

DC4及水平式暖气系统

錢 永 华 編

建 筑 工 程 出 版 社

ДСЧ 及 水 平 式 暖 氣 系 統

錢 永 華 編

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1957 •

內 容 提 要

本書介紹蘇聯的兩種暖氣系統，上篇和下篇分別敘述 ДСЧ 及水平式暖氣系統的優點、運行原理、計算方法和實例。這兩種暖氣系統，是節省鋼鐵用量，降低投資，提高暖氣設備的效用的先進經驗。

本書可供暖氣設計和施工人員參考。

ДСЧ及水平式暖氣系統

錢永華 編

*

建築工程出版社出版（北京市阜成門外南風土街）

（北京市書刊出版業營業許可證出字第053號）

建築工程出版社印刷廠印刷·新華書店發行

書號720 30千字 787×1092 1/32 印張 7 1/8 插頁3

1957年11月第1版 1957年11月第1次印刷

印數：1—1,200册 定價（11）0.46元

目 录

序.....	4
上篇 ДСЧ 暖气系統.....	5
1 概說	5
2 ДСЧ 系統的計算.....	19
3 ДСЧ 系統計算实例.....	25
下篇 水平式暖气系統	34
1 概說	34
2 单管水平式的計算	40
3 单管水平并联式的实例	43
4 单管水平串联式的实例	54
参考書籍	59

序

由于党和政府对劳动人民的关怀,暖气设备的数量势必随着大规模的经济建设而不断增加。因此,节省金属材料 and 降低暖气造价,就成为重要的课题了。我编这本书的意思,就是想在这方面略略贡献一点力量。

上篇 ДСЧ 暖气系统,系苏联契切克工程师设计的,据初步估计,它能节省金属材料17~20%,降低造价20~25%。本系统曾用于某机关的集中式供暖,实际计算结果,能降低造价将近50%,而且在冬季能保证正常采暖。但由于当时缺乏有关设计资料,因而造成某些缺点。笔者参考苏联书籍以后,结合实际使用的效果,编成上篇。其中还有与本系统调节有关的小环路原理,以及第一部分和第二部分的热负荷分数和温度降的分配问题,并提供水头的计算公式及实例。

笔者根据双管系统的原理,结合单管系统的立管降温计算,编成水平式暖气系统。该系统在东北各地早已推广,得到预期的效果,它不仅能降低造价50%左右,而且能加快设计和施工速度。但它也有某些缺点,例如管道伸缩和放水问题。本书所提消除缺点的方法,尚嫌不够,有待同志们提出更完善的措施,以利推广。

笔者理论和经验都很差,错误在所难免,希惠予指正,以便修改。

在编写过程中,得到张生勃和明衍珍两位工程师的帮助,得益非浅。谨致深切的谢意。

全稿承总工程师伍子昂审阅,不胜铭感。

錢永華

1957. 4. 23. 于济南

上篇 ДСЧ暖气系統

1 概 說

ДСЧ 暖气系統系苏联耶·伊·切契克工程师所設計的新系統，它在苏联已被广泛采用。根据耶·伊·切契克的初步估計，ДСЧ 系統能节省金屬材料17~20%，降低造价20~25%。實踐証明，采用本系統的房屋，虽在严冬的气温条件下，仍能保証正常的采暖。

ДСЧ 系統的主要特点，根据系統中傳热体的各种不同溫度，而把整个房屋的总热負荷分成两部分：

表 1

傳熱体溫度	回 水 溫 度	第一部分 熱負荷分數	第一部分 溫度降	第二部分 熱負荷分數	第二部分 溫度降
130°	70°	0.583	35°	0.417	25°
115°	70°	0.444	20°	0.556	25°
110°	70°	0.375	15°	0.625	25°
105°	70°	0.286	10°	0.714	25°

从表 1 中可以看出，本系統的第二部分的进水溫度总是保持 95°，这是借助于第一部分的調节而达到的。由于傳热体的溫度不同，而使第一部分的溫度随着傳热体的溫度的降低而减小，这样第一部分的热負荷相适应地减小；而由于溫度不变，使第二部分的热負荷随着傳热体的溫度的降低而增加。

本系統的第一部分的热水管在底层地坪上（或地沟內），回水管在頂层的天花板下（或頂棚內）。第一部分回水管的延

长,就是第二部分的热 水干管。第二部分的回水干管在底层的地坪上(或地沟内)。

第一部分是本系统的基本特点,第二部分却和普通的上行下给式系统一样,可采用单管或双管的装置方式。第一部分总是采用单管旁通式,自下而上供水;而第二部分却是自上而下供水。

由于单管旁通式的散热器小环路的水头和阻力的计算,与本系统的运用有密切的联系,因此在讨论本系统以前,我们首先研究散热器的小环路的计算问题。

单管旁通式散热器的小环路的水头的公式,一般采用:

$$H = \Sigma(Rl + Z)_{3a} + h(r_{nep} - r_{3a})。 \quad (1)$$

式中: $\Sigma(Rl + Z)_{3a}$ ——旁通管段的阻力(公厘水柱);

h ——旁通管段的长度(公尺);

r_{nep} ——散热器的水的单位容积重量(公斤/立方公尺);

r_{3a} ——旁通管段的水的单位容积重量(公斤/立方公尺)。

公式 1,乍看起来,旁通管段的阻力是小环路增加的水头,较难理解。但我们作以下的分析,就会认为这是合理的。

我们知道物体的重量,就是物体垂直地起作用的力量。这样,物体永远是自上而下降落,例如水在管子中自上而下流动,被管子的摩擦和局部阻力所制动,制动的力量永远是与物体流动的方向相反,而其制动力量永远和自上而下流动的水(或水柱)的重量减小值相等。

如果水流是自下而上的流动,则管子中的制动力量的方向是自上而下对水流起制动力量。其制动力量永远和自下而上的水流重量的增加值相等。

单管旁通式的散热器小环路中,在实际流转中,不论散热器或

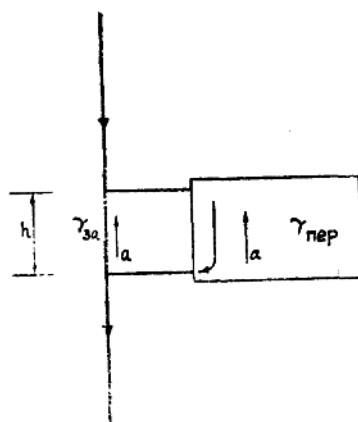


图 1

旁通管,在本系统中的第一部分为自下而上流动,在第二部分则为自上而下流动。现在我们先按自上而下的流动来分析。这时在散热器小环路中的左右水柱的重量,相对地受到相当的制动力量(见图1箭头 a)。右面散热器的水柱压力等于 hr_{nep} ,旁通管的水柱压力等于 hr_{3a} 。

由于水流自上而下流动时,一定有自下而上的制动力量,这制动力量就是管道

中的摩擦阻力和局部阻力。所以不论散热器或旁通管的制动力量,都可以用 $\Sigma(Rl+Z)$ 来表示。根据重力作用的原理,并结合水流受到制动力量的因素,小环路中的水头可用下式表示:

$$H = [hr_{nep} - \Sigma(Rl+Z)_{nep}] - [hr_{3a} - \Sigma(Rl+Z)_{3a}]。 \quad (2)$$

式中: $\Sigma(Rl+Z)_{nep}$ ——散热器阻力(公厘水柱);

$\Sigma(Rl+Z)_{3a}$ ——旁通管阻力(");

我们知道散热器中实际上是沒有阻力的,因为散热器进口和出口的两处局部阻力,应計入橫支管中,所以 $\Sigma(Rl+Z)_{nep}=0$, 故公式2应改为:

$$H = hr_{nep} - [hr_{3a} - \Sigma(Rl+Z)_{3a}]。 \quad (3)$$

最后得:

$$H = \Sigma(Rl+Z)_{3a} + h(r_{nep} - r_{3a})。 \quad (4)$$

由于散热器沒有水头損失,而旁通管的阻力却能增加小环路的水头,因此对于公式4的水头值,仅仅克服上下两段橫支管的阻

力,其理由,可以用图 2 加以分析。图中的小环路内的箭头表示水流的实际流动方向,凡管线上的箭头 c 表示理论上的小循环。 A 系散热器中冷却水的重量, a 系相对地自下而上的制动力量, B 系旁通管中水的重量, b 系相对地自下而上的制动力量, D 、 c 系横支管的制动力量。为了构成图中六个力量的代数和等于零,凡与理论上的水流方向 c 相同的力量,

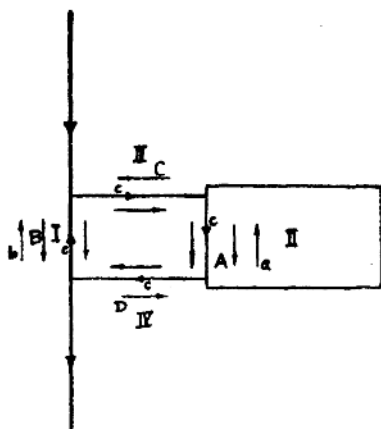


图 2

量,其符号为正;反之,如与水流方向 c 相反的力量,其符号为负。在小环路中的散热器的水流自上而下与水流方向 c 相同,故 A 系正号。 b 的制动力量,由于右面水柱重于左面水柱,故水流有自下而上压的趋势,与 b 的制动力量的方向相同,故 b 系正号。横支管 III、IV 的制动力量与水流方向 c 的方向相反,故系负号,所以得:

$$(-B+b+A-C-D-a)=0; \quad (5)$$

$$\text{或} \quad (A-B)=(c+D+a)-b. \quad (6)$$

上式 $(A-B)$ 相等于左右的水柱重量差, $(C+D+a)$ 表示横支管 III、IV 和散热器的制动力量(实际上散热器的制动力量 a 等于零), b 表示旁通管的制动力量。

如将公式 6 中的字母,改为压力的符号表示,可以写出下式:

$$H=h(r_{nep}-r_{sa})=\Sigma(Rl+Z)_{\text{II, III}}-\Sigma(Rl+Z)_{\text{I, IV}} \quad (7)$$

如果小环路的水头等于小环路的阻力来表示,又可将公式 7

改写成：

$$\underbrace{h(r_{nep} - r_{sa}) + \Sigma(Rl + Z)_{sa}}_{\text{作用水头}} = \underbrace{\Sigma(Rl + Z)_{II, IV}}_{\text{阻力}} \quad (8)$$

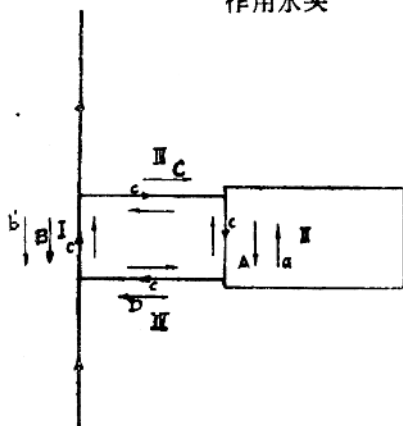


图 3

从方程式中可以看出小环路的水头，就是左右水柱重量差加上旁通管段的阻力，证明此水头仅仅克服横支管段 III、IV 的阻力。

至于 $\Sigma(Rl + Z)_{sa}$ 能够增加小环路的水头原因，我们从公式 5 中的 b 系正号可以看出，这情况正与散热器中自上而下的水流与小环路水流方向 c 相同，而使 A 和正号相仿。

现在我们再来分析 ДСЧ 系统的水流自下而上流动的情况(见图 3)。这时水流尽管自下而上流动，但由于散热器中的冷却水总是有自上而下流的趋势，与实际的水流相迎。但它却与理论上的小环路方向相同，故 A 仍系正号，而旁通管由于水流自下而上流动，就产生新的制动力量 b' ，这时水流方向与理论上流向一致，故 b' 系正号(这时 b' 代替 b)。至于横支管 III、IV 理论上流向与水流方向相反仍为负号，其六个力量的代数和仍等于公式 5，因此小环路的水头与阻力和自上而下流动的计算方法相同。

我们知道，增高散热器的表面温度，就能提高散热效率，相对地减小所需面积。但是由于卫生标准的要求，增高表面温度是有限制的。在苏联规定散热器表面温度最大不得超过 95° 。

ДЧЧ 系統基本特点,是采用超过 100° 的过热水,并根据房屋层数来决定热水的温度。一层房屋,采用 105° , 二层房屋,采用 110° , 三层以上的房屋,采用 115° , 这是在有几幢房屋集中供暖时,或单独在房屋地下室中的鍋爐供暖时,采用这样的温度。如果与外網 130° 的过热水连接,只能在較高层樓的房屋中采用,否則,必須利用特設的注射式水泵,將水温低至所需的温度。

ДЧЧ 系統是自下而上供水,由于散热器的散热,水温逐漸降低,水的蒸发压力也随之降低,故在系統中要防止底层散热器的上部产生沸騰现象。

如果在房屋中采用过热水温度为 115° , 則底层的散热器上部必須保持 115° 的蒸发压力以上的压力, 115° 的蒸发压力为 0.7 相对大气压,故必須保持有 8.0 公尺水柱,这压力可由按置在三层頂樓中的膨胀水箱而达到。至于低于 115° 的过热水温,也必須按类似方法,不使散热器上部产生沸騰现象。

在普通的热水暖气系統中,散热器的温度降落一般采用 $95^{\circ} \sim 70^{\circ}$, 这样散热器中流过的水的平均温度将为 $\frac{95^{\circ} + 70^{\circ}}{2} = 82.5^{\circ}$, 散热器的表面温度大致与流过的水的平均温度相同。但是散热器的上部表面温度总是接近于进水的温度,而下部总是接近于出水温度。

不論 ДЧЧ 系統中的过热水温度如何,为了符合卫生标准,凡在第一部分的散热器出水温度均采用 95° 以下。散热器的上部温度接近 95° ($93^{\circ} \sim 94^{\circ}$)。本系統自下而上的水流恰好与散热器中冷却水自上而下流动相迎,在这种情况下,散热器中的水急剧混和,因此本系統第一部分的散热器不論何处表面温度都相等,这是与其他系統不同的地方。在一般情况下,散热器中的平均温度保持在 $92^{\circ} \sim 93^{\circ}$, 这样就不致使散热器的表面温度超过最大允許值 95° 。

如果采用 92.5° ，則与普通系統的散热器平均温度 82.5° 比較，其差值的百分数：

$$\frac{92.5-82.5}{82.5} 100=12.1\%。$$

考虑到室內温度(假定室温 16°)，則差值的百分数：

$$\frac{76.5-66.5}{66.5} 100=15.0\%。$$

第一部分的散热器所需面积公式：

$$F' = \frac{Q}{k(t_{cp} - t_a)}。 \quad (9)$$

式中： Q ——第一部分散热器热負荷(千卡/小时)；

k ——散热器散热系数(千卡/平方公尺·小时·度)；

t_{cp} ——第一部分散热器內平均温度(采用 92.5°)；

t_a ——室內温度。

我們知道，如果第一部分的热水温度是 115° ，要使散热器內的平均温度保持在 $92^{\circ} \sim 93^{\circ}$ ，就必须利用在散热器上部的橫支管的双重調节水門(或閘板水門)，对热水进行数量上的調节才能达到。根据上述論点，如果在橫支管上增加阻力以后，使小环路中的水头損失大于有效水头，这样就会使通过小环路中的水量减小，散热器中的水温就不致超过 95° (由于立管的逐渐降温，愈往上的散热器的橫支管上阻力应愈减小，即水門开启得应愈大) 尽管如此，低层的散热器所得到的水温还是 115° 。

所以，本系統不仅提高散热器的表面温度而节省所需面积，而且使散热器的表面温度接近于最大允許值 95° ，而不超过規定。这就是本系統的优点之一。

ДЧ4 系統另一特点，就是在第一部分的旁通管段上裝置調压板，这是为了保証散热器中得到所需的流量。我們知道，將調压板

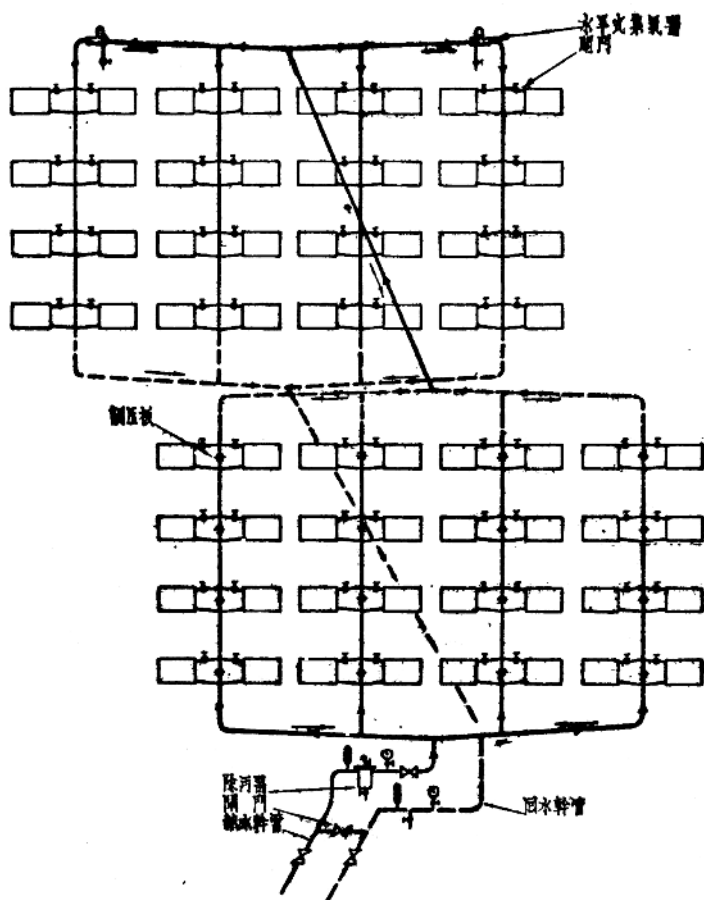


图 4

孔开启至最小,这时小环路的水头增加,通过散热器的流量就增加(这点从公式 4 中可以証明)。反之,如果将板孔开启至最大,則小环路的水头减小,通过散热器的流量就减小。所以利用調压板的調节,就能充分保証散热器所需的流量。

使第一部分依靠橫支管上的水門和旁通管上的調压板做到精确的調节,这样就获得:

- (一) 使第一部分的散热器表面温度不超过 95° ,
- (二) 使第一部分散热器得到所需的流量,使房間温度达到

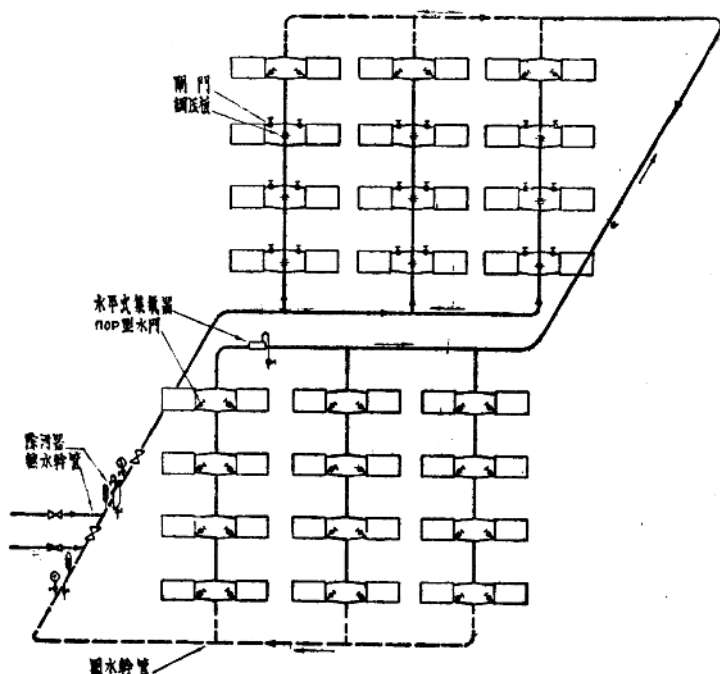


图 5

設計的温度，

(三) 不致因第一部分散热过多，而影响第二部分的散热，充分保证了第二部分所需的热量。

至于調压板的孔径，为了避免堵塞，应不小于 7.0 公厘。如果安設調压板有困难，可以用轉心水門来代替。

現在我們来討論第二部分。实际上第二部分完全和普通系統一样，所以这部分可以采用任何的裝置方式，例如：“单管旁通式”、“单管順序式”、“单管水平式”、“双管式”。采用单管旁通式，要在每个散热器的上部橫支管安設水門来調節流量(见图 4)。采用单管順序式可以在每个散热器的下部安設特制的 ППО 型水門来調

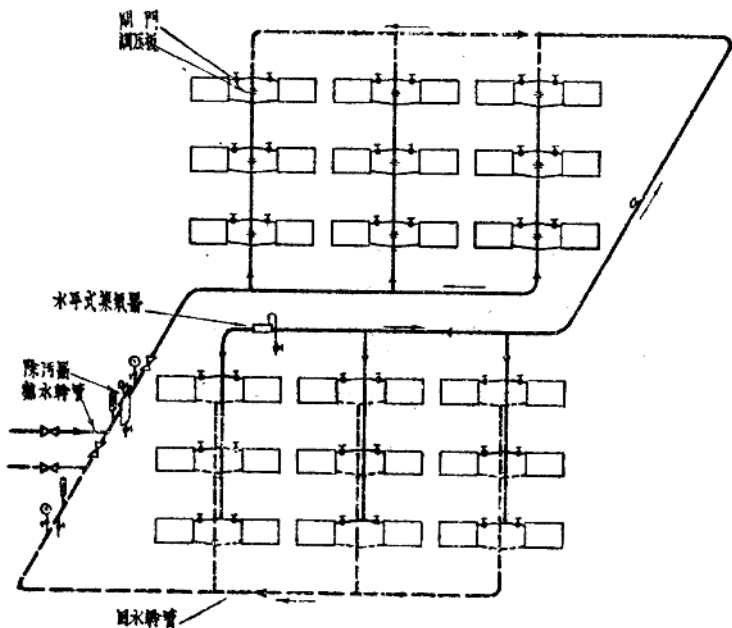


图 6

节流量(见图5)。采用双管式,也可在横支管上安设水门来调节流量(见图6)。

DC4 系统的空气排除,可以按图中管线旁的箭头做向下坡度,这样可以看出,系统中的气泡与水流的方向是一致的;并且沿着管道向上集中至第二部分的热水干管最末立管前的水平式集气器B中。所以系统中排除空气也是很顺利的。这也是本系统的优点之一。

由于系统的水流方向是顺流的,所以每一立管的环路长度是一致的,使立管的环路间的水头损失易于平衡,这是本系统实用上的优点。

另外,系统中的温度增高以后,相对地可以减小流量。当系统中采用 115° 水温,则循环流量减小 $4/9$ 或 1.8 倍,这样与普通的系统比较,本系统的水泵的压力能增高 1.8 倍,水泵的输水量减小而减低电力的消耗。

我们知道减小管道截面有两种措施:一、增高水泵的压力,使水流的速度接近于最大的流速限度;二、减小管道的流量。

由于本系统采用过热水,使通过管道的流量减小,显然,相对地减小管道截面。为了知道本系统的管道截面减小的程度起见,作下列的比较。

当热水温度 95° ,回水温度 70° ,每一公斤水放出 25 千卡/公斤,采用平均水温时,水的单位容积重量等于 970.25 千卡/立方公尺,这时一立方公尺的水可以放出 $970.25 \times 25.0 = 24200$ 千卡/立方公尺。如低压蒸汽采暖时,一般工作压力 1.2 绝对大气压时,自锅炉中出来的一公斤蒸汽的热量平均为 640.7 千卡/公斤,其中 104.2 千卡为液体含热量(消耗在水加热上)。而 536.5 千卡为汽化热(消耗在水变蒸汽上),设假冷凝水离开散热器的温度为 104.2° ,则一公斤蒸汽供给散热器的热量等于 536.5 千卡,在 1.2 绝对大气压下,

蒸汽的单位容积 1.46 立方公尺/公斤，所以一立方公尺蒸汽能放出 $536.5/1.46=367$ 千卡/立方公尺。

本系统采用 $105^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时，水的平均温度的单位容积重量 967.02 公斤/立方公尺，所以一立方公尺的水能放出：

$$967.02 \times 35 = 33,800 \text{ 千卡/立方公尺。}$$

$110^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时，水的平均温度的单位容积重量 965.34 公斤/立方公尺，所以一立方公尺的水能放出：

$$965.34 \times 40 = 38,600 \text{ 千卡/立方公尺。}$$

$115^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时，水的平均温度的单位容积重量 963.65 公斤/立方公尺，所以一立方公尺的水能放出：

$$963.65 \times 45 = 43,400 \text{ 千卡/立方公尺。}$$

在重力式暖气系统中，沿管道流动的水的平均速度为 0.2 公尺/秒，蒸汽的平均速度 20 公尺/秒，因此蒸汽的速度大于水 100 倍。

热水温度 $95^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时，与蒸汽的管道截面的比例：

$$\frac{24,200}{24,200} : \frac{24,200}{367 \times 100} = 1:0.66。$$

因此，重力式暖气系统热水温度 $95^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时，蒸汽的管道截面仅为热水的管道截面 66%，所以蒸汽较节省金属。

ДЧ 系统的过热水与 $95^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 的管道截面的比例：

$105^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时：

$$\frac{24,200}{24,200} : \frac{24,200}{967.02 \times 35} = 1:0.716；$$

$110^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时：

$$\frac{24,200}{24,200} : \frac{24,200}{965.34 \times 40} = 1:0.627；$$

$105^{\circ}\sim 70^{\circ}$ 时：