

鑽探机械設備基礎的技術要求及其計算

巾 英

由于鑽探工作流动性大，故其机械設備需經常拆遷安裝。而机械設備安裝的正確與否，不僅直接影響着整個工程質量和鑽進速度，同時也會加速机械設備的嚴重磨損，甚至導致机械、井內或人身事故。其中基礎的強度及其穩固性對能否保證安裝質量和正常運轉有着密切的關係。為此，僅就有关材料，對修築鑽探机械設備基礎的技術要求及有關鑽場所用地基的計算方法，做如下綜合介紹，供大家實際工作中參考。

一、基礎的技術要求

基礎的作用是把荷載傳達給上層，並支撐設備（如圖1），因此在設計與修築時，應按孔深及設備要求，從其強度、穩定性等技術條件加以考慮。鑽探機場所用基礎的特點是：受有靜力和動力荷載；使用時間較短；山地修築條件較差。因此，所修築的基礎，應該在保證技術質量的前提下，力求經濟簡便，修築迅速。所以一般在使用電動機進行淺孔鑽進時，無須化費很大精力修築很堅固的基礎。但在深孔尤其是使用柴油機進行鑽進時，其荷載及使用時間均隨之增加，故必須修築具有一定強度以及沉落現象及振動作用小的基礎。

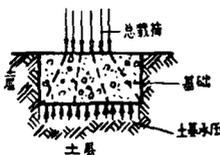


圖 1

應該在保證技術質量的前提下，力求經濟簡便，修築迅速。所以一般在使用電動機進行淺孔鑽進時，無須化費很大精力修築很堅固的基礎。但在深孔尤

其是使用柴油機進行鑽進時，其荷載及使用時間均隨之增加，故必須修築具有一定強度以及沉落現象及振動作用小的基礎。

1. 強度：所用基礎應按其所受靜荷及動荷載要求，而具有足夠強度。也就是必須能承受由於設備自重以及由於運轉和其他原因所產生的各種方向壓力、拉力、扭力而不會被破壞。設備在靜止不動時，因受地心吸引而產生自重（重力），此對地基可謂之靜荷載。但我們所用的鑽探機械設備卻是經常運轉的，因而勢必產生各種不同方向，不同性質的作用力，這便是動荷載。例如鑽塔塔腳基礎承受提昇力、風力等動荷載。鑽機地基由於立軸的迴轉，剝取岩石的磨擦，鑽進、提昇的沖擊，孔內坍塌、掉塊、卡鑽等的影響，而受有動荷載。又如柴油機基礎，其受有往復機件（活塞、漲圈、連杆小端等）重量慣性力；汽缸內汽體壓力；活

塞與汽缸的摩擦力（以上三力之和統稱往復力）以及離心力等動力作用力。設備動荷載作用時，土粒相互移動比靜荷載要強烈的多，故最易使基礎破壞，這樣便使基礎所能承受動力效應大的荷載值小於靜力或動力效應小的荷載值。此可從下式看出： $P_d = \alpha P_{CM}$

P_d 為所能承受動荷載， P_{CM} 為所承受靜荷載， α 為減小係數其值小於或等於 1，隨着動力效應的增大而減小，即振動的頻率及其擺動範圍愈大， α 值愈小，例如受沖擊荷載的設備 α 值為 0.4~0.5，高速透平為 0.8，而低速機械則可取 1。

這也就是柴油機基礎應較同重量同能量電動機基礎更需堅固的道理。

2. 振動作用（也可說是穩定程度）。如圖2所示，在靜載荷的作用下，基礎會因此而振動，但其垂直、水平及旋轉的擺動範圍（振幅）不得超過允許值。一般柴油機不能超過 0.2 公厘，電動不能超過 0.2~0.3 公厘。

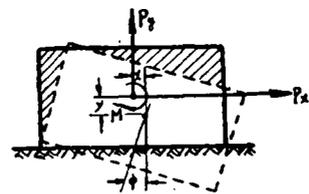


圖 2

Y 垂直振幅
λ 水平””
φ 旋轉””

基礎振動的頻率（每分鐘振動的次數——赫芝）和振幅

愈大，則振動愈劇。這種振動作用的來源有二：一為經地層從他處振源傳來的擺動和抖動，但一般影響不大，可不予考慮；另一種則是受裝於其上機械設備動力效應直接作用的結果。以柴油機為例，當其運轉時會產生如下諸力作用於基礎上：往復力所產生分力 f_1 與 f_2

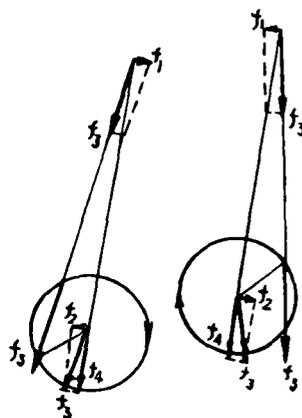


圖 3

形成水平左右搖擺的力矩，如图 3 所示 (f_1, f_3 为往复力之分力, f_2 与 f_4 为 f_3 的分力, f_4 与向上气体的推力抵消, f_1 与 f_2 便形成力矩而使柴油机左右摆动); 曲轴旋轉离心力, 單缸时为單离心力, 如图 4 上所示, 使机器产生圓轉性的振动, 双缸时, 二离心力等量反向而

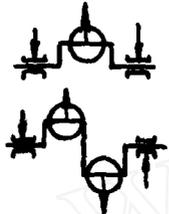


图 4

生力矩, 使二端各作圓轉振动, 如图 4 下所示; 連杆扭轉曲軸及飞輪負荷的作用所生扭矩, 如图 5 所示; 缸內燒燃爆炸及脹动机关作用的影响等, 都会使柴油机振动, 从而影响基础作各种方向的振动。

3. 沉落现象。在机械设备自重及动力作用下, 使地基产生了弹性或永久变形, 以致地基位移或形成均匀或非均匀的沉陷。根据虎克定律, 設想地基面积下的土层为一桿件, 則其彈性压缩量:

$$\Delta l = \frac{P \cdot l}{F \cdot E}$$

Δl - 为压缩量

P - 作用力

l - 为設想地层深度

F - 地基面积

E - 彈性模量

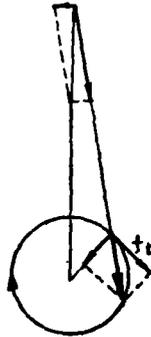


图 5

当机械愈重, 动力效应愈剧, 土質愈松且液化愈强, 則地基的沉陷愈大。由动力效应而产生的沉陷量根据作用力的大小, 共可为彈性的也可为永久的, 由于变形不等, 基础产生非均匀沉陷导致机械设备歪斜。为此, 必須使机械设备及地基基础的重心在一条垂直線上, 它們的偏心值不得超过与重心位移方向相平行的地基边長的 3~5%。

以上三个条件是相互联系着的。当基础所承受动載荷愈大, 共振频率及振幅愈大, 則会加速其内部土粒的位移, 減低其摩擦力和粘力。而尤其是基础处于非均匀沉陷状态时, 会使机械設備傾斜, 产生局部集中載荷, 增大單位面积上的承压。故当基础所承受載荷愈大, 受振愈剧, 就愈易引起其沉陷, 降低其稳定性, 削滅其强度。由此可见, 基础所用材料应具备一定的許用应力, 基础本身应具有相当的重量的(此可使用比重大的材料, 或增大基础体积来解决), 并应具备足够大的体积, 其底面积与高度应具适当的比例, 即可适当的增大底面积, 减小其高度, 使其重心較

低, 以减小其振动, 增加强度和稳定性。

二、鑽塔塔脚基础之計算

鑽探机場常用的地基或基础有臥枕、淺槽、深坑、混凝土、木樁等几种。前两种修建簡便, 但欠坚固, 只能修建于較坚硬結实的地盤上, 适于安裝淺孔鑽进使用电动机为动力的鑽探设备, 或作为補助地基。深坑与混凝土基础, 較坚固, 在深尺鑽进使用柴油机为动力时, 其可作鑽塔及所有鑽探設備的基础。木樁地基能承受一定的靜、动載荷, 可适当选用之。对于动力为电动机淺孔鑽进时所用地基, 一般凭經驗即可修筑, 而深尺鑽进尤其是使用柴油机时, 則要有較坚固的基础。因此, 最好通过計算的方法加以正确地选用。下面討論一下鑽塔塔脚基础的計算問題:

鑽塔基础承受了本身与鑽塔及提昇物等的重量、提昇动应力、阻力以及风力等动載荷。共常为四角正錐形体, 計算时可分为如下步驟进行:

(1) 求出提昇物重 Q_1 , 提昇动应力 Q_2 , 及阻力 Q_3 以及提昇总的荷載 Q 。

$$Q_1 = G_1 + G_2 + G_3 + G_4 \quad (\text{公斤})$$

$$Q_2 = a \frac{Q_1}{g} \quad (\text{公斤})$$

$$Q_3 = Q_1 \cos \theta f \quad (\text{公斤})$$

$$Q = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \text{或} \approx 2Q_1 \quad (\text{公斤})$$

Q_1 鑽桿重量, 为所用长度与單位长度重量之积

Q_2 若心管、鑽头、取粉管等重量, 为所用长度与單位长度重量之积。

Q_3 各种接头的重量, 为所用长度与單位长度重量之积。

Q_4 鋼絲繩重量、及套管重量, 所用长度与單位长度重量之积。

在求 Q 时要注意, 应以鑽进中提昇物的最大重量 Q_1 为准来計算。

a 提昇时最大加速度 (公尺/秒²)

g 重力加速度

9.8 公尺/秒²

θ 鑽孔頂角

f 鑽具与孔壁之摩擦系数取 0.2~0.3。

(2) 求出鑽塔基础总的有效动載荷 P

(图 6)。

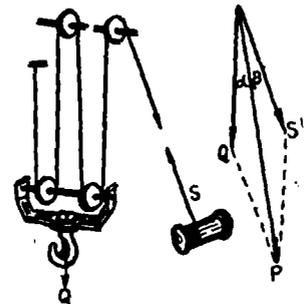


图 6

$$s = \frac{Q}{m} \quad (\text{公斤})$$

$$m = \frac{Q}{P_0 \eta} \quad (\text{公斤})$$

$$P = Q \cos \alpha + S \cos \beta \quad (\text{公斤})$$

S 为升降机拉力 (公斤)

m 提昇鋼絲繩數 P_0 升降机最大負荷 (公斤)

η 滑車效率

(3) 求出每根塔脚基础所承受之总压力。其等于动負荷、鑽塔重量、基础自重之和。

① 四脚鑽塔 (图7):

每个塔脚动載荷压力:

$$P'_1 = \frac{P \cos \alpha}{4 \sin \gamma} \quad (\text{公斤})$$

每个塔脚所受鑽塔自重:

$$P'_2 = \frac{F}{4 \sin \gamma} \quad (\text{公斤})$$

每个塔脚基础重量: $P'_3 = V \rho$ (公斤) 可按 1.5 立方公尺的体积计算其值約为 3800 公斤左右。

每个塔脚所承受总压力: $P' = P'_1 + P'_2 + P'_3$ (公斤)

F 鑽塔及滑輪裝置重量

γ 鑽塔塔脚与水平間之夾角

V 每个塔脚基础体积

ρ 每立方公尺基础的重量 (約为 2500 公斤)

② 三脚鑽塔 (图8):

塔架后脚所承受之負荷之压力:

$$P'_{a1} = \frac{P \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta)} \quad (\text{公斤})$$

塔架前脚所承受之負荷压力:

$$P'_{b1} = \frac{P \sin \alpha \sin \gamma}{\sin(\alpha + \beta) \sin 2\gamma} \quad (\text{公斤})$$

塔架后脚所承受之总压力:

$$P_a = P'_{a1} + P'_{a2} + P'_{a3} \quad (\text{公斤})$$

塔架前脚所承受之总压力:

$$P_b = P'_{b1} + P'_{b2} + P'_{b3} \quad (\text{公斤})$$

P'_{a1}, P'_{b1} 为鑽塔后、前塔脚所承受鑽塔重量

P'_{a2}, P'_{b2} 为 " 基础重量

(4) 求出每个塔脚基础尺寸:

① 四脚塔每个塔脚基础尺寸相同:

$$\text{基础底面积 } F_1 = \frac{P'}{6} \text{ m}^2 \text{ 平方公尺}$$

$$\text{基础頂面积 } F_2 \approx \frac{1}{4} F_1, \text{ 平方公尺}$$

$$\text{基础高度 } H \approx 2\sqrt{F_1}, \text{ 或 } \approx 3\sqrt{F_2}, \text{ 公尺}$$

$$\text{基础底边地長 } l_1 = \sqrt{F_1} \quad \text{公尺}$$

$$\text{基础頂边地長 } l_2 = \sqrt{F_2} \quad \text{公尺}$$

6 地层允許承压力 公斤/公尺² (附表)

m 为考虑风力及其他因素的影响所乘之安全因素, 約为 3 以上。

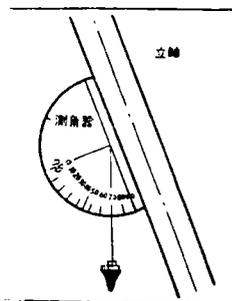
附表

地 层	許用压应力 6 公斤/公分 ²	地 层	許用压力 6 公斤/公分 ²
軟 泥	0.25~0.5	細 砂	1.5~2.5
軟 粘 土	1.0~2.5	粗 砂	3.5~4.5
硬 粘 土	2.5~6.0	砂 礫	2.0~4.0
砂 土	1.5~2.0	风化岩石 (泥灰岩 除外)	6~10

② 三角塔架前、后脚基础的計算, 同上法。从其总压力与許用压应力 6 之商乘以安全因素得出底面积, 从而可求得高度等。 (全文待續)

簡易的自制測角器

目前一般都使用地質傾斜仪測量鑽机开鑽的傾角。由于傾斜仪的度盤小, 不易观察, 因而可能产生較大的人为誤差。同时有的傾斜仪精度不够 (垂錘不靈活, 度盤刻度不准), 也容易产生机械誤差。所以在按裝的时候往往反复測量, 仍不能得到滿意的成果。現在介紹一个簡單的自制測角仪, 供鑽机按裝时測傾角之用。如图所示, 仪器的制法是用一支尺寸較大的繪图用半圓分角器, 將其圓心鑽一小孔 (孔要正、要小, 穿过馬尾即可), 穿以馬尾, 繫上垂錘, 如图所示。使用时, 將分角器边缘全部靠紧立軸, 垂錘所指角度即是立軸角度。这种自制測角仪的优点是制作和用法都很簡單, 而且因为盤度大, 刻度細而且准, 肉眼易于观察, 可以减少机械和人为誤差。



张 奎 文