

444
74214
工學叢書

暖氣工程

陸警鐘著

商務印書館發行

✓

$$\begin{array}{r} 697 \\ \hline + 7448 \\ \hline 8145 \end{array}$$

工學小叢書

暖 氣 工 程

陸 警 鐘 著

商 務 印 書 館 發 行

本 書 通 例

1. 所用溫度皆係華氏。

1. 所用量尺皆係英尺。

1. 本書所用名詞，如中文尚無固定之文字時，則或意譯英文，或採用中國工匠商行中所通用之名詞，惟後面均附有英文以誌識別。

目 錄

第一章	緒言	1
第二章	暖氣工程之預算	3
第一節	房屋散熱量之計算	3
第二節	汽帶種類及其方英尺之計算	12
第三節	鍋爐容量	29
第四節	爐格面及受熱量	31
第五節	燃煤量	31
第三章	暖氣工程	33
第一節	熱空氣暖氣法	33
第二節	直接蒸汽暖氣式	44
第三節	廢汽暖氣式	79
第四節	蒸汽真空暖氣式	88
第五節	直接熱水暖氣式	92

第六節	熱水壓力循環暖氣式	104
第七節	間接蒸汽暖氣式	112
第八節	電暖氣式	135
第四章	特種建築物之設計	140
第一節	學校	140
第二節	醫院	141
第三節	花房	142
第四節	工廠	145
第五章	暖氣工程之設備及管理	148
第一節	鍋爐上之設備	148
第二節	經濟熱量之設備	149
第三節	暖氣用蒸汽鍋爐之管理	151

暖 氣 工 程

第一章 緒言

回溯中國之有暖氣工程者，約為近二十五年之事，當時僅一外商 Good-fellow Company 獨操其事，然時代巨輪推至今日，試觀有暖氣設備建築物之衆多，衛生暖氣工程所之林立，足徵暖氣事業之蒸蒸日上也。惟其中工程尙未能完璧無瑕，與歐美先進諸國相較，尤小巫之見大巫，是稍大之工程仍有借手於外人者，故提高此項專門技術亦不容稍緩也。

裝置暖氣設備之利益頗多；裝置於住宅，則室內溫濕度可不受外界氣候之影響，用科學方法以使適宜於人體衛生，俾發育康健有所保障，呼吸器官得以減少疾病。此外如門窗傢俱，亦可因溫濕度適宜而避免發生裂縫，則又可減少傢俱之歲修及添葺費矣。裝置於機關、銀行、公司之內，則可增高職員之工作效能，裝置於工廠之內，則除有上述利益外，又可使出品精

良。至於大商店、飯店、戲院等之有暖氣設備者，則可使顧客留戀忘返，營業因之發達，此爲人所共知之事實，故雖在起初多有限之設備費，然其利益之收穫每寓於無形也。

暖氣工程既有上述諸利點，及國人應須研究之趨向，惟人材頗形缺乏，書籍尙付缺如，是著者以個人極有限之學識著成此書，作爲投磚引玉之舉，幸讀者鑒諒之。

第二章 暖氣工程之預算

第一節 房屋散熱量之計算

熱量之單位：——大都皆用英國制，即一磅水升高華氏一度所需之熱量為之一個 B. T. U. (British Thermal Unit)。熱量與熱度有別，設有一鍋，內容四十磅水，用寒暑表（或稱溫度計）測得其熱度為華氏八十度，則該鍋水之熱量為三千二百 B. T. U. (40×80)。

散熱之成因：——熱量之能從室內散出屋外之原因有三，其一熱量經過牆窗之輻射與傳導，其二門窗週圍之熱空氣經牆壁而逃逸，其三因通風而逸出之熱空氣。

牆窗之失熱：——熱量從牆壁散熱之多少，全視（一）該牆所用材料之傳導性如何，（二）牆壁之厚薄，（三）牆壁層數之多少，（四）牆內與牆外溫度之差別，用此四種方法以計算牆壁失熱量，固然頗科學化，但實際上頗難計算，故普通皆依經驗測

定之，因其結果未必較上述方法相差若干。

因空氣逃逸所失之熱量：——室內熱空氣逃逸之多少，因空氣流動次數而異，(註一) 而每句鐘流動之次數則視建築物門戶大小而異，建築好之房屋，假設有二面牆壁，(註二) 則其空氣流動每句鐘為一次，空氣逃逸量之多少，視暴露於外界牆壁及窗戶面積之大小，及建築材料而異，下表所列之因數即為計算失熱量之一法。

(註一) 所謂空氣流動一次者，即全室空氣完全調換一次之謂也。

(註二) 此處所謂之牆壁，祇限於暴露於外界之牆壁，故有一面二面之別，或稱外牆。

表一 標準情形下各種建築物之散熱係數表

種類	說 明	係 數
	4" 厚磚牆	.64
	8" ,,	.42
	12" ,,	.31
	16" ,,	.26
	4" 厚磚牆釘有板條塗有灰泥者	.33
	8" ,, ,,	.27
	12" ,, ,,	.24
	16" ,, ,,	.21
牆	4" 厚混凝土	.90

(續上表)

種類	說明	係數
	6" "	.75
	8" "	.60
	12" "	.45
	16" "	.40
	4" 厚空心磚塗 Stucco 或陶器磚	.57
	8" " "	.42
	12" " "	.38
	16" " "	.30
	8" 厚如上之釘有板條塗有灰泥者	.28
	12" " "	.25
牆	16" " "	.22
	5" 沙石, 4" 磚, 塗灰泥	.35
	6" 沙石, 8" 磚, 塗灰泥	.29
	8" 沙石, 12" 磚, 塗灰泥	.21
	12" 沙石, 4" 磚, 有板條塗灰泥	.30
	12" 沙石, 8" 磚, "	.25
	12" 沙石, 12" 磚, "	.21
	12" 厚花崗石或大理石	.46
	18" "	.38
	21" "	.36
	24" "	.33
	8" cement block	.63

(續上表)

種 類	說 明	係 數
	同上之釘有板條塗有灰泥者	.40
	板條,塗灰泥,間條,蠟度,及花紙等	.24
	1 木板覆以瓦輪鐵皮	.36
	瓦輪鐵皮	1.50
	普通隔板,一面有板條及灰泥	.60
	同上之二面者	.34
	板條上塗有 $1\frac{1}{2}$ " 至 $2\frac{1}{2}$ " 之灰泥者	.61
門	單門	.42
	雙門	.28
窗	單扇窗	1.20
	雙扇窗	.60
	天窗	1.30
	商店之大扇窗	1.10
	Monitor Glass	1.30
空氣之調換	一次空氣調換	.0181
	一次半空氣調換	.0271
	二次空氣調換	.0362
地層之地板	泥地	.22
	水門汀或磚地	.31
	支撐之木板	.13

(續上表)

種類	說明	係數
樓上之地板	托樑上之 $\frac{3}{4}$ "地板	.32
	托樑上之雙層 $\frac{3}{4}$ "地板	.25
	$\frac{3}{4}$ "地板下有板條及灰泥者	.24
	雙層 $\frac{3}{4}$ "地板下有板條及灰泥者	.16
天花板	板條及灰泥, 上無地板	.50
	單層木板	.29
	鋼板, 托樑上有單層木板	.35
	板條及灰泥, 托樑上有地板	.28
	6" 混凝土, 上有地板	.37
屋頂	2" 厚煤屑混凝土, 覆有黑油及砂礫	.80
	4" " "	.60
	6" " "	.54
	木條上 $\frac{3}{8}$ "——1" 磚瓦	1.00
	木板上 $\frac{3}{8}$ "——1" 磚瓦	.40
	鐵板	1.30
	屋頂板上蓋泥板石	.85
	木板上蓋泥板石	.38
	屋頂板上蓋木板	.60
	1" 厚板上蓋屋頂紙(Composition Roof Paper)	.44
	$1\frac{1}{4}$ " " "	.32
2" " "	.27	

因通風而失之熱量：——在普通溫度與壓力下，一個 B. T. U. 可加高一立方英尺空氣五十五度，換言之，一個 B. T. U. 可升高五十五立方英尺之空氣一度，故用下式可算出爲通風而失之熱量：

(每點鐘空氣流動之立方英尺 × 升高度數) ÷ 55 如能知每句鐘空氣流動次數，則亦可代替用上法以計算通風失熱量。

在計算房屋失熱量中之最不易捉摸者，厥惟空氣之流動，如用機械通風，尙可得準確可靠之數字，否則如直接暖氣中，則常成爲一個難確定之問題，必須依靠個人之判定。空氣之流動，大概依據暴露面積，及門窗之隙縫。空氣調換之次數，每句鐘約一至六次，完全視環境而異，下表可查出各種房屋之每句鐘空氣調換次數。

表二 各式建築之空氣流動次數表

說	明	每句鐘空氣流動次數
一面窗之住室.....		1
二面窗之住室.....		1½
三面窗之住室.....		2
臥室.....		1
大廳.....		2
下層公共汽車間.....		2—5
上層公共汽車間.....		1
私人汽車間.....		1—2
百貨商店, 戲院, 教堂等.....		4—6

如房中有生火處(Open fireplace),則至少需另外再加二次之空氣流動。表中公共汽車間之流動次數,需依該房屋容積之大小,車輛多少,門之數目及開立方向,與因進出車輛而開門之次數等。至於大工廠之空氣流動次數,如無機械通風者,則每十五英尺內牆每句鐘流動一次,此為假設窗戶之甚緊密者,如有隙縫者尚須酌量增加。

如房屋面向北,西北或西者,則亦需增加如下:

北或西北面	15%
西面	10%

今舉例以明計算房屋散熱之方法:

例一:

設有一房屋 $20' \times 23' \times 10'$ 高,有一面外牆,牆為12"厚磚牆釘有板條塗有灰泥者,有五個單扇窗,大小為 $3' \times 5'$,天花板為板條及灰泥者,上有地板暴露於 35° 冷氣樓,設空氣流動為一次,地板因下面為爐子間而不失熱,室內外相差五十度,則該房屋之散熱總量為若干?

以建築物之面積乘表一之係數,再乘相差溫度即得。

$$\text{牆}(43' \times 10') - (5' \times 3' \times 5') = 355 \times .24 \times 50^\circ = 4260 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{窗} \quad 5' \times 3' \times 5' = 75 \times 1.2 \times 50^\circ = 4500 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{天花板} \quad 23' \times 20' = 460 \times .28 \times 35^\circ = 4508 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{空氣流動} \quad 23' \times 20' \times 10' = 4600 \times .0181 \times 50^\circ = 4343 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{散熱量總數} \quad \underline{17611 \text{ B.T.U.}}$$

例二：有百貨商店一間 $60' \times 60' \times 25'$ ，牆為厚 12" 之磚牆，天花板及地板均為單層木板，貨樣窗牆為陶器磚，玻璃櫥窗總面積有一百四十方英尺，空氣調換每句鐘五次，門為雙門，共有面積七十二方英尺，如欲升高六十度，於是該商店每句鐘所失 B. T. U. 數為若干？

$$\text{三面內牆} \quad 3(60' \times 25') = 4500 \times .31 \times 60^\circ = 83700 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{門面牆}(60' \times 25') - (140 + 72) = 1288 \times .38 \times 60^\circ = 2876 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{門} \quad 72 \times .28 \times 60^\circ = 1197 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{窗} \quad 140 \times 1.10 \times 60^\circ = 9240 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{天花板} \quad 60' \times 60' = 3,600 \times .29 \times 60^\circ = 62640 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{地板} \quad 60' \times 60' = 3,600 \times .13 \times 60^\circ = 28080 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{空氣流動} \quad 60' \times 60' \times 25' = (90,000 \times 60^\circ) \div 55 = 100,000 \text{ B.T.U.}$$

$$\text{散熱量總數} \quad \underline{287733 \text{ B.T.U.}}$$

簡便法：——上述之計算法適用於辦公室內，有充分之時

間而作詳細之審查，然有時暖氣工程行中之人員，應房主之邀，至各處房屋中作短時間之估計時，則上述方法有翻覆查表計算之苦，且不能一時算出，故現應實踐商務上之需要，特以此簡便法供獻社會。

普通建築之住宅等房屋，可以全建築物暴露之總面積乘四十五，則其得數，即為當室外零度，室內七十度時每句鐘所失之 B.T.U. 數。

此四十五所以得來之理如下：假設窗面積平均為總暴露面積六分之一，則每方英尺暴露面積中六分之一為窗面積，六分之五為牆面積，而當室內外相差七十度時，則其失熱量照上法算出為：

$$\begin{array}{r}
 \text{牆} \quad \frac{5}{6} \times 26 \times 70 = 15.0 \\
 \text{窗} \quad \frac{1}{6} \times 1.2 \times 70 = 14.0 \\
 \hline
 29.0
 \end{array}$$

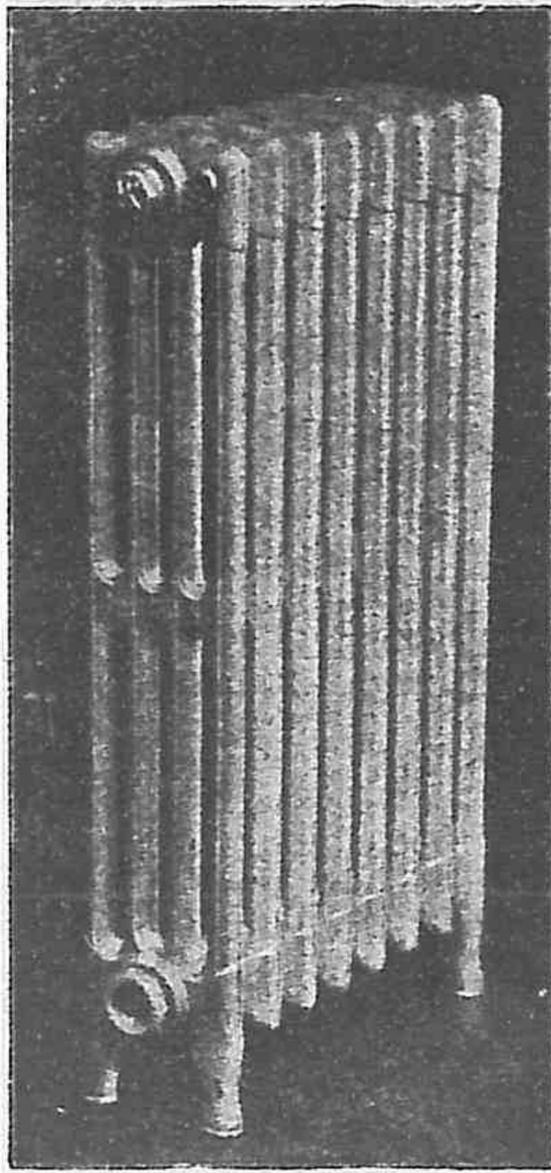
另加百分之二十為空氣流動，百分之十為冷天花板，及其他暴露面百分之十六則得

$$29 \times 1.20 \times 1.10 \times 1.16 = 45$$

如室內外相差八十度，則此數可變為五十，如相差六十度，則此數可變為四十。

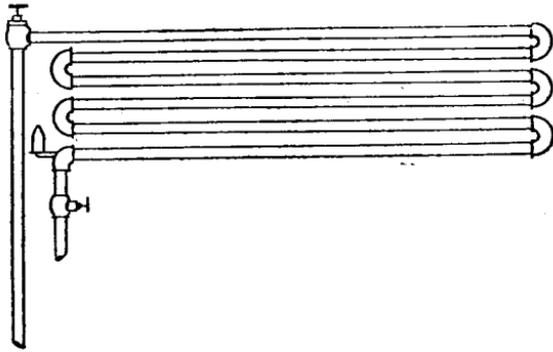
第二節 汽帶種類及其方英尺之計算

散熱器之種類：——散熱器之種類極多，就中最普通所用者為汽帶或稱水汀(Radiators)，如圖三所示為國貨六河溝汽

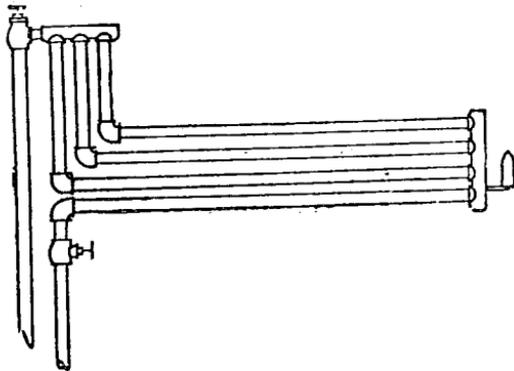


圖三：普通用四柱三十英寸高之汽帶

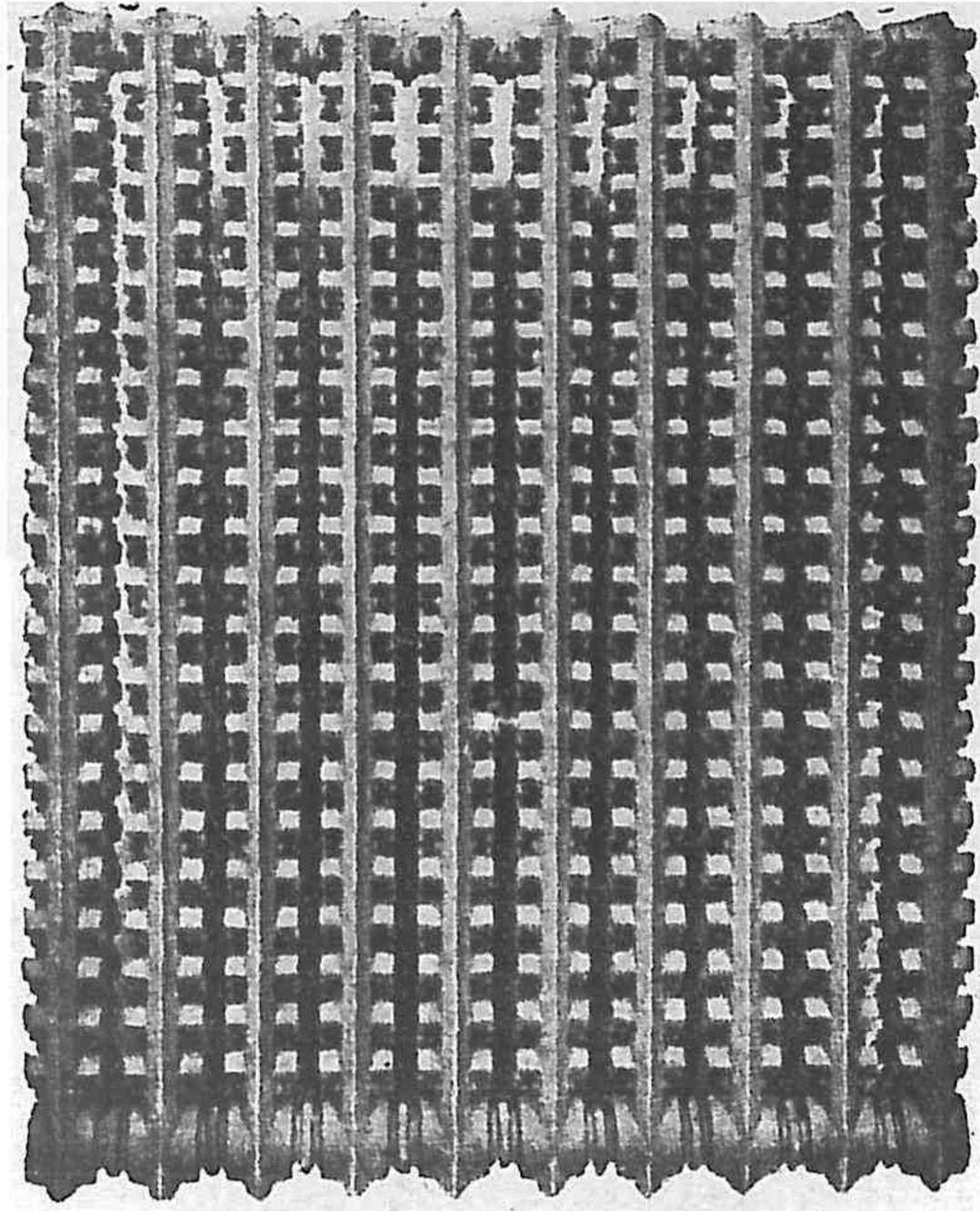
帶。學校，商店及工廠常用盤管以作散熱器，圖四所示為二種不同式樣之盤管，其式樣及大小皆無固定，隨環境及所需散熱面方英尺而異。圖五所示之生鐵熱器(Cast iron heater)，亦



圖四： Trombone 式 熱 管 及

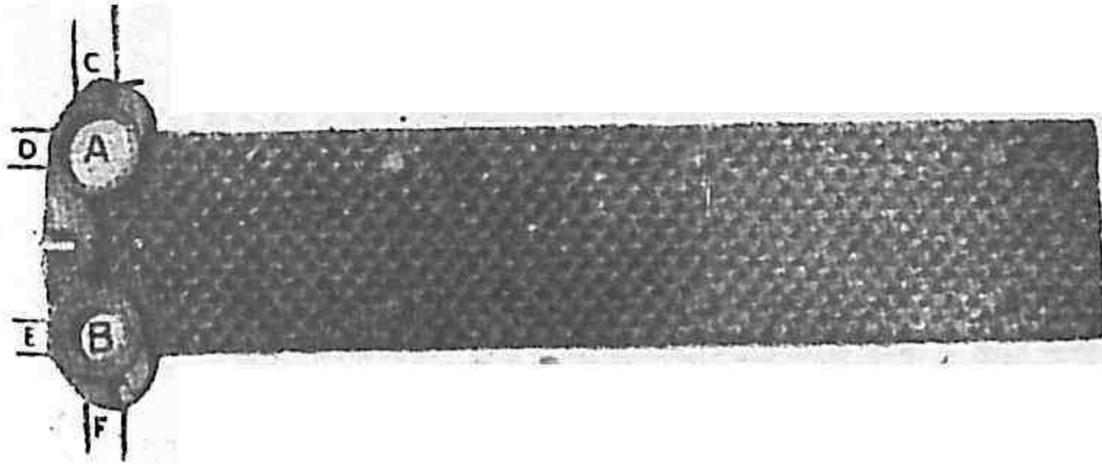


Miter 式 熱 管

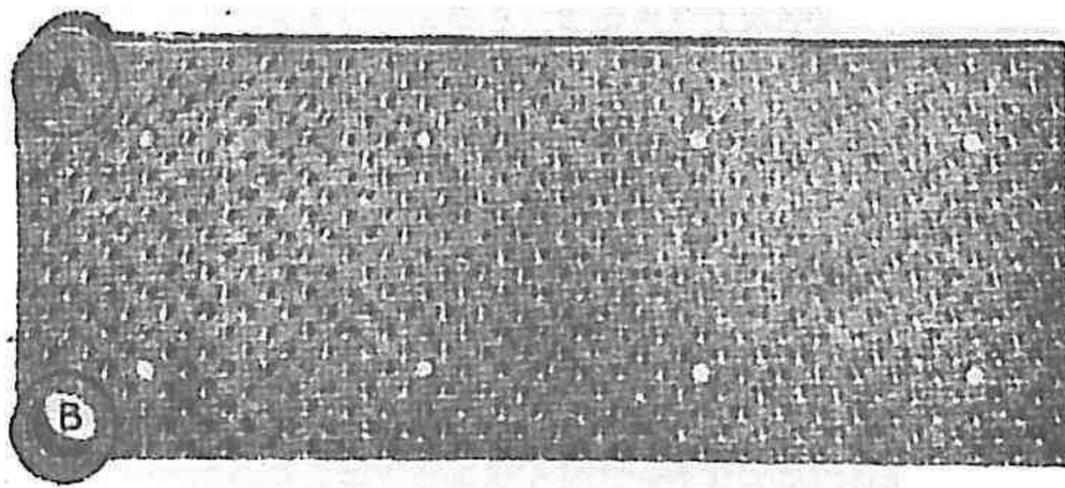


圖五： 生 鐵 熱 器

爲散熱器之一種，用之於熱風或間接暖氣式，頗適合裝置於總會、旅館、學校、銀行等之建築。又有一種散熱器，名曰針板 (Pin)，有 Perfection Pin 及 Sanitary School Pin 二種，前者詳於圖六，後者詳於圖七，此亦爲間接暖氣式所用之散熱器。



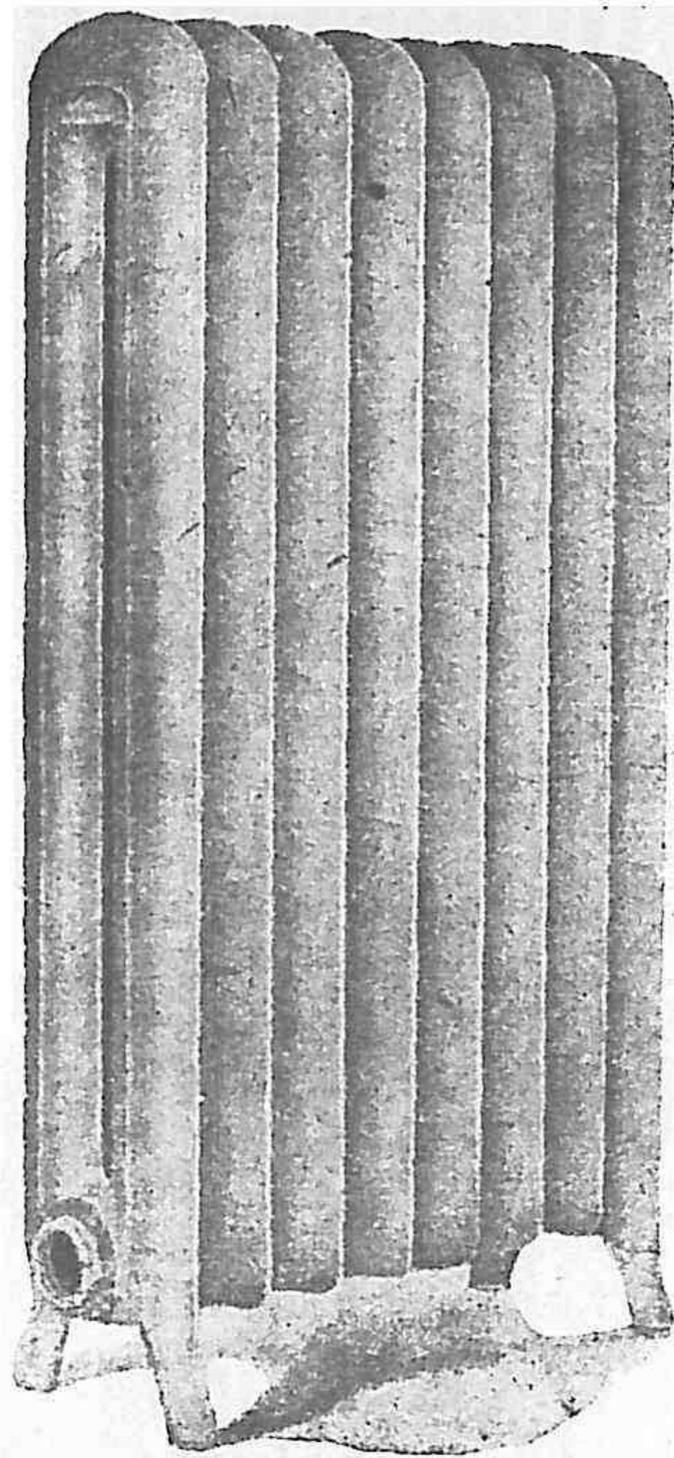
■ 六: Perfection Pin



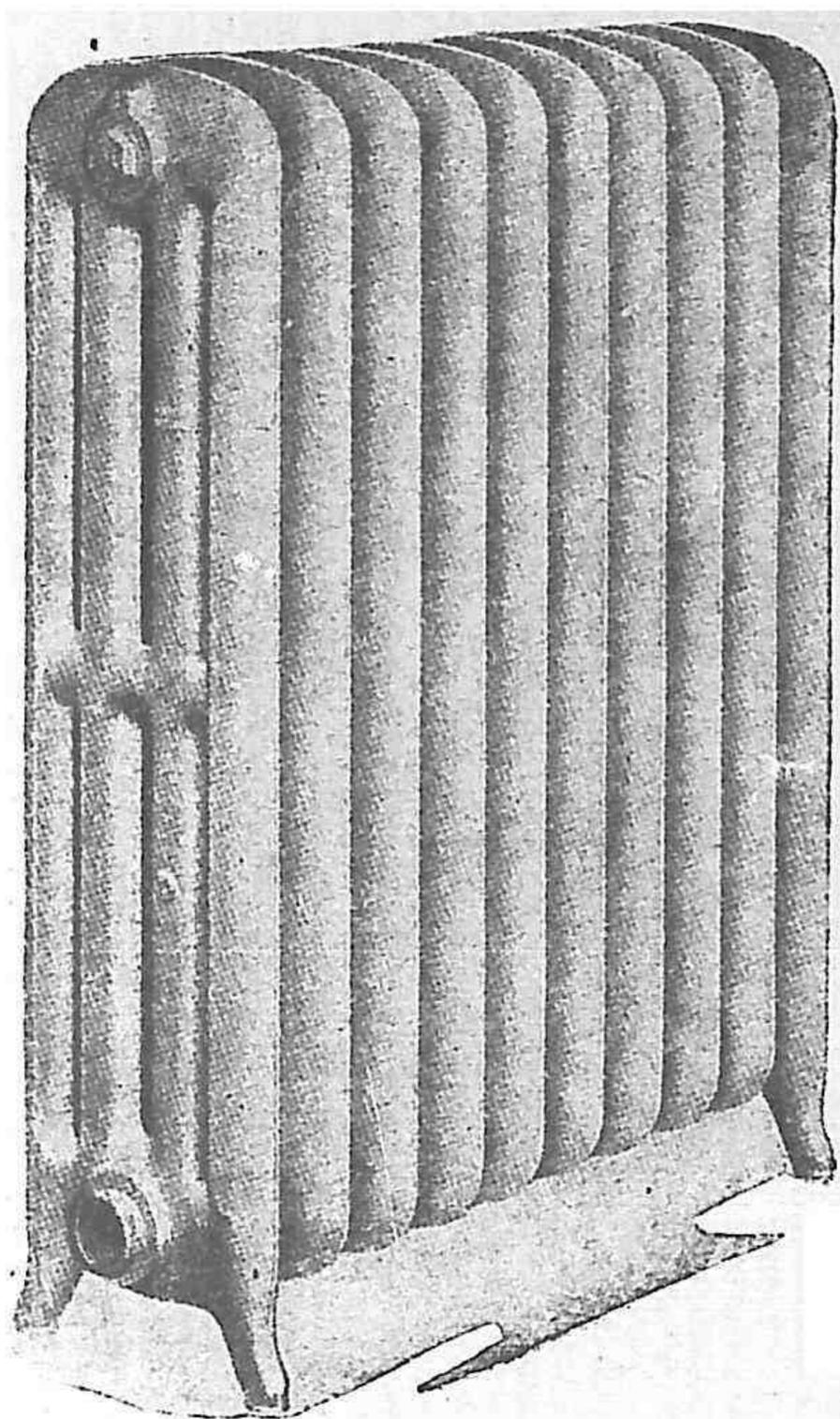
■ 七: Sanitary School Pin

中國各地律皆採用直接暖氣式，故其散熱器均為汽帶，且其他各處普通所用者亦為汽帶，而汽帶之式樣及用途亦頗繁多，列舉如下：

圖八、圖九所示之雙柱及四柱汽帶，式樣較老，因其佔地較大而散熱少，故現時不為一般人所樂用。

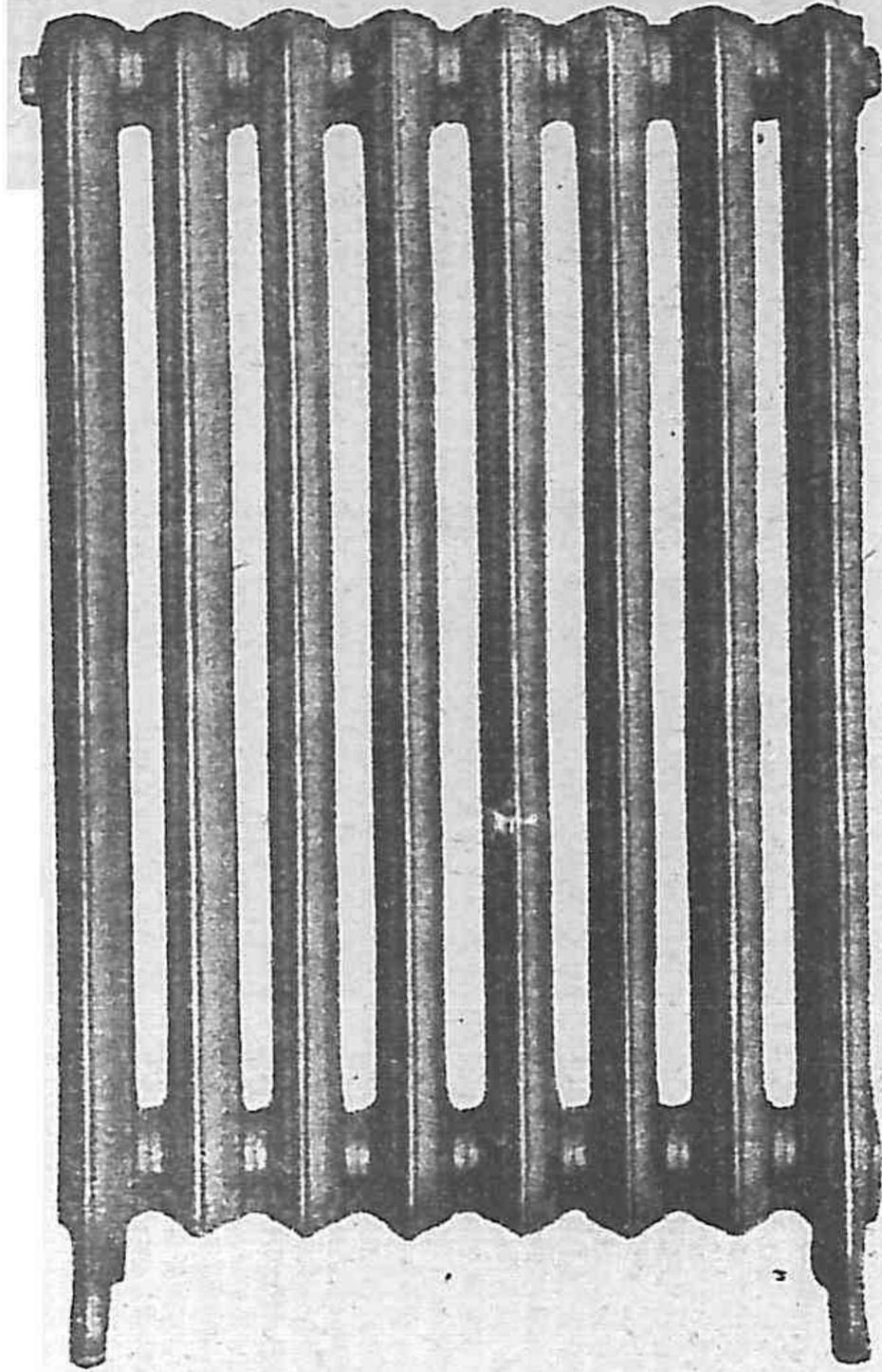


圖八： 雙 柱 汽 帶



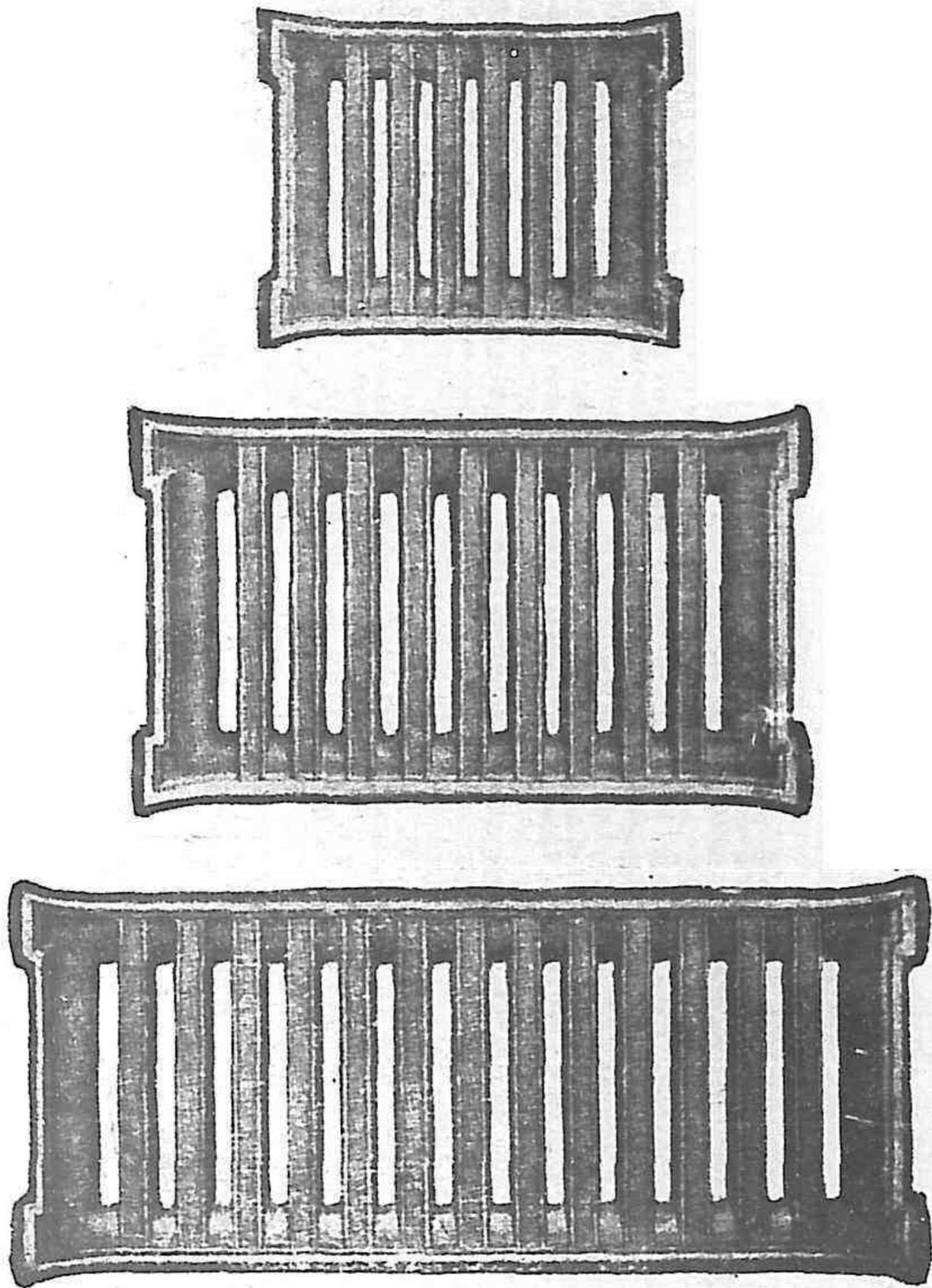
圖九： 四 柱 汽 帶

醫院汽帶(Hospital Radiators)因其每片相隔之距離適當,使無灰屑之存在,故為維持室內清潔之最適式樣,如圖十所示。



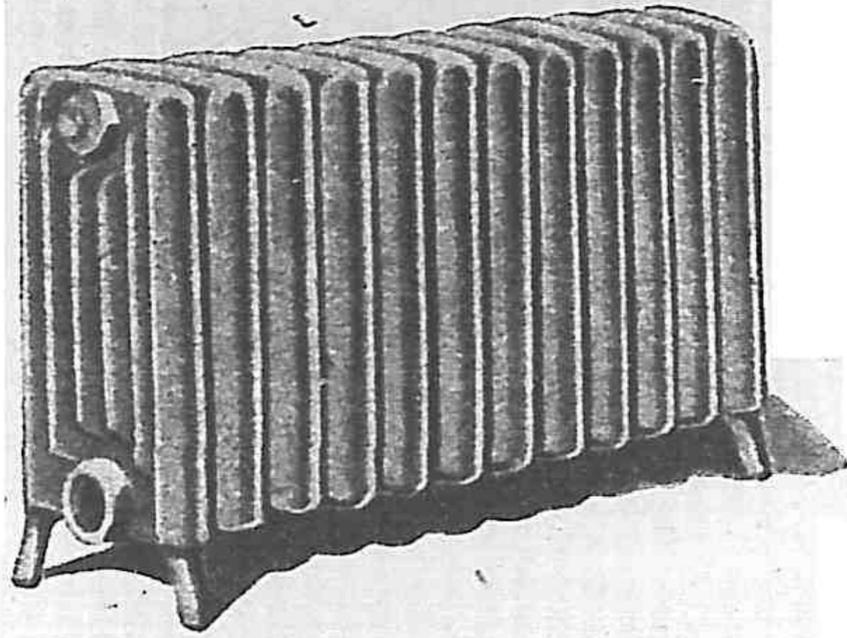
圖十： 醫 院 汽 帶

牆上汽帶(Wall Radiators)用之於近代之學校、工廠者頗多,取其所佔地位小而散熱量大也。此種汽帶如圖十一所示,其式樣大小極多,可適合各種建築之情形,可放置於窗下、窗間,甚至於天花板上及天窗上皆可。牆上汽帶非但能利用空間而節省地位,且其散熱量亦大。



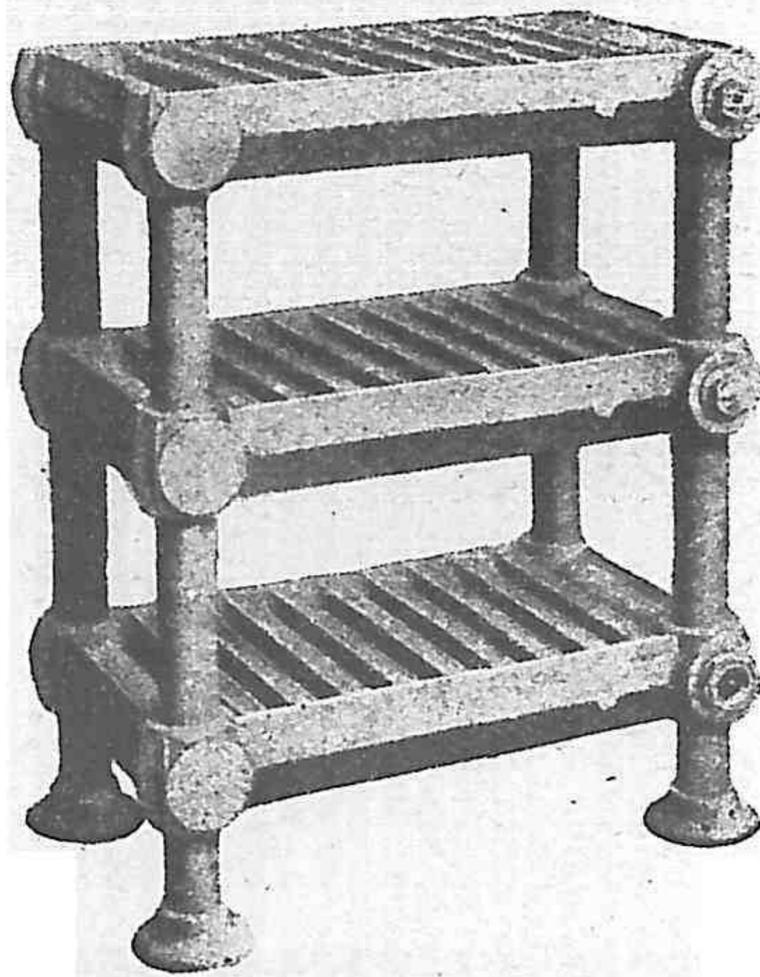
圖十一： 牆上 汽 帶

窗下汽帶(Window Radiators)之式樣如圖十二，專適用於窗檻下，蓋汽帶放置室中之最適當地位莫如窗下或門口，門口有時有種種之不便，故窗下實為最相宜之汽帶位置，窗下汽帶者即適應於此種要求之製造也。



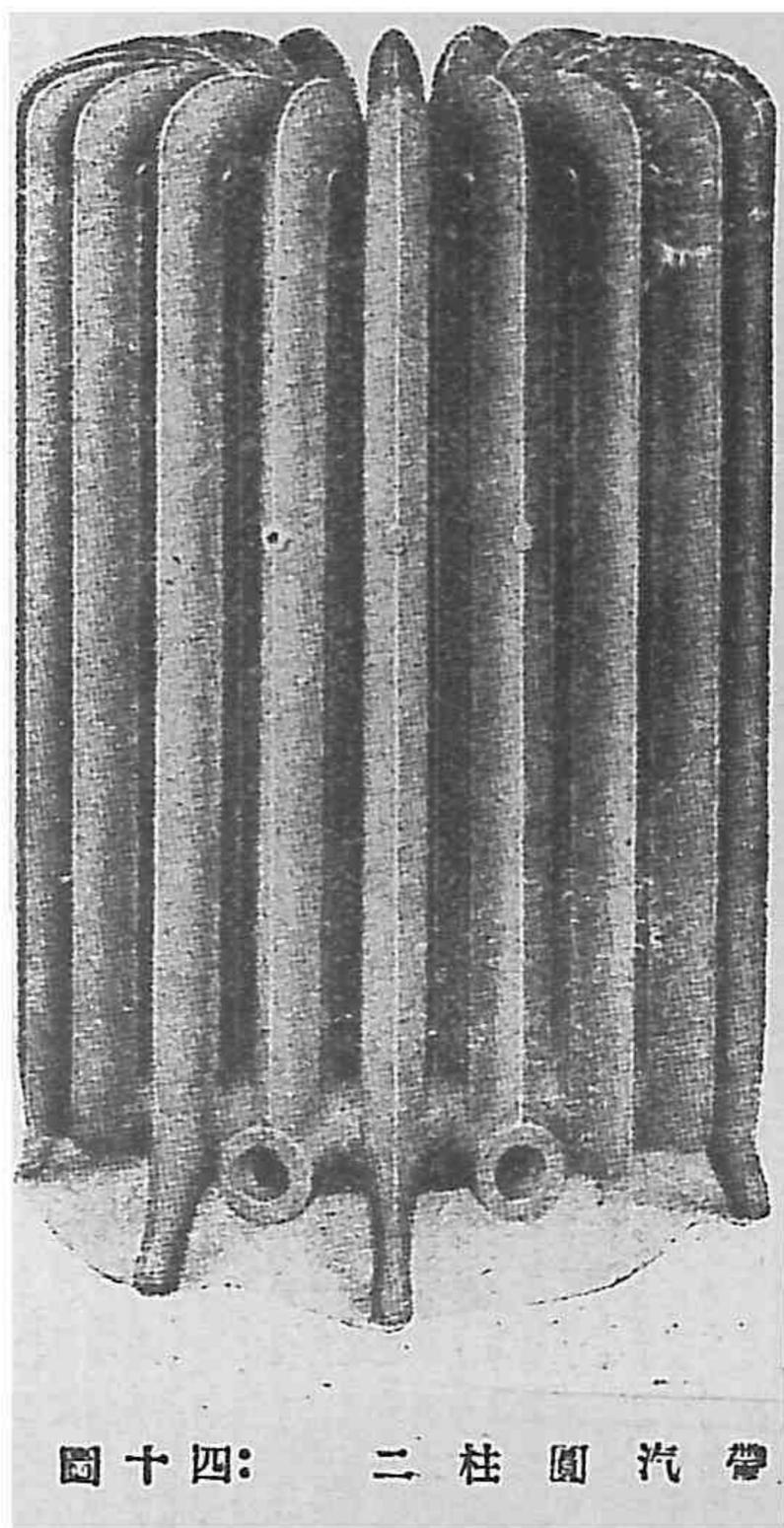
圖十二： 窗 下 汽 帶

廚房汽帶 (Pantry Radiators) 之式樣如圖十三，爲一櫥櫃形之汽帶，既可散熱暖室，又可放架物品一舉兩得。



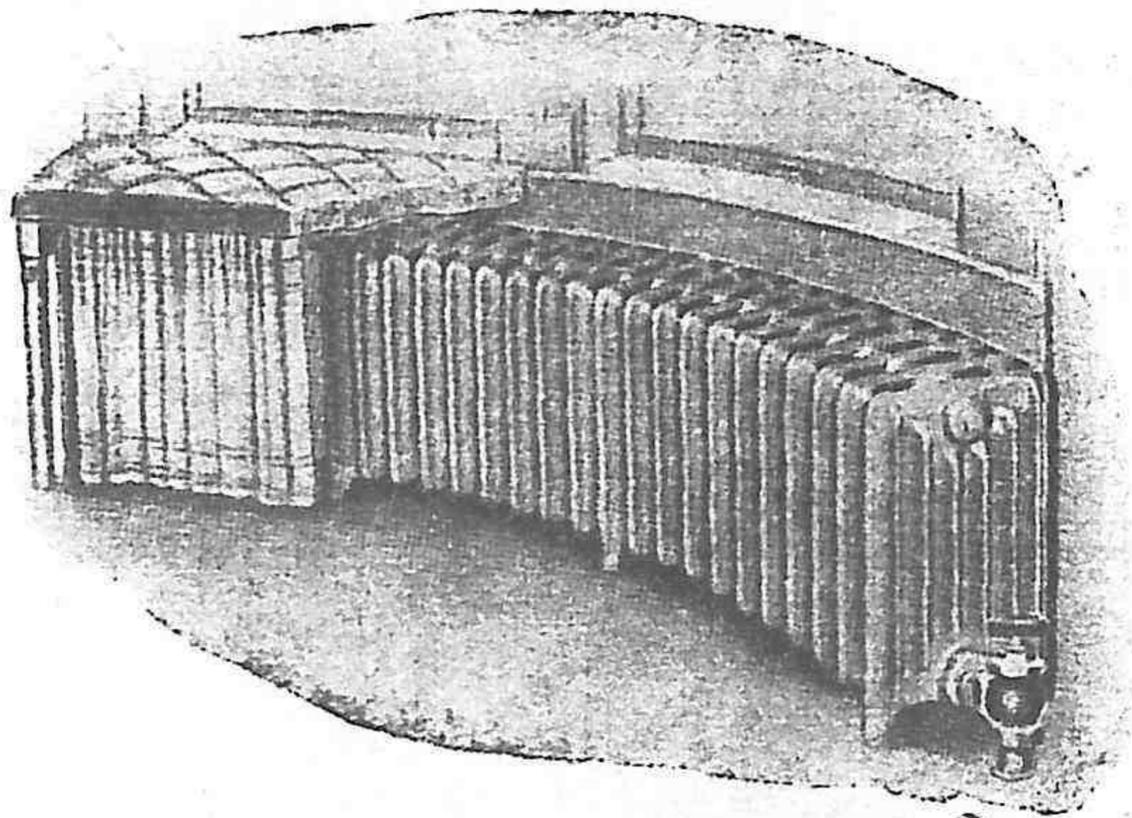
圖十三： 廚 房 汽 帶

圓汽帶(Circular Radiators)有二柱及三柱式,各種廠家頗少有現貨者,均須預先定購,圖十四示二柱式之圓汽帶,其二洞眼即預備裝置進水管與回水管者。如應用於一路法者亦可裝置,祇須用一隻梯(Tee,或曰三路通)及一隻灣(Elbow)連接之。此種式樣有時採用於禮堂會客室極為美觀。



圖十四： 二 柱 圓 汽 帶

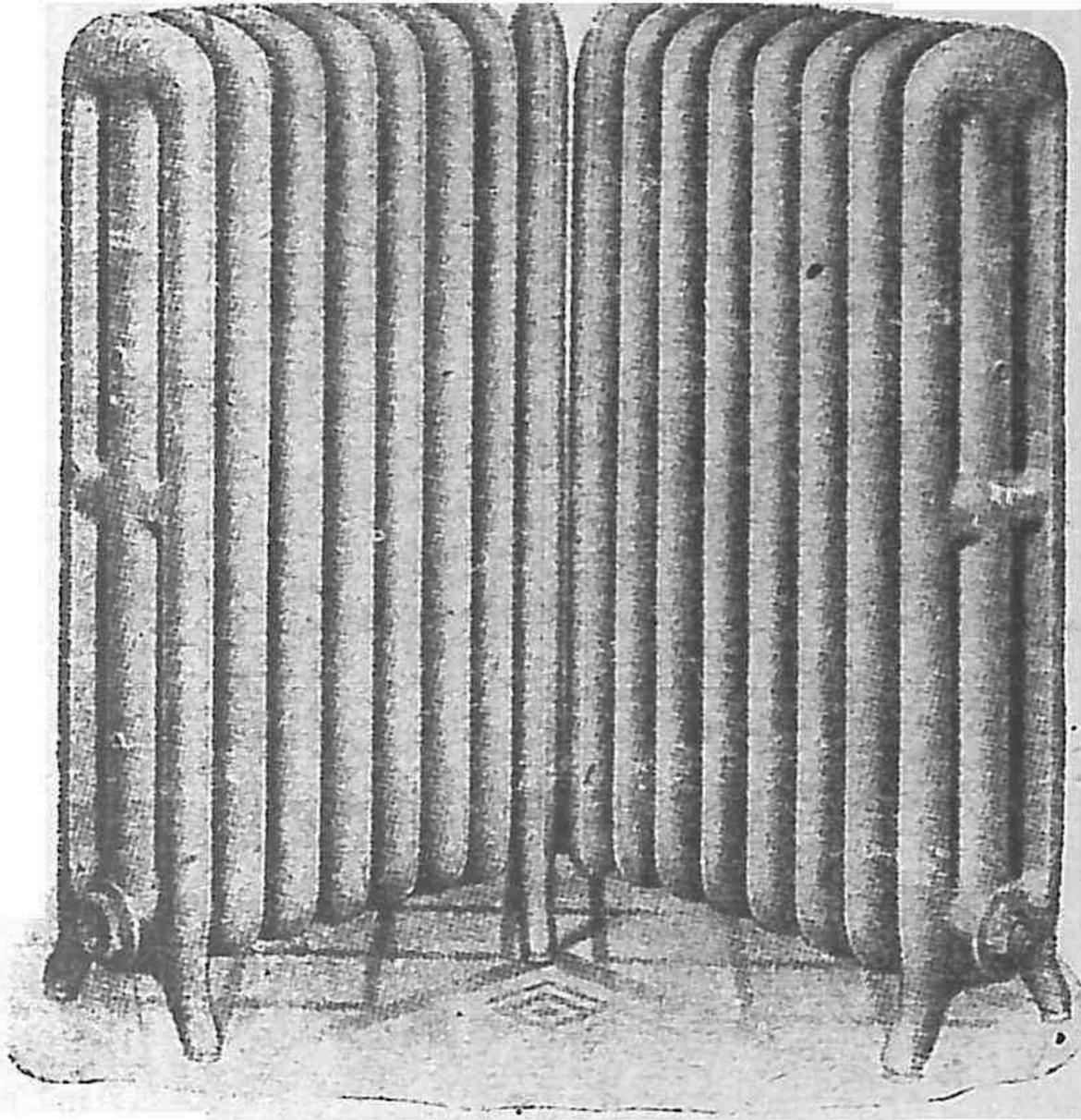
曲線汽帶(Curved Radiators)如圖十五所示,上覆坐墊,外垂圍帳,極盡美觀之能事,且放置於窗檻下,既省地位又免冷空氣之直接侵入,故為有曲線牆壁之房內最適汽帶。挽近美國各部之房屋,因避免風力之摧殘,故素半採用流線式,非但可減少建築物受風力之衝突,且為二十世紀中最富藝術之式樣。中國江西省南昌附近亦時有颶風為災,每次坍屋以數百計,如能採用流線式建築亦為防備風災之良策,流線式之建築既採用廣汎,則此曲線之汽帶亦應運而生矣。



圖十五： 曲 線 汽 帶

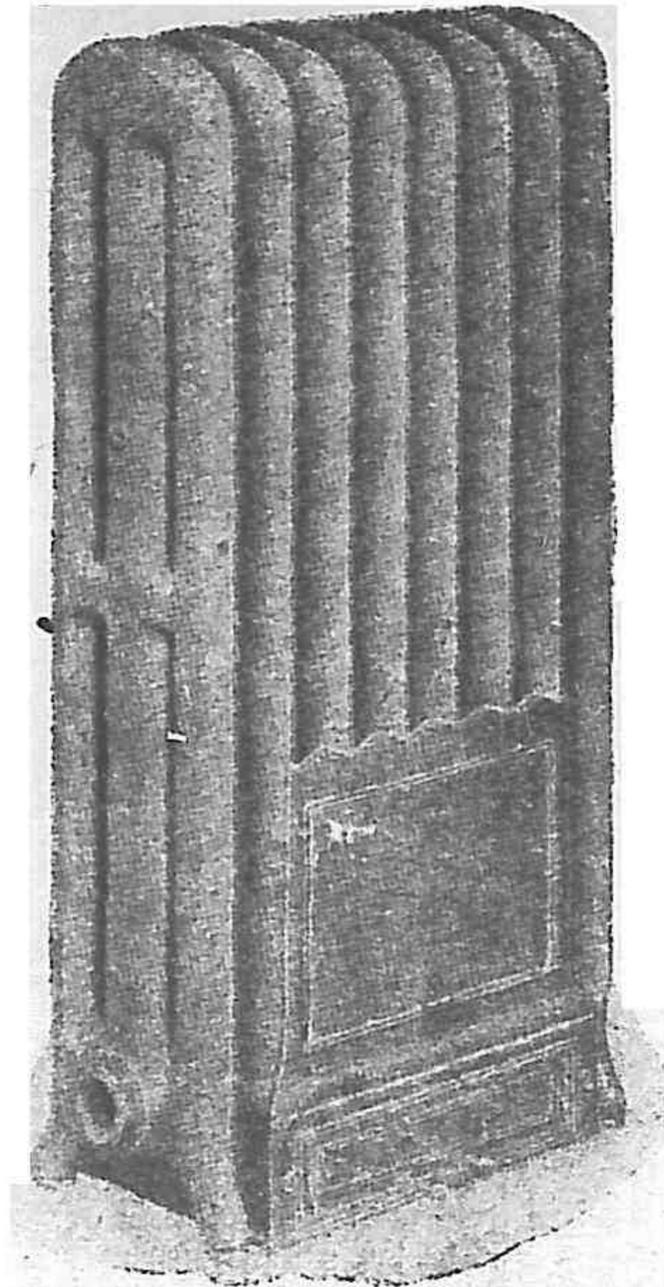
此式汽帶之方英尺計算,則須因坐墊圍帳之遮蔽而增加之。

角度汽帶 (Corner or Angle Radiators) 專用於牆壁角度非九十度者,圖十六示一 45° 之角度汽帶。



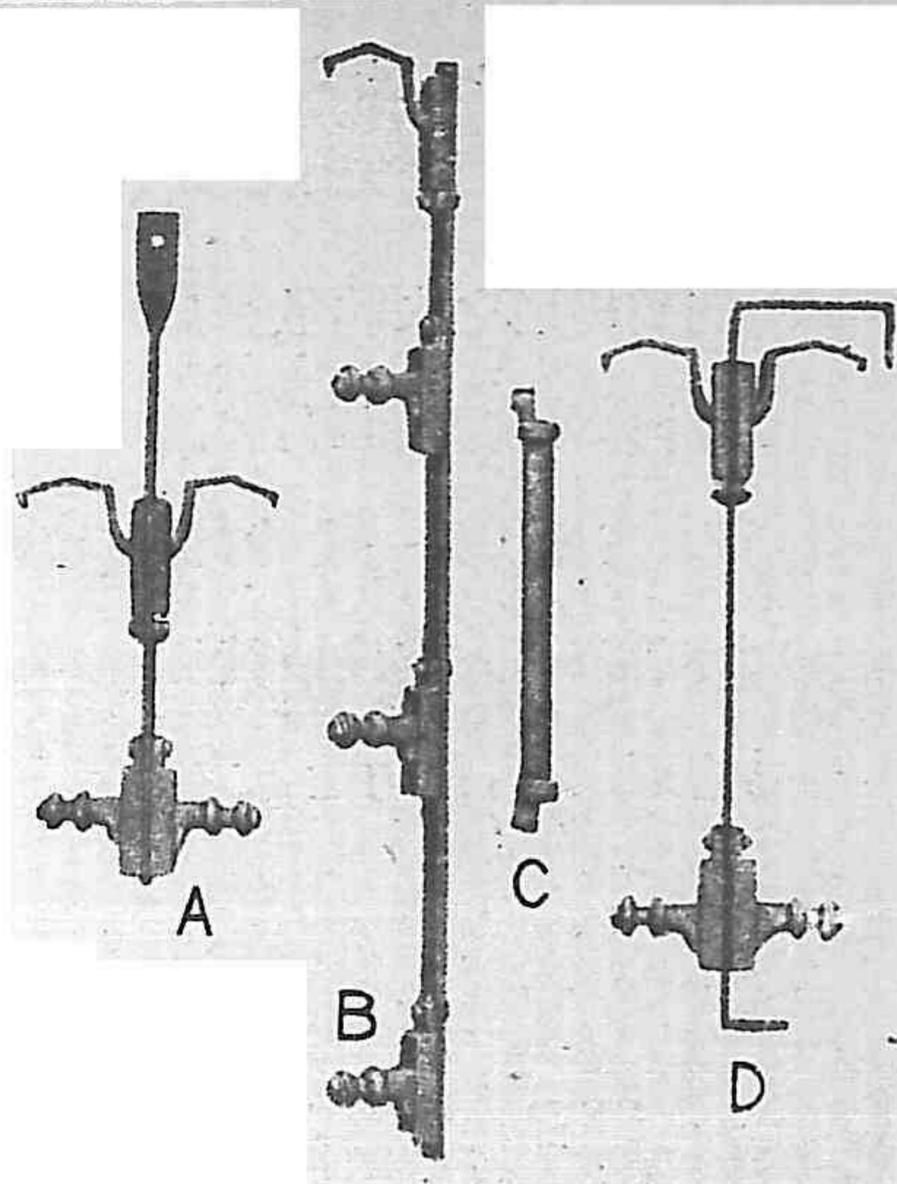
圖十六： 45° 角度汽帶

通風汽帶 (Ventilating Radiators) 之用途,一方面能散熱以暖室,他方面能傳遞新鮮空氣以助通風,圖十七示三柱八片之通風汽帶,此詳細之序述可閱間接蒸汽暖氣章。



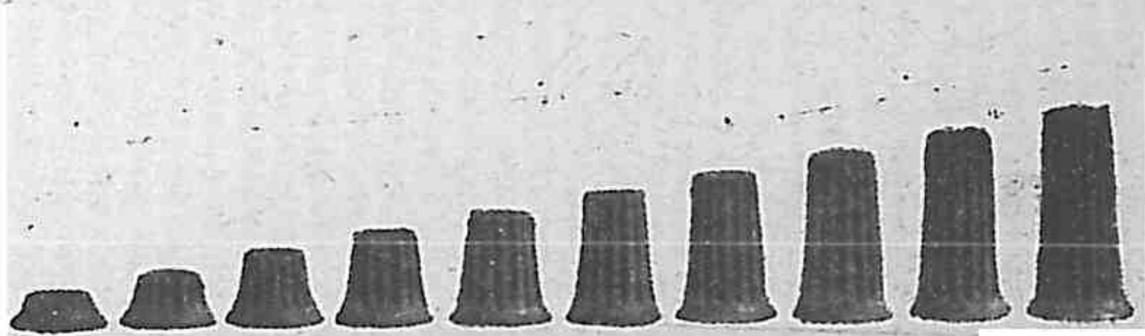
圖十七： 通 風 汽 帶

牆上汽帶及其他懸掛式之汽帶，均須有架子或吊鉤等以作維持汽帶懸空之用。圖十八所示之A為一種連合式，適用於汽帶之懸於天花板者。B為用於如圖十一所示之多隻汽帶相疊者。C為鞦韆吊鉤，當牆上汽帶之地位，於天花板相平行時用，下端有螺旋可裝一短管子，用以支持汽帶下部。D之用法，上端釘住牆板，下端釘住地板，為一種堅固耐用之式樣。



圖十八：各種汽帶吊鈎

尚有一種汽帶坐腳，用以增加汽帶之高度，以應環境之需要而增觀瞻，圖十九中之最低者為半英寸，最高者為五英寸。此種汽帶坐腳尚有一種特別之用處，即當汽帶坐於有斜度（俗稱反水）之走廊或地位時，如用蒸汽暖氣而其進口處高者，則



圖十九：各種汽帶坐腳

汽帶之後半部常因反水而不熱，此時能用一汽帶坐腳以平衡其斜度，即可矯正此種弊病。

計算方法：——既將房屋之失熱量算出後，則汽帶之方英尺（即其面積大小）計算可迎刃而解。普通之生鐵汽帶，在相差溫度（蒸汽與外面之空氣）每一度時，每句鐘約散熱 1.6 B.T.U. 用低壓蒸汽之汽帶，每方英尺面積可散熱 240 B.T.U. 玻璃之傳熱，在普通情形之下，每句鐘每方英尺 85 B.T.U. 牆壁祇及其四分之一。

上述汽帶之種類雖多，製造廠家雖夥，惟計算方法仍便，蓋每一種式樣，或每一家出品均附有經試驗之計算表，下表即為圖三之國貨六河溝四柱汽帶附表，今舉例以明此計算法。

例一：某室之長短為十六英尺，高十英尺，有二面外牆，一向西一向北，每牆均有 3.6×6 英尺之玻璃窗，則該室之汽帶需如何大小？

$$\text{室之暴露面} = (16 + 16) \times 10 = 320 \text{ 方英尺}$$

$$\text{玻璃之面積} = 2 \times 21 = 42 \text{ 方英尺}$$

$$\text{純粹牆面積} = 278 \text{ 方英尺}$$

純牆面之 E.G.S. (Equivalent Glass Surface)

$$278 \div 4 = 70 \text{ 方英尺}$$

實際之玻璃面積

42

E.G.S. 總數

112 方英尺

熱之傳達總數 112 方英尺 \times 85 B.T.U. \times 1.25 因數 = 11890

B. T. U.

汽帶方英尺

$$11890 \div 240 = 49 \text{ 方英尺}$$

圖 表 二 十

片 數	長	放熱面積平方尺
2	4	5
3	6	7½
4	8	10
5	10	12½
6	12	15
7	14	17½
8	16	20
9	18	22½
10	20	25
11	22	27½
12	24	30
13	26	32½
14	28	35
15	30	37½
16	32	40
17	34	42½
18	36	45
19	38	47½
20	40	50

註：此表適用於四柱三十英寸高之汽帶

則該室如採用圖三之汽帶，爲四柱三十英寸高二十片(閱表二十)，簡書 4C 30 H 20 S, C 代 Column 柱, H 代 Height 高, S 代 Section 片。

圖 表 二 十 一

片 數	每片長 3 英寸	Nominal Heating Surface-Square Feet			
		20-in. Hgt. 5 sq. ft. per Section	18-in. Hgt. 4½ sq.ft.pr. Section	16-in. Hgt. 3¾ sq.ft.pr. Section	13-in. Hgt. 3 sq.ft.per. Section
2	6	10	9	7½	6
3	9	15	13½	11¼	9
4	12	20	18	15	12
5	15	25	22½	18¾	15
6	18	30	27	22½	18
7	21	35	31½	26¼	21
8	24	40	36	30	24
9	27	45	40½	33¾	27
10	30	50	45	37½	30
11	33	55	49½	41¼	33
12	36	60	54	45	36
13	39	65	58½	48¾	39
14	42	70	63	52½	42
15	45	75	67½	56¼	45
16	48	80	72	60	48
17	51	85	76½	63¾	51
18	54	90	81	67½	54
19	57	95	85½	71¼	57
20	60	100	90	75	60

例二：某室有向東之外牆，容積為 $14 \times 14 \times 10$ 英尺，有窗一扇，面積為 4×6 英尺，如欲採用一如圖十二之窗下汽帶，其方英尺應為若干？

暴露面	196	方英尺
窗面積	<u>24</u>	，，
純牆面	172	，，
純牆面之 E.G.S.	43	
實際之玻璃面積	<u>24</u>	
E. G. S. 總數	67	方英尺

每句鐘失熱量 $67 \times 85 \times 1.15 = 6549$ B. T. U.

汽帶方英尺 $6549 \div 240 = 27+$

查表二十一，則該室之窗下汽帶應用 6 C 20 H 6 S，或 6 C 18 H 6 S，或 6 C 16 H 8 S，或 6 C 13 H 9 S。

如欲用圖三之普通汽帶，則查圖表二十，得 4C30H11S。

第三節 鍋爐容量

計算鍋爐容量(Boiler Capacity)之前，必須將全部散熱器方英尺算出，再加全部管子之散熱量，於是即可得所需之鍋爐容量。

在暖氣工程中，各種總徑、支管、上升管及回水管等均須用石綿粉或碳酸鎂等不良導熱體包裹，以防熱量經管子之無謂損失。然有者往往因石綿粉或碳酸鎂之價貴而不願包裹，實則將來熱量之損失至鉅且大，如用熱水暖氣其總散熱器方英尺在六千五百以上者，則有百分之二十五因管子無不良導熱體包裹而損失之熱量；一千三百方英尺有百分之三十；一千三百方英尺以下有百分之四十，觀此可知當計算鍋爐容量時，亦須將經管子所失熱量算入，否則即有不足應用之虞，即包有不良導熱體者，亦需酌加百份之五六，以防有所漏隙。

計算鍋爐容量通常以直接散熱面之平方英尺為單位，如為間接者，再需增加百份之四十五。

更有須注意者，即該處冬季室外溫度為若干，而室內需增高之溫度為若干，今舉例說明之：甲處需增高溫度五十度，乙處需增高溫度七十度，於是同樣每方英尺之散熱面，在甲處者較乙處之散熱量為大，蓋其需要增高之溫度低也。故其散熱量與蒸汽空氣之相差溫度成比例。如用蒸汽暖室者，在二磅壓力時約有 220° ，今以上述作例，則甲處 $220^{\circ} - 50^{\circ} = 170^{\circ}$ ；乙處 $220^{\circ} - 70^{\circ} = 150^{\circ}$ 。由是甲處之每方英尺散熱量，較乙處多 $\frac{170}{150}$ $\rightarrow 1\frac{20}{150}$ ，即甲處之鍋爐容量可稍小，而乙處之鍋爐容量需較

大。

第四節 爐格面及受熱量

當吾人用製造廠家之目錄以選擇鍋爐量率時，為安全及謹慎計，尚可用下列方法複算之。

假設某房屋之總數散熱面為三千方英尺，每方英尺散熱二百五十 B.T.U. 於每點鐘，而每磅煤假定可生熱量八千 B.T.U. 於是；

$$3,000 \times 250 \div 8,000 = \text{該房屋每點鐘燒煤磅數。}$$

此得數再以爐格之方英尺數除之，則得每句鐘每方英尺爐格面之燃燒量率。如爐格面有十五方英尺於是；

$$\frac{3000 \times 250}{8000 \times 15} = 6.25 \text{ 每句鐘每方英尺爐格面燒煤磅數。}$$

此數頗適合普通住宅之燒煤量。燒煤量太小者須時時注意加煤，故頗麻煩而危險，故以較深廣者為佳。總之爐格面之大小，依據煤之種類，可得之風力，及燃煤率而定。

第五節 燃煤量

普通住宅之燃煤量，每句鐘每方英尺爐格面平均為五磅煤。在極冷之季候，日間有十六個鐘點內每方英尺爐格面燒五

磅煤，其餘八個鐘點內每方英尺爐格面燒一磅煤，總數為80 + 8 = 88 磅煤。然各地溫度不等，如中國南部之冬季平均溫度約為華氏四十度；於是其所需要暖氣之燃煤量為 $\frac{70^\circ - 40^\circ}{70^\circ - 0^\circ} = \frac{3}{7}$ ，故祇為零度時所燃煤之七份之三。

設每年用暖氣之季候有二百天，於是每方英尺爐格面需燒煤 $200 \times \frac{3}{7} \times 88 = 7,600$ 磅，其每句鐘每方英尺之燃煤率為 $\frac{7,600}{200 \times 24} = 1.6$ 磅。

故如有散熱面一千方英尺之房屋一所，則每年之燃煤量可計算如下：

$$(1,000 \text{ 方英尺} \times 250 \text{ B.T.U.} \times \frac{3}{7}) (200 \text{ 天} \times 24 \text{ 點鐘}) \div 8,000$$

第三章 暖氣工程

第一節 熱空氣暖氣法

爐子：——在構造上爐子爲一大型之燃燒室，或用鐵片製成，或用磚造。底部有一進冷風管，上部接有分佈管通至各室。新鮮空氣從室外管子通入冷空氣箱 (Cold air box)，此箱位於爐之底部，上有出口能使空氣經過燒煤處變成熱空氣，成熱空氣後即行上升，由上面之分佈管經過調節器而入室內。

爐子有直接通風與間接通風二種。

爐格爲爐子中最重要之部份，坦平之爐格爲最普通者，此種爐格常設有溶滓門，預備排除大塊廢物之用。如此之爐格其在四週之火勢亦甚旺烈。最好之爐格爲數排有齒之鐵條，此項鐵條用齒輪相連接，能分離旋轉自如，用之得法且能碾碎大塊煤屑使之落下。

爐鍋普通用生鐵製成，或用鋼板外圍火磚，其深度大致十

二至十八英寸。上等火爐之爐鍋其質堅，經長時間之燃燒而不紅熱(Red Hot)，有時此鍋用二片製成，以減少衝突摩擦面積。

熟鐵或鋼製火爐須用火磚砌圍牆保護之。

生鐵爐在初生火時甚易發熱，在加煤時溫度不受影響。但熟鐵或鋼製爐子，外圍以火磚者，當初生火時及加煤時，常易使熱空氣間斷，而室內溫度冷卻，一俟新煤燒着時始能恢復常態，故較生鐵者稍遜。

燃燒室(Combustion Chamber)或稱之曰 Dome or Feed Section，在火爐中部，爐鍋之上部，此室頗大，其容積須給燃燒火勢與空氣有充分混合之地位，故科學之火爐，其燃燒室常比爐鍋大。

上等火爐皆有輻射器，其功能儲藏已經經過爐鍋之熱空氣。此器大都用生鐵或鋼板製成，或二者兼用之。生鐵者能經久且接頭處少，然大型者不易用生鐵鑄製，鋼板普通祇用以做邊，器之大小及形式視受熱面、燃燒物及四週空氣溫度之相差等而別。輻射器如放於近底部，則燃氣被四週冷空氣所圍，而溫度降低，且易使燃氣成酸性以腐蝕板，故宜放於上部。

受熱面有數種不同，爐鍋而受火之直接熱，煙肉及輻射器受熱氣之間接熱。受熱面與爐格之比例，依火爐大小而異，大

型者約 15:1，小型者約 25:1。

效率 (Efficiency) 爲購置火爐時所必須明瞭者，大概依據受熱面之大小、性質、排列方法及燃燒量；其燃燒量不論在室外溫度若干，必須能維持室內溫度華氏六十度，大概在極冷之季候，每句鐘每方英尺爐格需煤四磅。一磅佳良之煙煤能生熱 13000 B.T.U.，而製造完美之火爐能利用其百分之七十五，但普通者恆不到此效率，低劣者百分之五十亦有之。

熱容量 (Heating Capacity) 之計算方法，可先照上法算出房屋之失熱量，將全部房屋作爲一個單位，包括四週牆壁及冷氣樓。全部房屋算出後，另加百分之十冷氣樓，百分之十六暴露面。熱量之分佈於每室，可分作二步：(一)加高新鮮空氣至 70° F. 所需之熱量，(二)因房屋各種門窗漏逸傳導所失之熱量。美國所行之裝置法，往往用 120° 調節器，使熱氣經過之再入室內。假設室外溫度爲零度則 $\frac{70}{120}$ 爲第一步所需之熱， $\frac{50}{120}$ 純爲暖室之熱，則供給室內熱空氣之熱爲 $1 \div \frac{50}{120} = 2.4 \times$ 房屋之失熱量。

例一：——有房屋一所，自牆壁每句鐘之失熱量爲 80,000 B.T.U.，如室外溫度爲零度時，則該火爐應有如何大小？

$80,000 \times 2.4 = 192000$ B.T.U. 每句鐘所需熱。

假設每磅煤可實得 8000 B.T.U. 則每句鐘需煤 $192000 \div 8000 = 24$ 磅。如每方英尺爐格需五磅煤，則應有 $24 \div 5 = 4.8$ 方英尺之爐格，直徑三十英寸之爐格面積有 4.9 方英尺，即能適用。如外界空氣溫度為十度，則此 2.4 可改為 2.2。

圖表二十二為爐格之面積表

圖表二十二 火鍋面積表

爐格平均直徑英寸數	面積平方英尺數
18	1.77
20	2.18
22	2.64
24	3.14
26	3.69
28	4.27
30	4.91
32	5.58

至於火爐之地位，應放置於房屋之中央部份，使通至各室之熱空氣管長度相等，以期溫度之平均也。通常火爐皆置於房屋北面牆或西面牆之中央，大概總放於受風面之牆壁之中央。

煙鹵管之大小隨火爐大小而異，大概小型火爐用六英寸之煙鹵管(Smoke Pipe)，大型者用八英寸，其管子用白鐵製成。煙鹵管愈直愈好，至多不得超過三個灣，以防阻礙煙之流

通，當煙鹵管彎曲處，應用肥皂石保護之，管之頂端不可放於八英寸以內之無保護物橫樑上，至少須有六英寸之橫料而有石綿或石灰保護者。

煙鹵 (Chimney flues) 如用磚砌，須有八英寸厚，如用四英寸厚則必須塗紅泥。普通煙鹵之大小為 8×12 英寸，小住宅 8×8 英寸亦可。在煙鹵底部或在每轉灣處須開一小門，中國工人稱之曰克氣筒 (Clean-out)，作為去除灰屑之用，為避免煤煙倒流計，煙鹵須高出屋面六英尺以上。

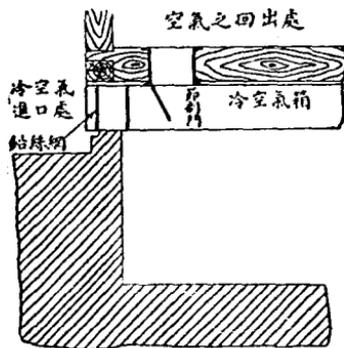
冷空氣箱 (Cold air box) 之容量須足以供給熱氣管在一時間內所需之量。如箱之容積太小，非但分配不足，且分配不均，常有全部入外牆之一邊，或房房上部之趨勢，由實驗所得，冷空氣箱之面積 (Area) 須有全熱氣管面積之四分之三，進口可放置於向風面，即北或西面，不然從火爐出來之熱氣常易重覆回入冷空氣箱也。

無論如何箱之進口處須置於向風面，如風向變動，進口處最好亦隨之變動，此法可於每面外牆裝一進口處，而用止氣門 (Check Damper) (註一) 隔之，以防冷空氣之倒流。然須放置於距進口稍遠處，以防進口處雪雹等之汗塞。

註一 Check Damper 者為一種祇能進而不能出之節制器

冷空氣箱普通用企口板製成，最好用白鐵製成，雖造價較昂貴，但其堅固耐用亦超過其他一切材料。進口處須用三分眼白鉛絲網罩，以防廢物混進。

回氣管(Return Duct)放於室之上端，開一小出口，引空氣回至火爐再使之熱，此種設施通常用之於室外溫度常在零度以下者，回氣管與冷空氣箱連接之情形，可視圖二十三，此種節制器既可使室外空氣進來，又可使室內空氣回返，此種節制器通常放置於走廊。卻克活門(Check valve)應放於冷空氣箱與調節器之間，以防有風時倒流。



圖二十三：回氣管與冷空氣箱連接之情形

暖氣管(Warm air pipe)之大小，視每室失熱量之多少而異，每立方英尺之空氣，從零度暖至一百二十度其能帶至室

中者，爲 $2 \cdot 2$ B.T.U.。吾人已知在零度之氣候，入一百二十度之調節器時祇有 $\frac{50}{120}$ 以補充因輻射與傳導所失之熱量，故祇有 $2 \cdot 2 \times \frac{50}{120} = \cdot 9$ B.T.U. 於每立方英尺空氣中可作暖室之用。如以每室之失熱量除以 $\cdot 9$ ，則其得數爲在一百二十度時所需暖室之熱空氣立方英尺數，當室外十度時。

在計算管子時，假設其第一層之速度爲每分鐘二百六十英尺，第二層之速度爲每分鐘三百八十英尺。如已知其每分鐘發出空氣之立方英尺，則可用速度除之，得數爲管子應有之面積方英尺。

白鐵或鉛皮之圓管子，其口徑可照下表計算之。

圖表第二十四 暖氣管口徑面積表

管子口徑 (英寸)	面積 (方英寸)	面積 (方英尺)
6	28	.196
7	38	.267
8	50	.349
9	64	.442
10	79	.545
11	95	.660
12	113	.785
13	133	.922
14	154	1.07
15	177	1.23
16	201	1.40

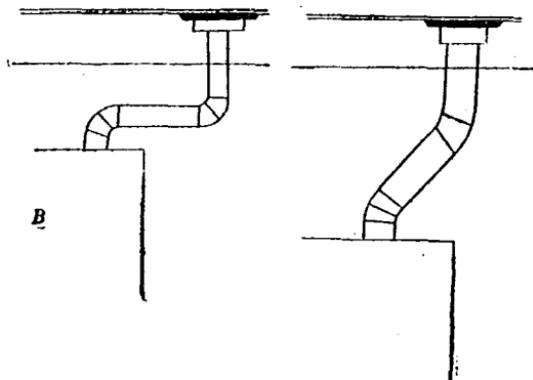
舉例：——第二層中某室之失熱量，為每句鐘 18,000 B.T.U.，則應用暖氣管之口徑如何？

$$18,000 \div \cdot 9 = 20,000 \text{ 立方英尺之空氣}$$

$$20,000 \div 60 = 333 \text{ 每分鐘之立方英尺空氣}$$

假設第二層之速度為每分鐘 380 英尺，則 $333 \div 380 = \cdot 87$ 方英尺。查表二十四 $\cdot 87$ 方英尺面積之管子應為十或十一英寸之口徑。

因橫管子既能增加阻力，又多損熱量，故在可能範圍內，勿使長過十五英尺，尤其分佈至第一層及較冷處之管子。如環境使管子不得不長時，則須增大其口徑以減少阻力。圖二十五示



圖二十五：地層中之暖氣管

地層中管子之普通排列法，A 爲合式之排列，惟地層須有充分之高度始可。節制器須安置於接近火爐之各支管上，作爲各室溫度之節制，在該室無人時亦可關閉之。

表二十六爲橢圓形管子之面積

圖表第二十六 橢圓管子之大小

管子尺寸	面積(平方英寸)
6 橢圓至 5 英寸	27
7 " " " 4 "	31
7 " " " 3½ "	29
7 " " " 6 "	38
8 " " " 5 "	43
9 " " " 4 "	45
9 " " " 6 "	57
9 " " " 5 "	51
10 " " " 3½ "	46
11 " " " 4 "	58
12 " " " 3½ "	55
10 " " " 6 "	67
11 " " " 5 "	67
14 " " " 4 "	76
15 " " " 3½ "	73
12 " " " 6 "	85
12 " " " 5 "	75
19 " " " 4 "	96
20 " " " 3½ "	100

調節器(Registers) 用以調節輸入室內之熱空氣，普通內圓面積爲外圓面積三分之二，內圓面積必須大於連接管十分

之一或二，調節器之闊度須等於管子之直徑，長度須較管子直徑大一半。上表即為適用於各種管子之調節器。

圖表第二十七 各種管子所適用之調節器

管子直徑 (英寸)	調節器大小 (英寸)
6	6×10
7	7×10
8	8×12
9	9×14
10	10×15
11	11×16
12	12×17
13	14×20
14	14×22
15	15×22
16	16×24

連合式(Combination System)者，即一只火爐能兼有熱空氣及熱水。其內另有一受熱面以燒熱水。

此種兼燒熱空氣及熱水之爐子，在管理方面須有加倍之注意。一方英尺之受熱面可供給四十至五十方英尺之散熱面。

火爐之管理法及注意點試述如下；

在冬天溫度低冷時，每日須搖動爐門一次或二次，火盤須保持常常堆積高滿，如此則溫度可格外平均，且可少加注意，並且燃煤量亦較堆積低少者為省，往往一般管理者在溫和氣候時少加煤，其意在使火小或省煤，實則反而不經濟，且須時時注意其是否燒盡。最好使火小而省煤之方法，乃仍須加滿煤，惟少加搖動使煤屑不下落即可，蓋煤灰可維持火勢之長久也。當加煤時，如其火力甚低，則可開爐門，勿把煤屑亦勿動爐門，直至新煤燃燒為止。空氣（實則氧氣）之供給為生火之惟一要素，供給不足則燃燒不完全，其熱量之損失頗大。要適當之燃燒則應有寬暢之地盤。

煙囪管之節制器，祇須開啓至足夠使煙、氣及灰屑逃逸即可。加煤門之開閉與火勢亦有關係，在冷天須緊閉，在初生火時須開放以增加空氣供給而助燃燒。保持地盤清潔，以避免爐格之歪曲及熔解。冷空氣箱須全部開放，然在大風時或火勢低時，可稍微開放。全日夜繼續燃燒，維持一定舒適之溫度，與晚間息火早晨再生者，其燃煤量並不相差若干，故通常全日夜燃燒較為便利。

如某室無熱空氣通入時，可暫時將其他室內之調節器關閉，以使全部熱空氣衝入該室，一經通入該室即能相繼不絕流

通，而再開放其他各室。

煤塊之大小以如雞蛋大者為最佳，蓋其面積足使發火易而快，且其價亦較廉。爐子與煙囪管每年須全部清潔一次。

第二節 直接蒸汽暖氣式

直接蒸汽暖氣式(Direct Steam Heating System)包括三部：(一)燃燒發生蒸汽用之火爐及鍋爐，(二)傳導蒸汽至汽帶之分佈管，及蒸汽凝成水時回至鍋爐之回水管，(三)安置於室內之汽帶或盤管等之散熱器。

蒸汽鍋爐之式樣頗多，有管狀式，片狀式等，以建築物之大小及用途而異。

管狀式(Tubular boiler)：——此式用之於暖氣者頗多，且各種建築物皆能通用。馬力(Horse Power)在此處之定義，可謂在 $212^{\circ} F$ 時，能蒸發三十四磅半之水而吸收 33317 B.T.U. 所需之力，謂之一匹馬力，此吸收之 33317 B.T.U. 在該蒸汽凝成水時仍能同數發出，故欲計算汽鍋之馬力時，祇須將建築物每句鐘之失熱量除 33317 即得，且其結果多頗完美，蓋稍大之汽鍋較為安全也。

商業上汽鍋之馬力係依受熱面計算之，而得極佳極經濟

之工作，其比例爲每一方英尺之受熱面 (Heating surface) (註一)，可蒸發二磅水當溫度在沸點或以上，如是得 $34.5 \div 2 = 17.2$ 方英尺之受熱面每匹馬力。汽鍋製造時所規定之馬力，卽汽鍋之原量，在陸地上用者，大都以十平方英尺受熱面爲一匹馬力，經驗豐富之動力廠管理員常採用每十五平方英尺爲一匹馬力，此爲頗安全之數字，且能不使受熱面受有煤屑灰芥等物。

管狀式受熱面之計算法，常有數種不同之方法，大概全面積之一半暴露於熱氣 (Hot gases)，另一半於水中。安全之計算法如表二十八所示，以 $\frac{1}{2}$ 爲外殼之面積， $\frac{1}{3}$ 爲頭部，其餘爲管子之面積以及其他內部之面積。

凡面積一邊有蒸氣流動，一邊暴露於熱氣者 (Hot gases)，謂之加熱面 (Super-heating surface)，此所以異於受熱面 (Heating surface) (詳註一)，此須首先應加以辨別者。

此式鍋爐其生熱最與爐格面 (Grate surface) 之比，約爲30—40，故在普通情形下，每方英尺爐格可燒八磅至十磅煤。惟須謹慎生火及有良好之煙囪。表二十八之用處頗廣，能於各

(註一) 所謂受熱面者，凡汽鍋之一部份，如鍋殼 (Boiler shell)，通氣管 (Flues)，及管子 (Tubes)，皆係一面有水，一面向火或熱氣，如此之部份卽謂之受熱面。

圖 表 第 二 十 八

鍋殼直徑 (英寸)	管 數	管子直徑 (英寸)	管子長度 (英尺)	馬 力	爐格大小 (英寸)	管突大小 (英寸)	煙囪管小 大 (平方 英寸)
30	28	$2\frac{1}{2}$	6	8.5	24×36	10×14	140
			7	9.9	24×36	10×14	140
			8	11.2	24×36	10×14	140
			9	12.6	24×42	10×14	140
			10	14.0	24×42	10×14	140
36	34	$2\frac{1}{2}$	8	13.6	30×36	10×16	160
			9	15.3	30×42	10×18	180
			10	16.9	30×42	10×18	180
			11	18.6	30×48	10×20	200
			12	20.9	30×48	10×20	200
42	34	5	9	18.5	36×42	10×20	200
			10	20.5	36×42	10×20	200
			11	22.5	36×48	10×25	250
			12	24.5	36×48	10×25	250
			13	26.5	36×48	10×28	280
			14	28.5	36×54	10×28	280
48	44	3	10	30.4	42×48	10×28	280
			11	33.2	42×48	10×28	280

鍋殼直徑 (英寸)	管數	管子直徑 (英寸)	管子長度 (英尺)	馬力	總格大小 (英寸)	煙突大小 (英寸)	煙管大小 (平方英寸)
54	54	3	12	35.7	42×54	10×32	320
			13	38.3	42×54	10×32	320
			14	40.8	42×60	10×36	360
			15	43.4	42×60	10×36	360
			16	45.9	42×60	10×36	360
	46	3½	11	34.6	48×54	10×38	380
			12	37.7	48×54	10×38	380
			13	40.8	48×54	10×38	380
			14	43.9	48×54	10×38	380
			15	47	48×60	10×40	400
60	72	3	16	50.1	48×60	10×40	400
			17	53	48×60	10×40	400
			18	56.6	54×60	12×40	460
	64	3½	12	48.4	54×60	12×40	460
			13	52.4	54×60	12×40	460
			14	56.4	54×60	12×40	460
			15	60.4	54×66	12×42	500
			16	64.4	54×66	12×42	500
17	71.4	54×72	12×48	550			
18	75.6	54×72	12×48	550			

以下可照此類推

種不同情形下查出需要鍋爐之大小。爐格面積之計算為每磅煤蒸發八磅水，相應於百分之六十六之效率，且為實際上之平均數。

其上升煙囪面積之計算，大概每方英尺等於七方英尺爐格面積，如小型之鍋爐，其煙囪面積可稍大，燃燒之比例小型六磅則大型需十一磅。

爐格面積(Grate area)之大小與受熱面之比例相差很大，依燃料之性質及煙囪流動狀況而異。假定能知燃燒及蒸發數量，吾人即可用下列公式計算爐格之面積。

$$S = \frac{HP \times 34.5}{E \times C}$$

S = 爐格總面積之平方英尺

E = 每磅煤蒸發水之磅數

C = 每句鐘每方英尺爐格所燃燒之煤

表二十九為每匹馬力所需之爐格面積，於各種不同之蒸發與燃燒情形之下。

水管鍋爐(Water tube boiler)亦常用之於暖氣，惟大都與電廠相連接，其計算馬力之方法與管狀式同。

片狀式：——所謂片狀式(Sectional boiler)者即由數片合成之爐子也，每片由內卜(Nipple)相接連，與汽帶同。

頭頂部爲蒸氣筒狀物(Steam drum),下部爲泥筒狀物(Mud drum),皆能接收自輻射器所凝結之水。

圖表第二十九

各種蒸發率燃燒率之下每匹馬力之爐格面積

一磅煤燒成 蒸汽之磅數	每 句 鐘 每 平 方 英 尺 爐 格 所 燒 煤 之 磅 數		
	八 磅	十 磅	十二 磅
	每 匹 馬 力 之 爐 格 面 (平 方 英 尺)		
10	.43	.35	.28
9	.48	.38	.32
8	.54	.43	.36
7	.62	.49	.41
6	.72	.58	.48

另有一種式樣較上述者爲長，並無筒狀物相連接，而有洞眼於各片之頂底部以爲連接之用。此式生熱量與爐格面之比，以 15:25 爲最佳之製品，並有壓力表、水表、開關及安全活門(Safety valve)；且有低壓節制調節器(Damper regulator)，作爲通風門之用，以保持蒸汽壓力之不變，並可不致因通風太多而浩費煤量。此式爐子普通祇有十至十五磅壓力，依外界溫度而不同。其外圍常用石膏、碳酸鎂及石綿等以作保護之用，有時以磚圍之，所以保護熱量之外逸也。

計算其大小之方法，大概住宅用者每句鐘每方英尺爐格燒五磅煤，有百分之六十六之效率(Efficiency)，相應於八千 B.T.U. 每磅煤。

在直接蒸汽式，祇須供給因輻射及傳導所失之熱量，故爐格面積可以每句鐘所失熱量除以八千，則得用煤之磅數，再用五除，即得爐格之面積。其最大之燃燒率依據爐格及受熱面之比而定，由經驗知之每句鐘每方英尺之受熱面供以四分之一磅煤，結果頗良好，故吾人祇須知受熱面與爐格面積之比例，即能容易計算最高之燃燒率，由此亦能測得爐格之應有面積。

舉例：假設有一建築物每句鐘所失熱量為 480000 B.T.U. 欲用比率 24 之受熱面與爐格面積，則最高之燃燒率與爐格面積各有多少？

$$480000 \div 8000 = 60 \text{ 磅煤/每句鐘}$$

$$24 \div 4 = 6 \text{ 最高燃燒率}$$

$$60 \div 6 = 10 \text{ 爐格面積}$$

關於蒸汽鍋爐之式樣極多，可參閱各該製造廠之說明書。片狀式鍋爐之每片上有洞眼者，在蒸汽流動時極易使少量之水帶出，以致阻滯洞眼，結果同一鍋爐內之溫度不均，然熱水鍋爐無此弊病。欲免除此項弊病，每片間之洞眼須大，水面上

蒸汽之地位更須增大。

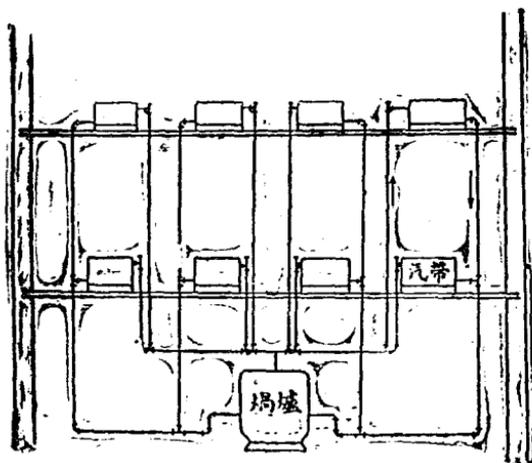
通風之馬力：——吾人已知，一個 B.T.U. 能升高一立方英尺之空氣五十五度，或升高一百立方英尺空氣 $\frac{55}{100}$ 度，即升高一百立方英尺溫度一度須 $\frac{100}{55}$ B.T.U.，換言之，可得下列公式

$$\frac{\text{空氣之立方英尺} \times \text{升高高度數}}{55} = \text{所需之 B.T.U.}$$

計算因通風 (Ventilation) 所需之馬力，以空氣每分鐘供給之總立方英尺數乘空氣升高高度數，再除五十五如上法，然後再以 33000 除之，即得馬力數。

今將分佈管排列法 (System of piping) 述下，此段工程最費人工最費時間，故為甚緊要者。其排列之方法亦甚繁多，且不統一，即其名字亦各異其說，下述之三種為普通者，有時雖稍有不同，然其原則上則一，或互相混合，或互相變動，全視計設之者應用。

二路法 (Two pipe System)：——圖三十為普通二路分佈法，總汽徑 (Steam main) 自鍋爐上部分成二條支管 (Branch)，沿地層之頂部而上，由上升管 (Riser) 分佈至各室汽帶。回水管則由汽帶之另一端，向下回至地層鍋爐，此回水總徑 (Return main) 須接於鍋爐水平面之下部。回水總徑由側面接於鍋爐水平面之下者，名曰濕回水管 (Wet return)，如回

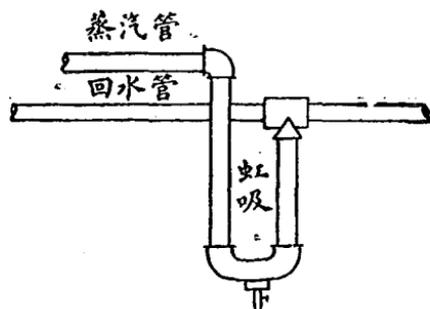


圖三十： 直接蒸汽暖氣之二路管子排列法

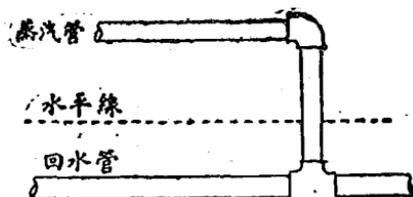
水總徑由上面接入鍋爐，而於水平面之上者，名曰乾回水管 (Dry return)。在用乾回水管時，容易發生響聲，蓋當蒸汽在水面時，突然與回水管流下較冷之水相觸，即容易發生此項響聲，歐美稱之謂 Water-hammer。尤其在初次生火時，其管子與汽帶皆甚冷，極易使蒸汽凝成水，而此種響聲更著，且用乾回水管時，其分佈管須用較大之口徑，而各處之橫管子，須向鍋爐傾斜。

用濕回水管時，蒸汽與回水相觸處，祇在直管子中，其暴露面頗小，祇等於管子口徑之面積，故無響聲之弊。乾回水管

至少每十英尺須有一英寸之傾斜度，濕回水管則每三十英尺傾斜一英寸已足。無論何種支管，其盡頭處必須與回水管相接，但乾回水管之接法須如圖三十一，濕回水管之接法須如圖三十二，接乾回水管之所以須用虹吸管(Siphon loop)者，蓋



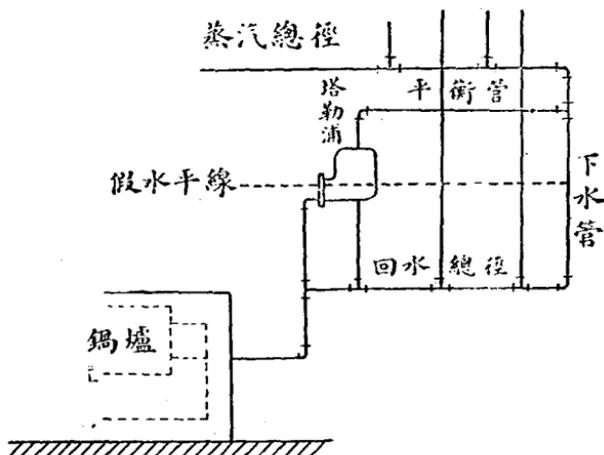
圖三十一：乾回水管連接法



圖三十二：濕回水管連接法

避免蒸汽直接回至鍋爐也，因蒸汽在虹吸管中凝結後，再由上面通至回水管，回水管在此種情形下，其上部當然有蒸汽存在，

惟此項蒸汽係已經過汽帶者，故其壓力極小，不然恐有炸裂管子之慮，有時鍋爐放於較地層更低之地位，則須造成一假水線 (False water line) 如圖三十二所示。



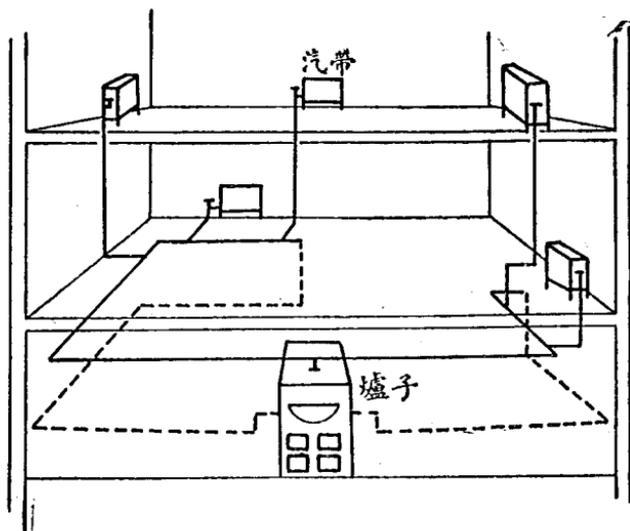
圖三十三：鍋爐地位太低時所採用之假水線

當回水管回至鍋爐時，必須經過塔勒浦 (Trap) 以升高其水線。平衡管用以平衡塔勒浦上下之壓力，及避免虹吸作用，蓋虹吸有使水溢出回水總徑之作用。平衡管之長度以十五至二十英尺為最適，與總徑相接處可放一活門 (Throttle-valve) 於其間，此活門用以使蒸汽壓力推緊在塔勒浦中水上之空氣，惟不能將活門開得太大，以防蒸汽將空氣衝至外面。此種排列

法之成功，全依塔勒浦水面上冷空氣之存在。

有種情形，與汽帶相接之管子必須很長，然無適當之地位以作傾斜，則必須採用二路法，用盤管暖氣通常亦採用二路法。

一路法 (One-pipe Relief System): ——此種排列法，汽帶祇一端有連接，蒸汽從一端之管子通入汽帶，凝成水後仍從原管回出。圖三十四示此法管子排列之情形，蒸汽總徑從汽鍋上端出發，向上通至各層各處汽帶，直至最高之一汽帶為



圖三十四：直接蒸汽暖氣一路法之管子排列圖

止，其回水管接於蒸汽管之下，(以虛線表明)，以每十英尺一英寸之傾斜回至汽鍋。

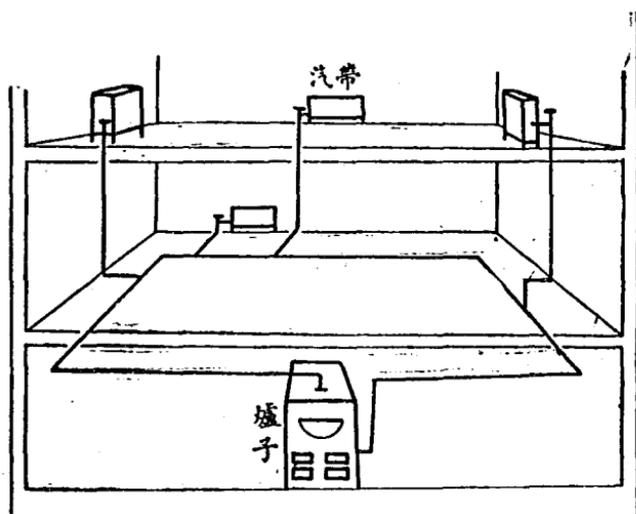
上升管如二路法直通至汽帶；惟自汽帶凝成之水仍從此管輸下，而接於地板下之回水管。

假使蒸汽不通入回水管，則得真空，且無壓力使水回至鍋爐。卻克活門(Check valve)須帶於在鍋爐旁之回水總徑，以防管中忽成真空時，鍋中水向外流出。

上述二種排列法，其裝置費無甚相差，一路法管子雖少，但其口徑須大，且需用不少活門故並不節省若干。如汽帶之大小中等，以一路法較佳，因活門用一只即可，上升管可少去一半。

一路迴龍法 (One-pipe Circuit System): ——如圖三十五所示，蒸汽總徑自地層上升通至左面各汽帶而至房屋最高處，再向下傾斜至右面各汽帶而再回至鍋爐，接於鍋爐水面之下。蒸汽及回水皆在一路管內流行。此管子口徑須較大者，且各部之口徑可一律大小。首要者此法須有一較好之傾斜度，則橫管子中之水汽可流行通暢，

在無論何種一路法中須注意者，係蒸汽與回水之流行方向相反(下給式例外)，故直管子之口徑必須較大以避免衝突。在大建築物中，可用一上升管，自汽鍋直升至屋頂氣樓，此



圖三十五：直接蒸氣暖氣一路迴龍法之管子排列圖

管之口徑須足供全建築之用；於是再自屋頂分出各管向下通至各部，圖三十六即爲此種下給式管子之排列法，如是之排列，其最大利點在蒸汽與回水流通之方向，係一同向下者。此法與二路法有同等之效果。必須注意點即無論何處之管子，須有向前之傾斜，以防有空氣之存在，圖三十七可圖解此種害處，蓋氣室或氣塊，英名稱之爲 Air Pocket，其能阻止蒸汽之流動有如石碓一般，故往往因管子傾斜不良，發生此項氣室

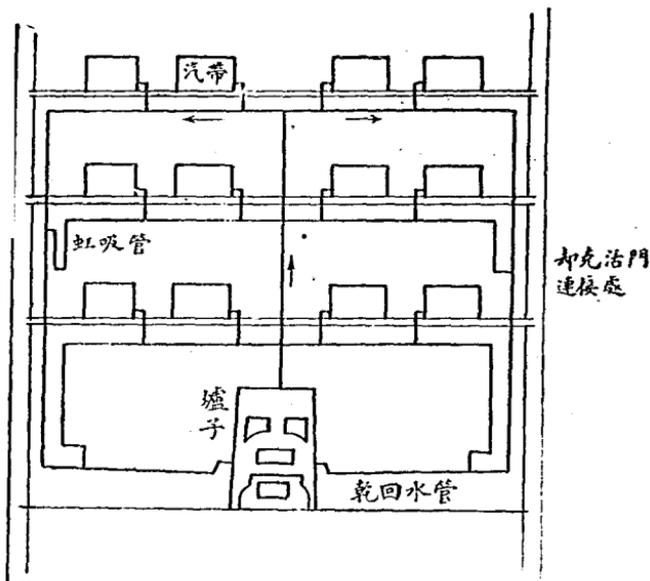


圖 三 十 六： 適用於大房屋之一路迴龍法

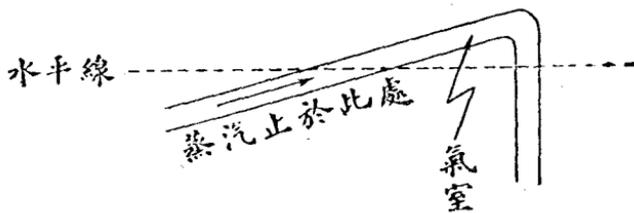


圖 三 十 七： 示管子傾斜不良，以致阻止蒸汽流動

阻窒蒸汽之流動，以致汽帶不熱。著者曾身受其苦，因汽帶不熱而拆去管子，視察一無不對之處，重新再裝，汽帶仍不熱，待後將傾斜度改正除去氣室後，始得圓滿結果，故為管子排列工程中時時須注意之點。

在大建築物中，可將管子分成數部，每部用活門隔於蒸汽及回水管之樞當地位，因有時某部份停止使用時，即可關閉以免除無謂消費，即於某部有損壞時，亦可關閉某部以利修理工作。在摩天大樓，可於每上升管之頂部及底部置一活門，則有同樣之功用而較便利。

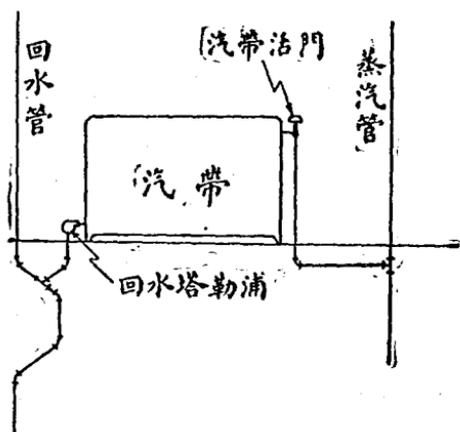
一路法中之上給式 (One-pipe up-feed system)，則如圖三十四所示者，通常皆用於較小之房屋，因其簡單而便利，祇一個活門即可管理，上給式用在高建築物中，其上升管子須用口徑較大者，以防蒸汽回水之上下互相衝突。故大房屋可採用下給式，下給式 (Down-feed or Overhead system) 之上升管則可較小，因其水與汽一同向下。其上升管之大小可參閱圖表三十八。當高建築物採用下給式時，其下面數層之直管須有適當比例，不然蒸汽將太潮濕。

汽帶之連接：——圖三十九，四十及四十一示普通所採用汽帶與管子之連接法。其間橫管子愈短愈好。汽帶之連接法視

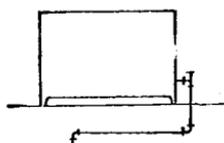
圖 表 第 三 十 八

上升管於每層所能供給散熱面之平方英尺

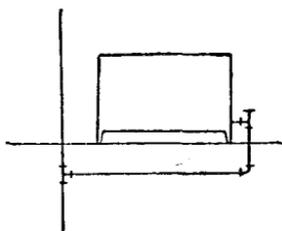
上 升 管 之 大 小	散 熱 面 之 平 方 英 尺					
	一 層	二 層	三 層	四 層	五 層	六 層
1"	30	55	65	75	85	95
1 $\frac{1}{4}$ "	60	90	110	125	140	160
1 $\frac{1}{2}$ "	100	140	165	185	210	240
2"	200	275	375	425	500	
2 $\frac{1}{2}$ "	350	475				
3"	500					
3 $\frac{1}{2}$ "	850					



圖三十九： 二路法中汽帶最佳之連接法



圖四十：一路法之接於總管者



圖四十一：一路法之接於直管者

建築物之地位而異，上述者祇原則而矣。至於盤管之連接可視圖四。最佳之汽帶連接法係用二路法（圖三十九），其回水管上有塔勒浦者，以防止蒸汽之回出。

管子之膨脹：——用低壓蒸汽時，每一百英尺長之管子約伸脹一英寸。惟其各種管子之材料不同，故其確數亦稍有差異。

溫度每昇高一度所增之長，與其總長之比，稱之為固體線脹係數(Linear coefficient of expansion)，故如以 l_1 代管子在 t_1 時溫度之長，而以 l_2 代管子升高溫度 t_2 時之長，則其膨脹係數之公式為 $\frac{l_2 - l_1}{l_1(t_2 - t_1)}$ 。

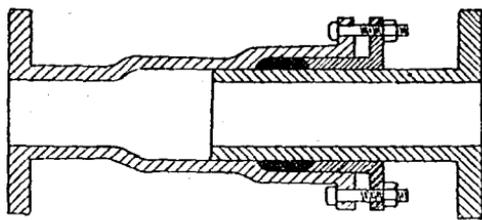
通常各種管子金屬之線脹係數，鉛為 $\cdot 000029$ 銅為 $\cdot 000017$ ，鐵為 $\cdot 000012$ ，黃銅為 $\cdot 000019$ ，鋼為 $\cdot 000013$ ，錫為 $\cdot 000023$ ，鋅為 $\cdot 000030$ 。故管子之排列亦必須留地位以供伸縮之用，而防因膨脹所發之損傷。

小口徑之管子可曲折之以供膨脹之地位，大口徑之管子不能曲折，則可照圖四十二所示之法接啣，則雖有四·五英寸之膨脹亦不致損傷管子。然有時地位不允許作如是之接啣，且



圖四十二： 供管子膨脹之啣接

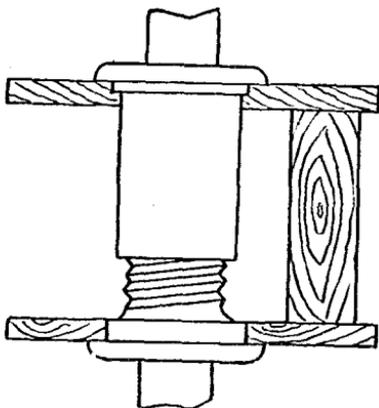
如是之接啣亦不甚雅觀，則可用一種名伸縮力 (Expansion joint) 者啣接，如圖四十三所示者。當管子經過地板或隔板時，



圖四十三： 伸 縮 力

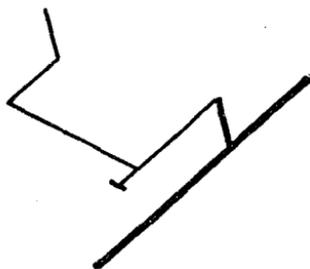
其木板所挖之洞，須較所經過之管子大 $\frac{3}{4}$ 至1英寸。圖四十四為管子經過地板時所用套筒之情形，其高低可視地板厚薄而異。

避免總徑之膨脹，其管子亦可照圖四十二所示之啣接。



圖四十四：管子經過地板所用之套筒

直立管之膨脹，其
 避免方法頗層出不窮，
 尤其於高大房屋中。在
 八九層之建築，可於地
 層將直立管作如圖四十
 五之排列，如爲下給式
 可於屋頂氣樓作同樣之
 排列。



圖四十五：直管子避免膨脹之卯接

在高大建築物中，
 其伸縮力及如上述之排列須多用，蓋其管子長也。直立管每六

層用一彎曲。其須注意者即每一接頭處須十分小心啣接，防其滲漏及其他損壞之發生。如直立管裝於牆壁內者，則其彎曲處須露出牆外。

如圖四十六所示，雖為一佳良之啣接，但如為明管子（即管子排列於室內顯明者）則甚不雅觀，可用一箱子蔽蓋之。

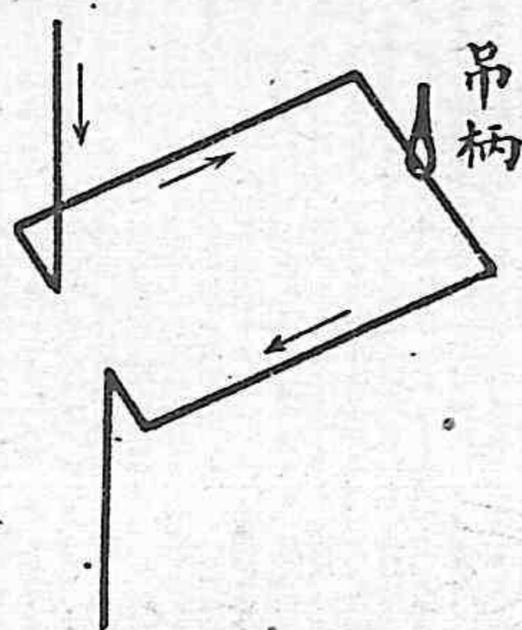
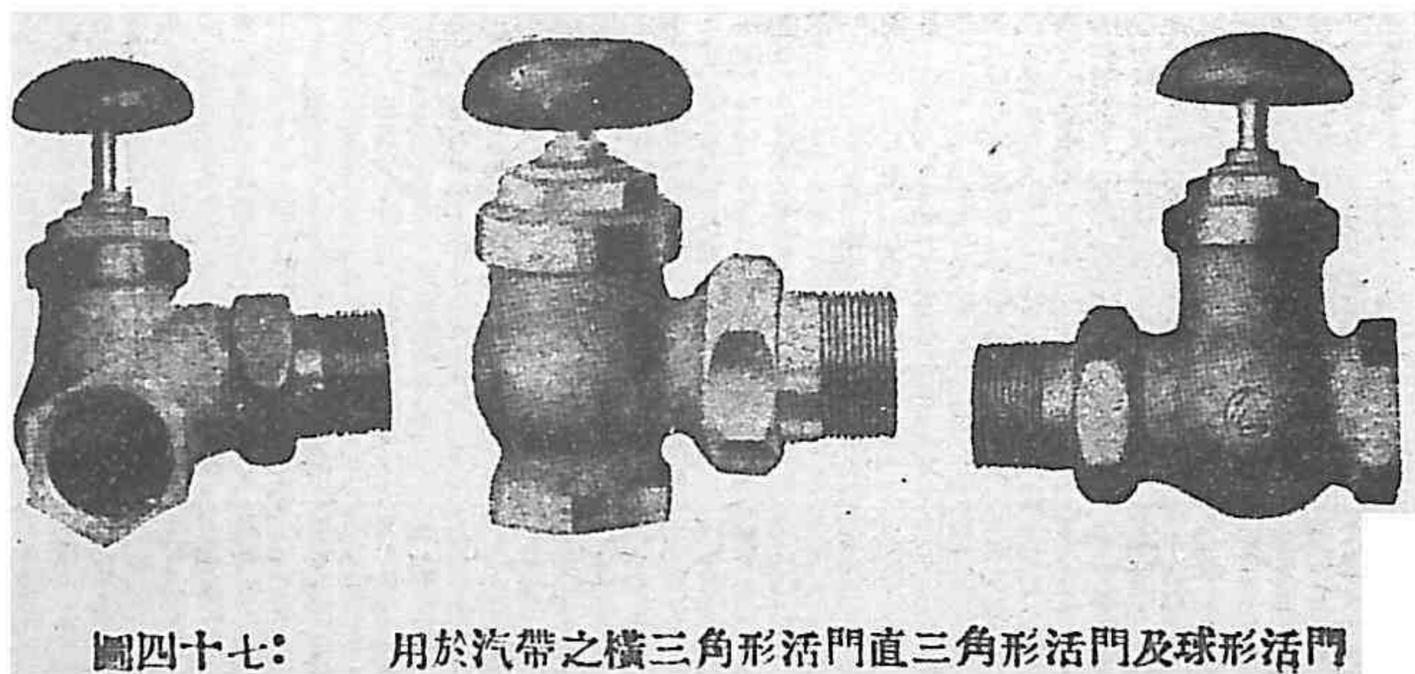


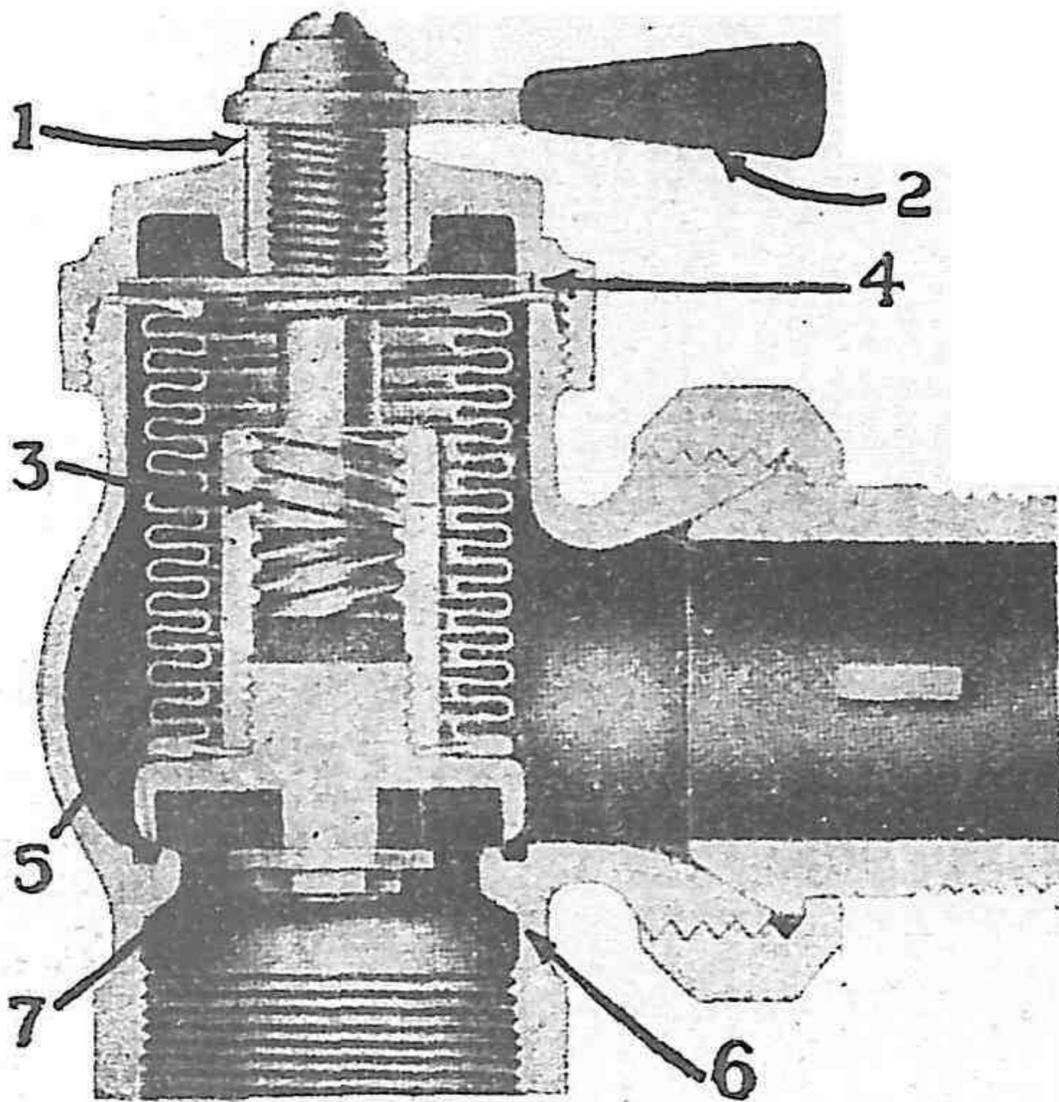
圖 四 十 六：
近橫管子處直管之彎曲法

活門 (Valve): ——俗稱凡而，或稱汽瓣，於暖氣工程中需用甚多，且其式樣亦頗複雜，最普通用於汽帶者有橫三角形 (Corner valve)，直三角形 (Angle valve) 及球形 (Globe valve)，均詳圖四十七。其內部組織之



圖四十七： 用於汽帶之橫三角形活門直三角形活門及球形活門

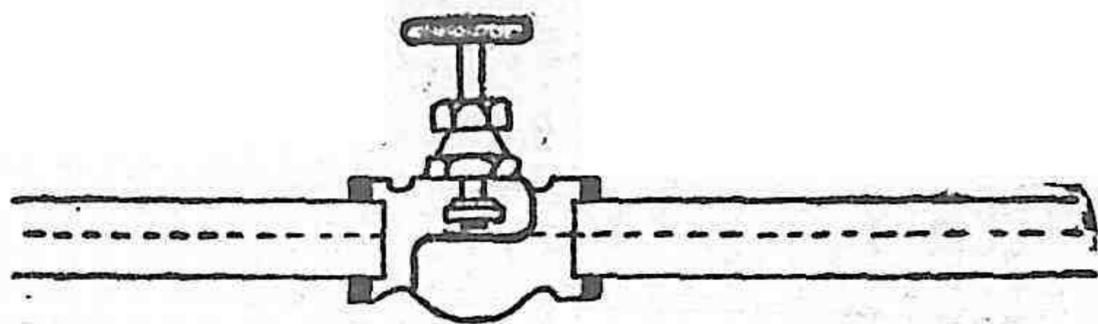
大概情形如圖四十八所示；1. 爲防漏汽之外套，2. 爲司開關之柄，3. 爲上下開關時所旋轉之齒輪，4. 摩擦盤，上有活門旋緊於筒部，能啓出修理，5. 紫銅之螺絲，不能取出，7. 底盤 (Composition disc)。



圖四十八： 汽帶活門解剖圖

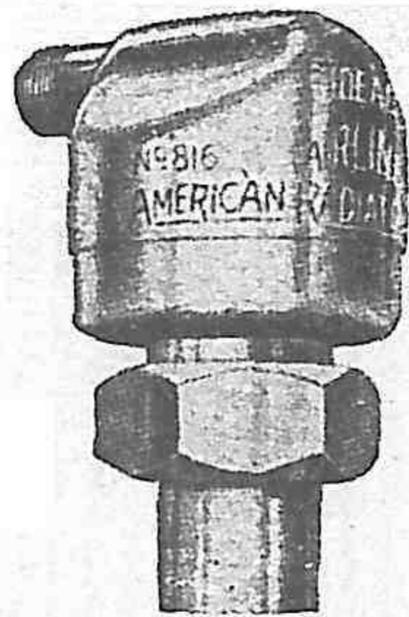
直三角形用之於汽帶在上升管之頂部時，或汽帶之連接法如圖三十九，四十及四十一時。橫三角形用之於當汽帶在牆角上，而不便如上述之連接時。

球形活門不能用之於橫汽管及乾回水管，其理可圖解如圖四十九，蓋水欲經過此活門時必須升高至虛線，即須管子口徑一半以上，故容易發生極討厭之響聲，如用閘狀活門(Gate valve)，則無此弊，蓋活門之底面與管子平行也，如是可見活門之種類複雜，用途亦隨之而異，採用時不得不慎重考慮也。



圖四十九： 球形活門所以不適用於橫汽管及乾回水管之理

就走氣活門(Air valve)而言亦有數種不同之式樣，專為放出空氣之用。其最簡使用手動者，形如普通活門，其自動者如圖五十所示。

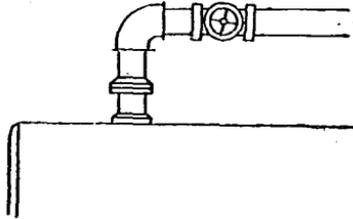


鍋爐之連接：——蒸汽總徑

須接於管狀式鍋爐後部之筒口，

圖五十： 走氣活門

因在此處之沸水比較不烈，且可得較乾燥之蒸汽。司開關之活門(Shut-off valve)，其位置須如圖五十一所示方能稱職。



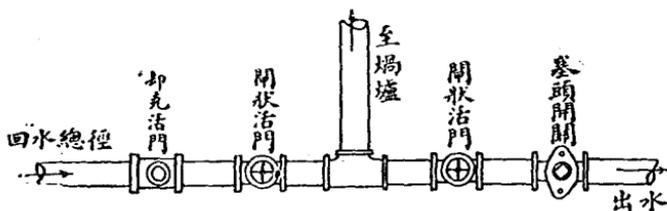
圖五十一： 位於鍋爐上之 Shut-off valve

鍋爐與蒸汽總徑之間，其相接管子之口徑以下列圖表為合適。

圖 表 第 五 十 二

鍋 爐 直 徑 (英寸)	蒸 汽 管 口 徑 (英寸)
36	3
42	4
48	4
54	5
60	5
66	6
72	6

回水管之接啣，須使出水管能暢流，而不致排出回水管。卻克活門 (Check valve) 須置於總回水管，塞頭開關 (Plug cock) 須置於出水管。圖五十三示此種之排列法。



圖五十三： 回水總徑之連接圖

管子之大小：——在暖氣工程中，估計管子之大小，使其不太大而浪費，亦不太少而不夠應用，亦為重要工作之一。下列圖表皆曾適合於實際而得佳良之結果者。此之計算法係照迪愛山氏公式 (D'Arcy's formula)，而稍加改正以合實際之用。

圖表五十四示各種口徑管子於每分鐘流動蒸汽之磅數，在管子二端間之不同低落壓力下，此蒸汽之量為在一百英尺長之管子中者；如欲計算其他長度者可照圖表五十五所示之因數乘之。概管子愈長，其摩擦之阻力亦愈大也，灣頭活門等另件尤甚，是蒸汽量亦因之而減少。

圖表五十四所計算之低落壓力 (Drop Pressure)，於管子之二端間者，為相等於鍋爐壓力。如低落壓力不到鍋爐壓力時，則實在之量約較表中所載者為大；但此相差數，大抵總在

圖表第五十四 各種口徑管子及各種低落壓力下管子中之蒸汽量

管子口徑	低 落 壓 力 (磅)									
	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	1	$1\frac{1}{2}$	2	3	4	5	
1	.44	.63	.78	91	1.13	1.31	1.66	1.97	2.26	
$1\frac{1}{4}$.81	1.16	1.43	1.66	2.05	2.39	3.02	3.59	4.12	
$1\frac{1}{2}$	1.06	1.89	2.34	2.71	3.36	3.92	4.94	5.88	6.75	
2	2.93	4.17	5.16	5.99	7.43	8.65	10.9	13.0	14.9	
$2\frac{1}{2}$	5.29	7.52	9.32	10.8	13.4	15.6	19.7	23.4	26.9	
3	8.61	12.3	15.2	17.6	21.8	25.4	32	31.8	43.7	
$3\frac{1}{2}$	12.9	18.3	22.6	26.3	32.5	37.9	47.8	56.9	56.3	
4	18.1	25.7	31.8	36.9	45.8	53.3	67.2	80.1	91.9	
5	22.2	45.7	56.6	65.7	81.3	91.7	120	142	163	
6	51.7	73.3	90.9	105	131	152	192	229	262	
7	76.7	109	135	157	194	226	285	339	390	
8	108	154	190	222	274	319	402	478	549	
9	147	209	258	299	371	432	545	649	745	
10	192	273	339	393	487	567	715	852	977	
12	305	434	537	623	771	899	1130	1352	1550	
15	535	761	942	1090	1350	1580	1990	2370	2720	

管子長度等於一百英尺

圖表第五十五 各種英尺數之因數表

英尺數	因 數	英尺數	因 數	英尺數	因 數	英尺數	因 數
10	3.16	120	.91	275	.69	600	.40
20	2.24	130	.87	300	.67	650	.39
30	1.82	140	.84	325	.65	700	.37
40	1.58	150	.81	350	.63	750	.36
50	1.41	160	.79	375	.61	800	.35
60	1.29	170	.76	400	.60	850	.34
70	1.20	180	.74	425	.48	900	.33
80	1.12	190	.72	450	.47	950	.32
90	1.05	200	.70	475	.46	1000	.31
100	1.00	225	.66	500	.45		
110	.95	250	.63	550	.42		

五磅以內，故可不必計算在內。如較高之鍋爐壓力，則可查閱表五十六。其互相連用之法如下：先查表五十四得知某口徑管之蒸汽量，及低落壓力；於是再查表五十六得相應之較高鍋爐壓力之因數。表五十四之數量乘此因數即得正確之管子容量於各種情形下。

圖表第五十六

在五磅以上鍋爐壓力計算管內蒸汽量之因數表

低落壓力 之磅數	鍋 爐 壓 力					
	10	20	30	40	60	80
$\frac{1}{4}$	1.27	1.49	1.68	1.84	2.13	2.38
$\frac{1}{2}$	1.26	1.48	1.66	1.83	2.11	2.36
1	1.24	1.46	1.64	1.80	2.08	2.32
2	1.21	1.41	1.59	1.75	2.02	2.26
3	1.17	1.37	1.55	1.70	1.97	2.20
4	1.14	1.34	1.51	1.66	1.92	2.14
5	1.12	1.31	1.47	1.62	1.87	2.09

舉例——鍋爐壓力六十磅，低落壓力二磅，則一百英尺長之三英寸管內其可發射之蒸汽量多少？

查表五十四，得三英寸管子一百英尺長者，可發射熱量 25.4 磅每分鐘，於低落壓力二磅時。再查表五十六，得相應於六十磅鍋爐壓力及低落壓力二磅之因數 2.02。於是 $25.4 \times 2.02 = 51.3$ 磅，此即為該三英寸管之發射蒸汽量。

吾人可知，鍋爐壓力及其低落之愈高，其蒸汽之發射亦愈多；故較小之管子能載八十磅蒸汽於四十磅壓力。最近美國正在研究以較小之管子，而增高蒸汽速度，結果極佳。蓋大管中

之低速蒸汽，較小管子中高速蒸汽之凝結量大，故燃料亦較用小管子者多費。

大都之直接蒸汽法，應用於學校者，皆同時裝有汽帶及盤管，則於無論各種情形下，其效果約為 300 B.T.U.。則此須較單用生鐵汽帶之管子略大，方能安全。吾人可知在二十磅時蒸汽之潛熱 (Latent heat) 為 954 B.T.U.。意謂每磅蒸汽在汽帶中凝結後，則有 954 B.T.U. 能放出以作暖室之用。如汽帶之效果有 300 B. T. U.，於是每平方英尺能凝結 $300 \div 954 = 0.314$ 磅蒸汽於每句鐘；故能得一整數，即每句鐘每方英尺散熱面，能凝結三分之一磅蒸汽，當計算低壓蒸汽暖氣之管子時即可應用。表五十七即為由此算出而得受熱面之方英尺數。

如用二路法時，則因分成二管，而各異其口徑，圖表五十八，五十九及六十皆可供二路法之採用。

一路法之汽帶連接管子口徑，可閱表六十一，表六十二示蒸汽速度不同時之管子口徑。直立管子之口徑可查表六十三。各式回水管之口徑可查表六十四。

上給式之管子口徑，可閱表六十五。

下給式之管子口徑，可閱表六十六，表六十七所示之管子口徑適用於家庭小住宅。

圖表第五十七
供給各種管子所需之受熱面表

管子口徑	受熱面之方英尺	
	低落 $\frac{1}{4}$ 磅	紙落 $\frac{1}{2}$ 磅
1	80	114
$1\frac{1}{4}$	145	210
$1\frac{1}{2}$	190	340
2	525	750
$2\frac{1}{2}$	950	1350
3	1550	2210
$3\frac{1}{2}$	2320	3290
4	3250	4620
5	5800	8220
6	9320	13200
7	13800	19620
8	19440	27720

管長一百英寸

圖表第五十八
二路蒸汽暖氣法連接汽帶之管子口徑表

散熱面方英尺	蒸汽管(英寸)	回水管(英寸)
48以下	1	$\frac{3}{4}$
48-96	$1\frac{1}{4}$	1
96-以上	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$

圖 表 第 五 十 九

蒸 汽 暖 氣 法 之 蒸 汽 管 口 徑

散 熱 面 (平方英尺)	蒸 汽 總 徑		蒸 汽 上 升 管	
	二 路 法 (英寸)	一 路 法 (英寸)	二 路 法 (英寸)	一 路 法 (英寸)
30	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$
100	1 $\frac{1}{2}$	2	1 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
150	1 $\frac{1}{2}$	2	1 $\frac{1}{2}$	2
200	2	2 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$
250	2	2 $\frac{1}{2}$	2	2 $\frac{1}{2}$
300	2 $\frac{1}{2}$	3	2 $\frac{1}{2}$	3
400	3	3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$	3
500	3	3 $\frac{1}{2}$	3	3
600	3 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$		
800	3 $\frac{1}{2}$	4		
1000	4	4 $\frac{1}{2}$		
1500	4	5		
2000	4 $\frac{1}{2}$	5		
3000	5	6		
4000	6	7		
6000	7	8		

圖表第六十 蒸汽暖氣法之回水管口徑

蒸汽總管口徑 (英寸)	回水管應有之口徑 (英寸)
1 $\frac{1}{4}$	1 $\frac{1}{4}$
2	1 $\frac{1}{2}$
2 $\frac{1}{2}$	1 $\frac{1}{2}$
3	2
3 $\frac{1}{2}$	2 $\frac{1}{2}$
4	2 $\frac{1}{2}$
5	3
6	3 $\frac{1}{2}$
8	4
10	4 $\frac{1}{2}$
12	5

此表錄自 Heating data sheet No. 129-H

圖表第六十一

一路蒸汽暖氣法汽帶連接管子口徑表

管子口徑 (英寸)	散熱面 (方英尺)
1	24 以下
1 $\frac{1}{4}$	24 — 60
1 $\frac{1}{2}$	60 — 80
2	80 — 130

圖 表 第 六 十 二

速 度 每 秒 十 英 尺		速 度 每 秒 十 五 英 尺	
管 子 口 徑	散 熱 (方英尺)	管 子 口 徑	散 熱 (方英尺)
1"	30	1"	50
1 $\frac{1}{4}$ "	60	1 $\frac{1}{4}$ "	90
1 $\frac{1}{2}$ "	80	1 $\frac{1}{2}$ "	120
2"	130	2"	200
2 $\frac{1}{2}$ "	190	2 $\frac{1}{2}$ "	290
3"	290	3"	340

圖 表 第 六 十 三

一 路 蒸 氣 適 用 之 直 管 口 徑 表

管 子 口 徑 (英 寸)	散 熱 面 方 英 尺			
	上 升 管		下 給 管	
	五 層	五 層 以 上	五 層	五 層 以 上
1	34	30	60	54
1 $\frac{1}{4}$	67	66	112	100
1 $\frac{1}{2}$	100	90	162	146
2	200	180	260	234
2 $\frac{1}{2}$	367	330	600	500
3	667	600	880	790
4	1333	1200	1600	1440

此表錄自 Heating data sheet No. 129-H

圖表第六十四 蒸汽一路法各種回水管之口徑

蒸汽管口徑(英寸)	乾回水管口徑 (英寸)	濕回水管口徑 (英寸)
1	1	$\frac{3}{4}$
$1\frac{1}{4}$	1	1
$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	1
2	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$
$2\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$
3	$2\frac{1}{2}$	2
4	3	$2\frac{1}{2}$
5	3	$2\frac{1}{2}$
6	4	3
8	4	3
10	5	4
12	6	5

圖表第六十五 上給式直管之口徑

管子口徑 (英寸)	散熱量 (方英尺)
1	30
$1\frac{1}{4}$	60
$1\frac{1}{2}$	80
2	130
$2\frac{1}{2}$	190
3	290
4	520

蒸汽速度每秒十英尺

此表錄自 Heating data sheet No. 129-H & I.

圖表第六十六 下給式直管之口徑

管子口徑 (英寸)	散熱量 (方英尺)
1	50
$1\frac{1}{4}$	90
$1\frac{1}{2}$	120
2	200
$2\frac{1}{2}$	290
3	340
4	800

蒸汽速度每秒十五英尺

此表錄自 Heating data sheet No. 129-H & I.

圖表第六十七 小住宅適用之管子口徑

散熱量 (方英尺)	總口徑 (英寸)	支管直管口徑 (英寸)	汽帶接口口徑 (英寸)
24	1	$1\frac{1}{4}$	1
60	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$
125	$1\frac{1}{2}$	2	$1\frac{1}{2}$
250	2	$2\frac{1}{2}$	2
600	$2\frac{1}{2}$	3	
800	3	4	
1650	4	5	
2300	5		
4100	6		
9600	8		

此表錄自 Heating data sheet No. 129-H & I.

蒸汽在管子內因流行而發生摩擦，故損失之能力亦須注意及之。其計算方法，如以 E_f 代所失之能力，則可用下列公式計算之：

$$E_f = \frac{f \times 2v^2 WL}{gd}$$

其中之 $g = 32.2$ ； $d =$ 管子口徑之英尺； $W =$ 每秒鐘蒸汽經過管子之磅數； $L =$ 管子長短之英尺； $v =$ 蒸汽在管子中每秒鐘之速率，亦以英尺計； $f =$ 摩擦係數，可用下式求之：

$$f = k \left(1 + \frac{3}{10d}\right)$$

其中之 k 為試驗所得之不變乘數，如水或空氣 $k = 0.005$ ，如蒸汽 $k = 0.0027$ 。

第三節 廢汽暖氣式

蒸汽自引擎中用過排出後，仍包含頗大之熱量；如不供他種用途或未受凝結時，可利用為暖氣之來源，並無甚影響於引擎，是廢汽之能利用亦經濟暖氣之成功也。惟須有所考慮者：蒸汽對於引擎及暖氣之相對用量；暖氣應用時間之長短；所用引擎之種類；所需之壓力；及該生力廠係新近築成者，仰已築成多時。

廢汽之第一步應用，為升高給水(Feed-water)之溫度，則

一年四季常可利用，且不需以物質增加引擎之回壓力 (Back pressure)。在普通情形下，約由引擎供給六分之一蒸汽，至多五分之一作為此用。

假設引擎中之蒸汽，以百分之八十放出變為低壓力蒸汽，其餘百分之二十，一部份變成工作，一部份為汽缸凝結時所失之熱，以此作一種估計，則除去增高給水溫度所需之蒸汽外，有 $0.8 \times \frac{4}{5} = 0.64$ 之蒸汽，能利用為暖氣之需。

當暖氣所需之蒸汽量，較由引擎能供給之蒸汽量小時，或用暖氣之季候甚短時，則利用廢氣以作暖氣極為經濟可靠。吾人可將節省燃料一項計算之，則無論如何其應用凝結器者，較應用正式蒸汽 (Live steam) 時，可節省多多。

在公事房、學校、商店、工廠，尤其在北緯度之區域頗適合用廢汽以作暖氣之用，即使裝置凝結器祇用於夏季，亦較經濟。然引擎之有高度回壓力，結果能使失去頗大之力量。其防止之法有二：其一，升高最初之壓力，即鍋爐壓力；其二，增加引擎之遮斷 (Cut-off)。引擎因使其工作經濟起見，皆有遮斷蒸汽之機關，故亦不能過分增加。增高鍋爐壓力則比較無甚困難。

一隻普通簡單之引擎升高三磅回壓力時，在普通情形下可增加五磅鍋爐壓力，其在引擎中之力量相同。

廢汽暖氣法中，因其壓力較鍋爐者甚低，故回水管必須用幫浦或回水塔勒浦 (Return trap)，廢汽常有不足供給全部暖氣之需，故必須補助一正式之蒸汽。此蒸汽第一須經過減低活門 (Reducing valve)，以減低其壓力而相應於該廢汽之壓力。

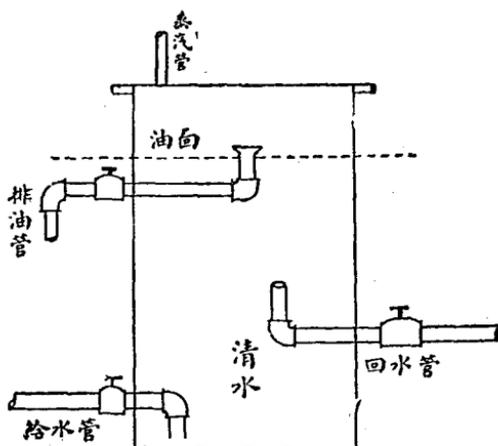
引擎並不能繼續不斷排出廢汽，因其在活塞每一上下時，有一固定之間斷。其量依據工作及速度而異。如工作甚輕，則其蒸汽亦少；因此緣故，供給暖氣用量，全視引擎力量之用途。在麵粉廠中之廢汽，實際上頗能相等，公事房中之引擎常用以發電，則其相差數甚大，尤其裝有電梯者。

因不規則之供給蒸汽，常有突然變動回壓力之事發生，其防止之法為從引擎接出之廢汽管，須連有比汽缸容量三十倍大之水箱。此箱可用一隔板以去引擎中之油污。

各種之管子排列法皆可應用，其須注意者，即灣頭活門等之另件愈少愈妙，以減少其阻力，總徑及支管須用較大之口徑。最好將總徑一直升至屋頂上，再向下分支管，因向下流之蒸汽較為可靠也。

排油器 (Grease Extractor)：——必須採用於廢汽暖氣法中，如圖六十八所示，油類集合於水箱面上，用溢水管排出。

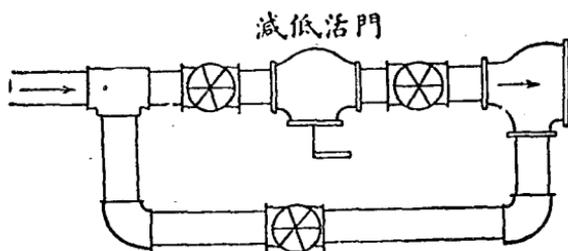
在蒸汽未進汽帶及管子以前，務需有排油器以去其油類，



圖六十八： 排油器剖面圖

不然在管子等內部即生有一層油衣，此種油衣能減低熱量之效果頗大。

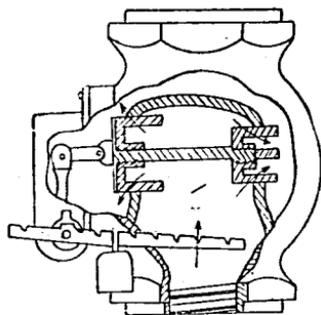
減低活門 (Reducing Valve) 之連接法如圖六十九所示。



圖六十九： 暖氣暖氣法中減低活門之連接法

5 英寸之活門適用於 8 英寸總徑上，4 英寸活門適用於 6 英寸總徑上，3 英寸者適用於 5 英寸總徑上， $2\frac{1}{2}$ 英寸者適用於 4 英寸總徑上。

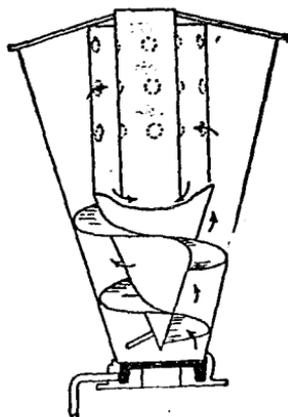
回壓力活門(Back Pressure Valve):——用以避免壓力之超出需要，圖七十所示之式樣適用於直管上，此活門有二隻面積不同之盤，二盤之總面積等於管子之面積，蒸汽壓力壓於二盤之相差面積上，當壓力壓於大盤上則開啓，壓於小盤上則其方向相反。活門之莖上接有鏈環及曲柄，曲柄上有一懸鐵錘之旋桿。當活門開啓時鐵錘升高，故鐵錘之左右移動，即能使壓力之大小也。



圖七十： 自動回壓力活門解剖圖

廢汽頭(Exhaust Head):——之式樣如分離器 (Separator)，放於廢汽管外板之頂部，用以防水之浸入。圖七十一所

示爲離心廢汽頭(Centrifugal exhaust head)。當蒸汽自底部入內時，由螺旋形之偏轉梯(Spiral deflector)使水有旋轉之運動；於是水受離心力衝出而流於底部低淺之水槽內，再流入滴水管(Drip-pipe)，再入房屋內之排水管(Drain-pipe)。蒸汽之行走方向，詳於圖中之箭頭。



圖七十一： 離心廢汽頭

自動回水幫浦 (Automatic Return-Pumps)：——常採用於廢汽暖氣工程中，使凝成之水自動回入鍋爐。此種幫浦（幫浦又名唧筒）係給水式，底部有一生鐵或熟鐵之水箱接於鍋爐。水箱內部有浮球，浮球接於有活門之槓桿上，而此活門接於連有幫浦之蒸汽管上。當水箱中之水平面至相當高度

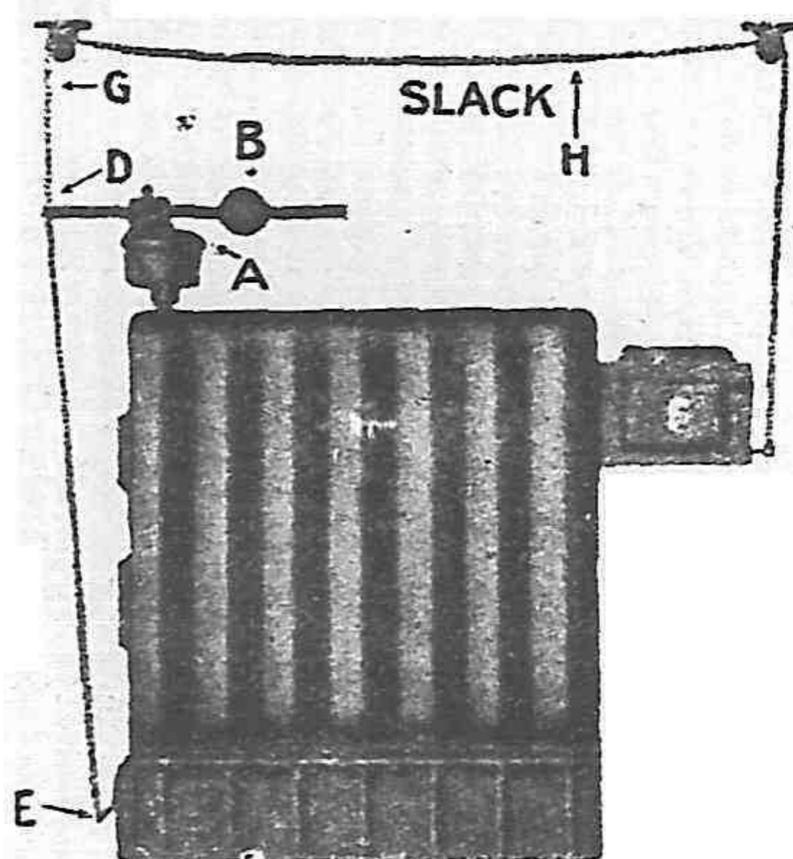
時，浮球即行浮升水面連帶將蒸汽之活門開啓，活門開啓後，則水面低落浮球即行沉下，於是活門關閉幫浦停止工作，有如是之裝置，水箱中之水面可繼續保持其固有之高度，故幫浦祇需在回水多時工作，無回水時亦能自動關閉。如採用乾回水管，則可一併接於承接器 (Receiving tank) 之頂部。如欲封閉橫管子，則此承接器須升高至相當高度，而將回水管接於在水平線下之底部。

水箱頂部與蒸汽總徑之間須接一平衡管，用以平衡其壓力；否則在水面上之蒸汽將凝結成水，而變成真空，而將回水管中之水吸入水箱中，於是正常之情形受其破壞矣，故平衡管不得不有也。

回水塔勒浦 (Return Traps)：——為一種祇走水而不走汽之機器，大都內部之組織係利用水銀之伸縮性，其進口處有一薄膜，下有水銀柱，當遇熱時，水銀柱膨脹推動薄膜，即能將進口遮斷，本此原理，於是較水溫度高之蒸汽即不能逸出，而回水因較蒸汽溫度低，故能通行無阻。

回水塔勒浦為各種蒸汽暖氣工程中不可缺少之物件，尤其小型或範圍較小之暖氣工程中，蓋此物能避免蒸汽之浪費，及幫浦之無謂工作也。

節制調節器 (Damper-Regulators):——每隻鍋爐皆須有此種設備,以便當壓力升至某一定度數時而自動關閉,壓力降低時自動開啓。



圖七十二： 汽鍋上之節制調節器

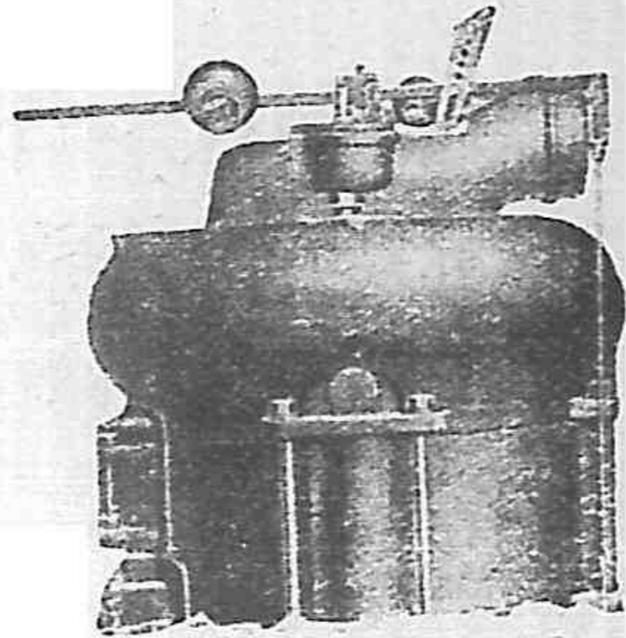
如圖七十二所示,為已裝置就緒之調節器。重錘 B 在圖中之地位,為當鍋爐內無壓力時,故此槓桿水平,而所連接之 D 鏈條將通風門 E 開啓,此鏈經過 G 滑車而至 F,中間需有足夠之寬鬆度,以備二處之門皆關閉時之長度。移動重錘 B,則槓桿傾斜,仿此理將重錘移至槓桿之某部,當所需壓力升高時,此桿為水平。

當壓力增高時,則通風門 E 能自動關閉,以適中燃燒。如

火勢頗高，壓力繼續增加時，槓桿 D 可再度向下傾斜，而將通風 F 開放，以節制其火勢。壓力漸低通風 F 亦漸關閉。如勢力低過需要度數時，則 E 能自動開放以節制之。

連接時須注意者，即 E 之開啓度不可太大，而 F 之開啓度須儘量大。

用 Arco 牌之鍋爐時，通風門須連有圓桿及如鵝頸之槓桿，如圖七十三所示，則任一通風門之關閉均在另一通風門開啓之前。



圖七十三： On Arco Boilers

管子之連接：——管子

排列方法皆視所用另件及其他情形而異，大概情形可序述如下。

蒸汽從鍋爐出來先經過頭部，再入有閘狀活門之蒸汽總徑。從總徑分一支管至引擎，另一支管通入房屋作為暖氣之用，此支管須有減低活門，旁通管及閘狀活門。從引擎發出之廢汽接連於在鍋爐頭部上之總徑，再向右分一支管，上接有回壓力活門。向左之支管，經過排油器而作暖氣之用。經排油器後其總徑與汽帶間之管子排列等，可參考直接蒸汽暖氣章。

第四節 蒸汽真空暖氣式

低壓或真空式(Low-Pressure or Vacuum System);—其他之蒸汽暖氣法中,其壓力常較大氣者為高,且其所以能循環者,依據凝成之水而回至鍋爐;汽帶中之空氣因蒸汽回壓力被迫飛出走氣活門(Air Valve)。然此式中之壓力,較之大氣壓力為小,且其循環作用並不用壓力,而用吸力,上海大新公司及廬山大廈之暖氣工程皆採用此式,此式較其他各式之利點有四,分述如下:

(一)如利用廢汽時,並無回壓力之發生,或因汽帶中之半真空反而減小其壓力。

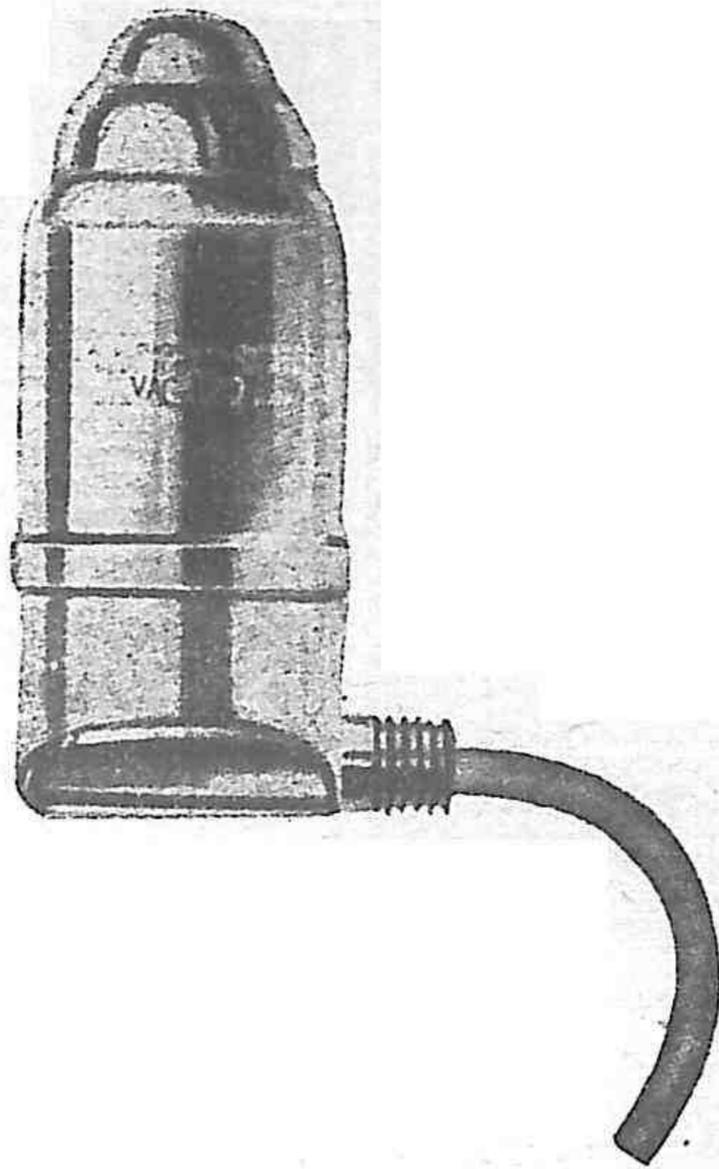
(二)因汽帶或盤香管等之散熱器內並無空氣之存在,故其全部空間皆充滿蒸汽,可完全作為暖氣之用。

(三)在回水管中,有極良好之排水,尤其適合於有較長之橫管子之暖氣工程中;並且可無響聲之發生。

(四)可用較小之回水管。

此種暖氣法亦有數種不同之裝置,今將普通老式之二種分述如下:

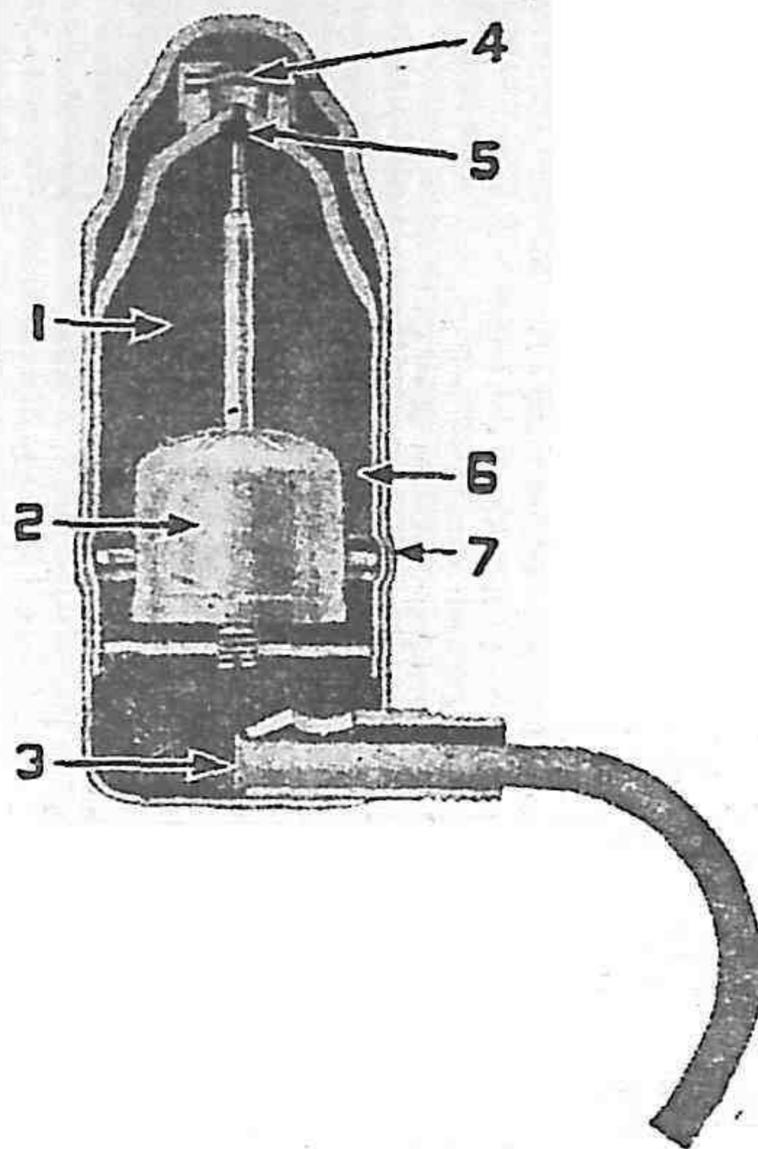
Webster System: —此式之每隻汽帶上皆裝有自動



圖七十四： 真空走氣活門外形

走氣活門，連接於幫浦之類之吸收機關，圖七十四所示為新式之一種真空走氣活門，圖七十五為其解剖；(1)為大分離室，其地位足以將空氣與水分離，而純粹將空氣放出。(2)為漂浮體，內有易揮發之液體，外圍密閉以保持內部真空，蒸汽溫度高時可使內部膨脹，在底部之膜即能因膨脹而自動關閉。(3)為虹吸管。(4)英名為Hand-ground Monel Air Seal，能使汽帶中之空氣自由溢出，而不能使外部空氣逸入。(5)為無坐塞頭，

可避免外面之水受微管作用。(6)爲在漂浮體及外壳之間之空隙積，當虹吸作用時，可使水從活門內排出。(7)爲圓體相接處。

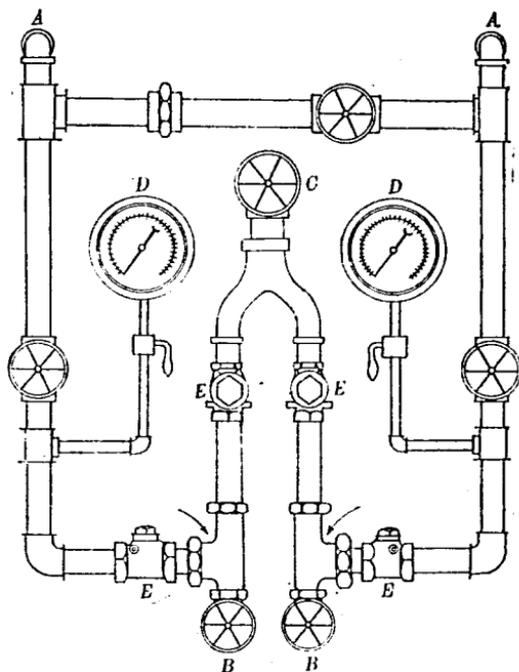


圖七十五： 真空走氣活門解剖圖

此式又一特點爲能調節蒸汽之量，以適應氣候之不同。如在早春之稍溫和氣候，可少放蒸汽入汽帶，則蒸汽之凝結少而散熱量亦少。

Paul System:——在此式中其吸收機連接於走氣活門，並不連接於回水管，其造成真空者，不用幫浦而用蒸汽噴射器 (Steam ejector)。回水管接於儲水池，再使之入鍋爐，此種噴射

器稱之曰 Exhauster。圖七十六中之箭頭即爲此種噴射器及其連接法。



圖七十六： Exhauster 之接連法

A 爲從走氣活門來之回水管，連接於 Exhauster 如圖。
 蒸汽從活門 B 可經過一小部份；其蒸汽與水之混合物，經 C 管
 放射至外板。D 爲指示蒸汽壓力之壓力表；E 爲卸克活門。此

式之利點，在於能迅速排除汽帶及管子中之空氣，故能循環無阻而便於散熱。在大部份情形下，足使壓力低於大氣壓力。

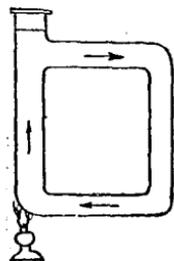
如利用廢汽以暖室，則汽帶方英尺宜稍加大，因蒸汽溫度頗低也。大概較之用普通蒸汽者，須加大百分之二十左右。

第五節 直接熱水暖氣式

此法與直接蒸汽暖氣法之裝置相同，惟蒸汽以熱水代替而已。

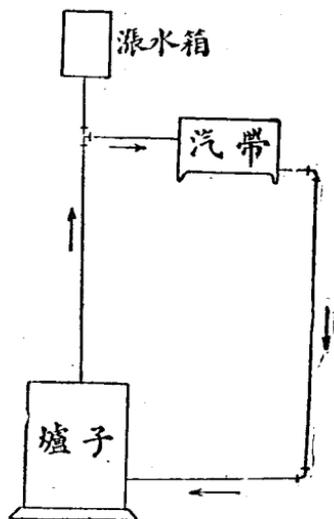
熱水於管子中之能循環流通，全依溫度升高時水重之相差而來，當水受熱後即行膨脹，非但體積增大且體重減輕，故向上流行，冷水於其相反情形下，向下以遞補熱水之地位，如有不斷之生熱，即能得不斷之循環。其循環之速度，視出鍋爐之熱水與回至鍋爐冷水二者相差溫度之多少而異，其汽帶離鍋爐之高低亦有關係。即自鍋爐至汽帶，其橫管子之長短，亦影響流行之速度。

今以圖解此熱水能因溫度不同，而能循環之理。如圖七十七所示之玻璃管，中盛以水，其上部之水可略加顏



圖七十七. 熱水暖氣之原理

色，當此管置平時，管中之水一無流動之狀，因二面之水柱趨於平衡狀態也。然以一火酒燈置於左面時，則不久即有水泡發生向箭頭所示之方向移動，少待即可見上面有色之水亦向箭頭之方向流動。此理即當左面之水受熱時，旋即膨脹，體輕，而向上升，右面之水即因較重而向左面流，於是水能循環不息矣。如此火酒燈換一鍋爐，玻璃管換為白鐵管（Galvanized pipe），上面再接一汽帶則即成為熱水暖氣法，如圖七十八。



圖七十八：熱水暖氣之最簡單排列

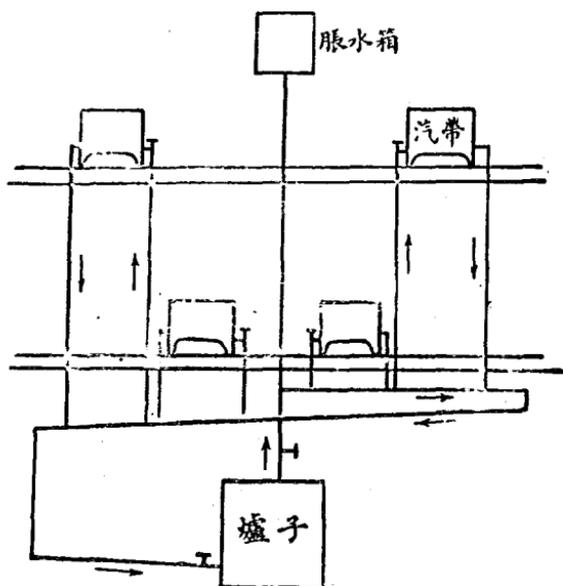
汽帶之散熱，因給水管與回水管相差溫度多寡而異，火爐能繼續供熱，此熱水亦能繼續發熱，及繼續循環。給水管與回水管相差溫度愈高，其相差重量亦愈大，且循環速度亦愈快，汽帶離火爐愈高，其水之循環速度亦愈快，因其重量相差大也。總括言之，能影響熱水循環者有下列三種：

1. 給水管及回水管中熱水相差之溫度。
2. 汽帶離火爐之高低。
3. 橫管子之長短，概橫管子之阻力(Friction resistance)頗大也。

循環之種類：——有二種，其一依據給水與回水相差之溫度（即相差之重量）而循環者，稱之謂重力循環（Gravity circulation）；其二依據幫浦(Pump)之力而循環者，稱之謂壓力循環(Forced circulation)，前者用之於家庭住宅等之小型建築，後者用之於公廬等之大型建築，尤其需用較長之橫管子時。

重力循環通常採用片狀式生鐵鍋爐，熟鐵管狀式鍋爐亦可應用。壓力循環常採用自蒸汽機所排出之廢汽(Exhaust steam)以生熱。離心幫浦(Centrifugal pump)及輪流幫浦(Rotary pump)最為合式，再用馬達或蒸汽機拖動更為完美。

管子之排列：——與用蒸汽者略同，須使熱水從火爐中升至汽帶，再由汽帶回至火爐，以使熱水能循環自如為原則，普通之排列法如圖七十九，其總徑及支管皆向上傾斜，其回水管則與其平行，即向下傾斜。其須注意者，即每根支管之斜度須



圖七十九： 公寓適用之熱水暖氣管子排列法

相等，即使其阻力摩擦力相等，而各處汽帶始能得同等之熱流。熱水暖氣中又有一特性，即管子中必須光滑，而無各種石

子泥磚等之突起物，如某處管子稍有一二塊小石子，則某部之汽帶即有不熱之感，因入該處之熱水遇有小阻礙時，早折向流水通暢之處去矣。

有數位歐美工程師，常喜採用一根管子迴繞全部房屋，以供給全屋之散熱，此雖為一簡便之排列法，然在實際上，一路法之管子在十英寸以內者尚可，如需用十英寸以上之管子，則以排列二路法為佳。

在可能範圍內，鍋爐最好放在房屋之中心部份。如是則其結果必能使各處汽帶溫度平均，較之用一根長管子實相差多，概長管子盡頭處之溫度無疑甚為低弱也。

圖七十九所示之排列法，與蒸汽一路迴龍法相似，惟其汽帶有二端相接。此法適用於公寓，因其每層有一生熱爐，而可省去在地層中之一半回水管。其上升給水管係自總徑之頂部接出；其回水管則可接於該管距離不遠之邊上，背鍋爐而行。當採用此法時，則距鍋爐略遠之汽帶，其方英尺須稍加大，以防其溫度低弱也。

如一層有十間房子，則其盡頭處之汽帶，須增大百分之十以上，中間者亦以成比例為佳。

今將適用於熱水暖氣之分佈管排列法，試分述於下：

一路法：——如蒸汽暖氣中之一路迴龍法。圖八十示此法

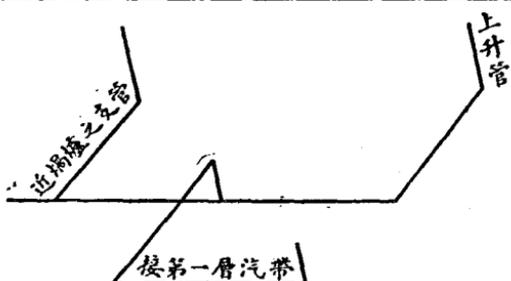


圖八十： 熱水暖氣一路法管子啣接情形

之管子啣接情形，給水管係自總徑上面接出，概上面之水為最熱者；而回水管相接於總徑之旁邊，使冷水自管子下段回至鍋爐。大型建築物不適用此法，概此一根管子必須口徑大者方足敷用，且甚長，而至中部其熱水與汽帶回出之冷水常混和而降低其溫度，故在後部份之汽帶，常有溫度不足之感。

二路上給法(Two-pipe Up-feed System)：——此法之管子，須自鍋爐起向上傾斜，每十英尺傾斜一英寸為最佳。氣室務須極力避免，概空氣之能阻熱水流行不亞於磚塊石子也。

在地層中，靠近鍋爐之支管，可在總徑之旁邊接出，如此則靠近鍋爐支管之熱水不致太熱，而以後總徑內之熱水亦不致溫度太低。第一層之汽帶，則給以優先之接出，如圖八十一



圖八十一： 熱水暖氣二路上給式管子連接情形

所示。總徑盡頭處，可較前部稍大。橫管子不得小於 $1\frac{1}{4}$ 英寸，在可能範圍內愈短愈佳。

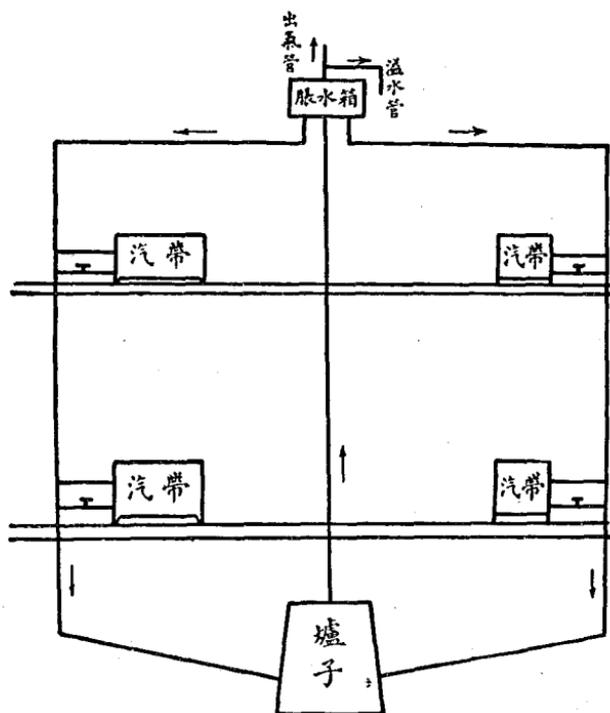
回水管之傾斜度及方向與給水管同，故普通平行而行。

下給法(Overhead System)：——圖八十二所示即為此式之一，由一根上升管自鍋爐直升至漲水箱，從此箱再二面分管接至各汽帶。此式之最大之利點，能利用屋樓 (Attic) 隙地而可免除空氣之存在，因空氣直接升至漲水箱後，即由上面出氣孔逸出，故各汽帶皆可免除裝走氣活門之麻煩。

其總徑及支管須向上升管傾斜——即向下傾斜，以使空氣入漲水箱經出氣孔逸出。

漲水箱：——各式之熱水暖氣中，皆應接有此箱於最高處。在無論何種情形下，此箱須接一條絕對不關閉之管子，來自鍋爐。當水熱時，因溫度升高而膨脹其體積；此漲水箱之所

以供給漲水之地位也。



圖八十二： 熱水暖氣之下給式管子排列法

漲水箱通常用厚白鐵做成，亦可橫置，亦可直立。自鍋爐來之管子，接於箱之底部，出氣管開於頂部。溢水管接於箱頂旁邊，一端須接排水管以防水滿時溢出。鍋爐及漲水箱均須用

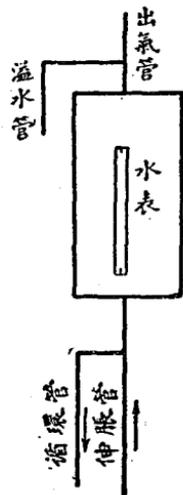
給水管連接，前者當初次加水時，則全部管中空氣皆可趕至漲水箱，自出氣管逸出。以後之加水可直接加至漲水箱，外裝水錶可視箱內水之高低。

如此箱置於屋頂氣樓時，則在冬季須預防其冰凍，伸漲管須接於箱內六英寸，循環管從箱之低處接出，相接來自上層汽帶之回水管。如是則能有循環運動而防冰凍。圖八十三示上述之連接法。

此箱容積之大小，依據全分佈管中水之容積，及熱水之溫度而異。下述為計算熱水箱之方法：

散熱之方英尺 $\div 40 =$ 熱水箱容積
 之加倫數。

壓力循環：—— 因鍋爐間地位之不良，或房屋甚廣大者，常利用幫浦之力以使水循環，其結果較重力循環之速度快甚。此式常因靠近電燈廠，而便於利用從引擎排出之廢汽以燒熱管狀式爐中之水。此式之總徑管可較重力循環用者小，因水能攜帶多量之熱力。回水管之口徑亦可因而減小。

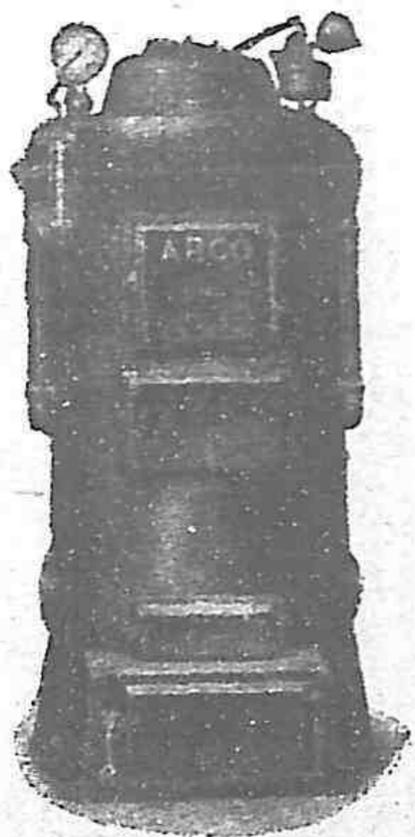


圖八十三：
 漲水箱之管子連接圖

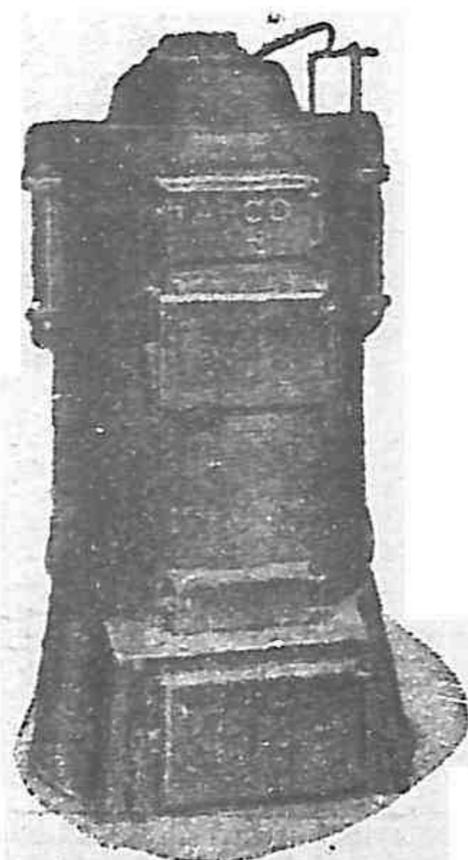
鍋爐之連接：——如用單個鍋爐，則其連接法與用蒸汽者同，惟可不用卻克活門。

其採用二爐合併者，則活門之裝置須有安全活門(Safety valve) 當一隻鍋爐關閉時，而燒另一隻鍋爐，如不開啓活門，則因水膨脹之壓力以致將鍋爐爆裂。惟現在所用之熱水爐子，皆不用安全活門。圖八十四示管狀式及片狀式有無安全活門之比較，可知燒蒸汽之爐子均有安全活門之裝置，而現時之熱水爐子，大都不用安全活門。

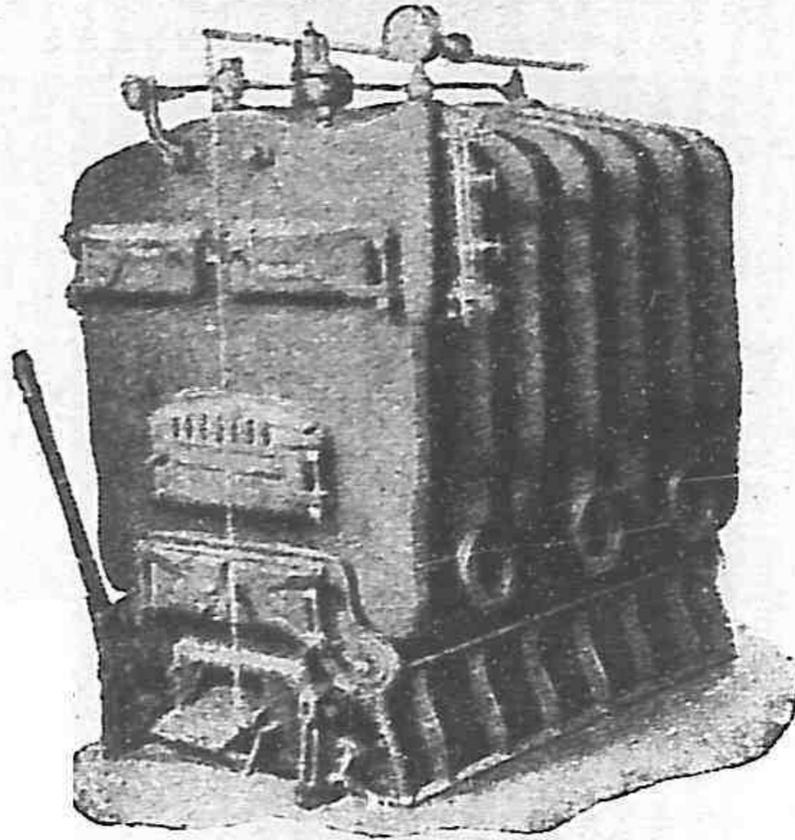
汽帶之連接：—— 汽帶之方英尺如爲 40，則用 1 英寸管



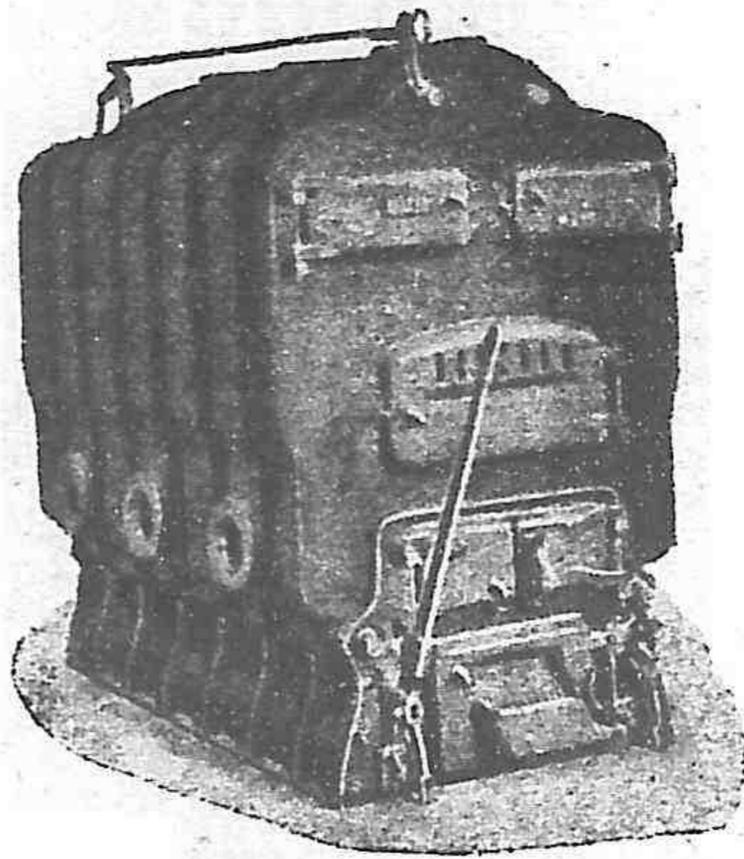
燒蒸汽之管狀式爐子



燒熱水之管狀式爐子



燒蒸汽之片狀式爐子

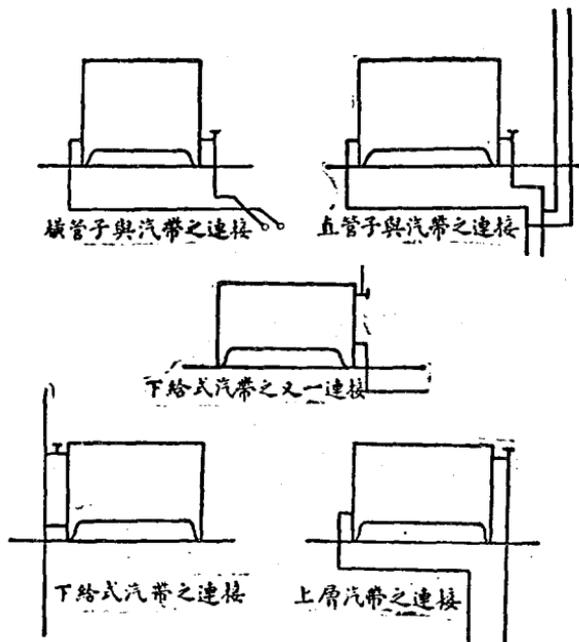


燒熱水之片狀式爐子

圖八十四： 蒸汽爐子與熱水爐子之比較

子連接；72方英尺用 $1\frac{1}{4}$ 英寸 72 方英尺以上可用 $1\frac{1}{2}$ 至 2 英寸管子連接。第一層以上之管子，如橫管子頗短，則汽帶之連接管可略小。

其管子之連接式樣頗多，下面圖八十五所示之五種式樣為通常所用者。



圖八十五：熱水暖氣式汽帶之各種相接

假設圖八十二之熱水有 180 度，回水有 160 度，則每層失去十度；即在二層時為 180 度，離開二層時為 170 度，待再經過一層之汽帶時，則為 160 度。其平均溫度在二層為 175 度，在一層為 165 度，假使室內外溫度相差 50 度時，則在二層之效果為 $175 - 50 = 125 \times 1.5 = 187.5$ ；一層之效果為 $165 - 50 = 115 \times 1.5 = 172.5$ 。則一層之汽帶須較二層稍大，其比例為 172:187。

如是可知，欲使各層汽帶之溫度效果相等，則應自上而下，每層增加汽帶之方英尺百分之十。但由著者經驗得知，增加百分之五已足，因向下之給水管，其能入汽帶之熱水祇給水管中之一部份而已。

採用二路法者，吾人可假定其各層之溫度相同。即二三層之小住宅，吾人亦可假定各層之溫度相同；祇十數層之高建築可採用上述之比例增加之。

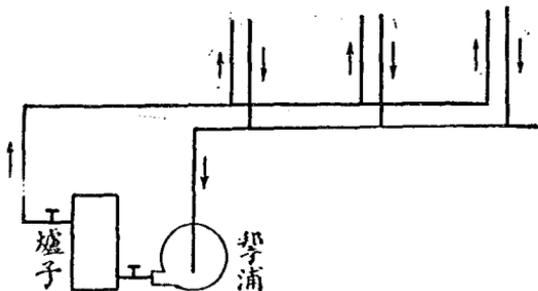
如用盤管散熱，則其連接法可參考蒸汽暖氣章。

第六節 熱水壓力循環暖氣式

有時因爐子間之地位不良，或距房屋甚遠，或不能在房屋之底部及中央，則必須借幫浦之力以使熱水循環，此式之利點

頗多，如廣大之房屋亦能得良好之循環，且其速度高而散熱量
大，故通常設計者皆喜採用此壓力循環之暖氣式。鍋爐之應
用，與重力循環者同，或可利用附近電燈廠中之廢汽，以熱管
狀鍋爐中之水。有時可用經濟器 (Economizer)，放於爐子煙
囪處，以使節省一部份之熱量。

管子之排列；—— 一路二路均可適用，二路者如圖八十
六，上水管與回水管並列而行，前者可減小其口徑，後者因不
用支管故須增加其口徑。

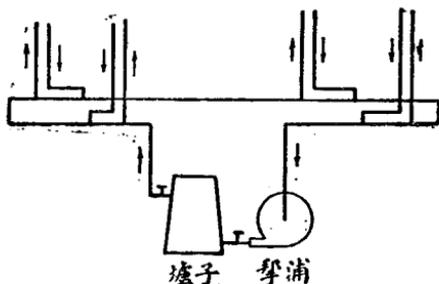


圖八十六：熱水壓力循環式管子二路排列法

上升管中水流之能流動，全因給水管與回水管中壓力之
相差，故愈近幫浦其壓力愈大，而水流亦愈速。上升管應裝一活
門(Throttle-valve)，用以避免短距離循環(Short-circuiting)，
而使全部房屋分佈平均。

圖八十七示一路迴龍法，此與重力循環者無甚差異，所不

同者，即應用於廣大之建築仍有良好結果。此法之總徑管繞全房屋一次，盡頭處接連幫浦，以吸水回至鍋爐，待燒熱後仍上升通至汽帶，如此循環不息以散熱暖室。



圖八十七： 熱水壓力循環式管子一路排列法

總徑與支管之大小：——當應用幫浦以助熱水循環時，水流之速度可不依靠熱水之溫度及房屋之高低，祇須視水之總容量及水流之長度而已。水之總容量可用下列方式計算之：

$$Q = \frac{R \times E}{500 \times T}$$

Q = 每分鐘需水之加倫數。

R = 所供給散熱面之方英尺數。

E = 每分鐘每方英尺散熱

T = 熱水循環一週所降低之溫度，即自爐子出口與回水進口之相差溫度。

壓力循環式中之熱水，其流動速度頗高，故相差溫度約三

四十度。

水之容量既可算出後，即能將總徑之大小求出，設水之速度在六英寸左右之管中為每分鐘四百至五百英尺，八英寸以上管子約有六百英尺，三英寸以下之小口徑管子，則約有二百五十英尺至三百英尺。於是再求出將水壓至管中有上述之速度時所需之壓力，此壓力普通約在六十英尺左右。

在暖氣工程中之水，仍有其本身平衡狀態之趨勢，故因其前後密度之不同照理可發生循環。然在暖氣工程中之水，因其需經過較長之管子，很多之汽帶及管子上彎頭活門等另件，故水之平衡力量必須超過上述種種阻力 (Friction)，然後始能循環。

在計算水之阻力時，因總徑管子中者較大於汽帶中者，故通常祇須計算總徑管子中之阻力。如管子上每有一個大轉彎則須另加四英尺，每一個小轉彎另加九英尺，每一個六英寸卸克活門另加五十英尺，每一個四英寸卸克活門另加二十五英尺，球活門亦同。

圖表八十八所示者，為各種情形下管子口徑之大小及其阻力，今舉例以明之：

例一：設某暖氣工程中，全宅循環管子長六百英尺，每分

鐘需水 480 加倫。此管子有十二個小轉彎，及一個卻克活門，則此管之口徑需若干英寸？

查表八十八，480 速度者可以五英寸管能得相等之水量，於每一百英尺得 4.9 英尺之壓力。

圖 表 第 八 十 八

管子口徑	三英寸		四英寸		五英寸		六英寸		七英寸		八英寸	
	容加倫	阻力	容加倫	阻力	容加倫	阻力	容加倫	阻力	容加倫	阻力	容加倫	阻力
300	110	3.41	195	2.56	306	2.05	440	1.70	600	1.46	783	1.28
480	176	3.16	314	6.12	490	4.9	705	4.08	959	3.49	1253	3.06
540	198	10.1	352	7.64	550	6.11	794	5.09	1079	4.36	1410	3.82

其實在總徑之長，為

$$600 + (12 \times 9) + 50 = 758 \text{ (英尺)};$$

故其總壓力為 $4.9 \times 7.58 = 37$ 英尺。所得之壓力及速率尚能合乎實際。如欲減低幫浦之力量，則管子之口徑須增大，故圖表八十八所示六英寸管子能得相同容量之水，於每一百英尺長有二英尺阻力或阻力等於 $2 \times 7.58 = 15$ 英尺。

上升管之大小與用重力循環者同，如圖八十六之用雙管者則可稍小，普通約減少 $1\frac{1}{4}$ 英寸。

幫浦：——幫浦以有活塞之離心幫浦最爲合適。其構造頗簡單，不用活門，能有連續不斷之水流，對於低壓力尤有較好之效果。

在普通情形之下，離心幫浦之效果，約有三十五英尺之壓力 (Head)；特快之幫浦有五百英尺以上之壓力。通常應用百份之七十效果已足；用之於熱水循環平均祇百份之五十效果。

拖幫浦所需之馬力，可用下式計算之：

$$\text{H.P.} = \frac{H \times V \times 8.3}{33000 \times E}$$

H = 阻力 (Friction head) 英尺數

V = 每分鐘所出水之加倫數

E = 幫浦之效率

離心幫浦之式樣種類頗多，故可擇其合乎各種條件之一種，詳載於各該製造廠之說明書。

爐子：——如採用管狀式爐子，則其全部爐殼皆可裝滿管子，不必留蒸汽之地位。

欲避免熱水自進口至出口直接流動，可用隔板 (Baffle-plates) 以使與全部受熱面接觸。

如用蒸汽以熱水，通常皆使蒸汽於管之外面，水在管之裏面。

欲計算爐中管子受熱面之必需大小時，普通定其效果爲每句鐘每方英尺面積約二百 B. T. U.，當蒸汽與水每相差一度時。

此暖氣式以用較高之溫度爲佳，最高時二百度，回至鍋爐時降低四十度爲合式。如利用廢汽則在大氣壓力之下，其汽與水相差溫度爲 $212 - 180 = 32$ 減，則每方英尺受熱面爲 $200 \times 32 = 6400$ B. T. U. 之效率。

則 $6400 \div 170 = 38$ 方英尺爲直接暖氣式之散熱面，可以於爐子中每方英尺之管子面供給之。

管子大小：——供給汽帶管子之大小，依據 1. 汽帶方英尺之大小；2. 從鍋爐至該汽帶之高低；3. 從鍋爐接至汽帶所需管子之長短；4. 給水管與回水管相差溫度之多少。

照上述方法計算管子之大小，不易一時算出，故著者特排成一表（八十九）以便讀者查閱。

圖表八十九示直接散熱面之方英尺，於各種大小之總徑及支管，及不同長短管子情形下。適用於橫管子。圖表九十則適用於直立管。

此二表皆以相差溫度十七，高低十英尺，低落壓力半磅所計算。

圖表第八十九

各種長度之管子及散熱面之方英尺所需管子口徑表

管子 口徑 (英寸)	管子長 (方英尺)						
	100	200	300	400	500	750	1000
	直接熱水散熱面 (方英尺)						
$\frac{3}{4}$	35	24	20				
1	76	48	44	39	35	27	24
$1\frac{1}{4}$	152	100	82	74	60	50	46
$1\frac{1}{2}$	268	166	132	118	100	86	74
2	494	378	248	296	256	210	180
$2\frac{1}{2}$	1000	620	510	440	416	360	290
3	1900	1140	860	820	740	600	530
$3\frac{1}{2}$	2660	1660	1400	1210	1160	904	784
4	3240	2300	1900	1680	1524	1270	1160
$4\frac{1}{2}$	4440	3100	2500	2000	2270	1600	1400
5	6000	4000	3300	2900	2600	2100	1920
6	9450	6200	5400	4000	4400	3400	3000
7	14500	10000	7900	6800	6000	4550	4300
8	19600	13700	10000	9700	9050	7000	5900
9	26200	18600	13900	12400	12000	8900	8200
10	30200	24000	20000	16000	15300	12500	11900
12	49000	30000	31500	27000	24000	20000	17800
14	72500	51000	42000	35600	33000	25400	22200
16	100500	74500	60000	47000	45000	36800	32200

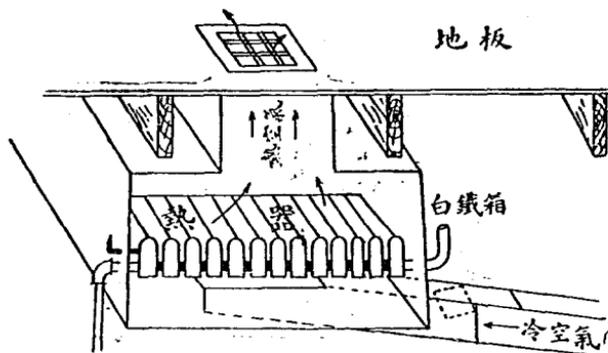
圖 表 第 九 十

熱水暖氣法管子大小及汽帶連接表				
管子口徑	第一層	第二層	第三層	第四層
$\frac{3}{4}$	40	50	60	70
1	70	80	90	100
$1\frac{1}{4}$	110	120	135	150
$1\frac{1}{2}$	180	195	210	250
$2\frac{1}{2}$	300	350	400	500
英 寸	方 英 尺	方 英 尺	方 英 尺	方 英 尺

第七節 間接蒸汽暖氣式

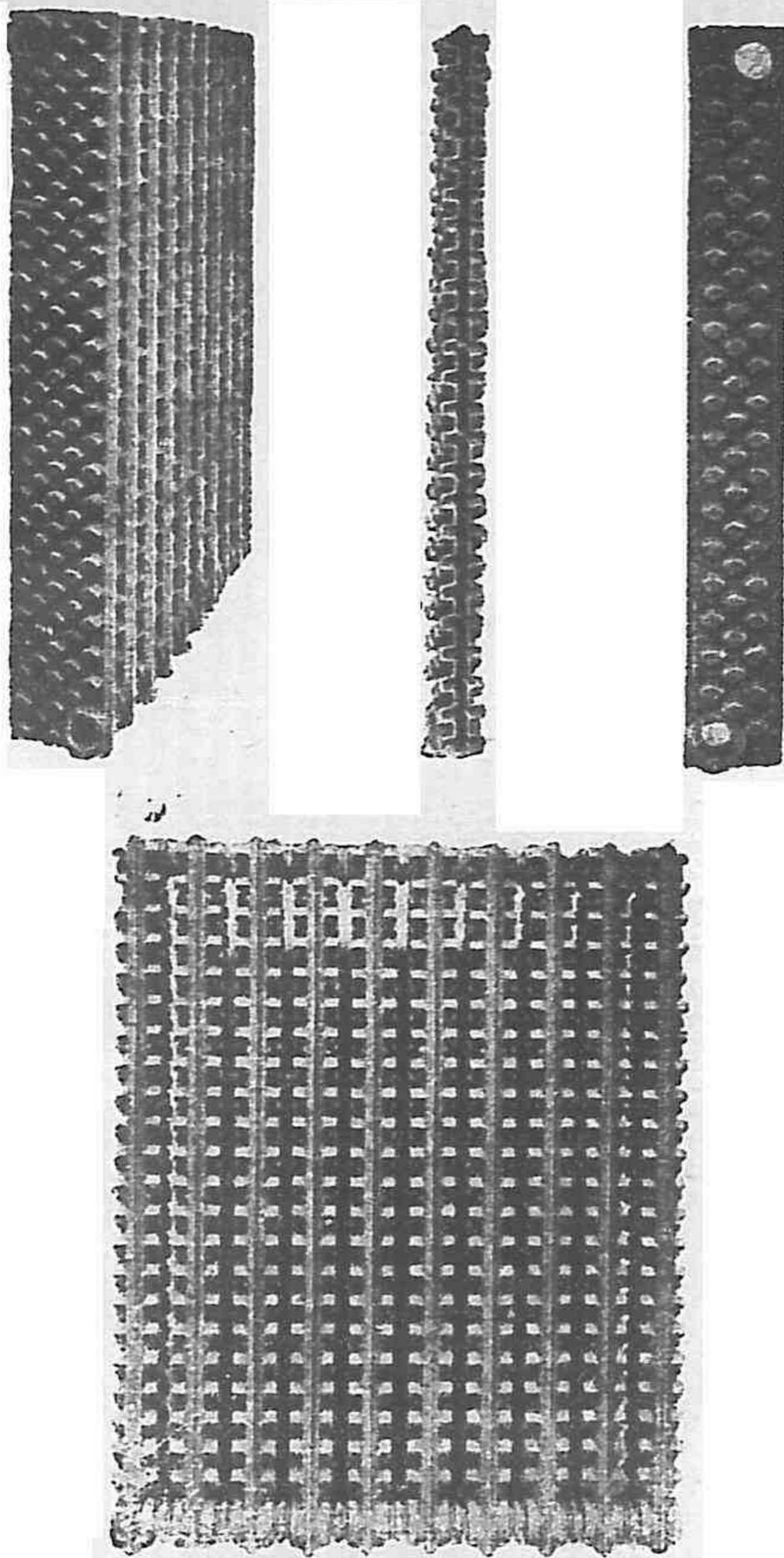
間接蒸汽暖氣式 (Indirect steam heating system) 與熱空氣暖氣相若，雖間接式有種種利點，但甚少採用於中國暖氣工程中，惟其特點頗多，可供中國暖氣工程界之參考，故仍述之。

蒸汽之用間接法暖室者，有一特製之熱器放置於地板之下，外有白鐵或磚牆作圍成箱形。冷空氣箱接於該熱器之下，暖氣管則接於其上並連有調節器。如房間大者，可將熱器分成數只，或因其橫管子短者，可用二三只之調節器，圖九十一示一橫斷面之熱器裝置情形，冷空氣箱從下面送冷空氣入內，冷空氣經熱器之空間而至上面成爲熱空氣，旋即上升入室。



圖九十一： 在地板調節器下之間接蒸汽熱器

間接用熱器之式樣頗多，圖九十二為一有十片熱器之各方面圖形。此種熱器，亦能如汽帶之一片一片拆散或接合，以應各種需要。每片稱之謂 Section，數片合成稱之謂筒 (Stack)。有時熱器用磚砌於地層之上，而不如圖九十一所示。此種間接暖氣非但空氣新鮮，並且通風良好，故歐美之學校、醫院、教堂等多採用之，間接暖氣如與火爐熱空氣之暖氣相比較，則前者可不受外界風力之影響。如無甚長之橫管子則熱器可與調節器相接近，大型建築之必須裝數只火爐 (Furnaces) 者，如用間接蒸汽暖氣則祇需一只鍋爐，而增大熱器之尺寸以適應環境，其利點即在生火處祇一個已足。其他之利點為受熱而及爐格



圖九十二： 十片式熱器之各方面圖樣

面之比率皆較火爐為大；故其結果能使大量之空氣，溫暖至適當之溫度，並無少量高溫度空氣之弊，故得有良好品質之不乾

燥空氣。直接及間接式常相混而用，住室及臥室可用間接式以利通風，走廊、門廂等處可用直接式，因其祇需溫暖已足。

熱器之效果：——間接式熱器之效果依據其(1)式樣，(2)蒸汽與其週圍空氣之相差溫度，(3)以及空氣經過熱器時之速度。在普通住宅建築之情形下，間接散熱器每方英尺每句鐘可散 2 B. T. U.，當蒸汽與空氣每相差一度時。假設蒸汽壓力為二磅，室外溫度為零度，則其相差溫度等於 220° ，而其效率為 $220 \times 2 = 440$ B. T. U. 每方英尺散熱面每句鐘。如室外溫度為 20° ，則其效率等於 400。用此種方法於各種蒸汽壓力各種室外溫度皆能計算出其效果。如學校等建築之需用大量暖氣者，則須有較高之效率，因其空氣經過熱器之速度增加也。如效率 400 用於住宅，則效率 600 用於學校，此相應於每句鐘每方英尺散熱面可散 2.7 B.T.U.，當蒸汽與空氣溫度每相差一度時。

間接蒸汽之原理，與熱空氣者相同。一部份之散熱需升高新進入之空氣溫度，另一部份之散熱則彌補牆窗因傳導而失之熱量。計算受熱面之方法，完全依據該房屋所需之空氣量。在學校或大禮堂之情形下，其空氣量頗大，則其計算方法可照下述進行：

第一算出因牆窗之傳導所失之 B. T. U. 數；再加因通風

所需之 B. T. U. 數。第二將此二項之得數，用散熱器之效率除之。舉例以明之：

有一學校，其牆窗因傳導所失熱量為 36,000 B. T. U.，空氣供給量為每分鐘 100,000 立方英尺，當室外另度時，問需若干方英尺散熱面，方可暖室及通風？

$$\frac{100,000 \times 70}{55} = 127,272 \text{ B. T. U. 因通風所需之熱量。}$$

(詳於第八頁)

$$36,000 + 127,272 = 163,272 \text{ B. T. U. 所需之總熱量}$$

$$163,272 \div 600 = 272 \text{ 方英尺之散熱面}$$

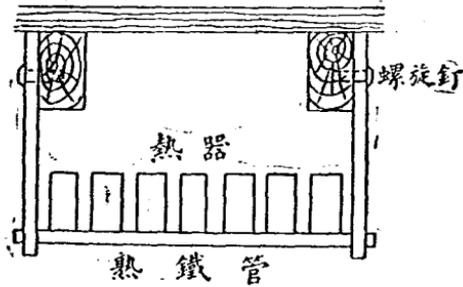
如應用於住宅，則其所不同處，因有較大之暴露面，而祇有二三人居住，如需用少量之空氣以暖室，則必須有甚高之空氣溫度，由實際上間接暖氣之散熱面約大於直接暖氣者一半，故吾人仍可用直接蒸汽法計算出其散熱面，再將其結果乘 1.5。

醫院之情形，界與學校住宅之間，空氣供給量依據居住之人數而異。

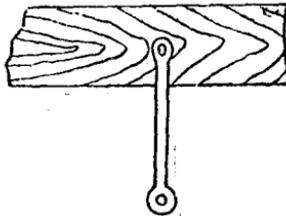
熱器之箱(Heater Casings)：——通常用白鐵製成，有小螺釘以分隔之，以便於當修理時之隔離。大型之熱器常用磚作圍，厚約八英寸，其頂部蓋一層泥灰及磚，用熟鐵條支持之。有時用石綿代替磚。其他部份亦覆以同樣之材料。

如一只熱器供給數只氣管或調節器時，其與暖空氣室之連接可參考火爐暖氣式。如用白鐵作箱，則熱器用吊柄支持於地板上。圖九十三示熱器吊於木板上之情形，如地板為防火建築，吊柄可穿過磚砌，而用螺絲帽及座鐵；或可吊於橫鐵條上。如用磚作箱者，熱器可用鐵管或小工字鐵支持之，鐵管或工字鐵可砌於牆內。

圖 九 十 三



木板樓板懸掛熱器之情形

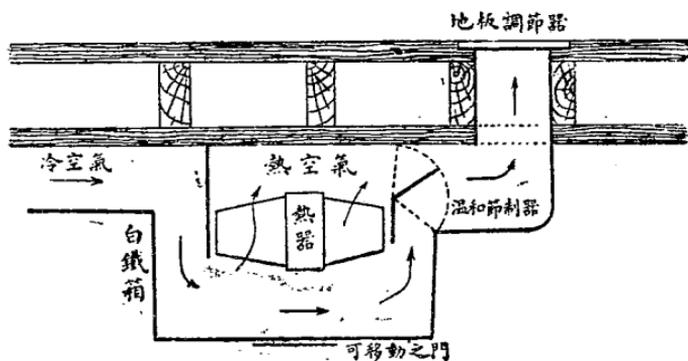


側 面 圖

熱器上暖空氣之地位，不得小於8英寸，大型之熱器應用

12 英寸。下面冷空氣之地位可較之小一二英寸；如房間很多，則可與上面暖空氣地位同。

節制器(Dampers)：——普通白鐵箱中節制器之排列法，可參閱圖九十四，冷空氣管由進口窗經地層之頂而來，接入於熱器下面之冷空氣室。通過熱器之空間，再經過調節器升入室內，詳於圖中之箭頭。如節制器在最低之地位，則所有之空氣能全部經過熱器而上升；但節制器之地位如圖九十四所示，則一部冷空氣將不經過加高溫度而逕自入室，亦如箭頭所示。故變動節制器之地位即能變動入室暖氣之溫度，而不必節制所入空氣之量也。



圖九十四：普通白鐵箱中之排列法，節制器位於熱器及調節器之間

此式之缺點，空氣未能充分混和即行入室；即暖空氣祇能升高調節器之一半，如節制器與調節器之距離短時，此種弊病

更顯著。圖九十五示外圍爲磚牆者。冷空氣可大量進入冷空氣室，位於熱器之下如圖所示，節制器之功用在於混和其冷熱空氣，此式又可用多隻氣管或調節器連接於一只熱器上，每只連接之調節器下皆用一混和節制器。

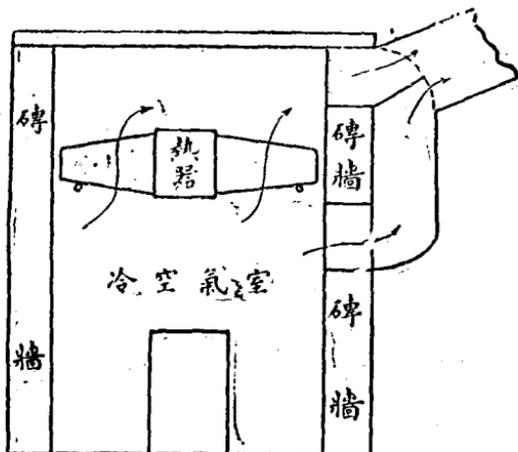


圖 九 十 五

使空氣冷熱成比例之其他方法，可在熱器上之熱空氣室分成數段，用白鐵板隔之，每隔之地位以適足每間房屋之受熱面，如冷空氣之供給頗足，則用隔板之方法其結果一定圓滿。

如欲免除上述空氣之未有充分混和而入室內之弊病，則可將此混和節制器放於冷空氣進口處，如圖九十六所示。當此節制器放於最高之地位時，則全部空氣在達到調節器之前必

欲計算爐中管子受熱面之必需大小時，普通定其效果爲每分鐘每方英尺面積約二百 B. T. U.，當蒸汽與水每相差一度時。

此暖氣式以用較高之溫度爲佳，最高時二百度，回至鍋爐時降低四十度爲合式。如利用廢汽則在大氣壓力之下，其汽與水相差溫度爲 $212 - 180 = 32$ 減，則每方英尺受熱面爲 $200 \times 32 = 6400$ B. T. U. 之效率。

則 $6400 \div 170 = 38$ 方英尺爲直接暖氣式之散熱面，可以於爐子中每方英尺之管子面供給之。

管子大小：——供給汽帶管子之大小，依據 1. 汽帶方英尺之大小；2. 從鍋爐至該汽帶之高低；3. 從鍋爐接至汽帶所需管子之長短；4. 給水管與回水管相差溫度之多少。

照上述方法計算管子之大小，不易一時算出，故著者特排成一表（八十九）以便讀者查閱。

圖表八十九示直接散熱面之方英尺，於各種大小之總徑及支管，及不同長短管子情形下。適用於橫管子。圖表九十則適用於直立管。

此二表皆以相差溫度十七，高低十英尺，低落壓力半磅所計算。

圖表第八十九

各種長度之管子及散熱面之方英尺所需管子口徑表

管子 口徑 (英寸)	管子長 (方英尺)						
	100	200	300	400	500	750	1000
	直接熱水散熱面 (方英尺)						
$\frac{3}{4}$	35	24	20				
1	76	48	44	39	35	27	24
$1\frac{1}{4}$	152	100	82	74	60	50	46
$1\frac{1}{2}$	268	166	132	118	103	86	74
2	494	378	248	296	256	210	180
$2\frac{1}{2}$	1000	620	510	440	416	330	290
3	1900	1140	860	820	740	600	530
$3\frac{1}{2}$	2660	1660	1400	1210	1160	904	784
4	5240	2300	1900	1680	1524	1270	1160
$4\frac{1}{2}$	4440	3100	2500	2000	2270	1600	1400
5	6000	4000	3300	2900	2600	2100	1920
6	9450	6200	5400	4000	4400	3400	3000
7	14500	10000	7900	6800	6000	4550	4300
8	19600	13700	10000	9700	9050	7000	5900
9	26200	18000	13900	12400	12000	8900	8200
10	30200	24000	20000	16500	15300	12500	11900
12	49000	30000	31500	27000	24000	20000	17800
14	72500	51000	42000	35600	33000	25400	22200
16	100500	74500	60000	47000	45000	36800	32200

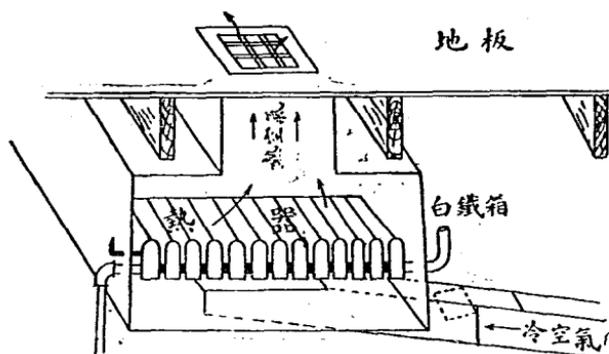
圖 表 第 九 十

熱水暖氣法管子大小及汽帶連接表				
管子口徑	第一層	第二層	第三層	第四層
$\frac{3}{4}$	40	50	60	70
1	70	80	90	100
$1\frac{1}{4}$	110	120	135	150
$1\frac{1}{2}$	180	195	210	230
$2\frac{1}{2}$	300	350	400	500
英 寸	方 英 尺	方 英 尺	方 英 尺	方 英 尺

第七節 間接蒸汽暖氣式

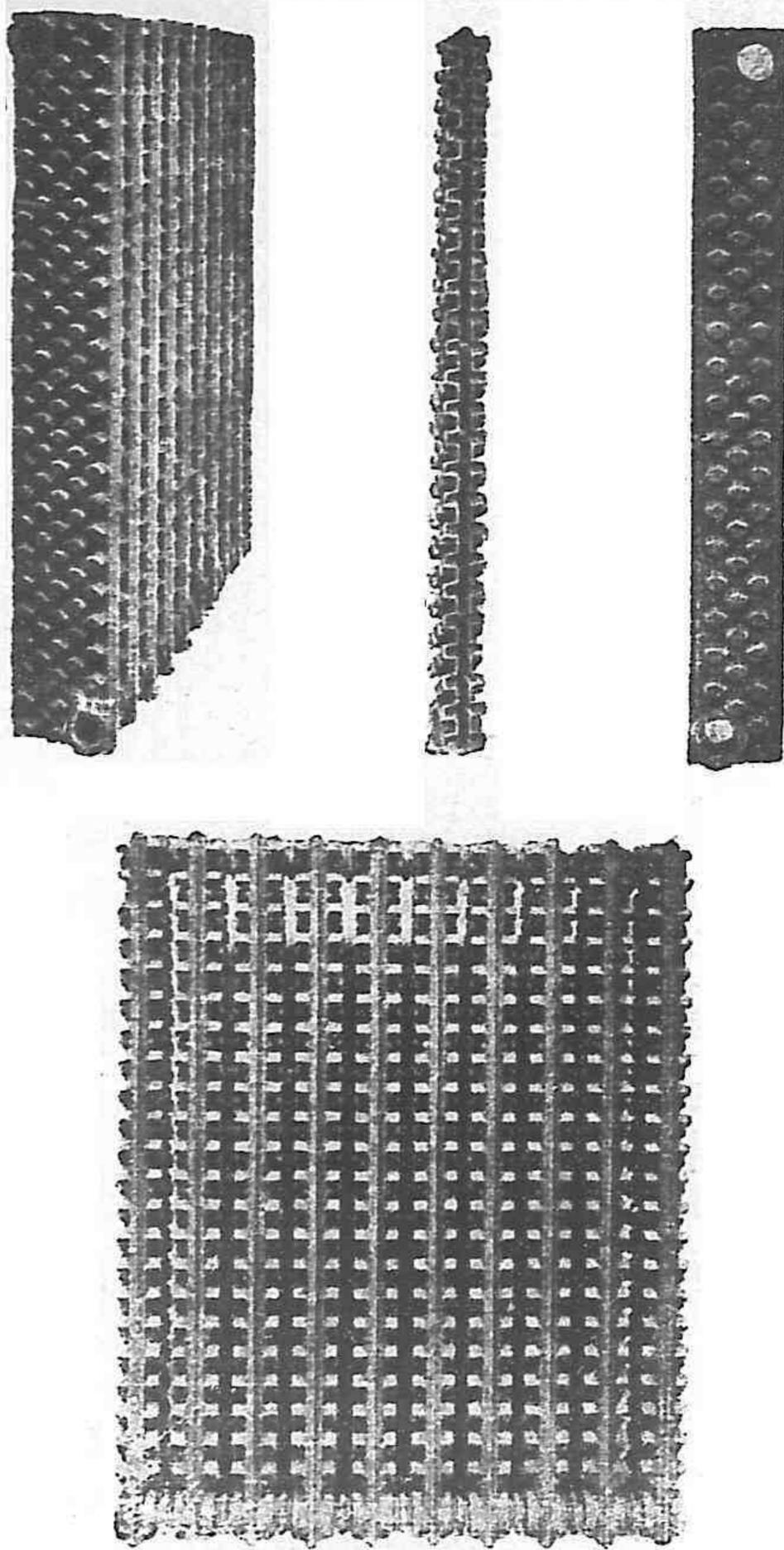
間接蒸汽暖氣式 (Indirect steam heating system) 與熱空氣暖氣相若，雖間接式有種種利點，但甚少採用於中國暖氣工程中，惟其特點頗多，可供中國暖氣工程界之參考，故仍述之。

蒸汽之用間接法暖室者，有一特製之熱器放置於地板之下，外有白鐵或磚牆作圍成箱形。冷空氣箱接於該熱器之下，暖氣管則接於其上並連有調節器。如房間大者，可將熱器分成數只，或因其橫管子短者，可用二三只之調節器，圖九十一示一橫斷面之熱器裝置情形，冷空氣箱從下面送冷空氣入內，冷空氣經熱器之空間而至上面成爲熱空氣，旋即上升入室。



圖九十一： 在地板調節器下之間接蒸汽熱器

間接用熱器之式樣頗多，圖九十二爲一有十片熱器之各方面圖形。此種熱器，亦能如汽帶之一片一片拆散或接合，以應各種需要。每片稱之謂 Section，數片合成稱之謂筒 (Stack)。有時熱器用磚砌於地層之上，而不如圖九十一所示。此種間接暖氣非但空氣新鮮，並且通風良好，故歐美之學校、醫院、教堂等多採用之，間接暖氣如與火爐熱空氣之暖氣相比較，則前者可不受外界風力之影響。如無甚長之橫管子則熱器可與調節器相接近，大型建築之必須裝數只火爐 (Furnaces) 者，如用間接蒸汽暖氣則祇需一只鍋爐，而增大熱器之尺寸以適應環境，其利點即在生火處祇一個已足。其他之利點爲受熱而及爐格



圖九十二： 十片式熱器之各方面圖樣

面之比率皆較火爐為大；故其結果能使大量之空氣，溫暖至適當之溫度，並無少量高溫度空氣之弊，故得有良好品質之不乾

燥空氣。直接及間接式常相混而用，住室及臥室可用間接式以利通風，走廊、門廂等處可用直接式，因其祇需溫暖已足。

熱器之效果：——間接式熱器之效果依據其(1)式樣，(2)蒸汽與其週圍空氣之相差溫度，(3)以及空氣經過熱器時之速度。在普通住宅建築之情形下，間接散熱器每方英尺每句鐘可散 2 B. T. U.，當蒸汽與空氣每相差一度時。假設蒸汽壓力為二磅，室外溫度為零度，則其相差溫度等於 220° ，而其效率為 $220 \times 2 = 440$ B. T. U. 每方英尺散熱面每句鐘。如室外溫度為 20° ，則其效率等於 400。用此種方法於各種蒸汽壓力各種室外溫度皆能計算出其效果。如學校等建築之需用大量暖氣者，則須有較高之效率，因其空氣經過熱器之速度增加也。如效率 400 用於住宅，則效率 600 用於學校，此相應於每句鐘每方英尺散熱面可散 2.7 B.T.U.，當蒸汽與空氣溫度每相差一度時。

間接蒸汽之原理，與熱空氣者相同。一部份之散熱需升高新進入之空氣溫度，另一部份之散熱則彌補牆窗因傳導而失之熱量。計算受熱面之方法，完全依據該房屋所需之空氣量。在學校或大禮堂之情形下，其空氣量頗大，則其計算方法可照下述進行：

第一算出因牆窗之傳導所失之 B. T. U. 數；再加因通風

所需之 B. T. U. 數。第二將此二項之得數，用散熱器之效率除之。舉例以明之：

有一學校，其牆窗因傳導所失熱量為 36,000 B. T. U.，空氣供給量為每分鐘 100,000 立方英尺，當室外另度時，問需若干方英尺散熱面，方可暖室及通風？

$$\frac{100,000 \times 70}{55} = 127,272 \text{ B. T. U. 因通風所需之熱量。}$$

(詳於第八頁)

$$36,000 + 127,272 = 163,272 \text{ B. T. U. 所需之總熱量}$$

$$163,272 \div 600 = 272 \text{ 方英尺之散熱面}$$

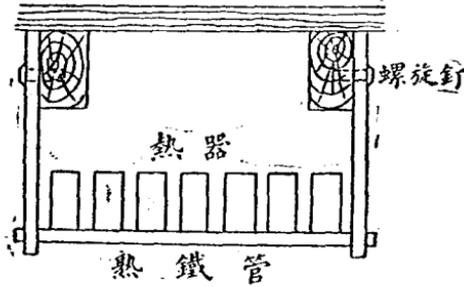
如應用於住宅，則其所不同處，因有較大之暴露面，而祇有二三人居住，如需用少量之空氣以暖室，則必須有甚高之空氣溫度，由實際上間接暖氣之散熱面約大於直接暖氣者一半，故吾人仍可用直接蒸汽法計算出其散熱面，再將其結果乘 1.5。

醫院之情形，界與學校住宅之間，空氣供給量依據居住之人數而異。

熱器之箱(Heater Casings)：——通常用白鐵製成，有小螺釘以分隔之，以便於當修理時之隔離。大型之熱器常用磚作圍，厚約八英寸，其頂部蓋一層泥灰及磚，用熟鐵條支持之。有時用石棉代替磚。其他部份亦覆以同樣之材料。

如一只熱器供給數只氣管或調節器時，其與暖空氣室之連接可參考火爐暖氣式。如用白鐵作箱，則熱器用吊柄支持於地板上。圖九十三示熱器吊於木板上之情形，如地板為防火建築，吊柄可穿過磚砌，而用螺絲帽及座鐵；或可吊於橫鐵條上。如用磚作箱者，熱器可用鐵管或小工字鐵支持之，鐵管或工字鐵可砌於牆內。

圖 九 十 三



木板樓板懸掛熱器之情形

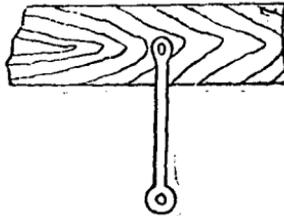
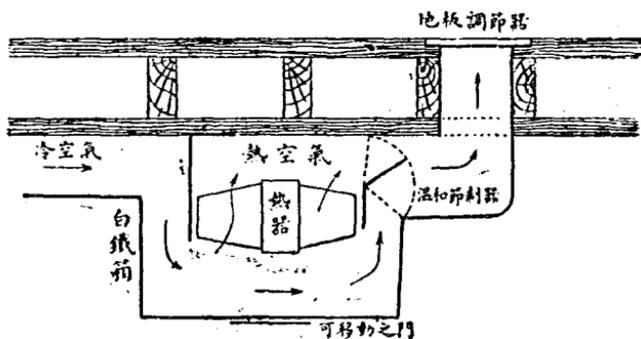


圖 面 圖

熱器上暖空氣之地位，不得小於 8 英寸，大型之熱器應用

12 英寸。下面冷空氣之地位可較之小一二英寸；如房間很多，則可與上面暖空氣地位同。

節制器(Dampers)：——普通白鐵箱中節制器之排列法，可參閱圖九十四，冷空氣管由進口窗經地層之頂而來，接入於熱器下面之冷空氣室。通過熱器之空間，再經過調節器升入室內，詳於圖中之箭頭。如節制器在最低之地位，則所有之空氣能全部經過熱器而上升；但節制器之地位如圖九十四所示，則一部冷空氣將不經過加高溫度而逕自入室，亦如箭頭所示。故變動節制器之地位即能變動入室暖氣之溫度，而不必節制所入空氣之量也。



圖九十四：普通白鐵箱中之排列法，節制器位於熱器及調節器之間

此式之缺點，空氣未能充分混和即行入室；即暖空氣祇能升高調節器之一半，如節制器與調節器之距離短時，此種弊病

更顯著。圖九十五示外圍爲磚牆者。冷空氣可大量進入冷空氣室，位於熱器之下如圖所示，節制器之功用在混和其冷熱空氣，此式又可用多隻氣管或調節器連接於一只熱器上，每只連接之調節器下皆用一混和節制器。

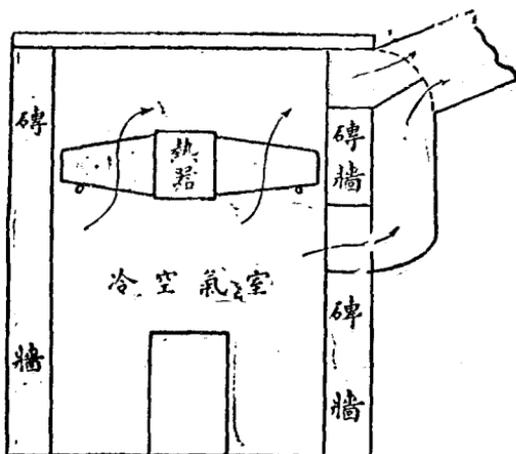


圖 九 十 五

使空氣冷熱成比例之其他方法，可在熱器上之熱空氣室分成數段，用白鐵板隔之，每隔之地位以適足每間房屋之受熱面，如冷空氣之供給頗足，則用隔板之方法其結果一定圓滿。

如欲免除上述空氣之未有充分混和而入室內之弊病，則可將此混和節制器放於冷空氣進口處，如圖九十六所示。當此節制器放於最高之地位時，則全部空氣在達到調節器之前必

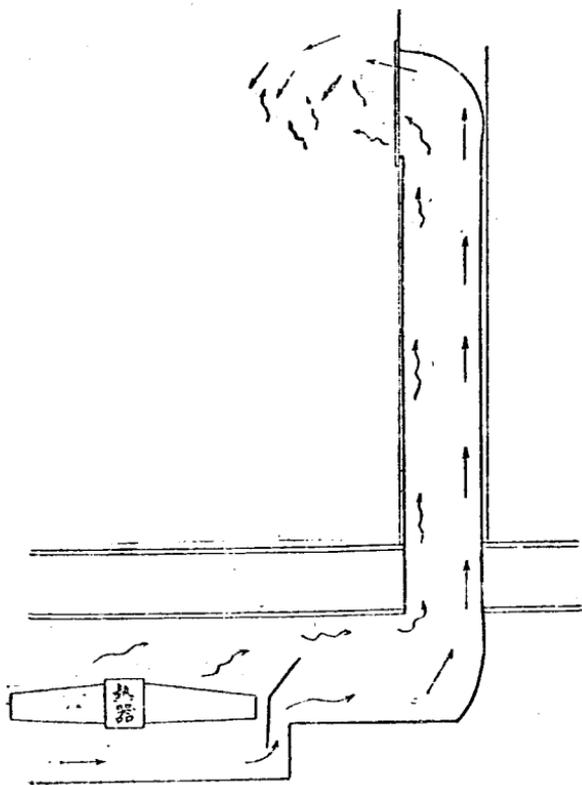


圖 九 十 六

須經過熱器，如放置稍低則稍有空氣不經熱器，放置愈低，空氣之不經熱器者亦愈多，故冷熱空氣之比例全視節制器之地位。惟此種情形中之熱空氣層係在冷空氣之下，故熱空氣必有上

升穿過冷空氣之趨向，而可得一充分混和之暖氣矣。然亦有其缺點也，如圖九十七所示，當節制器將近關閉時，則有大量之冷空氣進入於熱器之上，因冷空氣有下墮之傾向，於是如箭頭所示落於熱器之空間，熱後隨即復行上升以入室內，故欲較低溫度之空氣似所不能。當進口調節器裝置於離地板面頗高之牆上時，可將熱器之地位放於足使熱空氣自上面而上升，冷空氣自下面而上升，如圖九十六所示。熱空氣用曲折箭頭指示，冷空氣用直箭頭指示。冷熱氣在氣管中時互相分開，但一到達調節器之出口時，立即混和散開，因熱空氣分子極力向上穿，而冷空氣分子極力向下衝，一瞬間已全部混和矣。



圖 九 十 七

此種裝置常採用於美國之學校建築中。

今又有一種裝置法，如圖九十八所示，專適用於不需通風時，而能（如在早晨）頃刻即可得暖，當節制器之地位可控制空氣之進入，而由上面室內取得稍冷之空氣，經過熱器復行上升入室，如此循環可迅速得暖，特別須注意者，其節制器須非常

緊密不漏空氣，否則即失其效用。節制器可於上面之房間內關閉自如，用小鐵鏈條經過滑車，而有細針以指示其開啓之度數。

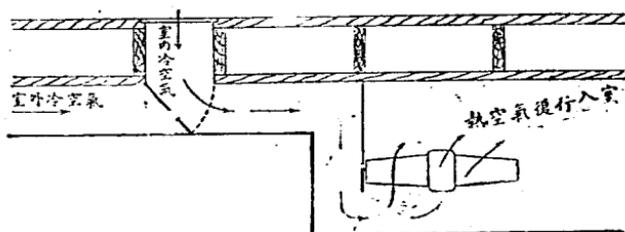


圖 九 十 八

暖氣管(Warm-air Flues):——在調節器及節制器間者是也。其管之大小依據二種因子。

- (一)管內空氣與室內空氣之溫度相差數。
- (二)暖氣管本身之高度。

在住宅之建築物中，其情形大概以每方英尺散熱面，於第一層用二方英寸面積之暖氣管，第二層用 $1\frac{1}{2}$ 方英寸面積之暖氣管，再上可用同面積之管子。在醫院建築中之需用大量空氣者，則第一層可用三方英寸者，第二層可用二方英寸者。

在學校建築中，可以更精細之計算，將空氣速力亦計算在內。此全視室外溫度及風力而異。下列為由實驗得知之平均速

度，各種建築皆可作為參考：

第一層 每分鐘 280 英尺

第二層 每分鐘 340 英尺

第三層 每分鐘 400 英尺

有其速度後，如欲知每分鐘需要供給空氣之立方英尺，則其得數極易求出。

舉例：有一教室位於第二層，每分鐘需要供給空氣 2000 立方英尺，則其暖氣管之大小應如何？

$$2000 \div 340 = 5.8 \text{ 方英尺之面積}$$

冷空氣管 (Cold-air Duct)：——與火爐暖氣式者略同，空氣進口處須位於建築物之北或西面，如需用大量空氣時可四面皆開進風窗。進風窗可用卻克活門以防室外氣流。詳細情形可參閱圖九十九。

此種裝置，包括於一個上至天花板下至地板之箱內，鉛絲網之眼以半英寸為佳，外圍以六英寸闊之防水薄布，二面皆有。此物可使空氣流入，但當空氣倒流時即能關閉。

冷空氣管之面積，在各種式樣之熱器下，皆可採用暖空氣管總面積之四分之三。如該冷空氣管頗長或轉變處頗多，則可用與暖空氣管之同等面積。如用二個進口則每個皆須有如圖

九十九之設備，以防空氣之外流。

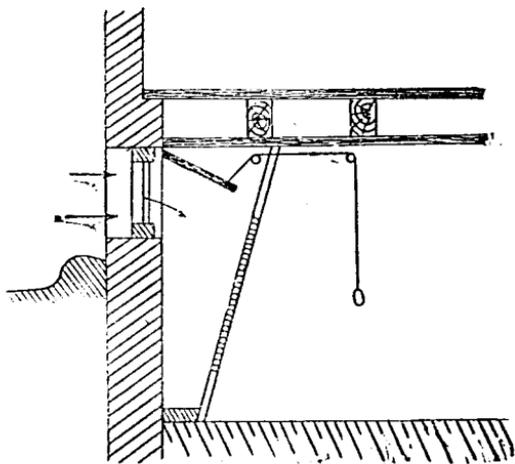


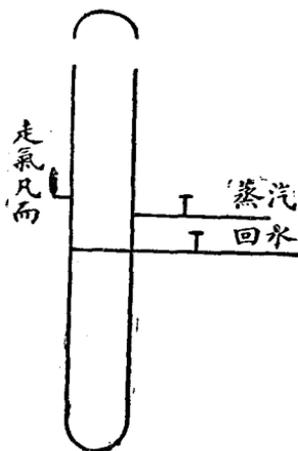
圖 九 十 九

出氣管 (Vent Flues): ——住宅常不用出氣管，其不潔空氣即由窗門放出。然佳良之間接暖氣工程中，恆有出氣管之設備，尤其在浴室或化粧室中為必需有之裝置。生火處及生活室中更為重要之設備。無火之室內，可用鉛皮或白鐵之管子裝於隔板上，各室之匯合總管可置於氣樓內，再用磚砌一煙囪突出屋面，最好在鍋爐煙囪之旁邊。

各室之污氣匯集於未建造完畢之氣樓內，則因氣體之滲逸 (leakage) 而出屋外，可為省造煙囪之一法。

管之大小，可以暖空氣管之大小倒用之，即第一層用 $1\frac{1}{2}$ 方英寸，第二層用 2 方英寸，因愈上污氣之集合亦愈多，且其速度愈上亦愈快也。

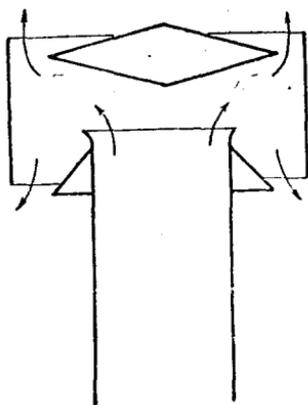
用上法之排除空氣，可適於住宅房屋，但同時須排除大量污氣時，則可在出氣管內另置一圈蒸汽管，如圖一〇〇所示。



圖一〇〇： 出氣管中之蒸汽管圖

當管子或煙囪突出屋面上時，極易為風雨雪雹所擾亂，則圖一〇一所示之帽形物可裝於其上，惟須避免與毗連之屋脊接近，以防在多風季候中空氣之倒流。

學校適用之污氣平均速度，如下：



圖一〇一：管子頂端保護物之斷面

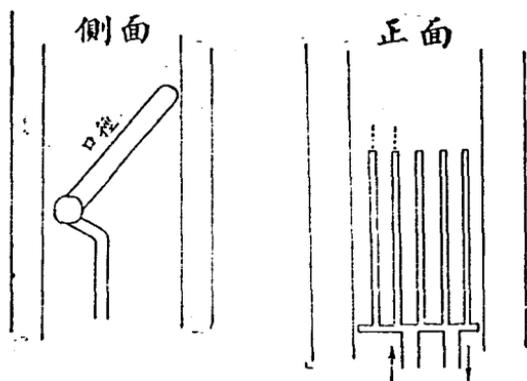
第一層 每分鐘 340 英尺

第二層 每分鐘 280 英尺

第三層 每分鐘 220 英尺

如出氣管之大小依據此數計算，其管內再置一吸出盤管 (Aspirating coil)，則可保無倒流 (Down draft) 之弊發生。一排橫管子列於出氣管中之情形可閱圖一〇二。如出氣管頗大而直者，可用二排。熱器傾面高度，須有出氣管深之二倍，如是則管子間之面積能等於出氣管之面積。

大出氣管並須裝置節制器，以便在夜間關閉，或在大風時可多一調節。



圖一〇二： 防逆倒流之吸出盤管

圖表一〇三示各種高度，及各種管外管內之相差溫度時之出氣速度。

舉例：每分鐘放射空氣 1,300 立方英尺，經過 4 方英尺面積之管子，高 30 英尺。如吸出盤管之效率為 400 B. T. U.，則當室外溫度 70 度室內溫度 60 度時，其受熱面應為若干方英尺？

$1,300 \div 4 = 325$ 英尺，管中每分鐘之速度，查表一〇三，則速度 325 高度 30 之管，其管內外相差溫度為 30 度。如室外溫度為 60 度，則管中空氣溫度應為 $60 + 30 = 90$ 度。而室內溫度 70，則加 20 其結果同，故得計算方法如下：

圖 表 第 一 〇 三
各 種 情 形 下 出 氣 管 中 之 空 氣 速 度

管子高度 (英尺)	管子內外溫度之相差數					
	5°	10°	15°	20°	30°	50°
5	55	76	94	109	134	167
10	77	108	133	153	188	242
15	94	133	162	188	230	297
20	108	153	188	217	265	342
25	121	171	210	242	297	383
30	133	188	230	265	325	419
35	143	203	248	286	351	453
40	153	217	265	306	375	484
45	163	230	282	325	398	514
50	171	242	297	342	419	541
60	188	264	325	373	461	594

$1,300 \times 60 = 78,000$ 立方英尺, 每句鐘之空氣。

$\frac{78,000 \times 20}{55} = 28,363$ B. T. U., 因通風而需之熱。

$28,363 \div 400 = 71$ 方英尺, 所需之受熱面。

吸出熱器及盤管(Aspirating Heaters and Coils):—

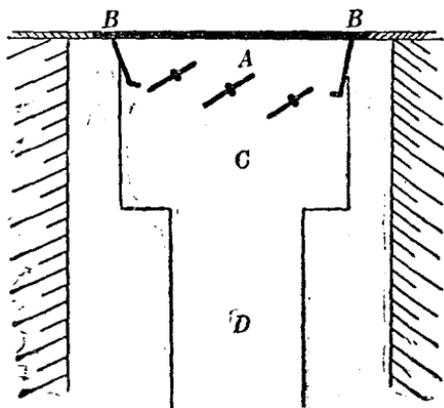
其用途在使溫和氣候中, 仍得一頗速之氣流速度。應放置於距出氣管頂端頗遠處, 因熱空氣柱 (column of heated air) 愈

高，其煙囪效力愈大；氣管與空氣量之比例愈小，而所需用之熱器亦須愈大。如用生鐵間接散熱器——如圖五，則每分鐘每方英尺可散熱 350 B. T. U.；盤管可有 650 B. T. U.

今舉例以明計算盤管大小之方法，設有一通風管，每分鐘出氣 1,500 立方英尺，空氣升高十度則

$$\frac{1,500 \times 60 \times 10}{55 \times 650} = 25 \text{ 方英尺, 盤管面積}$$

調節器(Registers):——調節器大都用生鐵或紫銅做成，其式樣及構造之種類極多。往日各地皆用名曰黑日本(Black "Japan")者，有時外部漆其他顏色，或鍍銅及鎳。圖一〇四示地板調節器之橫斷面，A 爲活門用以開閉者；B 爲鐵板，上



圖一〇四：地板調節器橫斷面

有彫刻花紋之空隙；C 爲鉛皮做或白鐵做之調節箱；D 爲暖空氣管，通常以白鉛皮做成，圖中鐵板 B，如調節器裝置於牆壁上者，則可改爲木板，彫刻美觀之花紋，外面粉飾與牆壁同色之油漆，再裝一拉手以便啓閉。

圖 表 第 一 〇 五

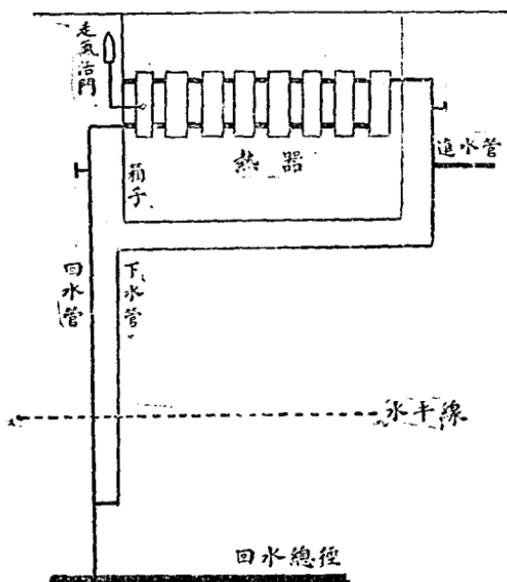
間 接 散 熱 面 之 管 子 口 徑 表

管 子 口 徑 (英 寸)	間 接 散 熱 面 之 應 有 方 英 尺		
	二 百 英 尺 之 磅 低 落	一 百 英 尺 之 磅 低 落	一 百 英 尺 之 磅 底 落
1	28	40	57
1 $\frac{1}{4}$	51	72	105
1 $\frac{1}{2}$	67	95	170
2	185	262	375
2 $\frac{1}{2}$	335	475	675
3	540	775	1,105
3 $\frac{1}{2}$	812	1,100	1,645
4	1,140	1,625	2,310
5	2,630	2,900	4,110
6	3,260	4,660	6,600
7	4,820	4,900	9,810
8	6,800	9,720	13,860

有關閉活門之調節器用於空氣進口處，無活門者用於出氣口。出氣管之集合於氣樓者，可設一節制器以利遮斷。平或圓之鉛絲網常用於調節器之面上。調節器之面積普通為 10×20 英寸，或 10×30 英寸。

進口調節器可放於地板或地面之牆腳上，亦可放於窗檻下，總之所入室之空氣，以不直接與人相觸為佳。

管子之連接：——間接暖氣中常用二路乾回水法，與直接



圖一〇六： 間接式管子與散热器在地層中之排列

暖氣者相同。惟其異點祇在於散熱器之地位而已，間接者置於地板下，直接者置於地板上。圖一〇六可作間接式管子排列連接之參考，蓋管子之排列與連接必須就實地之情形而裝配也。

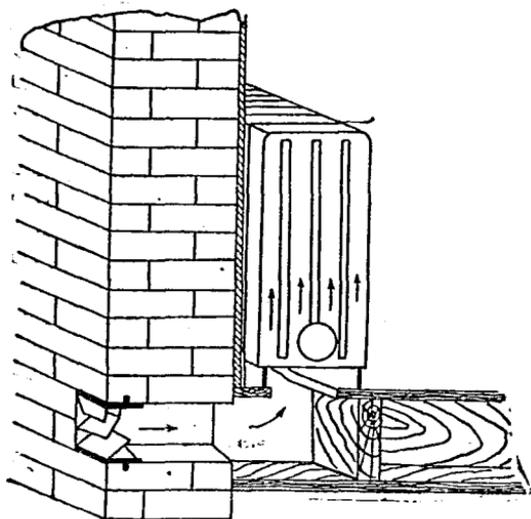
管子大小：——可參閱圖表一〇五，此表由每句鐘每方英尺受熱面 640 B. T. U. 之效率算出，相應於凝結 $\frac{2}{3}$ 磅之蒸汽。如此則間接用之管子大一倍於直接者。

如間接熱器之置於地層者。必須注意不能使散熱器太近鍋爐之水平線，不然凝結水將無壓力回至鍋爐，普通情形下此距離須有二英尺以上。如不能距離二英尺，則其管子必須用大口徑者，使鍋爐與熱器間之壓力不致低落若干。每低落一磅壓力，應升高在熱器下之水平線 2.4 英尺。

直接間接散熱器 (Direct-indirect Radiators)：——其式樣與直接式者同，圖一〇七示此種散熱器（俗稱汽帶）之橫斷面。空氣自外牆進入，由氣管入散熱器，受熱之後即行散至室內。在散熱器之底部有一開關，當開啓時空氣由外牆活門，如關閉時則其空氣即由本室室內供給，以期循環而得較暖之溫度。

此種散熱器未見於中國，即歐美亦不常用，因此式容易

在底部周圍漏逸冷空氣，且裝置亦多費手續。然此種散熱器適合一種特別情形，即某室之地位頗僻遠，而不易接一長管作為通風之用，於是此直接間接散熱器能卻到好處矣。圖十七所示之通風汽帶與此式相同。



圖一〇七

至於間接熱水暖氣式 (Indirect Hot-water Heating System)，可參考間接蒸汽及直接熱水暖氣式，因與二式大致相同而用途又不廣，故不贅言另作一章，特錄其相異處及須注意點如下：

間接熱水暖氣中之熱器及管子較任何式者均須增大，蓋不特增高入室冷空氣之溫度，尚須達到彌補室中失熱後之適當溫度——70°F. 且熱水散熱之力量祇及蒸汽百分之六十而間接之力量又小於直接者之一倍半，表一〇八可作各種暖氣制度裝置工程費之比較，觀此可知用熱水之裝置工程費雖大，但有久長之效力，故現今不論歐美，日本及中國各處之住宅建築，十之八九係用熱水者。

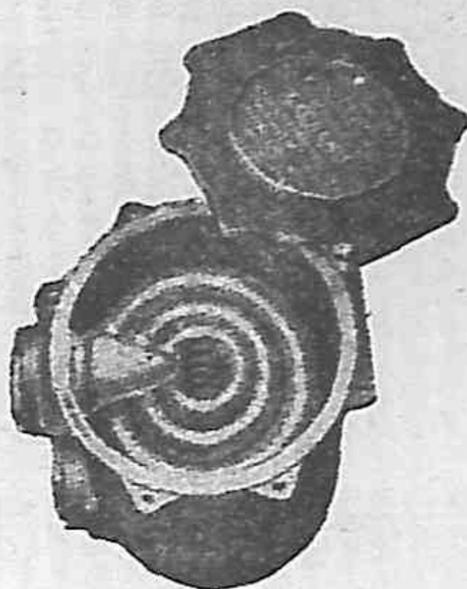
圖表三一〇八 各種暖氣比較表

說 明	熱 空 氣	蒸 汽	熱 水
工 程 費 用 之 比 較	9	13	15
五 年 後 修 理 費 及 燃 料 費 之 比 較	29 $\frac{1}{2}$	29 $\frac{3}{4}$	27
十 五 年 後 修 理 費 及 燃 料 費 之 比 較	81	63	52 $\frac{1}{2}$

至於間接熱水暖氣式中所用之熱器，則大都用盤管熱器，以前所用者祇在一熱水箱 (Hot water cylinder) 內裝數排盤管，而用蒸汽通入盤管以熱水，如此之裝置法非但佔地位大，且效力亦小，而今經各國之漸漸改良，非但使盤管——即散熱面積大而且使所佔地位小，故其效力亦大。圖一〇九，一一〇，及一一一均係現代最新式之盤管熱器，而有上述之改良點。



圖一〇九：
雙層盤管熱器
適用於大住宅小公寓



圖一一〇：
三層盤管熱器
適用於工廠或公寓



圖一一一：
雙三層盤管熱器
適用於各種大建築

第八節 電暖氣式

在電費價值低廉之地，亦可用電熱以暖室。通常用之於小辦公室，浴室及電車中，而不適用於大建築。其所以能用處頗廣者，約有下述數種利點：

(甲)清潔，一無煤灰及污穢空氣之弊

(乙)便利，當天氣初冷時，或早春爐子不用時，如劇遇寒冷，則可隨時用手一按即能生熱，不需用時亦可隨時關閉。且其溫度能經久不變，高低自如。最大之便利處為能自由移動及攜帶。

電之熱量及功能(Heat and Energy)：——商業上電之

單位爲瓦時 (Watt hour), 卽等於 3.41 B. T. U.。普通電燈用戶皆依仟瓦小時 (Kilowatt-hour = 1000 watt-hour) 付費, 例如在一百伏特 (Volts) 之電壓下, 有 $\frac{1}{4}$ 安培 (Amperes) 之電流通過之燈, 則其所用之能 (energy) 爲二十五瓦, 如有此種燈十盞, 點用五小時, 則所耗之能爲 $10 \times 5 \times 25 = 1250$ 瓦特小時 = 1.25 仟瓦小時, 此數卽由電表 (Recording watt-hour meter) 自動記錄。

一個仟瓦小時俗稱一個字, 等於 3,410 B. T. U. 瓦爲安培與伏特相乘之積數。

由此可知, 每句鐘所需暖氣之 B. T. U. 數, 除以 3,410 則可得供給該熱量之仟瓦小時。

電爐之構造: ——各種式樣之電爐皆可應用, 在電流之線上可放一大或小之電阻 (Resistance), 電爐之最簡單者, 祇包括一圈鐵絲繞成之盤香圈, 繞於二根平行之棒上, 卽能發熱暖室, 一如蒸汽之盤香管, 其他之式樣, 在受熱材料之四週圍以火泥, 礮或石綿以增電流之電阻。

電爐之計算: ——下列公式爲計算電爐用者。

$$H = I^2 R t \times .24$$

此中之 H = 卡路里(註一) 數之熱量; I = 安培數之電流;

$R =$ 歐姆(註二) 數之電阻; $t =$ 秒數之時間。

舉例:——每分鐘給熱 6,000 B. T. U. 之電爐,其電流為 20 安培,則其電阻應為多少?

1 B. T. U. = 252 卡路里,故在此處之給熱量應為 6,000 \times 252 = 1,512,000 卡路里。

於是代入公式,則 $1,512,000 = 20^2 \times R \times 3600 \times .24$

$$R = \frac{1,512,000}{345,600} = 4.37 \text{ 歐姆}$$

電爐既能以 4.37 歐姆之電阻,供給 3,000 B. T. U. 於每分鐘,則須有電流若干?

$3,000 \times 252 = 756,000$ 卡路里,代入公式,得 $756,000 = I^2 \times 3 \times 3600 \times 2.4$

$$I = \sqrt{291.6} = 17 \text{ 安培}$$

電爐之連接:——電爐之連接與電燈之連接同,惟其電流有時不同。固定之電動機所接出之總線以連接於電爐,其回線之伏特 (Voltage) 數頗小,因電流從總線通入電爐後,其伏特數或電壓因而減小,此種之低小數即係變成熱量以暖室之

註一 卡路里 (calories) 者為熱量之單位,即一克 (gram) 之水,使升高攝氏一度,所需之熱量。

註二 歐姆 (Ohm) 者為電阻之單位,其計算法為歐姆 = $\frac{\text{伏特}}{\text{安培}}$

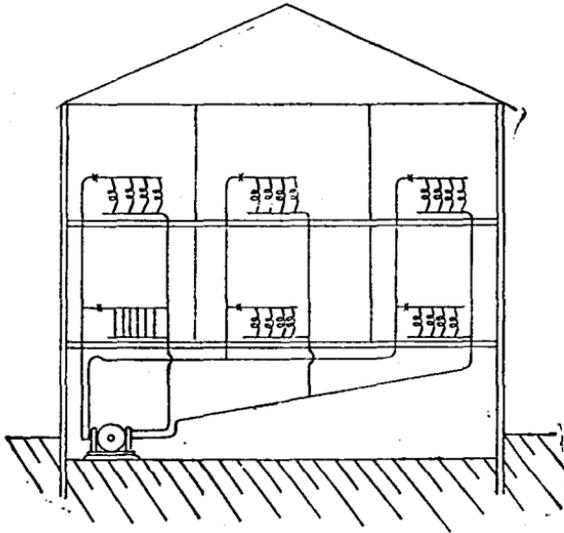
數。

上述電暖氣法之原理，與真空蒸汽暖氣式同，蓋蒸汽總徑之壓力——即鍋爐之壓力，較之回水管之壓力大甚，其回水管所減少之壓力，即因通入汽帶而散出之熱量，

在電暖氣中，其總線須充分大，以防在發電機與電爐間之低落伏特數或電壓，故在此之壓力須較發電機充實。其在總回線之伏特或電壓為固定者，但甚低，然經過發電機後又能升高至所需用之電壓，正如回水管經過鍋爐後又能升高至原有壓力同。供給發電機之馬力，與供給鍋爐者同。全電流之從總線至回線，必須經過電爐，故其電壓合理低落也。

從圖一一二所示發電機線之排列，其總線及回線正如二路法中之總徑及回水管。在此二線之中間放置很多之電爐，上有開關，能自由生熱或息熱。

電暖氣之價值：——裝置電暖氣時，其首要者須明本地之電費是否便宜，如上海一仟瓦小時祇需一角八分，但九江則非二角五分不可，是其中日常電費之支出，不得不有一預算也。照現在實際之計算，燃料之變成電熱以暖室者，祇能利用十五至二十份，如燃料變成蒸汽，熱水或熱空氣以暖室者，可利用六十份，故用電暖氣者約貴十二倍，然電自有電之利點在也。



圖一一二：普通連接電爐之電線排列圖

第四章 特種建築物之設計

第一節 學校

小型之學校建築，以用火爐之熱空氣暖氣式為最相宜，因其簡單，便利而有效，然此項小型之學校係指祇有七八間教室者。至於大型之學校建築，則以用直接蒸汽暖氣式較為經濟，蓋蒸汽之溫度高，故鍋爐與汽帶皆可用較小面積者。

火爐以生鐵製成者為佳，因其既能經久且傳熱快。火爐之大小可用上述方法計算，然須較住宅用者稍大，每方英尺爐格每句鐘之最大燃煤量為六磅，設每磅煤有八千 B. T. U. 可利用為增高空氣溫度之需，則每方英尺爐格於每句鐘可生熱 $6 \times 8,000 = 48,000$ B. T. U.。故吾人如將全房屋之失熱量除 48,000，則得數即為所需用之爐格方英尺。普通情形下，有三十二英寸直徑之火鍋，可暖三個容有五十學生之教室，當室外溫度二十度時。

暖空氣之速度，依據暖空氣管內外溫度差別之多少，及室外風力之大小。在美國所採用之暖空氣管，第一層用六方英寸口徑，第二層用五方英寸口徑，第三層用四方英寸半口徑，此為適用於容有五十學生之教室者。

生鐵針板如圖六圖七，為專用於學校建築之散熱器 School-Pin 之每片深十英寸者，約有散熱面十五平方英尺，向南容有三十人之教室可用二百四十平方英尺散熱面，向北者用二百六十平方英尺散熱面，當室外溫度為二十度時。

增加通風溫度，以用間接熱器（詳於圖五）為佳，其散熱面可採用小者，蓋祇須升高所進入新鮮空氣之溫度可也。

第二節 醫院

在鄉村中之小醫院，有二三宅房屋接毗者，以用熱空氣暖氣法為最好，取其既清潔而又經濟也。大醫院採用蒸汽之直接與間接混合式較為合宜，病房等重要之房間可以間接蒸汽暖室，而其他走廊僕人室等不重要之房間，可以直接蒸汽暖室，並且各種消毒器如蒸汽消毒器 (Steam sterilizer) 等亦可應用。

如醫院之建築頗高大，其立管必較橫管為長，則無論以熱

空氣或蒸汽暖室，皆應採用二路法較為妥當。

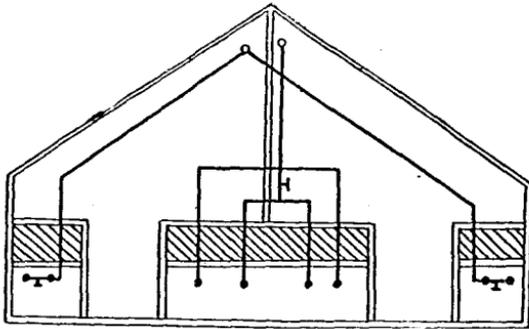
依照生理衛生上，每一普通病人每分鐘需 80 至 100 立方英尺之新鮮空氣，如係染有傳染性毒病者需有 100 至 120 立方英尺之新鮮空氣。故一宅之病房以 8 至 12 人為最佳。

如單人病房，有一面外牆，及一扇向南單扇窗者，則以三十方英尺間接蒸汽散熱面足敷應用。如外牆係向北者須有四十方英尺，如該病房四面皆受有外界冷氣者，須有五十方英尺方足禦寒。

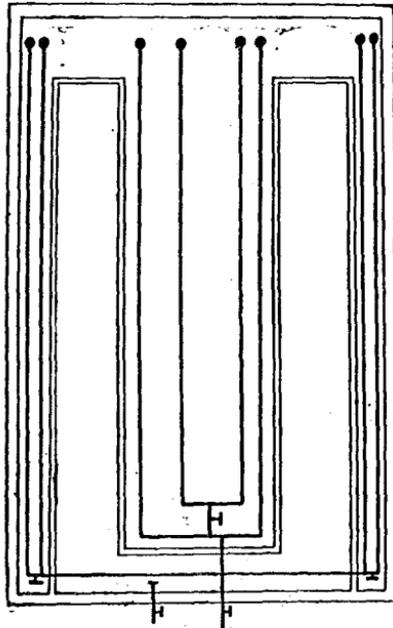
第三節 花 房

此種建築中之暖氣裝置，蒸汽與熱水皆適應用，蓋所種之花草與所保藏之物品，欲其乾燥者可用蒸汽，欲其較為潮潤者可用熱水，隨種花者之決定。

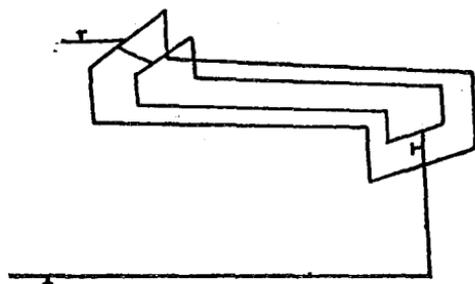
管子之排列法與普通略同，分佈管可經溫床之下而過，由上面通過亦可，視植物之根部或葉部需要而異。總經由花房上部一端通至他端盡處，再分支管；如用蒸汽者其支管須從爐子向下傾斜，如用熱水者向上傾斜。其散熱面為二條平行管，放於溫床之下，其口徑約為 $1\frac{1}{2}$ 英寸或以上。圖一一三及一一四示管子排列之正面及平面圖；圖一一五及一一六示管子與



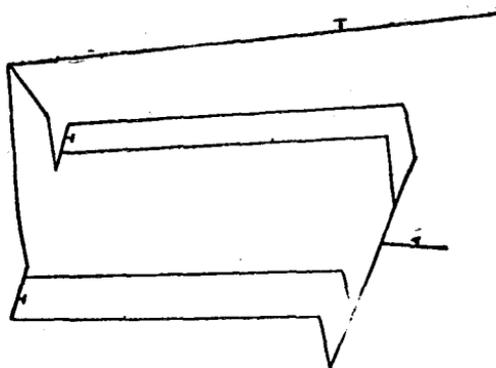
圖一一三：花房橫斷面，示管子排列法



圖一一四：花房暖氣管子排列平面圖



圖一一五：花房暖氣管子相接之情形



圖一一六：花房暖氣管子相接之又一情形

外部相接之情形。

無論用熱水或蒸汽，需有循環良好且須適合各地氣候之裝置。花房大都皆用玻璃築成，取其陽光充足，故其計算失熱量之方法亦有所考慮。如將全暴露面除以四，則其結果為每句鐘

每方英尺散熱 85 B. T. U.，盤香管之效率為 330 B. T. U.，故吾人可假設其散熱面之方英尺等於總暴露面，用蒸汽盤香管則除以四，用熱水則除以 2.50，如花房位於空曠之地，尚須由上法算出之數，再加百分之十或二十。

第四節 工廠

工廠之有暖氣設備，其能增加工作之效率已詳述於第一章。惟工廠中之暖氣工程與普通房屋中者有所不同，因工廠地位廣大，門窗衆多，故一方面固須保持適當溫度，他方面尚須顧及費用是否經濟，今將各種方法商討如下：

電暖氣式：——以電爐取暖，雖較為清潔便利，然用於廣大之工廠中，似覺不經濟，因須用甚多之小型電爐，以避免熱量分佈之不均勻。

熱空氣暖氣式：——大型工廠中用此法暖氣，較為實用而經濟，因室外冷氣經過火爐變成熱空氣後，即自行上升經支管而入室，工廠之大者多設支管於四週，可免溫度不勻之弊，且室內空氣壓力常較室外者為高，故雖有少量熱氣從門窗隙縫等處逸出，然室內氣壓已足使室外冷空氣無從侵入。如該工廠內無火煙及其他有臭或有毒氣體發生，可以廠內原有空氣，使

之經火爐加熱上升循環於全廠，則熱量既可平均分配且更較經濟。

直接蒸汽暖氣式：——此法採用於大型工廠，或有數幢大廠房連接一處者頗為相宜；蓋蒸汽之溫度高，其每方英尺散熱面，可散 240 B. T. U. 較其他暖氣均高；較火爐電爐高五分之三以上，較熱空氣及間接蒸汽高十分之五，較直接熱水高十分之六。故其設備費及燃料費較任何暖氣式為節省，如能利用廢汽更屬經濟。然此式之弊點，在（一）不若熱空氣之能傳熱迅速。（二）空曠之大廠房內難使熱量分佈平均。

由上述數種暖氣式相比較，則以熱空氣暖氣較為合宜，今將各種工廠之裝設熱空氣暖氣法者分述如下：

機車房：——火車機車之廠房，如欲裝設暖氣，則其輸送之熱量必須特別增高，蓋其熱量除經牆壁等之傳導，門窗等之逃逸外，更有三種不同損熱原因；（一）車房之屋頂每有通風洞，留為機車噴煙之出口，於是上部熱空氣由此逸出者為量頗多。（二）冬季機車從外進入車房內，每在車身上帶有冰雪，於是每一克（gram）之雪，須損失八十卡路里（calories, 1 B. T. U. = 252 c.），故因融化冰雪及融化後水氣之蒸發，其損失之熱量不在少數。（三）機車有蒸汽及氣體噴出，故每句鐘空氣

流動數當在四次以上。

今以熱空氣法暖氣，可由室外取冷空氣經爐使熱後，先分佈至修理機車之坑。每支管之熱空氣出口裝有活門以利關啓，又可裝置橡皮管，隨意於各處開放，即機車上之積雪，亦可用熱空氣噴融。水濕處因熱氣經過亦較易蒸發，如是熱空氣由地面需要處進口，至屋頂出口，空氣既可保持清潔，且因室內氣壓增高，室外冷空氣亦不易侵入。

紗廠：——當設計紗廠暖氣工程時，應顧及三種紡織對於空氣之問題：(一)濕度，(二)溫度，(三)流動，如採用直接蒸汽暖氣法，則結果使空氣過份乾燥，而棉紗之纖維因之散碎。然熱空氣暖氣法可得適量之濕度，足使棉紗纖維結實柔軟光滑有力。

第五章 暖氣工程之設備及管理

第一節 鍋爐上之設備

玻璃水表 (Water Glass):——燒蒸汽之鍋爐有之,用以觀察鍋爐中之水平面。玻璃水表之二端各有小活門一只,此二只活門必須保持開啓,否則即不能得知鍋爐內真正之水平面。

安全活門 (Safty Valve):——亦為蒸汽鍋爐上必須有之設備,以防蒸汽壓力過度時之洩汽,大都低壓之蒸汽鍋爐,燒至三十磅壓力時,即能一方面洩汽以免危險,一方面發叫聲以警告管理員。

合併度數表 (Combination Altitude Gauge):——此表專用於熱水鍋爐,而可將水面高低,溫度及壓力同時測得。

爐筴:——或稱爐格,分人工加煤及機械加煤二種,人工加煤者有手搖式 (Shaking) 與卸落式 (Dropping) 二種;機

械加煤者有鏈籠式(Chain)，旁給式(Side-feed)，斜籠式(Inclined)等。

通風：——鍋爐燃燒之能否完全，全視通風之是否良好。普通爐子上大都有二處通風門，即爐格下者及煙囪接頭上者。然有時因煙囪建築不良或其他原因，往往使通風不足而燃燒不完全，於是吾人必須有幫助通風之種種設備。此種設備可分三種：(一)打氣通風(Forced draft)即用風扇注射，打空氣於爐格下以供給燃燒，而煙囪則專使引去燒過無用之煙焰，(二)抽氣通風(Induced draft)，即用一較大之風扇，裝於爐內通煙囪之焰氣道，而將爐內煙焰抽至煙囪通至戶外。(三)平衡通風(Balanced draft)，即增加灰坑中之壓力，使其足以勝過火上之阻力，於是空氣即能被推入火中。

第二節 經濟熱量之設備

給水預熱器：——給水之預熱，往往應用原動機所排洩出之廢汽(Exhaust steam)，不論按之學理與實際，皆為經濟熱量之一佳法。

用蒸汽預熱者可分為二種：(一)啓開式(Open system)，即入鍋爐之給水與蒸汽完全混合，俾增高給水之溫度，(二)關

閉式 (Closed system)，即將給水先貯於一水箱內，該箱內裝有傳熱迅速之銅盤香管數圈，於是將蒸汽通入盤香管即能將給水溫度增高。

經濟器：——所謂經濟器者，乃用許多直鐵管相接連，形如盤管，放置於火爐內之焰氣道。使焰氣之餘熱，傳導於管內之給水。

欲使經濟器之效率良好，則器內每格之管子必須連接成排，務使設法增大其受熱面，俾焰氣與水之進入成對流式 (counter current)。經濟器在一定容量之焰氣內，其效率之增高約有三種因子：

(一)較高之焰氣溫度

(二)較低之熱水溫度

(三)較多之受熱面

惟經濟器之裝置，其是否經濟亦須預先加以計算，蓋欲焰氣經過經濟器尚須用電扇吸取，而管子上之煙灰 (Soot) 亦須用電機刮除，於是此項設備費及經常費，往往較所節省之熱量為貴。此係指裝置不良弄巧成拙而言，如特嶺美國學校利用焰氣道出口隙地，而裝置盤管經濟器，則其能節省燃料增高溫度自不待言也。

蒸汽過熱器：——所謂蒸汽過熱器者，即自鍋爐中所蒸出之蒸汽，用管子通入爐內，使四週之火焰圍繞於其外，俾管內蒸汽溫度更行增加，增加溫度後之蒸汽，再通出應用。暖氣工程中通常用三十磅以下之低壓蒸汽，故除非用高壓蒸汽或特別原故外，尙可不必裝置。

給水注射器：——如用高壓蒸汽，則可將蒸汽導入注射器，同時注射器內之冷水管吸取較冷之水，於是與蒸汽混和後注射入鍋。

空氣預熱器：——爐內燃燒必須空氣之供給，而所進入之空氣必須升高一定溫度始再化成焰氣而出煙囪，故入爐中空氣之能加以預熱，亦為經濟熱量之一法。此種空氣預熱器僅用一二支火管，利用焰氣道內之廢熱，而預熱進爐之空氣。

第三節 暖氣用蒸汽鍋爐之管理

欲鍋爐之燃燒完全，傳熱迅速，效率增高，則非僅謀理論上之通曉，且須有事實上之監察始能奏效，今將實際需要之管理法及注意點述下，而可適合於各種式樣之蒸汽鍋爐。至於蒸汽鍋爐之需有特別管理及注意者，皆詳於各該製造廠家之說明書，是下例各條為適用於普通一般之式樣。

甲 生火前之處置

(1) 新裝置就緒之暖氣工程，其存在於管子中爐中之油污，為數亦頗可觀，蓋每一接頭處均塗有紅丹油，爐子之接頭處則塗有機器油，故當鍋爐正式應用前，必須將此項油污全部除去。其除去之法，即用高溫高壓以排除之，詳細情形如下：

將鍋爐上安全活門除去，其接口用塞頭塞緊。鍋爐前面上部有一出口處，可接一同樣口徑之管子，通至排水出口，此管子上可裝一閘狀活門以利關啓。於是將全部汽帶上之活門關閉，如蒸汽總徑及回水總徑上有閘狀活門者，則不必將汽帶一一關閉，將此二種管上之閘狀活門關閉即可。加水入鍋爐，至水表頂部滿溢為止。於是可用猛火燃燒，以升高壓力十五至二十磅為度，至此則一方面將上部活門開啓，使鍋內沸騰之油污排出，一方面進水以補其不足，如是隔二小時後可將進水關斷，俟水排出至水表之中央時，再將上部活門關閉。此時鍋內之水定能清澄而無油污，如仍有油污時，可照上法再實施一次，則以後用鍋爐時，可無油面阻止發生蒸汽之弊。

(2) 新買或曾經修理過之鍋爐，當開始工作時，先應將通總汽徑之活門關閉，試驗其所升高之蒸汽壓力是否準確，然後再將總活門徐徐開啓，愈慢愈好，以避免與冷氣衝突而起之響

聲。

(3) 水裝好後，即可先將引火物放於爐格上，加少許燃料燒之，待火勢高後再加足燃料，白煤以加至爐口一半為止。如用煙煤則可加至爐口邊。如用劣等含有雜質之煙煤則祇可加至爐口一半以下。

(4) 生火前必須視察生火用具有否損壞。

(5) 如該火爐已有多時不用，而爐格上覆有甚多之溶滓時，其最快除去之方法，乃用急火燒軟溶滓再鏟出，然後始可正式加煤燃燒。如溶滓不與爐格結合一起，則不用火燒亦可取出。如溶滓硬或煤屑嵌在爐格內，則不必用力硬搖爐格以傷機械，祇須用耙把碎後再搖出。

(6) 火爐多時不用重新再生火時，須將下部排水管開放，使所有沈澱污水全部放出。

乙 生火後須注意者

(1) 應時常視察水表所示水面之高低，以防其不足。有時工人大意或其他關係，以致水面降落太低，則其唯一補救辦法，即速將爐中煤火熄滅，不可妄自加水，否則即有爆炸之禍。

其滅火最迅速之方法，一方面將粗橡皮管接水澆滅爐火，再用濕灰封閉之，一方面將全部通風門緊閉，則火不一刻即熄。

滅。此鍋爐須經過一番慎密之考察後，方可重新生火。

(2) 汽鍋上所裝之玻管水平線計，常易被他物阻塞，以致所示之水面並非真正之水面，故常須流放，且勿用不清潔之水。

(3) 管理人須時常注意鍋爐之效率，最好每日有記錄。在不論何式之鍋爐，時日稍久即易生水垢（或稱水鹼）(Scale)，故管理者必須由實地經驗上體會生水垢之程度，預知經過若干時日後，所積水垢將阻礙鍋爐之工作，則即可經過一番洗刷後再繼續工作，方不致減低效率。

(4) 如發現有某室之汽帶，或某一段之汽帶不熱時，可先檢驗汽帶上之活門是否開放，再看來自鍋爐之管子上有否損壞，或走氣活門之是否能走氣自如。

(5) 如在冬季，房屋無人居住而不用暖氣時，則必須將全部鍋爐管子及汽帶中之水放出，以防冰凍，並須將鍋爐及汽帶上之活門開放。

(6) 燒熱之灰須防其落出灰盤之外；灰盤應不使其積滿煤灰。

(7) 燒煤工人常喜將鍋爐上之安全活門開放，其意欲視是否靈活，然此種動作常使蒸汽之無謂損失。有時工人偷懶，

不利正通風及減低燒煤量，妄自開啓安全活門以希減低蒸汽壓力，此種有損經濟之動作，須特別加以制止。

(8) 每日一次校對安全活門，祇須用手略為開啓，視其是否靈活即足。小型之鍋爐可將蒸汽壓力增加以使活門開啓，此時蒸汽之壓力與活門規定開啓之壓力是否相符合，即可知該活門之是否靈活。或用壓力校對器(Gauge-tester) 校準之。

(9) 能升高加入鍋爐中水之溫度，即能減省鍋爐之工作，時間與燃料，故能利用廢汽以溫熱所加入之水，為非常經濟之辦法。

(10) 受熱面內外部之清潔與否，影響及鍋爐之容量及效率頗大。是此項之清潔工作不可懈怠，管子外之煙灰必須隨時刷掃，其刷掃之相隔時間，以所燒煤之等級優劣而別。圖一一七示一套清除鍋爐之工具，煙灰亦可用此工具吹淨。此項工具可裝置於鍋爐內以便隨時吹淨之，其須注意者，即應時加觀察有無漏隙，因此種漏隙能使由蒸汽凝成之水，滴於鍋爐管子上而發生銹蝕，如滴於磚牆上則發生分裂，是管理人員不得不注意者。

(11) 水垢之存在已知有損鍋爐之效率，其大型或數隻連合之鍋爐可採用水垢刮除器，此器有二種不同之式樣，一為用



■一一七：鍋爐清潔器

高壓空氣 (Compressed air) 轉動者，一為用水力轉動者。如水垢積成甚厚，其刮除頗費手續。先需加一桶（如火油听大小）碱粉，加水後用微火將水煮滾而不加壓力，則水垢變軟極易刮除。

丙 不用時之處置

(1) 夏季：—— 卸除煙囪接頭，裏裏外外加以全部之清刷。鍋爐上每一接頭處均須塞緊，有縫處須用黑油或石綿粉摻水門汀嵌緊。煙囪底部，爐內及各處之煤灰煤灰皆須刷清。各部門上之鉸鏈均須用油搽拭，節制器等亦須上油以利活絡。

將各處門開啓，避免內部潮濕及生銹。

不論燒熱水或蒸汽之鍋爐，均須注滿給水，蒸汽鍋爐須注

滿抵達安全活門爲止。

(2) 冬季：——如鍋爐在冬季亦因故不用，則必須將全部汽帶管子鍋爐及水箱等內貯水放盡，否則一遇冰凍卽有炸裂之虞。

暖氣工程參考書一覽表

第一章 緒言……………著者自擬

第二章 暖氣工程之預算

第一節 房屋散熱量之計算……………參考 Kenney,
C. K. "Ideal Heating Practice" 1921
American Radiator Company. 間參己意。

第二節 汽帶種類及其方尺之計算……………自擬，圖
表取之於 American Radiator Company 新
出版之 "The Ideal Fitter"

第三節 鍋爐容量……………自擬

第四節 爐格面及受熱量……………自擬

第五節 燃煤量……………自擬

第三章 暖氣工程

第一節 熱空氣暖氣式……………參考 American Te-
chnical Society "Cyclopedia of Heating,

Plumbing & Sanitation" 1917, American School of Correspondence. 間參己意。

第二節 直接蒸汽暖氣式……………自擬，圖表第二十八；二十九；三十二；三十八；五十二至五十八；六十二皆取材於 "Cyclopedia of Heating, Plumbing & Sanitation." 圖四十七；四十八及五十取於 "Ideal Arco Accessories" 1934, American Radiator Company. 表五十九及六十四錄自 Heating Data Sheet No. 129-G. 表六十及六十三錄自 Heating Data Sheet No. 129-H. 表六十一錄自 Heating Data Sheet No. 129-I. 表六十五至六十七錄自 Heating Data Sheet No. 129-H. & I. 第七十二頁取材於 "The Valve World." April, 1936, Page. 48.

第三節 廢汽暖氣式……………參考 Phelps, E. B. "Heating Plans & Specifications." 1925; "Cyclopedia of Heating, Plumbing & Sanitation" 及牯嶺中央黨部大廈之實際情

形。

第四節 蒸汽真空暖氣式……………同上。

第五節 直接熱水暖氣式……………自擬，圖八十四
自 “The Ideal Fitter”

第六節 熱水壓力循環暖氣式……………譯自 “Cyclo-
pedia of Heating, Plumbing & Sanitation” 惟圖表第八十九由著者依據熱水散熱原
理自擬。

第七節 間接蒸汽暖氣式……………取材於 “Cyclope-
dia of Heating, Plumbing & Sanitation” 間
參己意，圖一〇九至一一一剪自 “Ideal Arco
Accessories” 1934.

第八節 電暖氣式……………自擬。

第四章 特種建築之設計。

第一節 學校……………參考 “Cyclopedia of Heat-
ing, Plumbing & Sanitation” 及 “Heating
Plans & Specifications.”

第二節 醫院……………同上。

第三節 花房……………同上。

第四節 工廠……參考凌鴻助著“工廠設計” P. 103-108, 1933, 商務萬有文庫。

第五章 暖氣工程之設備及管理。

第一節 鍋爐上之設備……自擬。

第二節 經濟熱量之設備……取材於 “Heating Plans & Specifications” 及鈕因梁著“機械工程概論” 1933, 商務萬有文庫。

第三節 暖氣用鍋爐之管理……參考姚幼蕃編著“實驗汽鍋管理法” 1936, P. 358-367. 商務工學小叢書, 問參己意。

中華民國二十七年四月初版

(66818)

小工學叢書 暖氣工程一冊

每冊實價國幣伍角伍分

外埠酌加運費匯費

著者

陸 鐘

上海福州路五四四號

發行人

王 雲 五

長沙南正路

印刷所

商務印書館

長沙南正路

發行所

商務印書館

各埠

版權所有
翻印必究

★ 三三八七〇

大

(本書校對者 呂基洪 張叔介)

