



徐寿波著

论广义节能

湖南人民出版社

论 广 义 节 能

徐 寿 波 著

责任编辑：胡 凡

•

湖南人民出版社出版

(长沙市展览馆路14号)

湖南省新华书店发行 湖南省新华印刷一厂印刷

•

1982年2月第1版第1次印刷

字数：110,000 印张：4.875 印数：1—3,000

统一书号：3109·487 定价：1.15元

前 言

能源问题已经成为经济发展中一个头等重要问题。要解决这个问题，不外乎增加能源生产和节约能源消耗两个方面。无论现在还是将来，节约能源消耗都是一条很重要的方针。

1979年9月26日，我在国家科委能源政策研究组举办的节能问题报告会上，提出了广义节能的观点，然后在这方面继续做了一些研究工作。这本书主要是想对广义节能的技术经济理论作比较全面的阐述。

广义节能，就是从广泛的意义上节约能源的消耗。要想从根本上解决好能源节约问题，以最少的能源消耗量取得最大的经济效益，就必须大力开展广义节能工作。如果只抓狭义节能，很可能直接能耗节省了，但是间接能耗浪费了，那么，还是没有做到节能；如果只抓能源的节省，不抓经济效益的提高，很可能能源节省了，但是经济效益降低了，那么，取得相同经济效益所花的能源也还没有做到节省。广义节能的最大特点就是把直接节能和间接节能结合起来，把节能和经济效益结合起来。广义节能主要包括十种节能内容：（一）合理提高能源系统效率的节能；（二）合理节约各种经常性消耗物资（如原材料、日常消耗物资等）的节能；（三）合理节省劳务量（如运输周转量等）的节能；（四）合理节约人力和减少人口增长的节能；（五）合理节约机器设备等固定资产和原材料能源等流动资金的节能；（六）合理节约其他需要量

的节能；(七)合理提高各种产品产量和劳务量的节能；(八)合理提高各种产品质量和劳务质量的节能；(九)合理降低成本费用(包括工资费用和不包括工资费用两种情况)的节能；(十)合理改变经济结构、产品方向和劳务方向的节能。

本书还提出了每一种节能所起的作用和计算方法。同时，提出了广义节能的技术经济指标体系和节能经济效益的计算方法，并根据我国的情况进行了许多的实例计算和分析。最后，对我国的广义节能潜力做了预测。

作者希望，本书能对工业、交通、农业等国民经济各部门的企业干部和工程技术人员，以及能源管理部门的干部和工程技术人员的工作起到参考作用，并能供有关科研机构和大专院校的师生阅读。

由于本人水平有限，很难说书中没有缺点和错误。对此，敬请读者同志多加批评指正！

作者

一九八一年七月于北京

目 录

第一章 节能的重要性.....	(1)
第二章 广义节能的概念.....	(3)
第三章 广义节能的技术经济指标	(7)
第一节 各种节能技术经济指标的计算公式和相互关系.....	(8)
第二节 直接能耗和完全能耗的计算.....	(22)
第三节 各种节能技术经济指标的优缺点和用途.....	(38)
第四章 广义节能的计算方法	(47)
第五章 广义节能的分析方法	(61)
第一节 生产企业部门或劳务企业部门直接能耗的节能分析.....	(61)
第二节 生产企业部门或劳务企业部门完全能耗的节能分析.....	(69)
第三节 地区和国家的广义节能分析.....	(77)
第六章 广义节能的经济效果计算和比较方法	(90)
第一节 节能的技术经济计算和比较方法.....	(90)
第二节 经济上允许的最大节能投资额的估算方法.....	(101)
第三节 节能技术经济计算中应注意的几个问题.....	(108)
第七章 广义节能的潜力和途径	(116)
第一节 广义节能潜力的估算方法.....	(116)
第二节 我国广义节能潜力的估算和预测.....	(118)
第三节 提高能源经济效益的途径.....	(135)
附录 产值完全能耗和收入完全能耗.....	(138)

第一章 节能的重要性

目前，我国的能源消费大约有百分之九十六以上是煤炭、石油和天然气，而水能只占百分之三多一点。世界工业发达国家的能源消费情况也是如此。煤炭、石油和天然气占百分之九十六以上，水能和原子能只占百分之二、三左右。我们知道，煤炭、石油和天然气属于非再生能源，它们不象再生能源水能、风能和太阳能那样用之不尽、取之不竭。它们在地壳里面的埋藏量是一个有限的数量。人们采一点就少一点，总有一天会被用完，这就叫做能源枯竭。能源枯竭对于非再生能源来说是一种自然现象。1974年资本主义世界发生能源危机以后，许多学者提出石油能源已经面临着严重的枯竭问题。如果不再发现新的油田，到下个世纪的前期就会出现石油枯竭。由此可见，我们对于非再生能源要特别注意节约。非再生能源煤、油、气不仅是一种燃料，而且是很好的化工原料，但目前大约有百分之九十以上都作为燃料烧掉，这是十分可惜的。我们必须珍惜一切非再生能源，把煤、油、气首先作为化工原料，然后作为燃料。但是，无论作为化工原料还是作为燃料都必须大力节约。

节约能源是长期的任务，决不是一个权宜之计。我国能量资源储量从绝对数量来看可以说是丰富的。例如我国水能资源蕴藏量占世界第一位，煤炭资源埋藏量占世界第三位。但是由于我国人口众多，所以按人口平均的能量资源并不丰富。根据我们计算，

现在我国平均每人拥有的矿物能源可采储量大约只有美国的五分之一，比世界的平均水平还少。

我国能源开发虽然不断增长，但是总跟不上需要的增长。长期以来，能源供应十分紧张。但是，另一方面，我国能源的浪费很大，燃料热能利用率只有28%左右，国外先进水平已达到50%左右；主要产品能耗和万元产值（或纯收入、国民收入）能耗都比国外先进水平高一、二倍。因此，我们完全有必要和有可能节约能源。除此之外，在一定情况下，节能还可以取得很好的经济效果，并且可以减少大气污染。随着以节能为中心的技术改造工作的开展，节能技术将不断提高，各行各业的技术水平也将不断提高。因此，采取积极的节能措施，是我国能源建设的根本方针，它既可以促进经济建设的发展，也可以推动科学技术水平的不断提高。

第二章 广义节能的概念

在讨论广义节能以前，有必要先讲一下节能的概念。什么叫节能？从科学的定义来说，节能就是在满足相等需要或者达到相同目的的条件下，使能源（能量）消耗量减少，其减少的数量就是节能的数量。因此，节能是一个相对比较的概念。相对比较必须有一个前提，这就是要满足相等的需要或达到相同的目的。目前人们对节能问题十分重视，谈得也很多，但是，对节能这个科学概念并不都很清楚。有人认为节能就是减少能源消耗，只要是减少能源消耗就是节能。这种理解也有道理，但是不够全面。比如说工厂生产需要能源，人民生活需要能源，如果拉闸停电，减少必要的能源供应量，虽然同样使能源消耗量减少，但这是消极的节能，不是积极的真正的节能，因为它没有满足工业生产和人民生活的需要。真正的节能对于工厂来说，应该是在保证工厂能够生产出相等数量和质量的产品或者获得相等的经济收入的条件下，使能源消耗量减少。有人认为利用石煤、煤矸石和太阳能等等都是节能。这也是不够确切的。因为它们本身就是能源，虽然我们多开发利用一些石煤、煤矸石和太阳能这一类替代能源，就可以少开发利用一些煤、油、气资源，看起来好象是节约能源，但是实际上，这是用能源去替代能源，应该叫做能源替代，或者叫做开源。当然采用替代能源有时也会收到真正的节能效果，使能量节省。例如石煤立窑烧水泥就比优煤回转窑烧水泥节省能量，但

大多数情况是利用石煤后反而使能量浪费，例如石煤烧锅炉比好煤烧锅炉效率要降低10%以上。还有人把节能的概念和能源消费经济效果的概念混在一起，认为节能就是以尽可能少的能源消费获得尽可能大的经济效果。其实，这是能源消费经济效果的要求，是节能的目的，而不是节能本身的含义。

节能有狭义节能和广义节能两种。我们知道，人们在生产、工作和生活中都需要直接消耗能源。如果在满足相同需要或达到相同目的的条件下降低这种直接能耗，那就能够节省能源。这种节能是直接看得见的能源实物的节约。例如，年产一万吨的合成氨厂，采取余热利用措施，全厂热能利用效率提高，使每吨合成氨的能耗从四吨标准煤降低到三吨标准煤，节约能源百分之二十五，原来消耗四万吨标准煤，现在就只需要消耗三万吨，节约一万吨。又如，有个玻璃厂，原来烧煤气热效率为20%，每年用标准煤一万吨，现在改烧重油，热效率为30%，每年用标准煤六千二百五十吨，节约三千七百五十吨。通常人们所讲的节能都是指这样一类的节能，这就是狭义节能。所以，狭义节能就是在满足相同需要或达到相同目的的条件下，直接看得见的能源实物的节约。

我们知道，人们在生产、工作和生活的时候，除了直接消耗能源以外，还必须消耗和占用其他各种物资。比方说，钢铁厂生产铁除了消耗能源以外，还需要消耗烧结矿、石灰和耐火材料等各种原材料，而这些原材料的生产是需要消耗能源的。在铁的生产过程中，对各种物资需要运输，而运输也要消耗能源。生产铁的高炉、鼓风炉等机器设备也是用了能源才制造出来的，这些机器设备的使用过程也就是能源的消耗过程。因此，人们利用的所有物资包括能源本身在内，都是要经过生产流通过程的，这必然

要消耗一定数量的能源。这些能源无形地”包含”在物资里面，这是一种人们直接看不见的无形的能源。由此可见，在生产、工作和生活中，节省物资也就是节省能源。这是一种间接的节能。根据这种间接节能的道理，节省任何一种人力、物力、财力和资源就意味着节能。广义节能就是在满足相同需要或达到相同目的条件下，既包括直接节能也包括间接节能的完全节能。对于经济领域来说，我们的目的是取得最大的经济效益，因此，广义节能就是在达到相同经济效益的条件下，包括直接节能和间接节能在内的完全节能。广义节能的途径很多，它既包括“软途径”，也包括“硬途径”。所谓软途径就是指合理规划设计，合理生产运输，合理分配使用和合理管理制度等等。软途径主要依靠智力，故可叫做智力节能办法。所谓硬途径就是指改革低效率的设备、工艺、原材料和技术，采用高效率的设备、工艺、原材料、能源和技术等等。随着科学技术的发展和节能工作的开展，这些节能的软途径和硬途径，大小层出不穷，它们几乎是无数的。但是，我们就广义节能的含义来看，就采用成千上万种节能途径最后所影响的结果来看，广义节能主要包括这样十种节能内容：（一）合理提高能源系统效率的节能；（二）合理节约各种经常性消耗物资（如原材料、日常消耗品等）的节能；（三）合理节省劳务量（如运输周转量等）的节能；（四）合理节约人力和减少人口增长的节能；（五）合理节约机器设备等固定资产和原材料能源等流动资金占用量的节能；（六）合理节约其他能源消耗的节能；（七）合理提高各种产品产量和劳务量的节能；（八）合理提高产品质量和劳务质量的节能；（九）合理降低成本费用（包括工资费用和不包括工资费用两种情况）的节能；（十）合理改变经济结构、产品方向和劳务方向的节能。由此可见，广义节能同每个行业，每个单位和

每个人民都有很密切的关系。在日常生产生活中，节约一部机器、一吨化肥、一吨烧碱、一吨水、一尺布、一两糖、一斤粮食、一只碗，少坐一次汽车，甚至只生一个孩子，都是节约能源。各项工作做好了，也都可以起到节省能源的作用。

解放以来，随着我国科学技术和经济建设的发展，我国节能工作取得很大的成绩。回顾一下我国节能工作的发展历史，大致可以划分为两个阶段。1979年以前为第一阶段。这一阶段的节能重点是对低效率用能设备窑炉灶进行改革，逐渐消灭“煤老虎”、“油老虎”、“电老虎”和“气老虎”，积极开展余热利用和堵塞跑冒滴漏等。这些节能工作已经取得很好的效果。自1979年开始，逐渐进入第二个阶段。有的人认为我国能源严重紧张，到了“能源紧机”时期。为了解决我国能源紧机，必须比以往任何时候都要注意节能，必须把节能工作放到和开源同等重要的地位。有人提出节能就是第五能源，这句话是很有道理的。第二阶段的节能内容远远超出过去的范围。它不仅要继续改造落后的用能设备，大搞余热利用，加强管理等等，而且要改变经济结构，发展节能型行业和产品，节约各种消耗，等等。第一阶段的节能实际上是以狭义节能为主，而第二阶段的节能则是以广义节能为主。广义节能自从1979年开始提倡以来，被越来越多的人所重视，并且在实际中已经取得了可喜的成绩。随着广义节能工作的自觉开展，节能的成绩将越来越大。

第三章 广义节能的技术经济指标

能源利用的节约和浪费必须要用一定的指标来衡量。十分清楚，节约能源最主要的指标是节能量指标，上面已经说过，这是在满足相同需要或达到相同目的的条件下求得的。通常，节能量（节煤量、节油量和节电量等）这个指标是作为一种计划指标，要求各个部门完成的。在年度计划和长远计划中，也采用这个指标作为计划目标。在实际工作中，现在还采用能源利用效率、产品能耗、运输能耗和产值能耗四个技术经济指标来衡量节能工作的成果。利用这四个技术经济指标很容易求得节能量指标。在前一阶段节能工作中，产品能耗、运输能耗和能源利用效率三个指标用得最普遍。有人认为产值能耗指标不如产品能耗指标好，因为产值能耗包含了价格和产值重复计算的问题，所以用得不够普遍。但是自从1979年以来随着广义节能工作的开展，产值能耗指标已被越来越多的人所重视。应该说明，以上这些能耗指标，目前主要是指直接能耗，没有把间接能耗包括在内。为了正确地衡量能源利用的节约和浪费，我们认为，除了继续采用以上五个技术经济指标以外，还应该根据不同需要分别采用能源系统效率、产品完全能耗（包括直接能耗和间接能耗，下同）、劳务（包括运输、邮电、建筑、商业、服务等）完全能耗、生活能耗和生活完全能耗、其他能耗和其他完全能耗、产值完全能耗、收入能耗（指劳务收入直接能耗）、收入完全能耗、纯收入能耗、纯收入完全能耗、

国民收入（净产值）能耗、国民收入（净产值）完全能耗、完全节能量、技术节能量、技术完全节能量、经济节能量和经济完全节能量等十九个指标。必须说明，本书所说的能耗都是指单位能耗，而不是指总能耗；没有专门写明完全能耗的，就是指直接能耗。下面分别讨论一下广义节能和能源利用方面这二十四个主要指标的计算公式、相互关系、优缺点及其适用范围。

第一节 各种节能技术经济指标 的计算公式和相互关系

（一）能源利用效率 η_n

$$\eta_n = \frac{N'}{N} = 1 - \frac{N_{\text{损}}}{N} \quad (1)$$

式中： N —用能设备耗能量，

N' —能源有效利用数量，

$N_{\text{损}}$ —能源损失数量。

（二）能源系统效率 η_n^{Σ}

$$\eta_n^{\Sigma} = \frac{N'}{N_{\text{系}}} = 1 - \frac{N_{\text{损}}}{N_{\text{系}}} \quad (2)$$

$$\text{或 } \eta_n^{\Sigma} = \eta_{n\text{系}} \times \eta_n \quad (3)$$

式中： $N_{\text{系}}$ —能源系统耗能量（ $N_{\text{系}} = N + N_{\text{其}}$ ），

$\eta_{n\text{系}}$ —全系统效率系数（ $\eta_{n\text{系}} = \frac{N}{N_{\text{系}}}$ ），

$N_{\text{其}}$ —用能设备以外的耗能量。

（三）产品能耗 n_g

$$n_g = \frac{N_{g\text{系}}}{G'} = \frac{N_{g\text{系}}}{P_{\Sigma}G} \quad (4)$$

$$\text{或 } n_g = \frac{N'_g}{P_\Sigma G \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_g}{P_\Sigma \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_g}{P_\Sigma \eta_n} \quad (5)$$

式中: n'_g —生产单位产品所需要的有用能源数量

$$(n'_g = \frac{N'_g}{G}),$$

G', G —实际有用的总产量和包括废品在内的总产量

$$(G' = P_\Sigma G),$$

P_Σ —同一种产品各种成品率总和 ($P_\Sigma = \sum_{i=1}^k P_i$),

P_i —同一种产品各种成品率,

q —废品率 ($q = 1 - P$)。

(四) 劳务(包括运输、邮电、建筑、商业、服务等)能耗 n_y

$$n_y = \frac{N_{y\text{系}}}{Y'} = \frac{N_{y\text{系}}}{PY} \quad (6)$$

$$\text{或 } n_y = \frac{N'_y}{PY \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_y}{P \eta_{n\text{系}} \eta_n} \quad (7)$$

式中: n'_y ——完成单位劳务量所需要的有用能源数量

$$(n'_y = \frac{N'_y}{Y}),$$

Y', Y ——实际完成的有用劳务量(如吨公里、商品销售量、建筑面积等)和包括无用的劳务量在内的总劳务量,

P ——有用劳务量和总劳务量之比, 一般 $P \approx 1$ 。

(五) 生活能耗 n_r

$$n_r = \frac{N_{r\text{系}}}{R} \quad (8)$$

$$\text{或 } n_r = \frac{N'_r}{R\eta_{n\text{系}}\eta_n} = \frac{n'_r}{\eta_{n\text{系}}\eta_n} \quad (9)$$

式中: n'_r ——每人生活所需要的有用能源数量($n'_r = \frac{N'_r}{R}$),

R ——人员数量。

(六) 其他能耗(包括资源占用量能耗、国防能耗等) n_q

$$n_q = \frac{N_{q\text{系}}}{D} \quad (10)$$

$$\text{或 } n_q = \frac{N'_q}{D\eta_{n\text{系}}\eta_n} = \frac{n'_q}{\eta_{n\text{系}}\eta_n} \quad (11)$$

式中 n'_q ——单位土地资源占用量所需要的有用能源数量

$$(n'_q = \frac{N'_q}{D}),$$

D ——土地资源占用数量。

(七) 产值能耗 n_a

$$n_a = \frac{N_{g\text{系}}}{J} = \frac{N_{g\text{系}}}{j_\Sigma P_\Sigma G} \quad (12)$$

$$\text{或 } n_a = \frac{N'_g}{j_\Sigma P_\Sigma G\eta_{n\text{系}}\eta_n} = \frac{n'_g}{j_\Sigma P_\Sigma \eta_{n\text{系}}\eta_n} \quad (13)$$

式中: J ——产值数量,

$$j_\Sigma \text{——产品平均价格} (j_\Sigma = \frac{\sum_{i=1}^h j_i P_i}{P_\Sigma})^\circ$$

(八) 收入能耗 n_b

$$n_b = \frac{N_{y\text{系}}}{S} = \frac{N_{y\text{系}}}{jPY} \quad (14)$$

$$\text{或 } n_b = \frac{N'_y}{jPY\eta_{n\text{系}}\eta_n} = \frac{n'_y}{jP\eta_{n\text{系}}\eta_n} \quad (15)$$

式中：S——收入数量，

j——完成单位劳务量的价格（收入）。

(九) 纯收入能耗 n_c

$$\begin{aligned} n_{cg} &= \frac{N_{g\text{系}}}{M_g} = \frac{N_{g\text{系}}}{j_{\Sigma} P_{\Sigma} G - C}, \\ n_{cy} &= \frac{N_{y\text{系}}}{M_y} = \frac{N_{y\text{系}}}{j_{\Sigma} P_{\Sigma} Y - C} \end{aligned} \quad (16)$$

$$\begin{aligned} \text{或 } n_{cg} &= \frac{N'_y}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} G - C) \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} - c) \eta_{n\text{系}} \eta_n}, \\ n_{cy} &= \frac{N'_y}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} Y - C) \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_y}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} - c) \eta_{n\text{系}} \eta_n} \end{aligned} \quad (17)$$

式中：M——纯收入数量，

c——单位产品成本和单位劳务量的成本（ $c = \frac{C}{G}$ ，

$$c = \frac{C}{Y}$$

C——全部产品成本费用和全部劳务量成本费用。

(十) 国民收入（净产值）能耗 n_d

$$\begin{aligned} n_{dg} &= \frac{N_{g\text{系}}}{M'_g} = \frac{N_{g\text{系}}}{j_{\Sigma} P_{\Sigma} G - C_u}, \\ n_{dy} &= \frac{N_{y\text{系}}}{M'_y} = \frac{N_{y\text{系}}}{j_{\Sigma} P_{\Sigma} Y - C_u} \end{aligned} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} \text{或 } n_{dg} &= \frac{N'_g}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} G - C_u) \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_g}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} - c_u) \eta_{n\text{系}} \eta_n}, \\ n_{dy} &= \frac{N'_y}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} Y - C_u) \eta_{n\text{系}} \eta_n} = \frac{n'_y}{(j_{\Sigma} P_{\Sigma} - c_u) \eta_{n\text{系}} \eta_n} \end{aligned} \quad (19)$$

式中：M'——国民收入数量。

c_u ——单位产品成本和单位劳务量的成本（不包括

工资费用）（ $c_u = \frac{C_u}{G}$ ； $c_u = \frac{C_u}{Y}$ ），

C_u ——全部产品成本和全部劳务量的成本（不包括工资费用）。

（十一）节能量 ΔN

$$\Delta N = \frac{\Delta \eta_n}{\eta_n} N_0 = \frac{\Delta \eta_n}{\eta_{n0}} N;$$

$$\Delta N = \frac{\Delta \eta_n^\Sigma}{\eta_n^\Sigma} N_0 = \frac{\Delta \eta_n^\Sigma}{\eta_{n0}^\Sigma} N; \quad (20)$$

$$\Delta N = B \Delta n_g + n_{g0} \Delta B; \quad \Delta N = Y \Delta n_y + n_{y0} \Delta Y;$$

$$\Delta N = R \Delta n_r + n_{r0} \Delta R; \quad \Delta N = D \Delta n_d + n_{d0} \Delta D \quad (21)$$

$$\Delta N = G \Delta n_g; \quad Y \Delta n_y;$$

$$\Delta N = J \Delta n_a; S \Delta n_b; M \Delta n_c; M' \Delta n_d \quad (22)$$

式中： $\Delta \eta_n$ ——能源效率提高的数值（ $\Delta \eta_n = \eta_n - \eta_{n0}$ ），

$\Delta \eta_n^\Sigma$ ——能源系统效率提高的数值（ $\Delta \eta_n^\Sigma = \eta_n^\Sigma - \eta_{n0}^\Sigma$ ）

$B \Delta n_g, n_{g0} \Delta B$ ——由于产品能耗降低和由于原材料物资节约所引起的节能数量，

$Y \Delta n_y, n_{y0} \Delta Y$ ——由于劳务能耗降低和由于劳务量节约所引起的节能数量，

$R \Delta n_r, n_{r0} \Delta R$ ——由于生活能耗降低和由于人员减少所引起的节能数量，

$D \Delta n_d, n_{d0} \Delta D$ ——由于其他能耗降低和由于其他（如土地占用）数量减少所引起的节能数量，

$\Delta n_g, \Delta n_y, \Delta n_a, \Delta n_b, \Delta n_c, \Delta n_d$ ——产品能耗、劳务能耗、产值能耗、收入能耗、纯收入能耗和国民收入能耗的降低数量。