

电力行业管理与执法实务全书

电力安全管理 (十九)

卢炳瑞 主编

中国言实出版社

图书在版编目(CIP)数据

电力行业管理与执法实务全书/卢炳瑞主编.

—北京:中国言实出版社,2004.9

ISBN 7-80128-321-6

I. 电…

II. 卢…

III. 电力工业—法规—中国—汇编

IV. F407.616

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 103281 号

中国言实出版社出版发行

(北京市西城区府右街 2 号 邮政编码 100017)

中铁十六局印刷厂

787×1092 32 499.125 印张

2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1~1 000 册

定价: 2560.00 元(本卷 16.00 元)

目 录

◎深刻领会热电比含义，正确指导热电事业发展	1
◎2000 年电力发展展望	13
◎面向 21 世纪的电力系统技术	19
◎英国的分散电力在发展中	29
◎希腊的能源战略	44
◎配电自动化发展动向	49
◎居民生活用电的市场研究及政策探讨	63
◎策划电价的波动空间	72
◎上海市市区供电局季节性负荷分析	76
◎探讨广东电力发展速度的调控方式	82
◎中国电力行业的改革与发展	88
◎网厂分开、竞价上网与电力经营管理创新	101
◎超导电力技术将推动 21 世纪电力工业的革命	111
◎触“电”增值税，你的天平摆正了吗 电力 企业缴纳 增值税存在的问题及其解决途径	121
◎大亚湾核电站的成功运作 SUCCESSFUL OPERATION OF DAYAAY NUCLEAR POWER PLANT	131
◎电力体制改革中需注意的几个问题	141
多回输电线路并列运行的输送能力的正常评价	150
◎新型四相输电的应用前景及其建议	157

◎电力工业的结构调整问题	165
◎关于电费保证金的探讨	181
◎用什么电能表好	187

◎深刻领会热电比含义, 正确指导热电事业发展

一、热电比的由来:

为了正确反映电厂的经济运行水平, 挖掘节约煤、油、电的潜力, 统一全国电厂煤耗和厂用电率的计算, 电力工业部于 1979 年制订了《电力网和火力发电厂省煤节电工作条例》以(79)电生字第 66 号文件形式, 规定了煤耗和厂用电率的计算方法。该文件统一了电力企业统计指标的计算方法, 又考核各电力企业的经济运行水平。对同类型厂开展厂际竞赛, 企业评比活动起到指导作用, 1993 年又颁发《火力发电厂按入炉煤量正平衡计算发供电煤耗的方法》。其中规定热电厂类型的发电标煤耗和供热标煤耗及其厂用电率的计算方法, 在第五条 中明确规定“发电、供热标准煤总耗用量计算”; 无论用正平衡还是反平衡法, 首先算出“日标准煤总耗用量 B 日耗”; 在第七条 中规定“供热电厂标准煤耗率计算”方法, 即

日供热标准煤耗率 b 日热 = B 日热 / Q 日热 \times 1000(公斤/百万大卡)
 B 日热 = B 日耗 $\times Q$ 日热 / Q 日耗 (吨)
 式中 Q 日热指当日全厂供热量(百万大卡) Q 日耗指当日全厂发电、供热耗用的总热量(百万大卡) B 日热指当日全厂供热耗用的标准量(吨)提出把 Q 日热 / Q

日耗煤与这个比值称为供热比，其意义是热电厂供热量占全厂发电、供热总耗用热量的份额，利用热量法将耗煤量对热、电进行分摊，以便分别计算出发电标准煤耗率和供热标准煤耗率及其单位成本。

从上述公式转导推出，发电用热量的份额 $Q_{\text{日电}} = Q_{\text{日耗}} \sim Q_{\text{日热}}$ (百万大卡)，求得 $Q_{\text{日电}}/Q_{\text{日热}}$ 称为电热比，用以考核热电厂经济运行水平和经济效益。

八十年代后，热电联产事业得到蓬勃发展，地方热电厂、自备热电厂、区域性热电厂普遍开花生根，打破了电力部门独家经营电力的局面。在八十年代由于供应紧张期间，热电联产与大型火力电厂相安无事，和平共处。进入九十年代后半期，因火力发电大型机组的建设事业加速发展，电力供需矛盾得到缓解，供电能力超过了需求量，于是产生了热电联产的供电量与大型火力发电厂上网电量之争，产生了热电联产发展与电力部门的利益冲突。为了确保全国供电标煤耗水平与国际接轨，同时又保护热电联产事业得到正常健康的发展，1997年11月21日国家计委会同国家经贸委(二委)，电力部、建设部(二部)发出征求意见稿并于1998年以第220号文件形式颁布了《关于发展热电联产的若干规定》，提出“热电联产应符

合下列指标:

(1)总热效率年平均大于 45%;

(2)热电联产的热电比:单机容量小于 50MW 的,其年平均大于 100%,单机容量 50~200MW 的,年平均大于 50%,单机容量 20MW 以上抽汽凝汽两用供热机组,在采暖期其热电比应大于 50%。”正式提出用“热电比”“总热效率”作为热电联产定义的量化指标,用来区分和考核热电联产企业的运行水平和检验热电联产的经济效益,同时又作为发展热电联产,建设热电厂项目的审批界控指标。

二、热电比的含义:

为了正确指导热电事业的发展,有必要深刻领会热电比的含义、计算方法和不同机型的热电比范围,以便正确区分和对待热电厂的运行考核。1.热电比是热电联产机组的技术经济指标:它反映了热电厂的运行水平和管理效益,是热电厂主要的技术经济指标之一。发供电标准煤耗率和供热标准煤耗率仅指电或热作为单一产品来计算和评价运行、管理水平,而热电比是用来衡量热电机组在运行中热的利用程度和节能效果,从而反映该企业在热电联产事业中的发展水平和能源利用率。要求热电比在额定工况运行下尽量提高和接近或达到机组热电比的设计标准值。从下述

公式表示:

$$qd = \frac{(D \times (h_o - h_{gs}) - D_r \times h_r + D_{bs} \times h_{bs})}{W} \times 100\%$$

$$bd = \frac{Q_r}{Q_d} \times 100\%$$
 式中 qd 为汽轮机的热耗(kg/kw), W 为发电功率(kw), bd 为发电标准煤耗率(kg/kwh), D, D_r, D_{bs} 分别为机组进汽量, 工业抽汽量, 补给水量(kg/h), h_o, h_{gs}, h_r, h_{bs} 分别为进汽焓, 给水焓, 工业抽汽焓, 补给水焓(kg/kg) 且 ard 为热电比(%), Q_r 为对补供热量(mg), Q_d 对应于 Q_r 的发(供)电用热量(mg)从式中可看到, 热电厂只有工业抽汽量(对外供热量)大, 才有发电热耗小, 有较低的发电标煤耗率, 此时, 必然有一个较大的热电比。以 C12~4.9/0.98 型机组为例, 当电负荷为设计值时 12.2MW 相对应的额定供汽量为 50t/h, 此时热耗为 8397kg/kw, 热电比为 3.48h, 发电标煤耗为 0.287kg/kwh, 当抽汽量达到最大抽汽量 80t/h, 其时机组热耗为 6741kg/kw, 热电比为 5.66, 发电标煤耗为 0.23kg/kwh, 相比之下, 热耗下降 19.72%, 发电标煤耗率下降 24.73%, 而热电比增加了 62.64%, 上述数字说明了热电机组的热利用率和热电联产的程度, 以及发电、供热技术经济指标的高低。

2. 热电比是审批热电建设项目的界控指标: 节能法第三十九条: “国家鼓励发展下列通用节能技术:

(一)推广热电联产，集中供热，提高热电机组的利用率……提高热能综合利用率。”由此，热电联产事业必然会进一步发展壮大，区域性或地方型热电厂、自备热电厂必然替代大型热电厂而广为建设。用热电比和综合热效率这两个量化指标来对热电建设的项目审批，起到界控指标的作用，同时为选择机型，合理配置机组提供技术指标。因为不同类型的机组有各不相同的热电比，即使是同一种机型在各种不同的设计参数，运行工况下又有不同的热电比，因此热电建设是否必要，有无价值，如何选择机型，如何判别热利用率，此时用热电比，综合热效率作界控指标是有其优越性。例如某热电厂项目，设计热负荷为45~50t/h，如选择C6~4.9/0.98型机，热电比为5.57，选C12~4.9/0.98型，热电比为3.463，选B3~4.9/0.98型机的热电比可高达11.3，通过热电比的计算和对比，参照建设项目的具体条件和实际需求，就可确定热电建设项目的合理性，为项目审批提供依据和方便。

3.热电比是安排热电厂上网发电计划的考核指标：热电比是热电机组的经济特征，每一个机型在其设计时，均有对应于额定工况的热电比。当电网供应宽松，需要限制热电厂的上网电量，采用以汽定电来安排发

电计划时，热电比就可起到考核的作用。例如 C12~4.9/0.98 型机组在设计时，对应于 12MW 额定电负荷，其额定抽汽量为 50t/h，其对应的热电比为 3.463，当实际运行时，供热负荷为 40t/h，为了达到高计热电比，则其容许发电负荷=供热量/热电比，计算结果为 9500KW。如果以热电厂达到二部二委的量化指标(即大于 100%)来核定发电量计划，则同样用热电比公式计算出达到热电比量化指标时的最小抽汽供热量，仍以 C12~4.9/0.98 型为例，其达标的最小抽汽量= $(12000 \times 3600 \times 100\%) / 2992.03 = 14.4\text{t/h}$ 。

4.热电比是热电厂发展热电联产，开拓热网的奋斗指标，每当热电厂投产时，其实际运行工况的热电比与设计值尚有差距。特别是一些新建的区域性热电厂，其建设热电厂在前，扩展热用户有后。那么每一个热电厂都应该把对应于已安装的机组容量类型和配置方式，计算出在其额定负荷下的高计热电比，并以此制定出发展热电联产，扩大热用户的规划，使本企业的热电比逐年提高，在 220 号文规定的期限内逐渐达到规定标准，同时也反映和考核该企业的热电联产程度和热能综合利用率及其相应经济效益。

5.热电比是热电厂机组运行负荷分配的计算指标：热电厂总是想方设法，在一定供热负荷下，争取多带

发电量，同时又期望有一个较高的热电比。于是各类机组的热电比成为电厂负荷分配时的计算指标。例如某热电厂安装 C12~4.9/0.98 型和 B3~4.9/0.98 型各一台，当供热负荷为 60t/h 时，如何分配接带方有较多的电负荷和较高的热电比。通过计算，C12 型机在额定抽气量为 50t/h 时的热电比为 3.463，B3 型机额定排气量为 40t/h 时，热电比为 11.306，该厂综合热电比的设计值为 8.46，现外界汽负荷为 60t/h 时，可分二种分配运行方式，一是 C12 型机带 12MW，供 20t/h 汽负荷，它的热电比为 1.385，B3 型机带 3MW，供 40t/h 汽负荷，它的热电比为 11.306，该厂的综合热电比为 4.66，可带电负荷为 15MW；汽负荷 60t/h；另一种方式 C12 型机带 12MW 供 40t/h 汽负荷，它的热电比为 2.77，B3 型机因汽负荷仅 20t/h，电负荷只能带 1.5MW，虽然它的热电比仍为 11.306，但该厂的综合热电比仅为 3.718，所带总负荷为 13.5MW，二者均小于前一种分配方式，说明抽、背机型组合的电厂宜将 B 型机带足汽负荷，而让 C 型机作为热负荷调峰用，具有最佳的热电比和较高的热电效益。

三、热电比的相关因素：热电比是热电机组的技术经济特征指标，是个受其它因素变化而变化的指标。弄清它的相关因素，有利于指导热电事业的发展。

1. 热电比与机组类型的关系: 热电机组的类型可分为四大类近 300 个品种规格。具体分背压机(B 型机)、抽背机(CB 型机)、双抽机(CC 型机)、抽凝机(C 型机), 通过 300 个品种规格的热电比计算, 得出不同类别的机型具有较大的热电比差距。

背压机型的热电比为最高可达 8~23, 而抽凝机型为最小约 1.3~6.7。以同容量, 同参数的不同机型相比, 可知其变化差异, 抽凝机组最小为 3.46, 背压机组最高为 10.5, 二者相差达 7.04, 其原因是背压机组的抽排汽量远高于抽凝机组的抽汽量。

通过计算比较, 为我们热电企业建设时的定项, 机组选型, 设备配置, 热电比需求提供选择范围。同时说明每种机型对应有一个热电比, 且有一个可变范围。

2. 热电比与供热参数的关系: 供热参数指压力、温度、流量, 从热电比计算公式 $\text{ard} = 1000 \times \text{Drhr} / 3600 \times \text{W}$ 可知 hr 是供热蒸汽的焓值, 它随温度增加而增大, 随压力增大而减小, 对热电机组而言, hr 随着温度、压力的增加而增大。当 Dr/W 为机组额定值时, 不同机型规格的热电比随其供热抽汽参数(压力、温度)的增加而增大。当机组接带额定电负荷时, 热电比 ard 则随对外供热抽汽量的增加而增大, 呈线性关

系，其斜率 $\text{tg } \delta = \text{Jhr/W} \times 1000 / 3600 = 0.278 \text{hr/W}$, $\text{ard} = 0.278 \text{hr/W} \cdot \text{Dr}$ 。这是抽汽机组的典型。

对于背压机组则是以汽定电，机组接带电负荷与当时的对外供热量呈对应关系，即

$$W = \text{Dr} / \text{dr} (\text{kW})$$

式中 Dr 为对外供热量 kg/h

dr 为背压机组汽耗率 kg/kwh

代入公式

$$\text{ard} = 1000 / 3600 \times \text{Drhr} / (\text{Dr} / \text{d}) = 0.278 \text{hr} \cdot \text{dr}$$

可知背压机的热电比决定于该机组的汽耗率和排汽参数(压力、温度)所对应的焓值，因此背压机型的各种规格的热电比是不随其供热量变化的一条水平线(图一)。当 $\text{ard} = 1$ 时即抽汽机组达到国家规定的量化指标时，相对于额定电功率有一个临界抽汽供热量，其大小可用 $\text{Dr}_1 = W \cdot \text{ard}_1 / \text{h} (\text{t/h})$ ，式中 $\text{ard}_1 = 1$ 机组热电比的量化指标值，对应于 25MW 以下的机组为 1，可知临界抽汽量 Dr_1 决定于机组容量和抽汽参数的焓值大小。例如 C12~4.9/0.98 型机的临界抽汽量为 14.093t/h，C25~8.83/0.98 型为 29.4t/h，同理 CB 型或 CC 型机组均有一个热电比达到量化指标值时的最小(临界)抽汽量，可以作出各种机型，不同单机容量下的临界抽汽量曲线。

3. 热电比与机组额定工况的关系:对于抽汽机组而言(C, CB, CC 型机)制造厂给出多种设计工况,例如额定电负荷工况,额定抽汽工况,最大抽汽工况,最大电功率工况等等。现以南京汽轮机厂 C12~4.9/0.98 型机为例,制造厂规定有 13 种额定工况相对应有各种热电比值。

(1)该机组有 11 个抽汽工况,它的热电比有 11 个取值,在 2.17~5.66 范围内变动。

(2)在额定电功率时无论是额定抽汽工况还是最大抽汽工况,热电比的大小随其抽汽参数同步增大或减少。

(3)在相同抽汽工况下,热电比随电功率的增大而减少。

(4)每种机组均有一个铭牌热电比,由额定电功率、额定抽汽工况计算,如该机型的铭牌是 C12~4.9/0.98 型,其铭牌热电比为 3.48,综合热效率为 64.58%,并以此铭牌热电比设计值为该机的考核热电比。

4. 热电比与电负荷的关系:热电比与电负荷的关系有二种含义。一是机组单机容量的变化与热电比的关系;二是同一种单机容量机组,同一抽汽工况下,热电比与机组电负荷关系。制造厂商对机组设计时,

由于蒸汽初参数的提高，虽然机组的电功率与抽汽量同步增长，但机组电功率的增长比例要大于抽汽容量的增长比例。从公式中知 $a_{rd1} = Dr1/W1$ 当单机容量增大至 $W2$ 时，其抽汽量也相应增大由 $Dr1$ 增长为 $Dr2$ ，此时热电比 $ard2 = Dr2/W2 = (Dr1 + \Delta Dr) / (W1 + \Delta W1)$ ，令 $\delta Dr1 = \Delta Dr1 / Dr1$ ， $\delta W1 = \Delta W1 / W1$ ，从数列统计中得知 $\Delta Dr1 / Dr1 = 0.7 \sim 0.9$ ， $\Delta W1 / W1 = 1$ 递增，如 1.5, 3, 6, 12, 25, 50……MW 所以 $\Delta W1 / W1 > \Delta Dr1 / Dr1$ ，因此 $ard2 < ard1$ 即大机组的热电比要比小机组的热电比相对要小，大小机组的热电比，不能同一个标准来衡量。

每一个抽汽工况均有一个容许抽汽供热的最小电负荷，该负荷值是制造厂考虑机组安全所规定的许可工况，并且告诫“严禁在工况范围之外运行。”也就意味着抽凝机组当电负荷带到某一定值时，方可容许抽汽供热，这个电负荷值是由抽汽量的大小而定。

四、热电比的应用建议：

综上所述，热电比是热电联产事业衡量节能效益和能源综合利用率的量化指标，也是一个特殊功能的技术经济性能指标。同时又是一个随着不同机型，不同工况，不同配置而改变的一个反映热电管理水平和经济效益的动态考核指标。正确掌握和应用热电比的

含义，指导热电联产事业，必然会得到良好的效果。对其应用建议如下：

(1)在热电建设项目定项审批和已建立的热电厂，在审批容许上网发电运行时的热电比，应该是制造厂机组设计的额定工况下的热电比，称谓铭牌热电比。当该铭牌热电比达到国家规定的量化指标值时，就应允许其定项和上网运行。

(2)在审批各热电厂的上网发电计划时，应视电网电量平衡情况，以热电厂达到国家规定热电比时的临界抽汽量相对的发电负荷给予发电量计划。

(3)B型，CB型机组可以实施以热定电，但对C，CC型机组在实施以热定电时，必须考虑机组的安全性，按制造厂提供的设计工况，对应一个抽汽负荷下有一个最低的电负荷为基数，以此确定电负荷和发电量计划。

(4)每一个热电厂均应该以本厂拥有的机型和配置情况，确定一个以额定电负荷的铭牌热电比值，作为本企业热网发展规划的奋斗目标，并以实际运行时的热电比进行统计考核。

(5)企业评比检查，应以该企业实际达到的热电比与铭牌热电比之比值来评估该企业的节能效益和热电联产设备利用水平。当实际热电比/铭牌热电比 $\geq 50\%$

时，该企业才能有较好的经济效益。

(6) 热电比是热发电机组的性能特征指标，它随机组的型式，企业对机组设备的配置以及运行工况而有较大幅度的变化范围。因此用一个统一的热电比作为各种热电企业的评价标准，或者以一个统一热电比来划定各热电企业是否允许上网的做法是不科学的，也是行不通的。

◎2000 年电力发展展望

2000 年是“九五”计划的最后一年，也是我国国民经济发展关键的一年。从总体情况看，我国经济发展所面临的国内外环境会进一步好转。一方面，亚洲金融危机的影响已逐步消退，日本和东南亚国家的经济开始全面复苏，美国、欧洲等发达国家经济稳定发展，国际金融市场趋于稳定，为我国的经济发展创造了比较好的国际环境。另一方面，国内经济形势逐步好转，近两年国家实施了积极的财政政策，进一步加大投资、扩大内需、刺激消费，这些政策的效应在 2000 年会进一步得到发挥；同时，党的十五届四中全会通过的《中共中央关于国有企业改革和发展若干重大问题的决定》将促进国有企业进一步转换经营机制，逐步摆脱困境，走向良性发展的轨道。因此，尽管目前经济生活中仍然存在着许多深层次的矛盾和问题亟