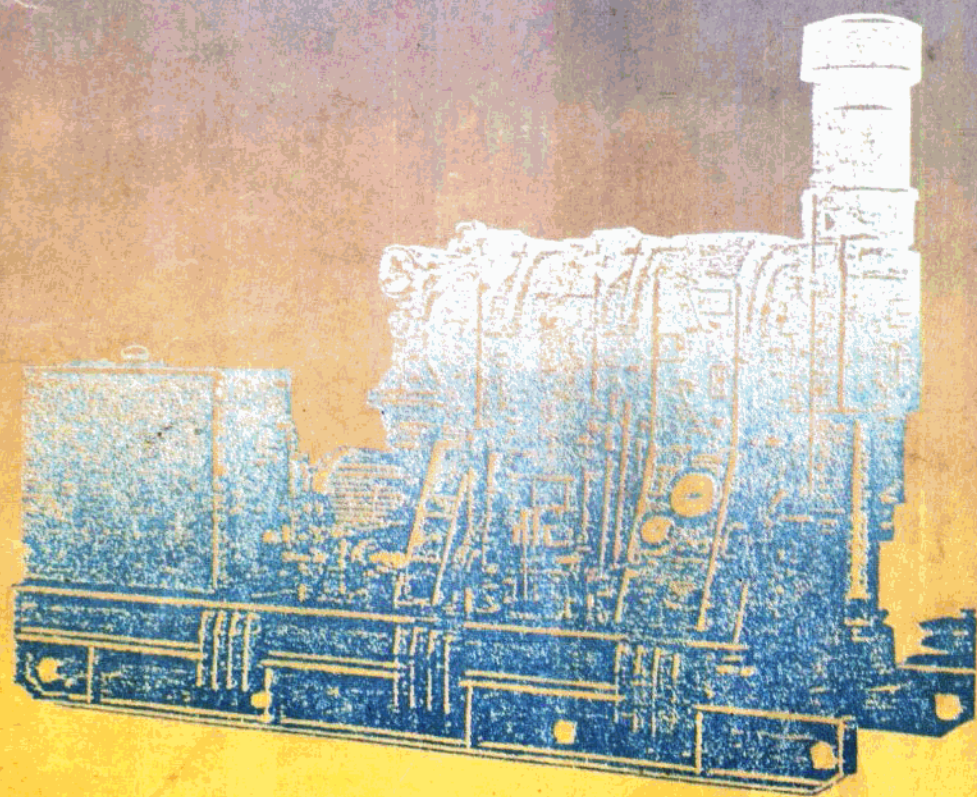


煤田钻探工程

第三分册

钻探工艺

中国煤田地质总局 编著



煤炭工业出版社

煤 田 钻 探 工 程

第 三 分 册

钻 探 工 艺

中国煤田地质总局 编著

煤 炭 工 业 出 版 社

814798

(京)新登字042号

内 容 提 要

《钻探工艺》分册的主要内容包括:40余年来我国煤田钻探工艺发展概况及今后展望;钻探设备安装;硬质合金钻进;金刚石钻进;冲击回转钻进;绳索取心钻进;空气潜孔锤钻进;煤层钻进;岩(煤)心采取;钻孔弯曲的防治与测量以及钻孔封闭等。

本书总结了建国以来煤田地质钻探的生产实践经验。荟萃了大量实际资料,反映了国内外先进钻探技术、工艺成就。它既可作为大中专地质院校钻探专业学生的教材,也可供现场培训钻探技术工人使用。

图书在版编目(CIP)数据

钻探工艺/中国煤田地质总局编著.-北京:煤炭工业出版社,1995

(煤田钻探工程)

ISBN 7-5020-1193-5

I. 钻… I. 中… II. 煤田-钻探 IV. P618.110.8

中国版本图书馆CIP数据核字(95)第17110号

煤 田 钻 探 工 程

第 三 分 册

钻 探 工 艺

中国煤田地质总局 编著

责任编辑:吕代铭

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街11号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

开本787×1092mm¹/₁₆, 印张21¹/₂, 插页1

字数499千字 印数1-3,370

1995年10月第1版 1995年10月第1次印刷

书号 3961 D0164 定价 23.50元

《煤田钻探工程》编审委员会

名誉主任 张延滨

主 任 王文寿

副主任 金宝昌

杜青荣

委 员 (以姓氏笔划为序)

毛邦倬 汤凤林 关文博 赵运兴

赵贵祥 赵琥芬 黄俊良

前 言

当今钻探工程不仅是矿产资源勘查的重要手段，同时也广泛地应用到工程地质勘查、公路、桥梁、隧道及大型现代化建筑工程的钻孔桩基础工程和矿山立井施工、疏干排水、通风、灾害处理等各个方面。其应用范围将会越来越广。

我国煤田地质钻探队伍从无到有，从小到大，40多年来得到了迅速发展。无论是钻探设备还是钻进工艺，都达到了一定的水平，有些已接近或达到国际水平。钻探效率数倍增长，钻探质量显著提高，为煤炭工业的生产建设提供了可靠的地质资料。随着市场经济的发展，煤田钻探工作已面向社会，开展了各种有偿工程技术服务。在激烈的市场竞争中，对钻探工程提出了更高的要求。

几十年来，我们在钻探工程的实践中，创造和积累了丰富的经验，这是一笔宝贵的财富。为了总结、继承和推广这些经验，吸收、引进国内外的先进技术，提高煤田钻探职工队伍素质，增强在市场竞争中的竞争力和战斗力，我们特邀请从事钻探技术工作几十年的专家、教授、学者，编写了《煤田钻探工程》一书。

编写本书的指导思想是，立足于煤田钻探，兼顾其它行业的需要。书中介绍的技术，既要满足当前生产的需要，又要适度超前。因此，本书既总结了40年来国内煤田钻探、工程钻探的先进技术，介绍了国内、外的新设备、新技术、新工艺。如近年推出的TK系列液压钻机，绳索取心钻进、冲击回转钻进、空气洗井等高新技术。又为适应市场的需要，特意增加了有关的特种钻探工程，如浅层油气井钻探，大口径深水井钻探、冻结孔施工技术、露天边坡钻探钻孔和矿坑疏干钻孔的施工技术，以及钻孔桩基础施工技术等重要内容。

本书突出了煤田钻探技术特色，理论联系实际，实用性强。全书共分10个分册，即《钻探设备》、《钻探管材与附属机具》、《钻探工艺》、《特种钻探工程》、《钻井液》、《钻探设备使用与维护》、《钻探液压技术》、《微机在钻探中的应用》、《钻孔桩基础施工技术》、《煤田钻探安全技术》。每个分册既独立自成体系，分册之间又互相联系。因此，本书是一套完整地介绍煤田钻探技术及一些特殊工程钻探和工程施工的教学参考书，并可作为现场人员的生产技术用书，既适用于煤田系统，也适用于其它施工单位。

本书在编审过程中得到了广大钻探技术工作者和煤田地质系统各单位、中国地质大学、中国矿业大学北京研究生部、煤炭科学研究总院上海分院、肇州液压机械厂、郑州煤田职工地质学院、重庆煤田地质技工学校等单位的大力支持和协助，在此谨表示衷心的感谢。

中国煤田地质总局

1993年3月

编 者 的 话

《钻探工艺》是《煤田钻探工程》的第三分册。本分册总结了我国40多年来煤田地质钻探的生产实践经验，按钻探生产的工艺技术编写，突出地论述了各种钻进方法，反映了国内、外先进技术成就。为了便于读者学习和应用，书中附有较多的图表。

本书的编写过程是在共同讨论编写大纲的基础上分工负责编写、经相互审查，最后集体讨论修改定稿。

本书编写的分工是：第一、四、八章由王庚印副教授编写；第五章由赵浪乾老师编写；第二、六、七、十一章由杨孟勤高级工程师编写；第三、九、十章由李彬荪高级工程师编写，最后由李彬荪负责全书统纂。

中国煤田地质总局原副局长王文寿、副总工程师金宝昌高级工程师和杜青荣高级工程师，均为编写工作提供了有益的意见和建议。湖南煤田地质局、山西煤田地质局115队以及郑州煤田职工地质学院的领导和有关同志给予了大力支持。各有关省煤田地质局、队、厂及科研单位提供了宝贵资料或科研成果，在此一并表示感谢。

目 录

第一章 概论	1
第一节 我国煤田钻探技术发展概况	1
第二节 钻探方法分类	2
一、按破碎岩石的外因作用分类	2
二、按钻井液的循环方式分类	3
三、按采取岩心的方式分类	4
第三节 钻探施工程序	5
一、钻探施工设计	5
二、开钻前准备工作	6
三、设备安装	6
四、开孔	7
五、钻进工作	8
六、校正孔深	9
七、测井	9
八、封孔	9
九、拆迁	9
第二章 钻探设备的安装	10
第一节 钻探场地的选择与修筑	10
一、钻探场地的选择	10
二、钻探场地的修筑	10
第二节 钻探设备的安装	14
一、钻塔安装	14
二、机械设备安装	16
第三节 附属设备的安装	18
一、循环系统的安装	18
二、场房的安装	19
三、安全设施的安 装	20
第三章 硬质合金钻进	23
第一节 概述	23
第二节 钻探用的硬质合金	24
一、硬质合金的特性	24
二、钻探用的硬质合金切削具的形状及规格	25
第三节 硬质合金钻进机理	26
第四节 取心式硬质合金钻头结构设计	28
一、钻头体(空白钻头)	28
二、硬质合金切削具在钻头上的排列	29
三、硬质合金切削具在钻头上的出刃	30

四、合理确定硬质合金切削具在钻头上的数量	33
五、硬质合金切削具在钻头上的镶焊角	34
六、取心式硬质合金钻头的制造	36
第五节 全面钻进式硬质合金钻头	37
一、刮刀钻头	37
二、牙轮钻头	40
第六节 煤田钻探常用的硬质合金钻头	42
一、取心式硬质合金钻头的分类	42
二、磨钝式硬质合金钻头	43
三、自磨式硬质合金钻头	48
第七节 硬质合金钻头的加工工艺	51
一、钻头体的机加工	52
二、镶嵌硬质合金	52
三、焊接硬质合金切削具	52
四、硬质合金钻头的修磨	52
第八节 硬质合金钻进技术参数	53
一、钻进压力	53
二、转速	55
三、钻井液的质与量	56
第九节 硬质合金钻进技术	58
一、硬质合金钻进注意事项	58
二、掌握合理一次钻程	59
三、因地制宜地采用小口径钻进	59
四、有条件地采用无岩心钻进	60
五、大力推广分层钻进技术	60
第四章 金刚石钻进	61
第一节 概述	61
一、金刚石钻进技术的发展概况	61
二、金刚石钻进用钻具的组成	62
三、金刚石钻进的优越性	63
第二节 金刚石钻进碎岩的基本机理	64
一、表镶金刚石钻头的碎岩过程	65
二、孕镶金刚石钻头的碎岩过程	67
三、破碎岩石与钻进规程的关系	68
第三节 钻探用的金刚石	69
一、金刚石的分类	69
二、金刚石的品级及其粒度	70
三、金刚石的性质	73
四、其它人造超硬材料简介	76
第四节 金刚石钻头和扩孔器	77
一、金刚石钻头	77
二、扩孔器	88
第五节 金刚石钻进技术参数	90

一、钻压	91
二、转速	94
三、泵量	96
四、钻进技术参数的配合	98
第六节 金刚石钻头的选择与使用	99
一、金刚石钻头选择的原则	99
二、金刚石钻头的选择	100
三、金刚石钻头的使用	103
四、对金刚石钻头质量的评价	104
五、金刚石钻头的磨损	106
第七节 金刚石钻进技术及注意事项	108
一、钻具的组配	108
二、开孔与换径	109
三、金刚石钻进注意事项	110
第五章 绳索取心钻进	116
第一节 概述	116
一、绳索取心钻进的实质	116
二、绳索取心钻进的优缺点	116
三、绳索取心钻进的合理使用范围	117
第二节 绳索取心钻进的钻孔结构	118
一、钻孔结构设计中应注意的问题	118
二、绳索取心钻进常用钻孔结构	118
三、套管的固定和回收	119
第三节 绳索取心钻具与配套机具	120
一、绳索取心钻具	120
二、绳索取心钻进附属设备和工具	126
第四节 绳索取心金刚石钻头与扩孔器	126
一、绳索取心金刚石钻头	126
二、绳索取心钻进用扩孔器	129
三、绳索取心钻头的合理选择	129
第五节 绳索取心钻进用钻井液	131
一、绳索取心钻进对钻井液性能的要求	131
二、常用钻井液的类型及性能参数	131
三、钻杆内壁结泥皮问题	134
第六节 绳索取心钻进技术参数	135
一、钻压	135
二、转速	135
三、钻井液量	136
四、临界钻进规程	136
第七节 压力平衡钻进理论的应用	137
一、绳钻塌、漏原因分析	137
二、压力平衡钻进理论	138
三、压力平衡钻进的现场应用	140

第八节 绳索取心钻具的装配、使用与维护	141
一、钻具的组装、检查和调节	141
二、煤田绳索取心钻进操作注意事项	143
三、钻具的维护保养	144
第九节 绳索取心钻进技术的发展方向	144
一、绳索取心与冲击回转钻进相结合	144
二、绳索取心技术与不提钻换钻头相结合	144
三、定向钻进与绳索取心相结合	145
四、提高岩、矿心采取率的绳索取心钻具	145
五、绳索取心空气钻进和泡沫钻进	148
第六章 冲击回转钻进	149
第一节 概述	149
一、冲击回转钻进的特点和实质	149
二、冲击回转钻进的应用范围	149
三、冲击回转钻进的发展概况	150
第二节 冲击器	151
一、液动冲击器	151
二、风动冲击器	168
第三节 绳索取心冲击回转钻进	175
一、绳索取心冲击回转钻进概况	175
二、正作用绳索取心冲击回转钻具的结构和工作原理	177
三、阀式双作用绳索取心冲击回转钻具	185
第四节 冲击回转钻进的配套设备和工具	193
一、钻机	193
二、水泵	193
三、动力机	193
四、附属设备与装置	193
五、附属工具	193
第五节 冲击回转钻进工艺	196
一、冲击回转钻进的碎岩特征	196
二、钻进规程参数的选择	197
三、提高冲击回转钻进效率的措施	198
四、主要操作技术方法及注意事项	199
第七章 空气洗井钻进	201
第一节 空气洗井钻进技术的发展简史	201
第二节 空气洗井钻进方法的分类	202
一、粉尘洗井钻进	202
二、雾化洗井钻进	203
三、泡沫洗井钻进	203
四、充气泥浆洗井钻进	203
第三节 空气泡沫洗井钻进的基本条件	204
第四节 空气洗井钻进的设备和机具	204
一、空气压缩机	204

二、泡沫灌注机具	206
三、井口防尘装置	206
四、钻具配置	207
五、地面管路安装	207
第五节 泡沫剂的性质及选择	209
一、泡沫洗井液的物理化学性质	209
二、泡沫洗井液在钻进中的作用	210
三、泡沫剂的选择	211
第六节 影响空气洗井钻进效率的因素	214
一、环状间隙上返风速对钻进效率的影响	214
二、其它参数的影响	216
第七节 空气洗井钻进技术	216
一、干空气洗井钻进	216
二、泡沫洗井钻进	217
三、空气洗井钻进在不同岩层中的施工方法	218
第八节 空气洗井钻进的经济效益评价	218
第九节 空气洗井钻进注意事项及设备维护保养	219
一、钻进操作注意事项	219
二、设备的维护和保养	221
第八章 反循环钻进	226
第一节 概述	226
一、反循环钻进的优点	227
二、反循环钻进的分类	227
第二节 水力反循环连续取心钻进	230
一、水力反循环连续取心钻进的基本工作原理及优缺点	230
二、水力反循环连续取心钻进所需设备及附属器具	232
三、钻进规程及技术参数	233
四、各种岩层钻进的技术措施	234
五、操作注意事项	235
六、钻进中常见故障与处理方法	235
第三节 泵吸反循环钻进	236
一、泵吸反循环钻进的基本工作原理	236
二、抽吸泵	237
三、泵吸反循环钻进基本参数的确定	237
四、泵吸反循环抽吸泵的启动	239
五、泵吸反循环钻进的适用范围及注意事项	239
第四节 气举反循环钻进	240
一、气举反循环钻进的基本工作原理	240
二、气举反循环钻进的供气方法	242
三、气举反循环钻进有关参数的选择与配合	246
第五节 射流反循环钻进	247
一、射流反循环钻进的基本工作原理	247
二、射流泵(元件)的结构及工作原理	247

三、射流系的主要性能参数	249
四、射流系的安装位置	250
第六节 大口径全面反循环回转钻进工艺	251
一、反循环钻进用钻头	251
二、钻进规程及技术参数	258
三、大口径反循环钻进的技术措施和注意事项	261
第九章 煤层钻进	263
第一节 概述	263
第二节 影响岩(煤)心采取质量的因素	264
一、地质条件	264
二、钻进工艺与技术	264
三、组织管理与规章制度	266
第三节 中国含煤岩系及煤层的特征	266
一、含煤岩系的岩石特征	266
二、煤层顶底板的岩性特征	267
三、煤层的结构特征	267
四、煤层按钻进取心难易程度的分类	268
第四节 煤田钻探常用的取心器	268
一、DQX型取心器	269
二、MQY ₁ (硬质煤型)取心器	271
三、SMQ-2型取心器	271
四、MQR ₁ -89与MQR ₁ -89(软质煤型)双管单动取心器	273
五、DMD84-1型取心器	273
六、SMK-2型双管单动取心器	276
七、MQY ₁ -89取心器	277
八、YMD-3型双管单动取心器	277
九、取心器的结构分析与改进	278
第五节 补取煤心及顶、底板岩心	279
一、捞取岩心	279
二、孔壁取样	281
三、人工造斜法补取岩(煤)心样	284
第六节 煤层钻进技术	285
一、根据地质和岩层特性,掌握见煤预兆	285
二、钻进煤层时指重表的反映	286
三、钻进煤层时钻速的反映	286
四、钻进煤层顶板的几点要求	286
五、钻进煤层时应注意的操作事项	287
第十章 钻孔弯曲的防治与测量	288
第一节 钻孔弯曲的危害	288
一、影响地质资料的准确性	288
二、钻孔弯曲给钻探施工造成的困难	288
三、浪费人力、物力,延误施工期	288
第二节 钻孔弯曲的原因及规律	289

一、岩层结构方面的原因	289
二、工艺技术方面的因素	291
第三节 钻孔弯曲的测量	296
一、钻孔顶角测量方法及原理	297
二、钻孔定向标记方向的测量方法及原理	300
三、测斜仪器的校验	304
四、确定钻孔空间位置的计算和作图法	305
第四节 钻孔弯曲的预防与初级定向孔	308
一、根据岩层特性设计钻孔	308
二、确保设备安装质量, 把好开孔关	310
三、合理选择钻进工艺, 控制孔壁间隙	311
四、正确选择钻具结构, 增强钻具的导向性和稳定性	311
第五节 钻孔弯曲的纠正	312
一、一般纠斜方法	312
二、特殊纠斜方法	315
第十一章 封孔	320
第一节 封孔的目的和要求	320
一、封孔的目的	320
二、封孔的要求	320
第二节 封孔材料及封孔方法	320
一、封孔材料的选择	320
二、粘土封孔	320
三、水泥砂浆封孔	321
第三节 封孔工艺及注意事项	322
一、洗孔	322
二、下隔离塞	322
三、注浆方法	324
四、封闭孔口和设置孔口标志	325
五、封孔注意事项	325
第四节 封孔质量检查	326
一、取样检查	326
二、启封透孔检查	327
参考文献	328

第一章 概 论

第一节 我国煤田钻探技术发展概况

我国早在秦代就已开始应用钻探技术,至今已有2200多年的历史,是世界上较早采用钻探方法的国家。钻探技术是我国古代许多科学技术发明之一,而且成就卓著,如唐代仅四川一地钻出的盐井就多达640余口,井深已可达500尺。史料中记载的很多钻探施工技术,直到现在仍具有生命力。例如,现代的机械冲击钻进与古代凿井技术的基本原理就仍相同。

但是,由于长期受封建制度的束缚,特别是自鸦片战争以来,又遭到帝国主义的掠夺和压迫致使我国的钻探技术日渐落后。

中华人民共和国成立后,煤田钻探事业得到了迅速的发展。不仅各省(区)市建立了相应的煤田地质勘探队伍,而且还相应地建立了各类地质学校以培养技术人材,并建立了各级科研机构进行科研开发。现在,不仅能承接国内煤田勘探工程,保证煤炭工业发展对资源的需求,而且还可以承接国外的煤田地质勘探工程;除从事煤田地质钻探以外,还把钻探业务拓展到井筒冻结孔、矿山灌浆孔、水井、工程地质勘察、露天边坡勘探、建筑基础桩等各种岩土工程施工等领域。

40多年来,煤田钻探技术、工艺有了迅速的发展与提高。

(1) 碎岩材料和钻头方面,已由铁砂、钢粒钻头发展到硬质合金、人造金刚石聚晶、复合片钻头,并以研制应用适岩钻头为目标,先后研制推广应用了铸造锯齿形贴镶钻头,三刮刀钻头、排状合金和装配式等不同类型的钻头40余种。还自行研制了天然金刚石钻头和人造金刚石钻头(包括电镀、烧结、无压法制造工艺生产的人造金刚石钻头)、柱状聚晶和三角聚晶钻头。电镀钻头在中硬—软岩互层中钻进最高达200~300m/个,平均寿命为40~70m/个。

(2) 绳索取心金刚石钻进,取得了明显的效果,特、甲级孔率达90%以上,天然金刚石钻头寿命最高达2725.15m/个。

(3) 改进取煤工具和操作工艺,取好煤心,是煤田钻探的主要任务,针对煤层松散、破碎、膨胀、瓦斯量大的情况,先后研制了SMQ、DMD、LQX等10多种类型的取煤器。它们单动性能好、内管为半合管自锁,可以合理地调节钻井液在钻头部分的分流高度、流量、流向和卡簧、爪簧卡心。

(4) 在操作方面,突破了多年的传统——轻压、慢转、小泵量的操作工艺,采用尽快使煤心进入容纳管的办法,减少了对煤心的磨损和冲蚀,提高了煤心采取率和完整度。

(5) 改进钻井液性能,是煤田地质钻探的突出问题。煤系地层钻进中,孔壁的稳定性能差,为适应钻孔安全钻进的需要,煤田地质系统先后研制和推广了铬制剂泥浆、钙处理泥浆、煤碱剂泥浆, MHES、HPAM、PAM-c2、KP 共聚物等多种处理剂;选用人工粘土、LBM、田菁粉等造浆材料,根据不同地层,分别推广了低固相及无固相钻井液;采用

191、随钻801、高吸水树脂等若干堵漏材料,提高护孔技术,并建立了三级泥浆管理制度。

(6) 由于在煤田钻探中、常遇有一些研磨性强而又易造成孔斜的坚硬砂岩,为了攻克这一难关,近年来先后试用和推广了无簧喷射式、阀式正作用等冲击器,进行液动冲击回转钻进,取得了较好的效果,使孔斜率降低,钻效又提高几倍到十几倍。

(7) 为了解决老窿、空巷、严重漏水和干旱缺水地区的钻探问题,近年来成功地应用了空气泡沫钻进。空气泡沫钻进排粉快、重复破碎少,不存在介质漏失问题。在山西大同矿区、陕北地区推行空气泡沫钻进,效率较普通工法成倍提高。

(8) 在硬、脆、碎岩层中,成功地试验了适合煤田钻探的潜孔锤钻进,先后在京西矿区和宣化地区取得了较好的成果,小时效率提高了几十倍,达到了高效、低耗的目的。

(9) 在江西、湖南、四川等构造复杂、用普通工法难于钻穿煤层的地区,成功地进行了定向分枝孔的钻进,达到了地质设计的目的,节约了大量的钻探工作量。

(10) 井筒冻结孔,灭火、治水注浆孔等采用四级钻具开孔,合理掌握粗径钻具长度、初级定向和孔内定向、及时纠斜等方法,使其落点精度大大提高,偏斜率小于0.3%。

(11) 旧式手把钻机已全部淘汰,经过引进瑞典的XH-60型、托拉姆2×20型、苏联的B-1000型、3HΦ-650型、日本的深尺钻机7XL-E型、和法国车装全液压钻机RQ-300型等国外样机,通过学习消化,结合我国国情、研制了红旗-700型、THJ-1500型、TK系列液压钻机和GZY系列全液压钻机。这些钻机具有扭矩大、变速范围广、液压自动夹持、并有水刹车。适合煤田地质钻探发展绳索取心金刚石钻进和冲击回转钻进的需要。泥浆泵已由双缸双作用的BW型更新为N5B三缸单作用的变量泵。

我国煤田地质钻探技术,从开始发展到现在,虽然取得了巨大的成就,但也经历了许多艰辛。与现代世界先进水平相比,我们有一些长处,也存在较大差距。现今,人们把金刚石钻进和金刚石绳索取心钻进、液动冲击回转钻进、反循环钻进、受控定向钻进、优化钻探等叫作当代地质钻探的五大技术(方法)。这不仅是因为它们在历史上曾推动过钻探工程向更高的水平和更新的高度演进与发展。而且更重要的是,其自身至今仍在日新月异地向高、精、尖攀登,对地质钻探工程的未来,起着先锋引导作用,应当引起全体煤田地质钻探工作者的深切关注。展望未来,我们深信,只要层层重视,加强科技攻关,强化钻探生产技术管理,一定能使我国煤田地质钻探技术,持续、稳定地向前发展。

第二节 钻探方法分类

在钻探施工中,为破碎孔底岩石以达到进尺的目的所采用的各种技术措施,统称为钻探方法。由于技术措施是多方面的,因而钻探方法也有很多种类。

一、按破碎岩石的外因作用分类

按破碎岩石的外因作用不同,钻探方法可分为机械方法、物理方法和化学方法三种。鉴于目前物理方法和化学方法都还在研究试验阶段,尚不能有效地用于生产实践,因而机械破碎为目前唯一用于钻探生产的方法。机械碎岩方法按破碎岩石的方式不同进而分为三大类。

(一) 冲击钻进

冲击钻进是利用钻头的切削,间歇性地对孔底岩石进行冲击,孔底岩石在其瞬时冲击

力集中载荷的作用下,即发生破碎。在钻进中,为确保钻孔成为圆柱形并充分发挥侧向力对岩石的破坏作用,钻头在每冲击一次后应转动一定的角度。当孔底岩屑达到一定数量后,提出钻头,下入专用的捞碴工具将岩屑捞出,然后重新下入钻头继续冲击碎岩,如此反复进行,使钻孔逐渐加深直到终孔。当遇到孔壁岩层不稳定的孔段时,可以下入套管或采用其它措施加固孔壁,然后继续钻进。

冲击钻进按所用动力的不同,又可分为人力冲击钻进和机械冲击钻进。人力钻进由于劳动强度大,且生产效率低,因而现已被机械钻进所取代。

冲击钻进多用于水井、灌浆孔和露天采矿爆破孔的钻探。

(二) 回转钻进

回转钻进是利用钻头在轴向压力与水平回转力的共同作用下,以压皱、压裂和剪切等方式破碎孔底岩石的钻进方法。钻进中,冲洗液循环流动冷却钻头并将岩粉携带到孔外,以保持孔底清洁。随着钻进时间的延长,钻头上的刃具会逐渐被磨钝,钻进效率也将随之降低,应适时地从孔内提出磨钝的钻头并加以更换,然后将新钻头下入孔底继续钻进,直到终孔。钻进中如遇孔壁坍塌、掉块、漏水、裂隙、溶洞等现象,影响正常钻进时,可采用各种适合的措施进行护壁、堵漏以保证孔壁稳固。

回转钻进又可按破碎岩石形式的不同分为岩心钻进和无岩心钻进。岩心钻进是用筒状钻头,对岩石作环状破碎,把中间部位的岩石原状保留下来形成柱状岩块(岩心),每钻进一定深度后,通过用不同的工具和技术措施把岩心采取出来,供地质人员用作研究地层、岩性等地质情况的真实的第一手实物资料。岩心钻进是固体矿产地地质勘探采用的主要方法。岩心钻探目前用于探矿工作的钻孔深度,多在2000m以内,钻孔直径多在36mm至150mm之间。不过煤田地地质勘探时,由于对煤心(样)分析化验的要求,钻孔直径通常都不小于75mm。无岩心钻进一般应与物探测井配合使用。它是用钻头将孔底岩石全部破碎,不留岩柱,岩粉随钻井液排出。这种钻探方法多用来进行石油、天然气生产井的钻进,在煤田地地质勘探中,有条件地在精查勘探中使用。

在回转钻进按磨碎岩所用的材料不同又分为钢粒钻进、硬质合金钻进、金刚石钻进(人造聚晶及复合片也属此类)。

(三) 冲击回转钻进

冲击回转钻进把上述两种碎岩形式结合了起来,即在孔底回转破碎岩石的同时,又向钻头施加冲击载荷,因此,它兼有回转和冲击两种破碎岩石的作用。冲击回转钻探,按所使用冲击动力传动介质的不同,又可分为液动冲击回转钻进和风(气)动冲击回转钻进两类。其中,液动钻进又分阀式和喷射式。阀式再可分为正作用、反作用、双作用三种。

冲击回转钻进主要用于坚硬岩层、打滑地层的钻进。这种钻进方法对提高钻进效率和钻孔防斜效果显著。

(四) 振动钻进

利用高频的振动作用破坏土壤的原生结构,使钻头切入土层的方法,称为振动钻进。目前,这种钻进方法主要用于工程地质的表层土钻进。硬岩的高频振动碎岩方法尚在研究之中。

二、按钻井液的循环方式分类

按钻进时所用钻井液循环方式的不同,钻进方法可分为正循环钻进和反循环钻进。

正循环钻进是钻井液在泵压作用下，由钻具中心流到孔底，携带孔底岩粉沿钻具与孔壁环状间隙返回地面，把所携带的岩粉用自然沉淀或机械除砂清除后，再由泵压重新流送孔内如此循环流动。

反循环钻进只是使钻井液按与正循环相反方向循环流动。反循环钻进又可分为全孔反循环钻进和孔底局部反循环钻进。

三、按采取岩心的方式分类

按采取岩心的方式不同，钻进方式可以分为提钻取心、不提钻绳索取心和反循环连续取心三类。这是矿产地质勘探的主要钻进方法。

提钻取心钻进是钻头每次下孔后，钻进一段深度（视钻进情况和规定要求），在钻具下部将岩心卡断，然后把钻具由孔内提出，收集岩心或更换钻具后，继续下钻钻进。

绳索取心钻进是用特制的钻具和设备，每钻进一段深度需要采心时，不必全部提出孔内钻具，只用细钢丝绳将特制的岩心捞取器下入钻杆内，把位于钻杆与钻头之间的取心器中的岩心容纳管（内管）由钻具的中心孔中提到地面，采集岩心后，再把岩心容纳管投入孔内，到位后即可继续钻进。这种方法可以大大节省提钻、拧卸钻杆、钻具所占用的时间，不仅能有效地提高钻进效率而且还可使钻孔质量提高。

反循环连续取心钻进是每钻进一段（10cm左右），由钻具自动把岩心卡断，然后利用反循环介质上返的冲力与浮力，把短块岩心冲到地面。这种钻进方法可连续取心。

在岩心钻进时，所用来收集岩心的岩心管可以分为单层和双层两类，用单层岩心管时称为单管钻进，用双层岩心管时称为双管钻进。双管又可分为单动和双动等形式。

此外，钻进方法分类的情况还有很多，但主要是按碎岩方式区分的，这里不再赘述。钻探分类情况，见表1-1。

表 1-1 钻进方法分类表

