

# 矿务部指引 编号 GN 9

## 分层爆破使用指引



土木工程拓展署 土力工程处  
矿务部

## 1. 适用范围

- 1.1 本指引指在对露天和地底爆破使用分层爆破方法提供基本的指引和建议良好的做法，亦就申请爆破准许方面，为使用分层爆破方法所需提交的文件制定最低的要求，并为矿务部其他的实务守则和指引作出补充。本指引乃引用本地经验，并投入本地和海外业界爆破专家的专业知识而编纂。随着经验的累积，矿务部会在适当时候对本指引作出检讨及更新。

## 2. 背景

- 2.1 分层是指在一个炮孔（或多个炮孔）内，以惰性填料<sup>1</sup>将炮孔炸药分隔成多层。分层爆破是用不同的延迟时段，将分层炸药逐一引爆。
- 2.2 分层爆破在许多国家的采矿业和土木工程建设中，是一种常用爆破的方法。自 1991 年起，分层爆破(主要是双层)已在香港露天爆破和近年的隧道爆破工程采用。至于在竖井爆破使用多层爆破这方面，本地以至世界各地均鲜有这类经验。在本港人烟稠密的地区进行岩石爆破，为确保因爆破时所产生的振动，能低于附近易受影响的设施的允许水平，爆破往往需要采取一个低水平的最高每段延时炸药量限制(MIC)。透过适当的设计，分层爆破是一个有效的对策，它既可以符合低水平的 MIC，亦可提高生产（挖掘）率。

## 3. 分层爆破的安全顾虑和风险

- 3.1 本港绝大多数在露天和隧道里所进行的分层爆破，皆安全完成而没有产生事故。然而，所有的爆破工程务必谨慎行事。使用多层爆破时是可以衍生更多和更严重的问题。从本地所获得的经验，在竖井中利用电子起爆系统（即电子雷管）进行爆破时，需要额外小心，尤其是现场有水的情况下。以往，在现场有水的情况下，曾发生过雷管因漏电而发生拒爆的事故。这些事故导致难以重新引爆的问题，又或在无法重新引爆情况下，难以安全拆卸回收炸药等严重问题。另外，在使用双延时(非电)雷管进行隧道爆破时，曾出现多次拒爆事故；事故原因多涉及操作技巧，而非涉及引爆系统的内在问题。
- 3.2 在发出爆破准之前，分层爆破所带来的安全顾虑/风险必须在爆破风险

---

<sup>1</sup> 本地沒有以“空氣分隔”作为炸藥分隔層的經驗，除非其使用已被證明適合本地使用，本指引暫不推薦使用“空氣分隔”分層爆破。

评估中详细列出及分析，相关的缓解措施亦须纳入爆破设计和施工方法纲领中。

3.3 处理影响引爆的拒爆或其他事故通常是非常危险的。在不影响安全情况下，必须预早计划一个有效、稳妥又可随时执行以应付任何事故的应变措施。

3.4 使用分层爆破(与单层爆破比较)时，所衍生更严重的问题、顾虑和风险包括：

(a) 聘用缺乏经验及训练不足的员工，或聘用不熟悉复杂爆破设计、填装和接驳方法以及相关的测试仪器和测试协议的监管人员。

(b) 由于雷管、雷管脚线、配线、导爆管和接头(由于使用大量雷管继而增多接头)损坏的风险，尤其当爆破需在竖井的狭窄空间进行，以及填装炸药需在爆破团队脚下进行。

(c) 过于急进的填装进度规划，导致在炮孔填装炸药和加上填料、雷管的接驳以至雷管与爆破线路测试方面，均未能提供足够的监管。

(d) 爆破设计差劣会引致炸药被钝化(压钝)、雷管损坏、或殉爆。

(e) 设计细节疏漏，譬如采用与雷管不兼容的爆炸品配件，如雷管套和炮孔塞，而导致雷管在装药过程中损坏。

(f) 拒爆处理<sup>2</sup>，尤其在检查线路时，需要将拒爆地方上的碎石移除，或需要放置新起爆药时要将填塞料从炮孔清除，又或在不能再进行起爆的情况下，如何将爆炸品安全拆卸回收。

#### 4. 建议的良好做法

4.1 以下建议的良好做法，可帮助减低分层爆破所带来的风险：

(a) 确保爆破程序中有足够时间进行填装炸药、线路检查和炸药引

---

<sup>2</sup> 《香港法例第 295 章危险品(管制)规例》第 70 条已列出处理拒爆的要求。在露天和隧道爆破中，通常拒爆可透过从新连接未爆的线路作处理；但在竖井中，因为拒爆的线路会被压在碎石下，所以处理拒爆的爆炸品是非常困难。

爆，包括安全处理可能发生的拒爆，在不影响安全情况下，程序还需要充分考虑到工地的限制，充足的器械及设备，以及爆破人员的经验和数量等。

- (b) 确保填料有足够深度和炮孔与炮孔之间有足够距离，以防止炸药被钝化或发生殉爆。建议填料深度和孔距最少为孔径的 10~20 倍；但如考虑炮孔情况、炸药种类、雷管种类和爆破设计等因素，可改变建议的倍值，惟改变必须证明该倍值更为适合，且对爆破无不良影响或损害安全。
- (c) 检查并适当考虑不良的地质情况，如裂缝、断层和空隙等，这些情况都可能会将炮孔相互连接，导致炸药溜走或积累，提前起爆或雷管损坏，尤其在露天爆破中，更会因负荷不足而导致飞石。
- (d) 在每层分层应采用相同的炸药量，并确保要有足够的负荷和/或间距，以减低飞石的风险，但不要过大，以避免造成过大的震幅。
- (e) 按经验法则，为防止冲击波重迭而导致大幅度的地面震动，炮孔同层的炸药，以及同炮孔内层与层间的炸药，其起爆延时应相隔至少 8 至 25 毫秒。对于非电力起爆系统中，由于雷管本身延时的精准度有限，因此，必须参考制造商建议的延时上下限。电子雷管的延时一般都是非常精准，在适当情况下，炸药相互间的起爆时差，因此可采用较小的延时。
- (f) 当使用非电起爆系统，爆破设计需确保所有孔外表面连接雷管的起爆先于孔内的任何一个雷管；否则会引发导爆管被截断的风险。至于使用双延时雷管时，设计尤其要确保雷管之间有适当长度的导爆管；过长的导爆管必须适当地盘绕起来，以免阻碍线路和扣接检查。倘若导爆管太短，连接时会变得很太紧，以致连接雷管和导爆管不能成直角对准。此外，为免引发拒爆，检查须确保表面连接雷管之间留有最低的导爆管“运行”距离（参考制造商的建议），以便导爆管能获得稳定的爆轰速度。
- (g) 当使用电子起爆系统时：
  - (i) 确保配接线和连接插头有足够的强度，以免在填装炸药时受到损坏，

- (ii) 按制造商的要求替所有设备(例如地面起爆箱、编码输入器等)进行定期保养和维修,并确保其软件为最新版本(保养和维修记录必须存放在工地,以供查核),
  - (iii) 于配装前,检查每个雷管,以找出有问题的雷管,
  - (iv) 检查以确保连接器在非使用的任何时候都是关闭,
  - (v) 在整个装药过程中,必须进行漏电测试和监控,及
  - (vi) 确保工地内有足够备用设备,例如:已完全充电的地面起爆箱及编码输入器,以便取代任何有问题的设备。
- (h) 除非有特殊需要和所使用的雷管套和炮孔塞与起爆系统完全兼容,否则不应使用雷管套和炮孔塞。
- (i) 填装炸药前,应检查工具及设备状况及是否充足,例如为炮孔填装散装乳化炸药时,不可使用带有凸刺或已损坏的炮棍填装炸药,或使用已损坏的炮喉。
- (j) 只聘用受过适当训练的人员,并充分监督其工作。所有参与装药的人员必须经过训练,以确保他们充分了解自己的角色和责任,以及所须执行的特定工序,包括认识容易损坏的组件、线络检查要求和有关的测试协议。良好的操作技巧对填装炸药和扣接雷管至为重要。合资格爆破督导员(独立监管),爆破工程师(承建商的监管)和注册引爆手均须对爆破行动进行充分监督,其他重要事项亦须列明,以确保爆破按照爆破方法纲领所详述的程序和核准的爆破设计正确地进行。合资格爆破督导员亦须对爆破工作的各类事项进行积极监管。
- (k) 必须格外小心处理所有拒爆情况。

## 5. 申请爆破准许所需的文件要求

- 5.1 爆破评估报告必须包括一个全面而详细的风险评估、拟议预防和缓解措施,以及就拒爆或其他爆破事故而制订的应变计划。倘若适合,制订应变计划可考虑第4节所建议的良好做法。承建商的爆破方法纲领是爆破准许条件的一部分,必须包括已核准的爆破评估报告内所有相

关要求,以确保爆破工作会按既定的爆破设计(包括重点事项和监管安排)妥善进行。

- 5.2 风险评估必须找出在爆破工作期间所产生的安全顾虑和危害,涵盖在爆破前、爆破时及爆破后会可能遇到的所有问题,尤其是漏电、拒爆和涉及未引爆的爆炸品的事故。各种类因素互动影响的风险,例如设计,经验,时间,操作技巧和监督,均须加以处理。爆破承建商必须就有关风险进行覆检,并在需要时予以评估,惟须得到合资格爆破督导员的同意。
- 5.3 必须制订稳妥的保护和风险缓解措施,以应对装药时出现问题及拒爆情况或其他事故。爆破设计亦须考虑现有情况与设计细节和填装安排。拟议分层爆破的方法和爆破次序必须全面详尽,并辅以清晰的工作程序。
- 5.4 资源要求,特别是在训练和工地监督方面的要求,以及各爆破人员的权责必须清楚厘定。
- 5.5 必须制订一个稳妥和有效的应变计划,以应付因爆破所引起的种种情况,如拒爆或涉及未被引爆的爆炸品事故等,藉此可安全和迅速地恢复原状。应变计划必须涵盖所有可能出现的情况,连同计划和程序以纠正问题,例如移除碎石将爆炸品安全拆卸回收。
- 5.6 至于异常/新式或高风险/有严重后果的爆破工作,在爆破工程开展前,工程项目倡议人必须获悉该爆破有关的风险,并在工作程序上签名,表示接受有关风险。此外,若有需要,矿务处处长会在发出爆破准许前,要求对该爆破的方法和工作程序进行独立的评估。

**矿务部**

二零二二年十一月

**本文提供一般指引。矿务部可以根据实际条件和特点加强具体要求。如对本文件有任何意见或查询,可联络土木工程拓展署土力工程处矿务部总土力工程师。**

**电话:(852) 3842 7210 传真:(852) 2714 0193 电邮: [mines@cedd.gov.hk](mailto:mines@cedd.gov.hk)  
CELIMS 热线:(852) 3842 7210 CELIMS 网页: [www.celims.cedd.gov.hk](http://www.celims.cedd.gov.hk)**