

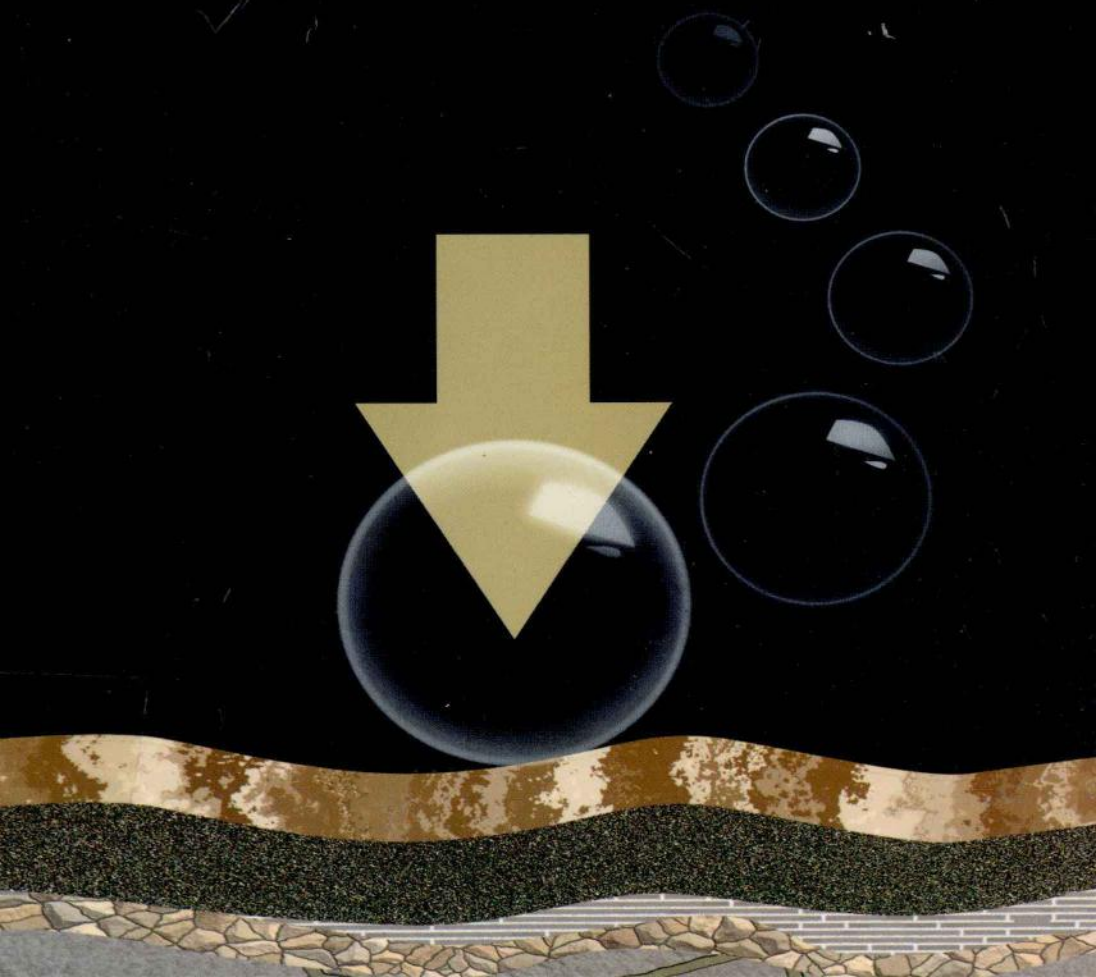
赵长福 编著

空气泡沫钻进学

—— 泡沫钻进应用与研究

KONGQI PAOMO ZUANJINXUE

兰州大学出版社



甘肃有色金属地质勘查局

空气泡沫钻进学

——泡沫钻进应用与研究

KONGQI PAOMO ZUANJIAXUE

赵长福 编著

兰州大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

空气泡沫钻进学:泡沫钻进应用与研究/赵长福编

著. —兰州:兰州大学出版社, 2011. 1

ISBN 978-7-311-03282-1

I. ①空… II. ①赵… III. ①泡沫钻进 IV.

①P634.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 002660 号

责任编辑 张 萍

封面设计 刘 杰

书 名 空气泡沫钻进学

——泡沫钻进应用与研究

作 者 赵长福 编著

出版发行 兰州大学出版社 (地址:兰州市天水南路 222 号 730000)

电 话 0931-8912613(总编办公室) 0931-8617156(营销中心)
0931-8914298(读者服务部)

网 址 <http://www.onbook.com.cn>

电子信箱 press@lzu.edu.cn

印 刷 兰州残联福利印刷厂

开 本 880 × 1230 1/32

印 张 9

字 数 224 千

版 次 2011 年 1 月第 1 版

印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-311-03282-1

定 价 32.00 元

(图书若有破损、缺页、掉页可随时与本社联系)

作者简介

赵长福,1961年出生,正高级工程师。1982年7月毕业于河北地院探工系,1982年8月至1992年在甘肃地矿局探矿一队和酒泉地调队,主要从事浅井提升机设计制图、绳索取心钻进技术推广应用、室内化学泥浆试验研究和应用指导及脲醛树脂堵漏技术的应用、孔内不提钻换钻头生产试验研究、采用LZ—73造斜器在开采巷道进行定向钻进、钻头及取心钻具等设计、打滑地层钻头研究等技术工作,并与中国地大(武汉)探工系联合,负责地矿部科研项目“空气泡沫钻进技术在小口径金刚石钻探中的应用研究”生产试验的灌注管汇设计、施工设计、泡沫剂性能室内试验、拟定钻进工艺规程和操作方法、生产数据收集、报告编写;与地矿部勘探技术研究所、长春地质学院探工系联合,负责地矿部科研项目“甘肃南金山和曹家口(小西弓)矿区金矿复杂地层泡沫冲击回转钻进技术的试验研究”的管汇、施工设计,数据收集、报告编写等。1993年至2005年7月在甘肃煤田地质局主要从事生产(煤田及石油钻进)技术指导,生产安全及质量管理,并从事了该局及地矿系统的职工培训。2005年8月至今在甘肃有色金属地质勘查局有色工程设计研究院从事项目、质量管理、职工培训、勘察施工等。作为第一获奖者,于1996年获地矿部科技成果三等奖和四等奖两项。在《探矿工程》、《西部探矿工程》、《地质与勘探》、《工程勘察》等杂志发表论文八篇。

联系电话:13008765057

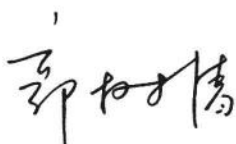
序

空气泡沫钻进是多工艺空气钻探的一种,由于其具有的一系列优越性,已被钻探业发达国家广泛应用。在我国的水文水井钻探、煤田地质钻探以及水利水电工程勘察钻探、地质灾害治理勘察钻探等领域也有一定的应用。然而空气泡沫钻进在我国地质钻探各领域的应用,由于交流、宣传与培训不足等原因,使这一工艺技术未能得到广泛推广与应用。正是基于此,本书作者在自己早年参加的地矿部科研项目“空气泡沫钻进技术在地质岩心钻探中应用的研究”及“甘肃南金山(和曹家口)(小西弓)矿区金矿复杂地层泡沫冲击回转钻进技术的试验研究”两项研究成果,以及多年研究分析所积累资料的基础上,进一步提出了空气泡沫钻进的应用条件与使用方法,并对我国泡沫钻进工艺技术的发展提出了研究方向和途径,以成书的形式系统地呈现给同行,虽从时间上看有迟缓之感,但就目前我国钻探工艺技术的发展情势看,也不失“及时雨”的作用。

本书简要地介绍了空气泡沫钻进的发展过程及应用现状,陈述了推动其发展的意义以及前景;并在论述空气泡沫基本组成和性状的基础上,表述了将其作为一门独立的钻进工艺学科进行研究的内涵和意义。在基本内容中,以应用实践为基础,介绍了其应用的基本设备和机具的配套、工艺形成要素(管汇系统)、泡沫剂

等材料的性能测试及选择、钻进的工艺和规程参数;比较分析了空气泡沫钻进的优势和不足;提供了实际操作的技术方法和注意事项;阐述了利用其作用机理和复杂工艺以解决复杂地层钻进问题的可行性,应用研究的基本方法和研究方向;提出了解决泡沫对环境的污染问题,介绍了消泡及回收泡沫液的方法。这些内容对开展空气泡沫钻进的应用及研究均具有较好的指导作用。

随着资源开采和地质钻探工程的发展,钻进中难免遇到复杂地层,而采用空气泡沫钻进解决复杂地质、提高钻进效率显得愈益迫切。故作者将其作为一门独立的钻进技术工艺学科进行介绍、分析研究,不仅思路新颖、认识深刻,还会进一步增强和提高各领域的同行对这一工艺技术的认知度;对引导他们进一步的应用与研究有着重要意义。对此,希望该书的出版能更好地帮助同行提高对这一工艺技术的应用与研究能力,并在进一步推动我国钻探事业的发展中发挥重要作用。

1


二〇一〇年十一月

前言

20 世纪 70 年代, 空气泡沫钻进技术就已被钻探业发达国家较广泛地用于石油、水井和低压油气田的开发钻进; 80 年代被更多国家进一步用于煤田钻探, 以及为解决干旱缺水和复杂地层金属矿钻进中, 并取得了显著的技术效益。但对于钻探业欠发达国家, 该工艺技术的应用程度还很低, 还需从技术培训、应用研究诸方面加以推进, 以增强其应用能力。此外, 由于空气泡沫钻进是由采用干空气的冲孔钻进演化而来, 其初期使用是为解决空气钻进至含水、漏失和孔壁不稳定等地层时存在难以钻进问题, 故这一技术普遍地被认为是多工艺空气钻进的一个分支; 在其应用中, 还更多地囿于或依附于空气钻进技术, 而未能摆脱干空气钻进的基本理念。因此, 对其具有的工艺复杂性和作用机理的独特性, 还没有被普遍地认知, 并作进一步的深入研究与实践探索。然而, 正是鉴于空气泡沫是由多相介质组成的, 其形成工艺及作用机理与液流体和气体的冲洗介质相比, 是更为复杂而不同的流体, 因此, 在编写这本书时, 就将其作为一门独立的钻进技术工艺学科进行了论述。

本书的编写主要基于 20 世纪 80 年代末期至 90 年代初期, 本人所从事的“空气泡沫钻进技术在地质岩心钻探中应用的研究”等项目的应用实践与研究。对于采用泡沫工艺解决极复杂地层的研究与发展, 即采用极复杂泡沫工艺的问题, 则是本人通过对应用状

况的分析,加之研读了一些前苏联的应用研究资料,经过理性分析推断而提出的一些想法,并掺入了本人一些新的体味和辨识。

本书的内容侧重于指导应用及对于深化应用的研究与发展方向的探讨。但因近几年本人对国内外钻探领域总体的发展情况了解得并不是很多,尤其是对新钻探设备、机具的发展了解得不够,因此,对于泡沫钻进过程中可能出现的一些问题、操作过程及注意事项的描述,更多源于早期的实际应用与研究情况,以及对其文献资料的不断研磨与斟酌,故在部分细节上可能与原资料有些出入。

本书的宗旨,即在通过对泡沫组成材料、形成工艺、性能及冲洗机理等进行比较分析和进一步介绍的基础上,帮助同行加深对这一形成工艺及作用机理复杂的冲洗介质的认识,以使它们能坚定其推广应用的信念。通过应用实践及研究分析方法的介绍,希望能对从事生产应用和研究的同行、学子以及研究人员提高其应用与研究能力有所裨益。

本书编写过程中,得到了甘肃有色金属勘查局局长侯云生先生的关怀和大力支持。侯先生曾是原地矿部科研项目“甘肃南金山和曹家口(小西弓)矿区金矿复杂地层泡沫冲击回转钻进技术的试验与研究”的项目承担单位——甘肃地矿局酒泉地质调查队队长和总负责人,故在编写完本书后,特请侯先生对其曾在甘肃地矿局从事生产试验与研究的内容进行了审定。在此,特向一直鼓励、支持完成本书的侯云生先生及其他领导和同事谨表深深的谢意!

由于本人水平有限,所能收集和研究的资料不足,书中难免存在疏漏和错误,恳请读者批评指正。

作者

二〇一〇年十月

目 录

第一章 概 述

第一节 基本概念	001
1.1.1 概念的形成和意义	001
1.1.2 空气泡沫的基本组成及性质	003
1.1.3 建立学科的要素及意义	006
第二节 发展背景及现状	008
1.2.1 钻探业发达国家泡沫钻进的发展简况	008
1.2.2 我国空气及空气泡沫钻进的研究与发展	010
1.2.3 我国空气泡沫钻进近十余年来的应用 与发展	013
第三节 泡沫钻进学的任务	013
1.3.1 任务与目的综述	013
1.3.2 主要探讨和研究内容	014
1.3.3 应用及发展情况评介	016
第四节 应用与发展前景	017
1.4.1 应用前景	017
1.4.2 在我国的应用与发展前景	018
1.4.3 发展的基础	021

第五节 发展泡沫钻进的社会经济意义	022
1.5.1 对于社会发展的作用	022
1.5.2 对于促进社会经济发展的意义	023

第二章 流体性质及作用机理

第一节 泡沫的组成成分和性能	024
2.1.1 组成成分及对性能的影响	024
2.1.2 性能	025
第二节 起(发)泡剂及其他处理剂	026
2.2.1 起泡剂的组成、结构、性质及分类	026
2.2.2 起泡剂与泡沫的稳定性	032
2.2.3 起泡剂、稳泡剂及其他胶联剂	033
2.2.4 泡沫剂选择与钻进地层岩性	038
2.2.5 泡沫剂的选择及我国常用泡沫剂	039
2.2.6 高性能泡沫剂及添加剂的研制方向	041
第三节 泡沫的形成、结构性质、种类及作用	043
2.3.1 形成	043
2.3.2 结构及其性质	044
2.3.3 泡沫分类及作用	050
第四节 泡沫剂性能的测试	053
2.4.1 测试的目的、意义和方法	053
2.4.2 基本性能参数	054
2.4.3 性能参数的测试标准、条件及分析	057
第五节 泡沫的物化性能及对钻进的影响	061
2.5.1 组成相对于性能的影响	061
2.5.2 比重及对钻进的影响	063

2.5.3	吸收和释放压缩能的特性	063
2.5.4	结构特性	065
2.5.5	疏水特性	066
2.5.6	流型特征和溶垢、润滑特性	066
2.5.7	低导热性能的作用	067
2.5.8	起泡剂及其他处理剂的吸附作用	067

第三章 泡沫钻进的优势及作用机理

第一节	比较优势综述	068
3.1.1	流质特性	068
3.1.2	设备及钻具适用性	069
3.1.3	基础和目的	069
第二节	泡沫与冲洗液钻进的比较	070
3.2.1	钻进的基本条件	070
3.2.2	泡沫钻进具有的优劣势及机理分析	073
第三节	泡沫与干空气钻进的比较	081
3.3.1	空气钻进的优势及不足	081
3.3.2	作用机理及优势比较	082
第四节	空气泡沫钻进的缺点	084
3.4.1	空气泡沫钻进具有的不足	084
3.4.2	泡沫钻进效率下降的主要原因	086
第五节	更具比较优势的条件选择	086
3.5.1	地层	086
3.5.2	钻进方法	087
3.5.3	设备及钻具	088
3.5.4	环境及工程条件	089

第四章 适应范围及应用

第一节 地层及矿床	090
4.1.1 适应地层及工艺措施	090
4.1.2 不同矿床的钻进	096
4.1.3 环境条件	100
第二节 适于采用泡沫介质的钻进方法	101
4.2.1 取心机具及技术方法	101
4.2.2 切削和碎岩方式	102
4.2.3 钻进口径和取(心)样方式	103

第五章 泡沫工艺及钻进规程

第一节 泡沫工艺	104
5.1.1 泡沫液的配制	104
5.1.2 气液比的选择	108
第二节 钻进规程	111
5.2.1 冲洗介质与钻进规程综述	111
5.2.2 钻进参数值的确定	114
5.2.3 各规程参数的配合	118

第六章 设备选择及管汇系统设计

第一节 主要钻进设备、动力机及机具的选配	119
6.1.1 一般选用原则	119
6.1.2 设备选择及配套	121
6.1.3 钻进方法及机具的选择	122

第二节 灌注泡沫的专用设备	124
6.2.1 空压机	124
6.2.2 注射泵	127
6.2.3 空气泡沫增压泵装置	129
6.2.4 钻进方法与泡沫专用设备选择	136
第三节 管汇系统设计	138
6.3.1 管汇设计的基本要求	138
6.3.2 泡沫发生器的设计	141
6.3.3 储能装置的设计加工及使用	144
6.3.4 计量、监控仪器和阀的选用	145
6.3.5 管路设计	146

第七章 孔口密封、消泡装置及泡沫液的回收

第一节 孔口密封装置的设计和选用	147
7.1.1 作用及意义	147
7.1.2 设计与应用	147
7.1.3 设计与应用研究的发展方向	148
第二节 消泡、消泡装置及泡沫液的回收	149
7.2.1 消泡、泡沫液回收的目的及意义	149
7.2.2 消泡的基本概念、原理和方式选择	150
7.2.3 消泡方式选择	152
7.2.4 泡沫液的回收与利用	159
第三节 孔口密封、消泡及泡沫液回收装置的 一体化设计	160
7.3.1 一体化设计的总体思路	160
7.3.2 满足发展要求的设计方向	161

第八章 钻进操作及安全事项

第一节	钻进操作要求	162
8.1.1	与冲洗液钻进的基本要求比较	162
8.1.2	正常钻进时的基本操作要求	163
8.1.3	复杂地层的钻进操作	165
8.1.4	不同钻具的技术及操作要求	166
第二节	泡沫钻进安全操作注意事项及措施	167
8.2.1	安全操作注意事项	167
8.2.2	情况判断及措施	167
8.2.3	安全生产管理注意事项	169
第三节	其他安全操作要求	169

第九章 实钻数据收集及研究分析

第一节	冲洗介质的结构、黏度及功耗、压损	170
9.1.1	不同冲洗介质的功率损耗	170
9.1.2	研究冲洗介质功率损耗的目的	171
9.1.3	研究分析方法	172
9.1.4	引起功耗和压损的主要因素	172
9.1.5	不同泡沫的回转阻力及压力损失	173
第二节	破碎层钻进参数选择	173
9.2.1	钻参值对岩心堵塞的影响	173
9.2.2	钻速与钻参值的合理选择	175
第三节	压力表反映迟滞时间与钻进状态 关系	175

9.3.1	岩心堵塞程度与压力表反应	175
9.3.2	不同孔深条件下的迟滞时间判断	176
9.3.3	其他孔内情况的观察分析与判断	176
第四节	冲击钻进的钻速与工艺及钻进规程的 关系	177
9.4.1	钻速与泡沫工艺	177
9.4.2	钻速与钻进规程	178
第五节	涌水地层的钻进方法选择	178
9.5.1	选择钻进方法须考虑的因素	178
9.5.2	选择钻进方法的依据	179
9.5.3	钻进方法选择	179
第六节	冲洗介质特性与需要的破碎功	180
9.6.1	意义	180
9.6.2	研究方法	181
9.6.3	克取岩石方法选择	181
第七节	涌水量与泡沫剂浓度等参数要素间的 关系	182
9.7.1	提高泡沫剂浓度或泡沫液量的目的 及必要性	182
9.7.2	提高泡沫剂浓度或泡沫液量的依据和 量值(临界值)	182
9.7.3	其他要素及影响	183
第八节	循环系统的压力损失	183
9.8.1	监测循环系统压力损失的意义	183
9.8.2	孔内压力损失的分布	184
9.8.3	其他压力损失的影响因素	185

第十章 需探讨的问题及可能的解决途径

第一节 涌漏水的极不稳定地层的钻进	186
10.1.1 工艺方法的提出	186
10.1.2 可行性分析	187
第二节 钻具结构问题	188
10.2.1 钻具结构的总体影响	188
10.2.2 钻头与外岩心管	189
10.2.3 钻杆的选择	192
第三节 不同介质的排液机理比较	193
10.3.1 不同孔内条件下泡沫钻进中的排液 要求	193
10.3.2 泡沫与干空气排液方式比较	193
10.3.3 泡沫与冲洗液钻进排液方式比较	196
10.3.4 排液与烧钻事故、泡沫工艺及设备能力的 关系	197
第四节 回次钻进的时机选择	198
10.4.1 目的和意义	198
10.4.2 选择在排液过程中钻进的依据和方法	198
10.4.3 排液过程及其影响因素分析	200
10.4.4 析流与结构恢复的影响	202
10.4.5 钻进时机的选择	203
第五节 烧钻的原因分析及解决措施	205
10.5.1 主要分析方向	205
10.5.2 引起钻头微烧或烧钻的主要因素	205
10.5.3 防止烧、埋钻事故的基本措施	208

10.5.4 钻具结构的影响	209
第六节 泡沫的稳定性、强度与固相颗粒浓度的 关系	210
10.6.1 影响泡沫体系稳定性的因素及度量	210
10.6.2 稳定性、强度与固相颗粒浓度的关系	211
第七节 解决复杂的极不稳定地层的措施	212

第十一章 前苏联与我国泡沫钻进 应用及研究情况

第一节 目的、意义和基本简况	213
11.1.1 介绍的目的和意义	213
11.1.2 应用的基本简况	214
第二节 前苏联泡沫钻进应用及研究	214
11.2.1 应用	214
11.2.2 地质勘探孔泡沫钻进的总体应用情况	225
11.2.3 工艺研究	228
第三节 我国小口径金刚石泡沫钻进应用 研究	234
11.3.1 金刚石泡沫钻进主要研究时间段及概况	234
11.3.2 金刚石泡沫回转钻进的研究	235
11.3.3 金刚石泡沫冲击回转钻进和泡沫增压泵装置的 应用研究	239
第四节 前苏联与我国应用研究对比分析	247
11.4.1 对比分析的宗旨和方向	247
11.4.2 适应性及优、劣势的验证	247
11.4.3 应用研究能力和条件的差异	248
11.4.4 工艺规程及材料的应用研究	250