



WT-22 型单桅杆液压伸缩钻塔

周幼宗（中国煤田地质总局勘探设备研制厂 涿州 072750）

摘要 介绍了为煤田地质 GZY-1200 型全液压钻机设计的 WT-22 型单桅杆液压伸缩钻塔。重点讨论了塔的结构及工作原理、主体结构、起落机构与伸缩机构、钻塔的底部支承与锁定、绷绳以及液压系统的设计。

关键词 单桅杆钻塔；液压钻塔；设计
中国图书资料分类法分类号 P634.34

为了满足煤田地质 GZY-1200 型全液压钻机配套的需要，参照美国 LTV 公司钻塔的特点，结合我国实际情况，我厂研制了 WT-22 单桅杆液压伸缩式钻塔。

单桅杆液压伸缩式钻塔较为先进，它具有结构简单、运移性好、便于整体竖立而无需高空作业等优点。

1 主要技术参数(表 1)

2 结构及工作原理

WT-22 钻塔的结构(图 1)主要由钻塔
**表 1 WT-22 钻塔与美国 LTV 公司钻塔
主要技术参数比较**

技术参数	美国 LTV 公司钻塔	WT-22 钻塔
最大负荷(kN)	1333	299
高 度(m)	31	22
工作前倾角(°)	3.5	3
段 数	2	2
自 重(t)	15.8	4.5

上、下段及锁定机构、起落机构、伸缩机构、二层台总成、千斤顶总成、绷绳系统、液压系统等组成。

工作原理：当操纵起落油缸时，钻塔整体绕支承架顶部的销轴旋转并竖起到位；操纵伸缩机构(液压钻机的卷扬机)使钻塔上段伸出直至碰到限位块；操纵锁定机构油缸使锁定机构的 4 只摇臂处于工作位置(即锁定位置)；操纵伸缩机构使钻塔上段缓缓下落到工作位置(即钻塔上段的 4 只锁定柱紧压在 4 只摇臂上)并自动锁紧。此时二层工作台也自动到位并处于工作位置。通过千斤顶及绷绳调整钻塔，使天轮中心对准孔口，并将位于钻塔前大腿下部后侧的联接板与位于底盘上的挡块总成用螺栓固接在一起。各部位检查均正常后即可开始钻进。

3 钻塔主体结构的设计

根据钻塔工作高度的需要和满足运输状态尺寸要求，设计钻塔主体结构时选用了单

error and the method of error correction of All-Direction Borehole Inclinator are presented. A complete technology of measurement of All-Direction Borehole Inclinator has been formed.
Keywords diameter logging; all-direction borehole; principles; errors; corrections

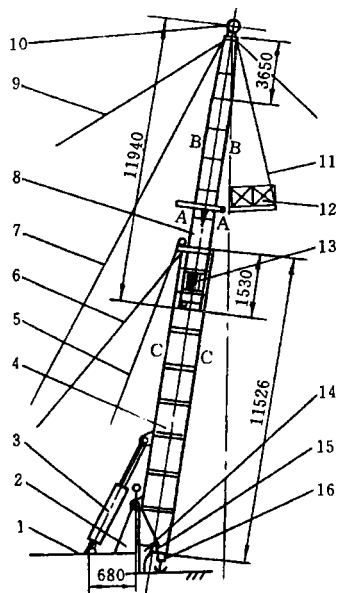


图 1 WT-22 单桅杆液压伸缩钻塔

1—钻车机台；2—支承架；3—起落油缸；4—钻塔下段；
5—伸缩机构；6、7—中间缆绳；8—钻塔上段；9—四角缆绳；
10—天轮机构；11—二层台缆绳；12—二层台总成；13—锁定
机构；14—挡块总成；15—联接板；16—千斤顶总成；
AA、BB、CC—□形结构；长度单位为 mm

桅杆两段伸缩式结构。为防止游动系统上下垂直运行、不与钻架发生干扰以及保证设备周围应留有足够的安全距离 1 m 左右。两段钻塔均设计成前扇敞开的“□”形钢桁架结构，并且在工作时向前（井口方向）倾斜 3° 。

关于钻塔上段的□形结构形式（图 2），在设计中既要考虑游动系统不发生干扰，又要考虑上段的强度和刚度，也就是说，在满足工作要求的前提下，尽可能缩小内横撑至开口处的距离 L 值。在设计中可将 L 值设计成变值。上部（如 B—B）与下部（如 A—A）的结构形式可略有不同。值得强调的是，上段顶部应设计成 4 腿均向内收缩的形式（图 1 中 3 650 mm 尺寸内），这样一方面可增加刚度，另一方面也使钻塔上段在下段中滑动配合的长度缩短，以减少上、下两段整体焊接后形位公差的要求。

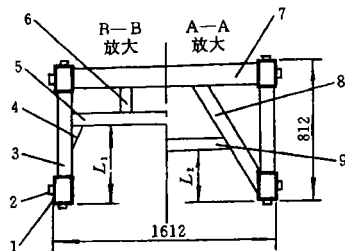


图 2 钻塔上段视图

1—主腿；2—摩擦块；3—纵撑；4—角筋；5—内横撑 I；
6—小撑；7—外横撑；8—斜撑；9—内横撑 II； L_1 、 L_2 —
内横撑至开口处的距离；长度单位为 mm

钻塔下段设计成内部全空的□形结构（图 3），以便上段在它的内部上下伸缩。

关于上、下段的配合间隙，美国 LTV 公司产品设计值为 3 mm，我们根据中国钢材特点，设计值为 5 mm。为了减少伸缩时的滑动阻力并保护塔腿不受磨损，在上段的下端和下段的上端相应部位设置有摩擦块（图 2、3），摩擦块的厚度设计值为 5 mm。

钻塔上、下段宽度（图 2 中的 1 612 mm 和图 3 中的 1 632 mm）主要由天轮的结构形式决定。因 WT-22 钻塔配套的全液压钻机要求使用双天轮交替工作（即移动天车），所以它占据的宽度较大，且增加了整个钻塔的重量。

关于钻塔两段主腿材料的选择计算是个非常重要的问题。美国 LTV 公司钻塔两段的

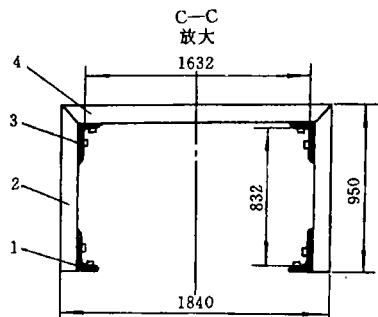


图 3 钻塔下段视图

1—主腿；2—纵撑；3—摩擦块；4—横撑；长度单位为 mm

主腿均使用特厚等边角钢($\angle 125 \times 125 \times 18$),其材质比我国的 16Mn 还要好。WT-22 钻塔上段主腿使用矩形无缝钢管($90 \times 60 \times 7$),材质为 16Mn;下段主腿使用不等边角钢($\angle 140 \times 90 \times 14$),材质为 A3。对于选用的规格和材质均应进行强度和稳定性校核计算。校核计算方法见笔者在《煤田地质与勘探》1989(5)上的撰文“一种新型井架计算探讨”和 1990(4)上的撰文“单桅杆液压伸缩井架稳定性计算的探讨”。

4 钻塔起落机构与伸缩机构的设计

4.1 起落机构

美国 LTV 公司钻塔的整体起落由两只并列的双作用伸缩式套筒油缸完成。WT-22 钻塔的起落选用了较廉价的双作用标准油缸(SDG-150/105 型,行程 1 800 mm,安装距 2 333 mm)。

4.2 伸缩机构

美国 LTV 公司钻塔上段的伸缩由一只长 10 余 m、固定在上段内的柱塞油缸完成。WT-22 钻塔上段的伸缩由钻机的液压绞车作动力,通过两组单滑轮来完成。这种设计有以下优点:

a. 简化了机构,降低了成本。由于全液压钻机本身就配带有液压绞车,可以利用作伸缩的动力,因此可以取消难于加工且成本较高的长柱塞油缸。同时,可以减轻钻塔上段的重量,增加伸缩运动的稳定性。

b. 减少了故障,增加了可靠性。美国 LTV 公司钻塔的柱塞油缸较长,为了保持伸出运动的稳定性,配有两组扶正器辅助油缸工作,而这两组扶正器易发生故障。WT-22 钻塔不用长油缸,自然也不需要扶正器。实践表明,绞车滑轮系统作伸缩运动时,工作平稳可靠。

伸缩传动机构(图 4)主要由两组单滑轮及钢丝绳(含绳具)组成。上滑轮总成固定在上段

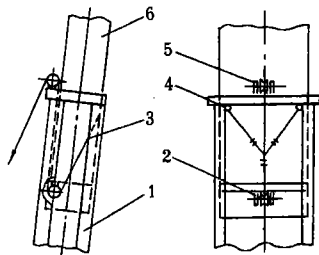


图 4 伸缩机构示意图

1—下段;2—下滑轮总成;3—钢丝绳;4—固定环;
5—上滑轮总成;6—上段

下段顶部的后侧,下滑轮总成固定在上段底部的后侧。钢丝绳从上段与下段的后侧间隙中通过,不和塔架相互干扰。钢丝绳由绞车引出后,通过两组滑轮,固接在下段上端两侧的固定环上。值得指出两点:1)为了保证钢丝绳在钻架前部开口处不与游动钻具相互干扰,前部的钢丝绳应呈 V 字型联接。2)为保证伸缩运动中钢丝绳不与上段内侧的内横撑发生干扰,在下滑轮总成上部的第一道内横撑中部装设一个滚套,以便钢丝绳与之接触时实现滚动摩擦。

工作原理:当液压绞车缠绕钢丝绳时,上段伸出,伸出的极限位置由挡块限制;绞车反向转动时,上段依自重缩入下段中。

5 钻塔锁定装置的设计

当钻塔上段伸出至工作位置时,必须由锁定装置将上段与下段可靠地锁定在一起。关于它的结构与原理请见笔者在《煤田地质与勘探》1992(4)上的撰文“浅论单桅杆液压伸缩井架的锁定装置”。

6 钻塔底部支承与锁定的设计

6.1 钻塔底部的支承

钻塔下段底部后侧铰接在两个支承架上。在运输状态时,钻塔整体可绕支承架的销轴旋转到水平位置(即伏在运输车上)。当钻塔竖起位于工作位置时,支承架的两销轴作

为整个钻塔的后支点。

钻塔下段前部两大腿底部各装 1 只千斤顶。千斤顶的主要作用为:1)将钻进中的主要负荷传至台车基面;2)对钻塔微调,以使天轮中心对准孔口位置;3)可适应因工作需要而对钻塔前倾角做的少许调整。

千斤顶的结构如图 5 所示。螺纹付使用梯形螺纹 T100×10—3。千斤顶上部做成带螺孔的方法兰盘状,并以数条 M20×60 螺栓与前主腿的法兰盘固接。千斤顶的下部是托盘总成,它直接支承在台车基面上。螺杆的中下部开有径向通孔,以使用拨杆旋转螺杆进行调节。

6.2 钻塔底部的锁定

钻塔下段两只前大腿底部的方法兰处各焊有一块联接板(图 1),在台车基梁上相应部位焊有两个挡块总成(图 1)。当钻塔竖起就位后,前大腿的联接板刚好靠在挡块上,并用联接销锁定(在锁定时允许使用调整垫片)。这样的设计,一方面实现了钻进工作中的安全锁定;另一方面,也给钻塔就位 3°时的安全施工带来保证。如果没有挡块限位,就有可能造成钻塔超位损坏的事故。

7 绷绳的布置与计算

WT-22 钻塔与美国 LTV 公司钻塔的绷绳布置是相同的。其塔顶设计有主要用于抗风载荷的四角绷绳,其要求与一般四脚钻塔

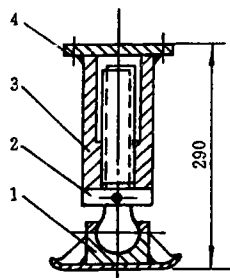


图 5 千斤顶

1-托盘总成;2-螺杆;3-螺母套;4-方法兰;长度单位为 mm

绷绳相同,并由地锚系于地面。除此之外,在钻塔顶部和中部(钻塔下段的上部)的后侧各设两条中间绷绳,通过绳具系于台车的前部。设置中间绷绳的主要目的是考虑到钻塔处于工作状态时前倾一定角度,其受力情况及总体稳定性均恶化,故通过 4 条中间绷绳加以平衡和稳定(主要是纵向稳定)。因此,中间绷绳就成了桅杆前倾式钻塔不可缺少的基本支承之一。

对中间绷绳的计算,可采用如下简化算法:设起落油缸处于浮动状态,钻塔底部可视为简单的铰支,顶部四角绷绳平衡了风载,这样根据力矩平衡原理即可计算出中间绷绳的总拉力 S_{Σ} (图 6)。

列平衡方程式:

$$Q_{kp} \cdot \sin \alpha \cdot L + Q_{1-2} \cdot \sin \alpha \cdot l \\ = T \cdot \cos \beta \cdot L + S_{\Sigma} \cdot \sin(\epsilon - \alpha) \cdot L$$

整理后可得:

$$S_{\Sigma} = \frac{(Q_{kp} \cdot L + Q_{1-2} \cdot l) \cdot \sin \alpha - T \cdot \cos \beta \cdot L}{\sin(\epsilon - \alpha) \cdot L}$$

式中: Q_{kp} —— 大钩最大载荷, N;

Q_{1-2} —— 钻塔自重, N;

T —— 绞车最大牵引力, N;

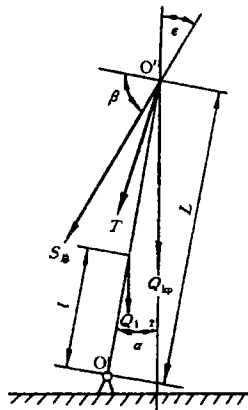


图 6 中间绷绳计算图

S_{Σ} —中间绷绳的总拉力; Q_{kp} —大钩最大载荷; Q_{1-2} —钻塔自重; T —绞车最大牵引力; L —钻塔伸出后高度; l —井架伸出状态下重心高度; α —钻塔前倾角; β —绞车钢丝绳与钻塔轴线垂直面的夹角; ϵ —中间绷绳与铅垂线的夹角; OO' ——钻塔轴线

- L —— 钻塔伸出后高度, m;
 l —— 井架伸出状态下重心高度, m;
 α —— 钻塔前倾角;
 β —— 绞车钢丝绳与钻塔轴线垂直面的夹角;
 ε —— 中间绷绳与铅垂线的夹角。

8 液压系统设计

液压系统对于钻塔起落及伸缩运动应满足如下要求:

- a. 能在任何位置可靠地停止;
- b. 工作时平衡可靠, 特别要保证钻塔前倾 3° 的就位运动过程可靠。

WT-22 钻塔上段的伸缩采用 GZY-1200 钻机的液压绞车作动力, 绞车本身设有自动抱闸制动装置, 因而可以满足伸缩运动的要求。

钻塔整体起落运动及锁定机构的液压系统工作原理如图 7 所示。

当开始起落钻塔时, 用两组快速接头(型号: 15Q/ZB275-77) 联于泵站电液换向阀(34DYH-B32H) 接头处(该阀原为连接钻机回转器用), 即可接通油路。为保证起落运动在任何位置可靠停止, 即使油路系统发生故障(如油管爆破等) 也能保障设备安全, 故在油缸下腔出口处各安装了一个液控单向阀(型号: DFY-L-10H), 它起着安全锁定作

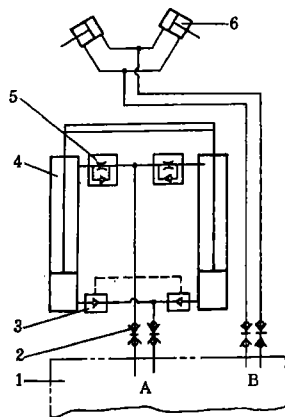


图7 液压系统

- 1—钻机液压泵站; 2—快速接头; 3—液控单向阀;
 4—起落油缸; 5—单向节流阀; 6—锁定油缸; A—电液换向阀, 34DYH-B32H; B—电液换向阀, 34DYH-B20H

用。当钻塔起升到接近 90° 时, 即钻塔重心作用线接近通过支承架的旋转中心 O 点时(图1), 应特别注意缓慢上升。当钻塔重心作用线超过 O 点时, 钻塔的重力将加速钻架的下落运动, 如果速度过快将是非常危险的。为保证钻塔在就位(前倾 3°) 前的工作平稳可靠, 需采取两项措施: 第一, 将泵站的变量泵流量调至最低(10 L/min 左右); 第二, 在起落油缸上腔出口处各增加一个单向节流阀(型号: LDF-L-10C), 并将其开度作适当调整。上述设计经实验取得了较好的效果。

(收稿日期 1993-10-22)

ON THE WT-22 TYPE SINGLE MASTPOLE HYDRAULIC EXPANDING AND CONTRACTING BORRING TOWER

Zhou Youzhong (Exploring Equipment Manufacture Factory, CCGGB)

Abstract This article introduces something about the type of WT-22 single mastpole hydraulic expanding and contracting borring tower which has been designed for GZY-1200 type completely hydraulic rig. In the article, the author and others mainly discuss such substance of this type of tower as its structure, working principle, the design of its main body's structure, rising and falling mechanism, expanding and contracting mechanism, bottom supporting and locking set, tautening wipe, hydraulic system and so on.

Keywords single mastpole borring tower; hydraulic borring tower; design