

中等专业学校教学用书

热 网 学

張家口建筑工程专科学校編



中國工業出版社

中等专业学校教学用书



热 网 学

張家口建筑工程专科学校編

中国工业出版社

本书适用于中等专业学校“供热与通风”专业。主要介绍供热管道设计的基本理论和一般方法。内容包括：热负荷的决定、热用户的引入装置、供热系统、管道敷设和热网的机械设备、管道的水力计算和热力计算等。另附热水供应一章，说明热水供应系统的设计方法。

本书是張家口建筑工程专科学校供热通风教研组编写的。

热 网 学

張家口建筑工程专科学校編

中国工业出版社出版（北京东便门内大街10号）

（北京市书刊出版业营业登记证出字第110号）

中国工业出版社第一印刷厂印刷

新华书店科技发行所发行·各地新华书店經售

开本 $787 \times 1092 \cdot \frac{1}{32}$ ·印張 $7^{\frac{3}{16}}$ ·字數148,000
1961年8月北京第一版·1961年8月北京第一次印刷

印數001—733·定价(9-4)0.69元

統一書號：15·65·763(爐工—61)

前 言

本书根据供热与通风专业的供热学课程教学大纲，并考虑到学生已学完“供暖学”的基础上，结合我校1960年所用的热网学讲义，修订而成。内容介绍供热、管道设计的基本理论和一般方法，另附热水供应一章，说明热水供应系统的设计方法。

考虑到各校要求不同，因此本书内对城市热网和厂区热网的部分内容作了适当的调整与补充，以便各校参考。

本书是由张学恒、刘历年、周育华等同志编写。

编写本书时主要参考了С·Ф·柯比约夫著“供热学”和Е·Я·索科洛夫著“热网学”两书。

本书编者水平有限，并加上时间匆促，错误和不妥之处一定很多，恳切希望使用本书的师生们，提出批评和指正。

张家口建筑工程专科学校供热通风教研组

1961年5月

目 录

緒 論	5
§ 1 供热技术的发展	6
§ 2 集中供热的装置和热化的特点	7
第一章 热负荷的决定	12
§ 3 热负荷的分类	12
§ 4 热负荷的决定	13
§ 5 热负荷图的繪制	16
第二章 热用户的引入装置	22
§ 6 热用户系统和热网連接的基本原则	22
§ 7 供暖系统和热网的連接	22
§ 8 通风系统和热网的連接	23
§ 9 热水供应系统和热网的連接	27
§ 10 生产用户系统和热网的連接	30
§ 11 热网的用戶引入口	32
§ 12 热水器	33
§ 13 升水器	42
第三章 供热系統	46
§ 14 供热系統的分类	46
§ 15 热水系統	46
§ 16 蒸汽系統	51
§ 17 热网补充水的处理	55
§ 18 供热系統和热媒的选择	61
第四章 管道敷設	63
§ 19 热网的平面布置	63
§ 20 管道綫路的选择和热网的纵断面布置	65

§ 21 热力管道的敷設方式	69
第五章 水力計算	78
§ 22 水力計算的任务	78
§ 23 基本計算公式	78
§ 24 压力图	84
第六章 机械設備	101
§ 25 管道和管道的連接	101
§ 26 伸縮器	103
§ 27 支座	112
第七章 热力計算	120
§ 28 管道的保温	120
§ 29 热力計算基本公式	123
§ 30 热力計算方法	133
§ 31 保温效率	140
§ 32 热媒的溫度降和凝結水的形成	141
§ 33 保温的經濟厚度	144
第八章 热水供应	146
§ 34 热水供应系統的水质要求	146
§ 35 水的加热	147
§ 36 热水供应系統的图式	156
§ 37 热水供应系統的管路和設備的布置	165
§ 38 热水水箱容量、鍋炉受热面积、热水器加热面积的 計算	167
§ 39 热水供应系統管道計算方法	175
§ 40 热水供应系統計算例題	187
附 录	195

緒 論

热网学課程是在供暖学課程基础上，进一步研究供給热能以滿足人們生活和生产需要的課程。在供暖学課程中，我們主要学习了室內供暖系統和供暖鍋炉房的設計知識。但是在供热对象中，不仅有供暖用戶，还有通风、热水供应、生产用戶；在供热热源中不仅有小型的供暖鍋炉房，还有区域鍋炉房、热电厂等，常常需要在室外設置規模較大的热网，以便把热能輸送给各个用戶。热网学課程主要是研究把热能从热源輸送到用戶的供热管道設計的基本理論和一般方法。

在本課程中，还包括了热水供应的部分內容，因为热水供应系統是一个重要的供热对象，它的用热情况和供暖通风用热有些不同。供暖通风用热情况已經在供暖与通风課程中有詳細的說明，生产用热根据生产用戶的需要决定，我們不詳細研究。所以在本书中附加一章專門說明热水供应系統的設計方法。

§ 1 供热技术的发展

人們在长期的实践过程中，經過不断的摸索，取得了从自然界中获取热能的知識。为了取得热，人們很早就能使用原始的炉灶，在炉灶中燃燒燃料，例如火炉、燒水炉等。

十九世紀随着鍋炉制造业的发展，在西欧出現了以蒸汽或热水作为热媒的集中供热系統来滿足供暖、通风、热水供应和生产用热的需要。十九世紀末、二十世紀初在俄国、美

國都出現了區域供熱系統。這時，一套鍋爐設備所供給的不只是個別的建築物所需用的熱量，而是成百個建築物或生產企業所需用的熱量。

蘇聯區域供熱是以熱電綜合生產的熱電廠為基礎的。社會主義制度的優越性，使區域供熱得到更廣泛的發展。例如，蘇聯在1959年就有50%的工業用熱和12%的城市用熱已經“熱化”（以熱電廠綜合生產的熱進行集中供熱叫做“熱化”）。“熱化”所以在蘇聯得到迅速的發展，是由於社會主義的計劃經濟以及生產資料的國有化，因之，可以保證充分有效的利用國家各種資源。

解放前，我國只有幾個工廠有自備的供熱系統，供給紡織、造紙和制糖工業的用熱。解放以後，在黨的正確領導下以及蘇聯社會主義國家幫助下，隨著大規模經濟建設的需要，使我國的熱化事業得到了比較迅速的發展。1954年在長春建立了我國第一個熱電廠和第一個大規模的熱網。隨後不久，在全國許多城市中都相繼的建造了熱電廠和熱網。可以預料，隨著社會主義建設事業的發展，更大規模的熱電廠以及更加完備的熱化裝置將在祖國千百個城市和鄉村中建立起來。

由於我國地區廣大，在目前，單靠建設大型熱電廠和熱網的方法，往往由於各方面的條件所限，無法在短時期內滿足社會主義建設的需要。因此應在新建大型熱電廠與大規模熱網的同時，還需要計劃的建設區域性的鍋爐房，小型鍋爐房或小規模的熱網來滿足不斷躍進的國民經濟的需要。

§ 2 集中供熱的裝置和熱化的特點

集中供熱的熱源有兩種：區域鍋爐房和熱電廠。從技術經濟上看，以熱電廠綜合生產的熱進行集中供熱（熱化）有

較多的优越性，为了說明这一点，把两种发电厂（只供电的凝汽式发电厂和热电厂）的系统图和热平衡图进行比较：

图1为凝汽式发电厂的系统图。

厂内装有汽轮机，它所需要的高压蒸汽由厂内锅炉間的锅炉供給。

汽轮机排出乏汽的压力为 $0.05-0.06$ 绝对压力。蒸汽在这个压力下的温度为 $32-36^{\circ}\text{C}$ ，含热量约为 612 千卡/公斤。蒸汽自汽轮机出来以后进入凝汽器。为了使蒸汽在凝汽器中凝結，应使每公斤蒸汽放出近 576 千卡的汽化热，因此必须使冷却水通过凝汽器的管子，冷却水的数量约为进入汽轮机的蒸汽量的六十倍，凝汽器管子的全部外表面应与从汽轮机流出来的蒸汽相接触。

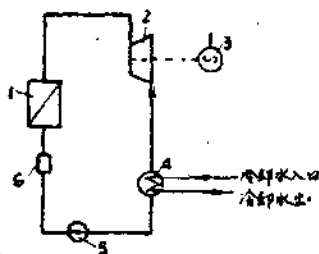


图1 凝汽式发电厂系统图

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；
4—凝汽器；5—凝水水泵；6—凝水
预热器

冷水通过凝汽器的管中时，逐渐被加热，并且吸收了管外蒸汽凝結时放出的汽化热，这个汽化热可以达到厂内锅炉所用燃料热能的50%。

凝汽器中所形成的凝結水由水泵送入锅炉。利用凝汽器中流出的冷却水来供热

是不行的，因为它的温度不超过 30°C ，所以只能把从凝汽器流出的冷却水排入厂内的水池中去。

图2是凝汽式发电厂的热平衡图。

从图中可以看出：转变为热能的有效热能只占20%左右。

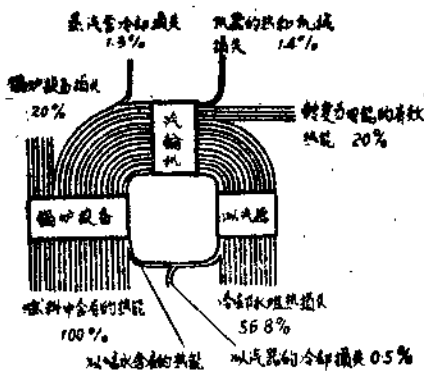


图 2 凝汽式发电厂热平衡图

图 3 是供给热水和蒸汽的热电厂系统图的一个例子。在厂内装设取用 6；2—2.5 和 0.25 绝对压力的蒸汽管道，大部分的蒸汽压力为 1.2—2.5 绝对压力，蒸汽在这个压力下的温度为 $104-126^{\circ}\text{C}$ 和含热量为 640—650 千卡/公斤，把这样的

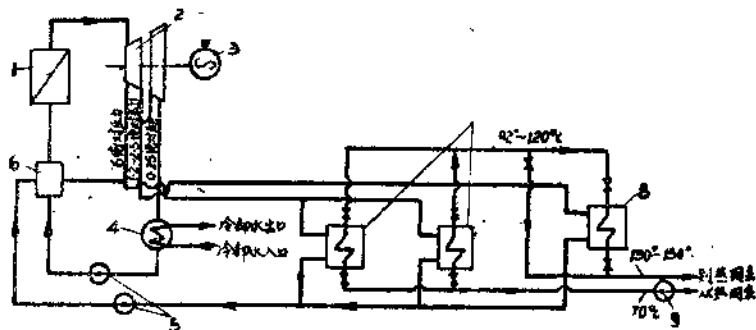


图 3 热电厂系统图

- 1—锅炉；2—汽轮机；3—发电机；4—凝汽器；5—凝结水泵；
6—预热器；7—基本负荷加热器；8—高峰负荷加热器；9—循环水泵

蒸汽通入基本負荷热水器，用热水器中被加热的热水供給用戶。当蒸汽压力为1.2绝对压力时，可以加热热水到 100°C ，当蒸汽压力为2.5绝对压力时，可以加热热水到 120°C 。

当室外空气温度很低时，也就是房間热損耗較大的时期，供暖用热往往要求热网中水温高于 120°C ，这时候可以把在基本負荷热水器中加热了一次的热水送入高峯負荷热水器中再加热到 $130-150^{\circ}\text{C}$ （兩級加热），高峯負荷热水器用6个绝对压力的蒸汽，它仅仅在室外温度低时使用，也就是在用热量最大时工作。基本負荷和高峯負荷热水器中流出的凝結水用水泵送回鍋炉。由于热电厂的汽輪机撤汽压力較大，热电厂耗汽量1公斤所生产的电能比凝汽式发电厂小，但是总的燃料有效利用率有显著提高，可以达到80—85%。

图4是热电厂热平衡图。与凝汽式发电厂热平衡图相比較，可以看出在經濟上有很多的优点。

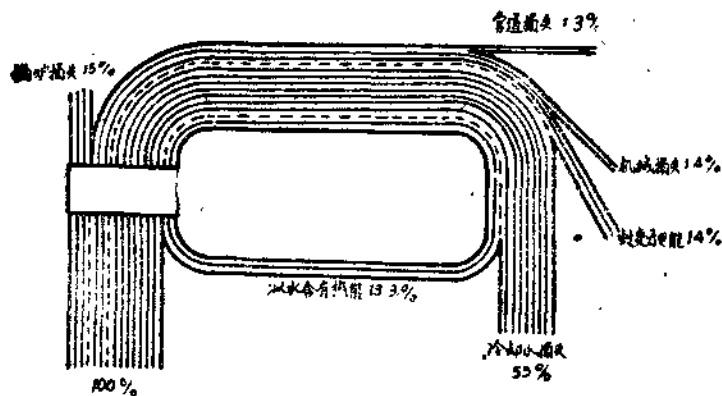


图4 热电厂热平衡图

由于集中供热使用較完善的鍋炉和燃燒室，并有必要的

技术管理和检查。因此比分散的小型锅炉供热在燃料热能的利用上好得多。一般区域锅炉房燃料热能有效利用率可达75%，而小型锅炉平均只有50%，较好的也不能达到60%。

热电厂的热效率可达80—85%，最大的凝汽式发电厂热效率只是20—25%。在节省燃料方面热化的效果是显著的。

从以上分析可以看出，热化是技术上最完善、经济上最合理的集中供热方法。

总之，集中供热较小型锅炉供热有下列优点：

1. 节省燃料；
2. 能烧劣质煤；
3. 管理人员少，节省劳动力；
4. 减少了运煤除灰的运输工作；
5. 减少了烟囱数目，改善了城市卫生条件；
6. 少占用土地，有利于发展农业；
7. 减少了发生火灾的危险。

集中供热的主要缺点是初次投资大，并且当夏季时热电厂没有供暖负荷，运行时只发电不供热，耗煤量比凝汽式发电厂还要多些。

第一章 热負荷的决定

§3 热負荷的分类

在設計热网时，首先要决定热負荷的大小和性质。热負荷的分类如下：

一、按用途分

1. **供暖热負荷**：从鍋炉房或热电厂用热网把热媒輸送到用戶中的热水或蒸汽供暖系統，用于房間供暖。

2. **通风热負荷**：主要是用于供給热风器。热媒以加热空气。在有进气通风系統要用加热空气送入生产厂房或公共建筑物中时，才有这个負荷。近年来随着空气調节和人工制冷的发展，利用热能在吸收式制冷装置中制冷，所以通风热負荷的需要范围日益扩大。

3. **热水供应热負荷**：主要是用于加热水，满足人民生活需要。

4. **生产热負荷**：它是为了满足生产过程用热的需要。如木材加工中的干燥，橡胶工业生产中的蒸压，混凝土預制构件厂的蒸汽养护，以及有些工厂利用蒸汽作为动力，如蒸汽鍛锤，蒸汽机等。它是工业企业热网的主要热負荷。

二、按用热时间分

1. **季节性負荷**：这种負荷的数量和参数由气候条件所决定。如室外空气温度、风向和风速、日光輻射、大气湿度等，其中最重要的影响因素是室外空气温度。供暖与通风热負荷就是季节性負荷。这种負荷在全年中变化大，而在全日中变化較小。

2. 常年性負荷: 这种負荷与室外溫度沒有多大的关系, 是全年都有的負荷。如热水供应和生产热負荷就是常年性負荷, 因为生产热負荷决定于生产工艺过程和工作制度, 而热水供应負荷决定于水加热設備(浴室或洗衣房的热水器等)的工作情况和居民的成分。这种負荷在全日中变化大, 而全年中变化較小。

§ 4 热負荷的决定

一、供暖热負荷

按热网的供热量与建筑物热損耗相平衡的条件来考虑, 热負荷按下式計算:

$$Q_{\text{暖}} = \Sigma KF \Delta t \quad \text{千卡/小时} \quad (1)$$

式中 K —— 建筑物外圍結構的傳热系数, 千卡/米²·小时·°C;

F —— 外圍結構的冷却面积, 米²;

Δt —— 室內外計算溫度差, °C。

通常室外热网的设计在室内供暖设计以前进行或同时进行。当不能取得建筑物热損耗数值时, 可采用建筑物供暖热指标来进行計算, 即:

$$Q_{\text{暖}} = \alpha V (t_{\text{内}} - t_{\text{外}}) \quad \text{千卡/小时} \quad (2)$$

式中 α —— 建筑物供暖热指标, 千卡/米³·小时·°C, α 值見供暖学附录表Ⅱ;

V —— 建筑物外圍体积, 米³;

$t_{\text{内}}$ —— 室內溫度, °C;

$t_{\text{外}}$ —— 室外溫度, °C。

二、通风热負荷

通风热負荷应当根据通风设计中所需用的热量来决定。

当概略估算时，可采用房間换气次数进行計算，即：

$$Q_{\text{通}} = mV_{\text{通}} c (t_{\text{送}} - t_{\text{外}}) \text{ 千卡/小时} \quad (3)$$

式中 $Q_{\text{通}}$ ——每小时通风用热量，千卡/小时；

m ——每小时换气次数，次/小时；

$V_{\text{通}}$ ——通风房間容积，米³；

c ——空气容积比热，可采用0.3千卡/米³·°C；

$t_{\text{送}}$ ——送入房間的热空气温度，°C；

$t_{\text{外}}$ ——室外空气温度，°C。

为了簡化計算通常采用建筑物的通风热指标来計算通风热負荷，即：

$$Q_{\text{通}} = yV (t_{\text{內}} - t_{\text{外}}) \text{ 千卡/小时} \quad (4)$$

式中 y ——建筑物的通风热指标，千卡/米³·小时·°C； y 值見供暖学附录表Ⅲ。

三、热水供应热負荷

热水供应所需用的热量，通常按用水量标准确定，即按每人每日用温度为65°C的热水多少升，把它換算成需用的热量。

热水供应的最大小时热負荷按下式計算：

$$Q_{\text{水}} = \frac{gZ(t_{\text{热}} - t_{\text{冷}})c}{P} \text{ 千卡/小时} \quad (5)$$

式中 g ——每人每日热水用量标准，升/人·日；

Z ——供应的人数；

$t_{\text{热}}$ ——热水的温度（通常为65°C），°C；

$t_{\text{冷}}$ ——冷水的温度（通常冬季采用5°C，夏季采用10—15°C），°C；

c ——水的比热，千卡/公斤·°C（ $c=1$ 千卡/公斤·°C）；

P ——全日总負荷和最大小时負荷的比值，通常称为最大用热小时数，时。

用戶設有大容量的水箱时， P 的数值可以达到24小时，就是等于平均小时負荷。在沒有热水水箱时， P 的数值要小得多。

P 的数值应当在对于各种用戶用水量情况进行調查統計的基础上，确定采用的数据。

四、生产热負荷

生产用热量以及它的参数（例如溫度）是由工艺过程的性质，用热設備的型式，生产工作的組織等所决定。

一般是由生产工艺技术人員根据技术計算或者热能試驗提出生产热負荷。

估計生产热負荷时，可采用技术文件中所介紹的資料。例如炼鐵工业中每炼一吨生鉄要用0.025—0.03百万千卡热量，需要5—6計示压力的蒸汽；棉紡織企业中每織一吨布要用0.7百万千卡热量，需要3—4計示压力的蒸汽。

〔例題1〕 計算某厂鑄工車間通风热負荷。

已知：鑄工車間通风热指标 $y = 0.6$ 千卡/米³·小时，建筑物外圍体积 $V_{外} = 100000$ 米³，室內溫度 $t_{内} = 12^{\circ}\text{C}$ ，室外溫度 $t_{外} = -9^{\circ}\text{C}$ 。

解：

$$\begin{aligned} Q_{通} &= yV(t_{内} - t_{外}) = 0.6 \times 100000(12 + 9) \\ &= 1260000 \text{ 千卡/小时} \end{aligned}$$

〔例題2〕 計算某宿舍热水供应热負荷。

已知：此宿舍住戶数为30戶（按每戶平均五口人計算），每人每日热水用水量标准取为40升/人·日，热水溫度为60 $^{\circ}\text{C}$ ，冷水溫度为5 $^{\circ}\text{C}$ 。

热水供应全日总负荷为300000千卡，最大小时负荷是发生在晚上七点到八点浴室开放的时候，最大小时热负荷为60000千卡/小时，因此全日总负荷与最大小时负荷的比值

$$P = \frac{300000}{60000} = 5$$

，也就是说把全日负荷折合成最大小时负荷相当于5小时的最大小时负荷。

解：

$$Q_{\text{水}} = \frac{gZ(t_{\text{热}} - t_{\text{冷}})}{P} = \frac{40 \times 30 \times 5(60 - 5)}{5}$$

$$= 66000 \text{ 千卡/小时}$$

§5 热负荷图的绘制

从上边所说的可以看出，各种热负荷都是变化的。仅仅知道每小时最大热负荷和热负荷的参数，不能作出造价上经济和运行上合理的热网设计，为了了解热负荷的变化情况，全面考虑热负荷的性质，通常绘制热负荷图。

一、全日热负荷图

全日热负荷图表示全日热负荷变化的情况。

通常以小时平均用热量为纵座标，以全日的小时数为横座标，根据调查统计资料或者参考典型用户的运行情况来绘制。

住宅热水供应全日热负荷图的例子见图5。从图上看，热负荷在早晨和晚上有显著的高峰，而在中午和夜间则较低，这个变化情况决定于居民成分和他们的生活习惯。

工厂热水供应全日热负荷图的例子见图6。工厂中热水供应主要用于淋浴，在工人下班后这个热负荷最大，所以高峰负荷常发生在换班的时候。