

国家专业技术人员知识更新工程 (“653工程”)
煤炭行业采煤工程领域培训教材 (第2册)

矿区绿色开采技术

领域主编: 钱鸣高 宋振骐 钟亚平 王虹桥
本册主编: 张宏伟 郭忠平

KUANGQU LÜSE KAICAI JISHU

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

国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”)
煤炭行业采煤工程领域培训教材

矿区绿色开采技术

领域主编：钱鸣高 宋振骐
 钟亚平 王虹桥
本册主编：张宏伟 郭忠平

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书根据煤炭工业的特点,遵循煤炭开采与环境保护协调一致的原则,阐述了有关绿色开采的技术。内容主要包括:保水开采技术、土地与建筑物保护技术、煤与瓦斯协调开采技术、洁净开采技术、煤层地下气化技术、矿区废弃地生态修复技术及煤炭工业的发展前景。

本书可作为煤炭工业高中级管理及技术人员、政府经济管理人员、研究工作者的培训教材,也可以供煤炭类高校师生阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿区绿色开采技术/张宏伟,郭忠平主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2008.3

国家专业技术人员知识更新工程(“653 工程”)培训教材

ISBN 978 -7 -81107 -846-6

I. 矿… II. ①张…②郭… III. 煤矿开采—无污染技术—技术培训—教材 IV. TD82

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 026184 号

书 名 矿区绿色开采技术

本册主编 张宏伟 郭忠平

责任编辑 姜志方 李士峰

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 江苏淮阴新华印刷厂

经 销 新华书店

开 本 890×1240 1/32 印张 7.5 字数 209 千字

版次印次 2008 年 3 月第 1 版 2008 年 3 月第 1 次印刷

定 价 23.00 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

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 宋振骥 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

宋学锋 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”) 煤炭行业采煤工程领域培训教材编审委员会

顾 问：路德信
主 任：孙之鹏 钱鸣高 宋振骐
 钟亚平
委 员：(以姓氏笔画为序)
 丁日佳 才庆祥 马念杰
 王虹桥 朱亚平 刘修源
 齐庆新 张华兴 张宏伟
 金智新 周 英 柏建彪
 段绪华 洪 宇 郭忠平
 郭惟嘉 黄福昌 窦林名
 潘 玮

《矿区绿色开采技术》

编写人员

领域主编：钱鸣高 宋振骐

钟亚平 王虹桥

本册主编：张宏伟 郭忠平

本册编者：（以姓氏笔画为序）

马其华 吴祥云 宋卫华

张宏伟 郭忠平 韩 军

臧传伟 霍丙杰

本册主审：段克信

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对人才工作的决定》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养,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

前 言

“绿色开采”是一种遵循循环经济绿色工业的原则,形成开采与环境协调一致,实现“低开采、高效率、低排放”的开采技术。矿区绿色开采是煤炭工业健康发展的必由之路。编写《矿区绿色开采技术》,旨在防止或尽可能减轻煤矿开采对环境造成的不良影响,使煤炭资源开发能够取得最佳的经济效益和环境效益。

矿区绿色开采是一个开放的复杂大系统,需解决大量基础理论、技术工艺、系统优化及政策法规等方面的问题。这些问题分属自然科学、工程技术与社会科学等领域。研究内容包括:保水开采技术、土地与建筑物保护与生态重建技术、煤与瓦斯协调开采技术、瓦斯浓缩利用技术、固体废弃物利用技术、矿产资源清洁开发与加工技术、矿区废弃地生态修复技术、矿产开发效益效果评价、矿区资源环境安全与监测预警、矿区资源立体综合开发与矿业生态工业园优化、生态矿业系统分析、循环经济等。本书阐述了解决这些问题的主要技术和方法。

本书由辽宁工程技术大学张宏伟教授负责全书结构、内容设计和组织编写工作。第一章至第四章、第七章由辽宁工程技术大学张宏伟教授负责组织和编写,第五章、第六章和第八章由山东科技大学郭忠平教授负责组织和编写。兰天伟、李岚、张春营和张煜铨等同志参加了资料整理工作。段克信教授对全书进行了审阅。

在本书编写过程中,参考了国内外同行公开发表的研究成果,并得到了煤炭行业“653 工程”办公室的大力支持,在此一并对他们表

示感谢。

由于编者水平有限,加之时间较紧迫,不当之处在所难免,恳请有关专家、读者批评指正。

编者

2008.1

目 录

序	1
前言	1
第一章 绪论	1
第一节 善待地球——从节约资源做起	1
第二节 我国煤炭资源及其开采历史	3
第三节 煤炭开采对环境的影响及其表现形式	8
第四节 矿区生态治理与修复	12
第五节 绿色开采重要意义和技术体系	14
第二章 保水开采技术	22
第一节 开采对地下水分布的影响	22
第二节 保水开采技术的主要影响因素	28
第三节 保水开采技术和矿井水循环使用技术	30
第四节 榆神府矿区保水开采实例	40
第三章 建筑物与土地保护技术	48
第一节 煤矿开采对土地与建筑物的破坏分析	48
第二节 保护土地及建筑物的开采技术	53
第三节 建筑物和土地的保护措施	62
第四节 开滦矿区建筑物下采煤实例	68
第四章 煤与瓦斯协调开采技术	72
第一节 我国煤层气的开发利用现状	72
第二节 我国煤层气赋存的特征	79

第三节	煤与瓦斯协调开采技术	87
第四节	瓦斯综合利用	102
第五节	实例	107
第五章	洁净开采技术	118
第一节	矿井开拓与巷道布置	118
第二节	采掘工艺	120
第三节	井下矸石充填技术	124
第四节	洁净开采技术实例	130
第六章	煤炭地下气化技术	138
第一节	概述	138
第二节	煤炭地下气化原理及工艺	139
第三节	提高燃气热值的措施	149
第四节	技术经济评价	154
第五节	适用条件及其发展方向	157
第六节	煤炭地下气化工业性试验实例	160
第七章	矿区废弃地生态修复技术	171
第一节	矿区废弃地环境影响要素分析	171
第二节	矿区废弃地生态修复规划与结构设计	174
第三节	矿区废弃地生态修复的技术体系	180
第四节	实例	193
第八章	发展前景与工作展望	208
第一节	绿色开采发展前景	208
第二节	今后的工作	215
参考文献		220

第一章 绪 论

第一节 善待地球——从节约资源做起

2007年4月22日是第38个“世界地球日”，今年“世界地球日”的宣传主题为：“善待地球——从节约资源做起”。重点落实以人为本，全面、协调、可持续发展的科学发展观，树立善待地球人人有责，节约资源从身边做起、从自身工作做起的全民意识，构建社会主义和谐社会。努力实现人口、资源、环境相协调，促进经济快速发展；以节约能源资源和保护生态环境为切入点，促进产业结构优化升级；实施“科技兴地”战略，加快资源科技创新；深化“完善体制、提高素质”活动，全面提升国土资源管理能力和水平；大力倡导健康、节约、环保的消费模式和良好的社会风气，使全社会都积极投身建设资源节约型和环境友好型社会。

“世界地球日”是在环境污染日益严重的背景下产生的，我国从1990年开始，每年都举行世界地球日的纪念宣传活动。地球(图1-1)是人类生存的唯一美好家园，人类在漫长的历史发展过程中，就是靠开发利用地球资源，繁衍生息，增强生产力，提高生活水平，从而创造了人类辉煌灿烂的文明。善待地球、保护资源实质上就是保护人类自身的生存与持续发展。自然资源是地球给予人类的宝贵财产，资源和环境是人类赖以生存的基本条件，是人类赖以生存和经济社会不断发展的物质基础。

地球是人类的共同家园，地球只有一个，它的资源并不是取之不尽、用之不竭的。随着科学技术的发展和经济规模的扩大，全球环境状况在过去30年里持续恶化。近几十年来，人类在最大限度地从自



图 1-1 地球

自然界获得各种资源的同时,也以前所未有的速度破坏着全球生态环境,全球气候和环境因此急剧恶化。统计表明:自 1860 年有气象仪器观测记录以来,全球年平均温度升高了 0.6°C ,最暖的 13 个年份均出现在 1983 年以后。20 世纪 80 年代,全球每年受灾害影响的人数平均为 1.47 亿,而到了 20 世纪 90 年代,这一数字上升到 2.11 亿。目前世界上约有 40% 的人口严重缺水,如果这一趋势得不到遏制,在 30 年内,全球 55% 以上的人口将面临水荒。自然环境的恶化也严重威胁着地球上的野生物种。如今全球 12% 的鸟类和四分之一的哺乳动物濒临灭绝,而过度捕捞已导致三分之一的鱼类资源枯竭。在我国,人与自然的矛盾也从未像今天这样严重,中国经济社会的发展,开始面临资源瓶颈和环境容量越来越严重的制约。我国矿产资源总量丰富,但人均占有量只有世界平均水平的 58%,而且资源种类不全,有的品位很低。我国水资源紧缺,人均拥有量只有世界平均水平的 $1/4$,北方地区更为匮乏。我国 92% 以上的一次性能源、80% 的工业原料和 30% 的工农业和民用水,均来自矿产资源,一方

面是资源匮乏,另一方面是资源利用率低,使资源短缺的形势十分严峻。地球上自然资源是有限的,地球—生命—人类系统的平衡与物质的生产和调节能力也是有限的。

在 20 世纪 70 年代,“罗马俱乐部”的报告就告戒世人,世界的资源将无法应付人类的消耗。罗马俱乐部是关于“未来学”研究的国际性民间学术团体,也是一个研讨全球问题的全球智囊组织,主要研究未来的科学技术革命对人类发展的影响,阐明人类面临的主要困难以引起政策制订者和舆论的注意。目前主要从事有关全球性问题的宣传、预测和研究活动。该组织成立于 1968 年 4 月,总部设在意大利罗马。宗旨是通过对人口、粮食、工业化、污染、资源、贫困、教育等全球性问题的系统研究,提高公众的全球意识,敦促国际组织和各国有关部门改革社会和政治制度,并采取必要的社会和政治行动,以改善全球管理,使人类摆脱所面临的困境。

最近,世界保护自然基金会称,按照目前的资源消耗情况,2050 年的地球人只能迁居到两颗与地球相仿的星球上,因为近 30 年人类就已经消耗了地球上 1/3 的可用资源,而对资源的消耗每年还以 1.5% 的速度增长着。从 1950 年至 2003 年,全球用水量提高了 3 倍、燃料提高 4 倍、肉类提高 4.5 倍、二氧化碳增加 4 倍;1961 年至 2002 年的纸张消耗增加了 4.23 倍。随着经济发展水平的提高,资源消耗将会加速。

第二节 我国煤炭资源及其开采历史

我国煤炭资源丰富,品种齐全,尤其是适用于动力用煤的煤种,比如气煤、长焰煤、不粘煤、褐煤、无烟煤等储量较大。其特点是难选煤多,高灰、高硫煤的比重大。图 1-2 为我国煤炭资源不同聚煤期分布比例,图 1-3 为我国各级含硫煤资源储量分布比例。截至 2002 年年底,我国探明可直接利用的煤炭储量 1 886 亿 t,地下深度 1 000 m 以内的储量已超过 1 100 亿 t,列于美、俄之后,居世界第三位,可以

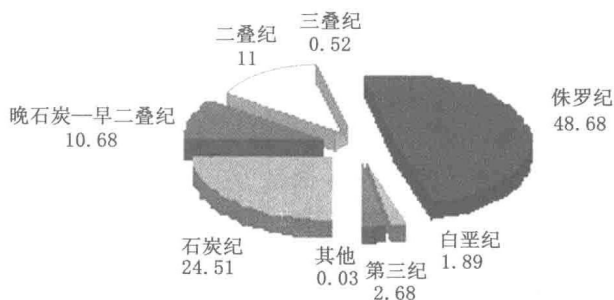


图 1-2 我国煤炭资源不同聚煤期分布比例

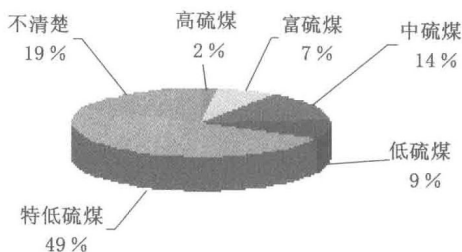


图 1-3 我国各级含硫煤资源储量分布比例

保证开采上百年。另外,包括 3 317 亿 t 基础储量和 6 872 亿 t 资源量,共计 1 万多亿吨的资源,可以留待后人勘探开发。2000 年全球煤炭探明可采储量分布如图 1-4 所示,我国煤炭资源储量分布如图 1-5 所示。

我国是世界上最大的煤炭生产国和消费国,也是世界上少数几个以煤为主要能源的国家之一。在我国的能源生产和消费结构中,煤炭一直占主导地位,煤炭产量占全国一次能源生产总量的 70%~75%,表 1-1 为 1997 年世界各国各种能源消耗占能源总消耗的比例,图 1-6 为 2005 年世界能源消费结构对比图。煤炭可以作为燃料,但同时又是重要的工业原料,从煤中可以提取几百种产品,造福人类,由此可见,煤炭在国民经济中占据十分重要的位置。