

高等学校教学用书

钻井机械

上册

石油学院矿场机械教研室编



中国工业出版社

上册包括鑽机、絞車、井架、轉盤、鑽井泵、渦輪鑽具、壓縮机等鑽井設備的 作原理、結構分析及維修等問題。供石油高等院校鑽井专业学生使用。

鑽 井 机 械

上 册

石油学院矿場机械教研室編

— *

中国工业出版社出版 (北京佟麟閣路丙 10 号)

(北京市書刊出版事业許可証出字第 110 号)

中国工业出版社第四印刷厂印刷

新华書店科技发行所发行 • 各地新华書店經售

— *

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{16}$ • 印张 $17 \frac{1}{2}$ • 字数 400,000

1961 年 9 月北京第一版 • 1961 年 9 月北京第一次印刷

印数 001—637 • 定价 (10—6) 2.10 元

統一書号: 15165 · 762 (石油-83)

前 言

钻井机械这门课程是石油高等院校油井工程专业的主要专业课之一。

1953年北京石油学院成立以后,在钻井专业方面就开设了这门课程。从1953年以后贯彻党的教育与生产劳动相结合的方针,将较长时间的油矿井场生产劳动纳入了钻井专业的教育计划。为了适应这种情况,钻井机械课程内容进行了一些改变。1958年以来,由于石油工业的持续大跃进,提出了新的问题,要求钻井专业进一步扩大工作范围,掌握油井工程的全部生产过程的工作内容;同时也要求进一步贯彻理论联系实际的方针,不断地以生产建设上丰富的技术革命与技术革新的成就来充实教学内容,因之,我们这几年来讲授钻井机械课程时,课程内容陆续有所增减。这本书就是适应油井工程专业的需要,按着新编写的教学大纲、并根据最近一年钻井机械课的讲稿及钻井机械讲义,还参考了其它有关资料及文献编写成的。希望能在试用过程中,得到读者更多的宝贵意见。本书内容的主要变化有以下几方面:

一、适应油矿工作的需要,钻井工作者要有较丰富的机械维护修理、以及设计制造(主要是配件的设计制造)方面的知识,因此除了讲授钻井机器及设备的工作过程的理论外,又注意培养学生和维护修理与设计配制方面的能力。

首先,在钻井工作者的机械工作任务一篇中,介绍了进行石油矿场机械配件的设计工作内容;叙述了设计绘图工作过程中的材料选择、公差配合、技术条件等应注意的特殊问题,以加强钻井工作者对于机械配件的设计绘图能力。

其次,在钻井工作者的机械工作任务一篇中,分析了石油矿场机械的磨损原因,指出了提高机械耐磨性的途径;叙述了有关矿场机械的特殊修理工艺及易损零件的修理方法;介绍了石油矿场机械使用维护的经验,提出了润滑保养应注意问题。

此外,在讲授钻机各个组成部分时,针对每一种机械设备的特点,讨论了有关使用、维护、安装、修理的一些特殊性的问题。

同时,在深入研究各个机械设备的章节中,一方面分析了机械设备的工作理论;也尽量提出了有关矿场机械及设备的性能参数计算,强度计算,工作载荷分析计算的特点及方法,以尽可能提高学生对于矿场机械及设备的选择及校验能力。

二、适应教学工作的需要,进行了教学内容组成上的必要调整,尽量注意与有关课程间的密切协作配合。

首先,将有关钻井工具部分与油井工程的专业课程取得密切协作。避免相互间不必要的重复;尽量加强这些部分内容和钻井生产工艺的直接联系。

其次,又将有关矿场仪表及自动化的内容,纳入了本课程,尽量注意密切生产过程自动化问题与钻井机械及设备的直接联系。

同时,本书中也介绍了轻型小钻机,及动力驱动的选择等内容。尽可能地加强过去一直被认为是钻井工作者的薄弱环节。

三、学习我国油矿的新经验,正确贯彻党的方针政策。

在钻井工作者的机械工作任务一篇中,从发挥现有钻机的潜力及现有钻机的合理改进两方面着重强调了高度发挥人的主观能动性合理使用维护钻机;发扬共产主义协作精

神，正确处理机修与钻井的关系；坚持勤俭办企业艰苦奋斗自力更生方针等，尽可能地加强对学生的思想教育，明确钻井工作者在机械工作中的任务与指导思想。

本书共分七篇二十章。第一篇钻机总論着重介绍了重型、中型、輕型钻机的典型代表的钻机的结构組成及特点。第二篇钻机的起升机械及设备，着重介绍了大钩、井架、絞車及起下钻机械化设备。第三篇钻机的旋轉机械及设备，主要介绍了水龙头及轉盘。第四篇油矿流体机械，着重介绍了钻井活塞泵、离心泵、渦輪钻具、空气压缩机。第五篇钻机的驱动与傳动设备，着重介绍了动力驱动的选择，渦輪傳动、机械傳动，以上各篇是首先从总体出发，建立对钻机的整体認識，然后再对各部分做深入分析，研究其作用原理，结构組成，工作理論，計算特点，使用维护，安装修理等問題，尽量使总体和部分密切配合。第六篇钻井生产过程自动化，着重介绍了控制測量技术基础及油矿用特殊仪表、自动与远动技术基础及其设备元件，钻具自动送进器等。叙述了仪表与自动化的技术基础知识及油井工程上常用的特殊仪表及自动化装置的作用原理及结构組成和特点。第七篇钻井工作者的机械工作任务，着重讲述了发挥钻机的潜力及钻机的合理改进問題；同时叙述了设备維修及配件設計等問題。

本书主要是供石油高等院校的油井工程专业，用做钻井机械課的教科书。但也可以做为油矿現場工程技术工作者的参考书。

本书全部內容是由方华灿、沈家駿二人編写的。編写过程中由陈如恒、黄匡道、胡澤明、張嗣偉四位同志組成了审查小組，进行了細致审查，提出了很多宝贵意見。北京石油学院矿場机械教研室的很多教师、还有一部分同学都在編写工作中給了很多的协助和支持，更进一步提煉了教材內容，集中了群众智慧。在这里我們仅向参加工作的所有同志，表示衷心的感谢。

本书編写由于時間紧迫以及編作者的水平所限，难免存在着缺陷与不妥之处，我們衷心的希望讀者給予批評及指正。

目 录

前言	1
緒論	5

第一篇 鑽井机械总論

第一章 大型鑽机的結構組成	9
第1节 概述	9
第2节 大型鑽机	12
第3节 中型鑽机	21
第4节 鑽机系列化	22
第二章 輕便鑽机	25
第1节 輕便鑽机的特性与分类	25
第2节 轉盘式輕便鑽机	28
第3节 立軸式鑽机	29

第二篇 鑽井起升机械与設備

第三章 鑽机的游动系統	33
第1节 大鈞	33
第2节 天車和游动滑車	36
第四章 井架	43
第1节 井架的結構和安裝	43
第2节 井架載荷的計算	58
第3节 井架的强度校核及繩繩的計算	62
第4节 井架整体穩定的校核	67
第5节 井架的吊升的計算	71
第五章 鑽井絞車	73
第1节 鑽井絞車的类型与规范	73
第2节 絞車的結構	75
第3节 鑽机起升系統的运动参数及承載分析	84
第4节 絞車的制動系統的計算	91
第5节 絞車的維修与安裝	98
第六章 起下鑽机械化設備	105
第1节 吊卡、卡瓦类机械化設備	105
第2节 自动大鉗	108
第3节 立根移运設備	113
第4节 起下鑽全盘机械化	115

第三篇 鑽井用旋轉設備

第七章 水龙头	117
第1节 水龙头的結構組成与鑽井工艺的要求	117
第2节 水龙头的結構	118
第3节 水龙头軸承結構与計算	120

第4节 水龙头的维修与装配	123
第八章 转盘	125
第1节 转盘的功用与结构	125
第2节 转盘计算	128
第3节 转盘的维修与装配	132

第四篇 钻井用流体机械

第九章 钻井泵	135
第1节 概述	135
第2节 吸入和排出过程	140
第3节 活塞泵的功率和效率	144
第4节 活塞泵阀的工作理论	147
第5节 活塞泵的空气包	152
第6节 钻井泵的合理使用	153
第7节 钻井泵的结构与维修	162
第8节 钻井泵的计算	171
第9节 泵房安装及泥浆净化设备	176
第十章 涡轮钻具	180
第1节 概述	180
第2节 涡轮钻具的结构与装配	184
第3节 涡轮内液体的运动学	191
第4节 涡轮的动力学	193
第5节 涡轮钻具的特性曲线	202
第6节 涡轮的相似	210
第7节 涡轮钻具的止推轴承	213
第8节 涡轮钻具发展的方向	215
第十一章 离心泵	218
第1节 概述	218
第2节 离心泵的工作理论	223
第3节 离心泵的特性曲线	229
第4节 离心泵在管路中的工作	238
第5节 离心泵的选择与维护	243
第6节 多级轴流钻井泵	245
第十二章 压缩机	248
第1节 概述	248
第2节 活塞式压缩机的工作过程	249
第3节 活塞压缩机的排量、功率及效率	255
第4节 多级压缩	257
第5节 压力变化对压缩机工作的影响	261
第6节 压缩机排量的调节	262
第7节 压缩机的冷却	265
第8节 压缩机的结构与矿场用压缩机	268
第9节 压缩机的选择	276

緒 論

鉆井機械這門課是有关鉆井工程及油井工程專業的主要專業課之一。

一、課程的內容：

鉆井工作者的任務就是要充分發揮人的主觀能动性，認識鉆井機械及工具以及被破碎的岩層的客觀規律，從而不斷地改進鉆井機械及工具，提高破碎岩層的技术，使鉆井的生產力不斷推向新的水平。

鉆井工作者為了更好地進行鉆井，認識鉆井機械及工具的客觀規律就成為必要的學習內容之一。

鉆井機械是一門密切與生產實踐聯系的課程。毛澤東同志說：“人的認識，主要地依賴于物質的生產活動，逐漸地了解自然的現象、自然的性質、自然的規律性、人和自然的關係”(毛澤東選集第一卷271頁)。因此自然科學對生產的依賴關係是肯定的。正由於生產是自然科學知識的源泉，是檢驗自然科學知識的標準；生產的發展給自然科學提供了日益豐富的研究材料；开辟了日益廣闊的研究領域；生產的狀況決定了自然科學研究的物質技術條件；生產的需要是推動自然科學發展的动力。所以我們要學習鉆井機械這門課程就必須緊密結合生產實際，重視生產實踐。

雖然自然科學是以生產實踐為基礎的，但生產實踐的經驗並不完全等於科學。因此將鉆井機械及設備的經驗積累、完整、系統上升到理論再反過來指導生產實踐还是非常必要的。例如通過科學研究工作，進行實驗，分析了我國各大油區岩石機械性能的特點，進一步認識了岩石的客觀規律，這些規律對於鉆頭的合理使用與設計就起着指導作用。

“一切真知都是從直接經驗發源的。但人不能事事直接經驗，事實上多數的知識都是間接經驗的東西，……”(實踐論)因此鉆井機械課程中系統地介紹前人的、國外的以及各個油區的經驗完全是必要的。當然我們接受間接知識時需要注意哪些知識是可靠的，需要注意時間地點條件，具體情況，具體分析。

理論的概括過程，是一個認識活動內部矛盾的發展過程。這裡包含着新的事實和舊的理論、概念、假設之間的矛盾；同一事實的不同理論、概念之間的矛盾等。理論的發展就是通過這些認識運動內部矛盾的不斷揭示和不斷克服來實現的。因此，在鉆井機械課程中，為了更好的進行理論概括，就需要系統的介紹一些尚不能完整解釋鉆井實踐中的客觀事實的理論以及很多學者不同的理論和學說。例如本書中介紹了：與事實尚有一段距離的鉆機起升機械及設備的動載荷計算理論；以及轉盤驅動功率的計算方法等，就是這個道理。

理性認識階段需要經過一個重要的推理過程。因之，在鉆井機械課程中，從現有理論和概念出發經過邏輯推演或數學推导，經過各種的理論和概念的交相接觸來預見新的事實還是完全必要的。

綜合以上，可以概括起來說明本課程的內容是：

1. 總結生產實踐的直接經驗：介紹鉆井機械及設備在鉆井過程中使用的實踐經驗，

尽可能的提升到理性上加以概括，以进一步指导实践。

2. 介绍前人、外域的间接经验：介绍前人的、国外的以及国内各油区的经验，以更广泛的扩大知识领域。

3. 揭示认识活动的内部矛盾：介绍互相矛盾的以及尚不完整的理论、概念、学说，以进一步贯彻学术上百家争鸣的方针，促进理论的发展。

4. 提出新发展的理论及事实：介绍新生事物的萌芽以及新的理论的开端，以进一步开拓新的学术探讨及科学研究领域。

二、本门科学技术的发展情况：

钻井机械是一门很年轻的学科。苏联莫斯科石油学院于1937年才设立矿场机械专业，我国也是在1952年教学改革以后，才在清华大学石油系设立了矿场机械专业。虽然这门学科独立的出现为时仅仅二十年，但是它随着世界范围内钻井技术的发展以及我国的大跃进，展现着广阔的丰富的发展道路。

苏联从二十年前首次提出的单级减速式涡轮钻具开始，进行了一系列有关涡轮钻具的研究，终于创造了高压的大功率的适用于泥浆的多级涡轮钻具，在世界上开辟了涡轮钻井领域，成为涡轮钻的鼻祖。

我国从解放后仅仅接收了的少数几部钻机发展到今天已经能大批供应矿场牙轮钻头，建立了石油机械制造工业，并且开始试制中型及重型钻机。这些事实都一再说明了钻井机械的科学技术发展道路和一切科学技术的发展一样，是与社会制度有紧密联系的；只有在社会主义社会制度下，钻井及钻井机械科学技术才有长足的发展。

在钻具方面，钻头是破碎岩石的主要工具，它已经从最原始的用于顿钻的凿子形的钻头发展到结构复杂、种类繁多的各种钻头了。近年来，在苏联正从事于牙轮钻头及刮刀钻头的运动学和动力学的理论研究，并且开始提出了新型结构的钻头的设计方案。而且用BK-8B硬质合金镶入牙轮体做成半球形齿钻切硬岩石用的钻头，以及轴承密封式牙轮钻头，各种减载轴承式牙轮钻头等都在生产或试制中。同时对于防止轴承磨损以及合理设计钻头水眼，改进钻头制造工艺等方面，也都在进行理论及实践的工作。我国近年来在钻头方面的理论及实践工作都有了很大的发展，上海国产的牙轮钻头已经成批地供应矿场；石油科学院正在进行着各种材料和各型结构牙轮及刮刀钻头的实验研究及试制工作；矿场上出现了各型耐磨刮刀钻头等一系列新的技术革新及创造。

钻杆柱是目前钻井的不可缺少的钻具，近年来苏联除了继续进行钻杆柱在井底工作的理论研究外，还正在从事于切合实际情况的钻杆柱疲劳的实验及其理论工作，并给出了疲劳计算的一些资料。此外，在固井套管方面，各国都在致力于节约金属的研究，苏联的改进套管柱计算方法的理论工作也在推陈出新，向简化计算、节约钢材的方向发展。

在井底发动机方面：目前正在摆脱了多少年来局限在地面发动机的狭小领域，勇猛地向着井底发动机的道路上奔驰。苏联的井底发动的涡轮钻已成为压倒优势的钻井方式；我国涡轮钻井也有了很大发展。目前正在进一步进行着改进涡轮叶片形状，提高效率；改善涡轮叶片制造工艺，寻找合理代用材料；增加钻井深度，加大功率，适用于小井眼的复式涡轮钻具的研究。近年来苏联在井底发动的有杆电钻和无杆电钻方面有了新的发展，阿塞拜疆油区用有杆电钻钻成的3077米深井，技术经济指标超过了涡轮钻井

机械进尺，可达19米/小时；目前在密封装置等方面还存在问题，有待进一步完善。无杆电钻的出现必将引起钻井的技术革命，简化一切地面装置；但是工业试验结果说明克服反转矩的困难，还必须作更多的研究工作。

在钻机方面：现在早已突破了古老的顿钻的范畴，向着更加完善的机械化道路迈进。我国已经试制成功仿苏中型BY-40钻机，及重型5Д钻机，而且已经开始了自行设计及试制如ZJ-75型钻机等工作。从近年来发展趋势看钻机在走向系列化的过程中正在向提高功率；减轻重量，提高安装性，移运性；减轻体力劳动，进一步机械化；消除刚性传动及变速机构，改进传动方案等方面努力。如：涡轮传动液压传动的应用；焊接结构的钻井绞车；增速的水刹车；提高起下钻速度的气动卡瓦及大钳；焊接外壳的转盘；快卸盘根结构的水龙头；自动控制的钻具自动送进器；压力大、功率高、大排量的新型钻井泵以及高压多级轴流泵；重量轻、装运方便的A型井架等，这些新设备在最近苏联出产的各型钻机中正在不断的推行及试制，其它各个国家也在进行着大量的工作。

在新型钻井方法方面：目前正如同新生的幼芽，显示着强大的生命力。苏联正在研究利用燃料与氧气混合燃烧，高速喷出炽热的气体来破碎岩石的热力钻井；利用超声波或磁致伸缩或水力产生振动而破碎坚硬岩石的振动钻井；以及正在工业试验的递送自动控制炸弹于井底破碎岩石的爆破钻井和借助于水中高压放电产生瞬时强大压力而破碎岩石的水电效应钻井等，都是有着发展前景的新型钻井方法。目前很多国家也都在开展着这方面的研究工作。

综合上述，我们看到了钻井机械今后发展的一幅更新更好更美的图画，让我们未来的青年钻井工作者，为不懈的进行创造性的工作而努力学习吧！

三、课程的教学特点及学习方法：

本门课程教学特点是：

1. 叙述较多生产实际材料：尽可能总结当前生产实践经验，较系统的介绍了前人及国外生产经验。例如各种钻井机械的结构评述等。

2. 运用过去所学理论推理：尽可能将生产实践经验上升到理论上指导实践；或进一步预见新的事实。因此需要经常运用数学，力学，水力学等来运算及推理。例如运用力学分析涡轮钻止推轴承上承受的载荷，从而说明涡轮钻在生产实际中所遇到的难于启动的事故产生的原因等。

3. 初步阐述某些专门问题：很多尚在认识分歧，展开争论的专题，以及正在研究的专题，尽量进行初步介绍。例如对于新型结构的钻井泵的介绍等。

根据以上教学特点，学习本课程的学习方法特点是：

1. 正确处理本课程与先修课程的相互联系关系。理论力学，材料力学，机械原理，机械零件，金属工学，热工学，电工学等先修课程，都是与本课程有着密切联系的课程，因之必须要做到学习与独立思考相结合，运用过去所学理论，做到边学习，边推理，前后联系，深入思考，提高认识。例如在学习井架计算时，善于运用理论力学知识，将井架构件受力后的强度计算变成一个桁架的求解内力问题去解决。在学习空气压缩机时，将压缩机的压缩过程，善于运用热力学知识，变成一个热过程去进行推理等。

2. 正确处理本课程与生产劳动及其它实践活动的相互联系关系：

生产劳动的实践活动中，曾遇到了大量的感性材料，有待提高到理性上来认识，课

堂学习的大量理論內容，也迫切的需要与实践活动中遇到的工作經驗相印証。

这就要求学生在学習时，将大量的感性認識与目前的学習联系起来，提高到理性上認識。例如学习渦輪鉆具时，就要善于将在井場劳动时，遇到的渦輪鉆难于起动的事故，能够运用渦輪鉆止推軸承上承受的載荷情况来进行理論分析。学习到鉆井活塞系的空气包的两种安装方法时，就能够将安装实践中遇到的一般采用不和泵共用一个基础的感性認識，运用空气包的振动与泵的共振的理論来更深刻的認識这一問題。

3. 正确处理本課程与其它专业課之間的相互联系关系：

鉆井机械課与鉆井工程等其它专业課有着密切的联系。这就要求同学要善于将鉆井工艺与鉆井机械及设备联系起来进行深入思考。例如在鉆井机械課学习鉆井泵时，就要联系鉆井时什么情况发生气浸，气浸对于泵有什么影响。而在鉆井机械中学习了排量不均度后，就要联系鉆井过程中排量不均对于井身及整个冲洗液循环系統的影响去进行分析研究。

4. 正确处理本課各个教学环节間相互的关系：

講課、結構課、实验課、质疑、答疑、作业、課程設計等各个教学环节都是鉆井机械課本身内部彼此密切联系的組成部分。因此学生在学習时对于各教学环节都要認真对待，而且要善于利用各个教学环节的特点，充分发挥每个环节的作用，全面学习好。例如学习鉆机部分时，既要通过結構課及現場教学課学好各型鉆机的結構；又要在課堂講課时，学好鉆机的基本計算理論，还要結合生产任务，做好設計制图，学会設計配制鉆机零件以解决实际問題的工作能力。而且还要在經常注意将作业做好，充分运用答疑及質疑掌握并巩固所学內容。这样才能做到相互促进，彼此推动。

第一篇 鑽井机械总論

第一章 大型鑽机的結構組成

第1节 概 述

一、鑽井设备的作用及其发展

油矿工作者的任务是：运用各种鑽井设备及工具，鑽穿性能复杂变化多端的地层，勘探与开采蕴藏在地层深处的石油及天然气。这一工作组成了人、机器和地层三者的关系；其中人是最积极活跃的因素，机器设备仅是人与自然进行斗争的武器。

随着生产力发展的客观需要，以及人們認識自然規律的水平地提高，油矿工程的技术在不断向前发展着。从鑽井方式方法直到所采用的机器与设备都在不断地变革，不断地适应不同地层的特点。

最初人們使用冲击法鑽井，以坚硬的工具冲击岩石，再用撈砂筒取出岩屑。这种方法由于鑽头重量的限制，冲击能太小；而且冲击频率低，提撈很費時間，两者又不能同时进行，因之生产率很低。

随着鑽井数量的增多，井深的增加，日益暴露出生产力发展与冲击鑽井法的矛盾。适应提高生产率的需要，人們創造并发展了旋轉鑽井法。以鑽杆柱带动鑽头旋轉来破碎地层。这样一方面可以利用鑽杆柱向井底加压，傳遞給鑽头以較大能量；同时还可以从鑽柱內通入可以携带岩屑的液体，及时清除岩屑。显然这种方法較冲击法的生产率大大提高了一步。

随着鑽井工作向高速度高水平的发展，要求鑽头在井底給出更大的能量。旋轉鑽井法由于受到鑽杆柱强度的限制，以及鑽柱的旋轉要消耗很多能量，因之不能满足提高井底功率的要求。于是在人們面前提出了能否改用其它形式將能量傳至井底以提高井底功率的問題。就在解决这个問題的基础上，創造并发展了鑽柱不旋轉的渦輪鑽井法及其设备。目前在苏联，它已成为主要的鑽井方法了。

随着高速鑽井的不断发展，鑽头的迅速磨損成为提高鑽速的重要障碍。无鑽头鑽井法作为一个新的課題被提出来了。为了解决无鑽头鑽井，目前世界上正在研究水力噴射鑽井，热力鑽井，电水效应鑽井，爆炸鑽井，高频电磁波鑽井等各种新型的物理法鑽井。相信这些新生事物的发展，也将沿着鑽井方法及設備的历史发展道路，在提高鑽井生产力过程中，引起重大的变革。

上述鑽井方法及鑽井设备的发展史表明：社会的前进，生产力的发展，人們認識自然的水平的提高，促进了科学技术的不断革新，机器设备的不断变革。鑽井方式及鑽井设备将沿着这一道路，不断推陈出新胜利的向前发展。

、鑽井方式方法的选择，鑽井设备的作用的发挥，必須是依時間、地点、条件的不同，进行具体分析。我国某些矿区，由于井淺且地层松软，使用轉盘鑽井反而优于渦輪鑽井；但在个别油区，由于井淺，岩层特硬，旧式冲击鑽机仍不失为鑽井的利器，都充

分說明了這一問題。

鉆井方式方法的變革必然引起鉆井設備的革新與革命。對於油礦工作者來說，一方面從事鉆井工藝方面鉆井方式方法的不斷革新與改進；另一方面也要充分重視鉆井設備的作用，掌握其規律，使其更好的為鉆井服務。

油礦工作者在機械工作方面的任務就是要一方面充分發揮現有鉆機的潛力，加強對舊有鉆機的維修保養，不斷對舊有鉆機進行改裝革新；同時還要合理改善現有工藝及設備，不斷研究新型鉆井方式方法，不斷提出新的鉆井設備要求。而在這方面的工作方向是：

1. 全面滿足鉆井工藝的要求；
2. 不斷提高鉆井的周期速度；
3. 更好改善工人的勞動條件；
4. 努力實現設備的“簡小輕廉”。

二、鉆機的特性

鉆機具有一般機器的共性，也是由動力機工作機和傳動機構三大部分組成。它的任務也是將動力機的能量經過傳動機構，傳遞與分配給各工作機，使它獲得一定形式的運動，具有足夠的能量，滿足一定的工藝要求。但是鉆機是鉆井工藝的專用機器，由於鉆井工藝的特殊要求，形成鉆井本身一系列特性，主要是：

1. 鉆井工藝要求鉆機的工作機應具有不同的可變化的運動特性：

1) 目前鉆井工藝中主要利用鉆具的旋轉運動破碎岩石，因此在鉆機中必須將動力機的能量變成鉆具的轉矩與轉速；又由於岩石性能的变化，要求的轉矩與轉速不是恒定的，而是能夠相應變化的。因此在目前使用的轉盤鉆井法的鉆機中需要有旋轉工作機組，其工作機組的轉盤的轉速是可以變化的，並能傳遞足夠的馬力給鉆柱給鉆頭。而渦輪鉆井法中，也需要通過渦輪鉆具的不同結構、不同級數、不同的流量，以適應不同地層的要求，給出足夠的不同的轉矩與轉速。因此渦輪鉆井法的鉆機中除應具有可以改變轉速轉矩的井底發動機之外，還應具有強大的泵組以完成自動力機的機械能轉換成為液體內能從而傳遞給井底發動機足夠能量的任務。

2) 鉆井工藝要求鉆碎的岩屑必須及時從井底清除。目前一般是利用液體（泥漿）或氣體（壓縮空氣）高壓送入井底，攜帶岩屑返回地面，從而清洗了井底。這就要求鉆機需配備有強大的泵或空氣壓縮機組成的循環系統的工作機組來實現將動力機的機械能轉換成液體內能的傳遞任務。又由於井深不斷增加，鉆柱與井身對流體的阻力也不斷增加，在驅動功率一定的條件下，為了合理利用功率，還必須要求鉆機的循環系統的工作機組具有合理調節壓力和流量的特性。

3) 鉆杆連接起來組成鉆杆柱，鉆杆柱把鉆頭送至井底，井不斷加深，鉆柱就不斷加長，而鉆頭在破碎岩石的過程中逐漸磨損，必須提上來換鉆頭。目前不用鉆杆、或不起鉆柱換鉆頭的方法尚未普遍成功，故起下鉆柱的操作仍然是必須的；它要求鉆機具有強大的起升工作機組。在起升功率一定的條件下，起升工作機組的速度必須能隨著起升重量的不斷改變而相應的變化以充分利用功率。同時它還必須要求將動力機的旋轉運動形式的能量（轉矩與轉速）經過傳動機構轉換成直線往復運動形式的能量（重量與速度）。

2. 工作機工作特點形成了鉆機的傳動機構的複雜性及多樣性：

钻机的旋轉、循环、起升三大系統的載荷速度变化范围很大，而一般的发动机(如內燃机、交流电动机)并不能适应如此大的变化范围，所以要通过傳动机构变速傳遞功率。又由于旋轉循环两大系統的工作与起升系統的工作不是同时进行的，故有可能利用同样的几台发动机，通过傳动机构合理的分配給各工作机組。故钻机的傳动机构一般是比较复杂的。而且由于钻机各个工作机組的运动特性不同，对于傳动机构提出了不同的轉換及傳遞能量的要求，因之也就带来了钻机的傳动机构的多样性的特点。

3. 钻井工作环境要求钻机的动力机应具有特殊的适应性：

虽然钻机所用的发动机是通用的，但因油矿工作环境不同，因而在选择发动机时，必須适应不同工作环境的要求。例如边远荒僻探区，由于电力限制，則不宜采用电驅動。

三、钻机的組成与分类

1. 钻机的組成：钻井用的全套設備包括地面部分，所謂钻机，及下入井內的钻具两类。钻头、钻杆以及渦輪钻具等均属于钻具类。

钻机包括：

- 1) 动力驅动設備，如电动机、柴油机，用以驅动絞車、轉盘、泥浆泵。
- 2) 起升設備，如絞車、游动滑車及天車、吊卡大鉗等輔助工具。
- 3) 旋轉設備，如轉盘、水龙头等。
- 4) 泥浆循环設備，如泵、泥浆管綫等。

除此之外还有一般机器上所常見的減速器、變速箱、鏈条、皮帶等傳动裝置。

钻机的控制系統，仪表、自动化調节設備、保暖照明設備等也都是钻机的組成部分。

2. 钻机的分类：因钻井条件不同而用不同的钻机。钻井条件是各地区不同的，即便在同一地区內也依钻井目的不同而不同。

1) 钻井的目的

按钻井的目的不同，钻机基本上可以分为两大类：

第一类是大马力、大型钻机：起重量在30吨以上，用于钻深井(生产井或探井)，所用钻杆直径为75~168毫米，井徑达300~400毫米。又可分：起重量30~75吨的为中型钻机，75~150吨的为重型钻机。

第二类是小马力、輕型钻机(一般是車装钻机)，用于钻构造繪图井，钻杆直径为40~75毫米。

2) 钻井深度

井深及钻具結構是决定起重量及旋轉钻头所需功率的先决条件。而钻柱直径及长度、井身結構則决定了洗井液的循环阻力，即决定了泵压及其功率。

3) 钻井方法

在渦輪钻井时，要求强大的泵，而轉盘、水龙头則只起輔助作用。用电钻具时則不需要很强的泵。轉盘法钻井，对于轉盘及其驅动設備有較高的要求，而泵的工作条件則較輕。如果用水力冲击式钻头則又要求泵更强一些。

4) 地层的特点

地层的軟硬性质相对地决定了钻井的起下钻次数，送进速度，钻压，泵量，轉数等。当然，需要起下钻次数多的钻机其起升設備应当强一些。钻井条件的复杂情况——泥浆漏失，油气漏失，井噴，井塌等对于钻机又有一些特殊要求，例如，有时必須增加

泥浆罐，防喷器等等。

5) 气候条件

冬季井场的保温，洗井液加热，管线保温等等。

6) 钻井地区环境状况

井场距工业中心，机修厂及电源远时，独自成为一个单位：此时常常采用柴油机驱动，自己解决照明，供水，锅炉房等问题；在环境好的地区，这些都不需要，甚至泥浆也可集中供应。

第2节 大型钻机

一、类型：我国目前用于石油钻井的大型钻机有 R-4000, Y-3200(5Д), R-3500, R-3200, R-2500, Ideal-75 型等；其中钻深为 3200 米的 5Д 及 R-3200 型钻机占大型钻机总数的 85%。

5Д 钻机是苏联乌拉尔重型机器制造厂的产品，还是十年前设计的，经过十年来的技术发展，现在看来当然有些老了(在苏联将被 9Д 代替)，但它在我国一些矿区还是目前使用的一种钻机，而且我国也试制成了仿苏 5Д 型的 130 型钻机。因此我们可以用 5Д 钻机为例叙述一下大型钻机的结构组成。

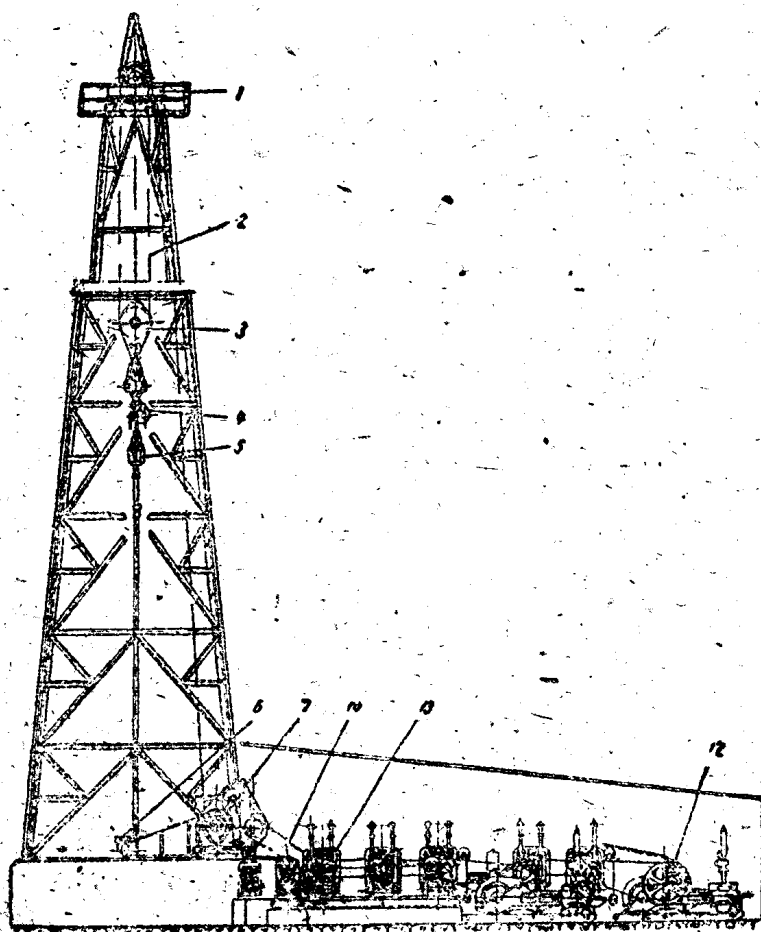


图 1-1 5Д 钻机立面图

二、钻机的总体布置

5D钻机拥有 1500 马力，相当于小工厂一座，按其机械设备的配置情况来看可分为钻台部分及泵房部分。

钻台部分装有井架，天车，游动滑车，大钩，水龙头，转盘和绞车。泵房内装置有五部柴油机，两台泥浆泵，空气压缩机(压风机)和柴油发电机等。

天车 1，钢丝绳 2，游动滑车 3，大钩 4，吊卡 5，这一套起升系统可借绞车 7 之动力进行起下钻杆等操作(图 1-1)。

1、2、3 号柴油机(绞车近处的柴油机为 1 号)可通过链条带动绞车及转盘。同时也可以带动泥浆泵(图 1-2)。

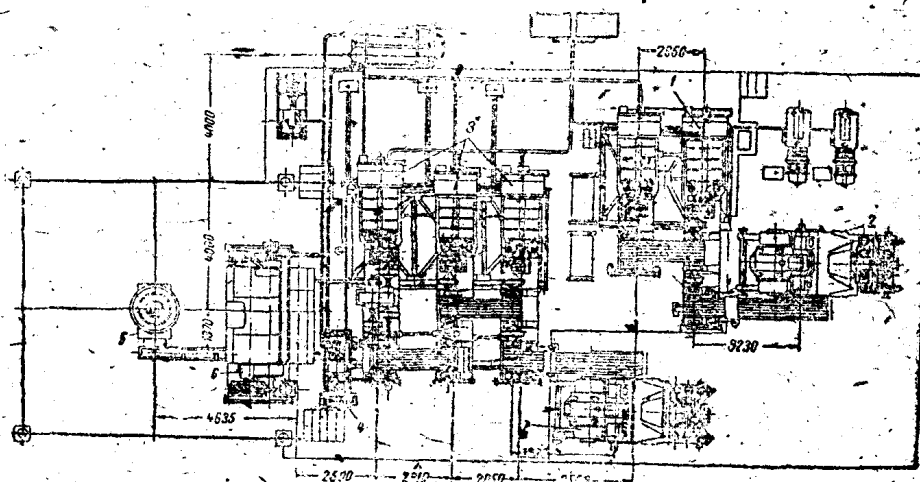


图 1-2 5D 钻机平面图

4 号柴油机及 5 号柴油机可通过皮带驱动泥浆泵。

5D 钻机的技术规格如下所列：

最大钻进深度	3200 米
起升系统的起重量	130 吨
柴油机型号	B2-300
柴油机转速 $n=1500 \frac{\text{转}}{\text{分}}$ 时的功率	300 马力
柴油机台数	5
三柴油机组传动绞车和一台泥浆泵	
双柴油机组传动另一台泥浆泵	
柴油机当其曲轴转速为 $n=1500 \frac{\text{转}}{\text{分}}$ 时的总功率	1500 马力
柴油机当其转速为 $n=1200 \frac{\text{转}}{\text{分}}$ 时的总功率	1300 马力
柴油机受共振限制的最大允许转速	1200 $\frac{\text{转}}{\text{分}}$
传动每台泥浆泵所需功率	470 马力
传动绞车所需功率	500 马力
传动两部泥浆泵所需 16 条 D 型三角皮带的长度	10000 毫米
功率由倒车机组到绞车，由绞车到转盘，其所用双排滚柱链条的节距	50.8 毫米
绞车内的双排滚柱链条	50.8 毫米

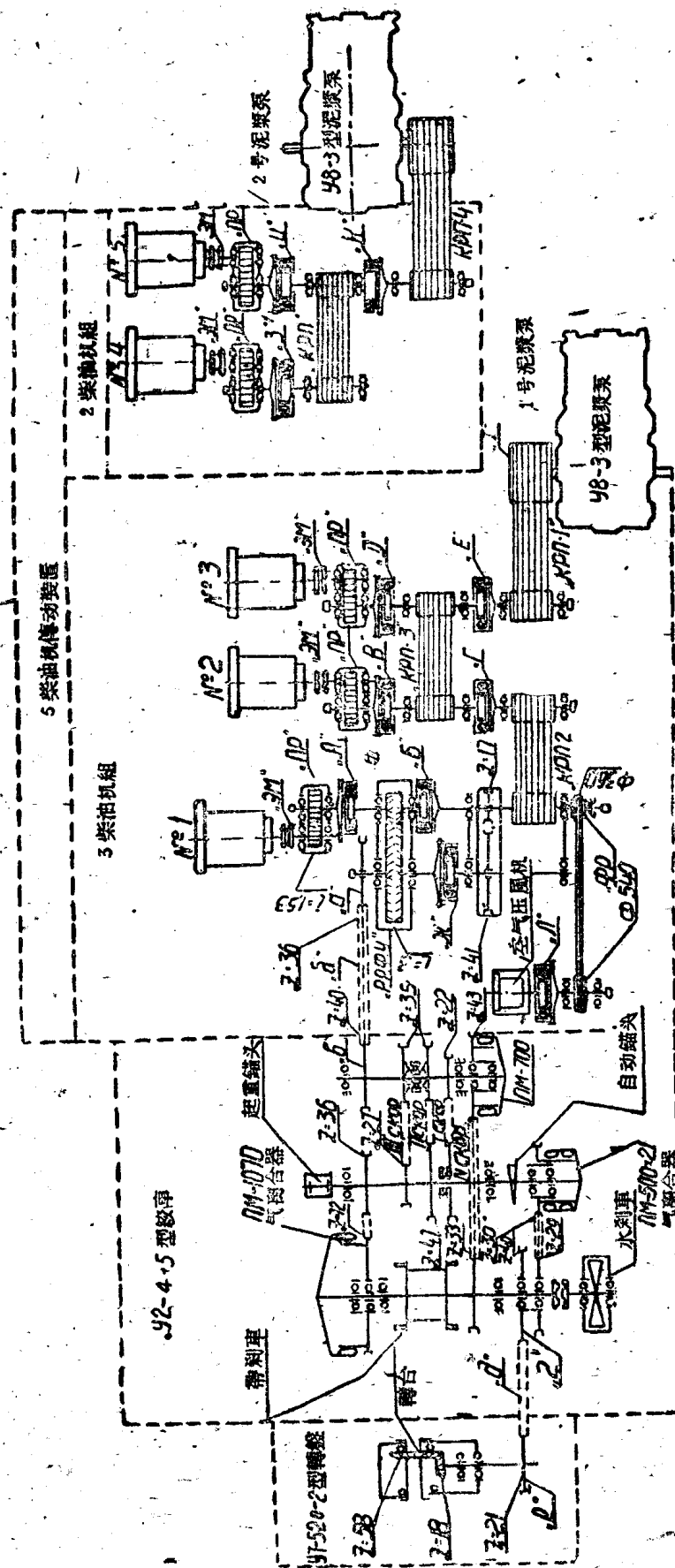


图 1-3 5D 钻机传动系统

三、傳动系統

5A 站机的 1, 2, 3 号柴油机带动絞車、轉盘及一台泥浆泵, 而 4, 5 号柴油机带动另一台泥浆泵。所以傳动系統是两套。为了簡便起見, 我們称前者为三柴油机组, 后者为双柴油机组。

三柴油机组的作用如下:

单独或同时带动絞車正轉(即起升方向)。

除 1 号柴油机外, 2, 3 号柴油机可单独或同时带动絞車反轉。

带动泥浆泵, 或同时还带动絞車。

能带动空气压缩机。

双柴油机组的作用为带动 2 号泥浆泵。

1. 三柴油机组的傳动系統(图 1-3)

1) 1 号泥浆泵

傳动路綫: 2, 3 号柴油机的功率經彈性联轴节 ΘM 、減速器 ΠP 、气离合器 B 、 Δ 、 E 和三角皮带 $KPII-1$ 傳动 1 号泥浆泵。

离合器的离合: 气离合器 B 、 Δ 、 E 应接合, 而 A 、 B 、 Γ 、 $\mathcal{K}$ 应离开。

2) 絞車正轉

应用 1 号和 2 号柴油机带动。1 号柴油机的功率經彈性联轴节 ΘM 、減速器 ΠP 、气离合器 B 和 Γ 、三角皮带 $KPII-2$ 和气离合器 B 也傳达到傳动軸上。两柴油机的总功率由傳动軸經过人字齿輪, 并經鏈輪 a 和双排套筒滾柱鏈条 b , 而傳至絞車。当 2 号柴油机发生故障时, 則需离开离合器 B , 并启动 3 号柴油机以代替 2 号柴油机, 此时应接合离合器 Δ 。而当 1 号柴油机发生故障时, 則需离开 A , 启动 2、3 号柴油机此时应合上 B 、 B 、 Γ 、 Δ 。

3) 絞車反轉

只能由 2 号和 3 号柴油机带动, $\mathcal{K}$ 为倒車离合器, 在絞車正轉时不能接合; 在反轉时应接合 $\mathcal{K}$, 离开 A 、 B 。

功率由 2、3 号柴油机单独或同时經过彈性联轴节 ΘM 、減速器 ΠP 、气离合器 B 和 Δ 三角皮带 $KPII-3$ 、气离合器 Γ 、三角皮带 $KPII-2$ 傳到快速軸, 經鏈条和气离合器 $\mathcal{K}$ 傳到慢速軸, 再經过鏈輪 a 鏈条 b 而傳至絞車。

4) 轉盘

柴油机的功率經过鏈輪 a , 并經过絞車的傳动鏈条 b 傳到絞車傳动軸上的鏈輪 B , 再經过絞車鏈輪傳动系統傳到滾筒軸上的鏈輪 Γ 。由鏈輪 Γ 經过轉盘鏈条 Δ 傳到鏈輪 e 。經轉盘齿輪傳至轉台。要使轉盘轉数最少时, 需將鏈輪 a ($Z=36$) 与鏈輪 e ($Z=21$) 对調。

2. 双柴油机组的傳动系統

功率由 4 号和 5 号柴油机經过彈性联轴节 ΘM 、減速器 ΠP 、气离合器 3 、 $\mathcal{H}$ 和 K 及三角皮带 $KPII-4$ 傳到 2 号泥浆泵。

如只需一部柴油机, 則可停一部, 摘开离合器 3 或 $\mathcal{H}$ 。

四、控制系統

1. 气控制系統的作用 5A 站机的控制系統主要为气动控制系統, 其作用有三: