

工程哲学与神东亿吨矿区创新实践

王安

(神华集团公司,北京 100011)

[摘要] 工程哲学指导工程实践。神东矿区在煤矿开发建设创新实践中遵循“系统性、客观性、时效性”的理性思维,系统思考,整体推进,寻找主客观最佳结合,及时掌握和集成新技术、新材料、新装备、新工艺,建设了不同于传统模式的千万吨矿井,建成世界上首个亿吨级煤炭生产基地。全员工效、生产规模、安全、环保水平、资源回收率等指标达到国际领先水平。

[关键词] 神东矿区;煤炭开发;系统性;客观性;时效性

[中图分类号] TD212 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2008)12-0053-05

1 神东亿吨矿区概况

1.1 地理位置

神府东胜(简称神东)煤炭规划开采区属国家特大型煤炭生产基地,地处陕西省神木县北部,府谷县西部,内蒙古自治区鄂尔多斯伊金霍洛旗及东胜区南部和准格尔旗的西南部,开采矿区总面积为 $3\,481\text{ km}^2$,已经探明储量 $356.1 \times 10^8\text{ t}$ 。

神东煤炭分公司是神华集团公司的煤炭生产骨干企业,主要负责神华集团在神东矿区,以及山西省保德煤矿的开发建设。目前,取得矿权开发总面积 661 km^2 ,总地质储量 $89.9 \times 10^8\text{ t}$ 。神东矿区被国家规划为13个大型煤炭生产基地之一^[1]。

1.2 煤炭资源开发现状

神东煤炭分公司现已建成特大型现代化高产高效煤矿10个(11个矿井),以及洗选加工、外运装车、设备维修等配套设施,形成千万吨矿井群的生产格局,成为目前世界上唯一的亿吨煤炭生产基地。其中:建成2个 $2\,00 \times 10^4\text{ t}$,2个 $1\,500 \times 10^4\text{ t}$,4个 $1\,000 \times 10^4\text{ t}$ 的矿井,2007年生产煤炭 $11\,926 \times 10^4\text{ t}$,约占全国煤炭总产量的5%,国有重点煤矿产量的10%,用人仅为传统煤矿的3%。

1.3 主要生产技术指标

1)全员工效 124 t/工 ,是美国固本公司井工开

采 38.70 t/工 的3倍,是我国国有重点煤矿的30倍,其中哈拉沟矿为 197.86 t/工 。

2)矿井单井产量,补连塔矿“一井两面”年生产煤炭 $2\,112 \times 10^4\text{ t}$,上湾矿“一井一面”生产煤炭 $1\,335 \times 10^4\text{ t}$ 。淮南矿业张集煤矿2006年建成千万吨级矿井,美国井工矿最高纪录为固本公司EN-LOW FORK煤矿 $971 \times 10^4\text{ t}$ 。

3)综采队单产,有3个综采队年产量达到 $1\,000 \times 10^4\text{ t}$ 以上,其中上湾矿综采队年产 $1\,160 \times 10^4\text{ t}$ 。除神东矿井外,国内最高淮南矿业张集煤矿 $382 \times 10^4\text{ t}$ (不包括放顶煤工艺),美国最高是20英里矿 $648 \times 10^4\text{ t}$ 。

4)综采工作面回撤安装控制在一周之内,最快可控制在5天时间。国内一般40天,国外20天左右。

5)连采掘进最高月进尺 $4\,656\text{ m}$ (上湾矿),平均 $2\,200\text{ m/月}$ 。国外一般 $1\,200 \sim 1\,500\text{ m/月}$ 。

6)建井周期,千万吨矿井榆家梁矿的建井工期为9个月18天。国内 $300 \times 10^4 \sim 500 \times 10^4\text{ t}$ 矿井建井工期一般为5~8年,国外先进采煤国家 $500 \times 10^4\text{ t}$ 矿井建井工期一般在3~4年。

7)资源回收率75%以上,国有重点煤矿平均45%,小煤矿15%,国外先进水平50%~60%。

8)安全水平,近3年百万吨死亡率控制在0.015,2007年控制在0.0084,低于美国井工平均水平0.0317

[收稿日期] 2008-09-27;修回日期 2008-10-13

[作者简介] 王安(1959-),男,内蒙古凉城县人,教授级高工,主要研究方向为煤炭开发

和固本公司的 0.017 5, 仅是国有重点煤矿 0.38 的 2.21 %, 是全国平均水平 1.425 的 0.59 %。

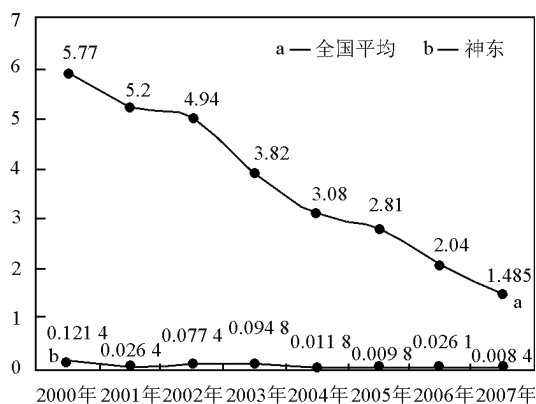


图1 2000—2007年神东与全国百万吨死亡率曲线图

Fig. 1 Comparison between the mortality rate per million-ton output in 2000-2007 of Shendong and the National Average Level

同时,煤炭生产实现地面无矸石山,井下污水净化利用,生态环境不仅没有受到影响和破坏,而且得到显著改善,矿区植被覆盖率由开发初期的 3 % 提高到 60 % 以上,形成了“生产规模化、技术与装备现代化、队伍专业化、管理手段信息化”的神东模式。

2 工程哲学与神东亿吨矿区创新实践

神东亿吨矿区工程建设成果来源于技术创新和管理创新。技术和管理的创新实践造就了神东亿吨矿区的成功建设,根本在于解决了高产与安全,采矿与环保的矛盾。工程建设过程中,只有通过主动运用工程哲学思维认清事物客观性,解决矛盾,才能提高效率 and 效益。

工程哲学植根于社会实践,是思想方法、思维武器,是可以转化为物质的精神力量。每个成功而优质的工程都需要有哲学支撑,工程的实施者和管理者都在自觉不自觉地运用唯物论和辩证法^[2]。工程的设计与实践,是通过创造性理念或思想指导下实现的。工程哲学指导工程实践,煤矿创新实践应善于遵循“系统性、客观性、时效性”。只有系统地思考,才能达到整体水平的提升;只有主客观最佳结合,才能找到最优的技术方案;只有及时掌握和集成新技术、新材料、新装备、新工艺,才能不断推动行业的技术进步。

2.1 集成最新技术成果,构建简捷流畅的矿井系统

简捷流畅是工程美学的基本要求,是实现工程安全、高效运行的必要条件。传统矿井受建井思想

与技术条件的制约,形成了复杂的系统,造成规模小、效率低、安全隐患多的弊端。

工程创新是系统集成和关键技术突破的有机统一。只有系统思考、整体推进,以工程创新的统筹性、协调性、和谐性支撑关键技术效能的发挥,以关键技术的突破带动工程整体功能的提升,才能构建全新的技术体系,实现工程脱胎换骨式的改变^[3]。工程的设计与实践,是通过创造性理念或思想指导来实现的。简洁流畅的矿井工程系统,是基于对自然环境和地质条件等客观规律的充分把握,是基于对矿井开采技术和现代化装备的熟练应用,是基于对设计理念的不断创新,对工程管理的不断优化。

神东借鉴“高速公路”的理念,集成国内外先进的技术,系统思考、整体推进,通过系列技术创新,将传统矿井多盘区布置的复杂系统,改变为简捷流畅的超大工作面无盘区布置系统,解决了传统矿井的瓶颈制约,为安全、高效生产创造了条件。

井下系统布局的简化,核心问题是工作面大型化,工作面大型化必须通过改变传统的技术来支撑。原“煤矿设计规范”要求综采工作面走向长度不突破 2 000 m。这是在辅助运输以有轨运输为主要方式、井下多级供电、单巷掘进局部通风距离受限、采掘装备水平低的条件下确定的。

神东矿井超大工作面构建及无盘区布置。对于辅助运输,研究神东缓倾斜煤层的特点,综合平硐与斜井开拓技术,首创了“斜硐”开拓方式(传统开拓方式为平硐、斜井、竖井),通过与设备厂家合作开发了无轨胶轮车,建立了无轨胶轮运输规范,在国内首次废除了传统煤矿环节多、用人多、事故多、效率低的有轨运输方式,矿井用人仅是原运输方式的 2 %。

对于井下供电方式,由井下多级供电变为地面箱式变电站钻孔直供方式,避免了长距离供电的压降损失,减少了供电环节,提高了供电质量。

对于长距离掘进通风安全,将单巷掘进局部通风变为双巷掘进全负压通风。单巷变革为双巷后每条巷道承受两个工作面动压的影响,经过计算、实测两次动压造成的松动圈,进行了全新的支护设计和改进支护方法,解决了这一难题。

对于皮带主运系统,由传统的液力耦合器启动变为 CST 和变频启动,实现长距离连续运输。

对于控制系统,提出“无人则安”的煤矿安全理念,首次将信息化技术应用到煤矿生产系统,实现井上下固定岗位无人值守。

在一系列创新技术的支持下,加之高可靠性采掘设备的选择,创新了无盘区布置方式,理性地突破传统设计规范,使工作面推进长度延长到 4 000 ~ 6 000 m,并把工作面长度延长到 300 m 以上,减少了生产系统环节。传统矿井建设囿于“小农意识”及技术规范的影响和制约,大量的资金用在了复杂的系统上。神东简化了系统,建设资金从井巷工程向技术装备转移,体现了“不同的人把同样的钱花出不同的效果”的理念。

神东活鸡兔井原设计 6 个盘区,取消盘区后节约系统建设资金 4 亿多元,而当时最先进的现代化综采设备仅 2 亿元。

以上技术,创新了煤矿系统模式,相当于给煤矿井下构建了“高速公路”,从根本上解放了煤矿的生产力,是矿井设计的重大技术变革。

与传统模式相比,矿井设计能力由 $300 \times 10^4 \sim 500 \times 10^4$ t 提高到 $1\,000 \times 10^4 \sim 1\,200 \times 10^4$ t,提高 2 ~ 4 倍。工作面尺寸同比增加 8 ~ 9 倍。以大柳塔井为例,煤柱损失量减少 54 %,开拓工程量减少 66 %。与原规划相比,矿区少建 7 个矿井,少用 52 430 人,年增产 $4\,820 \times 10^4$ t,仅 2005 年创效 60 亿元。

2.2 不断寻求主客观的最佳结合,以最优的技术方案发挥客观条件的优势

2.2.1 研究揭示神东特殊地质条件下的矿压显现规律

神府东胜煤田属于浅埋深、薄基岩、厚风积沙开采条件。开发初期,由于对这一特殊地质条件认识不足,造成安全事故频发,设备损坏严重。1997 年以前,由于没有充分认识到特殊地质条件的危害,按照传统矿压理论选择进口和国产支架,经常发生顶板垮落和溃水、溃沙事故。大柳塔、补连塔矿 2 个工作面设备几乎全部损毁,损失巨大。通过岩移观测和钻孔观测,发现了神东煤田上覆岩层的移动规律为整体切落,形不成“三带”(即弯曲下沉带、裂隙带、冒落带),与其他地质条件下的矿压显现规律相比有明显差异。发现了神东煤矿顶板不同于传统采场覆岩的三带分布,缺少裂隙带,呈两带分布,从而揭示了造成单一关键层滑落失稳而形成整体切落的矿压规律。通过回归分析,得出这种特殊矿压条件下的支护阻力计算公式。确立了工作面关键设备——液压支架工作阻力计算公式和技术参数,将支护阻力由 3 500 kN 提高到 10 800 kN,结构由四柱式改为两柱式,人行道改在支柱后,解决了特殊地质条件下长壁开采顶板控制这一关键技术难题。

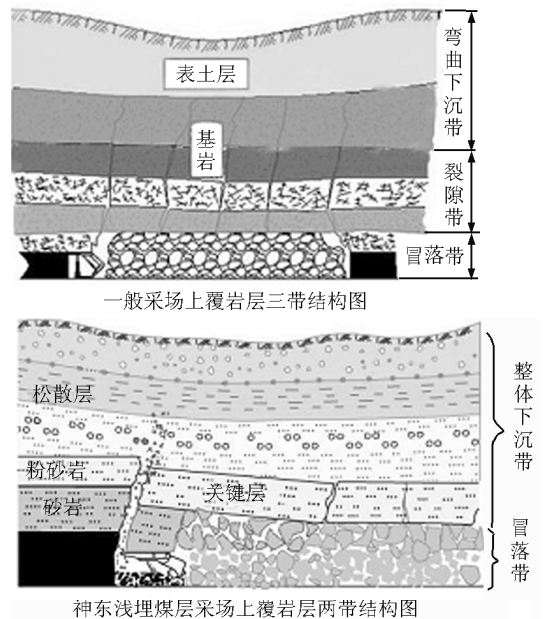


图 2 神东浅埋煤层与一般采场上覆岩层结构比较图

Fig. 2 Comparison of rock seam structure between Shendong shallow seam and the regular seam

2.2.2 针对边角块段资源研发连续采煤机短壁无煤柱采煤方法

边角煤资源的安全高效回采,国内外尚无成熟的开采方法。传统矿井对这部分资源采用房柱式开采,采场顶板管理靠煤柱支撑,煤柱压垮后易造成顶板大面积垮落而产生飓风,引发矿难。若要保证安全开采,必须留设大量的煤柱,这样边角煤资源的采出率就会大大降低,且易造成煤层自燃。

针对房柱式开采存在的弊端,通过大海则、康家滩两矿短壁工作面采煤方法、顶板处理等方面的工程实践,分析短壁机械化工作面围岩-支架关系,给出履带式支架工作阻力计算公式,提出短壁无煤柱开采技术方案,研发了连续采煤机短壁无煤柱采煤法,合作完成履带行走式液压支架、连续运煤系统等设备的开发,所有设备都可自动行走、移动灵活,使占矿井可采储量 1/3 的边角块段资源实现了安全、高效回采,回收率比传统房柱式采煤法提高 25 %。

2.2.3 针对神东矿区煤层硬度大的特点,研制大采高液压支架

依托材料工业和加工技术的进步,联合研制出了 5.5 ~ 7.0 m 大采高液压支架,提高了资源回收率。

2.2.4 在生产规模化的条件下,发明辅巷多通道快速搬家倒面工艺

传统煤矿综采工作面回撤工艺采用绞车、单点

回撤、单体支护、轨道运输,其速度慢、事故多。特别是在一个超大综采工作面生产完成以后,回撤通道悬空面积达 $2\ 800\ \text{m}^2$ 以上,依靠单体支护的方式,顶板维护十分困难,极易发生大面积冒顶,造成人身伤害事故,设备撤出难度大。

针对这一难题,在采煤工作面停采线预先掘出两条平行于采煤工作面的辅助巷道,然后根据煤层的地质条件、搬家的装备、人员配置等情况,在两条辅助巷道之间,掘出若干条联巷,构成辅助巷道多通道系统^[4]。组织研发专用回撤支架,使大面积回撤通道实现了安全有效的支护。

应用该项技术,解决了重型设备快速回撤的技术难题。在井下狭窄的空间内重达 $8\ 000\ \text{t}$ 综采设备搬迁时间为 $4\sim 7$ 天/次,比传统工艺缩短工期约 1 个月;采用专用支架比单体支柱支护强度提高了 20%,遏制了顶板事故。在神东矿区 138 个工作面成功应用,累计多生产原煤 $8\ 280 \times 10^4\ \text{t}$,直接创造效益 51 亿元。

2.2.5 针对煤层易自燃特点,研发极易自燃煤层防灭火技术

神东煤田属于浅埋深、一级自燃发火煤层,加之超大工作面的布置,自燃发火问题非常突出。如果不进行有效防治,将会引发煤层自燃,造成一片火海,不仅影响煤矿的安全生产,还将造成更加严重的环境污染。另外,神东开发的山西保德煤矿是高瓦斯矿井。

在总结均压防火技术的基础上,提出大断面、低风压大风量通风系统,使矿井始终处于低风压状态,遏制了采空区漏风,避免采空区遗煤氧化发火,抑制了 I 级易自燃煤层采空区自燃发火和高瓦斯矿井瓦斯积聚,在不同条件下都实现了安全高效生产。

2.3 倡导无人则安的理念,构建软硬件结合的本质安全体系

煤矿事故发生的特点表明,煤矿生产系统是一个动态复合灾害发生系统。从系统论的观点看,安全事故是人-机-环境系统出现异常状况的结果。保证人、机、环境和控制等各方面的本质安全,就能实现煤炭生产过程的本质安全。

煤矿是一个特殊的生产企业,其作业地点、作业方式、作业环境与其他企业相比有着明显的区别。结合煤矿特点,本质安全型矿井是管理软件和系统硬件的本质安全化。

管理软件涉及的内容包括:安全理念、管理制度、安全管理体系、安全文化、员工素质等;系统“硬

件”的内容则包括:矿井开拓方式、采区布置方式、矿井主要生产系统、开采方法、技术装备、矿井安全保障系统等。通过软硬件有机结合、良性互动、互为提升,使高产高效与安全生产实现了有机统一。

神东是世界上第一家将信息化延伸到井下的煤炭企业,实现了井上下固定岗位无人值守,有效规避了人这一活跃主体的不安全行为,寻找到了针对高危行业实现安全生产的根本途径。同时,通过系统优化、装备升级减少了环节,减少了用人,体现了神东“无人则安”的安全理念。

2.4 主动型生态治理和井上下互动、从源头治理的清洁生产技术

神东矿区地处毛乌素沙漠边缘,干旱缺水,生态脆弱。传统矿区井下采出的矸石堆积成山,矿井污水直接排放,造成环境的二次污染和原生环境进一步恶化。神东矿区达到亿吨级规模,如果不改变传统煤矿的做法,必然会使当地脆弱的生态环境雪上加霜,给当地人民的生产生活带来危害。

神东矿区的开发始终坚持源头治理,避免传统煤矿的“先开采、后治理”的建设思路。发明井下废水利用采空区矸石吸附过滤净化方法。从矿井设计开始,使采空区能够形成吸附、过滤、沉淀污水的环境,并作为井下蓄积水库。通过净化使水质指标达到工业和农业用水标准。年复用水 $700 \times 10^4\ \text{m}^3$,实现了废水资源化利用,累计节约费用 3 亿元。

创新井下无岩巷布置和废弃巷道排矸技术。为了实现井下矸石减排目标,将巷道布置在煤层中,在巷道交岔点创新胶带机分离式驱动技术、机头硐室采取立交变平交等技术,实现井下无岩巷布置。对井下回采作业中遇到的冲刷体、断层等采用废弃巷道排矸技术,使矸石不外排,地面取消了矸石山。

实施荒漠化矿区生态治理技术,以大范围生态治理遏制小范围采矿造成的环境破坏。神东矿区已开采 $59\ \text{km}^2$,已治理面积 $145\ \text{km}^2$,植被覆盖率由 3% 提高到 60% 以上,不仅减少大量水土流失,而且生态环境得到了明显改善。

2.5 基于生产规模化的精干高效专业化管理体制

随着技术创新的成功实践,管理体制、架构也需不断改进。只有管理体制适应于技术进步,才能使技术创新产生倍增的效果。神东煤炭分公司利用生产规模化优势,对企业的各个专业技术能力进行了整合和优化,矿井掘进、综采搬家倒面、设备租赁及维修、洗选加工、地质测量、设计、物资供应、后勤服

务等业务实现内部专业化服务,以积木式的管理方式充分活化设备、人力资源的潜能,极大地发挥了设备、人员效率,体现了精干高效。

对非核心业务,积极开展外部技术协作。与科研单位和生产厂家联合建立创新基地,开展设备维修、国产化业务。同时,公司的财务、物资、人力资源配置进行集中管理,形成了“一井一面 300 人 $1\ 000 \times 10^4\ \text{t}$,一井两面 500 人 $2\ 000 \times 10^4\ \text{t}$ ”的模式。

专业化服务模式,不仅提高了公司专业化水平,形成了神东矿区的核心能力,而且为矿井快速、裂变式发展提供了有力的支撑。

通过一系列技术和管理创新,神东矿区建成了世界上唯一的亿吨煤炭生产基地,实现了煤炭开采由劳动密集型向技术密集型、由高危行业向本质安全型企业、由环境污染型向清洁环保型的三个转变,形成了生产规模化、技术与装备现代化、队伍专业化、管理手段信息化四化模式,成为煤炭产业技术升级的见证,创造了煤炭企业自主创新的典范。

3 结语

1)技术的最高境界是美学,管理的最高境界是艺术。技术与管理结合的至高点是哲学。工程

技术人员要从工程美学的视角开展技术工作,不局限于局部的专业要求,不受限于通常的标准制约,不囿于惯性思维、传统章法,要站在工程美学的角度,“跳出技术思考技术”,推进工程的建设。工程实践中,技术进步为管理创新提供了新的载体和手段,也对管理创新提出了适应性的要求。技术与管理相互推动,互相促进,管理创新使技术发挥倍增效应。

2)无论是技术还是管理都必须用系统的、辩证的、开放的、集成的哲学观点来分析、决策,才不至于顾此失彼,才能保证决策的正确性、先进性、前瞻性。

3)技术、管理、文化有机结合、良性互动、互为提升,是企业持续健康发展的根本。

参考文献

- [1] 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 煤炭产业政策[Z]. 北京:中华人民共和国国家发展和改革委员会,2007
- [2] 沈珠江. 工程哲学就是发展的哲学[J]. 清华大学学报,2006, 21(2):115-119
- [3] 李伯聪. 工程哲学引论[M]. 北京:大象出版社,2002.3-4
- [4] 王安. 现代化亿吨矿区生产技术[M]. 北京:煤炭工业出版社,2005.107

Project philosophy and innovation practice of Shendong 100-million-ton mining area

Wang An

(Shenhua Group Corporation, Beijing 100011, China)

[Abstract] Project philosophy guides project practice. In the innovation practice of coal mine construction and development, Shendong mining area abides by the project philosophy of “systematism, objectiveness, efficiency”, and finds the best combination of subjectiveness and objectiveness through systematic thinking and whole advancement. By in-time management and integration of new technology, new material, new equipment and new technique, Shendong has successfully constructed the 10-million-ton mine group different from the traditional mode, and established the first 100-million-ton coal mining production base in the world. Shendong’s overall productivity efficiency, production scale, safety level, environmental-protection level and resource recovery rate all reach the world advanced level.

[Key words] Shendong mining area; coal mine development; systematism; objectiveness; efficiency