

深立井快速施工 成套新技术 研究和推广应用

张馨 著

煤炭工业出版社

TD262.1
Z-879

深立井快速施工成套新技术 研究和推广应用

张 馨 著

煤 炭 工 业 出 版 社

·北 京·

图书在版编目 (CIP) 数据

深立井快速施工成套新技术研究和推广应用/张馨著.
北京:煤炭工业出版社, 2003

ISBN 7-5020-2370-4

I. 深… II. 张… III. 竖井井筒-竖井掘进
IV. TD262.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2003) 第 095395 号



煤炭工业出版社 出版发行
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

*

开本 850mm × 1168mm $1/32$ 印张 $5\frac{5}{8}$

字数 156 千字 印数 1—1,300

2004 年 4 月第 1 版 2004 年 4 月第 1 次印刷

社内编号 5141 定价 25.00 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

作者简介



张馨,男,湖南新化县人,1968年3月出生。毕业于焦作工学院,获工程硕士学位,高级工程师。现任中煤第49工程处副处长兼项目经理。

自1996年以来,在《煤炭学报》、《煤炭科学技术》、《焦作工学院学报》等发表学术论文40余篇,出版学术专著3部。出版文学作品4部。科研成果获省部级一等奖3次,二等奖3次。曾获邯郸市劳动模范、优秀共产党员、部级青年岗位能手、全国优秀项目经理。2000年4月被国务院授予全国劳动模范。优秀事迹载入《中国专家大辞典》、《中华优秀人物大典》等。

深立井快速施工
成套新技术
研究和推广应用

张馨 男，湖南新化县人，1938年生。硕士研究生，高级工程师。历任技术员、预算统计员、技术科长、项目经理、主任工程师、党总支书记、副总工程师，现任中煤第49工程处副处长兼项目经理。

自1996年以来，发表学术论文《深立井硬岩深孔钻爆参数的研究与应用》、《立井冻结基岩中深孔爆破》等40篇，出版学术论著《深立井开凿技术新发展》、《立井钻爆现代理论与新技术》等3部。提出了“周边辅助眼”、“光面光底锅底形中深孔爆破”、“立体微差深孔爆破”等6项深立井钻爆新技术、新理论。科研成果获省部级一等奖3次，二等奖3次。曾获邯郸市劳动模范、优秀共产党员、部级青年岗位能手、全国优秀项目经理等称号，2000



年4月被国务院授予全国劳动模范称号。

现为河北省作家协会会员，青年作家，已出版诗文集《青山风骨》、古体诗词集《南诗北韵》、长篇小说《树蛇》和《拳拳之恋》等近100万字。优秀事迹载入《中国专家大辞典》、《中华优秀人物大典》等。

内 容 提 要

本书包括的内容有：深立井综合机械化配套最佳模式研究，立井基岩段周边辅助眼新工艺、锅底光底爆破、硬岩低抛掷减冲深孔爆破、软岩立体深孔微差爆破等钻爆实用新技术，深立井开凿综合治水，深立井开凿管理模式，深立井快速施工成套新技术应用实例等。

本书对立井施工管理人员、科研人员、工程爆破技术人员，特别是对立井施工现场的技术人员有重要的指导作用，对大学本科和研究生教学也有一定的参考价值。

序 一

在我印象之中，凡在自然科学技术领域著书立说者，多为专职研究员和大学教授，现场工程师出书的比例甚少。初得作者书稿，我并未寄予厚望，但当我系统阅读后，委实为之一喜，别有一番感受。

煤炭工业是一个相当艰苦的行业，从事煤炭基本建设的工作更为艰苦。作者能长期坚持在矿井建设的第一线，有重大技术突破，并在新技术、新工艺、新方法的研究和推广应用中，业绩突出，令我这个老采矿科技工作者颇感欣慰。张馨同志年仅 31 岁时被国务院授予全国劳动模范的光荣称号，充分说明他在工作中取得的突出成绩。

我们经常教育学生和青年科技工作者要理论与实践相结合，而要做到实处并非易事。作者在艰苦的工作环境中，长期坚持学习，注重工程实践，成功地找到了理论与实践的结合点。本书的内容便是理论与实践相结合的典范。目前我国立井施工速度平均定额标准为 37.10m/月，而应用作者的科学研究成果，在河北、河南、江西、山东等地的深立井井筒施工中多次创造全国纪录，单进水平达到 120.5~220.6m/月，全井平均建井速度达到 103.6~141.52m/月，分别是国家定额的 3.25~5.95 倍和 2.79~3.81 倍。本书系统总结了作者

十多年来的工程实践经验，并成功地将有关理论应用到工程施工中，对深立井施工方法和理论做了深入的探索，诸多方面有所创新和发展。

深孔钻爆是立井施工中的关键工序，其爆破效果直接影响到施工安全、工程质量、施工进度和工程成本。因立井井筒空间的特殊性，施工难度较大，不同深度的岩性存在较大的差异，需要考虑掏槽方式、爆眼深度、数目和布置方式，炸药种类和装药结构，起爆方式，破岩块度等多种因素并兼顾爆破对井筒围岩的完整性和稳定性的影响，对深孔钻爆方案进行动态优化。本书中作者根据十多年的实践经验和理论分析，详细阐述了优化方法和应用过程。

尤其值得提及的是作者在本书中提出了“立体微差爆破”的学术新概念，并在深立井工程中成功得到应用，丰富和发展了工程控制爆破的理论体系。本书最后重点介绍了几个典型的工程实例，这是作者的研究成果在矿井建设上的推广应用。

中国工程院院士

刘宝琛

2003年10月31日

序 二

四年前，我应张馨同志之邀为他的第一本专著《深立井开凿技术新发展》作序，四年后，他第三本专著《深立井快速施工成套新技术研究和推广应用》即将面世，去年还出版了另一本专著《立井钻爆现代理论与新技术》。期间，他在《煤炭学报》、《煤炭科学技术》、《焦作工学院学报》等学术刊物上发表“深立井硬岩深孔钻爆参数的研究与应用”、“立井冻结基岩中深孔爆破”等多篇论文，还完成了攻读硕士研究生的学业，并于2003年6月24日获得硕士学位。2000年4月由于工作成绩突出被国务院评为全国劳动模范，在项目施工管理上业绩突出，被评为第六届全国优秀项目经理。我再次为他第三本专著写序，不得不引发我的联想和沉思。

井巷工程中立井开凿的场地狭窄，地质因素影响大，技术含量是最高的，所投入的设备多，施工组织与管理要求高，是矿井建设中最关键的工程。

立井工程不仅应用于煤炭、冶金、有色金属矿山建设和军事工业、人防工程中，在铁路和公路的隧道、水电工程中，立井作为措施工程已屡见不鲜。所以深入研究发展立井开凿新技术，有重要的现实意义，为我国经济建设发展，赶超世界凿井技术先进水平也有深远的历史意义。

据资料记载^[1]：我国 20 世纪 50 年代井筒平均深度为 280m 左右，最深为 510m，60 年代井筒平均深度为 300m 左右，最深为 533m，70 年代井筒平均深度为 440m 左右，最深为 1059m，80 年代以后井筒平均深度在 600m 左右，最深为 1127m。

随着浅部资源的枯竭，不论是老矿井挖潜改造，还是新矿井建设，矿井井筒的深度增加是必然的，随之而来凿井技术必须面对深立井施工中的技术难题。因此，今后新井建设将面对 600 ~ 800m 深厚表土层和 1000 ~ 1200m 甚至以上深立井开发的技术难题。济北矿区在建的唐口矿井就是例证，主井深度为 1030.230m、副井深度为 1061.118m、风井深度为 1044.947m，三个立井井筒均在千米以上。

本书对深立井施工进行了较全面系统的总结，作者在施工实践的基础上发现问题，针对这些问题进行深入研究，提出新思路、新技术，再到立井工程实践中推广应用，验证这些新技术的可行性、合理性，进一步上升到理论高度分析研究，符合科学的“实践→理论→实践”的研究思路。作者在原有研究基础上，以下几个方面有独到的创新：

1. 验证短段掘砌混合作业方式，能够充分发挥我国现有深立井开凿机械设备潜能，该作业方式与机械化配套是快速施工深立井的最佳组合。

2. 提出深立井机械化设备配套的最佳模式，是以“922111”为内容的综合机械化作业线。

3. 钻爆法仍是我国目前立井基岩掘进最主要的方

法，作者对立井钻爆理论和工程实践做了深入的研究，并提升到理论高度概括总结，取得的创新成果有：

(1) 立井深孔光面爆破最佳掏槽方式的确定。

(2) 提出立井冻结基岩深孔缓冲光面爆破新技术，并推导出人工冻结岩土综合坚固性系数公式。

(3) 提出和应用周边辅助眼新工艺，解决了现有伞钻与井径配套的关键技术问题，保证了立井掘进分项工程质量。

(4) 研究和应用立井光面光底锅底形爆破新技术，加快了立井掘进过程中集碴、出碴、集水、排水和清底速度。

(5) 提出了立井坚硬岩低抛掷减冲深孔爆破新技术，提高了硬岩爆破进尺，保证了井内悬挂设施不被崩坏。

(6) 为了解决立井软碎岩层深孔爆破难题，提出了深孔立体微差爆破新技术，解决了软岩深孔爆破装药不到底、进尺低的关键技术难题，这项研究成果在向生产力转化过程中，推动了建井技术的进步和煤炭基本建设经济质量的提高，产生了显著的经济效益和社会效益。

4. 科学总结了立井支护机械化作业线，提出了加大掘砌平行度，加快建井速度和减少能耗的深立井支护新技术。

5. 对立井施工的组织和管理，项目法推广应用进行了科学总结。

6. 书中介绍的几个深立井快速施工的实例，具有典型的推广应用价值，是高新技术转化为现代生产力的

明证。

张馨同志在深立井施工技术方面不断有新思路、新发展、新创新，不是偶然的，是他孜孜不倦，刻苦钻研，不断探索，敢于追求，永不满足，力争走在技术创新最前沿的结果；是他密切结合工程实践，用理论指导利用研究成果解决工程中的难题，理论与实践相结合的结果；是他一颗执著的热爱祖国煤炭建设事业的诚心结出的丰硕成果。

在张馨同志的第一本专著序言中，我曾写道：“煤炭工业是个非常艰苦的行业，煤炭基本建设科学技术的发展，技术创新需要许许多多扎根施工现场，勇于实践，勇于探索的工程技术专家，特别需要年轻的工程技术人员迅速成长起来。”他能长期扎根施工现场，除完成繁忙的管理工作外，挤出时间学习，提高理论水平，丰富实践经验。他所管理的项目部，在朝阳矿主井井筒施工中，于2002年11月创出立井基岩段掘砌成井220.6m全国新纪录，副井井筒施工中，创出了全井平均掘砌成井速度141.52m/月全国新纪录，是难能可贵的。

在社会主义市场经济的大潮中，涌现出了无数弄潮儿。煤炭行业在科技人才大量奇缺的情况下，人才流失严重，艰苦的行业，频繁流动的工作环境，使一些人望而却步，另辟蹊径。希望在煤炭基建战线上工作的年轻一代工程技术人员，效仿张馨，不要见异思迁，要热爱自己的专业，在事业上有所作为，因为在深立井开凿技术上有很多课题等待你们去攻克。

“十五规划”煤炭工业科技发展重点任务有五条，其中与我们基本建设有关的有两条：

其一是煤矿深井建井技术。研究解决 600m 以上深厚表土冻结施工技术，深部开采中面临的开拓延深，开采部署、矿压控制、安全技术、高地温治理等技术难题，研究千米深井井筒技术装备。

其二是快速掘进与支护技术。重点开展巷道快速掘进技术与装备的研究。继续对现行的机械化“钻”——“装”——“运”系统加以改进完善和推广；进一步研究锚固技术，形成可操作的、可推广的锚杆支护和装备，积极研制与使用水基树脂全长锚固技术，形成用于破碎地层锚固的聚氨酯锚固剂。

如何提高与完善 1000m 以上深立井凿井设备及施工工艺？如何提高深立井软岩及高应力地层的支护技术？如何解决岩层中高角度裂隙水及孔隙水的治理问题？如何解决深立井及井下降温技术？如何解决 600m 以上深厚表土的施工技术等等。这些问题的解决，将标志着我国建井技术又跃上新高度，赶上和领先世界建井技术的水平，有的课题不是短期内就能解决的。“科技兴煤”战略的实施，任重而道远。

张馨同志这部深立井施工技术方面的论著问世，必将对从事矿山建设的教学、科研、施工的专业技术人员从中得到启示。根据我国煤富、油贫、气少的特点，煤炭仍然是我国的主要能源，预计到 2020 年在我国一次能源消费结构中，煤炭仍将占 55% 左右。煤炭基本建设任务更加艰巨，在煤炭战线上工作的工程技术人员，

任务繁重而光荣，新的未知领域等待广大新老科技工作者去探索。

马克思说过，在科学上没有平坦的大道，只有不畏劳苦沿着陡峭山路攀登的人，才有希望达到光辉的顶点。希望年轻一代工程技术人员不畏艰苦，为煤炭科学技术的发展，做出更大贡献，创造出无愧于时代和人民的业绩。也希望张馨同志把取得的成绩作为新的起点，在建井技术上继续学习、开拓、探索、创新，取得更多的科技成果，永葆技术创新的青春活力，迎接一个又一个更加明媚的春天！

邓雍图^[2]

2003年8月30日

注释：

[1] 崔云龙，中国煤炭矿井建设发展历程概论，徐州：中国矿业大学出版社，2003.94~95。

[2] 本序作者曾任中煤第49工程处党委书记、处长，教授级高级工程师，现任中煤第一建设公司总工程师，中国中煤能源集团公司高级专业技术职称评审委员会委员，中国煤炭建设协会专家委员会委员。

序 三

即将出版的《深立井快速施工成套新技术研究和推广应用》，是我所读到的张馨同志撰写的第五本著作。

1994年，他从遥远偏僻的矿区^[1]来看我，很郑重地送给我一本小册子，说把这几年的习作辑了起来，编成现在这个样子出版了，还请老师多加指教。这是我读到的他的第一本著作——一本自选诗文集^[2]，那时他从大学毕业参加工作才三年。我翻着那本印制精美的小书，发现除了参加工作后创作的新作之外，也保留了多篇我熟悉的作品——那是他大学期间颇为得意并在校园广为流传的古体诗词和散文诗等作品。

张馨读大学是在上世纪的80年代末、90年代初，那时曾掀起过校园文学潮。作为“校园诗人”或“校园作家”，他无疑是一位执著的弄潮儿。当时，我在当地的一家报纸做编辑工作，我的办公室里就经常出没着他的身影——小个、瘦骨，一个完全的穷乡僻壤的农家孩子营养不良的典型形象——初次相见，我是无论如何也不能把如此羸弱的外表与那个有着豪放词风、善写气势磅礴古典诗词的青年作者联系在一起的。的确，除了他那双透着灵气的眼睛和那方与他身材相比明显偏大的脑袋外，与我家乡的放牛娃毫无异样。但我后来认定，这

个其貌不扬的男孩将来一定在文学创作上会有出息，没别的理由，就是他的勤奋和天赋。果然就读到了他的诗文集子。之后，我又读到他的两部长篇小说《树蛇》和《拳拳之恋》，洋洋洒洒近 50 多万字，透出成熟和练达。这时，我开始为他高兴了，甚至于有了自己是“伯乐”的窃喜。

但后来张馨同志有了意想不到的发展。接下来我得到的他的作品并非在文学上，而是在自然科学技术领域。1999 年底，他送给我一本煤炭工业出版社出版的《深立井开凿技术新发展》，这是他的第一本科学技术著作，我国著名矿井建设专家李瑞教授为此作了序，高度评价了张馨同志“在深立井开凿中敢于向国际先进水平冲击，敢于承担风险，把新技术和新发明运用到工程实践中，可见，张馨同志确有组织创新的能力。他善于鼓励劳动者注意工作中的智力作用，逐步加大在劳动中的智力支出，减少体力支出的占有值。在科学和技术融为一体的思想指导下，他善于把安全、优质、快速三者有机地结合起来，这对今后深井开凿技术向高新技术产业化的发展，具有极为重要的意义。”其惊叹与赞赏之情溢于言表。我自然更是惊叹，因为这已大大超过了我原先的想像。试想，一个大学毕业才几年的学生，一个文学青年，却在科学技术领域取得了如此骄人的成绩——这些成绩当然包括多次创造立井施工全国纪录，多次在全国得奖，多次被指定在现场会介绍经验以及发表大量的科学技术论文——他凭借的是什么？对事业的勇敢探索？不囿于前人的大胆突破和创新？这样的答案当然正

确。但仅仅如此吗？于是我还是想到了文学，我觉得文学帮了他的大忙。从人类的文明史来看，文学和科学本来是密不可分的。比如中国的张衡既是文学家，又是天文学家和地震学家；英国的牛顿既是哲学家，又是物理学家和数学家。文学和科学是相互促进，共同成长，一起构成人类精神文明的不同侧面，只是当今社会的过细分工，也让我们自觉不自觉地把文学与科学人为地分开了。孩子们从高中开始就搞得泾渭分明，“文科生”、“理科生”叫得震天响，结果是很难看到像华罗庚、苏步青那样的文理兼备的大家出现，不能不说是我们认识与实践上的悲哀。值得庆幸的是，许多人，包括许多青年人对此有了醒悟，他们已经开始吸收科学与文学的共同养分，以求得自身的均衡发展。张馨同志取得的成绩，应该是我们一面很好的镜子。

现在的这本《深立井快速施工成套新技术研究和推广应用》，是张馨同志一年多业余时间的又一项重要成果。我想，他在深立井快速施工技术领域的地位和影响，不仅权威的专家学者会作出正确的评价，所有关心这本书的读者也会从中获得深刻的认识，这是无须我在此画蛇添足的。

张定明^[3]

2003年10月28日