

全国工程爆破作业人员
统一培训教材

工程爆破 理论与技术

中国工程爆破协会 编

于亚伦 主编

冶金工业出版社

全国工程爆破作业人员
统一培训教材

工程爆破 理论与技术

中国工程爆破协会 编

于亚伦 主编

北 京
冶 金 工 业 出 版 社

2008

全国工程爆破作业人员统一培训教材

编 委 会

名誉主任 冯叔瑜

主 任 汪旭光

委 员 (按参加本培训教材审稿会的专家姓氏笔画排序)

于立志	于亚伦	马柏令	王中黔	王自力	王明林
王树仁	亓希国	龙 源	卢文波	史家增	史雅语
冯叔瑜	曲广建	闫正斌	杨祖一	肖 纯	吴子骏
何广沂	刘先魁	刘运通	刘宏刚	刘殿书	汪 浩
汪旭光	沈兆武	宋守志	宋锦泉	陈绍潘	林学圣
周家汉	郑炳旭	张正宇	张可玉	张永哲	秦明武
顾毅成	徐天瑞	章士逊	谢先启	廖增亮	熊代余
霍永基					

工程爆破理论与技术

主 编 于亚伦

编写人员 (按编写章节先后排序)

汪旭光	宋守志	刘宏刚	张正宇	王中黔
于亚伦	霍永基	郑炳旭	周家汉	林学圣

序 一

我高兴地看到，在中国工程爆破协会理事长汪旭光院士主持下，经过编委会专家们的共同努力，《全国工程爆破作业人员统一培训教材》适时出版了。这是一项很有意义的工作，充分体现了与时俱进的精神。

应当指出，在20世纪90年代初，中国力学学会工程爆破专业委员会组织编写了针对爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破员和爆破器材管理人员的培训教材，十年来，采用这套教材培训了数以万计的爆破工，以及万余名爆破工程技术人员和管理人员，对提高我国爆破作业人员的安全技术素质，指导和保障爆破作业安全，起到了积极的作用。

近十年来，我国工程爆破技术取得了令人瞩目的进步和发展成就。硐室爆破、中深孔爆破、地下采掘爆破、建（构）筑物拆除爆破、特种爆破、爆破器材、凿岩机具等，不仅完成了一批重大工程与研究项目，提高了理论与技术水平，而且通过不断地实践与应用，积累了丰富的经验。适时地将工程爆破领域中的新技术、新成果及新的管理理念纳入爆破作业人员培训教材，不仅是广大爆破工作者的愿望，也是工程爆破行业发展的需要。

这套新的培训教材一共4册，包括《工程爆破理论与技术》、《爆破工程施工与安全》、《爆破器材经营与管理》、《工程爆破操作员读本》，另外加一册试题库。其内容系统全面，与新的爆破安全规程相协调，充分反映了工程爆破技术的进步，能代表当今爆破行业的水准，具有科学性、先进性和实用性。

进入21世纪，在“全面建设小康社会，开创中国特色社会主义事业新局面”的方针指引下，我国在冶金矿山、水利水电、铁道交通、市政工程等建设领域都要大发展，特别是实施西部大开发的发展战略，加快中西部地区的建设，将有更多的工程爆破任务和新的工程爆破领域期待我们去开拓去完成。工程爆破，作为国民经济一个不可缺少的行业，任重而道远。我国现有逾百万爆破作业人员，其中工程技术人员逾3万人。我相信，这套培训教材的编写和出版，将进一步加强和推动爆破作业人员的培训考核工作，为培养和造就一大批高素质的爆破从业人员，推动工程爆破技术的不断创新与进步做出新的贡献。故乐于为之序！

中国工程院院士

汪旭光

2003年9月30日

序 二

进入 21 世纪，我国进入全面建设小康社会、加快推进社会主义现代化的新的发展阶段，经济快速发展，基础设施建设蓬勃兴起，市政改建工程方兴未艾，民用爆炸物品使用量越来越大。据统计，现在我国每年使用各种炸药 150 多万吨、工业雷管 20 多亿枚、各种索类爆破器材 15 多亿米，从事爆破作业的人员达 60 多万人。尽管目前我国爆破器材质量和爆破技术水平有了长足的进步，但受从业人员流动性大、素质参差不齐等因素的影响，爆破作业事故仍时有发生，给国家和人民群众的生命财产安全带来重大损失。为此，加强对爆破作业人员的培训考核和安全管理，提高爆破作业人员的安全技术素质和安全作业意识，预防和减少爆破事故的发生，保障爆破作业的安全，已在政府监管部门和爆破行业形成共识。

我国对爆破作业安全工作高度重视，多年来一直致力于爆破作业人员安全技术素质的提高。早在 1984 年国务院发布的《中华人民共和国民用爆炸物品管理条例》就对爆破员的培训、考核和资质条件等做出了明确规定，其后又相继制定发布了《特种作业人员安全技术考核管理规则》(GB 5306—1985)、《爆破安全规程》(GB 6722—1986)、《大爆破安全规程》(GB 13349—1992)、《拆除爆破安全规程》(GB 13533—1992)、《爆破作业人员安全技术考核标准》(GA 53—1993) 等技术标准、规程，从制度上保障了爆破作业人员培训考核工作的顺利进行。同时，为进一步规范对爆破作业人员的培训工作，确保培训工作因材施教，1991 年中国力学学会工程爆破专业委员会组织编写了培训爆破工作领导人、爆破工程技术人员、爆破员和爆破器材管理人员的四种培训教材，1996 年中国工程爆破协会组织编写了《爆破工程技术人员考核试题库》。这些专门培训教材和试题库的出版发行，对我国爆破作业人员培训考核工作的科学化、规范化起到了重要作用。据不完全统计，自《民用爆炸物品管理条例》发布实施以来，各级公安机关及有关部门培训爆破员、爆破器材保管员、安全员和押运员达 500 万人次，培训爆破工程技术人员 1.5 万人次。

我国改革开放的实践证明，创新是中国特色社会主义事业不断向前发展的根本动力。中国工程爆破协会在组织全国数百名知名爆破专家修订爆破作业技术标准规程的同时，编写了《工程爆破理论与技术》、《爆破工程施工与安全》、《爆破器材经营与管理》、《爆破操作员读本》及考核试题库等配套培训教材，充分反映了近十年来工程爆破理论与技术的创新，不仅内容有了新的扩展与丰富，而且突出了施工安全与爆破器材经营管理的新理念和新措施，凝聚了众多专家

的心血，是一套不可多得的权威性爆破作业人员培训教材。我相信，这套培训教材的问世，对于我国爆破作业人员培训考核工作的科学化、规范化建设，提高爆破作业人员的安全技术水平，预防和减少爆破事故的发生，保障国家和人民群众的生命财产安全，更好地服务于全面建设小康社会的奋斗目标，必将发挥极其重要的作用。

公安部治安管理局

徐沪

2004年1月16日

前 言

《工程爆破理论与技术》一书，作为工程爆破技术人员安全与技术培训、考核的新教材，与工程爆破界同仁见面了，与广大读者见面了！

本书的出版标志着全国工程爆破技术人员安全与技术培训考核工作进入了一个新阶段。也就是说，由过去的单纯培训、考核、发证过渡到培训、考核、发证与提高作业级别、扩大作业范围并举的新阶段。相应地，对新教材也提出了更高的要求。

本书的出版还标志着对工程爆破的内涵有了新的认识。这种认识上的突破，必将促进爆破技术更加全面的发展。

本书的出版也使中国爆破界与国际交往又增加了一个新的渠道。它向世人展示了中国工程爆破技术的新发展、新动态。

作为工程爆破技术人员的培训教材，本书除了注重教材的先进性和系统性外，尤其注重技术的成熟性和实践性。

工程爆破理论包括：炸药的起爆理论、爆轰理论和岩石爆破理论；工程爆破技术包括：凿岩、爆破器材、爆破施工机械、各种爆破技术及设计、爆破安全技术和管理以及爆破工程招投标与项目管理、爆破工程监理和爆破信息管理等内容。

本书从内容、层次上分为爆破基础知识和爆破各论两部分。各地培训考核班在讲清基础知识部分的前提下，可根据学员从事爆破作业范围的不同，对各论部分可做适当删减。为配合复习与本书配套使用的尚有《全国工程爆破作业人员统一培训教材考核试题库》。

中国工程爆破协会组织了10位国内知名专家参加了本书的编写工作。具体编写分工如下：汪旭光（第1章、第3章、第4章、第14章第7节）；宋守志（第2章）；刘宏刚（第2章第2节中2.2.3，第8章第1节和第4节中8.4.5）；张正宇（第5章，第8章第1节，第8章第3节）；王中黔（第6章，第11章）；于亚伦（第7章，第8章第1节，第8章第2节，第8章第6节）；霍永基（第8章第4节，第9章第6节，第10章）；郑炳旭（第8章第3节，第8章第5节，第12章，第14章）；周家汉（第9章）；林学圣（第13章）。

本书在编写过程中得到了以冯叔瑜院士为代表的老一辈爆破专家的关心和指导。有40余位爆破专家参加了审稿会，他们对本书的修改定稿提出了宝贵的意见。

在编写过程中，编写人员参考引用了发表在公开出版物上爆破界同仁们的大量研究成果和技术报告。无疑，本书也凝结了他们在科研、教学和工程实践

中的经验。

由于多位作者参与编写工作，加之时间仓促，书中难免有重复和疏漏，不当之处，敬请读者批评指正。

本书在编写出版过程中，中国工程爆破协会秘书处黄增泽、陈茂琪同志做了大量具体工作，付出了辛勤劳动，在此表示感谢。

最后，再一次向支持本书编写、出版的各位专家和工程爆破界同仁表示衷心的感谢！

于亚伦

2003年9月

目 录

1 绪论	(1)
1.1 工程爆破的历史与现状	(1)
1.1.1 工业炸药的历史与现状	(1)
1.1.2 爆破技术的历史与现状	(2)
1.2 工程爆破的内涵与基本特点	(6)
1.2.1 工程爆破的内涵	(6)
1.2.2 工程爆破的基本特点	(6)
1.3 岩土爆破方法与技术	(8)
1.3.1 岩土爆破方法	(8)
1.3.2 岩土爆破技术	(9)
1.4 工程爆破的发展前景	(10)
2 凿岩机具与施工技术	(13)
2.1 钻孔机具	(13)
2.1.1 浅孔和中深孔钻孔机械	(13)
2.1.2 浅孔和中深孔凿岩钎具	(16)
2.1.3 液压凿岩机及钎具	(19)
2.1.4 潜孔钻机及钻具	(20)
2.1.5 牙轮钻机及钻具	(22)
2.2 钻孔施工技术	(25)
2.2.1 中小直径钻机的选型及施工技术	(25)
2.2.2 液压凿岩机的选型及使用维护	(27)
2.2.3 潜孔钻机的钻孔施工技术	(30)
2.2.4 牙轮钻机的选型及使用维护	(33)
3 爆炸与炸药的基本理论	(36)
3.1 基本概念	(36)
3.1.1 爆炸及其分类	(36)
3.1.2 炸药爆炸的 3 个条件	(36)
3.1.3 炸药化学变化的基本形式	(37)
3.2 炸药的起爆和感度	(38)
3.2.1 炸药的起爆与起爆能	(38)
3.2.2 炸药起爆的基本理论	(39)
3.2.3 炸药感度	(41)
3.2.4 影响炸药感度的因素	(46)
3.3 炸药的爆轰理论	(47)
3.3.1 爆轰波	(47)

3.3.2	爆轰波基本方程	(48)
3.3.3	爆轰波参数计算	(49)
3.3.4	爆轰波稳定传播的条件	(49)
3.4	炸药的氧平衡与热化学参数	(51)
3.4.1	炸药的氧平衡	(51)
3.4.2	炸药的热化学参数	(56)
3.5	炸药的爆炸性能	(59)
3.5.1	爆速	(59)
3.5.2	威力	(61)
3.5.3	猛度	(62)
3.5.4	殉爆	(63)
3.5.5	沟槽效应	(64)
3.5.6	聚能效应	(66)
4	爆破器材	(69)
4.1	工业炸药	(69)
4.1.1	炸药的定义与分类	(69)
4.1.2	工程爆破对工业炸药的基本要求	(71)
4.1.3	铵梯炸药	(72)
4.1.4	铵油炸药	(74)
4.1.5	乳化炸药等含水炸药	(78)
4.1.6	煤矿许用炸药	(82)
4.1.7	其他工业炸药	(85)
4.2	炮孔装药机械化	(88)
4.2.1	炮孔装药机械化的优点	(88)
4.2.2	露天炮孔装药机械	(88)
4.2.3	地下炮孔装药机械	(91)
4.3	起爆器材	(94)
4.3.1	工业雷管	(94)
4.3.2	导火索与点火材料	(101)
4.3.3	导爆索与继爆管	(103)
4.3.4	塑料导爆管及导爆管的连通器具	(105)
4.3.5	爆破仪表与起爆药柱	(108)
4.4	地震勘探与油、气井燃烧爆破专用器材	(111)
4.4.1	油、气井燃烧爆破器材的分类	(111)
4.4.2	油、气井爆破专用器材	(111)
4.4.3	地震勘探用震源药柱	(118)
4.4.4	油、气井工程用辅助爆破器材	(119)
4.4.5	油、气井工程用燃烧器材	(120)
4.5	爆破器材的检验与销毁	(124)
4.5.1	爆破器材的检验	(124)

4.5.2 爆破器材的销毁	(129)
5 起爆方法	(130)
5.1 火雷管起爆法	(130)
5.1.1 导火索及其起爆系统	(130)
5.1.2 点火方法	(130)
5.2 电力起爆法	(131)
5.2.1 电雷管的主要参数	(131)
5.2.2 电爆网路的组成	(132)
5.2.3 电爆网路的连接方式	(133)
5.2.4 电力起爆法施工	(135)
5.3 导爆索起爆法	(136)
5.3.1 导爆索连接方式	(136)
5.3.2 导爆索与炸药连接	(136)
5.3.3 导爆索的引爆	(137)
5.3.4 导爆索起爆网路	(137)
5.3.5 适用范围	(138)
5.4 塑料导爆管起爆法	(138)
5.4.1 塑料导爆管及其起爆系统	(138)
5.4.2 导爆管起爆网路的基本形式	(140)
5.4.3 塑料导爆管毫秒爆破网路	(142)
5.4.4 塑料导爆管接力起爆网路的可靠度	(145)
5.4.5 塑料导爆管网路中如何避免串段、重段	(146)
5.4.6 爆破中其他因素对网路准爆的影响	(147)
5.4.7 网路敷设工艺对网路准爆的影响	(148)
5.5 混合网路起爆法	(149)
5.5.1 电—导爆管混合网路	(149)
5.5.2 导爆索—导爆管混合起爆网路	(149)
5.5.3 电—导爆索起爆网路	(150)
6 爆破工程地质	(152)
6.1 岩石性质及其分级	(152)
6.1.1 岩石分类	(152)
6.1.2 岩石基本性质	(154)
6.1.3 岩石的动力学特性	(157)
6.1.4 岩石分级	(158)
6.2 地质条件对爆破的影响	(163)
6.2.1 结构面对爆破的影响	(164)
6.2.2 地形对爆破的影响	(167)
6.2.3 特殊地质条件对爆破的影响	(167)
6.3 爆破对工程地质条件的影响	(169)
6.3.1 爆破对保留岩体的破坏	(169)

6.3.2	爆破对边坡稳定性的影响	(170)
6.3.3	爆破对水文地质条件的影响	(172)
6.4	爆破工程地质勘察	(172)
6.4.1	爆破对工程地质勘察的基本要求	(172)
6.4.2	勘测工作的内容及方法	(173)
6.4.3	编写工程地质报告书	(175)
7	岩石爆破理论	(176)
7.1	岩石爆破理论的发展	(176)
7.1.1	岩石爆破理论的发展阶段	(176)
7.1.2	岩石爆破理论研究的内容	(177)
7.2	岩石中的爆炸应力波	(177)
7.2.1	应力波分类	(177)
7.2.2	冲击载荷的特征及爆炸冲击波参数	(179)
7.2.3	爆炸应力波的传播	(181)
7.2.4	岩石中的动应力场	(185)
7.3	岩石中的爆炸气体	(186)
7.4	岩石的爆破破碎机理	(186)
7.4.1	岩石爆破破碎的主因	(186)
7.4.2	炸药在岩石中爆破作用的范围	(189)
7.4.3	炸药在岩石中爆破破坏的过程	(192)
7.4.4	岩石中爆破作用的 5 种破坏模式	(192)
7.5	爆破漏斗	(193)
7.5.1	爆破漏斗的几何参数	(193)
7.5.2	爆破漏斗的基本形式	(193)
7.6	装药量计算原理	(194)
7.6.1	体积公式	(194)
7.6.2	标准抛掷爆破的装药量计算	(195)
7.7	影响爆破作用的因素	(195)
7.7.1	炸药性能对爆破作用的影响	(195)
7.7.2	岩石特性对爆破作用的影响	(197)
7.7.3	炸药与岩石的相关因素及对爆破作用的影响	(197)
7.7.4	爆破条件、爆破工艺对爆破作用的影响	(199)
7.8	利文斯顿爆破漏斗理论	(201)
7.8.1	基本观点	(201)
7.8.2	对岩石破坏的分类	(201)
7.8.3	利文斯顿爆破漏斗试验及 $V/Q-\Delta$ 曲线	(202)
7.8.4	利文斯顿的弹性变形方程	(202)
7.8.5	利文斯顿爆破漏斗理论在露天矿的应用	(203)
7.8.6	利文斯顿爆破漏斗理论在地下矿的应用	(203)
7.9	爆破过程的数值模拟	(203)

7.9.1 概述	(203)
7.9.2 数值模拟的步骤	(204)
7.9.3 典型的爆破模型介绍	(206)
8 岩土爆破	(211)
8.1 井巷掘进爆破	(211)
8.1.1 平巷掘进爆破	(211)
8.1.2 井筒掘进爆破	(217)
8.1.3 隧道掘进爆破	(225)
8.1.4 地下大跨度硐库开挖爆破	(231)
8.2 台阶爆破	(237)
8.2.1 露天深孔台阶爆破	(237)
8.2.2 露天浅孔台阶爆破	(250)
8.2.3 地下采场深孔爆破	(252)
8.2.4 地下采场浅眼爆破	(259)
8.3 岩土控制爆破	(260)
8.3.1 预裂爆破	(260)
8.3.2 光面爆破	(270)
8.3.3 城镇浅孔与深孔爆破	(274)
8.4 硐室爆破	(281)
8.4.1 概述	(281)
8.4.2 硐室爆破设计管理与等级划分	(284)
8.4.3 爆破方案规划和药包布置原则	(284)
8.4.4 硐室爆破技术设计的基本内容、方法和步骤	(285)
8.4.5 药包布置方法	(285)
8.4.6 药包参数选择与装药量计算	(291)
8.4.7 药包压缩圈的半径计算	(292)
8.4.8 单个集中药包单位炸药消耗量分析	(294)
8.4.9 药包间距计算	(294)
8.4.10 爆破抛掷率分析	(294)
8.4.11 药包爆破漏斗图绘制原理和方法	(295)
8.4.12 定向爆破抛掷堆积计算	(298)
8.4.13 爆破影响安全校核	(302)
8.4.14 爆破施工与管理	(304)
8.5 药壶爆破及二次爆破	(308)
8.5.1 药壶爆破	(308)
8.5.2 二次爆破	(311)
8.6 计算机辅助设计	(313)
8.6.1 概述	(313)
8.6.2 计算机辅助设计的系统组成	(314)
8.6.3 爆破 CAD 系统的主要功能	(316)

8.6.4 CAD 技术在工程爆破中的应用实例	(317)
9 拆除爆破	(323)
9.1 概述	(323)
9.1.1 拆除爆破的技术特点	(323)
9.1.2 被拆除建(构)筑物的类别	(324)
9.2 拆除爆破的技术原理	(324)
9.2.1 爆破破碎作用原理	(324)
9.2.2 失稳塌落解体作用原理	(324)
9.2.3 水压爆破拆除的技术原理	(326)
9.3 拆除爆破工程设计	(327)
9.3.1 拆除爆破总体设计方案	(327)
9.3.2 拆除爆破技术设计	(328)
9.3.3 拆除爆破设计参数选择	(328)
9.3.4 拆除爆破的药量计算	(332)
9.3.5 拆除爆破网路设计	(335)
9.3.6 拆除爆破安全设计	(335)
9.4 建(构)筑物的爆破拆除	(338)
9.4.1 楼房建筑物爆破拆除的倒塌方式	(338)
9.4.2 框架结构楼房的拆除	(340)
9.4.3 高大厂房或大跨度建筑物的爆破拆除	(342)
9.4.4 砖混结构楼房的拆除	(343)
9.4.5 烟囱水塔类构筑物的爆破拆除	(344)
9.4.6 桥梁的爆破拆除	(349)
9.5 大型块体和基础类构筑物的爆破拆除	(349)
9.5.1 基础类结构物拆除爆破的设计原则	(350)
9.5.2 基础类结构物拆除爆破的工程实例	(350)
9.6 挡水围堰拆除及岩坎爆破	(351)
9.6.1 挡水围堰拆除爆破	(351)
9.6.2 典型围堰爆破拆除工程实例	(352)
9.6.3 岩坎爆破	(352)
9.7 水压爆破拆除	(354)
9.7.1 水压爆破拆除设计与施工	(354)
9.7.2 水压爆破拆除工程应用实例	(356)
10 水下爆破	(359)
10.1 概述	(359)
10.2 水下爆炸冲击波理论及分析计算	(361)
10.2.1 水下冲击波基本理论	(361)
10.2.2 水中爆炸冲击波参数计算	(361)
10.2.3 水体界面对水中冲击的影响	(362)
10.2.4 水下爆炸气泡脉动及参数计算	(362)

10.2.5 浅水爆炸水喷和波浪效应	(362)
10.3 水下爆破技术及工程应用	(363)
10.3.1 水下钻孔爆破机制及技术特点	(363)
10.3.2 近代水下钻孔爆破施工技术进展	(364)
10.3.3 水底裸露爆破法	(365)
10.4 水下软土地基爆破处理技术及工程应用	(367)
10.4.1 概述	(367)
10.4.2 水下沙土地基爆炸压密处理技术	(367)
10.4.3 水下淤泥地基爆炸处理技术	(370)
10.5 水下岩塞爆破	(372)
10.5.1 水下岩塞爆破技术及工程应用	(372)
10.5.2 水下岩塞爆破的技术特点和难点	(373)
10.5.3 水下岩塞爆破技术发展	(373)
10.5.4 水下岩塞爆破工程的勘测与设计	(375)
10.5.5 水下岩塞爆破设计方案	(376)
10.5.6 水下岩塞爆破参数和装药量计算	(379)
10.5.7 水下岩塞爆破施工	(379)
10.5.8 水下岩塞爆破的有害效应分析及安全防护	(380)
11 特种爆破	(381)
11.1 聚能爆破	(381)
11.1.1 炸药爆炸的聚能原理	(382)
11.1.2 影响聚能爆破威力的因素	(382)
11.1.3 工程应用	(385)
11.2 金属破碎切割爆破	(390)
11.2.1 普通爆破破碎法	(390)
11.2.2 控制爆破切割法	(392)
11.2.3 工厂化专用爆破作业场	(393)
11.3 爆炸加工	(395)
11.3.1 爆炸成形	(395)
11.3.2 爆炸复合	(400)
11.3.3 爆炸硬化	(406)
11.4 地震勘探爆破	(407)
11.4.1 基础知识	(408)
11.4.2 炸药爆破激震方式选择	(409)
11.4.3 激发条件对激震效果的影响	(410)
11.5 油气井爆破	(411)
11.5.1 井下爆破特点	(411)
11.5.2 典型爆破技术	(412)
11.6 钻孔雷爆	(416)
11.6.1 雷爆的作用	(416)

11.6.2 雷爆药量的确定	(417)
11.7 特种介质爆破	(418)
11.7.1 热凝炉渣爆破	(418)
11.7.2 流冰冰盖爆破	(421)
11.7.3 冻土开挖爆破	(423)
11.8 特种爆破技术新进展	(425)
11.8.1 爆炸消除焊接残余应力	(425)
11.8.2 井巷人工冻结法钻眼爆破技术	(426)
11.8.3 爆破抢险救灾	(427)
12 爆破后续作业的施工机械	(428)
12.1 二次破碎机械	(428)
12.1.1 移动式液压破碎机	(428)
12.1.2 手持式破碎机	(431)
12.1.3 气镐	(431)
12.2 装载机械	(432)
12.2.1 装载机及其分类	(432)
12.2.2 装载机的使用条件及生产率计算	(432)
12.2.3 装载机的主要技术参数	(433)
12.3 挖掘机	(433)
12.3.1 单斗挖掘机及其分类	(433)
12.3.2 各类单斗挖掘机的作业类别	(434)
12.3.3 单斗挖掘机的生产率	(434)
12.3.4 挖掘机主要性能参数	(434)
12.4 运输机械	(436)
12.4.1 运输道路	(436)
12.4.2 汽车运输效率及汽车数量计算	(437)
12.4.3 汽车运输主要消耗材料指标	(438)
12.4.4 汽车运输矿山技术经济指标实例	(439)
12.5 推土机	(440)
12.5.1 推土机及其分类	(440)
12.5.2 推土机的生产效率	(441)
12.5.3 推土机的主要技术参数	(442)
12.6 机械选型、配套	(443)
12.6.1 露天土石方工程的工艺流程和相应的配套机械	(443)
12.6.2 手持(气腿)凿岩机	(444)
12.6.3 中深孔爆破的钻孔机械	(444)
12.6.4 铲、车类型匹配和数量配合	(446)
13 爆破安全技术和环境保护	(448)
13.1 外来电流的危害与预防	(448)
13.1.1 雷电	(448)

13.1.2 静电	(449)
13.1.3 感应电	(450)
13.1.4 杂散电	(450)
13.2 爆破地震	(451)
13.2.1 地震的震级和烈度	(451)
13.2.2 爆破地震波	(452)
13.2.3 爆破地震的安全判据和安全允许距离	(454)
13.2.4 爆破振动效应的控制	(456)
13.3 爆破冲击波	(456)
13.3.1 爆破冲击波的产生和传播	(456)
13.3.2 爆破冲击波的安全判据和安全允许距离	(457)
13.3.3 爆破冲击波的控制与防护	(458)
13.4 爆破飞散物	(459)
13.4.1 爆破飞散物的产生和危害	(459)
13.4.2 爆破飞散物的飞散距离和安全允许距离	(459)
13.4.3 爆破飞散物的控制与防护	(460)
13.5 爆破有害气体	(461)
13.5.1 爆破有害气体的组分与毒性	(461)
13.5.2 爆破有害气体的危害范围和允许浓度	(462)
13.5.3 爆破有害气体的预防措施	(463)
13.6 爆破场地的环境保护	(463)
13.6.1 降低爆破噪声的技术措施	(463)
13.6.2 降低爆尘的技术措施	(464)
13.6.3 爆破作用范围内水中生物的保护	(466)
13.7 爆破事故的预防与应急措施	(467)
13.7.1 爆破事故的预防	(467)
13.7.2 爆破事故应急措施	(472)
14 爆破安全管理	(473)
14.1 爆破工程的分级管理	(473)
14.1.1 爆破工程分级管理	(473)
14.1.2 爆破工程设计文件	(473)
14.1.3 爆破工程设计与施工资质	(474)
14.2 爆破工程安全评估和审批	(475)
14.2.1 需要进行安全评估的工程	(475)
14.2.2 安全评估内容	(475)
14.2.3 安全评估的实施	(476)
14.2.4 安全评估的权威性	(476)
14.2.5 爆破工程审批	(476)
14.2.6 设计修改	(477)
14.3 爆破工程施工组织设计	(477)