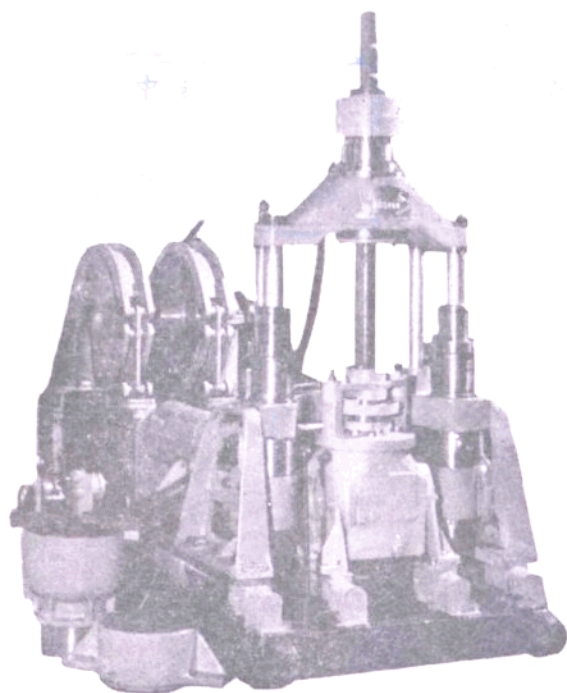


610411

中等专业学校教材

钻探设备

梁人祝 主编



地质出版社

中等专业学校教材

钻 探 设 备

梁人祝 (主编)

黄建欣 兰 电 卜孟林 等编

地 质 出 版 社

内 容 简 介

本教材系根据地质矿产部中等地质学校钻探专业四年制钻探设备教学大纲编写。本书着重介绍了岩心钻探设备的构造原理、技术性能与应用以及维修保养等。同时,对水文水井与工程钻机设备、液压传动基础知识、岩心钻探机具、管材、钻塔等也作了扼要的介绍。

本书除可做为中等地质学校钻探专业和机械专业的教材外,也可供地质勘探队钻探技术人员、钻机班长以及钻探工人学习参考用。

* * *

本书经地质矿产部中专探工教材编审委员会于1984年9月主持召开的审稿会议审稿,同意作为中等专业学校教材出版。

* * *

中等专业学校教材

钻 探 设 备

梁人祝 主编

责任编辑:任大本 刘济生

*
地 质 矿 产 出 版

(北 京 西 四)

地 质 矿 产 印 刷 厂 印 刷

(北京海淀区学院路29号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*
开本: $787 \times 1092^{1/16}$ 印张: $29^{3/8}$ 字数: 700,000

1986年11月北京第一版·1986年11月北京第一次印刷

印数: 1—5770册 定价: 3.95元

统一书号: 13038·数212

前 言

《钻探设备》是编者受地质矿产部教育司委托，在中专探工教材编审委员会组织下，在一九七八年出版的试用教材《钻探机械》的基础上，根据中等地质学校钻探专业四年制钻探设备教学大纲重新编写而成。

本教材着重介绍岩心钻探设备的技术性能，构造原理与应用，并选择具有代表性的设备进行详细阐述，同时对水文水井与工程钻机设备也做简要介绍。根据专业要求和教学大纲规定，本书还包括有水力学与液压传动两部份内容。

本书可作中等专业学校钻探专业教材，同时也可作为钻探工人自学读物和从事钻探工程工作的工程技术人员学习参考。

全书共分五篇十七章，第一篇水力学与液压传动基础由长春地质学校黄建欣编写；第三篇水泵由昆明地质学校兰电编写；第二篇第四章立轴式岩心钻机、第八章工程钻机由长春地质学校卜孟林编写（其中洪晓燕编写了第四章第二节）；绪论、第二篇第三章，五章，六章，七章、八章第二节、九章，第四篇钻塔与管材、第五篇钻探设备安装与供水等由长春地质学校梁人祝编写，其中第五章第二节由长春冶金地质学校张平编写。

本教材初稿经地质矿产部中专探工教材编审委员会组织评阅审稿。编者根据会议评审意见重新修改，全书由梁人祝主编。教材最后承浙江技工学校任大本，长春冶金地质学校刘济生担任责任编辑。

本教材编写过程中参考了有关院校教材和讲义，并引用有关设计单位和工厂提供的资料，在此编者一并向他们表示衷心感谢。

由于编者水平有限及编写时间仓促，难免有遗漏与错误之处，恳请师生和广大读者批评指正。

编 者

一九八五年四月

目 录

前 言	
绪 论	1

第一篇 水力学与液压传动基础

第一章 水力学基础	5
第一节 液体的主要物理性质	5
一、液体的密度	5
二、液体的压缩性与膨胀性	6
三、液体的粘滞性	7
第二节 水静力学	9
一、水静压力及其特性	9
二、水静压力的基本方程式	11
三、水头的概念	12
四、液体静压力的表示方法	13
五、巴斯加原理及其应用	13
第三节 水动力学	14
一、水动力学的基本概念	14
二、过流断面、平均流速和流量	16
三、稳定流的能量方程式	17
四、液流能量方程式的实际应用	19
第四节 液体的流动阻力及水头损失	22
一、流动阻力及水头损失的两种形式	22
二、过流断面的水力要素	23
三、液体的流动状态	24
四、沿程水头损失	25
五、局部水头损失	29
六、水头损失的叠加	31
第五节 简单管路的计算	32
一、简单管路按“短管”计算	33
二、简单管路按“长管”计算	35
三、压力管路中的水击及其计算	37
第六节 液体出流和缝隙流动	40
一、液体的出流	40
二、液体在缝隙中流动	44
第二章 液压传动基础	49
第一节 液压传动的 基本 概念	49

一、液压传动的特点	49
二、液压传动系统的组成	50
三、液压传动中的主要工作参数及其计算	51
四、液压油的性能及选择	54
第二节 液 压 泵	56
一、概述	56
二、齿轮泵	57
三、叶片泵	62
四、柱塞泵	66
第三节 液压马达与液 压 缸	70
一、液压 马达	71
二、液 压缸	75
第四节 控 制 阀	79
一、压力控制阀	79
二、方向控制阀	84
三、流量控制阀	89
第五节 辅 助 装 置	92
一、油箱	92
二、油管及接头	92
三、滤油器	94
四、冷却器	95
五、密封装置	96
六、蓄能器	97
第六节 液压基本回路	98
一、压力控制回路	98
二、方向控制回路	100
三、速度控制回路	101
第七节 液 压 系 统	106
一、液压系统的型式	107
二、液压元件的图形符号	108
三、液压元件的选 择	109
四、如何识读液压系统图	112
五、液压系统实例	113
六、液压系统的使用与维护	113
七、液压系统常见故障及其排除方式	114

第二篇 钻 机

第三章 概 述	117
一、钻机的功用与要求	117
二、钻机的基本组成	117
三、钻机技术参数	119
四、钻机分类与系列	120

第四章 立轴式岩心钻机	123
第一节 XY—4型钻机	123
一、特点及主要技术性能	123
二、钻机组成	124
三、机械传动系统	124
四、各部构造及其工作原理	128
五、液压拧管机	144
六、液压操纵系统	146
七、使用与维护保养	156
第二节 XY—3型与XU·600—3型钻机	160
一、XY—3型钻机	160
二、XU·600—3型钻机	172
第三节 XY—5型和XY—2型钻机	190
一、XY—5型钻机	190
二、XY—2型钻机	203
第五章 转盘式岩心钻机	214
第一节 概述	214
第二节 北京—800型钻机	214
一、主要特点和基本参数	214
二、传动系统及各部结构	215
三、机架	226
四、使用维护注意事项	227
第三节 XP—4型钻机	228
一、基本技术参数	228
二、机械传动系统	228
三、主要部件结构	230
四、液压系统	241
第六章 全液压动力头式岩心钻机	243
第一节 概述	243
第二节 钻石—600A型钻机	244
一、钻机结构	244
二、液压系统	251
第三节 HC—150型钻机	255
一、主要技术参数	256
二、主要结构	257
三、液压系统	258
第七章 水文钻机	262
第一节 概述	262
第二节 SPJ—300型钻机	262
一、主要技术性能	263
二、钻机组成及传动系统	263

三、各部构造	264
四、维护与保养	270
五、钻机主要故障及其排除方法	271
第三节 SPC—300H 型 钻机	272
一、主要技术性能	274
二、机械传动系统	274
三、主要结构	275
四、液压系统	286
五、操纵系统	288
六、使用与维护	289
第八章 工程 钻机	292
第一节 BT GJD—2型工程钻机	292
一、钻机组成	292
二、特点及主要技术性能	292
三、传动系统	294
四、液压操纵系统	294
五、主要部件构造原理	298
第二节 DPP—100—1型汽车钻机	306
一、主要技术性能	306
二、钻机组成及主要机械传动系统	307
三、油路与气路系统	307
第九章 钻机动力机选择	309
第一节 钻机载荷特性及对动力机要求	309
一、回转器工作特性	309
二、卷扬机工作特性	309
第二节 钻机功率的确定	310
一、钻机功率计算	310
二、钻机功率的确定	313
三、动力机类型与选择	313

第三篇 水 泵

第十章 概 述	315
第一节 水泵及其在钻孔钻进中的用途	315
第二节 钻探对水泵的基本要求	315
第十一章 往复式水(浆)泵	317
第一节 概 述	317
一、往复式水泵的基本组成	317
二、往复式水泵的分类	317
三、往复式水泵的主要技术参数	318
第二节 往复式水(浆)泵的泵量	318
一、往复式水泵活塞运动规律	318

二、往复式水泵的理论泵量	319
三、往复式水泵的实际平均泵量及泵量图	323
四、泵量的调节	325
第三节 往复式水泵的压力	325
一、组成水泵压力的阻力水头	326
二、组成水泵压力的惯性水头	326
三、往复式水泵压力	327
四、泵压水力脉冲的危害及其消除方法	327
第四节 往复式水泵的吸水高度	328
一、大气压力	329
二、饱和蒸汽压力(汽化压力)(P_t)	329
三、冲洗液的密度(ρ)	330
四、吸水时液流沿程的阻力水头($H_{阻}$)	330
五、吸水时液流沿程的速度水头($H_{速}$)	331
六、吸水时液流沿程的惯性水头($H_{惯}$)	331
七、吸水时液流沿程的水头损失 $\Sigma H_{损}$ 及其最大值	332
第五节 往复式水泵的功率	333
一、水泵的扬程(H)	333
二、水泵的泵量(Q)	334
三、水泵的输出功率($N_{出}$)	334
四、水泵的输入功率(N_A)	334
五、水泵的配用功率($N_{配}$)	334
第六节 往复式水泵的选择	335
一、泵量的估定	335
二、泵压的估定	336
三、水泵的选定	338
第七节 泥浆泵	338
一、BW—90型泥浆泵	339
二、BW—200型泥浆泵	343
三、泥浆泵易损件及附件	345
四、往复式泵使用维护及注意事项	350
五、泥浆泵常见故障及处理方法	351
第十二章 螺杆泵	353
第一节 螺杆泵的构造	353
一、动力端	354
二、液力端	354
第二节 螺杆泵工作原理	354
一、转子与定子的几何形状	354
二、单螺杆泵的工作原理	355
第三节 螺杆泵的工作特性	357
一、螺杆泵的转速	357
二、螺杆泵的泵量	357

三、螺杆泵的泵压及吸水高度	358
四、螺杆泵的特性曲线	358
第十三章 离心式水泵	360
第一节 离心泵工作原理及特性	360
一、离心泵工作原理	360
二、离心泵特性	360
三、离心泵比转数	368
四、离心泵吸入真空度和汽蚀现象	367
第二节 离心泵类型及结构	367
一、草履悬臂式离心泵(B型)	367
二、分段式多级离心泵(D型离心泵)	371
第三节 深井泵	374
一、深井泵的工作特点及其应用	374
二、JD型深井泵结构	374
三、深井泵的选择	375
四、深井泵的安装、调试及使用	375

第四篇 钻塔与管材

第十四章 钻塔	379
第一节 概述	379
一、钻塔的功用与要求	379
二、钻塔基本参数	379
第二节 钻塔的结构类型	380
一、四脚钻塔	380
二、三脚钻塔	383
三、A形钻塔	385
四、桅杆形钻塔	386
第三节 钻塔载荷	387
一、天车有效载荷	387
二、水平风力载荷	388
三、立根束水平载荷	390
第四节 升降工具	390
一、提引器	390
二、滑车	395
三、钢丝绳	397
四、水接头	400
第十五章 管材	403
第一节 地质钻探用管材	403
一、普通地质管材	403
二、金刚石钻进地质管材	403
第二节 钻杆	404

一、钻杆概述	404
二、钻杆及其接头	405
三、金刚石钻进用钻杆	409
四、主动钻杆、钻铤	414
五、钻杆工作状态及应力分析	416
六、钻杆的合理使用与改进	422
第二节 岩心管与套管	423
一、岩心管与套管	423
二、金刚石钻探用岩心管与套管	428
三、套管的工作条件和受力状态	430

第五篇 钻探设备安装与供水

第十六章 钻探设备安装	433
第一节 平整地盘和修筑地基	433
一、平整地盘	433
二、修筑地基	434
第二节 基台设置	437
一、基台种类	437
二、常用钻机基台布置	437
第三节 钻塔安装	439
一、整体安装法	439
二、分节建立法	440
三、钻塔安装注意事项	440
第四节 斜塔安装计算	440
一、三脚塔腿长及塔座位置的确定	440
二、四脚斜塔塔座位置的确定	441
三、斜孔钻机座位置的确定	442
第五节 钻探机械安装	442
一、钻机安装	442
二、动力机安装	442
三、泥浆泵安装	443
四、机械安装注意事项	443
第六节 附属设备安装	443
一、冲洗液循环系统安装	443
二、安全设备安装	444
第十七章 钻探供水	446
第一节 概述	446
第二节 供水设备的确定	446
一、供水量的确定	446
二、泵量的确定	446

三、供水管直径和长度的确定	446
四、泵压 的确定	447

附 录

一、中华人民共和国法定 计算单位表	446
二、常用单位与国际单位换算表	451
三、立轴式岩心钻机技术规格表	452
四、转盘式岩心钻机技术规格表	456
五、水文水井钻机技术规格表	457
六、岩心钻探常用往复泵技术性能	458

绪 论

(一)

《钻探设备》是学习岩心钻探设备，了解设备技术性能、构造原理与应用的一门主要专业课程。根据专业要求和大纲规定，除学习主要钻探设备外，同时还学习水力学与液压传动技术基础，以便在此基础上较全面系统的学习岩心钻探设备理论知识和基本技能，学会正确选择和使用设备的能力。

地质工作的主要任务是勘探、查明我国矿产资源的分布、品位、储量及其他地质情况等，为国民经济建设提供准确可靠的矿产评价和地质依据。目前地质勘探工作中，钻探工程是最终探明各种地质现象和矿产资源最主要的可靠手段。同时钻进井眼是开发石油、天然气、地下水和热能开采的通道，也是大型工程基础施工，基础处理，基桩孔工程施工和连续墙工程施工的重要方法。

钻探设备是钻探工程施工的主要物质基础，是采用各种钻进方法、工艺技术以及提高工程质量和效率的重要条件。地质勘探工程目前仍采取岩矿芯回转式钻探为主，为此本课程以岩心钻探设备为主要内容。

钻探设备主要包括钻机、动力机、泥浆泵、钻塔等。因为动力机已设有专门课程，故此本教材不再介绍。

(二)

我国是世界上历史悠久的国家，是古代钻探技术的发源地，在世界钻探发展史上占有光辉的一页。早在公元前二百多年，四川工匠就已经凿井取卤，延至宋代我国劳动人民已用竹木器械成功地钻进达几百米深的油、气、卤井。及至近代，由于我国长期的封建统治，束缚生产力的发展，特别是鸦片战争以后，帝国主义的侵略和压迫，致使我国科学技术受到严重阻碍，发展缓慢。例如从二十世纪初到新中国成立前的四十多年，旧中国遗留下来的各型钻机不足一百台。钻探技术人员二、三十人，钻探工人二、三百人，四十多年钻探累计工作量仅仅七十万米。对于一个人口众多、幅原辽阔、矿产富饶的国家，这样的人力、财力无疑是十分薄弱的。

新中国诞生后，党和人民政府十分重视地质矿产勘探工作，岩芯钻探作为地质找矿不可缺少的工程手段得到迅速发展，除了地质勘探外，水文地质、工程地质及工程施工亦广泛采用钻探技术。解放三十多年来，通过我国各有关部门的共同努力，钻探工程技术已有很大的发展和进步。目前全国各部门开动的钻机有六千台，年钻探工作量已超过一千万米。已经能自行设计制造各种型号和用途的配套钻探设备及工具管材，能完成各类难度较大的钻探工程施工，如深度大于1500~2000m的岩芯钻探，口径大于一米的工程钻孔，高温地热井，以及黄河、长江的水利水电站大型工程基础钻井等。同时还培养和造就一批颇有经验的高、中级钻探技术队伍和科研力量。

解放初期,依据当时国情,我国使用的岩心钻机主要为苏联KAM型手把给进式钻机。此类型钻机结构简单,机械化程度低,安全可靠差,劳动强度高。

五十年代末至六十年代初,我国已由仿制手把给进式钻机过渡到自行设计制造液压立轴式钻机,如张家口探矿厂研制的XU—600型钻机。之后各地地质部门陆续设计制造和使用各种类型与不同深度的液压立轴式钻机,这样液压钻机的使用逐年增多,手把给进式钻机逐渐淘汰。如冶金系统研制的北京型系列转盘式钻机,煤炭系统的TXU—700和1000型钻机,以及用于水文水井的SPC—300, SPT—300, 红星300型钻机,和用于工程基础勘探的SH—30型钻机,以及大口径潜孔振动回转钻机等都先后研制成功,并且应用于生产。

液压立轴式钻机的共同特点是:给进工序与部分辅助工序实现液压操纵,工作平稳,操作灵敏,安全性好,劳动强度低,钻进效率高。目前我国液压给进立轴式钻机已广泛应用于各勘探部门。在钻机总数中居于首位。

必须提到的是,从六十年代开始,我国各地地质勘探部门先后设计制造了具有独特风格的液压转盘式钻机,这种钻机给进行程长,转盘可兼作拧管机用,可拆性好。得到实际应用。但目前这种钻机多用于钢粒和硬质合金钻进。

七十年代初,由于金刚石钻进方法的推广,我国开始研制生产高速金刚石钻机如JU—1000型钻机,现定型为XY—4型钻机,目前我国岩心钻机已形成系列,其他类型的水文水井钻机,工程钻机,普查钻机,坑道钻机也都逐步齐全。与其相应的钻塔、泥浆泵也都完整配套,趋向系列化,标准化和通用化方向发展。

与钻机相应配套的钻塔和泥浆泵也有较大的改进和发展。钻塔已由钢管式钻塔取代角钢式钻塔,实现了轻便化和系列化。同时还配有各种型式的A字型钻塔与轻便桅杆。泥浆泵在实现轻便化的过程中还发展为多速变量泵,泵的技术性能和耐用性也都有较大提高。我国地质钻探钢管过去一直仿效苏联采用“Д”号钢(相当于45号钢)作钻杆、套管和岩心管。抗拉强度 $650 \times 10^6 \text{Pa}$,屈服强度 $380 \times 10^6 \text{Pa}$ 。钻进磨损快,折断事故多,不适合金刚石钻进要求。六十年代末在冶金部标准所主持下制订硬质合金、钢粒钻进地质钻探用钢管标准“YB235—63”、“YB235—70”以及金刚石小口径钻进用钢管标准“YB848—75”,最近对金刚石岩心钻探管材尺寸系列又有新的改进。并且钻探管材采用我国富有的含锰、钼、钒、钛、硼系列的低合金钢,屈服强度下限为 $500 \times 10^6 \text{Pa}$,对于钻杆和岩心管要求达到 $650 \times 10^6 \text{Pa}$ 。

(三)

自从一八六二年瑞士首创手镶金刚石钻头、并设计制造人力手摇回转式钻机开始,随着工业技术的发展,至二十世纪三十年代回转式钻机已逐步转变为以机械为动力的手把给进式钻机。四十年代初,液压技术的发展和运用,出现了液压给进式钻机,五十年代以后为适合于金刚石钻进的需要高速液压给进式钻机的其技术性能又更加的完善。

在六十年代末七十年代初,出现了与传统立轴式钻机结构完全不同的、布局新颖、技术先进的全液压力头式钻机。如瑞典的托拉姆— 2×20 型,美国的HC—150型以及我国设计制造的钻石—600型。这类钻机的共同特点是,采用全液压驱动,实现无级变速,给进机构兼作升降机构,给进行程长,操作灵敏,机械化程度高。但这类钻机技术要求高,消耗功率大,机械效率低。尽管如此,这类钻机为实现钻探工作机械化、自动化和远距离操

纵展示出新的前景。

(四)

《钻探设备》是钻探专业的主要专业课程。它主要研究岩心钻探设备技术性能、构造原理及其应用，与技术基础课程有密切联系。如机械制图、理论力学、材料力学，机械设计原理，金属工艺学等课程都是学习和研究本课程的先导基础课。因此，本课程也是一门应用技术课，学习时应运用所学的技术基础课知识、理论联系实际，并且结合实践增强感性知识和实际操作技能，学会正确选择使用、维护和保养钻探设备的能力。

第一篇 水力学及液压传动基础

第一章 水力学基础

水力学是研究液体平衡和运动规律的一门科学。它可分为理论水力学和工程水力学，本章所叙述的是工程水力学。

工程水力学的任务是应用水力学的基本理论，结合实验数据和经验公式来解决工程中的实际问题。

在地质勘探工作中，涉及水力学基本知识的应用是极为广泛的。如钻探施工中的机场供水、钻孔冲洗、泥浆泵的工作性能研究及液压技术的应用等，都要求具备必要的水力学基本知识。

第一节 液体的主要物理性质

一、液体的密度

液体和气体、固体等物质一样，具有质量。液体质量和体积的比值，称为液体的密度(ρ)，即单位体积内的液体质量：

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{kg/m}^3)$$

式中： m ——液体的质量，(kg)；

V ——液体的体积，(m^3)。

同一种液体的密度因温度不同而各异。其差异的程度、不同性质的液体也各不相同。纯水的密度，4摄氏度时为：

$$\rho = 1.0 \times 10^3 \quad (\text{kg/m}^3)$$

常见几种液体的密度见表1—1。

几种常见液体的密度

表 1—1

液体名称	密 度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	测定条件	液体名称	密 度 ($\times 10^3 \text{kg/m}^3$)	测定条件
蒸 馏 水	1.0	4℃	酒 精	0.79	15℃
海 水	1.02—1.03	15℃	液压矿物油	0.85—0.9	15℃
水 银	13.6	0℃	润 滑 油	0.9—0.93	15℃