

行政院國家科學委員會專題研究計劃成果報告

高溫廢氣淨化—流動式顆粒床過濾技術研究與開發-總計畫

計劃編號：NSC 88-2211-E-002-053

執行期限：87 年 8 月 1 日至 88 年 7 月 31 日

主持人：郭景宗

共同主持人：蕭述三、周春禧、徐毅理

執行機關：國立臺灣大學機械工程學研究所

E-mail: jtkuo@w3.me.ntu.edu.tw

一、中英文摘要

1.1 中文摘要

新式先進燃煤技術，如整合型氣化煤複循環系統，IGCC(Integrated Gasification Combined-Cycle)與壓力式流體化床燃燒系統，PFBC(Pressurized Fluidized-Bed Combustion)等，使用這些先進的燃煤技術，燃燒後之高溫氣體含有大量粒狀物質，除了環境保護的考量外，也需要在高溫高壓的狀態下清除燃燒排氣中的粒狀物質，防範下游之燃氣渦輪機(Gas Turbine)受到損壞，以確保氣渦輪機動力系統的正常運作。解決上述問題的方法之一是選擇能耐高溫具有強度，並易於再生更換的過濾介質，例如使用細小砂礫或類似的顆粒狀物質為過濾介質。本整合計畫案之主要研究目的即為發展以顆粒體為過濾介質的高溫廢氣淨化技術。

此過濾系統的優點為：所使用的介質為不可燃物，在操作上無失火之慮；顆粒體濾質可在操作中連續淨化循環再生使用，不會影響到系統的連續操作。這些優點是傳統濾袋系統所無法代替的，所以顆粒床過濾系統深具替代傳統集塵器的潛力。除此之外，顆粒床過濾系統在操作時可添加石灰等鹼性粉末，達

到除塵及去除 SO_x 或HCl等酸性氣體之雙重目的。

關鍵詞：高溫廢氣淨化、流動式顆粒床

1.2 英文摘要

A new technology using granular materials as filter media is being considered in Europe, Japan and United States as one of the potential candidates for flue gas cleaning at high temperatures. One of the major advantages of the granular bed filter are that the granular materials can be cleaned and circulated for reuse continuously during the operation and the filter can be operated at higher temperature ranges than what is allowable for fabric filters.

A moving granular bed filter system typically consists of a filter vessel with louvers to allow the dirty gases to pass through the filter media and a pneumatic conveying system to circulate the granular filter media for reuse. Understanding the flow behavior of granular materials moving the filter vessel and bed media transporting pipes are essential to the design of this advanced flue gas cleanup system. The development of moving granular bed filter technology for hot flue gas cleanup requires a teamwork joining

investigators from different areas of specialties. The purpose of this project is to integrate and coordinate this joint investigation for effective sharing of information common resources.

Keywords: Flue gas cleanup, Moving granular bed

二、緣由與目的

流動式顆粒床廢氣淨化系統為整合性之技術，在基礎方面上須要瞭解顆粒體在管槽中之運動與力學特性，在應用方面須要設計製造及系統整合與操作控制等不同領域之專門技術。參考國外之發展經驗過程可知，流動式顆粒床廢氣淨化系統之技術發展工業界之參與扮演舉足輕重的角色，並且須要有長程規劃與持續性人力物力投入才能有具體之成果。在國內此項技術之開發初期可由國科會之經費進行開路性之研究發展進而推動產學合作計畫，然後最終則應由工業界主導進行產品開發性之研究。以往之研究計畫均以個別型式向國科會申請研究經費，各計畫之間不易於有密切之整體關聯性，在經費及人力資源之運用上無法發揮整合性的功效。為使此研究計畫能更有效的推展，因此本研究案乃以整合的方式提出，使有限的研究人力與物力資源能做整合性之規劃應用，以期獲得最大的研究成效。

本整合計畫之總體目標為：

- | 初期目標
 - 發展建立關鍵性之技術能力
- | 中期目標
 - 建立實驗室規模之流動式顆粒床過濾系統
 - 完成系統功能測試
 - 推動產學合作發展計畫
- | 長程目標
 - 發展可商業化之流動式顆粒床過濾系統

三、研究架構與方法

3.1 研究架構

3.2 研究子計畫

八十七年度總計畫「高溫廢氣淨化-流動式顆粒床過濾技術研究與開發」共分三項子計畫進行：

- | 子計畫一：置入阻礙物於於過濾器中之運動模式觀察與量測（NSC-88-E-2218-008-004）
執行單位：國立中央大學機械系
主持人：蕭述三、徐毅理
- | 子計畫二：顆粒體輸送器性能測試（NSC-88-2218-E-002-037）
執行單位：國立台灣大學機械系
主持人：郭景宗、徐毅理
- | 顆粒體於附阻礙物過濾器中運動行為模擬（NSC-88-2218-E-020-007）
執行單位：國立屏東科技大學機械系
主持人：周春禧、徐毅理

3.3 研究方法

1. 研究文獻收集

流動式顆粒床廢氣淨化技術之文獻調查及收集工作早已於84年1月起由國科會聘請之特案研究員，捷克籍專家，徐毅理博士(Dr. Jiri Smid)協助進行。本總計畫經由不同的管道收集最新的研究報告文獻，進行整理分析的工作。

2. 研究結果討論

在研究計畫進行的過程中定期舉行研究結果交流與討論會，使各子計畫

之研究工作能彼此配合，並產生良性之互動影響。

3. 規劃整合計畫短程及中長程架構
建立計畫階段性執行構想與計畫架構。

4. 成果發表

本研究計畫之成果已在國內外之技術研討會中發表，並在計畫執行期間向國內工業界介紹此新型的廢氣淨化技術。介紹對象包括中鋼公司、永豐餘造紙公司、東元機電公司及台灣電力公司等。

四、研究成果

在各位參與研究人員之努力下，所發表之研究成果如下：

(A) 期刊論文

1. Hsiau, S. S., Smid, J., Wang, C. Y., Kuo, J. T. and Chou, C. S., 1999, "Velocity Profiles of Granules in Moving Bed Filters," *Chemical Engineering Science*, Vol. 54, No. 3, pp. 293-301. (SCI)
2. Kuo, J. T., Smid, S., Hsiau, S. S. and Chou, C. S., 1998, "Granular Bed Filter Technology," *Proceedings of the National Science Council, Republic of China (A)*, Vol. 22, No. 1, pp. 17-34. (EI)
3. Kuo, J. T., Smid, J., Hsiau, S. S., Wang, C. Y. and Chou, C. S., 1998, "Stagnant Zones in Granular Moving Bed Filter for Flue Gas Cleanup," *Filtration and Separation*, Vol. 529, No. 6, pp. 529-534. (SCI)
4. 周春禧，江連金，徐毅理，郭景宗，蕭述三，1998，「儲槽邊界影響顆粒流動行為之電腦模擬研究」，*國立屏東科技大學學報*，Vol. 7，No. 4，pp. 279-289. (EI)
5. 周春禧，歐明源，徐毅理，郭景宗，蕭述三，1998，「高溫廢氣淨化系統一流動式顆粒床流場電腦模擬之不對稱型貯槽顆粒堆疊原理」，*國立屏東科技大學學報*，Vol. 7，No. 2，pp. 147-160. (EI)

(B) 研討會論文

1. Hsiau, S. S., Smid, J., Tsai, H. H., Kuo, J. T. and Chou, C. S., 1999, "Granular Flow in Dorfan Impingo Filter for Gas Cleanup," *Proceedings 24th Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems*, pp. 659-668, Clearwater, Florida, USA
2. Kuo, J. T., Smid, J., Hsiau, S. S., Tsai, H. H. and Chou, C. S., 1999, "Flow Regions of Granules in Dorfan Impingo Filter for Gas Cleanup," *Proceedings 24th Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems*, pp. 713-722, Clearwater, Florida, USA.
3. Hsiau, S. S., Smid, J., Tsai, F. H., Kuo, J. T. and Chou, C. S., 1999, "Granular Flows in Moving Bed Filters," presented at the 4th International Symposium, Karlsruhe, Germany, in *Gas Cleanup at High Temperatures*, Vol. 2, eds. A. Dittler et al., pp. 838-849.
4. Chou, C. S., Tzeng, C. C., Smid, J., Kuo, J. T. and Hsiau, S. S., 1999. "Numerical Simulation and Experiments in Louvered Moving Bed Filter Panel," will be presented in 8th World Filtration Congress Conference, Brighton, U.K., April 3-7.
5. Hsiau, S. S., Smid, J., Wang, C. Y., Kuo, J. T. and Chou, C. S., 1998, "Velocity of Profiles in Moving Bed Filter for Flue Gas Cleanup," *Proceedings 23rd Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems*, pp. 783-794, Clearwater, Florida, USA.
6. Kuo, J. T., Smid, J., Hsiau, S. S., Wang, C. Y. and Chou, C. S., 1998, "Stagnant Zones in Granular Moving Bed Filter for Flue Gas Cleanup," *Proceedings 23rd Technical Conference on Coal Utilization & Fuel Systems*, pp. 819-830, Clearwater, Florida, USA.
7. 周春禧，林敬凱，徐毅理，郭景宗，蕭述三，1998，「貯槽內置阻礙物對

顆粒流動型態影響之電腦模擬研究」，**第五屆全國計算流體力學學術研討會**，桃園大溪。

8. Chou, C. S., Chiang, L. J., Smid, J., Kuo, J. T. and Hsiau, S. S., 1998, *Proceedings 11th International Symposium on Transport Phenomena*, pp. 551-556, Hsinchu, Taiwan.
9. 鄭益銘，郭景宗，徐毅理，蕭述三，周春禧，1998，「流動式顆粒床廢氣淨化系統之研究開發—噴流式顆粒體輸送器設計分析」，**台灣&新加坡環保技術研討會暨輸送現象與其應用專題研討會專輯**，台北市，pp. 91-94。
10. 蕭述三，蔡富豪，徐毅理，郭景宗，周春禧，1998，「流動式顆粒床內之流場分析」，**台灣&新加坡環保技術研討會暨輸送現象與其應用專題研討會專輯**，台北市，pp. 269-272。
11. Smid, J., Kuo, J. T., Jerng, Y. M., Hsiau, S. S. and Chou, C. S., 1998, *Proceedings 1998 Taiwan-Singapore Joint Symposium on Environmental Protection Technology and Symposium on Transport Phenomena and Applications*, pp. 579-582.
12. Chou, C. S., Chiang, L. J., Smid, J., Kuo, J. T. and Hsiau, S. S., 1998. "Computer Simulation of Flowing Behavior of Particles in the Asymmetrical Hopper Based on Discrete Element Method," *Proceedings 70th Annual Meeting of the Society of Rheology*, pp.88, October 4-8, Monterey, California, U.S.A.
13. Kuo, J. T., Smid, J., Hsiau, S. S., Wang, C. Y. and Chou, C. S., 1997, "Flow Patterns of Filter Granules in a Moving Bed Filter," *Proceedings 4th International Conference on Technologies and Combustion for a Clean Environment*, Lisbon-Portugal, Vol. I, pp. 1-6.
14. Hsiau, S. S., Smid, J., Wang, C. Y., Kuo, J. T. and Chou, C. S., 1997, "Velocity Fields of Two Asymmetrical Granular Moving Beds," *Proceedings 4th International Conference on Measurement and Control of Granular Materials*, Shenyang, PRC, pp. 45-50.
15. 郭景宗，鄭明成，徐毅理，王宗源，1997，「顆粒體在管路中之運動狀態分析」，**輸送現象與其應用專題研討會專輯**，台北市，pp. 283-288.
16. Hsiau, S. S., Smid, J., Kuo, J. T., Wang, C. Y. and Chou, C. S., 1997, "Velocity Profiles of Granules in Moving Bed Filters," *Proceedings 1997 Symposium on Transport Phenomena and Applications*, Taipei, pp. 637-641.
17. Smid, J., Kuo, J. T., Hsiau, S. S., Wang, C. Y. and Chou, C. S., 1997, "Flows of Granules in Moving Bed Filters," *Proceedings 1997 Symposium on Transport Phenomena and Applications*, Taipei, pp. 289-294.
18. 周春禧，曾峻源，徐毅理，郭景宗，蕭述三，1997，「圓盤顆粒於對稱型流動式顆粒床流動型態之電腦模擬研究」，**第二十二屆中華民國力學學會**。

除了以上研討會發表論文外，另有一篇論文將發表於於明年(2000)春天之 *Symposium on Energy Engineering in the 21st Century* (香港)。