IOSH96-T-086

管道工程作業安全指引

Safety Guides for Pipe Construction Activities

行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所　編印
中華民國 **96** 年 **03** 月

摘　要

根據行政院勞委會的災害統計資料得知，在進行管道工程作業時，經常發生墜落、崩塌與被夾等災害。管道工程的範圍相當廣泛，包括電信埋管工程、人孔管道工程、電力公司配電管路工程、自來水公司輸水管埋設工程等，爲保護作業勞工安全，本指引就管道工程進行作業安全分析與探討。

本指引研究成果包括：（1）界定管道工程作業程序與施工注意事項。（2）擬定管道工程作業災害預防對策，包括危害要因分析與災害預防對策；（3）進行危害控制與管理，包括第一線與第二線危害管理，項目包括人員、機具、材料與作業方法等。（4）擬定施工安全作業程序，包括準備作業、整地作業、置管及接管作業、開挖回填作業的標準安全作業程序與事項。

本指引的編撰內容有助於勞動檢查單位與事業單位迅速明瞭管道工程的安全作業程序，並據以研擬災害預防對策。

關鍵詞：管道工程、施工安全、安全管理

目錄

一、 管道工程施工方法及流程 1
（一） 管道工程概述 1
（二） 施工方法概述 1
（三） 施工機具概述 1
（四） 施工作業流程 8
（五） 施工注意事 9
二、 作業危害分析.....10
（一） 管道工程施工方法危害辨識與風險內容.....10
（二） 管道工程施工風險的評價與評估.....12
三、 危害要因分析及災害預防對策.....17
（一） 各類災害之危害要因分析 17
（二） 災害預防對策 20
四、 危害控制.....25
（一） 第一線危害之控制.....25
（三） 第二線危害之控制.....29
五、 施工與安全之結合..... 37
（一） 施工上之安全考量.....37
（二） 結合施工與安全之作業程序.....38

圖目錄

圖 1 推土機 ……2

圖 2 裝載機 ……2

圖 3 動力鏟 ……2

圖 4 刮運機 … ……3

圖 5 挖溝機（鋤土機）……3

圖 6 托斗挖泥機 …… ……4

圖 7 蛤殼式抓斗挖土機 … ……4

圖 8 後傾式傾卸車 …… ……7

圖 9 側傾式傾卸車 …… ……7

圖 10 壓路機…… ……8

圖 11 夯壓機…… ……8

圖 12 管道工程作業程序…… …… 9

圖 13 管道施工倒塌危害要因 …… ……19

圖 14 管道施工墜落危害要因圖 …… ……19

圖 15 管道施工感電危害要因 …… ……20

圖 16 全面體淨氣式呼吸防護具的基本結構 …… ……31

圖 17（A）工作前先進行空氣中有害物測定 （B）直讀式紅外線偵測器……32

圖 18 氣體監測器外觀 … ……33

圖 19 網目構成型態圖 …… ……35

表目錄

表 1 特定危害要因辨識內容表格例 10
表 2 準備作業特定危害要因辨識表 10
表 3 整地作業特定危害要因辨識表 10
表 4 開挖作業特定危害要因辨識表 11
表 5 置管及接管作業特定危害要因辨識表 11
表 6 開挖回填作業特定危害要因辨識表 12
表 7「災害發生的可能性」之評價點數與水準 13
表 8「危害發生的嚴重性」之評價點數與水準 13
表 9 風險水準矩陣表 13
表 10 風險等級表 13
表 11 風險評估表格例 14
表 12 準備作業風險評價與評估表 14
表 13 整地作業風險評價與評估表 15
表 14 開挖作業風險評價與評估表 15
表 15 置管及接管風險評價與評估表 16
表 16 開挖回填風險評價與評估表 16
表 17 準備作業災害預防對策表 21
表 18 整地作業災害預防對策表 21
表 19 開挖作業災害預防對策表 22
表 20 置管及接管作業災害預防對策表 24
表 21 開挖回填作業災害預防對策表 24
表 22 法定管理人員及法令規定職責表 25
表 23 第一線作業之防護設備、方法 26

表 24 作業人員、主管等之資格及職掌 ……27
表 25 管道工程常見危害預防相關規定 ……29
表 26 各種擋土設施之特徵 ……33
表 27 管道施工與安全(準備作業）……38
表 28 管道施工與安全（整地作業）……39
表 29 管道施工與安全（開挖作業） ……40
表 30 管道施工與安全（置管及接管作業） ……41
表 31 管道施工與安全（開挖回填作業） ……42

一、 管道工程施工方法及流程

（一）管道工程概述

管道工程應用相當廣泛，包括電信埋管工程、人孔管道工程、電力公司配電管路工程、自來水公司輸水管埋設工程等。施工單位主要爲土木工程業與電路及管道工程業。工程屬於暫時性開挖，當管路架設好即行掩蓋，開挖深度屬於淺開挖，以電信埋管工程爲例，深度約1.5至2公尺，工程規模通常較小。

本指引僅就管道工程最常採用之明挖覆蓋法進行探討。而因管道工程內容繁瑣，盡可能針對工程之特殊性作重點式之說明，如有一般性之施工步驟，請參閱行政院勞委會安全衛生研究所相關施工安全技術手冊及規範。

（二） 施工方法概述

管道工程開挖時，通常先以挖土機（怪手）做粗開挖到所需深度與寬度，並將挖掘所產生之廢土堆放管溝兩側或由砂石車運送丟棄他處，而後再以人工方式修整管溝底部或側壁以達到所需尺寸，接著進行佈置管線與埋設的工作。例如，電力業與電信業所用塑膠管，皆以人工傳接方式或直接放入溝底；自來水業使用的金屬管則由挖土機吊放與開挖工人手扶方式吊放入溝底，長距離埋設則需每2至6公尺需以人工的方式做接管工作，最後再由小型推土機將溝旁回填土推入管溝以及壓平完成作業程序。

（三） 施工機具概述

主要施工設備包括開挖、運輸、與夯壓等三類機械，茲分別敘述如下:

1. 開挖機械

依挖土方式之不同所選用之開挖機械亦有所不同：

- 前進方式：推土機（圖 1）、裝載機（圖 2）、動力鏟（圖 3）、刮運機（圖 4）等
- 後退方式：鋤土機（俗稱挖溝機或怪手，圖 5）、拖斗挖泥機（圖 6）等
- 垂直方式：蛤殼式抓土挖土機（圖 7）

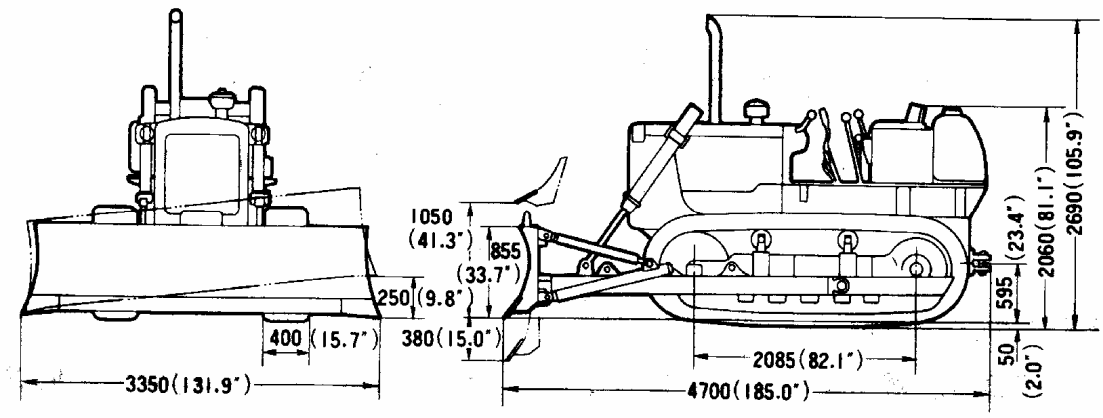


圖 1 推土機

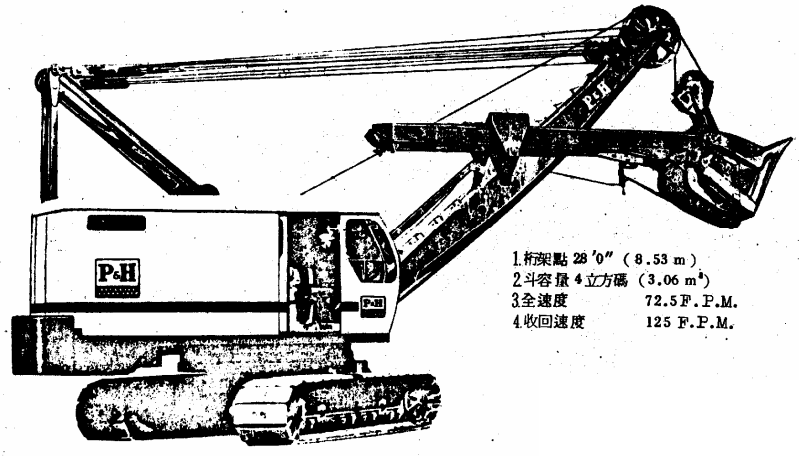
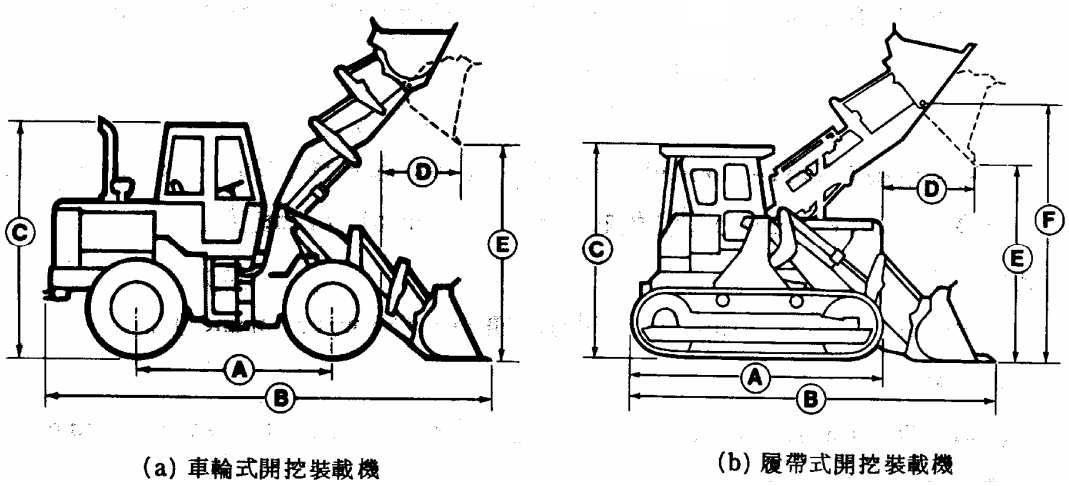


圖 2 裝載機



(a) 車輪式開挖裝載機　　(b) 履帶式開挖裝載機

圖 3 動力鏟

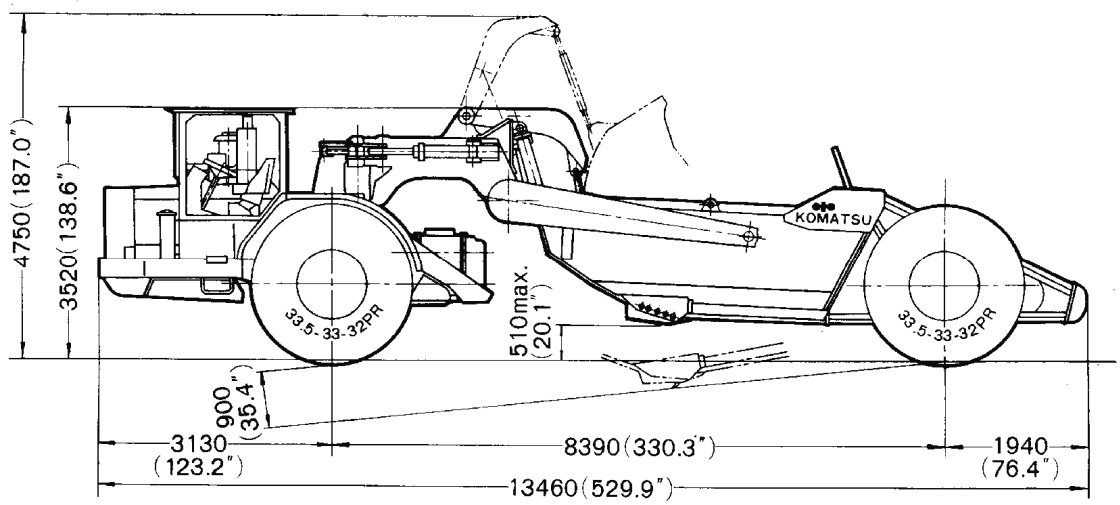


圖 4 刮運機

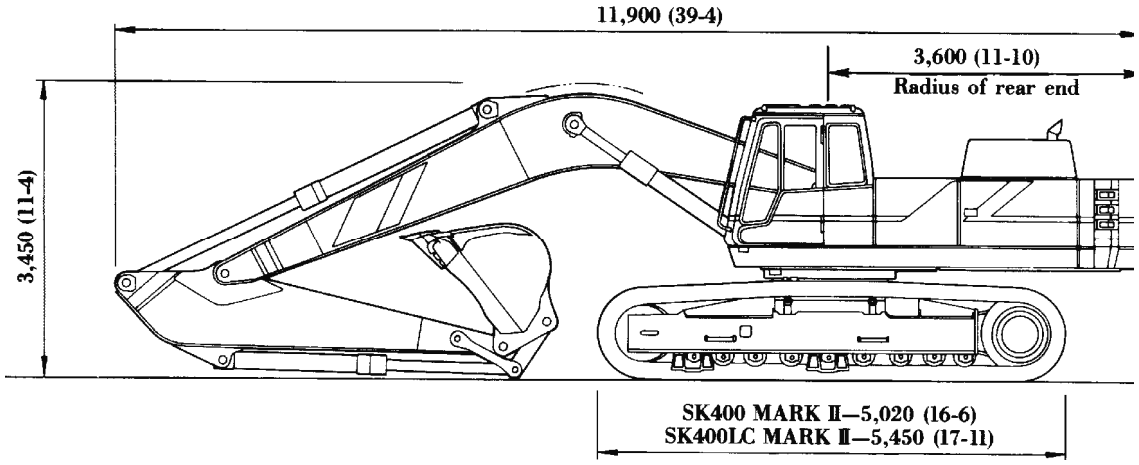


圖 5 挖溝機（鋤土機）

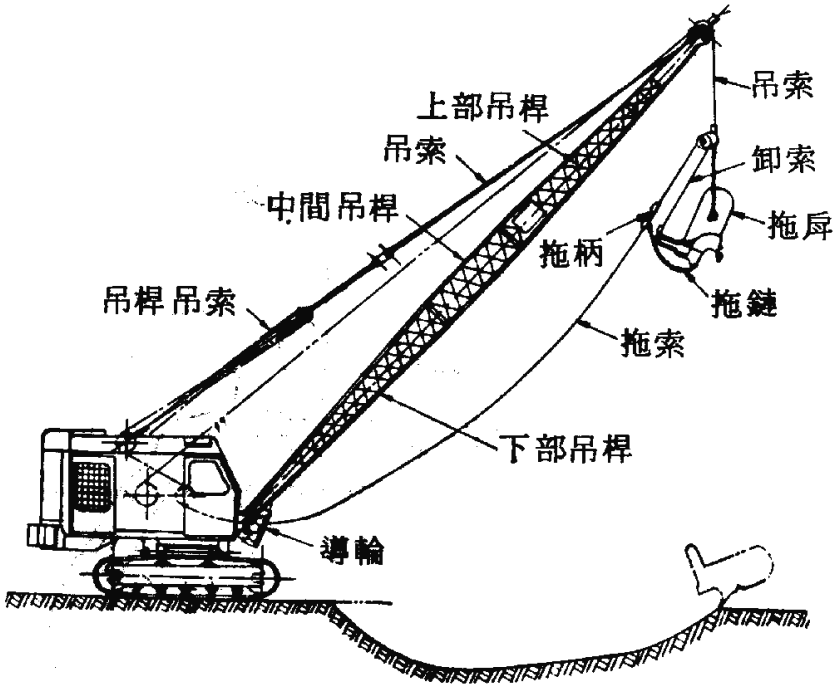


圖 6 托斗挖泥機

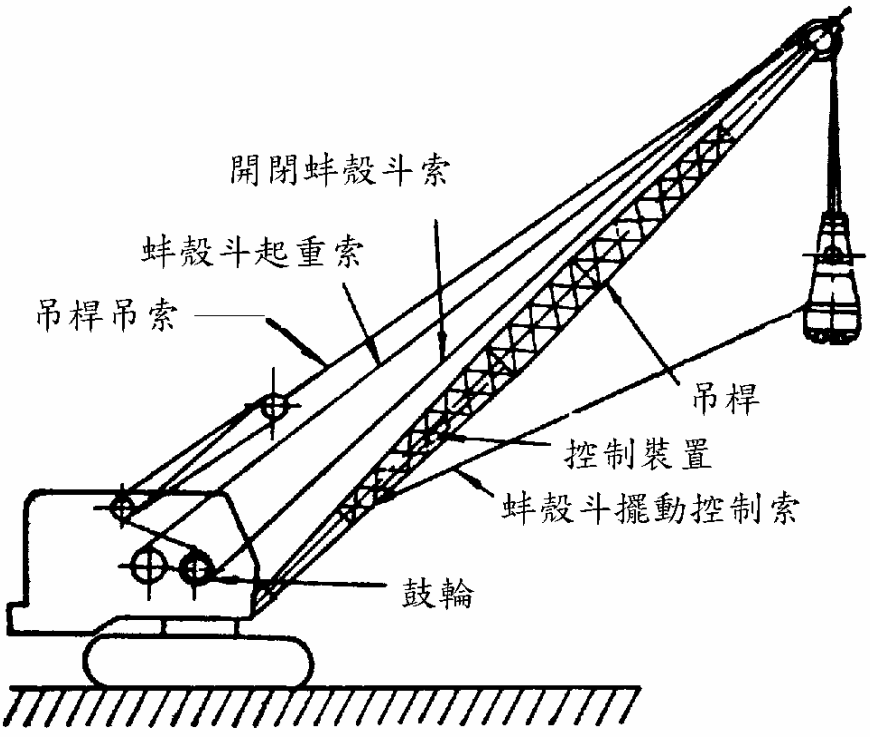


圖 7 蛤殼式抓斗挖土機

其中，前進式挖土機械之挖掘能量通常較大，適用於開闊大面積之開挖作業。

後退式挖土機械之延伸範圍較大，適用於面積不大、單層挖深較大、或超越障礙之挖掘工作。垂直式挖土機械由於機體龐大、機動性差、但卻有極大向下延伸之挖掘能力，故僅適用於小面積之深開挖工作。由於俗稱怪手之鋤土機在國內爲一應用極廣泛之工程機械—可用來挖掘、裝載、吊舉、或改裝成破碎機等等，因而幾可稱之爲萬用機。故將其作業應注意事項敘述如下：

（1）不得供爲主要用途以外之用途。

（2）對於最大速率超過每小時十公里之車輛系營建機械，應於事前依相關作業場所之地質、地形等狀況，規定車輛行駛速率，並使勞工依該速率進行作業。

（3）使用之機械有損壞地下電線、電纜、危險或有害物管線、水管等地下埋設物，而有危害勞工之虞者，應妥爲規劃該機械之施工方法。

（4）挖掘前，應對地下管線及其他埋設物調查明確並標示出其正確位置。

（5）事前決定開挖機械、搬運機械等之運行路線及此等機械進出土石裝卸場所之方法，並告知勞工。

（6）於搬運機械作業或開挖作業時，應指派專人指揮，以防止機械翻覆或勞工自機械後側接近作業場所。

（7）車輛機械應裝設倒車或旋轉警示燈及蜂鳴器，以警示周遭其他工作人員。

（8）作業前、大雨或四級以上地震後，應指定專人確認作業地點及其附近之地面有無龜裂、有無湧水、土壤含水狀況、地層凍結狀況及其地層變化等，並採取必要之安全措施。

（9）應充分瞭解各項警告系統所代表的訊息，並遵照技術手冊上的各項規定。

（10）挖土機之桁架及挖臂的運動範圍必須遠離各種架空纜線，並確定有適當的迴旋間隔，以免碰到其他物體。

（11）禁止停放於有滑落危險之虞之斜坡，夜間禁止停放於交通要道。

（12）行駛時，應將桁架放於行進之前方。

（13）不得使動力系挖掘機械於鏟、鈸、吊斗等，在負載情況下行駛。

（14）在移動機具之前，應確定無人在機具上工作或走近機具。

（15）不得使勞工搭載於堆高機之貨叉所承載貨物之托板、撬板及其他堆高機（乘

坐席以外）部分。

（16）車輛機械之煞車裝置、控制盤、排氣系統、傳動裝置、燈光、液壓等各項裝置，應依交通有關法規之規定辦理。

（17）車輪機械應有足夠之馬力及強度，承受其規定之荷重；並應裝置銘牌或相等之標示指出空重、載重、額定荷重等。

（18）作業前應測試各項操作桿的控制動作及引擎油門加減速動作是否正常。

（19）傾聽有無不正常之雜音。

（20）應注意遠離帶電導體，以免感電。

（21）作業前檢查滅火機是否裝妥可用。

（22）駕駛者離開其位置時，應將吊斗等作業裝置置於地面，並將原動機熄火、制動，並安置煞車等，防止該機械逸走。

（23）開挖出之土石應常清理，不得堆積於開挖面之上方或開挖面高度等值之坡肩寬度範圍內。

（24）不要穿寬鬆的衣服，或戴珠寶在手上，因爲這些東西會鉤住操作桿或其他物體而發生危險。

2. 運輸機械

土方開挖後，開挖土需加以裝載及運離。在通常情形下，開挖機械均具相當之裝載與運輸能力，僅在大量或遠運時，才使用專門之裝載與運輸機械。

（1）兼具開挖、裝載、與運輸之機械

A. 裝載機：具優異之裝載能力及適於大量之裝載作業、及短距離之運輸工作。

B. 刮運機：具優異之淺挖（10-20cm 挖深）、裝載、運輸（經濟運距達 1.5km）及舖散能力，適於大面積土方作業。

C. 兼具開挖與裝載之機械

D. 俗稱怪手之鋤土機

E. 動力鏟

F. 拖斗挖泥機

G. 抓土挖土機（蛤殼式或橘皮式）

其中前三者延伸範圍較大，適用於面積不大、單層挖深較大、或超越障礙之挖掘及直接裝載工作，而怪手則因其機體輕巧、機動性較佳而廣爲國人愛用。

而抓土挖土機（蛤殼式或橘皮式）由於機體龐大、機動性差、但卻有極大向下延伸之挖掘能力，故僅適用於小面積之深開挖及直接裝載工作。

（2）兼具開挖與運輸之機械

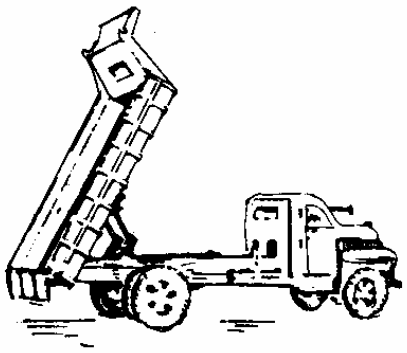
推土機：適於作業範圍在 100m 以內之地表淺挖或障礙物清除以及散舖填土等工作。

（3）運輸機械

A. 傾卸卡車：爲水平搬運法土方運輸之主力機械。其傾卸方式主要有後傾式（圖 8）與側傾式（圖 9）兩種，而其中又以後傾式最常用。

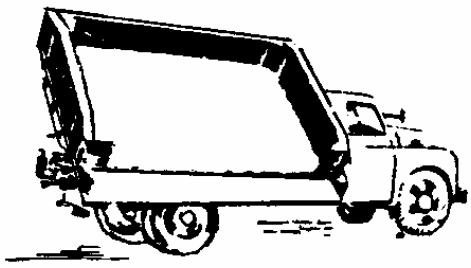
B. 升降機、聯斗式輸送機、或吊斗等：爲垂直搬運法之土方運輸機械，因此 等機械均爲固定式裝置，故爲將低層土方轉運至高層後，通常均需再轉由傾卸車做進一步之運輸處理。

C. 輸送帶：適於工作空間受限、需連續搬出土方之作業場所。



後傾式

圖 8 後傾式傾卸車



側傾式

圖 9 側傾式傾卸車

3. 回填作業機械

回填作業使用之機械除夯壓機械外，其餘之裝載、運輸機械均與前述者相同。

一般常用之夯壓機有大面積夯壓之壓路機（圖 10），與小面積之手持式夯壓機（圖 11）。

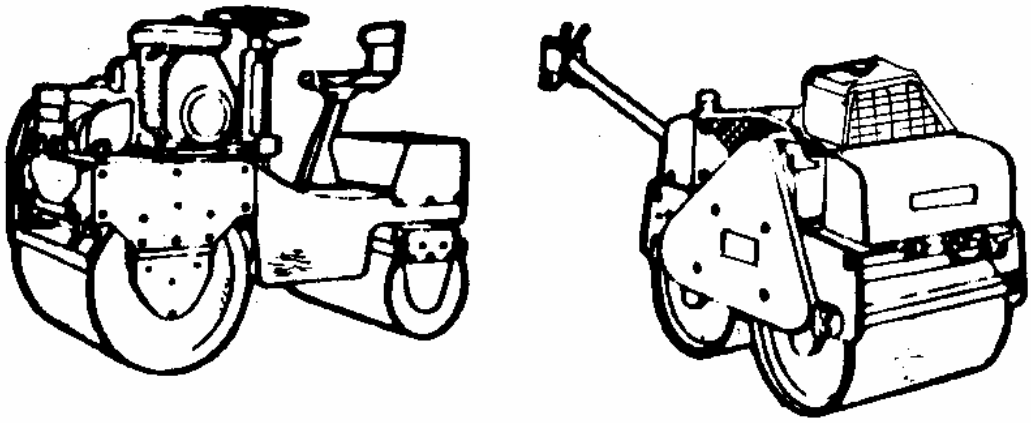


圖 10 壓路機

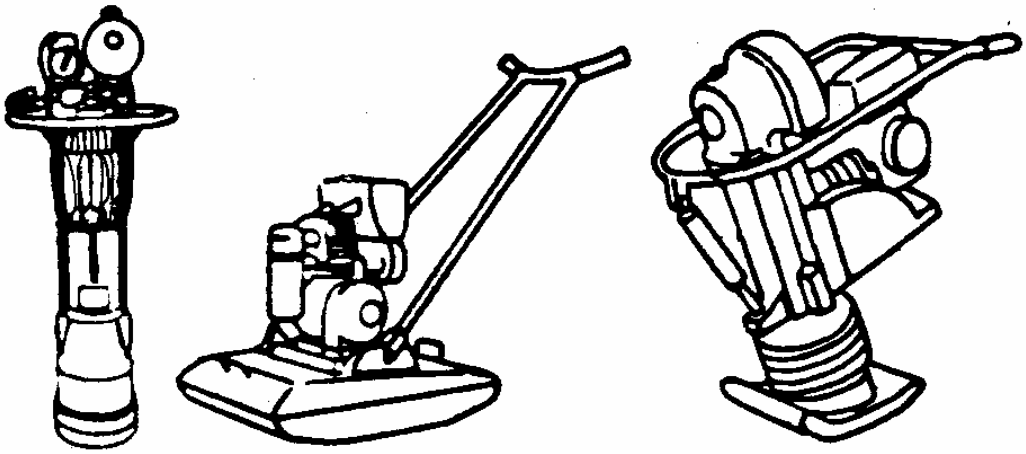


圖 11 夯壓機

（四）施工作業流程

所謂挖掘（excavation）是指人爲方式在地表上挖掘土壤所造成的切割（cut）、洞穴（cavity）、溝渠（trench）、或凹坑（depression）。而本研究所探討的管溝開挖（trench excavation）是指在地表以狹窄方式（相對於長度而言）所做的開挖。通常這類開挖的深度大於其開挖寬度。本研究的對象，其開挖深度約2公尺，開挖寬度約0.7公尺~1.5公尺，施工長度由數十公尺到數百公尺。

一般而言，管溝開挖作業程序未使用保護設施時，管溝開挖作業程序大致如下：

1. 準備作業
2. 整地：以施工機械進行整地。
3. 開挖：以施工機械進行開挖，開挖土壤通常運至其他場所。

4. 置管及接管:如果是水泥管,須以施工機械置放，再由施工人員於溝內進行接管。
5. 回填：由其他場所將土壤運至現場回填。

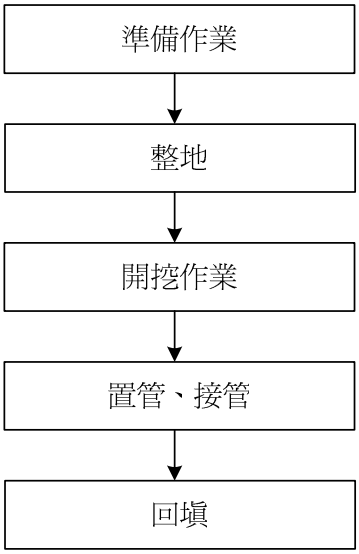


圖 12 管道工程作業程序

（五）施工注意事項

1. 對交通維持、鄰房保護、安全監測、警戒值設定、緊急處理計劃、及安衛環保措施均應安排妥當。
2. 事故一般多在發生前 5-6 日即已有徵兆出現，因此若能定期實施擋土壁之變形檢測，在某種程度內概可預測出事故之發生。故而在開挖作業過程中，應經常（定期）實施擋土支撐設施之檢查、計測及周圍道路狀況之檢視、觀測等工作，並妥善保管其照片、紀錄資料等。特別是開挖面附近有公共埋設物等時，應事前與有關單位協調，並監測其沉陷狀況。
3. 若開挖面崩塌應立即停止作業，疏散現場作業人員，並派遣部分作業人員進行緊急處置。如在崩塌區之區域回填級配砂石料，利用土石重量穩定坍崩區外側之土壓力。而若四周有維生管線，應立即通報相關主管單位、縣市政府消防局，以利相關單位可立即關閉管線，並應視災害規模，請求派遣協調人員至災害現場，以掌握災害狀況，迅即實施適當之緊急應變措施。另外，需在四周設立禁止通行標誌，使非搶救人員不得進入，必要時應採取災害現場警戒、交通管制、疏散民眾及維護治安等措施。

二、 作業危害分析

（一） 管道工程施工方法危害辨識與風險內容

爲了使其內容更爲清楚、易於瞭解，本研究建議每一作業項目用一特定危害要因辨識表，以利於爲風險辨識的進行。

表 1 特定危害要因辨識內容表格例

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型

1. 準備作業之特定危害要因辨識內容

準備作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 2 準備作業特定危害要因辨識表

工作步驟	特定的危害	可能災害類型
調查	未確認的埋設物的損害 第三者闖入未設置安全設備之災害 路上的交通災害	人員撞擊
假設設施	材料設備搬運時與車輛及第三者之碰撞 材料設備搬運卸載時之傾倒 設置圍籬時與傾倒資材之碰撞 組裝假設設施時發生墜落 假設配線時發生感電意外	交通事故 物體飛落 物體倒塌 人員墜落 人員感電

2. 整地作業之特定危害要因辨識內容

整地作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 3 整地作業特定危害要因辨識表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型
作業區域設置	作業人員遭一般車輛撞擊	人員撞擊
路面刨除	刨除機械使用或擺置不當造成人員受傷造成	人員切割傷

3. 開挖作業之特定危害要因辨識內容

開挖作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 4 開挖作業特定危害要因辨識表

工作步驟	特定的危害	可能災害類型
打設鋼板樁	吊掛不良造成鋼板樁飛落 鋼板樁置放不妥造成塌落 作業人員遭吊車撞擊 鋼板樁裝載、卸下之飛落	物體飛落 物體倒塌 人員撞擊 管材裝載、 卸下之飛落
管溝開挖	人員跌落開挖開口部 開挖部兩側土石崩落 作業人員遭挖土機撞擊 挖破瓦斯、電力、水管	人員墜落 土壤倒塌 人員撞擊 爆炸、中毒 人員感電 異常出水
架設支撐設施	組裝不當而導致支撐設施崩落 H型鋼受到搖動衝撞作業員 吊具的破損或吊放不當而導致鋼材墜落 支撐設施鬆落 作業人員於開挖開口部跌落	物體倒塌 人員撞擊 物體飛落 物體飛落 人員墜落
路面覆工作業	置放不良導致覆工板於開挖開口部墜落 吊具的破損或吊放不當而導致鋼材墜落 作業人員遭吊車撞擊	物體飛落 物體飛落 人員撞擊
棄土搬運	作業人員遭挖土機撞擊	人員撞擊

4. 置管及接管作業之特定危害要因辨識內容

置管及接管作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 5 置管及接管作業特定危害要因辨識表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型
管線投入	吊具的破損或吊放不當而導致材料墜落	物體飛落
管線佈設	密閉空間造成作業人員缺氧 開挖兩側土石崩落	人員缺氧 土壤崩塌

5. 開挖回填作業之特定危害要因辨識內容

開挖回填作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 6 開挖回填作業特定危害要因辨識表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型
回填	傾卸車移動中撞擊人員 傾卸車在投入回填沙時作業人員被埋住 吊具的破損或吊放不當而導致蓋版飛落	人員撞擊 物體飛落 物體飛落
支撐設施拆除	吊具的破損或吊放不當而導致鋼材飛落 作業人員於開挖開口部墜落 在拆除支撐時因晃動造成撞擊 電焊作業所產生的火花	物體飛落 人員墜落 人員撞擊 火災

（二） 管道工程施工風險的評價與評估

1. 管道工程施工風險的評價

此階段主要目的在於針對管道工程中各項作業所辨識的危害與風險內容進行風險大小的評價，並一該作業風險評價之高低決定是否進行風險減低對策之實施。

本研究採用「可能性」與「嚴重性」做爲評價風險的二要項，即

風險 ＝ （a） 危害發生的可能性 與 （b） 危害發生的嚴重性 的組合

換言之，風險評價系在推定危害發生的可能性爲何？與該危害發生時的嚴重程度。其組合的評價可採用相乘或相加的方式來表現，本研究採相乘方式，及（a）×（b）來表示。

可能性與嚴重性的程度究竟採用何種水準來表現，並沒有一定的規則可循，可依工作場所的特性、作業內容、機械設備、作業人員數與素質等自行決定。

本研究擬採用專家判斷爲依據，將災害發生的可能性與危害發生的嚴重性各分成四種水準，不同的評價點數如表 7 與 8。

表 7 「災害發生的可能性」之評價點數與水準

評價點數	水 準	說　明
4	極可能的	立即或短時間內可能發生
3	很可能的	很可能會發生
2	可能的	或許會發生
1	不太可能的	不太可能發生

表 8 「危害發生的嚴重性」之評價點數與水準

評價點數	水　準	說　明
4	災難性的	立即性的危險，能引發大規模死亡、傷病的危害物
3	危急性的	會造成嚴重疾病、重傷或財產設備損失的危害
2	最低限度	會造成疾病、傷害或財產損失的危害，但其結果並不嚴重
1	可忽視的	不會造成嚴重傷病的危害，除較小的急救案例外，發生的機會微乎其微

將表 7 與表 8 編成表 9 所示的風險水準矩陣表，計算其風險的水準（可能性評價點與嚴重性評價點的乘積）。

表 9 風險水準矩陣表

		可能性			
		4	3	2	1
嚴重性	4	16	12	8	4
	3	12	9	6	3
	2	8	6	4	2
	1	4	3	2	1

進而根據表 9 而訂定風險等級表 10，如下表所示。

表 10 風險等級表

風險大小	風險等級
8～16	高度風險
6	中度風險
1～4	低度風險

2. 管道工程施工風險的評估

此階段係依據所設定原則視情形而實施風險減低對策。根據表 10 的風險等級而進行各個工作單元的風險評估，判定該風險可否容許。

可否容許的基線基本上是由組織自行判定，此種需依據組織的工程情形、法規上的要求、地質狀況、現場環境狀況、作業人員素質及趕工的迫切性等因素，並需考慮到風險減低措施的實現性等而定。

本研究因考慮到隧道工程災害的嚴重性，擬將表 中的「高度風險」者與「中度風險」者均視爲「不可容許」需採取風險減低對策。「低度風險」者，則視情形實施風險減低對策。表中未列者，則要注意，落實日常安衛管理項目即可，表格如下表所示。

表 11 風險評估表格例

工作步驟	特定的危害	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估

（三）災害成害分析表

1. 準備作業之風險評價與評估

準備作業之特定危害要因辨識內容如下表所示。

表 12 準備作業風險評價與評估表

工作步驟	特定的危害	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估
調查	未確認的埋設物的損害 第三者闖入未設置安全設備之災害 路上的交通災害	人員撞擊	2	1	2	L
			2	2	4	L
			2	2	4	L
假設設施	材料設備搬運時與車輛及第三者之碰撞 材料設備搬運卸載時之傾倒 設置圍籬時與傾倒資材之碰撞 組裝假設設施時發生墜落 假設配線時發生感電意外	交通事故 物體飛落 物體倒塌 人員墜落 人員感電	2	2	4	L
			3	2	6	M
			2	2	4	L
			3	2	6	M
			3	2	6	M

2. 整地作業之風險評價與評估

整地作業風險評價與評估如下表所示。

表 13 整地作業風險評價與評估表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估
作業區域設置	作業人員遭一般車輛撞擊	人員撞擊	2	2	4	L
路面刨除	刨除機械使用或擺置不當造成人員受傷造成	人員切割傷	2	2	4	L

3. 開挖作業之風險評價與評估

開挖作業風險評價與評估如下表所示。

表 14 開挖作業風險評價與評估表

工作步驟	特定的危害	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估
打設鋼板樁	吊掛不良造成鋼板樁飛落	物體飛落	3	2	6	M
	鋼板樁置放不妥造成塌落	物體倒塌	2	2	4	L
	作業人員遭吊車撞擊	人員撞擊	3	2	6	M
	鋼板樁載重、卸下之飛落	物體倒塌 土壤崩塌	2	2	4	L
管溝開挖	人員跌落開挖開口部	人員墜落	3	3	9	H
	開挖部兩側土石崩落	土壤崩塌	3	3	9	H
	作業人員遭挖土機撞擊	人員撞擊	2	2	4	L
	挖破瓦斯、電力、水管	爆炸、中毒 人員感電 異常出水	3	3	9	H
架設支撐設施	組裝不當而導致支撐設施崩落	物體倒塌	3	3	9	H
	H型鋼受到搖動衝撞作業員	人員撞擊	3	2	6	M
	吊具的破損或吊放不當而導致鋼材墜落	物體飛落	2	2	4	L
	支撐設施鬆落	物體飛落	3	2	6	M
	作業人員於開挖開口部跌落	人員墜落	3	3	9	H
路面覆工作業	置放不良導致覆工板於開挖開口部墜落	物體飛落	3	2	6	M
	吊具的破損或吊放不當而導致鋼材墜落	物體飛落	3	2	6	M
	作業人員遭吊車撞擊	人員撞擊	2	2	4	L
棄土搬運	作業人員遭挖土機撞擊	人員撞擊	2	2	4	L

4. 置管及接管作業之風險評價與評估

置管及接管風險評價與評估如下表所示。

表 15 置管及接管風險評價與評估表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估
管線投入	吊具的破損或吊放不當而導致材料墜落	物體飛落	3	2	6	M
管線佈設	密閉空間造成作業人員缺氧 開挖兩側土石崩落	人員缺氧 土壤崩塌	4	3	12	H
			4	3	12	H

5. 開挖回填作業之風險評價與評估

開挖回填風險評價與評估如下表所示。

表 16 開挖回填風險評價與評估表

工作步驟	特定的危害要因	可能災害類型	風險評估			
			嚴重性	可能性	評價值	評估
回填	傾卸車移動中撞擊人員	人員撞擊	2	2	4	L
	傾卸車在投入回填沙時作業人員被埋住	物體飛落	3	2	6	M
	吊具的破損或吊放不當而導致蓋版飛落	物體飛落	3	2	6	M
支撐設施拆除	吊具的破損或吊放不當而導致鋼材飛落	物體飛落	3	2	6	M
	作業人員於開挖開口部墜落	人員墜落	2	2	4	L
	在拆除支撐時因晃動造成撞擊	人員撞擊	3	3	9	H
	電焊器所產生的火花	火災	3	2	6	M

三、 危害要因分析及災害預防對策

（一） 各類災害之危害要因分析

1. 倒塌

由於土壤本身強度不足或過度開挖，或因施工車輛造成超額載重及集中應力，均可能發生開挖面的土砂崩塌，使開挖面崩塌而造成作業勞工的傷亡。

2. 異常出水

管道開挖作業時，可能因地下水由地層裂隙、斷層破碎帶等湧入或自然水管的破損，而造成異常出水，或引致開挖面之崩塌、水量過大，以致機具異常沈降，及人員逃避不及，造成溺水等災害。

3. 墜落、滾落

由於開挖造成開口部，作業勞工不慎則有可能造成傷亡。通常發生在作業員的身體狀況不佳或設備及作業管理不良爲主要因素。

4. 有害氣體中毒

管道開挖過程中，可能發生害氣體中毒，常係因甲烷、硫化氫、一氧化碳、二氧化碳、二氧化硫等有害氣體，因地盤擾動而入侵，或是施工造成瓦斯管的破損因而造成災害。

5. 火災/瓦斯爆炸

開挖時造成地下瓦斯管破損，或天然瓦斯的流入，都造成管道內充滿爆炸性的氣體，其中最常見的爲甲烷，若因某種原因點火，會發生爆炸並造成工作人員及設備之機械損傷。

6. 感電

在工程上，因爲作業需要而採用電氣，如未妥善處理或設置防止感電之圍護、絕緣披覆，就經常有感電的危險，主要的原因包括地下電線破損、接地不良、電氣機器不良、漏電，或由非合格人員設置電氣設備與操作所造成。

7. 缺氧

管道工程於置管、接管作業階段，常因通風不良、菌微生物之耗氧、焊接等會消耗氧氣之作業，將空間中的氧氣量降低，造成缺氧狀態，這些原因都將造成

工作人員的傷害。

8. 其他災害

（1）起重機/營建機械災害。

這類災害起因於機械操作的錯誤或操作上的不注意，或因軟弱地盤造成機械的傾倒、機械檢查不周造成鋼索的斷裂/鬆弛，都會造成起重機或營建機械造成災害。

（2）交通災害

工區現場的搬運車輛等進出之時，可能對一般車輛或步行者造成傷 害，有關這方面，配置交通指揮人員，設置確實的作業帶。此外，有關工程車輛應嚴守交通規則，避免任意停車、超載或超速等違規情形的發生。

（3）噪音及振動災害

因施工機械的運作會造成施工噪音及振動，除危害作業管之外，亦影響到鄰近居民的生活安寧與舒適。

（4）地震

在地震後容易使土壤鬆動而產生破壞，應儘速中斷作業，撤退全部作業人員，之後已施工部份或機械/電器關係是否受損作必要之修復/補強/更換等必要措施。此等處置完成之後，再確認工區全體的安全，再開始作業。

要了解各災害類型的要因，不外由涉及該災害類型的人、設備、材料、環境著手，而找出能導致災害（事故）的情況和因素。以下針對部分災害類型之危害要因分述如下：

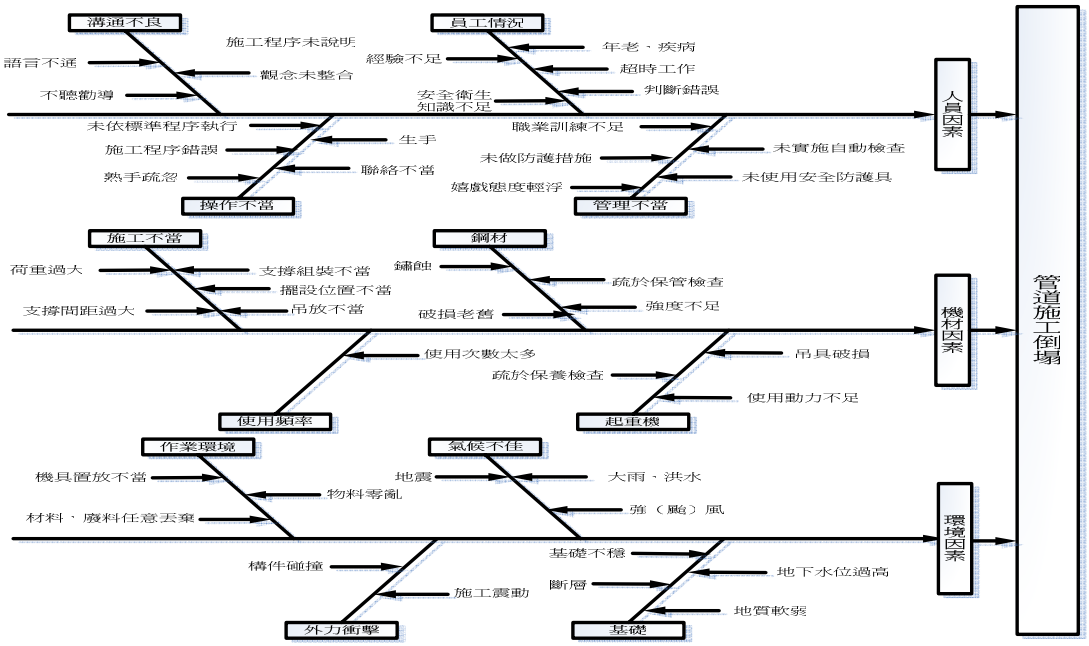


圖 13 管道施工倒塌危害要因圖

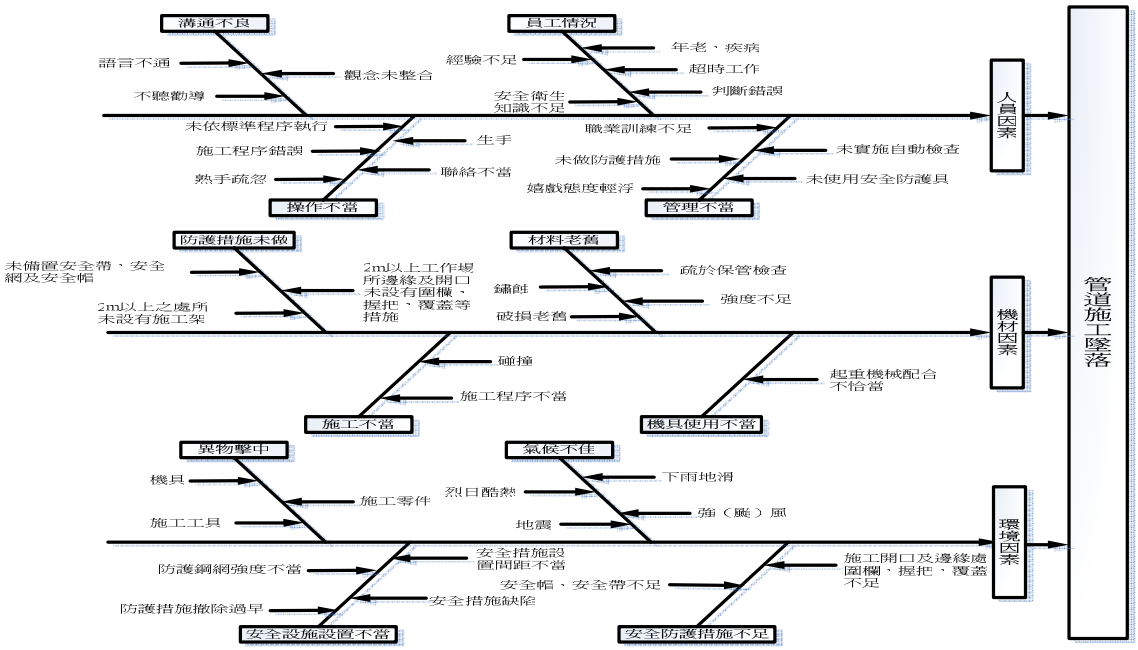


圖 14 管道施工墜落危害要因圖

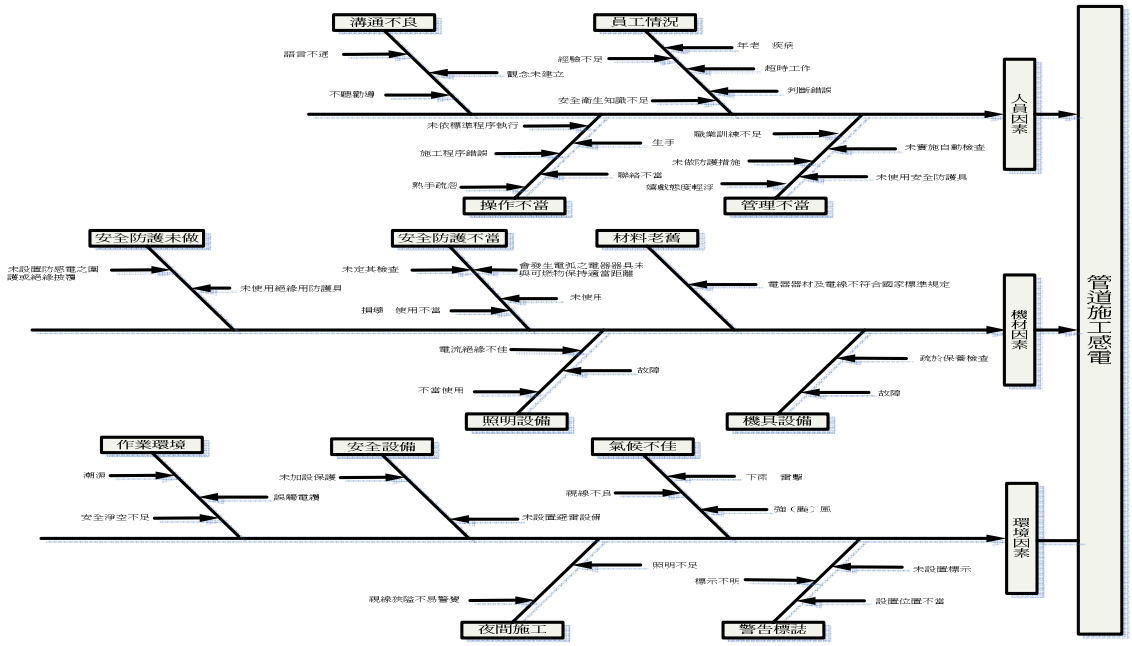


圖 15 管道施工感電危害要因圖

（二） 災害預防對策

檢索表

簡稱	法規名稱	修正日期	文號
安衛法	勞工安全衛生法	91 年 6 月 12 日	總統華總一義字第 09100116850 號令
安衛細則	勞工安全衛生法施行細則	91 年 4 月 25 日	行政院勞工委員會 (91) 勞安一字第 0910020529 號令
營造標準	營造安全衛生設施標準	93 年 12 月 31 日	行政院勞工委員會勞安二字第 0930064359 號令
安衛規則	勞工安全衛生設施規則	91 年 6 月 12 日	行政院勞工委員會勞安二字第 0930051664 號令
氣壓標準	異常氣壓危害預防標準	91 年 6 月 12 日	行政院勞工委員會 (84) 台勞安三字第 138657 號令
管理辦法	勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法	91 年 6 月 12 日	行政院勞工委員會勞安一字第 0910064375 號令
缺氧則	缺氧正預防規則	91 年 6 月 12 日	行政院勞工委員會 (87) 台勞安三字第 023366 號令
機具則	起重機升降機具安全規則	91 年 6 月 12 日	行政院勞工委員會 (85) 台勞安二字第 111266 號令

1. 災害預防對策表

表 17 準備作業災害預防對策表

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
準備作業	調查	人員撞擊	1. 事前調查地下埋設物之埋設深度、危害性質，並於評估後採取適當防護措施。 2. 工作場所之周圍設置適當之固定式圍籬，並於明顯位置裝設警告標示。 3. 對於有車輛出入、使用道路作業或有導致交通事故之虞之工作場所，應規定設置交通號誌、標示或柵欄。 4. 應置備反光背心等防護衣，使勞工確實使用。	★營造標準第 11 條 ★營造標準第 8 條 ★營造標準第 10 條、安衛規則第 20-1 條 ★安衛規則第 280-1 條
	假設設施	交通事故 物體倒塌 物體飛落 人員墜落 人員感電	1. 物料搬運、處置，如以車輛機械作業時，應事先清除其通道，並妥善規劃運輸路線，並作標示。 2. 起重機之使用應事先實施荷重試驗，確認無異狀，並指定監督人員，從事監督指揮工作。 3. 起重機應於操作人員及吊掛人員作業者易見處，置有額定荷重之明顯標示。 4. 堆置物料，為防止倒塌、崩塌或掉落，應採取繩索、護網、檔樁、限制高度或變更堆積等必要措施，並規定禁止與作業無關人員進入。 5. 高度在二公尺以上之工作場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。若前項措施顯有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止因墜落而致遭受危險之措施。 6. 從事裝設、拆除或接近電路時，應戴用絕緣用防護具。	★安衛規則第 152、155 條 ★安衛規則第 88、89 條、機具則第 14 條 ★安衛規則第 89 條、機具則第 44 條 ★安衛規則第 153 條 ★安衛規則第 224 條 ★安衛規則第 262 條

表 18 整地作業災害預防對策表

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
整地作業	作業區域設置	人員撞擊	1. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。	★安衛規則第 119 條
	路面刨除	人員切割傷	1. 雇主應設置開關、離合器、移帶裝置等動力遮斷裝置。 2. 切削工具因切削或本身缺損，於加工時有飛散致危害勞工之虞者，雇主應於加工機械上設置護罩或護圍以防止之。	★安衛規則第 48 條 ★安衛規則第 55 條

表 19 開挖作業災害預防對策表

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
開挖作業	打設鋼板樁	物體飛落 物體倒塌 人員撞擊 土壤崩塌 物體飛落	1. 起重機之吊鉤或吊具應有防止吊舉中所吊物體脫落之裝置。 2. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕。 3. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 4. 配戴安全帽等防護具。 5. 鋼板樁應採取繩索綑綁、護網、擋樁、限制高度或變更堆積等必要措施，並規定禁止與作業無關人員進入。 6. 起重機之作業，應規定一定之運轉指揮信號，並指派專人負責辦理。 7. 應於起重機具運轉時採取防止吊掛物通過人員上方及人員進入吊掛物下方之設備或措施。 8. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。 9. 依地質鑽探資料，研判土壤性質、地下水位及地面荷載現況，並據予構築擋土支撐設施。 10. 大雨過後應指定專人確認作業地點及其附近地面有無異常出水、土壤含水狀況等，並採取必要之安全措施。 11. 應事前檢查鋼板樁不得有顯著之損傷、變形或腐蝕。 12. 設置鋼構時，其各部尺寸、位置均需測定，妥爲校正，並用臨時支撐或螺栓等使其充分固定後，再行熔接。 13. 吊運長度超過六公尺以上時，應在適當距離之兩端以拉索捆紮拉緊，保持平穩以防擺動，作業人員暴露於其旋轉區內時，應以穩定索繫於構架尾端使之穩定。 14. 吊運鋼板樁時，應於置放前將其捆妥或繫於固定之位置。	★安衛規則第 90 條 ★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★安衛規則第 238、280 條 ★安衛規則第 153 條、營造標準第 32 條 ★安衛規則第 88 條 ★安衛規則第 92 條、機具則第 17 條 ★安衛規則第 119 條 ★營造標準第 73 條 ★營造標準第 63、65 條 ★營造標準第 72、74、75 條 ★營造標準第 148 條 ★營造標準第 148 條 ★營造標準第 148 條
開挖作業	管溝開挖	人員墜落 土壤崩塌 人員撞擊 爆炸、中毒 人員感電 異常出水	1. 高度在二公尺以上之工作場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。若前項措施顯有困難，應採取使勞工使用安全帶等防止因墜落而致遭受危險之措施。 2. 設置警告標示，禁止與工作無關人員進入。 3. 擬定開挖計畫。 4. 大雨過後應指定專人確認作業地點及其附近地面有無異常出水、土壤含水狀況等，並採取必要之安全措施。 5. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。應事前就作業地點及其附近，施以鑽探、試挖或其他適當方法從事調查，以了解有無地下埋設物及其狀況。 6. 應採取懸吊或支撐該管線，或予以移設等必要措施，並指派專人現場指揮施工。	★安衛規則第 224 條 ★安衛標準第 78 條 ★營造標準第 63 條 ★營造標準第 65 條 ★安衛規則第 119 條 營造標準第 63 條

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
			7. 使用之機械有損壞地下電線、電纜危險或有害物管線、水管等地下埋設物，應妥爲規劃該機械之施工方法。	★營造標準第 68 條 ★營造標準第 69 條
開挖作業	架設支撐設施	物體倒塌 人員撞擊 物體飛落 人員墜落	1. 應指派檔土支撐作業主管，決定作業方法，直接指揮作業，並檢查材料有否缺陷。 2. 置備加強、修補檔土支撐工程用材料與器材。 3. 樑與樑之間設置繫條，以防止橫向移動。 4. 應於操作人員易見處標示起重機之動作方向及停止位置。 5. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 6. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 7. 起重機結構部分之螺栓、螺帽等，應有防止其鬆拖之措施。 8. 模板支撐架，應每週檢查架材之損傷、安裝及鬆弛狀況。 9. 2M 以上之工作場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。若遇強風、大雨等惡劣天氣，應停止作業。 10. 確實使用安全帶、安全網及必要之防護措施。	★營造標準第 74 條 ★營造標準第 76 條 ★營造標準第 139 條 ★機具則第 35 條 ★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★機具則第 42、67 條 ★管理辦法第 44、67 條 ★營造標準第 17 條、安衛規則第 224、226、281 條 ★營造標準第 17 條
開挖作業	路面覆工作業	物體飛落 人員撞擊	1. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 2. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 3. 起重機結構部分之螺栓、螺帽等，應有防止其鬆拖之措施 4. 護蓋若爲柵狀構造者，間距不可大於五公分。且上方不可放置機動設備或超過其設計強度之重物。 5. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具	★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★機具則第 42、67 條 ★營造標準第 21 條 ★安衛規則第 119 條
	棄土搬運	人員撞擊	1. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具	★安衛規則第 119 條

表 20 置管及接管作業災害預防對策表

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
置管及接管作業	管線投入	物體飛落	1. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 2. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 3. 起重機結構部分之螺栓、螺帽等，應有防止其鬆拖之措施。	★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★機具則第 42、67 條
	管線佈設	人員缺氧 土壤崩塌	1. 置備空氣呼吸器、氧氣呼吸器、防塵面具等防護器材。 2. 事前檢測含氣量，並適當的進行換氣。 3. 指派一人以上之監視人員，隨時監視作業狀況。 4. 大雨過後應指定專人確認作業地點及其附近地面有無異常出水、土壤含水狀況等，並採取必要之安全措施。	★安衛規則第 282 條、缺氧則第 25 條 ★安衛規則第 29-1 條、缺氧則第 4、5 條、氣壓標準第 24 條 ★安衛規則第 29-6 條、缺氧則第 17、21 條 ★營造標準第 65 條

表 21 開挖回填作業災害預防對策表

工作步驟		災害類型	預防對策	備註
工作井回填	回填	人員撞擊 物體飛落	1. 營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。 2. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 3. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 4. 起重機結構部分之螺栓、螺帽等，應有防止其鬆拖之措施。 5. 應設置警告標示，並禁止與工作無關之人員進入。	★安衛規則第 119 條 ★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★機具則第 42、67 條 ★安衛標準第 116、232 條
	支撐設施拆除	物體飛落 人員墜落 人員撞擊 感電 火災	1. 鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 2. 鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 3. 起重機結構部分之螺栓、螺帽等，應有防止其鬆拖之措施。 4. 2M 以上之工作場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。若遇強風、大雨等惡劣天氣，應停止作業。 5. 確實使用安全帶、安全網及必要之防護措施。 6. 應於操作人員易見處標示起重機之動作方向及停止位置。 7. 電焊機電源側安裝漏電斷路器，二側安裝自動電擊防止裝置。 8. 置備不導電之滅火設備	★安衛規則第 99 條 ★安衛規則第 100 條 ★機具則第 42、67 條 ★營造標準第 17 條、安衛規則第 224、226 條、 ★營造標準第 17 條、安衛規則第 281 條、 ★機具則第 35 條 ★安衛規則第 243、250 條、安衛法第 5 條 ★安衛規則第 276 條

四、 危害控制

管道工程施工之危害控制，除施工程序需與安全防護設施相互配合管理外，仍應透過工程本身的管理系統予以實施。透過工程管理系統，不斷以 PDCA（計畫-實施-檢核-改正）循環運作，以達到危害控制之目的，然而此管理系統所要控制的是，何人依循既定的安全標準去實施安全設施，並確認以便即時採行等之相關問題。包含工作場所負責人、作業主管、現場工程師、安衛人員、領班、各級作業主管以及指揮與監督人員等，均應依現行法定勞工安全管理之要求，賦予職責管理整個工程安全與安全設施之實行、維護。

（一） 第一線危害之控制

1. 概述

第一線作業所面臨的危害均爲變動不定，而可採行的亦爲短暫的安全設施，在此情形下，要確保防護設施得以發揮，必須仰賴作業主管或專人，透過施工管理的方式，落實人員與安全的防護充分運用。因此，於作業期間只要仍有一位勞工在作業，作業主管或法定由雇主指派之專人均應在場執行職務，及時糾正作業勞工，防止其冒險行爲，不安全動作所帶來之危險。

在管道工程進行中，工程管理系統所要管制的是安全設施由每人依既定安全標準實施，並確認以及時採行之問題。依現行法定勞工安全管理之要求，此安全設施之執行、監督、監視等職責與相關人員之職責如下所示：

表 22 法定管理人員及法令規定職責表

法定管理人員	法定管理人員之職責	備註
工作場所負責人	● 共同作業指揮及協調工作 ● 立即危險下令退避 ● 巡視	★安衛法第 14、18 條
安全衛生管理人員	● 規劃督導自動檢查	★安衛法第 14 條 ★安衛細則第 20 條 ★管理辦法 5 條
作業主管或指派之專人	● 檢查材料、工具，直接指揮作業 ● 分配及在現場監督勞工作業，禁止無關人員進入監督勞工使用安全 帽、安全帶等	
各級主管	● 自動檢查之執行	
管理指揮監督人員	● 巡視	

2. 第一線作業之防護設備、方法

由於第一線危害之防護均屬臨時防護，亦即勞工暴露時間短，防護存在時間短暫，故防護設施以即時、有效爲主。有效之防護，必須由作業主管或專人確實執行法定職責。若從管道工程施工之第一線作業危害中尋求防護，最有效且直接的方法，詳如表 23。

表 23 第一線作業之防護設備、方法

第一線作業	災害	防護設備
假設設施組裝作業 支撐架設、拆除作業	墜落	指定權責人員監視其他勞工安全，當勞工對於墜落之危害呈現無知或有不安全行爲時，給予警告，遇強風、大雨等惡劣天氣，應停止作業。
管溝開挖	崩塌、墜落 感電、中毒 火災爆炸 異常出水	1. 指定權責人員監視其他勞工安全，當勞工對於墜落之危害呈現無知或有不安全行爲時，給予警告。遇強風、大雨等惡劣天氣，應停止作業。 2. 指定開挖作業主管，於開挖前妥善設計，設置擋土支撐，即時監控作業狀況，設置警告防護裝置。 3. 施工前確實調查周圍管線位置並將之遷移，施工階段應監督勞工使用絕緣手套及膠鞋，並定期做可燃性氣體及氧氣的測定，對於無法遷移的管線，則應做適當的防護及支撐。
打設鋼板樁	崩塌	1. 指定開挖及擋土支撐作業主管，於開挖前妥善設計，設置擋土支撐，即時監控作業狀況，設置警告防護裝置。 2. 指派擋土支撐作業主管，直接指揮作業，並檢查材料、器具有否缺陷。
鋼筋組立作業	倒塌	指派擋土支撐作業主管，直接指揮作業，並檢查材料、器具有否缺陷。
吊裝作業、組裝作業	倒塌 物體飛落	1. 指派擋土支撐作業主管，直接指揮作業，並檢查材料、器具有否缺陷。 2. 吊掛作業時，統一指揮確認訊號，採用合格吊掛設備及吊掛人員。
置管及接管作業	缺氧	指定缺氧作業主管，隨時監視作業狀況，並於作業前確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶之狀況。
起動開關、工地焊接	感電	電焊機應確實接地與裝設自動電擊防止及自動斷電系統，並監督勞工配戴安全面罩、防護眼鏡及防護手套等。

3. 作業人員、主管等之資格及職掌

檢索表

簡稱	法規名稱	修正日期	文號
安衛法	勞工安全衛生法	91 年 6 月 12 日	總統華總一義字第 09100116850 號令
安衛細則	勞工安全衛生法施行細則	91 年 4 月 25 日	行政院勞工委員會 (91) 勞安一字第 0910020529 號令
營造標準	營造安全衛生設施標準	93 年 12 月 31 日	行政院勞工委員會勞安二字第 0930064359 號令
安衛規則	勞工安全衛生設施規則	93 年 10 月 20 日	行政院勞工委員會勞安二字第 0930051664 號令
健康則	勞工健康保護規則	94 年 2 月 18 日	行政院勞工委員會勞安三字第 0940006872 號令修正
管理辦法	勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法	91 年 12 月 18 日	行政院勞工委員會勞安一字第 0910064375 號令
缺氧則	缺氧正預防規則	87 年 6 月 10 日	行政院勞工委員會 (87) 台勞安三字第 023366 號令
訓練則	勞工安全衛生教育訓練規則	94 年 12 月 30 日	行政院勞工委員會勞安一字第 0940073636 號令修正

表 24 作業人員、主管等之資格及職掌

從業者名稱	資格訓練	職責	法規依據
1.勞工安全衛生人員(含勞工安全衛生業務主管、勞工安全管理師（員）、勞工衛生管理師（員）、現場安全衛生管理員）	勞工安全衛生人員以遴選方式選出 勞工安全衛生人員應受訓練教育	● 釐定職業災害防止計畫，並指導有關部門實施。 ● 規劃、督導各部門之勞工安全衛生管理。 ● 規劃、督導安全衛生設施之檢查與檢點。 ● 規劃、監督有關人員實施巡視、定期檢查、重點檢查及作業環境測定。 ● 規劃、實施勞工安全衛生教育訓練。 ● 規劃勞工健康檢查、實施健康管理。 ● 督導職業災害調查及處理，辦理職業災害統計。 ● 向雇主提供有關勞工安全衛生管理資料及建議事項。 ● 其他相關勞工安衛生管理事項。	★安衛法第 14 條 ★安衛細則第 25 條 ★管理辦法第 5、７、8 條 ★訓練則第 2、4 條
1.工作場所負責人	工作場所中代雇主執行管理、指揮、監督勞工從事工作之人。(勞工共同作業時，應設置協議組織，並指定工作場所負責人，擔任指揮及協調人員）	● 統一操作指揮信號事項。 ● 統一工作場所相關安全標示與辨識事項。 ● 統一有害物質放置場所之事項。 ● 統一警報事項。 ● 統一緊急避難辦法及訓練事項。	★安衛法第 10、18 條

從業者名稱	資格訓練	職責	法規依據
		● 使用特定機械、設備、建造物時應協調使用上之安全措施。 ● 其他必要之協調事項。	
3.營造及特殊作業主管 （1）露天開挖作業主管	應受露天開挖受作業主管教育	● 決定作業方法，直接指揮作業 ● 檢查器具及工具 ● 監督勞工使用安全帽或安全帶 ● 注意地面水及地下水之排洩情形	★營造標準第 65 條
（2）擋土支撐作業主管	應受擋土支撐受作業主管教育	● 決定作業方法，且指揮作業 ● 檢查材料有否缺陷及檢查器具 ● 禁止非作業人員進入 ● 與強風、大雨惡劣天氣應立即停止作業	★營造標準第 74 條
（3）缺氧作業主管	應受缺氧作業主管教育	● 決定作業方法並指揮作業 ● 勞工離開作業廠所後再次開始作業前即勞工身體或換氣裝置等有異常時，應確認該作業場所空氣中氧氣濃度、硫化氫等其他有害氣體濃度 ● 當班作業前確認換氣裝置、測定儀器、空氣呼吸器等呼吸防護具、安全帶等及其他防護罹患缺氧症之器具或設備之狀況，採取必要措施 ● 監督勞工對防護器具或設備之使用狀況 ● 其它預防作業勞工罹患缺氧症之必要措施	★缺氧則第 20 條
4.危險性機械作業人員 （1）吊升荷重在 3 公噸以上固定式起重機操作人員	（經中央主管機關認可之訓練或經濟能檢定合格者）應受起重機荷重在五噸以上固定式起重機操作人員安全教育訓練課程、時數五十六小時	● 依勞工安全衛生教育訓練第九、十一條規定辦理	★訓練則第 9、11 條
5.特殊作業勞工 （1）吊掛作業人員 （2）急救作業人員	配合起重工作從事吊掛作業人員 1. 兩眼裸視或矯正視力 0.8 以上。	● 從事起重工作之吊掛作業 ● 依工作場所分布狀況，配	★訓練則第 11 條 ★健康則第 6 條

從業者名稱	資格訓練	職責	法規依據
	2. 無殘障、耳聾、色盲、心臟病或其他足以妨礙操作之疾病。 3. 應受急救人員訓練。	置適當合格及救人原，辦理相關急救事宜	
6.施工安全評估訓練人員（簡稱施工安全評估人員）	由中央主管機關認可之機構訓練施工安全評估人員。 必要時事業單位得委由受施工安全評估訓練合格之下裂開(執)業技師爲施工安全評估人員： 工業安全技師、建築師及大地、結構、土木、水利工程技師	● 評估規定之營造工程事業單位與危險性工作場所之安全性	★勞檢法第 26 條 ★危險性工作場所審查暨檢查辦法第 18 條
7.一般作業人員	新雇勞工、在職勞工變更工作前	● 機械車輛之定期檢查 ● 其他零碎作業	★管理辦法第 14 條 ★訓練則第 13 條

（二） 第二線危害之控制

1. 概述

管道工程施工作業第二線危害之防止大多考慮採用較長久性的安全設備，其災害防止對策大多可採用安全設施。而管道工程最需注意的危害爲通開挖面崩塌、人員於開挖開口部墜落，及可能因挖破瓦斯管、電力管、水管，而造成人員中毒、火災爆炸、感電、或突然性的湧水造成勞工溺水等危害。

在我國法規中與開挖面崩塌、缺氧、中毒、火災、爆炸及感電等物理性危害預防相關之重要規定如表25所示，在勞工安全衛生法、勞工安全衛生法施行細則、營造安全衛生設施標準、勞工安全衛生設施規則、缺氧症預防規則、勞工作業環境測定實施辦法、勞工健康保護規則等有關規定甚多，藉此本研究針對其工程特點，僅列出數項重要危害預防措施提供參考：

表 25 管道工程常見危害預防相關規定

災害	危害防護
崩塌	● 依地質鑽探資料，研判地質、地面形狀、地層、地下水位及地面荷載狀況等，並據以擬定開挖計畫。 ● 作業前，大雨或四級以上地震後，應指定專人確認作業地點及其附近地面有無龜裂、有無異常出水、土壤含水狀況等，並採取必要之安全措施。 ● 開挖場所地面有崩塌之虞時，應依地質及環境狀況，設置適當擋土支撐、反循

災害	危害防護
	環樁、連續壁、編波保護等方法獲張設防護網等設施。 ● 擋土支撐材料應事前檢查，不得有顯著之損傷、變形或腐蝕。
中毒	● 開挖作業前，事前調查有無瓦斯管線，若有應採取懸吊或支撐該管線，或予以移設等必要措施，並指派專人現場指揮施工。 ● 使用之機械有損壞瓦斯管等有害物管線，應妥爲規劃該機械之施工方法。 ● 應備置測定空氣中有害氣體濃度之儀器及採取隨時確認其濃度之措施。 ● 應張貼警告標示於顯而易見處。
火災爆炸	● 開挖作業前，事前調查有無瓦斯管線，若有應採取懸吊或支撐該管線，或予以移設等必要措施，並指派專人現場指揮施工。 ● 使用之機械有損壞瓦斯管等有害物管線，應妥爲規劃該機械之施工方法。 ● 於通風不充分場所進行熔接、熔斷或金屬加熱之工作時，可燃性氣體或氧氣之容器不得放置於通風不充分之場所，並做好防止可燃性氣體漏氣及進行充分通風，避免引起火災。 ● 應對通風不充分廠所設置滅火器或滅火設備。 ● 從事金屬熔接、熔斷或加熱作業，應指定適當人員施作業檢點。
感電	● 開挖作業前，事前調查有無地下電線、電纜等電力管線，若有應採取懸吊或支撐該管線，或予以移設等必要措施，並指派專人現場指揮施工。 ● 使用之機械有損壞地下電線、電纜等，應妥爲規劃該機械之施工方法。 ● 於潮濕場所、鋼板或鋼筋上使用移動是或攜帶式電動機具及臨時用電設備，應設置感電防止用漏電斷路器。 ● 良導體機械設備內之檢修工作所使用之照明燈及工具，其電壓不得超過 24 伏特，交流電焊機應有自動電擊防止裝置。 ● 勞工從事活線作業時應戴用絕緣用防護具或專用器具，並於有接觸或接近該電路部分設置絕緣用防護裝備，避免勞工之身體或其使用之工具、材料等導電體或接近電路或帶電體，造成感電 ● 工作前需檢查電動工具是否破損或絕緣部分老化現象。 ● 爲調整電動機械而停電，其開關切斷後，需立即上鎖或掛籤標示「停電作業中禁止送電」，復電時，應由原掛籤人取下安全掛籤後始可復電，以確保安全。 ● 焊接作業時，架設安全網、安全帶、欄杆，並確實配戴防護面罩與安全眼鏡。
墜落	● 高度二公尺以上之場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、覆蓋、護圍或使勞工佩戴安全帶或安全索。 ● 有物體飛落擊中可能之處，應使勞工佩戴安全帽。 ● 應設有警告墜落之裝置及標示。
缺氧	● 對從事缺氧工作之勞工及缺氧作業主管施予必要之安全衛生教育。 ● 置管、接管作業時，備置空氣呼吸器等呼吸防護具、梯子、安全帶或救生索等設備，供勞工緊急避難或救援人員使用。 ● 置備測定空氣中氧氣濃度之儀器及採取隨時確認其濃度之措施。 ● 應予適當換氣，但不得使用純氧換氣。 ● 密封設施之出入口應設置可自內部開啓之構造或有通報、警報裝置。 ● 應指定缺氧作業主管從事監督及一人以上之監視人員隨時監視作業狀況。 ● 應張貼注意事項於顯而易見處並確實點名登記。

2. 第二線危害之安全設備、設施

安全設備可概分爲整體與個人安全設備，於整體設備中如：急救設備、安全母索、安全網及欄柵護蓋等。個人安全設備則爲：安全帽、人體五官防護具、安全帶、安全鞋等。其設備標準分述如下：

（1）防止缺氧、中毒之設備

管道工程常需處於通風不良的作業環境中，易造成人員中毒或缺氧窒息的狀況，因此對於防止缺氧、中毒設備的備置，應更加著重。我國勞工安全衛生法規第5條、勞工安全設施規則第278、282、287條、缺氧症預防標準第25、27、28、30條及營造安全衛生設施標準第72條內皆對各種作業狀況下使用呼吸防護具的時機作詳細之規範。

A. 呼吸防護具

呼吸防護具以功能分類，概可分爲淨氣（或過濾）（air-purifying）、供氣（air-supplying）與複合（combination）三大型式。其中，淨氣式呼吸防護具是以濾材或吸收罐（合稱淨氣裝置）吸收或過濾呼吸空氣中的污染物；供氣式呼吸防護具則是另以清潔空氣源供給佩戴者所需之呼吸空氣；而複合式呼吸防護具則兼具上述兩種不同功能。

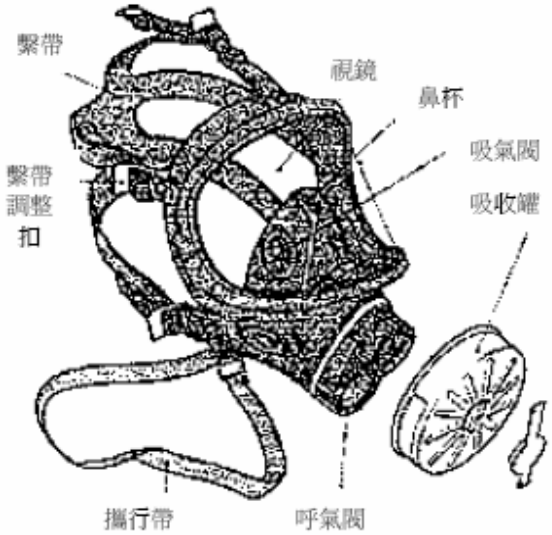


圖16 全面體淨氣式呼吸防護具的基本結構

B. 防塵面具

防塵面具依濾材的防護功能可分爲不同的等級，但分級的方式各國均不相同。日本與歐美等國對防塵面具所使用的濾材均有認證測試標準。雖然各國所使用的測試方法與條件都不相同，但所測試的項目不外：過濾效率與呼

吸阻抗。過濾效率代表濾材對空氣中粒狀物的過濾能力，而呼吸阻抗則與佩戴者的舒適度相關，過高的呼吸阻抗將使佩戴者呼吸感到困難。而我國國家標準的防塵口罩標準係採用早期日本工業規格。

C. 通風、換氣設備

需選擇適當的通風設備，並視情形決定通風方式及時間或持續通風，防範意外滲透或由工作引起的危害氣體。如人孔需有通風導管，一端連接地面的風扇（需引入新鮮空氣，風扇位置需遠離其他廢氣排放口），另一端則深入人孔底部。

使用目的：

（a） 提供局限空間足夠之氧氣，使空氣中含氧量>18%，以不形成富氧狀態（>23.5%）爲原則。

（b） 稀釋、降低空氣中危害氣體濃度，使有害物濃度低於容許濃度標準、危險物濃度低於爆炸下限百分之30以下。

（c） 以局部排氣方式，有效排除危害氣體。

換氣標準：

工作場所每一勞工所佔立方公尺數	5.7以下	5.7～14.2	14.2～28.3	28.3以上
每分鐘每一勞工所需之新鮮空氣之立方公尺數	0.6以上	0.4以上	0.3以上	0.14以上

D. 氧氣、有毒氣體之測定儀器

局限空間內之空氣應經常性的確認濃度，以確保該連續之強制通風有效避免有害空氣之蓄積；使用之濃度測定儀器，應經校準，其規格經審慎評估後選用。另濃度測定結果及校準方法亦予以記錄，並保存三年以上。

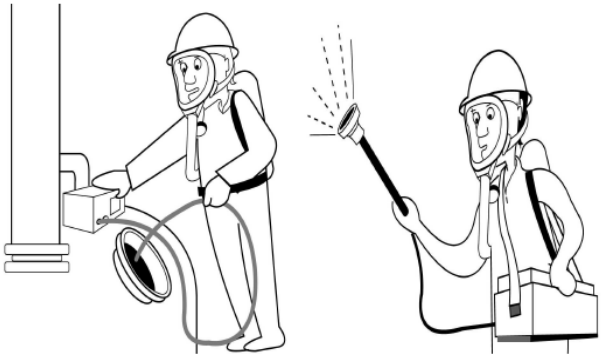


圖 17（A）工作前先進行空氣中有害物測定　　（B）直讀式紅外線偵測器

圖 18 氣體監測器外觀

（2）防止倒、崩塌之設施

A. 擋土設施

管道工程於開挖作業時，容易因土壤本身的強度不足或過度開挖，或因施工車輛造成超載及集中應力，使開挖崩塌而造成作業勞工的傷亡，因此應考量管道周邊的地質條件、開挖深度、地下水位等(可參考表 26)，選擇最合適的擋土設施並確實設置。

表 26　各種擋土設施之特徵

使用條件 / 擋土設施類別		地質條件				挖深				公害	其他	
		軟弱土	普通土	硬質土	有地下水	3m以下	3m至5m	5m至10m	10m以上	周圍地盤沉陷	壁體剛性	水密性
木版樁		○	○	○	x	◎	x	x	x	x	x	x
輕型鋼版樁		◎	○	x	x	○	◎	x	x	x	x	x
鋼版樁	衝擊式施工法	◎	○	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
	振動式施工法	x	◎	○	○	○	○	◎	○	○	○	○
	油壓式施工法	◎	○	x	○	○	○	◎	○	○	○	○
柵工法	衝擊式	x	○	x	x	○	◎	○	x	x	x	○
	動式	x	○	○	x	○	◎	○	x	x	x	○
	油壓式	x	◎	○	x	○	◎	○	x	x	x	○
場鑄混凝土壁	排樁壁	◎	○	○	○	x	○	◎	◎	◎	◎	x
	地下連續壁	◎	○	○	◎	x	○	◎	◎	◎	◎	◎

說明：◎最適合
○合適
X不合適

B. 監測系統

一般而言，監測之主要項目不外乎結構或土壤之變形及地下水位之變化情形。工作中常監測的項目有如下述：

（a）擋土結構之變形：傾度儀

（b）鄰近建物之沉陷：沉陷觀測釘

（c）地下水位及水壓：水壓計、水位觀測井

監測作業所使用之設備有經緯儀、水準儀、水準尺、標竿、捲尺、量錶、雙軸感應器（傾度管用）、電子測讀儀器、及一些手工具。

監測儀器之使用，則應注意下列事項：

（a）量器使用前均應先行校核

（b）儀器使用後均應立即保養妥善然後才予以收存

（c）儀器應保持乾燥、電池電量保持充足、接頭保持清潔乾燥、膠圈不得老化破損

C. 地盤改良之設備

地層改良工法大致分爲灌漿工法與凍結工法，基本上皆須以鑽桿鑽孔後，在改良區域以人造灌漿材料或冷凍液在地層內填充或形成凍土，以增加地層強度、降低透水性、阻隔切斷影響線，使地層安定利於安全施工。目前國內地層改良仍以灌漿工法較爲普遍，地層改良灌漿作業使用機具分爲三大類：鑽孔機械、灌漿設備及管理機材。

（a）鑽孔機械：噴射式、打擊式、振動式、旋轉式、旋轉打擊式

（b）灌漿設備：灌漿拌合機、灌漿泵

（c）管理機材：自動記錄計、計量計

（3）救援設備

置備搶救設備如供氣式呼吸防護具、梯子、安全帶、防護衣、起重設備、安全索、切割設備、急救設備、緊急沖淋設備、消防設備、急救藥品。

（4）防止墜落之設備

高架作業與餘留之開口部，皆爲墜落災害發生之媒介。而防止墜落最常用之措施不外乎欄柵護蓋的設置，安全網、安全母索的架設與安全帶的使用

等。

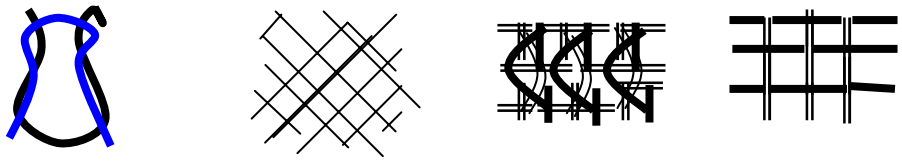
A. 欄柵警示：

需考量堅固與夜間等之安全性。

B. 安全網：

依據擬定中之安全網中國國家標準（CNS），對安全網之釋義爲：人員墜落或物體飛落時將其攔截之網具。

安全網係由網結、邊繩、吊繩等所構成，其材料以尼龍、合成尼龍 及多元脂合成樹脂等合成纖維爲主。依其構成網目之型態可分爲有結網、無結網、紗羅織網、平織網與其他。



a.有結網（平結） b.無結網 c.紗羅織網 d. 平織網

圖 19 網目構成型態圖

網目尺寸網結之一邊長度須在 10 公分以下，使用前一定要先檢查 及其強度經常使用下之劣化等。

（5） 服裝設備：

在有人活動的場所，其服裝須以適宜該場合之裝扮，在作業場所如果服裝混亂的從事作業，也可說明表示士氣不振，管理混亂，此即爲災害發生之原因。作業服裝包括：作業服、手套、安全鞋。必須隨時保持清潔的使用。其標準分述如下：

A. 作業服裝：

（a） 作業服裝要合身，上衣避免被機械捲入或突出物鉤到導致跌倒等災害，須塞入褲內或以腰帶束緊。褲管不可蓬鬆或應紮緊於安全鞋內。

（b） 不能有脫線，如有並應即處理。

（c） 隨時保持清潔沾有油脂易引起火燒之危險。

（d） 夏天時，裸體作業容易疲勞及危險。

B. 手套：

須配合作業內容選擇合適之材質，一般使用棉製品，用於鋼材之處理等則使用皮製品，若使用振動機具則須使用防振手套，焊切作業則使用焊切手套，電工則須使用電氣專用絕緣手套。

C. 安全鞋：

在基礎工程作業，擋土與支撐施工作業常於泥濘多水之場地，且與重的物品接觸，易踩踏釘類等突出物之危險，因此必須穿著防水長筒安全鞋。

（6）防護具：

A. 安全帽：

（a） 安全帽必須依照法定規格 CNS 規定，有損傷凹陷等情形不得使 用，尤其基礎施工作業時，在擋土或支撐型鋼組裝過程作業，防止物體飛落及墜落等之危險，必須使用安全帽。

（b） 進入作業場所即須戴妥安全帽，並扣緊顎帶。

（c） 嚴禁自行於安全帽打洞，打洞將使安全帽強度降低，形成不安全狀況。

（d） 內裝固定環、顎帶等配裝物使用前應確實檢查，有損壞污染應即更換。

B. 護目鏡：

（a） 護目鏡有遮光與防塵用兩種，須依作業選用適合者。

（b） 以焊接作業保護用者須符合 CNS 規格。

（c） 爲維護衛生護目鏡須爲個人專用。

C. 安全帶：

作業場所 2 公尺以上有墜落之危險時，必須使用安全帶。安全帶的使用與附屬設備之標準如下：

（a） 安全帶要牢實的緊繫於腰際。

（b） 安全帶及套索須適當長度，過長部分應收於收容袋內，不可隨意攀掛。

（c） 使用前應檢查有無異常且個人專用。

五、 施工與安全之結合

（一） 施工上之安全考量

在管道工程施作流程上，事業單位爲確保作業人員安全，並且避免作業人員於施工作業中發生錯誤之危險動作，配合施工作業流程與設置安全設施、採行防範對策，爲控制災害之較佳原則。由施工流程中適切的將安全管理事項明確標示，則可達到施工與安全一體之作業，更爲勞工安全衛生人人有責之展現。在管道工程施作流程上以密閉空間造成作業人員缺氧、管線佈設時開挖兩側土石崩落等情況最爲危險，尤需特別考量危害要因及預防措施。作業流程結合施工安全管理事項如表 27~31 所示：

（二） 結合施工與安全之作業程序

表 27 管道施工與安全（準備作業）

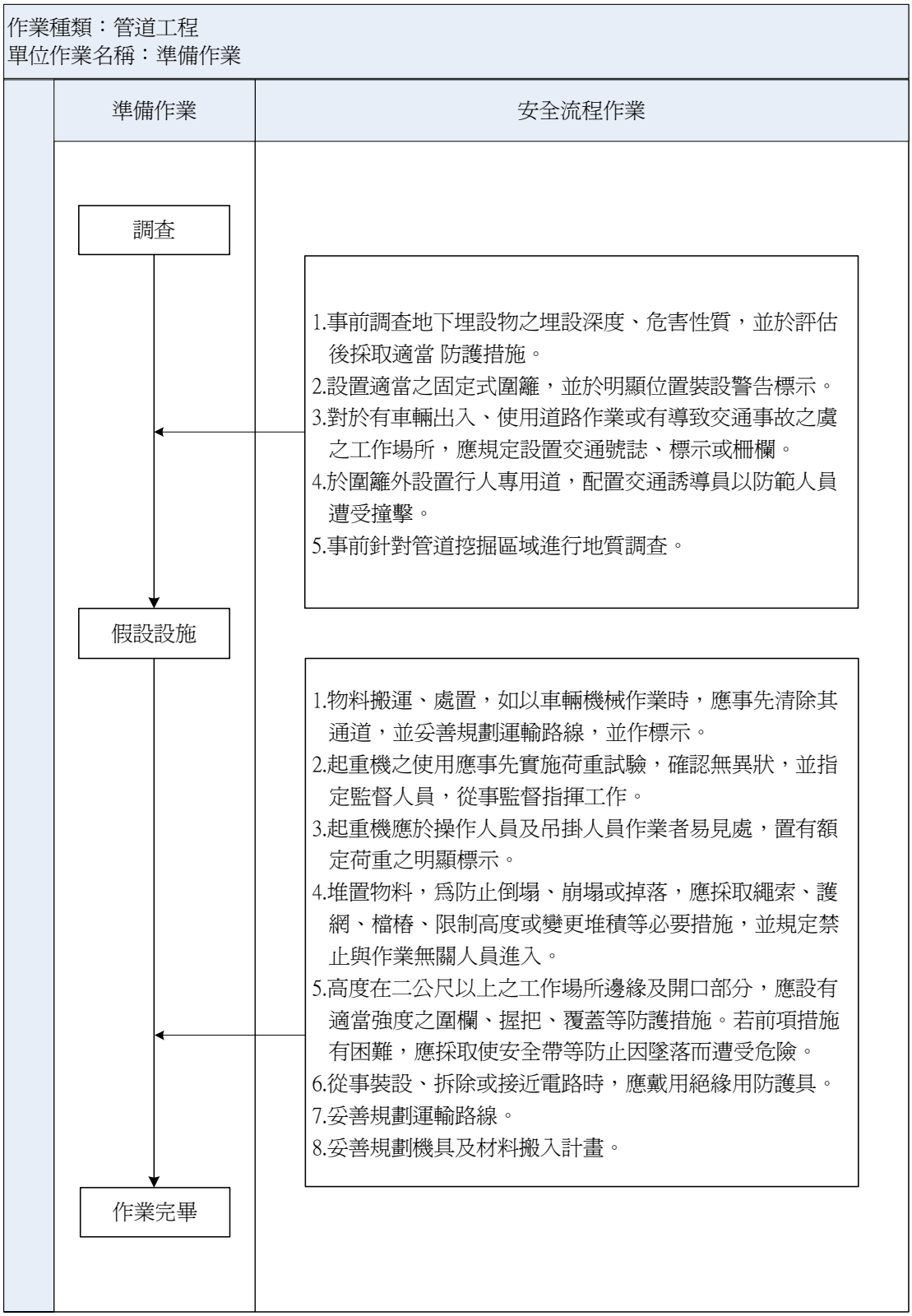


表 28 管道施工與安全（整地作業）

作業種類：管道工程
單位作業名稱：整地作業

整地作業	安全流程作業
作業區域設置	1.營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。 2.車輛及人員進出路線應分隔。 3.適當配置指揮人員。 4.妥善規劃施工動線防範人員遭車輛撞傷，作業人員亦應聽從指揮，提高注意力。。 5.作業人員需確實使用安全帽及安全帶等個人防護具。 6.設置適當之固定式圍籬，並於明顯位置裝設警告標示。 7.施工現場應儘量保持清潔以便施工進行。
路面刨除	1.雇主應設置開關、離合器、移帶裝置等動力遮斷裝置。 2.切削工具因切削或本身缺損，於加工時有飛散致危害勞工之虞者，雇主應於加工機械上設置護罩或護圍以防止之。 3.作業前應先觀察勞工身心狀況，如狀況不佳時應避免參與危險性工作。 4.作業人員應全程佩戴防護工具，並備置適當之安全手套，並使勞工確實使用，以防遭刨除機械割傷。 5.作業人員應確實遵照刨除機械操作程序。 6.所使用之電力設備應設置漏電斷路器。 7.對施工作業需使用具有電力之機具或設備，應設置明顯之警告標誌。 8.如遇夜間施工時需有足夠之照明設備。
作業結束	

表 29 管道施工與安全（開挖作業）

作業種類：管道工程
單位作業名稱：開挖作業

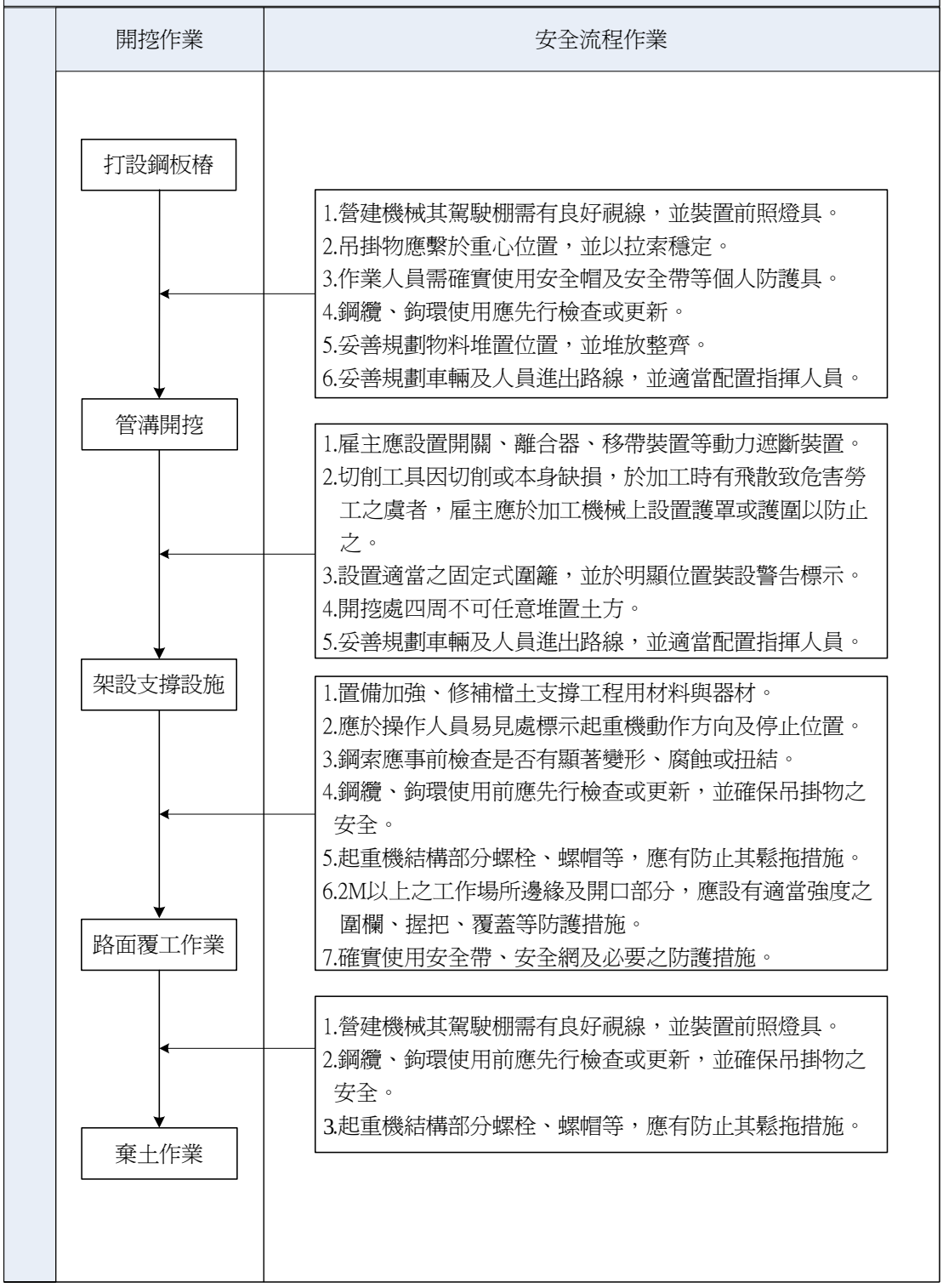


表 30 管道施工與安全（置管及接管作業）

作業種類：管道工程
單位作業名稱：置管及接管作業

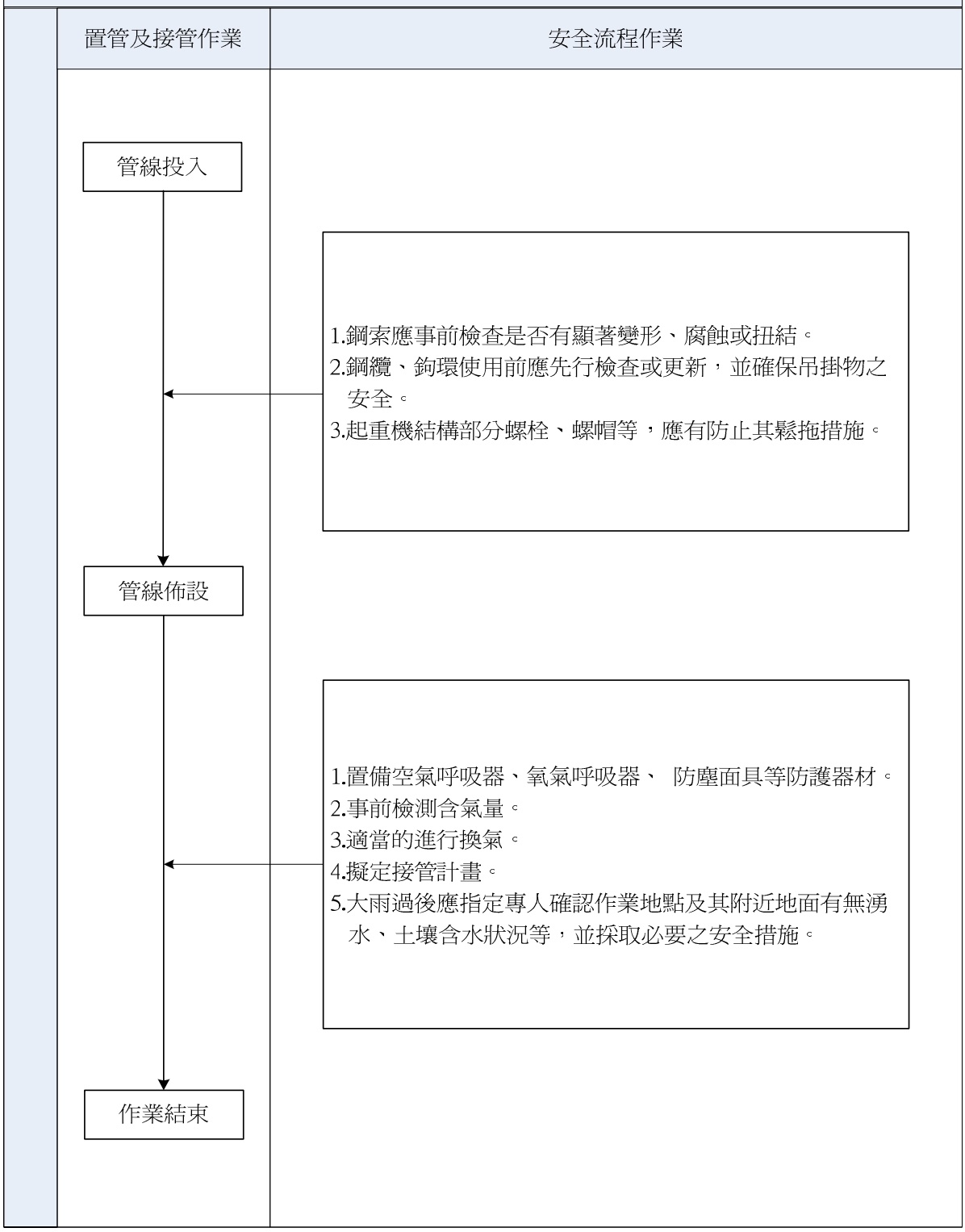


表 31 管道施工與安全（開挖回填作業）

作業種類：管道工程
單位作業名稱：開挖回填作業

開挖回填作業	安全流程作業
回填	1.營建機械其駕駛棚需有良好視線，並裝置前照燈具。 2.鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 3.鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 4.起重機結構部分之螺栓、螺帽，應有防止其鬆拖措施。 5.應設置警告標示，並禁止與工作無關之人員進入。 6.妥善規劃施工動線防止人員遭傾卸車輛撞傷。 7..傾卸車在投入回填土時應有人員指揮引導。
支撐設施拆除	1.鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 2.鋼纜、鉤環使用前應先行檢查或更新，並確保吊掛物之安全。 3.2M以上之工作場所邊緣及開口部分，應設有適當強度之圍欄、握把、覆蓋等防護措施。若欲強風、大雨等惡劣天氣，應停止作業。 4.應於操作人員易見處標示起重機動作方向及停止位置。 5.電焊機安裝漏電斷路器。 6. 置備不導電之滅火設備。 7.鋼索應事前檢查是否有顯著變形、腐蝕或扭結。 8.起重機結構部分之螺栓、螺帽，應有防止其鬆拖措施。 9.確實使用安全帶、安全網及必要之防護措施。 10.作業人員應注意拆解構件吊放之移動方向及位置，拆解後之支撐構件需堆置整齊。
作業結束	

管道工程作業安全指引

編者：林楨中、陳彥翰、林耀焜
出版機關：行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所
221 臺北縣汐止市橫科路 407 巷 99 號
電話：02-26607600　　http://www.iosh.gov.tw/
出版年月：中華民國 96 年 03 月
版（刷）次：初版 1 刷
定　價：100 元
展售處：

國家書坊台視總店
http://www.govbooks.com.tw/
台北市松山區八德路三段 10 號 B1
電話：02-25781515#643

五南文化廣場
台中市中區中山路 6 號
電話：04-22260330

- 本書同時登載於本所網站之「出版中心」，網址爲 http://www.iosh.gov.tw/。
- 本書保留所有權利，欲利用本書全部或部分內容者，須徵求行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所同意或書面授權。

【版權所有，翻印必究】

GPN: 1009600350
ISBN:978-986-01-0085-3