

国家专业技术人才知识更新工程 ("653工程")
煤炭行业煤矿安全领域培训教材 (第5册)

矿井水害防治

领域主编: 张铁岗 卢鉴章 周心权 王虹桥

本册主编: 武 强 董书宁 张志龙

KUANGJING SHUHAIFANGZHI

国家“十一五”重大人才培养工程
国家人事部直接组织领导
中国煤炭工业协会全面负责实施
国家人事部统一颁发培训证书

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)

煤炭行业煤矿安全领域培训教材

矿井水害防治

领域主编：张铁岗 卢鉴章 周心权

王虹桥

本册主编：武 强 董书宁 张志龙

中国矿业大学出版社

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业培训教材编审委员会

顾问: 王显政 濮洪九

主任: 路德信

副主任: 姜智敏 孙之鹏 胡省三
钱鸣高 宋振骐 张铁岗
葛世荣 乔建永

委员: (以姓氏笔画为序)

马念杰	王金力	王金华
王虹桥	卢鉴章	叶醒狮
刘 峰	刘文生	刘炯天
孙继平	陈 奇	杜铭华
宋学峰	宋秋爽	张玉卓
张贤友	周 英	周心权
赵阳升	赵跃民	赵衡山
钟亚平	段绪华	都基安
袁 亮	徐水师	黄福昌
常心坦	彭苏萍	遇华仁
缪协兴	濮 津	

国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业煤矿安全领域培训教材编审委员会

顾 问：路德信

主 任：孙之鹏 张铁岗 卢鉴章
周心权

委 员：(以姓氏笔画为序)

马 骏 王虹桥 王德明

刘 剑 刘何清 朱红青

李德文 张延松 张明安

武 强 胡千庭 常文杰

常心坦 景国勋

《矿井水害防治》

编写人员

领域主编：张铁岗 卢鉴章 周心权
王虹桥

本册主编：武 强 董书宁 张志龙

序

加快人才培养,是建设创新型国家、强国兴业的重要举措。《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》为加强专业技术人才队伍建设指明了方向,明确了工作重点和政策措施。人事部决定“十一五”期间,在关系我国经济社会发展和科技创新的一些重要行业领域实施专业技术人才知识更新工程(即“653工程”),开展大规模示范性继续教育活动,加快建立健全我国继续教育的工作体系、制度体系和服务体系,大力推动专业技术人员培养工作的深入开展。“653工程”已被列入国家“十一五”发展规划,是国家实施专业技术队伍建设的一项重大人才培养工程。煤炭行业“653工程”是国家“653工程”的重要组成部分,是煤炭行业专业技术人才继续教育工作的示范工程,该工程的全面启动必将有力带动和促进煤炭工业人才培养工作的进程。

煤炭工业是我国的基础产业。发展振兴煤炭工业,人才队伍建设是关键。实施大基地、大集团战略,推进节约发展、清洁发展、安全发展,实现可持续发展,必须以强有力的专业技术队伍作保证。当前,煤炭工业已进入新的历史发展机遇期,但同时又面临着煤炭主体专业人才匮乏、知识更新滞后的严峻挑战。推进实施“653工程”旨在拓展煤矿专业人才培养的广阔空间。根据《煤炭行业专业技术人才知识更新工程(“653工程”)实施办法》,“十一五”期间每年将为110家国有大型煤炭企业培训1万名左右的高级专业技术人才,为5000多家规模以上煤炭企业培训3万名左右的中高级专业技术人才,五年全国煤炭行业将培训20万名左右。国家人事部委托中国煤炭工业协会全面负责煤炭行业“653工程”的组织实施工作,实行统一组织、统一规划、统一教学大纲、统一发证和归口管理、分级实施、

分类指导,创造性地推进“科教兴煤”战略,全面提升煤炭行业专业技术人才队伍素质,从而为煤炭工业的全面、协调和可持续发展提供强大的人才保障和智力支持。

为适应煤炭行业实施“653 工程”的需要,我们组织全国有关专家学者编写了《国家专业技术人才知识更新工程(“653 工程”)煤炭行业培训教材》,这一教材具有以下三个突出特点:

第一,突出重点专业领域,培训内容丰富。煤炭行业“653 工程”专家指导委员会根据煤矿实际需要,立足当前、着眼长远,选定的煤矿专业领域和培训内容都是煤炭行业和企业所必需的。包括采煤工程、煤矿安全、煤矿机电、煤田地质与测绘、煤炭洁净利用及矿区环保这五个重点专业领域,以及高效高回收率采煤方法与技术等 34 个专业培训方向,全面反映煤炭工业的科技发展趋势。培训教材突出新理论、新知识、新装备、新技术、新方法、新工艺、新材料、新标准、新法规、新政策和新问题等内容,涵盖煤炭行业专业技术人才知识更新的重点,具有很强的针对性。

第二,体现学术权威,保证培训质量。顺利、高效地实施“653 工程”,搞好专业技术人才培训,教材编写质量和所体现的学术水平必须得到切实的保证。为此,实行了首席专家负责制,从全国煤炭行业的高等院校、科研院所和煤炭企业推选出一百余名在各自学术研究领域颇有建树和创新的业内知名专家,领衔编写这套培训教材,集中了院校、科研机构和企业多年来理论与实践的丰硕成果,包含了专业基础知识、理论系统讲解,也集锦了一些极具参考价值的典型应用案例。这是建国以来我国煤炭行业在专业技术人才继续教育方面一次规模最大、最为全面的新知识展示,是提高全行业专业技术人员技术水平的一批好教材。

第三,培训方向明确,教材实用性强。根据不同的专业培训对象,立足矿山,站在世界煤炭工业科技发展前沿,针对我国“十一五”煤炭科技发展的需求,广泛吸纳新知识、新技术和新信息,坚持理论与实践相结合、理论知识与案例分析相结合,把专业技术知识内容进

行科学分解,编写成 34 个分册,既系统成书又独立成册,便于不同领域内的工程技术人员各取所学、研读提高。因此,本套教材既是优秀的培训教科书,也是一套煤炭专业技术人员实际工作中必备的工具书。

我衷心希望这套凝聚着煤炭行业专家学者智慧与心血的教材,能够在实际教学培训中发挥应有的重要作用;同时也希望广大基层专业技术人员通过认真学习、刻苦钻研,不断提高理论水平和实际应用能力,为加快建设新型、现代化煤炭工业做出积极的贡献。

王显政

二〇〇七年四月八日

前 言

为贯彻落实《中共中央、国务院关于进一步加强人才工作的决定》，进一步加强专业技术人才队伍建设，推进专业技术人才继续教育工作，人事部决定实施专业技术人才知识更新工程（简称“653工程”），即于2005年至2010年6年间，在现代农业、现代制造、信息技术、能源技术、现代管理等5个领域，开展专项继续教育活动，重点培训300万名紧跟科技发展前沿、创新能力强的中高级专业技术人才。通过专项继续教育，使中高级专业技术人才及时更新专业知识，提高学习、实践和创新能力，提高政治素质和职业道德水平。加快建立和健全继续教育工作体系、服务体系与制度体系，在不同的行业领域建设一批优质高效的继续教育施教机构，丰富和充实教学资源，推动专业技术人员继续教育的全面发展。

矿井水害的防治技术属于能源技术领域。近年来，我国煤矿重特大水害事故呈现多发的严峻形势，给国家和人民生命财产造成巨大损失。仅2005年，全国煤矿共发生水害事故109起，死亡605人，其中发生一次死亡10人以上的特大水害事故13起，死亡360人。特别是2005年8月7日，广东省梅州市大兴煤矿发生了我国建国以来高峰透水量最大的一次透水事故，造成6人死亡，117人至今下落不明。煤矿水害的频繁发生，已经引起了党和国家领导人的高度重视。为了有效遏制煤矿水害事故的发生，国务院颁布了《国务院关于预防煤矿生产安全事故的特别规定》的文件，国家安全生产监督管理总局与国家煤矿安全监察局发布了《关于加强煤矿水害防治工作的指导意见》的文件。

《矿井水害防治》是“653 工程”培训教材,具有面向世界煤炭行业的指导性、面向煤炭企业安全生产的实用性和煤炭企业技术人员的工具性等特点。本书的编写以《中华人民共和国安全生产法》、《国务院关于预防煤矿生产安全事故的特别规定》、《关于加强煤矿水害防治工作的指导意见》等法律、法规及《煤矿安全规程》等有关技术标准为法律、技术依据,以煤矿水害防治的“预测预报,有疑必探,先探后掘,先治后采”十六字原则和“防、堵、疏、排、截”五项综合治理措施为主线,系统分析了煤矿水害事故多发的自然和人为因素,总结了不同类型水害的防治水方法及先进经验,研究了遏制煤矿重特大水害事故发生的技术措施和方法,提出了我国煤矿水害防治工作的重点。

本书共分为七章。第一章为绪言,叙述了我国煤矿水害区划及存在的主要问题、煤矿水害类型划分及特点和我国煤矿水害类型实例;第二章为矿井突水预兆与充水条件分析,包括矿井突水预兆分析、矿井充水水源分析、矿井充水通道分析、矿井充水强度分析;第三章为矿井水文地质条件探查技术,包括含水层及其富水性的探测、隔水层及其阻水能力的探测、构造及“不良地质体”的探测、老窖分布范围及其积水情况的探测、突水通道的探测与预测、探查技术应用工程实例;第四章为矿井水害监测测试技术,包括水文地质条件动态监测、煤层底板突水预兆与防水煤(岩)柱监测、原位地应力测试、岩体渗透性测试、水害监测测试技术应用实例;第五章为煤矿井下防治水技术,包括井下防水煤(岩)柱留设、井下探放水技术、疏水降压技术、注浆堵水技术、带压开采技术、防水闸门和水闸墙、矿井防排水技术、煤层回采前方小构造预测的 ANN 技术、含水层改造与隔水层加固技术、可视化地下水模拟评价软件系统(Visual Modflow)与矿井防治水、华北型煤田立体充水地质结构理论、防治水技术应用实例;第六章为矿井涌(突)水量预测评价,

包括矿井涌(突)水量基本概念、影响矿井涌(突)水量的因素、矿井涌水量预测方法、矿井突水量现场估算法;第七章为矿井重特大水害事故典型案例分析。

本书的编写得到了煤炭行业“653 工程”办公室的大力支持。在此,我们谨向为本书编写和出版给予热情支持和帮助的有关领导、专家和朋友们深表谢意。由于时间仓促,本书的编写难免存在诸多疏漏与谬误之处,敬请读者多多指正。

编者

2007 年 9 月

目 录

序.....	1
前言.....	1
第一章 绪言.....	1
第一节 我国煤矿水害区划及存在的主要问题.....	1
第二节 我国煤矿水害类型划分及特点.....	5
第三节 煤矿不同类型水害示例分析.....	9
第二章 矿井突水预兆与充水条件分析	15
第一节 矿井突水预兆分析	15
第二节 矿井充水水源分析	16
第三节 矿井充水通道分析	21
第四节 矿井充水强度分析	28
第三章 矿井水文地质条件探查技术	36
第一节 含水层及其富水性的探测	40
第二节 隔水层及其阻水能力的探测	41
第三节 构造及“不良地质体”的探测	42
第四节 老窑分布范围及其积水情况的探测	53
第五节 突水通道的探测与预测	55
第六节 探查技术应用工程实例	56

第四章 矿井水害监测测试技术	59
第一节 水文地质条件动态监测	59
第二节 煤层底板突水预兆与防水煤(岩)柱监测	61
第三节 原位地应力测试	64
第四节 岩体渗透性测试	67
第五节 水害监测技术应用实例	69
第五章 煤矿井下防治水技术	73
第一节 井下防水煤(岩)柱留设	73
第二节 井下探放水技术	79
第三节 疏水降压技术	91
第四节 注浆堵水技术	102
第五节 带压开采技术	119
第六节 防水闸门和水闸墙	124
第七节 矿井防排水技术	129
第八节 煤层采煤前方小构造预测的 ANN 技术	140
第九节 含水层改造与隔水层加固技术	147
第十节 可视化地下水模拟评价软件系统(Visual Modflow)与矿井防治水	149
第十一节 华北型煤田立体充水地质结构理论	153
第十二节 防治水技术应用实例	158
第六章 矿井涌(突)水量预测评价	162
第一节 矿井涌(突)水量基本概念	162
第二节 影响矿井涌(突)水量的因素	163
第三节 矿井涌水量预测方法	163
第四节 矿井突水量现场估算方法	172

第七章 矿井重特大水害事故典型案例分析.....	176
第一节 矿井概述.....	176
第二节 大兴煤矿特大水害事故过程.....	179
第三节 特大水害事故的原因分析.....	180
第四节 特大水害事故防范措施及建议.....	182
参考文献.....	184

第一章 绪 言

第一节 我国煤矿水害区划及存在的主要问题

一、煤矿水害区域的划分

我国煤矿床分布范围很广,储量丰富,除上海市外,全国其他34个省市自治区都有煤矿床。据资料统计,除西藏自治区和台湾省,在我国已开发的大小煤田中,含煤地层属晚古生代石炭二叠纪的占38%,这类煤田称华北型煤田;含煤地层属二叠、三叠纪的占30%,这类煤田称华南型煤田;含煤地层属中生代侏罗纪和白垩纪的占28%,这类煤田称华北、东蒙煤田;含煤地层属新生代古近纪、新近纪的占4%。在这些已知煤田中含煤岩系的水文地质环境相当复杂,煤系地层形成时的沉积环境,包括岩相和岩性组合特征,煤系形成后的地质构造作用,以及现时所处的自然地理环境变化都很大。这些水文地质环境条件,决定了矿井在开采该煤系煤层时的矿井充水的强弱、水害的类型以及水害防治的方法和技术等问题。

根据上述我国聚煤煤田的不同沉积煤系地层、水文地质环境特征和矿井充水对矿井安全生产构成水害的危害程度,将我国煤矿区划分为6大矿井水害区,具体分布见图1-1。

1. 华北石炭二叠系岩溶—裂隙水害区

华北石炭二叠系岩溶—裂隙水害区位于阴山构造带以南,昆仑—秦岭构造带东段以北,贺兰山构造带以东地区,属亚湿润、亚干旱气候区。该水害区矿井出水、突水较频繁,涌水量大,影响煤矿安全生产或发生淹井事故。目前矿井中深部下组煤层受煤系地层底板

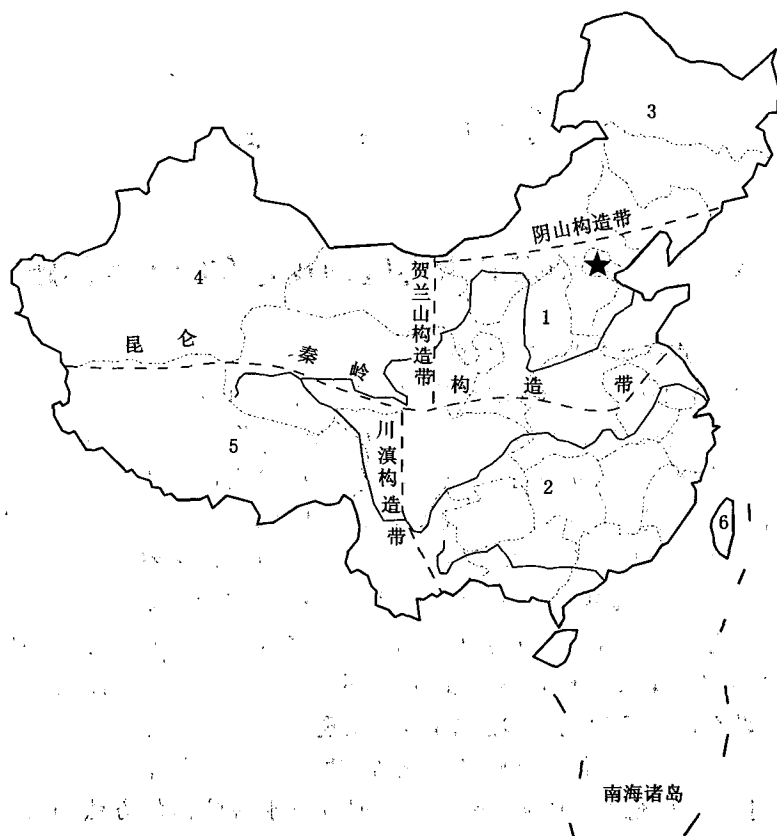


图 1-1 中国煤矿水害分区示意图

- 1——华北石炭二叠系煤田的岩溶—裂隙水水害区；
 2——华南晚二叠统煤田的岩溶水水害区；3——东北侏罗系煤田的裂隙水水害区；
 4——西北侏罗系煤田的裂隙水水害区；
 5——西藏—滇西中生界煤田的裂隙水水害区；
 6——台湾第三系煤田的裂隙—孔隙水水害区

强含水层威胁,有几百亿吨防隔水煤柱煤不能开采。

2. 华南晚二叠统岩溶水害区

华南晚二叠统岩溶水害区位于昆仑—秦岭构造带东段以南,川滇构造带以东地区,属湿润气候区,年降水量为 1 200~2 000 mm。该水害区矿井突水量大,约为 2 700~27 000 m³/h,矿井正常涌水量为 3 000~8 000 m³/h,矿井担负着巨额的排水电费 400 万~1 500 万元;矿区地面塌陷严重,矿井安全生产受到严重威胁,在雨季,浅部煤层开采受水害危险更大。

3. 东北侏罗系裂隙水水害区

东北侏罗系裂隙水水害区位于阴山构造带以北地区,属湿润—亚湿润气候区,年降水量为 400~800 mm。该水害区矿井涌水量不大,部分矿区由于受地表水、第四系松散层水和由地表水与第四系松散层水补给含水层的威胁,易发生矿井突水事故。

4. 西北侏罗系裂隙水水害区

西北侏罗系裂隙水水害区位于昆仑—秦岭构造带西段以北,贺兰构造带以西地区,属干旱气候区,局部为亚干旱区,年降水量为 25~100 mm。该水害区严重缺水,存在供水问题,部分矿区存在地表水和老窑水形成的煤矿水害事故。

5. 西藏—滇西中生代裂隙水水害区和台湾第三系裂隙、孔隙水水害区

西藏—滇西中生代裂隙水水害区和台湾第三系裂隙、孔隙水水害区中、新生代煤田储量仅占全国储量的 0.1%,水文地质条件比较简单,水害也不严重。

二、区域水害特征

据资料统计,我国矿井水害主要分布在华北和华南两大区,这些区域矿井水文地质条件极为复杂,水害相对严重;其他水害区域发生的水害相对较小、稳定(见表 1-1)。