

立井井筒施工技术

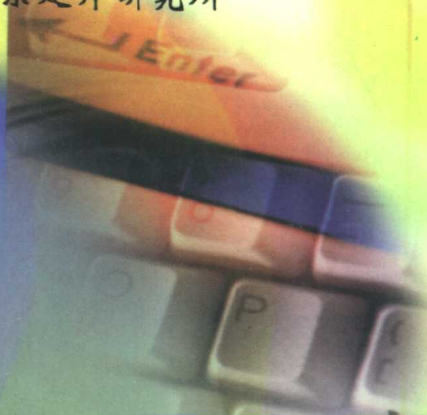
——中国凿井技术50年论文集

中国煤炭学会矿井建设专业委员会

中煤建设集团公司

编著

煤炭科学研究总院北京建井研究所



煤炭工业出版社

立井井筒施工技术

——中国凿井技术 50 年论文集

中国煤炭学会矿井建设专业委员会
中 煤 建 设 集 团 公 司 编著
煤炭科学研究总院北京建井研究所

煤炭工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

立井井筒施工技术: 中国凿井技术 50 年论文集/中国煤炭学会
矿井建设专业委员会等编著. —北京: 煤炭工业出版社, 1999. 9
ISBN 7-5020-1767-4

I. 立… II. 中… III. 立井井筒—井巷掘进—中国—文集
IV. TD262.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 31678 号

立井井筒施工技术
——中国凿井技术 50 年论文集
中国煤炭学会矿井建设专业委员会
中煤建设集团公司 编著
煤炭科学研究总院北京建井研究所
责任编辑: 孙金铎 田克运 宋黎明

煤炭工业出版社 出版发行
(北京朝阳区霞光里 8 号 100016)
北京房山宏伟印刷厂 印刷

开本 787×1092mm¹/₁₆ 印张 27¹/₂

字数 648 千字 印数 1—2,055

1999 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月第 1 次印刷

书号 4548 定价 60.00 元



版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

序 言

立井是煤炭开采的主要开拓方式之一，近年来新建矿井近半数采用立井开拓。随着平原地区新井建设和煤炭开采向深部发展，立井开拓所占比重还会增大。立井井筒工程是新建矿井中的关键工程，立井施工技术复杂，作业场所狭窄，工作环境恶劣，且受地质条件变化（井下涌水、煤层瓦斯涌出等）的影响大，有时甚至威胁安全生产。为了加快矿井建设速度，缩短矿井建设工期，及早发挥投资效益，提高凿井技术水平具有重要的现实意义。

国家对煤矿建设事业极为重视，在科研立项等方面做了很大投入，促进了我国凿井施工技术的发展。特别是70年代煤炭、冶金、一机三部会战及“六五”、“七五”国家科技攻关项目开展以后，立井施工技术取得了突飞猛进的发展。快速凿井记录频频涌现，1974年只有16.4m/月，1984年提高到29.26m/月，10年增长了78%；1994年达到39.44m/月，这10年又增长了35%，与1974年相比，提高了140%；1997年达到了45.43m/月的新水平，全年有28次月成井突破100m，1998年又突破到55.0m/月。中煤建设集团所属各矿建施工企业的立井施工平均月进度达到60m左右，部分立井平均月进度达到80m以上；个别立井平均月进度达到120m左右；冻结段施工中4次刷新了全国记录，分别达到212~218.1m的月进尺。600~800m的井筒过去施工期要2~3年，现在可以实现当年开工当年到底，立井施工技术水平和施工速度达到国际先进水平。国家的科技投入在立井凿井工程实践中取得了良好的效果。

立井井筒施工技术是一项包含了施工技术、施工工艺、施工组织管理和施工设备的综合性技术，已在煤炭、冶金、有色、化工、水电和非金属等矿山的各种直径和支护形式的立井井筒中应用。实践表明，上述施工技术能够适应地质条件比较复杂的地层。具有广阔的推广运用前景。

《立井井筒施工技术——中国凿井技术50年论文集》全面回顾、总结了我国近几十年中立井井筒施工技术的发展与现状并兼具资料性（论文集后面还附录了有关立井凿井施工技术的鉴定成果、专利、获奖项目、历年立井凿井月成井记录、月成井超百米记录）。我希望本书的出版面对从事立井凿井施工技术的设计、施工、教育、科研、制造、生产等单位有直接参考借鉴价值，并对有关科技人员有所裨益。

中国煤炭学会理事长
中国工程院院士

1999年7月6日

前 言

立井井筒是煤矿的咽喉，质量要求高，服务年限长。煤矿建设中，立井井筒施工是关键工程，难度大、复杂程度高。其工程量虽只占矿井总工程量的4%~5%，但工期却占35%左右。因此，高质、快速建设立井井筒历来是建设、施工和科研单位都极为重视的事。

新中国建立以来，大量立井凿井工程的实践（有近2000余个井建成）和国家对煤矿建设的重视促进了我国凿井施工技术的发展。特别是70年代煤炭、冶金、一机三部会战时期，紧接着的“六五”、“七五”国家科技攻关项目的安排和投入，以及其后全面开展科研成果的转化推广，体现了近十几年立井凿井工程施工技术较以往有突飞猛进的发展，快速凿井记录频频涌现，持续快速凿井记录更为喜人。国家的科技投入在立井凿井工程实践中真正取得了良好的效果。

本论文集是请从事立井凿井施工技术的设计、施工、教学、科研、制造、生产等单位的专家，用论文的形式总结、回顾我国近半个世纪在立井凿井施工技术方面的发展和展望其发展前景，以促进立井凿井施工技术的发展。承蒙众多专家支持与关怀，我们收到许多内容十分丰富的论文。经专家审查、推荐，收录了78篇，将之汇集于此，以飨读者。

为使本论文集兼具资料性，在论文集后面附录了我们能收集到的有关立井凿井施工技术的鉴定成果、专利、获奖项目、历年立井凿井月成井记录、月成井超百米记录和行业主要相关单位、论文主要提供单位的简介等内容。

由于水平所限，在论文征集、编审过程中可能有做的不够妥善和错误之处，望批评指正。

本论文集是由中国煤炭学会矿井专业建设委员会牵头，以中煤建设集团公司、煤炭科学研究总院北京建井研究所为主组织论文征集和出版资金筹措。在此，向为本论文集的出版作出贡献的所有单位和个人表示诚挚的感谢。

编审委员会

1999年6月

目 录

一、综 述

1. 我国的立井井筒施工技术..... 张胜利 毛光宁 (1)
2. 立井施工技术及机械化..... 李俊良 (6)
3. 深立井凿井技术的研究 郭培里 龙志阳 (12)

二、施工作业方式

4. 立井混合作业法凿井技术的发展 龙志阳 (18)
5. 关于立井施工的作业方式 安国梁 (24)
6. 谈立井综合机械化快速施工条件及作业方式 邓维国 齐 或 王 峰 (27)
7. 上排下疏立井凿井新工艺 杨春来 (31)

三、快速施工与机械化配套

8. 宣东二矿主井井筒基岩段快速施工 李银桥 (39)
9. 曲江矿副立井井筒快速施工 秦高亮 董敏琪 郑庆轩 (44)
10. 大同矿区立井施工机械化配套的发展 张东文 (50)
11. 加大科技含量组织立井冻结段快速施工 张 馨 周文泽 魏慎玉 程善进 (56)
12. 立井普通机械化连续快速施工 张学斌 蒲耀年 吕广同 (61)
13. 立井机械化施工月成井连续6个月超百米..... 吴克绍 单卫雪 (67)
14. 立井短段掘砌混合作业机械化配套施工..... 丁卫华 (74)
15. 平煤集团十一矿新副井井筒快速施工..... 於伯祥 (81)
16. 龙湖矿主井井筒快速施工..... 李 仁 (85)
17. 孟巴矿立井施工..... 王德忠 孟凡良 (91)
18. 立井综合机械化施工设备及配套方案浅析
..... 齐 或 金 琦 王 峰 周玖功 (97)
19. 邢东副井冻结段表土施工创月进216.5m纪录 白凤忠 (105)
20. 立井井筒小型机械化施工 巩伦春 (110)
21. 济宁三号矿井机械化配套施工 张东峰 (113)
22. 岱庄矿副井表土冻结段快速施工 赵士兵 解凤仁 王本忠 (120)
23. 岱庄矿副井基岩段快速施工 赵士兵 王本忠 赵玄栋 (125)

四、凿 岩 爆 破

24. 立井凿岩钻架的现状与研究 龙志阳 (130)
25. 我国伞形钻架的现状及其发展趋势 时培荣 (141)

26. 伞形钻架及深孔爆破技术在冻结法凿井施工中的应用 段邦奎 (145)
27. 立井短段掘砌深孔爆破研究 倪世顺 龙志阳 (147)
28. 冻结段爆破技术的研究 韩光利 杨春满 (156)
29. 梁北副井深孔光爆快速施工实践 李功洲 王玉民 范铁锤 王景余 (164)

五、装 岩 提 升

30. 立井抓岩机的研究开发与展望 姜 利 (170)
31. DTQ 系列抓斗及其改进 黄亮高 (174)
32. 立井井筒堵塞分析与处理 陈新华 (177)
33. 凿井乘人吊罐的研究与应用 鲁再青 史 晶 (180)

六、井 筒 支 护

34. 立井井筒支护新技术 龙志阳 (184)
35. 立井砌壁模板的现状与发展 龙志阳 (192)
36. 井筒井壁减薄技术研究 袁庆国 (200)
37. 立井混凝土输送浇筑技术 胡敬东 (204)
38. 激光定点检测仪的研究与应用 胡敬东 (207)
39. 底卸式吊桶设计与研究 唐建新 (212)
40. 连续式混凝土搅拌站研究及应用 唐建新 袁为新 (220)
41. 袋装水泥自动拆包机的研究 袁为新 唐建新 (226)
42. MJY 型系列多用金属模板的设计与应用 杨春满 王 群 龙志阳 (231)
43. 我国冻结井井壁结构的现状及发展趋势 张 文 (237)
44. 张集矿井井壁结构设计 郑德民 (241)

七、凿井设备与辅助设施

45. 凿井设备的历史与我所的研究 王方荣 (249)
46. 立井施工吊盘稳定方式的改进 闫福生 付祥坤 张乃秋 (251)
47. 立井施工中吊泵接力排水的尝试 李京峰 (253)
48. 立井施工二级吊泵排水技术小结 张庆平 付祥坤 张乃秋 (256)
49. 预埋构件井壁吊挂凿井管路技术的研究 姜 利 (258)
50. 临时主通风机在沙曲扩建井期间的应用 王林平 吕广同 (261)
51. 利用箱形永久钢井架凿井 陈耀文 (265)
52. 井筒装备施工方法的改进与实践 冯泮玉 (268)
53. 关于矿井风井井筒梯子间施工方法的探讨 薛 奎 方扬根 桑吉旺 (270)
54. 许厂煤矿主井井筒装备快速施工 郑亚利 唐增春 周均田 (273)
55. 立井照明灯的研制及应用 陈桂娥 (276)

八、综 合 治 水

56. 立井井筒综合治水技术 曾荣秀 (281)

57. 地面进行井筒工作面预注浆	杨春来 马振亚 苏坚深	(285)
58. 北铭河铁矿工作面预注浆施工	王玉沛	(291)
59. 曲江副井工作面预注浆	郑庆轩 董敏琪 秦高亮	(294)
60. 井下打钻排放井筒高压积水	王振常	(297)
61. 钻井井壁突水淹井的治理	王 联 冯旭东	(301)
62. 潜孔钻机在工作面预注浆工程中的应用	肖瑞玲	(307)

九、钻 井 凿 井

63. 钻井技术试验研究	顾大钊 王义海	(312)
64. 反井钻机在暗立井快速掘进中的应用	王雨华 张志文 孙玉萍	(317)
65. 在井筒穿过冻结地层钻进反井	刘志强 龚建宇	(324)
66. 利用反井钻机加快立井和斜井施工	张天森 刘志强	(328)
67. ZDYD 系列低矮型反井钻机	白广军	(333)
68. 立井井筒钻井法施工及井壁支护技术	刘日辉 张国鑫	(336)

十、施工组织管理及其他

69. 加强施工组织管理、创造快速优质工程	孙守仁	(340)
70. 徐庄矿立井施工管理措施	马贵纯	(343)
71. 立井井筒快速施工的组织管理及技术经济效益	邓维国 齐 或 孔令刚	(347)
72. 浅谈影响工程质量的因素与对策	高文灵 王智斌	(352)
73. 井巷工程监测仪器的研制及应用	安明亮 岳 峰	(356)
74. 祁东矿副井深厚粘土层施工情况浅析	吴 祥 储党生	(360)
75. 立井井筒工作面局部冻结过粉细砂层的施工	周玖功 王祥才	(364)
76. 高温地层冻结施工技术	赵志福 梁洪振	(367)
77. 立井揭穿煤与瓦斯突出煤层施工实践	欧立明 文和平	(373)
78. 山东巨野煤田郭屯矿井开发建议	吴守荣 王明远	(381)

附 录

附录一 编著及主要提供论文单位简介	(387)
1 中国煤炭学会矿井建设专业委员会	(387)
2 中煤建设集团公司	(388)
3 煤炭科学研究总院北京建井研究所	(389)
4 中煤第一建设公司	(390)
5 中煤第五建设公司	(391)
6 北京中煤矿山工程公司	(391)
7 中煤第三建设公司	(392)
8 中国矿业大学建筑工程学院	(393)
9 山东矿业学院土木工程系	(394)
10 山东矿山机械厂(集团)	(395)

附录二	立井井筒施工技术科研成果和专利·····	(397)
附录三	立井井筒施工技术获奖项目·····	(405)
附录四	我国历年立井井筒平均月进度表·····	(407)
附录五	立井井筒月成井超百米记录汇总表·····	(409)
附录六	立井井筒综合机械化配套装备表·····	(414)
附录七	MJY 型模板应用井筒汇总表 ·····	(419)
附录八	立井井筒施工技术图书和工具书目录·····	(423)

一、综 述

1. 我国的立井井筒施工技术

中煤建设集团公司 张胜利

煤炭科学研究总院 毛光宁

摘 要 文章全面回顾总结了我国近几十年中立井井筒施工技术的发展与进步,肯定了机械化、作业方法和治水等方面的成就。

关键词 立井井筒 施工技术 进步与成就

立井是煤炭开采的主要开拓方式之一,近年来新建矿井近半数是采用立井开拓方式。随着平原地区新井建设和煤炭开采向深部发展,立井开拓所占比重还会增大。

立井井筒工程是新建矿井中的关键工程。立井施工技术复杂,作业场所狭窄,工作环境恶劣,且受地质条件变化(井下涌水、煤层瓦斯涌出等)的影响大,有时甚至威胁安全生产,因而井筒工程量虽然只占全矿井井巷工程量的3.5%~5.0%,而其施工工期往往占到全矿井建设总工期的35%~40%或更多。随着开采深度的增大、高产高效矿井的建设和运输巷道多布置在煤层中而岩巷工程大量减少,这一矛盾将会更加突出。

为了加快矿井建设速度,缩短矿井建设工期,及早发挥投资效益,提高凿井技术水平、加快立井施工速度就具有特别重要的现实意义。

近年,我国煤矿凿井技术发生了巨大变化,凿井技术水平和立井施工速度有了大幅度提高,在加快矿井建设中起到了重要作用。这些成绩主要表现在以下几个方面:

全国煤矿立井施工平均月成井进度迅速提高,1974年16.4 m/月,1984年提高到29.26 m/月,10年增长了78.4%。1994年达到39.44 m/月,这10年又增长了35%,与1974年相比,提高了140%。1997年达到了45.43 m/月,比1994年增长了15%,与1974年相比,提高了177%。这与近年来斜井、岩巷月进度长期徘徊的局面形成极大反差。

涌现出大批立井快速施工新纪录。过去立井井筒施工月进度突破百米是很困难且极少的。据不完全统计,1974~1985年立井施工月进度有25次突破100 m,最高月成井183.3 m(表土冻结段);1986~1996年又有23次月进度突破100 m,最高月成井201 m;而1997年全年就有28次月成井突破100 m,最高月成井146 m;1998年已经有19次突破月成井100 m,其中5次超过183 m,最高月成井216.5 m(表土冻结段)。特别指出的是月成井超过100 m水平的分布面很广,华北的开滦、邯郸、邢台、宣化、阳泉、离柳,东北的鸡西、七台河、鹤岗、双鸭山、铁法、沈阳,华东的淮南、淮北、兖州、枣庄、济宁、丰城,中南的平顶山、鹤壁,西北的窑街等矿已都出现过月成井超过100 m的成绩。中煤五公司承建的摩洛哥王国杰拉达3号井、孟加拉国巴拉普库利亚矿副井施工中也有3次月成井突破

100m, 最高 115.1 m。同时, 立井施工连续几个月持续快速施工, 月月超 100 m 的捷报也多次出现。鹤岗煤建处在兴安矿主井施工中, 连续 5 个月月成井破百米, 最高月成井 120 m, 平均月成井 100.56m; 鸡西建井处在滴道东风井施工中, 5 个月成井 622m, 平均月成井 120.4 m; 中煤五公司三处在宣东二矿副井施工中连续 6 个月月成井超百米, 平均月成井 121.2 m, 全井筒平均月进度 108.3 m。这些都充分显示了我国煤矿凿井的技术水平。

井筒施工速度加快, 使建井工期大大缩短。最突出的就是涌现出一批当年开工、当年到底的井筒。峰峰大淑村矿副井深 688m, 当年开工, 当年到底, 平均月成井 77.34m; 平顶山十三矿副井、鸡西小恒山西风井平均月成井分别为 78m 和 84.8m; 宣东二矿副井 6 个月成井超百米, 全井平均月成井 108.3m, 主井 3 个月超百米, 基岩段平均月成井达 108.9 m。快速施工, 既缩短了建设工期, 也节省了大量资金。设计年产能力 1.5Mt 的铁法三台子一井井筒快速施工, 多次月成井超百米, 全井建设总工期仅 40 个月。大淑村副井工期比合同要求缩短 5.5 个月, 比预算节约 300 万元。宣东二矿主井工期比合同要求提前 5.7 个月, 比预算节约 500 万元, 并为矿井提前建成投产创造了条件。

凿井机械与工艺不断提高和完善。在三部立井掘进机械化配套科研攻关会战取得的近百项科研成果的基础上, 1985 年以后在推广应用又开发了井壁支护系统的新设备和工艺, 专门研究了混合作业法, 发展了综合注浆法新技术, 改进了钻架和大抓斗, 研制成功独具特色的 3.5m 高、单伸缩缝的整体下移金属模板等, 初步形成了我国煤矿独具特色的凿井新技术, 为快速施工提供了物质基础。这些设备全部国产化, 在短段掘砌混合作业中, 机械配套合理, 性能可靠, 使用得心应手, 在立井井筒快速施工中发挥了重大的作用。

这些成绩, 是在依靠科学技术进步, 大力推广应用科研成果, 以及长期施工实践中, 不断改进和提高的基础上取得的。

首先是领导重视。各级领导对立井施工难度大、立井是矿井建设的关键工程有正确的认识, 给予极大关注。三部立井掘进机械化科研攻关会战能坚持十年之久, 取得近百项成果, 以后又多次安排重点科研项目, 提高和完善凿井技术及机械化配套, 领导的重视与支持起了很大的作用。科研成果转化为生产力, 使其发挥了积极作用, 新纪录不时出现, 这些也和领导的重视与支持分不开。

其次是改革开放政策深入人心, 基本建设改革逐步深入, 如执行了项目法、招投标、质量监督、建设监理、投资拨改贷等一系列新政策, 引进了激励、竞争机制, 简化了管理层次, 明确了责权利, 改进了分配和奖惩制度, 极大地调动了广大建设职工快速施工的积极性, 激发了依靠科学求生存、求发展的竞争意识, 施工队伍素质有了很大提高, 快速施工得到普遍的、全面的发展。

第三是 1974~1984 年煤炭、冶金、一机三部组织了立井掘进机械化配套科研攻关会战, 取得近百项成果, 为凿井技术的提高和快速施工奠定了初步基础。当时的背景, 一是在煤炭部四老(基地)、四新(基地)、四大露天的建设方针指导下, 大规模建设新井, 同时施工的立井有一百多个, 技术落后, 进度不高, 淹井事故时有发生。二是国外凿井大发展, 大型提升机、抓岩机、伞形钻架等新型机械问世, 并出现了月成井 401m 的纪录。国内也着手研制大抓岩机、伞钻等新设备。为了提高凿井技术水平, 加快建设速度, 一经煤炭部发起, 就得到冶金、一机部的支持, 迅速组织有关厂家、企业、高校、科研、设计等 140 多个单位, 统一规划, 分头执行, 先研制单机, 后组织配套。数以万计的职工参加了科研会战。经

过几年努力,取得科研成果近百项,组织 30 个立井进行施工机械化配套试验,取得经验后又为 40 个立井装备了主要凿井设备,从而为立井快速施工奠定了初步基础。

70 年代,用锚喷支护取代井圈背板临时支护,简化了工艺,减少了掘砌变换工艺的次数。又研究了原苏联的凿井历史,发现短掘短砌混合作业法不仅可完全取消临时支护,而且掘砌作业可适当平行,有利于安全,保证工程质量。为此,将立井短段掘砌混合作业及其配套施工设备列入“六五”国家重点科技攻关项目,由煤科总院北京建井所和平顶山三处等单位共同研究,显示了其工序组织合理,技术配套科学,机械化程度高,工艺简单,安全和快速施工的先进性。尤其是整体下移金属活动模板的研制成功,充实了机械化配套中砌壁这一环节。“七五”国家科研攻关中,煤科总院北京建井研究所等单位,又承担了凿井设备井壁吊挂等项目,并在凿井设备性能提高、完善和其他配套技术等方面做了大量工作,开发了 MJY 型系列多用金属模板、混凝土施工中的集中上料自动计量、分料器、振捣器等配套设施,改进了伞形钻架,配备了 YGZ55 型凿岩机,开发了与整体模板配套的小型钻架,研制了大型通用抓斗等,使立井施工机械化配套得到充实和发展。

中煤建设集团公司(及其所属几个公司)、煤科总院北京建井研究所等单位,在开发推广应用混合作业法和立井施工机械化配套方面,勇于创新,不断改进,努力实践,做了大量的工作,在凿井技术水平的提高和创造快速施工月成井超百米的纪录等方面,都取得了成就。中煤建设集团公司系统 1997 年有 21 次,1998 年有 19 次月成井超过百米,最高达月成井 216.5 m(表土冻结段)。

经过多年实践,使我国煤矿凿井技术(包括机械化配套具)有许多独特之处。其主要特点是:

(1) 两套提升系统(一套主要提升系统,一套辅助提升系统)。目的是保证有足够的矸石提升能力,满足快速施工的要求。目前专用凿井提升机有 JK2.5/20、JKZ2.8/15.5、2JKZ3.0/15.5、和 2JKZ3.6/13.3 等四种型号,其结构有轴向剖分式和径向剖分式两种,便于运输、安装、调试、拆除。双卷筒提升机还有调绳装置。与提升系统配套的有新Ⅳ型和Ⅴ型凿井井架,可以满足伞钻进出、座钩式翻矸装置和矸石仓(溜槽)布置要求。此外,还有新系列 7、9、11t 钩头和 2、3、4、5 m³ 吊桶可供选用。

(2) 系列稳车悬吊井内设施。现有 5~40t 系列稳车,有单双筒 8 种规格和缠绕、摩擦式两种结构,以及带活动基础的单、双筒 10t 稳车。使用这些稳车悬吊吊盘、模板、吊泵、抓岩机、安全梯及各种管线。稳车集中控制可保证吊盘、模板等同步运行,安全作业。为了简化地面布置,满足深井施工需要,还可应用各种管线井壁吊挂技术,减少稳车用量。

(3) 伞形钻架打眼配深孔光面爆破技术。现有伞形钻架有 FJD6、FJD6.7、FJD9 和 FJD9A 四种,配备 YGZ-70 型独立回转气动凿岩机,可以打直径 42~55mm、深 3.2~4.2m 的炮眼,配 YGZ-55 型凿岩机还可打 40 m 深的工作面预注浆钻孔。新近开发的 LBM 型模板钻架可以打 4 m 深炮眼和 12 m 深探水孔,供小直径立井施工使用。高威力防水、乳化、水胶炸药,高精度毫秒、电磁雷管,高频发爆器等火工新产品,可以满足中、深孔光面爆破的需要,为推广应用深孔光面爆破技术提供了物质保证。

(4) 大型抓岩机装岩。大型抓岩机抓斗容积有 0.4、0.6 m³ 两种规格(也有 0.2 m³ 的小型抓岩机),比传统的 0.11m³ 小抓斗能力提高 1~4 倍。大型抓岩机有 4 种结构,7 种规

格,目前普遍使用的有 HZ 和 HC 两种,一个井筒配备 1 台,装岩能力可达 $50\text{m}^3/\text{h}$ 左右。也有使用 2 台的,如宣东二号副井就配备 HZ-6、HZ-4 型抓岩机各 1 台,装岩能力比 1 台提高 30% 以上。近年又开发了 DTQ 系列通用抓斗、增力矩和冲击式抓斗,使抓岩机的可靠性、耐久性有了很大提高,同时也扩大了使用范围。

(5) MJY 系列多用金属模板。“六五”国家科技攻关开发的 MJY 系列整体移动金属活动模板,比原有的金属活动模板有重大改进,不仅采用了独特的结构,只设一个收缩口,大大提高了抗变形能力,还可根据施工要求,组成直径 $4.5\sim 8.5\text{m}$ 、高度 $2.5\sim 4.0\text{m}$ 、刃脚高 $0.2\sim 0.3\text{m}$ 的 36 种规格的砌壁模板,而且采用了液压脱模技术,改造了浇筑口,实现了一模多用,解决了浇筑困难和接茬差的问题,大大充实了立井机械化配套中支护这一薄弱环节,为快速施工提供了有效的机具。为与金属活动模板砌壁配套,还研制了由强制式混凝土搅拌机、砂石配料、水泥罐、水泥螺旋输送机,自动计量装置等设备组成的混凝土集中搅拌、自动计量上料系统,能力达 $40\text{m}^3/\text{h}$,可满足月成井 100 m 以上快速施工的要求。邢东矿副井应用这套装置曾创出月成井 212.6 m 的高水平。此外,利用管子下料,或用 1.0 、 1.6 、 2.4m^3 底卸式吊桶下料,井下用混凝土分料器及振捣器等,对于提高砌壁效率和保证工程质量都起到了积极作用。

(6) 综合治理井下涌水,千方百计实现干打井。治理好涌水,不仅改进了安全和作业条件,而且能充分发挥机械的作用,实现快速施工。我们坚持堵排结合的方针双管齐下。一方面根据水文地质条件和施工实际,分别采用地面预注浆、工作面预注浆,工作面堵漏注浆、壁后注浆等办法堵水。近年开发综合注浆法,专用钻机,注浆泵,止浆塞,少孔高压注浆及群孔定向钻进技术,在注浆效果、钻孔效率、注浆工期上都取得了突出成就。另一方面对于涌水不大或注浆后仍涌水较多时,提倡采取集流、导排措施,用各种扬程的吊泵和工作面气动、电动潜水泵及隔膜泵排水,为施工创造良好的作业环境。

(7) 凿井辅助设施配套,缩短辅助作业时间。

4-58 型凿井风机,高效率、低噪音,风量可调,与玻璃钢风筒配套使用,能缩短排除炮烟时间,保证工作面空气新鲜,能减轻风筒悬吊重量,延长风筒使用寿命。

KJTX-SX-1 型煤矿井筒通讯与信号装置,包括信号控制台、提升机信号机、通讯机、信号机和矿用抗噪声电子电话等本安型装置,取代了传统的手工拉绳信号系统,而且不怕淋水与噪声,大大提高了通讯联络的质量和效率。

DJZ-II 型深井激光指示仪功率大,有效射程远,用激光束给井筒中心定位,指导掘砌作业,简化了放大线、铅锤找中的繁杂工序,大大缩短了放线测量占用的生产时间,节省了辅助作业时间,也有助于提高测量质量。

DKS250/127 型立井照明灯,采用金属卤素灯泡,光效高、照度大、防爆,彻底改变了井下作业环境,有利于安全施工,提高效率。

在凿井设备移动化方面,已开发了无基础空压机,取代冷却水池的节水、节电 LY 系列和 ZX-2 系列组合循环冷却水装置。在凿井设备标准化方面,除钩头、吊桶新系列外,还有井盖门小绞车、动力电缆绞车、座钩翻矸装置、多层凿井吊盘等,都有利于机械化配套。

(8) 为适应机械化配套快速施工而进行的施工科学管理工作的改进,也促进了机械化作业,发挥机械化优势。如地面三八作业、井下四六作业,组建专业班组进行排矸、砌壁、

钻眼爆破等作业，执行工种岗位责任制，主要凿井设备包机制和定期检修制，安全、质量检查制等，都在推广应用凿井机械化快速施工中，起到了重要的作用。

我国独特的煤矿凿井机械化配套设备和工艺，经过多年推广应用不断改进和提高，从总体上、技术上都已进入世界先进水平的行列。

2. 立井施工技术及机械化

煤科总院北京建井研究所 李俊良

摘 要 立井施工技术和机械化配套是加快立井施工进度,提高劳动生产率,降低成本的有效方法。文章从作业方式,各设备之间的匹配关系等方面进行了论述,并按我国现有施工技术和装备情况,推荐了最佳的施工工艺和机械化配套方案。

关键词 立井施工 施工技术 机械化配套

立井井筒工程是矿井建设的关键工程。采用先进的施工技术和选用适宜的机械配套方式可使井筒施工质量和速度大幅度提高,进而可有效地缩短矿井建设总工期,降低人工费、辅助费、管理费、设备租赁费等,提高施工企业的竞争能力,而且对矿山整体的建设和其后的生产都有巨大的效益。

在 70、80 年代,立井施工单位多采用劳动密集型的突击创月成井新纪录的方法,对全井筒平均速度的提高效果不明显。80 年代末,立井混合作业法及机械化配套在我国逐步形成和推广,极大地推动了立井施工速度的提高。目前,立井施工重视施工技术的开发和机械化配套,充分发挥凿井设备能力,加强劳动管理,实现正规循环,争取全井筒的持续稳定高速度施工,以获得好的经济效益。我国立井平均施工速度在经历 20 年的徘徊后(1965 年 32m/月,1988 年 28.18m/月)有了较大突破,1997 年已达到 45.43m/月。

一、立井短段掘砌混合作业方式

立井施工时,通常是掘进一段井筒,砌筑一段井壁。掘砌段高的长短,掘壁顺序的不同,演变出不同的施工方式。混合作业方式不受井筒断面、深度和地质条件的限制,不需要临时支护,掘砌可以适当地平行交叉作业,使掘砌工序在同一循环内完成。工序转换时间少,施工速度快,可以大幅度地提高立井筒施工速度和工程质量。而且永久支护紧跟工作面,安全性好。现已被建设部批准为第一批工法。目前,采用立井短段掘砌混合作业法施工的井筒已占在建井筒的 90% 以上。

立井混合作业方式便于实现综合机械化配套,减轻工人体力劳动强度,大幅度提高成井速度。这种方式的基本循环过程是:打眼放炮后立即通风、出矸,当出矸到一个段高后,在工作面矸石上立模并浇灌混凝土。当混凝土浇筑完后,即可实施下一个段高的装矸作业,清底后再进行下一循环打眼放炮。有时,在浇筑混凝土的后期,可以交叉进行一部分装矸工作。另外,工作面找平,脱模,立模等工序与出矸、清底与凿岩准备工作可实现部分平行交叉作业;由于压气、供水、风筒等管路实行井壁吊挂,井内管路的接长也可安排与打眼工序平行进行。混合作业法施工工艺见图 2—1 所示。

二、机械化配套设备的匹配

我国立井施工设备,从1974年原煤炭、冶金和一机等三部进行会战起,经过20多年的不懈努力,已逐步发展成以伞形钻架,大斗容抓岩机为主,配以大提升机、大吊桶、整体金属模板、强制式搅拌机,砂石自动计量上料装置、高扬程吊泵、井筒通讯和信号装置、稳车集中控制装置、凿井通风机等系列凿井设备。

立井施工机械化配套,就是根据立井工程条件,施工队伍素质和技术装备情况将各主要工序用的施工设备进行优化,使之能力匹配,前后衔接成一条工艺系统完整的机械化作业线,并与各辅助工序设备相互协调,充分发挥各种施工机械的效能,快速、高效、优质、低耗、安全地共同完成作业循环。各设备之间能力要匹配,主要应保证提升能力与装岩能力,一次爆破矸石量与装岩能力,地面排矸与提升能力,支护能力与掘进能力的匹配。

1. 钻眼深度与掘进段高的匹配

一掘一砌的作业方式从理论上讲,一次掘砌段高在有利于井帮稳定和施工安全的前提下,段高越大,掘砌转换和清底的次数越少,效果越好。就施工设备和技术而言,段高要由一次打眼深度来确定。立井混合作业机械化施工,打眼以伞钻为主,段高 H 应是一次打眼的最大深度 L 乘以爆破效率 K ,即:

$$H=KL \quad (1)$$

炮眼深度除受钻具的制约外,还受井筒断面的限制。炮眼加深,爆破受岩石抛掷的夹制作用增大(图2-2)。我国立井净直径一般为5~8m,炮眼深度范围为3.8~5.5m。因此,混合作业的掘进段高取3.3~5.0m。

2. 一次爆破岩石量与装岩能力的匹配

抓岩机的生产能力与一次爆破岩石量有密切关系。炮眼越深,一次爆破矸石量越大,抓岩机连续工作的时间就越长,装岩、清底和收尾时间所占的比例就相对减少,因而平均装岩生产率将有所提高。

抓岩机的生产率变化有两个阶段:

第一阶段爆破后岩堆情况较好,抓岩机生产率高,于平均生产率20%~30%,而第二阶段岩堆较低,而且部分矸石处于震裂状态,因此其生产率比第一阶段低70%左右。一次爆破岩石量增加时,第一阶段的抓岩时间也增加,而第二阶段的抓岩时间基本不变,所以一次爆破岩石量越大,抓岩机的平均生产率越高。提

高一次爆破岩石量是提高抓岩机生产能力有效方法。一般要求一次爆破岩石量是抓岩机生产能力的4~5倍以上。第二阶段的岩石量与抓岩机的一次抓取量、井筒的断面和抓岩机的叶片数有关,可按下列式估算:

$$Q=h \cdot s=s \cdot \sigma \sqrt[3]{q} \quad (2)$$

式中 Q ——第二阶段的岩石量, m^3 ;

h ——第二阶段的岩石厚度, m ;

s ——井筒掘进断面积, m^2 ;