

团体标准

T/SGBA XXX-202X

民用建筑室内外热环境设计标准

Indoor and Outdoor Thermal Environment Design Standards
for Civil Buildings
(征求意见稿)

20XX-XX-XX发布

20XX-XX-XX实施

深圳市绿色建筑协会 发布

团 体 标 准

民用建筑室内外热环境设计标准

Indoor and Outdoor Thermal Environment Design Standards
for Civil Buildings

T/SGBA XXX-202X

202X 深 圳

前 言

根据《关于 2023 年度深圳市绿色建筑协会团体标准立项的公告》（深绿建协[2023]34 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外先进标准，结合深圳市的实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准主要技术内容是：1.总则；2.术语；3.基本规定；4.室外技术措施；5.室内技术措施；6.设计后评估。

本标准由深圳市绿色建筑协会发布管理，由深圳万都时代绿色建筑技术有限公司负责技术内容的解释。本标准实施过程中如有意见或建议，请寄送深圳万都时代绿色建筑技术有限公司（地址：深圳市南山区西丽街道万科云设计公社 B01A，邮编：518000），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳万都时代绿色建筑技术有限公司

本标准参编单位：

本标准主要起草人员：

本标准主要审查人员：

本标准主要指导人员：

目 次

| | |
|-------------------|----|
| 1 总则 | 1 |
| 2 术语 | 2 |
| 3 基本规定 | 4 |
| 3.1 一般规定 | 4 |
| 3.2 热环境舒适参数 | 4 |
| 3.3 计算方法 | 4 |
| 4 室外技术措施 | 7 |
| 4.1 一般规定 | 7 |
| 4.2 规划设计 | 7 |
| 4.3 建筑设计 | 7 |
| 4.4 景观设计 | 8 |
| 4.5 设备设计 | 9 |
| 4.6 监测调节设计 | 9 |
| 5 室内技术措施 | 10 |
| 5.1 一般规定 | 10 |
| 5.2 建筑设计 | 10 |
| 5.3 暖通设计 | 10 |
| 5.4 监测调节设计 | 11 |
| 6 设计后评估 | 12 |
| 本标准用词说明 | 13 |
| 引用标准名录 | 14 |
| 附：条文说明 | 15 |

Contents

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | General Provisions..... | 1 |
| 2 | Terms and Symbols..... | 2 |
| 3 | Basic Provision..... | 4 |
| 3.1 | Basic Provision..... | 4 |
| 3.2 | Thermal Environment Comfort Parameter | 4 |
| 3.3 | Design Parameter | 4 |
| 4 | Outdoor Technical Measures | 7 |
| 4.1 | Basic Provision..... | 7 |
| 4.2 | Site Design..... | 7 |
| 4.3 | Architectural Design | 7 |
| 4.4 | Landscape Design | 8 |
| 4.5 | Equipment Design | 9 |
| 4.6 | Monitoring and Regulation Design..... | 9 |
| 5 | Indoor Technical Measures | 10 |
| 5.1 | Basic Provision..... | 10 |
| 5.2 | Architectural Design | 10 |
| 5.3 | HVAC Design..... | 10 |
| 5.4 | Monitoring and Regulation Design..... | 11 |
| 6 | Assessment | 12 |
| | Explanation of Wording in This Standard..... | 13 |
| | List of Quoted Standards | 14 |
| | Addition: Explanation of Provisions | 15 |

1 总 则

1.0.1 为贯彻国家能源革命战略和双碳战略，响应好房子建设要求，落实有关节能与环境保护的法律、法规和政策，引导民用建筑营造健康舒适的室内外热环境，规范民用建筑室外、室内热环境设计，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于居住、办公、旅馆、教育等新改扩建民用建筑及既有民用建筑改造的室外、内夏季热环境设计及评估。

1.0.3 民用建筑室内外热环境设计除应满足本标准的规定外，尚应符合国家、省、市现行有关标准的规定。

征求意见稿

2 术 语

2.0.1 热环境 thermal environment

由太阳辐射、气温、周围物体表面温度、相对湿度与气流速度等物理因素组成的，作用于人体并影响人的冷热感和健康的环境。

2.0.2 标准有效温度 standard effective temperature

身着标准服装（热阻 0.6clo）的人处于相对湿度 50%、空气近似静止、空气温度与平均辐射温度相同的环境中时的平均皮肤温度和皮肤湿度与某一实际环境和实际服装热阻条件下相同，则人体在标准环境和实际环境中会有相同的散热量，此时标准环境的空气温度就是实际所处环境的标准有效温度，简称 SET*。

2.0.3 风光定位 positioning of wind and sunshine

在室外热环境设计过程中，综合考虑风环境和太阳辐射空间分布及其相互作用的影响，确定场地的功能定位。通过优化场地布局、建筑设计以及景观配置等手段，合理利用自然通风、采光和太阳辐射，提升建成环境室内外的热舒适性和能源利用效率的技术手段。

2.0.4 热适应性 thermal adaptability

人体在热环境下工作一段时间后产生对热负荷的适应能力。

2.0.5 通风遮挡指数 ventilation shielding index

遮挡面积比与分离距离之比。

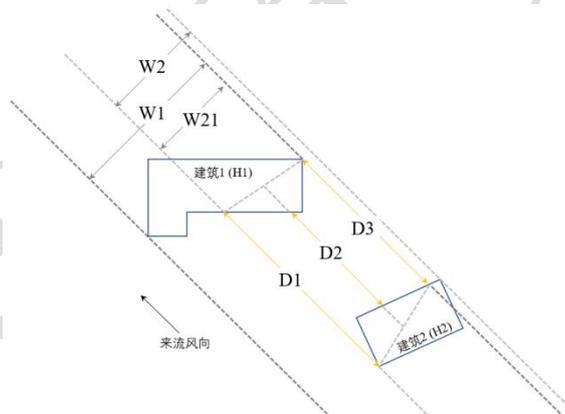


图 1 通风遮挡指数示意图

其中，建筑 1 为目标建筑（高度 H1），建筑 2 为遮挡建筑（高度 H2），W1 为建筑 1 的迎风面宽，W2 为建筑 2 的迎风面宽度，W21 为建筑 1 迎风面被建筑 2 遮挡的宽度

D1、D2、D3 分别为建筑 2 与建筑 1 在边界线和中线上的遮挡间距。

参照示意图，通风遮挡指数的计算示例如下：

建筑 2 对建筑 1 的遮挡面积比 = $(W21 * H2) / (W1 * H1)$

建筑 2 与建筑 1 的遮挡间距 = $1/3 * (D1 + D2 + D3)$

建筑 2 的特征长度 = $\min(W2, H2)^{2/3} * \max(W2, H2)^{1/3}$

建筑 2 对建筑 1 的分离距离 = $(1/3 * (D1 + D2 + D3)) / (\min(W2, H2)^{2/3} * \max(W2, H2)^{1/3})$

建筑 2 对建筑 1 的通风遮挡指数

= $(W21 * H2) / (W1 * H1) / ((1/3 * (D1 + D2 + D3)) / (\min(W2, H2)^{2/3} * \max(W2, H2)^{1/3}))$

当存在 2 栋及以上遮挡建筑时，通风遮挡指数为各遮挡建筑的数值之和。

2.0.6 平均热岛强度 average heat island intensity

设计地块范围内逐时空气温度与同时刻当地典型气象日空气干球温度的差值的平均值(°C)。

2.0.7 迎风面积比 frontal area ratio

建筑物在设计风向上的迎风面积与最大可能迎风面积的比值。

2.0.8 平均迎风面积比 average ratio of frontal area

设计地块范围内各个建筑物的迎风面积比的平均值。

2.0.9 通风架空率 ventilation area ratio

架空层中,净高超过 2.5m 的可穿越式通风部分的建筑面积占建筑基底面积的比率(%)。

2.0.10 遮阳覆盖率 shading coverage rate

在设计地块范围的广场、人行道、游憩场、停车场等特定场地的硬化地面范围内,遮阳体正投影面积总和占该场地硬化地面面积的比率(%)。

2.0.11 叶面积指数 leaf area index

单位地面面积上植物叶子单面总面积所占比值。

2.0.12 透水系数 permeability coefficient

单位厚度的匀质材料,在单位水位差作用下单位时间内通过单位面积的渗出水量(mm/s)。

2.0.13 地面透水系数 ground permeability coefficient

单位水位差作用下单位时间内通过单位面积地面构造的渗出水量,取地面构造中各构造层的透水系数最小值,构造层的透水系数为各组成材料的透水系数的面积加权平均值(mm/s)。

2.0.14 蒸发量 ground permeability coefficient

在当地典型气象日条件下,地面材料饱和吸水后单位时间、单位面积的水分蒸发量,分为逐时蒸发量和日蒸发量。

3 基本规定

3.1 一般规定

- 3.1.1 民用建筑规划、建筑、室内、景观设计应进行室内外热环境设计。
- 3.1.2 室内外热环境设计应以热环境舒适参数为约束性指标，室内外技术措施应为推荐性指标。
- 3.1.3 热环境舒适参数计算应符合本标准第 3.3 节的规定。
- 3.1.4 宜按照本标准第 6 章的要求进行热环境设计后评估。

3.2 热环境舒适参数

3.2.1 室内外热环境的设计指标应符合下列规定：

- 1 应采用标准有效温度（SET*）进行热舒适判定，满足人体舒适需求的 SET* 区间在夏季为 25~30℃；
- 2 室外夏季逐时湿球黑球温度不应大于 33℃ 且平均热岛强度不应大于 1.5℃；
- 3 人工冷热源房间，80% 以上建筑面积的 PPD 不应大于 25%，PMV 不应低于 -1 且不应高于 1；非人工冷热源房间，80% 以上使用时间的 APMV 不应低于 -1 且不应高于 1。

3.3 计算方法

3.3.1 室内外热环境舒适参数计算应采用计算流体力学（CFD）方法，计算软件应具备风速、干球温度、相对湿度、辐射温度、平均辐射温度的计算能力，并可以直接调用或编辑二节点模型程序进行标准有效温度的计算输出。

3.3.2 室内外热环境舒适参数计算时，相关数据选择应满足下述要求：

- 1 气象参数应采用项目周边 5km 内满足气象监测要求的气象站数据或依据现行行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286 选择所在城市典型气象日的逐时气象参数；
- 2 所选用逐时气象参数应包括逐时干球温度、相对湿度、水平总辐射照度、水平散射辐射照度、风速、风向等；
- 3 代谢率、服装热阻、自适应系数的取值应按实际工况选择。

3.3.3 室外热环境舒适参数计算时，其物理模型、边界条件和计算域的设定应符合下列规定：

- 1 对象建筑（群）顶部至计算域上边界的垂直高度应大于 5H；对象建筑（群）的外缘至水平方向的计算域边界的距离应大于 5H；与主流方向正交的计算断面大小的阻塞率应小于 3%；流入侧边界至对象建筑（群）外缘的水平距离应大于 5H，流出侧边界至对象建筑（群）外缘的水平距离应大于 10H；
- 2 进行三维建模时，对象建筑（群）周边 1H~2H 范围内应按照建筑布局和形状准确建模；建模对象应包括主要建（构）筑物；景观设计阶段还应包括连续种植高度不少于 0.5m 的乔木（群）和灌木丛；建筑窗户应以关闭状态建模，无窗无门的建筑通道应按设计情况建模；室外地面应按照景观设计区分各类铺装及绿地；
- 3 物理模型还应包括下述热指标：
 - 1) 太阳直射辐射和散射辐射影响应计入边界条件，宜包括各表面间多次反射辐射和长波辐射作用；
 - 2) 下垫面及建筑表面层数应包括材料物性和吸收率、反射率、渗透率、蒸发率

等；

3) 植物水体等景观要素的影响应计入建筑室外热环境模拟预测，乔木应充分考虑枝下高、冠幅及叶密度指数；

4 湍流计算模型宜采用 $k-\epsilon$ 模型或其他修正模型；地面或建筑壁面宜采用壁函数法的速度边界条件；流入边界条件应符合高度方向上的风速梯度分布，风速梯度分布幂指数应符合表 3.3.2 的规定；

表 3.3.2 风速梯度分布幂指数

| 地面类型 | 适用区域 | 梯度分布幂指数 | 梯度风高度 |
|------|------------------|---------|-------|
| A | 近海地区，湖岸，沙漠地区 | 0.12 | 300 |
| B | 田野，丘陵及中小城市，大城市郊区 | 0.16 | 350 |
| C | 有密集建筑的大城市市区 | 0.22 | 400 |
| D | 有密集建筑群且房屋较高的城市市区 | 0.30 | 450 |

5 流出边界条件应符合下列规定：

- 1) 当计算域具备对称性时，侧边界和上边界可按对称面边界条件设定；
- 2) 当计算域未能达到第 1 款中规定的阻塞率要求时，边界条件可按自由流入流出或按压力设定；

6 计算域网格应符合下列规定：

- 1) 地面与人行区高度之间的网格不应少于 3 个；
- 2) 对象建筑附近网格尺度应满足最小精度要求，且不应大于相同方向上建筑尺度的 1/10；
- 3) 对形状规则的建筑宜使用结构化网格，且网格过渡比不宜大于 1.3；
- 4) 典型活动场地范围内网格间距不应大于 1 米；
- 5) 计算时应进行网格独立性验证。

3.3.4 室内热环境舒适参数计算时，其物理模型、边界条件和计算域的设定应根据工况确定，并符合下列规定：

1 自然通风或复合通风工况下风速计算时应采用室内外联合模拟法，且符合下列规定：

- 1) 室外模拟计算域应按本标准第 3.3.3 条的规定确定；
- 2) 建筑门窗等通风口应根据常见的开闭情况进行建模，其通风开口面积应按实际的可通风面积设置，建筑室内空间的建模对象应包括室内隔断；
- 3) 宜采用多尺度网格，其中室内的网格应能反映所有阻隔通风的室内设施，且网格过渡比不宜大于 1.5；
- 4) 经论证，也可采用室外、室内分布模拟法，室内模拟的边界条件可按稳态处理；

2 机械通风、空调系统工况下，应符合下列规定：

- 1) 计算域应为单个空间；
- 2) 应对送风口及壁面附近参数梯度较大区域的网格进行加密；对形状规则的建筑，宜使用结构化网格，且网格过渡比不宜大于 1.3；

3 空气密度应符合热环境下的变化规律，且宜采用布辛涅斯克假设或不可压理想气体状态方程；

4 宜采用 $k-\epsilon$ 模型及其修正模型，且应符合下列规定：

1) 当计算域内存在热源、辐射源时,热浮力、辐射及污染物传输计算也应计入气流流动模拟;

2) 蒸发模型可简化为湿源,不计入凝结模型;

5 热边界条件的设置应符合下列规定:

1) 地面、建筑壁面或内部物体表面应采用壁面函数法;

2) 宜对形式复杂的机械送风口流入边界条件进行简化;

3) 应给出送风口处实测得到的参数平均值、参数分布,或采用设计值;

4) 回风口流出边界条件应采取自然流出、定流量、定风速或定压力设定边界条件等方法确定;

5) 热边界条件应根据实际情况采用恒温、恒定热流或第三类边界条件等;

6) 应计入人体、设备、照明、外围护结构传热、太阳辐射得热等因素的影响。

4 室外技术措施

4.1 一般规定

4.1.1 建筑群的总体规划应减轻热岛效应。建筑的总体规划和总平面设计应有利于自然通风和冬季日照。应控制居住区规划范围内夏季平均迎风面积比。公共建筑夏季主导风向的通风遮挡指数不宜大于 0.7。

4.1.2 规划设计范围内夏季户外活动场地应有遮阳，遮阳覆盖率不应小于表 4.1.2 的规定。

表 4.1.2 活动场地的遮阳覆盖率限值 (%)

| 场地 | 广场 | 游憩场 | 停车场 | 人行道 |
|-----------|----|-----|-----|-----|
| 遮阳覆盖率 (%) | 25 | 30 | 30 | 50 |

4.2 规划设计

4.2.1 建筑朝向宜综合考虑夏季、过渡季节的主导风向；建筑朝向与主导风向的夹角：条形建筑不宜大于 30°，点式建筑宜在 30°~60°之间。

4.2.2 建筑规划布局应采用有利于通风时段建筑物群体间自然通风的布置形式，可采用下列措施：

- 1 宜采用错列式、斜列式、结合地形特点的自由式等排列方式。
- 2 在通风时段主导风向上，建筑布局宜采用由低到高的原则。
- 3 当采用周边式布置时，宜采用首层架空或单元之间留出气流通道的的设计形式。

4.2.3 街区平均高宽比宜控制在 0.8~2.0 之间。建筑高度不大于 24 米时，最大面宽不宜大于 80 米；建筑高度大于 24 不大于 60 米时，最大面宽不宜大于 70 米；建筑高度大于 60 米时，最大面宽不宜大于 60 米。

4.2.4 建筑净密度大于 50%的组团应布置在夏季主导风向的下风向。

4.2.5 对住宅建筑，覆土超过 1m 的绿地面积宜大于用地面积的 30%，每 100 m²绿地上不应少于 3 株乔木。

4.2.6 居住小区围墙应能通风，当围墙密实部分高度超过 1 米时，围墙的可通风面积不宜小于 40%。

4.2.7 下沉广场的竖向设计应充分利用地形起伏与周边的建筑布局，通过合理规划广场的位置和深度，实现有效阴影的形成和自然气流导入，缩减夏季户外活动空间的阳光直射和热空气滞留的区域与时长。

4.2.8 行人的户外步行路径和活动区域的规划设计应充分考虑周围的微气候环境特征，不应将其布置在有大面积高反射材料的建筑立面或地面附近。

4.2.9 场地内建筑之间及建筑出入口至用地红线主要出入口之间宜设置风雨连廊。

4.3 建筑设计

4.3.1 建筑形体设计应考虑建筑不同朝向的遮阳需求，采用不同的遮阳设计策略。宜结合当地日照时空分布特征，通过设计建筑外墙的退台、凸窗、阳台等构造方式，实现建筑自身的有效遮阳。

4.3.2 建筑屋面应采用屋顶绿化、太阳辐射反射系数不小于 0.4 的铺装材料、辐射致冷材

料或架设太阳能板，采取措施的面积合计应达到建筑屋面面积的 75%以上。

4.3.3 建筑立面设计应采取分散反射面、优化形态、调整角度及使用光学性能适中的材料等措施，减少太阳辐射的集中反射和局部热量积聚，同时降低对行人活动区域的光污染。

4.3.4 建筑的竖向空间分割应结合架空层设计，有效增加底层的通风面积，提升人行高度的自然通风效果，减少热量积聚，并应符合下列规定：

- 1 当夏季主导风向上的建筑物迎风面宽度较长时，应增加建筑底层的通风架空率；
- 2 架空层的高度和位置应与整体地形相协调，以利于夏季冷空气的流通和热空气的散逸；
- 3 架空层的设计应兼顾遮阳功能，通过合理布置和采用透风、透光的材料或结构，避免强烈太阳辐射引起地表温度的过度升高。

4.4 景观设计

4.4.1 户外活动场地应进行防热设计，并按风光定位确定场地功能，选择夏至日遮阴时数不小于 5h 且冬至日日照时数不低于 3h，以及冬季距地面 1.5m 处风速不大于 2m/s 的区域作为儿童、老人活动场地等主要景观节点。

4.4.2 场地中处于建筑阴影区外的机动车道应行行列式种植遮阴面积较大的行道树，采取措施的路段长度应超过总长度的 70%。

4.4.3 应结合景观设施引导活动空间的空气流动，场地周边夏季主导风向上不应种植灌木，其余方向灌木高度不宜高于 0.5m 且应采用散植式种植。

4.4.4 主要景观节点场地短边长度应小于 25m，长边应与夏季主导风向成 45~90° 夹角。

4.4.5 户外活动场地的上风向应布置水体、草地或场地铺装材料的太阳辐射吸收系数小于 0.5。

4.4.6 户外活动场地和人行道路地面场地应有雨水渗透与蒸发能力，渗透与蒸发指标不应低于表 4.4.6 的规定。

表 4.4.6 地面渗透与蒸发指标

| 地面 | 广场 | 游憩场 | 停车场 | 人行道 |
|------------------------------|-----|-----|-----|-----|
| 渗透面积比例 (%) | 50 | 80 | 70 | 80 |
| 地面透水系数 (mm/s) | 3 | | | |
| 蒸发量 (kg/(m ² ·d)) | 1.3 | | | |

4.4.7 活动场地中央应种植大冠幅乔木，其冠幅不宜小于 4.5m，枝下高不宜低于 2.5m，叶面积指数不宜小于 3.0。

4.4.8 场地绿化宜合理选择绿化方式，科学配置绿化植物，并应符合下列规定：

- 1 植物选择应适应当地气候和土壤环境，且无毒害、无刺、无飞絮，且不易暴发病虫害，宜具有显著的固碳释氧、芳香保健等功能特性；

- 2 宜合理设计榕树类树木；

- 3 建筑单体 5m 范围内不宜种植高大乔木。高大乔木不得影响消防救援，不得在台风天气产生次生灾害。

4.4.9 宜利用室外水景蒸发降温，活动场地宜采用人工雾化蒸发降温系统或风扇等送风设备降温。

4.4.10 在主要活动区域，宜结合建筑形体设计和景观设计，采用遮阳设施，降低热反射涂料对地面的二次辐射。

4.4.11 人行活动区域 5m 内的空调室外机周围宜适当设置绿化屏障或垂直绿化墙体，以阻

隔设备热风直吹人体。

4.4.12 空调室外机周围绿化植物应选择耐热的本地品种，确保其在高温环境下仍能有效生长并发挥作用。

4.5 设备设计

4.5.1 空调室外机宜安装于地表 2m 以上或建筑顶部，且排热出口应避免直接朝向行人主要活动区域和室外活动场地，以减少高温气流对室外人员热舒适性的不利影响。

4.5.2 地表 2m 以内的空调室外机的排热设计应采取合理的气流引导措施，确保排出的热空气能够迅速远离建筑物表面和人群活动区域，避免形成场地局部高温区。

4.5.3 对于采用集中空调系统的建筑，应采用排风热回收系统，将多余的热量进行再利用，减少对室外热环境的直接影响。

4.5.4 空调室外机的排热设计应减小对自然通风路径的影响，避免排热气流阻挡或改变原有的通风方向。

4.6 监测调节设计

4.6.1 室外人员流动量大、停留时间长的主要出入口及活动场地应分别设置不少于 1 个监测点位。

4.6.2 热环境监测系统应与室外人工雾化蒸发降温系统或风扇等通风设备联动。当室外热环境标准有效温度（SET*）超过 30°C 时宜具备自动开启功能。

5 室内技术措施

5.1 一般规定

5.1.1 建筑应优先采用自然通风、遮阳等被动式设计保障室内热环境；宜结合机械通风营造非人工冷源空间。

5.1.2 应根据建筑空间功能设置分区温度，合理降低门厅、中庭、走廊以及高大空间中超出人员活动范围的空间等室内过渡区空间的温度设定标准。

5.1.3 屋顶和外墙应采取隔热措施并进行隔热性能计算，透光围护结构太阳得热系数与夏季建筑遮阳系数的乘积还应满足现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的要求。

5.1.4 对于采用非人工冷热源的建筑室内热环境，应具备合理的自然通风措施。

5.1.5 对于采用人工冷热源的建筑室内热环境，应满足下列规定：

1 室内温度、湿度、空气流速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 和《建筑环境通用规范》GB 55016 的规定；

2 采用集中空调时，新风量应符合国家现行有关标准的规定。

5.2 建筑设计

5.2.1 应采用性能化设计方法，采用全过程多专业协同设计组织形式，从建筑设计内在本质和基本规律出发，基于热环境舒适设计目标开展设计工作。

5.2.2 建筑应优化空间布局，合理选择和利用景观、生态绿化等措施，营造适宜的场地微气候环境，优化自然通风、自遮阳效果。

5.2.3 应将交通核等非主要功能房间布置在下风向或无法形成自然通风、夏季太阳直射等不利方位，候梯厅宜能自然通风。

5.2.4 应优化平面布局和开启洞口设计，迎风面与夏季最多风向宜成 60~90°角且不应小于 45°，形成穿堂风。

5.2.5 住宅建筑客厅、卧室等主要功能房间外窗的通风开口面积不应小于地面面积的 10%，并不得小于 0.6 m²；公共建筑主要功能房间的外窗应设置可开启窗扇或通风换气装置并保证自然通风换气次数不小于 2 次/h。

5.2.6 宜对建筑进行自然通风潜力分析，依据气候条件确定自然通风策略并优化建筑设计：

1 建筑进深应根据自然通风效果确定；

2 进深较大的房间，宜设置内庭院、采光通风竖井、带通风窗的采光中庭等设施；

3 可设置机械排风装置加强自然补风。

5.2.7 应设置遮阳设施，可调节遮阳设施的面积占外窗透明部分的比例宜达到 35%以上。住宅建筑东西向宜选用活动外遮阳，南北向宜设置水平外遮阳，东西向外遮阳系数不应大于 0.8；公共建筑立面太阳辐射量宜降低 20%以上。

5.2.8 宜应用参数化手段进行建筑立面生态设计，优化建筑遮阳水平，营造热舒适环境。

5.3 暖通设计

5.3.1 当利用通风可以排除室内的余热、余湿或其他污染物时，应采用自然通风、机械通风或复合通风的通风方式。

- 5.3.2** 各功能房间应具有现场独立控制的热环境调节装置。
- 5.3.3** 符合下列情况之一时，应采用分散设置的空调装置或系统：
- 1 全年所需供冷、供暖时间短或采用集中供冷、供暖系统不经济；
 - 2 需设空气调节的房间布置分散；
 - 3 设有集中供冷、供暖系统的建筑中，使用时间和要求不同的房间；
 - 4 需增设空调系统，而难以设置机房和管道的既有公共建筑。
- 5.3.4** 应充分利用自然通风，结合机械设备营造室内热环境，降低空调使用频率，并应符合下列规定：
- 1 大空间应设计机械送排风、风扇、主动通风器等气流加强措施；
 - 2 宜与慢速风扇结合，提高空调温度；
 - 3 宜在进风口外围设置绿荫等措施降低气流进入温度。
- 5.3.5** 高度大于 15m 的大空间采用人工冷源系统时，应按热环境要求分层设计。
- 5.3.6** 应采用数值模拟进行气流组织优化设计，保障送风温度、风速分布均匀。主要功能房间温度、风速应满足现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的要求。
- 5.3.7** 宜结合功能与使用需求设计局部供冷与送风，结合个体热适应性差异需求预留个性化供冷与送风装置。
- 5.3.8** 宜在大堂、门厅、公共休闲活动区等设置室内过渡空间，在满足室内环境的前提下，配合风扇使用减少空调冷负荷与运行时长。

5.4 监测调节设计

- 5.4.1** 对于公共建筑，宜分层、分朝向、分类型进行监测；对于住宅建筑，对典型户的室内环境进行监测，计量户数不宜少于同类型总户数的 2%，且不少于 5 户。
- 5.4.2** 宜设置开窗信号灯，且当室外风速达到 1.5m/s，干球温度不超过 33℃时闪烁提醒。
- 5.4.3** 集中空调建筑应根据室内外温度湿度、空调系统关键运行参数、建筑类型、建筑内部人员及使用习惯等，预测建筑能耗并自动调节空调系统运行策略，以室内热环境舒适及降低能耗为目标精细化控制空调系统运行，并应符合下列规定：
- 1 应监测室外温度、湿度，且每个参数至少设置两个监测点，并考虑超高层建筑不同高度的室外温湿度差异；
 - 2 应根据不同体形、不同楼层、不同朝向、不同功能等因素选择有代表性的主要功能空间检测室内温湿度；
 - 3 应监测建筑内部人员数量、开关门窗行为；
 - 4 应根据各项数据进行能耗预测，并对空调系统相关运行参数远程控制；
 - 5 应在保证可靠运行的基础上，积累长期运行数据并持续优化控制策略。
- 5.4.4** 设置电动遮阳的场所，宜监测室内温度、室外温度及辐射温度并与遮阳装置进行联动。

6 设计后评估

6.0.1 设计后评估应在竣工验收后进行，投入使用时间宜达到一年。

6.0.2 应选择 8 月连续不少于 5 天对干球温度、相对湿度、风速、辐射温度、平均辐射温度等进行检测并利用二节点模型计算标准有效温度（SET*），实测时间步长不大于 60 分钟。

6.0.3 基本参数的测量应满足下列要求：

1 基本参数和测量仪器应符合表 6.0.3 的规定，且测量仪器的响应时间不应过长，其中风速测量仪器的响应时间不得大于 0.5s；

表 6.0.3 基本参数测量仪器

| 测量参数 | 测量仪器 | 测量范围 | 最低精度 |
|--------|---|-----------|-------------------|
| 空气温度 | 膨胀式 电阻式 热电偶式 | -10℃~50℃ | ±0.5℃ |
| 平均辐射温度 | 球形黑球温度计 椭球型黑球温度计 双球辐射温度计 | -10℃~50℃ | ±2℃ |
| 辐射温度 | 反射-吸收盘 等温盘 净全辐射表 | -10℃~50℃ | ±0.5℃ |
| 风速 | 叶片风速计 风杯风速计 热线风速计 热球风速计 热敏电阻风速计 超声波风速计 | 0.05~3m/s | ±(0.05+0.05V) m/s |

2 测点的数量应根据房间或区域面积确定，且小于等于 60 m²的应按不大于 2m×2m 布置测量点位，大于 60 m²的应在测试区两个对角线及两个纵横中心线上应按不大于 2m 间距布置测量点位；

3 测量应符合国家现行有关测试标准的规定。

6.0.4 评估范围内不超过 20%测试点的 SET*可低于 25℃且不低于 20℃或高于 30℃且不高于 32.5℃。

6.0.5 应绘制 0.5m、1.5m 高度分析面上典型日实测数值及 SET*分布图。

6.0.6 应按《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785 附录 A 要求进行涵盖不同年龄段常驻人群的夏季热环境调查。

本标准用词说明

- 1 为了便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
 - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关的标准执行的写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《建筑环境通用规范》 GB 55016
- 2 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 3 《城市居住区热环境设计标准》 JGJ286-2013
- 4 《民用建筑室内热湿环境评价标准》 GB/T50785
- 5 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T346
- 6 《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T449
- 7 《热环境人类工效学：代谢率的测定》 GB/T18048

团 体 标 准

民用建筑室内外热环境设计标准

Indoor and Outdoor Thermal Environment Design Standards
for Civil Buildings

T/SGBA XXX-202X

条 文 说 明

3 基本规定

3.2 热环境舒适参数

3.2.1 标准有效温度(SET*)的理论基础是 Gagge 提出的人体温度调节的两节点模型。该模型将人体看作两层,即核心层和皮肤层。新陈代谢在核心层产生的一部分热量,通过呼吸直接散失在环境中,其余的热量传到皮肤表面。传到皮肤表面的热量一部分由汗液蒸发散失掉,其余的热量通过衣服传到衣服表面,然后通过辐射和对流散失到环境中。传热过程被视为是一维的。这类模型的环境参数不随时间改变,并把人体看作是外界热刺激的被动接受者。一定的热环境参数对人体的作用,是通过两者之间的热湿交换来影响人体的生理参数,进而产生不同的热感觉。依据上述模型的理论基础,通过对已有气象数据的计算处理,可以计算得到对应的 SET*数值和相应的人体热舒适程度,包括热感觉、不舒适程度、人体的温度调节和健康状态。

表 3.2.1-1 人对于标准有效温度 (SET*) 的热反应

| SET* | 热感觉 | 不舒适程度 | 人体的温度调节 | 健康状态 |
|------|-----|-------|-----------|----------|
| 40 | | 难以忍受 | 皮肤不能蒸发水分 | |
| | 很热 | 很不舒适 | | 中暑的危险 |
| | 热 | 不舒适 | | |
| 35 | | | | |
| | 暖和 | 稍不舒适 | 血管缩张,排汗增加 | |
| 30 | | | | |
| | 稍暖和 | | | |
| 25 | | 无明显排汗 | | |
| | 中和 | 舒适 | 正常健康状态 | |
| | 稍凉爽 | | 血管收缩 | |
| 20 | | | | |
| | 凉爽 | 稍不舒适 | | 口干舌燥 |
| 15 | | 行为改变 | | |
| | 冷 | | 开始寒战 | 全身循环受到削弱 |
| 10 | | 不舒适 | | |
| | 很冷 | | | |

2013年9月住房和城乡建设部发布“关于发布行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286的公告”,明确该标准为行业标准,编号为JGJ286-2013,自2014年3月1日起实施。其中,第4.1.1、4.2.1条为强制性条文,必须严格执行。标准适用于城市居住区详细规划阶段的热环境设计,能够规范城市居住区热环境设计,改善居住区热环境,提高居住区环境的热舒适性,降低建筑能耗。其中评价性设计给出两个关键指标,一个是夏季逐时黑球温度,一个是夏季平均热岛强度。

2012年5月住房和城乡建设部发布“关于发布国家标准《民用建筑室内热湿环境评价标准》的公告”,明确该标准为国家标准,编号为GB/T50785-2012,自2012年10月1日起实施。标准规范了民用建筑室内热湿环境的评价,引导民用建筑工程营造舒适、健康的室内热湿环境。民用建筑室内热湿环境评价等级可划分为I级、II级和III级等三个等级。对于采用热工冷热源的建筑室内热湿环境,整体评价指标应包括预计平均热感觉指标(PMV)、预计不满意者的百分比(PPD);对于非人工冷热源热湿环境,应以预计适应性平均热感觉指标(APMV)作为评价依据。

表 3.2.1-2 整体评价指标

| 等级 | 整体评价指标 | |
|-------|------------------------|---|
| I 级 | PPD \leq 10% | -0.5 \leq PMV \leq +0.5 |
| II 级 | 10% $<$ PPD \leq 25% | -1 \leq PMV \leq -0.5 或 +0.5 \leq PMV \leq +1 |
| III 级 | PPD \geq 25% | PMV $<$ -1 或 PMV $>$ 1 |

表 3.2.1-3 非人工冷热源热湿环境评价等级

| 等级 | 评价指标 (APMV) |
|-------|---|
| I 级 | -0.5 \leq APMV \leq +0.5 |
| II 级 | -1 \leq APMV \leq -0.5 或 +0.5 \leq APMV \leq +1 |
| III 级 | APMV $<$ -1 或 APMV $>$ 1 |

3.3 计算方法

3.3.1 热环境设计计算气象参数应采用项目周边 5km 内满足气象监测要求的气象站数据或所在城市典型气象日的逐时气象参数。宜优先选用《建筑节能气象参数标准》JGJ/T346 提供的标准气象参数。当项目所在地受到地形等影响时，应选用项目周边 5km 以内的气象站监测数据。气象站监测范围应包括基本气象要素的要求，其测量范围、分辨率、准确度均不应低于下表所示：

表 3.3.1-1 气象站基本气象要素要求

| 气象要素 | 通道数 | 测量范围 | 分辨率 | 准确度 |
|------|-----|------------------------|------------------|------------------------|
| 环境温度 | 1 路 | -40~+60 $^{\circ}$ C | 0.1 $^{\circ}$ C | \pm 0.3 $^{\circ}$ C |
| 相对湿度 | 1 路 | 0~100% | 0.1% | \pm 2% |
| 露点 | 1 路 | -40~50 $^{\circ}$ C | 0.1 $^{\circ}$ C | \pm 0.2 $^{\circ}$ C |
| 风向 | 1 路 | 0~360 $^{\circ}$ /8 方位 | 1 $^{\circ}$ | \pm 3 $^{\circ}$ |
| 风速 | 1 路 | 0~60m/s | 0.1m/s | \pm (0.3+0.03V) m/s |
| 降水量 | 1 路 | 0~24mm | 0.2mm | \pm 4% (>10mm 时) |
| 大气压力 | 1 路 | 0~500hPa | 0.1hPa | \pm 0.3hPa |
| 太阳辐射 | 1 路 | 0~2000W/m 2 | 1W/m 2 | \leq 3% |

相关参数的选择应按照下述原则：

1 代谢率测量应符合现行国家标准《热环境人类工效学：代谢率的测定》GB/T18048 的规定，常见活动的代谢率可按下表取值。

表 3.3.1-2 常见活动代谢率

| 常见活动 | 代谢率 | | | |
|-------------------------|----------|--------|---------------------|------|
| | W/m 2 | met | kcal/ (min·m 2) | |
| 斜倚 | 46.52 | 0.8 | 0.67 | |
| 坐姿，放松 | 58.15 | 1.0 | 0.83 | |
| 坐姿活动（办公室、居住建筑、学校、实验室） | 69.78 | 1.2 | 1.00 | |
| 立姿，放松 | 81.41 | 1.4 | 1.17 | |
| 立姿，轻度活动（购物、实验室工作、轻体力工作） | 93.04 | 1.6 | 1.33 | |
| 立姿，中度活动（商店售货、家务劳动、机械工作） | 116.30 | 2.0 | 1.66 | |
| 平地步行 | 2km/h | 110.49 | 1.9 | 1.58 |
| | 3km/h | 139.56 | 2.4 | 2.00 |

| | | | | |
|--|-------|--------|-----|------|
| | 4km/h | 162.82 | 2.8 | 2.33 |
| | 5km/h | 197.71 | 3.4 | 2.83 |

2 对于典型全套服装的热阻可按下表取值。

表 3.3.1-3 典型全套服装热阻

| 工作服 | 服装热阻 | | 工作服 | 服装热阻 | |
|------------------------------------|------|---------------------|------------------------------|------|---------------------|
| | clo | m ² ·K/W | | clo | m ² ·K/W |
| 内裤、锅炉服、袜、鞋 | 0.70 | 0.110 | 内裤、T恤、短外衣、薄袜子、便鞋 | 0.30 | 0.050 |
| 内裤、衬衫、锅炉服、袜、鞋 | 0.80 | 0.125 | 衬裤、短袖衬衫、轻便裤子、薄短裤、鞋 | 0.50 | 0.080 |
| 内裤、衬衫、裤、罩衫、袜、鞋 | 0.90 | 0.140 | 内裤、衬裙、长裤、连衣裙、鞋 | 0.70 | 0.110 |
| 有短袖和短裤腿的内衣、衬衫、裤、夹克、袜、鞋 | 1.00 | 0.155 | 内衣、衬衫、裤、袜、鞋 | 0.70 | 0.110 |
| 有长袖和长裤腿的内衣、保暖夹克、袜、鞋 | 1.20 | 0.185 | 衬内裤、衬衫、裤、夹克、袜、鞋 | 1.00 | 0.155 |
| 有短袖和短裤腿的内衣、锅炉服、保暖夹克和裤、袜、鞋 | 1.40 | 0.220 | 衬内裤、长袜、女上衣、长裙、夹克、鞋 | 1.10 | 0.170 |
| 有短袖和短裤腿的内衣、衬衫、裤、夹克、填充料外用夹克和工装裤、袜、鞋 | 2.00 | 0.310 | 有长袖及长裤腿的内衣、衬衫、裤、V形领毛衣、夹克、袜、鞋 | 1.30 | 0.200 |
| 有长袖及长腿内衣、保暖夹克、有厚填充风雪大衣、工装裤、袜、鞋及手套 | 2.55 | 0.395 | 有短袖及短裤腿的内衣、衬衫、裤、马甲、夹克、外衣、袜、鞋 | 1.50 | 0.230 |

3 自适应性系数的取值应满足下表要求：

表 3.3.3 自适系数取值表

| | 居住建筑、商店建筑、旅馆建筑及办公室 | 教育建筑 |
|---------|--------------------|-------|
| PMV ≥ 0 | 0.21 | 0.17 |
| PMV < 0 | -0.49 | -0.28 |

4 室外技术措施

4.1 一般规定

4.1.1 控制规划范围内夏季平均迎风面积比,可避免过大的迎风面积导致户外场地空气流通不畅,降低自然通风效果。过高的迎风面积比可能引起热空气滞留,增加局部温度,降低环境的热舒适性。适度的迎风面积比,可以确保适度的风量进入,促进空气流动,带走多余热量,从而维持舒适环境。

4.1.2 户外活动场地在夏季易受到太阳辐射的强烈热作用,直接暴露于阳光下会对使用者的健康和舒适度产生不利影响。通过设定不同场地类型的最低遮阳覆盖率可确保足够的阴凉区域,有效减少直射阳光的照射,降低地表和空气温度,提升活动空间的热舒适度。

4.2 规划设计

4.2.1 采用南北向或接近南北向的建筑朝向,有助于优化自然采光和太阳能利用。南北向能够最大化冬季太阳辐射的吸收,利于室内维持舒适温度,减少采暖能耗;同时,也有利于避免夏季吸收过多的太阳辐射,引起大部分房间室内过热。

4.2.3 适宜的高宽比能够平衡建筑物的高度与街道的宽度,促进空气在街区内的流动,增强自然通风效果,减少热量积聚。将其控制在合理范围内有助于确保街区获得必要的日照,避免出现过多阴影区域或阳光暴露区域,优化光照分布,提升行人活动的舒适性。同时,还可保证街区的视觉效果和空间感,提升整体城市环境的宜居性和美观性。

4.2.4 若在上风向布置高密度建筑,容易阻挡整个场地流入的自然风,可能生成较大的风影区,并导致后排区域通风受阻,造成场地内热空气的积聚,对户外热舒适性存在不利影响。

4.2.5 必要的绿地率和充分的乔木种植能够通过遮阳和蒸腾作用降低周围温度,调节空气湿度。同时,绿化还具有固碳释氧、降噪和美化环境的多重生态效益,提升居民的生活质量。

4.2.6 通风围墙能够防止热空气和污染物在封闭空间内积聚,维持良好的空气质量和舒适的微气候。高通风面积率有助于自然通风的实现,减少热岛效应,提升整体环境的热舒适性和居民的健康需求。

4.2.7 下沉广场的设计可巧妙利用地形的高低错落,合理规划广场的深度和位置,使其形成有效的自然阴影,以减少夏季户外活动空间被阳光直射的区域和时间。同时,下沉广场的竖向设计需结合周围建筑的高度和布局,以确保自然气流的导入,促进空气流通,减少热空气的滞留时长。此类设计不仅能提升广场的热舒适度,还可增强空间的使用功能。在实施过程中,应根据具体地形特征和周边建筑环境,科学规划广场的形态和结构,确保阴影覆盖与自然通风效果的协调统一,从而满足夏季户外活动空间的基本舒适使用需求。

4.2.8 在设计阶段应综合考虑行人活动的空间布局与建筑立面的热反射特性,避免热反射涂料对行人产生负面影响。热反射涂料虽然能够有效降低建筑表面的温度,减少空调能耗,但大面积应用于行人主要活动区域邻近的建筑立面,可能导致反射热量直接照射到行人,增加其热负荷,降低热舒适度。可通过优化行人路径的规划,将高反射材料应用于不直接影响行人活动的建筑部分,或采用可调节的遮阳结构,以灵活控制反射热量的方向和强度。

4.3 建筑设计

4.3.1 合理的形体设计有助于分散和控制吸收的太阳辐射热量,避免热量在特定区域的集中

积累，以降低局部过热现象。建筑形体设计应考虑朝向与太阳轨迹之间的关系，通过调整建筑的高度、深度和立面角度，优化太阳光的入射角度，减少夏季强烈阳光的直射。窗户的位置和尺寸也应经过合理设计，适当控制窗户的大小和开口方向，利用遮阳装置如百叶窗、遮阳板等，进一步减少直射阳光进入室内。

4.3.2 采用屋顶绿化能够有效降低屋面温度，增加隔热效果，同时通过植物蒸腾作用改善周边微气候。限制铺装材料的太阳辐射反射系数，有助于减少太阳能吸收，降低屋面热负荷，减少空调能耗。此外，架设太阳能板不仅可以减少屋面的热量积聚，还可利用太阳能进行发电，提升建筑的可持续性。要求采取的措施面积合计达到屋面面积的 75%以上，确保此类措施对屋面温度调节和能效提升产生显著效果。在实施过程中，应根据建筑的具体结构和当地气候条件，合理选择绿化植物、反射材料及太阳能设备的类型和布局，确保屋面设计的功能性、美观性相结合。同时，需要考虑屋顶承重能力和维护便利性，确保所选措施的长期有效性和可操作性。

4.3.3 建筑立面采用分散反射面设计，主要基于光学漫反射原理分解反射能量分布，避免镜面反射造成的局部热集聚；通过非平整形态优化，利用表面几何变化形成湍流边界层，增强对流散热效率。立面倾角调控结合太阳入射角变化规律，定向引导反射路径偏离行人活动区，同步降低光污染风险。材料选择遵循光谱选择性原则，采用高漫反射率、低镜面反射特性的复合材料，在有效反射太阳辐射的同时，通过材料热发射特性促进表面散热。通过建筑形态、材料性能与光学路径的协同作用，可达成辐射热分布优化与光环境舒适性的双重目标。

4.3.4 当建筑迎风面过宽时，增加架空率相当于为自然风开辟多条通道，避免气流在建筑前部受阻堆积，使更多来流风能顺利穿透到后排区域，形成贯穿式通风。架空层高度与地形的协调配合可促进场地内空气循环流通。

4.4 景观设计

4.4.1 选择夏季遮阳时数不小于 5 小时且冬季日照时数不低于 3 小时的区域，能够在夏季有效减少直射阳光对活动场地的影响，降低热负荷，提供凉爽的活动空间；同时在冬季保证足够的日照，提升空间的温暖感和热舒适度。此外，冬季人行区域距地面 1.5m 高处风速低于 2m/s，对行人正常活动不会有太大影响。并且，夏季保持一定的风速能够确保场地内空气流通，增强自然通风效果，减少热不舒适。在实施过程中，通过场地分析和风光定位模拟，确定各区域的遮阳和日照时数，合理规划主要景观节点的位置。综合考虑地形地貌、植被配置及建筑布局，确保选定区域既满足遮阳和日照要求，又具备良好的通风条件。

4.4.2 增加遮阳措施是改善室外热环境的重要手段，采用乔木和花架等绿化设施，不仅能够提供有效的遮阳，还能通过植物蒸腾作用调节微气候，降低周围温度，提升空气质量。乔木的高大树冠能够覆盖较大面积，可在地面形成较大范围的阴影区域；花架则可在步道和庭院等狭小空间灵活布置，增加绿化覆盖率，营造宜人的环境氛围。设有遮阳措施的面积比例应达到表 4.1.2 的要求，具体比例依据不同场地的功能和使用频率制定，确保在高使用密度区域提供足够的阴凉空间，满足不同人群需求。

4.4.3 夏季主导风上风向区域的灌木可能对来流风产生屏障作用，使得自然风无法自由进入场地的活动区域。限制灌木高度不超过 0.5 米并采用散植式种植，有助于保持空气流动的连贯性，避免形成过于密集的植被屏障，从而减少风阻和空气滞留。同时，散植式种植可以增加景观的多样性和美观性，形成宜人的户外视觉景观。

4.4.4 短边长度限制在 25 米以内，可防止场地因过宽导致气流分散或局部滞留，以确保通风覆盖整个场地，避免角落闷热。将场地长边与夏季主导风向形成 45°~90° 的夹角，可最大化利用风压作用引导气流穿透场地，减少风向与建筑/景观界面的平行性，避免形成风影区，同时增强空气流动的引导性。

4.4.5 在上风向布置水体、草地等元素，可利用风力将蒸发冷却产生的湿润空气或植被蒸腾作用的低温气流输送到活动区域。要求铺装材料的太阳辐射吸收系数 <0.5 （如浅色透水铺装），能有效减少地表热量蓄积，从而因空气流动间接影响下风向活动区域的空气温度。

4.4.6 参考《城市居住区热环境设计标准》(JGJ 286-2013) 4.3.1 条文规定。

4.4.7 冠幅 $\geq 4.5\text{m}$ 的大乔木可形成有效投影面积，当叶面积指数（单位土地面积上叶片总面积） ≥ 3.0 时，树冠密度将达到较为理想的遮光率。枝下高 $\geq 2.5\text{m}$ 的设计，既保留了树冠下方 2.5m 净高的活动空间（符合人体工程学中成年人的平均身高加安全余量），又避免了低垂枝条对运动行为的干扰。

4.5 设备设计

4.5.1 将室外机排热设备抬高至地表2米以上或建筑顶部，通过提高排热高度，使热空气更易上升并远离行人活动区域，减少对行人的直接影响。合理地布置机械设备和室外机的排热出口能够有效控制排热气流的扩散方向和范围，避免高温气流直接影响行人活动区域和室外活动空间，降低户外人员的热负荷。

4.5.3 集中空调系统的排风通常携带大量废热或废冷能量，直接排放至室外不仅造成能源浪费，还会加剧局部热岛效应。

4.5.4 合理设计空调室外机的排热路径，借助空气对流有效带走排热设备产生的热量，确保热空气能够顺畅散逸，防止热量滞留出现局部高温现象。

5 室内技术措施

5.1 一般规定

5.1.1 应优先使用被动式技术营造健康和舒适的建筑室内环境。在室外环境适宜的情况下，尤其是过渡季，有条件进行自然通风的建筑应尽量考虑关闭主动系统采用自然通风，在节能减排的同时也可维持全年动态热舒适水平。若将室内外温湿度看作相等进行简化计算，根据深圳市全年气象数据，并参考《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015 中建筑空气调节和供暖系统运行时间表，对深圳市夏季与过渡季（2-11月）可进行自然通风小时数约占原系统运行时段总小时数的比例进行统计，办公建筑约为32%（温度低于29℃且湿度低于80%）、商场建筑约为33%（温度低于28℃且湿度低于80%）、教育建筑约为32%（温度低于28℃且湿度低于80%）、旅馆建筑约为11%（温度低于26℃且湿度低于70%）、居住建筑约为16%（温度低于29℃且湿度低于70%）。另外，对于通风工况，本标准也鼓励采用风扇、风机等设备辅助自然通风，或采用机械通风的方式进行补风，以提高室内人员舒适度。

5.1.2 避免供暖空调空间全覆盖，或者简单降低夏季空调和提升冬季供暖的做法不利于节能。因此本条要求建筑应结合不同的行为特点和功能要求合理取分设定室内温度标准。在保证使用舒适度的前提下，合理设置少用能、不用能空间，减少用能时间、缩小用能空间，通过建筑空间设计达到节能效果。按照“小空间保证、大空间过度”的原则，在设计高大空间建筑时，将人员停留区域控制在小空间范围内，大空间部分按照过渡空间设计。

5.1.3 采用非人工冷热源的建筑应能够有自然通风措施以提高室内热环境。同时，房间内表现长期或经常结露会引起霉变，污染室内的空间，应加以控制。尤其是在南方的梅雨季节，空气的湿度接近饱和，亦应选择易清洁的饰面材料、高效的气密性围护结构等措施予以控制。

5.2 建筑设计

5.2.1 热环境是建筑性能的重要组成部分。设计应以目标为导向，结合深圳市气候、环境、人文特征等资源禀赋条件，根据具体建筑使用功能需求、性能指标要求、建筑美学及经济约束等多种因素，采用性能化的设计方法，因案而异的营造建筑室内环境。性能化设计方法应贯穿热环境设计的全过程。区别于传统建筑的指令性（规定性）设计方法，热环境舒适建筑应采用性能化设计方法。面向总体指标目标要求，综合比选不同的建筑方案和关键部件的性能参数，通过不同组合方案的优化比选，制订适合具体项目的针对性技术路线，实现全局最优。

| 性能化设计 | 指令性设计 |
|---------------------------------|-------------------|
| 面向建筑性能，给出满足性能目标的参数和指标要求 | 直接从规范中选定设计参数 |
| 关心设计、建造及运行全过程 | 主要关心建筑设计 |
| 所提供的措施只要是能证明合适的，就允许采用，为设计提供创造空间 | 原则上采用规范中所规定的方法或措施 |
| 强调建筑整体有机集成 | 重视细节，轻视整体 |

5.2.2 适宜的场地微气候环境能够降低环境空气温度、相对湿度，为室内热环境营造提供良好的保障。室内热环境设计时仍应考虑室外热环境设计相关要求，以提高场地微气候环境品质。在此基础上，考虑自然通风、自遮阳能够有效提升室内自适应性热环境。

5.2.3~5.2.5 按照《民用建筑室内热湿环境评价标准》GB/T 50785 的方法进行热湿环境的具

体参数计算可以发现，以商场、办公、教育建筑为例，基于偏暖环境的 II 级及以上舒适度（ $0 \leq PMV \leq 1$ ， $0 \leq APMV \leq 1$ ）模型计算，并综合考虑温湿度控制与室内风速，得到自然通风工况下的最高舒适温度为 28℃，相对湿度为 40%~80%。而当提高室内风速，其最高舒适温度、相对湿度均能够有明显的提升。因此，本标准建议采用平面布局、外窗开口优化等方式合理提高自然通风效果。

5.2.6 夏热冬暖地区具有典型的湿热气候特点，需要通过增强建筑内部空间与外部环境之间的通风除湿热。在自然通风设计时，应充分考虑风压通风与热压通风的综合作用，对自然风进行捕获、协同和引导，运用仿真模拟技术确定通风开口位置，获得良好的自然通风效果。既可以减少房间内空调设备运行时间，又能确保室内空气的质量，达到绿色、健康、节能的目的。

5.2.8 建筑遮阳是解决夏季隔热和降低能耗的一种高效、经济的措施，对防止室内温度上升有明显作用，并对均衡室内温度具有一定作用。根据不同的分类方法，遮阳分为很多类型。按所处位置可分为外遮阳、内遮阳、自遮阳；按可调节性分为固定遮阳和活动遮阳；按所用材料可分为混凝土板遮阳、金属板遮阳、织物遮阳、玻璃遮阳和植物遮阳等；按布置形式可分为水平遮阳、垂直遮阳、综合遮阳和挡板遮阳等。为了不影响室内空间的采光和自然通风，同时减少空调运行时间，所以建议优先考虑采用活动遮阳，便于在环境变化时可以对遮阳系统做灵活调控。

5.2.8 参数化设计是将工程本身编写为函数与过程，通过修改初始条件并经计算机计算得到工程结果的设计过程，实现设计过程的自动化。在建筑立面生态设计中应用参数化设计能够有效兼顾美观、实用及采光、通风、遮阳、热环境等不同的性能设计目标。

5.3 暖通设计

5.3.2 本条强调用户个体对室内热舒适的调控性。采用个性化热环境调节装置可以满足不同人员对热舒适的差异化需求，从而最大限度地改善个体热舒适性，提高室内人员对室内热环境的满意率。对于采用集中供暖空调系统的建筑，应根据房间、区域的功能和所采用的系统形式，合理设置可现场独立调节的热环境调节装置。对于未采用集中供暖空调系统的建筑，应合理设计建筑热环境营造方案，具备满足个性化热舒适需求的可独立控制的热环境调节装置或功能。

5.3.3 分散设置的空调装置和系统具有更强的可操控性，也能够避免集中空调系统统一运行带来的能效浪费。因此对于房间分散、使用时间和要求不同或其他特殊情况的建筑应采用分散设置的空调装置或系统，以更好的达成室内热环境目标或指标。

5.3.4 夏热冬暖地区具有典型的湿热气候特点，需要通过增强建筑内部空间与外部环境之间的通风除湿热。在自然通风设计时，应充分考虑风压通风与热压通风的综合作用，对自然风进行捕获、协同和引导，运用仿真模拟技术确定通风开口位置，获得良好的自然通风效果。既可以减少房间内空调设备运行时间，又能确保室内空气的质量，达到绿色、健康、节能的目的。

5.3.7 个性化供冷与送风装置包括有工位送风、桌面送风等。工位送风是把处理后的空气直接送到工作岗位，造成一个令人满意的微环境。工位送风通常与背景空调（房间或区域的空调）相结合，两者可以是同一空调系统。背景空调大多采用地板送风的气流分布。背景空调控制的室内温度可比常规空调高一些，甚至可提高到 30℃。工位送风的主要优点有：（1）送风到达人的呼吸区距离短，空气龄很小，换气效率 η_a 可达 87%，空气品质好。（2）可按个人的热感觉调节风量、风向或温度，充分体现了“个性化”的特点。（3）背景空调设定的房间温度较高，且人员离开时可关闭工位送风口，因此，空调的运行能耗低。而桌面送风装置的形式有：（1）在办公桌靠近人的侧边上设风口，约 45°向上送风，气流先到达人的上半

身，再经呼吸区；（2）在桌面上靠近人处设条形风口，约 45°向上送风，直达人的呼吸区；（3）在办公桌后部放置风口，风口可上下、左右调节角度，送风直达人的呼吸区，送风距离较上两种方式远；（4）活动式风口，利用机械臂使风口位置变动，能较好地使送风直达人的呼吸区。桌面送风口通常采用百叶式风口或孔板式风口。

6 设计后评估

6.0.3 本条给出了基本参数测量应满足的基本要求，测量范围、最低精度能够较好的保证检测结果的准确性。而布点数量和原则可以兼顾评估范围内不同位置的微环境差异。

6.0.4 夏热冬暖、夏热冬冷地区具有夏季炎热的气候特征，因此该地区常驻人口通常较中国北方城市人口具有更高的热适应性。同时，在该区域室外很难实现空气温度的大幅控制，因此允许评估范围内局部 SET* 低于 25°C 且不低于 20°C 或高于 30°C 且不高于 32.5°C。