

爆破安全技术

一、爆破事故原因分析

二、早爆及其预防

三、拒爆及其处理

四、爆破振动

五、爆破冲击波

六、爆破堆积体与个别飞石

七、爆破有毒气体

八、爆破对岩体的破坏

九、爆破与环境的保护

爆破事故原因分类

爆破器材和起爆网路出现的安全问题

- 1.在爆破器材加工、储存、运输、装卸过程中，由于违规作业或器材质量问题，造成炸药或起爆材料爆炸；
- 2.由于爆破器材质量问题，造成药包拒爆、半爆、残爆，影响爆破效果；
- 3.在爆破网路设计敷设过程中，没有考虑电干扰等外界因素对安全的影响，引起药包早爆事故；起爆网路设计敷设有误，导致部分药包发生拒爆事故；
- 4.由于爆破安全管理失误，造成爆破器材丢失等。

爆破设计错误造成的爆破安全问题

5. 在露天爆破中，由于对地质条件缺乏调查了解，致使设计有误，造成爆破过量装药，引发爆破飞石、爆破冲击波事故；引起保留岩体破损、边坡坍滑，乃至日后引发地质灾害；或堆积体超出设计范围，也可能引起交通阻断，设施损坏；
6. 在地下爆破中，由于对地质条件了解不够及设计不当，或违规作业，造成围岩不稳定，冒顶和坍塌事故；由于违规作业或监测防范不力，引发有害气体中毒，乃至造成瓦斯、煤尘爆炸及透水事故；
7. 在水下和临水爆破中，由于设计不当或安全措施考虑不周，造成水中爆破冲击波对临近水域设施、水中生物的安全影响，乃至引发涌浪，造成次生灾害；
8. 在建(构)筑物拆除爆破中，由于设计不当，出现建(构)筑物未炸先倒、解体倒塌不完全，甚至爆而不倒等意外；以及在建(构)筑物倒塌过程中引发的对临近设施的次生灾害等。

爆破施工作业违规引起的安全问题

9. 爆破作业单位无爆破作业资质或超范围经营，缺少爆破技术人员现场指导，施工管理不善引起的安全隐患和安全事故；
10. 在爆破实施中，不按设计要求作业，擅自改变爆破设计参数，造成爆破安全失控，引发爆破产生的空气或水中冲击波、个别分散物超出安全范围，造成人员伤亡，附近建构筑物、通讯、电力或其他设施损坏；
11. 爆破工程施工装药和起爆网路敷设过程中违反安全操作规程，引起药包早爆、误爆事故；
12. 降低炮孔（药室）填塞质量，降低安全防护标准，造成爆破飞石或冲击波事故；
13. 安全警戒不严，不遵守爆破安全规程关于爆破实施程序的各项规定，引发人身伤亡事故；
14. 处理盲炮作业时，由于违反操作规程造成拒爆药包爆炸造成的人身事故等。

爆破安全设计不当，防范措施不力出现的事故

15. 由于爆破安全设计不当或采取的安全防范措施不力，引发爆破产生的空气或水中冲击波、个别分散物、爆破地震效应失控造成附近建构筑物、通讯、电力或其他设施损坏，甚至引起人员伤亡；
16. 在复杂环境中进行爆破作业，由于采取的安全防范措施不力，爆破产生的地震效应或其他外部影响引起民事纠纷，造成阻工，甚至影响社会和谐；
17. 城镇地区的爆破设计中，对环境安全影响考虑不足，造成爆破噪声、粉尘对环境的影响，引发民事纠纷；也有可能因爆破不当造成对生态环境的影响或破坏；
18. 由于爆破事故应对预案不周或不落实，造成爆破事故次生灾害或事故扩大化。

二、早爆及其预防

1、由于炸药因素引起的早爆

2、由于外来电流引起的早爆

（1）雷电引起的早爆及其预防

（2）电磁波、高压电及射频电 对
电雷管的安全影响

（3）静电引起的早爆的预防

（4）杂散电流及其预防

雷电对爆破作业产生下列危害：

1) 直接雷击

瞬间释放能量巨大，可直接引爆网路或炸药；

2) 静电感应

静电感应电压可达100~1000kV

3) 电磁感应

雷电会产生变化极大的电磁场，而感应电爆网路

后两种出现频率较高

预防雷电引起早爆的措施是：

- 1.雷雨季节宜采用非电起爆法；
- 2.在露天爆区不得不采用电力起爆系统时，应在区内设立避雷针系统；
- 3.在雷雨多发地区和季节，宜将一切通往爆区的导体（如铁轨、金属管道）暂时切断，以防止电流流入爆区；
- 4.如正在装药连线时出现了雷电，应立即停止作业，爆区作好警戒，将全体人员撤离到安全地点；
- 5.对峒室爆破，遇有雷雨时，应立即将各导峒口的引出线端头放入峒口至少2M的悬空位置上。同时将所有人员撤离到安全地区。

感应电

(1) 交变感应电

存在于电力设施附近（发电厂、变电站、换流站、开关站、高压线路、接地回馈钢轨等）。

(2) 射频感应电

存在于射频源附近（广播电视发射台、中继台、转播台、雷达发射台、各类通信设备），中波段最危险。

(3) 预防措施：

- ✓ 调查附近的交变、射频源，电雷管爆区应符合《爆破安全规程》表16、表17、表18、表19。
- ✓ 将电雷管改为非电雷管，或进行测试
- ✓ 手机或对讲机在爆区网路内应关闭
- ✓ 电爆网路应顺直，尽量缩小导线圈定的闭合面积
- ✓ 网路主线用双股导线或平行紧贴的单股导线
- ✓ 电网路不准接任何天线，且不准一端接地

为了防止感应电流对起爆网路中的药包产生早爆，其主要措施有：

- 1.爆区与射频源的安全距离，应符合安全规程。否则，应进行电雷管引火头的模拟试验，或采取非电起爆；
- 2.电爆网路应顺直，贴地铺平，尽量缩小导线圈定的闭合面积，电爆网路两根主线间距不得大于15cm。最好采用双股导线，网路导线与电雷管脚线不准与任何天线接触，且不准一端接地；
- 3.禁止流动射频源进入作业现场。已进入且不能撤离的射频源，装药开始前应暂停工作。现场使用的无线电话机，宜选用超高频段的发射频率；
- 4.禁止在20千伏以上动力线100米范围内进行电爆破作业。

铁道露天深孔爆破在采用压气装填粉状炸药时，特别是在干燥地区，为防止由静电引起的早爆，可采取以下一些措施：

1.采用导爆索网路和孔口起爆法。在装药过程中避免了电雷管出现。其缺点是：消耗大量导爆索，成本高；爆破效果不如孔底起爆法可靠，特别是对较深的炮孔。

2.采用抗静电雷管。塑料或纸壳电雷管，有着与大地绝缘的外壳，阻碍管壳与引火头之间放电，有着抗静电的性能。但是，这种雷管目前尚不能制成分段的微差雷管。

3.采用半导电输药管。对输药管的要求是既能导出孔内的静电，又能防止杂散电流的导入。我国目前采用的半导电输药管，是用加入适量乙炔炭黑的橡胶或塑料制成的，其体积电阻为 $10^3 \sim 10^4$ 欧姆·厘米。很多国家规定，输药管总电阻不超过 10^6 欧姆。

4.装药设备系统接地。金属装药器若是靠胶轮移动的，应设专门的接地线。在接地处喷水或同时撒上一些铵油炸药，可以改善接地效果。接地线禁止通过风水管、铁轨或其他永久接地物接地，以防止发生杂散电流的危险性。

为了使装药设备系统接地良好，输药管操作过程应不断与孔壁接触；持管人员应穿导电或半导电胶鞋，或手持一根接地线操作。

除此以外，我国矿山部门还在操作上提出一些措施，简单易行，对预防静电引起雷管早爆，行之有效。这些措施是：（1）禁用断桥丝电雷管；（2）在满足装药质量要求的前提下，尽量降低装药压力；（3）电雷管脚线短路并接地；（4）禁止打干眼；（5）操作者接触雷管前除电。

1) 人体静电

如果塑料底鞋、化纤衣料，静电电压可高达几万伏。

这类意外事故多次发生

2) 粉体静电

吹送粉状炸药时会发生

3) 预防静电措施：

- ✓ 工作人员不应穿化纤布料衣物；
- ✓ 采用半导体材料输药管；
- ✓ 增大装药场地湿度，散水；
- ✓ 装药设备接地良好；
- ✓ 炮孔内禁用非电套管，颗粒炸药所带电荷不易泄入大地
- ✓ 采用抗静电电雷管或非电起爆方法

杂散电

场合：地下工程、矿山巷道牵引机电流、动力照明电线漏电、
硝铵炸药溶解产生化学电。

用仪表检测，杂散电流超过**30mA**，采取下列措施：

- ✓ 采用抗杂散电流雷管或非电雷管；
- ✓ 电力线与地绝缘，设立独立公用回流线；
- ✓ 所有钢轨连接良好，不留空隙；
- ✓ 检修电器和照明线路；
- ✓ 注意防止硝铵炸药撒落在潮湿地面，产生化学电；
- ✓ 爆破场所不存放金属导体。

三、拒爆及其处理

由于起爆网路引起的拒爆

整体型拒爆

区域型拒爆

类别型拒爆

随机型拒爆

处理盲炮的规定

四、爆破震动

- 1、爆破地震波的产生及其主要特征
- 2、爆破地震波的强度预报（衰减规律）
- 3、爆破地震的破坏判据及安全允许距离
- 4、爆破震动效应的控制
- 5、拆除爆破建（构）筑物塌落的震动

爆破地震波在产生和传播过程中，主要受到下列因素的影响：

①爆源：

爆破能量——药量大小，炸药种类；

爆破的几何特征——爆破作用指数 n 值，药包与装药孔的不偶合情况，单药包或群药包，集中药包或延长药包，临空面数目等；

爆破方法——瞬时起爆或分段延时起爆，有无予裂药包等。

②离爆源的距离。

③爆破地震波传播区的地质地形情况。

地震波主要参数的估计范围如下:

地面振动位移范围: 0.001~2.5厘米

地面振动速度范围: 0.01~80厘米/秒

地面振动加速度范围: 0.001~5g

频率范围: 5~500赫芝

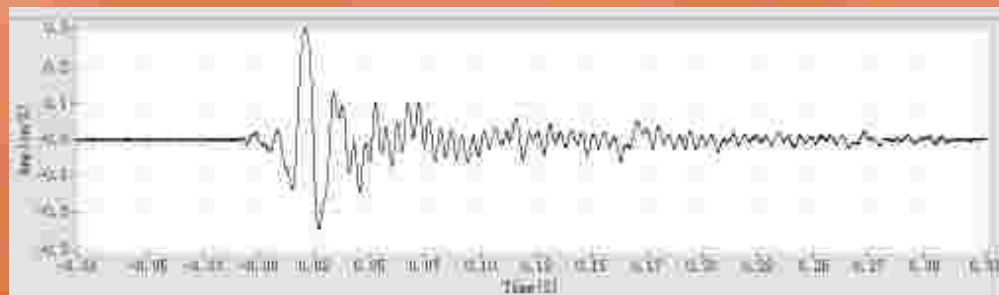
地面振动持续时间: 0.4~2.0秒 (秒差和毫秒微差爆破将依爆破总持续时间确定.)

爆破地震波的特征:

近距离振动波形简单, 一个脉冲, 但脉冲时程随药量增加而增长

随距离增加, 波形趋于复杂化, 最大振幅逐渐向后推移

存在近似相关性, 比例药量 ($Q^{1/3}/R$)



爆破地震与天然地震的区别：

爆破地震

震

震源浅

影响范围小

持续时间短

频率较高

低

发生时间可控

间不可控

天然地

震源深

影响范围大

持续时间较长

频率较

发生时

爆破地震的衡量标准——质点振动速度

理由：

质点振动速度与应力成正比，应力与能量和破坏强度有关；

以质点振动速度衡量振动强度的规律性较强；

质点振动速度与地面运动密切相关；

质点振动速度受地面覆盖层类型和厚度的影响小。

爆破振动安全判据

地震三要素——幅值、频率、持续时间。

按照《爆破安全规程》，特别重要的保护物，由专家论证会提出允许标准，并由专门检测单位监测爆破振动。

$$V = K \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^\alpha$$

式中 R —爆破地震速度预报点到爆源的距离，m；

Q —计算炸药量，kg；齐发爆破取总药量；秒延时爆破取最大一段药量；毫秒微差爆破取时差200毫秒范围内最大的爆破合药量；

V —地面质点最大震动速度，cm/s；

K 、 α —与爆破点至计算目标间的地形、地质等条件有关的系数和衰减指数，可按表选取，或通过现场试验确定。

岩 性	K	α
坚硬岩石	50~150	1.3~1.5
中硬岩石	150~250	1.5~1.8
软 岩 石	250~350	1.8~2.0

表 5-1

爆破振动安全允许标准表

序号	保护对象类别	安全允许振动速度 cm/s		
		<10Hz	(10~50)Hz	(50~100)Hz
1.	土窑洞、土坯房、毛石房屋	0.5~1.0	0.7~1.2	1.1~1.5
2.	一般砖房、非抗震的大型砌块建筑物	2.0~2.5	2.3~2.8	2.7~3.0
3.	钢筋混凝土框架房屋	3.0~4.0	3.5~4.5	4.2~5.0
4.	一般古建筑与古迹	0.1~0.3	0.2~0.4	0.3~0.5
5.	水工隧道	7~15		
6.	交通隧道	10~20		
7.	矿山巷道	15~30		
8.	水电站及发电厂中心控制室设备	0.5		
9.	新浇大体积混凝土			
	龄期：初凝~3 天	2.0~3.0		
	龄期：3~7 天	3.0~7.0		
	龄期：7~28 天	7.0~12		

注 1：表列频率为主振频率，系指最大振幅所对应波的频率。

注 2：频率范围可根据类似工程或现场实测波形选取。选取频率时也可参考下列数据：硇室爆破 <20Hz；深孔爆破 10~60Hz；浅孔爆破 40~100Hz。

某峒室爆破， $Q=8T$ ，距100M处砖房
钢筋混凝土框架的安全？
($K=100, \alpha=2.0$)

某峒室爆破， $Q=8T$ ，距100M处砖房
钢筋混凝土框架的安全？
($K=100, \alpha=2.0$)

$$V = K \left(\frac{Q^{1/3}}{R} \right)^\alpha = 100 \times \left(\frac{\sqrt[3]{8000}}{100} \right)^{2.0}$$
$$= 100 \left(\frac{20}{100} \right)^2 = 100 \times 0.04 = 4 \text{ cm/s}$$

一般砖房2-3cm/s	可能轻微破坏
钢筋混凝土框架5cm/s	安全

减少爆破地震效应的措施:

1.采用低威力、低爆速炸药

某隧道工程中，在二号岩石硝铵炸药中混入13%的添加剂，制成低爆速炸药，使二号岩石硝铵炸药的爆速从3200m/s降至1800m/s，震动观测表明，降震效果可达40%~60%；采用小直径（ $\phi 20\text{mm}$ ）的不耦合装药，也能达到一定的降震效果。

2.采用微差爆破

3.采用预裂爆破或开挖减震沟槽

在爆破体与被保护体之间，钻凿不装药的单排防震孔或双排防震孔，可以起到降震效果，降震率可达30~50%。防震孔的孔径可选取35~65mm，孔间距不大于25cm。

采用预裂爆破，比打防震孔要减少钻孔量，并取得更好的降震效果，但应注意预裂爆破时产生的震动效应。预裂孔和防震孔都应有一定的超深 h ， h 一般应取20~50cm。

4.限制一次爆破的最大用药量



五、爆破冲击波

- 1、爆破冲击波的产生及传播
- 2、爆破冲击波的破坏判据及安全距离
- 3、水下爆破产生的冲击波及其安全距离
- 4、降低爆破冲击波的主要措施

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/766002012045010144>