

热力管道设计与安装手册

文兆鋈 吳其驥 朱树曾

郑仁培 張文元 編 譯

(修訂第二版)



再版序言

热力管道設計安裝手冊在三年前出版后，由於广大讀者的要求認為有再版的必要，准考慮到近几年来隨着國家經濟建設的迅速發展，我國工業技術水平都相應有了顯著的提高，热力管道工程亦同樣如此。因此決定將原初版內容加以增添和更新，去掉複雜的膨脹計算公式而採用圖表法，以簡化計算時間。對流体動力計算則列出了較明確的方法和步驟，並結合點滴工作經驗，增編了總論，補充了管道敷設條例，俾使該書更適應實際工作的需要，惟編者技術水平以及手邊資料所限，在編排內容等方面尚顯不夠完善，希各地讀者指正，俾使本書日趨完善。

一九五七年四月於首都

热力管道設計與安裝手冊

文兆錕 吳其驥 朱樹曾 鄭仁培 張文元 編譯

1957年8月第二版 1958年11月北京第三次印刷 2,401冊（累計7,613）

850×1168 · $\frac{1}{32}$ · 150,000字 · 印張6 · 插頁12 · 定價(10) 1.20元

工人出版社印刷廠印 新華書店發行 書號 0130

冶金工業出版社出版（地址：北京燈市口甲45號）

北京市書刊出版業營業許可證出字第093號

目 录

序言.....	2
第一章 总論.....	4
第二章 管道敷設.....	8
第三章 管道材料及管壁厚度的選擇.....	27
第四章 管道配件.....	37
第五章 管徑的計算及压力降.....	65
第六章 管道的热力膨脹.....	76
第七章 管道支架.....	96
第八章 管道的保溫.....	111
第九章 焊接.....	130
附 录.....	147
主要参考書目录.....	192

第一章 总 論

一、热力管道設計所需考慮的問題

1. 設計热力管道应具有該区域之基础資料。

1) 厂区地形圖、車間建筑圖及車間設備佈置圖。

2) 最高地下水位以及冰冻深度。

3) 气候条件, 尤其注意当地特殊的气候条件如該地風速很大或下雪很厚, 則应考虑風力及雪重。

2. 整理对热力介質各用戶之用点、用量、以及对介質参数之要求。俟整理齐全后再开始設計。

3. 在管道設計計算过程中应考虑。

1) 根据用戶点之佈置及对压力之要求作流体阻力計算以選擇管徑。

2) 根据介質参数, 決定管壁厚度。

3) 在必要处安置膨脹器, 以解釋因溫度差所引起的膨脹应力。

4) 适当選擇支架的形式及其跨距以承受管重荷重以及因膨脹而产生之推力。

5) 根据管網系統要求, 在必要的地方設开閉裝置。

6) 決定管線坡度适当考虑管道之排水放气裝置。

7) 決定保溫材及保溫的經濟厚度, 以減少管道之热損失。

8) 計算該管段之全部投資以及技术經濟指标。

4. 車間內部管道圖一般应包括: 平面圖、立体系統圖、支架圖、詳細圖以及管道零件圖等。但對於較复杂管道之配置如鍋爐房內部管道配置圖等, 需制作断面圖外, 其他一般車間管道圖紙不必制作断面圖、對於表示不清的地方可以用局部詳細圖示之此外並应具有圖紙目录及材料表。

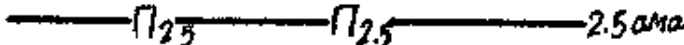
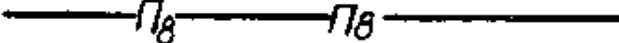
5. 厂区外部管道应包括厂区管道总平面圖、分段平面圖、

橫断面圖、支架圖、另件圖、局部詳細圖、材料表以及总的圖紙目錄，对地下敷設的管道尚需縱断面展开圖，对架空敷設的管道尚需縱断面圖（但对沿着一定結構如煤气管道敷設的架空管道有时可以考虑省去縱断面圖）。

6. 制圖时可採用下列比例尺：

- 1) 厂區总平面圖 1:500, 1:1000, 1:5000
- 2) 厂區分段平面圖 1:200
- 3) 厂區分段縱断面圖 1:200
- 4) 縱断面展开圖 1:200 1:500
- 5) 車間平面管道圖 1:100 1:200

7. 管線可以用單線来表示，對於不同介質或不同参数的管道，应用不同的線條示出。如下：

	低壓蒸汽管道
	8 атм 蒸汽管道
	18 атм 蒸汽管道
	冷凝水管道
	壓縮空气管道
	飲水管道

8. 管道圖紙应附有施工說明、水压試驗、刷防腐層保溫、塗色等均应包括在說明內。

9. 直徑小於 $\Phi 50$ 的热力管道可不作支架圖，可由安裝部門按实际情况架設，但应將材料列入材料表中。

10. 支架應該力求簡單、可靠，對於大型鋼材不应隨便使用。

11. 所有管道材料及其配件等应尽量選擇國產材料、設計人員並应了解所選用的材料規格、价格以及施工技术能力，以作出經濟合理的設計。

12. 在作厂外管線时当線路位置取得掌握該地区負責人之同意后再委託土建人員作地溝及支架等設計，以避免返工或重新更改委託任务。

13. 作車間内部管道时，当線路佈置确定后即可委託土建人員作协作設計，並应俟取得厂房結構圖后才能制作管道支架圖。

14. 委託土建作配合設計时应將管重、管線位置、标高、以及管架埋設的具体位置，管推力等一併委託。

15. 管線上需要安裝的計器測量仪表在有計器設計人員协作可能的情况下，亦可作委託設計。委託时应將介質流量、参数、管徑、要求測量范围、以及管線佈置圖等一併提交。

16. 在平断面圖上应將与管線有关的土建部份和机械設備用細線示出。

17. 管道圖佈置完畢后，应与其他管線，如通風管、電纜等圖互相校对空間位置，以免發生碰撞情况。

二、热力管道安裝所需注意事項

18. 施工部門应指定專人对圖紙的管道線路、尺寸、标高、材料等进行核对复查，並充分了解設計意圖，然后再施工，如遇圖紙表示不清或發現錯誤，应及时与設計部門連系解决。

19. 根据圖紙准备材料並应計入相当的耗損量。

20. 施工單位根据圖紙进行線路定線，定線驗收、地溝鋪砌、支架安裝、管道敷設、刷鉛丹或鉛紅、保溫、水压試驗、塗色、線路复查、以及平整工作。

21. 管道的線路測量，应遵守下列的要求进行：

1) 固定水准点的精确度，应不低於Ⅲ級，對於居民区以外的压力管道的線路，其固定水准点的精确度不低於Ⅳ級。

2) 沿管道線路应設临时水准点，並与固定水准点相連。

3) 应定出線路中心線和轉弯处的角度，並与当地的固定的建筑物相連。

4) 管道線路与原有地下建築物相交处，必須在該地面上作出特別的標誌加以表明。

5) 定線測量应作記錄，並載明水准点和拴線。

22. 管道兩側及距管頂 0.2—0.3 公尺以內的回填土層中，不应含有石塊、磚头、冻土及土壤硬塊等物。用人工回填溝槽上部时，須分層进行，每層 0.2—0.3 公尺用重夯夯打，必要时可澆水，但坚固的粘質土壤不准澆水。

23. 但遇有特殊要求时（在完善的石砌道路和瀝青混凝土道路及一般鐵路下鋪設管道时），溝槽全深須用砂子回填；每層厚 0.2 公尺，並注水和夯打坚实。在地下管道或与電纜交叉处，溝槽回填層厚度为 0.1 公尺，且須仔細輕輕夯打。

24. 在施工区段內，应將安裝和鋪設管道所需的材料、設備和工具准备完善后，才可开始挖溝槽，土方工程完成后一般应在三天內敷設管道。

25. 在挖掘管道溝槽和檢查井的底槽时，不应破坏地基土壤的天然結構，因此人工挖干土时，溝底应留出 5—8 cm 厚的土壤暫不挖去；用机械挖土时，应留出 15—20 cm 厚暫不挖去。

鋪設管道之前，必須將溝槽底清理到設計标高並挖好管道接口的淺坑。

26. 如个别地方天然土壤結構被破坏时，則应將天然的土壤清除，然后將溝槽底整平；当必須严格遵守設計标高时，应用砂或礫石土壤將有关地方填补。

27. 当土質松軟时，人工管基的建筑方法和結構应由設計确定。

28. 岩石类土中的管基，应填以厚度不小於 10 CM 的砂層或礫石層。

29. 管道不得鋪設在冻结的土壤上，但干燥的、無膨脹性的砂質土、礫石土及岩石类土除外。鋪設管道前以及鋪設和試驗管道的过程中，应防止槽底冻结。

第二章 管道敷設

一、線路的決定

一般管道架設的方法，可分下列几种：

1. 架空敷設。管道在空中敷設易於檢查和保養，但管子的熱損失較同樣保溫裝置的其他敷設方法為大。管道在架空敷設時，應盡量附着在其他建築物上，如瓦斯管道、橋樑以及廠房牆壁等結構，以減少該工程的投資，但應注意下列幾點：

(1) 當管子架設在瓦斯管道上，則事先應將該瓦斯管道的支架加以驗算是否能經受所附加的荷重（管重及膨脹力等）。

(2) 架設管道的支架，不應直接焊在瓦斯管道上，應先在安設支架地方的瓦斯管道上焊以加強圈，然後再將管架固定在加強圈上（見第七章支架圖 73）。熱力管道最外邊與瓦斯管最外邊相距一般不應小於 200—300 mm 通常多在瓦斯管道的膨脹圈處制作該管道的膨脹圈。管道的敷設不要與瓦斯管道的放散管相碰，同時不應防碍了人孔處的檢修。

(3) 當數條熱力管道架設在煤氣管道上時，應盡量使熱力管道對煤氣管道中心的力矩處於平衡狀態。

(4) 熱力管道的固定支架應盡量與煤氣管道的固定點重合。並焊在煤氣管道的支架上。熱力管線之膨脹應考慮煤氣管線膨脹後之影響。

(5) 當熱力管道架設在 $\phi 2000$ mm 以上的煤氣管道時，由於該煤氣管道本身在制作時即焊有加強筋，所以熱力管道的支架佈置應盡量利用該加強筋來適當考慮跨距，加強筋之距離如下：

煤氣管道直徑 mm

焊在煤氣管道上加強
筋的距離 (m)

2000

4

2200

3.8

2500	3.4
2800	2.9
3000	2.6

(6) 沿厂房敷設的热力管道, 不应影响厂房的光線以及門戶的开啓。

(7) 当热力管道通过公路时, 管子保温的最低点与地面的距离不得小於 4.5 M 与铁路軌面淨距不得小於 6 M。

(8) 在煤气管道 ($\phi 1000$ 以上) 上敷設的热力管道, 应留有人行道以便檢查煤气管道时行走及檢查时之方便。

2. 地溝敷設。管子在地溝中敷設共分三种: (1) 敷設在通人的地溝內; (2) 敷設在不通人的地溝內; (3) 埋地敷設。其应注意事項分別列於下面:

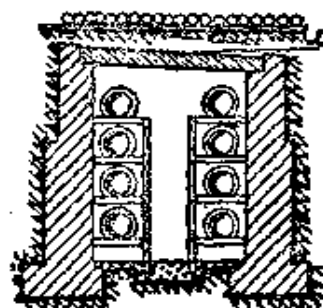


圖 1 通入地溝
1—斜度, 为 0.05

(1) 通入地溝的敷設 (圖 1): 在管徑很大而且数量很多, 或者該管道系供給重要的用戶时, 为了檢修及維護方便, 可以敷設在通入地溝內。应注意事項:

a. 当地下水位較高时, 应於地溝內作防水層。

6. 为了能將管子內的存水以及地溝內的积水充分排出, 地溝的底層应設有坡度, 正常坡度不应小於 0.002, 情况特殊时也可以採用 0.001。若下水道的水平位高於地溝的底層时, 則应設立排水裝置將积水排出, 在雨水量較大的地方应特別注意。

B. 为了檢修溝道內的管道或更換另件, 在通人的溝道內每隔 200—300 M 应設有人孔, 在人孔內側应設有扶梯。人井的数量至少应有兩個。

r. 通入溝道应有人工或自然通風設施, 保証有人在地溝內时, 溫度不超过 40°C 。在檢修时只允許携入电压不超过 36 V 之电灯。

Д. 通入溝道的高度不應小於 2 M, 管子與牆壁之間的距離和管子與管子之間的距離應保證檢修的可能, 一般通道的寬度不應小於 0.7 M。

(2) 不通入地溝的敷設 (圖 2): 不通入地溝的敷設適合熱力管道數量較少時, 大管徑的管道不應超過兩根, 小管徑的管道不應超過三根。注意事項:

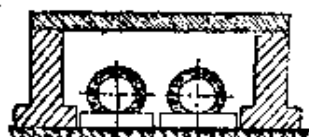


圖 2 不通入地溝

a. 與上述之通入地溝一樣, 應當注意地溝的防水及排水。

б. 地溝的底應盡量高於地下水位, 一般超過 500 MM, 這樣即可不作防水層以減少投資。

В. 不通入地溝的高度和寬度必須保證在敷設管道時進行安裝和焊接的方便。為了檢視填料型膨脹器、開閉器和蒸汽疏水設備, 並便於熱力管道的操作起見, 必須設置人井。人井的高度不得小於 1.8 M, 其寬度應使牆壁與管子間的通道不小於 0.5 M。人井中應有排水設施以便排除積水。

所有上述通行地溝及不通行地溝之溝頂應埋在地面下 500MM 這樣當地面上有載重車通過時, 會減輕直接壓在地溝頂上的荷重。

(3) 無地溝埋地敷設 (圖 3): 為了節省管道架設費用, 埋地敷設是較經濟的、但應注意下列幾點:

a. 管道最低部份應距最高水位 500 MM 管頂距地面亦不應小於 700 MM。

б. 管道底座的支承部份應放在冰凍線以下, 否則有下陷的危險。

В. 熱力管道與其他建築物或管線平行敷設時, 其間之淨空應至少保持下列數字:

與電纜溝外邊	2 M
與建築物建築線	5 M
與 $\phi 200$ MM 上水道	1.5 M

与 $\phi 200$ MM 上水道 3.0 M

4. 热力管道与其他建筑物相交时，其上下垂直距离不应小于下列数字：

管道顶部至铁轨底部 1.0 M

管道顶部至路基底部 0.5 M

3. 厂内敷設：在厂内应尽量沿着牆壁、柱、梁以及平台下面进行敷設，並应注意下列点：

(1) 应尽量避免攔窗，影响光線和通風当管子通过人行道时管子与地面之淨空应不低於 2 M。

(2) 管道上开閉器应設置在便於操作之处，高 2 M 以上且需經常操作的开閉器，应設有扶梯或远方傳动裝置（圖 4）。

(3) 管道可架設在厂房柱子上，牆上以及房架子上，（应吊在接点上）。管道应尽量不吊在吊車的梁上，因梁有下沉这样即破坏了管道的坡度。不得已时，应将吊架設在靠近柱子处。

(4) 管道保温外表面，与牆壁間的距离，当管徑 ≤ 150 MM 时其淨距为 100—150 MM 当管徑 > 150 MM 时其淨距为 150—200 MM。

(5) 管子穿过帶防水層之牆基时应作特殊之套管。該套管固定在牆基內，管子在套管內膨脹，管子与套管之間应紧塞以填料。

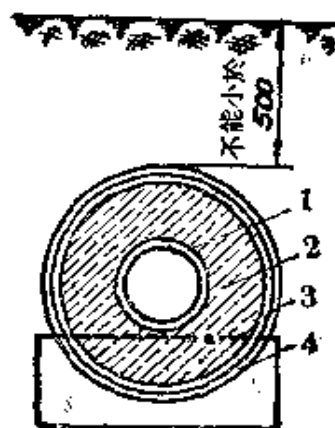


圖 3 埋地敷設

1—瀝青； 2—混凝土；
3—水泥； 4—防水用瀝青



圖 4 开閉器傳动裝置

二、管道的配置

1. 当主管上有支管时，則靠近支管的主管上应設立固定点，且支管不应設立在靠近主管之膨脹器处。

2. 两个膨胀器之間，应設立固定点。

3. 水平安裝的膨胀器或弯管附近的支架，应为滑动的（如图5所示之A及B之位置），以保証管段受热膨胀时，能够自由地橫向移动。在只有沿軸向移动的管段（如C点），才可以設立导向支架（滑动与导向支架，可參看第七章圖86及89）。



圖 5 膨胀器附近的支架配置
A、B、C—未膨胀前位置
A'、B'、C'—膨胀后的位置
实線—膨胀前的位置
虛線—膨胀后的位置



圖 6 数条管道平行时
膨胀器之佈置
A、B、C—不同的管道

4. 当数条管道平行佈置时，其相互間之距离应充分保証檢修管道时的方便，不可紧挤在一起。且每个管道的膨胀器，应有規則地排列在一起（圖6）。

5. 管道上的焊縫不应設在支架範圍內，应与支架保持相当距离，以便檢修。一般距离不应小於管徑，但至少亦不得小於200 mm。

6. 当管道上裝置三通、異徑管或其他零件时，其兩焊口間的距离不应小於管徑，但亦不能小於200 mm。

7. 線路之佈置，尽可能採取直線平正管路，以減少压力之損失，並避免积水現象，不可忽高忽低或任意弯曲。

8. 当配置主要热力管道时，不規則的任意弯管或不能計算膨胀量的弯管，尽可能不加以利用。

9. 在配置低压管道时（如水泵入口管道等），由於溫度及压力都很低，可以採用單行線路；当配置高压管道时，其主要管線应为双道（如透平机所用之主汽幹線），其中有一条作为备用。

10. 在配置热力管道时，应考虑到管道的膨胀，下列几項仅供配置管道时参考（热力膨胀之詳細計算需參看第六章第三节）：

（1）两个主管之間的連接管，或与主管相連接的支管，尽

量不以直管相連接，如圖 7 之 a 之虛線所示管段是不妥當的。因由於支管之膨脹，主管將受到很大的推力，並發生彎曲及容易引起主管上法蘭盤之漏汽，故應以具有適當膨脹量之彎管相連接，如圖 7、6 之實線所示。

(2) 在配置管道時，可以用管子之扭轉來承受管段之膨脹。如圖 8 所示之 abc 三個互相垂直之管段，當 a 管膨脹時， C 管末端所受之力為扭曲应力。

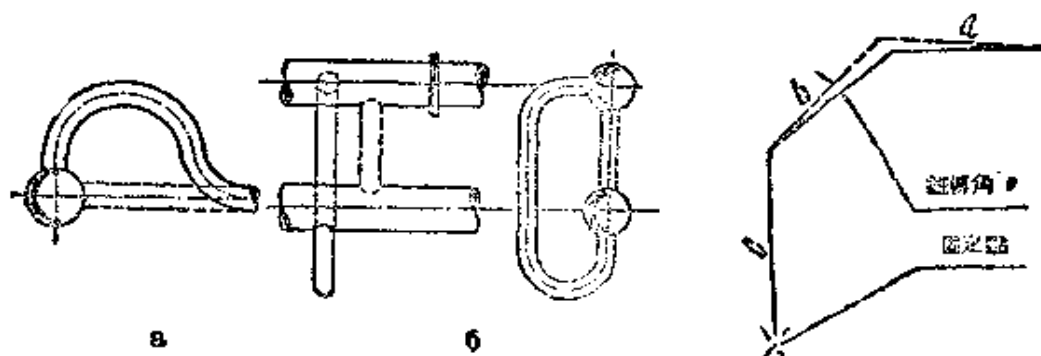


圖 7 相交管子之配置

a 支管與主管相連接；b 兩主管相連接

圖 8 三個互相垂直

管道之膨脹
實線—未膨脹
虛線—已膨脹

11. 表 5 所列之第 3 類及第 4 類管，其 Π 型膨脹器可以允許用焊接扇形彎管來作成。

12. 在減壓閥不可能得到的情況下，且其壓力變動範圍不甚大時，可以用球閥代替之；在小管徑上，針形閥可以當作減壓閥用；在主管道上之配置應如圖 9 所示。減壓前應有開閥，減壓後應有安全閥。且減壓後之管徑 D_1 應較未減壓前之管徑 D_0 為大。節流孔亦起減壓作用，如圖 9 之 a，即節流孔與球閥串聯以替代減壓閥。

$$D_1 = D_0 \sqrt{\frac{V_1}{V_0}}$$

式中： V_0 ——未減壓蒸汽的比容 (M^3/KG)；

V_1 ——減壓後蒸汽的比容 (M^3/KG)。

為防止減壓後蒸汽體積的驟然增加，或減壓蒸汽不需要較高溫度時，可增設減溫裝置。減壓閥前後應設有壓力計，有減溫裝

置时应設有溫度計。安全閥所能放出之汽量不能小於管道所通过之最大汽量。

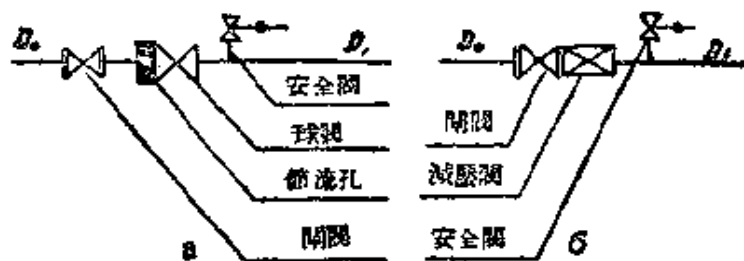


圖 9 管道上減壓閥之配置

a—沒有減壓閥之配置；b—有減壓閥之配置

进入減壓減溫器之水質应为良好的。所需之水量可由蒸汽所放出的热焓量等於給水所得到的热焓量的关系式中求得。

13. 在疏水器及鍋爐省煤器的給水管道上应裝設旁通管道。

14. 並列运轉的离心式給水泵及进鍋爐的給水管道上应裝置止回閥，在逆止閥外側尚需設开閉器。

15. 在主管不發展的一端可以用弯管連接支管，其發展之一端可以用一三通連接，三通一头連支管，一头应与堵塞。(圖 10)。

16. 在柱子附近佈置垂直的管路时，不应佈置在柱子的正前或正后，应佈置在柱子的兩側，这样才不会影响其他水平管路之佈置，同时少占空間。(圖 11)。

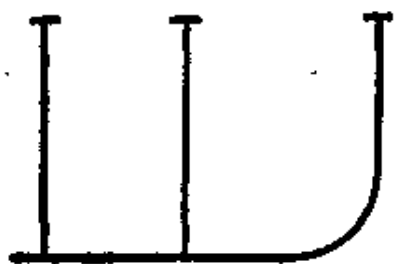


圖 10

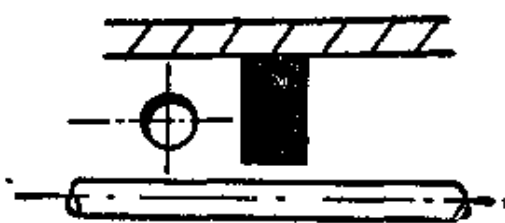


圖 11

17. 在高压水泵入口側 (≥ 100 ata) 应安裝過濾網、在中压以下的水泵則不一定需要，但为了保証水泵安全运轉，加裝過濾網仍然是合理的。(圖 12)。

18. 中压及高压給水泵出口应配置再循环水管 (圖 13)，再

循环管上並应裝設节流孔板以作減压之用，再循环水管之直徑应根据水泵制造厂家来决定，当無此項資料，則可按水泵容量来选择，一般可採取 $\phi 32$ — $\phi 76$ 再循环水管与鍋爐最低水量之間的关系为

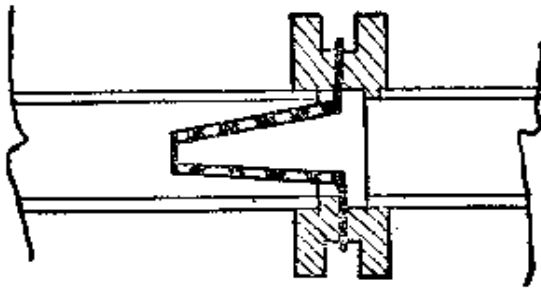


圖 12 过濾網

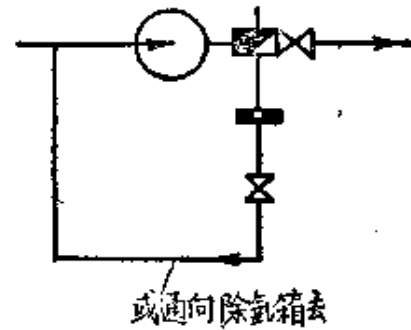


圖 13 水泵再循环水管路

$$D_o = D_r - d$$

式中 D_r ——水泵最小流量；

d ——鍋爐低負荷时之需水量

D_o ——再循环水量

19. 为了減少閥門数量，相应地減少事故，在由給水主管至鍋爐的給水管道不必採取双線，可採用單線即可，如（圖 14）至鍋爐去的兩条虛線可以取消。

20. 当有兩個以上除氧箱併联运转时其間应設有互相連通之汽管及水管，以平衡箱內之压力及水位。

21. 每个鍋爐之連續排污管道不应与另一鍋爐的連續排污管道相連，应分別接至連續排污扩容器，以免因压差而互相影响排污。

22. 当配置車間外部管道时，要考虑到引入車間支管道的位置，且該

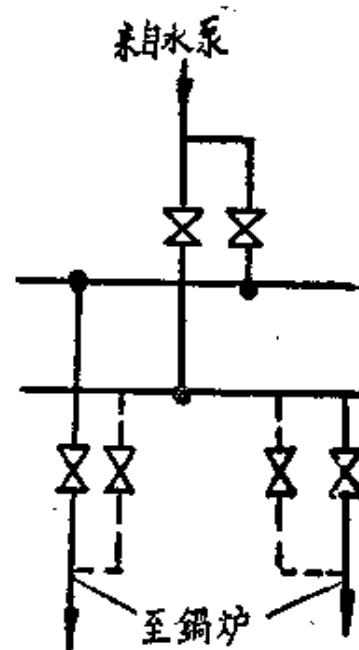


圖 14 鍋爐給水管路

支管应便利車間內部管道之配置。

23. 管道膨脹及固定支架位置的設計应尽量考虑减少对設備所产生之較大推力。

24. 在 Π 形膨脹器上不应接出支管，因該部份系活动的。

三、排水及放空气裝置

1. 热力管道之敷設应有斜度，即保証在停止运轉时能將管道內之积水完全自一端排出，一般斜度不能小於 0.002。

2. 在两个閘閥管段間的最高点应設置放气閥，最低点应設置排水閥，以便在开始通汽时，能將空气和积水排出，如圖 15 所示。

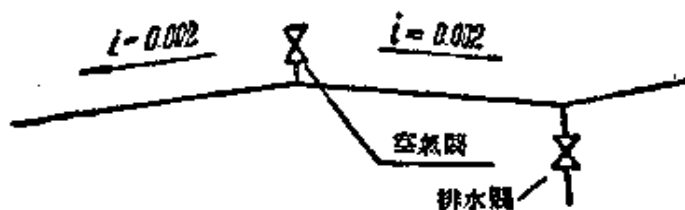


圖 15 热力管道之斜度及放气排水裝置

3. 超过 22 ata 之热力管道的排水裝置，应串联安裝两个开閉器。

4. 放空气閥之口徑一般为 10 mm 左右。

5. 在配置蒸汽管道之排水裝置时，应注意下列几点：

(1) 在蒸汽管道之兩端，应設立排水裝置。排水閥之直徑，系依管徑大小而不同；管徑較大排水閥亦应較大，小直徑之排水閥会增加暖管的时间，一般直徑为 15—50 mm。

(2) 自鍋爐来的汽管，在与主汽管相交之前的管段 A 点上，应設立排水裝置。若此 A 点同时亦为該管之最低点，則应增加一根停汽时用的放水管，此兩根排水管可合併成一根管，如圖 16 所示。否則必須在管道之最低点另設一个停汽用排水管。ABD 管道为通汽时排水用，A'B'D' 为停汽时排水用。由於管道內压力較高，故在 ABD 管道上，应安裝一节流孔及針形閥，以降低

排水之压力。

(3) 排水裝置所排出的水，不应隨便讓它流在地面上。在厂外水平裝置的蒸汽管上每隔 100—200 M 应裝一排水管，其排水应适当地引入地溝或下水井內；在厂內主蒸汽管上的排水管不得任意相接，应按其性質分別接至排水总管，如圖 16 所示之 MN、HO 兩条总管。帶压力的 MN 排水总管应送至* 疏水膨脹器內，並应在互相連通的支管上安裝止回閥。

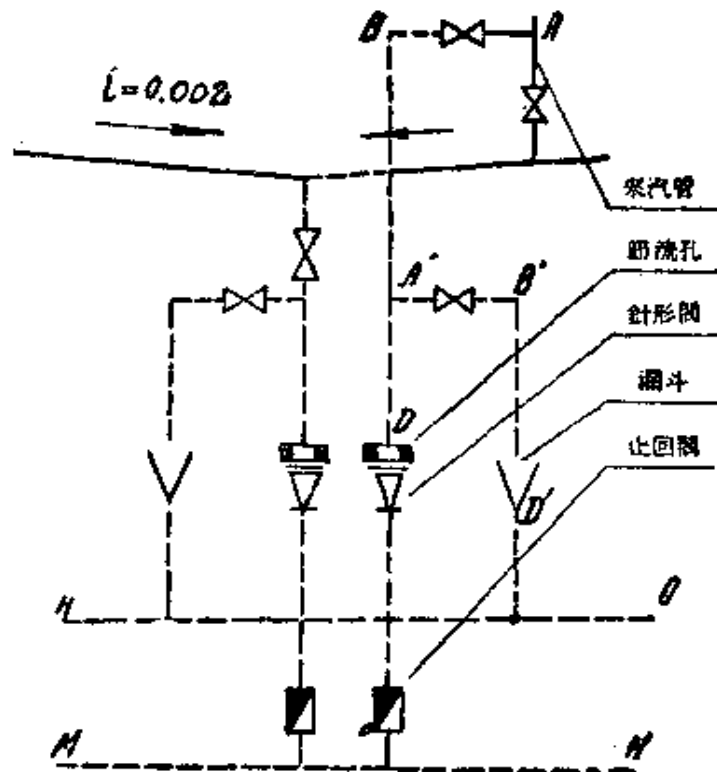


圖 16 厂內中压蒸汽主管排水裝置系統圖

6. 在流动的过热蒸汽的管道內不必安設疏水器。疏水器系用在飽和蒸汽的管道上，或靜止而承受压力的过热蒸汽的管段上，如去預备汽泵之支管及聚汽包。

7. 在短距离热力管道、蒸汽管道的坡度，应順着汽流的方向，这样在通汽暖管时，容易排出凝水；給水管道之坡度应与水流成相反的方向，但远距离的汽水輸送管道的坡度不一定与流向

* 疏水膨脹器：即俄語 Барбатор，該膨脹器將帶压力的凝結水混以冷却水，以降低压力然后再放入地溝內，鍋爐放水管經過它，以免放水时發生事故。

一致。

8. 在节流孔或流量孔板前的管道上应安装放水装置。

9. 敷设在煤气管道上的热力管道坡度，应与煤气管道坡度一致。

10. 管道的疏水装置可装置闸阀、针形阀、节流阀或节流孔板，它的使用情况为：

(1) 在大的凝结水流量和小的压力降落而调整范围不大时采用闸阀。

(2) 在小的凝结水流量或者大的压力降落情况下采用节流阀。

(3) 在很小的凝结水量或者在很大的压力降落情况下采用针形阀。

(4) 节流孔板系适用在不变的蒸汽流量管道上。

11. 节流孔板由厚度为 2—4 mm 的钢板制成当管径 50 mm 时，钢板厚度 2 mm，管径 75 mm 时铁板厚度 3 mm，为了减少孔板的腐蚀和生锈起见，最好将孔板镀上铬并涂上抗腐蚀的假漆，必要时应用不锈钢来制造孔板。

12. 疏水节流孔板之疏水流量为

$$G = 0.75 d^2 \sqrt{\gamma \Delta P}, \dots\dots\dots (1)$$

式中 G ——疏水流量 (kg/sec)；

d ——孔板孔径 (mm)；

γ ——疏水比重 (kg/m³)；

ΔP ——孔板前后的压力差 (kg/cm²)；

13. 经过疏水器的流量为

$$Q = 32 d^2 \sqrt{P_1 - P_2} \beta / 4 \dots\dots\dots (2)$$

式中 d ——疏水器的阀径 mm；

P_1 ——疏水器前压力 atm；

P_2 ——疏水器后压力 atm。

14. 較長距離管道的坡度可以採取向兩邊坡的方法（如圖 17）。



圖 17

四、管道的安裝

1. 在支架上安裝活動的托座（輓式、球式），應考慮到管道的膨脹，故需先以支架中心線為始點，將托座沿着管道膨脹的反方向，向前拉移等於管段膨脹量的距離（ Δl ），以使在膨脹后托座和支架兩中心線相重合（圖 18），且在安裝托架時，不應歪斜和損傷該托架。

2. 滑動支架結構不應損壞管道的保溫層。

3. 在管道彎曲部份及 U 形膨脹圈處，管與管之間的距離，以及管子與地溝壁間的距離，應該保證由於伸縮而不相碰，即需足夠的間隙。

4. 送到施工現場的管子，應具有製造廠的管子試驗證明，並在現場應檢驗管子的外形尺寸及外觀檢查進行驗收，所有閥類除進行上述檢查外還應作嚴密性之水压試驗。

5. 鋼管內表面應平滑，里外面不應有顯著的腐蝕，管皮不應有裂紋、重皮、壓延等不良現象，以及超過允許的裂紋、凹陷、扭曲、無焊透與其他損傷，凡用切斷或加工的方法可以消除的較小缺陷且如該缺陷不超過管壁允許厚度，則是允許的，但管壁厚度在 3.5 公厘以內表面傷痕不應超過 0.5 公厘，管厚在 3.5 公厘以上時不得超過 1.0 公厘。

6. 活動托座的球和輓，應保證它的自由轉動。

7. 在因膨脹所產生的軸向位移甚小可略去不計時，其吊架可垂直安裝；在膨脹移動較大的管段上，其吊架之安裝應為傾斜，傾斜方向與管段移動方向相反，吊架向后傾斜的距離，應等

於管段因膨脹而位移的一半，如圖 19 所示。

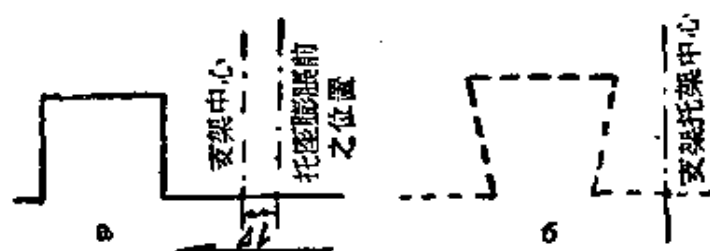


圖 18 滑动托架之安裝

Δl —膨脹量； $\rightarrow$ 示膨脹方向

a—安裝時情況(實線)；b—膨脹時情況(虛線)

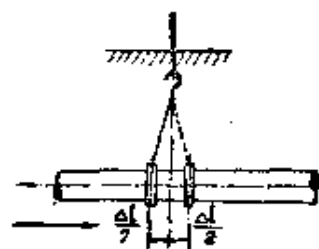


圖 19 吊架安裝

Δl —管道膨脹量

$\rightarrow$ 示膨脹方向

虛線—安裝位置

實線—膨脹後位置

8. 在安裝彈簧時，應調整彈簧之高度等於施工圖紙所註明之彈簧高度。

9. 為了充分利用膨脹器之膨脹作用，應將具有膨脹器之管道先進行冷拉。管道在冷拉時，应符合於下列几点：

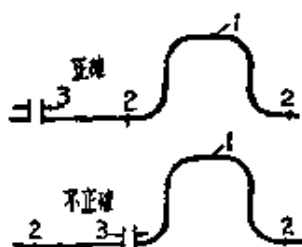


圖 20 膨脹器冷拉時接合縫的位置

1—膨脹器；2—焊接點；
3—冷拉接合縫

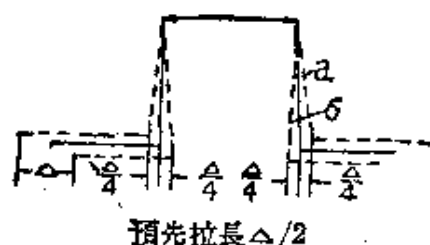


圖 21 膨脹器在安裝及運轉時的位置

a—安裝時位置；b—運轉時位置

(1) 冷拉的接合縫應在施工圖紙上示出，其位置不應接近彎曲管或靠近成型的彎曲部份，如圖 20 所示。

(2) 膨脹器應按施工圖紙所示之拉長距離來進行冷拉。冷拉的長度應等於該管段兩固定點間膨脹量長度的一半，如圖 21 所示。

(3) 當管道固定架間所有的焊口(冷拉接合縫除外)焊好、法藍盤扭緊好、固定架安裝好之後，即在冷拉接合縫處進行冷拉。

(4) 在具有法藍盤的管道上进行冷拉，須借特殊裝置之螺桿。在焊接的管道上进行冷拉时，可事先在管道上焊上耳环，並用冷拉螺桿来进行。

(5) 为了便於冷拉前管道的固定、焊接及安裝，即(3)項所述，应在冷拉接合縫插入圓环，圓环長度等於冷拉的長度。

10. 在有坡度的管道上安裝水平位置的膨脹器时(圖 22)，膨脹器兩側，即 ab, cd 兩管段，应用水准仪来进行水平安裝，bc 管段則使与管線成一致的斜度。

11. 在安裝兩個对头連接的管道而發生了空隙时，不允許將管壁加热延伸而使兩管对头密合，应另外补加一段管接長之，該管段之長不应小於管徑，但最少亦不能小於 200 mm。

12. 在兩個法藍盤的連接處，若呈現偏歪現象，則可加热管壁，使直管弯曲至兩法藍盤平行为止，其加热範圍仅为半个圓周面，加热長度等於 3 倍管外徑，加热方法可參看圖 23。加热工具为火盆或瓦斯咀。

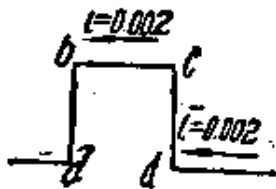


圖 22 水平膨脹器的安裝



圖 23 偏歪法藍盤之校正
虛線—偏歪之管段；
實線—加热弯曲后之管段

13. 为了使管道上配件更換方便，在同一工程和同一直徑管道上，应採用相同規格。

14. 安裝在地溝中或房間內直的压力管道，在兩固定点之間应成直線，每 10 m 的偏差不应超过 5 公厘，但整个管段在水平方向的偏差不应超过 50 mm，垂直方向的偏差不应超过 10 mm。

15. 填函式膨脹器中所填塞的石棉繩应塗以石墨粉，各層填料环的接口应錯开放置，溫度在 100°C 以內时，允許採用麻質或棉質的填料，当套管拉紧时其压盖插入填函膨脹器的外皮不应超过 3 mm。

16. 管道应靠紧在支架上，不应有間隙，焊口不准放在支架上，支架与焊缝之距离应大於 200 mm。

17. 無地溝埋設的管道应敷設在黏土或砂質黏土內，如土質松軟，应鋪設在鋪砌夯实的基礎上，且在保溫材的最低点应高出地下水位 500 mm。

18. 連接法藍盤用的螺栓应在法藍盤的同一面上，其露出螺帽的長度应小于螺栓直徑的 $\frac{1}{2}$ 。

19. 法藍盤接口一般用 3—4 mm 厚的石棉橡膠墊或石棉橡膠水泥墊，並塗以石墨和机械油，襯墊內徑应等于管子內徑或可增加 3 mm，当管徑大于 150 mm 时襯墊內徑可增加 5 公厘，襯墊外徑应頂到法藍盤螺栓处，管徑在 150 mm 以內时，襯墊外徑可縮小 3 mm；管徑較大时，襯墊外徑可縮小 5 mm。

20. 两个对接法藍盤平面不平行时所允許的偏差，如表 1 所示。

表 1

对接法藍盤不平行之允許偏差

管子外徑 (mm)	工作压力 (kg/cm ²)		
	<16	16—40	>40
≤ 108	0.2	0.1	0.05
> 108	0.3	0.05	0.05

21. 法藍盤裝配在管道上，其与管子中心所成的偏差（按圓周）应符合如圖 24 及表 2 所示之允許偏差。

表 2

法藍盤与管子中心所成之允許偏差（圖 24）

孔 徑 (mm)	18	23	27	34	41
允許偏差 δ (mm)	± 1	± 1	± 1	± 1.5	± 2

22. 法藍盤的平面与管子中心線的垂直線所允許的傾斜偏差如表 3 及圖 25 所示。

表 3

法藍盤平面与管子中心線的垂直線之允許傾斜偏差 (圖 25)

管子外徑 (MM)		100	125	150	200	250	300	350	400
允許偏差 a (MM)	工 作 压 力 $\leq 40 \text{ KI/CM}^2$	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2	± 2.5	± 2.5	3
	工 作 压 力 $> 40 \text{ KI/CM}^2$	± 1	± 1	± 1	± 1	± 1	—	—	—

23. 法藍盤螺孔距離之偏差，允許大於或小於施工圖紙上之尺寸距離（見表 4），螺孔距離按直線距離測量。

表 4

螺孔距離之偏差 (圖 26)

管 子 外 徑 (MM)	≤ 125	> 125
偏 差 (MM)	± 0.5	± 1

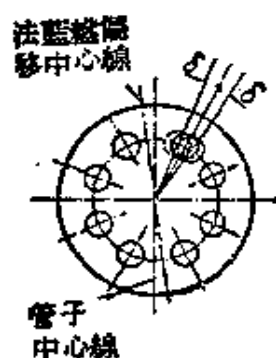


圖 24 按圓周測量的法藍盤与管子中心的偏差

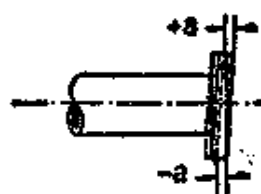


圖 25 法藍盤平面与管子中心線的垂直線所成之傾斜偏差

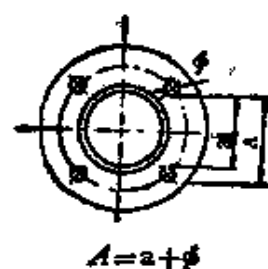


圖 26 法藍盤螺孔間的距離

五、開閉器的佈置及安裝

1. 管道上的開閉器不應隨便安設，否則會增加工程費用及流體的阻力，而且流體易自開閉器兩邊之法藍盤漏出，增加檢修的時間和費用。

2. 在配置管道時應盡量避免過多之靜止蒸汽，如圖 27 所

示。当一主管分送到两个較長距离之甲乙兩用戶时，則 A、C 点应各置一开閉器；如不設立，則其中有一用戶不用汽时，AB 或 CD 管段將积存靜止之蒸汽。因靜止蒸汽容易产生凝水，故在敷設管道时应尽量避免之。

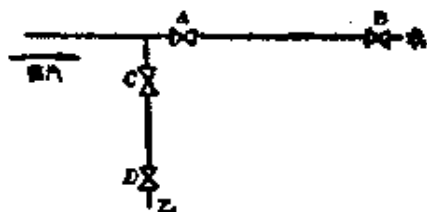


圖 27 管道开閉器之佈置

3. 管道上安裝的配件，应便於操作、檢查、修理和更換。当管道系水平敷設时，开閉器的軸桿应向上方垂直安裝，或在上方的半个圓周內成任意角度。

4. 在水平管道安裝逆止閥，当逆止閥關閉时，手桿应为垂直方向，以便檢查，閥門位置必須正确，即能使介質沿着正常方向通过，反之則逆止閥關閉。

5. 在管道上安裝开閉器，开閉器应为完全關閉着的並应标示其开关方向。

6. 在安裝开閉器时，为了避免兩边法藍盤之弯曲，其螺釘扭紧的次序，应为圖 28 所示。

7. 在高溫的情况下，螺釘和螺母的絲扣应塗以鉛粉，易於日后卸下。

8. 在長距离的管道，为了消除法藍有破裂的可能性，則应檢查管道是否安裝得很正确，並应檢查管道的膨脹能力。

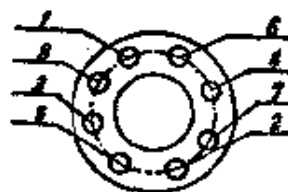


圖 28 法藍上螺釘扭紧的次序

9. 在管道上安有鑄鐵开閉器时，不应使管道因膨脹而产生的力附加在鑄鐵开閉器上。

10. 在有自然膨脹或自然弯曲部份附近安裝鑄鐵开閉器时，則在該閥附近的管道上应設有导向支架来保护該閥，以免受弯曲应力而破裂。

11. 在安裝鑄鐵开閉器的管道上，应严格檢查該管道之膨脹量，膨脹量不够的管道，易招致鑄鐵开閉器的破裂。

六、水压試驗

1. 除直接与鍋爐相連的管道应按照鍋爐試驗壓力進行試驗外，其他所有热力管道在全部管線安裝完后，应以 1.25 倍的工作壓力來進行試驗，並應不小于工作壓力加 5 個大氣壓；試驗壓力還不得小于 10 個大氣壓，對於給水管道，更需以水泵最大壓力作為工作壓力來進行水压試驗。

2. 試驗壓力應維持 5 分鐘，然後將壓力降低至工作壓力，進行管道的檢查，並用重量不大于 1.5 公斤的小錘進行焊縫的錘擊試驗。

3. 水压試驗的水溫應低于 100°C ，

4. 新設管道進行水压試驗時，不應帶有保溫材；但對於無縫鋼管進行水压試驗，可以帶有保溫材，但在焊縫處應充分露出以便檢查。

5. 周圍空氣溫度在零度以下時，應採取防凍措施進行水压試驗，也可以用壓縮空氣試驗代替水压試驗。

6. 管子的焊接零件如焊接彎頭，三通異徑管，應以 2 倍工作壓力來進行水压試驗，但亦不能小于管道的試驗壓力。

7. 管道配件如開閉器，鑄造彎管，應以 1.5 倍的公稱壓力來試驗（見表 43；44；45 之 P_{np} ）以檢驗該材料之堅固性，當開閉器進行水压試驗時，應將開閉器開啓，

8. 當試驗開閉器的密封度，可按 ГОСТ 356—52 規定應以公稱壓力 P_y 來試驗。

9. 用壓縮空氣代替水压試驗時，其壓力与水压試驗同，在試驗時可用肥皂液抹于焊縫處，以便檢查。

七、管道的塗色

管道的塗色見表 5，但在長距離的廠外管道為了節約，可以在管道開閉器或轉折點的附近約 2 m 長的管道上塗以帶色的油漆，其他管道的全部可塗以瀝青。

表 5

管道的漆色表

介質或管路元件名称	慣用代号	主要漆色 (底色)	环(或帶) 的顏色
确定的过热蒸汽	П.П.	紅	無环
确定的饱和蒸汽	П.П.	紅	黃
抽汽和背压蒸汽	П.О.	紅	綠
化学淨化过的水(軟化水)	В.Х.	綠	白
凝結水	В.К.	綠	藍
給水	В.П.	綠	無环
疏水及排污水	В.Д.	綠	紅
生产用水	В.Т.	黑	無环
消防用水	В.П.Ж.	橙黃	無环
热力網送水管	П.С.	綠	黃
热力網返回管	О.С.	綠	褐

管道塗漆的标准顏色仅決定於所輸送介質的种类(与介質的規範無關)。

敷設在不通行的溝道內的管道，只須在溝室的範圍內漆色。

敷設在通行溝道內的管道，每隔 10 公尺漆上相當於所輸送介質的顏色。

色环或色帶應該具有下述的寬度：当管道的外徑在 150 公厘以下时，其寬度为 50 公厘；当管道外徑为由 150 至 300 公厘时——70 公厘；而当管道外徑大於 300 公厘时——100 公厘。

第三章 管道材料及管壁厚度的选择

一、管道材料的选择

1. 管道材料及种类可根据表 6 选择

表 6

管道材料及其种类

类别	状态	工作参数		管道材料牌号	管子种类
		压力 (kg/cm^2)	温度 ($^{\circ}\text{C}$)		
1	(1) 过热蒸汽	>40	510—520	合金钢 15XM	无缝钢管
	(2) 过热蒸汽	>40	450—510	合金钢 15M, 20M, 12MX.	无缝钢管
	(3) 过热蒸汽	20~40	425—450	炭素钢 CT.10, CT.20 当温度为 450 $^{\circ}$ 时, 若管内温度变化超过 $\pm 10^{\circ}\text{C}$, 则应采用上述合金钢; 当计算所得之壁厚大于炭素钢管之规格厚度时, 亦应采用上述合金钢。	无缝钢管
	(4) 给水	>80	任何温度	炭素钢 CT.20 (按技术条件 МУМХТ.У.779 制造)	无缝钢管
2	(1) 过热蒸汽	20~30	≤ 30	炭素钢 CT.10, CT.20	无缝钢管
	(2) 饱和蒸汽或给水	≤ 30	任何温度	炭素钢 CT.10, CT.20	无缝钢管
3	(1) 过热蒸汽 饱和蒸汽 或给水	8—20	< 375	炭素钢 CT.10, CT.20	无缝钢管
	(2) 过热蒸汽 饱和蒸汽 或热水	8—21	≤ 300	a. 炭素钢 CT.10, CT.20 *6. 普通炭素钢 MCt.2, MCt.3, MCt.4. b. 极限强度 σ_{B10} 65 kg/cm^2 且延伸率 $\delta_{10} \geq 12\%$ 之钢。	无缝钢管 公称压力 ** $PY < 10 \text{ atm}$ 者可用 加厚水道瓦斯管或电焊管(表 16, 17)。
4	(3) 过热蒸汽 饱和蒸汽 或热水	1—7	≤ 250	a. 普通炭素钢 MCt.2, MCt.3, MCt.4 6. 极限强度 σ_B 到 65 kg/cm^2 且延伸率 $\delta_{10} \geq 12\%$ 之钢。	普通水道瓦斯管 或钢板焊接管(见表 16, 18)无缝钢管亦可代用。

- * 普通炭素鋼有二種：第一種以機械性能為標準者，乃以 Cr.0—Cr.7 表示之；第二種以化學成份為標準者，乃以 MCr.0—MCr.7 表示之。

** P_y 表示公稱壓力。公稱壓力不僅表示工作壓力之大小，同時還表示溫度之大小，也就是雖然工作壓力較小，如其溫度甚高，則其公稱壓力就高，故根據工作壓力及溫度，可在表 43、44、45、46 中查得 P_y 。

註：（1）在下列情況下不能適合上表之分類：

- 船舶車輛中之汽水管道；
- 為了建築安裝工程而設立之臨時管道。

（2）決定屬於上表何種類別時，應採用最大的工作壓力及溫度。

（3）對於第 1、2 類的管子材料應採用鎮靜鋼，而第 3、4 類的管子材料可採用鎮靜鋼或沸騰鋼。

2. 鋼管材料的化學成份（其他一般材料的性能成份見表附錄 15、16、17）如表 7（見 29 頁）。

二、管壁厚度的選擇

1. 已知內徑：

$$S = \frac{P \cdot D_{\text{в}}}{(230 R_p - P) \phi} + C = S_{\text{расч}} + C (\text{MM}) \dots\dots (3)$$

2. 已知外徑：

$$S = \frac{P \cdot D_{\text{в}}}{(230 R_p - P) \phi + 2P} + C = S_{\text{расч}} + C (\text{MM}) \dots\dots (4)$$

式中： S ——管壁厚度 (MM)；

P ——管內的工作壓力 (KГ/CM²)；

$D_{\text{в}}$ 及 $D_{\text{в}}$ ——管道的內徑及外徑 (MM)；

R_p ——管道材料的允許應力 (KГ/MM²)；

ϕ ——焊縫係數（平均採用 0.85，對於無縫鋼管採用 1）；

C ——計算管壁厚度的安全裕量 (MM)；

$S_{\text{расч}}$ ——管壁的計算厚度 (MM)。

註：（1）當管內的工作溫度 $< 250^\circ\text{C}$ 時，管子材料的允許應力 $R_p = \frac{\sigma_B}{n_e}$ 。

式中： σ_B ——最大強度（查表 9）；

n_e ——安全因數，見表 8。

表 7

鋼管材料的化学成分

鋼 号	成 份						
	炭 (C)	錳 (Mn)	矽 (Si)	鉬 (MO)	鉻 (Cr)	鎳 (Ni)	其 他 元 素 硫 (S) — 磷 (P) 不 大 於
普通 B 类 炭素鋼							
MCT.2	0.09—0.15	0.35—0.5	銀 部 鋼 0.12—0.3	—	—	—	0.055 0.050 0.050
MCT.3	0.14—0.22	0.4—0.65		—	—	—	
MCT.4	0.18—0.27	0.4—0.70		—	—	—	0.055 0.050
優質炭 素 鋼							
10	0.08—0.15	0.35—0.65	0.15—0.30	—	< 0.3	< 0.3	0.045 0.045
20	0.15—0.25	0.35—0.65	0.17—0.37	—	< 0.3	< 0.3	
合 金 鋼							
15 XM	≤0.16	0.40—0.7	0.17—0.37	0.4—0.60	0.8—1.1	≤0.3	0.04 (Cu) > 0.25
15 M	0.10—0.18	0.40—0.7	0.17—0.37	0.4—0.60	≤ 0.3	≤0.35	0.04 (Cu) > 0.25
20 M	0.15—0.25	0.40—0.7	0.17—0.37	0.4—0.60	≤ 0.3	≤0.35	0.04 (Cu) > 0.25
12 MX	≤0.15	0.40—0.7	0.17—0.30	0.4—0.65	0.4—0.55	≤0.3	0.04 (Cu) > 0.25

(2) 当管道中工作温度 $>250^{\circ}\text{C}$ 而 $<400^{\circ}\text{C}$ 时, 管道材料的允许应力

$$R_p = \frac{\sigma_s^t}{n_s}$$

式中: σ_s^t ——温度 $t^{\circ}\text{C}$ 时之屈服强度 (查表 9);

n_s ——安全因数, 见表 8。

(3) 当管中工作温度 $>400^{\circ}\text{C}$ 时, 管子的允许应力 R_p 应采取 $\frac{\sigma_s^t}{n_s}$ 及 $\frac{\sigma_R^t}{n_R}$ 中之较小值。

式中: $\frac{\sigma_s^t}{n_s}$ 之定义与第 (2) 项相同;

σ_R^t ——温度 $t^{\circ}\text{C}$ 时之蠕变极限强度 (Предел ползучести) (查表 9);

n_R ——安全因数, 见表 8。

表 8

(4)	安 全 因 数	n_s	n_R	n_k
a.	如該管外表將与火焰接触者	4.25	1.9	1.0
b.	如該管外表不与火焰接触者	4.0	1.8	1.0

(5) 管壁厚度的安全裕量 C :

a. 当 $S_{расч} \leq 6 \text{ мм}$ 时, $C=1 \text{ мм}$ 。

b. 当 $S_{расч} > 6 \text{ мм}$ 时, 如管壁厚度公差 (見附录 29) 为 15%, 則 $C=0.18 S_{расч}$;

如管壁厚度公差 (見附录 29) 为 10%, 則 $C=0.11 S_{расч}$;

如管壁厚度公差 (見附录 29) 为 5%, 則 $C=0.05 S_{расч}$ 。

(5) 当該管將被弯曲, 則管壁厚应加强至 S' :

$$S' = S \cdot \frac{2R + D_H}{2R} \text{ (мм)} \dots\dots\dots (5)$$

式中: R ——管子弯曲半径 (мм);

D_H ——管子外径 (мм)。

(6) 管壁厚度按上法求得后, 如与管子规格尺寸 (見表 11、12) 有出入时, 若大於规格厚度不超过 0.1 мм, 則允許將求得之厚度減至规格厚度, 否則必須將求得之厚度增至較大之规格厚度。

为了减少設計的时间, 茲將在各种公称压力 P_p 的范围内常用的管壁厚度列於表 10。

表 9

一般鋼管材料的強度

鋼 號	20°C 時 機 械 性 能			t°C 時之屈服強度 σ_s^t (KI/MM ²)								t°C 時之蠕動極限強度 σ_R^t (KI/MY ²)							
	σ_B (KI/MM ²)	σ_s (KI/MM ²)	$\delta_{10}\%$																
				鋼 管	鋼 板	250	300	350	400	450	500	550	400	425	450	475	500	525	540
MCr.2	84—42	22	—	23	14.5	13	11	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MCr.3	88—47	24	—	21	17	15	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MCr.4	42—52	26	—	19	18	16	14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
MCr.10	32—42	18	20	—	14.5	13.5	11.5	10	8	6	—	8.5	6.3	4.4	3.1	2.2	—	—	—
MCr.20	40—50	20	17	—	17.5	15.5	13.5	12	10	8	—	10	7.5	5.0	3.6	2.5	—	—	—
15XM	45—55	30	18	20	24.5	23	21.5	20	19	18	16	—	—	12	9.0	6.5	4.8	4.0	3.5
15M	38—48	26	19	22	22.5	21	19	17	15	13	11	—	—	10	8.0	6.1	4.5	(3.5)	—
20M	45—55	29	18	20	24.5	23	21	19	17	15	13	—	—	11	8.5	6.1	4.5	(3.5)	—
12MX	42—52	28	18	20	24.0	22.5	21	19	17	15	13	—	—	11	8.5	6.1	4.5	3.5	—

註：對於表 6 中第 1 類第 (4) 項管子的材料，其沖擊強度必須大於 5 KI/CM²。

表 10

常用公称压力下之管道厚及每公尺重

公称直径 (MM)	管子外径 (MM)	$P_y=25 \text{ KI/CM}^2$		$P_y=40 \text{ KI/CM}^2$		$P_y=64 \text{ KI/CM}^2$		$P_y=100 \text{ KI/CM}^2$	
		管壁厚度 (MM)	每公尺管重 (KI/M)	管壁厚度 (MM)	每公尺管重 (KI/M)	管壁厚度 (MM)	每公尺管重 (KI/M)	管壁厚度 (MM)	每公尺管重 (KI/M)
50	57	2.5	3.36	2.5	3.36	3	4	—	—
70	76	3	5.40	3	5.4	5	8.75	6	10.36
80	89	3.5	7.38	3.5	7.38	5	10.36	6	12.23
100	108	4	10.26	4	10.26	6	15.09	7	17.44
125	133	4	12.73	4	12.73	6	18.79	9	27.52
150	159	4.5	17.2	4.5	17.2	7	26.24	10	35.02
200	219	6	31.52	6	31.52	10	51.51	13	58.03
250	273	7	45.92	8	52.28	11	71.07	16	101.41
300	325	8	62.54	9	70.14	13	100.03	—	—
350	377	10	90.51	10	90.51	15	133.91	—	—

但對於「鍋爐用」及小於 450°C 之「蒸汽無縫鋼管」，另有專門的規格尺寸如下：

(1) 鍋爐無縫鋼管 (表 13、14、15)。

由 10 号鋼及 20 号鋼所制造的过热蒸汽管
(每公尺鋼管重量 KF)

(ГОСТ 3099-46)

表 13

管 厚 (MM)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
外 徑 (MM)								
22	1.20	1.41	1.60	1.73	—	—	—	—
24	1.33	1.55	1.77	1.97	—	—	—	—
25	1.39	1.63	1.86	2.07	—	—	—	—
29	1.63	1.92	2.20	2.47	2.72	2.93	3.19	—
32	1.82	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85
35	2.00	2.37	2.72	3.06	3.38	3.70	4.00	4.23
38	2.19	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.74
40	2.31	2.74	3.15	3.55	3.94	4.32	4.68	5.03
42	2.44	2.89	3.32	3.75	4.16	4.56	4.95	5.33

由 10 号鋼及 20 号鋼所制造的热水管
(每公尺鋼管重量 KF)

(ГОСТ 3099-46)

表 14

管 厚 (MM)	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10
外 徑 (MM)												
51	2.93	3.55	4.10	4.64	5.16	5.67	6.17	6.66	7.00	8.43	—	—
57	3.36	4.00	4.62	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.63	9.67	—	—
60	3.60	4.28	4.82	5.52	6.16	6.78	7.39	7.92	9.15	10.23	11.32	—
63.5	—	4.48	5.18	5.87	6.55	7.21	7.87	8.51	9.75	10.93	12.10	—
70	—	4.96	5.74	6.51	7.27	8.01	8.57	9.47	10.83	12.23	13.54	14.80
76	—	—	6.23	7.10	7.93	8.75	9.56	10.36	11.91	13.42	14.87	16.23
83	—	—	6.86	7.79	8.71	9.62	10.51	11.93	13.12	14.80	16.42	18.00
89	—	—	7.38	8.38	9.38	10.36	11.33	12.98	14.14	15.98	17.76	19.48
95	—	—	—	8.98	10.04	11.16	12.14	13.17	15.13	17.16	19.08	20.96
102	—	—	—	9.67	10.82	11.96	13.09	14.21	16.40	18.55	20.64	22.69
108	—	—	—	10.23	11.49	12.70	13.90	15.09	17.44	19.72	21.91	24.17

由 20、15 M、20 M、12 Mx 及 15 M 各牌号鋼所制造的高压过热蒸汽管温度等於或大於 450°C 表 15

(MITY 25/9-50) (每公尺鋼管重量 кг)

管 厚 (mm)	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	6.5	7	7.5	8	9	10
外 徑 (mm)	10	0.395	0.452	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	0.483	0.538	0.586	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
16	0.691	0.832	0.962	1.08	1.18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
20	—	1.08	1.26	1.42	1.58	1.72	1.85	—	—	—	—	—	—	—	—
22	—	1.20	1.41	1.60	1.78	1.94	2.10	—	—	—	—	—	—	—	—
24	—	—	1.55	1.77	1.97	2.16	2.34	—	—	—	—	—	—	—	—
25	—	—	1.63	1.86	2.07	2.28	2.47	2.64	—	—	—	—	—	—	—
26	—	—	1.70	1.94	2.17	2.39	2.59	2.78	—	—	—	—	—	—	—
28	—	—	1.85	2.11	2.37	2.61	2.84	3.05	—	—	—	—	—	—	—
30	—	—	2.00	2.29	2.52	2.83	3.08	3.32	3.55	—	—	—	—	—	—
32	—	—	2.15	2.46	2.76	3.05	3.33	3.59	3.85	4.09	—	—	—	—	—
35	—	—	2.37	2.72	3.06	3.38	3.70	4.00	4.29	4.57	—	—	—	—	—
38	—	—	2.59	2.98	3.35	3.72	4.07	4.41	4.74	5.05	—	—	—	—	—
40	—	—	2.74	3.15	3.55	3.94	4.32	4.68	5.03	5.37	—	—	—	—	—
42	—	—	—	3.32	3.75	4.16	4.56	4.93	5.33	5.69	—	—	—	—	—
44.5	—	—	—	3.54	4.00	4.44	4.87	5.29	5.70	6.09	6.47	—	—	—	—
48	—	—	—	3.84	4.34	4.83	5.30	5.76	6.21	6.65	7.09	8.05	8.45	—	—
51	—	—	—	—	4.64	5.16	5.67	6.17	6.66	7.13	7.60	8.60	9.03	—	—
54	—	—	—	—	4.93	5.49	6.04	6.58	7.10	7.61	8.11	9.16	9.67	—	—
57	—	—	—	—	5.23	5.83	6.41	6.99	7.55	8.10	8.63	9.71	10.25	—	—
60	—	—	—	—	5.54	6.18	6.78	7.39	7.99	8.58	9.15	10.36	10.95	12.10	—
63.5	—	—	—	—	5.87	6.55	7.21	7.87	8.51	9.14	9.75	11.56	12.23	13.54	14.89
70	—	—	—	—	6.51	7.27	8.01	8.75	9.47	10.18	10.88	12.67	13.42	14.87	16.22
76	—	—	—	—	7.10	7.93	8.57	9.56	10.38	11.14	11.91	13.96	14.80	16.42	18.00
83	—	—	—	—	7.79	8.71	9.62	10.51	11.39	12.23	13.12	15.07	15.98	17.76	19.48
89	—	—	—	—	8.38	9.38	10.36	11.33	12.28	13.22	14.16	16.40	17.42	19.64	22.69
102	—	—	—	—	—	10.82	11.93	13.09	14.21	15.31	16.40	18.59	19.78	21.97	24.17
108	—	—	—	—	—	11.48	12.70	13.95	15.09	16.27	17.44	—	—	—	—

(2) 小於 450°C 之蒸汽無縫鋼管。

管外徑 D_H 小於 114 mm 者，其規格尺寸可採用上述 ГОСТ 3099—46 的鍋爐無縫鋼管表 13, 14, 而管外徑 D_H 在 114 mm 及 426 mm 之間者，其規格尺寸可採用上述 ГОСТ 301—50 的無縫鋼管表 11 及 12。

2. 焊接鋼管

(1) 水道瓦斯鋼管。

(ГОСТ 3262—46)

表 15

英制 直徑 (in)	公稱 直徑 (mm)	外徑 (mm)	普 通		加 厚		螺 紋		
			管 厚 (mm)	每公尺 管 重 (kg)	管 厚 (mm)	每公尺 管 重 (kg)	螺 紋 每 外 徑 吋 (mm) 螺 紋 數	螺 紋 最 大 長 度 (mm)	
1/4"	8	13.50	2.25	0.62	2.75	0.73	—	—	—
3/8"	10	17.0	2.25	0.82	2.75	0.97	—	—	—
1/2"	15	21.25	2.75	1.25	3.25	1.41	20.956	14	14
3/4"	20	27.75	2.75	1.53	3.50	2.01	26.442	14	16
1"	25	33.50	3.25	2.42	4.00	2.91	33.250	11	18
1 1/4"	32	42.25	3.25	3.13	4.00	3.77	41.912	11	20
1 1/2"	40	48.00	3.5	3.34	4.25	4.53	47.805	11	22
2"	50	60.0	3.5	4.38	4.50	6.16	59.616	11	24
2 1/2"	70	75.50	3.75	6.54	4.50	7.88	75.187	11	27
3"	80	88.50	4.00	8.34	4.75	9.81	87.887	11	30
4"	100	114.00	4.00	10.35	5.00	13.44	113.034	11	36
5"	125	140.00	4.50	15.04	5.50	18.24	138.435	11	38
6"	150	165.00	4.50	17.31	5.50	21.63	163.836	11	42

(2) 直徑由 76~140 mm 的焊接鋼管。

(ГОСТ 18865—39)

表 17

外 徑 (mm)	76	89	102	114	127	133	140
管 厚 (mm)	3.25	3.25	3.75	3.75	4	4	5
每公尺管長 (kg)	6.87	6.87	9.09	10.10	12.13	12.7	16.65

(3) 直徑由 400~1400mm 的焊接鋼管。

(ГОСТ 4015—48)

表 18

公 称 直 徑 (MM)	外 徑 (MM)	管 壁 厚 (MM)					
		9	10	11	12	13	14
		每 公 尺 鋼 管 重 量 (KG)					
400	426	92.56	102.6	112.6	122.5	132.4	142.8
450	478	104.1	115.4	126.7	135.0	149.1	160.2
500	529	115.4	128.0	140.5	153.0	165.4	177.8
600	630	137.8	152.9	167.9	182.9	197.8	212.7
700	720	157.8	175.1	192.3	209.6	228.7	243.8
800	820	180.0	199.8	219.5	239.1	258.7	278.3
900	920	202.2	224.4	246.6	268.7	290.8	312.8
1000	1200	224.4	249.1	273.7	298.3	322.8	347.3
1200	1220	—	298.4	328.0	357.5	387.0	416.4
1400	1420	—	—	382.2	416.7	451.1	485.4

第四章 管道配件

1. 法藍。应根据公称压力及公称直径来选择法藍的形式与尺寸。法藍种类很多，一般常用的有下列两种：

公称压力 P_y 在 $2.5 \sim 25 \text{ kg/cm}^2$ ，可用平头鋼板法藍或帶焊接头的鋼法藍（見圖 29 及 30）。

公称压力 P_y 在 $40 \sim 100 \text{ kg/cm}^2$ ，可採用帶有焊接头和凸凹接口的鋼法藍（見圖 31）。

一般常用法藍的外形尺寸列於表 19~26。

（1）公称压力 P_y 在 $2.5 \sim 10 \text{ kg/cm}^2$ ； $P_y = 16 \text{ kg/cm}^2$ 但 $t \leq 300^\circ\text{C}$ 以及 $P_y = 25 \text{ kg/cm}^2$ 但 $t \leq 80^\circ\text{C}$ 者（外形尺寸見表 19~22，焊接切口見表 81）。

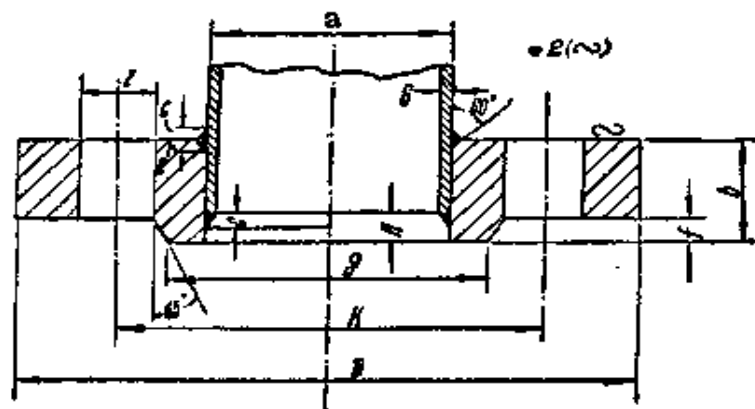


圖 29 由 МСТ.3 所制的平头鋼板法藍

表 19

公称压力 $P_y = 2.5$ 及 6 kg/cm^2 法藍尺寸表
(ГОСТ 1255—41、1256—41)

D_y	a	D	K	g	l	b	o	S	H	f	螺 釘	
											直 徑 MM	个 数
10	14	75	50	35	12	12	3	3	4	2	M10	4
15	17	80	55	40	12	12	3	3	4	2	M10	4
20	25	90	65	50	12	14	3	3	4	2	M10	4
25	32	100	75	60	12	14	4	3.5	5	2	M10	4
32	38	120	90	70	14	16	4	3.5	5	2	M12	4
40	44.5	130	100	80	14	16	4	3.5	5	3	M12	4
50	57	140	110	90	14	16	4	3.5	5	3	M12	4
(60)	70	150	120	100	14	16	5	4	6	3	M12	4
70	76	160	130	110	14	16	5	4	6	3	M12	4
80	89	190	150	123	18	18	5	4	6	3	M16	4
(90)	102	200	160	133	18	18	5	3.75	6	3	M16	4
100	108	210	170	143	18	18	5	3.75	6	3	M16	4
125	133	240	200	178	18	20	5	4	6	3	M16	8
150	159	265	225	202	18	20	5	4.5	6	3	M16	8
(175)	191	295	255	232	18	22	6	5.5	7	3	M16	8
200	216	320	280	258	18	22	7	6.5	8	3	M16	8
(225)	241	345	305	282	18	22	7	6.5	8	3	M16	8
250	267	375	335	312	18	24	8	7.5	9	3	M16	12
(275)	299	400	360	335	18	24	9	8	10	3	M16	12
300	325	440	395	365	23	24	9	8	10	4	M20	12
(325)	351	465	420	390	23	26	9	8	10	4	M20	12
350	376	490	445	415	23	26	9	8	10	4	M20	12
400	427	540	495	465	23	28	10	9	11	4	M20	16
450	476	595	550	520	23	28	10	9	11	4	M20	16
500	529	645	600	570	23	30	10	9	11	4	M20	16
600	631	755	705	670	25	30	10	9	11	5	M22	20
700	720	860	810	775	25	32	10	9	11	5	M22	24
800	820	975	920	880	30	34	10	9	11	5	M27	24
900	920	1075	1020	980	30	36	10	9	11	5	M27	24
1000	1020	1175	1120	1080	30	36	10	9	11	5	M27	28
1200*	1220	1375	1320	1280	30	36	11	10	12	6	M27	32
1400*	1420	1575	1520	1480	30	38	11	10	12	6	M27	36
1600*	1620	1790	1730	1690	30	38	11	10	12	6	M27	40

* 公称直径 D_y 1200、1400、1600 仅属 $P_y = 2.5 \text{ kg/cm}^2$ 者。

表 20

公称压力 $P_y = 10 \text{ kg/cm}^2$ 法藍尺寸表
(ГОСТ 1257—41)

D_y	a	D	K	g	l	b	c	S	H	f	螺 釘	
											直 徑 (mm)	个 数
10	14	90	60	40	14	12	3	3	4	2	M12	4
15	17	90	65	45	14	12	3	3	4	2	M12	4
20	25	105	75	58	14	14	3	3	4	2	M13	4
25	32	115	85	68	14	14	4	3.5	5	2	M12	4
32	38	140	100	78	18	16	4	3.5	5	2	M16	4
40	44.5	150	110	88	18	18	4	3.5	5	3	M16	4
50	57	165	125	102	18	18	4	3.5	5	3	M16	4
(60)	70	175	135	112	18	20	5	4	6	3	M16	4
70	76	185	145	122	18	20	5	4	6	3	M16	4
80	89	200	160	138	18	22	5	4	6	3	M16	4
(90)	102	210	170	148	18	24	5	3.75	6	3	M16	4
100	108	220	180	158	18	24	5	3.75	6	3	M16	8
125	133	230	210	188	18	26	5	4	6	3	M16	8
150	159	235	240	212	23	26	5	4.5	6	3	M20	8
(175)	191	315	270	242	23	26	6	5.5	7	3	M20	8
200	216	340	295	268	23	26	7	6.5	8	3	M20	8
(225)	241	370	325	295	23	26	7	6.5	8	3	M20	8
250	267	395	350	320	23	28	8	7.5	9	3	M20	12
(275)	299	420	375	345	23	28	9	8	10	4	M20	12
300	325	445	400	370	23	30	9	8	10	4	M20	12
(325)	351	475	430	400	23	30	9	8	10	4	M20	16
350	376	495	460	430	23	30	9	8	10	4	M20	16
400	427	565	515	482	25	32	10	9	11	4	M22	16
450	476	615	565	532	25	32	10	9	11	4	M22	20
500	529	670	620	585	25	34	10	9	11	4	M22	20
600	631	780	725	685	30	38	10	9	11	5	M27	20

表 21

公称压力 $P_y = 16 \text{ kg/cm}^2$ 法兰尺寸表
(ГОСТ1258—41)

D_y	a	D	K	g	l	b^{**}		c	S	H	f	螺 钉	
						I	II					直 径 (mm)	个数
10	14	90	60	40	14	14		3	3	4	2	M12	4
15	17	95	65	45	14	14		3	3	4	2	M12	4
20	25	105	75	58	14	16		3	3	4	2	M12	4
25	32	115	85	68	14	18		5	3.5	6	2	M12	4
32	38	140	100	78	18	20		5	3.5	6	2	M16	4
40	44.5	150	110	88	18	22		5	3.5	6	3	M16	4
50	57	165	125	102	18	24		5	3.5	6	3	M16	4
(60)	70	175	135	112	18	26		5	4	6	3	M16	4
70	76	185	145	122	18	26		5	4	6	3	M16	4
80	89	200	160	138	18	28		5	4	6	3	M16	8
(90)	102	210	170	148	18	28		5	3.75	6	3	M16	8
100	108	220	180	158	18	30		5	3.75	6	3	M16	8
125	133	250	210	188	18	32		6	4	7	3	M16	8
150	159	285	240	212	23	32		6	4.5	7	3	M20	8
(175)	191	315	270	242	23	32		6	5.5	7	3	M20	8
200	216	340	295	268	23	32		7	6.5	8	3	M20	12
(225)	241	370	325	295	23	32		7	6.5	8	3	M20	12
250	267	405	355	320	25	32	34	8	7.5	9	3	M22	12
(275)	299	435	385	352	25	32	36	9	8	10	3	M22	12
300	325	460	410	373	25	32	36	9	8	10	4	M22	12
(325)	351	490	440	408	25	32	40	9	8	10	4	M22	16
350	376	520	470	438	25	34	42	9	8	10	4	M22	16
400	427	580	525	490	30	38	46	10	9	11	4	M27	16
450	476	640	585	550	30	44	50	10	9	11	4	M27	20
500	529	715	650	610	34	52	58	10	9	11	4	M30	20
600	631	840	770	720	41	60	66	11	9	12	5	M36	20

** I — 当 $t \leq 120^\circ \text{C}$; II — 当 $t \leq 300^\circ \text{C}$.

表 22

公称压力 $P_y = 25 \text{ kg/cm}^2$ 法兰尺寸表
(ГОСТ 1259—41)

D	a	D	K	g	l	b	c	S	H	f	螺 釘	
											直 徑 (mm)	个 数
10	14	90	60	40	14	16	5	3	6	2	M12	4
15	17	95	65	45	14	16	5	3	6	2	M12	4
20	25	105	75	58	14	18	5	3	7	2	M12	4
25	32	115	85	68	14	18	6	3.5	7	2	M12	4
32	38	140	100	78	18	18	6	3.5	7	2	M16	4
40	44.5	150	110	88	18	18	6	3.5	7	3	M16	4
50	57	165	125	102	18	18	6	3.5	7	3	M16	4
(60)	70	175	135	112	18	18	6	4	7	3	M16	8
70	76	185	145	122	18	22	6	4	7	3	M16	8
80	89	200	160	138	18	24	6	4	7	3	M16	8
(90)	102	225	180	152	23	26	6	3.75	7	3	M20	8
100	108	235	190	162	23	26	6	3.75	7	3	M20	8
125	133	270	220	188	25	30	6	4	7	3	M22	8
150	159	300	250	218	25	30	6	4.5	7	3	M22	8
(175)	191	330	280	248	25	32	7	5.5	8	3	M22	12
200	216	360	310	278	25	32	8	6.5	9	3	M22	12
(225)	241	395	340	305	30	34	8	6.5	9	3	M27	12
250	267	425	370	335	30	34	9	7.5	10	3	M27	12
(275)	299	455	400	365	30	34	10	8	11	3	M27	12
300	325	485	430	390	30	36	10	8	11	4	M27	16
(325)	351	525	460	420	34	38	10	8	11	4	M30	16
250	376	555	490	450	34	42	10	8	11	4	M30	16
400	427	620	550	505	34	46	11	9	12	4	M30	16
450	476	670	600	555	34	50	11	9	12	4	M30	20
500	529	730	660	615	41	58	11	9	12	4	M36	20

表 23

公称压力 $P_y = 16 \text{ kg/cm}^2$ 法兰尺寸表
(ГОСТ 1260—41)

D_y	a	D	K	g	l	b	f	h	m	S 最大	r	螺 釘	
												直 徑 (mm)	个 数
10	14	90	60	40	14	14	2	42	23	3	4	M12	4
15	17	95	65	45	14	14	2	46	34	3	4	M12	4
20	25	105	75	58	14	14	2	46	38	3	4	M12	4
25	32	115	85	68	14	14	2	46	41	3.5	4	M12	4
32	38	140	100	78	18	16	2	50	52	3.5	4	M16	4
40	44.5	150	110	88	18	16	3	50	60	3.5	4	M16	4
50	57	165	125	102	18	16	3	56	70	3.5	5	M16	4
(60)	70	175	135	112	18	18	3	56	84	4	5	M16	4
70	76	185	145	122	18	18	3	56	94	4	5	M16	4
80	89	200	160	138	18	20	3	60	103	4	5	M16	8
(90)	102	210	170	148	18	20	3	60	118	4	5	M16	8
100	108	220	180	158	18	20	3	60	128	4	5	M16	8
125	133	250	210	188	18	22	3	68	152	4	6	M16	8
150	159	285	240	212	23	24	3	68	182	4.5	6	M20	8
(175)	191	315	270	242	23	26	3	72	210	5.5	6	M20	8
200	216	340	295	268	23	26	3	72	236	6.5	6	M20	12
(225)	241	370	325	295	23	28	3	76	260	6.5	6	M20	12
250	267	405	355	320	25	30	3	82	290	7.5	8	M22	12
(275)	299	435	385	352	25	30	3	86	314	8	8	M22	12
300	325	460	410	378	25	30	4	86	340	8	8	M22	12
(325)	351	490	440	408	25	32	4	92	364	8	8	M22	16
350	376	520	470	438	25	34	4	96	394	8	8	M22	16
400	427	580	525	490	30	36	4	104	448	9	10	M27	16
450	476	640	585	550	30	40	4	114	502	9	10	M27	20
500	529	715	650	610	34	44	4	122	550	9	10	M30	20
600	631	840	770	720	41	48	5	144	638	9	10	M36	20
700	720	910	840	790	41	50	5	144	745	10	12	M36	24
800	820	1025	950	900	41	52	5	144	858	11	12	M36	24
900	920	1125	1050	1000	41	54	5	144	958	13	12	M36	28
1000	1020	1255	1270	1100	47	56	5	158	1065	14	12	M42	28

表 24

公称压力 $P_y = 25 \text{ кг/см}^2$ 法兰尺寸表
(ГОСТ 1261—41)

D_y	a	D	K	g	l	b	f	h	m	S 最大	r	螺 釘	
												直 徑 (mm)	个 数
10	14	90	60	40	14	16	2	50	30	3	4	M12	4
15	17	95	65	45	14	16	2	50	34	3	5	M12	4
20	25	105	75	52	14	16	2	50	40	3	5	M12	4
25	32	115	85	62	14	16	2	50	44	3.5	5	M12	4
32	38	140	100	72	18	18	2	56	56	3.5	5	M16	4
40	44.5	150	110	82	18	18	3	56	64	3.5	5	M16	4
50	57	165	125	102	18	20	3	60	78	3.5	5	M16	4
(60)	70	175	135	112	18	22	3	68	88	4	6	M16	4
70	76	185	145	122	18	22	3	68	98	4	6	M16	8
80	89	200	160	138	18	22	3	74	108	4	6	M16	8
(90)	102	225	180	152	23	24	3	74	122	4	6	M20	8
100	108	235	190	162	23	24	3	78	132	4	6	M20	8
125	133	270	220	188	25	28	3	86	160	4	8	M20	8
150	159	300	250	218	25	30	3	88	190	4.5	8	M22	8
(175)	191	330	280	248	25	32	3	90	214	5.5	8	M22	12
200	216	360	310	278	25	34	3	94	244	6.5	8	M22	12
(225)	241	395	340	305	30	36	3	98	272	6.5	8	M27	12
250	267	425	370	335	30	36	3	105	298	7.5	10	M27	12
(275)	299	455	400	365	30	38	3	110	322	8	10	M27	12
300	325	485	430	390	30	40	4	116	352	8	10	M27	16
(325)	351	525	460	420	34	42	4	124	380	8	10	M30	16
350	376	555	490	450	34	44	4	124	406	8	10	M30	16
400	427	620	550	505	34	48	4	132	464	9	12	M30	16
450	476	670	600	555	34	50	4	132	514	9	12	M30	20
500	529	730	660	615	41	52	4	145	572	9	12	M36	20
600	631	845	770	720	41	56	5	145	672	9	12	M36	20
700	720	960	875	815	47	60	5	180	780	10	12	M42	24
800	820	1085	990	930	47	64	5	200	884	11	15	M42	24

公称压力 $P_g = 40 \text{ kg/cm}^2$ 法蓝尺寸表
(ГОСТ 1282—41)

表 25

D_y	a	D	K	d	d_1	d_2	b	h	m	f	$f^1 - f_2$	$S_{\text{最大}}$	r	螺 钉	
														直径 (mm)	个数
10	14	90	60	40	34	35	16	50	30	2	4	3	4	M 12	4
15	17	95	65	45	39	40	16	50	34	2	4	3	5	M 12	4
20	25	105	75	58	50	51	16	50	40	2	4	3	5	M 12	4
25	32	115	85	68	57	58	16	50	40	2	4	3.5	5	M 12	4
32	38	140	100	78	65	66	18	56	56	2	4	3.5	5	M 16	4
40	44.5	150	110	88	75	76	18	56	64	3	4	3.5	5	M 16	4
50	57	165	125	102	87	88	20	60	78	3	4	3.5	5	M 16	4
70	76	185	145	122	109	110	22	68	98	3	4	4	6	M 16	8
80	89	200	160	138	120	121	24	74	112	3	4	4	6	M 16	8
(90)	102	225	180	152	131	132	24	74	122	3	4	4	6	M 20	8
100	108	235	190	162	140	140	26	78	136	3	4.5	4	6	M 20	8
125	133	270	220	188	175	176	28	86	160	3	4.5	4	8	M 22	8
150	159	300	250	218	203	204	30	86	190	3	4.5	4.5	8	M 22	8
(175)	191	350	295	260	233	234	36	96	222	3	4.5	5.5	10	M 27	12
200	216	375	320	285	259	260	38	106	248	3	4.5	6.5	10	M 27	12
(225)	241	420	355	315	286	287	40	116	275	3	4.5	6.5	10	M 30	12
250	267	450	385	345	312	313	42	116	308	3	4.5	7.5	10	M 30	12
(275)	299	480	415	375	337	338	44	122	330	4	4.5	8	10	M 30	12
300	325	515	450	410	368	369	46	126	360	4	4.5	9	12	M 30	16
(325)	351	550	480	435	389	390	50	130	388	4	4.5	10	12	M 30	16
350	376	580	510	465	421	422	52	144	412	4	5	10	12	M 30	16
400	427	660	585	535	473	474	58	150	470	4	5	11	12	M 36	16
450	476	685	610	560	523	524	60	160	530	4	5	12	14	M 36	20
500	523	755	670	615	575	576	64	170	580	4	5	14	15	M 36	20

公称压力 $P_y = 64 \text{ kg/cm}^2$ 法蓝尺寸表

(ГОСТ 1263—41)

表 26

D_y	s	D	K	d	d_1	d_2	b		h		m		f	$f_1 = f_2$	S 最大	V	螺 直 径 (mm)	钉 个 数
							120 425°C	425 450°C	120 425°C	425 450°C	120 425°C	425 450°C						
10	14	100	70	50	34	35	18	18	56	56	34	34	2	4	3	4	M12	4
15	17	105	75	55	39	40	18	20	62	62	38	42	2	4	3	5	M12	4
20	23	130	90	68	50	51	20	24	68	68	48	52	2	4	3	5	M16	4
25	32	140	100	78	57	58	22	28	74	74	52	60	2	4	3.5	5	M16	4
32	38	155	110	85	65	66	24	28	78	78	64	68	2	4	3.5	5	M20	4
40	44.5	170	125	98	75	76	24	28	82	82	72	76	3	4	3.5	5	M20	4
50	57	180	135	108	87	88	26	30	86	86	86	90	3	4	3.5	5	M20	4
70	76	205	160	132	109	110	28	34	94	94	106	114	3	4	5	6	M20	8
80	89	215	170	142	120	121	30	36	90	100	120	128	3	4	5	8	M20	8
(90)	102	240	180	160	131	132	32	38	96	108	130	138	3	4	5.5	0	M22	8
100	108	250	200	170	149	150	32	38	100	112	140	148	3	4.5	6	6	M22	8
125	133	285	240	205	175	176	38	46	112	120	172	184	3	4.5	6	8	M27	8
150	159	345	280	240	203	204	42	50	128	136	206	214	3	4.5	6.5	8	M30	8
(175)	191	375	310	270	233	234	44	52	128	144	230	242	3	4.5	8	10	M30	12
200	126	415	345	300	259	260	48	54	140	156	280	272	3	4.5	9	10	M30	12
(225)	241	449	370	323	286	287	48	56	150	160	283	296	3	4.5	10	10	M30	12
250	267	470	400	353	312	313	50	58	160	164	314	326	3	4.5	11	10	M36	12
(275)	299	500	430	383	337	338	52	60	160	170	338	334	4	4.5	12	10	M36	12
300	325	530	460	415	368	364	54	62	162	176	372	380	4	4.5	13	12	M36	16
(325)	351	565	490	442	389	390	58	66	168	192	410	412	4	4.5	14	12	M36	16
350	376	600	525	475	421	422	60	68	178	204	430	438	4	5	15	12	M36	16
400	427	670	585	525	473	474	66	76	192	220	488	500	4	5	17	12	M42	16

2. 垫 圈

(1) 压力小于 50kg/cm^2 ，温度小于 425°C 的垫圈材料可按表 27 选择。

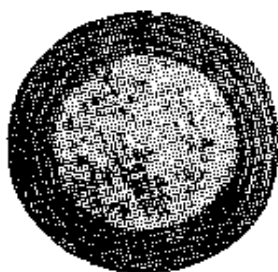


圖 32 折皺的波紋垫圈

表 27

垫圈的使用范围

材 料 名 称	極 限 工 作 压力(ama)	極 限 溫 度 ($^\circ\text{C}$)	垫圈厚度 (mm)	說 明
1. 水管用:				
帆 布	1.5	50	2~6	塗以紅鉛粉或白鉛粉
麻 質 纖 維	3.0	40		
橡 膠	3.0	40	4~6	大於 500mm 直徑时应採用具有金屬網的橡膠垫圈
帶帆布的橡膠	6.0	60	3	
帶金屬網的橡膠	10.0	80	3~4	压力低於 50ama 温度小於 40°C 之臨時水压試驗亦可用此材料
鷄 毛 紙	16.0	100~120	3	
石 棉 橡 膠 垫	50	任何溫度	1~2	ГОСТ481-47
軟 鋼	50	任何溫度		折皺的波紋垫圈 (圖32)
2. 蒸汽管用:				
石 棉 板	1.5	—	<4	廢汽管用
石 棉 繩	1.5	—	<6	廢汽用管
石 棉 橡 膠 垫	40	425	1~2	ГОСТ481-47

(2) 高压垫圈

锯齿形鋼垫圈的尺寸 (MM) (圖33)

表 28

公称直径 D_y	D	D_1	b	h	t	c	齿数 n
15	28	18	3	0.65	1.5	0.2	4
20	35	23	3	0.65	1.5	0.2	4
32	50	35	3	0.65	1.5	0.2	5
60	85	62	3	0.65	1.5	0.2	8
80	116	89	3	0.65	1.5	0.2	9
100	138	106	4	0.85	2	0.3	8
125	170	134	4	0.85	2	0.3	9
150	190	154	4	0.85	2	0.3	9
175	214	174	4	0.85	2	0.3	10
200	245	197	4	0.85	2	0.3	12
225	268	220	4	0.85	2	0.3	12
250	319	263	4	0.85	2	0.3	14

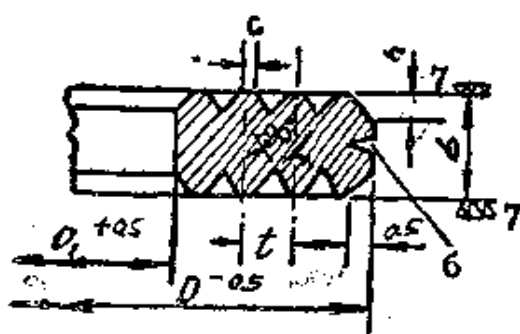


圖 33 6—缺口之寬及深為 0.5mm, 仅适用于鋼 Я-IT 所制成之垫圈

表 29

锯齿形鋼垫圈所用的鋼号

管道种类	蒸汽平均参数	鋼号
蒸汽管道	100amu, 510°C	X18H1T (Я-IT)
給水管道	180amu	X13 (Ж-1)

註：锯齿形高压垫圈在現場也可以採用 Cr.2、Cr.3 号鋼，並事先將其淬火，使其硬度达 120~130 柏氏度（按 ГОСТ 380—59）。

3. 弯管。弯管有两种：一种是火煨的，另一种是焊接的。在管道敷設中应尽量採用火煨弯管，因能吸收膨脹，但由於受地域的限制或希望該弯管所佔地位小些，可採用焊接弯管。当压力較高用焊接弯管認為不安全时可採用鑄鋼弯管。

(1) 火煨弯管：火煨弯管又包括两种：一种是不帶皺紋的，另一种是帶皺紋的。

a. 不帶皺紋的火煨弯管（尺寸參見表 30、焊接切口 4 見表 81），其使用范围較广，一般無縫鋼管之管道，在弯曲的部份多採用之，机械火煨的弯管其弯曲半徑不能小於 3.5 倍管外徑，一般採用 4 倍管外徑。直徑大於或等於 400mm 的弯管，由於火煨困难，可用焊接法制作。



圖 34 火煨弯管

б. 帶皺紋的火煨弯管（尺寸見表 33 及圖 35、36），其弯曲半徑不能小於 2.5 倍管外徑。低压的管道可以用之，但在压力較高而且是重要的管道应避免採用之。



圖 35

圖 36 帶皺紋弯头展开圖

皺紋弯管

ABB 段不加热；

ATB 段加热；

R ——弯曲半徑；

$$a = \frac{2\pi R}{4(n-1)};$$

$$S = \frac{\pi D}{9};$$

$$L_H = \frac{2\pi R}{4}.$$

n ——皺紋層數

不帶皺紋的火煨彎管

Dy	D _н	R	a	α° 展开长度 (mm)					Py=25 кг/см²					
				15°	30°	45°	60°	90°	S	弯管重量 (кг)				
										15°	30°	45°	60°	90°
70	76	300	150	349	457	536	614	771	3	2.07	2.45	2.89	3.32	4.16
80	89	400	200	505	609	714	819	1028	3.5	3.73	4.49	5.27	6.04	7.59
100	108	450	250	618	735	833	971	1206	4	6.34	7.54	8.45	9.96	12.34
125	133	600	300	757	914	1071	1226	1542	4	9.64	11.64	13.63	15.61	19.63
150	159	750	350	897	1193	1389	1585	1978	4.5	15.42	20.52	23.9	27	34
200	219	1100	450	1188	1476	1764	2052	2627	6	37.45	46.52	55.6	64.68	82.8
250	273	1300	550	1440	1781	2121	2461	3141	8	75.28	93.11	110.9	128.7	164.2

表中 S 示管壁厚 (mm)。

表 31a

管子在各种弯曲角度及各种弯曲半徑下管段所加热的長度

弯 曲 度	公 称 直 徑 dy														
	R=4dy								R=5dy						
	100	150	200	250	300	350	400	100	150	200	250	300	350	400	
	管 段 加 热 的 長 度 (mm)														
30	210	315	420	525	630	735	840	260	395	525	655	790	920	1050	
40	315	470	630	790	945	1100	1260	335	590	790	985	1180	1380	1575	
60	420	630	840	1050	1260	1470	1680	525	790	1050	1315	1575	1835	2100	
90	630	945	1260	1575	1890	2205	2520	790	1180	1575	1970	2360	2755	3150	

表 30

尺寸重量表 (圖 34)

$P_y = 40 \text{ KI/CM}^2$						$P_y = 64 \text{ KI/CM}^2$					
S	弯 管 重 量 (KI)					S	弯 管 重 量 (KI)				
	15°	30°	45°	60°	90°		15°	30°	45°	60°	90°
3	2.07	2.45	2.89	3.32	4.16	5	3.31	4	4.68	5.37	6.75
3.5	3.73	9.49	5.27	6.04	7.59	5	5.23	6.31	7.4	8.47	10.6
4	6.34	7.54	8.75	9.96	12.34	6	9.2	11.09	12.86	14.65	18.2
4	9.64	11.64	13.63	15.61	19.63	6	14.22	17.17	20.12	23.03	28.97
4.5	15.42	20.52	23.9	27	34	7	23.5	31.2	36.4	41	51
6	37.45	45.52	55.6	64.68	8.28	10	61.2	76.07	90.91	105.46	135.4
8	75.28	93.11	110.89	128.66	164.21	11	102.34	136.6	150.7	174.9	223.3

表 31

弯曲管的弧长度 (弯曲半径 = 1)

弯 曲 角 度	展 开 长 度	弯 曲 角 度	展 开 长 度
5°	0.0873	50°	0.8727
10°	0.1745	55°	0.9599
15°	0.2618	60°	1.0472
20°	0.3490	65°	1.1309
25°	0.4363	70°	1.2217
30°	0.5236	75°	1.3090
35°	0.6109	80°	1.3963
40°	0.6981	85°	1.4835
45°	0.7854	90°	1.5708

表 32

填砂及不填砂之管重

公称直径 (MM)	外 径 (MM)	管 厚 (MM)	1 公尺管重 (KG)	1 公尺管重及 填 砂 重
50	57	3 3.5	4 4.6	7 7.5
70	76	3 5	5.4 6.8	11 14
80	89	3.5 5	7.4 10.4	15 18
100	108	4 6	10.3 15.1	23 28
125	133	4 6	12.7 18.8	33 38
150	159	4.5 7	17.2 26.2	46 55
200	219	8 7	31.5 36.6	75 89
250	273	8 10 11	51.5 52.3 71.1	85 135 154
300	325	8 9 13	62.5 70.1 100	186 194 224
350	377	8 10 15	72.8 90.5 133.9	231 248 291

表 33

帶皺紋的火煨弯管尺寸表

D (MM)	R (MM)	n	a	L _H (MM)	S (MM)	彎曲需用時間 (MIN)
325/309	1280	9	250	2000	115	250
273/259	1100	8	245	1727	95	210
219/207	885	8	193	1389	77	180
159/150	680	7	177.8	1067	59	150
133/125	540	6	169.6	848	46.7	120
108/102	430	6	135.0	675	37.6	80

(2) 焊接弯管：除表 6 中第 1 类的(1)、(2)及(4)类的管道外，其他均可採用与該管道相同材料及厚度的無縫鋼管或焊接鋼管來制造焊接弯管。並可用同种牌号之鋼板焊接，但如受焊接技术之限制則第 1、2 类之管道不应採用焊接弯管。

a. 90° 焊接弯管（焊接切口見表 81）

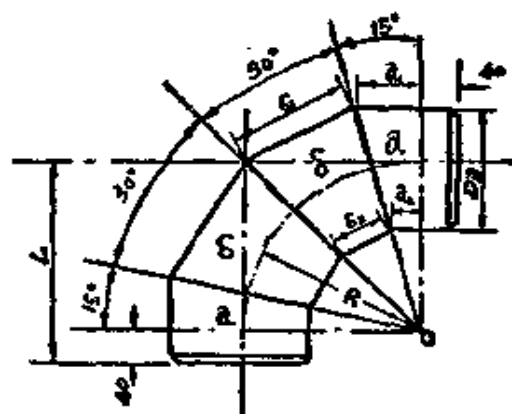


圖 37 90° 焊接弯管

90° 焊接弯管零件乃由兩個 15° 的 a 及兩個 30° 的 δ 所組成。弯曲半徑 R ，隨直徑的增大而增大，一般約比 D_y 大於 50mm 即可， a_1 、 a_2 、 δ_1 、 δ_2 可由下列各式求得：

$$a_1 = (R + D_n/2) \tan 15^\circ \dots\dots\dots (6)$$

$$a_2 = (R - D_n/2) \tan 15^\circ \dots\dots\dots (7)$$

$$\delta_1 = 2a_1 \dots\dots\dots (8)$$

$$\delta_2 = 2a_2 \dots\dots\dots (9)$$

常用的 90° 焊接弯管尺寸列於表 34 以供參考。

表 34

常用 90° 焊接弯管尺寸表（圖 37）

公称直徑 D_y	外徑 D_n (mm)	弯曲半徑 R (mm)	a_1	a_2	δ_1	δ_2	L
50	57	95	33	17.5	66	35	135
80	89	120	44	20	88	40	160
100	108	160	58	28	116	56	200
125	133	185	67	32	134	64	225
150	159	210	78	35	156	70	250
200	219	260	99	41	198	82	300
250	273	310	119.5	46.5	239	93	350
300	325	360	140	53	280	106	400

6. 60° 焊接弯管 (焊接切口見表 81)。

60° 焊接弯管零件乃由上述 90° 焊接弯管中兩個 15° 的 a 及一個 30° 的 δ 所組成 (如圖 38)。

弯曲半徑与 90° 相同直徑的弯曲半徑相同, 故 a_1 、 a_2 、 δ_1 、 δ_2 均可由上述表 34 中查得。

B. 30° 焊接弯管 (焊接切口見表 81)。

30° 焊接弯管零件乃由上述 90° 焊接弯管中兩個 15° 的 a 所組成 (如圖 39)。

弯曲半徑与 90° 相同直徑的弯曲半徑相同, 故 a_1 、 a_2 亦可由上述表 34 中查得。

2. 45° 焊接弯管 (焊接切口見表 81)。

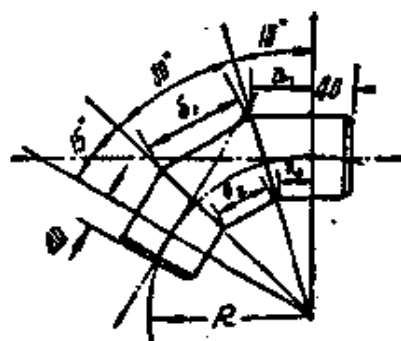


圖 38 60° 焊接弯管

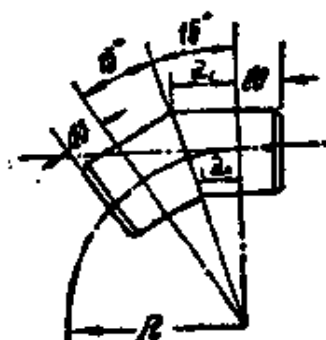


圖 39 30° 焊接弯管

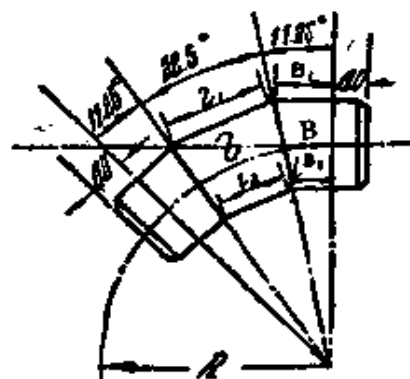


圖 40 45° 焊接弯管

45° 焊接弯管零件乃由兩個 11.25° 的 B 及一個 22.5° 的 b 所組成 (如圖 40)。

弯曲半徑与 90° 相同直徑的弯曲半徑相同。

B_1 、 B_2 、 b_1 、 b_2 可由下列各式求得:

$$B_1 = (R + D_H/2) \tan 11.25^\circ \dots\dots\dots (10)$$

$$B_2 = (R - D_H/2) \tan 11.25^\circ \dots\dots\dots (11)$$

$$b_1 = 2B_1 \dots\dots\dots (12)$$

$$b_2 = 2B_2 \dots\dots\dots (13)$$

現將常用的 45° 焊接弯管尺寸列於表 35。

表 35

常用 45° 焊接彎管尺寸表 (圖 40)

公称直径 D_y	外径 D_n (mm)	弯曲半径 R (mm)	B_1	B_2	z_1	z_2
50	57	95	23	13.5	50	27
80	89	120	34.5	15.5	69	31
100	108	160	45	22	90	44
125	133	185	52.5	25	105	50
150	159	210	60.5	27.5	121	55
200	219	260	77.5	31.5	155	63
250	273	310	93.5	36.5	187	73
300	325	360	110	41.5	220	83

4. 閥

(1) 鑄鐵閥採用範圍及注意事項如下 (參看表 36) :

- a. 蒸汽溫度不應超過 300°C 。
- б. 當蒸汽壓力不超過 $13\text{kg}/\text{cm}^2$ ，閥的直徑不超過 200mm。
- в. 當蒸汽的工作壓力不超過 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ ，閥的直徑不超過 300mm。

г. 當管道內的工作壓力不超過 $8\text{kg}/\text{cm}^2$ 溫度不超過 200°C 。允許採用直徑在 500mm 以內的鑄鐵閥。

д. 鑄鐵閥的外殼、蓋、閥體 (圓盤形或楔形)，系由鑄鐵制成；軸，系用青銅、銅或鋼制成；閥座 (套)，其與水接觸者系用銅制成，與蒸汽接觸者則用不銹鋼、鎳合金或銅制成；螺栓，系用 Ст. 3、Ст. 4 號鋼制成。

е. 可鍛鑄鐵閥允許採用直徑在 100mm 以下。公稱壓力不大於 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ 時，其主要零件 (外殼、蓋) 則用 КЧ—30—6 號的可鍛鑄鐵 (按 ГОСТ 1215—41)。由可鍛鑄鐵所制成的配件直徑不能大於 100mm，工作壓力不能超過 $20\text{kg}/\text{cm}^2$ ，溫度不能超過 300°C 。

ж. 在表 36 中平均溫度自 $250\sim 300^{\circ}\text{C}$ 之間者，盡量不用鑄鐵閥。

(2) 青銅閥僅允許在溫度小於 250°C 時採用之。

(3) 炭素鋼的鑄鋼閥：

a. 由炭素鋼鑄成的配件，其質量可分三種：

(a) 普通的；(б) 高等的；(в) 特殊的。

б. 當公稱壓力 $P_y = 64 \text{ кг/см}^2$ 時，則應採用高等或特殊的優質鋼，鋼號為 Ст.15、25 及 35，其零件可採用 Ст.35 號的鑄鋼。

鑄鐵配件採用的範圍

表 36

平均壓力不大於	平均溫度不超過	閥的直徑不大於	鑄 鐵 標 號
13	300	200	ГОСТБ1412—48 CY15—32
13	200	400	
13	150	500	
8	300	300	
8	200	500	
8	150	600	
5	300	500	
5	200	1000	
2.5	300	800	
2.5	200	和直徑大小無關	

в. 鑄鋼的外殼及蓋往往完全是由鑄鋼 25—4522 來鑄造；軸桿通常用 Ст.4、Ст.5 號鋼來制作。對於重要配件，則軸桿應由不銹鋼 Ж—2、Ж—3 或由滲氮法制成的鋼，鋼號為 38—ХМ10А 制成；軸套通常由銅合金、銅鎳合金或滲氮鋼來制成，同樣也可以用優質的合金鑄鐵來制成。

г. 當工作溫度不大於 475°C 時，可以採用炭素鋼；當溫度在 $450—475^{\circ}\text{C}$ 時，應採用特殊優質鋼；在特別較高的溫度下採用炭素鋼來作成配件是不適當的。

(4) 鑄鐵及鑄鋼所制成的配件外形尺寸可見表 37。

表 37

球閥及逆止閥外形 L 、 L_1 之長度 (圖 41、42)

按 ГОСТ 3326—46

公称直徑 D_y	球 型 及 逆 止 閥					
	鑄 鐵		鑄 鋼		鑄 鋼	
	$P_y=16$ 及 25 кг/см^2		$P_y=25$ 及 40 кг/см^2		$P_y=64$ 及 100 кг/см^2	
	直通型 L	角型 L_1	直通型 L	角型 L_1	直通型 L	角型 L_1
50	230	125	230	125	300	150
70	290	145	290	145	340	(170)
80	310	155	310	155	380	190
100	350	175	350	175	430	215
125	400	200	400	200	500	250
150	480	225	480	225	550	275
200	600	275	600	275	650	325
250	730	—	—	—	—	—
300	850	—	—	—	—	—

註：開閉器的法蘭盤外形尺寸按 ГОСТ 1234—41。

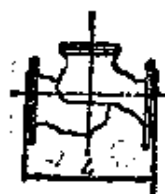
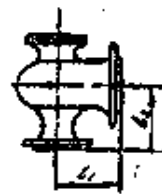
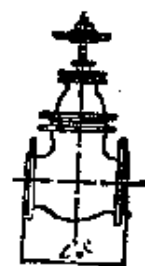
圖 41 直通球閥
及逆止閥圖 42 直角球閥
及逆止閥

圖 43 開閥

表 38

閘閥外形尺寸 (圖 43)

按 ГОСТ 3706—47

閘		鑄				鐵				鑄		鋼	
外殼型式		平		帶 圓		圓		帶 圓		圓			
公稱壓力 P_y (kg/cm^2)		1	2.5	4	6	10	16	25	16	25	40	64	100
法 藍	ГОСТ	1235—41	1237—41				1238—41	1239—41	1240—41	1241—41	1242—41	1243—41	1244—41
	P_y	2.5	10				16	25	16	25	40	64	100
L (mm) 公稱直徑 D_y		$L=0.4D_y+150$			$L=D_y+200$		$L=1.5D_y+175$ $\sim D_y+500$		$L=D_y+200$		$L=2D_y+150$	$L=2D_y+150$	$L=2D_y+150$
50	—	—	—	—	—	250	250	250	250	250	250	250	250
80	—	—	—	—	—	280	300	300	280	280	310	310	310
100	—	—	190	—	—	300	330	330	300	300	350	350	350
125	—	—	200	—	—	325	360	360	325	325	400	400	400
150	—	—	210	—	—	350	400	400	350	350	450	450	450
200	—	—	230	—	—	400	480	480	400	400	550	550	550
250	—	—	250	—	—	450	550	550	450	450	650	650	650
300	—	—	270	—	—	500	630	630	500	500	750	750	750
350	—	290	—	—	—	550	700	700	550	550	850	850	850
400	—	310	—	—	—	600	780	800	600	600	950	950	950
(450)	—	330	—	—	—	650	850	850	650	650	1050	1050	—
500	—	350	—	—	—	700	930	930	700	700	1150	1500	—
600	—	390	—	—	—	800	1000	—	800	—	—	—	—
700	430	430	—	900	900	900	1130	—	900	—	—	—	—
800	470	470	—	1000	1000	1000	1230	—	1000	—	—	—	—
900	510	510	—	1100	1100	1100	1380	—	—	—	—	—	—
1000	550	550	—	1200	1200	1200	1500	—	—	—	—	—	—

(5) 球閥所採用的口徑在表 39 示出。一般球閥所採用的直徑不超過 150—200mm，大直徑的球閥，其結構亦大，因而製造困難，若在高压的情况下，开关操作很費力，故一般避免採用之。

(6) 大口徑的閥或高压大口徑的閥，为了操作方便可用电力或机械操縱，或在閥的兩側安旁通閥，在开主閥之前，先打开此旁通閥以平衡兩側之压力，而便利主閥之操作。

普通球閥採用的範圍

表 39

介 質 工 作 压 力 (kg/cm^2)	最 大 通 过 的 直 徑 (mm)
16	200
25	150
40	125
64	100

5. 三通。除表6所列第3类之(2)及第4类管道外，当支管外徑 d_n 与主管內徑 D_n 的关系为 $d_n \geq 0.6D_n$ 时則应採用三通，然后再將該三通焊在主管及支管上。但当 $P_y \leq 25 \text{ kg/cm}^2$ $d_n \geq 0.8$ 时方採用三通当 $P_y \leq 100 \text{ kg/cm}^2$ 时，三通之主管应用較厚之鋼管制成。当 $P_y > 100 \text{ kg/cm}^2$ 时，則三通应用

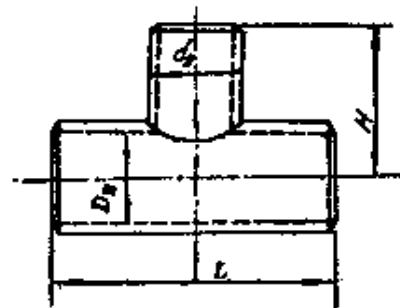


圖 44

『高質鋼』或『特別鋼』，鋼号为 15、25 及 35 米鑄造或鍛造而成。 $P_y \leq 100 \text{ kg/cm}^2$ 之三通外形尺寸可参考下式求得：

$$* H = \frac{D_y + d_y}{2} + 100 \dots \dots \text{当 } d_y \leq 200 \text{ mm} \dots \dots (14)$$

$$* H = \frac{D_y + d_y}{2} + 75 \dots \dots \text{当 } d_y > 200 \text{ mm} \dots \dots (15)$$

$$* * L = 2H \dots \dots \dots (16)$$

式中： D_y 、 d_y ——主管及支管的公称直徑，其中 $D_y > d_y$ 。

現將常用的三通外形尺寸列於表 40 中。

* 本式適用於等徑 100—300mm；

* * 本式適用於等徑三通，

三通外形尺寸表

条 件 $D_y \cdot D_y \cdot d_y$	H	L
50×50×50	150	300
80×80×80	180	360
100×100×100	200	400
125×125×125	225	450
200×200×200	300	600
250×250×250	325	650
300×300×300	375	750
200×200×150	275	550
300×300×200	350	700
300×300×250	350	700

1. 其他管道零件。

(1) 支管接头 (圖 45): 在表 6 所列第 3 类 (2) 及第 4 类管道, 不論支管口徑之大小, 皆可以直接焊在主管上 (在主管上开口且不必加厚該主管)。但對於第 1、2 类及第 3 类的 (1) 管道, 則仅允許当支管外徑 $d_n < 0.6D_n$ 时, 支管可以直接与主管相焊。

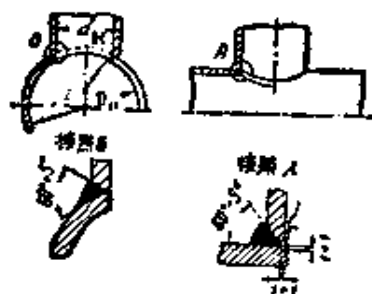


圖 45 管接头

(2) 異徑管 (圖 46、47): 当两个不同管徑的管段在对头連接时, 其間应以異徑管来連接。依表 7 規定: 在工作压力小於 16kg/cm^2 时, 異徑管可以用鋼板焊接, 且为安全起见, 異徑管的厚度应等於与其所連接

之大管徑的厚度; 当工作压力大於 16kg/cm^2 时, 該異徑管应由鍛造或鑄造来制成 (圖 47)。

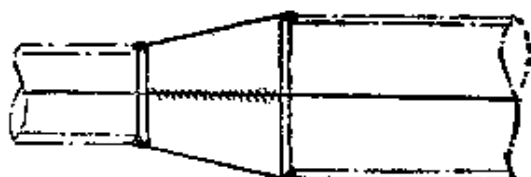


圖 46 鋼板焊接的異徑管

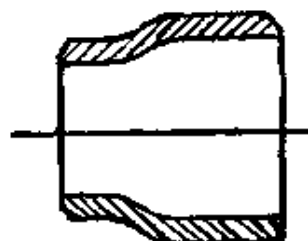


圖 47 鍛造或鑄造異徑管外形

目前，現場亦採用打縮無縫鋼管來制造異徑管。

(3) 帶絲扣的管接头 (圖 48): 該種樣式的管接头只允許採用在管徑不超過 150mm, 壓力不大於 13kg/cm², 溫度在 300°C 以內的管道上。目前由於焊接技術的發達, 除低壓或暖汽管道尚多採用帶絲扣的管接头外, 大部熱力管道皆已採用焊接相連。



圖 48 帶絲扣管接头

(4) 螺栓、螺釘和螺帽: 固定管道法藍盤的零件應合乎下列條件:

a. 當公稱壓力 $P_y > 25 \text{ kg/cm}^2$ 時, 則採用兩端帶螺紋的雙頭螺栓; 當 $P_y \leq 25 \text{ kg/cm}^2$ 時, 則用螺釘來固定管道的法藍盤。

b. 當工作壓力 $P_{pa5} < 21 \text{ kg/cm}^2$, 溫度 $t \leq 300^\circ\text{C}$ 時, 固定管道法藍盤的零件的材料應由 Ст.4 或 Ст.5 號鋼 (ГОСТ 380—50) 來制成。

в. 當工作溫度 $t_{pa6} < 425^\circ\text{C}$ 時所採用的螺栓及工作溫度不大於 450°C 時所採用的螺帽, 其材料可按 ГОСТБ—1050—41 由 25、30、35 號鋼的優質炭素鋼來制成。

г. 對高壓高溫的螺栓和螺母, 其材料應採用耐熱合金鋼來制成 (表 41):

高壓高溫下螺栓和螺母所採用的材質

表 41

種類	介質種類	工作壓力及溫度	鋼號	化學成份 (%)						機械性能		
				炭 (C)	錳 (Mn)	矽 (Si)	鉻 (Cr)	鎢 (Mo)	鈦 (V)	極限強度 σ_b (kg/cm ²)	屈服點 σ_s (kg/cm ²)	延伸度 (%)
螺絲	蒸汽	100 kg/cm ² 510°C	25X2 MΦA	0.22—0.29	0.4—0.7	0.17—0.37	1.5—1.8	0.2—0.3	0.15—0.3	100	80	12
	給水	130 kg/cm ² 215°C	30X MA	0.25—0.33	0.4—0.7	0.17—0.37	0.8—1.1	0.15—0.25	—	95	75	12
螺帽	蒸汽	100 kg/cm ² 510°C	35X MA	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	給水	130 kg/cm ² 215°C	35	0.30—0.40	0.5—0.8	0.17—0.37	—	—	—	53	30	18

25x2MΦA, 30XMA—S 及 P 每個的含量不大於 0.035%, Ni 不大於 0.3%。

QT 35—S 及 P 每個的含量不大於 0.045%。

д. 除以上所述之耐热合金鋼外，也可以採用其他的耐热鋼來制成螺栓和螺母，但其性質應保證在高溫工作下，具有最小的軟化性，但是當溫度大於 400°C 時不能採用。

е. 為了減少螺紋的咬損，螺栓和螺帽應採用不同鋼號的鋼材，亦可採用同一鋼號，但其機械性質應不一樣（即經過不同的熱處理）。

ж. 合金鋼可用熱處理的方法（淬火+回火）以增強其彈性極限。

表 42

管道配件的公稱直徑（按ГОСТ355—41）

公稱直徑 D_y (mm)	管子配件的螺紋 公稱直徑	公稱直徑 D_y (mm)	管子配件的螺紋 公稱直徑	公稱直徑 D_y (mm)
3	$\frac{1}{8}"$	200	8"	800
6	$\frac{1}{4}"$	(225)	(9")	900
(8)	—	250	10"	1000
10	$\frac{3}{8}"$	(275)	(11")	1200
15	$\frac{1}{2}"$	300	12"	1400
20	$\frac{3}{4}"$	(325)	(13")	1600
25	1"	350	14"	1800
32	$1\frac{1}{4}"$	(375)	(15")	2000
40	$1\frac{1}{2}"$	400	16"	2200
50	2"	(425)	17"	2400
(60)	—	450	18"	2600
70	$2\frac{1}{2}"$	(475)	—	2800
80	3"	500	20"	3000
(90)	($3\frac{1}{2}"$)	(550)	(22")	3200
100	4"	600	24"	3400
125	5"	(650)	—	3600
150	6"	700	—	3800
(175)	7"	(750)	—	4000

附註：1. 括號中的尺寸不常應用；2. 對於特殊的管道及配件也允許採用 $D_y = 13, 16, 38, 45, 55, 110, 140$ 及 160mm 的管子，

表 43

炭素鋼的管道配件与連接件的公称压力 (кг/см²)

ГОСТ 356—52 代替 ГОСТ 356—43

公称压力 P_y	試驗压力 (低於 100°C 的 水) P_{np}	当平均温度 $t^{\circ}C$ 时之最大工作压力 P_{pa6}						
		到 200 P_{20}	250 P_{25}	300 P_{30}	350 P_{35}	400 P_{40}	425 P_{42}	450 P_{45}
1	2	1	1.0	1.0	0.7	0.6	0.6	0.5
2.5	4	2.5	2.3	2.0	1.5	1.6	1.4	1.1
4	6	4	3.7	3.3	2.8	2.6	2.3	1.8
6	9	6	5.5	5.0	4.4	3.8	3.5	2.7
10	15	10	9.2	8.2	7.5	6.4	5.2	4.5
16	24	16	15	13	12	10	9	7
25	38	25	23	20	18	16	14	11
40	60	40	37	33	30	28	23	18
64	96	64	59	52	47	41	37	23
100	150	100	92	82	73	64	53	45
160	240	160	147	131	117	102	93	72
(200)	300	200	184	164	146	128	116	90
250	350	250	230	205	182	160	145	112
320	430	320	294	262	234	205	185	144
400	520	400	368	328	292	256	232	180
500	625	500	460	410	365	320	290	225

表 44

鉬或鉬鉍合金鋼 (鉍不得少於0.40%) 的管道配件

与連接件的公称压力 (кг/см²)

ГОСТ 356—52

公称压力 P_y	試驗压力 (低於 100°C 的 水) P_{np}	当平均温度 $t^{\circ}C$ 时之最大工作压力 P_{pa6}								
		350 P_{35}	400 P_{40}	425 P_{42}	450 P_{45}	475 P_{47}	500 P_{50}	510 P_{51}	520 P_{52}	530 P_{53}
1	2	1	0.9	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.4
2.5	4	2.5	2.3	2.1	2.0	1.8	1.4	1.2	1.1	0.9
4	6	4	3.6	3.4	3.2	2.8	2.2	2.0	1.7	1.4
6	9	6	5.5	5.1	4.8	4.3	3.3	3.0	2.6	2.2
10	15	10	9.1	8.6	8.1	7.1	5.5	5.0	4.3	3.6
16	24	16	15	14	13	11	9	8	7	6
25	38	25	23	21	20	18	14	12	11	9
40	60	40	36	34	32	28	22	20	17	14
64	96	64	58	55	52	45	35	32	28	23
100	150	100	91	83	81	71	55	50	43	35
160	240	160	145	137	130	114	88	80	69	57
200	300	200	182	172	162	142	110	100	86	72
250	350	250	227	215	202	177	137	125	103	90
320	430	320	291	275	259	227	176	160	137	115
400	520	400	364	344	324	284	220	200	172	144
500	625	500	455	430	405	355	275	250	215	180
600	800	640	580	550	518	454	352	320	275	230

表 45

鑄铁的管道配件与連接件的公称压力 (кг/см²)

按 ГОСТ 356—52 代替 ГОСТ 356—43

公 称 压 力 P_y	試 驗 压 力 (低於100°C的水) P_{np}	当平均溫度 $t^{\circ}C$ 时之最大工作压力 P_{pa6}			
		到120 P_{12}	200 P_{20}	250 P_{25}	300 P_{30}
1	2	1	1	1	1
2.5	4	2.5	2.5	2	2
4	6	4	3.8	3.6	3.2
6	9	6	5.5	5	5
10	15	10	9	8	8
16	24	16	15	14	13
25	38	25	23	21	20
40	60	40	36	34	32

表 46

青銅、銅与黃銅的管道配件与連接件的公称压力 (кг/см²)

按 ГОСТ 356—52 代替 ГОСТ 356—43

公 称 压 力 P_y	試 驗 压 力 (低於100°C的水) P_{np}	当平均溫度 $t^{\circ}C$ 时之最大工作压力 P_{pa6}		
		到 125 P_{12}	200 P_{20}	250 P_{25}
1	2	1	1	0.7
2.5	4	2.5	2	1.7
4	6	4	3.2	2.7
6	9	6	5	4
10	15	10	8	7
16	24	16	13	11
25	38	25	20	17
40	60	40	32	27
64	96	64		
100	150	100		
160	240	160		
200	300	200		
250	350	250		

第五章 管徑的計算及压力降

在決定管徑時應首先考慮通過管道內介質之種類（過熱蒸汽、飽和蒸汽、給水、熱水、復水或壓縮空氣等），汽源或水源與各用戶的分佈情況以及用戶所要求之壓力、溫度與流量。管徑大小之選擇也就是要在經濟合理的基礎上來滿足用戶之要求。

管徑之計算一般有兩種情況：單線管道或管道網。

一、單線管道

單線管道管徑之選擇是比較簡單的，一般是先選擇該種介質的允許流速（見表 47）來計算管徑，然後再根據用戶所要求的壓力及該管道所產生之流体阻力來決定汽源或水源處應有的壓力，但是在汽源或水源之壓力已經肯定的條件下，為了要滿足用戶對壓力的要求或考慮今後流量有可能增加些，可以選擇比允許流速較小的數值，使求得之管徑大些，流体阻力小些。如允許流体阻力大時，也可採用較高的允許流速，以減小管徑，節省投資，但不能超過允許流速太多。

根據上述原理，在已知流量及選定的流速條件下便可求出單線管道的管徑，然後再根據此管徑和流速求得流体在該管線中總的阻力，以檢驗其是否滿足用戶對壓力之要求。

計算管徑和流体阻力可採用公式計算法或圖表法：

1. 公式計算法：

（1）管道的直徑：

$$d_n = \sqrt{\frac{4 G v}{3600 \cdot \pi \cdot C}} (M) \dots\dots\dots (17)$$

式中： d_n 管子內徑（M）；

v — 管道內介質的比容（ M^3/KG ）（可根據介質的溫度及壓力，由附錄 1；2；3 查得，水的比容可採用

$0.001 \text{ м}^3/\text{кг}$) ;

G ——介質的流量 ($\text{кг}/\text{час}$) ;

C ——介質的速度 ($\text{м}/\text{сек}$) (可採用表 47 中數值) ;

管道中介質的允許速度 ($\text{м}/\text{сек}$)

表 47

介 質 之 種 類	管 道 種 類	允 許 速 度 ($\text{м}/\text{сек}$)
過 熱 蒸 汽	主 管	40~60
	支 管	35~40
飽 和 蒸 汽	主 管	30~40
	支 管	20~30
廢 汽	—	80~100
給 水	水 泵 進 口 管	1.0~2.0
	水 泵 出 口 管	1.5~2.5
自 流 復 水	—	0.2~0.5
壓 縮 空 氣	—	8~12

註：表中所列允許速度，僅作一般之採用數值，如主管需考慮今後之發展，則可採取低一些的流速，又如壓縮空氣氣源壓力較高，而用戶所需壓力較低便可採取高些的流速。

(2) 流體的阻力 (壓力降) :

$$\begin{aligned} \Delta P &= P_L + P_{mc} = h_e \cdot L + \Delta P_{mc} = \\ &= h_e (L + I_e) \quad (\text{кг}/\text{м}^2) \dots\dots\dots (18) \end{aligned}$$

式中： ΔP 管線中總的阻力 ($\text{кг}/\text{м}^2$) ;
 ΔP_L 管線中直管部份總的阻力 ($\text{кг}/\text{м}^2$) ;
 ΔP_{mc} 管線中總的局部阻力 ($\text{кг}/\text{м}^2$) ;
 h_e 每米直管段的阻力 ($\text{кг}/\text{м}^2 \cdot \text{м}$) ;
 L 管線中直管部份總的長度 (м) ;
 I_e 管線中總的局部阻力當量長度 (м) ;

$$\begin{aligned}
 a. \quad \Delta P_L &= h_e \cdot L = \lambda \frac{C^2}{2g} \cdot \frac{L}{v d_B} = \\
 &= \lambda \cdot \frac{0.64}{10^8} \cdot \frac{G^2 \cdot v \cdot L}{d_B^5} \text{ (кг/м}^2\text{)} \dots\dots\dots (19)
 \end{aligned}$$

式中： λ —— 管線中流体的摩擦系数；

g —— 重力加速度 9.8 (м/сек²)；

其他符号同上；

系数 λ 決定於雷諾数值 R_e 及管子內表面的粗糙度 δ ，在 $R_e = 10^5 \sim 10^6$ 时，系数 λ 与 R_e 無关，此时仅決定於管內粗糙度，而一般的汽水管道路（除低流速的水管道、压力甚低的蒸汽管道外）之 R_e 数值常大於 10^6 ，故對於一般的汽水管道路， λ 数值可採用下述公式求得：

$$\lambda = \frac{1}{\left(1.14 + 2 \lg \frac{d_B}{\delta}\right)^2} \dots\dots\dots (20)$$

式中： d_B —— 管道內徑 (mm)；

δ —— 管內表面的絕對粗糙度（表面突出高度，見表48）
(mm)。

表 48

管道的絕對粗糙度 δ (mm)

銅、黃銅、鉛、鋅管	約 0.05
新鋼管或帶有法藍盤的鑄鐵管	0.1~0.2
帶有不大的腐蝕或浮垢鋼管或鑄鐵管	0.2~0.3
旧熟鐵管或鑄鐵管	0.5~2.0

註：計算時對飽和蒸汽管網或水管網 $\delta=0.2$ ，过热蒸汽管網 $\delta=0.1$ 复水管網 $\delta=0.5$ ， λ 数值亦可根據 $\frac{d_B}{\delta}$ 之數及 Re 数值由表 49 中查得。

当 R_e 数值在 $10^5 \sim 10^6$ 之間时， λ 数值可仅根據 d_B 及 δ 由表 50 查得。

表 4)

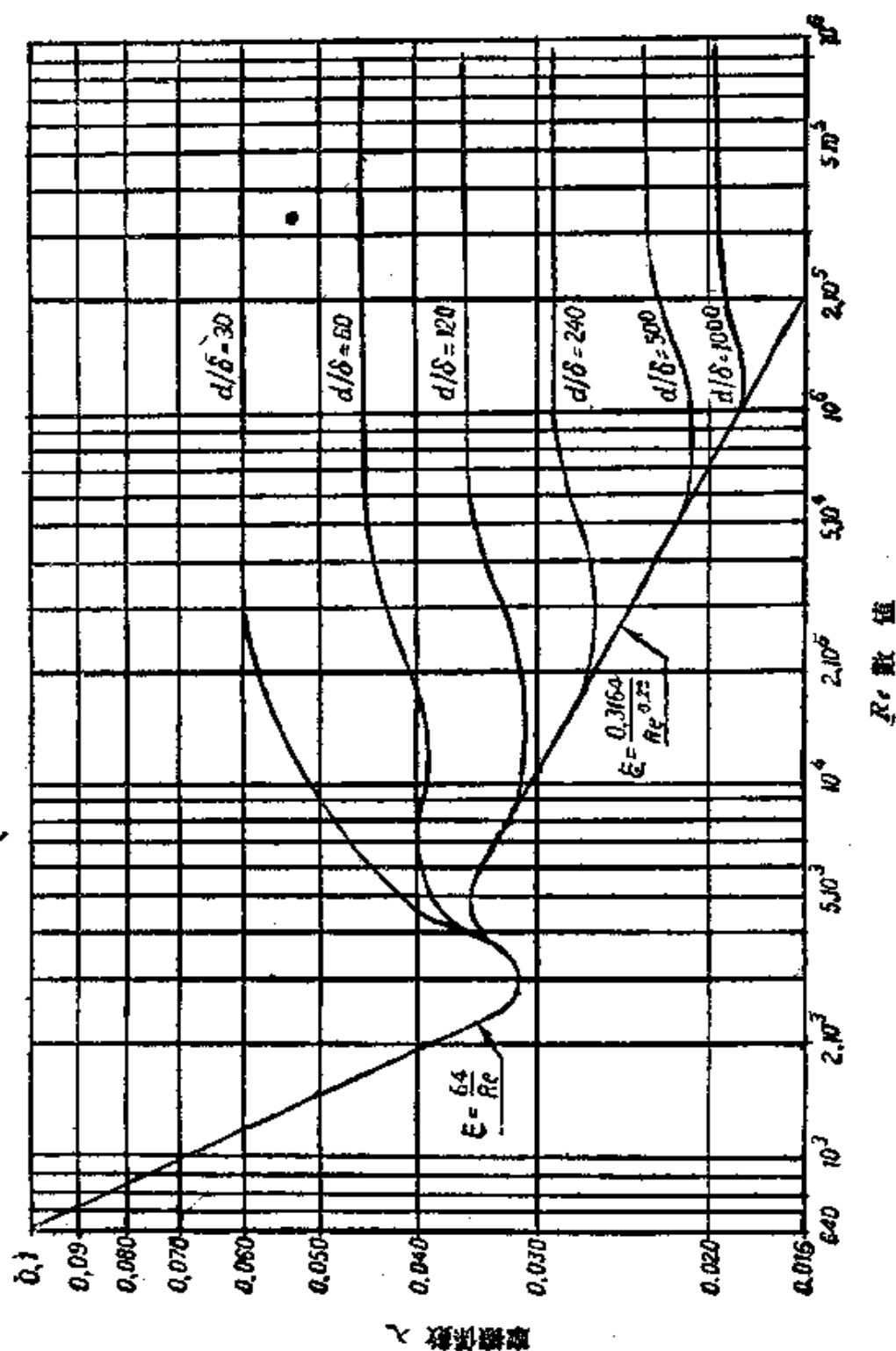


表 50

摩 擦 系 数 λ 表

d_m	$\delta=0.1$	$\delta=0.15$	$\delta=0.2$	$\delta=0.3$	$\delta=0.5$	$\delta=1.0$	$\delta=2.0$
10	0.0379	0.0437	0.0488	0.0572	0.0714	0.101	0.155
15	0.0332	0.0379	0.0419	0.0488	0.0599	0.0819	0.120
20	0.0304	0.0346	0.0379	0.0438	0.0532	0.0714	0.101
25	0.02941	0.0321	0.0352	0.0395	0.0485	0.0645	0.0893
32	0.0264	0.0297	0.0325	0.0371	0.0442	0.0581	0.0793
40	0.0249	0.0279	0.0304	0.0345	0.0408	0.0532	0.0714
50	0.0234	0.0262	0.0284	0.0321	0.0379	0.0485	0.0645
70	0.0215	0.0238	0.0258	0.0290	0.0339	0.0447	0.0559
80	0.0207	0.02304	0.025	0.0279	0.0325	0.0408	0.0532
100	0.0196	0.02174	0.0234	0.0262	0.0304	0.0379	0.0485
125	0.0181	0.0205	0.0222	0.0246	0.0284	0.0352	0.0446
150	0.0173	0.0196	0.0211	0.0234	0.0270	0.0332	0.0418
200	0.0167	0.0183	0.0196	0.0217	0.0249	0.0304	0.0379
250	0.0159	0.0174	0.0186	0.0203	0.0234	0.0284	0.0352
300	0.0153	0.0167	0.0178	0.0196	0.0223	0.0270	0.0332
350	0.0148	0.0161	0.0172	0.0187	0.0215	0.0258	0.0316
400	0.0144	0.0156	0.0167	0.0183	0.0207	0.0249	0.0304
450	0.014	0.0153	0.0164	0.0179	0.0201	0.0240	0.0293
500	0.01372	0.0149	0.0159	0.0174	0.0196	0.0234	0.0284

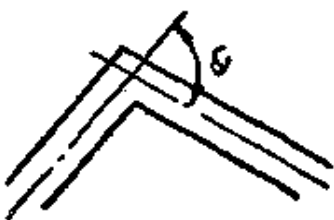
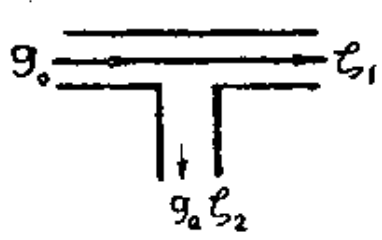
註： d —管道直径 (mm)； δ —绝对粗糙度 (mm)。

$$\delta. \quad \Delta P_{\text{mc}} = \sum \zeta \cdot \frac{c^2}{2g \cdot v} \quad (\text{kg/m}^2) \quad \dots\dots\dots (21)$$

式中： $\sum \zeta$ ——管線中总的局部阻力系数 (見表 51)；

表 51

局部阻力系数

编号	名称	备注	ξ	
1	直通閥 $d_B=50$ 至 400mm		4—8	
2	科斯娃 (KOCBA) 式直通閥		0.25—1.0	
3	正常開閥		0.5—1.0	
4	轉角旋塞		0.4	
5	直角旋塞 (由孔剖面积决定)		0.6—2.0	
6	光滑的豎琴式膨脹器		1.7	
7	波形膨脹器		2.5	
8	填料式膨脹器		0.2	
9	分水器		8—12	
10	90° 肘管, 光滑的 $R=4d$		0.3	
11	90° 肘管, 光滑的 $R>4d$		0.05—0.2	
12	單縫焊接肘管	$\theta=22.5^\circ$	0.11	
13		$\theta=45^\circ$	0.32	
14		$\theta=60^\circ$	0.68	
15		$\theta=90^\circ$	1.27	
16	分流 T 形管 (所有直徑相同)		ξ_1	ξ_2
17		$\frac{g_1}{g_0}=0.1$	0.04	0.95
18		$\frac{g_1}{g_0}=0.2$	0.08	0.88
19		$\frac{g_1}{g_0}=0.4$	0.05	0.89

註：直通閥之局部阻力系数可採用下式決定：

$$\xi = 3 + \sqrt{60d_B}$$

8. 管線中总的局部阻力当量長度 $L_{\bullet}$;

有兩種求法，一种是概算法，另一种是查表。

概算法:

$$L_{\bullet} = \zeta' \cdot L \dots \dots \dots (22)$$

式中: ζ' ——管線中总的局部阻力当量系数:

$$\zeta' = A \cdot Z \sqrt{\frac{G}{1000}} \dots \dots \dots (23)$$

式中: A ——介質系数，根据介質的种类而定（压縮空气；蒸汽: $A=0.3$ ，水: $A=0.1$ ）；

Z ——管線的复杂系数，根据管線中管道配件、支管弯管等的多少而定（良好情况: $Z=0.1$ ，不良情况: $Z=0.2$ ，很复杂情况: $Z=0.3$ ）；

G ——管線內介質流量 (кг/час)；

查表法:

$$L_{\bullet} = \Sigma l_{\bullet} \dots \dots \dots (24)$$

式中: $\Sigma l_{\bullet}$ 管線中各种管配件之局部阻力当量長度 (M)
(見表 50)；

$L_{\bullet}$ 求得后，便可求 $\Delta P_{\text{xc}} = L_{\bullet} \cdot h_{\bullet}$ 。

2. 圖表法

(1) 蒸汽管道:

蒸汽参数，流量、管道直徑及流速之关系由表 54 查得。当計算之管段很長时，应採取蒸汽在該管段中之平均参数。

蒸汽参数、流量、管道直徑及每米直管的流体阻力之关系亦可由表 54 查得。

(2) 压縮空气管道:

压縮空气参数、流量、管道直徑及流速之关系由表 55 查得。計算时必须採用管段中之平均参数。

压縮空气参数、流量、管道直徑及每米直管的流体阻力之关系亦可由表 55 查得。

(3) 水管道:

水的流量、管道直徑、流速及每米直管的流体阻力之关系可由表 53 查得。

二、管 道 網

由一个或若干个汽源或水源將介質輸送給若干用戶时，輸送管線便構成了管道網。由於对供給各用戶在安全可靠性能上有程度上的不同，管道網便有二种結構形式，一种是环形，另一种是星形，环形虽能非常安全地供給，但投資比星形要貴許多，故除了要求具有特殊的可靠性外，一般均尽量採用星形。环形管道網及星形管道網見圖 49 及 50。

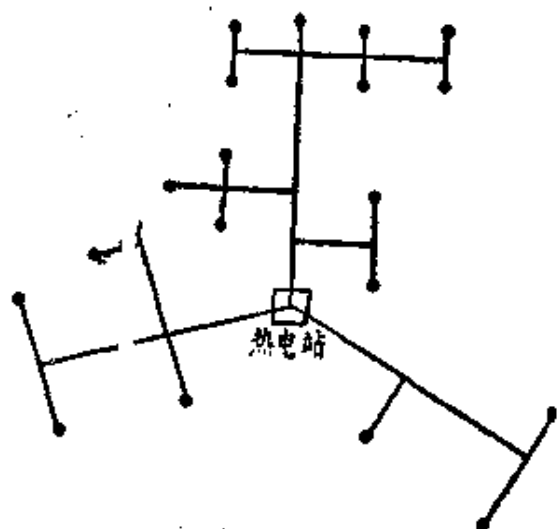


圖 49 星形热力網

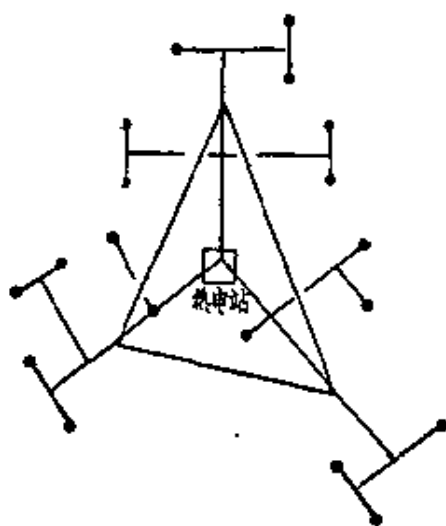


圖 50 环形热力網

在制管網平面圖时；应仔細考虑开閉器的分佈位置，使每个开閉器都能起一定的作用。

管道網包括主管及支管，主管即汽源或水源与最远处之主要用戶相連之管線。

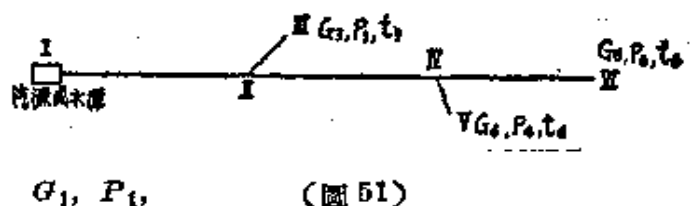
主管及支管的管徑首先要根据各用戶之分佈情况，路綫長短，用戶的消耗量，各支管間同时消耗的系数（即同时系数，可按各支管用戶同时使用的情况而定），用戶处所要求之压力，並結

合主管在今后是否有發展的可能性等因素來決定。

因此管道網的具體計算與單線管道相同，唯因用戶較多，需滿足每個用戶的要求，故計算起來較單線管道複雜些。

計算的步驟如下：

1. 首先將汽源或水源及各用戶的分佈作一計算草圖如圖51所示，並在各用戶及管道接點處注以符號，在用戶處尚需注上消耗量及要求的參數。



t_1 (對蒸汽或壓縮空氣才需要)

2. 將各管段名稱、流量等作一如下列形式之表格：

表 52

順序 號	管段名稱	流 量 G (T/HAC)	管子 內徑 d_n MM	流速 C M/SEC	管 段 總 長 L_n	每 米 阻 力 h_e KI/M ² ·M	直 管 部 份 阻 力 ΔP_L KI/M ²	局 部 阻 力 ΔP_{MC} 或 $h_e \cdot L_e$ KI/M ²	總 的 阻 力 $\Delta P_L + \Delta P_{MC}$ KI/M ²	該 段 終 點 壓 力 KI/M ²	備 註
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	I—I	G_1									
2	I—II	$G_1 - G_3$									
...	...	...									

註：在計算蒸汽及壓縮空氣時，表中尚需加入各段之溫度降及各段終點溫度兩項，以便計算管道內之平均介質參數。

a. 表(52)中第(3)項流量 G 應根據各用戶之需要量及互相間之同時系數決定的。 G_1 的求法如下：

$$G_1 = (1+a) \cdot K (G_3 + G_4 + G_6) \text{ (T/HAC)} \dots\dots\dots (11)$$

式中： a ——考慮管網中的損失百分數 %；

一般採用：蒸汽管：10%；壓縮空氣管 5%；

K ——同時系數，應按各用戶的操作情況而定；

6. 表 (52) 中第 (4) 項, 管子內徑 d_B 应先根据流量, 管段內介質的平均比容並選擇一适当的流速, 按公式 (17) 初步決定之, 如算到用戶處不能滿足各用戶所要求之参数时, 应重新選擇管徑, 重新計算, 直到能滿足所有用戶为止, 为了避免返復修改, 应在決定主管管徑时充份考慮到各用戶之遠近及對参数的要求。

6. 表 (52) 中第 (5) 項流速一般可根据表 (47) 選擇, 但尚需考慮到汽源或水源的参数, 用戶所需之参数以及今后發展對主管之要求等情况可將允許介質流速适当的提高或減小。

7. 表 (52) 中第 (7); (8); (9) 項均按上述單線管道中所示之公式或圖表求得。

三、汽水混合物之冷凝水管道計算

1. 生成的蒸汽量:

$$x = \frac{i_0 - i_1}{\mu_1} \% \dots \dots \dots (25)$$

i_0 ——飽和壓力為 P_0 時冷凝水之熱焓 Kcal/Kg ;

i_1 ——飽和壓力為 P_1 時冷凝水之熱焓 Kcal/Kg ;

μ_1 —— P_1 時的蒸發潛熱 Kcal/Kg ;

2. 水汽混合體積之比容:

$$V_{cm} = (1-x) V_B + V_n x \text{ m}^3/\text{Kg} \dots \dots \dots (26)$$

V_B ——水的比容積 $0.001 \text{ m}^3/\text{Kg}$;

V_n ——壓力為 P_1 時飽和汽體比容積 m^3/Kg ;

x ——生成蒸汽量的重量百分比 %;

3. 管徑決定:

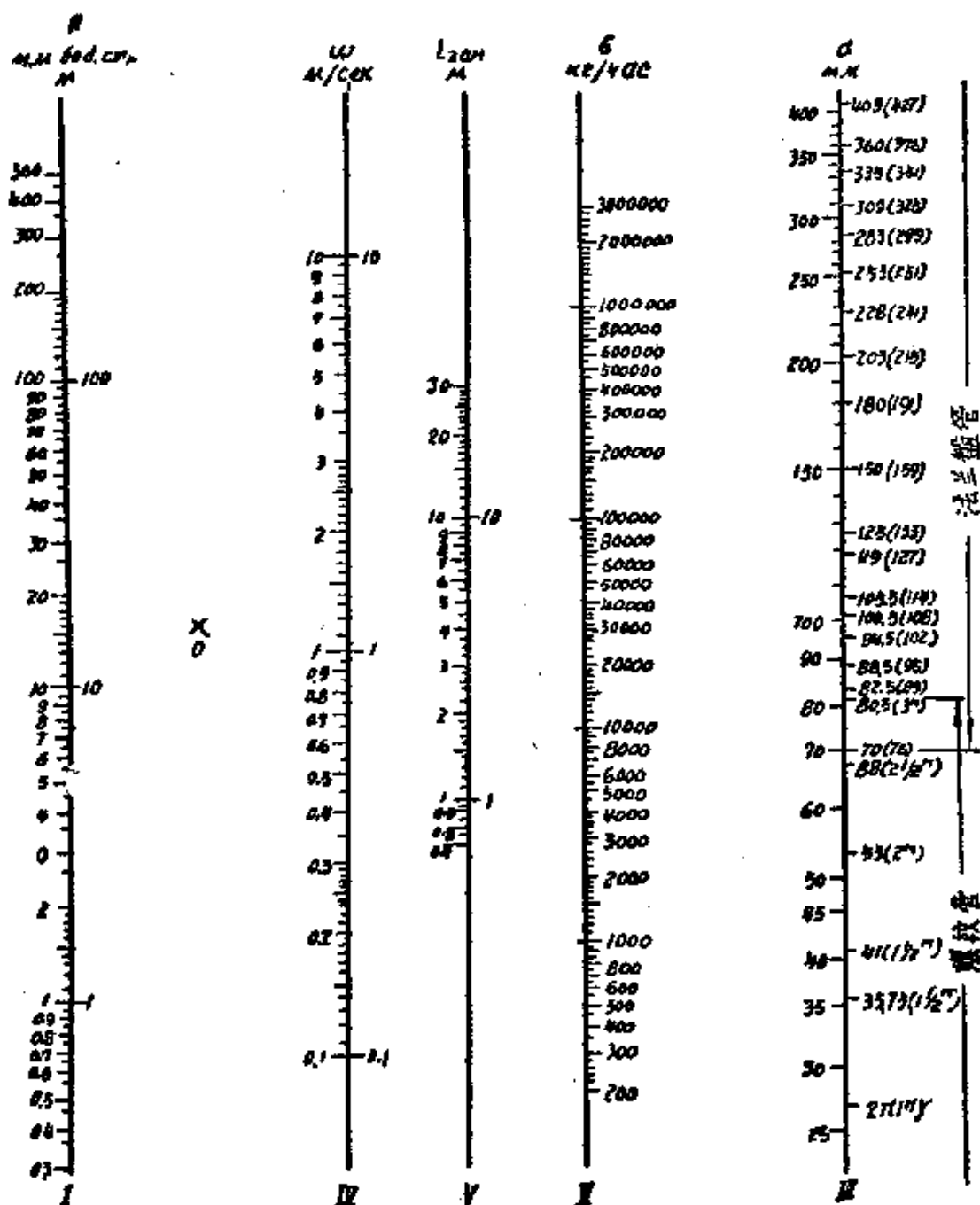
$$d_{cm} = d_B \left(\frac{V_{cm}}{V_B} \right)^{0.19} \text{ mm} \dots \dots \dots (27)$$

式中: d_B ——設為無汽水混合物時所選擇之冷凝水管徑 mm ;

4. 汽水混合物冷凝水管道壓力降之求得與一般熱力管道壓力降之求法相同只其比容应按汽水混合物之比容 V_{cm} 來計算, 管子粗糙度 $K=0.5$ 。

當 $K=0.5$ 時管道內之摩擦阻力:

表 53



$$\Delta P_f = \frac{0.835 \cdot G^2 \cdot l}{10^{10}} \cdot \frac{V_{cm}}{a^{5.25}} \text{ K/ГМ}^2 \dots\dots\dots (28)$$

当 $K=0.5$ 时管道内之摩擦阻力,

$$\Delta P_f = \frac{1.05 \cdot G^2 \cdot l}{10^{10}} \cdot \frac{V_{cm}}{a^{5.25}} \text{ Г/М}^2 \dots\dots\dots (29)$$

第六章 管道的热力膨胀

一、膨胀概说

管道是在一般大气温度下安装的，当它输送热力介质时，管子本身将因温度之增高而膨胀，此项伸长数量可以下式求得：

$$\Delta l = \alpha \cdot L \cdot (t_2 - t_1) \times 1000 = \alpha \cdot L \cdot \Delta t \times 1000 \text{ (MM)} \dots (30)$$

式中： Δl ——管子之总伸长量 (MM)；

α ——管子材料之线膨胀系数 (M/M.°C)，见表 56；

t_2 ——管道工作时之最高温度 (°C)；

t_1 ——管道安装时之温度 (°C)；

Δt ——管道工作时与安装时之温度差 (°C)；

L ——所计算管道之长 (M)。

对于一般钢管而言， $\alpha \approx 12 \times 10^{-6}$ ，代入式 (26) 当 $\Delta t = 100^\circ\text{C}$ ， $L = 1\text{M}$ 时， $\Delta l = 1.2 \text{ MM}$ ，亦即在每升高温度 100°C 时，每公尺管子之伸长量为 1.2MM ($1.2\text{MM}/1\text{M}100^\circ\text{C}$)，此值常用来作为计算之根据，例如：20 M 长管道，当其温度变化为 300°C 时，其热伸长量 $\Delta l = 1.2 \times 20 \times 3 = 72 \text{ (MM)}$ 。

实际上一般安装温度与介质工作时的温度相比甚小，如 $t_1 = 0^\circ\text{C}$ 时，上式可简化为：

$$\Delta l = 0.012 t_2 \text{ (MM/每公尺管长)}。$$

其他各种材料之线膨胀系数 α 之值见表 56：

表 56

各种管子之 α 值表

管子材料	α 值 (M/M.°C)	管子材料	α 值 (M/M.°C)
纯铜	13.1×10^{-6}	纯铁	12.35×10^{-6}
镍铬铜	11.7×10^{-6}	铜	15.96×10^{-6}
炭素钢	11.7×10^{-6}	铸铁	11.0×10^{-6}
不锈钢	10.3×10^{-6}	青铜	18×10^{-6}

上述因膨脹而产生之热伸長，如不設法使管道有自由伸縮之可能，則將使管子承受巨大之热应力，並对管道二端固定支架施以严重的推力，故有下节所述应付此項热力膨脹之方法。直管段二端固定而又未設法減除其膨脹力，如圖 52 所示，則管子所承受之压縮应力可用虎克彈性定律求得：

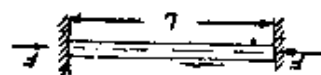


圖 52 F 为膨脹时管子
对固定端之推力

$$\sigma_{\text{сж}} = E \cdot \frac{\Delta l}{L} \dots \dots \dots (31)$$

式中： $\sigma_{\text{сж}}$ 管道承受之压縮应力 (кг/см²) ；
 Δl 、 L ——所代表之意义同前，單位均为 cm，
 E ——金屬彈性模数，對於一般鋼管， $E = 2 \times 10^4$
 кг/см.²

由式 (26) $\Delta l = \alpha \cdot \Delta t \cdot L$ ，則式又可簡化如下：

$$\sigma_{\text{сж}} = 2 \times 10^4 \cdot \frac{\alpha \cdot \Delta t \cdot L}{L} = 24 \cdot \Delta t \text{ (кг/см}^2\text{)} \dots (32)$$

二、膨脹器之种类与选用

为了減釋管道在热力膨脹时之热应力所採用的膨脹器，一般有下列四大类：

1. 利用管道線路上之自然弯曲与扭轉时之金屬彈性。此类在一般設計施工中最常遇到，包括一切管道敷設上平面的及立体的轉弯处，而立体的弯曲还可利用管子之扭轉来吸收热膨脹时之应力，如圖 53 的 П (圖 53 中的 A、B、Г. 均系平面的)。

2. 在管道線路中加以某类特种的弯曲以吸收膨脹。圖 54 中所列的許多种弯管形狀即其具体例子。其中圖 A 的 П 形膨脹器为目前採用最多的一种，其他各种現時採用較少。

3. 波浪形膨脹器。在管道中插入用金屬薄片制成如波浪形的膨脹器，即利用金屬片本身的彈性伸縮来減釋管道的热应力。

一般常用的形式如圖 55 所示。此種膨脹器可用鋼板也可用鑄鐵來制成。

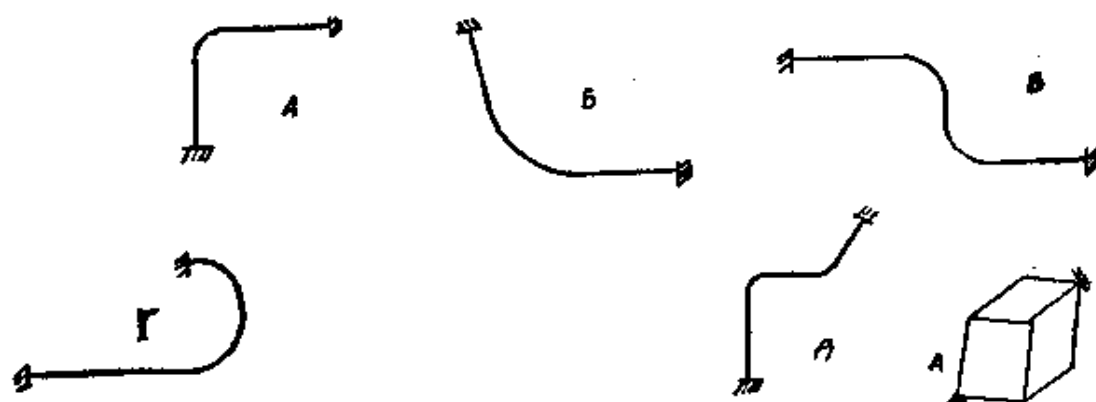


圖 53

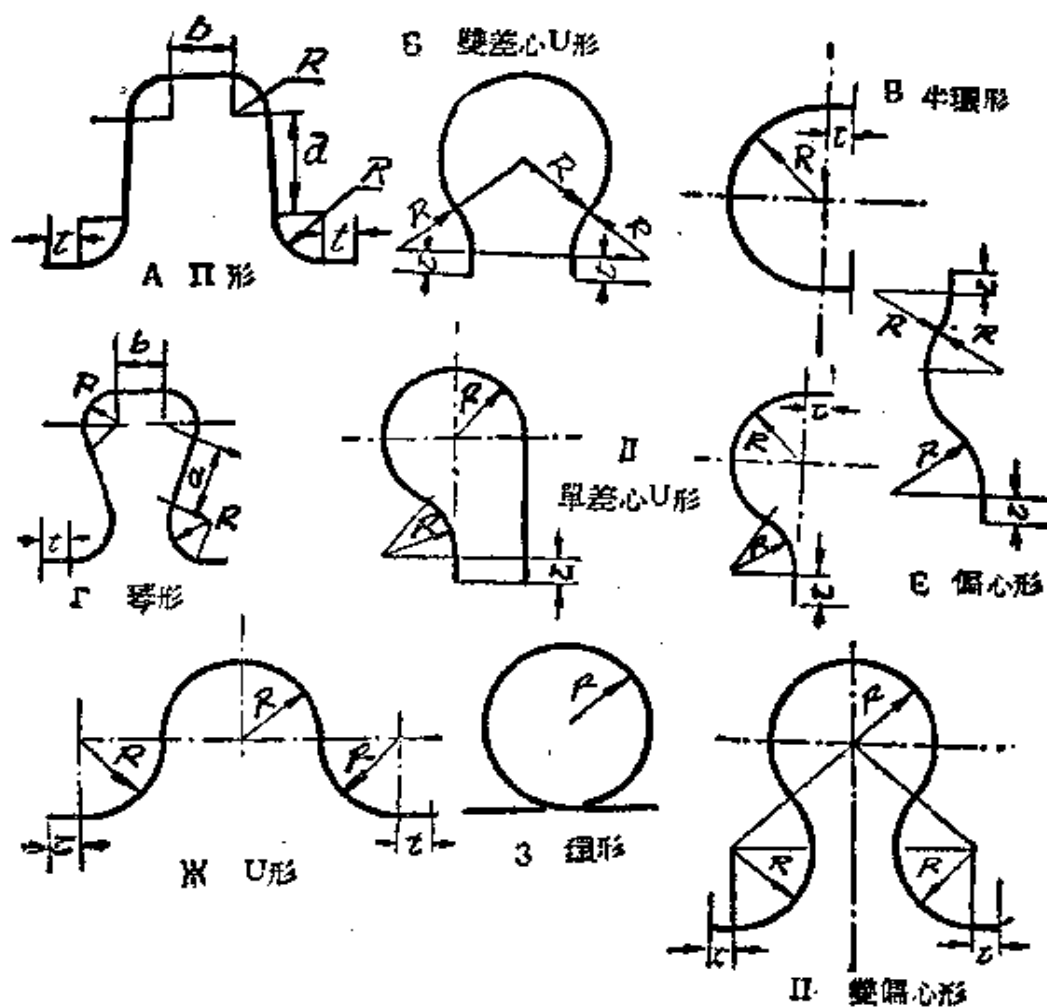


圖 54 各種膨脹彎管

4. **填函式膨脹器**。此类膨脹器形式很多，如圖 56~58 所示都是。目前虽然尽少採用，但仍有其特殊的用途。其外形可依其二端与管子相連之方式分为法藍式与焊接式二种：圖 56 为法藍式的；而圖 57、58 为焊接式的。

在选用各类膨脹器时，必須注意下列各点：

1. 选用自然补偿时之注意事項。

(1) 决定管道線路时应尽量考虑利用自然弯曲处以补偿管道之膨脹量，在此类自然补偿尚不足应付时再选用其他各种形式的膨脹器。

(2) 由於自然补偿用的弯管本身即是管路中的一段，故它不像波浪形或填函式膨脹器那样只能承受較小的溫度压力，而能承受与管路相同的介質工作参数。

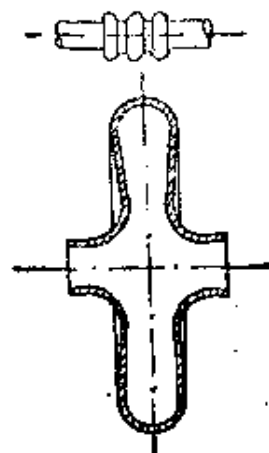


圖 55 波浪形膨脹器

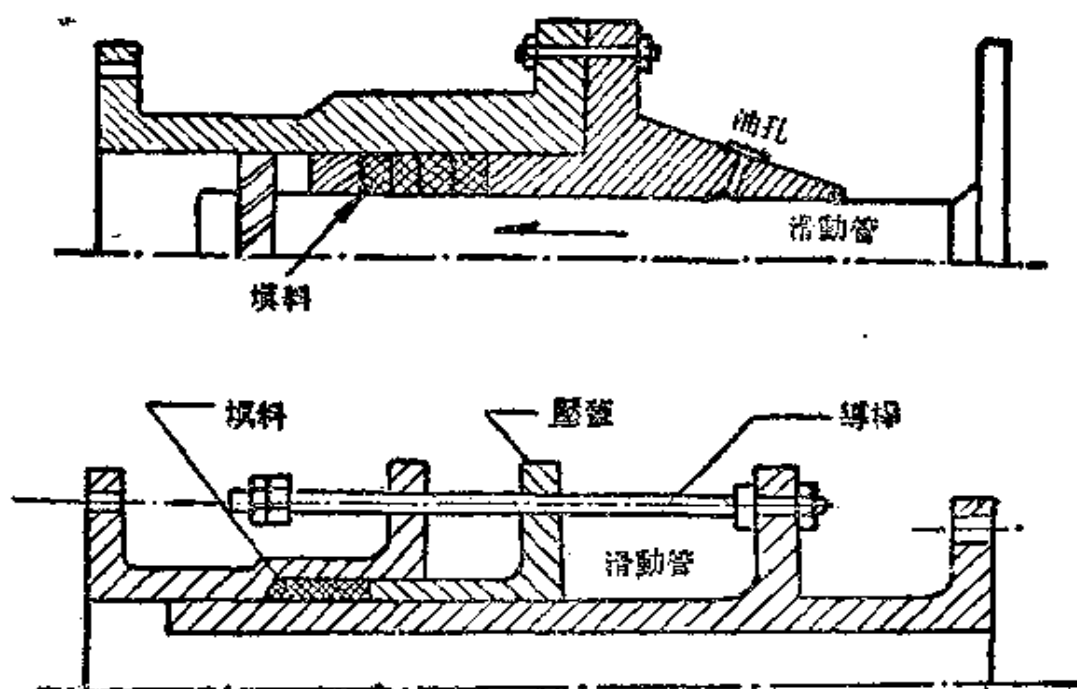


圖 56 鑄鐵制填函膨脹器

(3) 自然补偿的弯管制造时也有成带皱纹者，如图 59 所示，此种皱纹膨胀器的性能很少与平滑弯管所形成的有所分别，不过其吸收膨胀之能力较平滑形的为高。

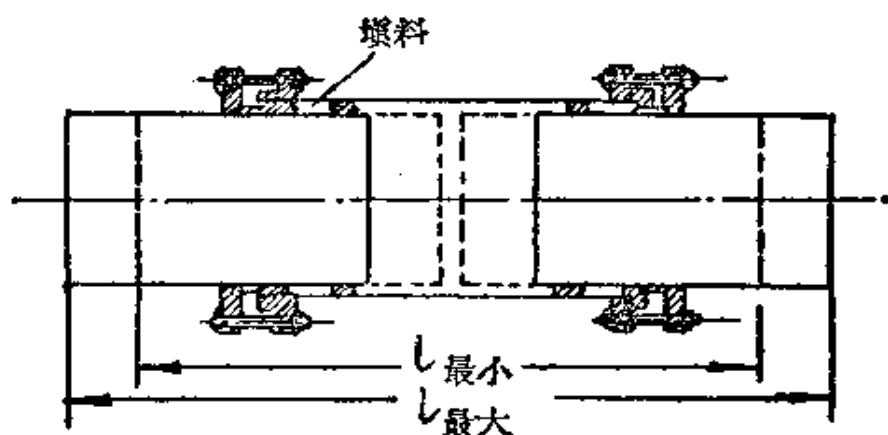


圖 57

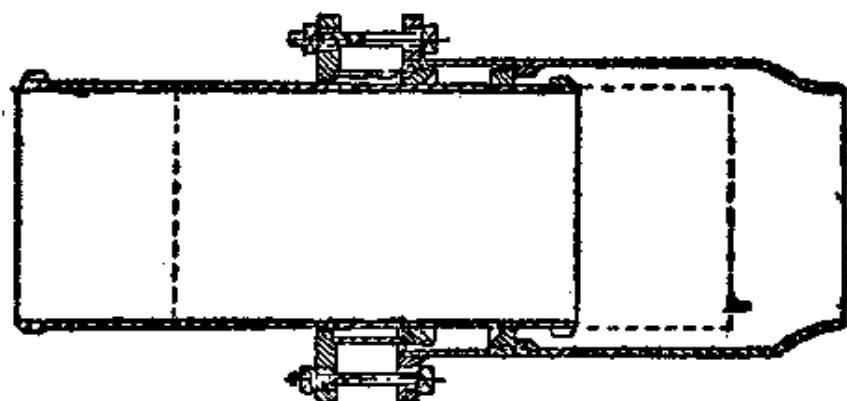


圖 58 鋼制填函式膨脹器



圖 59

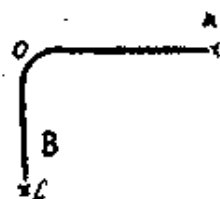


圖 60

(4) 如自然补偿的形式为 L 形时，如图 60 所示，则必须考虑较短段 (BO) 之长是否足够吸收管路之膨胀应力，以免管子弯曲过甚而损坏，如 OB 之长尚不足时，应将固定支点 B 移到 C 处以加长之，或重新考虑改变管道路线。

(5) 如自然补偿的形式为 Z 形时如图 61 所示，此时不应在 Z 形管路中 B 处加以固定使成为二个 L 形 (AB 及 BC)，亦即只需在二端 (A 、 C) 加以固定保持 Z 形即可。

(6) 管路在自然补偿时, 如选用立体形之弯曲, 则较平面形的弯曲更好, 因此时管子弯曲部份除了能承受軸向的膨胀外, 尚可利用管子本身之扭转弹性来承受部份之膨胀。如图 62 当 AB 段受热膨胀时, B 点将移到 B' 点, 此时管段 CD 可承受扭转力矩以吸收 AB 段之膨胀。

(7) 管路之自然弯曲不应異常复杂或形式奇特, 否则将使计算困难, 无法设想在管路何处最易破坏, 图 63 即为不良设计之例。

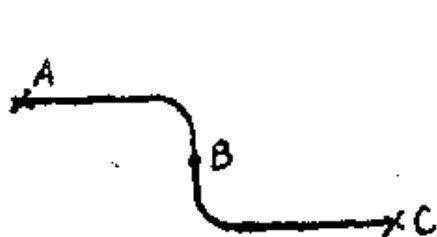


圖 61

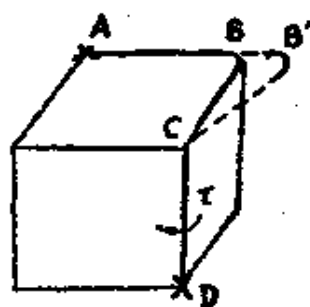


圖 62

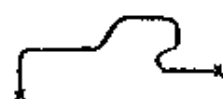


圖 63 不規則的
管路

2. 选用 Π 形类膨胀器之注意点。

(1) 一般能用在温度、压力较高的热力管道上。

(2) Π 形比 Ω 形 U 形等制造经济, 故目前苏联多採用 Π 形膨胀器, 因其在制作时可用四个、三个、二个等弯管及直管焊成, 如图 64 所示。

(3) 在冷安装 Π 形膨胀器时, 須先在二固定支架間 (如图 65 之 A 、 B) 拉伸管道在将来工作情况下膨胀总量之一半 ($\frac{\Delta l}{2}$),



圖 64 Π 型膨胀器的構成

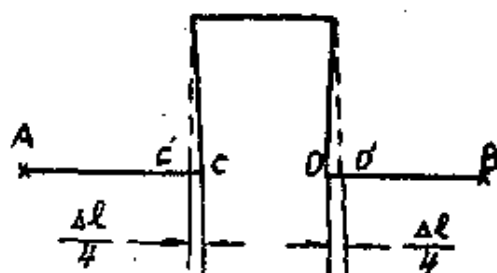


圖 65 $\Delta l = AB$ 段膨胀总量

亦即在每边拉伸 $\frac{\Delta l}{4}$ 。圖中 C' 及 D' 二点即示拉長后之应有位置，这样該膨脹器較未予拉伸者可多承受一半的膨脹量，因此在設計时，可以按冷拉情况来選擇其大小，具体拉伸方法可見第二章第四节所述。

(4) 在計算 Π 形膨脹器之补偿能力时，应尽力減少管線上膨脹器之数量，即可選擇兩臂較長之 Π 形膨脹器来承受較大的膨脹量。

(5) 一般 Π 形膨脹器尽可能放置在二固定点之正中，以使兩臂伸縮均衡。在受地方限制的情况下，可允許膨脹器与一端之距离不能小於 $\frac{1}{3}$ 兩固定点之距离。

3. 波浪形膨脹器选用时之注意点。

(1) 此类膨脹器仅用在一般低压热水管道或不大於 7 kg/cm^2 之低压蒸汽管道上，每一波紋約可吸收膨脹量 $5 \sim 15 \text{ mm}$ 。

(2) 可由鑄鉄或鋼板制成，一般鋼板厚度採用 $3 \sim 4 \text{ mm}$ ，因太厚將使每一波紋之吸收伸縮量大为減少。

(3) 此种膨脹器尚可承受少許的橫向位移，如圖 66 虛線所示，即系橫向位移后之情况。

(4) 当每个膨脹器的波紋数过多时，波紋二端变形时将不沿管子中心線方向运动，使总的伸縮量減少，故一般每个膨脹器之波紋数採用 3 个左右，至多不能大於 6 个。例如为了承受 100 mm 的热伸長，必須安裝 3 个波浪形膨脹器，每个由 4 个波紋組成；但假如有 $300 \sim 500 \text{ mm}$ 这样大的热伸長需要膨脹时，就得安裝 $9 \sim 15$ 个的波浪形膨脹器，这样是不十分适当的，故此时必須改选其他型式的膨脹器，如 Π 形等。

(5) 安裝波浪形膨脹器时，亦应預先拉伸管道在將來热工作时膨脹量之一半。如圖 67 所示，將 $A-A$ 拉到

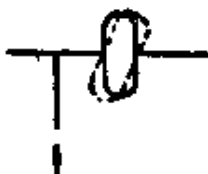


圖 66



圖 67

B—B 处再与管道相焊接这样可以抵消将来热膨胀时之反方向应力之一半。

(6) 在水平安装时, 每个波纹下端应有排出凝水及排出因管路停用时的积水之装置, 如图 67 所示。

4. 填函式膨胀器选用时之注意点.

(1) 一般用于压力温度不大之热力管道上。用铸铁制造者压力不可超过 13 kg/cm^2 ; 用铜制造者压力可达 16 kg/cm^2 。故波浪形膨胀器亦常可取代之, 在受地域限制或管路在地沟中敷设不能随意转弯以吸收膨胀时, 以及埋地敷设之管道, 常多採用。

(2) 它的优点是可以用较小的结构来承受很大的管路热膨胀。其缺点是需要常常更换填料, 尤其在蒸汽管路中用不可靠的填料将会增加许多麻烦。

(3) 填函式膨胀器一般使用于直径为大於 80mm 的管道。

(4) 装置填函式膨胀器时为了保证工作之正常, 在管道冷安装时即应将套管推入相当长度, 以免在过份冷缩的情形下发生脱离现象。

(5) 如在地上架设之管道中採用填函式膨胀器, 应注意保障它伸缩通路之自由, 以免当管线发生弯偏时将使填函套筒卡住不起作用, 如图 63, 必须在 C、D 处设立导向支架, 以保障其通路自由伸缩之可能性。

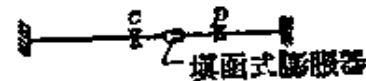


图 68

(6) 装置填函式膨胀器时亦应考虑某种安全性机构, 以便在固定支架破坏的情况下阻止套管从本体中脱离出来造成管路中断之危险。在带有螺钉拉紧之安全性机构上必须在填函式膨胀器安装与调整之后将螺母固紧或焊在螺钉上。

(7) 在蒸汽管道上热力膨胀很大时, 如採用简单的填函式膨胀器, 则将引起不能充分承受其膨胀量及容易发生管子从填料中脱出现象, 故应採用较高级的填函式膨胀器 (图 69), 此种

膨脹器能承受熱膨脹量達 150~300 之範圍。

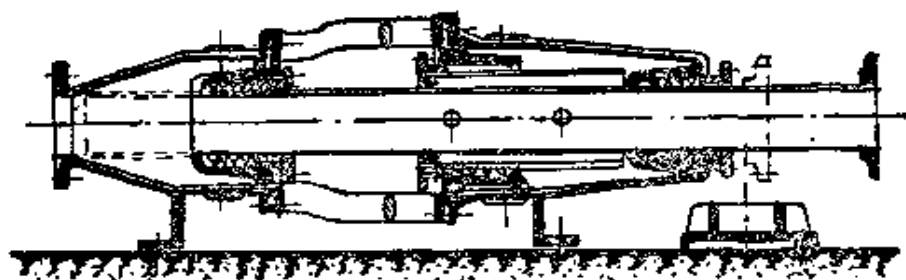


圖 69 橫面式膨脹器

三、膨脹器之選擇

1. Π 形膨脹器之選擇

Π 形膨脹器之尺寸可根據膨脹量 Δ_{MM} 及管徑選擇之，見圖 70; 71; 72; 73。

註：在這些圖中所用的代號如下：

ϕ ——管道的內徑 MM ;

S_{mm} ——管壁厚度 MM ;

R ——彎曲半徑 MM ;

l ——垂直臂長度 CM ;

P ——平行臂直管段長度 CM ;

2. L 形膨脹器之選擇

一般最常見的為 90° 形彎管，此類選擇方法如下：

設該管段 $BC=50\text{ M}$ ，工作溫度 200°C ，則產生熱伸長量為 $\Delta l = 1.2 \times 2 \times 50 = 120\text{ MM}$ ，如用 $\phi 133$ 無縫管，則由圖 76 沿虛線路徑可查得 $L=8\text{ M}$ ，此時如實際管線段 AC 之長不到 8 M ，則能引起管道之應力過巨而至破壞，需另外考慮管線之改變，如圖 75 所示，或增長 AC 段之長使大於 8 M ，如管路為低壓低溫，尚

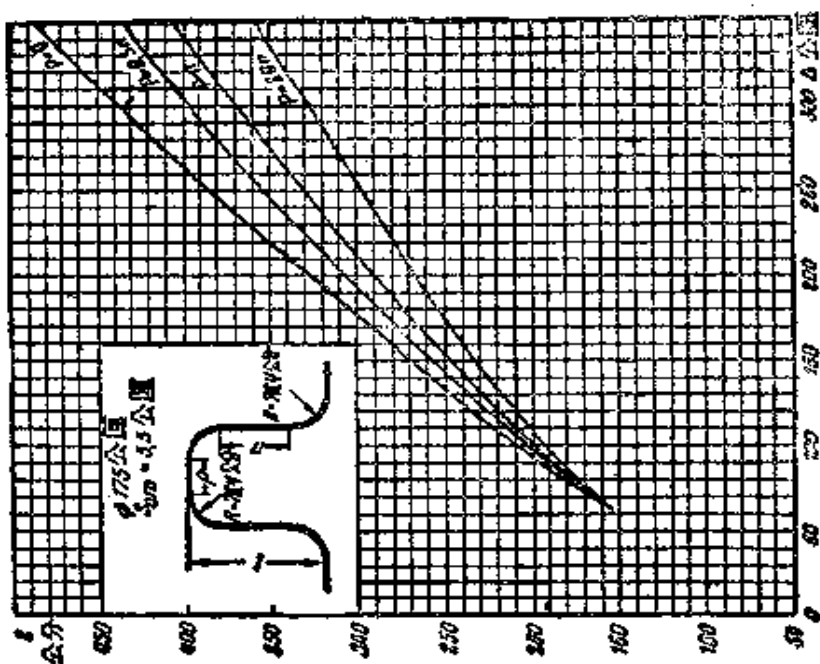


圖 71 U 字形伸縮节的計算圖表——對於內徑為
175 公厘、管壁厚度為 5.5 公厘的管道

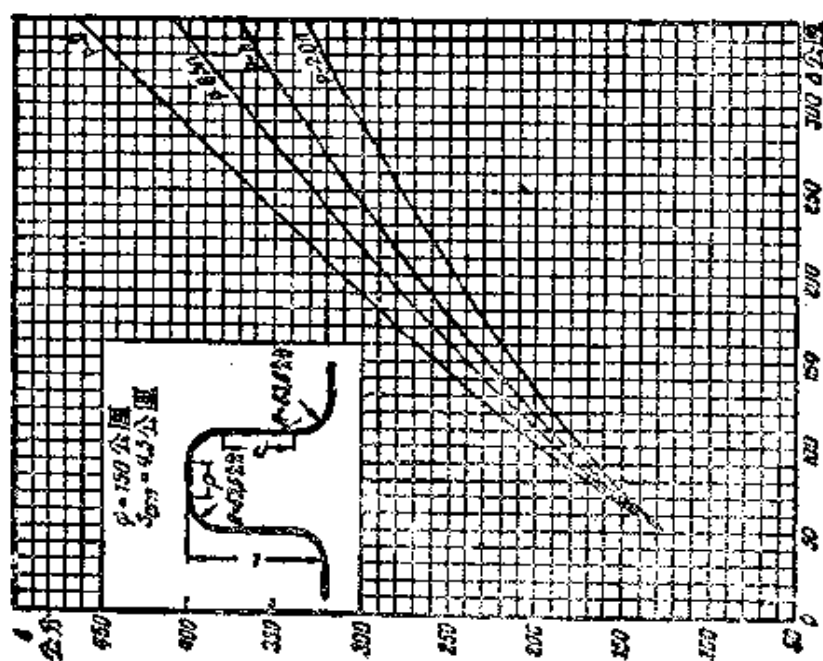


圖 70 U 字形伸縮节的計算圖表——對於內徑為
150 公厘、管壁厚度為 4.5 公厘的管道

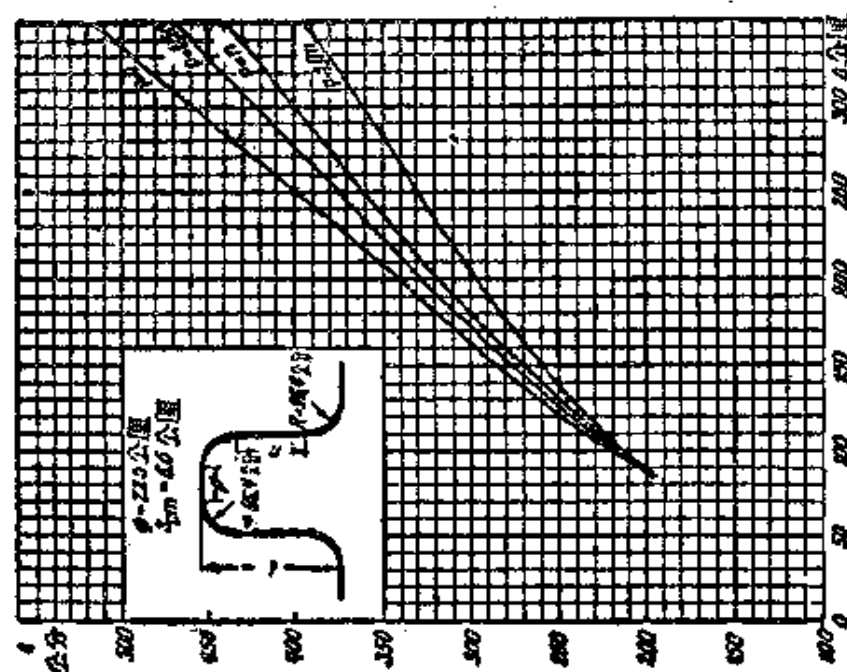


圖 73 八字形伸縮節的計算圖表——對於內徑為 225 公厘、管壁厚度為 6.5 公厘的管道

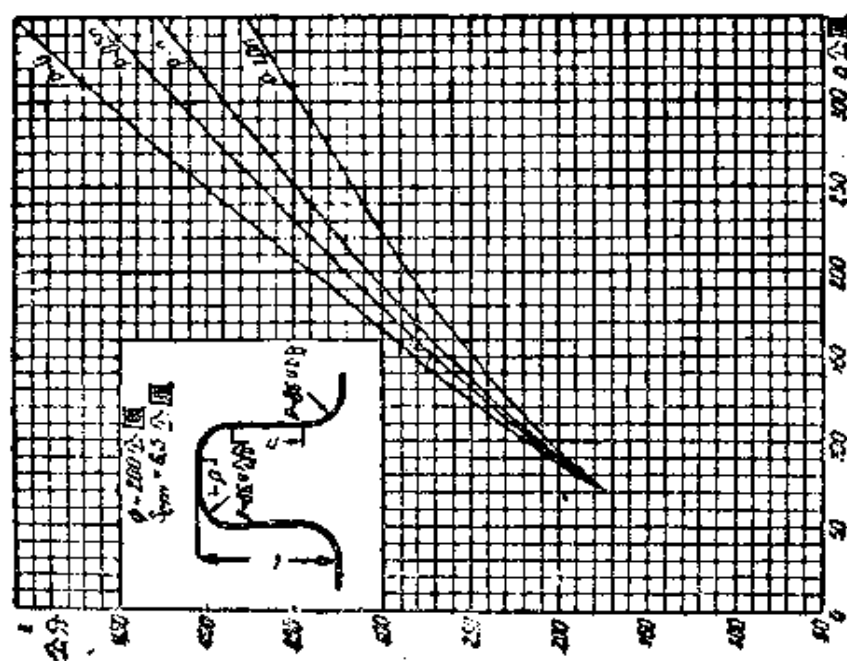


圖 72 八字形伸縮節的計算圖表——對於內徑為 200 公厘、管壁厚度為 6.5 公厘的管道

可在 AC 段中插入波浪形膨脹器以消除其超出之熱變形量。

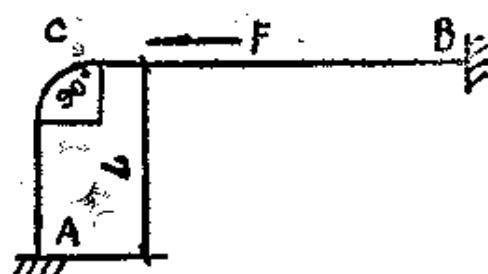


圖 74

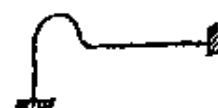


圖 75

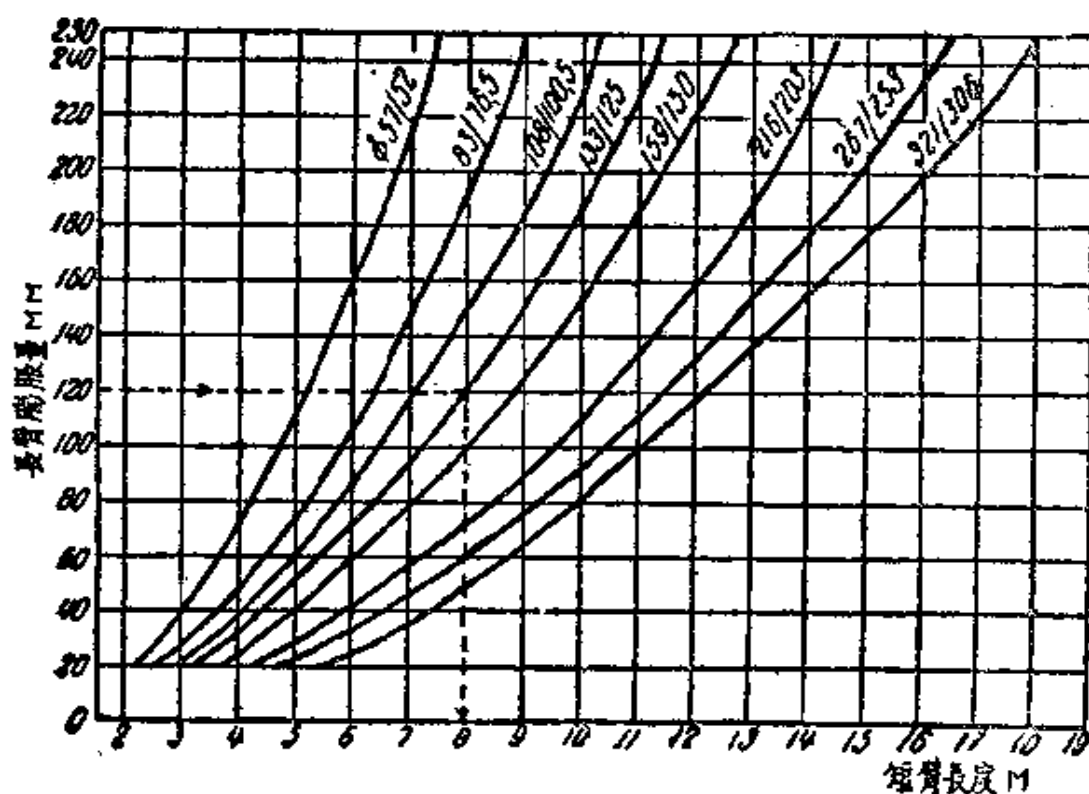


圖 76 90°L 形膨脹彎管之選擇

3. Z 形膨脹器之選擇

圖 78 即為供計算 Z 形膨脹時直接查出 L 長之用。例如：已

知 $L_1 = 8\text{M}$, $L = 2\text{M}$, $L_2 = 12.83\text{M}$, $\Delta t = 400^\circ\text{C}$, 則 $\Delta l = 1.2 (8 + 12.83) \times 4 = 100\text{mm}$. 如選用管徑 $D_H = 108$, $K_1 = L_1/L = 4$, 由圖 78 中虛線所示可查得 $L = 210\text{cm} = 2.1\text{M}$.

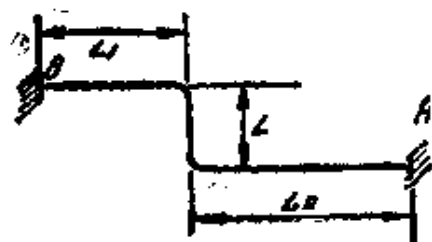


圖 77

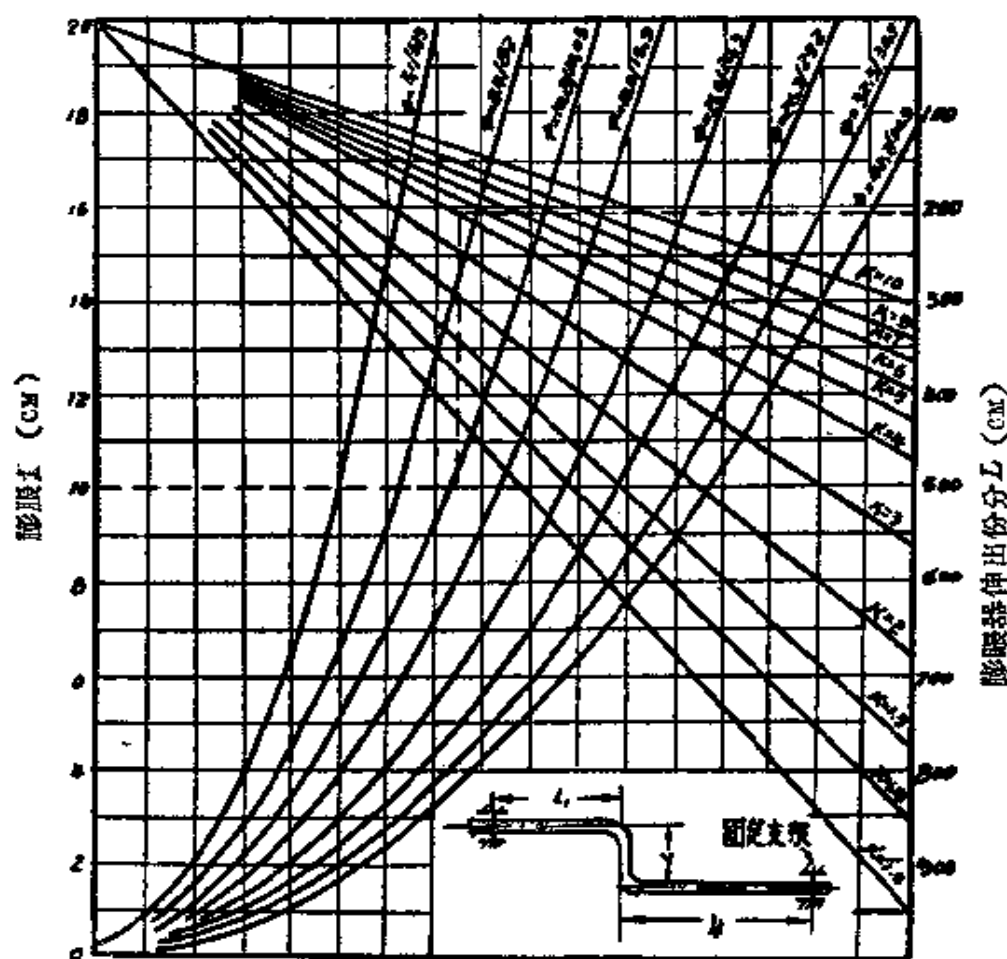


圖 78 L 形膨脹器主要尺寸決定表

4. Ω 形膨脹器之選擇 (圖 79)

此種膨脹器因幾何關係其 H 值與彎曲半徑有一定之比，即 $H = 3.41 R$ 。計算時可直接根據所採用之管徑及彎曲半徑大小由表 57 查得該膨脹器所能容許之熱伸長 Δl (mm)，如 A, B 二固定支點間距離之熱伸長用公式

 $AB = L$

圖 79

$1.2 \cdot L \cdot \Delta t / 100$ 計算出來之值大於表中之 Δl 值，則只能增大 R 或減小 AB 間距離或改變線路，採用其他形式之膨脹器等方法以增強其補償能力。

 Ω 形膨脹器之吸收能力表

表 57

公稱直徑 D_y (mm)	管子外徑 D_H (mm)	$R = 4D_H$		$R = 5D_H$	
		H (mm)	Δl (mm)	H (mm)	Δl (mm)
25	32	440	10	550	15
32	38	520	14	650	19
40	45	610	18	760	25
50	57	730	26	900	34
70	76	1040	44	1300	56
80	89	1220	54	1520	70
100	108	1480	75	1850	93
125	133	1860	100	2270	123
150	159	2170	120	2720	160
200	216	2850	160	3700	238
250	267	3650	206	4550	270
300	323	4480	264	5600	370
350	376	5100	300	6500	445
400	427	5800	330	7300	515

5. U形膨脹器之選擇

U形膨脹器之外形尺寸，可根據管道膨脹量 Δl 查表 58 決定之。

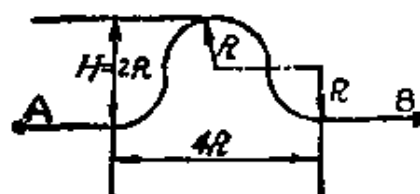


圖 80

U形膨脹器外形尺寸表

表 58

管子外徑 mm	$R=1D_H$		$R=5D_H$	
	H (mm)	Δl (mm)	H (mm)	Δl (mm)
57	460	11	570	15
76	610	19	760	24
89	710	23	890	30
108	860	30	1080	38
133	1060	43	1330	55
159	1270	52	1590	69
216	1730	69	2160	90
267	2140	89	2670	116
325	2600	113	3250	159
376	3020	129	3760	192
427	3420	142	4270	222

6. 波形膨脹器之選擇

可根據 d_H 及伸縮量 Δ 由表 59 求得。

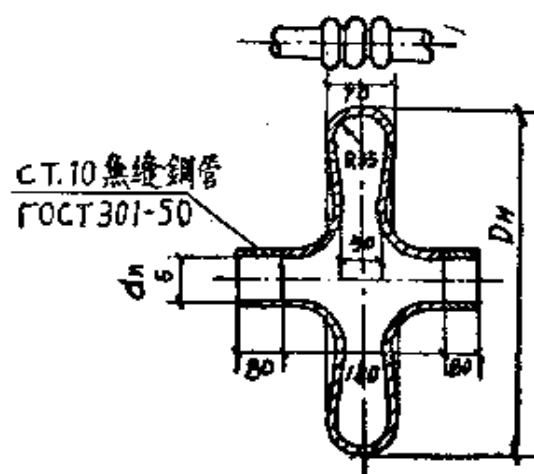


圖 81

表 59

波形膨脹器外形尺寸表

d_H MM	d_H MM	D_H MM	D_0 MM	d_0 MM	δ 厚度 MM	重量 KG/个	伸縮量 Δ MM	彈力 P_{RT} 当 $\Delta=1$ MM
108	100	353	353	50	3	2.5	4.5	157
133	125	381	413	75	3	3.0	4.5	193
159	150	408	438	100	3	3.5	4.5	230
219	200	456	488	150	3	4.0	4.5	318
273	250	508	538	210	3	6.0	4.5	396
325	300	558	588	266	4	6.5	3.5	472
371	350	608	638	318	4	7.5	3.5	547
426	400	658	688	368	4	8.0	3.5	618
476	450	708	738	418	4	9.0	3.5	692
529	500	758	788	470	4	10.0	3.5	767

註: D_0 、 d_0 為鋼板展開后之外徑及內徑

7. 填函式膨脹器之選擇

單級填函式膨脹器之外形尺寸可見圖 82 及表 60 一般小於 D_y 150 MM 的管道不適於採用，該膨脹器之膨脹量通常可取 200 MM，圖 82 之套管之一端可不用法蘭連接而直接用管子焊接。

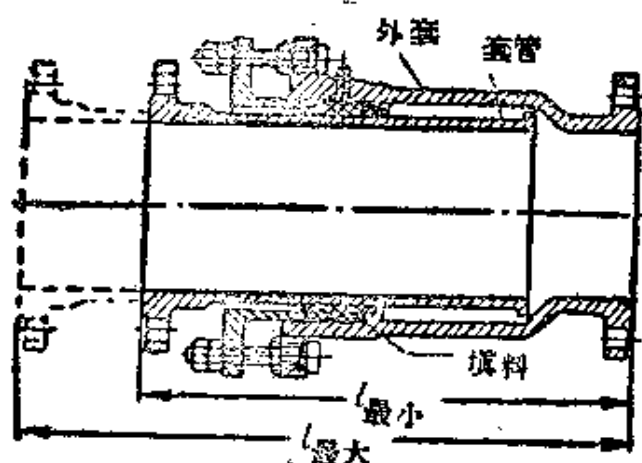


圖 82 鑄鐵制填函式膨脹器

填函式膨脹器外形尺寸

表 60

D_y MM	$L_{\text{最大}}$ MM	$L_{\text{最小}}$ MM	外套直徑 MM	螺釘中 心 距 MM	套管長度 MM	伸縮量 MM	全 重 BT
100	680	480	—	—	—	200	44
125	695	495	—	—	—	200	53
150	800	600	219	270	500	200	57
200	800	600	273	330	500	200	80
250	800	600	325	390	500	200	111
300	840	640	377	450	550	200	146
350	910	710	426	490	560	250	179
400	910	710	478	540	560	250	213
450	950	750	529	600	600	250	285

四、膨脹器产生之推力

1. Π 型膨脹器

Π 型膨脹器所产生之軸向推力，系按膨脹器之構造以及管徑大小而有不同，一般計算公式較為复杂，为了簡化軸向推力之求得，表 61.62 列举了几种 Π 型膨脹之推力。

表 61

 Π 型膨脹器所产生之軸向推力 P_R (kg)

l (m)	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.25	2.5	2.75	3	3.25	3.5
$D_R \times S$											
76×3	110	96	85	77	72	—	—	—	—	—	—
89×3.5	—	126	113	102	91	86	80	—	—	—	—
108×4	—	—	—	110	122	117	108	99	—	—	—
133×4	—	—	—	220	181	177	163	149	138	—	—
159×4.5	—	—	—	—	—	272	241	222	210	—	—
219×6	—	—	—	—	—	—	594	542	513	475	440
273×7	—	—	—	—	—	—	—	—	865	800	745

表 62

l_M	3.75	4	4.25	4.5	4.75	5	5.25	5.5	5.75	6	6.5
$D_R \times S$											
273×7	760	660	—	—	—	—	—	—	—	—	—
325×8	1080	1015	950	910	—	—	—	—	—	—	—
377×10	—	—	—	1360	1708	1680	1610	1550	—	—	—
426×11	—	—	—	—	—	—	—	2070	1987	1905	1755

註： l 为膨脹器之高度(m)，表中所列之推力 P_R 系按膨脹器結構 $b=0.5a$ 求得的。

2. 波浪型膨脹器

波型补偿器所产生之轴向弹力。

1) 当膨脹器壁之厚度 $\delta = 3\text{mm}$

$$P_x = 1.45 d_n \cdot \Delta \text{ кг} \dots\dots\dots (33)$$

2) 当 $\delta = 4\text{mm}$

$$P_x = 2.4 \cdot 1.45 d_n \cdot \Delta \text{ кг} \dots\dots\dots (34)$$

式中: d_n ——管外径 mm。

Δ ——轴向弯形 mm。

当一串有几个波圈时, 轴向弯形应按一个波圈之弯形代入公式即。

$$\Delta = \frac{\Delta_{\text{总}}}{\Pi} \dots\dots\dots (35)$$

3. 填函式膨脹器

填函式膨脹器所产生之摩擦力为

当 $d = 150 - 450 \text{ mm}$

$$P_o = 2.0 \cdot P_o \cdot \pi \cdot D_{\text{ст}} \cdot \mu \cdot B \text{ кг} \dots\dots\dots (36)$$

式中 P_o ——管道中介质的内压力 атм。

$D_{\text{ст}}$ ——套管的外径 см。

μ ——摩擦系数, 对用油浸的和塗石墨粉的石綿圈, 則

$\mu = 0.1$ 。

B ——考虑到展开的填料长度, 依苏联火电设计院所制作膨脹器, 填料长度与填料厚度成下列关系

当 $d = 150 - 450 \text{ mm}$ 时

$$\frac{B}{a} = 5.0 \dots\dots\dots (37)$$

式中 $a = \frac{D_{\text{дог}} - D_{\text{ст}}}{2}$ см

$D_{\text{кор}}$ ——外壳之内径 см。

第七章 管道支架

一、支架跨距的計算

1. 管段上無集中負荷，即作为均匀負荷考虑

此时最大允許跨距

$$l = \sqrt{\frac{12 Re W}{100 q}} \quad (\text{M}) \dots (38)$$

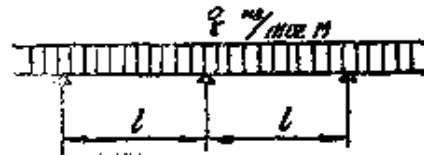


圖 83

式中： W ——管子断面系数
(CM^3)；

Re ——管子材料的允許弯曲应力 (KG/CM^2)，一般採用 $550\text{KG}/\text{CM}^2$ ，在人不易檢查到的地方，在考虑有一支架下沉的情况，故採用 $175\text{KG}/\text{CM}^2$ 。

q ——每公尺管段上的負荷，包括保温材、管子本身及水重（如蒸汽管道在水压試驗时有特殊支撐裝置，則可不考虑水重），厂外管道尚需考虑雪重及風力。

$$*W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32 D} \quad (\text{CM}^3) \dots \dots \dots (39)$$

式中： D ——管子的外徑 (CM)；

d ——管子的內徑 (CM)。

2. 管段上加有集中負荷。例如管道配件、人等重量，这些重量为了設計的方便及安全，可假設是集中在兩支架的中間。

設 P ——集中負荷 (KG)，則最大弯曲力距

$$M = \frac{ql^2}{8} + \frac{Pl}{4} = \frac{ql^2 + 2Pl}{8} \quad (\text{KG-M}) \dots \dots \dots (40)$$

* W 数值可見附录23。

$$Re = \frac{M}{W} = \frac{ql^2 + 2Pl}{8W} \times 100 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

設 $Re = 250 \text{ кг/см}^2$ ，則得

$$\frac{ql^2 + 2Pl}{8W} \times 100 = 250$$

$$\therefore l = \frac{\sqrt{P^2 + 20qW} - P}{q} \text{ (M)} \dots\dots\dots (26)$$

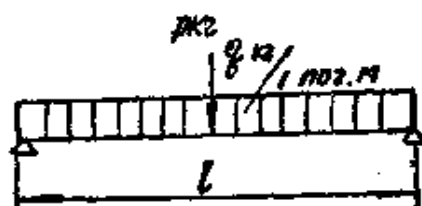


圖 84

3. 管道跨距除應滿足上述的管道允許彎曲應力外，並應使管道所產生之撓度不應大於管道的坡度，亦即管道跨距應滿足下列公式

$$l = 5.0 \sqrt[3]{\frac{i \cdot E \cdot J}{10^4 q}} \text{ M} \dots\dots\dots (41)$$

i ——管道坡度（一般為 0.002），有時為了適當地加大跨距，在仍能滿足允許彎曲應力的條件下，可用增加坡度的辦法來實現。

4. 為了免去複雜的計算，將一般常用的熱力管道跨距列入表 63 中。

5. 管道之跨距，常受坡度之限制，適當加大坡度，管道跨距亦可相應增大，但不應使 Re 超過允許值。

热力管道跨距及荷重表

表 63

管子 外 徑 $\varnothing$ MM	管 壁 厚 度 S MM	無保溫之管道		保溫之管道		每米管重包括水重 KI	
		人能檢查 得到的直 管段(吊 架除外) M	不能檢查得 到的直管 段, 及能檢 查得到的彎 管部份吊架 M	人能檢查 得到的直 管段(吊 架除外) M	不能檢查得 到的直管 段, 及能檢 查得到的彎 管部份吊架 M	無保溫	保 溫
32	3.0 3.5	4	3.5	2.0	1.5	2.7 3.0	19
38	3.0 3.5	4.5	4.0	2.5	2.0	3.4 3.7	21
44.5	3.0 3.5	5	4.0	2.5	2.5	4.2 4.7	23
57	3.0 3.5	5.5	4.5	3.0	3.0	6.0 6.5	27
76	3.0 4.0	6.5	5.0	3.5	3.0	9.5 10.5	38
89	3.0 4.0	7.0	5.5	4.0	3.5	12.0 13.5	46
108	4.0 6.0	8.0	6.0	5.0	4.0	18.0 22.5	61
133	4.0 6.0	9.0	6.5	5.5	4.5	25 31	82
159	4.5 6.0	10.0	7.0	6.5	5.0	33 40	105
219	6.0 7.0	12.0	8.0	9.0	6.0	66 70	160
273	7.0 8.0	14.0	9.0	11.0	7.0	99 104	225
325	8.0 9.0	15.5	9.5	12.0	8.0	140 145	295
377	10.0 15.0	17.0	10.0	13.0	8.0	180 230	375
426	11.0	18.0	10.5	14.0	8.5	240	400

註：表中跨距均系根据管材之允許应力：人能檢查得到处为 550 KI/cm^2 ；不能檢查得到处为 175 KI/cm^2 及管道之坡度为 0.002 时計算出来的。

二、支架种类及組成

表 64

支 架 种 类			組 成 件	組成件与管子間及其相互間連接方法	圖 例
固 定			托座、托架	1 托座与管子可以焊接或用螺釘固定 2 托座和托架一般採用焊接固定	圖95—97
活 动	滑 动	帶 彈 簧	托座、托架、彈簧及其附件	可用焊接或螺栓固定	圖100
		不帶彈簧	托座、托架	托座与管子可用焊接或用螺栓固定；托座与托架系滑动相接	圖89
	導 向 滑 动		同 上	同 上	圖86、88
	滾 动 (或帶彈簧的)		滾子、滾座、托架、或彈簧座	滾座和托架可用焊接或用螺栓固定	圖85、87
	吊 架	帶 彈 簧	托架、彈簧、彈簧座、夾箍、吊桿等	彈簧座可与托架焊接固定	圖99
		不帶彈簧	托架、吊桿、夾箍	吊桿須能自由摆动	圖91、92、94

註：管道之托架可以固定在牆壁上、柱上、樑上或瓦斯管道之加強圈上。

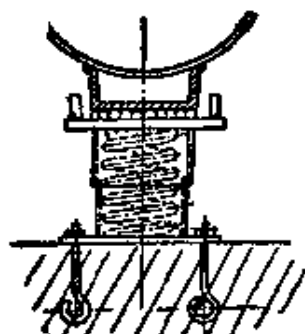


圖 85 彈簧導向滾動架

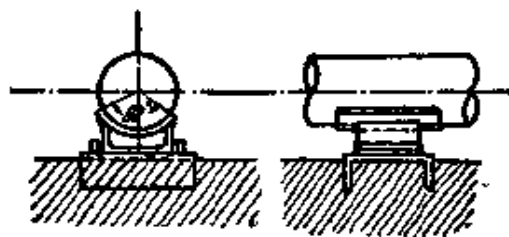


圖 86 導向滑動架

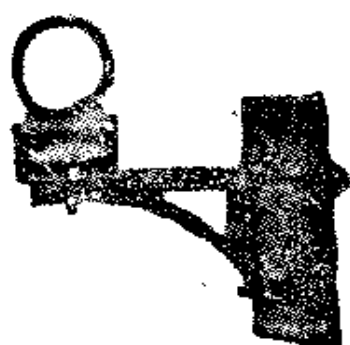


圖 87 滾動支架

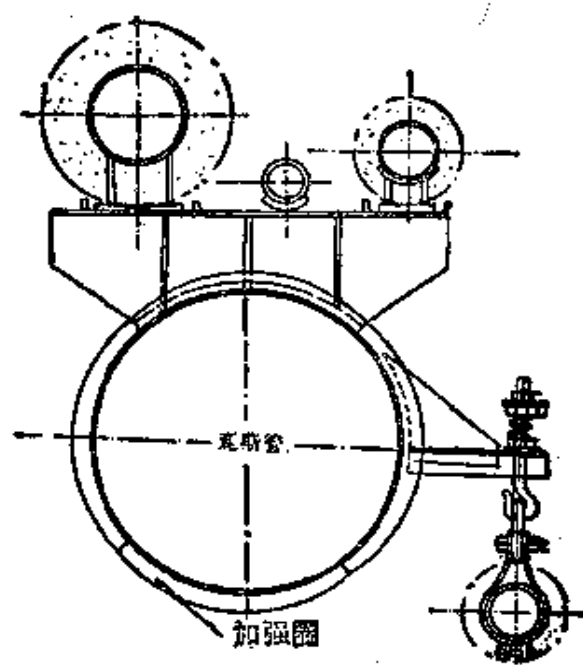


圖 88 瓦斯管上之支吊架

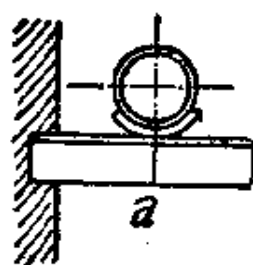


圖 89 小管徑用滑動架

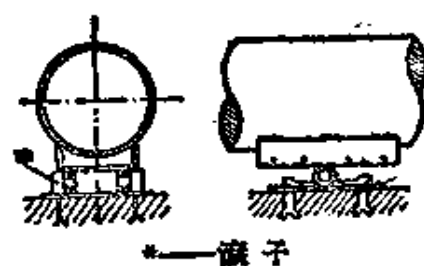


圖 90 滾動支架

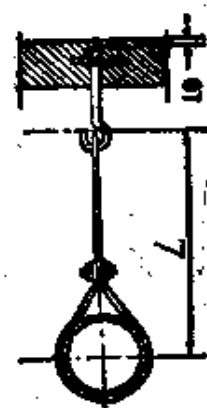


圖 91 吊架

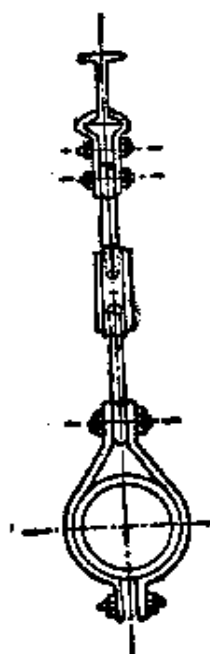


圖 92 吊架

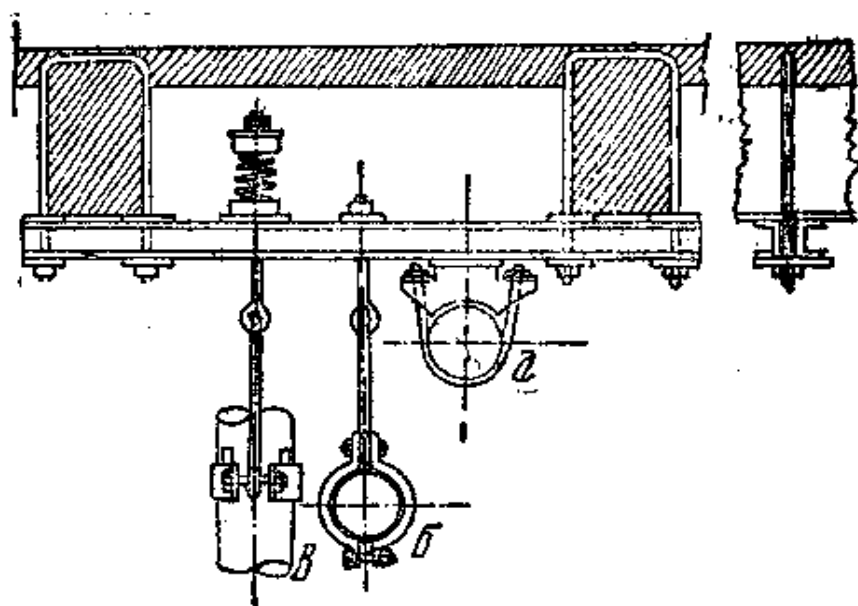


圖 93 复合吊架

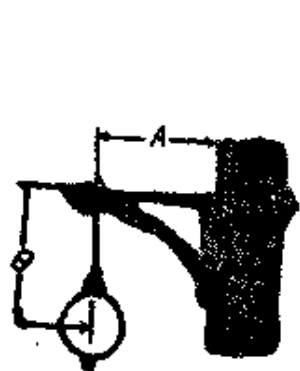


圖 94 壁吊架

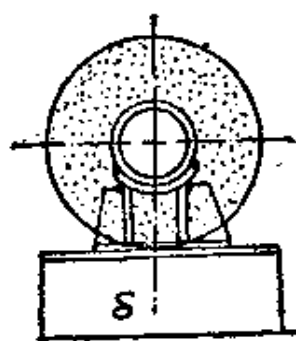


圖 95 固定架

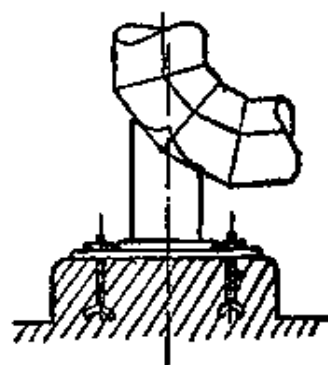


圖 96 固定架

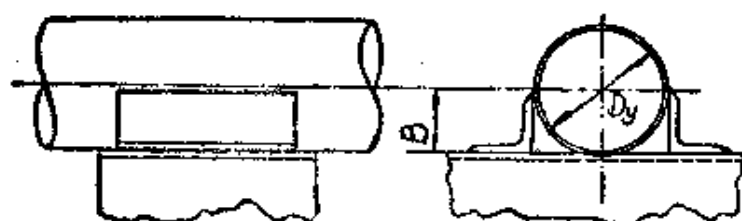


圖 97 固定架

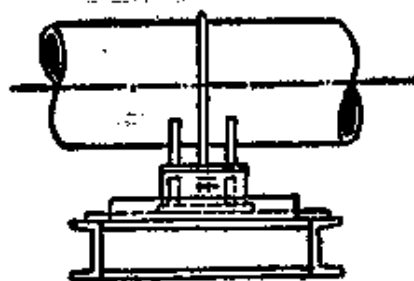


圖 98 托架

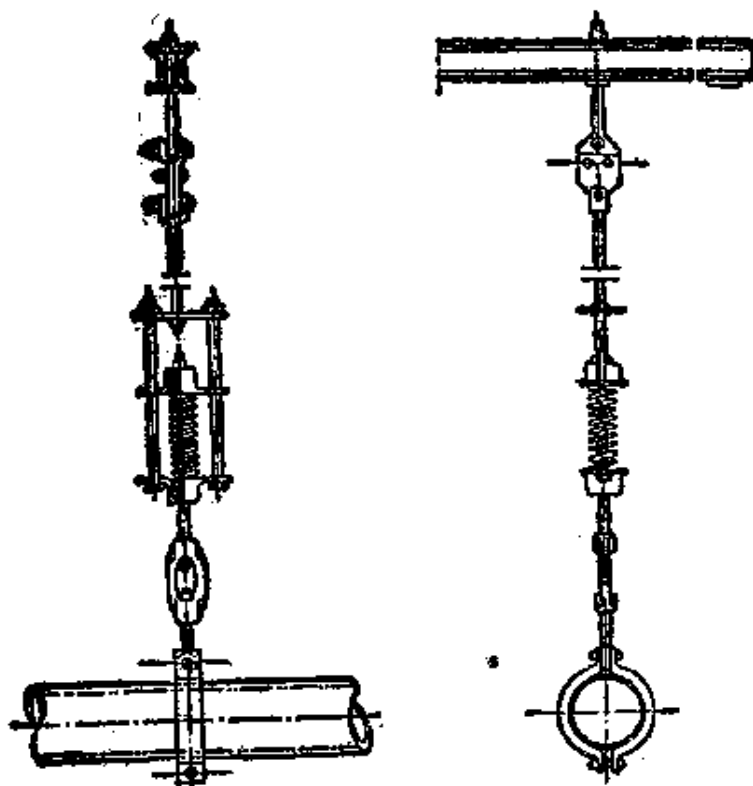


圖 99 彈簧吊架

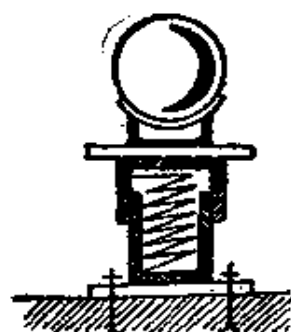


圖 100 彈簧托架

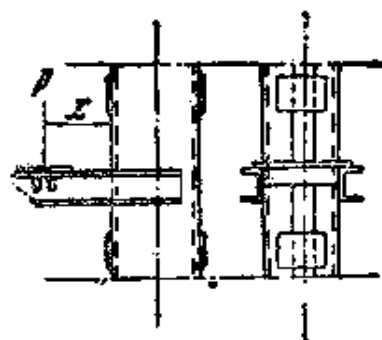


圖 101 利用金屬柱的托架



圖 102 獨立支架

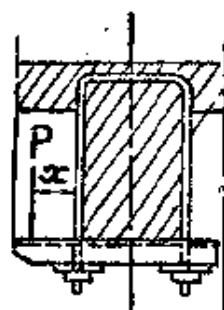


圖 103 吊架

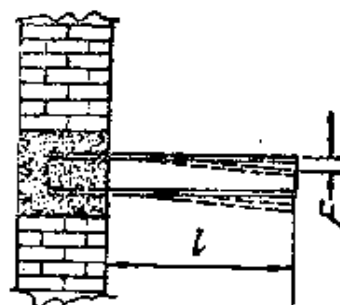
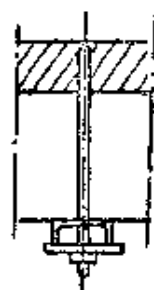


圖 104 牆壁單樑架

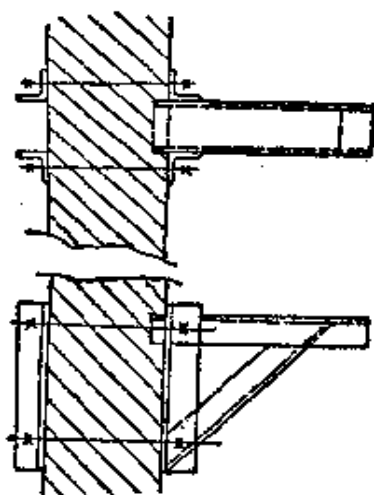


圖 105 牆壁三角架

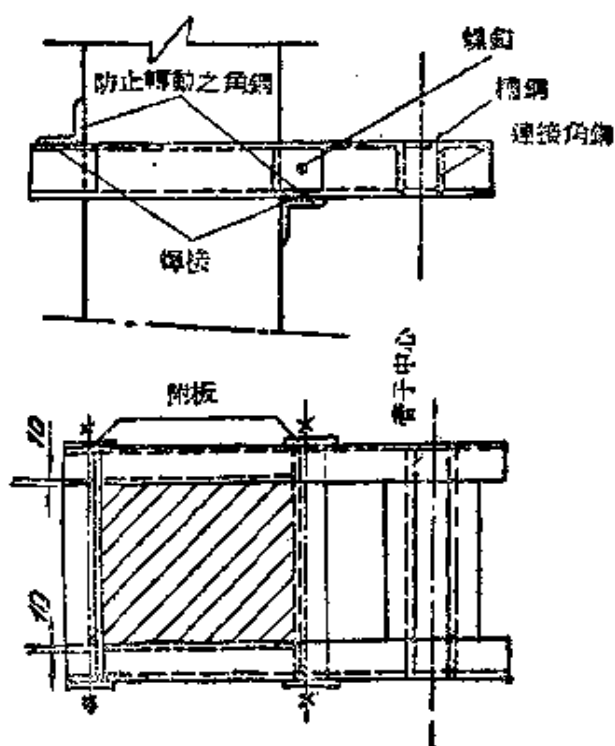


圖 106 固定托架

三、支架的受力

1. 固定支架的受力。理論上固定支架应受到管道的重力、內压力、膨脹力和在滑动支架上的摩擦而产生的推力（如有填料式膨脹器，則其内部所产生的摩擦力也作用在固定架上），这些力有的是相同方向，有的是相反方向，因此必須考虑其最严重的情况，現將这些情况所估計的最大推力列於表 65 中。

表 65

固定支架所承受之最大軸向推力

草 圖	固定支架H上之最大推力
	$0.5P_e + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$PF_H + 0.5P_e + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$0.5P_H + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$0.5P_H + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$P \cdot \frac{\pi I_H^2}{4} + 0.5P_H + q\mu l_1$
	$PF_H + P_e + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$P_H + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$
	$P \cdot \frac{\pi I_H^2}{4} + P_H + q\mu[(l_1 - l_2) + 0.5l_2]$

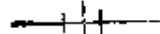
- 註: P_0 ——填料式膨脹器內的摩擦力 (кг);
 q ——每公尺管道上重量 (кг/1 пог.м);
 μ ——摩擦系数 (見表 66);
 l_1 及 l_2 ——如表中草圖所示之距離 ($l_1 > l_2$), 單位均為 м;
 P ——管內壓力 (最大工作壓力) (кг/см²);
 F_B ——管內斷面積 (см²);
 P_R ——Π 形或波浪形膨脹圈的膨脹推力 (кг);
 D_R ——波浪形膨脹圈的外徑 (см)。

草圖代表符号:

 填料式膨脹器;

 開閉器;

 Π 形膨脹器;

 波浪形膨脹器。

其他情況可按上表之舉列相同原理求得固定支架所受的推力。

2. 滑动或导向滑动支架的受力。滑动支架主要受管段的重力及摩擦力。

- 設: F_g ——对滑动架的重力 (кг);
 F_f ——摩擦力 (кг);
 μ ——摩擦系数 (見表 66);
 q ——管道跨距間的均匀負荷 (кг/1 пог.м);
 l ——跨距 (м)。

$$F_g = 1.5q \cdot l \text{ кг (安全計)} \dots\dots\dots (42)$$

$$\therefore F_f = \mu F_g = 1.5\mu q l \text{ кг} \dots\dots\dots (43)$$

表 66

鋼材之間的摩擦系数

接觸面压力 (кг/см ²)	8.79	13.03	15.75	18.28	20.95	23.62	26.22	27.42	31.50	34.10	36.77
摩擦系数 μ	0.140	0.250	0.271	0.285	0.297	0.312	0.350	0.376	0.395	0.430	0.409

四、一般支架的強度計算

一般支架的形式是懸臂式或單樑式的槽鋼。

1. 懸臂式槽鋼

(1) 固定支架:

F_g —— 管道重力 (公斤) ;

F_p —— 固定支架所受推力 (公斤) ;

F —— 合力 (公斤) 。

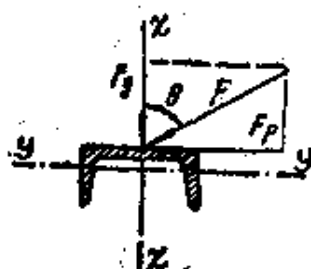


圖 107

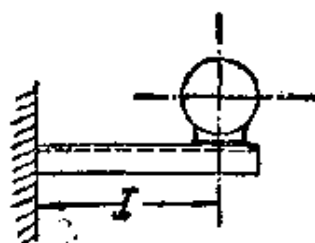


圖 108

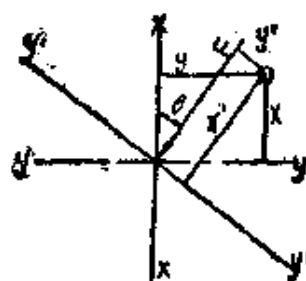


圖 109

$$F = \sqrt{F_p^2 + F_g^2} \dots\dots\dots (44)$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{F_p}{F_g} \right) \dots\dots\dots (45)$$

合力矩

$$M = F \cdot x (\text{公斤} \cdot \text{厘米}) \dots\dots\dots (46)$$

則允許应力

$$Re = \frac{M}{W_x'} = \frac{F \cdot x}{W_x'} \dots\dots\dots (47)$$

($Re = 1400 \text{公斤/厘米}^2$)

W_x' —— 槽鋼對 $x'-x'$ 軸的斷面系數 (厘米^3)

設 W_x 及 W_y 為槽鋼對 $x-x$, $y-y$ 軸的斷面系數。

則 $W_x = \int y dA, W_y = \int x dA$

$$W_x' = \int y' dA = \int (y \cos \theta - x \sin \theta) dA$$

$$= \int y \cos \theta dA - \int x \sin \theta dA$$

$$= W_x \cos \theta - W_y \sin \theta \dots\dots\dots (48)$$

W_x 及 W_y 見附录 23，即根据 W_x 及 W_y 来选择槽鋼大小。

(2) 滑动支架:

設 F_g —— 管道重力 (kg)； F_f —— 摩擦力 (kg)； F —— 合力 (kg)。

与固定支架同理:

$$Re = 1400 = \frac{M}{W_x'} = \frac{F \cdot x}{W_x'}, W_x' = \frac{F \cdot x}{1400} = W_x \cos \theta - W_y \sin \theta \dots (49)$$

由 W_x 及 W_y 根据附录 23 选择槽鋼大小。

2. 單樑式槽鋼

除合力矩 $M' = \frac{F \cdot l}{8}$ 外，其他計算法与上述相同。

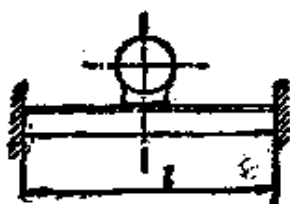


圖 110

五、支架的选择及注意事項

1. 当固定支架之托架系固定在牆壁上或柱子上时則应注意下列几点:

(1) 如固定支架所受力較大，則应以兩根槽鋼或角鋼制作之，兩者之間並应以角鋼連接成整个結構，如圖 106 所示。如以槽鋼作架，槽鋼之兩边应各夾入混凝土柱內 10 mm 以免滑落。

(2) 如荷重較大，为避免支架扭轉，則应在支架上下各焊一角鋼，見圖 106 所示之位置。

(3) 当該支架系固定在牆壁上时，則应考虑牆之耐压力，

一般允許壓縮应力：混凝土—— 60kg/cm^2 ；砌磚—— 10kg/cm^2 。
受推力較大之大管徑支架，最好不要固定在牆壁上。

(4) 当用螺桿將兩槽鋼固定在柱子或牆壁上时，应附加一塊墊板，其厚度一般系等於槽鋼之厚度。

$$2. \text{ 固定支架所允許的弯曲变形 } f \leq \frac{l}{1200} \sim \frac{l}{1000};$$

$$\text{滑动支架所允許的弯曲变形 } f \leq \frac{l}{200} \sim \frac{l}{500}。 \text{ (如}$$

圖 104 所示)。

3. 当托架埋入磚牆时，在該托架安好之后应灌入混凝土如圖 104。

4. 当採用槽鋼作托架时，槽鋼佈置之位置尽可能使轉動慣量較大之面来承受荷重。

5. 滑动支架由於結構較滚动支架为簡單，故一般情况下多採用之。为避免管外皮遭受磨損，应以鋼材或其他結構焊在管外皮上（托座），使該鋼材或托座在托架上滑动，如圖 89 所示。

6. 当管道允許有兩個水平的垂直方向位移时，則应採用滑动支座，如在弯管或膨脹器附近之托座即为滑动的。

7. 导向支架与滑动支架相似，只是將滑动托座兩边各焊一导板。如圖 86 所示，即为导向托座，該导板系限制管道作橫向位移之用。

8. 在鑄鐵配件附近，若有弯管或 Π 型膨脹器及在填料式膨脹器与固定架之間，則应各設导向支架，以免鑄鐵配件遭受弯曲应力而拉断；同时亦避免填料式膨脹器在由於管道弯曲移动时失去膨脹作用的可能性。

9. 导向支架不应安設在弯管附近或 Π 型膨脹器附近。

10. 吊架可吊設在平台下或成型鋼材下（見圖91、92、93）。

11. 当吊架系吊在行人的平台下时，其吊架最上部份应埋設在平台表面以下 10 mm 处以便用洋灰塗抹平坦，如圖91所示。

12. 如吊架所吊之管子其水平位移甚小时，可採用不活动的

吊架，如圖 94 所示。

13. 對於重要之管道仅有因膨脹而产生之水平位移 Δl （無垂直位移），設其吊桿可摆动部份的長度为 l ，由經驗得知則当 $l \geq 60 \Delta l$ 时可不必安裝彈簧吊架，如圖 91 所示，否則应設彈簧吊架，如圖 93 所示。

14. 在膨脹器垂直敷設时（不論 Π 形、 L 形、 Z 形膨脹器），因有垂直方向的位移，故必須設置彈簧的托架或吊架，其情形可分下列兩種：

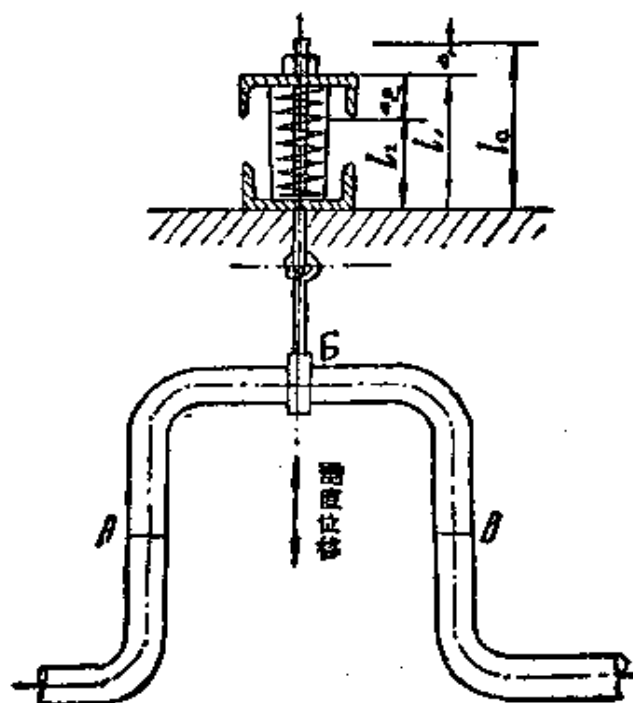


圖 111 Π 形膨脹器

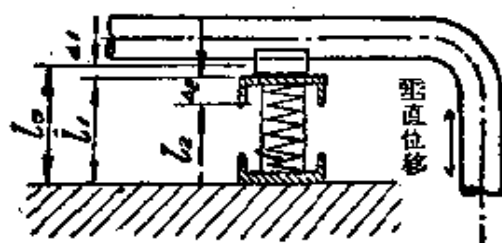


圖 112 L 形膨脹器

(1) 管子向上膨脹

為了減少管子截面 A 及 B 上的应力，即在工作时截面 A 及 B

上不再受到 A5B 段弯管的重力，必須在安裝彈簧時，由彈簧的自由長度 l_0 壓縮 $\Delta_1 + \Delta_2$ 至 l_2 ，如圖 111。

其理由如下：

Δ_1 ——由於 A5B 段弯管的重力 F_g 使彈簧壓縮的長度；

Δ_2 ——該膨脹器在工作時向上膨脹的長度。

在安裝彈簧時，如先由 l_0 壓至 l_2 ，則在工作時該膨脹器向上膨脹 Δ_2 至 l_1 ，此時較自由長度 l_0 縮短 Δ_1 ，也就是彈簧有一向上力 F_g ，此向上的力與 A5B 段弯管的重力 F_g 平衡，故在工作時截面 A 或 B 上不承受重力 F_g 。

L 形膨脹器與上述 Π 形膨脹器情況一樣，在安裝彈簧時亦需由 l_0 壓縮 Δ_1 至 Δ_2 l_2 ，如圖 112。

Δ_1 ——由於該彈簧支點所應承受之管重而使彈簧壓縮的長度；

Δ_2 ——垂直管段向上膨脹的長度。

(2) 管子向下膨脹 當管子受熱向下膨脹時，則更使彈簧壓縮，此時在工作狀態下的彈簧反力應正等於該管之重量。

設 Δ_1 ——安裝時彈簧的壓縮量；

Δ_2 ——管子工作後因膨脹而壓縮彈簧的長度；

則： $\Delta_1 + \Delta_2 =$ 由於管重所引起的彈簧壓縮量。

15. 為了避免在安裝彈簧支架所附加在鄰近支架上的荷重，在具有較大垂直膨脹位移的管道上的彈簧應重疊裝置兩個。

16. 若管子位移較為顯著，為了擺動自如則不論何種吊架之吊桿，皆應以兩根組成之。如圖 91 所示。

17. 小管徑之管道 ($\phi 80$ mm 以下)，其支架或吊架之結構，應力求簡單適用。彈簧或滾動等類似的複雜結構，應避免採用之。

18. 在數條並行之管道，其托架可共用，如圖 93。但吊架之吊桿，不能吊設膨脹位移相反之兩條管道。

19. 滾珠支架的構造複雜，價值昂貴故在一般管道上，不常使用，只有在高壓高溫的主要管道上，溫度膨脹的位移大，支架

荷重也大的情況下才採用。

20. 彈簧吊架管道所允許之軸向位移應滿足下列關係 (圖 113)

$$\alpha = \arctan \frac{\Delta}{l} \leq 1^{\circ}30'$$

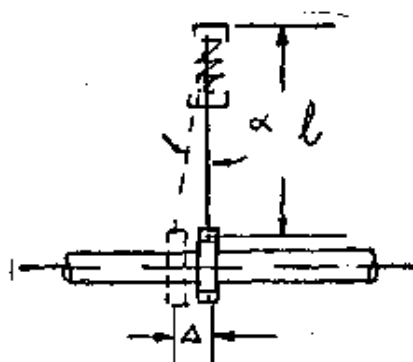


圖 113

欲滿足上式限度內，可使 $l \geq 40\Delta$ 的條件來滿足，

21. 所有可活動的吊架，不應破壞了管道的保溫材。

22. 選擇彈簧時，不應考慮管道內之水重，即在水壓試驗時，不應使水重加在彈簧上。

23. 敷設的管道上，由於內壓力，以及由於管子膨脹時的彈力和摩擦力所引起的推力，應全部由管道的固定支架承受。

24. 由於填函膨脹器和波紋型膨脹器所能產生的膨脹量有限，又為避免Π型膨脹器外形過大將造成架設困難，因此在兩個固定點之間的距離，應有相當限制，可見表 67。

管道固定點間最大跨距“L” M

表 67

類別	D_y mm	40	50	70	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	600
II 型	敷設方式															
	地溝和露天	45	50	55	60	65	70	80	90	100	115	130	145	160	180	200
填函式	無地溝	45	50	55	60	65	70	70	90	90	110	110	110	125	125	125
	地溝和露天						50	55	60	70	80	90	100	120	120	140
波型膨脹器	無地溝						30	35	50	60	65	65	70	80	80	85
							15	15	15	15	20	20	20	20	25	25

註：根據一個具有四個波圈的波型膨脹器來考慮跨距“L”。

25. 由於管道在支架處的彎曲應力較大故在距支架兩側 $\frac{1}{6}$ — $\frac{1}{3}$ 跨距處的管道上不應有管道焊口。

第八章 管道的保溫

一、保溫的目的、要求与選擇

1. 热力管道的保溫裝置能保持管内介質的热能及节省未保溫时所損失於外界环境的热量；且能防止热力管道内介質之冷却与冻结及保护管道不受外界之侵蝕。保溫所需費用一般只佔管道安裝費用之10—15%，此項費用在短期內就能由所节省的热量价值来补偿。

2. 保溫材料应具有下列条件：

(1) 較低的且在各种溫度下变动較小的热傳导系数，並应具有較小的比重；

(2) 富於彈性的多孔性；

(3) 不致侵害金屬管道，具有較少水份和不影响四周空气衛生及不易吸引鼠虫菌类等生物；

(4) 安裝簡單並容易适应於管道式样，其費用經濟而合理；

(5) 對於水份之侵蝕具有較大之抵抗力。

此外，選擇保溫材料时应根据管道敷設方法、热介質溫度、外力的影响，周圍环境特性与当地所有材料、热量之价值以及保溫安裝的时间等条件加以考虑。

3. 当热力管道敷設在厂內时，其保溫应保証表面溫度不大於70°C，当在高压電纜附近时，電纜所在处土地溫度之增高不可較土地自然溫度超过10°C。

4. 合乎以上要求的一般常用材料見表 68。

表 68

常用保溫材之性質表

編號	保溫材料名稱	組成特性	密度 (kg/m ³)	熱傳導係數 (kcal/m· h·°C)	應用範圍
1	石 棉 粉	—	200	0.188~0.197	熱表面之保溫
2	石 棉 板	厚 1mm, 與他物 混成漿狀	900	0.15	同上 (225°C 以下)
3	矽 藻 土	干 粉 狀	500	0.09(50°C)	作填充物用
4	石 棉 纖 維	石 棉 70% 粘 土 30%	800~1000	0.28~0.35	管道保溫用 (500°C 以下)
5	石棉硅藻土塑料	石 棉 30% 硅 藻 土 70%	500~600	0.05~0.12	管道保溫到 500 °C
6	硅 藻 土 磚	硅 藻 土 75% 石 灰 25%	500~1200	0.15~0.22	鍋爐及管之保溫
7	矿 渣 棉	—	200~300	0.043~0.07	700°C 左右的热 力管道保溫用
8	高 溫 石 棉	廢石棉及硅藻土 之混合物	300~400	0.12~0.19	溫度不高於 500 °C的管道保溫用
9	泥 煤	—	350	0.07(50°C)	—
10	粉末狀高爐爐渣	—	350	0.11(50°C)	填充用
11	硫化硬橡皮	由石棉矽藻土和 石灰混合物澆注 成板狀	400	0.078 (50°C)	受熱表面保溫用
12	粘 土	—	1350	0.7	—
13	輕 石	—	300	0.08	—
14	泡沫混凝土		400~600	0.08~0.125	適用於 $t \leq 350^\circ\text{C}$
15	石棉水泥板		300~500	0.075~0.093	適用於 $t > 350^\circ\text{C}$ $\leq 450^\circ\text{C}$

二、热損失及保温厚度

1. 不保温管道

1) 不保温管道之每米热損失

$$q = q' \cdot b \cdot c \dots \dots \text{ккал/час} \dots \dots (50)$$

式中

q' 可根据管壁溫度和空气溫度之差 Δt 於圖 114 而查得。此处

$$\Delta t = t_{em} - t_0 = a \cdot t_n - t_0$$

t_{em} —— 管壁溫度 °C;

t_0 —— 空气溫度 °C;

a —— 管壁溫度修正系数可查表 69;

t_n —— 介質溫度 °C;

b —— 溫度差修正系数表 70;

c —— 幅射修正系数表 71。

表 69

決定管壁溫度之修正系数 a

介質工作 压 力 amu	蒸汽溫度 °C	蒸汽速度, м/сек			
		10	20	40	80
		修正系数			
2	150	0.81	0.88	0.92	0.95
	200	0.76	0.84	0.90	0.92
	250	0.73	0.81	0.87	0.90
5	200	0.88	0.93	0.96	0.97
	250	0.85	0.90	0.94	0.96
	300	0.81	0.87	0.92	0.94
10	250	0.91	0.95	0.97	0.98
	300	0.88	0.93	0.96	0.97
	350	0.85	0.91	0.96	0.98
20或大於	300	0.93	0.97	0.98	0.99
	350	0.91	0.95	0.97	0.98
	400	0.90	0.94	0.96	0.97

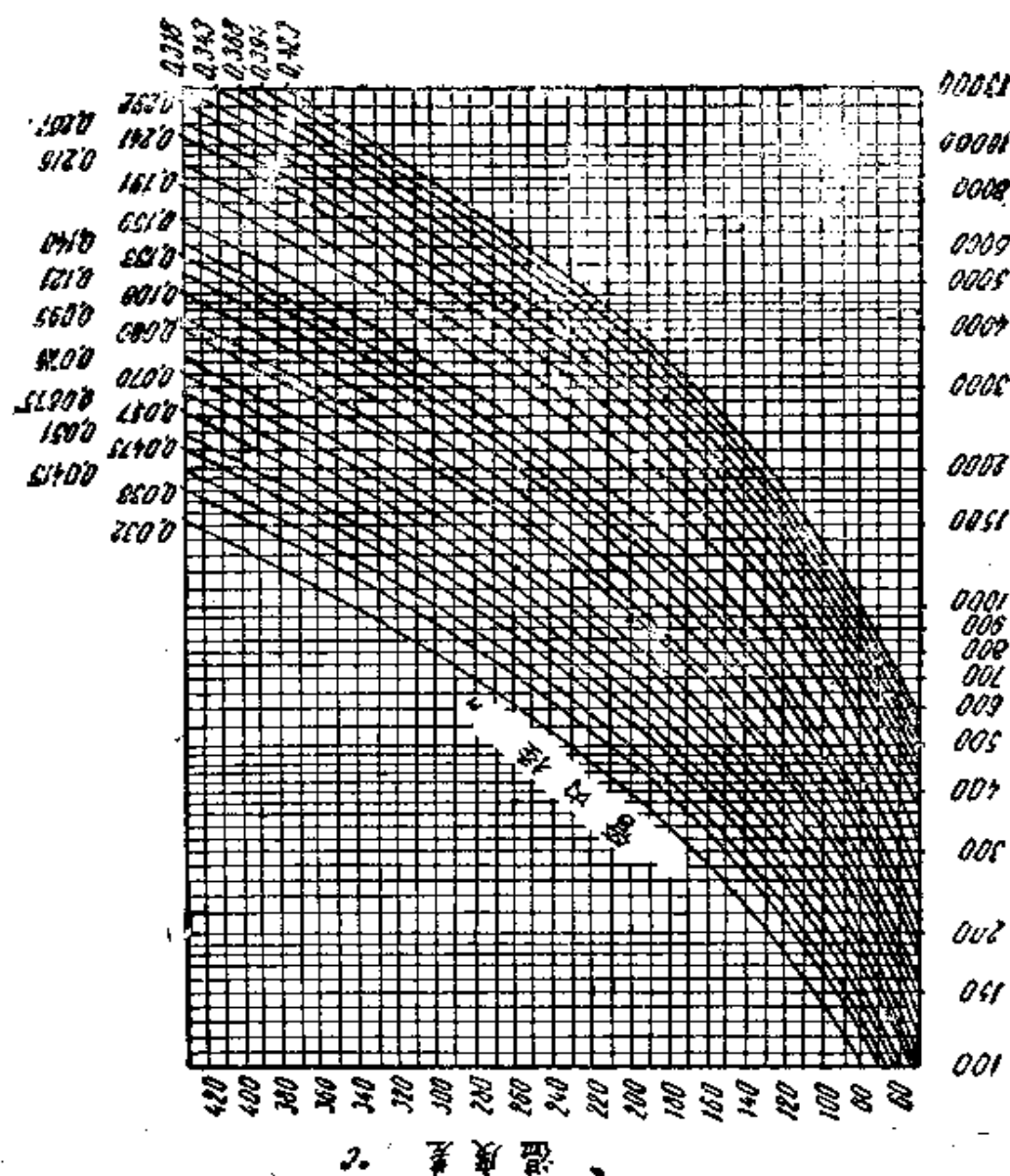


图 114 不保温管道之热损失 kcal/m

表 70

温度差的修正系数 b

空气温度 °C	空气和管子的温差 °C			
	50	100	200	400
-10	0.87	0.87	0.88	0.89
0	0.91	0.91	0.91	0.92
10	0.95	0.95	0.96	0.97
30	1.05	1.05	1.05	1.04
40	1.10	1.10	1.09	1.08

表 71

辐射修正系数 c

管 径 MM	管子和空气温度差 $^{\circ}\text{C}$				
	50	100	200	300	500
32	1.07	1.07	1.08	1.10	1.11
108	1.08	1.08	1.09	1.11	1.12
120	1.09	1.09	1.10	1.12	1.13

表 72

不保温法蘭的当量长度

公 称 通 径 MM	当 量 长 度 M	公 称 通 径 MM	当 量 长 度 M
50	0.45	400	0.6
100	0.5	500	0.62
200	0.53	>500	0.65
300	0.57	—	—

21. 总的热损失：管道总的热损失应包括管道热损失及不保温配件之热损失，不保温之每一个配件可折合当量长度 1 米另外还应附加 10% 的其他热损失如吊支架处等。

例：不保温管道 300/318mm。

$L=250\text{M}$ 、管道上有 8 个开闭器，10 个法蓝。

过热温度 350°C ，工作压力 20 ами

周围空气温度 20°C ，蒸汽流速 50m/сек，求管道损失。

1) 根据公式 (50) 及表 69

$$\Delta t = 0.93 \cdot 350 - 20 = 340 - 20 = 320^{\circ}\text{C}.$$

2) 查表

$$q' = 7200 \text{ ккал/м.час.}$$

3) 每米热損失

$$q = q' \cdot b \cdot c = 7200 \cdot 1.005 \cdot 1.12 = 8100 \text{ ккал/м.час}$$

4) 管道当量总長度

$$L_0 = 250 + 8 \cdot 1.0 + 10 \cdot 0.57 + 0.1 \cdot 250 = 289 \text{ м}$$

5) 总热損失

$$Q = q \cdot L_0 = 8100 \cdot 289 = 2,340,900 \text{ ккал/час.}$$

2. 保温管道

(1) 架空敷設保温管道热損失之計算

$$q = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_n}{d_b} + \frac{1}{\alpha_s d_n}} \dots\dots\dots (51)$$

式中: q —— 热損失量 (ккал/час пог м);

t_1 —— 管道中热介質溫度 (°C);

t_2 —— 管道四周的空气溫度 (年平均值);

λ —— 保温層的热傳导系数 (ккал/м час°C);

d_b —— 保温層內徑, 即金屬管外徑 (м);

d_n —— 保温層外徑 (м);

α_s —— 保温材外空气流之傳热系数 (ккал/м² час°C)。

圖中 α_1 为管内介質与管壁之間的傳热系数, λ , 为管壁金屬的热傳导系数, 兩者對於公式計算影响甚小, 故略而未計。

一般如以外界大氣溫度为 25°C 时計算, 則 α_s 之值可由表 73 查得。

 α_s 值表 (ккал/м² час°C)

表 73

保温層外 管道在垂		管道水平安裝时各种不同保温之直徑 (мм)						
溫度 °C	直安裝时	100	150	200	300	400	500	600
30	8.23	7.92	7.6	7.45	7.20	7.03	6.9	6.75
40	9.52	9.07	8.65	8.42	8.1	7.92	7.78	7.6
50	10.4	9.88	9.45	9.19	8.82	8.60	8.4	8.2
60	11.17	10.54	10.1	9.80	9.42	9.18	8.98	8.78
70	11.78	11.10	10.65	10.35	9.94	9.67	9.45	9.18
80	12.28	11.57	11.12	10.77	10.35	10.1	9.87	9.54

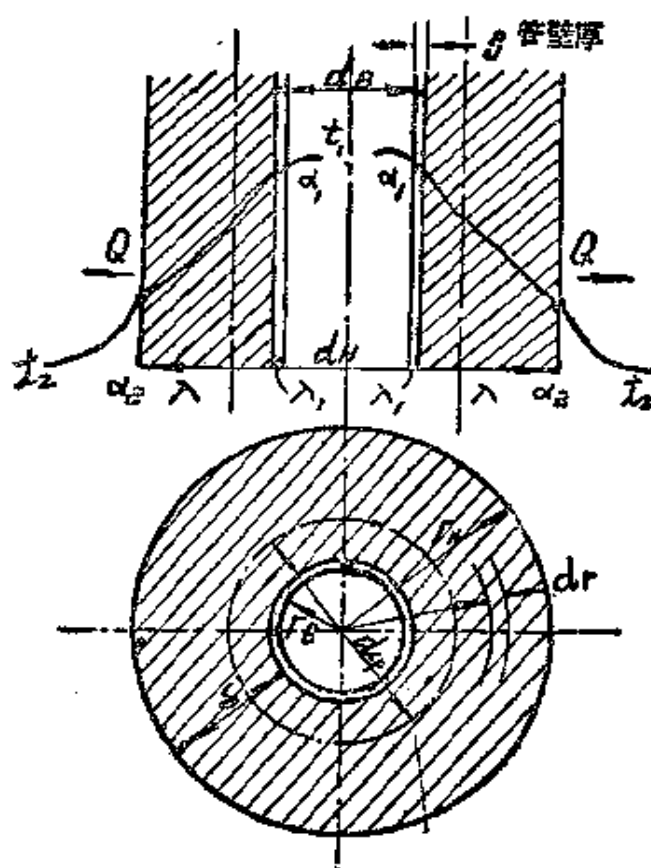


圖 115 管道之溫度損失分佈圖

(2) 利用圖表計算：為簡化計算，可利用圖表 116 作直接的簡單計算。圖 116 之利用說明於下：

由已知之管道內徑、保溫材之採用厚度及其熱傳導係數 λ ，在表中查出全導熱係數 α 。再由已知管內徑、保溫厚、保溫材熱導係數、介質溫度查得介質與保溫表面溫度之差 Δt ，代入下式即得熱損失之值。

$$q = \alpha \cdot \Delta t \text{ (ккал/м час)} \dots\dots\dots (52)$$

例：已知管道內徑 $d = 150 \text{ mm}$ ，保溫厚 60 mm ，保溫材熱傳導係數 $\lambda = 0.1 \text{ ккал/м час}^\circ\text{C}$ ，介質溫度 $t_1 = 220^\circ\text{C}$ 。

沿圖 116 中 I 與 II 方形圖中之虛線所示，得 $\alpha = 1.12$ ，再沿表 III、IV、V 方形圖之虛線查得 $\Delta t = t_1 - t_{\text{на}} = 167^\circ\text{C}$ ($t_{\text{на}}$ 系保溫表面之溫度 $^\circ\text{C}$)，代入公式 (52) 即得熱損失 $q = \alpha \cdot \Delta t = 1.12 \times 167 = 187 \text{ ккал/м час}$ 。

3. 溫度降之計算

(1) 利用公式計算：將由上節所述求得之熱損失量 q 值代入下式即得溫度降 $\Delta t_{\text{наг}}$ 之值。

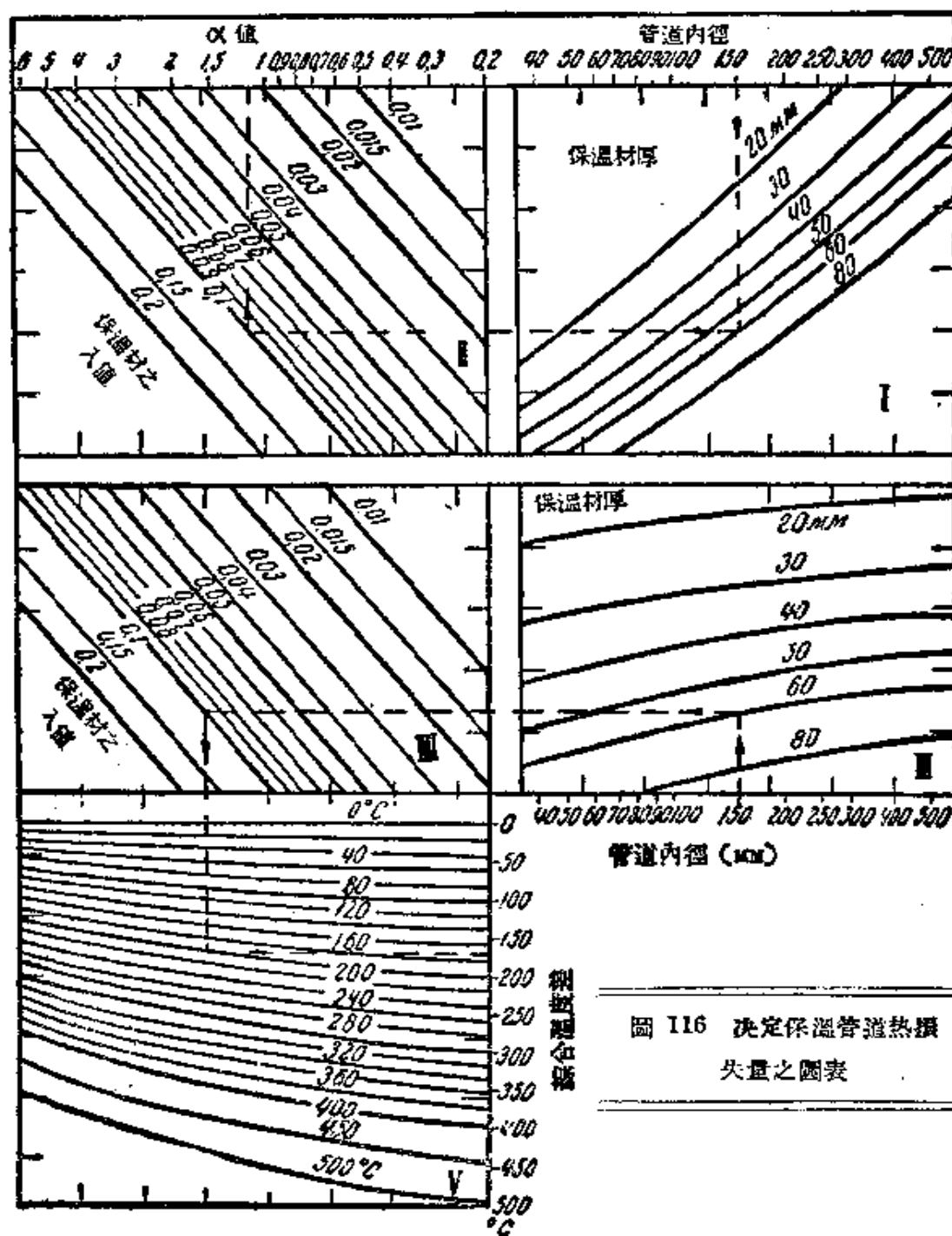


圖 116 決定保溫管道熱損失量之圖表

$$\Delta'_{\text{пад}} = \frac{q}{1000 C_p \cdot G} \quad (^\circ\text{C}/\text{M}) \quad \dots\dots\dots (53)$$

式中: C_p — 蒸汽之定压比热 (由附录 6 查得);
 G — 蒸汽消耗流量 (T/час)。

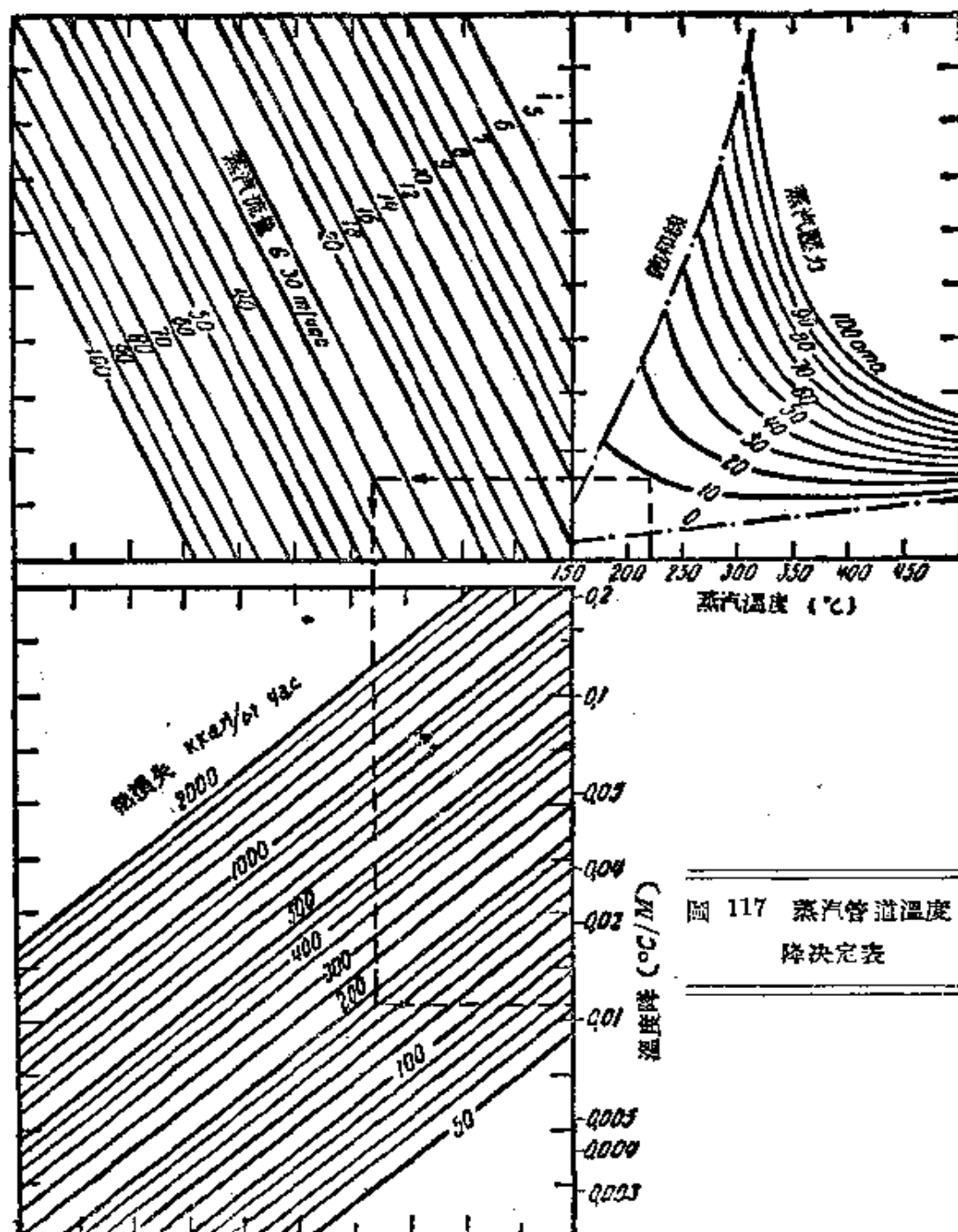


圖 117 蒸汽管道溫度
降決定表

(2) 利用圖表計算: 可由已知之蒸汽溫度、壓力、流量、

每小时热损失，直接由圖 117 查出每公尺管道之溫度降落度数。

例：已知 蒸汽溫度 = 220°C ，蒸汽压力 = 10atm ，

蒸汽流量 = 30 т/час ，热損失 $q = 187\text{ ккал/м час}$ 。

沿表 74 中虛線所示方向可立即查得 $\Delta'_{\text{пад}} = 0.0115^{\circ}\text{C/м}$ 。(附註：当管道中介質为水时，一般不計算其溫度降而仅計算其防凍保温層，詳見本章第四节。)

三、 保温材厚度的选择

1. 保温厚选择的意义

合理的保温厚度应根据管道内介質的性質、溫度，保温材的品質优劣，管徑的大小，管道的环境，結合整个經濟效用来进行选择。

圖 118 可用來說明选择保温厚度时之原則，茲詳細闡釋如下：

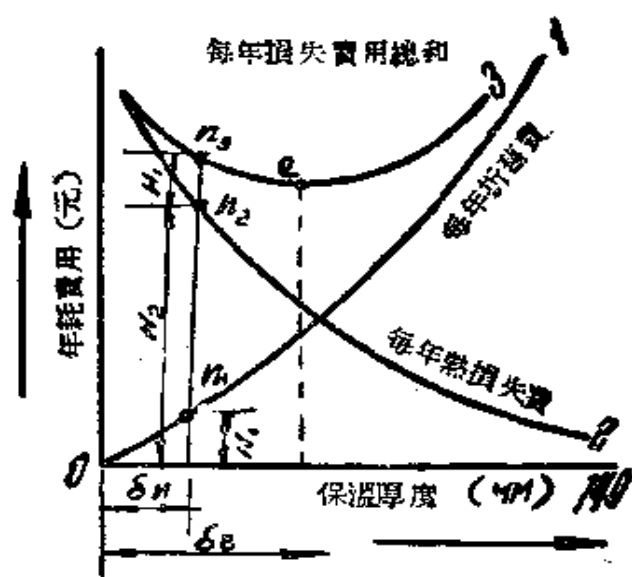


圖 118

將此項热量折合成人民幣，則如圖中曲線 2 所示。实际上不論保温厚为多大，其由於每年折旧的損失費及由於热量从保温面上散出的損失費皆同时存在，如圖中当保温厚选用 $\delta_n\text{mm}$ 时，則第一种損失为 H_1 元，第二种損失为 H_2 元，其二者之总損失为 $H_1 + H_2$ (即

下：

当选用各种不同的保温厚度时，随着厚度的增加所需的保温安裝投資費亦增大，亦即每年的保温投資之折旧費亦將增大，曲線 1 即表示此种情形。但当选用之保温材愈厚时，則管道内帶热体向四周放出之热量損失自然愈小，

"_n点)，如此將1、2 曲線綜合可得各种不同保溫厚度之每年損失費用之总和曲線3，在此曲線上必有一点（如e）其年損失最小，相當於此点之保溫厚度 δ_e 亦即為最經濟而合理的選擇。以下的計算原則即根據綜合損失曲線對於其保溫厚度之微分式等於零時所解得損失費用最小的保溫厚。

2. 計 算

保溫厚度可按下列式求得：

$$\delta = \left(\frac{\gamma_H}{\gamma_B} \right) \gamma_B - \gamma_B \text{ (M)} \dots\dots\dots (54)$$

式中： γ_B — 保溫層的內半徑亦即金屬管道外半徑（M）；
 γ_H — 保溫后之外半徑（M）。

此式內 $\left(\frac{\gamma_H}{\gamma_B} \right)$ 比值为未知数，可根据表 75 之 K_1 值来直接查出。

表 74

γ_H/γ_B 值決定表

K_1	γ_H/γ_B	K_1	γ_H/γ_B	K_1	γ_H/γ_B
0.00	1.000	1.68	2.170	6.0	4.19
0.24	1.218	1.92	2.303	7.2	4.67
0.48	1.407	2.16	2.431	8.4	5.13
0.72	1.578	2.40	2.556	9.6	5.58
0.96	1.737	2.64	2.679	12.0	6.45
1.20	1.888	3.60	3.144		
1.44	2.032	4.80	3.680		

查上表前必須先知道 K_1 ， K_1 值之計算求得如下式：

$$K_1 = \frac{1}{\gamma_B} \left[\sqrt{\frac{n \cdot C' \cdot \lambda (t_1 - t_2)}{f \cdot C}} - \frac{\lambda}{\alpha_2} \right] \dots\dots (55)$$

式中： n — 每年使用小时数（час/г）；
 λ — 保溫材导热系数（ккал/м² час°C）；

$t_1 - t_2$ — 保溫層內外之溫度差 ($^{\circ}\text{C}$) ;

α_2 — 保溫材表面與空氣間傳熱膜之係數 ($\text{ккал}/\text{м}^2 \text{ час } ^{\circ}\text{C}$) , 見表73;

f — 保溫設施每年折舊率, 採用12—15%;

C — 保溫材每立方公尺價格 (元/ м^3) ;

C' — 每千卡熱量費用, 折合人民幣元 (元/ ккал) , 其求得如下式:

$$C' = \frac{B}{H \cdot \eta \cdot 1000} \quad (\text{元}/\text{ккал}) \quad \dots\dots\dots (56)$$

式中: B — 每噸煤之調撥價 (元/噸煤) ;

η — 鍋爐效率 (%) ;

H — 每公斤煤發熱量之低熱值 ($\text{ккал}/\text{кг}$) 。

3. 保溫厚之一般選擇

由於保溫之計算較為複雜, 故在通常情況下可根據經驗或結合理論計算列成圖表, 表 75 即為供已知保溫材料之熱傳導係數與蒸汽管道中介質溫度來列出各種不同直徑的管道所需之保溫厚度 mm 。

表 75

一般保溫厚度之選擇

保溫材之熱傳導係數 λ ($\text{ккал}/\text{м час } ^{\circ}\text{C}$)	蒸汽溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	管 道 直 徑 (mm)				
		到 50	60~100	125~200	225~300	325~400
0.075	100	40	50	60	70	70
0.08	200	50	60	70	80	80
0.09	300	60	70	80	90	90
0.10	400	70	80	90	100	100

在選用保溫材料時, 其材料品質影響保溫厚度之大小, 此時務使保溫厚度不超過下表 76 所列之允許值。

保溫厚度之最大允許值

表 76

管子直徑 (MM)	φ 55	φ 110	φ 160	φ 215	φ 265	φ 325	φ 375	φ 425	φ 530
最大允許保溫 厚度 (MM)	60	110	120	125	130	135	140	145	150

管道泡沫混凝土与石棉水泥板保溫厚度表

表 77

δ 厚度 MM d_H 管徑 MM 溫度	100 °C	150 °C	200 °C	250 °C	300 °C	350 °C	425 °C
< 25 (1/4")	35	40	45	50	—	—	—
32-57 (1-2")	45	50	55	60	65	—	—
76 (2 1/2")	55	65	75	80	85	—	—
89-108	60	80	95	95	110	110	100
133-159	65	80	95	105	120	120	100
219	70	85	100	110	125	125	100
273	75	90	105	115	130	130	130
325	75	95	110	115	135	135	130
377-425	75	95	110	125	145	145	130
529	80	95	110	130	150	150	130

註：介質溫度等於或大於 350 °C 時，保溫材採用石棉水泥板。

四、热水管道之防凍及其保溫厚度計算

1. 当管中流体流动时

設整个管段保溫后每小时散热量为 Q (ккал/час)，則

$$Q = q \cdot l = \frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_H}{d_n} + \frac{1}{\alpha_2 d_H}} \cdot l \dots\dots\dots (57)$$

式中: l ——管段总長 (M) ; 其他符号意义同 (56) 式。

又因式內加入 $\frac{1}{\alpha_2 d_H}$ 不易計算, 且数值不大, 可省略 (此时誤差在 10% 以內)。又每小时管内介質散热量 Q 亦可用下式計算:

$$Q = G \cdot C_p \cdot (t_1 - t_0) \dots \dots \dots (58)$$

水在 0°C 时冻结, 故 $t_0 = 0$, 令二式相等, 得

$$Q = \frac{\pi l (t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_H}{d_B}} = G C_p (t_1 - 0) \dots \dots \dots (59)$$

$$\text{解式 (59) 得: } d_H = d_B \ln^{-1} \left[\frac{2\lambda \pi l (t_1 - t_2)}{G C_p t_1} \right]$$

故保温厚

$$\delta = \frac{1}{2} [d_H - d_B] = \frac{1}{2} \left\{ d_B \ln^{-1} \left[\frac{2\lambda \pi l (t_1 - t_2)}{G C_p t_1} \right] - d_B \right\} (\text{M}) \quad (60)$$

式中: G ——水之流量 (kg/час) ;

C_p ——水之比热, 一般即为 1 (kcal/kg $^\circ\text{C}$) 。

2. 当管中水不流动时

当周圍空气長期在 0°C 以下, 則管内死水热量繼續不断向四外散出, 終將冻结, 故一般對於不流动管道仅計算出維持不冻结的时间。

設: 介質与金屬管之溫度均为 $t_1^\circ\text{C}$, 每公尺管道所放出的热量

$$q = G_B C_p (t_1 - 0) + G_M C_p (t_1 - 0) \dots \dots \dots (61)$$

式中: G_B ——每公尺管内之水重 (kg/M) ;

G_M ——每公尺金屬管道重 (kg/M), 見附录 28;

C_p ——水之比热, 約为 (kcal/kg $^\circ\text{C}$) ;

C'_p ——金屬管之比热 (kcal/kg $^\circ\text{C}$) , 鋼鉄管之比热

C'_p 約为 0.1 kcal/kg $^\circ\text{C}$ 。

管道維持不冻的时间 U 可計算如下 (略去 $\frac{1}{\alpha_2 d_H}$ 不計):

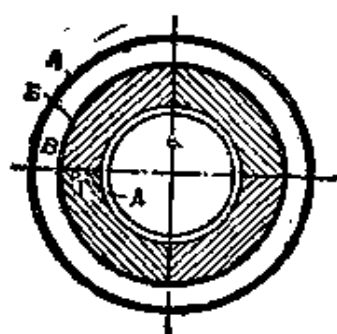
$$q = \frac{G_B C_p t_1 + G_H C_p' t_1}{\frac{\pi(t_1 - t_2)}{\frac{1}{2\lambda} \ln \frac{d_H}{d_B}}} \text{ (час)}$$

$$= \frac{t_1}{t_1 - t_2} \left(\frac{G_B C_p + G_H C_p'}{2\pi\lambda} \right) \ln \frac{d_H}{d_B} \text{ (час)} \dots\dots (45)$$

五、保温的结构与安装

1. 过热蒸汽管道的保温结构

- (1) 保温的结构根据保温壁的厚度,
- (2) 过热蒸汽管道应采用耐高温的保温材料, 如矿渣棉、石棉等;
- (3) 保温层的外径大于 300 mm 时可採用成型的石棉塊进行安装, 如图 119、120、121、122;
- (4) 环与管壁間以 75% 石棉纖維, 25% 云母混合物充填之;
- (5) 环的外面应用鉄絲網来固定, 并用 30~50mm 的石棉質塗料塗於網上;
- (6) 在烤干塗料后, 复以麻織物, 再塗上二道漆, 一般过热蒸汽管道的顏色为深紅色 (其他热力管道之塗色見表 5)



A—麻袋与色漆;

B—鉄絲網;

B—石棉質塗料;

Г—石棉磚;

Д—石棉云母。

圖 119 过热蒸汽管道
(架空) 之成型保温例

- (7) 保温成型者厚 100 mm 时, 材料消耗約为 10 кг/每平方公尺表面;
- (8) 如缺乏石棉纖維时, 可以用廢石棉殘渣来代替。

2. 飽和蒸汽管道及热水管道之保溫結構

- (1) 一般可用片狀的石棉粘土与石棉硅藻土作为保溫材料；
- (2) 在保溫后，表面复以麻織品，塗上二層油漆；
- (3) 其他各点均与过热蒸汽管道之結構說明相同。

3. 蒸汽管道法藍之保溫

在法藍二端留出之空隙（以便將來拆卸檢修用）应以外壳包护之，其中用石棉纖維矿渣棉等填滿以保溫，如图 123。

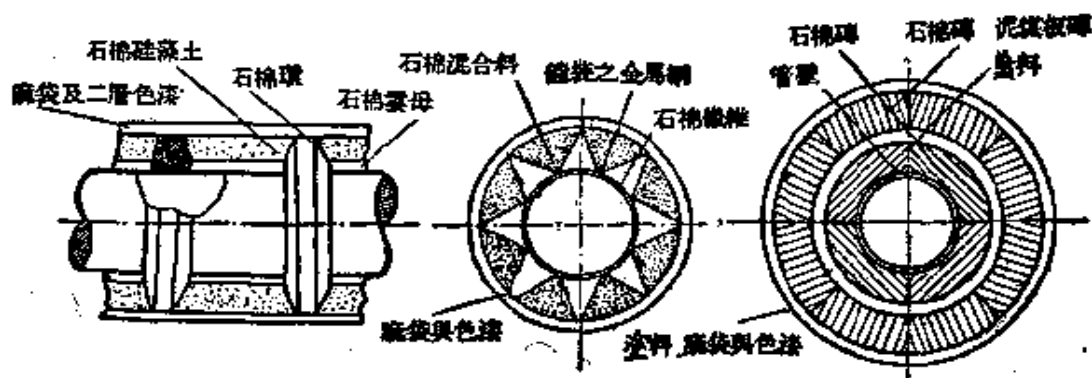


圖 120 環形成型保溫 圖 121 豎管用之保溫結構 圖 122 蒸汽管道之成型保溫（地溝）

4. 膨脹器的保溫

应用石棉繩線及硅藻土类充填在外壳以內来进行保溫，於石棉繩外塗以由石棉与粘土組合成的黏合剂，表面复以麻織物，並塗上二層油漆。

5. 暖气設備管線的保溫

- (1) 管道埋設地下时用泡沫水泥保溫；
- (2) 管線在地溝中敷設时用圓弧硬壳式的泥炭保溫；
- (3) 管道通过工厂区域的牆上时，保溫用石棉粘土、石棉硅藻土、水矿渣等进行保溫，並在保溫后予以复盖与染色。

6. 成型的保溫材料

一般用下列方法制成：

- (1) 用 25% 石棉 75% 硅藻土的混合料，再加有机黏合剂（紙或毛屑細泥、煤屑等）；

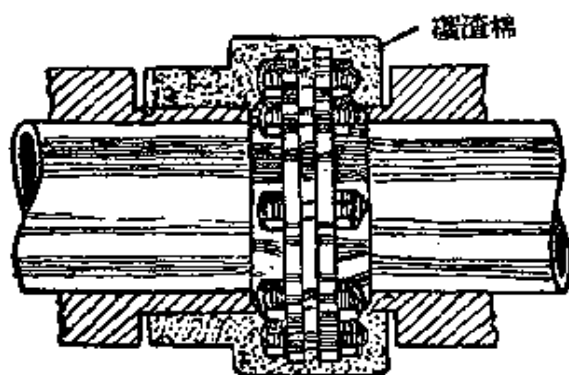


圖 123 法蘭之保溫

- (2) 用石棉硅藻土或石棉硅藻土粉制成型狀物；
- (3) 成型材用泥膠作黏合剂以填塞空隙並修整理保溫表面。

7. 管道外面之包紮

为了获得較大之强度与較好之外表結構，应具有最外面一層复盖層。一般之复盖如下：

- (1) 厂外支架架設或在不通行地溝敷設时用瀝青麻布包紮；
- (2) 在可通行地溝內或在密閉室內敷設时用塗滿二層膠漆的白布包紮；
- (3) 支架敷設管道除包瀝青布外並应用 1 cm^2 孔的金屬網籠上，再塗一層石棉水泥。
- (4) 为了节约目前管道外表可塗以 10mm 厚之石棉水泥層即可。

8. 保溫的質量

保溫的效果大部份決定於安裝的質量，所用的保溫材料及烤干速度和塗色时的水含量。

9. 保温时的注意事项

(1) 当用石棉类材料保温时，应清除表面的油泥，並先紮好保温材外金屬網，以便烤干保温材时不易裂落；

(2) 在敷保温層前，应把金屬管表面鉄銹擦去，並塗上防腐剂；

(3) 在管道生产时进行保温，將使工作进行复杂化。

(4) 当堆砌保温層时，如中間構成空隙，則应用塗料填充之，否則，热阻系数將剧烈降低；

(5) 当予热保温安裝时，假如是初次使用的蒸汽管道，則必須有輔助的鍋爐用来加暖；

(6) 必須在一層烤干之后再堆砌第二層，如在未烤干前即行堆砌第二層，易呈現裂縫。

六、保温試驗

保温試驗的目的在於求出經保温后材料的实际热傳导系数，試驗时利用「試驗壁」来进行，其原理及方法如下：

先將在實驗室已測定热傳导系数 λ_1 值之試驗壁套在被試驗之已保温管道上如圖 124，在此壁内外加溫度計以測量試驗壁内外之溫度差 $t_{вн} - t_{нар}$ ，然后根据下式計算管道之散热量 Q ，

$$Q = \lambda_1 \frac{t_{вн} - t_{нар}}{\delta_1} \dots\dots\dots (61)$$

式中： λ_1 —— 已知之試驗壁热傳导系数；

δ_1 —— 試驗壁之厚度 (M)。

以 Q 值代入下式，即可得保温后之实际热傳导系数 λ_2 之值

$$\lambda_2 = \frac{Q \delta_2}{t_{нар} - t_{вн}} \text{ ккал/м час } ^\circ\text{C} \dots\dots\dots (62)$$

式中: δ_2 ——保溫層厚度 (M);

t_{pas} ——管道內介質溫度。

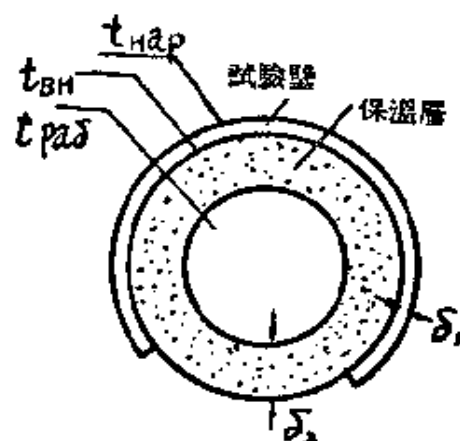


圖 124

一般在試驗時為求相當精確起見必須合乎下列要求:

(1) 保溫材表面溫度不應超過 110°C ;

(2) 試驗應保持 6—8 小時以上;

(3) 應在管道開始工作之 2—8 小時後 (飽和蒸汽及水為 2—4 小時, 過熱蒸汽為 4—8 小時) 開始試驗, 這樣才可獲得試驗時所要求的均衡穩定溫度;

(4) 測量溫度時應盡量採用自動記錄的帶有仟分伏特計的熱電偶 (一般用 4 仟分伏特表, 相當溫度差 1°C);

(5) 熱電偶在壁的內外表面, 應用細長的橡皮層以防機械損害。

附註: 試驗壁可用其他已知傳熱性能之材料組成, 其形狀為長 600 mm, 寬 60 mm, 厚 3 mm 的帶狀物。

第九章 焊 接

一、焊接种类

焊接可分为电弧焊和气焊（氧焊）两种，其使用范围可参看表 78。

表 78

制品组别	制 品 名 称	按照以安装场所的条件采取的焊接方法
1. 屬於鍋爐及鋼管制造厂的产品	(1) 蒸汽鍋爐的飽和汽包、集管。	人工电弧焊
	(2) 表 5 所示第 1、2、3、4 类的管道； 鍋爐內接触火焰的管子（沸騰管、冷水壁、省煤器、过热器）	当管壁厚大於 4~5mm 时，应採用人工电弧焊 当管壁厚小於 6mm 及不易接近之焊接点，应採用人工气焊 直徑小於 100mm 的管子可用压气焊接
2. 屬於金屬結構厂制品	(1) 標、柱、水道瓦斯管，循环水管，除氧箱，粉煤及热风管道、煙道及由鋼板制成的类似产品	可採用人工电弧焊，当焊接位置較低时，宜採用熔層半自动式（如 III-5、IIA-500 型的电焊机）；但当焊縫長度大於 2m、厚度超过 10mm 的鋼板，在較低位置焊接时，宜採用熔層自动式（如 YT-2000 型）
	(2) 支架、柱、梯子、走台、鍋爐爐皮及其他非計算的零件	可採用人工电弧焊，或半自动式

二、焊接材料的种类及使用范围

1. 电焊条的种类及使用范围

表 79

电焊条种类 ГОСТ 2523—51	电焊条标号 (工业标记)	电流和 极性	焊接时焊 缝的可能 位置	用 途
Э-34	白 色	交流和 直流	任 意	低碳钢制成的次要结构 (烟道、粉煤 空气管道、梯子、走台、锅炉罐皮 等)
Э-38	厚皮白色	交流和 直流	较低位 置, 尽 可能垂 直焊	同 上
Э-42	ОММ-5, ЦМ-7 МЭ3-04 ЦМ-70	交流和 直流	任 意 较低位 置	白低碳钢 СТ.1 至 СТ.3 及 10, 15, 20 号 钢所制成的重要结构 (经计算的金屬 结构、管道、集管、受火焰的管子等)
Э-42А	УОНИ-13/45	直流並 可互換 正負極	任 意	同上, 必須用来增加焊缝的可塑性 及韌性 (如鍋爐筒和汽包破裂的补 焊)
Э-50А	УОНИ-13/55 ЦУ-1	同 上	任 意	用在低碳钢 СТ.4 及 СТ.5 所制成的 重要结构, 並用来增加焊缝的可塑性 及韌性
ЭП-50	ЦЛ-6 ЦЛ-14	交流和 直流	任 意	由 15M 及 20M 鉬合金鋼, 15XM 及 12MX 鉬鉍合金鋼所制成的管道及外 表受火焰的管子
ЭА-1 (ЭА-1Б)	ЦЛ-2, ЦЛ-3, УОНИ-13/НЖ, ЦЛ-11, ЦТ-1	直流可 互換正 負極	仅适于 较低位 置	採用在以奥氏体耐热鋼及不銹鋼—— 鉬鎳合金 18—8 型 (鉬 18%, 鎳 8%)、 鉬合金 (鉬 12~15%) 制成的吊架結 構
ЭА-1М	ЦЛ-2М, ЦЛ-3М ЦЛ-4	同 上	同 上	

附注: 电焊条的成份性質表見附录 31。

2. 气焊条的化学成份及採用的範圍 (ГОСТ2246—51)

表 80

焊条号	鋼 号	化 学 成 份 (%)								採用的範圍
		炭	錳	矽	鉻	鎳	鈦	硫	磷	
								不大於		
CB. I	CB. I	≤0.1	0.35~0.6	≤0.03	≤0.15	≤0.3	—	0.04	0.04	用在炭素鋼, 增加焊縫的可塑性及韌性
CB. I A	CB. I A	≤0.1	0.35~0.6	≤0.03	≤0.1	≤0.25	—	0.03	0.03	同上, 及對於最重要的焊接結構
CB. I F	CB. I F	≤0.1	0.8~1.1	≤0.03	≤0.15	≤0.3	—	0.04	0.04	用在炭素鋼, 在保持高度的可塑性之下增加焊縫的強度
CB. II	CB. II	0.11~0.18	0.35~0.6	≤0.03	≤0.2	≤0.3	—	0.04	0.04	同上, 增加焊縫的強度
CB. V II	CB. 12XM	≤0.12	0.4~0.7	≤0.3	0.8~1.1	≤0.3	0.45~0.6	0.04	0.04	用在15XM及12MX之鉻鉍合金鋼
CB. V III	CB. 15M	≤0.15	0.4~0.7	≤0.3	≤0.2	≤0.3	0.45~0.6	0.04	0.04	用在15M及20M之鉍合金鋼
CB. X	CB. 0X18119	≤0.06	1.0~2	≤0.6	18~20	8~11	—	0.03	0.03	用在以不銹、耐熱的鉻鎳合金鋼 (18~8型)、鉻合金鋼 (含鉻成份12~15%) 及高等的合金鋼所制成的蒸汽过热器的吊架

三、管子切口外形及焊缝强度

1. 管子的切口型式，由於焊接方法的不同，可分垂直焊接的切口和水平焊接的切口；又由於管壁厚的不同，可分为内部帶垫圈与不帶垫圈的切口，其型式可參看表 81 及圖 125。

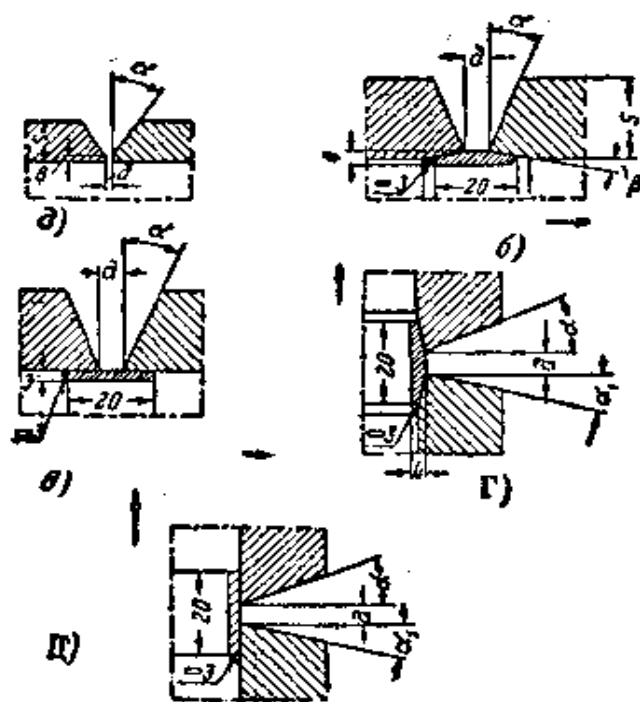
对头連接管端切口尺寸 (圖 125)

表 81

焊 縫 型 式	焊接 种类	焊接 方法	管壁厚 (mm)	尺 寸					探 用 范 围
				a (mm)	b (mm)	α°	α_1°	b'	
V 型不帶垫圈 (圖 125a)	右氧焊	垂 直 焊 及 水 平 焊	4~7.5	0.5~1	0.5~1	30~35	—	—	外表受火 焰的管子 及所有种 类的管道
	左氧焊		3~7.5	0.5~1	0.5~1	42~45	—	—	
	电弧焊		3~10	0.5~ 1.5	0.5~ 1.5	32~35	—	—	
	电弧焊		10~20	1.5~3	1~2	32~35	—	—	中压及低 压管道
V 型並帶有 圓錐形垫圈 (圖 125b)	电 弧 焊	垂 直 焊 及 水 平 焊	10~20	3~4	—	20~24	—	8~12	高压管道
			>20 16~20	4~5	—	20~24	—	8~12	
V 型並帶有 圓环式垫圈 (圖 125b)	电弧焊	垂 直 焊	10~20	3~4	—	20~24	—	—	中压及低 压管道
V 型並帶有 圓錐形垫圈 (圖 125r)	电弧焊	水 平 焊	>20	4~6	—	23~32	8~12	8~12	高压管道
V 型並帶有 圓环式垫圈 (圖 125d)	电弧焊	水 平 焊	>20	4~8	—	23~32	8~12	—	中压及低 压管道

說明：1. 附於高压管道，当在現場不可能按圖 125 及 r 来加工管端时，則允許採用圓环垫圈，如圖 125b 及 d 所示。

2. 圓錐形垫圈的傾斜角度应較管端傾斜角 β 大 $5\sim10^\circ$ 。



—→表示介質移动方向
圖 123 对头连接管机切口

2. 設計焊接管子，可採取下列焊縫強度的計算係數：

(1) 對於兩面焊縫或帶內部墊圈的对头焊縫，其焊縫強度係數為 0.9；

(2) 對於一面焊接的对头焊縫与搭焊管（套管、搭板等）相同，其焊縫強度係數採用 0.8。

3. 對於不同种类的电焊条，其焊接結头及金屬焊縫的机械性能可參看表 82。

焊縫結構的机械性能

表 82

按 ГОСТ 2523--51 电焊条的型式	电焊条直徑大於 3mm		电焊条直徑小於和等於 3mm 以及 Э-34 号的所有电焊条直徑		
	接 縫 金 屬		焊 接 結 头		
	極限強度拉力 (кг/мм ²)	相對延伸度 (%)	冲击強度 (кгм/см ²)	極限強度拉力 (кг/мм ²)	弯曲角度
	不 能 小 於				
Э-34	—	—	—	34	30
Э-38	38	15	6	38	90
Э-42	42	18	8	42	120
Э-42A	42	22	14	42	180
Э-50A	50	20	13	50	150
ЭП-50	50	18	8	50	160
ЭА-1	50	27	9	50	160
ЭА-1Б	60	24	7	60	160
ЭА-1М	55	20	9	55	160

4. 金屬鋼板切口的加工可採用機械方法或用氧焰切割及人工加工，其切口型式可分下列几种：

(1) 对头連接 (圖 126)：对头連接的焊縫，在焊接時应有加强部份，其加强高度一般为 $1 \sim 1.5\text{mm}$ ，焊縫应按拉力計算，其計算之高度应等於被焊物之厚度，但在計算時，加强之高度不予考虑。

表 83

对头焊接的切口外形尺寸 (圖 126)

圖 樣	焊 接 種 類	壁 厚 S (mm)	尺 寸			用 途
			a (mm)	B (mm)	α°	
a	氧 焊	≤ 2	—	—	—	鋼 板
b	氧 焊 电弧焊	$2 \sim 5$ ≤ 6	$1 \sim 3$ $0 \sim 2$	— —	— —	鋼 板
b	氧 焊 电弧焊	$5 \sim 15$ $5 \sim 30$	$2 \sim 4$ $2 \sim 4$	$2 \sim 3$ $2 \sim 3$	$70 \sim 90$ $60 \sim 70$	鋼板 (管 子 如 圖 135)
r	气 焊 电弧焊	> 15 $12 \sim 40$	$3 \sim 4$ $2 \sim 4$	$2 \sim 3$ $2 \sim 3$	$70 \sim 90$ $60 \sim 70$	鋼 板
h	电弧焊	> 20	$1 \sim 3$	$2 \sim 3$	$10 \sim 12$	鋼 板 及 子
e	电弧焊	> 30	$1 \sim 3$	$2 \sim 4$	$10 \sim 12$	鋼 板

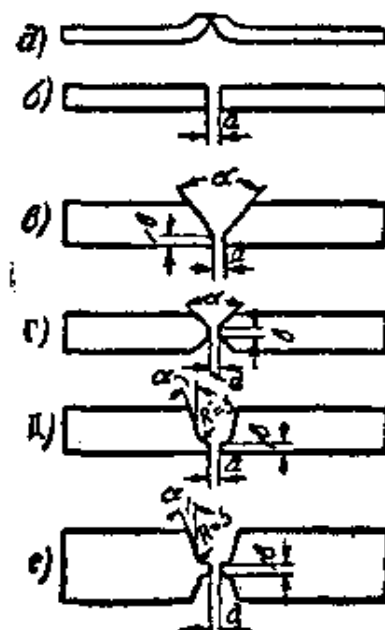


圖 126 对头焊接

(2) T 型連接 (圖 127)

(3) 角型連接 (圖 128)

(4) 不同厚度的焊接物的連接 (表 85)。

(5) 搭焊，如圖 129 所示。当不需用滿焊時，則可用斷續焊接方法，如圖 129b 所示。用穿通焊接，如圖 129c。

T 形焊接的切口外形尺寸 (圖 127)

表 84

圖 樣	尺 寸			
	S (mm)	B (mm)	a (mm)	α°
a	≤ 14	—	$0.5 \sim 1.0$	—
b	≤ 25	$2 \sim 4$	$\leq 1 \sim 2$	$50 \sim 60$
b	> 20	$2 \sim 4$	$\leq 1 \sim 2$	$50 \sim 60$
r	> 30	$2 \sim 3$	$\leq 1 \sim 2$	$10 \sim 15$
h	> 40	$2 \sim 3$	—	$10 \sim 15$

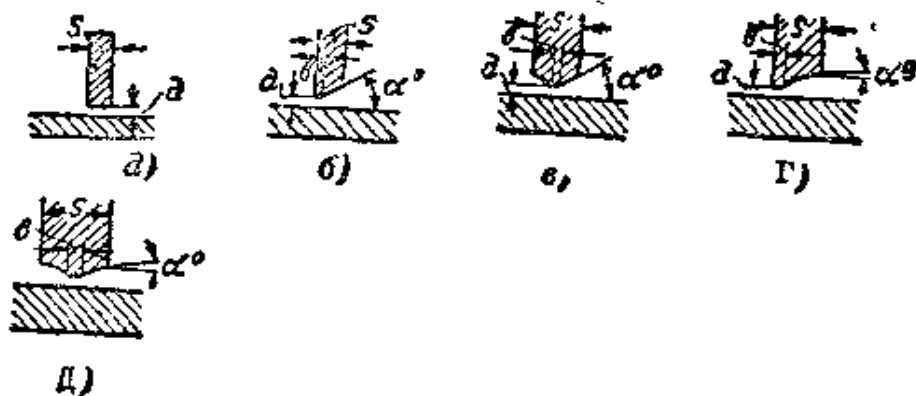


圖 127 T 型电弧焊接的切口

表 85

不同厚度对头焊接的切口外形

$S=5 \sim 20 \text{ mm}$	$S=12 \sim 30 \text{ mm}$	S 与 S_1 的关系
		$S_1 \leq 1.25S$
		$S_1 \leq 1.5S$
		$S_1 \leq 1.25S$

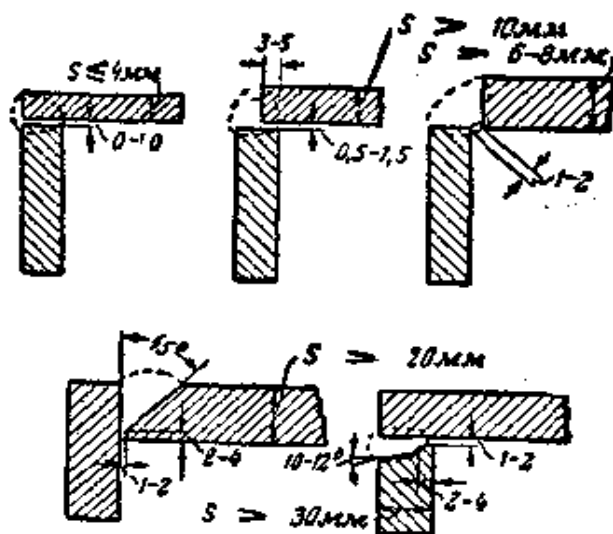


圖 128 角型电弧焊接的切口

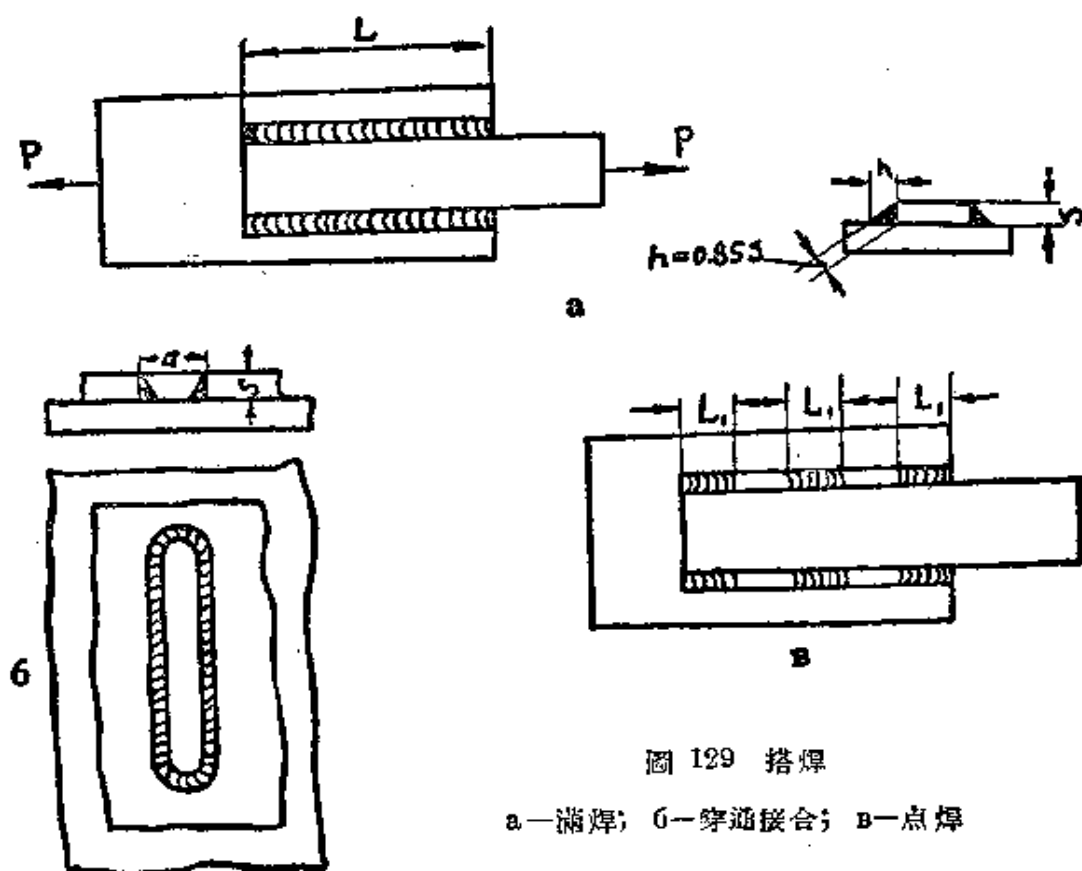


圖 129 搭焊

a—滿焊；6—穿透接合；B—點焊

四、管子的电弧焊

1. 水平和垂直电焊时，焊層和焊环的数量以及电焊条的直径，可参看表 86。

2. 在进行垂直焊接管子，应由低点焊至高点，当管径大於 150mm 时，应采用逐段逆式焊接方法（圖 130）。

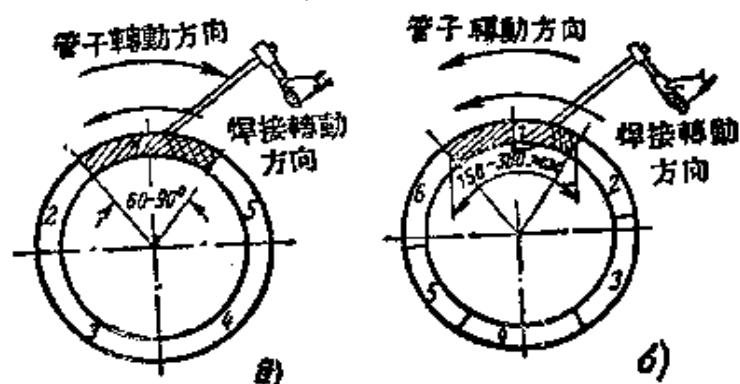
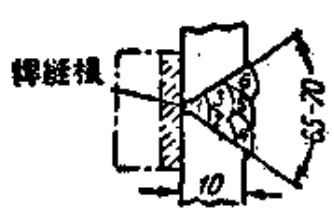
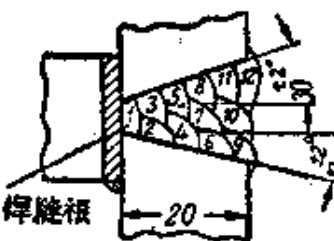
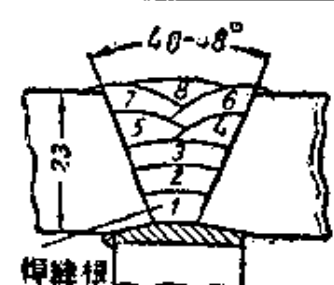


圖 130 管子的电弧焊

a—当管徑在150mm以內； 6—当管徑大於150mm

表 86

电弧焊接管子的焊缝結構

焊 接 方 法	圖 例	管壁厚 (mm)	層 数	环 数	电焊条直径 (mm)	
					位 置	
					根部焊口	其余焊口
1. 水平		3	—	2	2.5~3	2.5~3
		6	—	4	2.5~3	3
		10	—	8~10	3	4
		14	—	13~15	3	4
		19	—	18~21	3	4
		20	—	17~19	3	4
		25	—	20~22	3	4
		30	—	25~28	3	4
2. 垂直		3	2	2	2.5~3	2.5~3
		6	3	3~4	2.5~3	3~4
		10	4	6~7	2.5~3	3~4
		14	5~6	9~11	3	4
		20	6~7	13~16	3	4~5
		10	4	7~8	3~4	4~5
		15	6	11~13	3~4	4~5
		20	7	14~16	4	5
		25	7~8	16~18	4	5
		30	8~9	17~20	4	5

3. 当焊接管径大于 200. mm 的厚壁管子, 最好不要转动管子。以免第一层焊缝在转动管子时发生裂纹 (图 131)。

4. 在多層焊接时，每一層的各段落（始点和終点），不要与隣近一層的各段落相重合（圖 132）。

5. 当进行含炭成份不大於 0.27 % (Cт 10、20、25) 的炭素鋼管的对头焊接时，电弧应在焊缝附近的管子上产生。

当焊接合金鋼管 (15M、20M、15XM、12MX) 或含炭量大於 0.27 % 炭素鋼管时，电弧应当在焊缝內产生，或产生在将要塗抹焊藥的焊缝上。

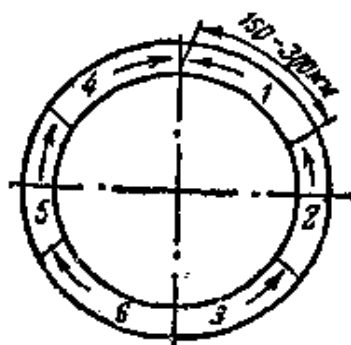


圖 131 不轉动管子垂直焊口的焊接方法



圖 132 厚壁管不轉动管子逆式逐段焊接方法

6. 管子与法藍盤及管接头应用电弧焊接（圖133、134）。

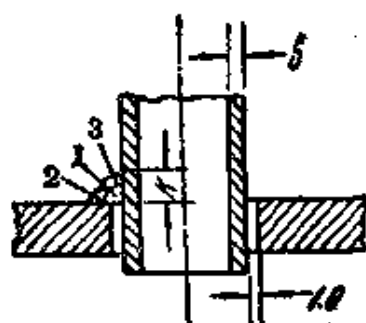


圖 133 管接头的焊接

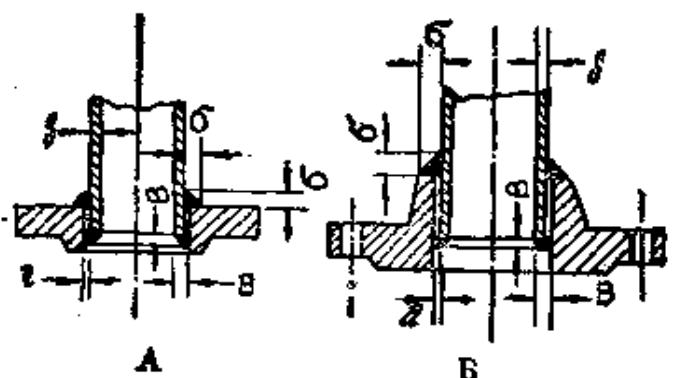


圖 134 管子与法藍的焊接
A—平头法藍； B—高压法藍

表 87

管接头焊接的尺寸 (圖 133)

壁 管 厚 S (MM)	3~5	6~8	9~11	>11
K (MM)	$S+2$	$S+3$	$S+4$	$S+6$

表 88

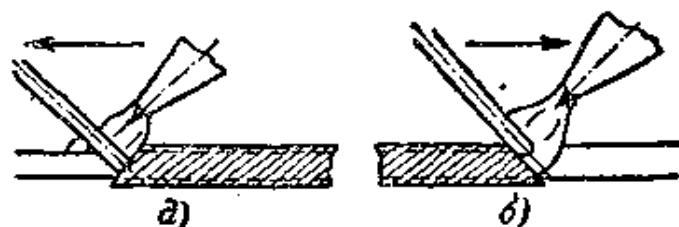
管子与法藍焊接的尺寸 (圖 134)

管 外 徑 (MM)	a	b	B	焊 縫 層 數		电 焊 条 直 徑 (MM)
				外 側	內 側	
38	1	5	3	1	1	3~4
53	1	5	3.5	1	1	3~4
108	1	7	5	1~2	1	3~4
159	1.5	9	6.5	1~2	1~2	4~5
219	1.5	10	8	2~3	1~2	4~5
325	1.5	15	11	3~4	2~3	4~5

六、气 焊

1. 气焊最好应采用右焊方法 (圖135), 这种方法可以保证得到良好的焊缝质量, 而且焊接速度能增快20~25%, 并可减少氧气消耗量15~25%。当管壁厚大于4~5MM时, 应采用右焊; 当材料较薄, 且在进行焊接的现场地方很狭窄不便右焊时, 则允许采用左焊方法, 如图 137。

2. 焊咀和焊缝中心所成的 α 角系随被焊物之厚度而变更 (見表90) 如图 136 所示。



—→表示焊条移动方向
 a —左焊; b —右焊
 圖 135 一般气焊的方法

表 89

气焊条直径的选择

被焊物的厚度 MM	<2	3—4	5—6	7—10	11—15	16—25
焊条直径 MM	2	2—3	3—4	4—6	6—8	8—9

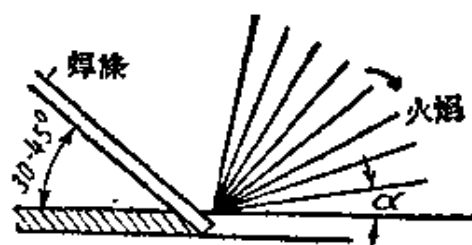


图 136 焊咀的角度

表 90

焊咀和被焊物所成的角度

被焊物厚 (MM)	1 以内	1~3	3~5	5~7	7~10	10~12	12~15	<12
α°	10	20	30	40	50	60	70	80

3. 当採用气焊来焊接管段，其焊条的層数及直径可参考表 91。

4. 当内部不用垫圈的管焊，在焊接之前，应先將焊口底部之金屬熔化使其銜接，然后再进行焊接，以免熔渣流入管内（表 91 中圖例之熔層）。

表 91

对头連接气焊时的焊層及焊条直径

圖	例	管壁厚 (MM)	層数	氧焊条直径 (MM)
		≤5	1~2	2~3
		6~12	2~3	4~6
		13~20	3~4	5~7

5. 不轉動管子的垂直對頭焊接，應由下而上地來進行（圖 137），當焊接厚壁的管子時（管壁厚於 12mm），其每一層各段落之長應等於 60~70mm（圖 138）。

6. 在焊接炭素鋼管時用中性火焰，在焊接鋁合金及鉻鋁合金鋼管時，則採用不十分多的乙炔火焰。

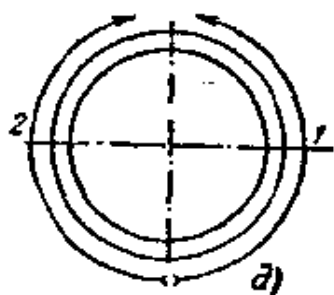


圖 137 不轉動管子的
垂直焊接



圖 138 厚管壁不轉動管子
的垂直焊接

七、一般焊接的技術要求及注意事項

1. 從事焊接工作的焊工，應當具有焊接理論和實際經驗，並經過考試合格，始可進行熱力管道之焊接工作。

2. 在焊接之前，管口內外端部應進行加工到金屬發光為止，其加工之長不能小於 10mm。

3. 在焊接高壓管道，管端最好採用機械加工，並加用內墊圈來焊接；在安裝現場不可能用機械加工時，則可採取其他方法，但應保證加工之質量。

4. 管子可以用機械方法或氧焰來切斷，然後應清除鐵渣或熔渣，切口平面應與管中心線垂直。但不得用電焊切割，切斷面應與管中心線垂直。

5. 當管壁厚在 20mm 以下，水平和垂直焊接的管端切口型式是一樣，可參看圖 135 及表 81。

6. 焊接前應先採用適當裝置（圖 139）將被焊物組合好，並保證相關位置之正確性，在正式焊接前並應先進行點焊將其固

定。

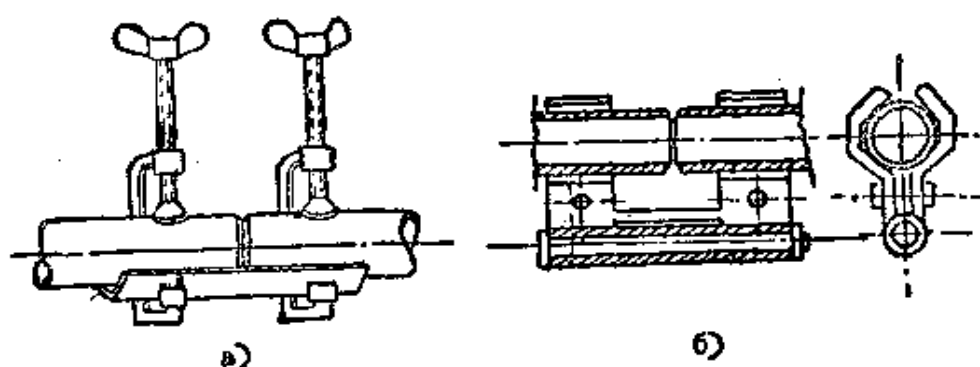


圖 139

a—焊接管子的接合夾持器；b—管的夾鉗架

7. 点焊的工作不能認為是次要的，应以較好之焊工来进行，尽可能以焊接該管之同一焊工及用同种焊条焊接。

8. 点焊尺寸及位置应合乎下列附表。

表 92

長 度 (MM)	高 度 (MM)	間 隔 距 离 (MM)
对金屬結構鋼材 50~70	$(0.3 \sim 0.6) S$	400~1000 (依被焊物 的厚度及佈置而決定)
对电焊管子 不小於30	5~8	三等分圓周
对气焊管子 8~12	S (但不能大於 6mm)	三等分圓周

註：S—被焊物厚度。

9. 在点焊鋼材时（鉻鋁合金及其类似金屬），鋼材在空間因不平衡应力而發生歪曲，应在点焊附近將溫度提高 200~300 °C。

10. 在点焊后应經過工長的詳細檢查或校正，並应将鉄渣、熔渣清除后，焊接工方能进行正式焊接。

11. 对头焊接的兩被焊物的表面，其厚度一样时，应並置於同一水平上；若其厚度不一样，而被焊物是鋼板时，則允許一塊鋼板的表面超过另外一塊鋼板的表面至多不能大於 2mm。如为不同厚度的管子，則兩管表面之差，不能大於 10% 管壁厚（但不能大

於 3mm)，對於受火焰的管子，其差不能大於 15%，如兩被焊物厚度之差超過上述範圍，則可按表 85 所示之方法，將管端進行加工。

12. 在焊管時，兩個焊縫距離不能小於管徑，但至少亦不能小於 200mm。

13. 在焊接管子時，當一圈焊縫尚未焊完，不可休息；當沿圓周焊接時，其熔劑之厚度尚未至管厚的一半時，亦不應中斷工作，如被迫停止工作，則應將管子纏以石棉層，或用其他方法，使其慢慢冷卻。

14. 當焊接 CT.10、15 號炭素鋼管，外面空氣溫度可以在負 20°C 時進行之，對於其他炭素鋼允許到負 10°C ，對於合金鋼則溫度不能低於負 10°C 。

15. 在預防被焊物在焊接時之變形及彎曲，應在焊接前先將被焊物作成彎曲或歪斜形狀，然後開始焊接，如圖 140 所示。

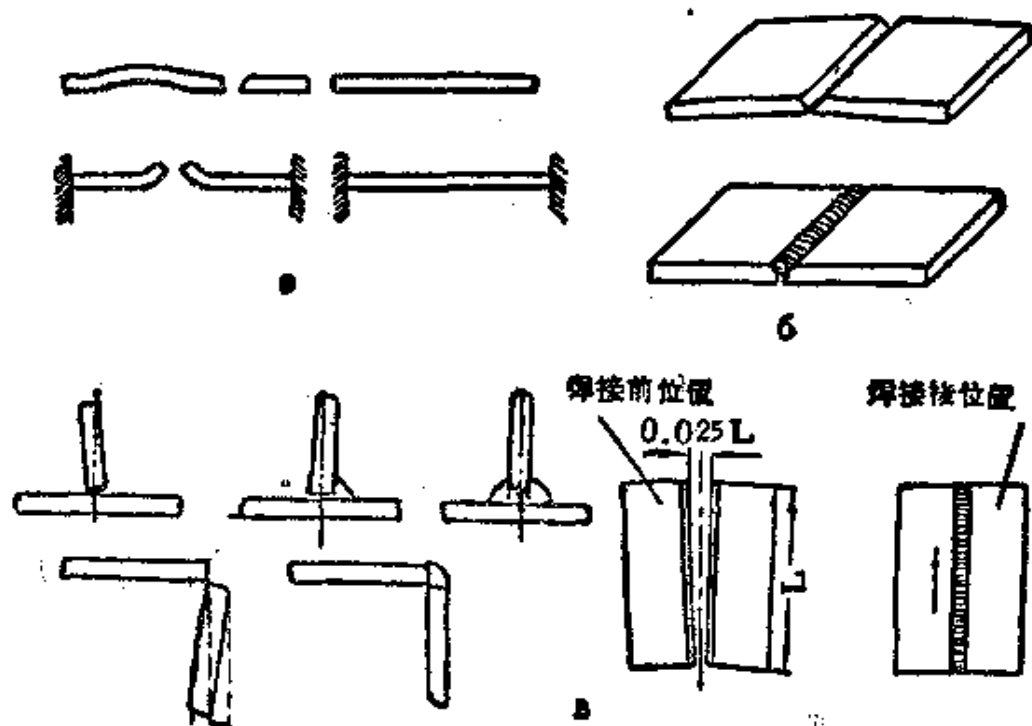


圖 140

16. 當焊接 29 atn 的飽和蒸汽管道以及 300°C 以內的热水管，應採用相當於國定全蘇標準 Э-42 號的电焊條，當焊接工作

压力不超过 1 个表大气的蒸汽, 冷凝水管道, 120 °C 以内的热水管道以及冷水管, 可采用相当于国定全苏标准 9-34 号的电焊条,

17. 气焊条应采用相当于国定全苏标准 I, I A, 及 I 号的气焊条。

18. 焊缝上有缺陷的地方, 应铲除重焊, 如有缺陷的地方在管径 50mm 以内者超过 3 处, 管径在 150 mm 以内者超过 5 处, 管径在 150 mm 以上者超过 8 处时, 则焊缝在全部铲除重焊。

19. 焊缝在外观上应满足下列要求:

(1) 焊缝表面光滑, 在周围没有显著的不平和孔隙。

(2) 焊缝及邻近焊缝的金属不应有肉眼能见的裂缝。

(3) 从填缝金属到焊件间的焊趾要光滑, 并应没有金属堆积现象, 当管壁厚度在 10mm 以内时, 咬肉的深度不应大于 0.5 mm, 而其长度不得大于 25mm。所有咬肉总长度不得大于焊缝全长的 25%。

(4) 填缝金属高出管皮的高度: 当管壁厚 5 mm 以内时为 1—2.5mm, 管壁厚 5 mm 以上时为 2—3mm。

八、焊接及气切割时材料的消耗

表 93

手工电弧焊及气焊时的材料一般平均消耗量

被焊物厚度 (mm)		2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	24	28	32	註
电 弧 焊	优质电焊条 (KT)	0.1	0.2	0.4	0.6	0.97	1.37	1.8	2.3	2.82	3.46	4.82	6.14	7.4	用 在 对 头 连 接
	电能 (KBTU)	0.35	0.7	1.4	2.3	3.4	4.8	6.3	8.05	9.85	12.0	16.9	21.5	23	
气 焊	氧焊条 (KT)	0.07	0.2	0.33	0.64	1.0	1.4	1.6	2.0	2.6	3.2	4.5	—	—	
	乙 炔 (л)	30	120	270	480	750	1100	1500	1900	2400	3000	4300	—	—	
	氧 气 (л)	37	145	330	580	910	1320	1800	2350	3000	3670	5300	—	—	
	碳化物 (KT)	0.12	0.45	1.0	1.82	2.85	4.1	5.6	7.3	9.1	11.2	16.0	—	—	

表 94

手工气切割的材料一般平均消耗量

被切割物的厚度 (mm)		5	10	20	30	40	50	75	100	130	175	200	250	300
乙炔 氧焰的 切割	氧 气 (л)	50	160	160	240	320	450	785	1250	1430	2275	3000	4200	5600
	乙 炔 (л)	7.5	15	24	36	48	67	79	125	143	228	300	420	560
	炭化物 (кг)	0.08	0.06	0.09	0.14	0.18	0.25	0.30	0.48	0.55	0.86	1.15	1.60	2.13
汽油 (石油) 氧切 割	氧 气 (л)	50	120	250	400	550	700	1100	1600	2100	3000	3600	4700	6000
	燃 料	13	25	35	40	46	48	75	100	130	175	200	250	300
	(л) 石 油	17	33	46	52	59	63	93	130	170	230	260	330	380

表 95

管子焊接的平均定额

焊接种类	管径厚度	工作 8 小时所能焊					
		38×4	76×6	108×9	133×13	219×21	273×26
电 弧 焊		28—32	18—20	7—9	5—6	2.3—3	1.5—1.6
气 焊		25—30	16—18	—	—	—	—

註表 95之消耗量系以 m 計。

附 录

目 录

I 水和水蒸汽之性能

- 附录 1 干飽和蒸汽表 (以溫度为基础)
2 干飽和蒸汽表 (以压力为基础)
3 过热蒸汽表
4 过热蒸汽之比重表
5 水蒸汽和空气之定压平均 (体积) 比热表
6 水蒸汽和空气之定压平均 (重量) 比热表
7 水的比重及比容积与其溫度的关系
8 飽和線上水的物理特性表

II 常 用 表

- 附录 9 常用对数表
10 自然对数表
11 三角函数表 (附对数)
12 各种樑之力矩、剪力圖表

III 單 位 換 算

- 附录 13 公制与英制單位換算表
14 溫度及功率換算表

IV 鋼材及材料的成份性能

- 附录 15 普通鋼之化学成份和机械性能表
16 优 鋼之化学成份和机械性能表
17 合金鋼之化学成份和机械性能表
18 数种材料的强度極限表
19 各种材料的彈性系数及波桑系数表
20 等边角鋼規格表
21 不等边角鋼規格表

- 22 工字鋼規格表
- 23 槽鋼規格表
- 24 圓鋼每公尺重量表
- 25 扁鋼每公尺重量表
- 26 鋼板每平方公尺重量表
- 27 普通厚鋼板尺寸表
- 28 鋼管主要計算數值表
- 29 鋼管之允許公差表

V 电 焊

- 附录 31 电焊条成份、直徑及長度表
- 32 厚層塗料电焊条的机械性能及塗料成份表
- 33 薄層塗料电焊条的成份及塗料厚度表

VI i—S莫理耳水蒸汽性能圖

附 录 1

飽和蒸汽表 (以溫度為基礎)

溫度 (°C) <i>t</i>	絕對壓力 (kg/cm ²) <i>P_s</i>	單位重容積 (m ³ /kg)		焓 (kcal/kg)		汽化焓 (kcal/kg) <i>h_{fg}</i>	熵 (kcal/°K)		
		飽和液體 <i>v_f</i>	乾飽和蒸汽 <i>v_g</i>	飽和液體 <i>h_f</i>	乾飽和蒸汽 <i>h_g</i>		飽和液體 <i>s_f</i>	乾飽和蒸汽 <i>s_g</i>	汽化焓 <i>i_{fg}</i>
0	0.006225	0.001000	206.4	0	596.22	596.22	0	2.1824	2.1824
10	0.01251	0.001000	106.5	10.02	600.75	590.73	0.0359	2.1218	2.0859
20	0.02382	0.001003	57.84	20.01	605.27	585.26	0.0705	2.0666	1.9961
30	0.04326	0.001004	32.93	30.00	609.76	579.76	0.1039	2.0160	1.9121
40	0.07521	0.001008	19.55	39.98	614.22	574.24	0.1362	1.9697	1.8335
50	0.1258	0.001012	12.05	49.96	618.62	568.66	0.1675	1.9270	1.7595
60	0.2032	0.001017	7.677	59.94	622.97	563.03	0.1978	1.8876	1.6898
70	0.3178	0.001023	5.047	69.94	627.24	557.30	0.2275	1.8513	1.6238
80	0.4830	0.001029	3.410	79.95	631.39	551.44	0.2561	1.8174	1.5613
90	0.7149	0.001036	2.362	89.98	635.42	545.44	0.2841	1.7859	1.5018
100	1.0332	0.001043	1.674	100.0	639.3	539.3	0.3115	1.7565	1.4450
110	1.4609	0.001052	1.210	110.1	643.0	532.9	0.3381	1.7288	1.3907
120	2.0245	0.001060	0.8917	120.3	646.6	526.3	0.3642	1.7028	1.3386
130	2.754	0.001070	0.6681	130.4	649.6	519.5	0.3898	1.6782	1.2884
140	3.685	0.001080	0.5083	140.7	653.1	512.4	0.4148	1.6549	1.2401
150	4.854	0.001090	0.3922	150.9	655.9	505.0	0.4393	1.6328	1.1933
160	6.302	0.001102	0.3065	161.3	658.6	497.3	0.4633	1.6114	1.1481
170	8.076	0.001114	0.2423	171.7	661.0	489.3	0.4871	1.5911	1.1040
180	10.224	0.001127	0.1936	182.3	663.1	480.9	0.5104	1.5716	1.0612
190	12.798	0.001141	0.1561	192.8	665.0	472.2	0.5334	1.5528	1.0194
200	15.86	0.001156	0.1270	203.5	666.5	463.0	0.5562	1.5346	0.9784
210	19.46	0.001172	0.1041	214.4	667.7	453.3	0.5787	1.5169	0.9382
220	23.66	0.001190	0.08599	225.4	668.5	443.1	0.6010	1.4995	0.8985
230	28.53	0.001208	0.07144	236.5	668.9	432.4	0.6232	1.4825	0.8593
240	34.14	0.001229	0.05967	247.9	668.9	421.0	0.6452	1.4656	0.8204
250	40.56	0.001251	0.05006	259.5	668.4	408.9	0.6672	1.4487	0.7815
260	47.87	0.001275	0.04215	271.1	667.3	396.2	0.6886	1.4317	0.7431
270	56.14	0.001302	0.03560	282.8	665.5	382.7	0.7100	1.4145	0.7045
280	65.46	0.001332	0.03011	295.1	663.0	367.9	0.7318	1.3968	0.6650
290	75.92	0.001365	0.02549	307.8	659.6	351.8	0.7540	1.3785	0.6245
300	87.62	0.001404	0.02137	321.1	655.2	334.1	0.7767	1.3596	0.5829
310	100.65	0.001448	0.01822	335.2	649.8	314.6	0.8003	1.3397	0.5394
320	115.13	0.001499	0.01534	350.0	643.1	293.1	0.8248	1.3188	0.4940
330	131.19	0.001562	0.01285	365.8	635.0	269.2	0.8501	1.2963	0.4462
340	148.98	0.001641	0.01067	382.7	625.1	242.4	0.8768	1.2721	0.3953
350	168.63	0.001747	0.008741	402.1	612.4	211.2	0.9056	1.2444	0.3388
360	190.43	0.001907	0.006940	423.0	594.4	171.4	0.9389	1.2094	0.2705
370	214.69	0.002244	0.005025	455.8	563.0	107.2	0.9882	1.1550	0.1668
374	225.20	0.003198	0.003198	509.5	509.5	0	1.0700	1.0700	0

乾飽和蒸汽表 (以壓力為基礎)

絕對 壓力 (kg/cm^2)	飽和 溫度 ($^{\circ}\text{C}$)	單位重容積 (m^3/kg)		焓 (kcal/kg)		汽化焓 (kcal/kg) h_{fg}	熵 ($\text{kcal}/^{\circ}\text{K}$)		
		飽和液體 v_f	乾飽和蒸汽 v_g	飽和液體 h_f	乾飽和蒸汽 h_g		飽和液體 s_f	乾飽和蒸汽 s_g	汽化焓 i_{fg}
0.01	6.7	0.001000	131.6	6.71	592.35	592.54	0.0241	2.1412	2.1171
0.02	17.2	0.001001	68.26	17.23	604.01	586.78	0.0610	2.0815	2.0205
0.03	23.8	0.001003	46.52	23.79	606.97	583.18	0.0833	2.0470	1.9637
0.05	32.5	0.001005	28.72	32.55	610.90	578.35	0.1122	2.0037	1.8915
0.10	45.4	0.001010	14.95	45.43	616.63	571.20	0.1534	1.9459	1.7925
0.20	59.7	0.001017	7.793	59.62	622.83	563.21	0.1969	1.8889	1.6920
0.30	68.7	0.001022	5.327	68.62	626.67	558.05	0.2236	1.8559	1.6323
0.50	80.9	0.001030	3.301	80.81	631.74	550.93	0.2587	1.8147	1.5560
0.70	89.4	0.001036	2.409	89.43	635.21	545.78	0.2826	1.7876	1.5050
1.0	99.1	0.001043	1.726	99.12	638.97	539.85	0.3090	1.7591	1.4501
1.5	110.8	0.000152	1.181	110.9	643.3	532.4	0.3402	1.7287	1.3865
2.0	119.6	0.001060	0.9019	119.9	646.5	526.6	0.3632	1.7038	1.3406
3.0	132.9	0.001072	0.6166	133.3	650.8	517.5	0.3970	1.6714	1.2744
4.0	142.9	0.001083	0.4705	143.6	653.9	510.3	0.4219	1.6482	1.2263
5.0	151.1	0.001092	0.3813	152.1	656.3	504.2	0.4419	1.6302	1.1883
6.0	158.1	0.001100	0.3210	159.3	658.1	498.8	0.4587	1.6154	1.1567
7.0	164.2	0.001107	0.2775	165.6	659.6	494.0	0.4732	1.6028	1.1296
8.0	169.6	0.001114	0.2445	171.3	660.9	489.6	0.4861	1.5919	1.1058
9.0	174.5	0.001120	0.2186	176.4	662.0	485.6	0.4977	1.5822	1.0845
10.0	179.0	0.001126	0.1977	181.2	662.9	481.7	0.5082	1.5735	1.0653
12	187.1	0.001137	0.1661	189.7	664.5	474.8	0.5267	1.5582	1.0315
14	194.1	0.001147	0.1432	197.2	665.6	468.4	0.5428	1.5452	1.0024
16	200.4	0.001157	0.1259	204.0	666.6	462.6	0.5571	1.5338	0.9767
18	206.1	0.001166	0.1123	210.2	667.3	457.1	0.5700	1.5236	0.9536
20	211.4	0.001175	0.1014	215.8	667.8	452.0	0.5818	1.5145	0.9327
25	222.9	0.001195	0.08144	228.6	668.7	440.1	0.6074	1.4946	0.8872
30	232.8	0.001214	0.06795	239.6	669.0	429.4	0.6292	1.4778	0.8486
35	241.5	0.001232	0.05819	249.5	668.9	419.4	0.6482	1.4632	0.8150
40	249.2	0.001249	0.05078	258.5	668.4	409.9	0.6653	1.4501	0.7848
50	262.7	0.001282	0.04027	274.2	666.9	392.7	0.6944	1.4271	0.7327
60	274.3	0.001314	0.03313	288.1	664.5	376.4	0.7194	1.4070	0.6876
80	293.6	0.001378	0.02400	312.5	658.1	345.6	0.7621	1.3718	0.6097
100	309.5	0.001445	0.01837	334.4	650.0	315.6	0.7991	1.3408	0.5417
120	323.1	0.001512	0.01452	354.8	640.7	285.9	0.8326	1.3120	0.4794
140	335.1	0.001600	0.01171	374.2	630.2	256.0	0.8634	1.2843	0.4209
160	345.7	0.001697	0.00954	393.0	618.2	225.2	0.8929	1.2568	0.3639
180	355.4	0.001822	0.00777	412.2	603.7	191.5	0.9224	1.2270	0.3046
200	364.1	0.002005	0.00619	434.1	584.1	150.0	0.9555	1.1910	0.2355
220	372.1	0.002428	0.00444	469.4	549.5	80.1	1.0088	1.1329	0.1241

附录 3

通 熱 蒸 汽 表

壓 力 (kg/cm^2) 〔飽和溫度〕 ($^{\circ}\text{C}$)		蒸 汽 溫 度 ($^{\circ}\text{C}$)							
		100	150	200	250	300	350	400	450
0.05 〔32.5〕	ν	35.03	39.79	44.50	49.21	53.92	58.62	63.33	68.03
	h	641.8	664.8	688.0	711.4	735.0	759.0	783.3	808.2
	s	2.0951	2.1530	2.2047	2.2517	2.2949	2.3350	2.3726	2.4081
0.10 〔45.4〕	ν	17.53	19.89	22.24	24.6	26.90	29.31	31.66	34.04
	h	641.7	664.7	687.9	711.3	735.0	759.0	783.3	808.1
	s	2.0187	2.0765	2.1283	2.1763	2.2185	2.2586	2.2962	2.3317
0.20 〔59.7〕	ν	8.752	9.934	11.11	12.29	13.47	14.65	15.83	17.00
	h	641.5	664.6	687.8	711.2	734.9	758.9	783.3	808.1
	s	1.9419	2.000	2.0518	2.0988	2.1420	2.1823	2.2195	2.2554
0.50 〔80.9〕	ν	3.487	3.964	4.439	4.912	5.384	5.855	6.327	6.798
	h	640.8	664.2	687.5	711.0	734.7	758.7	783.1	807.9
	s	1.839	1.8963	1.9504	1.9975	2.0408	2.0810	2.1187	2.1543
1.0 〔99.1〕	ν	1.730	1.974	2.214	2.452	2.689	2.925	3.161	3.397
	h	639.4	663.5	687.0	710.6	734.4	758.5	782.9	807.8
	s	1.7603	1.8208	1.8734	1.9029	1.9642	2.0045	2.0422	2.0778
2.0	ν		0.9790	1.101	1.222	1.341	1.460	1.579	1.697
〔119.6〕	h		661.9	686.0	709.9	733.8	758.0	782.5	807.4
	s		1.7416	1.7955	1.8435	1.8871	1.9276	1.9654	2.0012
3.0 〔132.9〕	ν		0.6468	0.7304	0.8116	0.8918	0.9715	1.051	1.130
	h		660.1	685.0	709.1	733.2	757.6	782.1	807.1
	s		1.6936	1.7492	1.7977	1.8418	1.8824	1.9204	1.9562
4.0 〔142.9〕	ν		0.4803	0.5449	0.6066	0.6672	0.7273	0.7871	0.8466
	h		658.0	683.9	708.4	732.7	757.1	781.8	806.8
	s		1.6578	1.7158	1.7650	1.8094	1.8502	1.8883	1.9242
5.0 〔151.1〕	ν			0.4336	0.4936	0.5325	0.5808	0.6288	0.6766
	h			682.7	707.6	732.1	756.6	781.4	806.5
	s			1.6894	1.7394	1.7841	1.8251	1.8633	1.8993
6.0 〔158.1〕	ν			0.3593	0.4016	0.4427	0.4832	0.5233	0.5633
	h			681.5	706.9	731.5	756.2	781.0	806.2
	s			1.6674	1.7182	1.7633	1.8045	1.8429	1.8789
7.0	ν			0.3061	0.3430	0.3785	0.4134	0.4480	0.4823
〔164.2〕	h			680.3	706.1	731.0	755.7	780.7	805.9
	s			1.6483	1.7001	1.7456	1.7870	1.8255	0.8617
8.0 〔169.6〕	ν			0.2663	0.2990	0.3304	0.3611	0.3914	0.4216
	h			679.0	705.3	730.4	755.3	780.3	805.6
	s			1.6314	1.6844	1.7302	1.7717	1.8104	1.8467

註: ν —比容 m^3/kg (立方公尺/公斤); h —含熱量 (焓) kcal/kg (大卡/公斤); s —熵 $\text{kcal}/^{\circ}\text{K}$ (大卡/ $^{\circ}\text{K}$)。

過熱蒸汽表 (續前)

壓力 (kg/cm^2) [飽和溫度] ($^{\circ}\text{C}$)		溫度 ($^{\circ}\text{C}$)							
		200	250	300	350	400	450	500	550
10 [179.0]	v	0.2103	0.2374	0.2630	0.2878	0.3123	0.3366	0.3606	0.3846
	h	676.2	703.7	729.2	754.4	779.6	805.0	830.8	857.0
	s	1.6022	1.6574	1.7041	1.7461	1.7850	1.8215	1.8559	1.8883
12 [187.1]	v	0.1729	0.1964	0.2180	0.2390	0.2595	0.2799	0.3000	0.3201
	h	673.2	702.0	728.1	753.5	778.9	804.4	830.3	856.6
	s	1.5768	1.6249	1.6825	1.7250	1.7642	1.8008	1.8354	1.8684
15 [197.4]	v	0.1352	0.1552	0.1731	0.1901	0.2068	0.2232	0.2394	0.2555
	h	668.0	699.3	726.3	752.1	777.8	803.5	829.5	855.9
	s	1.5444	1.6064	1.6556	1.6988	1.7384	1.7753	1.8101	1.8432
20 [211.4]	v		0.1140	0.1281	0.1413	0.1540	0.1665	0.1789	0.1911
	h		694.6	723.2	749.8	775.9	802.0	828.3	854.8
	s		1.5677	1.6200	1.6645	1.7048	1.7421	1.7773	1.8106
30 [232.8]	v		0.07237	0.08304	0.09240	0.1013	0.1098	0.1183	0.1265
	h		683.5	716.7	745.2	772.3	799.0	825.7	852.7
	s		1.5060	1.5667	1.6144	1.6562	1.6945	1.7303	1.7641
40	v		0.05097	0.06038	0.06793	0.07486	0.08149	0.08795	0.09427
	h		669.3	709.5	740.3	768.5	796.0	823.2	850.6
	s		1.4517	1.5253	1.5768	1.6204	1.6598	1.6962	1.7305
50 [262.7]	v			0.04663	0.05321	0.05901	0.06448	0.06976	0.07492
	h			701.3	735.2	764.7	792.9	820.7	848.4
	s			1.4893	1.5461	1.5917	1.6321	1.6693	1.7041
70 [284.5]	v			0.03041	0.03627	0.04087	0.04504	0.04898	0.05280
	h			680.6	723.9	756.8	786.7	815.6	844.2
	s			1.4225	1.4951	1.5459	1.5888	1.6275	1.6633
100 [309.5]	v				0.02321	0.02717	0.03042	0.03339	0.03620
	h				702.8	743.9	777.2	807.9	837.7
	s				1.4284	1.4920	1.5398	1.5809	1.6183
150 [340.6]	v				0.01186	0.01621	0.01997	0.02323	0.02598
	h				646.3	716.8	759.6	794.6	826.9
	s				1.3060	1.4153	1.4768	1.5236	1.5640
200	v					0.01028	0.01312	0.01511	0.01681
	h					678.1	738.8	780.3	815.6
	s					1.3351	1.4224	1.4779	1.5224
250 [364.1]	v					0.006340	0.009502	0.01141	0.01292
	h					622.9	713.4	764.5	804.0
	s					1.2380	1.3692	1.4377	1.4872

附 录 4

饱和蒸汽之比重表(kg/m^3)

压力 度	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340
1.0	0.547	0.519	0.494	0.472	0.451	0.433	0.416	0.400	0.385	0.371	0.359	0.347
1.2	0.725	0.624	0.594	0.564	0.543	0.525	0.499	0.481	0.453	0.446	0.431	0.417
1.4	0.768	0.728	0.694	0.662	0.637	0.607	0.583	0.560	0.540	0.528	0.503	0.486
1.6	0.881	0.763	0.794	0.758	0.725	0.684	0.667	0.635	0.617	0.595	0.575	0.517
1.8	0.993	0.941	0.895	0.856	0.816	0.732	0.750	0.722	0.695	0.690	0.647	0.625
2.0	1.107	1.047	0.938	0.960	0.908	0.869	0.834	0.802	0.773	0.745	0.720	0.696
2.5	—	1.316	1.259	1.191	1.138	1.089	1.045	1.005	0.967	0.933	0.900	0.871
3.0	—	1.603	1.506	1.434	1.369	1.310	1.258	1.219	1.162	1.121	1.032	1.046
3.5	—	1.651	1.733	1.678	1.601	1.532	1.465	1.411	1.358	1.303	1.264	1.221
4.0	—	—	1.824	1.924	1.831	1.758	1.682	1.615	1.554	1.498	1.500	1.397
4.5	—	—	2.166	2.172	1.870	1.979	1.896	1.820	1.751	1.687	1.623	1.573
5.0	—	—	2.551	2.421	2.306	2.203	2.110	2.021	1.998	1.942	1.813	1.750
6.0	—	—	2.683	2.625	2.783	2.656	2.542	2.439	2.344	2.258	2.178	2.103
7.0	—	—	—	3.436	3.265	3.114	2.977	2.855	2.685	2.641	2.542	2.460
8.0	—	—	—	3.959	3.763	3.575	3.416	3.273	3.143	3.025	3.003	2.816
9.0	—	—	—	4.488	4.248	4.042	3.859	3.675	3.547	3.441	3.288	3.173
10.0	—	—	—	5.027	4.755	4.542	4.304	4.120	3.952	3.800	3.661	3.533
12.0	—	—	—	—	5.771	5.470	5.208	4.971	4.776	4.699	4.413	4.295

附 录 5

水蒸汽和空气之定压平均（体积）比热表 (ккал/м³·°C)

t°C	水 蒸 汽	空 气
0	0.3569	0.3093
100	0.3596	0.3106
200	0.3625	0.3123
300	0.3654	0.3147
400	0.3739	0.3175
500	0.3796	0.3207
600	0.3856	0.3241
700	0.3920	0.3275
800	0.3985	0.3307
900	0.4050	0.3338
1000	0.4115	0.3367

附 录 6

水蒸汽和空气之定压平均（重量）比热表 (ккал/кг·°C)

t°C	水 蒸 汽	空 气
0	0.441	0.2393
100	0.4477	0.2403
200	0.4523	0.2416
300	0.4584	0.2434
400	0.4652	0.2456
500	0.4724	0.2481
600	0.4798	0.2507
700	0.4877	0.2533
800	0.4957	0.2559
900	0.5038	0.2583
1000	0.5120	0.2606

附 录 7

水的比重及比容积与其温度的关系

温 度 (°C)	比 重 (T/M^3)	比 容 积 (M^3/T)	温 度 (°C)	比 重 (T/M^3)	比 容 积 (M^3/T)
0	0.99987	1.00013	85	0.9687	1.0324
2	0.99997	1.00003	90	0.9653	1.0359
4	1.00000	1.00000	95	0.9619	1.0396
6	0.99997	1.00003	100	0.9584	1.0434
8	0.99988	1.00012	110	0.9510	1.0515
10	0.99973	1.00027	120	0.9435	1.0600
12	0.99953	1.00048	130	0.9351	1.0694
14	0.99927	1.00073	140	0.9263	1.0795
16	0.99897	1.00103	150	0.9172	1.0903
18	0.99862	1.00138	160	0.9076	1.1018
20	0.99823	1.00177	170	0.8973	1.1145
22	0.99780	1.00221	180	0.8866	1.1279
24	0.99732	1.00268	190	0.8755	1.1423
26	0.99681	1.00320	200	0.8628	1.1590
28	0.99626	1.00375	210	0.850	1.177
30	0.99567	1.00435	220	0.837	1.193
32	0.99505	1.00497	230	0.823	1.215
34	0.99440	1.00563	240	0.809	1.236
36	0.99372	1.00632	250	0.794	1.259
38	0.99299	1.00706	260	0.779	1.283
40	0.9922	1.0078	270	0.765	1.308
45	0.9903	1.0099	280	0.75	1.34
50	0.9881	1.0121	290	0.72	1.38
55	0.9857	1.0145	300	0.70	1.42
60	0.9832	1.0171	310	0.68	1.46
65	0.9806	1.0198	320	0.66	1.51
70	0.9778	1.0227			
75	0.9749	1.0258			
80	0.9718	1.0290			

附 录 8

飽和線上水的物理特性表

温 度 (°C)	压 力 (кг/см ²)	比 热 (ккал/кг·°C)	导 热 率 (ккал/м·час·°C)	粘度系数 10 ⁶ μ(кг·сек/м ²)	动力粘度系数 10 ⁶ γ(м ² /сек)
0	1.0	1.005	0.480	182.5	1.780
10	1.0	1.001	0.484	133.0	1.300
20	1.0	0.999	0.510	102.0	1.000
30	1.0	0.998	0.525	81.7	0.805
40	1.0	0.998	0.539	66.6	0.659
50	1.0	0.999	0.552	56.0	0.555
60	1.0	0.999	0.565	48.0	0.479
70	1.0	1.001	0.574	41.4	0.415
80	1.0	1.002	0.581	36.3	0.366
90	1.0	1.005	0.585	32.1	0.326
100	1.03	1.007	0.587	28.8	0.295
110	1.46	1.010	0.589	26.0	0.268
120	2.02	1.014	0.590	23.5	0.244
130	2.75	1.019	0.590	21.6	0.223
140	3.68	1.025	0.589	20.0	0.212
150	4.85	1.032	0.588	18.9	0.202
160	6.30	1.040	0.587	17.5	0.190
170	8.08	1.048	0.584	16.6	0.181
180	10.23	1.057	0.580	15.6	0.173
190	12.80	1.066	0.576	14.8	0.166
200	15.86	1.078	0.570	14.1	0.160

附 录 9

常用对数表 (log₁₀)

No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
0	0	0000	3010	4771	6021	6990	7782	8451	9031	9542	
10	0000	0043	0086	0128	0170	0212	0253	0294	0334	0374	42
11	0414	0453	0492	0531	0569	0607	0645	0682	0719	0755	38
12	0792	0828	0864	0899	0934	0969	1004	1038	1072	1106	35
13	1139	1173	1206	1239	1271	1303	1335	1367	1399	1430	32
14	1461	1492	1523	1553	1584	1614	1644	1673	1703	1732	30
15	1761	1790	1818	1847	1875	1903	1931	1959	1987	2014	28
16	2041	2068	2095	2122	2149	2175	2201	2227	2253	2279	26
17	2304	2330	2355	2380	2406	2430	2455	2480	2504	2529	25
18	2553	2577	2601	2625	2648	2672	2695	2718	2742	2765	24
19	2788	2810	2833	2856	2878	2900	2923	2945	2967	2989	22
20	3010	3032	3054	3075	3096	3118	3139	3160	3181	3201	21
21	3222	3243	3263	3284	3304	3324	3345	3365	3385	3404	20
22	3424	3444	3464	3483	3502	3522	3541	3560	3579	3598	19
23	3617	3636	3655	3674	3692	3711	3729	3747	3766	3784	19
24	3802	3820	3838	3856	3874	3892	3909	3927	3945	3962	18
25	3979	3997	4014	4031	4048	4065	4082	4099	4116	4133	17
26	4150	4166	4183	4200	4216	4232	4249	4265	4281	4298	16
27	4314	4330	4346	4362	4378	4393	4409	4425	4440	4456	16
28	4472	4487	4502	4518	4533	4548	4564	4579	4594	4609	15
29	4624	4639	4654	4669	4683	4698	4713	4728	4742	4757	15
30	4771	4786	4800	4814	4829	4843	4857	4871	4886	4900	14
31	4914	4928	4942	4955	4969	4983	4997	5011	5024	5038	14
32	5051	5065	5079	5092	5105	5119	5132	5145	5159	5172	13
33	5185	5198	5211	5224	5237	5250	5263	5276	5289	5302	13
34	5315	5328	5340	5353	5366	5378	5391	5403	5416	5428	13
35	5441	5453	5465	5478	5490	5502	5514	5527	5539	5551	12
36	5563	5575	5587	5599	5611	5623	5635	5647	5658	5670	12
37	5682	5694	5705	5717	5729	5740	5752	5763	5775	5786	12
38	5798	5809	5821	5832	5843	5855	5866	5877	5888	5899	11
39	5911	5922	5933	5944	5955	5966	5977	5988	5999	6010	11
40	6021	6031	6042	6053	6064	6075	6085	6096	6107	6117	11
41	6128	6138	6149	6160	6170	6180	6191	6201	6212	6222	10
42	6232	6243	6253	6263	6274	6284	6294	6304	6314	6325	10
43	6335	6345	6355	6365	6375	6385	6395	6405	6415	6425	10
44	6435	6444	6454	6464	6474	6484	6493	6503	6513	6522	10
45	6532	6542	6551	6561	6571	6580	6590	6599	6609	6618	10
46	6628	6637	6646	6656	6665	6675	6684	6693	6702	6712	9
47	6721	6730	6739	6749	6758	6767	6776	6785	6794	6803	9
48	6812	6821	6830	6839	6848	6857	6866	6875	6884	6893	9
49	6902	6911	6920	6928	6937	6946	6955	6964	6972	6981	9
50	6990	6998	7007	7016	7024	7033	7042	7050	7059	7067	9
51	7076	7084	7093	7101	7110	7118	7126	7135	7143	7152	9
52	7160	7168	7177	7185	7193	7202	7210	7218	7226	7235	8
53	7243	7251	7259	7267	7275	7284	7292	7300	7308	7316	8
54	7324	7332	7340	7348	7356	7364	7372	7380	7388	7396	8

 $e = 2.71828$

常用對數表(log₁₀)(續)

No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
55	7404	7412	7419	7427	7435	7443	7451	7459	7466	7474	8
56	7482	7490	7497	7505	7513	7520	7528	7536	7543	7551	8
57	7559	7566	7574	7582	7589	7597	7604	7612	7619	7627	8
58	7634	7642	7649	7657	7664	7672	7679	7686	7694	7701	7
59	7709	7716	7723	7731	7738	7745	7752	7760	7767	7774	7
60	7782	7789	7796	7803	7810	7818	7825	7832	7839	7846	7
61	7853	7860	7868	7875	7882	7889	7896	7903	7910	7917	7
62	7924	7931	7938	7945	7952	7969	7966	7973	7980	7987	7
63	7993	8000	8007	8014	8021	8028	8035	8041	8048	8055	7
64	8062	8069	8075	8082	8089	8096	8102	8109	8116	8122	7
65	8129	8136	8142	8149	8156	8163	8169	8176	8182	8189	7
66	8195	8202	8209	8215	8222	8228	8235	8241	8248	8254	7
67	8261	8267	8274	8280	8287	8293	8299	8306	8312	8319	6
68	8325	8331	8338	8344	8351	8357	8363	8370	8376	8382	6
69	8388	8395	8401	8407	8414	8420	8426	8432	8439	8445	6
70	8451	8457	8463	8470	8476	8482	8488	8494	8500	8506	6
71	8513	8519	8525	8531	8537	8543	8549	8555	8561	8567	6
72	8573	8579	8585	8591	8597	8603	8609	8615	8621	8627	6
73	8633	8639	8645	8651	8657	8663	8669	8675	8681	8686	6
74	8692	8698	8704	8710	8716	8722	8727	8733	8739	8745	6
75	8751	8756	8762	8768	8774	8779	8785	8791	8797	8802	6
76	8808	8814	8820	8825	8831	8837	8842	8848	8854	8859	6
77	8865	8871	8876	8882	8887	8893	8899	8904	8910	8915	6
78	8921	8927	8932	8938	8943	8949	8954	8960	8965	8971	6
79	8976	8982	8987	8993	8998	9004	9009	9015	9020	9025	5
80	9031	9036	9042	9047	9053	9058	9063	9069	9074	9079	5
81	9085	9090	9096	9101	9106	9112	9117	9122	9128	9133	5
82	9138	9143	9149	9154	9159	9165	9170	9175	9180	9186	5
83	9191	9196	9201	9206	9212	9217	9222	9227	9232	9238	5
84	9243	9248	9253	9258	9263	9269	9274	9279	9284	9289	5
85	9294	9299	9304	9309	9315	9320	9325	9330	9335	9340	5
86	9345	9350	9355	9360	9365	9370	9375	9380	9385	9390	5
87	9395	9400	9405	9410	9415	9420	9425	9430	9435	9440	5
88	9445	9450	9455	9460	9465	9469	9474	9479	9484	9489	5
89	9494	9499	9504	9509	9513	9518	9523	9528	9533	9538	5
90	9542	9547	9552	9557	9562	9566	9571	9576	9581	9586	5
91	9590	9595	9600	9605	9609	9614	9619	9624	9628	9633	5
92	9638	9643	9647	9652	9657	9661	9666	9671	9675	9680	5
93	9685	9689	9694	9699	9703	9708	9713	9717	9722	9727	5
94	9731	9736	9741	9745	9750	9754	9759	9763	9768	9773	5
95	9777	9782	9786	9791	9795	9800	9805	9809	9814	9818	5
96	9823	9827	9832	9836	9841	9845	9850	9854	9859	9863	4
97	9868	9872	9877	9881	9886	9890	9894	9899	9903	9908	4
98	9912	9917	9921	9926	9930	9934	9936	9943	9948	9952	4
99	9956	9961	9965	9969	9974	9978	9983	9987	9991	9996	4

$\log_e = 2.302 \log_{10}$

附 录 10

自然对数表 (log.)

No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
1.0	0.0000	0.100	0.198	0.296	0.392	0.488	0.583	0.677	0.770	0.862	95
1.1	0.953	1.044	1.133	1.222	1.310	1.398	1.484	1.570	1.655	1.740	87
1.2	1.823	1.906	1.989	2.070	2.151	2.231	2.311	2.390	2.469	2.546	80
1.3	2.624	2.700	2.776	2.852	2.927	3.001	3.075	3.148	3.221	3.293	74
1.4	3.365	3.438	3.507	3.577	3.646	3.716	3.784	3.853	3.920	3.988	69
1.5	0.4055	4.121	4.187	4.253	4.318	4.383	4.447	4.511	4.574	4.637	65
1.6	4.700	4.762	4.824	4.886	4.947	5.008	5.068	5.128	5.188	5.247	61
1.7	5.306	5.365	5.423	5.481	5.539	5.596	5.653	5.710	5.766	5.822	57
1.8	5.878	5.933	5.988	6.043	6.098	6.152	6.206	6.259	6.313	6.366	54
1.9	6.419	6.471	6.523	6.575	6.627	6.678	6.729	6.780	6.831	6.881	51
2.0	0.8931	6.961	7.031	7.080	7.129	7.178	7.227	7.275	7.324	7.372	49
2.1	7.419	7.467	7.514	7.561	7.608	7.655	7.701	7.747	7.793	7.839	47
2.2	7.885	7.930	7.975	8.020	8.065	8.109	8.154	8.198	8.242	8.286	44
2.3	8.329	8.372	8.416	8.459	8.502	8.544	8.587	8.629	8.671	8.713	43
2.4	8.755	8.798	8.838	8.879	8.920	8.961	9.002	9.042	9.083	9.123	41
2.5	0.9163	9.203	9.243	9.282	9.322	9.361	9.400	9.439	9.478	9.517	39
2.6	9.555	9.594	9.632	9.670	9.708	9.746	9.783	9.821	9.858	9.895	38
2.7	9.933	9.969	1.0006	1.0043	1.0080	1.0116	1.0152	1.0188	1.0225	1.0260	36
2.8	1.0296	0.332	0.367	0.403	0.438	0.473	0.508	0.543	0.578	0.613	35
2.9	0.647	0.682	0.716	0.750	0.784	0.818	0.852	0.886	0.919	0.953	34
3.0	1.0986	1.019	1.053	1.087	1.119	1.151	1.184	1.217	1.249	1.282	33
3.1	1.314	1.346	1.378	1.410	1.442	1.474	1.506	1.537	1.569	1.600	32
3.2	1.632	1.663	1.694	1.725	1.756	1.787	1.817	1.848	1.878	1.909	31
3.3	1.939	1.969	2.000	2.030	2.060	2.090	2.119	2.149	2.179	2.208	30
3.4	2.239	2.267	2.296	2.326	2.355	2.384	2.413	2.442	2.470	2.499	29
3.5	1.2528	2.556	2.585	2.613	2.641	2.669	2.696	2.726	2.754	2.782	28
3.6	2.809	2.837	2.865	2.892	2.920	2.947	2.975	3.002	3.029	3.056	27
3.7	3.093	3.110	3.137	3.164	3.191	3.218	3.244	3.271	3.297	3.324	27
3.8	3.350	3.376	3.403	3.429	3.455	3.481	3.507	3.533	3.558	3.584	26
3.9	3.610	3.635	3.661	3.686	3.712	3.737	3.762	3.788	3.813	3.838	25
4.0	1.3863	3.888	3.913	3.938	3.962	3.987	4.012	4.036	4.061	4.085	25
4.1	4.110	4.134	4.159	4.183	4.207	4.231	4.255	4.279	4.303	4.327	24
4.2	4.351	4.375	4.398	4.422	4.446	4.469	4.493	4.516	4.540	4.563	23
4.3	4.586	4.609	4.633	4.656	4.679	4.702	4.725	4.748	4.770	4.793	23
4.4	4.816	4.839	4.861	4.884	4.907	4.929	4.951	4.974	4.996	5.019	22
4.5	1.5041	5.063	5.085	5.107	5.129	5.151	5.173	5.195	5.217	5.239	22
4.6	5.261	5.282	5.304	5.326	5.347	5.369	5.390	5.412	5.433	5.454	21
4.7	5.476	5.497	5.518	5.539	5.560	5.581	5.602	5.623	5.644	5.665	21
4.8	5.686	5.707	5.728	5.748	5.769	5.790	5.810	5.831	5.851	5.872	20
4.9	5.892	5.913	5.933	5.953	5.974	5.994	6.014	6.034	6.054	6.074	20
5.0	1.6094	6.114	6.134	6.154	6.174	6.194	6.214	6.233	6.253	6.273	20
5.1	6.292	6.312	6.332	6.351	6.371	6.390	6.409	6.429	6.448	6.467	19
5.2	6.487	6.506	6.525	6.544	6.563	6.582	6.601	6.620	6.639	6.658	19
5.3	6.677	6.696	6.715	6.734	6.752	6.771	6.790	6.808	6.827	6.845	18
5.4	6.864	6.882	6.901	6.919	6.938	6.956	6.974	6.993	7.011	7.029	18
5.5	1.7047	7.066	7.084	7.102	7.120	7.138	7.156	7.174	7.192	7.210	18
5.6	7.228	7.246	7.263	7.281	7.299	7.317	7.334	7.352	7.370	7.387	18
5.7	7.405	7.422	7.440	7.457	7.475	7.492	7.509	7.527	7.544	7.561	17
5.8	7.579	7.596	7.613	7.630	7.647	7.664	7.681	7.699	7.716	7.733	17
5.9	7.750	7.766	7.783	7.800	7.817	7.834	7.851	7.867	7.884	7.901	17

自然對數表 ($\log_e$) (續)

No.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	差
6.0	1.7918	7934	7951	7967	7984	8001	8017	8034	8050	8066	16
6.1	8083	8099	8116	8132	8148	8165	8181	8197	8213	8229	16
6.2	8245	8262	8278	8294	8310	8326	8342	8358	8374	8390	16
6.3	8405	8421	8437	8453	8469	8485	8500	8516	8532	8547	16
6.4	8563	8579	8594	8610	8625	8641	8656	8672	8687	8703	15
6.5	1.8718	8733	8749	8764	8779	8795	8810	8825	8840	8856	15
6.6	8871	8886	8901	8916	8931	8946	8961	8976	8991	9006	15
6.7	9021	9036	9051	9066	9081	9095	9110	9125	9140	9155	15
6.8	9169	9184	9199	9213	9228	9242	9257	9272	9286	9301	15
6.9	9315	9330	9344	9359	9373	9387	9402	9416	9430	9445	14
7.0	1.9459	9473	9488	9502	9516	9530	9544	9559	9573	9587	14
7.1	9601	9615	9629	9643	9657	9671	9685	9699	9713	9727	14
7.2	9741	9755	9769	9782	9796	9810	9824	9838	9851	9865	14
7.3	9879	9892	9906	9920	9933	9947	9961	9974	9988	2.0001	13
7.4	2.0015	0028	0042	0055	0069	0082	0096	0109	0122	0136	13
7.5	2.0149	0162	0176	0189	0202	0215	0229	0242	0255	0268	13
7.6	0281	0295	0308	0321	0334	0347	0360	0373	0386	0399	13
7.7	0412	0425	0438	0451	0464	0477	0490	0503	0516	0528	13
7.8	0541	0554	0567	0580	0592	0605	0618	0631	0643	0656	13
7.9	0669	0681	0694	0707	0719	0732	0744	0757	0769	0782	12
8.0	2.0794	0807	0819	0832	0844	0857	0869	0882	0894	0906	12
8.1	0919	0931	0943	0956	0968	0980	0992	1005	1017	1029	12
8.2	1041	1054	1066	1078	1090	1102	1114	1126	1138	1150	12
8.3	1163	1175	1187	1199	1211	1223	1235	1247	1258	1270	12
8.4	1282	1294	1306	1318	1330	1342	1353	1365	1377	1389	12
8.5	2.1401	1412	1424	1436	1448	1459	1471	1483	1494	1506	12
8.6	1518	1529	1541	1552	1564	1576	1587	1599	1610	1622	12
8.7	1633	1645	1656	1668	1679	1691	1707	1713	1725	1736	11
8.8	1748	1759	1770	1782	1793	1804	1815	1827	1838	1849	11
8.9	1861	1872	1883	1894	1905	1917	1928	1939	1950	1961	11
9.0	2.1972	1983	1994	2006	2017	2028	2039	2050	2061	2072	11
9.1	2083	2094	2105	2116	2127	2138	2148	2159	2170	2181	11
9.2	2192	2203	2214	2225	2235	2246	2257	2268	2279	2289	11
9.3	2300	2311	2322	2332	2343	2354	2364	2375	2386	2396	11
9.4	2407	2418	2428	2439	2450	2460	2471	2481	2492	2502	11
9.5	2.2513	2523	2534	2544	2555	2565	2576	2586	2597	2607	10
9.6	2618	2628	2638	2649	2659	2670	2680	2690	2701	2711	10
9.7	2721	2732	2742	2752	2762	2773	2783	2793	2803	2814	10
9.8	2824	2834	2844	2854	2865	2875	2885	2895	2905	2915	10
9.9	2925	2935	2946	2956	2966	2976	2986	2996	3006	3016	10
10.0	2.3026	3125	3224	3322	3418	3513	3609	3702	3795	3887	9.5

$$\log_{10} a = 0.4343 \log_e a; \quad \log_e a = 2.3026 \log_{10} a; \quad \log_e 0.1 = 0.6974 - 3.$$

例:

$$\log_e 2150 = \log_e 2.15 + 3 \times \log_e 10 = 0.7655 + 3 \times 2.3026$$

$$\log_e 0.00215 = \log_e 2.15 + 3 \times \log_e 0.1 = 0.7655 + 3(0.6974 - 3)$$

附录 11

三角函数表(附对数)

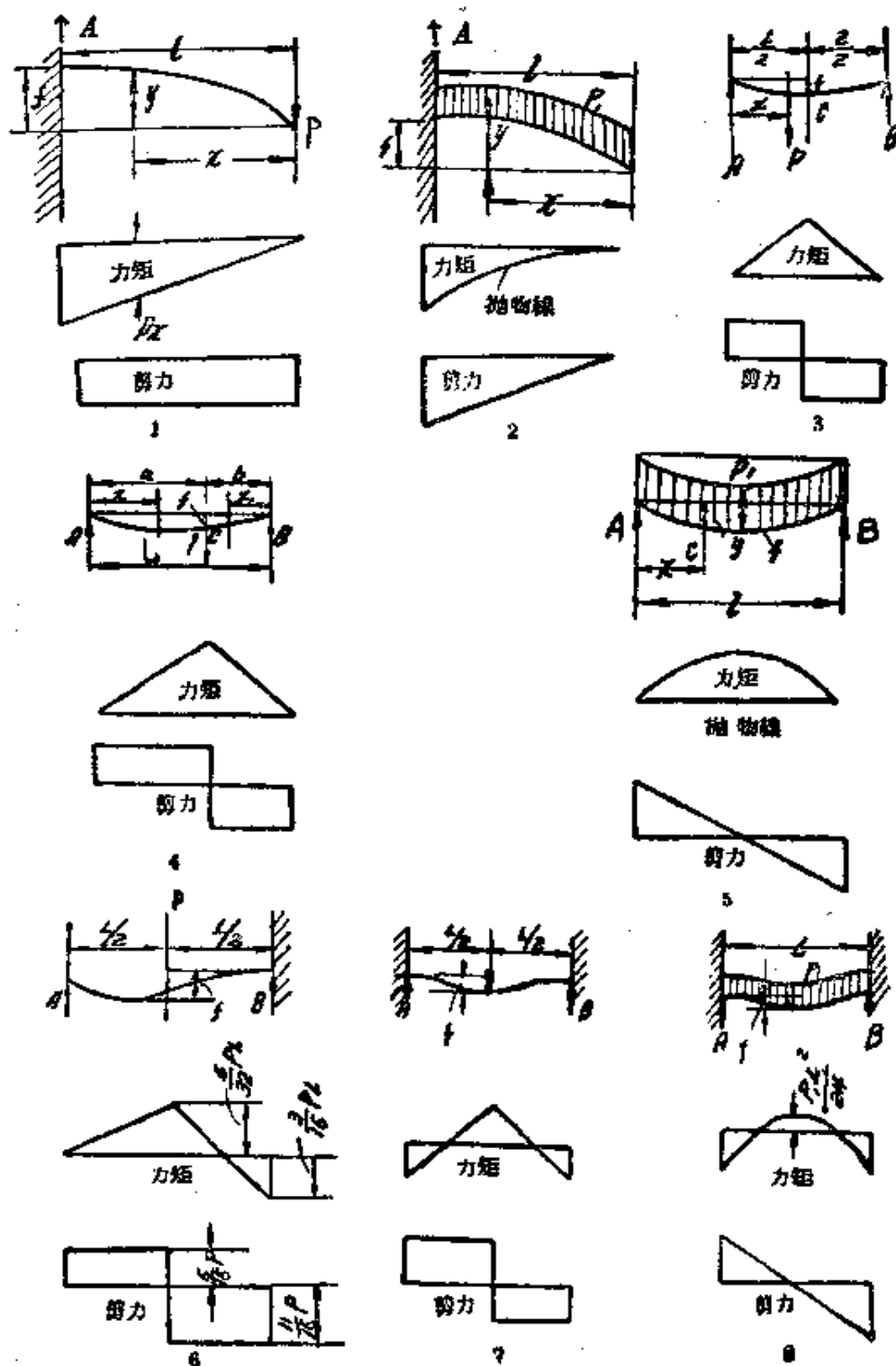
角度	sin (正弦)		cos (余弦)		tan (正切)		cot (余切)		角度
	真数	对数	真数	对数	真数	对数	真数	对数	
0°	.0000	∞	1.0000	0.0000	.0000	∞	∞	∞	90°
1°	.0175	8.2419	.9998	9.9999	.0175	8.2419	57.230	1.7581	89°
2°	.0349	8.5428	.9994	9.9997	.0349	8.5431	28.636	1.4569	88°
3°	.0523	8.7188	.9986	9.9994	.0524	8.7194	19.031	1.2808	87°
4°	.0698	8.8436	.9976	9.9989	.0699	8.8446	14.301	1.1554	86°
5°	.0872	8.9403	.9962	9.9983	.0875	8.9420	11.430	1.0580	85°
6°	.1045	9.0192	.9945	9.9976	.1051	9.0216	9.5144	0.9784	84°
7°	.1219	9.0859	.9925	9.9968	.1228	9.0891	8.1443	0.9109	83°
8°	.1392	9.1436	.9903	9.9958	.1405	9.1478	7.1154	0.8522	82°
9°	.1564	9.1943	.9877	9.9946	.1584	9.1997	6.3138	0.8003	81°
10°	.1736	9.2397	.9848	9.9934	.1763	9.2463	5.6713	0.7537	80°
11°	.1908	9.2806	.9816	9.9919	.1944	9.2887	5.1446	0.7113	79°
12°	.2079	9.3179	.9781	9.9904	.2126	9.3275	4.7046	0.6725	78°
13°	.2250	9.3521	.9744	9.9887	.2309	9.3634	4.3315	0.6366	77°
14°	.2419	9.3837	.9703	9.9869	.2493	9.3969	4.0108	0.6032	76°
15°	.2588	9.4130	.9659	9.9849	.2679	9.4281	3.7321	0.5719	75°
16°	.2756	9.4403	.9613	9.9828	.2867	9.4575	3.4874	0.5425	74°
17°	.2924	9.4659	.9563	9.9806	.3057	9.4853	3.2709	0.5147	73°
18°	.3090	9.4900	.9511	9.9782	.3249	9.5118	3.0777	0.4882	72°
19°	.3256	9.5126	.9455	9.9757	.3443	9.5370	2.9042	0.4630	71°
20°	.3420	9.5341	.9397	9.9730	.3640	9.5611	2.7475	0.4389	70°
21°	.3584	9.5543	.9336	9.9702	.3839	9.5842	2.6051	0.4158	69°
22°	.3746	9.5736	.9272	9.9672	.4040	9.6064	2.4761	0.3936	68°
23°	.3907	9.5919	.9205	9.9640	.4245	9.6279	2.3559	0.3721	67°
24°	.4067	9.6093	.9135	9.9607	.4452	9.6486	2.2460	0.3514	66°
25°	.4226	9.6259	.9063	9.9573	.4663	9.6687	2.1445	0.3313	65°
26°	.4384	9.6418	.8988	9.9537	.4877	9.6882	2.0503	0.3118	64°
27°	.4540	9.6570	.8910	9.9499	.5095	9.7072	1.9626	0.2928	63°
28°	.4695	9.6716	.8829	9.9459	.5317	9.7257	1.8807	0.2743	62°
29°	.4848	9.6856	.8746	9.9418	.5543	9.7438	1.8040	0.2562	61°
30°	.5000	9.6990	.8660	9.9375	.5774	9.7614	1.7321	0.2386	60°
31°	.5150	9.7118	.8572	9.9331	.6009	9.7788	1.6643	0.2212	59°
32°	.5299	9.7242	.8480	9.9284	.6249	9.7958	1.6003	0.2042	58°
33°	.5446	9.7361	.8387	9.9236	.6494	9.8125	1.5399	0.1875	57°
34°	.5592	9.7476	.8290	9.9186	.6745	9.8290	1.4826	0.1710	56°
35°	.5736	9.7586	.8192	9.9134	.7002	9.8452	1.4281	0.1548	55°
36°	.5878	9.7692	.8090	9.9080	.7265	9.8613	1.3764	0.1387	54°
37°	.6018	9.7795	.7986	9.9023	.7536	9.8771	1.3270	0.1229	53°
38°	.6157	9.7893	.7880	9.8965	.7813	9.8928	1.2799	0.1072	52°
39°	.6293	9.7989	.7771	9.8905	.8098	9.9084	1.2349	0.0916	51°
40°	.6428	9.8081	.7660	9.8843	.8391	9.9238	1.1918	0.0762	50°
41°	.6561	9.8169	.7547	9.8778	.8693	9.9392	1.1504	0.0608	49°
42°	.6691	9.8255	.7431	9.8711	.9004	9.9544	1.1106	0.0456	48°
43°	.6820	9.8338	.7314	9.8641	.9325	9.9697	1.0724	0.0303	47°
44°	.6947	9.8418	.7193	9.8569	.9657	9.9848	1.0355	0.0152	46°
45°	.7071	9.8495	.7071	9.8495	1.0000	0.0000	1.0000	0.0000	45°

各种梁之力矩、剪力圖表

梁的形式 (見附圖)	梁上任意点之 弯曲力矩 M_x	最大弯 曲力矩 M_{max}	最大剪力 P	危險截 面所在	最大变位 f	反 力	
						A	B
1	$M_x = Px$	$-PL$	$-P$	在支点	$\frac{PL^3}{3EI}$	P	$-$
2	$M_x = \frac{P_1 x^2}{2}$	$-\frac{P_1 L^2}{2}$	$-P_1 L = -P$	在支点	$\frac{PL^3}{8EI}$	P	$-$
3	$M_x = \frac{P}{2}x$	$\frac{PL}{4}$	$\pm \frac{P}{2}$	在中点	$\frac{PL^3}{48EI}$	$\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$
4	$M_x = \frac{Pb}{L}x$ $M_{x_1} = \frac{Pa}{L}x_1$	$\frac{Pab}{L}$	$-\frac{Pa}{L}$	在載 荷下	$\frac{Fb}{3EJL} \left[\frac{a(L+b)}{3} \right]^{\frac{3}{2}}$	$\frac{Pb}{L}$	$\frac{Pa}{L}$
5	$M_x = \frac{P_1 x}{2} \left(1 - \frac{x}{L} \right)$	$\frac{P_1 L^2}{8}$	$\pm \frac{P_1 L}{2} = \pm \frac{P}{2}$	在中点	$\frac{5PL^3}{384EI}$	$\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$
6		$-\frac{3}{16}PL$	$-\frac{11}{16}P$	在固定 支 点	$\frac{7PL^3}{768EI}$	$\frac{5}{16}P$	$\frac{11}{16}P$
7		$\pm \frac{PL}{8}$	$\pm \frac{P}{2}$	在支点 与中点	$\frac{PL^3}{192EI}$	$\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$
8		$-\frac{P_1 L^2}{12}$	$\pm \frac{P_1 L}{2} = \pm \frac{P}{2}$	在支点	$\frac{PL^3}{384EI}$	$\frac{P}{2}$	$\frac{P}{2}$

註: P_1 = 單位長之均勻負載重 (KI/M)。

附 圖



附 录 13

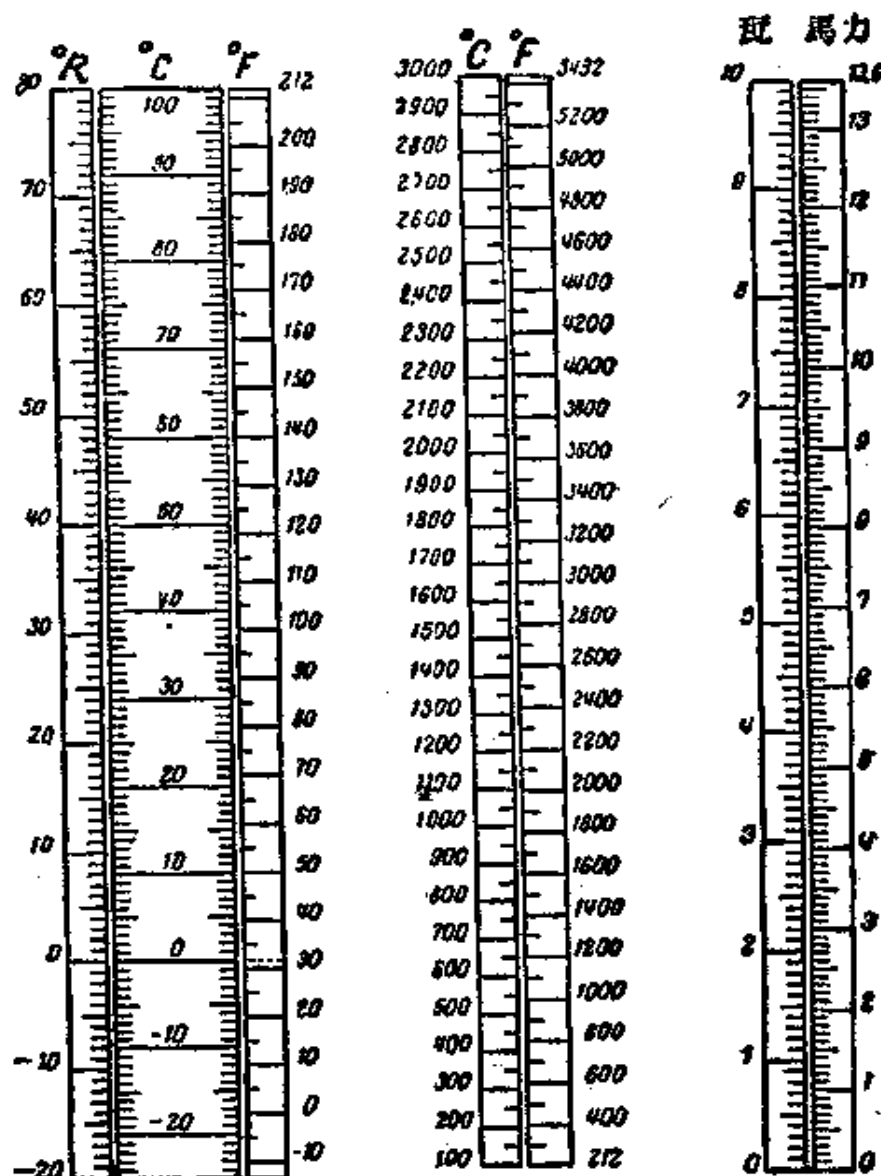
公制与英制单位换算表

英 名	制 称 符 号	公 制	n	$\frac{1}{n}$
桶	bbl	l	119.2	0.0084
英热单位	BTU	KCAL	0.252	3.97
英热单位/平方呎、小时、度	BTU/sq. ft. h. °F	KCAL/M ² H ² °C	4.88	0.205
英热单位/立方呎	BTU/cb. ft	KCAL/M ³	8.90	0.113
英热单位/磅	BTU/lb	KCAL/KG	0.555	1.8
英热单位/呎、小时、度	BTU/ft. h. °F	KCAL/M H ² °C	1.49	0.671
英加侖	gal	l	4.55	0.220
美加侖	gal	l	3.785	0.2642
英加侖/分鐘	gal/min	M ³ /H ²	0.273	3.67
哩 (英里)		KM	1.607	0.62
哩 (海里)		KM	1.853	0.54
度 (60哩)		KM	111.1	0.009
哩 (英克)	gr	g	0.0648	15.43
哩/英加侖	gr/gal	l/M ³	14.3	0.07
哩/立方呎	gr/cb. ft	l/M ³	2.29	0.436
吋	in	MM	25.4	0.0394
平方吋	sq in	CM ²	6.4516	0.155
平方呎	sq ft	M ²	0.0929	10.7584
立方吋	cb in	CM ³	16.4	0.061
立方呎	cb ft	M ³	0.0283	35.32
立方呎/分鐘	cb ft/min	M ³ /H ²	1.699	0.587
立方呎/磅	cb ft/lb	M ³ /KG	0.0625	16.0
立方碼	cb yd	M ³	0.765	1.308
英吨 (長吨)	ton(2240lb)	MT	1.01	0.984
吨/平方呎	ton/sq in	KG/MM ²	1.575	0.636
磅	oz	g	28.35	0.0353
磅/立方呎	oz/cb. ft	KG/M ³	1.0	1.0
磅	lb	KG	0.4536	2.205
磅/英加侖	lb/gal	KG/M ³	100.0	0.010
磅/平方吋	lb/sq in	KG/CM ²	0.0703	14.22
磅/平方呎	lb/sq ft	KG/M ²	4.88	0.205
磅/立方呎	lb/cb. ft	KG/M ³	16.0	0.062
磅/馬力	lb/HP	KG/H.P.	0.448	2.23
磅/呎	lb/ft	KG/M	1.49	0.67
呎磅	ft-lb	KG-M	0.138	7.23
呎	ft	M	0.305	3.28
英担	owt	KG	50.80	0.0197
碼	yd	M	0.914	1.094

例：1英加侖等於4.55公升，查(n)；相反地，1公升等於0.22英加侖，查 $\left(\frac{1}{n}\right)$ 。

附 录 14

溫度及功率換算表



例：1 瓩 = 1.36 馬力；1 馬力 = 0.736 瓩；
華氏 $32^{\circ}F$ = 華氏 $0^{\circ}C$ = 列氏 $0^{\circ}R$ 。

附 录 15

普通鋼之化学成份和机械性能表 (ГОСТ 380—41)

甲 組 鋼

鋼牌号	抗拉極限强度 $\sigma_B^{20} \text{ KT/MM}^2$	相 对 伸 長 度			屈服点 $\sigma_s (\text{KT/MM}^2)$ 不 小 於	在冷的状态作 弯曲 180° 試驗, 心軸厚度 d 和試样厚度 a 的关系
		在 $\sigma_B^{20} \text{ KT/MM}^2$ 时	長試样短試样			
			δ_{10}	δ_5		
			%不小於			
Cт.0	32—47	32—47	18	22	19	$d=2a$
Cт.1	32—40	32—40	28	33	—	$d=0$
Cт.2	34—42	34—42	26	31	21	$d=0$
Cт.3	38—47	38—40	23	27	22	$d=0.5a$
		41—43	22	26		
		44—47	21	25		
Cт.4	42—52	42—44	21	25	24	$d=2a$
		45—48	20	24		
		49—52	19	23		
Cт.5	50—62	50—53	17	21	27	$d=3a$
		54—57	16	20		
		58—62	15	19		
Cт.6	60—72	60—63	13	15	30	—
		64—67	12	14		
		68—72	*11	13		
Cт.7	70及70以上	70—74	9	11	—	—
		75—79	8	10		
		自80及80 以上	7	9		

乙 組

鋼 牌 号	所 含 元 素 的 含 量 (%)					
	炭 C	錳 Mn	矽 Si		硫 S	磷 P
			沸騰鋼	鎮 靜 鋼	不 超 过	
			馬 丁 爐 鋼			
MCT.0	0.23以下	—	—	—	0.060	0.070
MCT.1	0.07—0.12	0.35—0.50	微	量	0.055	0.050
MCT.2	0.09—0.15	0.35—0.50	微	量	0.055	0.050
MCT.3	0.14—0.22	0.35—0.60	微	量	0.12—0.35	0.055
MCT.4	0.18—0.27	0.40—0.70	微	量	0.12—0.35	0.055
MCT.5	0.23—0.37	0.50—0.80	—	—	0.17—0.35	0.055
MCT.6	0.38—0.50	0.50—0.80	—	—	0.17—0.35	0.055
MCT.7	0.50—0.63	0.55—0.80	—	—	0.17—0.35	0.055

註: M代表馬丁爐鋼, B代表柏賽麥爐鋼, T代表湯馬斯爐鋼。

附 录 16

優質鋼之化学成份和机械性能表 (ГОСТ B-1050-41)

化 学 成 份

鋼牌号	元 素 含 量 (%)						
	炭 C	錳 Mn	矽 Si	硫 S 不超过	磷 P 不超过	銅 Ni 不超过	鉻 Cr 不超过
I 具有标准錳含量的鋼							
08	0.05—0.12	0.25—0.50	0.03	0.040	0.040	0.30	0.15
10	0.05—0.15	0.35—0.65	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.15
15	0.10—0.20	0.35—0.65	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
20	0.15—0.25	0.35—0.65	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
25	0.20—0.30	0.50—0.80	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
30	0.25—0.35	0.50—0.80	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
35	0.30—0.40	0.50—0.80	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
40	0.35—0.45	0.50—0.80	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
45	0.40—0.50	0.50—0.80	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
II 具有增高錳含量的鋼							
15Г	0.10—0.20	0.70—1.00	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
20Г	0.15—0.25	0.70—1.00	0.17—0.37	0.045	0.045	0.30	0.30
30Г	0.25—0.35	0.70—1.00	0.17—0.37	0.045	0.040	0.30	0.30

机 械 性 能

鋼牌号	屈服点 σ_s (KI/MM ²) 不 小 於	抗 拉 極 限 强 度 σ_b (KI/MM ²) 不 小 於	伸 長 度 σ_s (%) 不 小 於	橫 斷 面 縮 小 度 (%) 不 小 於	布氏硬度BHN最大值	
					熱 軋 鋼	退 火 鋼
I 組						
08	18	32	33	80	131	—
10	18	32	31	55	137	—
15	21	35	27	55	143	—
20	24	40	25	55	156	—
25	26	43	22	50	170	—
30	28	48	20	50	179	—
35	30	52	18	45	187	—
40	32	57	17	45	217	197
45	34	60	15	40	241	207
II 組						
15Г	23	40	24	55	163	—
20Г	25	43	22	50	197	—
30Г	29	55	15	45	217	187

註：1. 鋼号的兩位数字表示平均含炭量；2. Г表示含有高錳。

附 录 17

合金鋼之化学成份和机械性能表 (ГОСТ 4543—48)

鋼牌号	元 素 含 量 (%)							当T=20°C时的机械性能		
	炭 C	錳 Mn	矽 Si	鉬 Mo	鉻 Cr	硫 S	磷 P			
	不超过							σ_{b20}	δ_{10}	α_K
15M	0.12-0.25	0.4-0.7	0.15-0.30	0.45-0.65	≤ 0.30	0.05	0.05	38-45	18	>7
20M	0.15-0.25	0.4-0.7	0.17-0.37	0.4-0.6	0.25	0.04	0.04	45-55	18	
15XMA	0.12-0.20	0.4-0.7	0.15-0.30	0.4-0.6	0.8-1.1	0.04	0.04	45-60	18	
30M	0.25-0.35	0.5-0.8	0.15-0.30	0.35-0.45	≤ 0.30	0.30	0.035			>7
30XMA	0.25-0.35	0.4-0.7	0.17-0.37	0.15-0.25	0.8-1.1	0.035	0.035	90	12	
ЭИ10										
25XMF	0.2-0.3	0.4-0.7	0.15-0.30	0.2-0.3	1.4-1.8			100-115	12	

註: X 表示鉻, M表示鉬, A表示高級鋼 (由電爐及双重法煉成)

附 录 18

数种材料的强度極限表 (кг/см²)

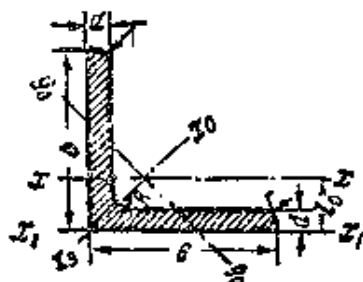
材 料	拉 伸	压 縮
一般的灰口鑄鐵	1400—1800	6000—10000
細粒灰口鑄鐵	2100—2500	到 14000
白 口 鑄 鐵	—	到 17500
磚	—	74—300
混 凝 土	—	50—350

附 录 19

各种材料的弹性系数及波桑系数表

材 料 名 称	弹性系数 E (RT/CM^2)	弹性系数 G (RT/CM^2)	波 桑 系 数 μ
灰口白口生鉄.....	$1.15-1.60 \cdot 10^6$	$4.5 \cdot 10^5$	0.23—0.27
鍛生鉄.....	$1.55 \cdot 10^6$	—	—
炭鋼.....	$2.0-2.1 \cdot 10^6$	$8.1 \cdot 10^5$	0.24—0.28
合金鋼.....	$2.1 \cdot 10^6$	$3.1 \cdot 10^5$	0.25—0.30
鑄鋼.....	$1.75 \cdot 10^6$	—	—
压延鋼.....	$1.1 \cdot 10^6$	$4.0 \cdot 10^5$	0.31—0.34
冷拔鋼.....	$1.3 \cdot 10^6$	$4.9 \cdot 10^5$	—
鑄鋼.....	$0.84 \cdot 10^6$	—	—
压延磷青鋼.....	$1.15 \cdot 10^6$	$4.2 \cdot 10^5$	0.32—0.35
冷拔黃銅.....	$0.91-0.99 \cdot 10^6$	$3.5-3.7 \cdot 10^5$	0.32—0.42
船用压延黃銅.....	$1.0 \cdot 10^6$	—	0.36
压延紅青銅.....	$1.1 \cdot 10^6$	$4.0 \cdot 10^5$	0.35
压延鋁.....	$0.69 \cdot 10^6$	$2.6-2.7 \cdot 10^5$	0.32—0.36
拉牽鋁線.....	$0.7 \cdot 10^6$	—	—
鑄鉛青銅.....	$1.05 \cdot 10^6$	$4.2 \cdot 10^5$	—
压延鉻.....	$0.84 \cdot 10^6$	$3.2 \cdot 10^5$	0.27
鉛.....	$0.17 \cdot 10^6$	$0.70 \cdot 10^5$	0.42
冰.....	$0.1 \cdot 10^6$	$0.28-0.3 \cdot 10^5$	—
玻璃.....	$0.56 \cdot 10^6$	$2.2 \cdot 10^5$	0.25
在强度極限內的水泥...	—	—	0.13—0.18
在 $100\text{RT}/\text{CM}^2$ 时.....	$0.196-0.146 \cdot 10^6$	—	—
在 $150\text{RT}/\text{CM}^2$ 时.....	$0.214-0.164 \cdot 10^6$	—	—
在 $200\text{RT}/\text{CM}^2$ 时.....	$0.232-0.182 \cdot 10^6$	—	—
順紋木材.....	$0.1-0.12 \cdot 10^6$	$0.055 \cdot 10^5$	—
橫紋木材.....	$0.005-0.01 \cdot 10^6$	—	—
橡膠.....	$0.00008 \cdot 10^6$	—	0.47

附 录 20



按照 OCT 10014—37 軋鋼規範

等边角鋼規格表

断面 号数	每公 尺重量 (kg)	尺 寸 (mm)				断面 面积 F (cm ²)	xx 轴		yy 轴		y0y0 轴		x_1x_1 轴	重心 的距 离 z_0 (cm)
		b	d	R	r		J_x (cm ⁴)	i_x (cm)	最大 J_{x0} (cm ⁴)	最大 i_{x0} (cm)	最小 J_{y0} (cm ⁴)	最小 i_{y0} (cm)		
2	0.88	20	3	3.5	1.2	1.13	0.40	0.60	0.63	0.75	0.17	0.39	0.81	0.60
	1.15		4			1.46	0.49	0.58	0.78	0.73	0.21	0.38	1.09	0.64
2.5	1.12	25	3	3.5	1.2	1.43	0.80	0.75	1.28	0.95	0.32	0.47	1.56	0.73
	1.46		4			1.88	1.02	0.74	1.63	0.94	0.41	0.47	2.12	0.77
3	1.78	30	4	4.5	1.5	2.27	1.82	0.90	2.99	1.13	0.73	0.58	3.62	0.89
	2.13		5			2.78	2.20	0.88	3.47	1.12	0.93	0.58	4.58	0.93
3.5	2.10	35	4	4.5	1.5	2.67	3.02	1.06	4.47	1.34	1.27	0.69	5.74	1.01
	2.57		5			3.28	3.61	1.05	5.71	1.32	1.51	0.63	7.23	1.05
4	2.42	40	4	5.0	1.7	3.08	4.60	1.22	7.26	1.53	1.93	0.79	8.52	1.13
	2.97		5			3.79	5.54	1.21	8.75	1.52	2.34	0.78	10.7	1.17
	3.52		6			4.48	6.41	1.20	10.1	1.50	2.70	0.78	13.0	1.21
4.5	2.73	45	4	5.0	1.7	3.48	6.60	1.38	10.5	1.74	2.68	0.88	12.1	1.26
	3.37		5			4.23	8.00	1.37	12.7	1.72	3.23	0.87	15.3	1.30
	3.93		6			5.08	9.29	1.35	14.8	1.71	3.78	0.86	18.4	1.34
5	3.77	50	5	5.5	1.8	48.0	11.2	1.53	17.8	1.92	4.61	0.98	20.9	1.42
	4.47		6			58.2	13.1	1.52	20.7	1.91	5.39	0.97	25.2	1.46
6	4.57	60	5	6.5	2.2	5.82	1.9	1.85	31.4	2.32	8.29	1.19	35.8	1.66
	5.42		6			6.91	22.3	1.84	36.8	2.31	9.76	1.19	43.3	1.70
	7.09		8			9.03	23.6	1.81	46.3	2.23	12.4	1.17	53.2	1.78

(續)

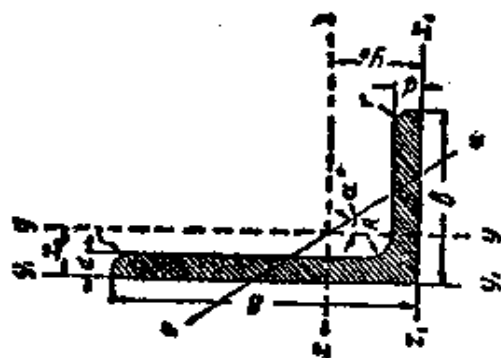
断面 号碼	每公 尺重 (kg)	尺 寸 (mm)				断面 面积 F (cm ²)	xx 軸		xy 軸		yy 軸		x_1x_1 軸	重心 的距 离 z_0 (cm)
		b	d	R	r		J_x (cm ⁴)	i_x (cm)	最大 J_{x0} (cm ⁴)	最大 i_{x0} (cm)	最小 J_{y0} (cm ⁴)	最小 i_{y0} (cm)	J_{x_1} (cm ⁴)	
6.5	5.93	65	6	8.0	2.7	7.55	29.8	1.98	47.2	2.50	12.3	1.23	54.8	1.82
	7.75		8			9.87	38.1	1.96	60.3	2.48	15.8	1.27	73.7	1.90
	9.51		10			12.1	45.4	1.94	72	2.44	18.8	1.25	92.9	1.98
7.5	6.89	75	6	9.0	3.0	8.78	46.7	2.31	73.3	2.89	20.1	1.51	83.9	2.06
	9.03		8			11.5	60.1	2.28	94.9	2.87	25.3	1.48	113	2.14
	11.1		10			14.1	72.2	2.26	114	2.84	30.3	1.47	142	2.22
	13.1		12			16.7	83.3	2.24	132	2.81	34.9	1.45	172	2.30
8	7.36	80	6	9.0	3.0	9.38	57.0	2.47	90	3.11	23.5	1.58	102	2.19
	9.65		8			12.3	73.3	2.44	116	3.07	30.3	1.57	137	2.27
	11.9		10			15.1	88.4	2.42	140	3.05	36.5	1.56	172	2.35
9	11.0	90	8	11	3.7	14.0	106	2.76	168	3.46	43.6	1.77	194	2.51
	13.5		10			17.2	128	2.74	204	3.44	53.1	1.76	244	2.59
	16.0		12			20.4	149	2.71	237	3.41	61.7	1.75	294	2.67
	18.4		14			23.4	169	2.69	267	3.38	71.9	1.75	345	2.74
10	12.3	100	8	12	4.0	15.6	147	3.07	233	2.87	61.0	1.98	265	2.75
	15.1		10			19.2	179	3.05	284	3.85	74.9	1.97	333	2.83
	17.9		12			22.8	209	3.03	331	3.81	87.6	1.96	402	2.91
	20.6		14			26.3	237	3.01	375	3.78	99.1	1.95	472	2.99
	23.3		16			29.7	265	2.99	416	3.75	113	1.95	542	3.06
12	18.3	120	10	13	4.3	23.3	316	3.68	503	4.64	130	2.36	575	3.33
	21.7		12			27.6	371	3.66	590	4.62	153	2.35	693	3.41
	25.1		14			31.9	423	3.64	671	4.59	174	2.34	811	3.49
	28.4		16			31.6	474	3.62	749	4.56	199	2.34	931	3.56
	31.6		18			40.3	520	3.60	822	4.54	219	2.33	1052	3.64

(續)

断面 號碼	每公 尺重 (kg)	尺 寸 (mm)				断面 面积 F (cm ²)	xx 軸		yy 軸		yz 軸		J_{x1} (cm ⁴)	重心 的距 离 z_0 (cm)
		b	d	R	r		J_x (cm ⁴)	i_x (cm)	最大 J_{x1} (cm ⁴)	最大 i_{x1} (cm)	最小 J_{y0} (cm ⁴)	最小 i_{y0} (cm)		
13	19.3	133	10	13	4.3	23.3	406	4.61	846	5.05	166	2.56	730	3.58
	23.6		12			30.0	477	3.99	739	5.03	196	2.53	880	3.66
	27.3		14			34.7	545	3.96	866	5.00	223	2.54	1030	3.74
	30.9		15			39.3	668	3.93	987	4.96	249	2.52	1182	3.82
15	27.4	150	12	15	5.0	34.9	745	4.62	1186	5.33	305	2.95	1347	4.15
	31.7		14			40.4	857	4.60	1358	5.80	356	2.97	1577	4.22
	36.0		16			45.8	961	4.58	1522	5.77	399	2.95	1808	4.30
	40.1		18			51.1	1080	4.56	1679	5.73	440	2.94	2041	4.38
	44.3		20			56.4	1154	4.52	1830	5.70	478	2.91	2275	4.46
18	38.3	180	14	18	5.0	48.8	1515	5.57	2405	7.03	625	3.58	2721	4.97
	43.5		16			55.4	1704	5.55	2705	7.00	703	3.56	3117	5.05
	48.6		18			61.9	1885	5.52	2994	6.94	775	3.54	3515	5.13
20	48.7	200	16	20	8.0	62.0	2355	6.17	3755	7.79	954	3.93	4264	5.55
	54.4		18			69.3	2619	6.15	4165	7.77	1074	3.93	4808	5.62
	60.1		20			76.5	2888	6.13	4560	7.74	1175	3.92	5355	5.70
	7.13		24			90.8	3349	6.07	5213	7.66	1384	3.90	6456	5.85
	88.3		30			111.5	3939	5.96	6373	7.49	1685	3.87	8093	6.03
22	53.7	220	16	22	7.0	63.4	3168	6.80	5046	8.59	1307	4.37	5661	6.04
	66.4		20			84.5	3859	6.75	6120	8.51	1592	4.34	7003	6.20
	78.8		24			100.4	4514	6.71	7148	8.44	1870	4.32	8560	6.35
	91.0		28			115.9	5135	6.66	8130	8.37	2141	4.30	10029	6.50
23	82.6	230	24	20	7.0	105.3	5207	7.03	8266	8.86	2144	4.51	9720	6.59

按照 OCT 10015-39

不等边角钢规格表



型号	尺寸 (mm)					断面面积 (cm ²)	每公尺重量 (kg)	这些轴的手册数值											
	B	b	a	R	r			x-x 轴		y-y 轴		x ₁ -x ₁ 轴		y ₁ -y ₁ 轴		u-u 轴			
								J_x (cm ⁴)	I_y (cm)	J_y (cm ⁴)	I_x (cm)	J_{x_1} (cm ⁴)	重心距 y_0 (cm)	最小 J_{y_1} (cm ⁴)	重心距 x_0 (cm)	最小 J_{x_1} (cm ⁴)	最小 J_{y_1} (cm ⁴)	最小 J_{x_1} (cm ⁴)	最小 J_{y_1} (cm ⁴)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
3 - 2	30	20	3	3.5	1.2	1.43	1.12	1.27	0.94	0.45	0.56	2.63	1.00	0.82	0.51	0.23	0.43	0.433	
		4				1.86	1.46	1.61	0.83	0.56	0.55	3.61	1.04	1.12	0.53	0.34	0.43	0.422	
3.5 - 2	35	25	4	3.5	1.2	2.06	1.62	2.43	1.10	0.53	0.53	5.62	1.23	1.11	0.51	0.37	0.42	0.320	
		5				2.52	1.98	2.98	1.09	0.70	0.53	7.15	1.23	1.45	0.55	0.45	0.42	0.310	

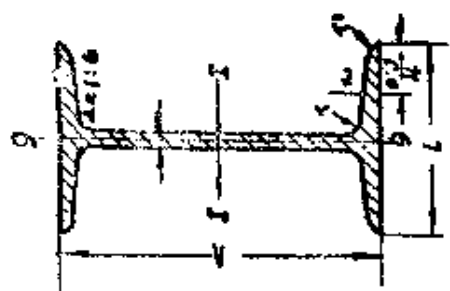
(續)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\frac{4.5}{3}$	45	20	4	6	5.0	1.7	2.88	2.26	5.81	1.42	2.06	0.84	12.1	1.48	3.65	0.72	1.21	0.65	0.432
									8.15	1.40	2.35	0.83	18.3	1.56	5.65	0.82	1.69	0.64	0.423
$\frac{6}{4}$	60	40	5	6	7.0	2.3	4.83	3.79	17.4	1.90	6.19	1.13	35.8	1.95	10.8	0.97	3.62	0.87	0.432
									20.3	1.88	7.20	1.12	43.1	2.0	13.1	1.01	4.20	0.96	0.430
				8		7.44	5.84	25.8		1.86	9.04	1.10	57.9	2.08	17.9	1.09	5.39	0.85	0.420
$\frac{7.5}{5}$	75	50	5	6	8.0	2.7	6.11	4.80	34.9	2.39	12.5	1.43	69.9	2.39	20.9	1.17	7.24	1.09	0.435
									41.0	2.37	14.6	1.42	84.0	2.44	25.3	1.21	8.48	1.08	0.434
			8	10			9.47	7.43	52.4	2.35	18.6	1.40	113	2.52	34.3	1.23	10.9	1.07	0.428
							11.6	9.11	63.0	2.33	22.1	1.38	141	2.60	43.7	1.36	13.2	1.07	0.423
$\frac{8}{5.5}$	80	55	6	8	8.0	2.7	7.35	6.16	50.6	2.53	19.6	1.58	102	2.56	33.4	1.33	11.1	1.19	0.462
									64.9	2.51	24.9	1.56	136	2.64	45.3	1.41	14.3	1.19	0.458
			10				12.6	9.90	78.2	2.49	29.8	1.54	171	2.72	57.5	1.48	17.4	1.18	0.452
$\frac{9}{6}$	90	60	6	8	9		8.78	6.95	72.4	2.87	26.0	1.72	145	2.88	43.4	1.41	14.7	1.30	0.437
									93.2	2.85	33.2	1.70	194	2.96	58.6	1.49	19.3	1.29	0.433
			10				14.1	11.10	113.0	2.82	39.8	1.68	244	3.05	74.4	1.56	23.5	1.29	0.429
$\frac{10}{7.5}$	100	75	8	10	10		13.5	10.6	135	3.16	65.0	2.19	286	3.11	113	1.68	35.4	1.62	0.543
									163	3.13	78.5	2.17	333	3.20	143	1.96	42.6	1.60	0.545
			12				19.7	15.5	190	3.11	91.1	2.15	402	3.27	173	2.04	49.8	1.59	0.541
$\frac{12}{8}$	120	80	8	10	11		15.6	12.2	229	3.83	82.3	2.30	459	3.85	137	1.88	47.6	1.75	0.433
									279	3.81	99.6	2.27	575	3.93	178	1.96	57.7	1.73	0.436
			12				22.8	17.9	326	3.79	116	2.25	692	4.01	210	2.04	66.6	1.71	0.432
$\frac{13}{9}$	130	90	8	10	12		17.2	13.5	297	4.15	118	2.62	583	4.08	195	2.11	66.5	1.97	0.471
									362	4.12	143	2.59	731	4.16	245	2.19	81.4	1.93	0.469
			12	14			25.2	19.8	424	4.10	167	2.57	879	4.25	297	2.27	94.8	1.94	0.467
							29.1	22.8	494	4.08	189	2.55	1028	4.33	349	2.35	109.0	1.93	0.464

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
$\frac{16}{10}$	150	100	10	12	13	4.3	19.1 22.6	557 695	4.78 4.76	201 235	2.87 2.85	1120 1347	4.81 4.90	335 405	2.35 2.43	115 137	2.13 2.13	0.439 0.437
			14	16		33.3 37.7	26.2 29.6	749 839	4.73 4.71	267 297	2.83 2.81	1575 1804	4.88 5.06	476 549	2.51 2.59	156 175	2.16 2.15	0.434 0.430
$\frac{18}{12}$	180	120	12	14	16	34.9 40.4 45.8	27.4 31.7 35.9	1156 1326 1490	5.75 5.78 5.71	417 476 532	3.46 3.44 3.41	2325 2717 3111	5.79 5.87 5.95	695 816 939	2.82 2.90 2.98	240 279 309	2.62 2.62 2.60	0.440 0.438 0.435
$\frac{20}{12}$	200	120	12	14	16	37.3 43.2 49.0	29.2 33.9 38.4	1546 1776 1997	6.45 6.42 6.38	428 489 547	3.39 3.36 3.34	3103 3725 4264	6.64 6.72 6.80	696 818 941	2.68 2.76 2.84	259 295 331	2.64 2.61 2.60	0.354 0.362 0.360
$\frac{20}{15}$	200	150	12	16	20	41.0 53.9 60.3 66.5	32.2 42.3 47.3 52.2	1666 2155 2388 2614	6.37 6.32 6.30 6.27	810 1043 1153 1258	4.44 4.40 4.38 4.35	3181 4272 4800 5344	6.08 6.27 6.33 6.41	1347 1812 2048 2285	3.62 3.78 3.85 3.93	436 562 623 683	3.23 3.23 3.21 3.21	0.552 0.549 0.548 0.546

按照 OCT 10016—39

工字鋼規格表



断面 号碼	每公尺重量 (kg)	尺寸 (mm)							断面面积 F (cm ²)	对下列轴的						断面 尺寸
		h	b	d	t	r	r_1	$x-x$			$y-y$					
								J_x (cm ⁴)		W_x (cm ³)	i_x (cm)	$J_{x'}$ Δx	J_y (cm ⁴)	W_y (cm ³)	i_y (cm)	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
10	11.2	100	68	4.5	7.6	6.5	3.3	14.3	245	49	4.14	8.9	33.0	9.7	1.52	10
12	14.0	120	74	5.0	8.4	7.0	3.5	17.8	438	72.7	4.95	10.3	46.8	12.7	1.62	12
14	16.9	140	80	5.5	9.1	7.5	3.8	21.5	712	102	5.76	12.0	64.4	15.1	1.73	14
16	20.5	160	88	6.0	9.9	8.0	4.0	26.1	1139	141	6.58	13.8	83.1	21.2	1.89	16
18	24.1	180	94	6.5	10.7	8.5	4.3	30.6	1666	185	7.38	15.4	122	26.0	2.00	18
$\frac{a}{20}$	27.9	200	100	7.0	11.4	9.0	4.5	35.5	2370	237	8.15	17.2	158	31.5	2.12	$\frac{a}{20}$
$\frac{b}{20}$	31.1	200	102	9.0	11.4	9.0	4.5	39.5	2500	250	7.96	16.9	169	33.1	2.06	$\frac{b}{20}$

(續)

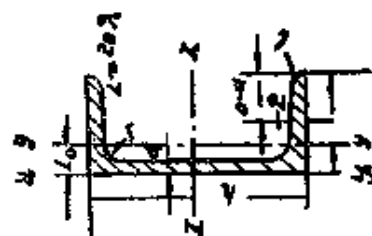
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\frac{d}{22b}$	33.0 36.4	220 220	110 112	7.5 9.5	12.3 12.3	9.5 9.5	4.3 4.3	42.0 46.4	3400 3570	309 325	8.99 8.78	18.9 18.7	225 239	40.9 42.7	2.31 2.27	$\frac{a}{b} \frac{22}{b}$
$\frac{a}{24b}$	37.4 41.2	240 240	116 118	8.0 10.0	13.0 13.0	10.0 10.0	5.0 5.0	47.7 52.6	4570 4800	381 400	9.77 9.57	20.7 20.4	230 237	48.4 50.4	2.42 2.38	$\frac{a}{b} \frac{24}{b}$
$\frac{a}{27b}$	42.3 47.1	270 270	122 124	8.5 10.5	13.7 13.7	10.5 10.5	5.3 5.3	54.6 60.0	6550 6870	485 509	10.9 10.7	23.3 22.9	345 366	56.6 58.9	2.51 2.47	$\frac{a}{b} \frac{27}{b}$
$\frac{a}{30b} \frac{c}{c}$	48.0 52.7 57.4	300 300 300	126 128 130	9.0 11.0 13.0	14.4 14.4 14.4	11.0 11.0 11.0	5.5 5.5 5.5	61.2 67.2 73.4	8950 9400 9850	597 627 657	12.1 11.8 11.6	23.7 23.4 23.0	400 422 445	63.5 65.9 68.5	2.55 2.50 2.46	$\frac{a}{b} \frac{30}{c}$
$\frac{a}{33b} \frac{c}{c}$	53.4 58.6 63.8	330 330 330	130 132 134	9.5 11.5 13.5	15.0 15.0 15.0	11.5 11.5 11.5	5.8 5.8 5.8	68.1 74.7 81.3	11900 12500 13100	721 757 794	13.2 12.9 12.7	23.8 27.9 27.5	480 484 510	70.7 73.4 76.1	2.60 2.55 2.51	$\frac{a}{b} \frac{33}{c}$
$\frac{a}{36b} \frac{c}{c}$	58.9 65.6 71.2	360 360 360	136 138 140	10.0 12.0 14.0	15.8 15.8 15.8	12.0 12.0 12.0	6.0 6.0 6.0	75.3 83.5 90.7	15760 16530 17310	875 919 962	14.4 14.1 13.8	23.7 20.3 22.9	552 582 612	81.2 84.3 87.4	2.69 2.64 2.60	$\frac{a}{b} \frac{36}{c}$

(續)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\frac{a}{40} \frac{b}{b} \frac{c}{c}$	67.6 73.8 80.1	400 400 400	142 144 146	10.5 12.4 14.5	16.5 16.5 16.5	12.5 12.5 12.5	6.3 6.3 6.3	86.1 94.1 102	21720 22780 23850	1090 1140 1190	15.9 15.6 15.2	34.1 33.6 33.2	660 692 727	93.2 96.2 99.6	2.77 2.71 2.65	$\frac{a}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{c}$
$\frac{a}{45} \frac{b}{b} \frac{c}{c}$	80.4 87.4 94.5	450 450 450	150 152 154	11.5 13.5 15.5	18 18 18	13.5 13.5 13.5	6.3 6.3 6.3	102 111 120	32240 33760 35280	1430 1500 1570	17.7 17.4 17.1	38.6 38.0 37.6	855 894 933	114 118 122	2.89 2.84 2.79	$\frac{a}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{c}$
$\frac{a}{50} \frac{b}{b} \frac{c}{c}$	93.6 101 109	500 500 500	158 160 162	12 14 16	20 20 20	14 14 14	7.0 7.0 7.0	119 129 139	46470 48360 50340	1860 1940 2030	19.7 19.4 19.0	42.8 42.4 41.8	1120 1170 1220	142 146 151	3.07 3.01 2.91	$\frac{a}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{c}$
$\frac{a}{55} \frac{b}{b} \frac{c}{c}$	105 114 123	550 550 550	166 168 170	12.5 14.5 16.5	21 21 21	14.5 14.5 14.5	7.3 7.3 7.3	134 145 156	62370 65340 68410	2290 2390 2490	21.6 21.2 20.9	46.9 46.4 45.8	1370 1420 1480	164 170 175	3.19 3.14 3.08	$\frac{a}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{c}$
$\frac{a}{60} \frac{b}{b} \frac{c}{c}$	118 128 137	600 600 600	176 178 180	13 15 17	22 22 22	15 15 15	7.5 7.5 7.5	151 163 175	83560 87460 91060	2590 2720 2840	23.5 23.2 22.8	51.8 50.7 50.2	1700 1770 1840	193 199 205	3.33 3.30 3.24	$\frac{a}{b} \frac{b}{c} \frac{c}{c}$

按照 OCT 10017-39

槽 鋼 規 格 表



断 面 号 碼	每公尺重量 (KG)	尺 寸 (MM)						断 面 尺 寸 (cm^2)	适 合 於 下 列 的 軸									
		h	b	d	t	r	r ₁		x-x		y-y		y ₁ -y ₁					
									J_x (cm^4)	W_x (cm^3)	i_x (cm)	J_y (cm^4)	W_y (cm^3)	i_y (cm)	J_{y_1} (cm^4)	z_0 (cm)		
7	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17		
5	5.44	50	37	4.5	7.0	7.0	3.5	6.93	23.0	10.4	1.94	8.3	3.55	1.10	2.08	1.35		
6.5	6.70	65	40	4.8	7.5	7.5	3.75	8.54	53.2	17.0	2.54	12.0	4.59	1.19	2.83	1.38		
8	5.04	80	43	5.0	8.0	8.0	4.00	10.24	101.3	25.3	3.15	16.6	5.79	1.27	37.4	1.43		
10	10.00	100	48	5.3	8.5	8.5	4.25	12.74	198.3	39.7	3.95	25.8	7.80	1.41	54.9	1.52		
12	12.06	120	53	5.5	9.0	9.0	4.50	15.36	346.3	57.7	4.75	37.4	10.17	1.56	77.7	1.62		

(續)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
$\frac{a}{14b}$	14.53 16.73	140 140	58 60	6.0 8.0	9.5 9.5	9.5 9.5	4.75 4.75	18.51 21.31	563.7 603.4	80.5 87.1	5.52 5.33	53.2 61.1	13.01 14.12	1.70 1.68	167.1 120.6	1.71 1.67
$\frac{a}{16b}$	17.23 19.74	160 160	63 65	6.5 8.5	10.0 10.0	10.0 10.0	5.0 5.0	21.25 25.15	636.2 634.5	168.3 116.8	6.28 6.10	73.3 83.4	16.30 17.55	1.83 1.82	144.1 160.8	1.80 1.75
$\frac{a}{18b}$	22.17 20.99	180 180	68 70	7.0 9.0	10.5 10.5	10.5 10.5	5.25 52.5	25.69 29.29	1272.7 1369.9	141.4 152.2	7.04 6.84	93.6 111.0	20.03 21.52	1.90 1.95	189.7 210.1	1.88 1.84
$\frac{a}{20b}$	22.63 25.77	200 200	73 75	7.0 9.0	11.0 11.0	11.0 11.0	5.5 5.5	29.83 32.83	1780.4 1813.7	178.0 191.4	7.86 7.64	128.0 143.6	24.20 25.82	2.11 2.09	244.6 238.4	2.01 1.95
$\frac{a}{22b}$	24.99 23.45	220 220	77 79	7.0 9.0	11.5 11.5	11.5 11.5	5.75 5.75	31.84 36.24	2333.9 2571.4	217.6 233.8	8.67 8.42	157.8 176.4	28.17 30.05	2.23 2.21	238.2 226.3	2.10 2.03
$\frac{a}{24b}$	26.55 30.62	240 240	78 80	7.0 9.0	12.0 12.0	12.0 12.0	6.0 6.0	34.21 39.00	3052.2 3232.6	254.3 273.5	9.45 9.17	173.8 194.1	30.47 32.51	2.23 2.23	224.6 254.8	2.10 2.03
$\frac{a}{26}$	34.38	240	82	11.0	12.0	12.0	6.0	43.81	3513.0	292.7	8.98	213.4	34.42	2.21	333.1	2.00

(續)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
a	30.83	270	82	7.5	12.5	12.5	6.25	39.27	4362.0	323.1	10.54	215.6	35.52	2.34	393.1	2.13
b	35.07	270	84	9.5	12.5	12.5	6.25	44.67	4690.4	347.1	10.25	239.2	37.72	2.31	428.2	2.06
c	39.30	270	86	11.5	12.5	12.5	6.25	50.07	5018.1	371.7	10.10	264.4	39.79	2.28	466.8	2.03
a	34.45	300	85	7.5	13.5	13.5	6.75	43.89	6047.9	403.2	11.72	259.5	41.10	2.43	466.5	2.17
b	39.16	300	87	9.5	13.5	13.5	6.75	49.59	6497.9	433.2	11.41	289.2	44.03	2.41	515.2	2.13
c	43.87	300	89	11.5	13.5	13.5	6.75	55.89	6947.9	463.2	11.15	315.8	46.88	2.38	559.7	2.09
a	33.07	330	88	8.0	14.0	14.0	7.0	49.50	8076.8	489.5	12.80	307.5	46.65	2.50	547.6	2.21
b	43.88	330	90	10.0	14.0	14.0	7.0	55.90	8875.7	525.8	12.46	338.4	49.32	2.46	593.2	2.14
c	49.06	330	92	12.0	14.0	14.0	7.0	62.50	9274.7	562.1	12.18	367.9	51.81	2.43	643.2	2.10
a	47.89	360	96	9.0	16.0	16.0	8.0	60.89	11874.2	659.7	13.97	453.0	63.54	2.73	818.4	2.44
b	53.45	360	98	11.0	16.0	16.0	8.0	68.09	12651.3	702.9	13.63	496.7	66.85	2.70	880.4	2.37
c	59.10	360	100	13.0	16.0	16.0	8.0	75.29	13429.4	746.1	13.36	536.4	70.02	2.67	947.9	2.34
a	58.91	400	100	10.5	18.0	18.0	9.0	75.55	17577.9	873.9	15.30	592.0	78.83	2.81	1067.7	2.49
b	65.19	400	102	12.5	18.0	18.0	9.0	83.05	18644.5	932.2	14.93	640.0	82.52	2.78	1135.6	2.44
c	71.47	400	104	14.5	18.0	18.0	9.0	91.05	19711.2	985.6	14.71	687.8	83.19	2.75	1220.7	2.42

圓鋼每公尺重量表

d (公厘)	W (KG/M)	d (公厘)	W (KG/M)
5	0.154	32	6.313
6	0.222	34	7.127
7	0.302	36	7.990
8	0.395	38	8.903
9	0.499	40	9.865
10	0.617	42	10.876
11	0.746	44	11.936
12	0.888	46	13.046
13	1.042	48	14.205
14	1.208	50	15.413
15	1.387	52	16.671
16	1.578	54	17.978
17	1.782	56	19.335
18	1.998	58	20.740
19	2.226	60	22.195
20	2.466	62	23.700
21	2.719	64	25.253
22	2.984	66	26.856
23	3.261	68	28.509
24	3.551	70	30.210
25	3.853	72	31.961
26	4.168	74	33.762
27	4.495	76	35.611
28	4.834	78	37.510
29	5.185	80	39.458
30	5.549		

附 录 26

鋼板每平方公尺重量表
(OCT 10019—39 及 OCT 10020—39)

δ = 厚度 (MM)	W = 重量 (KG/M ²)	δ = 厚度 (MM)	W = 重量 (KG/M ²)
1	7.85	11	86.35
1.5	11.78	12	94.2
2	15.70	13	102.0
3	23.65	14	109.9
4	31.40	15	117.7
5	39.25	16	125.6
6	47.10	17	133.5
7	54.95	18	141.3
8	62.80	19	149.2
9	70.15	20	157.0
10	78.50		

附 录 27

普通厚鋼板尺寸表
(ГОСТ 5681—51 代替 OCT 10019—39)

鋼板最大長度 (M)

厚 度 (MM)	寬 度 (MM)									
	500~ 1200	1400~ 1500	1501~ 1600	1601~ 1700	1701~ 1800	1801~ 2000	2001~ 2200	2201~ 2500	2501~ 2800	2801~ 3000
4	10	10	10	8	6	—	—	—	—	—
4.5~5.5	12	12	12	12	12	6	—	—	—	—
6~7	12	12	12	12	12	10	—	—	—	—
8~10	12	12	12	12	12	12	9	9	—	—
11~15	12	12	12	12	12	12	9	8	8	8
16~20	12	12	12	10	10	10	8	7	7	7
21~25	12	11	10	10	9	8	7	6	6	6
26~30	12	10	9	9	9	8	7	6	6	6
32~34	12	9	8	7	7	7	7	7	6	5
36~40	10	8	7	7	6.5	6.5	5.5	5.5	5	—
42~50	9	8	7	7	6.5	6	5	4	—	—
52~60	8	6	6	6	5.5	6	4.5	4	—	—

鋼板厚 4~6 MM——每級差 0.5MM;

鋼板厚 7~30MM——每級差 1MM;

鋼板厚 32~60MM——每級差 2MM。

附录 28

钢管主要计算数值表

公称直径 D_y	外直径 D_H	壁厚 δ	有效断面 面积 $\frac{\pi}{4} D_y^2$	每公尺管长外 表面之面积	每公尺管 长之重量	转动惯量 J_0	断面系数 W_0
(MM)	(MM)	(MM)	(CM ²)	(M ² /M)	(KI/M)	(CM ⁴)	(CM ³)
6	10	1.5	0.33	0.031	0.031	0.04	0.03
8	12	1.5	0.64	0.038	0.39	0.07	0.12
10	14	3.0	0.5	0.044	0.814	0.17	0.24
15	18	3.0	1.1	0.056	1.11	0.41	0.46
20	25	3.0	2.8	0.078	1.63	1.32	1.06
25	32	3.0	5.3	0.100	2.15	2.9	1.81
		3.5	4.9		2.46	3.22	2.01
32	38	3.0	8.0	0.119	2.59	5.08	2.67
		3.5	7.5		2.88	5.70	3.00
40	44.5	3.0	11.6	0.139	3.07	8.46	3.80
		3.5	11.0		3.54	9.52	4.88
50	57	3.0	20.4	0.179	4.00	18.6	6.5
		3.5	19.6		4.62	21.1	7.4
		4.0	18.8		5.23	23.5	8.2
70	76	3.0	38.4	0.238	5.40	45.9	12.0
		4.0	36.3		7.10	58.8	15.4
		5.0	34.2		8.75	70.6	18.5
80	89	3.0	54	0.279	6.38	75.0	18.8
		4.0	51		8.38	96.6	21.7
		5.0	49		10.36	116.7	26.2
100	108	4.0	78	0.339	10.62	176.8	32.7
		6.0	72		15.09	250.7	46.4
		7.0	69		17.44	281.4	52.6
125	133	4.0	122	0.417	12.73	337	50.7
		6.0	115		18.79	483	72.7
		8.0	107		21.66	615	92.8
150	159	4.5	176	0.499	17.15	652	82.0
		6.0	169		22.64	844	106.2
		10.0	151		36.75	1304	164.0
200	219	6.0	336	0.688	31.52	2277	208.0
		9.0	317		46.61	3277	299
		12.0	298		61.26	4191	283
250	273	7	528	0.857	45.82	5174	379
		11	494		71.07	7778	569
		16	456		101.41	10701	784
300	325	8	750	1.021	62.54	10008	618
		13	702		100.03	15523	955
		18	656		136.28	20512	1262
350	377	6	1040	1.18	55.8	11980	688
		10	1001		90.51	19416	1030
		15	945		133.91	27977	1484
400		8	1350	1.43	63.3	17450	819
		11	1282		111.58	30820	1449

管子之允許公差表

管子尺寸範圍	製造時的強度分類		
	普 通 的	加 強 的 (II)	優 質 的 (B)

管子外徑的允許公差 (mm)

冷 拔 管			
$D_H < 30\text{mm}$	$\pm 0.4\text{mm}$	$\pm 0.2\text{mm}$	$\pm 0.1\text{mm}$
$D_H = 30 \sim 51\text{mm}$	$\pm 0.45\text{mm}$	$\pm 0.3\text{mm}$	$\pm 0.2\text{mm}$
$D_H > 51\text{mm}$	$\pm 1\%$ 的外徑	$\pm 0.8\%$	$\pm 0.5\%$
熱 軋 管			
D_H 到 219mm	$+1.5, -1\%$	$\pm 1\%$	—
$D_H > 219\text{mm}$	$\pm 1.5\%$	$+15, -1\%$	—

管壁厚度的允許公差

冷 拔 管			
管壁厚 $S < 1\text{mm}$	$\pm 0.15\text{mm}$	$\pm 0.12\text{mm}$	$\pm 0.1\text{mm}$
$S = 1 \sim 3\text{mm}$	$+15, -10\%$ 的 管軋厚	$+12, -10\%$	$\pm 10\%$
$S > 3\text{mm}$	$+12, -10\%$	$\pm 10\%$	—
熱 軋 管			
$S = 3.5 \sim 20\text{mm}$	$\pm 15\%$	$\pm 12.5\%$	—
$S > 20\text{mm}$	$\pm 12.5\%$	$\pm 10\%$	—

附 录 30

电焊条成份、直径及长度表

电焊条成份表

电焊条牌号	鋼 号	化 学 組 成 (%)							用 途
		C	Mn	Si	Cr	Ni	S	P	
							不 大 於		
Ⅺ	OX18H9	0.07	0.30~0.70	0.30~0.80	18~20	8~10	0.030	0.030	焊不銹鋼用
Ⅹ	X18H9T	0.12	0.20~0.70	0.30~0.80	18~20	8~10	0.030	0.030	焊不銹鋼用
Ⅸ	X25H15	0.20	≤ 2.0	≤ 1.0	24~27	14~16	0.030	0.030	焊抗热鋼、 高硬度的結 構鋼和特殊 鋼用
Ⅷ	X25H20	0.15	≤ 2.0	≤ 1.0	24~27	19~21	0.030	0.030	石油工厂同上 鋼材爐件用

电焊条直径表 (MM)

焊条直径	拉制焊条 容 許 差	焊条直接	拉制焊条 容 許 差
1.0	±0.06	7.0	±0.10
1.2		8.0	
1.6		9.0	
2.0		10.0	
2.6			
3.0			
3.5	±0.08	12	±0.2
4.0			
5.0			
6.0			

电焊条长度表 (MM)

焊条直径	棒 長	
	碳鋼和中 合 金 鋼	高合金鋼
2	300	250
大於2至3	350	300
大於3	450	400

註：依定貨者，棒可有其他長度，棒
長容許差 ±3mm。

註：压延焊条直径 6mm 及 6mm 以上，
容許差 ±0.5mm。

厚層塗料电焊条的机械性能及塗料成份表

厚層塗料的电焊条牌号数量有:

OMM-2(ТК); OMM-5; OMMA-2; MB3; Ц-4; Ц-5; АН-4; УОНИИ 13/45; УОНИИ 13/55; К-5 等

厚層塗料品質电 焊条牌 号	OMA-2	OMM-2	OMM-5	УОНИИ13/45
依ГОСТ2523-44电焊条牌号	Э-42	Э-42	Э-42	Э-42А
用 途 范 围 1. 用这些电焊条可以焊接的 鋼牌号	ГОСТ380-41 的 МСТ-1; МСТ-2; МСТ-3; МСТ-4; ГОСТ-В 1050-41 的 0.8; 10; 15; 20; 25, 30ХМА 型和 30ХГСА 型的 鉻鉬鋼焊接鋼 的厚度 0.3—2.5mm 焊接重要結構			在高溫和低溫度 条件下, 焊接特 殊重要的結構
2. 用这些电焊条的成品結構 特性	在高溫和低溫度条件 下焊接主要結構			
接縫机械性能的平均数值: 1. 抗拉極限强度 $\sigma_b(\text{кг/мм}^2)$	40.6~50	40~50	50	43~45
2. 相对伸長度 $\delta \%$	—	18~30	23	23~32
3. 冲击强度 $\alpha_k(\text{кг/см}^2)$	—	8~16	11.5	25~30
4. 弯曲角度 α°	180	180	180	—
依 ГОСТ 2246-43 规定的 电焊条牌号	I, IA-II			IA
熔接系数 (CMA/час)	9~11	8	7.25	—
在空間焊接接縫的方向	在空間任何方向			向下、可上 垂直及向以

附 录 32

厚層塗料电焊条塗料組成成份表

塗料成份 (重量%)	电 焊 条 牌 号		
	OMM-2	OMM-5	УОНН 13/45
精選鈦 (Ti) 矿	20.8	38	—
錳矿	29.1	21	—
瓷土	20.8	—	—
錳鉄	16.8	20	2
淀粉	12.5	9	—
長石	—	13	—
大理石	—	—	53
螢石	—	—	12
石英	—	—	9
硅鉄	—	—	3
鈦 (Ti)	—	—	15
可溶性玻璃(成份的总和)	22	30~35	30

附 录 33

薄層塗料电焊条的成份及塗料厚度表

薄層塗料电焊条的目的, 在提高电弧光的耐久性。电极金属棒上塗料, 在弧的間隙中成为强烈离子化的气体。塗料的厚度通常是 0.1~0.25mm, 它的重量約在 1~2% 棒重范围内。

厚層塗料电焊条塗料組成成份表 (全部混合物重量%)

組成成份	依 IOCT 2523-44 的牌号				
	834	834	—	—	942
	电 焊 条 名 称				
	塗 粉 的	A-1	ВИАМ-25	MT	OMA-2
精選鈦矿	—	80.6	—	62	86.5
二氧化鈦	—	—	46	—	—
錳矿	—	10.2	—	—	3.5
二氧化錳	—	—	8	—	—
長石	—	—	—	31	—
錳鉄合金	—	—	—	—	6.0
砂鉄合金	—	—	—	—	5.2
木 粉	—	—	—	—	46.8
鉀 矽 石	—	8.2	—	—	2.0
碳酸鉀	—	—	30	—	—
碳酸鉀	—	—	16	—	—
鉀 矽 石	—	—	—	7	—
玻 璃 液	70~75	—	—	—	—
	30~25	其他成份重量的 15.0	一公斤干混合物有 1200cm ³ (密度 1.1~1.2)	其他成份重量 30*	其他成份重量 30~35

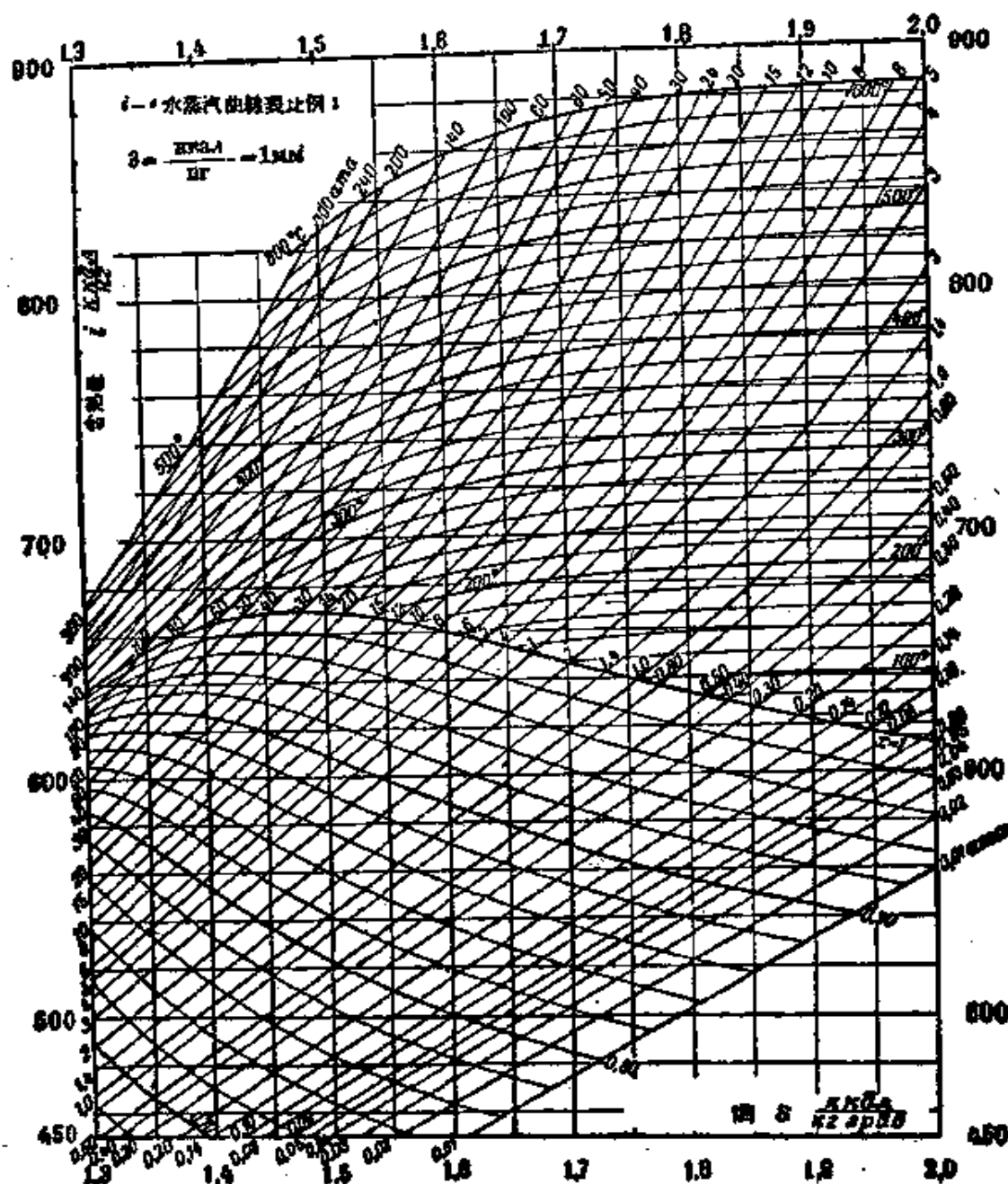
* 焊接厚 0.5~2mm 的鋼件时, 可用同量的淀粉膠代玻璃液

塗料厚度表 (MM)

電 極 名 稱	電 焊 條 直 徑 (MM)						
	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0
鑄白型的	任何直徑, 自 0.1~0.25						
Al	—	—	—	0.12~0.20	0.20~0.25	0.25~0.30	0.30~0.35
BHAM-25	—	0.05~0.10	0.08~0.10	0.10~0.15	0.15~0.20	—	—
MT	—	0.20~0.25	0.20~0.25	0.30~0.40	—	—	—
OMA-2 (焊條 I, IA, II)	0.7 ~ 0.23	0.23~0.28	—	0.35~0.40	—	—	—
OMA-2 (焊條 IV, V)	0.13~0.18	0.16~0.22	—	0.27~0.33	—	—	—

附 录 34

i - S 莫理耳水蒸汽性能图



主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИОНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В. К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т. Е. ГРИГОРЬЕВ И В. А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д. С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М. А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А. Д. СВИРНОВ
Г. Е. ПАРИОНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А. М. КОМАРОВ
В. В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е. Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П. В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И. Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИОНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В. К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т. Е. ГРИГОРЬЕВ И В. А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д. С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М. А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А. Д. СВИРНОВ
Г. Е. ПАРИОНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А. М. КОМАРОВ
В. В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е. Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П. В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И. Г. ТИХОМИРОВ

主要参考書目录

1. РУКОВОДЯЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ТЕП-
ЛОВЫХ СЕТЕЙ
В.К. ДЮСКИН
2. СПРАВОЧНИК ПО МОНТАЖУ ТЕПЛОМЕХАНИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
Т.Е. ГРИГОРЬЕВ И В.А. ЗАЙДЕЛЬ
3. ТЕПЛОСИЛОВОЕ ХОЗЯЙСТВО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ЗАВ-
ОДОВ
Д.С. ЖЕВАХОВ
4. ДЕТАЛИ МАШИН
М.А. САВЕРИН
5. СПРАВОЧНАЯ КНИЖКА ЭНЕРГЕТИКА НА 1953 ГОД.
А.Д. СВИРНОВ
Г.Е. ПАРИОНОВ
6. СПРАВОЧНИК ДЛЯ ТЕПРОТЕХНИКОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ
А.М. КОМАРОВ
В.В. ЛУКНИЦКИЙ
7. ТЕПЛОВЫЕ СЕТИ
Е.Я. СОКОЛОВ
8. СПРАВОЧНИК ПО КОТЛОАДВОРУ
П.В. ЛЕВИН
9. СПРАВОЧНИК ТЕПЛОТЕХНИКА ПРЕДПРИЯТИЙ ЧЕРНОЙ
МЕТАЛЛУРГИИ ТОМ I
И.Г. ТИХОМИРОВ