



石油高职高专规划教材

钻井机械

孙松尧 主编



石油工业出版社
Petroleum Industry Press

石油高职高专规划教材

钻井机械

孙松尧 主编

石油工业出版社

内 容 提 要

本书概括地介绍了钻机的基本组成、类型和基本参数；重点讲述了钻机的起升、旋转、循环三大工作系统和绞车、转盘、钻井泵这三大工作机及钻机的驱动与传动系统和气控制系统；介绍了海洋石油钻井设备、液压传动技术、离心泵和液力传动技术。

本书可作为石油钻井技术专业高职高专的学生教材，也可作为从事石油钻井和石油机械工作的职工上岗、考级、培训的参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

钻井机械/孙松尧主编.

北京:石油工业出版社,2006.8

石油高职高专规划教材

ISBN 7-5021-5607-0

I. 钻…

II. 孙…

III. 油气钻井-机械设备-高等学校:技术学校-教材

IV. TE92

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 077380 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 100011)

网 址:www.petropub.cn

发行部:(010) 64210392

经 销:全国新华书店

印 刷:石油工业出版社印刷厂

2006 年 8 月第 1 版 2006 年 8 月第 1 次印刷

787×1092 毫米 开本:1/16 印张:16.5

字数:416 千字 印数:1—2500 册

定价:22.00 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

前 言

进入 21 世纪以来,我国高等职业技术教育发展迅速,但具有高职高专特色和石油特点的石油类高职高专教材却相对匮乏,不少高职高专院校尚在使用普通本科和中专教材。为了适应高等职业教育发展的要求,加快高职高专教材建设的步伐,根据石油高职高专教材建设会议的精神,讨论并制定了石油高等职业技术教育钻井技术专业《钻井机械》教学大纲和教材编写细纲。本书是在会议审定的教学大纲和教材编写细纲的基础上编写的。

本教材的编写力求突出高层次性和可衔接性。在教材内容的安排和知识能力的要求上既注意把高等职业教育与中等职业教育区别开来,又注意把高等职业教育与普通高等教育区别开来,努力适应新的角色要求,适应新的教育定位;同时又注意与本科教育相应课程的衔接,为学生的可持续性发展奠定基础。

本教材的编写力求突出职业性、技术性、应用性和针对性。努力体现职业教育特色和石油特点,面向生产、建设、服务、管理一线。以职业能力和职业岗位(群)的要求为核心,以“必须、够用”为度,建立“相对不完善的理论体系和相对完善的技能体系”。课程内容的选取以职业实践所需要的动作技能和心智技能为重点,同时兼顾学科理论的逻辑顺序。

本教材的编写力求突出前瞻性、先进性和创新性。尽可能地反映当代科技发展的新水平、新动向、新知识、新理论和新工艺、新材料、新设备。力求改变旧教材“从概念到概念”、“从公式到公式”的刻板说教,注意发挥图、表、例在塑造应用型人才中的“赋型”作用。努力反映高职教育的特点,体现“能力本位”的原则要求。

全书内容分为十章,概括地介绍了钻机的基本组成、类型和基本参数;重点讲述了钻机的起升、旋转、循环三大工作系统和绞车、转盘、钻井泵三大工作机及钻机的驱动与传动系统、气控制系统;介绍了海洋石油钻井设备、液压传动技术、离心泵和液力传动技术。

参加本书编写的有:山东胜利职业学院孙松尧(第一章、第四章及附录),李德俭(第七章),马春成(第八章);天津工程职业技术学院程瑞亮(第二章、第三章);渤海石油职业学院郑爱军、毛建华(第五章);天津石油职业技术学院宋文义(第六章);辽河石油职业技术学院李国宾(第九章);大庆职业学院刘玉忠(第十章)。全书由孙松尧副教授任主编,李德俭、程瑞亮副教授任副主编,中国石油大学(华东)高学仕教授任主审。

在教材编写过程中,得到了中国石油大学石油工程学院、中国石油大学机电工程学院及兄弟院校领导、专家和同行的大力支持,在此一并表示感谢。

本书可作为石油钻井技术专业高职高专的学生教材,也可作为从事石油钻井和石油机械工作的职工上岗、考级、培训的参考书。

由于编写人员水平有限,书中难免有不妥之处,希望广大师生及读者给予批评指正。

编者
2006.3

目 录

第一章 钻机概论	(1)
第一节 钻井工艺对钻机的要求及钻机的特点.....	(1)
第二节 钻机的组成及类型.....	(2)
第三节 钻机的基本参数及我国钻机系列标准.....	(5)
第二章 钻机的起升系统	(9)
第一节 井架.....	(9)
第二节 钻机的游动系统.....	(16)
第三节 钻井绞车.....	(27)
第四节 绞车的刹车机构.....	(35)
第三章 钻机的旋转系统	(48)
第一节 转盘.....	(48)
第二节 水龙头.....	(51)
第三节 顶部驱动钻井系统.....	(55)
第四章 钻机的循环系统	(68)
第一节 概述.....	(68)
第二节 往复泵的流量.....	(69)
第三节 往复泵的性能参数.....	(73)
第四节 往复泵的装置特性.....	(75)
第五节 常用钻井泵的典型结构.....	(79)
第六节 钻井液净化设备.....	(89)
第五章 钻机的驱动与传动系统	(94)
第一节 概述.....	(94)
第二节 柴油机驱动—机械传动.....	(98)
第三节 电驱动钻机.....	(103)
第六章 钻机气控制系统	(113)
第一节 概述.....	(113)
第二节 供气设备.....	(114)
第三节 执行元件.....	(117)
第四节 控制元件.....	(120)
第五节 辅助元件.....	(129)
第六节 典型钻机的气控制系统.....	(130)
第七节 钻机气控制系统的维护保养.....	(135)
第七章 海洋石油钻井设备	(137)
第一节 海洋石油钻井平台.....	(137)
第二节 海洋钻井水下装置与升沉补偿.....	(142)

第八章 液压传动系统	(147)
第一节 概述.....	(147)
第二节 液压泵和液压马达.....	(154)
第三节 液压缸.....	(163)
第四节 液压控制阀.....	(168)
第五节 液压辅助装置.....	(185)
第六节 液压基本回路.....	(190)
第七节 典型液压传动系统.....	(199)
第九章 离心泵	(204)
第一节 概述.....	(204)
第二节 离心泵的基本理论.....	(207)
第三节 离心泵的特性曲线及其应用.....	(211)
第四节 离心泵的选用及维护.....	(215)
第十章 液力传动系统	(220)
第一节 概述.....	(220)
第二节 液力偶合器.....	(222)
第三节 液力变矩器.....	(236)
附录	(252)
附录一 常用物理量及其符号.....	(252)
附录二 常用液压、气动元件图形符号.....	(253)
参考文献	(255)

第一章 钻机概论

石油钻机是指用来进行石油与天然气勘探、开发的成套钻井设备。转盘钻机是成套钻井设备中的基本形式，也称为常规钻机。此外，为适应各种地理环境和地质条件、加快钻井速度、降低钻井成本、提高钻井综合经济效益，近年来世界各国在转盘钻机的基础上研制了各种类型的具有特殊用途的钻机，如沙漠钻机、丛式井钻机、顶驱钻机、小井眼钻机、连续油管钻机等特种钻机。

现代钻机是一套大型的综合性机组，为了满足油气钻井的需要，整套钻机是由若干系统和设备组成的。本章从整体上，简要介绍关于钻机的基本概念和基本知识。

第一节 钻井工艺对钻机的要求及钻机的特点

一、钻井工艺对钻机的要求

钻机设备的配置与钻井方法密切相关，目前，世界各国普遍采用的钻井方法是旋转钻井法。即利用钻头旋转破碎岩石，形成井身；利用钻杆柱将钻头送到井底；利用大钩、游车、天车、绞车起下钻杆柱；利用转盘或顶部驱动装置带动钻头、钻杆柱旋转；利用钻井泵输送高压钻井液，带出井底岩屑，如图 1-1 所示。

显然，旋转钻井法要求钻井机械设备具有以下三方面的基本能力：

(1) 旋转钻进的能力：钻井工艺要求钻井机械设备能为钻具（钻杆柱和钻头）提供一定的转矩和转速，并维持一定的钻压（钻杆柱作用在钻头上的重力）。

(2) 起下钻具的能力：钻井工艺要求钻井机械设备应具有一定的起重能力及起升速度（能起出或下入全部钻杆柱和套管柱）。

(3) 清洗井底的能力：钻井工艺要求钻井机械设备应具有清洗井底并携带岩屑的能力，能提供较高的泵压，使钻井液通过钻杆柱中孔，冲击清洗井底，并将岩屑带出井外。

此外，考虑到钻井作业流动性大的特点，钻机设备要容易安装、拆卸和运输。钻机的使用维修工作必须简便易行，钻机的易损零部件应便于更换。

钻机设备的配置和各种设备的工作能力、技术指标都是根据钻井工艺对钻机的以上三项基本要求确定的。在钻机的基本参数中对转盘的转矩与功率、大钩起重量及功

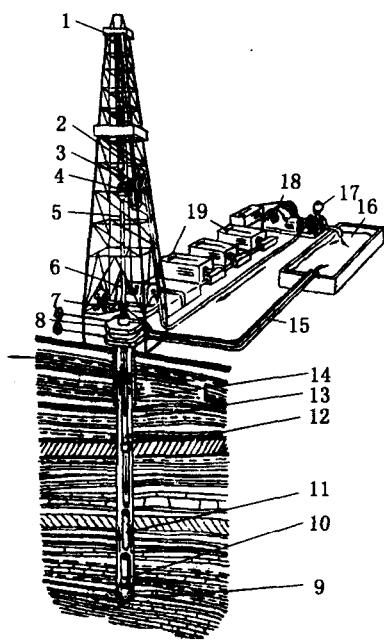


图 1-1 旋转钻井法示意图

1—天车；2—游动滑车；3—大钩；4—水龙头；5—方钻杆；6—绞车；7—转盘；8—防喷器；9—钻头；10—钻井液；11—钻铤；12—钻柱；13—井眼；14—表层套管；15—钻井液槽；16—钻井液池；17—空气包；18—钻井泵；19—动力机

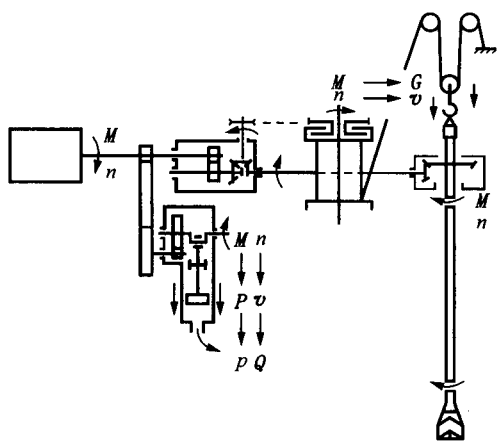


图 1-2 钻机能量传递与运动转换过程示意图

M —转矩； n —转速； v —速度； Q —流量； p —压力；
 G —拉力

率、钻井泵的许用泵压与功率提出了要求。在这三组参数中，转盘的转矩，大钩的起重量，钻井泵的许用泵压，都是受到机件强度限制的。

在强度满足使用要求的条件下，转盘应具有一定的转速；大钩应具有一定的提升速度；钻井泵应具有一定的排量，否则钻井作业就不能顺利进行。对转矩与转速，起重量与升速，泵压与排量的联合要求，就是工作机对功率的要求。为了保证一定的转速、升速、排量，应该供给一定的功率。钻机的能量传递与运动转换过程如图 1-2 所示。

二、钻机的特点

根据钻井工艺的要求和钻井场所的特殊性，钻机表现出与一般通用机械不同的特点，概括起来如下：

点，概括起来如下：

(1) 为了完成钻进与起下钻等钻井作业，钻机必须是一套大功率的重型联合工作机组。

由于发动机是单一的特性，而工作机与井底钻具则要求具有不同的特性，所以从发动机到工作机与井底钻具间就有着不同的能量转换、运动变化和很长的能量传递路线，如图 1-2 所示。这就必然造成了钻机的传动机构庞大、整体效率低，控制机构复杂、自动化程度低。

(2) 钻井作业是不连续的。

在深井钻井中，起下钻这一非生产性质的辅助操作跃居主要地位，所以，起升机组变成了主要的工作机组。起钻时必须付出很大的能量，而下钻时所产生的能量又不能回收，造成了很大的能量损耗。

(3) 钻机的工作场所与一般机器不同。

它是在矿场、山区、沙漠、沼泽地带及海洋上进行流动性作业的。这就要求钻机必须具有高度的运移性，即设备拆、装简易，尺寸和重量适于大块装运或整体拖运。为了适应各地的载运条件，钻机应具有不同的底座结构形式。

第二节 钻机的组成及类型

一、钻机的组成

现代钻机，也就是目前世界各国通用的常规钻机，是一套大型的综合性机组，整套钻机是由动力与传动系统、工作系统、控制系统、辅助系统等若干系统和相应的设备所组成。一般说来，大型的综合性机组应包括：

- (1) 动力系统：为整套机组提供能量的设备；
- (2) 传动系统：为工作机组传递、输送、分配能量的设备；
- (3) 工作系统：按工艺的要求进行工作的设备；
- (4) 控制系统：控制各系统、设备按工艺要求进行工作的设备；
- (5) 辅助系统：协助主系统工作的设备。

钻机也不例外，也应包括这五大系统。所不同的是，钻机的工作系统比较庞大，各机组的工作状况和工作特点各不相同，因而人们按照钻机工作机组的工作特点，把钻机的工作系统分成三部分，即旋转系统、起升系统和循环系统，另外，还把钻机底座单独列为一个系统。这样看来，整套钻机就是由下述八大系统设备组成的，如图 1-3 所示。

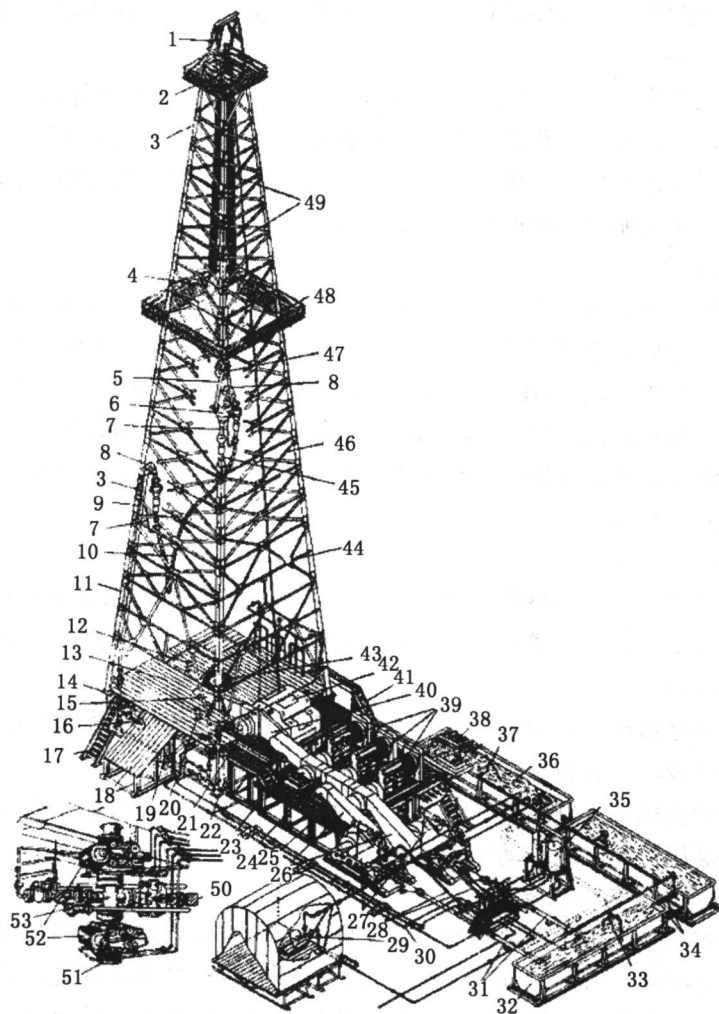


图 1-3 钻机组成示意图

1—人字架；2—天车；3—井架；4—游车；5—水龙头提环；6—水龙头；7—保险链；8—鹅颈管；9—立管；10—水龙带；11—井架大腿；12—小鼠洞；13—钻台；14—脚架；15—转盘传动；16—填充钻井液管；17—扶梯；18—坡板；19—底座；20—大鼠洞；21—水刹车；22—缓冲室；23—绞车底座；24—并车箱；25—发动机平台；26—泵传动；27—钻井泵；28—钻井液管线；29—钻井液配置系统；30—供水管；31—吸入管；32—钻井液池；33—固定钻井液枪；34—连接软管；35—空气包；36—沉砂池；37—钻井液枪；38—振动筛；39—动力机组；40—绞车传动装置；41—钻井液槽；42—钻井绞车；43—转盘；44—井架横梁；45—方钻杆；46—斜撑；47—大钩；48—二层平台；49—游绳；50—钻井液喷出口；51—井口装置；52—防喷器；53—换向闸门

1. 旋转系统设备

为了转动井中钻具，带动钻头破碎岩石，钻机配备了旋转系统。它主要由转盘、水龙头、钻杆柱及钻头组成。另外，水龙头、钻杆柱和钻头也起着循环高压钻井液的作用。转盘是旋转系统的核心，是钻机的三大工作机之一。

顶部驱动钻机配备了顶部驱动钻井装置，代替转盘驱动钻杆柱和钻头旋转。

2. 循环系统设备

为了及时清洗井底、携带岩屑、保护井壁，钻机配备了钻井液循环系统。主要有钻井泵、地面高压管汇、钻井液净化设备和钻井液调配装置（固控设备）等。当采用井下动力钻具钻进时，循环系统还担负着提供高压钻井液，驱动井下涡轮钻具或螺杆钻具带动钻头破碎岩石的任务。钻井泵是循环系统的核心，是钻机的三大工作机之一。

3. 起升系统设备

为了起下钻具、下套管、控制钻压及钻头送进等，钻机配备了起升系统，以辅助完成钻井作业。这套设备主要由钻井绞车、辅助刹车、游动系统（如钢丝绳、天车、游动滑车）、大钩和井架组成。另外，还有用于起下操作的井口工具及机械化设备（如吊环、吊卡、卡瓦、动力大钳、立根移运机构等）。绞车是起升系统的核心，是钻机的三大工作机之一。

上述三大系统设备是直接服务于钻井生产的，是钻机的三大工作系统。绞车、转盘钻井泵称为钻机的三大工作机。

4. 动力驱动系统设备

动力驱动系统设备是指为整套机组（三大工作机组及其他辅助机组）提供能量的设备，可以是柴油机及其供油设备，或是交流、直流电动机及其供电、保护、控制设备等。

5. 传动系统设备

传动系统设备是指连接动力机与工作机，实现从驱动设备到工作机组的能量传递、分配及运动方式转换的设备。它包括减速、并车、倒车及变速机构等。

钻机中常用的机械传动副主要是链条、三角胶带、齿轮和万向轴。此外，不少钻机还采用了液力传动、液压传动、电传动等传动形式。

6. 控制系统和监测显示仪表

为了指挥、控制各机组协调地进行工作，整套钻机配备有各种控制装置，常用的有机械控制、气控制、电控制、液控制和电、气、液混合控制。机械驱动钻机，普遍采用集中统一气控制。现代钻机还配备各种钻井仪表及随钻测量系统，监测显示地面有关系统设备的工作状况，测量井下参数，实现井眼轨迹控制。

7. 钻机底座

底座包括钻台底座和机房底座，用于安装钻井设备，方便钻井设备的移运。钻台底座用于安装井架、转盘，放置立根盒及必要的井口工具和司钻控制台，多数还要安装绞车。钻台底座应能容纳必要的井口装置，因此，必须有足够的高度、面积和刚性。机房底座主要用于安装动力机组及传动系统设备，因此，也要有足够的面积和刚性，以保证机房设备能够迅速安装找正、平稳工作且移运方便。丛式井钻机底座必须满足丛式钻井的特殊要求。

8. 辅助设备

成套钻机还必须具有供气设备、辅助发电设备、井口防喷设备、钻鼠洞设备及辅助起重设备，在寒冷地带钻井时还必须配备保温设备。

二、钻机的类型

世界各国的各大石油公司、各钻机制造厂家按照各自的特点，对石油钻机的分类不尽相同。一般来说，可按以下方法对石油钻机进行分类。

1. 按钻井方法分

按钻井方法的不同可把钻机分为：冲击钻机（也称为顿钻钻机，最初用来打水井。1859年，美国人德雷克把它引入石油钻井）、旋转钻机（其代表是转盘旋转钻机，也成为常规钻机，是目前世界各国通用的钻机）。

2. 按驱动钻头旋转的动力来源分

按驱动钻头旋转动力来源的不同可把钻机分为：转盘驱动旋转钻机、井底驱动旋转钻机（转盘旋转钻机加井底动力钻具）、顶部驱动旋转钻机（转盘旋转钻机加顶部驱动钻井装置）。

3. 按驱动设备类型分

按驱动设备类型的不同可把钻机分为：柴油机驱动钻机（柴油机驱动钻机又可分为柴油机驱动—机械传动钻机和柴油机驱动—液力传动钻机）、电驱动钻机（电驱动钻机又可分为直流电驱动钻机和交流电驱动钻机）。

直流电驱动钻机包括：直—直流电驱动钻机（DC—DC）和交—直流电驱动钻机（AC—SCR—DC）。

交流电驱动钻机包括：交流发电机（或工业电网）—交流电动机驱动钻机（AC—AC）和正在发展中的交流变频电驱动钻机，即交流发电机—变频调速器—交流电动机驱动钻机（AC—VFD—AC）。

4. 按工作机分组分

按工作机分组的不同可把钻机分为：统一驱动钻机、单独驱动钻机、分组驱动钻机。

5. 按主传动副类型分

按主传动副类型的不同可把钻机分为：胶带钻机、链条钻机、齿轮钻机。

6. 按钻井深度分

按钻井深度的不同可把钻机分为：浅井钻机（钻井深度不大于 1500m）、中深井钻机（钻井深度为 1500~3000m）、深井钻机（钻井深度为 3000~5000m）、超深井钻机（钻井深度大于 5000m）。

7. 按使用地区和用途分

按使用地区和用途的不同可把钻机分为：海洋钻机、浅海钻机（适用与 0~5m 水深或沼泽地区）、常规钻机、丛式井钻机、沙漠钻机、直升机吊运钻机、小井眼钻机、连续柔管钻机等。

第三节 钻机的基本参数及我国钻机系列标准

一、钻机的基本参数

钻机的基本参数指的是反映钻机基本工作性能的技术指标，也称为特性参数。如名义钻井深度、最大钻柱重量、最大钩载等。基本参数是设计、制造、选择、使用、维修和改造钻机的主要技术依据。

钻机的基本参数按系统分类主要由主参数、起升系统参数、旋转系统参数、循环系统参数、驱动系统参数等构成。

1. 主参数

在基本参数中, 选定一个最主要的参数作为主参数。主参数应具备以下特征: 能最直接地反映钻机的钻井能力和主要性能; 对其他参数具有影响和决定作用; 可用来标定钻机型号, 并作为设计、选用钻机的主要技术依据。

我国钻机标准采用名义钻井深度 L (名义钻深范围上限) 作为主参数。因为钻机的最大钻井深度影响和决定着其他参数的大小。

俄罗斯和罗马尼亚钻机标准采用最大钩载 Q_{hmax} 作为主参数, 美国钻机没有统一的国家标准, 但各大公司生产的钻机基本上以名义钻深范围为主参数。

1) 名义钻井深度 L

名义钻井深度 L 是钻机在标准规定的钻井绳数下, 使用 127mm (5in) 钻杆柱可钻达的最大井深。

2) 名义钻深范围 $L_{min} \sim L_{max}$

名义钻深范围 $L_{min} \sim L_{max}$ 是钻机可经济利用的最小钻井深度 L_{min} 与最大钻井深度 L_{max} 之间的范围。名义钻井深度范围下限 L_{min} 与前一级的 L_{max} 有重叠, 其上限即该级钻机的名义钻井深度 ($L_{max} = L$)。

2. 起升系统参数

1) 最大钩载 Q_{hmax}

最大钩载 Q_{hmax} 是钻机在标准规定的最大绳数下, 下套管或进行解卡等特殊作业时, 大钩上不允许超过的最大载荷。

Q_{hmax} 决定了钻机下套管和处理事故的能力, 是核算起升系统零部件静强度及计算转盘、水龙头主轴承静载荷的主要技术依据。

2) 最大钻柱质量 Q_{stmax}

最大钻柱质量 Q_{stmax} 是钻机在标准规定的钻井绳数下, 正常钻进或进行起下作业时, 大钩所允许承受的最大钻柱在空气中的质量。

$$Q_{stmax} = q_{st} \cdot L$$

式中 q_{st} ——每米钻柱质量, kg;

L ——名义钻井深度, m。

标准规定: 127mm (5in) 钻杆, 接 80~100m 的 7in 钻铤, 平均取 $q_{st} = 36\text{kg/m}$ 。化整, 即为系列钻机的 Q_{stmax} 值。 Q_{stmax} 是计算钻机起升系统零部件疲劳强度和转盘、水龙头主轴承动载荷的主要技术依据。

Q_{hmax}/Q_{stmax} 称为钩载储备系数, 用 K_h 来表示。一般 $K_h = 1.8 \sim 2.08$ 。钩载储备系数越大, 表明该钻机下套管、处理事故能力越强; 但钩载储备系数过大会导致起升系统零部件过于笨重, 不利于搬运。

3) 起升系统钻井绳数 Z 和最大绳数 Z_{max}

起升系统绳数 Z 是指正常钻井时游动系统采用的有效提升绳数。最大绳数 Z_{max} 是指钻机配备的游动系统轮系所能提供的最大有效绳数, 用于下套管或解卡等重载作业。

另外, 起升系统参数还包括: 绞车各挡起升速度 $v_1, v_2, \dots, v_k$; 绞车挡数 K ; 绞车最大快绳拉力 P_e ; 钢丝绳直径 D_w ; 绞车额定输入功率 N_{de} ; 井架有效高度 H_m ; 钻台高度 H_{df} 等。

3. 旋转系统参数

旋转系统参数包括：转盘开口直径 D_r ；转盘各挡转速 n_1 、 n_2 、……、 n_k ；转盘挡数 K_r ；转盘额定输入功率 N_{re} 等。

4. 循环系统参数

循环系统参数包括：钻井泵额定压力 p_e ；钻井泵额定流量 Q_e ；钻井泵额定输入功率 N_{pe} 等。

5. 驱动系统参数

驱动系统参数包括：单机额定功率 N ；总装机功率 N_t 等。

二、我国石油钻机标准系列

为了规范钻机的设计、制造与设备供应，以达到生产、使用的经济合理，并有利于开展国际技术交流与合作，根据油气钻井的实际需要，选定主参数，将主参数系列化，也就是将钻机分级。再据此拟定其他基本参数，形成钻机标准系列。石油钻机基本参数见表 1-1。

表 1-1 石油钻机基本参数

钻机级别		15	20	32	45	60	80
基本参数							
名义钻探范围（127mm 钻杆），m		900～1500	1300～2000	1900～3200	3000～4500	3000～6000	5000～8000
最大钩载，kN（tf）		900（90）	1350（135）	2250（225）	3150（315）	4500（450）	5850（585）
最大钻柱重量，kN（tf）		500（50）	700（70）	1150（115）	1600（160）	2200（220）	2800（280）
绞车最大输入功率，kW（hp）		260～330 （350～450）	400～510 （550～750）	740 （1000）	1100 （1500）	1470 （2000）	2210 （3000）
提升系统 绳数	钻井绳数	8	8	8	10	10	12
	最大绳数	8	8	10	12	12	14
钢丝绳直径，mm		26	28.5	32.5	34.5	38	41.5
可配置每台钻井泵功率 kW（hp）		260～590 （350～800）		590、740、960 （800、1000、1300）		960、1180 （1300、1600）	1180 （1600）
转盘开口直径，mm		445		520	520、700	700、950	950、1260
钻台高度，m		1.5、3		6、7.5		6、7.5、9	7.5、9
井架		各级钻机均采用可提升 28m 立柱的井架，对 15、20 两级钻机也可采用提升 19m 的可伸缩式井架					

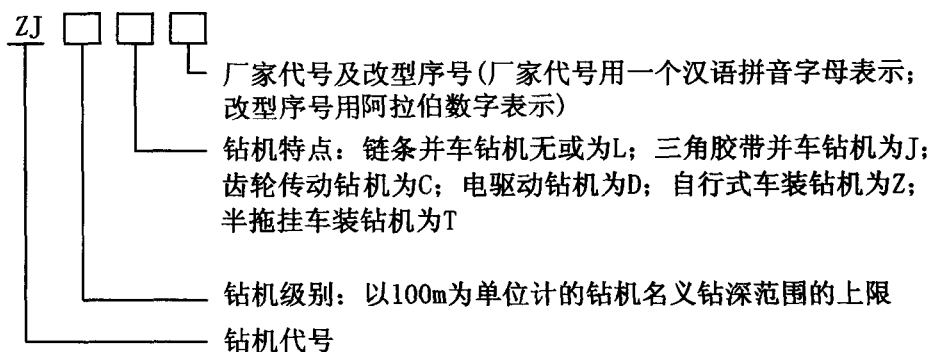
1. 钻机的驱动形式

(1) 机械驱动钻机：以柴油机为动力，通过液力变矩器、链条、齿轮三角胶带等不同组合的传动方式所驱动的钻机。

(2) 电驱动钻机：用电动机驱动的钻机。

2. 钻机的型号

我国钻机型号的含义如下：



石油工业标准《SY/T 5609—1999》石油钻机型式与基本参数把钻机分为9级, 名义钻井深度和钻深范围按 114.3mm (4½in) 钻杆柱 ($q_{\text{柱}} = 30\text{kg/m}$) 确定。表 1-2 给出了新的钻机型号级别及钻深范围和最大钩载两项基本参数。钻机级别代号用双参数表示, 如 10/600, 前者乘以 100 为钻机名义钻深范围上限数值, 后者是以 kN 为单位计的最大钩载。在驱动传动特点的表示方法上, 增加了: Y—液压钻机; DJ—交流电动钻机; DZ—直流电动钻机; DB—交流变频电动钻机。

表 1-2 钻机修订标准的部分基本参数

钻机型号级别	10/600	15/900	20/1350	30/1700	40/2250	50/3150	70/4500	90/6750	120/9000
名义钻探范围, m	500~ 1000	800~ 1500	1200~ 2000	1600~ 3000	2500~ 4000	3500~ 5000	4500~ 7000	6000~ 9000	7500~ 12000
最大钩载, tf	60	90	135	170	225	315	450	675	900

注: 1tf = $9.80665 \times 10^3 \text{N}$ 。

第二章 钻机的起升系统

钻机的起升系统是钻机的核心，它主要由井架、天车、游车、大钩、游动系统钢丝绳和绞车等设备组成。本章将介绍这些设备的结构原理、特点、使用及维护。

第一节 井 架

井架是钻机提升系统重要组成部分之一。它在钻井过程中，用于安放和悬挂游动系统、吊环、吊卡等，并承受井中钻柱重量，在起下钻作业时要存放钻杆或套管。所以，它是一种具有一定高度和空间的金属桁架结构。因此，井架必须具有足够的承载能力、足够的强度、刚度和整体稳定性。

一、概述

1. 井架的基本组成

石油矿场上使用的各种井架主要由以下几部分组成：

(1) 井架主体：由型钢材、横、斜拉筋组成的空间桁架。

(2) 天车台：用来安放天车及天车架，天车架是供安装、维修天车时起吊天车之用。天车台上有检修天车的过道，周围有护栏。

(3) 二层台：是由操作台和指梁组成，是起下钻作业时井架工工作场所。塔形井架二层台在井架内部，其余井架二层台在井架外前侧。

(4) 立管平台：是装拆水龙带的操作台，也是供上井架人员短暂休息场所。

(5) 工作梯：有盘旋式和直立式两种，是井架工上下井架的通道。

2. 井架的基本参数

井架的基本参数是反映井架特征和性能的技术指标，是设计、选择和使用井架的依据。国产钻机井架的基本参数见表 2-1、表 2-2。

表 2-1 国产钻机井架的基本参数及尺寸

结构类型	型 号	井架高度 m	最大 钩 载		5in 钻杆立根容量 m	井架可承受最大风速 km/h
			tf	kN		
桅 形 井 架	JJ30/18-W	18	30	294	—	80
	JJ50/18-W	18	50	490		80
	JJ30/24-W	24	30	294		80
	JJ50/29-W	29	50	490		80
	JJ100/30-W	30	100	980		80
闭式 塔形井架	TJ ₂ -41	41	220	2160	3200	80

续表

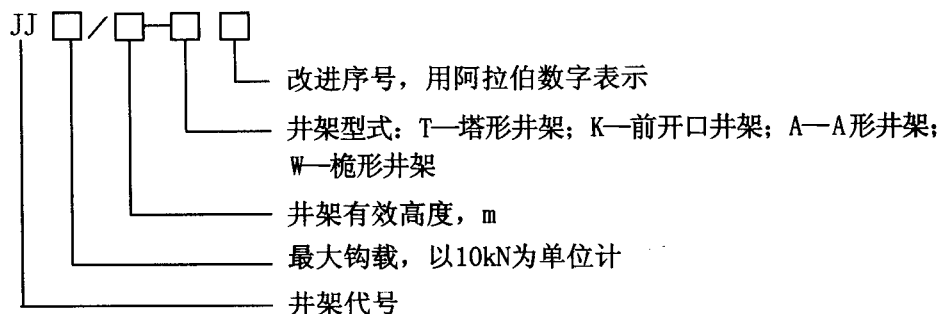
结构类型	型 号	井架高度 m	最大钩 载		5in 钻杆立根容量 m	井架可承受最大风速 km/h
			tf	kN		
开 式 塔 形 井 架	JJ90/39-K	39	90	880	1500	120
	JJ120/39-K	39	120	1180	2000	120
	JJ220/42-K	42	220	2160	3000	120
	JJ300/43-K	43	300	2940	4500	120
	JJ450/45-K	45	450	4410	6000	120
	JJ600/45-K	45	600	5880	8000	120
A 形 井 架	JJ90/39-A	39	90	880	2500	120
	JJ20/39-A	39	120	1180	2000	120
	JJ220/42-A	42	220	2160	3200	120
	JJ300/43-A	43	300	2940	4500	120
	JJ450/45-A	45	450	4410	6000	120
	JJ600/45-A	45	600	5880	8000	120
海洋闭式 塔形井架	JJ450/45-H	45	450	4410	6000	160
	JJ450/49-H	49	450	4410	6000	160

表 2-2 国产新型整体起放钻机井架基本参数

钻 机 型 号	ZJ40/2250CJD	ZJ50/3150L	ZJ50/3150DB-1	ZJ70/4500DZ
井架型号	JJ225/43-KC ₁	JJ315/44.5-K2	JJ450/45-K4	JJ450/45-K7
最大钩载, kN	2250	3150	4500	4500
型式	K	K	K	K
工作高度, m	43	44.5	45	45.72
顶跨 (正×侧), m	2	2.1×2.05	2.2×2.2	2.2×2.2
底跨 (正×侧), m	6	9.11×2.7	9.0×2.6	9.0×2.7
二层台容量, m	4000	5000	7280 (5"钻杆 260 柱)	7280 (5"钻杆 260 柱)
二层台高度, m	26.5、25.5、24.5	26.5、25.5、24.5	26.5、25.5、24.5、22.5	26.5、25.5、23.5、22.5
无立根抗风	>12 级	>12 级	>12 级	>12 级
满立根抗风	12 级	12 级	12 级	12 级
起放井架抗风	5 级	5 级	5 级	5 级
起升三角架高, m	—	9.175	4.5	7.6
井架主体段数	6	5	4	5
质量, kg	—	61114	95743	88742
配套底座	DZ225/7.5-ZT	DZ315/7.5-XD1	DZ450/9-S1	DZ450/10.5-S1

3. 井架代号

井架代号如下：



二、井架结构类型

虽然用于石油矿场的井架种类繁多，但按其主体结构形式主要可分为塔形井架、前开口井架、A形井架、桅形井架等基本类型。

1. 塔形井架

塔形井架如图 1-3 所示，是一种四棱截锥体的金属空间桁架结构，其横截面为正方形，立面为梯形，井架前扇有大门，后扇有绞车大门，主体部分是一个封闭的四棱锥体桁架结构。每扇平面桁架又分成若干桁格，同一高度的四面桁格在空间构成井架的一层，因此，整个井架可看作是由多层空间桁架所组成的四棱截锥空间桁架结构。

井架的四个大腿与横、斜拉筋都是通过螺栓连接而成的，拆装烦琐，且不安全。此种井架的突出特点是总体稳定性大，多用于海洋钻机。

2. 前开口井架

前开口井架又称为 K 形井架，如图 2-1 所示。我国电动钻机大多使用该种井架。

(1) 井架本体由 3~6 段焊接空间桁架结构组成，段与段之间采用销子定位，抗剪销、螺栓连接。钻台具有较大的面积，便于操作和存放立根，整个井架的前面是敞开的。

(2) 这种井架可在地面水平拆装、整体起放和分段运输。为了满足运输的需要，井架的截面尺寸不能太大，比塔形井架的截面尺寸小。

(3) 井架各段两个侧扇形式完全一样，其背扇横、斜杆通过销轴与左右两个侧扇连接，并可组成多种图形，以扩大司钻视野。

(4) 按照使用、制造等工艺要求的不同，可以将大腿做成没有坡度、坡度不变和坡度成折线变化（即下段没有坡度，上段坡度不变）等三种形式。

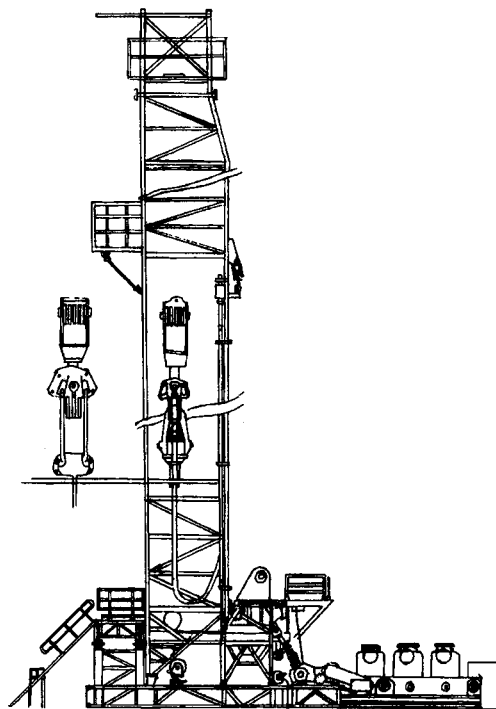


图 2-1 前开口井架 JJ225/43-K
(ZJ40/2250L 钻机)