

单桅杆液压伸缩井架稳定性计算的探讨

中国煤田地质局机械研制厂 曹宝珍 周幼宗

笔者在1989年第5期《煤田地质与勘探》上撰文(《一种新型井架计算探讨》),对单桅杆液压伸缩井架的强度计算进行了讨论,本文拟就这种井架的稳定校核问题作一探讨。

井架中诸杆件的稳定性校核比较简单,可根据欧拉公式或雅兴斯基公式进行计算,这里不作介绍。以下仅讨论井架整体的稳定性问题。笔者认为这种井架的整体稳定性校核可从以下两方面进行:

1 主体纵向稳方性校核

根据稳定等效原理,可将井架折算成长度和惯性矩相同的两铰支(上端动铰、下端定铰)的变截面组合实杆体,利用一般压杆稳定计算公式进行整体稳定校核计算。计算公式为

$$\sigma = \frac{N}{\Sigma F \cdot \varphi} \leq [\sigma] \dots \dots \dots (1)$$

式中: N ——整个井架所受的轴向压力, kg;
 ΣF ——井架主腿截面积之和, cm;
 φ ——压杆稳定系数;
 $[\sigma]$ ——许用应力(查手册), kg/cm²;

1.1 轴向压力N的计算

确定 N 值时,应考虑井架在工作状态下所受最大的载荷。井架的受力状态如图1所示。其中包括绷绳拉力 S ,绞车最大牵引力 T ,死绳拉力 P_M (当定、动滑轮使用滚动轴承时, $P_M \approx T$),以及垂直载荷 P 。其中垂直载荷包括大钩最大载荷 Q_k ,和天车、游动系统及井架重量的一半 G ,即: $P = Q_k + G$ 。

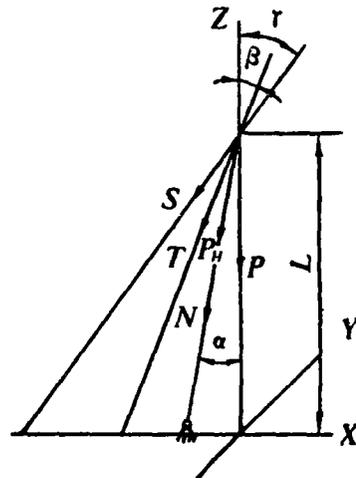


图1 轴向力计算图

在正常工作状态下,以上诸力平衡,故有 $S \cdot \sin \gamma + T \cdot \sin \beta + P_M \cdot \sin \alpha + N \cdot \sin \alpha$

$$= 0 \dots \dots \dots (2)$$

$$P + S \cdot \cos \gamma + T \cdot \cos \beta + P_M \cdot \cos \alpha + N \cdot \cos \alpha = 0 \dots \dots \dots (3)$$

将(1)·cos γ - (3)·sin γ ,整理后可得

$$N = [(P + T \cdot \cos \beta + P_M \cdot \cos \alpha) \cdot \text{tg} \gamma - T \cdot \sin \beta - P_M \cdot \sin \alpha] / (\sin \alpha - \cos \alpha \cdot \text{tg} \gamma) \dots \dots \dots (4)$$

式中: L ——井架高度, cm;
 α ——井架前倾角;
 β ——绞车活绳与重垂线夹角;
 γ ——绷绳与重垂线夹角。

1.2 压杆稳定系数φ的确定

稳定系数 φ 的大小主要取决于压杆的材质及其细长比。井架的细长比要通过下式进行折算 $\lambda = \sqrt{(\mu \cdot \lambda_0)^2 + \frac{\pi}{2} \lambda_1^2} \dots \dots \dots (5)$

其中,对分级型井架(图2)来说,

$$\mu = \frac{\pi}{\sqrt{m_3}} \circ$$

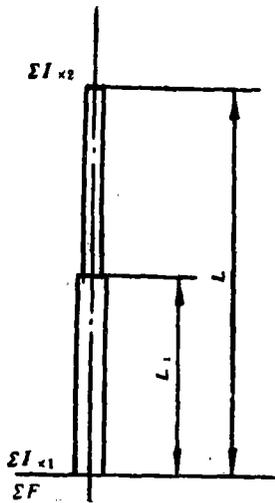


图2 m_3, λ_0 计算图

基本细长比 $\lambda_0 = \frac{L}{\sqrt{\frac{\Sigma I_{x1}}{\Sigma F}}}$

附加细长比 $\lambda_1 = 6.3 \sqrt{\frac{\Sigma F}{\Sigma F'}}$

式中: ΣI_{x1} ——井架下段4主腿惯性矩之和,

$\Sigma F'$ ——各斜杆截面积之和,

ΣI_{x2} ——井架上段4主腿惯性矩之和,

m_3 ——因数, 可根据 $\frac{\Sigma I_{x1}}{\Sigma I_{x2}}$ 值从

《石油钻采机械》图9—47查得,

n ——组合杆中有效压杆数, 根据井架前敞结构选取, $n = 2$ 。

考虑到井架前后大腿使用材料的规格(截面积)相同, 故不会产生轴向载荷的偏心作用。压杆稳定系数 φ 值可根据计算出的 λ 值及井架材质从《石油钻采机械》图9—43查取。

1.3 整体稳定性校核

依据(1)式计算出井架上、下段的 $\sigma_{上}$ 、 $\sigma_{下}$ 值, 若 $\sigma_{上}$ 、 $\sigma_{下}$ 均小于或等于许用应力 $[\sigma]$, 则井架稳定。

2 井架前大腿纵向稳定性校核

单桅杆液压伸缩井架前部敞开, 两个前大腿之间没有腹杆连接。所以井架在工作状态下, 主要依靠前大腿的刚性及每层腹杆所构成的框架来维持稳定。在对前大腿进行纵向稳定校核时, 可将其简化为在连续性介质上受有轴向力的压杆, 以便使用一般压杆稳定公式进行计算。

$$\sigma_1 = \frac{N_1}{F_1 \varphi_1} \leq [\sigma] \dots \dots \dots (6)$$

式中: N_1 ——每根前大腿所受轴向力, kg,

F_1 ——单根前大腿截面积, cm^2 ,

φ_1 ——前大腿纵向稳定系数。

2.1 前大腿轴向力 N_1 的计算

井架下段每根前大腿所受的轴向力可用下式计算 $N_1 = \sigma \cdot F_1$

$$= \left(\frac{N}{\Sigma F} + \frac{M_{max}}{\Sigma W} \right) F_1$$

式中: M_{max} ——前大腿所受最大弯矩, $kg \cdot cm$,

ΣW ——井架下段截面矩之和, cm^3 。

求解 M_{max} 值时, 先计算前大腿所受横向均布载荷 q 。此载荷只考虑风载, 并把风载看作沿前大腿高度均匀分布。然后依据《钻采机械》中的极坐标法, 求解 M_{max} 及其所在断面。

2.2 前大腿纵向稳定系数 φ_1 的确定(图3)

a. 刚性系数 β' 的计算:

$$\beta' = \frac{E}{S_0 \left(\frac{h^3}{3I_1} + \frac{h^2 \cdot b}{2I_2} \right)}$$

式中: E ——前大腿材料的弹性模数, kg/cm^2 ,

S_0 ——桁架横格高度, cm ,

h 、 b ——井架主腿外形尺寸, cm ,

I_1 、 I_2 ——井架侧扇、后扇桁架横杆惯性矩, cm^4 。

b. 折算细长比 λ' 的计算:

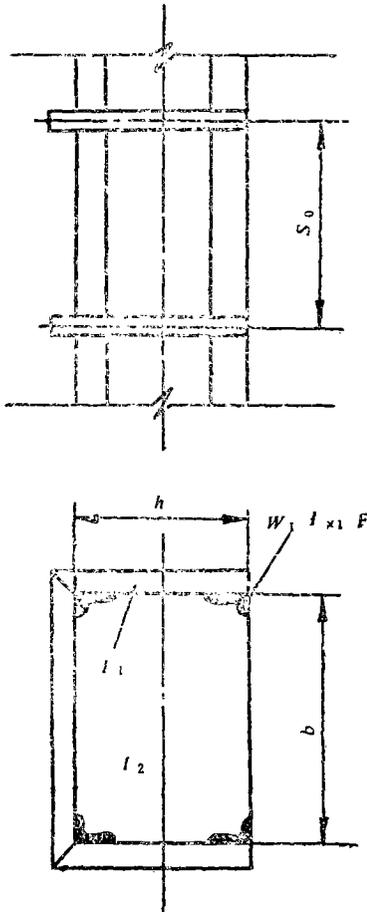


图3 井架下段

$$\lambda' = \mu_0 \cdot \lambda_{0x}$$

式中： μ_0 ——压杆长度系数，根据 $\frac{\beta' L_1^4}{16EI_x}$ 值查表；

$$\lambda_{0x} \text{——基本细长, } \lambda_{0x} = \frac{L_1}{\sqrt{\frac{I_x}{F_1}}}$$

λ' 求出后，经查表即可求得 φ_1 。

2.3 前大腿稳定性校核

依据(5)式算 σ_1 值，若 σ_1 小于或等于许用应力 $[\sigma]$ ，即表示前大腿稳定。

3 结束语

a. 在设计井架时，为了保证整个结构的强度和稳定，合理选择强度安全系数和稳定安全系数是非常关键的问题，也是设计者

必须解决好的问题。据有关资料介绍：整体稳定安全系数一般可控制在 2~2.5；前大腿稳定安全系数不小于 3；整体扭转稳定安全系数不小于 3；井架杆件强度安全系数控制在 1.3~2.0。对煤田钻探井架来说，安全系数往往还要略大于上述范围。

b. 若立根和井架结构作用在梁上的力，能产生较大偏心载荷，往往还要进行整体井架的扭转稳定性校核。

豫西石炭二叠纪、江西二叠纪地层古生物研究获进展

煤田地质第一勘探公司、中国地质大学共同研究了豫西石炭二叠纪地层，发现该区缺失中石炭世本溪组沉积，其晚石炭世太原组仅相当于华北其它地区太原组上部；明确了早二叠世早期禹县组的分布及对比关系，认为该期间豫西海和南海有密切关系；重新厘定了华北石炭二叠纪界线，发现二叠纪地层的岩石、古生物变化和年代地层界线基本一致。

江西煤田地质公司马俊文、李富玉同志提交的《江西二叠纪主要含煤地层和头足类》研究报告，将赣中晚二叠世早期地层中建立的 3 个菊石带（赵金科等，1976）增为 5 个，在饶南下二叠统上饶组也建立了 5 个菊石带。按头足类演化和分带情况，重新厘定了华南二叠纪地层的划分并与国外做了对比，证明我国确是世界上二叠纪地层发育最好的地区。与此同时，作者对二叠纪菊石古生态及有关的沉积环境也作了初步探讨。该研究成果已于近期通过鉴定。

（关世桥）