

破 爆 岩 齒

上 冊

H. Y. 杜魯達 著

冶金工业出版社 譯

冶金工业出版社

鑿 岩 爆 破

上 册

技术科学碩士 H.Y. 杜魯达 著

冶金工業出版社 譯

冶金工業出版社

本書系根据苏联冶金工業出版社(Металлургиядат)出版的Н.У.杜魯达所著鑿岩爆破(Буро-взрывные работы) 1954年增訂二版譯出。本書中譯本分上、下兩冊出版。上冊研究了有关鑿岩的各項問題，詳細論述了深孔和炮眼的鑽鑿方法，特別是着重介紹了露天矿用和地下矿用各种深孔穿孔机、風動鑿岩机和电鑽；闡述了各种鉗子的鍛造技术；同时，也論述了炮眼和深孔的排列方法以及确定炮眼深度和数量的方法。

本書可供高等学校及中等專業学校学生、采矿工程技术人員参考之用。

本書为冶金工業出版社蔡本裕、崔蔭宇兩同志負責譯校。

Н. У. Турута
БУРО-ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ
Металлургиядат (Свердловск 1954 Москва)

冶金工業出版社 譯

鑿岩爆破

編輯：崔蔭宇 設計：魯芝芳 趙香苓 責任校對：任少祺

1958年6月第一版 1958年6月北京第一次印刷 精裝 700冊
平裝 1,700冊

850×1168•1/32•295,700字•印張11 $\frac{6}{32}$ •定價(10) 精裝 2.60元
平裝 2.10元

冶金工業出版社印刷厂印

新华書店發行

書號 0818

冶金工業出版社出版(地址：北京市灯市口甲45號)

北京市書刊出版業營業許可証出字第 093 號

252.23
764.02
+1

U134
T727
11

鑿 岩 爆 破

上 册

技术科学碩士 H.Y. 杜魯达 著

冶金工業出版社 譯

冶金工業出版社

139024

本書系根据苏联冶金工業出版社(Металлургиздат)出版的Н.У.杜魯达所著鑿岩爆破(Буро-взрывные работы) 1954年增訂二版譯出。本書中譯本分上、下兩冊出版。上冊研究了有关鑿岩的各項問題，詳細論述了深孔和炮眼的鑽鑿方法，特別是着重介紹了露天矿用和地下矿用各种深孔穿孔机、風动鑿岩机和电鑽；闡述了各种鉗子的鍛造技术；同时，也論述了炮眼和深孔的排列方法以及确定炮眼深度和数量的方法。

本書可供高等学校及中等專業学校学生、采矿工程技术人員参考之用。

本書为冶金工業出版社蔡本裕、崔蔭宇兩同志負責譯校。

Н.У.Турута
БУРО-ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ
Металлургиздат (Свердловск 1954 Москва)

冶金工業出版社 譯

鑿岩爆破

編輯：崔蔭宇 設計：魯芝芳 趙香苓 責任校對：任少慎

1958年6月第一版 1958年6月北京第一次印刷 精裝 700冊
平裝 1,700冊

850×1168•1/32•295,700字•印張11 $\frac{6}{32}$ •定價(10) 精裝 2.60元
平裝 2.10元

冶金工業出版社印刷厂印

新华書店發行

書号 0818

冶金工業出版社出版(地址：北京市灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

目 录

序言	6
引言	7
鑿岩爆破及其作用	7
我国鑿岩爆破的發展	8
采矿工業中鑿岩爆破發展史概述及我国科学的作用	10

第 一 篇

岩石, 矿山工作及矿山巷道

第一章: 岩石概述	17
岩石、有用矿物及矿石的概念	17
最主要的岩石种类	18
岩層的埋藏形狀	19
矿床埋藏要素	21
規則的岩層产狀的变动	22
岩石的結構	23
岩石的組織	24
岩石的物理机械性質	25
岩石的分类	28
本章复習題	36
第二章: 矿山工作和矿山巷道	37
矿山工作基本概念	37
矿山巷道基本概念	38
露天采掘場	39
地下巷道	41
地下巷道要素	43
本章复習題	45

第 二 篇

炮眼和深孔的鑿鑿

第三章: 炮眼的鑿鑿	46
------------------	----

炮眼、炮眼的尺寸、用途及其鑽鑿方法	46
冲击-回轉式鑿岩机	48
風動鑿岩机的一般構造及其作用原理	49
風動鑿岩机的配气機構	51
風動鑿岩机釵子回轉機構	56
風動鑿岩机的类型和排号	57
自动推进器	70
工作面內風動鑿岩机的安置	73
壓縮空气及其向工作面的輸送	83
風動鑿岩机的基本操作規程	85
風動鑿岩机可能發生的主要故障及其消除方法	88
風動鑿岩机的潤滑	90
風動鑿岩机的清洗	92
風動鑿岩机的修理和生产試驗	94
鑿岩电鑽	95
电鑽的操作規程及其維護	99
本章复習題	102
第四章：鑿岩时的岩塵及其防止方法	104
岩塵、岩塵分类及其危害性	104
炮眼中岩粉的排除	106
鑿岩时的防塵方法	114
本章复習題	131
第五章：深孔的穿鑿	132
深孔的用途及其穿鑿方法	132
露天采矿冲击式穿孔机	133
《烏拉尔人》BY-2 型鋼繩冲击式穿孔机的主要構件和零件	141
鋼繩冲击式穿孔机的鑽具	151
深孔的穿鑿和清孔	163
穿孔时的故障，故障的預防及消除	173
鋼繩冲击式穿孔机的鑿岩能率	180
露天矿深孔回轉鑿岩	186
地下深孔鑿岩	197
地下深孔冲击鑿岩	198

地下深孔回轉鑿岩	204
地下深孔回轉鑿岩穿孔机	205
地下深孔回轉鑿岩穿孔机的鑽具	217
地下深孔回轉鑿岩的操作技术	225
本章复習題	224
第六章：冲击鑿岩釐子及其鍛造与淬火	235
釐子、釐子的構造和釐子組	235
制造冲击鑿岩釐子的材料	240
碳素鋼的热处理	250
碳素鋼的鍛压	255
鋼釐头死头釐子的鍛造	256
鈍鋼釐头死头釐子的鍛修	255
硬合金釐头死头釐子及其制造和修磨	267
活头釐子	278
鍛釐厂的设备	291
本章复習題	306
第七章：使用風动鑿岩机鑿炮眼和穿鑿深孔的工作組織	308
工作面上炮眼的排列	308
工作面上炮眼深度	329
工作面上炮眼数	331
地下使用深孔的条件及优点	326
地下深孔的排列	336
鑿岩时，鑿岩机类型的选择和鑿岩机台数的确定	339
風动鑿岩的生产率	342
鑿岩工的工作組織	348
先进鑿岩方法	348
本章复習題	356

序 言

苏联共产党第十九次代表大会关于第五个五年计划的指示中规定：在第五个五年计划期间工业生产水平约提高70%。

为了达到上述增长指标，在第五个五年计划期间，使生铁生产能力比第四个五年计划规定大约增加32%，钢的生产能力大约增加42%，钢材生产能力至少增加一倍，焦炭生产能力大约增加80%，铁砂生产能力大约增加二倍。①在建設新的企業的同时，还要扩建一些現有企業，安裝新的設備，实行生产自动化，加速生产过程和改进技术操作。

采矿企業中，加速有用矿物的开采过程和提高劳动生产率的方法之一就是鑿岩爆破。

采矿企業中，正确的鑿岩爆破工作組織和最好的鑿岩爆破技术应能保证炸落相当数量的矿石，炸下矿石的塊度，应能与裝載机械和运输机械进行正常裝运所必須之大小相适应。

为此，采矿企業必須培养技术高度熟練的鑿岩爆破技术干部和工人，並要系統地提高他們的技术水平。

本書再版时，作者詳細闡述了有关鑿岩爆破的許多綜合性的問題，其目的是想使這本書能同时供露天采矿和地下采矿进行鑿岩爆破的生产人員参考之用。

本書第三章是技术科学碩士И.Ф.叶弗烈莫夫編写的；維梭柯山矿全体工程技术人員参加了本書草稿的評閱工作；采矿工程师Ф.В.謝烈甫澤夫、С.И.尼柯拉耶夫、Н.В.索柯洛夫对改进本書內容提供了寶貴的意見；在定稿方面，А.А.卡拉什尼柯夫和Т.С.阿尔捷姆耶夫給了很大的帮助；作者謹借此机会，对上述同志致以謝意。

讀者對本書的意見與希望，作者將高兴地接受。

作者

① 苏联共产党（布）第十九次代表大会关于一九五——一九五五年苏联發展第五个五年计划的指示第三頁，人民出版社1953年出版。

引 言

鑿岩爆破及其作用

鑿岩爆破的實質，乃是使用相应的工具和机械在需要炸下的岩石中掏出（多是鑽鑿）不同尺寸和不同形狀的人工孔。其中裝入一定数量的炸藥。孔內未裝炸藥部分，則用炮泥填上，炮泥要不致因炸藥爆炸产生高溫而燃燒。而后用某种方法使炸藥爆炸。炸藥爆炸时，孔內产生大量气体。在爆炸高溫的作用下，气体膨胀，几乎在瞬間产生很大的压力，因此，部分岩石被炸落，並被破碎成大小不同的岩塊。

現在的采矿工業中，在地下开采各种有用矿物（煤、矿石、建筑材料及其他）和露天开采各种有用矿物，广泛使用鑿岩爆破。在我們国家，开采有用矿物使用鑿岩爆破已經有了几十年的历史了，但是，这种方法只是在偉大的十月社会主义革命以后才获得了广泛的使用。

在革命前的俄国，开采有用矿物时，鑿岩爆破的使用不甚广泛，並且鑿岩爆破技术也是極其落后的。

在我們苏联，运用着現代技术的新成就，保证了各种有用矿物的开采技术水平的不断提高。在这种情况下，鑿岩爆破在整个采矿工作中將愈来愈佔極其重要的地位。

增加各种矿石、冶炼熔剂、煤炭及其他有用矿物的开采量，对完成苏联共产党第十九次代表大会对全部主要工業产品所規定的新的巨大增長的指标有着密切的关系。然而，只有再进一步發展我国的采矿工業，上述任务才有可能得以完成；同时，完成党第十九次代表大会所規定的任务也为矿业中鑿岩爆破今后的發展开辟了極其广闊的远景。鑿岩爆破是繁重作業机械化的有力手段

之一，也是矿山企业中最主要和最重要的生产过程之一。

采矿企业中，鑿岩爆破在矿山企业整个生产过程中所起的作用，就其所需的时间就足以得到证明：地下采矿时，鑿岩爆破所需之时间为掘进循环时间的30%至70%；露天采矿时，鑿岩爆破约为全部工作量的25%。同时，鑿岩爆破工作组织和鑿岩爆破的作业本身是主要生产过程中的最先开始的作业，因此，上述工作的正确进行，能保证以后岩石的正常装运。

现代露天采矿企业和地下采矿企业，均使用鑿岩爆破采掘岩石和矿石，即使是中硬以下的岩石和矿石也使用鑿岩爆破。爆破的主要要求是要在爆破后，炸下岩石块度的大小便于装载和处理。但是，在实际中，甚至是在很小的爆破范围内，岩石和矿石的坚硬度往往是不同的，其产状也是变化多端的。

在我们苏联，鑿岩爆破的使用规模不仅在采矿工业中日益扩大，就是在国民经济的其他部门也是如此，这也可以看出鑿岩爆破的作用了。

我国鑿岩爆破的发展

在我国实现工业化的年代里，随着采矿工业的根本改变，鑿岩爆破也获得了很大的发展，并且有了根本的改善。在我国的采矿工业中，不论是在露天采矿或者是在地下采矿中，鑿岩爆破技术都很快地提高了。

例如，在革命前的俄国所使用的手工打眼的炮眼法有了改进，开始使用轻型、中型风动手持式鑿岩机和电钻来钻鑿炮眼。后来，在1930—1933年，根据德聶伯水电站建筑公司的经验，在露天采矿中，炮眼法为较完善的深孔法所代替，深孔用钢绳冲击式穿孔机来穿鑿。其名义直径^①在150毫米以下。现在，在我国的露天采矿场使用这种方法极为广泛，而炮眼法只是用来达到辅

① 所谓名义直径，即钢绳冲击鑿岩时钻头刃的长度；下面，我们给它起一个专有名词，即「深孔直径」。

助目的，即在二次破碎和使梯段底削平时使用。

1935年，我国克里沃罗格鉄矿山，第一次在世界实践中使用風动手持式鑿岩机在地下鑽鑿爆破深孔，但是，在国外若干年后才开始在地下进行深孔爆破試驗。

現在，根据克里沃罗格矿山的經驗，在我国許多大矿山，大量采掘矿石时，均使用这种爆破方法。

到 1940 年为止，由于鑿岩爆破技术不断的發展，我国制造了露天矿鋼繩冲击式深孔鑿岩用的“五金工人”穿孔机和敏涅依洛工程师設計的地下深孔迴轉鑿岩用的穿孔机；制造了不同类型和不同牌号的鑽鑿炮眼用的有自动推进裝置的風动手持式鑿岩机和电鑽，並使用硬合金鑲嵌冲击鑿岩釵子。

不安全炸藥（狄那米特炸藥和火藥），首先是用硝氮炸藥代替，后来則为阿莫尼特和二蔡炸藥代替，这些炸藥的主要成分是硝酸铵，保存和使用最为安全。自从 1925 年以来，这些炸藥大規模地用于我国采矿工業中；現在，在爆破工程中，这种炸藥到处都使用。

在同一时期，我国掌握了在地表上进行爆破的新方法，即上向和下向抛擲大爆破，在地下則使用大藥室崩落法采掘矿石。

1931年 2 月，在我国开鑿一条長 120 米的溝渠，第一次使用了抛擲大爆破。从此时起，露天采矿的剝离工作，修筑鉄路和开鑿运河等工程，广泛地使用抛擲大爆破法。

1946—1952年我国国民經济恢复和大發展时期，采矿工業在鑿岩爆破方面又取得了巨大的成就。

在此时期，工業用炸藥品种完全变换，苏联学者創造了更好的新品种硝铵炸藥，即 6 号和 7 号阿莫尼特，並且用压制法大大提高了 6 号阿莫尼特的密度。上向抛擲大爆破和下向抛擲大爆破有了很大的發展。使用鑿岩机械的可能性大大地增加了。“五金工人”鋼繩冲击式穿孔机差不多都为較完善的、能力較大的、新型的 BY—2 型“烏拉尔人”鋼繩冲击式穿孔机所代替；近来（从 1951—1952年起），露天采矿場开始使用更为完善、能力更大的

БС—1 型鋼繩冲击式穿孔机。

地下进行深孔廻轉鑿岩时，使用国产 НИГРИ—4、ЗИВ—150 和其他型穿孔机。鑽鑿炮眼时，使用 ПМ—507、ПА—23、КЦМ—4、ТЦМ—3 和其他新式效能較高的苏式風动冲击廻轉鑿岩机以及 ЭБР—19 型和 ЭБК—2 М 型电鑽。

在大多数露天采矿場和矿井里，鑽鑿炮眼和深孔的机器大大增加了；現在，露天采矿場进行鋼繩冲击深孔鑿岩时多使用 1200—1300 公斤的鑽具代替 600—700 公斤的鑽具。

大直徑深孔爆破法在实际中愈来愈广泛地使用着；現在，在我們苏联，在露天采矿場鑽鑿直徑为 200—220 毫米的深孔和在地下鑽鑿直徑为 100—130 毫米的深孔已經是很平常的事情。而在某些露天采矿場，已經掌握了与梯段边坡平行的傾斜深孔爆破法，正研究微差电力爆破法，並根据鑿岩爆破革新者的倡議在采矿工業中运用着其他許多改进鑿岩爆破的技术。

在我国，采矿、掘进矿山巷道、开鑿各种溝渠（塹溝、溝、渠、运河等）时松动和抛擲岩石、建筑、水下松动土壤以及拆毀破旧建筑物时的繁重劳动均代之以鑿岩爆破。这样，除了減輕劳动以外，还能节省大量的時間、人力和完成單位工程所需之費用。

采矿工業中鑿岩爆破發展史概述及我国科学的作用

爆破在采矿工業中很早就使用了。十八世紀末叶以前，有烟火藥是人类最先發明的、唯一的一种炸藥。这是因为当时的化学科学極不發达之故。

根据史冊記載，俄国第一次出現火藥是在 1261—1291 年。

在最初很長时期內，火藥仅用于軍事上，在 1627 年，工業中第一次使用了火藥。

但是，火藥爆炸时，产生大量的有毒气体，这就妨碍了在矿业中特别是在地下采矿时广泛使用。加之当时鑿岩爆破技术水平

極低，从而大大影响了矿業中鑿岩爆破的發展。

例如，以前是用手工冲击法在岩石中打眼，眼的直徑是15—20毫米，眼深0.5—1.0米，其中裝的是火藥。火藥用投入炮眼的燒着的煤粉、木片和塗有火藥末並卷起的紙条点燃，或者用包有硝石的燃燒緩慢的棉質綫和粘有火藥末的棉質綫点燃，用这种方法点燃火藥，往往要發生不幸事故。

1609年，偶尔發現了雷酸金，这是世界上首次發現的与有烟火藥不同的炸藥，但是，由于雷酸金非常昂貴，所以在实际上沒有获得使用。

上述情况，說明了矿業中的爆破在很長时期內沒有很大發展的这一事实。

在十八和十九世紀，由于資本主义的發展，当时炸藥化学的科学水平有一定程度的提高，因此，推动了爆破在工業中的广泛应用，当然，在矿業中亦是如此。

我国的科学，对采矿工業中鑿岩爆破的發展产生了巨大的影响，科学家們就此問題發表了許多科学著作。在这方面，傑出的俄国学者、發明家和研究家和工程师 M.B. 罗蒙諾索夫、A.A. 穆西-普希金、П.Л. 西林、Н.Н. 吉宁、Д.И. 門德列也夫和 M.M. 鮑烈斯柯夫有着巨大的供献。他們的供献促使掘进矿山巷道和回采有用矿物时鑿岩爆破技术大大地得以改进。

1786年，制造了一种氯酸鉀炸藥，后来，就以这种炸藥为基础制造出氯酸盐炸藥。

1799年，雷汞制造成功，这是一种威力很大的炸藥，1815年雷汞首次应用，並从1831年起广泛用来制作發火雷管（如雷管，火帽）。

在此时期，俄国研究人員为寻求炸藥起爆器材进行了巨大的工作。1826年，伏拉索夫副教授提出，使用裝有硫酸的特殊小玻璃管，管放在有爆炸混合物的紙壳中，爆炸混合物由四份氯酸鉀和一份糖混合而成。当小玻璃管压碎时，硫酸使流至混合物中，使混合物發火，从而炸藥爆炸。从1826年到第一次世界大战期

間，在俄国軍事中，伏拉索夫点火管用来起爆藥包。在1826年以后，这种裝有不同成份的爆炸混合物的小管开始在其他許多国家使用。

俄国是發明和在实际爆破中广泛运用最完善的現代化电气爆破法的起源国。远在1812年，傑出的俄国發明家保尔·利沃維奇·西林第一次在世界上使用了这种爆破法，这叫做“炸藥电气点火法”，但是，在1840年，这种方法才能很好地用于軍事中。

1840年以后，俄国爆破專家們就进一步改进电气爆破法进行了巨大的工作。终于在1852年，扎澤比提出使用引火塞。与此同时，曾經制造和使用各种不同的“灼热雷管”。1859年，切尔尼洛夫斯基-索柯尔第一次在世界上使用了电雷管“校准器”。1874年，德列耶尔設計了一种火花雷管（电雷管）。此外，俄国的發明家还設計了一种所謂“軍工雷管”，这种雷管就是現代电点火管的前身。与此同时，就改进电气爆破的电源問題也进行了很多的工作，在1875年，制造了磁性电力放炮器①（手搖發电机）。但是，首次广泛获得使用的磁性电力放炮器乃是1913年制造的俄式放炮器。

1831年，导火綫制造成功。与雷管相互配合，导火綫的制造成功，促成了火花起爆技术的改进，並且扩大了炸藥在工業上使用的可能性。因为，即使是少量的（0.5—0.1克）雷汞，爆炸时亦能产生大量猛度不大的炸藥爆炸时所产生的威力。导火綫的燃燒速度緩慢（1.0厘米/秒），爆破时，工作人員比較安全。

在同一时期，为了寻求和制造新的、威力較大的炸藥，化学家們进行了頑强的工作，結果在1834年制成了硝基苯，1836年制成了硝基萘，1845年制成了硝化棉，1846年制成了硝化甘油。

到目前为止，硝化棉和硝化甘油仍然是威力最大的炸藥，但是，尽管如此，在二十多年內，上述兩种炸藥在工業中並沒有广泛使用。因为在硝化棉制造厂經常發生爆炸事故，其爆炸原因，

① 根据史册記載，早在1845年，磁性电力放炮器第一次在俄国就已經用于軍事上，但是，在当时並未获得广泛的使用。

当时也没有弄清楚；至于硝化甘油，因为是液态，使用极不方便。此外，使用硝化甘油不安全，因为它对温度的变化甚为敏感，温度较高（+13.2°C）时就会冻结，并且不大的机械作用就能使它爆炸。

1842年，H.H. 吉宁教授提出以芳香族硝基化合物为基础与硫化铵和硝酸相作用的炸药制造方法，而在1853年，他第一次在世界上制成了硝化甘油炸药，后来，这种炸药叫做狄那米特。H.H. 吉宁的这一发现，为在实际中比较广泛的利用硝化甘油创造了可能性，但是，在当时，他的倡议在工业中并没有得以实现。H.H. 吉宁还发现了氨基苯这一化合物。氨基苯是制造特屈儿原材料。

后来，H.H. 吉宁的事业由他的助手B.Φ. 彼得鲁舍夫斯基承担下来了。1860—1863年，B.Φ. 彼得鲁舍夫斯基制成了一批不同品种的军用狄那米特。其中有一种是第一次做成粉末状，即B.Φ. 彼得鲁舍夫斯基粉状狄那米特。

在俄国，1867年，切尔尼洛夫斯基-索柯尔在亚库梯省开采砂金时，第一次在世界上把狄那米特用于工业爆破工程中。

1880年，俄国化学家们发明的工业爆破用的狄那米特（曾叫做爆炸胶^①），曾组织生产。这种狄那米特的性能比国外在同时期所使用的其他品种狄那米特的性能要好得多。

H.H. 吉宁和B.Φ. 彼得鲁舍夫斯基在利用硝化甘油制造狄那米特方面所获得的成就是全世界的工程师们所公认的，并且成为以后拟制数百种狄那米特配剂方的依据。

在此时期，伟大的俄国学者Д.И. 门德列也夫化学家研究了有关在实际中使用硝化棉的问题，并且发明了无烟火药。门德列也夫在炸药工艺学方面和爆破的发展方面的功绩是无法评价的。

Д.И. 门德列也夫第一次以自己的工作成就肯定了硝化棉制造厂经常发生爆炸的原因，并免除了用热风使硝化棉干燥这一最

① “Взрывчатая Желатина”（爆炸胶）恐系“Взрывчатый желатин”之

誤——譯者。

危險的工序，從而代之以用酒精使硝化棉脫水，這種方法甚至在現在還被世界各國使用着。Д. И. 門德列也夫的這些極其重要的發明，使得廣泛地使用硝化棉有了可能，從1880年起，硝化棉在各國成功地被使用着。

1884年，第一次製造了一種在有瓦斯和煤塵爆炸危險的礦井中使用的炸藥。

1890年，發現了疊氮酸並制得了疊氮酸鹽類——疊氮化物，而疊氮鉛乃是極其敏感、威力很大（比雷汞的威力大）的一種炸藥，廣泛用於雷管中。

1897年，肯定了為液態氧浸透的多孔易燃物具有爆炸性能。這種炸藥叫做液氧炸藥，雖然這種炸藥試驗已有很久，但是到目前為止，在實際中並未獲得廣泛使用。

1918年以後，採礦工業中開始廣泛使用以硝酸銨為主要成分的安全炸藥，這種炸藥叫做硝酸銨類炸藥。

應該指出：偉大的俄國學者 М. В. 羅蒙諾索夫對爆破理論的發展和實際的運用有着卓越的貢獻。他用了很多時間研究有關硝石的製造及其爆炸性質的許多問題，而硝石幾乎是所有現代工業炸藥的極其重要的組成部分。М. В. 羅蒙諾索夫進行研究的結果，得出了許多直接與爆破理論有關的極有價值的結論。早在1749年，羅蒙諾索夫在《硝石的產生和性質》一文中就對炸藥的爆炸分解及其對介質的破壞作用第一次作了科學的闡述。

俄國學者 А. А. 穆西-普希金成功地繼承了 М. В. 羅蒙諾索夫在硝石製造方面所進行的研究工作，他在1799年寫了一本關於硝石的權威科學著作^①。

這裡必須指出俄國教授 А. В. 薩波什尼柯夫和 И. М. 切利佐夫在創立炸藥理論方面所取得的巨大成就。1909年，А. В. 薩波

① А. А. 穆西-普希金的權威科學著作叫做《Предположения об общих понятиях составления селитры и об учреждении искусственной нитровки》。書中敘述了如何浸析含有硝石的土，去掉其中之雜質，使之淨化，這樣更便於製造較好的火藥。