

撬装模块钻机

马永峰 康 涛 杨汉立 尹永晶 主编

石油工业出版社
Petroleum Industry Press

橇装模块钻机

马永峰 康 涛 杨汉立 尹永晶 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书本着理论与实践相结合的原则,面向用户,注重实用,以南阳石油机械厂生产的橇装模块系列钻机(简称橇装模块钻机)为基础,系统介绍了该系列钻机的性能参数、结构特征和操作、维护、保养、故障排除等方面的知识。

图书在版编目(CIP)数据

橇装模块钻机/马永峰等主编.

北京:石油工业出版社,2004.6

ISBN 7-5021-4675-X

I. 橇…

II. 马…

III. 油气钻井—钻机

IV. TE922

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 046584 号

出版发行:石油工业出版社

(北京安定门外安华里 2 区 1 号楼 100011)

网 址:www.petropub.cn

总 机:(010) 64262233 发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:北京华正印刷厂印刷

2004 年 6 月第 1 版 2004 年 6 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:21

字数:530 千字 印数:1-2000 册

书号:ISBN 7-5021-4675-X/TE·3259

定价:70.00 元

(如出现印装质量问题,我社发行部负责调换)

版权所有,翻印必究

《橇装模块钻机》编委会

主 任：马永峰 杨汉立

副主任：康 涛 尹永晶

主 编：马永峰 康 涛 杨汉立 尹永晶

副主编：付正统 徐遵宏 王延恒 仲建国 钟德华 龚志敏 张 勇

张柏松 刘 俭 杨 森 余利军 赵旭平 余德方

审 稿：韩希柱 熊东红 王晋康 刘 欣 于德良 吴树勇

编写人员(按姓氏笔画为序)

马玉香 于德良 王延恒 王建伟 王富全 尹玉刚 卢 朗

付正统 邓阳平 冯荣星 仲建国 刘少元 刘振生 刘越会

刘维彬 齐 然 汪 岩 张 伟 张 津 张同钟 张国胜

张新华 李志尧 李德国 李连仁 李鸿涛 李庆毅 吴永兴

吴树勇 吴文晓 余德方 邢晓范 何德富 杨连柱 邵亲华

屈有新 郑有理 钟德华 施境岭 徐遵宏 郝立军 黄 勇

黄凌江 郭 东 曹建庆 殷平水 龚志敏 龚治宾 韩国英

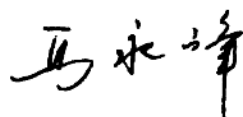
韩希柱 润学礼 满学志 熊东红 盛拥军

前 言

南阳二机石油装备(集团)有限公司(原南阳石油机械厂)是国内最早研制生产橇装模块石油钻机(简称橇装模块钻机)的厂家之一,经过多年努力,已开发出具有自主知识产权和国际先进水平的橇装模块钻机系列产品,在国内各油田得到广泛应用,并已批量进入国际市场。华北石油管理局是最早使用橇装模块钻机的用户之一,也是钻机配套设备制造的重要基地,在橇装模块钻机使用、维护和管理及配套设备制造方面,有着丰富的经验。随着橇装模块钻机数量的增加及对设备使用要求的提高,现场设备管理及操作人员迫切需要一本实用的橇装模块钻机指导书。为此,南阳石油机械厂和华北石油管理局组织技术人员编写了本书。该书本着理论与实践相结合的原则,面向用户,注重实用,系统阐述了橇装模块钻机各部分的性能参数、结构特征、工作原理及其操作使用和维修保养方面的知识,使读者通过本书能对橇装模块钻机有一个系统的了解,提高使用和维护的水平。

本书在编写过程中参阅了部分文献,并吸纳了有关专家的建议,在此深表谢意。

由于编者水平和经验有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,恳请读者批评指正。



2004 年 6 月

目 录

概述	(1)
第一章 动力系统	(6)
第一节 柴油机驱动	(6)
第二节 电动机驱动	(50)
第三节 柴油机驱动与电动驱动比较	(62)
第二章 传动系统	(64)
第一节 柴油机驱动橇装钻机的型式	(64)
第二节 电动机驱动橇装钻机的型式	(70)
第三节 链传动的特点及维修	(81)
第四节 万向联轴传动的特点和维修	(84)
第三章 传动箱体	(87)
第一节 概述	(87)
第二节 齿轮传动箱	(87)
第三节 链条传动箱	(96)
第四节 标志、包装、贮存和运输	(99)
第四章 绞车系统	(100)
第一节 型式与基本参数	(100)
第二节 结构与工作原理	(101)
第三节 使用与维护保养	(105)
第四节 标志、包装、运输、贮存	(117)
第五章 井架系统	(118)
第一节 主要性能参数	(118)
第二节 结构与工作原理	(119)
第三节 操作使用与维护保养	(127)
第四节 井架的计算概述	(131)
第六章 橇装钻机的模块化结构	(133)
第一节 一般介绍	(133)
第二节 基本结构与工作原理	(133)
第三节 底座的安装	(140)
第四节 使用与维护保养	(141)
第五节 包装、贮存和运输	(142)
第七章 游车大钩	(143)
第一节 概述	(143)
第二节 工作原理与结构	(144)
第三节 使用	(145)

第四节	维护与保养	(146)
第五节	包装运输	(148)
第八章	水龙头	(149)
第一节	概述	(149)
第二节	工作原理与结构	(149)
第三节	使用	(150)
第四节	维修与保养	(151)
第五节	贮存与运输	(152)
第九章	转盘	(154)
第一节	主要技术参数	(154)
第二节	结构与工作原理	(154)
第三节	操作使用与维护保养	(156)
第十章	液压系统	(159)
第一节	主要性能参数	(159)
第二节	结构与工作原理	(160)
第三节	维护保养与故障排除	(163)
第十一章	气控系统	(166)
第一节	概述	(166)
第二节	气源系统与空气净化处理装置	(166)
第三节	钻机气控系统流程	(169)
第四节	维护保养与故障排除	(172)
第十二章	钻井仪表与司钻控制台	(175)
第一节	指重表	(175)
第二节	钻井参数仪	(176)
第三节	司钻控制台	(179)
第十三章	机泵组	(180)
第一节	主要技术参数	(180)
第二节	JBZ8-1 机泵组的结构特点	(180)
第三节	JBZ10-1、JBZ13-1、JBZ10-2、JBZ13-2、JBZ10-3 机泵组结构特点	(181)
第四节	泥浆泵简介	(182)
第五节	泥浆泵的驱动方案	(187)
第六节	机泵组的使用	(188)
第十四章	井控系统	(191)
第一节	概述	(191)
第二节	防喷器	(191)
第三节	防喷器液压控制系统(远程控制台)	(212)
第四节	井控管汇	(226)
第十五章	钻井液固相控制系统	(234)
第一节	固相控制系统的构成及技术参数	(234)

第二节	结构及工作原理	(235)
第三节	主要固控设备	(236)
第十六章	井口工具	(257)
第一节	吊环	(257)
第二节	吊卡	(258)
第三节	滚子方补芯	(261)
第四节	卡瓦和安全卡瓦	(264)
第五节	液压动力钻杆钳	(267)
第六节	液压套管钳	(273)
第七节	B型吊钳	(277)
第八节	方钻杆旋扣器	(279)
第十七章	井场配供电装置	(285)
第一节	概述	(285)
第二节	井场电动机启动控制方式	(286)
第三节	主要结构与工作原理	(290)
第四节	电控房	(293)
第五节	安装、维护与保养	(294)
第六节	隔爆型产品	(301)
第十八章	油水供应系统	(306)
第一节	通用要求	(306)
第二节	柴油供给系统	(306)
第三节	供水系统	(312)
第十九章	钻井队野营房	(319)
第一节	基本要求	(319)
第二节	配套设施与系统	(322)
第二十章	钢木基础	(324)
第一节	结构、作用、特点及应用	(324)
第二节	型号及主要技术参数	(324)
第三节	施工技术要求及注意事项	(325)
第四节	使用过程中的维护与保养	(325)
第五节	标志、包装、运输和贮存	(326)

概 述

在石油及天然气勘探开发的各项施工中,钻井是一个重要环节。诸如寻找和证实含油气构造、获得工业油流、探明已证实的含油气构造的面积和储量、取得有关油田的地质资料和开发数据、最终的油气开采等等,无一不是通过钻井来完成的。

加入 WTO 以后,中国经济全球化的趋势日益明显,利用国内外两种资源参与国内外两个市场,全方位实施走出去和低成本战略,已成为今后油公司和石油工程技术服务公司的基本战略。据统计,国外钻井费用约占勘探费用的 50%~80%,占油田开发成本的 30% (海上)到 80% (陆上);我国钻井费用约占石油工业总投资的 40%。因此,钻井技术装备的发展为降低油气生产成本提供了巨大潜力。钻井成本包括两个方面:一是直接钻井成本;二是辅助成本(运输成本和停工成本等),因此要求钻机高度集装化,有良好的操作性能、安装移运性能和环境适应性,以求最大限度地降低钻井辅助成本,提高钻机对作业环境的适应能力。

国外石油钻机按移运方式分为两种:移动式钻机(mobile drilling rig)和橇装模块式钻机(skid-mounted drilling rig)。其中橇装模块式钻机是指将钻井装置按模块功能、便捷安装的要求,分装在每个底座上,在搬家移动时快速分拆,分块运输,到井位后通过一定的安装,实现钻井装置的功能。从石油钻机发展初期至今,橇装模块式钻机一直是石油钻机的最基本型式,得到最广泛的应用。虽然它在移运性上逊于移运式钻机(如自走式钻机),但橇装模块式钻机布置灵活,钻井能力涵盖范围大,环境适应能力强,井架稳定性好,性价比相对较好。尤其是性能优异的交流变频驱动方式进入钻机行业之后,由于自走式钻机必须配置用于行车的柴油机,所以橇装模块式钻机更显出其经济和技术优势。而且,随着技术进步,使橇装模块式钻机的拆装、运输更加方便,效率更高。

目前,美国钻机技术水平代表着国际上石油钻机的最高水平,其中以 National-oilwell 公司和 Varco 公司为代表,其主要特点是:

(1) 钻机趋向大型化、结构型式多样化。如 Varco 公司的 ADS 30Q 绞车功率可达 4477kW,预计钻井深度可达 15000m,泥浆泵的水马力达 2350kW,车装式、拖挂式、橇装模块式种类齐全。

(2) 电气传动技术的进步使得传动更加简单,特别是广泛使用了交流变频驱动技术。比如已开发出 Wirth 和 Varco ADS 齿轮传动单轴绞车,还可以使用主电机能耗制动取代辅助刹车。

(3) 新型的一体化旋升式井架和底座、多节自升式井架的起放更安全,使钻机在钻井过程中更稳定,占用井场面积更小。

(4) 盘式刹车、顶部驱动钻井装置、立根自动排放机构、铁钻工装置的使用,使钻井智能化、自动化成为现实,使科学钻井成为可能。

(5) 钻机移运性能不断提高,快速搬迁能力成为钻机的关键竞争力。

(6) 注重以人为本,更加适应 HSE 要求。

近年来国内钻机在满足常规钻井工艺要求方面,与国外的先进水平差距正在缩小,车装

钻机, 5000m、7000m 和电驱动钻机 (SCR/VFD) 技术成熟而且保持与国际先进水平同步, 个别性能甚至优于国外先进水平, 比如车装钻机的移运性能。国内钻机与国外钻机的主要差距表现在以下几个方面:

(1) 钻机不能很好地满足特殊的钻井工艺要求, 比如大位移钻井、超深复杂钻井。

(2) 设计理念: 国外是从三维实体到二维, 国内则仍是从二维到三维实体。国外钻机的设计理念是以不用人或少用人为目标, 国内钻机的设计仍需要考虑充分就业 (除海上)。国外已经达到精确设计, 国内为了安全而一味提高安全系数。

(3) 国外对钻机的关键配套件如电机、液气元件, 充分考虑钻机的运转工况, 包括适应一些特殊工艺, 而国内大多为通用件, 因而在一些关键技术指标上存在不足。

(4) 国内对 HSE 的关注已经有很大进步, 但仍然不够。

南阳石油机械厂是国内生产橇装模块钻机的主要厂家之一, 在广泛吸收国内外先进技术的基础上, 先后研制了 1000m、1500m、2000m、3000m、4000m 系列产品, 具有自主知识产权, 达到国际先进水平, 在国内各油田得到了较广泛的应用。华北石油管理局既是钻机的使用者, 又是井控设备、油田供油供水系统等产品的生产商, 在使用和制造方面有丰富的经验。

随着油田设备管理水平和使用水平的提高, 用户迫切需要一本简明实用的作业指导书, 因此, 南阳石油机械厂继编写《车装钻机》、《石油修井机》之后, 又与华北石油管理局合作, 编写了《橇装模块钻机》一书。

本书本着理论与实践相结合的原则, 侧重用户的应用, 较系统地讲述了橇装模块钻机各部分的性能参数、结构特征、操作使用与维护保养方面的知识。内容以 4000m 以下的橇装模块钻机为主。为了便于用户的阅读, 本书在结构安排上尽量使各部分自成系统。一些涉及安全的重要警告和重要的技术内容可能在多处重复出现。这样, 即使用户是为了某个目的而临时挑选某章节阅读, 也能得到足够的信息。

橇装模块钻机的主要特点如下:

(1) 驱动型式, 常采用高速柴油机加液力机械传动箱, 使用的高速柴油机多为卡特彼勒 3400、3500 系列柴油机。它们的外形尺寸小, 3400 系列不超过 $1936\text{mm} \times 1143\text{mm} \times 1369\text{mm}$, 重量轻, 油耗低于 $227\text{g}/(\text{kW} \cdot \text{h})$, 排放好, 性能可靠, 寿命在 24000h 以上, 功率范围大, 从 199~746kW (2100r/min)。

柴油机电子喷射控制技术的应用使发动机功率又上升一个档次, 而且油耗更低, 排放更好。卡特彼勒 3400 系列高速柴油机经技术改造, 可实现中速柴油机的性能, 但重量和价格仅为同样功率中速柴油机的一半, 这就为钻井泵组提供了更好的选择。

阿里森传动箱的三元件变矩器提供了平稳无冲击的操作, 变速箱为液压换挡, 气动控制, 操作简便可靠, 外形尺寸小, 比如, 净输入功率为 1678kW 的 S9800 传动箱, 外形尺寸为 $1836\text{mm} \times 914\text{mm} \times 993\text{mm}$, 重量仅为 1678kg。阿里森传动箱功率范围大, 从 332kW 到 1678kW, 可靠性高, 使用寿命在 2500h 以上。

近年来迅速发展的交流变频驱动则更具优势, 它有以下特点:

①绞车、转盘可实现无级调速。由于电机本身有很宽的调速范围, 不再需要绞车和转盘的內变速系统或多挡外变速系统, 一般来说, 使用两挡变速箱即可满足要求。随着变频控制技术的进步, 可以完全取消挡位。所以, 交流变频驱动使绞车结构简化, 质量减轻, 体积缩小, 为钻井作业提供了优越的施工条件。

②交流变频电机动力特性好,短时过载能力达额定值两倍以上,提高了钻机提升能力和处理事故的能力。

③采用计算机自动控制技术,对起下钻工况和钻进工况实时监控和记录,采用计算机远程通信技术,可对钻机进行远程数据传输,并可进行远程故障检测,快速解决钻机使用过程中出现的控制系统问题。钻井泵排量、冲数、转盘转数、扭矩等参数能与自动化及仪表系统紧密结合,可实现全数字显示,实现钻机的自动化、智能化和对外界变化的自适应控制。可以很方便地实现主电机或应急电机自动送钻。

④交流变频电传动钻机体积小,单机容量大,具有转盘扭矩限制功能,可防止钻具扭断。

⑤交流变频电传动钻机具有能耗制动功能,可起到主刹车的作用,使机械式刹车只作为停车制动和紧急制动用。

⑥交流变频驱动使用的是三相异步电机,相对直流电机驱动方式而言,前者无碳刷换向器,维护费用低,使用安全可靠,易于操作管理,具有安全保护功能。负载功率因数高,能耗低,传动效率高。

(2) 橇装模块钻机的绞车及传动方式。旧式橇装钻机常采用内变速多轴式绞车,体积和重量都大。采用高速柴油机加液力机械传动箱后可简化绞车结构,因液力机械传动箱本身有6个正挡1个倒挡,并能可靠地远距离控制,绞车不再需要内变速结构。如 ZJ30/1700 橇装钻机绞车(单轴,带捞砂滚筒)重量不超过 9t,仅为 ZJ32L 钻机绞车重量的 1/4。

功率大于 500kW 的绞车,为提高可靠性和提高低负荷工况下的经济性,其动力系统一般不采用单机而采用双机并车。并车有三种形式:

第一种是链条并车,如 Wilson、Kremco 的钻机。链传动对尺寸的要求不严格,重量轻,可实现大的中心距。缺点是噪音比较大,且国内套筒滚子链高速工作寿命比较短,在 2000r/min 情况下不超过 1500h,链传动的功率也比较有限。

第二种是圆柱齿轮并车,Cooper 钻机多采用这种方式。它对传动尺寸要求严格,但噪声较小,传递功率大。

第三种是万向轴加螺旋锥齿轮并车,IRI 钻机多采用这种方式。它对传动尺寸要求不严格,噪音小,传递功率/重量比大。

为减轻绞车的重量,橇装模块钻机的辅助刹车较少采用电磁涡流式,一般选用气控水冷盘式刹车。气控水冷盘式刹车的优点是不仅可作辅助刹车,也可作主刹车;制动扭矩与气缸压力成正比,可人工精确控制,配置自动送钻系统可实现自动送钻;盘刹直接装在滚筒轴上,制动功率/重量比大;使用内循环水冷却和无公害摩擦片,有利于环境保护和员工健康。

交流变频电传动更为优越,由于其输出外特性为恒功率(低速部分为恒扭矩),且变速范围宽,能以能耗制动做主刹车用,因而可以使用结构最简单的绞车。绞车外的传动系统也可以大大简化,从近年来的发展来看,趋向于使用高速重载齿轮传动代替链传动。

(3) 橇装模块钻机的转盘传动系统。机械驱动钻机中,转盘与绞车常采用统一驱动形式,共用 1 台主机或几台主机并车后驱动绞车、转盘和泥浆泵。对转盘的传动为链条加螺旋锥齿轮角箱,可实现正倒转。配置刹车机构,可安全释放钻杆变形能引起的反转扭矩。交流变频驱动钻机中,转盘可以采取上述统一驱动方式,也可单电机驱动。

(4) 顶部驱动钻井装置,有液压、直流和交流变频三种驱动方式,各有特点,但交流变频驱动更具良好的发展前景。

(5) 提升系统。游车大钩采用游动滑车与大钩一体化结构，可比两体式长度短 18%，增加了井架的有效高度，安全性更好。2250kN 的游车大钩滑轮直径为 915mm，绳槽直径为 32mm，重量仅为 4.73t，外形尺寸只有 3450mm×970mm×850mm。在使用顶部驱动钻井装置时采用分体式游车大钩较好。

(6) 井架。由于对运移尺寸的限制较宽松，橇装模块钻机井架的结构形式比较多。可以是前开口、双节套装式井架，机械起升与伸缩，井架材料采用角钢或矩形钢管，承载机构采用承载蹄或承载销，采用四点或两点式支撑。也可以是直立式、前开口、分段低位组装、整体提升的井架，或一体化的新型旋升式井架和底座，以及直立多段举升式井架，以满足不同用户的需求。南阳石油机械厂近年开发成功的五节套装式自升式井架，占地面积很小，拆装方便快捷，移运性好，在各油田尤其是老油田和土地资源宝贵的油田受到广泛欢迎。

(7) 底座（含钻台）。橇装模块钻机的模块化底座大致分为两种形式：箱叠式和自升式。箱叠式底座中，各种功能块（主机和绞车橇、钻台橇、立根座橇、基础座等）做成箱叠式结构，可以分拆运输，使用时通过各种拉杆、V 型座等联结在一起。钻台高度应满足安装压力级别为 35MPa 的单闸板、双闸板和环形防喷器的需要。自升式底座在作业时升起，移运时缩回。有时两种结构型式结合使用。

(8) 机泵组。橇装模块钻机的钻井泵组可采用单机单泵配置，预留并泵管汇，采用卡特彼勒 3400 或 3500 发动机，再通过 PTO 离合器来分别驱动各泥浆泵。浅井钻探时不需要换缸套，利用柴油机的调速范围改变泵组排量以适应钻井工艺要求。在深井钻探需要大排量时可另配缸套。ZJ40 钻机更多的是并机双泵配置。

(9) 固控系统。固控系统要尽可能简化，要求泥浆工在泥浆罐踏板上能完成所有操作，节约操作时间。泥浆净化系统要选用多级震动筛以减少净化设施，一般要配除泥器、除沙器。泥浆立管为双立管 H 型连接，以满足正反循环的需要。

(10) 井控系统。井控系统的配置包括一个四通、一个双闸板、一个环形防喷器加泥浆出泵管。压井管汇和节流管汇同时配备。压力等级选在 35MPa 以下，防喷控制蓄能器安装在综合房内，用气管排连接。

(11) 电气系统。以柴油机为动力的橇装模块钻机，其电气系统配置一个功率适度的发电机组，满足井场照明和固控系统动力的要求。交流变频驱动钻机的电气系统还必须考虑与主传动电动机的功率相匹配。

(12) 供油、供水（气）系统。整套钻机的柴油机由一个油罐集中供油，各柴油机旁不设油箱，以减少各橇的外形尺寸和重量。由水（气）罐通过泵向各处供水供气。管路全部采用快速连接，以方便拆卸。

(13) 其他方面。充分考虑在井架上安装顶部驱动钻井装置，以提高钻机性能。钻井仪表应满足钻井工艺的要求，实现计算机采集处理一体化，远程信息传输与控制。配备必要的钻杆盒，提高钻机搬家效率，减少运输车辆。

南阳石油机械厂生产的橇装模块钻机主要技术性能参数见表 1。

表 1 橇装模块钻机主要技术性能参数

产品型号		ZJ10DB	ZJ20K	ZJ30K	ZJ30DB	ZJ40L
钻井井深 m	4½in 钻杆	500~1000	1200~2000	1600~3000	1600~3000	2500~4000
	5in 钻杆	500~800	1100~1800	1500~2500	1500~2500	2000~3200

续表

产品型号	ZJ10DB	ZJ20K	ZJ30K	ZJ30DB	ZJ40K
最大钩载, kN	675	1580	1700	1700	2250
大钩速度, m/s	0~1.1	0.2~1.5	0.2~1.5	0~1.1	0.15~1.36
井架高度, m	29	31	33	41	42
钻台面高度, m	2.7	4.5	5.8	5	4.5
动力机型号	交流变频调速电机	CAT3412	CAT3408C DITA	交流变频调速电机	GZ12V190PZL-3
动力机功率, kW	230	485	2×396	500	3×810
传动型式	电动+机械	液力+机械	液力+机械	电动+机械	液力+机械
传动箱型号	—	CLB6061	2×S5600	四挡箱 JZK-190	BY800
游动系统	4×5	4×5	5×6/4×5	5×6	5×6
绞车	JC12	JC21D	JC28/11 或 JC32A	JC28E	JC32
辅助刹车		224WCB	324WCB	324WCB	236WCB
主大绳直径, mm	21.5	29	29/32	29	32
游车大钩型号	YG70	YG160B	YG225	YG225	YG225
水龙头型号	SL110	XSL170	SL225	SL225	XSL225
转盘型号	ZP175	ZP175	ZP205/ZP215	ZP275	ZP275
液路系统工作压力, MPa	14				
气路系统工作压力, MPa	0.85				
主机质量, kg	80000	86000	98500	167000	240000

第一章 动力系统

第一节 柴油机驱动

一、主要技术参数

动力系统是橇装钻机中用于驱动绞车、钻井泵和转盘等工作机组的动力设备，可以是柴油机、交流电动机或直流电动机。用柴油机作为动力，通过使动箱驱动钻井作业设备称为柴油机驱动，习惯上还称为机械驱动。

由于钻井作业时若发生故障停机将会造成巨大损失，因此对发动机的要求十分严格。橇装钻机工作负荷变化范围很大，在橇装钻机上，一般采用双发动机或多发动机配置，负荷小时只启动 1 台，比较经济，而负荷较大时双机或多机并车，提供足够的动力。

传动箱与发动机配套使用，为橇装钻机提供平稳无冲击的各挡动力。

目前，在橇装钻机上广泛应用的发动机有卡特彼勒 3406、3408、3412，以及康明斯、济柴 190、底特律公司的同类产品，传动箱则多使用阿里森 M5600、M6600 系列。少部分机型上使用美国双环公司的液力变速箱。有些小型的橇装钻机，也可以使用国产的 BY 系列液力变速箱，或者 YB 系列变矩器。

本章节中介绍以卡特彼勒、阿里森系列为主，其他型号的发动机和变矩器，请按照随机的说明书的要求进行使用和维护。

（一）发动机

表 1-1 为橇装钻机所用的国内外发动机技术参数。

表 1-1 国内外发动机技术参数

项目 \ 型号	CAT 发动机技术参数			国产发动机技术参数		
	3406 DITA	3408 DITA	3412 DITA	WD615.68	TBD234V6	KHD BF8L413F
型式	直列六缸	V 型八缸 增压中冷	V 型十二缸 增压中冷	直列六缸 增压中冷	V 型六缸 增压中冷	V 型八缸 增压中冷
气缸直径, mm	137	137	137	126	128	125
活塞行程, mm	152	152	152	130	140	130
活塞总排量, L	13.5	18	26	9.726	10.8	12.76
压缩比	14.5	14.5	14.5	16	16.5	16.5
额定功率 kW / (r/min)	226/2100	354/2100	484/2100	226/2200	240/2100	213/2300
冷却方式	水冷	水冷	水冷	水冷	水冷	风冷

（二）传动箱

表 1-2 为橇装钻机使用的国内外传动箱技术参数。

表 1-2 国内外传动箱技术参数

参数		阿里森传动箱型号及参数		国产传动箱（凯山）型号及参数	
		M5600	M6600	BY300	BY500
最高输入速度，r/min		2500	2500	2500	2500
最大输入净扭矩，N·m		2732	3078	1532	1832
最大输入净功率，kW/hp		410/550	530/710	294/396	391/528
输入旋向		顺时针（从输入端看）			
输出旋向		顺时针（从输入端看）			
安装（直接安装式）		SAE1 [#] 飞轮壳（湿式），后部有两个安装座			
变扭器	型式	单级、三元件、多相			
	变矩器及失速变矩系数	TC580—2.89:1 TC680—2.17:1 —2.08:1	TC680—2.17:1 —2.08:1 TC682—1.77:1 TC683—1.85:1	DM12—（相当于 TC590） DM28—（相当于 TC680） DM12A—（相当于 TC490）	
	闭锁离合器	所有挡位自动闭锁 或除空挡一挡和倒挡外其余挡自动闭锁			
	传动箱齿轮	常啮合式，直齿行星齿轮			
	分动箱齿轮（仅 M5600 型）	常啮合式，直齿轮			
减 速 比	一档	4.00:1		4.00:1	
	二挡	2.68:1		2.68:1	
	三挡	2.01:1		2.01:1	
	四挡	1.35:1		1.35:1	
	五挡	1.00:1		1.00:1	
	六挡	0.67:1		0.67:1	
	倒挡	5.15:1		5.15:1	
	分动箱 （仅 M5600 型有分动箱）	1.00:1			
换挡离合器	多片式、液压接合，弹簧分离，油冷				
动力 输出 （顶 装和 侧装）	安装法兰盘	两个 SAE 八螺栓重负荷法兰盘			
	额定功率（任一个或两个）	间断使用 149kW/200hp 连续使用 93kW/125hp			
	速比	顶装式：1.21×发动机转速 侧装式：1.00×发动机转速			
	齿轮参数	顶装式：25°压力角，节距 6，38 齿 侧装式：25°压力角，节距 6，46 齿			
液力油 系统 参数	油底壳	整体式			
	压油泵和回油泵	容积式，直齿轮泵			
	油的等级	C-4			
	油容量：				
	直通型	70L（初次加注，不含外部管路容量）			
	分动箱型	49L（初次加注，不含外部管路容量）			
	滤油器	全流式，滤芯可换			
	油底壳内正常温度，℃	82~93			
正常工作时变矩器出口 最高油温，℃	135				
间断使用下坡减速器 时，℃	166				

注：1hp=745.7W。

表 1-3 为国产变矩器（山推）型号及参数。

表 1-3 国产变矩器（山推）型号及参数

	YB409	YB435
最大有效直径, mm	409	435
额定输入转速, r/min	1800	2000
额定输入功率, kW	167	320
失速扭矩比	2.40	2.42
最高效率	88%	87%
高效区范围	2.05	2.15
循环流量, L/min	146	180
重量, kg	200	220
外形尺寸, mm×mm×mm	800×750×420	800×750×470

二、结构与工作原理

本节介绍卡特彼勒发动机各个系统及传动箱的结构和工作原理。

（一）发动机燃油系统

以卡特彼勒 3408 系列为例。3400 系列发动机具有压力型燃油系统，其结构见图 1-1。

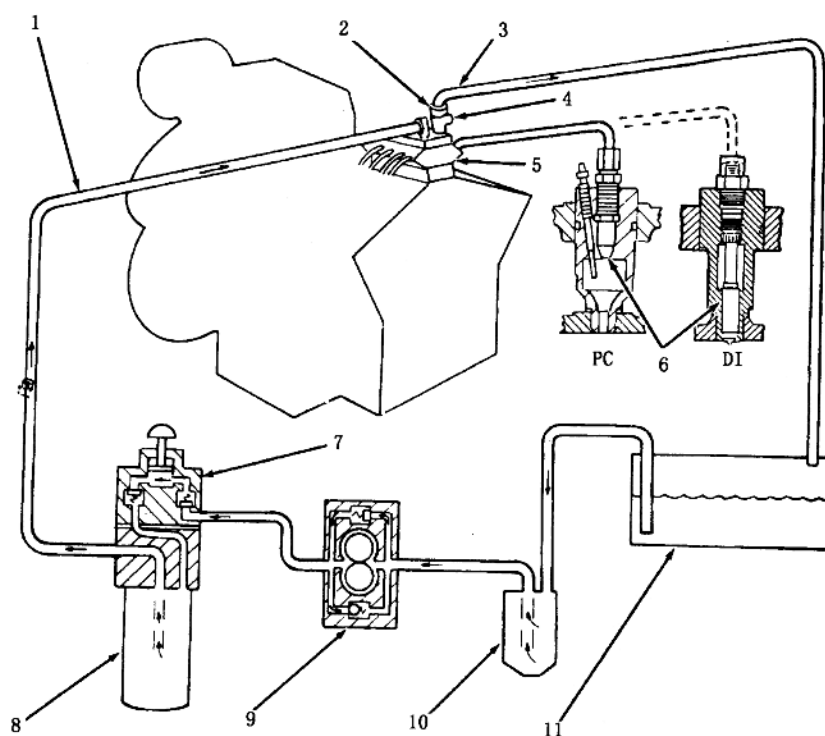


图 1-1 卡特彼勒 3408 系列发动机燃油系统结构

1—进油管；2—带节流管接头；3—回油管；4—压力测量口；5—喷油泵壳体；6—喷油阀；7—手油泵；
8—燃油油滤器；9—燃油输油泵；10—燃油粗滤器；11—燃油箱

每一个气缸有一个喷油泵和一个喷油阀。喷油泵在发动机顶部的喷油泵壳体（5）内。喷油阀（6）装在气门罩盖底下的预燃室内，对于直接喷射式发动机来说则装在连接套内，撬装钻机上一般用直喷式发动机。

输油泵（9）将燃油箱（11）内的燃油经燃油粗滤器（10）泵出，然后通过燃油细滤器（8）将燃油输送到喷油泵壳体中的油道内。

喷油泵壳体中有油道，为喷油泵提供燃油。进入油道内的多余燃油通过与油道连接的回油管接头内的节流孔流回油箱，同时排出系统内的空气。节流孔控制油道内的压力。油泵将高压燃油泵入喷油阀。当喷油阀内的油压达到一定值时，油阀打开，燃油喷入预燃室或气缸内。（7）为手油泵（含旁通及安全阀），按压手油泵可以通过旁通阀手动泵油。安全阀控制着最大油压，当油压过高时，安全阀打开，多余的油流回到油泵进油端。

当燃油进油端有空气时，用手油泵（7）为系统充注燃油，使空气回到油箱内排出。

高压油管内的空气，可以采用放松气门罩盖座上的接头螺母（一次一个）的方法来排除。由于直喷式发动机喷油泵出口有出油阀总成，手油泵提供的油压不足以排除燃油喷油管内的空气，因此用启动马达来转动发动机，直到从放松的螺母内流出的燃油不带气泡为止。空气排尽后将螺母拧紧。

下面介绍各部件的结构及原理。

1. 燃油喷油泵

剖面图见图 1-2，其工作过程如下：

凸轮轴（12）上凸轮的旋转驱动滚轮体（9）和油泵柱塞（5）上下移动。柱塞的每次行程都是相等的。弹簧（6）的张力使滚轮体（9）与凸轮轴的凸轮保持接触。

油泵柱塞向下时，燃油从油道（1）通过进油孔（2）进入油泵柱塞（5）上方的腔内。柱塞向上运动时，进油孔关闭，柱塞上方的腔内油压上升，直至使出油阀（3）打开。高压燃油从油阀流出，通过高压油管路进入喷油阀，直到进油孔与柱塞上的卸压斜槽（4）相通，腔内压力减小，出油阀（3）关闭。

进油孔关闭的时间越长，通过出油阀（3）的油量就越多。进油孔关闭的时间由卸压斜槽控制。卸压斜槽的有效长度由柱塞的旋转来改变。当调速器带动燃油齿条（8）时，齿条驱动固定在柱塞（5）上的齿圈（7），使柱塞旋转。

调速器与左侧的燃油齿条连接。作用在杠杆（11）上的弹簧的弹力可消除齿条与连杆（10）之间的间隙。

2. 燃油喷油嘴

结构图见图 1-3。

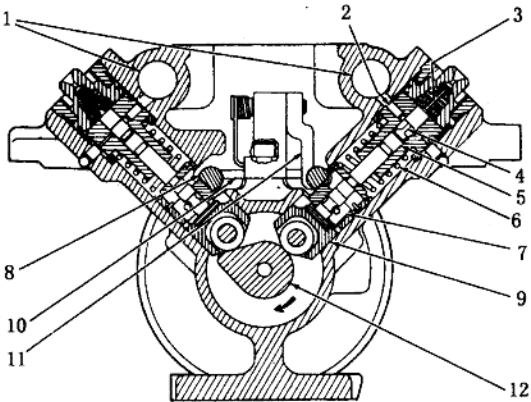


图 1-2 燃油喷油泵壳体横剖面图
(直接喷射式发动机油泵)

- 1—燃油道；2—进油孔；3—回油阀；4—卸压斜槽；
- 5—油泵柱塞；6—弹簧；7—齿圈；8—燃油齿条（左）；
- 9—滚轮体；10—连杆；11—杠杆；12—凸轮轴