

Ningdong Meitan Jidi

Gao

Jishu

宁东煤炭基地 高效开发核心技术

王俭 李玉民 著

中国矿业大学出版社

宁东煤炭基地高效 开发核心技术

王 俭 李玉民 著

中国矿业大学出版社

内 容 摘 要

本书主要介绍了十多年来神华宁夏煤业集团在开发建设国家级宁东煤炭基地过程中,联合中国矿业大学等高校与科研单位取得的科研成果和建设经验。针对宁东矿区煤层埋藏条件复杂、煤系地层软弱富含水、煤层极易自然发火、地表生态环境脆弱等特点,通过自主研发、集成创新,开发出以软弱富含水地层凿井技术、复杂特厚煤层千万吨级大采高大倾角综采技术、高韧性难冒放易自燃特厚煤层综放技术、大断面煤巷围岩控制技术、高地温极易自燃复合煤层综合防灭火技术、“探—放—堵—疏—排”综合立体化防治水技术、千万吨级矿井群生态建设技术等一系列创新的技术工艺,构建了特大型现代化矿区安全高效建设与生产的核心技术体系,形成了宁东矿区亿吨级产能、千万吨级矿井群的建设与生产格局,为煤炭科学技术进步和宁夏回族自治区的经济社会发展发挥着显著的作用。

图书在版编目(CIP)数据

宁东煤炭基地高效开发核心技术/王俭,李玉民著. —徐州:
中国矿业大学出版社, 2017. 9

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3616 - 6

I. ①宁… II. ①王…②李… III. ①煤炭基地—煤炭开发—
灵武 IV. ①F426. 21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第169754号

书 名 宁东煤炭基地高效开发核心技术

著 者 王 俭 李玉民

责任编辑 黄本斌 马跃龙 徐 玮

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 21 字数 412 千字

版次印次 2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

定 价 40.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

宁东能源化工基地,历经 11 年的建设,已经初具雏形,并且显示出了她的无穷魅力。如今,全球首个 100 万 kW 超超临界空冷电站,全球首个 ±660 kV 直流输电工程,全球首个 52 万 t 煤基丙烯(MTP)项目,亚洲最大装置规模的 6 万 t 聚甲醛项目及其他系列大型煤炭、煤电、煤化工项目已经在宁东能源化工基地建成投运;全球单套装置规模最大的 400 万 t 煤炭间接液化、±800 kV 直流输电工程等一批重大项目也即将竣工。截至 2015 年年底,煤炭生产及建设总规模近亿吨、火电装机容量达到 876 万 kW、新能源装机容量达到 383 万 kW、煤化工产能达到 1 357 万 t,其中烯烃产能达到 160 万 t,成为全国最大的煤基烯烃生产基地。涵盖国家重要的大型煤炭生产基地、西电东送火电基地、煤化工产业基地和国家循环经济示范区的宁东能源化工基地,不但成为宁夏经济社会发展和经济增长的重要引擎,也成为中国能源化工“金三角”(宁东—鄂尔多斯—榆林)的主要支撑。

宁夏煤炭预测储量 2 027 亿 t,居全国第 5 位,探明储量 315.6 亿 t,居全国第 6 位,人均占有量居全国第一位。宁东煤田含煤面积 3 500 km²,探明地质储量 273 亿 t,占全区探明煤炭储量的 86.5%;宁夏煤炭资源品种齐全,全国 14 大类煤种,宁夏占有 11 种。其中主焦煤、无烟煤、长烟煤和不黏结煤是宁夏的优势煤种,也是优质化工用煤、冶金用煤和动力用煤。宁东煤田是国内少有的整装煤田。

2007 年 3 月,国家《西部大开发“十一五”规划》将宁东能源化工基地列入其中,明确提出利用宁东地区水、煤、电、石油、天然气资源丰富的优势,加快建设国家重要的能源工业开发接续基地和重要能源化工产品加工基地。2008 年 9 月,国务院《关于进一步促进宁夏经济社会发展的若干意见》(国发[2008]29 号)指出:把宁东建设成为国家重要的大型煤炭基地、煤化工产业基地、“西电东送”火电基地。2009 年

2月,国家发展与改革委员会批复了《宁东能源化工基地开发总体规划》,确定将宁东建成全国一流的能源化工基地、全国循环经济与资源高效利用示范区和带动宁夏跨越式发展与实现全面小康社会目标的重点开发区。2012年9月,国务院批复宁夏内陆开放型经济试验区,提出依托宁东基地建设国家大型综合能源化工生产基地、综合生产加工区和储备区。

国家批准的宁东能源化工基地,规划到2020年,煤炭生产能力将达到1.3亿t/a,火电装机容量达到2000万kW,煤化工产成品生产能力达到2000万t/a。工业项目固定资产投资总规模达到5000亿元,实现工业增加值和拉动相关产业增加值1500亿元,新增地方财政收入近200亿元,产业工人达到10万人,带动沿黄城市带新增就业岗位30万个。

宁东煤炭基地的开发建设,生产运行的质量、速度和效率,决定着宁东能源化工基地建设的成败。神华宁夏煤业集团(以下简称“神华宁煤集团”)承担着宁东煤炭基地建设重任,充分发挥大集团技术、人才和资金的优势,在煤炭基地的建设过程中,不辱使命,针对各种复杂条件和工程要求,不断进行技术攻关,不断破解建设生产中的各种难题,形成了一整套核心开发开采技术体系。本书就是这一技术体系的概要总结。这一技术体系的主要内容包括:

(1) 宁东煤炭基地6m左右的特厚煤层大采高开采技术。从2006年开始,在国内外首创了6.2m大采高大倾角大起伏千万吨级工作面开采工艺技术,首次实现了煤层厚度4.0~6.2m、最大煤层倾角29°条件下的大采高成套装备国产化、系列化,在宁东各矿进行了规模化应用。

(2) 宁东煤炭基地10m左右的高韧性特厚煤层综采放顶煤开采技术。从2003年开始在国内外首次对高韧性难冒放煤层冒放性进行研究,集成创新了多方位可控顶煤弱化技术,成功解决了韧性指数9~11高韧性难冒放煤层综采放顶煤的世界性难题。

(3) 复杂特殊地层千万吨级矿井群高效建设技术。

一是集成创新了深孔疏降水凿井技术,自主研发了非全井控制冻结关键技术,实现了软弱富含水地层高效建井。

二是自主研发了大断面软岩井巷柔模注混凝土快速支护技术,与

砌碛支护相比,施工速度提高一倍以上。

三是集成创新并规模化应用了“折返式缓坡斜井开拓加无轨胶轮化”的地面至井下工作面一站式辅运技术,构建了高效高可靠辅助运输系统,保障了重型设备整体长距离快速便捷运输。

(4) 创新了宁东煤炭基地大断面三软煤巷围岩控制技术。

一是应用“锚—梁—网—索”综合支护措施,形成了特厚煤层大断面巷道支护控制与快速施工安全保障支撑技术体系,创造了国内同类机型施工新纪录。

二是应用巷道锚杆可缩性条带碛支护技术,条带碛部分用柔模泵注混凝土结构,无条带碛部分用锚杆支护,增加了碛体的稳定性,提高了支护结构的可靠性。

三是采用“三软”煤层锚网支护沿空掘巷技术,通过6 m及10 m小煤柱沿空掘巷与围岩注浆加固,有效控制巷道两帮移近量和顶板下沉量,保证了回采期间巷道的稳定性。

(5) 复杂条件千万吨级矿井生产安全保障技术。

一是针对宁东矿区煤层易自然发火的特点,首次将煤化工生产过程产生的液氮大规模应用于矿井灭火工程中,采用地面钻孔液氮直注式、可控温液氮汽化注入式和井下液氮直注式三种液氮灭火技术工艺,成功探索出了一种防治易自燃煤层矿井自然发火的快速高效液氮立体化防灭火新技术。

二是首次揭示了软弱富含水地层工作面顶板离层水突水机理,运用千米定向钻进探放水技术,形成了以“探放为主,疏排为辅”的综合防治水技术,实现了矿井安全回采。

三是采用长距离大孔径定向钻孔施工技术、地面至煤层钻井抽采瓦斯技术,提高了钻孔施工进度和瓦斯抽采量,实现高效抽采和消突,保证安全高效开采。

(6) 创新了千万吨级矿井群生态建设技术,“低投入、低消耗、高效率、可循环、少排放”生态建设方式缓解了日益加大的资源约束和生态环境压力。这些核心技术完全是在宁东矿区国家级亿吨煤炭基地开发建设和生产过程中通过探索、研究、攻关获得的,并且已经在基地成熟应用和大范围推广。宁东煤炭基地的高效开发建设和高效安全生产,保障了宁东能源化工基地的快速建设和发展,为宁夏的经济社

会发展发挥出了显著作用。

宁东煤炭基地已经成为 14 个国家级亿吨煤炭基地中开发建设速度最快、经济效益最好的基地之一。在保障国家能源战略、促进区域经济跨越式发展及提高煤炭产业转化度和行业整体技术水平等方面展示出了良好的导向和重要的示范作用。

本书是神华宁煤集团的广大工程技术人员和建设者在宁东煤炭基地建设过程中辛勤劳动的技术总结和科研结晶,也是神华宁煤集团技术创新水平和科技管理水平不断提高的真实写照。在此,要对参加宁东煤炭基地的建设者,以及与神华宁煤集团携手合作参与宁东煤炭基地建设的各方人士,参与宁东煤炭基地科研项目的中国矿业大学、西安科技大学、煤炭科学研究总院等相关单位的专家学者表示最真挚的感谢和最崇高的敬意!还要特别感谢中国矿业大学出版社的编辑们,正是他们认真而负责地工作才使本书有幸与读者见面!

由于作者学识有限,书中难免存在不足甚至谬误,恳请广大读者提出批评和宝贵意见!

著 者

2015 年 9 月

目 录

总论.....	1
---------	---

第一篇 复杂条件下快速建井技术

第一章 非全井冻结法井筒开凿技术	15
第一节 工程背景	15
第二节 软岩地层控制冻结模拟试验	16
第三节 人工冻结井筒维护措施	26
第四节 软岩地层井筒人工冻结设计	33
第二章 深孔疏降水凿井技术	41
第一节 单井混合含水层疏降水影响规律	41
第二节 疏降水凿井设计	44
第三节 深孔疏降水技术工艺	46
第三章 大断面软岩井筒柔模注混凝土锚碇联合支护技术	51
第一节 井筒锚碇联合支护原理	51
第二节 柔模注混凝土快速支护设计	52
第三节 快速支护技术工艺	56

第二篇 大断面“三软”煤巷围岩控制

第四章 锚梁网索联合支护技术	61
第一节 大断面“三软”巷道围岩变形机理	61
第二节 “三软”煤巷稳定性控制	71

第五章 复杂环境巷道锚杆可缩性条带硃支护技术	78
第一节 锚杆可缩性条带硃支护原理	78
第二节 锚杆(可缩性)条带硃支护设计	80
第三节 围岩支护效果	85
第六章 “三软”煤层综采工作面锚网支护沿空掘巷技术	94
第一节 沿空掘巷围岩稳定性分析	94
第二节 沿空掘巷煤柱合理尺寸确定	96
第三节 沿空掘巷锚杆支护技术	99

第三篇 复杂条件下千万吨级矿井工作面回采工艺

第七章 复杂条件下千万吨级工作面国产综采技术	113
第一节 复杂条件下覆岩移动特征及围岩稳定控制技术	113
第二节 复杂条件下千万吨级工作面成套装备国产化技术	134
第三节 复杂条件下千万吨级工作面开采工艺	140
第四节 大采高综采快速推进技术	145
第八章 高韧性难冒放特厚煤层综放开采技术	157
第一节 力学特性及韧性指标判定	157
第二节 综放工作面参数及设备选型	164
第三节 高韧性难冒放特厚煤层采动变形机理	165
第四节 顶煤可控弱化技术	168
第九章 新型折返式缓坡斜井开拓方式与高效辅运技术	174
第一节 新型折返式缓坡斜井开拓方式	174
第二节 高效辅助运输技术	178

第四篇 复杂条件下千万吨级矿井安全保障技术

第十章 立体化液氮防灭火技术	183
第一节 特厚煤层自燃特征及参数计算	183

第二节	特厚煤层采空区“三带”确定	187
第三节	液氮防灭火机理	192
第四节	液氮立体化防灭火技术及装备	193
第十一章	工作面顶板离层水防治技术	203
第一节	顶板离层水防治技术	203
第二节	定向钻进深孔探放水技术	209
第三节	复合材料注浆固化治水技术	213
第十二章	长距离大孔径定向钻进施工技术	216
第一节	定向钻进影响因素	216
第二节	钻进方法和钻井工艺	222
第三节	白茆沟矿长距离定向钻孔工程实施	226
第四节	白茆沟矿长距离定向钻孔抽采瓦斯工程实施效果	229
第十三章	地面钻井抽采瓦斯技术	235
第一节	地面钻井井身结构设计	235
第二节	地面钻井抽采卸压瓦斯规律	252
第三节	二次保护卸压瓦斯抽采规律	274

第五篇 千万吨级矿井群生态建设技术

第十四章	矿井水循环利用技术	281
第一节	宁东矿区矿井水资源综合利用现状	281
第二节	矿井水处理技术及利用	286
第三节	矿井水资源循环利用机制	298
第十五章	煤矸石资源化利用技术	301
第一节	煤矸石综合利用现状	301
第二节	宁东矿区煤矸石性质分析	302
第三节	宁东矿区煤矸石减排和资源化利用技术	303

第十六章 煤层气(瓦斯)资源化开发利用技术.....	309
第一节 煤层气综合利用现状.....	309
第二节 瓦斯抽采优化.....	310
第三节 瓦斯资源化开发利用技术.....	312
结论.....	315
参考文献.....	318

总 论

宁东煤炭基地是国家重点开发的 14 个亿吨级煤炭基地之一,是宁东能源化工基地的产业基础和根本保障,是神华宁煤集团承担的宁东能源化工基地建设重任中最关键的板块。煤炭是宁夏的资源优势,依托这一优势建设的宁东能源化工基地是宁夏的一号工程,是经济上实现“再造一个宁夏”,全区提前进入小康社会的希望所在。宁东煤田含煤面积 3 500 km²,探明地质储量 273 亿 t,煤炭储量丰富,且煤炭资源分布集中,属保护较好的大型整装煤田。神华宁煤集团作为宁东煤炭基地开发的主导企业,为实现宁东煤炭基地开发建设的规模化、大型化、一体化、产业基地化的发展模式,打造绿色能源航母,按照“北部矿区技改挖潜、南部矿区规模发展”的方针,统筹规划了北部石嘴山、石炭井矿区,宁东灵武、鸳鸯湖、横城及马家滩等矿区,并对各矿区科学产能进行了合理布局。基于宁东煤炭基地地层软弱富含水、断层构造多,煤层倾角变化大、厚煤层储量大(约占总储量 40%)、韧性大、煤层易自燃等复杂条件,神华宁煤集团对特大型整装煤田亿吨煤炭基地开发建设面临的快速建井、高效高回收率安全开采等技术难题进行联合攻关,并取得显著成效,首创了大倾角复杂特厚煤层 6.2 m 大采高综采新工艺及其国产化装备的配套技术和高韧性易自燃特厚煤层综放开采新工艺,首次在世界上采用大规模液氮灭火技术,自主研发了复杂特殊地层大断面井筒快速施工技术和复杂条件千万吨级工作面安全高效生产技术。经过创新技术的实施,神华宁煤集团建成了羊场湾煤矿(1 500 万 t/a)等一批千万吨级安全高效现代化矿井,使宁东煤炭基地初具规模,成为 14 个国家级亿吨煤炭基地中开发建设速度最快,经济效益最好的基地之一,在保障国家能源战略、促进区域经济跨越式发展及提高煤炭行业整体技术水平等方面展示出了良好的导向和重要的示范作用。

一、宁东煤炭基地的建设条件

(一) 宁东特大型整装煤田资源特点

(1) 宁东煤田含煤面积 3 500 km²,探明地质储量 273 亿 t,远景预测储量 1 394.3 亿 t,煤炭储量极为丰富,且煤炭资源分布集中,长期以来没有乱采滥挖现象,属保护较好的大型整装煤田。

(2) 宁东煤炭基地所属煤田可采煤层多,煤层厚度大,特厚煤层多,厚煤层储量约占总储量的 40%,具有建设现代化千万吨级矿井群和千万吨级综采工作面的优势条件。

(3) 地层软弱富含水、断层构造多。宁东煤田地层分区属于华北地层区、鄂尔多斯盆地西缘。矿区围岩总体较松散,且岩石极易风化。区内部分矿井建井和生产揭露的水文地质条件为复杂类型。此外,区内褶曲和断层较多,断距为 500~1 000 m 以上的大断层有 11 条。

(4) 煤层厚度倾角起伏变化大,煤层韧性大。区内较多倾斜煤层,受大的褶曲影响,煤层赋存倾角变化大,部分主力矿井的煤层倾角最大达到 48°。煤层走向起伏大,最大起伏达到 30°。煤层韧性大,韧性指数为 9~11,硬度系数为 1~2,煤层硬度比顶底板硬度大,总体上呈“顶底软、煤层硬”的特点。

(5) 煤层易自燃。目前,矿区主采煤层 2# 煤层为低灰、低硫、低~特低磷、较高发热量的不黏结煤,属易自燃煤层,煤层自然发火期极短(22 d),各煤层自然发火期差别不大。

(二) 宁东煤炭基地开发建设的总体思路与方针

1. 宁东煤炭基地开发建设的总体思路

依托宁夏煤炭资源优势,神华宁煤集团一开始就提出了“科学布局,适度超前,分步实施,规模经营”的宁东煤炭基地开发建设思路,从提高资源回收率,提高矿井机械化水平,提高煤矿安全生产水平,实现高产高效等因素出发,优化资源配置,走专业化、集约化生产模式,形成区域规模及技术、管理优势,提高生产集中度,实现规模扩张,实施新矿井开发建设和老矿井技术改造并举等措施,着力建设亿吨煤炭基地,打造绿色能源航母。

2. 宁东煤炭基地开发建设的方针

宁东煤炭基地开发建设坚持规模化、大型化、一体化、产业基地化的发展模式,坚持高起点、高水平、资源合理开发利用、可持续发展、安全发展等原则,制定了“北部挖潜,南部发展”的方针,把煤炭规模做大做强。

北部挖潜,重点是“稳定能力、优化系统、精干高效、综合治理”,主要是对石嘴山矿区、石炭井矿区现有生产矿井进行技术改造,提高矿井生产能力。围绕合理集中生产,加大技术改造、技术攻关和技术创新工作力度,提高矿井技术装备水平和安全保障能力。

南部发展,遵循“高产高效、集约严细、滚动发展、规模效应”的原则,按照生产能力大型化、生产效率高效化、矿井生产集中化、生产系统简单化、地面布置社会化模式,瞄准世界先进水平,采用先进生产工艺、技术装备,创新管理模式,快步提升集约高效生产水平,建设一批千万吨级大型现代化矿井,创建国内经济效益一流、技术水平一流、管理水平一流、员工素质一流、环境保护一流的现代化新

型矿区。

(三) 宁东煤炭基地开发建设的现状

宁东煤炭基地开发建设的主力军——神华宁煤集团旗下现有 18 个原煤生产单位(其中露天矿井 1 个),分布在银北矿区(石嘴山矿区、石炭井矿区)和宁东矿区:

石嘴山矿区有石嘴山金能煤业公司,石炭井矿区有石炭井焦煤公司、乌兰煤矿、汝箕沟无烟煤分公司。

宁东矿区已经建成和正在开发建设的有灵武矿区、鸳鸯湖矿区、横城矿区以及马家滩矿区。其中,灵武矿区是宁东煤田第一个开发建设的矿区,共有灵新煤矿、羊场湾煤矿、枣泉煤矿和石沟驿煤业公司等四对矿井;鸳鸯湖矿区包括清水营煤矿、梅花井煤矿、红柳煤矿、石槽村煤矿、麦垛山煤矿等五对矿井,除麦垛山煤矿、红柳煤矿、石槽村煤矿投入试生产外,其他煤矿均已建成投产;马家滩矿区金凤煤矿和双马煤矿已建成投入试生产,金家渠煤矿(400 万 t/a)正在建设中;横城矿区任家庄煤矿和红石湾煤矿已建成投产。神华宁煤集团生产和在建矿井基本情况见表 0-1。

表 0-1 神华宁煤集团生产和在建矿井基本情况

序号	单位名称	设计能力/(万 t/a)	核定能力/(万 t/a)
1	石炭井焦煤公司	190	207
2	乌兰煤矿	150	240
3	汝箕沟无烟煤分公司	420	460
4	金能煤业公司	450	450
5	灵新煤矿	240	320
6	石沟驿煤业公司	90	90
7	羊场湾煤矿	1 500	1 500
8	枣泉煤矿	800	800
9	任家庄煤矿	240	360
10	清水营煤矿	1 000	500
11	梅花井煤矿	1 200	400
12	红柳煤矿	800	试生产
13	石槽村煤矿	600	试生产
14	红石湾煤矿	60	60
15	金凤煤矿	400	400
16	麦垛山煤矿	800	试生产
17	双马煤矿	400	试生产
18	金家渠煤矿	400	在建

宁东煤炭基地新建矿井自 2007 年以来陆续投产,使基地产量大幅增长。2006 年生产原煤 2 838 万 t,2014 年跃增至 7 280 万 t,年均增长 20.24%。2006~2011 年煤炭产量如图 0-1 所示。

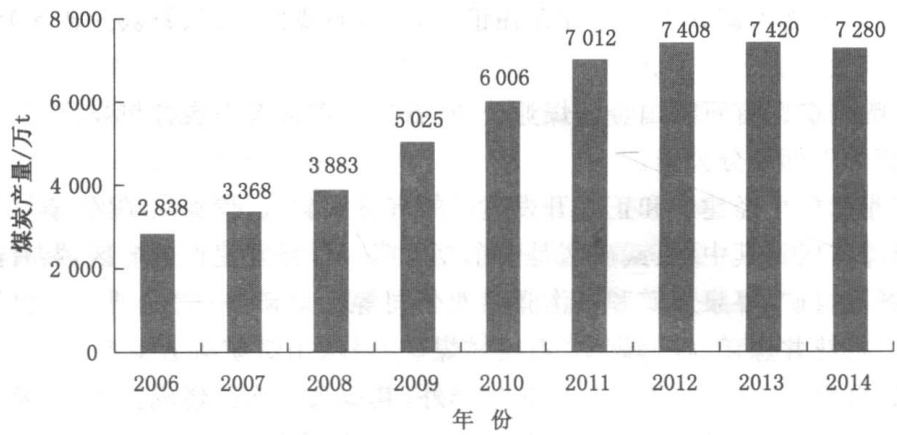


图 0-1 2006~2014 年宁东煤炭基地原煤产量

(四) 宁东煤炭基地开发建设的产能规划

宁东煤炭基地规划到 2020 年,在建的矿井全部建成投产,达到 150 Mt/a 的生产规模(灵武矿区 26.20 Mt/a、鸳鸯湖矿区 44 Mt/a、横城矿区 9.1 Mt/a、韦州矿区 6 Mt/a、马家滩矿区 24 Mt/a、积家井矿区 21 Mt/a、银北矿区约 20 Mt/a),具体煤炭产量规划见图 0-2,矿区规划见图 0-3。

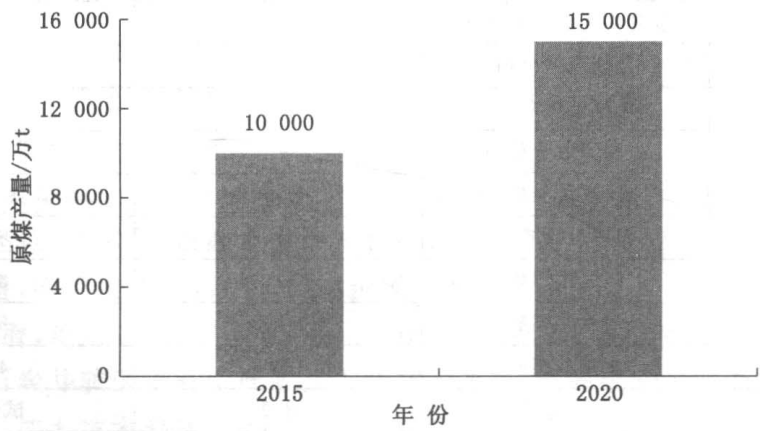


图 0-2 宁东煤炭基地产量规划

二、宁东煤炭基地建设面临的问题

(一) 国内外煤炭技术现状

1. 软弱富含水地层高效凿井技术

在表土不稳定含水地层中建设竖井井筒,为了保证开凿围岩的稳定,必须采

取特殊的方法进行施工。对于几米或几十米的表土不稳定含水层,可采用降低水位、板桩、帷幕和沉井等一般地下工程的施工方法^[1-15],但是对于厚度达 100 m 以上的表土不稳定含水层,上述方法就难于实现。我国自 20 世纪 50 年代中期开始,开展了井筒特殊施工技术研究,经过 60 多年的不懈努力,在沉井法、注浆法、钻井法、冻结法施工方面取得了显著成效^[14,15],并在条件适宜的矿区取得了较好的技术经济效益,如在巨野煤田龙固煤矿巨厚表土层条件下主井采用钻井法施工近 600 m、冻结法施工冻结孔深度 650 m^[16],这一技术代表着世界领先水平。

2. 软岩井巷支护技术

在软岩井巷支护技术领域,起初采用的是不同类型的单一支护(架棚、锚杆等)^[17],随着对支护理论研究和认识的深入,单一支护形式已经逐步发展为各种多次支护、联合支护形式^[18-30],并形成了各种系列支护技术,如锚喷、锚网喷、锚喷网架、锚喷网架注系列技术、刚架支护系列技术、钢筋混凝土支护系列技术、料石砌碇支护系列技术、注浆加固系列技术和预应力锚索支护系列技术^[31-37]。这些技术针对不同矿区、不同地质和生产技术条件,均可以达到令人比较满意的支护效果。

3. 大倾角大采高千万吨级工作面开采技术

大倾角工作面开采技术方面,对于倾角大于 35°的煤层,国内主要以炮采为主,高档普采为辅,综采较少。近年来,随着采煤技术的不断发展,尤其是综采技术的突飞猛进,促进了大倾角煤层的机械化开采水平,突破了采高较小条件下大倾角综采技术,明确了矿压显现及岩层移动特征。

由于大倾角条件下开采工艺复杂,工作面单产普遍较小,突破 3.0 Mt/a 的较为少见。此外,大倾角煤层开采随工作面采高增大围岩控制难度加大,采高大于 5 m 的大倾角煤层开采的研究成果还未见报道。

大采高高产高效开采方面,以美国为代表的国外综采技术装备一直处于世界领先地位,长壁工作面几乎都是日产万吨以上的综采工作面。1998 年,二十英里矿就达到了日产 4.311 5 万 t、月产 102 万 t 商品煤的水平^[38],但其主要开采的是中厚或薄煤层,4 m 以上的厚煤层一次采全高综采工作面并不多,且大采高开采一般都在近水平煤层进行。以 DBT、JOY 等几家国外主要生产厂家作为代表,通过不断地采用新技术,包括机械、液压及光电控制等新技术,工作面设备的整体可靠性、驱动功率、速度及控制方面都有了很大的提高。煤矿综采工作面设备已具备了日产 2 万 t、年产 600 万 t 以上的能力。表 0-2 为 2006 年国内外几种典型一次采全高工作面参数及配套设备。