

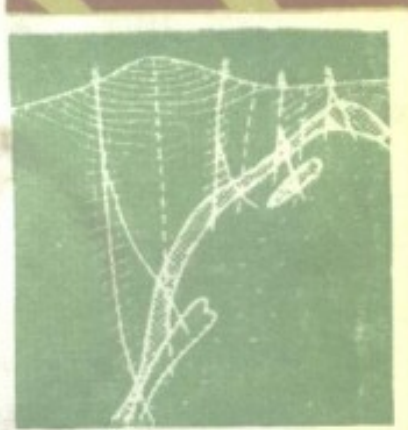
高等学校教材

钻探工艺学

钻进方法及钻探质量

(上册)

李世忠 主编



地质出版社



200355196



00499750

058295

高等学校教材

钻探工艺学

钻进方法及钻探质量

(上册)

李世忠 主编

P 634 / 503
5150/22



地质出版社

(京)新登字 085 号

内 容 简 介

《钻探工艺学》教材共分上、中、下三册出版。

《钻探工艺学》上册的内容为钻进方法及钻探质量两大篇。

第一篇包括：岩石性质及其破碎机理，岩芯钻探钻具，硬质合金钻进，金刚石钻进，钻粒钻进，冲击回转钻进等六章；第二篇又分为岩矿芯采取和钻孔弯曲及定向钻进两部分。包括：钻探质量指标及岩矿芯采取，常用取芯工具及取芯方法，特种取芯方法，钻孔弯曲及其测量，定向钻进等五章。

本教材是在原 1980 年五院校统编试用教材《钻探工艺学》经各校教学实践和多方面检验的基础上，根据近年来钻探工艺技术的新发展，吸取了有关的最新研究成果，作了适当的修改和增补后编写而成。书中附有大量图表，便于阅读和理解。

本书系高等院校探矿工程专业学生的主要专业教材，也可作为地质、冶金、煤炭、有色、建工、核工、化工、水电、铁道等部门从事钻探工作的技术人员参考使用。

* * *

本教材经地质矿产部探矿工程专业课程教学指导委员会于 1988 年 9 月召开的审稿会议审议，同意作为高等学校教材出版。

* * *

高等学校教材
钻 探 工 艺 学
钻进方法及钻探质量
(上 册)

李世忠 主编

*
责任编辑：李源明

地质出版社出版

(北京和平里)

北京地质印刷厂印刷

(北京海淀区学院路 29 号)

新华书店总店科技发行所发行

*

开本：787×1092¹/₁₆ 印张：26.625 字数：628000

1992 年 6 月北京第一版·1992 年 6 月北京第一次印刷

印数：1—3000 册 定价：6.85 元

ISBN 7-116-00948-5/P·811

前 言

《钻探工艺学》教材分上、中、下三册出版。

上册内容为钻进方法和钻探质量，分两篇十一章编写。中册内容为钻孔冲洗和护壁堵漏，分两篇八章编写。下册内容为水文地质及水井钻、工程地质及施工钻和石油钻井，分三篇八章编写。

本书是在1986年原统编试用教材《钻探工艺学》的基础上，经过各校的教学实践和多方面的检验；并根据近年来钻探工艺技术的新发展、研究成果及新开拓领域的现况；考虑到实际工作的急需及各校要求对原教材进行修改和增补的强烈愿望而组织重新编写的。

此次重编是根据探矿工程专业课程指导委员会于1988年修订并通过的《钻探工艺学》新教学大纲，并本着积极提高教材质量的精神，着手组织各方面有关专家进行集体分工编写。

《钻探工艺学》是高等院校探矿工程专业的一门主要专业课教材，因此，它首先应按照教学要求来选定内容，这是毫无异议的。但同时它也应考虑到钻探工程隶属于地质、冶金、煤炭、有色、建工、建材、核工、化工、水电、铁道等许多工业部门，专业工作队伍十分庞大，各部门的实际工作需要和要求也不尽相同。因此，教材在内容的选取上要照顾到各方面的社会需要。鉴于这一实际状况，本教材除可供高等地质院校探矿工程专业《钻探工艺学》课程教学的需要外，还可作为某些探工专业技术干部培训或专业成人教育的教学用书，以及从事专业生产的现场工程技术人员的参考阅读用。

本教材的编写分工如下：绪论、第二章岩芯钻探钻具、第三章硬合金钻进、第四章金刚石钻进和第五章钻粒钻进，由李世忠教授编写；第一章岩石性质及其破碎机理、第十章钻孔弯曲及测量、第十一章定向钻进，由吴光琳教授编写；第七章钻探质量指标及岩（矿）芯采取、第八章常用的取芯工具及方法、第九章特种取芯方法，由张祖培教授编写；第六章冲击回转钻进，由蒋荣庆研究员编写。全稿由主编李世忠教授统稿付印。

《钻探工艺学》作为一门学科而论，已处在发展和成型的过程之中，其专业基础原理和学科体系迄今尚未确立或定论。因此，现在虽然业已有了地矿部高校探矿工程专业课程指导委员会所通过的《钻探工艺学》教学大纲和教材编写提纲可作为教学和编写教材时的依据，但在学科原理和编写体裁上，客观上存在着不同的见解和不同的观点。由于本教材是由各方面的专家分工编写成的，因此，它必然反映了各自的经历和学术观点。显然，在这方面是难于统一的，同时也是不应作强制统一的。在教材的编写过程中，虽然也经过了反复的研讨和修改，但基本上还是保留着各自的体裁和观点。这样，本教材既有统一的大纲作为共同的依据，又显现了各自的体裁和观点。可以预计，这将会遇到不同的意见的。然而，从学科发展而言，这却是较为有益的。希望读者诸君在使用中能发表各自不同的见解和争议，以促进钻探工艺学的进一步发展和提高。

本教材在编写过程中，得到了许多同行技术人员的大力支持和帮助，得到了兄弟院校探矿工程系或教研室的鼓励和协助，特别是地质出版社教材编辑室有关同志给予了积极和

热情的支持，终于克服了种种困难，使教材得以出版，在此，编者一并表示深切的谢意。

由于编者的思想水平有限、生产实践经验不足，教学经验各异，学识水平不够，故书中的缺点和错误在所难免，恳希读者批评和指正。

编 者
1990年9月

目 录

前 言	
绪 论	1

第一篇 钻 进 方 法

第一章 岩石性质及其破碎机理	9
第一节 岩石的物质成分和组织特征	9
一、岩石的分类和组成	9
二、岩石的结构和构造	11
第二节 岩石的自然性质	13
一、岩石的密度和孔隙度	13
二、岩石的含水性和透水性	15
三、岩石的内聚性	16
第三节 岩石的力学性质	17
一、岩石的弹性、塑性和脆性	17
二、岩石的强度	23
三、岩石的硬度	30
四、岩石的研磨性	37
第四节 岩石可钻性及其分级	43
一、岩石可钻性的概念	43
二、岩石可钻性分级的观点	44
三、划分岩石可钻性级别的具体方法	45
第五节 钻头碎岩刃具与岩石作用的主要方式	49
第六节 静载作用下岩石的应力状态	50
一、平底圆柱形压头压入时岩石的应力状态	50
二、球形压头压入时岩石的应力状态	51
三、轴向力和切向力共同作用时压头下方岩石的应力状态	53
第七节 静载作用下岩石的破碎过程	54
第八节 动载作用下岩石破碎的特点	56
第九节 压头破碎岩石的效果及影响因素	57
一、衡量岩石破碎效果的功耗准则	57
二、载荷大小的影响	58
三、破碎工具形状的影响	59
四、施力方式的影响	59
五、环境的影响	60
第二章 岩芯钻探钻具	62
第一节 岩芯钻具的组成	62

第二节 钻杆柱	83
一、钻杆柱的功用和结构	83
二、钻杆柱的材质和要求	84
第三节 钻杆柱在孔内的工作状态	66
一、钻杆柱在孔内的工作特点	66
二、钻杆柱在孔内的波形弯曲	67
三、钻杆柱在孔底的弯曲状态	71
四、回转钻杆柱所产生的扭应力	73
五、提升钻杆柱所产生的拉应力	76
六、孔内发生挤夹、卡钻事故以及处理事故中的钻杆柱受力情况	76
第四节 钻杆柱的合理使用	77
一、变换使用方式	77
二、综合使用方式	77
第三章 硬合金钻进	79
第一节 概述	79
第二节 硬合金钻进的井底碎岩过程	80
一、塑性岩石的碎岩情况	80
二、脆性岩石的碎岩过程	82
三、切入与切削同时作用下的碎岩过程	83
第三节 关于切削具的磨损和钻进	84
一、切削具的磨损	84
二、关于切削具沿高度的磨损和钻进问题	85
三、在不同碎岩形式下切削具的磨损和钻速问题	86
四、切削刃在井底磨损的实际状况	88
第四节 钻探用的硬质合金及硬合金切削具	89
一、硬质合金的特性	89
二、钻探用的硬合金切削具的形状及规格	91
第五节 取芯式硬合金钻头的结构要素	92
一、钻头体	92
二、切削具出刃	93
三、切削具的镶焊角	96
四、切削具在钻头底面的排布	97
五、切削具在钻头上的数目	99
六、钻头的水口与水槽	100
第六节 取芯式硬合金钻头	101
一、取芯式硬合金钻头的类别	101
二、磨锐式硬合金钻头	102
三、自磨式硬合金钻头	109
第七节 全面硬合金钻头	111
一、全面钻进的特点	111
二、常用的全面硬合金钻头	111
第八节 硬合金钻头的制造工艺	113

第九节 磨锐式硬合金钻头的钻进规程	114
一、硬合金钻进规程	114
二、钻压的确定	114
三、转速的确定	117
四、泵量的确定	119
五、各钻进参数间的配合关系	120
六、最优回次钻程时间的确定	121
第十节 自磨式硬合金钻头的钻进规程	123
一、钻压的确定	123
二、转速的确定	124
三、泵量的确定	124
四、钻进工艺要求	124
第十一节 各类地层的硬合金钻进	125
一、根据岩层合理选用钻头	125
二、不同地层的钻进	125
第四章 金刚石钻进	127
第一节 概述	127
第二节 钻探用天然金刚石	127
一、天然金刚石的特性	128
二、金刚石的主要物理机械性能	128
三、金刚石的量衡与品级	131
第三节 人造金刚石	133
一、单晶的合成	133
二、金刚石聚晶体和复合片	134
第四节 超硬材料	136
一、立方氮化硼(CBN)与立方氮化硼复合片	136
二、“斯拉乌季契”(СЛАВУТИЧ)复合材料	136
三、其他超硬材料	137
第五节 金刚石钻头及扩孔器	138
一、金刚石钻头的规格和标准	138
二、金刚石钻头的种类	138
三、表镶金刚石钻头	139
四、孕镶金刚石钻头	143
五、关于聚晶金刚石钻头	147
六、关于金刚石扩孔器	148
第六节 金刚石的碎岩机理及其钻进工艺	148
一、表镶金刚石钻头的碎岩研究	148
二、孕镶金刚石钻头的钻进过程	153
三、聚晶金刚石钻头的回转切削作用	158
第七节 金刚石钻进的应用	161
一、合理选择金刚石钻头	161
二、金刚石钻进规程参数的选定	162

三、临界钻进规程	167
四、孔底钻进状态的判别	171
第八节 有关金刚石钻进需进一步研讨的几个问题	174
一、关于钻头唇面金刚石的出刃量	174
二、切入岩石深度与临界规程的关系	175
三、金刚石钻头工作时的温度	176
四、有关金刚石钻进方程的研究	178
第五章 钻粒钻进	180
第一节 概述	180
一、钻粒钻进	180
二、钻粒钻进的井底工作过程	180
三、钻粒钻进的特点及应用	181
四、关于钢粒钻进的碎岩方式	182
第二节 钢粒	184
一、钢粒的材质	184
二、钢粒的热处理	184
三、钢粒的粒度	186
第三节 钢粒钻头	187
一、钢粒钻头的功用和结构	187
二、钢粒钻头的材质及性能	187
三、钢粒钻头的壁厚	188
四、钢粒钻头的水口	189
第四节 钢粒钻进规程	190
一、投砂方法及投砂量	190
二、钻压	192
三、转速	194
四、冲洗液量	195
五、钻进规程参数的判断和掌握	196
第五节 钢粒钻进的先进经验和措施	197
第六章 冲击回转钻进	199
第一节 概述	199
一、冲击回转钻进的特点	199
二、冲击回转钻进的应用范围	200
三、冲击回转钻进的发展概况	201
四、冲击回转钻进的技术经济效果	202
第二节 冲击器	202
一、阀式“正作用”液动冲击器	202
二、阀式“反作用”液动冲击器	205
三、阀式“双作用”液动冲击器	206
四、射流式液动冲击器	209
五、SX-54 III 型射吸式液动冲击器	211
六、绳索取芯式液动冲击器	213

七、几种新型液动冲击器	216
八、风动冲击器	218
第三节 冲击回转钻进的碎岩钻具	223
一、冲击回转钻进的钻头工作条件	223
二、液动冲击回转钻进中常用的硬质合金钻头	225
三、液动冲击回转钻进中常用的金刚石钻头及其特点	232
四、风动冲击回转钻用的钻头	234
第四节 冲击回转钻进工艺	235
一、冲击回转钻进的岩石破碎机理	235
二、影响冲击-回转钻碎岩效果的因素	236
三、钻进规程参数的选择	239
第五节 液动冲击-回转钻对钻探设备的要求及应配备的附属装置	241
一、液动冲击-回转钻对钻探设备的要求	241
二、液动冲击-回转钻配备的附属设备	242

第二篇 钻探工程质量

第一部分 岩(矿)芯的采取

第七章 钻探质量指标及岩(矿)芯的采取	245
第一节 钻探工程质量在地质勘探中的重要性	245
第二节 钻探工程质量指标	245
第三节 钻孔质量标准	246
一、第一类钻孔	246
二、第二类钻孔	247
三、第三类钻孔	247
第四节 对岩(矿)芯采取的基本要求	247
一、岩(矿)芯采取率	247
二、完整性	247
三、纯洁性	247
四、避免选择性磨损	248
五、取芯部位准确	248
第五节 影响岩(矿)芯采取率与品质的因素	248
一、天然因素的影响	248
二、人为因素的影响	248
第六节 提高岩(矿)芯采取率与品质的措施	250
一、取芯钻具的防水装置	250
二、取芯钻具的避振装置	251
三、取芯钻具的减磨装置	251
四、防矿芯污染	251
五、保持岩样原生结构	252
六、防淋滤溶蚀	252

七、防止岩(矿)芯脱落	253
第七节 岩矿层取芯难度的分类	252
第八章 常用的取芯工具及取芯方法	256
第一节 单层岩芯管钻具取芯	256
一、卡料卡取法	256
二、卡簧卡取法	256
三、干钻卡取法	257
四、沉淀卡取法	258
第二节 双层岩芯管钻具取芯	258
一、双动双管	259
二、单动双管	260
第三节 无泵反循环钻进取芯工艺	268
一、无泵反循环钻进的工作原理	268
二、适用范围	268
三、无泵钻具的结构	269
四、无泵钻进的操作规程及注意事项	270
第四节 喷射式孔底反循环(喷反)钻进工艺	270
一、喷反钻进的工作原理	270
二、喷反钻进的适用范围	270
三、喷反钻具的基本工作原理及结构	271
四、喷反元件的作用、尺寸的选择及性能试验	272
五、钻进规程及操作注意事项	277
第九章 特种取芯方法	278
第一节 绳索取芯钻进	278
一、绳索取芯钻进的优缺点和应用范围	278
二、绳索取芯钻具	279
三、绳索取芯钻进附属设备及工具	286
四、绳索取芯钻杆	294
五、绳索取芯钻进工艺	298
六、绳索取芯钻进技术的发展方向	301
第二节 反循环连续取芯钻进	302
一、概述	302
二、钻进设备、工具	304
三、防止钻进时岩芯堵塞	306
第三节 定向取芯法	306
一、概述	306
二、定向方法	307
三、孔内定向法	307
第四节 岩(矿)芯的补取	311
一、捞取岩(矿)芯的方法和工具	311
二、孔壁补取岩(矿)芯	312
三、人工偏斜补取岩(矿)芯	313

第二部分 钻孔弯曲及定向钻进

第十章 钻孔弯曲及其测量	315
第一节 钻孔的空间位置	316
一、直线型钻孔	316
二、曲线型钻孔	316
三、钻孔轨迹弯强	318
第二节 钻孔弯曲的机理	319
一、钻孔弯曲的条件	320
二、钻孔弯曲的过程	322
第三节 钻孔弯曲的原因和规律性	325
一、地质因素	325
二、技术因素	328
三、工艺因素	329
四、孔斜规律性	331
第四节 钻孔弯曲的测量	332
一、钻孔弯曲测量的原理	333
二、非磁性矿体中的全测法	336
三、磁性矿体中的全测法	343
第五节 孔斜数据处理及矿区钻孔弯曲趋势分析	355
一、测斜数据误差的估计	356
二、测斜资料的整理和钻孔轨迹的绘制	358
三、钻孔弯曲趋势分析	361
第六节 钻孔弯曲的预防和纠正	365
一、一般防斜措施	366
二、满眼钻具防斜	366
三、钟摆钻具防斜	368
四、偏重钻铤防斜	369
五、利用自然弯曲趋势钻孔	370
六、常用纠斜方法	370
第十一章 定向钻进	373
第一节 定向钻进的特点和应用范围	373
第二节 定向钻孔孔身剖面的设计	374
一、定向钻孔分类和孔身剖面型式	374
二、定向钻孔设计的内容	376
三、典型定向钻孔轨迹参数的计算	379
第三节 定向钻进的技术手段	384
一、造斜工具	385
二、定向方法和仪器	393
三、专用钻头	398
四、定向造斜计算	400

第四节 定向钻孔的施工工艺	408
一、“从下往上”施工多孔底定向钻孔	408
二、“从上往下”施工多孔底定向钻孔	410
第五节 岩芯定向和岩(矿)层产状求解	411
一、岩芯定向技术	412
二、求解层面产状的方法	412

绪 论

(一)

探矿工程包括钻探工程、坑探工程、矿产管理、安全技术等多方面的技术。其中以钻探工程的工作量为最大，作业范围也较广。钻探工程主要包括钻进工艺和钻探设备两方面的内容。两者之中，又以钻进工艺为主，钻探设备则是服从于钻进工艺要求的专业机械设备，虽然它对钻探工程有着重要的保证作用和积极的效果，但最终是以实现和满足钻进工艺的好坏来辨别其优劣的。因此，钻探工艺就成为钻探工程中的一项主导性的技术原理。

探工专业学生必须学习和掌握本专业所需的钻进工艺原理和技术。为此目的而编写的《钻探工艺学》是探工专业学生的一门主要专业教材。通过本课程的教学，学生将获得必要的专业智能和技术专长。这也就是说，本课程的任务是讲授有关钻进工作的原理、综合分析钻探技术的实践经验；了解和掌握钻探技术的工作过程和基本规律；熟悉工程施工的有效方法和合理程序；了解专业的新技术、新方法以及发展方向等。通过本专业课程的学习，应使学生在未来的工作中能够运用所学的知识和技能针对生产实际中所存在的主要问题或难点，通过分析、试验和研究给予合理的解决，并能做到充分利用先进技术，有效地发挥科学技术的功效，为不断地提高劳动生产率作出贡献；能根据生产工作的需要，采用新技术、新方法，能动地改造陈旧的方法和技术，为提高本专业的科学技术水平而努力。为达到上述目的，在教学过程中借以通过不同的教学环节（如课堂讲授、实验、实习、课程设计、作业练习等）使理论与实践有机地结合起来，以培养学生的分析问题和解决问题的能力。而在科学技术迅猛发展的时代里，为了适应国民经济全面高涨的客观形势，重视和培养学生的自学能力和独立思考能力是十分重要的。

《钻探工艺学》就是根据上述要求和原则而编写的。显然，本课程的目的是为学生讲授必要的专业基础理论和基本知识。

应该指出：《钻探工艺学》是一门实践性强的应用技术课程。有时需要较多的叙述和分析才能把一个工具、一种方法或一个工作过程讲授清楚。故而描述性的内容较多。这是实践性技术课程的固有特点，也是在阅读和学习本教材时应当注意的一点。

作为一门专业课程，《钻探工艺学》已有多年的教学经历，并已形成现今的教学体系及教学内容。本教材就是在多年的专业教学经验和第一轮统编试用教材的基础上，根据探矿工程专业教学课程指导委员会讨论并通过的大纲编写的。但作为一门必修的学科来评述，本课程的体系尚处于成型之中，其理论体系尚未最后确立。在学习本课程时明确这一点是有利于为共同致力于钻探工艺专业理论体系的探讨和成型的。

实际上，钻探工艺学涉及的内容和知识领域是十分广泛的。在学习本专业课程之前，应学习必要的先修课程，并应具备必需的基础理论知识和基本概念。例如，必要的数学、物理、化学等自然科学基础理论，以及理论力学、材料力学、工程热力学、机械原理及零件、有机化学、胶体化学、电工学、电子学等技术科学基础理论及基本知识。总括起来，

它们都是学习《钻探工艺学》专业课程所需的基础知识。在钻探工艺学中，经常要联系和应用到这些方面的基本概念和有关原理。实践表明，具有这些方面的深厚基础，才能较深入地理解钻探工艺中有关问题的实质和道理。

前已指出，《钻探工艺学》教材是为学习钻探基础理论和基本知识所进行的课堂教学需要而编写的。课堂教学无疑是很重要的，但这仅仅是钻探工程教学中的一个组成环节。实际上，在课堂教学之前，已有《钻探工程概论》课程的讲课和教学实习；在课堂教学之后，有钻探工程的生产实习及课程设计；在最后阶段，还应进行毕业实习及毕业设计。这些教学环节有机地相互配合，构成钻探工程教学完整的教学体系。通过概论课程的学习和各种实习，学习前已初步了解钻探生产工作的基本程序和主要环节；了解了钻探设备、各类钻具和工具的功用和使用方法；熟悉了机台的各项设备的安装方法和工作过程；熟悉了钻孔结构、开孔要求、钻进程序、事故的预防和处理、终孔封孔的步骤和要求等。所以，《钻探工艺学》教材仅适应于课堂教学，并未包括钻探工程的全部内容。

诚然，教材是课堂教学的主要依据。但是为了适应不同的教学条件和经验，在具体教学中可以根据具体情况灵活运用，善加取舍。特别是对一门专业课程，更应着眼于启发学生的独立思考能力，调动学生学习的积极性和主动性，努力鼓励学生自学，勤于研讨。这些是在使用教材、进行卓有成效的教学活动中应该注意的一个重要问题。

还必须强调指出：在教学过程中，应积极贯彻辩证唯物主义的认识论原理，遵循人们由感性认识到理性认识，由个别到一般、由浅入深的认识规律，力求通过现象来认识事物的本质。同时，还应根据专业课程的特点，贯彻理论联系实际的原则把讲授、实验结合起来。教学中还必须贯彻“少而精”的原则，着重于本专业的基本内容、基础理论、基本概念，并善于选择重点进行课堂教学，以便使学生在在校的有限时间内，能学习和掌握那些最主要的专业知识。

由于钻探工程涉及范围广，技术进步和变化快，而一本教材又往往难于包罗所有的内容，所以在教学中还应强调根据情况和要求，指定相当的课外参考书刊进行教学，以便因材施教和扩大知识面，充实学习内容。

多年来，各院校探工系师生在《钻探工艺学》教学方面已积累了许多宝贵的经验，发挥了各自的专长，形成了自己的特色。这是十分有意义的，应继续予以发扬和鼓励。但是为了培养出具有真才实学的专业人材，在教学中，还必须首先保证掌握基本内容的教学，这也是必须强调的另一面。

(二)

钻探工程是获得地下蕴藏的真实地质资料（如岩、矿、地温、地下水等）和直接信息的一种技术方法。它是地质和矿产勘探中不可缺少的一个施工环节。通过钻探工程可对所取得的地质和矿产资源参数作出最终可靠的评价。据统计，为探明一亿吨铁矿，需要有十万米的钻探工作量；为探明十万吨铜矿，亦需钻探数万米；而要生产一千万吨石油，需投入几百万米的钻井工作。十分明显，钻探工程首先是为地质和矿产勘探服务的，而随着地质工作的目的和要求的不同，钻探工程在地质勘探工作中又可能有下列多方面的服务内容：

1. 普查找矿钻探

为了揭露地表覆盖层，探索基岩的性质及实际状况、或为了了解地质构造或验证物探结果等，必须进行普查找矿钻探。一般说来，这类钻孔都较浅，常使用地表取样钻机或轻便浅孔钻机等。

2. 矿产勘探钻探

若需要查明某一地区某种或若干种矿产的分布、产状、品位情况，以求得资源储量，为矿产开采作物质上的准备，常需进行矿产勘探钻探。通常根据地质要求，按勘探网或勘探线而确定孔位。此类钻孔一般属中深钻孔，其钻探工作量亦比较集中。

3. 水文地质及水井钻

为了查明某地区地下水的赋存状况、水质和水量以及在地下的运动规律等水文地质情况，常需进行水文地质及水井的钻探工作。在钻探中，不仅要取得岩样，还须采取水样和进行许多测水试验等特种工作。有的钻孔完井后留作长期观察孔，成为考察水文地质的一个点。此外，根据探采结合的精神，按实际需要，在进行了水文地质勘察工作之后，下入井管和相应的过滤管而成为水井，并作为开采水井。在绝大多数情况下，为了开发地下水资源须专门钻凿地下水开采井。

4. 工程地质勘察钻

为了查明桥基、坝基、路基、港口、大型或高层建筑的地基及其承载能力，须钻凿工程地质勘察钻。工程地质勘察钻一般都较浅，经常为 30m、50m 或深至 100m。为了了解地层的承载能力，除了要求获取原状土样用以进行室内测定外，常需在孔内原地进行动载或静载试验法的实测工作。在工程地质勘察中，国家制订有许多标准规范，作为共同遵守的测试标准以资比较和评价。现在随着水利和工程建设事业的发展，必须进行边坡稳定勘察和地质灾害勘察。由此，要求对基岩裂隙中的软泥层作重点了解，或要求进行定向采取岩芯以便设计露天开采时的边坡倾角等。

5. 工程施工钻

利用钻探技术的特点直接完成某些工程项目，这为钻探工程开辟新的工作领域。现在其工作服务项目日益扩展。目前多用于工程基础施工方面。工程施工钻最初被用于大桥桥基建设中以管柱法代替利用沉箱人工直接下到江底开挖，取得了良好的经济和技术效益。现今，它成为一种桥基施工的新方法。现在，工程施工钻多用于基础桩的建造，即先钻成深入基岩的桩孔然后灌注成各类建筑物的基础。看来，利用钻探工程作为一种施工技术，大有可为。

当今，在石油及天然气的勘探和开采钻井方面已经形成一支强有力的专门的钻井技术队伍。近年来，在该类钻井技术方面已经开发了许多令人瞩目的研究成果和新的技术，它们都值得在固体矿产的钻探工程中加以借鉴和利用。

随着国民经济和科学技术的日益发展，对矿产资源的品种、质量及开发途径都有新的要求和变化。钻探工程技术的覆盖面亦日趋广泛。例如：为寻找新能源，从 60 年代起许多国家大力进行了地热勘探和开发，促使地热钻探应运而生，并获得了迅速的发展；为开发海洋资源，开展了滨海钻探和海底地质钻探等工作；为研究大陆地壳的物质及结构开展了深度超过十公里的地壳科学深钻；为了解新地区的地下情况，开始了极地钻探以及月球表层钻探等特种钻探，等等。而就其工作范围来说，它也在不断地扩大，例如：为了解各大城市普遍发生的地面沉降，借钻孔技术可设立基岩标和分层标，进行精密测量；为利用

自然能源，可钻成专门通道，将冬天的低温水回灌到地下储存，待到夏季抽出作为冷却水或降温用；利用钻孔技术加固水坝，增强地基，防止灾害；或被利用于疏通地下水，散发矿层气或用来安设地下电缆；甚至用于修筑地下帷幕，等等。总之，钻探工程是用途日益广泛的，大有发展前景的一种应用技术。

(三)

图 1.0—1 表示钻探设备的全貌。

一般说来，地表以上的部分，如钻机、水泵、动力机、钻塔等属于钻探设备部分；地表以下，包括孔底破碎岩石的过程、冲洗液循环状况，钻具、钻杆柱、钻孔结构及套管设计等，它们属于钻孔工艺学的研究范围。在实际工作中，地表设备部分与地下钻机工艺是不可分割的。

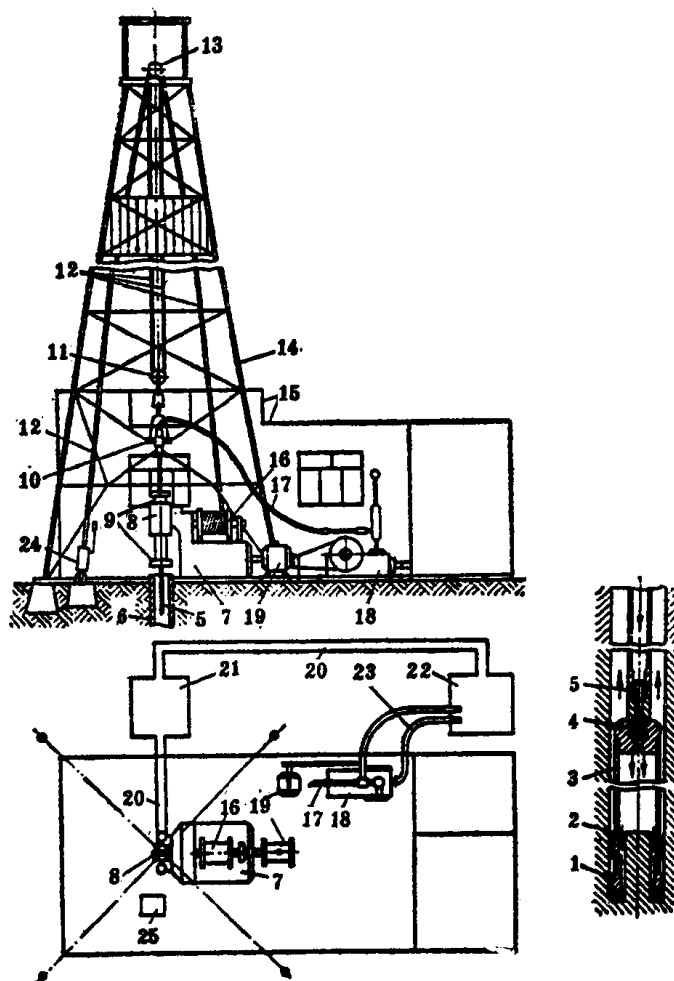


图 1.0—1 岩芯钻探全貌

1—钻头；2—岩芯；3—岩芯管；4—异径接头；5—钻杆柱；6—孔口(导向)管；7—钻机；8—回转器；9—卡盘；10—提引水龙头；11—游动滑车；12—钢丝绳；13—天车；14—塔腿；15—机房；16—升降机；17—高压管；18—水泵；19—电动机；20—循环槽；21—沉淀池；22—水源箱；23—吸水管；24—指重表；25—立根台

钻探设备和钻探工艺以地表线来划分，虽显得机械一些，但较简便。当然，钻探机械与钻探工艺是紧密相关的、但其研究的内容则是不同的。

如图 1.0—1 所示，由地表的工作机械（钻机及水泵）通向孔底工作面有两条渠道：其