

现代爆破技术

◎主 编 戚文革 孙文武 杨和玉



 **北京理工大学出版社**
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

现代爆破技术

戚文革 孙文武 杨和玉 主 编
郎淳慧 刘 杰 王 鹏 副主编



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

本书以项目为载体组织编写内容,详细说明了矿山平巷掘进、地下采场落矿以及露天台阶爆破说明书的编制程序与内容。详细阐述了矿山平巷掘进爆破、地下采场落矿爆破以及露天台阶爆破的设计方法、施工程序与安全技术。特别针对平巷掘进爆破、露天台阶爆破以及爆破易发事故选取典型案例编写了专题案例汇编,有较强的实用性。

本书除作为高等院校采矿工程专业教材外,亦可供从事采矿工作的技术人员参考。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

现代爆破技术/戚文革,孙文武,杨和玉主编. —北京:北京理工大学出版社,2015.9
ISBN 978-7-5640-7214-8

I. ①现… II. ①戚… ②孙… ③杨… III. ①爆破技术 IV. ①TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 218987 号

出版发行/北京理工大学出版社有限责任公司

社 址/北京市海淀区中关村南大街 5 号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775 (总编室)
(010) 82562903 (教材售后服务热线)
(010) 68948351 (其他图书服务热线)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

经 销/全国各地新华书店

印 刷/三河市华骏印务包装有限公司

开 本/787 毫米×1092 毫米 1/16

印 张/21

字 数/490 千字

版 次/2015 年 9 月第 1 版 2015 年 9 月第 1 次印刷

定 价/48.00 元

责任编辑/李志敏

文案编辑/李志敏

责任校对/周瑞红

责任印制/李志强

图书出现印装质量问题,请拨打售后服务热线,本社负责调换

前 言

本书根据高等教育的特点,基于能力本位,以项目为载体组织编写内容,突出爆破设计能力和施工组织能力的培养。以三个项目的实施覆盖了金属矿山平巷掘进、地下采场落矿以及露天台阶爆破设计与施工的基本能力点和知识点。同时辅以典型专题案例作为补充,增强了本书的针对性和实用性。天井掘进爆破、竖井掘进爆破与平巷掘进爆破过程相同,硐室爆破在矿山正常生产中应用较少,因此本书未编写天井掘进爆破、竖井掘进爆破以及硐室爆破的相关内容。

本书共分三编。

第一编主要阐述了爆破工作过程,详细说明了爆破工、爆破组长和爆破技术员在爆破工作过程中的职责以及所应具备的岗位能力。提出了学生学习所应达成的能力要求,设计了承载本门课程的教学项目和建议考核方法。

第二编主要阐述了三个教学项目实施过程、学习效果要求,并汇编了相关参考资料(项目一为编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书;项目二为编制某地下矿山采场落矿深孔爆破说明书;项目三为编制某矿露天台阶深孔爆破说明书)。

第三编针对平巷掘进爆破、露天台阶爆破以及爆破易发生事故选取典型案例编写了专题案例集,使学生可以了解到生产实践中发生的各种问题以及解决方案,理论联系实际,增强实用性。

本书由戚文革、孙文武和杨和玉编写。吉林省冶金研究院郎淳慧、刘杰也参与了部分章节的编写工作。

全书由戚文革统稿。

戚文革编写了第一编和第二编项目一中的任务1至任务9;孙文武编写了第二编项目一中的任务10至任务14以及项目二和项目三;杨和玉编写了第三编中的第三部分;郎淳慧编写了第三编中的项目一:掘进爆破案例;戚文革、刘杰编写了第三编中的项目二:露天爆破案例。刘杰、王鹏参与了资料搜集工作,并参与了全书的校对工作。

本书由戚文革统稿。

本书可作为高等技术院校采矿工程专业的教材,也可供从事采矿工作的技术人员参考。本书在编写过程中引用了一些相关文献资料,谨向文献作者、出版社致以诚挚的谢意!由于水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

目 录

第一编 爆破技术学习综述

一、爆破工作的过程	(1)
二、教学项目	(2)
三、课程目标	(5)
四、考核方案	(5)

第二编 教学项目实施

项目一 编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书	(7)
一、项目分解	(7)
二、项目原始条件	(8)
三、项目实施导学与要求	(8)
任务1 为某矿选择平巷掘进凿岩设备	(8)
任务2 为某矿平巷掘进选择炸药品种	(23)
任务3 确定炮孔参数	(38)
任务4 绘制炮孔排列图	(38)
任务5 确定爆破参数	(38)
任务6 设计装药结构	(38)
任务7 设计起爆网络	(57)
任务8 设计警戒区域	(84)
任务9 设计施工进度	(96)
任务10 预期爆破效果	(98)
任务11 设计施工程序	(99)
任务12 管理爆炸危险品	(106)
任务13 设计爆破施工组织机构	(118)
任务14 编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书	(118)

项目二 编制某地下矿山采场落矿深孔爆破说明书 (118)

一、项目任务分解 (118)

二、项目原始条件 (119)

三、项目实施导学与要求 (120)

 任务1 为某矿采场落矿爆破选择凿岩设备 (120)

 任务2 为某矿采场落矿爆破选择炸药品种 (121)

 任务3 确定炮孔参数 (121)

 任务4 绘制炮孔排列图 (121)

 任务5 确定爆破参数 (121)

 任务6 设计装药结构 (121)

 任务7 设计起爆网络 (122)

 任务8 设计警戒区域 (122)

 任务9 设计施工进度 (122)

 任务10 预期爆破效果 (123)

 任务11 设计施工程序 (123)

 任务12 管理爆炸危险品 (123)

 任务13 设计爆破施工组织机构 (124)

 任务14 编制某地下矿山采场落矿深孔爆破说明书 (124)

项目三 编制某矿露天台阶深孔爆破说明书 (146)

一、项目任务分解 (146)

二、项目原始条件 (146)

三、项目实施导学与要求 (147)

 任务1 为某露天矿台阶深孔爆破选择凿岩设备 (147)

 任务2 为某露天矿台阶深孔爆破选择炸药品种 (148)

 任务3 确定炮孔参数 (148)

 任务4 绘制炮孔排列图 (148)

 任务5 确定爆破参数 (148)

 任务6 设计装药结构 (148)

 任务7 设计起爆网络 (149)

 任务8 设计警戒区域 (149)

 任务9 设计施工进度 (149)

 任务10 预期爆破效果 (150)

任务 11 设计施工程序	(150)
任务 12 管理爆炸危险品	(150)
任务 13 设计爆破施工组织机构	(151)
任务 14 编制某矿露天台阶深孔爆破说明书	(151)

第三编 专题案例汇编

项目一 掘进爆破案例	(175)
一、白云岩巷道楔形掏槽爆破	(175)
二、非均质硬岩巷道掘进爆破	(177)
三、破碎矿体巷道光面掘进爆破	(180)
四、大断面硬岩巷道掘进爆破效率研究	(183)
五、岩巷掘进准直眼掏槽技术	(186)
六、硬岩巷道掘进爆破方法研究	(192)
七、岩巷中深孔掘进爆破技术	(194)
八、大断面岩巷中深孔光面爆破技术	(196)
九、采区斜坡道光面爆破掘进技术	(199)
十、影响中深孔掘进爆破效果因素分析	(202)
十一、凡口铅锌矿光面爆破技术	(204)
十二、井巷掘进深孔光面爆破技术	(207)
十三、硬岩巷道掘进爆破参数设计优化	(209)
项目二 露天爆破案例	(211)
一、露天台阶路堑爆破技术	(211)
二、露天台阶硬顶爆破技术	(213)
三、露天矿层状岩体爆破技术	(215)
四、露天矿边坡大孔径预裂爆破技术	(217)
五、露天台阶宽孔距小抵抗线爆破技术	(220)
六、露天台阶爆破超深值确定	(222)
七、露天台阶鱼刺起爆技术	(224)
八、露天台阶爆破堵塞长度确定	(228)
九、露天台阶爆破气体间隔技术	(230)
十、露天台阶爆破雷管段别与地震效应研究	(232)
十一、露天高台阶爆破技术难点与措施	(235)

十二、露天台阶爆破预防根底技术	(239)
十三、露天台阶缓冲光面爆破技术	(242)
十四、露天喀斯特岩层爆破降低根底与大块技术	(245)
十五、露天台阶爆破前排抵抗线合理长度计算	(249)
十六、露天台阶逐孔起爆技术	(252)
十七、露天深孔台阶减少根底爆破技术	(256)
十八、露天矿降段与掘沟爆破技术	(258)
项目三 爆破安全案例	(262)
一、爆破飞散物成因分析	(262)
二、某矿爆破事故处置措施	(264)
三、富水炮泥降低掘进巷道爆破尘毒试验	(266)
四、露天深孔台阶拒爆事故分析	(270)
五、掘进爆破瞎炮原因分析及预防	(272)
六、爆破飞石原因事故树分析	(275)
七、二次爆破个别飞石伤人事故分析	(277)
八、矿山溶洞勘测及爆破技术	(280)
九、某矿露天台阶拒爆事故调查与分析	(282)
十、某矿掘进爆破失败的技术分析	(285)
十一、中深孔台阶爆破事故应急救援预案	(287)
十二、露天非均质岩体爆破设计	(291)
十三、矿山井下常见爆破事故分析与预防	(292)
十四、炮烟中毒事故应急救援预案编制	(296)
十五、大型露天金属矿爆破事故树分析	(302)
十六、某露天深孔爆破拒爆事故处理及索赔	(306)
十七、岩溶发育区露天台阶微差爆破拒爆分析	(309)
附录 某地下矿山平巷掘进爆破说明书编制示例	(313)
参考文献	(324)

第一编 爆破技术学习综述

一、爆破工作的过程

矿山爆破技术工作岗位晋升依次为爆破工、爆破班组长（或掘进班组长）和爆破技术员。

（一）爆破工作总的工作过程

爆破工作的过程共分三步。

第一步：孔的设计与施工。

- （1）孔的设计包括孔数、孔深、孔径及孔的排列方式。
- （2）孔的施工包括标识孔位、凿岩、成孔的测量，形成实际孔位图。

第二步：爆破的设计与施工。

- （1）爆破的设计包括炸药品种的选择、爆破网络的设计、炸药单耗的确定、装药结构的确定、总药量的计算等。
- （2）爆破的施工包括装药、起爆网络连接、堵塞、警戒以及起爆等。

第三步：爆破效果分析。

对技术、经济、安全等指标进行分析，看看是否达到预期效果，若没达到，要查找原因，优化设计方案后再实施。

爆破工作的过程如图 1-1 所示。

（二）凿岩工、爆破工岗位工作过程分析

（1）典型工作过程：按班长要求完成相应工作，如图 1-2 所示。

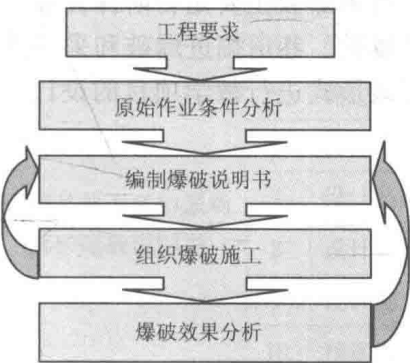


图 1-1 爆破工作的过程

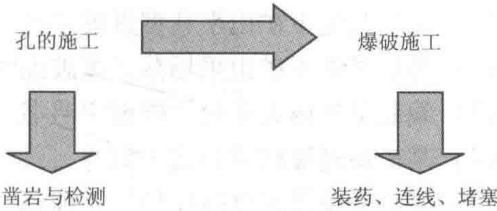


图 1-2 凿岩工、爆破工典型工作过程

（2）能力要求：能按班长要求完成。

- ① 凿岩施工任务（钻孔与检测）。
- ② 爆破施工任务（装药、连线、堵塞）。

（三）爆破班组长（或掘进班组长）岗位工作过程分析

（1）典型工作过程：按图纸要求现场组织施工完成相应工作，如图 1-3 所示。

(2) 能力要求：能按设计图纸要求组织完成掘进或采区落矿任务。

- ① 凿岩施工任务（钻孔）。
- ② 爆破施工任务（装药、连线、堵塞）。
- ③ 安全技术措施。

(四) 爆破技术员岗位工作过程分析

(1) 典型工作流程：按岗位职责要求完成相应工作，如图 1-4 所示。

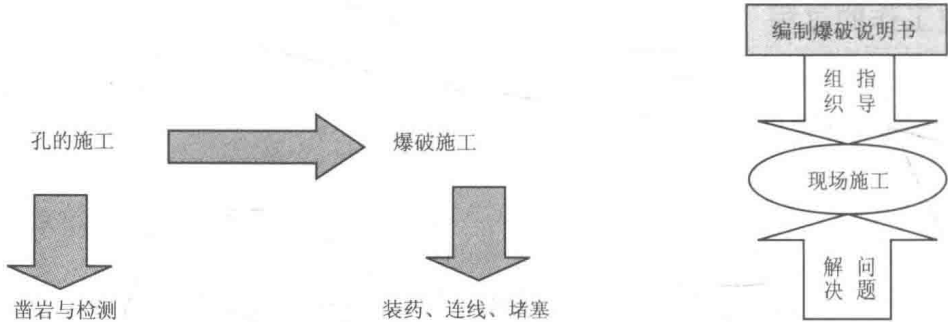


图 1-3 爆破班组长（或掘进班组长）的工作过程

图 1-4 爆破技术员的工作流程

(2) 能力要求。

- ① 能根据矿山水文地质、岩性、工程以及环境要求，依据设计规范进行金属矿露天台阶爆破设计、地下采场落矿以及巷道掘进爆破设计，并完成爆破说明书的编制。
- ② 能够根据爆破说明书的要求组织指导爆破施工。
- ③ 能够处理常见各种爆破技术、安全问题。
- ④ 能进行爆破效果分析。

二、教学项目

金属矿爆破分为两大类，即露采爆破和地采爆破。露采爆破主要是台阶深孔爆破，地采爆破主要是巷道掘进爆破和采场落矿爆破。台阶深孔爆破、巷道掘进爆破和采场落矿爆破是金属矿矿山爆破的主要形式，因此，选择这三类爆破形式进行教学项目的设计。本书共设计了七个教学项目。

- (1) 编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书。
- (2) 编制某地下矿山采场落矿爆破说明书。
- (3) 编制某矿露天矿台阶爆破说明书。
- (4) 某矿掘进爆破模拟施工训练。
- (5) 某矿地采落矿爆破模拟施工训练。
- (6) 某矿露天台阶爆破模拟施工训练。
- (7) 编制某矿平巷掘进爆破说明书并实施爆破。

前三个设计项目本书撰写了详细的任务、知识储备和学习效果要求以及参考资料，可据此实施设计。后四个项目教师可根据实训条件和实习条件选择实施。

从表 1-1 可以看到，虽然爆破形式不同，但任务名称相同，这里隐含一个重要的结

论，即过程相同，内容不同。

表 1-1 “矿山爆破技术” 教学项目汇总表

项目 序号	项目名称	项目 序号	任务名称	成果（展示）
1	编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书	1	选择凿岩设备	凿岩设备型号、数量表（附原因）
		2	选择炸药品种	炸药选择分析报告
		3	确定炮孔参数	炮孔参数表
		4	绘制炮孔排列图	炮孔排列三视图
		5	确定爆破参数	爆破参数表
		6	设计起爆网络	起爆网络图
		7	设计装药结构	装药结构图
		8	设计警戒区域	警戒区域图
		9	设计施工进度	施工进度表
		10	预测爆破效果	爆破效果预期技术经济指标表
		11	设计施工程序	施工程序报告
		12	规范爆炸危险管理办法	规章制度
		13	设计爆破施工组织机构	组织机构图及职责说明
		14	任务合成	完整的某地下矿山平巷掘进爆破说明书
2	编制某地下矿山采场落矿爆破说明书	1	选择凿岩设备	凿岩设备型号、数量表（附原因）
		2	选择炸药品种	炸药选择分析报告
		3	确定炮孔参数	孔的参数表
		4	绘制炮孔排列图	炮孔排列图
		5	确定爆破参数	爆破参数表
		6	设计起爆网络	起爆网络图
		7	设计装药结构	装药结构图
		8	设计警戒区域	警戒区域图
		9	设计施工进度	施工进度表
		10	预测爆破效果	爆破效果预期技术经济指标表
		11	设计施工程序	施工程序报告
		12	规范爆炸危险管理办法	规章制度
		13	设计爆破施工组织机构	组织机构图及职责说明
		14	任务合成	完整的某地下矿山采场落矿爆破说明书

续表

项目 序号	项目名称	项目 序号	任务名称	成果（展示）
3	编制某矿露天台阶 爆破说明书	1	选择凿岩设备	凿岩设备型号、数量表（附原因）
		2	选择炸药品种	炸药选择分析报告
		3	确定炮孔参数	孔的参数表
		4	绘制炮孔排列图	炮孔排列图
		5	确定爆破参数	爆破参数表
		6	设计起爆网络	起爆网络图
		7	设计装药结构	装药结构图
		8	设计警戒区域	警戒区域图
		9	设计施工进度	施工进度表
		10	预测爆破效果	爆破效果预期技术经济指标表
		11	设计施工程序	施工程序报告
		12	规范爆炸危险管理办法	规章制度
		13	设计爆破施工组织机构	组织机构图及职责说明
		14	任务合成	完整的某矿露天台阶爆破说明书
4	某矿平巷掘进爆破 模拟施工训练	1	装药、堵塞、网络连接	过程及工作质量记录
		2	警戒	过程记录
		3	起爆	起爆效果分析报告
5	某矿地采落矿爆破 模拟施工训练	1	装药、堵塞、网络连接	过程及工作质量记录
		2	警戒	过程记录
		3	起爆	起爆效果分析报告
6	某矿露天台阶爆破 模拟施工训练	1	装药、堵塞、网络连接	过程及工作质量记录
		2	警戒	过程记录
		3	起爆	起爆效果分析报告
7	编制某矿平巷掘进 爆破说明书并实施 爆破 说明：在实习时， 根据矿山具体矿岩情 况，结合已有的爆破 方案，提出改进意 见，编制完成爆破说 明书，并据此方案进 行一次实地爆破	1	编制某矿平巷掘进爆破说明书	某矿平巷掘进爆破说明书
		2	参与施工，与当班爆破班组 一起完成一个完整的施工过 程，并分析爆破效果	(1) 施工记录单 (2) 爆破效果分析报告

三、课程目标

课程目标分为总体目标和具体目标。

(一) 总体目标

(1) 能根据矿山水文地质、岩性以及环境要求进行金属矿露天台阶爆破设计、地下采场落矿以及平巷掘进爆破设计,并完成爆破说明书的编制。

(2) 能够根据爆破说明书的要求组织爆破施工。

(二) 具体目标

1. 能力目标

(1) 能进行岩石性质及环境分析,为爆破参数设定及爆破方案选择提供依据。

(2) 能根据岩石性质以及施工要求进行凿岩设备选型。

(3) 能根据工程、地质、岩性以及安全、环保要求选择炸药。

(4) 能根据工程、地质以及安全、环保要求选择起爆器材。

(5) 能编制爆破说明书并组织施工。

(6) 能进行爆破效果以及安全评估。

2. 知识目标

(1) 掌握岩石性质、岩石分级以及矿山地质。

(2) 掌握炸药组分、性能指标。

(3) 掌握凿岩设备性能指标以及使用方法。

(4) 掌握起爆器材的结构、性能以及使用方法。

(5) 掌握爆破孔网参数选择依据。

(6) 掌握导爆索、导爆管起爆网络知识。

(7) 掌握爆破安全技术知识。

(8) 掌握岩石爆破机理、爆破漏斗理论。

(9) 掌握炸药、雷管的运输、储存、使用各环节的知识。

3. 素质目标

(1) 培养学生在矿山爆破工程中的安全、环保以及效益意识。

(2) 培养学生按照《爆破安全规程》以及其他规范、要求完成爆破设计、施工的职业素质。

(3) 培养、树立学生爆破工作安全第一、安全无小事的思想。

四、考核方案

在完成项目的过程中,学生是主体,自主学习、合作学习是学生学习的的主要方式,在这一过程中,学生的各种能力不断形成与提升,各种素养不断积淀,能力与素质变成可考核的显性状态,知识、能力与素质都变成能够考核的内容。

与此同时,学生的学习过程变得可控,因此,过程性评价成为项目教学考核评价的主要方式。

在项目教学过程中，学生的学习状态和成绩可以得到三个方面的监控，即学生本人、同学和教师。因此，项目教学中，学生成绩考核由学生自评、学生互评和教师评价三方按照统一的标准和一定的权重综合评价。

表 1-2 为教学项目建议考核评价表，表中包括了考核项目和考核标准。三方评价使用同一张表，自评、互评和师评的权重分别为 30%、30%、40%。

表 1-2 项目（任务）完成情况考核评价表

班级：			评价人：		被评价人			项目（任务）编号：		
序号	考核内容		权重	成绩	序号	考核内容		权重	成绩	
1	完成项目（任务）的态度		10%		7	与人合作能力		2.5%		
2	项目（任务）报告的质量		50%		8	语言表达能力		2.5%		
3	资料查阅、汇总、分析能力		10%		9	自我学习能力		2.5%		
4	知识应用能力		5%		10	遵守纪律		3%		
5	回答问题的质量		5%		11	小组表现	成果展示	4%		
6	经济、安全、环保意识		2.5%		12		主题发言	4%		
评分标准	优秀	良好	中等		及格		不及格			
	100 分	80 分	70 分		60 分		50 分			

评分标准说明：学生对评价结果如有异议，可申请复议。

考核项目 1：正式报告字迹工整、格式正确、内容丰富、表达方式多样，资料查阅不低于三种为优秀。

考核项目 2：达成项目（任务）目标、阐述清晰、表达方式丰富（图、表、文字）为优秀。

考核项目 3：有笔记本（字迹工整，有丰富摘记，出处记录清楚），资料查阅不低于三种，有明确的分析、汇总过程及结论、引用正确为优秀。

考核项目 4：在完成项目（任务）时，知识应用准确，能从不同的角度说明问题为优秀。

考核项目 5：回答问题时直指目的，思路清晰、逻辑严密、论据丰富为优秀。

考核项目 6：在项目（任务）完成过程中，有鲜明的经济、安全和环保意识为优秀。

考核项目 7：在一对一或团队的工作学习的环境中，为了达成某个目标，能够主动协商、主动配合，并能适时建议调整合作方式、改善合作关系为优秀。

考核项目 8：语言表达流畅、语义清晰、能够围绕主题展开说明，肢体舒展大方，表情自然为优秀。

考核项目 9：掌握不低于五种自我学习的方法（比如阅读的方法、记忆的方法、查找资料的方法、时间利用的方法、问题法以及能做学习计划等），并且能够熟练使用，行之有效为优秀。

考核项目 10：遵守纪律（小组各成员不迟到、早退，课堂上能够按照教师要求迅速完成各种活动）。

考核项目 11：小组表现由其他小组评定。具体考核标准为思维导图准确反映汇报内容，主题清楚，思路清晰，语言表达流畅，回答问题时直指目的，逻辑严密、论据丰富为优秀。

第二编 教学项目实施

本书只对爆破设计教学项目进行了实施设计，训练项目未做实施设计。教学项目分解为任务，学生的学习过程就是不断完成任务并按要求提交成果。本书进行了三个教学项目的实施设计。

- (1) 编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书。
- (2) 编制某矿露天矿台阶深孔爆破说明书。
- (3) 编制某地下矿山采场落矿深孔爆破说明书。

为了更好地实施教学项目，创设学习情境是一个很好的选择，可以根据班级人数进行分组，每组即为一个爆破设计公司，视为乙方，教师视为甲方。每一个教学项目可视为甲方委托给乙方的一个项目。可以按照实际的工作过程完成每一个项目，使学生在过程中体会真实的工作情景、要求和步骤，从而提高学习效果，提升培养质量。

项目一 编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书

一、项目分解

项目一任务分解见表 2-1。

表 2-1 项目一任务分解表

项目 1	序号	任务名称	成果
编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书	1	选择凿岩设备	凿岩设备型号、数量表（附原因）
	2	选择炸药品种	炸药选择分析报告
	3	确定炮孔参数	炮孔参数表
	4	绘制炮孔排列图	炮孔排列三视图
	5	确定爆破参数	爆破参数表
	6	设计起爆网络	起爆网络图
	7	设计装药结构	装药结构图
	8	设计警戒区域	警戒区域图
	9	设计施工进度	施工进度表
	10	预测爆破效果	爆破效果预测技术经济指标表
	11	设计施工程序	施工程序报告
	12	规范爆炸危险管理办法	规章制度

续表

项目 1	序号	任务名称	成果
编制某地下矿山平巷掘进爆破说明书	13	设计爆破施工组织机构	组织机构图及职责说明
	14	任务合成	完整的某矿平巷掘进爆破说明书

二、项目原始条件

项目一的原始条件见表 2-2。

表 2-2 项目一的原始条件表

矿山名称	原始条件	完成人
矿山 1	某金矿，矿岩坚固性系数 $f=12$ ，矿岩平均密度为 $3.8\text{g}/\text{m}^3$ ，波速为 $5000\text{m}/\text{s}$ ，矿岩含水率低。在 -300m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为梯形，下底 $\times$ 高 $\times$ 上底尺寸为 $3.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	1 组
矿山 2	某地下铁矿为块状磁铁矿，矿岩坚固性系数 $f=10$ ，矿岩平均密度为 $3.3\text{g}/\text{cm}^3$ ，波速为 $5200\text{m}/\text{s}$ ，矿岩含水丰富。在 -220m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为梯形，下底 $\times$ 高 $\times$ 上底尺寸为 $4\text{m} \times 3\text{m} \times 3.5\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	2 组
矿山 3	某地下钨矿，矿岩坚固性系数 $f=8$ ，矿岩平均密度为 $4.1\text{g}/\text{m}^3$ ，波速为 $5000\text{m}/\text{s}$ ，矿岩含水丰富，在 -120m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为矩形，尺寸为 $3\text{m} \times 2.5\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	3 组
矿山 4	某镍矿，矿岩坚固性系数 $f=16$ ，矿岩平均密度为 $4.5\text{g}/\text{m}^3$ ，波速为 $5100\text{m}/\text{s}$ ，在 -220m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为梯形，下底 $\times$ 高 $\times$ 上底尺寸为 $3.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	4 组
矿山 5	某铁矿，矿岩坚固性系数 $f=8$ ，矿岩平均密度为 $2.5\text{g}/\text{m}^3$ ，波速为 $5100\text{m}/\text{s}$ ，矿岩含水丰富。在 -120m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为梯形，下底 $\times$ 高 $\times$ 上底尺寸为 $3.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	5 组
矿山 6	某铁矿，矿岩坚固性系数 $f=12$ ，矿岩平均密度为 $4.2\text{g}/\text{m}^3$ ，波速为 $5200\text{m}/\text{s}$ ，矿岩含水率低。在 -720m 水平掘进水平运输巷，巷道断面为梯形，下底 $\times$ 高 $\times$ 上底尺寸为 $3.5\text{m} \times 2.5\text{m} \times 3\text{m}$ 。爆破块度不超过 300mm 。无瓦斯、可燃粉尘爆炸危险。请编制爆破说明书	6 组

三、项目实施导学与要求

任务 1 为某矿选择平巷掘进凿岩设备

(一) 完成任务所需知识储备

- (1) 各种气腿式凿岩机的优缺点比较。
- (2) 凿岩机台班功效。

- (3) 凿岩机能耗。
- (4) 凿岩成本。
- (5) 安全、维护。
- (6) 凿岩机价格。
- (7) 岩石比重、密度、孔隙率、含水性等物理性质与爆破相关性。
- (8) 岩石的弹性、塑性、硬度、波阻抗等力学性质与凿岩、爆破难易相关性。
- (9) 岩石在抗压、抗拉以及抗剪等方面表现出的特性。
- (10) 岩石坚固性系数的含义，熟悉岩石普氏分级表，每一级的代表性岩石。

(二) 学习效果要求

各小组根据矿山原始条件达到以下要求。

- (1) 至少选择两种不同型号凿岩机进行比较，择优选用。
- (2) 完成凿岩机选择说明（附凿岩设备型号、数量表）。
- (3) 各小组随机选择代表上台，要求能够流畅陈述选择理由。

(三) 参考资料汇编

凿岩设备与岩石性质。

第一部分 凿岩设备

手凿打眼难以满足工业爆破需要，1887年制造出第一台轻型气动凿岩机，1938年发明了气腿和碳化钨钎头。气腿和钎头的不断完善，对凿岩机的效率又提出了新的要求，20世纪60年代初，开发了独立回转凿岩机。随后发展和完善了架柱式凿岩机和凿岩钻车。

在凿岩机不断发展的同时，注意到随着孔深的增加，深孔凿岩接杆钎具连接处能量损失较大，提出了将凿岩机送入孔底的设想，因而发明了潜孔冲击器。气动凿岩机虽然具备很多优点，但存在着能耗大和作业环境恶劣的缺点，1946年研制成功矿用牙轮钻机，20世纪70年代初期液压凿岩机投入市场。近年来，国外一些先进矿山实现了掘进、采矿凿岩钻车遥控和机器人化，并将支腿式水力凿岩机和水压潜孔冲击器投入使用。

迄今为止，凿岩爆破是实施岩石破碎的主要方法，破碎岩石首先需要在岩（矿）石中钻凿按爆破要求设计的炮孔。目前采用机械破碎岩石钻孔的方法，主要有三种类型。①冲击-旋转破碎岩石钻孔，它利用冲击载荷和转动钎具有一定角度，并施加合理的推力来破碎岩石，适合在中硬、坚硬的岩石中钻孔。此类钻孔设备有潜孔钻机和凿岩机等。②旋转破碎岩石钻孔，它是采用旋转式多刃钎具切割岩石，同时施加较大的推力破碎岩石。适合在磨蚀性小及中硬以下的岩石中钻孔。此类钻孔设备有电钻和旋转钻机。③旋转-冲击破碎岩石钻孔，又称为碾压破碎钻孔，它是施加很大的轴压（一般大于300kN）给钻头，同时旋转滚齿传递冲击和压入力，滚齿压入岩石的作用比冲击作用大，通过旋转-冲击破碎岩石。此类穿孔设备最典型的是牙轮钻机。

1. 潜孔钻机

潜孔钻机是目前钻凿炮孔作业广为使用的凿岩机械之一。它是由冲击器潜入孔内，直接冲击钻头，而回转机构在孔外，带动钻杆旋转，向岩石钻进的设备。其优点是结构简单，使用方便。国外潜孔凿岩始于1932年，首先使用于地下矿山钻凿深孔，十余年后，露天矿