

中小城市的热化

M. M. 卡岡 著

44

建筑工程出版社

521

5/244

中 小 城 市 的 热 化

赵振文 朱聘珊 译

建 筑 工 程 出 版 社 出 版

• 1959 •

內容提要 書中列举了苏联城市动力供应的現况和这些城市發展热化的資料，闡明了在中小城市中采用热化的合理性的問題。

本書供从事公用动力工程的工程技術人員以及高等院校和中等技术学校的師生閱讀。

本書第一、二章由朱聘珊譯出，第三、四、五章由赵振文譯出。

本書特別注意如何提高热化的效率和利用現有电站来使城市热化的問題。

原本說明

書 名 ТЕПЛОФИКАЦИЯ МАЛЫХ И СРЕДНИХ ГОРОДОВ

著 者 М. М. КОГАН

出版者 Издательство Министерства Коммунального хозяйства РСФСР

出版地点及年份 Москва—1956

中 小 城 市 的 热 化

赵振文 朱聘珊 譯

*

1959年11月第1版

1959年11月第1次印刷

1,545册

787×1092 $\frac{1}{32}$ • 70千字 • 印張3 • 定价(10) 0.43元

建筑工程出版社印刷厂印刷 • 新华書店发行 • 書号: 1766

建筑工程出版社出版(北京市西郊百万庄)

(北京市書刊出版业营业許可証出字第052号)

目 录

原 序

第一章 苏联城市的动力供应.....	(5)
第一节 总論.....	(5)
第二节 中小城市热电供应的特点.....	(14)
第二章 热化收益的最低極限.....	(18)
第一节 热电联合生产和分別生产的燃料消耗量.....	(20)
第二节 热电联合生产和分別生产的投資.....	(26)
第三节 热电联合生产和分別生产的管理費.....	(37)
第三章 热化汽輪机的型式和蒸汽的参数.....	(43)
第一节 汽輪机型式的選擇.....	(43)
第二节 蒸汽的初参数和終参数.....	(54)
第四章 利用原有的发电站来热化城市.....	(71)
第一节 汽輪机改为在变真空度下工作.....	(72)
第二节 扩建原有发电站来代替新建热电站.....	(78)
第三节 扩建和改建原有的发电站用于热化.....	(87)
第五章 結束語.....	(94)

原 序

战后苏联的动力技术已取得了辉煌的成就，用冷凝方式生产电能的成就尤其巨大。由于扩大了机组的功率和采用了较高的蒸汽初参数，单位燃料消耗量和发电成本都降低了。

因为输送热能不如输送电能方便，所以热电站机组的功率扩大范围比冷凝式发电站要小得多。此外，在中小城市里实行热化需要功率较小的机组设备，而对这类机组设备采用较高的蒸汽初参数可能是不够正确的。

据我们看来，某些动力工程专家根据目前冷凝式发电站和热化发电站的发展情况所作的一些结论是不正确的。他们认为，苏联的热化事业只能在大型热电站的基础上才能发展，而小城市的热化则只有当它是位于远程供热的热力管道附近时才有可能；否则，这些城市的集中供热只能用建造区域锅炉房的办法来解决。

如果用这种方法去对待发展热化事业，很多城市将无法热化。可是应该考虑到，中小城市的住宅总量占苏联全部住宅总量的一半以上，而热化既能节省大量燃料，又可以改善生活条件。

苏联科学家对热化的理论性问题已经作了周密细致的研究，但是，他们的研究工作主要还是针对着工业和大城市的热化。

公用事业科学院曾经研究过中小城市的热化问题。这方面的研究成果都已编在本书中了。

在编著本书时，作者考虑了技术科学博士С·Ф·柯比约夫（Копьев）和技术科学硕士Е·О·施捷因高兹（Штейнгауз）的宝贵意见。

第一章 苏联城市的动力供应

第一节 总 論

苏联發展动力工程的基本方針是：

1. 优先發展連成动力系統的大型發電站；
2. 綜合解决动力工程的建設問題和其他国民經济問題；
3. 广泛地利用当地燃料；
4. 推行热化；
5. 利用新技术。

無論在發電的数量上或者在利用新的技术上，苏联都取得了輝煌的成就。裝有功率为150000千瓦、蒸汽初参数为170絕對大气压和550°C的單軸汽輪發電机的發電站早已正常运行了。由于采取这么高的蒸汽初参数，采用双段二次过热和七級回热系統的結果，这类發電站的淨效率等于36%。

进一步提高蒸汽的初参数和机組的單位功率的問題正在研究中。現在高压热力設備的功率佔苏联發電站全部設備功率的47.8%。

由于提高蒸汽的初参数、运用热化和扩大机組的結果，平均的單位燃料消耗量不断地减少；現在生产1千瓦小时电能大約用0.5公斤标准燃料（根据苏联电 站部所屬發電站的資料），个别發電站的單位燃料消耗量是0.4公斤/千瓦小时。

虽然英国和美国的中央發電站只用含灰率在12%以下的

優質煤和重油，但是苏联發電站的單位燃料消耗量还是比它們的低^①。

熱能和電能集中生產的發展就是城市熱電供應發展的基本方向。

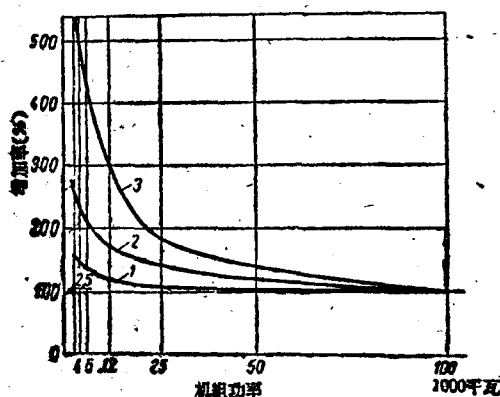


圖 1 各種不同功率的機組和100000千瓦機組對比時單位燃料消耗量、每千瓦設備價格和管理員工額定開支的增長圖

1——蒸汽參數相同時單位燃料消耗量的增加率(%)；2——每千瓦設備價格的增加率(%)；3——管理員工額定開支的增加率(%)

時數)都相同時，即使在同樣的蒸汽參數下，裝有12,000千瓦機組的發電站的每千瓦小時電力價格就比裝有100,000千瓦機組的發電站高30~40%。

如100,000千瓦汽輪發電機採用高蒸汽初參數，那麼燃

由圖 1 可以看出，機組功率如從100,000千瓦降到12,000千瓦，單位燃料消耗量大約將增加20%，每千瓦設備價格大約增加70%，管理員工的額定開支大約增加200%，也就是增加了兩倍。

因此，在其他各種條件(燃料價格、使用小

① Д. Г. 瑞麥林 (Жимерин)：「蘇聯國民經濟的電氣化」，知識出版社，1954年俄文版。

料消耗量就有更大的差别。

目前主要有以下几种电源是用联合法生产电能和热能供应城市的。

1. 区域的冷凝式发电站或几个区域发电站组成的系统（动力系统）；

2. 工业发电站，主要是供应电能，在很多情况下也供应热能；它不仅供给需用热能的工厂或联合企业，而且也满足城市的公用事业和日常生活的需要；

3. 城市的公用发电站（通常由公用事业部领导），它主要是把电能供给城市的公用和住宅区和小型工厂；

4. 城市的区域发电站，它把热能和电能供给居民和工业用。

按主要供电电源而大概区分的城市分类表（%）

表 1

城市的居民数 (千人)	区 域 发电站	工 业 发电站	公 用 发电站	城市的区 域热电站
超过250.....	50	7	—	43
100~250.....	35	43	13	9
50~100.....	38	36	22	4

表 1 说明苏联城市按其供电电源大概分类的情况。

大多数城市，尤其是大城市，是由几个电源来供应电能的，但是通常其中总有一个是主要的电源。上列的分类表是根据主要的电源编制的。

居民超过250,000人的大城市，目前无论是区域的冷凝式发电站或城市的热电站都是主要的供电电源。工业发电站

很少是这类城市的主要供电电源。

居民在100,000~250,000人的城市的情况是各式各样的。其中一部份是在苏维埃政权期间建成的、有着一定的联合企业或工厂的工业中心。这些城市的住宅盖得很密，而且都是好几层的；因此，热化的百分数都比较高。在很多情况下，工业发电站就是这些城市的主要供电电源。在居民数相同的另外一部份城市里，主要是在革命前建筑的用火炉采暖的少层房屋。这些城市大部份是由区域发电站供应电能的，有时也由公用发电站供应。这种城市没有实行集中供热。

居民在50,000~100,000人的城市，区域发电站或工业发电站多半是主要的供电电源，有些城市也由公用发电站供电。

早在战争之前，苏联在用热化方式生产电能方面就已超过发达的资本主义国家了。目前热电站的设备功率大约佔苏联发电站全部设备功率的35%。热化的增长速度快于电能生产的增长速度就是一个特征（表2）。

苏联电能和热能的生产增长率（%）

表 2

年 产 量	1 9 4 0 年	1 9 5 4 年
电能.....	100	312
热能.....	100	370

1954年由于热化而节省的燃料超过700万吨①。

但是必须指出，用联合法生产的热能大约有90%是用于

① Е. Я. 索科洛夫 (Соколов)： “苏联热化事业的发展”， 知识出版社，1955年俄文版。

工業需要的，只有10%用于城市的公用事業消費上。

为了滿足城市消費需要的熱化事業，最初主要是靠把公用事業用戶接到工業熱電站的方法來發展的，後來除了工業熱電站以外，就開始發展區域熱電站，以滿足公用事業熱負荷和工業熱負荷。

表3說明了蘇聯城市的熱化發展狀況。

蘇聯熱化發展狀況的資料(1974年1月1日)

表 3

	城 市			城市型的村鎮		
	總 數	已經熱 化 數	熱力網管 道的總長 度(公里)	總 數	已經熱 化 數	熱力網管 道的總長 度(公里)
蘇聯.....	1,515	162	3,333	2,423	57	326
其中 俄羅斯蘇維 埃聯邦社會 主義共和國	788	121	2,894	1,274	44	259

現在城市發電站的熱化設備功率是2500百萬大卡/小時，莫斯科佔有一半左右，列寧格勒佔六分之一。因此，其他的160座城市和57个村鎮只佔有總熱化功率很少的一部份。

美國工業和城市的集中供熱已有很大的發展。有300座城市敷設了熱力網。紐約1953年的最大小時送熱量是3500百萬大卡/小時。但是，美國主要是靠區域鍋爐房來實行集中供熱的。由汽輪機的抽汽口送出的熱量全年總共只有2100000百萬大卡，佔集中供熱全部送熱量的12.5%，只佔蘇聯城市由汽輪機抽汽口送出熱量的三分之一。

在西歐各國，當工業已普遍熱化時，城市的熱化無論在規模上或技術水平上都發展很差。目前西歐各國正在研究，

并且在很大程度上是利用苏联的热化經驗。

倫敦热力网的功率总共是19百万大卡/小时。現在倫敦正在設計行政大楼和市中心区用的热力网,总功率大約是150百万大卡/小时。

目前东柏林已設計好的热力网的功率大約是 60 百万大卡/小时, 其中一部份正在施工。

1952年捷克斯洛伐克用热化方式生产的电能已佔火力發電站总發電量的15%。捷克斯洛伐克已拟定了大力發展热化的計劃。到1960年送热量就要达到3000百万大卡/小时左右(其中50%供城市居民用)。

波蘭在战后已經开始建造热力网。华沙热力网的功率大約是250百万大卡/小时。1960年由热电站送出来供城市热化用的热量大約达到2500百万大卡/小时, 其中华沙为900~1000百万大卡/小时。

保加利亞計劃在1960年用于城市热化的送热量應該达到700百万大卡/小时。

由此可見, 無論是我們苏联或是其他国家的城市热化正是处在开始發展的阶段。

电能和热能的联合生产方法具有重大的国民經济意义, 因为在正确地采用这种方法的情况下, 可以比分別生产法大約节省30%的燃料。但是也必須指出, 如計算工况選擇得不合理或者不符合將来的运行条件, 那么热化不但不能节省燃料, 甚至会浪費燃料。

在研究有关热化的問題时, 最重要問題之一就是热化范围的大小問題, 也就是热电站的送热量和城市公用事業总用热量的比值問題。

城市可能热化的范围, 其大小在很大程度上取决于城市

的热密度，也就是主要取决于房屋的層数。因此，城市住宅的特征对于發展城市热化的可能性起着决定的作用。

表4为俄罗斯联邦境内按居住总面积划分的城市住宅的特征。根据这种划分办法来研究全部788座城市中的623座。

城市住宅的特征（按居住总面积分类）

表 4

居住总面积 (千平方公尺)	城 市 的座数	平均的住宅 建筑面积(平方 公尺)	層 数			平均的城市住宅总 量(千平方公尺)
			一 層 (%)	二 層 (%)	三層和三層以上 (%)	
50以下.....	163	30.3	80	18	2	30
50~100	181	33.4	76	19	5	71
100~250.....	176	40.6	77	22	1	153
250~500.....	56	52.5	59	25	16	378
500~1000.....	20	49.8	58	26	16	680
超过1000.....	27	155.0	56	27	17	1,590
总计.....	623	55.3	62.5	23.5	14	197

由上表可以看出当城市的住宅总面积增大时平均住宅建筑面积和房屋层数的增加情况。但是，就是在住宅面积超过100万平方公尺的最大的城市里，平均住宅建筑面积还是不足160平方公尺，平均層数大約是兩層。如把莫斯科和列宁格勒計算在內，那么这类城市住宅的指标会有显著的变化。包括莫斯科和列宁格勒在內的居住面积超过100万平方公尺的城市住宅总量，大約佔俄罗斯联邦社会主义共和国全部住宅总量的50%。这类城市中36%的住宅是三層和三層以上的房屋。

因此，可以認為苏联城市的住宅有一半是單層住宅，而其余的住宅是兩層和多層房屋（所占份量大致相等）。

К·Д·潘菲洛夫（Памфилова）公用事業科学院用計算方法确定，把全部多層住宅和部份兩層住宅划入集中供热的範圍內是合理的。因此，應該認為可以把30%的近代化住宅羣划入集中供热的範圍內；然而苏联城市已經热化的住宅羣实际上只有3%。

广泛地采用集中热水采暖（表5），对發展原有住宅羣的热化起着重大的影响。

采用集中采暖的公用住宅的比重增長表

表 5

	年 份			
	1940	1945	1950	1954
比重（%）.....	19.6	18.5	20.7	28.4
比1940年增長（%）.....	100	94	105	145

表5說明，按照有集中热水采暖的城市公用住宅的比重来看，集中供热也將會比目前还用得普遍。

應該注意到，靠着增加汽輪机的抽汽量，热化汽輪机的設備功率就能大大地扩大城市住宅羣的热化范围。問題在于，有时在某些城市內热化汽輪机不是在全部分送热量的情况下運轉，而在另外一些城市內，全部的送热量适应于較低的計算溫度——20°C或20°C以下。这就会出现这部份热功率的使用小时数很少和热化效率降低的現象。这种現象在很大程度上是由于沒有充份發展城市热力网和發電站鍋爐房功率所造成的。

不論是系統①或是熱化汽輪機，如汽輪機的热功率沒有充份利用就會增加用冷凝方式生产的電能，因而大量浪費燃料。城市熱電站的热化汽輪機用冷凝方式生产電能是很不合理的，因为它比在系統中生产電能還浪費燃料。可是一般裝有抽汽式冷凝汽輪機的城市旧熱電站，在很大程度上都是用冷凝方式生产電能的；当然，这就大大地降低了熱化效率，增加運入城市的燃料量和鐵路運輸量，并且使城市的衛生狀況惡化②。

生活用热水供应負荷小是城市現代熱化的严重缺点。这个負荷應該不小于15~20%的采暖耗熱量（全年耗熱量），当然也可以大大地超过此数。可是实际的热水供应負荷是5~8%。对于居民來說，热水供应有着巨大的福利意义；而对于熱電站來說，这种消費量是一种全年性的消費量，它提高了平均抽汽量。

城市的热化是动力工程中近来兴起的学科之一。1924年才开始第一座城市的热化③。苏联熱化的成就是輝煌的，但是为了充份發揮熱化的效果，还得作很多工作。

主要的任务是：

1. 扩大城市住宅羣的热化范围；
2. 提高热水供应負荷；
3. 提高原有熱化汽輪機的抽汽量；

①書中系統一詞多半是指动力系统——譯者註。

②摘自В·В·巴克斯維爾（Пакшвер）的文章：“統計資料說明，目前由熱電站生产的電能，大約有60%是用冷凝方式生产的”（“熱力动力学”雜誌，1955年第6期）。

③1924年由В·В·德米特里叶夫（Дмитриев）教授和Л·Л·金格爾（Гинтер）工程師的發起，从列宁格勒第三發電廠至第一个用熱戶間敷設了一條热力管道，該管于1924年11月25日开始輸送热能——譯者註。

4. 減少热化汽輪机用冷凝方式生产的电能;
5. 提高中等功率热化汽輪机的初参数, 并且降低終参数;
6. 將原有的冷凝式發电站改建用来热化城市。

第二节 中小城市热电供应的特点

發展中小城市的热化, 在很大程度上取决于这些城市是否和动力系统相連。十分明显, 如果一个城市只有独立的供电电源, 那么把它改为联合生产热电的热电源, 就比由动力系统生产經濟的电能来供应城市合算得多。

当机組的功率提高时, 基建投資和电能价格將大大降低(見圖.1), 这就使得小城市的用电大部份仍然要靠动力系统来供应。这种情况可用表 6 的数据来証明。

俄罗斯联邦境内有公用發电站的小城市
电能供应机构相对变化表(%)

表 6

項 目	1940年	1953年
公用發电站生产的电能.....	76.1	56.4
由其他电源供应的电能.....	23.9	45.6

在俄罗斯联邦境内有公用事業部电力网的525座城市中, 大約有50%的城市既不和区域的电力系统相連, 也不和大型工業發电站相連。在这些城市中, 大約有40座城市是由小型蒸汽輪机發电站供应电能, 这些發电站的设备功率佔公用事業部管轄的全部發电站设备功率的三分之二; 而其余的城市是没有集中电能供应的, 因为这些城市的發电站安裝的是內燃

机或移动式汽力机，只能滿足一小部份需电量。在这些城市中，除了城市的發电站以外，通常还有一些功率为几十或几百千瓦用柴油机或移动式汽力机發电的小型發电站。由于这些發电站很分散，电力成本达到0.8~2盧布/千瓦小时，有时甚至更高（如傑米多夫、祖勃佐夫、梅連基）。这些發电站的平均燃料消耗量是2公斤/千瓦小时，某些城市达到5公斤/千瓦小时或更高（如多罗果布日、霍勒姆、梅連基）。

在公用事業部的系統中，有18%以上的發电站和36%以上的原动机是在1917年以前建成的。安裝在这些發电站內的原动机，有60%以上是內燃机，它們的功率佔这些發电站全部功率的25%。

上面关于不和电力系统 and 大型工業發电站相連的城市的供电狀況簡短分析証明，在这方面最迫切的任务就是用建造适当的蒸汽輪机發电站來滿足城市（包括工業和運輸業）的热电需用量的办法，以逐步取消不經濟的小型供电电源。

由表17（見34頁）可以看出，功率为5000千瓦的冷凝式發电站的每千瓦設備价格是3400盧布，而1千瓦小时的电力成本是0.3盧布。在这种發电站的最大使用小时数为5 000小时的情况下，就是和小型發电站最低的电力价格0.8盧布/千瓦小时相比較，这种电站的建築投資在1.4年內就能償清。

如果新建的电站不仅生产电能，而且还生产热能，那么它的效率可提高很多。在某些情況下，最好改建原有的冷凝式發电站，以便將來用它进行城市的热化。

中小城市一般沒有集中采暖，主要是用火爐采暖，只在个别的住宅內設置單獨的鍋爐房。

把中小城市的住宅羣改为集中供热的主要困难，就在于

住宅內已經有了火爐采暖設備，要把它改成熱水供熱就得化費大量的金屬和資金。

例如，根據莫斯科市蘇維埃房產管理局的資料，1立方公尺的居住房屋由火爐采暖改為熱水采暖要化費8盧布/立方公尺，當房屋的采暖指標為0.3大卡/立方公尺·小時·度時，生產100萬大卡熱能要用55萬盧布，這就提高了熱電站和熱力網的總造價。

在小城市內採用集中供熱的困難，還在於這些城市的熱密度很小，因而使熱力網的造價增加。例如，面積約為500平方公尺的帶有園地的單層建築區，熱力網的造價為每人1300盧布，而三層房屋的建築區則為每人280盧布^①。

但是也必須特別指出，火爐采暖需要很多人力勞動，住宅內沒有熱水供應也需要很多人力勞動，為了采暖又需要砍劈木柴，這些都和力求改善居民的生活條件不相容的。

在中小城市里發展集中供熱的基本對象，首先應該是新建的公用住宅羣，這類居住建築主要應該是裝有熱水采暖設備的多層房屋。

在不和動力系統相連而由不經濟的小型發電站供電的城市內，發展動力工程的途徑應該是建造小型的主要是安裝抽汽式凝汽輪機的火電站。建造火電站來代替功率相等的凝汽式發電站和區域鍋爐房，可以節省將近30%的燃料，基建費用和管理員工費用則節省得更多。

在和動力系統相連的中小城市內，集中供熱的發展方法問題需要詳細研究，因為可以由經濟的電源來供應電能。在

①蘇聯建築科學院城市建設研究所：“城市建築的造價”，國立建築書籍出版社，1951年俄文版。