

編號：

臺北市政府 102 年度自行研究報告

臺北市塔式起重機組拆作業安全研究

研究機關：臺北市勞動檢查處

完成時間：102 年 12 月 31 日

臺北市政府 102 年度自行研究報告

臺北市塔式起重機組拆作業安全研究

姓 名：黃憶騰

服務機關：臺北市勞動檢查處

臺北市政府102年度自行研究報告提要表

填表人：黃憶騰 電話：02-25969998#406

填表日期：102年12月31日

| | | | |
|--|--|---|-------------------------|
| 研究項目 | 臺北市塔式起重機組拆作業安全研究 | | |
| 研究單位及人員 | 臺北市勞動檢查處 黃憶騰檢查員 | 研究期間 | 102年1月1日至 102年12月31日 |
| 報告內容摘要 | 建議事項 | 建議參採機關 | |
| <p>本報告針對營建工地塔式起重機之組拆作業，探討其作業方法、災害原因分析，提出安全管理重點與防災對策。對於塔式起重機組拆作業之危害防治，除落實實施自動檢查外，研究研提出明確且安全之標準作業程序，可供業者配合自我之機械調整，訂定明確安全作業流程外，亦可供為對於作業人員的專業培訓與教育訓練用，防範職業災害之發生。</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 建議勞檢主管機關可加強事業單位對塔式起重機的自主管理及人員教育訓練。 2. 塔式起重機組拆作業事涉多機關權責範圍，因組拆作業對交通之衝擊最大，而常不易申請核可，因此建議統一由交通局統籌並召集相關單位召開協調會，以達便民效果。 3. 建議中央主管機關可訂定塔式起重機淘汰或限制使用之機制。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 臺北市勞動檢查處。 2. 臺北市建築管理工程處、臺北市政府工務局、臺北市政府交通局、臺北市停車管理工程處、臺北市政府警察局、里長辦公室、臺北市勞動檢查處。 3. 中華民國勞動部職業安全衛生署。 | |

註：建議參採機關欄，請研究者就每一建議事項填註參採機關。

臺北市政府102年度自行研究報告評審表

| | | | |
|---|------------------|---------|--------------------|
| 研究項目 | 臺北市塔式起重機組拆作業安全研究 | 研究單位及人員 | 臺北市勞動檢查處 黃憶騰檢查員 |
| 評審委員 | | 送審日期 | 年 月 日 |
| | | 審竣日期 | 年 月 日 |
| 項 目 | 配 分 | 得 分 | 評 審 意 見 |
| 1 主題 | 一五% | | |
| 2 研究方法 | 二〇% | | |
| 3 研究結論 | 三〇% | | |
| 4 建議事項 | 二五% | | |
| 5 內容結構及文字修辭 | 一〇% | | |
| 總 分 | 一〇〇% | | |
| 審 查 及 處 理 意 見 (總 評) | | | |

摘要

臺北市區地狹人稠，為因應土地的不足，高樓層建築物是新建案的趨勢，伴隨著高樓層的建立，大多藉由塔式起重機作為興建的臨時性、大能力機具，由於塔式起重機本身各組成單位其體積及重量皆不容小覷，加上常組立於建築物內部，因此組裝及拆除即需仰賴大吊掛能力機具，在長距離的作業半徑下進行，一但發生意外事故，往往影響範圍廣泛，如 98 年 4 月 24 日位於臺北市信義區忠孝東路 5 段 20 巷內之統一開發市政府轉運站新建工程拆除吊臂時不慎掉落，不僅造成路過遊覽車內乘客 3 死多傷的事故，其破裂零件更飛射至距掉落處 100 公尺外，造成交通堵塞，後續處理所付出的代價甚鉅。

本報告蒐集國內外有關塔式起重機組拆裝時發生事故之報導，以了解發生意外之原因，並以業界實際從事組拆裝作業之危害因素分析及標準作業流程為中心，整理出臺北市現行塔式起重機組拆裝作業實施規範及應注意事項；再者，組拆作業時常需佔用道路影響交通，是以本報告提出交通管制作業規範及建議由單一機關統籌召開跨局處協調會，要求業者就會議事項具體辦理，以達便民效果。

本報告針對現行塔式起重機組拆作業，探討其作業方法、災害類型與原因分析，提出整合性的作業流程及改善對策，提供業者建立塔式起重機組拆作業參考外，期望勞工於作業時更趨安全，消弭職災意外的發生。

關鍵字：塔式起重機、組拆作業安全

目錄

| | |
|-----------------------|----|
| 第一章 緒論 | 2 |
| 第一節 研究主旨 | 2 |
| 第二節 研究方法及限制 | 4 |
| 第二章 文獻探討 | 6 |
| 第一節 塔式起重機類別 | 6 |
| 第二節 塔式起重機組拆作業危害種類 | 9 |
| 第三節 塔式起重機組拆作業事故案例 | 10 |
| 第四節 交通管制作業規範 | 11 |
| 第三章 資料分析及成果 | 13 |
| 第一節 塔式起重機種類之作業流程分析 | 13 |
| 第二節 塔式起重機安裝及拆除之注意事項 | 24 |
| 第三節 塔式起重機組裝及拆除作業之危害分析 | 29 |
| 第四節 塔式起重機組拆作業交通管制安全重點 | 36 |
| 第四章 結論與建議 | 38 |
| 第五章 參考文獻 | 40 |

表目錄

| | | |
|----------------------|-------|----|
| 表 2-1 道路容量計算與路型關係對照表 | ----- | 12 |
| 表 2-2 道路服務水準評估表 | ----- | 12 |

圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1-1 塔式起重機示意圖 | 2 |
| 圖 1-2 (A)外爬式 (B)內爬式 | 3 |
| 圖 1-3 (A)人字臂起重桿 (B)塔式起重機 (C)移動式起重機 | 4 |
| 圖 2-1 外爬式塔式起重機爬升示意圖 | 7 |
| 圖 2-2 內爬式塔式起重機 | 8 |
| 圖 2-3 內爬式塔式起重機 | 8 |
| 圖 3-1 平頭型 | 13 |
| 圖 3-2 鉤頭型 | 13 |
| 圖 3-3 俯仰型 | 13 |
| 圖 3-4 塔式起重機組裝作業流程圖 | 14 |
| 圖 3-5 塔吊基礎安裝 (座夾樑安裝) | 15 |
| 圖 3-6 座夾樓層施工平台安裝 | 15 |
| 圖 3-7 塔節 (含標準塔節、爬升塔節) | 15 |
| 圖 3-8 旋轉機組及機械平台 (駕駛室) | 15 |
| 圖 3-9 組裝 1/3 配重塊 | 15 |
| 圖 3-10 A 架組裝 | 15 |
| 圖 3-11 動力 (捲揚、俯仰) 基礎組裝 | 15 |
| 圖 3-12 後桁架組裝 | 16 |
| 圖 3-13 A 架組裝 | 16 |
| 圖 3-14 前桁架組裝 | 16 |
| 圖 3-15 組裝 2/3 配重塊及全部配重塊與結構繫固 | 16 |
| 圖 3-16 塔式起重機拆除作業流程圖 | 19 |
| 圖 3-17 拆除捲揚鋼索及吊鉤卸除 | 20 |
| 圖 3-18 拆除 2/3 配重 | 20 |
| 圖 3-19 前桁架拆除 | 20 |
| 圖 3-20 A 架拆除 | 20 |
| 圖 3-21 動力機組拆除 | 20 |
| 圖 3-22 後桁架拆除 | 20 |
| 圖 3-23 旋轉機組及機械平台拆除 | 21 |
| 圖 3-24 旋轉機組拆除 | 21 |
| 圖 3-25 塔節拆除 | 21 |
| 圖 3-26 座夾樑平台拆除 | 21 |

| | |
|------------------------|----|
| 圖 3-27 塔吊基礎拆除 | 21 |
| 圖 3-28 確保樓板承载力 | 24 |
| 圖 3-29 塔節支撐與高度限制 | 24 |
| 圖 3-30 劃分作業區域 | 25 |
| 圖 3-31 鎖固螺栓並劃線 | 25 |
| 圖 3-32 混凝土基座 | 26 |
| 圖 3-33 避雷針接地 | 26 |
| 圖 3-34 安定性測試 | 27 |

第一章 緒論

第一節 研究主旨

臺北市大都會新建案中大多屬於高樓層建築物，由於塔式起重機本身為金屬構件所組裝而成，為提升施工效率，各營造工地傾向於使用符合需求之塔式起重機之種類形式進行作業，其體積及重量皆在一定規模之上，在組裝及拆除需藉由大吊掛能力機具，會依照組成構件大小搭配，並在一定的範圍下進行，若發生意外事故，往往造成重大人員傷亡及財物損失。

如 98 年 4 月 24 日大陸廣東省旅行團，乘坐遊覽車經臺北市一處工地，遭正在拆除作業中，吊落的起重臂，砸中遊覽車後半部，造成 3 死 3 傷之重大傷亡災害；101 年 12 月 31 日發生於上海市，某工地正進行混凝土澆築施工，突然塔吊發生倒塌，砸向事發地點，導致模板大面積倒塌；102 年 9 月 7 日發生於江蘇省南通市，施工大樓塔吊在拆除過程中發生塔身傾覆事故，造成 3 死 4 傷之重大傷亡災害，慘痛教訓歷歷在目。

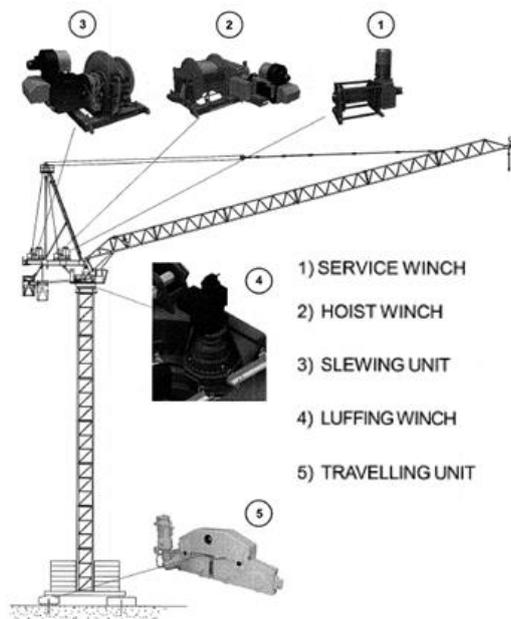


圖1-1 塔式起重機示意圖

塔式起重機以目前來說都大同小異如圖1-1示意圖，會因業主需求不同來選用，而在機台的部分主要分為固定地面(外爬式型)或建築物結構內(內爬式型)爬升軌道或裝設履帶移動的塔式起重機，其外爬式型係位於建築物一側，施工面積為半圓，而內爬式型係位於建築物內側，施工面積為全圓周，然依起重機伸臂形式，在國內常見的塔式起重機可分為三類：平頭型、鉗頭型及俯仰型塔式起重機。

國內使用的吊升荷重超過3公噸以上之塔式起重機，多為外國機種，如義大利Comedil公司與澳洲FAVCO公司所製造，皆屬油壓千斤頂的方式將塔柱向上頂升^[1]。塔式起重機的使用可以依工地及建築物形狀之不同而採不同的爬升型式，依爬升型式區分，可分成內爬式和內爬式兩類^[2]，如圖1-2，因建築工地環境等，各廠牌的塔式起重機均有外爬式和內爬式的機種。



(A)



(B)

圖1-2 (A)外爬式 (B)內爬式

現行塔式起重機安裝作業以使用超大型移動式起重機(大吊升荷重)為主，然而拆除作業主要有使用移動式起重機、人字臂起重桿及小吊升能力的塔式起重機等3種方式，如圖1-3，不管安裝或拆除作業，常需佔用道路進行，周遭交通安全管制問題不容忽視。



(A)

(B)

(C)

圖 1-3 (A)人字臂起重桿 (B)塔式起重機 (C)移動式起重機

在建案中常使用的塔式起重機往往會因應各國的不同標準來做規範且沒有統一性，而組裝和拆除塔式起重機過程中，所發生的危害往往較起重吊掛作業期間發生事故造成的影響為大，因此應做好事前規劃與準備、作業中的安全督導與執行及事後環境清潔與回復，工程方得以更加順利安全進行，故在此作塔式起重機的組拆相關危害的討論並做統合。

本研究案擬針對目前塔式起重機組裝、拆除等作業，探討其作業方法，提供業界安全管理之重點與防災對策，以協助事業單位防止職災意外發生。

第二節 研究方法及限制

基於上述研究主旨，本報告所採用的研究方法如下：

一、文獻分析法

本報告試著蒐集塔式起重機組拆作業相關著作、研究論文及行政解釋等資料加以整理，希對業界有所幫助。

二、歸納法

本報告以臺北市內實際從事塔式起重機組拆作業之業者為對象，請其提供組拆流程圖及分析圖、組拆標準作業流程、組拆作業危害因素分析及改善對策等，經由各家業者資料收集整理，從中尋求通則，未實地前往作業現場紀錄各活動及分析。

國內有關塔式起重機組拆作業相關文獻甚少，再者因管轄權、時間、人力上的限制，本報告僅針對登記地位於臺北市或於臺北市實際從事塔式起重機組拆作業之事業單位及勞工，所能掌握之資料和來源有限，僅侷限於臺北市常見塔式起重機型式做為研究範疇。

第二章 文獻探討

塔式起重機使用於高樓層建築的施工建設中，較不易受制空間場所影響，並大大提高施工進度，且降低營造成本，故為國內營造工程所廣泛使用，但因組拆起重機時需較大的作業範圍來進行，往往會出現安全與交通上的衝突問題，且國內針對有關安裝及拆除作業之安全防護相關文獻屈指可數，惟毛昭陽先生於99年任職於高雄市政府勞工局勞動檢查處，提出「塔式起重機之組裝爬升拆除作業安全管理與防災對策」報告，該報告中介紹塔式起重機種類使用狀況、國內相關法規探討、事故案例分析、組裝爬升拆除作業之危害分析、日本發展趨勢、防災對策等，是本報告部分引用前述報告內容外，以站在業界角度，整合各廠商作業流程，提供相關作業注意事項及危害預防對策供參考，且提出交通管制安全重點，茲以塔式起重機類別、作業危害、職災案例及交通管制作業，深入探討研究，從中找出建議供業界參考，祈降低職災意外發生。

第一節 塔式起重機類別

一、塔式起重機—外爬式

外爬式的塔式起重機的底座大多固定於建築主體旁的基地上，適用於一般的建築或土木工地，如圖2-1爬升示意圖，外爬式塔式起重機是先將油壓千斤頂安裝於爬升籠上，爬升籠安裝於旋轉盤底部，並利用油壓千斤頂將旋轉盤及前後桁架升起，此時利用爬升籠將塔吊上端舉起再將塔柱每一節裝入塔身內，並可為一節塔柱高度時停止爬升，將平台上塔柱拉至塔身內部以接銷連接，而並將垂於前桁架之塔柱至平台上，再吊起一節塔柱再次頂升以此類推，最後再將旋轉盤與塔柱連接固定妥善。

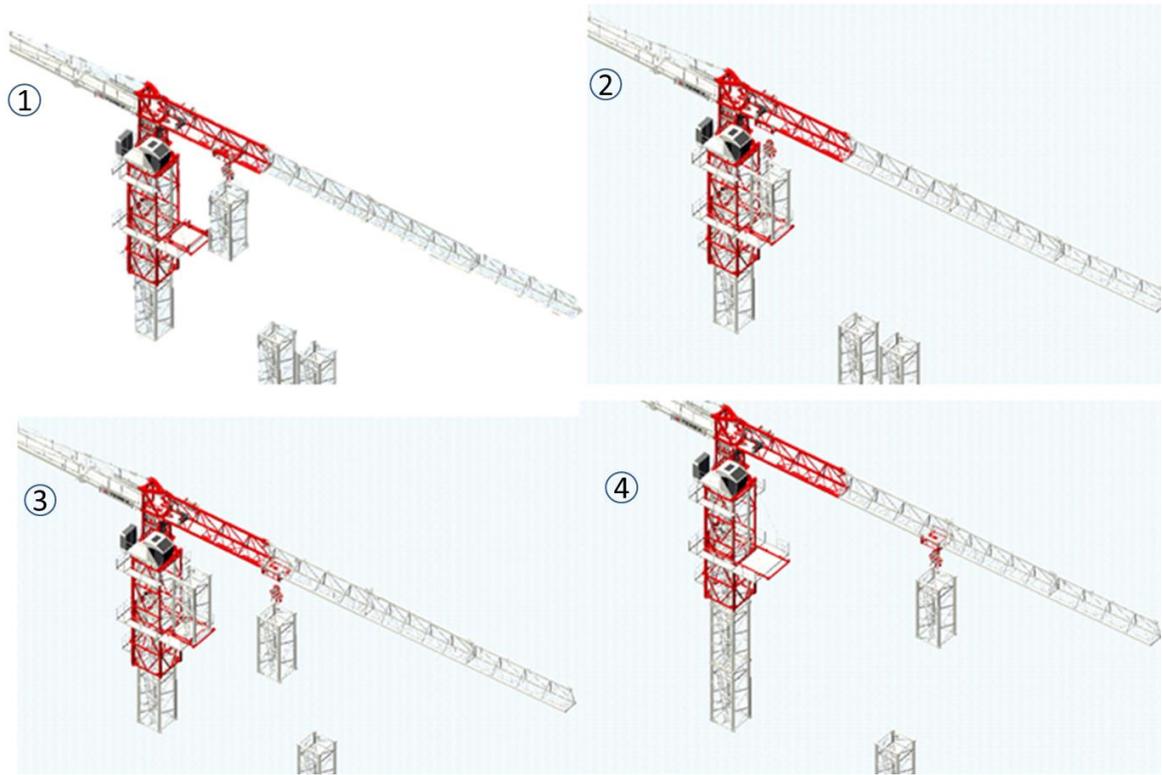


圖2-1 外爬式塔式起重機爬升示意圖

二、塔式起重機—內爬式

內爬式塔式起重機為樓板爬升式型，其爬式方式可分為兩種：

一為在建築物的本體內之電梯孔，將固定框架安裝，再將塔式起重機的塔柱下部安裝並固定於框架上如圖2-2，樓層往上增高後，內爬式之塔式起重機必須每隔約三到四層樓內爬升一次，爬升方式是將油壓千斤頂接於上層的固定框架上，利用油壓千斤頂頂住塔柱，由下往上頂升並予以固定。

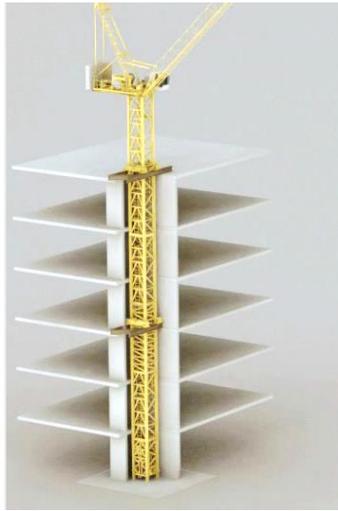


圖2-2內爬式塔式起重機

另一種爬升方式是將塔式起重機的下部安裝於爬梯掛架上，其爬升方式先將爬升梯接於上層爬梯掛架上，油壓千斤頂則安裝於塔吊上，之後利用油壓千斤頂如圖2-3由上往下頂升的反作用力將塔柱往上頂升。

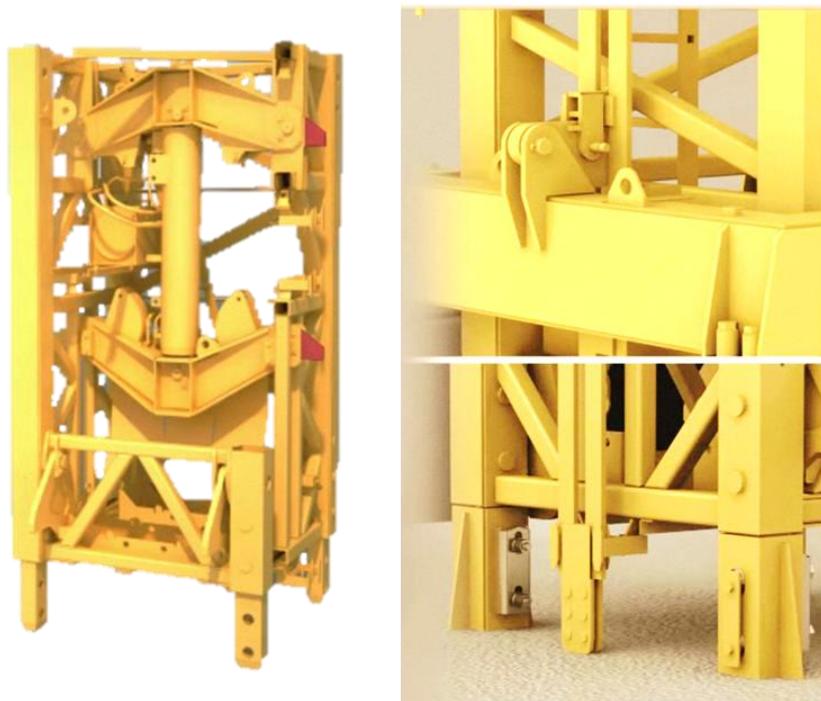


圖2-3 內爬式塔式起重機

三、外爬式塔式起重機 VS 內爬式塔式起重機

外爬式與內爬式塔式起重機的優缺點比較：

1. 以工作面積來看，內爬式塔式起重機的優勢在於機器在建築物內部，故工作範圍為整個圓面積，反而外爬式塔式起重機的工作面積最大為半圓的圓面積。
2. 成本的考量面來看，內爬式塔式起重機可隨建築物結構增高而相對爬升，並不需隨樓層升高而增加塔節，所以整台塔式起重機所耗鋼材少費用低。外爬式塔式起重機需構築塔式起重機基礎和附牆預埋件，有效施工能力小，相對吊裝量也小。[1]
3. 內爬式塔式起重機塔柱不高，塔式起重機底座和部分塔節位於建築物內部，受風面積小，抗風能力強，相對外爬式塔式起重機因製造廠設計塔柱高度有限，無法超過原始設計高度進行工作。

總觀來說，內爬式塔式起重機的塔節高度為固定，適用於不同高度的樓層建築，則可以說內爬式塔式起重機比外爬式塔式起重機較符合經濟效益，但是內爬式塔式起重機基座位於建築物結構內，建築物結構需加強，並於拆除後回補原設置空間之建築體，這是其缺點，但大多數仍採用內爬式塔式起重機方式。

第二節 塔式起重機組拆作業危害種類

塔式起重機組拆作業可能發生意外之危害種類如下：

一、物理性危害：

- 1、機械性傷害：切、割、夾、捲傷、壓傷、撞傷。
- 2、能量性傷害：墜落、跌傷(位能)、振動(機械能)、燙傷、壓力(壓力能)、電擊、感電(電能)。
- 3、生理性傷害：噪音(聽力機能)。

二、人體工學(人因)性危害:搬舉重物、過度拉伸肢體(肌肉拉傷)、下背部疼痛(姿勢不良)、過度疲勞(超時工作)。

第三節 塔式起重機組拆作業事故案例

塔式起重機組拆作業發生事故，世界各國多有案例，惟大多僅於各該國內發佈新聞，鮮少登於國際版面，經搜集相關新聞報導，列舉以下 5 種不同類型案例。

一、塔吊倒塌

103 年 3 月 4 日在中國大陸溫州市區，一個建築工地上的塔吊突然倒塌，橫臥在馬路上，總共 5 輛車被壓在底下，事發時塔吊正使用輪吊進行拆除作業，塔吊倒塌時，輪吊也翻覆了，當地官方已成立專門調查組，調查具體發生狀況。

二、塔身傾覆

102 年 9 月 7 日上午 9 時，位於中國大陸南通市新城區的中央商務區 B-04 地塊一施工大樓塔吊在高 150 公尺、38 樓層，進行拆除過程中發生塔身傾覆事故，塔臂斷裂後連同配重件等塔吊組件飛落，造成 2 名勞工當場死亡，6 人受傷，其中 2 人重傷，傷者已被送往醫院搶救。

三、塔節垮塌

102 年 10 月 3 日上午 8 時 10 分許，中國大陸武漢市國電漢川電廠發生一座高約 50 公尺的塔吊，在安裝過程中垮塌，在塔吊周圍地面上，散落著鋼筋、水泥碎塊、玻璃碴、金屬線等物品，塔吊塔身只剩下 30 多公尺高，上部的塔吊橫臂以及 A 架斜躺在塔身上扭曲在一起，塔吊控制室被卡在約 30 公尺高的位置，並造成作業的 6 名施工人員中，3 人死亡，3 人被困在塔上。

四、 起重臂掉落

98年4月24日在臺北市信義區統一開發市政府轉運站工地將中型吊臂基座連接吊桿的插銷卸下後，中型吊桿就與基座分離，於操作小型吊臂以鋼索吊起中型吊桿時，準備移入樓頂內，吊桿移入過程進行到一半，因小型吊臂挫曲彎折導致中型吊臂撞擊到屋頂洗窗機軌道基座H型鋼，於落下後另使小型吊臂之捲揚鋼索與洗窗機軌道基座H型鋼產生滑移致鋼索切斷，致使一大半吊臂還在樓外的中型吊桿墜落，先撞到樓沿後再以大角度翻轉，垂直掉落地面砸到遊覽車，發生重大公安意外。

五、 作業人員被夾

88年4月20日在臺北市區內湖倉儲批發新建工程工地進行塔吊組裝調整工作，罹災者於操作室後方工作臺上，佩戴安全帽及安全帶，橫臥於俯仰伸臂與A字架間，向下調整位於伸臂內側下方之仰角極限開關，因緩衝桿尚未調整於正確位置，伸臂後傾壓迫緩衝桿產生偏心力，緩衝彈簧脫落造成伸臂失去緩衝作用力，在反作用力之作用下伸臂向後仰超過90度而傾倒，罹災者因逃避不及，致上半身被夾於伸臂與A字架間，緊急送醫急救。

第四節 交通管制作業規範

在眾多塔式起重機安裝和拆除的標準作業程序中，人員的配置相關權責和交通管制非常的重要，因此事業單位常利用「塔式起重機組裝及拆除交通管制計畫書」來提供相關資訊，以求更能掌握安裝和拆裝的相關作業與應變措施，在此所提及的相關作業中，內容包含了工程概要、交通現況調查、塔吊組裝及拆除計畫、交通管制及疏導等部分。

而在交通管制中是令事業單位最頭痛以及最難處理的一環，因塔吊常會佔用到道路的問題，尤其是在安裝和拆除的期間，常常因交通

道路封閉引起民怨外，也會因拆除時間太長被開罰，甚至為搶時間發生意外，這都是事前應規劃避免的，事業單位得針對拆裝和道路封閉做好安全評估及防護措施，其中常利用到一些相關的資訊以「台北都會區大眾運輸系統路網規劃設計」及「台灣地區公路容量手冊技術報告」為例，可查詢道路容量計算與路型關係對照表及道路服務水準評估表如表 2-1、2-2 這是可提供路段的水準等級和流量及容量品質調查及分析，另也要顧及到行人設施現況及大眾運輸系統現況。

表 2-1 道路容量計算與路型關係對照表

| $C=F*N*1000+(W-P)*200$ | 路型係數 F | 修正係數 |
|------------------------|---------|------|
| C：路段容量(PCU) | 中央與快慢分隔 | 1.3 |
| F：路型修正係數 | 快慢分隔 | 1.1 |
| N：快車道數量 | 中央分隔 | 1.0 |
| W：慢車道寬（公尺） | 中央標線分隔 | 0.8 |
| P：停車道寬（公尺） | 無標線 | 0.6 |

表 2-2 道路服務水準評估表

| 平均旅行速率 V (公里/小時) | 服務水準等級 |
|---------------------|--------|
| $V \geq 35$ | A |
| $30 \leq V < 35$ | B |
| $25 \leq V < 30$ | C |
| $20 \leq V < 25$ | D |
| $15 \leq V < 20$ | E |
| $V < 15$ | F |

綜合以上各節所述，對於塔式起重機類別、作業危害作一簡略介紹，並透過事故案例得知，塔式起重機拆裝作業除了機械設備發生故障外，常因人為疏忽或貪圖方便忽略潛在危害因素，才是造成職災意外事故的主因，另於大都會區從事塔式起重機組拆作業影響交通問題，一併於下章節做安全分析，從中找出建議供業界參考。

第三章 資料分析及成果

營建工地依賴塔式起重機從事建設工程及物料搬運與日俱增，隨著樓層高度的增加，趨向增大吊升能力機具設計發展，而塔式起重機因製造廠商及使用方式不同，於臺北市常見者有固定於地（樓）面基礎或建築物本體鋼結構內，其起重機隨建築物樓層增加，起重機利用本身油壓缸頂升爬升塔節方式，新增安裝標準塔節以使高度增加，及起重機利用本身油壓缸頂升整體結構，至設定高樓層位置後鎖固，視使用目的來選用裝設塔式起重機，茲以塔式起重機之組拆裝流程及危害探討說明。

第一節 塔式起重機種類之作業流程分析

依起重伸臂角度變化形式分為二類：1、伸臂角度水平不變者有平頭型、鉗頭型。2、伸臂角度在一定範圍內變動者：俯仰型。分別如圖 3-1、圖 3-2 及圖 3-3 所示。



圖 3-1 平頭型



圖 3-2 鉗頭型



圖 3-3 俯仰型

本節將針對目前所使用的塔式起重機拆裝作業流程、程序及工安事故，進行說明，以了解不安全因素，減少意外發生機率及降低意外。

一、塔式起重機組裝作業流程

經業界提供塔式起重機組裝作業流程圖說，及事業單位送審危險性工作場所施工安全評估資料中有關塔式起重機組裝作業危害分析資料，整合作出主要流程如下：

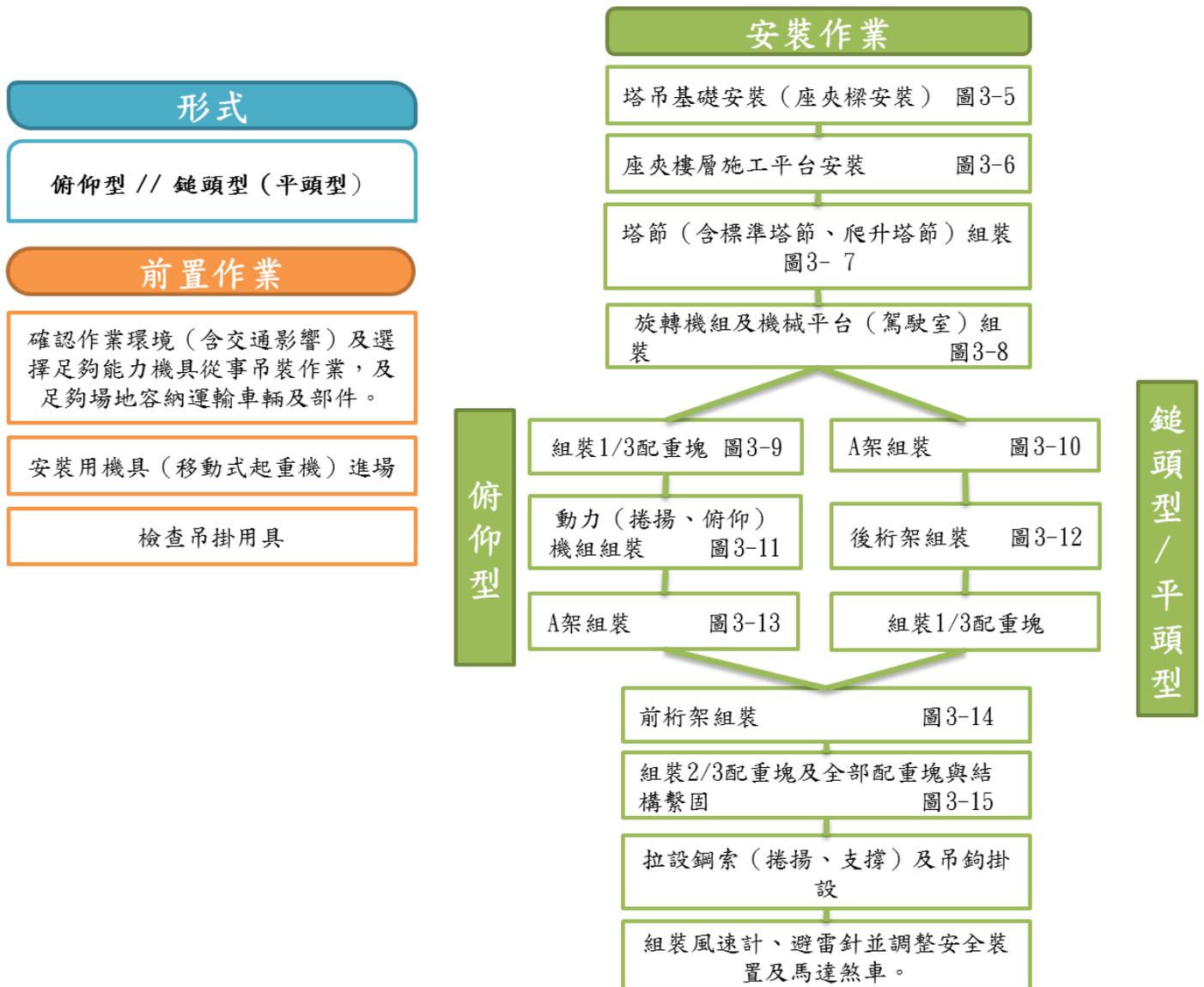


圖 3-4 塔式起重機組裝作業流程圖



圖 3-5 塔吊基礎安裝（座夾樑安裝）

圖 3-6 座夾樓層施工平台安裝



圖 3-7 塔節（含標準塔節、爬升塔節）

圖 3-8 旋轉機組及機械平台（駕駛室）



圖 3-9、10、11 組裝 1/3 配重塊、A 架組裝、動力（捲揚、俯仰）機組組裝



圖 3-12 後桁架組裝



圖 3-13 A 架組裝

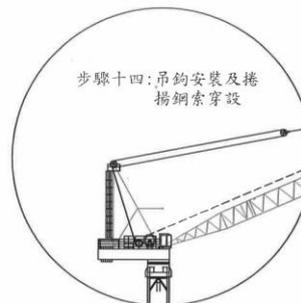
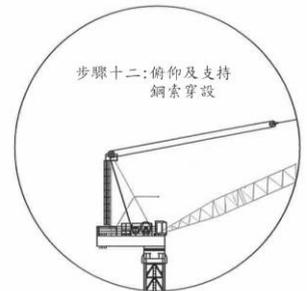
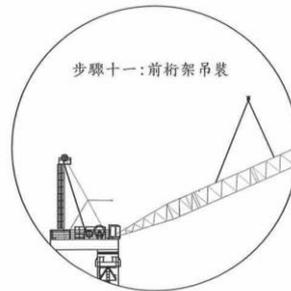
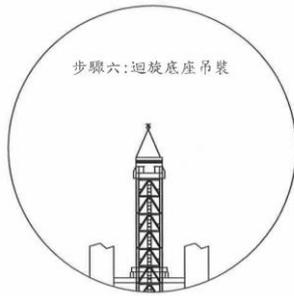
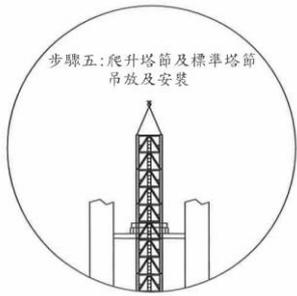
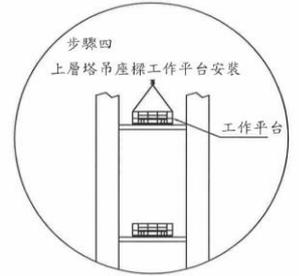
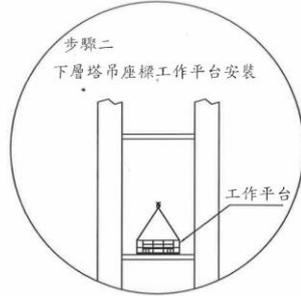


圖 3-14 前桁架組裝

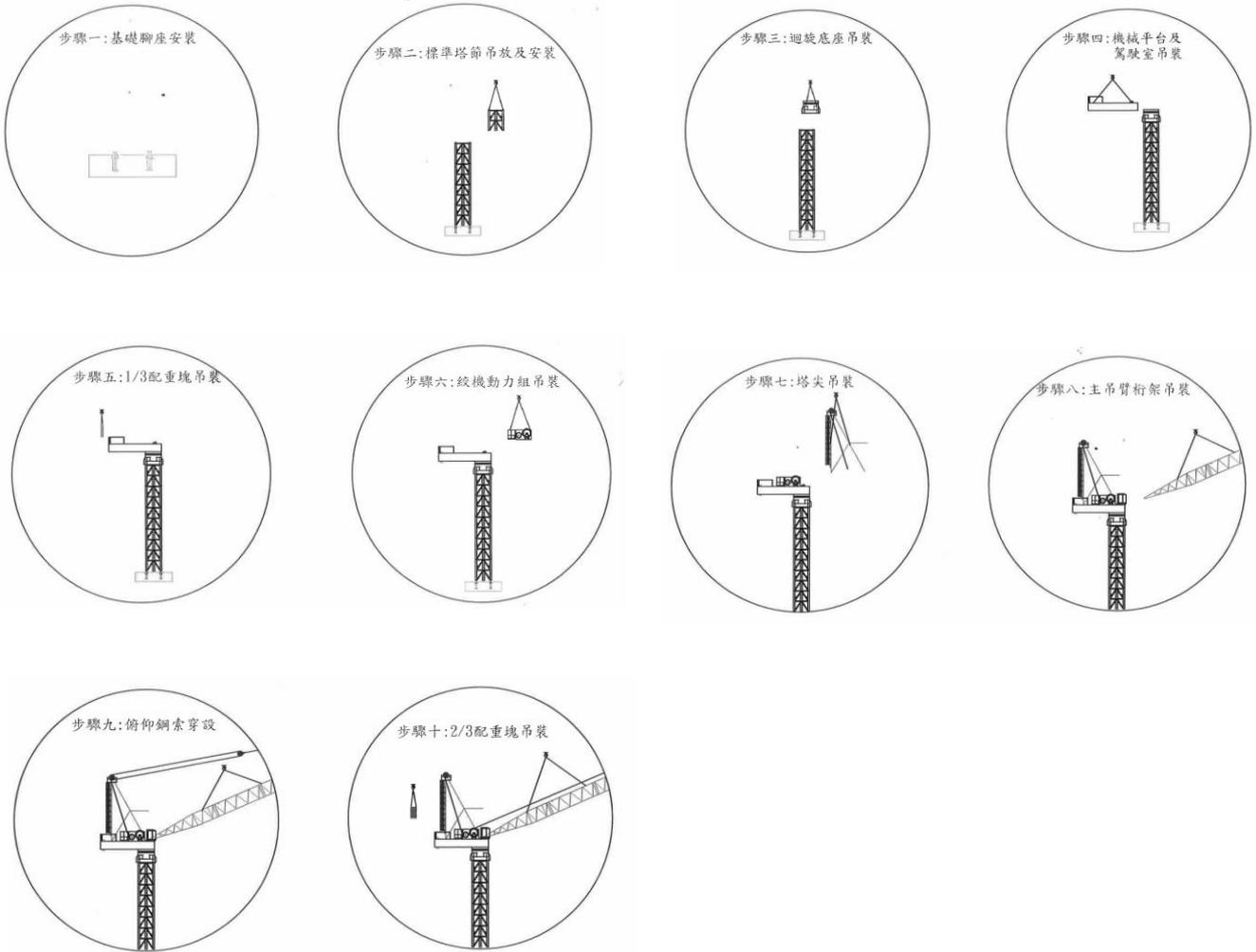


圖 3-15 組裝 2/3 配重塊及全部配重塊與結構繫固

1、內爬式塔式起重機作業安裝流程簡易圖



2、外爬式塔式起重機作業安裝流程簡易圖



二、塔式起重機拆除作業流程（拆除作業流程為組裝作業流程反向施作）

經業界提供塔式起重機拆除作業流程圖說，及事業單位送審危險性工作場所施工安全評估資料中有關塔式起重機拆除作業危害分析資料，整合作出主要流程如下：



圖 3-16 塔式起重機拆除作業流程圖



圖 3-17 拆除捲揚鋼索及吊鉤卸除



圖 3-18 拆除 2/3 配重



圖 3-19 前桁架拆除



圖 3-20 A 架拆除



圖 3-21 動力機組拆除

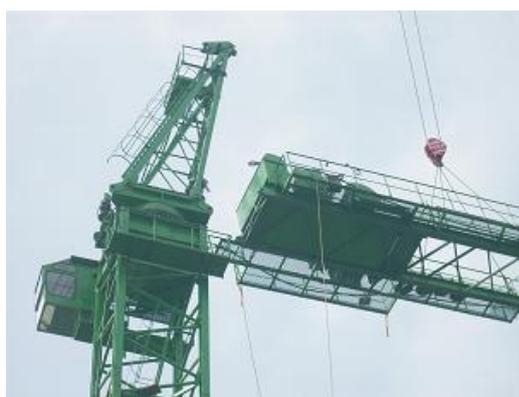


圖 3-22 後桁架拆除



圖 3-23 旋轉機組及機械平台拆除



圖 3-24 旋轉機組拆除



圖 3-25 塔節拆除

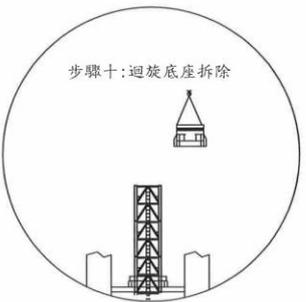
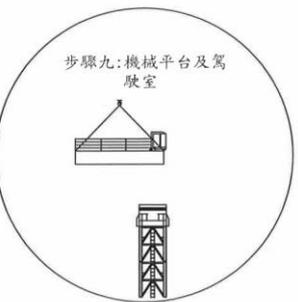
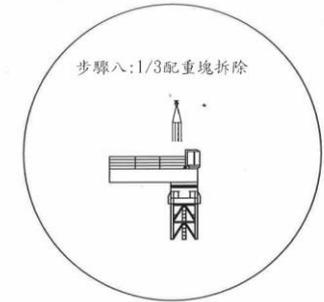
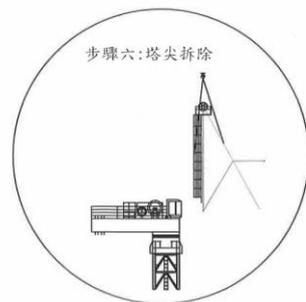
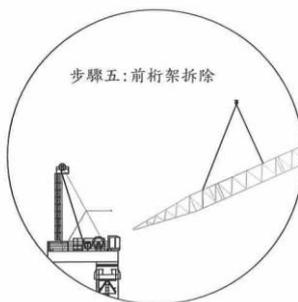
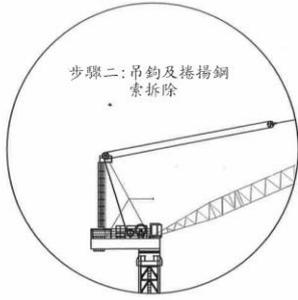


圖 3-26 座夾樑平台拆除

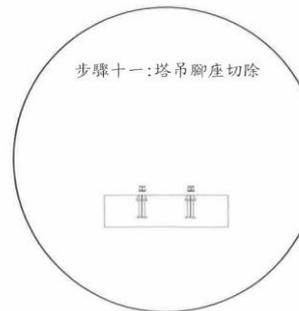
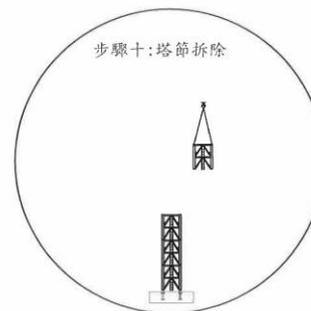
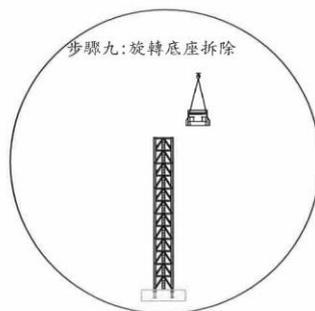
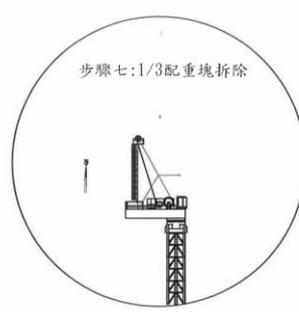
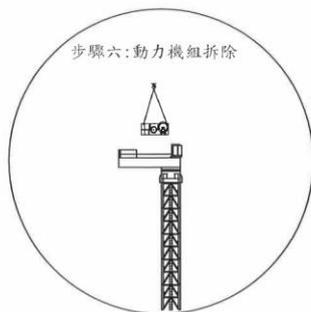
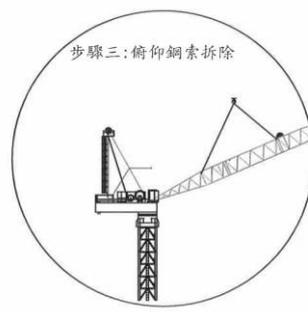
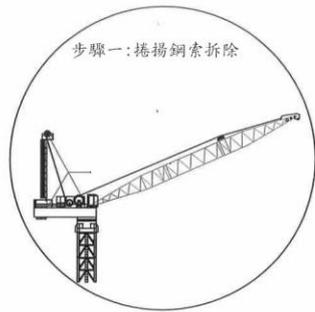


圖 3-27 塔吊基礎拆除

1、內爬式塔式起重機拆除作業流程簡易圖



2、外爬式塔式起重機拆除作業流程簡易圖



第二節 塔式起重機安裝及拆除之注意事項

安裝及拆除塔式起重機時，可能因未按照起重機製造商指定的正確程序進行、使用不正確的配件、錯誤的螺栓尺碼或種類、錯誤組合、組合程序有誤或拆開組件時出錯，而導致意外發生，是以為避免發生意外，應遵守下列各點：

- 一、塔式起重機於安裝前，應留意附近是否存在危險，並清楚知道對地面、鋼構或其他支撐物等，施加的最大力度及受風力、地震等影響，提供相關承載數據供專業技師核算，針對較弱之部分結構予以補強，以確保未低估起重機對受承載力之處的可能危害如圖 3-28，以使結構保持相當強度及穩定性。



圖 3-28 確保樓板承載力



圖 3-29 塔節支撐與高度限制

- 二、有關塔式起重機之製造或修改，其製造人應於事前經型式檢查合格，並由主任設計者設計，須符合「固定式起重機安全檢查構造標準」之規定，該地計算上，承受風速及地震較臺灣為低，故此，應根據前述標準驗算風力及地震力對塔式起重機機身的負荷。此外，須嚴格遵守製造商設計起重機使用塔節的最高總高度如圖 3-29，以及支撐物（樑）上方自由端最大容許間距。

- 三、所有操作程序應有鋼構組配作業主管（具有熟悉組裝程序者為佳）監督下進行，使用之機具為勞工安全衛生法所稱危險性機械，須經檢查機構檢查合格，其操作人員與吊掛人員應取得合格資格。



- 四、進行安裝、拆除塔式起重機程序前，應使用警示設備劃分作業區域如圖 3-30，區域內管制非相關人員進入及不得堆積物料等，以便容納及搬運起重機之零件，並預留足夠空間及通道，停放移動式起重機或起重設備及運送車輛，而不致影響或危害勞工。

圖 3-30 劃分作業區域

- 五、應確實計算塔式起重機所有組件等重量及尺寸並加以清楚標記，以資識別。在安裝、拆除起重機時，使用之起重設備應要求有較大額定荷重能力之機具吊掛，而結構鎖固螺栓應為正確材質尺寸，並施加以製造廠商建議的扭矩扭緊如圖 3-31。



圖 3-31 鎖固螺栓並劃線

- 六、檢查塔式起重機的主要結構組件，如發現組件有任何損壞或故障處，應根據製造商的規格及維修手冊進行修理或更換。
- 七、大部份製造商會註明安裝、拆除、塔節爬升時的限制風速，依起重升降機具安全規則第 22 條第 7 款規定，因強風、大雨、大雪等惡劣氣候，致作業有危險之虞時，應禁止工作。

- 八、應從製造商建議位置或估測荷物重心位置，以決定吊具懸掛荷物之適當位置，從事吊掛作業不得令荷物吊起時晃動、不穩定或損壞。



圖 3-32 混凝土基座

- 九、塔式起重機的基座若使用鋼筋混凝土，應正確綁設鋼筋、框架與基礎螺栓於適當位置，並灌注合磅數混凝土如圖 3-32，給予適當硬化時間，以達到足夠強度。此外，亦應有排水系統，以免起重機基座積水。

- 十、安裝、拆除作業中的每個步驟，應根據製造商的要求，將正確重量的平衡物置於起重機的適當位置。
- 十一、塔式起重機應留意爬升後，對於捲揚用鋼索，當吊具置於最低位置時，應有 2 捲以上鋼索留置於吊升裝置之捲胴上。

- 十二、安裝程序中需使用電氣裝置，應由合格電工進行，該電工須確認：A. 操作的電氣系統與電源完全隔離。B. 須有避雷針接地至地網或鄰近地面如圖 3-33。C. 供應電源電壓與塔式起重機之原動機電壓須一致，並於通電前先行測試所有電路。D. 使用前應將制動器（剎車）



圖 3-33 避雷針接地

- 完成調校。
- 十三、用以放置起重機塔節之建築物結構體的（樓面）開口應足夠，使塔節與爬升機構及其他固定物間有足夠間隙，安裝時應確保塔節準確定位與鉛直，爬升機構正確放置及連接，基礎支

撐樑需絕對平穩及各結構固定螺栓、螺帽、螺釘、銷、鍵及栓等，除使用高張力螺栓摩擦接合者外，應設有防止鬆弛或脫落之設施，另結構部份之鉚釘孔及螺栓孔，應使用鑽孔機開孔，且不得有迴紋或裂紋等瑕疵。

十四、組裝主吊臂（桁架）的工法，應按製造商指示進行，且先行於平地或台架上，將分段吊臂按正確順序及相對位置組裝，設明確吊掛作業點，用以確保吊臂在任一時間均須得到適當支撐，避免組裝時受到不同壓力，造成吊臂挫曲、變形之態樣，檢查滑輪及其他機械裝置是否正常，並安裝相關安全裝置及電氣設備。安裝吊臂於起重機時，吊臂應有足夠強度的穩定吊掛鋼索，並置於適當位置與數條相同鋼索受力應平均，以確保在整個吊升過程中，吊臂的安裝情況受到控制，在固定所有支撐物並安裝所有栓鎖前，不應解開吊掛鋼索。

十五、塔式起重機完成安裝後，應由熟悉安裝方式及檢測標準之人員，進行自主檢查，首先進行外觀檢驗，檢查結構體是否有明顯變形或鏽蝕，所有螺栓及鎖扣裝置均已正確鎖緊，其次進行主要尺寸量測與安全裝置、制動器測試，以確保所有動作正常，最後在最不利於安定性之條件下，將相當於該起重機額定荷重 1.27 倍之荷重置於吊具上，實施吊升、旋轉及吊運車之橫行等動作之試驗如圖 3-34，確認安全。

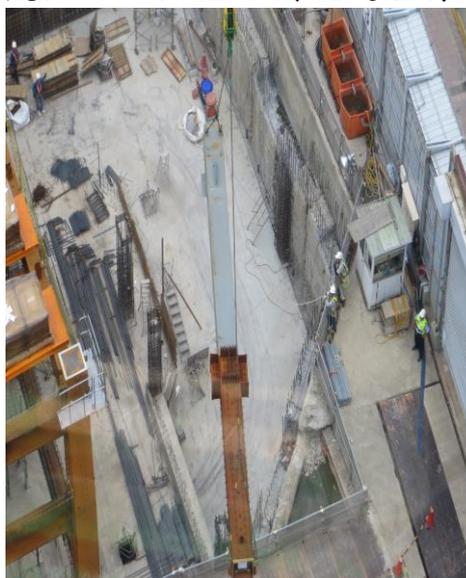


圖 3-34 安定性測試

十六、拆除塔式起重機時有困難及潛在的危險，所以應有鋼構組配作業主管（熟悉拆除程序者為佳）監督下，由熟練及經驗豐富

的人員進行拆除作業，因為使用起重機興建的建築物與附近的建築物會造成空間限制，因此在進行工程之初，選擇使用起重機的種類、體積及位置時，應同時考量拆除及遷移起重機的需求。

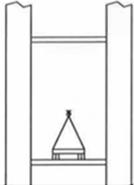
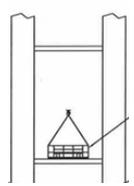
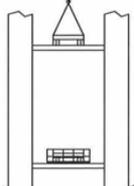
十七、不論採用何種吊掛程序及方法，使用吊掛拆除組件的起重機具應有足夠的額定荷重，以確保吊掛拆除組件卸放於地面時，與建築物保持足夠空間，且螺栓或鎖固裝置鬆開前，將要拆除及吊掛的部分應繫穩於吊掛設備的吊鉤或吊運裝置，並使用牽引索穩定吊掛的負荷物，而這些牽引索須在吊掛前連接妥當。

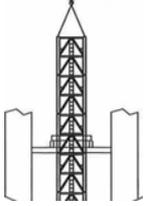
第三節 塔式起重機組裝及拆除作業之危害分析

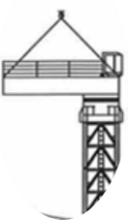
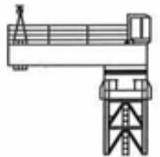
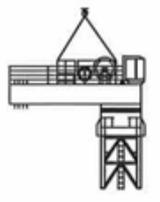
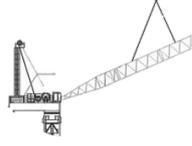
在塔式起重機組裝及拆除程序方面，常因作業順序未明確或機具吊掛能力不足，使得勞工無法確實依標準作業程序施工，易發生意外事故，是以除加強實施機械的自動檢查外，對於塔式起重機安裝拆除作業之危害防制，應確實按照標準作業程序操作，本報告整合塔式起重機組拆作業可能發生危害分析及改善對策略述如下：

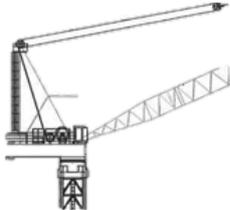
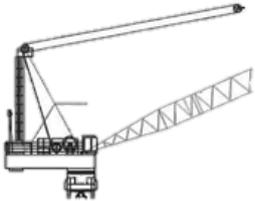
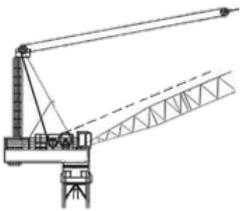
| 可能之危害 | |
|-------|--|
| 塔身傾斜 | 塔式起重機進行組裝時，因地盤承载力軟弱，使各方向地面沉陷不一，造成起重機傾斜。 |
| 塔吊倒塌 | 同塔身傾斜原因，基礎承载力嚴重不足者，造成塔吊倒塌。 |
| 塔節挫曲 | 使用超過起重機限制塔節裝設數量及高度，或塔節自最近的固定夾具算起之自由端過長時，易造成塔節挫曲。 |
| 人員墜落 | 作業人員於高處作業時，雇主未設置防護措施或勞工未確實使用安全防護具。 |
| 物體飛落 | 作業人員使用的工具、物品不慎掉落，或吊掛鋼索斷裂，造成吊掛物飛落。 |
| 人員感電 | 作業人員使用電工具或電焊機，有漏電現象造成人員感電危害。 |
| 人員被撞 | 作業機具（移動式起重機）旋轉、倒車或車輛突入作業區域，不慎撞擊作業人員造成傷亡。 |

一、塔式起重機安裝流程危害分析及改善對策表

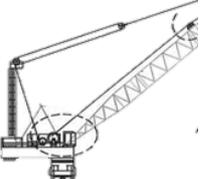
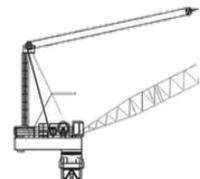
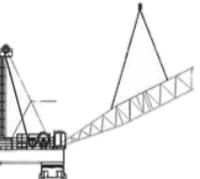
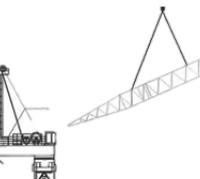
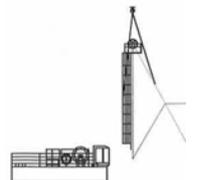
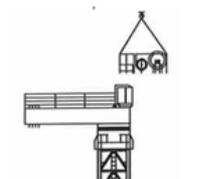
| 作業流程 | 簡易圖示 | 作業方式 | 危害分析 | 改善對策 |
|------|--|--------------|--|--|
| 第一步 |  | 下層塔吊區座標吊放及安裝 | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 測量人員以經緯儀、水準儀等檢驗並安裝基座螺栓鋪設位置的精確度，及吊裝鋼柱的編碼確認，且場地須淨空使作業順利。 2. 高度差 1.5 公尺以上設置上下設施並在開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具，及塔吊區下方鋪設安全網。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 3. 依作業範圍核算安裝機具之能力，避免過負荷使用。 4. 檢驗電動工具漏電狀況及裝設漏電斷路器。 |
| 第二步 |  | 下層塔吊座標工作平台安裝 | | |
| 第三步 |  | 上層塔吊區座標吊放及安裝 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 吊裝柱之位置錯誤編碼未依照順序安裝。 | |
| 第四步 |  | 上層塔吊座標工作平台安裝 | <ol style="list-style-type: none"> 2. 人員墜落或物體飛落。 3. 吊升機具翻覆損壞。 4. 人員感電 | |

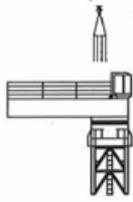
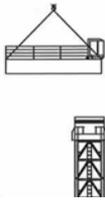
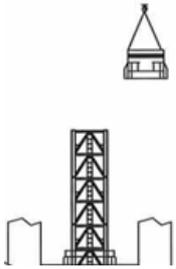
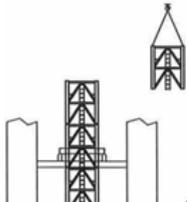
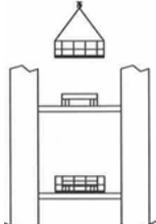
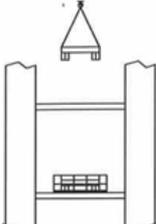
| | | | | |
|------------|---|-----------------------|--|---|
| <p>第五步</p> |  | <p>爬升塔節及標準塔節吊放及安裝</p> | | <ol style="list-style-type: none"> 1. 高度差 1.5 公尺以上設置上下設施並在開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具，及塔吊區下方鋪設安全網。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 |
| <p>第六步</p> |  | <p>迴旋底座吊裝</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 人員墜落或物體飛落。 2. 塔節倒塌。 3. 吊升機具翻覆損壞。 4. 鋼構零件鬆脫。 5. 人員感電 | <ol style="list-style-type: none"> 2. 加強鎖固並確實固定且讓驗證工程師檢查；安裝塔節的部分須注意平穩避免撞擊本體使之掉落及害本體倒塌，需派合格人員指揮吊掛並加以確實檢查。 3. 依作業範圍核算安裝機具之能力，避免過負荷使用。 4. 鋼構組配作業主管需檢查作業勞工之器具，使用正確螺栓，並確實栓緊螺栓部分方得以往上疊高。 5. 檢驗電動工具漏電狀況及裝設漏電斷路器。 |

| | | | | |
|------|---|------------|-------------------------------|---|
| 第七步 |  | 機械平台及駕駛室安裝 | 1. 安裝機台鋼構之零件螺栓部分脫落及機具配置錯誤。 | 1. 需檢查安裝機台的配對位置及安裝構件需牢固的拴緊，也需要人員指揮安裝位置且零件必要時需汰換不良品以免發生意外。 |
| 第八步 |  | 1/3 配重塊吊裝 | 2. 配重塊的重量評估及安裝位置有誤。 | 2. 配重塊的重量需事先依原廠設計選用，以使塔吊達到整體平衡。 |
| 第九步 |  | 引擎及捲揚機組安裝 | 3. 人員墜落及物體飛落。 4. 人員感電。 | 3. 開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 4. 檢驗電動工具漏電狀況及裝設漏電斷路器。 |
| 第十步 |  | A 架安裝 | 1. 人員墜落及物體飛落。 | 1. 開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 |
| 第十一步 |  | 前桁架吊裝 | 2. 人員感電。 3. 安裝鋼構之零件螺栓部分脫落。 | 2. 檢驗電動工具漏電狀況及裝設漏電斷路器。 3. 安裝固定件需牢固的拴緊，也需要人員指揮安裝位置且零件必要時需汰換不良品以免發生意外。 |

| | | | | |
|-------------|---|--------------------|---|---|
| <p>第十二步</p> |  | <p>俯仰及支撐鋼索裝設</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 人員墜落及物體飛落。 2. 安裝鋼構之零件螺栓部分脫落。 3. 人員被捲、被夾。 4. 人員感電。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 2. 安裝固定件需牢固的拴緊，也需要人員指揮安裝位置且零件必要時需汰換不良品以免發生意外。 3. 旋轉體或捲入點應有防護措施。 4. 電動機或電動設備避免裸接並加裝漏電斷路器。 |
| <p>第十三步</p> |  | <p>2/3 配重塊吊裝</p> | <ol style="list-style-type: none"> 1. 人員墜落及物體飛落。 2. 人員被捲、被夾。 3. 人員感電。 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 2. 旋轉體或捲入點應有防護措施。 3. 電動機或電動設備避免裸接並加裝漏電斷路器。 |
| <p>第十四步</p> |  | <p>吊鉤安裝及捲揚鋼索穿設</p> | <ol style="list-style-type: none"> 4. 配重塊的重量評估及安裝位置有誤。 | <ol style="list-style-type: none"> 4. 配重塊的重量需事先依原廠設計選用，以使塔吊達到整體平衡。 |

二、塔式起重機拆除流程危害分析及改善對策

| 作業流程 | 簡易圖示 | 作業方式 | 危害分析 | 改善對策 |
|------|---|-----------|--|---|
| 第一步 |  | 各部位極限開關拆除 | | |
| 第二步 |  | 吊鉤及捲揚鋼索拆除 | 1. 人員感電。 2. 物體飛落。 3. 人員被捲、被夾。 | 1. 避免活線作業，並以漏電檢測器偵測漏電情形。 2. 使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 3. 旋轉體或捲入點應有防護措施。 |
| 第三步 |  | 2/3 配重塊拆除 | | |
| 第四步 |  | 俯仰及支撐鋼索拆除 | | 1. 開口部分設置臨時護欄，人員使用安全防護具。使用之吊掛用具強度事先核算並分類。 |
| 第五步 |  | 前桁架拆除 | 1. 人員墜落及物體飛落。 2. 人員被捲、被夾、被衝撞。 3. 塔吊倒塌。 | 2. 旋轉體或捲入點應有防護措施。吊掛物吊起時，人員禁止位於吊掛物與固定部品之間。 |
| 第六步 |  | 塔尖拆除 | 4. 吊升機具翻覆損壞。 5. 人員感電。 | 3. 拆除塔節的部分須注意平穩避免撞擊本體使之掉落及害本體倒塌，需派合格人員指 |
| 第七步 |  | 引擎及捲揚機組拆除 | | |

| | | | | |
|------|---|--------------|--|--|
| 第八步 |  | 1/3 配重塊拆除 | | 揮吊掛。 4. 依作業範圍核算安裝機具之能力，避免過負荷使用。 5. 避免活線作業，並以漏電檢測器偵測漏電情形。 |
| 第九步 |  | 機械平台及駕駛室拆除 | | |
| 第十步 |  | 迴旋底座拆除 | | |
| 第十一步 |  | 標準塔節及爬升塔節拆除 | | |
| 第十二步 |  | 上層塔吊座樑工作平台拆除 | | |
| 第十三步 |  | 上層塔吊區座樑拆除 | | |
| 第十四步 |  | 下層塔吊座樑工作平台拆除 | | |

第四節 塔式起重機組拆作業交通管制安全重點

塔式起重機組拆裝作業常受限於工地腹地，需佔用人行道或封閉道路進行交通管制措施，常引發民怨，然交通主管機關考量車流量及使用時段，要求工地營造廠須縮短時間及減少佔用道路面積，其作業於壓縮時間與空間之狀況下，增加危害因素提高災害發生機率，然立於勞工安全與公共安全角度觀看，如此作法，一旦發生災害，所需付出代價相對於佔用道路為大，如何在交通管制與作業安全間取其平衡，為一重要議題，經本報告研究分析作業安全及交通管制兩者間關係，提出以下建議：

一、 塔式起重機組拆作業佔用道路安全重點

基於勞工安全立場，提出塔式起重機組拆作業需佔用道路時，應依以下重點辦理：

- 1、 應考量運輸機具動線、人員行動路線、起重機具停放位置等。
- 2、 應將影響交通狀況減至最小前提下，請交通主管機關及其他相關單位准許工地佔用最大交通管制區域。
- 3、 要求工地業者作好完善交通疏導措施規劃，使作業能順利進行，雖有短暫不便，但卻能有更安全的工作環境。

二、 塔式起重機組拆作業交通管制重點

- 1、 對於有車輛出入、使用道路作業、鄰接道路作業或有導致交通事故之虞之工作場所，得製做交通影響評估報告，其內容應含評估範圍、週邊道路動線分析、人行動線分析、作業期間交通維持措施及規劃說明與改善對策等。
- 2、 使用道路作業人員應戴有反光帶之安全帽，及穿著顏色鮮明有反光帶之施工背心，以利辨識。
- 3、 設置適當交通號誌、標示或柵欄，使受警告者能清晰獲知，

並於交通要道指派引導人員或設置具有顏色鮮明施工背心、安全帽及指揮棒之電動旗手

- 4、若有隔夜或夜間作業，作業區域範圍應設有照明或反光片等設施，及清晰明顯處設有信號燈。

希望本報告所提之安全改善對策，能有效協助業界建立塔式起重機拆裝作業之安全注意事項，提供事業單位進行相關作業重要參考外，以使塔式起重機拆裝作業更趨安全，減少職災意外的發生。

第四章 結論與建議

本報告針對塔式起重機組裝及拆除作業，探討其作業方法、災害原因分析，提出安全管理重點與防災對策，對於塔式起重機組拆作業之危害防治，提出下列結論與建議，供業界及主管機關參考。

綜合本研究分析結果提出結論如下：

- 一、事業單位應落實實施自動檢查外，並訂定明確標準作業程序。
- 二、塔式起重機組拆作業人員的專業培訓與教育訓練應落實，並確實按照標準作業程序施作。
- 三、事業單位於組拆塔式起重機時，現場除設置「鋼構組配作業主管」外，得有熟悉整體工程之監督管理人員，防範職業災害之發生。
- 四、塔式起重機選用使用類型，應由塔式起重機專業廠商提供意見供業主參考，並共同確認塔式起重機作業區域不得有障礙，迴轉時不得與鄰近建築物或其他機械設備相碰撞，惟組拆作業使用大型移動式起重機，其吊桿越長撓度越大，應將吊桿偏移量一併納入考量。
- 五、業主（營造廠）得負責工作場所及塔吊安裝前之準備（如：基礎清理、確認高層水平、承載物強度），針對技師核算基礎結構應補強部分確實施作，後交由塔式起重機專業廠商進行組裝。

綜合本研究分析結果提出以下建議：

- 一、國內常使用老舊或國外淘汰機械，應依原廠設計使用年限或經技師核算疲勞應力，對於有超過使用年限或顯著危害者得停止使用。
- 二、事業單位對於塔式起重機拆裝作業有關事故發生，應主動了

解並發現潛在危害，時常對全體作業人員提醒、宣導，使其了解安裝程序及危害預防措施。

三、事業單位對於塔式起重機拆裝作業有關國外先進技術，應主動引進與國內技術做比較，以相對低危害性工法施作，減少危害發生。

四、鑒於臺灣為地震頻繁地區，於高樓層建物上之塔式起重機，為防止因地震力受損倒塌，請事業單位於塔式起重機安裝完成後，面向工地內之塔節最上端裝設拉引鋼索，防止塔吊倒塌於工地外，造成公共意外災害。

五、塔式起重機組拆作業牽涉多個政府機關權責範圍，如：建築管理工程處，工務局，交通局，勞動檢查處，警察單位，停車管理工程處、里長辦公室等，事業單位為符合各權管機關法令規定，常需耗時費力跑各機關，為達便民效果，建議前述作業由單一機關統籌並召集相關單位召開協調會，於會議中一次性的溝通協調，要求事業單位具體辦理。

綜此，本報告提出整合性的作業流程，提供業者建立塔式起重機組拆作業參考外，期望勞工於作業時更趨安全，減少職災意外的發生。

第五章 參考文獻

- [1] 毛昭陽，塔式起重機之組裝爬升拆除作業安全管理與防災對策（2010），高雄市政府勞工局勞動檢查處報告。
- [2] 鄧世綱、王書龍、張書文（2001），塔式起重機爬升安全研究，行政院勞工委員會勞工安全衛生研究所委託研究報告。
- [3] 香港勞工處職業安全及健康部（2002），安全使用塔式起重機工作守則。
- [4] 內政部營建署（2011），施工計劃書配合查核建築物塔式起重機具送審作業計劃。