



人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

地下采矿技术

(第2版)

主编 陈国山



冶金工业出版社
www.cnmp.com.cn

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐
冶金行业职业教育培训规划教材

地下采矿技术

(第2版)

主 编	陈国山	
副主编	毕俊召	季德静
	陈西林	韩佩津

冶金工业出版社

2018

内 容 提 要

本书为冶金行业职业技能培训教材,是参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范,根据矿山企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的,并经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过。

本书主要包括:地下采矿概述,地下采矿开拓,地下采矿提升、运输工作,地下采矿通风、排水、供水、供压、供电等辅助系统,地下采矿工艺,空场采矿法,充填采矿法,崩落采矿法,以及回采技术等。

本书可作为高职高专院校相关专业的教材(配有教学课件),也可供有关矿山工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

地下采矿技术/陈国山主编. —2版. —北京:冶金工业出版社, 2018. 1

人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐 冶金行业
职业教育培训规划教材

ISBN 978-7-5024-7519-2

I. ①地… II. ①陈… III. ①地下采矿法—技术培训
—教材 IV. ①TD803

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 101909 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京市东城区嵩祝院北巷 39 号 邮编 100009 电话 (010)64027926

网 址 www.cnmp. com. cn 电子信箱 yjcbbs@cnmp. com. cn

责任编辑 俞跃春 杜婷婷 美术编辑 彭子赫 版式设计 孙跃红

责任校对 卿文春 责任印制 李玉山

ISBN 978-7-5024-7519-2

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;三河市双峰印刷装订有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版, 2018 年 1 月第 2 版, 2018 年 1 月第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16; 16.5 印张; 437 千字; 244 页

48.00 元

冶金工业出版社 投稿电话 (010)64027932 投稿信箱 tougao@cnmp. com. cn

冶金工业出版社营销中心 电话 (010)64044283 传真 (010)64027893

冶金书店 地址 北京市东四西大街 46 号(100010) 电话 (010)65289081(兼传真)

冶金工业出版社天猫旗舰店 yjgycbs. tmall. com

(本书如有印装质量问题,本社营销中心负责退换)

冶金行业职业教育培训规划教材

编辑委员会

主任 姜 维 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会 常务副主任委员

副主任 谭学余 冶金工业出版社 社长

吴 平 中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会
主任委员

林 红 冶金工业教育资源开发中心（中国钢协职业培训中心） 主任

委 员

鞍钢集团公司教育培训中心(党校) 聂洪林

安徽工业大学 张力强

安徽冶金科技职业学院 张永涛

安阳钢铁集团有限责任公司 魏晓鹏

宝钢集团有限公司 刘兆华

包头钢铁集团公司 白华裔

包头钢铁职业技术学院

（包钢教育培训中心） 贾 震

北方工业大学 胡敦利

本钢集团有限公司 张凤臣

重钢集团有限责任公司 牟坚毅

东北大学 邸 旭

方大特钢科技股份有限公司 万学军

福建省三钢(集团)有限责任公司 苏 旭

河北钢铁集团邯钢公司 张宪政

河北钢铁集团唐钢公司 刘彦雷

河北钢铁集团舞钢公司 韩少波

河北钢铁集团宣钢公司 庞建忠

河北钢铁集团燕山钢铁有限公司 李长秋

河北工业职业技术学院 袁建路

河钢集团 李炳军

衡阳华菱钢管有限公司 刘 锋

湖南华菱湘潭钢铁有限公司 郑生斌

吉林大学 付 坤

吉林电子信息职业技术学院 陈国山

济源钢铁集团公司 李全国

江苏沙钢集团有限公司培训中心 张修成

津西钢铁公司 董劲松

酒泉钢铁(集团)有限责任公司 侯万斌

昆明钢铁集团公司 苏亚涛

昆明工业职业技术学院 邹红艳

昆明冶金高等专科学校 王 资

莱芜钢铁集团有限公司 王学德

辽宁科技学院 韩劲松

马钢(集团)控股有限公司 唐叶来

南京钢铁股份有限公司 蒋英勤

萍乡钢铁公司 董智萍

萍乡萍钢安源钢铁有限公司 陈稚林

山东钢铁集团莱钢分公司 孙成玉

山东钢铁集团有限公司 陈茂文

山东钢铁集团有限公司山钢日照公司 王乃刚

山东工业职业学院 吕 铭

山东石横特钢集团公司 张小鸥

陕西钢铁集团有限公司 王永红

山西工程职业技术学院 张长青

山西建邦钢铁有限公司 赵永强

首钢迁安钢铁公司 张云山

首钢总公司 叶春林

太原钢铁（集团）有限公司 张敏芳

太原科技大学 李玉贵

唐钢大学 武朝锁

唐山国丰钢铁有限公司 李宏震

天津冶金职业技术学院 孔维军

武钢鄂城钢铁有限公司 黄波

秘书组 冶金工业出版社

武汉钢铁股份有限公司人力资源部 谌建辉

西安建筑科技大学 李小明

西安科技大学 姬长发

西林钢铁集团有限公司 夏宏刚

西宁特殊钢集团有限责任公司 彭加霖

新兴铸管股份有限公司 帅振珠

新余钢铁有限责任公司 姚忠发

邢台钢铁有限责任公司 陈相云

盐城市联鑫钢铁有限公司 刘 燊

冶金工业教育资源开发中心 张 鹏

有色金属工业人才中心 宋 凯

中国中钢集团 李荣训

中信泰富特钢集团 王京冉

中钢协冶金分会 李忠明

高职教材编辑中心 (010-64027913, 64015782, gzzx@cnmip.com.cn)

序

吴溪淳

改革开放以来,我国经济和社会发展取得了辉煌成就,冶金工业实现了持续、快速、健康发展,钢产量已连续数年位居世界首位。这期间凝结着冶金行业广大职工的智慧 and 心血,包含着千千万万产业工人的汗水和辛劳。实践证明,人才是兴国之本、富民之基和发展之源,是科技创新、经济发展和社会进步的探索者、实践者和推动者。冶金行业中的高技能人才是推动技术创新、实现科技成果转化不可缺少的重要力量,其数量能否迅速增长、素质能否不断提高,关系到冶金行业核心竞争力的强弱。同时,冶金行业作为国家基础产业,拥有数百万从业人员,其综合素质关系到我国产业工人队伍整体素质,关系到工人阶级自身先进性在新的历史条件下的巩固和发展,直接关系到我国综合国力能否不断增强。

强化职业技能培训工作,提高企业核心竞争力,是国民经济可持续发展的重要保障,党中央和国务院给予了高度重视,明确提出人才立国的发展战略。结合《职业教育法》的颁布实施,职业教育工作已出现长期稳定发展的新局面。作为行业职业教育的基础,教材建设工作也应认真贯彻落实科学发展观,坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨、以就业为导向的发展方针,适时扩大编者队伍,优化配置教材选题,不断提高编写质量,为冶金行业的现代化建设打下坚实的基础。

为了搞好冶金行业的职业技能培训工作,冶金工业出版社在人力资源和社会保障部职业能力建设司和中国钢铁工业协会组织人事部的指导下,同河北工业职业技术学院、昆明冶金高等专科学校、吉林电子信息职业技术学院、山西工程职业技术学院、山东工业职业学院、安徽工业职业技术学院、武汉钢铁集团公司、山钢集团济钢公司、云南文山铝业有限公司、中国职工教育和职业培训协会冶金分会、中国钢协职业培训中心、中国钢协人力资源与劳动保障工作委员会教育培训研究会等单位密切协作,联合有关冶金企业、高职院校和本科院校,编写了这套冶金行业职业教育培训规划教材,并经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会组织专家评审通过,由人力资源和社会保障部职业

能力建设司给予推荐，有关学校、企业的编写人员在时间紧、任务重的情况下，克服困难，辛勤工作，在相关科研院所的工程技术人员积极参与和大力支持下，出色地完成了前期工作，为冶金行业的职业技能培训工作的顺利进行，打下了坚实的基础。相信这套教材的出版，将为冶金企业生产一线人员理论水平、操作水平和管理水平的进一步提高，企业核心竞争力的不断增强，起到积极的推进作用。

随着近年来冶金行业的高速发展，职业技能培训工作也取得了令人瞩目的成绩，绝大多数企业建立了完善的职工教育培训体系，职工素质不断提高，为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。今后培训工作的重点，应继续注重职业技能培训工作者队伍的建设，丰富教材品种，加强对高技能人才的培养，进一步强化岗前培训，深化企业间、国际间的合作，开辟冶金行业职业培训工作的新局面。

展望未来，任重而道远。希望各冶金企业与相关院校、出版部门进一步开拓思路，加强合作，全面提升从业人员的素质，要在冶金企业的职工队伍中培养一批刻苦学习、岗位成才的带头人，培养一批推动技术创新、实现科技成果转化的带头人，培养一批提高生产效率、提升产品质量的带头人；不断创新，不断发展，力争使我国冶金行业职业技能培训工作跨上一个新台阶，为冶金行业持续、稳定、健康发展，做出新的贡献！

编委会的话

党的十九大报告中提出，建设教育强国是中华民族伟大复兴的基础工程，必须把教育事业放在优先位置，深化教育改革，加快教育现代化，办好人民满意的教育。同时提出，完善职业教育和培训体系，深化产教融合、校企合作。这些都对职业教育的发展提出了新要求，指明了发展方向。

在当前冶金行业转型升级、节能减排、环境保护以及清洁生产和社会可持续发展的新形势下，企业对高技能人才培养和院校复合型人才的培育提出了更高的要求。从冶金工业出版社举办首次“冶金行业职业教育培训规划教材选题编写规划会议”至今已有 10 多年的时间，在各企业和院校的大力支持下，到 2014 年 12 月共出版发行培训教材 60 多种，为企业高技能人才和院校学生的培养提供了培训和教学教材。为适应冶金行业新形势下的发展，需要更新修订和补充新的教材，以满足有关院校和企业的需要。为此，2014 年 12 月，冶金工业出版社与中国钢协职业培训中心在成都组织召开了第二次“冶金行业职业教育培训规划教材选题编写规划会议”。会上，有关院校和企业代表认为，培训教材是职业教育的基础，培训教材建设工作要认真贯彻落实科学发展观，坚持职业教育面向人人、面向社会的发展方向和以服务为宗旨、以就业为导向的发展方针，适时扩大编者队伍，优化配置教材选题。培训教材要具有实用、应用为主的原则，将必要的专业理论知识与相应的实践教学相结合，通过实践教学巩固理论知识，强化操作规范和实践教学技能训练，适应当前新技术和新设备的更新换代，以满足当前企业现场的实际应用，补充新的内容，提高学员分析问题和解决生产实际问题的能力的特点，加强实训，突出职业技能。不断提高编写质量，为冶金行业现代化打下坚实的基础。会后，中国钢协职业培训中心与冶金工业出版社开始组织有关院校和企业编写修订教材工作。

近年来，随着冶金行业的高速发展，职业技能培训也取得了令人瞩目的成绩，绝大多数企业建立了完善的职工教育培训体系，职工素质不断提高。各企业大力开展就业技能培训、岗位技能提升培训和创业培训，贯通技能劳动者从初级工、中级工、高级工到技师、高级技师的成长通道。适应企业产业升级和技术进步的要求，使

高技能人才培养满足产业结构优化升级和企业发展需求。进一步健全企业职工培训制度，充分发挥企业在职业培训工作中的重要作用。对职业院校学生要强化职业技能和从业素质培养，使他们掌握中级以上职业技能，为我国冶金行业的发展提供了强大的人力资源支持。相信这些修订后的教材，会进一步丰富品种，适应对高技能人才的培养。今后我们应继续注重职业技能培训工作者队伍的建设，进一步强化岗前培训，深化职业院校企业间的合作及开展技能大赛，开辟冶金行业职业技能培训工作的新局面。

展望未来，要大力弘扬劳模精神和工匠精神，让冶金行业更绿色、更智能。期待本套培训教材的出版，能为继续做好加强冶金行业职业技能教育，培养更多大国工匠，为我国冶金行业职业技能培训工作跨上新台阶做出新的贡献！

第2版前言

本书是按照人力资源和社会保障部的规划，受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托，参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范，根据矿山企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经人力资源和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过，由人力资源和社会保障部职业能力建设司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

本书在1版书的基础上修订而成。主要修订了下列内容：

(1) 部分采矿方法增加了立体图，更加容易理解各种采准工程、切割工程的位置关系。

(2) 增加了充填材料、充填设备、充填技术等内容。

(3) 增加了覆盖岩石下放矿理论。

(4) 增加了地下采矿安全避险六大系统的内容。

(5) 更新了部分图表。

(6) 删除了用量极少的采矿方法。

参加本书编写工作的有：吉林电子信息职业技术学院陈国山、毕俊召、季德静、陈西林、韩佩津，潼关黄金矿业公司陈锋利，包头鑫达黄金矿业公司卢铀嘉，华鑫矿业公司刘乾，夹皮沟黄金矿业公司谭洪亮、姜武剑、陈超凡、任俊、刘忠言、李跃东、王文泽，长春黄金研究院邢万芳。全书由陈国山担任主编，毕俊召、季德静、陈西林、韩佩津担任副主编。

本书在编写过程中得到许多同行、矿山工程技术人员的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

本书配套教学课件可从冶金工业出版社官网 (<http://www.cnmp.com.cn>) 教学服务栏目中下载。

由于作者水平有限，书中不妥之处，欢迎读者批评指正。

作者

2016年11月

第1版前言

本书是按照劳动和社会保障部的规划，受中国钢铁工业协会和冶金工业出版社的委托，在编委会的组织安排下，参照冶金行业职业技能标准和职业技能鉴定规范，根据冶金企业的生产实际和岗位群的技能要求编写的。书稿经劳动和社会保障部职业培训教材工作委员会办公室组织专家评审通过，由劳动和社会保障部培训就业司推荐作为冶金行业职业技能培训教材。

地下采矿技术是采矿技术重要的组成部分。随着采矿业的迅速发展，地下采矿的矿山数量增多，从业人员数量扩大，矿山生产安全、矿产资源的有效利用、矿山生产的环境等问题日益突出，矿山开采技术的更新速度加快。因此，采矿业需要培训一批既懂得金属矿开采基本知识和基本生产工艺，又能熟练操作各种设备的技术工人。为此，我们在总结多年来从事培训教学工作经验的基础上，编写了本书。

参加本书编写工作的有：吉林电子信息职业技术学院陈国山、毕俊召、季德静，长春黄金研究院邢万芳，板石矿业有限公司吴军海，吉林吉恩镍业有限公司张晓满、于洪义、穆怀富、王安强、冷述智、于文、张维涛、王世忠，夹皮沟黄金矿业公司马杰、贾元新。本书由陈国山担任主编，邢万芳、吴军海担任副主编。

在编写过程中，得到许多同行、矿山工程技术人员的支持和帮助，在此表示衷心的感谢。

由于水平所限，书中不妥之处，诚请读者批评指正。

编者

2007年9月

目 录

1 地下采矿概述	1
1.1 矿床基本特征	1
1.1.1 基本概念	1
1.1.2 矿石的种类	1
1.1.3 矿岩力学性质	2
1.1.4 矿床的赋存要素	4
1.1.5 矿床的工业特征	6
1.2 矿床开采基本知识	7
1.2.1 开采单元的划分	7
1.2.2 金属矿地下开采的顺序	11
1.2.3 金属矿地下开采的步骤	14
复习思考题	16
2 地下采矿开拓	17
2.1 矿床开拓方法	17
2.1.1 竖井开拓法	17
2.1.2 斜井开拓法	19
2.1.3 平硐开拓法	20
2.1.4 斜坡道开拓法	22
2.1.5 联合开拓法	23
2.2 主要开拓巷道	26
2.2.1 各种主要开拓巷道的特点	26
2.2.2 主要开拓巷道类型选择	27
2.3 辅助开拓工程	27
2.3.1 副井硐	28
2.3.2 风井硐	29
2.3.3 阶段运输巷道	31
2.3.4 溜井	33
2.3.5 井底车场	40
2.3.6 硐室	45
复习思考题	48
3 提升	49
3.1 罐笼井提升	49
3.1.1 罐笼提升概述	49

3.1.2 矿石、废石的提升	51
3.1.3 材料设备的提升	53
3.1.4 人员的升降	54
3.1.5 井口卷扬工作	54
3.2 箕斗井提升	56
3.2.1 箕斗	56
3.2.2 箕斗井提升工作	58
3.3 斜井提升	60
3.3.1 串车提升概述	60
3.3.2 串车提升工作	61
3.3.3 斜井安全制度	62
复习思考题	63
4 运输	65
4.1 概述	65
4.1.1 矿山运输的任务	65
4.1.2 矿山的运输方式	65
4.1.3 矿山运输的基本要求	66
4.1.4 运输设备	66
4.2 井下矿石废石的运输	67
4.2.1 矿石废石的运输过程	67
4.2.2 矿石废石的运输工作	67
4.2.3 运输矿石废石注意事项	69
4.3 材料设备的运输	70
4.3.1 井下材料设备的运输	70
4.3.2 地面材料设备的运输	71
4.4 地面矿石废石的运输	71
4.4.1 窄轨铁路运输	72
4.4.2 汽车运输	72
复习思考题	72
5 辅助系统	74
5.1 排水	74
5.1.1 概述	74
5.1.2 排水设施	74
5.1.3 排水设备	74
5.1.4 排水工作事项	75
5.2 供水	76
5.2.1 井下供水的用途	76

5.2.2 井下供水要求	77
5.2.3 井下供水系统	77
5.2.4 供水工作	77
5.3 供压	77
5.3.1 压风的用途	77
5.3.2 供压设备	77
5.3.3 供压工作	78
5.4 通风	79
5.4.1 通风方式	79
5.4.2 主扇工作方式	80
5.4.3 通风设备和设施	81
5.4.4 通风防尘工作	81
5.5 供电	84
5.5.1 矿山用电场所	84
5.5.2 供电工作	84
复习思考题	85
6 采矿工艺	86
6.1 采矿方法分类	86
6.1.1 采矿方法的基本概念	86
6.1.2 采矿方法分类	86
6.2 采切工程综述	88
6.2.1 采切工程的划分及采切方法	88
6.2.2 采准天井(上山)	92
6.2.3 斜坡道采准	93
6.3 落矿	95
6.3.1 概述	95
6.3.2 浅孔落矿	96
6.3.3 中深孔落矿	97
6.3.4 深孔落矿	98
6.3.5 药室落矿	101
6.3.6 矿石的合格块度及二次破碎	101
6.4 矿石运搬	102
6.4.1 矿石运搬概述	102
6.4.2 矿石运搬方式	102
6.4.3 矿块底部结构	104
6.5 采场地压管理	118
6.5.1 采场地压管理任务	119
6.5.2 采场地压管理方法	119

6.5.3 采场地压假说·····	119
6.5.4 影响采场地压的因素 ·····	119
6.5.5 保持开采空间稳固性的方法 ·····	120
复习思考题 ·····	120
7 空场采矿法 ·····	121
7.1 留矿采矿法 ·····	121
7.1.1 普通留矿法 ·····	121
7.1.2 其他留矿法 ·····	125
7.2 房柱采矿法 ·····	127
7.2.1 浅孔落矿、电耙运搬房柱法 ·····	127
7.2.2 中深孔房柱法 ·····	130
7.3 全面采矿法 ·····	132
7.3.1 采切工程 ·····	133
7.3.2 回采工作 ·····	133
7.4 矿房采矿法 ·····	133
7.4.1 分段落矿阶段矿房采矿法 ·····	134
7.4.2 水平深孔落矿阶段矿房采矿法 ·····	138
7.4.3 其他形式阶段矿房采矿法 ·····	142
7.5 矿柱回采 ·····	146
复习思考题 ·····	148
8 充填采矿法 ·····	149
8.1 单层充填采矿法 ·····	149
8.1.1 单层壁式充填采矿法 ·····	149
8.1.2 单层削壁充填采矿法 ·····	151
8.2 上向分层充填采矿法 ·····	153
8.2.1 干式充填采矿法 ·····	153
8.2.2 上向水平分层水力充填采矿法 ·····	156
8.2.3 胶结充填采矿法 ·····	160
8.3 下向倾斜分层充填采矿法 ·····	163
8.4 矿柱回采 ·····	164
8.4.1 胶结充填矿房的间柱回采 ·····	165
8.4.2 松散充填矿房的间柱回采 ·····	166
8.4.3 顶底柱回采 ·····	167
8.5 充填技术 ·····	168
8.5.1 概述 ·····	168
8.5.2 充填材料 ·····	169
8.5.3 胶凝材料 ·····	171

8.5.4 充填材料输送	174
复习思考题	179
9 崩落采矿法	181
9.1 单层长壁式崩落采矿法 (长壁崩落法)	181
9.1.1 采准切割	181
9.1.2 回采工作	182
9.2 有底柱分段崩落采矿法	184
9.2.1 垂直层中深孔切割井落矿有底柱分段崩落法	184
9.2.2 垂直层中深孔落矿单分段崩落法	185
9.3 有底柱阶段崩落采矿法	186
9.3.1 向下部补偿空间落矿阶段强制崩落采矿法	187
9.3.2 向侧面垂直补偿空间落矿阶段强制崩落采矿法	188
9.4 无底柱分段崩落采矿法	189
9.4.1 采准	189
9.4.2 切割工程	190
9.4.3 回采	191
9.4.4 无底柱分段崩落法的主要方案	193
9.5 覆岩下放矿理论	199
9.5.1 椭球体理论	199
9.5.2 覆岩下底部放矿	202
9.5.3 覆岩下端部放矿	207
复习思考题	219
10 回采技术	220
10.1 凿岩	220
10.1.1 凿岩机械	220
10.1.2 炮孔布置	223
10.1.3 凿岩工作	225
10.2 爆破	227
10.2.1 矿用硝铵炸药	227
10.2.2 起爆方法	228
10.2.3 装药工艺	228
10.2.4 爆破工作	229
10.3 运搬	232
10.3.1 运搬设备	232
10.3.2 平场撬毛工作	234
10.3.3 运搬工作	235
10.3.4 混凝土浇筑	240

10.4 地压管理	240
10.4.1 支护（支柱）工作	240
10.4.2 充填	242
复习思考题	243
参考文献	244