

ICS 03.220.50

CCS V01

T/CCAATB

中国民用机场协会团体标准

T/CCAATB 0061—2024

## 零碳航站楼技术标准

Technical standard for zero carbon terminal

2024 - 5 - 22 发布

2024 - 6 - 22 实施

中国民用机场协会 发布



# 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 技术指标 .....	3
5 航站楼本体降碳 .....	6
6 环境用能降碳 .....	10
7 专业系统或设备降碳 .....	13
8 可再生能源应用 .....	15
9 低碳运行 .....	17
10 碳资源管理及管理平台 .....	19
11 碳排放计算、绿色电力与碳排放权交易 .....	19



## 前 言

本文件按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》GB/T 1.1—2020的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

《零碳航站楼技术标准》共分11章，分别是1 范围、2 规范性引用文件、3 术语和定义、4 技术指标、5 航站楼本体降碳、6 环境用能降碳、7 专业系统或设备降碳、8 可再生能源应用、9 低碳运行、10 碳资源管理及管理平台、11 碳排放计算、绿色电力与碳排放权交易，着重规定零碳航站楼碳排放指标、降碳技术措施、碳排放计算范围及方法等内容。

本文件由中国建筑科学研究院有限公司提出。

本文件由中国民用机场协会归口。

《零碳航站楼技术标准》由主编单位负责日常管理。执行过程中如有意见和建议，请函告中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号；邮编：100013；电话：010-64693210；电子邮箱：sisi\_zh@163.com），以便修订时参考。

本文件起草单位：中国建筑科学研究院有限公司、民航机场规划设计研究总院有限公司、北京市建筑设计研究院股份有限公司、中国民航大学、建科环能科技有限公司、中国建筑西南设计研究院有限公司、厦门翔业集团有限公司、清华大学、北京首都国际机场股份有限公司、北京首都机场节能技术服务有限公司、北京清华同衡规划设计研究院有限公司、清华大学建筑设计研究院有限公司、上海市建筑科学研究院有限公司、昆明长水国际机场有限责任公司、无锡苏南国际机场集团有限公司、上海虹桥国际机场有限责任公司、西部机场集团宁夏机场有限公司、中国建筑西北设计研究院有限公司、同济大学、中国航空规划设计研究总院有限公司、北京华亿天创科技有限公司。

本文件主要起草人：

孙峙峰 袁闪闪 高利佳 曲世琳 王亦知 邱小勇 闫坤惠 郭 强 丁子虎 张思思  
黄晓玲 肖 伟 李 纯 程 峰 葛红斌 张 锐 忻奇峰 刘加根 刘 宇 凌忠辉  
刘银辉 茆 赟 李 灿 杨少平 袁 渊 安 军 常 辉 王秋澗 窦 枚 刘月超  
余 娟 高晓辉 张海桥 高 军 金 汐

本文件主要审查人：

吴志晖 王晓鸿 刘 成 潘 建 王 欣 那 威 曹 颖 周 宁 薄 宇  
赵 靖

本文件为首次发布。

## 引 言

为实现国家碳达峰、碳中和目标，推动民航行业绿色、低碳、循环发展，促进机场碳排放水平逐步下降，指导零碳航站楼设计、建设、运行及管理，根据《中国民用机场协会团体标准管理办法》（2023版）及中国民用机场协会团体标准立项批复《关于〈零碳航站楼技术标准〉立项的批复》（〔2022〕第46号）的要求，参考相关国际标准和国家标准，制定本标准。

标准旨在为零碳航站楼相关规划设计单位、建设单位、运行单位提供专业性、系统性的技术依据，规范民用运输机场航站楼节能降碳技术应用。





# 零碳航站楼技术标准

## 1 范围

本文件适用于新建、改建、扩建与既有改造的民用运输机场(含军民合用机场民用部分)零碳航站楼的设计、建设、运行及管理。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB 18613 电动机能效限定值及能效等级

GB 30255 室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级

GB 30531 商用燃气灶具能效限定值及能效等级

GB/T 30559.2 电梯、自动扶梯和自动人行道的能量性能 第2部分：电梯的能量计算与分级

GB 30721 水(地)源热泵机组能效限定值及能效等级

GB/T 31433 建筑幕墙、门窗通用技术条件

GB/T 33761 绿色产品评价通则

GB/T 50034 建筑设计照明标准

GB 50314 智能建筑设计标准

GB 50345 屋面工程技术规范

GB 50364 民用建筑太阳能热水系统应用技术标准

GB 50495 太阳能供热采暖工程技术标准

GB 50736 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范

GB 50787 民用建筑太阳能空调工程技术规范

GB/T 50801 可再生能源建筑应用工程评价标准

GB/T 51350 近零能耗建筑技术标准

GB/T 51366 建筑碳排放计算标准

GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范

JGJ/T 177 公共建筑节能检测标准

MH/T 5033 绿色航站楼标准

MH/T 5112 民用机场航站楼能效评价指南

MH/T 6123.1 行李处理系统 第1部分：带式输送机

MH/T 6123.3 行李处理系统 第3部分：转盘

建标105 民用机场工程项目建设标准

### 3 术语和定义

下列术语与定义适用于本文件。

#### 3.1 低碳航站楼 low carbon terminal

适应气候特征与场地条件，在满足航站楼功能需求和室内环境参数的基础上，优化建筑设计，降低用能需求，提高环境用能系统、专业系统效率，充分利用可再生能源资源，实现碳排放量较基准航站楼显著下降的航站楼。

##### 【条文说明】

兼顾考虑航站楼的建筑属性、服务要求，分级引导航站楼降碳，提出低碳航站楼、近零碳航站楼、零碳航站楼三个名词组成的定义体系。本标准根据不同气候区、不同航站楼规模提出相应指标要求。

低碳航站楼在不依靠绿色电力交易、绿色电力证书与碳排放权交易等市场化交易机制的前提下，碳排放较基准航站楼显著降低，且碳排放指标符合本标准4.2.1条的规定。

#### 3.2 近零碳航站楼 nearly zero carbon terminal

在满足低碳航站楼技术指标的基础上，进一步提升航站楼本体降碳水平、环境用能系统和专业系统效率，充分利用可再生能源资源，实现碳排放量接近零的航站楼。

##### 【条文说明】

作为低碳航站楼的更高级表现形式，提出近零碳航站楼，近零碳航站楼相对于低碳航站楼技术要求有所提高，技术难度相对较大。近零碳航站楼在不依靠绿色电力交易、绿色电力证书与碳排放权交易等市场化交易机制的前提下，碳排放指标符合本标准4.2.2条的规定。

#### 3.3 零碳航站楼 zero carbon terminal

在满足近零碳航站楼技术指标的基础上，充分利用可再生能源资源和建筑蓄能，并结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易，实现净碳排放量不大于零的航站楼。

##### 【条文说明】

零碳航站楼是在运行阶段实现了碳中和的航站楼。一般而言，其技术路径遵循“被动优先、主动优化、可再生能源平衡”的节能技术原则，进一步减少或消除能源消耗中的化石能源部分，可结合绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非航站楼降碳技术措施实现航站楼净碳排放量不大于零。

### 3.4 基准航站楼 reference terminal

基准航站楼是以设计航站楼模型为基础，且符合现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 相关要求的航站楼。

#### 【条文说明】

计算航站楼降碳水平需要一个统一的比对基准，故提出基准航站楼。基准航站楼是计算航站楼降碳率的比对航站楼，以其碳排放强度作为比对基准来判断设计航站楼降碳率是否满足本标准的要求。基准航站楼设置方法可参考本标准 11.1.4 条的规定。

### 3.5 航站楼碳排放量 terminal carbon dioxide emission

在设定计算条件或实际运行条件下，以年为周期流入航站楼红线内的能量和流出航站楼红线外的能量（不含航站楼中的 APU 替代设施、捷运系统及外供充电桩能量消耗），按碳排放因子换算为碳排放量后，两者的差值，即航站楼碳排放量。

### 3.6 航站楼碳排放强度 terminal carbon dioxide emission intensity

航站楼碳排放量与航站楼建筑面积的比值。

### 3.7 航站楼降碳率 terminal carbon dioxide reducing ratio

基准航站楼碳排放强度和设计航站楼碳排放强度的差值，与基准航站楼碳排放强度的比值。

#### 【条文说明】

航站楼降碳率是用于评价航站楼降碳水平的重要指标，不含通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易抵消的碳排放量。

### 3.8 甲类机场航站楼 class A terminal

年旅客吞吐量高于 1000 万人次机场的航站楼。

### 3.9 乙类机场航站楼 class B terminal

年旅客吞吐量不超过 1000 万人次机场的航站楼。

## 4 技术指标

### 4.1 室内环境参数

4.1.1 航站楼室内热湿环境参数应符合表 1 的规定。

表 1 室内热湿环境参数

参数		夏季	冬季
温度 (°C)	值机区、安检区、联检区、候机区、中转区、行李提取区、迎客区	≤26	≥20
	办公室、餐厅	≤25	≥21
	贵宾区	≤24	≥22

相对湿度 (%)	$\leq 60$	$\geq 30$
注：1 冬季室内相对湿度不参与设备选型和碳排放指标的计算。 2 当严寒地区不设置空调设施时，夏季室内热湿环境参数可不参与设备选型和碳排放指标的计算；当夏热冬暖和温和地区不设置供暖设施时，冬季室内热湿环境参数可不参与设备选型和碳排放指标的计算。		

4.1.2 航站楼的新风量应符合 GB 50736 的有关规定。

## 4.2 航站楼碳排放指标

4.2.1 低碳航站楼碳排放指标应满足下列条件之一：

a) 低碳航站楼降碳率应符合表 2 的规定：

表 2 低碳航站楼降碳率 (%)

气候区	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
甲类航站楼降碳率	$\geq 20$		$\geq 15$		
乙类航站楼降碳率	$\geq 25$		$\geq 15$		

b) 低碳航站楼碳排放强度不应高于表 3 规定的限值：

表 3 低碳航站楼碳排放强度限值 $[\text{kg CO}_2/(\text{m}^2 \cdot \text{a})]$

气候区	航站楼类型	
	甲类机场航站楼	乙类机场航站楼
严寒地区	103	93
寒冷地区	92	85
夏热冬冷地区	85	80
夏热冬暖地区	108	101
温和地区	63	51

### 【条文说明】

标准技术指标确定过程中的三个关键技术问题分别为：明确计算边界、确定碳排放计算方法、提出航站楼碳排放分级方法及指标要求。

本标准中航站楼计算边界确定原则兼顾考虑航站楼的建筑属性和服务要求。航站楼碳排放计算边界为物理边界在基础上扣除外供部分。航站楼碳排放计算包含航站楼内各用能系统，如暖通空调、照明、生活热水、餐饮、电梯系统、行李系统、弱电信息、插座等在运行期间能源消耗产生的  $\text{CO}_2$  排放量，不包含 APU 替代设施、捷运系统及外供充电桩用能产生的  $\text{CO}_2$  排放量。如下图所示：

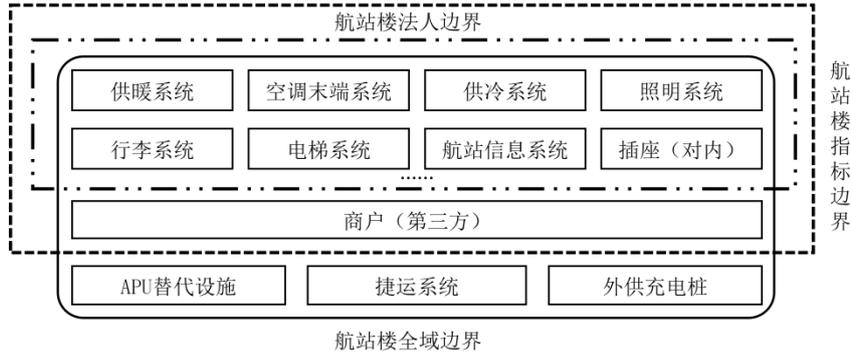


图 4.2.1 航站楼碳排放计算边界示意图

本标准碳排放计算原则依据航站楼用能特性将碳排放进行分类，将航站楼总碳排放分为三部分：环境用能碳排放、专业设备用能碳排放以及其他碳排放。环境用能碳排放包括暖通空调和照明碳排放，采用专业模拟软件模拟计算的方式得出；专业设备用能碳排放包括行李系统碳排放和电梯系统碳排放，采用数学建模的方式理论计算得出；其他碳排放包括弱电系统碳排放和消防系统碳排放等，采用比例系数法计算得出。本标准将航站楼碳排放水平分为三级，分别为低碳航站楼、近零碳航站楼和零碳航站楼。

编制团队整理了我国不同气候区、不同业务规模的 23 个机场相关数据，内容包括航站楼规模、功能区布局、能源供应系统、用能系统、可再生能源利用情况等，并对航站楼碳排放特性进行梳理分析。

研究发现气候特征、业务规模以及管理水平是影响航站楼碳排放特性的三大关键因素，另外，严寒、寒冷地区的航站楼用能需求较其他地区用能需求较大。同时，当旅客吞吐量超过航站楼设计吞吐量一定规模时，为维持良好的航站楼环境和服务品质，管理者往往通过增加用能系统运行时间、提高设备运行功率等措施保障正常运营，导致航站楼的能耗相应增加。因此，不同于普通的公共建筑，仅用单一指标不能全面反映我国现阶段航站楼碳排放等级。因此本标准给出了降碳率和碳排放限值两个指标，任选其一作为降碳目标，以此提高指标的适用性。

4.2.2 近零碳航站楼碳排放指标应满足下列条件之一：

- a) 近零碳航站楼降碳率应符合表 4 的规定：

表 4 近零碳航站楼降碳率 (%)

气候区	严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
甲类航站楼降碳率	≥40		≥35		
乙类航站楼降碳率	≥45		≥40		

- b) 近零碳航站楼碳排放强度不应高于表 5 规定的限值：

表 5 近零碳航站楼碳排放强度限值[kg CO<sub>2</sub>/ (m<sup>2</sup> · a) ]

气候区	类型	
	甲类机场航站楼	乙类机场航站楼
严寒地区	77	67
寒冷地区	70	64
夏热冬冷地区	64	60

夏热冬暖地区	83	70
温和地区	50	40

**【条文说明】**

近零碳航站楼作为低碳航站楼与零碳航站楼的过渡阶段，旨在引导航站楼实现更高的降碳目标。设计航站楼可在满足低碳航站楼指标的基础上，通过自身能效提升、进一步提高环境用能系统、专业系统效率，提高建筑本体及航站楼外机场红线内的可再生能源应用比例降低。

4.2.3 零碳航站楼碳排放指标应符合下列规定：

a) 零碳航站楼碳排放指标应满足 4.2.2 的规定；

b) 在通过绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易等市场化交易机制减排量扣减剩余碳排放量后，航站楼净碳排放量不应大于零。

**【条文说明】**

本标准的零碳航站楼碳排放指标确定主要基于以下原则：一是鼓励航站楼实现零碳排放的责任；二是在技术经济合理的情况下通过碳信用与可再生能源抵消剩余碳排放；三是为我国航站楼运行降碳制定更高的发展目标。

## 5 航站楼本体降碳

### 5.1 建筑设计

5.1.1 航站楼设计方案应遵循功能优先、以人为本的原则，构型设计应兼顾机场规模、分期开发，提升空侧运行效率、近机位数量、旅客步行距离等因素，综合考虑航站楼功能流程、运行特点及工程造价，实现运行高效、人性、便捷的目标。

**【条文说明】**

合理布局航站楼近机位最大限度地减少飞机滑行时间和拥堵。为减少飞机滑行距离，航站楼宜布置在跑道系统的中心区域。航站楼楼前公共交通站点、轨道交通站等应靠近航站楼出入口布置，减少流程距离并提高设施使用率。

5.1.2 航站楼总体布局应统筹空侧站坪、陆侧交通设施和其他附属设施等布局，做到服务便捷、流程顺畅、衔接紧密、经济合理。

5.1.3 航站楼建筑布局应营造适宜的场地微气候环境，通过优化自然通风、天然采光、自遮阳等措施，降低建筑供冷供暖负荷。

5.1.4 航站楼应结合地形、地貌等条件，进行竖向设计。

**【条文说明】**

航站楼的布置应该充分考虑机场所在地的地形和地貌特点。例如，如果机场周围地势高低起伏，设计应该充分利用坡度，以便最大限度地减少土地平整工作和建筑结构的改造。此外，机场周围的河流、湖泊、山脉等自然要素也需要考虑在内，以确保航站楼与周围环境相协调。

5.1.5 应合理控制航站楼体形系数，严寒、寒冷地区的航站楼体形系数不宜大于 0.2。

**【条文说明】**

根据《绿色航站楼标准》MH/T 5033 的要求，严寒、寒冷地区的航站楼体形系数不应大

于0.2，在夏热冬冷和夏热冬暖地区，建筑体形系数对空调和供暖能耗也有一定的影响，但由于室内外的温差远不如严寒和寒冷地区大，所以不对体形系数提出具体的要求。但也应考虑建筑体形系数对能耗的影响。

5.1.6 航站楼设计应采取性能化设计方法，利用碳排放计算软件等工具，对建筑设计方案进行优化。

5.1.7 航站楼内功能设计应与流程紧密结合，以流程便捷顺畅为出发点，结合旅客在不同流程的心理特点，人流密度等因素合理设置不同功能区域。

**【条文说明】**

航站楼功能设计与旅客、行李、货运、手推车等流线紧密结合，可减少流程距离，提高空间利用率。

5.1.8 根据航站楼规模与各功能空间使用需求，合理控制航站楼的建筑高度和室内净高，减少能源消耗，并保证旅客公共空间和员工工作场所舒适。

**【条文说明】**

根据《绿色航站楼标准》MH/T 5033的要求，主楼和指廊室内的大空间平均净高应符合下表的规定。对航站楼的室内高度进行合理控制的目的是节约建筑材料和降低运行能耗。由于航站楼方案差别较大，结构高度差异悬殊，因此采用室内大空间平均净高进行控制。航站楼室内高度设计要求可参照下表选择。

表 5.1.8 航站楼室内高度设计要求

序号	航站楼面积 ( $1 \times 10^4 \text{ m}^2$ )	主楼室内大空间平均净高 (m)	指廊室内大空间平均净高 (m)
1	>40	$\leq 25$	$\leq 12$
2	5~40	$\leq 20$	$\leq 10$
3	1~5	$\leq 15$	
4	<1	$\leq 10$	

5.1.9 航站楼设计应以降低碳排放为导向，并应符合下列规定：

a) 对于航站楼内进深较大的空间，宜设置内庭院、采光中庭、采光通风竖井、光导管等设施；

b) 夏热冬冷、夏热冬暖地区的航站楼屋面宜采用通风构造，采光顶、幕墙宜充分考虑遮阳设计；

c) 严寒地区、寒冷地区、夏热冬冷地区的航站楼主要出入口宜设置门斗。

5.1.10 航站楼旅客出入口应能自动关闭，且出入口为内外双层多道自动门时应采用交错开启方式运行。

5.1.11 根据各功能区域、旅客流程及航班高峰低谷时段特点，合理设计空调分区，减少不必要的用能空间，并宜通过设计优化，适当降低部分空间、部分时间的环境需求。

5.1.12 宜采用自助智能设施设备，提升旅客出行效率。

**【条文说明】**

推广使用自助行李托运设备，提升值机效率；推广使用自助登机设备，改善旅客登机秩序，提升旅客登机效率；在检验检疫、边防检查、海关检查等区域宜设置自助通关设备，提

倡使用无感通关设施设备，提高旅客通关效率，减少旅客排队等候时间。无纸化出行方式也能减少资源浪费。

#### 5.1.13 建筑材料设计应符合下列规定：

- a) 应因地制宜地选择可再生材料、可循环材料，可循环材料用量应不低于建筑材料总用量的 10%；
- b) 设计宜采用建筑拆除时便于材料循环利用的措施；
- c) 选用耐久性建材，延长建筑使用寿命；
- d) 因地制宜使用本地建筑材料，降低建筑材料运输的碳排放；
- e) 应选用环保性能高、挥发系数低、耐久性好易维护的装修材料。

#### 5.1.14 航站楼设计宜选用绿色产品。

##### 【条文说明】

本条中所指的绿色产品，是通过第三方认证机构评定的，符合国家有关规定要求，并获得绿色产品标识的产品。2019年5月5日，市场监管总局制定发布了《绿色产品标识使用管理办法》，该文件明确定义了绿色产品的相关适用范围，目前我国绿色产品标识主要适用于两类认证活动：(1) 认证活动一，认证机构对列入国家统一的绿色产品认证目录的产品，依据绿色产品评价标准清单中的标准，按照市场监管总局统一制定发布的绿色产品认证规则开展的认证活动；(2) 认证活动二，市场监管总局联合国务院有关部门共同推行统一的涉及资源、能源、环境、品质等绿色属性（如环保、节能、节水、循环、低碳、再生、有机、有害物质限制使用等，以下简称绿色属性）的认证制度，认证机构按照相关制度明确的认证规则及评价依据开展的认证活动。认证活动一所指的绿色产品，根据《绿色产品评价通则》GB/T 33761 中的定义，是指在全生命周期过程中，符合环境保护要求，对生态环境和人体健康无害或危害小、资源能源消耗少、品质高的产品。认证活动二所指的绿色产品也是建设行业所熟知的绿色建材产品，绿色建材是指在全生命周期内可减少天然资源消耗和减轻对生态环境影响，具有“节能、减排、安全、便利和可循环”特征的建材产品。不同于认证活动一所指绿色产品，绿色建材产品进行分级认证，分为一、二、三星级。在认证目录内依据绿色产品评价国家标准认证的建材产品（认证活动一）等同于三星级绿色建材（认证活动二）。

## 5.2 围护结构

5.2.1 围护结构降碳应坚持被动优先的节能设计原则，综合分析场地和气候条件，合理采取通风、遮阳等措施，综合考虑围护结构节能改造的技术合理性、经济性和可操作性，减少建筑用能需求、改善室内热湿环境。

##### 【条文说明】

围护结构降碳可与既有建筑改造相结合，当既有建筑改造涉及节能措施时，如建筑立面改造，应考虑同期提高建筑围护结构的节能性能。同时，由于建造年代和围护结构各部件热工性能的差异，在制定节能改造方案前，首先要对既有建筑现状进行节能诊断，从技术经济比较和分析得出合理可行的改造方案，以最小代价获得最大效果。

5.2.2 非透光围护结构节能改造前应进行专项节能诊断，节能诊断应包括下列内容：

- a) 严寒、寒冷地区航站楼的外墙、屋面的传热系数、热工缺陷及热桥部位内表面温度；
- b) 夏热冬冷和夏热冬暖地区航站楼的外墙、屋面传热系数及热惰性；
- c) 非透光围护结构保温系统的耐久性能、防火和抗风性能。

**【条文说明】**

节能诊断是有针对性进行节能改造的前提。严寒、寒冷地区主要考虑建筑的冬季防寒保温，建筑外围护结构传热系数对建筑的供暖能耗影响很大，提高这一地区的外围护结构传热系数，有利于提高改造对象的节能潜力。夏热冬冷、夏热冬暖地区太阳辐射得热是造成夏季室内过热的主要原因，对建筑能耗的影响很大。这一地区应主要关注建筑外围护结构的夏季隔热，当采用轻质结构和复合结构时，应提高其外围护结构的热稳定性，不能简单采用增加墙体及屋面保温隔热材料厚度的方式来达到降低能耗的目的。

5.2.3 屋面节能改造应符合 GB 50345 的有关规定，并应保证屋面与墙体保温与防水的连续性，宜根据屋面结构条件和设计要求加装太阳能设施。

5.2.4 非透光幕墙构造缝、沉降缝以及幕墙周边与墙体接缝处等热桥部位应进行保温填充，幕墙应设置冷凝水收集及排放构造。

5.2.5 围护结构宜选择具有碳足迹评价的产品，碳排放计算应符合 GB/T 51366 的有关规定。

**【条文说明】**

宜根据使用功能、外观要求，计算优化选取排放量小的围护结构方案。全寿命期零碳建筑围护结构宜选用全寿命期内因生产、运输、建造、拆除等产生的碳排放量小于运行阶段因节能而减少的碳排放量的保温系统或产品。宜采用具有设计使用年限说明的墙体、屋面、外窗等围护结构各部位系统构造、部品配件。

5.2.6 建筑外窗、透光幕墙节能改造前应进行专项节能诊断，节能诊断应包括下列内容：

- a) 航站楼的外窗、透光幕墙的传热系数；
- b) 外窗、透光幕墙的气密性；
- c) 除北向外，其他朝向的外窗、透光幕墙的太阳得热系数。

**【条文说明】**

外窗、透光幕墙对建筑能耗高低的影响主要有三个方面，第一是外窗和透光幕墙的热工性能影响到冬季供暖、夏季空调室内外温差传热；第二是外窗和幕墙受太阳辐射影响而造成的建筑室内的得热；第三，外窗、透光幕墙气密性也是影响建筑能耗的主要因素，随着围护结构保温隔热性能提升。气密性对建筑能耗的影响也越来越显著。检测方法按现行行业标准《公共建筑节能检测标准》JGJ/T 177 执行。

5.2.7 透明围护结构应具备良好的保温、隔热性能，面积、布局及形式确定应利于营造舒适的室内环境，降低建筑用能需求，并应采取下列措施：

- a) 透明幕墙和天窗的面积比例应考虑照明能耗、空调和供暖能耗的耦合影响，利于降低整体能耗；
- b) 透明幕墙和天窗的空间分布应保证采光均匀，利于引导旅客流线，避免直射旅客长时间停留区域；
- c) 外窗或透明幕墙遮阳设施应优先采用外遮阳措施，并应对结构的安全性进行复核、验算。当结构安全不能满足要求时，应对其进行结构加固或采取其他遮阳措施。

**【条文说明】**

航站楼建筑透明围护结构面积相对较大，玻璃幕墙和天窗的设置利于节约照明能耗，但大面积的透光围护结构将导致进入室内的太阳辐射量明显增多，对于供暖而言，太阳辐射可有效降低供暖负荷，但对于制冷工况，大量的太阳辐射将导致冷负荷明显升高。因此其面积

比例与分布形式需考虑照明、空调和供暖能耗的综合耦合关系，实现综合能耗最低。

夏热冬暖、夏热冬冷地区航站楼均应采取遮阳措施；寒冷地区的建筑宜采取遮阳措施，同时外遮阳装置应兼顾冬季日照。

从降低空调负荷的角度，外遮阳设施的遮阳效果最为显著。遮阳设施的安装应满足设计和使用要求，且牢固、安全。采用外遮阳措施时应应对原结构的安全性进行复核、验算；当结构安全不能满足节能改造要求时，应采取结构加固措施或采取玻璃贴膜等其他遮阳措施。遮阳设施的设计和安装宜与外窗或幕墙的改造进行一体化设计，同步实施。

5.2.8 外窗、玻璃幕墙应综合考虑安全、隔声、通风和节能等技术要求，宜采取下列措施：

a) 根据外窗传热系数和太阳得热系数限值确定不同类型玻璃，可通过增加玻璃的层数或更换中空玻璃的方式提高外窗保温性能；可优先选择 Low-E 中空玻璃，提高玻璃的遮阳性能；

b) 应提高窗框与墙、窗框与窗扇之间的密封性能，并应采用高性能橡塑密封条来改善其气密性；

c) 应采用具有良好密闭性能的产品，严寒寒冷地区选用气密性等级不应低于 GB/T 31433 要求的 4 级幕墙和 8 级外窗，其它地区选用气密性等级不低于 3 级幕墙和 6 级外窗，并应进行气密性测试；

d) 对外窗和透明幕墙更换幕墙外框时，应优先考虑选择断桥效果好的型材。

#### 【条文说明】

门窗（含玻璃幕墙）等透明围护结构是节能降碳的重点之一，该部位热工性能有以下 3 个特点：一是传热系数大，其传热系数是墙体的 3 倍；二是通过阳光透射容易形成直接太阳得热；三是空气渗透性大。特别在北方严寒寒冷地区，采取必要的改造措施，加强门窗幕墙的保温性能有利于提高航站楼的节能潜力，改造外窗选材应优先采用塑料、断桥铝合金、玻璃钢以及钢塑复合、木塑复合窗等。

5.2.9 应在行李处理机房与有供暖空调要求的建筑空间相邻界面上，采用空气阻隔及保温措施。严寒和寒冷地区宜在行李传送带开口处设置自动开启卷帘门。

#### 【条文说明】

行李处理机房一般为系统半室外空间，通常情况下行李机房上部楼层及相邻房间为人员长期停留空间且设有供暖空调，设计应结合项目具体情况确定保温构造的设置部位及构造措施，具体要求可按强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 的规定执行。

行李机房因行李工艺流程需求复杂，其开口数量较多且面积较大，这些洞口的渗风将造成交通建筑空调供暖能耗增加、室内舒适度降低。因而要求在此部位应设置门帘、风幕等措施进行阻隔，严寒及寒冷气候区的航站楼建筑宜在行李传送带开口处设置自动开启卷帘门，根据使用需要进行启闭控制。

## 6 环境用能降碳

### 6.1 冷源与热源

6.1.1 航站楼建筑供热供冷系统应综合经济技术分析，进行方案比选和性能优化。

6.1.2 应优先采用地热、生物质、太阳能、工业余热等非化石能源供暖，电力供应充足、电

力政策支持的地区可采用电供暖。

6.1.3 应优先利用太阳能、空气源热泵等制备生活热水，并采用高效设备。

## 6.2 暖通空调输配系统

6.2.1 宜在空调冷水输配系统中采用大温差系统，在经济技术合理的情况下，冷媒设计温度可高于常规设计温度，热媒设计温度可低于常规设计温度，并宜加大循环温差。

### 【条文说明】

一般情况下，高温供冷和低温供热能提高冷热源的效率，并且使得利用自然冷源、各类低品位余热成为可能，尤其在可再生能源供热系统中具备优势。

6.2.2 在确保系统安全运行的前提下，空调水系统宜采用变流量水系统。

6.2.3 航站楼公共区域全空气空调风系统宜采用区域变风量技术。

### 【条文说明】

航站楼公共区域全空气空调风系统的输送能耗在暖通空调输配系统能耗中占比较高，区域变风量技术能有效降低部分负荷下的风系统输送能耗。

6.2.4 在满足室内热环境要求的前提下，宜提高水系统等低输配能耗系统在整个输配系统中的占比，有效降低系统输配能耗。

### 【条文说明】

输送相同的冷热量，与全空气系统相比，水系统输送能耗较少，对输送管道的空间需求也较低。公共区域通常设置地板管槽、辐射热（冷）末端、就地式空调机组等与全空气系统配合共同承担室内冷热负荷，进一步增加空调（采暖）水系统所承担的输送占比，有利于节约输送能耗。

## 6.3 暖通空调末端系统

6.3.1 严寒、寒冷地区出入频繁的外门等部位应采取设置门斗、热风幕等措施减少冬季冷风渗透。航站楼高大空间宜采取辐射供暖等措施，减小热压对冷风渗透影响。

### 【条文说明】

航站楼开口部位较多，外门启闭频繁。严寒、寒冷地区的冬季，航站楼行李提取大厅、远机位候机厅、行李分拣厅通过频繁开启的开口部位造成大量的冷风渗透，导致供热能耗大幅增加，甚至使得热环境难以控制。通过在航站楼开口部位设置门斗、外门设置热风幕、行李提取区的行李传送带开口部位设置联动开启传送门等措施减小冷风渗透的影响。

航站楼本身存在两层或多层连通的高大空间，热压对高大空间的冬季冷风渗透影响巨大。可采取设置辐射地板（吊顶）、幕墙侧设置地板管槽等供暖措施与全空气系统共同供暖，降低全空气系统冬季的送风温度，从而达到减小热压、降低冷风渗透的目的。

6.3.2 严寒、寒冷地区新风量不小于 40000m<sup>3</sup>/h 的新风系统，应设置新风热回收系统，且宜设置旁通管道。

### 【条文说明】

随着建筑围护结构的性能的提高，建筑围护结构冷热负荷逐渐降低，新风冷热负荷所占比例逐渐增大。设置新风热回收系统，通过排风对新风进行预冷（热），能有效降低新风冷热负荷。上述新风量不含全空气系统的新风量及排风受污染对应的新风量。非供冷季，需要通过新风消除室内余热的，设置旁通管路，可以使新风不经过热回收装置，直接送至室内。

6.3.3 航站楼公共区域宜根据室内 CO<sub>2</sub> 浓度进行新风量控制。

### 【条文说明】

航站楼内公共区域的人流量变化较大，新风需求变化也较大，因此需要根据室内 CO<sub>2</sub> 浓度来进行新风量控制，而不是固定新风比运行。因航站楼开口较多，公共区域存在多处无组织进风，新风量充足，因此应根据室内 CO<sub>2</sub> 浓度来控制有组织新风量的引入，进一步降低新风能耗。

6.3.4 在满足空侧安防及室内空气品质的前提下，过渡季宜合理利用自然通风、复合通风等方式来消除室内余湿、余热。

**【条文说明】**

应优先采取自然通风消除室内余热、余湿。自然通风需合理规划进、排风口，利用风压及热压形成有效气流组织。当自然通风不能满足要求时，可采取机械通风及复合通风。开向空侧的通风口应采取有效的安全防护措施，以满足空侧安防要求。

6.3.5 宜根据旅客吞吐量、气象参数等内外扰参数合理确定暖通空调系统实际负荷需求，动态调节供水温度、流量等参数，并宜采用与航班运行管理系统联动的智能化控制系统。

**【条文说明】**

实际运行中冷热媒温度（包含一次、二次）的确定除应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定外，宜根据实际负荷需要实施分阶段质调节。在经济技术合理时，冷媒温度宜高于常用设计温度、热媒温度宜低于常用设计温度，运行初、末期升降幅宜更大。

## 6.4 照明系统

6.4.1 宜结合旅客光环境满意度调研，在满足室内光环境需求及现行国家标准要求的前提下，适当调整照度，降低能耗。

**【条文说明】**

在国家现行标准《建筑设计照明标准》GB 50034 中对下述区域未进行规定的，照度值可参考下表进行调整。

表 6.4.1 航站楼调整照度要求参考值

房间或场所		参考平面	调整照度要求参考值 (lx)
候机厅座椅区	普通	地面	120
	高档	地面	150
安检区域		0.75m 水平面	200
走道、登机廊桥		地面	75
行李提取区、到达大厅、值机区		地面	100
售票柜台		台面	200
问讯处		0.75m 水平面	150
海关、护照检查柜台		工作面	200
值机柜台、行李托运		0.75m 水平面	150

6.4.2 应选择节能、高效、长寿命光源和灯具，将高效光源与高效灯具相结合，灯具宜使用 LED 光源。照明灯具能效不应低于国家相应能效标准的节能评价价值要求。

**【条文说明】**

LED 光源能效较高，有利于航站楼照明节能。同时航站楼高度较高，灯具不便更换，使用长寿命灯具可有效减少更换灯具的次数。LED 照明灯具能效等级可参考《室内照明用 LED 产品能效限定值及能效等级》GB 30255 中的有关规定。

6.4.3 航站楼主要功能区或房间的照明功率密度值不应高于 GB 55015 中规定的限值要求。

**【条文说明】**

航站楼主要功能空间应根据区域功能,按需设计照明,包括照度标准值、照明眩光指数、显色性等,防止照度过高,各主要功能区的照明功率密度限值可参照下表。

表 6.4.3 机场主要功能区照明功率密度限值

机场主要功能区		照度标准值 (lx)	照明功率密度限值 (W/m <sup>2</sup> )
候机大厅	普通	150	≤6.0
	高档	200	≤8.0
中央大厅、售票大厅、行李提取区、到达大厅、出发大厅		200	≤8.0

6.4.4 航站楼照明宜采用智能照明控制系统,并具备下列功能:

- a) 根据天然采光水平进行照度调节和启闭;
- b) 分区、定时、感应、航班运行管理系统联动等智能化控制。

**【条文说明】**

人工照明随天然光照度变化自动调节,不仅可以保证良好的光环境,避免室内产生过高的明暗亮度对比,还能在较大程度上降低照明能耗。

在建筑的实际运行过程中,照明系统的分区控制、定时控制、自动感应开关、照度调节等措施对降低照明能耗作用明显。智能化照明控制系统的主要功能包括:场景控制、定时开关、应急处理、日照补偿、与 BA (楼宇自控系统) 集成等,并可通过就地控制、遥控、中央控制等手段进行调控。

通过 BA 与 FOMS (航班运行管理系统) 的集成,BA 获取航班信息,通过航班到达或出发的时间来控制对应区域的机电设备,该方式较传统的时间程序控制更灵活高效。

6.4.5 航站楼内宜结合天然采光模拟分析,合理设置采光天窗、导光装置等,降低照明能耗。

**【条文说明】**

通过自然采光模拟分析,优化设置采光天窗、导光装置的面积、位置等,可实现在航站楼值机区、候机区等高大开敞空间以及地下停车场等空间区域,直接利用自然采光,满足室内照度的前提下,降低照明能耗。

## 7 专业系统或设备降碳

### 7.1 行李系统

7.1.1 应合理设计航站楼行李系统的处理流程及布局。

**【条文说明】**

航站楼旅客行李处理系统流程及布局设计应当安全可靠,合理便捷,并应适用于不同的交运行李类型,行李运送时间应当尽量缩短。机场行李运送应满足以下原则:1、优化行李运送的各环节;2、行李运送系统应符合吞吐量、飞机型号设计要求;3、尽量避免出现转弯和层次的变化;4、避免行李流线与客流、飞机以及货流的路线交叉;5、行李分拣区应尽量靠近停机坪设置。

7.1.2 行李系统应结合航站楼设计容量、旅客服务品质、行李处理时间等因素进行设计,应根据不同机场规模设置行李处理系统分拣模式。

**【条文说明】**

行李分拣模式受多种因素影响,需以机场的定位及其自身特点、旅客吞吐量、国内/国际旅客分配比例、中转旅客量等其他重要参数作为设计依据,同时着重考虑投资和便捷性等因素,并结合土建条件进行设计。

对于中小机场，由于进出港的旅客流量较小，行李托运业务量不大，一般采用人工识别模式即可。但对于大型机场或国际性枢纽机场，年旅客吞吐量较大，托运的行李量也有所增加，宜采用自动分拣模型。

7.1.3 行李系统中各单机设备的驱动装置应采用能效等级不低于Ⅱ级的动力装置，行李系统、安检设备应具备自动节能运行模式。

**【条文说明】**

行李系统主要为机械设备，设计时应优先选用高效率的设备。按照现行行业标准《行李处理系统 第1部分：带式输送机》MH/T 6123.1《行李处理系统 第3部分：转盘》MH/T 6123.3，行李系统设备整机的有效运行效率应不低于99.5%。行李系统应当选用技术成熟、简便实用、易于维护的系统和设备，行李系统中各单机设备的驱动装置应当采用能效等级不低于Ⅱ级的动力装置，行李系统、安检设备中应采用节能模式。

7.1.4 宜设置与航班运行管理系统联动的行李智能控制系统，并根据旅客流量合理控制行李系统运行设备的开启数量和运行状态。

**【条文说明】**

智能化是服务行业及运输行业的发展方向。通过设置行李智能控制系统，根据旅客流量变化，合理控制设备的运行数量、传输速度、运行功率等，在提升行李运输效率的同时，降低能源消耗。

## 7.2 航班信息显示系统

7.2.1 应结合旅客流程、运行需求和安装工艺综合配置航班信息显示系统终端设备。

7.2.2 航班信息显示系统在满足系统使用要求的前提下，应使用节能运行模式。

7.2.3 在无显示需求时，航班信息显示系统终端显示设备宜处于待机状态。

## 7.3 电梯、自动扶梯和自动人行道

7.3.1 电梯、自动扶梯和自动人行道等通行辅助设施宜配置高效动力及控制单元。

**【条文说明】**

电梯、自动扶梯和自动人行道的动力和控制单元是其主要用能部件，选用高能效的动力控制单元可以在满足输送能力、名义速度和提升高度等要求的前提下，降低系统动力能耗。具体措施如选配高效减速机构或无齿轮的曳引机、选配VVVF（变频调速系统）等先进的驱动方式，选择高效的导靴降低摩擦损耗、优化轿厢的平衡系数、尽量降低系统的质量等。

7.3.2 电梯和自动扶梯宜配置能量回馈单元。

**【条文说明】**

电梯和自动扶梯在重载上行和轻载下行时，配置能量回馈单元可以回收部分能量，实现运行节能。

7.3.3 电梯、自动扶梯和自动人行道宜设置节能运行模式，根据机场旅客流量等因素，自动控制启停时间和运行速度。2台及以上电梯并列布置时应设置系统群控。

**【条文说明】**

电梯、自动扶梯和自动人行道的能耗随负载状态变化而变化。一般而言，运行速度越低、负载率越低，能耗越低。《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015规定电梯应具备节能运行功能。两台及以上电梯集中排列时，应设置群控措施。电梯应具备无外部召唤且轿厢内一段时间无预置指令时，自动转为节能运行模式的功能。自动扶梯、自动人行步道应具备空载时暂停或低速运转的功能。

## 7.4 供配电系统

7.4.1 宜采用可再生能源微电网系统，综合调控蓄能、用能设备，提升可再生能源就地消纳比例，并在具备条件的情况下与电网在电能传输上协调互动。

7.4.2 供配电系统应采用智能调控技术，保证安全、高效，并与电网建立互动接口。

7.4.3 可再生能源的配电系统应设置带方向的电流保护。

**【条文说明】**

由于可再生能源配电系统与电网存在两种功率流向的可能，因此要求在该点设置方向保护。

## 8 可再生能源应用

8.1 新建航站楼应结合场地环境与气候特点，对太阳能、地热能、风能等可再生能源利用条件进行综合分析，航站楼布局应有利于可再生能源资源利用。

8.2 新建航站楼应安装太阳能系统，并与主体建筑统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。

**【条文说明】**

为实现我国 2030 年碳达峰，2060 年碳中和的目标，必须强化太阳能等可再生能源在建筑中的推广应用力度。太阳能系统可分为太阳能热利用系统、太阳能光伏发电系统和太阳能光伏光热（PV/T）系统，这三类系统均可安装在建筑物的外围护结构上，将太阳辐射能转换为热能或电能，替代常规能源向建筑物供电、供热水、供暖/供冷，既可减少常规能源消耗，又可降低相应的 CO<sub>2</sub> 排放，是实现我国碳中和目标的重要技术措施。根据全文强制国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 规定，新建建筑应安装太阳能系统，因此，新建航站楼中应安装太阳能系统。

目前我国太阳能热水、光伏的安装大多作为建筑的后置部件在建筑建成后才购买安装，由此造成了对建筑安全和城市景观的不利影响，也造成资金和资源的浪费。为解决这一问题，需要将可再生能源系统严格纳入零碳航站楼建设的规定程序，按工程建设的要求，统一规划、同步设计、同步施工、统一验收。统一是指统一考虑不一定同时验收，对于可再生能源系统可以具备验收条件以后进行二次验收。

8.3 在使用条件允许情况下，航站楼太阳能技术应用宜优先选用光伏发电技术。

**【条文说明】**

在太阳能技术应用过程中，电能为高品位能源，应用场景更为丰富，因此在使用条件具备的情况下，宜优先选用太阳能光伏发电技术。

8.4 在应用太阳能技术前，应在可行性研究阶段对太阳能设备可能产生的光污染和电磁波对航空安全产生的潜在影响进行专项评估。

**【条文说明】**

太阳能技术的应用为机场运行带来了一些潜在的安全风险，例如集热器和光伏板对管制员与飞行员产生的眩光影响，光伏发电系统对无线电系统的电磁干扰等问题。因此，在航站楼建设过程中应用太阳能技术时，应开展专项评估，保证机场的安全运行。

8.5 在满足安全性要求的前提下，航站楼太阳能技术应用应有效利用机场内建筑和场地资源。

**【条文说明】**

太阳能技术应用过程中，应对机场内部及周边区域的建筑和场地（如货运楼、宿舍楼、

停车楼、物流园等建筑及机场周边的建筑和场地等)进行统筹分析,有效提升可安装太阳能设备的面积。

8.6 在确保航站楼供电稳定性的前提下太阳能光伏发电应优先自发自用。

**【条文说明】**

为充分利用可再生能源电力,降低建筑碳排放,有效减少对外部电网冲击,航站楼应充分消纳建筑光伏发电系统产生的电力,在确保航站楼供电稳定性的前提下,优先考虑光伏发电力的自发自用。

8.7 航站楼太阳能热利用系统的集热效率宜满足以下要求:

- a) 近零碳、零碳航站楼宜满足 GB/T 50801 规定的 1 级标准;
- b) 低碳航站楼宜满足 GB/T 50801 规定的 2 级及以上标准。

**【条文说明】**

本条对低碳、近零碳、零碳航站楼的太阳能集热效率指标进行引导。在实际应用过程中,由于可再生能源波动不稳定,设计不佳的系统易出现运行不稳定、无法可靠运行等问题,影响到太阳能集热系统的应用效果。现行国家标准《可再生能源建筑应用工程评价标准》GB/T 50801 中对太阳能热利用系统集热效率提出了级别划分等级,共分为 3 级,1 级最高。本条对建筑内应用的太阳能热利用系统能效提出更高要求,以充分利用可再生能源,降低常规能源消耗,促进低碳目标实现。

8.8 航站楼应用热泵技术前,应进行工程场地状况调查,并应对地热、污水等资源进行勘察,确定热泵技术实施的可行性和经济性,合理选用热泵技术。

**【条文说明】**

工程场地状况及地热、污水等资源特点是能否应用热泵系统的先决条件,详尽可靠的调查及勘察情况是热泵系统项目顺利实施的保障。根据勘察结果,进行工程场地资源条件分析和评价,提出合理的开发利用方案,可实现热泵系统的高效可持续利用。由于地源和污水源热泵能效水平较高,但在既有建筑中实施难度较大,而空气源热泵具有相反的技术特点,因此在新建航站楼中宜优先采用地源和污水源热泵技术,既有航站楼低碳改造中宜优先采用空气源热泵技术。

8.9 航站楼应用地埋管地源热泵技术时,应满足以下条件:

- a) 应用浅层地埋管技术时,应进行现场岩土热响应实验,应进行系统负担建筑物全年动态负荷及吸、排热量计算,最小计算周期不应小于 1 年;
- b) 当应用地埋管技术的建筑面积达到 5 万 m<sup>2</sup> 时,应进行 10 年以上地源侧热平衡计算。

**【条文说明】**

工程场地状况及地热能资源条件是能否应用地源热泵系统的基础。地源热泵系统方案设计前,应根据调查及勘察情况,选用适合的地源热泵系统。考虑到系统安全性,现行强制性工程建设规范《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中要求浅层地埋管地源热泵系统应用建筑面积在 5000 m<sup>2</sup> 以上时必须进行岩土热响应试验,取得岩土热物性参数作为地埋管地源热泵系统设计的基础参数。由于航站楼的单体建筑面积较大且要求更高,故本标准要求所有零碳航站楼应用浅层地埋管技术时均应进行岩土热响应实验。当建筑面积在 5 万 m<sup>2</sup> 以下时,测试孔应不少于 2 个;当建筑面积达到 5 万 m<sup>2</sup> 及以上时,测试孔应不少于 4 个。

浅层地埋管系统计算周期内的吸热量与排热量平衡是保证系统长期高效运行的前提。浅层地埋管地源热泵系统设计时需要考虑全年冷热负荷的影响,确保在一个计算周期内岩土体的吸、排热量平衡,从而保证地埋管地源热泵系统的运行能效。浅层地埋管地源热泵系统应用在建筑面积 5 万 m<sup>2</sup> 以上的大规模项目时,地源侧的冷热平衡对系统的可持续性和能效水平有决定性影响。因此,采用专业软件进行 10 年以上末端负荷与浅层地埋管换热系统的耦合计算,可以从设计层面为系统的节能性、安全性提供保障。对存在内热扰动和用能强度随

使用时段显著变化的大规模项目，应计算内热变化情况对岩土体温度场平衡影响。

8.10 航站楼应用江河湖水源地源热泵技术时，应对水体资源和环境进行评价。

**【条文说明】**

此条主要目的是应用江河湖水源地源热泵技术时，防止水体温度变化对其生态环境的不良影响。具体要求应满足国家标准《地表水环境质量标准》GB 3838 中的规定：周平均最大温升不大于 1℃，周平均最大温降不大于 2℃。

8.11 航站楼应用海水源地源热泵技术时，与海水接触的设备和管道应具有耐海水腐蚀性，并采取防止海洋生物附着的措施。

**【条文说明】**

海水具有较强的腐蚀性，且容易附着海洋生物，长期使用时会对热泵系统中与海水接触的设备和管道产生不利影响，应采取相应的处理措施。

8.12 航站楼应用中深层地源热泵技术时，应满足国家和地方的相关政策要求，宜采用无干扰取热技术或严格执行同层 100%取水回灌的取热技术。

**【条文说明】**

中深层地热资源经合理的开采，是一种优质的可再生能源，对于航站楼降碳目标的达成具有显著贡献。由于不同地区不同项目的开采政策、地热利用的税费政策、地质条件和地热禀赋、经济条件等均存在较大差异，因此，应在可研阶段进行论证，充分考虑各种因素，中深层地源热泵技术应用应优先选用“取热不取水”取热技术。

8.13 机场建有独立污水处理设施或机场能源站附近有市政污水干线时，宜合理选用污水源热泵技术为航站楼提供冷热源。

**【条文说明】**

污水源热泵技术以原生污水或经污水处理厂处理的污水为冷热源，可以实现冬季供热、夏季制冷。该技术具有显著的节能与环保效益，符合机场持续发展的目标。对于不同规模的机场，有的机场有独立污水处理设施，也有机场利用市政解决污水问题，往往周边有市政污水干线，且水量相对稳定，因此可以利用污水热能作为低温冷热源，为航站楼供冷、供热。

8.14 水（地）源热泵机组的能效值宜满足以下要求：

- a) 近零碳、零碳航站楼宜满足 GB 30721 规定的 1 级标准；
- b) 低碳航站楼宜满足 GB 30721 规定的 2 级及以上标准。

**【条文说明】**

作为地源热泵系统中的核心设备，水（地）源热泵机组的能效达到节能评价等级，是保证系统节能性的前提和基础。本标准在全文强制国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 要求的基础上，针对近零碳、零碳航站楼提出了更高的能效值要求。

## 9 低碳运行

### 9.1 运行管理

9.1.1 航站楼投运前或第一个运行季，应对暖通空调水系统及风系统进行运行调适。

**【条文说明】**

本条主要建议系统正式投运前以及运行前期，应对暖通空调水系统、空调风系统实施平衡调节及调适工作。标准工况下，空调冷冻水系统、冷却水系统、采暖水系统、空调热水系统等的总流量与设计流量的偏差应不大于 10%，沿程阻力和局部阻力与设备选型参数的偏差应不大于 10%；单台循环水泵、单台空调新风机组等的流量与设计流量的偏差应不大于

15%；实际运行中应尽量避免多台（3台以上）水泵并联运行，确需多台水泵运行时，单台水泵的流量与设计流量的偏差应不大于25%，并联运行的多台水泵之间的流量偏差不应大于10%，应杜绝不同压力、扬程的水泵并联运行。空调通风系统总风量实测值与设计的风量偏差应控制在-5%~10%之内，总风压应测量风机前后的全压差、偏差度应控制在-5%-10%之内，末端风口（包括变风量末端风口）实测值与设计值偏差不应大于15%，末端风口送风温度实测值与设计值偏差应不大于1℃。

9.1.2 应对航站楼内的设备设施管理、用能及碳排放水平、环境质量控制等进行动态管理和持续改进。

9.1.3 运行管理单位应建立统筹协调管理机制，为航站楼高效运行创造良好环境。

**【条文说明】**

机场运行管理单位应统筹协调空管、航空公司、能源管理、车辆调配、物业管理等单位、部门，在机位分配、低旅客流量时期部分区域降低能源设备设施运行等方面建立协调管理机制，将绿色低碳、高效运行的理念贯穿于航站楼运行的全过程。

9.1.4 应开展航站楼室内环境参数的监测，并宜设置自动监控系统。

**【条文说明】**

航站楼室内的温度、湿度、新风量等参数应符合现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736的有关规定。

9.1.5 制定并实施节能低碳管理制度。

**【条文说明】**

节能管理制度主要包括节能方案、节能管理模式和机制、分户分项计量收费等。节水管理制度主要包括节水方案、分户分类计量收费、节水管理机制等。节材管理制度主要包括机场设施维护、公共物业及旅客耗材管理以及废旧耗材回收、处理管理等。可再生能源系统、雨废水回用系统等节能、节水设施的运行维护技术要求高、维护的工作量大，无论是自行运维还是购买专业服务，都需要建立完善的管理制度及应急预案，应根据航班时刻、动态管理航站楼各区域的资源、设备设施。

## 9.2 能源消耗计量

9.2.1 应进行航站楼用能分类、分级计量，计量器具的配备及校验应符合GB 17167的规定。

**【条文说明】**

航站楼计量器具的配备及校验应符合现行国家标准《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB 17167的规定。各机场应根据管理界面和自身管理需求，对航站楼用电、用水（包括中水）、燃气、蒸汽、冷、热等进行实时计量、监测。能源资源计量器具的设置，应满足机场航站楼对分户管理、分类管理和分级管理的要求。

9.2.2 航站楼应按照暖通空调、公共照明、行李系统、电梯系统、消防系统、弱电信息、商业、APU替代设施、充电桩等进行用电分项计量。

**【条文说明】**

航站楼特别是枢纽干线机场的大中型航站楼的能源设备设施归属不同单位、部门使用管理，航站楼计量表具应具备实现分项计量的能力，对暖通空调、公共照明、行李系统、电梯系统、消防系统、弱电信息、商业、APU替代设施、充电桩等实现单独计量。

9.2.3 航站楼特殊用能系统设备应设置单独计量，并符合以下规定：

- a) 设置APU替代设施监控计量系统；
- b) 甲类航站楼应对电扶梯及自动人行步道用能进行独立计量；
- c) 甲类航站楼应对行李系统用能进行独立计量。

## 10 碳资源管理及管理平台

### 10.1 管理制度

10.1.1 应对航站楼运行阶段碳排放开展年度计算，并形成年度碳计算报告。

10.1.2 应根据年度计算报告持续优化航站楼运行管理，挖掘降碳潜力。

10.1.3 应定期对能源消耗量和碳排放量进行统计、分析、上报，对实际碳排放量超过本标准相应指标或未完成碳排放管理目标的，开展能源审计，根据审计结果开展航站楼低碳改造工作。

#### 【条文说明】

为发掘航站楼降碳潜力，建议机场每年度开展以行业标准《民用机场航站楼能效评价指南》MH/T 5112 为依据的航站楼能耗指标对标工作，每两年度开展一次能源审计工作。

### 10.2 管理平台

10.2.1 应建立航站楼碳资产管理平台，平台应具备对航站楼能源活动碳排放量动态采集、计算、分析和展示功能，以及碳排放数据的查询、管理、上报、记录、报警和下载功能等功能。

#### 【条文说明】

实现碳排放量的计算、分析和披露是碳排放管理系统的主要功能。建筑运行阶段碳排放量应按照现行国家标准《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366 进行计算。可再生能源供冷、供热和供电的降碳量应进行独立的计算、分析和展示。

为便于分析建筑运行碳排放现状，支持碳核查等要求，建筑碳排放管理系统应能按照建筑运行管理要求进行不同周期（日、月、年）碳排放量报告的生成和下载。当建筑碳排放超标时，系统应能提供报警提示。

碳排放管理系统的重要作用之一是为建筑的低碳运维提供基础的碳数据，因此，碳排放管理系统应具有集成的能力，在权限允许的情况下，与其他系统的集成实现碳排放量数据的互联互通。

10.2.2 碳资产管理平台宜具备能碳分析、负荷预测、能碳强度对标、超标报警、用能系统设备优化控制、节能诊断、碳资产管理、碳信息披露等管理功能。平台宜具备主要业务场景的碳排放运行分析与预测的功能，可辅助机场进行航站楼降碳优化决策。

10.2.3 碳资产管理平台应与能源管理平台的能耗分类、分区、分项计量数据对接，宜预留与节能控制系统、物业管理系统及碳交易系统等相关系统的数据接口，实现碳资源统一管理与调配。

## 11 碳排放计算、绿色电力与碳排放权交易

### 11.1 碳排放计算方法

11.1.1 航站楼碳排放计算范围应包括航站楼环境用能系统（包括供暖、制冷、通风、空调和照明等）、专业系统或设备（包括行李系统、航班运行管理系统、信息数据机房、生活热

水设备、电梯步道等)的用能与餐饮、办公等终端用能活动在运行期间能源消耗产生的 CO<sub>2</sub> 排放量,不包括 APU 替代设施及充电桩产生的 CO<sub>2</sub> 排放量。

#### 【条文说明】

根据用能设备的能源流向,航站楼环境用能系统(包括供暖、制冷、通风、空调和照明等)、专业系统(包括行李系统、航班运行管理系统、信息数据机房、生活热水设备、电梯步道等)的用能与餐饮、办公等用能和碳排放是由于航站楼内各项服务而产生的,故均应计入航站楼碳计算边界。而 APU 替代设施是为民航飞机在机场飞行区替代传统机载 APU 而使用的,其碳排放应计入相应航司或机场飞行区计算边界。同理,航站楼的外供充电桩是供航站楼外车辆充电使用,其产生的碳排放亦不应计入航站楼碳计算边界内。部分航站楼也包括捷运系统,本标准航站楼碳排放范围不计入。

11.1.2 航站楼碳排放强度应根据不同类型能源消耗量和不同类型能源的碳排放因子及航站楼建筑面积确定,并按式(1)计算:

$$C_T = \frac{\sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m E_{ij} EF_i)}{A} \quad (1)$$

式中:  $C_T$ ——航站楼碳排放强度,单位为千克 CO<sub>2</sub> 每平方米每年 (kgCO<sub>2</sub>/ (m<sup>2</sup>·a));

$E_{ij}$ —— $j$ 类系统的第 $i$ 类能源消耗量;

$EF_i$ ——第 $i$ 类能源的碳排放因子,按 GB/T 51366 选取。其中,处于设计阶段时,低碳航站楼、近零碳航站楼计算碳排放指标所采用的电力排放因子取值应为 0.5kgCO<sub>2</sub>/kWh,零碳航站楼计算碳排放指标及碳排放抵消量时所采用的电力排放因子取值优先采用上一年度项目所在区域市或省级行政主管部门发布的电力排放因子,当项目所在地无市或省级行政主管部门发布的电力排放因子时,可采用生态环境部发布的上一年度电力排放因子;处于运行阶段时,计算碳排放指标及碳排放抵消量时所采用的电力排放因子优先采用上一年度项目所在区域市或省级行政主管部门发布的电力排放因子,当项目所在地无市或省级行政主管部门发布的电力排放因子时,可采用生态环境部发布的上一年度电力排放因子;

$i$ ——航站楼消耗终端能源种类,包括电力、燃气、市政热力等;

$j$ ——航站楼用能系统种类,包括暖通空调、照明、生活热水、餐饮、电梯系统、行李系统、弱电信息、插座等;

$A$ ——航站楼建筑面积,单位为平方米 (m<sup>2</sup>)。

11.1.3 航站楼降碳率计算应按式(2)计算:

$$\eta_p = \frac{C_R - C_D}{C_R} \times 100\% \quad (2)$$

式中:  $\eta_p$ ——航站楼降碳率, %;

$C_R$ ——基准航站楼碳排放强度,单位为千克 CO<sub>2</sub> 每平方米每年 (kgCO<sub>2</sub>/ (m<sup>2</sup>·a));

$C_D$ ——设计航站楼碳排放强度,单位为千克 CO<sub>2</sub> 每平方米每年 (kgCO<sub>2</sub>/ (m<sup>2</sup>·a))。

11.1.4 基准航站楼碳排放强度计算用参数设置应符合下列规定:

- 航站楼的形状、大小、窗墙比以及内部空间区划应与设计航站楼一致;
- 围护结构热工性能、用能设备能效等主要参数应符合 GB 55015 的要求;
- 供暖、供冷系统形式按表 6 确定,生活热水形式及用水定额与设计航站楼一致,热源为燃气锅炉时能效应符合 GB55015 中规定;

d) 空调和供暖系统运行时间、室内温度、照明功率密度值及开关时间、房间人均占有的建筑面积及在室率、新风机组运行时间表、电气设备功率密度及使用率、人均新风量应与设计建筑一致；

e) 按设计航站楼实际朝向建立基准航站楼模型，并将建筑依次旋转 90°、180°、270°，将四个不同方向的模型负荷计算结果的平均值，作为基准航站楼的负荷；

f) 餐饮的能源形式采用燃气，设备能效按 GB 30531 中的 3 级进行计算；

g) 行李系统形式、运转效率与设计航站楼一致，带式传输机及转盘设备整机的有效运行效率应符合 MH/T 6123.1、MH/T 6123.3 的有关规定，电机应按 GB 18613 中 2 级能效等级进行计算；

h) 电梯系统形式、类型、台数、设计速度、额定载客人数与设计航站楼一致，设备能效按 GB/T 30559.2 中的 C 级进行计算。



表 6 基准航站楼供暖、供冷系统形式

航站楼类型			严寒地区	寒冷地区	夏热冬冷地区	夏热冬暖地区	温和地区
甲类 航站楼	候机厅、迎客厅、值机厅、行李提取区、安检、到达指廊	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
		末端形式	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统
	办公室、商店、餐厅	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
		末端形式	风机盘管	风机盘管	风机盘管	风机盘管	风机盘管
	VIP 休息室	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉	燃气锅炉
		末端形式	散热器供暖，多联机供冷	散热器供暖，多联机供冷	多联机	多联机	多联机
乙类 航站楼	候机厅、迎客厅、值机厅、行李提取区、安检、到达指廊	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
		末端形式	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统	全空气定风量系统
	办公室、商店、餐厅	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
		末端形式	风机盘管	风机盘管	风机盘管	风机盘管	风机盘管
	VIP 休息室 末端	冷源	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组	电制冷机组
		热源	燃煤锅炉	燃煤锅炉	空气源热泵	空气源热泵	空气源热泵
		末端形式	散热器供暖，多联机供冷	散热器供暖，多联机供冷	多联机	多联机	多联机

## 11.2 绿色电力与碳排放权交易

11.2.1 零碳航站楼可通过绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易等非航站楼降碳技术措施抵消剩余碳排放。

**【条文说明】**

对于难以通过本体和可再生能源应用达到零碳排放的项目，可采取碳抵消方式实现零碳排放。

在近年来中国可再生电力快速发展、全国碳交易市场开启的背景下，非技术的降碳措施成为越来越多企业抵消已产生碳排放的重要方式，这为航站楼业主承担剩余碳减排责任提供了途径。

11.2.2 绿色电力交易、绿色电力证书交易与碳排放权交易产品应为国内相关交易机制签发或在境内开发的减排项目。

**【条文说明】**

为促进国内绿色电力与节能减排的发展，本标准所指零碳航站楼应购买国内相关绿色电力产品和碳交易产品，或在中国境内开发的减排项目所形成的减排量。

11.2.3 当零碳航站楼结合绿色电力交易、绿色电力证书交易或碳排放权交易进行设计判定时，应购买不少于 10 年运行期的电力用量或碳排放当量的交易产品；进行运行判定时，可先使用设计阶段购买的交易产品进行抵消，当设计阶段购买的交易产品抵消完时，应购买不少于 1 年运行期的交易产品。

**【条文说明】**

2021 年 9 月，国家发改委、国家能源局组织国家电网公司、南方电网公司制定发布《绿色电力交易试点工作方案》，鼓励市场主体之间签订 5-10 年的长期购电协议，推动市场主体通过长周期协议获得较为稳定的价格，预判市场对绿色能源的诉求，长期购电协议的执行周期可作为绿色能源规划及航站楼设定碳中和目标的重要依据。本标准规定零碳航站楼设计阶段须提前购买 10 年以上运行期的可再生能源信用与碳信用产品，可实现以下积极影响：一是提升购买量，可提高碳交易市场的活跃性，有助于促进全社会的减碳目标；二是锁定长期减碳效果，避免业主通过短期交易获得零碳航站楼认证后不再承担相应减排责任。