

研究生:	李 剛
研究生(英文姓名):	Kang Lee
論文名稱:	空氣熱源式熱泵之醫院節能應用
英文論文名稱:	Air source heat pump applied for hospital energy saving
指導教授:	張永宗
指導教授(英文姓名):	Yung-Chung Chang
學位類別:	碩士
校院名稱:	國立臺北科技大學
系所名稱:	冷凍空調工程系所
學號:	91458521
學年度:	93
語文別:	中文
論文頁數:	139
關鍵詞:	醫院空調 ; 熱泵
英文關鍵詞:	Air conditioner of the hospital ; Heat pump
被引用次數:	0

[摘要]

醫療型建築物耗能甚大，由於醫院全年24小時運轉，提供居住及工作於其內的人，各種生活上的基本需求，需要室內空氣品質，必需引入足量的新鮮外氣，但是被引入的外氣將會造成空調負荷的增加，導致能源費用增加。本文以設立於台北市某醫學中心實際能源耗用與節能規劃為案例，分析蒸氣加熱系統與生活熱水系統的耗能情形。吸取其熱量，將所獲取的熱量供應醫院熱水使用，被吸取熱量的外氣，則當作預冷空調使用。根據本研究的實驗結果，外氣焓值範圍在32.7 k J/kg ~76.9k J/kg，熱水溫度在47.8~55.4℃的運轉條件下時，熱泵值低於30k J/kg，熱泵的製熱COP低於3。按照全年統計的外氣焓值，高於30k J/kg的外氣焓值出現的時數為8630，節能規劃的實用價值。

[英文摘要]

Generally speaking, the medical building consumes a great deal of energy, due to the hospital operates in 24 hours and work for its inside, the basic demand of various life which need a large amount of energy, includes electricity air quality of hospital, it needs to lead sufficient fresh air from outside, so that it will cause increase of load of air conditioning energy expense.

This text was regarded as the case of consuming and planning with energy conservation in real energy of one medical building. The text analyzed the energy situations for the system of heating steam and hot water system. And applying the identity of energy conservation, the text led outside air to inside, and at the same time to draw out the thermo mass to supply hot water system of hospital, becoming the use of pre-cooling.

According to the experimental result of this research, the range of outside air enthalpy value is between 46.2kJ/kg and 76.9kJ/kg, the temperature range, average refrigeration COP of heat pump assembly is 2.5, it is 3.9 of hot COP; when the outside air enthalpy value is higher than 30kJ/kg, making hot COP is less than 3 of the heat pump. According to the outside air enthalpy value of statistics in which is higher than 30kJ/kg appeared are 8630 hours, account for 98.5% of the total hours of the whole year, showing the energy-conserving planning.

[論文目次]

目 錄

摘 要 i

ABSTRACT ii

誌 謝 iii

目 錄 iv

表目錄 viii

圖目錄	xi
第一章 緒論	1
1.1前言	1
1.2研究背景	1
1.2.1醫院營運概況	2
1.2.2醫院主要能源類別及用量	3
1.2.3五年的變化量進行各項比較	5
1.3研究動機與目的	9
1.3.1研究動機	9
1.3.2研究目的	11
1.4文獻回顧	11
1.4.1 熱泵應用	11
1.4.2熱水加熱系統	13
1.4.3蒸氣壓縮系統	15
1.4.4醫院的空調外氣	16
1.4.5文獻探討	17
1.5本文架構	18
第二章 熱泵原理與應用	19
2.1熱泵原理	19
2.1.1卡諾冷凍循環理論分析	20
2.1.2蒸氣壓縮循環	20
2.1.3實際的冷凍循環	23
2.2熱泵的應用	25
2.2.1空氣對空氣(air-to-air)熱泵	25
2.2.2水對空氣(water-to-air)熱泵	26
2.2.3水對水(water-to-water)熱泵	28
2.2.4地熱對水(earth-to-water)熱泵	29
2.2.5空氣對水(air-to-water)熱泵	30
2.3空氣對水熱泵的應用	30
2.3.1熱源-空氣	30
2.3.1.1濕空氣	31
2.3.1.2濕空氣焓值的計算	32
2.3.2熱淵-熱水	34
2.3.2.1醫院熱水系統	34
2.3.2.2瓦斯熱源系統相關耗能計算式	36
2.3.2.2.1鍋爐效率說明	36
2.3.2.2.2成本計算說明	38
2.3.3熱泵節能系統規劃	41
2.3.3.1既設系統耗能說明	41
2.3.3.2 節能系統規劃	49
2.3.3.3 節能效益評估	50
第三章 實驗量測	53
3.1熱泵實驗量測之理論模式	53
3.1.1系統之基本假設	53
3.2實驗系統與設備	53
3.2.1設備系統	53
3.2.2.1冷凝器	56
3.2.2.2蒸發器	62
3.2.2.3壓縮機	67
3.2.2.4冷媒控制器	71
3.3量測方法	72
3.3.1量測儀器	73
3.3.2實驗數據分析	78
3.3.3量測系統	81
3.3.3.1熱泵單機效能測試	81
3.3.3.2熱泵機組系統測試	84
第四章 分析與討論	85
4.1熱淵與熱泵的性能	85
4.1.1壓縮機耗功與熱水溫升	86
4.1.2空氣焓值與熱水溫升的關係	87
4.1.3製熱及製冷能力與熱水溫升	89
4.1.4性能係數與熱水溫升	90

4.1.5熱水系統實際的熱需求量與熱泵的加熱容量	92
4.2熱源與熱泵的性能	93
4.2.1熱泵在不同外氣焓值的性能係數	93
4.2.2不同進水溫度與外氣焓值的熱泵性能係數	106
4.2.3醫院全年外氣的溫度與焓值記錄	108
4.3.熱泵的運轉效益	111
4.3.1.熱泵每日運轉記錄	111
4.3.2熱泵逐時運轉數據與外氣焓值的關係	122
4.3.3熱泵逐時運轉數據與熱水溫度的關係	123
4.3.4熱泵運轉效益計算	125
第五章 結論	131
5.1研究結論	131
5.2後續研究建議	132
參考文獻	133
符號彙整	137

表目錄

表1.1醫院建築物概況	2
表1.2醫院營運概況	3
表1.3二氧化碳排放指數（能源耗用量與CO2換算表）	4
表2.1 乾空氣的組成	31
表2.2既有設備耗用能源情形	42
表2.3全熱交換器規格表	43
表2.4台電二段式電價表	46
表2.5台電電價年平均單價計算表	47
表2.6民國94年度台電電價離峰日、半離峰日與平常日統計表	47
表2.7熱泵節能效益說明表	51
表2.8熱泵耗能說明表	52
表2.9熱泵節能效益評估說明表	52
表3.1熱泵（凝結器）板式熱交換器選機規格詳表	61
表3.2熱泵（凝結器）板式熱交換器尺寸規格	62
表3.3熱泵（蒸發器）鰭管式熱交換器尺寸規格表	65
表3.4熱泵（蒸發器）鰭管式熱交換器熱傳面積計算表	66
表3.5渦卷式壓縮機運轉條件表	69
表3.6渦卷式壓縮機規格表	69
表3.7量測點位置說明-1	74
表3.8量測點位置說明-2	74
表4.1不同外氣條件的製熱與製冷性能係數	92
表4.2熱水進水溫度為35℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	94
表4.3熱水進水溫度為40℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	95
表4.4熱水進水溫度為45℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	96
表4.5熱水進水溫度為50℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	97
表4.6熱水進水溫度為55℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	98
表4.7熱水進水溫度為60℃時，在不同的外氣條件下，熱泵的運轉數據	99
表4.8入水溫度35℃時各項紀錄值	100
表4.9入水溫度40℃各項紀錄值	101
表4.10入水溫度45℃各項紀錄值	102
表4.11入水溫度50℃各項紀錄值	103
表4.12入水溫度55℃各項紀錄值	104
表4.13入水溫度60℃各項紀錄值	105
表4.14不同進水溫度與外氣焓值的熱泵製冷性能係數COP,R	106
表4.15不同進水溫度與外氣焓值的熱泵製熱性能係數COP,HP	107
表4.16三月上旬1號熱泵相關數據	112
表4.17三月上旬2號熱泵相關數據	113
表4.18三月下旬1號熱泵相關數據	114
表4.19三月下旬2號熱泵相關數據	115
表4.20四月份1號熱泵相關數據	116
表4.21四月份2號熱泵相關數據	117
表4.22五月份1號熱泵相關數據	118
表4.23五月份2號熱泵相關數據	119

表4.24六月份1號熱泵相關數據	120
表4.25六月份2號熱泵相關數據	121
表4.26熱泵運轉數據統計表	126
表4.27熱泵運轉耗能統計表	126
表4.28熱泵製冷效益統計表	127
表4.29熱泵製熱效益統計表	127
表4.30熱泵運轉效益	128
表4.31熱泵替代其他設備運轉費用	128
表4.32熱泵運轉效益總表	129

圖目錄

圖1.1各項能源全年總耗用比例	3
圖1.2全年每月能源使用情形	4
圖1.3 (a) 醫院能源熱值分析-按照使用端比較	5
圖1.3 (b) 醫院能源熱值分析-按照供應端比較	5
圖1.4五年統計每月電力用量	6
圖1.5五年統計電力用量	6
圖1.6醫院用電量分布圖	7
圖1.7五年統計每月瓦斯用量	7
圖1.8五年統計瓦斯用量	8
圖1.9瓦斯能源供應系統	8
圖1.10瓦斯能源全年使用情形	9
圖1.11全年外氣溫度逐時記錄	10
圖1.12全年外氣相對濕度逐時記錄	10
圖2.1卡諾冷凍循環	19
圖2.2 氣壓縮循環系統示意圖	21
圖2.3理想蒸氣壓縮系統 P-H 圖	22
圖2.4理想蒸氣壓縮系統 T-S圖	22
圖2.5實際循環的壓焓圖與標準循環疊合如圖	23
圖2.6空氣對空氣(air-to-air)熱泵	25
圖2.7水對空氣(water-to-air)熱泵	27
圖2.8水對水(water-to-water)熱泵	28
圖2.9 (a) 地熱對水(water-to-water)熱泵間接式	29
圖2.9 (b) 地熱對水(water-to-water)熱泵 直接式	29
圖2.10空氣對水(air-to-water)熱泵	30
圖2.11蒸汽鍋爐供應系統圖	35
圖2.12熱水鍋爐加熱系統圖	36
圖2.13空調機房配置圖	41
圖2.14空調冰水系統圖	48
圖2.15熱泵節能系統規劃圖	49
圖3.1空氣熱源式熱泵機組示意圖	54
圖3.2熱泵機組裝相片	54
圖3.3熱泵機組外型尺寸圖	55
圖3.4熱泵機組管路系統圖	55
圖3.5熱水循環泵浦	56
圖3.6熱水儲槽	56
圖3.7板式熱交換器	57
圖3.8組合式板式熱交換器	58
圖3.9蒸氣壓縮循環莫里耳線圖	59
圖3.10逆向流與平行流的溫度	60
圖3.11熱泵機組的凝結器為板式熱交換器	62
圖3.12空氣蒸發器濕盤管的變化	63
圖3.13氣冷式蒸發器空氣除濕過程	63
圖3.14熱泵機組的蒸發器為鰭管式熱交換器	66
圖3.15鰭管式蒸發器的進氣分歧管與蒸發器出口管	67
圖3.16渦卷式壓縮機工作原理	68
圖3.17渦卷式壓縮機冷凍容量曲線表	70
圖3.18渦卷式壓縮機製冷性能曲線圖	70
圖3.19熱泵機組的壓縮機為渦卷式壓縮機	70
圖3.20熱泵機組的膨脹閥為外均壓式感溫膨脹閥	72

圖3.21溫度量測點位置圖	72
圖3.22壓力量測點位置圖	73
圖3.23壓縮機吐出管溫度量測點	75
圖3.24水管溫度校正	75
圖3.25風管型溫濕度計	75
圖3.26水管流量量測	76
圖3.27超音波測量水管厚度	76
圖3.28壓力轉換器	76
圖3.29電力量測	77
圖3.30 PLC控制器	77
圖3.31個人電腦記錄測量數據	77
圖3.32量測系統圖-1	82
圖3.33量測系統圖-2	84
圖4.1外氣溫度7.8~8.6℃時壓縮機耗功與熱水溫升	86
圖4.2外氣溫度16.7~17℃時壓縮機耗功與熱水溫升	87
圖4.3外氣溫度28.8~30.4℃時壓縮機耗功與熱水溫升	87
圖4.4外氣溫度7.8~8.6℃時空氣焓值與熱水溫升	88
圖4.5外氣溫度16.7~17℃時空氣焓值與熱水溫升	88
圖4.6外氣溫度28.8~30.4℃時空氣焓值與熱水溫升	88
圖4.7外氣溫度7.8~8.6℃時製熱及製冷能力與熱水溫升	89
圖4.8外氣溫度16.7~17℃時製熱及製冷能力與熱水溫升	89
圖4.9外氣溫度28.8~30.4℃時製熱及製冷能力與熱水溫升	90
圖4.10外氣溫度7.8~8.6℃時製熱及製冷性能係數與熱水溫升	90
圖4.11外氣溫度16.7~17℃時製熱及製冷性能係數與熱水溫升	91
圖4.12外氣溫度28.8~30.4℃時製熱及製冷性能係數與熱水溫升	91
圖4.13熱水進水溫度為35℃，外氣焓值與COP值的變化	94
圖4.14熱水進水溫度為40℃，外氣焓值與COP值的變化	95
圖4.15熱水進水溫度為45℃，外氣焓值與COP值的變化	96
圖4.16熱水進水溫度為50℃，外氣焓值與COP值的變化	97
圖4.17熱水進水溫度為55℃，外氣焓值與COP值的變化	98
圖4.18熱水進水溫度為60℃，外氣焓值與COP值的變化	99
圖4.19不同外氣焓值與水溫的製冷性能係數	106
圖4.20不同外氣焓值與水溫的製熱性能係數	107
圖4.21全年外氣溫度逐時記錄	108
圖4.22全年外氣相對溼度逐時記錄	109
圖4.23全年外氣顯熱焓值分佈記錄	109
圖4.24全年外氣焓值分佈記錄	110
圖4.25全年不同焓值的時間分佈	110
圖4.26三月上旬1號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	112
圖4.27三月上旬1號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	112
圖4.28三月上旬2號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	113
圖4.29三月上旬2號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	113
圖4.30三月下旬1號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	114
圖4.31三月下旬1號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	114
圖4.32三月下旬2號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	115
圖4.33三月下旬2號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	115
圖4.34四月份1號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	116
圖4.35四月份1號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	116
圖4.36四月份2號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	117
圖4.37四月份2號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	117
圖4.38五月份1號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	118
圖4.39五月份1號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	118
圖4.40五月份2號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	119
圖4.41五月份2號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	119
圖4.42六月份1號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	120
圖4.43六月份1號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	120
圖4.44六月份2號熱泵製熱與製冷及壓縮機耗功比較圖	121
圖4.45六月份2號熱泵性能係數與熱平衡比較圖	121
圖4.46三月上旬二台熱泵運轉數據與外氣焓值的關係圖	122
圖4.47三月下旬二台熱泵運轉數據與外氣焓值的關係圖	122
圖4.48四月份二台熱泵運轉數據與外氣焓值的關係圖	122
圖4.49五月份二台熱泵運轉數據與外氣焓值的關係圖	123

- 圖4.50六月份二台熱泵運轉數據與外氣焓值的關係圖 123
- 圖4.51三月上旬二台熱泵運轉數據與熱水溫度的關係圖 123
- 圖4.52三月下旬二台熱泵運轉數據與熱水溫度的關係圖 124
- 圖4.53四月份二台熱泵運轉數據與熱水溫度的關係圖 124
- 圖4.54五月份二台熱泵運轉數據與熱水溫度的關係圖 124
- 圖4.55六月份二台熱泵運轉數據與熱水溫度的關係圖 125

[參考文獻]

參考文獻

- [1]Zaidi,J.H, and Howell, R.H, “Energy use and heat recovery in water-loop heat pump, variable-air-volume, four airflows,” ASHRAE Transactions, Vol.99, Part-2, pp.13~28,1993.
- [2]Toshiyuki Hino, “Performance evaluation of an ambient-energy heat pump system,” ASHRAE Transactions
- [3]蔡尤溪等人,「熱泵技術發展計劃」,能源研究發展基金研究報告,1988年。
- [4]Hiromi Hasegawa, Michiyuki Saikawa, Katsumi Hashimoto, and Tetsushiro Iwatsubo, “Development of two-stage system for hot water supply,” ASHRAE Transactions, Vol.102, Part-1, pp.248-256,1996.
- [5]沈英章,「能源節約明日之星—熱泵」,電機月刊第七卷第六期,1997年。
- [6]黃秉鈞,「熱泵熱水器的設計與應用」,電機月刊,第八卷第五期,1998年。
- [7]黃秉鈞,「大氣熱能的開發-熱泵」。太陽能學刊,第五卷第一期,pp10-11,2000。
- [8]黃秉鈞、李璟柏等八位:「太陽能輔助熱泵熱水器」。2001兩岸太陽能科技研討會論文集,pp59-65,2001。
- [9]詹志強,「空氣熱源式多空能空調機之開發研究」,國立台灣大學機械工程研究所碩士論文,1998年。
- [10]謝銘和,「空氣熱源式多空能空調機設計與應用」,國立台灣大學機械工程研究所碩士論文,1999年。
- [11]秦政平,「太陽能熱泵熱水器設計」,國立台灣大學機械工程學研究所博士論文,1999年。
- [12]陳志承,「太陽能輔助熱泵熱水器智慧型控制之研究」,國立台灣大學機械工程學研究所碩士論文,2001年。
- [13]Ladd, G.O., and Harrison, J.L., eds. “Electric water heating for single family residences: group load research”
- [14]Tamblyn, R.T., “College park thermal storage experience,” ASHRAE Transactions, Vol.91, Part-I, pp.947-956,1983.
- [15]Kempton, W., Neiman, M., “Energy efficiency properties of individual behavior,” ACEEE Report,1987.
- [16]Merrigan,TJ, “Residential hot water use in Florida and North Carolian,” ASHRAE Transactions, Vol. 96, Part 1, pp.1028-1037,1988.
- [17]Akidge, James M., and Dennis Keebaugh, “An investigation of off peak domestic hot water heating,” ASHRAE Transactions, Vol.91, Part 1, pp.947-956,1983.
- [18]Andrew Lowenstein, and Hiller, Carl C, “Disaggregating residential hot water use,” ASHRAE Transactions, Vol.91, Part 1, pp.947-956,1983.
- [19]Abrams, Donald W., and Shedd, Alan C. “Effect of seasonal changes in use patterns and cold inlet water temperature on the performance of electric water heaters,” ASHRAE Transactions, Vol.102, Part 1, pp.1038-1053,1996.
- [20]Hiller, Carl C., “Water heater first-hour rating vs. in-field performance,” ASHRAE Transactions, Vol.102, Part 1, pp.1054-1063,1996.
- [21]Hiller, Carl C. , “Dual-tank water-heating system options,” ASHRAE Transactions, Vol.102, Part 1, pp.1028-1037,1996.
- [22]鄒德勝,「燒焊型板式熱交換器」,中國冷凍空調雜誌,1993年8月。
- [23]楊秉純,「板式熱交換器於冷凍系統之應用」,化工技術第三卷第七期,1995年7月。
- [24]林賢修,「渦卷式壓縮機性能模擬與氣體作用力分析」,國立台灣大學機械工程學研究所,碩士論文,1998年。
- [25]鍾裕和,「空調系統之冰水主機電腦輔助模擬與實驗分析」,國立台灣大學機械工程學研究所,碩士論文,1999年。
- [26]黃勝吉,「不可逆分析應用於冰水機能源效率提升之研究」,國立台北科技大學冷凍空調研究所,碩士論文,2001年。
- [27]易正倫,「空調模擬機之研究」,國立台灣大學機械工程學研究所,碩士論文,2001年。
- [28]蔡嘉展,「蒸發器、膨脹閥與壓縮機之系統模擬外均壓式膨脹閥調整控制與蒸發過程之熱流特性」,國立清華大學機械工程學研究所,碩士論文,2001年。
- [29]鄒金台,「醫療類建築耗能總量調查與分析」,國立國立台北科技大學冷凍空調研究所,碩士論文,2001年。

-
- [30]陳良銅，「潔淨室外氣空調箱特性與節能之研究」，國立國立臺北科技大學冷凍空調研究所，碩士論文，200
-
- [31]林振華，「呼吸道傳染隔離病房通風換氣需求與系統節能之探討」，國立國立臺北科技大學冷凍空調研究所，
-
- [32]黃建忠，「創新型自然空調機之研發」，國立國立臺北科技大學冷凍空調研究所，碩士論文，2002年。
-
- [33]劉國祥，「大型醫療中心急診病房特殊空調規劃設計研究」國立國立臺北科技大學冷凍空調研究所，碩士論文
-
- [34]陳俊達、沈秉錡、李剛、莊逢輝、胡石政、蔡尤溪，「醫院的耗電研究—大型教學醫院的實例探討」能源季刊
-
- [35]ASHRAE Fundamentals CH-1 “Thermodynamics and Refrigeration Cycles” pp1.1~1.21,2001.
-
- [36]ASHRAE Fundamentals CH-6 “Psychrometrics,” pp6.1~6.17,2001.
-
- [37]ASHRAE HVAC Systems and Equipment CH-8 “Applied Heat Pump and Heat Recovery Systems,” pp8.1.
-
- [38]ASHRAE HVAC Systems and Equipment CH-14 “Medium-and High Temperature Water Heating Systems,”
-
- [39]ASHRAE HVAC Applications CH-7 “Health Care Facilities,” pp7.1~7.13, 1999.
-
- [40]ASHRAE HVAC Applications CH-48 “Service Water Heating,” pp48.1~48.23,1999
-
- [41]ASHRAE Standard 62-1999, “Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality,” 1999.
-
- [42]ASHRAE 90.1 “Code Compliance Manual - February 404.Service Water Heating System,” 1995.
-
- [43]王啓川，熱交換器設計，台北；五南圖書出版有限公司，2003年，pp243~556。
-
- [44]Heating, Ventilating, And Air Conditioning Analysis And Design by FAYE C. McQUISTON. JERALD D. PARI
-
- [45]Refrigeration and Air Conditioning by Stoecker, W.F.& J.W.Jones CHAPTER-18.Heat Pump.
-
- [46]Heating and Cooling of Buildings Design for Efficiency by Jan F Kreider.Ph.D.PE Peter S. Curtiss.Ph.D Ari F
-