

中华人民共和国民用航空行业标准

MH/T 5112—2016

民用机场航站楼能效评价指南

Guidelines for energy efficiency evaluation on civil airport terminals

2016 – 01 – 27 发布

2016 – 05 – 01 实施

中国民用航空局 发布

前 言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由中国民用航空局发展计划司提出并负责解释。

本标准由中国民用航空局航空器适航审定司批准立项。

本标准由中国民航科学技术研究院归口。

本标准起草单位：北京首都机场节能技术服务有限公司、中国民航科学技术研究院、清华大学。

本标准起草人：王峥、汪涛、高晓辉、杜滨、涂思东、傅博、张鑫、邹文波、孙玲、魏庆芑、何材、张辉。

民用机场航站楼能效评价指南

1 范围

本标准规定了民用机场航站楼能效评价的一般原则、机场航站楼能耗强度指标计算方法及约束值和引导值、机场航站楼能源系统能效指标计算方法及约束值和引导值等。

本标准适用于已经投入使用的、设计或实际年旅客吞吐量不低于50万人次民用机场航站楼和配套冷热能源系统运行能耗强度、能效的评价与管理。

设计或实际年旅客吞吐量低于50万人次的民用机场，可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50189—2015 公共建筑节能设计标准

GB/T 17981—2007 空气调节系统经济运行

GB/T 50155—2015 供暖通风与空气调节术语标准

JG/T 358—2012 建筑能耗数据分类及表示方法

3 术语和定义

GB 50189—2015、GB/T 17981—2007、GB/T 50155—2015、JG/T 358—2012界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

机场航站楼总能耗 **total energy use of airport**

机场航站楼运行过程中的能源消费总量，包括维持机场航站楼建筑环境的用能（如供暖、制冷、通风、空调和照明等）和机场航站楼内各专业系统或设备（如行李系统、航班信息系统、信息数据机房、生活热水设备、电梯步道等）的用能。不包含向航空器、车辆等移动设施供应的能源。

3.2

机场航站楼能耗强度指标 **energy use intensity indicator of airport terminal**

根据机场航站楼用能性质，按照规范化方法得到的能耗数值，如机场航站楼综合能耗强度、机场航站楼电耗强度、机场航站楼单位面积年耗冷量等。

3.3

机场航站楼能源系统能效指标 **efficiency indicator of energy system in airport terminal**

机场航站楼能源系统为终端用户提供的冷热量与所消耗的能源量之比，如锅炉效率、冷源运行能效比、冷冻水输送系数等。

3.4

指标约束值 **constraint value of indicator**

为实现机场航站楼使用功能而设定的指标限制。

3.5

指标引导值 **leading value of energy indicator**

为实现机场航站楼使用功能，以高效利用能源为目标设定的指标限值。

3.6

指标实测值 **measured value of indicator**

由经过定期检定（校准）的计量装置实际测量得到的机场航站楼及其能源系统能耗数值计算得到的指标。

3.7

机场航站楼单位面积年供暖综合能耗 **system energy use for space heating in airport terminal**

在一个完整的日历年内，供暖系统向航站楼供暖所消耗的能源总量，除以该机场航站楼建筑面积而得到的指标。能源总量包括热源消耗的能源、供暖循环水泵消耗的能源以及其他辅机消耗的能源。

3.8

机场航站楼单位面积年耗热量 **space heating demand in airport terminal**

在一个完整的日历年内，供暖系统向机场航站楼提供的热量除以该机场航站楼建筑面积所得到的能耗强度指标。

3.9

机场航站楼单位面积年制冷能耗 **system energy use for space cooling and air-conditioning in airport terminal**

在一个完整日历年内，制冷系统向机场航站楼供冷所消耗的能源量，除以该机场航站楼建筑面积而得到的能耗指标。供冷消耗的能源量包括制冷主机、水泵、冷却塔及辅机所消耗的能源，和机场航站楼内制冷空调系统水泵所消耗的能源。

对于采用非电制冷方式的能源系统，宜按等效电法将非电制冷系统消耗的非电能源折算为电量消耗。

3.10

机场航站楼单位面积年耗冷量指标 **space cooling demand in airport terminal**

在一个完整日历年内，制冷系统向机场航站楼提供的冷量，除以该机场航站楼建筑面积所得到的能耗指标。

3.11

热源运行效率 energy efficiency of heating source

在一个完整的日历年内，机场热源站（厂）的产热量除以所消耗的燃料所得到的指标。

3.12

冷源运行能效比 energy efficiency ratio of chiller plant

在一个完整的日历年内，机场航站楼制冷系统制取的冷量，除以制冷主机能源消耗量得到的指标。

4 一般原则

4.1 本标准中各类能源和载能工质（电力、燃气、煤、油、冷冻水、蒸汽、热水等）的统计周期为一个完整的日历年。

4.2 在计算综合能耗类指标时，机场使用的电力、燃气、油、蒸汽、载能工质等折算为标准煤的用量，折算系数参见附录 A。并应符合下列规定：

- a) 燃料用煤折算为标准煤时，按照煤的实测热值进行折算；无实测值时，参照附录 A 进行折算；
- b) 电力折算时采用当量折算系数；
- c) 机场航站楼使用的空调冷冻水、供暖和生活热水由机场能源站供给的，能按照服务对象单独计量的，综合能耗按照实际计量的一次、二次能源量进行折算；不能按照服务对象单独计量的，根据航站楼实际消耗的冷、热量与能源站生产的总冷、热量的占比折算一次、二次能源后计入航站楼能耗。

4.3 机场航站楼能耗强度、能源系统能效指标的约束值和引导值按规模和所属气候区给出。

按照旅客吞吐量划分的机场如下：

- 甲类机场：年旅客吞吐量高于 1 000 万人次的机场；
- 乙类机场：年旅客吞吐量 50 万人次～1 000 万人次的机场。

按照地理位置划分机场如下：

- I 类机场：严寒和寒冷地区的机场；
- II 类机场：除严寒和寒冷地区之外的其他地区的机场。

4.4 机场航站楼能耗强度指标和能源系统能效指标计算所需的能耗数值，应由经过定期检定（校准）的计量装置计量得到。

4.5 机场航站楼能耗强度指标和能源系统能效指标计算所需的能耗数值，宜按日历年、固定周期记录、存档。

5 机场航站楼能耗强度指标与管理

5.1 机场航站楼能耗强度指标

5.1.1 机场航站楼能耗强度指标包括：

- 机场航站楼综合能耗强度；
- 机场航站楼电耗强度；
- 年平均单位旅客综合能耗；
- 年平均单位旅客电耗。

5.1.2 对于有供冷需求的机场航站楼，能耗强度指标还包括：

- 单位面积年耗冷量；
- 单位面积年供冷能耗。

5.1.3 对于有供暖需求的机场航站楼，能耗强度指标还包括：

- 单位面积年耗热量；
- 单位面积年供暖综合能耗。

5.1.4 机场航站楼综合能耗强度指标，按照公式（1）计算：

$$EUI = \frac{E}{A} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- EUI ——机场航站楼综合能耗强度指标，折算成所消耗的标准煤的用量，单位为千克/平方米(kg/m²)；
- E ——机场航站楼综合能耗总量，包含机场航站楼某完整日历年内消耗的电力、蒸汽、燃气、冷水、热水等，折算成标准煤，单位为千克(kg)；
- A ——航站楼建筑面积，单位为平方米(m²)。

5.1.5 机场航站楼电耗强度指标，按照公式（2）计算：

$$EUI_e = \frac{E_e}{A} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- EUI_e ——机场航站楼电耗强度指标，单位为千瓦时每平方米(kWh/m²)；
- E_e ——机场航站楼某完整日历年用电量，单位为千瓦时(kWh)；
- A ——航站楼建筑面积，单位为平方米(m²)。

5.1.6 年平均单位旅客综合能耗指标，按照公式（3）计算：

$$EUP = \frac{E}{PAX} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- EUP ——年平均单位旅客综合能耗指标，折算成标准煤，单位为千克(kg)；
- E ——机场航站楼综合能耗总量，包含机场航站楼某完整日历年内消耗的电力、蒸汽、燃气、冷水、热水等，折算成标准煤，单位为千克(kg)；
- PAX ——年旅客吞吐量，单位为人次。

5.1.7 年平均单位旅客电耗指标，按照公式（4）计算：

$$EUP_e = \frac{E_e}{PAX} \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- EUP_e ——年平均单位旅客电耗指标，单位为千瓦时(kWh)；
- E_e ——机场航站楼某完整日历年用电量，单位为千瓦时(kWh)；
- PAX ——年旅客吞吐量，单位为人次。

5.1.8 单位面积年耗冷量指标，按照公式（5）计算：

$$CCA = \frac{Q_c}{A} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

CCA ——单位面积年耗冷量指标,单位为吉焦每平方米(GJ/m^2);

Q_c ——机场航站楼某完整日历年耗冷量,单位为吉焦(GJ);

A ——航站楼建筑面积,单位为平方米(m^2)。

5.1.9 航站楼单位面积年供冷能耗指标,按照公式(6)计算:

$$ECA_c = \frac{E_c}{A} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

ECA_c ——机场航站楼单位面积年供冷能耗指标,单位为千瓦时每平方米(kWh/m^2);

E_c ——机场航站楼供冷系统某日历年总(分摊)能耗,单位为千瓦时(kWh);

A ——航站楼建筑面积,单位为平方米(m^2)。

5.1.10 单位面积年耗热量指标,按照公式(7)计算:

$$HCA = \frac{Q_h}{A} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

HCA ——单位面积年耗热量指标,单位为吉焦每平方米(GJ/m^2);

Q_h ——机场航站楼某完整日历年耗热量,单位为吉焦(GJ);

A ——航站楼建筑面积,单位为平方米(m^2)。

5.1.11 单位面积年供暖综合能耗指标,按照公式(8)计算:

$$ECA_h = \frac{E_h}{A} \dots\dots\dots (8)$$

式中:

ECA_h ——单位面积年供暖综合能耗指标,折算成标准煤,单位为千克每平方米(kg/m^2);

E_h ——机场航站楼供暖系统某完整日历年综合能耗总量,折算成标准煤,单位为千克(kg);

A ——航站楼建筑面积,单位为平方米(m^2)。

5.2 机场航站楼能耗强度指标约束值和引导值

5.2.1 机场航站楼能耗强度指标约束值和引导值按旅客吞吐量规模和所属气候区给出。机场航站楼能耗强度指标实测值应符合表1~表8的规定。

5.2.2 机场航站楼综合能耗强度指标约束值和引导值见表1。

5.2.3 机场航站楼电耗强度指标约束值和引导值见表2。

5.2.4 机场航站楼年平均单位旅客综合能耗指标约束值和引导值见表3。

5.2.5 机场航站楼年平均单位旅客电耗指标约束值和引导值见表4。

5.2.6 机场航站楼单位面积年耗热量指标约束值和引导值见表5。

5.2.7 机场航站楼单位面积年供暖综合能耗指标约束值和引导值见表6。

5.2.8 机场航站楼单位面积年耗冷量指标约束值和引导值见表7。

5.2.9 机场航站楼单位面积年供冷能耗指标约束值和引导值见表8。

表1 机场航站楼综合能耗强度指标约束值和引导值

单位为千克每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	40	30	30	20
乙类机场航站楼	35	25	25	18
折算成所消耗的标准煤的用量。				

表2 机场航站楼电耗强度指标约束值和引导值

单位为千瓦时每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	140	120	170	140
乙类机场航站楼	110	90	120	100

表3 机场航站楼年平均单位旅客综合能耗指标约束值和引导值

单位为千克

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	0.50	0.35	0.40	0.30
乙类机场航站楼	0.45	0.30	0.35	0.25
能耗折算成标准煤。				

表4 机场航站楼年平均单位旅客电耗指标约束值和引导值

单位为千瓦时

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	1.75	1.35	2.00	1.60
乙类机场航站楼	1.10	0.80	1.60	1.30

表5 机场航站楼单位面积年耗热量指标约束值和引导值

单位为吉焦每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼	
	I 类机场航站楼	
	约束值	引导值
甲类机场航站楼	0.36	0.25
乙类机场航站楼	0.30	0.20

表6 机场航站楼单位面积年供暖综合能耗指标约束值和引导值 单位为千克每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼	
	I 类机场航站楼	
	约束值	引导值
甲类机场航站楼	18.0	12.5
乙类机场航站楼	15.0	10.0
能耗折算成标准煤。		

表7 机场航站楼单位面积年耗冷量指标约束值和引导值 单位为吉焦每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	0.40	0.30	0.80	0.60
乙类机场航站楼	0.20	0.15	0.35	0.25

表8 机场航站楼单位面积年供冷能耗指标约束值和引导值 单位为千瓦时每平方米

按照旅客吞吐量划分的机场航站楼	按照地理位置划分的机场航站楼			
	I 类机场航站楼		II 类机场航站楼	
	约束值	引导值	约束值	引导值
甲类机场航站楼	40.0	28.0	80.0	55.0
乙类机场航站楼	25.0	18.0	35.0	22.0

6 机场航站楼能源系统能效指标与管理

6.1 机场航站楼能源系统能效指标

6.1.1 机场航站楼能源系统能效指标主要包括制冷系统及供暖系统能效指标：

- 制冷系统能效比；
- 冷源运行能效比；
- 冷冻水系统输送系数；
- 冷却水系统输送系数；
- 电驱动热泵型热源运行效率；
- 化石燃料燃烧型热源运行效率；
- 供暖循环泵输送系数；
- 空调末端能效比。

6.1.2 制冷系统能效比指标，按照公式（9）计算：

$$EER = \frac{Q_c}{\sum N} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

EER ——制冷系统的运行效率;

Q_c ——机场制冷站某完整日历年产冷量,单位为千瓦时(kWh);

$\sum N$ ——机场制冷站制冷系统设备对应日历年能耗总量,单位为千瓦时(kWh)。

6.1.3 冷源运行能效比指标,按照公式(10)计算:

$$COP = \frac{Q_c}{N_{chiller}} \dots\dots\dots (10)$$

式中:

COP ——冷源运行能效比;

Q_c ——机场制冷站某完整日历年总产冷量,单位为千瓦时(kWh);

$N_{chiller}$ ——机场制冷站制冷机组对应日历年能耗,单位为千瓦时(kWh)。

注:当冷机采用电制冷方式时,“冷机能耗”为冷机电耗。当冷机采用吸收式制冷方式时,若采用直燃式吸收机,“冷机能耗”为某完整日历年输入冷机的燃料的低位发热量,再加上冷机耗电量;若采用蒸汽吸收机:“冷机能耗”为某完整日历年输入冷机的蒸汽释放的热量,再加上冷机耗电量。

6.1.4 冷冻水系统输送系数指标,按照公式(11)计算:

$$WTF_{chw} = \frac{Q_c}{N_{chp}} \dots\dots\dots (11)$$

式中:

WTF_{chw} ——冷冻水输送系数;

Q_c ——机场制冷站某完整日历年总产冷量,单位为千瓦时(kWh);

N_{chp} ——机场制冷站冷冻泵对应日历年电耗,单位为千瓦时(kWh)。

6.1.5 冷却水系统输送系数指标,按照公式(12)计算:

$$WTF_{cw} = \frac{Q_c + N_{chiller}}{N_{cwp} + N_{ct}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

WTF_{cw} ——冷却水输送系数;

Q_c ——机场制冷站某完整日历年总产冷量,单位为千瓦时(kWh);

$N_{chiller}$ ——机场制冷站制冷机组对应日历年能耗,单位为千瓦时(kWh);

N_{cwp} ——机场制冷站冷却泵对应日历年电耗,单位为千瓦时(kWh);

N_{ct} ——机场制冷站冷却泵对应日历年电耗,单位为千瓦时(kWh)。

6.1.6 电驱动热泵型热源运行效率指标,按照公式(13)计算:

$$EER_{hp} = \frac{Q_{hp}}{\sum N_{hp}} \dots\dots\dots (13)$$

式中:

EER_{hp} ——电驱动热泵型热源运行效率;

Q_{hp} ——电驱动热泵型热源某完整日历年产热量,单位为千瓦时(kWh);

$\sum N_{hp}$ ——供暖系统主要设备（包括热泵压缩机、热源侧循环泵或风机）对应日历年电耗，单位为千瓦时（kWh）。

6.1.7 化石能源燃烧型热源运行效率指标，按照公式（14）计算：

$$\eta = \frac{Q_h}{N_{heater}} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

η ——化石能源燃烧型热源运行效率；

Q_h ——化石能源燃烧型热源某完整日历年产热量，单位为吉焦（GJ）；

N_{heater} ——热源对应日历年消耗燃料所含有的热量，以燃料的低位发热量计算，单位为吉焦（GJ）。

6.1.8 供暖循环泵输送系数指标，按照公式（15）计算：

$$WTF_h = \frac{Q_h}{\sum N_h} \dots\dots\dots (15)$$

式中：

WTF_h ——供暖循环泵输送系数；

Q_h ——供暖循环泵输送的热量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum N_h$ ——供暖循环泵对应电耗，单位为千瓦时（kWh）。

6.1.9 空调末端能效比指标，按照公式（16）计算：

$$EER_t = \frac{Q}{\sum N_t} \dots\dots\dots (16)$$

式中：

EER_t ——空调末端能效比；

Q ——空调末端消耗的冷量或热量，单位为千瓦时（kWh）；

$\sum N_t$ ——空调末端（包含各类空调机组、新风机组、风机盘管等）对应电耗，单位为千瓦时（kWh）。

6.2 能源系统能效指标约束值和引导值

6.2.1 制冷系统能效比指标约束值和引导值见表9和表10。

表9 电制冷系统能效比指标约束值和引导值

电制冷系统机组制冷量 CL (kW)	约束值	引导值
$CL \leq 528$	3.2	4.3
$528 < CL \leq 1\,163$	3.4	4.5
$CL > 1\,163$	3.6	4.7

表10 吸收式制冷系统能效比指标约束值和引导值

吸收式制冷系统	约束值	引导值
吸收式机组能效比	0.9	1.1

6.2.2 冷源运行能效指标约束值和引导值见表 11 和表 12。

表11 电制冷冷水机组能效比指标约束值和引导值

电制冷冷水机组制冷量 CL (kW)	约束值	引导值
$CL \leq 528$	4.4	5.5
$528 < CL \leq 1\,163$	4.7	5.8
$CL > 1\,163$	5.1	6.0

表12 吸收式冷水机组能效比指标约束值和引导值

吸收式冷水机组	约束值	引导值
吸收式冷水机组能效比	1.0	1.2

6.2.3 冷冻水系统输送系数指标约束值和引导值见表 13。

表13 冷冻水系统输送系数指标约束值和引导值

参数	约束值	引导值
冷冻水输送系数	30	45

6.2.4 冷却水系统输送系数指标约束值和引导值见表 14。

表14 冷却水系统输送系数指标约束值和引导值

参数	约束值	引导值
冷却水输送系数	25	45

6.2.5 电驱动热泵型热源运行效率指标约束值和引导值见表 15。

表15 电驱动热泵型热源运行效率指标约束值和引导值

热源类型	约束值	引导值
地源、水源或污水源热泵	3.0	3.6
空气源热泵或风冷热泵	2.0	2.8

6.2.6 化石燃料燃烧型热源运行效率指标约束值和引导值见表 16。

6.2.7 供暖循环泵输送系数指标约束值和引导值见表 17。

6.2.8 空调末端能效比指标约束值和引导值见表 18。

表16 化石燃料燃烧型热源运行效率指标约束值和引导值

锅炉类型	约束值	引导值
燃煤(Ⅱ类烟煤)、蒸汽热水锅炉	78%	85%
燃油、燃气、蒸汽热水锅炉	89%	94%
直燃机	90%	95%

表17 供暖循环泵输送系数指标约束值和引导值

参数	约束值	引导值
供暖循环泵输送系数	45	80

表18 空调末端能效比指标约束值和引导值

空调末端能效比	约束值	引导值
全空气系统	6	8
新风机组+风机盘管系统	9	12
风机盘管系统	24	30

MH

附 录 A
(资料性附录)
折算系数

建筑消耗的能源涉及的能源种类为电力和化石能源（如煤、油、天然气等），可将不同种类的能源统一折算为标准煤，按照热值进行换算，如表A. 1所示。

表A. 1 折算系数

能源种类	单位实物量热值	折算成标准煤的折算系数
油田天然气	38.93 MJ/m ³	1.330 kg/m ³
气田天然气	35.54 MJ/m ³	1.214 kg/m ³
液化石油气	50.18 MJ/kg	1.714 kg/kg
水煤气	10.45 MJ/m ³	0.357 kg/m ³
原油	41.82 MJ/kg	1.429 kg/kg
燃料油	41.82 MJ/kg	1.429 kg/kg
汽油	43.07 MJ/kg	1.471 kg/kg
柴油	42.65 MJ/kg	1.457 kg/kg
原煤	20.91 MJ/kg	0.714 kg/kg
焦炭	28.44 MJ/kg	0.971 kg/kg
洗精煤	26.34 MJ/kg	0.900 kg/kg
电力（当量值）	—	0.122 9 kg/kWh
电力（供电煤耗，2014年）	—	0.318 kg/kWh
热力（当量值）	—	0.034 12 kg/MJ
蒸汽（低压）	3 763 MJ/t	0.128 6 kg/kg

注：燃料低位发热量数据来源于《中国能源统计年鉴 2014》。