

介紹

1. 使用範圍：

爆破作業乃是將具爆炸性的物質設置在對象物體適當的位置上，使其在瞬間產生高壓及震波，以破壞該物體的結構，藉以達到碎裂物體的結果。在工程上使用爆破的目的可歸納為下列數種：

- (1) 採石
- (2) 墜道開闢
- (3) 道路開闢
- (4) 設施拆除

爆破作業人員在工程上大多為獨立作業的團隊。作業時不能受干擾是其作業特性，同時危險性高，是以作業團隊成員間的合作性、依賴性亦高。每一個動作的疏失都會造成不可挽回的遺憾，是以參與爆破作業的成員大都具有一定的作業經驗與相互的默契方能取得彼此間的信任。

一般而言，爆破材料依其作用可分為爆藥，雷管與信管，發爆器，及導索四類，這四類材料各有其在爆破作業上的特定作用，但同一作用的爆材並非均具有相同的性質。

2. 解釋名詞

- (1) 雷管與信管：爆破觸發器的總稱，由電訊或電流控制而引爆的觸發器稱為信管(或稱之為電雷管)；而由爆藥引發的稱之為雷管。信管與雷管的能量可以引發爆藥的全面爆炸，而且通常信管與雷管的敏感度高容易被引爆，信管切不可與爆藥一起運搬。(參考照片4)
- (2) 爆藥：如照片3， 爆破作業中最主要的材料，有硝甘膠質炸藥，硝油爆藥，水膠炸藥，及漿狀爆藥等類別，在正常狀況下，大部份的爆藥需要借由信管或雷管的引爆，或者經由特定的混合過程亦會被引爆。
- (3) 導索：導索之作用乃在將點火位置的能量傳達至引爆位置，導索一般有：導爆索，導火索，及電線三種；導爆索為爆藥製成之線狀製成品，導火索多為黑色火藥製成之索狀製成品。

- (4) 發爆器：亦稱點火器，為控制信管引爆的工具，其作用在提供信管電源而引爆信管。
- (5) 落磐檢查：在採石爆破或隧道爆破作業下點火完成後，對爆破後不穩定的岩磐採取必要的擾動動作使其落下，以確保後續作業的安全。
- (6) 清碴：將爆破完成的土石塊運離爆破作業場所，以便下一作業的進行。



照片1 履帶式鑽機(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)



照片2 輪型鑽堡



照片3 爆藥(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)



照片4 信管

(資料來源：本計劃參與人員自行拍攝)

危害

1. 潛在危害，災害類型，災害防止對策：

本作業之潛在危害有(1)爆炸(2)崩塌(3)飛落(4).缺氧及中毒

(1) 爆炸：爆炸所造成的傷害最大，往往造成生命上不可補救的損失，但該項危害往往為人為疏失所造成。(有關爆炸控制方面可參考安全資料表SDS-O-0010078之「爆炸之控制－隔離、安全距離」)

防止對策：

- A. 對於從事爆破作業之人員須為合格之作業人員。
- B. 從事爆破作業之人員必需身心健康，睡眠充足，體能充沛。
- C. 爆材必須依照規定申請、領取、運輸、使用、報廢。
- D. 所有人員之通訊，連繫，手勢，信號必須統一且清楚。
- E. 安全距離及管制區域一定要正確預估及計算並且完全依規定執行。
- F. 對於附近之危險物品及易燃物品不能移動者應架以適當之保護，能移動者應予移至安全區域。
- G. 對於作業場所之環境及備用掩護點應緊記在心。
- H. 遇閃電時應立即疏散所有人員。

- I. 接觸爆材前，應將各種可能接觸爆材的人員與機具設備上所帶的靜電在安全的距離外導出。
 - J. 在未完成全部裝藥之前，或所有人員未完成掩護前，應保持電路短路。
 - K. 點火後應依規定進行拆線短路，待十五分鐘之後再進行其他作業。
 - L. 未爆藥處理應依規定確實辦理。
 - M. 遇有災害發生，應立即先求自救再設法救人。
- (2) 崩塌：在爆破作業中，崩塌危害難以目視而得，而作業中對於新完成點火引爆的位置是不容易裝設量測變化儀器的，是以對於落磐的確認一定要小心從事。
- 防止對策：
- A. 檢查落磐人員及機具必須對裝藥位置完全明白且對該地之地質與地形有相當之了解。
 - B. 完成排風換氣及空氣檢測方得以進入執行落磐檢查。
 - C. 清碴作業應徹底執行。
 - D. 作業人員彼此間之通信設備在作業前應再一次檢查確認功能正常。
 - E. 對於作業場所之環境及備用掩護點應牢記在心中，同時在備用掩護點中儲存食品及飲水。
 - F. 作業人員對於裝藥位置及藥量應妥為計算並在正式作業前實施試爆，藉以了解該爆藥對於該地質及該組作業環境下的作用，以便修正爆破的方式及參數，進而減少落磐。
 - G. 在安全區域指派人員守候，並且與檢查落磐人員定時保持連繫，必要時立即求援。
- (3) 飛落：造成飛落物之來源大都為爆破作業點火完成後所產生的。
- 防止對策：
- A. 裝藥及安全距離應確實計算。
 - B. 管制區域必須確實管制。
 - C. 管制信號及手勢必須統一清楚明確。
 - D. 掩護位置強度須足以抵擋可能飛落之物體。必須監視爆破過程之人員，必須面向爆破點，但掩護點之進出口應至少一個，而且不得面向著爆破點。

E. 若必須使用望遠鏡、攝影機或照相機等會影響視野之設備，則安全距離必需加長，且應有非使用設備的人員在一旁監看，以便適時提醒。

(4) 缺氧及中毒：爆破需要大量的空氣，因為爆炸通常產燃燒，燃燒會消耗氧氣，同時爆破會產有毒氣體，這些情形會造成缺氧及氣體中毒。

防止對策：

A. 完成點火爆破之後，必須先行通風，通風量必須正確計算。

B. 人員掩護要設在上風處或由上風處供給空氣。

C. 完成通風之後再進行下一作業。

D. 爆破作業完成後進入作業場前應實施空氣檢測。

E. 在開闊空間作業，點火之後亦須執行管制十五分鐘以上。

2. 安全裝置之構造、作動、功用等原理：

(1) 點火器搖柄：點火器在裝藥時不得接續，同時要保持信管迴路短路，以免造成通路。在一切就緒點火後，點火器方得接續，此時接續完成後，必須接上點火器搖柄方得執行點火作業，目的在每一步驟實施前得以確認安全。點火器搖柄的基本構造類似電腦上常用的電腦鎖，只是柄的形狀不同而已。用其他的設備並不容易轉動點火器。

(2) 避難所：點火前勞工應退避至安全距離以外，但如受限於場限制、設備限制、或安全距離不足時，應設置避難所。避難所係一固構造物，強度應依其與爆破點距離設置，即爆風壓力及爆破土石之衝力而決定。另應設進出口二處以上，構造物上方應設有二個窺視孔，可由不同角度看到爆破後之情況。

3. 相關作業環境之危害：

爆破作業之實施有關之相關作業危害為：

(1) 施工機具之夾傷，碰撞，壓傷。

(2) 擋土設施倒塌。

(3) 地下水湧出。

作業程序(流程圖詳圖1)

爆破作業依其爆藥設置位置之不同可分為內部裝藥、底部裝藥、及外部裝藥三種，一般內部裝藥須鑽孔，而底部裝藥及外部裝藥大都不鑽

孔，除了鑽孔的分別之外，爆破作業的施工程序一般如下：

1. 計算、試爆與修正：爆破必須是精細的作業，須考量風向、風量、爆材、爆破物大小及材質、安全範圍、爆破方式，作業目的等詳加計算評估，方能實施爆作業。爆破作業通常在非均質的物體上實施，本就不易達到完美的成果，故除了精確的計算外，應於實施爆破前進行試爆，藉以調整參數，提高正確性及安全性。
2. 鑽孔：依據鑽孔計畫確實實施鑽孔，不得改變孔徑、位置、深度、若遇有不得已之狀況發生，須立即向領班報告，做為變更的重要參考。
3. 領取爆材：爆材不同性質者須分開管理及運輸，非到裝藥之前，不可放在一起，領取時須分別清點簽收。爆藥為危險性極高之化學物品，故從生產、申請、購買、運輸、儲存、使用、廢棄等均有一定之規定，必須嚴格執行。對於超過使用期限者應依規定程序予以報廢，不再使用。若有明顯之物理或化學變化者亦應以不要使用為宜。
4. 爆材檢查：爆材檢查分為兩個階段，即領用檢查及特性檢查。領用檢查在於確定爆材的可用性，如確認製造時間、批號、外觀、包裝、重量、顏色等，以便初步地認定爆材為勘用。若為初次使用之爆材，應請生產廠商提供完整的使用說明及物理化學特性。特性檢查在於確定爆材的使用特性是否符合需求以及是否調整爆破計畫，這些檢查大都必須實地實施方得以驗證，而且特性檢查通常與安全及成效的關係較大。

特性檢查有下列項目：

信管：延遲時間、測試容許電壓及電流。

爆藥：試爆。

導火索：燃燒時間、點火方式、在水中或雨中可留滯時間。

電線：電線不得破損，導電性良好。

導爆索：在水中或雨中可留滯時間、打結是否仍可傳爆。

發爆器：最大引爆量、產生電量。

完成使用檢查後，應對原計畫進行修正，再行試爆，直至能掌握該爆材組合情況後，再進行實際作業。

5. 清場及管制：對爆破而言，進行裝藥之前爆藥到達作場所時，該場所即應予管制，所有無關之作業人員、機具、設備應退避至安全距離以外或加以適當之保護，待完成撤離後，各管制哨報告無誤，方得進行裝藥。

6. 裝藥：裝藥必須在富經驗人員指導下進行裝藥，對於所使用的材料，當地的岩層狀況有相當的認識，方得以擔任。裝藥注意事項如下：
 - A. 裝藥若使用通條，則通條材質應使用不產生火花之材料，如：銅棒、木棒、竹子等，其他會因碰撞、磨擦產生火花之金屬不得使用。
 - B. 通條長度要大於鑽孔深。
 - C. 使用電氣點火前應先將電路短路。
 - D. 必須依照爆破計畫裝藥，包括藥量、位置、爆材、填塞方式、及材料等。
 - E. 不可使雷管或信管在裝藥過程中產生摩擦。
 - F. 裝藥未完成前及所有作業人員未完成完成掩護前，不得接上爆發器，同時應使線路保持短路。
 - G. 導火索之長度應確實試驗及計算，並在使用時依安全位置之距離與爆破計劃之引爆順序確實導索長度。
 - H. 使用信管應特別注意試驗通路的電壓限制及爆發器使用限制。
 - I. 非經專業訓練及合格之人員不得接觸爆藥。
 - J. 管制區內不得抽煙。
7. 點火：
 - A. 點火前應確認所有人員已完成掩護及警戒，否則不得將爆發器接上，同時所有電氣線路應保持短路。
 - B. 使用爆發器點火後，無論是否引爆，應將線路拆下短路後十五鐘後再進行下一作業；雷管則為三十分鐘。
 - C. 若有未爆藥處理則必須維持管制不得撤離警戒。
 - D. 各哨及各班警戒訊號必須統一。
 - E. 管制人員未得指揮人員確認解除前不得開放通行解除管制。
 - F. 使用明火或雷管時，每人每次點火不得連續超過十五個。
 - G. 點火人員需待管制確認後，接受統一指揮，命令下達方得點火。
8. 通風：
 - A. 爆藥所產生之氣體通常為有毒氣體，故於隧道或密閉空間內實施爆破作業者則須於事前經計算後設置排風換氣設備。爆後應待完成排風換氣後方得進入。
 - B. 爆藥作用時，通常會將爆破場所之氧氣用完，故需換氣以維持空氣中的含氧量。

- C. 在開闊的空間作業，亦須待自然空氣交換後再進行下一作業。
9. 未爆藥處理：
- A. 遇未爆藥時，若使用信管則須等待十五分鐘(雷管為三十分鐘)以上方得進入現場做必要之處置。
 - B. 未爆藥之處理須由經驗者為之。
 - C. 未爆藥得以壓力水或壓縮空氣取出填塞物後再裝藥引爆；或距爆藥外四十公分以上以平行孔等深裝藥引爆，待爆破後再清除之。
 - D. 未爆藥處理後之位置，無論是否處理完全，應交接下一班作業人員。若有未爆藥未能處理完全，應派專人看守或圍柵，並懸掛標示牌，待確認處理完成後方得撤去。
10. 清磬：
- A. 完成爆破之作業場所，應將未完全掉落之部份予以擾動，使其掉落時間提前，以減少其他作業產生災害的可能性。
 - B. 清磬人員須對爆藥之裝藥方式有完全的了解。
 - C. 清磬人員對作業場所之土石及地質情形的識認愈多愈好。
 - D. 清磬作業若有可能，仍以機具施工為優先考量。
11. 清碴：
- A. 將爆破完成之土石方運離爆破作業場所，通常為機具施作。
 - B. 清碴時若發現未爆藥或其他爆材，應立即反應，由爆破組人員處理之，不得擅自行動。
 - C. 可能使用機械的作業則應以機械作業為優先考量。

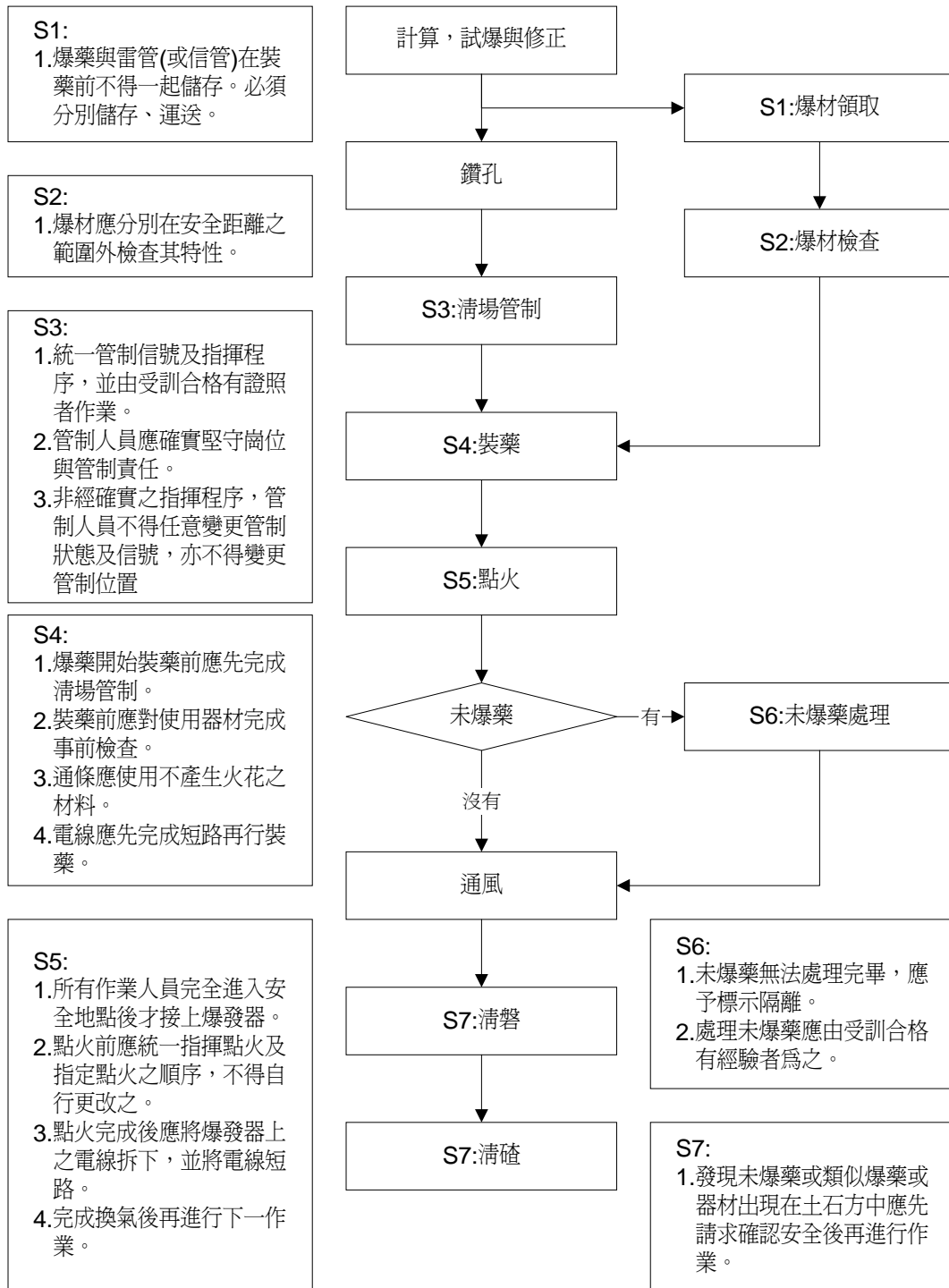


圖 1 爆破作業流程圖

相關法令標準

1. 營造業安全衛生設施標準：

- (1) 第六十六條：對於隧道、坑道開挖作業，為防止落磐、湧水等危害勞工，應指派專人確認左列事項：

- A. 於每日或四級以上地震後，隧道、坑道等內部無浮石、岩磐嚴重龜裂、含水、湧水不正常之變化等。
 - B. 施炸前各孔之裝藥適當。
 - C. 施炸後之場所及其周圍無浮石及岩磐龜裂，孔及爆落之石碴堆、出碴堆無未引爆之炸藥，施工軌道無損壞狀況。
- (2) 第六十七條：雇主依第六十五條及前條實施確認之結果，發現依第六十四條第二款訂定之施工計畫已不合適時，應即變更該施工計畫，並依變更之新施工計畫施工。
2. 勞工安全衛生設施規則：
- (1) 第二百十九條：對於勞工從事火藥爆破之鑽孔充填、結線、點火及未爆火藥檢查處理等火藥爆破作業時，應規定其遵守左列事項：
- A. 不得將凍結之火藥直接接近煙火、蒸汽管或其他高熱物體等危險方法融解火藥。
 - B. 充填火藥或炸藥時，不得使用明火並禁止吸菸。
 - C. 使用銅質、木質、竹質或其他不因摩擦、衝擊、產生靜電等引發爆炸危險之充填具。
 - D. 使用粘土、砂、水袋或其他無著火或不引火之充填物。
 - E. 點火後，充填之火藥類未發生爆炸或難予確認時，應依左列規定處理：
 - (一) 使用電氣雷管時，應自發爆器卸下發爆母線、短結其端部、採取無法再點火之措施、並經五分鐘以上之時間，確認無危險之虞後，始得接近火藥類之充填地點。
 - (二) 使用電氣雷管以外者，點火後應經十五分鐘以上之時間，並確認無危險之虞後，始得接近火藥類之充填地點。
- (2) 第二百二十條：對於從事火藥爆破作業，應指派經火藥爆破特殊安全衛生教育、訓練之人員擔任。
- (3) 第二百二十一條：對於使用導火索方式從事爆破作業，應就經火藥爆破特殊安全衛生教育、訓練人員中，指派專人辦理左列事項：
- 一 指示從事該作業勞工之退避場所及應經路線。
 - 二 發爆前應以信號警告，並確認所有人員均已離開危險區域。
 - 三 一人之點火數在五以上時，應使用爆破時間指示器等能獲知退

避時間之儀表。

四 應指示點火之順序及種類。

五 傳達點火信號。

六 對從事點火作業之勞工，傳達退避之信號。

七 確認有無未爆之裝藥或殘藥，並作妥善之處理。

(4) 第二百二十二條：對於使用電氣方式從事爆破作業，應就經火藥爆破特殊安全衛生教育、訓練之人員中，指派專人辦理左列事項：

一 指示從事該作業勞工之退避場所及應經路線。

二 發爆前應以信號警告，並確認所有人員均已離開危險區域。

三 指定發爆者。

四 指示有關發爆場所。

五 傳達點火信號。

六 確認有無未爆之裝藥或殘藥，並作妥善之處理。

3. 勞工安全衛生教育訓練規則第十一條：對火藥爆破作業人員，應使其接受特殊作業安全衛生教育訓練。

4. 危險物及有害物通識規則(爆破作業之爆材為本規則附表一所指定之危險物故須依本規則之所有規定執行)。

附表一：中央主管機關指定應標示之危險物及有害物

壹、危險物：

六、爆炸性物品：

(一)火藥：(以下略)

(二)炸藥：(以下略)

(三)爆劑：以硝酸銨等氧化劑為主成份，須置於封閉裝置內以雷管可引爆之混合物，包括：

1. 硝油爆劑類。

2. 漿狀爆劑類。

(四)引炸物：導火燃燒或爆炸作用之物品，包括：

1. 雷管類。

2. 導火索。

3. 導爆索。

(以下略)

5. 實業用爆物管理辦法(爆破作業中對於爆材之申請，運輸，儲存，使

用，廢棄等在該辦法中有完全之規定，全皆應參考)。

災害案例一

1. 災害發生經過：

七十六年某日下午三時許，某施工單位於一處山崖邊執行爆破作業，派出管制人員吹哨後，執行點火。該爆破作業場所山崖直下方二十五公尺處有另一組作業人員正以機具及人工進行採石作業，共約五十餘人，因以施工機具作業，故並未聽到警告哨音不知即將有爆破作業，直至第一孔引爆傳來巨響後，所有人員驚慌而逃四處掩蔽，部份車輛駕駛人將車輛急駛而去。大部份人員緊依山崖尋找掩蔽，或躲在卡車下方。待該爆破作業警戒管制解除後，已有二員遭落石擊倒，經送醫不治；另有一員因藏身於車下，而遭卡車壓過，當場死亡。

2. 災害發生原因：

- (1) 執行爆破人員未對該作業區之警戒範圍做一完整之堪查。
- (2) 該地區爆破作業時間約定為下午五時，該爆破並未依此時間。
- (3) 遇爆破時，車輛應可做為背向之掩蔽物，駕駛人急於駛離致有人傷亡。

3. 災害防止對策：

- (1) 遇突發之爆炸狀況，應先就地掩蔽。
- (2) 車輛及機具操作人員應下車利用車輛機具之背向做為臨時掩蔽。
- (3) 爆破作業人員應對作業場所之警戒範圍做完整之了解。
- (4) 爆破作業於山崖邊等有視覺死角之位置執時，應對該地區派員反視並警戒之。

災害案例二

1. 災害發生經過：

七十六年某日下午四時許，某施工單位執行爆破作業。當時作業階段為鑽孔完成後，進行裝藥中。該日孔深為二十尺，共計三孔，因一時找不到長度適合之通條，故以鑽堡之鑽桿替代之。該次爆破之爆材為導火索、雷管、及地耐米特(爆藥)，為確保爆破作業之效果，每孔雷管為三支。第二孔裝第一節雷管時導火索是否有鬆脫已不可得知，但在裝第二節雷管時，以鑽桿替代之通條將爆藥送入孔中時發生爆炸。當場一人死亡、一人重傷，經送醫治後雙目失明，兩手半殘、另兩人

輕傷。

2. 災害發生原因：

- (1) 裝藥通條之材質為鋼材，與雷管或岩石摩擦發生火花導致爆炸。
- (2) 裝藥時雷管或信管是否發生鬆脫而導致摩擦之發生。

3. 災害防止對策：

- (1) 爆破計劃應做完整而週詳之規劃。
- (2) 裝填爆藥應使用銅棒、木棒或竹桿，以免發生火花。
- (3) 裝藥時若發現引線鬆脫時應立即停止裝藥，進行排除或改變裝藥方式。
- (4) 裝藥時非有完全之必要，每孔人員愈少愈好。
- (5) 裝藥時雷管或信管之固定一定要確實，以免其與其他物品發生摩擦。