

kuangshanjianshe xueshu huiyi lunwen xuanji

矿山建设学术会议 论文选集

主编 周兴旺 邓文芳 黄德发

中国矿业大学出版社

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 崔云龙 雷景良 张荣立 邓文芳 王长生
赵立新

委 员 (按姓氏笔划排序)

于遂钦 王亚林 王建平 王松波 尹显志
邓维国 刘长安 刘述森 吕爱钟 李恒盛
苏永平 杨小林 杨 彬 陈文豹 张世芳
张振普 张跃飞 范铁锤 周兴旺 胡德銓
高木福 姚景洲 赵九江 赵社帮 黄德发

主 编 周兴旺 邓文芳 黄德发

副 主 编 杨 彬 高木福 于遂钦 赵社帮 张振普
尹显志

主 办 单 位 中国煤炭学会煤矿建设专业委员会
全国高校矿山建设专业学会

承 办 单 位 河南省煤炭学会矿井建设专业委员会

序

2002年矿山建设学术会议是一次矿山建设学术交流的盛会,也是我们煤矿建设行业相互合作的会议。

随着国民经济的发展,煤炭作为我国基础能源仍占主要地位,煤炭供需关系的逐年变化,形势越来越好。随着市场经济的改革,科学技术进步,煤炭资源条件变化,对新的煤矿建设提出了更高的要求,在这种情况下,新的矿区建设与开发势在必行。如山东巨野、安徽顾桥和刘庄等矿区均需积极开发建设,这些新区冲积层厚、井深、地压大、地温高,开发起来有一定难度,这就要求我们尽快对这些矿山建设条件加以研究。

矿山建设的地面工程随着建筑工业新工艺、新技术、新材料以及新设计的突飞猛进地发展,给我们高质量、高速度、高水平、低造价地建设好矿山地面工程创造了条件。

这都要求我们建井工作者要用先进的科学技术、装备和管理手段武装自己,以适应和促进矿山建设的发展。我们矿山建设学术年会力图用开展学术交流,为提高行业的科学技术水平,尽一点力量。

关于这次会议论文集的出版,2001年9月我曾主持召开了2002年矿山建设学术会的筹备会议。由全国高等学校矿山建设专业委员会秘书长崔云龙教授、北京建设专业委员会秘书长王长生研究员及河南煤炭学会矿井建设专业委员会主任邓文芳高工等参加研究并发出了第一号征集论文的通知,经过几个月全国矿山建设专家学者、工程技术人员及经营管理者们的辛勤劳动,报送论文达191篇,征到论文范围之大,文章之多是近年来空前的,文章的水平也逐年有所提高,这表明广大技术人员,对学会与高校联合召开的学术年会表现出了无比

的热情与重视。这些论文内容涉及矿山建设的各个方面,有较高的科学性、先进性、学术性和实用性,经过组织专家评选纳入本届年会论文集达 110 篇,包括矿山建设专题综述,立井与相关硐室施工,冻结与钻井设计施工,地质水文与注浆堵水加固,矿井设计与巷道施工,矿山建设在其他领域的应用,建筑设计与施工,机电及安装,矿山工程管理等。

入选论文的共同特点是密切结合生产建设实践,抓住科研关键,使科研与生产相结合,理论与实践相结合,有一定的理论深度与学术水平,对解决矿山施工的某些疑难问题和提高施工技术水平有一定的指导意义。论文的作者既有经验丰富的老专家、老教授学者,更可喜的是有更多勇于开拓进取乐于奉献与时俱进的科研设计、院校及生产第一线的中青年技术人员和经营管理者。他们撰写了大量的论文,显示了我国矿山建设领域科技的雄厚实力。

矿山建设学术会议论文选集在征集过程中得到了许多单位的大力支持和积极响应,积极撰写论文并反复修改,在此致以真诚的谢意。

本论文集在编审、编辑、出版过程中得到了有关专家的辛勤指导和中国矿业大学出版社的大力支持,在此谨致谢意。

由于时间紧迫和编者水平及篇幅所限,不妥之处,还望读者予以批评指正。

陈明和

2002 年 5 月 30 日

目 录

第一部分 专题综述

河南煤矿立井施工技术应用与展望·····	黄德发 邓文芳(3)
巨野矿区冻结法凿井关键技术问题·····	程 桦 姚直书(15)
滑动构造地质条件下巷道及硐室变形规律研究·····	张耀飞 宋彦国等(20)
锚注改性增强机理分析·····	黄小广(25)
煤矿建设项目管理模式与施工企业改革研究·····	王明远 贾宏俊等(29)
上海市区软土冻结基本特性的试验研究·····	楼根达等(36)
全方位、多层次、综合做好建设项目管理工作·····	赵九江等(41)
永夏矿区钻井井壁结构设计·····	吴里扬 李 明(45)
特大直径竖井滑模设计与施工·····	王宗敏 周二平等(50)
浅论计算机辅助设计在煤炭建设施工企业中的应用·····	陈 运(54)

第二部分 立井及相关硐室设计与施工

城郊矿井主井井壁可压缩层的设计·····	张振普(61)
浅谈开滦局唐山矿 12" 暗立井施工设备布置与暗立井井筒施工·····	钟占良(65)
MJY 整体下移模板的应用与改进·····	冯孝生(70)
立井施工新技术在八矿新副井的应用·····	张会听等(75)
在花岗岩层中的立井钻眼爆破施工·····	魏金山等(77)
新魁星楼铁矿副立井手抱钻创行业外月成井 121.8 m·····	蒲跃年 王海宝等(80)
曲江矿井副井马头门修复加固·····	薛奎才等(83)
唐口矿井副井井筒冻结段快速施工·····	韩文利(86)
济北矿区岱庄煤矿主井箕斗装载硐室施工技术·····	曾 璇等(89)
联合支护在副井马头门设计中的应用·····	李贫志(92)
城郊矿井底螺旋煤仓施工·····	赵龙钢等(95)
三种常用井底煤仓施工方案的比较·····	邵仲梅 苏 生等(100)
金川 46 行副井马头门施工技术·····	陈 锋等(104)
立井多水平施工提升·····	郭威科等(107)
采用普通装备快速施工立井井筒·····	张延军(109)
香宝公司新主井快速施工·····	梁祖军 李雪峰(111)
表土层普通法掘砌施工·····	王海宝等(115)

第三部分 冻结法施工

上海地铁联络通道冻土帷幕结构计算模型研究·····	楼根达等(119)
冻砂土爆破块度分布的分形研究·····	马芹永等(127)
冻结法凿井膨胀性粘土层的大段高施工·····	黄建中等(131)
仓上金矿新立矿区主井冻结壁难以形成的原因分析及处理·····	赵志福等(134)
立井冻结基岩段的深孔爆破技术探讨·····	王鹏越(138)
巨野煤田冻结凿井问题的探讨·····	曹 静(141)
对巨野矿区冻结法凿井冻结壁温度场的数值模拟与分析·····	汪仁和等(146)
许疃副井钻井法施工的技术进步·····	高可钧等(151)
全断面地铁隧道水平冻结在广州的应用·····	丁建隆等(155)
应用水平冻结法施工地铁联络通道的研究·····	杨文义等(162)

第四部分 地质水文与注浆堵水的加固

对花岗岩单轴拉伸蠕变变形规律的研究·····	王金星等(169)
云驾岭铁矿矿井充水特征及防治水方法·····	吴光先等(174)
城郊矿东翼采区底板水防治探讨·····	蔡长军(176)
冯营矿 25031 回采工作面突水性预测和防治方法·····	王 林(178)
立井工作面预注浆技术·····	蒲跃年 马虎成等(181)
巷道地面预注粘土水泥浆技术·····	孙玉超(185)
爆破卸压注浆加固综合治理巷道底鼓的技术研究·····	汤国成等(190)
采空区充填注浆施工技术·····	赵宏伟等(195)
锚注法加固中央水泵房硐室——在车集煤矿的应用·····	夏 兴(199)
水闸基底双管旋喷防渗帷幕构筑技术·····	张斗群等(202)
淤泥质粘土地层振冲双液注浆加固技术·····	李彦涛等(205)

第五部分 矿井设计与施工

合理开掘或利用采区进风井优化矿井设计·····	韩玉治等(211)
矿井建设工期短、投资省、效益高·····	吴 强 谢康兴(214)
联合支护在中央水泵房施工中的应用·····	李贫志(216)
白音诺尔铅锌矿+650 水平破碎硐室施工·····	江永良(218)
节理岩层大硐室施工技术·····	安明亮等(221)
高频突出煤层斜巷施工的突出防治·····	孙宝仁等(225)
谈成庄矿井下外螺旋煤仓模板的加工工艺·····	郭立新(231)

深部软岩锚喷支护实践·····	王兆文(234)
松软岩层支护分析研究·····	刘文明(237)
锚网喷支护在复杂地质构造段中的应用与探讨·····	王国元(241)
平顶山十三矿东大巷快速施工的几点体会·····	李雪峰等(245)
回坡底矿西区煤仓快速施工技术·····	王海宝等(249)
梁北矿松动圈测试及围岩分类·····	杨 博 范志伟(254)

第六部分 矿山建设技术在其他相关领域的应用

小断面隧洞快速施工·····	沈俊亭等(263)
竖井滑模悬空起滑设计与施工·····	陈灿亭(266)
土耳其库兹鲁煤矿1#竖井修复工程的安全快速施工·····	江 军等(269)
复杂环境下窑洞式砖结构楼房的爆破拆除·····	负小有等(272)
小雪立交三号桥现浇钢筋砼连续梁支架施工·····	陈良振(276)
大型工业厂房拆除控制爆破施工·····	高顺卿等(279)
边墙滑模设计与施工·····	于建新等(284)
大黑汀水库溢流面修补工程滑模施工·····	任亚东等(288)
三峡永久船闸北二检修井吊滑施工技术·····	丁龙海等(292)

第七部分 建筑设计与施工

矿区住宅厨房卫生间优化设计·····	韩成朋(299)
三联体煤仓滑模施工·····	庄 峰等(302)
CFG 桩复合地基的讨论·····	陈 伟(306)
阳光焦化集团洗煤厂工程测量定位浅析·····	郑国青(310)
预制排架结构工业厂房砼构件施工应注意的问题·····	张志方等(313)
室内复杂环境下沉井法施工深基础·····	段康康等(318)
现浇钢筋砼结构构件施工缝设置及处理问题的浅析·····	黄 海(322)
浅谈三角架在倒模施工中的应用·····	冯茂祥等(324)
载荷试验承载力取值与试验方法探讨·····	陈 伟(327)
深基坑支护方案的优化及特殊情况的处理·····	王先锋等(331)
墩粗直螺纹钢筋接头在工程中的应用·····	曹成伟等(335)
土钉墙支护及土钉原位受力分析·····	陈红领等(338)
柔性模板在钢筋砼烟囱施工中的应用·····	庄 峰等(341)
后张法预应力钢筋砼工字梁预制及吊装施工·····	苏 生(344)
公路隧道施工实践及施工机械化发展方向·····	陈耀文等(347)
居住建筑的再思考·····	张湘淞(351)

第八部分 机电与安装

一种新型矿山用通风、反风装置的应用与推广	郭立新(357)
蒸汽喷射器在蒸汽热力系统及余热利用中的使用与研究	刘 岸(360)
用户参与新模式——多媒体菜单式之初探	齐 锋等(364)
山东省里彦煤矿副井井架纠偏方案	田德文(368)
钢结构井架吊装方法选择与探讨	钟习九(370)
矿山立井凿井钢井架汽车起重机安装拆除方法	刘耀武等(373)
立井多水平临时罐笼提升中问题的探讨	王鹏越等(378)
深立井井筒永久装备的测量控制	崔毅强(381)
双丝杠拉紧装置在井筒临时改绞中的应用	于德林等(383)
现代城市住宅空调方式的探讨	郭建辉(386)
型钢井架加固改造方案的设计与施工	杨益明(389)
线路施工中弛度观测与校验	孙春祥等(391)
箱式井架起立方法	程岩青等(395)
110 kV 线路砼杆整体组立	孙春祥等(404)

第九部分 工程管理

关于企业可持续发展的一些问题的思考	邓维国(411)
煤炭建设企业组建局域网初探	陈 运(414)
关于工程投标报价的一点看法	栗 文 吴国强(417)
浅谈投标报价技巧	蔡玉兰(420)
建筑工程质量控制	王宣辰等(423)
滑模工程施工“三分技术、七分管”辨析	韩成朋等(426)
浅谈建筑施工企业实现顾客满意	冯茂祥等(429)
提高科学技术水平 促进施工企业发展	张双英(432)
井巷开拓工程的安全工作浅析	王常柏等(435)
浅谈监理文件的规范化管理	张 敢(439)
巴基斯坦工程考察所见——谈基建系统如何面对 WTO	李 明等(448)

第一部分

专题综述

河南煤矿立井施工技术应用与展望

黄德发 邓文芳

(河南煤矿安全监察局)

摘 要 本文回顾河南省在建国后特别是改革开放以后的 90 年代以来立井施工技术、特殊施工方法、机械化配套及科学管理方面所取得的效果,对 21 世纪加快立井施工进度,提高立井施工机械化水平具有一定的指导作用和现实意义。

关键词 立井井筒快速施工 特殊凿井

1 简况

立井是矿井的咽喉,是煤炭井工开采的一种主要开拓方式,工程约占矿山建设工程的 10%~5% 左右,工期则占建设工期的 30% 左右,因而立井施工速度的快慢和工程质量的优劣对矿井投资及生产均有重要影响。

表 1 为河南 20 世纪 90 年代 9 对立井矿井建设工期与立井井筒工期的明细表。

表 1 90 年代立井工期表

矿井名称	设计能力 /万 t·a ⁻¹	开工时间 (年、月)	井筒竣工时 间(年、月)	井筒工期 /月	矿井投产 时间(年、月)	建设工期 /月	井筒占矿建 工程/%
陈四楼矿	240	1990.7	1992.12	30	1997.11 投产	90	33
车集矿	180	1992.10	1995.7	34	1999.12 投产	87	39
郛城矿	90	1992.5	1994.12	31	1999.9 投产	89	34
占汉山矿	120	1991.12	1994.10	35	2001.1 试产	108	32.3
平十三矿	240	1993.12	1995.2	15	2001 试产	84	18
冷泉矿	70	1995.6	1996.11	18	2001.1 试产	66	27
暴雨山矿	90	1998.9	1999.5	9	2001.4 试产	31	29
教学十三矿	45	1998.12	1999.8	9	2001 已投产	24	37
金龙矿	45	1997.5	1998.8	16	2000 简试产	30	53

立井建设速度与井筒的水文地质条件施工装备施工方法及建设者素质息息相关。

建国 50 年来,据河南省六个重点建设矿区 172 个立井不完全统计,井壁结构料石砌壁约占 55%,砼井壁约占 25%,复合井壁约占 15%,钢板复合砼井壁约占 5%,建井速度综合指标平均月进尺约为 20.5 m。如表 2 所示。

施工技术与方法是随年代前进而不断改进和创新的,如建国初期 50~60 年代,立井井筒施工多为手持式风动凿岩机打眼、手扶式 0.11 m³ 抓岩机抓岩、井圈背板临时支护、料石砌壁、壁后砂浆充填,这种作业方式一直延伸到 70 年代。随着水泥工业的发展,和锚喷支护

的应用,井圈背板为锚喷支护所代替,料石井壁逐渐为砼井壁所取代,0.11m³抓岩机逐渐

表 2 井壁结构类型

矿区名称	建设期/年	立井数/个	井壁类型				平均速度 (月/米)
			料石壁	砼壁	复合壁	钻井壁	
平顶山	1955~2000	52	31	17	4		23.60
义马	1954~2000	15	13	2			18.60
鹤壁	1954~2000	35	23	10	2		20.00
焦作	1952~2000	37	17	11	6	3	17.50
郑州	1957~2000	17	12	5			19.00
永城	1972~2000	16			11	5	23.00

注:统计数字扣除井筒因政策停工因素。

为0.3 m³抓岩机所代替。到了20世纪80年代改革开放之后,立井施工技术进一步现代化,积极采用机械化作业线。1980年施工的平顶山一矿丁组风井采用掘砌混合作业,钻眼用YTP-26型凿岩机装岩用长绳悬吊抓岩机、地面装有转子Ⅰ型砼喷射机,用输送管向井内输送砼,月成井曾达112 m/月,为当时省内普通法凿井的最好水平。到了90年代河南的立井建设进入了一个新的时期,不仅建设项目多,而且井筒深、水文地质条件复杂,是应用冻结、地面预注浆、钻井三项特殊凿井技术的峰期,该时期开挖的34个立井,特殊施工的就达25个,遍布豫东、豫西的主要产煤区。并进行施工方法一系列创新,使河南的立井施工速度和特殊凿井技术跨入了全国先进行列。如表3所示。

表 3 90年代立井建设情况表

序号	井筒名称	净径/m	井深/m	冲积层厚度/m	施工方法及特凿深度/m	施工起止日期 (年、月)	平均月进尺/m		备注
							冻结段	全井	
1	陈四楼矿主井	5.0	499	369	冻深423/400	1990.7.2~1991.12	35.5	29.35	
	副井	6.5	501	374.5	冻深435/405	1992.2.10~1992.8.20	37.5	26.37	
	风井	5.0	416	360	钻井416		—	22.0	
2	车集矿主井	5.0	665	242.9	冻深300/270	1992.10~1995.7	38.00	18.55	因K ₄ 与K ₅ 砂岩水大进度受影响
	副井	6.5	609	242.2	冻深300/270	1993.12~1995.7	40	16.13	
	南风井	4.7	282	228.30	钻井282	1992.6~1993.2	—	35.25	
	北风井	4.7	280	20.36	钻井280	1992.8~1993.2	—	34.00	
3	城郊矿主井	5.0	539.60	293	冻深393/303	1997.12.6~1999.2.28	49.27	37.60	
	副井	6.5	565.60	293	冻深404/303	1998.6.18~1999.9.18	51.82	38.30	
	风井	5.0	436		钻深436	1997.9.10~1999.5.17		21.56	

续表 3

序号	井筒名称	净径 /m	井深 /m	冲积层 厚度 /m	施工方法及 特普深 /m	施工起止日期 (年、月)	平均月进尺/m		备注
							冻结段	全井	
4	冷泉矿主井	5.0	729.36	215.70	上冻245下注全深	1995.7.3~1996.10.22	38.2	45	
	副井	6.0	746.50	217	上冻245下注全深	1995.6.1~1996.11.5	33	42	
	风井	4.5	218	189.20	全深地面预注	1993.9.15~1994.5.13	—	24.75	
5	古汉山矿主井	5.0	550	210	冻深277/226	1992.5.1~1994.10.6	35	19.13	因冻结段出水及基岩水大进度受影响
	副井	6.5	562	214.62	冻深265/230	1991.12.26~1994.8.10	22.08	14.89	
	风井	5.0	312	204.97	冻深281/235	1992.10.1~1993.9.5	40.1	28.65	
6	平十三矿主井	5.5	132	18.8	地面预注132	1993.12.18~1995.8.30	—	55.3	
	副井	7.5	661	20.9	地面预注132	1993.12~1995.1		54.9	
	东回风井	4.5	294	96	冻深173	1994.1~1994.8	34.5	42.1	
	东进风井	5.0	620	96	冻深160	1994.5~1995.7	35	47.7	
	西回风井	4.5	276	81.7	冻深160	1993.12~1994.7	32	39.6	
7	梁北矿主井	5.0	688	40.18	地面预注深125	1997.7~1998.1	—	106	
	副井	6.0	702	40.18	地面预注深125	1998.2~1998.8	—	113.5	
	风井	4.5	405	145	冻深205	2000.2~2000.12	80	45.3	
8	暴雨山矿主井	5.0	471	27.5	普凿	1998.9~1999.4		45.2	
	副井	6.0	486	26.6	普凿	1998.9~1999.5		47.0	
9	教学三矿主井	4.5	312.8	10	普凿	1998.12~1999.8		40	
	副井	5.0	323.5	20	普凿	1998.11~1999.6		55	
10	郜城矿主井	4.5	371	15	普凿	1992.5~1993.6		30	
	副井	5.0	323.5	20	普凿	1992.10~1993.11		30	
	风井	4.0	36.5	15	普凿	1994.12~1995.7		47	
11	金龙矿主井	4.5	447	20	普凿	1992.5~1998.8		30	
	副井	5.0	453	20	普凿	1997.5~1998.8		30	
12	平十一矿新副井	6.0	745	23	普法	1996.7~1997.3		70.8	

2 特殊凿井在河南

特殊凿井技术主要是指冻结凿井、地面预注浆堵水及钻井成井。在 90 年代河南施工的 34 个立井中,特殊凿井的有 26 个,占立井总数的 80%,其中冻结井 15 个,地面预注浆 7 个,钻井成井 4 个,其中上冻下注的井筒两个。

2.1 冻结法凿井

冻结凿井主要用于豫东永城矿区深厚松散覆盖层及豫西涌水量特大的粘土、砾石、砾岩层,在 26 个冻结井中,豫东 12 个,豫西 14 个。两种地层岩性虽有不同,但冻结凿井均取得很好效果,也出现一些问题,如表 4 所示。

表 4 冻结凿井情况表

序号	井筒名称	冲击层厚度/m	井筒净径/m	冻结时间/年	冻结深度/m	冻结孔/个	圈径/m	壁厚/mm	冻结工艺	备注
1	平八东风井	324	5	1969~1970	320/210	36	13.4	400/450	差异	断管 22 根
2	葛店主井	169.45	4.5	1970~1971	175	26	10	400/350	同步	
3	葛店副井	169.40	3.5	1970~1971	175	26	10	400/350	同步	
4	九里山主井	140	6	1976~1977	155	33	12.6	400/400	同步	冻段喷矸作临支,掘段高达 17 出水
5	新庄主井	139	5	1985~1986	312/175	32	12	500/350	差异	基岩段外壁锚喷,作临支
6	新庄副井	139	6	1985~1986	310/166	35	14.5	500/400	差异	底部出水
7	新庄风井	144	4.5	1985~1986	175	26	10.5	400/400	同步	
8	位村主井	140	5	1987~1988	150	22	10	400	同步	外壁喷矸作临支
9	位村副井	140	5	1986~1987	150	22	10	400	同步	底部出水
10	陈四楼主井	369	5	1989~1990	432/400	37+12	15.3	500/600 800/800	差异	夹层注浆过早出水
11	陈四楼副井	374.5	6.5	1989~1990	435/405	44+12	18.2	250/100 900/900	差异	
12	车集主井	249.92	5.0	1991~1992	300/270	32	13.1	750/800	差异	
13	车集副井	242.27	6.5	1992~1993	290/265	36	13.5	150/900	差异	
14	古汉山主井	210	5.0	1991~1992	277/226	33	12.2	400/350	差异	冻结底部出水
15	古汉山副井	214.62	6.5	1991~1992	271/230	37	14	550/450	差异	夹层未注浆出水
16	古汉山风井	204.97	5.0	1992~1993	287/235	33	2.2	405/350	差异	
17	冷泉主井	211	5.0	1995	242	29	11.5	400/400	差异	
18	冷泉副井	211	6.0	1995	245	34	13.5	400/400	差异	
19	吴村小井	160	3.0	1991	107	17	7.0	300/300		
20	城郊主井	293	5.0	1997~1998	397	52(防片 11 孔)	14	650/700 5.0/1.35	差异	

续表 4

序号	井筒名称	冲击层厚度/m	井筒净径/m	冻结时间/年	冻结深度/m	冻结孔/个	圈径/m	壁厚/mm	冻结工艺	备注
21	城郊副井	293	6.5	1997~1998	400	60(防片13孔)	17	800/800 1.2/1.6	差异	掘进速度过快停掘42天
22	平十三进风井	96	5.0	1993~1994	160	26	11	400/400	差异	
23	平十三东回风	96	4.5	1993~1994	173	26	11	400/400	差异	
24	平十三西回风	81.7	4.5	1993~1994	160	26	11	400/400	差异	未交圈掘进出水
25	梁北风井	148	4.5	2000	170/205	13/13	9.6	400/400	差异	
26	新庄北风井	188	4.7	2001~2002	226/190	28	10.8	450/450	差异	

豫东的陈四楼主、副井,冲积层厚度分别为369 m和374.5 m,冻结深度为432 m和435 m且冲积层中粘性土比例占一半以上,冻结施工难度大,容易引起冻结管断裂和压坏井壁,是目前国内冻结最深的两个井筒。该两个井筒从设计到施工,吸取华东一些冻结井经验。在井壁结构设计计算时,内壁按 $1.0 H$ 水压计算,外壁按冻结压力计算,并按内外壁共同作用,按地压校核整体强度。同时对主、副井井壁竖向荷载的验算,还考虑井塔和井壁自重,其附加应力值为:

井壁自重/t	井塔重/t	附加力重/t	竖向荷载总量/t
15832	4500	30496	50828

井壁结构设计采取“抗”与“让”相结合的措施。即井壁结构强度既满足设计要求,亦考虑在竖向荷载作用下井壁还具有一定柔性。在砵最大标号500[#]基础上,按深度相应调整各断面井壁厚度和砵标号。其井壁结构如图1和图2所示。鉴于陈四楼矿主、副井冲积层厚、地质条件复杂、冻结施工难度大,从编制冻结施工组织设计入手对冻结方案进行优化,确定了冻结施工的主要参数如表5所示。在施工中由于冻结、开挖、科研三者密切配合,安全顺利地通过全部冻结段,创造了国内冲积层最厚和冻结最深的井筒无断管、无压坏井壁、安全无事故的先例。冻结段主井平均月成井35.5 m,副井平均月成井37.5 m,井筒质量全部达到优良。是我国深厚冲积层冻结凿井技术的一次重大突破,获得了煤炭部科技进步一等奖及国家科技进步二等奖。豫西已施工的冻结井冲积层最厚的达330 m,且夹有多层砾石、砾岩互层,且强度较高,一般不存在徐海地区冻结井那种破坏的前提和条件。在井壁结构设计时,主要应防止井壁开裂漏水。其漏水原因是多方面的。其中包括施工质量差、工艺不当、强度不够等人为因素和结构因素。就井壁内外层结构而言,外层井壁受冻结压力的影响,井壁开裂是难免的;内层井壁如果施工质量不好,当解冻后就可能出现井壁涌水。同时就砵本身特性而言,主要有三方面原因造成井壁裂漏:一是砵本身渗透裂漏;二是砵硬化和凝固过程中产生收缩应力引起的裂漏;三是温度下降产生的温度应力引起的井壁裂漏。因此冻结段井壁施

工中一般应采取以下措施,这些措施是:① 冻结段内壁采用滑模施工,消除内壁接茬缝,尽量避免直接漏水通道。② 内壁施工在砼中掺入适量的防裂密实剂或高效减水剂以提高砼自身的防水性能。③ 内外壁之间铺设一层 1.5 m/m 厚的聚氯乙烯塑料板,减小内壁之间的约束产生的裂缝。

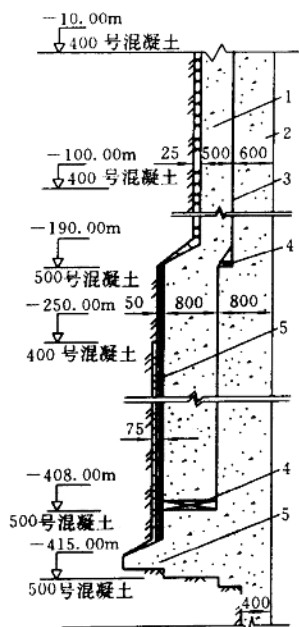


图 1 陈四楼主井冻结段井壁结构示意图

1—外层井壁;2—内层井壁;3—塑料板夹层;
4—可压缩层;5—泡沫塑料可缩层;6—壁座

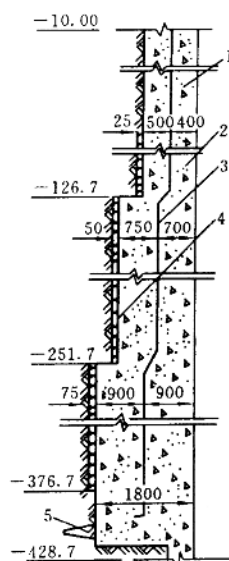


图 2 陈四楼副井冻结段井壁结构示意图

1—外层井壁;2—内层井壁;3—塑料夹层;
4—泡沫塑料可缩层;5—壁座

表 5

陈四楼矿主、副井冻结设计主要参数

序号	参数名称	主井	副井
1	井筒直径/m	5.0	6.5
2	井壁最大厚度/m	1.6	1.8
3	冲积层深度/m	370	374.5
4	冻结方案	差异冻结内防片孔	差异冻结内防片孔
5	冻结深度	423/400	435/405
6	内排防片孔深度/m	120	130
7	冲积层最大地压/MPa	4.797	4.868
8	冻结壁最低温度/℃	-32	-32
9	冻结孔布置间距/m	15.3	18.2
10	内排孔布置半径/m	9.6	11.6
11	冻结孔数/个	19/18	22/22

续表 5

序号	参数名称	主井	副井
12	内排孔数/个	10	12
13	井筒制冷量/万 kW·h	216.4	263.9
14	装机容量/kW	7812	
15	制冷量(总)	484 万大卡/时	

塑料板夹层的作用,不在于自身的防水性能,而是可减少外壁对内壁的约束,使内壁砼在硬化过程中可以自由伸缩,减少壁因温度变化和砼收缩过程中产生的裂缝。冻结段内壁用防裂密实剂,还是在内外壁之间铺设塑料夹层,在冷泉矿主副井冻结段曾作了这样的应用:主井内外壁之间用 1.5 m/m 塑料夹层;副井内壁掺入适量的防裂密实剂。两井冻结段施工完成后,经验收均未发现明显裂缝。说明两种井壁均起到了防止内壁开裂作用。当两井冻结段解冻后,主井壁漏水量 19.9 m³/h,夹层注浆后不渗不漏;副井井壁漏水量 5.46 m³/h,经井壁注浆后剩余 0.1 m³/h。复合井壁夹层注浆,是冻结井施工的最后一道工序。注浆的时间要适时,注浆过早效果不理想。例如陈四楼主井井筒是在外层井壁套壁后十天,为了节省工序减少辅助时间,开始夹层注浆,注进水泥 8 t。但时隔 20 个月(即 1993 年 4 月)井壁个别地段出现较大涌水,涌水量达 72 m³/h,只得第二次注浆封水。其出水原因,一是局部井壁接茬不好,有蜂窝麻面;二是夹层注浆时间过早,注浆时夹层空间并非全处于正温状态,残存冰霜并未全部融化,水泥浆液无法置换固态冰霜。当解冻时,因注浆充填不实,起不到真正封堵裂缝切断水路作用。但夹层注浆也不能过迟,过迟也会发生意外涌水事故。如古汉山矿副井冻结段施工完毕后,继续基岩段掘井。十个月后(1993 年 4 月 5 日)井筒掘至 330 m 时,于井深 215~250 m 基岩风化带涌水 117 m³/h 后才进行夹层注浆封堵了涌水。根据夹层注浆实践,在 400 m 左右深度的冻结井,冻结段完工或成井后,根据气候的变化,一般应在 3~5 个月内进行注浆,夹层或壁后的温度以 +2℃~+5℃ 为宜。壁后的测温,可在冻结时埋设测温元件或在夹层注浆钻孔时对壁后进行测温。

2.2 钻井法

钻井法施工在河南始于陈四楼矿中央风井。该风井与主副井在同一个广场内,深 416 m,钻井直径 7.3 m,成井直径 5.2 m。使用国产 AS—9/500 型竖井钻机械工。于 1990 年 2 月 1 日开钻,到 1991 年 8 月 18 日壁后充填结束。平均月成井 22 m。由于该井与主副井在同一广场内施工,针对以往钻井法施工存在的泥浆污染环境、壁后充填不实、井壁鼓包漏水以及马头门破壁施工时跑浆等问题,多次去两淮进行调研,采取了措施。在设计、施工中取得了多项技术进步。

2.2.1 井壁设计制作及连接工艺技术

为保证井筒有效通风断面及永久支护质量,该井采用变断面设计,井筒外径 6.5 m,上部 168 m 内径为 5.6 m,下部 247 m 内径为 5.2 m。视地层特点和深度变化,预制井壁选用 250#、300#、400#、500# 及 550# 五种砼标号。在关键井段即表土与基岩交界段,设计采用 14 节,累计长 50.96 m 的双层钢板复合井壁。其上下端均用钢板焊接形成全封闭结构并在内壁开卸水孔,避免钢板复合井壁出现鼓包。由于每节焊缝长度达 167.2 m,用普通对焊机难保证质量,专门采用拉弧焊焊接新工艺,消除栓钉连接中气泡与焊不透的缺陷。在预制