

爆 破 手 冊

BAOPO SHOUCHE

爆 破 手 册

〔美〕杜邦公司 编

龙维祺等 译

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书是根据美国杜邦公司编写的《Blasters' Handbook》一书翻译的。

杜邦公司是美国从事爆炸材料生产方面的一个比较老的公司，积累了丰富的经验。这本手册是杜邦公司为纪念其成立175周年而编写的。书中叙述了爆炸材料的发展史，总结了该公司成立175年来在生产和使用爆炸材料、在研制新产品和发展新的爆破技术方面的经验。内容涉及的面很广，对从事采矿、采煤、采石、建筑、筑路、地质勘探等方面的爆破工程技术人员以及中等和高等院校有关专业的师生都有参考价值。

本书第1~8章由侯新民译，第9~14章和第26~27章由雷化南译，第15~23章由龙维祺译，第24~25章和附录由刘材译。全书由龙维祺审校。

爆 破 手 册

(美)杜邦公司编

龙维祺等译

*

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街高碑院北巷39号)

新华书店北京发行所发行

冶金工业出版社印刷厂印刷

*

850×1168 1/32 印张16 1/2 字数438千字

1986年4月第一版 1986年4月第一次印刷

印数00,001~4,900册

统一书号: 15062·4341 定价4.45元

前 言

七十年代，美国每年的工业炸药耗用量约达25亿磅（12亿公斤），每天耗用量近700万磅（330万公斤），而且此量还在继续增加。

用这些炸药来帮助人们从地壳中开采宝贵的原料和燃料，修筑公路和大规模的公共交通系统，为铺设管道线路挖沟和为港口航行安全清理航道，挖地基、开运河、甚至清除树根和拆毁旧建筑物——凡此种种，都是人们整年用炸药来做的工作。

在不久以前，炸药工业发生了一些重大变化。在发展新产品、制造工艺和爆破技术方面的深入研究，使我们获得了新型的高效能炸药产品。这些炸药在制造和使用当中都比较安全。随着这些新产品的出现，也产生了新的现场作业方法。

产品、爆破技术和现场作业方面的这些变化，导致了《爆破手册》第十六版的诞生。本书打算向读者提供有关当前工业炸药及其应用方面的通用知识。应该严格地遵守本书所涉及到的或使用任何炸药时所提供的警告和说明，严格遵守一切工业安全指南和联邦、州和地方当局的有关规程，这是用户的义务。

本书供熟练的和有经验的爆破人员使用；不作为指导新手或偶然使用炸药的人员的指南。

编 辑 说 明

本手册拟作为有使用炸药知识人员的指南。为了使本书中各种炸药的应用叙述得清楚，必须引用一些具体的产品名称。因为我们对杜邦公司的产品熟悉，故在本文中就选用了典型的杜邦产品。这样做并不意味着其它厂商的产品不适合这些方面的应用。由于在出厂以后，搬运和存放炸药的条件很复杂，若本手册中所介绍的杜邦产品是在没有正式的和非正式的证书，包括销售证书的情况下销售的，那么，考虑这些产品是否适合自己的使用目的，则只好由顾客自己来确定。

对本手册中所介绍的炸药和实际应用的有关问题，杜邦公司的现场代理人负责经常向用户提供建议。同时，在一定条件下，在本职业业务范围之外，杜邦也允许其代理人协助爆破作业并提供免费服务。然而，在这种情况下，杜邦代理人是炸药用户的临时雇员，受其监督和领导。对所使用的炸药产品性能或其建议和协助的后果，杜邦公司不承担责任。

本版爆破手册是根据杜邦公司工作人员和公司以外的其它人员的稿件编辑的。其基本素材是有关当前工业炸药和应用情况的资料。但是，不可能一一说明炸药的各种用途和使用的每一种情况。如果用户对本手册适用于他的特定用途有疑问，或对所提供的资料有怀疑时，应询问炸药制造商。

目 录

前言

编辑说明

第一篇 基本情况	1
第一章 炸药史	1
第二章 杜邦的作用	19
第三章 炸药的性能	31
第二篇 爆炸材料的类型	57
第四章 铵油炸药	57
第五章 水胶炸药	69
第六章 代那买特炸药	83
第七章 起爆器材	91
第八章 起爆药包和“奈特拉蒙”炸药	109
第三篇 方法和技术	121
第九章 火雷管与导火索起爆法	121
第十章 导爆索起爆法	134
第十一章 电力起爆技术	148
第十二章 外来电的辨认	188
第十三章 压气装药过程中的静电控制	206
第十四章 炸药的起爆	215
第四篇 应用	231
第十五章 露天采石和采矿	231
第十六章 地下采矿	261
第十七章 采 煤	310
第十八章 地震探矿	331
第十九章 建筑工程	342
第二十章 包工掘进	371

第二十一章	水下爆破·····	391
第二十二章	控制爆破·····	399
第二十三章	爆破的其他用途·····	414
第五篇	爆破仪器、用具及使用·····	425
第二十四章	爆破仪器和辅助用具·····	425
第二十五章	爆破安全·····	437
第二十六章	爆破振动与空气冲击波·····	452
第二十七章	运输、贮存、装卸与销毁·····	477
附 录		
I	缩写词·····	495
I	“爆破工作须知”中的说明和告戒·····	497
II	炮烟分类·····	505
IV	杜邦注册商标·····	506
V	炸药库房规章·····	507
VI	测量和记录·····	509

第一篇 基本情况

第一章 炸药史

炸药工业已经从极原始的阶段发展成为一种以成熟研究为基础的工业，而且为从地球里开采原料和建设我们现代文明世界提供了一种强有力的手段。在最近十五年中，已经完善了新的水胶炸药和粒状硝酸炸药。这两项新发展使得曾经一度完全依靠代那买特炸药（更早以前是黑火药）的炸药工业起了惹人注目的变化。其结果是解除了以前压在人们肩上的沉重负担。

本章对从早期发明的黑火药，经过代那买特炸药时期，发展到新型较安全的炸药的沿革过程做了扼要介绍。

一、黑火药

今天的炸药工业渊源于黑火药的发明和发展。但是，这一根源被人们忽视了。

最初成文记载的硝石或芒硝——黑火药的基本组分，见于十三世纪阿拉伯作家阿布德·阿拉的著作中。但是在此之前，可能早在十世纪，中国人就已经使用硝石了。他们早期似乎只限于用硝石来做爆竹和烟火。

直到1242年以后，一个叫罗杰·培根的英国修道士公布了一个黑火药的配方，这种东西被认为是一种爆破剂。它第一次用于爆破岩石是在1627年，在匈牙利上波斯托伦（Ober-Biberstollen）的舍姆尼茨皇家矿山进行的。尽管受到钻孔设备落后、火药成本昂贵和火药质量低劣的种种限制，但是到1689年，黑火药已经推广到英格兰的康沃尔各个锡矿的采矿作业中。

1. 美国的黑火药。大约同期，黑火药作为一种推进剂，在美国有了迅速发展。因为那时生活在新大陆的美国人很大程度上

依靠打猎为生，1675年开始生产火器用的黑火药（枪药），当时在离波士顿约六英里的马萨诸塞殖民地的米尔顿建了一家火药厂。

美国首次记录用黑火药进行爆破的文献是在1773年。康涅狄格殖民议会的一个委员会的报告说过，他们在希姆斯彼利铜矿用爆破岩石的办法构筑了一间完整的小室（15英尺×12英尺），把矿山变成“自新监狱”（New gate Prison），这个监狱不仅仅用来关押康涅狄格的罪犯，而且也关押在独立战争期间从其它州来的许多亲英分子。

独立战争期间各殖民地对枪药的需求促使在东海岸建了许多火药厂。十九世纪初期，这些地方小火药厂已发展成为国家的重要的炸药工业。

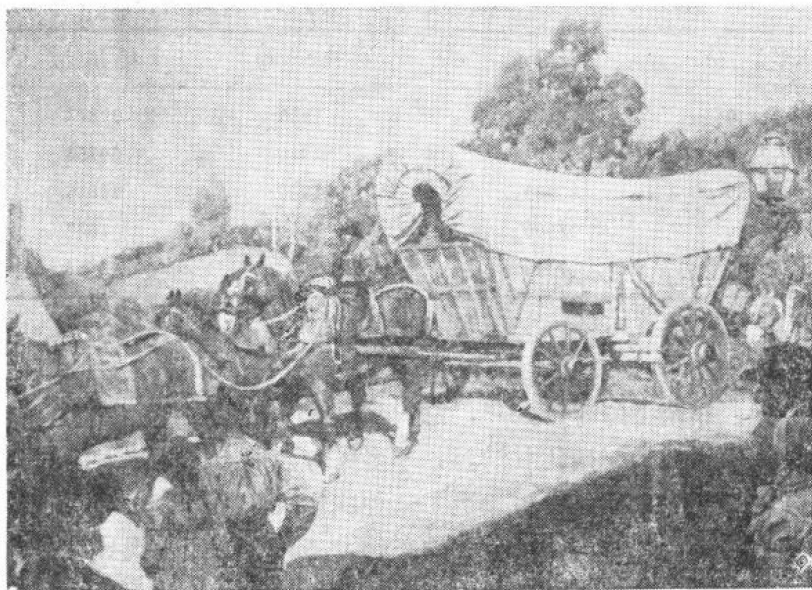
2. 杜邦的创建。1804年，即E.I. 杜邦在特拉华州的威尔明顿附近的布兰迪威恩河岸建火药厂两年以后，开始进行黑火药



（照片图说明） 1802年于特拉华州的威尔明顿附近的布兰迪威恩河岸建立最初的杜邦炸药厂。两年以后开始生产工业黑火药。图中是于1818年在同一地区建的杜邦炸药厂

的工业生产。杜邦的产品从一开始就负盛名。1857年，当老杜邦的孙子莱蒙特·杜邦获得打光法的专利权时，公司的资产大大增加了，这种方法是用智利硝石（硝酸钠）来代替比较昂贵的硝酸钾。新的杜邦配方很快完全取代了硝酸钾黑火药，但只限于几项专用，并成为被人们熟知的“B”火药。

3. 早期市场。十九世纪初，在美国黑火药的用量日益增加，生产开始迅速发展。边境开放以后，必须建立运输移民和供应品的手段。在1790年到1850年之间，美国开凿了30几条运河，其中最壮观的有伊利、切萨皮克和俄亥俄运河。在1830年到1850年之间，差不多修筑了同样数目的铁路，其中最重要的一条是从巴尔的摩开始，途经哈珀斯费里到惠林的巴尔的摩—俄亥俄铁路。



（照片图说明） 随着早期美国边境的开放，必须建立运输移民和供应品的手段。在这一开拓中，用黑火药爆破出路基和清除岩石和巨砾起了重要作用。上图是人们所熟悉的杜邦运输炸药的四轮马车的景象

在这些建设项目中，用黑火药爆破出路基和清除岩石和巨砾起了重要的作用。

1730年左右，在弗吉尼亚州的里士满附近发现了烟煤。1820年，宾夕法尼亚州开始了无烟煤的开采。在1810年到1860年之间，生铁产量由54000吨增加到800000吨以上，生产这么多的生铁必须开采大量的煤、石灰石和铁矿石。所有这些原料的开采都需用炸药。

由于上述和其它事业发展的结果，到1860年，美国已年产炸药约2500万磅（1140万公斤）。由于受莱蒙特·杜邦的“B”火药的推动，到二十世纪初，美国黑火药的消耗量增加到四倍，达到近1亿磅（4560万公斤）。

表 1-1 1810年到1970年美国工业爆破用黑火药的大致消耗量(千磅)

年 份	耗 用 量	年 份	耗 用 量
1810	1397	1930	99873
1840	8977	1940	59753
1850	25000	1950	20655
1900	98000	1960	1537
1917	277119	1970	83

注：自1912年以来，黑火药年耗量参见表 1-2。

4. 销路下降。1846年，意大利都灵大学的阿斯卡尼奥·舍彼里奥教授发现了硝化甘油。差不多同时，瑞士巴塞尔大学的克里斯廷·弗里德里克教授制造了一种叫作火药棉的硝化棉。这两种新产品的出现敲响了黑火药的丧钟。硝化甘油的发现导致了代那买特炸药的发展。代那买特炸药完成的工作量是黑火药的许多倍，并且效果更好。它不仅仅能抛移岩石，而且还能破碎岩石。火药棉的出现导致了无烟火药的发展。无烟火药是一种比黑火药威力更大、更安全、腐蚀性更小的推进剂。结果，除少数几种用途以外，黑火药被完全取代了。

5. 今天的黑火药。1917年美国黑火药消耗量达到顶峰，达到27700万磅（12630万公斤）。当时主要用于开采煤矿和金属矿，以支持战时经济。自那时以后，工业爆破用的黑火药开始稳步下降，现在已不足10万磅（45600公斤）（见表1-1）。今天，黑火药的唯一重要工业用途是用来制作导火索和爆竹。1973年，杜邦公司取消了黑火药生产，并且把宾夕法尼亚州穆希克的贝林炸药厂卖给了哥哈德-欧文公司。这个公司安排该厂的生产只供有限的国内和军用需要。

黑火药的编年表

- 13世纪 在阿布德·阿拉（阿拉伯人）的著作中首次提到硝石，他把它称为“中国雪”。
- 13世纪 中国宋朝的史书中有关于“罗马焰火筒(Roman Candles)”的记载。
- 1242 修道士罗杰·培根著述了黑火药的配方。
- 大约1300 据说伯瑟尔德·施瓦茨首先把黑火药作为一种火器推进剂。
- 1627 卡斯珀·文德尔首次用文字记载了黑火药在匈牙利上波斯托仑的舍姆尼茨皇家矿山的使用。
- 1675 在美国麻省的米尔顿建了火药厂。
- 1689 在英格兰的康沃尔锡矿使用了黑火药。
- 1696 在修筑瑞士的阿尔布拉公路中使用了黑火药。
- 1705 在美国康涅狄格州的希姆斯彼利铜矿可能使用了黑火药，1773年用爆破法将矿山变成了“自新”监狱。
- 1804 艾略特·伊利尼·杜邦在特拉华州的威尔明顿开始黑火药的工业生产。
- 1857 莱蒙特·杜邦用智利硝石（硝酸钠）代替昂贵的硝酸钾制造黑火药。（“B”火药）
- 1917 第一次世界大战，美国黑火药的年耗用量达到最高峰，为277118525磅（约125600吨）。
- 1930~40 由于市场不景气，大批黑火药厂停产。

1973 杜邦公司取消黑火药生产并把最后一个黑火药厂
卖给了哥哈德·欧文工业公司。

二、代那买特炸药

1. **硝化甘油。**当阿斯卡尼奥·舍彼里奥发现硝化甘油的时候，他发觉这种东西的性能是如此地不可捉摸和令人惊恐，以至他警告人们不要用它。但是，硝化甘油所释放的能量引起了瑞典发明家伊曼纽尔·诺贝尔和他儿子阿尔弗雷德的注意。1861年，他们从巴黎银行借了10万法郎，在瑞典的赫林堡建了一间小硝化甘油厂。起初，把液态硝化甘油倒入炮眼内，用各种类型的黑火药作起爆药进行起爆。但是，液态硝化甘油的装运是相当危险的，并且试验了几种新方法。

2. **最初的代那买特炸药。**在寻求运输液态硝化甘油较安全的方法的同时，1866年阿尔弗雷德·诺贝尔用硅藻土代替锯屑，来衬垫木箱里的硝化甘油桶。诺贝尔偶然注意到，一个渗漏的硝化甘油桶，里边大部分硝化甘油都跑掉了，但是并没有沾污外面的木箱。通过进一步研究表明，硅藻土不仅仅能吸收硝化甘油，而且还能降低硝化甘油的冲击感度。诺贝尔于1867年获得硝化甘油和硅藻土混合物的专利权，并取名为“诺贝尔安全炸药”，即最初的代那买特炸药。

3. **工业应用。**代那买特炸药不仅仅比黑火药的威力大，而且因为它的爆轰速度较高，在破碎岩石方面就更为有效。结果，代那买特炸药在大多数爆破中马上取代了黑火药。

美国成功使用代那买特炸药来完成的第一项大工程是掘进离宾夕法尼亚州的伊斯顿约15英里的伊斯顿-安布伯依铁路（后来叫利哈依-瓦利铁路）上的木斯康乃克松隧道。这一条差不多一英里长的隧道于1872年秋开始动工。在修筑期间，单单一个月就用去代那买特炸药17000磅。隧道的月进尺曾经达到135英尺。

早在1852年，国会曾拨款用于清除岩礁，开通联结长岛海湾同上纽约海湾的东部河道。这项工程缓慢地进行了多年。然而，

到1885年10月10日，当一次用288936磅代那买特炸药清除了河道“鬼门关”（Hell Gate）段的满潮石时，这项工程达到了高潮。

4. 杜邦的代那买特炸药。杜邦经营代那买特炸药生产是很勉强的。亨利·杜邦，在诺贝尔发明代那买特炸药时，是杜邦公司的总裁。他认为，代那买特炸药和硝化甘油对于安全生产和使用是太危险了。亨利·杜邦勉强接受了他的侄子莱蒙特·杜邦的劝告，放弃了自己的看法。1880年，杜邦家族在新泽西州成立了制造代那买特炸药的雷波诺化学公司。

莱蒙特·杜邦是雷波诺化学公司的第一任总裁，是代那买特炸药厂的创始人。他悲惨地死于1884年的一次爆炸事故中。爆炸是在试验一种酸分离方法中发生的，他的设计是想使炸药厂能不再往特拉华河中排放废酸。

虽然，杜邦公司经营代那买特炸药有点勉强，但是它却发展



（照片图说明）1867年阿尔弗雷德·诺贝尔（右）在瑞典发明了代那买特炸药。13年以后杜邦家族在新泽西州建立了雷波诺化学公司，生产代那买特炸药。雷波诺的总裁莱蒙特·杜邦（左）于1884年死于工厂爆炸事故

很快，成为美国的最大代那买特炸药生产商。

1902年，杜邦公司在新泽西州的吉布斯登建立了它的第一个炸药研究实验室。该实验室叫东部实验室，因为它同东部代那买特炸药公司有联系，它是美国化学研究方面的第一批工业实验室之一。

5. 安全炸药。东部实验室最初的研究项目之一是评价在多瓦斯和多煤尘的煤矿中使用的炸药的性能。在更早一些时候，欧洲各调查委员会曾断言，炸药火焰的温度和持续的时间在一定程度上是大量甲烷气体和煤尘爆炸的主要原因，正是这些事故在十九世纪末困扰着煤炭工业。

这些试验和后来的工作，产生了改善在煤矿和其它危险环境中使用具有安全性的代那买特配方。1908年，美国地质调查技术分部设立了匹兹堡试验站，对经批准的“安全炸药表”中的煤矿用炸药进行检验。这是美国有组织地开始对安全炸药系列进行鉴定。

6. 代那买特炸药的冻结问题。早期炸药工业所面临的问题是代那买特的冻结问题。早在1912年杜邦公司就制造出低冰点的代那买特炸药，但是直到1925年才找到一种解决问题的实际办法。用甘油和乙二醇配成的硝化混合物来配制出低冰点的代那买特炸药，这种炸药对于美国的大多数情况都是适用的。

7. 代那买特炸药的炮烟。杜邦研究的另一个重要课题是估价地下爆破使用代那买特炸药的可能性。炸药在急剧转变成热气体的过程中释放出能量，其中一些气体是有毒的。当在地下狭窄空间起爆炸药时，尽可能使爆破所产生的炮烟不含有害成分是十分重要的。控制炮烟的方法成为现代炸药工业的一项重要进展。

8. 硝化甘油头痛病。尽管在降低代那买特炸药爆炸时所产生的炮烟是有效的，但是代那买特炸药所固有的一个问题却始终没能得到解决：即众所周知的硝化甘油头痛病。这种头痛病其严重程度常常同周期性偏头痛不相上下，这是由代那买特的主要成

表 1-2 1912到1975年期间美国销售的工业炸药和爆破剂 (千磅)
(取自美国矿务局和其它统计资料)

年 代	安全 炸药	其 它 烈性炸药	水胶炸药 和 浆状炸药	筒 装 爆破剂	其它经过 加工处理的 爆破剂和未 经加工处理的 硝酸铵	黑 火 药	液 氧 炸 药	总 计
1912	24630	234469	—	—	—	230293	—	489393
1913	27686	242387	—	—	—	229940	—	500012
1914	25698	218454	—	—	—	206100	—	450251
1915	27350	235829	—	—	—	197722	—	460901
1916	34685	255155	—	—	—	215575	—	505415
1917	43041	262316	—	—	—	277119	—	582475
1918	46045	206416	—	—	—	246663	—	499125
1919	38855	198269	—	—	—	180511	—	417634
1920	53963	229112	—	—	—	254880	—	537955
1921	41134	170952	—	—	—	160021	—	372108
1922	43430	209476	—	—	—	178866	—	431772
1923	60371	267405	—	—	—	201951	—	529728
1924	55134	273323	—	—	—	167076	—	495533
1925	58353	286435	—	—	—	156964	—	501752
1926	67685	310518	—	—	—	157687	—	535890
1927	63847	303468	—	—	—	131696	—	499011
1928	60708	292785	—	—	—	121758	—	475251
1929	62669	326993	—	—	—	120046	—	509708
1930	53826	291391	—	—	—	99873	—	445090
1931	41578	216157	—	—	—	79830	—	337565
1932	32225	137908	—	—	—	63755	—	233887
1933	33927	157849	—	—	—	64211	—	255987
1934	39208	206625	—	—	—	68935	—	314768
1935	39170	200324	—	—	—	68888	—	308381
1936	47859	262047	—	—	—	81698	—	391604
1937	49579	288924	—	—	—	66241	—	404744
1938	41859	238576	—	—	—	51695	—	332130
1939	49950	278250	—	—	—	58237	—	386438
1940	58436	305180	—	—	—	59753	—	423369
1941	70612	351857	—	—	—	59458	—	481927
1942	84022	359699	—	—	—	55534	—	499255
1943	92656	338573	—	—	—	46422	—	477651

续表 1-2

年 代	安全 炸药	其 它 烈性炸药	水胶炸药 和 浆状炸药	筒 装 爆破剂	其它经过 加工处理 的爆破剂 和未经加 工处理的 硝酸铵	黑 火 药	液 氧 炸 药	总 计
1944	102538	318613	—	—	—	42960	—	464111
1945	97407	322956	—	—	—	36948	—	457311
1946	100258	399233	—	—	—	36824	—	536315
1947	122349	476017	—	—	—	36464	16562	651391
1948	126282	550086	—	—	—	33240	15620	725227
1949	91630	505601	—	—	—	20077	13922	631230
1950	109420	575962	—	—	—	20655	13804	719841
1951	108258	611236	—	—	—	13985	20341	753821
1952	95460	636741	—	—	—	10602	21915	764718
1953	89879	668952	—	—	—	9515	22465	790811
1954	75863	615822	—	—	—	10298	17741	719724
1955	93718	687226	—	—	—	6624	19310	806878
1956	104934	898524	—	—	—	5593	17723	1026774
1957	104522	912589	—	—	—	3684	13835	1034631
1958	84085	864117	—	—	—	2492	10904	961597
1959	83520	479015	5000	—	476901	2333	6808	1048576
1960	80577	472266	10000	—	616950	1537	1668	1172998
1961	73439	460224	30000	—	666202	1521	2235	1203621
1962	72884	436991	40000	—	799066	1222	2243	1312406
1963	76319	422779	55000	—	953854	1138	1834	1455924
1964	77406	481451	70000	—	1103563	946	2184	1665551
1965	76040	542318	110000	—	1260108	836	5598	1884900
1966	74527	538968	143000	—	1343104	463	13094	1970156
1967	68770	304566	167018	66413	1287506	424	10017	1904714
1968	64130	288114	206518	40732	1347817	427	—	1947737
1969	60364	286464	221535	33281	1624564	270	—	2226477
1970	56269	285841	214856	37430	1799012	83	—	2393491
1971	43557	272816	230692	42967	1963865	117	—	2554014
1972	46147	268798	226243	266206	1862395	—	—	2669789
1973	44272	262445	263545	278658	1906026	—	—	2754946
1974	42331	257735	293248	301261	1867715	—	—	2762290
1975	46422	225318	311132	331725	2204430	—	—	3119027