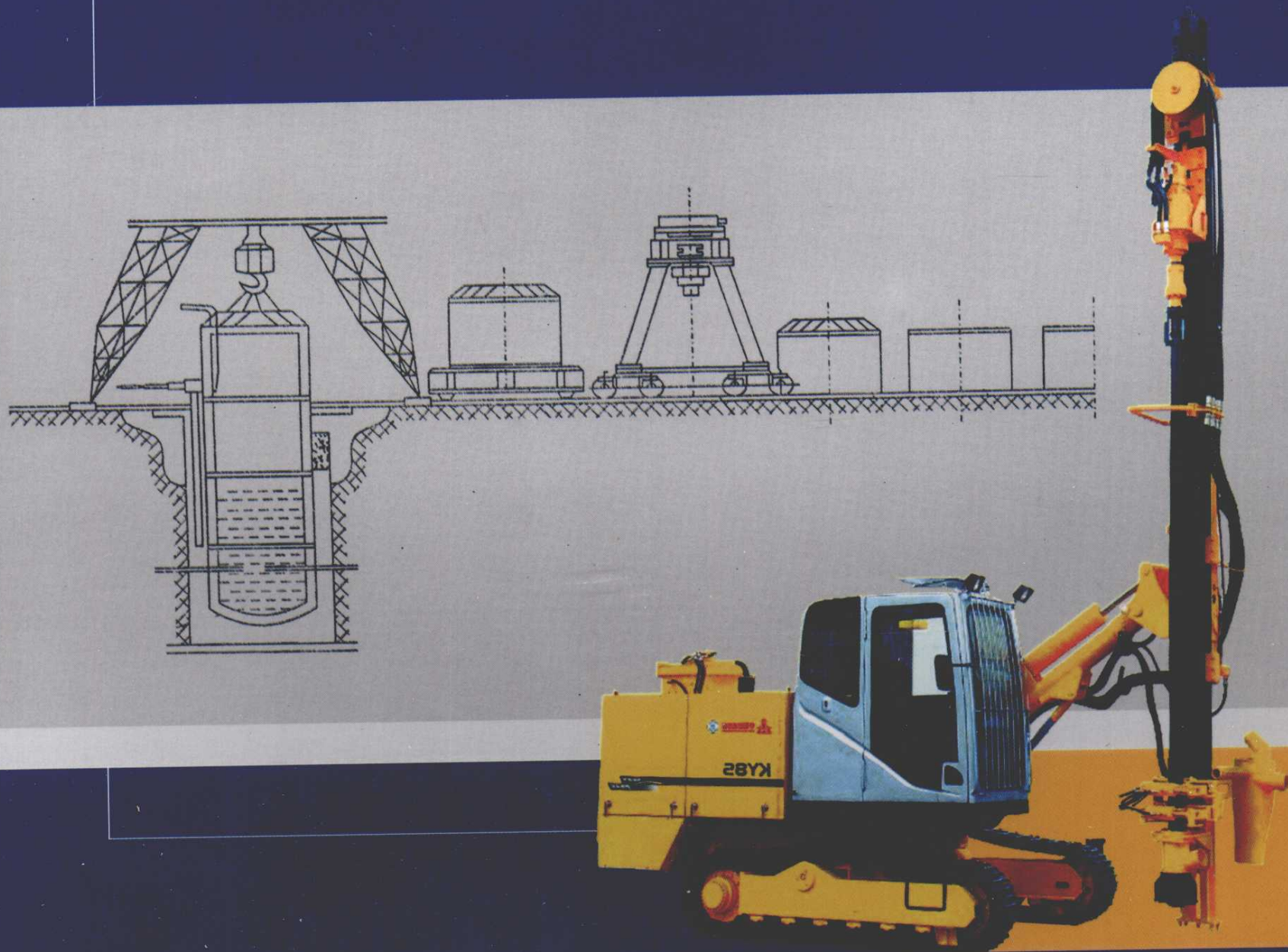




普通高等教育“十一五”国家级规划教材
湖北省“十一五”重点图书



(第2版)

固体矿物资源开发工程

- 张世雄 主 编
- 蒋国安 主 审



武汉理工大学出版社

普通高等教育“十一五”国家级规划教材
湖北省“十一五”重点图书

固体矿物资源开发工程

(第2版)

主 编	张世雄		
副主编	张恩强	蔡美峰	汪理全
	张 健	吴嘉林	贡东风
主 审	蒋国安		

武汉理工大学出版社

· 武 汉 ·

内 容 提 要

本教材第2版是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是湖北省“十一五”重点图书。

全书共分为5篇48章,包括矿床露天开采、矿床地下开采、特殊开采、采动损害与防护和退役矿山的整治与利用、矿山企业设计等内容。

本书以矿山采掘工艺为主线,形成了从设计到开拓、采准、回采直至采动损害与防护和退役矿山整治与开发利用的完整系统,涵盖了煤矿、金属矿与非金属矿等固体矿床的开采。

本书以系统的理论基础、具体的设计计算及工程实施技术为重点,注重理论联系实际,培养辩证思维的能力和解决复杂问题的能力,反映矿山开发技术发展的动向与最新研究成果,具有较高的理论价值与实用价值。

本书可作为采矿工程和矿物资源工程专业教材,还可供从事矿物资源开发的工程技术人员、管理人员和相关专业的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

固体矿物资源开发工程/张世雄主编. —2版. —武汉:武汉理工大学出版社,2010.5
普通高等教育“十一五”国家级规划教材
ISBN 978-7-5629-3162-1

I. ① 固… II. ① 张… III. ① 矿山开采-高等学校-教材 IV. ① TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 048707 号

出版发行:武汉理工大学出版社

武汉市洪山区珞狮路 122 号 邮编:430070

<http://www.techbook.com.cn> 理工图书网

E-mail:yangxuezh@whut.edu.cn

经 销 者:各地新华书店

印 刷 者:通山金地印务有限公司

开 本:880×1230 1/16

印 张:39.75

字 数:1288 千字

版 次:2010 年 5 月第 2 版 2005 年 8 月第 1 版

印 次:2010 年 5 月第 3 次印刷

印 数:3001~5000 册

定 价:70.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请向武汉理工大学出版社发行部调换。

本社购书与服务热线:(027)87394412 87383695 87384729

版权所有,盗版必究。

第 1 版序言

矿业为我国国民经济的发展提供了 95% 的能源资源、80% 的工业原料、70% 的农业生产资料。我国是一个人均拥有矿产资源量远远低于世界平均水平的国家,在我国社会快速发展的今天,人均矿产资源消耗量持续上升,铜、铁、石油等主要矿产资源严重短缺,推动了国际矿业新的繁荣与国内外矿产价格的攀升,它们已在一定程度上制约了我国经济的健康发展,矿业在国民经济发展中的重要地位从来没有像今天这样凸现。

由于矿床地质条件的复杂性和矿山开采的特殊性,矿业是一个事故多发的行业。水、火、瓦斯、矿尘、片帮冒顶、地面塌陷等都可能给人民的生命财产带来重大的损失。因此,矿业是当今最需要采用高新技术,如信息技术、计算机技术、遥感与遥控技术、自动化技术与机器人技术等装备的产业。

在完成教育部下达的面向 21 世纪的矿业工程高等教育教学改革研究项目后,抓教材建设就成了重要任务之一。过去,采矿工程专业立足于行业办学,分别由煤矿、金属矿、非金属矿、化工矿、铀矿等的上级主管部门领导,有各自的教学体系与相应的教材。在 1998 年教育部制定的本科专业目录中,采矿工程专业的教学范围扩展为包括煤、金属与非金属矿的开采,但是,多年来没有一部相应的主干专业课教材。

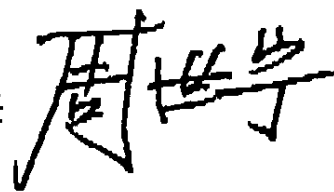
2002 年以来,教育部地矿学科教学指导委员会领导与组织了 13 个单位的 25 名教授,历经 3 年的努力,编写出版了这部普通高等教育“十五”国家级规划教材《固体矿物资源开发工程》。该教材对主干专业课的体系有所创新,以矿床开采工艺过程为主线,把原来的矿床露天开采、矿床地下开采、特殊采矿方法、井巷工程、矿山企业设计等课程融会贯通,把教学内容扩展到整个固体矿物资源的开发(含煤、金属与非金属矿物),并新增了采动损害及其防护,以及退役矿山的治理与开发利用;形成了矿床开采的完整工艺体系,删去了过去多门课程自成体系时的大量重复内容,以《矿山企业设计基础》(孙凯年主编,冶金工业出版社,1990)为例,它的一半章节已在矿床露天开采、矿床地下开采中论述,因而本书只需一半的篇幅就能讲述清楚,从而增加了饰面石材开采、宝玉石开采与矿物的保护性开发、砂矿床开采、化学溶浸开采、盐类矿床地下水溶开采、露天与地下联合开采、矿床二次开采、海洋采矿、太空采矿等内容,大幅度地扩大了学生的知识面。

本教材在培养学生处理矿山复杂工程技术问题和创新能力方面进行了新的探索。在介绍露天采矿和地下采矿的基础上,新增了露天与地下联合开采,把二者结合起来,突出介绍了采矿发展的新趋势;在介绍各种典型地下采矿方法之后,介绍了地下组合式采矿法和联合式采矿法,启迪学生灵活应用多种采矿方法的优点去解决复杂难采矿体的开采问题。介绍了采矿学科多个前沿研究工作的新进展,以及前瞻性的采矿科技问题。

这部教材结构严谨,深入浅出,语言简洁,文笔流畅,图文并茂。它的可贵探索与努力,将为我国采矿工程专业提高教学质量与教学水平作出新的贡献。

采矿科学是在不断前进的,采矿专业的教材需要不断完善与更新,我们希望全国矿业院校从事采矿专业教学的教授、专家们继续努力,写出更多、更好的采矿工程专业新教材。

教育部地矿学科教学指导委员会主任



院士

2005 年 3 月 31 日

第2版前言

《固体矿物资源开发工程》(第1版)是根据教育部对普通高校采矿工程专业本科培养大纲的要求,在教育部地矿学科教学指导委员会的领导下,组织国内13个单位(12所院校、1个集团公司)的25名专家、教授,经过3年的努力,于2005年出版的普通高等教育“十五”国家级规划教材。

本教材第1版的编写本着科学、规范、拓宽的原则,旨在加强学生的素质教育和基础理论知识教育,调整知识结构、拓宽知识面,提高社会适应能力,以培养高质量的智能型、复合型人才;在国内首次将煤、金属与非金属矿开采融为一体,构建了特色鲜明的主干专业课程教材新体系,实现了采矿教学从矿山企业设计—矿床露天开采—矿床地下开采—特殊开采—采动损害与防护—退役矿山治理与利用的完整工艺循环;不仅介绍矿床露天开采和矿床地下开采,还用露天与地下联合开采把它们贯穿起来;不仅介绍各种典型的地下采矿方法,还介绍组合式与联合式采矿法,注意系统之间的关联与转换,有利于提高学生的辩证思维能力与创造性思维能力,为学生在复杂条件下解决矿山实际工程问题提供新的思路。因此,本教材第1版受到了广大师生与工程技术人员的欢迎,并在几年的教学实践中提出一些改进意见,为教材的修订提供了依据。

《固体矿物资源开发工程》(第2版)是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,是湖北省“十一五”重点图书。此次修订工作,是在教育部地矿学科教学指导委员会的领导下进行的。在本教材第1版的基础上,我们又邀请了更多单位在各领域最知名的专家、教授参加修订工作,使教材具有广泛的代表性与权威性,共组织了25个单位(18所高校、3所设计院、2所研究院、2个集团公司)的38位专家、教授参加教材的修订与审查,有关采矿设计的内容尽可能委托设计院与集团公司专家修订,以反映设计的最新方法与成果。为介绍采矿学科的发展趋势与最新进展,新增了“露天开采新技术与新理论”、“地下开采新技术与新理论”两章,在这两章中,除了介绍露天与地下开采的重要新技术外,首次把精细生产的理论与方法引进到矿山开采中,介绍给广大师生与工程技术人员,这必然会为推动我国采矿业从粗放开采向精细开采过渡作出积极贡献。

本教材第2版分为5篇:矿床露天开采、矿床地下开采、特殊开采、采动损害与防护和退役矿山的整治利用、矿山企业设计,内容由46章扩展到48章,篇幅未增加,这是通过修订者与审稿人花费大量心血,对教材内容的反复锤炼,使文字精练做到的。

本教材第2版第1篇介绍矿床露天开采概论、矿岩破碎工作、采装工作、露天矿运输、排岩工作、露天开采境界、矿床露天开拓、露天矿生产能力与采掘进度计划、露天矿边坡稳定性分析与维护、计算机技术在露天开采中的应用、露天开采新技术与新理论;第2篇介绍矿床地下开采基本概念、矿床地下开拓方式、开拓巷道的布置、井底车场、矿井地下开拓方案的比较与选择、井巷断面设计、井巷掘进、井巷支护、地下采矿方法概述、煤矿地下开采、金属矿与非金属矿开采、地下组合式采矿法与联合式采矿法、采矿方法的选择与设计、矿山总平面布置、基建与采掘进度计划、计算机技术在地下开采中的应用、地下开采新技术与新理论;第3篇介绍饰面石材开采、宝玉石开采与矿物的保护性开采、砂矿床开采、化学溶浸开采、盐类矿床地下水溶开采、露天与地下联合开采、矿床二次开采、海洋采矿、太空采矿;第4篇介绍采动损害与防护及采动损害鉴定与评价、岩层与地表的移动和变形、地表移动和变形的预计与观测、“三下一上”采动损害与防护、退役矿山的整治与开发利用;第5篇介绍矿山企业设计概述、矿山基本建设项目工程造价计价、矿山产品成本计算、最低工业品位、方案技术经济比较、建设项目经济评价与环境评价。

参加本教材修订、编写和审查的单位有:武汉理工大学、西安科技大学、中国矿业大学、山东科技大学、北京科技大学、东北大学、中南大学、太原理工大学、山东大学、昆明理工大学、广西大学、辽宁工程技术大学、内蒙古科技大学、南华大学、安徽理工大学、武汉科技大学、武汉工程大学、黑龙江科技学院和中国有色工程设计研究总院、中煤国际工程设计研究总院、中煤国际武汉煤炭设计研究院、长沙矿冶研究院、长沙矿山研究院、中国建筑材料集团公司、中国核工业集团公司。

各章节的修订人为:

蔡美峰:第1篇第1章、第9章;

郭忠林:第1篇第2章、第3章;

陈广平:第1篇第4章、第7章;

胡建华:第1篇第5章;

吴仲雄:第1篇第6章;

宋子岭:第1篇第8章、第10章;

张恩强:第2篇第1~5章、第10章第9节、第13章;

于新胜、周秀隆、张建平:第2篇第6章;

何廷峻:第2篇第7章、第8章;

汪理全:第2篇第9章、第10章第2节;

杜计平:第2篇第10章第1、3、4节;

贡东风:第2篇第10章第5~8节,第4篇第1~4章;

张飞:第2篇第11章第1、3节;

张世雄、任凤玉:第2篇第11章第2节;

张世雄:第2篇第12章、第16章第4节,第3篇第2章、第6章、第7章,第4篇第5章第8节;

路占元:第2篇第14章;

马俊平:第2篇第15章;

林在康:第2篇第16章第1~3节;

张进生:第3篇第1章;

肖福坤:第3篇第3章;

王昌汉:第3篇第4章;

梁卫国:第3篇第5章;

阳宁、张电吉:第3篇第8章;

盛建龙:第3篇第9章;

王德舫、王昌汉:第4篇第5章第1~7节;

孙广义:第5篇第1章;

李龙清:第5篇第2章;

吴嘉林、仵思红:第5篇第3章;

任高峰:第5篇第4章;

张健:第5篇第5、6章。

新编写章节人为:

张世雄:第1篇第11章;

张世雄、黄忠、汪理全、赵阳升:第2篇第17章第1节;

张世雄、褚洪涛:第2篇第17章第2节。

全书由张世雄统稿,蒋国安主审。

研究生岳树宇、张世涛、院雷、王耀、崔云龙在本教材的资料收集、绘图等方面做了大量的工作,第2篇第7章、第8章的插图由何梦绘制。

对于关心与支持本教材编写和修订、对本教材作出过无私贡献的人们致以最深切的感谢!

由于编者的水平有限,书中难免有不妥或错误,恳请指正。

编 者

2009年3月15日

第 1 版前言

根据教育部对普通高校采矿工程专业本科培养大纲的要求,在教育部地矿学科教学指导委员会的领导下,组织国内 13 个单位的 25 名教授,经过 3 年的努力,编写了国内第一部贯通煤、金属与非金属矿开采的本科教材。

教材的编写本着科学、规范、拓宽的原则,力求适应教育部 21 世纪矿业类专业教学改革和课程体系改革的要求,旨在加强学生的素质教育和基础理论知识教育,调整知识结构、拓宽知识面,提高社会适应能力,以培养高质量的智能型、复合型人才。

本教材摒弃传统矿业类教材分割细、重复内容多、操作叙述多的弊端,特别注重将煤、金属与非金属矿开采的相关内容融为一体,力图避免貌合神离,并努力创建承上启下、相互联系、融会贯通、特色鲜明的主干专业课程教材新体系,注意对学生进行基础知识与基本理论的教育、处理工程实际问题能力的教育、创造性思维能力的教育。

本教材分为 5 篇:矿床露天开采、矿床地下开采、特殊开采、采动损害与防护和退役矿山的整治与利用、矿山企业设计,共 46 章,包括从矿山企业设计、矿床开采直至采动损害与防护的矿山开采全过程。

第 1 篇介绍矿床露天开采概论、矿岩松散工作、采装工作、露天矿运输、排岩工作、露天开采境界、矿床露天开拓、露天矿生产能力与采掘进度计划、露天矿边坡稳定性分析与维护、计算机技术在露天开采中的应用;第 2 篇介绍矿床地下开采基本概念、矿床地下开拓方式、开拓巷道的布置、井底车场、矿床地下开拓方案的比较与选择、井巷断面设计、井巷掘进、井巷支护、地下采矿方法概述、煤矿地下开采、金属矿与普通非金属矿开采、地下组合式采矿法与联合式采矿法、采矿方法的选择与设计、矿山总平面布置、基建与采掘进度计划、计算机技术在地下开采中的应用;第 3 篇介绍饰面石材开采、宝玉石开采与矿物的保护性开发、砂矿床开采、化学溶浸开采、盐类矿床地下水溶开采、露天与地下联合开采、矿床二次开采、海洋采矿、太空采矿;第 4 篇介绍采动损害及其鉴定与评价、矿山开采导致的岩层与地表移动和变形、地表移动和变形的预计与观测、“三下一上”采动损害与防护、退役矿山的整治与开发利用;第 5 篇介绍矿山企业设计概述、矿山基本建设项目工程造价计价、产品成本计算、最小工业品位、方案技术经济比较、建设项目经济评价与环境评价。

本教材注意系统之间的关联与转换,例如,不只是介绍矿床露天开采和矿床地下开采,还用露天与地下联合开采把它们贯穿起来,强调矿业开发的新趋势;除介绍各种典型的地下采矿方法外,还介绍组合式与联合式采矿法,把两种或两种以上的采矿方法或者它们的组合方案用在同一个矿块内,发挥各自的优势,以降低矿石的贫化与损失,提高劳动生产率,降低成本,这有利于提高学生的辩证思维能力,为学生在复杂条件下解决实际工程问题提供新的思路。

本教材还介绍露天矿深凹边坡减小下部边坡角的合理性的最新研究成果等,前瞻性地介绍海洋采矿和太空采矿,为新世纪采矿技术的发展打下基础。

参加本教材编写和审查的单位有:武汉理工大学、西安科技大学、中国矿业大学、中国矿业大学(北京)、山东科技大学、辽宁工程技术大学、内蒙古科技大学、南华大学、贵州大学、安徽理工大学、武汉科技大学、黑龙江科技学院和中国建筑材料集团公司。各章节的编写人为:

王家臣:第 1 篇第 1~5 章、第 6 章第 1~5 节、第 7 章;

张世雄:第 1 篇第 6 章第 6 节,第 2 篇第 12 章、第 16 章第 6 节,第 3 篇第 2 章、第 5~7 章、第 9 章,第 4 篇第 5 章第 7 节;

宋子岭:第 1 篇第 8~10 章;

张恩强、吕军:第 2 篇第 1~5 章;

何廷峻:第 2 篇第 6~8 章;

汪理全:第 2 篇第 9 章;

汪理全、杜计平:第2篇第10章第2节;
杜计平:第2篇第10章第1、3、4节;
负东风:第2篇第10章第5~8节,第4篇第1章;
侯忠杰:第2篇第10章第9节、第13章;
张飞:第2篇第11章;
路占元:第2篇第14章;
吴桂义、郁钟铭:第2篇第15章;
林在康:第2篇第16章第1~5节;
林启太:第3篇第1章;
肖福坤:第3篇第3章;
王昌汉:第3篇第4章,第4篇第5章第1~6节;
盛建龙:第3篇第8章;
侯忠杰、负东风:第4篇第2、4章;
负东风、张恩强:第4篇第3章;
孙广义:第5篇第1章;
李龙清:第5篇第2章;
黄志伟:第5篇第3、4章;
马云东、张健:第5篇第5、6章。

第1篇统稿人王家臣,第2篇统稿人汪理全、侯忠杰,第3篇统稿人张世雄,第4篇统稿人侯忠杰,第5篇统稿人张健。全书最后由张世雄统稿,蒋国安主审。

博士研究生和硕士研究生王官宝、彭涛、曾国柱、任高峰、陈庆发、张松、郭玉龙、赵克烈、岳树宇在本教材的资料收集、打字、绘图、公式校核、校对等方面做了大量的工作,第2篇第6~8章的插图是由何梦绘制的。

本教材在编写过程中,得到周世宁院士、古德生院士、刘宝琛院士、蔡美峰教授、杨鹏教授、夏志斌教授、何保明教授、张平安教授、王建设教授、栾忠教授、郭旭东工程师等的热情指导和大力支持。

对于关心、支持本教材和对本教材作出过贡献的人们致以最深切的感谢!

由于编者的水平有限,书中难免有不妥或错误,恳请指正。

编 者

2005年3月18日

目 录

1 矿床露天开采

1.1 矿床露天开采概论	(1)
1.1.1 露天开采的地位和特点	(1)
1.1.2 露天开采的基本概念	(2)
1.1.3 露天矿建设程序和开采步骤	(4)
习题	(4)
1.2 矿岩松碎工作	(5)
1.2.1 概述	(5)
1.2.2 穿孔工作	(5)
1.2.3 爆破工作	(9)
习题	(13)
1.3 采装工作	(14)
1.3.1 单斗挖掘机采装作业	(14)
1.3.2 前装机、铲运机和推土机采装	(19)
习题	(20)
1.4 露天矿运输	(21)
1.4.1 概述	(21)
1.4.2 汽车运输	(22)
1.4.3 铁路运输	(25)
1.4.4 带式输送机运输	(27)
1.4.5 联合运输	(29)
习题	(33)
1.5 排岩工作	(34)
1.5.1 概述	(34)
1.5.2 排岩工艺	(35)
1.5.3 废石场建设与安全	(37)
习题	(40)
1.6 露天开采境界	(41)
1.6.1 概述	(41)
1.6.2 确定经济合理剥采比的方法	(43)
1.6.3 境界剥采比的计算方法	(46)
1.6.4 确定露天矿开采境界的原则	(47)
1.6.5 确定露天开采境界的方法和步骤	(48)
习题	(52)
1.7 矿床露天开拓	(53)
1.7.1 概述	(53)
1.7.2 露天矿开拓方式	(53)
1.7.3 开拓方式选择	(59)

1.7.4	新水平开拓	(61)
1.7.5	开拓运输系统优化	(63)
	习题	(64)
1.8	露天矿生产能力与采掘进度计划	(65)
1.8.1	露天矿生产能力	(65)
1.8.2	露天矿生产剥采比	(68)
1.8.3	露天矿采掘进度计划的编制	(73)
	习题	(79)
1.9	露天矿边坡稳定性分析与维护	(80)
1.9.1	概述	(80)
1.9.2	影响露天矿边坡稳定性的主要因素和边坡破坏形式	(80)
1.9.3	边坡稳定性分析	(82)
1.9.4	露天矿边坡维护	(84)
	习题	(85)
1.10	计算机技术在露天开采中的应用	(86)
1.10.1	概述	(86)
1.10.2	矿床模型	(86)
1.10.3	露天矿优化设计的计算方法	(88)
1.10.4	编制采掘进度计划的 CAD 技术	(90)
1.10.5	露天矿生产过程的计算机模拟	(91)
1.10.6	露天矿汽车调度	(93)
	习题	(95)
1.11	露天开采新技术与新理论	(96)
1.11.1	露天开采新技术	(96)
1.11.2	露天开采新理论	(96)
	习题	(102)
	参考文献	(103)

2 矿床地下开采

2.1	矿床地下开采基本概念	(104)
2.1.1	影响矿床地下开采的工业特征	(104)
2.1.2	矿床开采单元的划分及其开采顺序	(107)
2.1.3	矿井巷道	(111)
2.1.4	矿井资源/储量、生产能力和服务年限	(113)
2.1.5	矿石损失与贫化	(115)
	习题	(116)
2.2	矿床地下开拓方式	(117)
2.2.1	开拓与开拓方式	(117)
2.2.2	平硐开拓	(118)
2.2.3	斜井开拓	(119)
2.2.4	立(竖)井开拓	(121)
2.2.5	斜坡道开拓	(122)
2.2.6	联合开拓、综合开拓及开拓延深	(123)

2.2.7 井筒评述	(124)
习题	(125)
2.3 开拓巷道的布置	(126)
2.3.1 主井位置的选择	(126)
2.3.2 辅助井筒的布置	(127)
2.3.3 水平垂高或斜长的确定	(130)
2.3.4 阶段巷道的布置	(132)
习题	(135)
2.4 井底车场	(136)
2.4.1 井底车场形式及调车方式	(136)
2.4.2 常用的井底车场	(138)
2.4.3 井底车场选择	(140)
2.4.4 井底车场硐室	(141)
习题	(142)
2.5 矿井地下开拓方案的比较与选择	(143)
2.5.1 矿井主要费用参数的计算方法	(143)
2.5.2 矿井开拓方案选择的方法与步骤	(144)
2.5.3 矿井开拓方案的经济比较方法	(145)
习题	(146)
2.6 井巷断面设计	(147)
2.6.1 巷道断面设计	(147)
2.6.2 竖井断面设计	(155)
2.6.3 其他井巷断面设计	(159)
习题	(162)
2.7 井巷掘进	(163)
2.7.1 平巷掘进	(163)
2.7.2 竖井掘进	(168)
2.7.3 竖井井筒延深	(174)
2.7.4 天井与溜井掘进	(176)
2.7.5 硐室掘进	(178)
习题	(180)
2.8 井巷支护	(181)
2.8.1 梯形棚式支护	(181)
2.8.2 石材支护	(183)
2.8.3 混凝土支护	(183)
2.8.4 锚杆支护	(188)
2.8.5 锚索支护	(191)
2.8.6 喷射混凝土支护	(194)
2.8.7 巷道锚注支护技术	(198)
习题	(200)
2.9 地下采矿方法概述	(201)
2.9.1 采矿方法的概念	(201)
2.9.2 采矿方法的分类	(201)
2.9.3 地下采矿方法的现状及发展趋势	(205)
习题	(208)

2.10 煤矿地下开采	(209)
2.10.1 准备方式.....	(209)
2.10.2 煤矿地下采矿方法概述.....	(221)
2.10.3 单一走向长壁采矿法.....	(230)
2.10.4 倾斜长壁采矿法.....	(235)
2.10.5 倾斜分层走向长壁下行垮落采矿法.....	(238)
2.10.6 放顶煤采矿法.....	(249)
2.10.7 急倾斜煤层采矿法.....	(259)
2.10.8 大倾角煤层走向长壁综采(放)技术.....	(273)
2.10.9 连续采煤机房柱采矿法.....	(277)
习题.....	(284)
2.11 金属矿与非金属矿开采	(286)
2.11.1 空场采矿法.....	(286)
2.11.2 崩落采矿法.....	(296)
2.11.3 充填采矿法与支柱采矿法.....	(312)
习题.....	(320)
2.12 地下组合式采矿法与联合式采矿法	(322)
2.12.1 组合式采矿法的原理与适用范围.....	(322)
2.12.2 组合式采矿法实例.....	(323)
2.12.3 地下联合式采矿法.....	(327)
习题.....	(328)
2.13 采矿方法的选择与设计	(329)
2.13.1 采矿方法的选择.....	(329)
2.13.2 采矿方法设计.....	(332)
习题.....	(338)
2.14 矿山总平面布置	(339)
2.14.1 概述.....	(339)
2.14.2 总平面布置原则.....	(340)
2.14.3 矿山总平面布置.....	(342)
2.14.4 场区运输系统布置.....	(344)
2.14.5 管线布置.....	(345)
习题.....	(347)
2.15 基建与采掘进度计划	(348)
2.15.1 概述.....	(348)
2.15.2 三级矿量及投产条件.....	(348)
2.15.3 基建进度计划的编制.....	(349)
2.15.4 采掘进度计划的编制.....	(351)
习题.....	(360)
2.16 计算机技术在地下开采中的应用	(361)
2.16.1 采矿图元菜单.....	(361)
2.16.2 利用 AutoCAD 帮助信息快速开发采矿绘图软件.....	(364)
2.16.3 电子矿图软件.....	(366)
2.16.4 大型矿山工程软件在采矿设计与生产管理中的应用.....	(368)
习题.....	(371)

2.17 地下开采新技术与新理论..... (372)

2.17.1 煤矿地下开采新技术与新理论..... (372)

2.17.2 金属与非金属矿地下开采新技术与新理论..... (375)

习题..... (379)

参考文献..... (380)

3 特殊开采

3.1 饰面石材开采 (383)

3.1.1 概述 (383)

3.1.2 饰面石材矿山开采技术条件的一般工业要求 (384)

3.1.3 开采工艺 (385)

3.1.4 石材矿山生产能力和开采要素 (392)

3.1.5 开拓运输和装载 (396)

习题..... (399)

3.2 宝玉石开采与矿物的保护性开采 (400)

3.2.1 宝玉石开采 (400)

3.2.2 矿物的保护性开采 (403)

习题..... (405)

3.3 砂矿床开采 (406)

3.3.1 概述 (406)

3.3.2 砂矿床开采设备 (407)

3.3.3 砂矿床开采方法 (409)

习题..... (414)

3.4 化学溶浸开采 (415)

3.4.1 化学溶浸开采及其分类 (415)

3.4.2 化学溶浸开采的基本原理 (415)

3.4.3 金属矿石浸出原理 (418)

3.4.4 浸出液中金属的净化与提取 (420)

3.4.5 堆浸采矿法 (422)

3.4.6 就地破碎浸矿法 (425)

3.4.7 原地溶浸采矿法 (426)

3.4.8 环境保护 (428)

习题..... (428)

3.5 盐类矿床地下水溶开采 (429)

3.5.1 盐类矿床 (429)

3.5.2 钻井水溶开采 (431)

3.5.3 单井对流水溶开采 (435)

3.5.4 双(多)井连通水溶开采 (439)

3.5.5 硐室水溶开采 (442)

3.5.6 钻井水溶开采的矿床开拓 (443)

3.5.7 盐类矿床开采设计 (446)

习题..... (450)

3.6 露天与地下联合开采 (451)

3.6.1	露天与地下联合开采的分类与特点	(451)
3.6.2	露天转地下开采	(453)
3.6.3	露天与地下同时联合开采	(461)
3.6.4	地下转露天开采	(462)
	习题.....	(463)
3.7	矿床二次开采	(464)
3.7.1	二次开采及其原因	(464)
3.7.2	二次开采的对象及其特点	(464)
3.7.3	二次开采的采矿方法	(465)
3.7.4	矿床二次开采实例	(467)
	习题.....	(471)
3.8	海洋采矿	(472)
3.8.1	海洋矿产资源开发	(472)
3.8.2	海洋矿产资源与工程地质环境	(472)
3.8.3	海底矿产开发系统	(474)
3.8.4	海底采矿	(475)
	习题.....	(479)
3.9	太空采矿	(480)
3.9.1	太空资源与开发	(480)
3.9.2	月球的矿产资源与环境	(481)
3.9.3	月球采矿方法	(482)
3.9.4	太空采矿探索进程与展望	(483)
	习题.....	(484)
	参考文献.....	(485)

4 采动损害与防护和退役矿山的整治与利用

4.1	采动损害与防护及采动损害鉴定与评价	(488)
4.1.1	采动损害与防护概述	(488)
4.1.2	采动损害的鉴定与评价	(489)
	习题.....	(491)
4.2	岩层与地表的移动和变形	(492)
4.2.1	岩层移动及其特征	(492)
4.2.2	地表移动特征	(492)
4.2.3	地质和采矿条件对地表移动和变形的影响	(497)
	习题.....	(499)
4.3	地表移动和变形的预计与观测	(500)
4.3.1	概率积分法	(500)
4.3.2	典型曲线法	(504)
4.3.3	岩层与地表移动和变形的观测	(505)
	习题.....	(510)
4.4	“三下一上”采动损害与防护	(511)
4.4.1	适于“三下一上”开采的方法	(511)
4.4.2	建筑物及村庄下的采动损害与防护	(516)

4.4.3	铁路下的采动损害与防护	(520)
4.4.4	水体下的采动损害与防护	(521)
4.4.5	承压含水层上的采动损害与防护	(529)
	习题	(533)
4.5	退役矿山的整治与开发利用	(535)
4.5.1	退役矿山整治概述	(535)
4.5.2	井巷工程封闭方法	(536)
4.5.3	露天场治理与复垦	(538)
4.5.4	废石堆治理方法	(539)
4.5.5	塌陷区治理方法	(540)
4.5.6	其他污染物的治理	(541)
4.5.7	退役矿山环境整治的评价与管理	(542)
4.5.8	退役矿山的开发利用	(544)
	习题	(547)
	参考文献	(548)

5 矿山企业设计

5.1	矿山企业设计概述	(549)
5.1.1	矿山企业设计的基本内容	(549)
5.1.2	矿山初步设计的原始资料及准备工作	(553)
5.1.3	评价矿山企业设计的主要技术经济指标	(553)
5.1.4	矿山设计中技术问题的解决方法	(556)
	习题	(557)
5.2	矿山基本建设项目工程造价计价	(558)
5.2.1	矿山基本建设项目的组成及分类	(558)
5.2.2	矿山基本建设项目工程造价费用构成	(559)
5.2.3	矿山基本建设项目投资估算	(562)
5.2.4	矿山基本建设项目初步设计概算	(565)
5.2.5	矿山基本建设项目施工图预算	(568)
5.2.6	基本建设项目工程量清单计价	(570)
	习题	(574)
5.3	矿山产品成本计算	(575)
5.3.1	矿山产品成本及成本项目计算	(575)
5.3.2	多种产品共用成本的分摊	(580)
5.3.3	年经营费的计算	(581)
	习题	(582)
5.4	最低工业品位	(583)
5.4.1	概述	(583)
5.4.2	最低工业品位的确定	(584)
	习题	(588)
5.5	方案技术经济比较	(589)
5.5.1	概述	(589)
5.5.2	资金的时间价值及换算公式	(590)

5.5.3	静态分析法	(591)
5.5.4	动态分析法	(592)
5.5.5	方案比较法的评价	(594)
	习题.....	(596)
5.6	建设项目经济评价与环境评价	(597)
5.6.1	概述	(597)
5.6.2	建设项目的财务评价	(598)
5.6.3	建设项目的国民经济评价	(603)
5.6.4	建设项目的风险评价	(606)
5.6.5	建设项目环境影响评价	(609)
	习题.....	(618)
	参考文献.....	(619)

1 矿床露天开采

1.1 矿床露天开采概论

本章提要

本章主要介绍露天开采在固体矿床开采中占有的重要地位,给出了露天开采的基本概念和常用的术语,露天矿建设的基本程序和开采步骤,以及露天开采的主要优缺点。

1.1.1 露天开采的地位和特点

固体矿床露天开采是用一定的采掘与运输设备,在敞露的空间从地表开始进行的开采作业。为了采出矿石,需将矿体周围及其上覆岩土剥离,通过露天道路或地下井巷将矿石和岩土运至地表的卸载点。露天开采是一个松碎、搬移岩土及采出矿石的生产过程。松碎、搬移岩土的过程称为剥离,开采矿石的过程称为采矿。

20 世纪 50 年代以来,国内外的露天开采得到了迅速发展,已经成为固体矿床开采的主要方法,在金属、化工、建材等矿产开采方面占主导地位,全世界固体矿物产量的三分之二通过露天开采获得。在各种矿产品的产量中,露天开采的产量占总产量的比重是:磁铁矿 78%,褐铁矿 84%,锰矿 86%,铜矿 90%,铝土矿 91%,镍矿 45%,铀矿 30%,磷酸盐矿 87.55%,石棉矿 75%,建筑材料近 100%,其他 40%。在煤炭开采方面,美国、澳大利亚的煤炭产量中有 60% 以上来自于露天开采。预计今后露天开采的比例还会有所增加。

目前,国外一些露天矿以扩大生产规模、提高生产能力来加快采矿工业的发展速度。已经投产和正在建设的年产矿石 1000×10^4 t 以上的大型露天矿有 70 余座,其中年产矿石 4000×10^4 t 的特大型露天矿有 20 余座。我国近年来建成了多座 1000×10^4 t 级的大型露天矿,如山西朔州安太堡露天煤矿与安家岭露天煤矿、江西德兴露天铜矿、首钢水厂露天铁矿、辽宁鞍钢齐大山露天铁矿、辽宁本钢南芬露天铁矿、内蒙古包钢白云鄂博露天铁矿、陕西金堆城露天钼矿等。这些矿山通过采用大型设备,合理的开采工艺,提高生产管理水平和操作技术水平,可望使矿石的生产能力达到 2000×10^4 t 级的水平。中小型露天矿虽然规模小,但矿山数量多,它们对钢铁、有色金属、化工、建材、煤炭等工业的发展起着重要作用。这些矿山在合理的服务年限内,可适当扩大开采规模,提高生产能力。

与地下开采相比,露天开采具有如下优点:

- (1) 矿山生产能力大。特大型露天矿的年产矿石量可达 $(3000 \sim 5000) \times 10^4$ t,采剥总量达 $(1 \sim 3) \times 10^8$ t。
- (2) 机械化程度高。受开采空间限制小,易于实现机械化和设备大型化。大中型露天矿的机械化程度