



行政院環境保護署

施工機具排放空氣污染 自主改善防制技術指引



中華民國109年10月

目 錄

第一章 前言	1
1.1 目的	1
1.2 適用對象	1
1.3 施工機具空氣污染物排放特性	2
第二章 施工機具排放黑煙原因分析	3
第三章 施工機具污染改善防制技術	4
3.1 維修保養	4
3.2 加裝污染防制設備	5
3.3 汰舊換新	7
第四章 高污染施工機具案例分析	8
4.1 案例說明-第1部	8
4.2 案例說明-第2部	12
4.3 案例說明-第3部	15
4.4 案例說明-第4部	18
4.5 案例說明-第5部	21
4.6 案例說明-第6部	24
4.7 案例說明-第7部	28
4.8 共通性建議	32
參考文獻	37

表 目 錄

表3-1 柴油車輛維修項目污染減量效益表	5
表3-2 購置新式施工機具費用	7
表4-1 堆高機調查紀錄表	8
表4-2 堆高機執行引擎大修項目	10
表4-3 堆高機汰舊換新污染改善對照表	10
表4-4 推土機調查紀錄表	12
表4-5 推土機汰舊換新污染改善對照表	13
表4-6 挖土機調查紀錄表	15
表4-7 挖土機汰舊換新污染改善對照表	16
表4-8 挖土機調查紀錄表	18
表4-9 挖土機汰舊換新污染改善對照表	19
表4-10 挖土機調查紀錄表	21
表4-11 挖土機汰舊換新污染改善對照表	22
表4-12 起重機調查紀錄表	24
表4-13 起重機定期保養紀錄表	25
表4-14 起重機汰舊換新污染改善對照表	26
表4-15 起重機調查紀錄表	28
表4-16 起重機定期保養紀錄表	29
表4-17 起重機汰舊換新污染改善對照表	30
表4-18 施工機具污染改善方案實行優缺點	32
表4-19 施工機具安裝空氣污染防制設備前後檢查表單	35

圖 目 錄

圖1-1 常見施工機具種類外觀示意圖	1
圖1-2 柴油引擎的燃燒階段.....	2
圖1-3 柴油引擎燃燒的三個階段說明	2
圖2-1 柴油引擎施工機具黑煙排放成因魚骨圖	3
圖3-1 柴油引擎落實維修保養污染改善效益.....	4
圖3-2 觸媒轉化器系統示意圖	5
圖3-3 使用濾煙器可改善機具黑煙排放	6
圖4-1 堆高機外觀及排煙狀況.....	9
圖4-2 堆高機污染改善方案評估	11
圖4-3 推土機外觀及排煙狀況.....	12
圖4-4 推土機污染改善方案評估	14
圖4-5 挖土機外觀及排煙狀況.....	15
圖4-6 挖土機污染改善方案評估	17
圖4-7 挖土機外觀及排煙狀況.....	18
圖4-8 挖土機污染改善方案評估	20
圖4-9 挖土機外觀及排煙狀況.....	21
圖4-10 挖土機污染改善方案評估	23
圖4-11 起重機外觀及排煙狀況	24
圖4-12 起重機污染改善方案評估	27
圖4-13 起重機外觀及排煙狀況	28
圖4-14 起重機污染改善方案評估	31

第一章 前言

1.1 目的

施工機具排放黑煙嚴重影響民眾健康，為改善施工機具使用過程之空氣污染問題，「施工機具排放空氣污染自主改善防制技術指引」將針對排放黑煙原因分析、污染改善防制技術及高污染機具案例分析等內容進行說明，可供施工機具業者或使用者參考本指引內容落實定期維修和保養、加裝污染防制設備（如濾煙器），或汰舊換新等措施，確保施工機具能維持工作效能，並達到污染改善目的。

1.2 適用對象

本指引適用對象為柴油引擎施工機具，包含但不限於挖土機、起重機、壓路機、推土機、鏟裝機及高空作業車等，機具外觀請參閱圖1-1。



圖 1-1 常見施工機具種類外觀示意圖

1.3 施工機具空氣污染物排放特性

施工機具因其燃燒後長碳鏈有機化合物易產生粒狀污染物（PM），而在引擎高溫高壓燃燒下易產生氮氧化物（NO_x），然而PM與NO_x具有相互消長關係，係因柴油引擎燃燒過程可區分三個階段（請參閱圖1-2），包括點火延遲、預混燃燒、擴散燃燒等，說明請參閱圖1-3。

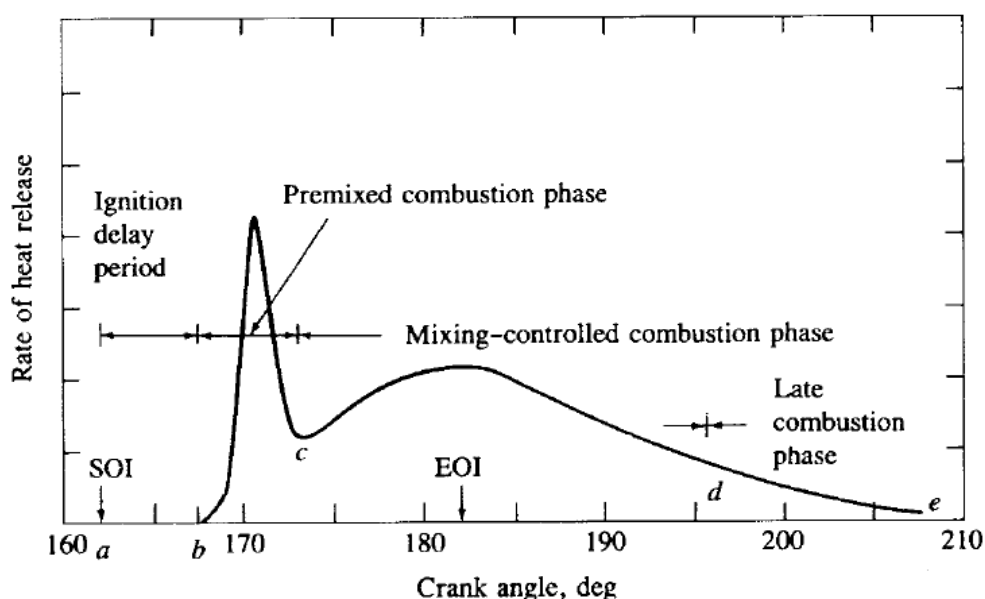


圖1-2 柴油引擎的燃燒階段【1】

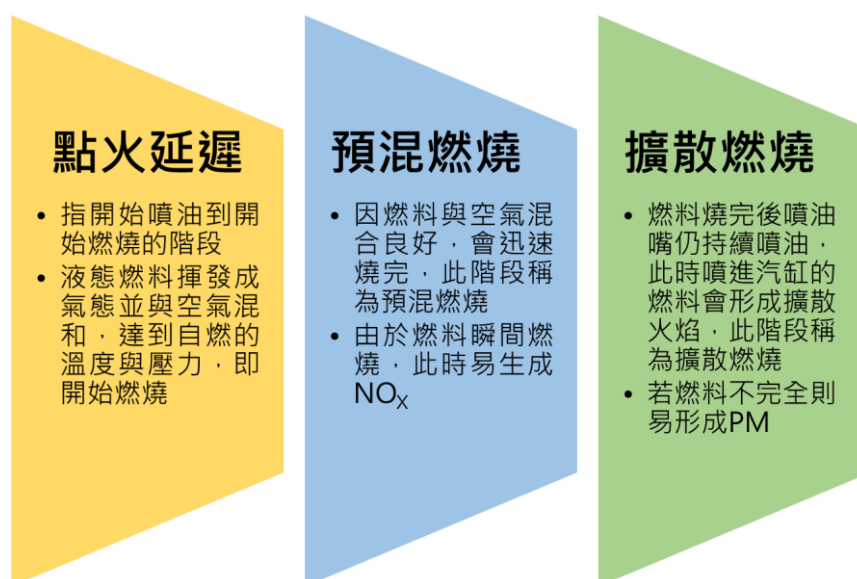


圖1-3 柴油引擎燃燒的三個階段說明【1】

第二章 施工機具排放黑煙原因分析

由於柴油引擎在產生運輸動力的同時，也排放氮氧化物、粒狀污染物及黑煙等空氣污染物，其中黑煙最為民眾所詬病，故列為施工機具首要管制項目。

為瞭解施工機具黑煙污染排放成因，本指引參考國內相關研究成果，排放黑煙主要原因可以分為噴油嘴問題、噴射泵浦問題、正時問題、進排氣問題、汽缸壓縮壓力問題及駕駛操作不當等，各項黑煙排放成因魚骨圖請參閱圖2-1。

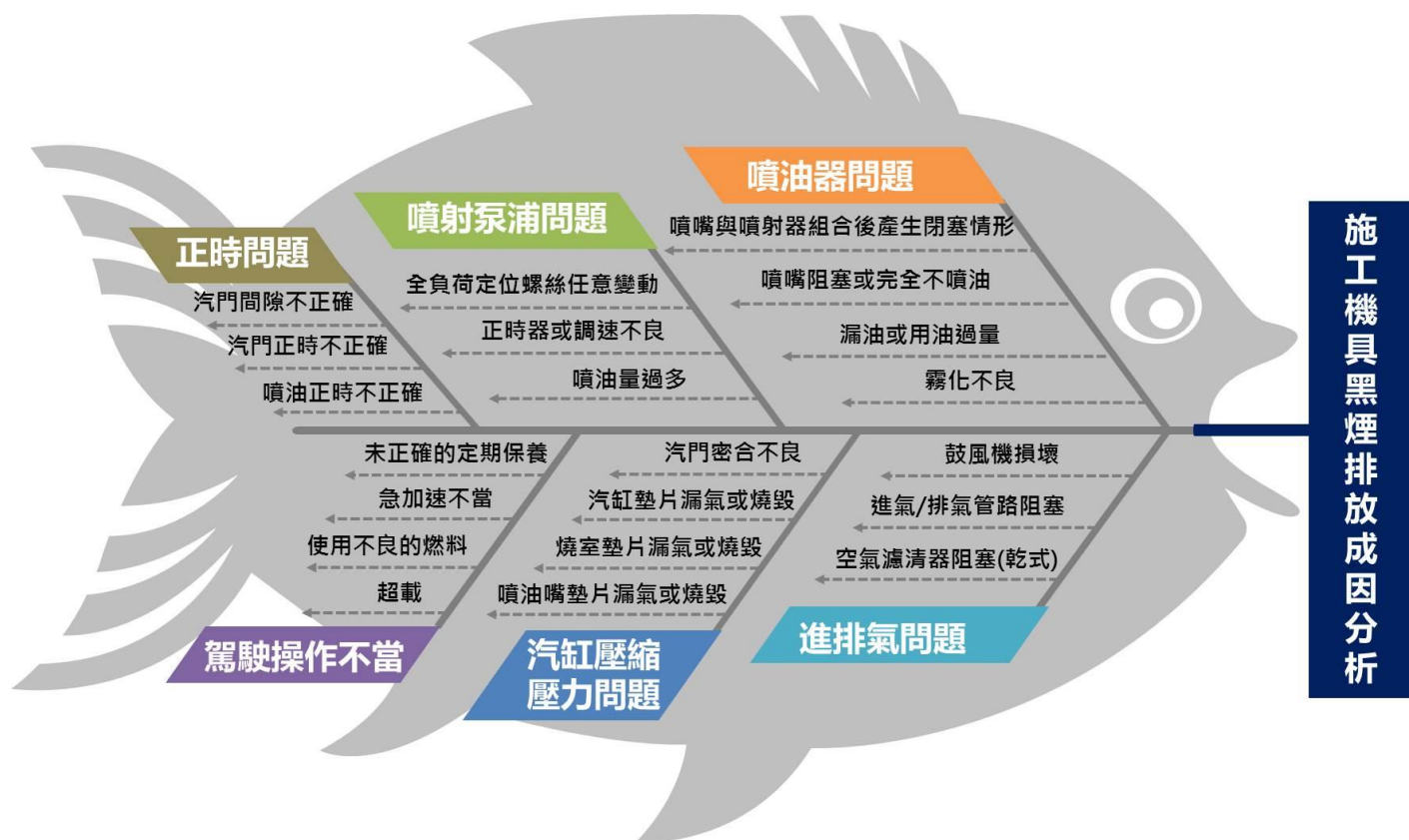


圖2-1 柴油引擎施工機具黑煙排放成因魚骨圖【2、3】

第三章 施工機具污染改善防制技術

為改善施工機具污染排放，可藉助維修保養、加裝污染防制設備，或汰舊換新等措施，茲就此三項措施詳細說明如后。

3.1 維修保養

參考美國科羅拉多州研究20輛高污染柴油引擎經維修噴油嘴、調整/更換噴射泵浦、調整調速器/噴油時間、汽門間隙、更換空氣濾清器等，可改善不透光率、THC、CO與PM等污染物排放，改善率約16%至87%，如圖3-1。

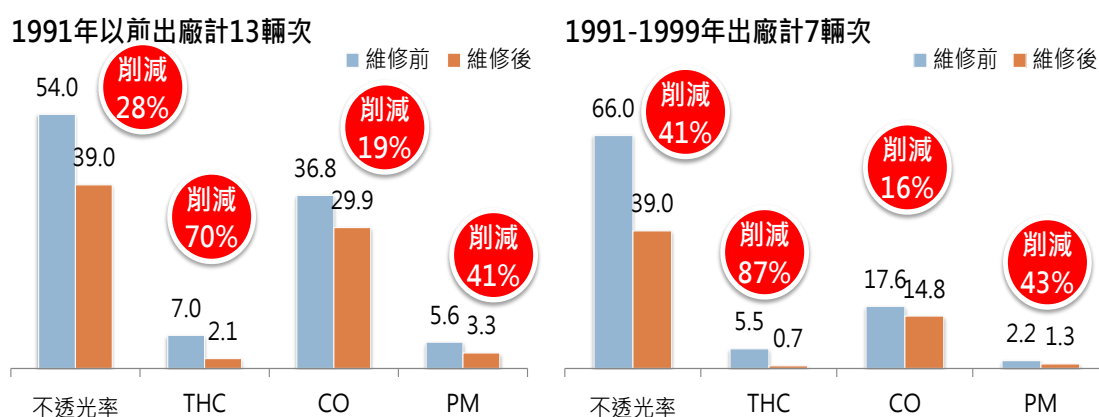


圖3-1 柴油引擎落實維修保養污染改善效益【4】

又參考國內同為柴油引擎之車輛，經調校汽門間隙、調校噴油正時、調校/更換噴油嘴、調校噴射泵浦及引擎大修等，可削減黑煙污染度1%~45%（表3-1）。

表3-1 柴油車輛維修項目污染減量效益表【2、5】

調修更換項目	污染度減量成效	費用範圍（元）
空氣芯更換	減少約2~3%	140~260
引擎機油更換	減少約1~2%	260~520
調校汽門間隙	減少約5~7%	290~2,240
調校噴油正時	減少約7~10%	350~1,575
調校/更換噴油嘴	減少約10~15%	1,260~3,780
調校噴射泵浦	減少約25~27%	5,110~7,875
引擎大修	減少約30~45%	22,000~71,400

說明：上述維修費用視柴油引擎、輸出馬力與排氣量而定。

3.2 加裝污染防制設備

為減少施工機具污染排放，國際間各式污染防制設備亦為選項之一，如SCR系統或濾煙器，說明如后。

一、尿素選擇型觸媒轉化器（SCR系統）

此系統示意請參閱圖3-2，利用尿素水(urea)與氮氧化物進行化學反應，使有毒的氮氧化物氣體變成無毒的氮氣（ N_2 ）和水氣（ H_2O ）。

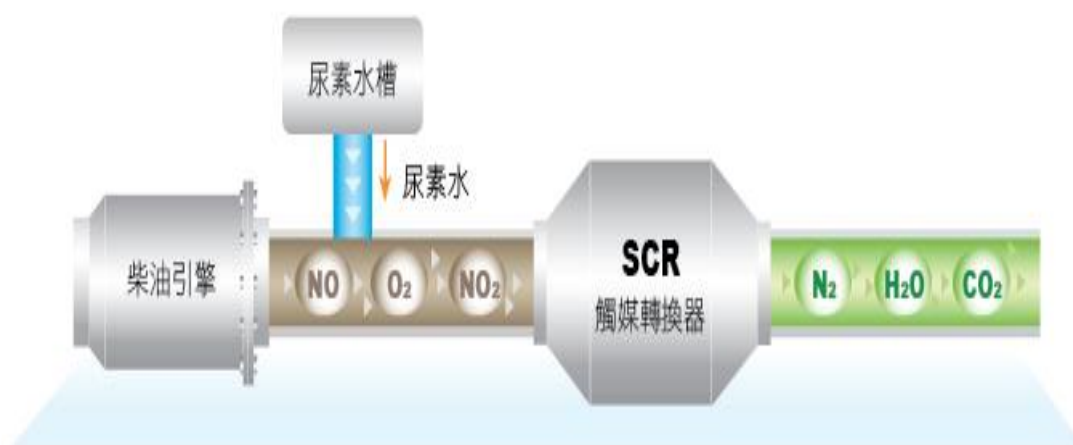


圖3-2 觸媒轉化器系統示意圖【6】

二、濾煙器

濾煙器可加裝於柴油引擎車輛或機具上，過濾柴油引擎排氣中的碳微粒（如圖3-3），是國際間公認、廣泛採用之污染防制設備。

依據環保署專案工作計畫評估結果，施工機具加裝濾煙器後可改善黑煙約79.7%~100%、PM_{2.5}改善率約42.7%~98.4%。然而，施工機具加裝之濾煙器若使用高灰份機油，致使濾煙器於使用時發生異常。因此，安裝濾煙器前須審慎評估機具情況。



圖3-3 使用濾煙器可改善機具黑煙排放【7】

3.3 汰舊換新

施工機具已屆汰換年限、機具條件不適合加裝濾煙器或無法藉由維修保養符合排放標準者，可以辦理汰舊換新。本指引參考環保署專案工作計畫調查結果(如表3-2)，採購10部新式機具費用為101~1,515萬元，所需成本較高。

表3-2 購置新式施工機具費用【3】

項次	機具種類	機具廠牌	引擎輸出功率 (kW)	排氣量 (c.c.)	採購新式機具 費用(元)
1	鏟土機	Caterpillar	205	10,500	3,500,000
2	挖土機	Komatsu	172.8	7,200	2,330,000
3	挖土機	Komatsu	64	3,900	1,010,000
4	基樁機	奇正	328/164	8,300/16,000	7,000,000
5	起重機	Kobelco	235	11,149	14,400,000
6	挖土機	Caterpillar	40.3	3,600	1,900,000
7	挖土機	Mitsubishi	67.7	查無資料	1,650,000
8	鏟土機	Toyota	39	2,486	1,363,400
9	挖土機	Komatsu	173	7,200	8,060,000
10	鏟土機	Komatsu	194	11,000	15,150,000

備註：項次4基樁機有兩具引擎

第四章 高污染施工機具案例分析

透過案例分析瞭解施工機具基本資料，如機具機齡是否老舊、是否有加裝污染控制元件、維修保養狀況等，研判黑煙排放成因，並評估選擇合適之污染改善方案。

4.1 案例說明-第1部

一、案例說明

本部機具種類為輪式堆高機（外觀及排煙狀況如圖4-1），機齡已逾20年，調查紀錄表請參閱表4-1。現場調查該堆高機已加裝濾煙器，以肉眼觀察未經濾煙器之廢氣有明顯白煙排放；經濾煙器後，明顯無可見煙排放，顯見施工機具加裝濾煙器可有效改善粒狀污染物排放。

表4-1 堆高機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	堆高機	總重量	3.85公噸
機具廠牌	TCM	機具型號	FVD25
額定馬力	30.8 kW	額定馬力轉速	2,300 rpm
排氣量	2,369 c.c.	機具使用總時數	—
污染控制元件	☒ 業主自主性加裝濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他 _____ ☐ 無		
出廠年份	—	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每月定期檢查1次，有異常狀況委外處理			



圖4-1 堆高機外觀及排煙狀況

二、原因分析

該堆高機運作期間排放明顯白煙，推測部分柴油未燃燒便形成油蒸汽，從排氣管中隨廢氣排出，致使排放白煙，可能原因包括噴油時間延遲、噴油嘴霧化不良、汽缸壓力過低所致，故建議應檢修燃油控制系統。

業者已辦理引擎大修（表4-2），修復後黑煙不透光率為 1.8 m^{-1} ，為再進一步改善黑煙排放，業者自主性加裝濾煙器，安裝後不透光率為 0.0 m^{-1} ，黑煙改善率達100%。

表4-2 堆高機執行引擎大修項目

維修項目		
◎缸套壓換	◎大修包	◎柴油芯
◎光曲軸	◎大波司	◎空氣芯
◎導管拆裝	◎小波司	◎引擎腳橡皮（大）
◎汽門座光	◎進汽門	◎引擎腳橡皮（小）
◎汽缸蓋光平	◎排汽門	◎水泵浦水管
◎彈簧清洗拆裝	◎汽缸套	◎上水管
◎偏心波司拆裝	◎汽門導管	◎風扇
◎偏心軸光	◎邊坡司	◎拆裝工資
◎曲軸後油封焊補拋光	◎連桿	◎運費
◎活塞	◎機油	
◎活塞環	◎機油芯	

三、解決方案評估

維修保養、加裝污染防制設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約40萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-3。

表4-3 堆高機汰舊換新污染改善對照表

引擎輸出功率	污染物	1期標準	4期標準	污染改善率
30.8 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.8 g/kWh	0.03 g/kWh	96.3%
	NO _x	8.0 g/kWh	4.0 g/kWh	50.0%
	CO	5.0 g/kWh	5.0 g/kWh	0.0%
	HC (NMHC)	1.5 g/kWh	0.7 g/kWh	53.3%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾30年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案，由於本部機具已由業者自行加裝濾煙器，污染改善效益達95.1%，故不予分析探討。施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，參考本部機具引擎大修費用約6萬元整。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，費用約40萬元。評估結果請參閱圖4-2。

綜上所述，考量該機具已辦理引擎大修並加裝濾煙器，已有效改善黑煙排放；若經濟允許，可再檢修噴射系統，較符合污染改善成本效益。

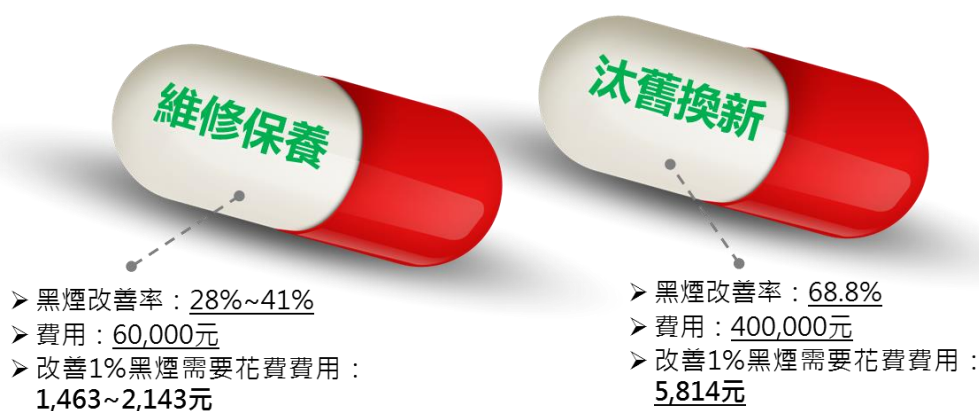


圖4-2 堆高機污染改善方案評估

4.2 案例說明-第2部

一、案例說明

本部機具種類為輪式推土機（外觀及排煙狀況如圖4-3），機齡已逾25年，使用總時數達16,093小時，調查紀錄表請參閱表4-4。該推土機未配備污染防制設備，以急踩油門方式輔以肉眼觀察有明顯黑煙排放。



圖4-3 推土機外觀及排煙狀況

表4-4 推土機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	推土機	總重量	6.3公噸
機具廠牌	TCM	機具型號	STD-30
額定馬力	55.9 kW	額定馬力轉速	2,200 rpm
排氣量	6,494 c.c.	機具使用總時數	16,093小時
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____ ☒ 無		
出廠年份	—	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每日檢查油水1次，有異常通知專人處理			

二、原因分析

該推土機運作時明顯排放黑煙，平時僅進行例行性機油與冷卻水檢查，未檢查排氣項目，建議除持續機具的定期保養，維持油水的每日檢查外，得檢修噴射泵浦、噴油嘴或引擎等燃油控制系統，確保機件的有效運作。

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防制設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約120萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-5。

表4-5 推土機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污染物	1期標準	4期標準	污染改善率
55.9 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.025 g/kWh	93.8%
	NO _x	7.0 g/kWh	4.0 g/kWh	42.9%
	CO	5.0 g/kWh	5.0 g/kWh	0.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.7 g/kWh	46.2%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾20年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元整。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達120萬元。評估結果請參閱圖4-4。

綜上所述，以污染減量成本效益而言，本部機具應優先維修燃油控制系統，包括引擎、噴油嘴與噴射泵浦等，較符合污染改善成本效益，其次採用加裝濾煙器。然而，考量該機具使用已逾25年，屆使用年限，若經濟許可前提下，建議汰舊換新，除可減少粒狀污染物外，亦可改善大氣中PM_{2.5}前驅物質（NO_x）排放，又可增加機具使用安全性。

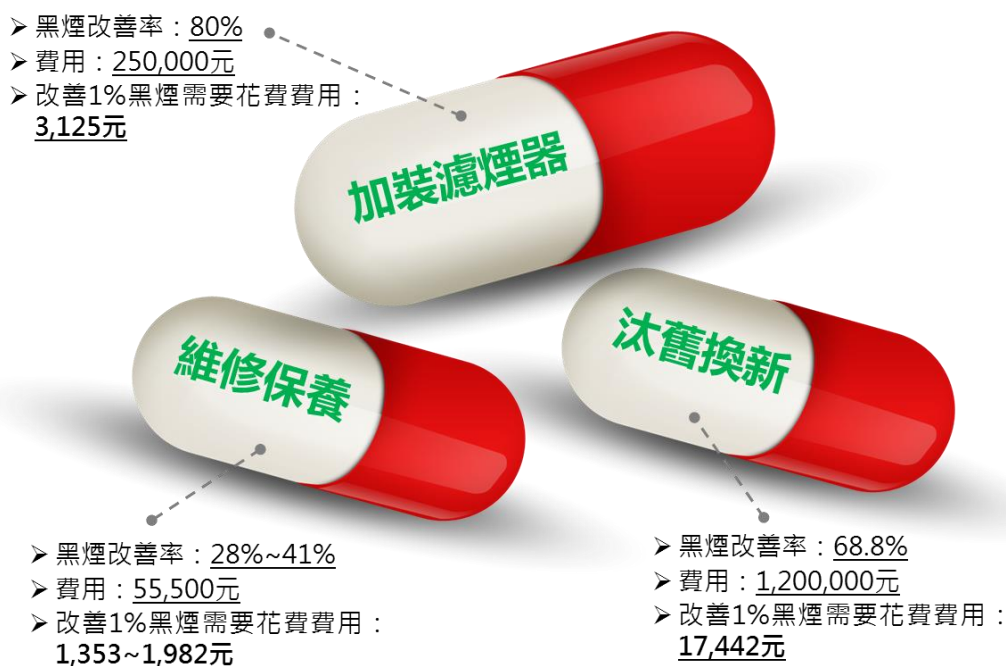


圖 4-4 推土機污染改善方案評估

4.3 案例說明-第3部

一、案例說明

本部機具種類為履帶式挖土機（外觀及排煙狀況如圖4-5），機齡已逾20年，調查紀錄表請參閱表4-6。該挖土機未配備污染防制設備，以急踩油門方式輔以肉眼觀察有明顯黑煙排放，採用不透光式煙度計，量測結果為 2.6 m^{-1} 。



圖4-5 挖土機外觀及排煙狀況

表4-6 挖土機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	挖土機	總重量	9.12公噸
機具廠牌	Komatsu	機具型號	PC120
額定馬力	66.2 kW	額定馬力轉速	2,200 rpm
排氣量	3,260 c.c.	機具使用總時數	—
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____ ☒ 無		
出廠年份	—	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每日檢查油水1次，有異常通知專人處理			

二、原因分析

該挖土機運作時明顯排放黑煙，平時僅進行例行性機油與冷卻水檢查，未檢查排氣項目；另現場調查，該機具引擎老舊且有汽門蓋漏油，判定有機油進入汽缸燃燒（俗稱吃機油）情況，建議修理燃油控制系統，包括噴射泵浦、噴油嘴與引擎，以降低黑煙排放。

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防治設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約101萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-7。

表4-7 挖土機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污 染 物	1期標準	4期標準	污 染 改 善 率
66.2 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.02 g/kWh	95.0%
	NO _x	7.0 g/kWh	0.4 g/kWh	94.3%
	CO	5.0 g/kWh	5.0 g/kWh	0.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.19 g/kWh	85.4%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾20年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元整。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達101萬元。評估結果請參閱圖4-6。

綜上所述，本部機具考量已有機油進入汽缸燃燒情況，故建議應優先維修引擎，再視情況維修噴油嘴與噴射泵浦等。



圖4-6 挖土機污染改善方案評估

4.4 案例說明-第4部

一、案例說明

本部機具種類為履帶式挖土機（外觀及排煙狀況如圖4-7），機齡已逾20年，調查紀錄表請參閱表4-8。該挖土機未配備污染防制設備，以急踩油門方式輔以肉眼觀察有明顯黑煙排放。



圖4-7 挖土機外觀及排煙狀況

表4-8 挖土機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	挖土機	總重量	—
機具廠牌	Kato	機具型號	HD1250V2
額定馬力	162 kW	額定馬力轉速	1,700 rpm
排氣量	11,149 c.c.	機具使用總時數	—
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____ ☒ 無		
出廠年份	—	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每日檢查油水1次，有異常通知專人處理			

二、原因分析

該挖土機在運作時明顯排放黑煙，經調查平時僅進行例行性機油與冷卻水檢查，未檢查排氣項目。另該機具排放黑煙原因研判與動力輸出系統（Power take-off, PTO）有關，建議予以檢修，並改善其漏油及漏水情況；另操作型態可緩拉油門，避免不當操作，可進一步減少黑煙排放。

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防制設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約90萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-9。

表4-9 挖土機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污 染 物	1期標準	4期標準	污 染 改 善 率
162 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.02 g/kWh	95.0%
	NO _x	7.0 g/kWh	0.4 g/kWh	94.3%
	CO	5.0 g/kWh	3.5 g/kWh	30.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.19 g/kWh	85.4%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾20年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元整。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達90萬元。評估結果請參閱圖4-8。

綜上所述，本部機具應優先檢修動力輸出系統，較符合污染改善成本效益，其次操作時應緩拉油門，避免不當操作。

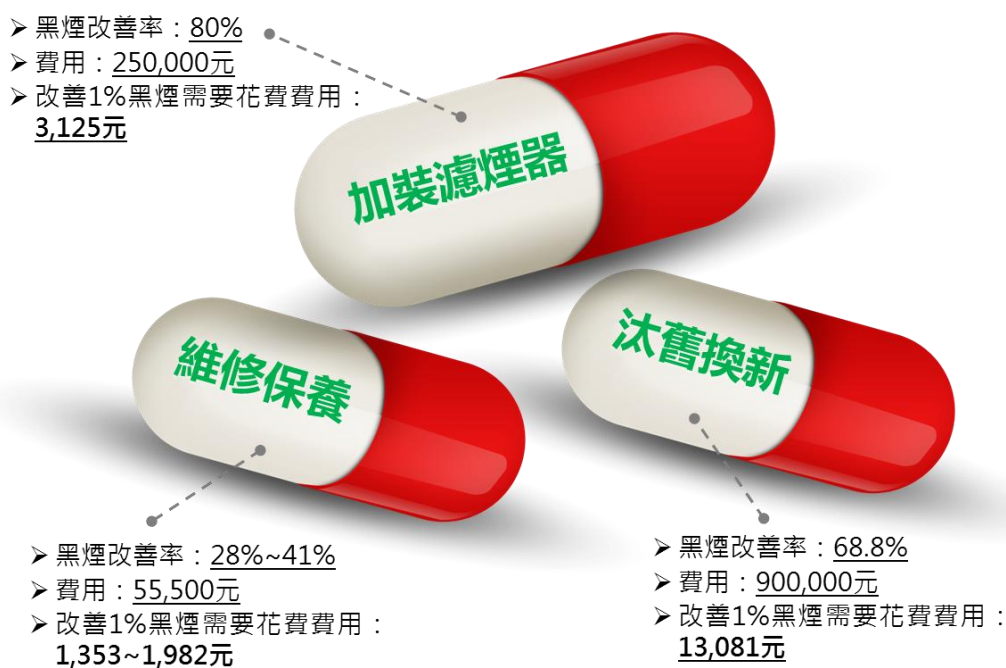


圖4-8 挖土機污染改善方案評估

4.5 案例說明-第5部

一、案例說明

本部機具種類為履帶式挖土機（外觀及排煙狀況如圖4-9），機齡已逾20年，調查紀錄表請參閱表4-10。該挖土機未配備污染防制設備，以急踩油門方式輔以肉眼觀察有明顯黑煙排放。



圖4-9 挖土機外觀及排煙狀況

表4-10 挖土機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	挖土機	總重量	9噸
機具廠牌	Kobelco	機具型號	K904C
額定馬力	114 kW	額定馬力轉速	2,900 rpm
排氣量	6,557 c.c.	機具使用總時數	—
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____ ☒ 無		
出廠年份	—	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
不定期更換機油、空氣濾芯與機油濾芯			

二、原因分析

該挖土機運作時明顯排放黑煙，經調查平時僅更換機油及空氣濾芯，未檢查排氣項目，有鑑於該機具疏於保養，造成噴射泵噴油過多，或霧化不良而導致黑煙排放，建議調校噴射泵、噴油壓力及噴油量，並清潔噴油嘴。

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防制設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約165萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-11。

表4-11 挖土機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污染物	1期標準	4期標準	污染改善率
114 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.02 g/kWh	95.0%
	NO _x	7.0 g/kWh	0.4 g/kWh	94.3%
	CO	5.0 g/kWh	5.0 g/kWh	0.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.19 g/kWh	85.4%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾20年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元整。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達165萬元。評估結果請參閱圖4-10。

綜上所述，本部機具應優先維修噴射泵浦，較符合污染改善成本效益，其次清潔或調校噴油嘴、噴油壓力及噴油量。

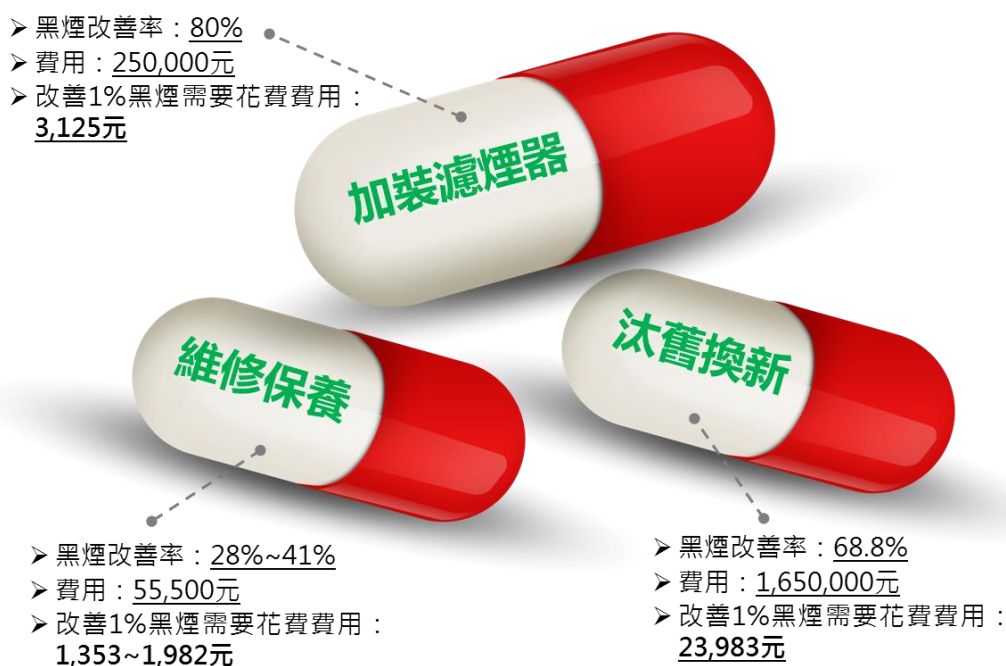


圖4-10 挖土機污染改善方案評估

4.6 案例說明-第6部

一、案例說明

本部機具種類為輪式起重機（外觀及排煙情況如圖4-11），不定期至其他場所，例如營建工地。機齡已達30年，調查紀錄表如表4-12。現場調查該起重機並未配備污染防制設備，以肉眼觀察有輕微黑煙排放。



圖4-11 起重機外觀及排煙狀況

表4-12 起重機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	起重機	總重量	37.57噸
機具廠牌	Kobelco	機具型號	RK450
額定馬力	239 kW	額定馬力轉速	2,200 rpm
排氣量	11,149 c.c.	機具使用總時數	—
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____		
	☒ 無		
出廠年份	1990年	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每6個月更換機油、空氣濾芯與機油濾芯，調整汽門間隙、噴射泵浦、噴油正時與噴油嘴			

二、原因分析

該起重機運作時輕微排放黑煙，雖有定期保養維護（表4-13），但本部起重機屬老舊機具，部分元件已經老化。另現場觀察排放黑煙係因操作供油過急、燃燒不良且為舊型系統所致，且此機具噴射燃油系統有些微滲漏，影響不大，請業者留意高壓油管是否鬆動，建議針對油壓系統定期換油及清理元件，以改善黑煙排放。

表4-13 起重機定期保養紀錄表

引擎系統	工作項目	底盤系統	工作項目
引擎本潤滑	◎檢查機油壓力 ◎檢查引擎漏油漏氣 ◎更換機油濾清芯 ◎更換機油 ◎校準汽門腳間隙 ◎清洗冷卻系統及換冷卻水 ◎皮帶檢查或調整	轉向系統及傳動系	◎檢查轉向機油檢查或更換 ◎轉向機油檢查前輪軸承 ◎拆洗檢查大王銷及銅套 ◎檢查大羊角及轉向臂 ◎檢查前軸桿及球頭 ◎檢查直拉桿及球頭 ◎檢查橫拉桿及球頭 ◎拆洗檢查後輪軸承 ◎檢查後軸殼及螺帽或換油 ◎檢查差速器油量或換油 ◎檢查各部萬向接頭 ◎檢查推進軸 ◎檢查離合器 ◎檢查變速箱或換油
噴油正燃	◎清潔空氣濾清器芯子軟管 ◎檢查進氣歧管及空氣器 ◎檢查排氣歧管及器 ◎更換柴油濾清器 ◎校正噴嘴 ◎清洗噴油嘴及校正		
電系	◎清潔電瓶樁頭 ◎檢查啟動馬達 ◎檢查發電機	剎車系	◎檢查剎車系及各件裝置 ◎檢查各輪煞車配件換來 ◎檢查令 ◎檢查煞車鼓 ◎校準手煞車 ◎校準腳煞車 ◎檢查煞車總缸
輪胎及注黃油	◎檢查輪胎情形或換位 ◎檢查輪胎鋼圈及螺絲 ◎換輪胎 ◎底盤各部加注黃油		
安全設備及燈光	◎照後鏡及照地鏡 ◎頭燈、尾燈（含駐車燈） ◎方向燈、帶狀反光識別材 ◎吊桿警示燈 ◎防止捲入裝置 ◎輪廓邊界標示燈	車架鋼板系	◎潤滑前後鋼板銷及吊鉤 ◎檢查鋼板吊架及吊鉤 ◎檢查U型螺絲 ◎檢查避震器

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防治設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約1,440萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-14。

表4-14 起重機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污 染 物	1期標準	4期標準	污 染 改 善 率
239 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.02 g/kWh	95.0%
	NO _x	7.0 g/kWh	0.4 g/kWh	94.3%
	CO	5.0 g/kWh	3.5 g/kWh	30.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.19 g/kWh	85.4%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾30年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元以上。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達1,440萬元。評估結果請參閱圖4-12。

綜上所述，考量該機具使用已逾25年，屆使用年限，若經濟許可前提下，建議汰舊換新，除可減少粒狀污染物外，亦可改善大氣中PM_{2.5}前驅物質（NO_x）排放，又可增加機具使用安全性；其次再針對引擎及油壓系統作適當檢查調整。



圖4-12 起重機污染改善方案評估

4.7 案例說明-第7部

一、案例說明

本部機具種類為輪式起重機（外觀及排煙狀況如圖4-13），不定期至其他場所，例如營建工地。機齡已達27年，調查紀錄表如表4-15。現場調查該起重機並未配備污染防制設備，以肉眼觀察有明顯黑煙排放。



圖4-13 起重機外觀及排煙狀況

表4-15 起重機調查紀錄表

一、機具基本資料			
機具種類	起重機	總重量	26.4噸
機具廠牌	Kobelco	機具型號	TR250M-5
額定馬力	162 kW	額定馬力轉速	2,800 rpm
排氣量	7,545 c.c.	機具使用總時數	5,122小時
污染控制元件	☐ 濾煙器（DPF） ☐ 選擇性氧化還原系統（SCR） ☐ 廢氣再循環系統（EGR） ☐ 其他_____ ☒ 無		
出廠年份	1993年	購買狀況	中古
二、維修保養狀況			
每6個月更換機油、空氣濾芯與機油濾芯，調整汽門間隙、噴射泵浦、噴油正時與噴油嘴			

二、原因分析

該起重機運作時明顯排放黑煙，雖有定期保養維護（表4-15），但本部起重機屬老舊機具，部分元件已經老化。現場觀察排放黑煙係因啟動操作燃燒不良且為舊型系統所致，另該機具噴射燃油系統有滲漏的情況，請業者留意高壓油管是否鬆動，建議針對油壓系統進行檢修，改善其滲漏情況。

表4-16 起重機定期保養紀錄表

引擎系統	工作項目	底盤系統	工作項目
引擎本體及潤滑	◎檢查機油壓力 ◎檢查引擎漏油漏氣 ◎更換機油濾清芯子 ◎更換機油 ◎校準汽門腳間隙 ◎清洗冷卻系統及換冷卻水 ◎皮帶檢查或調整	轉向系及傳動系	◎檢查轉向機 ◎轉向機油檢查或更換 ◎拆洗檢查前輪軸承 ◎檢查大王銷及銅套 ◎檢查羊角及轉向臂 ◎檢查前軸 ◎檢查直拉桿及球頭 ◎檢查橫拉桿及球頭 ◎拆洗檢查後輪軸承 ◎檢查後軸殼及螺帽 ◎檢查差速器油量或換油 ◎檢查各部萬向接頭 ◎檢查推進軸 ◎檢查離合器 ◎檢查變速箱或換油
噴油正時及燃油	◎清潔空氣濾清器芯子 ◎檢查進氣歧管及空氣軟管 ◎檢查排氣歧管及消音器 ◎更換柴油濾清器芯子 ◎校正噴射幫浦正時 ◎清洗噴油嘴及校正		
電系	◎清潔電瓶樁頭 ◎檢查啟動馬達 ◎檢查發電機	剎車系	◎檢查剎車系及各件裝置 ◎檢查各輪煞車配件換來令 ◎檢查煞車鼓 ◎校準手煞車 ◎校準腳煞車 ◎檢查煞車總缸
輪胎及注黃油	◎檢查輪胎情形或換位 ◎檢查輪胎鋼圈及螺絲 ◎換輪胎 ◎底盤各部加注黃油		
安全設備及燈光、反光標誌	◎照後鏡及照地鏡 ◎頭燈、尾燈(含駐車燈) ◎方向燈、帶狀反光識別材料 ◎吊桿警示燈 ◎防止捲入裝置 ◎輪廓邊界標示燈	車架鋼板系	◎潤滑前後鋼板銷 ◎檢查鋼板吊架及吊鉤 ◎檢查U型螺絲 ◎檢查避震器

三、解決方案評估

維修保養與加裝污染防治設備請參閱第三章；另汰舊換新費用，以本部機具為例，費用約1,200萬元，若此時購置新式機具（4期），污染減量計算結果請參閱表4-17。

表4-17 起重機汰舊換新污染改善對照表

引擎 輸出功率	污 染 物	1期標準	4期標準	污 染 改 善 率
162 kW	黑煙	1.6 m ⁻¹	0.5 m ⁻¹	68.8%
	PM	0.4 g/kWh	0.02 g/kWh	95.0%
	NO _x	7.0 g/kWh	0.4 g/kWh	94.3%
	CO	5.0 g/kWh	3.5 g/kWh	30.0%
	HC (NMHC)	1.3 g/kWh	0.19 g/kWh	85.4%

說明：參考日本施工機具排放法規，本部機具出廠已逾27年，對應日本標準為1期以前。

四、建議選擇合適方案

評估本部機具合適之黑煙改善方案：施工機具落實維修保養之黑煙改善率係參考國外文獻約28%~41%，維修噴油嘴與噴射泵浦，費用約5萬元餘元。加裝濾煙器可改善黑煙約80%，費用約25萬元以上。汰舊換新約可改善黑煙達68.8%，惟費用高達1,200萬元。評估結果請參閱圖4-14。

綜上所述，考量該機具使用已逾25年，屆使用年限，若經濟許可前提下，建議汰舊換新，除可減少粒狀污染物外，亦可改善大氣中PM_{2.5}前驅物質（NO_x）排放，又可增加機具使用安全性；其次針對引擎及油壓系統作適當檢查調整，若有油管硬化或洩漏應即刻處理。



圖4-14 起重機污染改善方案評估

4.8 共通性建議

為改善施工機具污染排放，本指引針對維修保養、加裝污染防制設備（如：濾煙器）、汰舊換新等共通性建議說明如下，並彙整施工機具各污染改善方案之優缺點如表4-18。

表4-18 施工機具污染改善方案實行優缺點

維修保養		施工機具辦理定期維修保養。
優點	1. 延長施工機具生命週期。 2. 定期檢查施工機具，避免施工機具之污染急遽劣化與增進施工機具之安全。	
缺點	原施工機具製造廠或代理商可能無法供應部分老舊機具之維修零件。	
加裝濾煙器		加裝濾煙器於現行施工機具。
優點	1. 延長施工機具生命週期。 2. 適合固定操作條件及共同管理單位，如政府單位及民間業者車隊。	
缺點	1. 需詳細評估濾煙器與機況適切性，如工作條件、再生型式、底盤空間等。 2. 濾煙器監控與再生裝置需長期有效。	
汰舊換新		購買新式機具汰換老舊機具。
優點	1. 有複合經濟效益，如減少其他污染物（CO、HC、NO_x）。 2. 增加施工機具之安全性及降低噪音污染。	
缺點	污染減量成本效益相較維修保養和加裝濾煙器低。	

一、維修保養

由於噴射泵浦拆卸過程會衍生工資且會影響施工進度，一般施工機具業者僅執行例行性保養，多未檢查噴油嘴，除非機具尾氣有明顯排放黑煙且其他部件如機油濾芯、空氣濾芯與柴油濾芯等皆正常無虞，才會檢修噴油嘴。鑒此，建議除執行例行性維護保養外，應定期（如每日）試踩油門並觀察排氣管黑煙排放情況，若有明顯排煙黑煙應優先檢修噴油嘴與噴射泵浦；若有機油進入汽缸燃燒情況（俗稱吃機油），則建議檢修引擎。

二、加裝污染防制設備

為降低施工機具黑煙之排放，可評估施工機具裝設濾煙器，惟裝設過程應考量施工機具本身機況、工作條件、濾煙器品質、再生型式與安裝方式等。對於機具使用被動式或主動式濾煙器之建議說明如下，但加裝前仍須經過濾煙器廠商的審慎評估，再加裝適合之濾煙器。

（一）適用被動式再生型：(1)排氣溫度應符合濾煙器廠商規定；(2)高溫運行條件適用，如中長途運行的機具。

（二）適用主動式再生型：多屬怠速、行駛距離短的機具，由於該機具排氣溫度較低，不能只靠著觸媒的自然再生作用，來恢復濾煙器過濾功能，故僅能適用主動式再生型的濾煙器。

為確保施工機具加裝空氣污染防治設備後能發揮污染改善效益，以及施工機具業者與設備廠商雙方權利與義務，建議施工機具業者與設備廠商辦理以下事項，包括安裝濾煙器前應詳細檢查機具情況、簽訂定型化契約、辦理教育訓練及其他注意事項。

1. 檢查機具情況

本項應請空氣污染防治設備製造商或代理商依表4-19詳細檢查並評估施工機具適合加裝空氣污染防治設備情況，確保施工機具適合安裝該設備。

2. 簽訂定型化契約

考量施工機具採購與安裝空氣污染防治設備純屬所有人與廠商雙方之商業行為；惟為改善施工機具污染排放，並確保空氣污染防治設備使用無虞，以及甲乙雙方權利與義務，環保署已協助研擬「施工機具購置與安裝空氣污染防治設備定型化契約」（附件一），無償提供使用，契約內容可依雙方需求自行增加。

3. 辦理教育訓練

空氣污染防治設備廠商應針對施工機具所有人、駕駛等，辦理空氣污染防治設備之原理、使用、維護、注意事項、故障排除、緊急處理等技術教育訓練。

表4-19 施工機具安裝空氣污染防治設備前後檢查表單

施工機具基本情況	
牌照號碼（僅適用輪式起重機）：_____ 廠牌：_____	
種類：_____	出廠年月：_____ 型式：_____
引擎編號：_____	排氣量：_____c.c.
最大額定馬力：_____	最大額定馬力轉速：_____
里程表/使用時數讀數：_____公里或_____	
施工機具總重：_____噸	
安裝空氣污染防治設備前黑煙排放不透光率：_____m ⁻¹	
機具情況描述：	
☐ 行駛特性與排氣溫度範圍無虞	☐ 維護保養紀錄正常
☐ 添加油品紀錄無虞	☐ 引擎油底殼無漏油現象
☐ 排氣無顯示機油進入汽缸燃燒	☐ 引擎運轉無異音
☐ 引擎運轉時溫度正常	☐ 排氣管無破洞、漏氣或未加裝非製造廠規範之裝置
☐ 引擎本體無漏油現象	☐ 潤滑機油足夠
☐ 齒輪箱無漏油現象	☐ 冷卻水足夠
☐ 施工機具外觀無嚴重損傷	☐ 本機具當下情況符合加裝空氣污染防治設備之需求
其他事項：_____	
空氣污染防治設備與安裝情況	
空氣污染防治設備廠商：_____ 空氣污染防治設備型式/型號：_____	
空氣污染防治設備匹配性：適用排氣量_____c.c.以下或_____hp以下	
空氣污染防治設備編號：_____ 空氣污染防治設備安裝日期：_____	
空氣污染防治設備安裝地點：_____ 空氣污染防治設備安裝負責人：_____	
其他事項：_____	
安裝空氣污染防治設備後檢查與測試情況	
外觀檢查情況： ☐ 正常 ☐ 異常 安全性檢查： ☐ 正常 ☐ 異常	
密封性檢查： ☐ 正常 ☐ 異常 行駛特性： ☐ 正常 ☐ 異常	
安裝空氣污染防治設備後之黑煙不透光率：_____m ⁻¹	
其他檢查項目：_____	
施工機具所有者（簽名） 年 月 日	空氣污染防治設備廠商代表（簽名） 年 月 日

4. 其他注意事項

- (1) 空氣污染防治設備製造商或代理商應依客戶反映事項製作紀錄表，包括反映人員、該人員聯絡電話、反映日期、時間、施工機具、反映問題、處理日期、處理結果等。
- (2) 針對客戶反映問題，應備妥相關零件與診斷電腦，並完成修復，其中修復應拍攝照片（包括OBD、里程表、故障零件外觀等）、電腦診斷結果、詳述維修內容、維修後檢查方式，並請客戶簽名。

三、汰舊換新

施工機具因機齡老舊已屆汰換年限（如機齡高於25年），考量使用頻率、零件劣化與安全性等，建議可辦理汰舊換新，除可改善黑煙問題外，更可減少其他污染物，如CO、HC與NO_x，並增加機具操作安全性。

參考文獻

- 【1】 盧昭暉，民國102年9月。柴油引擎污染排放控制技術。中華民國力學學會會訊第144期。
- 【2】 林成原、馬小康、洪哲文，民國92年3月。柴油車黑煙排放成因及診斷改善技術之研究。
- 【3】 行政院環境保護署。營建工程施工機具調查及污染減量計畫（民國105年）。春迪企業股份有限公司。
- 【4】 DieselNet. Emission Effect of Engine Faults and Service. (2007) . From the web :
https://www.dieselnet.com/tech/emi_fault.php
- 【5】 行政院環境保護署。使用中柴油車污染管制及檢驗制度建置（民國99年）。
- 【6】 觸媒轉化器系統示意圖，摘自網址：
http://www.drblue.com.tw/tc/prod_drblue.php
- 【7】 Diesel Engine Exhaust Aftertreatment Systems,
Nick Molzahn

附件一

施工機具購置與安裝空氣污染防制設備定型化契約

立合約書人：_____（施工機具所有人，以下簡稱甲方）

_____（空氣污染防制設備廠商，以下簡稱乙方）

為改善施工機具污染排放，並確保空氣污染防制設備使用無虞，以及甲乙雙方權利與義務，雙方同意訂立本契約，以茲共同遵守。

第一條、乙方販售之施工機具專用空氣污染防制設備，其品質應符合下列事項：

- 一、若空氣污染防制設備屬濾煙器者，安裝後之黑煙不透光率應符合 0.6m^{-1} 以下；若空氣污染防制設備非屬濾煙器者，安裝後之黑煙不透光率應符合 1.0m^{-1} 以下。
- 二、空氣污染防制設備至少須取得施工機具國內製造廠或國外原廠國內總代理商之許可或授權使用(含安裝範圍及規範)、或符合相當美國、歐盟或日本等耐久試驗規定，或由施工機具製造廠、國內施工機具代理商提出等同耐久試驗規定，且持有官方或第三公正單位所核發之證明文件，確保施工機具安裝該設備後之污染改善效益、性能、耐久與安全無虞。

第二條、乙方應載明空氣污染防制設備名稱，包括製造廠商或國內負責廠商名稱、電話號碼及地址，生產地（國）、生產年份、空氣污染防制設備編碼及與契約有關之洽詢聯絡資訊之方式。其中，有關空氣污染防制設備廠商名稱、生產地（國）、生產年份、空氣污染防制設備編碼等，應以烙印或刻印於空氣污染防制設備本體清晰可辨之明顯處，並提供照片佐證。

第三條、甲方安裝空氣污染防制設備之施工機具基本資料：

若甲方欲安裝空氣污染防制設備之施工機具輛數超過1輛者，得以附表一之施工機具基本資料表為之。

- 一、牌照號碼（僅適用道路交通安全規則所提及之動力機械）：
- 二、廠牌：
- 三、種類：
- 四、出廠年月：
- 五、型式：

- 六、引擎號碼：
- 七、排氣量：
- 八、最大額定馬力：
- 九、最大額定馬力轉速：
- 十、完成安裝空氣污染防制設備當下之累積行駛里程或使用時數：
- 十一、安裝空氣污染防制設備前之黑煙不透光率：

第四條、乙方空氣污染防制設備產品說明：

若甲方欲安裝空氣污染防制設備超過1套者，得以附表二之空氣污染防制設備基本資料表為之。

- 一、空氣污染防制設備型式：
- 二、空氣污染防制設備型號：
- 三、空氣污染防制設備匹配性：適用排氣量_____c.c.以下或_____hp以下
- 三、空氣污染防制設備烙印碼：
- 四、空氣污染防制設備完成安裝日期：
- 五、空氣污染防制設備安裝地點：
- 六、空氣污染防制設備安裝人員：

第五條、空氣污染防制設備保固：

- 一、本產品自乙方安裝完成日起，由乙方保固至少達_____年或_____公里/小時，保固項目至少包括空氣污染防制設備本體（若為濾煙器者須包括濾材）、周邊系統（如濾煙器之監測系統與再生控制系統）及其他管路等。
- 二、空氣污染防制設備安裝與操作過程不得影響施工機具既有性能、操控性、安全性等，且空氣污染防制設備本體之各項配置、線路架設、固定裝置、控制器等應確保安全無虞，若衍生甲方操作安全與災害時，乙方應負責所有賠償責任。若經乙方告知空氣污染防制設備使用之注意事項者，不在此限。
- 三、若衍生前述疑慮時，由甲方通知日起15日內，乙方須提出改善計畫並完成改善，惟衍生費用於空氣污染防制設備保固期內由乙方承擔；但如天災、人力不可抗拒之災害及人為操作不當而造成的損壞，則不在此限。

第六條、乙方所提供空氣污染防制設備之匹配與安裝應符合以下事項：

- 一、為避免空氣污染防制設備之碰撞受損，其安裝位置應擇不易因碰撞受損且不致妨礙空氣污染防制設備上之各操作部位。
- 三、空氣污染防制設備及其固定裝置之部分，不得突出施工機具兩側，其最低點與地面距離不得少於10公分。
- 四、空氣污染防制設備安裝於施工機具上，所有設備、各項系統（如

濾煙器之監控系統與再生控制系統)、線路、管路等應妥善固定，且不得影響引擎性能。

- 五、施工機具安裝空氣污染防治設備時，應符合相關技術規範與國內相關安全規定，包括隔熱防護措施、防水防漏電裝置、關閉引擎後空氣污染防治設備系統停止供電至任何電路或線路、不得影響施工機具電氣系統安全，以及不得影響施工機具本體、周遭環境與周邊人身之安全等。
- 六、空氣污染防治設備須具備工作狀態之提示功能，如正常與故障，供駕駛辨識。本項未具備者，應提供其他警示機制佐證之。
- 七、應於駕駛室內設置明確標示內容，包括空氣污染防治設備維護保養需求、監測系統警示訊息處理方式，以及售後服務聯絡方式等。
- 八、施工機具安裝空氣污染防治設備後，空氣污染防治設備必須密封，不允許任何可供開啟之洩氣口，且排氣管路不得有任何洩漏現象。
- 九、施工機具安裝空氣污染防治設備後應符合相關噪音排放標準且不得增加原施工機具噪音排放。
- 十、施工機具安裝空氣污染防治設備期間，不得有目視判煙或民眾檢舉等通知在案紀錄。
- 十一、空氣污染防治設備應與柴油引擎相互匹配，並提供適配評估佐證文件，至少包括以下項目：
 - 排氣量、施工機具行駛特性與排氣溫度範圍。
 - 施工機具維護保養紀錄。
 - 施工機具添加油品。
 - 檢查施工機具引擎、油底殼、齒輪箱是否有漏油現象，以及排氣狀況是否有顯示機油進入汽缸燃燒現象。
 - 引擎運轉有無異音；
 - 排氣管有無破洞、漏氣或加裝非施工機具製造廠規範之裝置；
 - 潤滑機油是否足夠；
 - 冷卻水是否足夠；
 - 引擎運轉時溫度是否正常；
 - 外觀有無嚴重損傷。
 - 是否無明顯機油進入引擎汽缸。
 - 其他適合加裝空氣污染防治設備之施工機具情況。
- 十二、空氣污染防治設備安裝步驟如下：
 - (一) 確認施工機具情況符合安裝需求。
 - (二) 根據安裝施工圖說和安裝技術規範，進行空氣污染防治設備之安裝。

(三)填寫空氣污染防制設備安裝表格(如附表三，一式兩份)，
提供予施工機具所有人和空氣污染防制設備廠商。

第七條、甲方於收受空氣污染防制設備後，如發現有應由乙方負責之瑕疵時，應於收受後一個月內通知乙方；但有不能立即發現之瑕疵者，應於發現之日起一個月內通知乙方。前述瑕疵經甲方通知乙方後，乙方應於15日內完成修復，若於保固期內衍生維修費用，乙方應無償辦理。未於上述期限內通知者，視為承認所受領之物，甲方則喪失其瑕疵擔保請求權。若因乙方故意不告知瑕疵予甲方，不適用之。其瑕疵擔保條款如下：

- 一、 乙方保證空氣污染防制設備之品質、功能與前述所載之貨品規格、品質式樣相符，並無減少或減失其應有之效用。
- 二、 乙方保證空氣污染防制設備使用保固期限至少須達_____年或_____公里/小時，保固項目包括空氣污染防制設備本體（若為濾煙器者須包括濾材）、周邊系統（如濾煙器之監測系統與再生控制系統）及其他管路等。
- 三、 施工機具加裝空氣污染防制設備後，其排放之黑煙不透光率須符合下列任一規定：
☐加裝空氣污染防制設備後黑煙不透光率 0.6m^{-1} 以下且具改善效果。
☐加裝空氣污染防制設備後黑煙不透光率達 1.0m^{-1} 以下未達 0.6m^{-1} 且具改善效果。
- 四、 施工機具安裝空氣污染防制設備期間，不得有目視判煙或民眾檢舉等通知在案紀錄。
- 五、 乙方應保證售予甲方之貨品，絕無侵害他人智慧財產權情事。若甲方因使用該貨品致侵害他人權利，且經他人提出告訴時，乙方應代為排除並對最後結果負完全之賠償責任。
- 六、 乙方須至少提供產品責任險_____萬以上（含人體傷害、事故傷害、財物損失等）。

第八條、施工機具加裝空氣污染防制設備之驗收：

- 一、 文件審查：提交審查之文件應完整、齊全與有效，如使用手冊、保固保證書及空氣污染防制設備代理商取得國外製造商授權文件之有效日期等。
- 二、 外觀檢查：空氣污染防制設備安裝必須符合安裝圖說和相關規定，各管路、電線、元件之配置，以及安裝合理、安全與規範，不得影響原施工機具之行駛特性。
- 三、 密封性檢查：排氣系統各部位不得有排氣洩漏。
- 四、 空氣污染防制設備安裝後不得影響施工機具安全性。

- 五、黑煙排放檢測：依無負載急加速之不透光率試驗法執行。
- 六、空氣污染防制設備廠商應提供保證書，確保黑煙不透光率符合下列條件之一、空氣污染防制設備使用保固期限（至少達_____年或_____公里/小時）及保固項目，包括空氣污染防制設備本體（若為濾煙器者須包括濾材）、周邊系統（如濾煙器之監測系統與再生控制系統）及其他管路等，並投保產品責任險達_____萬元以上。
- ☐加裝空氣污染防制設備後黑煙不透光率 0.6m^{-1} 以下且具改善效果。
- ☐加裝空氣污染防制設備後黑煙不透光率達 1.0m^{-1} 以下未達 0.6m^{-1} 且具改善效果。
- 七、如空氣污染防制設備功能無法達成上述規範致未完成驗收，空氣污染防制設備廠商須以同型設備做為更換或修復，並改善空氣污染防制設備直至空氣污染防制設備完成驗收為止。

第九條、甲方應善盡以下責任，不得擅自拆除空氣污染防制設備或有任何操作不當情事，若因此導致空氣污染防制設備損壞或施工機具故障之情形，均由甲方承受負擔。

- 一、安裝空氣污染防制設備前應提供施工機具性能、排放、運行和使用油品狀況。
- 二、應使用市售合法之車用柴油或原施工機具製造廠指定之油品，且不得使用燃油添加劑。
- 三、施工機具應符合原製造廠規範，並進行有效之維護保養，確保施工機具情況無虞。
- 四、負責加裝空氣污染防制設備後之施工機具正常維護保養，確保施工機具技術狀況和空氣污染防制設備工作狀況正常無虞。
- 五、空氣污染防制設備出現故障時（含任何警示系統），必須排除故障後始能繼續行駛。
- 六、施工機具安裝空氣污染防制設備後須辦理驗收，且不得拆卸與竄改該空氣污染防制設備。
- 七、經審核通過補助加裝空氣污染防制設備之施工機具所有人或使用人，應於加裝空氣污染防制設備起，應定期（如每年）取得自主管理標章。
- 八、契約簽訂後之期間，若施工機具轉賣於他人，雙方應簽訂「買賣定型化契約」中，詳細說明賣方已於民國000年00月00日與00空氣污染防制設備廠商訂定「施工機具購置與安裝空氣污染防制設備定型化契約」，其中乙方應與新機具所有人重新簽訂本契約，且該施工機具應定期（如每年）取得自主管理標章。

第十條、乙方應善盡以下責任，使施工機具與空氣污染防制設備能正確操作，減少損壞之情形。

- 一、保證空氣污染防制設備性能及各項功能（如濾煙器之監測與再生功能等）正常且品質無虞，且保固期限須達達_____年或_____公里/小時。
- 二、安裝前須確認施工機具情況無虞。
- 三、依照安裝圖說安裝空氣污染防制設備。
- 四、空氣污染防制設備安裝過程，須有空氣污染防制設備廠商之技術人員進行現場指導，解決安裝過程中之技術問題。
- 五、須針對施工機具所有人、駕駛等，辦理空氣污染防制設備之原理、使用、維護、注意事項、故障排除、緊急處理等技術培訓，培訓地點由甲方自訂。
- 六、具備完善之空氣污染防制設備維修服務體系，在空氣污染防制設備使用保固期限內，應依照空氣污染防制設備保證書內容提供全面之售後服務。
- 七、具備空氣污染防制設備產品發生故障之緊急應變與處理能力。
- 八、須保證空氣污染防制設備產品之一致性，主管單位得隨機查核安裝空氣污染防制設備之施工機具，確保施工機具與空氣污染防制設備使用無虞。

第十一條、有下列第一款與第二款之情形者，乙方得終止契約，得要求歸還已加裝之空氣污染防制設備，並要求甲方賠償乙方造成之損失；有下列第三款至第七款之情形者，甲方得終止契約，並要求乙方償還甲方造成之損失。

- 一、甲方使用空氣污染防制設備不符第九條規定，經乙方通知改善而拒不改善。
- 二、甲方因故辦理已加裝空氣污染防制設備之施工機具報廢或回收。若因天災或其他不可抗力之事由辦理施工機具報廢者，不在此限。
- 三、乙方提供明顯瑕疵之空氣污染防制設備或違反第一條、第二條、第五條、第六條、第七條、第八條、第十條之規定。
- 四、乙方辦理停業、歇業而由其他公司行號頂讓或與其他公司行號合併，甲方不願由其存續或新設公司行號繼續維護空氣污染防制設備。
- 五、乙方未配合各級主管機關抽驗或抽驗不合格經限期改善仍不合格。

第十二條、甲方與乙方損害賠償責任關係如下說明。

- 一、乙方之受僱人未依第六條正確匹配與安裝空氣污染防制設備、

未確認當下機具情況符合安裝空氣污染防制設備之需求或未告知甲方空氣污染防制設備正確使用方法與危險事項，致甲方或使用人受損害者，乙方與該受僱人應連帶負賠償責任。

二、甲方或其他使用人因過失而未依一般之使用方法使用空氣污染防制設備，或未善盡空氣污染防制設備保管責任，致空氣污染防制設備毀損、變更或滅失者，甲方負損害賠償責任。

第十三條、契約權利義務轉移如下說明。

一、契約簽訂後，乙方如因停業或歇業而由其他公司行號頂讓者，乙方或頂讓者應通知甲方。甲方同意時，雙方權利義務則由存續公司行號概括承受。

二、前款規定，於乙方契約簽訂後有與其他公司行號合併之情事時，亦適用之。

第十四條、資料保密義務說明。

一、乙方對甲方留存之個人資料負有保密義務，非經甲方書面同意，乙方不得對外揭露或為契約目的範圍外之利用，並應依相關法令之規定保護之。

二、前項資料於甲方不再使用乙方提供之空氣污染防制設備後，乙方應返還或銷毀之。

第十五條、因本契約涉訟時，雙方合意以地方法院為第一審管轄法院。

第十六條、本契約未盡事宜，依相關法令、法理及誠信原則公平解決之。

第十七條、本契約正本一式兩份，由甲方與乙方雙方各執一份為憑。

第十八條、本契約由甲乙雙方協議新增補充 條款如下：

立約人：

甲 方：

負 責 人：（簽章，若屬公司行號請蓋公司大小章）

代 理 人：

地 址：

電 話：

負責人身份證字號：

代理人身份證字號：

統一編號：

乙 方：

負 責 人：（簽章，若屬公司行號請蓋公司大小章）

代 理 人：

地 址：

電 話：

負責人身份證字號：

代理人身份證字號：

統一編號：

中 華 民 國 年 月 日

附表一、施工機具基本資料表

項次	牌照號碼 (僅適用輪式起重機)	廠牌	種類	年份	型式	機具引擎編號	排氣量 (c.c.)	最大額定馬力 (hp)	最大額定 功率轉速	完成安裝 累積里程或使 用時數	安裝前黑煙不 透光率 (m ⁻¹)
範例	—	Komatsu	挖土機	202009	PC 200	000000000	6,690	147	2,000	200小時	1.6
1											
2											
3											

說明：上述表格可自行延伸

附表二、空氣污染防治設備基本資料表

項次	牌照號碼 (僅適用輪式起重機)	設備型式	設備型號	匹配性 (適用排氣量或引擎輸出馬力範圍)	設備烙印碼	完成安裝日期	安裝地點	安裝人員
1								
2								
3								

說明：上述表格可自行延伸

附表三、施工機具安裝空氣污染防治設備前後檢查表單 編號：_____

施工機具基本情況	
牌照號碼（僅適用輪式起重機）：_____ 廠牌：_____	
種類：_____ 出廠年月：_____ 型式：_____	
引擎編號：_____ 排氣量：_____ c.c.	
最大額定馬力：_____ 最大額定馬力轉速：_____	
里程表/使用時數讀數：_____ 公里或_____	
施工機具總重：_____ 噸	
安裝空氣污染防治設備前黑煙排放不透光率：_____ m ⁻¹	
機具情況描述：	
☐ 行駛特性與排氣溫度範圍無虞 ☐ 添加油品紀錄無虞 ☐ 排氣無顯示機油進入汽缸燃燒 ☐ 引擎運轉時溫度正常 ☐ 引擎本體無漏油現象 ☐ 齒輪箱無漏油現象 ☐ 施工機具外觀無嚴重損傷	☐ 維護保養紀錄正常 ☐ 引擎油底殼無漏油現象 ☐ 引擎運轉無異音 ☐ 排氣管無破洞、漏氣或未加裝非製造廠規範之裝置 ☐ 潤滑機油足夠 ☐ 冷卻水足夠 ☐ 本機具當下情況符合加裝空氣污染防治設備之需求
其他事項：_____	
空氣污染防治設備與安裝情況	
空氣污染防治設備廠商：_____ 空氣污染防治設備型式/型號：_____	
空氣污染防治設備匹配性：適用排氣量_____ c.c.以下或_____ hp以下	
空氣污染防治設備編號：_____ 空氣污染防治設備安裝日期：_____	
空氣污染防治設備安裝地點：_____ 空氣污染防治設備安裝負責人：_____	
其他事項：_____	
安裝空氣污染防治設備後檢查與測試情況	
外觀檢查情況： ☐ 正常 ☐ 異常 安全性檢查： ☐ 正常 ☐ 異常	
密封性檢查： ☐ 正常 ☐ 異常 行駛特性： ☐ 正常 ☐ 異常	
安裝空氣污染防治設備後之黑煙不透光率：_____ m ⁻¹	
其他檢查項目：_____	
施工機具所有者（簽名） 年 月 日	空氣污染防治設備廠商代表（簽名） 年 月 日

本安裝表單由空氣污染防治設備廠商提供，一部機具一單（兩聯）。

第一聯：施工機具所有者留存；第二聯：空氣污染防治設備廠商留存。