

JQL-30 型多功能森林地震勘探钻机的研制

赵大军, 孙友宏, 胡志坚

(吉林大学建设工程学院, 吉林 长春 130026)

摘 要: 针对我国东北森林地区冬季地震勘探钻孔施工特点, 研制了体积小、质量轻、通行能力强的专用多功能森林地震勘探钻机。为保证钻机总体尺寸小, 给进行程长, 升降钻杆方便, 钻机的桅杆为折叠式, 动力头可前后摆角。

关键词: 森林地区; 地震勘探钻机; 折叠桅杆; 动力头摆角

中图分类号: P634.3⁺1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)S1-0050-02

Research and Development of JQL-30 Multi-Function Seismic Exploration Drill in Forest/ZHAO Da-Jun, SUN You-hong, HU Zhi-jian (Jilin University, College of Construction Engineering, Changchun Jinlin 130026, China)

Abstract: According to the characteristics of seismic survey in forest of northeast China in winter, special multi-function seismic exploration drill was researched and produced, which was small, light and accessible to pass through. In order to ensure small size, long feeding travel, convenient rod raising and lowering, drill mast was fold with to and fro swing angle of driving head.

Key words: forest area; seismic survey drill in forest; folding mast; swing angle of driving head

随着石油天然气资源的日益短缺, 我国油气地震勘探已转向高山、沙漠、戈壁滩、森林等复杂地区。我国东北地区森林覆盖率高, 树木茂盛, 林间地形狭窄, 地层复杂。目前国内外尚无专用森林地区地震勘探钻机, 国内一般采用常规车装钻机或山地钻机进行森林地区钻井作业, 设备搬运困难, 钻进效率低, 火灾隐患大, 故急需研制森林地区专用的机动、灵活、体积小、易于搬迁、安全生产的地震勘探钻机。

1 钻机设计的基本要求

(1) 体积小、质量轻, 适于林间狭窄地区运移。

(2) 多种钻进方法: 泥浆钻进、螺旋钻进、潜孔锤钻进, 可钻进带有树根的覆盖冻土层、岩层等, 钻进效率高。

(3) 钻机所有部件、附件及工具安装在钻车底盘上, 车装自行, 遥控行走, 林间行走及爬坡能力强。

(4) 柴油机驱动, 消除火灾隐患。

(5) 全液压驱动动力头式钻机, 长行程给进, 集中操作控制。

2 钻机的主要性能指标及技术参数

钻孔直径 90 mm, 钻孔深度 30 m, 钻孔角度 90°, 转速 100、180 r/min, 额定输出扭矩 1000 N·m, 提升力 15 kN, 给进力 15 kN, 给进行程 2.2 m, 动力机功率

34 kW, 钻机质量 1600 kg。配套泥浆泵为 WB-120QF 型, 额定压力 1.4 MPa, 泵量 120 L/min, 功率 4.4 kW。钻机外形尺寸(长×宽×高): 运输状态 2.5 m×1.5 m×2 m, 工作状态 2.5 m×1.5 m×3.2 m。

3 钻机主要结构

钻机由橡胶履带底盘、动力头、桅杆、给进机构、液压泵站、泥浆泵、钻杆箱、操纵台、柴油机等组成。

3.1 动力头

动力头结构原理如图 1 所示, 由低速大转矩双向液压马达直接驱动主轴, 并通过钻杆接头带动钻具回转, 内部无齿轮变速, 结构紧凑、简洁。两个转轴轴承安装在桅杆的导向槽内, 在给进拉杆的带动下动力头沿桅杆上下移动。主轴中部设有进水(风)口。提栏用于自动拧卸钻杆。整个动力头可绕转轴前后摆动, 便于钻机升降钻杆。在重力作用下, 动力头的钻杆接头保持垂直向下。

3.2 给进机构与桅杆

钻机的给进机构兼作升降机构。为满足钻机运移尺寸小和给进行程长的需要, 采用了折叠式桅杆, 液压马达-双链条给进机构, 如图 2 所示。给进液压马达为 6K-390 型内摆线低速大扭矩马达, 通过主动链轮和链条带动动力头给进和升降钻杆。钻进时, 桅杆的上下两部分通过连接板连接。

收稿日期: 2007-05-30

作者简介: 赵大军(1964-), 男(汉族), 吉林长春人, 吉林大学教授, 博士生导师, 探矿工程专业, 从事岩土钻掘新方法的教学与研究工作, 吉林省长春市西民主大街 6 号, (0431)88502353, 13029129298, zjdj@email.jlu.edu.com。

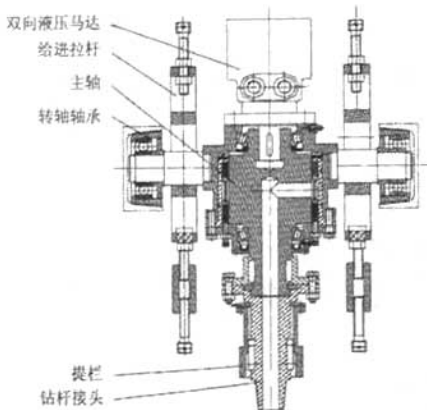


图1 动力头的结构示意图

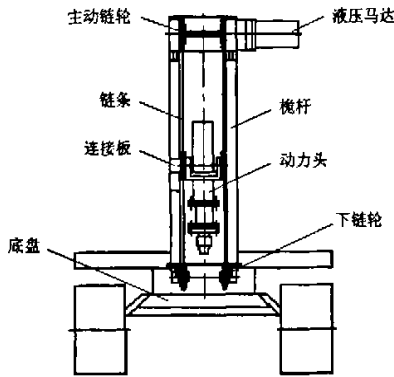


图2 给进机构示意图

桅杆结构如图3所示,图示为钻机运输状态。上下两节桅杆铰接,下桅杆与底盘固定,上桅杆通过起塔液压缸立放。起塔后上下桅杆通过螺栓及连接板固定连接,桅杆总高度3.2 m。

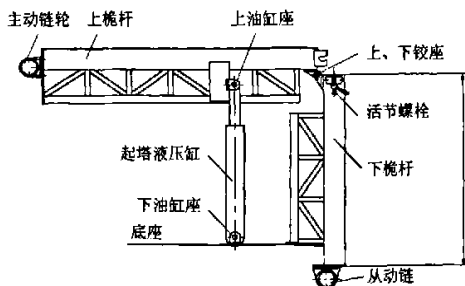


图3 钻塔结构示意图

桅杆的强度和稳定性对钻机的工作稳定性起决定作用,桅杆为折叠式结构,受力复杂,为保证钻机的工作稳定,基于有限元理论,运用计算机辅助工程分析软件cosmos对桅杆进行强度校核。假定动力头在桅杆上处于3种极限位置:桅杆的顶部、中部和底部,并都处于最大受力状态,即最大扭矩1000 N

·m,最大给进力15 kN。经分析动力头处于桅杆中部时,桅杆受的抗拉强度最大, $\sigma_{\max} = 92.7 \text{ MPa}$ (极限值为200 MPa),安全系数最小, $f = 2.4 > 1$,最大位移1 mm,桅杆强度和稳定性满足要求,设计的桅杆能够满足钻机工作的需要。

3.3 液压系统

钻机液压系统功用:回转器回转、钻杆拧卸;钻具给进、升降;起塔液压缸和支腿液压缸工作;泥浆泵工作;底盘行走。

液压系统中,采用2个双联泵供油。双联泵A中,大泵驱动动力头液压马达,小泵驱动给进液压马达、支腿和起塔液压缸;双联泵B中,小泵供给泥浆泵液压马达,大泵驱动给进液压马达,以实现快速提升;钻机行走时,两大泵分别驱动底盘左右行走液压马达。各系统均有各自的调压溢流系统和压力显示装置。各液压马达、液压缸之间工作互不干扰,工作稳定性好。给进换向阀使动力头具有“浮动”功能。钻机行走由电磁阀有线远距离操纵,保证了操作者的安全。

4 钻机的实验

4.1 室内实验

2005年9月,JQL-30型钻机及相应钻具设计加工完成后,在大庆油田地球物理勘探公司驻地的土层中进行了室内试验。采用硬质合金全面钻进, $\varnothing 90 \text{ mm}$ 三翼硬质合金钻头, $\varnothing 50 \text{ mm}$ 钻杆。完成了2个钻孔的试验,总进尺60 m,孔深30 m,钻进效率36 m/h。2005年12月在冻土层中进行了实验,采用 $\varnothing 95 \text{ mm}$ 螺旋钻杆,完成2个钻孔试验,总进尺60 m,冻土层中钻进13 m,时效8.5 m/h。钻机工作正常,整机性能达到设计要求。实验照片如图4所示。



图4 JQL-30型钻机实验现场照片

(下转第56页)

3 电磁波 MWD 系统的改进与展望

3.1 俄罗斯电磁波井底遥测系统的改进

根据在中国的试验结果,俄方对井底涡轮发电机及电隔离器进行了改进^[3]。

(1)关于所需泵量。原俄罗斯 ZTS 系统的井底发电机要求驱动泵量为 35 ~ 70 L/s,现在已对涡轮的叶片形状和级数做了改进,目前涡轮发电机要求的泵量 ZTS-172 型为 25 ~ 60 L/s, ZTS-108 型为 7 ~ 20 L/s。

(2)关于转盘转速。为了适应中国的“螺杆+转盘”组合式钻进,俄方对涡轮发电机的材质和结构作了改进。使发电机的质量由过去的 32 kg 变为目前的 9.5 ~ 15.5 kg,同时把原来的外壳由转子改为定子,并增加了起扶正作用的耐磨嵌块,以便涡轮发电机能适应地表转盘较高的转速。一般应用条件是:在用弯接头+螺杆钻具造斜钻进时,地表转盘基本不转。一旦进入稳斜井段,当 ZTS 系统最高点离开弯曲井段最低点 10 ~ 20 m 后,就可以让转盘以 300 r/min 的转速与井底动力机一起进行组合快速钻进。因为 ZTS 系统的强度并不亚于螺杆钻具。

(3)关于空气钻井。为了适应空气钻井条件下把电磁波信号导入井壁地层向地表传输,对仪器的电隔离器结构进行了改进。

3.2 关于电磁波井底遥测系统国产化的展望

电磁波随钻测量技术已在俄罗斯和其他独联体国家的钻井作业中应用 20 多年,在欧美国家也开始用于生产(尤其是欠平衡钻井和复杂条件下的钻井作业)。而在中国虽然欠平衡钻井和空气钻井工程

急需该技术,但却并未得到正式应用。为了适应我国钻井工业发展的需要,应加强国际合作,开发适应中国需要(尤其是欠平衡钻井)的电磁波随钻测量仪。

(1)为延长仪器在井内的连续作业时间,应采用井底涡轮发电机的供电方式。因此,可引进俄罗斯生产的大功率井底涡轮发电机和电隔离器等关键部件,并根据中国组合钻进的国情加以改进。

(2)根据中国油田地层低电阻率的情况,进一步加大井下信号发射频率的可调范围,克服低电阻率地层限制信号可测深度的“瓶颈”。

(3)我国目前的井内仪器探管制造工艺已接近世界水平,而且价格相对便宜。可把国产探管与引进的井底涡轮发电机和电隔离器等关键部件结合起来,组成电磁波随钻测量系统。

(4)对于地层情况复杂、电磁波发射深度受到限制的工况,可考虑设置专门中继转发器或在下部钻柱中设置可打捞式电缆来增加信号传输强度的措施,以增大遥测深度,提高测量的可靠性。

参考文献:

- [1] 苏义脑. 油气井工程中的一个新领域——井下控制工程学浅谈[J]. 地质科技情报, 2005, 24(增刊): 1-8.
- [2] 库里奇茨基. B. B 著. 鄯泰宁, 等译. 定向斜井与水平井钻井的地质导向技术[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [3] 王荣琛, 鄯泰宁, 等. ZTS-172M 电磁波随钻测量系统及其在胜利油田的应用[J]. 地质科技情报, 2005, 24(增刊): 33-36.

注: 本文还参考了鄯泰宁 2005, 2007 年访俄时带回的俄文资料。

(上接第 51 页)

4.2 野外实验

2006 年 2 ~ 4 月, 在黑龙江省齐齐哈尔森林地区进行了地震勘探施工, 钻孔深度 20 m, 完成炮井 136 个, 累计进尺 2720 m。与现有常规车装工程勘探钻机相比, 提高施工效率 30%。

5 结语

JQL-30 型钻机以自行履带为底盘, 体积小, 行走灵活机动, 爬坡能力强, 适合森林地区地震勘探孔施工。折叠式桅杆降低了钻机行走的高度, 保证了

钻进时的大给进行程。提高了运移的通过性和钻进时的工作效率。动力头的浮动机构避免了拧卸钻杆时螺纹的损坏; 动力头的前后摆角, 方便了钻杆的升降操作。

参考文献:

- [1] 陈玉凡, 朱详. 钻孔机械设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 1986.
- [2] 冯德强. 钻机设计[M]. 中国地质大学出版社, 1993.
- [3] 上海市业余工业大学. 液压传动与控制[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1981.