

热力管道 设计与安装手册

文兆鋈 吳其驤 朱树曾 編譯
郑仁培 張文元

冶金工业出版社

热力管道设计与安装手册

文兆鋈 吳其驤 朱树曾

郑仁培 張文元 編 譯

(修訂第二版)

冶金工业出版社

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，准考虑到近几年来随着国家經濟建設的迅速发展，我国工業技术水平都相应有了显著的提高，热力管道工程亦同样如此。因此决定將原初版內容加以增添和更新，去掉复杂的膨脹計算公式而採用圖表法，以簡化計算時間。对流体动力計算則列出了較明确的方法和步驟，並結合点滴工作經驗，增編了总論，补充了管道敷設条例，俾使該書更适应实际工作的需要，惟編者技术水平以及手边資料所限，在編排內容等方面尚显不够完善，希各地讀者指正，俾使本書日趋完善。

一九五七年四月于首都

热力管道設計与安裝手冊

文兆錕 吳其驥 朱樹曾 郑仁培 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册 (累計7,613)

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

工人出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0130

冶金工業出版社出版 (地址：北京灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

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.....	95
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

热力管道设计与安装手册

文兆鋈 吳其驤 朱树曾

郑仁培 張文元 編 譯

(修訂第二版)

冶金工业出版社

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，准考虑到近几年来随着国家經濟建設的迅速發展，我国工業技术水平都相应有了显著的提高，热力管道工程亦同样如此。因此决定將原初版內容加以增添和更新，去掉复杂的膨脹計算公式而採用圖表法，以簡化計算時間。对流体动力計算則列出了較明确的方法和步驟，並結合点滴工作經驗，增編了总論，补充了管道敷設条例，俾使該書更适应实际工作的需要，惟編者技术水平以及手边資料所限，在編排內容等方面尚显不够完善，希各地讀者指正，俾使本書日趋完善。

一九五七年四月于首都

热力管道設計与安裝手冊

文兆錕 吳其驥 朱樹曾 郑仁培 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册 (累計7,613)

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

工人出版社印刷厂印 新华書店發行 書号 0130

冶金工業出版社出版 (地址：北京灯市口甲45号)

北京市書刊出版業營業許可証出字第093号

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.....	95
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。

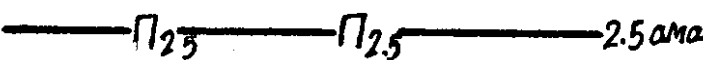
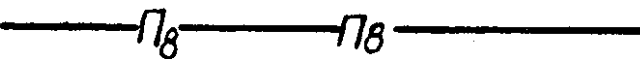
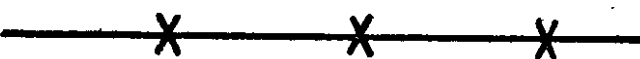
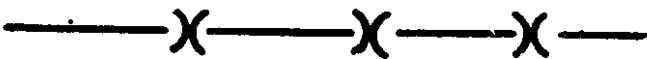
5. 厂区外部管道应包括厂区管道总平面圖、分段平面圖、

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
	壓縮空氣管道
	軟水管道

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国产材料、設計人員並应了解所选用的材料規格、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. 作車間內部管道时，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. 当土質松软时，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养，但管子的热損失較同样 保溫裝置 的其他敷設 方法为大。管道在架空敷設时，应尽量附着在其他建筑物上，如瓦斯管道、桥樑以及厂房牆壁等結構，以減少該工程的投資，但应注意下列几点：

(1) 当管子架設在瓦斯管道上，則事先应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，不应直接焊在瓦斯管道上，应先在安設支架地方的瓦斯管道上焊以加强圈，然后再將管架固定在加强圈上（見第七章支架圖 73）。热力管道最外边与瓦斯管最外边相距一般不应小於 200—300 mm 通常多在瓦斯管道的膨脹圈处制作該管道的膨脹圈。管道的敷設不要与瓦斯管道的放散管相碰，同时不应妨碍了人孔处的檢修。

(3) 当数条热力管道架設在煤气管道上时，应尽量使热力管道对煤气管道中心的力矩处於平衡状态。

(4) 热力管道的固定支架应尽量与煤气管道的固定点重合。並焊在煤气管道的支架上。热力管線之膨脹应考虑煤气管線膨脹后之影响。

(5) 当热力管道架設在 $\phi 2000$ mm 以上的煤气管道时，由於該煤气管道本身在制作时即焊有加强筋，所以热力管道的支架佈置应尽量利用該加强筋来适当考虑跨距，加强筋之距离如下：

煤气管道直徑 MM	焊在煤气管道上加强筋的距离(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，管子保溫的最低点与地面的距离不得小於 4.5 M 与鉄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：

(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：

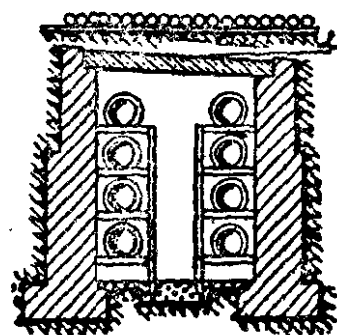


圖 1 通入地溝
1—斜度，为 0.05

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。

г. 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:

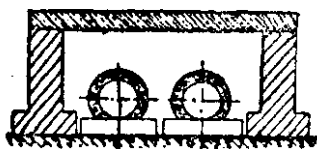


圖 2 不通入地溝

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 這樣当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 $\leq \phi 200$ MM 上水道	1.5 M

与 $\phi 200$ MM 上水道 3.0 M

Д. 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) 应尽量避免擋窗，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) 管道保溫外表面，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。

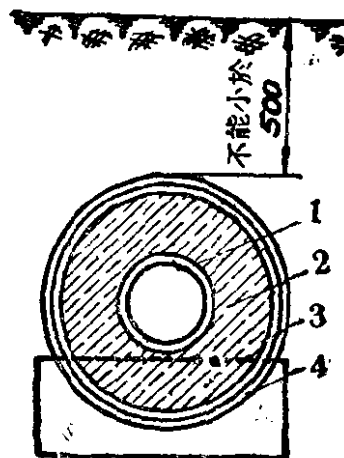


圖 3 埋地敷設

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，可参看第七章圖 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

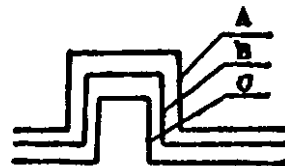


圖 6 数条管道平行时
膨胀器之佈置
 A 、 B 、 C —不同的管道

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参看第六章第三节）：

（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。

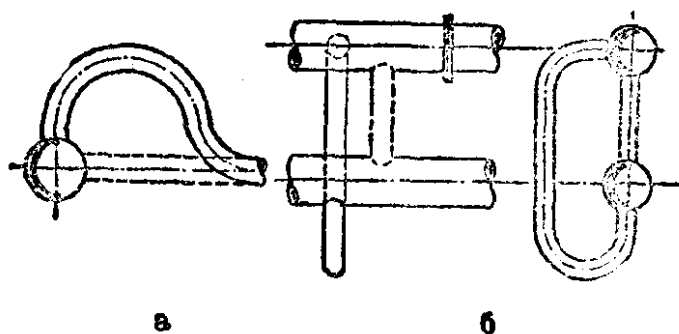


圖 7 相接管子之配置

a—支管與主管相連接；b—兩主管相連接

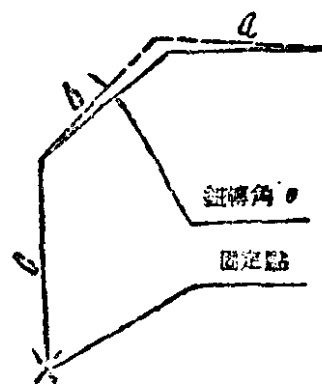


圖 8 三個互相垂直

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。节流孔亦起減壓作用，如圖 9 之 a，即节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 ($M^3/KΓ$)；

V_1 ——減壓後蒸汽的比容 ($M^3/KΓ$)。

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