

# 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;  
 $\Sigma F$ ——井架主腿截面积之和, cm;  
 $\varphi$ ——压杆稳定系数;  
 $[\sigma]$ ——许用应力(查手册), kg/cm<sup>2</sup>;

### 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:  $P = Q_k + G$ 。

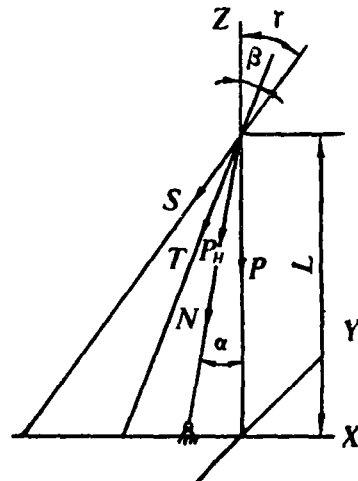


图1 轴向力计算图

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)·cosγ - (3)·sinα,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;  
 $\alpha$ ——井架前倾角;  
 $\beta$ ——绞车活绳与重垂线夹角;  
 $\gamma$ ——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,

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

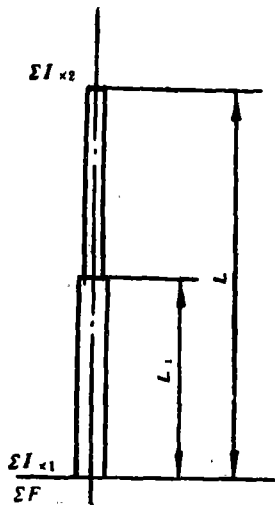


图2 m<sub>3</sub>、λ<sub>0</sub>计算图

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

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

式中：ΣI<sub>x1</sub>——井架下段4主腿惯性矩之和，

ΣF'——各斜杆截面积之和，

ΣI<sub>x2</sub>——井架上段4主腿惯性矩之和，

m<sub>3</sub>——因数，可根据  $\frac{\sum I_{x1}}{\sum I_{x2}}$  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σ<sub>上</sub>、σ<sub>下</sub>值，若σ<sub>上</sub>、σ<sub>下</sub>均小于或等于许用应力σ<sub>许</sub>，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<sub>1</sub>——每根前大腿所受轴向力，kg，

F<sub>1</sub>——单根前大腿截面积，cm<sup>2</sup>，

φ<sub>1</sub>——前大腿纵向稳定系数。

### 2.1 前大腿轴向力N<sub>1</sub>的计算

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

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

式中：M<sub>max</sub>——前大腿所受最大弯矩，kg·cm，

ΣW——井架下段截面矩之和，cm<sup>3</sup>。

求解M<sub>max</sub>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<sub>max</sub>及其所在断面。

### 2.2 前大腿纵向稳定系数φ<sub>1</sub>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<sup>2</sup>，

S<sub>0</sub>——桁架横格高度，cm，

h、b——井架主腿外形尺寸，cm，

I<sub>1</sub>、I<sub>2</sub>——井架侧扇、后扇桁架横杆惯性矩，cm<sup>4</sup>。

b. 折算细长比λ'的计算：

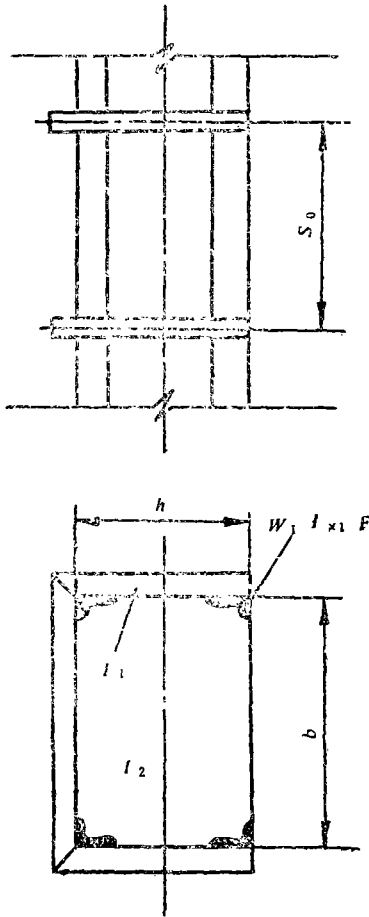


图3 井架下段

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

式中： $\mu_0$ ——压杆长度系数，根据  $\frac{\beta' L_1^4}{16EI_x}$  值查表；

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

$\lambda'$  求出后，经查表即可求得  $\varphi_1$ 。

### 2.3 前大腿稳定性校核

依据(5)式算  $\sigma_1$  值，若  $\sigma_1$  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）