

# 暖氣工程

黃述善 著

中國科學圖書儀器公司

出版

# 暖 氣 工 程

黃 述 善 著

龍 門 聯 合 書 局

重慶中山一路368號 電話:3131

中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

出 版

# 暖 氣 工 程

版權所有



不准翻印

一九五一年七月初版

著 者 黃 述 善

出 版 中 國 科 學 出 版 社

總發行所 中國科學圖書聯合發行所

中央路24號304室  
電話 19566 電報掛號 21968

分 銷 處 中 國 科 學 圖 書 儀 器 公 司

號  
號

## 原 序

暖氣工程，與房屋建築，居民衛生，均有密切之關係。歐美各國，多有專門著述；我國尚無專書，即各大學工科，亦未嘗注重。業此者，大都採取西文原書參以個人經驗。次之則由水管工匠出身，略知一二，即設店營業。欲求一能完全負責設計之人，殆有如鳳毛麟角，不可多得。故初學者，非由西文原書，無從入手。不佞從事於斯，已二十載。雖稍有經驗，然一遇疑難，每搜閱舊書雜誌，至十數日始能解決。或更改至十數次，始克成功。深感暖氣工程之無專書，非特初學者之不便。即久於斯業者，亦無所適從。爰於公餘之暇，博採羣書，間附己意，編成暖氣工程一書，以供同業參考。至若疏忽之處，在所不免，讀者諸君，幸鑒諒之。

一、是書共分三章：第一章，述暖氣工程應有之常識；第二章，述局部暖氣方法；第三章述全部暖氣方法。凡最新發明暖氣之方法，無不包括悉載。

一、是書採取下列各書，撮其精華，編譯而成。

(1) *Heating Ventilation and Air Condition:*

*'Harding and Wildlard'*

(2) *Heating and Ventilation:*

*'Rietsche-Brabbee'*

(3) *500 Questions and Answers on Steam Heating:-*

*Alfred G. King.*

(4) *Sanitary Heating and Ventilation Engineering:*

'American Technical Society'.

(5) *Alt's House Heating Plans:*

'Harold L. Alt.'

(6) *Plumbing Handbook:*

'Dibbls'

(7) *Piping Handbook:*

'Walker and Grocker'

(8) *Standard Practical Plumbing:*

'R.M. Starburk'

(9) *Handbook of Building Construction:*

'Hool and Johnson'

而於上列各書外，復摘錄

*Heatin Ventilation Magazine:* 及

*Domestic Engineering*

兩種雜誌中之例題，以資參考。

一、書中各種專用名詞譯名，均根據上海市給水設備工程須知，及上海通用衛生暖氣工程名詞表。其未有者，則譯以己意。而於每一專名詞之下，悉附以原文，以便讀者對照。

一、是書注重於實際經驗。關於各種計算方法，各舉例題證明。但以最淺易者為原則。至若公式之來源，有關於高深數理者，概未採錄；以便於初學之用。

一、書中插圖，均就原書繪製；或採取各工廠樣本之照片影印。■  
中術語，悉譯成國文，用正楷字書寫，使閱者一目了然。

湘潭黃述善識於上海

1936年2月29日

## 後 序

拙著暖氣工程前三章，脫稿於 1936 年 2 月。承已故鄒恩泳先生，介紹至中國工程師學會，審查付印。至 1937 年 8 月，排版完畢。時值八一三事變，版務停頓。予亦倉卒避難回籍。十載以來，委瑣流離，無暇過問。1945 年，重來滬上。在舊同事朱君樹怡處，覓得原印散頁全份，裝訂成冊。檢閱之餘，尙屬完全。惟原書不無錯誤之處。且近年來暖氣工程，進步甚多。其最著者，如熱水暖氣式之精密計算，對流放熱器及太陽熱之新法，均原書所未載。故未敢重印問世。現因我國需用暖氣之處甚多，以東北及西北各地，尤爲殷切。爰於公餘之暇，將原書詳加校訂。並多方搜集各種暖氣新書，將原書所未載者，譯述補充。附以燒油機之利用，及平民浴室簡易鍋爐設備，並計算圖表，合爲補編一章，與前三章併爲一冊，俾業斯者有所取裁焉。

湘潭黃述善再識於上海

1950 年 12 月 30 日

# 目次

## 第一章 關於暖氣工程應有之常識

|                 |    |            |    |
|-----------------|----|------------|----|
| 第一節 熱之定義        | 1  | 1. 燃燒之作用   | 35 |
| 第二節 熱之測驗        | 1  | 2. 燃燒之注意   | 36 |
| 1. 熱力單位         | 1  | 3. 燃料之計算   | 36 |
| 2. 熱之效力         | 1  | 4. 燃料之選擇   | 36 |
| 3. 水之特性         | 1  | 5. 自動加煤器   | 37 |
| 4. 比熱           | 2  | 第九節 暖氣鍋爐   | 38 |
| 5. 潛熱           | 4  | 1. 鍋爐之種類   | 39 |
| 6. 溫度           | 4  | (A) 熱鐵暖氣鍋爐 | 39 |
| 7. 絕對溫度         | 5  | (B) 生鐵暖氣鍋爐 | 39 |
| 第三節 熱之傳導        | 6  | 2. 鍋爐之要素   | 42 |
| 1. 導熱           | 6  | (A) 燃燒面積   | 42 |
| 2. 對流           | 6  | (B) 爐柵面積   | 42 |
| 3. 輻射           | 7  | 3. 鍋爐之容量   | 42 |
| 第四節 壓力測驗        | 7  | 4. 鍋爐之附件   | 42 |
| 1. 大氣壓力         | 7  | (A) 蒸汽鍋爐附件 | 42 |
| 2. 水之壓力         | 7  | (1) 平安門    | 42 |
| 3. 蒸汽壓力         | 7  | (2) 汽壓表    | 42 |
| 4. 汽壓表          | 8  | (3) 水柱與玻璃管 | 43 |
| 第五節 房屋熱力之消耗     | 8  | (4) 自動節風器  | 43 |
| 1. 牆壁之傳熱        | 8  | (5) 洩水開關   | 46 |
| 2. 冷風之侵入        | 13 | (B) 熱水鍋爐附件 | 46 |
| 第六節 放熱面積之計算     | 15 | (1) 熱度表    | 46 |
| (A) 採用室內空氣更換之次數 | 21 | (2) 高度表    | 96 |
| (B) 採用隙縫空氣泄漏    | 27 | (3) 節風器    | 46 |
| 第七節 烟囱之要件       | 31 | 第十節 放熱器    | 47 |
| 第八節 燃燒之要件       | 35 | 1. 放熱器之種類  | 47 |

|           |    |           |    |
|-----------|----|-----------|----|
| (A)盤管式放熱器 | 47 | (H)特別放熱器  | 54 |
| (B)柱狀放熱器  | 48 | (I)間接放熱器  | 55 |
| (C)管狀放熱器  | 50 | (J)風爐放熱器  | 55 |
| (D)掛牆式放熱器 | 50 | 2. 放熱器之面積 | 56 |
| (E)風管放熱器  | 51 | 3. 放熱器之效率 | 57 |
| (F)窗下放熱器  | 53 | 4. 油漆之關係  | 58 |
| (G)芬式放熱器  | 53 | 5. 暗置之關係  | 59 |

## 第二章 局部暖氣法

|           |    |            |    |
|-----------|----|------------|----|
| 第一節 壁爐    | 61 | 第六節 煤氣爐    | 67 |
| 第二節 火坑    | 62 | 1. 煤氣爐之優劣點 | 67 |
| 第三節 鐵火爐   | 62 | 2. 煤氣爐之設計  | 67 |
| 1. 概述     | 62 | 3. 煤氣爐之式樣  | 68 |
| 2. 鐵火爐之要件 | 63 | (A)熱風煤氣爐   | 68 |
| 3. 鐵火爐之式樣 | 63 | (B)暖風煤氣爐   | 68 |
| (A)礮形火爐   | 63 | (C)輻射煤氣爐   | 69 |
| (B)愛爾蘭火爐  | 64 | 4. 反風檔之作用  | 69 |
| (C)珠冠火爐   | 64 | 5. 透氣管之設備  | 69 |
| (D)布雷波火爐  | 65 | 6. 煤氣爐之計算  | 69 |
| (E)鐵罩火爐   | 65 | 第七節 電爐     | 71 |
| 第四節 磚爐    | 66 | 1. 電爐之優點   | 71 |
| 1. 磚爐     | 66 | 2. 電爐之式樣   | 72 |
| 2. 爐烟器    | 66 | 3. 電爐之計算   | 72 |
| 第五節 煤油爐   | 67 |            |    |

## 第三章 全部暖氣法

|            |    |             |    |
|------------|----|-------------|----|
| 第一節 熱風暖氣設備 | 73 | 8. 進風管之設備   | 80 |
| 1. 熱力之需要   | 73 | 9. 風格之配置    | 80 |
| 2. 空氣之溫度   | 73 | 10. 隔熱之需要   | 83 |
| 3. 烟囱之要件   | 73 | 11. 溫度之調和   | 83 |
| 4. 風爐之構造   | 75 | 第二節 直接蒸汽暖氣法 | 86 |
| 5. 爐罩之設計   | 77 | 1. 高壓蒸汽式    | 86 |
| 6. 熱風管之設計  | 77 | 2. 餘汽式      | 59 |
| 7. 豎管之裝置   | 79 | (A)回壓力之抵制   | 95 |

|              |     |               |     |
|--------------|-----|---------------|-----|
| (B)油質之分離     | 95  | 第三節 直接熱水暖氣法   | 125 |
| (C)回水之利用     | 96  | 1. 重力循環式      | 125 |
| 3. 低壓蒸汽重力回水式 | 97  | (A)開口式        | 125 |
| (A)單管式       | 98  | (B)封口式        | 132 |
| (B)雙管式       | 108 | 2. 機械循環式      | 135 |
| 4. 低壓蒸汽機械回水式 | 111 | (A)開口機械循環式    | 135 |
| 5. 洩氣式       | 112 | (B)封口機械循環式    | 141 |
| 6. 發汽式       | 113 | 第四節 間接暖氣設器    | 147 |
| 7. 單管發汽式     | 115 | 第五節 通風暖氣設備    | 156 |
| 8. 大氣式       | 116 | 第六節 單獨熱風具     | 160 |
| 9. 真空式       | 117 | 第七節 花房暖氣設備    | 162 |
| (A)普通真空式     | 118 | 第八節 熱水設備      | 166 |
| (B)變壓真空式     | 121 | 第九節 附屬汽車間暖氣設備 | 179 |
| 10. 汽水混合式    | 121 | 第十節 自動暖氣管理法   | 185 |

## 第四章 補 編

|                |     |                |     |
|----------------|-----|----------------|-----|
| 第一節 熱水暖氣式精密計算法 | 193 | 1. 太陽熱之概述      | 212 |
| 1. 重力循環式之設計    | 193 | 2. 太陽熱之應用      | 213 |
| 2. 機械循環式之設計    | 201 | 3. 太陽熱之裝置法     | 213 |
| 3. 總論          | 209 | 4. 太陽熱之計算法     | 216 |
| 3. 裝置方法        | 210 | 第四節 燒油機之利用     | 222 |
| 第二節 對流放熱器      | 211 | 第五節 平民浴室簡易鍋爐設備 | 223 |
| 第三節 太陽熱        | 212 |                |     |

## 附 錄 (目 錄 另 詳)

(225--242)

## 第一章

### 關於暖氣工程應有之常識

#### 第一節 熱之定義

熱可視為一種能力。譬如鋸木，銼鐵，或用兩手相摩，即發生熱力。因而傳達於鋸與木，銼與鐵，或吾人兩手之中。故鑽木可以取火，機器因摩擦而生熱，吾人因運動時體溫增加，皆熱為一種能力之證明也。

#### 第二節 熱之測驗

1. 熱之單位。凡熱之量，得以熱力單位表明之。標準熱力單位，為英制熱力單位。通常縮寫之為 Btu.，即每 1 磅水增高華氏  $1^{\circ}$  所需要之熱量也。例如今有水 6 磅，由  $55^{\circ}\text{F}$ ，熱之使至  $66^{\circ}\text{F}$ ，問需熱力幾何？

〔解〕 所需之熱力  $= 6 \times (66^{\circ} - 55^{\circ}) = 66 \text{ Btu}$

2. 熱之效力。凡物加熱，其效有三。(一)溫度變化。(二)體積變化。(三)形狀變化。例如將金屬在冷時測驗其溫度，加熱數分鐘之後，再以溫度表試之，則其溫度突然增加，此溫度之變化也。鐵管加熱則伸長，冷水加熱則沸騰，空氣加熱則膨脹，此體積之變化也。冰加熱化為水，水加熱化為汽，金屬加熱則溶解，此形狀之變化也。

3. 水之特性。依上所述，凡物加熱則體積膨脹，冷則體積縮小，此一定不易之理也。惟於水則尚有特性存焉。當其在  $39^{\circ}\text{F}$  時，分子

凝縮至相當程度，密度最大。過此下降，其體積徐徐增加。至  $32^{\circ}\text{F}$ ，其體積約增加  $1/10$ ，其膨脹壓力，約為每方吋 33,000 磅，幾無法可以抵抗。故有少量之水流入岩石隙縫，凝結為冰時，可使數噸之岩石，分離而出。若水在管內冰凍，可使水管破裂。然以  $39^{\circ}\text{F}$  之水，加熱至  $212^{\circ}\text{F}$ ，(沸騰點)則其體積膨脹約為  $1/25$ 。例如家庭熱水設備，每 25 加倫之水，熱之可使為 26 加倫。故通常用間接給水方法，即由屋頂水箱引冷水管至熱水箱之底部，再由熱水管之頂點，引一透氣管至屋頂水箱之上，以便熱水膨脹時，得滲入屋頂水箱之內。否則，或因熱水之膨脹，壓入幹管之中，或因膨脹之壓力，以致熱水箱及鍋爐破裂，常有生命危險。故水之特性，不可不知也。

4. 比熱(Specific heat)。凡物體之比熱為在某定量增高  $1^{\circ}$  所需之熱力，與同重量之水增高  $1^{\circ}$  所需之熱力之比。其定式如下：

$$\text{某物體之比熱} = \frac{\text{某物體增高 } 1^{\circ} \text{ 所需之熱力}}{\text{同重量之水增高 } 1^{\circ} \text{ 所需之熱力}}$$

通常以水之比熱為標準，假定為 1。得各種物質之比熱，如第 1 表，又各種建築材料之比熱，如第 2 表。

表 1 各種物質之比熱

| 固體 | 溫度<br>( $^{\circ}\text{F}$ ) | 比 熱    | 液 體 | 溫 度<br>( $^{\circ}\text{F}$ ) | 比 熱              | 氣 體  | 溫度<br>( $^{\circ}\text{F}$ ) | 定壓<br>比熱 | 定積<br>比熱 |
|----|------------------------------|--------|-----|-------------------------------|------------------|------|------------------------------|----------|----------|
| 銅  | 59-460                       | 0.0951 | 水   | 59                            | 1.0000           | 空 氣  | 32-392                       | 0.2375   | 0.1693   |
| 金  | 32-212                       | 0.0316 | 酒 精 | 32-176                        | 0.5475<br>0.7694 | 氧    | 55-405                       | 0.2175   | 0.1553   |
| 銀  | 59-212                       | 0.1152 | 水 銀 | 32-50                         | 0.03332          | 氮    | 32-392                       | 0.2438   | 0.1729   |
| 鑄鐵 | 68-212                       | 0.1189 | 石臘油 | 122                           | 0.4056<br>0.4502 | 氫    | 54-388                       | 3.4090   | 2.4141   |
| 軟鋼 | 68-208                       | 0.1175 | 甘 油 | 59-122                        | 0.576            | 氧化碳  | 41-208                       | 0.2425   | 0.1728   |
| 硬鋼 | 68-208                       | 0.1165 | 鎔 鉛 | 360                           | 0.0419           | 二氧化碳 | 52-417                       | 0.2169   | 0.1538   |

|    |        |         |                 |         |        |     |        |        |        |
|----|--------|---------|-----------------|---------|--------|-----|--------|--------|--------|
| 鋅  | 32-212 | 0.0935  | 鎔硫磺             | 246-297 | 0.2350 | 沼氣  | 64-406 | 0.5929 | 0.4505 |
| 黃銅 | 32     | 0.0883  | 鎔錫              | .....   | 0.637  | 爐烟  |        | 0.2277 |        |
| 玻璃 | 66-212 | 0.1988  | 海水(a)           | 64      | 0.980  | 烟囱烟 |        | 0.2400 |        |
| 鉛  | 59     | 0.0299  | 海水(b)           | 64      | 0.903  |     |        |        |        |
| 白金 | 32-212 | 0.0323  | 松香油             | 32      | 0.411  |     |        |        |        |
| 銀  | 32-212 | 0.0559  | 煤油              | 64-210  | 0.498  |     |        |        |        |
| 白錫 | 64.4   | 0.0542  | 硫酸              | 68-133  | 0.3363 |     |        |        |        |
| 冰  | .....  | 0.5040  | 橄欖油             | .....   | 0.309  |     |        |        |        |
| 硫磺 | .....  | 0.2025  |                 |         |        |     |        |        |        |
| 石灰 | .....  | 0.09555 |                 |         |        |     |        |        |        |
| 石膏 | .....  | 0.2590  |                 |         |        |     |        |        |        |
| 煤  | .....  | 0.27770 | (a)<br>比重1.0043 |         |        |     |        |        |        |
| 焦煤 | .....  | 0.26085 | (b)<br>比重1.0463 |         |        |     |        |        |        |

註一 從第一表，得知通常物質之比熱，可分為兩種。一為真正比熱。即在某溫度下之定熱，例如黃銅(Brass)之比熱，在 32°F 為 0.0883 是也。二為平均比熱。即由某溫度至某溫度間之平均比熱。例如白金(Platinum)之比熱，在 32°F 至 212°F 之間。其平均比熱為 0.0323 是也。

註二 氣體之比熱，可分別為二。一為在同壓力之下之比熱。二為在同容積之下比熱，例如空氣在同壓力之下，其比熱為 0.2375，在同容積之下，其比熱為 0.1693 是也。

註三 空氣為混合氣體。故在一定壓力之下，其比熱可由空氣所含各種氣體重量之百分數，與各種氣體之定熱相乘之積，求其和再以 100 除之，即為空氣之比熱，其計算如下：

空氣中所含各種氣體重量之百分數為 (CO<sub>2</sub>) 13%；(CO) 0.4%；(O) 8%；(N) 77.6%；故得求其比熱略如下。

$$\text{CO}_2: 13.0 \times 0.217 = 2.821$$

$$\text{CO} : 0.4 \times 0.242 = 0.097$$

$$\text{O} : 8.0 \times 0.217 = 1.740$$

$$\text{N} : 78.6 \times 0.243 = 19.100$$

---

100

---

23.758

$$23.758 \div 100 = 0.238 \quad \text{在定壓力之下之比熱。}$$

表 2 建築材料之比熱

| 建築材料  | 比 熱    | 密 度<br>(磅/立方呎) | 建築材料   | 比 熱    | 密 度<br>(磅/立方呎) |
|-------|--------|----------------|--------|--------|----------------|
| 磚 料   | 0.1950 | 100            | 水泥三合土  | 0.270  | 133            |
| 石 工   | 0.2159 | 160            | 木料(平均) | 0.327  | 40             |
| 灰 泥   | 0.2000 | 90             | 石 板    | 0.181  | 170            |
| 白 松 木 | 0.4670 | 30             | 鑄 鐵    | 0.1189 | 450.6          |
| 橡 木   | 0.5700 | 48             | 黃 銅    | 0.0883 | 523            |
| 赤 楊 木 | 0.4800 | 41             | 石 膏    | 0.259  | 140            |
| 玻 璃   | 0.1977 | 164            | 鋼      | 0.1175 | 490.0          |

5. 潛熱(Latent heat). 凡物體加熱,其形狀發生變化,而溫度不變者,是為潛熱。例如化冰為同溫度之水,每磅所需之熱力為 142 Btu;然以溫度表測驗其溫度,至冰全部溶解為止,冰與水之溫度均為 32°F,無所增加。若再繼續加熱,則水之溫度,徐徐增加,由溫度表可以表現。又如水在沸騰時,可知其溫度為 212°F,然必須再加以多量之熱力,使水繼續沸騰,方能發生蒸汽。而所發生之蒸汽,其溫度仍為 212°F。由此可知化冰為水,蒸水成汽,均必須吸收相當之熱力。此種熱力,謂之潛熱,非溫度表所能測驗。但由實驗,可證明熱力之存在。設以 32°F 之水 1 磅,與 174.6°F 之水 1 磅混合,其溫度為  $(174.6^\circ + 32^\circ) \div 2 = 103.3^\circ\text{F}$ 。然以 32°F 之碎冰塊 1 磅,與 174.6° 之水 1 磅混合,則其溫度仍為 32°F,即水之溫度仍為冰點。由此可證明化冰 1 磅為水所吸收之熱力,為  $(174.6^\circ - 32^\circ) \times 1 \text{ Btu} = 142.6 \text{ Btu}$ 。故冰之潛熱,通常認為 142.6 Btu。熱力單位也。

6. 溫度(Temperature). 普通寒熱之名稱,每隨吾人所感覺之狀況而異,同一室內,在運動之後,似覺為熱;在靜坐之時,反覺為寒。置赤足於地毯之上頗覺溫暖;而置於同溫度之磚地,即覺寒冷。溫和水,以曾經插入熱水之手試之,似覺寒冷;然以曾經插入冷水之手試之,則覺暖熱。故人身所感覺之寒熱,不足以為溫度之標準。必須以

科學方法測驗，始能知有正確之溫度。此溫度表之所由發明也。其作用不外乎物體因熱則膨脹之原理。最初發明者為蓋氏(Galileo)溫度表。利用空氣之膨脹，使有色之液體，上下升降，以紀錄溫度之高低。至公歷 1700 年，始有水銀溫度表之發現，為最合宜可靠，故至今用為標準式溫度表。若夫氣體溫度表，則僅為科學之用途。白金溫度表，則以為測驗最高及最低溫度之用。其他如各種金屬構造之溫度表，則或以為氣候測驗之用，或以為制熱器之用。

水銀溫度表之製造，用一極厚的玻璃管，其一端為球形，以純潔之水銀注入。將水銀徐徐加熱，至所擬記錄之最高溫度略為增高，然後將其開口之一端，用火燒化封密。迨至水銀冷却凝縮，則其上成一真空柱。再將玻璃管置於蒸汽及冰水之中，分別紀錄水銀升降之位置，是為沸騰點及冰點。而於其間分為若干等分，即得溫度表之度數。其最普通者，為攝氏華氏兩種：攝氏表，假定冰點為  $0^{\circ}$ ，沸點為  $100^{\circ}$ ，而於其間分為 100 等分是也。科學上多利用之。華氏表，假定冰點為  $32^{\circ}$ ，沸點為  $212^{\circ}$ ，而於其間分為 180 等分是也。工業上多利用之。暖氣工程所用者，厥為華氏表。(Fahrenheit scale)。

7. 絕對溫度(Absolute Temperature)。絕對溫度者，以在物質分子完全不振動時為絕對零度(通常為在冰點  $32^{\circ}\text{F}$  下  $491.6^{\circ}\text{F}$ ) 所得之度數也。物理學多利用之。蓋在一定壓力之下，氣體之溫度為  $32^{\circ}\text{F}$  時，每  $1^{\circ}$  之變化，氣體容積之變化，為  $1/491.6$ 。例如 491.6 立方呎氣體，在  $32^{\circ}\text{F}$ ，壓力不變時，冷下  $20^{\circ}\text{F}$ ，則其新容積之變化為  $(491.6 - 20 \times 491.6/491.6) = 471.6$  立方呎是也。故已知華氏溫度表之溫度  $t$ ，求其絕對溫度  $T$ ；僅於華氏表溫度上，加以  $(491.6 - 32^{\circ})$  或  $459.6^{\circ}$  可也。在工業上通常約之為  $460^{\circ}$ ，即  $T = t + 460^{\circ}\text{F}$ 。如化為攝氏表，則得下式：

$$T = t + \frac{5}{9} \times 491.6^{\circ} = t + 273.1^{\circ}\text{C}$$

### 第三節 熱之傳導

熱之傳導，其作用不外如下之三種：

1. 導熱(Conduction) 置金屬棒一端於火上，由火焰之熱力激動金屬之分子，因而導熱於他端，是為導熱。通常以銀為導熱之標準，得各種物質之導熱性，比較如下表。

表 3 物 質 之 導 熱 性

| 物 質 | 導 熱 性 | 物 質   | 導 熱 性 |
|-----|-------|-------|-------|
| 銀   | 100   | 花 岡 石 | 0.5   |
| 銅   | 86    | 水     | 0.2   |
| 黃 銅 | 24    | 玻 璃   | 0.05  |
| 鐵   | 20    | 木 頭   | 0.03  |
| 鉛   |       | 鋸 木 屑 | 0.012 |
| 水 銀 | 2     | 法 蘭 絨 | 0.004 |

2. 對流(Convection) 由第三表可知水不易於導熱。然以對流之作用，其傳熱之效力甚大。如圖 1 所示。置水盆於火上。底層之

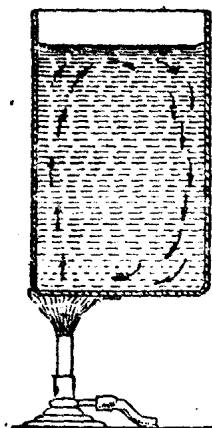


圖 1 水之對流

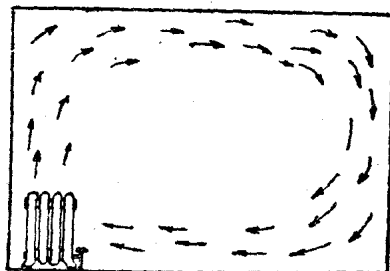


圖 2 空氣之對流

熱水，質量較輕，因而上升。兩側之冷水，質量較重，隨而下降。循環流動不已，至盆中之水，全部沸騰而後止。又如空氣最不易於傳熱，然如圖 2 所示，室內放熱器，由對流之關係，熱空氣徐徐上升，冷空氣隨之下降。故室內全部，得以溫暖，此皆對流之作用也。

3. 輻射(Radiation) 置身於火爐或汽爐之旁，常吸收多量之熱力。然試思此熱力果何由而來乎？如認為導熱之作用，則空氣最不易於導熱者也。如認為對流之作用，則熱空氣應先上升，不宜先傳播於兩旁也。無以名之，名之曰輻射而已。輻射之媒介，為一種‘以太’(Ether)，每非吾人目力所能見，但可假定為波動(Wave motion)之作用。其速度約為每秒鐘 186,000 英哩。太陽之光與熱，即由‘以太’之波動，傳播於地球上，以保持吾人之生命。故輻射者，乃熱力傳導之最重要方法也。

## 第四節 壓力之測驗

1. 大氣壓力(Atmospheric pressure) 大氣壓力，通常約為每平方吋 14.7 磅，或每平方公分 1 公斤。如以水銀柱表示，則為水銀 29.92 吋，如以水之高度表示，則約為 32.5 呎，故普通抽水機之吸水管，其深度不能超過 32.5 呎，因在大氣壓力之下也。

2. 水之壓力。通常水之重量，約為每立方呎 62.5 磅。即 1 呎高水之下，其壓力為每平方呎 62.5 磅；或  $62.5 \div 144 =$  每平方吋 0.434 磅。故已知水之高度，得以計算其壓力。例如高 30 呎之水，其底部之壓力為  $30 \text{ 呎} \times .434 =$  每平方吋 13.02 磅。或已知水之壓力，得以計算其高度。例如每平方吋 1 磅之壓力，其高度為  $1 \div .434 = 2.31$  呎；或每平方吋 13.02 磅之壓力，其高度為  $13.02 \times 2.31 = 30$  呎是也。

3. 蒸汽壓力。由  $212^{\circ}\text{F}$  之水，繼續加熱，則變為有形之蒸汽。其

體積之膨脹約為 1720 倍。即 1 立方呎之水，可使化為 1 立方呎之蒸汽，故可發生極大之壓力。然在通常低壓式暖汽工程，鍋爐上之最大壓力，不過每平方呎 8 磅至 15 磅耳。

4. 汽壓表(Steam Gauge) 普通汽壓表之構造。略如圖 3 所示：

(a) 為富有彈性扁形黃銅管(Bourdon tube)。

(b) 為柔絲(Hair spring)。

(c) 為齒輪軸(Pinion shaft)。

(d) 為滑環節(Sliding Link)。

(e) 為槓桿支點(Fulcrum)。

(f) 為指針(Gauge hand)。

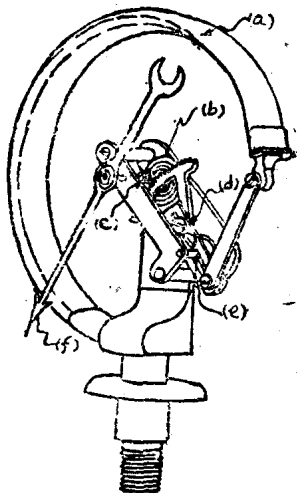


圖 3 普通汽壓表之內部構造

當壓力傳達於扁形管之內，即向外伸張。由槓桿與齒輪之作用，使指針轉動於盤面，因以記錄壓力之大小。通常以每平方呎若干磅為單位。

## 第五節 房屋熱力之消耗

1. 牆壁之傳熱。牆壁或其他各部，如地板天花板等，每小時，每平方呎，每  $1^{\circ}\text{F}$ ，所傳導之熱力，其計算方法，根據以下之公式：

$$U = \frac{1}{\frac{1}{K_1} + \frac{1}{K_2} + \frac{N}{K_3} + \sum \frac{x}{C}} \quad (1)$$

式內  $U$  = 牆壁每平方呎每小時每  $1^{\circ}\text{F}$  傳熱係數(Btu)

$K_1$  = 牆壁內部表面每平方呎每小時與室內溫度每差  $1^{\circ}\text{F}$ ，所傳導之熱力。(通常約為 1.34 Btu)