

淨煤氣過濾床之濾材氣送系統設計

指導教授：蕭述三 教授

作者：馬英傑、蔡宏昇、曹廷群

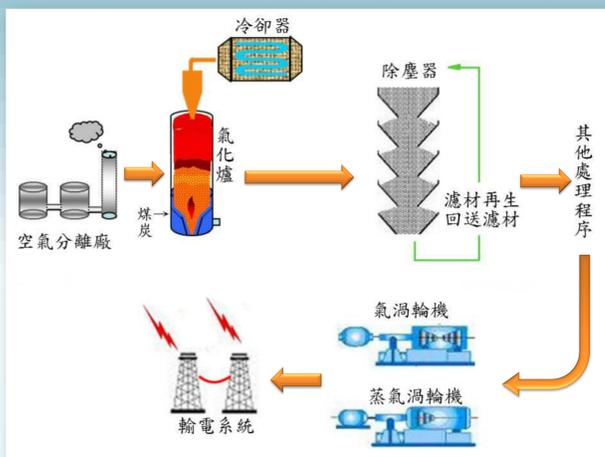


圖1 IGCC運作流程

IGCC(Integrated Gasification Combined-Cycle)全名為整合型氣化煤複循環系統，目的是利用氣化煤進行發電。運作流程大致如圖1。

其中除塵器是採用移動式顆粒床過濾器，粒狀濾材會從過濾器頂端倒入，隨著重力往下移動，同時過濾煤氣中的塵粒，最後由過濾器底部流出。濾材與塵粒隨後會送入篩分儀篩分，再用氣送系統將濾材送回顆粒床重新使用，達到循環再利用。

我們的研究目的是為了建立出一套氣送系統模型，具備將顆粒狀濾材向上輸送的基本功能，並在氣送系統的起點裝設進料器，模擬實際進料情形。

系統架構如圖2，我們用石英砂來模擬實際系統中之濾材。管路中裝設有鼓風機進行抽氣，提供氣送系統所需的壓力形成流場。濾材由進料器送入管中，再進入旋風分離器，最後到收集槽。

旋風分離器之設計係參考Bill Pentz[1]、Esco Engineering[2]之尺寸模型所設計，將此模型中各參數帶入後即可依其理論得到旋風分離器之平面輪廓。並由Edgar Muschelknautz[3]之理論可得知這些參數會影響到分離器之分離率。

依照前述所得知之平面輪廓在CAD軟體中完成旋風分離器之3D模型，並請廠商加工訂作出實品。

改良後的模型將管內流場之驅動方式由吹風改為抽風，也加入了進料器以及旋風分離器。加入進料器可改善舊系統以手動放入試料之方式為控制其進料量並自動進料，而持續的進料也與實際系統運作較為接近。為了加入旋風分離器而發現原模型的設計與一般旋風分離器之使用方式不同而改變了原有之設計，也讓此整體模型更接近實際系統。

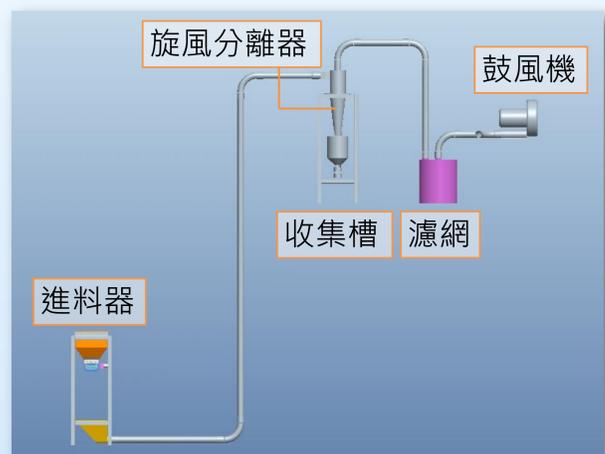


圖2 氣送系統架構

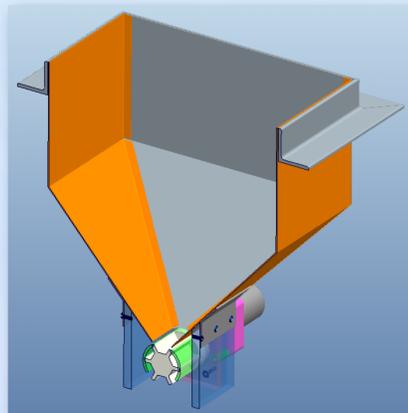


圖3 進料器3D圖

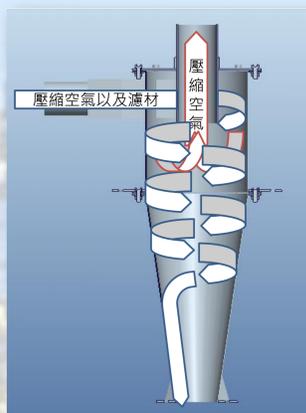


圖4 旋風分離器示意圖

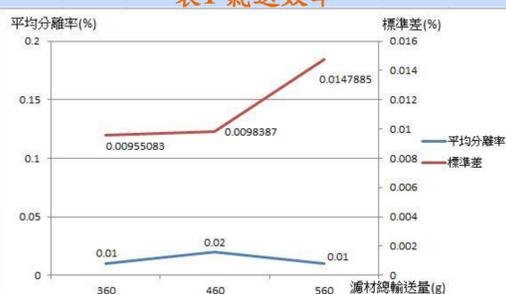
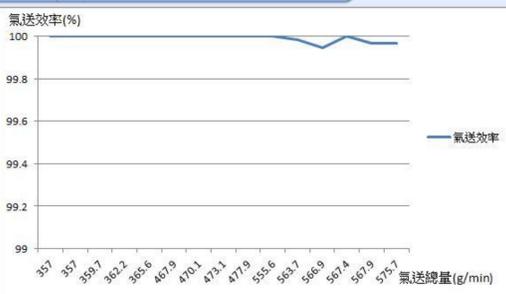


圖5 進料器



圖6 旋風分離器及收集槽

實驗結果



氣送效率圖

圖表後段微小起伏推測係由過多的進料導致管內呈現密集流，顆粒間與管壁間的碰撞與摩擦，使運送顆粒的能量有些許下降(來自鼓風機吸力能量)，導致氣送效率輕微下降。

分離率圖

分離的現象微乎其微，分離率最大僅有0.02%，且重複實驗以及改變進料量皆無法觀察出影響分離率之主要因素，可以判斷這些數據應該出自於人為誤差或是儀器誤差。

氣送系統效率試驗：

固定進料速度，在故定時間下測量旋風分離器運送之濾材總量。

$$\eta = \frac{M_{cyclone}}{M_{total}}$$

氣送系統分離率試驗：

固定進料總量，以99%濾材及1%粉塵之混合物進行氣送，並測量氣送後之濾材混合比，比較前後兩者計算分離率。氣送後之濾材混合比係由過濾器之捕獲量與總運送量之比值得到。

$$W_{send} = \frac{M_{filter}}{M_{total}}$$

$$\eta_{separator} = \frac{1 - W_{send}}{W_{initial}}$$

結論

1. 新系統之氣送效率可達99.9%以上，但加入旋風分離器後會增加濾材在氣送管路中的碰撞及摩擦，而產生濾材破碎的問題。
2. 旋風分離器並無法使粒徑>30μm之雜質經由空氣排出，故無法當作篩分後的第二段過濾。

未來展望

1. 設計氣送系統與顆粒床及滾筒篩分儀之連接裝置完成淨煤氣過濾系統之氣送循環。
2. 建立不同濾材破碎及風壓之資料庫，以期使用最小風壓達成最高運送效率。

[1] Bill Pentz, 2012, "Cyclone Design spreadsheet", <http://billpentz.com/woodworking/cyclone/index.cfm>

[2] Esco Engineering, 1997, "CYCLONE DESIGN AND ANALYSIS", <http://www.esco-engineering.ca/>

[3] A. C. Hoffmann and L. E. Stein, 2008, "The Muschelknautz Method of Modeling", Gas Cyclones and Swirl Tubes, ISBN 3-540-43326-0, pp.97-137