

第一章钻井的工程地质条件

1. 简述地下各种压力的基本概念及上覆岩层压力、地层孔隙压力和基岩应力三者之间的关系。

答：1) (1) 静液压力：由液柱自身的重力所引起的压力，它的大小与液体的密度、液柱的垂直高度或深度有关。

(2) 地层某处的上覆岩层压力是指该处以上地层岩石基质和孔隙中流体的总重力所产生的压力。

(3) 地层压力是指岩石孔隙中的流体所具有的压力，也称地层孔隙压力。

(4) 基岩应力是指由岩石颗粒之间相互接触来支撑的那部分上覆岩层压力，亦称有效上覆岩层压力或颗粒间压力。

(5) 异常压力是指实际的地层压力大于或小于正常地层压力统称异常压力。

2) 上覆岩层压力等于地层孔隙压力与基岩应力之和，由于上覆岩层由岩石骨架和岩石孔隙中的流体共同承担的。

2. 简述地层沉积欠压实产生异常高压的机理。

答：异常高压的形成是多种因素综合作用的结果，对于沉积岩地层的异常高压，目前世界上公认的成因是由于沉积物快速沉降，压实不均匀造成的。

在稳定沉积过程中，若保持平衡的任意条件受到影响，正常的沉积平衡就破坏。如沉积速度很快，岩石颗粒没有足够的时间去排列，孔隙内流体的排出受到限制，基岩无法增加它的颗粒与颗粒之间的压力，即无法增加它对上覆岩层的支撑能力。由于上覆岩层继续沉积，负荷增加，而下面基岩的支撑能力没增加，孔隙中的流体必然开始部分地支撑本来应的岩石颗粒所支撑的那部分上覆岩层压力，从而导致了异常高压。

3. 简述在正常压实的地层中岩石的密度、强度、孔隙度、声波时差和 d_c 指数随井深变化的规律。

答：在正常压实的地层中岩石的密度随井深的增加而增加；强度随井深的增加而增加；孔隙度随井深的增加而减小；声波时差随井深的增加而减小； d_c 指数随井深的增加而增大。

4. 解释地层破裂压力的概念，怎么样根据液压实验曲线确定地层破裂压力？

答：(1) 地层破裂压力是能够使井下一定深度出露的地层破裂的压力称为地层破裂压力。

(2) 在液压实验曲线上的压力偏离直线的最高点的压力为地层破裂压力。

5. 某井井深2000m，地层压力25MPa，求地层压力当量密度。

解：

$$\rho^* = \frac{P}{\rho_j H} = \frac{25}{0.00981 \times 2000} = 1.276 \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

答：地层压力当量密度是1.276 g/cm³

6. 某井垂深2500m，井内钻井液密度为1.18 g/cm³，若地层压力为27.5MPa，求井底压差。

解：

$$\Delta P = P - P_{\text{液}} = \rho g h - 27.5 = 2500 \times 1.18 \times 0.00981 - 27.5 = 1.44 \text{ (MPa)}$$

答：井底压差是1.44MPa。

7. 某井井深3200m，产层压力为23.1MPa，求产层的地层压力梯度。

解：

$$G_h = \frac{P}{H} = \frac{23.1}{3200} = 0.0072 \text{ (MPa/m)}$$

答：产层的地层压力梯度0.0072MPa/m。

8. 某井钻至2500m，钻进时所用钻头直径为215mm，钻压160KN，钻速110r/min，机械钻

速7.3m/h，钻井液密度1.28g/cm³，正常条件下钻井液密度为1.07 g/cm³，求d和d_c指数。
解：

$$d = \frac{0.0547v}{10.0684W} \frac{P^i}{g^b} = \frac{0.0547 \times 7.3}{11.0} \frac{1.07^{1.89}}{1.28^{1.58}} = 1.89$$

$$d = d_c = 1.89 \times 10^7 = 1.58 \times 10^7$$

答：d为 1.89，d_c为 1.58。

9. 岩石硬度与抗压强度有何区别？

答：岩石硬度是岩石表面的局部抵抗外力压入的能力，抗压强度则是岩石整体抗压的能力。

10. 岩石的塑性系数是怎么样定义的吗？简述脆性、塑脆性和塑性岩石在压入破碎时的特性。

答：（1）岩石的塑性系数是表征岩石塑性和脆性大小的参数；

（2）脆性岩石在压入破碎时的特性：只有弹性为变形无塑性变形；

塑脆性岩石在压入破碎时的特性：先产生弹性变形后产生塑性变形，最后发生塑性破碎；

塑性岩石在压入破碎时的特性：只有塑性变形而无脆性破碎。

11. 岩石在平行层理和垂直层理方向上的强度有何不同？岩石的这种性质叫什么？答：垂直层理方向上的强度大于平行层理方向上的强度，这种性质叫岩石的各向异性。

12. 岩石受围压作用时，其强度和塑脆性是怎么样变化的吗？

答：岩石受围压作用时，随着围压的增加，岩石的强度增大；岩石由脆性向塑性转变，且围压越大，岩石破坏前呈现的塑性也越大。

13. 影响岩石强度的因素有哪些吗？

答：影响岩石强度的因素:岩石结构、井底各种压力、载荷性质、温度以及液体介质。

14. 什么时岩石的可钻性？我国石油部门采用什么方法评价岩石的可钻性？将地层按可钻性分为几级吗？

答：（1）岩石的可钻性是指岩石破碎的难易性，它反映了岩石抵抗钻头的破碎能力。

（2）我国石油部门采用实钻钻时确定岩样的可钻性，具体方法是在岩石可钻性测定仪上使用31.75mm直径钻头，钻压889.66N，转速55r/min的钻进参数，在岩样上钻三个孔，孔深2.4mm，取三个孔钻进时间的平均值为岩样的钻时，对钻时取以2为底的对数值作为该岩样的可钻性级值 K_d ，一般 K_d 取整数值。

（3）按可钻性可将地层分为10级。

15. 井底和井眼周围地层岩石受哪些力？

答：井底和井眼周围地层岩石受上覆岩层压力、岩石内孔隙流体的压力、水平地应力、钻井液液柱压力。

16. 水平地应力是怎样产生的吗？它与上覆岩层压力的关系是怎样的？

答：水平地应力是由垂直方向上的上覆岩层压力和地质构造力产生的；上覆岩层压力是产生一部分水平地应力的来源。

17. 什么叫有效应力、有效上覆岩层压力、各向压缩效应？

答：有效应力是指井内液柱压力与孔隙压力之差；

有效上覆岩层压力是指上覆岩层压力和岩石内孔隙流体压力的差；

各向压缩效应是指增大围压则一方面增大岩石的强度，另一方面也增大岩石的塑性，这两方面的作用统称为各向压缩效应。

地—*

第一章

1. 评价钻头性能的指标有哪几项？

答：评价钻头性能的指标有钻头进尺、钻头工作寿命、钻头平均机械钻速、钻头单位进尺成本。

2. 简述刮刀钻头破岩原理

答：刮刀钻头主要发切削、剪切和挤压方式破碎地层。

(1) 破碎塑性岩石过程：

在钻压 W 作用下，刀翼容易吃入地层，刃前岩石在扭转力 T 的作用下不断产生塑性流动。

(2) 破碎塑脆性岩石过程：

① 碰撞：刃前岩石发生剪切破碎后，刀刃在旋转扭矩作用下向前推进，碰撞刃前岩石。

② 压碎及小剪切：扭转力增大，压碎刃前岩石，产生小剪切破坏。

③ 大剪切：扭转力继续增大到某一极限值，刃前岩石沿剪切面破碎，而后扭转力突然减小。

碰撞 f 压碎及小剪切 f 大剪切这三个过程反复进行，形成破碎塑脆性岩石的全过程。

3. 刮刀钻头其刀翼结构角有哪几个吗？有什么影响？如何取值？

答：(1) 刮刀钻头其刀翼结构角包括刀尖角、切削角、刃前角和刃后角；

(2) ① 刀尖角是刀翼尖端前后刃之间的夹角，表示刀翼的尖锐程度，用 ρ 表示。 ρ 越小，刃部越尖锐，越容易吃入地层，但强度越低。一般情况下：对于软地层 ρ 可定为 $8\sim 10^\circ$ ；对于硬地层 ρ 可定为 $12^\circ\sim 15^\circ$ ；

② 切削角 a 是刀翼前刃和水平面之间的夹角，在其他条件一定时， a 越大，吃入深度越深，但 a 过大时，刃前岩石剪切破碎困难，钻进时憋劲大。一般情况下，对于松软地层， $a=70$ ；软地层 $a=70\sim 80$ ；对于硬地层 $a=80\sim 85$ ；

③ 刃后角 $W=a-\rho$ ，它必须大于井底角。

④ 刃前角 $\alpha=90^\circ-a$ ，它与切削角互为补角。

4. 铣齿牙轮钻头和镶齿牙轮钻头有哪些不同吗？

答：主要区别：铣齿牙轮钻头的牙齿是由牙齿毛坯经铣削加工而成的，主要是楔形齿；而镶齿牙轮钻头是在牙轮上钻出孔后，将硬质合金齿镶入孔中，有多种齿形。

5. 牙轮钻头有哪几副轴承？按结构不同可分为几类？滑动轴承有什么特点？

答：牙轮钻头上有四副轴承，按结构不同可分为滚动轴承和滑动轴承两类。滑动轴承的轴承副之间的接触方式分别为面接触，承压面积大、载荷分布均匀、吸收震动较好。

6. 牙轮钻头的储油润滑密封系统包括几部分？其作用是什么？

答：牙轮钻头的储油润滑密封系统包括：储油润滑压力补偿系统、密封系统；储油压力补偿系统（传压孔、压力补偿膜、油杯等）保持轴承腔内的油压与井内钻井液柱压力相平衡；密封系统是防止钻井液进入钻头的轴承内，大幅度地提高了轴承以及钻头的使用寿命。

7. 牙轮的超顶、移轴和复锥各产生哪个方向的滑动？

答：牙轮的超顶和复锥产生周向滑动，移轴产生轴向滑动。

8. 国产三牙轮钻头有哪几个系列？试解释81/2HP5的含义。

答：国产三牙轮钻头有以下八个系列，分别为普通三牙轮钻头Y、喷射式三牙轮钻头P、滚动密封轴承喷射式三牙轮钻头MP、滚动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头MPB、滑动密封轴承喷射式三牙轮钻头HP、滑动密封轴承保径喷射式三牙轮钻头HPB、镶硬质合金齿滚动密封轴承喷射式三牙轮钻头XMP、镶硬质合金齿滑动密封轴承喷射式三牙轮钻头XH。

9. 金钢石钻头有哪些突出优点？

答：(1) 金钢石钻头是一体性钻头，也结构薄弱环节，适合于和高速转速的井下动力钻具一定使用；

(2) 耐磨且寿命长，适合于深井及研磨性地层使用；

(3) 金钢石钻头的使用的钻压低；

(4) 结构设计、制造比较灵活，生产设备简单。

10. 按切削齿材料可将金刚石钻头分为几种类型？

答：按切削齿材料可将金刚石钻头分为三种类型，分别为天然金钢钻头、PDC钻头、TSP钻头。

11. 天然金钢石钻头及TSP钻头常用的水力结构有哪几种？各有何优点？

答：天然金钢石钻头及TSP钻头常用的水力结构有以下四种类型，分别为逼压式水槽、辐射型水槽、辐射型逼压式、螺旋型水槽。

(1) 逼压式水槽这种水力结构包括高压水槽和低压水槽，在高、低压水槽间形成一定

压差，在压差作用下，部分钻井液从高压水槽漫过金刚石工作面后进入低压水槽，能有效地清洗、冷却及润滑每一粒金刚石；

(2) 辐射形水槽 这种水力放射形，金刚石工作面窄，所以钻井液从水孔流出到水槽后能很好地冲洗岩屑、冷却金刚石；

(3) 辐射逼压式水槽具有上述两种水槽的优点；

(4) 螺旋形水槽这种水槽为反螺旋流道，在钻头高转速条件下强迫钻井液流过金刚石工作面，达到清除岩屑和冷却金刚石的作用。

12. 天然金刚石钻头是怎样破碎岩石的？适用钻什么样的地层？

答：天然金刚石钻头是以磨削方式破碎岩石，类似于砂轮磨削金属的过程，它适用于研磨性地层。

13. PDC的含义是什么？有哪些特点？

答：PDC的含义是聚晶金刚石复合片，它是以金刚石粉为原料，加入粘结剂在高温高压下烧结而成；它既具有金刚石的硬度和耐磨性，弱点是热稳定性差，3500C以上加速磨损，抗冲击能力差。

14. PDC钻头切削齿布置有哪几种方式？有何特点？

答：PDC钻头切削齿有以下三种布置方式；分别为刮刀式、单齿式、组合式。

刮刀式布齿方式的特点是整体强度高、抗冲击能力强、易于清洗和冷却、排屑好、抗泥包能力强；

单齿式布齿方式的特点是布齿区域大、布齿密度高，可以提高钻头的使用寿命，但水力清洗能力低，容易在粘性地层泥包；

组合式布齿方式具有较好的清洗、冷却和排屑能力，布齿密度较高。

15. PDC钻头切削刃的后倾角和侧倾角各起什么作用？

答：PDC钻头切削刃的后倾角起到保护切削齿，延长寿命的作用；侧倾角的作用是在钻头旋转时，切削刃面对切屑产生向外侧的推力，有利于向外排除岩屑。

16. PDC钻头是怎样破碎岩石的？适用于什么样的地层？

答：PDC钻头主要以切削方式破碎岩石，它适用于软到中硬的大段均质地层，不适合钻软硬交错地层和砾石地层。

17. TSP钻头与PDC钻头相比有什么优点？

答：TSP钻头与PDC钻头相比具有以下优点：热稳定性、耐磨性和抗冲击能力都高于PDC钻头。

18. 钻柱主要由哪几个部分组成？其主要功用有哪些吗？

答：(1) 钻柱主要由方钻杆、钻杆段和下部钻具组合三大部分组成。

(2) 它主要功能有为钻井液流动通道、给钻头提供钻压、传递扭矩、起下钻头、计量井深、观察和了解井下情况、进行其它特殊作业、钻杆测试。

19. 钻杆的API钢级有哪几种？

答：钻杆的API规定的钢级有D、E、X、G、S级共五种。

20. 为什么钻柱下部使用钻铤而不使用钻杆？

答：由于钻铤的壁厚大，具有较大的重力和刚度，所以在钻进过程中它能起到给钻头施加钻压、保证压缩条件下的必要强度、减轻钻头的振动、摆动和跳动等、控制井斜。

21. 内平、贯眼和正规三种接头的主要区别是什么？

答：内平式接头主要适用于外加厚钻杆，其特点是钻杆内径与管体加厚处内径、接头内径相等，钻井液流动阻力小；贯眼式接头主要适用于内加厚钻杆，其特点是钻杆有两个内径，接头内径等于管体加厚处内径，但小于管体部分内径，钻井液流经这种接头时的阻力大于内平式接头；正规式接头主要适用于内加厚钻杆，这种接头的内径比较小，小于钻杆加厚处的内径。

22. 钻柱在井下的运动形式有哪几种？

答：钻柱在井下的运动形式有以下四种：自转、公转、公转与自转的结合、整个钻柱或部分钻柱作无规则的旋转摆。

23. 井下钻柱受到哪些力作用？最主要的作用力是什么？

答：(1) 井下钻柱受到自重产生的拉力、钻压产生的压力、钻井液的浮力、摩擦阻力、循环

压降产生的附加拉力、起下钻时产生的动载荷、扭矩、弯曲应力、离心力、外挤力、振动产生的交变应力；

(2) 最主要的作用力是轴向力。

24. 何谓钻柱中性点？为什么要保证中性点落在钻铤上？

答：钻柱上轴向力等于零的点称为钻柱中性点；中性点是钻柱受拉与受压的分界点，在它附近会产生拉压交变载荷，所以在钻柱设计中，中性点要落在刚度大，抗弯能力强的钻铤上，而不能落在强度较弱的钻杆上。

25. 钻柱哪些部位受力最严重？都受到什么载荷作用？

答：钻柱受力最严重的部位：一、井口断面它受拉力最大，扭矩最大；二、下部受压弯曲部分 它受交变轴向应力、弯曲应力、扭剪应力；三、中性点它受拉压交变载荷。

26. 钻柱设计应满足哪些要求？

答：钻柱设计应满足：一、强度要求，保证钻柱安全工作；二、尽量减轻整个钻柱的重力，以便在现有的抗负荷能力下钻更深的井。

27. 在条件允许的情况下，为什么要尽可能选用大尺寸的钻柱？

答：使用大尺寸的钻柱具有以下优点：一、可用较少钻铤满足所需钻压的要求，减少钻铤，也可减少起下钻时连接钻铤的时间；二、提高了钻头附近钻柱的刚度，有利于改善钻并没钻头工况；三、钻铤和井壁的间隙较小，可减少连接部分的疲劳破坏；四、有利于防斜。

28. 什么叫复合钻柱，使用复合钻柱有何优点？

答：(1) 复合钻柱是采用不同尺寸、或不同壁厚、或不同钢级的钻杆组成的钻杆柱。

(2) 使用复合钻柱具有很多优点，它既能满足强度要求，又能减轻钻柱的重力，允许在一定钻机负荷能力下钻达更大的井深。

29. 钻杆柱设计主要考虑哪种力的作用？强度条件是什么吗？

答(1) 钻杆柱设计时主要考虑了拉力的作用；

(2) 钻杆柱设计的强度条件是钻杆柱任一截面上的静拉伸载荷不大于钻杆柱的最大安全静拉力。

30. 什么叫最大安全静拉载荷？如何确定钻柱的最大安全静拉载荷？ 答：(1) 最大安全静拉载荷是指允许钻杆所承受的由钻柱重力引起的最大载荷。

(2) 目前确定钻柱的最大安全静拉载荷的方法有三种：安全系数法、设计系数法、拉力余量法，分别用这三种方法求解最大安全静拉载荷，然后从三者中取最低者作为最大安全静拉载荷。

31. 某井用9 1/2in钻头，7in钻铤 ($q=1632\text{N/m}$) 和5in钻杆 ($q=284\text{N/m}$)，设计钻压为180KN，钻井液密度为1.28g/cm³，试计算所需要钻铤长度。

解：

$$K = 1 - \frac{1}{\gamma} = 1 - \frac{1}{1.28} = 0.836$$

$$L = \frac{SW_c - 1.18 \times 180}{q_c - q} K \cos \alpha = \frac{1.632 \times 0.836 \times 180}{1632 - 284} = 155.68(m)$$

若每根钻铤的长度10m，则需钻铤16根。

答：计算所需要的钻铤长度为155.68m。

32. 已知井深 $D_v=1500\text{m}$ ，钻压 $W=14\text{t}$ ，钻井液密度为1.38g/cm³，钻具结构为：8 1/2in钻头 + 6 1/2in钻铤 200m ($q_c=136.24\text{kg/m}$) + 5in 钻杆 1300m ($q_c=29.04\text{kg/m}$)。求中性点所在井深。

$$K = 1 - \frac{1}{\gamma} = 1 - \frac{1}{1.38} = 0.823$$

$$L = \frac{W}{n q_c K} = \frac{14000}{136.24 \times 0.823} = 124.86(m)$$

答：中性点在与井底124.86m处。

33. 试计算由4 1/2in内外加厚，壁厚为10.92mm的E级钻杆和5 1/2in内外加厚，壁厚为

10.54mm的E级钻杆组成的复合钻柱在密度为1.2g/cm³的钻井液中的可下深度。若将5 1/2in 钻杆换成4 1/2in内外加厚，壁厚为10.92mm的95(X)级钻杆，可下深度又是多少？解：(1)

$$F = 0.9 \times 1470.9 + 1.3 = 1018.32(KN)$$

$$L_1 = \frac{F}{qK} = \frac{1018.32}{0.846 \times (242.3 + 1000)} = 4967.74(m)$$

$$F_2 = 0.9F/S = 0.9 \times 1945.06 + 1.3 = 1750.55(KN)$$

$$L_2 = \frac{F_2}{qK} = \frac{1750.55}{0.846 \times (242.3 + 1000)} = 2705.515(m)$$

$$L = L_1 + L_2 = 4970 + 2710 = 7680(m)$$

$$L = 7680(m)$$

$$L = L_1 + L_2 = 4970 + 2710 = 7680(m)$$

(2)

$$F = 0.9 \times 1470.9 + 1.3 = 1018.32(KN)$$

$$L_1 = \frac{F}{qK} = \frac{1018.32}{0.846 \times (242.3 + 1000)} = 4970(m)$$

$$F_2 = 0.9F/S = 0.9 \times 1863.09 + 1.3 = 1289.83(KN)$$

$$L_2 = \frac{F_2}{qK} = \frac{1289.83}{0.846 \times (242.3 + 1000)} = 1322.30(m)$$

$$L = L_1 + L_2 = 4970 + 1330 = 6300(m)$$

$$L = 6300(m)$$

$$L = 6300(m)$$

$$L = 6300(m)$$

$$L = 6300(m)$$

34.某井用12 1/2in 钻头钻至3500m，试根据以下条件进行钻柱设计：钻井液密度： $\rho_d=1.25g/cm^3$ ；钻压： $W=200KN$ ；拉力余量： $MOP=450KN$ ；安全系数 $S_t=1.30$ ；卡瓦长底： $L_s=406.4mm$ ，正常润滑，井斜角： $\alpha=6^\circ$ ；库存钻具：钻铤：9in钻铤($q_c=2860N/m$)27m，7in钻铤($q_c=1632N/m$)81m，6 1/2in钻铤($q_c=1362.4N/m$)供应充足。钻杆：E级5in钻杆($q_p=284.78N/m$)900m，95(X)及105(G)级5in钻杆($q_p=284.78N/m$)供应充足。

解：C

钻铤选择：选用外径9in， $q_c=2860N/m$ ，内径71.40mm。

$$K = 1 - \frac{d}{D} = 1 - \frac{71.4}{78} = 0.84$$

$$L = \frac{W}{q_c K \cos \alpha} = \frac{200 \times 1.15}{2.86 \times 0.84 \times \cos 6^\circ} = 96.7m$$

由于库存此类钻铤仅27m，不能满足钻压的要求，所以要在在此基础上选用7in钻铤。

$$W - L q_c K \cos \alpha = 200 - 2.86 \times 0.84 \times 0.99 \times 27 = 135.78KN$$

$$L = \frac{W - L q_c K \cos \alpha}{q_c K \cos \alpha} = \frac{135.78}{1.632 \times 0.84 \times 0.99} = 115.05m$$

由于库存此类钻铤仅81m，不能满足钻压的要求，所以要在在此基础上选用6 1/2in钻铤。

$$W = L q K \cos \alpha - L q K \cos \alpha$$

$$= 200 - (2.86 \times 27 + 81 \times 1.632) \times 0.84 \times 0.99$$

$$= 135.78 - 109.93$$

$$= 25.85 \text{ KN}$$

$$L = \frac{25.85 \times 1.15}{2625} \text{ 质}$$

$$\cos \alpha = q K \cos \alpha = 1.362 \times 0.84 \times 0.99 = \dots$$

假设每根钻铤的长度为9m, $L_3=27\text{m}$

设计钻铤的总长度: C

$$L=27+81+27=135\text{m}$$

$C \dots \dots \dots$

(3) 选择第一段钻杆: 选用外径127mm钻杆、内径108.6mm, 最小抗拉载荷1760KN, 计算最大长度。

最大安全静拉载荷计算

$$F_{al} = 0.9 \times F / S = 0.9 \times 1760 / 1.3 = 1218.46 \text{ KN}$$

$$F_{al} = 0.9 \times F \dots \text{序 } b) = 0.9 \times 1760 / 1.42 = 1115.49 \text{ KN}$$

$$F_{al} = 0.9 \times F - MOP = 0.9 \times 1760 - 450 = 1134 \text{ KN}$$

由上面计算可以看出, 按卡瓦挤毁比值计算的 F_{al} 最小, 则第一段钻杆的许用长度为: a_1

$$L = \frac{F_{al} q L}{q K} \dots \dots \dots$$

$$= \frac{1115.49}{0.285 \times 0.99} \dots \dots \dots$$

$$= 3953.54 - 863.81$$

$$= 3089.73 \text{ m}$$

若每根钻杆长度为9m, $L_1=900\text{m}$, 需要E级5in钻杆10根。

(4) 选择第二段钻杆: 选用外径127mm, 内径108.6mm, 每米重284.78N/m, G新钻杆, 最小抗拉载荷为2464.39KN, 计算最大长度。

最大安全静载计算:

$$F_{al} = 0.9 \times F / S = 0.9 \times 2464.39 / 1.3 = 1706.12 \text{ KN}$$

$$F_{al} = 0.9 \times F \dots \dots \dots (a \dots b) = 0.9 \times 2464.39 \dots 1.42 = 1561.94 \text{ KN}$$

$$F_{al} = 0.9 \times F - MOP = 0.9 \times 2464.39 - 450 = 1767.95 \text{ KN}$$

由上面计算可以看出按卡瓦挤毁比值计算的 F_{al} 最小, 则第二段钻杆的许用长度为: a_2

$$L = \frac{F_{al} q L + q L}{q K} \dots \dots \dots$$

$$= \frac{1115.49 \dots \dots \dots (27 \times 2.86 + 81 \times 1.632 + 27 \times 1.362 + 0.285 \times 900)}{0.285 \times 0.99 \dots \dots \dots 0.285}$$

$$= 5535.85 - \frac{246.186 + 256.5}{0.285}$$

$$= 3772.04 \text{ m}$$

许用钻杆的总长度为:

$$L=135+900+3772.04=4807.04\text{m}$$

钻柱总长已超过设计井深。

最后设计的钻柱组合见表 表钻柱组合设计结果

规范	长度/m	在空气中重/kN	在钻井液中重/kN
第一段钻铤：外径228.6mm，内径71.40mm，线重 2.86kN/m	27	77.2	64.22
第二段钻铤：外径177.8mm，内径71.40mm，线重 1.632kN/m	81	132.19	109.93
第三段钻铤：外径165.10mm，内径71.40mm，线重 1.362kN/m	27	36.77	30.89
第一段钻杆：外径127mm，内径108.6mm，线重 284.78N/m E级	900	256.5	215.46
第二段钻杆：外径127mm，内径108.6mm，线重 284.78N/m G级	2465	702.81	590.36
合计	3500	1205.47	1010.86

第四章钻进参数优选

1.某井用直径 $\odot 200\text{mm}$ 241型钻头钻进，钻压 $W=196\text{KN}$ ，转速 $n=70\text{r/min}$ ，井底净化条件较好，钻头工作14h以后起钻，已知 $A_f=2.33 \times 10^{-3}$ 。求牙齿磨损量 h_f

解：由表4-1查得 $\phi 200\text{mm}$ 适合于中硬地层241型钻头有关系数为： $Z_1=0.0167$ ， $Z_2=5.94$ ， $a_1=0.9$ ， $a_2=0.392 \times 10^{-4}$ ， $c_1=3$ 。由式（4-14）移项积分得、

$$\int_0^{h_f} (1 + c h) dh = \frac{Z_2 - Z_1 W}{Z_1 W} \int_0^t dt$$

积分整理得牙齿磨损的二次三项式
并解出 h_f

$$A \sqrt{a_1 n + a_2 n^3}$$

$$\frac{Z_2 - Z_1 W}{Z_1 W} (n + a_2 n^3) t$$

$$\frac{A}{1 + \frac{11 + 2c - J}{Z_2 - Z_1 W} \frac{c}{1}}$$

式中 h_f 为钻头钻进 j 小时后的牙齿磨损量，将有关数值代入式中得
 $h_f=0.58$

2. 某井用直径 $\phi 200\text{mm}$ 211型钻头钻进，钻压 $W=196\text{KN}$ ，转速 $n=80\text{r/min}$ ，钻头工作14h以后起钻，轴承磨损到B6级，求轴承工作系数 b 。

解：由轴承磨损速度方程：

$$\frac{dB}{dt} = -\frac{W}{b} \quad (7)$$

移项积分可得：

$$b = \frac{7 W_{1.5nt}}{B_6 - B_6} = \frac{196_{1.5} \times 80 \times 14}{B_6 - B_6}$$

3.已知某井五点法钻进试验的结果如下表所示：

实验点	1	2	3	4	5	6
钻压/KN	225	254	254	196	196	225
转速/(r.min ⁻¹)	70	60	120	120	60	70
钻速/(m.h ⁻¹)	31	32.5	46	34	24	30

求该地区的门限钻压 M 和转速指数 λ 。

解：（1）根据试验记录中恒转速下2、5两点的试验数据，可得该转速下门限钻压 M_1 ，

$$M = W \frac{v_{\min} - v_{\max}}{v_{\min} v_{\max}} = 196 \frac{254 - 196}{24 \cdot 32.5} \times 32.5 = 196 + 221.8 = 417.8 \text{ (KN)}$$

同理，由3、4两点的试验数据，可得该试验转速下的门限钻压M2

$$M = W \frac{v_{\min} - v_{\max}}{v_{\min} v_{\max}} = 196 \frac{254 - 196}{34 \cdot 46} \times 46 = 196 + 222.3 = 418.3 \text{ (KN)}$$

取M1、M2的平均值即为该地层的门限钻压值M

$$M = \frac{1}{2} (M_1 + M_2) = \frac{1}{2} (417.8 + 418.3) = 418.05 \text{ (KN)}$$

(2) 根据试验记录中恒压条件下的两对试验点，将2、3两点和4、5两点的试验数据，分别代入钻速方程，并消去方程中的不变量。则可获得两个钻压下的转速指数 λ_1 和 λ_2

$$\lambda_1 = \frac{\lg(v_2/v_3)}{\lg(n_2/n_3)} = \frac{\lg(32.5/46)}{\lg(60/120)}$$

$$\lambda_1 = 0.5$$

$$\lambda_2 = \frac{\lg(v_4/v_5)}{\lg(n_4/n_5)} = \frac{\lg(24/34)}{\lg(60/120)}$$

$$\lambda_2 = 0.5$$

$$\lambda = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{2} = 0.5$$

$$\lambda = 0.5$$

取 λ_1 和 λ_2 的平均值，即为试验地层的转速指数 λ

$$\lambda = 0.5$$

答：该地区的门限钻压为418.05KN，转速指数为0.5。

4. 某井使用215.9mm钻头钻进，喷嘴流量系数 $C=0.96$ ，井内钻井液密度为1.42g/cm³，排量为16L/s。若要求井底比水功率为0.418KW/cm²，且三个喷嘴中拟用一个直径为9mm，另两个为等径。试求另两个喷嘴的直径，并计算射流水力参数和钻头水力参数。

解：(1) 井底面积：

$$A_1 = \frac{\pi d_1^2}{4} = \frac{\pi (215.9)^2}{4} = 365.91 \text{ (cm}^2\text{)}$$

$$P = A_1 \times 0.418 = 152.95 \text{ (KW)}$$

$$P = C \rho Q v^2 = 0.96 \times 1.42 \times (16)^2 \times \frac{\pi d^2}{4}$$

$$P = \frac{C \rho Q^2}{4} d^2 = 0.96 \times 1.42 \times (16)^2 \times \frac{\pi d^2}{4}$$

$$152.95 = \frac{0.96 \times 1.42 \times (16)^2 \times \pi d^2}{4}$$

$$d = 0.897 \text{ (cm)}$$

(2) 射流水力参数：

射流喷射速度：

$$v = \frac{Q}{A} = \frac{10 \times 16}{\frac{\pi}{4} (0.9)^2 + \frac{\pi}{4} (0.897)^2} = 84.21 \text{ (m/s)}$$

射流冲击力：

$$F = \rho Q v = 1.42 \times (16)^2 \times \frac{\pi}{4} (0.9)^2 + \frac{\pi}{4} (0.897)^2 = 1.91 \text{ (KN)}$$

(3) 钻头水力参数：

钻头压力降:

以上内容仅为本文档的试下载部分, 为可
阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全
文, 请访问:

[https://d.book118.com/34813013003400
6056](https://d.book118.com/348130130034006056)