

煤炭行业应用型本科教育核心教材

Meitan Hangye Yingyongxing Benke Jiaoyu Hexin Jiaocai

Jinghang Sheji Yu Shigong Jishu

井巷设计与施工技术

中国矿业大学应用技术学院组织编写

主 编 田建胜 屈凡非 刘 刚

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press



本科教育核心教材

井巷设计与施工技术

主 编 田建胜 屈凡非 刘 刚
副主编 范子毅 李双群

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书将井巷工程设计的最新理念和井巷施工技术的最新进展结合起来,比较全面、系统地介绍了井巷设计的基本思想、内容和方法,在此基础上,融井巷设计、施工技术与施工管理为一体,系统介绍了我国煤矿井巷设计的最新理念、井巷施工的最新技术和发展趋势。全书共分 12 章,主要内容包括井巷设计与施工技术进展,立井井筒设计,巷道断面设计,立井、斜井井底车场与硐室设计,立井井筒施工技术,斜井、斜硐施工技术,岩巷施工技术,交岔点与特殊硐室施工技术,煤层巷道施工技术,特殊巷道施工技术,矿井建设施工组织管理和矿井建设工程管理。

本书在结构上,按照设计、施工与管理的先后顺序,强调设计是基础、施工是关键、管理是核心的现代工程建设管理理念,遵循设计→施工→管理的脉络体系来安排各个章节的内容,使学生和读者对现代煤矿设计的基本思想、设计理念、设计方法,现代煤矿施工的先进技术、管理理念和管理方法有一个全面、系统的理解和把握。

本书既可作为高等院校矿井建设专业方向、采矿工程专业的核心教材,又可作为相关工程技术人员的参考用书以及相关企业技术人员的培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

井巷设计与施工技术/田建胜,屈凡非,刘刚主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2009.8

ISBN 978 - 7 - 5646 - 0447 - 9

I. 井… II. ①田…②屈…③刘… III. ①井巷工程—工程设计—高等学校—教材②井巷工程—工程施工—高等学校—教材 IV. TD26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 142541 号

书 名 井巷设计与施工技术

主 编 田建胜 屈凡非 刘 刚

责任编辑 何 戈 章 毅

责任校对 杜锦芝

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 32.25 字数 802 千字

版次印次 2009 年 8 月第 1 版 2009 年 8 月第 1 次印刷

定 价 39.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

煤炭行业应用型本科教育核心教材编写委员会

主 任 祝木伟

副主任 冯平安 应鹏展

编 委 (排名不分先后)

沈通生 汪理全 邸志乾 武 增

梁士杰 曾蒲君 李志聘 欧泽深

潘 鋋 朱鸿禧 黄嘉兴 万志军

杨胜强 王启广 李壮福 张双全

陈增强 王东权 张书毕 邓先明

王华清

前 言

煤炭是我国国民经济赖以可持续发展的重要基础,随着煤炭消耗量的日益增长,煤炭的开采水平也在不断延深,开采环境日趋复杂,开采难度不断增加,高地应力、高地温、煤与瓦斯突出、承压水突然涌出等已成为制约煤炭生产发展的严重问题,致使煤炭生产投入多、效率低,环境污染日趋严重。因此,采取措施,改变我国煤炭生产投入大、浪费多、效率低、污染和生态破坏严重的现状,提高煤炭资源的开发和利用效率,保护环境,探索煤炭开发与生态环境保护并举的可持续发展之路,是我国煤炭工业发展以及整个国民经济发展面临的一项长期而艰巨的任务,也是矿井建设领域中需要正确面对、认真研究和解决的重要课题。

本书从矿井建设与采矿工程专业学生知识结构的需要出发,立足建设节约型社会、保护环境和促进人类社会可持续发展总目标的要求,结合我国煤炭工业的现状和发展需要,将井巷设计的理论与施工技术和施工管理等知识结合起来,强调理论与实践相结合,使学生能够全面、系统地了解 and 把握我国现代化矿井建设设计理论、施工技术和工程管理方法的全貌,奠定今后从事矿井建设与施工管理的坚实基础。

本书在编写过程中,坚持设计、施工与管理三者的统一,强调“高起点、高技术、高质量、高效益、高效率、低成本、开发与安全和环保并重”的现代化矿井建设理念的培养,强调运用系统工程的思想指导矿井建设的全过程,力求使学生了解和掌握我国现代化矿井建设的发展方向和最新技术,了解矿井设计、施工和管理的一般理论和方法。因此,在内容的编排上,本书以设计→施工→管理为主线,以矿井建设工程中井巷设计、井巷施工与管理的核心工作内容为基础,做到简繁相宜,重点突出。

本书在强调对学生进行现代化矿井建设理念培养的同时,更注重对学生实践技能的培养,一方面在教材内容的遴选上,强调立足实践,教材中的绝大部分设计、施工范例都源自具体的井巷工程实际;另一方面,强调理论与实践相结合,在重点章节,都安排了设计与施工实例。学习过程中建议学生注意理论与实践的结合,注意具体设计、施工技术与管理思想、管理方法的结合。

本书的整体构思、前言和审定由田建胜负责,统稿由刘刚负责。第1章、第2章、第4章、第11章由田建胜编写,第3章、第5章、第9章由刘刚、范子毅编

写,第6章、第8章、第10章由平煤集团十一矿矿长屈凡非高级工程师编写,第7章由刘刚编写,第12章由田建胜、李双群编写。

本书在编写过程中,中国矿业大学应用技术学院给予了大力支持;梁士杰教授多次关心教材进展并予以指导;中煤五公司一处总工程师袁兆宽高级工程师、神华集团锦界煤矿矿长惠本利高级工程师等提供了大量宝贵的技术资料,并提出了许多宝贵的意见和建议;硕士研究生高海亮、蔡洪都同学对全书进行了认真校对。在此一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中难免存在一些缺点和不足,恳请读者不吝批评和赐教。

编者

2008年11月

目 录

1 井巷设计与施工技术进展	1
1.1 井巷设计与施工的概念	2
1.2 现代化矿井的基本特征	3
1.3 现代化矿井的设计理念	7
1.4 现代亿吨矿区建设与生产的技术保障体系	9
1.5 现代化矿井建设基本程序	13
思考题	15
2 立井井筒设计	16
2.1 概述	16
2.2 立井井筒断面设计	27
2.3 立井井筒装备	41
2.4 井筒断面设计实例	56
思考题	58
3 巷道断面设计	60
3.1 选择巷道断面形状	60
3.2 巷道断面尺寸确定	61
3.3 水沟与管缆布置	75
思考题	80
4 立井、斜井井底车场与硐室设计	81
4.1 立井井底车场的结构形式	81
4.2 立井井底车场主要硐室设计	91
4.3 平巷交叉点设计	110
4.4 斜井及其硐室设计	121
4.5 井底车场设计实例	127
思考题	130
5 立井井筒施工技术	132
5.1 立井井筒施工技术进展	132

5.2	立井表土普通施工法	139
5.3	立井表土特殊施工法	145
5.4	立井基岩段钻眼爆破施工	153
5.5	装岩与提升	164
5.6	井筒支护工作	180
5.7	井筒施工的辅助工作	189
5.8	凿井结构物	202
5.9	凿井设施布置	216
5.10	立井安装工作	229
5.11	立井施工组织与管理	235
5.12	立井施工机械化配套	244
5.13	立井井筒延深施工	250
5.14	立井施工管理模式	257
	思考题	263
6	斜井、斜硐施工技术	266
6.1	概述	266
6.2	斜井、斜硐表土施工	270
6.3	斜井、斜硐基岩施工	276
6.4	斜井施工实例	289
	思考题	293
7	岩巷施工技术	294
7.1	钻眼爆破	294
7.2	装岩与运输	310
7.3	巷道支护技术	328
7.4	通风防尘与降温	359
7.5	巷道施工组织与管理技术	367
7.6	岩巷快速施工机械化作业线	375
7.7	掘进安全工作	384
	思考题	394
8	交叉点与特殊硐室施工技术	396
8.1	概述	396
8.2	交叉点施工	396
8.3	硐室施工	399
8.4	大直径急倾斜煤仓施工实例	408
	思考题	410

9 煤层巷道施工技术	411
9.1 概述	411
9.2 半煤岩巷道施工	413
9.3 煤巷掘进	416
思考题	434
10 特殊巷道施工技术	436
10.1 概述	436
10.2 软岩巷道施工	437
10.3 煤与瓦斯突出巷道施工	449
思考题	457
11 矿井建设施工组织管理	458
11.1 建井的施工准备工作	458
11.2 矿井施工方案与井筒开工顺序	462
11.3 矿建工程施工组织	465
11.4 土建及机电安装工程施工组织	472
思考题	484
12 矿井建设工程管理	485
12.1 概述	485
12.2 矿井建设目标之间的关系与控制原则	485
12.3 矿井建设安全管理与环境保护	487
12.4 矿井建设质量控制	491
12.5 矿井建设投资控制	495
12.6 矿井建设工期控制	498
思考题	501
参考文献	503

1 井巷设计与施工技术进展

中国是一个能源资源比较丰富的国家。已经探明的煤炭储量达 7 000 亿 t 以上,居世界第三位;石油和天然气的理论储量也很丰富。但是,我国煤、石油和天然气,只占世界经济可采资源量的 12%、3% 和 2%;人均占有量也分别只占世界人均占有量的 56%、15% 和 10%,属于化石能源紧缺的国家。我国水能资源位居世界第一,但目前仅开发 20%(发达国家在 50% 以上),装机只有 7 900 万 kW,还有很大的开发潜力。但由于中国人口众多,平均每人每年的能源消费量仍处于较低水平。

作为世界上最大的发展中国家,中国是一个能源生产和消费大国。能源生产量仅次于美国和俄罗斯,居世界第三位;基本能源消费占世界总消费量的 1/10,仅次于美国,居世界第二位。中国又是一个以煤炭为主要能源的国家,经济发展与环境污染的矛盾比较突出。目前,在我国一次能源(包括煤炭、原油、天然气、煤层气、水能、核能、风能、太阳能、地热能、生物质能等)生产总量中,煤炭产量占 71%,在一次能源的消费总量中煤炭占 67% 以上。据 IEA 发布的《世界能源展望 2007》预测,全球 2005~2030 年间的一次能源需求将增加 55%,年均增长率为 1.8%。从绝对数量上看,煤炭需求量增幅最大,与近年来经济的飞速增长保持一致。

根据中国能源资源的特点和能源利用效率较低等实际情况,中国已确定“开发与节能并重,近期把节能放在优先地位”的能源方针。在今后一个相当长的时期内,中国将优先开发煤和水电;大力勘探并积极开发石油和天然气;在严重缺能地区将有计划地建设核电站;广大农村大力发展生物质能沼气和薪炭速生林,推广新型炉灶;积极开展新能源的科学试验和示范利用工作。

富煤、少气、贫油的能源资源结构决定了我国的能源发展必须以煤为主。煤炭是我国供应最可靠、使用最经济的能源,是今后相当长的一个时期内,我国国民经济赖以可持续发展的重要基础。

长期以来,煤炭的生产几乎完全依靠井工方式,包括立井开拓、斜井开拓和平硐开拓等。随着科学技术的发展,以及我国城镇化进程的不断推进,能源需求持续增长,造成能源资源日益枯竭,能源供需矛盾也越来越突出,环境污染也日趋严重。

因此,采取措施,改变我国煤炭生产投入大、浪费多、效率低、污染和生态破坏严重的现状,提高煤炭资源的开发和利用效率,保护环境,努力研究和探索煤炭开发与生态环境保护并举的可持续发展之路,是我国煤炭工业发展以及整个国民经济发展面临的一项长期而艰巨的任务,也是矿井建设领域中需要正确面对、认真研究和解决的重要课题。

1.1 井巷设计与施工的概念

1.1.1 井巷设计的概念

根据煤系地层距离地表深度的不同,井田的开拓方式分为立井开拓、斜井开拓、平硐开拓和综合开拓四类,如图 1-1 所示。井巷工程是指服务于地下煤炭生产的井筒(包括立井和斜井)、平硐和各种巷道、硐室工程,是煤炭生产的动脉和必要的作业空间。

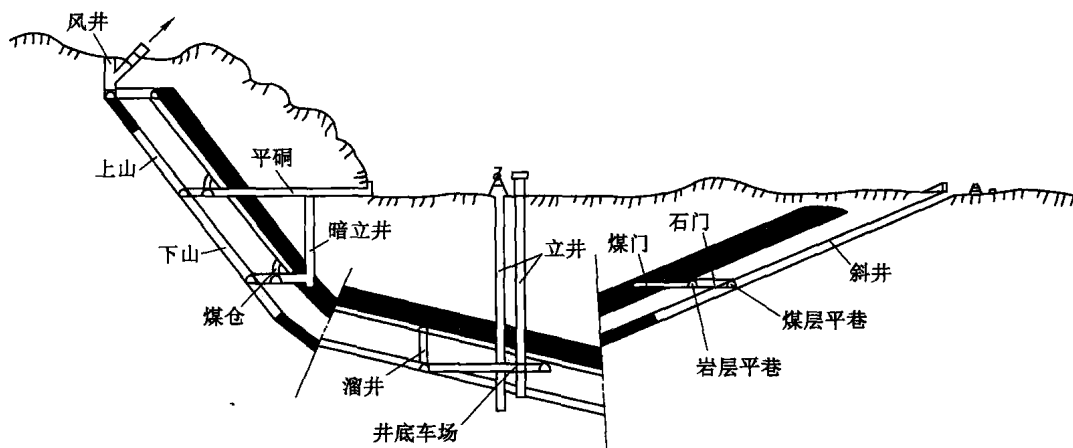


图 1-1 煤田不同开拓方式的井巷系统

井巷设计是指根据井田的开拓方式、提升及运输设备选型、地质条件以及服务年限等条件进行的立井井筒断面、斜井断面、平硐断面和巷道断面的设计计算,并绘制相应施工图纸的工作。井巷设计是矿井施工的基础和依据,要从井田开拓的主观要求和客观条件出发,对井巷断面的形状、宽度、高度、支护参数、管线布置、风速验算等内容进行科学的计算和设计,在此基础上绘制井巷断面施工图,为矿井建设施工提供依据。

根据安全、高效、节能和环保的总要求,井巷设计中应当遵循以下几条原则:

(1) 安全原则

安全是矿井生产的基本保障。井巷工程所处位置、地层的确定,巷道断面、施工方法及支护参数的选择等应能确保井巷工程在服务期内的安全使用。

(2) 经济原则

减少矿井建设的投入,以及工程项目投入运行以后的使用维护费用,是提高项目投资效益的重要措施和途径。因此,经济原则要求,在保证安全的条件下,应尽可能地使最终建成井巷工程的投入最少、成本最低,同时也要尽可能地减少井巷工程在服务期内的维护工作量。

(3) 技术可行原则

矿井建设是一个庞大而复杂的系统工程,涉及矿建、土建、设备安装等诸多工程内容和岩土、爆破、支护、供电、通讯、通风、排水、机械、自动控制等专业,尤其是在开采水平不断加深的今天,对矿井建设和生产的技术要求越来越高。矿井建设的技术可行原则要求井巷工程设计应与目前矿井建设技术发展水平相适应,以确保矿井设计意图的实现。

(4) 设计可变更原则

矿井建设的环境条件存在大量复杂和不确定因素。目前,地下地质和水文条件的变化还难以用规律来描述,而地质勘察水平又无法提供满足生产、施工所需的详尽、具有足够精度的地层地质资料,因此,矿井设计并不是一成不变的。设计可变更原则要求,在矿井建设的过程中,应当根据变化后的地质条件、水文地质条件等对矿井设计进行变更或采取补救措施,以弥补原设计中由于客观条件掌握不详而存在的缺陷。

(5) 环境保护原则

保护环境是人类社会可持续发展的共同主题。矿井建设及开采活动无疑会对自然环境、生态环境造成不同程度的影响和破坏。因此,从矿井建设项目的可行性研究阶段开始,就需要考虑建设项目对环境的影响问题,并在项目设计中考虑环境保护的措施,包括环境保护设施的设计等,这就是环境保护原则的要求。

需要指出的是,安全原则、经济原则、技术可行原则和环境保护原则这四者不能等同要求,应当是在确保安全和保护环境的前提下,求得技术上可行,经济上节约、合理。

1.1.2 井巷施工的概念

井巷施工是指根据井巷设计施工图,以及具体井巷工程的地质条件,编制施工组织设计并据此组织施工,开凿井巷通道的作业过程。井巷施工是矿井建设的关键。

根据施工内容的不同,井巷施工分为立井井筒施工、斜井施工、平硐施工、巷道(岩石巷道、煤巷和半煤岩巷道)施工以及井底车场硐室工程的施工。对于立井井筒工程,根据井筒穿过地层的不同,井筒施工又包括表土施工和基岩施工。根据所采用施工方法的不同,立井井筒表土施工又可分为普通法施工和特殊法施工。

井巷施工应当依据井巷施工图纸,依据井巷工程所在区域的工程地质条件、水文地质条件和其他相关条件,认真编制施工组织设计,并严格按设计图纸和施工组织设计以及井巷工程质量检验评定标准组织施工。在施工过程中,要根据地质条件的变化,及时修改和完善井巷设计和施工组织设计。所以,施工组织设计的编制是井巷施工必须首先进行的重要工作。

对于施工组织设计的编制,也应当坚持安全上可靠、技术上可行和经济上合理以及可以补充修正和保护环境的原则。

这里的安全原则是指所选择的施工方法、所采取的技术措施和安全措施应能确保施工过程中作业人员的安全和工程实体的安全;技术可行原则是指所选的施工方案、施工设备在现有技术装备条件下可行;经济合理是指在确保施工安全的前提下,尽可能地降低施工成本,提高施工效益;环境保护原则就是要求在施工方案编制的过程中,要充分考虑各种施工方法对环境可能造成的损害,如施工过程中固体废弃物的排放、工程用水的排放、施工垃圾以及生活垃圾的排放、施工过程中产生的粉尘、噪声以及有毒气体等,这些都会对环境以及人员的身体健康造成不同程度的损害。采取妥善措施,消除这些损害,对于保护作业人员的身体健康、保护环境、促进人类社会的可持续发展具有重要意义。

1.2 现代化矿井的基本特征

中国的国民经济离不开煤炭,中国的能源基础是煤炭,只有煤炭工业的现代化,才能实现中国工业的现代化。20世纪80年代末,我国正处在改革开放的初期,为了确保在20世

纪末煤炭产量翻一番,保证全国工农业总产值翻两番的伟大战略目标的实现,原煤炭部做出了在“七五”期间建成一批现代化矿井的决策。这一决策要求现代化矿井应当具有以下特征:

第一,采煤机械化。

按矿井类型不同,采煤机械化的要求分别是:第一类型矿井实现以综采为主,高档普采为辅的采煤手段,采煤机械化程度达到 90% 以上,其中综采机械化程度达到 60%~70% 以上;第二类型矿井实现综采、高档普采并重,采煤机械化程度达到 80% 以上,其中综采机械化程度达到 50% 以上;第三类型矿井实现以高档普采为主,有条件发展综采,采煤机械化程度达到 70% 以上。

第二,掘进机械化。

(1) 煤及半煤岩巷道推广使用综合掘进机组,岩巷推广使用液压钻车、钻装机械,使掘进装载机械化程度达到 80%,并逐步做到综采和综掘同步发展,其中综掘程度(包括岩巷机械化作业线)达 20% 以上。

(2) 新掘巷道实现岩巷光爆锚喷化。

第三,质量标准化。

(1) 推行全面质量管理,使 QC(Quality Control)小组占总班组数的三分之一,其中有成果的占 QC 小组的三分之一。计量工作要达到二级以上计量标准。

(2) 采掘工作面工程质量标准化,消灭不合格品,一级品率达 70% 以上。

(3) 井巷维修、轨道铺设质量标准化,架线、轨道铺设符合部颁标准,巷道失修率在 5% 以下,严重失修率在 1% 以下。

(4) 安全通风质量标准化,矿井通风质量达到部颁甲级标准;井下防尘、防火、防瓦斯系统完善。

(5) 煤炭质量标准化,完成国家煤质计划指标,外运煤炭做到批批合格。

(6) 煤矿地质测量和储量管理工作,做到图纸资料齐全、准确、及时,矿图质量规格化、标准化。

(7) 环境保护符合国家“环境保护法”规定,煤矿地面环境要绿化、美化、净化。

(8) 职工生活福利达到部颁标准的水平。

第四,矿井运输现代化。

(1) 主要运输大巷电机车运输采用信、集、闭,实行运输科学管理。

(2) 斜井、垂高超过 50 m 的上、下山和长度超过 1 500 m 的主要行人巷道,要采用人车或动力设备运送人员,保证人身安全。

(3) 采区内煤炭运输实现胶带化,并逐步采用监控系统。

(4) 综采、综掘工作面的辅助运输实现机械化。

第五,地面储装运设施现代化。

(1) 储煤、回煤设施机械化,实现机械化储煤、回煤,储煤量不小于矿井核定能力的 3~5 d 的产量。

(2) 装车设施机械化,装车线路不小于半列车,机械化装煤、装车时间不大于 1.5 h。

(3) 计量、化验采用科学手段。

第六,机电管理正规化。

(1) 矿井机电管理达到“创优争先”甲级标准。

(2) 矿井设备实行计划性检修,井下电气设备消灭失爆,移动设备完好率、待修率、事故率达到“9051”,电缆管路敷设与维护达到部颁标准水平。

(3) 低效率、低性能、高噪声、高能耗设备基本上得到更新改造,固定设备自动监测,有条件的实行远方(程)自动控制;各种保护、闭锁装置齐全,并真正发挥作用。

(4) 矿井设备、材料符合防爆、防腐、阻燃的标准。

第七,通信指挥现代化。

采掘工作面和矿井供电、提升、运输、供排水、压风、通风等生产过程的信息能及时反馈到调度室的电子模拟盘上,有条件的逐步采用以矿井调度室为中心,以电脑为主要手段的集中监控系统,实现调度通信与计算机管理相结合的信息管理系统。做到安全监测,完善监控系统,使其真正发挥效用。调度通信畅通无阻,做到“灵、准、快”。

第八,管理科学化。

(1) 实行矿长负责制,完善和健全职工代表大会制、安全生产责任制、经济责任制等一系列规章制度。

(2) 以中长期规划、年度计划为根据,开展目标管理。

(3) 推行定额成本,逐步建立计算机管理系统。

(4) 从生产型企业逐步向生产经营型企业转变。

(5) 实行生产、生产服务、生活服务三条线管理。

(6) 实行正规循环作业。实行正规循环作业矿井标准,正规循环作业的采掘工作面达到70%以上。

第九,职工教育、培训正规化。

职工的政治、文化、技术教育培训正规化,要求有职工教育的长远规划和年度计划,脱产学习人数应保持职工总数的5%以上,业余学习巩固率达到80%以上。综采、综掘队队长必须达到中专以上文化程度或相当于中专文化水平。矿级领导干部要具备大学文化水平或经过干部管理学院培训。生产骨干、主要技术工程和关键岗位的职工要优先培训,并能占参加培训人数的三分之一以上,各类司机必须经过培训、考试合格,方准上岗。

第十,思想革命化。

(1) 经常开展政治思想教育,教育职工能勇于改革,大胆创新,热爱煤矿,献身煤炭事业,努力学习科学文化知识,把职工培养成为有理想、有技术、有文化、有纪律的队伍。

(2) 培养职工能吃大苦、耐大劳、勇于克服一切困难,发扬愚公精神,建设一支特别能战斗的队伍。

(3) 经常开展遵守纪律教育,使职工能自觉遵守法纪,讲究职业优先,严格执行各种规章制度。

可以说,在过去的多年时间里,在确保国民经济的快速增长,促进我国煤炭工业赶超国际先进水平,减少投入、提高效益等方面,“七五”标准的制定和实施起到了极其重要的作用。据统计,2006年全国共有千万吨以上的煤矿14座,生产能力1.89亿t,占全国煤矿总核定能力的9.31%。120万t/a以上的大型煤矿285座,核定生产能力84317万t,占全国煤矿总核定能力的37.24%。安全高效矿井建设步伐加快,经过初评,2006年度全国建成安全高效矿井219处,核定生产能力7.02亿t,占全国煤矿总核定生产能力的34.59%;平均单井

产量 320.7 万 t/a,是全国煤矿平均水平的 26 倍;综采队最高年产量 1 144.7 万 t,平均单井利润 1.65 亿元,煤矿机械化程度达到 98%,原煤工效 18 t/工,平均百万吨死亡率 0.064,矿井主要经济技术指标稳步提高。目前,我国煤炭工业的主要经济技术指标已经接近或达到国际先进水平。

经过多年的建设和发展,我国现代化矿井的内涵也有了很大的变化,尤其是党的“十七大”提出了以人为本、可持续发展、构建和谐社会和节约型社会的总目标,从而赋予了现代化矿井许多新的标准和内涵。与多年前的现代化矿井的特征相比,目前的现代化矿井表现出以下新的特征:

(1) 生产规模超大型化

在传统概念中,矿井产量达到或超过 100 万 t/a,即为大型矿井。然而,现在的大型现代化矿井与以往不可同日而语。

近年来,随着西部开发战略的实施,在我国陕西神木、宁夏、新疆等煤炭主产区,包括安徽淮南,相继建成了多个产量超过千万吨的、具有世界一流采掘技术装备水平的高产高效的现代化矿井。如神东矿区的大柳塔煤矿、榆家梁煤矿、活鸡兔煤矿、康家滩煤矿等 7 个矿井的生产能力都实现了一井一面年生产商品煤突破 1 000 万 t,单产、工效等多项指标刷新世界纪录,连续创造了同期国内外长壁综采生产技术指标的最好成绩。

(2) 生产管理综合自动化

20 世纪人类最杰出的成就——计算机技术及通信技术,在现代化矿井中得到了充分的应用。煤矿安全生产集成自动化系统是现代化矿井的又一显著特征和标志。

近年来,我国新建成的各大中型现代化矿井基本上采用了 1 000 M 以太网技术构成煤矿井下三网合一的网络平台,实现了在矿井调度室通过计算机检测矿井的安全信息(如采掘工作面瓦斯浓度、工作面风速等)、工况信息、图像信息;集中控制井上、井下机电设备;向矿井管理系统提供准确、实时的各种安全信息和生产信息,实现了矿井生产管理的综合自动化,包括生产过程的自动化、管理信息化和办公自动化、管理与控制一体化。

2006 年 12 月 1 日通过国家验收并投入生产的我国西北一流数字化特大型现代化矿井——神华宁(宁夏)煤集团羊场湾煤矿,在矿井建设过程中,始终坚持“用信息化建设指导和统领矿井建设全过程”的原则,通过大力实施信息化建设,建成了安全监测系统、束管监测系统、井下人员无线通讯定位系统、工业电视监视系统、办公自动化系统等“六大系统”,实现了“数字化矿山”的建设目标。

(3) 安全本质化

煤炭行业是一个高危行业,煤矿建设与生产过程中经常会遇到瓦斯、火、水、顶板和地热等灾害。近年来,由于私采滥挖、越界开采、无证开采、违反安全规程开采,以及玩忽职守和其他突发的自然事件等原因,造成煤矿重特大安全事故频发,给国家和人民的生命财产带来了严重的损失。因此,党中央、国务院以及国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局等部门高度重视煤炭企业的安全生产工作,提出了“民生问题安全第一,安全问题生命至上”的工作方针,要求煤炭行业始终坚持安全第一,把人的生命安全放在第一位的原则,珍爱和保护矿工的生命安全,维护社会稳定,以促进国民经济又快又好地发展,从而提出了建设本质安全型煤矿的新理念。

所谓本质安全型煤矿,是指煤矿应用最先进的井巷工程施工技术和设施,现代化采掘技

术和装备以及实时、动态、高效的安全监测监控体系,应用高度简约、集中的生产系统,真正体现“以人为本”,形成深厚的企业安全文化氛围,使安全理念根植于企业的全员和生产的全过程,有严格的法规保障体系和科学的管理体制,建立煤矿安全生产的长效机制,在现有安全技术与安全管理水平下,对任意复杂地质条件下的煤矿,都能保证矿井的安全生产,基本杜绝安全生产事故。

国际上,美国、德国、英国、法国、日本、澳大利亚等世界主要产煤国通过大力提高煤矿生产的机械化水平,实现安全生产技术的现代化、信息化,使煤矿安全状况得到了明显改善。目前,百万吨死亡率状况是:美国 0.03、南非 0.13、印度 0.42、俄罗斯 0.46、波兰 0.62,而我国 2004 年底为 3.08,是美国的 100 倍。近年来,通过实施本质安全型矿井建设,我国煤矿百万吨死亡率显著降低。2006 年,全国 219 处高产高效现代化矿井平均百万吨死亡率 0.064。然而,地方小煤矿的安全生产形势依然严峻,安全生产管理任重道远。

从发达国家煤炭工业以及我国最现代化矿区——神东矿区的发展历程可以看出,煤矿的灾害事故是可以控制的,是能够控制的,本质安全的目标是能够实现的。

(4) 环境人文化

煤炭的开采在保障国民经济发展的同时,也带来了环境问题。煤炭开采造成地表塌陷,大量耕地、建筑物因地表塌陷而无法耕种或使用,同时煤炭的开采也使地下含水层破坏,居民生活用水和工农业生产用水系统受到严重影响,不少地方,尤其是西北地区由于煤炭的地下开采,造成地表植被破坏,水土流失,土地荒漠化加剧。煤炭的运输和使用造成空气严重污染,影响居民身体健康。从以人为本的宗旨出发,降低、直至消除煤炭生产和使用带来的环境负面效应问题,是现代化矿井建设必须面对和应当妥善解决的重要课题。这也是人类社会可持续发展的必然要求。

因此,保护环境,构建绿色型矿区,促进区域生态良性循环,打造“花园式”矿山,已经成为人们的普遍共识和建设目标。

近年来,以神东矿区、潞安屯留矿区、淮南顾桥矿区等为代表的我国特大型现代化煤炭企业,从矿井建设项目立项启动之初开始,就严格贯彻煤炭开采与环境保护并重的方针,坚决杜绝传统的先开发、后治理,先污染、后治理的落后的煤炭开采模式,确立了主动型环境保护与矿区建设的思想,开创性地提出了整体治理、科学管理的环保、水保新模式,加大环境保护的资金投入和技术投入,在矿井建设过程中,严格执行国家环境保护法“三同时”的规定,环保设施与主体工程同时设计、同时施工、同时投入使用。这些举措的实施,使得矿区的生态环境得到保护,并向世人展示了花园式现代化矿区的风采。

现代化矿井煤炭开发与环境保护协调发展的成功实践,为我国煤炭工业可持续发展提供了一些可以借鉴的宝贵经验。

1.3 现代化矿井的设计理念

高产、高效、安全、环保是现代化矿井建设不断追求的目标。然而,传统的矿井设计理念使得我国在 20 世纪末之前建成的矿井与这一目标相距甚远。

我国煤炭工业发展的实践以及相关的科学研究表明,矿井的安全高效开采与井筒距离采掘作业地点的距离、开拓部署、煤层群开采时的开采程序、采区划分、安全生产系统装备标

准等关系密切,如果井筒与采掘作业地点超过某一极限距离(我们称为安全开采半径),会造成矿井安全生产系统不稳定,系统能力降低;开拓部署不合理、采区尺寸过细、系统装备标准太低不利于高效开采;开采程序选择不当,不仅达不到安全高效目的,而且会增加安全风险。

20 世纪 90 年代前建成的淮南矿区潘一、潘二、潘三及谢桥矿井,设计均采用立井、主要石门和大巷开拓方式,全矿井采用一个区集中开拓、一个水平集中生产和准备,采用中央对角边界抽出式通风方法,导致整个矿井开拓及通风系统太过复杂、生产安全性差、达产工程量(60 km 以上)、建井工期长(9~14 年)、达产慢(10 年以上)、投资大(20 亿~30 亿元)。随着矿井开采水平的加速下延,造成矿井通风线路过长(超万米),通风阻力过大(5 000 Pa 以上)。为了保证生产安全,需要不断进行通风系统的改造,从而严重影响了矿井的投资效益,安全生产也难以保证。

为了从根本上扭转矿井建设“工期马拉松、投资无底洞,达产遥遥无期,安全生产隐患多,投资效益差”的被动局面,国家首先对煤炭开发的投资体制进行了根本性的改革,实现投资多元化,变完全由国家投资的开发模式为国家控股或股份制合作的开发模式,拓宽了投资渠道,同时加强对资金使用过程的监管,并将竞争机制引入矿井建设的全过程,以高产、高效、安全和环保为矿井建设的总目标,在矿井设计中打破条条框框的制约,大胆创新,开展了新型现代化的矿井设计研究和建设的实践,提出了“高科技、信息化(也称数字化)、环保型”的矿井设计新理念,并经过各个现代化矿区建设的实践,使我国矿井设计、矿井建设水平迈上新台阶,并赶上和超过世界先进水平。

在现代化矿井建设过程中,依靠科学技术进步,坚持“高起点、高技术、高质量、高效益、高效率、低成本、开发与环保并重”的开发建设方针,走现代化生产发展之路,是“高科技、数字化、环保型”矿井设计新理念的根本体现。

(1) 高科技:就是要根据矿区建设的客观条件,集成国内外最先进的建井技术、采掘技术,使矿井开采的技术条件、采用的开采工艺、选用的技术装备以及矿井建设的投入与产出之间得到最佳组合。它包括在矿井的建设、煤炭开采以及安全保障中所运用的各种最新技术成果,包括矿井的开拓技术、井筒掘进技术、巷道支护技术、快速建井技术、瓦斯等灾害的治理技术等。

如我国两淮地区、山西、山东等大埋深矿井建设,在矿井的开拓方式上,通过优化井筒布置,增加井筒数目,使井筒服务的安全半径小于 4 km;采用“分区开拓、分区建设、分区通风”,既减少了达产工程量,又有效地解决了深部瓦斯和地温问题,为实现深井安全开采奠定了基础。

神东矿区则突破传统煤矿设计模式,充分发挥浅埋煤层的赋存优势,创新斜井开拓方式,井田划分推行大分区或条带布置方式,矿井主要巷道实行全煤巷布置技术,实现了开拓系统的简单化,并创立了“斜硐开拓、无盘区布置、连续采煤机多巷掘进、无轨胶轮车辅助运输、地面箱式变电站供电、地面分选加工储装系统简化”为核心的快速建井技术,使特大型矿井建井工期由原来的 3~7 年缩短到不足 1 年,创造了我国煤矿建设工期最短的新纪录。

(2) 数字化:自动化、信息化和数字化从不同的角度指出了现代化矿井的发展方向。信息化是实质,数字化是表达形式,自动化是目的和基础。

数字化矿井建设的目标是:

① 应用计算机技术、网络技术、信息技术、控制技术、智能技术和煤矿生产工艺技术,实