

邢台矿区

煤矿开采

新技术应用与发展

赵庆彪 等编著

● 煤炭工业出版社

2
12

编审委员会

主任委员 郑存良
副主任委员 郭励生 赵森林
委员 (按姓氏笔划排列)
马东彩 王进学 尹志民 李 路 刘建功
杜木民 杜丙申 杨印朝 肖柱华 陈立武
孟祥荣 赵庆彪 高德生 黄献平 褚秀生
主 编 赵庆彪
副 主 编 赵森林
编写人员 (按篇序排列)
黄献平 赵庆彪 赵森林 张志国
主 审 郑存良 郭励生

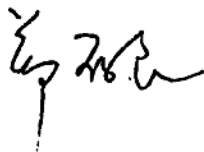
序

邢台矿业集团自1973年成立矿务局以来,紧紧地依靠技术进步,坚持实施科技兴局战略,积极推进高产高效矿井建设,取得了很大进展。1988年1月被中国统配煤矿总公司命名为现代化矿务局,同年4月被晋升为国家二级企业,是全国512家重点大型企业和全国煤炭行业最佳经济效益企业之一。集团公司现有5个生产矿井,已有4个被命名为高产高效矿井,其中东庞煤矿为部级高产高效矿井。集团公司发展到今天,首先要归结一点就是历届公司领导在思想上,技术创新意识强,重视加大科技方面的投入,始终以建设现代化矿井和高产高效矿井为目标;在行动上积极采用新技术,不断地进行矿井技术改造,提高矿井的生产技术水平和产品的技术含量。集团公司从20世纪70年代初就与有关院校合作,进行巨厚冲积层下缩小冲积层煤岩柱的开采试验,从而解放了2800万t煤炭的呆滞储量。70年代末在开采工艺大胆引进国外先进综采技术、吹响大上采掘机械化的进军号,后来经过不断地探索实践与总结分析,针对不同的地质条件,又上了几套不同类型的综采设备,构成了厚煤层一次采全高、放顶煤综采和普通综采的综采技术格局,3个矿实现了综采化矿井。从90年代初,积极大胆地研究和推广煤巷锚杆支护新技术,特别是1996年以来积极推广高强度锚杆支护系统新技术,拓宽了煤巷锚杆应用范围,为综采工作面快速推进,建设高产高效回采工作面打下了一个很好的基础。通过开采新技术的不断应用,推进了矿井高产高效建设,改变了矿井生产、安全的面貌,极大地促进了矿井集约化生产经营进程。特别是在当前市场经济的环境下,竞争日益激烈,而竞争的核心是技术竞争,只有不断地增强技术创新意识,加快企业技术进步的步伐,降低成本,增加适销对路的煤炭产品,加大科技方面的投入,才能保持企业煤炭生产经营的活力,才能在市场经济的大潮中生存下去并发展壮大。

本书较为系统地总结了邢台矿业集团煤矿开采新技术方面的生产实践经验,这只是邢台矿业集团发展的一个阶段。总结过去,是为了激励后者再接再厉,勇于创新,敢于争先,如果能做到这一点也算达到该书的初衷了。但应看到与先进的兄弟局矿、与世界先进的采煤技术水平还有较大的差距,希望集团公司广大领导和工程技术人员认清形势,增强自身的使命感和责任感,不断地推进企业技术进步,为把邢台矿业集团建设成为一个煤炭工业一流的先进企业而努力。

邢台矿业集团有限责任公司

董事长、总经理



前 言

邢台矿业(集团)有限责任公司建于1973年,现辖5个生产矿井,其中国有重点煤矿3个,设计能力330万t/a(邢台煤矿90万t/a,东庞煤矿180万t/a,葛泉煤矿60万t/a);地方国有煤矿2个,设计能力135万t/a(显德汪煤矿90万t/a,章村煤矿四井45万t/a,章村煤矿三井30万t/a注销);在建矿井一个(邢东矿井),设计能力60万t/a,计划2001年投产。邢台矿业集团设计原煤入洗能力420万t/a(东庞煤矿180万t/a,邢台煤矿120万t/a,葛泉煤矿30万t/a,显德汪煤矿60万t/a,章村煤矿30万t/a)。目前邢台矿业集团各矿实际生产能力达到670万t以上(东庞煤矿260万t/a,邢台煤矿170万t/a,葛泉煤矿65万t/a,显德汪煤矿130万t/a,章村煤矿四井45万t/a)。

邢台矿区煤系总厚180~263m,含煤13~21层。主要含煤地层厚173~230m(太原组及山西组),共含可采煤层4~10层,其中稳定可采有2层(2煤层、9煤层),不稳定局部可采8层(1煤层、2_下煤层、3煤层、4_下煤层、5煤层、6煤层、7煤层、8煤层),可采及局部可采煤层总厚14.48m,含煤系数6.3%~8.4%。截止1999年末邢台矿区国有重点煤矿地质储量11.5亿t,工业储量3.1亿t,可采储量1.7亿t;地方国有煤矿地质储量1.7亿t,工业储量1.3亿t,可采储量0.9亿t。

煤的牌号主要为1/3焦煤、肥气煤、气煤、主焦煤、贫煤和无烟煤。产品有筛混煤,洗精煤,筛混中块和混煤。其特点为低硫、低灰、低磷、发热量高,粘接性强,胶质层较厚,9级、11级炼焦煤被原煤炭工业部评为部优产品,6级冶炼精煤获国家银质奖,出口韩国、日本等国家。

邢台矿业集团长期坚持“科技兴局”发展战略,以建设高产高效矿井为重点,实施集约化生产,提高劳动效率和经济效益,增强了市场的竞争能力。从20世纪70年代中后期,各矿就开始不同程度地对矿井进行生产环节技术改造和挖潜扩建改造,提高矿井综合生产能力,以适应矿井产量增长的需要。从矿井生产设计上,加大采区走向长度和阶段、水平高度,合理集中生产,减少水平延深工程,缓解水平接替紧张局势。通过采取设计改革,为综采提供了较为充裕的战场,有利地促进了高产高效矿井建设。

实施“科技兴局”战略,进行现代化矿井建设,中心内容就采煤工艺的改革与大上采掘机械化是主要关键途径。邢台矿业集团从20世纪70年代末引进国外先进的综采工艺,大幅度提高了回采工作面单产,从而带动了围绕综采配套相关方面的改革,从矿井设计到生产环节和综采配套设备技术改造,从工人技术素质到生产管理水平都有了一个质的飞跃。特别是东庞煤矿4.5~5.0m大采高综采技术,达到了世界先进水平,根本地改变了邢台矿业集团煤矿生产的技术面貌,提高了煤炭产品的技术含量。并且根据各矿不同的地质条件,先后又上了放顶煤综采设备和经济型综采设备,都取得了较好的效果。在巷道掘进方面,积极上综合掘进机和液压钻车机械化作业线,大大地提高了单进水平,保证了综采面的正常接替。

从巷道支护改革方面,在20世纪80年代末就与有关高等院校和科研院所横向合作,走产学研结合之路开展科技攻关,煤巷应用锚杆支护新技术,取得了重大突破和进展,特别是1996年以来,煤巷支护应用高强度锚杆支护系统,大大地扩大了煤巷锚杆的支护范围,改善了巷道围岩支护状况,为综采工作面的快速推进和大幅度提高单产,提供了很有利的条件。

在资源回收方面,邢台煤矿从20世纪70年代与煤炭科学研究总院合作,积极进行弱含水巨厚冲积层下缩小冲积层煤柱攻关研究,取得了很好的成果,解放了大量的呆滞优质煤炭,设计保安防水煤柱从60m缩小到目前10~20m防砂防塌煤柱,该技术获得了全国科学大会奖。截止1999年底,邢台煤矿已从冲积层下采出1092.3万t煤炭。此外在受奥灰承压水威胁的下组煤可采及“三下”采煤方面也取得了较大的进展。

自建局以来,公司共获省、部级以上科技进步奖44项,其中“水体下采煤—缩小冲积层防水煤柱试验”获1978年全国科学大会奖;“4.5m厚煤层一次采全高综采设备及工艺”获1990年国家科技进步二等奖;“邢台矿务局煤巷锚杆支护成套技术研究”获1999年煤炭工业科技进步特等奖。

总的说,该书只是收集总结了邢台矿业集团煤矿开采方面的新技术实践经验,对于其它方面没有收录。随着企业技术创新的力度不断加大,还会取得愈来愈多的科技丰硕成果,使得邢台矿业集团不断发展和壮大。

目 录

序
前言

第一部分 矿井技术改造

1 生产矿井设计优化与技术改造	1
1.1 加大水平、阶段高度,实行上、下山开采	1
1.1.1 原因、必要性及有利条件	1
1.1.2 邢台煤矿开采水平布置改革	2
1.1.3 东庞煤矿开采水平布置改革	4
1.1.4 显德汪煤矿的上下山开采	5
1.2 加大采区走向长度,适应综合机械化开采	6
1.2.1 采区设计优化的必要性	6
1.2.2 采区优化设计实例	7
1.3 回采工作面巷道布置	9
1.3.1 综采工作面参数的确定	9
1.3.2 回采工作面的巷道布置与主要考虑的因素	10
1.3.3 回采工作面巷道布置实例	12
2 矿井生产环节技术改造	16
2.1 井下运输环节技术改造	16
2.1.1 邢台煤矿的运输系统改造	16
2.1.2 东庞煤矿的运输系统改造	17
2.1.3 显德汪煤矿二水平运输环节技术改造	18
2.2 主井提升技术改造	18
2.2.1 增加主斜井提升能力的技术改造	18
2.2.2 增加主立井提升能力的技术改造	19
2.2.3 主井提升箕斗闸门改造	19
2.2.4 井底增设缓冲煤仓	19
2.3 通风系统技术改造及安全	19
2.3.1 矿井通风系统技术改造	19
2.3.2 通风安全技术措施	21
2.4 地面储、装、运系统及排矸系统改造	23
2.4.1 地面原煤储、装、运系统改造	23
2.4.2 降低原煤含矸的技术改造	23
2.4.3 排矸系统技术改造	23

第二部分 “三下”采煤与岩溶承压水上覆煤层开采技术

3	“三下”采煤	25
3.1	章村煤矿桥下采煤	25
3.1.1	地质条件	25
3.1.2	开采方案	25
3.1.3	地表移动变形预计	26
3.1.4	桥下采煤的可行性分析	28
3.1.5	安全措施	29
3.1.6	技术经济效益	30
3.2	邢台煤矿巨厚弱含水冲积层下缩小防水、防砂、防塌煤柱开采技术	30
3.2.1	地层概述及矿井水文地质特征	30
3.2.2	冲积层煤柱安全开采的设计与方法	31
3.2.3	解决煤水分流的措施	33
3.3	东庞煤矿冲积层试采	34
3.3.1	概 况	34
3.3.2	2101(冲Ⅰ)工作面采区地质条件	34
3.3.3	2101(冲Ⅰ)工作面试采的可行性分析	35
3.3.4	2101(冲Ⅰ)工作面顶板管理方法	36
3.3.5	试采安全技术措施和防治水措施	41
3.3.6	试采的技术经济效益分析	42
4	岩溶承压水上覆9号煤带压开采	43
4.1	试采下组煤概况	43
4.2	矿井地质与水文地质条件	44
4.2.1	矿井地质条件	44
4.2.2	矿井水文地质条件	46
4.3	±0水平以上带压开采实践	48
4.3.1	章村三井井田周围的水文地质资料分析	48
4.3.2	依据奥灰岩溶强、弱含水区,确定首采区位置	49
4.3.3	试采准备阶段的水文地质工作及治水工程	49
4.4	试采期间的防探水工作	50
4.4.1	防治奥灰突水,坚持防探水安全工作细则	50
4.4.2	疏降本灰水,防突奥灰水	51
4.4.3	本溪灰岩作为警戒层的应用	51
4.5	39126工作面底板矿压破坏深度测试	52
4.5.1	测试方法的选择及观测孔布置	52
4.5.2	测试结果分析	53
4.6	行之有效的安全开采技术措施	54
4.6.1	建立和健全严格的防治水安全工作规章制度	54
4.6.2	建立可靠的矿井抗灾防排水系统	54
4.6.3	建立防治水专业队伍	54
4.6.4	以防为主的防探水措施	54
4.6.5	建立地下水动态监测网	55

4.6.6 减少9号煤底板破坏深度的开采措施	55
4.7 几点认识与初步结论	55
4.7.1 主要含水层的分析与认识	55
4.7.2 井田断裂构造导水性分析与认识	58
4.7.3 9号煤至奥灰顶面间隔水层岩性及厚度变化规律	59
4.7.4 奥陶系灰岩顶部隔水作用的分析	59
4.7.5 9号煤至奥灰含水层间隔水层岩石空隙结构特征	60

第三部分 综合机械化采煤新技术

5 4.5~5.0m 煤层一次采全高的综采高产高效技术	61
5.1 4.5~5.0m 煤层一次采全高综采工艺	62
5.1.1 煤层地质条件概况	62
5.1.2 配套设备	62
5.1.3 采煤工艺	62
5.1.4 大采高综采设备使用特点	64
5.2 综采设备整体配套性能技术改造	65
5.2.1 采煤机的技术改造	66
5.2.2 刮板输送机的技术改造	69
5.2.3 液压支架和供液系统改造	71
5.2.4 4.5m 端头支架的研制与应用	71
5.3 综采工作面快速搬家	74
5.3.1 支架回撤与安装	74
5.3.2 支架组装与解体	78
5.3.3 支架运输	80
5.4 4.5~5.0m 综采面顶板动态与支架工况监控	83
5.4.1 监控的必要性	83
5.4.2 监控机理浅析	83
5.4.3 监控方法与主要内容	84
5.4.4 监控效果	84
5.5 特殊地质条件下的大采高综采技术	85
5.5.1 大采高综采工作面大角度俯采	85
5.5.2 大采高综采面大角度仰采	87
5.5.3 大采高综采面对接工艺及续减架	91
5.5.4 大采高综采工作面扇形开采	94
5.5.5 大采高综采支架的倒架分析及防治	97
5.5.6 大采高综采过断层破碎带及冒顶区的几点做法	100
5.5.7 大采高综采跨巷开采	102
5.5.8 大倾角煤层的大采高综采试验	104
6 厚煤层放顶煤综采技术	108
6.1 缓倾斜厚煤层放顶煤综采技术	109
6.1.1 地质条件及巷道布置	109
6.1.2 工作面设备选型及配套	109
6.1.3 采煤工艺	110

6.1.4	煤尘防治	111
6.1.5	技术经济效益	112
6.2	简易轻型综放支架的应用技术研究	112
6.2.1	轻型放顶煤支架的主要技术特征和工作面的设备配套	112
6.2.2	采煤工艺参数的确定	114
6.2.3	提高回收率的措施及其评价	115
6.2.4	工作面加减支架的工艺	115
6.2.5	技术经济效果	115
7	普通综采特殊开采技术	116
7.1	“三软”煤层应用经济型综采	116
7.1.1	轻型支架设备概述	116
7.1.2	在复杂条件下的新技术应用	117
7.1.3	采场围岩活动规律的研究	118
7.1.4	复杂地质条件下的技术措施	120
7.1.5	综合效益	123
7.2	综机网下大倾角仰采	124
7.2.1	问题及措施	124
7.2.2	工作面管理	125
7.2.3	安全技术管理	125
7.2.4	效 果	126
7.3	大倾角俯斜工作面初始扇形开采	126
7.3.1	工 艺	126
7.3.2	问题及措施	127
7.3.3	经济效果	129
7.4	综采工作面在跨采条件下的调采	129
7.4.1	地质条件	129
7.4.2	跨采采取的措施	129
7.4.3	调采采取的措施	130
7.4.4	经济效益和社会效益	130
7.5	综采面停采前的调采	130
7.5.1	地质条件	130
7.5.2	关键技术和措施	131
7.5.3	其它有关问题	132
7.5.4	经济效果	133

第四部分 巷道快速掘进与支护技术改革

8	巷道快速掘进	134
8.1	岩巷液压钻车机械化作业线快速掘进	134
8.1.1	工程及地质概述	134
8.1.2	设备配套形式及施工工艺	135
8.1.3	采用中深孔爆破技术	136
8.1.4	劳动组织与工序安排	137
8.1.5	技术经济效果	138

8.2 液压钻车斜巷施工技术	138
8.2.1 试验地点概况	139
8.2.2 设备配套形式	139
8.2.3 设备改进及特殊工艺	139
8.2.4 效果评价	140
8.3 应用“三小”技术实现岩巷快速掘进	140
8.3.1 “三小”技术简述	140
8.3.2 爆破参数的确定	141
8.3.3 施工管理措施	143
8.3.4 应用“三小”过程中出现的问题及解决措施	143
8.3.5 技术经济效果	144
8.4 应用反井钻机施工斜溜煤眼	144
8.4.1 工程概述	144
8.4.2 施工方案	144
8.4.3 反井施工	145
8.4.4 注意事项及效果	146
8.5 BJ83 型摆振射流落煤器掘进	146
8.5.1 掘进设备配置及操作要求	147
8.5.2 落煤工艺	147
8.5.3 试验效果及效益	149
8.5.4 初步结论与建议	150
8.6 岩巷定向断裂爆破技术应用	150
8.6.1 技术经济指标要求	150
8.6.2 工程概况	151
8.6.3 定向断裂爆破技术的应用	152
8.6.4 定向断裂爆破技术经济效果评价	154
8.6.5 结 论	155
8.7 副井不停产拆除井筒延深保护岩柱	155
8.7.1 安全保护盘的安装	155
8.7.2 爆破拆除方法	156
8.7.3 筑壁支护	156
8.8 大断面锚杆支护煤巷快速掘进	157
8.8.1 巷道支护技术参数	157
8.8.2 掘进装备与工艺	158
8.8.3 施工注意事项与特殊顶板条件下支护措施	159
8.8.4 效果及认识	159
9 巷道支护新技术	160
9.1 岩巷支护新技术及煤巷支架支护改革	160
9.1.1 直径 1.2m 通风立眼喷射混凝土支护	160
9.1.2 快速承载锚索支护技术	161
9.1.3 大断面双向可缩矿工钢梯形支架的应用	165
9.2 煤巷锚杆支护	169
9.2.1 4.5~5.0m 综采巷道普通锚梁网支护	169

9.2.2 特大断面综采切眼桁架锚杆组合支护	172
9.2.3 大跨度综采切眼锚梁网支护	174
9.2.4 煤巷“三小”支护技术的应用	176
9.2.5 煤巷锚杆桁架支护	177
9.2.6 煤巷小孔径锚索加固支护技术	183
9.2.7 树脂卷快速锚固小锚索加固支护	188
9.2.8 高强度锚杆在煤巷支护中的应用	189
9.2.9 全煤巷道锚杆支护	195
9.2.10 极软煤层复合顶板回采巷道锚杆支护	199
9.3 沿空留巷技术应用	202
9.3.1 综采面巷旁高水速凝材料整体充填留巷	202
9.3.2 “三软”煤层条件下沿空留巷	207
9.4 巷道底臃综合治理技术	215
9.4.1 锚注加固技术在围岩控制方面的应用	215
9.4.2 锚杆支护及注浆控制煤巷底臃	217
9.4.3 大采高综采跨巷综合加固技术	222
9.4.4 膨胀软岩锚注加固技术及应用	223
编后语	227
主要参考文献	228

CONTENTS

Part I Technologies in coal mines

1	Optimization of design & reform of technologies in production mines	1
1.1	Increase height of level and stage to achieve upward & downward mining	1
1.1.1	Causes, necessity and helpful conditions	1
1.1.2	Reform of mining level arrangement in Xingtai Coal Mine	2
1.1.3	Reform of mining level arrangement in Dongpang Coal Mine	4
1.1.4	Upward & downward mining in Xiandewang Coal Mine	5
1.2	Lengthen mining area tread to allow fully-mechanized method	6
1.2.1	Necessity of design optimization of mining area	6
1.2.2	Cases of design optimization of mining area	7
1.3	Arrangement of roadway in mining working face	9
1.3.1	Determination of parameters in fully-mechanized working face	9
1.3.2	Arrangement of roadway in mining working face	10
1.3.3	Cases of arrangement of roadway in mining working face	12
2	Technical reform of producing links in coal mine	16
2.1	Technical reform of transportation underground	16
2.1.1	Reform of transportation system in Xingtai Coal Mine	16
2.1.2	Reform of transportation system in Dongpang Coal Mine	17
2.1.3	Technical reform of transportation system in level 2 in Xiandewang Coal Mine	18
2.2	Technical reform of hoisting in main shaft	18
2.2.1	Technical reform to increase hoisting capability of main inclined shaft	18
2.2.2	Technical reform to increase hoisting capability of main shaft	19
2.2.3	Reform of main hoisting bucket gate	19
2.2.4	Buffering coal storehouse added to floor	19
2.3	Technical reform of ventilation system and its safety	19
2.3.1	Technical reform of ventilation system in coal mine	19
2.3.2	Technical measures for ventilation safety	21
2.4	Reform of systems of storage, loading and transportation as well as gangue-exhausting on surface	23

2.4.1	Reform of systems of storing, loading and transportation of original coal on surface	23
2.4.2	Technical reform to decrease gangue masses on original coal	23
2.4.3	Technical reform of gangue-exhausting system	23

Part I "Three-beneath" mining and mining technologies of coal seam over karst bearing-water

3	"Three-beneath" mining	25
3.1	Mining beneath bridge in Zhangcun Coal Mine	25
3.1.1	Geological conditions	25
3.1.2	Mining program	25
3.1.3	Prediction of deformation and movements of surface	26
3.1.4	Analysis on feasibility of mining beneath bridge	28
3.1.5	Safety measure	29
3.1.6	Technical and economic results	30
3.2	Mining technologies to lessen waterproof, sandproof and anti-collaps coal pillar in ultra-thick weak water-bearing alluviation layer in Xingtai Coal Mine	30
3.2.1	Introduction on strata and hydrogeological characteristics	30
3.2.2	Design and method of safely mining of coal pillar in alluviation layer	31
3.2.3	Mesure to separate coal from water	33
3.3	Trial mining in alluviation in Dongpang Coal Mine	34
3.3.1	Introduction	34
3.3.2	Geological condition of mining in working face 2101 (alluviation layer I)	34
3.3.3	Analysis on feasibility of trial mining in working face 2101 (alluviation layer I)	35
3.3.4	Management of roof of working face 2101 (alluviation layer I)	36
3.3.5	Technical measure for safely trial mining and for water control	41
3.3.6	Analysis on technical & economic benefits of trial mining	42
4	Mining with strata pressure of No. 9 coal over karst bearing-water	43
4.1	Introduction on trial mining of sub-group coal	43
4.2	Geological & hydrogeological conditions of mine	44
4.2.1	Geological conditions	44
4.2.2	Hydrogeological conditions	46
4.3	Mining practice with strata pressure above level ± 0	48
4.3.1	Analysis on hydrogeological data around mine field of shaft 3	48
4.3.2	Determination of first mining area according to strong and weak	

water-bearing part of karst from limestone in ordovician sequences	49
4.3.3 Hydrogeological actions and water-control project	
during trial mining preparation	49
4.4 Control and detection of water during trial mining	50
4.4.1 Prevent inrush of water from limestone in ordovician sequences	
abiding by details on safely prevention and detection of water	50
4.4.2 Decrease limestone water in Benxi Group and prevent inrush	
water from limestone in ordovician sequences	51
4.4.3 Application of limestone rock in Benxi Group as warning layer	51
4.5 Detection of depth of destruction by strata pressure of floor in	
working face 39126	52
4.5.1 Selection of detection options and arrangement of observation hole	52
4.5.2 Analysis on detection data	53
4.6 Practical measure for safely mining technologies	54
4.6.1 Establish and perfect strict regulations on safety of water control	54
4.6.2 Establish reliable control and drainage system to resist disaster	54
4.6.3 Constitute qualified water-control personnels	54
4.6.4 "Prevention is the key" as measure to control and detection of	
water	54
4.6.5 Establishment of dynamic control and testing net to test water	
underground	55
4.6.6 Mining measures to decrease depth of destruction of floor of	
coal No. 9	55
4.7 Views and primary summary	55
4.7.1 Analysis and views on main water-bearing seam	55
4.7.2 Analysis and views on water penetration of faulted structure in coal	
field	58
4.7.3 Strata of water insulation layer from coal No. 9 to top of limestone	
in ordovician sequences	59
4.7.4 Analysis on water insulation effect of top limestone in ordovician	
sequences	59
4.7.5 Structural characteristics of gaps in rocks of water insulation layer	
between coal No. 9 and water-bearing layer from limestone in	
ordovician sequences	60

Part III New technologies of fully-mechanized mining

5 Productive and efficient tech of fully-mechanized mining at full height	
in coal seam of 4.5 to 5.0 meters	61

5.1 Fully-mechanized tech. at full height in coal seam of 4.5 to 5.0 meters	62
5.1.1 Introduction on geological conditions of coal seam	62
5.1.2 Matching of equipments	62
5.1.3 Mining technologies	62
5.1.4 Characteristics of using fully-mechanized equipments at large mining height	64
5.2 Technical reform of entire necessary features of fully-mechanized equipments	65
5.2.1 Technical reform of miner	66
5.2.2 Technical reform of scraper conveyor	69
5.2.3 Reform of hydraulic supports and fluid-supplying system	71
5.2.4 Development and application of terminal support of 4.5 meters height	71
5.3 Rapid removal of fully-mechanized working face	74
5.3.1 Dismantling and installment of supports	74
5.3.2 Assembly and dismantle supports	78
5.3.3 Transportation of supports	80
5.4 Dynamic control of roof of 4.5 to 5.0 meters fully-mechanized working face and condition of supports	83
5.4.1 Necessity of control	83
5.4.2 Analysis on mechanism of control	83
5.4.3 Method of control and its contents	84
5.4.4 Effects	84
5.5 Fully-mechanized mining tech. at large height under special geological conditions	85
5.5.1 Downward mining at large angle in fully-mechanized working face at large height	85
5.5.2 Upward mining at large angle in fully-mechanized working face at large height	87
5.5.3 Butt joining tech of fully-mechanized working face at large height and increase of decrease of supports	91
5.5.4 Mining in sector mode in fully-mechanized working face at large height	94
5.5.5 Analysis on causes for supports falling in fully-mechanized mining face at large height and its preventions	97
5.5.6 Experiences with mining in fault fracture zone and roof fall part in fully-mechanized face at large height	100
5.5.7 Crossover-roadway mining in fully-mechanized mining at large	

height	102
5.5.8 Experiment of fully-mechanized mining at full height in large dip angle coal seam	104
6 Fully-mechanized tech. of sublevel caving in thick coal seam	108
6.1 Fully-mechanized tech. of sublevel caving in thick coal seam at slight inclination	109
6.1.1 Geological conditions and arrangement of roadway	109
6.1.2 Selection and matching of equipments in working face	109
6.1.3 Mining technologies	110
6.1.4 Control of dust	111
6.1.5 Technical and economic benefits	112
6.2 Study on applied technologies of simple and light supports in fully- mechanized working face	112
6.2.1 Key technical specifications of light supports for sublevel caving and matching of equipments in working face	112
6.2.2 Determination of parameters in mining technology	114
6.2.3 Measures to increase recycling rate and its evaluation	115
6.2.4 Technology of increase and decrease of supports in working face	115
6.2.5 Technical and economical results	115
7 Special mining tech. used in ordinary mechanized mining face	116
7.1 Application of economic mechanized mining in "three-weak" coal seam	116
7.1.1 Introduction on light supports	116
7.1.2 Application of new tech. in complicated conditions	117
7.1.3 Study on moving law of surrounding rock around mining area	118
7.1.4 Technical measures under complicated geological conditions	120
7.1.5 overall benefits	123
7.2 Upward mining in large dip-angle under nets in fully-mechanized face	124
7.2.1 Difficulties and measures	124
7.2.2 Management of working face	125
7.2.3 Technical management for safety	125
7.2.4 Effects	126
7.3 Sector-shaped mining at beginning of downward inclined working face at large dip-angle	126
7.3.1 Technologies	126
7.3.2 Difficulties and measures	127
7.3.3 Economical results	129
7.4 Regulated mining under crossover mining condition in fully- mechanized working face	129

7.4.1 Geological conditions	129
7.4.2 Measures taken in crossover mining	129
7.4.3 Measures taken in regulated mining	130
7.4.4 Economic and social results	130
7.5 Regulated mining before stopping mining in fully-mechanized face	130
7.5.1 Geological conditions	130
7.5.2 Key technologies and measures	131
7.5.3 Other notes	132
7.5.4 Economic results	133

Part IV Rapid drilling of roadway and reform of supporting tech

8 Rapid drilling of roadway	134
8.1 Rapid drilling by mechanical operation line with hydraulic driller in rock roadway	134
8.1.1 Introduction on project and geological conditions	134
8.1.2 Pattern of matching of equipments and construction tech	135
8.1.3 Application of blasting tech. in medium or deep hole	136
8.1.4 Labor organization and arrangement of working procedure	137
8.1.5 Technical & economic results	138
8.2 Construction tech. in inclined roadway by hydraulic driller	138
8.2.1 Introduction on experimental site	139
8.2.2 Patterns of equipments matching	139
8.2.3 Modification of equipments and special tech	139
8.2.4 Evaluation on results	140
8.3 Rapid drilling in rock roadway by using "three-small" tech	140
8.3.1 Introduction on "three-small" tech	140
8.3.2 Determination of parameters on blasting	141
8.3.3 Management of construction	143
8.3.4 Problems occurred in app of "three-small" and resolutions	143
8.3.5 Technical and economic results	144
8.4 Construction of slanted hole for releasing coal with reverse- directional driller	144
8.4.1 Introduction on project	144
8.4.2 Construction program	144
8.4.3 Reverse-directional construction	145
8.4.4 Notices and effects	146
8.5 Drilling with shaking and vibrating fluidic coal befalling tech	146