

中国科学院綜合考察委員会資料

編 号:

密 級:

城市供热的技术经济问题

胥俊章

中国科学院自然资源综合考察委员会能源研究室

一九七八年六月

城市供热的技术经济问题

在本世纪内实现四个现代化是我们共同奋斗的目标。建设现代化的城市极为重要。城市现代化程度如何？它是科学技术发展水平的具体体现。合理地解决城市供热问题，这是实现城市现代化的重要课题之一。

城市供热有多种途径，世界各国，特别是几个工业比较发达，科学技术水平较高的国家，都有着各自的基本方向。例如苏联及北欧几个国家，主要是发展城市热化；美国主要是建企业自备热电厂及区域锅炉房，直接采用电力和天然气供热，也得到一定的发展；加拿大、挪威等水力资源比较丰富的国家，以廉价的电力解决城市供热问题；日本由于能源缺乏，为了合理地利用进口燃料，供热方式是多途径的，充分利用余热作为城市供热的热源，也是日本能源政策的重要措施。

究竟采用那种方式解决城市供热问题呢？这一方面取决于燃料动力资源的条件，国家的科学技术及工业发展水平，但很重要的是由于技术经济问题所决定的。因此，从城市供热的角度来说，技术经济问题非常重要，如果这个问题解决得好，它将促进城市供热事业的发展，并加速实现城市的现代化。

我国燃料动力资源极为丰富，为合理解决城市供热问题提供了非常有利的条件。解放后，城市供热事业得到了很大的发展，但也存在不少问题。尤其是技术经济方面的许多问题，并没有得到很好的研究和解决。根据我国各地区的具体情况，研究出一条切合实际的路子发展城市供热事业，是一项很重要的任务。妥善地解决这个任务，将为国家的经济建设带来较好的效果，并能提高人民的物质生活水平。

本文是参加北京第二热电厂规划设计调查工作的基础上仅就城市供热的负荷问题，供热热源选择问题，热电厂集中供热参数的选定问题，

以及发展热化的技术经济比较问题等，从理论上、方法上 作些分析和研究。

一、热负荷分析

热负荷是研究城市供热的主要依据，其种类繁多，但仍可根据它的用热性质、时间变化等特性加以区分。按用热性质可分为生产用热和生活用热；按间时变化可分为常年用热和季节用热。

生产用热或称工业热负荷，它根据生产工艺的技术要求，对供热参数和热载体各不一样，如温度、压力、蒸汽或热水，都是由生产工艺流程所决定的。工业热负荷的时间变化，在全年内变化较小，而昼夜间变化较大，这是受工业企业的工作制度所影响。一般情况下，工业热负荷是属于常年负荷，但也有少数以农产品为原料的加工工业，也具有季节用热的性质。

生活用热或称民用热负荷，如采暖、通风、热水供应等，它是以气候条件的变化所决定的，特别是大气温度的影响最为重要。就其时间变化来说，采暖、通风是冬季的热负荷，全属季节性，在全年内变化很大，而昼夜间的变化则较小，热水供应是属常年性的。

对于研究城市民用供热，分析季节性热负荷是非常重要的，特别是采暖、通风、热水 负荷，它将给技术经济工作带来一系列的研究课题。

1. 采暖负荷：

采暖的目的是在寒冷季节要把室内的温度保持在一定的高度，以适应人们的工作和生活的条件，为此必须维持建筑物的热损失和供热量之间的平衡。建筑物的热平衡条件，可以用下列公式表示每小时的耗热量：

$$Q_{\text{损失}} = Q_{\text{内放}} + Q_{\text{采暖}} \text{ --- (1-1)}$$

式中： $Q_{\text{损失}}$ —建筑物的热损失，
 $Q_{\text{内放}}$ —建筑物中的内放热量，

$Q_{\text{采暖}}$ —暖气放入建筑物的供热量。

建筑物中的内放热量 $Q_{\text{内放}}$ 对于工业建筑物是不可忽视的因素，因为工业企业的各种热力和动力装置所消耗的能量，相当大的一部分最后总是以热能的形式放入室内，而其热量又是相当稳定的，即 $Q_{\text{内放}} \rightarrow \text{常数}$ 。

居住建筑物中的内放热量的来源，通常为人体的、炊事炉灶、照明用具等等。这些放热量往往带有局限性，在时间上不可能加以调节，在建筑物中的分布也不均匀。一般情况下，人的热分泌量可使居住室内的温度提高2—3度，但从最不利的条件分析，居住建筑物中的内放热量等于零。即 $Q_{\text{内放}} = 0$ 。因此，对居住建筑物来说，它的热损失 $Q_{\text{损失}}$ 就全由采暖供热量来补偿，以达到建筑热平衡的目的。即 $Q_{\text{损失}} = Q_{\text{采暖}}$ 。

计算建筑物的热损失或采暖供热量，通常有两种方法，一种是建筑物外围表面积算法，另一种是建筑物外围体积算法。

建筑物外围表面积算法的公式是：

$$Q_{\text{采暖}} = \sum F \cdot K \cdot \Delta t \dots\dots\dots (1-2)$$

式中： F —建筑物外围各个部份的表面积，

K —建筑物外围各个部份的传热系数

Δt —室内外温度差。

由于在供热设计中对各个建筑物的外围表面积的尺寸和构造等资料难以取得，计算起来也比较繁锁，故一般采用比较简单的建筑物外围体积算法来求得，计算公式是：

$$Q_{\text{采暖}} = \chi_{\text{暖气}} \cdot V (t_{\text{室内}} - t_{\text{室外}}) \dots\dots (1-3)$$

式中 $\chi_{\text{暖气}}$ —建筑物的采暖特性，即当室内外温度相差1度时，建筑物每立米体积的热损失。

V —建筑物的外围体积。

$t_{\text{室内}}$ — 建筑物室内设计温度。

$t_{\text{室外}}$ — 室外空气温度。

在计算采暖供热最大负荷时，当建筑物的体积是常数时，起主要作用的是暖气特性和室外温度。关于室内外计算温度问题，下面将专门论述，这里着重对采暖特性作些分析。

采暖特性主要是由建筑物的结构决定的，它将受到以下因素的影响：建筑物所用的材料与墙的厚度；建筑物的用途及其风向位置；建筑物群的层数与密度大小；建筑物所在地的气候分区；建筑物本身的体积大小。建筑物的体积是决定采暖特性数值的重要因素，按经验公式概略计算为：

$$X_{\text{暖气}} = \frac{1.6}{\sqrt{V}} \text{ --- (1-4)}$$

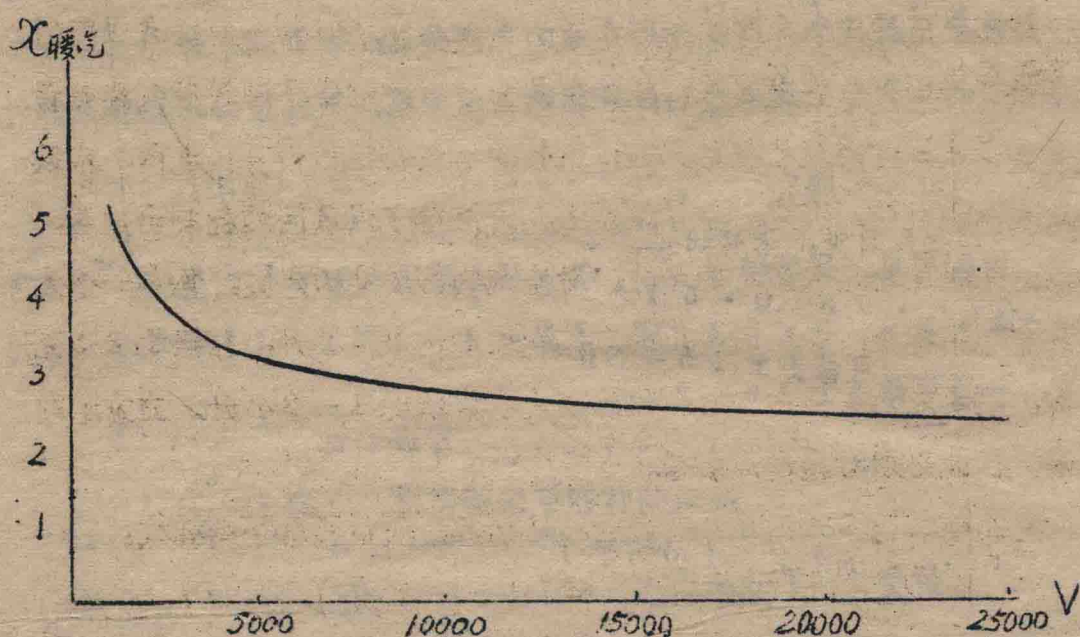
由此可见，采暖特性 $X_{\text{暖气}}$ 的数值与建筑物的体积成反比，它的数值在 0.23—0.51 之间，（见表 1—1 图 1—1）若考虑其它因素，一般可修正 ± 15—20%。

建筑物体积与采暖特性 表 1—1

建筑物体积 (立方米)	采暖特性 $X_{\text{暖气}}$ 值
1000 以下	0.515
1000—2000	0.450
2000—5000	0.345
5000—10000	0.290
10000—25000	0.245
25000 以上	0.230

根据以上分析，从供热经济性要求，建筑物的体积和建筑物群的密度越大越好。它一方面可以减少耗热量，节约燃料消耗，另一方面又可以节省集中供热的钢材消耗量和热网的投资。但是，由于建筑物体积的增大，用于建筑物的单位造价与材料消耗必然要提高。这里就有技术经济比较的问题，以求得建筑物最合理的定型设计。

图 1-1、建筑物体积与采暖特性关系图



从图 1-1 分析，当建筑物体积增大到一定程度时，采暖特性的数值减低趋势缓慢，其经济性就不太显著。所以，对每幢居住建筑物来说，采暖特性的较低值相应的体积大致在 2 万立方米左右，再增大也就没有什么意义了。

2. 通风负荷

通风的目的在于经常保持建筑物内部的室气清洁，同时保证室内的温度和湿度，以满足人们从事生产、工作和生活的要求。为此，必须经

常将室内的污染空气排出，并向室内送入新鲜空气。

在工业生产建筑物中的空气污染，主要来源于生产工艺过程中所产生的各种有害气体、灰尘、蒸汽、热气、湿气等等。这不仅对劳动者的健康非常有害，而且对产品的质量、机械的运转，均有很大影响。不同工业部门对通风的要求都有其特定的标准，在研究工业生产建筑物的通风负荷时，需对供热范围内的各个工业企业作详细调查，根据其要求和标准，计算通风负荷量。

民用建筑物的通风要求与其用途有关。居住建筑物一般设有专门的通风设备，而是靠自然通风，它的耗热量不大，通常不超过暖气耗热量的5—10%，而且已经计算在建筑物的暖气特性值 $\chi_{\text{暖气}}$ 之内，市政企业（如影剧院、礼堂、饭馆、浴室、医院等）通风问题就相当重要，特别是人的活动比较聚集的地方，对空气的污染更为严重，例如一个人在静止的情况下，每小时排出的二氧化碳即达23公升，相当于35克/时，远远超过了室内二氧化碳的最大容许浓度1—2公升/立方米的标准，因此必须考虑通风装置。

民用建筑物冬季通风负荷量的概略估算，通常可用下列公式：

$$Q_{\text{通风}} = M \cdot V_{\text{通风}} \cdot C (t_{\text{送入}} - t_{\text{室外}}) \text{---(1-5)}$$

式中：M—每小时通风换气次数；

$V_{\text{通风}}$ —建筑物被通风换气部份的体积，

C—单位容积空气温度，

$t_{\text{送入}}$ —送入室内热空气温度，

$t_{\text{室外}}$ —室外空气温度。

将公式(1-5)改写为：

$$Q_{\text{通风}} = \chi_{\text{通风}} \cdot V (t_{\text{送入}} - t_{\text{室外}}) \text{---(1-6)}$$

式中： $\chi_{\text{通风}}$ —建筑物的通风特性，即建筑物按外围体积计的每立

米在温度差为 1°C 时的通风耗热量。

V — 建筑物的外围体积。

从公式 (1-5)、(1-6) 求得通风特性 $\chi_{\text{通风}}$ 为：

$$\chi_{\text{通风}} = M \cdot C \cdot \frac{V_{\text{通风}}}{V} \text{ --- (1-7)}$$

由此可知，通风特性 $\chi_{\text{通风}}$ 值主要取决于两个因素：一是建筑物被通风部份的体积与建筑物总体积之比；二是通风建筑物每小时的换气次数。后者则是最主要的因素，它是由建筑物的用途所决定的。不同用途建筑物的通风特性值如表 1-2。

表 1-2

建筑物的用途	换气次数 M	通风特性 $\chi_{\text{通风}}$
机关、学校等	1.0 — 1.5	0.24 — 0.36
影剧院、礼堂	2.0 — 3.0	0.45 — 0.70
食堂、餐厅	3.0 — 5.0	0.70 — 1.20
浴室	5.0 — 7.0	1.20 — 1.70
医院	2.0 — 5.0	0.45 — 1.20

3. 热水负荷：

城市的热水供应是常年性的热负荷，它在昼夜间的变化极大。居住区的热水负荷在每天早晨和晚间有着显著的高峰，而白天和夜间则很低。市政企业的热水负荷白天比较均匀，但夜间的用量也是很少的。

城市热水供应采用集中供热的方式，在我们国家还不普遍，目前仅限于某些市政企业，如饭店、旅馆、医院、浴室等，居住建筑物只是很少的一部份。这是由于我们的生活水平较低，城市的规划与改建和集中

供热的热网建设较慢等因素的关系。但是，从长远来看，它是应该得到发展的。

热水供应负荷量的计算，其基本方法是： $Q_{\text{热水}} = G(t_{\text{热}} - t_{\text{冷}}) \frac{m}{n} \dots (1-8)$

式中：G — 每人每天消耗热水量；

$t_{\text{热}}$ — 供应热水温度；

$t_{\text{冷}}$ — 冷水温度；

m — 供热范围内使用热水的总人数，

n — 每天使用热水的小时数。

热水供应最大负荷通常出现在节、假日。

热水消耗定额摆动的范围很大，取决于建筑物内的设备条件。例和有孔洗涤设备，将使耗热量相差多少倍。

对于市政企业的热水消耗量，通常是以人次定额计算的，在规划设计中，这种计算量又是相当繁锁的。

关于供水温度问题，由于用途不同，要求热水温度为 $40 - 70^{\circ}\text{C}$ ，而冷水温度则随着季节的变化而变化，冬季水温在 5°C 左右，夏季水温则达 $15 - 20^{\circ}\text{C}$ 。由此可见，热水应供的高峰负荷也是出现在冬季。

在分析了采暖、通风、热水的负荷之后，必须作出最大日负荷曲线和全年负荷延续曲线。这是研究城市供热的基本的依据。

二、热源选择

热源选择有两个方面的含义。一是供热能源问题，也就是城市供热利用那一种燃料动力资源的问题；二是供热方式问题，是集中供热，还是分散供热。这两者又是相互关系的。研究热源选择问题，主要取决于国家的能源政策和技术经济效益等因素。

1. 供热能源问题：

供热的能源是极其广泛的，主要有煤炭、石油、天然气等可燃矿物，及其综合利用中的付产品，还有地热能、太阳热能等新能源，工业生产

中的余热，废气等二次能源，以及大量的生物能等等。

供热的能源选择是由国家和地区的燃料动力资源为前提的。我国目前城市供热的燃料是以煤炭为主，近年来烧油的比重有所增加，工业企业的二次能源刚开始利用，地热能 and 太阳能等新能源尚处于研究阶段。因为我们对地区和全国的燃料动力资源平衡问题还没有进行很好的研究，故很难对城市供热的能源选择提出可靠的科学依据，仅能就目前情况和发展趋势，提出几点方向性的看法。

第一，城市供热燃料结构以煤炭为主的状况，要逐步加以改变，增加油、气比重，这对建设现代化的城市是非常必要的。烧油和气的优越性很多，它可以提高热效率，一般采暖锅炉烧油、气的热效率比烧煤要提高10%左右；可以减少城市的运输压力 and 环境污染；可以节省大量的劳动力和减轻劳动强度；如以天然气、石油液化气直接燃烧采暖，还可以节省热网的大量投资和钢材消耗。

第二，要充分利用工业生产中的余热和废气，这是有很大潜力的。如果利用得好，将为国家节省大量的燃料。我国目前燃料能量利用效率大约是30%，有70%余热、废气浪费了。不过，这些余热和废气有些是可以利用的，有些是不可利用的。在可利用的余热、废气中，有些利用的经济效果是好的，有些利用的经济效果并不好。如能将可利用的经济效果又较好的高温余热、废气利用起来，每年就可以为国家节省千百万吨燃料。

第三，对地热能、太阳热能等新能源作为城市供热的能源要加强研究。有地热能的地区，这是非常宝贵的自然资源，在对资源的数量、质量基本查明的情况下，应着重研究发电与供热的关系，以求得地热资源更合理的利用。太阳能热水器、太阳能采暖等作为供热资源，也是很值得重视的。

2. 供热方式问题

关于供热方式，这是研究城市供热的重要课题，其中大量的的是技术经济问题。就现有的供热方式，大致可分为三类：即由热电厂实行热电合产集中供热；建自备锅炉房或区域锅炉房，分散供热；或由燃料直接燃烧供热等。

热电厂集中 热的供热化事业，在我国是解放后才开始发展起来的，取得了一定的成绩，並积累了不少经验。我国的热化事业首先是从工业热化开始的，只要对工业生产热负荷作出正确的分析，对热电厂的装机容量和机组型号选择适当，发展工业热化是经济合理的。至于城市民用热负荷，特别是采暖负荷，由于是季节性供热，全年采暖时间为 3—6 个月，由热电厂集中供热是否经济要作具体分析。

热电厂集中供热的经济性，从燃料的合理利用分析，主要是锅炉热效率的提高。热电厂高温、高压锅炉的热效率可达 92—95%，若考虑热网的效率，则集中供热的热效率可达 90%。而工业锅炉的热效率一般是 70—%左右，小型采暖锅炉虽经技术改造，热效率也只是 50—60%。

另外，热电厂高参数初蒸汽在供热之前可利用相当大一部分压力降发电，获得消耗燃料较少的热化电能，节约了燃料；但是，当热化机组在无热负荷情况下，按凝汽式运行发电，又多消耗燃料。这就产生了比较复杂的情况，需要进行技术经济比较来确定。

建设热电厂集中供热要消耗大量的钢材，尤其是热网的管道，这是影响热化事业发展的重要因素。如能研制代用管材，以石棉水泥管代替钢管，即使用于压力较低的支线上，这对加速发展热化事业，将起到很大的作用。

以锅炉房作为供热热源，也有它的可取之处，主要优点是投资少，

技术简便，上得快，可以随着建筑物同时动工，尤其能适应分散建筑物的要求。但是，目前我们使用的采暖锅炉型号繁杂，热效率较低，如兰开夏、考克兰、M型铸铁锅炉等等，热效率均在50%以下，使用时必须对其进行技术改造，将热效率提高到50%以上。一般来说，改造每吨/时锅炉能力约需钢材一吨，投资1.0—1.5万元，这也是一笔很大的费用。因此，今后为适应城市供热的需要，应研究高效率采暖锅炉的定型问题，并逐步将型号繁杂、热效率低的锅炉加以更新。这样做好处很多，从提高热效率节约燃料来说，如将锅炉效率由50%提高到70%，所节约的燃料就是很大的数目字。同时，锅炉定型还有利于安装，实现运行的机械化，节省劳动力等方面的效果。

以燃料直接烧燃的采暖炉，目前主要是煤球炉、蜂窝煤炉，最近有关部门也研制了烧液化石油气的红外线采暖炉、热风炉、热水器等。在外国也有用天然气直接燃烧的供热装置，它最大的优越性是和煤气供应系统一致起来，省去了整个热网，节省了投资和钢材，也减少了大量的劳动消耗，用户也比较方便，可根据自己的要求调节控制。当我国天然气或油、煤制气在燃料动力平衡中可用于城市民用供热时，研究这个问题是有很大大意义的。

3. 北京地区的供热热源问题：

在分析了以上情况之后，我们对北京地区的供热热源问题作些概略的探讨。

北京集中供热的热源兴建了两座热电厂和一座蒸汽厂，除东郊热电厂供部分工厂生产用热外，热网供城市采暖面积约占全市总建筑面积的12%左右。由于北京市还有很大一部分老的建筑面积和新建的一些简易楼或半简易楼，均无暖气设备，靠煤球炉或蜂窝煤炉采暖，大约占总面积的三分之一。其余的建筑面积是靠自备锅炉房供热。总的来说，北

京的热化程度还是低的。影响热电厂发展的主要原因是，采暖期短（四个月），常年负荷比重小，热化机组抽汽能力利用小时数低，显示不出热电厂的优越性。这个问题主要靠合理选择热电厂的热化系数（ α ）来解决。

热电厂的建设与城市总体规划有着密切的关系。北京市内规划建设比较另散，这对建热电厂集中供热带来极为不利的条件。如能一片一片地搞，选择合理的建筑密度，由热电厂集中供热的经济性是会提高的。但是，建筑物的建成是一批一批的，热电厂的建设要有个过程，这将出现供热热源与负荷之间的矛盾。解决这个矛盾的重要途径是兴建区域锅炉房。区域锅炉房在热电厂建成之前，它是供热的主力热源；当热电厂建成之后，它将是与热电厂配合运行的高峰锅炉房，这对提高热电厂的经济性作用很大。因此，北京地区的供热热源问题。今后应考虑以热电厂尤其是燃气—蒸汽联合装置和区域锅炉房为主要方向，它在城市供热中应该占到比较大的比重。对于比较另散的建筑物，仍应考虑建自备锅炉房来满足供热的需要。

在一些工业企业或工业区，如首钢、东方红炼油厂、东郊工业区等，有高温余热、废气的工厂，要充分发挥利用余热供热的作用，甚至要研究余热发电、供热相结合的方式解决本单位或小区内的供热需要。

现仍保留的老平房、简易楼等，建筑面积还相当大，随着城市的规划与改建，对城内的这些建筑物，应尽量考虑采用液化石油气采暖，这样可以使市内省掉一套供煤系统。但是，对液化石油气到底应该怎么用？各部门的意见很不一致。我们认为，当天然气或油、煤制气尚未在城市民用中使用之前，液化石油气用于民用是比较现实和合理可行的。

三、几项供热参数的选定

城市供热的参数很多，如采暖设计温度，热网的给、回水温度，热

电厂的热化系数，热化机组的单机型号，热网管道的保温厚度等等。这里主要研究采暖计算温度和热电厂的热化系数两个问题。

(一) 关于采暖计算温度的确定

为了保证采暖的需要，国家要化费大量的投资和钢材用于兴建采暖设施，包括建筑物的暖气设备、热电厂或锅炉房，以及输送热能的热网管道。国家所化费的投资和钢材多少，直接与供热负荷有关。采暖计算温度对供热负荷的影响很大，而且是很重要的因素。

1. 关于建筑物采暖室内设计温度：

建筑物采暖室内设计温度 $t_{室内}$ 是由建筑物的用途所决定的。有些建筑物要求高一些，如保持恒温 $+20^{\circ}\text{C}$ 或更高，有些建筑物则要求得低一些。对于民用居住建筑物来说，室内设计温度的标准过去定为 $+18^{\circ}\text{C}$ ，根据多年运行的实际情况，经常产生过热现象，造成了损失，出现这种情况的原因很多，例如我们的生活习惯和水平；热网运行的自动调节程度；温度设计标准得偏高，等等。按照我国的具体情况，将一般居住建筑物的室内设计温度适当地降低一些，定为 $+16^{\circ}\text{C}$ （现在的自备锅炉房尚达不到这个标准）看来是比较适宜的。如果再考虑到建筑物的内放热量因素，一般它可使室内温度提高 2°C 左右，这样，室内温度仍可达到 $+18^{\circ}\text{C}$ 。

将采暖室内设计温度略为降低，在保证人们的健康和工作条件的情况下，有其重要的经济意义，可以节约燃料的消耗量。例如，当室内设计温度为 $t_{室内}^1$ 时，建筑物的采暖消耗热量是：

$Q_{采暖}^1 = \chi_{采暖} V (t_{室内}^1 - t_{平均}) \cdot \eta$ ；当室内设计温度降低为 $t_{室内}^2$ 时，建筑物的采暖耗热量： $Q_{采暖}^2 = \chi_{采暖} V (t_{室内}^2 - t_{平均}) \cdot \eta$

那么，降低室内设计温度的采暖耗热量节约是：

$\Delta Q_{采暖} = Q_{采暖}^1 - Q_{采暖}^2 = \chi_{采暖} V (t_{室内}^1 - t_{室内}^2) \eta$ ，其节约率是：

$$\frac{\Delta Q_{\text{采暖}}}{Q'_{\text{采暖}}} = \frac{t'_{\text{室内}} - t^2_{\text{室内}}}{t'_{\text{室内}} - t_{\text{平均}}} \times 100\% \quad \text{--- (3-1)}$$

以北京为例，如将室内设计温度由 + 18 °C 降低为 + 16 °C，采暖季平均温度为 - 2 °C 时，则供热节约率为：

$$\frac{\Delta Q_{\text{采暖}}}{Q'_{\text{采暖}}} = \frac{18 - 16}{18 + 2} \times 100 = 10\%$$

这就是说，由于室内设计温度降低了 2 °C，可以节约燃料消耗量 10 %。从公式 (3-1) 可以看出，降低室内设计温度的燃料节约率与采暖季平均温度有关，平均温度越低，节约率越小，平均温度越高，节约率就越大。

2. 关于建筑物采暖室外计算温度：

室外温度在整个采暖期的变化是很大的，如何选定比较合理的室外计算温度，是一项很有意义的技术经济问题。

在研究合理的室外计算温度之前，首先分析两个影响因素。即建筑物的保温性能，或称蓄热性能，和最低日平均温度的延续期问题。

建筑物的蓄热性能与建筑物的结构和材料有关。因为建筑物都具有一定的蓄热稳定性，所以在确定室外计算温度时，并不需要采用瞬时的室外空气温度，而应采用以昼夜为单位的一定时间内的日平均温度，例如连续一个昼夜或几个昼夜。蓄热性能好的建筑物，这个时间可以取得长一些。按照

按照建筑物所用的材料和结构，大致可分为三类：第一类，轻型建筑物，蓄热性能较差，计算时间采用连续一昼夜的最低日平均温度；第二类，中型建筑物，蓄热性能一般，计算时间可采用连续三昼夜的最低日平均温度；第三类，重型建筑物，蓄热性能较好，计算时间则可采用连续五昼夜的最低日平均温度。

根据我国的具体情况，房屋的建筑物标准因受地区气候条件的影响，差别很大。例如采暖地区的南部，建筑物的蓄热性能就差一些，计算时间一般采用连续 1—3 昼夜；采暖地区的北部，建筑物的蓄热性能就好得多，计算时间可采用连续 3—5 昼夜。建筑物的标准不仅受到纬度的影响，同时也受到经度的影响。沿海地区建筑物的蓄热性能较差，内地建筑物的蓄热性能就较好。此外，即使在同一地区，由于建筑物的结构和形式不同，所使用的建筑材料的优劣，标准也不一样，当然采用的计算时间也就有异。

关于最低日平均温度延续期问题，这在很大程度上受地理气候条件的影响。我国北方冬季气候受西伯利亚、蒙古寒流影响较大，影响程度由北向南逐渐减弱，而延续的时间也逐渐缩短。例如哈尔滨以北地区，大致纬度 46° 以上，影响程度最重，一般延续期达七天左右；哈尔滨以南，长城以北地区，纬度在 $40^{\circ} - 46^{\circ}$ 之间，受影响的延续时间为五天左右，长城以南、黄河以北地区，纬度在 $35^{\circ} - 40^{\circ}$ 之间，受影响的延续时间在三天左右；黄河以南，纬度在 35° 以下地区影响较浅，偶尔一、二天内受些影响。由此可见，北京地区可考虑采用连续三昼夜的最低日平均温度是比较合适的。

采暖室外计算温度的确定方法，归纳起来基本上有三种，即：

(1) 运用经验公式的方法：

解放后，我国在采暖设计中，曾运用了苏联的查普林经验公式：

$$t_{\text{室外}} = 0.4 t_{\text{月平均}} + 0.6 t_{\text{最低}} \text{--- (3-2)}$$

式中： $t_{\text{月平均}}$ —采暖期最冷月平均温度，

$t_{\text{最低}}$ —采暖期绝对最低温度。

我们用查普林的公式，对我国北部地区八个代表性城市的采暖室外计算温度，根据已收集到的二十五年以上的气温资料作了演算，其