

煤矿火工技术丛书

煤矿爆破技术问答

《煤矿火工技术丛书》编写组

煤炭工业出版社

24.2



内 容 简 介

本书是《煤矿火工技术丛书》的第四册。它以问答的形式介绍煤矿井下爆破和露天爆破的基本知识,解答爆破时常遇到的实际问题及其解决办法,并扼要介绍与煤矿爆破有关的爆破材料最基本的知识和概念。

本书可作为煤矿放炮员进行专业基础技术学习的参考书,也可供从事生产爆破材料的职工参阅。

煤矿火工技术丛书

煤矿爆破技术问答

《煤矿火工技术丛书》编写组

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平北路16号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

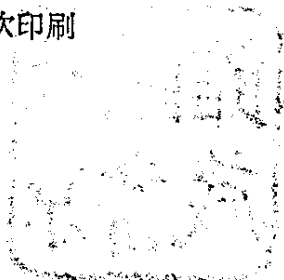
开本 $787 \times 1092^{1/32}$ 印张 $5^{3/8}$

字数 114 千字 印数 1—42,360

1978年12月第1版 1978年12月第1次印刷

书号15035·2200 定价0.45元

(限 国 内 发 行)



前 言

建国以来，在伟大领袖和导师毛主席的无产阶级革命路线指引下，在建设社会主义总路线的光辉照耀下，我国煤炭火工生产从无到有，由小到大，发展较快。从全国情况来看，布局比较合理、产品趋于标准化和系列化、生产工艺也达到了一定水平；广大干部、工人和工程技术人员高举“鞍钢宪法”旗帜，大力开展“工业学大庆”的群众运动，在生产和科研实践中积累了许多宝贵经验。为了总结二十多年来我国煤炭爆破材料生产、科研和使用等方面的经验，为煤炭火工战线广大职工学习技术提供一套比较系统的参考书，在有关部门组织下，我们编写出版这套《煤矿火工技术丛书》。

这套丛书共分四册：《炸药爆炸理论基础》、《矿用炸药》、《矿用起爆材料》和《煤矿爆破技术问答》。

《炸药爆炸理论基础》一书以通俗易懂、深入浅出的形式，从理论上阐明一般炸药和煤矿炸药的各项基本性能和爆炸作用；《矿用炸药》一书介绍硝铵炸药、浆状炸药等各种类型矿用炸药的性能、生产工艺、设备、检验方法和安全技术，并力求在总结生产实践经验的基础上对产品的质量问题分析较为系统的分析；《矿用起爆材料》一书以火雷管、瞬发电雷管、秒延期雷管和毫秒雷管为主，分章介绍各种矿用起爆材料的结构、性能、设计原则、生产工艺和设备、检验方法和安全技术，对各种产品的质量问题分析亦有较详细的讨论；

《煤矿爆破技术问答》一书以问答的形式，简明概括各种爆

破材料在煤矿生产中的合理使用，以求做到既安全可靠又最大限度地发挥爆破材料的效能。

这套丛书在编写过程中，得到有关厂、矿、所、校的领导、广大工人群众和专业人员的指导、帮助和鼓励，在此深表谢意。

由于水平所限，又缺乏编写经验，书中的缺点和错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

《煤矿火工技术丛书》编写组

1978年5月

目 录

一、绪论	1
二、煤矿爆破一般知识	7
1. 爆炸是怎样产生的?	7
2. 炸药的爆炸作用是怎样形成的?	8
3. 自由面对爆破有什么作用?	9
4. 什么叫爆破漏斗? 它有哪些构成要素?	9
5. 岩石有哪些主要的物理状态和物理性质? 它们对凿岩和 爆破有什么影响?	11
6. 岩石的坚固性是怎样分级的?	12
7. 井下的瓦斯、煤尘是什么? 在有瓦斯煤尘爆炸危险的矿 井进行爆破作业有哪些原则要求?	14
8. 煤与瓦斯突出是怎么回事? 煤与瓦斯突出有哪些条件 和预兆?	15
三、爆破材料一般知识	18
9. 什么是炸药? 我国煤矿用的炸药有哪些种类?	18
10. 露天炸药有哪些特点和用途?	18
11. 岩石炸药有哪些特点和用途?	24
12. 煤矿炸药有哪些特点和用途?	24
13. 煤矿炸药的安全等级是怎样划分的? 为什么要严格规 定各等级的使用范围?	25
14. 使用被筒炸药时, 为什么不能倒掉被筒内的食盐?	27
15. 炸药爆炸后产生哪些有毒气体? 有什么危害?	28
16. 抗水型硝铵炸药有什么特点?	28
17. 硝铵炸药为什么会硬化? 硬化的炸药为什么不能使用?	29

18. “硝铵炸药用火既点不着，也点不爆”	
这种认识对吗？	30
19. 什么叫高威力炸药？它有什么性质和用途？	30
20. 什么叫浆状炸药？它有什么性能和用途？	31
21. 什么是雷管？我国矿用雷管有哪些种类？	32
22. 火雷管有什么特点和用途？	35
23. 瞬发电雷管有什么特点和用途？	35
24. 秒延期电雷管和半秒延期电雷管有什么特点和	
用途？	35
25. 毫秒延期电雷管有什么特点和用途？	36
26. 高压电雷管（抗杂散电流电雷管）有什么特点和	
用途？	36
27. 秒延期雷管和半秒雷管为什么不能用于有瓦斯煤尘爆	
炸危险的工作面？130 毫秒以内的毫秒雷管为什么	
可以用于有瓦斯煤尘爆炸危险的工作面？	37
28. 瞬发雷管能否当 1 段毫秒雷管或 1 段秒延期雷管使用？	
不同厂生产的同品种电雷管，能否互相串联使用？	38
29. 电雷管在矿上发放使用前，为什么还要进行导通	
检查？	38
30. 矿上使用铁脚线电雷管，为什么下井前没有必要再进	
行电阻分组？	39
31. 使用电雷管时，为什么不要抓住雷管，硬拽脚线或是	
抓住脚线，硬拽雷管？	40
32. 什么叫继爆管？它有什么性能和用途？	40
33. 什么叫导火索？它有什么性能和用途？	42
34. 导火索的燃速为什么有时会突然加快？	42
35. 什么叫导爆索？它有什么性能和用途？	43
四、煤矿井下爆破	44
36. 采掘工作面为什么要合理布置炮眼？	44

37. 炮眼有几种? 各有什么作用?	44
38. 掘进工作面为什么要掏槽? 掏槽眼为什么要比其他炮 眼深一些?	46
39. 什么叫直眼掏槽? 怎样布置? 它有哪些优缺点?	46
40. 什么叫螺旋掏槽? 怎样布置? 它有哪些优缺点?	50
41. 什么叫斜眼掏槽? 怎样布置? 它有哪些优缺点?	51
42. 怎样确定掘进工作面的炮眼深度?	55
43. 怎样确定掘进工作面的炮眼数目?	56
44. 怎样确定回采工作面的炮眼深度?	57
45. 怎样确定回采工作面的炮眼形式、角度和距离?	57
46. 井下爆破常用什么样的炮眼装药结构? 怎样评价正向 爆破和反向爆破?	59
47. 装垫药和盖药有什么害处?	63
48. 怎样装配引药? 装配引药时应注意哪些事项?	66
49. 为什么装药时要清除炮眼内的煤岩粉?	68
50. 为什么装药时, 不能用炮棍捣实炸药?	68
51. 潮湿或有水的炮眼, 如何装药?	69
52. 炮泥有什么作用? 为什么不充填炮泥的炮眼不允许放 炮?	70
53. 用什么材料做炮泥? 为什么不能用煤块、煤岩粉、药 卷纸当作炮泥充填炮眼?	70
54. 什么叫水炮泥? 使用水炮泥有什么好处?	71
55. 有哪些因素影响掘进炸药消耗量? 如何确定?	72
56. 怎样确定回采工作面的炮眼装药量?	72
57. 炮眼装药量过大有哪些害处?	75
58. 我国的矿用发爆器有哪些常用的型号?	75
59. 如何检查、使用和保管电容式发爆器?	77
60. 对放炮母线有哪些要求?	78
61. 爆破网路中, 脚线之间、脚线和母线之间如何联接?	80

62. 怎样防止爆破網路中雷管脚线短路?	81
63. 为什么不能用铁道、水沟或其他导电物体作回路 放炮?	82
64. 电爆破網路有几种形式? 各有什么特点?	82
65. 如何计算爆破網路的电力参数?	84
66. 什么叫全断面一次爆破? 它有哪些优点? 如何实施?	87
67. 什么叫毫秒爆破? 它有哪些优点?	88
68. 实现毫秒爆破有哪些方法? 应注意哪些事项?	88
69. 什么叫抛碴爆破? 它有哪些优点? 如何实施?	89
70. 什么叫光面爆破? 它有哪些优点? 如何实施?	90
71. 光面爆破采用什么样的爆破参数比较合理?	92
72. 在深孔爆破中常遇到的管道效应是怎么回事? 如何避 免这种效应?	92
73. 什么叫震动性放炮? 震动性放炮时应注意哪些事项?	96
74. 放炮时, 穿透老空以前要采取哪些措施?	97
75. 在接近积水地区进行爆破作业, 应注意哪些事项?	97
76. 进行巷道贯通爆破作业, 应注意哪些事项?	98
77. 回采工作面对爆破工作有什么要求?	99
78. 采掘工作面一次装药分次放炮有哪些缺点?	99
79. 回采工作面如何实现一次放炮?	100
80. 产生瞎炮有哪些原因? 怎样预防?	102
81. 发现瞎炮如何处理?	103
82. 为什么会出现残药或爆燃?	103
83. 为什么会出现缓爆?	104
84. 为什么会出现“打筒”?	105
85. 为什么会出现煤堆“鬼火”?	105
86. 为什么在有瓦斯煤尘爆炸危险的矿井禁止 “糊炮”?	106
87. 怎样防止炮烟熏人?	107

88. 坍塌、变形、有裂缝或用过的炮眼为什么不准装药放炮?	108
五、煤矿露天爆破	109
89. 露天开采的爆破方法有几种?	109
90. 深孔爆破法有哪些特点?	109
91. 深孔爆破有哪些布孔参数?	110
92. 怎样确定合理的底盘抵抗线?	111
93. 在现场怎样测定梯段高度?	112
94. 怎样确定合理的超钻深度?	114
95. 怎样确定孔距和行距?	115
96. 影响单位炸药消耗量有哪些因素?	116
97. 怎样计算每个孔的装药量?	118
98. 加工起爆药包时应注意哪些事项?	119
99. 装药前要做哪些准备工作?	120
100. 装药时应注意哪些事项?	121
101. 在散装粉状炸药时用漏斗装药有什么好处?	121
102. 深孔爆破时, 药柱的高度对爆破质量有什么影响? 怎样调整?	122
103. 爆破效果良好的标志是什么?	123
104. 露天爆破的瞎炮是怎样造成的?	124
105. 怎样判断和处理瞎炮?	125
106. 有水炮孔怎样装药?	126
107. 怎样计算轰水药量? 如何轰水?	126
108. 坍塌孔是怎样产生的? 它对爆破有什么危害?	128
109. 遇有坍塌孔时如何装填药包?	129
110. 炮孔中有岩块卡住怎样处理?	131
111. 怎样确定扩大药壶药量与充砂量?	132
112. 怎样测定高温炮孔的温度?	133
113. 高温炮孔如何装药放炮?	133

114. 遇有采空区及旧空巷时怎样装药?	134
115. 露天爆破有哪几种起爆方法?	135
116. 应用火雷管起爆时, 怎样装配导火索?	136
117. 点燃导火索有哪些方法?	137
118. 导火索起爆应注意哪些问题?	138
119. 使用警戒雷管时应注意什么?	138
120. 导爆索接头有几种联接方法? 对接头有哪些要求?	139
121. 怎样布置导爆索网路?	142
122. 使用导爆索时应注意些什么?	144
123. 在露天爆破中, 毫秒雷管的段别排列有哪几种 方式?	145
124. 为什么有的露天矿要使用高压电雷管?	146
125. 采用高压直流电源起爆时应注意什么?	147
126. 并联网路在同一孔内为什么不能使用不同长度的 联接线?	147
127. 并联网路为什么有时一次通电不全爆?	148
128. 响炮后为什么不应立即进入炮区?	149
129. 二次爆破有哪些方法?	150
130. 适应露天开采的硐室爆破有几种布置形式? 如何选 择药室和导硐位置?	150
131. 什么叫分段装药? 在什么情况下应用?	152
132. 怎样计算分段药量?	154
133. 什么叫压碴毫秒爆破? 它有什么优点?	155
134. 采用压碴毫秒爆破时应注意哪些问题?	155
135. 在露天爆破中, 怎样提高块煤率?	156
136. 怎样防止爆破埋道?	158
137. 怎样减少和防止爆破震道?	160
138. 为什么会产生“冲天炮”? 怎样避免?	161

一、绪 论

爆破技术和工业爆破材料的发展

虽然炸药直至十七世纪初才应用于工程爆破，但经过三百多年的发展，爆破技术至今已成为近代科学研究和工业发展的重要方面。无论在采矿、筑路、筑坝、开凿隧道和其他地下工程、地质勘探、油井气井建设乃至改造自然的宏大工程等方面，炸药和爆破技术都是必不可少的特殊手段。它显示出来的创造力和在武器中显示出来的破坏力一样，在很多情况下都是无与伦比的。

人们最早是利用镐、锤、钎、锹等工具，用繁重的体力劳动开采矿石的。对于特别硬的矿石，则采用收缩压裂的方法。这种方法是用火烤岩石，待岩石受热膨胀后，把水或醋浇在它上面，使岩石骤然冷却收缩而开裂，然后再由人用工具将它剥落和打碎。这样原始的方法，在矿山一直沿用到十七世纪。

黑火药发明后，在很长一段时间内，只用于制作火器。而用在民用工程中，实际上始于十六世纪中叶，那时用它来清理过一条河床。到十七世纪初，在匈牙利和德国，才有人在矿山用黑药爆破松动岩石和硬煤。

黑药发明后，之所以延迟了这样长时间，才应用于工程爆破，是因为黑药本身是一种作用缓慢的火药，只有在炮眼中处于良好的堵封状态，才以爆炸的方式作机械功，因

而它的实际应用，取决于有效的钻孔手段和点火技术。实际上，钻孔工具直到十七世纪初才出现。而既要保证炮眼堵封严密，又要从炮眼外将火焰传递到炮眼内的黑药包，在当时就更难掌握。只是到了1831年，毕克福特在英国制成了安全导火索后，这个问题才以简易可靠的方式得到解决。

黑药用于煤矿后，收到了明显的爆破效果和经济效果。但是，随着煤矿瓦斯和煤尘爆炸事故不断发生，人们对黑药在煤矿应用的合理性提出了怀疑。在矿井大气中，即使是很小的火焰，也能将甲烷-空气的混合物（瓦斯）引爆，而黑药爆发时，总是要放出很长的火焰。由于黑药本身的猛度很小，加入冷却剂就失去了作为炸药的作用。由于用水被筒包覆药包以期熄灭它的爆发火焰的方法使用不方便，因而难于推广。当时采取的补救办法，是用石蜡包覆粒状火药，既能抗水，又起了冷却被覆的作用，使黑药在矿井下得以继续使用。

阿尔弗雷德·诺贝尔于1864年在液体硝化甘油炸药的基础上制造了“爆炸油”。在爆破作业的规模和威力方面，比黑药是大得多了，但爆炸油并非在各种炮眼都能装填，因为它能渗入岩石的断层或裂缝中，给工作地点留下隐患，并具有很高的机械感度，而且在低温下容易凝固等。这些缺点，限制了它在爆破工程中的实际使用。

近代的爆破技术，实际上是从1867年诺贝尔发明了雷管和用硅藻土吸收了液体硝化甘油做成代拿迈特之后，才开始的。代拿迈特可以做成药卷或药包装入炮孔，雷管可以准确可靠地起爆装药。随后，硝化甘油类炸药经历了一系列的改进。先是用硝化棉代替硅藻土作为硝化甘油的吸收剂做成塑性的爆胶；继而出现了以硝酸钠（或硝酸铵）和木粉为吸收

剂的硝酸盐代拿迈特；到近代，则广泛采用胶质代拿迈特（胶质炸药），它是硝酸盐、木粉吸收了硝化甘油和硝化棉组成的凝胶而成的，实际上是爆胶和硝铵代拿迈特的结合。此外，还有安全代拿迈特专供有瓦斯煤尘爆炸危险的煤矿使用。这些硝化甘油类炸药，具有高度的破碎能力。它的爆炸变化过程，是以爆轰的形式完成的，根本不同于黑药的自动燃烧，不论在密封或敞开的情况下，爆轰都可以进行。硝化甘油类炸药，作为爆破炸药的一大类，为爆破技术的迅速发展，提供了强有力的物质基础，至今在欧美各国仍大量使用。

与硝化甘油炸药平行发展起来的另一类炸药，是以硝酸铵和梯恩梯为主要成分的粉状混合炸药（详见第 9 题）。这种炸药目前在我国广为采用。

近代的露天爆破，出现了采用大炮孔的趋势。这种大规格的炮孔，有条件装填廉价的临界直径比较大的混合炸药。因为装药量很大，最好能够采取机械化装填。本世纪五十年代初相继出现的铵油炸药和浆状炸药，正是配合爆破技术的这种发展和要求而产生的。这是爆破炸药工业的重大突破。可以预计，在不久的将来，它们将会在更广的范围内加以采用。

近年来，随着强大的机械工业和电力工业的发展，用在地下的凿岩机械、采煤机组和用于露天矿的剥离机械相继出现。它们凭借机械的作用，开凿整个岩石巷道和剥落煤层。这种开采或剥离岩矿的方法，还只在软岩中收到良好的效果，而在硬岩中，则比爆破方法耗费更大，而且我国地域辽阔、矿情复杂，不一定就能够完全用机械方法代替爆破方法，因而，在目前爆破技术仍是在发展的一门技术。

近十几年来，对炸药的爆轰理论进行了深入的基础研究，

促进了爆破技术的迅速发展。出现了诸如毫秒爆破、深孔爆破、光面爆破、谨慎爆破、建筑和设施的爆破和水下爆破等新技术，甚至进入金属加工的领域，作为特殊的能源使用在金属切割、成型、焊接等工艺上。这意味着，爆破技术已成为一门可控制的、比较精密的科学：不仅起爆和爆轰是完全可靠的，而且可以限制爆声和爆震，限制围岩或附近构筑物的破坏；可以进行准确的装药计算；可以预先计算出爆破结果。

这些爆破新技术，反过来又促进了爆破材料的新发展。高精度、多段数的毫秒雷管；爆轰感度好、临界直径小的管状炸药；爆速高、猛度大的高威力炸药；密度大、抗水性强的浆状炸药；对瓦斯和煤尘安全的导爆索；由非电起爆系统引爆的非电雷管等等，都是近十几年相继发展起来的。爆破技术和工业爆破材料正处于不断创新和更趋完善的阶段。

提高煤矿爆破技术的意义

我国目前的能源结构以煤炭为主，煤炭产量很大。近年来，采煤机械化程度虽然有所提高，但目前炮采依然是普遍应用的方法。即使综合采煤机组发展以后，在开拓延深、岩巷掘进、采煤工作面的准备，依然要应用爆破的方法。提高爆破技术，推广新的爆破方法，合理使用爆破器材，研制新的爆破材料，对我国煤炭工业的高速发展、赶超世界先进水平具有十分重要的意义。

首先，提高单产、单进和资源回收率，有赖于正确的爆破设计和实施。要了解爆破材料的性能，根据具体的情况和要求选用不同品种的炸药、雷管。要讲究放炮方法。要创造条件，尽快采用全断面一次毫秒爆破、深孔爆破、光面爆破

等新技术。只有这样，才能提高效率，加速采掘，保证和提高矿井工程的质量。

其次，爆破材料和爆破方法也直接关系到煤矿生产的安全。事实上，煤矿瓦斯煤尘爆炸和冒顶事故，约有三分之二是由于没有严格选用相应等级的安全炸药、装药量过大、不按规定堵炮泥，炸药质量低劣或变质等爆破方面的原因造成的。

第三，不讲究爆破技术，不合理选用爆破材料，还造成爆破材料的极大浪费。常见的例子有：不问具体爆破条件，使用单一品种的炸药；在有水工作面，不用抗水型炸药；不合理订购和使用毫秒雷管和秒延期雷管；装药量过多，装垫药、盖药；不认真堵炮泥等等。生产炸药、雷管的原料，在国民经济的其他部门都有重要的用途：硝酸铵是化肥，梯恩梯和黑索金是军用炸药，优洛托品和苯酚是医药原料，雷管脚线的08号钢和聚氯乙烯（或聚乙烯）是电缆工业和农业育秧薄膜必不可少的原料，此外还有大量的优质纸张，等等。如果抓好节约，按目前的水平，硝酸铵全年便可节省近5万吨，可增产粮食近15万吨，可供50万名矿工食用一年，节省下来的梯恩梯，可制造上亿个手榴弹。

为了节约爆破材料，建立健全合理的爆破材料管理制度，同样是必不可少的。加强爆破材料的管理，关键在抓好领、用、退、管四个环节，杜绝丢失浪费。要严格实行进货验收、定额发放、当班领退、雷管编号等制度。

最后，还要指出爆破材料本身的问题。新的爆破技术要有新的爆破材料做它的物质基础，要有更多性能各异的品种可供选择。在这方面，尚嫌不足。例如：毫秒雷管段数不多、精度不高、段差过大，不便于按需要选取各种合适的延期时

间。纸壳雷管也不适用于水下和深水眼爆破。目前的硝铵炸药，无法完全满足光面爆破和深孔爆破的要求。另一方面，就目前的爆破材料来说，也只有确保产品质量，才能发挥现有的爆破技术，保证生产安全和降低材料消耗。

总之，提高爆破技术，节约爆破材料，是煤矿高产、优质、高效、低耗、安全地进行生产的重要环节，也关系到巩固国防、支援工农业生产。意义重大，不可等闲视之，一定要下大决心、花大力气，把这项工作做好。

基于这样的认识，我们编写了这本书，试图以问答的形式，扼要阐明在煤矿爆破中最常遇到的具体技术问题。全书除分别讨论井下煤矿和露天煤矿的爆破技术问题外，还简要介绍了有关煤矿爆破和爆破材料的一般知识。本书的目的在于普及。有关新技术和新产品，介绍得比较简略，属于理论方面和复杂计算的问题，也很少介绍，有关井筒爆破作业，本书不作讨论。这些，留待读者在专门的书籍、文献和实践中继续深造。

二、煤矿爆破一般知识

1. 爆炸是怎样产生的？

爆炸是物质的一种由原有的体积快速膨胀到比原来大得多的体积的过程。在该过程中，对周围的介质（空气、煤岩等）作功。

充气的轮胎或气球，比大气压力高的内部气体本来与轮胎、气球材料的抗张力处于平衡状态，一旦轮胎、气球破损或内部气体压力超过材料的抗张力，平衡破坏，内部的气体迅速膨胀，就产生了爆炸现象。这种化学成分不变的爆炸，称为物理爆炸。

而炸药的爆炸则属于化学爆炸，在这个过程中，某些物质的化学成分急速分解，在瞬间内产生大量的高压、高温气体，并伴随着光和声等效应。一般炸药爆炸速度为3000～8000米/秒，放热量为600～1500千卡/公斤。生成的体积为600～1000升/公斤。如1公斤梯恩梯在爆炸时放热量虽仅有1010千卡，产生730升气体，但由于它反应时间仅有十万分之一至百万分之一秒，生成的气体来不及扩散，使气体迅速加热至3100℃以上，其压力可达数十万大气压，因而产生爆炸作用。

虽然1公斤煤在空气中燃烧时，能放出7000千卡的热量，比炸药大得多，但由于它燃烧过程缓慢，生成的气体和放出的热量都随着燃烧而扩散到空气中去了，因此它不会爆炸。