

長沙礦山設計研究院 著

盲炮的防止和处理

冶金工业出版社

南京德商德和洋行 印

盲炮的防止和处理

南京德商德和洋行 印

盲炮的防止和处理

長沙礦山設計研究院 著

冶金工业出版社

盲炮的防止和处理

长沙矿山设计研究院 著

— * —

冶金工业出版社出版 (地址: 北京市灯市口甲45号)

北京市书刊出版业营业许可证出字第093号

冶金工业出版社印刷厂印 新华书店发行

— * —

1960年3月第一版

1960年3月北京第一次印刷

印数3,521册

开本787×1092·1/32·53,000字·印张2 $\frac{18}{32}$

— * —

统一书号15062·2109 定价0.31元

目 录

序	5
导言	6
第一章 电雷管爆破产生盲炮的原因	7
§ 1 电发火过程的理论基础	7
一、引火剂发火前, 电流对桥綫加热和桥綫的热損失	7
二、引火剂吸热后的化学反应	12
§ 2 电雷管爆破产生盲炮的一般原因	13
§ 3 一組雷管中, 部份拒爆的原因和整組电雷管准爆的条件	16
一、现象和数据	16
二、成組雷管准爆的条件	17
I、串联組的准爆条件	19
II、並联組的准爆条件	25
III、复杂联結組的准爆条件	25
三、点燃感度不一致的原因	25
第二章 电雷管盲炮的防止	30
§ 4 改善制造工艺的若干問題	30
§ 5 改善保管条件和加强发放检查	31
§ 6 保証必要的电流冲能和改善联結方法	34
一、单个爆破和並联爆破时电流的計算	34
二、串联时准爆电流的計算	35
三、改善串並联的一些經驗和建議	36
四、复杂联結时, 联綫的原則和举例	37
§ 7 提高电流輸出和爆破电网的合理化	41

§ 8 改进爆破操作方法.....	45
第三章 火雷管爆破产生盲炮的原因和防止措施	47
§ 9 火雷管爆破产生盲炮的原因.....	47
§ 10 火雷管盲炮的防止措施.....	54
第四章 盲炮的处理	59
§ 11 现有的一些处理盲炮方法的評述.....	59
§ 12 盲炮的聚能誘爆.....	60
§ 13 用风水吹管自动处理盲炮.....	66
附录 I 电发火参数的測量.....	73
一、传导時間的測定.....	73
二、点燃時間和点燃冲能的測定.....	73
三、熔断時間和熔化冲能的測定.....	75
四、最低准爆电流的測定.....	76
附录 II 国产工业雷管的基本結構.....	77
一、国产工业火雷管.....	77
二、国产工业电雷管.....	79
参考文献	81

序

本書試圖闡明產生盲炮的原因和規律性，并向讀者介紹防止和處理盲炮的方法。

“盲炮的防止和處理”作為國家的一項科學研究任務，曾經在湘西錫礦、水口山鉛鋅礦、銅官山銅礦、桃林鉛鋅礦、櫻桃園鐵礦和湘東錫礦等礦山進行過試驗研究，試驗是由我院分別與各該礦山的同志一起完成的。在湘西錫礦期間，湖南冶金局和北京工業學院的同志參加了專題工作，在櫻桃園鐵礦作試驗時，東北工學院也派有同學一起參加工作。這本書中所引用的資料，大部份是這項試驗研究的成果。部份數據是由鞍鋼安全研究室協助測得的。雷管結構和製造過程的實際資料是由幾個雷管製造廠供給的，特向這些單位表示謝意。

本書可供礦山爆破和雷管設計、製造部門的技術人員和工人閱讀，有關的研究工作者也可參考。

衷心希望讀者對這本書的缺點和錯誤提出批評和指正。

長沙礦山設計研究院第三研究室爆破安全組

59.10.

、 导 言

工业炸药（黑火药除外）的爆炸反应，通常是用雷管引爆来实现。

由于雷管瞎火而拒爆的炮眼装药，叫做盲炮（也有一些矿山叫做误炮，瞎炮或闷炮）。它和残药的主要区别是：拒爆炸药中还有雷管。

矿山爆破工作中发生盲炮，就会严重降低爆破效果，增加爆破材料消耗，使单位采掘成本增加；同时盲炮的产生对安全极为不利，因为雷管在炮眼中吸湿后，雷汞容易生成雷酸氧化铜和雷酸氢氧化铜；铜壳与硝酸铵作用生成硝酸铜，这些化学生成物都对摩擦很敏感，往往由于处理不当，造成伤亡事故，因此，找出盲炮的产生原因及其规律性，采取有效的防止措施和安全有效的处理盲炮的方法，具有重大的政治与经济意义。

目前矿山爆破作业产生盲炮的数量很大，据湘西钨矿，水口山铅锌矿、铜官山铜矿和桃林铅锌矿等四个矿山的统计，火雷管盲炮发生率为 $0.8\sim 3\%$ ；电雷管盲炮发生率为 $0.7\sim 2\%$ ，最大时达到 5% ，这是当前生产中存在的一个重大问题。解决的根本办法是有效地防止盲炮，这就需要掌握雷管拒爆的规律性。

为了讨论问题方便，我们在附录中介绍了国产雷管的基本结构。在第一章中叙述了电雷管盲炮产生的原因和在各种联线的单个或成组电雷管的准爆条件。在第二章中叙述从制造、保管和使用方面防止电雷管盲炮的综合性措施；并介绍

电爆网络設計及其实际性能方面的資料。第三章中叙述产生火雷管盲炮的原因和防止措施；并对各种点火方法作了简单的評價。第四章介绍了处理盲炮的方法。

第一章 电雷管爆破产生盲炮的原因

§ 1 电发火过程的理論基础

研究电发火过程应当考虑三个方面：电流对桥綫加热；引火剂吸热后的化学反应；脚綫和引火剂的导热損失。

一、引火剂发火前，电流对桥綫加热和桥綫的热損失

1、桥綫电阻为 r ，通电时间为 t ，通过电流为 I ，电流发热量等于

$$Q_1 = 0.24 I^2 r t$$

电桥电阻为

$$r = \rho \frac{l}{S} = \rho \frac{4l}{\pi D^2}$$

式中 ρ ——桥綫材料的比电阻；

l ——桥綫长度；

D ——桥綫直径；

S ——桥綫断面积。

电流的发热量可以表示为

$$Q_1 = 0.306 \frac{\rho l}{D^2} I^2 t \quad (1)$$

I、桥綫取得的热量

$$Q_2 = CVr(T - T_0) = C \frac{\pi D^2}{4} l r (T - T_0) \quad (2)$$

式中 C ——桥綫材料的比热；

V ——桥綫体积 ($V = Sl = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l$)；

r ——桥綫材料的密度；

T_0 ——桥綫未加热时的温度；

T ——桥綫被加热的温度。

II、假設电流发热量全部用于加热桥綫，則

$$Q_1 = Q_2$$

于是，桥綫被加热的温度

$$T = (0.39 \frac{\rho}{CrD^4} I^2 t) + T_0 \quad (3)$$

桥綫的初温 T_0 比加热后的温度 T 小得很多，(3) 式可近似地表示为：

$$T = 0.39 \frac{\rho}{CrD^4} I^2 t \quad (4)$$

(4) 式說明，相同的通电時間內，桥綫材料的比电阻和电流强度愈大，桥綫的比热、密度和直径愈小，則桥綫被加热的温度愈高。(4) 式中， $\frac{\rho}{Cr}$ 是表示不同材料的桥綫的特性常数，有关数据列于表 1。

$\frac{\rho}{Cr}$ 愈大，在相同电流通过桥綫一定時間的条件下，桥綫的温度愈高。就这一点說，鎳鉻合金比康銅要好些。

表 1

康銅和鎳鉻合金桥綫特性常数

桥綫材料	ρ (300°C时)	C	γ	$\frac{\rho}{Cr}$	熔点°C
康銅 (銅鎳合金)	0.485	0.098	8.9	0.559	1270
鎳鉻合金	1.20	0.12	8.2	1.22	1380~1400

然而，(4) 式并不能一般反映电发火过程，因为它表示无论任何大小的电流通过桥綫，随着通电时间的增加，桥綫的温度都可以增高到熔点，也就是說，任何大小的电流，都能点燃引火剂。这与实际情况不符，(4) 式的缺点在于沒有考虑桥綫的热损失。

IV、实际上，电流发热量一般不能全部用于加热桥綫，即桥綫有热损失。热损失的大小，与桥綫、引火剂、脚綫等材料的物理性質和相互間接触状况有关及桥綫和外界的温差有关；也和导热过程的时间有关。我們可以近似地把这个过程表示为

$$Q_3 = \omega (T - T_0) t \quad (5)$$

式中 Q_3 ——桥綫损失的热量；

ω ——热传导损失系数；

t ——热损失过程所经历的时间。引火剂发火前它实际上等于通电时间；

$(T - T_0)$ ——桥綫与外界的温差。引火剂发火前，可認為是桥綫被加热后的温度和初温之差。

这样，电流发热量实际上分为两部份：一部份用于加热桥綫；另一部份消耗在桥綫的热损失上，即

$$Q_1 = Q_2 + Q_3 \quad (6)$$

将 (1), (2), (5) 式代入 (6) 式得到

$$T = 0.306 \frac{\rho l}{D^2 (CrV + \omega t)} I^2 t + T_0 \quad (7)$$

式中 V ——桥綫的体积。

令 $0.306 \frac{\rho l}{D^2} = K$, 則 (7) 式可写为

$$T = \frac{KI^2 t}{CrV + \omega t} + T_0 \quad (8)$$

(8) 式表明, 电流一定时, 桥綫温度仍是通电时间的渐增函数, 但对于不同电流, 这种渐增有两种情况, 如图 1。

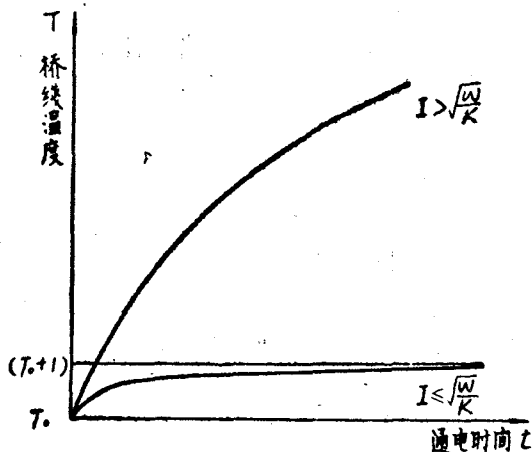


图 1 桥綫温度和通电时间的关系

当 $I \leq \sqrt{\frac{\omega}{K}}$ 时, 桥綫温度虽然也是通电时间的渐增

函数，但升温以 $(T_0 + 1)$ 为极限。也就是说，桥綫被加热的温度与初温之差不超过 1°C ，这个温度远远没有达到引火剂的发火点。維持这样的电流，即使通电时间无限延长，电流发热量的总和尽管无限增加，引火剂仍不会发火。因为热力学第二定律规定，热源不能使被加热物超过自己的温度。

当 $I > \sqrt{\frac{\omega}{K}}$ ，随着通电时间的延續，桥綫温度可以

无限增高。当 $I > \sqrt{\frac{\omega}{K}}$ 时，即电流很大时，只需很短时间桥綫就发热达到熔点，此时 (ωt) 小到可以忽略， T_0 比較 T 也很小，于是熔化温度

$$T_n = \frac{KI^2t}{CrV + \omega t} = 0.39 \frac{\rho}{CrD^4} I^2t$$

这就恢复到了理想的电流没有热损失的形式，它的物理意义是：桥綫在点燃引火剂之前就已熔断。

在这种情况下，引火剂能否发火取决于熔断了的桥綫所积蓄的热量能否把引火剂加热到发火点。对于康銅和鎳鉻合金桥綫，只要在保证必要电阻的条件下，有較大的桥綫体积（直径和长度），桥綫熔断后可以使引火剂发火。

我国工业电雷管的桥綫，只要没有毛病，熔断后可以点燃引火剂。某些资本主义国家，比如意大利的电雷管，电阻較大，但桥綫直径很小，桥綫容易在点燃引火剂之前熔断，尽管桥綫的温度很高，但总热量有限，雷管可能不发火，所以规定有允許的电流上限（10~15安培），以保证在不熔断桥綫的情况下，持續加热使引火剂发火。

保証 $I > \sqrt{\frac{\omega}{K}}$ 的較小电流值，在理論上，桥綫溫度也可以无限增高（实际上也不会超过桥綫材料的熔点）。电流愈大，增溫愈快，电流較小，溫度升高就慢。但無論如何，都比沒有热損失时，增加得緩慢。点燃引火剂是在桥綫溫度升高到大于引火剂的发火点时才开始，而且必須大到超过一定限度，使桥綫放热能保証引火剂吸热积聚到具有发火溫度。

总之，保証在 $I > \sqrt{\frac{\omega}{K}}$ 的情况下，电流加热桥綫和桥綫損失热量是同时进行的。电流愈大，桥綫升高到足以点燃引火剂的溫度的時間愈短；电流愈小，時間愈长。

桥綫的热損失，应当分为有效損失和无效損失两部份。有效部份用于加热引火剂，无效部份供引火剂和脚綫传导損失掉。脚綫的导热損失，使引火剂从桥綫取得的热量減少；引火剂的导热損失，則妨碍反应区内热量的积聚。

当电流較小时，导热損失和电流总发热量平衡，电雷管将不会发火。因此，对每一个电雷管，都应该有一个特定的电流值，电流小于該值，雷管不发火也不爆炸，这个电流值称做最低准爆电流。

二、引火剂吸热后的化学反应

引火剂从桥綫吸热是由最靠近桥綫部份开始。这一层引火剂，一方面从桥綫吸热，一方面又向外层的引火剂放热，只有当引火剂从桥綫取得的热大于其散出的热时，热能才能积聚到分解的溫度。显然，电流过小，引火剂和脚綫的导热

能力较强时，桥綫对引火剂不能保证必要的温度差和散热强度，引火剂就不能达到分解的温度。

靠近桥綫的一层引火剂开始化学反应后，如果反应区内散出的热小于反应生成热，引火剂本身就能使反应继续；如果散热大于反应生成热，反应需由桥綫继续加热才能进行；如散出的热等于或大于反应生成热和桥綫加热之和，比如引火剂受潮或变质时，反应将会停止。

§ 2 电雷管爆破产生盲炮的一般原因

要使电雷管准爆应当保证：

1. 桥綫通过足以使引火剂点燃的电流冲能 (I^2t)。即电流应当大于最低准爆电流，通电应当持续足够的时间。
2. 引火剂正常以及它和桥綫接触良好。
3. 对于延期电雷管，必须保证引燃延期导火索，以及使导火索正常燃烧而不致断火。
4. 雷汞能从引火剂或导火索得到足够分解的热能。
5. 雷汞本身能够正常地爆炸分解，它产生的起爆冲能足以引爆加强药。

上述条件有一个未得到满足，雷管就会拒爆或半爆。不满足的原因与制造、运搬、储存、爆破操作技术和爆破工作面的条件有关。为了叙述方便，操作技术和工作面条件的影响放在第二章和防止措施相应地说明，这里着重分析由于制造和储存的缺点引起的拒爆，有关资料是从解剖拒爆雷管和在制造厂收集到的。

1. 雷管不能获得必要的点燃冲能。

- 1) 桥綫断裂，多数是从桥綫和脚綫的接头处断开。

2) 桥綫断面局部縮小或桥綫和脚綫只有少量焊錫連接, 此时微弱的电流就能熔断桥綫, 引火剂却得不到必需的电热能。

3) 焊接点上有大錫堆, 桥綫的总电阻将减小, 点燃感度将显著降低。若电源是容量較小的发爆器或設計綫路时只保证了普通的准爆电流, 則点不燃这种雷管。

4) 脚綫头互相接触, 或脚綫的棉紗破裂, 造成短路。

5) 輸电綫短路。主要是电源开关、插銷短路; 裸綫与鉄軌、风筒接触短路, 或两根母綫的裸露部份互相接触等。

2. 引火剂不正常或与桥綫接触不良。

1) 引火剂和桥綫接触不良, 甚至沒有接触, 雷管将不能发火。只有硝化棉引火剂有这种情况。解剖拒爆电雷管, 曾发现桥綫已經熔断, 引火剂沒有和桥綫接触, 以致沒有点燃。

2) 引火剂受潮或变质, 点燃感度将会降低。我国电雷管有很好的防潮性能, 曾将各厂雷管各15个置于相对湿度大于90%, 18~20°C的井下环境中, 存放16日, 脚綫和管壳全部发霉, 雷管仍能确实发火, 可見引火剂因保管受潮的可能性不大。

但是, 在湘西錫矿严重滴水的工作面, 曾有拒爆事故, 多次給电, 浸水严重的所有雷管都不发火, 可能是从脚綫紗皮的毛細管渗水, 使引火剂受潮。

3. 延期导火索不能点燃或不能正常燃烧。

1) 导火索远离引火剂。这种情况以导火索裸露在管体外的那种雷管最多。

2) 硝化棉引火剂和导火索之間, 沒有放入黑药片。解

剖拒爆雷管发现有如下情况：引火剂已全部分解而导火索没有燃烧，内管壁也无黑药片燃烧痕迹。

3) 装配雷管时，由于圆垫歪斜，硫磺流入引火剂和导火索之间，一方面使引火剂钝化，另一方面，即使引火剂能发火，也因隔有硫磺不能点燃导火索。类似情况在瞬发雷管中较少。因为瞬发雷管中，如灼热硫磺流入引火剂和雷汞之间，雷管在制造时就爆炸了。

4) 导火索受潮。如附录Ⅱ中指出的，延期导火索裸露的雷管，受潮的可能性较大。但是，国产的这种雷管的防潮剂性能较好，在正常保管条件下，导火索一般很难受潮，只有在库内温度超过 30°C ，且湿度较大时，较长期保管才能受潮。某矿在上述条件下保管，结果导火索断火引起的拒爆显著增加。

5) 导火索有裂缝，黑火药会受潮，通常都在裂缝处断火。

4. 雷汞不能得到爆炸分解所需的热能。

1) 解剖拒爆雷管，发现有因细石堵住喷火孔（管内壁已经熏黑）产生的拒爆。

2) 导火索没有插至加强帽。

5. 雷汞分解，但不足以引爆加强药。

1) 加强帽及装入管体。

2) 雷汞装药量不够。

以上都是出厂前试验发现半爆情况的原因。曾经有这种看法：可能因雷汞压装密度过大而钝感产生拒爆。这种看法不是生产过程可能产生的。因为装药时的量药板相当准确，每次装药不会多装，倒是有少装的。