



神东现代化矿区 建设与生产技术

叶 青 等著



中国矿业大学出版社

前 言

20 世纪 80 年代初,在我国陕西省榆林市和内蒙古自治区鄂尔多斯市交界处浩瀚的毛乌素沙漠下,发现了已探明储量达 2236 亿吨的优质大煤田——神府东胜煤田(简称神东煤田),这是我国目前探明储量最大的煤田,其储量约占全国总量的五分之一,被誉为世界七大煤田之一。神东煤田地质构造较为简单,特别适合于综合机械化开采。但是,生产过程中必须解决以下难题:浅埋煤层覆岩为薄基岩加厚风积沙,胶结和韧性差,无矿压理论可借鉴,采场顶板极易沿煤壁形成全厚度切落,支护难度大,易造成突水溃沙灾害事故;煤层易自燃,发火期为一个月左右;另外,煤田地处毛乌素沙漠边缘,生态环境十分脆弱。

目前,美国、澳大利亚、南非等国际先进采煤国家煤炭生产技术的实际情况为:多数矿井开拓布置为一井一面,实行高度集中生产;设备能力大、效率高;矿区开发与环境保护同步发展。但是,国外应用信息化等高新技术采煤尚在研究和试验阶段,很少有矿井综采工作面单产突破 500 万 t。与此同时,我国仅有少数国有重点煤矿达到这些国家的中等水平,大多数矿井仍处于技术落后、劳动效率低、安全与环境条件差的状态。

我国的能源资源主要依赖于煤炭,鉴于我国煤炭生产技术的发展水平和神府东胜矿区(简称神东矿区)的实际开采条件,作为现代化煤炭生产企业,神东矿区建设与生产技术的发展,必须上升到国家能源战略与安全的高度上统一认识。我国煤矿建设与技术发展的趋势,不仅要追赶世界先进水平,更要有领导世界技术发展的气魄。为此,神东矿区在 20 世纪 90 年代中后期提出了突破传统模式,在荒漠地区建设具有世界一流水平矿区的奋斗目标。同时决定从矿井规划设计、开采工艺、技术装备、环境保护及生态建设等方面进行技术攻关。技术攻关的总体目标是:2001 年建成 4~5 个年产 800~1000 万 t 的一井一面高产高效矿井,原煤产量达 3500 万 t 以上,全员效率达 50 t/工以上,实现矿井大型化、生产系统简单化、辅助运输无轨胶轮化、生产过程综合自动化、管理信息网络化、劳动组织精干化、生产与生态建设同步发展,力争把神东建成国际一流的高效、安全、环保型现代化矿区。

在神华集团公司(及其前身华能精煤公司)的统一规划和领导下,神东矿区在 1985 年到 1997 年的 12 年间,经过艰苦探索,逐步确立了建立具有世界一流

水平的高效、安全、环保型现代化煤炭生产矿区的发展目标。至今,实现了矿区建设快速化、矿井井型大型化、技术装备现代化、生产管理综合自动化,并在安全、环保、效益等方面达到了世界一流水平。2001年,神东矿区仅有煤炭生产人员2447人,生产商品煤3787万t,综采生产矿井全员工效为70t/工,达到世界先进水平。其中大柳塔矿一井一面年产煤炭934万t,综采工作面年产煤炭803万t,全员工效为114.22t/工;上湾煤矿短壁机械化开采工作面年产煤炭200万t,上述指标均达到了世界领先水平。矿区实现了安全生产,百万吨死亡率仅为0.026,处于世界领先水平。矿区生态建设与生产建设同步发展,植被覆盖率由最初的11%提高到现在的63%,大幅度改善了矿区的生态环境。

《神东现代化矿区建设与生产技术》一书是在大量的工程现场实践和理论研究的基础上,以大量的科学研究成果为内涵归纳总结而成的。全书共分6章,内容安排着重以“安全高效、快速建井、环境保护”内容为核心,尽可能在理论分析、实验研究和现场实测等各方面做到数据准确、事例翔实、叙述有据。同时为了便于了解和掌握信息,书中列出了大量神东矿区生产技术指标数据,以供参考。

本书得以顺利出版,是与很多同志的大力支持分不开的,特别是神东矿区的管理人员和生产技术人员,以及参与神东矿区科技攻关、课题协作的科研、设计和制造单位。在此对上述同志及所有为神东矿区建设做出贡献的有关人员一并表示诚挚的谢意。

由于水平所限,书中难免有疏漏不当之处,恳请读者批评指正。

作 者

2002年10月

目 录

前 言	1
总 论	1
第一章 神东矿区快速建井模式及关键技术	5
第一节 概 述	5
第二节 快速建井的关键技术	10
第三节 实施效果	30
第二章 年产 800 万吨综采工作面成套技术	32
第一节 概 述	32
第二节 采场矿压规律与控制技术	34
第三节 综采设备选型配套及关键设备研制	67
第四节 综采工作面回采工艺	97
第五节 大断面回采巷道锚杆支护技术	106
第六节 综采工作面辅巷多通道快速搬迁技术	117
第七节 实施效果	123
第三章 连续采煤机短壁机械化开采成套技术	124
第一节 概 述	124
第二节 短壁机械化开采矿压显现规律	127
第三节 短壁机械化开采工艺	134
第四节 履带行走式液压支架的开发研制	147
第五节 实施效果	157
第四章 高度集中开采的安全保障技术	162
第一节 概 述	162
第二节 高度集中开采的通风系统	163
第三节 高度集中开采的煤层自然发火防治技术	173
第四节 粉尘防治技术	189

第五节 突水溃沙防治技术	196
第六节 实施效果	198
第五章 神东矿区生产与管理的网络控制与信息技术	200
第一节 概 述	200
第二节 神东矿区生产与管理综合自动化系统结构与功能	203
第三节 神东矿区生产与管理综合自动化系统中的关键技术	216
第四节 煤矿生产自动控制配套产品的开发	219
第五节 实施效果	231
第六章 神东矿区环境保护与生态建设	233
第一节 概 述	233
第二节 神东矿区废水和固体废弃物治理	238
第三节 矿区环境生态建设	259
第四节 实施效果	277

总 论

一、神东矿区概况

神东煤田位于陕西省榆林市和内蒙古自治区鄂尔多斯市交界处,横跨两地。煤田总面积 31172 km²,已探明储量 2236 亿 t,远景储量 10000 亿 t,是我国已探明储量最大的煤田,储量约占全国总量的五分之一,被誉为世界七大煤田之一。神东煤田地质构造简单,煤层赋存稳定。煤种主要为长焰煤和不粘结煤,煤质优良,具有特低硫、特低磷、特低灰、中高发热量等特性,被誉为“环保煤”,是优质动力、化工和冶金喷吹用煤。神东矿区是我国最大的煤炭生产基地和重要的优质动力煤出口基地,在我国能源生产与安全中具有十分重要的战略地位。神东矿区由我国神华集团有限责任公司下属神府东胜煤炭有限责任公司负责开发建设。第一期建设工程于 1985 年开始筹建,至今矿区已有 9 个矿(11 对井),设计生产能力 3440 万 t/a;选煤厂 4 座,年入选能力 3800 万 t。在 11 对生产矿井中,5 对为一井一面年产 800 万~1000 万 t 的特大型矿井。

神东矿区现有煤炭生产一线人员 2478 人。2001 年生产商品煤 3787.19 万 t,2002 年计划生产商品煤 4700 万 t,可望突破 5000 万 t。2001 年全员工效达 54.53 t/工,其中大柳塔矿全员工效为 114.22 t/工,榆家梁矿全员工效为 104.76 t/工,达到了世界先进水平,与我国国有重点煤矿平均全员工效仅为 2.73 t/工形成鲜明对照。矿区实现了安全生产,百万吨死亡率仅为 0.026,处于世界领先水平。矿区生态建设与生产建设同步发展,植被覆盖率由最初的 11%提高到现在的 63%,整个矿区由原来的荒漠变为了花园。

神东矿区在 1985 年到 1997 年的 12 年间,经历了粗放型简单生产和艰苦探索两个发展阶段后,从 1998 年起,确立了建设具有世界一流水平的高效、安全、环保型现代化煤炭生产矿区的发展目标,即矿区建设快速化、矿井井型大型化、技术装备现代化、生产管理综合自动化,实现高度集约化生产,在安全、环境、效益等方面都达到世界一流水平。1998 年以来,神东矿区依靠科技创新,攻克了一系列技术难题,与传统的矿区建设模式比较,无论在矿区建设理念,还是在具体建设目标以及实际达到的技术水平上都实现了质的飞跃,基本达到了世界一流水平,为我国煤炭企业的发展树立了榜样,促进了我国乃至世界煤炭工业技术水平的提高。

二、神东矿区技术发展历程

神东矿区生产建设的发展可分为三个阶段：一是粗放型简单生产阶段，二是寻求技术创新与突破的艰苦探索阶段，三是确定建设世界一流水平矿区目标后的高速发展阶段。

1. 粗放型简单生产阶段(1985~1989 年)

建设初期走的是“国家修路，群众办矿，国家、集体、个人一起上”的道路。矿井以小井型群为主，生产手段落后，机械化水平低，生产效率低，安全条件差。矿区采用密集型生产方式，即生产基本靠陕北农村 30 万富余劳动力，每人每天生产一吨煤。矿区建设处于盲目投资、无序建设的简单生产阶段。其结果是资源优势得不到有效的发挥，资源回收率低，损失严重。小煤窑、小露天，土法小焦厂，遍地开花。废弃的矿渣乱倒，河道堵塞，植被遭到破坏，使本来就十分脆弱的生态环境遭到了严重破坏。

2. 寻求技术创新与突破的艰苦探索阶段(1990~1997 年)

我国一批有志的煤炭科技人员和高层管理人员，面对神东矿区优良的资源条件和与之不相称的落后的开发理念，主动申请，奔赴矿区安家落户，决心开创一个具有世界一流水平的矿区发展模式。与此同时，我国改革开放之初大力发展小煤矿的不良后果已逐步暴露出来。神东矿区的开发建设也引起了党中央和国务院的高度重视，中央领导人明确表明支持神东矿区采用先进技术装备和先进管理手段，不搞人海战术的新的发展战略构思。

在党中央和国务院的关怀下，神东矿区于 1990 年确立了：瞄准世界先进水平，依靠科技创新，建设高起点、高技术、高质量、高效率、高效益的“五高”矿区的指导思想。新的发展理念为矿区建设指明了新的发展方向，促进了传统劳动密集型企业向技术密集型企业的过渡。开始萌发把神东矿区建设成为世界一流水平矿区的战略目标。

然而，在中国要实现建设世界一流水平矿区的目标，无论从思想还是从行动上都必须有突破，围绕建设一井一面年产 300 万 t 矿井构思时，就经历了多次反复。例如，建设 360 万 t/a 的大柳塔矿的第一期工程就用了 8 年多时间，矿井的设计和建设基本上还是沿用传统建井模式。

3. 确定建设世界一流水平矿区目标后的高速发展阶段(1998 年至今)

经历了 8 年的艰苦奋斗，完成了大柳塔矿 360 万 t/a 矿井建设的第一期工程，以此为标志，神东矿区在现代化矿区建设中取得了显著的技术和经济效益，极大地鼓舞了广大干部和技术人员的斗志。自 1998 年起，完全确定了在效益、安全、环保方面把神东矿区建成世界一流水平矿区的发展目标。

在 1998 年到 2001 年的 3 年间，神东矿区煤炭产量每年递增千万吨，实现了

整体性的跨越式发展,形成了具有世界一流水平的创新技术体系。

三、神东矿区生产建设中的主要技术创新

神东矿区生产建设中的主要技术创新体现在以下6个方面:

1. 创立了快速建井的“神东模式”

以“主斜井一副斜硐”开拓、无轨胶轮车辅助运输、连续采煤机快速掘进、矿井“无盘区”布置、长距离大断面快速掘进通风及地面箱变与井下移变联合远程供电等关键技术群为主体,再辅以生活区集中规划布置、矿井地面非生产性设施简化布置及地面洗选系统与井下生产系统集成布置等措施,构建出了具有创新意义的快速建井“神东模式”。如采用传统建井模式,建成一个大型或特大型矿井一般至少需要5~7 a时间,而采用神东独创的快速建井模式,建成800万t/a的榆家梁矿仅用10个月,建成120万t/a的大海则矿仅用36天。这在传统矿井建设意义上讲都可称为“奇迹”,为世界领先水平。

2. 800万t/a综采工作面成套技术方面的创新

通过对神东矿区“浅埋深、薄基岩、厚风积沙”特定覆岩结构条件下采场矿压的研究,发现了工作面顶板沿煤壁台阶下沉,并直接波及地表形成突水溃沙的灾害性矿压显现特征,得到了采场顶板以短梁破断为特征的基岩全厚沿煤壁整体切落的失稳规律,建立了采场顶板破断后的“短块砌体梁”结构力学模型,由此计算出了采场顶板来压期间(包括初次来压与周期来压)的支架合理初撑力和工作阻力。研制了适合神东矿区矿压规律和生产技术条件的大采高、强力掩护式电液伺服控制液压支架,并对工作面成套设备进行优化配置。首创了综采工作面辅巷多通道快速搬迁新技术与工艺,榆家梁矿45101综采工作面采用此项技术只用6d零23h便完成总重达6000余t、运距达5000m的全套综采设备的搬家任务,创了世界记录。2001年,大柳塔矿综采工作面年产达803万t,全员工效114.2t/工,工作面直接工效567.6t/工,各项指标处于世界领先水平。

3. 连续采煤机短壁机械化开采成套技术

开创了连续采煤机短壁机械化开采成套技术,实现了短壁工作面落煤、装煤、运煤、支护等工艺的机械化。研制开发出履带行走式新型液压支架,用于支护短壁机械化开采顺槽、支巷及联络巷交汇处的大断面空顶,实现了短壁机械化工作面的安全高效生产。神东矿区上湾煤矿采用这套短壁机械化开采技术,2001年单产已突破了200万t,全员工效超过350t/工,使短壁工作面煤炭回收率从原来的30%提高到87%,达到了国际先进水平。这项技术可在不规则块段、煤柱回收及“三下”开采中得到广泛应用。

4. 高度集中生产的安全保障技术

针对神东矿区煤层易自燃,自然发火期仅为1个月左右,且实现高度集中开

采后工作面推进距长(最长已达 6000 m),回采周期长(超过一年)的特点,研究开发了可对综采工作面(包括采空区)和相邻巷道自然发火危险性进行监测监控的计算机可视化系统。成功研究开发出井上下移动注沙和注浆系统,配以独创的山沙胶体和三相泡沫灭火新材料,解决了西部地区在防灭火方面缺土缺水的困难,为西部矿区防灭火技术的发展开创了一条新路。

采用大断面双巷掘进配以快速隔风技术,解决了综采工作面推进距达 6000 m 的高度集中开采的通风问题。

成功研究开发出适应于高产高效综采面的压气喷雾降尘技术,降尘率可达 85%;成功研究开发出适应连采面的涡流控尘配合湿式旋流除尘器的降尘技术,降尘率可达 97%。

综合应用多种新型物探和钻探手段,可准确探明覆岩的各种地质构造,结合计算机智能化分析,独创了一套突水溃沙治理新技术,避免了重大突水溃沙事故的发生。

5. 矿区生产与管理的网络控制与信息技术

针对煤矿工作环境恶劣、安全性和可靠性要求高等特点,应用先进的异构网络集成和异构数据源采集技术,以集成化的三层网络为基础,将煤矿生产全程自动化、全方位管理信息化的各项应用统一在一个网络平台上,建成了神东矿区生产与管理综合自动化系统,并研制出一系列自动化控制防爆设备。实现了矿井生产、运输、通风、供排水、供电、矿井安全、洗选和装车等生产环节的监测与控制自动化。实现了生产过程集中控制与企业数字化管理。该综合自动化系统的实施,提高了各生产系统的可靠性,形成了现代化的煤矿生产管理模式,多种固定岗位实现了无人值守,全员工效提高了 22%。以大柳塔井为例,2002 年计划年产商品煤 1000 万 t,应用该系统后,全矿人员从 365 人降为 300 人。

6. 矿区环境保护与生态建设

神东矿区针对原始生态环境极度脆弱、水资源匮乏和煤矿开发环境损害等特点,提出了煤业支撑—主动型矿区环保生态建设新概念。吨煤提取 0.45 元专项经费用于区域治沙绿化,治理面积已达 123 km²,建成护路防风林带 177.8 ha (ha——公顷,万 m²),育苗基地 66.67 ha;矿区植被覆盖面积由原来的 11% 提高到 63%,成功地改善了矿区及周边地区的整体生态环境。开发了独特的井下采空区集水过滤净化处理技术,实现了矿井废水的重复利用,全矿区日复用水量达 13580 m³,占矿井日排污总量的 72%。

经过区域治沙绿化,矿井废水复用,选煤厂煤泥水闭路循环,露天矿土地复垦等工程的成功实施,神东矿区成为了一个产业开发与环境保护协调发展的大型现代化矿区。

第一章 神东矿区快速建井模式及关键技术

第一节 概 述

神东矿区煤层赋存条件较为优越,煤炭储量丰富,煤质优良,是我国目前最大的煤炭生产基地和重要的优质动力煤出口基地。为尽快变自然优势为生产优势、变资源优势为效益优势,增强还贷能力,实现神东煤炭公司的跨越式发展,矿井建设必须依据新的建设理念,打破传统建井模式,瞄准世界领先水平,吸收国外先进经验,依靠技术创新,坚持“高起点、高技术、高质量、高效率、高效益、低成本”的建设要求和“投资少、见效快、自我积累、滚动发展”的建设方针,加快建井速度,以创建神东特色的快速建井模式。

一、传统建井模式面临的挑战

我国传统的建井模式,就是在传统的设计思想指导下,立足于我国相对成熟的采矿技术和相对先进的装备水平,对地面生产系统、洗选加工系统及井下生产系统进行全面建设的方式。这种建井模式导致工业广场较大、地面生活设施齐全、井上下生产与洗选系统复杂,使得矿井建设的初期投资大、人员多、效率低、建井工期长。我国 20 世纪 80 年代初开工建设的几座年产 400 万 t 的特大型矿井,如兖州东滩煤矿、开滦钱家营煤矿、潞安常村煤矿及淮南谢桥煤矿等,建井工期都在 10 a 左右。

我国煤炭行业自 1992 年推行高产高效矿井建设以来,取得了显著成效,矿井生产进一步集中,工作面单产进一步提高,煤炭企业效益明显好转。近 10 a 的高产高效矿井建设实践,积累了丰富的经验,也促进了矿井设计理念的转变,在新井必须按高产高效矿井模式设计的思想指导下,神东矿区第一个年产 600 万 t 的特大型矿井大柳塔煤矿建成了。这也是当时我国井型最大的井工开采矿井,建井工期 8.5 a。对于我国传统建井模式而言,这已经处于全国领先水平。但这样的建井速度已无法满足神东矿区快速发展的要求,随着还贷高峰期的日益临近,加快建井速度已迫在眉睫,传统建井模式面临着挑战。

1. 传统矿井设计思想的变革

神东矿区建设初期,由于沿用了传统的建井模式,建井速度一直比较缓慢,

这与传统矿井设计思想的影响是分不开的。神东矿区近 5 a 的矿井建设与生产的实践表明,我国煤矿传统设计存在以下不适应的地方。

(1) 矿井生产能力和服务年限不合理

《煤炭工业设计规范》规定,对于矿井设计生产能力 600 万 t/a 及以上的矿井,矿井设计服务年限不应小于 80 a;矿井设计生产能力为 300 万~500 万 t/a 的矿井,矿井设计服务年限不应小于 70 a;矿井设计生产能力为 120 万~240 万 t/a 的矿井,矿井设计服务年限不应小于 60 a。根据神东矿区的实际,结合国外大型矿井的建设经验,矿井设计生产能力偏低,服务年限过长,没有充分考虑优越的煤层赋存条件,不利于充分发挥现代化采煤机械设备的效能及投资效益。如大柳塔煤矿,矿井设计生产能力 600 万 t/a,服务年限为 118 a。

国外矿井设备的更新周期短,地面设施简单,矿井服务年限有缩短的趋势,如英国塞尔比矿,矿井设计生产能力为 1000 万 t/a,服务年限为 40 a;美国英斯三号矿井,矿井设计生产能力为 750 万 t/a,服务年限为 25 a。因此,从矿井设计的生产能力和服务年限的关系上,应结合本矿区的总体规划、煤炭资源量、煤层赋存条件、机械化程度、矿井建设规模以及矿井投资额的多少综合考虑,确定矿井的生产能力和服务年限。

(2) 井筒开拓形式不灵活

传统矿井设计中井筒形式有平硐开拓、斜井开拓、立井开拓及综合开拓四种方式。

平硐开拓是适用于井田处于山岭和丘陵地区,利用水平巷道由地面进入,通过一系列巷道达到煤层的一种开拓方式。

当煤层埋藏在井口标高以下时,依据煤层埋藏深度、表土层厚度、水文地质情况及煤层顶底板岩石性质,采用倾斜巷道和垂直巷道由地面进入,通过一系列巷道达到煤层的开拓方式,前者称为斜井开拓,后者称为立井开拓。

井筒形式的确定受煤层赋存条件、设备条件、矿井开采技术水平和管理水平等因素的影响,随着矿井开采技术水平的提高,井筒形式的选择应具有更大的灵活性,以适应先进开采技术的应用和辅助运输方式的革新。

(3) 井田划分方式绝对化

我国煤矿井田的划分主要有两种,即盘区式和条带式。但无论是盘区式划分还是条带式划分,由于受巷道地质条件、掘进、运输、供电、通风、巷道维护的诸多因素的影响,其参数选取普遍偏小,传统上国内高产高效综采工作面推进长度多在 2000 m 左右,最长一般不超过 3000 m,工作面长度一般为 150~200 m。井田内阶段、盘区及工作面尺寸偏小,将导致井田内阶段数、盘区数及采、掘工作面数目相应增加,由此造成巷道布置系统复杂,联络巷道多,岩石工程量

大。由此带来的问题很多:初期投资大,建井周期长;工作面搬家频繁,搬家费用高,采掘衔接紧张;通风系统复杂,通风设施多,通风费用高;需维护的巷道多,巷道维护费用高;运输系统复杂,占用人员多,矿井运输费用高;工作面及采区煤柱增加,采区回收率低;不利于矿井集中化生产与管理;吨煤成本高,生产效率低,安全条件差。

可见,井田划分方式不能绝对化,应根据煤层赋存条件、开采技术及装备水平,采用新的划分方式,以进一步简化系统,减少环节。

(4) 矿井劳动生产率偏低

依据《煤炭工业矿井设计规范》的有关规定:矿井设计生产能力 240 万~300 万 t/a 的矿井,全员效率指标为 3.0~4.0 t/工;矿井设计生产能力 300 万~500 万 t/a 的矿井,全员效率指标为 4.0~6.0 t/工;矿井设计生产能力 600 万 t/a 及以上的矿井,全员效率指标为 6.0~8.0 t/工。矿井劳动生产率偏低,使得矿井在籍总人数增加,扩大了矿井的行政、公共建筑面积,增加了矿井的占地面积和基本建设总投资。以大柳塔煤矿为例,矿井全员工效为 8 t/工,在籍总人数为 3547 人,其中生产工人 2837 人,管理人员 275 人,服务人员 373 人,其他人员 62 人,总人员为 6540 人,行政公共建筑面积 125976 m²。如此则延长了建井工期,严重影响着矿井的投资效果。

可见,大型和特大型现代化矿井建设速度的加快,首先必须从设计思想上进行变革,以克服传统设计存在的不足,为神东矿区跨越式发展奠定坚实的基础。

2. 先进建井技术的应用

神东矿区建设初期,矿井主要巷道的开凿以综掘机为主,以炮掘为辅,巷道支护以砌碛和锚喷为主,矿井建设速度极为缓慢。自大断面全煤巷道锚杆支护技术及先进的连续采煤机掘进设备应用以后,巷道掘进发生了根本性的改变,掘进速度大幅度加快,由过去综掘最高月进尺的 426 m,达到平均 2000 m 以上,最高月进尺达 3273 m,为矿井快速建设提供了有力保障。

连续采煤机及其配套设备与综掘机相比较,主要优点有:一是装机功率大;二是掘进效率高,连续采煤机采用双巷或多巷掘进,掘进和锚杆支护互不影响,可平行作业;三是电气部分采用 PLC 可编程控制器,实现了遥控操作,操作简单安全。

总之,建井新技术的应用及传统设计思想的变革,客观上要求打破传统的建井模式,为充分发挥神东矿区自然条件优势,将传统建井模式形成的劳动密集型矿井改造成技术密集型矿井。神东矿区经过五年的实践,一种新型的快速建井模式——“神东模式”脱颖而出。

二、神东矿区快速建井模式

1. 快速建井模式的内涵

神东矿区快速建井模式的内涵就是:在神东矿区较优越的自然资源条件基础上和全新的设计思想指导下,矿井依靠先进的建井技术,合理布置井下各生产系统和地面设施配套系统,使整个矿井系统环节最少,设施配套,能力匹配,并且建井周期短。

2. 快速建井模式的结构

神东矿区快速建井模式的结构就是指组成快速建井模式内涵的最优技术决策、最佳参数选取及其相互间的最优组合方式。结构简图如图 1-1-1 所示。

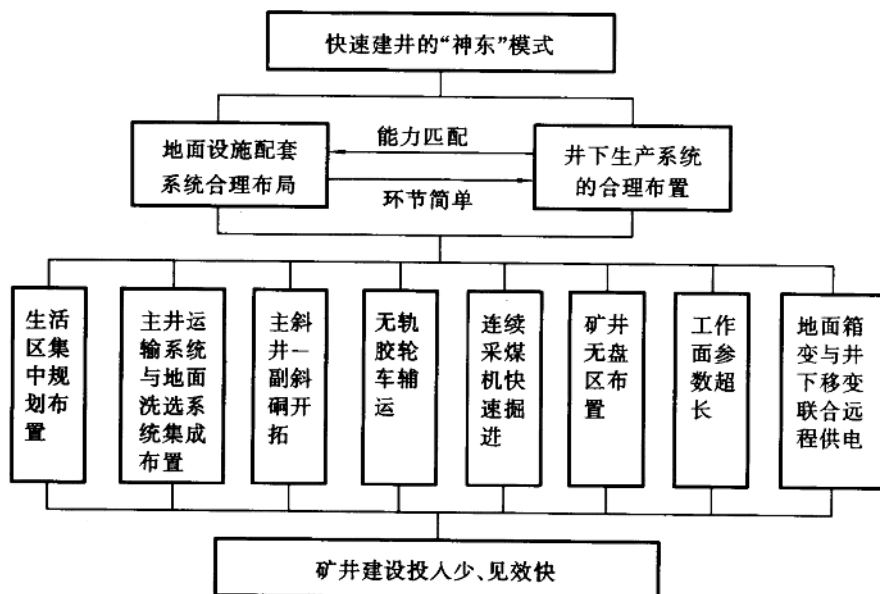


图 1-1-1 快速建井模式结构简图

主要包括:

(1) 生活区集中规划布置

借鉴世界现代煤炭企业的建设经验,矿井地面非生产性设施因陋就简,生活区集中规划布置。矿井只设工业设施及工作区,不设居住区,大大地减少了地面建筑及设施配置工程量,缩短了建设工期。如,大柳塔煤矿、活鸡兔煤矿、大海则煤矿、上湾煤矿和哈拉沟煤矿不建家属区,所有职工都集中居住在大柳塔镇和上湾镇。

(2) 工作区办公设施一切从简

一般原有设施可利用的只做简单维修,这不仅节省了投资,而且缩短了土

建工期。如,榆家梁煤矿和大海则煤矿地面只设几间简单的平房作为办公场所,其他不是生产必需的生活服务设施一律不建,大部分力量投入到矿建工程中,对加快矿井建设的速度起到了积极作用。

(3) 主井运输系统与地面洗选系统集成布置

一是将主井运输系统的胶带输送机直接与原煤仓搭接布置,取消了主井胶带输送机驱动装置硐室、卸载硐室等和一部上仓胶带输送机。二是将地面破碎机与井下胶带输送机联合布置,简化了地面筛选生产系统。

(4) 洗煤厂联合布置

原大柳塔煤矿与原活鸡兔煤矿两矿共用一个洗煤厂,实现两矿原煤集中进行洗选加工。

(5) 斜硐矿井开拓

矿井设计时,充分考虑到神东煤田自然条件的优势,全部采用斜硐开拓新方式,将主要巷道布置在煤层中,尽可能不掘或少掘岩巷。矿井的井筒与布置在煤层中的大巷直接联通,取消了井底车场。开拓大巷由1条主运大巷、1~2条辅运大巷和1条回风大巷组成,简化了主运输和辅助运输及通风系统。如新建的榆家梁煤矿、大海则煤矿、康家滩井和孙家沟井全部采用斜硐开拓新方式。

(6) 无轨胶轮车辅助运输

在自主研究开发出系列防爆低污染矿用胶轮车的基础上,首次在国内大型矿井实现了煤矿辅助运输胶轮化。人、材料和设备可直达工作面,实现了不转载运输,减少了中间转运环节,运输速度快,运输能力高,装卸方便,运输成本低,运输安全可靠,极大地提高了运输效率。

(7) 连续采煤机快速掘进

以先进的连续采煤机及其配套设备为基础,采用大断面全煤巷锚杆支护技术及运输巷道与回风巷道双巷布置方式;既保证了掘进与支护平行作业,又满足了长距离大断面掘进通风要求,实现了连续采煤机快速掘进。

(8) 矿井“无盘区”布置

因斜硐开拓方式、辅助运输无轨胶轮化的实施及长距离大断面掘进通风困难的解决,促进了准备巷道和回采巷道布置方式的改革,由传统的盘区巷道布置改为大巷条带布置,回采工作面直达井田边界,不设盘区,使准备巷与回采巷合二为一,将传统设计的“矿井→盘区(采区)→工作面”的三级划分变革为“矿井→工作面”的二级划分,简化了矿井系统,节省了井巷工程。大柳塔煤矿活鸡兔井原来5个盘区全部取消,工作面沿大巷两侧条带布置,井田边界就是工作面切眼位置,少掘准备巷道20000 m;补连塔煤矿由原来的5个盘区改为现在的单一盘区开采,极大地简化了矿井系统。新建成的榆家梁煤矿采用了矿井“无盘

区”布置,井筒与大巷等开拓巷道形成后,直接布置工作面,从而大大减少了盘区巷道工程量,有效地缩短了建井工期。

(9) 加大工作面参数

我国传统的高产高效综采工作面推进长度多在2000 m左右,最长不超过3000 m,工作面长度一般为150~200 m。如:补连塔煤矿原设计2211首采综采工作面推进长度1500 m,工作面长度180 m;乌兰木伦矿国产设备综采工作面推进长度1300 m,工作面长度180 m。为充分发挥先进掘进设备快速掘进优势和无轨胶轮车快速运输的优势,提高综采工作面的单产单进,减少工作面的搬家倒面次数,综采工作面推进长度由我国传统的2000~3000 m增加到4000~6000 m,工作面长度由传统的150~200 m,增加到220~240 m,使每个工作面可采煤量达到500万~800万t。如榆家梁煤矿首采工作面推进长度3730 m,接续工作面推进长度为4211 m,工作面长度为240 m;补连塔煤矿综采接续工作面推进长度为5000 m,工作面长240 m。

(10) 地面箱变与井下移变配合的远程供电

该方式减少了供电环节,降低了故障率,保证了采掘设备正常的供电要求,为矿井快速建设提供了可靠的电力保证。传统的井下供电方式,既要在井下设中央变电所,又要设采区变电所,无论是矿建工程还是安装工程施工量都较大。榆家梁煤矿井下未设中央及采区变电所,而由地面箱变直接向井下移变供电,在工作面投产前,也只是在煤层巷道中设置了简易变电所。改变供电方式后,减少了配电硐室施工工程量,缩短了矿井供电系统的建设工期,节约了资金投入。

(11) 长距离大断面掘进通风

这种通风技术适用于连续采煤机掘进工作面,为满足作业方式的工序工艺要求,使巷道掘进与顶板支护互不影响,作业采用双巷(或多巷,两巷间有联络巷)平行掘进。这种掘进方式充分发挥了引进设备的高强度连续生产能力,在客观上也为实现全风压通风创造了条件。通过每隔50~60 m封闭或未封闭的联络巷,可以形成一巷进风、另一巷回风的全风压通风系统,局部通风机安设于全风压风流进风巷中,随联络巷密闭的跟进而前移,最大程度地缩短局部通风的距离,适应大断面长距离掘进的风量与风速要求。

第二节 快速建井的关键技术

根据神东矿区快速建井模式的结构,以斜硐开拓、无轨胶轮车辅助运输、连续采煤机快速掘进、长距离大断面掘进通风及地面洗选系统与主井运输系统集成布置等关键技术为基础,构建的神东矿区快速建井模式,在神东矿区应用中,

创造出世界煤矿建井史上一个又一个奇迹。

一、无轨胶轮车辅助运输

1. 矿井辅助运输系统特征

辅助运输是整个矿井运输动脉不可缺少的重要组成部分,是不受主要运输系统约束的独立的工艺系统,辅助运输系统一直是制约我国煤炭行业产量和效率大幅度提高的主要因素。运输系统的形成既要有适宜的运输设备,还要有相应的巷道系统和支护形式。矿井辅助运输系统具有以下特点:

① 品种繁多,形态各异,大小不一,单件重量相差很大。如液压支架重达 23 t,采煤机总重量达 75 t;

② 装载要求不一。如综采工作面液压支架、采煤机等可以单件直接装载运输,有的则要求装箱,有的需要包扎成捆,油脂需专运;

③ 运量不均。如综采设备安装或综采工作面搬迁,长钢材的运输等,都是集中在短时间内运输,大部分设备运输都有不均衡性;

④ 辅助运输多流向。如人员的往返,材料、设备的下井和升井等。

此外,由于辅助运输系统线路迂回复杂、转载多、运输设备效率低等原因,辅助运输与原煤运输的工耗相差甚大,辅助运输与原煤运输的单位工耗比例为 20:1,费用比例为 6:4。因此,尽管辅助运输工作量小于煤炭运输,但其总工耗却超过了后者。

2. 我国煤矿辅助运输现状

我国现有的辅助运输设备主要是 20 世纪 50 年代和 60 年代的运输工具,只有少数矿井采用了先进的单轨吊、卡轨车等设备。副井一般采用绞车提升。运输大巷运量比较集中,坡度一般为 0.3%~0.5%。普遍使用的运输设备有架线式电机车,隔爆型蓄电池电机车,个别矿井使用无极绳运输方式。倾斜巷道多采用单滚筒缠绕式绞车。回采巷道采用小绞车或无极绳运输。

我国现有辅助运输的主要问题是运输系统线路复杂、环节多、转载次数多;设备陈旧,运输能力小,尤其是采(盘)区的辅助运输,多用钢丝绳小绞车多段接力运输方式,占用设备多,劳动强度大,设置分散,运输效率低,机动性和安全性都差,维修工作量大。

近几年我国国有重点煤矿伤亡事故中运输事故占 26%~30%,仅次于顶板事故,居第二位。此外,我国煤矿井下巷道条件差,多数巷道断面较小,有的巷道起伏大、弯道半径小,有的斜巷坡度高达 25°以上,有的巷道有底鼓或积水,有的巷道呈“之”字形,采(盘)区巷道尤为突出,影响了辅助运输的连续性。

综上所述,目前我国煤矿井下辅助运输系统及其设备是矿井各生产系统中最薄弱的环节,严重地影响了生产和劳动生产率的提高。一般在矿井的辅助运

量中,掘进矸石量与产煤量的比例,低者约为8%~10%,高者达到30%以上,掘进煤量约为5%~10%,材料、设备等辅助运输量约为产煤量的4%~5%,以及由于矿井生产效率低,需要运送的人员多。对于一个大型矿井来说,以上这些辅助运输量已相当于一个中型矿井的总运输量。因此,提高辅助运输系统的机械化水平,采用新型高效辅助运输设备,是建设现代化矿井的必由之路。同时,对于进一步提高矿井采掘机械化水平,充分发挥大型机械设备的技术性能,提高综采、综掘设备的利用率,获得良好的经济效益都有重要意义。要使矿井辅助运输现代化,首先必须改善运输系统和巷道条件。

3. 新型无轨胶轮车的研制

随着我国煤矿高产安全矿井的建设与发展,为提高辅助运输效率,实现减员增效,改变我国煤矿辅助运输落后状况,1994年神东矿区率先采用了无轨胶轮车运输,通过几年的生产运行,取得了显著的经济效益。一开始是从国外引进了少量的无轨胶轮车,进行试点。由于引进设备费用昂贵,配件组织周期长,维修困难,矿井生产成本很高。后与煤科总院太原分院合作,用两年的时间自行开发研制了防爆低污染无轨胶轮车。几年来,研制与开发了一系列井下防爆无轨胶轮车产品,并全部通过了井下工业性试验,目前已投入批量生产,为矿井辅助运输无轨胶轮化在矿区的全面推广提供了技术设备保障。

TY6/FB型井下防爆低污染中型客货胶轮车和TY3061FB型井下防爆低污染轻型自卸胶轮车,作为创新工程填补了我国煤炭工业井下无轨胶轮辅运设备空白,居于国内领先地位,在国际上也处于先进水平。通过在神东矿区推广应用,以上两种产品也在晋城、兖州等矿区得到应用,为我国有条件的矿区应用无轨胶轮化运输、全面提高矿井产量和劳动效率起到了示范作用。

TY6/20FB井下防爆低污染中型客货胶轮车主要由柴油机及进排气防爆装置、驾驶操纵装置、传动装置、前机架、后机架及快换机构、铰接转盘、后轮总成及客货厢、液压系统、气动及安全保护系统、电气系统等组成,如图1-2-1所示。

本车与澳大利亚DOMINO公司生产的TRUCK4客货两用车相比,具有整车机动性好、装载质量大和最小离地间隙大的优点。具体数值见表1-2-1。

TY3061FB型井下防爆低污染轻型自卸胶轮车主要由低污染防爆型柴油机、过排气防爆装置驾驶室、底盘、自卸装置、全保护和电气系统组成。其外观如图1-2-2所示。

本车是自行研制的首台井下防爆低污染轻型自卸胶轮车,属国内创新车辆。

4. 无轨胶轮车与其他辅运设备的对比

本节以大柳塔煤矿的辅运系统改造为例,说明无轨胶轮车的优越性。