

高等学校教学用书

供 热 学

上 册

苏联 С.Ф. 柯比約夫著

水利电力出版社

高等学校教学用书

供 热 学

上 册

热的消费

苏联 С. Ф. 柯比约夫著

温强为 陈在康 刘 荻译

盛 昌 源校订

苏联文化部高等教育总局批准
作为高等学校供热、供煤气及通风专业教材

水利电力出版社

全書詳盡地敘述了集中供熱的基本知識。並研討了熱的需要、運輸及制備問題。闡述了供熱圖式、設備結構及附件，熱化及區域供熱系統的操縱及自動化。並刊載了必須的計算圖式及設備，以及選擇最優解法的技术經濟計算。

全書由三部分組成：熱的消費、熱的輸送和熱的生產。

本書系原書的第一部分，包括緒論及熱的消費部分，共四章。書中扼要地介紹了熱用戶及其熱負荷、熱用戶與熱力網的連接、用戶引入口的設備及供熱的調節和監督。

本書可作為高等工業學校供熱、供煤氣及采暖通風專業的教材，也可供動力機械系統動力裝置專業的師生參考，還可供熱電站及熱力網設計、運行人員參考。

本書在翻譯過程中承劉祖忠、沈承龍、范崇惠等同志多方協助；在出版前我社特請水利電力部北京電力設計院金仲白同志進行編輯加工。

О. Ф. КОПЬЕВ
ТЕПЛОСНАБЖЕНИЕ

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО ЛИТЕРАТУРЫ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И АРХИТЕКТУРЕ МОСКВА 1953

供 熱 學 上 冊

根據蘇聯國立建築和建築藝術出版社1953年莫斯科版翻譯

溫強為 陳在康 劉 荻譯
盛昌源校訂

*

1106R233

水利電力出版社出版（北京西便門學廠二號樓）

北京市書刊出版業營業許可證字第103號

力出版社印刷廠排印 新華書店發行

*

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本*56印張*123千字*定價(第10類)0.75元

1958年8月北京第1版

1958年8月北京第1次印刷(0001—2,700冊)

前 言

本書为高等建筑学校供热、供煤气及通風專業适用的供热学課程教本。

書中敘述了集中热供应系統的合理設計、結構及其运行原理，这种集中热供应系統在苏联已經有了很大的發展。

本書由三部分組成：热的消費，热的輸送和热的生产。

在第一篇中，向讀者介紹集中热供应系統的热用戶，热負荷及其状态，送热的調节方法，局部系統和热力網的连接系統，以及用戶引入口設備。

考虑到用戶日益增長的要求，对从中心系統供热的高度質量問題給予特別的重視。指出送热調节的合理方法，敘述局部系統水力及热力工况自动調节的系統和設備。根据最新的資料編入了有关用戶引入口設備的計算、設計及运行方法。

在第二篇中，編入热力網的水力、热力及机械强度計算方法，敘述热力管道的近代結構、热供应的系統和连接方式。特別強調的是送热的經濟性和可靠性問題，以及選擇合理的热供应连接方式和系統的問題，而这些都是緊密的結合着这門技術的發展規模与技术先进的要求的。在本篇中，提供以技术經濟理論为基础的、選擇热供应系統的結構、连接方式、状态和参数的方法。

在第三篇中，編入各种供热热源的生产热能的系統：热电站和区域鍋爐房；与向热力網送热有关的热力設備之計算、設計及运行方法，这里特別着重於热电站中热能和电能綜合生产的經濟問題，热化及区域热供应的国民經济意义。關於表现为蒸汽及热水的热的生产問題，將在專門課程“燃料、燃燒室及鍋爐設備”中研討，而热电站的設計不包括在热供应課程的范围以內，本書中只編入热电站和区域鍋爐房的原則性系統圖，並提供關於汽輪机及鍋爐設備的簡要說明。同时，却詳細地講述热供应工程师在实际工作中会經常碰到的热电站和

区域鍋爐房的輔助設備，這些設備是水的加熱設備、蒸汽交換器、除氧器、蒸汽壓縮機和水處理設備。和在其他各篇中一樣，在本篇中也很注意上述各種設備的自動調節問題。

在本書中，還編入了著者所研究出來的水加熱器、蒸汽交換器、各種噴射器和水加熱處理設備的新的熱力計算方法和公式，並提供了熱除氧器的離析原理，和在熱、電綜合生產時燃料節約的新計算方法。編入的計算是以蘇聯熱能動力界權威研究機構的經驗資料為依據的。這些機構是：全蘇熱工研究所，蘇聯地區發電廠及綫路改進局和以波里宗諾夫命名的中央鍋爐汽輪機研究所。上述方法在許多工業動力設備上檢驗過並證明完全適用。

著者感謝校閱者 E. Я. 索柯洛夫教授和 Ф. И. 斯柯羅霍吉柯工程師對於原稿所提的寶貴意見，並感謝莫斯科市政建設學院熱工教研室副教授 A. B. 赫魯多夫，Ю. Л. 古舍夫，И. С. 米亞基舍夫和 B. M. 赫雷波夫等對於原稿各部分的指正。

如上所述，本書還是高等建築學院編寫該課程教本的初次嘗試，自然，不足之處在所難免，著者將以感激的心情接受對這些缺點的指正。

目 录

前言

緒論

§ 1. 力能供应技术的发展	1
§ 2. 苏維埃力能学和热供应的发展	2
§ 3. 集中热供应系统的装置	4
§ 4. 苏联热供应技术的特点	10
§ 5. 集中热供应在国民经济上的意义	13
第一章 热用戶及其热負荷	19
§ 6. 一般特征	19
§ 7. 採暖系統	22
§ 8. 通風	29
§ 9. 热水供应	31
§ 10. 工艺設備	34
第二章 热用戶与热力網的连接	35
§ 11. 选择連接系統的基本原则	35
§ 12. 採暖和热力網的连接系統	37
§ 13. 通風和热力網的连接系統	40
§ 14. 热水供应和热水網的连接系統	41
§ 15. 工艺用戶和热力網的连接	46
§ 16. 居住、公用建筑总的用戶引入口	48
第三章 用戶引入口的設備	49
§ 17. 水加热器的構造	49
§ 18. 水加热器的热力計算	60
§ 19. 水泵	77
§ 20. 儲水箱, 除污器, 過濾器	93
第四章 供热的調节和监督	98
§ 21. 概述	98
§ 22. 引入口的調节閥和关断閥	113
§ 23. 用戶引入口的自动化	119
§ 24. 控制-測量仪表	134

緒 論

§ 1. 力能供应技术的发展

热能、机械能以及其它形式的能量在人类生活中起着巨大的作用。

在很長的时期中，为了取得热，人們曾經使用原始的爐灶，在爐灶中燃燒燃料，这种局部裝置的例子，如一直到現在还利用的火牆採暖，局部的火焰燒水器和空气加热器，工業用爐等。

在十九世紀初，随着鍋爐制造事業的發展，出現了以蒸汽或热水为中間帶热体的集中热供应系統，以滿足採暖、通風、热水供应和生产的需要。在集中热供应系統中，一个热能的發生器——蒸汽或热水鍋爐——保證供給一座或者几座建筑物所需的热量。

在十九世紀的后半世紀，出現了兩種集中化力能供应的新形式：电能供应和煤气供应，它們用於温度超过 200 度的工艺过程、照明和烹飪。这些系統的出現就意味着在技术發展中新的最重要的阶段。

其后，集中化力能供应系統沿着热源与电源进一步扩大和作用半徑增大的道路前进。

1877 年美国出現了区域的（集中化的）热供应系統：一个鍋爐房供应的已不只是个别的建筑物，而是成百的建筑物和生产企業所需要的热量。

更加完备的集中热供应系統於二十世紀初叶出現在俄国。1903 年在彼得堡根据 A. K. 巴甫洛夫斯基工程师和 B. B. 德米特里也夫教授的設計並在他們的領導下建成了第一个接自热电站的大型热供应系統：兒童医院的 13 座楼房获得当地發电站廢汽作为热供应。按照同一系統 B. B. 德米特里也夫在 1908 年完成了一个医院的 37 座楼房的热供应（即現在列宁格勒的麦契尼可夫医院）。

然而，这些系統的热力網沒有超出一个戶主所屬范围之外，在俄国資本主义經濟的条件下，这样的系統不能發展为更大規模的更經濟的利用發电站蒸汽原动机廢热的集中化热供应系統。沙皇政府沒有能

能够合理地解决国家的动力问题，而只有在伟大的十月社会主义革命后问题才被解决。

§ 2. 苏维埃力能学和热供应的发展

在苏联集中热供应的发展是和电气化紧密地联系着的。

1920年十二月在第八次全俄苏维埃大会上列宁给共产主义下了历史意义的定义：“共产主义——这就是苏维埃政权加全国电气化”

在同一届代表大会上，批准了有名的全俄电气化(гоэлиз)计划。这个计划列宁称之为第二党纲。

按照俄罗斯电气化计划的规定，要在10~15年内把每年的发电量提高到八十八亿瓩小时，即为1913年发电量的4.4倍。这就提出兴建三十个新的发电能力为一百七十五万瓩的发电站的任务。为了说明这个数字，必须指出在1913年全部属于公用事业的发电站一共有十个：连工厂自备电站一起，在1913年俄国所有发电站的总容量共为一百零九万八千瓩。

俄罗斯电气化计划不仅完成了，而且超额完成了。

苏联在发电量方面早已躍居世界第二位和欧洲第一位了。

高度的动力装配是提高劳动机械化水平所必需的，因而也是提高劳动生产率——在共产主义社会建设事业中最重要的因素——所必需的。

在苏联各个地区建立起来的巨大的燃料探掘业，在伟大的卫国战争时期的国民经济中起了很大的作用。苏维埃力能学光荣的经受了战争的严重考验。在很短的期间内，在乌拉尔和东方就建立了新的动力基地。

战争带给苏维埃力能经济的创伤，在战后很快地就被消除了。1947年初，发电能力就已经恢复到战前的水平，1952年的发电量一千一百七十亿瓩小时，超过战前的发电量达两倍之多。

在苏共第十九次代表大会的指示中，在动力工作者面前提出了巨大的任务。按照发展国民经济的第五个五年计划，火力发电站的发

社会主义革命力应增为兩倍，而水电站的發電能力应增为三倍。發電量增長 80%。

除了祖国力能經濟量的增長以外，也發生了很大的質的变化。产了新的苏維埃力能經濟。出現了能够更充分地 and 合理地利用祖国動資源的巨大力能系統。在祖国机械制造工業基础上創造了头等的動設備。在生活中实现了城市及工業中心力能供应的最合理的和先进方案。由於設備質量的提高，動力裝置的扩大，电站系統的完备，全国电气化”参数蒸汽的利用以及电能和热能綜合生产等原因，動力裝置的經濟就大大的提高了。

在社会主义全国电气化的計劃中，城市和工業中心的电能供应問是和热供应問題綜合解决的。

把每年的發由大量設備陈旧的小型鍋爐房和不大的動力裝置所組成的、經濟音。这就提出很少的热能供应系統，是不能滿足社会主义城市的要求的。这个問的任务。为了合理的解决办法是采用热化，即在热能和电能綜合生产的基础上所發电站一共出的集中热供应。

电站的总容第一个热化系統在列宁格勒由 B. B. 德米特里也夫教授和 Л. Л. 金尔工程师設計和領導建成，按照这个設計列宁格勒第三国家發电站一位了。1924 年最先开始生产除了电能以外还有热水状态的热能，热能沿因而也是提公用的热力網路送到城市的各种用戶（例如：在方太街 96 号楼房因素——所必，在卡柴青浴室内，奥布豪夫斯基医院等地方），这样，就产生了新的先进的苏維埃热供应系統——热化。

在偉大的衛國1928 年將基納摩工厂及巴罗斯特罗依工厂与以捷尔任斯基命名榮的經受了全苏热工研究所的热电站連接是莫斯科热化的开端。按照莫斯科和立了新的動列宁格勒的例子，热化事業在罗斯托夫、哈尔科夫、基輔、雅罗斯拉夫里、伊万諾沃和苏联其他城市开始發展起来。

被消除了。在苏联热化事業發展中，1931 年六月苏共中央委員會全体會議年的發電量起了很大的作用。會議作出了决定，規定在以后的全国电气化計劃中，立大規模建立巨型的热电站，首先应在大工業中心建立。

面前提出了从 1931 年以后，按照党和政府的决定，热化成为苏联城市燃料發电站的發及动力事業改造和發展的依据。

如今，苏联热电站送出的热能已超过 60×10^6 百万仟卡/年，而它

們的發電能力佔蘇聯全部火力發電站發電能力的 35%。

在蘇聯的首都——莫斯科現在擁有世界上最好的和最強大的熱化系統。

蘇共第十九次代表大會的決議，武裝着和鼓舞着蘇聯人民在高度技術的基礎上繼續改善所有的社會主義生產和動力事業。

新的巨大的水電站的建造，使國家動力裝配得以提高，使水力發電站工作狀況得以改善，並加速實現城市及工業中心全盤熱化。在莫斯科、列寧格勒、基輔、薩拉托夫和蘇聯其他城市，建設天然煤氣站、遠程煤氣管道、強大的煤氣工廠和煤氣供應系統的巨大工作，在很大程度上將促進市民熱能供應的繼續改善。

只有在社會主義計劃經濟的條件下，才能這樣協調地和有效地利用祖國的各种動力資源。

沒有土地私有制，沒有支持增加燃料消耗和發展小型鍋爐裝置的私營企業、公司和壟斷組織，才有可能建立最短的和最便宜的热力網路，才能毫無阻礙地按最合理的方案在任何城市或鄉村完成熱化。

§ 3. 集中熱供應系統的裝置

集中熱供應系統有兩種：熱化和區域熱供應。第一種的熱源為熱電站，第二種的熱源為大型鍋爐房。

圖 1 為熱化的示意圖，其中一種情況帶熱體為蒸汽（圖 1, a），另一種情況帶熱體為熱水（圖 1, б）。第一種設備的主要工作循環如下：蒸汽從熱電站的鍋爐房進入熱化汽輪機，蒸汽在汽輪機中膨脹；借膨脹所作的功轉動汽輪機的主軸，並帶動發電機軸而產生電流，部分蒸汽從汽輪機抽出直接送往用戶。在那里蒸汽放出自己的汽化潛熱後轉變為水——凝結水，此凝結水再回到熱電站；經過回熱系統及除氧器後，凝結水和用以補充網路消耗的化學淨水混合作為給水再進入鍋爐。以後又重複循環。

熱的用戶可為直接連接（連接系統 I 和 II）或為隔絕連接——通過表面式熱交換器（連接系統 III）。在第一種情形下，帶熱體由網路直接流入局部供熱系統，因此，局部供熱系統的水力狀況與網路的水

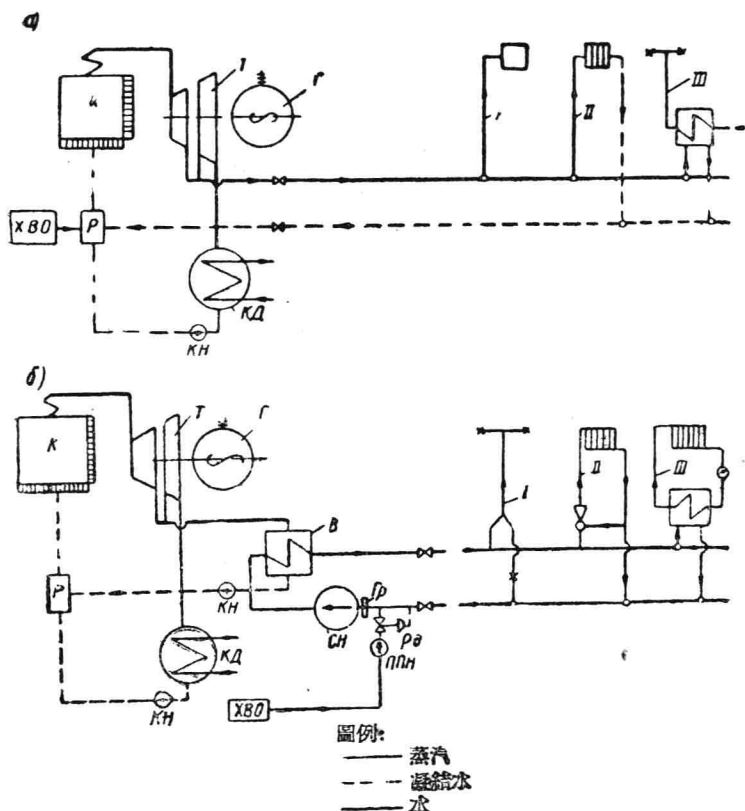


圖 1 热化的原則系統圖

K —鍋爐； T —汽輪機； Γ —發電機； $KД$ —凝汽器； P —回收裝置； KH —凝結水泵； CH —熱網水泵； Γp —除污器； $P\partial$ —壓力調節器； $ПНН$ —補給水泵； B —水加熱器； XBO —化學水處理設備； I —無帶熱體回收的直接連接； II —帶熱體回收的直接連接； III —隔絕連接。

力狀況密切聯系着。在第二種情形下，局部系統的水力狀況是與網路隔絕的，因此，可以具有本身獨立的水力狀況。

用戶連接時可以是帶熱體不回熱網的（系統 I ），也可以是回熱網的（系統 II 及 III ）。

蒸汽沿蒸汽網路的輸送是借蒸汽本身的位能來實現的，即借損失其部分壓力來克服管網中的摩擦阻力。凝結水依靠局部系統中蒸汽的

剩余压力返回，如果蒸汽剩余压力很小，則靠水泵。

在苏联，蒸汽热供应的系统照例只是用在不宜使用热水的工艺需要上。

为了适合采暖、通风及热水供应的需要，通常採用热水为帶热体。热水的供热系统較蒸汽的系统大大的节省燃料。

按照圖 1, 6 所述的系統，从热化汽輪机得到的蒸汽进入热电站的水加热器，以加热在热力網中循环的水。蒸汽在水加热器中放出自己的汽化潛热后轉变为凝結水，經過回热系統加热和除氧后再进入鍋爐，以后循环又重复进行。

热水从热电站水加热器中出来，沿供热管道到达热用戶；在局部系統中冷却以后，沿回水管道回到热电站的加热器中重新加热。借安装在热电站內的热網水泵的工作，水在網路中及用戶局部系統中循环着。热水網路的用戶如同蒸汽的一样，可以按隔絕的或直接的系統和網路連接，而帶热体送出的系統可以用开放的或封閉的系統，即直接将一部分帶热体取出利用，或者帶热体全部返回热电站。

取出的水量，亦即不回收的水量以及網路和局部系統中的漏水量在热电站內均由补給水泵用化学淨水来补充，因而免除了系統产生水垢、銹蝕和污穢的危險。

上述系統为苏联最普遍採用的热化系統。

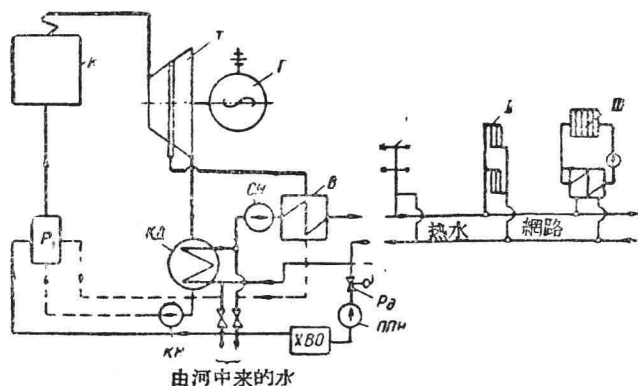


圖 2 接自惡化真空汽輪机的热供应系統圖(圖例同圖 1)

所引述的热水热化系统的型式之一,可为三管或四管系统。其中,附装有一根或两根与采暖和通风负荷无关的单独作为热水供应或为企业工艺过程用的热力管道。

生产热能的方式基本上决定於汽轮机的类型。

圖 1 中所示之最常見的凝汽及抽汽(可調節的)热化汽輪机可以換为背压式汽輪机或惡化真空式汽輪机。后一种情况,汽輪机的凝汽器能部分地或全部地完成水加热器的职能(圖 2)。

在惡化真空式汽輪机凝汽器中,可以將热網水加热到 $85\sim 95^{\circ}\text{C}$ 。在必要时,可附加串联的水加热器,得到更高的温度,水加热器是用汽輪机的抽汽加热的。

用戶的连接系統以及系統的其他部件,和在圖 1 中所載的系統一样。

以热水为帶热体接自热水鍋爐房的最簡單的区域热供应系統載於圖 3 內。借离心水泵的作用在網路中循环的水,在鍋爐中不断地加热到所需的温度。網路中水量的損失和消耗由补給水泵用化学淨水来补充。用戶连接則如同热化系統一样。

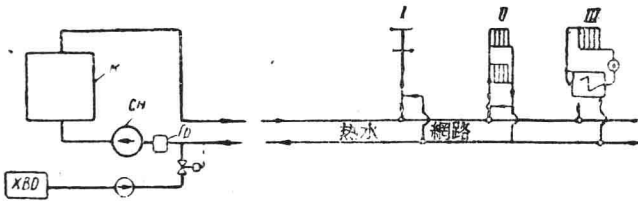


圖 3 接自热水鍋爐的区域热供应系統圖(圖例同圖 1)

送出兩種帶热体(蒸汽和水)的蒸汽鍋爐房的区域热供应系統如圖 4 所示。从鍋爐出来的蒸汽直接进入蒸汽網路,供应工業的工艺需要。凝結水回到集水箱用作鍋爐給水。

热水用从鍋爐出来的蒸汽在水加热器中加热后,借助於热網水泵在热水網路中循环,並用来滿足采暖、通风及热水供应之需要。用戶的连接,網路的补給和其他热供应裝置和上述热化系統相同。

在比較区域热供应系統和热化系統时,應該注意到它們之間的主要不同点是:在热化中用作热供应的蒸汽,基本上是取自汽輪机的,

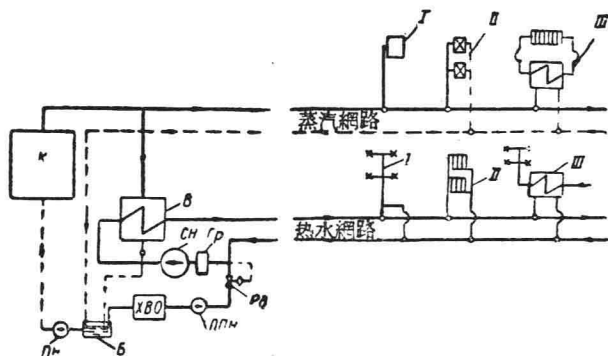


圖4 接自蒸汽鍋爐的區域熱供應原則性系統圖(圖例同圖1)

而區域熱供應中則直接取自鍋爐。在集中熱供應的這兩種系統之間，並沒有其它原則上的差別。

熱電站和區域鍋爐房應儘可能建築在熱負荷的中心，在運入燃料和輸出灰渣方便的地方，在供水便宜及充足的地方。所有這些條件不是永遠能夠滿足的，有時不得不離開熱負荷中心將熱源安置在區域的邊緣，甚至在它的範圍以外。今天，為了滿足進一步改善城市的环境衛生和公共福利的要求，對於大型城市提

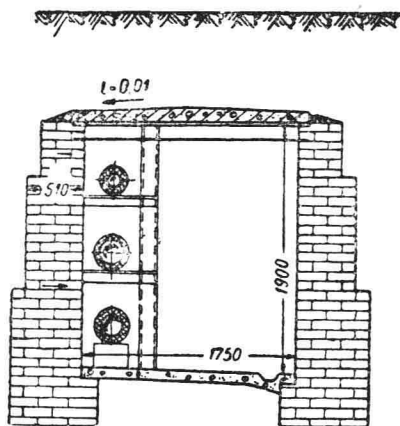


圖5 在通行地溝中熱力管道的敷設

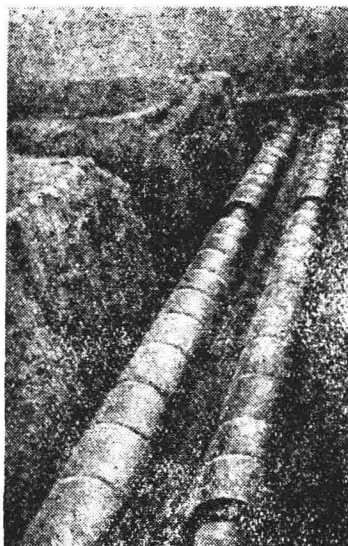


圖6 熱力管道的無溝敷設

出了將热电站設在城外距热負荷中心达 20 公里甚至更远的地方这一問題。

集中热供应系統的热力網通常敷設在地下可通行地溝(圖 5)和不可通行的地溝中,或者無溝敷設(圖 6)。热力網路也可以敷設在位於網綫上的房屋之地下室中。只有在不破坏該地方的建筑羣艺术,以及在热力管道沒有冻结危險的情况下,才允許架空敷設(圖 7)。

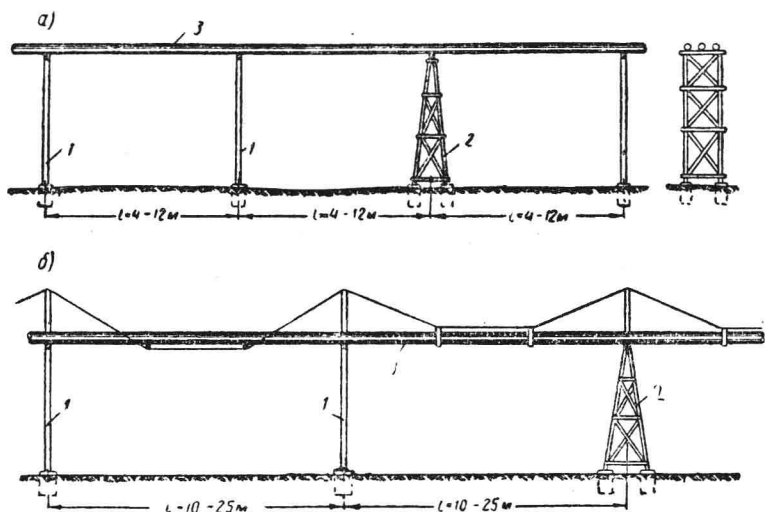


圖 7 热力管道的架空敷設

a—無拉索的; b—帶拉索的;
1—柔性塔架; 2—刚性塔架; 3—管道。

管道应包以保温層,它大大的減低網路的热損失,使热損失減到送热量的 3~8%。管道的热膨脹通常用套筒式(填函式)的或弯成的补偿器来补偿,或者利用管子本身的自然弯曲来补偿。为了檢查管件、热力管道和操作閥門,应設立檢查井。地下热力管道敷設在1~2公尺的深度,不随土壤冰冻層深度而变。热力網和热供应局部中心系統之連接点(用戶入口)設於用戶之地下室或第一層楼內。在用戶入口(圖 8)进行供热的控制、檢查和計量。

当区域热供应系統和热化系統連接时,連接点設於中心鍋爐房內。

現代熱化系統的供熱能力每個熱電站達到 300~500 百萬仟卡/小時。

區域熱供應系統的供熱能力通常為 25~50 百萬仟卡/小時，在個別的情況下達到 100 百萬仟卡/小時。

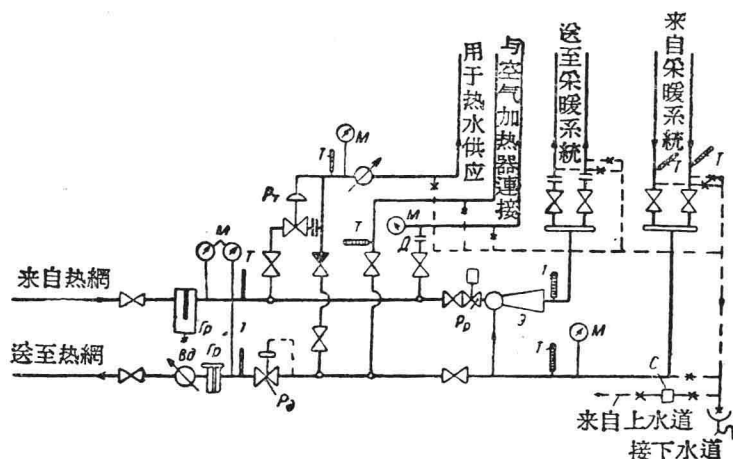


圖 8 用戶入口的原則性系統圖

Pp —壓力調節器； Pp —流量調節器； Pm —溫度調節器； $\mathcal{E}$ —水噴射器； T —溫度計； M —壓力表； $\mathcal{L}$ —節流孔板； C —接頭。

§ 4. 蘇聯熱供應技術的特點

蘇聯的熱化從自己一開始發展就不同於外國集中熱供應系統的發展而走着獨立的道路。

蘇聯的熱供應技術是建立在社會主義國民經濟制度的獨特基礎上的。

這首先反映在選擇熱化為基本的熱供應系統，同樣也反映在對於熱電站主要設備的型式、參數和工况，對於熱供應的帶熱體、系統和工况，熱用戶和熱力網連接的方法以及熱供應系統的設備構造的選擇上。

例如，在蘇聯為了最大限度的利用發電能力，採用有調節抽汽及凝汽器的汽輪機作為主要熱化機組。

这种汽輪机和背压式以及惡化真空式汽輪机不同的地方在於：它能在自己的發电功率的範圍內發出任意电量，而和热負荷無關。苏共第十九次代表大会在第五个五年計劃中規定發电量要增加 80%，而發电厂容量要增加 100%。这就使得能够更广泛的採用背压式和惡化真空式汽輪机，它們的發电量和热負荷是成正比关系的。

如上所述，为了热供应的目的，从热化汽輪机中抽出已經作过部分机械功的蒸汽。其所作的功越大，則綜合生产电能和热能的过程也就愈經濟。从汽輪机中抽出較低压力的蒸汽較为有利，因为，抽出的蒸汽压力愈低，其所作的机械功愈多。而蒸汽压力过低，可能不能满足用戶对热能的一定的压力需要。此外，自热电站到用戶的，用於热供应的輸热成本就要增高。因此，必須定出从热化汽輪机中抽出蒸汽的最适当的压力。根据技术經濟研究的結果，在苏联用於採暖、通風及热水供应的汽輪机抽汽压力定为 1.2~2.5 絕对大气压，用於工艺的抽汽压力則根据生产类别而定在 5~12 絕对大气压之間。

按照所採用的抽汽的参数，並考虑到輸热的技术和經濟性以及用热系統的运行条件，在苏联帶热体採用为：水——用於採暖、通風及热水供应的需要，蒸汽——仅用於工艺需要。

在国外，如众所週知，在極大多数的情况下採用区域热供应，而不是热化供热；帶热体甚至在純粹为採暖負荷时照例也用蒸汽。

在美国为了使区域热供应系統的热力網投資降低，而利用中压蒸汽(約 15~20 絕对大气压)作为帶热体。由於允許在管道中有較高的压力降落，帶热体的流速就提高了，相应地得到了較小的管徑。然而选择了这种帶热体的供热設備，当將区域热供应改为热化供热时，將造成燃料的高度消費。

例如，在紐約的沃迭尔賽德凝汽式發电站在和大型区域鍋爐房並存了將近半世紀之后，才於 1941 年改建为热电站。和以前已有的热力網系統連接的新热电站不得不从汽輪机中抽出压力为 15 絕对大气压的蒸汽来向城市供热。这样，每發出一百万仟卡的热量时，就要消耗將近 140 公斤的标准燃料。从我們的观点来看这样的热化供热是价值不大的，因为在我們苏联採用 1.2 絕对大气压的汽輪机抽汽的情况