

工程 爆破 实用 手册

北京有色冶金设计研究总院 刘殿中 主编

GONGCHENG
BAOPO
SHIYONG
SHOUCE

冶金工业出版社

TB41-62

9900493

工程爆破实用手册

北京有色冶金
设计研究总院

刘殿中 主编

冶金工业出版社

1999

图书在版编目(CIP)数据

工程爆破实用手册/刘殿中主编. —北京:冶金工业出版社, 1999. 5

ISBN 7-5024-2200-5

I. 工… II. 刘… III. 爆破 IV. TB41

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 12108 号

出版人 卿启云 (北京沙滩嵩祝院北巷 39 号, 邮编 100009)

责任编辑 田锋 美术编辑 李华 责任校对 栾雅谦 责任印制 牛晓波

北京源海印刷厂印刷; 冶金工业出版社发行; 各地新华书店经销

1999 年 5 月第 1 版, 1999 年 5 月第 1 次印刷

850mm×1168mm 1/32; 23.75 印张; 634 千字; 738 页; 1-5000 册

55.00 元

冶金工业出版社发行部 电话:(010)64044283 传真:(010)64013877

冶金书店 地址:北京东四西大街 46 号(100711) 电话:(010)65289081

(本社图书如有印装质量问题, 本社发行部负责退换)

《工程爆破实用手册》

编写人员

主 编 刘殿中

编写人员(按姓氏笔画排列)

于长顺 王中黔 王树勋

刘殿中 杨仕春 林 桓

郑长青 郑炳旭 赵丕彪

陶和彪

前 言

早在1985年冯叔瑜、边克信等老先生就曾组织爆破界同仁讨论过集体编写《爆破手册》的事，并委托我按讨论记录编写了章节目录，分工后约定半年交稿。半年之后，只有王中黔和我完成了分配任务，迨后几年，我利用业余时间在原章节目录的基础上，编写成13章，1997年又用了一年时间，会同几位同事对已成文稿进行了修改、补充、重写，历时13年，总算了结了一件心事。

编写时定下的要求是：内容实用，系统完整，文字简练并尽可能反映最新的技术、工艺及理论水平；对工程爆破技术的普及、规范及提高起到阶段性的作用。能否达到或部分达到要求，只有等待广大同行的评论。

在编写过程中，参阅了近百册书籍、上千篇专论，从中摘抄了部分内容，为节省文字，编录内容均未注明出处，甚至在参考文献中遗失了部分文章目录，鉴于编写手册的通例，请广大同仁理解并原谅。因朋友们希望本手册尽快出版，所以定稿后没有请专家审核，更缺少广泛征求意见，不可避免地带有较重的“个人行为”色彩，选材不当、观点过时，认识偏颇、叙述失实可能都会有，敬请读者指正。

参加编修的同事有王树勋（第1、3、10章）杨仕春（第2、7、11、12章）、陶和彪（第2、9章）、郑炳旭（第6、8、13章）、王中黔（第7、9、11章）、于长顺（第4、10章）、林恒（第4、9、10章）赵丕彪（第4、10章）、郑长青（第8章）。

在编写过程中，得到冯叔瑜院士、边克信、王述仁教授的指

导，得到杨秀敏院士、刘运通教授、周家汉研究员、史雅语研究员等朋友的帮助，得到有色冶金设计研究总院及矿山分院各级领导的支持，得到宋耀珍女士的协助，仅此一并表示深深地感谢。

刘殿中

1998.11

目 录

1 爆破理论基础	1
1.1 术语	1
1.1.1 爆破	1
1.1.2 爆炸	2
1.1.3 爆轰	2
1.1.4 燃烧	2
1.1.5 爆燃	2
1.1.6 爆速	2
1.1.7 爆压	2
1.1.8 爆热	2
1.1.9 爆温	3
1.1.10 爆焰	3
1.1.11 爆生气体	3
1.1.12 比容	3
1.1.13 爆轰波	3
1.1.14 冲击波	4
1.1.15 应力波	4
1.1.16 爆破地震波	4
1.1.17 爆风	5
1.1.18 爆破噪音	5
1.1.19 炸药力和比能	5
1.1.20 炸药威力	5

1.1.21	猛度	5
1.1.22	爆力	6
1.1.23	爆破漏斗和爆破作用指数	6
1.1.24	临界埋深和最佳埋深	6
1.2	矿岩爆破的物理过程	6
1.2.1	两次爆破工程现象的启示	6
1.2.2	矿岩爆破的物理过程	9
1.3	爆破问题的理论解	11
1.3.1	欧拉形式的动力学基本方程	11
1.3.2	拉格朗日形式的动力学基本方程	16
1.3.3	状态方程	18
1.3.4	理论计算实例	32
1.4	相似理论	40
1.4.1	量纲分析	41
1.4.2	爆炸相似律	43
1.4.3	在工程中使用的无量纲参量和经验公式 的形式	45
1.4.4	模型试验	48
1.5	工程爆破的计算机模拟简介	50
1.5.1	发展概况	50
1.5.2	计算机模拟爆破的步骤	51
1.5.3	典型数学模型介绍	54
2	爆破器材及起爆方法	56
2.1	炸药理论	56
2.1.1	化学爆炸的条件	56
2.1.2	炸药化学反应的形式	57
2.1.3	炸药的感度	57
2.1.4	影响炸药感度的物理因素	61
2.1.5	炸药的氧平衡	61

2.1.6	炸药爆炸生成的气体体积	66
2.1.7	炸药爆炸的爆热和爆温	67
2.1.8	爆炸气体静压	71
2.1.9	炸药爆炸的爆轰流体力学理论	72
2.1.10	在工程爆破中常用的炸药性能指标及测试方法	76
2.2	工业炸药	81
2.2.1	工业炸药分类和基本要求	81
2.2.2	硝铵类炸药	82
2.2.3	煤矿许用炸药	96
2.2.4	其他工业炸药	101
2.3	起爆方法和起爆器材	111
2.3.1	导火索(火雷管)起爆法	111
2.3.2	导爆索起爆法	113
2.3.3	电力起爆法	117
2.3.4	非电导爆管起爆法	134
2.3.5	其他起爆法	142
2.3.6	起爆器材中的中继药包	145
2.4	爆破器材的贮存、运输、检验和销毁	146
2.4.1	爆破器材的贮存	146
2.4.2	爆破器材的运输	158
2.4.3	爆破器材的检验	162
2.4.4	爆破器材的销毁	166
3	爆破工程地质	169
3.1	岩石及其分级	169
3.1.1	岩石分类	169
3.1.2	地质构造	172
3.1.3	岩石的物理力学特性	173
3.1.4	岩石分级	182

3.2	地质条件对爆破的影响	187
3.2.1	岩石性质和爆破参数	187
3.2.2	岩石和炸药的匹配问题	188
3.2.3	地质构造对爆破的作用	190
3.3	爆破对岩体的影响及工程地质问题	199
3.3.1	爆破裂隙	199
3.3.2	边坡稳定问题	200
3.4	爆破工程地质勘测	203
3.4.1	基本要求	203
3.4.2	勘探工作的内容和方法	203
4	采矿及建筑工程钻孔爆破	206
4.1	露天开采梯段爆破	206
4.1.1	基本条件和要求	206
4.1.2	经验设计法	207
4.1.3	堑沟爆破	223
4.1.4	压碴爆破和缓冲爆破	224
4.1.5	大块石碴的开采爆破	225
4.1.6	提高破碎度的分析和实用方法	225
4.1.7	近年国内研究试验的一些新工艺	229
4.1.8	石材开采爆破	232
4.1.9	钻孔爆破施工	235
4.2	建筑工程爆破	239
4.2.1	低台阶爆破、药壶爆破和保护层爆破	239
4.2.2	道路工程爆破	244
4.2.3	沟槽爆破	253
4.3	井巷掘进爆破	256
4.3.1	掏槽	257
4.3.2	井巷掘进的爆破参数	263
4.3.3	竖井掘进	269

4.4	隧道掘进爆破	274
4.4.1	隧道开挖方法	274
4.4.2	瑞典隧道掘进技术	278
4.5	地下硐库开挖	289
4.5.1	导坑法	289
4.5.2	留矿法	289
4.5.3	VCR 法	291
4.6	地下采矿爆破	291
4.6.1	地下浅孔台阶爆破	292
4.6.2	扇形孔爆破	293
4.6.3	VCR 采矿法	300
4.6.4	多排同段爆破	306
4.7	煤矿井下采掘爆破的特殊作业方法	307
4.7.1	竖井冻结段控制爆破	307
4.7.2	开掘马头门和破锅底爆破	307
4.7.3	井壁开口爆破	308
4.7.4	石门震动放炮	310
4.7.5	竖井过瓦斯煤层的爆破	311
5	轮廓爆破与谨慎爆破	313
5.1	轮廓爆破	314
5.1.1	密孔法	314
5.1.2	减弱爆破	314
5.1.3	光面爆破	315
5.1.4	预裂爆破	325
5.2	谨慎爆破	334
5.2.1	谨慎爆破的药量控制	334
5.2.2	谨慎爆破的设计与施工技术	338
5.2.3	谨慎爆破中防止飞石和空气冲击波危害的 对策	344

6 硐室大爆破	345
6.1 概述	345
6.1.1 硐室大爆破分类	345
6.1.2 设计程序和文件	346
6.1.3 硐室爆破设计原则	347
6.1.4 硐室爆破施工要点	348
6.2 硐室大爆破设计	348
6.2.1 爆破方案的选择及药包布置方法	348
6.2.2 爆破参数选择及布药计算	354
6.2.3 爆破漏斗计算	368
6.2.4 爆堆计算	373
6.3 定向爆破筑坝设计	377
6.3.1 爆岩运动方向的控制	377
6.3.2 定向爆破筑坝的条件	379
6.3.3 药包布置原则	382
6.3.4 堆积形态计算	398
6.4 公路硐室爆破	422
6.4.1 半壁路堑爆破	422
6.4.2 多临空面山型爆破	424
6.5 施工组织管理	429
6.5.1 施工组织	429
6.5.2 施工准备	430
6.5.3 硐室开挖及验收	432
6.5.4 装药堵塞	434
6.5.5 起爆网路与警戒	436
6.6 提高硐室爆破经济效益的探讨	438
6.6.1 降低大块率的研究	438
6.6.2 提高抛掷率的研究	440
6.6.3 提高经济效益的措施	442

7 水下爆破	445
7.1 概述	445
7.2 水下裸露爆破	445
7.2.1 应用范围	445
7.2.2 药量计算及间排距选择	446
7.2.3 施工工艺	447
7.2.4 水下聚能药包	448
7.3 水下钻孔爆破	450
7.3.1 应用范围	450
7.3.2 钻孔设计	450
7.3.3 钻孔爆破工艺	457
7.4 水下硐室爆破	459
7.4.1 选用水下硐室爆破工艺的基本条件	460
7.4.2 药包布置	460
7.4.3 药量计算和参数选择	460
7.4.4 施工工艺	461
7.5 水下软基处理	461
7.5.1 软基爆破的特点	461
7.5.2 爆炸处理软基的几种方法	462
7.5.3 厚砂基爆破密实	466
7.6 水下岩塞爆破	466
7.6.1 特点	466
7.6.2 选址	467
7.6.3 布药规划及计算	467
7.6.4 岩碴处理	467
7.6.5 施工工艺	469
7.7 挡水岩坎爆破	477
7.7.1 概述	477
7.7.2 大峡导流明渠进水口挡水岩坎爆破	477

7.7.3	超深水平孔水下岩坎控制爆破	477
7.8	水下爆破工程的安全问题	479
7.8.1	殉爆和拒爆的预防	479
7.8.2	地震效应	480
7.8.3	水中冲击波及涌浪	482
7.8.4	饱和砂基的振动液化问题	484
8	拆除爆破	485
8.1	概述	485
8.1.1	分类	486
8.1.2	拆除爆破的特点	486
8.1.3	拆除爆破的要求	487
8.1.4	拆除爆破工程的程序	487
8.1.5	拆除爆破设计方法综述	488
8.1.6	切割爆破	493
8.2	单体爆破设计	496
8.2.1	基础和大型块体爆破	496
8.2.2	路面、地坪爆破	503
8.2.3	梁、柱爆破	504
8.2.4	墙、板爆破	507
8.3	楼房、厂房拆除爆破	509
8.3.1	爆破方案	509
8.3.2	技术设计	511
8.3.3	典型实例	518
8.4	烟囱水塔拆除爆破	530
8.4.1	概述	530
8.4.2	典型实例	532
8.5	水压爆破	544
8.5.1	特点	544
8.5.2	设计程序与要求	544

8.5.3	计算方法及实例	545
8.5.4	水压爆破拆除房屋	553
8.6	桥梁拆除爆破	555
8.6.1	爆破拆路桥	555
8.6.2	爆破拆栈桥	559
8.7	钢筋混凝土支撑爆破	561
8.7.1	布孔	561
8.7.2	药量计算	562
8.7.3	延期区划分及网路保护	562
8.7.4	安全问题	563
8.8	冷却塔拆除爆破	564
8.8.1	概况	564
8.8.2	爆破参数	565
8.8.3	爆破效果	565
8.9	拆除爆破的地震振速计算	565
8.9.1	爆破振动速度	565
8.9.2	塌落振动速度	566
9	特种爆破技术	567
9.1	聚能爆破	567
9.1.1	聚能药包的构成及影响因素	567
9.1.2	聚能药包的应用	570
9.2	金属爆炸加工	576
9.2.1	爆炸成形	576
9.2.2	接触式爆炸切割	582
9.2.3	爆炸压痕	583
9.2.4	爆炸硬化	584
9.2.5	爆炸焊接及爆炸压接	587
9.3	农田水利特种爆破技术	590
9.3.1	深耕松土	590

9.3.2	种树挖坑	590
9.3.3	果树及园林古木根旁松土	591
9.3.4	伐树爆破	591
9.3.5	树桩爆破	591
9.3.6	爆破成井	592
9.3.7	爆破洗井	593
9.3.8	沟槽爆破	593
9.3.9	冻土爆破	594
9.3.10	冰的爆破	595
9.3.11	小孔爆破	597
9.4	其他特种爆破技术	599
9.4.1	高温物体的爆破	599
9.4.2	废钢铁爆破	602
9.4.3	钻孔雷爆	604
9.4.4	爆破疏通	604
9.4.5	爆破切割孔内悬丝	605
9.4.6	炸药爆炸膨化裂解植物纤维	606
10	穿孔、装药及二次破碎设备	607
10.1	露天穿孔设备	607
10.1.1	牙轮钻机	607
10.1.2	潜孔钻机	610
10.1.3	旋转钻机	613
10.1.4	钻车	613
10.1.5	水上潜孔钻	619
10.1.6	钻机数量的确定	619
10.2	地下穿孔设备	620
10.2.1	钻车	620
10.2.2	钻架	629
10.2.3	井下潜孔钻机	631

10.3	凿岩机	631
10.3.1	风动凿岩机	631
10.3.2	内燃凿岩机	637
10.3.3	电动凿岩机	638
10.3.4	液压凿岩机	638
	附：移动式空压机	638
10.4	装药设备	647
10.4.1	露天装药车	647
10.4.2	装药器	648
10.4.3	井下装药车	649
10.5	二次破碎设备	650
10.5.1	碎石锤	650
10.5.2	破碎冲击器	650
10.5.3	手持式破碎机	651
10.5.4	气镐	652
11	爆破震动测试	653
11.1	爆破震动测试内容及方法	653
11.1.1	爆破地震波的特征	654
11.1.2	描述爆破振动强度的物理量	654
11.1.3	爆破震动破坏判据的确定	655
11.1.4	爆破震动测试主要内容	655
11.1.5	爆破震动测试的一般方法	656
11.2	爆破震动测试系统	656
11.2.1	概述	656
11.2.2	拾震器	657
11.2.3	测振放大器	662
11.2.4	测振系统的标定	663
11.3	测振仪简介	663
11.3.1	北京测振仪厂测振仪	663