

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

管路系統設計模擬軟體之開發

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC92-2622-E-002-020-CC3

執行期間：92年06月01日至93年05月31日

執行單位：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

計畫主持人：陳希立

計畫參與人員：江沅晉,蕭惟哲

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫為提升產業技術及人才培育研究計畫，不提供公開查詢

中 華 民 國 93 年 8 月 31 日

管路系統設計模擬軟體之開發

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫
計畫編號：NSC 92 - 2622 - E - 002 - 020 - CC3
執行期間：2003 年 06 月 01 日至 2004 年 05 月 30 日

計畫主持人：陳希立
共同主持人：
計畫參與人員：江沅晉、蕭惟哲

成果報告類型(依經費核定清單規定繳交)： 精簡報告 完整報告

本成果報告包括以下應繳交之附件：
赴國外出差或研習心得報告一份
赴大陸地區出差或研習心得報告一份
出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份
國際合作研究計畫國外研究報告書一份

處理方式：除產學合作研究計畫、提升產業技術及人才培育研究計畫、
列管計畫及下列情形者外，得立即公開查詢
涉及專利或其他智慧財產權， 一年 二年後可公開查詢

執行單位：

中 華 民 國 2004 年 8 月 31 日

可供推廣之研發成果資料表

可申請專利

可技術移轉

日期：93年8月31日

國科會補助計畫	計畫名稱：管路系統設計模擬軟體之開發 計畫主持人：陳希立 計畫編號：92-2622-E-002-020-CC3 學門領域：能源科技
技術/創作名稱	管路系統設計模擬軟體
發明人/創作人	
技術說明	<p>中文：</p> <p>管路系統之設計所需考量的因素相當複雜，包括流量、流速、空間等限制條件，以及投資與運轉成本的最佳化等，而這些因素多半是互相牽制的。在設計時該如何在不違反限制條件，設計出最佳的管路系統是一大挑戰。而傳統的管路設計方法，不是無法達成壓力平衡，就是缺乏對流速、管徑或者成本的控制，而往往造成 over design 之問題。有鑑於此本計劃針對傳統管路系統設計之缺點，擬開發一套軟體，其包含了電腦輔助設計(CAD)與電腦輔助模擬(CAS)兩大部分，利用電腦輔助設計可縮短設計之時程且防止人為計算上的誤差。其次再將初始設計之值利用電腦輔助模擬之方式，以模擬系統之運轉結果，如此，可事先了解系統實際運轉狀況外，更可減少對設計者經驗的依賴。最後並將設計值與模擬值做一比較，並加以修正，以得一最佳化之設計結果。而本計畫的研究方法為藉由產學合作方式加以進行，配合廠商提供實際系統運轉資料，以進行實際的數值驗證。本計劃之貢獻在於開發一套管路設計之軟體，藉由此軟體不但可縮短設計時程提高設計之彈性且可達一最佳化之設計，以節省系統之初期成本與運轉成果。</p> <p>英文：</p> <p>An optimization design of a duct system not only meets the requirement of design condition, it also shortens the initial and running cost to reach the energy conservation purpose. The design of duct ventilation system must not only meet the demand of volume flow rate, but also take into consideration a number of issues including system pressure equilibrium, noise, vibration, space limitation and total system costs. Conventional duct design methods either fail to achieve pressure equilibrium or offer poor control of flow velocity or duct diameter.</p> <p>This program will develop to the software which comprises two major calculation procedures: initial computer-aided design (CAD), computer-aided simulation (CAS). It shows that 3C duct design method provides a simple computation procedure and considers the pressure equilibrium and demand of volume flow rate under certain limits on space or flow velocity. It also shortens the design schedule and prevents human calculation errors, and reduces the dependence on designer experience.</p> <p>The contribution of this project is developing the software for duct design. It also shortens the design schedule and prevents human calculation errors, and reduces the dependence on designer experience.</p>

<p>可利用之產業 及 可開發之產品</p>	<p>(1) 半導體廠製程排氣系統 (2) 建築物空調及通風系統 (3) 消防排煙系統 (4) 工業用通風系統 (5) 製程流體輸送系統 (6) 建築物冷熱水供應系統 (7) 開迴路式水路系統</p>
<p>技術特點</p>	<p>(1) 提高設計的彈性 (2) 線上進行系統模擬 (3) 最佳化設計 (4) 儲存配件及設備的損失係數資料庫 (5) 設計與模擬結果格式化輸出 (6) 避免計算或查表時發生錯誤 (7) 縮短設計時程</p>
<p>推廣及運用的價值</p>	<p>藉由本軟體之開發可減少管路系統設計時所需之時間並避免人為之誤差，另外並可提高設計之彈性且可達一最佳化之設計，以節省管路系統之初期成本與運轉成果。預估藉由本計劃的執行，可增加冷凍空調業 3000 萬元以上的產值，並減少電子產業建廠所需之時間，進而增加就業人數 100 人以上。</p>

國科會補助提升產業技術及人才培育研究計畫成果精簡報告

學門領域：能源科技

計畫名稱：管路系統設計模擬軟體之開發

計畫編號：92-2622-E-002-020-CC3

執行期間：2003.06.01 至 2004.05.31

執行單位：國立臺灣大學機械工程學系暨研究所

主持人：陳希立

參與學生：

姓名	年級 (大學部、碩士班、博士班)	已發表論文或已申請之專利 (含大學部專題研究論文、碩博士論文)	工作內容
江沅晉	博士班	無	探討管路系統設計與模擬理論模式、撰寫數值程式
蕭惟哲	碩士班	無	撰寫數值程式

合作企業簡介

合作企業名稱：元福實業股份有限公司

計畫聯絡人：陳輝俊

資本額：10000 萬元

產品簡介：元福實業股份有限公司專業從事冷凍空調、水電、通風、特殊環境控制、恆溫、恆濕工程的規劃、設計及設備製造等，並代理與合作國際公司計有美國 CALMAC(儲冰設備創造者)、德國的 LTG(冷凍空調及除塵設備)、德國的 WEISS KLIMATECHNIK GMBH 恆溫恆濕及生物科技產品等相關設備以及韓國 SHINSUNG 潔淨用品、濾網機組(FFU)等無塵室相關設備。

電話：(02)2299-3155

研究摘要(500 字以內)：

近年來隨著建築技術的發達，建築物有日益龐大之傾向，造成管路系統構造亦相對複雜，進而提高整組管路系統於設計上的困難度增加，使得設計過程難以協助設計者(如設計方法簡易化、擴廠設計及系統全壓平衡等)，而設計結果難以滿足廠商的各項需求(如流量、噪音及成本考量等)。因此，如何在滿足需求目的前題下，設計出具有最佳經濟效益之管路系統，是為當前工程界之首要目的。

而管路系統系統之設計所需考量的因素相當複雜，包括流量、流速、空間等限制條件，以及投資與運轉成本的最佳化等，而這些因素多半是互相牽制的。在設計時該如何在不違反限制條件，設計出最佳的管路系統是一大挑戰。而傳統的管路設計方法，不是無法達成

壓力平衡，就是缺乏對流速、管徑或者成本的控制，而往往造成 over design 之問題。有鑑於此本計劃針對傳統管路系統設計之缺點，擬開發一套軟體，其包含了電腦輔助設計 (CAD) 與電腦輔助模擬 (CAS) 兩大部分，利用電腦輔助設計可縮短設計之時程且防止人為計算上的誤差。其次再將初始設計之值利用電腦輔助模擬之方式，以模擬系統之運轉結果，如此，可事先了解系統實際運轉狀況外，更可減少對設計者經驗的依賴。最後並將設計值與模擬值做一比較，並加以修正，以得一最佳化之設計結果。

人才培育成果說明：

本計劃藉由產學合作之方式進行，在學界方面不但增加了學生之實務經驗，也培養學生撰寫軟體之能力。而在產業界上除了促進了業界專業人才之培訓外，並可藉由本計劃所開發之軟體減少管路系統設計時所需之時間，並避免人為之誤差。

技術研發成果說明：

本計劃之研發成果在於開發一套管路設計與模擬軟體，在本軟體內建立了管路系統設計與模擬軟體的架構及管閥件的資料庫，藉由此軟體的開發，不但可縮短設計時程、提高設計之彈性且可達一最佳化之設計，以節省管路系統之初期成本與運轉成果。

技術特點說明：

在本計劃所發展的軟體中，證明電腦輔助設計與模擬應用在流體管路系統，確實有其可行性，同時對於設計者而言將有以下幾個功能：

(1) 提高設計的彈性

在設計的過程中，若臨時需改變某些設計參數或更動系統配置，只要在電腦的輸入資料中進行修改，馬上就能得到新的設計結果。若採用過去由設計者自行計算的方式，則很可能需要再花費許多時間重新計算。

(2) 線上進行系統模擬

設計者在設計階段就可以透過電腦進行系統的線上模擬，因此可隨時了解設計上的缺失並加以修正。此外，對於已建造完成的系統，若希望加裝某些設備或對系統進行修改，可先利用電腦模擬系統改變後的情形，以利相關的評估。

(3) 最佳化設計

雖然管路系統最佳化理論已被提出，但目前大多數業者仍未將其應用於實務的設計上，主要原因就在於其計算過程太複雜。但若利用電腦協助，則並不需擔心計算複雜的問題，而能快速得到最佳化設計的結果。

(4) 儲存配件及設備的損失係數資料庫

只要在軟體中建立損失係數資料庫，就可由程式主動去存取損失係數的資料，避免設計者經常需查閱相關圖表的麻煩。而當資料有所更動時，在電腦中修正這些資料也相當方便。

(5) 設計與模擬結果格式化輸出

透過電腦軟體，可直接將計算得到的設計與模擬結果格式化輸出或列印，這將可減少重新謄寫或製表的時間。

(6) 避免計算或查表時發生錯誤

只要程式設計正確，配合正確的輸入資料，則由電腦計算的結果將不會有錯誤。相反的，若由設計者自行計算或查表，在過程中難免可能發生錯誤，這時還需再花費時間及人力重新檢查或計算。

(7) 縮短設計時程

在電腦高運算速度的協助下，整個設計所需的時程可大幅減少。以 T 方法為例，每一管段至少需進行 20 個計算步驟，假設系統有 100 個管段，共迭代四次 (含一次資料初始)，則至少共需 8000 個計算步驟。這些計算如果以人力進行至少需 50 小時才能完成，但在本

軟體中卻只要 8 秒就能得到結果(以 Pentium 的 CPU 進行測試)，節省了數萬倍的時間。

可利用之產業及可開發之產品：

本軟體適用於所有開迴路式(open loop)的流體傳輸管路系統。

開迴路系統的基本形式有以下三種：

(1) 送風(supply)系統

在送風系統中，空氣由風機出發，經過樹狀的導管網路系統，最後經出風口與大氣相接。

(2) 回風(return)系統

在回風系統中，空氣由回風口進入，經過樹狀的導管網路系統，最後流入風機。一般的製程排氣系統、消防排煙系統，及工業通風系統是屬於此種形式。

(3) 送風-回風系統

送風-回風系統實際上就是送風系統與回風系統之組合，空氣由回風口進入，經過回風側管路進入風機，在風機升壓後，再流經送風側管路，最後流入大氣。一般的 HVAC 空調系統屬於此種形式。

隨著應用場合的不同，以上所提到的三種系統形式名稱將略有不同。送風系統可能稱為進氣(intake)系統或進水系統；回風系統則可能稱為排氣(exhaust)系統或回水系統。本軟體應用的範圍，就是以前述三種基本形式為基礎的開迴路流體管路系統，其中輸送的流體可為氣體，也可為液體，當輸送液體時，只要將系統中的風機改為泵浦即可。

本軟體將可用於以下所列舉的幾種工程應用中：

- (8) 半導體廠製程排氣系統
- (9) 建築物空調及通風系統
- (10) 消防排煙系統
- (11) 工業用通風系統
- (12) 製程流體輸送系統
- (13) 建築物冷熱水供應系統
- (14) 開迴路式水路系統

推廣及運用的價值：如增加產值、增加附加價值或營利、增加投資/設廠、增加就業人數 等。

藉由本軟體之開發可減少管路系統設計時所需之時間並避免人為之誤差，另外並可提高設計之彈性且可達一最佳化之設計，以節省管路系統之初期成本與運轉成果。預估藉由本計劃的執行，可增加冷凍空調業 3000 萬元以上的產值，並減少電子產業建廠所需之時間，進而增加就業人數 100 人以上。