

Intelligent Mining of Coal Mine under High Gas and Complex Geological Conditions

高瓦斯复杂地质条件 煤矿智能化开采

主 编 崔建军

副主编 余北建 令狐建设 赵岩峰 付书俊 牛剑峰

Intelligent Mining of Coal Mine under
High Gas and Complex Geological Conditions

中国矿业大学出版社

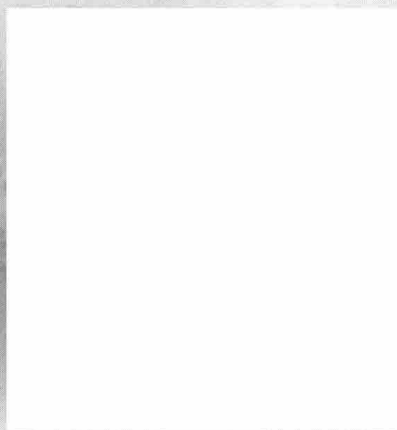
China University of Mining and Technology Press

Intelligent Mining of Coal Mine under High Gas and Complex Geological Conditions

高瓦斯复杂地质条件 煤矿智能化开采

主 编 崔建军

副主编 余北建 令狐建设 赵岩峰 付书俊 牛剑峰



中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 提 要

本书以阳泉煤业集团矿区为代表,是基于高瓦斯、复杂地质条件下的煤矿自动化智能化开采技术而编写的。全书共分七个章节,主要内容有:概述、阳泉矿区地质条件与开采工艺、阳泉矿区瓦斯防治、掘进工作面智能化、综采工作面智能化、信息化矿山建设、阳煤集团智能化典型案例成绩成果与标准等。全书配置了大量的图表和具体的试验数据,真实的写照了具有阳泉矿区特色的煤矿开采智能化技术。

本书对研究我国煤矿智能化开采技术具有一定的参考价值,可作为煤矿生产技术管理人员、矿长、井下操作人员的培训教材,也可供煤矿技术与装备研发技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

高瓦斯复杂地质条件煤矿智能化开采/崔建军

主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2018.5

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3983 - 9

I. ①高… II. ①崔… III. ①瓦斯煤层采煤法—自动化技术 IV. ①TD823.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第112570号

书 名 高瓦斯复杂地质条件煤矿智能化开采
主 编 崔建军
责任编辑 王加俊
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)83884103 83885105
出版服务 (0516)83995789 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 30.75 字数 768 千字
版次印次 2018年5月第1版 2018年5月第1次印刷
定 价 60.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《高瓦斯复杂地质条件煤矿智能化开采》 编审委员会

主任：崔建军

副主任：余北建 令狐建设 赵岩峰 牛剑峰

委员：付书俊 安占东 张吉林 范德元

李胜军 周建斌 郑海山 王书明

白永胜 郑建平 赵杰

编著：牛剑峰 赵杰 范照 周保卫

刘海金 杨智华 张晓青 吴晓春

杨晓成 郭宝晶 郝铁栓 崔志芳

序

煤炭是我国的主体能源之一，在国家能源保障和安全体系中具有基础性、战略性地位。近年来，随着“信息化”“工业化”深度融合，煤炭工业正由传统的机械化、综合机械化向自动化、智能化方向发展，煤矿自动化、智能化技术应用水平显著提高，推动了煤矿安全高效开采技术的质的飞跃。我国已建成多个年产能能力达亿吨以上的千万吨级矿井集群，创造了一系列煤矿井工开采新的世界纪录。实践证明，智能化技术是当今世界科技发展和竞争的新领域，也是推动煤炭工业现代化发展和提高产业核心竞争力的重要技术途径。

为推动我国智能化技术的创新研发，推进智能化技术在传统工业化领域的应用，国家编制和发布了“中国制造 2025”和“工业 4.0”，把智能化技术和大型智能化装备作为优先发展方向，为煤矿开采技术和煤机装备的升级提供了新的机遇和市场空间。“十二五”以来，我国煤矿开采装备技术创新步伐加快，通过国家发展和改革委员会、工业和信息化部智能制造专项、国家科学技术部科技支撑和重点研发计划的支持，煤矿智能化关键技术攻关取得重大突破。“智能矿山建设关键技术与示范工程”获得国家科技进步二等奖，综采成套装备智能系统、智能一体化管控系统和智能矿山示范工程建设，取得了“综采智能控制技术和装备”和“煤炭智能化掘采技术与装备”等重要创新成果，实现了采煤机煤岩界面自动识别、工作面设备精确定位、液压支架智能耦合控制、综采工作面通信及控制、带式输送机高压变频驱动、提升系统全自动化智能控制。在煤矿安全领域，我国各类煤矿已经建立了以地理信息系统和工业互联网为支撑的煤矿安全监测监控系统，基本实现了对矿井瓦斯、水害、煤层自燃等灾害的实时监控，安全生产水平大幅度提高。煤矿智能化技术正在引领国际采煤技术的发展，有力地推动了煤炭工业的技术进步。

阳煤矿区是我国最早发展综采机械化、自动化的矿区之一。阳煤集团以科技创新为动力，推进煤炭产业升级改造，在煤矿自动化、智能化等技术领域进行了大量的探索研究和试验应用，取得了显著成效。阳煤矿区复杂地质条件和高瓦斯环境在我国煤矿极具代表性，本书总结了阳煤集团在自动化、智能化安全高效开采方面的实践经验，对我国煤炭企业实施自动化、智能化开采具有一定的指导作用。



2018年4月

前 言

近年来,我国煤矿自动化、智能化技术创新研发取得了重大突破,成为煤炭工业发展的热点领域。“十二五”以来,在以国家智能制造专项为代表的科研专项支持下,煤炭行业的智能化步伐迈进了一大步,煤矿自动化、智能化成为煤炭科技发展的趋势。目前,我国煤矿自动化技术已普遍应用于煤矿采掘工作面,智能化技术还处于初级阶段,在复杂地质条件、高瓦斯环境下的煤矿自动化、智能化技术应用水平低,总体集成化不足,适应性和可靠性不能完全满足煤矿要求,迫切需要研发适应高瓦斯和复杂地质条件的煤矿智能化技术和大型装备,总结自动化、智能化技术推进在复杂矿区的应用经验,推进智能化核心技术研发,形成相应的技术方案、技术标准和成套装备,为煤炭产业的智能化升级提供技术支撑和可以借鉴的成功经验。

阳泉煤业(集团)有限责任公司(以下简称阳煤集团)的前身为阳泉矿务局,成立于1950年1月,是国家十四个大型煤炭基地的组成部分,也是山西省五大煤炭集团之一,矿区井田规划总面积1322.28 km²,地质储量120.45亿吨,可采储量63.36亿吨,是我国最大的无烟煤生产企业和中国三强煤化工企业集团。阳煤集团具有得天独厚的巨量资源赋存,管理扎实严细,装备设施精良,科技实力雄厚。经过69年的发展,现已成为以煤炭和化工为主导产业,铝、电、建筑地产、装备制造、贸易物流和现代服务业为辅助产业的强势发展的煤基多元化企业集团。目前,集团拥有包括阳泉煤业、阳煤化工、太化股份三个上市公司在内的500多个分子公司,总资产2150亿元,职工17.6万人,位列中国煤炭企业50强第8位;中国企业500强第99位;世界企业500强第445位。2017年集团利润完成15亿元,税费完成100亿元,营业收入完成1602亿元。

阳煤集团非常重视科技进步,大力开展科技创新,推进产学研创新体系建设,积极研发和应用新技术、新工艺、新装备,走出了高产高效、安全生产的新路子,走在了煤炭行业自动化、智能化的前列。阳煤集团从2011年开始煤矿自动化、智能化技术调研,2012年正式启动煤矿自动化建设,集团现有31个自动化工作面,占整个集团的55%,集团煤矿开采机械化程度达到100%。阳煤矿区地质构造复杂、煤层瓦斯含量高、开采难度大、安全风险大,在国内外复杂地质条件矿井中极具代表性。阳煤集团以创新为引领,以自动化、智能化技术研发和推广应用为支撑,取得了重要的技术突破,29处主力生产矿井实现自动化生产,智能化综采、综掘工作面进入试验和示范阶段,建立了集团公司、区域公司、矿井三级管理的高瓦斯矿井和突出矿井瓦斯灾害监测监控系统,瓦斯灾害防治达到先进技术水平,使煤矿高危生产场所操作人员数量大幅度下降,推进了矿区的安全高效生产的发展。

本书全面总结阳煤集团复杂的地质构造和高瓦斯赋存条件自动化、智能化安全高效开采技术的研发和应用经验。一是阳煤集团针对复杂的地质构造和高瓦斯赋存条件,对矿井开采和安全生产条件进行了科学分类,形成了适合高瓦斯复杂地质条件的自动化、智能化开

采技术标准与设备配套技术方案。二是结合阳煤集团高瓦斯复杂地质条件对矿井开采系统、安全生产提出的严苛要求和挑战,创新研发了综采、综掘工作面自动化、智能化技术与装备,从环境治理到环境评估,从原理到应用,从单机控制到综合控制,从自动化到智能化功能实现,深入浅出地讲解自动化、智能化技术工作原理,针对不同的地质条件提出了不同的智能化应对措施与技术方案。三是研究提出了高瓦斯安全开采、安全监测监控与采掘设备联动控制技术方案,实现了煤矿安全高效自动化、智能化开采。本书对我国多数煤炭企业推进煤矿自动化、智能化技术具有较好的参考价值,对基于复杂地质构造、高瓦斯赋存条件下的煤矿自动化、智能化开采具有较好的指导作用,对于煤矿进行自动化、智能化设备配套具有重要的指导意义。

本书在撰写过程中得到了阳煤集团生产技术部、技术中心、机电动力部、地质测量部、通风部、机电设备管理中心、阳煤华越机械有限公司、阳煤忻州通用机械有限责任公司等部门以及各生产矿井的大力配合,收集了大量资料,为本书的撰写提供了重要的素材;本书在撰写过程中得到了阳煤集团领导的大力支持,北京天地玛珂电液控制系统有限公司、中国煤炭科工集团天地科技股份有限公司、科工集团太原研究院、中国矿业大学等单位为本书的撰写给予了极大的帮助;连向东研究员、王德光研究员、代艳玲编审对本书进行了精细的审查并提出了很好的建议。在此,谨向为本书编著和相关研究做出贡献的人们表示衷心的感谢,向为我国煤炭行业致力于煤矿开采自动化智能化技术发展做出贡献的人们致以崇高的敬意!

编委会

2018年4月

第一章 概述	1
1.1 阳煤集团企业基本情况	1
1.2 阳煤集团煤炭资源赋存	2
1.3 阳煤集团采煤技术发展沿革	3
1.4 阳煤集团自动化发展历程	4
第二章 阳泉矿区地质条件与开采工艺	6
2.1 阳泉矿区地质赋存条件	6
2.2 阳泉矿区复杂的地质条件与瓦斯赋存特点.....	19
2.3 阳泉矿区开采方法和开采工艺.....	31
第三章 阳泉矿区瓦斯防治	35
3.1 阳泉矿区瓦斯分布情况.....	35
3.2 阳泉矿区瓦斯治理.....	36
3.3 瓦斯治理评价.....	53
3.4 瓦斯防治装备.....	55
第四章 掘进工作面智能化	66
4.1 引言.....	66
4.2 掘进方法与掘进工艺.....	67
4.3 阳泉矿区复杂困难巷道围岩控制技术.....	88
4.4 掘进装备	116
4.5 掘进工作面自动化、智能化控制技术.....	132
4.6 综掘工作面自动化快速掘进系统发展趋势	137
第五章 综采工作面智能化	143
5.1 引言	143
5.2 综采工作面布置	144
5.3 综采工作面围岩控制	146
5.4 工作面自动化开采工艺与技术	168
5.5 预评价方法和指标体系研究	180
5.6 综采工作面单机智能化技术与装备	191

5.7	工作面辅助系统	323
5.8	综采工作面综合智能化技术与装备	382
第六章	信息化矿山建设	416
6.1	引言	416
6.2	信息化矿山的基本建设内容	419
6.3	信息化矿山技术	426
6.4	信息化矿山系统	440
第七章	阳煤智能化典型实例成绩成果与标准	456
7.1	阳煤集团科技成果	456
7.2	企业标准	459
7.3	阳煤集团主要成绩和成功案例	477
	参考文献	478

第一章 概 述

本章叙述阳煤集团基本情况和发展历程,概括说明阳泉矿区总体概貌、煤炭赋存条件和矿区机械化、自动化历史变革中“人、机、环、管”等方面的总体发展趋势。阳煤集团针对低透气性高瓦斯煤层和复杂地质构造等资源环境条件,创新发展,形成了阳泉矿区特有的综合机械化、自动化、安全高效和科学管理模式,推进了矿区绿色、安全、高效、清洁科学化发展。

1.1 阳煤集团基本情况

阳煤集团全称为阳泉煤业(集团)有限责任公司,前身为阳泉矿务局,总部位于山西省阳泉市,是国家十四个大型煤炭基地和山西省五大煤炭集团之一,也是全国最大的无烟煤生产基地。经过 60 多年的发展,现已发展为以煤炭和煤化工为主导产业,电、铝、建筑地产、装备制造、贸易物流共同发展的煤基多元化企业集团。集团现有生产、技改和在建矿井共 28 座,以大中型矿井为主,分布在阳泉、寿阳、晋东、晋北和晋南五个生产区域,年生产能力为 7 000 万吨。阳煤集团煤矿组织结构如图 1-1-1 所示。其中,28 座生产矿井中有煤与瓦斯突出矿井 7 座,高瓦斯矿井 18 座,大部分集中在山西沁水煤田东北部的阳泉矿区,含煤地层分布在石炭-二叠系的太原组和山西组,主采 3 号、9 号、15 号煤层,地质条件较为复杂,地质构造以褶曲、断层和陷落柱为主,瓦斯、地质构造和巷道变形是制约矿井安全生产的主要因素。阳煤矿区瓦斯灾害突出,是全国瓦斯涌出量最大和瓦斯抽采难度最大的矿区之一。近年来,随着矿井开采深度的延伸,瓦斯涌出量不断增大。2016 年,阳煤矿区瓦斯抽采矿井绝对瓦斯涌出量为 3 867.84 m³/min,瓦斯抽采量为 2 728.73 m³/min,平均抽采率为 70.07%,其中,新景公司的绝对瓦斯涌出量为 360.85 m³/min,瓦斯抽采量平均为 217.05 m³/min,抽采率为 60.15%,单个回采面绝对瓦斯涌出量最大时达到 81 m³/min。

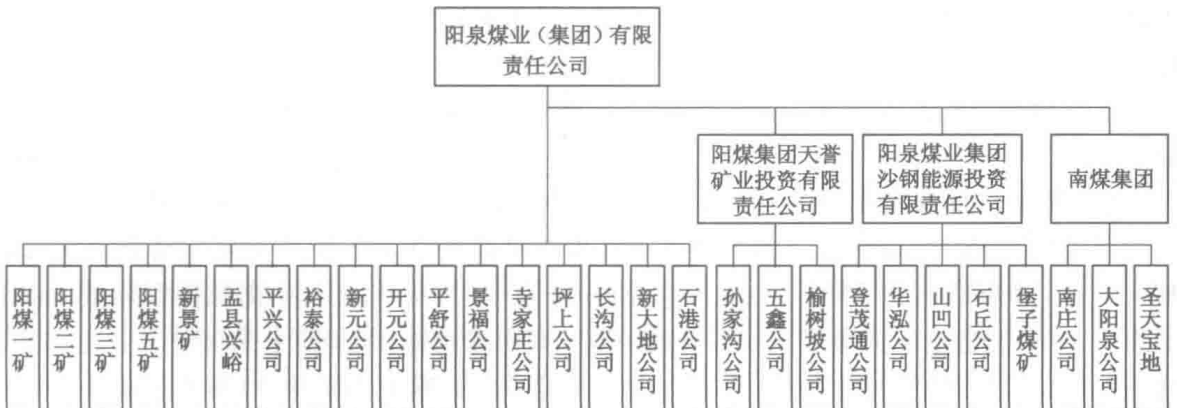


图 1-1-1 阳煤集团煤矿组织机构图

1.2 阳煤集团煤炭资源赋存

阳煤集团主体矿井地处山西沁水煤田的东北部,太行山背斜的西翼;全矿区基本呈单斜构造,走向北北东,向西南方向倾斜。矿区主要的含煤地层为石炭系太原组及二叠系山西组,煤系地层总厚度 180 m,煤层总厚度 13~15 m,距地表深度 150~500 m,煤层倾角一般 10° 。矿区共含煤 16 层,主采 3 号、12 号、15 号煤层,局部可采 6 号、8 号、9 号煤层,煤种为无烟煤。

阳煤集团主要采用井工长壁开采方法和全部陷落法顶板管理方法,开采煤层厚度 1.5~8 m,薄煤层和中厚煤层采用一次采全高开采工艺,厚和特厚煤层采用大采高综采和放顶煤开采工艺。矿区多为低透气性高瓦斯煤层,煤层平均瓦斯含量 $17.2 \text{ m}^3/\text{t}$,透气性系数 $0.017 \text{ m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$ 。综放工作面瓦斯涌出量最大达到 $200 \text{ m}^3/\text{min}$ 以上。2010 年瓦斯抽采总量达 8 亿 m^3 ,本煤层抽采突破 1 亿 m^3 ,矿井抽采率为 57.35%。

阳泉矿区采煤工作面瓦斯来源以邻近层为主。邻近层平均为 81.5%。阳煤集团开展大规模本煤层瓦斯抽采始于 2007 年,截至 2010 年底,共计施工本煤层瓦斯抽采钻孔 1 088 万 m,抽采总量 2.3 亿 m^3 。本煤层抽采量占全部抽采量的比例,从 2007 年的 2.3% 提高到 2010 年的 12.5%。

阳煤集团有 10 个主体矿井:阳煤一矿、阳煤二矿、阳煤三矿、阳煤五矿、新景矿、开元公司、平舒公司、新元公司、寺家庄公司和新大地公司。

阳煤集团所属矿井均为高瓦斯或煤与瓦斯突出矿井,主采煤层属于易自燃低透气性煤层。现有 28 座生产矿井,其中煤与瓦斯突出矿井 7 座、高瓦斯矿井 18 座。

阳煤集团是我国瓦斯灾害最严重的矿区之一。主要体现在瓦斯含量高、易自燃、难抽采、突出频繁。阳泉矿区各煤层均富含瓦斯,现生产水平的吨煤瓦斯含量为 $7.13 \sim 21.73 \text{ m}^3/\text{t}$,煤层瓦斯压力 $0.25 \sim 2.3 \text{ MPa}$ 。2008 年阳煤集团矿井瓦斯等级鉴定为:绝对瓦斯涌出量总计为 $1\,918.72 \text{ m}^3/\text{t}$,其中二矿最大瓦斯涌出量为 $454.65 \text{ m}^3/\text{t}$,三矿单面最大瓦斯涌出量为 $206 \text{ m}^3/\text{t}$,正常生产矿井最大瓦斯涌出量 $88.83 \text{ m}^3/\text{t}$ 。

阳煤集团主采煤层透气性系数为 $0.017 \text{ m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$,平均为 $0.078\,25 \text{ m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})$,为我国较难抽采煤层矿区之一。自阳煤集团成立以来至 2010 年有记录的瓦斯突出累计 6 672 次,年平均突出 133 次,最大突出煤量 525 t,最大突出瓦斯量 27 334 m^3 。

1.2.1 沁水煤田

该区域位于沁水煤田东北部,包括阳泉、晋东、寿阳地区,煤层及开采技术条件情况如下:

(1) 阳泉本部和南煤集团主要开采 3 号、15 号煤层。其中,3 号煤结构简单、赋存稳定,属中厚煤层,厚度 2.5 m 左右,属低灰低硫高发热量的优质无烟煤,洗选后可作优质的高炉喷吹煤;15 号煤结构简单赋存稳定,属厚煤层,厚度 6~7 m,属低灰中高硫高发热量的优质无烟煤,主要洗选品种为块煤和 3 号筛选末煤。赋存条件好,属集团主采煤层。上述两层煤均属缓倾斜煤层,中等稳定顶板,瓦斯含量高(2 座煤与瓦斯突出矿井,11 座高瓦斯矿井),水文地质条件中等,地质构造多,特别是陷落柱发育。

(2) 寿阳区域主要开采 3 号、8 号、9 号、15 号煤层。其中,3 号煤赋存稳定,属中厚煤

层,厚度 2~2.7 m,属中灰特低硫高发热量贫煤(目前新元矿主采),主要洗选品种为块煤和 1 号喷粉煤;8 号煤赋存稳定,属中厚煤层,平均厚度 1.8 m 左右,属中灰低硫中发热量贫煤(目前平舒矿主采),主要洗选品种为块煤和 2 号喷粉煤;9 号煤层结构复杂,厚度变化较大,并且局部有分叉现象,属中灰低硫中发热量贫煤,主要作为动力用煤;15 号煤层结构复杂,厚度变化较大,属中灰中硫中发热量贫煤,主要作为动力用煤。

寿阳区域矿井煤层均属缓倾斜煤层,中等稳定顶板,瓦斯含量大(3 座煤与瓦斯突出矿井,1 座高瓦斯矿井),除景福矿水文地质条件复杂外其余均为中等,地质构造复杂,特别是陷落柱较多。

(3) 晋东区域主要开采 15 号煤层。15 号煤结构简单,赋存稳定,属厚煤层,厚度 6 m 左右,属中灰中硫中发热量的优质无烟煤,主要洗选品种为块煤。属缓倾斜煤层,中等稳定顶板,瓦斯含量大(3 座煤与瓦斯突出矿井,1 座按突出管理,3 座高瓦斯矿井),除运裕矿水文地质条件复杂外其余均为中等,地质构造多,特别是陷落柱发育。

1.2.2 晋北区域

该区域横跨矿区较多,其中,右玉元堡矿在大同矿区,目前主要开采 9 号煤层,属特厚煤层,煤层厚度 14 m 左右,为优质动力煤。属中灰、中硫、中发热量长焰煤,断层发育;孙家沟和五鑫矿在河保偏矿区,主采 13 号煤层,结构简单、赋存稳定,属特厚煤层,煤层厚度 13 m 左右,属低灰中硫中发热量 1/2 黏结煤;榆树坡和天安矿在宁武矿区,主采 2 号煤层,属厚煤层,厚度 4 m 以上,以中灰、中硫、中发热量气煤为主;碾沟和南岭矿在西山古交矿区,主采 2 号和 5 号煤层,属中厚煤层,煤层厚度 2 m 左右。其中南岭矿 2 号煤属于中灰、中硫、中发热量炼焦配煤,5 号煤属于贫瘦煤。碾沟矿 2 号和 5 号煤属中灰中硫中发热量贫瘦煤,主要作为动力及民用煤;晋北区域矿井煤层均属缓倾斜煤层,中等稳定顶板,水文地质条件中等,除南岭和碾沟矿为高瓦斯矿井外其余均为瓦斯矿井。

1.2.3 晋南区域

该区域主要开采 2 号、(9+10)号煤层,除登茂通矿在沁水矿区和新星矿在乡宁矿区外,其余均在晋城矿区。其中,2 号煤属中厚煤层,厚度变化较大(2~4 m),其中登茂通矿为低灰低硫高发热量焦煤,翼城区域为低硫无烟煤;(9+10)号煤层厚度变化较大(2~4 m),为高硫、中灰、中发热量无烟煤,主要分布在翼城区域;晋南区域矿井均属缓倾斜煤层,中等稳定顶板,除登茂通矿水文地质条件复杂外其余均为中等,除登茂通矿为高瓦斯矿井外其余均为瓦斯矿井。

1.3 阳煤集团采煤技术发展沿革

第一个阶段:普采、炮采阶段(1950—1990)。1951 年 12 月,15 号煤层试验成功并推广了走向长壁倾斜分层下行陷落采煤法,之后又试验并推广了单一煤层走向长壁式采煤法,初期全部采用木柱木棚支护,支护强度低,消耗量大。1952 年首次使用截煤机(1957 年达到 15 台),同时开始使用刮板输送机和金属支柱,试验成功了金属网假顶分层采煤法。1965 年 11 月,煤炭开采进入普通机械化采煤(简称普采)时期,即由浅截式滚筒采煤机、可弯曲链板输送机、单体金属摩擦支柱和金属铰接顶梁等设备组成的机组共同完成采煤作业。采煤机械化程度只有 26.75%。经过多年发展,至 1978 年,普采成为阳泉矿务局的主导采煤技术。

普采产量为 477 万吨, 占总产量的 46.25%。采煤机械化程度达到 58.92%。1990 年最后一个金属摩擦支柱工作面开采完毕, 结束了阳泉矿务局普采、炮采的开采历史。

第二个阶段: 高档普采阶段(1984—2001)。高档普采和普采的主要区别是用单体液压支柱代替了金属摩擦支柱, 实现了主动支护顶板。1984 年 12 月, 阳泉矿务局第一套高档普采设备在三矿投产, 至 1987 年末, 各矿都推广使用了高档普采, 全局共装备 13 个高档普采队, 平均单产达到 18 500 t/(月·个)。20 世纪 90 年代后期, 高档普采工作面逐年减少, 至 2001 年全部淘汰。

第三个阶段: 综采(放)阶段(1974 年至今)。综合机械化开采即由液压支架、强力采煤机、大功率运输机和乳化液泵站等设备相互配套, 共同完成采煤生产。1974 年, 由我国自行设计和制造的第一套综采设备在阳煤四矿投入生产。矿务局采煤生产技术进入综采阶段。1980 年综采产量超过普采产量, 成为主导采煤技术。1987 年全局发展到综采队 18 个。1988 年综采放顶煤试验成功, 阳煤一矿北丈八井机采队于 1989 年成为全局第一个年产百万吨的综采队。1990 年在全局推广应用, 采煤机械化程度达到 100%, 进一步加快了综采的发展步伐, 1994 年综放工作面发展到 10 个。2005 年淘汰中位放顶煤支架。1996 年开始在一矿北丈八井试验低位综采放顶煤技术。2002 年阳煤集团综采机械化程度达到了 100%, 进入了完全综采时代。阳煤集团 2016 年新增停产、停建矿井 8 座, 永久关闭煤矿 4 座, 正常生产、建设煤矿 23 座, 共有 47 年综采(放)队。

第四个阶段: 大采高、自动化阶段(2014 年至今)。大采高综合机械化开采是指综采工作面采煤机割煤高度大于 3.5 m 的一次采全高的综采工艺。与综采放顶煤开采相比, 系统简单, 设备少, 没有拉后溜及放煤工序, 有利于工作面的管理。2009 年 7 月首次在寺家庄公司首采面投入试生产, 由于支架选型不合理, 最高月产只达到 23.6 万吨。2013 年 11 月 19 日阳煤一矿 S8310 工作面作为第二个大采高试验工作面如期投产, 2014 年 2 月份, 日产突破 2 万吨, 月产达到 46.6 万吨, 创出集团公司建企 65 年来采煤工作面月产最高纪录。

综采自动化系统依赖于采煤机自动工况监测及故障诊断技术、采煤机自动技术、液压支架电液控制技术、输送机各种数据传输技术、机巷集中控制技术, 构成无人或少人的综合机械化采煤自动化技术。2012 年 9 月先后在新景矿 3103 工作面和新元矿 310205 工作面试验自动化开采技术, 2013 年开始大范围在集团公司主力矿井推广使用。

1.4 阳煤集团自动化发展历程

阳煤集团的自动化发展经历四个阶段, 第一阶段为前期摸底调研, 了解国内外技术发展现状, 确定阳煤自动化的发展方向; 第二阶段为初步尝试阶段, 进行自动化示范应用; 第三阶段为总结归纳试验成果, 分类推行; 第四阶段为自动化全面推广与应用。

第一阶段: 前期调研阶段(2011—2012)。2011 年初, 阳煤集团领导组织召开了综采自动化技术专题讨论会。2011 年 7 月, 集团公司领导组织公司生产机部室负责人和相关矿井主要负责人赴河南义马集团耿村矿和平煤股份十三矿进行了现场考察。2011 年 8 月, 集团公司领导再次组织相关人员赴义马集团耿村矿、平顶山六矿、神华集团补连塔矿进行现场学习调研。2012 年, 集团公司领导多次组织生产技术部、机电动力部、信息中心、技术中心、机电设备管理中心等业务部室召开综采自动化会议, 重点确定综采自动化实施地点, 研究自

动化设备配置,将综采自动化列为年度重点科研项目进行攻关,并成立了由常务副总经理为组长的自动化试生产工作组,重点推进综采自动化工作。

第二阶段:初步投产试验阶段(2012)。2012年5月开始,阳煤集团按照计划在新景矿3103工作面和新元矿3205工作面开始试验综采自动化。新景矿3103工作面采长200 m,走向长1505 m,煤厚2.2 m,2012年5月20日开始进行前期安装准备,至8月20日安装完毕,9月21日通过集团公司验收后开始试生产。新元矿3205工作面采长240 m,走向长2105 m,煤厚2.85 m,2012年10月18日通过集团公司验收开始初采。

2012年9月,阳煤集团率先在新景矿和新元矿2座突出矿井的两个中厚煤层工作面进行试验。2013年开始,集团公司先后在厚煤层大采高面、放顶煤工作面等进行了试验推广(2015年5月27日,中国煤炭报安全版头条:提升煤矿“四化”水平 强化“零死亡”科技保障——全国煤矿自动化开采技术现场会典型成果摘录)。

第三阶段:分类型、分煤层试验阶段(2013)。经过一年的试验阶段,自动化技术应用得到基层干部及队组的一致认可,而且取得了一定的经济效益和社会效益,为此集团公司继续扩大自动化试验方向,2013年决定通过分煤层、分类型来继续试验综采自动化。阳煤一矿S8310工作面进行厚煤层大采高自动化试验;开元3904工作面进行中厚煤层液压支架电液控制系统试验;阳煤二矿71506工作面进行中厚煤层采煤机自动化试验。

第四阶段:大范围推广阶段(2014—2017)。通过2012年和2013年两年的试验阶段,阳煤集团开始接受适应综采自动化技术,集团公司领导决定大范围推广综采自动化技术。2014年集团公司投入11套自动化设备,2015年投入6套自动化设备,2016年投入5套自动化设备,2017年投入5套自动化设备。四年来集团公司共投入27套自动化设备,累计投入资金超过30亿元,全集团公司超过55%的采煤工作面实现综采自动化。

第五阶段:技术难点重点攻关阶段(2016年至今)。随着新型综采设备使用,综采工作面自动化水平快速提高,液压支架实现了自动跟机采煤作业,采煤机采高实现了自动记忆截割,采煤机牵引速度控制实现了与综采工作面瓦斯浓度联动控制,综采工作面刮板机、转载机和顺槽运输系统实现了顺序启动、停机和自动化调速,越来越多的自动化技术逐渐在阳煤集团试验和应用。

就我国煤炭行业整体自动化、智能化发展水平而言,目前尚处于自动化水平发展阶段和智能化水平初级阶段,还有很多技术难题需要突破。阳煤集团认为,在当今科技、经济发展的新形势和煤矿企业发展的需求下,煤矿开采技术和装备的改革必须立足于煤炭行业的前沿,立足于解决煤炭工业工程实际问题,煤矿企业才能得以生存和发展。2016年,阳煤集团承担了山西省重点科研项目“薄煤层智能化综采关键技术与装备开发”。2016年阳煤集团参与了国家重点研发计划项目“煤矿智能开采安全技术与装备研发”。2016年阳煤集团与德国艾柯夫公司、天玛公司、唐柏公司签订了数据开放合作协议。阳煤集团正在以信息化、自动化、互联网等高新技术和大型先进装备为支撑,以企业为主体,产、学、研结合创新,探索出一条高瓦斯复杂地质条件下煤矿自动化、智能化、安全高效的生产发展道路。

第二章 阳泉矿区地质条件与开采工艺

本章介绍阳泉矿区煤炭资源、分布范围及其赋存条件,按照不同煤层分类说明其地质条件(包括地质构造、瓦斯、水文等情况)的复杂性与开采的特殊性,并阐述主要开采方法与开采工艺。

2.1 阳泉矿区地质赋存条件

2.1.1 阳泉矿区位置与交通

阳泉矿区位于山西省东部,面积 2 102.47 km²,行政区划隶属阳泉市管辖,阳煤集团对该矿区进行经营;井田地理坐标为:东经 112°54′~114°04′,北纬 37°40′~38°31′。

阳泉矿区交通方便。铁路方面,石太线穿过矿区中心东至石家庄,与京广线相接;西到太原,与同蒲线相连;矿区内还有专用铁路与石太线接轨。建在阳泉市北部孟县的阳泉北站,有高速客运专线可以通达太原、石家庄以及北京。公路方面,国道 307 及太旧高速沿桃河北岸经矿区南界向西至太原,五和高速从矿区东部经过。阳泉矿区交通位置及矿井分布如图 2-1-1 所示。

矿区地形较复杂,沟谷纵横,西部寿阳区和南部和顺区以剥蚀低山丘陵为主,中部孟县、阳泉、昔阳一带以剥蚀中—低山为主;总趋势为西高东低、南高北低,相对高差近千米。

2.1.2 阳泉矿区地层及含煤地层

2.1.2.1 区域地层

阳泉矿区位于华北地台沁水盆地的东北部,太行山中段西侧的寿阳—阳泉单斜带。从沁水盆地边缘到内部出露地层由老到新,为典型向斜盆地的地层分布特征。盆地从周边到内部依次为古生界、中生界,仅在盆地的西部边缘地带广泛分布第四纪黄土层(图 2-1-2)。盆地的沉积中心在沁县—沁水一带,三叠系较为发育。阳泉矿区地层属于华北地层区山西分区阳泉小区,矿区内除志留系、泥盆系和白垩系沉积缺失外,寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系和三叠系均有不同厚度的沉积。

2.1.2.2 矿区地层

阳泉矿区煤系地层属于华北地层区山西分区阳泉小区、武乡小区。区域地层缺失志留系、泥盆系、白垩系沉积,地表出露为奥陶系中统、石炭系上统、二叠系、三叠系、古近系、第四系。

(1) 阳泉矿区地层属于华北地层区山西分区阳泉小区。矿区出露地层为奥陶系中统、石炭系上统、二叠系、三叠系和第四系。

(2) 平昔区地层属于华北地层区山西分区阳泉小区。矿区出露地层为奥陶系中统、石炭系上统、二叠系和第四系。

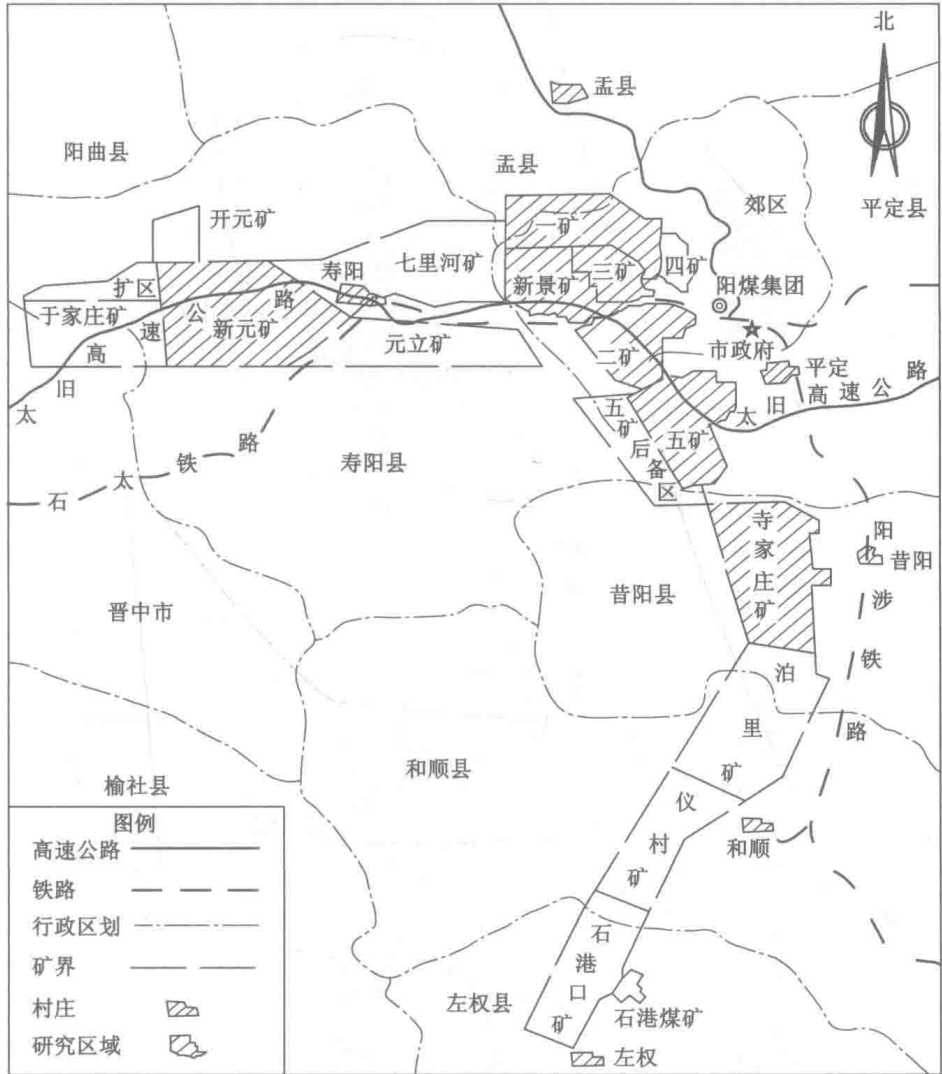


图 2-1-1 阳泉矿区交通位置及矿井分布图

(3) 和左区地层属于华北地层区山西分区武乡小区。从东向西寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、三叠系等地层地表均有出露，古近系、第四系不整合覆盖于各地质时代地层之上。

(4) 寿阳区地层属于华北地层区山西分区阳泉小区。矿区出露地层为奥陶系中统、石炭系上统、二叠系、三叠系、古近系和第四系。

区域属于阳泉矿区桃河区，区内地势较高，地形较为复杂，沟谷纵横，地层裸露。根据区内地层的出露、各矿井钻孔及井下巷道的揭露情况，矿区内的地层由老到新简述如下。

1) 奥陶系中统

(1) 上马家沟组(O_2s)。矿区各矿井田均发育，主要由厚层块状灰岩、豹皮状灰岩、白云质灰岩夹白云岩及泥质灰岩组成，夹方解石脉；中部为灰色薄层蠕虫状石灰岩，底部为泥灰岩和粉红色泥灰岩。本组厚 180~275 m，平均 200 m。

(2) 峰峰组(O_2f)。可分为上、下两段。下段为角砾状灰岩、泥灰岩、白云质灰岩，含石膏假晶白云质灰岩。上段以厚层灰岩为主，下部夹白云质灰岩，上部夹角砾状灰岩，含方解

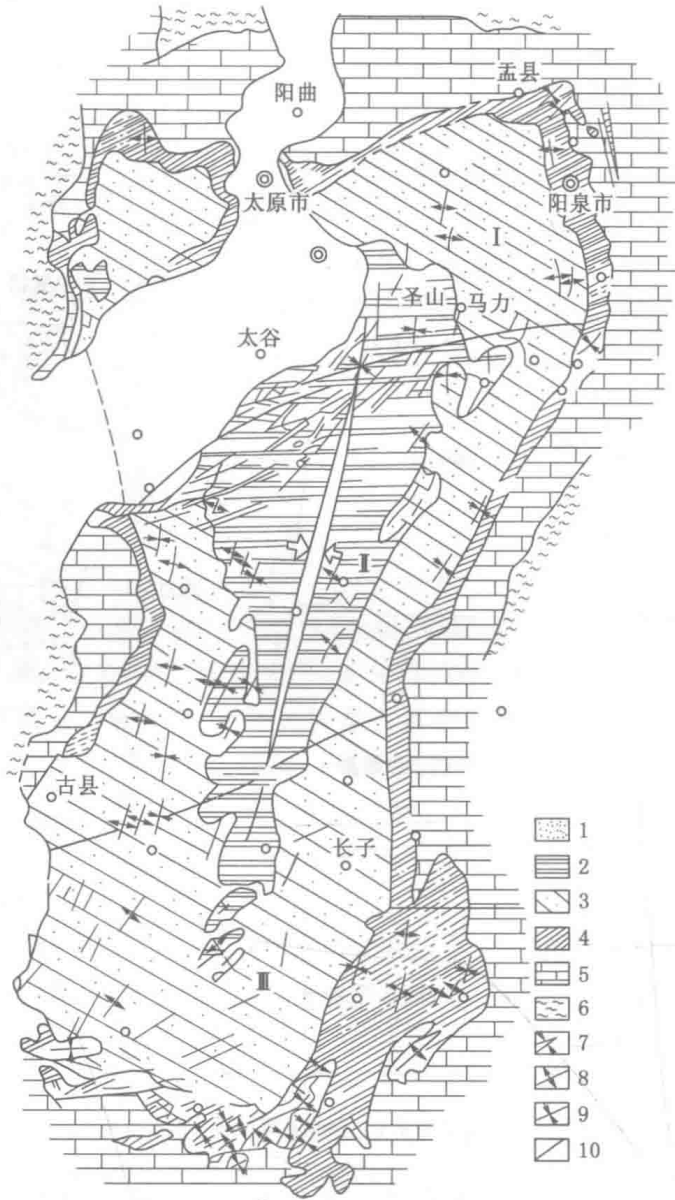


图 2-1-2 沁水煤田地质图

石脉及黄铁矿结核。本组地层厚度 90~270 m, 平均 196.25 m。与下伏地层上马家沟组呈整合接触。

2) 石炭系、二叠系

(1) 上石炭统本溪组(C_2b)。由泥岩、砂岩夹薄层石灰岩组成, 夹薄煤层。底部常发育一段含铁紫色泥岩, 形成鸡窝状不规则的铁矿层, 其上为铝土泥岩或铝土矿层。中上部夹有 1~3 层的石灰岩, 厚度小于 4 m, 在矿区内仅最底部的一层较为稳定。本溪组地层铁铝含量较高, 砂岩中碎屑颗粒分选较好, 磨圆度为圆状、次圆状, 表明其形成于潟湖—潮坪环境。本组地层厚度 40~66 m, 平均 50.70 m。与下伏地层峰峰组呈平行不整合接触。

(2) 上石炭统一下二叠统太原组(C_2-P_1t)。是矿区内的主要含煤地层之一, 仅在三矿井田外的东部局部地区出露。岩性主要为砂岩、泥岩、碳质页岩、煤层及石灰岩组成。本组