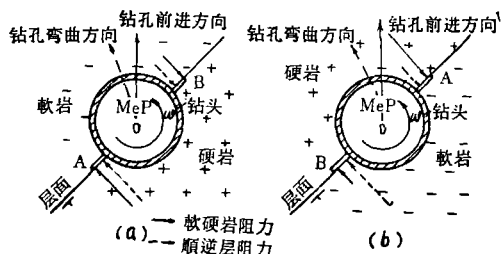


图 13

回层面位置,起到糾方位的作用。湖南某队四个使用反轉鑽进的钻孔,广西某队三个使用反轉鑽进的钻孔均証实上述結論(參看圖4)。但对非地层影响孔斜为主的岩层(如火成岩),反轉鑽进仍是一种有效的糾方位的措施。

反轉鑽进,要求钻机、钻具所有右旋机构改变为左旋机构。

(2) 偏心偏重定向鑽进:对于异向性显著的岩层(如千枚岩),其岩性影响孔斜占有极重要的地位,消除岩性有利于垂直层面最易破碎鑽进的影响,对防糾斜都有很大效益。偏心偏重钻铤(圖14)是利用鉛

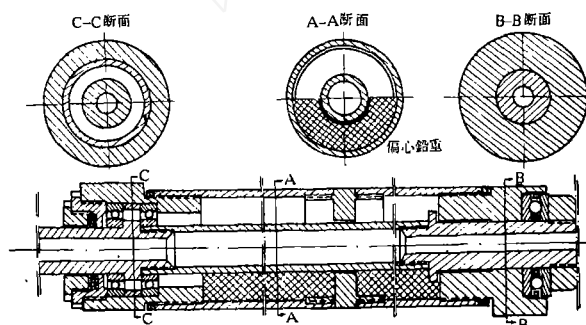


图 14

重的偏心作用,使钻铤定位在井底,由于钻铤上下接手的偏心部份頂向井壁,使内部钻杆人为地朝向某一所需方向定向鑽进(圖15)。調整偏心位置,可以达

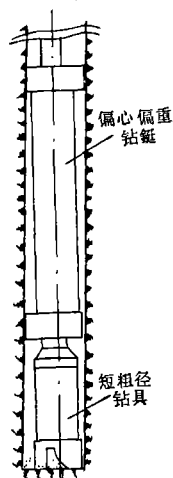


图 15

到在不同井斜情况下,糾正方位向左向右、頂角向上向下的目的。湖南、广东等有关队試用該钻具,取得了一定效果。如湖南某队,在井深137—176米使用了該钻具,方位糾回6°。該钻具要求封閉严密,以防泥砂进入卡死钻具。在鑽进中应使用大鋼粒,多投砂,慢进尺,以保持較大井壁間隙,滿足钻具在井底自由定向。

四、結 語

(一) 对于一个矿区,使用同一种施工手段,孔斜肯定是有規律的。对于变质岩及部

份沉积岩,钻孔往往沿着岩层最易破碎的方向鑽进。对于火成岩及岩性无定向性的部份沉积岩,其孔斜方向和幅度在更大程度上是取决于施工工艺的。

(二) 鑽进方法选择正确与否,是影响钻孔漂斜幅度的最主要因素。在可能的条件下应尽量使用合金、金刚石鑽进。

(三) 防斜的实质,就是在于使钻具在迴轉中經常保持与钻具軸綫(特别是粗径軸綫和孔眼軸綫)一致。应从設計、施工工艺、管理三个方面給予保証。

(四) 偏心偏重钻铤鑽进,能在鑽进过程中不断地糾斜,因而是較有前途的方法,有利于实现定向鑽进。必須設計最完善的定向钻具。导斜仅对补采矿心和繞过事故钻具有用,在远离見矿位置或預定見矿点导斜是沒有多大价值的,但在今后多井筒鑽进中仍有一定积极意义,应向自动定向导斜发展。

(五) 孔斜,特别是方位漂斜,是一项錯綜复杂的技术問題,必須善于在客观、主观方面的所有矛盾中,寻找經常起作用的主要矛盾,采取有效的方法加以克服,并应根据一分为二的精神,尽量限制有害的一面,发展有利的一面,积极地向定向鑽进发展。