



济宁二号煤矿 厚煤层全煤巷道开拓部署

张东俭 编著



煤炭工业出版社

济宁二号煤矿 厚煤层全煤巷道开拓部署

张东俭 编著

煤炭工业出版社

内 容 提 要

兖矿集团济宁二号煤矿是我国在采深较大的厚煤层中首次采用全煤巷道开拓的大型矿井,这种开拓布置简化了巷道系统,降低了吨煤投资,加快了建井速度。主要内容有:济宁二号煤矿地质概况,大巷与采区巷道布置,巷道围岩变形与护巷煤柱宽度分析,巷道支护技术,运输系统及方式,采准巷道排水,通风系统和三防技术,开采沉陷和防治技术等。

该书适合矿井设计、矿建施工与矿井工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

济宁二号煤矿厚煤层全煤巷道开拓部署/张东俭编著.
北京:煤炭工业出版社,2002

ISBN 7-5020-2240-6

I. 济… II. 张… III. 厚煤层-煤矿开采-采区开拓
布置 N. TD823.25

中国版本图书馆CIP数据核字(2002)第090798号

济宁二号煤矿厚煤层全煤巷道开拓部署

张东俭 编著

责任编辑:郑发科

*

煤炭工业出版社 出版发行

(北京市朝阳区芍药居35号 100029)

北京密云春雷印刷厂 印刷

*

开本 787×1092mm^{1/16} 印张 17^{3/4} 插页 1

字数 412千字 印数 1—500

2002年12月第1版 2002年12月第1次印刷

社内编号 5011 定价 38.00元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

前 言

大型煤矿的矿井开拓部署，国内外主要有二种类型，一类是美国和澳大利亚的矿井，煤层埋藏较浅，属平缓的中厚煤层，围岩比较稳定，一般采用煤层巷道开拓部署。另一类是我国和俄罗斯等国家的矿井，煤层埋藏较深，围岩比较松软，地质和开采条件比较复杂，巷道维护十分困难，大都采用岩层巷道开拓部署。

济宁二号煤矿是我国采深较大的厚煤层不沿用底板岩巷，首次采用全煤巷道，在“八五”期间建成的大型现代化矿井。济宁二号煤矿的建设和生产实践已表明，这种开拓部署简化了巷道布置系统，显著减少了开拓和准备工作量，降低了吨煤投资，加快了建井速度，易于实现辅助运输机械化，是矿井开拓部署的一项重大改革。济宁二号矿井设计和施工期间，正是兖州矿区进行厚煤层现代开采体系探索并已初见成效的时期，因此，济宁二号煤矿在建井的过程中，对原有设计进行了不断的修改和完善，采用了沿煤层布置大巷的开拓方式，大大简化了矿井生产系统，缓解了大斜长井田水平延深频繁的矛盾，避免了岩巷布置系统中转载环节多的弊病，为矿井选择高效的机械化辅助运输系统创造了条件。

济宁二号煤矿在基建和生产过程中，对涉及全煤巷道改革成败的关键技术问题，如厚煤层巷道的围岩控制技术、全煤巷道的开拓布置和运输系统、矿井防灭火技术及抗灾的应变能力等进行了研究和实践，积累了宝贵的现场经验，取得了初步的成果，为我国煤矿开拓部署的改革迈出了关键的一步。本书从理论和实践两方面对济宁二号煤矿厚煤层全煤巷道开拓部署进行了全面总结，它是兖州矿区厚煤层现代开采体系的重要组成部分，是所有参与这一课题研究的领导、专家学者和工程技术人员集体智慧的结晶，该书在编著过程中还得到中国矿业大学（北京校区）的大力支持，在此谨向他们表示衷心的感谢。

由于编写水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

二〇〇二年十二月

目 录

第一章 概 述.....	1
第一节 济宁二号煤矿概况.....	1
第二节 济宁二号煤矿的厚煤层现代开采建矿特点.....	5
第三节 厚煤层大巷开拓部署的发展概况.....	7
第四节 兖州矿区巷道开拓布置改革.....	9
第二章 主采煤层围岩性质	13
第一节 3号煤层的顶底板岩性	13
第二节 围岩力学性质测试	15
第三节 粘土岩的矿物成分和微结构	21
第四节 巷道围岩赋存状况	27
第三章 大巷与采区巷道布置	32
第一节 大巷布置的基本方式及功能	32
第二节 大巷位置选择	35
第三节 济宁二号煤矿大巷的布置方式	41
第四节 煤层开采特点及采区巷道布置依据	44
第五节 采区巷道布置的类型及方案选择	46
第六节 巷道跨越点的布置	54
第七节 一水平移交采区的划分与巷道布置	57
第四章 巷道围岩变形及护巷煤柱宽度	71
第一节 巷道的围岩变形及其护巷煤柱宽度的关系	71
第二节 大巷和采区上(下)山的煤柱宽度	82
第三节 护巷煤柱宽度的理论计算	87
第五章 济宁二号煤矿的巷道支护技术	92
第一节 巷道支护原理与支护的一般原则	92
第二节 济宁二号煤矿的巷道支架选型	96
第三节 提高U型钢可缩性支架质量的技术措施	108
第四节 煤巷锚网支护.....	113

第五节	影响回采巷道围岩变形因素的数值模拟研究·····	123
第六节	无煤柱护巷及支护技术·····	138
第六章	煤炭运输系统及方式·····	140
第一节	济宁二号矿井煤炭运输系统的计算机模拟研究·····	140
第二节	煤仓的设置及水平煤仓·····	149
第三节	济宁二号煤矿煤炭运输系统的构成·····	155
第七章	矿井辅助运输·····	161
第一节	矿井辅助运输系统对巷道布置的要求·····	162
第二节	新型辅助运输的几种方式及使用情况·····	164
第三节	济宁二号煤矿辅助运输设备的选择及系统的构成·····	167
第四节	井底车场连接处设计特点·····	184
第八章	采准巷道排水·····	186
第一节	矿井充水条件·····	186
第二节	矿井涌水量及排水系统·····	189
第三节	采准巷道排水·····	190
第九章	通风系统和三防技术·····	198
第一节	济宁二号煤矿的瓦斯、煤尘和煤的自燃性·····	198
第二节	济宁二号煤矿的通风技术·····	200
第三节	矿井主要漏风形式及防漏措施综述·····	203
第四节	预防煤层自燃·····	205
第五节	提高矿井通风系统抗灾能力·····	211
第六节	矿井瓦斯的治理·····	216
第七节	综合防尘技术·····	221
第十章	开采沉陷及防治技术·····	232
第一节	地表开采沉陷的观测·····	232
第二节	覆岩离层注浆保护地面高压线路技术·····	252
	主要参考文献·····	277

第一章 概 述

济宁二号煤矿隶属于兖矿集团公司,是国家“八五”规划的重点建设项目,是全国设计改革的试点矿井,实行生产、生产服务和生活服务三条线管理。矿井设计年产量 400 万 t,服务年限 67.5 年。于 1989 年 12 月 24 日正式开工建设,1997 年 11 月 8 日建成投产。

第一节 济宁二号煤矿概况

一、井田位置与交通

1. 井田位置及范围

济宁二号井田位于山东省济宁市任城区兖新铁路以南。范围东起孙氏店断层,西至京杭运河,北以兖新铁路与岱庄、许厂井田相隔,南至 3910000 纬线与济宁三号井田相毗邻,如图 1-1 所示。东西宽 10km,南北长 6~11km,面积约 90km²,可采储量 3.47 亿 t。

2. 交 通

济宁二号井田交通方便,铁路、公路及水路运输均很发达。铁路有兖(州)新(乡)铁路,其东端于兖州站接京沪线,西端经京九线菏泽站向西与京广线接轨。公路四通八达,井田内有石桥至济宁公路、邹城至济宁公路纵贯全矿区,井田北部有兖州至济宁、济宁至菏泽公路通过。京杭运河地处井田西部边界,平均水深约 2m,是水上运输要道,但一、二月份水位变浅,不能通航。

二、煤层条件

1. 煤层概况

井田含煤地层为太原组和山西组,平均总厚 265.92m。可采及局部可采煤层有 3_上、3_下、6、10_下、15_上、16_上、17 等 7 层,平均总厚 10.92m,占煤层总厚的 77.6%;可采含煤系数为 4%。主要可采煤层为 3_上、3_下、16_上 和 17 煤层,平均总厚 8.85m,占可采煤层总厚的 81%;一水平主采的第 3_上、3_下 两层总平均厚达 6.78m,占可采煤层总厚的 62%,其地质储量为 53372.8 万 t,占可采煤层总储量的 64%;6、10_下 和 15_上 三层煤为局部可采煤层。济宁二号井田地层综合柱状图如图 1-2 所示。

2. 可采煤层条件

3_上 煤层位于山西组中部,下距 3_下 煤层 0~50.73m,平均 28.20m,间距变化较大。在精查 13、14、15 勘探线中部与 3_下 煤层合并为一层。煤层厚 0~6.00m,平均 2.10m,属较稳定至不稳定煤层,煤层结构西部简单,东部较复杂,并局部出现分岔现象,多者可达 4~5 个分层。含夹石 0~4 层,岩性一般为粉砂岩,厚度 0~0.59m。煤层东薄西厚,可采范围



图 1-1 兖州矿区示意图

主要分布在中部和西部,在东北和东部出现沉积缺失区。

3_F 煤层位于山西组下部,下距太原组的 6 煤层 40m 左右,距三灰 50 多米。煤层厚 0~17.96m,平均 4.68m,为较稳定煤层。煤层东厚西薄,在井田东北角及西部有冲刷现象,使煤层变薄至缺失。全区大部分可采,仅在井田西部由于冲刷而出现不可采。煤层结构较简单,含夹石 0~3 层。岩性一般为粉砂岩,厚度 0~0.59m。在八里铺断层以东 3_F 煤层出现分岔,夹石厚度达 0.60m 以上,形成独立的分层,最大间距达 3.89m。

6 煤层位于太原组上部, 下距三灰 7~15m, 一般在 12m 左右; 距 10_下 煤层 45.51~

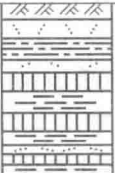
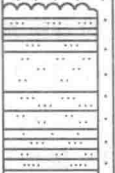
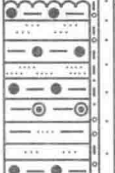
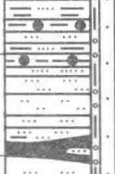
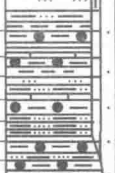
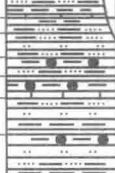
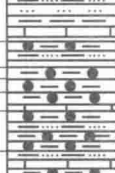
地层系统			厚度 (m)	标志层	煤层 编号	岩性柱状	岩性描述及水文地质特征
界	系	统(组)					
新生界 (Cz)	第四系 (Q)		15.9~338				东南薄、西北厚，由砂质粘土、砂及砂砾层组成 $q=0.045\sim2.054\text{L/s}\cdot\text{m}$ 水位标高+37.00~+50.92m
中生界 (Mz)	侏罗系 (J)	蒙阴组 (J ₃)	0~915				自下而上由紫红色砾层，暗绿色粗粉砂岩，紫红色砂岩，灰紫、灰褐色、灰绿色细砂岩等组成 $q=0.004\sim0.0166\text{L/s}\cdot\text{m}$
古生界 (Pz)	二叠系 (P)	盒子组 (P _{3s})	0~197	二 三 五 六 八 九 十 十一 十二 十三 十四 十五	2 3 4 5 6 7 8 9 10上 10下 11 12上 12中 12下 14 15上 15下 16上 17 18		由杂色铝质泥岩、绿色砂岩组成，仅残存于煤田深部
		下石盒子组 (P _{1x})	0~181				以杂色铝质泥岩、灰绿色细砂岩为主，底部灰白色粗砂岩普遍发育
	石炭系 (C)	山西组 (P _{1s})	137				上部以灰色、杂色铝质泥岩，绿灰色粉砂岩，灰绿色砂岩为主；下部以灰色砂岩为主，含主采的第3煤层 $q=0.00243\sim0.0266\text{L/s}\cdot\text{m}$ 水位标高+32.71~+47.13m
		太原组 (C _{2f})	173				由深灰色泥岩、粉砂岩、灰色铝质泥岩，灰绿色砂岩组成，夹灰岩9层，含薄煤层20~23层，第16、17煤层位于本组下部，全区稳定可采 $q=0.000745\sim0.058\text{L/s}\cdot\text{m}$ 水位标高+34.16~+40.20m
		本溪组 (C _{2b})	53				由灰白色灰岩、杂色铝质泥岩、铝铁质泥岩、铝土岩等组成 $q=0.139\sim0.9\text{L/s}\cdot\text{m}$ 水位标高+36.2~+40.00m
		奥陶系 (O)	750				以灰褐色、灰白色致密状厚层灰岩为主，间夹灰色豹皮状灰岩，下部以白云岩为主

图 1-2 济宁二号井田地层综合柱状图

71.42m, 一般在 55.37m, 煤层厚 0~1.4m, 平均 0.68m, 为不稳定煤层。结构简单, 局部含夹石 1~2 层, 厚 0~0.20m, 一般为粉砂岩或泥岩。可采范围在全区呈零星分布。

10_下 煤层位于太原组中部, 下距八灰 16m; 距 15_上 煤层 26.28~34.89m, 一般 31.02m。煤层厚 0~0.94m, 平均 0.68m。结构简单, 一般不含夹石。可采范围集中在井田中部, 为不稳定煤层。

15_上 煤层位于太原组中部, 九灰为煤层的直接顶板; 下距 10_下 灰 25.03~37.24m, 一般在 30m 左右; 距 16_上 煤层 28.30~43.58m, 平均 34.61m。煤层厚 0.20~1.02m, 平均 0.71m, 为不稳定煤层。煤层结构简单, 一般不含夹石。可采范围集中于井田中部。

16_上 煤层位于太原组下部, 10_下 灰为该煤层的直接顶板; 下距 17 煤层 3.36~10.61m, 平均 7.35m, 为稳定煤层。煤层厚 0.75~1.64m, 平均 1.18m, 全区无不可采点。结构简单, 有时含夹石 1~2 层, 夹石最大厚度 0.40m, 岩性为泥岩或炭质砂岩。

17 煤层位于太原组下部, 十一灰为该煤层的直接顶板。下距十二灰 14.60~25.75m, 平均 18.57m。煤层厚 0.51~2.46m, 平均 0.89m。结构简单, 一般无夹石。为稳定至较稳定煤层。可采煤层状况见表 1-1。

表 1-1 可采煤层一览表

煤层名称	煤 层				夹 石		
	全区厚度 (m)	稳定性	结 构	层间距 (m)	层 数	厚度 (m)	岩 性
	最小~最大			最小~最大			
	平均			平均			
3 _上	0~6.00 2.10	较稳定 至不稳定	较简单	0~50.73	0~4	0~0.59	粉砂岩
3	0~17.96 4.68	较稳定	较简单	28.20 27.85~55.14	0~3	0~0.59	粉砂岩
6	0~1.41 0.68	不稳定	简单	40.00 43.51~71.42	0~2	0~0.20	粉砂岩 或泥岩
10 _下	0~0.94 0.68	不稳定	简单	55.37 26.28~34.89	0~1	0~0.17	泥 岩
15 _上	0.20~1.02 0.71	不稳定	简单	31.02 28.33~43.58	0~1	0~0.06	泥 岩
16 _上	0.75~1.64 1.18	稳 定	简单	35.81 3.36~10.61	0~2	0~0.40	泥岩或 炭质砂岩
17	0.51~2.46 0.89	稳定至 较稳定	简单	7.35	0~3	0~0.21	泥岩或 粉砂岩

三、矿井建设的进展和开采概况

1986年有关人员正式进入济二煤矿施工现场进行施工前的准备,1989年12月24日主井井筒正式开工,并于1996年8月10日实现了矿井内部试生产。1997年11月8日,矿井以13_F 01和43_F 02两个工作面投入生产,目前已完成回采的工作面有:13_F 06、13_F 05、13_F 01、23_F 01、23_F 00、43_F 02。正在回采的工作面有13_F 02和23_F 04。1999年,济宁二号煤矿完成原煤生产310万t。

从开工到1997年矿井投产,济宁二号煤矿共完成投资130405万元,占概算投资的65%。完成井巷工程量38494m,占设计总量的93.5%;土建竣工面积193110m²,占设计总量的98.5%。

至2000年1月,第一水平已经生产的采区有3个:一采区、二采区、四采区;正在准备的采区一个为三采区。

一采区设计可采储量(依据济宁二号煤矿建井地质报告)764万t。先后开采了13_F 06、13_F 05、13_F 01和13_F 02工作面。截止1999年10月底,还剩余可采储量507万t。

二采区设计可采储量3578.5万t,其中3_上:792.2万t,3_F:2786.3万t。23_F 00和23_F 01已经开采完毕,23_F 04面正在开采。截止到1999年10月底,二采区剩余可采量为3_上:792.2万t,3_F:2553.4万t。

四采区设计可采储量852.8万t,其中43_F 02面已经开采完毕,由于回采时遇一条5.5m的断层被迫提前停采。截止1999年10月底,四采区还剩余可采储量782.8万t。但采区下山以南受F₂₅断层(H=34m)影响,构造复杂,暂时不能考虑利用,孙氏店支断层(落差12~50m)与孙氏店断层间也暂时不能利用,43_F 04以北一方面受F₁₅断层(H=9m)影响,另一方面煤层受严重冲刷,造成3_F煤沉缺也无法利用,这样,可利用的工作面还有43_F 01、43_F 03、43_F 04,共计有效可采储量170万t,但全部被高压线所压。

三采区设计可采储量1169.3万t。根据探明的断层状况,可布置33_F 01~33_F 04四个正规采面,总有效可采储量700万t。

上述四个采区内共有有效可采储量1980万t,去掉高压线、村庄等压煤,还余750万t。

第二节 济宁二号煤矿的厚煤层现代开采建矿特点

济宁二号煤矿设计和施工期间,正是兖州矿区进行厚煤层现代开采体系探索并已初见成效的时期,因此在建井的过程中,对原有设计进行了不断的修改和完善。通过优化,济宁二号煤矿集中体现了厚煤层现代开采体系的内涵。济宁二号煤矿是我国采深较大的厚煤层不沿用底板岩巷,首次采用全煤巷道,在“八五”期间建成的大型现代化矿井。济宁二号煤矿的建设和生产实践已表明,这种开拓部署简化了巷道布置系统,显著减少了开拓和准备工作量,降低了吨煤投资,加快了建井速度,易于实现辅助运输机械化,是矿井开拓部署的一项重大改革。

根据矿井储量丰富、井田面积大、煤炭运输方便的特点,济宁二号煤矿以经济效益最大化为目标,根据厚煤层现代开采体系的指导思想,走了一条大型化、集中化、系统化和

信息化的道路,已初步建立了厚煤层现代开采体系,主要表现在:

(1) 投资效果最大化。井巷工程量和建井工期是反映开采投资效果的重要指标,作为年产 400 万 t 的特大型矿井,其设计井巷工程量为 41170m,建井工期为 8 年,体现了以最快的速度投产和达产,实现最大的投资利润的特点,要求在建井初期以最少的巷道工程量在井底车场附近布置高产采煤工作面,以保证矿井迅速投产和达产,达到投资省、见效快、效益高的目的。

(2) 生产高度集中化。矿井生产能力为年产 400 万 t 原煤,设计在一个水平(-555m 水平)布置 3 个长壁综采工作面来达产,体现了生产的高度集中化。

(3) 开采系统合理化。矿井采用了立井分区开拓倾斜布置煤层大巷的新模式,分期开发集中出煤,矿井生产系统简单,能力大、配套合理,为厚煤层机械化高强度开采创造了条件。

(4) 辅助运输单一化。井下辅助运输采用无轨胶轮运输系统,实现了矿井辅助运输的单一化。

(5) 煤流运输连续化。井下煤炭运输全部采用带式输送机,实行集中控制,可靠性高,运输能力大。

(6) 矿井生产系统自动化。矿井提升、运输、通风、排水等设备电控系统先进,自动化程度高,系统可靠性高。

(7) 辅助生产机械化。矿井各辅助生产环节全部实行机械化作业。

(8) 监控、管理信息化。通过网络技术把矿井环境监测、生产监控系统、通讯系统和矿井管理系统集为一体,形成了矿井信息综合网络。

(9) 地面布置合理化。按生产、服务和生活 3 条线分离的原则,在井田以外的无压煤地带建生活小区;工业广场内只保留了矿井、选煤厂和与之有关的构筑物 and 设施。

济宁三号井在开拓部署上,总结了兖州矿区厚煤层开采的成功经验,根据厚煤层现代开采体系的内涵,结合本矿井的开采条件,在开拓部署上充分体现了现代开采体系的特点,主要表现为:

(1) 立井分区开拓。针对本井田表土冲积层厚、煤层埋藏深、井田面积大的特点,采用立井分区开拓方式。

(2) 沿煤层倾斜方向布置煤层大巷。针对浅部煤层多受南北走向断层切割,且煤层底板等高线弯曲多变的特点,根据特大型矿井集中化生产的需要,立足于技术进步,采用沿煤层倾斜方向布置大巷的开拓巷道布置方式,大大简化了矿井生产系统,缓解了大斜长井田水平延深频繁的矛盾,避免了岩巷布置系统中转载环节多的弊病,为矿井选择高效的机械化辅助运输系统创造了条件。

(3) 井田块段划分。针对煤层沿倾斜方向断裂成台阶状块段这一实际情况,引入了块段划分的新概念,根据地质构造分区,为今后采煤技术的发展、加大采煤工作面几何尺寸、推行采区无极开采创造了条件。

济宁三号井在设计和建井过程中,体现了厚煤层现代开采体系的内涵,以经济效益为中心,坚持大型化、集中化、系统化和信息化的发展方向,矿井建设已初见成效。

第三节 厚煤层大巷开拓部署的发展概况

大型煤矿的矿井开拓部署,国内外主要有二种类型,一类是美国和澳大利亚的矿井,大多煤层埋藏较浅,属平缓的中厚煤层,围岩比较稳定,一般采用煤层巷道开拓部署。另一类是我国和俄罗斯等国的矿井,大多开采厚煤层,围岩比较松软,煤层易自然发火,地质和开采条件比较复杂,20世纪50年代曾采用过煤层巷道开拓部署,由于采动的强烈影响,巷道维护十分困难,严重影响矿井的安全生产。因此,60年代以后,开采厚煤层的大型矿井大都舍弃煤层大巷,采用岩层巷道的开拓部署,为矿井的安全生产创造了良好条件。但是它具有岩巷工程量大,矿井投资大和建设周期长等缺陷。矿井生产期间,采区岩巷掘进率高达40%左右,这也是造成采掘接替失调的主要原因。国内外的发展趋势和济宁二号煤矿的实践表明,地质条件比较有利的大型矿井,不沿用岩巷布置方式,而采用沿厚煤层布置大巷和上(下)山,不仅可使矿井的建设周期缩短2~3年,而且简化了矿井生产系统,以及建井期间就可生产大量煤炭,对提高矿井经济效益、加快煤炭工业发展都有重大意义。

1. 我国煤层大巷应用情况

建国初期,我国建设的一批大中型矿井,以及旧中国留下来的煤矿,大都采用煤层大巷,大巷维护十分困难,影响矿井正常生产。特别是大巷布置在厚煤层中,其每米巷道年维护费比薄煤层及中厚煤层高出2倍以上。因此,从20世纪50年代后期开始,许多矿区已将煤层大巷逐步改为岩层大巷。根据不完全统计,岩层大巷占85%,煤层大巷占12%,混合式大巷占3%。

将煤层大巷改为岩层大巷主要解决了巷道维护困难问题,但是使用岩层大巷,也还存在掘进速度慢,掘进费用高等问题。据计算,在通常条件下,每年在岩层大巷中节省的维护费用,可以抵偿岩巷掘进费用。为了提高岩巷掘进速度,自20世纪60年代起,我国大力发展岩巷掘进机械化,改进岩巷掘进技术,原煤炭部适时地总结和推广岩巷掘进机械化作业线,已取得显著效果,有些矿井的岩巷掘进达到月进250m的成绩;而在煤层和围岩比较坚硬的矿区,煤层大巷掘进速度快,支护简单,维护费用低,则使用煤层大巷是合理的;但有的矿区,虽然开采薄及中厚煤层,使用煤层大巷掘进时弯曲多,有效进尺低,大巷运输能力低,在这种情况下,掘进岩层大巷又是合理的。

目前我国国有重点煤矿采用煤层大巷较少。一般是在下列情况才布置煤层大巷:服务年限短的小型矿井或片盘斜井;煤层群中相距较远的单一薄煤层或中厚煤层;需要单独开拓的薄或中厚煤层;煤系底板岩层不适合布置岩层大巷;煤系底部有围岩坚硬的煤层。煤层大巷的支护方式大都采用料石碇、金属梯形棚子、锚杆等,维护费用较低。如峰峰矿区、大同矿区、潞安矿务局漳村矿等,现分别介绍如下:

(1) 峰峰矿务局的孙庄矿、泉头井、万年矿、薛村矿等,其各矿水平大巷均布置在野青煤层内,大煤、野青、山育联合开采。野青煤层平均厚1.3m,顶板为石灰岩,底板为细砂岩,大巷净断面10~11m²,大巷支护为料石碇,运输大巷与回风大巷均为双巷平行布置,间距30m左右,大巷布置在野青煤层内,采取破底施工方法。薛村矿分3个水平开采,一、二水平大巷均布置在野青煤层内,三水平因野青煤层顶板石灰岩变薄,矿压大,巷道难以

维护,故三水平大巷改在野青煤层底板层位比较稳定、岩性较坚硬的伏青灰岩中。

(2) 潞安矿务局漳村矿为胶带斜井开拓,所有巷道均布置在煤层中。该矿开采3号煤层的厚度为5.61~7.23m,平均厚度6.42m,煤层硬度 $f=1.5\sim 2$ 。煤层直接顶为灰黑色泥岩和砂质泥岩,厚度为1.65~3.88m,平均厚度2.5m,裂隙发育,比较破碎。老顶为灰白色砂岩,厚度变化较大,一般为3.32~14m,平均厚度7.7m。3号煤层距地表300~400m,目前属浅部开采,矿山压力小。该矿集中运输大巷采用胶带输送机运输,大巷支护采用11号矿工钢材的梯形金属棚子,净断面 8.56m^2 ,辅助运输大巷原采用无极绳运输,净断面 9.33m^2 ,二水平改为单轨吊车后,净断面 13.56m^2 ,护巷煤柱尺寸40m。采用煤层大巷的优点是掘进费用低,1990年以前1m大巷掘进出煤的售价高于掘进费;煤层大巷掘进速度快,便于掘进机械化作业,该矿采用AM—50型煤巷掘进机,月成巷可近400~600m,有利于采区正常接替,排矸量少,简化井上下排矸系统;总的开拓工程量少,由于大巷沿煤层布置,减少联络岩石斜巷和溜煤眼的岩石掘进工程,并且减少了辅助运输环节。其缺点是巷道维修量较大,特别是受小煤窑破坏区段,目前每米巷道需要增加两架金属棚子进行维护。

另一种情况是在现代化大型矿井中,积极改进煤层大巷支护技术,增强支护强度,如济宁二号煤矿。济宁二号煤矿是我国采深较大的厚煤层不沿用底板岩巷,首次采用全煤巷道的大型矿井,其胶带输送机大巷、进风轨道大巷和回风大巷均布置在3_下煤层中。由于煤层大巷维护时间长,并受两侧采煤工作面开采时支承压力作用,因此必须留设足够宽的煤柱,煤柱尺寸与开采深度、煤层厚度、硬度、围岩的物理力学性质等因素有关。

2. 煤层大巷与岩层大巷比较

(1) 煤层大巷的优点是,掘进即出煤,容易施工,掘进速度快,便于机械化作业,掘进中可以进一步探明煤层变化情况和地质构造。缺点是巷道受采动影响,维护困难,维护费用高,大巷两侧要留30~40m煤柱,煤炭损失大;采区发生火灾时,不易封闭。

(2) 岩层大巷的优点是巷道维护条件好,维护费用低,巷道施工能按要求保持一定方向和坡度;少留煤柱或不留煤柱,减少煤炭损失,便于设置煤仓;在有瓦斯突出和自然发火危险的矿井中,采区封闭好。缺点是岩石工程量大,掘进施工困难,掘进速度慢,掘进费用高。

建国以来,我国煤矿矿井开拓巷道布置经历了多次重大改革,促进了煤矿生产发展。大巷布置方式由单层布置发展到分组布置、集中布置和环形大巷布置;大巷层位选择由最初的煤层大巷转向岩层大巷,目前又有向煤层大巷发展的趋势。由于掘进装备和掘进技术进步,提高了掘进速度,扩大了巷道断面;大功率高强度的胶带输送机应用,使大巷运输方式向连续化发展,这些都是煤矿生产技术进步的结果。值得提出的是,为了减少巷道维护,降低维护费用,将沿煤层掘进的分层大巷改为分组或集中布置的岩层大巷,从目前我国煤矿的技术经济条件出发,对于大多数矿井来说,这种改革仍然是必要的。但采用煤层大巷能更好地为建设现代化大型矿井实现高产高效工作面创造条件,达到高产高效工作面产量大,推进速度快。因此,在开采技术条件适宜的矿井,大巷布置采用煤层大巷单层布置,大巷运输方式采用胶带输送机,使大巷实现连续化运输,辅助运输采用新型有效的辅助运输设备等,可以取得好的技术经济效益,这也是今后煤矿生产建设的发展方向。

第四节 兖州矿区巷道开拓布置改革

如前所述, 济宁二号煤矿设计和施工期间, 正是兖州矿区进行厚煤层现代开采体系探索并已初见成效的时期, 因此要研究济宁二号煤矿的全煤巷道开拓布置, 必须首先回顾和了解兖州矿区在厚煤层现代开采技术中巷道布置的改革与创新的成就。

众所周知, 适应开采技术条件, 立足采掘平衡的巷道布置系统, 历来是保证矿井安全生产、采场有序接续和采掘工艺持续发展的重要组成部分。随着集中化生产的推行, 各国的大型现代化矿井无不将巷道布置列为首要战略任务, 以求获得最佳的经济效益。当代集中化生产采区的部署皆以全面弄清地质资料为前提, 不惜在现代勘探方法和手段上进行巨额投入。同时充分考虑采煤技术、工艺和装备发展的需要, 立足采掘平衡, 全面权衡安全生产系统的合理性与可靠性, 确保生产能力的发挥; 巷道布置的改革与创新, 反过来又会推动采掘运工艺和装备的进步与发展。因此, 正确把握上述准则的内涵, 就能推动开采技术的不断进步和产量水平的持续增长。降低巷道掘进率、减少资源损失, 提高生产系统的完善与可靠程度, 确保生产能力的发挥和采场的正常接续, 始终是实际评价巷道布置的重要标准。

兖州矿区建设之初, 厚煤层矿井按普机和炮采工艺设计, 作多工作面生产配置, 以解决井型大、单产低的矛盾。采区沿用 60 年代流行的岩巷布置系统作双翼有煤柱分层开采。设计为节约巷道和运输设备, 移交采区局限于生产水平的上山部分, 相邻采区岩集巷贯通, 共用一套胶带机。

这种“广种薄收”的布置方式, 在投产初期就暴露出其固有弊病, 沿腰线掘进的顺槽大多偏离岩集巷, 煤流系统中的转载点多不通畅, 成为制约生产的瓶颈; 采场拥挤, 采、掘工作彼此干扰, 影响生产和接续; 20~30m 的护巷煤柱, 使顺槽正好座落在支承压力峰值区, 不仅造成资源丢失、巷道维护困难, 而且增加了煤炭自燃隐患, 掘进率居高不下; 相邻采区连通的岩集巷削弱了采区的抗灾能力, 难于进行封闭处理。1980 年随着综采工艺的试行, 原采区的不适应性愈加突出, 只有进行全面的巷道布置改革, 才能满足集中化生产的需要, 以此为契机进行矿区采场布置的大变革。在过去的 20 年中, 兖州矿区根据不同时期综采发展的需要, 对巷道布置的改革与优化进行不懈的探索与研究, 创出多种采区布置方式。矿区巷道布置改革优化的主要成果集中表现在以下方面:

(1) 通过采区合并调整和实行跨巷开采, 采区参数得以充分优化。采区斜长加大至 1500~2800m, 工作面连续推进长度扩展至 2000m 左右, 与综采设备大修周期内的推进长度基本吻合; 可采储量一般为 3000 万 t, 最高达 7800 万 t, 可保高产工作面具备 10~20 年以上的生产服务期。

(2) 针对不同的开采技术条件和综采工艺, 坚定不移地推行无煤柱开采, 使巷道维护和煤层自燃的综合防治全面改观, 并全面提高了资源回收率。通过跨巷开采提前回收资源 1304.2 万 t, 采区回采率提高 11.38%; 无煤柱护巷累计长度达 11.3 万 m, 多回收煤炭 753.5 万 t, 采区回采率提高 6.58%。必须指出, 厚煤层无煤柱综机开采在技术上具有相当的难度, 特别是无煤柱综放开采通常是望而生畏的“禁区”, 兖州矿区取得的进展具有突破

性的意义, 不仅为综机开采创造了良好条件, 而且高度珍惜资源, 向煤炭工业的可持续发展迈出了重要的一步。

(3) 矿压理论的深入研究和观测资料的长期积累, 为采区巷道系统的改革奠定了科学的基础。多年的探索与实践使采区巷道系统得以高度简化并日趋完善, 特别是在减少岩巷掘进量方面作出了贡献, 基本上坚持了“以煤巷为主, 少做岩巷”的改革方向。按 1980 年和 1996 年统计资料对比, 厚煤层矿井的生产掘进率由 100.16m/万 t 降至 40.88m/万 t, 岩巷掘进率由 28.05 m/万 t 降至 10.56m/万 t, 处于国内领先水平。

(4) 兖州矿区巷道布置改革的成果经受了实践考验, 对合理集中生产起到了保证作用。首先是巷道系统简洁, 确保煤流通畅, 辅助、安全系统完善可靠, 具有良好的抗灾应变能力; 二是对工作面参数的变化与调整具备相当的适应性, 为工作面今后的发展留有充分余地; 三是有利于采掘工作面在时间、空间上的安排, 避免干扰, 确保巷道维护并消除灾变隐患, 实现采面有序接续; 四是“煤巷为主、少做岩巷”的布置方式, 缓解了岩巷掘进落后的矛盾, 在新的基础上形成了集中化生产条件下的采掘平衡。

兖州矿区巷道布置改革的进程始终没有偏离国内外煤炭技术发展方向这一大背景, 博采众长, 充分吸收理论与实践的最新成果, 针对兖州的实际和需要创出了具有特色的巷道布置系统。改革是渐进的, 随着矿压理论的发展, 采、掘工艺和支护技术的进步使巷道布置不断得以改进, 满足了不同阶段集中化生产的需要。生产实践始终是推动巷道布置改革的动力, 生产、科研、设计紧密配合, 通过科学指导不仅提高了成功率, 而且确保实践成果迅速反馈, 并移植于新矿井的设计中, 全面推动了矿区巷道布置改革的进程, 对国内煤炭行业也起到了领头作用。

矿区的巷道布置改革远非一般意义上的巷道系统变革, 而是具有广泛内涵, 涉及多种相关技术的一项系统工程。主要内容包括三部分: 一是按集中化生产要求增大采区参数, 通过采区合并调整、扩大尺寸和增加储量, 改双翼推进为单翼跨上(下)山开采实现采面连续推进, 长度翻番; 二是实行工作面等长切割, 全面推行无煤柱护巷技术, 在免压带布置采煤巷道, 选配适用的先进支护结构, 保证了巷道正常维护并全面提高了资源回收率, 同时综合运用防灭火新技术, 最大限度地消除发火隐患; 三是立足矿压研究成果, 全面探索、优化巷道布置系统, 不断降低巷道掘进率, 特别是在减少岩巷掘进量的基础上, 保证了采区生产, 辅助系统的完善、可靠, 并提高了抗灾应变能力。

兖州矿区巷道布置改革的进程迄今大致经历了四个阶段。

(1) 第一阶段始于 20 世纪 80 年代初。以南屯煤矿沿用的岩石上(下)山和岩石集中巷布置模式为原型, 通过扩大采区尺寸、工作面等长切割和改用无煤柱开采等手段, 对采区进行合理化、规范化改革。实践表明, 改革后的巷道系统适应初期综机开采的需要, 采煤巷道维护良好, 安全生产系统完善、可靠, 因此, 很快移植于建新井的设计中。然而, 与原有的巷道相比, 掘进率无明显降低; 岩巷掘进与采面推进速度之间的差距进一步拉大, 采准接续上升为主要矛盾; 分层开采导致岩集巷多次经受采动影响, 不时需要进行维修。据此, 减少岩巷成为下一阶段改革的主攻方向。

(2) 第二阶段的改革于 80 年代中期基本形成, 主要围绕取消岩集巷而展开。鉴于南屯井田西部 3 层煤分叉为 3_上 厚煤层和 3_下 中厚煤层, 层间距为 11~16m, 矿方考虑在 3_下 煤层

开掘煤集巷取代原有的岩集巷,称之为煤集巷布置方式。兴隆庄煤矿的3层煤为不分叉厚煤层,为取消岩集巷考虑了连续跨岩石分组上(下)山开采的布置方式。分组上(下)山的间隔距离按顺槽胶带机可能的铺设长度确定,试验初期定为600m左右,上(下)山与采煤顺槽之间以Y型联络巷和垂直溜煤眼连结。上述两项改革都经专题立项研究,试验顺利达到了预期目的。采区掘进率平均降低15~20m/万t,岩巷掘进率降低11.2~13.6m/万t;工作面接续与准备基本不受岩巷进度滞缓的制约,分组上(下)山布置方式赋予采面接续更大的灵活性,可保采面顺序接续,同时提高了运煤设备的利用率,Y型联络巷不仅简化了辅助运输系统的环节,而且为采场均压通风创造了有利条件,增强了抗灾优势。随着20世纪90年代综放开采在矿区的全面推行,煤巷系统得以高度简化,煤巷掘进率普遍下降30%~60%,从而使厚煤层开采的巷道布置步入了新的境界。本阶段改革的主攻方向是,进一步优化巷道布置从减少分组上(下)山的个数进行研究。从而引出了边界上(下)山布置方式的出台。

(3) 第三阶段的改革是取消分组岩石上(下)山,改用煤岩巷结合的边界上下山,使巷道布置再次简化并降低掘进率。分组上(下)山的设置,主要在于弥补顺槽胶带机单台铺设长度小于综采设备大修周期内的连续推进长度之不足。随着综放开采的推行,大修周期内的连续推进长度相对缩短,80年代后期长距离伸缩式胶带输送机相继出台,以及矿区长距离沿空综掘技术已经过关,取消分组岩石上(下)山的时机已经成熟,有条件改用更为简单的边界上(下)山布置方式。采区走向长1500~2000m,两侧设“一煤一岩”边界上(下)山,上下边界以走向岩巷圈定。这种布置方式的采区掘进率仅20m/万t,岩巷掘进率约5m/万t。周边巷道的存在拥有分组上(下)山相同的功能,而且边界煤上(下)山直接与煤顺槽沟通,爬坡机车可直达工作面附近,从而为辅助运输现代化改革创造了条件。这种巷道布置在有条件的块段可广为采用,不仅节约巷道,而且系统功能完善,符合集中化生产的需要。

(4) 第四阶段的改革是从1989年开始,在济宁煤田的新建矿井济宁二号煤矿和济宁三号煤矿采用厚煤层不沿用底板岩巷,首次采用全煤巷道。济宁二号煤矿和济宁三号煤矿的建设和生产实践已表明,这种开拓部署简化了巷道布置系统,显著减少了开拓和准备工作量,降低了吨煤投资,加快了建井速度,易于实现辅助运输机械化,是兖州矿区巷道开拓部署的又一次革命和重大改革。

巷道布置改革与支护技术的进步密切相关,两者相辅相成,互为补充。就课题研究而言,支护方式本身就是矿压研究的重要组成部分。兖州矿区在采场变革的进程中,始终高度关注支护技术的作用,特别是在无煤柱护巷条件下,对支护方式的适配进行了广泛的探索与深入的研究,并取得了可喜的成果。

矿区建设之初,煤巷、岩巷分别使用木棚和砌碛支护。1976年以北宿煤矿建成全锚喷化矿井为契机,在矿区岩巷和半煤岩巷全面推行锚喷支护。20多年来在锚喷支护的材料、结构和组合形式等方面进行了全方位探索与实践,锚固力大幅度提高,巷道维护状况全面改观,成功地保证了跨巷开采并扩大了使用范围。锚喷巷不仅增强了支护承载能力,而且提高了岩巷掘进速度,迄今已成为矿区岩巷唯一的支护形式。随着综采的推行,煤巷支护先由木棚转化为金属支护,从1993年开始又逐步向锚网梁支护过渡。20世纪80年代初,对