



T/CECS XXX- 202X

中国工程建设标准化协会标准

城市商业区热环境设计标准

Design standard for thermal environment
of city commercial district

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

****出版社

中国工程建设标准化协会标准

城市商业区热环境设计标准

Design standard for thermal environment
of city commercial district

T/CECS *** -20XX

主编单位：哈尔滨工业大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年××月××日

XXXX 出版社

2025 北京

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2018年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2018]030号）要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本标准。

本标准共分 5 章和 3 个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、规划与设计、性能计算与评价等。

本标准的某些内容可能直接或间接涉及专利。本标准编制组不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会归口管理，由哈尔滨工业大学负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请反馈给哈尔滨工业大学（地址：黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号，邮政编码：150001，邮箱：zhibo_zhou@hit.edu.cn）。

主编单位：哈尔滨工业大学

参编单位：华南理工大学

西安建筑科技大学

中国城市规划设计研究院

上海市建筑科学研究院有限公司

哈尔滨工业大学建筑设计研究院有限公司

黑龙江省寒地建筑科学研究院

哈尔滨工业大学城市规划设计研究院有限公司

主要起草人：

主要审查人员：

目次

1 总 则 1

2 术语 2

3 基本规定 3

4 规划与设计 4

 4.1 建筑布局与形态 4

 4.2 界面材料与构造 4

 4.3 基础设施 5

 4.4 景观绿化 5

5 性能计算与评价 8

 5.1 性能指标 8

 5.2 气象参数 8

 5.3 计算方法 8

附录 A 热环境性能评价参数计算方法 10

附录 B 集总参数计算方法 11

附录 C 民用建筑绿色性能计算专项报告 18

用词说明 23

引用标准名录 24

附：条文说明 25

Contents

1 General Provisions.....	1
2 Terms.....	2
3 Basic Requirements.....	3
4 Planning and Design.....	4
4.1 Building Layout and Form.....	4
4.2 Interface Materials and Construction.....	4
4.3 Infrastructure.....	5
4.4 Landscape Greening.....	5
Performance Calculation and Evaluation.....	8
5.1 Performance Indicators.....	8
5.2 Meteorological Parameters.....	8
5.3 Calculation Methods.....	8
Appendix A: Calculation Method for Thermal Environment Performance Evaluation Parameters.....	10
Appendix B: Lumped Parameter Calculation Method.....	11
Appendix C: Special Report on Green Performance Calculation for Civil Buildings.....	18
Explanation of Wording.....	23
List of Referenced Standards.....	24
Appendix: Explanatory Notes to Provisions	25

1 总则

1.0.1 为落实绿色、低碳、可持续的发展理念，规范城市商业区热环境设计，改善热环境品质，做到方法科学、指标合理、计算简便，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的城市商业区热环境设计。

1.0.3 城市商业区热环境设计应遵循安全、健康、舒适、节能的基本原则。

1.0.4 本标准规定了城市商业区热环境规划布局、建筑设计、界面材料与构造设计、基础设施、景观绿化等方面的设计要求，以及性能评价的指标与计算方法。

1.0.5 城市商业区热环境设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准和现行中国工程建设标准化协会有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 城市商业区 city commercial district

城市商业区是指城市中全市性（或区级）商业网点比较集中的地区。

2.0.2 典型气象日 typical meteorological day

在典型气象年中所选取的代表季节气候特征的一日。将典型气象年最热月（或最冷月）中的温度、日较差、湿度、太阳辐射照度的日平均值与该月平均值最接近的一日，称为夏季（或冬季）典型气象日。

2.0.3 平均热岛强度 average heat island intensity

城市商业区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)。

2.0.4 湿球黑球温度(WBGT) wet bulb globe temperature

综合评价接触热环境时人体热负荷大小的指标(°C)。

2.0.5 遮阳体 shading structures

可为户外活动场所提供遮阳的物体。

2.0.6 遮阳覆盖率 shading coverage rate

在城市商业区室外活动场地硬化地面内，遮阳体正投影面积总和占该场地硬化地面面积的比率(%)。

2.0.7 太阳辐射透射比 solar radiation transmissivity

遮阳体透过的太阳辐射占入射太阳辐射的比值。

2.0.8 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。

2.0.9 蒸发量 water evaporation weight

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($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$)和日蒸发量($\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$)。

3 基本规定

3.0.1 城市商业区热环境设计应坚持以人为本的设计理念，并应符合下列规定：

- 1 应符合所在地区国土空间规划和相关专项规划的基本要求；
- 2 应为老年人、儿童、残疾人的生活和社会活动提供安全舒适的条件和场所；
- 3 应符合城市设计对公共空间、建筑群体、园林景观、市政等环境设施的有关控制要求。

3.0.2 城市商业区热环境设计应满足本标准第 4 章有关建筑布局与形态、界面材料与构造、基础设施、景观绿化的基本设计要求；当不满足本标准第 4 章的基本要求时，应按第 5 章进行性能计算与评价。

3.0.3 城市商业区热环境设计应按照建筑热工设计分区区划指标、设计原则及要求的規定执行。

4 规划与设计

4.1 建筑布局与形态

4.1.1 城市商业区热环境设计应遵循气候及地形地貌等自然条件，塑造舒适宜人的室外环境。

4.1.2 城市商业区应综合考虑建筑布局与形态设计，通过合理利用自然通风与遮阳等，改善室外热环境。

4.1.3 城市商业区建筑布局应结合当地主导风向，考虑周边环境、温度湿度等微气候条件，最大限度地利用自然通风，并采取措施改善风环境，降低不利因素的干扰。具体应满足以下规定：

1 在严寒及寒冷地区，宜提高冬季主导风向的上风向一侧建筑密度，并减少冬季主导风向上建筑群迎风面的开口数量，降低开口宽度；避免城市商业区开口处迎风面出现喇叭口式建筑布局；

2 在夏热冬冷、夏热冬暖及温和地区，宜降低夏季主导风向的上风向一侧建筑密度，并设置足够数量与宽度的建筑群开口引导气流进入城市商业区内部。

4.1.4 城市商业区建筑形态设计应采用合理措施改善通风条件，当建筑迎风面面宽较大时，宜采用底层架空等措施，促进建筑周围风流动，提升环境热舒适。

4.1.5 城市商业区建筑布局应合理利用建筑阴影为城市商业区室外活动场地遮阳。

4.1.6 建筑单体应尽可能将遮阳篷和檐篷纳入立面设计。

4.2 界面材料与构造

4.2.1 城市商业区热环境设计应考虑界面材料与构造的热工性能，且区域内日平均热岛强度不宜高于 1.5℃。

4.2.2 城市商业区建筑屋面、墙面与室外地面等裸露界面的材料宜优先使用浅色、高反射系数材料，且材料的反射系数不宜小于 0.4。

4.2.3 城市商业区内的人行道、广场、停车场及车流量较少的道路宜优先使用透水性材料，铺装面积比例应不低于下表的规定。

表 4.2.3 不同热工设计区渗透面比率

地面种类	寒冷、严寒地区	夏热冬冷、夏热冬暖、温和地区
	渗透面积比率%	渗透面积比率%
广场	40	50
步行道	50	60
停车场	60	70

4.2.4 城市商业区车行道路可采用热阻式沥青路面，改善路面温度状况。热阻式沥青路面的构造如图 4.2.4 所示，其中热阻沥青层的厚度宜为 3cm~5cm。

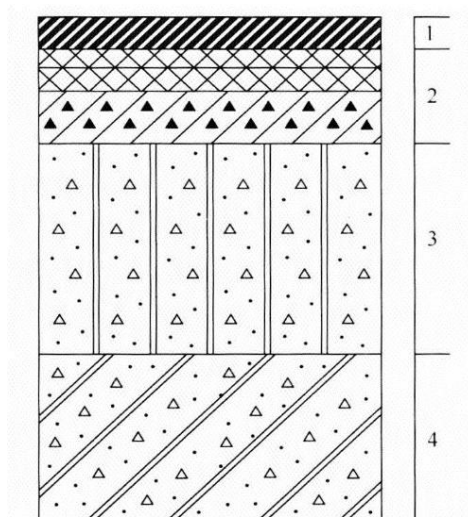


表 4.2.4 热阻式沥青路面构造示意图

1-热阻沥青层；2-原定路面面层；3-基层；4-底基层

4.3 基础设施

4.3.1 应结合不同地域气候特征和使用者的行为需求设置城市商业区的基础设施，以提高全年室外热舒适水平。

4.3.2 城市商业区室外场地应设置遮阳设施，且应满足以下规定：

1 环境遮阳应采用绿化遮阳、构筑物遮阳或混合遮阳等方式；

2 绿化遮阳体应以乔木为主；场地中处于建筑阴影区外的机动车道设有遮阴面积较大的绿化遮阳体时，路段长度宜超过 70%；

3 构筑物遮阳应结合建筑阴影和绿化遮阳设置，可采用固定式或活动式等不同形式，构成连续、舒适的遮阳体系；活动式遮阳可作为临时遮阳设施灵活放置。

4.3.3 城市商业区室外遮阳设施的角度、尺寸等应根据使用者的活动区域确定，保证活动区域设有遮阳措施的面积比例不应小于 10%。

4.3.4 城市商业区绿化遮阳体叶面积指数不应小于 3.0。当不满足本条文要求时，城市商业区的夏季逐时湿球黑球温度和夏季平均热岛强度应符合本标准第 5 章的规定。

4.3.5 城市商业区应合理利用基础设施引导室外空间的空气流动或防止风速过高，且应满足以下规定：

1 过渡季、夏季典型风速和风向条件下，场地内人行区不宜出现涡旋或无风区；

2 在冬季典型风速和风向条件下，建筑物周围人行区距地高 1.5m 处风速宜小于 5m/s。

4.3.6 城市商业区应考虑夏季防热，宜采用喷雾降温设施。

4.3.7 城市商业区宜合理应用智慧城市技术，利用传感器采集环境数据，优化交通、能源和资源管理，提升城市商业区热环境品质与舒适性。

4.4 景观绿化

4.4.1 城市商业区室外绿化设计应考虑所在地气候与规划要求，选择无毒害、易维护的植物类型，并采用复层绿化构造，合理选择屋顶绿化、垂直绿化等绿化方式。

4.4.2 地下建筑顶板上的绿化工程应符合下列规定：

- 1 地下建筑顶板上的覆土层宜采取局部开放式，开放边应与地下室外部自然土层相接；并根据地下建筑顶板的覆土厚度，选择适合生长的植物；
- 2 地下建筑顶板设计应满足种植覆土、综合管线及景观和植物生长的荷载需求；
- 3 应采用防根穿刺的建筑防水结构。

4.4.3 城市商业区宜优化道路两侧绿化植物，并满足以下要求：

- 1 车行道两侧种植宜以行道树为主，乔木、灌木、地被植物相结合，形成连续的绿带。在道路交叉口视距三角形范围内，行道树绿带应采用通透式配置；
- 2 非机动车道、人行道、步行街两侧植物配置多样化，适当种植小乔木及开花灌木。

4.4.4 城市商业区宜结合屋面功能合适设置屋顶绿化。屋顶绿化类型及种植形式，应满足以下要求：

- 1 城市商业区屋顶绿化应结合建筑功能需求和人流特点，设计适合户外活动、露天餐饮和休闲的功能性绿地，确保绿化与商业活动的协同作用；
- 2 改扩建建筑增设屋顶绿化，应以屋顶结构鉴定报告为设计依据，并需对屋顶防水层进行防水测试，确保屋面防水层有效且不漏水；
- 3 应结合屋顶排水系统，合理选择种植屋面排蓄水材料；
- 4 应选择轻质种植土；
- 5 屋顶绿化植物材料应选择耐旱、抗风、耐热、生长缓慢、耐修剪、滞尘能力强、养护方便的植物种类。

4.4.5 城市商业区可结合建筑物、构筑物、停车棚、围墙等可利用的垂直墙面，对拟绿化的墙面进行结构安全评估后增设垂直绿化，垂直绿化设计应满足现行行业标准《垂直绿化工程技术规程》CJJ/T 236-2015，并宜满足以下要求：

- 1 建筑墙面绿化宜选择叶片重叠覆盖率高的爬藤植物；
- 2 确定合理的垂直绿化形式，可采用种植槽栽植藤蔓植物、构架与种植槽结合、绿化幕墙系统等绿化形式；
- 3 建筑及构筑物东、西、南向外墙宜选择喜阳植物，北向外墙和日照较弱的底层宜选择喜阴或耐阴植物。

4.4.6 城市商业区可采用下凹式绿地、绿地生物滞留设施、生态树池等海绵绿化设施调节雨水、促进下渗，改善区域内的热环境品质。海绵绿化设施的植物种类选择应根据滞水深度、雨水渗透时间、种植土厚度、水污染物负荷及不同植物的耐水湿程度等条件选择植物，且宜满足以下要求：

- 1 下凹式绿地、生物滞留设施的绿地内宜选择耐水湿的植物；
- 2 生态树池中宜栽植中小型的灌木或小乔木；生态树池种植灌木、花草覆土不得低于 50cm，种植乔木覆土不得低于 150cm，宽度不得低于 150cm；底部碎石垫层不宜小于 15cm；
- 3 湿塘近岸宜栽植设置挺水植物带，植物带宽度不应小于 3m；
- 4 雨水湿地宜根据水深种植不同类型的水生植物。

4.4.7 城市商业区宜利用室外水景蒸发降温，水景设置应满足以下规定：

- 1 水景设计应因地制宜，合理布局水景的种类、形式，水景应以天然水源为主；
- 2 将水体布置于活动空间夏季盛行风上风向；
- 3 城市商业区水体面积一定时，水体宜集中设置或者线性平行于风向布局，且水体的形状宜紧凑。

4.4.8 在保证安全的前提下，城市商业区水景应尽可能降低水面与水体周围表面的高差。宜采用木质材料来铺设亲水平台或亲水栈道。

4.4.9 城市商业区宜结合水景生态化改造种植水生植物，并满足以下要求：

- 1 结合驳岸形式，种植耐水湿、耐水淹的植物；
- 2 结合水面功能，宜种植浮叶植物、沉水植物。

5 性能计算与评价

5.1 性能指标

5.1.1 城市商业区建筑形态宜通过数值模拟与仿真进行验证,综合考虑城市商业街区总体遮阳和通风效果。

5.1.2 通过形态设计改善城市商业区热环境时,应均衡提升典型季节的室外风速场、夏季典型气象日逐时热岛强度及湿球黑球温度等性能指标。

5.1.3 城市商业区室外热环境评价应采用数值模拟技术对典型季节的室外风速场、夏季典型气象日逐时热岛强度及湿球黑球温度等性能指标进行模拟分析。

5.1.4 在冬季典型风速和风向模拟计算条件下,城市商业区建筑物周围人行区距地面 1.5m 高处最大风速宜小于 5m/s,且室外风速放大系数宜小于 2,不影响室外活动的舒适性及安全性。除迎风第一排建筑外,建筑迎风面与背风面表面风压差不宜大于 5Pa。室外风速放大系数计算公式见本标准附录 A.1。

5.1.5 在过渡季、夏季典型风速和风向模拟计算条件下,城市商业区人员活动区域不宜出现涡旋或无风区。

5.1.6 城市商业区夏季平均热岛强度不宜大于 1.5°C,夏季平均热岛强度计算公式见本标准附录 A.2。

5.1.7 城市商业区夏季逐时平均湿球黑球温度不应大于 33°C,夏季逐时平均湿球黑球温度计算公式见本标准附录 A.3。

5.2 气象参数

5.2.1 当采用计算流体力学(CFD)方法计算室外风环境时,冬、夏季的典型工况气象参数应符合国家现行标准的有关规定;对不同季节,当存在主导风向、风速不唯一时,宜按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 或当地气象局历史数据分析确定。当计算地区没有可查阅气象数据时,可采用地理位置相近且气候特征相似地区的气候数据,并应在专项计算报告中注明。

5.2.2 当采用集总参数方法或计算流体力学方法计算夏季室外热岛强度和湿球黑球温度时,气象参数宜选用夏季典型气象日气象参数,宜按现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 附录 A.0.1 与 A.0.2 选用。

5.3 计算方法

5.3.1 室外风环境计算应采用基于计算流体力学(CFD)的分布参数计算方法,计算内容应包括各典型季节的风环境状况,且应统计计算域内风速、来流风速比值及其达标情况。

5.3.2 室外热岛强度和湿球黑球温度计算应采用集总参数方法或基于计算流体力学的分布参数计算方法,计算内容应包括典型气象日设计工况下,在设计下垫面、绿化、水景、场地

空间平面布置和材料属性条件下，离地 1.5m 高度的空气温度、湿球黑球温度。其中采用集总参数方法时，气温、湿球黑球温度计算方法见本标准附录 B.1、B.2。

5.3.3 当采用分布参数法进行室外风环境、热岛强度和湿球黑球温度模拟计算时，物理建模、计算域大小、网格划分及边界条件宜按现行国家行业标准《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T449-2018 进行确定。

5.3.4 当采用集总参数法进行热岛强度和湿球黑球温度模拟计算时，物理建模应按城市商业区规划布局、建筑形态准确建模；建模对象应包括主要建（构）筑物和既有的乔木（群）、灌木（群）和草地；建筑门窗应以关闭状态建模，无窗无门的建筑通道应按实际情况建模；计算域宜沿城市商业区实际道路红线设置，对于较大的城市商业区应按道路划分成多个计算域分别计算，每个计算域面积不小于 400m×400m。

5.3.5 采用集总参数法或分布参数法计算热岛强度和湿球黑球温度时，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。应考虑建筑、构筑物表面和地面的材料物性差异，以及植被、水体、屋面绿化等景观要素的影响。

5.3.6 采用集总参数法计算热岛强度和湿球黑球温度时，建筑、空地、植被等不同属性的下垫面应分别设定热时间常数（CTTC）值，各下垫面的太阳辐射吸收系数、遮阳体的太阳辐射透射比、对流得热比例，水体、绿地、渗透型硬地、绿化屋面的逐时蒸发量应分别设定，其取值参照本标准附录表 B.1.2-1、表 B.1.2-3、表 B.1.4。

5.3.7 城市商业区热环境性能评价报告应符合本标准附录 C 的规定。

附录 A 热环境性能评价参数计算方法

A.1 室外风速放大系数

风速放大系数可由数值模拟计算得到的风速，根据如下公式计算：

$$\text{风速放大系数} = \frac{\text{建筑物周围离地面高 1.5m 处风速}}{\text{开阔地面同高度处风速}} \quad (\text{A.1.1})$$

式中：开阔地面同高度风速 $V_0 = V_0 \cdot \left(\frac{Z_0}{Z_0}\right)^\alpha$

V_0 ——10m 高处风速边界条件；

$Z_0=10\text{m}$ ；

Z_0 ——与人行区同高度的 1.5m；

α ——地面粗糙度系数，其取值参照本标准附录表 B.1.2-2

A.2 夏季平均热岛强度

夏季平均热岛强度计算公式为：

$$\overline{\Delta t_a} = \sum_{\tau_1}^{\tau_2} [t_a(\tau) - t_{a-TMD}(\tau)] / 11 \quad (\text{A.2.1})$$

式中： $t_a(\tau)$ ——夏季北京时 τ 时刻商业区设计地块范围内距地面 1.5m 高处的平均空气温度(°C)；

$t_{a-TMD}(\tau)$ ——北京时 τ 时刻商业区所在城市或气候区的夏季典型气象日空气干球温度(°C)；

τ_1, τ_2 ——平均热岛强度统计时段的起、止时刻（北京时 h），平均热岛强度的统计时段应为当地的地方太阳时 8:00~18:00h，所对应的北京时的统计时段 $\tau_1 \sim \tau_2$ 按现行国家行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 附录 C 取用。

A.3 夏季逐时平均湿球黑球温度

夏季逐时平均湿球黑球温度计算公式为：

$$\text{WBGT}(\tau) = 1.157t_a(\tau) + 17.425\varphi_a(\tau) + 2.407 \times 10^{-3}I(\tau) - 20.550 \quad (\text{A.3.1})$$

式中： $t_a(\tau)$ —— τ 时刻商业区设计地块范围内距地面 1.5m 高处的平均空气温度(°C)；

$\varphi_a(\tau)$ —— τ 时刻商业区设计地块范围内距地面 1.5m 高处的平均空气相对湿度(%)

$I(\tau)$ —— τ 时刻商业区设计地块范围内的总太阳辐射照度(W/m²)。

附录 B 集总参数计算方法

B.1 气温

B.1.1 逐时平均空气温度应按下式进行计算：

$$\bar{t}_a(\tau) = \bar{t}_{a-TMD} + \Delta t_{sol}(\tau) - \Delta t_{lw}(\tau) - \Delta t_{lat}(\tau) \quad (B.1.1-1)$$

式中： $\bar{t}_{a-TMD}$ ——商业区所在城市或气候区的典型气象日空气干球温度的平均值(°C)，按《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 附录 A 的规定取值；

$\Delta t_{sol}(\tau)$ —— τ 时刻太阳辐射引起的相邻时刻空气干球温度变化量(°C)，按本标准式(B.1.2-1)的方法计算；

$\Delta t_{lw}(\tau)$ —— τ 时刻长波辐射引起的相邻时刻空气干球温度变化量(°C)，按本标准式(B.1.3-1)的方法计算；

$\Delta t_{lat}(\tau)$ —— τ 时刻蒸发换热引起的相邻时刻空气干球温度变化量(°C)，按本标准式(B.1.4-1)的方法计算。

B.1.2 太阳辐射引起的相邻时刻空气干球温度变化量应按下列公式进行计算：

$$\Delta t_{sol}(\tau) = \sum_{i=0}^{i=\tau} \frac{1}{\alpha(\tau)} \left(\frac{F_G}{F_W + F_G} \rho_G \Delta I_G(\tau) + \frac{F_W}{F_W + F_G} \rho_W \Delta I_W(\tau) \right) (1 - \exp \frac{i-\tau}{CTTC}) \quad (B.1.2-1)$$

$$\rho_G = \frac{F_d \rho_d + F_c \rho_c + F_L \rho_L + F_s \rho_s}{F_d + F_c + F_L + F_s} \quad (B.1.2-2)$$

$$\alpha(\tau) = 10.9 + 4.1 \nu(\tau) \quad (B.1.2-3)$$

$$\nu(\tau) = 0.15^a \cdot \nu_{TMD}(\tau) \cdot R \quad (B.1.2-4)$$

$$R = -0.507 \zeta + 0.244 \kappa + 0.697 \quad (B.1.2-5)$$

$$\bar{\zeta}_s = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m \zeta_{s-i} \quad (B.1.2-6)$$

$$\zeta_s = \frac{F_{yf}}{F_{yf-max}} \quad (B.1.2-7)$$

$$\Delta I_G(\tau) = I_G(\tau + 1) - I_G(\tau) \quad (B.1.2-8)$$

$$\Delta I_W(\tau) = I_W(\tau + 1) - I_W(\tau) \quad (B.1.2-9)$$

$$I_G = \{ [I_o(\tau) - I_{H,dif}(\tau)] [1 - f_{PSA,G}(\tau)] + I_{H,dif}(\tau) \psi_{SVF,G} \} \times [1 - f_L(1 - SRT_L)(1 - C_L)] [1 - f_G(1 - SRT_G)(1 - C_G)] \quad (B.1.2-10)$$

$$f_L = \frac{\sum_i F_{Q-i} + \sum_j F_{T-j}}{S_o - F_B} \times 100\% \quad (B.1.2-11)$$

$$f_G = \frac{\sum_k F_{P-k}}{S_o - F_B} \times 100\% \quad (B.1.2-12)$$

$$SRT_L = \frac{\sum_i F_{Q-i} \cdot SRT_{Q-i} + \sum_j F_{T-j} \cdot SRT_{T-j}}{\sum_i F_{Q-i} + \sum_j F_{T-j}} \quad (B.1.2-13)$$

$$SRT_G = \frac{\sum_k F_{P-k} \cdot SRT_{P-k}}{\sum_k F_{P-k}} \quad (B.1.2-14)$$

$$I_W = I_{V,dir}(\tau) [1 - f_{PSA,W}(\tau)] + I_{V,dif}(\tau) \psi_{SVF,W} \quad (B.1.2-15)$$

$$I_{V,dif}(\tau) = \frac{1}{2} I_{H,dif}(\tau)$$

$$I_{V,dir}(\tau) = I_N(\tau) \cos X(\tau) \cos a$$

$$a = Y(\tau) - z$$

$$I_N(\tau) = \frac{I_{H,dir}(\tau)}{\sin X} = \frac{I_o(\tau) - I_{H,dif}(\tau)}{\sin X}$$

$$CTTC = \left(\frac{F_G - \sum_i F_{Qi}}{F_G + F_W} \right) \cdot CTTC_D + \left(\frac{F_W}{F_G + F_W} \right) \cdot CTTC_B + \left(\frac{\sum_i F_{Qi}}{F_G + F_W} \right) \cdot CTTC_Q \quad (B.1.2-15)$$

式中： ρ_G ——商业区地表的平均太阳辐射吸收系数；

ρ_w ——商业区墙面的平均太阳辐射吸收系数；

ρ_d 、 ρ_C 、 ρ_L 、 ρ_S ——设计地块范围内道路、广场、绿地、水面的太阳辐射吸收系数，按表 B.1.2-1 取值；

F_d 、 F_C 、 F_L 、 F_S ——设计地块范围内道路、广场、绿地、水面的面积(m²)；

$\alpha(\tau)$ —— τ 时刻地表平均换热系数(W/(m²·K))；

$u(\tau)$ —— τ 时刻商业区室外 1.5m 高处的主导风向下的设计平均风速(m/s)；

a ——地面粗糙系数，按表 B.1.2-2 取值；

$u_{TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日风速(m/s)，按本标准附录 A 的规定取值；

R ——设计地块范围内的平均风速比；

κ ——设计地块范围内的建筑通风架空率(%)；

ζ ——设计地块范围内的通风阻塞比，为建筑密度 χ 与平均迎风面积比 $\bar{\zeta}_s$ 的乘积；

$\bar{\zeta}_s$ ——设计地块范围内所有建筑在主导风向下的平均迎风面积比；

ζ_s ——某栋建筑主导风向的迎风面积比；

F_{yf} ——某栋建筑主导风向的迎风面积(m²)；

$F_{yf,max}$ ——该栋建筑的最大可能迎风面积(m²)；

ΔI_G —— τ 时刻设计地块范围内地表太阳辐射照度的阶跃量(W/m²)；

I_G —— τ 时刻商业区地表的太阳辐射照度(W/m²)；

ΔI_W —— τ 时刻设计地块范围内墙面太阳辐射照度的阶跃量(W/m²)；

I_W —— τ 时刻商业区墙面的太阳辐射照度(W/m²)；

$I_o(\tau)$ 、 $I_{H,dif}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日水平总辐射照度、水平散射辐射照度(W/m²)，按本标准附录 B 的规定取值；

$I_{V,dir,V}(\tau)$ 、 $I_{V,dif}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日垂直面直射辐射照度、垂直面散射辐射照度(W/m²)；

S_0 ——商业区设计地块范围内的面积(m²)；

F_B ——商业区设计地块范围内累计建筑基地面积(m²)；

$X(\tau)$ 、 $Y(\tau)$ —— τ 时刻所在地区太阳高度角，方位角（从北方沿着地平线顺时针量度的角，正北为 0°）；

z ——壁面方位角，壁面法线在水平面上的投影与正南向的交角，壁面朝向偏东为负，偏西为正，正南为零；

α ——壁面太阳方位角，壁面上某点和太阳之间的连线在水平面上的投影，与壁面法线在水平面上的投影线之间的夹角；

$I_N(\tau)$ ——法向太阳直射辐射；

$f_{PSA,W}(\tau)$ —— τ 时刻20m以下立面的阴影率；

$f_{PSA,G}(\tau)$ —— τ 时刻设计地块范围内空地的建筑阴影率(%),以所在地7月21日太阳位置计算；

$f_{PSA,W}(\tau)$ —— τ 时刻设计地块范围内墙面的建筑阴影率(%),以所在地7月21日太阳位置计算；

$\psi_{SVF,G}$ ——设计地块范围内空地的平均天空角系数，按本标准式的方法计算；

$\psi_{SVF,W}$ ——设计地块范围内墙面的平均天空角系数，按本标准式的方法计算；

f_L 、 f_G ——分别为设计地块范围内空地上的绿化遮阳覆盖率、构筑物遮阳覆盖率(%)；

$\sum_i F_{Q,i}$ —— $F_{Q,1} + F_{Q,2} + \dots$ ，设计地块范围内逐个乔木树冠的水平投影面积总和(m^2)；

$\sum_j F_{T,j}$ —— $F_{T,1} + F_{T,2} + \dots$ ，设计地块范围内逐个爬藤棚架的水平投影面积总和(m^2)；

$\sum_k F_{P,k}$ —— $F_{P,1} + F_{P,2} + \dots$ ，设计地块范围内逐个构筑物棚盖(凉亭、候车亭、遮阳棚等)的水平投影面积总和(m^2)；

F_G ——商业区设计地块范围内累计地表面积(m^2)；

SRT_L 、 SRT_G ——设计地块范围内绿化遮阳体的平均太阳辐射透射比、构筑物遮阳体的平均太阳辐射透射比；

$SRT_{Q,1}$ 、 $SRT_{Q,2}$ ——设计地块范围内逐个乔木树冠的太阳辐射透射比，按表 B.1.2-3 取值；

$SRT_{T,1}$ 、 $SRT_{T,2}$ ——设计地块范围内逐个爬藤棚架的太阳辐射透射比，按表 B.1.2-3 取值；

$SRT_{P,1}$ 、 $SRT_{P,2}$ ——设计地块范围内逐个构筑物棚盖(凉亭、候车亭、遮阳棚等)的太阳辐射透射比，按表 B.1.2-3 取值；

C_L 、 C_G ——分别为绿化遮阳体的对流得热比例、构筑物遮阳体的对流得热比例，为遮阳体下部空间因空气与遮阳体的对流换热所获得的能量与太阳辐射能量的比值，根据遮阳类型按表 B.1.2-3 取值；

$CTTC$ ——商业区热时间常数(h)；

F_W ——商业区累计建筑立面面积(20m以下)(m^2)；

$CTTC_D$ ——商业区空地热时间常数(h)，取 8 h

$CTTC_B$ ——商业区建筑热时间常数(h)，取 6 h；

$CTTC_Q$ ——商业区乔木热时间常数(h)，取 12 h。

表 B.1.2-1 地表太阳辐射吸收系数取值

地表类型	地面特征	太阳辐射吸收系数
道路、广场	普通水泥	0.74
	普通沥青	0.87
	透水砖	0.80
	透水沥青	0.89
	植草砖	0.78
绿地	草地	0.82
	乔、灌、草绿地	0.85
水面	——	0.96

表 B.1.2-2 我国地表粗糙度类别和对应的地面粗糙系数 a 值

地面粗糙度类别	描述	a	梯度风高度 (m)
A	近海海面、海岛、海岸、湖岸及沙漠地区 (2A、3A、4A、5A)	0.12	300
B	田野、乡村、丛林、丘陵及房屋比较稀疏的乡镇和城市郊区	0.16	350
C	拥有密集建筑群的城市市区	0.22	400
D	有密集建筑群且房屋较高的大城市市区 (省会直辖市)	0.30	450

表 B.1.2-3 商业区遮阳体的太阳辐射透射比 SRT、对流得热比例 C

类型	遮阳体	特征	SRT	C
绿化遮阳	乔木的树冠 (树冠投影轮廓按圆形计算)	树冠茂密, 树冠地面投影面积上的 $LAI > 3.0$	0.10	0.70
		树冠较茂密, 树冠地面投影面积上的 $2.0 < LAI \leq 3.0$	0.20	
		树冠较稀疏, 树冠地面投影面积上的 $1.0 < LAI \leq 2.0$	0.40	
		树冠稀疏, 树冠地面投影面积上的 $0.5 < LAI \leq 1.0$	0.60	
		树冠很稀疏, 树冠地面投影面积上的 $LAI \leq 0.5$	0.70	
	爬藤的棚架 (含格栅)	爬藤茂密, 棚架地面投影面积上的 $LAI > 3.0$	0.15	
		爬藤较茂密, 棚架地面投影面积上的 $2.0 < LAI \leq 3.0$	0.25	
		爬藤较茂密, 棚架地面投影面积上的 $1.0 < LAI \leq 2.0$	0.45	
		爬藤稀疏, 棚架地面投影面积上的 $0.5 < LAI \leq 1.0$	0.65	
		爬藤很稀疏, 棚架地面投影面积上的 $LAI \leq 0.5$	0.75	
构筑物遮阳	玻璃、阳光板、卡布隆的棚盖 (无遮阳网/有遮阳网)	棚盖材料可见光透射比 $\leq 30\%$	0.35/0.20	0.80
		棚盖材料可见光透射比 $> 30\%$ 且 $\leq 50\%$	0.55/0.30	
		棚盖材料可见光透射比 $> 50\%$ 且 $\leq 70\%$	0.75/0.45	
		棚盖材料可见光透射比 $> 70\%$	0.85/0.50	

网)			
张拉膜的棚盖	膜材料可见光透射比 $\leq 30\%$	0.30	
	膜材料可见光透射比 $> 30\%$ 且 $\leq 50\%$	0.50	
	膜材料可见光透射比 $> 50\%$ 且 $\leq 70\%$	0.70	
	膜材料可见光透射比 $> 70\%$	0.80	
格栅棚架 (无植物)	地面棚架投影轮廓面内光斑面占 $\leq 30\%$	0.30	
	地面棚架投影轮廓面内光斑面占 $> 30\%$ 且 $\leq 50\%$	0.50	
	地面棚架投影轮廓面内光斑面占 $> 50\%$ 且 $\leq 70\%$	0.70	
	地面棚架投影轮廓面内光斑面占 $> 70\%$	0.80	
金属棚盖	无隔热层	0.25	
	有隔热层	0.15	
混凝土棚盖	无隔热层	0.20	
	有隔热层	0.15	

注：树冠在地面上的投影面积按树冠的最大设计半径计算得到；爬藤棚架地面投影面积采用爬藤棚架平面设计的几何面积。

B.1.3 长波辐射引起的相邻时刻空气干球温度变化量应按下列公式进行计算：

$$\Delta t_{lw}(\tau) = \sigma [t_{a-TMD}(\tau) + 273]^4 [1 - B_r(\tau)] \frac{\psi_{SVF}}{\alpha(\tau)} \quad (\text{B.1.3-1})$$

$$B_r(\tau) = 0.605 + 0.1518 \sqrt{P_{a-TMD}(\tau)/1000} \quad (\text{B.1.3-2})$$

$$P_{a-TMD}(\tau) = \varphi_{a-TMD}(\tau) \cdot \exp \left[23.5612 - \frac{4030}{t_{a-TMD}(\tau) + 235} \right] \quad (\text{B.1.3-3})$$

式中： σ ——Stefan-Boltzmann 常数，取 $5.67 \times 10^{-8} \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}^4)$ ；

$t_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日空气干球温度($^{\circ}\text{C}$)，按本标准附录 B 的规定取值；

$B_r(\tau)$ —— τ 时刻的布朗特数；

$P_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日水蒸汽分压力(Pa)；

$\varphi_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日相对湿度(%)，按本标准附录 B 的规定取值；

ψ_{SVF} ——设计地块范围内空地的平均天空角系数，按本标准附录 B 的方法计算；

$\alpha(\tau)$ —— τ 时刻地表平均换热系数($\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$)，按本标准式(B.1.2-3)的方法计算。

B.1.4 蒸发换热引起的相邻时刻空气干球温度变化量应按下列公式进行计算：

$$\Delta t_{lat}(\tau) = \frac{I_{lat}(\tau)}{1.005 \cdot (-0.0039 t_{a-TMD}(\tau) + 1.2822) \cdot H + \alpha(\tau)} \quad (\text{B.1.4-1})$$

$$I_{lat}(\tau) = \left[\frac{F_S \cdot m_S(\tau) + F_{LD} \cdot m_{LD}(\tau)}{+\beta \cdot F_{YD} \cdot m_{YD}(\tau) + \omega \cdot F_B \cdot m_B(\tau)} \right] \cdot \frac{L(\tau)}{3.6 S_o} \quad (\text{B.1.4-2})$$

$$L(\tau) = 2491.146 - 2.302 t_{a-TMD}(\tau) \quad (\text{B.1.4-3})$$

式中： $I_{lat}(\tau)$ —— τ 时刻设计地块范围内的蒸散热流密度(W/m^2)；

$t_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日空气干球温度(°C),按本标准附录B的规定取值;

H——设计地块范围内的蒸散影响高度,取100m;

$\alpha(\tau)$ —— τ 时刻地表平均换热系数(W/(m²·K)),按本标准式(B.1.4-3)的方法计算;

S_o ——商业区设计地块范围内的面积(m²),商业区分期设计时,则为本期设计地块的面积;

F_B ——商业区设计地块范围内累计建筑基底面积(m²);

β ——设计地块范围内硬地的渗透面积比率(%);

ω ——设计地块范围内建筑屋面的绿化率(%);

F_S 、 F_{LD} 、 F_{YD} ——设计地块范围内的累计水面面积、累计绿地面积、累计硬地面积(m²);

$m_S(\tau)$ 、 $m_{LD}(\tau)$ 、 $m_{YD}(\tau)$ 、 $m_B(\tau)$ —— τ 时刻设计地块范围内的水面平均蒸发量、绿地平均蒸发量、渗透型硬地平均蒸发量、绿化屋面平均蒸发量(kg/(m²·h)),按表B.1.4取值;

$L(\tau)$ —— τ 时刻水的汽化潜热(kJ/kg)。

表 B.1.4 商业区渗透面夏季逐时蒸发量 (kg/m²·h)

时刻	I、 II、 VI、 VII气候区				III、 IV、 V气候区			
	水面	绿地	渗透型 硬地	绿化 屋面	水面	绿地	渗透型 硬地	绿化 屋面
h	m_S	m_{LD}	m_{YD}	m_B	m_S	m_{LD}	m_{YD}	m_B
0	0.14	0.28	0.10	0.22	0.09	0.24	0.07	0.19
1	0.12	0.20	0.10	0.16	0.10	0.19	0.06	0.15
2	0.12	0.19	0.07	0.16	0.08	0.15	0.06	0.12
3	0.10	0.18	0.08	0.15	0.08	0.14	0.05	0.11
4	0.11	0.21	0.07	0.17	0.09	0.13	0.05	0.11
5	0.16	0.26	0.10	0.20	0.07	0.16	0.05	0.13
6	0.28	0.35	0.12	0.28	0.18	0.22	0.08	0.18
7	0.45	0.44	0.14	0.35	0.34	0.33	0.09	0.26
8	0.65	0.56	0.14	0.45	0.52	0.43	0.10	0.34
9	0.86	0.65	0.14	0.52	0.75	0.53	0.10	0.42
10	1.02	0.69	0.14	0.55	0.89	0.55	0.10	0.44
11	1.15	0.65	0.12	0.52	1.05	0.54	0.10	0.43
12	1.18	0.59	0.09	0.47	1.11	0.50	0.09	0.40
13	1.15	0.52	0.07	0.42	1.03	0.43	0.09	0.35
14	1.05	0.40	0.07	0.32	0.92	0.34	0.06	0.27
15	0.93	0.35	0.04	0.28	0.78	0.29	0.04	0.23
16	0.75	0.25	0.03	0.20	0.60	0.22	0.04	0.17
17	0.60	0.21	0.03	0.17	0.39	0.16	0.02	0.13
18	0.51	0.17	0.02	0.14	0.28	0.12	0.02	0.09
19	0.33	0.14	0.01	0.11	0.20	0.10	0.01	0.08
20	0.29	0.12	0.00	0.09	0.15	0.07	0.01	0.06
21	0.22	0.11	0.01	0.09	0.14	0.07	0.00	0.05
22	0.18	0.08	0.01	0.06	0.11	0.07	0.01	0.05

23	0.15	0.10	0.00	0.08	0.11	0.05	0.00	0.04
日累计 kg/m ² ·d	12.52	7.69	1.69	6.15	10.06	6.03	1.32	4.82

B.2 湿球黑球温度

夏季逐时湿球黑球温度应按下列公式进行计算：

$$WBGT(\tau)_{\text{夏季}} = 1.157t_a(\tau) + 17.425\varphi_a(\tau) + 2.407 \times 10^{-3}[I_G(\tau) + I_{G-R}(\tau)] - 20.550 \quad (\text{B.2.1-1})$$

$$\varphi_a(\tau) = \varphi_{a-TMD}(\tau) \cdot 10^m \quad (\text{B.2.1-2})$$

$$m = 7.5t_{a-TMD}(\tau)/[237.3 + t_{a-TMD}(\tau)] - 7.5t_a(\tau)/[237.3 + t_a(\tau)] \quad (\text{B.2.1-3})$$

$$I_{G-R}(\tau) = \{[I_o(\tau) - I_{H,dif}(\tau)][1 - f_{PSA,G}(\tau)] + I_{H,dif}(\tau)\psi_{SVF,G}\} \times (1 - \rho_G) \quad (\text{B.2.1-4})$$

$$\psi_{SVF,W} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n (1 - f_{PSA,W}) \quad (\text{B.2.1-5})$$

式中： $t_a(\tau)$ —— τ 时刻商业区设计的空气温度(°C)，按本标准附录 B 的方法计算；

$\varphi_a(\tau)$ —— τ 时刻商业区设计的空气温度对应下的空气相对湿度(%)；

$\varphi_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日相对湿度(%)，按国家行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 附录 A 的规定取值；

$t_{a-TMD}(\tau)$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日空气干球温度(°C)，按国家行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 附录 B 的规定取值；

I_G —— τ 时刻商业区设计的太阳辐射照度(W/m²)，按本标准附录 B 式(B.1.2-10)的方法计算；

I_{G-R} —— τ 时刻设计地块范围内的地表反射短波辐射照度(W/m²)；

$I_o(\tau)$ 、 $I_{H,dif}$ —— τ 时刻商业区所在城市或气候区的典型气象日水平总辐射照度、水平散射辐射照度(W/m²)，按国家行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ286-2013 附录 A 的规定取值；

$f_{PSA,G}(\tau)$ —— τ 时刻设计地块范围内空地的建筑阴影率(%)，以所在地 7 月 21 日太阳位置计算；

$\psi_{SVF,G}$ ——设计地块范围内空地的平均天空角系数；

ρ_G ——商业区地表的平均太阳辐射吸收系数，按本标准附录 B 式(B.1.2-2)的方法计算；

n ——为无穷大的天空均匀分布的光源假定个数，取 324 个。

附录 C 民用建筑绿色性能计算专项报告

C.1 日照计算分析报告应符合下列规定：

C.1.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能、使用方式等；
- 2)应注明遮挡建筑和被遮挡建筑。

C.1.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求；
- 2)拟采用日照模拟所要解决的问题描述。

C.1.3 计算软件应包括拟采用的日照计算软件或计算工具介绍、版本号和运行平台。

C.1.4 计算设定应包括下列内容：

- 1)日照计算域的选取原则、方法和选取情况；
- 2)建筑模型简化处理原则、方法和模型建立情况；
- 3)边界条件的设定情况：模拟区域地形、模拟区域范围内的建筑等；
- 4)输入条件的设定情况：项目地理位置、气候区、城市规模等级、日照标准日、有效日照时间、最小扫掠角、最小连续计算时间等；
- 5)计算网格的设置。

C.1.5 计算结果分析及结论应符合下列规定：

- 1)报告应包括底层窗台面高度处的水平面模拟计算分析图，建筑立面的日照模拟计算分析图；
- 2)报告应有明确的日照小时数达标分析和结论，结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.2 玻璃幕墙光污染计算分析报告应符合下列规定：

C.2.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能和使用方式等；
- 2)应注明邻近的敏感建筑和主要道路等。

C.2.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求；
- 2)拟采用模拟所要解决的问题描述。

C.2.3 计算软件应包括拟采用的玻璃幕墙光污染计算软件或计算工具介绍、版本号、运行平台。

C.2.4 计算设定应包括下列内容：

- 1)光污染计算域的选取原则、方法和选取情况；
- 2)目标玻璃幕墙建筑的几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况；
- 3)边界条件的设定情况；
- 4)输入条件的设定情况：项目地理位置、幕墙反射比、计算典型日、计算时段、最小扫掠角、计算时间间隔、最小连续计算时间等。

C.2.5 计算结果分析及结论应符合下列规定：

- 1)报告应包括反射光的影响区域，在周边建筑窗台面的滞留时间等时线图，对周边道路的影响时间等；
- 2)报告应有明确的分析结论，结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.3 室外风环境及热岛模拟分析报告应符合下列规定：

C.3.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能和使用方式等；
- 2)应注明邻近的周边建筑和主要道路等。

C.3.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求；
- 2)拟采用室外风环境及热岛模拟所要解决的问题描述。

C.3.3 计算软件应包括拟采用的室外风环境计算及热岛计算软件或计算工具介绍、版本号 and 运行平台。

C.3.4 计算设定应符合下列规定：

- 1)应包括计算域的选取原则、方法和选取情况；
- 2)应包括目标建筑和周边建筑的几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况；
- 3)应给出主要的边界条件处理方法和相应的数学表达式；
- 4)当计算非稳态问题时，应给出初始条件处理方法和相应的数学表达式；
- 5)应给出网格划分原则、壁面附近网格处理的方法和网格划分情况，对有网格质量检查功能的软件应提供网格质量分析结果。

C.3.5 控制方程应符合下列规定：

- 1)报告应给出本项目中所采用的流动与传热控制方程；
- 2)当为湍流流动时，应给出湍流计算模型的具体公式或方程，并应阐明湍流模型的适用依据；
- 3)当有辐射传热时，应给出辐射计算模型的具体公式或方程，并应阐明辐射模型的适用依据；
- 4)当有传质过程时，应给出传质的具体控制方程；
- 5)当有两相流动时，应给出两相流的控制方程；
- 6)控制方程应反映实际项目流动与传热的主要特征，可做合理的简化处理，应在报告中详细阐明简化处理方法与理由。

C.3.6 计算方法应符合下列规定：

- 1)应说明控制方程除广义源项外的每项所采用的差分格式；
- 2)应说明压力-速度耦合采用的算法；
- 3)应说明各项松弛因子的取值；
- 4)应说明判定收敛的条件；
- 5)对于非稳态计算，应说明时间步长和每个时间步长的迭代次数。

C.3.7 计算结果分析及结论应符合下列规定：

- 1)模拟结果应为计算收敛后的结果，报告应提供相应的收敛曲线；
- 2)报告应将主要位置的流场、温度场和压力场等以矢量或云图的表现方式进行展示，应统计各建筑迎风面和背风面的压力分布以及典型区域风速和来流风的风速比值；
- 3)热岛强度报告应提供各表面的太阳辐射累计量模拟结果，建筑表面及下垫面的表面温度计算结果，建筑室外风环境模拟结果等；
- 4)报告应有达标分析结论，结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.4 环境噪声计算分析报告应符合下列规定：

C.4.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能和使用方式等;
- 2)应注明邻近的敏感建筑 and 主要道路等。

C.4.2 计算依据应包括下列内容:

- 1)有关标准规范的具体条款要求;
- 2)拟采用环境噪声模拟所要解决的问题描述。

C.4.3 计算软件应包括拟采用的声环境计算软件或计算工具介绍、版本号和运行平台。

C.4.4 计算设定应包括下列内容:

- 1)噪声计算域的选取原则、方法和选取情况;
- 2)几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况;
- 3)边界条件的设定情况:噪声源、模拟区域地形、模拟区域范围内的建筑等;
- 4)输入条件的设定情况:目标区域范围内的建筑模型、区域范围内的地形、区域范围内街道、公路和声屏障信息,以及区域地块内实地测试的声环境功能区监测数据报告和区域地块内噪声敏感建筑物监测数据报告。

C.4.5 计算结果分析及结论应符合下列规定:

- 1)报告应包括水平噪声面(高度 1.2m)模拟计算分析图和垂直噪声面(建筑门窗外 1m)模拟计算分析图;
- 2)报告应有明确的分析结论,结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.5 自然通风计算分析报告应符合下列规定:

C.5.1 工程概况应符合下列规定:

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能和使用方式等;
- 2)应注明邻近的区域或房间。

C.5.2 计算依据应包括下列内容:

- 1)有关标准规范的具体条款要求;
- 2)拟采用自然通风模拟所要解决的问题描述。

C.5.3 计算软件应包括拟采用的自然通风计算软件或计算工具介绍、版本号和运行平台。

C.5.4 计算设定应符合下列规定:

- 1)应注明计算域的选取原则、方法和选取情况;
- 2)应注明几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况;
- 3)应注明边界参数和初始条件的设定情况;当采用 CFD 方法时,应给出主要的边界条件处理方法和相应的数学表达式;当采用多区域网络模拟方法时,应给出洞口压力边界条件、风口压力条件或风压系数及其他边界条件;
- 4)网格划分原则、网格处理的方法和网格划分情况。

C.5.5 计算结果分析及结论应符合下列规定:

- 1)当采用 CFD 方法时,报告应包括主要截面的模拟计算分析图;当采用多区域网络模拟方法时,报告应包括各开口流量和流向示意图;
- 2)报告应包括室内通风量及各房间的通风换气次数;
- 3)报告应有明确的分析结论,结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.6 气流组织计算分析报告应符合下列规定:

C.6.1 工程概况应符合下列规定:

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能、使用方式等;

2)应注明邻近的区域或房间。

C.6.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求；
- 2)拟采用气流组织模拟所要解决的问题描述，热湿计算的目标设定等。

C.6.3 计算软件应包括拟采用的气流组织计算软件或计算工具介绍、版本号、运行平台。

C.6.4 计算设定应包括下列内容：

- 1)计算域的选取原则、方法和选取情况；
- 2)几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况；
- 3)边界条件的设定情况：地面、建筑壁面或内部物体表面的速度边界条件及热边界条件；
- 4)输入条件的设定情况：机械送风口及回风口的温度、湿度、风速、压力等；
- 5)网格划分原则、网格处理的方法和网格划分情况。

C.6.5 计算结果分析及结论应符合下列规定：

- 1)报告应包括主要截面的模拟计算分析图；
- 2)报告应有明确的分析结论，结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.7 空气品质计算分析报告应符合下列规定：

C.7.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能、使用方式等；
- 2)应注明邻近的区域或房间。

C.7.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求；
- 2)拟采用空气品质模拟所要解决的问题描述。

C.7.3 计算软件应包括拟采用的空气品质计算软件或计算工具介绍、版本号、运行平台。

C.7.4 计算设定应符合下列规定：

- 1)应包括计算域的选取原则、方法和选取情况；
- 2)应注明几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况；
- 3)应给出边界条件和初始条件的设定情况；当采用 CFD 方法时，应给出主要的边界条件处理方法和相应的数学表达式；当采用多区域网络模拟方法时，应给出洞口压力边界条件、风口压力条件或风压系数及其他边界条件；
- 4)当采用 CFD 方法时，应说明网格划分原则、网格处理的方法和网格划分情况。

C.7.5 计算结果分析及结论应符合下列规定：

- 1)当采用 CFD 方法时，报告应包括主要截面的模拟计算分析图；
- 2)当采用多区域网络模拟方法时，报告应包括各计算区域污染浓度变化曲线、房间污染负荷、污染源组成比例、典型时刻污染浓度建筑区域分布图等；
- 3)报告应有明确的分析结论，结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.8 室内光环境计算分析报告应包括下列内容：

C.8.1 工程概况应符合下列规定：

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能、使用方式等；
- 2)应注明邻近的周边建筑。

C.8.2 计算依据应包括下列内容：

- 1)有关标准规范的具体条款要求;
- 2)拟采用光环境模拟所要解决的问题描述。

C.8.3 计算软件应包括拟采用的光环境计算软件或计算软件介绍、版本号、运行平台。

C.8.4 计算设定应包括下列内容:

- 1)计算域的选取原则、方法和选取情况;
- 2)几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况;
- 3)边界条件的设定情况:天空模型的选取以及光气候区的选取;
- 4)输入条件的设定情况:建筑饰面材料的反射比和建筑门窗的光学性能、反射次数;
- 5)网格划分原则和网格划分情况。

C.8.5 计算结果分析及结论应符合下列规定:

- 1)报告应包括主要平面的模拟计算分析图及采光统计结果;
- 2)报告应有明确的分析结论,结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

C.9 室内环境噪声计算分析报告应符合下列规定:

C.9.1 工程概况应符合下列规定:

- 1)应包括项目名称、项目地点、建筑功能、使用方式等;
- 2)应注明邻近的敏感建筑和主要道路等。

C.9.2 计算依据应包括下列内容:

- 1)有关标准规范的具体条款要求;
- 2)拟采用环境噪声模拟所要解决的问题描述。

C.9.3 计算软件应包括拟采用的声环境计算软件或计算软件介绍、版本号、运行平台。

C.9.4 计算设定应包括下列内容:

- 1)计算域的选取原则、方法和选取情况;
- 2)几何模型简化处理原则、方法和模型建立情况;
- 3)边界条件的设定情况:噪声源、室内模拟区域范围、模拟区域周围的建筑等;
- 4)输入条件的设定情况:目标区域范围内的建筑模型、区域范围内的室内概况、区域范围内街道、公路、声屏障,区域地块内实地测试的声环境功能区监测数据报告和区域地块内噪声敏感建筑物监测数据报告。

C.9.5 计算结果分析及结论应符合下列规定:

- 1)报告应包括水平噪声面(高度 1.2m)模拟计算分析图;
- 2)报告应有明确的分析结论,结论应与计算结果在逻辑上保持一致。

用词说明

为便于在执行本规程条款时区别对待，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：

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：

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：

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，采用“可”。

引用标准名录

- 1 《民用建筑热工设计规范》 GB 50176-2016
- 2 《建筑气候区划标准》 GB 50178-93
- 3 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189-2015
- 4 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2019
- 5 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736-2012
- 6 《节能建筑评价标准》 GB/T 50668-2011
- 7 《民用建筑通用规范》 GB 55031-2022
- 8 《城市园林绿化评价标准》 GB/T 50563-2010
- 9 《城市绿地设计规范》 GB 50420-2007
- 10 《绿色办公建筑评价标准》 GB/T 50908-2013
- 11 《城市居住区规划设计标准》 GB 50180-2018
- 12 《商店建筑设计规范》 JGJ 48-2014
- 13 《垂直绿化工程技术规程》 CJJ/T 236-2015
- 14 《建筑节能气象参数标准》 JGJ/T 346-2014
- 15 《城市道路绿化设计标准》 CJJ/T 75-2023
- 16 《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T 449-2018
- 17 《民用建筑绿色设计规范》 JGJ/T 229-2010
- 18 《商店建筑设计规范》 JGJ 48-2014
- 19 《城市居住区热环境设计标准》 JGJ 286-2013
- 20 《垂直绿化工程技术规程》 CJJ/T 236-2015
- 21 《民用建筑绿色性能计算标准》 JGJ/T 449-2018
- 22 《超低能耗公共建筑设计标准》 DB11/T 2240-2024

中国工程建设标准化协会标准

城市商业区热环境设计标准

T/CECS * -20XX**

条文说明

制 定 说 明

为落实绿色、低碳、可持续的发展理念，规范城市商业区热环境设计，改善热环境品质，做到方法科学、指标合理、计算简便，制定本标准。

本标准适用于新建、扩建和改建的城市商业区热环境设计，遵循安全、健康、舒适、节能的基本原则，规定了城市商业区热环境规划布局、建筑设计、界面材料与构造设计、基础设施、景观绿化等方面的设计要求，以及性能评价的指标与计算方法。

为了便于有关人员在使用本标准时正确和执行条文规定，本标准编制组编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据及执行过程中注意的问题进行说明。但是，本条文说明不具备与正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1 总 则 28

2 术语 29

3 基本规定 31

4 规划与设计 32

 4.1 建筑布局与形态 32

 4.2 界面材料与构造 33

 4.3 基础设施 35

 4.4 景观绿化 36

5 性能计算与评价 40

 5.1 性能指标 40

 5.2 气象参数 41

 5.3 计算方法 42

1 总 则

1.0.1 城市商业区热环境是城市生态安全和可持续发展的重要环节。作为城市中人类聚集活动最复杂、最多元的公共空间，城市商业区集中了高密度建筑群与高强度人流活动，其室外热环境质量直接影响着商业经营、能源消耗及使用者健康。当前由于相关标准的缺失，城市商业区室外设计普遍存在通风不畅、遮阳效果差、绿化不足以及渗透能力弱等典型设计缺陷，这些均对区域热环境品质产生了不良影响。

因此，根据《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》提出"聚焦建设美丽中国，加快经济社会发展全面绿色转型，健全生态环境治理体系，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展，促进人与自然和谐共生"的目标，结合《环境保护法》《城乡规划法》及《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 等相关法规制定本标准，旨在提升城市商业区热环境品质，改善生态环境，引导人民的健康生产和生活，促进城市环境、经济和社会可持续发展。

1.0.2 本标准对城市商业区热环境设计的相关设计指标进行了规范，可应用于新建、扩建和改建城市商业区的规划、建筑设计、扩初设计以及施工图设计等不同阶段的热环境设计过程。

1.0.3 城市商业区室外环境建设应遵循安全、健康、舒适、节能的原则，为人们的生活、休闲、交流等社会活动提供合理的使用空间。

1.0.4 城市商业区的热环境设计包括性能评价、形态设计、界面材料与构造、绿化、设施等，其中室外气候干湿球温湿度、太阳辐射照度、风速以及形态几何参量、材料及构造热工性能等设计对城市商业区热环境产生综合影响。标准对这些参量进行了规定，为城市商业区热环境设计提供规范依据。

1.0.5 符合国家法律法规和现行相关标准是进行城市商业区设计的前提条件。本标准重点阐述了与城市商业区热环境设计主要相关的内容，并未涵盖所有的设计要素，故当涉及到本标准未提及内容时应符合国家现行有关标准的规定，如现行国家标准《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016、行业标准《商店建筑设计规范》JGJ 48-2014、《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286-2013 以及《民用建筑绿色性能计算标准》JGJ/T 449-2018 等。

2 术语

2.0.1 城市商业区布置形式有：沿街呈线状布置、在独立地段成片集中布置、沿街和成片集中相结合布置，通常可与市、区级公共活动中心布置在一起。

2.0.2 用于确定典型气象日的城市选取原则。考虑到近年来省会城市和直辖市的城市规模相对较大，即便在同一个二级气候区内城市气候的差别也较大，应将单独对其确定典型气象日。此外，在同一个二级气候区内还应选出一个城市作为本二级气候区确定典型气象日的代表城市。代表城市的选择原则是在《建筑气候区划标准》GB 50178-93 区属中，以最冷月、最热月的平均温度和日较差最接近平均值的站点，以这一站点作为代表本二级气候区的代表城市，这样，全国就有 51 个用于确定典型气象日的代表城市（31 个省会城市和直辖市、20 个二级气候区的代表城市），典型气象日的数据覆盖所有的二级气候区。

典型气象日的确定原则。先在各代表城市典型气象年中最接近《建筑气候区划标准》GB 50178-93 的月平均温度、日较差挑出若干日作为候选的典型气象日，再比较日太阳总辐射最接近月平均值且逐时分布形态基本均匀者，确定为典型气象日。

2.0.3 以城市商业区设计的空气温度与当地典型气象日空气干球温度比较得出逐时温度差的平均值，进而可以比较城市商业区因设计手法的不同而导致的热岛效应的差异。

2.0.4 WBGT 是综合评价热环境中人体热负荷的一个基本参量。对于城市商业区热环境，WBGT 是采用自然湿球温度 t_{nw} 、黑球温度 t_g 和空气干球温度 t_a 的实测值按下式(1)计算。

2.0.5 遮阳体可分为绿化遮阳、固定式构筑物遮阳、混合遮阳和活动式构筑物遮阳四类。其中，绿化遮阳主要是以乔木为主，依靠乔木冠幅在地面形成阴影；固定式构筑物遮阳主要是依靠庇护性景观设施，如亭、廊或固定式棚、架、膜结构等，为地面提供阴影。混合式遮阳一般是采用爬藤类植物和景观构架相结合的方式为地面提供阴影，活动式构筑物遮阳一般采用遮阳伞、遮阳篷等活动式设施为地面提供阴影。

2.0.6 对于城市商业区内场地的硬化面积，由人工构筑物和绿化提供的遮阳面积所占的比率称为遮阳覆盖率。遮阳覆盖率高，则户外活动场所的热舒适性就会提高，场所的利用率就高，反之则差。

2.0.7 遮阳体的太阳辐射透射比是衡量遮阳体遮阳效果的指标，按照遮阳体的分类，分为构筑物遮阳体的太阳辐射透射比和绿化遮阳体的太阳辐射透射比。

2.0.8 叶面积指数(LAI)是衡量植物遮阳体遮阳性能的指标，在植物学中，它是用来描述植物冠层表面物质、能量交换的定量指标，是估计植物冠层功能的重要参数，也是生态系统中最主要的结构参数之一。LAI 有很多不同的定义和解释，本标准采用最常用的定义，即以植物叶子单面的总面积占单位水平土地面积的比值作为叶面积指数。为了确保城市商业区环境设计中所选择的乔木或爬藤既有良好的遮阳效果又有足够的生态绿量，需要针对独立的乔木

规定其叶面积指数的计算方法。本标准所指独立树木的树冠叶面积指数，是树冠单面叶面积的总和占该树冠地面投影面积的比值，树冠地面投影面积按树冠设计半径的圆面积计算。

2.0.9 蒸发量是衡量渗透地面蓄水、迁移、蒸发能力的指标。

3 基本规定

3.0.1 本条说明了城市商业区热环境设计必须坚持的设计理念。

国务院 2024 年印发的《深入实施以人为本的新型城镇化战略五年行动计划》在总体要求中提出：坚持人民城市人民建、人民城市为人民，充分尊重人的意愿，调动和发挥好人的积极性主动性创造性，促进人的全面发展和社会公平正义，使全体居民共享现代化发展成果。

1 依据《中华人民共和国城乡规划法》有关规定，城市商业区的规划设计及相关建设行为，应符合所在地区国土空间规划和相关专项规划的基本要求。

2 我国已进入老龄化社会，根据第七次人口普查数据，截至 2023 年底，我国 60 岁以上人口 26401 万人，占总人口的 18.75%，0 岁~14 岁人口为 25338 万人，占总人口的 17.97%，残疾人口为 8502 万，其中肢体伤残者占有相当的比例。据《银发经济蓝皮书：中国银发经济发展报告（2024）》预测，至 2060 年，老年人口将达到总人口的 37.4%。为老年人、儿童、残疾人提供活动场地及相应的服务设施和方便、安全的居住生活条件等无障碍的出行环境使老年人能安度晚年、儿童快乐成长、残疾人能享受国家、社会给予的生活保障，营造全龄友好的生活居住环境是城市规划建设不容忽略的重要问题。如城市商业区内的无障碍坡道、扶手等宜引导服务居民，尤其是老年人和残疾人；设计舒适的室外活动区供儿童游乐玩耍等。

3 商业用地多位于城市繁华地段，人流量巨大，因此是城市形象影响较大的用地类型。城市商业区规划建设应符合所在地城市设计的要求，塑造特色、优化形态、集约用地；没有城市设计指引的建设项目应运用城市设计的方法，研究并有效控制城市商业区的公共空间系统、绿地景观系统以及建筑高度、体量、风格、色彩等，创造宜居生活空间、提升城市环境质量。

3.0.2 第 4 章从城市商业区的建筑布局与形态、界面材料与构造、基础设施、景观绿化等方面做出了规定。如设计符合本标准第 4 章各项强制性条文要求的设计指标，则热环境质量可达到本标准第 5.1.6 和 5.1.7 条要求，即可达到本标准规定的目标。当城市商业区规划设计方案不能满足本标准第 4 章规定时，应按第 5 章进行性能计算与评价，当设计指标满足第 5 章规定时，热环境设计即符合本标准要求。性能计算与评价，主要是针对不满足上述规定性条文的设计方案，可以通过调整设计，加强或采取其他有利做法使得热环境的评价指标能够满足要求。

3.0.3 应按现行国家《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 表 4.1.1 和表 4.1.2 执行。

4 规划与设计

4.1 建筑布局与形态

4.1.1 城市商业区的规划建设与所在城市的地理位置、建筑气候区划、现状用地条件等自然条件密切相关。在规划设计中应充分考虑、利用和强化已有特点和条件，为整体提高城市商业区规划建设水平创造条件。

4.1.2 城市商业区的室外热环境改善需从建筑布局与形态设计的多维度进行综合考虑。包括容积率、建筑密度、建筑平均高度、街道高宽比、绿地率和绿色容积率等关键指标以及街道朝向、街道平面与立面设计、绿地布置与布局等设计内容通过控制关键指标和优化设计内容合理利用自然通风与遮阳，有效改善城市商业区内的空气温度、辐射温度、相对湿度以及风速等环境要素，提升室外热环境的舒适度。

4.1.3 城市商业区的微气候是多种因素相互作用的结果，城市商业区规划布局应充分考虑所在区域季节主导风向和典型风速，以及地形变化而产生的地方风，使城市商业区的微气候满足防寒、保温、通风、散热的要求，有利于市民室外活动的舒适和区域内的自然通风。对于不利主导风，应通过多种技术措施削弱和阻挡其对于城市商业区的不利影响；对于有利主导风，可通过合理设置区域或用地内的微风通廊等技术措施加强通风，使街区内保持适宜的风速，不出现涡旋或无风区，减少气流对区域微环境和建筑本身的不利影响。考虑到不同建筑热工设计分区主导风对城市商业区热环境的影响存在差异，故分别做出规定。

1 在严寒和寒冷地区，冬季主导风向上建筑密度较高时，风会受到较大阻挡，利于寒风防护；同时，减少冬季主导风向上的迎风面开口数量与宽度能够使街区建筑界面接近封闭，连续性加强，会有效延阻街道空间内的气流向两侧街区内部流动，有利于避免整个街区的空气热流失，改善室外热环境；位于街道开口处迎风面的喇叭式建筑布局，会引导城市商业区外部气流进入街区内部，削弱整个街区的阻风效应。

2 在夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区，夏季主导风向上建筑密度较低时，利于城市商业区通过自然通风改善热环境；并且，增加城市商业区建筑群开口与宽度有利于促进空气流通，带走多余热量；但过多的开口也会削弱街区内部的遮阳条件，因此设计开口时应该综合考虑遮阳和通风需求。

4.1.4 建筑的总平面布置、朝向、体型、建筑平面的布局、门窗洞口的设置等都是影响自然通风的因素，在设计中应予以考虑。底层架空和设置洞口（通风开口包括可开启的外窗和玻璃幕墙、外门、外围护结构上的洞口）等方式可以降低建筑迎风面积比；通风开口面积越大，迎风面积比越小，越有利于自然通风，但不一定有利于建筑节能，其设置应在满足本标准第5章有关指标要求的前提下进行。

4.1.5 对于夏热冬冷、夏热冬暖和温和地区夏季建筑的阴影能够改善城市商业区热环境，但对于严寒、寒冷地区，冬季充足的阳光照射可以提高城市商业区的环境品质，所以应该有条件地利用建筑物自身遮挡形成的阴影。

当建筑阴影与绿化遮阳、构筑物遮阳重叠时，重叠部分面积不重复计算。

4.1.6 城市商业区建筑设计尽可能将遮阳篷和檐篷纳入建筑立面设计，可以为街道增添遮蔽物和特色，并在雪、雨或极端高温期间提供天气保护。

4.2 界面材料与构造

4.2.1 热岛效应是指一个地区(主要指城市内)的气温高于周边郊区的现象，可以用平均热岛强度表示。“热岛”现象的出现，不仅会使人们高温中暑的几率增大，同时还会形成光化学烟雾污染，增加建筑的空调能耗，给人们的工作生活带来严重的负面影响。

界面材料及构造的热工性能直接影响城市商业区热岛强度。建筑群界面包括墙体、屋面和地面外表面，其材料外表面的反射系数、渗透与蒸发系数直接影响城市商业区内温度与湿度。例如：除建筑物、硬路面和林木之外，其他地表尽量为草坪所覆盖;建筑物淡色化以增加热量的反射;改善道路的保水性能，用透水性强的新型材料铺设路面，以储存雨水，降低路面温度;建筑物和室外道路的下垫层宜使用热容量较小的材料等措施。根据《节能建筑评价标准》GB/T 50668-2011 中对于室外环境热岛强度的建议，规定日平均热岛强度不宜高于 1.5℃。

4.2.2 裸露的城市界面会吸收太阳辐射并将其重新辐射到周围环境，进而导致地面热环境恶化。传统的路面，如防渗混凝土和沥青，表面温度可以达到 48-67℃。具有高太阳反射系数(反照率)的浅色材料可以帮助降低地面温度。研究人员估计，地面路面的太阳反射系数每增加 10%，表面温度就会降低 3-6℃。用混凝土代替沥青可将反射系数从 0.1 提高到 0.5，并可使地表温度降低 10-20℃。

现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 中建议，控制路面、屋面的太阳辐射反射系数宜不小于 0.4，屋面太阳辐射反射系数不小于 0.4 的面积占比宜不小于 75%。常见界面的反射系数根据《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 附录表 B.5 计算得到，详见下表 4.2.2

面层类型	表面性质	表面颜色	反射系数
石灰粉刷墙	光滑、新	白色	0.52
抛光铝反射体片	——	浅色	0.88
水泥拉毛墙	粗糙、旧	米黄	0.35
白水泥粉刷墙	光滑、新	白色	0.52
水刷石墙	粗糙、旧	浅色	0.32

水泥粉刷墙	光滑、新	浅灰	0.44
砂石粉刷墙	——	深色	0.43
浅色饰面砖	——	浅黄、浅白	0.50
红砖墙	旧	红色	0.22~0.30
硅酸盐砖墙	不光滑	浅色	0.50~0.55
混凝土砌块墙	——	灰色	0.35
混凝土墙	平滑	深灰	0.27
红褐陶瓦	旧	红褐	0.26~0.35
灰瓦	旧	浅灰	0.48
水泥屋面	旧	素灰	0.26
水泥瓦	——	深灰	0.31
石棉水泥瓦	——	浅灰	0.25
绿豆砂保护屋面	——	浅黑	0.35
白石子屋面	粗糙	灰白	0.38
浅色油毡屋面	不光滑、新	浅黑	0.28
深色油毡屋面	不光滑、新	深黑	0.14
绿色草地	——	——	0.20~0.22
水（开阔湖、海面）	——	——	0.04
棕色、绿色喷泉漆	光亮	中棕、中绿	0.21
红涂料、油漆	光平	大红	0.26
浅色涂料	光亮	浅黄、浅红	0.50

4.2.3 参考现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 与现行行业标准《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286-2013 制定本条内容。透水铺装地面除了可以满足削减雨水径流、控制径流污染及保护水环境等要求外，因其含水蒸发冷却效应可使夏季地表温度及局部空气温度降低，减轻室外夏季热环境的不舒适感，利于降低夏季热岛强度。当城市商业区交通流量较少的区域，如步行道、停车场、小巷等，在设计时若未能直接满足热环境控制的标准要求，应优先考虑采用透水性材料进行铺装。

城市商业区户外硬质铺装地面，如活动场地和人行道路地面，不宜采用沥青、水泥、陶瓷面砖以及各种石材地面，宜采用透水铺装方式或使用植草砖、透水沥青、透水混凝土、透水地砖等透水铺装材料。当透水铺装下为地下室顶板时，若地下室顶板设有疏水板及导水管等可将渗透雨水导入与地下室顶板接壤的实土，或地下室顶板上覆土深度能满足当地园林绿化部门要求时，仍可认定其为透水铺装地面，但覆土深度不得小于 600mm。

4.2.4 道路热阻技术是指通过材料选择和结构设计，改变路面的热物参数，降低路面温度。

常见的形式有增加热阻磨耗层和使用多孔沥青材料。研究人员实验证明使用热阻技术的路面能够实现有效的降温，相同条件下热阻路面较草坪低 1~2℃，较建筑物屋顶低 3~5 摄氏度。

热阻路面的设计与施工应按照国家行业标准《城市道路低吸热路面技术规范》CJJ/T 206-2013 的相关规定进行。

4.3 基础设施

4.3.1 城市商业区设施对改善城市商业区全年室外微气候具有显著效果，通过合理地城市商业区设施设计改善城市商业区全年室外微气候，能在有限地增加或不增加经济投入的基础上，提升城市商业区环境环境质量，彰显以人为本的设计思想，实现可持续发展的基本理念。

4.3.2 当城市商业区室外称帝的遮阳覆盖率偏低时，太阳辐射将会诱发环境的过热，从而加剧了在城市商业区活动的人群的热安全风险，为了有效地控制环境受到的太阳辐射，保证城市商业区的热安全性，对城市商业区的遮阳设计做出明确的规定十分重要，因此，本条文作为强制性条文。

1 本条文指明城市商业区采用绿化遮阳、构筑物遮阳、混合遮阳方式，是在总结各地设计的基础上作出的。绿化遮阳主要是以绿化植物在地面形成阴影；构筑物遮阳主要是依靠庇护性景观设施为地面提供阴影；混合式遮阳一般是采用爬藤类植物和景观构架相结合的方式为地面提供阴影。上述做法十分普遍，作出规定是为了规范居住区环境遮阳的设计做法。

2 绿化遮阳主要是以乔木为主，因为乔木植株较高，冠幅巨大，依靠乔木冠幅在地面形成阴影遮阴效果好；但我国土地辽阔，各地区气候、土壤情况差异巨大。因此，树种规划要从本地实际出发，从生态性、经济性、景观性、多样性、近远期协调的角度综合考虑。参考《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 规定，确定地中处于建筑阴影区外的机动车道设有遮阴面积较大的绿化遮阳体时，路段长度宜超过 70%

3 固定式构筑物遮阳主要是依靠庇护性景观设施，如亭、廊或固定式棚、架、膜结构等，为地面提供阴影；活动式构筑物遮阳一般采用遮阳伞、遮阳篷等活动式设施为地面提供阴影。构筑物遮阳设施，如张拉膜、玻璃纤维织物等应结合建筑阴影和绿化遮阳设置，填补两者间的空白处，构成连续、舒适的遮阳体系，以提高人流穿行的舒适性，延长市民室外休憩的停留时间。室外广场考虑到重大节庆日活动等需求，不宜设置面积过大的固定式人工遮阳设施，可注重临时性人工遮阳设施设置，例如活动式遮阳的遮阳伞。

4.3.3 场地中处于建筑阴影区外的步道、广场等室外活动场地应设有遮阳棚、花架等遮阴措施，其角度、尺寸等应根据人们活动区域的形状、类型、面积等进行适当调整以保证覆盖活动区域，达到改善遮阳效果的目的。根据《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 规定，确定商业区等公共建筑区域室外活动场地设有遮阳措施的面积比例不应小于 10%。

4.3.4 参考《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286-2013 相关内容叶面积指数限值的确定：园林植物学研究表明，针叶林的叶面积指数的变化范围为 0.6-16.9，落叶林为 6-8，绝大部

分生物群系为 3-19，采用叶面积指数不低于 3.0 作为植物有效遮阳的规定指标，对于绝大多数的园林绿化树种和爬藤植物是容易实现的。对于叶面积指数低于 3.0 的乔木，如大王椰树一类观赏类植物，遮阳效果微弱，按规定性设计时不应计入遮阳面积。

采用湿球黑球温度作为控制城市商业区环境的热安全性的指标，采用热岛强度作为控制城市商业区环境的热舒适性的指标，是近 20 年来国内外针对室外热环境设计所普遍采用的通用指标。

湿球黑球温度限值的确定：热环境学和生理学研究表明，当城市商业区内人群处于休息或以 3.5km/h 以下速度闲步状态时，为保证热适应者人体生理安全的生理温度指标不超过 38℃限值，所对应的热环境的湿球黑球温度值应为 33℃，因此，本标准取湿球黑球温度不超过 33℃作为城市商业区热环境设计指标限值。

热岛强度指标限值的确定：城市商业区热环境设计时，以城市商业区的设计计算温度与当地典型气象日温度的差值作为热岛强度。未来将通过对寒冷地区多个案例样本的计算分析，得出热岛强度指标限值。

4.3.5 城市商业区可以利用导风墙、挡风墙等景观设施实现室外环境风场的调节和改善。考虑到冬季防寒，可以用挡风墙、堆景的做法减弱冬季主导风对城市商业区局部风环境的不利影响；考虑到夏季防热，可以利用景观墙等做法构成平行于夏季主导风向的风廊，为局部室外空间导风。

1 本条人行区是指区域范围内功能或主要功能可供行人通行和停留的场所。参考《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 有关规定，冬季建筑物周围人行区距地 1.5m 高处风速小于 5m/s 是不影响人们正常室外活动的基本要求。

2 夏季、过渡季通风不畅在某些区域形成无风区或涡旋区，将影响室外散热和污染物消散。

4.3.6 喷雾降温设施可以喷洒出大量的微小的水颗粒，这些水颗粒很容易和周围的空气结合在一起蒸发。在蒸发的时候可以快速吸取周围环境的热量，可以有效的控制局部地区的温度，达到降温、防暑的作用。同时，由于雾化粒子自身带有吸附性，较容易吸附空气中的灰尘和静电，使得环境空气经雾化降温设施净化后变得清爽和凉快。

4.3.7 数字智能可以融入城市系统，解决公共问题，提高生活质量。智能手机和实时传感器可以产生重要的数据和见解，帮助推动更明智的决策。例如，可以安装实时传感器，收集影响日常生活的变量的数据，如交通流量、能源消耗和空气质量，通过数字工具将数据转化为交通、卫生、能源和资源管理等领域的相关标准和准则。

4.4 景观绿化

4.4.1 参考现行国家标准《绿色建筑评价标准》GB/T 50378-2019 制定本条内容。

城市商业区绿地和绿化有调节环境空气质量、改善室外热环境、截流和蓄存雨水等作用。以往研究表明,夏季城市商业区绿化状况良好,绿地率高于20%时,室外气温可降低2℃~4℃。本标准提出城市商业区热环境设计时应考虑绿地和绿化的设置,旨在确保城市商业区具备基本的气候环境调节能力,提高行人的身心健康,奠定生态城市商业区环境基础;鼓励城市商业区在满足规划条件的情况下,适当提高绿地率。

复层绿化构造指的是以乔木为主,灌木填补林下空间,地面栽花种草的种植模式。大面积的草坪不但维护费用昂贵,其生态效益也远远小于灌木、乔木。因此,合理搭配乔木、灌木和草坪,以乔木为主,垂直面上形成乔、灌、草空间互补和重叠的效果,能够提高绿地的空间利用率、增加绿量,使有限的绿地发挥更大的生态效益和景观效益。

屋顶绿化、垂直绿化有利于增加绿化面积,改善生态环境,因此应鼓励结合城市商业区屋顶、墙面采取屋顶绿化和垂直绿化等绿化方式,尤其是对建筑西、南外墙采取垂直绿化措施。

4.4.2 地下建筑顶板覆土层尽可能与自然土连接,以满足排水及植被土壤层微生物及菌类的生长;若地下室面积较大,其顶板绿化应充分考虑所处地域、气候条件、年平均降雨量、种植形式、土壤条件、覆土厚度等因素进行排水设计。

由于受到地下建筑及地下管网的阻断,覆土绿化的植物无法通过土壤毛细管上升作用吸收到生长所需的地下水,因此覆土厚度应满足植物生长的要求,保证绿化的长期效果。

4.4.3 本条规定了道路两侧绿化设计的具体要求:

车行道两侧的行道树以乔木为主,保证植物对道路起到一定的遮荫作用,同时兼顾防尘、隔离噪声、抗污染等功能。考虑道路两侧绿化的连续性,采用乔木、灌木、地被植物相结合的方式,形成连续的绿带,预告道路线形变化,诱导驾驶员行车视线。同时,为保证驾驶员的视野通透和行车视距,在道路交叉口视距三角形范围内,行道树绿带应采用通透式配置。

非机动车道、人行道、步行街两侧的绿化可以适当增加种植小乔木及开花灌木,以丰富城市商业区的色彩,提高环境体验的丰富性。

4.4.4 本条规定了屋顶绿化类型及种植形式的具体要求:

城市商业区的屋顶绿化不仅应满足美化和降温需求,还应与商业功能紧密结合,应鼓励在屋顶绿化中引入多功能空间,如屋顶花园、景观休憩区、餐饮露台等,吸引人流并提高公共空间的利用效率。

对于改扩建建筑增设屋顶绿化,首先需要考虑原有屋顶的结构承载力,应以屋顶结构鉴定报告为设计依据。同时,需要对屋顶防水层进行防水测试,确保屋面防水层有效且不漏水。对于不满足防水需求的屋面,需进行屋面防水处理,宜选用符合国家相关标准规定的耐根穿刺防水材料,并由具有资质的检测机构出具合格检验报告。

根据屋顶排水系统确定排水层的设计,确保排水层与排水系统的连通顺畅,保证排水通畅。种植屋面排蓄水层应选用强度大、耐久性好的轻质材料。

种植土的厚度应根据不同种植土和植物物种等确定，种植土表面应低于挡墙高度100mm，防止种植土流失。为了防止屋面荷载超重，需要对种植土的厚度及荷重控制，应选择轻质种植土。

选用的屋顶绿化植物应适应当地的气候条件及工程需求，严禁使用带病虫害的植物材料，应选择耐旱、抗风、耐热、生长缓慢、耐修剪、滞尘能力强、养护方便的植物种类，方便后期的维护管理。同时，应优先选择能提供遮阴、降低热辐射的乔木或灌木类植物，以充分发挥绿化的降温作用，为顾客提供舒适的户外活动场所。

4.4.5 本条规定了建筑物、构筑物、停车棚、围墙等可利用的垂直墙面进行垂直绿化设计的具体要求：

根据地域以及绿化的朝向和部位选择合适的植物，可按照现行行业标准《垂直绿化工程技术规程》CJJ/T 236-2015 选取相应的植物。

在对拟绿化的外立面进行勘察和结构安全评估，根据评估结果及需求、经济性、后期维护便利性等因素，确定合理的垂直绿化形式。

4.4.6 根据《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB 50400-2016 与《既有城市住区环境更新技术标准》T/CECS 871-2021 相关规定本条确定了绿地生物滞留设施的植物种类选择的具体要求：

生物滞留设施的蓄水层深度应根据植物耐淹性能和土壤渗透性能来确定，一般为200-300mm。覆土层的土质类型及深度应满足出水水质要求，还应符合植物种植及园林绿化养护管理技术要求。可在覆土层底部设置透水土工布隔离层或厚度不小于100mm的砂层，以防止覆土流失。

在生物滞留设施边缘区、缓冲区和蓄水区三个分区中的植物选择要充分考虑不同植物的耐淹、耐旱特性，并通过水位的调节和填料的选择优化植物配置。边缘区宜选择一般较耐旱的植物，可配置乔木，提供遮荫效果。缓冲区植物应具有耐淹性，同时要有一定的耐旱和抗雨水冲刷的能力。蓄水区应选择耐48h水淹和抗污染能力、净化能力较强的植物，同时也要有一定的耐旱能力。

雨水湿地的进水口和溢流出水口应设置碎石、消能坎等消能设施，防止水流冲刷和侵蚀，并设置前置塘对径流雨水进行预处理。《城市湿地公园设计导则》建办城[2017]63号中关于湿地植物群落与适宜水深的要求，如表4.4.6所示：

表 4.4.6 湿地植物群落与适宜水深

植物类型	适宜水深	注意事项
湿生植物	宜种植在常水位以上。	注意水位变化对不同植物的影响。
挺水植物	除某些种类的荷花以外大多适宜栽植在水深小于 60cm 的水域。	对蔓生性或具有较强的萌蘖能力的水生植物，宜采取水下围网、水下种植池、容器栽植等多种措施控制其生长区域。
浮叶植物	水深 1~2m 左右的水域。	浮叶植物水面叶片覆盖面积一般不宜超过水域面积的 1/3。
沉水植物与底栖藻类、水草等	需较好的水体能见度和光照环境，宜种植在开阔无遮挡水域。	不宜作为先锋种，应在水体污染情况达到植物生长要求后种植。

4.4.7 水景系天然或人工打造的水的各种形态在人们视觉中的景观。根据《城市居住区热环境设计标准》JGJ 286-2013 相关规定利用室外水景工程的蓄水的蒸发散热可以改善居住区室外热环境，为保证有足够的水体容纳吸收的热量，不至于造成水景表面温度升高太大，水深应不小于 300mm，累计水域面积不足 50m² 者可将其纳入绿地面积而不需进行单独计算。水景分动态水景和静态水景。跌水、喷泉、溪流、瀑布等动态水景，可以扩大水与空气的接触面积，加快蒸发速度，提高水景的降温加湿效果。

1 水体主要对其下风向区域的滨水空间热环境造成影响，所以宜将水体布置在活动空间夏季盛行风上风向，以此可以充分利用水体的降温增湿作用，营造热舒适度良好的活动空间。

2 在相同水体面积下，增加水体沿风向上的尺寸有利于降低水体区域平均气温，增加下风向影响距离；增加垂直风向上的尺寸扩大了水体下风向区域，更利于降低水边近水区域的气温。

4.4.8 在保证游玩安全的前提下，减小水面与水体周围表面的高差，可以充分利用水体的降温效果。水面上宜设置浅色木板栈道类亲水活动空间，减少对烧结砖、水泥砖、沙土等材质的运用，以免恶化滨水空间的热环境。

4.4.9 本条规定了结合水景生态化改造种植水生植物的具体要求：

对于坡度或腹地大的水景，可采用自然原型驳岸，应种植具有喜水特性和具有发达的根系可以稳定堤岸的植物，如柳树、水杨、白杨、芦苇、菖蒲等。对于缓坡驳岸，可采用卵石缓坡驳岸技术，结合水生植物种植，如水烛、慈姑、水葱、水生鸢尾等。山石驳岸利用就地取材的乡土天然山石，在山石缝隙间栽植植物，点缀岸坡，如旱伞草、黄菖蒲、石菖蒲等。

浮叶植物不宜超过水面的三分之一，以免造成拥塞。要严格控制选用植物材料的蔓延，可设置隔离带，或盆栽植入水中。对污染严重、有异味或观赏价值不高的水面，宜采取沉水植物与浮叶植物相结合的种植方法，兼顾水体净化和植物景观观赏的作用。浮叶植物如莼菜、红菱、荇菜、睡莲等，沉水植物如金鱼藻、菹草、黑藻、小眼子菜等。

5 性能计算与评价

5.1 性能指标

5.1.1 建筑平面形态宜结合当地气候条件，利用数值模拟与仿真，在保证街区日照前提下，增强夏季遮阳效果，同时兼顾通风条件，避免形成强风区，缩小背风区范围；建筑立面形态宜利用自然通风，保证街区通风散热。

5.1.2 既有研究能够考虑室外热舒适、日照辐射得热量、能耗等多方面内容，但是研究多针对室外热舒适、能耗等单一物理性能优化展开，缺乏对多个性能目标权衡考虑的研究；对耦合环境影响因素下的城市商业区形态优化的研究较为缺乏，未提出多性能目标导向下的，适用于寒地气候特征的城市商业区形态优化方法。因此，采用多性能目标与形态参量建立量化关系，提高城市商业区热环境设计效率与准确度。

5.1.3 根据热环境学的研究结果，典型季节的室外风速场、夏季典型气象日逐时热岛强度及湿球黑球温度等性能指标是评价室外热环境质量的通用指标。城市商业区较高的建筑密度以及建筑布局的不合理设计，导致了城市商业区通风阻力大、通风条件差，直接影响了城市商业区的散热，对典型季节的室外风速场进行模拟分析是为了保证城市商业区具有基本的通风散热能力。同时，热岛强度和湿球黑球温度分别是保证城市商业区环境热舒适性和热安全性的重要指标。因此，有必要将上述指标作为评价城市商业区室外热环境的性能指标。通过数值模拟技术也可以帮助设计人员在项目设计阶段对城市商业区的室外热环境进行合理的评价，对室外热环境恶劣的部分进行调整修改，以保证项目落成后能够尽可能提供舒适的室外热环境。

5.1.4 人行区是指区域范围内功能或主要功能可供行人通行和停留的场所。城市商业区建筑物周围人行区距地面 1.5m 高处瞬时风速小于 5m/s 是不影响行人正常室外活动的基本要求。建筑的迎风面与背风面风压差不超过 5Pa 是为了减少冷风向室内渗透。冬季典型风速和风向模拟计算应符合本标准 5.3.1 条的规定。

5.1.5 夏季、过渡季通风不畅在某些区域形成无风区或涡旋区，将影响室外散热和污染物消散。

5.1.6 采用热岛强度作为控制城市商业区热舒适性的指标，是近 20 年来国内外针对室外热环境设计所普遍采用的通用指标。城市商业区热环境设计时，以城市商业区的设计计算温度与当地典型气象日温度的差值作为热岛强度。为规范城市商业区热环境设计，本标准重点强调了对城市商业区规划建设的设计因素引起的热岛强度加以规定，包括居住区的通风质量、环境的遮阳状况、硬地的渗透和蒸发能力、绿地和绿化水平等引起的热岛强度，而不包括城市商业区的建筑物排热、车辆排热等使用或管理行为因素引起的热岛强度。通过对全国 179 个案例样本的计算分析，夏季典型日气象条件下，以当地太阳时 8:00~18:00 共 11 个时刻的气温增的平均值作为设计平均热岛强度，其中占 75% 案例样本的设计平均热岛强度值低于

1.5℃；而通风效果差、环境遮阳不足、硬化地面比例过高以及绿地偏低等因素造成设计平均热岛强度偏高而超过了 1.5℃的案例仅占 25%。因此，本标准取平均热岛强度 1.5℃作为城市商业区热环境设计的限值。

5.1.7 采用湿球黑球温度作为控制城市商业区热安全性的指标，是近 20 年来国内外针对室外热环境设计所普遍采用的通用指标。

根据热环境学和生理学的研究结果，当城市商业区内人群室外活动处于休息或以 1m/s 以下速度闲步状态时，为保证人体生理安全的生理温度指标不超过 38℃的限值，所对应的热环境的湿球黑球温度值应为 33℃。因此，本标准取湿球黑球温度不超过 33℃作为城市商业区热环境设计指标的限值。

5.2 气象参数

5.2.1 当采用计算流体动力学方法计算室外风环境时，根据不同季节的典型风向、风速对室外风环境进行模拟，其中来流风速、风向为对应季节内出现频率最高的风向和平均风速，室外风环境模拟使用的气象参数建议依次按地方有关标准要求、现行行业标准《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014、现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012、《中国建筑热环境分析专用气象数据集》的优先顺序取得风向风速资料。应尽可能使用地区内的气象站过去十年内的代表性气象数据，也可以使用相关气象部门提供的逐时气象数据。对于不同季节，当存在主导风向、风速不唯一时，宜按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 或当地气象局历史数据分析确定。考虑到部分地区无气象资料或气象资料缺失，当计算地区没有可查阅气象数据时，可采用地理位置相近且气候特征相似地区的气候数据，并应在专项计算报告中注明。

5.2.2 选用夏季典型气象日气象参数，一是为城市商业区热环境对比评价提供参照基准，二是为城市商业区热环境设计指标计算提供基础参数。由于城市类型、城市规模、发达程度以及城市发展规划等影响的动态变化，城市商业区所在城市的气象条件也因用地区位、周围环境等不同而产生差异，热环境设计时选择合适的背景气象条件存在一定的难度。选择典型气象日作为城市商业区热环境设计依据的理由是：（1）典型气象日能够反映当地长期以来全年最热月和最冷月的气候水平；（2）典型气象日的气象资料是通过当地气象台站观测得到的，气象台站的场地和环境建设条件相对规范，观测过程基本不会受到周围建筑条件变化的影响，气象参数之间的耦合规律相对稳定，可反映所在地城市热环境的基准水平；（3）典型气象日是在统计典型气象年的基础上得出的，典型气象年已广泛用于我国建筑节能领域，有利于建筑热环境设计和城市商业区热环境设计的参数对接。因此，选择典型日作为商业热环境设计的基础依据是可行的。地处省会城市和直辖市的城市商业区，可直接选用现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 附录 A.0.1 中主要城市的典型气象日气象参数，其他未列城市按附录 A.0.2 选取所在二级气候区的典型气象日气象参数。

5.3 计算方法

5.3.1 计算所需的气象参数应按本标准 5.4.1 的规定选取，物理建模、计算域大小、网格划分及边界条件设置应符合本标准 5.3.3 条的规定。室外风环境模拟应得到以下输出结果：

1 不同季节不同来流风速下，模拟得到城市商业区建筑物周围人行区内 1.5m 高处风速分布；

2 不同季节不同来流风速下，模拟得到冬季室外活动区的风速放大系数。

5.3.2 当采用集总参数方法或基于计算流体力学的分布参数计算方法计算夏季室外热岛强度和湿球黑球温度时，气象参数宜选用夏季典型气象日气象参数，按本标准 5.4.2 条的规定选取。

分布参数计算方法一般需要和 CFD 方法结合，随着计算机计算能力的增加和科研的推进，近 5 年得到较多应用。CTTC 模型及其改进模型是应用比较方便的集总参数模型，可以通过调整场地平均绿化覆盖率等参数来研究绿化对热岛强度的作用，可分析建筑几何位置、建筑材料对热岛强度的影响。

5.3.3 采用分布参数法计算时，物理建模应满足如下规定：对象建筑（群）周边 1H~2H 范围内应按建筑布局和形状准确建模；建模对象应包括主要建（构）筑物和既存的连续种植高度不少于 3m 的乔木（群），乔木对气流的阻碍和衰减作用，可通过多孔介质条件进行设定；建筑窗户应以关闭状态建模，无窗无门的建筑通道应按实际情况建模。

采用分布参数法计算时，计算域应满足如下规定：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。

采用分布参数法计算室外风环境时，边界条件和网格划分应满足下列规定：

1 湍流计算模型宜采用标准 $k-\epsilon$ 二方程模型或其修正模型。当建筑布局相对规整、计算精度要求不是很高的模拟时，标准 $k-\epsilon$ 二方程模型是首选的湍流计算模型；当对风压系数重点关注或计算精度要求较高时，可采用 RNG $k-\epsilon$ 模型或 Realizable $k-\epsilon$ 模型等修正模型。

2 地面或建筑壁面宜采用壁函数法的速度边界条件。无滑移（no-slip）边界条件适用于壁面附近网格划分需要非常细密的湍流计算模型，此时距壁面第一层网格的无量纲距离 y^+ 值应大约在 1.0 左右甚至更低，可根据商业软件输出 y^+ 值进行确认，但在实际的较大尺度模拟中往往造成网格数太多，增加计算量。对于标准 $k-\epsilon$ 模型，采用包括幂乘律法和对数律法等的壁函数法，距壁面第一层网格的无量纲距离 y^+ 在 30-500 之间即可，可以极大减少网格数量，节省计算资源。对于粗糙表面，可采用引入粗糙长度 z_0 或粗糙高度 k_s 的修正对数律法进行设定。

3 流入边界条件需考虑高度方向上的风速梯度分布，风速梯度分布幂指数（ α ）应符合本标准附录表 B.1.2-2 的规定。

4 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) 当计算域未达到与主流方向正交的计算断面大小的阻塞率应小于 3%的要求时，边界条件可按自由流入流出或按压力设定。

5 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) 计算时应进行网格独立性验证。

5.3.4 采用集总参数法进行热岛强度和湿球黑球温度模拟计算时，除模型的准确建立外，应根据建设工程的设计图纸和模拟精度要求，保证建筑模拟工况与周边环境相符，不能相差太大。计算域宜沿实际商业区规划平面的道路红线设置。对于较大的城市商业区应按道路划分成多个小城市商业区分别进行计算，每个城市商业区的计算域平面大小不小于 400m×400m，规定计算域的最小值是为了降低计算域内的热环境受周边区域扰动的影响。

5.3.5 建筑表面及下垫面太阳辐射模拟是重要模拟环节，也是热岛强度的重要影响因素。应使用适当的模拟软件，若使用的模拟软件对多次反射部分的辐射计算或散射计算等因素未加以考虑，需对模拟结果进行修正，以满足模拟计算精度要求。

5.3.6 植物的蒸腾作用和水的汽化潜热作用以及建筑表面和下垫面对太阳辐射的吸收，能够显著影响城市商业区室外热环境。对于植物，可根据多孔介质理论模拟植物对风环境的影响作用，并根据植物热平衡计算，根据辐射计算结果和植物蒸发速率等数据，计算植物对热环境的影响作用，从而完整体现植物对建筑室外微环境的影响。对于水体，应考虑周边植被、风环境、太阳辐射以及自身对热量的蓄存作用等对室外热环境的影响。上述过程比较复杂，在实际工程应用中可对上述设定进行适当简化，但不同的材料的吸收率、反射系数、渗透率、蒸发率差异较大，选取合理的参数设定是准确计算热岛强度和湿球黑球温度的关键。采用集总参数法计算热岛强度和湿球黑球温度时，建筑、空地、植被等不同属性的下垫面应分别设定热时间常数（CTTC）值，各下垫面的太阳辐射吸收系数、遮阳体的太阳辐射透射比、对流得热比例，水体、绿地、渗透型硬地、绿化屋面的逐时蒸发量应分别设定，其取值参照本标准附录表 B.1.2-1、表 B.1.2-3、表 B.1.4。

5.3.7 城市商业区热环境计算分析报告需要规范，以确定城市商业区热环境计算分析报告的完整性和科学性，以及可供判断的详细资料。本条规定了其计算分析报告应包括的详细信息，应包括工程概况、计算依据、气象参数来源、计算软件介绍、建模依据、计算域划分、边界条件设定、网格划分、网格质量检查结果、计算结果分析及结论等。这既有利于对数值模拟的质量进行审查和把控，以便检查计算分析结果的准确性，有利于推进工程进度和方便评审，

也有利于对不同计算结果做横向比对分析。