

国家自然科学基金创新研究群体项目 (51421003)

国家自然科学基金重点项目 (50834005)

国家自然科学基金项目 (51323004、51074163)

教育部新世纪优秀人才计划 (NCET-08-0837)

江苏省“六大人才高峰”高层次人才项目

厚松散层特厚煤层特大型矿井 快速建设与综放开采关键技术

马占国 王泽民 ○ 著

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

国家自然科学基金创新研究群体项目 (51421003)

国家自然科学基金重点项目 (50834005)

国家自然科学基金项目 (51323004、51074163)

教育部新世纪优秀人才计划 (NCET-08-0837)

江苏省“六大人才高峰”高层次人才项目

厚松散层特厚煤层特大型矿井 快速建设与综放开采关键技术

马占国 王泽民 ○ 著

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

针对西部矿区厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建井和综放开采中的关键难题,通过综合运用理论分析、数值模拟、物理试验、相似试验、现场工业性试验等方法,系统地研究了千万吨级特大型矿井快速建井关键技术、薄基岩厚松散层特厚煤层巷道支护技术、年产1 000万t综放工作面成套技术、特厚煤层大采高综放开采安全保障等问题。主要包括:煤岩物理力学特性、快速建井创新体系、浅埋薄基岩特厚松散煤层围岩控制体系、特厚煤层大采高大采放比综放开采技术、特厚煤层大采高综放开采安全保障体系等。

本书可供从事采矿工程、矿山测量、环境工程、地质工程、矿山安全以及岩石力学与工程等专业的科技工作者、研究生和本科生参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建设与综放开采关键技术/马占国,王泽民著. —徐州:中国矿业大学出版社, 2016.4

ISBN 978 - 7 - 5646 -2166 - 7

I. ①厚… II. ①马… ②王… III. ①特厚煤层采煤法 IV. ①TD823.25

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 298604 号

书 名 厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建设与综放开采关键技术
著 者 马占国 王泽民
责任编辑 王美柱
出版发行 中国矿业大学出版社有限责任公司
(江苏省徐州市解放南路 邮编 221008)
营销热线 (0516)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 江苏淮阴新华印刷厂
开 本 787×1092 1/16 印张 18 字数 449 千字
版次印次 2016 年 4 月第 1 版 2016 年 4 月第 1 次印刷
定 价 68.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建设与 综放开采关键技术》 撰写人员名单

华电煤业集团内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司：

王泽民 杨宝智 高有亮 杨玉树 刘占斌 陈德杰 上官建华
张振锋 许刚 周士磊 冯宇 杨宝石 李红计 赵强
李飞 苏帆 骆国华 关小高 姚克勇 叶文团 李江波
闫新安 尤盘所 段红飞 等

中国矿业大学：

马占国 龚鹏 刘飞 陆昭旭 王坤 蒋众喜 连永权
贺纯纯 史晓东 郭树海 范金泉 张国伟 李凯 李明
吴斌 黄志敏 孙凯 潘银光 朱发浩 兰天 耿敏敏 等

河南理工大学：

李化敏 李东印 蒋东杰 张旭和 等

太原理工大学：

赵国贞

前言

中国经济的高速发展,需要煤炭产量的快速增长。2011年,中国原煤产量达到35.2亿t,《煤炭工业发展“十二五”规划》提出,到2015年生产能力达41.4亿t/a,新建煤矿以大型现代化煤矿为主,生产开发规模要与生态环境承载力和水资源条件相适应。但长期以来,我国煤炭企业小规模、低效率生产造成了严重的资源浪费和安全隐患。矿井建设周期长、生产能力小、自动化程度低等是煤炭生产占用大量资金、劳动力、物料的重要根源之一,效率低、效益不高是影响安全投入的重要原因。国内近20年的矿井建设实践,新建年产100万t矿井的建井工期平均3~5a,作为快速建井典型的年产600万t特大型矿井大柳塔煤矿的工期8.5a。国内现有生产矿井中,70%的年产能不足100万t,年产千万吨的矿井不到60家,达到工作面年产1000万t的矿井更少。

煤炭高效集约化生产是世界煤炭工业发展的主流,也是我国煤炭工业发展的方向。把国外的高产高效采煤技术直接用于我国的煤炭开采,存在适应性差和技术工艺复杂等问题。随着我国能源战略的逐渐西移,自主开发适合厚松散层特厚煤层条件下的快速建井和生产技术具有重要的经济、社会、环境效益和现实意义,即能实现:(1)矿井的快速建设,减少资金、人力、物资的占用和闲置时间,为后续矿井的建设提供标杆;(2)大采高、大采放比开采技术,能使工作面生产能力增大,矿井生产效能和工效得到大幅度提高;(3)有效的围岩控制理论和技术为矿井的高效生产提供保证;(4)完善的安全保障体系能保证矿井生产的安全和人员工作环境的可靠。实践证明,高效集约化开采是我国煤炭企业生存和发展的必由之路。同时,也是提高我国煤炭开采技术在世界煤炭市场上竞争力的必要手段。

针对厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建井和综放开采中的关键难题,本书通过综合运用理论分析、数值模拟、物理试验、相似试验、现场工业性试验等方法,系统地研究了千万吨级特大型矿井快速建井关键技术、薄基岩厚松散层特厚煤层巷道支护技术、年产1000万t综放工作面成套技术、特厚煤层大采高综放开采安全保障等问题。主要内容包括:煤岩物理力学特性、快速建井创新体系、浅埋薄基岩特厚松散煤层围岩控制体系、特厚煤层大采高大采放比综放开采技术、特厚煤层大采高综放开采安全保障体系等。

本书研究过程中,得到了中国矿业大学缪协兴教授、郭广礼教授、茅献彪教授、王连国教授、柏建彪教授、赵鹏高工、关祥慧高工、张帆工程师、李强讲师、李志坚工程师和河南理工大学李化敏教授、李东印教授及其研究生等的指导和帮助;赵国贞、龚鹏、刘飞、陆昭旭、王坤、蒋众喜、黄志敏、孙凯、潘银光、朱发浩、兰天、耿敏敏等研究生参加了部分章节的写作工作;连永权、贺纯纯、史晓东、郭树海、范金泉、张国伟、李凯、李明、吴斌等人参加了本书的有关实验、数据处理、插图绘制和文字校对等工作。

本研究得到了华电煤业集团、内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司和中煤建设集团等众多煤矿企业的大力支持和有关领导的无私帮助,在此表示衷心的感谢。

感谢书中引用文献的作者。本书参阅文献较多,如有遗漏敬请谅解,在此一并表示感谢。

本研究还得到如下资助:国家自然科学基金创新研究群体项目(51421003)、国家自然科学基金重点项目(50834005)、国家自然科学基金项目(51323004、51074163)、教育部新世纪优秀人才计划(NCET-08-0837)、国家自然科学基金青年基金项目(41104011)、国家留学基金、江苏省“六大人才高峰”高层次人才项目、江苏省“青蓝工程”优秀青年骨干教师计划、中央高校基本科研业务费专项资金、深部岩土力学与地下工程国家重点实验室专项基金、江苏省研究生培养创新工程(CXZZ13_0924)、江苏省老工业基地资源利用与生态修复协同创新中心专项经费。

随着我国能源战略西移,厚松散层特厚煤层特大型矿井快速建井和综放开采技术已经成为新的研究难点和热点。厚松散层特厚煤层条件下的高效科学开采技术研究涉及众多学科,有许多理论和实践问题仍有待于深入研究,由于作者水平所限,书中难免有不妥之处,敬请广大同行专家和读者批评指正。

著 者

2015 年 11 月

目 录

1	总论	1
1.1	研究矿区概况	1
1.2	矿井总体规划	3
1.3	煤矿建设综述	3
1.4	生产系统概况	5
2	矿区煤岩物理力学特性	8
2.1	煤(岩)样物理力学特性	9
2.2	煤(岩)样应力—应变曲线	13
2.3	煤(岩)样物理力学参数	18
2.4	煤(岩)样破坏特征	23
3	快速建井创新体系	27
3.1	快速建井模式	27
3.2	井口位置及开拓方式优化	30
3.3	矿建“双四同时”施工方法	35
3.4	主、副斜硐建设技术创新	36
3.5	进、回风井快速施工技术	41
3.6	矿井新型供电模式	50
3.7	松散破碎围岩大巷支护技术	51
3.8	矿区水循环利用系统	55
4	浅埋薄基岩特厚松散煤层围岩控制体系	58
4.1	巷道支护等强协调稳定理论	58
4.2	巷道支护参数确定	64
4.3	特厚松散煤层巷道围岩支护技术	68
4.4	大断面巷道围岩支护质量检测与评价	95
4.5	大跨度泥岩夹层顶板切眼围岩控制技术	115
4.6	特厚松散煤层巷道过冒顶区治理技术	129
5	特厚煤层大采高大采放比综放开采技术	133
5.1	特厚煤层大采高综放开采覆岩结构特征	133
5.2	特厚煤层大采高综放开采煤岩运移规律	136
5.3	工作面设备选型配套及工艺参数	147

5.4	煤炭回收率分析评价	158
5.5	浅埋薄基岩特厚松散煤层综放面矿压规律	179
6	特厚煤层大采高综放开采安全保障体系	217
6.1	矿井综合防尘技术	217
6.2	综合防灭火技术	222
6.3	地质保障体系	252
6.4	全自动安全监测监控体系	261
参考文献		267

1 总 论

1.1 研究矿区概况

准格尔矿区位于内蒙古自治区鄂尔多斯市准格尔旗东部,矿区东部和南部靠近黄河。根据 2004 年 9 月 27 日国土资源部、国家发展和改革委员会联合发布的《关于设立首批煤炭国家规划矿区的公告》,准格尔矿区范围由 19 个拐点圈成,矿区总面积 $2\,890\text{ km}^2$ 。地理位置坐标东经 $110^{\circ}46'00''\sim 111^{\circ}25'00''$,北纬 $39^{\circ}21'00''\sim 40^{\circ}03'00''$ 。

矿区煤层赋存东部浅、西部深,东部有煤层露头。矿区的地质勘探工作开始于 20 世纪 50 年代,历经普查、详查和精查。由于煤层东部埋藏浅,勘探工作主要集中于东部区域。根据勘探程度和范围的不同,以 6 号煤层 600 m 底板等高线为界,本矿区自然地分为东西两部分,东部为勘探程度较高的普查、详查及精查区,西部为找煤区。

准格尔矿区东部行政区划隶属东孔兑、窑沟、黑岱沟、海子塔、魏家峁、长滩、马栅乡(镇)管辖,准格尔旗所在地薛家湾镇位于矿区的中北部。东区范围北东南三面以煤层露头为界,西部以 6 号煤层 600 m 底板等高线为界,南北长 65 km,东西宽 21 km,面积 $1\,365\text{ km}^2$,含煤面积 $1\,022\text{ km}^2$ 。

准格尔矿区地处经济发达的华北经济圈内,煤炭需求量较大,开发条件优越。2004 年 9 月 27 日,准格尔矿区被国土资源部和国家发展和改革委员会划定为首批 19 个煤炭国家规划区之一。

试验井田位于准格尔煤田最北部,行政隶属准格尔旗东孔兑乡,隔黄河北与托可托县为邻,东与清水河县相望。地理坐标:东经 $111^{\circ}16'00''\sim 111^{\circ}20'00''$,北纬 $39^{\circ}55'45''\sim 40^{\circ}00'00''$ 。

大(同)准(格尔)电气化铁路全长 264 km,向东与大(同)秦(皇岛)线接轨,西至矿区薛家湾镇;准(格尔)东(胜)铁路东起大准铁路薛家湾站,西接包(头)神(木)铁路巴图塔站,全长 145 km。正在建设的呼(和浩特)准(格尔)铁路专用线(全长 116 km),可将准格尔煤炭就近运送到托克托电厂及呼和浩特市。

井田的西部、北部有 S103 道在井田内通过,北距呼和对特约 95 km,南至薛家湾镇约 23 km。薛家湾镇现有数条高等级公路分别到达鄂尔多斯市政府所在地东胜区和自治区政府所在地呼和浩特市。

矿区内公路、铁路交通已形成网络,交通十分方便,矿区交通位置图见图 1-1-1。

井田位于鄂尔多斯黄土高原,呈典型的黄土高原地貌。地表被广厚的黄土和风积沙大面积覆盖,只在较大的冲沟中才有基岩出露。地形复杂,沟壑纵横,树枝状冲沟十分发育。地形总趋势是西南高,东北低,海拔 $1\,127\sim 1\,346\text{ m}$,高差 219 m。

本区属大陆性干旱气候。冬季严寒,夏季温热而短暂,寒暑变化剧烈,昼夜温差大,年平均气温 $5.3\sim 7.6\text{ }^{\circ}\text{C}$,最低气温 $-36.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,一般结冰期为每年 10 月至翌年 4 月,最大冻土深度 1.50 m。降雨多集中在 7、8、9 月,年平均降水量 408 mm,年总蒸发量 $1\,824.7\sim 2\,204.6\text{ mm}$,是降水量的 5~8 倍。本地区无霜期约 150 d。区内受季风影响,冬春季多风,

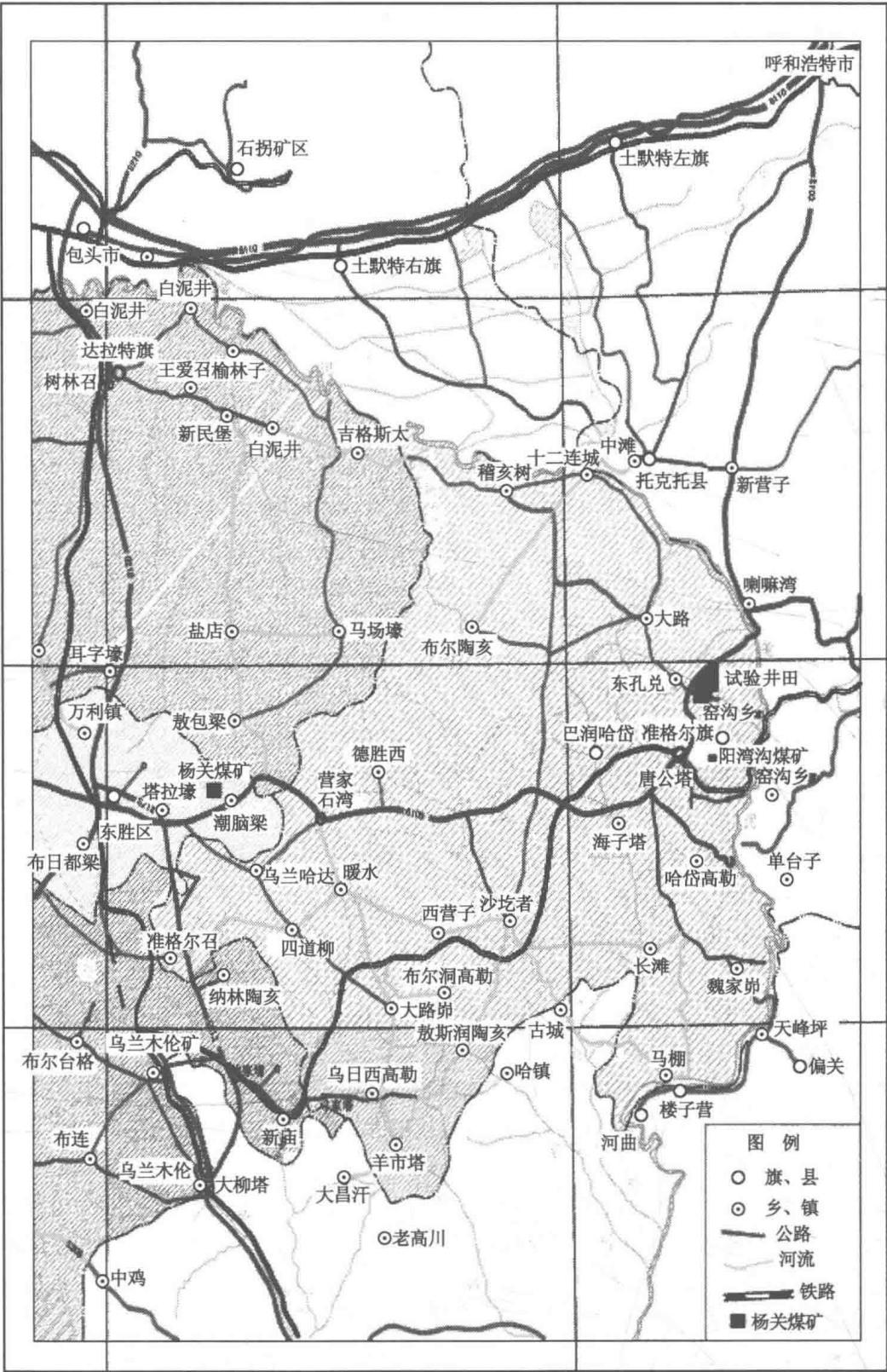


图 1-1-1 试验矿区交通位置图

风速一般为 16~20 m/s,最大风速 40 m/s,区内主导风向为西北风。进入 20 世纪 90 年代,本地气候有所变化,气温有逐年增高的趋势,且季节性温差也逐年减小,地区性扬沙天气和沙尘暴次数增多。

据“中国地震动参数区划图”划分,本区地震动峰值加速度(g)为 0.10,地震烈度为 7 度。

井田内人口少,居住分散,以农业为主,区内土地贫瘠,雨量稀少,粮食常不能自给自足。其次为牧业,手工业、工业甚少。农民生活贫穷,经济相对滞后。近年来国民经济的蓬勃发展带动了地区经济的繁荣,鄂尔多斯市以煤炭、天然气、耐火黏土、羊绒四大支柱产业为优势,取得了很好的经济效益,地区丰厚的资源受到国内外的重视,赢得了很好的投资环境,对鄂尔多斯地区的经济发展起到了积极的推动作用,同时也为煤炭资源开发提供了更广阔的前景。

1.2 矿井总体规划

1.2.1 井田范围及储量

试验井田范围由 7、B、C、D、E、F、A 七个拐点连成的不规则多边形构成。井田东西最宽处 6.231 km,南北最长处 9.498 km,面积约 48 km²。煤炭资源量 1 411.20 Mt,推断的内蕴经济资源量(333)946.61 Mt。经计算,矿井设计可采储量为 826.04 Mt。矿井年工作天数 330 d,每天四班作业,三班生产、一班准备及检修,每班工作 6 h,每天净提升时间 16 h。

1.2.2 井田开拓方式

试验矿井采用斜、立井混合开拓,主、副井采用斜井方式,坡度均为 5°30',进、回风井采用立井方式。矿井主工业场地及井口位置设在井田东北角。矿井初期在井田中部布置风井工业场地,布置一条进风立井和一条回风立井,后期在杨四圪咀镇南侧布置安全出口场地,布置一条南部安全出口,形式为立井。

1.2.3 水平划分

本井田主要开采 6、9[±]和 9 号煤层,设计将各可采煤层分成上下两个水平进行开采,6[±]、6 和 6_下煤层为一水平,水平标高+952 m,9[±]和 9 号煤层为二水平,水平标高+911 m,分别布置大巷进行开拓,井底车场和硐室分别布置在 6、9 号煤层中。

1.2.4 盘区划分

井田平面上以 S103 省道保护煤柱为界分为两个区域,在纵向上结合各煤层开采工艺,将各主要可采煤层进行分区,全井田共分为 3 个盘区。投产盘区为一盘区和二盘区,分别布置 1 个放顶煤综采工作面。其中,一盘区可采储量 151.634 Mt,服务年限 23.3 a,二盘区可采储量 223.967 Mt,服务年限 22.9 a。

1.2.5 大巷布置方式

设计一水平沿 S103 省道在 6 号煤层平行布置辅助运输大巷、带式输送机大巷、回风大巷各 1 条,担负一水平各煤层的开拓任务。二水平相同位置布置辅助运输大巷、带式输送机大巷、回风大巷各 1 条,担负二水平各煤层的开拓任务。

1.3 煤矿建设综述

试验煤矿是华电煤业集团有限公司壮大煤焦化产业链、发展新型煤炭循环经济战略的标

志性工程,是企业、社会、员工、生态和谐发展的有益探索和尝试。

试验矿井及选煤厂 2007 年 11 月 08 日正式开工建设,2008 年 12 月 23 日主井落底,副斜硐 2008 年 12 月 13 日落底。2009 年 1 月 19 日实现辅运大巷与副斜硐、主副井与风井顺利大贯通,2009 年 8 月 16 日首采综采工作面切眼小断面贯通,工作面通风系统形成。2009 年 10 月 15 日 F6102 综采工作面、地面煤流生产系统开始安装,2009 年 12 月 15 日前生产系统安装全部完成,2009 年 12 月 25 日矿井各系统均按设计施工安装完成。创造了国内同类型矿井建设的最快速度和最好水平,被誉为“华电之最”。

1.3.1 煤矿建设的准备阶段

从 2008 年 3 月国家发展和改革委员会以发改能源字【2008】674 号文件对该试验煤矿及选煤厂项目进行了核准批复。首先成立了筹备处,筹备处下设综合部和工程部两个部室,综合部负责后勤与协调工作,工程部负责施工前图纸及工程开工的准备工作。办理土地征用手续,筹集资金,选定矿建、土建、安装三类工程施工企业。

1.3.2 煤矿建设基本历程

该试验煤矿在建设过程中,始终贯彻新型绿色开采和高效集约生产的理念,采用现代化的技术和设备,运用科学的劳动组织方式,继承和发扬艰苦奋斗精神,通过规范化推进各项管理工作,使矿井初步形成了具备“高标准、高素质、高技术、高效率、高效益”精品矿井的特征。

该试验煤矿建设在招标建设队伍的时候,对施工队伍设备的先进性、施工工艺的科学性、施工队伍的整体素质以及以往的业绩都进行了认真的调查分析,以“技术先进、快速优质”为宗旨选定施工队伍。

该试验煤矿主、副井均为斜硐,两井筒施工工艺基本相同,地表部分采用暗挖方法施工,设计确定主、副斜硐井筒断面形状均为直墙半圆拱形,在第四系、新近系、古近系、基岩裸露区风化带采用工字钢混凝土复合支护;白垩系中采用素混凝土支护,支护厚度为:主斜硐 400 mm,副斜硐 500 mm;底部进入石炭二叠系后改为锚喷支护,支护厚度为:主斜硐 120 mm,副斜硐 150 mm。进、回风立井在第四系、新近系、古近系、基岩裸露区风化带采用钢筋混凝土支护;井筒全部进入白垩系和石炭二叠系后,改为素混凝土支护,支护厚度均为 500 mm。该施工方式具有工艺简单,管理方便,高效、安全,运用性强的特点。为了安全、快速地完成井筒施工,表土段采用小导管超前支护,钢拱架喷射混凝土初期临时支护,为快速施工平行作业创造了条件。

表土段和风化段,由以往的风镐掘进改为综凿机掘进,提高了工作效率。基岩段施工,采用隧道施工法,钻眼使用自制掘岩台车,分层同时钻眼,中深孔光面爆破,装载机配合自卸车运输排矸,先进行锚杆支护,滞后迎头工作面 50 m 再进行全断面挂网喷浆,缩短了小班循环时间,提高了工效。混凝土砌碛均采用导轨式整体模板台车,混凝土输送机浇注,利用联络巷交叉运输,保证了素混凝土砌碛、混凝土底板浇注及喷浆成巷,达到了前掘后支平行交叉作业的目的。借助联络巷解决了以往长距离通风难题,改善了作业环境,降低了材料成本,加快了施工步伐。经过上述措施的实施,实现了矿井快速、优质、高效的施工目的。井筒的建设工期均比计划提前完成,煤矿建设施工顺利进入二期工程——巷道的掘进。

经过精心组织,合理安排,2009 年 1 月 19 日实现辅运大巷与副斜硐、主副井与风井顺利大贯通,辅助运输系统完成了临时运输系统转换为永久运输系统,同时平行作业,地面配套运输系统也按期完成,辅助运输系统的彻底转换,再次提高了试验煤矿的提升能力,又一次为加速掘进创造了有利条件。

随着巷道由近而远不断延伸,辅助运输系统改造,工作面安装,主胶带的设备安装,主煤仓

的掘进,主斜硐的安装,初采工作面的设备安装,都在同时紧张地进行,经过各方努力,协调配合,矿井各系统终于在 2009 年 12 月 25 日施工安装完成,建井进度在国内同类矿井中处于领先水平。

2009 年 12 月 28 日,该试验煤矿及选煤厂提交了矿井联合试运转申请,2010 年 1 月 11 日,经内蒙古煤炭工业管理局以内煤规【2010】9 号文批复该试验矿井开始联合试运转。

1.4 生产系统概况

工业场地根据主、副斜井井口的位置,并结合地形将场地划为主斜井生产区、副斜井辅助生产区和行政福利(场前区)区。围墙内(含选煤厂)占地面积 42.61 公顷。

风井工业场地主要有通风机房、空气压缩机站、制氮站、35 kV 矿井变电所、锅炉房、灌浆站等建(构)筑物,围墙内占地面积 2.10 公顷。

截至 2009 年 12 月,除部分辅助生产设施作为尾留工程项目外,试验煤矿主要生产系统已按设计完成,形成了各生产系统,具体如下:

(1) 井巷工程

试验煤矿移交生产时井巷工程量 31 989.0 m,掘进总体积 688 205.7 m³,万吨掘进率 39.8 m。开拓出 1 个采区,实行集中生产。

(2) 工作面生产能力

煤矿投产及达产时开拓出 1 个采区,2 个综采放顶煤工作面,采用长壁采煤法开采,全部垮落法管理顶板。工作面长度 240 m,机采高度 4.2 m,放顶煤高度 12.34 m,采放比 1:2.94。

(3) 运输系统

主运输系统:主运输大巷采用带式输送机,工作面运输巷采用 SSJ1400/3×450 型可伸缩带式输送机。F6102 工作面→前、后部刮板输送机→转载机、破碎机→F6102 主运巷胶带输送机→大巷胶带→主井胶带→地面煤场(煤仓)。

辅助运输系统:采用防爆胶轮车进行材料和设备的运输,上下井人员采用防爆拉人车接送。地面→副斜硐→大巷→F6102 辅运巷→F6102 工作面→F6102 辅运巷→大巷→副斜硐→地面。

(4) 提升系统

主斜硐提升设备:主斜硐煤炭提升采用带式输送机运输方式,主斜硐带式输送机技术特征见表 1-1-1。驱动装置采用防爆变频调速电动机+减速器驱动方案。

表 1-1-1

主斜硐提升带式输送机技术特征表

水平机长 /m	提升高度 /m	输送能力 /(t/h)	带宽 /mm	带速 /(m/s)	驱动功率 /kW	带强 /(N/mm)	备 注
2 538	245	4 000	1 600	5.0	3×1 800	ST5000	

副井提升设备:矿井采用无轨胶轮车担负副斜硐井筒内的辅助提升,同时担负井上下的辅助运输。

(5) 通风系统

矿井采用混合式通风系统,机械抽出式通风。选用 FBDCZ—8—№32 型防爆对旋轴流式

通风机 2 台,单台风机选用 YBF—8—355 型防爆电动机 2 台,功率 2×355 kW、电压 10 kV、转速 740 r/min。1 台工作,1 台备用。目前,矿井总进风量 $180 \text{ m}^3/\text{s}$,总回风量 $180 \text{ m}^3/\text{s}$,矿井处于通风容易时期负压为 1 280 Pa,矿井处于通风困难时期负压为 2 060 Pa。地质部门共采集 17 个瓦斯样进行测定,含量 CH_4 为 0, CO_2 占 5.81%~41.33%, N_2 占 58.67%~94.19%,属二氧化碳—氮气带,属瓦斯矿井。

(6) 排水系统

矿井正常涌水量为 $158.90 \text{ m}^3/\text{h}$ (含灌浆和井下消防洒水涌水量),最大涌水量为 $409.60 \text{ m}^3/\text{h}$ (含灌浆和井下消防洒水涌水量)。根据矿井涌水量及排水高度的要求,设计选用 3 台 D280—65 $\times$ 8 型矿用排水泵,排水管路布置在主斜硐和进风立井。

(7) 压风系统

根据风动工具使用地点和用气量,在风井工业场地设置空压机组,压风管路布置在进风立井,选用 AED90A 型螺杆式空气压缩机。

(8) 供电系统

矿井二回 110 kV 供电电源,一回引自纳林沟 110 kV 变电站,一回引自大路前房子 220 kV 变电站。工业场地新建一座 110/35/10 kV 矿井变电所,选用 SSZ10—31500/110 型主变压器。设备总容量 57 256.695 kW,设备工作容量 51 766.195 kW,有功功率为 30 136.45 kW,无功功率为 14 306.40 kVar,吨煤耗电量为 11.906 (kW $\cdot$ h)/t。其中,矿井设备总容量为 9 922.59 kW,设备工作容量为 9 033.39 kW。

风井工业场地新建一座 35 kV 变电所,二回 35 kV 供电电源引自矿井工业场地矿井变电所的 35 kV 两段母线,选用 SFZ10—20000/35 型主变压器。

(9) 矿井安全、生产监控与矿井自动化

全矿井综合自动化系统设计将矿井各个主要生产环节,包括“采、掘、运、风、水、电”六大生产环节自动控制子系统以及矿井安全监测系统通过高速工业以太环网和自动化软件整合,与矿级管理系统相连,实现矿井管控一体化。综合自动化系统中心站设在地面办公楼生产综合调度室内,由工程师站和操作员站(配 21 英寸纯平显示器)对以下系统进行监测或监控:

① 矿井安全监控系统。

② 矿井变电所综保系统。

③ 矿井综合自动化调度监控系统,包括有:a. 主斜硐胶带机配电控制及大巷胶带机监控系统;b. 矿井通风机三遥系统;c. 压风机三遥系统;d. 矿井井下主排水泵三遥系统;e. 采掘工作面监测系统;f. 矿井变电所三遥系统。

(10) 注氮系统

根据本井田煤层自然发火条件和工作面数量,在风井工业场地设置制氮站,选用 $1\,000 \text{ m}^3/\text{h}$ 型膜分离制氮机 4 套,注氮管路布置在进风立井。

(11) 给水水源

矿井(含选煤厂)总用水量为 $5\,653.02 \text{ m}^3/\text{d}$,其中一般生产、生活用水 $1\,409.05 \text{ m}^3/\text{d}$,选煤厂生产用水 $1\,767.95 \text{ m}^3/\text{d}$,防火灌浆用水 $529.20 \text{ m}^3/\text{d}$,井下除尘洒水 $1\,946.82 \text{ m}^3/\text{d}$ 。井下水及污废水全部复用,剩余由外部水源供给,外部水源总供水量 $6\,000 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

矿井(含选煤厂)总排水量 $1\,002.08 \text{ m}^3/\text{d}$,其中,工业场地为 $972.67 \text{ m}^3/\text{d}$,风井工业场地为 $26.95 \text{ m}^3/\text{d}$,铁路专用线为 $2.46 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

(12) 地面运输

本矿井为大型矿井,外运量大,设计推荐煤炭外运以铁路运输为主,汽车运输(地销)为辅。建有矿井铁路专用线,正线长 5 km,装车站 3.496 km。

(13) 其他系统

粉尘灾害防治系统、消防系统、环境保护系统、顶板管理、爆炸材料库、劳动安全、地面设施、采暖供热系统等基本完备,工程质量合格,系统和设备运转正常。

2 矿区煤岩物理力学特性

岩石力学试验是岩石力学课程研究工作的基础,其不仅能够为工程设计和施工提供必不可少的岩石物理力学性质的第一手资料,而且还能为岩石力学课题的理论分析提供客观的物理基础。本试验设计方案结合试验矿区 6 号煤层,对其岩石物理力学特性进行试验研究,主要内容有:① 煤(岩)样硬度试验;② 煤(岩)样密度试验;③ 煤样单轴抗压强度试验;④ 煤样压缩变形试验;⑤ 煤(岩)样抗拉强度试验(巴西法);⑥ 煤(岩)样抗剪强度试验(变角剪法);⑦ 煤(岩)样三轴压缩及变形试验;⑧ 煤(岩)样力学伺服机注浆压缩试验。

为了研究单轴和三轴作用下煤样的变形破坏规律,将煤样加工成标准试件,具体尺寸如图 2-0-1 所示。将块状煤样放在岩样钻机上,钻取尺寸为 $\phi 50 \times 100$ mm 和 $\phi 50 \times 25$ mm 的煤芯。将加工好的煤样,按不同的高径比和不同的组合形式进行试验分组。其中,煤样单轴压缩试验和三轴压缩试验用煤样尺寸为 $\phi 50 \times 100$ mm,而巴西劈裂试验用煤样尺寸为 $\phi 50 \times 25$ mm。试验在 MTS815 试验机上进行。该试验机轴向载荷最大为 4 600 kN,单轴引伸计横向量程 ± 4 mm,纵向量程 $-2.5 \sim +12.5$ mm;三轴纵向引伸计量程 $+8 \sim -2.5$ mm,轴压、围压及渗透压力的振动频率可达 5 Hz 以上,各测试传感器的测试精度均为当前标定量程点的 0.5%,如图 2-0-2 所示。

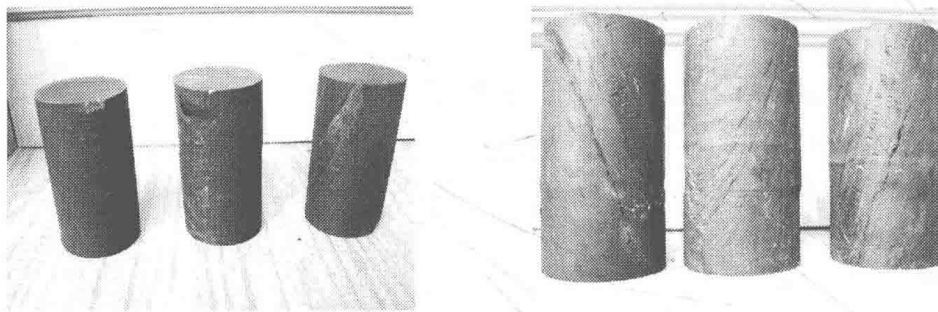


图 2-0-1 煤样标准试件

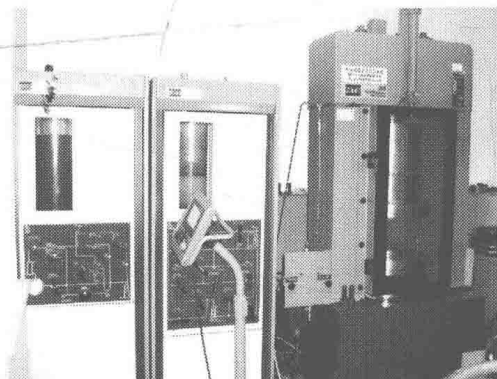


图 2-0-2 试验机及试验装置

2.1 煤(岩)样物理力学特性

2.1.1 煤(岩)样单轴压缩力学特性

表 2-1-1 为试验测定的煤(岩)样单轴抗压强度。

表 2-1-1 煤(岩)样单轴压缩试验测定结果

煤(岩)样名称	试样尺寸/mm		试验测定抗压强度 /MPa	修正抗压强度 /MPa
	直径(长×宽)	高度		
试样 u01	49.2	98.3	25.06	24.33
试样 u02	49.2	98.4	4.58	5.23
试样 u03	49.2	98.3	5.42	6.21
试样 u04	50.3×50	49.5	30.92	28.72
试样 u05	50.4×50.1	50.7	14.64	15.16
试样 u07	50.2×49.9	50.2	21.27	22.21
试样 u08	51.3×49.7	49.8	21.74	22.37
试样 u12	80.1×79.3	50.3	22.10	23.13
试样 u13	80.2×79.3	50.1	19.01	20.01
试样 u14	79.1×79.5	50.2	18.45	19.87
试样 u18	101.4×101.5	49.9	14.2	15.23
试样 u19	101.1×100.7	50.4	16.09	16.78
试样 u20	101.4×101.5	50.0	11.28	13.13
试样 u21	101.1×101.1	49.8	12.13	13.23
试样 u22	26.5×26.1	47.3	29.97	30.15
试样 u23	27.1×25.5	49.7	28.19	29.12
试样 u24	26.6×26.6	49.4	24.53	25.23
试样 u25	25.2×26.5	50.1	20.03	21.05

2.1.2 煤(岩)样拉伸力学特性

表 2-1-2 为试验测定的煤(岩)样抗拉强度(巴西劈裂法)和弹性模量。

表 2-1-2 煤(岩)样抗拉强度(巴西劈裂法)试验测定结果

煤(岩)样名称	试样尺寸/mm		抗拉强度 /MPa	弹性模量 /GPa
	直径	高度		
试样 u26	49.3	25.5	0.98	2.16
试样 u27	49.4	23.8	0.50	2.23
试样 u28	49.3	24.2	2.93	
试样 u30	49.2	24.6	0.74	1.61

2.1.3 煤(岩)样三轴力学特性

表 2-1-3 为试验测定的煤(岩)样在不同围压作用下的抗压强度、弹性模量、泊松比。