

中关铁矿



帷幕注浆工程科技成果汇编

◎ 宋峰 刘新社 主编

华勘院

华勘院

华勘院

华勘院

华勘院

华勘院



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

中关铁矿帷幕注浆工程 科技成果汇编

宋 峰 刘新社 主编



中国地质大学出版社有限责任公司

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE YOUXIAN ZEREN GONGSI

内 容 简 介

矿山帷幕注浆工程,是解决大水矿山资源开采与水资源环境保护矛盾的主要手段之一,河北钢铁集团矿业有限公司中关铁矿帷幕注浆工程具有全封闭、帷幕线长、钻孔深、堵水率高等特点,该工程的完成既有效保护了环境,又是合理开采矿产资源的典范,因而在该领域具有较大的影响力。本书内容基于中关铁矿帷幕注浆工程勘察、试验、设计、施工全过程中所取得科技成果编写而成,共分为四部分,分别为:专利成果及获奖情况,QC小组活动成果,科研成果,科研论文。

本书可供从事矿山帷幕注浆工程勘察、设计、施工等工程技术人员阅读和参考。

图书在版编目(CIP)数据

中关铁矿帷幕注浆工程科技成果汇编/宋峰,刘新社主编. —武汉:中国地质大学出版社有限责任公司,2012.5

ISBN 978-7-5625-2825-8

I. ①中…

II. ①宋…②刘…

III. ①铁矿床-帷幕灌浆-科技成果-汇编-邢台市

IV. ①TD861.1 ②TD745

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 065183 号

中关铁矿帷幕注浆工程科技成果汇编

宋 峰 刘新社 主编

责任编辑:江 楚

责任校对:戴 莹

出版发行:中国地质大学出版社有限责任公司(武汉市洪山区鲁磨路 388 号) 邮政编码:430074

电 话:(027)67883511

传 真:(027)67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

http://www.cugp.cug.edu.cn

开本:787 毫米×1 092 毫米 1/16

字数:557 千字 印张:20 彩版:4

版次:2012 年 5 月第 1 版

印次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印刷:武汉教文印刷厂

ISBN 978-7-5625-2825-8

定价:88.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

《中关铁矿帷幕注浆工程科技成果汇编》

编辑委员会

策 划：宋 峰 于同超 杨显文

主 编：宋 峰 刘新社

副主编：刘殿凤 韩贵雷 蒋鹏飞 马履霞

委 员：贾伟杰 王 云 赵晓明 游红江

蒋兵辉 唐英杰 檀力峰

序

华北有色工程勘察院有限公司(以下简称“华勘院”)是一个拥有近 60 年历史的水文地质勘探单位,在长期实践中形成了独具特色的水文地质勘探核心技术,自 20 世纪 80 年代开始就成为了中国有色水文地质中心。在随后的岁月中,华勘院发展提高了水文地质勘探核心技术,形成了多项相关的新兴专业优势,矿山注浆帷幕就是其中之一。

国内外实践已经证明,运用注浆帷幕工艺对大水矿山止水开采,是一项有效保护地下水环境、保证生产安全、节约排水支出的重大措施。就中国乃至世界范围内的固体矿产资源分布情况看,适宜进行注浆帷幕止水开采的矿山为数不少,注浆帷幕止水具有较大的市场。

在华勘院实施河北钢铁集团中关铁矿注浆帷幕工程的过程中,我和其他的专家、学者曾几次前往华勘院,并到中关工地进行考察,总体感觉是:他们对这个工程的实施讲科学、重规范、善创新,达到了“出人才、出经验、出成果”的预期目标。

中关铁矿是 20 世纪 60 年代探明储量近亿吨的大型富铁矿山,地处河北省邢台市百泉岩溶水系统强径流带,属大水矿山,铁矿资源藏深 800 多米。如采用疏干地下水的方法进行开采,不仅难度大,经济上也极不合理,而且会严重破坏地下水环境,造成邢台全市工农业及人民生活无水可供,因此,多年来为政府所限采矿山。进入 21 世纪,华勘院根据几十年对包括百泉泉域在内的邯邢铁矿区地下水建立数值模型与管理模型的研究成果,提出了对中关铁矿先进行注浆帷幕止水然后开采的方案,并先后完成了帷幕设计和帷幕试验。试验结果表明方案可行,使

政府解除了限采令。而后,华勘院进行了单排深孔对整座矿山全封闭的注浆帷幕施工。这一工程的特点是指标要求高、工程量大:要求堵水率 $\geq 80\%$,注浆孔偏斜 $\leq 0.6\%$;帷幕线全长 3.4km,孔间距 12m,最深孔 830m,总钻探量 20 万延米,注浆效果检测复杂,工程施工费用总计 1.5 亿元。经过五年的努力,这个国内最大、世界罕见的帷幕工程业已顺利完工。华勘院由此掌握了地质条件复杂的大型、特大型注浆帷幕的施工技术和管理经验,成为业内一支颇具实力的专业队伍。在该工程实施过程中,华勘院攻克了一系列技术难题,取得了一批科技成果。本书汇编的成果,对注浆帷幕业的发展必将起到积极的推动作用。

2011 年 9 月



目 录

第一部分 专利成果及获奖情况

- 第一章 专家指导
- 第二章 专利成果
- 第三章 获奖情况

第二部分 QC 小组活动成果

- 第一章 改进岩溶注浆工艺,提高帷幕施工效率
- 第二章 改进操作程序,延长止浆塞寿命
- 第三章 改善浆液性能,提高注浆效率
- 第四章 缩短扫孔时间
- 第五章 提高地质套管回收率
- 第六章 提高注浆站运行效率
- 第七章 提高钻孔纠斜效率

第三部分 科研成果

- 第一章 河北省国土厅科研项目——深部注浆帷幕电阻率成像检测新技术研究
- 第二章 华北地质勘查局科研项目——矿山治水帷幕注浆工艺改进与优化研究
- 第三章 华北地质勘查局科研项目——井间高密度电阻率测试
- 第四章 矿山帷幕注浆质量分析方法探讨

第四部分 科研论文

帷幕注浆单位注灰量变化曲线分析法的应用

宋 峰 蒋鹏飞等

中关铁矿帷幕注浆工程项目管理模式及施工自动化控制

刘殿凤 周明杰

深孔注浆幕墙井间电阻率测试技术和效果评价	韩贵雷 于同超等
中关铁矿涌水量计算及帷幕注浆治水方案研究	韩贵雷 于同超等
矿山帷幕注浆方案研究及堵水效果综合分析	韩贵雷 于同超等
中关铁矿注浆帷幕检查孔设计施工与优化	高广峰 刘殿凤等
中关铁矿涌水量预测及基建期突水因素剖析	蒋兵辉 刘殿凤等
中关铁矿深孔帷幕注浆过程井故分析及防治	韩贵雷 于同超等
帷幕注浆工程大裂隙注浆材料及注浆工艺研究	韩贵雷 于同超等
帷幕注浆单位透水率与单位注灰量关系分析	张卫东 蒋鹏飞等
矿山帷幕注浆特殊地层施工工艺研究	于同超 高广峰等
灌浆在处理钻探事故中的应用	石亮亮 蒋鹏飞等
浅谈帷幕灌浆孔斜成因与处理…	游红江 张卫东
浅析中关铁矿蚀变灰岩的特性及对钻探、注浆的影响	石亮亮 王利飞
帷幕注浆工艺在大水矿山中的推广意义	蒋鹏飞 于同超等
帷幕注浆施工中绕浆事故原因分析及防治措施	蒋鹏飞
帷幕注浆效果检查方法研究	唐英杰
影响矿山帷幕注浆效果的几点因素	游红江
帷幕注浆工程中止浆塞的应用	赵晓明 韩贵雷等
中关铁矿帷幕灌浆施工工艺及灌浆效果检验方法	游红江
中关铁矿帷幕注浆工程施工参数优化的效果评价	蒋鹏飞
中关铁矿帷幕注浆后矿区水文地质条件研究	贾伟杰 刘殿凤等
陀螺偏心纠斜法的应用	蒋鹏飞 唐英杰等
JDT—6 陀螺测斜仪计深装置的分析与改进	陈华北

第一部分 专利成果及获奖情况

第一章 专家指导

第一节 华勘院中关铁矿帷幕注浆工程质量诊断会

一、会议纪要

会议时间:2008年10月25日

会议地点:华勘院中关铁矿帷幕注浆项目部

参会专家:武强(中国矿业大学(北京))

董颖(国土资源部)

李良纲(中国地质大学(武汉))

郑军、高岗荣(煤炭科学研究院注浆所)

郭启文(河南煤层气开发利用有限公司)

王军、徐大宽(长沙矿业研究院)

韩立军(中国矿业大学(徐州))

王长科(中国兵器工业北方勘察设计研究院)

会议由刘新社副院长主持召开,于同超总工程师就目前的工作进展作了总结和汇报,提出了以下几个有待解决的问题。

- (1) 钻探过程中如何快速穿越破碎带。
- (2) 大溶洞注浆的注浆量如何控制。
- (3) 大裂隙间歇时间和一次注浆量的确定。

针对这三个问题及其他问题,参会专家发表了个人的意见及建议,主要形成了以下结论。

(1) 帷幕的检查:建议尽早布置检查孔,以达到时时检测幕体形成情况及堵水效果;优化设计和施工,可以采用指示剂等手段;同时,井间电阻测试应增加背景值的探测。

(2) 帷幕线:帷幕线的确定方法及原理有待明确,提出更加合理、安全、可靠的帷幕线。

(3) 注浆孔间距:建议采用不同的注浆孔间距,主要考虑因素有地下水补给和排泄方向、地层的分布情况。

(4) 破碎带的处理:主要采用泥浆护壁、注浆加固的手段,同时可以利用暂堵剂和硫铝酸盐

快硬水泥。

(5)大溶洞:大溶洞要用高压清洗干净,免除后患。根据溶洞不同尺寸,添加不同大小的骨料,将“管道流”转化为“渗流”后再用水泥浆液充填。

(6)间歇注浆:间歇注浆可采用注8停16、注4停8的方式,同时配合使用水玻璃。水玻璃的添加量根据所需的凝结时间在现场试配。

(7)注浆压力:注浆压力的设计应充分考虑浆液耗散系数、扩散半径及注浆量等因素,同时后序孔应增加压力,以增加地层注入量。

(8)长期监测:对幕体的稳定性、耐久性需要建立长期的监测机制,以确保后期采矿的安全。

(9)人才培养:与高校、科研院所建立长期的交流机制,建立人才培养基地。

二、发言

1. 徐大宽

通过这次考察参观,看到华勘院在该工程的实施过程中具有很多亮点,例如:中关项目部在管理上、技术上及实验创新上做得很好,也解决了许多工程上遇到的难题。针对现有的施工,我提出以下意见。

(1)观测孔问题:建议早打观测孔,目前缺少帷幕内外的水位变化观测,施工过程中应动态地观测幕体透水率、漏失量,把将来坑道的排水量作为帷幕的最终堵水标准。

(2)帷幕线位置的确定:现有的确定方法有采矿崩落线法和充填边界法,但大都为经验参数,距崩落线20m的说法是否合理?

(3)大裂隙溶洞的处理:可以适当添加水玻璃,计算扩散范围内的注浆量,填满后再处理,水玻璃的添加量根据现场的凝结时间确定。同时可以采用“有压控压,无压控浆”的方法。

(4)地层垂向及水平向应进行充分的分析和研究,例如:奥陶系石灰岩顶板的分布、抽水漏斗的水流方向研究及岩溶资料的整理等。

2. 武强

(1)本次帷幕注浆具有三方面的意义:有效保护水资源,防止地面塌陷等地质灾害,保证采矿工程安全。现有矿山开采突水形式主要有两种:煤矿底板奥陶系石灰岩突水及金属矿山砂卡岩周围突水。金属矿山治水具有更大的难度,因此,要求帷幕注浆孔布置应根据地下水补给情况在进水口处适当加密,其余部位适当变疏,即要根据情况变化。

(2)注浆质量检查:中关项目部采用了井间电阻测试,对帷幕剖面进行了分析,应该增加平面的测试,同时,应设定测试的背景值,使注浆前后有对比。

(3)检查孔:检查孔作为连同实验,用于评价注浆效果,应提前布设,同时下指示剂检测。

3. 李良纲

华勘院专门请来国内外注浆行业的专家来作帷幕注浆质量诊断,充分说明了华勘院对该工程质量的高度重视,来到中关,看到了自动化的制浆设备和先进的钻孔纠斜方法,可以断定中关铁矿帷幕注浆定能成为既能有效保护环境又能合理开采矿产资源的典范。

(1)破碎地层的钻井:和钻具有关,现在有较大口径的保直钻具,具有自动垂直系统,同时可以利用暂堵剂进行护壁钻进。

(2)中国地质大学(武汉)具有较好的地理信息系统,同时在数值模拟方面可以提供钻进、注浆、渗流等方面的研究。

(3)在人才培养方面,中关铁矿具有的特殊性可成为高校学生学习研究的平台。

(4)改良的水泥黏土浆液具有较好的注浆效果。

4. 郑军

(1)煤矿帷幕注浆厚度一般在 15~20m,中关帷幕厚度 10m 是否过小?应当考虑到建井放炮和采动的影响。

(2)检测方法:建议在注浆孔之间布置检查孔,进行压水试验,在帷幕内外布置观测孔,观测水位变化。

(3)注浆参数:进水区和出水区孔距应有所不同。

(4)注浆材料:水泥注浆材料形成刚性帷幕体,服务年限超过 10~12 年将会产生裂隙,黏土改良浆液形成塑性幕体服务年限较长。

(5)破碎带注浆可采用硫铝酸盐快硬水泥加固地层,大裂隙注浆可采用速凝定量注浆。

5. 郭启文

(1)应对选定的帷幕基底的透水性作相关的试验。

(2)破碎带注浆可采用 2~3m 分段加固的方法。

(3)大溶洞的处理可采用大骨料砂石等井口充填,将地下水的“管道流”改变成为“渗流”。

(4)连通裂隙的间歇注浆可采用注 8 停 16 或注 4 停 8 的方法。

(5)建议少用双液浆液,因其容易造成后期的幕体的渗透。

6. 王军

中关帷幕注浆是国内外最深、最长的帷幕注浆工程,指明了矿山堵水的方向。

(1)建议注浆钻孔采用不等距布置。

(2)建议注浆前布置勘察孔,根据不同的地层岩溶性在垂向及平面进行不同的钻孔设计。

(3)注浆材料:改良黏土浆液具有可注性好、浆液充填效果好等优点,但同时要注意其具有强度低等缺点。

(4)控制钻孔垂直度,避免形成“裤衩”,因为钻孔注浆搭接效果差。

(5)溶洞泥:溶洞泥是将来幕体形成后的隐患,应予以高度重视,加大注浆压力,进行劈裂注浆,增加幕体的稳定性。

(6)根据溶洞情况,溶洞高度大于 3m 可加入粗骨料,大于 1m 小于 3m 可加入细骨料。

(7)间歇注浆控制时间应在浆液初凝前、终凝后。注浆量控制在 50~100m³。

(8)结束标准控制在 10L/min 可有效增加注浆量,提高幕体强度。

7. 高岗荣

(1)煤矿帷幕注浆间距控制在 7m 左右,黏土水泥浆在泵量 250L 时注浆段可达到 50L/min。

(2)注浆设计参数裂隙率采用 0.7% 偏小,直接影响设计压力、结束标准等,对单位浆液注入量具有较大的影响;Ⅰ序孔单位注灰量在 1t 左右时,量偏小。

(3)注浆参数设计中是否考虑到了浆液耗散系数?

(4)Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ孔应设计不同的注浆压力,可用提高后序孔的注浆压力来提高帷幕的注浆效果。

(5)破碎带的处理可采用泥浆护壁、注浆加固等手段。

(6)溶洞的处理可采用添加粉煤灰、间歇注浆、孔口注入混合浆液、孔底注入混合浆液等手段。

8. 韩立军

- (1)在帷幕尺寸的确定上,现有的施工技术超前于理论水平,理论上没有很好的定论。
- (2)帷幕形成后,随着时间的变化,渗透性将有所增大,应进行长期的监测和后期评价。
- (3)建议长期观测帷幕形成后的耐久性、稳定性以及后期渗透性、地层沉降。

9. 王长科

- (1)该工程在信息化施工方面比较先进。
- (2)建议早打观测孔。
- (3)不仅检测幕体的薄弱环节,更应注意幕体厚度的观测。
- (4)可以采用井下电视的物探手段进行检测。
- (5)工程安全系数储备应充分考虑后期幕体性能的衰减。
- (6)注浆压力的控制、钻孔纠斜的处理具有申报技术成果的可行性。

10. 宋峰

感谢各位专家在百忙中莅临中关帷幕注浆工程现场指导,建议在施工前期多打检查孔,有助于注浆参数的优化,我们希望在为甲方提交质量较高的工程外,还形成技术成果,同时将中关项目建立成为科研交流的基地。

第二节 中关铁矿堵水帷幕工程新技术、新工艺、新方法应用研讨会

一、会议纪要

会议时间:2010年6月2日

会议地点:华勘院中关铁矿帷幕注浆工程项目部

会议内容:研讨中关铁矿堵水帷幕工程新技术、新工艺、新方法

参会人员:见表 1-1-1

2010年6月2日,“中关铁矿堵水帷幕工程新技术、新工艺、新方法应用研讨会”在中关项目部施工现场召开,会议由华勘院有限公司总经理宋峰主持,天津华北地质勘查局局长陈江致欢迎辞。与会专家、学者及有关单位负责同志认真听取了中关铁矿帷幕注浆项目总工程师于同超先生关于中关铁矿帷幕注浆工程的进展情况,工作方法和新技术、新工艺、新方法应用情况的介绍,并到施工现场进行了实地考察。与会专家、学者就中关铁矿堵水帷幕工程新技术、新工艺、新方法进行了深入的探讨,并提出了宝贵意见。

华勘院有限公司按设计要求,从2008年7月开始帷幕施工,预计到2010年6月底主体工程可完工。该帷幕体长3397m,注浆孔283个(不含检查孔、加密孔),钻孔最深达827m,平均孔深556m,孔间距12m,总钻探工作量约20万延米。要求帷幕体堵水率 $\geq 80\%$,注浆孔偏斜率 $\leq 0.6\%$ 。其堵水率和技术要求之高,施工难度和工程量之大,为世界少有。

与会专家、学者认为,通过帷幕注浆试验将注浆孔间距由10.0m扩大到12.0m,突破了国内矿山帷幕注浆10.0m的传统经验数据,并对利用数值法反演了达到80%堵水率时帷幕体的渗透性,为矿山堵水帷幕的设计提供的计算方法给予了肯定;对发明创造的陀螺偏心纠斜法(专利已批)保证了钻孔的垂直度,对改进止浆塞,保证注浆能在800m深孔顺利进行给予了高度评价;对首次利用点、线、面相结合的检查方法检查了注浆的施工质量和首次应用叠加分析

法、单位注灰量离散系数分析法、单位注灰量变化曲线分析法及权重剖面图分析法四种新的评价注浆质量方法表示赞同;对开发应用了高密度视电阻率成像法,为帷幕注浆质量检查引进了一种新的方法表示认可;首次在帷幕注浆工程中应用了自动制浆系统,保证了浆液的质量;研制开发了远程水位自动观测系统,能够即时观测地下水动态,为矿坑地下水治理提供依据的做法给予了鼓励。

表 1-1-1 参会人员一览

序号	姓名	职务/职称	工作单位
1	卢耀如	院士、研究员	中国地质科学院
2	顾金才	院士、研究员	总参工程兵科研三所
3	王秉忱	顾问、主任、勘察大师	住建部科技委兼部环境中心
4	武强	博导、教授	中国矿业大学(北京)
5	冯建雄	总工	河北省国土资源厅
6	张杰生	处长	河北省国土资源厅科技处
7	刘宝才	调研员、协会会长	河北省住建厅勘察设计与工程质量安全处、 河北省勘察设计咨询协会
8	许广明	博导、教授	石家庄经济学院
9	王长科	总工	中国兵器工业北方勘察设计研究院
10	王洪仁	董事长、总经理	河北钢铁集团矿业公司
11	王现国	科长	沙河市国土局矿管科
12	金和平	党委书记、高级经济师	中关铁矿
13	李贞芳	总经理、高工	中关铁矿
14	李世臣	副总经理	中关铁矿
15	陈江	局长、研究员	华北地质勘查局
16	郭春奎	总经济师	华北地质勘查局
17	陶连运	工会主席	华北地质勘查局

二、专家意见

- (1)加强区域水文地质条件研究,分析帷幕后对周围生态环境、生产生活用水的影响。
- (2)建立地下水观测系统,观测地下水水力场的变化。
- (3)对帷幕体长期监测,建立预警机制。

专家学者们建议,认真研究、分析、总结试验数据,科学、规范地编写报告,最终形成研究成果,并积极推广;对工程的创新点、亮点要进一步深入研究,深化攻关,提升其含金量,重点突出3~4个亮点。

大家认为,此次研讨会推动了矿山堵水注浆帷幕施工在技术创新方面的再次升华。这些新技术、新工艺、新方法应在同类矿山治理地下水中推广应用,同时在一定程度上也为中关铁矿帷幕注浆工程申报国家级优秀工程奠定了基础。

第二章 专利成果

第一节 垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置

一、技术领域

垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置涉及垂直孔钻探技术领域。

二、技术背景

目前纠偏技术主要采用螺杆钻具进行纠斜,螺杆钻具以钻井液为动力,把井液的压力转变为井下钻具的动力,从而实现钻井作业。这种方法对钻井液的压力和流量有很高的要求,如果钻孔孔径过小,井液压力所产生的动力就达不到钻进所需的动力要求。目前常用的螺杆钻具直径大多在 100mm 以上,钻进直径小于 100mm 的钻孔纠偏难以控制。

由于小口径钻探的钻探精度低,对于探矿钻孔难以准确地圈定出矿的位置、规模及提供精确的矿产储量;对于帷幕注浆孔,不能准确地计算出注浆孔的浆液扩散半径,故帷幕注浆效果较差,影响了探矿钻孔的经济效益。

垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置的目的是提供一种垂直钻孔陀螺偏心纠斜法,其方法简便,准确性高,可以很好地控制钻孔的偏斜范围,使钻孔的钻进轨迹重新回到设计范围内,不受钻井液水压和流速的影响,并可提高小口径钻探的钻探精度。对于探矿钻孔能够更加准确地圈定出矿的位置、规模,提供精确的矿产储量;对于帷幕注浆孔,由于能控制注浆钻孔的偏斜范围,可更加准确计算出注浆孔的浆液扩散半径,保障了帷幕注浆效果的实现,特别适用于小口径垂直孔的钻探工作。

垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置的主要技术方案是一种垂直钻孔陀螺偏心纠斜法,其特征在于具有以下步骤。

(1)测斜:钻孔钻进到一定深度后进行测斜,如果钻孔偏距即将超出设计偏距或钻孔孔底倾角较大,需要进行纠斜,则先要对其进行测斜。

(2)选择纠斜位置:位置选择在地层完整、致密坚硬的地段。

(3)制作偏心楔:偏心楔采用内平钻杆制作,楔面要具有一定长度,偏心楔底端开口,开口从底端到顶端均匀变化;偏心楔底部垫起部分采用内贴或外贴方式,垫起的高度要缓慢平滑上升,垫起部分要具有一定长度,用电焊把每个连接部位焊接牢固,并把偏心楔内部打磨平滑,不允许出现毛刺、台阶、突起等情况;根据不同情况制定不同厚度的偏心楔。

(4)制作并安装定位器:定位器采用一定长度的管加工而成,外径小于钻杆直径,内径等于定位靴的外径;定位键固定在定位器内部,位置在偏心楔开口面的中心线上,用于固定和陀螺定向仪相连的定位靴;定位器的内壁要求光滑,防止影响定位靴入靴;定位器安装在偏心楔上开口的上部钻杆内,要保证定位器的固定强度和与钻杆的同心度,避免晃动,并且与钻杆之间

固定。

(5)下放偏心楔:偏心楔制作好并安装定位器后,和钻杆连接并下放到钻孔底部;下放前计算好孔深、偏心楔和钻杆的长度,确保偏心楔能够顺利下到孔底纠斜位置;下放过程中钻杆间的连接扣要拧紧,避免在纠斜过程中由于内部的纠斜钻杆的转动带动钻杆转动而改变偏心楔的定位方向。

(6)选取纠斜方位:采用钻孔闭合方位、孔底方位与孔底倾角相结合的方法共同分析,来确定纠斜定向方位。

(7)偏心楔定向:偏心楔下放到孔底后,将连接有定位靴的陀螺定向仪放到钻杆内,下放到钻杆底部,使定位靴进入到定位器内,通过定位器观测偏心楔的方位,在孔口转动钻杆改变偏心楔的方位,使偏心楔方位达到纠斜设计的方位;在孔口固定好钻杆,升上测斜仪;在钻杆内下小一级别钻杆,将偏心楔上端的定位器取出。

(8)纠斜钻具钻进:纠斜钻具采用小于钻杆内径的纠斜钻杆、钻具,下放到钻杆底部;纠斜钻进过程中严格控制钻进的转速和压力,使纠斜钻具缓慢通过偏心楔,钻进一定长度;提升纠斜钻杆、钻具和偏心楔;在钻孔内下入前端带导正的钻具进行扩孔;扩孔结束后,去掉前端导正,正常钻进。

根据不同情况制作不同厚度的偏心楔,主要方法有以下几种:①当孔底倾角小于 0.5° 时,纠斜定向方位按照闭合方位来确定;②当孔底倾角大于 0.5° 而小于 1° 时,纠斜定向方位按照孔底方位和闭合方位的平均方位来确定;③当孔底倾角大于 1° 时,纠斜定向方位按照孔底方位来确定,如果孔底方位与闭合方位相差较大时(大于 50°),纠斜定向方位可以往闭合方位旋转 $10^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

纠斜位置选择:纠斜最好在基岩中进行,位置选择在地层岩性完整、致密坚硬的地段。

为保持纠斜效果,钻进至纠斜位置以下一定长度后,进行钻孔测斜,检查纠斜效果,观测其倾角和偏斜方位的变化,如果效果好可继续钻进,否则重复上述方法再次进行纠斜。

三、具体实施方式

以下结合图 1-2-1 及实例作详述,但不作为对垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置的限定。

现以 $\Phi 75\text{mm}$ 垂直钻孔为例说明垂直钻孔陀螺偏斜纠斜技术实例操作步骤。

1. 纠斜位置的选择

钻孔钻进到一定深度后进行测斜,如果钻孔偏距即将超出设计偏距,或钻孔孔底倾角较大,则需要纠斜。纠斜工作在基岩中进行,位置选择在地层岩性完整、致密坚硬的地段。

2. 偏心楔的制作

偏心楔采用 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆制作,楔面长度控制在 $2\sim 2.5\text{m}$,偏心楔底端开口约占钻杆的 $2/3$,顶端开口约占钻杆的 $1/3$,开口从底端到顶端均匀变化。偏心楔底部垫起部分采用内贴和外贴两种方式,垫起的高度要缓慢平滑上升,垫起长度 $1\sim 1.5\text{m}$,用电焊把每个连接部位焊接牢固,再使用砂轮把偏心楔内部打磨平滑,不允许出现毛刺、台阶、突起等情况。

陀螺偏心纠斜技术中,偏心楔面厚度是关系到纠斜效果的重要因素,工程根据不同情况制作了不同厚度的偏心楔,主要分为以下几种情况:①当倾角大于 1° 时,楔面厚度 $30\sim 35\text{mm}$;②当倾角小于 1° 大于 0.5° 时,楔面厚度 $20\sim 30\text{mm}$;③当倾角小于 0.5° 时,楔面厚度 $15\sim 20\text{mm}$;④在扫过井、处理过事故和使用水泥灌注来进行纠斜的,由于钻孔井壁遭到破坏,楔面

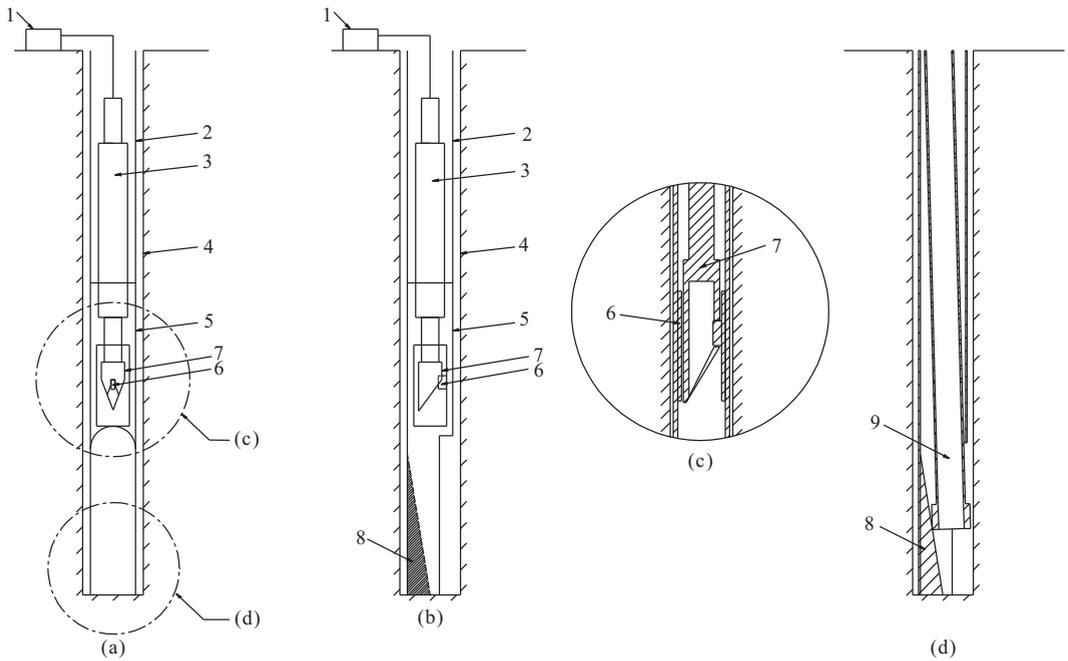


图 1-2-1 垂直钻孔陀螺偏斜纠斜装置工作状态示意

(a) 钻进前的结构示意图; (b) 图(a)的左视图; (c) 图(a)的局部放大结构示意图; (d) 钻进时的结构示意图

1—地面设备; 2—钻杆; 3—陀螺定向仪(或井下仪); 4—井壁; 5—偏心楔; 6—定位器;

7—定位靴; 8—偏心楔底部垫起部分; 9—纠偏钻具

厚度增大一个等级。

3. 定位器的制作和安装

定位器采用尼龙胶管加工而成, 外径尺寸 58mm, 内径尺寸 47mm, 长 200mm, 定位键固定在定位器的中间部位。加工好之后要对定位器的内壁进行打磨, 防止有小的毛刺影响定位靴入靴。定位器安装在偏心楔上开口的上部钻杆内, 定位键的位置在偏心楔开口面的中心线上, 由于钻杆规格略有差异, 使钻杆的内径不太相同, 内径稍大的钻杆可以在定位器外壁缠少量胶带, 以增加固定强度和与钻杆的同心度, 避免晃动, 并且与钻杆之间用铆钉铆住, 固定好之后要把定位器里残留的塑料屑、铁屑等擦拭干净。

4. 偏心楔的下放

偏心楔制作好并安装定位器后, 连接 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆下放到钻孔底部。下放前计算好孔深、偏心楔和钻杆的长度, 确保偏心楔能够顺利下到孔底纠斜位置。下放过程中钻杆间的连接扣要拧紧, 避免在纠斜过程中由于纠斜钻杆的转动带动 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆转动而改变偏心楔的定位方向。

5. 纠斜方位的选取

纠斜方位的选取采用钻孔闭合方位、孔底方位与孔底倾角相结合的方法共同分析确定。主要方法有以下几种: ①当孔底倾角小于 0.5° 时, 纠斜定向方位按照闭合方位来确定; ②当孔底倾角大于 0.5° 小于 1° 时, 纠斜定向方位按照孔底方位和闭合方位的平均方位来确定; ③当孔底倾角大于 1° 时, 纠斜定向方位按照孔底方位来确定, 如果孔底方位与闭合方位相差较大 (大于 50°), 纠斜定向方位可以往闭合方位方向旋转 $10^\circ \sim 20^\circ$ 。

6. 偏心楔定向

偏心楔下放到孔底后,将连接有定位靴的陀螺定向仪放到 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆内,下放到钻杆底部,使定位靴进入到定位器内,通过定位器观测偏心楔的方位,在孔口转动钻杆改变偏心楔的方位,使偏心楔方位达到纠斜设计的方位。在孔口固定好钻杆,升上测斜仪。在钻杆内下入底端带丝锥 $\Phi 42\text{mm}$ 钻杆,将偏心楔上端的尼龙定位器取出。

7. 纠斜钻具的钻进

纠斜钻具采用 $\Phi 60\text{mm}$ 钻具制作,长度 $1.5\sim 2\text{m}$,上部与 $\Phi 42\text{mm}$ 钻杆连接,下放到 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆底部。纠斜钻进过程中严格控制钻进的转速和压力,使纠斜钻具缓慢通过偏心楔,钻进 $3\sim 5\text{m}$ 后,提升纠斜钻具和偏心楔。在钻孔内下入前端带导正的 $\Phi 75\text{mm}$ 钻具进行扩孔,导正长度 $20\sim 30\text{cm}$ 。扩孔结束后,去掉前端导正,正常钻进。为保持纠斜效果,纠斜位置以下 20m 内不可提高钻进的速度和压力。钻进到纠斜位置以下 $25\sim 30\text{m}$ 后,进行钻孔测斜,检查纠斜效果,观测其倾角和偏斜方位的变化,如果效果好可继续钻进,否则重复上述方法再次进行纠斜。

8. 方法应用实例

钻孔 K301 设计孔深 420m ,设计钻孔最大偏距 2.4m 。钻孔钻进至 145m 时进行了测斜,发现钻孔的偏距即将达到设计的最大偏距,而且钻孔孔底倾角(斜度)较大,决定对其纠斜。根据上述方法,偏心楔楔面厚度设计为 31cm ,定向方位设计为 212° 的反方向 32° ,对其进行了纠斜工作。钻进至 170m 后进行了测斜以检查纠斜效果,发现钻孔的倾角变小,偏距的增大趋势减慢,但由于钻孔方位没有发生太大变化,偏距仍然在增加,决定在 170m 处进行第二次纠斜。楔面厚度设计为 25cm ,定向方向设计为 187° 的反方向 7° ,进行了第二次纠斜。钻进至 200m 后进行测斜以检查纠斜效果,发现钻孔的钻进方位发生了变化,偏距开始变小,直到终孔,偏距都在设计要求范围内,纠斜取得了非常好的效果。

如图 1-2-1 所示,偏心楔定好方位后,把陀螺定向仪和定位器取出,在 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆内下入 $\Phi 60\text{mm}$ 纠斜钻具,通过偏心楔底部垫起部分的挤压作用,改变钻孔的方位走向,达到纠斜的目的。纠斜钻进 $3\sim 5\text{m}$ 后,取出 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆和 $\Phi 60\text{mm}$ 纠斜钻具,采用底端带导正钻头的 $\Phi 75\text{mm}$ 钻具进行扩孔。扩孔结束后去掉导正钻头,采用正常 $\Phi 75\text{mm}$ 钻具进行钻进。

K301 钻孔全孔测斜记录见表 1-2-1,孔眼轨迹见图 1-2-2。

表 1-2-1 陀螺测斜仪测试报告

文件名 D:\JDT-6 陀螺仪\K301-410.DAT 测试时间 2006-10-30 08:13:57 — 09:05:29
工具面角 0.0/0.0 方位角 0.0/0.0 定向角 0.0/0.0

序号	深度/m	方位($^\circ$)	斜度($^\circ$)	偏距/m	垂直深度/m	闭合方位角($^\circ$)	偏率/%
1	10.291	255.4	0.60	0.054	10.291	255.4	5.2
2	19.918	226.0	0.55	0.149	19.917	246.0	7.5
3	29.877	228.7	0.72	0.256	29.876	238.1	8.6
4	39.835	210.6	0.69	0.375	39.833	232.1	9.4
5	49.794	227.6	0.64	0.488	49.792	229.1	9.8