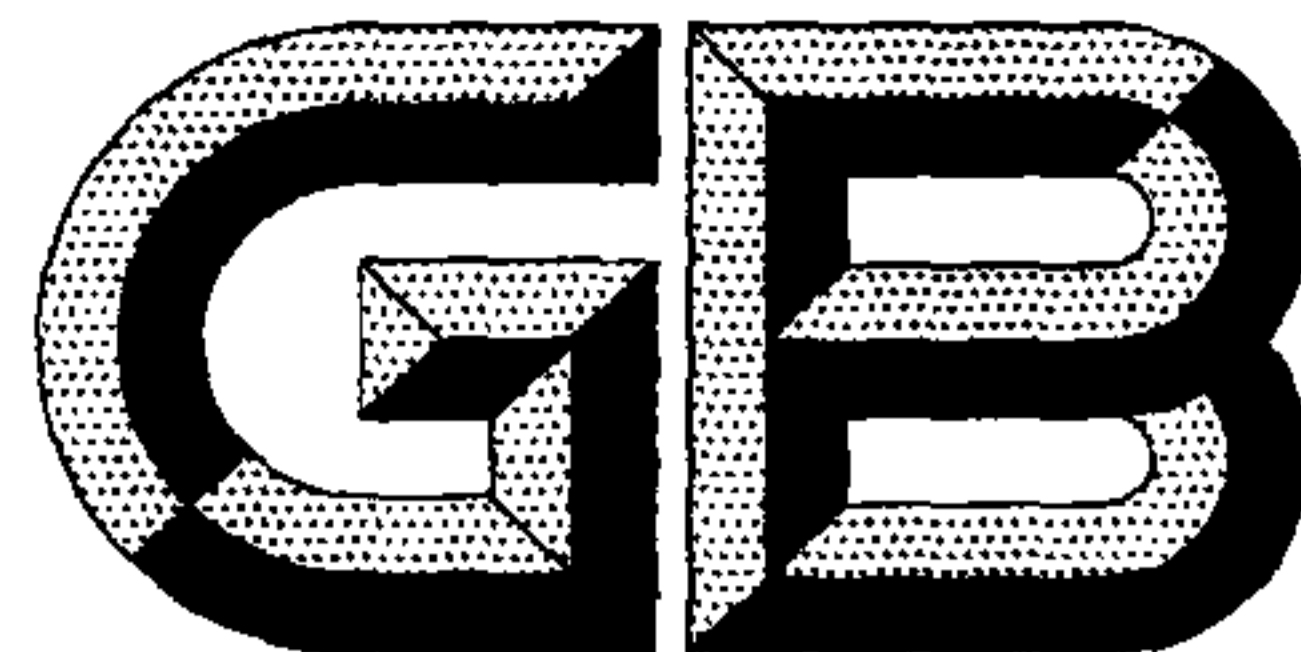


ICS 27.010
F 01



中华人民共和国国家标准

GB/T 17981—2007
代替 GB/T 17981—2000

空气调节系统经济运行

Economic operation of air conditioning systems

2007-12-21 发布

2008-06-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

前 言

本标准代替 GB/T 17981—2000《空气调节系统经济运行》。

本标准与 GB/T 17981—2000 相比,主要变化如下:

- 增补了术语和定义(第 3 章);
- 增加了“空调系统运行时的合理室内环境参数”(4.1);
- 增加了“空调系统用能分项计量”(4.2);
- 在原有条文的基础上进行完善和补充,形成了“空调系统冷热源设备的经济运行”(4.3),“空调水系统经济运行”(4.4),“空调风系统经济运行”(4.5);
- 细化和完善了“空调系统经济运行的评价指标与方法”(第 5 章);
- 原“空调系统经济运行和技术管理”改为“节能管理”(第 6 章);
- 增加了“空调环境使用者的行为节能”(6.7)。

本标准的附录 A 为规范性附录,附录 B 为资料性附录。

本标准由国家发展和改革委员会提出。

本标准由全国能源基础与管理标准化技术委员会合理用电分技术委员会归口。

本标准起草单位:清华大学、中国标准化研究院、西北建筑设计院、同济大学、上海市经贸委、上海市节能监查中心、上海建筑科学研究院、深圳物业节能协会、中南建筑设计院、际高集团。

本标准主要起草人:江亿、成建宏、周敏、吴喜平、陈军、魏庆芄、楼振飞、翟克俊、朱伟峰、李海建、马友才、王鑫、李一力、陈凤君。

本标准于 2000 年首次发布。

空气调节系统经济运行

1 范围

本标准规定了空气调节系统(以下简称空调系统)经济运行的基本要求、评价指标与方法和节能管理。

本标准适用于公共建筑(包括采用集中空调系统的居住建筑)中使用的空调系统。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB 19577—2004 冷水机组能效限定值及能源效率等级

GB 50155—1992 采暖通风与空气调节术语标准

GB 50189—2005 公共建筑节能设计标准

GB 50352—2005 民用建筑设计通则

3 术语和定义

GB 19577—2004、GB 50155—1992、GB 50189—2005、GB 50352—2005 所确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

3.1

公共建筑 public building

公共建筑包含办公建筑(包括写字楼、政府部门办公室等),商业建筑(如商场、金融建筑等),旅游建筑(如旅馆饭店、娱乐场所等),科教文卫建筑(包括文化、教育、科研、医疗、卫生、体育建筑等),通信建筑(如邮电、通讯、广播用房)以及交通运输用房(如机场、车站建筑等)。

3.2

单位面积空调能耗 energy consumption in unit air conditioning area; ECA

空调系统总能耗与空调面积之比。

3.3

单位面积耗冷量 cold consumption in unit air conditioning area; CCA

空调系统制备的总冷量与空调面积之比。

3.4

空调系统能效比 energy efficiency ratio of air conditioning system; EERs

空调系统制备的总冷量与空调系统总能耗之比。

3.5

制冷系统能效比 energy efficiency ratio of refrigeration system; EERr

空调系统制备的总冷量与制冷系统能耗之比。

3.6

冷冻水输送系数 water transport factor of chilled water; WTFchw

空调系统制备的总冷量与冷冻水泵(包括冷冻水系统的一次泵、二次泵、加压泵、二级泵等)能耗之比。

3.7

空调系统末端 air condition terminal

空调系统中的新风机组、空调机组、风机盘管、变风量箱等末端设备,简称空调末端。

3.8

空调末端能效比 energy efficiency ratio of terminal system; EERt

空调系统制备的总冷量与空调末端能耗之比。

3.9

冷水机组运行效率 coefficient of performance; COP

冷水机组制备的冷量与冷水机组能耗之比。

3.10

冷却水输送系数 water transport factor of condensate water; WTFcw

冷却水输送的热量与冷却水泵能耗之比。

3.11

空调面积 air conditioning area; A

由空调系统设备提供降温、除湿服务的区域的面积。空调区域中的走廊、墙体均应计入空调面积;空调区域与非空调区域邻接时,应取墙中线计算。

4 空调系统经济运行的基本要求

4.1 空调系统运行时的合理室内环境参数

4.1.1 室内环境的主要控制参数是温度、湿度及新风量。

4.1.2 室内环境的主要控制参数不应超过表 1 规定的范围。

表 1 空调系统运行时的室内环境控制参数值

房间类型	夏 季		冬 季		新风量/ (m ³ /h·p)
	温度/℃	相对湿度/%	温度/℃	相对湿度/%	
特定房间	≥24	40~65	≤21	30~60	≤50
一般房间	≥26	40~65	≤20	30~60	10~30
大堂、过厅	26~28	—	≤18	—	≤10

注 1:特定房间通常为对外经营性且标准要求较高的个别房间,以及其他有特殊需求的房间。对于冬季室内有大量内热源的房间,室内温度可高于以上给定值。

注 2:表中的新风量指夏季室外温度或湿度高于室温或冬季室外温度低于室温时的新风量,当利用室外新风对室内进行降温或排湿时,不受此表参数限制。

4.1.3 对允许提高室内空气流动速度的场所,宜在夏季空调系统运行时,通过适当提高空气流动速度和室内温度设定值,既满足舒适性要求又达到节能目的。

4.2 空调系统用能分项计量

4.2.1 用电量分项计量

空调系统用电量应单独进行计量,系统中各类设备的用电量应分项计量,包括:

- a) 冷水机组总用电量;
- b) 冷冻水系统循环泵总用电量(如有高低分区则应包括高区板式换热器二次侧冷冻水循环泵);
- c) 冷却水系统循环泵总用电量;
- d) 冷却塔风机总用电量;
- e) 空调箱和新风机组的风机总用电量;
- f) 采暖循环泵总用电量;

- g) 送、排风机的总用电量;
- h) 其他必要的空调系统设备的总用电量(如蓄冷空调系统中的溶液循环泵等)。

4.2.2 热驱动冷水机组能耗计量

使用燃气、燃油等燃料驱动的吸收式冷水机组,应对冷水机组的耗气(油)量进行计量。

使用热水、蒸汽等驱动的吸收式冷水机组,应对冷水机组的耗热量进行计量。

4.2.3 供冷量、供热量计量

应对冷热站的总供冷量、供热量分别进行计量。

采用外部冷热源的单体建筑,应对建筑消耗的冷热量分别进行计量。

4.2.4 空调系统补水量计量

应对空调系统补水量进行计量。

4.2.5 空调系统能耗计量要求

对 4.2.1~4.2.4 中空调系统消耗数据,应固定时间间隔记录,宜采用自动记录,集中监测。

4.2.6 分项计量数据统计分析

应对用能数据定期进行统计分析,并按照本标准第 5 章所规定的评价指标和方法,指导空调系统经济运行。

4.3 空调系统冷热源设备的经济运行

4.3.1 冷热源设备运行调度

间歇运行的冷热源设备,应根据实际需要选择合理的运行时间,宜在供冷或供热前 0.5 h~2 h 开启,供冷或供热结束前 0.5 h~2 h 关闭。

在有条件时,宜采用错峰运行措施,充分利用低谷电价。

4.3.2 防止冷水机组的水系统旁通

应关闭处于停止状态的冷水机组的冷冻水与冷却水管路上的阀门,防止短路旁通。

4.3.3 冷热源设备的优化运行

- a) 在非高温高湿的室外工况下,应适当提高冷冻水供水温度。
- b) 在满足空调负荷需求的情况下,应优先选择效率高、经济性好的冷热源设备运行。
- c) 应根据负荷变化实行合理的群控措施,使每台冷热源设备均在合理的负荷率下运行,避免冷热源设备低负荷低效率运行。
- d) 应调整各冷热源设备间的输配介质流量,使其流量与负载相匹配。
- e) 有条件的情况下,在过渡季,宜采用冷却塔直接供冷措施。

4.3.4 防止冷水机组换热器结垢

冷水机组蒸发器的蒸发温度与冷冻水出口温度之差、冷凝器的冷凝温度与冷却水出口温度之差应在正常范围内,当超出时应及时检查蒸发器和冷凝器的结垢情况,并采取措施消除。

4.3.5 冷却塔的优化运行

- a) 应综合考虑冷却塔的性能对冷水机组耗能的影响,使冷却塔出水温度接近室外空气湿球温度。
- b) 多台冷却塔并联运行时,应充分利用冷却塔换热面积,开启全部冷却塔,同时冷却塔风机宜采用变风量调节。应保持各冷却塔之间水量均匀分配。
- c) 多台冷却塔并联运行并采用风机台数启停控制时,应关闭不工作冷却塔的冷却水管路的水阀,防止冷却水通过不开风机的冷却塔旁通。
- d) 应保持冷却塔周围通风良好。

4.3.6 其他

- a) 非空调期冷水机组停机时,应切断电源,防止冷水机组待机时持续加热润滑油消耗电能,宜按照技术要求在使用前若干小时接通电源预热润滑油。
- b) 应确保风冷式冷水机组的室外机通风良好,并防止被阳光直射。

- c) 应对空调系统中用蒸汽设备的凝结水进行回收利用。
- d) 当有一定生活用热需求时,应采用制冷机冷凝热回收措施。

4.4 空调水系统经济运行

- 4.4.1 冷冻水泵和冷却水泵的运行台数应满足冷水机组的运行需求。
- 4.4.2 在部分末端不满足环境控制要求时,应通过对末端水系统的平衡调节来改善该部分末端的空调效果,而不能盲目地增加循环泵开启台数。
- 4.4.3 有变频控制的水系统,冷却水的总供回水温差不应小于 5°C ;冷冻水的总供回水温差不应小于 4°C 。
- 4.4.4 当采用二次泵系统时,应采取措施,使冷冻水供回水温差不小于 4°C 。
- 4.4.5 冬季供暖工况下,热水供回水温差不应小于设计工况的80%。
- 4.4.6 安装有限流器的水系统,应检查有没有使用必要,如没有必要,应予以拆除。

4.5 空调风系统经济运行

- 4.5.1 间歇运行的空调系统宜在使用前30 min启动空气处理机组进行预冷或预热,并关闭新风风阀。预冷或预热结束后开启新风风阀。

在空调房间停止使用前15 min~30 min宜关闭空气处理机组;应避免空调房间停止使用后仍开启空气处理机组。

- 4.5.2 全空气空调系统的空气处理机组风机宜采用变频调速控制。
- 4.5.3 人员密度相对较大且变化大的房间,宜采用新风需求控制。
- 4.5.4 为保持空调运行期间建筑物内部新风和排风的平衡,应合理控制新风机组和排风机的运行,关闭外窗,减少无组织新风;应防止车库、厨房、楼梯间、吊顶空间等非空调区域与空调区域间的不合理空气流动,避免有换气次数要求的非空调区域从空调区域中大量抽风,导致大量无组织新风进入空调区域,增加空调系统的负荷。
- 4.5.5 在室外气温适宜的条件下,如春秋季节、夏季夜间,应充分利用室外空气降温、蓄冷,减少机械制冷设备运行时间。
- 4.5.6 新、排风热回收装置应正常运转。空调系统运行时应开启热回收装置,保证新、排风道风阀开关位置正确;过渡季节利用新风降温时,应采取旁通运行。
- 4.5.7 应减少风道漏风,保持过滤器、表冷器清洁。

5 空调系统经济运行的评价指标与方法

以下指标即可用于全年累计工况的综合评价,也可用于典型工况的瞬态工况的测试评价,两者的节能基准值不同。主要参数符号说明:

- α : 能源折成等效电的系数;
- β : 等效电折算成标准煤的系数;
- A: 空调面积;
- W: 能源消耗量;
- N: 电力消耗量;
- Q: 冷热量(如无下标,则为空调系统制备的总冷量);
- sc(standard coal): 标准煤;
- LV(limit value): 限值;
- chiller(chiller): 冷水机组;
- cp(condensate water pump): 冷却水泵;
- cw(condensate water): 冷却水;
- chp(chilled water pump): 冷冻水泵;

chw(chilled water):冷冻水;

ct(cooling tower):冷却塔;

t(terminal):空调末端。

5.1 单位面积空调能耗(ECA)

输入建筑空调系统的电、冷、热、燃油、燃气等能源均应计入该指标。

单位面积空调能耗(ECA)的计算见式(1):

$$ECA = \frac{\sum \alpha_i W_i}{A} \dots\dots\dots(1)$$

式中:

ECA——单位面积空调能耗,单位为千瓦时每平方米(kW·h/m²);

α_i ——能源*i*按能源品位折算成等效电的系数,不同类型能源所对应的 α_i 的数值和单位见附录B;

W_i ——能源*i*的消耗量;

A——空调面积,单位为平方米(m²)。

式(2)可将单位面积空调电耗由等效电单位转化为标准煤单位。

$$ECA_{sc} = \beta ECA \dots\dots\dots(2)$$

式中:

ECA_{sc} ——单位面积空调能耗,单位为千克标准煤每平方米(kgce/m²);

β ——电折算成标准煤的系数,单位为千克标准煤每千瓦时[kgce/(kW·h)],取值见附录B。

5.2 单位空调面积耗冷量(CCA)

单位空调面积耗冷量(CCA)的计算见式(3):

$$CCA = \frac{Q}{A} \dots\dots\dots(3)$$

式中:

CCA——单位空调面积耗冷量,单位为千瓦时每平方米(kW·h/m²);

Q——空调系统制备的总冷量,单位为千瓦时(kW·h)。

5.3 空调系统能效比(EERs)

当输入空调系统的能源全部为电能时,该指标适用。

5.3.1 计算公式

$$EERs = \frac{Q}{\sum N_i} \dots\dots\dots(4)$$

式中:

EERs——空调系统能效比;

$\sum N_i$ ——空调系统设备(包括冷水机组、冷却水泵、冷却塔、空调系统末端设备等)的年电耗,单位为千瓦时(kW·h)。

5.3.2 评价方法

该指标用于评价空调系统的整体运行效率。

该指标的限值 EER_{SLV} 可用式(5)计算:

$$EER_{SLV} = \frac{1}{\frac{1}{EER_{rLV}} + \frac{1}{WTF_{chwLV}} + \frac{1}{EER_{tLV}}} \dots\dots\dots(5)$$

式中:

EER_{SLV} ——空调系统能效比限值;

EER_{rLV}——制冷系统能效比限值；

WTF_{chwLV}——冷冻水输送系数限值；

EER_{tLV}——空调末端能效比限值。

5.4 制冷系统能效比(EERr)

当采用电驱动冷水机组时,该指标适用。

5.4.1 计算公式

$$EERr = \frac{Q}{\sum N_j} \dots\dots\dots(6)$$

式中:

EER_r——制冷系统能效比;

$\sum N_j$ ——制冷系统主要设备(对采用蒸发冷却的水冷冷水机组而言,制冷系统包括冷水机组、冷却水泵、冷却塔;对风冷冷水机组而言,制冷系统仅包括制冷主机)的年电耗,单位为千瓦时(kW·h)。

当系统采用水冷冷水机组,并采用蒸发式冷却塔冷却时, $\sum N_j$ 应采用式(7)计算:

$$\sum N_j = N_{chiller} + N_{cp} + N_{ct} \dots\dots\dots(7)$$

式中:

$N_{chiller}, N_{cp}, N_{ct}$ ——分别为冷水机组、冷却水泵、冷却塔能耗,单位为千瓦时(kW·h)。

5.4.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中制冷子系统的经济运行情况。

该指标的限值 EER_{rLV}可用式(8)计算:

$$EERr_{LV} = \frac{1}{\frac{1}{COP_{LV}} + \frac{1}{WTF_{chwLV}} + 0.02} \dots\dots\dots(8)$$

式中:

COP_{LV}——冷水机组运行效率限值;

WTF_{chwLV}——冷却水输送系数限值。

5.5 冷冻水输送系数(WTFchw)

5.5.1 计算公式

$$WTFchw = \frac{Q}{N_{chp}} \dots\dots\dots(9)$$

式中:

WTF_{chw}——冷冻水输送系数;

N_{chp} ——冷冻水泵总能耗,单位为千瓦时(kW·h)。

5.5.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中冷冻水系统的经济运行情况。

用于全年累计工况的评价,该指标的限值 WTF_{chLV}为 30。

用于典型工况的评价,该指标的限值 WTF_{chLV}为 35。

5.6 空调末端能效比(EERt)

5.6.1 计算公式

$$EERt = \frac{Q}{\sum N_i} \dots\dots\dots(10)$$

式中:

EER_t——空调末端能效比;

$\sum N_i$ ——各类空调末端(包括各类空调机组、新风机组、排风机组、风机盘管等)的年电耗,单位为千瓦时(kW·h)。

5.6.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中空调末端的经济运行情况。

该指标受空调末端类型影响较大,对不同的空调末端类型,该指标的限值如表 2 所示。

表 2 不同空调末端类型对应的空调末端能效比限值

空调末端类型	空调末端能效比限值 EER _{tLV}	
	全年累计工况	典型工况
全空气系统	6	8
新风+风机盘管系统	9	12
风机盘管系统	24	32

当系统采用多种末端时,设第 *i* 种末端服务的空调面积为 A_i (若有两种或多种空调末端服务于同一区域,则该区域按 EER_{tLV} 值最大的空调末端类型进行统计),对应的能效比限值为 EER_{tLV,i},则该系统的空调末端能效比限值 EER_{tLV} 可按式(11)计算:

$$EER_{tLV} = \frac{\sum A_i EER_{tLV,i}}{A} \dots\dots\dots (11)$$

5.7 冷水机组运行效率(COP)

5.7.1 计算公式

$$COP = \frac{Q}{N_{chiller}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

COP——冷水机组的运行效率;

$N_{chiller}$ ——冷水机组的能耗,单位为千瓦时(kW·h)。对电制冷冷水机组, $N_{chiller}$ 为输入的电量;对吸收式冷水机组, $N_{chiller}$ 为加热源消耗量(以低位热值计)与电力消耗量(折算成一次能)之和。

5.7.2 评价方法

该指标用于评价冷水机组的经济运行情况。

该限值 COP_{LV} 与设计冷负荷的关系如表 3 所示。

表 3 冷水机组运行效率限值

设计冷负荷 CL/kW	电制冷冷水机组 运行效率限值		吸收式冷水机组 运行效率限值	
	全年累计工况	典型工况	全年累计工况	典型工况
$CL \leq 200$	2.8	3.0	1.0	1.1
$200 < CL \leq 528$	4.2	4.4		
$528 < CL \leq 1163$	4.5	4.7		
$CL > 1163$	4.8	5.1		

5.8 冷却水输送系数(WTF_{cw})

5.8.1 计算公式

$$WTF_{cw} = \frac{Q_{cw}}{N_{cp}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

WTF_{cw}——冷却水输送系数;

Q_{cw} ——冷却水输送的热量,单位为千瓦时(kW·h);

N_{cp} ——冷却水泵能耗,单位为千瓦时(kW·h)。

5.8.2 评价方法

该指标用于评价空调系统中冷却水系统的经济运行情况。

用于全年累计工况的评价,该指标的限值 WTF_{cwLV} 为 25;用于典型工况的评价,该指标的限值 WTF_{cwLV} 为 30。

6 节能管理

6.1 空调系统经济运行管理应有专人负责。运行管理人员应通过相关知识、技能考核,具备空调系统经济运行管理资格。

6.2 空调系统运行管理部门应建立健全运行管理制度。

6.3 空调系统运行管理部门应建立设备技术档案,应建立设备运行记录,并归档保存。

6.4 空调系统运行管理部门应按本标准制订空调系统经济运行操作手册。

6.5 空调系统运行管理部门应每月对能耗数据进行分析,对经济运行状况进行评价,对能耗浪费现象进行整改。

6.6 空气调节系统宜采用自动控制,通过节能控制策略,实现空调系统和设备的经济运行。

6.7 空调环境使用者的行为节能

a) 房间内由可控空调末端装置时,房间温度设定值应按表 1 选取。

b) 离开房间 1h 以上时,应关闭房间空调末端装置。

c) 空调系统运行期间,且有新风机组运行时,应关闭外窗。

d) 夏季阳光直射室内时宜采取遮阳措施。

附录 A
(规范性附录)
指标体系结构与适用范围

所采用的空调系统经济运行评价指标体系结构如图 A.1 所示。

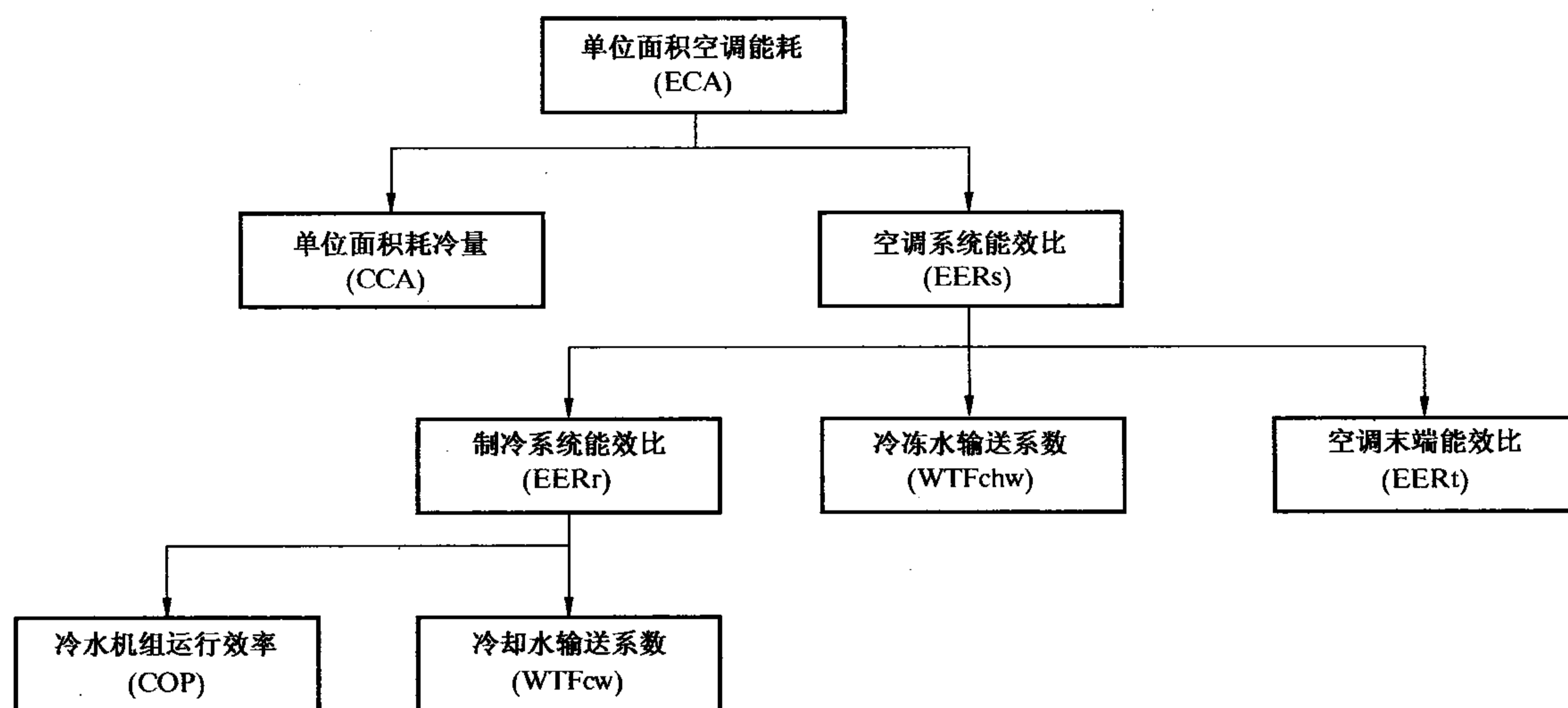


图 A.1 空调系统经济运行评价指标体系结构

该指标体系完全适用于采用电驱动水冷式冷水机组的空调系统。当系统冷源不同时，部分指标不适用，如表 A.1 所示。

表 A.1 空调系统经济运行评价指标的适用范围(针对不同的冷源)

指标名称	电驱动冷水机组		吸收式冷水机组
	水冷式	风冷式	
ECA	适用	适用	适用
CCA	适用	适用	适用
EERs	适用	适用	不适用
EERr	适用	适用	不适用
EERt	适用	适用	适用
WTFchw	适用	适用	适用
WTFcw	适用	不适用	适用
COP	适用	不适用	适用

本指标体系分别给出了全年累计工况和典型工况的基准值，分别适用于节能评估(全年工况测评)和节能检测(单点工况测试)。

由于建筑类型多样、气象参数多变、空调系统类型多样，ECA 和 CCA 两个指标无法给出统一的限值；但它们都是反映空调系统经济运行水平的重要指标，可在统计数据的基础上进行横向比较，也可用于运行管理人员自查，与历史运行情况进行纵向比较。

在实际应用可根据需要，选择部分指标进行检测和评估，一般来说，图 A.1 中上层的指标反映系统的整体特性，下层的指标体现具体问题。

附录 B
(资料性附录)
各种能源的折算系数

各种能源的折算系数见表 B.1

表 B.1 各种能源折算成等效电的系数

终端能源	折标准电系数 α
电	1.000 kW·h/(kW·h)
天然气(1 500 °C/−1.6 °C)	7.156 kW·h/m ³
原油(1 500 °C/−1.6 °C)	7.686 kW·h/kg
汽油、煤油(1 500 °C/−1.6 °C)	7.917 kW·h/kg
柴油(1 500 °C/−1.6 °C)	7.840 kW·h/kg
原煤(550 °C/−1.6 °C)	2.640 kW·h/kg
标准煤(550 °C/−1.6 °C)	3.695 kW·h/kg
市政热水(95 °C/70 °C/−1.6 °C)	65.6 kW·h/GJ
市政蒸汽(0.4 MPa/−1.6 °C)	96.7 kW·h/GJ

β 的取值应按社会平均发电效率选取。《中国统计年鉴 2005》中取 0.361 9 kgce/(kW·h)。