



普通高等教育“十二五”规划教材

PUTONG GAODENG JIAOYU "12·5" GUIHUA JIAOCAI

矿山企业设计原理与技术

胡杏保 郭进平 编著



冶金工业出版社
Metallurgical Industry Press



普通高等教育“十二五”规划教材

矿山企业设计原理与技术

胡杏保 郭进平 编著

北 京

冶金工业出版社

2013

内 容 提 要

本教材根据矿山设计过程的特点,阐述了矿山企业设计程序及基础资料、矿山企业生产能力和服务年限、矿山企业设计经济评价方法、矿床开采工业指标、采矿方法选择、矿山开拓方案的选择、矿床开采进度计划、矿山总平面布置、矿山地面运输以及矿山企业设计总概算的编制等内容。

本教材可供高等院校采矿、矿山建设等相关专业选用,也可供矿山企业设计科研人员、管理人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

矿山企业设计原理与技术/胡杏保,郭进平编著. —北京:冶金工业出版社,2013.9

普通高等教育“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5024-6371-7

I. ①矿… II. ①胡… ②郭… III. ①矿山开采—高等学校—教材 IV. ①TD8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 200156 号

出 版 人 谭学余

地 址 北京北河沿大街嵩祝院北巷 39 号,邮编 100009

电 话 (010)64027926 电子信箱 yjcbcs@cnmip.com.cn

责任编辑 杨秋奎 常国平 美术编辑 吕欣童 版式设计 孙跃红

责任校对 郑 娟 责任印制 张祺鑫

ISBN 978-7-5024-6371-7

冶金工业出版社出版发行;各地新华书店经销;北京慧美印刷有限公司印刷

2013 年 9 月第 1 版,2013 年 9 月第 1 次印刷

169mm×239mm; 11 印张; 216 千字; 166 页

28.00 元

冶金工业出版社投稿电话:(010)64027932 投稿邮箱:tougao@cnmip.com.cn

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64027893

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

(本书如有印装质量问题,本社发行部负责退换)

前 言

采矿工业作为国民经济基础产业在工业建设与发展过程中占有重要地位。随着矿产资源的不断开发，浅部易采资源量不断减少，地下矿山开采的比重逐渐增加。同时，随着采矿工业的迅速发展，地下矿山的技术水平、开采设备的自动化程度、地下开采的工艺技术等都有很大的提高。如何安全、高效地开采地下矿产资源，在很大程度上取决于矿山设计的质量。地下矿山设计涉及多学科，是以采矿专业为主体，辅以其他相关专业知识，对地下矿床开采进行复杂、系统、综合地规划与设计。

为适应采矿专业教学工作的发展以及矿山企业和设计单位的需要，在内部自编教材的基础上，结合编者多年来的采矿设计、教学及科研经历，并结合现行规范、规定、风险评价技术等形成《矿山企业设计原理与技术》一书。

本书在编写过程中力求内容系统全面、主次得当，为读者分析、解决地下开采设计中的问题提供基础性设计知识，让读者熟悉采矿设计中的主要着力点及设计程序，掌握采矿设计的阶段划分、设计要点及设计文件的编写内容。本书共分为十章，主要内容包括矿山企业设计程序及基础资料、矿山企业生产能力和服务年限、矿山企业设计经济评价方法、矿床开采工业指标、采矿方法选择、矿床开拓方案选择、矿床开采进度计划、矿山总平面布置、矿山地面运输、矿山企业设计

总概算编制。

本书内容系统全面，科学性、实用性、学习性强，可作为高等院校采矿专业的学习教材，也可作为采矿设计人员、矿山技术管理人员的学习参考书。

本书由胡杏保、郭进平编著；贺汇文、程平、孙锋刚分别参与了第1章、第2章、第4章的编写。

在编写过程中，刘力教授为书稿的编写工作提出了宝贵意见和建议；潘健、李峰、陈雨波、阮阳等同志在文字编排、图表校核等方面做了许多工作，并提出宝贵的意见和建议，在此表示衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中不足之处，敬请读者批评指正。

作 者

2013年6月于西安

目 录

0 绪 论	1
0.1 矿山设计	1
0.2 矿山企业的性质和采矿工业的特点	2
0.3 矿山企业的设计任务	3
0.4 矿山设计工作的发展概况和存在的问题	4
0.5 矿山企业设计程序	5
1 矿山企业设计程序及基础资料	7
1.1 概述	7
1.2 设计前的准备工作	8
1.3 可行性研究	9
1.3.1 可行性研究及其任务与要求	9
1.3.2 可行性研究的内容	10
1.4 设计委托书	10
1.5 初步设计	11
1.5.1 初步设计及其设计依据	11
1.5.2 初步设计的任务	12
1.5.3 初步设计的内容和深度要求	12
1.5.4 地下开采初步设计	12
1.6 施工图设计	22
1.6.1 编制施工图的条件	22
1.6.2 施工图设计的主要任务	22
1.6.3 编制施工图的注意事项	23
1.7 设计基础资料	23
1.7.1 地质勘探报告	23
1.7.2 技术经济资料	24
1.7.3 气象、工程地质资料	24
1.7.4 有关的协议	25

1.8 矿床勘探程度和储量级别	25
1.8.1 矿床勘探程度	25
1.8.2 矿石储量和储量级别	27
习 题	31
2 矿山企业生产能力和服务年限	32
2.1 概述	32
2.1.1 矿山企业生产能力的概念	32
2.1.2 确定矿山企业生产能力的重要意义	32
2.2 确定矿山企业生产能力的依据	32
2.3 矿山企业生产能力确定方法	34
2.3.1 根据国家所需的产品产量（精矿量或金属量） 计算矿山年生产能力	34
2.3.2 根据矿床开采技术可能性计算矿山年生产能力	35
2.3.3 按及时准备新阶段验证矿山年生产能力	40
2.3.4 按经济合理服务年限验证矿山年生产能力	41
2.4 矿山企业生产能力确定方法的评述	44
习 题	50
3 矿山企业设计经济评价方法	51
3.1 资金的时间价值	51
3.1.1 利息问题	51
3.1.2 利息计算方法	51
3.2 经济效果的评价指标	54
3.3 经济效果的评价方法	56
3.3.1 静态法	56
3.3.2 动态法	57
3.4 财务收支平衡表	62
3.4.1 平衡表的组成	62
3.4.2 平衡表的内容和作用	63
3.4.3 平衡表的编制和计算方法	63
3.5 矿业风险投资	68
3.5.1 盈亏平衡点分析	68
3.5.2 敏感性分析	72
3.5.3 概率分析	72

3.5.4 不确定性比较	74
习 题	75
4 矿床开采工业指标	76
4.1 概况	76
4.1.1 矿床开采工业指标的意义	76
4.1.2 影响确定矿床开采工业指标的因素	76
4.1.3 矿床开采工业指标的内容	77
4.2 制订矿床开采工业指标的原则和所需基础资料	78
4.2.1 制订工业指标的原则	78
4.2.2 矿体的重新圈定	78
4.2.3 制订工业指标所需的基础资料	79
4.3 矿石工业指标制订方法	79
4.3.1 边界品位和最低工业品位的确定	79
4.3.2 矿体最低可采厚度和夹石剔除厚度的确定	85
4.3.3 最低工业米百分值	85
习 题	86
5 采矿方法选择	87
5.1 正确选择采矿方法的意义和要求	87
5.2 影响采矿方法选择的因素	88
5.2.1 固定因素	88
5.2.2 可变因素	89
5.3 采矿方法选择的步骤与方法	90
5.4 采矿方法的经济比较与评价	91
5.4.1 产品成本和盈利指标	92
5.4.2 工业储量的开采损失指标	95
5.4.3 劳动生产率指标	95
5.4.4 建筑基建费用指标	96
5.4.5 采矿方法比较实例	96
习 题	97
6 矿床开拓方案的选择	98
6.1 概述	98
6.1.1 开拓方案选择的要求	98

6.1.2 选择开拓方案时应考虑的因素	98
6.1.3 开拓方案选择的步骤	99
6.2 开拓方案的经济比较	100
6.2.1 基建投资	100
6.2.2 年经营费用	102
6.2.3 留保安矿柱的经济损失和副产矿石的回收	104
6.3 开拓方案技术经济比较的综合评价方法	106
6.4 开拓方案比较实例	107
习 题	111
7 矿床开采进度计划	112
7.1 概述	112
7.2 基建进度计划的编制	112
7.2.1 编制基建进度计划的目的	112
7.2.2 编制基建进度计划所需的基础资料	113
7.2.3 三级矿量、基建工程量和投产标准	113
7.2.4 编制基建进度计划应注意事项	118
7.2.5 编制基建进度计划的方法	118
7.2.6 编制进度计划考虑的方法	118
7.3 采掘进度计划的编制	121
7.3.1 编制采掘进度计划的目的	121
7.3.2 编制采掘进度计划所需的基础资料	121
7.3.3 编制采掘进度计划的原则	121
习 题	123
8 矿山总平面布置	124
8.1 概述	124
8.1.1 总平面布置的任务和设计内容	124
8.1.2 总平面布置的组成	125
8.1.3 总平面布置的基本原则	125
8.2 采矿、选矿工业场地	126
8.2.1 采矿工业场地的选择	126
8.2.2 选矿工业场地的选择	127
8.2.3 采矿工业场地主要建筑物、构筑物的配置	127
8.2.4 爆破器材库位置的选择	132

8.3 住宅区位置的选择	132
8.4 工业场地竖向布置	133
8.4.1 竖向布置的原则要求	133
8.4.2 竖向布置的形式	134
8.4.3 竖向布置的选择	135
8.5 管线的综合布置	136
8.5.1 管线综合布置原则	136
8.5.2 地下管线最小埋设深度	137
8.5.3 地上和架空管线敷设原则	137
8.5.4 管道与建(构)筑物之间最小水平距离	137
8.6 总平面布置方案比较	138
习 题	140
9 矿山地面运输	141
9.1 概述	141
9.2 运输方式的选择	141
9.2.1 内部运输方式的选择	141
9.2.2 外部运输方式的选择	142
9.3 铁路运输与索道运输	143
9.3.1 铁路运输	143
9.3.2 索道运输	144
9.4 公路运输	144
9.4.1 确定公路运输主要运输参数	145
9.4.2 定线	147
9.4.3 选择汽车类型	148
9.4.4 计算汽车数量	149
9.5 土方工程计算	150
9.5.1 方格网计算法	150
9.5.2 横断面计算法	154
9.5.3 设计标高的确定	155
习 题	157
10 矿山企业设计总概算的编制	158
10.1 编制概算的目的与原则要求	158
10.2 总概算的组成	158

10.2.1	工程项目划分	158
10.2.2	初步设计总概算的组成	159
10.2.3	总概算的费用项目	159
10.2.4	概算全部建设费用的分类	160
10.3	编制概算的依据和方法	160
10.3.1	编制概算的依据	160
10.3.2	概算编制的方法	161
10.3.3	编制总概算书的内容	164
参考文献		166

0 绪 论

矿山企业设计原理与技术是采矿专业的一门主要专业课程，是在学完了金属矿床地下开采和其他相关的技术基础课（包括矿产地质基础、矿山地质、矿山测量等课程）与专业课（如井巷工程、爆破工程、矿井通风与安全、岩石力学、矿山系统工程、矿山企业管理、矿山技术经济等课程）的基础上开设的，运用本课程的理论知识和技术经济分析、优化设计等方法可以解决矿山企业设计中的重要技术决定、矿床开采的合理方案和企业的技术经济评价，培养学生分析问题和解决技术问题的能力，为今后走上工作岗位，从事矿山的生产、设计、科研工作奠定基础。

本课程的内容大致可以分为如下几个部分：

（1）介绍矿山企业设计编制程序、内容和方法。

（2）论述矿山企业设计经济评价方法。

（3）述说矿床开采的主要技术决定，如矿山企业年生产能力、开拓方案、采矿方法选择的决策方法。

（4）阐明矿山基建进度计划、总平面布置和概（预）算编制的原则与方法。

通过以上内容的教学，使学生对矿山的设计、建设和生产有一个较为全面的了解，学习技术经济问题评价方法及其在方案选择中的应用，从而为合理、正确地进行采矿工业设计提供必要的基础知识。

0.1 矿 山 设 计

设计是把一种计划、规划、设想通过视觉的形式传达出来的活动过程。人类通过劳动改造世界，创造文明，创造物质财富和精神财富，而最基础、最主要的创造活动是造物。设计便是对造物活动进行预先的计划，可以把任何造物活动的计划技术和计划过程理解为设计。

矿山设计是矿产资源开发中的一个阶段，也是矿山建设的一个重要环节。它是在取得地质勘查成果的基础上，为矿山建设和生产而进行的全面规划工作，旨在根据矿床赋存状况和技术经济条件，选择技术可行、经济合理的矿产资源开发方案。

矿山设计的主要内容是：确定矿山生产规模、服务年限、工艺流程、产品方

案等,并对矿床开拓方案、采矿方法、矿石洗选加工工艺、主要矿山设备、地面及地下工程布置、动力供应、给排水和施工组织等方面选择合理方案;核算建设投资、编制单项工程设计和施工图等。

根据资料的完备程度和设计程序,矿山设计一般分为设计任务书、初步设计、技术设计和施工图四个阶段。为加速矿山建设,尤其是中小型矿山,可将初步设计和技术设计两个阶段合并一起完成。矿山设计质量的优劣,对矿山建设和实现均衡性生产以及投产后的效益、开采成本等有重大影响。

0.2 矿山企业的性质和采矿工业的特点

采矿专业的学生将来主要从事采矿专业或者与采矿专业相关的工作,包括矿山企业管理,矿山的建设、生产、科学研究、设计、咨询等工作,为了理论联系实际,必须对矿山企业的性质和采矿工业的特点有所了解。

矿山企业是以开采有用矿物为目的的工业企业,是生产或经营的独立单位,根据生产的性质和规模的不同,可以分为两种类型:

(1) 单一企业。矿山仅是生产商品矿石的独立经营单位,如铁矿、煤矿、建材类矿山。这种企业的产品直接就是铁矿石、煤、云母、石棉、大理石等,企业以矿石直接出售给用户,并借以维持矿山企业的简单再生产和扩大再生产。

(2) 联合企业。矿山是联合企业(公司或矿山局、矿务局)的一个组成部分。所谓联合企业可以包括一个矿山或者几个矿山、选矿厂、冶炼厂在内的企业集团。联合企业生产的最终产品可以是精矿(采选联合企业)、金属(采选冶联合企业)。例如,中条山有色金属公司、首都钢铁公司、鞍山钢铁公司等均为采选冶联合的集团型公司,下属包括矿山、选矿厂、冶炼厂等,形成最终的金属产品或者金属制品;马钢矿山公司是含有南山铁矿、姑山铁矿、桃冲铁矿、罗河铁矿等矿山以及选矿厂在内的矿山公司,属于采选联合企业,其生产的铁精矿供给马鞍山钢铁公司进行冶炼加工。

本课程中的矿山企业设计一般是指单独的矿山或联合企业的矿山部分(采矿部分)的设计。矿山企业的设计与一般工业企业的设计有所不同,由于矿山企业受矿床自然条件(如地理条件、地质条件、技术经济条件、运输条件等)的限制,内部和外部影响因素多、变化大,因此,除了一般工业企业应考虑的问题外,还应着重考虑以下特点:

(1) 采矿工业是采掘原料的工业,也就是说这种工业生产不需要原料。其生产费用开支主要是工资、动力、辅助材料(炸药、雷管、钎钢、硬质合金、导爆索和支护材料)和巷道、机械设备、建筑物、构筑物的投资费用和维修费。而加工工业的原料费却占生产费用的很大一部分。机械制造工业的原料主要是钢铁

和有色金属,而这种原材料在工厂产品的成本中占相当比重。因此,在加工工业中降低成本的关键之一在于节约原材料。而在采矿工业中降低成本的重要途径,则在于优化采掘系统、提高采矿效率、节省辅助材料、提高劳动生产率、降低基建投资。

(2) 矿山企业的基建工程量大、建设周期长。矿山除了和一般工业一样需要建设厂房、安装机械设备外,由于工作对象是埋藏在地下的矿床,开采这些矿床更重要的是需要开凿一系列井巷工程。一个中型矿山开凿的井巷工程量达5~10万立方米。开采一亿吨矿石需要掘进数百万米巷道工程。基建工程量大,决定了建设周期长。建设一座高炉一般只需3~5个月,建设一个钢厂或机械厂需2~3年时间。而建设一个中、小型矿山却要1~4年;大型矿山要3~5年,甚至更长(尤其对于富水矿床的开采建设)。

(3) 矿山生产采掘量大、工艺复杂、生产效率不高。矿山生产采掘量大,如生产1t钢铁需要矿山提供3~4t铁矿石,冶炼1t铜需要采掘几十吨甚至上百吨的铜矿石。而金属矿石大多数是很坚硬的,必须经过凿岩、爆破、装运、提升等一系列工艺和环节把矿石运到地面,才能加工成精矿或入炉冶炼。而这些工艺的机械化程度相对较低、劳动强度大、环节多,并容易发生生产或者安全故障,因而生产效率低。

(4) 矿山生产的主要作业在井下进行,作业地点分散,工作面随着作业的进行不断变化和移动,使劳动组织和生产管理复杂化。

(5) 矿山企业的建设地点是由矿床埋藏的位置所决定,即矿山必须接近矿床。因此,矿山企业工业场地的选择与确定往往受地表地形条件的限制。而且由于矿山地处山区、环境艰苦、劳动条件差、就业面窄。因此,职工队伍的稳定和思想教育、业务学习必须予以重视。

鉴于上述特点,在矿山企业的设计工作中必须重视矿山的基本建设,适当增加矿山的投资,合理确定矿山规模,注意新技术、新工艺的引进,提高机械化作业水平,开展职工的技术培训,改善职工生活和福利设施,使矿山设计建立在先进、稳妥、安全、可靠的基础上,促进矿山企业社会效益和经济效益的不断提高。

0.3 矿山企业的设计任务

矿山企业设计的任务在于合理解决矿床开采的主要技术决定和方案的选择,使得矿床开采在经济利用方面是有效的,矿石资源得到最大回收,获得良好的社会效益和企业经济效益,在技术上是先进合理的,在生产及安全上是安全可靠的。

建设一个矿山企业需要大量的投资,如建设一个年产 10 万吨矿石的小型地下矿山,通常需投入 2000 ~ 4000 万元,建设一个大型地下矿山则需要数亿元投资。设计的优劣直接影响到矿山企业的投入及运营成本。矿山的服务年限往往长达几十年之久,既涉及建设时期的基建费,又涉及生产时期的经营费,而矿石的成本是基建费用和经营费用摊销额的总和,设计质量的好坏最终反映在生产矿石的质量、数量和生产费用上。由此可见,做好矿山的设计工作对发展采矿工业具有重要意义。

0.4 矿山设计工作的发展概况和存在的问题

新中国成立前,采矿工业十分落后,手工作业,人力搬运,采矿方法不正规,“老鼠打洞”式地见矿就挖,根本谈不上有什么设计。因此,矿山设计工作基本上处于空白状态。新中国成立以来,党和政府非常重视原料生产,采掘工业有了很大的发展。矿山设计机构从无到有地开始建立。第一个五年计划期间,在北京、长沙、鞍山等地组建了黑色矿山设计院和有色冶金设计院,担负全国冶金矿山的设计任务。20 世纪 60 年代末和 70 年代初,各省、自治区相继成立了地方性矿山设计部门。到目前为止,包括央企矿山设计企业、各省矿山设计企业、联合企业内部设计院、高校矿山设计院、民营设计企业(含股份制)等已经达到近 200 家,在全国范围内已形成一支雄厚的矿山设计队伍。通过多年的实践和提高,他们不仅能独立自主地进行多种类型的露天矿和地下矿的设计,而且还能完成比较复杂的大型矿山工程设计,有的还承担了国外设计任务。自 70 年代起,相关设计单位打破了以往单纯做设计的局面,走设计与研究、设计与工程总承包相结合的道路,成为设计研究院有限公司,紧密结合采矿工程项目,实现院内与院外相结合、设计与科研、设计与教学单位相结合、设计兼工程的形式,并协同研究、联合攻关,使设计工作直接为矿山生产建设服务,促进矿山技术的进步以及设计质量和经济效益的提高。

随着新技术应用的发展,从 20 世纪 70 年代末开始,各设计研究单位开始注意计算机与系统集成应用技术的使用,在地质统计学、三维可视化矿山建设、露天矿境界圈定、采掘进度计划编制、生产能力确定、通风网路模拟及风路控制、开拓运输和采矿方法优化、矿山数字化、矿山系统调度、矿山通信与人员定位、矿山地压与变形监测等方面取得了不少成果,促进了矿山企业的技术进步。

岩石力学在采矿设计中作用已引起各设计院的注意,把岩石力学的研究成果用于采矿设计中解决工程技术问题,已进行了有益的探索。

然而,在我国矿山设计工作取得很大成就的同时,当前仍存在以下问题。

(1) 金属矿山建设周期长, 达到设计生产能力的比例低。我国地下矿山建设周期长已成为矿山发展的严重障碍。据统计, 我国大型露天矿的百万吨规模平均建设周期为 0.848 年, 而国外露天矿百万吨规模平均建设周期为 0.225 年。我国大型地下矿百万吨规模平均建设周期为 5.45 年, 而国外仅为 1.15 年, 相差 4~5 倍。

目前, 我国金属矿山系统共有黑色、有色矿数千座。截止 2012 年年底, 国内铁矿石产量超过了 8 亿吨。根据对国内重点地下铁矿山的统计, 矿山设计生产能力已经达到 2 亿多吨, 而实际生产矿量仅为设计生产能力的 50% 左右。

由此可见, 地下矿山的建设周期长, 达到设计生产能力的比例低, 已成为地下矿山可持续发展的重要影响因素, 应引起业内人员有关部门的高度重视。

(2) 易采、易选和接近地表的矿床已将开采殆尽, 部分老矿山因矿产资源枯竭或因矿石难采、难选, 出现产量衰减现象。我国黑色和有色冶金矿山有相当数量是在 20 世纪 50~60 年代建成投产, 资源条件比较好。经过几十年的生产, 由于后备矿石储量不足, 矿山产量出现了衰减。目前, 我国重点铁矿和地方骨干矿山已有 33 座处于产量衰减期。铁矿山的年衰减量达 2300 万吨, 相当于每年有 23 座年产 100 万吨的铁矿山消失。有色金属矿山也有类似情况, 如东北的华铜、石嘴子铜矿、桓成铅锌矿、河北的寿王坟、山西中条山胡家峪铜矿、甘肃的白银露天铜矿, 生产能力已消失。

(3) 劳动生产率低、矿石损失、贫化高。我国冶金矿山的劳动生产率和矿石的损失、贫化指标, 与国外采矿工业发达的国家相比存在着较大的差距。国外地下金属矿山劳动生产率一般水平为 $3000\text{t}/(\text{人}\cdot\text{年})$, 先进水平为 $12000\text{t}/(\text{人}\cdot\text{年})$; 而国内一般水平为 $600\sim 1200\text{t}/(\text{人}\cdot\text{年})$, 与国外相差 2~5 倍。在矿石的开采损失率和贫化率指标方面, 国内也比国外高。我国地下金属矿山矿石损失率一般在 15%~25%, 有的高达 40%~60% (尤其是空场法开采); 贫化率一般也在 20%~25%。国外就使用损失、贫化率较高的无底柱分段崩落法矿山而言, 其损失率在 10%~15% 以下, 而贫化率一般不超过 20%。

上述问题的改善和解决, 在某种程度上应在矿山设计中优先考虑, 采取适当的措施, 贯彻到矿山建设和生产中去, 加强管理, 使我国矿山设计工作提高到一个新的水平。

0.5 矿山企业设计程序

矿山企业设计尽管需要编写很多章节及多专业的配合, 但作为设计首先要解决着手点问题, 很多人在开展设计时往往不知道从何处着手, 因此, 首先需要掌

握矿山设计的一般流程:

地质资料(关键点)→整理出影响采矿方法的因素→开采条件分类→各类型条件采矿方法确定→生产能力论证确定→开拓系统选择确定→辅助系统配套→确定基建工程量→确定施工关键路→安排基建进度计划→概算及技经→提炼形成总论→正式绘制图纸、编写设计报告