

工业爆破安全

〔苏〕B.H. 库图佐夫 主编

朱瑞麟 刘殿中 李铮 译

冶金工业出版社



工业爆破安全

〔苏〕Б.Н.库图佐夫 主编

朱瑞赓 刘殿中 李铮 译

冶金工业出版社

内 容 提 要

本书是根据苏联“Недра”出版社1977年出版的《Безопасность взрывных работ в промышленности》一书翻译的。

书中在对实验和事故资料进行分析的基础上,研究了事故发生的原因和预防方法。论证了在处置、储存、试验、运输、装药和爆破时执行《爆破作业统一安全规程》的必要性。叙述了在准备爆炸材料、装药、检查网路、起爆、毒气、杂散电流和处理拒爆等一系列作业中保证安全的方法,以及预防雷管引燃甲烷和其它爆炸气体的方法。本书对爆破作业过程特别是在危险条件下的爆破作业方法给了很大的注意,对爆破时人员、设备、周围房屋和建筑物的安全性作出了评价。同时,书中对爆破作业的组织——技术安全措施作了研究。

本书供各工业领域和建筑业中从事爆破作业的专家和工程技术人员参考使用。

工业爆破安全

[苏] Б.Н.库图佐夫 主编

朱瑞麟 刘殿中 李铮 译

冶金工业出版社出版

(北京北河沿大街嵩祝院北巷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 12 1/8 字数 318 千字

1987年3月第一版 1987年3月第一次印刷

印数00,001~2,250册

统一书号: 15062·4353 定价3.45元

前 言（摘译）

在采矿工业中，工人和工程师会遇到十分复杂的采掘地质条件，并要求在这种条件下提高作业机械化程度，这些都在一定程度上增加了作业的危险性。

用炸药破碎矿石是采矿工艺的最初的和最重要的物理过程，该过程的效果决定着开采中其它工艺过程的技术经济指标，有时还会影响选矿工艺的指标。

爆破作业在所有开采环节中（包括装载、运输、加工）以危险性最高而著称，因为爆破作业离不开对外部作用敏感的爆破器材和炸药。早爆或事故爆炸往往会导致严重的、有时甚至是伤亡的不幸事故的发生。因此，随着爆破作业在工业中应用范围的扩大，早在十九世纪俄国和其他国家就已经制定了爆破作业安全规程。1880年苏联矿山杂志第一期就公布了俄国第一部“矿山作业使用爆炸材料暂行规程”。以后即称之为“爆破安全统一规程”。随着开采条件的复杂化，新的爆破材料、爆破工具和爆破方法的研制，“规程”在不断得到补充和完善，并正规地再版为除国防部以外所有进行爆破作业的部、局、组织和企业必须遵守的法典。

在十月革命前的俄国，使用的炸药基本上都是从国外进口的甘油炸药（代那买特），使用和运输都十分危险，低温下还会拒爆。当时，爆破材料不能满足年青的苏维埃国家迅速发展的采矿工业的需要，与使用炸药有关的不幸事故曾经是相当多的。从三十年代起，苏联开始研究在爆破作业中使用较安全的硝铵炸药（阿莫尼特）来代替危险性大的甘油炸药。这方面的紧张的综合研究工作直到五十年代才完成，从而保证了工业中主要开采部门完全过渡到使用含硝铵的新型工业炸药。

尽管不断进行爆炸材料的研究，由于使用炸药导致的伤亡事

故还是经常出现的。对此，我们认为是由下述原因造成的：

爆破规模扩大，爆破作业及其准备工作的紧张程度增加；

广泛使用机器，整个机械化程度提高以及使用装药器装药，都在一定程度上增加了出现危险状况的或然率；

在发表的文章和出版的刊物中，时常鼓吹爆炸材料安全程度的提高，在一定程度上影响着工人和工程技术人员心理状态，以致不能严格地贯彻执行安全统一规程的要求；

有时发生事故是由于工作人员（作业人员、检查人员）精神不集中或技术水平低造成的；

参加爆破作业的辅助工作人员对安全统一规程缺乏认识。

爆破作业事故与开采的其它工艺过程事故相比，其百分比相对而言是不大的，煤矿为2~4%，对露天矿还要低。但是，在爆破事故中重伤和死亡的恶性事故百分比要高得多，可达全部事故的15%。

矿山企业发生恶性事故的主要原因是：

违反爆破安全统一规程；

违反矿山总安全规程；

使用劣质爆炸材料。

分析恶性事故表明，其大部分（84%）是由于遇难者本身的过错而造成的，16%是由于技术监检机构人员失职，爆破作业安全条件得不到保证而造成的。总而言之，大多数恶性事故都是可以预先防止的。表1列出了爆破公司各企业在1957~1968年间发生的不幸事故，并进行了分析^[5]，事故的基本原因是违反安全统一规程。

库兹巴斯矿井(Кузбасс)^[6, 7]发生的爆破事故主要和违章作业有关，也和组织措施不当有关。例如，根据1973年库兹涅茨矿区矿井的调查资料^[8]，在815个沿煤层开挖的准备巷道的掌子面中，有490个采用了水堵塞并且在作业区内未采取惰性化措施，而在175个掌子面中未采取任何能提高爆破作业安全程度的预防措施。

表 1

事 故 原 因	事 故 百 分 比			
	轻 伤	重 伤	死 亡	总事故
使用雷管和起爆药包不正确	18.2	11.3	9.1	14.3
装药、炮孔扩底和使用软管的方法不正确	9.0	5.6	24.2	11.25
用导火索销毁拒爆的雷管	7.8	17.0	6.1	10.50
在工作面销毁应退还仓库的剩余爆破材料	9.1	9.5	0.05	8.80
使用电雷管不正确	6.5	9.4	6.0	7.55
打残眼	10.4	5.7	3.05	7.35
使用爆破材料轻率、粗心	5.2	5.7	12.2	6.25
爆破工掩体失修或安放位置不当	7.8	—	9.1	5.50
准备点火管时违反安全规程	5.2	5.6	—	4.30
发生拒爆时提前进入爆区（15分钟之内）	2.6	5.6	6.1	4.35
爆破大块时发生早爆	5.2	3.8	—	3.70
在未清除残炮的工作面进行工作	2.6	5.7	—	3.35
人员未撤出空气冲击波和飞石危险区	5.2	—	—	2.45
非爆破人员进行爆破作业	1.3	1.9	6.0	2.45
药包早爆	1.3	3.8	—	1.85
作业时遇到快捻	1.3	3.8	—	1.85
向炮眼中送起爆药包	—	5.6	—	1.85
排除哑炮违章作业	—	1.9	3.0	1.25
销毁电雷管	1.3	—	3.0	1.20
过量装药	—	1.9	—	0.60

近年来，采矿工业中的科技工作者对作业人员、作业班组与矿山地质和工艺技术状况的相互关系与产生事故的原因进行了深入和全面的分析。这种全面分析是极为复杂的，但显而易见，这种分析可以作为进一步制定消除伤亡事故的综合措施的依据。在许多情况中，人员的体力和精神状态对出现事故的概率有明显的影响^[9]。例如，根据国外资料^[10]，80%的事故是由于遇难者主观上的原因造成的。了解这一点对准许什么样的人参加爆破工作至关重要，因为在许多情况下，受难者也是参加爆破准备工作的人员。

在乌克兰^[10]进行的对不同工种伤亡资料的分析表明，爆破工受伤次数低于掘进工、凿眼工、电耙工、支柱工和放矿工。但是，在

受伤的严重性和致命程度方面，爆破工与掘进工、电耙工、凿眼工一样，比其他工种更为突出。技术熟练爆破工的事故发生率比其他工种的工人低得多，而缺乏足够知识的人员进行爆破作业时，事故发生率就相当高。工龄不满三年的青年工人（25岁以下）发生的事故几乎占全部事故的40%，而严重的致命事故，青年人造成的占80%。工龄不到一年的爆破工的事故发生率特别高（59%）。应当指出，受过中等技术教育的工人发生事故的数量是较低的。为评价工人本身素质对事故发生率的影响，曾将工人分成五类：灵活的，喜怒无常的，安静的，萎靡的和灵活性有变化的。统计分析的资料表明，把喜怒无常的和灵活性有变化的人选当作爆破工是不合适的。

更进一步的发展提出要对不幸事故进行分析，这时要把不幸事故看作是偶然事件（它是事件的相互独立因果关系链的交错或吻合的结果）^[11]。这样的提法，就是把不幸事故看成或然事件，为了研究事故发生的原因，则可以利用建立在“分枝”逻辑谱原则上的链模型。

对事故的这种渐近分析方法离实际应用尚有一定距离。但是，在这种方法的基础上，可以拟订出在生产过程中出现事故的或然率模型。这种模型又可作为制订标准的预测安全条件的随机模型的基础，而预测安全条件是根据技术领域发展方向、劳动组织水平的提高程度和经济与社会诸因素的变化来进行的。

以上的论述表明，揭示和消除事故的原因是一个多因素的复杂课题，要解决这个课题，必须综合研究技术方面、组织方面和心理方面的问题。

因为后一方面的问题目前研究很不够，本书中着重分析发生事故的技术方面与组织方面的原因。在技术原因的分析中，又以很大注意力着重于对装置和设备进行专门研究，在这些装置上有可能近似地再现对爆炸材料和周围介质的力学、电学和热力学的作用，而这些作用可以使爆破器材和炸药产生早爆或拒爆。

本书的特点是理论与实践并重，既探讨生产技术问题，又广

泛介绍了有参考价值的有关实践资料。这样，就可以帮助读者结合个别的物理现象深化自己的认识，利用这些物理现象解释在爆破作业中发生的这样或那样的危险过程，同时可以利用书中介绍的参考资料来提高爆破作业技术工艺的安全程度。

本书由Б.Н.库图佐夫(Кутузов)、Ф.М.加拉德日(Галаджи)、С.А.达维多夫(Давыдов)、Б.И.瓦什金(Вайнштейн)、В.И.捷宁(Зенин)编写。此外，在个别章节中下列爆破专家参加了工作：В.Г.别兹捷洛夫(Безделов)(十二章)、А.М.别塞巴耶夫(Бейсебаев)(九~十二章)、Н.М.庞达连柯(Бондаренко)(六和七章)、А.В.维塞洛夫(Веселов)(第二十四节、二十六节和三十一节)、Н.Е.特罗舍夫(Грошев)(四章)、И.З.德罗格维柯(Дроговейко)(六和七章)、Н.И.伽捷契庚(Дядечкин)(九和十章)、В.И.叶缅盖夫(Емекеев)(一和二章)、Г.Р.勃里札洛夫(Близаров)(四章)、В.В.别列葛多夫(Перегулов)(五和七章)、В.Е.塔尤尔斯基(Тяурский)(六章)、М.Ф.施纳捷尔(Шнайдер)(九~十二章和第二十四节、二十六节、三十一节)。

作者们感谢采矿工程师В.С.萨塔洛夫(Шаталов)对本书所作的评阅，并对采矿工程师Г.Н.叶飞莫夫(Ефимов)、Я.Л.鲍列辛(Полесин)对本书分章、编辑和出版准备中提出的建议和意见表示感谢。

作者们对为使本书进一步完善将提出意见和希望的专家们致以谢意。

目 录

前言 (摘译)

第一篇 爆破作业安全的一般性问题

第一章 对爆破作业时炸药和爆破器材所承受的

机械作用的评述..... 1

第一节 一般情况 1

第二节 机械作用下炸药爆炸激发过程 2

第三节 装药或处理拒爆时炸药承受的机械作用 4

第四节 炸药的机械作用感度10

第五节 对炸药包机械作用的研究方法12

第六节 机械作用下炸药爆炸概率的评价20

第七节 药卷与障碍物撞击时危险性的研究28

第八节 炸药爆燃转为爆轰的概率30

第九节 电雷管的机械作用感度31

第十节 导爆索的机械作用感度35

第二章 压气装散状炸药时的电效应.....39

第十一节 压气装药时静电效应研究的现况40

第十二节 电效应与炸药颗粒在输药管中运动特征的关系44

第十三节 输药管和炸药电阻率的测定46

第十四节 压气装药设备静电放电危险性的研究49

第十五节 压气装药的工艺因素对电效应过程的影响51

第十六节 装填粒状炸药时的电效应参数57

第十七节 压气装药时预防静电效应的方法62

第三章 在准备爆破器材时的安全问题.....66

第十八节 火力起爆器材的准备工作66

第十九节 电力起爆器材的准备工作71

第二十节 炸药使用前的准备工作73

第四章 有杂散电流时电力起爆的安全问题76

第二十一节 流向电雷管的电力牵引杂散电流的计算77

第二十二节	计算流向电雷管的漏电量	80
第二十三节	电力牵引杂散电流和漏电流危险性的评价	82
第二十四节	电磁辐射和高压线路电感应杂散电流的危险性	84
第二十五节	矿山企业中减少杂散电流危险的措施	88
第二十六节	电爆网路的绝缘度对爆破可靠性的影响	89
第二十七节	低感度电雷管的工业试验	95

第五章 各种起爆方法的安全问题 97

第二十八节	火力起爆的保安问题	97
第二十九节	电力起爆安全的一般问题	99
第三十节	电力起爆网路参数的检查	102
第三十一节	三相供电造成拒爆的预防	104
第三十二节	导爆索起爆的安全问题	108
第三十三节	导爆索连接的可靠性	111
第三十四节	复式导爆索线路的破坏因素	116
第三十五节	微差爆破的安全	120

第六章 装药和爆破过程的安全 124

第三十六节	作业地点的安全保障	124
第三十七节	炮眼、炮孔和药室手工装药的安全	126
第三十八节	炮眼、炮孔和药室机械化装药的安全	133
第三十九节	不合格大块爆破的安全	146
第四十节	使用非工业炸药时的作业安全	147
第四十一节	排除哑炮时的作业安全	148
第四十二节	发现矿岩中拒爆药包和记录爆炸药包数的可能性 分析	151

第二篇 在地表进行爆破时的作业安全

第七章 在地表进行爆破时作业安全的基本问题 154

第四十三节	组织爆破工作时的安全问题	154
第四十四节	爆破警戒区的有关安全问题	156
第四十五节	危险区尺寸的确定	158
第四十六节	利用掩盖物改善爆破作业安全	168
第四十七节	露天矿炮孔装药拒爆原因分析	170
第四十八节	水孔中起爆体结构的可靠性	185

第四十九节	季节冻土和常年冻土的爆破安全	187
第五十节	灼热物体的爆破安全	193
第八章	在斜坡上进行爆破作业的安全	197
第五十一节	总论	197
第五十二节	作业保险和操作人员自我保险	198
第五十三节	沿斜坡移动的安全规则	202
第五十四节	在斜坡上进行爆破作业的安全条件	204

第三篇 井下采矿爆破作业安全

第九章	大量爆破的安全	210
第五十五节	文件	210
第五十六节	大爆破的矿块准备	212
第五十七节	准许人员运药和装药	214
第五十八节	爆破网路的敷设	217
第五十九节	危险区的保卫	219
第六十节	起爆	220
第六十一节	爆后措施	220
第六十二节	爆炸毒气和降低毒气浓度的方法	221
第十章	早爆和拒爆的预防与处理	227
第六十三节	装药早爆的原因	227
第六十四节	装药拒爆的原因及其预防方法	232
第六十五节	孔壁破坏的上向炮孔装药的安全问题	237
第六十六节	硐室装药与深孔装药拒爆的处理	239
第十一章	防护空气冲击波对巷道和管线的破坏作用	241
第六十七节	空气冲击波的作用	241
第六十八节	空气冲击波作用下的巷道防护措施	241
第六十九节	堵塞段	244
第七十节	干扰药包的采用	246
第十二章	露天开采和地下开采同时作业时的爆破安全	248
第七十一节	总论	248
第七十二节	露天矿设备的防护和人员撤离	248
第七十三节	露天矿爆炸毒气向地下巷道的渗透	249

第四篇 有瓦斯矿井和有可爆粉尘矿层进行 爆破作业的安全问题

第十三章 防止安全炸药爆炸时可燃气体的引燃	255
第七十四节 总论	255
第七十五节 炸药爆炸时甲烷空气混合物引燃的理论和机理	256
第七十六节 确定炸药引燃能力的方法	265
第七十七节 炸药的成分、物理化学性质和能量特性对其引 燃能力的影响	274
第七十八节 按炸药的基本能量特征和爆炸特征分析 计算其安全性	285
第七十九节 爆炸条件对炸药引燃能力的影响	291
第八十节 爆破作业中防止和消除甲烷与空气混合物 被引燃的方法	295
第十四章 在有瓦斯和矿尘危险的煤矿和金属矿山预防安全 炸药燃烧的方法	302
第八十一节 关于炸药在炮眼中燃烧的条件和机制的总论	302
第八十二节 群爆时由于炮眼装药被压密而破坏爆轰	306
第八十三节 沟槽效应对爆轰稳定性和炮眼药包燃烧的影响	310
第八十四节 确定安全炸药爆轰稳定性的方法	314
第八十五节 炮眼装药断开时爆轰的破坏	325
第八十六节 起爆药包位置对炮眼装药爆轰稳定性的影响	327
第八十七节 电雷管质量对爆轰稳定性和药包引燃的影响	328
第八十八节 防止安全炸药燃烧的方法	329
第十五章 安全炸药的改进	331
第八十九节 安全炸药的分类及其技术要求	331
第九十节 提高炸药安全性的方法	338
第九十一节 降低安全炸药燃烧势的方法	345
第九十二节 安全炸药的连续整体药包	354
附录1 无烟火药使用规范摘录	358
附录2 在爆破作业中使用鱼雷、喷气飞弹、航弹、水 雷、深水炸弹等武器弹头的规范摘录	362
参考文献	365

第一篇 爆破作业安全的一般性问题

第一章 对爆破作业时炸药和爆破器材 所承受的机械作用的评述

第一节 一般情况

进行爆破作业时，在向爆破地点运药的装卸和运输过程中，在装药过程中或清理爆岩和岩体中的拒爆药包时，爆破材料会受到各种机械作用。在装卸和运输爆破材料的过程中，机械作用的危险程度与装药过程或清除拒爆时相比是很低的。在采矿工业或其他部门的企业越来越广泛地采用机械化装药的情况下，分析与评价机械作用的水平及其危险程度是特别重要的。在爆破作业的过程中，当炸药在岩石与装药机的部件之间或在装药机的移动部件之间、在破碎的岩块之间受到挤压时，炸药和爆破器材可能受到静力作用。当偶尔打眼打到药包、向炮眼或炮孔中抛掷药包时冲撞炸药以及在装卸时岩块受到冲击的情况下，炸药和爆破器材受到动力作用。

最重要的问题不仅是导致炸药中开始发生反应的机械作用这一事实和作用的程度，而是这种反应会导致爆炸。众所周知，工业炸药特别是粒状与浆状炸药药柱的临界直径为30~40毫米或稍大一些，而起爆药柱的最小值是对炸药进行摩擦与冲击感度试验时标准试样试量值的1~2倍。因此，微量炸药的冲击与摩擦感度的标准试验方法^[12、13]对于由几种成分组成的炸药，特别是对粗粒成分组成的炸药是不适用的。所以，许多院所为工业炸药和爆破器材制作作了专门的试样。制作试样的原则是使对药柱作用的条件与爆破作业中可能遇到的实际条件尽可能相似。由于要根据所给的试样来评价安全系数，所以要严格按照已采用的试验条

件，即按接触面处的撞击速度比炸药工作状态大5~10倍来确定安全系数。

同时必须指出：现有的评价炸药与爆破器材感度和危险程度的各种方法，目前只用来定性，而不能定量地评价各种爆炸材料的危险程度。

为了进一步阐述援引的结论，下面来研究一些有关机械作用下炸药爆炸激发机理理论问题。

第二节 机械作用下炸药爆炸激发过程

目前，机械作用下爆炸激发机理的物理本质可归结如下。由于机械能传给炸药，使炸药局部温度升高到热点，在这些热点上炸药开始燃烧。起初燃速不大，后来，由于炸药性质与外部条件不同，燃烧被加速并转为爆炸或熄灭。促使爆炸的要素是：炸药的很高的可燃趋向，炸药的燃烧速度与压力大小有明显关系，以及炸药有很高的爆轰性能。Ф.鲍金(Боуден)、Д.约费(Ио-ффе)^[14]和其他研究人员通过试验证实了机械作用下爆炸激发过程的此种图式。

炸药局部温度升高的机理如下：

1. 炸药受到冲击时，其内部的气泡受到绝热压缩，就产生反应激发中心（热点）。

2. 由于冲击的结果，炸药就出现不均匀流动，这时炸药的个别层理之间，炸药与撞击面之间，炸药颗粒之间和炸药的不同固体质点之间，便产生摩擦力。这种摩擦就是炸药局部温度升高的原因。

3. 自撞击面快速挤压炸药使之粘性加热，同样可以产生激发中心。

气泡爆炸激发机理表明：气泡使液态炸药（硝化甘油）的最小起爆能量降低好几倍。然而在固态炸药（泰安）中，气泡的影响是较小的。

К.К.安德烈耶夫(Андреев)和Ю.А.捷列毕利娜娅(Те-

ребилиная) 的试验证明^[16]: 像硝化甘油、叠氮化铅、叠氮化钙等高感度的炸药, 如果在试验之前传递冲击的撞针不是在炸药表面、而是在炸药表面的某一高度上, 当撞针向下运动时, 它可能局部接触空气, 使这些高感度炸药的爆炸频率显著提高。那么, 像特屈儿、特屈儿和梯恩梯的混合炸药等不大敏感的炸药, 其爆炸频率的增加是不明显的。由此可知, 对于上述感度较低的炸药包括工业炸药, 爆炸激发机理是由于炸药流动时局部温度升高而形成爆炸的。

炸药流动时产生的引起爆炸过程的实质, 在文献[16,17]中首次进行了研究, 现阐述如下:

由于对炸药的机械作用(冲击、摩擦等), 使炸药产生流动的情况, 通常是不均匀的。

当炸药流动时, 由于存在着摩擦力, 便释放出热能, 从而导致局部升温, 而该处就是爆炸激发中心。因此, 局部升温概念与爆炸激发概率取决于药柱中产生塑性变形时释放能量的速度及炸药本身的化学性质。

炸药流动时, 释放能量的速度依赖于炸药流的速度及产生的应力。

对爆炸激发而言, 能量释放速度, 也就是炸药流的速度, 以及炸药中的应力应大于某一确定的临界值。

激发爆炸所必需的炸药流的能量释放速度与炸药的化学性质、物理力学性质以及机械作用下药柱变形的条件有关。

产生的激发中心, 根据条件可能发展成为爆炸, 也可能熄灭。激起爆炸的条件是:

在炸药的动力化学特征中, 其燃烧速度与压力的关系具有特殊的意义。燃速与压力的依赖关系越密切, 炸药就越容易由燃烧转为爆轰。炸药燃烧时生成的气体愈多并且不易排出, 燃烧中心压力的增长就愈快, 燃烧转为爆轰的危险性就增大。气体量的多少主要与燃烧速度和炸药的性质有关。气体散逸的快慢主要由药柱的透气性、结构和密实程度来确定。

炸药的临界直径越小和爆轰的能力越高，形成的温升中心就越容易转为爆炸。

R. R. 安德烈耶夫等人^[18、19、20、21]分析了炸药在机械作用下产生爆炸的各种因素之后，得出了下述结论：炸药的机械作用敏感度不能用单一的指标来描述。如果在某一条件下进行试验时，某种炸药与其他炸药相比是敏感的话，那末，当改变试验条件时，这些炸药的敏感度在某些方面可能改变。美国学者在研究炸药的机械作用的感度时，也得到了同样的结论。

可以用下面的例子对上述作进一步说明。众所周知，叠氮化铅的机械作用敏感度比梯恩梯大得多。但是，按照标准方法在 1 号落锤仪上进行冲击试验时，叠氮化铅的爆炸比梯恩梯少得多。这表明按照标准方法试验炸药时，其结果有局限性，并可作如下解释：

叠氮化铅的流动性小，在 1 号落锤仪上由于空隙小而不能流动，因此不爆炸。梯恩梯的流动性较高，在同样的试验条件下，向空隙处压缩，从而导致爆炸。

从上述结果可以看到：在某一给定条件下（例如标准落锤）一种炸药的试验结果，远不能推广到另一条件下去。例如，不能推广到炸药在工业使用中承受的机械作用上去。

第三节 装药或处理拒爆时炸药承受的机械作用

手工装药 手工装药过程包括用炮棍向炮眼或炮孔中装药卷和起爆体。在标准条件下，炮眼直径大于药卷直径，因此，可以自由地向炮眼中装药。但是，在不利的条件下，炮眼未清理好，特别是在不稳固的岩体中，由于地压挤住炮眼，就不能沿炮眼自由地装药。在这种情况下，爆破工有时用炮棍使劲地挤压炮孔中的药包。这样做是不允许的。因为这样做既无效又危险。大家知道，当用炮棍猛烈挤压（有时带冲击）起爆体，甚至挤压装有岩石炸药的药卷时会引起爆炸，造成不幸事故。因此，只有沿炮眼可以顺利地放入药卷时，才能进行装药。这可通过仔细清理炮眼

和合理确定炮眼直径与药卷直径之间的比例关系来做到。

如果在装药过程中，药卷被卡在炮眼里，无论如何是不能用力将药卷硬塞进去或者去钻眼等。应该按照爆破安全统一规程中处理拒爆药卷的要求，将卡住的药卷清除掉。

这样，手工装药时仅在严重违反爆破作业规定的情况下，炸药才可能受到强烈的机械作用。

当装敏感度比岩石炸药低的炸药时，根据爆破安全统一规程第173节第一条和最后一条的规定，如果装起爆体时不严格操作，使劲挤压起爆体，也可能引起爆炸。因此，装起爆体时要避免振动，并小心地进行和随即用炮泥填实。

露天矿炮孔手工装药时，只有在预先将炸药压碎或向深孔里装散药的情况下，炸药才受到机械作用。装深孔时散药带电具有很大危险性，关于这一点下面将予以说明。考虑到露天矿与坑内矿主要采用不敏感的粒状炸药与浆状炸药，当手工装药时，可以认为机械作用对这些炸药是安全的。

机械装药 现在机械装药采用推进式装药机、螺旋装药机与抛掷式装药机，装药机的部件都可以产生冲击与摩擦等，这就使装药工作有一定的危险。下面根据北高加索矿冶学院和马卡耶夫煤矿安全研究所的研究结果，来阐述荷载类型并计算这些荷载大小。

推进式装药机：当这种装药机的连杆沿着药卷冲击时，对炸药的作用就蕴藏着危险，最不利情况下的冲击能，可以按照众所周知的计算运动物体动能的公式来计算。

解决这个问题时，下述条件是硬性规定的：

药卷撞到某一固定的障碍物；

装药机运动部件的质量（活塞和连杆及长30米的炮棍）取最大值，按苏联现在制造的推进式装药机计算为60公斤；

装药机的运动部件，作用于炸药上的最大线速度为0.6米/秒；

装药机的固定部件与运动部件之间的摩擦力不考虑。