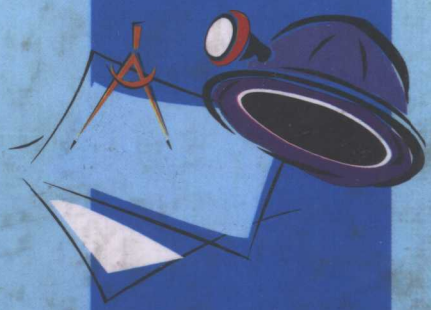
赛云秀　编著



现代矿山井巷施工技术

MODERN TECHNOLOGY OF UNDERGROUND MINE CONSTRUCTION

陕西科学技术出版社

现代矿山井巷施工技术

Modern Technology of Underground Mine Construction

赛云秀 编著
by Sai Yunxiu

陕西科学技术出版社
The Press of Shaanxi Science and Technology

内 容 简 介

本书全面介绍了平巷、斜井、立井的普通施工技术。作者结合了近年来的科研成果和现场施工的成功经验，以基岩部分施工为核心，系统地针对施工方法、施工工艺、设备配套、施工管理等方面进行编写。全书对平巷、斜井、立井的基本施工过程、机械化施工设备配套和斜井、立井的延深施工做了具体的介绍和分析，对大断面巷道、大倾角斜井、深立井的施工等难点问题做了较为深入地分析和探讨。本书内容详实，结构合理，文图并茂，重点突出，理论与实践相结合，实用性强。

本书可供煤炭、冶金、化工、建材等各类矿山的生产、设计、施工等部门从事工程建设的有关技术人员、管理干部和高等院校相关专业的师生参考之用。也可供铁路、公路、水电、国防等部门的有关技术人员参考。

图书在版编目（CIP）数据

现代矿山井巷施工技术/赛云秀编著．—西安：陕西科学技术出版社，2000.11
ISBN 7-5369-3245-6

Ⅰ.现… Ⅱ.赛… Ⅲ.井巷工程-工程施工-施工技术 Ⅳ.TD26

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 50899 号

陕西科学技术出版社出版发行
（西安北大街 131 号）
西安建筑科技大学印刷厂印刷
787 毫米×1092 毫米 16 开本 17 印张 41.2 万字
2000 年 10 月第 1 版 2000 年 10 月第 1 次印刷
印数：1—1,800
定价：36.00 元

序

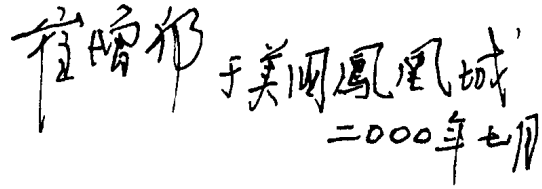
井巷工程是矿山建设的主体，是控制矿山建设项目工期和投资效益的关键。不断改进和提高矿山地下工程建设的技术水平，是从事该行业工作的科技人员努力追求的目标。

半个世纪以来，我国地下矿山建设取得了举世瞩目的成就。在设计、施工技术、装备水平及组织与管理诸多方面都有显著的创新与发展。大量的科研成果和工程实践丰富了本学科的内容，使地下矿山建设工程成为一门兼有采矿工程和土木工程的新兴学科。我们已掌握了各种不同地质条件下矿山建设的技术和经验，可以独立自主地满足国内各类建设项目的需要，也具备了参与国际竞争的能力。我国在国际地下矿山建设领域已占有重要一席。

地下工程已成为当今城市建设、交通运输建设项目不可或缺的组成部分。地下工程建设技术在公路、铁路、水电建设以及城市地下铁路、输水工程、排污工程中的应用日益增多，为该项技术的发展提供了广阔的前景。

科技著作是国家昌盛、科技进步的标志。50 年前，我国还没有一部地下矿山建设工程的专著。50 年代我国出版了第一部有关这方面的译著——苏联学者著的《井巷工程》。对照作者今日提供的这部新作，展示在我们面前的是我国矿山建设技术的成果和结晶。本书作者较全面系统地介绍了平巷、斜井、立井的施工技术，结合近年来科研成果的实践体会，提出了自己的见解。分析了我国矿山建设技术的现状和面临的问题，探讨了我国矿山建设工程的发展前景。本书对 21 世纪我国地下矿山施工技术的提高和发展将会起到积极的推动作用。

40 多年的矿山建设实践，使我和这个专业结下了不解之缘。我虽移居海外，新书出版邀我作序，我欣然答应。特别因为本书作者是一位成长在黄土高原的青年学者，他以我国西部人特有的坚强毅力和执著的科学精神进行理论研究，积极投身现场实践，积累了丰富的知识，并不断探索求新。从他们身上，我们看到了中国建井界新一代的成长和希望。愿西部开发带来西部人才大繁荣，愿读者喜欢这本书，也希望给作者提出宝贵意见。



前　言

自50年代以来，我国的煤炭工业和其他工业一样，发展突飞猛进，取得了巨大的成就。我国井巷施工总体水平，特别是立井、斜井的施工已进入世界先进行列，但长期以来，全国井巷施工平均速度一直徘徊在月进50～60m，增长速度缓慢。

及时总结我国在井巷施工中取得的成就，从理论上对井巷施工技术进行分析、研究和完善，探索井巷施工的新技术、新工艺，以期提高我国井巷施工的技术水平，是编写本书的目的之一。

目前，在施工设备选型时，往往凭借过去的经验，但仅凭经验是不够的。在缺乏科学依据的情况下，配套设备型号过小，则能力低，施工速度难以保证；反之，配套设备型号过大，则要增加设备费投入。盲目配套也易造成机械化作业线中某单个设备能力的浪费。为此，本书在借鉴和总结已有经验的基础上，进行了理论分析和必要的计算，为平巷、斜井和立井施工提供了具体的机械化配套方案，供现场施工时参考。这是编写本书的目的之二。

对于众多的矿山建设工程，由于开采条件复杂多变，有不同的施工方案、不同的工艺过程，且机械化配套各异。现场工程技术人员难以遍历。为此，作者注意调研、收集井巷施工的例子，经过筛选，书中相关章节列举了部分施工实例，供大家了解其施工过程。施工条件相似时，可借鉴、参考。这是编写本书的目的之三。

多年来，建井界的专家、教授和有关部门出版了大量的矿山建设方面的书籍，但多为立井、平巷和特殊施工等方面的，全面、系统地针对斜井施工方法、工艺、设备和科研成果进行编写的专著很少。开发西部，斜井施工将成为热门话题。同时，斜井施工方法、工艺、设备配套方案、施工管理经验等可在平巷施工中采用或借鉴。为此，本书对斜井施工给予了较多的关注。这是编写本书的目的之四。

在本书编写过程中，承蒙刘其兴教授提供了大量宝贵的资料，给予了具体地指导；路庆忠教授审阅了原稿，给予了作者很大的帮助；原中国煤矿建设开发总公司总工程师崔增祁教授级高工为本书做了序；煤炭科学研究总院北京建井研究所所长李俊良教授级高工、原中煤第三建设公司总经理周永忠高级工程师也为本书的编写提供了资料。在此一并致以衷心的感谢。

由于作者水平所限，书中错漏难免，敬请读者不吝指正。

作　者

2000年6月

PREFACE

The coal industry in China, like other industries, has developed rapidly and obtained great achievements in the past fifty years. Mine construction technology in China ,. specially in shaft sinking and slope driving has steped into the advanced circle of the world. But for a long time the average monthly advance rates of different types of mine workings is rather low, only 50～60 meters per month.

The first purpose of writting the book is summarizing the achivements obtained in the construction of underground coal mine workings timely , analyzing and researching construction technology of mine workings, exploring new technology and new art and attempting to improve the total level of underground mine construction in China.

Experience is often used to choose construction equipment at present , but choosing equipment only on experience is unscientific. Favorite construction speed is difficult to reach , if choosen equipment's capability is too little and on the contrary, capability maybe wasted partly, also increase project investment. On the basis of the theoretical analysis and necessary calculate, the book provides some alternative arrangments of mechanized set of mine workings construction. This is the second purpose of writting the book.

Underground mining condition becomes more and more complicated, different arrangements must be employed to satisfy variety of construction condition , technical personnel and Engineer in—situ is really difficult to attend each type of engineering . For this , the author has investigated , recorded , sieved examples in mine workings construction for many years. The construction process of some typical examples are shown for reader's reference in their deciding construction scheme. This is the third purpose of writting the book.

Experts and professors in the field of underground mine construction has published great number of books , but most of them are about of shaft sinking and tunnel driving. Books specially discussed slope's driving method , driving art , driving equipment and research achivements of slope systematically and overall are scarcely today. China's development of its westen region, slope driving is becoming hot point , based on this recognization, the author put more attention to slope construction. This is the fourth purpose of writting the book.

Combining with research achivements and succesful practice of mine workings resently, the book discusses conventional construction technology of underground mine workings overall, covers the aspects of base rock section's construction method , operation art, equipment set and construction management from tunnel , slope to shaft . The book also deeply discusses some difficult construction point , such as large cross section tunnel, large dip angle

slope and deep vertical shaft.

The book is written for the technical personnel and managing cadres engaged in construction and designing in kinds of mines, such as coal, metallurgy, chemical , building material, and in the field of railway, highway, hydroelectric, etc, and also for teachers and students concerned in colleges and universities.

Many people helped me during preparation of the manuscript. I wish to thank particularly professor Liu Qixing , who supplied me with some useful reference materials; professor Lu Qingzhong , who went over my manuscript with carefullness; professor Li Junliang , president of mine construction branch of central coal mining reserach institute and senior engineer Zhou Yongzhong , manager of the third coal construction company of China , both of them provided many Engineering examples and source material ; professor Cui Zengqi , chief Engineer of China Coal construction development corporation, who wrote foreword for the book from his busy life.

Finally , I wish to thank chief Engineers from many mining administrations and my colleague in Xi'an university of Science and technology for their encouragement and assistance.

Beacuse of knowledge limitation , defects and errors are inevitable , all criticism is welcome.

Author

20th. June. 2000

目 录

第1篇 巷道施工

第1章 巷道施工的基本过程

1.1 概 述 …… (1)
1.2 凿岩爆破 …… (2)
1.2.1 钻眼机具 …… (3)
1.2.2 爆破器材 …… (6)
1.2.3 爆破技术 …… (8)
1.3 装岩与运输 …… (16)
1.3.1 装 载 …… (16)
1.3.2 运 输 …… (23)
1.4 支 护 …… (29)
1.4.1 锚喷支护 …… (30)
1.4.2 U型钢支架 …… (39)
1.4.3 砼大弧板支护 …… (39)
1.4.4 联合支护 …… (40)

第2章 平巷施工机械化配套

2.1 概 述 …… (41)
2.2 岩巷施工机械化作业线 …… (43)
2.2.1 以耙斗装岩机为主的机械化作业线 …… (43)
2.2.2 以侧卸式装岩机为主的机械化作业线 …… (46)
2.3 岩巷施工综合机械化作业线 …… (48)
2.3.1 岩巷全断面掘进机 …… (48)
2.3.2 岩巷全断面掘进机作业线 …… (50)
2.3.3 岩巷全断面掘进机的应用前景 …… (51)
2.4 部分断面掘进机械化作业线 …… (51)
2.4.1 煤巷部分断面掘进机 …… (52)
2.4.2 掘进综合机械化配套 …… (54)
2.4.3 综合机械化快速施工的技术保证和组织管理 …… (58)
2.5 岩巷施工技术展望 …… (59)
2.5.1 历史与回顾 …… (59)

2.5.2 发展与展望 …… (61)
第3章 大断面巷道施工
3.1 概 述 …… (63)
3.2 施工方案 …… (64)
3.2.1 全断面施工法 …… (64)
3.2.2 超前导硐施工法 …… (65)
3.2.3 台阶施工法 …… (65)
3.3 施工技术与工艺 …… (67)
3.3.1 爆破与通风 …… (67)
3.3.2 装岩与运输 …… (68)
3.3.3 支 护 …… (69)
3.3.4 机组掘进 …… (70)
3.3.5 实 例 …… (70)

第2篇 斜井施工

第4章 斜井基岩施工的基本过程
4.1 斜井开拓与施工 …… (72)
4.1.1 斜井开拓方式 …… (72)
4.1.2 斜井施工特点 …… (73)
4.2 凿岩爆破 …… (74)
4.2.1 多台风钻打眼 …… (74)
4.2.2 中深孔光面爆破 …… (74)
4.2.3 抛碴爆破 …… (77)
4.3 装 岩 …… (78)
4.3.1 耙斗装岩机在斜井施工中的应用 …… (78)
4.3.2 其它类型斜井装岩机简介 …… (81)
4.4 提升及排矸 …… (85)
4.4.1 箕斗提升排矸 …… (85)
4.4.2 矸石仓 …… (87)
4.4.3 地面排矸系统 …… (88)
4.5 支 护 …… (89)
4.5.1 料石砌碹 …… (89)
4.5.2 现浇砼支护 …… (89)
4.5.3 锚喷支护 …… (90)
4.5.4 喷射砼施工设备布置 …… (90)
4.5.5 管道输料喷射砼施工技术分析 …… (91)
4.6 施工组织与管理 …… (96)

4.6.1 施工准备 …… (96)
4.6.2 多工序平行交叉作业 …… (96)
4.6.3 正规循环作业 …… (98)
4.6.4 工种岗位责任制及综合工作队 …… (99)
4.6.5 微机管理 …… (100)
第5章 斜井施工机械化配套
5.1 斜井施工现状 …… (101)
5.2 装岩提升综合能力分析 …… (103)
5.2.1 装岩能力 …… (103)
5.2.2 提升能力 …… (104)
5.2.3 装岩提升综合排矸能力 …… (105)
5.2.4 装提参数对综合排矸能力的影响分析 …… (107)
5.3 斜井施工机械化配套分析 …… (109)
5.3.1 国外斜井快速施工机械配套 …… (109)
5.3.2 我国斜井掘进机械化配套 …… (109)
5.3.3 按月成井要求的机械化配套 …… (111)
5.3.4 大断面斜井施工 …… (111)
5.3.5 提高机械化作业线正规循环率措施 …… (115)
5.3.6 机械化作业线施工安全措施 …… (117)
5.4 斜井施工技术展望 …… (118)
5.4.1 机械化作业线的几点改进和设想 …… (118)
5.4.2 发展与展望 …… (118)
第6章 大倾角斜井施工
6.1 施工技术与工艺 …… (120)
6.2 施工实例 …… (122)
第7章 斜井延深
7.1 施工方案 …… (126)
7.2 保护设施 …… (126)
7.2.1 固定式保护设施 …… (126)
7.2.2 移动式保护设施 …… (127)
7.3 提升方式 …… (128)
7.3.1 利用生产绞车直接提升下山工作面矸石 …… (128)
7.3.2 利用延深绞车提升下山工作面矸石 …… (128)
7.3.3 利用延深绞车提升上山工作面矸石 …… (129)
7.3.4 混合法延深斜井的提升方式 …… (130)
7.4 延深实例 …… (130)

第3篇 立井施工

第8章 立井基岩施工的基本过程

8.1 概 述 …… (132)
8.2 钻眼爆破 …… (134)
8.2.1 钻眼机具 …… (134)
8.2.2 爆破器材 …… (136)
8.2.3 光面爆破 …… (139)
8.3 装 岩 …… (145)
8.3.1 长绳悬吊式抓岩机 …… (146)
8.3.2 环形轨道式抓岩机 …… (148)
8.3.3 中心回转式抓岩机 …… (149)
8.4 提升及排矸 …… (150)
8.4.1 提升方式 …… (150)
8.4.2 凿井提升机 …… (151)
8.4.3 提升容器 …… (154)
8.4.4 翻矸装置 …… (155)
8.4.5 储矸设施及排矸方式 …… (157)
8.5 凿井装备布置 …… (158)
8.5.1 凿井设备的布置原则 …… (158)
8.5.2 凿井设备的布置方法 …… (158)
8.5.3 凿井设备布置的步骤 …… (158)
8.5.4 井内凿井设备的布置 …… (159)
8.5.5 井口凿井装备的布置 …… (164)
8.6 支 护 …… (170)
8.6.1 临时支护 …… (170)
8.6.2 永久支护 …… (171)
8.7 施工作业方式 …… (179)
8.7.1 掘砌单行作业 …… (179)
8.7.2 掘砌平行作业 …… (181)
8.7.3 掘砌混合作业 …… (183)
8.7.4 掘、砌、安一次成井 …… (184)

第9章 立井施工机械化配套

9.1 概 述 …… (186)
9.2 装岩提升综合能力分析 …… (187)
9.2.1 机械化作业线设备能力的匹配 …… (187)
9.2.2 辅助作业设备配套 …… (193)
9.2.3 凿井设备与凿井方式及工艺的配套 …… (194)

9.3 常用机械化作业线及其配套设备 …… (195)
9.3.1 重型设备配套方案 …… (195)
9.3.2 轻型设备配套方案 …… (197)
9.3.3 半机械化作业线设备配套方案 …… (199)
9.4 国外凿井技术 …… (200)
9.4.1 立井施工工艺 …… (200)
9.4.2 井筒综合治水 …… (200)
9.4.3 施工准备 …… (200)
9.4.4 凿 岩 …… (201)
9.4.5 爆破与通风 …… (202)
9.4.6 出 矸 …… (202)
9.4.7 砌 壁 …… (203)
9.4.8 提升与吊挂 …… (204)
9.4.9 井架、通讯、信号与照明 …… (204)
9.4.10 其它施工方法 …… (205)
9.5 立井施工技术展望 …… (206)
9.5.1 历史与回顾 …… (206)
9.5.2 发展与展望 …… (208)
第 10 章 深立井施工
10.1 概 述 …… (211)
10.2 施工技术与工艺 …… (213)
10.2.1 施工作业方式 …… (213)
10.2.2 掘进技术与装备 …… (213)
10.2.3 砌壁工艺与装备 …… (214)
10.2.4 凿井装备悬吊技术 …… (215)
10.2.5 利用永久井塔开凿深立井井筒 …… (216)
10.2.6 其它有待解决的问题 …… (216)
第 11 章 立井延深
11.1 概 述 …… (217)
11.2 正井法延深立井 …… (219)
11.2.1 利用辅助水平延深 …… (219)
11.2.2 利用现有生产水平延深 …… (219)
11.3 反井法延深立井 …… (220)
11.3.1 普通反井法 …… (220)
11.4.2 吊罐反井法 …… (221)
11.3.3 钻进反井法 …… (225)
11.3.4 刷大与支护 …… (227)
11.4 延深保护设施 …… (230)
11.4.1 刚性人工保护盘 …… (230)

11.4.2 柔性人工保护盘 …… (231)
第 12 章 矿山建设工程的发展前景
12.1 我国煤矿建井技术的现状和面临的问题 …… (233)
12.1.1 我国煤矿建井技术的回顾 …… (233)
12.1.2 我国煤矿建井技术应认识的几个问题 …… (233)
12.1.3 面向 21 世纪我国煤矿建井技术的任务 …… (234)
12.2 矿山建设工程发展前景 …… (236)
12.2.1 拓宽业务 …… (236)
12.2.2 提高技术水平 …… (237)
12.2.3 改变设计、施工观念 …… (238)
12.2.4 加强技术基础研究 …… (238)
附录 A 建设 21 世纪现代化矿井的设想
A.1 建设 21 世纪现代化矿井的基本要求 …… (239)
A.2 建设 21 世纪现代化矿井管理要点和主要技术问题 …… (240)
附录 B 井巷施工 50 项经验索引
B.1 立井施工 20 项经验 …… (243)
B.2 岩巷施工 16 项经验 …… (244)
B.3 斜井施工 14 项经验 …… (245)
参考文献
后 记

CONTENTS

PART 1 TUNNEL CONSTRUCTION

Preface

Chapter 1 The Fundamental Process of Tunnelling

1.1 Introduction ····· (1)
1.2 Drilling and Blasting Technology ····· (2)
1.2.1 Rock Drills ····· (3)
1.2.2 Blasting Materials and Accessories ····· (6)
1.2.3 Blasting Technology ····· (8)
1.3 Mucking and Haulage ····· (16)
1.3.1 Loading ····· (16)
1.3.2 Haulage ····· (23)
1.4 Supporting ····· (29)
1.4.1 The Bolt-shotcrete Supporting ····· (30)
1.4.2 U-Shape Steel Supporting ····· (39)
1.4.3 Big Concrete-Arch-Plate Supporting ····· (39)
1.4.4 United Supporting ····· (40)

Chapter 2 Mechanized Set for Tunnelling

2.1 Introduction ····· (41)
2.2 Mechanized Operation Line for Tunnelling ····· (43)
2.2.1 Mechanized Set Main on Scraper Loader ····· (43)
2.2.2 Mechanized Set Main on Side Discharging Loader ····· (46)
2.3 Fully Mechanized Operation Line for Tunnelling ····· (48)
2.3.1 Whole Cross Section Driving Machine ····· (48)
2.3.2 Driving Machine Line ····· (50)
2.3.3 Application Prospects of Tunnel Cross Section Driving Machine ····· (51)
2.4 Partly Cross Section Mechanized Set ····· (51)
2.4.1 Coal Heading Partly Cross Section Driving Machine ····· (52)
2.4.2 Fully Mechanized Set ····· (54)
2.4.3 Technical Assurance and Management for Fully Mechanized Set ····· (58)
2.5 Technique Prospects for Tunnelling ····· (59)
2.5.1 History and Review ····· (59)
2.5.2 Development and Prospects ····· (61)

Chapter 3 Large Cross Section Tunnelling Construction

3.1 Introduction …… (63)
3.2 Construction Scheme …… (64)
3.2.1 Whole Cross Section Driving Method …… (64)
3.2.2 Advanced Pilot Tunnel Driving Method …… (65)
3.2.3 Slice Driving Method …… (65)
3.3 Construction Technology …… (67)
3.3.1 Blasting and Ventilation …… (67)
3.3.2 Mucking and Haulage …… (68)
3.3.3 Supporting …… (69)
3.3.4 Driving Machine Set …… (70)
3.3.5 Construction Example …… (70)

PART 2 SLOPE CONSTRUCTION

Chapter 4 The Fundamental Process of Bacement Rock of Slope

4.1 Slope Developing and construction …… (72)
4.1.1 Slope Developing Method …… (72)
4.1.2 Characteristics of Slope Construction …… (73)
4.2 Drilling and Blasting Technology …… (74)
4.2.1 Multi-Jackleg Drilling …… (74)
4.2.2 Middle Deep-Hole Smooth Blasting …… (74)
4.2.3 Pin-point Blasting …… (77)
4.3 Mucking …… (78)
4.3.1 Application of Scraper Loader …… (78)
4.3.2 Introduction of Other Mucking Machine …… (81)
4.4 Hoisting and Waste Disposed …… (85)
4.4.1 Skip Hoisting …… (85)
4.4.2 Waste Bunker …… (87)
4.4.3 Ground Waste Disposal System …… (88)
4.5 Supporting …… (89)
4.5.1 Stone Block Supporting …… (89)
4.5.2 Cast-in-Situ Concrete Supporting …… (89)
4.5.3 The Bolt-shotcrete Supporting …… (90)
4.5.4 Arrangement of Schotcrete Equipment …… (90)
4.5.5 Technique Analysis of Shotcrete Material Delivering Pipe …… (91)
4.6 Construction Organization and Management …… (96)
4.6.1 Preparation for Construction …… (96)
4.6.2 Multi-Operation Simultaneously …… (96)

4.6.3 Regular Work Cycle ····· (98)
4.6.4 System of Personal Responsibility and Combination Working Team ····· (99)
4.6.5 Computer in Management ····· (100)
Chapter 5 Mechanized Set for Slope Construction
5.1 Present Situation of Slope Contruction ····· (101)
5.2 Comphensive Analysis of Mucking and Hoisting ····· (103)
5.2.1 Mucking Capability ····· (103)
5.2.2 Hoisting Capability ····· (104)
5.2.3 Mucking and Hoisting Combination Capability on Waste Disposal ····· (105)
5.2.4 Influence on Combination Waste Disposal Capability by Loading and Hoisting Parameter ····· (107)
5.3 Analysis of Mechanized Set for Slope Contruction ····· (109)
5.3.1 Mechanized Set for Slope Rapid Contruction Aboard ····· (109)
5.3.2 Mechanized Set for Slope Contruction at Home ····· (109)
5.3.3 Mechanized Set for Slope Contruction based on the Requirement of Per-month Speeding ····· (111)
5.3.4 Large Cross Section Slope Contruction ····· (111)
5.3.5 Measurement for Increasing the Regular Cycle Rate ····· (115)
5.3.6 Safety Measurement for Mechanized Line ····· (117)
5.4 Technique Prospects for Slope Contruction ····· (118)
5.4.1 Improvments and Suggestion for Mechanized Line ····· (118)
5.4.2 Development and Prospects ····· (118)
Chapter 6 Large Dip Angle Slope Contruction
6.1 Construction Art and Technology ····· (120)
6.2 Construction Example ····· (122)
Chapter 7 Deepening of Slope
7.1 Construction Scheme ····· (126)
7.2 Protective Installation ····· (126)
7.2.1 Fixed Protective Installation ····· (126)
7.2.2 Movable Protective Installation ····· (127)
7.3 Hoisting Method ····· (128)
7.3.1 Direct Hoisting Waste of Dip Working Face by Using Production Winch ····· (128)
7.3.2 Hoisting Waste of Dip Working Face by Using Deepening Winch ····· (128)
7.3.3 Hoisting Waste of Rise Working Face by Using Deepening Winch ····· (129)
7.3.4 Hoisting Method of the Mixed Deepening of Slope ····· (130)
7.4 Deepening Example ····· (130)

PART 3 VERTICAL SHAFT SINKING

Chapter 8 The Fundamental Process of Base Rock Sinking of Shaft

8.1 Introduction …… (132)
8.2 Drilling and Blasting Technology …… (134)
8.2.1 Rock Drills …… (134)
8.2.2 Blasting Material and Accessories …… (136)
8.2.3 Smooth Blasting Technology …… (139)
8.3 Mucking …… (145)
8.3.1 Long Rope Hanging Mucker …… (146)
8.3.2 Circular-Rail Mucker …… (148)
8.3.3 Central Rotary Mucker …… (149)
8.4 Hoisting and Waste Disposal …… (150)
8.4.1 Hoisting Method …… (150)
8.4.2 Hoisting Machine of Shaft Sinking …… (151)
8.4.3 Hoisting Container …… (154)
8.4.4 Dumping Equipment …… (155)
8.4.5 Muck Storage Installation and Waste Disposal Method …… (157)
8.5 Arrangement of Shaft Sinking Equipment …… (158)
8.5.1 Arrangement Principle of Shaft Sinking Equipment …… (158)
8.5.2 Arrangement Method of Shaft Sinking Equipment …… (158)
8.5.3 Arrangement Steps of Shaft Sinking Equipment …… (158)
8.5.4 Arrangement of Sinking Equipment in the Shaft …… (159)
8.5.5 Arrangement of Sinking Equipment Pithead …… (164)
8.6 Lining Technology …… (170)
8.6.1 Temporary Supporting …… (170)
8.6.2 Permanent Lining …… (171)
8.7 Construction Scheme …… (179)
8.7.1 Alternate Sinking and Lining …… (179)
8.7.2 Simultaneous Sinking and Lining …… (181)
8.7.3 Mixed Sinking and Lining …… (183)
8.7.4 Complete Shaft …… (184)

Chapter 9 Mechanized Set for Shaft Sinking

9.1 Introduction …… (186)
9.2 Comphensive Capability Analysis of Mucking and Hoisting …… (187)
9.2.1 Equipment Capability Matched of Mechanized Set …… (187)
9.2.2 Complete Set of Auxiliary Equipment …… (193)
9.2.3 Complete Set of Sinking Equipment, Method and Art …… (194)