

南投縣洗掃街作業成效評估與模式建立

許順興、李清華, 方信雄

E-mail: 363556@mail.dyu.edu.tw

摘要

南投縣疏濬工程繁多、砂石洗選場林立，使縣內道路路面易受砂石粉塵污染，長期下來造成縣內空氣品質處於不佳的狀態，因此近年來南投縣政府投入大量資源，進行道路洗掃作業，以改善路面髒污之情形，為了解洗掃作業成效與粒狀污染物排放量之削減關係，本研究乃進行南投縣洗掃街作業成效評估與模式建立之研究。本研究顯示，南投縣自94年至100年執行街道揚塵洗掃計畫，總計執行洗掃街為707,729公里，累計TSP削減量為4,845噸，PM10削減量為912.8噸，平均每年投入之洗掃作業經費為2,942,500元，而TSP削減量之單位成本為4.46NT/kg，PM10削減量單位成本為23.7(NT/kg)。另本研究評估四種洗掃方式顯示，先洗後掃前後之平均TSP削減率為31.4%，街塵負荷之平均削減率為78.1%；先掃後洗前後之平均TSP削減率為31.8%，街塵負荷之平均削減率為71.8%，洗街TSP之削減率為23.6%，街塵負荷之削減率為37.8%，掃街TSP之削減率為29.1%，街塵負荷之削減率為36.7%，上述結果顯示「先洗後掃」作業方式對街塵之削減成果最佳。另本研究以非線性迴歸方法，推估建立先洗後掃作業方式之TSP與街塵負荷之削減率與洗掃作業現場量測參數之最佳模式如下： $TSP削減率=8.007 \times 車輛數相對值-0.024 \times 風速-0.431 \times 濕度+0.414 \times 溫度-0.107$ 街塵負荷削減率= $12.260 \times 車輛數相對值+0.029 \times 風速+0.137 \times 濕度+0.436 \times 溫度-0.062$

關鍵詞：洗掃、掃街、總懸浮微粒、街塵負荷、削減率、模式

目錄

封面內頁	簽名頁	中文摘要	iii	ABSTRACT	iv	誌謝	vi	目錄	vii	圖目錄	x	表目錄	xi	第一章前言	1	1.1研究動機	1	1.2研究目的	3	第二章文獻回顧	4	2.1空氣品質規範與監測站	4	2.2街道洗掃作業方式與成效評估之介紹	6	2.2.1洗掃街作業方式介紹	6	2.2.2洗掃作業成效評估方式	7	2.3街塵負荷之介紹與採樣	8	2.4TSP之介紹與採樣	9	2.5非線性迴歸模式介紹	10	第三章研究方法與實施內容	19	3.1南投縣環境背景資料與相關研究之比較	19	3.2街道洗掃作業方式與步驟	19	3.3洗掃作業成效評估	20	3.4街道揚塵採樣與分析	21	3.4.1街塵負荷檢測	22	3.4.2TSP檢測	22	3.5街道揚塵削減率模式建立	23	第四章研究結果	36	4.1歷年洗掃作業成果說明	36	4.2南投縣歷年洗掃作業之TSP與PM10減量成效探討	40	4.3南投縣歷年街道洗掃作業成本評估	42	4.4南投縣歷年洗掃作業街道揚塵削減率成效探討	43	4.4.1先洗後掃之TSP與街塵負荷削減率分析與討論	43	4.4.2先掃後洗之TSP與街塵負荷削減率分析與討論	44	4.4.3洗街之TSP與街塵負荷削減率分析與討論	45	4.4.4掃街之TSP與街塵負荷削減率分析與討論	46	4.4.5不同洗掃作業成效之綜合比較分析	47	4.5街道揚塵削減率模式之建立	48	4.5.1先洗後掃TSP削減率模式之建立	48	4.5.2先掃後洗TSP削減率模式之建立	51	4.5.3洗街TSP削減率模式之建立	54	4.5.4掃街TSP削減率模式之建立	57	4.5.5先洗後掃街塵負荷削減率模式之建立	59	4.5.6先掃後洗街塵負荷削減率模式之建立	63	4.5.7洗街街塵負荷削減率模式之建立	66	4.5.8掃街街塵負荷削減率模式之建立	68	第五章結論與建議	112	5.1結論	113	5.2建議	115	參考文獻	116	圖目錄	2	圖2-1南投縣三處空品監測站位置	17	圖2-2歷年南投縣人工測站監測結果平均月變化圖	18	圖3-1本研究之規畫流程圖	26	圖3-2南投縣洗掃作業所採用之真空非循環式掃街車	27	圖3-3南投縣洗掃作業所採用之洗街車	27	圖3-4南投縣洗掃作業所使用之TSP高量採樣器	28	圖3-5第一型街塵負荷採樣位置及範圍示意圖	29	圖3-6第二型街塵負荷採樣位置及範圍示意圖	30	圖3-7第三型街塵負荷採樣位置及範圍示意圖	31	圖3-8第四型街塵負荷採樣位置及範圍示意圖	32	圖4-1先洗後掃TSP實際削減率與公式4.3預測值之比較圖	105	圖4-2先洗後掃街塵負荷實際削減率與公式4.19預測值之比較圖	106	圖4-3先掃後洗TSP實際削減率與公式4.7預測值之比較圖	107	圖4-4先掃後洗街塵負荷實際削減率與公式4.27預測值之比較圖	108	圖4-5洗街TSP實際削減率與公式4.12預測值之比較圖	109	圖4-6洗街街塵負荷實際削減率與公式4.28預測值之比較圖	110	圖4-7掃街TSP實際削減率與公式4.16預測值之比較圖	111	圖4-8掃街街塵負荷實際削減率與公式4.32預測值之比較圖	112	表目錄		表2-1我國空氣品質標準研訂準則	11	表2-2空氣污染指標(PSI)與污染物濃度對照表	12	表2-3空氣污染指標值對人體健康之影響分類表	12	表2-4南投縣三處空品監測站資料	13	表2-5南投縣污染排放貢獻統計表	13	表2-6洗街車建議操作參數	14	表2-7掃街車建議操作參數	14	表2-8直接目視評估法	15	表2-9髒污因子判定方式記錄表	16	表3-1南投縣洗掃作業所使用之掃街車性能規格	33	表3-2南投縣洗掃作業所使用之洗街車性能規格	34	表3-3本研究預計使用之洗掃作業成效評估表	35	表4-1南投縣94~100年委託洗掃計畫基本資料	72	表4-2南投縣環保局94年度之洗掃街作業統計表	72	表4-3南投縣環保局95年度之洗掃街作業統計表	73	表4-4南投縣環保局96年度之洗掃街作業統計表	73	表4-5南投縣環保局97年度之洗掃街作業統計表	74	表4-6南投縣環保局98年度之洗掃街作業統計表	74	表4-7南投縣環保局99年度之洗掃街作業統計表	75	表4-8南投縣環保局100年度之洗掃街作業統計表	75	表4-9南投縣94~100年洗掃街綜合管理計畫單位成本估算	76	表4-10南投縣94年~100年先洗後掃作業前後TSP與街塵負荷檢測結果	77	表4-10南投縣94年~100年先洗後掃作業前後TSP與街塵負荷檢測結果(續)	78
------	-----	------	-----	----------	----	----	----	----	-----	-----	---	-----	----	-------	---	---------	---	---------	---	---------	---	---------------	---	---------------------	---	----------------	---	-----------------	---	---------------	---	--------------	---	--------------	----	--------------	----	----------------------	----	----------------	----	-------------	----	--------------	----	-------------	----	------------	----	----------------	----	---------	----	---------------	----	-----------------------------	----	--------------------	----	-------------------------	----	----------------------------	----	----------------------------	----	--------------------------	----	--------------------------	----	----------------------	----	-----------------	----	----------------------	----	----------------------	----	--------------------	----	--------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	---------------------	----	---------------------	----	----------	-----	-------	-----	-------	-----	------	-----	-----	---	------------------	----	-------------------------	----	---------------	----	--------------------------	----	--------------------	----	-------------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-----------------------	----	-------------------------------	-----	---------------------------------	-----	-------------------------------	-----	---------------------------------	-----	------------------------------	-----	-------------------------------	-----	------------------------------	-----	-------------------------------	-----	-----	--	------------------	----	--------------------------	----	------------------------	----	------------------	----	------------------	----	---------------	----	---------------	----	-------------	----	-----------------	----	------------------------	----	------------------------	----	-----------------------	----	--------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	-------------------------	----	--------------------------	----	-------------------------------	----	--------------------------------------	----	---	----

表4-10南投縣94年~100年先洗後掃作業前後TSP與街塵負荷檢測結果(續) 79 表4-11南投縣94年~100年先掃後洗作業前後TSP與街塵負荷檢測結果 80 表4-11南投縣94年~100年先掃後洗作業前後TSP與街塵負荷檢測結果(續) 81 表4-12南投縣94年~100年洗街作業之TSP與街塵負荷檢測結果與削減率 82 表4-13南投縣94年~100年掃街作業前後TSP與街塵負荷檢測結果 83 表4-14南投縣94年~100年四種作業方式平均削減率 84 表4-15先洗後掃實際削減率與模式預測削減率之比較 85 表4-15先洗後掃實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 86 表4-15先洗後掃實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 87 表4-15先洗後掃實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 88 表4-16先掃後洗實際削減率與模式預測削減率之比較 89 表4-16先掃後洗實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 90 表4-17洗街實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 92 表4-18掃街實際削減率與模式預測削減率之比較 93 表4-18掃街實際削減率與模式預測削減率之比較(續) 94 表4-19先洗後掃之非線性迴歸常數值(公式3.6、3.10) 95 表4-20先掃後洗之非線性迴歸常數值(公式3.6、3.10) 95 表4-21洗街之非線性迴歸常數值(公式3.6、3.10) 96 表4-22掃街之非線性迴歸常數值(公式3.6、3.10) 96 表4-23先洗後掃之非線性迴歸常數值(公式3.7、3.11) 97 表4-24先掃後洗之非線性迴歸常數值(公式3.7、3.11) 97 表4-25洗街之非線性迴歸常數值(公式3.7、3.11) 98 表4-26掃街之非線性迴歸常數值(公式3.7、3.11) 98 表4-27先洗後掃之非線性迴歸常數值(公式3.8、3.12) 99 表4-28先掃後洗之非線性迴歸常數值(公式3.8、3.12) 99 表4-29洗街之非線性迴歸常數值(公式3.8、3.12) 100 表4-30掃街之非線性迴歸常數值(公式3.8、3.12) 100 表4-31先洗後掃之非線性迴歸常數值(公式3.9、3.13) 101 表4-32先掃後洗之非線性迴歸常數值(公式3.9、3.13) 101 表4-33洗街之非線性迴歸常數值(公式3.9、3.13) 102 表4-34掃街之非線性迴歸常數值(公式3.9、3.13) 102 表4-35先洗後掃TSP削減率與街塵負荷削減率各模式之MSD 103 表4-36先掃後洗TSP削減率與街塵負荷削減率各模式之MSD 103 表4-37洗街TSP削減率與街塵負荷削減率各模式之MSD 104 表4-38掃街TSP削減率與街塵負荷削減率各模式之MSD 104

參考文獻

- 1.行政院環保署, 空氣品質改善資訊網, 2012年4月。(<http://air.epa.gov.tw/Public/Main.aspx>)
- 2.行政院環保署, 空氣品質監測網, 2012年4月。(<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/b0206.aspx>)
- 3.行政院環保署, 空氣污染指標, 2012年4月。(<http://taqm.epa.gov.tw/taqm/zh-tw/b0201.aspx>)
- 4.行政院環保署, 空氣污染排放量查詢系統, 2012年4月(http://ivy2.epa.gov.tw/air-ei/new_main2-0.htm)
- 5.行政院環保署「街道揚塵洗掃作業執行手冊」(100.1.17)。
- 6.行政院環保署「街道揚塵洗掃作業執行手冊」(100.1.17)、「2011年地球環境季」洗街示範觀摩會。
- 7.空氣檢測方法, 行政院環保署環檢所, 84年。
- 8.南投縣環保局, 2012年4月。
- 9.Akhter M.S. and Madany I.M. "Metals in Street and House Dust in Bahrain" Water, Air and Soil Pollution. 66, pp.111-119, 1993.
- 10.行政院環保署, 街道揚塵洗掃作業執行手冊, 2011年1月。
- 11.徐清郎, 迴歸分析, 2007年。(<http://www.acad.takming.edu.tw/creativity/%E5%89%B5%E6%84%8F%E6%95%99%E6%9D%90/%E7%B5%B1%E8%A8%88%E5%AD%B8%E5%89%B5%E6%84%8F%E8%AA%B2%E7%A8%8B%E6%95%99%E6%9D%90/%E7%B5%B1%E8%A8%88%E6%95%99%E6%9D%90/%E8%BF%B4%E6%AD%B8%E5%88%86%E6%9E%90.pdf>)
- 12.非線性回歸預測法/非線性回歸分析2011年7月19日, (<http://wiki.mbalib.com/zh-tw/%E9%9D%9E%E7%BA%BF%E6%80%A7%E5%9B%9E%E5%BD%92%E9%A2%84%E6%B5%8B%E6%B3%95#.E5.B8.B8.E8.A7.81.E7.9A.84.E9.9D.9E.E7.BA.BF.E6.80.A7.E5.87.BD.E6.95.B0.E5.BD.A2.E5.BC.8F>)
- 13.行政院環境保護署, 中華民國空氣品質監測報告九十五年報, 2006年。
- 14.行政院環境保護署, 空氣污染物排放清冊更新管理及空氣品質質損量推估計畫期末報告, 2006年。
- 15.陳冠志, 南高屏地區PM10懸浮微粒污染來源之探討, 碩士論文, 國立成功大學環境工程學研究所, 1997年。
- 16.行政院環境保護署, 逸散污染源粒狀污染物管制推動及檢討計畫期末報告2006年。
- 17.行政院環境保護署, 中華民國空氣品質監測報告九十四年報, 2005年。
- 18.行政院環境保護署, 空氣污染物排放清冊更新管理及空氣品質質損量推估計畫期末報告, 2006年。
- 19.黃志賢, 逸散性粒狀物控制效率及其運用於管制策略之研究, 碩士論文, 國立臺北科技大學土木與防災技術研究所, 2000年。
- 20.行政院環境保護署, 94年度各縣市執行空氣品質改善維護計畫之成效彙整分析及協助考評工作推動計畫期末報告, 2005年。
- 21.繆敦耀, 逸散性揚塵之排放係數與控制效率量測研究, 碩士論文, 國立交通大學環境工程所, 2000年。
- 22.行政院環境保護署, 逸散污染源粒狀污染物管制計畫, 2009年。
- 23.行政院環境保護署, 空氣污染物排放量清冊更新管理及空氣品質折耗量推估, 2009, 年。
- 24.陳宣佑, 雲林縣街塵特性及掃街成效評估, 大葉大學碩士論文, 2012年。
- 25.南投縣環保局, 94年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2005年。
- 26.南投縣環保局, 95年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2006年。
- 27.南投縣環保局, 96年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2007年。
- 28.南投縣環保局, 97年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2008年。
- 29.南投縣環保局, 98年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2009年。
- 30.南投縣環保局, 99年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2010年。
- 31.南投縣環保局, 100年度街道揚塵洗掃綜合管理計畫-期末報告, 2011年。
- 32.Samuel L. Baker, Non-Linear Regression, 2008.
- 33.南投縣環保局, 86年度南投縣裸露地之面積及粒狀物逸散量調查估算, 1998年。