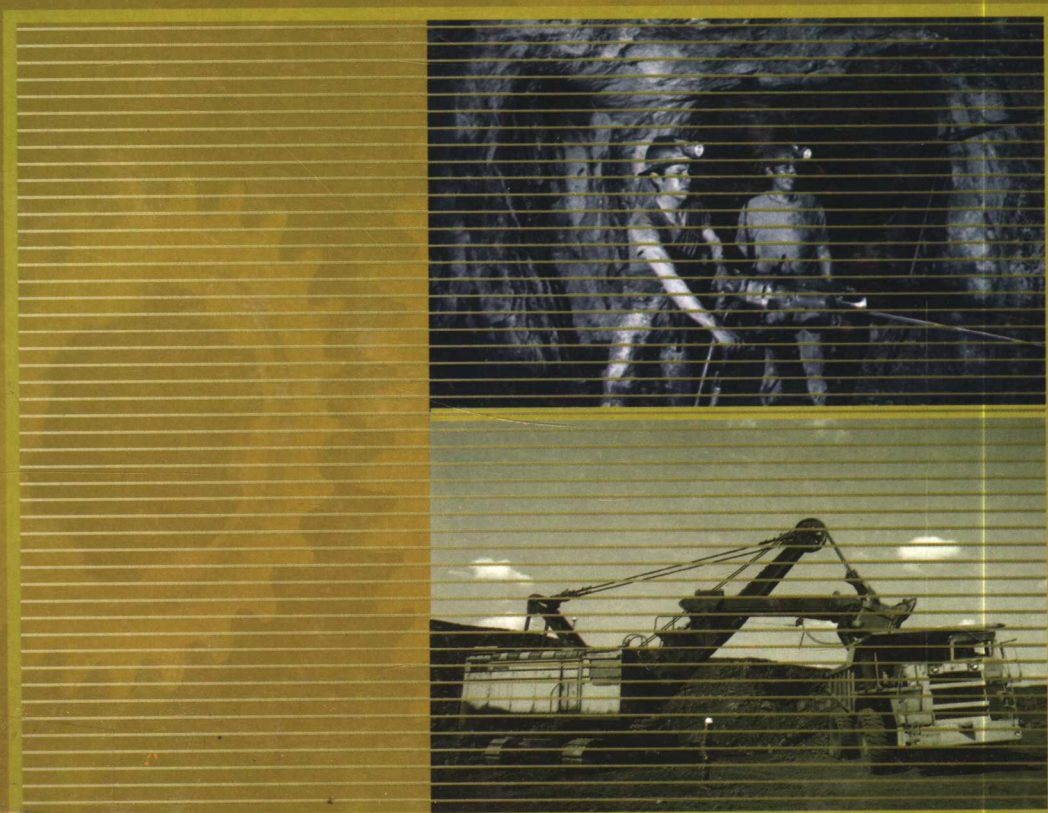


抱薪救火不如釜底抽薪——

# 最新矿山定向钻井高效煤层气 开采新技术新工艺推广应用 实施手册



中国科技文化出版社

# 最新矿山定向钻井高效煤层 气开采新技术新工艺推广 应用实施手册

主 编 张明林

第  
一  
卷

中国科技文化出版社

最新矿山定向钻井高效煤层气开采  
新技术新工艺推广应用实施手册

出 版：中国科技文化出版社  
主 编：张明林  
发 行：本社发行部  
印 刷：本社承印部  
开 本：16 开  
版 次：2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷  
定 价：998.00 元  
书 号：ISBN 988 - 97984 - 7 - 6

版权所有 翻印必究

# 《最新矿山定向钻井高效煤层气开采 新技术新工艺推广应用实施手册》

## 编 委 会

主 编：张明林

编 委：(排名不分先后)

赵志文	李杰龙	叶 飞	曹 娟	高小燕
高士娟	崔小霞	刑志刚	王树兵	赵 发
池 颖	韩慧英	王 强	刘中月	高晓伟
张明扬	任东旭	张亚宁	白 非	陈 阳
白大鹏	黄晓羽	李志国	郑天佑	高雪兰
郁如锋	徐 宁	郑 峰	黄 军	梁 刚
梁久志	冯跃升	付 冰	李向宇	马 峰
柴韵峰	范芝扬	徐晓霞	杨志国	李小娟
贾美珍	黄晓园	黄彦慧	陈东升	

# 前 言

煤层气，又称煤层甲烷，俗称瓦斯，人们对它爱恨交加。爱的是它是一种清洁能源，有很大的利用价值；恨的是它是矿难的原因之一。近年来我国煤矿事故频发，其中绝大多数事故的罪魁祸首都是瓦斯（煤层气），而且瓦斯事故防范与煤矿技术设备更新改造投入巨大，产出的还是原来的那些效益，成本浪费严重。因此，安全有效地采集煤层气可谓是一举两得的好事。近些年，部分国家开始用定向钻井技术开采煤层气，取得了良好效果。

定向钻井，简单说就是让向地下竖着打的井拐个弯，再顺着煤层的方向横着打井。定向钻井采集煤层气的原理同传统方法一样，即通过抽水减压，逼出煤层气，再进行采集。但两者的区别在于，传统方法只用竖井穿到煤层采集，而横向井顺着煤层的走势大大增加了采气的面积，因而提高了效率。

定向钻井通常在石油和天然气开发中使用较多，但近些年煤炭行业也越来越多地将这项技术用于矿山开采前的瓦斯抽放、排水、矿井探查等方面。在煤炭领域使用这一技术的主要有美国、澳大利亚、欧洲、南非等国家和地区，而利用这一技术采集、利用煤层气的国家以美国和澳大利亚等国为主。

资料显示，定向钻井的纵向深度一般在 600 米至 1200 米，横向煤层钻井长度可达到 400 米。据美国某钻探公司的个例统计，

采用横井采气比传统的单一竖井采气的初期产量可高出 10 倍，气井的生产寿命也会增加。根据对某些项目的估算，运用定向钻井法商业采集煤层气的内部回报率为 15% 至 18%，明显高于传统竖井采集法约 3% 的内部回报率。现在，随着一些国家的研发，定向钻井技术又取得了一些发展。有的矿井可以在煤层间建造若干个采气的分支井，构成一个采气网络；有的矿井把多个煤层间的气井连在一起。目前与定向钻井技术有关的主要开发领域包括钻井测距技术、煤层钻孔连接工具、为增加产量而进行的煤层钻井网络设计等。为此，我们根据国内外最新数据技术资料，在经济、设备技术投入与回报率综合比较基础上，选择最值得推广的、切实可行的一些定向钻井高效煤层气开采新技术新工艺，编辑出版了这部《最新矿山定向钻井高效煤层气开采新技术新工艺推广应用实施手册》一书。

本书主要内容有：中国煤层气地质资源分布与开采状况；煤层气开采分类评估与设备技术投入准备；定向钻进技术在煤层气以及石油化工开采过程中的实际应用；定向钻井新工艺新技术与相关参数选择计算；定向钻井测量仪器的结构、原理、使用与维修；煤层气开采与定向钻井技术应用实施相关国家行业标准及最新政策法规分类汇编等等。由于编写时间仓促，本书难免存在挂一漏万之处，希望广大读者在学习使用过程中不吝提出修改意见，以便再版时进一步修订。

本书编委会

2005 年 8 月 16 日于北京

# 目 录

## 第一篇 中国煤层气地质资源分布与开采状况

第一章 中国煤层气勘探状况与进展 .....	( 3 )
第一节 煤层气勘探试验回顾 .....	( 3 )
第二节 中国煤层气试验区分布 .....	( 5 )
第三节 国内煤层气试验井简况 .....	( 7 )
第四节 煤层气重点试验区进展 .....	( 11 )
第五节 煤层气勘探试验结果的启示 .....	( 29 )
第二章 中国煤层气地质基础 .....	( 34 )
第一节 中国煤炭资源及其分布 .....	( 34 )
第二节 煤层形成和分布的地质构造和沉积环境特征 .....	( 42 )
第三节 煤储集层特征 .....	( 55 )
第四节 煤层气保存地质条件 .....	( 89 )
第三章 中国煤层含气性及煤层气富集控制因素 .....	( 100 )
第一节 煤层含气性 .....	( 100 )
第二节 煤层气田、气区(盆地)的概念及类型 .....	( 104 )
第三节 煤层气高产富集主控因素 .....	( 108 )
第四章 中国煤层气资源前景 .....	( 112 )
第一节 煤层气资源量估算 .....	( 112 )
第二节 中国煤层气资源分布特征 .....	( 121 )
第三节 中国煤层气资源评价 .....	( 123 )
第五章 中国煤层气高产富集区开发预测 .....	( 126 )
第一节 分析测试技术方法 .....	( 126 )
第二节 高产富集区预测方法 .....	( 133 )
第三节 煤层气高产富集区预测结果 .....	( 137 )

## 第二篇 煤层气开采分类评估与设备技术投入准备

第一章 煤层气的成因及地球化学特征 .....	(143)
第一节 煤的成烃机理 .....	(143)
第二节 煤层气的成因 .....	(149)
第三节 煤层气的地球化学特征 .....	(155)
第二章 煤层气储集层 .....	(162)
第一节 储集层的孔隙与裂隙特征 .....	(163)
第二节 储层的渗透性 .....	(181)
第三节 储层的其它性质 .....	(191)
第四节 储集层的分级与分类 .....	(192)
第五节 煤层气的封存机制 .....	(195)
第三章 储层中的流体 .....	(198)
第一节 储层内流体的性质 .....	(198)
第二节 储层内的气体——煤层气的赋存状态 .....	(201)
第三节 含气量及其控制因素 .....	(215)
第四节 煤层气的运移和产出机制 .....	(226)
第四章 储层数值模拟 .....	(232)
第一节 概述 .....	(232)
第二节 储层模拟模型综述 .....	(234)
第三节 流体-固体耦合模型 .....	(253)
第五章 煤层气综合地质开发效益评估评价 .....	(258)
第一节 煤层气地质评价的主要内容 .....	(258)
第二节 区域地质评价的内容和原则 .....	(270)
第三节 勘探阶段地质评价 .....	(272)
第四节 初期开发试验阶段地质评价 .....	(273)
第六章 钻井 .....	(275)
第一节 概述 .....	(275)
第二节 确定井类 .....	(276)
第三节 钻井设计 .....	(279)



第四节	钻井 .....	(285)
第五节	取心 .....	(288)
第六节	钻井过程对储层的伤害问题 .....	(294)
<b>第七章</b>	<b>测井 .....</b>	<b>(298)</b>
第一节	测井方法及其对煤的响应 .....	(300)
第二节	裸眼井、下套管井和生产井的测井组合选择 .....	(309)
第三节	从测井资料获得的储层特性 .....	(311)
第四节	测井资料的计算机模拟 .....	(320)
<b>第八章</b>	<b>完井与固井 .....</b>	<b>(323)</b>
第一节	完井目的 .....	(323)
第二节	完井方法 .....	(324)
第三节	套管固井 .....	(329)
第四节	地层进入 .....	(332)
第五节	完井方法选择 .....	(338)
<b>第九章</b>	<b>试井分析的原理和方法 .....</b>	<b>(344)</b>
第一节	概述 .....	(344)
第二节	试井的基本原理 .....	(345)
第三节	钻杆测试(DST) .....	(355)
第四节	段塞试井 .....	(360)
第五节	注水 - 压降试井 .....	(368)
第六节	干扰试井 .....	(372)
第七节	压力恢复试井 .....	(374)
<b>第十章</b>	<b>煤层气储层强化 .....</b>	<b>(376)</b>
第一节	裸眼洞穴法完井 .....	(376)
第二节	煤层压裂 .....	(387)
第三节	特殊强化工艺 .....	(408)
<b>第十一章</b>	<b>煤层气生产技术 .....</b>	<b>(413)</b>
第一节	煤层气生产的特点 .....	(413)
第二节	排采方法 .....	(416)
第三节	气水地面集输与处理 .....	(420)
第四节	生产优化与储层管理 .....	(430)

## 第三篇 定向钻井技术在矿山开采过程中的实际应用

第一章 概述与术语汇编 .....	(437)
第一节 概述 .....	(437)
第二节 定向井要素 .....	(440)
第三节 定向井术语汇编 .....	(445)
第二章 定向井丛式井设计 .....	(453)
第一节 所需数据和井的偏斜 .....	(453)
第二节 井身剖面设计方法 .....	(459)
第三章 钻头偏斜的工具方法和理论 .....	(474)
第一节 井底马达 .....	(475)
第二节 造斜工具(一) .....	(511)
第三节 造斜工具(二) .....	(520)
第四章 定向方法和轨迹控制 .....	(529)
第一节 定向方法和轨迹控制 .....	(529)
第二节 狗腿严重度 .....	(533)
第五章 井底总成的理论和作用 .....	(536)
第一节 钻具力学的发展简况 .....	(536)
第二节 钻柱刚度与切点 .....	(546)
第三节 常用钻具组合的作用 .....	(551)
第六章 底部钻具总成(BHA)的计算机预测 .....	(556)
第一节 底部钻具总成的基本计算 .....	(556)
第二节 利用计算机程序设计 BHA 总成 .....	(560)
第七章 其它井底工具的使用 .....	(580)
第一节 钻铤稳定器和扩眼器 .....	(580)
第二节 减震器和震击器 .....	(586)
第八章 测量仪器 .....	(595)
第一节 磁性和陀螺测量仪 .....	(595)
第二节 随钻测量 .....	(602)
第九章 井身轨迹的计算及误差分析 .....	(611)

第一节	井身轨迹的计算	(611)
第二节	误差圆锥或误差椭圆	(630)
<b>第十章</b>	<b>钻井液</b>	<b>(634)</b>
第一节	钻井液的用途	(634)
第二节	常用钻井液体系	(639)
第三节	钻井液性能	(642)
<b>第十一章</b>	<b>套管柱与注水泥</b>	<b>(649)</b>
第一节	套管柱	(649)
第二节	注水泥	(657)
<b>第十二章</b>	<b>倾斜钻机</b>	<b>(661)</b>
第一节	倾斜钻机钻井特点	(661)
第二节	顶部驱动与转盘驱动	(663)
<b>第十三章</b>	<b>斜井中的复杂情况</b>	<b>(665)</b>
第一节	键槽	(665)
第二节	压差卡钻	(672)
第三节	井壁变形	(683)
<b>第十四章</b>	<b>打捞作业</b>	<b>(686)</b>
第一节	事故预防	(686)
第二节	打捞工具及操作	(689)
第三节	堵塞和回堵	(701)
<b>第十五章</b>	<b>套管内侧钻定向井</b>	<b>(707)</b>
第一节	铣去套管侧钻法	(707)
第二节	套管开窗侧钻法	(710)
<b>第十六章</b>	<b>钻井优化简介</b>	<b>(719)</b>
第一节	水力作用和井眼清洗	(720)
第二节	钻压和转速	(728)
第三节	每米成本计算	(739)
<b>第十七章</b>	<b>固相控制</b>	<b>(744)</b>
第一节	固控系统的选择	(744)
第二节	固控装置的尺寸	(749)
第三节	固控装置的安装	(752)

<b>第十八章 钻头选择与使用</b> .....	(758)
第一节 钻头和地层的关系 .....	(758)
第二节 钻头选择 .....	(760)
第三节 移轴钻头的检查 .....	(763)
第四节 钻头使用方法与钝钻头评价 .....	(767)
第五节 金刚石钻头 .....	(771)

#### 第四篇 定向钻井工艺技术与相关参数选择计算

<b>第一章 绪论</b> .....	(779)
第一节 定向钻井的意义和运用范围 .....	(779)
第二节 定向井的基本概念 .....	(783)
<b>第二章 定向井剖面设计</b> .....	(787)
第一节 定向井剖面 .....	(788)
第二节 剖面计算 .....	(791)
第三节 选择允许井眼曲率 .....	(800)
<b>第三章 定向钻井工具</b> .....	(809)
第一节 钻头 .....	(809)
第二节 井底动力钻具 .....	(817)
第三节 造斜工具 .....	(821)
第四节 校准和扶正装置 .....	(833)
第五节 钻柱 .....	(837)
<b>第四章 定向钻井的下部钻具组合</b> .....	(839)
第一节 定向钻井的下部钻具组合设计 .....	(839)
第二节 防斜打直的钻具组合 .....	(844)
第三节 调节井斜角的不定向钻具组合 .....	(850)
第四节 调节井斜和方位的定向钻具组合 .....	(864)
<b>第五章 造斜钻具组合定向的工具和方法</b> .....	(874)
第一节 定向钻井测量仪器简介 .....	(874)
第二节 造斜钻具组合在直井中的定向 .....	(878)
第三节 变向器在斜井中的定向仪器和工具 .....	(885)

第四节 造斜钻具定向的遥测系统 .....	(887)
<b>第六章 定向钻井的造斜机理及过程 .....</b>	<b>(895)</b>
第一节 井斜 .....	(895)
第二节 人为造斜机理和过程 .....	(897)
第三节 钻头侧切削特性和对造斜的影响 .....	(903)
<b>第七章 定向钻井的造斜 BHA 的设计 .....</b>	<b>(911)</b>
第一节 造斜钻具组合 .....	(911)
第二节 钻头上的造斜力计算 .....	(916)
第三节 确定造斜力及造斜 BHA 基本尺寸的临界值 .....	(919)
第四节 造斜 BHA 校核 .....	(922)
<b>第八章 定向钻井新工艺 .....</b>	<b>(927)</b>
第一节 定向井钻井工艺特点 .....	(927)
第二节 定向钻井的钻进参数的选择和依据 .....	(935)
第三节 定向井洗井 .....	(940)
第四节 钻柱和井壁的相互作用 .....	(942)
第五节 大钩载荷的计算 .....	(945)
第六节 定向钻井的基本工艺要求 .....	(948)
<b>第九章 定向钻井标定作业 .....</b>	<b>(953)</b>
第一节 确定变向器在井底的位置 .....	(953)
第二节 钻柱反扭角的计算 .....	(958)
第三节 井眼轨迹空间位置的允许偏差 .....	(964)
第四节 井底位置精度的评价方法 .....	(968)
<b>第十章 定向井固井 .....</b>	<b>(972)</b>
第一节 定向井套管计算 .....	(972)
第二节 定向井固井井眼剖面计算 .....	(978)
第三节 套管注水泥计算 .....	(982)
第四节 固井新技术 .....	(987)
<b>第十一章 多底井和辐向井钻井 .....</b>	<b>(989)</b>
第一节 多底井和水平井剖面选择 .....	(989)
第二节 多底井和辐向井钻井工艺及钻井工具 .....	(995)
第三节 侧钻 .....	(999)

第四节	多底井和辐向井的固井 .....	(1011)
第十二章	定向井钻井相关问题 .....	(1013)
第一节	丛式井建井特点 .....	(1013)
第二节	定向钻井经济学 .....	(1016)
第三节	定向钻井中的环保问题 .....	(1022)
第十三章	定向钻井技术的发展展望 .....	(1024)
第一节	定向钻井技术的发展 .....	(1024)
第二节	井身轨迹自动控制钻井技术 .....	(1026)

## 第五篇 定向钻井测量仪器的结构、原理、使用与维修

第一章	单点照相测斜仪 .....	(1031)
第一节	概述 .....	(1031)
第二节	单点照相测斜仪的结构和原理 .....	(1032)
第三节	单点照相测斜仪的使用 .....	(1047)
第四节	单点照相测斜仪的维修 .....	(1056)
第二章	磁多点照相测斜仪 .....	(1067)
第一节	概述 .....	(1067)
第二节	磁多点照相测斜仪的结构和原理 .....	(1068)
第三节	多点照相测斜仪的使用 .....	(1077)
第四节	数据处理 .....	(1103)
第五节	多点照相测斜仪的调校与维修 .....	(1120)
第三章	水平照相陀螺仪 .....	(1130)
第一节	概述 .....	(1130)
第二节	两自由度陀螺基本知识 .....	(1131)
第三节	测井陀螺仪的结构和原理 .....	(1138)
第四节	陀螺仪的使用 .....	(1159)
第五节	陀螺仪的维修 .....	(1180)
第四章	随钻测斜仪器 .....	(1214)
第一节	概述 .....	(1214)
第二节	随钻测斜仪的结构和原理 .....	(1216)

第三节 随钻测斜仪的使用 .....	(1321)
第四节 随钻测斜仪的调校与维修 .....	(1362)

**第六篇 煤层气开采与定向技术应用实施相关  
国家行业标准及最新政策法规分类汇编**

矿山救援“十一五”发展规划 .....	(1379)
煤矿领域研究报告 .....	(1398)
八部委联合发布《煤矿瓦斯治理与利用实施意见》 .....	(1415)
《煤矿瓦斯治理经验五十条》出台 .....	(1416)
国家发展改革委关于印发煤矿瓦斯治理与利用总体方案的通知 .....	(1417)
关于印发煤矿瓦斯治理与利用实施意见的通知 .....	(1441)
煤矿瓦斯治理经验五十条 .....	(1446)
煤矿安全规程 .....	(1452)
中华人民共和国安全生产法 .....	(1622)
中华人民共和国矿山安全法 .....	(1637)

# 第一篇

## 中国煤层气地质资源 分布与开采状况



