

# MD-100 型全液压锚固工程钻机新型夹持器的研制

黄晓徐<sup>1</sup>, 胡 伟<sup>1</sup>, 范存孝<sup>2</sup>

(1. 中国矿业大学 机电学院, 江苏, 徐州 221008; 2. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

**摘 要:**介绍了 MD-100 型全液压锚固工程钻机夹持器的方案设计、结构设计、应用情况。并采用 ANSYS 软件对其受力复杂的零件——连杆进行了应力计算。

**关键词:**MD-100 型锚固钻机; 夹持器; 机构; ANSYS

**中图分类号:**P634.4<sup>+</sup>9 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2004)02-0039-03

**A New Type of Clampers Developed for Hydraulic Anchor Drill MD-100/HUANG Xiao-xu<sup>1</sup>, HU Wei<sup>1</sup>, FAN Cun-xiao<sup>2</sup>** (1. China University of Mining & Technology, Xuzhou Jiangsu 221008, China; 2. Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

**Abstract:** Overall plan, structure design, and application of clamper on hydraulic anchor drill MD-100 are introduced. Stresses within the connecting rod which bears complex forces are calculated by ANSYS Software.

**Key words:** anchor drill MD-100; clamper; mechanism; ANSYS

MD-100 型全液压锚固工程钻机是为解决在复杂岩土层能快速成孔问题而研制的钻机,主要用于深基坑、地下洞室等各种复杂地层挡土墙锚固施工,边坡及危岩体等不稳定岩土层长大型预应力锚索孔的成孔,地基加固用微型桩施工,也可用于非开挖水平穿越孔、边坡排水孔、旋喷灌浆孔等<sup>[1]</sup>。钻机特点为单动力头双管钻进,结构简单,液压部件采用美国伊顿公司产品,系统工作可靠。

## 1 夹持器方案设计

在确定夹持器方案时,笔者参照了国内外一些钻机的产品样本(如英格索兰钻机),及检索到的一些资料,定下了以下几种结构简图(见图 1)。

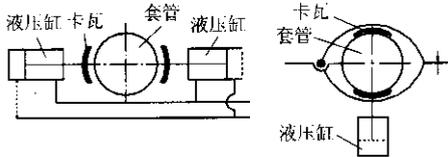


图 1 夹持器结构简图

第一种(图 1a)优点为结构比较简单,容易实现,较常见于国外自动化程度较高的钻掘设备;缺点为该结构受液压标准件的尺寸限制,使得该部件总

体尺寸偏大。

第二种(图 1b)翻盖式结构,并把液压缸藏于钻机桅杆内部,显然在外形尺寸上较第一种减小了,制作也比较简单。但结合施工现场的情况,在装卸套管过程中频繁翻盖降低了生产效率,因此在方案设计过程中也被淘汰了。

综合第一种装卸方便及第二种体积小的优点,采用连杆机构来实现夹持功能,当连杆与水平线夹角 $<45^\circ$ 时,这一套机构表现为一种增力状况。因此根据卡瓦伸缩量及液压缸行程经优化设计,选用了 $13^\circ$ 左右作为夹紧工位(见图 2)。

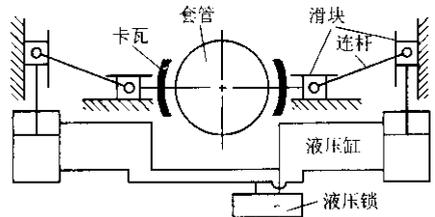


图 2 夹持器方案示意图

## 2 结构设计

MD-100 型钻机夹持器结构如图 3 所示。

限于当时单位设计条件,我们只是对其作了材

收稿日期:2003-06-26; 改回日期:2003-11-07

基金项目:中国地质调查局地质调查项目(DK9902108)

作者简介:黄晓徐(1975-),男(汉族),江苏启东人,中国矿业大学硕士在读,机械设计及理论专业,研究方向为计算机辅助设计及图形学(CAD&CG),江苏省徐州市中国矿业大学机电学院研 2001 级,(0516)3990045、13182301355, hare616@yahoo.com.cn; 胡伟(1969-),男(汉族),江苏徐州人,中国矿业大学硕士在读,流体力学及流体机械专业,(0516)5750682、13337953397, hw607@163.com; 范存孝(1938-),男(汉族),上海崇明人,中国地质科学院勘探技术研究所教授级高级工程师,探矿机械专业,从事锚固工程等钻探设备的设计及钻进工艺的研究工作,河北省廊坊金光道 77 号,(0316) 2096363。

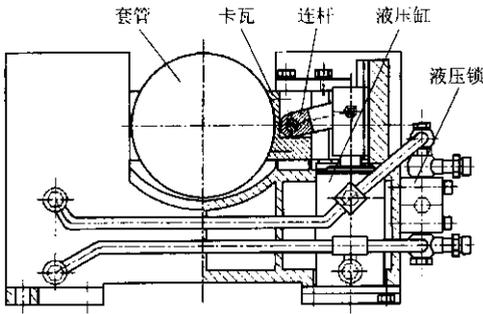


图3 MD-100型钻机夹持器部件结构示意图

料力学的校核,参考发动机连杆及其连接配合,选用合金钢作为连杆、销轴材料,配合采取过渡配合。连杆的结构见图4。

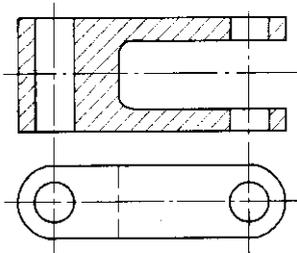


图4 连杆结构

部件部分细节设计:

- (1)局部润滑:如卡瓦下侧空隙中存放固体润滑脂,保证瓦片往复运动时得到局部润滑。
- (2)停机时的稳定性:增加液压锁(双液控单向阀),使得在主机停机状态夹持器保持工位。
- (3)卡瓦片的互换性与稳定性:卡瓦片为该机件中使用最多最易磨损的零件,瓦片与滑块之间采用分离设计,为保证夹持状态,瓦面齿形参照XY-4型钻机成熟结构作了改进,并使得连接螺栓不承受载荷;考虑到全天候工况比较恶劣,卡瓦夹持面螺栓孔填充橡胶圆柱,以保证更换时的准确拆卸。

### 3 ANSYS 模拟分析

#### 3.1 ANSYS 软件介绍

ANSYS 软件是美国 ANSYS 公司开发的一个功能强大的灵活的设计分析及优化,融结构、热、流体、电磁、声学于一体的大型通用有限元商用分析软件,可广泛应用于核工业、铁道、石油、航空、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医学、轻工、地矿、水利、日用家电等一般工业及科学研究。该软件提供了一个不断改进的功能清单,具体包括:结构高度非线性分析、电磁分析、计算流体动力分析、设计优化、接触分析、自适应网格划分、大应变/有限转动功能以及利用 ANSYS 参数

设计语言(APDL)的扩展宏命令功能。基于 Motif 的菜单系统使用户能够通过对话框、下拉式菜单和子菜单进行数据输入和功能选择,方便用户操作。在产品设计中,用户可以使用 ANSYS 有限元软件对产品性能进行仿真分析,发现产品问题,降低设计成本,缩短设计周期,提高设计的成功率。ANSYS 软件能与大多数 CAD 软件实现数据共享与交换,如 Pro/Engineer、NASTRAN、Alogor、I-DEAS 和 AutoCAD 等,它是现代设计中高级的 CAD/CAE 软件之一。

#### 3.2 夹持器连杆的 ANSYS 分析

ANSYS 软件含有多种有限元分析的能力,包括从简单线性静态分析到复杂非线性动态分析。一个典型的 ANSYS 分析过程可分为以下 3 个步骤:

- (1)创建有限元模型;
- (2)施加载荷进行求解;
- (3)查看分析结果<sup>[2]</sup>。

我们借助于 ANSYS 软件对夹持器部件中受力最为复杂的连杆进行了校核,具体如下。

首先采用 Pro/E 对连杆实体造型存成 Iges 格式文件,然后在 ANSYS-file->import->IGES 打开,再进行加载求解结果。(限于篇幅及为了让现场的同志容易接受,此处采用直接在 ANSYS 中建立简化模型进行分析。而运用 Pro/E 与 ANSYS 结合分析较为繁重)

在 14 MPa 液压系统压力下,弹性模量  $E=200$  GPa,泊松比  $\mu=0.25$ ,密度  $\rho=7.85 \times 10^3$  kg/m<sup>3</sup> 左右,左端孔内部结点选定为固结,在右侧孔施加液压缸作用力,选取网格长度,经求解得到应力应变图(见图 5),由该图可以直观的看出,划分网格后的各个节点处的应力值。

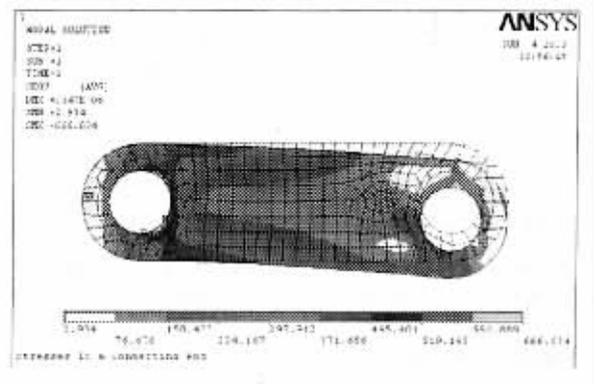


图5 应力分布图形

其中最大应力  $\sigma_{\max}=666.634$  MPa,位于左端孔右下侧局部,最大形变为  $\epsilon_{\max}=0.547 \times 10^{-6}$ 。

## 4 结果分析及应用状况

### 4.1 结果分析

(1)由于销轴、连杆实际采用了过渡配合,两者允许有微小的相对运动,因此实际应力不会达到图中所示的最大值,且两者材料均采用合金钢锻件。

(2)由于空间位置关系,连杆形状与强度受力状况均是比较合理的。

### 4.2 该夹持器及该型钻机实际应用中的情况

#### 4.2.1 厂内试验

在厂内负荷测试中,夹持器伸缩灵活,夹持牢固,在与卸扣器配合进行套管自动上卸动作时表现出色,均顺利完成指定动作,主要技术参数达到了设计指标;只占用操纵台上一片阀,以切换进出口实现动作,且工作压力随整个系统调定,无需其它额外要求,故操作方便;该部件驱动部分虽采用液压传动,但主要使用液压缸完成简单的直线运动,对工作介质即液压油的敏感性低,在整个液压系统中不会成为首先失效的机件,且已经封闭在密闭的空间中,性能稳定;夹持器虽采用了连杆机构,但可动件净数目少,易损件凭肉眼就能判断是否失效,更换方便,故工作可靠。

在卸扣作业中,由于该款钻机新型的自动卸扣器与夹持器在桅杆上布置较为合理,即卸扣与夹持位置较近,很轻松地完成上卸套管的任务,这在现场施工中也表现突出。

#### 4.2.2 现场应用情况

(1)南京电信局微波大楼深基坑锚杆支护工程:基坑深层是红砂岩和卵石层,锚固钻孔直径 150

mm,深 20 m,钻机轻快地完成钻孔,累计进尺 1000 余米。

(2)南京五台山体育场旁边坡预应力锚索支护工程:设计孔径 160 mm,深 26 m,是南京典型的红砂岩和红砂岩夹岩层复杂地层,有胶溶性卵砾石和破碎夹层。原计划用双管钻进,后经试验可单管钻进。因工作量不多,只用该钻机完成 7 个钻孔,累计进尺 162 m,曾用气动和液动潜孔锤冲击回转及双管正循环多种钻进方法。双管钻进孔径 180 mm。

该型钻机主要技术参数达到了设计指标,三大部件可分可合,操作方便、性能稳定、工作可靠,钻进工艺先进、可行,受到了用户的好评。

## 5 结语及几点思考

(1)计算过程中,当受工作条件所限只能以静力学设计计算作为依据时,必须参考相关成熟产品设计,如若不能进行仿真实验就必须进行试验。

(2)设计过程中,一定要结合实际工况进行设计试验,充分考虑各种因素的影响。

(3)部件设计尽量采用模块化设计,在不需要时卸去,且不影响其它机具的正常使用。该夹持器与液压系统连接为软管快速接头连接。

## 参考文献:

- [1] 范存孝,陈修星,黄克杰,等.气动或液动冲击回转双管正循环钻进工艺及 MD-100 型锚固工程钻机[J].探矿工程,2001,(6).
- [2] 王勳成,邵敏.有限单元法基本原理和数值方法[M].北京:清华大学出版社,2001.

(上接第 38 页)

结合京珠高速公路京珠南路堑边坡防护工程锚索孔施工任务,对该钻机进行了生产性实验。钻进地层:0~14.5 m 为土夹石坡积物,14.5~50 m 为基岩层,其中含 3 层破碎带。钻进方法为气动潜孔锤跟套管钻进,钻孔直径 110 mm,钻孔角度 25°。一台钻机完成锚索孔数为 23 个,平均孔深 46 m。具体结果见表 1。

通过试验,该钻机操作简便、性能可靠、钻进效率高,受到了使用者的好评,是一种理想的锚固施工设备。

## 参考文献:

- [1] 杨济生.万泰数据-150 型锚杆钻机的研制[J].探矿工程,

表 1 钻机实验结果

钻进方法	使用工具	总工 作量 /m	时效 /(m· h <sup>-1</sup> )
潜孔锤跟套管钻进 (坡积物)	WC-100 型风动潜孔锤 Φ127 mm 套管	265	9
气动潜孔锤钻进(石灰岩)	WC-100 型风动潜孔锤	791	5.8
螺旋钻进(土层)	Φ110 mm 螺旋钻杆	30	13

1998,(6):27-28.

- [2] 陈荣君,梁明东,黄忠东.浅析锚杆钻机的现状及其发展[J].煤矿机电,2001,(4):28-31.
- [3] 河本宪治.MCD-10 型锚杆钻机[J].探矿工程译丛,1996,(2):50-53.
- [4] 姜光忍,宋金亭,王献斌.QJ-2000 型全液压锚固工程钻机液压系统故障分析与排除[J].探矿工程,2002,(3):27.