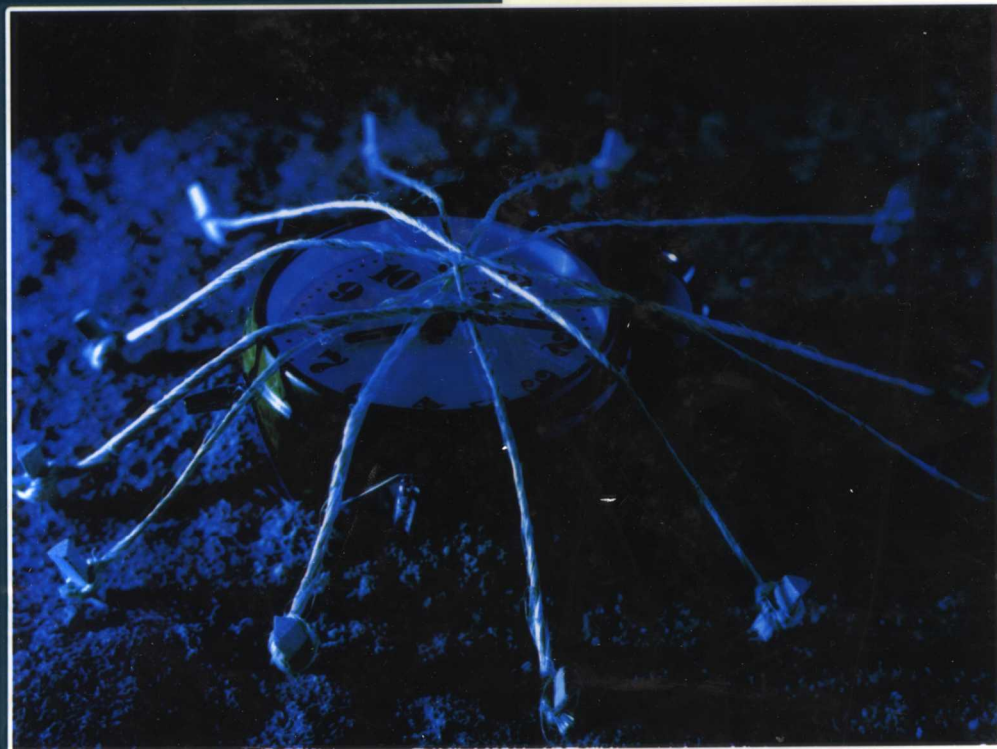


矿业开采施工现场

十大工技术操作标准规范

——爆破工

主编：王振华



安徽文化音像出版社

矿业开采施工现场 十大工技术操作标准规范

——爆破工

主编 王振华

安徽文化音像出版社

矿业开采施工现场十大工技术操作标准规范

——爆破工

主 编:王振华

出版发行:安徽文化音像出版社

出版时间:2004年3月

制 作:北京海传光盘有限公司

ISBN 7-88413-373-3

ISRC CN-E27-58-518-06/0

全套定价:1380.00元(1CD-ROM+十卷手册)

编 委 会

主 编 王振华

编 委 王真宏 彭学慧 何天柱 杨成清

胡 林 罗晓红 王 蕊 刘德伟

周润龙 高 瑞 刘华丽 徐 涛

余 松 徐玉中 王 靖 周如莲

刘一兵 孙立伟 徐国志 王叶军

杨 锋 李自拓

前 言

人类已跨入 21 世纪,进入知识经济和信息时代。各种矿业开采面临知识经济和我国加入世贸组织(WTO)的机遇和挑战。在这样一种世界经济环境条件下,新技术、新材料、新产品、新工艺将加快进入矿产行业,这就迫使我们不断掌握和运用新技术,来改造传统的矿井下作业条件和传统的工艺,提高矿业安全生产水平。这也可谓之必须走以知识产权为依托的企业技术创新与发展之路。

此外,矿业开采作业容易发生伤亡事故,对操作者本人、他人及周围设施、设备的安全造成重大危害。从统计资料分析,大量的事故都发生在这些作业中,而且多数都是由于直接从事这些作业的操作人员缺乏安全知识,安全操作技能差或违章作业造成的。因此,依法加强直接从事这些作业的操作人员,即特种作业人员的安全技术培训、考核非常必要。

为保障人民生命财产的安全,促进安全生产,《劳动法》、《矿山安全法》、《消防法》等有关法律、法规作出了一系列的规定,要求特种作业人员必须经过专门的安全技术培训,经考核合格取得操作资格证书,方可上岗作业。

因此,作为高危行业的矿业开采行业,安全生产始终是生产领域中的头等大事。党中央、国务院对煤矿的安全生产工作历来十分重视。各级矿业安全监察机构依据有关法律法规加大了矿业安全监察力度,开展了安全专项整治;以防治瓦斯为重点,加大了安全投入和安全隐患治理,确保了安全水平的不断提高。矿业事故有了明显下降,安全生产状况总体趋于好转。

但是我们也要清醒地看到,由于我国矿业生产主要是地下作业,地质条件复杂多变,经常受到瓦斯、水、火、煤尘、顶板等灾害的威胁,加之技术装备水平比较落后、职工队伍素质不高、安全管理薄弱,矿业开采仍然是发生事故数和伤亡人数最多的行业,重、特大事故时有发生,安全生产形势依然严峻。为此,必须从实践“三个代表”重要思想的高度,从维护改革发展稳定的大局出发,以对党、对人民高度负责的精神,认真贯彻落实党中央、国务院有关安全生产的指示精神,牢固树立安全第一的思想,落实安全生产责任,切实加强矿产安全生产工作。

为此,在总结经验并广泛征求各方面意见的基础上,我们编委员特组织相关领域的众多专家和学者、技术人员共同编写了:《矿业开采施工现场矿井通风工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场带式输送机工技术操作标准规

范》;《矿业开采施工现场主提升机工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场安全检查工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场爆破工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场绞车工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场主扇风机工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场尾矿工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场电工技术操作标准规范》;《矿业开采施工现场矿井泵工技术操作标准规范》共十个工种的技术操作规范。

该书全面而系统地阐述了矿业开采十个工种作业人员必须掌握的安全技术知识,包括基本理论知识和实际操作技能,融科学性、实用性、系统性于一体,是作业人员上岗前进行安全技术培训的指导用书,也是上岗后不断巩固、提高安全操作技能的工具书,同时也可供有关管理人员、工程技术人员及大专院校师生参考。

本书在编写过程中得到许多专家和学者的大力支持,在此,对他们辛勤劳动深表感谢!

由于水平所限,书中难免有疏漏之处,欢迎有关专家及广大读者批评指正。

编者

2004年3月

目 录

矿业开采施工现场爆破工技术操作标准规范

| | |
|---------------------------------|-------|
| 第一章 概 论 | (3) |
| 第一节 爆破工程的现状与发展 | (3) |
| 第二节 爆破工程的基本特点 | (4) |
| 第三节 爆破工程的方法 | (5) |
| 第二章 工程爆破炸药 | (8) |
| 第一节 爆炸和炸药的基本概念 | (8) |
| 第二节 起爆药和单质猛性炸药 | (13) |
| 第三节 粉状硝酸铵类炸药 | (14) |
| 第四节 含水硝酸铵类炸药和其它炸药 | (22) |
| 第三章 爆破技术 | (32) |
| 第一节 爆破作用原理 | (32) |
| 第二节 工程爆破的基本要求和影响爆破效果的主要因素 | (34) |
| 第三节 炮孔爆破技术 | (39) |
| 第四节 深孔爆破技术 | (48) |
| 第五节 硐室爆破技术 | (55) |
| 第六节 药壶爆破技术 | (57) |
| 第七节 裸露爆破技术 | (61) |
| 第八节 光面爆破技术 | (65) |
| 第九节 预裂爆破技术 | (66) |
| 第四章 爆炸及炸药基理 | (69) |
| 第一节 爆炸及炸药的基本概念 | (69) |
| 第二节 爆炸反应的有关参数 | (72) |
| 第三节 炸药的起爆与感度 | (84) |
| 第四节 炸药的爆轰理论 | (93) |

| | | |
|------------|--------------------------|--------------|
| 第五节 | 炸药的爆炸作用····· | (110) |
| 第五章 | 起爆器材····· | (116) |
| 第一节 | 雷管及其性能····· | (116) |
| 第二节 | 导火索及其性能····· | (126) |
| 第三节 | 导爆索及其性能····· | (129) |
| 第四节 | 导爆管及其性能····· | (130) |
| 第六章 | 爆破作业技术····· | (133) |
| 第一节 | 爆破说明书····· | (133) |
| 第二节 | 爆炸材料的领退与运送····· | (134) |
| 第三节 | 起爆药卷装配技术····· | (139) |
| 第四节 | 装药····· | (142) |
| 第五节 | 炮泥和封泥技术····· | (149) |
| 第六节 | 联线技术····· | (151) |
| 第七节 | 爆破技术····· | (155) |
| 第八节 | 特殊情况下爆破····· | (161) |
| 第七章 | 爆破拆除技术····· | (169) |
| 第一节 | 拆除爆破设计原理及药量计算····· | (169) |
| 第二节 | 基础拆除爆破技术····· | (173) |
| 第三节 | 烟囱、水塔的拆除爆破技术····· | (177) |
| 第四节 | 钢筋混凝土框架结构的拆除爆破技术····· | (182) |
| 第五节 | 楼房的拆除爆破技术····· | (188) |
| 第六节 | 水压爆破技术····· | (192) |
| 第七节 | 静态破碎方法····· | (198) |
| 第八节 | 工程实例····· | (202) |
| 第八章 | 爆破用仪表及爆破安全技术····· | (207) |
| 第一节 | 爆破工程中常用的仪表····· | (207) |
| 第二节 | 爆破安全技术····· | (222) |
| 第九章 | 爆破有害效应防范技术····· | (226) |
| 第一节 | 爆破地震波····· | (226) |
| 第二节 | 爆破冲击波····· | (227) |
| 第三节 | 爆破飞石····· | (229) |
| 第四节 | 爆破有害气体····· | (232) |
| 第十章 | 爆破事故预防及处理····· | (234) |
| 第一节 | 杂散电流的危害及预防····· | (234) |
| 第二节 | 早爆的原因及预防····· | (235) |
| 第三节 | 拒爆和丢炮的原因、预防和处理····· | (236) |

目 录

| | | |
|-----|------------------------|-------|
| 第四节 | 残爆、爆燃和缓爆的原因及预防 | (240) |
| 第五节 | 放空炮的原因及预防 | (241) |
| 第六节 | 爆破伤人事故的原因及预防 | (242) |
| 第七节 | 爆破崩倒支架及造成冒顶事故的预防 | (244) |

矿业开采
施工现场爆破工
技术操作标准规范

第一章 概论

第一节 爆破工程的现状与发展

我国是拥有四大发明的文明古国，早在公元 7 世纪，我们的祖先就首先发明了火药。唐代炼丹家孙思邈在《丹经》一书中，详细地记载了用硝、硫、碳三种成分配制黑火药的过程。宋代，火药被用于军事。公元 13 世纪，火药经印度、阿拉伯传入欧洲。1627 年，匈牙利将黑火药用于采掘工程，从而开拓了工程爆破的历史。

受爆破器材的限制，早期的爆破很不安全。1831 年才出现了导爆索，1867 年瑞典人诺贝尔发明了火雷管，同年又制成以硅藻土为吸收剂的硝化甘油炸药，并由瑞典化学家德理森和诺尔宾首次研制成功硝铵炸药，至此，工程爆破的安全性才有了一定保障。进入 20 世纪，爆破器材和爆破技术又有了新的进展。1919 年，出现了以泰安为药芯的导爆索；1927 年，在瞬发电雷管的基础上研制成功秒延期电雷管；1946 年，研制成功毫秒延期电雷管；50 年代初期，铵油炸药得到了推广应用；1956 年，库克发明了浆状炸药，解决了硝铵炸药的防水问题；80 年代，又研制和推广了导爆管起爆系统。

在新中国成立以后，我国才有了自己的工业炸药。新中国的第一代建设者们，利用简单的爆破器材，开山修路，筑坝建矿，为共和国建立了不可磨灭的功勋。特别是改革开放以来，工程爆破以其工期短、见效快等特点，在国家建设中占有比较重要的地位。目前，我国工业炸药的生产已有了比较完整的体系，建立了 416 个炸药加工厂，品种达数十种。新中国成立以来，我国已进行过装药量在万吨以上的土石方爆破两次，千吨级的土石方爆破十余次，百吨级的土石方爆破百次之多，创造出许多爆破新技术和新工艺，解决了许多工程建设中的难题。

工程爆破在国民经济建设中有着广泛的用途，在煤矿、金属矿、建材矿山等工业领域，爆破方法是破碎矿岩的主要手段。我国年采煤约 12 亿 t，其中除少量用水力或机械开采外，绝大部分都是用爆破方法开采的。在冶金行业，我国年产钢 1.05 亿 t，消耗矿石量在 8 亿 t 以上；在非金属行业，我国年产水泥 1.8 亿 t，消耗石灰石在 2 亿 t 以上。这些矿石都是以爆破方法为主要施工手段而开采的。

在铁路、公路和水利工程中，采用定向抛掷爆破可将土石方抛掷到预定的位置，从而加快车场、公路或大坝的建设速度。例如，湘黔线凯里车站在 1971 年进行的一次非

对称双侧抛掷爆破，按设计要求将抛方量中的 63.4% 抛弃到一侧，加快了调车场的建设速度。1969 年，广东省南水水电站定向爆破筑坝，总装药量 1 394 t，土方量 105 万 m³，堆积平均坝高 62.3 m，与设计值相比，准确度达 96%，这一先进经验曾在第十一届国际大坝大会上作了介绍。1973 年，陕西省石砭峪水库又成功地进行了 1 575 t 炸药的定向爆破筑坝，准确度已达到 98%。

在机电工程中，爆炸加工技术发展迅速，利用爆炸能可以将金属冲压成形、将两种金属焊接在一起、将金属表面硬化和切割金属或者人工合成金刚石等。另外，采用高温爆破法还可以清除高炉、平炉和炼焦炉中的炉瘤或爆破金属炽热物等。

在城市建筑物、构筑物 and 基础等拆除爆破中，控制爆破得到了空前的发展和应用。在城市进行工程爆破，技术上的要求与野外的爆破工程有着很大差别。它首先要求保证周围的人和物的安全，其次是装药量不能过多，而装药的炮孔数量却远远超过野外的土石方爆破，我国至今已积累了一次准确起爆 12 000 个炮孔的经验。城市控制爆破技术的发展，不仅把过去危险性大的爆破作业由野外安全可靠地推进到了人口密集的城镇，更重要的是创造了许多新技术、新工艺和新经验。1982 年，湖北省爆破学会在高达 221 m 的武汉市电视塔基础开挖工程中，应用控制爆破开挖了近 8 000 m³ 岩石，确保了距爆源仅 3 m 的发射塔、周围建筑群及百米处长江大桥的安全。可以认为，现代爆破技术已深入应用到我国国民经济的各个部门，并取得了喜人的成就。

第二节 爆破工程的基本特点

工程爆破的最基本特性在于对安全的高度重视。工程爆破是利用炸药爆炸产生的巨大能量作为施工手段，为工程建设服务的一种技术。炸药是易燃易爆物品，在特定条件下，其性能是稳定的，储存、运输和使用都是安全的，但如果使用不当或意外爆炸时则将会给人们带来灾难。据统计，在我国企业职工伤亡事故中，各类爆炸事故总数（包括由爆破引起的事故），占伤亡事故总数的 40% 以上。为此，我国有关部门制定了一系列有关工程爆破的规程，例如，民用爆炸物品管理条例、爆破作业人员安全技术考核标准、爆破安全规程、大爆破安全规程、拆除爆破安全规程、乡镇露天矿爆破安全规程等。上述爆破行政条例和技术法规是每一位爆破工作者必须掌握并遵守的法律。只有严格按照规程施工，才能确保施工的安全。

工程爆破的另一特点在于对爆破作业人员的素质有较高的要求。对爆破事故的统计分析发现，造成爆破事故的主要原因是人为因素，而人为因素造成爆破事故的主要原因是爆破作业人员素质差、安全意识差和违章作业。因此，所有爆破人员都应参加安全技术和考核，每个爆破人员都应明确自己的职责和权限。在《爆破安全规程》中把爆破作业人员分成：爆炸工作领导人，爆破工程技术人员，爆破段（班）长，爆破员，爆

破器材库主任，爆破器材保管员和爆破器材试验员。他们之间的关系如图 1-1 所示。《爆破安全规程》中规定，进行爆破工作的企业必须设有爆破工程领导人，爆破工程技术人员，爆破段（班）长和爆破器材库主任。

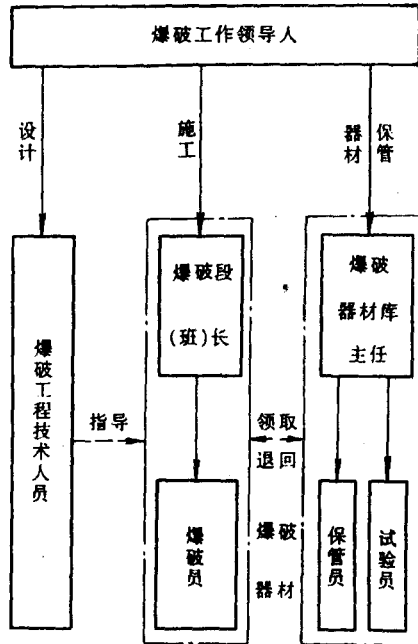


图 1-1 爆破作业人员关系

工程爆破还有着严格的规章制度，对炸药的使用、运输、保管及施工每一个步骤都有着严格的规定。这些规定都是从成千上万例事故中总结出来的，是血的教训，每一个爆破工作者都应严格遵守。

第三节 爆破工程的方法

爆破方法可分为三类：

一、按药包形状分类

按药包形状可分为四种爆破方法：

(1) 集中药包法。当药包的最长边长不超过最短边长的 4 倍时，称为集中药包。集中药包通常应用在药室法爆破和药壶法爆破中。集中药包起爆后产生的冲击波以均匀辐射状作用到周围的介质上。

(2) 延长药包法。当药包的最长边长大于最短边长或直径的 4 倍时，称为延长药

包。实践中通常使用的延长药包，其长度要大于 17~18 倍药包直径。延长药包常常应用于深孔爆破、炮眼爆破和药室中的条形药包爆破中。延长药包起爆后，爆炸冲击波以柱面波的形式向四周传播并作用到周围的介质上。

(3) 平面药包法。当炸药包的直径大于其厚度的 3 或 4 倍时，称为平面药包。人们通常预先先把炸药做成油毛毡或毛毯形状，应用时将其切割成块，包裹在介质表面，用于机械零件的爆炸加工。平面药包起爆后，大多数能量都散失到空气中，只是在与炸药接触的介质表面上受到爆炸作用，爆炸冲击波可以近似为平面波。

(4) 异形药包。为了某种特定的爆破作用，可以将炸药做成特定的形状。其中，应用最广的是聚能爆破法。它是将装药的一端加工成圆锥形的凹穴或沟槽，使爆轰波按圆锥或沟槽凹穴的表面聚焦在它的焦点或轴线上，形成高能射流，击穿与它接触介质的某一部分。这种药包可用来切割金属板材、大块岩体的二次破碎以及在冻土中穿孔等。

二、按装药方式与装药空间形状的不同分类

按装药方式与装药空间形状的不同可分为四种爆破方法：

(1) 药室法。这是大量土石方挖掘工程中的常用方法。它的优点是，需要的施工机械比较简单，不受气候和地理条件的限制，工效高。一般来说，药室法可分为集中装药药室和条形装药药室。每个药室的装药量小到几百公斤，大到几百吨。

(2) 药壶法。即在普通炮孔底部，装入少量炸药进行不堵塞的爆破，使孔底部扩大成圆壶形，以求达到装入较多药量的爆破方法。药壶法属于集中药包类，适用于中等硬度的岩石，能在工程量不大、钻孔机具不足条件下，以较少的炮孔爆破，获得较多土石方量。随着机械化施工水平的提高，药壶爆破的应用面有所缩小，但仍为某些特殊条件的工程所采用。

(3) 炮孔法。通常根据钻孔孔径和深度的不同，把孔深大于 4 m、孔径大于 50 mm 的爆破称为中深孔爆破，反之称为浅孔爆破或炮眼法爆破。从装药结构看，这是属于延长药包一类，是工程爆破中应用最广、数量最大的一种爆破法。

(4) 裸露药包法。这是一种最简单最方便的爆破施工方法。进行裸露药包法爆破作业不需钻孔，直接将炸药敷设在被爆破物体表面上并加简单覆盖即可。这样的爆破法对于清除危险物、交通障碍物以及破碎大块岩石的二次爆破是简便而有效的。虽然它的炸药爆炸能量利用率不高，应用数量不大，使用的机会也不多，但至今仍不失其使用价值。

三、按爆破技术分类

按爆破技术大体可分为四种爆破方法：

(1) 定向爆破。使爆破后土石方碎块按预定的方向飞散、抛掷和堆积，或使被爆破的建筑物按设计方向倒塌和堆积的爆破，都属于定向爆破范畴。它的技术关键是要准确

地控制爆破所要破坏的范围以及抛掷和堆积的方向与位置。对大量土石方的爆破，通常采用药室法或条形药室法。对于建筑物的定向倒塌爆破，除了合理布置炮孔位置外，还应考虑起爆时差和受力状态等。

(2) 预裂、光面爆破。预裂和光面爆破的爆破作用机理基本相同，其目的都是为了在爆破后获得平整的岩面，以保护围岩不受破坏。二者的不同在于预裂爆破是要在完整的岩体进行爆破开挖之前，施行预先的爆破，使沿着开挖部分和不需要开挖的保留部分的分界线裂开一道裂缝，用于隔断爆破作用对保留岩体的破坏，并在预裂爆破后形成新的平整岩面；光面爆破则是在主爆体爆破之后，利用密集钻孔和减弱装药进行的爆破，以求得到平整的坡面或轮廓面。

(3) 微差爆破。微差爆破是在相邻炮孔或排孔间以及深孔内以毫秒级的时间间隔顺序起爆的一种起爆方法。由于相邻炮孔起爆的间隔时间很短，先爆孔为相邻的后爆孔增加了新的自由面，以及由于爆破应力波在岩体中的相互叠加作用和岩块之间的碰撞，使爆破的岩体破碎质量、爆堆成形质量均较好，从而可以降低大块率，降低炸药单耗，降低地震效应，减少后冲，提高施工效率。在拆除爆破中，合理的微差爆破可以控制建筑物的倒塌方向。

(4) 其他特殊条件下的爆破技术。爆破工作者有时会遇到某种不常见的特殊情况，用常规方法难以解决，或因时间紧迫以及工作条件恶劣而不能进行正常施工，这时需要我们根据所掌握的爆破作用原理与工程爆破的基本知识，大胆设想采用新的爆破方案，仔细地进行设计计算，解决工程难题。例如，森林灭火、抢堵洪水和泥石流、疏通河道、水下压缩淤泥地基等。

对于爆破工作者来说，掌握上述几种爆破方法并不困难，但要灵活运用这些方法去解决工程中的各种复杂问题，却有相当的难度。要熟练地掌握爆破技术，既要有一定的数学、力学、物理、化学和工程地质知识，还要有一定的施工经验的积累。一个合格的爆破工程师，首先要熟悉各种介质的物理力学性质、爆破作用原理、爆破方法、起爆方法、爆破参数计算原理、施工工艺方面的知识，同时还要掌握爆破时所产生的地震波、空气冲击波、碎块飞散和破坏范围等爆破作用规律，以及相应的安全防护知识。

第二章 工程爆破炸药

第一节 爆炸和炸药的基本概念

一、爆炸现象

自然界广泛地存在着爆炸现象。根据产生的原因和特点，爆炸可分三类。

1. 物理爆炸

爆炸前后，仅发生物态的急剧变化，而物质的分子组成并未改变，则这类爆炸称为物理爆炸。如锅炉爆炸是由于炉内的水受热后转化为水蒸汽，随水蒸汽的增多，压力不断升高（假设调压阀失控）。当炉内蒸汽压力值超过炉壁强度时，就会发生爆炸，炉壁破裂和飞散。这种仅仅是物质形态发生转化而物质分子组成并未改变的爆炸，属物理爆炸。

2. 化学爆炸

爆炸前后，不仅发生物态的急剧变化，而且产生化学反应，使物质的分子组成发生变化，这类爆炸称为化学爆炸。如炸药获得外界一定能量的作用后，迅速产生化学反应，产生大量气体，释放出能量。炸药爆炸前后，不仅物态发生变化，并且物质的分子组成也发生变化。炸药爆炸属化学爆炸。

3. 核爆炸

某些物质的原子核发生裂变或聚变的连锁反应，在瞬时释放出巨大能量，形成高温高压并辐射多种射线，这种反应称为核爆炸。

爆炸是能量的瞬时转化过程，在该过程中物质的潜能瞬时转化为机械功，并伴随声音和热效应。

二、化学爆炸必备的条件

在矿业工程中，应用最广泛的是化学爆炸，尤其是在金属矿山和多数非金属矿山，几乎都利用工业炸药的爆炸破碎岩石和矿石。

利用炸药爆破矿岩时，爆炸瞬间可以看到火光、烟雾、飞石，随即听到响声。这表明爆炸反应是放热的，有大量气体产物，而且反应的速度极快。这是炸药爆炸时的三个