

特 殊 爆 破

目 容 简 介

本书共分三篇十三章。第一篇特殊爆破的理论基础，包含五章，主要内容为：特殊爆破的概论；炸药的种类与性能；起爆材料的种类与工艺；爆轰机理；爆破作用理论基础。第二篇特殊爆破的设计与应用，包含七章，主要内容为：控制爆破在土建工程中的应用；在其他特定条件下的土石方爆破；建筑物拆除及摧毁性爆破；金属加工及其形成爆破；高压高频电源近区及其高温、高硫条件下的爆破；水下爆破；特殊爆破在其他领域中的应用。第三篇爆破公害，主要内容为：各种安全参数的确定及其分析。

前 言:

本书是于1983年初,应原辽宁省冶金工业局之约为加强爆破技术的安全应用,提高爆破工程技术人员的理论水平和技术素质而编写的。

建国以来,特别是近十几年以来,爆破技术的发展十分迅速,各个领域对爆破的应用十分活跃。由于爆炸的能量密度大,瞬间爆发的功率高,能量调节幅度不受限制等突出特点,爆破技术在国民经济建设中显示出了无限的生命力,应用的范围越来越广,重要作用越来越显著,已从军事和土建工程中解体出来,逐步成为重要的独立一门学科。

有关特殊爆破技术,国内外尚无专著,而是零星分散在有关文章和资料中,给爆破工作者带来某些不便。作者根据本人的多年工作体会和所收集、积累的资料编著了此书,目的在于对爆破技术的日臻完善起到抛砖引玉的作用。

在编写本书的过程中,引用了我国一些高等院校,研究机关以及生产厂矿的研究和革新成果。对此,作者表示衷心的感谢!

本书在编著过程中还承蒙中国有色金属工业总公司沈阳公司王恩斗工程师,杨家杖子矿务局刘青霄工程师的热情指导,无私的帮助,并在百忙中给予审定,才幸与读者见面,谨致衷心地谢意!

全书共分三篇:第一篇爆破的基本理论;第二篇特殊

爆破的设计与施工；第三篇爆破公害及其防护。由于作者水平所限、爆破技术本身还在不断地发展，故本书内容尚不可能概括这一技术的全部领域。加之编著时间仓促，错误之处在所难免，恳请读者批评指正，预先致以诚挚的感谢！

编审：龙凌霄

校核：林富春 王恩斗

主编：王恩斗

目 录

第一篇 特殊爆破的理论基础

绪论

第一章 特殊爆破的概论	(4)
第一节 特殊爆破的概念及其特点.....	(4)
第二节 特殊爆破的理论基础及其研究的 新课题.....	(8)
第三节 特殊爆破的设计与施工依据.....	(9)
第二章 爆炸及炸药的基本理论	(10)
第一节 炸药及爆炸的基本概念.....	(10)
第二节 特殊爆破对所使用炸药的要求.....	(12)
第三节 特殊爆破使用的炸药种类和性能.....	(14)
第三章 起爆材料与起爆系统	(30)
第一节 起爆材料.....	(30)
第二节 普通起爆材料.....	(31)
第三节 抗高温、杂电、电磁波的雷管.....	(43)
第四节 抗水、抗压、抗高温起爆药包.....	(46)
第五节 起爆方法与新的起爆系统.....	(48)

第四章	炸药的爆轰理论及其稳定传爆	(60)
第一节	爆炸冲击波的形成与特性	(60)
第二节	理想爆轰与稳定传爆	(62)
第五章	爆破作用理论基础	(72)
第一节	在均匀介质内的爆破作用理论	 (73)
第二节	在介质表面上的爆破作用理论	 (83)
第三节	特殊爆破中对爆破作用圈应用的分析	 (89)
第五节	爆破漏斗的形成及其影响因素的分析	 (91)
第五节	药量计算原理	(95)
第六节	定向爆破的作用原理	(99)

第二篇 特殊爆破的设计与应用

第六章	控制爆破在土建工程中的应用	(102)
第一节	光面爆破	(102)
第二节	利用控制爆破采伐大型建筑石材	 (117)
第三节	采用控制爆破提高采场矿柱的稳定性	 (119)
第四节	预裂爆破在边坡稳定中的应用	 (123)
第七章	特定条件下的土石方爆破	(128)

第一节	铁路、公路在运营条件下的路基贯穿 爆破.....	(128)
第二节	堑沟定向抛掷爆破	(130)
第三节	冻土层及冰川爆破	(136)
第四节	高压天然气输送管下的管沟爆破.....	(140)
第五节	采用水封压缩集中穴药包爆破大块.....	(142)
第八章	建筑物拆除的摧毁性爆破	(147)
第一节	室内爆破	(147)
第二节	楼房基础穿墙凿洞爆破	(154)
第三节	烟筒及塔的摧毁定向爆破	(156)
第四节	楼房及整体高大结构物的拆除爆破.....	(162)
第九章	金属压力加工及成形爆破	(170)
第一节	接触爆炸加工	(170)
第二节	隔离爆炸加工	(192)
第十章	高压、高频电源近区及高温高硫条件下的爆破...	(201)
第一节	在高压高频电源近区的电气爆破.....	(201)
第二节	在高温高硫介质中的爆破	(217)
第十一章	水下爆破	(226)
第一节	水下爆破的特点及要求	(226)
第二节	水下爆破的炸药与起爆材料.....	(227)

	第三节	水下爆破的参数选择及其药量计算…	(231)
	第四节	水塞爆破 ……	(243)
	第五节	水下爆夯 ……	(249)
	第六节	水下爆破的安全防护…	(254)
第十二章	特殊爆	破在其他领域中的应用…	(258)
	第一节	爆破技术应用于给排水工程的洗井…	(258)
	第二节	爆破在地质勘探中的应用 …	(260)
	第三节	爆破在石油工业中的应用 …	(264)
	第四节	喷漆及电镀的电镀层爆破 …	(265)
	第五节	爆破灭火 ……	(266)
	第六节	生物救援爆破 ……	(268)
	第七节	爆破在医疗中的应用 ……	(270)

第三篇 爆破公害

第十三章	爆破公害及其防护…	(271)
	第一节	爆破公害对国计民生的影响…
		(271)
	第二节	爆破地震作用及其安全距离的确定…
		(272)
	第三节	空气冲击波的作用及安全距离…
		(280)
	第四节	爆破噪音问题 ……
		(288)
	第五节	爆破飞石的安全距离确定 …
		(290)

绪论:

火药是我国古代的四大发明之一。随着火药的问世,爆破技术历来就成了军事科学的一个重要部份。但随着工、农业生产的发展和科学技术的不断更新,人们在爆破技术的实践中,深刻地认识到它的广阔前景和无限的生命力,由于炸药在爆炸瞬间能释放出大量的能量,集中相当的能量密度。如,由爆炸现象中的聚能效应所产生的能量密度比一般工业炸药大 $2 \sim 3$ 万倍,爆压可达数百万大气压,而爆温达数万度。由爆炸所产生的能源是当前其他能源(机械能、电能、水能、燃料能等)所无法比拟的。因此,爆破技术在国民经济和各个科学领域中的应用日益广泛,作用非常显著。爆破技术不仅在采矿工业中用来破碎矿岩,近世纪来在农田水利中用来定向筑霸、移山填海(洼)、平整土地;在铁路交通部门开凿涵隧,填挖路基;在国防工程中修筑各种峒库及军事掩体。近些年来在天文观测中利用核子的爆炸来研究各种天体现象;在宇航科学中作为火箭发射及星球的勘探;在金属加工工艺中用以进行爆炸成型、金属切割、焊接及喷漆;在材料合成中爆炸可合成人造金刚石和钢、其钢的价值比白金(铂)要高80万倍;在地质部门爆炸除应用于槽探、坑探之外,还可以用来圈定岩层地质构造及查明矿体赋存要素;在医疗卫生部门爆炸可用于体内膀胱结石的破碎而使患者免于剖腹的痛苦。在海洋资源开发、清除沉船礁石、疏通航道及海底采矿、森林灭火、生物救援中爆破显示出了比其他技术方法难以接

近，无法克服的优越性。在冶炼工业中，爆破可以开凿炉口、处理炉内熔渣的结块；……。在工程建筑中拆除各种建筑物和土石方的开挖。总之爆破技术应用的范围越来越广，其重要作用越来越明显。可以说：它已从军事科学和采矿工业中解体出来，成为一门重要的独立学科。

爆破技术有着悠久的历史，自火药发明以来，它对人类社会的发展起了重要的推动作用。我国历史记载表明：公元前660年“丹径”中记述了火药的成分、性质。隋唐时期，火药成为了焰火娱乐的材料，十三世纪火药用于军事。宋、辽、金就使用了霹雷炮、震天雷。直到元朝、征服欧州就靠最锐利武器——火炮与火药，此时火药才由印度转入阿拉伯辗转于欧州。十七世纪欧州产业革命，黑火药被用来大量开采矿石，直到十八世纪末黑火药还是唯一的炸药品种。

十九世纪六十年代威尔布兰德发明了三硝基甲苯，欧利生和诺尔宾合作制成硝铵炸药。1868~1875年诺贝尔先后发明了硝化甘油炸药，雷管和硝化棉炸药。直到二十世纪五十年代铵油炸药、浆状炸药先后问世，使工业炸药成本大为降低、在制造、储存、运输、管理方面都提供了较好的安全性，使炸药品种为之一新，为爆破技术的发展创造了有利条件。

七十年代初期，美国加拿大等国研制成乳胶炸药，随后在我国相继研制应用，这一新型炸药的研制成功，为爆破技术的发展提供了更好地可靠性和安全性以及抗水抗冻性。

在起爆技术方面，近些年来也有不少新的改进和发

展，非电起爆系统逐渐取代了火雷管起爆和电气起爆，各种抗杂电雷管的研制成功使爆破作业日臻完善。耐水、耐压、耐温的起爆装置以及无线电、声控、充气系统的起爆技术的相继出现，不仅提高了爆破作业的安全性，而且使过去无法实现的爆破工程得以付诸实施。

在爆破技术方面的发展也是突飞猛进的，最初古代人们采用爆破，只是小药量、裸露药包。1639年我国的“天工开物”一书中记载了钻孔工程，由于钻孔法的出现，把炸药装填在炮孔里，使爆破技术大大改善，爆破效率成倍提高。十九世纪随着冲击式钻机的出现，把采矿工业推进到一个新的水平，二十世纪初英美等国家在矿山和铁路等部门采用了大药室爆破技术，苏联十月革命后，在五年计划的经济建设中，曾普遍采用峒室大爆破，有的药量达一千吨以上。二十世纪四十年代末五十年代初期潜孔钻与牙轮钻的相继出现，大大地提高了凿岩速度和深度，使中深孔的大药量爆破成为土石方工程中极为普遍的事件。

二十世纪四十年代末至六十年代期间，人们对爆破所产生的大块和围岩震裂日感不满，先后创造了微差爆破、预裂爆破，光面爆破等控制技术，使大块的产生达到最低限度，降低了炮震，相对地提高了所留原岩体及周围建筑物的稳定性，改善了爆破质量，提高了爆破能量的合理利用率。

近些年来爆破技术进入了机械加工、水下工程、人员稠密的城市建筑、宇航探险等许多科学领域，并取得了较好的技术成就，将使人们习惯上认为技术复杂，危险性大的爆破作业成为安全可靠，简单实用的大众科学。

第一篇 特殊爆破的理论基础

第一章 特殊爆破的概论

第一节 特殊爆破的概念及其特点

所谓特殊爆破就是在特定的条件下，如高温、高压、有水和电及其他特殊限定的工艺条件下进行的精确性高，安全程度大的爆破称之为特殊爆破。与普通爆破相比，爆破的准确性、方向性、安全性要求更严格，作业条件更加困难，但收益显著突出，甚至在某些工程中除爆破能达到迎刃而解、收到事半功倍的效果外，别的任何方法和工艺措施，在当前技术条件下，简直是望而生叹，束手无策。

特殊爆破所涉及的范围主要是研究爆炸材料的性能，爆破目的物在爆破作用下的物理力学性能及其破碎机理，各种特定条件下的爆破参数与爆破技术和安全措施的基础性技术科学。

“四化”建设已成为全党、全民奋斗的宏伟目标，要在本世纪内实现四个现代化，毫无疑义在实现四个现代化的过程中，建设工程、新的工艺已像雨后春笋般的在全国各条战线蓬勃地开展起来，在任何新建、扩建、改建工程中，土石方的施工量将占相当大的比重，有的工程土石方量达80~90%。对于土石方的施工，过去一般惯用人工或机械施工，有的工程采用爆破松动，然后用机械铲运的综合施工方案。近些年来，在一些农田改造、水利兴修以及堤坝构筑的工程中，赋予了大药量定向爆破做为土石方

的搬移和填挖施工，经济技术效果均十分良好。但有的工程由于地质、地形、地物复杂，安全条件难以保证，不宜采用大药量爆破。如果采用人工或机械施工，常常是欲速不达、事倍功半，若采用特殊爆破则可收到与其他施工方法无可比拟的立竿见影的效果。

在当前的技术条件下进行水下施工时，人力和机械都受到水深和水压的限制，施工效率相当低。采用水下爆破与地面爆破相比，虽然成本高、效率低，安全性略差，工序较繁琐等缺点，但与常规的人力机具施工相比仍不失其独特的优越性，在一定的水深范围内能达到预期的工程技术效果。

在金属加工领域中，爆破加工方法与某些常规的工艺方法相比具有独一无二的特点，对于一些特殊形状的复杂零件，金属粉末的高密度压制成型，某些金属材料的切割、焊接以及硬化加工与合成工艺。爆破加工可获得精度高、材料刚度大、克服机械能力小、能源不足的弱点，而达到采用低廉的炸药充分利用其爆炸能量取得较大的功率目的。

在灭火救灾、生物救援、摩天大楼的拆除等领域中，特殊爆破更能起到人力机具所不及的作用。因此特殊爆破的概念，不只是人们最初的习惯印象——爆炸只产生摧毁作用，而是在爆炸的同时也可以进行积极性的建设工作。

在一些特定条件下采用特殊爆破施工它具有以下无与伦比的优点：

1. 功率的大小不受能源容量的限制，炸药本身是一种化学能。以黄色炸药为例，一个直径为 D 米的药球，球对

称爆炸所释放的能量是 $3.52 \times 10^9 D^3$ 焦耳，而功率是 $4.72 \times 10^{10} D^2$ 千瓦，所以要达到百亿千瓦的功率是不难的。因此，可根据工程的需要，采用不同的药量可随意获得不同等量级的能量和功率。并且还可以通过调正爆破参数和工艺要素对能量的利用状况和作用范围进行人为的控制和变动，而其他能源所产生的功率这与其不然，它将受到其他因素的限制。例如，万吨水压机所产生的能量密度与炸药能相比，小得十分可怜，其压强仅为1.5公斤/厘米²，它受到活塞直径、冲程以及泵体额定功率的限制。而爆炸产生功率的这一独特的灵活性和可控性是其他能源无法比拟的。

2. 缩短工期、加快工程进度。某些工程采用人工或机械施工，往往由于机具的欠缺，场地狭小，或工期紧迫而不能按时动工，即使施工条件具备，在一些难度较大的工程中，常常是欲速不达，难以竣工。情况严重时，工程进度相当艰难，施工组织者往往心急如火，却难以找到较理想的施工方案。如果在上述特点的条件下采用爆破法施工，不但能取得多快好省切实可行的效果，而且使一些原来在技术上比较棘手的问题亦能得到迎刃而解。如金属加工工艺中，两个金属板体的焊接，采用普通的电焊、气焊、点弧焊接等方法是不能实现板体的面焊接。因为普通焊接、其焊缝只是一条线，焊接深度仅只几厘米，不可能满足工艺上的要求。然而采用爆破法焊接，这种板面体焊接则是轻而易举，垂手可得的事。

3. 施工设备简单，不受机具设备情况的限制。爆破中所需的工具设备大都是一些轻型简便的机具，且易于搬

迁和架设。

4. 工序简单，劳动效率高。不需专门设置特殊场地，修筑运输设备的进路。从而大量的节省了劳力，简化了工序，加速了工程进度。

5. 不受地理、地质、气候条件的影响，不管是酷热的江南，还是严寒的塞北；也不论是春夏秋冬，还是刮风下雨；即使是地质条件复杂，室内或建筑物旁，均可随时随地进行爆破施工，而令其达到预期的效果。

6. 安全可靠、准确及时。在人们的习惯里一提及炸药就自然而然地想到爆炸品，危险品，在水、陆、空运输中是严禁的携带品。不容置疑，在某种含义上讲，炸药是危险的爆炸品，但事物都得一分为二，危险与安全是相对的。比方，火看起来比较凶猛，水则比较柔和，人们对火灾的危害比较惧怕，而对水的危害不是那么注重，但在实际中，水灾所造成的危害却远远大于火灾造成的损失。同理炸药虽然是危险品，但在现代的科学技术条件下，各种工业炸药和爆炸器材是一个相对的稳定体，只要严格地执行安全技术操作规程，是相当安全可靠的，是完全可以杜绝安全事故的发生。目前，爆破施工中仍有事故发生，实际上是由于疏忽大意，违章作业造成。

爆破法施工与其他施工方法相比是最安全的；与机械施工法相比也是最安全可靠，准确及时的。因为其他的施工方法受影响的因素较多，施工的全过程人员始终在场，也就增加了事故出现的机率，而且一旦机具或工序出故障，不但易造成人身事故，也容易影响工期的完成。然而爆破法施工，爆破瞬间，作业人员撤离现场，只要爆破参数选择

合理，一旦起爆，全部工程也就大功告成，所以爆破法施工是安全可靠、准确及时的。

第二节 特殊爆破的理论基础及其研究的新课题

爆炸是一个高速的物理、化学反应过程，要对这个过程进行精确地计算和严密地控制，这就是特殊爆破所要研究的理论范围。除炸药及爆炸本身所涉及的基础理论，有爆炸物理学、波动力学、热力学、有机化学外，为了对特殊爆破的作用进行精密的控制与测定，它还涉及到电磁学、电子学以及电子计算机、控制论、工程数学等基础理论。随着人们对爆轰理论及介质的破碎机理的深入研究，还将涉及到介质的分子、原子在爆炸力作用下的微观运动以及金相结构和位错理论在爆破中的应用，以上涉及到的这些理论范围，由于爆炸过程历时短，影响爆炸的因素诸多，加之目前对爆破机理尚不完善的情况下，我们不能生硬地将上述科学理论，搬到爆破学中作为理论基础，而是应该加强爆破机理本身的研究，在提高测试手段和测试精确性的基础上，综合的有机的将上述理论应用于爆破实践，为爆破技术建立一个较完善的实用理论体系。

此外，随着我国经济建设的发展和四个现代化的需要，爆破技术将有更迅速发展新的要求，今后应加强爆破基础理论的研究，建立健全，公认的较完善的实用理论。为各种爆破工程设计提供可靠地的理论计算依据。

在爆破器材方面，对炸药应加强高效的、抗水、抗冻、耐温、耐压、低成本、高安全适合于各种工程要求的新品种的研制。使其规格化、系列化，以扩大爆破技术的使用范围和应用规模。

在爆破技术方面应进一步开展在各种条件下的爆破参数及药量计算的研究，为达到此目的，必须研制新的测试技术，完善测试手段以提高观测的精确性。

无疑随着爆破技术的发展和应用范围的扩大，新的研究课题将会不断出现。作为一个爆破工作者必须审时度势，不断积累各种资料，开展新课题的研究。为我国爆破事业的发展作出新的贡献。

第三节 特殊爆破的设计与施工依据

为了保证特殊爆破的良好工艺效果，对工程进行爆破设计与施工时应遵循下列原则：

1. 详细了解爆破地点周围地形、地貌状况以及所欲保护目标的特点与要求，以便为安全防护提供设计依据；
2. 掌握爆破对象的结构特点、受力状况和工艺要求；
3. 收集爆破地点的地质结构和水文资料，特殊工程若资料不全时，应进行必要的勘测，以便为爆破设计提供可靠的原始资料；
4. 明确爆破目的物工艺要求和工程允许误差；
5. 精心设计、合理地选择各种爆破参数，并严格按照设计要求施工，特殊的工程必要时应进行可行性的工艺试验；
6. 严格遵守各种技术规程和安全规定，以确保工程的安全和质量。