

高等教育“十三五”规划教材



矿井地质学

主 编 张子戌
副主编 吕润生 刘高峰 宋志敏

Kuangjing Dizhixue

Kuangjing Dizhixue

张子戌

中国矿业大学出版社

China University of Mining and Technology Press

内 容 提 要

本书共 11 章,主要介绍了矿井地质条件评价、矿井生产地质、矿井水文地质、矿井瓦斯地质、矿井灾害地质、矿井工程地质、矿井地质制图、矿井地质资料获取及综合分析整理、矿井资源/储量管理、矿井地质信息系统、煤矿环境地质等内容。

本书可作为普通高等学校地质工程、资源勘查工程、勘查技术与工程、煤层气工程、采矿工程等专业的教学用书,也可作为从事煤矿生产管理的地质、采矿等工程技术人员和研究生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

矿井地质学 / 张子戌主编. —徐州: 中国矿业大学出版社, 2017. 2

ISBN 978 - 7 - 5646 - 3182 - 6

I. ①矿… II. ①张… III. ①矿井—矿山地质—高等学校—教材 IV. ①TD163

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第173900号

书 名 矿井地质学
主 编 张子戌
责任编辑 潘俊成
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)83885307 83884995
出版服务 (0516)83885767 83884920
网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail: cumtpvip@cumtp.com
印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司
开 本 787×1092 1/16 印张 22.5 字数 576 千字
版次印次 2017 年 2 月第 1 版 2017 年 2 月第 1 次印刷
定 价 36.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

前 言

煤炭工业为我国经济建设和社会发展做出了突出的贡献。随着中国能源结构的调整与优化,煤炭在能源结构中所占的比例将会有所下降,但在今后相当长的时期内煤炭的主体地位不会有根本性的改变。煤炭工业的发展依赖于科技进步,其中包括矿井地质理论创新和新技术、新方法的研究与应用。矿井地质技术人员是这些新技术与新方法的践行者和推动者,只有掌握了扎实的地质基础理论和相应的专业技能,才能在煤矿生产建设中发挥更大的作用。

进入 21 世纪以来,矿井现代化水平不断提高,新技术与新方法相继出现并应用于生产实践中,煤炭开采相关的标准、法规等相继颁布,煤炭高校的专业设置和教学大纲也发生了很大的变化。为了使矿井地质学的教学更好地满足煤炭工业发展和科技进步的要求,我们编写了高等教育(矿业)“十三五”规划教材《矿井地质学》。

本书共 11 章,课程内容按 40~60 学时设计,采纳了近年来新颁布的国家标准、行业标准和法规,如国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局 2014 年颁布的《煤矿地质工作规定》,2009 年颁布的《煤矿防治水规定》和《防治煤与瓦斯突出规定》等。内容编排采用新的章节结构,以方便读者学习和翻阅。本教材主要内容有:矿井地质条件评价、矿井生产地质、矿井水文地质、矿井瓦斯地质、矿井灾害地质、矿井工程地质、矿井地质制图、矿井地质资料获取及综合分析整理、矿井资源/储量管理、矿井地质信息系统、煤矿环境地质。

本书由张子戊任主编,吕闰生、刘高峰、宋志敏任副主编。具体编写分工:河南理工大学吕闰生编写第一章、第二章、第三章、第六章、第八章、第九章,河南理工大学刘高峰编写第四章、第五章、第七章、第十章,河南工程学院宋志敏编写绪论和第十一章,最后全书由张子戊统编定稿。

本教材在编写过程中参阅了大量文献资料,坚持贯彻“实用”和“三基”原则,在编写过程中始终得到中国矿业大学出版社的支持和指导,得到河南理工大学的大力支持,在此一并表示感谢。

由于编者水平所限,书中可能存在遗漏和错误,敬请读者批评指正。

编 者

2016 年 10 月

绪论	1
第一章 矿井地质条件评价	8
第一节 采前地质条件评价	8
第二节 综采地质保障	27
第三节 矿井地质类型划分	33
第二章 矿井生产地质	39
第一节 煤层厚度	39
第二节 矿井地质构造	55
第三节 岩浆侵入	83
第四节 岩溶陷落柱	89
第三章 矿井水文地质	96
第一节 矿井充水条件	96
第二节 矿井突水	106
第三节 矿井涌水量预算	109
第四节 矿井水文地质类型划分	114
第五节 矿井水害防治	118
第四章 矿井瓦斯地质	131
第一节 瓦斯地质基础	131
第二节 瓦斯地质工作方法	138
第三节 瓦斯灾害预测与防治	152
第五章 矿井灾害地质	176
第一节 地温	176
第二节 煤尘	188
第三节 煤层自燃	191
第六章 矿井工程地质	197
第一节 岩石的工程地质性质	197

第二节 岩体的工程地质性质	202
第三节 井巷围岩稳定性评价	210
第四节 矿井动力地质现象	213
第五节 井巷工程地质工作	222
目 录	
第七章 矿井地质制图	224
第一节 概述	224
第二节 矿井地质剖面图	227
第三节 水平地质切面图	234
第四节 煤层底板等高线图	240
第五节 煤层立面投影图	249
第六节 其他矿井地质图	252
第七节 矿井地质图编制规则	256
第八章 矿井地质资料获取及综合分析整理	258
第一节 矿井地质勘探	258
第二节 井巷地质编录	269
第三节 地质预报和地质说明书	283
第四节 矿井地质报告	288
第九章 矿井资源/储量管理	295
第一节 煤炭资源/储量分类	295
第二节 矿井“三量”管理	302
第三节 矿井储量动态管理	306
第十章 矿井地质信息系统	318
第一节 煤矿地质信息系统的产生与发展	318
第二节 煤矿地质信息系统实例	320
第十一章 煤矿环境地质	340
第一节 煤矿环境污染	340
第二节 环境地质灾害	344
第三节 煤矿环境治理	345
参考文献	353

绪 论

中国是世界上第一产煤大国,也是煤炭消费大国,2013年中国煤炭产量36.8亿t,消费36.1亿t。进入21世纪以来,随着石油天然气、煤层气、页岩气、核电、水电、风电等能源开发利用的快速发展,尤其是环境污染问题日益严重,我国能源结构将进行大的调整。依据我国《能源行业加强大气污染防治工作方案》,到2017年非化石能源消费比重将提高至13%,煤炭消费比重由目前的67.8%降至65%以下。随着中国全面进入小康社会和中国梦腾飞的新时期,国民经济的快速发展必将导致能源需求的快速增长,煤炭作为中国能源结构中的主导能源地位在本世纪近30年内将不会发生根本性改变,煤炭将仍是未来中国的主要能源。因此,煤炭的高效稳产和高效利用,在今后相当长的时期内,是煤炭作为中国战略资源的需要。煤炭企业要实现高效稳产,必须依赖现代科学技术的进步,借助先进的理论技术、工作方法为煤矿安全高效生产保驾护航。

矿井地质学是运用地质学的基础理论,在地质勘探的基础上,研究和解决与煤矿设计、建设及生产有关的地质问题,是一门综合性、实用性及方法性较强的地质学分支学科。它是在我国煤矿生产实践的基础上创建和发展起来的,直接服务于矿井建设和生产,贯穿于煤矿生产的整个过程,包括建井、开拓、掘进、回采、直至矿井报废的各个阶段的整个地质工作。矿井地质工作是关系煤矿的安全生产、关系煤炭资源的合理开发和利用、关系新井建设和老矿挖潜、关系煤矿高效稳产的一项重要基础技术工作,是煤矿生产过程中不可缺少的技术环节,是煤矿生产建设的“尖兵”和“眼睛”。因此,通过实践加强和完善矿井地质理论、技术与方法创新,形成一整套完整的工作方法,确保煤炭安全高效开采,对于促进煤炭工业可持续发展、完善矿井地质学科的内容、培养矿井地质专业技术人才,具有十分重要的意义。

一、矿井地质工作的目的与任务

矿井地质工作的目的在于研究并解决矿井建设、生产过程中遇到的各种地质问题(包括瓦斯地质、水文地质、工程地质、灾害地质),查明隐蔽地质因素,及时处理地质灾害,有效预防煤矿事故,保证矿井生产建设的正常有序、安全高效发展,保证国家煤炭资源的合理开发与综合利用。

为了满足“保证生产、指导生产、管理生产、安全生产”要求,矿井地质工作需要完成以下主要任务:

① 研究地质规律。根据勘查部门提供的原始地质资料和煤矿生产、建设过程中所揭露的地质现象,研究矿区(矿井)煤系地层、地质构造、煤层及煤质的变化规律,开展矿井地质类型划分,查明影响煤矿建设、生产的各种地质因素,提出生产过程中具体解决问题的思路与方法。

② 提供地质资料。矿井地质技术人员要通过对井下所揭露地质现象的观察和识别、地

质编录、地质勘查及综合资料分析,根据生产建设要求,有计划地、及时地提供生产部门所需的地质资料,并参与工程设计和生产计划的编制工作,审查采掘设计和生产计划编制是否妥当与合理,提出针对地质情况的修改意见,做到地质与生产紧密配合,地质先行。

③ 指导采掘生产。矿井地质技术人员不仅要参与采掘工程设计与审查,而且要与生产部门密切配合,要经常性地深入掘进头、工作面,及时发现影响正常生产的地质问题,并提出具体的解决方案,正确处理地质问题,指导采掘工作合理进行。

④ 资源核实与储量管理。计算并核实矿井储量,测定和分析储量动态,分析储量损失,编制矿井储量报表,提高储量级别,设法提高矿井储量,及时提出合理开采和利用煤炭资源的意见,为生产正常接替和资源合理利用服务。

⑤ 水害预报与防治。开展水文地质调查,分析矿井充水水源和通道、涌水量大小及其影响因素与变化规律;查明矿井水文地质条件,做好采区、工作面涌水量预报;提供可能发生水害的地段,查明导水通道,对矿井水害进行预测预报,并提出具体的防治措施和治理方案。

⑥ 查明瓦斯规律。矿井地质技术人员要查明煤层瓦斯赋存规律、瓦斯涌出特征,分析影响瓦斯赋存的地质因素,尤其是地质构造对瓦斯的控制,查明瓦斯富集区,做好瓦斯灾害的地质预测预报。

⑦ 地质灾害预测预报。开展地质灾害调查,对危及煤矿生产建设的各种地质灾害(冲击地压、热害、煤尘、崩塌、滑坡、地陷等),查明其形成机理、分布范围、突发时间及危害程度并进行预测预报,提出具体防范措施和治理方案。

⑧ 环境地质调查。对矿区(矿井)环境地质进行调查,查明污染矿区(矿井)环境的地质因素和危害程度,研究环境地质治理措施,并配合当地环保部门提出矿区(矿井)环境保护方案。

⑨ 矿产资源综合利用。调查研究煤系地层的伴生矿产,包括铁、硫、铝土矿、油页岩及稀有元素等的赋存特征及利用价值,并考虑在采煤过程中其采出的可能性。

二、矿井地质工作的意义

矿井地质工作贯穿于煤矿建设、生产的整个过程,直接为煤矿生产服务。其工作意义主要表现在以下几个方面:

1. 矿井地质工作的必要性

煤矿开采离不开地质工作,矿井地质工作是对资源勘探的进一步深化和发展,这一工作必须分阶段地循序渐进,坚持“综合勘查、科学分析、预测预报、保障安全”的原则。开采过程中地质工作始终起到发现、解决地质问题,正确指导开采的作用,地质工作不是可有可无的,而是十分必要的。

2. 矿井地质工作的重要性

煤矿开采的对象是煤层,而煤层赋存于复杂的地质体当中,这种生产活动受到地质条件的控制和制约。采煤技术是一种以地质条件为基础的生产工艺,必须匹配客观存在的地质条件,才能充分发挥科学技术的威力,促进煤矿生产的发展;反之,则会严重影响生产的正常进行。因此,矿井地质工作是煤矿安全生产的基础和技术保障,如果没有地质工作,采矿就会出现大的失误,甚至出现重大灾害。

3. 矿井地质工作的迫切性

近 20 年来,我国煤矿的机械化、现代化程度大幅提高,高产高效的综采工作面得到大力推广应用,为了充分发挥采掘机械的效率,迫切要求准确查明和预测地质条件的变化,根据地质条件选择相应的采掘设备或为已有采掘设备选择适宜的场地。

三、矿井地质工作的特点

矿井地质工作是一项高技能的工作,它以地质科学的基础理论为依托,结合采煤、通风、安全方面的基础知识,研究涉及煤矿生产、建设方面的地质因素,解决煤炭开发的地质问题。其具有以下特点:

① 较强的实践性。矿井地质工作与煤矿生产具有直接的密切关系,是直接获取井下第一手地质资料,通过综合分析、科学判断,运用地质理论与技术指导采矿的特殊的地质工作,具有强的实践性。随着煤矿建设、生产的进行,生产部门向矿井地质人员提出需要及时解决的地质问题,而矿井地质人员通过对地质现象的综合分析、判断,又直接用来指导煤矿生产工作的开展,并立即受到严格的实践检验。因此,矿井地质工作质量的好坏,直接关系到煤矿生产能否正常、合理和安全的进行。

② 科学的预见性。合理的开拓布置和采掘设计来源于正确的地质判断。新时期的矿井地质工作不应局限于采掘过程中处理和解决遇到的地质问题,而应事先预测和查明地质变化,才能更好地预防和避免事故的发生。随着采掘机械化程度的提高,对地质变化预见性的要求也越来越高。

③ 高度的准确性。矿井地质工作的准确性表现在两个方面:一方面,煤矿生产建设过程中开掘了大量的井巷,揭露了丰富的地质资料,结合地质勘探成果资料,这些为地质条件的判断和处理提供了准确的基础,同时依据这些真实的地质资料所编制的地质图件能更准确地反映地质现象的真实面貌;另一方面,煤矿生产建设中对地质判断和地质资料的准确性要求较高,如果地质资料不准,轻则造成巷道报废,损失煤炭资源,采掘失调,重则导致整个矿井开拓布置不合理,对地质灾害造成误判和错判,甚至造成严重的生产事故,这方面的教训在我国煤炭开采历史上屡见不鲜。

④ 及时性和连续性。煤矿生产是一个不断变换和移动生产场所、多工序、综合连续的地下作业过程。由于工作场所的动态变化和多工序的顺序作业影响,新井巷工程揭露的珍贵地质资料不断被后续生产工序直接损坏或覆盖。因此,矿井地质技术人员应选择井下巷道开挖后,在破坏或覆盖之前不失时机地开展工作,及时观测和收集地质资料,发现并及时处理地质问题,要连续不断地开展工作。

⑤ 技术的先进性。矿井地质工作借助计算机技术和网络技术出现了革命性的进步,如地质数据的保存和分析处理、地质图件的绘制、资源/储量的计算、不同部门之间图纸的传输和管理等。矿井地质资料从各种传统台账到综合制图都实现了电子化,既准确、美观,又迅速便捷,大大提高了矿井地质工作人员的效率,减轻了其劳动强度。

矿井地质工作的特点决定了其工作方法、内容要注意以下几点:

① 矿井地质工作必须坚持以服务生产为方向。矿井地质工作应根据矿井不同地质条件 and 生产要求,按照生产、建设各个阶段的特点开展工作。

② 矿井地质工作必须坚持现场及时观察。矿井地质工作要求高度重视现场观察,井下

地质编录是地质人员深入现场观察井筒、巷道和采煤工作面获取第一手地质资料的主要途径,是矿井地质的基础工作,从矿井基本建设开始到开采结束为止,都要及时、连续、不间断地进行。井下地质编录要准确反映客观事实,不能主观臆断。

③ 矿井地质工作必须注重研究。矿井地质工作在加强地质特征及其规律研究的基础上,还要注重新技术、新方法在工作中的应用研究。利用先进的井下物探、井下钻探、井下测井、井下摄影等技术研究矿井地质规律,尤其是矿井地质雷达、无线电波坑透仪、瞬变电磁仪、槽波地震仪在矿井地质探测中的应用。建立矿井综合地质管理信息系统,运用计算机绘制各种地质图件,提高矿井地质分析研究的广度和深度。

④ 矿井地质工作要加强综合分析。矿井地质工作人员不仅要有扎实的地质学基础理论和采煤、测量、水文及制图等相关方面的基本知识,而且在生产中要遵循从点到线、从线到面、从面到体、由已知到未知、由浅部到深部、由个别到一般、由二维到三维空间的认识规律,注重综合分析,不断提高矿井地质工作的水平。

四、矿井地质学研究的主要内容

矿井地质学作为地质工程专业和资源勘查工程专业的专业课程,其研究范围广泛,综合性强,不仅涉及地质学基础理论的应用,而且涉及地质技术与方法的许多应用分支,主要研究与煤矿生产有关的地质条件。

矿井地质学主要研究内容包括:

① 矿井地质条件评价。主要包括采前地质评价、综采地质保障和矿井地质类型划分,属于矿井地质预测的工作范畴。

② 矿井生产地质。主要包括煤层厚度变化的原因及其识别;井巷工程所揭露的地质构造的观测、识别、判断、处理和预测;岩浆侵入煤层与岩溶陷落柱等地质现象的观测、判断、分析和处理方法。

③ 矿井水文地质。主要包括矿井水文地质条件分析,水文地质观测,充水水源、充水通和矿井涌水量预计、水害防治等。

④ 矿井瓦斯地质。瓦斯是影响煤矿安全生产的主要因素,主要包括矿井瓦斯地质基础研究,瓦斯地质工作方法,矿井瓦斯涌出和煤与瓦斯突出等。

⑤ 矿井灾害地质。灾害地质是影响煤矿正常生产的重要制约因素,是矿井地质工作的关键,包括地温、煤尘、煤层自燃、顶底板、冲击地压等。

⑥ 矿井工程地质。主要包括井巷岩体稳定性评价,岩土体的工程地质特征,井巷工程地质等内容。

⑦ 矿井地质制图。矿井地质制图是矿井地质学的重点和难点之一,编制各种生产用的地质图件是矿井地质的重点工作之一。包括矿井地质图基础、各种矿井地质剖面图、矿井水平地质切面图、煤层底板等高线图以及其他综合性图件。

⑧ 矿井地质资料获取及综合分析整理。矿井地质勘探和井巷地质编录是矿井建设和生产过程中获取地质资料的主要手段,矿井地质资料的综合分析整理包括编制各种地质预报、地质说明书和矿井地质报告。

⑨ 矿井资源/储量管理。主要包括矿井资源/储量管理的基本要求与任务、煤炭资源/储量分类、矿井资源/储量的动态管理、矿井“三量”管理。

⑩ 矿井地质信息管理系统。主要介绍目前矿井地质信息管理系统的发展趋势,矿井地质工作管理的标准化,介绍目前煤矿企业所使用的地质信息管理系统。

⑪ 煤矿环境地质。简单介绍煤矿环境污染、煤矿环境地质灾害及煤矿环境地质灾害的治理方法。

五、矿井地质学的现状及发展趋势

历史上尽管很早就存在着直接为煤矿开采服务的矿井地质工作,但是,作为一门独立的矿井地质学科出现则比较晚。20世纪30~40年代才开始有矿井地质专著问世;50年代以来,矿井地质论著逐渐增加;70年代以来,形成一整套相对比较完整的工作内容、工作方法的独立学科;90年代以来,矿井地质工作取得了突破性进展。我国矿井地质工作主要是在解放后,随着煤炭工业的迅速发展而建立和发展起来的,从1954年建立专门机构至今已有近70年的历史,在技术上已有长足的发展和进步。回顾我国矿井地质的发展历程,可以概括为4个发展阶段。

1. 起步阶段(1953~1958)

1953年,原燃料工业部在煤管总局设立了矿井地质处,1954年召开了第一次全国煤矿矿井地质工作会议,会上对“关于建立矿井地质机构、做好矿井地质工作”作了指示,会后各矿务局(矿)相继建立了独立的矿井地质机构,矿务局成立地质测量处,煤矿设立地测科,在局一级成立勘探队,专门进行补充勘探工作,对煤矿生产做出了贡献。1956年原煤炭工业部生产司在开滦煤矿召开了第二次全国矿井地质工作会议,会上总结和交流了经验,从而进一步推动了矿井地质工作的发展。

2. 专题研究、技术革新阶段(1958~1976)

20世纪60年代初期,煤炭工业部颁发了《矿井地质试行规程》、《煤炭储量管理规程》、《矿井水文地质规程(草案)》,进一步明确了矿井地质工作的目的、任务、内容和方法,矿井地质工作逐步走向正规化、制度化。唐山煤炭科学研究所成立了我国第一个矿井地质研究室,在煤炭中专和高校中设置了矿井地质专业并开设了矿井地质学课程。唐山研究所和地质勘探研究所建立了矿井地质和水文地质专门研究机构,开展专题研究,解决了一系列影响煤矿生产的地质和水文地质问题,丰富了矿井地质理论,并在1964年召开了第三次全国矿井地质工作会议,总结和交流矿井地质工作经验,进一步提高了矿井地质工作水平。

在“文革”期间,矿井地质工作受到严重削弱,矿井地质机构被撤销、工作人员下放,矿井地质工作在这一时期基本处于瘫痪状态。由于地质资料缺乏,矿井技术改造、开拓延深难以进行,使一些矿井造成资源丢失、巷道报废、个别矿井被淹等情况。

3. 技术发展阶段(1979~1990)

1979年以来,煤炭工业部再次明确矿井地质工作在煤矿生产中的地位和作用,并于1980年在吉林通化召开了矿井地质测量工作座谈会,会上明确了具体任务,会后采取了一系列有效措施整顿了局、矿二级矿井地质机构,狠抓了基础工作。1982年中国煤炭学会在合肥召开了全国第一届矿井地质学术交流会,会上交流了矿井地质研究成果,探讨了提高矿井地质工作水平的若干重大问题,并成立了矿井地质专业委员会。1983年,中国煤炭学会矿井地质专业委员会在湖南湘潭召开了“矿井中小型构造地质预测预报”学术会议,探讨了矿井中小型构造的预测预报方法和途径。同年在陕西铜川召开了全国煤炭系统地质测量会

议,并举办了新中国成立以来首次地质测量技术革新成果展览会,讨论和制定了《煤矿地质测量若干规定》。煤炭工业部在1984年颁布了《矿井地质规程(试行)》、《露天煤矿地质规程(试行)》,规程的制定和实行,表明矿井地质工作进入一个新的发展阶段。1985年在山西大同举办了“煤矿采掘机械化矿井地质”学术会议,1986年在四川成都召开了“煤矿安全地质”学术会议。一系列学术会议的召开和相关规程的颁发,促使矿井地质工作者在煤层对比、煤层冲蚀、煤层探测、矿井中小型构造、岩浆侵入对煤层的破坏、岩溶陷落柱对煤层的破坏、矿井防治水等方面开展了大量的研究工作,有效地促进了矿井地质工作的发展。

同时,在我国著名地质学家、矿井地质老前辈柴登榜教授的组织 and 领导下编写了我国第一部《矿井地质工作手册》和《矿井地质及矿井水文地质》教材。

4. 技术突破阶段

20世纪90年代初、中期,矿井地质研究从理论到方法没有突破性进展,研究队伍逐步缩小。从90年代末期至今,随着计算机技术的发展,一系列先进的探测技术与方法被应用到矿井地质工作当中,取得了突破性的发展,如煤矿安全高效地质保障系统、采区三维地震、井下物探、地测管理信息系统、GIS等,促进了矿井地质理论和技术方法的创新与完善。2006年中国地质调查局颁布了《固体矿产勘查原始地质编录规程(试行)》;2009年国家安全生产监督管理总局、国家煤矿安全监察局颁布了《煤矿防治水规定》和《防治煤与瓦斯突出规定》;2013年,为加强和规范煤矿地质工作,查明隐蔽致灾地质因素,及时处理煤矿地质灾害,有效预防煤矿事故,国家安全监管总局、国家煤矿安监局联合组织制定了《煤矿地质工作规定》,自2014年3月1日起实行,等等。以上一系列规定、规范的颁布,为保障煤矿安全、正常生产提供了制度和技术支持。

众所周知,地质构造是影响煤矿安全和正常建设、生产的最重要的地质因素。多年来,生产一线的矿井地质工作者对矿井地质构造进行了深入的研究,为保障矿井的安全、正常生产做出了重大贡献。近年来,随着我国能源市场的需求关系和能源结构调整,煤矿生产进入了新的科学发展时期,矿井地质工作的内容也发生变化,主要表现在:一是提高地质预测预报的精度,由定性预测向定量预测发展;二是要扩大矿井地质工作的服务面,不仅要为煤矿高产高效提供可行的地质保障,还要为煤矿城市的环境保护、生态建设和可持续发展提供地质资料。围绕矿井地质工作内容,将来的发展趋势主要表现在以下几个方面:

(1) 基础地质研究将得到重视和加强

矿井地质的基础地质研究包括区域地质背景、井田内煤系地层的发育特点、断裂和褶皱的发育特征、煤层厚度及其变化特点、瓦斯地质和矿井水文地质等。不论探测技术的发展、技术手段的更新,还是地质资料处理的数字化都必须建立在对基础地质的正确认识及发育规律的掌握基础之上。只有正确认识基础地质条件,才能更准确、更有效地开展矿井地质工作。

(2) 探测技术将得到更广泛的应用

采前地质探测是矿井地质、采煤部门期盼已久的难题,尤其是矿井地质构造中的中小型构造探测,是将来矿井地质发展的一个主要方向。今后井下探测仪器及数据的采集、处理、解释,将向小型化、智能化方向发展。

(3) 矿井可持续发展地质

我国是世界上少数几个能源以煤炭为主的国家之一。以煤为主的能源消费带来严重的

环境污染,尤其是近几年的雾霾日益严重。因此,随着我国煤矿生产工艺由综合机械化向智能遥控和自动化方向发展,矿井普遍发展趋势为“一个矿井、一个采区、一个工作面”,煤炭工业正由过去的劳动密集型向技术密集型转变,煤炭工业将发生革命性变革。随着我国浅部煤炭资源的枯竭,深部地质环境的变化,今后矿井地质工作将围绕煤炭工业走新型化工业的发展目标,发挥技术优势,推动煤矿向安全、绿色、高效、洁净方向发展。

(4) 数字化矿山地质

数字化、信息化、网络化是当今世界发展的趋势,煤炭行业也应积极加入。以 GIS 空间信息管理平台为基础,开发地质测量、开拓、掘进、通风、防灾、运输、瓦斯预警、水害预警的子系统集成,把井巷地质、钻探、综合物探资料,进行资料共享、提取、加工、处理、分析和应用,建立以探测技术为主体的矿井动态地质与安全生产系统,把煤矿建设成数字化矿山。

意义及项目价值分析参见附录 A。

2. 项目可行性分析

从地质勘探和工程地质两个方面来看,项目可行性分析如下: (1) 地质勘探方面:项目地质勘探工作由地质队承担,地质队具有地质勘探资质,且地质队长期从事地质勘探工作,具有丰富的地质勘探经验,能够保证地质勘探工作的质量和进度。 (2) 工程地质方面:项目工程地质工作由工程地质队承担,工程地质队具有工程地质资质,且工程地质队长期从事工程地质工作,具有丰富的工程地质经验,能够保证工程地质工作的质量和进度。 (3) 项目可行性分析:项目可行性分析主要从技术可行性、经济可行性、社会可行性三个方面进行分析。技术可行性:项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,技术可行性高。经济可行性:项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,经济可行性高。社会可行性:项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,社会可行性高。

3. 项目可行性分析结论

项目可行性分析结论如下: (1) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,技术可行性高。 (2) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,经济可行性高。 (3) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,社会可行性高。

4. 项目可行性分析结论

项目可行性分析结论如下: (1) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,技术可行性高。 (2) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,经济可行性高。 (3) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,社会可行性高。

5. 项目可行性分析结论

项目可行性分析结论如下: (1) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,技术可行性高。 (2) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,经济可行性高。 (3) 项目地质勘探和工程地质工作均采用成熟的地质勘探和工程地质技术,社会可行性高。

第一章 矿井地质条件评价

第一节 采前地质条件评价

采前地质评价是指在矿井、水平、采区或工作面设计之前,根据地质勘探、建井和生产阶段所获取的全部地质资料,采用多种手段对研究区的开采地质条件做出科学的、全面的客观评价。它既包括依据研究区地质条件选择相匹配的采掘方式,也包括对特定的采掘工艺选择适宜的采掘场地,从而为煤矿的高效稳产和安全开采提供科学的地质依据。

一、采前地质条件评价的目的及意义

煤炭企业能否高效开采主要取决于煤炭资源赋存的地质条件,由于成煤的期次差异及后期的构造运动相互叠加的影响,世界上不存在地质条件完全相同的聚煤盆地,不同煤田、矿区、井田甚至工作面的地质条件千差万别。随着煤炭开采机械化水平的提高,高产高效是煤矿企业追求的最终目标,采前地质评价工作受到煤炭企业的高度重视。中国相比世界其他主要产煤国,具有聚煤期多、构造复杂、采掘工艺参差不齐等特点,仅靠煤田地质勘查阶段所提供的地质资料不能够满足矿井正常生产的现实需要。采前地质评价的主要目的是充分利用已有的地质资料,在查明煤炭赋存地质条件的基础上,解决采掘工艺与地质条件的相互匹配问题。地质条件是客观存在的,采掘工艺是可以选择的,它们之间是主动与被动关系,主动选择合适的采掘工艺能够充分利用煤炭资源、发挥机械设备的效率、提高煤炭企业的经济效益。因此,在煤炭采掘部署设计之前,进行采前地质条件评价显得尤其重要和迫切。

采前地质评价的目的主要包括两个方面:一是根据矿井不同地质条件差异,对地质条件进行分类,划分出不同采煤工艺相对应的开采地质条件类型,圈定出其分布范围,合理划分采区和工作面,为采掘部署和工艺选择、煤炭资源合理利用提供科学依据;二是根据已有的采煤机械、工艺,最大限度地提高生产效率,发挥设备性能,选择适宜的采掘场地。

二、采前地质条件评价的内容

凡是影响矿井开采的地质条件都应作为采前地质条件评价的内容,但由于不同矿井的开采地质条件存在明显差异,在实际工作中应针对具体矿井具体分析,实事求是地确定采前地质条件评价的重点和项目。通常采前地质条件评价的内容包括:煤层赋存(煤层厚度、结构、顶底板、瓦斯、冲刷带)、地质构造(褶皱、断层)、矿井水(水文地质条件及类型)、其他地质条件(岩浆侵入、岩溶陷落柱、冲击地压等)。

大量开采实践证明,在影响煤炭资源开采的诸多因素中,煤层厚度变化和矿井地质构造是影响煤矿正常生产的重要因素,尤其是对机械化程度较高的综采影响更大。煤层是开采

的对象,其稳定性不仅决定采煤工艺的选择,而且决定工作面的划分和煤炭资源量的大小;矿井地质构造不仅决定矿井井型的设计、开拓方式和采煤机械的选择,同时与井下地质灾害密切相关,如煤与瓦斯突出、冲击地压、矿井突水等,直接制约着矿井的正常生产、安全 and 经济效益的提高。因此,查明不同地段矿井地质构造的相对复杂程度和煤层变化是采前地质评价的首要任务,是满足新形势下现代化矿井地质保障的核心环节。

三、采前地质条件评价的原则

1. 实事求是原则

煤矿在前期勘查、建设、生产过程中所获取的地质资料是原始的第一手资料,这些宝贵资料来之不易,它们是地质评价的基础和依据。在进行采前地质评价时要充分利用这些看似杂乱无章的地质资料,要从众多地质资料中发掘出有用的信息、寻找其存在的地质规律,坚持事实求是的原则,认真分析、梳理,不能人为篡改原始数据而导致评价结果失真。我国煤田地质条件复杂多变,地区经济发展水平不平衡,采煤工艺和采煤机械也不完全相同。因此,不能照搬别的矿井的地质评价体系,可以借鉴和参考不同矿井的地质条件评价方法来构建研究区自己的评价体系。

2. 综合分析原则

影响开采的地质因素众多,各因素之间相互作用、相互影响,构成一个统一的整体。在采前地质评价过程中,要全面收集矿井的所有地质资料,坚持综合分析的原则,构建一个完整的评价指标体系,选择合适的方法与数学工具筛选出能够表征开采的主要地质指标,避免人为将某些指标排除评价体系之外。地质条件评价方法应选择相对简单的方法,避免复杂的公式计算。在进行地质指标量化时应考虑某种数学方法的实用性和合理性,避免某一指标虽然在数学统计学上是主要影响指标,但在定性分析上明显偏离地质基础,这类指标是不符合地质规律的,不能作为评价的主要指标;要选择在数学统计学和地质学上都是主要因素的地质指标作为地质评价的指标,评价结果才能够真实反映研究区的客观实际,才能指导煤矿的正常生产,否则必将适得其反,甚至会出现严重的生产事故。

3. 经济可操作原则

采前地质评价应坚持可操作性、经济实用原则。采前地质评价指标应该是在满足采矿和安全生产的前提下,矿井地质工作人员投入最少的精力、财力,在全面考虑影响开采地质条件的基础上,优化出最少的、能够客观、真实地代表研究区的地质评价指标,前期的地质条件评价工作量不宜太大、费用不宜太高。同时,所选取的地质评价指标应该是便于直接获得或经过简单的统计能够获得,无法取得观测值或经过复杂计算获取的评价指标或无法获取的统计指标,即使再好也是无法利用的。采前地质评价主要是对未采区的地质条件进行预测评价,为了提高地质预测评价的精度,要保证足够多的实测值参与评价,不能仅仅依靠预测值。

4. 服务生产原则

采前地质评价的主要目的是为煤矿选择最佳的采场、布置工作面、确定适宜的采煤方法、选择相应的采煤机械等提供可靠的地质依据,因此,在地质评价过程中必须坚持服务于煤矿生产的原则。为了满足煤矿生产要求,采前地质评价的结果——采前地质类型划分应结合煤矿开采的阶段、生产规模、采煤方法、采煤机械等的适应条件,因地制宜地为采区和工

作面划分提供最合理的地质类型划分方案。

四、不同采煤方式的地质要求

采前地质评价的目的之一是解决不同采煤方式与地质条件之间的相互适应问题,评价结果将直接服务于煤矿的生产、建设过程。因此,采前地质评价必须密切联系煤矿的开采实际情况。当前,我国的采煤工艺,按机械化程度的高低和受地质条件的制约程度,分为综合机械化开采(综采)、高档普通机械化开采(高档普采)、普通机械化开采(普采)、爆破开采(炮采)和不正规开采等五类。其中,综采机械化程度最高,受地质条件制约最大;炮采的机械化程度较低,对地质条件的适应性较强。按照煤层赋存条件及相应的采煤方法,可将机械化采煤分为缓倾斜、倾斜和急倾斜煤层开采三大类。

1. 普采的地质要求

普通机械化采煤是在炮采基础上发展起来的。普采工艺对地质条件的要求相对较低,适应地质条件的能力较强。目前,煤层厚度超过 0.55 m 的煤层都可以采用普采工艺。影响普采的主要地质因素有煤层结构复杂程度、煤层硬度大小及煤层顶底板的稳定性。一般情况下,对不同地质条件的煤层可以选择适应性较强的采煤机组和支护方式加以解决,比如煤层坚硬时可以选用大功率采煤机解决;顶板破碎时可采用圆钢托顶板方式解决;坚硬顶板悬顶严重时可采用大密度高强度支护方式加以解决。普采具有适应性强、相对灵活的特点,地质构造的复杂程度通常仅影响采煤进度和采煤工艺的改进,不会完全失效。在地质构造简单区域,可采用对拉工作面;地质构造复杂区域,工作面长度会受到限制,工作面内部的断层会影响到采煤进度。总体上,普采对地质条件不太苛刻,煤层倾角近水平、缓倾斜、倾斜煤层均适用,只要地质条件不是十分复杂,都能发挥普采的优势。

2. 综采的地质要求

综采是在普采的基础上发展起来的,是高产高效矿井的主要采煤方法。目前,我国自主研发的综采设备质量很好,如郑煤机国产化的 7 m 高综采液压支架和采煤机质量一流。综采对地质条件要求相当苛刻,只有根据开采地质条件,才能发挥综采的优势。

(1) 缓倾斜煤层的地质要求

缓倾斜煤层($8^{\circ}\sim 25^{\circ}$)在使用综采时一般根据煤层厚度和其他地质条件来选择相应的采煤工艺和设备。按煤层厚度对综采的地质要求如下:

① 薄煤层综采:薄煤层是指厚度在 1.3 m 以下的煤层,地质构造和煤层稳定性是影响薄煤层综采的主要地质因素。由于煤层厚度比较薄,生产中一旦遇到规模较小的断层(断层的落差大于煤厚),就会影响到煤层的连续性。因此,薄煤层综采在首先保证一个工作面内无断层存在的同时,还要保证煤层的稳定性,煤层结构简单,在走向上和倾向上没有明显的起伏变化(可以存在大的宽缓皱褶)。

② 中厚煤层综采:中厚煤层是我国目前分布最多的煤层,也是使用综采设备的理想场地。对中厚煤层所使用的采煤机主要有滚筒采煤机和刨煤机两种,这两种采煤机的地质要求如下:

滚筒采煤机:煤的硬度 $f < 4$, 倾角相对大小均可。

刨煤机:煤层厚度小于 2 m,煤层倾角最好小于 15° ,煤的硬度 $f < 3$,顶板中等稳定,底板无底鼓,煤层起伏较小,沿煤层走向和倾向无大的断层,煤层无夹矸或夹矸厚度小于 20

cm 等。

③ 厚煤层综采:厚煤层综采包括分层综采、大采高综采和放顶煤综采 3 种采煤工艺。随着采煤技术的发展和科技进步,大采高液压支架和采煤机的出现,为厚煤层的综采提供了良好的技术保障,由于放顶煤综采时会涌出大量瓦斯,对通风能力要求较高,尤其是高瓦斯矿井和煤与瓦斯突出矿井,严禁放顶煤综采,预防瓦斯事故。因此,大采高综采是今后采煤工艺发展趋势。

分层综采的地质要求:煤层地质构造复杂程度决定了工作面长度,要求工作面长度在 120~150 m 范围内煤层无明显起伏;分层采高一般要求在 2.5~3.5 m,且固定采高,尽可能加大分层采高,减少分层层数;在地质评价时主要考虑煤层结构、煤层总厚度、煤质条件等因素的影响。

大采高综采的地质要求:大采高综采工作面受地质条件影响较大,一般在 3.5~8 m 的煤层中选择大采高一次开采最为理想和经济。在地质评价时主要考虑工作面内的地质构造,断层的落差应小于最小采高,褶皱不影响综采最小采高时设备的通过;煤层结构简单,若为复杂煤层结构,则煤层夹矸的岩性为软弱泥岩和砂质泥岩。

综采放顶煤的地质要求:综采放顶煤技术是近些年发展起来的一种相对先进的采煤工艺,对于瓦斯含量较小的厚、特厚煤层,综采放顶煤开采可以大大提高生产效率,降低采煤成本。综采放顶煤对地质条件适应性较强,主要地质要求为煤层产状平缓,倾角小于 15° ;煤层厚度 6~12 m;顶板较为破碎、随采随落,无悬空;煤层内构造(尤其是小断层)发育,煤体破碎;煤的硬度中等($f=1.2\sim 2.5$);煤层自然发火期较长。

(2) 倾斜煤层的地质要求

倾斜煤层综采除与缓倾斜煤层综采具有同样的地质要求以外,还应该考虑煤层倾角大、采煤机械与支架的下滑力。主要地质要求包括煤层结构、煤质、煤层稳定性和构造造成的煤层起伏,最佳开采地质条件为煤层倾角 $25^{\circ}\sim 38^{\circ}$,煤层顶板条件完整或较完整,煤的硬度中等以上,区内无大的地质构造。

(3) 急倾斜煤层的地质要求

急倾斜煤层综采主要针对厚煤层和特厚煤层进行,一般采用垮落式采煤法。我国已经试验成功了急倾斜水平分段综采放顶煤技术,该方法相比其他任何采煤方法具有工作面产量高、掘进率低等优点,为急倾斜煤层的综采指明了一条光明大道。急倾斜煤层综采对地质条件要求相对严格,具体为:煤层厚度大于 20 m;煤层倾角大于 45° ;采面内沿煤层走向厚度稳定;煤的硬度介于 $f=0.8\sim 2.0$ 之间;采面内无落差较大的断层,断层的发育方向一致。

采煤方式的机械化水平代表了煤矿的发展水平,促进了矿井生产技术和管理水平的改进与提高。同时,采煤机械化工艺对地质条件提出了更高的要求,包括地质勘查程度、准确程度等。只有满足了不同采煤工艺所要求的地质条件,才能更好地发挥机械设备的性能,提高生产效率,降低生产成本。因此,预先查明矿井地质条件,进行采前地质评价,找出对采煤有利和不利的地质因素,为不同采煤设备选择相应的开采场地,是机械化采煤面临的极为迫切且必须解决的地质问题。

五、采前地质评价方法

矿井地质工作者经过二三十年的努力,在开采实践中不断总结和探索,采前地质评价方