

地面与地下建设新技术 论文集

毕孔耜 赵洪波 马玉龙 主编

煤炭工业出版社



地面与地下建设新技术论文集

毕孔相 赵洪波 马玉龙 主编



煤炭工业出版社

内 容 提 要

《地面与地下建设新技术论文集》是从全国煤炭建设信息网召开的专业会议论文中选编出来的论文集。主要内容包括井巷工程快速施工、冻结、注浆治水等经验,建筑深基础和桩基施工技术、铁路隧道、水工隧洞施工等经验,以及钢筋混凝土结构碳化效应、金属结构防腐蚀等工作经验。论文内容翔实、图文并茂,有一定的参考价值。本书可供从事煤矿井巷工程、地面建筑工程等施工、管理、建设、设计、质监、监理单位的工程技术人员和大专院校师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

地面与地下建设新技术论文集/毕孔相主编. —北京:煤炭工业出版社,1997. 10

ISBN 7-5020-1394-6

I. 地… II. 毕… III. ①建筑工程-工程施工-文集②地下工程-工程施工-文集

N. TU7-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (96) 第 20522 号

地面与地下建设新技术论文集

毕孔相 赵洪波 马玉龙 主编

责任编辑:孙金铎

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京安定门外和平里北街 21 号)

北京房山宏伟印刷厂 印刷

*

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 15

字数 350 千字 印数 1—265

1997 年 10 月第 1 版 1997 年 10 月第 1 次印刷

书号 4163 定价 25.00 元

贺全国煤炭建设信息网成立十周年

奋斗十载

彩虹架煤海

开拓进取

信息传神州

张宝明

—1992.1.7四.

编 审 委 员 会

主 任 委 员	毕孔耜			
副主任委员	张胜利	赵洪波	马玉龙	
委 员	王可敏	崔增祁	孙忠英	毛光宁
	张兴祖	黄保国	黄航硕	方守康
	陈湘生	窦庆峰	赖启兴	韩小乾
	王承源	赵立新	张甫林	蒲加力
	赵 方	李学军		
主 编	毕孔耜	赵洪波	马玉龙	
审 校	毛光宁	马玉龙		

前 言

在庆祝全国煤炭建设信息网建网十周年之际,1997年10月在广西柳州市召开了“地面与地下建设新技术、设备、信息交流会”,交流了有关井巷工程、建筑桩基、铁路隧道、水工与市政工程建设经验,以及有关综合管理工作的经验。我们从交流的论文中选出42篇,编辑成这本《地面与地下建设新技术论文集》。《论文集》包括井巷工程方面快速施工、冻结凿井、注浆治水、软岩支护等经验;建筑桩基工程方面深基坑设计与施工、桩柱施工与断桩处理经验;铁路隧道、水工隧洞、市政工程施工经验,以及泥水平衡掘进机的研制与应用;综合管理方面钢筋混凝土碳化效应、矿山设备防腐技术、通风、矿用复合材料管等内容。论文作者多是长期在建设施工第一线的工程技术人员,论文内容翔实、丰富,图文并茂,有很大的实用和参考价值。

随着社会主义市场经济的发展,矿山建设企事业单位面临着激烈的市场竞争。全国煤炭建设信息网为促进成员单位科技进步,增强实力,提高竞争能力,不断扩大业务范围和服务领域,煤炭建设施工企业尽量扩大承建能力,以煤为主,逐步向行业内外的铁路、地铁、水电、公路、市政等建筑市场发展。因而,《论文集》收集了一些铁路隧道、水工隧洞、市政管道工程的内容,但愿能给成员单位提供一些有实用价值的技术参考资料。

《地面与地下建设新技术论文集》在征文过程中,得到了许多网员单位的支持和响应,作者积极撰写论文,并反复修改、充实,一些非网员单位的同志也踊跃送稿,给予我们极大的支持。在此,致以真诚的谢意。

由于时间紧迫和编者水平所限,不妥之处望广大成员单位和读者批评指正。



1997年10月

目 录

井 巷 工 程

1. 现代凿井技术与设备在济宁三号矿井的应用..... 张东峰 (1)
2. 立井快速施工实践..... 高文灵 田维荣 (8)
3. 立井短段掘砌混合作业机械化配套施工 樊正祥 丁卫华 (16)
4. 淮南张集矿主、副井冻结技术 赵万云 (22)
5. 冻结井井壁结构与注浆效果分析 汪涌江 (27)
6. 冷泉矿主、副井深井地面预注浆施工 黄德发 姚景州 (31)
7. 注浆技术在矿井堵水中的应用 董保利 张国庆 李玉成 靳书生 (40)
8. 工作面预注浆技术在潘西矿副立井的应用 刘瑞江 牛泉庭 (44)
9. 武钢大冶铁矿铁门坎主井注浆封水技术 杨剑峰 (48)
10. 帷注法施工技术..... 王承源 (52)
11. 海石湾矿井主井井筒穿过含油气岩层的施工技术..... 张鸿达 梁珠擎 (57)
12. 井塔作用下浅井厚表土层井壁结构设计..... 郑祖运 韩光利 (61)
13. 郛城矿井巷道松动范围超声波测试研究..... 宋彦国 (68)
14. 破碎软煤巷道锚喷支护研究与施工..... 张鸿达 (73)
15. 软岩大跨度交岔点支护改进与施工..... 刘冠登 (80)
16. 高压双门硐防水闸门硐室设计与施工..... 吴 强 高 山 (86)

建筑基础、桩基工程

17. 中国煤炭大厦基坑支护与监测..... 王兰明 吴 林 刘照峰 (91)
18. 地下工程结构自防水施工..... 王兰明 乔仁忠 张业营 唐燕成 (99)
19. 深基坑支护结构设计浅析 任乐民 (106)
20. 南京金穗大厦深基坑支护工程施工特点 王长峰 (114)
21. 中美大厦框架柱喷射混凝土加固补强 王长辉 (117)
22. 高喷注浆法在大型煤仓地基加固工程中的应用
..... 李彦涛 张 川 孙 凯 连 军 (122)
23. 饮马河特大桥钻孔灌注桩的施工与质量控制 邓朝宁 (127)
24. 高压旋喷桩在建筑工程基坑防渗加固中的应用 陈能强 (132)
25. 桩底注浆作用机制与施工工艺 詹锦泉 郭汉桑 徐素健 (137)
26. 用单管高压喷射注浆技术构筑地下防渗墙 任 冶 (143)
27. 采用施工新技术加固松软地基 陆克俊 贾团圆 (147)
28. 断桩处理技术 詹锦泉 徐素健 郭汉桑 (152)

铁路、水电、市政工程

29. 隧道工程的施工现状与展望 毛光宁 马玉龙 (155)
30. 京九铁路大断面隧道快速施工 范 坚 (162)
31. 非电起爆技术的应用 范 坚 何家发 (170)
32. 浅谈家竹箐隧道揭煤防突的思路与作法 丁明信 (175)
33. 大断面隧道漏水治理 汪凤祥 邓新云 (179)
34. 钢纤维加强喷射混凝土支护在二滩水电站地下硐室中的应用
..... 马玉龙 毛光宁 (182)
35. 闹市区浅埋大跨度岩石地下硐室施工 邓朝宁 周祖茂 (187)
36. 直径 1m 遥控式泥水平衡顶管掘进机的开发与应用
..... 戴建平 陈根林 蒋芬叶 (194)

综 合

37. 钢筋混凝土结构的碳化效应——谈结构的自然损伤现象 黄振安 (199)
38. 矿山防腐蚀技术发展的现状 段慎修 程瑞珍 (204)
39. 矿用复合材料管的性能分析与应用 刘和毅 徐拥政 (208)
40. 双突矿井建设期间临时通风井口密闭形式及今后设想 宗兴华 (215)
41. 尾矿工程防渗墙混凝土基础施工 邓先靖 (223)
42. 规范建设管理, 缩短建设工期, 提高煤炭工业基本建设的投资效益
..... 赵洪波 (226)
- 附录 全国煤炭建设信息网简介 (230)

现代凿井技术与设备在济宁三号矿井的应用

兖州矿业集团有限责任公司三十二处 张东峰

摘要 本文详细介绍了三十二工程处在济宁三号井立井施工中采用凿井绞车集中控制、MJY 整体滑动模板、冻结段快速掘进、混合作业组织方式等先进的凿井技术、施工方法和工艺,以及选用大型现代化凿井设备,为立井快速施工创造了条件。

关键词 立井 施工工艺 机械化配套

一、概况

济宁三号矿井位于山东济宁煤田东部,是兖州矿业集团有限责任公司的一座设计年生产能力 500 万 t 的特大型矿井,立井开拓,其主、副、风三个井筒布置在同一工业广场内,井筒特征详见表 1-1。该矿井由兖州矿业集团公司三十二处承建。该处依靠先进的凿井设备、现代凿井技术和成熟的施工管理经验,在井筒施工中不断取得好成绩:在主、副、风三个井筒的冻结表土段施工中,分别创出月进 145.5m、125.1m、150.88m 的矿区最高纪录,主、风井基岩段分别创月成井 82.08m、71.7m 的成井纪录。目前,该矿井主、副、风井早已竣工,并已转入井底车场和大巷的施工。风井 1992 年 12 月 1 日开工,1994 年 1 月 31 日竣工,去除 1 个月注浆工期,全井筒平均月成井 43.6m。主井 1993 年 9 月 1 日开工,1994 年 11 月 15 日竣工,去除 1 个月注浆时间,全井筒平均月成井达 46m。风井、主井实现了安全快速施工,井均被上级主管部门评为优良工程。

表 1-1 井筒技术特征表

序号	名 称		单位	主 井	副 井	风 井	
1	井口标高		m	+38	+38	+38	
2	井底车场标高		m	-520	-520	-517.7	
3	井筒深度	至井底车场	m	558	558	555.7	
		至水窝底	m	619.13	589.2	567.7	
4	冻结深度		m	375	385	385	
5	表土厚		m	202	203	198	
6	井筒净直径		m	7.5	8.0	6.5	
7	井筒面积		m ²	44.2	50.3	33.2	
8	井壁厚度	表土	内壁	mm	550	600	500
		冻结段	外壁	mm	450~550	500~550	400~450
		侏罗系	内壁	mm	550~750	600~800	500~700
		冻结段	外壁	mm	300	350	120
		基岩段	mm	650	550	450	

续表

序号	名 称		单位	主 井	副 井	风 井
9	掘进断面	表土冻结段	m ²	70.85~73.86	81.67~83.28	54.08~55.39
		侏罗系冻结段	m ²	67.89~73.86	76.94~83.28	48.25~52.01
		基岩段	m ²	60.79	67.89	43

二、凿井装备

1. 工业场地的设施

绞车房：每个井筒均设主副绞车房，均为两套单钩提升方式，为满足提升能力，均选用大型绞车。除副井副提升为瑞典 HTVD-2.75 型提升机外，其余均为国产的 JK、2JK 系列提升机。井筒悬吊绞车大多为 JZ₂ 系列。

空气压缩机房：三井共用一座压风机房，安装 5L-40/8 型空气压缩机 8 台，其中 6 台工作、1 台检修、1 台备用。

冻结站：考虑了三个井筒冻结期盐水温度不同，制冷系统需分开管理，适当增加装机容量，选用冻结机 15 台（其中 KA20C 型螺杆机 2 台，8AS-17 型 6 台，8AS-12.5 型 7 台），组成三个井筒既可单机又可双机同时制冷的系统，LN-160 型冷凝器 6 个，LZ-120 型、LZ-240 型蒸发器各 5 个，ZL-10 中冷器 3 个等冻结设备。

搅拌站：先开工的风井附近设混凝土搅拌站一座，供风井及井下用料；后在主、副井之间设一座混凝土搅拌站，供主、副井施工用。均采用 JS500 型双卧轴搅拌机，电子称量系统。

其他设施：有 35kV 临时变电所一座，6kV 井口临时变电所两座，并有锅炉房、机修厂、充电室、料厂等。

2. 井筒设备及用具配备

三个井筒配备基本上相同，详见表 1-2。

表 1-2 井筒设备及用具配备表

工序名称	设备名称及内容		规 格 型 号		
			主井筒	副井筒	风井筒
提升	井 架		V 型 $H=26.27\text{m}$	永久 $H=52\text{m}$	V 型 $H=26.27\text{m}$
	提升机	主 提	2JK-3.5/20	2JK-3/15.5	2JK-3.5/20
		副 提	JK-2.5/20	瑞典 HTVD-2.75	JK-2.5/20
	吊 桶	主 提	3m ³	3m ³	3m ³
		副 提	3m ³ , 2m ³	3m ³	3m ³ , 2m ³
抓 岩	抓岩机		0.6m ³ 长绳悬吊		
凿 岩	风 钻		YT-24 型		
	风 镐		03-11 型		

续表

工序名称	设备名称及内容		规 格 型 号		
			主井筒	副井筒	风井筒
砌 壁	模板	冻结段外壁	金属刃角模板	金属刃角模板	锚 喷
		冻结段内壁	液压滑升模板		
		基岩段	MJY 型液压整体移动模板		
混凝土输送	内 壁		DX-1.5 底卸式吊桶		
	外 壁		φ108 下料管		
翻排矸	翻 矸		座 钩 式		
	矸石仓		简易落地式		
	自卸汽车排矸		KB212 型		
	装载机		ZL-50 型		
排 水	吊泵潜水泵		80DGL-75×10 BQF-50/25		
通 风 (混合)	通风机	地 面	4-58-12 凿井通风机		
		吊 盘	TFS453-1 压入式通风机		
	风 筒		φ900 玻璃钢		
通 讯	信号机		KJTX-SX-1 无线电对讲机		
照 明			DS-2JD-1 立井照明灯		
测 量	指向仪		DJZ-1 深井激光仪		
悬 吊	吊盘		3 层		

三、井筒施工工艺

1. 锁口

上部 4~5m 表土利用挖掘机开挖，下部人工挖掘，吊车提升，竹笆、木支架临时护壁，潜水泵排水。主、风井临时锁口用砖、水泥砂浆砌筑，并在一侧抹水泥砂浆或浇筑混凝土，起防水作用，副井按永久锁口砌筑混凝土。

2. 表土冻结段

主、副、风三个井筒的表土段及含水岩层段均采用冻结法施工，其施工方法、工艺基本相同。试挖阶段采用人工分台阶对称挖掘，段高控制在 1m 左右，拼装金属模板砌筑外壁，试挖 25m 左右，安装固定盘、吊盘及悬吊设施后，转入正式施工。

表土段采用短段掘砌、混合作业方式，铁锹配风镐，自井心环状倒退挖掘。冻结情况好时，全断面一次掘出。风镐掘进困难时，采用风钻掘进。砌壁采用 3.25m 高的刃角金属模板，φ108 下料管下料，砌壁与挖掘平行作业，内壁采用液压滑升模板砌壁，1.5m³ 底卸式吊桶下料。

3. 冻结基岩段

风井冻结基岩段施工采用长段单行作业，掘砌段高根据围岩情况而定。施工中共分三段套壁，段高分别为 32m、104m 和 51m。风镐、风钻掘进，井筒冻实或岩石坚硬时，采用钻爆法掘进，眼深控制在 1.2~1.4m 内，0.6m³ 长绳悬吊抓岩机装岩，外壁采用锚网喷临

时支护，混凝土从井口喷浆机经悬吊于井筒的喷浆管到工作面喷枪，内壁采用液压滑升模板， 1.5m^3 底卸式吊桶下料。

主、副井冻结基岩段施工采用短段掘砌，单行作业方式，掘砌段高 3.25m ，金属刃角模板砌筑外壁，其他工艺同风井。

4. 基岩段

主、风井基岩段施工采用掘砌单行作业，短段掘砌，掘砌段高 3.25m ，钻爆法掘进， 0.6m^3 长绳悬吊抓岩机装岩， 3m^3 吊桶提升，MJY 整体液压金属模板砌壁，两路 $\phi 108$ 下料管输送混凝土。

副井基岩段采用反井钻机施工，在井筒中心钻扩了 1.4m 的溜矸孔，爆破矸石除少量用吊桶提升外，主要从溜矸孔溜入井底，由耙装机装入矿车，从主、风井提出，其他工艺同主、风井。

四、现代凿井技术与设备的应用

1. 立井机械化配套

济宁三号井具有井型大、井筒深、表土层厚等特点。为加快矿井的建设速度，在立井技术装备上，我们根据三号井的工程特点以及我国现代建井技术的现状，选用了 3m 、 3.5m 直径的提升机、 3m^3 大吊桶、高 3.25m 的大模板、多功能施工吊盘、 0.6m^3 抓岩机等大型配套设备。该配套方案生产能力大，机械化水平高，在井筒施工中，设备相互干扰少，而且与施工工艺配套较好，满足了井筒快速施工的技术要求。

2. 利用永久井架凿井

三号井副井施工中利用了永久井架凿井技术。该永久井架为“L—A”型箱式结构，共四层永久提升平台，高 52m ，利用其 $+25.45\text{m}$ 平台作为凿井天轮平台，在架腿 $+12\text{m}$ 处设置翻矸台，采用“架腿临时卡固、天轮平台吊拉”方式，合理解决了平台与井架、井口的关系，克服了以往“内套架”法技术要求高、安全隐患多、平台利用面积小等弊病。溜槽的固定方式打破了传统的“四柱式框架”支承方式，采用“伞型桁架支撑、平台边梁斜拉”方式固定，最大限度地扩大了井口使用面积。永久井架的使用，减少了临时设施的安装、拆除工作，缩短了建井工期，节省了大量投资。

3. 凿井绞车集中控制技术

为简化地面布置和简化操作，主、副井均采用了凿井绞车集中控制技术。凿井悬吊绞车多为 JZ₂ 和 2JZ 系列，电控原理基本相同，故采取同时运转的凿井绞车的最多台数来配备电控设备的台数。把控制柜、低压盘、操作台、绞车油泵开关板等集中布置在井口棚内一个集控室中，形成集控系统，对地面十几台凿井绞车统一控制。操作人员可直接观察井口管线升降情况，与井口信号电话联系，并且在控制室和井口信号室各设紧停按钮，紧急情况下可切断电源，起安全保护作用。采用集控系统大大减少了操作人员和操作时间，节省了凿井绞车棚的建筑费用，并保证了悬吊设施的安全升降。

4. 多功能吊盘

三号井井筒的施工吊盘均为三层，风井吊盘层间距 4m ，主、副井吊盘均为 6m 。吊盘盘面周围设活页和撑紧装置来满足表土冻结段内外壁、冻结基岩段内外壁和各个阶段的施工需要。悬吊立柱采用连续结构形式，整体性强，悬吊负荷大。吊盘设计有模板悬吊装置，混凝土卸料和分灰装置，能满足浇筑混凝土、施工、钢筋绑扎、掘进平行作业等各种要求，

集掩护、操作、施工于一体。副井吊盘采用了动滑轮悬吊、吊盘绳兼稳绳的悬吊方式，不但解决了因吊盘荷载重，大型凿井绞车设备无法落实的难题，而且还减少了地面凿井绞车的安装台数。

5. 自动化混凝土搅拌站

三号井设有两座混凝土搅拌站，一座为风井及井下巷道支护拌料，另一座为主、副井共用。每座搅拌站均安设 JS500 型双卧轴强制式搅拌机两台，生产能力 $50\sim 60\text{m}^3/\text{h}$ ，搅拌站作平台式布置，最大卸料高度 3.8m，出料直接溜入混凝土底卸式吊桶或 V 型矿车内，整个搅拌站由搅拌、砂石料称量转载、水泥上料称量、水和外加剂供给计量等电器、气控系统组成。石子、砂子由轮胎式装载机供料入仓，压力传感器式电子计量，计量精度达 $\pm 3\%$ 。水泥可使用袋装或散装两种，配套安装 20t 水泥罐 4 座，螺旋式输送机上料，计量精度达 $\pm 2\%$ 。水和外加剂采用自动供给，累计称量，计量精度 $\pm 1\%$ 。自动化搅拌站仅配两名值班工人，减轻了工人的劳动强度，节省了人工，而且搅拌混凝土能力大、配比准确，搅拌均匀，保证了混凝土质量和快速施工需要。

6. 刃角金属模板与 MJY 模板应用技术

在三号井井筒表土段及主、副井冻结基岩段的外壁砌筑中，都采用了金属刃角模板。该模板分直模和刃模两部分，刃模段为井壁接茬及钢筋搭接部分，由地面三台凿井绞车悬吊；直模段为井壁部分，悬吊在下层吊盘上。施工中让悬吊直模的手拉葫芦行程等于一个砌壁段高，这样每松一次吊盘，可施工两个段高的井壁，减少一次松盘时间，在表土段施工中，刃角金属模板砌壁与掘进平行作业，大大缩短了循环时间，加快了成井速度。施工中成立专业脱模小组，准确掌握脱模时间，及时脱模，脱模与掘进平行作业。

在基岩段使用 MJY 模板，不再需要临时支护。MJY 模板由围板、网格加筋焊接的模板块联结而成，搭接模板收缩缝处布置 4 个导向槽钢和 4 个液压千斤顶，液压泵与液压千斤顶为分离式。模板起掩护筒临时支护作用。用大线重锤定向，坡度规、直尺量测以及顶井帮、上提模板吊绳平移模板来操平找正模板，各趟下料管对称、均匀、连续地浇筑混凝土，振动棒捣实。模板上沿高出接茬面，确保了井壁质量。一般浇筑 8h 后脱模，先下落模板悬吊绳 100mm，然后接通油泵油路，在液压千斤顶作用下，搭接缝收缩，模板在收缩力和自重作用下脱模。该套模板不但支护时间短，安全可靠，而且节省了大量临时支护费用。

7. 冻结段利用风钻掘进技术

冻结表土段和风化基岩段冻实或由于其他原因，用风镐、铁锹掘进困难时，以往常采用放炮掘进，但放炮对冻结管危害大，且受炮眼深度及装药量等诸多因素的限制。于是我们研究采用了风钻掘进，将 YT-24 型风钻旋转部分的棘爪去掉，接上长 400~500mm 中空钢短钎，这样风钻就同风镐一样具有了向前的冲击力，消除了旋转力，其冲击力量远远大于风镐，用风钻掘进，其破土效率为风镐的 3~4 倍。若工作面设 16~18 部风钻，小班进尺保持在 1.6m 左右，掘进速度是放炮掘进的 2 倍。我们在冻结表土段采用风钻掘进后，大大提高了掘进速度。

8. 中深孔光面爆破

基岩段施工中，砌壁段高为 3.25m，用手抱钻凿岩，炮眼深度受到限制。但为提高循环进尺，减少辅助作业时间，眼深还是确定为 2.5m，采用套钎子方式打眼，每循环放二次炮。两圈直眼掏槽，第一圈眼深 1.6m，眼距 950mm；第二圈眼深 2.7m，眼距 650mm。辅

助眼及边眼亦为直眼，辅助眼一般 2~3 圈，较掏槽眼浅 200mm，眼距 800~950mm；周边眼圈径小于荒径 100mm，眼距 650mm。爆破采用水胶炸药，7 段毫秒雷管起爆，串并联连线方式，爆破效率 85%。深孔光爆的应用加快了立井掘进速度。为减少井壁超欠挖，在工作面清完矸石后，以井中为圆心，按照要求尺寸画出井筒断面周边线，控制好周边眼的眼数、角度，提高了井筒作业的安全性。

9. 反井钻机施工

在副井施工至井深 298m 处时，井下巷道已从风井施工到副井井底。为加快副井施工，确定采用反井钻机施工剩余井筒，选用 LM-200 反井钻机，导孔直径 216mm，扩孔直径 1.4m，钻孔深度 260m，其中有 97m 冻结段。在钻进中承压水上返，造成砾石层解冻塌孔，最终用稠浆强行钻进，通过了复杂地层，较好地解决了井筒内冻结地层施工反井的技术难题。钻孔塌方处理，偏斜控制，泥浆参数控制，泥浆防冻等技术达到国内领先水平。井筒刷大采用钻爆法施工，溜矸孔设置防坠塞，工作人员带保险带作业，保证了人身安全。爆破矸石大部分溜入井底，经耙斗机装入矿车，从主、风井提到井上。同时，利用副井井筒中抓斗装载和吊桶提升少量矸石，加快排矸速度。反井钻机施工大大加快了井筒施工进度，缩短了井筒工期。

10. 表土段短段掘砌混合作业施工技术

三号井冻结表土段均采用了短段掘砌混合作业，段高 3.25m，掘砌一个循环时间一般为 16~24h，金属刃角模板上设置可折叠的操作平台，为掘砌实现局部平行作业创造了条件。掘进方法采用人工铁锹配风镐，环形台阶式挖掘，施工中控制好脱模时间，一般 8h 左右，将金属刃角模板的液压千斤顶收缩，使模板脱离井壁。当掘进段高挖过 3.25m 时，开好帮，找平，将金属刃角模板下放到工作面找正固定，开始绑扎钢筋，同时松下料管、接压风管等，进行平行作业，下放直模于刃角模板上，找正后浇筑混凝土，同时挖掘井筒中心，平行率达 70%。因段高小，冻结壁暴露时间仅为 16~24h，井帮位移小，对防止冻结管断裂起到积极作用。另外，该作业方式具有简化工序，提高工效，保证质量，加快速度的优点，在三个井筒表土段施工中，3 次创月掘砌突破百米的好成绩。

11. 冻结段掘进防冻技术

冻结表土井帮温度一般在 -2~-6.5℃ 之间，为避免风镐结冰，除将风镐置于暖气上预热外，地面还设有暖气包，将压风预热到 20℃ 以上，基本上保证了掘进正常进行。冻结基岩井帮温度一般为 -8℃ 左右，湿式钻眼难以钻进。为此，在井口棚附近设 1.5m³ 热水炉，专供打眼用热水，热水经 $\phi 80\text{mm}$ 管路流入吊盘上的水箱里，经胶管到工作面分水器，供风钻用水。供风系统也进行了防冻处理，压风机出来的压风经风水分离器后，进行了干燥处理，并在井筒进风管终端分风器下部设一钢管，使沿管壁流入分风器的水集中到钢管内，定期从放水阀排出。为防止钻完的炮眼结冰，利用井筒中心温度比井帮稍高的特点，采取自井心向外扩展的打眼顺序，并且每隔半小时用热水对炮眼冲洗升温一次。这些防冻技术的实施，保证了掘进工作正常进行。

12. 井壁结构改进技术

由于三号井上侏罗统地层含水丰富，冻胀力大，裂隙又较发育，所以，风井冻结基岩段外壁采用网喷支护施工中，多次出现喷层开裂、脱落现象，影响安全，使冻结基岩段进行了三次套壁。为此，我们将主、副井原设计外壁网喷支护改为素混凝土支护，壁厚由

150mm 改为 300mm、350mm，混凝土标号由 C20 改为 C30，内层井壁厚度不变，施工工艺改为模板砌筑，井壁斜接茬；冻结基岩段采用混合作业方式，一次完成全段高施工，实现内壁一次套砌，节约了多次套砌工序转换时间。原网喷支护工序较多，而下行金属刃角模板砌壁，只需松模、找正、松下料管即可，安全可靠，支护成本低。混合作业每次砌壁时间短，一般 2.5~3.5h，排矸与砌壁平行作业，平行率达 90%。

五、总结

济宁三号矿井立井井筒施工，达到了安全、优质、快速施工的目的。总结其主要做法有以下三点：

- (1) 在立井施工技术方面，应用了先进的凿井技术，合理的施工工艺和施工方法。
- (2) 在立井施工设备方面，尽量选用了大型现代化设备，设备之间相互匹配，各工序基本实现了施工机械化，满足施工和作业方式的需要。
- (3) 在立井施工管理方面，合理安排劳动组织和作业方式，组织正规循环作业，建立健全工种岗位责任制，实行了工程进尺和工程质量与经济收入挂钩的管理方式。

作者简介：张东峰，1966 年出生，1989 年毕业于兖州矿区职大矿建专业，工程师。现在兖州矿业集团公司济宁三号煤矿总工程师室工作，先后发表论文 6 篇，并多次参加全国矿山建设的有关学术会议。通讯地址：山东省济宁市任城区石桥济宁三号煤矿。邮编：272119。

立井快速施工实践

甘肃煤炭第一工程公司 高文灵 田维荣

摘要 实现立井安全、优质、快速施工,必须提高施工装备机械化水平,应用新技术、新工艺,改革劳动组织和作业形式,加强施工现场的科学管理。

关键词 立井 快速施工 施工装备 作业形式

一、工程概况

海石湾矿井是 180 万 t/a 大型现代化矿井。位于甘肃兰州市红古区海石湾镇,国道 109 线从矿区内通过,距兰青铁路线不足 1km,交通便利。

该矿井主、副立井由我公司中标承建。副井井筒井深 783m,净直径 7.0m,掘进断面 49.01m²,井壁混凝土为防腐蚀混凝土,强度等级 C₃₈,厚 450mm。副井井筒 1996 年 5 月开工后,连续施工 8 个月,平均月进度达到 74m,1996 年 12 月创月成井 123.88m、安全无事故、工程质量全优的好成绩。

工程地质概况为:

井筒穿过的岩层自上而下依次为 3 级湿陷性黄土层 37m,泥岩与粉砂岩 80m,井深 120m 以下为泥岩、细砂岩、粗砂岩、含砾粗砂岩、元古界变质岩。岩层裂隙、节理发育,松软破碎,稳定性差, $f=4\sim6$ 。

在井深 460m 以下岩层中,有 10 层粗砂岩、含砾粗砂岩及变质岩,变质岩中含有油、油气,总厚约 143m。含油、油气岩层的覆盖层为泥岩,油及油气的储存构造及其运移规律,在地质钻探过程中没有进行研究。

井筒涌水量不超过 1m³/h,以雨季岩层渗水为主,对混凝土有极强的腐蚀性。

二、配套施工机械设备与新技术、新工艺

立井施工期间,机械化配套施工设备的优选及新技术、新工艺的应用,是加快立井施工速度的关键因素。我们选用的主要机械化配套设备见表 2-1。

1. 提升与装岩设备

立井提升与装岩时间占总循环时间的 40% 以上,因此,提高提升与装岩设备的能力,对于缩短循环时间,加快施工速度显得尤为重要。

根据副井井筒深、掘进断面大、工期要求紧的特点,配备了 JKZ-2.8/15.5A 型提升机,配套电机型号为 YR1000-10/14.30,用 4.0m³ 吊桶单钩提升。提升机最大提升速度 5.48m/s。该提升机实际提升能力在井深 500m 时达到 45m³/h,基本满足了立井快速施工提升要求。

配备 HZ-6 型抓岩机,抓斗容积 0.6m³。中心回转式装岩机具有布置紧凑、操作简便、抓装准确、生产能力大、劳动强度低等优点。在实践中,我们通过技术培训和技術操作比武活动,大大提高了抓岩机司机的操作技巧和熟练程度,装 4.0m³ 吊桶只需 6 抓斗,约

表 2-1 副井井筒施工主要机械化配套设备

序号	设备名称	规格型号	数量	备 注
1	凿井井架	箱式结构金属井架	1 座	永久井架,高 42m、重 596t
2	凿井提升机	JKZ-2.8/15.5A	1 台	配电机型号 YR1000-10/14.30
3	凿井绞车	25t、16t、10t、双 10t、双 16t、双 5t	共 13 台	吊盘 2 台、模板 3 台、风水管 1 台、稳绳 2 台
4	矸石吊桶	4.0m ³	2 个	井内设坐底吊桶 1 个
5	底卸式吊桶	2.0m ³	2 个	一个备用
6	凿 岩 机	FJD-6 型伞形钻架	1 台	配 6 台 YGZ-50 型凿岩机
7	抓岩机	HZ-6 型中心回转式	1 台	抓斗容积 0.6m ³
8	搅拌机	JZC-500	2 台	
9	排矸汽车	5t 自卸式解放车	3 台	1 台备用
10	金属模板	3.0m 高液压伸缩式金属模板	1 套/台	配挤压翻转式合口模板
11	局 扇	28kW	2 台	
12	水 泵	BQF-Ⅲ 型风动泵	2 台	1 台备用
13	激光指向仪	SZ 型	1 台	附属一台 JJM-1 型慢速凿井绞车 1 台

90s, 平均抓装生产率达到 46m³/h。

为充分发挥设备能力,使提升与抓岩连续进行,井内设 4.0m³ 坐底吊桶一个,不仅加快了出矸速度,而且缩短了提升循环时间,使装岩提升循环时间只占总循环时间的 36.8%。

2. 凿岩设备

凿岩爆破时间一般占总循环时间的 25%以上。要缩短凿岩爆破所占的循环时间,就必须提高凿岩机具的工作能力。实施大直径深孔光面爆破技术,使用高威力防水炸药。

为此,副井凿岩设备配备了 FJD-6 型伞型钻架、YGZ-50 型凿岩机,φ55mm “十字”形合金钻头,φ25mm、4600mm 中空六角钎杆,炮眼深度 3.8m,采用 T330 型水胶炸药,4.5~5m 长脚线毫秒延期电雷管,380V 交流电起爆,全面实施大直径深孔光面爆破技术。炮眼布置见图 2-1。爆破参数见表 2-2、表 2-3。

表 2-2 爆破参数、装药量表

圈别	圈径 (m)	眼数 (个)	角度	眼深 (m)		眼 距		装 药 量		充填长度 (m)	爆破顺序	联线方式
				每 个	每 圈	圈 距 (m)	眼 距 (m)	卷/眼	kg/眼			
1	1.7	5	90°	2.1	10.5		1.07	4	2.0	0.5	1	井 联
2	2.5	9	90°	中心眼 4.0 4.0	36.0	0.4	0.98	8	4	0.8	2	
3	3.9	12	90°	3.8	45.6	0.7	1.0	7	3.5	1.0	3	
4	5.3	20	90°	3.8	76.0	0.7	0.83	7	3.5	1.0	4	
5	6.9	24	90°	3.8	91.2	0.8	0.9	7	3.5	1.0	5	
6	7.9	40	87°	3.8	152.0	0.5	0.62	4	2.0	2.2	6	
合 计		110			411.3				222			