

爆破工读本



煤炭工业出版社

1959·6

252.23

52

2

爆 破 工 讀 本

苏联 阿·德·楊洪托夫著

李志蒼譯 勃 眞校

煤 炭 工 業 出 版 社

0160324

內 容 提 要

本書介紹的是有关炸藥、起爆器材和爆破技术等爆破工需要的基本知識。

書中闡述了关于炸藥的处理、保存和運輸規則，炸藥質量的檢驗和試驗；还援引了一些用于各种不同采矿地質条件的打眼放炮工作的标准說明書，并介紹了它的使用方法。本書着重說明了爆破作业的安全技術問題。

本書适于放炮工閱讀，并可用作技工培訓班教材。

А. Д. Яхонтов

ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ

Углетехиздат - Москва 1957

根据苏联国立煤矿技术書籍出版社1957年版譯

1143

爆 破 工 讀 本

李志馨譯 郭 真校

*

煤炭工业出版社出版(社址：北京东长安街煤炭工业部)

北京市書刊出版业營業許可証出字第084号

煤炭工业出版社印刷厂排印 新华書店发行

*

开本850×1168公厘¹/₃₂ 印张6¹/₄ 字数136,000

1959年6月北京第1版 1959年6月北京第1次印刷

統一書号：15035·831 印数：0,001—8,000册 定价：0.79元

序 言

爆破工程在煤矿中，以及在各种采矿工业中都具有极大的作用。

合理的应用爆破工程，可以使任何硬度岩石的巷道快速掘进。由于爆破可以使岩石或煤得到必要的块度，这就提高了装岩机和装煤机的利用效率。

此外，在有突然喷出煤或瓦斯危险的矿层中，为了预防其突然喷出，可以采用震动爆破法。

目前，约有60%的煤和约100%的采准巷道是利用爆破作业开采和掘进的。

在采用爆破工程时，如违反规定的规则和技术方法是有很大危险的，并且能引起灾祸。故而，爆破工的责任很大；因为他们的工作精确与否，关系着全矿的工作安全。

为了使工作进行的正确和安全，爆破工一定要通晓爆破作业安全规程和严格执行这些规则，一定要通晓爆破技术和懂得爆破工程的基础理论。

在政府（苏联）对顿巴斯所做的决议中强调了爆破作业的重要意义；根据此项决议，对爆破工长规定了专门职责。

正确的进行爆破作业具有很大的意义：对于煤矿，作者所写的此一教材中可以使爆破工长获得必要的知识，并对进行煤矿爆破作业的各种问题做了详尽的分析。

除爆破工外，本书还可用来培养与爆破作业有关的其它采矿专业人员，其中如采矿工长和采矿技术员等。

作者希望读者对本书内容提出指正。

目 录

序 言

第一章 爆破工程概述	5
------------------	---

第二章 炸藥理論簡述	6
------------------	---

§1. 爆炸和炸藥的概念	6
--------------------	---

§2. 爆炸变化的速度和炸藥作用的性質	8
---------------------------	---

§3. 起爆能和炸藥的感度	9
---------------------	---

§4. 炸藥的密度	12
-----------------	----

§5. 爆速和殉爆	13
-----------------	----

§6. 炸藥的安定度	14
------------------	----

§7. 爆炸的气体产物	15
-------------------	----

§8. 炸藥的功能和猛度	17
--------------------	----

第三章 工业炸藥	19
----------------	----

§1. 安全炸藥	22
----------------	----

§2. 硝酸炸藥	30
----------------	----

§3. 硝化甘油炸藥	34
------------------	----

§4. 起爆藥	38
---------------	----

第四章 起爆和点火器材	40
-------------------	----

§1. 明火起爆器材	42
------------------	----

§2. 电力起爆器材	46
------------------	----

§3. 太恩导爆索	47
-----------------	----

第五章 爆破材料的試驗	48
-------------------	----

§1. 总 論	48
---------------	----

§2. 炸藥試驗方法	50
------------------	----

§3. 起爆器材試驗方法	55
--------------------	----

第六章 爆破材料的运输	60
-------------------	----

§1. 爆破材料地下巷道运输.....	61
§2. 爆破材料由仓库到爆破工地的运输.....	62
第七章 爆破材料的保存、统计和发出	63
§1. 地面仓库.....	63
§2. 地下仓库.....	65
§3. 爆破材料的统计和发出.....	67
第八章 爆破材料的销毁	72
第九章 炸药的准备.....	75
§1. 硝酸炸药的干燥和磨碎.....	75
§2. 狄那米特的解冻.....	76
第十章 装药在介质中的爆破作用.....	78
§1. 装药及其种类.....	78
§2. 装药的爆破作用.....	79
§3. 装药量计算的一般原则.....	82
第十一章 爆破技术.....	86
§1. 明火起爆法.....	86
§2. 电力起爆法.....	94
§3. 电力起爆技术	115
§4. 电力起爆法的优缺点	119
§5. 电明火起爆法	119
§6. 导爆索起爆法	120
§7. 短延期起爆法	121
第十二章 炮眼及其排列方法	123
§1. 炮眼排列的基本原则	123
§2. 掏槽及其种类和使用条件	126
§3. 辅助炮眼和崩落炮眼	134
§4. 采准巷道工作面上的炮眼数量和深度	135
§5. 采准巷道某些特殊工作面中炮眼的排列和其爆炸方法	138
§6. 一个暴露面之工作面的炮眼装药计算	150

§7.回采工作面中的炮眼排列法	155
§8.掩护支架采煤法中的炮眼排列法	157
§9.地下作业二个暴露面之工作面中炮眼装藥的計算	158
第十三章 爆破作业	162
§1.炮眼装填前的清理	162
§2.炮眼装填	164
§3.炮眼封塞	167
§4.在有瓦斯和矿尘爆炸危险之矿井中爆破作业的特点	171
§5.在有煤和瓦斯突然喷出危险之煤层中的震撼爆破法	180
§6.拒爆装藥的銷毀	183
§7.爆破作业进行中的信号和崗哨	184
第十四章 爆破工长工作組織	186
§1.概 述	186
§2.爆破工长的工作組織	188
附 录	191
参考文献	192

第一章 爆破工程概述

凡是利用炸藥使岩体、土壤等脱离整体、破碎和崩出，以及破坏各种建筑和物体的工作，都称之为爆破工程。

炸藥裝放在預先制好的空間內，这种空間可以成任意形状和大小（浅炮眼、深炮眼、小爆破坑道、峒室等）；或者就放在所要爆破的物体表面上。炸藥爆炸时产生出化学能，这种化学能轉化为机械能，并依靠其生成的气体的压力和热量来完成某种机械功。

爆破工程在采矿、鉄路与公路修筑、水力工程建设、灌溉工程和土壤改造等工作中，以及在冶金和軍事上都应用甚广。

洞室装藥爆破法使用于大量抛擲爆破。在煤炭工业，于煤矿床的剝离工程中在露天条件下采用之。如：1936年在切良宾斯卡省的闊尔基諾，于褐煤矿床剝离工程中所进行的大型的大爆破，其同时爆炸的炸藥有1808吨，抛出的岩石为800,000立方公尺。爆炸結果形成了一条长1000公尺、深11~22公尺和上寬65~115公尺的大沟。1943年在伊尔市-包罗金斯基露天煤矿的建筑中，所进行的大爆破也是很引人注意的。共进行了四組定向爆破，每組爆炸使用了425吨炸藥，崩出121,000吨岩石。

在爆破作业統一安全規程中，对煤矿和露天煤矿中的爆破作业有严格的規定。违反或不遵守安全規程中的規定，特别是在有瓦斯和矿尘爆炸危险的矿井中，能引起不良的后果。装藥不加封塞或封塞不良而进行爆炸、裸露装藥爆炸、使用非安全炸藥，炸藥爆炸不完全、炮眼中装藥燃燒且火焰噴向有爆炸危险的矿井大气、装藥中的雷管放置不正确等都会在有瓦斯或矿尘爆炸危险的矿井中引起沼气或矿尘爆燃和爆炸。如1984年，

在“葛罗斯夫得”矿（英国）中发生的瓦斯矿尘大气的爆炸，結果有263个工人死亡；因此而发生的地下火灾和倒塌使得矿井倒閉。

在本溪（中国东北）煤矿，由于日本資本家对安全技术的不重視，在1942年发生了巨大的灾害，死亡了1549个中国矿工。

大多数在煤矿中发生的瓦斯或矿尘爆炸，都是由于不正确地进行爆破工作所造成。

在苏联的煤矿中实行有构成最大的劳动安全条件的措施。但是，在我国（苏联）的煤矿中也有违反安全規程的事情发生，并带来了各种的后果。因此，深入地弄懂爆破作业的原理和通晓进行爆破的要求，对任何参加煤矿爆破工作的人员都是极其必要的。

应该記住，违反爆破作业安全規程时，受害的不仅是爆破工，而也有其它在矿中工作的人员。对于爆破作业安全規程不只是矿井的技术人员应该执行，全体工人都要遵守。因为；只有无条件地执行安全規程中的要求，才能使爆破工作无论是对于爆破工，还是对于矿中的其它工作人员成为一种安全的工作。

第二章 炸藥理論簡述

§1. 爆炸和炸藥的概念

所謂爆炸乃是物体或物系由一种状态极快地轉化成另一种状态的过程，并随之放出大量的热和生成巨量的气体而将周围介質破坏。

爆炸的特征就是爆炸地点周围介質上所受的壓力瞬間而急

劇地升高。爆炸生成的氣體壓力是破壞作用的成因。

爆炸的外貌特征是產生大的聲響和四周介質的震動。

爆炸按性質來分，有物理爆炸和化學爆炸兩種。例如：屬於物理爆炸的有蒸汽鍋爐，其由於過熱水迅速地變成蒸汽而發生的爆炸；裝有液態氣體的鋼瓶或裝有壓縮氣體的鋼瓶，由於鋼瓶的強度不夠而產生的爆炸等皆是。這類爆炸並不發生物質的化學變化，而僅是物質的物理狀態的改變，即：由液體變成為蒸汽或氣體。

化學爆炸是物質的一種極快的化學變化過程，並隨之放出大量的熱，和生成劇熱的氣體或蒸汽而做功。

為了使爆炸開始，必須由外界先賦予一些能量（熱能、機械能、電能）；這種能量我們稱之為起爆能。

凡是受到某種起爆能（震動、沖擊、摩擦、火花、火焰等）影響而能產生爆炸變化的物質稱為炸藥。下面所述的一些化合物都屬於這類物質。如：三硝基甲苯（梯恩梯）、硝化甘油、硝酸銨、雷汞等，以及各種不同的爆炸機械混合物——安猛拿特、達那猛、狄那米特、液氧炸藥、火藥等。

用於爆破工程的炸藥我們稱之為工業炸藥。工業炸藥有固體（粉狀、壓縮狀態、膠狀）或固體與液體混合物等類。最常用的炸藥是硝酸銨炸藥。

炸藥的作用大小決定於爆炸變化的速度快慢、放出的熱量和氣體產物的多少。

爆炸變化最主要的形成因素是爆炸變化速度。這種速度的大小，可由每秒零點幾公尺到數千公尺。例如：導火綫中火藥的燃燒速度為1公分/秒，而硝化甘油的爆速則為7050公尺/秒。爆炸變化的速度大，決定了炸藥的威力也大。

§2. 爆炸变化的速度和炸藥作用的性質

爆炸变化的发生形式有爆燃和爆炸之分。

爆燃的特点是速度小，为每秒鐘几十和几百公尺。此时，爆燃与外界因素有着很大关系，其中主要的是压力。在露天，燃烧过程进行的慢，同时也不产生大的音响；相反，如在密閉空间中，燃烧則进行的很快，这是由于气体压力逐渐升高所致；这种气体便形成了向阻力最小方向的抛射力和推动力。

所謂爆炸乃是一种在一定条件下具有大的不变速度的爆炸变化，此速度为每秒鐘数千公尺。与爆燃相比，外界因素对爆炸的影响較小。

爆炸时，在爆炸地点的压力急剧增长，因之气体冲击装藥周围的介質。这样，就造成了介質的破坏。

根据过去进行的測定表明，在爆燃和爆炸两种过程之間，有着原理上的区分。

爆炸的传播在于爆波沿炸藥装藥通过，在装藥的每个下一层引起剧烈的化学反应。这种反应产生出能量和保证了过程的自行传播。

炸藥燃烧过程的传播，是由于热量依靠着燃烧生成气体的热辐射和热传导由一层传递到另一层。

根据爆炸变化的速度，以及炸藥作用的性質，炸藥可分成起爆藥、烈性炸藥和火藥。

起爆藥是一种高感度的炸藥，受到輕微的外界作用（冲击、針刺、火花或火焰）即行爆炸。它們用来引爆（起爆）感度低的烈性炸藥如雷汞、迭氮化鉛等是。

烈性炸藥（破碎性炸藥）是一种发生爆炸、但感度較起爆藥为低的炸藥。它們可分为爆炸化合物（三硝基甲苯、硝化甘

油等)和爆炸混合物(狄那米特、安猛拿特、液氧炸藥等)两类。

火藥(发射藥)——是一种緩性作用的炸藥。因为它們的爆炸屬於爆燃类,故其效力低,不能将岩石粉碎,仅能将其炸裂和抛擲,所以它被称之为发射藥(火藥)。一般它們是用点燃的方法来引爆;但是,如使用威力大的起爆藥时,火藥也可用爆炸的方法来起爆。

除了上述几种爆炸变化形式外,还有一种叫做速燃。这是装藥在炮眼中压力升高的情况下,变成为緩慢燃烧的一种爆炸形式。速燃与爆燃的分別,在于前者具有极小的变化速度和生成极少量的气体,而此气体对装藥周围介質的破坏不能做任何的机械功。

装藥速燃具有很大的危险性。在装藥速燃时,如燃烧時間較长,就严重地增加了可燃气体被引燃的危险;此外,尚能将可燃性岩层(含硫煤层或含石油煤层等)引燃,这就更大大地加重了危险性。在速燃时增多了工作面大气中的有害气体含量。

装藥产生速燃的原因可能是:起爆能不足,所用的炸藥受潮、結块或装填过实。某些爆炸能力不够的安猛拿特炸藥特別易于产生速燃現象。

§3. 起爆能和炸藥的感度

如上所述,可以采用各种的能量做为起爆能,如:机械能(冲击、摩擦)、热能(加热、火花)、电能(灼热、放电),以及在它种炸藥分解时所产生的能量等。

炸藥是一种不稳定的化学物系,它具有各种不同的感度。

感度——是炸藥对起爆能的感受程度。

起爆能的种类影响着爆炸变化的性質和发展。例如:点燃

不装外壳的三硝基甲苯，則其仅能燃燒，而用雷管作用时，則产生爆炸。不仅各种不同的炸藥所需的起爆能大小不同，即是同样的炸藥，所需的起爆能亦不相同。起爆能的大小决定于炸藥的感度和它的物理状态。

在爆破工程中用导火綫的火花或火焰做为起爆能；用它們将雷管起爆，雷管再将炸藥起爆。

影响同一种炸藥感度的因素有：炸藥的物理状态、温度、密度、湿度、杂质等。

一般，各种炸藥成液态时的感度高于固态时的感度。例如：液体硝化甘油；鑄装的炸藥（如三硝基甲苯）对爆炸的感度低于压装的炸藥，但是，对冲击的感度却又高于压装炸藥；結冻成固态的狄那米特失掉了对爆炸的感度，因此，在冬季使用时会得到部分或完全的瞎炮。沒有爆炸的瞎火藥筒，可能与岩石或煤炭混在一起被装入选矿厂的碎矿机中、或蒸汽機車的爐箱和其它种鍋爐中，在那里便将产生爆炸而将机器损坏。

各种炸藥的感度随温度的增高而增高。

炸藥的密度增大到某种界限，其感度降低。如果密度再繼續增大則将出现一种状态，即炸藥不再发生爆炸。例如：雷汞在装入雷管时如压的过实（密度过大），則雷管将产生爆炸不完全的現象。同样，硝鉍炸藥，特別是安全炸藥，在密度增大时便降低了对爆炸的感度。

炸藥的感度会因其含有某种杂质而增高，例如：夹有細碎的玻璃、金屬粉末和某些顆粒硬于炸藥晶粒的其它物質。但是，也有一些杂质会使炸藥的感度降低，如：水分、石腊、凡士林等。

感度过高的炸藥，如：硝化甘油、雷汞等，在处理、保存和运输时是很危险的；因之这种炸藥不使用純的。感度低的純

炸藥在工業上也不應用，因為要使這種炸藥爆炸須要用大量的外界能量，也就是須要有強大的起爆能。硝酸銨、二硝基苯等都是這類炸藥。

硝酸炸藥雖然對摩擦、沖擊、火花和火焰的感度低，但是在處理中仍要謹慎地對待。

用以2公斤的重錘、由不同的落高落於炸藥試樣之上，直到試樣發生爆炸的方法來測定炸藥的感度。表1所列為某些工業炸藥的感度。

表 1

炸 藥 名 稱	重錘落高(公分)	炸 藥 名 稱	重錘落高(公分)
硝化甘油	4	三硝基間苯二酚鉛	11
特曲儿	30	62号狄那米特	17
三硝基甲苯	60—70	6号安猛拿特(压	60
二硝基苯	150	裝的和粉狀的)	
有烟藥	75	7号安猛拿特	70
硝酸銨	200	9号安猛拿特	70
迭氮化鉛	3—4	10号安猛拿特	70
雷汞	2		

雷汞、迭氮化鉛等炸藥的沖擊感度最高，故做為製造雷管之用。這種炸藥對摩擦亦極其敏感，如果用足夠的、但不大的力量觸摸雷管中的雷汞表面時，將會使其爆炸。

除上述炸藥外，硝化甘油也是一種沖擊感度高的炸藥。它用來製造硝化甘油炸藥。

硝基化合物和硝酸炸藥是感度低的炸藥。

火花感度最高的是有烟藥，用導火綫的火花很容易將其引爆。狄那米特也比較易于用火引燃，同時，這種燃燒如在密閉空間內進行，則很易于轉化成爆炸。硝酸炸藥則很難引燃。對於成分中含有硝化甘油的炸藥，以及爆破器材中的雷管和電雷管等，在處理時要求特別的注意和謹慎。

在实际工作中，要测定炸藥对各种外界作用的感度。炸藥的受热感度用专门仪器来测定，这种感度以其閃点来表示；炸藥的冲击感度用一种称为落錘的仪器来测定；摩擦感度用摩擦盘或摩擦擺来测定；而对爆炸的感度用专门試样来試驗测定。

各种炸藥用同一种方法、在同样条件下进行的試驗，其所得結果即为这些炸藥的感度数据。

§4. 炸藥的密度

密度乃是物質的重量（克）与其所占的容积（立方公分）之比。

密度有两种，一种是实际密度，一种是堆集密度。

实际密度——炸藥的重量与其本身体积之比，不包含有任何空气間隙。实际密度这一概念，适用于結晶体及成液态或熔融状态的物質。测定实际密度要使用专门仪器，如：比重瓶，比重計等。

堆集密度——为炸藥的重量与其所占的容积之比，其中包括着顆粒之間的空气間隙。

在选择爆破作业用的炸藥时，炸藥密度做为对炸藥鑑定的标准。在爆破坚硬和特別坚硬的岩石时，最好采用密度大的炸藥。

在爆破中等硬度的岩石，特别是要求获得碎度小而块較大（如：爆破无烟煤、頁岩等）时，最好使用密度較小的炸藥。当将藥筒装入立孔的，方向朝下并充有水的浅炮眼或深炮眼时，密度小于1的炸藥会浮出并很难将其装到浅炮眼或深炮眼的底部。因此，在这种情况下，应使用密度大于1的炸藥，其藥筒在放入充水的浅炮眼或深炮眼时，能够沉下并达到底部。

工业炸藥的密度在0.65到1.50范围之内。

§5. 爆速和殉爆

在标准条件下，每种炸藥的爆速值一定。爆速可以用理論方法来計算和用实验的方法来測定。

工业炸藥的爆炸并不永远稳定，常由于各种因素而改变。影响爆炸稳定性的因素有：

(1) 炸藥密度的变化。当密度低于或高于該种炸藥的最佳密度值时，就会引起爆速的降低。

(2) 硝鉍炸藥的湿度增加，会使爆速降低。如炸藥中所含水分較多，則会在炮眼中发生燃烧。

(3) 起爆能不足。这样会使炸藥发生爆燃，甚至于是速燃的現象。

(4) 装藥直径——如果装藥直径小于适于該种炸藥的定值（称为最小直径者）时，則装藥不能爆炸。如果装藥直径大于定值（称为最大直径者，每种炸藥也都有規定）时，則再繼續增大直径，也不会使得爆炸扩大。单一炸藥的装藥，其爆炸的极限速度等于2000~3000公尺/秒。对于硝鉍炸藥，其爆炸的极限速度为1000~1200公尺/秒。同时，这种装藥在最大直径时，其爆速如系单一炸藥，为6000~8500公尺/秒，如系硝鉍炸藥則为4000~5000公尺/秒。

(5) 如果炸藥磨的細碎并混合的很匀，則可以保証高的爆速；反之，如炸藥的顆粒大和混合的不均，則会使爆速降低。

所謂殉爆乃是一个装藥爆炸而将距它一定距离处的另一装藥起爆的过程。第一个装藥称之为主爆藥，第二个装藥称之为受爆藥。殉爆是由于主爆藥爆轟时产生的冲击波在主爆藥和受爆藥間的介質中作用所致。殉爆的距离与受爆藥的感度和介質的密度有关。主爆藥越重和威力越大以及受爆藥的感度越高

时，則殉爆的距离越大。殉爆最好的介質是空气，水次之，砂子則最差。

在实际爆破作业中，如果在炮眼中进行殉爆，而在藥筒之間形成有岩粉层时，則会发生藥筒拒爆的現象。

由上述可知，为了使炮眼中全部裝藥正常地爆炸，不仅須要每个藥筒都能正常爆炸，而且还須要它将其下的藥筒誘导爆炸（殉爆）。因此，炸藥的这种用一个藥筒誘导另一藥筒爆炸的能力（甚至在藥筒間具有空气間隙时）称为殉爆性能。这种性能用专门試驗測定之。

§6. 炸藥的安定度

炸藥在普通条件下保存和运输时，要受到温度、阳光和湿度等的作用，因此，它的理化性能和爆炸性質都要产生某些变化。炸藥保持自身理化性能和爆炸性質的能力，是規定炸藥保用期的一个极重要的数据。

安定度分为两种，一种是化学安定度，一种是物理安定度。

化学安定度是炸藥在或长或短的时间內不发生分解的能力。这种能力和炸藥的化学成份与反应能力有关。

所有的炸藥都是安定度很小的化合物；甚至在正常温度下它們都具有着分解的傾向。当温度高过正常温度时，分解的速度增加，并最后可能自行爆炸。为了提高化学安定度，在某些炸藥成分中可以加入某种物質，这种物質能使炸藥的分解减慢。含硝化甘油的工业炸藥，要定时地用专门試样来試驗它的化学安定度。

物理安定度为能保証炸藥的爆炸性質不变的性能。它决定于炸藥的下述一些性質，如：吸湿性，揮发性，保存中的密度不变和成分的均匀性；总的說来，也就是保持自己物理状态的