

使用电流表掌握鑽探井內情况的方法

401 勘 探 队

在鑽探工作中,为了保証正常鑽进,必須根据地質設計要求及孔內实际情况,采取相应地操作方法。但随着鑽孔的加深,岩层的不同,孔內情况复杂多变,單凭操作者的經驗,是难以掌握判断准确的。因此,在条件允許时,应该通过科学的方法去掌握。本文系根据 401 队“电流表使用的初步总结”一文整理的。由于該队初次試用,可能欠圓滿,但对于使用电动机的机場,仍有一定的参考价值。——編者。

一、用电流表掌握井內情况的原

理及其应用

这一方法是依据电动机線电流,随着鑽具迴轉或升降时所需功率大小变化的原理,通过电流表上所指示数值,来掌握井內情况。因为三相电动机功率和線电流間的变化有如下式正比例的关系:

$$P = 1.36 \cdot \sqrt{3} U_1 I_1 \cos \phi \eta / 1,000 \\ = 0.00235 U_1 I_1 \cos \phi \eta \dots\dots\dots (1)$$

P 三相电动机功率(馬力)
 U_1 三相电动机線电压(伏特)
 I_1 消耗的線电流(安培)
 $\cos \phi$ 电动机功率因数
 η 电动机的机械效率

因此,电流表在鑽探机場中,不仅可用作保护机械安全运行的裝置,也可以通过它及时掌握升降与鑽进过程中,孔內的情况。例如在提昇不同长度的鑽具时,可根据所示电流的大小,及时地调整当时电动机功率所能允許的最大提昇速度,以便有效的利用动力縮短配屬時間。此外,还可推算出井內鑽具長度,判断其完整性(尤其是深孔鑽具折断和脱落事故),以便于发现和处理事故。在鑽进中,可根据所示数值及其变化范围,得知井內情况,了解井內事故的征兆,以便及时采用相应地鑽进技术和处理办法。

二、应用方法

(一) 升降操作方面:

1. 确定最大允許提昇速度。

因为提昇所消耗的馬力决定于所提引的鑽具重量和提昇速度。如下式:

$$P = \frac{Q_{kp} \cdot V}{75 \eta_1} \dots\dots\dots (2)$$

P 提昇所需馬力。
 Q_{kp} 提昇全套鑽具所需拉力(公斤)。
 V 提昇速度(公尺/秒)。
 η_1 提昇设备的效率。

而功率和線电流間又有前述(1)式的关系,当提昇速度愈快,鑽具愈重,則線电流值愈大。如下式

$$\text{因 } 0.00235 U_1 I_1 \cos \phi \eta = Q_{kp} V / 75 \eta_1$$

$$\text{故 } I_1 = Q_{kp} V / 0.1763 U_1 \cos \phi \eta \eta_1 \dots\dots\dots (3)$$

因此,可根据線电流值的变化,来适当的調整提昇速度。

其具体方法,是把电流表裝置在升降操作人員的近側。每提昇一鑽桿立根时,須查視电动机所消耗線电流值,如与电动机額定电流相差 35% 以上的数值时,便应試行加快轉速一級。但在使用中应注意:虽然線电流值小于額定电流值很多,但仍不能提昇起鑽具时,則說明鑽机的升降系統傳动部分(如卷鼓纖維質等摩擦部分)存在毛病,必須檢查。在提昇时,随着井內鑽桿立根逐次减少,線电流值必依一定比例下降。但如遇其突然下降且提昇速度变緩慢时,則可能是由于操作不当(如 500 公尺鑽机卷筒推力不足)所致,因此需迅速改进。有时由于变速操作过猛,線电流增加很大,此时所产生的突然冲击載荷会损坏傳动机件,因此需要避免。

2. 測算井內鑽具長度。

提昇全套鑽具所需拉力 Q_{kp} 和鑽具長度有如下关系:

$$Q_{kp} = K L g \left(1 - \frac{r_{\text{泥}}}{r} \right) \cos \theta (1 + f \cdot \tan \theta) \quad (4)$$

K 提引阻力系数(1.25~1.5)

L 鑽具長度(公尺)

g 每公尺鑽桿重量(公斤/公尺)

$r_{\text{泥}}$ 泥漿比重(1.05)

r 鋼材比重 7.8

f 摩擦系数岩石与鑽桿为 0.2~0.3, 岩石与套管近似 0.1.

θ 頂角

$$\text{又因 } 0.00235 U_1 l_1 \cos \phi \eta = K L g \left(1 - \frac{r_{\text{泥}}}{r} \right)$$

$$\cos \theta (1 + f \cdot \tan \theta) V / 75 \eta,$$

$$\text{故可求得 } L = 0.00235 \cdot 75 U_1 l_1 \cos \phi \eta \eta_1 / K g (1 -$$

$$\frac{r_{\text{泥}}}{r}) \cos \theta (1 + f \cdot \tan \theta) V = 0.1763 U_1 l_1 \cos \phi \eta \eta_1 / K g$$

$$(1 - \frac{r_{\text{泥}}}{r}) \cos \theta (1 + f \cdot \tan \theta) V$$

此种计算方法,能求出距井底 10 公尺以上鑽桿的数量变化,准确性一般可达到 90% 左右。唯计算比较复杂,不易为現場同志所掌握。

另一种是以实际資料对比的方法。首先,將所有提昇鑽具,从提昇开始,按下表內容逐次记录。然

提昇立根順序	提昇消耗線電流(安培)	鋼繩股數	卷揚速度(公尺/秒)
1	50 A	1	1.19
2	45 A	1	1.19

后,在第二次鑽進 10~15 公尺后,进行提昇試驗,以当时所示电流值对照,表列电流值找出近似数值的立根序号(应在同样的操作条件下),求得遺留井內的鑽具長度。例如:井深 300 公尺,以 1.19 公尺/秒,快速提昇时,电流值为 50 安培,以后每提昇一根長 12 公尺的鑽桿立根时,其电流值都有下降,起初間隔为 5 安培,終了間隔为 2 安培,都一一记录。在第二次下鑽鑽進不久,发现異狀,經提昇試驗电流指示值为 38 安培,找出接近于 38 安培的立根順序号为 5,由此可判断井內尚丢下長度为 5×12 公尺 = 60 公尺的鑽具。应当說明,此方法在使用單繩复式滑車分段提昇时,須經過換算才能求出立根数。关于遺留在井底鑽桿的立根数亦可用下式計算:

$$n = \frac{I' - I''}{a}$$

n 鑽桿脫落或折斷在孔內的立根数

I' 提昇全套鑽桿所消耗的線电流(安培)

I'' 提昇已經折斷或脫落后余下鑽桿所消耗的線电流(同一轉速)(安培)

a 每提昇一根鑽桿立根平均減小的电流值(安培/立根)

(二) 鑽進操作方面:

實鑽中,鑽具迴轉所需功率,与鑽具長度,井徑大小(包括間隙大小),岩石硬度、裂隙度、水量、轉速、压力、投砂量以及井內殘留鑽粒粉等一系列因素,是相互影响的。电流表的应用,是要根据它們相互的影响关系,通过鑽進迴轉功率的变化(消長)及其規律,掌握井內情况。

1. 迴轉鑽進中,判断鑽桿折斷和倒扣脫落事故:

實鑽中,功率的消耗包括:迴轉全套鑽具,磨剋岩石以及迴轉開鋼砂等。空轉鑽具所耗費的能量,接近于 B·C·菲得洛夫公式的計算: $P_2 = S D L n^{1.7}$

D 鑽桿外徑(公分)

S 系数 $\approx 1 \times 10^{1.6}$

L 鑽桿長度(公尺)

n 轉速(以 200 轉/分为当)

据观察,当井深 450 公尺,轉速 200 轉/分,由線电流值所得的功率約为 5 馬力左右,与上述公式計算結果近似。而磨剋岩石及迴轉開鋼粒(包括少量鑽粉)所消耗的功率,不大于 4 馬力一般約为 3 馬力。当鑽桿折斷或脫落时,就不发生磨剋岩石及迴轉開鋼粒的动作,該二項功率未消耗,因而电动机的載荷減少 3 个馬力,如变为線电流则可減少 6 安培以上。而其他因素的影响如水量变动或剋取量減少时,線电流变化范围較小,一般的只在 1 馬力以內。所以在指針回落 6 安培时,可以判断出井內发生鑽桿折斷或倒扣脫落事故。

具体应用方法是在實鑽中,經常注意观察电流表。如果发现指針回落低于正常剋取岩石所消耗电流的一定值时,则表示鑽桿折斷或者倒扣脫落;当悬空迴轉井內全套鑽桿时,所消耗的線电流,大于电动机運轉的慣性轉矩所消耗的电流时,定值在 6 安培以上;当上述二电流間的差值小于 6 安培,不足以表明鑽桿

是否折断时,则可以参考水量的变动情况,如果仍不能使电流值再行增大,则说明井下鑽桿已經脱离;悬空廻轉鑽桿的線电流值,小于电动机運轉的慣性轉矩所耗用的电量时,由于定值无法找出,亦无法进行观察,但此时鑽进深度一定很浅,可以操作感觉来弥补。

2. 判断井內殘留岩粉鑽粉:

实鑽中,除鑽进破碎地带(或其它原因)所产生的坍塌、掉块以及其他影响外,如电流表指针波动范围很大,且以一般水量冲洗时,線电流值较寻常为大。如调节,水大指针回落,水小则扬起,都是井內积有較多鑽、岩粉的征兆。正常鑽进时指针波动范围不应大于2.5安培,一般在2.5安培之內。

衡量井內殘留岩(鑽)粉的另一方法,就是减少井內殘留岩心,保持井內沒有其它脱落或殘留物。把全套鑽具下至接近于井底的位置进行悬空廻轉,此时如井內殘留岩(鑽)粉較多,则电流计的指针,在指示空轉鑽具耗用的線电流外,立即增加了廻轉殘留岩粉所耗用的电流值。从上述二值之差便可找出井內殘留岩(鑽)粉作用力的近似值:

$$0.00235 U_1 \cos \phi \eta (I_1 - I_2) = \frac{Q_p V_1}{75 \eta_2}$$

$$Q_p = 0.00235 U_1 \cos \phi \eta (I_1 - I_2) 75 \eta_2 / V_1 \\ = 0.1763 U_1 (I_1 - I_2) \cos \phi \eta \eta_2 / V_1$$

Q_p 井內殘留岩粉的作用力(公斤)

I_1 在岩鑽粉中廻轉全套鑽具所耗用的線电流值(安培)

I_2 空轉全套鑽具所耗用的線电流值(安培)

η_2 傳动系数,

V_1 鑽头廻轉的線速度(公尺/秒)

Q_p 作用力是随着水量增大而減小的。以一般正常水量时作用力的大小为例,如果 Q_p 超过20公斤,則必須进行撈取。

(三) 由电流表的动惠来判断实鑽中的几个现象:

1. 較稳定的指针,突然上起而又急遽地落下,按其波动范围的大小,说明井內掉块或扭断岩心。

2. 指针稳定,操作条件不变,进尺較慢或降低,而指针少有上昇者,則有如下几种情况:井內需要縮水,由于大顆粒的鋼砂漸少,鑽头直接磨划岩石,使之井壁間隙小,岩心較粗,阻力增大;当水量減少到一定程度时,則表明是井底砂量不足,鑽进接近尾声,需要补入砂量或准备提鑽;由于水量大和岩

心較破碎,造成岩心堵塞。

3. 指针突然显著地下降,且調整水量后,尚不見电流值变化者,是鑽具折断或倒扣脱落。

4. 指针摆动范围大,水大則电流回降,水小則电流上昇,且变动水量后,进尺速度不見增快,則是非中鑽(岩)粉过多。

5. 指针摆动范围較小,水大則电流回降;水小則电流上昇(变动范围不大),且随水量調节增大后,进尺速度能增快,是当时水量小。

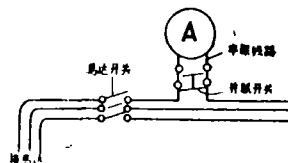
6. 指针稳定,但經縮水后,指针稍有回落,而不影响进尺速度,則是正常现象。因为水流排走了部分鑽粒粉,減少了廻轉阻力,同时也說明鋼粒已消耗 $\frac{1}{4}$ 甚至到 $\frac{1}{2}$ 以上。

7. 調节水量后,电流值增大,但进尺速度仍不快,則說明井內鋼砂不太多,或此次調节水量过大。

三、电流表的装置及其使用规则

(一) 电流表性能的选择: 电流表的最大电流(A)和电动机的額定电流(A)要相符; 电流表圓盤直徑不小于7吋,每刻度最好能指示出1个安培值。

(二) 电流表的按設: 按設地点要照顧到手把和升降操作者注視方便。其可分为固定和移动二种方法,电流表系用串联方式接入三相电动机电路中任一單相,但是中間必須有开关启閉,以防馬达启动时的瞬时电流燒燬电表(如图)。



(三) 使用规则:

1. 在起劲时,由于电动机的瞬时电流过大,可能燒坏电表(尤其是电表串联,开关并联容易和习惯混淆),故必須严格注意电表起、閉开关,其規則是:“馬达开关开,电表开关关”,“馬达开关关,电表开关开”。

2. 在下列場合下不得使用电流表:

- ①以升降機提升处理井內事故有剧烈的冲击者。
- ②鑽进裂隙地带指针跳动剧烈者。
- ③以中間軸打吊錘。

3. 电表按設地点应防露、防潮,且綫路絕緣需良好。

4. 操作中,禁止电表的指示电流超过电机的額定电流值,以保护机械不受损害。