

全国矿山建设 学术会议论文选集

(上册)

主编 周兴旺 李明远



中国矿业大学出版社

全国矿山建设 学术会议论文选集 (上册)

周兴旺 李明远 主编

中国矿业大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

全国矿山建设学术会议论文选集/周兴旺,李明远主
编—徐州:中国矿业大学出版社,2004

ISBN 7-81070-899-6

I. 全… I. ①周…②李… II. 矿山开发—学术
会议—文集 IV. TD2-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061371 号

书 名 全国矿山建设学术会议论文选集
编 者 周兴旺 李明远
责任编辑 朱明华
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtp@cumtp.com
出版发行 中国矿业大学出版社
(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)
排 版 中国矿业大学出版社排版中心
印 刷 中国矿业大学印刷厂
经 销 新华书店
开 本 787×1092 1/16 印张 53 字数 1280 千字
版次印次 2004 年 7 月第 1 版 2004 年 7 月第 1 次印刷
总 定 价 100.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《全国矿山建设学术会议论文选集》

编审委员会

主任委员	陈明和				
副主任委员	王建平	崔云龙	安和人	李伟	张振义
	李明远	程桦	刘长安	王长生	周国庆
委员	邓维国	邓文芳	吕爱钟	沈慰安	汪仁和
	张向东	张荣立	周兴旺	杨维好	杨小林
	段康廉	王和志			
主 编	周兴旺	李明远			
副 主 编	马红月	汪皖生			
主 办 单 位	中国煤炭学会煤矿建设与岩土工程专业委员会				
	全国高等学校矿山建设专业学术会				
承 办 单 位	淮北矿业(集团)有限责任公司				

目 录

上 册

第一部分 专题综述

龙固近 600 m 深钻井井壁设计与安装	洪伯潜(3)
特殊地层条件下竖向可缩性钻井井壁研究	程 桦 姚直书等(8)
淮北矿业集团发展态势	李 伟(15)
涡北煤矿冻结法凿井信息可视化管理软件设计与开发	李明远 陈远坤等(23)
深厚表土地层冻结法快速凿井关键技术探讨	汪仁和(28)
立井深厚膨胀粘土层安全快速施工经验剖析	赵中厚 金 川等(31)
煤炭企业管理信息系统的成功开发	邵良杉(37)
浅谈施工企业的发展战略	王常柏 申建红(44)
立井凿井设备发展现状与展望	龙志阳(48)
厚表土冻结立井井壁结构与信息化施工	张国勇 李 红等(54)
人工冻土抗弯试验研究	吴成义 徐兵壮等(61)
反井钻井技术应用及发展	刘志强 杨 红(65)

第二部分 立井及相关硐室设计与施工

济北矿区快速建设技术	王明远 张仁水等(73)
深表土复杂条件下立井井壁的可靠性评价	付厚利 冯明国等(77)
特厚冲积层中冻结法凿井外层井壁技术研究	姚直书 程 桦等(81)
软岩硐室破坏机理及修复技术	刘 刚 井绪文等(88)
山东巨野矿区郭屯矿井特厚深表土复杂地层 井筒施工方法的选择	林鸿苞 江新春等(94)
浅谈刘庄煤矿矸石井快速施工与管理	徐向荣 方安炉(100)
大型立式煤仓施工工艺及施工组织管理	臧培刚(104)
C ₈₀ 混凝土在冻结井壁中应用的可行性分析	赵春来 刘登攀(109)
淮南顾桥煤矿主井四同时施工	朱荫华 朱先龙等(112)
淮南张北风井井筒深表土冻结快速施工创新记录	单卫雪(120)
龙固煤矿双主井深钻工程安全通过“块状结构”岩层 之工艺技术	王怀志 孙 杰等(126)

千米立井深部软岩施工探索·····	杨明福 逯孝耀等(129)
断层带硐室施工·····	汪子勇 孟凡良(133)
复合支护在施工箕斗装载硐室的应用·····	赵国超 韩文利(136)
高瓦斯矿井筒揭煤技术·····	王玉沛 杨 杰(139)
济西煤矿副井井筒深厚粘土层施工·····	陈晓辉(144)
立风井锁口施工方法·····	陈耀文 冯孝生(148)
立井壁后注浆的研究与运用·····	王福祥 张帮进等(151)
立井基岩冻结段中深孔爆破尝试·····	张双英 张保东(154)
立井快速施工技术及应用·····	陈耀文(160)
龙固煤矿深钻井有关参数的控制原则·····	王怀志 荣怀宇等(163)
立井施工空帮距选择·····	乔 志 阎光启(167)
立井主要相关特殊硐室的施工方法研究与应用·····	吕广同(169)
王台铺矿二号井主井箕斗装载硐室施工方法·····	马贵纯 赵金悦(173)
优化井筒施工平面布置 为快速施工创造条件·····	范聚朝 张梦彪(177)
云南驰宏锌锗股份有限公司1 [#] 竖井井筒快速施工·····	邓贤松(181)
丁集煤矿井壁结构与支护形式分析·····	张学强 徐华生等(186)
富水流沙层条件下斜井井筒冒顶事故原因分析·····	方晓瑜 付国庆等(191)
立井井筒增设梯子间安全出口设计方案及安装工艺探讨·····	陈廷虎 郑 屿(195)
锚索注浆支护在硐室加固中的应用·····	沈景钊(199)
浅谈液压滑升模板在深立井井筒应用中的问题及预防处理办法·····	陈晓辉(202)
深钻井泥浆固控化学絮凝法的探讨·····	李英全 沈长柱等(205)
浅谈兴隆庄风井井壁二次破坏修复治理施工技术·····	赵玄栋 曹银龙(209)
星村煤矿副井基岩段快速施工·····	董敏琦 李 刚等(213)
永城矿区煤矿大直径排水钻孔施工技术·····	任贵品 刘兴彦等(218)
张北风井快速过深厚粘土层的技术实践·····	金 川 李晓兵等(221)
唐口矿超千米深立井综合机械化配套快速施工·····	李银桥 李 刚等(227)

第三部分 冻结法施工

涡北煤矿地层冻结特性分析·····	陈远坤 李明好等(235)
深厚表土层下冻结壁的研究进展·····	王大雁 马 巍(241)
冻结孔钻进砾岩地层的施工方法·····	邹允领 田志斌(246)
刘庄矿副井冻结砾石层及风化基岩段快速施工·····	王祥才 赵建希等(249)
浅谈冻结深度的合理确定·····	赵志福 梁洪振等(252)
城郊主副井深厚粘土层冻结施工技术·····	郭永富 梁洪振(254)
新源煤矿主、副井井筒快速高效冻结·····	刘文民 王 毅(260)
井筒冻结法施工节能降耗的有效途径·····	魏金山(264)
朝阳矿主、副井冻结基岩段深孔减冲光爆法掘进 和大模板砌壁设计与施工·····	张 馨 韩晓东(267)
冻结器盐水流量对流动状态及散热效果影响的分析·····	王建平(274)
邢北矿主副井冻结钻孔快速施工经验·····	高 清(279)
深冻结井内层井壁砌筑问题的探讨·····	胡德铨 曹 静(281)

深厚冲积层冻结凿井技术问题的探讨	李功洲 陈文豹(284)
深厚表土冻结法施工关键技术	王宗金(293)
大流速条件下的地层冻结——深圳地铁 4A 标段冻结施工	郭永富 梁洪振(296)
深立井复杂冲积层冻结技术	李银桥 杨家恩等(301)
丁集矿深井冻结造孔质量的控制	方根生(307)
顾桥副井冻结设计方案实践探讨	金 川 朱萌华等(311)
淮南潘谢矿区冻结井筒快速施工技术原则的探讨	金 川 朱萌华等(318)
济西副井深冻结钻孔施工	成中海(325)
对顾桥矿副井、风井冻结设计方案的分析比较	左玉海(328)
冻结法施工在上海地铁立交车站穿越段的应用	林鸿苞 江新春等(334)
千米深立井壁后深孔高压注浆堵水技术	李 刚 李银桥等(339)
龙固深厚表土冻结段井壁结构设计参数优化	赵春来 臧桂茂等(344)

第四部分 地质水文与注浆堵水的加固

深井地面预注浆方式的分析	陈中建 冯士文(351)
锚注法治水机理研究及应用	邵东亚 杨 林(353)
千米深立井过主含水层施工方法	李 刚 李银桥等(359)
浅谈有机材料浆液立井壁后注浆	付晓东 龙 玺(361)
特殊地质条件下深工作面防治水技术	孙厚伟(364)
赵庄矿主斜井工作面深孔预注浆技术	贾实林 沈 伟等(367)
注浆技术在井筒过老空区水体中的应用	李雪峰 潘 毅(370)
西南呈煤矿主副立井井筒综合防治水技术	吕志江 乔光磊(374)
有机材料在壁后注浆施工中的尝试	杨 杰 冯孝生等(382)
梁宝寺矿主井工作面打钻探水、断层及预注浆 综合施工技术	李凤君 刘同海等(386)
地层注浆堵水及充填加固技术的新进展	吴 强 黄德发(391)

下 册

第五部分 矿井设计与施工

使用 SHJ-30 型检测仪检测喷射混凝土强度	邓 昀(401)
软岩条件下大型硐室破坏原因分析与治理	赵龙钢 任青品等(407)
钢筋复合支护在井筒过表土层段的应用	许家荣(412)
快速建造优质大井新途径——顾桥矿井施工准备期优化实践	束庆岭(414)
巷道穿泥石流型断层破碎带施工技术	许世银 李志康(422)
复合软岩顶板煤巷快速施工技术研究	张洪鹏 马永亮等(425)
600 m 深钻井泥浆安全护壁条件	王怀志 王承源等(430)

地震层析成像技术研究综述	许世银 李志康(434)
安家岭井工矿1 [#] 主井斜井井筒快速施工技术	张军伟(439)
程村副井井筒机械化配套装备	邵仲梅 刘德秀等(442)
快速建井在千米井筒施工中的实践	赵学平 杨家恩(446)
大角度斜井普通法施工	王常柏(449)
大倾角三软煤层控制三角煤顶锚杆(索)支护技术	余文彬(453)
国外掘进爆破新技术	邵 鹏 许世银等(457)
地质雷达在隧道强含水不良地质地层施工中的应用研究	赵春来(463)
冻结技术在沉井施工中的应用	李志清 马万昌等(466)
淮南顾桥矿井主井井筒冻结段外壁掘砌快速施工	江 军(471)
井筒施工期间与井下贯通前通风系统的研究、改进与完善	王林平 张帮进等(477)
井下施工挡水墙、地面打钻注浆封堵涌水巷道	夏保海 李 勇等(479)
孟加拉国巴拉普库利亚煤矿降温技术研究	王鹏超(483)
浅谈安家岭井工矿大断面主斜井快速施工	李美吉 申建红(487)
浅谈李家楼煤矿主斜井施工	杜具成(491)
司马矿风井井筒施工技术	冯孝生 殷文祥(496)
唐口矿井副井井筒深部软岩支护技术	李 刚 李银桥等(500)
土耳其库兹鲁煤矿1 [#] 竖井延深段施工	江 军(503)
定向钻进技术在“三同时”快速建井施工中的应用	左永江(508)
复合软岩顶板、松软煤层沿空掘巷理论探讨	杨 平 张洪鹏等(513)
巨野煤田龙固煤矿双主井粘土膨胀引起钻井缩径分析	孙建荣 李英全等(518)
矿山井下防水水闸墙厚度计算方法的探讨	段全江 别小勇等(523)
利用“综合工程施工技术”,进行井筒地面预注浆	
缩短建井工期的方法	徐华生 冯士文(527)
龙固煤矿双主井深钻井工程壁后充填段高划分设计优化	王怀志 孙 杰(531)
锚固注浆技术治理巷道底鼓的途径	张国相(536)
平巷快速施工	吴厚军(539)
前探梁临时护顶技术及应用	李友怀(544)
轻型放顶煤工作面回采巷道锚杆支护技术研究	徐有全 黄华山(548)
全煤巷道光面爆破技术研究	张洪鹏 曹 忠等(552)
软岩巷道修复方案的综合考虑	汪吉先(558)
疏放水提高开采上限的措施及经验	刘尊欣 王连奎等(562)

第六部分 矿山建设技术在其他相关领域的应用

振冲劈裂注浆在污水管道工程中的应用	李彦涛 冯旭海(567)
大面积灰土垫层施工方法	曹月芹(571)
寺则河隧道快速施工法	李 俊(574)
寺则河隧道塌方分析与处理	李 俊 邱春海(578)
小净距隧道施工	汪子勇 孟凡良(581)
凿井施工设备砟基础断裂后的加固处理	周永忠 王养库(584)
冻结法在佳木斯输水隧道出洞口中的应用	齐吉龙 逯心杰(587)

南京地铁三山街至张府园区间联络通道施工技术·····	戴华东	齐吉龙等(591)
独具特色的双筒圆仓滑模·····	王洪涛	管永锋(596)
推行清洁生产、大力发展循环经济走可持续发展之路·····	郭兴红	司悦生(599)
洗选厂废弃物综合利用现状及发展方向·····	李文秀	张家利(602)

第七部分 建筑设计与施工

交联聚乙烯(PEX)管材在采暖管道中应用的探讨·····	张永生	乔光磊(607)
浅析重力式桥台台背回填稳定性验算及其在施工中的应用·····	刘学东	(612)
挡水墙的设计与施工·····	汪子勇	孟凡良(615)
未来建筑的发展方向——生态建筑、绿色建筑·····	张广东	(617)
八筒连仓分组滑模的技术及评价·····	王洪涛	(620)
大型汽车吊组立型钢结构井架·····	平永生	兰 峰(624)

第八部分 机电与安装

立井二次改装设计及改进·····	葛光明	郑亚利(629)
JDT-6 型陀螺测斜定向仪在淮南顾桥矿副井		
地面预注浆工程中的应用·····	肖 炜	(634)
JDT-6 型陀螺测斜定向仪的原理及使用·····	马 冰	邱显水(637)
电磁式电压互感器饱和过电压的分析与防治·····	高 山	颜传宝(642)
冻结法凿井施工中制冷系统的隔热处理·····	梁洪振	赵志福(645)
简易深度指示器在立井多水平提升中的运用·····	陈晓辉	(648)
井下大型电机和水泵的下放与安装·····	刘德秀	(651)
利用 MJY 大模板快速施工大型硐室与井筒连接处·····	刘跃彬	邓贤松(654)
利用永久井架凿井的几种方式·····	邵仲梅	(657)
屯留矿井西立井转向平巷施工阶段通风系统的研究·····	权宇国	王鹏越(661)
梁宝寺副井井筒永久装备快速安装·····	杨思臣	(665)
汽车吊分段组立大型箱式井架·····	孙春祥	程岩青(668)
山猫挖掘机在立井施工清底工序的运用·····	张帮进	瞿 武等(670)
施工矿井电气火灾事故分析·····	平永生	兰 峰(673)
唐口矿副井的综合机械化装备		
——浅析千米立井的机械化装备·····	齐 或	齐晓娟(677)
DTQ6 型抓斗改进设计·····	黄亮高	岳 峰(683)
冻结站节能优化设计与计算机辅助监控·····	戴华东	(687)
钢绳芯胶带硫化接头的几点技术措施·····	李家举	王厚良等(691)
井下动力钻具的研究与应用·····	刘 敏	(695)
立井混合作业与机械化作业线配套·····	孟凡良	王鹏越(699)
冶金桥式起重机 125 t+30 t 铸造吊安装·····	魏树鑫	(704)
液压自移密集装置的研制与推广应用·····	刘有健	曹 忠(709)
整体移动式金属模板的设计与应用·····	李 刚	王煥霞等(713)
超千米深立井壁后注浆机电辅助系统改造·····	李 刚	李银桥等(717)

- 综合自动化系统在岱庄煤矿选煤厂的应用..... 刘 锋(719)
 大台竖井立转平的提升系统设计..... 程岩青 高国红等(723)

第九部分 工程管理

- Intranet 与企业网络工程策略..... 陈 运 王朝引等(729)
 建井期间长距离通风管理..... 王林平 李兰柱等(737)
 立井井筒施工组织设计方案优化浅析..... 邓维国(741)
 立井施工中劳动组织及工资奖金合理分配办法的探讨..... 程善进 乐立强等(747)
 论立井施工项目目标的控制..... 孟太平(749)
 浅谈加强安全管理与促进生产的关系..... 李树鑫 申建红等(752)
 浅谈企业质量体系认证以后的保持..... 田素荣 申建红(756)
 深立井井筒快速施工工程监理..... 李银桥 李森林等(759)
 谈矿山立井井筒工程施工合同索赔..... 刘洪新(763)
 唐口矿井副井井筒施工安全管理..... 李 刚 李银桥(768)
 赵庄矿主、副斜井施工质量控制..... 沈 伟 贾实林(772)
 计算机管理系统的推广应用..... 王为为 汪子勇等(775)
 龙固矿井钻井井筒预制井壁施工的监理体会..... 张云利 赵庭煜(779)
 施工承包单位在煤矿建设过程中应重视和做好地质工作..... 王松青(784)
 立井施工工程成本的控制研究..... 李 刚 程善进(787)

第十部分 其他

- 岩体结构三维可视化技术..... 李志康 许世银(793)
 顶管快速施工技术探讨..... 高常宝 李现恩等(798)
 螺杆冷冻机双级压缩制冷工艺首次在深立井表土层
 冻结工程中成功应用..... 张 浩 张步俊(801)
 冷冻机状态监测系统简述..... 刘增东(806)
 市场经济环境影响下的装饰设计..... 王 波(810)
 钢结构的焊接变形与控制纠正..... 陈道金 张鲁鲁(812)
 I 型钢管组合井架“分片组立法”安装..... 张名清(817)
 中水回用在成庄矿的实践初探..... 张家利 李文秀等(821)
 软土振冲注浆技术及其应用..... 杨春满 李凤君(825)
 含山石膏矿风井井筒抛碴注浆封水..... 杨天亮 王 联等(830)

第一部分

专题综述

龙固近 600 m 深钻井井壁设计与安装

洪伯潜

(煤炭科学研究总院 100013)

摘 要 山东省龙固矿主井(双井筒),表土不稳定含水地层深 546.48 m,钻井深度 582.75 m,井壁结构和悬浮下沉安装技术是决定能否采用钻井法施工的关键。通过对已有成果资料的分析,理论研究和方案比较,解决了深表土层井壁承受巨大的水平荷载和竖向附加力对结构的强度要求和悬浮下沉安装对结构自重限制的矛盾,采用内钢板钢筋混凝土复合的约束混凝土结构,取得了满意的效果。

关键词 钻井法凿井 近 600 m 深 悬浮下沉 约束混凝土

钻井法凿井是一种机械化程度很高的竖井井筒施工方法,全部作业在地面进行,施工安全,造价低,成井质量好,在井型适当的条件下,作为深厚表土不稳定含水地层的井筒施工方法,具有很大的优越性。我国采用钻井法凿井已竣工的近 60 个井筒中,有少数井筒的支护结构,由于未考虑井下采掘后地层下沉,产生竖向附加力的影响,在使用中发生局部破坏,需要修复处理。但所有采用钢板约束混凝土结构的深井井筒,包括单内钢板—钢筋混凝土复合井壁和双钢板—混凝土复合井壁,均未出现上述事故,说明钢板约束混凝土结构在抗御竖向附加力的性能上,具有独特的优越性。巨野煤田上部覆盖着深厚表土不稳定含水地层平均厚 620 m。第一个开发的龙固矿井,主井表土不稳定地层厚 546.48 m,超过我国钻井法已完成最深井筒淮南潘三西风井 106 m,成井有效直径 2— ϕ 5.5 m(井壁内径 5.7 m),钻井深度 582.75 m,比潘三西风井深 75 m。在钻井法凿井技术上,确是一个巨大的跨越,而井筒支护技术,又成为该井筒采用钻井法施工可能性的关键,它集中体现在深表土带来巨大的水平荷载和竖向附加力组合后对井壁结构强度要求和悬浮下沉安装对结构自重限制的矛盾;最大限度提高钻孔利用率以及井壁悬浮下沉安装全过程的整体稳定控制。

1 复杂受力条件下的井壁设计

1.1 钻井井壁的力学特征

钻井法凿井井壁采用悬浮下沉安装,井壁与井帮地层的粘结,是在井壁悬浮下沉到底,壁后分段充填水泥浆或其他材料后形成的。不同于其他凿井方法采用自上而下分段掘砌的井壁,在该段高施工后,同时与井帮粘结,并将自重传递给井帮,下部井壁基本不承受上部结构的重量。钻井井壁施工工艺的这一特点,使它的任何截面从安装开始就存在三轴应力状态。采用材料力学公式可求得任意断面计算点的切向、径向、轴向应力为: σ_t 、 σ_r 、 σ_z ,经广义虎克定律分析,可求出计算点三个主应力方向的线应变为:

$$\left. \begin{aligned} \epsilon_t &= [\sigma_t - \nu_t(\sigma_z + \sigma_r)]/E_c \\ \epsilon_r &= [\sigma_r - \nu_t(\sigma_t + \sigma_z)]/E_c \\ \epsilon_z &= [\sigma_z - \nu_t(\sigma_r + \sigma_t)]/E_c \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

式中 σ_t 、 σ_r 、 σ_z ——环向、径向、竖向应变;

ν_c ——材料泊松比;

E_c ——弹性模量, MPa。

分析式(1)可看到,虽然计算点三个方向的应力,可都是压应力,但如有两个方向的应力之和乘上材料泊松比后,大于另一方面的应力时,这一方向的应变则为拉应变。钢筋混凝土井壁在水平荷载和竖向荷载(含井壁自重和地层下沉附加力)作用下,同样产生三个方向的压应力,而环向应力和竖向应力之和乘上混凝土泊松比后,在某些条件下会大于径向应力,使径向应变成为拉应变,当此值大于混凝土材料的极限拉应变时,如没有加强措施,就会出现裂缝。这就是一些井壁发生局部破坏时,都是从钢筋混凝土保护层脱落开始,逐步向断面内部发展的道理。

1.2 合理的结构选择

龙固主井井深近 600 m,表土深 546.48 m,根据地层条件和相关计算,得知在满足施工工艺要求的条件下,普通钢筋混凝土结构,很难防止井壁的破坏。而钢板约束混凝土结构,由于内层钢板的强度和弹性模量均大于外层钢筋混凝土,因此在两层材料的交接而上,始终保持变形协调和良好的复合作用,外层钢筋混凝土受力产生变形,传递给内层钢板,钢板在承载条件下又以径向力的形式,反作用于外层混凝土筒体,当内侧径向应力 σ_r 大于一定值后,径向应变小于混凝土的极限值,井壁就不会发生保护层脱落和破坏。而单内钢板—钢筋混凝土复合井壁又具有力学特征明确,结构合理;强度设计采用国家现行规范,安全经济;混凝土工程检测方便,施工质量有保证等优点。经过详细方案对比,就龙固主井工况条件,在同样的钢材含量和单重下,双钢板—混凝土复合井壁难于提供具有与单内钢板—钢筋混凝土复合井壁相同的综合强度。为此,龙固主井井壁在 -140.6 m 以上采用普通钢筋混凝土结构, -140.6 m 以下采用内钢板—钢筋混凝土复合结构。

龙固主井由两个井筒组成,各井有效内径 5.5 m,考虑到井筒偏斜,井壁最小内径取 5.7 m,厚度 550 mm~850 mm,每个井筒由四种厚度,12 种型号(含井壁底),121 节预制井壁组成;节高 2.6~6.0 m,节重小于 200 t,混凝土强度等级由 C₃₀~C₇₀,钢板厚度为 14~40 mm,每个井筒井壁重量约 22 000 t;

1.3 结构设计中的技术关键

1.3.1 计算方法、内容和采用规范

竖井井壁从结构分类上应属于地下特种结构,荷载的确定和作用形式有它的特殊性,但当各种荷载取值确定之后,经力学分析求得内力组合,采用国家统一的混凝土结构设计规范进行结构强度计算,应该是最安全合理的。钻井法凿井井壁设计自“六五”以来,经过大量的分析研究,已纳入这个轨道。龙固主井井壁,就是根据材料力学原理求出钢板反作用于钢筋混凝土筒体的压力,再按厚壁筒结构在内外力作用下分析钢筋混凝土结构的断面应力,积分求其结构内力—轴力和弯矩,最后用《混凝土设计规范》进行结构强度设计。

为了保证矿井长期使用的安全,龙固主井井壁设计包括三个内容,即:永久地压作用下的平面强度计算;三向应力条件下的应变验算;悬浮下沉安装过程施工应力验算等。

龙固主井井壁设计是 2002 年完成的,根据矿井井壁设计有关规定和确保安全的前提,采用《混凝土结构设计规范》GBJ10—89 为依据进行设计,用原《钢筋混凝土结构设计规范》TJ10—74,进行核算,结果表明,一般都是后者控制。(2003 年进行的风井设计,采用新规范《混凝土结构设计规范》GB50010—2002 进行设计,用原《钢筋混凝土结构设计规范》TJ10—

74, 进行核算, 结果表明, 一般都是前者控制)。

1.3.2 竖向附加力的确定和依据

钻井井壁设计中关键问题之一是竖向附加力的确定, 关于特殊凿井井筒在井下开采后地层下沉, 产生作用于井壁的竖向附加力, 通过实测资料(图 1)和各方研究, 已基本取得共识。但设计值大小, 由于和井筒施工方法、地层条件有很大关系, 钻井法凿井又与壁后充填材料及工艺有关, 本设计经过对各有关资料的分析, 采用分段综合取值的方法确定竖向附加力, 即埋深小于 150 m 时, 竖向附加力取 0.015 MPa; 埋深大于 150 m 时, 竖向附加力取 0.025 MPa。主要参考依据是: ① 有关井筒实测和模型试验资料。② GBJ69-84《给水排水工程结构设计规范》中的钢筋混凝土筒沉井施工的摩阻力。③ 地层条件及与已有井筒分析对比。

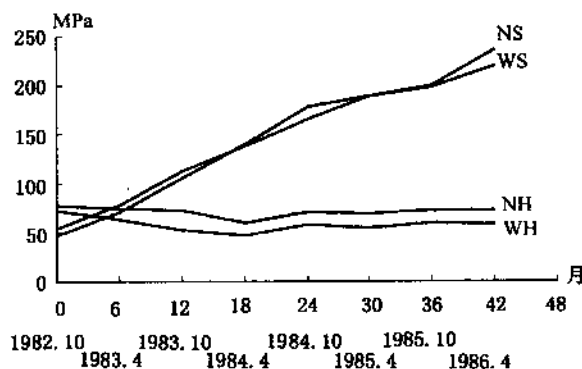


图 1 江苏大屯龙东风井—194.8 m 井壁应力实测结果

1.3.3 解决井壁结构强度与悬浮下沉安装对结构自重限制的矛盾

随着钻井法凿井技术的不断发展, 所施工井筒穿过不稳定地层加深, 承受复杂的多种荷载, 要求井壁具有很高的结构强度, 但钻井井壁采用地面预制, 井口连接, 整体悬浮下沉安装的施工工艺, 要求井壁下沉的任何阶段, 除井壁底体系可采取加辅助钢梁的办法外, 自重(包括施工荷载)都必须小于泥浆浮力, 且井壁顶面需浮出泥浆面 1.5 m 左右, 以满足施工操作的需要。因此, “井壁能不能浮起来”, “施工中会不会失稳”, 就成为大家关心的两大问题, 这也正是钻井法凿井井壁设计需要解决的核心问题。龙固主井井壁采用内钢板—钢筋混凝土复合的约束混凝土结构, 以及各种合理的参数, 取得了满意的效果。

1.3.4 处理好井壁筒体结构和井壁底之间设计的关系

井壁底所承受的荷载, 与井筒深度和最终悬浮配重水的高度有关, 井壁总体厚度加大或段高断面变化不合理, 最终配重水的高度小, 井壁底的受力就大, 因此, 井壁筒体设计中, 应同时考虑井壁底体系设计的可能和合理。

2 悬浮下沉安装井壁

井筒钻进到设计直径和深度, 进行调整地面布置, 泥浆处理, 设备改装等准备工作, 经测井符合要求后, 则可开始井壁悬浮下沉安装工作(图 2)。

2.1 井壁底体系悬浮下沉安装

井壁底体系是指能维持井壁总体悬浮的最初段高, 包括井壁底和部分岩石段内的筒体

井壁,这一段高的每节井壁,在悬浮下沉过程,有时需要设置辅助钢梁,钢梁受力大小由井壁自重和浮力计算求得。龙固主井井壁底体系由底部4节井壁组成,经计算下部3节需要加辅助钢梁,钢梁承重分别为80.18 t、54.77 t和13.05 t。然后根据实际工艺要求,依次下沉井壁。这一阶段泥浆内的井壁底体系,可能出现不稳定悬浮状态,下沉时须在井口对称四个方位采取措施扶正垫稳。

2.2 井壁在泥浆中的轴向整体稳定

2.2.1 悬浮下沉过程

理论分析可求得,龙固主井井壁在悬浮下沉过程,当井壁节之间的连接处理能将上部井壁的重量均衡地(即井壁竖向荷载的传递不产生偏心)传递到下部井壁时,一般来说不会产生竖向整体失稳。但如节间传递竖向荷载的能力不足,或井壁产生不均匀变形,就可能失稳。所以对节间连接必须有严格的要求,包括找正、垫实、焊接和节间注浆。

2.2.2 井壁下沉到底后加防浮配重水

当井壁悬浮下沉就位后,为防止壁后充填中,由于水泥浆等充填材料的密度大于泥浆的密度,置换过程浮力超过井壁的总重量(含井壁自重及悬浮下沉时井壁内配重水重),产生井壁上浮。壁后充填前必须在井壁内增加配重水,在深井筒中配重水高度超过一定值后,会发生井壁整体倾斜,由于支座条件的变化,井壁又会产生轴向失稳。反浮可以通过计算进行控制,等强连续筒体也可以通过计算决定失稳的极限值,而实际井壁“失稳”却是一个很复杂的过程,它不单决定于井壁结构,泥浆密度,同时与井壁节间强度、刚度,整体安装质量密切相关,因此,除了认真计算各阶段配重水的增加量外,还必须提高节间处理的技术水平,本工程采用分阶段加配重水的措施,以确保井壁悬浮下沉的稳定安全。

3 结语

我国钻井法凿井经过三十多年的发展,在深厚表土不稳定地层施工井筒,已取得了长足的发展,工程质量高,劳动条件好,施工安全,成本低,建设速度快,并且具有相当高的工程可预计性,技术水平已处于世界领先地位。龙固主井采用两个 $\phi 5.5$ m井筒,代替一个 $\phi 7.5$ m井筒,开工时间错开二个月,从1号井进点安装到2号井工程结束,用两年左右时间完成,建设费用低于一个大井筒采用其他方法施工的费用,取得了明显经济效益和社会效益。

可以相信,在科研、设计、施工、管理各方面的共同努力,深井钻井法凿井技术必将继续向前迈进。井壁结构的开发研究、设计和施工技术,也必将在不断满足钻井法总体发展的需要,出现新的飞跃。

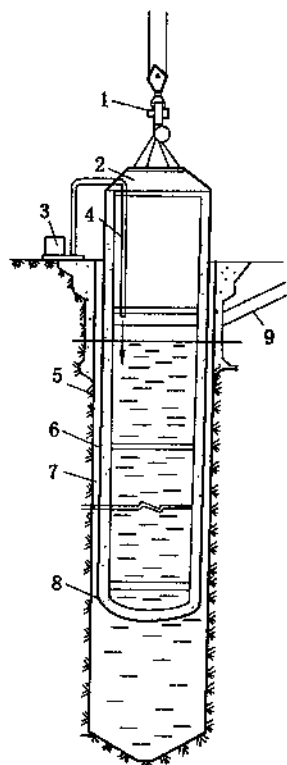


图2 井壁悬浮下沉
安装示意图

- 1——大钩;2——吊具;
3——水泵;4——水管;
5——井壁;6——法兰盘;
7——配重水;8——井壁底;
9——排浆槽

参考文献

- [1] 洪伯潜. 约束混凝土在井筒支护中的应用. 煤炭学报, 2000, 2
- [2] 洪伯潜. 巨野煤田开发条件及井筒特殊施工的关键技术. 中国煤炭, 2002, 4
- [3] 洪伯潜. 不断发展的钻井法凿井技术 钻井法凿井技术的应用与发展. 煤炭学报, 2003 增刊

作者简介 洪伯潜, 中国工程院院士, 1956 年毕业于浙江大学土木系, 长期从事钻井法凿井技术的研究, 现任煤科总院副总工程师, 主持完成国家及部、院课题 29 项, 8 次获国家及部级科技进步奖, 其中国家科技进步一等奖 1 项, 部级科技进步特等奖 1 项、一等奖 1 项, 发表论文 40 余篇。