



T/CECSXXX: 202X

中 国 工 程 建 设 协 会 标 准

# 民用建筑热环境设计室内外计算参数标准



中国工程建设标准化协会标准

# 民用建筑热环境设计室内外计算参数标准

T/CECSXXX-202X

主编单位：西安建筑科技大学

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：202X 年 X 月 X 日

## 前 言

根据中国工程建设标准化协会《2019 年第一批协会标准制订、修订计划》（建标协字[2019]12 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本标准共分为 6 个章节和 X 个附录，主要技术内容包括：总则、术语与符号、室内热环境数据的获取方法、室内计算参数的确定方法、室外气象参数的处理方法、室外计算参数的确定方法。

本规程由中国工程建设标准化协会建筑环境与节能专业委员会（CECS/TC-20）归口管理，由西安建筑科技大学负责具体技术内容解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送西安建筑科技大学（地址：陕西省西安市雁塔路 19 号，邮政编码：710055）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

## 目 次

|                              |    |
|------------------------------|----|
| 1 总则.....                    | 1  |
| 2 术语.....                    | 2  |
| 3 室内热环境数据的获取方法.....          | 6  |
| 3.1 一般规定.....                | 6  |
| 3.2 室内热环境参数测试.....           | 7  |
| 3.3 室内人员主观评价数据获取.....        | 8  |
| 3.4 其它参数获取.....              | 9  |
| 3.5 数据处理.....                | 10 |
| 4 室内计算参数的确定方法.....           | 12 |
| 4.1 建筑热工设计.....              | 12 |
| 4.2 供暖空调设计.....              | 19 |
| 4.3 建筑节能设计.....              | 24 |
| 5 室外气象参数的处理方法.....           | 25 |
| 5.1 一般规定.....                | 25 |
| 5.2 地面一般气象参数.....            | 26 |
| 5.3 太阳辐射参数.....              | 34 |
| 6 室外计算参数的确定方法.....           | 40 |
| 6.1 建筑热工设计.....              | 40 |
| 6.2 供暖空调设计.....              | 53 |
| 6.3 建筑节能设计.....              | 64 |
| 附录 A1 单件服装热阻值.....           | 69 |
| 附录 A2 不同活动类型下新陈代谢率值.....     | 71 |
| 附录 B 太阳辐射区域及主要城镇区属.....      | 72 |
| 附录 C 全国主要城镇建筑热工设计室外计算参数..... | 74 |
| 附录 X 全国主要城镇室外空气计算参数.....     | 75 |
| 附录 D 全国主要城镇典型气象年（TMY）参数..... | 75 |
| 本标准用词说明.....                 | 76 |
| 引用标准名录.....                  | 77 |

## Contents

|                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1 General Provision.....</b>                                                                                     | <b>1</b>  |
| <b>2 Terms.....</b>                                                                                                 | <b>2</b>  |
| <b>3 Obtaining Data of Indoor Thermal Environment.....</b>                                                          | <b>6</b>  |
| 3.1 General Requirements .....                                                                                      | 6         |
| 3.2 Measurement of Indoor Environment Parameters.....                                                               | 7         |
| 3.3 Measurement of Indoor Environment Parameters.....                                                               | 8         |
| 3.4 Obtaining other Parameters .....                                                                                | 9         |
| 3.5 Data Processing .....                                                                                           | 10        |
| <b>4 Methods for Determination of Indoor Design Conditions .....</b>                                                | <b>12</b> |
| 4.1 Building Thermal Design .....                                                                                   | 12        |
| 4.2 Heating and Air Conditioning Design.....                                                                        | 19        |
| 4.3 Building Energy Efficiency Design.....                                                                          | 24        |
| <b>5 Methods for Processing Outdoor Meteorological Parameter .....</b>                                              | <b>25</b> |
| 5.1 General Requirements.....                                                                                       | 25        |
| 5.2 General Surface Meteorological Parameters .....                                                                 | 26        |
| 5.3 Solar Radiant Parameter.....                                                                                    | 34        |
| <b>6 Methods for Determination of Outdoor Design Condition .....</b>                                                | <b>40</b> |
| 6.1 Building Thermal Design .....                                                                                   | 40        |
| 6.2 Heating and Air Conditioning Design.....                                                                        | 53        |
| 6.3 Building Energy Efficiency Design.....                                                                          | 64        |
| <b>Appendix A1 Estimation of Thermal Insulation of Clothing .....</b>                                               | <b>69</b> |
| <b>Appendix A2 Metabolic Rates of Different Activities .....</b>                                                    | <b>71</b> |
| <b>Appendix B Solar Radiation Region and Major Urban Areas .....</b>                                                | <b>72</b> |
| <b>Appendix C Indoor Design Conditions of Building Thermal Design in Major<br/>Towns and Cities Nationwide.....</b> | <b>74</b> |
| <b>Appendix X Outdoor Design Condition of Air in Major Towns and Cities<br/>Nationwide .....</b>                    | <b>75</b> |
| <b>Appendix D Parameters of Typical Meteorological Year in Major Towns and Cities<br/>Nationwide .....</b>          | <b>75</b> |
| <b>Explanation of World in This Standard.....</b>                                                                   | <b>76</b> |
| <b>List of Quoted Standard.....</b>                                                                                 | <b>77</b> |

# 1 总则

1.0.1 为给民用建筑热环境设计过程中相关室内外计算参数的确定提供科学方法，提高建筑设计及节能设计的准确性与科学性，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于建筑节能设计、节能评价与分析等相关工程及科研工作。

1.0.3 本标准对建筑热环境设计室内外计算参数在符合国家现行有关标准规定的前提下进行了更新：部分已有参数尤其是室外计算参数在沿用了标准中原方法的基础上，对参数的计算时长进行了更新；部分新参数来源于科研一线的最新研究成果，针对标准中缺少、但在实际工程中切实需要的参数，在对国内外最新研究成果系统整理和具体实践的基础上给出了暂行的解决方法，此部分可供相关工程设计和科研人员提供借鉴和参考。

1.0.4 本标准中的参数，由于计算时长和确定方法等与国家现行有关标准规定不同，相同参数会有差异，建议在符合国家现行有关规定的情况下，对本标准中的参数进行综合考量。

## 2 术语

### 2.1.1 热舒适 thermal comfort

对当前热环境表示满意并通过主观评价的心理状态。

### 2.1.2 热感觉 thermal sensation

人体对冷热程度的主观感受。

### 2.1.3 可接受环境 acceptable thermal environment

在特定的新陈代谢率和服装热阻下，由空气温度、相对湿度、气流和平均辐射温度组合而成的超过 80%的使用者认为可以接受的热环境。

### 2.1.4 预计平均热感觉指数 (PMV) predicted mean vote

PMV 指数是以人体热平衡的基本方程式以及心理生理学主观热感觉的等级为出发点，考虑了人体热舒适感诸多有关因素的全面评价指标。PMV 指数表明群体对于 (+3~-3) 七个等级热感觉投票的平均指数。

### 2.1.5 预计不满意者的百分数 (PPD) predicted percent of dissatisfied

PPD 指数为预计处于热环境中的群体对于热环境不满意的投票平均值。PPD 指数可预计群体中感觉过暖或过凉“根据七级热感觉投票表示热(+3), 温暖(+2), 凉(-2), 或冷(-3)”的人的百分数。

### 2.1.6 局部热不舒适 local thermal discomfort

由局部特定条件引起的热不适，如脚部和头部之前的垂直空气温差、局部冷吹风感、地板表面温度、不对称辐射温度等。

### 2.1.7 服装热阻 clothing insulation

用来表征服装阻抗传热能力的物理量， $1 \text{ clo} = 0.155 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。

### 2.1.8 新陈代谢率 metabolic rate

人体通过代谢将化学能转化为热能和机械能的速率，通常用人体单位面积的代谢率表示， $1 \text{ met} = 58.2 \text{ W/m}^2$ 。

### 2.1.9 操作温度 operative temperature

假想的黑色封闭空间内的均匀温度。人在该黑色封闭空间内的辐射和对流换热,与在实际的非均匀环境中的换热量相同。

#### **2.1.10 室内计算参数 indoor design conditions**

特指设计计算过程中所采用的室内空气温度、相对湿度和空气流速等的统称。

#### **2.1.11 太阳总辐射曝辐量 global solar radiation**

水平面上，天空 $2\pi$ 立体角内所接收到的太阳直接辐射和散射辐射之和。

#### **2.1.12 日照时数 sunshine duration**

日照是指太阳在一地实际照射的时数。在一给定时间，日照时数定义为太阳直接辐照度达到或超过  $120W/m^2$  的那段时间总和，以小时（h）为单位。

#### **2.1.13 可照时数 maximum sunshine duration**

可照时数（天文可照时数），是指在任何遮蔽条件下，太阳中心从某地东方地平线到进入西方地平线，其光线照射到地面所经历的时间。

#### **2.1.14 动态保温设计 dynamic thermal insulation design**

基于室外气象参数逐时变化特点，考虑太阳辐射热作用对不同朝向外围护结构内表面温度的影响差异，利用一维非稳态传热计算方法描述冬季房间不同运行方式下外围护结构的实际传热过程，以提高太阳能利用率和保温设计精度的一种外围护结构热工设计方法。

#### **2.1.15 自然通风设计 natural ventilation design**

为实现自然通风降温效果的一种被动式降温设计策略。

#### **2.1.16 自然通风适用期 natural ventilation period**

根据当地室外气候条件确定的一年中房间可利用自然通风降温的时段。

#### **2.1.17 建筑遮阳 shading**

在建筑门窗洞口室外侧与门窗洞口一体化设计的遮挡太阳辐射的构件。

#### **2.1.18 遮阳计算时段 shading design period**

根据当地室外气候条件确定的一年中建筑物或房间需要设置遮阳的时段。

#### **2.1.19 同时发生气象数据 coincident weather data**

同时作用建筑并影响室内负荷，且气象要素之间有实际关联性的多要素气象数据。

#### **2.1.20 负荷不保证率 cooling load riskfactor 或 risk factor of cooling load**

空调系统对于历年（20-30 年）负荷中平均不保证的比例，可取 0.4%、1%和

2%，或 20h、50h 和 100h。

#### **2.1.21 同时发生室内设计负荷 coincident indoor design load**

用历年同时记录的多要素逐时气象数据和动态负荷计算方法算出的室内历年逐时冷负荷中，去除掉不保证率所对应的极端负荷后的最大负荷。

#### **2.1.22 同时发生设计计算参数 coincident design weather data**

与同时发生室内设计负荷对应的同时发生气象数据，分为设计点数据和设计日数据。

#### **2.1.23 建筑和室内设计参数 coincident building parameters**

用于确定同时发生设计计算参数和进行室内设计负荷计算的建筑和室内特性或特征参数，如，朝向、建筑外皮热参数、窗墙比、.....

#### **2.1.24 墙体热时滞 thermal lag of the wall**

墙体外表面得热传递到内表面所需要的时间。

#### **2.1.25 房间（室内）热延迟 indoor thermal delay/延迟时间（围护结构）**

室内得热大部分转化为室内负荷所需要的时间。

#### **2.1.26 窗墙比 window to wall ratio**

外窗面积与外围护结构总面积的比值

#### **2.1.27 太阳辐射得热系数 solar heat gain coefficient**

通过透光围护结构（门窗或透光幕墙）的太阳辐射室内得热量与投射到透光围护结构（门窗或透光幕墙）外表面上的太阳辐射量的比值(参照 GB50736-2012 核对)。

#### **2.1.28 换气系数 air-exchange coefficient**

室内每小时新风量与外围护结构面积的比值。

#### **2.1.29 内遮阳系数 internal shading coefficient**

实际进入室内形成冷负荷的太阳辐射室内得热量与透过窗户的太阳辐射的比值。

#### **2.1.30 房间布置类型 room arrangement type**

根据房间内布置情况将房间划分为不同布置类型的房间，包括轻型布置、中型布置和重型布置等（参照 ASHRAE，给出衡量方法和标准）。

### **2.1.31 典型气象月 Typical Meteorological Month, TMM**

在累年的时间跨度内，依据气象观测数据的月平均值而选取的某年的某个月，该年该月气象观测数据的月平均值与累年对应月份气象观测数据的平均值最接近。

### **2.1.32 典型气象年 Typical Meteorological Year, TMY**

12 个逐月的典型气象月（Typical Meteorological Month, TMM）构成的一个假想年。典型气象年的气象数据取自于这 12 个典型气象月，并对月间的逐时气象参数进行平滑处理。典型气象年的逐时气象数据主要用于建筑物的能耗模拟。

### **2.1.33 四次定时数据 four times data**

气象站每日（北京时间）02:00、08:00、14:00、20:00 四个时刻观测到的气象数据，包括：干球温度、相对湿度、大气压、风速风向等要素。

### **2.1.34 逐日数据 diurnal data**

国家地面站对干球温度、大气压、相对湿度、风、降水量、总辐射、直射辐射、散射辐射等要素的每日观测值。

### **2.1.35 逐时数据 hourly data**

国家地面站对干球温度、大气压、相对湿度、风、降水量、总辐射、直射辐射、散射辐射等要素的每日逐时观测值。

### 3 室内热环境数据的获取方法

#### 3.1 一般规定

**3.1.1 室内热环境测试应包括物理环境数据、人员主观评价及个体参数数据。**

【条文说明】3.1.1 为规范室内热环境数据获取方法，为建筑室内设计参数获取提供依据，规定室内热环境数据应包括物理环境数据、人员主观评价。人员个体参数应包括基本信息（年龄、身高、体重、性别）、服装热阻和新陈代谢率。

**3.1.2 室内热环境参数测试应符合国家现行有关标准的规定。**

【条文说明】3.1.2 为了保证获取数据准确可靠，按照国家现行标准《建筑热环境测试方法标准》JGJ/T 347 对室内热湿环境基本参数和测量仪器提出要求。最低要求必须满足，测试仪器精确度越高越好。

**3.1.3 建筑室内热环境数据数据应符合表 3.1.3 的规定。**

表 3.1.3 建筑室内数据分级

| 数据级别 | 室内热环境<br>基本参数                | 室内热环境导<br>出参数  | 其他参数                                             | 适用环境类型                           |
|------|------------------------------|----------------|--------------------------------------------------|----------------------------------|
| 一级   | 空气温度#、湿度#、风速、黑球温度#、房间各表面平均温度 | 平均辐射温度、不对称辐射温度 | 人员个体参数、人员主观评价、房间平面及空间尺寸和人员位置、建筑环境类型、设备类型及使用情况、时间 | 人工控制环境，自由运行环境（冬夏季），辐射供热环境，辐射供冷环境 |
| 二级   | 空气温度、湿度、风速、黑球温度              | 平均辐射温度         | 人员个体参数、人员主观评价、建筑环境和设备类型、室外日均气温、时间                | 自由运行环境（过渡季）                      |

|    |         |   |                                   |                       |
|----|---------|---|-----------------------------------|-----------------------|
| 三级 | 空气温度、湿度 | 无 | 人员个体参                             |                       |
|    |         |   | 数、人员主观<br>评价、建筑环<br>境和设备类<br>型、时间 | 对流供冷环<br>境，对流供热<br>环境 |

#三个高度，分别为 0.1 m、0.6 m、1.1m（站姿）、0.1 m、1.1 m、1.7 m（站姿）。

## 3.2 室内热环境参数测试

3.2.1 室内热环境测试的基本参数包括空气温度、空气流速、空气湿度、黑球温度、表面温度等。各参数测试精度应符合表 3.2.1 的规定。

表 3.2.1 室内热湿环境基本参数的测量仪器

| 测量参数      | 符号 | 测试范围     | 测试精度      |
|-----------|----|----------|-----------|
| 空气温度（℃）   | Ta | -10~50 ℃ | ±0.5 ℃    |
| 相对湿度（%）   | RH | 10~100%  | ±5%       |
| 空气流速（m/s） | Va | 0.~3 m/s | ±0.05 m/s |
| 黑球温度（℃）   | Tg | -10~50 ℃ | ±0.5 ℃    |
| 平均辐射温度（℃） | Tr | -10~50 ℃ | ±2 ℃      |
| 内表面温度（℃）  | Ts | -10~50℃  | ±1 ℃      |

3.2.2 空气温度和空气流速宜在室内距离地面三个高度处测试获取。

1 对于坐姿受试者，应测试距离地面垂直高度为 0.1m、0.6m、1.1m 三个高度的参数数值，分别代表坐姿人体脚踝、腰部和头部位置；

2 对于站姿受试者，应测试距离地面垂直高度为 0.1m、1.1m、1.7m 三个测点高度的参数数值，分别代表站姿人体脚踝、腰部和头部位置。

【条文说明】3.2.2 由于室内热环境参数的分布一般是不均匀的，而其中的空气温度和空气流速的分布变化较大，参照 GB 50785-2012/T 《民用建筑室内热湿环境评价标准》规定，坐姿和站姿人体应在室内 3 个不同高度处测试，并取平均值进行分析使用。

3.2.3 空气相对湿度、黑球温度和定向辐射热宜在室内距离地面一个高度处测试获取。

1 对于坐姿受试者，应测试距离地面垂直高度为 0.6m 处的参数数值，代表坐姿人体腰部位置；

2 对于站姿受试者，应测试距离地面垂直高度为 1.1m 处的参数数值，代表站姿人体腰部位置。

【条文说明】3.2.3 由于相对湿度变化为 5%时，人体一般感觉不到。因此，相对湿度仅在人体腰部位置测试即可。平均辐射温度一般也只在腰部位置测试即可。

3.2.4 室内热环境参数测量时间应满足 GB 50785-2012/T 《民用建筑室内热湿环境评价标准》的规定。

### 3.3 室内人员主观评价数据获取

3.3.1 人员主观评价量表的设计方法应参照现行国家标准《热环境人类工效学使用主观判定量表评价热环境的影响》GB/T 18977 执行。主观问卷调查应包括热感觉、热舒适、热可接受度和热偏好。主观问卷投票标尺见表 3.3.1。

表 3.3.1 主观问卷投票标尺

| 热感觉投票    | 热舒适投票    | 热可接受度投票       | 热偏好投票    |
|----------|----------|---------------|----------|
| 很热 (+4)  |          |               |          |
| 热 (+3)   |          |               |          |
| 暖 (+2)   | 舒适 (0)   | 非常可接受 (+1)    | 暖一点 (+1) |
| 稍暖 (+1)  | 稍不舒适 (1) | 刚刚可接受 (+0.1)  | 保持不变 (0) |
| 不冷不热 (0) | 不舒适 (2)  | 刚刚不可接受 (-0.1) | 凉一点 (-1) |
| 稍凉 (-1)  | 很不舒适 (3) | 非常不可接受 (-1)   |          |
| 凉 (-2)   | 极不舒适 (4) |               |          |
| 冷 (-3)   |          |               |          |
| 很冷 (-4)  |          |               |          |

【条文说明】3.3.1 热感觉量表是一个对称的、具有双极的七级(可扩展至九级)量表。在将环境判定为适宜(接近于中等热、稍热或稍冷)的情况下，应使用七级量表方法。在将环境判定为很热或很冷的情况下，应使用九级量表方法。建议将上

述两类环境之间的实际界限确定为  $PMV=\pm 2$ 。热评估量表是一个仅有单极的四级量表，等级赋值为 0~4（舒适~极不舒适）。热可接受度量表采用断裂标尺，等级赋值为-1~-0.1（不可接受~刚刚不可接受）和 0.1~1（刚刚可接受~非常可结合）。热偏好量表分为三个等级，量表的中点为中性点，从中性点向两极方向随强度增加。

### **3.3.2 服装热阻值宜参照附录 A 通过问卷调查获得。**

【条文说明】3.2.2 服装热阻问卷参考标准 ASHRAE 55 和 ISO 7730 确定，服装热阻宜取全部服装热阻之和。

### **3.3.3 代谢率宜参照附录 B 通过调查问卷获得。**

【条文说明】3.2.3 国内现行标准均沿用国际标准中基于欧美人群的新陈代谢率标准值，其数据无法反映我国人群的代谢率特征。本标准中的代谢率标准值采用了项目组首次对我国人群在典型活动下的代谢率标准值进行了精确测量。

### **3.3.4 人员主观评价问卷调查应与室内热环境测试同步进行，二者数据记录的时间间隔不应超过 10 min。**

## **3.4 其它参数获取**

**3.4.1 室外日均气温应通过测试或气象站数据获取，测试应按现行行业标准《地面气象观测规范第 1 部分：总则》QX/T 45 和《地面气象观测规范第 6 部分：空气温度和湿度观测》QX/T 50 执行，气象站数据应选择测试对象所在城市的符合现行《地面气象观测规范》相关标准的气象站数据。**

【条文说明】室外日均气温测试仪器的性能应按现行行业标准《地面气象观测规范第 1 部分：总则》QX/T 45 执行，构造、安装、观测和记录、维护、防辐射装置等应按现行行业标准《地面气象观测规范第 6 部分：空气温度和湿度观测》QX/T 50 执行。

**3.4.2 房间平面及空间尺寸和人员位置应通过测量或设计图纸获取，测量应参照现行国家标准《房产测量规范第 1 单元：房产测量规定》GB/T 17986.1 执行，设计图纸应调取测试对象正式备案的房产图或施工图。**

3.4.3 建筑环境类型应包括人工控制环境和自由运行环境，其中人工控制环境又分为辐射供冷环境、辐射供暖环境、对流供冷环境、对流供暖环境，应通过现场考察确定。

3.4.4 设备类型应包括辐射供冷设备、辐射供暖设备、对流供冷设备、对流供暖设备、风扇等，设备类型及使用情况应通过现场考察确定。

3.4.5 气候类型应参照现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的热工设计区属确定。

### 3.5 数据处理

3.5.1 室内数据的标准化处理方法，包括缺失值识别、数据清洗和异常值检测三个方面。

1.可采用筛选、查找等方法对室内基础数据进行缺失值处理，若为允许缺失项，则无需补全；若为不允许缺失项，则应根据数据分级原则进行降级或删除处理。

2.在进行数据清洗时，应视处于合理范围内的参数为正常值，处于合理范围外的参数为异常值。

3.物理数据宜采用箱线图法检测，热感觉宜采用基于  $d$  值的  $K$ -近邻与多元高斯分布相结合的方法处理，热舒适和热可接受度宜采用数据可视化方法处理。

3.5.2 物理量的平均值应符合表 3.5.2 的规定。

表 3.5.2 环境物理量的测量高度和平均值权重系数

| 位置 | 平均值的权重系数 |            |       |            | 推荐高度  |       |
|----|----------|------------|-------|------------|-------|-------|
|    | 均匀环境     |            | 不均匀环境 |            | 坐姿    | 站姿    |
|    | I 级      | II 级、III 级 | I 级   | II 级、III 级 |       |       |
| 头部 |          |            | 1     | 1          | 1.1 m | 1.7 m |
| 腹部 | 1        | 1          | 1     | 2          | 0.6 m | 1.1 m |
| 脚踝 |          |            | 1     | 1          | 0.1 m | 0.1 m |

3.5.3 中性温度的计算采用温度频率法（Bin 法）将室内温度和热感觉投票进行线

性回归建立人感觉评价模型，得到方程  $TSV=a*T+b$ ，当  $TSV=0$  时得到的室内温度  $T$  就是中性温度。

【条文说明】3.2.5 采用温度频率法将室内温度以  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  为间隔，以受试者在每一温度区间内的热感觉投票  $TSV$  作为因变量，以室内评价指标（空气温度或操作温度或标准有效温度）为自变量，两者进行线性回归得到回归方程。方程中  $a$  为回归系数，反映了受试者的主观热感觉对温度变化的敏感程度。常采用皮尔逊（Person）相关系数  $r$  来判定其相关性。 $r$  的绝对值越接近 1，则两参数间的相关程度就越大。

**3.5.4 可接受温度范围的计算采用回归法确定可接受率与温度之间的关系，当可接受率为 80%（或 90%）时,所对应的温度区间即为可接受温度范围。**

【条文说明】3.2.6 该方法借助于热可接受度投票，投票为正值的认为可接受，将温度按照  $0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  划分区间，求解每个温度区间内可接受的人数与全部投票人数的比率，采用回归法确定可接受率和温度两者之间的关系，当可接受率为 80%（或 90%）时，所对应的温度区间，即为可接受温度范围。

## 4 室内计算参数的确定方法

### 4.1 建筑热工设计

4.1.1 冬季采暖房间室内计算参数应按以下规定取值：

1. 室内计算温度，采暖房间应取冬季 90%可接受温度下限，服装热阻不宜低于 1.0 clo；
2. 相对湿度，一般房间取 30%~60%。

【条文说明】4.1.1 本节中给出的参数取值方法用于进行建筑热工设计计算，以评价建筑物围护结构的热工性能是否达到一定的水平。该参数既不是建筑运行时的实际状况，也不是建筑室内热环境的控制目标。

围护结构表面温度由房间室内温度与室外空气综合温度共同决定。其与室内环境参数共同影响人体热感觉。

以采暖为例，房间尺寸为  $4.5 \times 3.6 \times 3\text{m}$ ，有一面外墙（ $3.6 \times 3\text{m}$ ），相对湿度 50%，相对风速 0.1 m/s，服装热阻 1 clo，代谢率 1.1 met，有 PMV 与温差  $\Delta t$ （室内空气温度-围护结构表面温度）关系如下图所示：

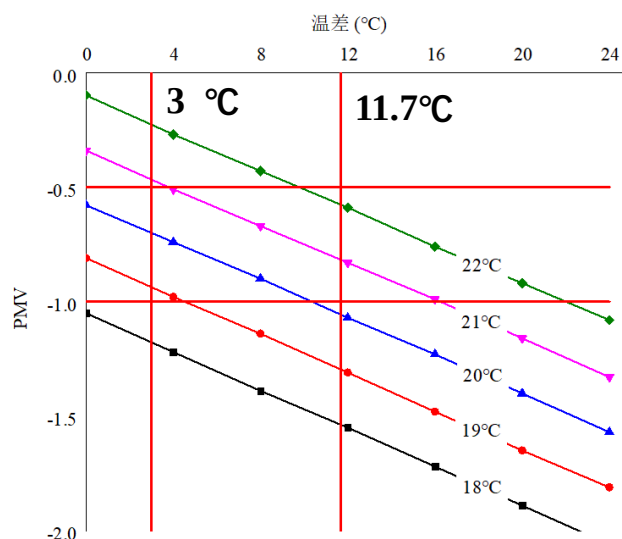


图 4.1.1 采暖单外墙时 PMV 与温差的关系

注：3 °C为现行热工规范墙体表面温度与室温差值限值，11.7 °C为满足辐射非对称性导致不满意率 5%时温差限值；

采暖单面外墙热工计算时，若刚满足一级热舒适(PMV=-0.5)，室温取 22°C：

$\Delta t$  限值为  $9.71\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，室温取  $21\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； $\Delta t$  限值为  $3.88\text{ }^{\circ}\text{C}$ ；若刚满足二级热舒适（ $\text{PMV}=-1$ ），室温取  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； $\Delta t$  限值为  $10.29\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，室温取  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ ； $\Delta t$  限值为  $4.55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。

上述数据来源于微气候室实验。该实验室的总尺寸为  $6\text{m}$ （长） $\times 3.3\text{m}$ （宽） $\times 3\text{m}$ （高），A 室的尺寸为  $3.9\text{m}$ （长） $\times 3.3\text{m}$ （宽） $\times 3\text{m}$ （高），相邻房间的墙上有一个塑钢玻璃窗，尺寸为  $1.8\text{m}$ （长） $\times 1.5\text{m}$ （宽）。

20 名大学生作为受试者参加实验，服装热阻值约为  $1.02\text{ clo}$ 。实验中受试者距离 A 室的外墙  $1\text{ m}$  处，且背对外墙坐姿，模拟办公状态。

实验采用客观测试与主观问卷的方式进行，采集室内环境客观参数、受试者的主观感受以及生理参数。其中生理参数包括皮肤温度、心率和血压等，心理反应包括受试者的整体热反应，以及额头、背部、手、手臂及小腿等部位的局部热反应。结果表明，在  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$  稍凉工况下，20 位受试者位于距离外墙和外窗  $1\text{ m}$  处的全身热感觉投票值为  $-0.82$ 。

ISO7730 和 ASHRAE 55 标准推荐：室内热环境设计时不满意率取  $10\%$ ，此时  $\text{PMV}=-0.5\sim 0.5$ 。我国相关标准规定不满意率为  $20\%$ ，对应的热感觉投票值为  $-0.85\sim 0.85$ 。因此可认为平均热感觉投票值  $-0.82$  是  $20\%$  不满意率的下限值，此时对应的工况为最不利工况。

根据课题组的现场调研结果，严寒和寒冷地区冬季供暖建筑内一般不调节室内相对湿度。因此，相对湿度给出了一个区间，即在进行热工设计时，允许设计人员根据实际情况选择不同的相对湿度计算值。

#### **4.1.2 冬季非采暖房间室内计算参数应按以下规定取值：**

- 1. 室内计算温度，非采暖房间室内计算温度取冬季 75%可接受温度下限；**
- 2. 相对湿度，一般房间宜取 30%~60%。**

**【条文说明】**4.1.2 非采暖室内计算参数是基于机器学习的人体热舒适评价模型所得，与室外计算温度相关，因此，在进行热工设计时，设计人员需根据建筑所在地的实际情况选择不同的室内温度计算值。非采暖房间可接受温度计算时服装热阻  $\text{clo}=2.08-0.05\times t_o$ ， $t_o$  为操作温度，为根据 ASHRAERP-884 数据库分析所得关联式。图 4.1.2-1 为基于机器学习的热舒适评价模型计算非采暖环境参数的流

程图。利用现有数据库可得到热舒适评价模型，在已知环境参数、服装热阻、代谢率等相关七个参数时，可利用模型预测 TSV。

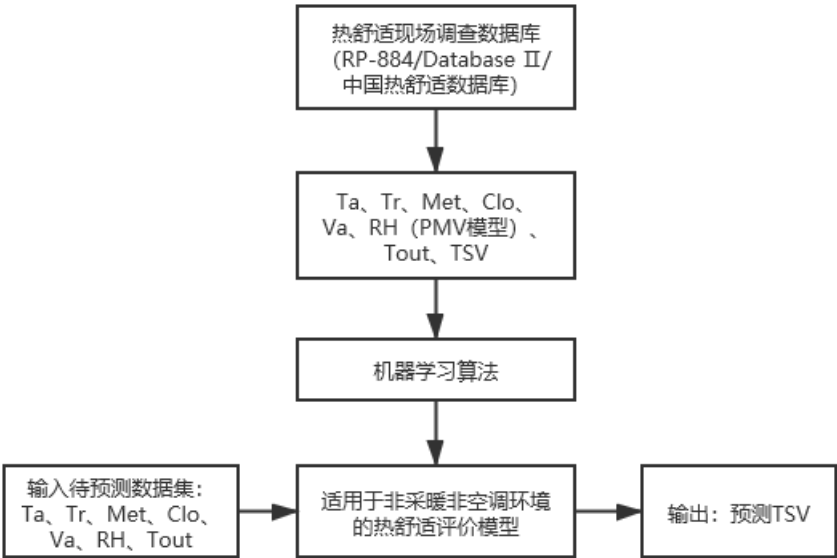


图 4.1.2-1 基于机器学习的热舒适评价模型计算环境参数流程图

以上海地区某非采暖房间为例，房间尺寸为  $4.5 \times 3.6 \times 3\text{m}$ ，若该房间仅有一个外围护结构：外墙，外墙尺寸  $3.6 \times 3\text{m}$ ，相对湿度 50%，相对风  $0.1\text{m/s}$ ，服装热阻  $\text{clo}=2.08-0.05 \times t_o$ ，代谢率  $1.1\text{met}$ ，室外温度取上海累年最低日平均温  $3.0^\circ\text{C}$ （热工规范附录 A），预测 TSV 与温差  $\Delta t$ （室内空气温度-围护结构表面温度）关系如下图所示：

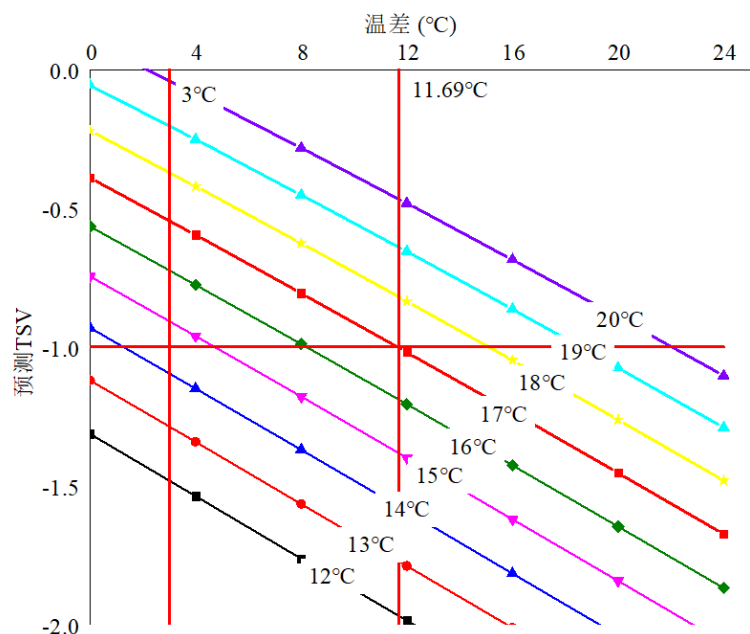


图 4.1.2-2 非采暖单外墙房间预测 TSV 与温差 $\Delta t$  的关系

注：3℃为现行热工规范墙体表面温度与室温差值限值；11.69℃为满足辐射非对称性导致不满意率 5%时温差限值，可根据图 4.1.2-3 得到冷墙、冷屋面、冷地板（8h）不满意率 5%时的不对称辐射温度，进而结合案例房间尺寸计算得到温差限值。

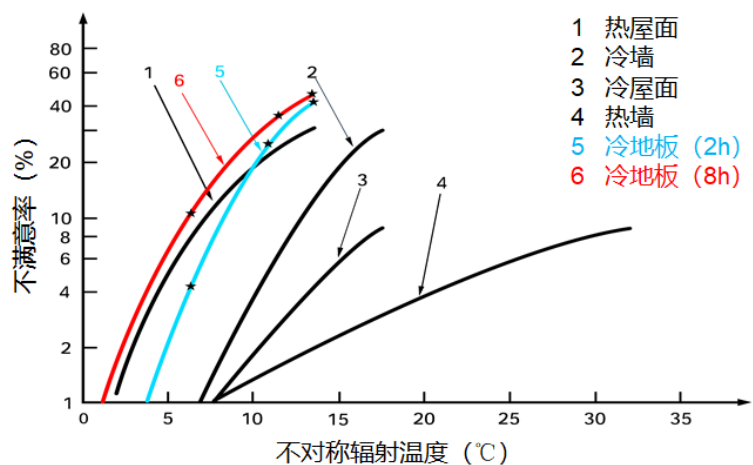


图 4.1.2-3 不对称辐射温度与不满意率关系图

非采暖单面外墙热工计算时，若刚满足  $TSV=-1$ ，室温取 15℃： $\Delta t$  限值为 4.67℃，室温取 16℃： $\Delta t$  限值为 8.08℃。同理计算单屋面、单地面的非采暖房间，汇总结果如下表所示：

表 4.1.2 不同围护结构的非采暖房间室内空气温度推荐值

|     | 室内温度 | 温差    | 现行温差限值 |
|-----|------|-------|--------|
| 单外墙 | 15   | 4.67  | 3      |
|     | 16   | 8.08  |        |
| 单地面 | 15   | 4.78  | 2      |
|     | 16   | 8.27  |        |
| 单屋面 | 14   | 3.89  | 4      |
|     | 15   | 14.67 |        |

从表中可见，对于上海地区，若满足  $TSV=-1$ ，此时推荐室温可取  $15^{\circ}\text{C}$ ，现行温差限值不变。

#### 4.1.3 夏季空调房间室内计算参数应按以下规定取值：

1. 空调房间空气温度应取  $TSV=0.5$  对应的可接受温度上限，服装热阻不宜高于 0.5 clo；
2. 相对湿度应取 60%。

【条文说明】4.1.3 以空调为例，房间尺寸为  $4.5\times 3.6\times 3\text{m}$ ，有一外墙 ( $3.6\times 3\text{m}$ )，相对湿度 50%，相对风速  $0.1\text{m/s}$ ，服装热阻  $0.5\text{clo}$ ，代谢率  $1.1\text{met}$ ，有 PMV 与温差  $\Delta t$ （室内空气温度-围护结构表面温度）关系如下图所示：

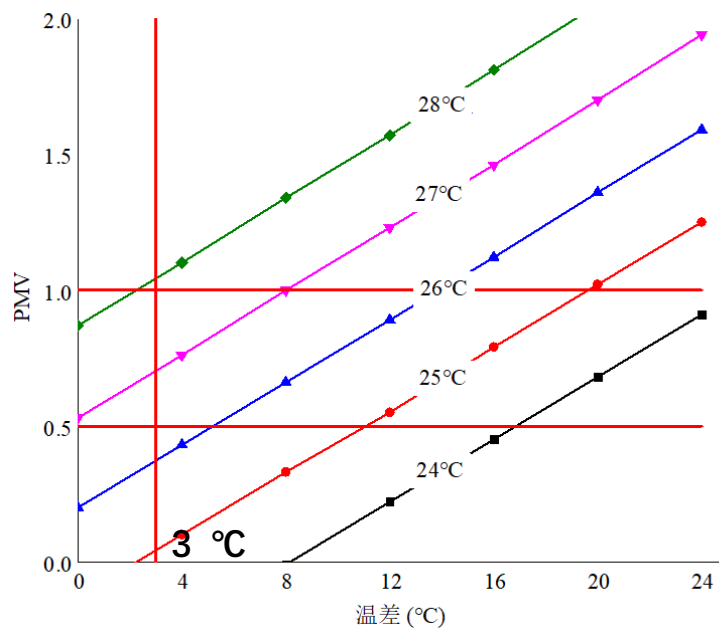


图 4.1.3 空调单外墙时 PMV 与温差的关系

注：3℃为现行热工规范墙体表面温度与室温差值限值，满足辐射非对称性导致不满意率 5%时温差限值为 26.88℃；

空调单面外墙热工计算时，若刚满足一级热舒适（PMV=0.5），室温取 25℃：△t 限值为 10.98℃，室温取 26℃：△t 限值为 5.22℃；若刚满足二级热舒适（PMV=1），室温取 27℃：△t 限值为 8.05℃，室温取 28℃：△t 限值为 2.27℃。

#### 4.1.4 夏季非空调房间室内计算参数应按以下规定取值：

1. 非空调房间空气温度平均值应取室外空气温度平均值+1.5K、温度波幅应取室外空气温度波幅-1.5K，并将其逐时化；
2. 相对湿度应取 60%。

【条文说明】4.1.4 本条采用了现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 中的规定。

#### 4.1.5 保温设计中外围护结构的内表面温度与室内空气温度的温差 $\Delta t_w$ 应符合表 4.1.5 的规定；（注： $t_i$ ，室内空气温度， $t_d$ ，空气露点温度， $t_e$ ，室外计算参数）

表 4.1.5 保温设计中内表面温度与室内空气温度温差的限值

| 房间设计要求                | 防结露              | 基本热舒适                                                                                    |
|-----------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|
| 允许温差 $\Delta t_w$ (K) | $\leq t_i - t_d$ | TSV $\geq -0.5$ ，（采暖）<br>TSV $\geq -1$ ，（非采暖）<br>温差 $\Delta t_w$ 导致辐射非对称性<br>导致不满意率低于 5% |

#### 4.1.6 隔热设计中，在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，外墙、屋面内表面最高温度应符合表 4.1.6 的规定：

表 4.1.6 隔热设计中，在给定两侧空气温度及变化规律的情况下，  
外墙、屋面内表面最高温度限值

| 房间类型                     | 非空调房间            | 空调房间                                         |                                              |
|--------------------------|------------------|----------------------------------------------|----------------------------------------------|
|                          |                  | 重质围护结构<br>( $D \geq 2.5$ )                   | 轻质围护结构<br>( $D < 2.5$ )                      |
| 内表面最高温度 $\theta_{i-max}$ | $\leq t_{e-max}$ | (外墙) $\leq t_i + 2$<br>(屋面) $\leq t_i + 2.5$ | (外墙) $\leq t_i + 3$<br>(屋面) $\leq t_i + 3.5$ |

4.1.9 自然通风环境室内计算参数应按以下规定取值：

- 1. 室内计算温度，取 $-1 \leq TSV \leq 1$  的热可接受温度区间；
- 2. 室外计算温度，取各个城市对应的月平均温度。

【条文说明】4.1.9 自然通风环境的室内设计参数是由基于机器学习方法和热舒适现场调查数据库的热舒适评价模型计算所得，与室外计算温度相关，不同城市不同月根据对应的室外计算温度可计算出相应的热可接受温度区间。自然通风环境室内热可接受温度区间计算时服装热阻、风速根据如下式与室外计算温度关联，由热舒适现场调查数据库拟合而得：

$$Clo = a - b * Tout$$

$$Va = c * e^{d * Tout}$$

其中， $Tout$  为室外计算温度， $a$ 、 $b$ 、 $c$ 、 $d$  为拟合系数。

不同室外温度下的自然通风环境室内热可接受温度区间如下图所示，根据典型城市不同月的室外计算温度即可得到对应该城市逐月的室内热可接受温度区间。表 4.1.9 给出了典型城市全年逐月的室内可接受温度上下限。

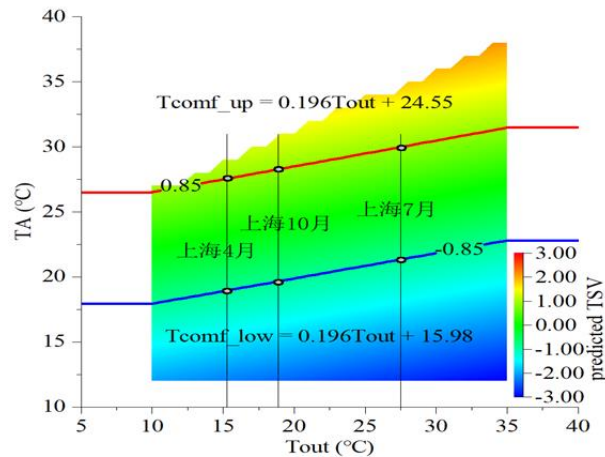


图 4.1.9 典型城市自然通风环境室内不同月可接受温度区间

表 4.1.7 典型城市自然通风环境全年逐月室内热可接受温度区间

| 城市 | 月份      | 1    | 2    | 3    | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12   |
|----|---------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 上海 | 室外月平均温度 | 4.51 | 6.31 | 9.86 | 15.27 | 20.63 | 24.32 | 27.49 | 26.98 | 24.36 | 18.89 | 13.61 | 7.43 |

|    |         |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|----|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|    | 舒适上限    | 26.51 | 26.51 | 26.51 | 27.54 | 28.59 | 29.32 | 29.94 | 29.84 | 28.25 | 27.22 | 26.51 | 26.51 |
|    | 舒适下限    | 17.94 | 17.94 | 17.94 | 18.97 | 20.02 | 20.75 | 21.37 | 21.27 | 20.75 | 19.68 | 18.65 | 17.94 |
| 北京 | 室外月平均温度 | -3.83 | -1.53 | 7.66  | 14.36 | 19.35 | 24.49 | 26.44 | 25.63 | 20.41 | 12.95 | 5.41  | -0.47 |
|    | 舒适上限    | 26.51 | 26.51 | 26.51 | 27.36 | 28.34 | 29.35 | 29.73 | 29.57 | 28.55 | 27.09 | 26.51 | 26.51 |
|    | 舒适下限    | 17.94 | 17.94 | 17.94 | 18.79 | 19.77 | 20.78 | 21.16 | 21    | 19.98 | 18.52 | 17.94 | 17.94 |
| 广州 | 室外月平均温度 | 13.92 | 14.18 | 18.33 | 22.36 | 26.08 | 27.18 | 28.81 | 28.03 | 27.4  | 24.35 | 20.16 | 15.45 |
|    | 舒适上限    | 27.28 | 27.33 | 28.14 | 28.93 | 29.66 | 29.88 | 30.2  | 30.04 | 29.92 | 29.32 | 28.5  | 27.58 |
|    | 舒适下限    | 18.71 | 18.76 | 19.57 | 20.36 | 21.09 | 21.31 | 21.63 | 21.47 | 21.35 | 20.75 | 19.93 | 19.01 |

## 4.2 供暖空调设计

4.2.1 供暖空调设计参数宜按表 4.2.1 选用。

表 4.2.1 供暖空调设计参数

| 气候区 | 类别   | 建筑类型 | 热舒适等级 | 温度(℃)     | 相对湿度(%) | 风速(m/s) |
|-----|------|------|-------|-----------|---------|---------|
| 严寒  | 供冷工况 | 办公   | I 级   | 25.5~27.0 | 40~60   | ≤0.25   |
|     |      |      | II 级  | 25.5~28.5 | ≤70     | ≤0.3    |
|     |      | 住宅   | I 级   | 26.5~28   | 40~60   | ≤0.25   |
|     |      |      | II 级  | 26.5~28   | ≤70     | ≤0.3    |
|     | 供暖工况 | 办公   | I 级   | 19.0~21.0 | ≥30     | ≤0.2    |

|      |      |    |    |           |           |             |
|------|------|----|----|-----------|-----------|-------------|
|      |      |    | Ⅱ级 | 18~21.0   | -         | $\leq 0.2$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 18.5~21.0 | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 17.5~21.0 | -         | $\leq 0.2$  |
| 寒冷   | 供冷工况 | 办公 | I级 | 25.5~28.0 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 25.5~29.0 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 25.5~28.5 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 25.5~29.5 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      | 供暖工况 | 办公 | I级 | 18.5~21.0 | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 17.5~21.0 | -         | $\leq 0.2$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 18.0~21.0 | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 17.0~21.0 | -         | $\leq 0.2$  |
| 夏热冬冷 | 供冷工况 | 办公 | I级 | 25.0~27.5 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 25.0~28.5 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 25.0~28.5 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 25.0~29.5 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      | 供暖工况 | 办公 | I级 | 17.5~20.0 | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 16.5~20.0 | -         | $\leq 0.2$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 16.5~20.0 | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 16.0~20.0 | -         | $\leq 0.2$  |
| 夏热冬暖 | 供冷工况 | 办公 | I级 | 26.0~28.0 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 26.0~29.0 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 26.0~29.0 | 40~60     | $\leq 0.25$ |
|      |      |    | Ⅱ级 | 26.0~30.0 | $\leq 70$ | $\leq 0.3$  |
|      | 供暖工况 | 办公 | I级 | 20~22     | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 18~22     | -         | $\leq 0.2$  |
|      |      | 住宅 | I级 | 20~22     | $\geq 30$ | $\leq 0.2$  |
|      |      |    | Ⅱ级 | 18~22     | -         | $\leq 0.2$  |

【条文说明】4.2.1 供暖空调温度设计值的确定综合了 PMV 方法和数据驱动方

法。数据驱动方法基于中国热舒适数据库。当中国热舒适数据库中数据量不足情况下，宜采用 4.2.2 节的 PMV 方法，当数据量充足时，宜采用 4.2.3 节数据驱动方法。表 4.2.1 中严寒地区供冷季，夏热冬暖地区供暖季的温度范围以及夏热冬冷地区供暖季的温度上限值采用 PMV 方法计算得到，其余情况采用数据驱动方法计算得到。考虑到节能性，将每种情况舒适度最高时的温度值设置为供暖季的上限和供冷季的下限，而供暖季的下限和供冷季的上限由舒适性计算方法得到。温度设计值以每 0.5 为单位进行取整，为保证舒适性，供暖季为向上取整，例如 17.3℃将取整为 17.5℃，供冷季为向下取整，例如 28.2℃将取整为 28℃。

相对湿度与风速的规定参考标准《GB 50736-2012 民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》与《GB/T 18049 热环境的人类工效学通过计算 PMV 和 PPD 指数与局部热舒适准则对热舒适进行分析测定与解释》。对于相对湿度，在冬季供暖情况下，室内设计相对湿度几乎都低于 60%，而湿度越高则能耗越高，因此不宜采用较高的相对湿度。对于 I 级设定室内相对湿度 $\geq 30\%$ ，II 级则对相对湿度不做要求。在空调供冷情况下，根据实际调研情况、不同地区居民生活习惯与节能原则确定相应的相对湿度范围。对于风速，参考国际通用标准 ISO7730 与 ASHRAE Standard 55，并结合我国实际情况，取室内吹风感引起的不满意度  $DR \leq 20\%$ ，再根据室内温度情况确定最大允许风速。

温和地区夏季室内外温差较小，通常不设空调，因此未给出温和地区的供暖空调设计参数。

**4.2.2 基于 PMV 指标进行供暖空调设计时，热舒适度等级划分按下表采用：**

**表 4.2.2 不同热舒适等级对应的 PMV、PPD 值**

| 热舒适等级 | PMV                                         | PPD         |
|-------|---------------------------------------------|-------------|
| I 级   | $-0.5 \leq PMV \leq 0, 0 \leq PMV \leq 0.5$ | $\leq 10\%$ |
| II 级  | $-1 \leq PMV \leq -0, 0 \leq PMV \leq 1$    | $\leq 27\%$ |

**【条文说明】**4.2.2 参照国际标准 ISO 7730 和欧盟 EN 15251 中的相关规定，对建筑按照不同的热舒适水平进行分级。以热感觉“凉”和“暖”作为舒适区的边界，即 PMV 的范围在-1~+1 之间，将热舒适等级分为两级,具体分级如表 4.2.2 所示。基于建筑节能性的原则，将 PMV=0 设置为供冷季的下限和供暖季的上限。

**4.2.3 计算 PMV 指标时，人员服装热阻应考虑建筑类型、建筑人员着装特点、**

各地居民生活习惯对服装热阻进行取值，对于确定的服装组合，可参考附录 A。对于服装组合不确定的情况，可根据建筑类型和建筑所属气候区，参考表 4.2.5 进行取值。人员代谢率应根据调研的活动类型，参考附录 B 进行取值。

表 4.2.3 PMV 计算时各气候区平均服装热阻参考取值

| 气候区  | 工况   | 建筑类型 | 服装热阻参考值/clo |
|------|------|------|-------------|
| 严寒   | 供冷工况 | 办公建筑 | 0.53        |
|      |      | 居住建筑 | 0.32        |
|      | 供暖工况 | 办公建筑 | 1.05        |
|      |      | 居住建筑 | 0.80        |
| 寒冷   | 供冷工况 | 办公建筑 | 0.53        |
|      |      | 居住建筑 | 0.35        |
|      | 供暖工况 | 办公建筑 | 1.08        |
|      |      | 居住建筑 | 1.26        |
| 夏热冬冷 | 供冷工况 | 办公建筑 | 0.43        |
|      |      | 居住建筑 | 0.32        |
|      | 供暖工况 | 办公建筑 | 0.94        |
|      |      | 居住建筑 | 1.29        |
| 夏热冬暖 | 供冷工况 | 办公建筑 | 0.59        |
|      |      | 居住建筑 | 0.40        |
|      | 供暖工况 | 办公建筑 | 0.85        |
|      |      | 居住建筑 | 0.85        |

【条文说明】4.2.3 附录 A 中的典型套装的热阻取值参考《GB / T 18049 热环境的人类工效学通过计算 PMV 和 PPD 指数与局部热舒适准则对热舒适进行分析测定与解释》。表 4.2.3 中的服装热阻参考取值是根据中国热舒适数据库，在不同气候区、建筑类型和季节进行分组后，求取平均值获得。

**4.2.4** 当设计计算地区室内环境数据充足时，可采用基于数据驱动的供暖空调设计参数方法进行供暖空调室内设计参数的确定，方法流程如下：

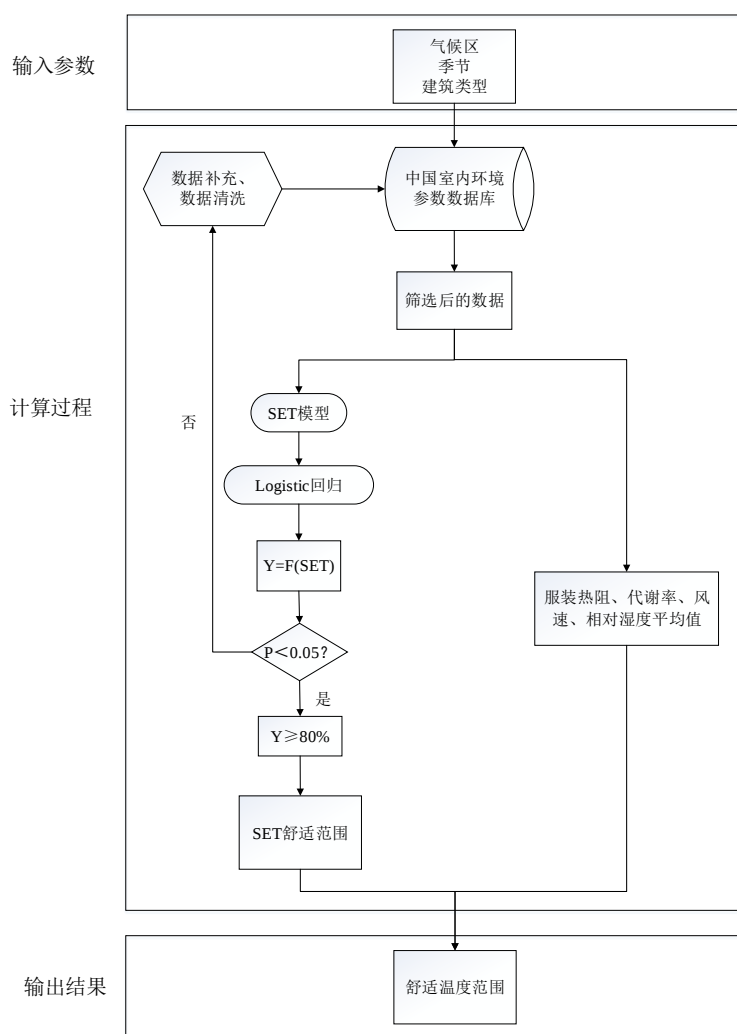


图 4.2.4 基于数据驱动的供暖空调设计参数方法流程

【条文说明】4.2.4 国内外研究发现，相对于传统的 PMV 模型，实测数据可以更好地反映人体对热环境的需求。因此在中国热舒适数据库中数据量充足时，宜采用数据驱动方法确定暖通空调室内温度设计值。基于数据驱动的供暖空调设计参数是根据中国热舒适数据库近 4 万组热舒适调研样本确定，在选定具体条件（气候区、季节、建筑类型等）的情况下，使用无序多分类 Logistic 回归方法，建立设定条件下人体满意率  $Y$  与标准有效温度 SET (standard effective temperature) 的关联式： $Y=F(SET)$ 。基于 ASHRAE Standard 55-2017 的规定，热感觉投票 TSV 满足  $-1.5 \leq TSV \leq 1.5$  认为对热环境满意。在满意率满足一定的条件下，计算得到可接受 SET 范围，再根据所选条件下相对湿度，风速，人体代谢率，服装热阻的平均值，假设平均辐射温度等于空气温度，计算得出可接受温度范围。

标准有效温度 SET 为考虑了人体代谢率、服装热阻、空气干球温度、平均

辐射温度、相对湿度和空气流速六个参数的等效温度值，SET 计算程序可参考 ASHRAE Standard 55-2017。使用数据驱动方法 I 级满意率设置为 85%，II 级设置为 80%。基于节能性的原则，将每种情况满意率的最高时的温度值设置为供暖季的上限和供冷季的下限，而供暖季的下限和供冷季的上限由舒适性计算方法得到。随着中国热舒适数据库的更新和完善，基于数据驱动方法确定的供暖空调设计参数将更趋于合理，将在本标准的后续版本中对基于数据驱动方法确定的供暖空调设计参数进行必要的补充与更新。

## **4.3 建筑节能设计**

### **4.3.1 供暖空调建筑节能计算用室内热环境参数的选取宜按表 4.2.1 选用。**

【条文说明】供暖空调建筑室内计算参数与课题组基于调研数据和 PMV 计算结合的舒适范围相一致，根据不同的建筑类型和等级以表 4.2.1 来选择。

### **4.3.2 自然通风建筑节能计算用室内热环境参数的选取宜按 4.1.9 规定。**

【条文说明】4.3.2 夏季室温控制在 80%可接受范围内，基本达到了热舒适的水平。本条文规定的取值只是一个计算建筑能耗时所采用的室内温度，并不等于实际的室温。实际的室温是由住户自己控制的。

## 5 室外气象参数的处理方法

**5.0.0** 在室外计算参数的确定方法中，根据需要分别准备月值、日值、定时值以及逐时值的气象数据进行统计计算。

【条文说明】本节对气象数据的来源及其之间的关系进行了说明，包括一般规定、地面一般气象参数和太阳辐射参数三部分。室外计算参数的统计计算，来源于长期、连续的原始气象数据记录。气象数据在长期的观测记录中，由人工逐渐发展为自动化，数据的精度、密度不断提升。获取到的原始气象数据如果不是要求精度的数据，可以进行相关计算和处理，本节主要针对地面一般气象参数逐时化方法进行了介绍，其方法来源于“十三五”国家重点研发项目“建筑节能设计基础参数研究”的课题“建筑节能设计室内外数据获取与处理方法”的最新成果。

根据《地面气象观测》规范规定，气压、气温、水汽压、相对湿度、风速、地温等项的日平均值为该日相应要素各定时值之和除以定时次数而得；自动观测 24 次记录和基准站人工观测 24 次记录，须同时做 02、08、14、20 时 4 次日平均。气压、气温、水汽压、相对湿度、总低云量、风速、地温等项的各定时及日平均，每旬应作旬平均，月终应作月平均（含自记风速）。旬、月平均值，均用纵行统计，即各定时及日平均的旬、月平均值，分别为该旬、月各定时及日平均的旬、月合计值除以该旬、月的日数而得。总辐射、净全辐射、散射辐射、直接辐射、反射辐射的时、日曝辐量及水平面直接辐射日总量、日反射比等，均应作月合计、月平均统计。统计方法，月合计值均由逐日各时、日记录累加而得，月平均值均由月合计值除以该月日数而得。一个月内，因日出、日落时间不同，造成某时月初或月末连续数日无观测记录，则该时月合计值由该时的实有记录累加而得，月平均值由月合计值除以该月全部日数而得。

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 室外气象数据的来源应准确可靠，相关气象数据的观测和记录应符合我国《地面气象观测规范》GB/T 35221-7 中的相关规定。

### 【条文说明】

5.1.1 为保证室外计算参数的科学性和准确性,所有获取的原始室外气象数据应来源于实际观测。观测时所使用的 meteorological observation instruments and the meteorological observation methods should meet the requirements of China's 《地面气象观测规范》GB/T 35221-7 and other meteorological industry standards, and the observation records should be representative, reflecting the actual meteorological conditions. Data obtained at the same location during continuous observation periods should be consistent in terms of observation instruments, observation methods, and data processing.

### 5.1.2 室外气象数据资料应具有 10 年及以上的连续性。

### 【条文说明】

5.1.2 为保证指导建筑节能设计的精准性,在进行室外计算参数计算时所采用的室外气象数据资料应具有连续性。根据我国《地面标准气候值统计方法》(GB/T 34412-2017)的规定,可以用于地域气候特征分析的气候统计值至少应有连续 10 年以上的有效数据。当出现气象台站迁站导致的数据观测中断,在采用其观测原始数据前,应对原始观测数据进行气候学界限值、气候极值、逻辑、内部一致性、时间一致性检查。

## 5.2 地面一般气象参数

5.2.0 地面一般气象要素包括干球温度、露点温度、相对湿度、大气压、风向、风速等气象要素。

### 【条文说明】

5.2.1 当原始气象数据为四次定时数据时,干球温度的逐时化处理应按下列步骤计算:

- 1 以当地平太阳时前一天的 20:00 到下一天的 20:00 为一天。根据一天中四次定时的温度数据,三次样条插值产生温度数据;
- 2 三次样条插值产生的温度数据记为数组  $T_s$ ,最低温度发生时间记为  $t_s$ ,最低温度记为  $T_{smin}$ ,计算这一天的日出时刻  $t_{sr}$  Time-sunrise;
- 3 如果  $t_{low}$  在 Time-sunrise 的前 6 个小时或后 2 个小时,则进行如下调整:

(1) 选取 Time-sunrise 前 6 个小时, Time-sunrise 后 2 个小时,采用高

斯过程预测这 9 个小时的温度，记为数组  $T_g$ ；

(2) 选取  $T_g$  中最低温度点  $t_g$  (若不唯一则选时间最晚的点)，此时的温度记为最低温度  $T_{g\min}$ ；

(3) 如果  $t_s < t_g$ ，则将  $t_g$  点温度调整到最低，调整方法如下，如图 5.2.1-1 所示：

①如果  $T_{s\min} \leq T_{g\min}$ ，将  $t_s$  与  $t_g$  之间点的温度更新为  $T_{s\min}$ ；

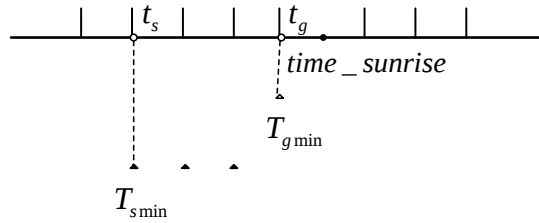


图 5.2.1-1 温度调整示意图

②如果  $T_{s\min} > T_{g\min}$ ，对  $(t_s, t_g)$  之间点  $X$  的温度更新为  $T_x$ ，如图 5.2.1-2 所示：

$$T_x = (T_{s\min} - T_{g\min}) \times \frac{x - t_s}{t_g - t_s} + T_{g\min}$$

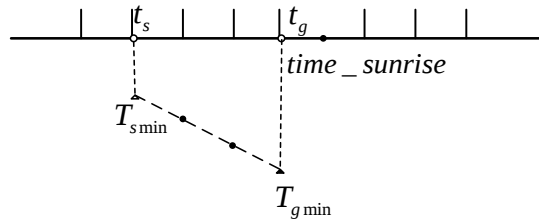


图 5.2.1-2 温度调整示意图

(4) 如果  $t_s > t_g$ ：将  $t_g$  点附近温度调整到最低，调整方法如下：

①如果  $T_{s\min} \leq T_{g\min}$ ，将  $(t_g, t_s)$  之间点的温度更新为  $T_{s\min}$ ，如图 5.2.1-3 所示：

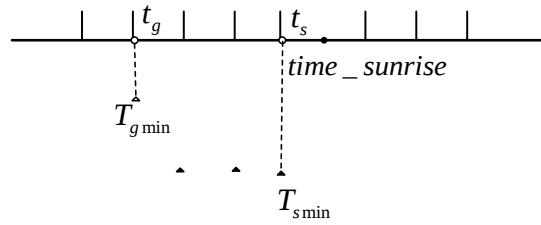


图 5.2.1-3 温度调整示意图

②如果  $T_{smin} > T_{gmin}$ ，对  $(t_g, t_s)$  之间点  $X$  的温度更新为  $T_x$ ，如图 5.2.1-4 所示

$$T_x = (T_{smin} - T_{gmin}) \times \frac{x - t_g}{t_s - t_g} + T_{gmin}$$

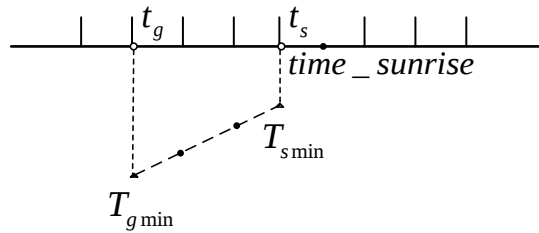


图 5.2.1-4 温度调整示意图

(5) 一致性调整（如果有日值数据）。根据气象局给的日值数据，对温度进行调整，使得一天中 24 个整点时刻的温度不高于日最高温度、不低于日最低温度。根据日最高、最低温度进行一致性调整，使 24 个时刻的温度

#### 【条文说明】

5.2.1 干球温度的逐时化方法有很多（包括样条插值、调和插值等方法），本小节介绍了采用高斯过程的插值方法，参考文献来源于：C. E. Rasmussen & C. K. I. Williams, Gaussian Processes for Machine Learning, the MIT Press, 2006, ISBN 026218253X. c 2006 Massachusetts Institute of Technology. [www.GaussianProcess.org/gpml](http://www.GaussianProcess.org/gpml)

5.2.2 当原始气象数据为四次定时数据时，大气压的逐时化处理应按下列步骤进行：以当地平太阳时前一天的 20:00 到下一天的 20:00 为一天，假设大气压的变化随着时间线性变化，但要符合温度和大气压之间的负相关性，即一天内温度愈高气压越低，假定一天内温度最高点出现在平太阳时 14:00，将过点  $P_{x_1}(x_1, y_1)$ ，

点  $P_{x_2}(x_2, y_2)$  的直线记为  $L(x_1, x_2)$ ，其方程为：

$$y(x) = \frac{x_1 - x}{x_1 - x_2} y_2 + \frac{x - x_2}{x_1 - x_2} y_1$$

下面分三种情况考虑：

**1** 当本地平太阳时 14 时为北京时间 14 点时：这时要保证平太阳时 14 时气压最低。以前一天 20:00 为坐标原点，步骤如下：

(1) 对四次定时点的数据  $(t_i, p_i)(i=1,2,3,4)$ ，相邻两点间用线性插值求出两点间时间  $t$  的气压值；

(2) 计算每一天温度最低点  $t_{low}$ ，温度最低点左右两边相邻的四次定时点为  $x_1$  和  $x_2$ ，大气压值为  $y_1$  和  $y_2$ ，调整  $(x_1, x_2)$  间插值结果，调整过程如下：

① 当  $t_{low}$  位于前一天 20:00 和当天 2:00 之间：

A 用通过  $P'_{14:00}$  和  $P'_{20:00}$  两个数据点的直线  $L(-6,0)$  方程，计算  $(0, t_{low}]$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{low}$  点的气压值记作  $y_1(t_{low})$ ；这里  $P'_{14:00}$  表示前一天的 14:00 点对应的数据点， $P'_{20:00}$  表示一天中开始的 20:00 对应的数据点。

B 用通过  $P_{2:00}$  和  $P_{8:00}$  两个数据点的直线  $L(6,12)$  方程，计算  $[t_{low}, 12)$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{low}$  点的气压值记作  $y_2(t_{low})$ ；

C 在  $t_{low}$  点，气压值  $y(t_{low}) = \frac{1}{2}(y_1(t_{low}) + y_2(t_{low}))$ ，如图 5.2.2-1 所示：

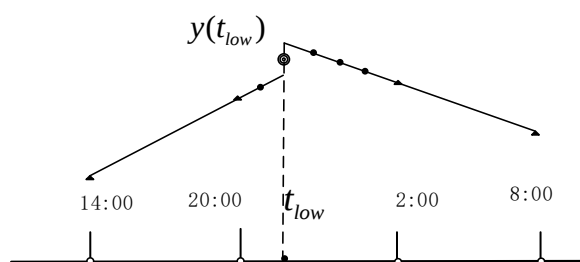


图 5.2.2-1 气压调整示意图

② 当  $t_{low}$  位于 2:00 和 8:00 之间：

A 用通过  $P'_{20:00}$  和  $P_{2:00}$  两个数据点的直线  $L(0,6)$  方程, 计算  $(0, t_{low}]$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ , 在  $t_{low}$  点的气压值记作  $y_1(t_{low})$ ;  $P'_{20:00}$  表示一天中开始的 20:00 对应的数据点。

B 用通过  $P_{8:00}$  和  $P_{14:00}$  两个数据点的直线  $L(12,18)$  方程, 计算  $[t_{low}, 18)$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ , 在  $t_{low}$  点的气压值记作  $y_2(t_{low})$ ;

C 在  $t_{low}$  点, 气压值  $y(t_{low}) = \frac{1}{2}(y_1(t_{low}) + y_2(t_{low}))$ , 如图 5.2.2-2 所示:

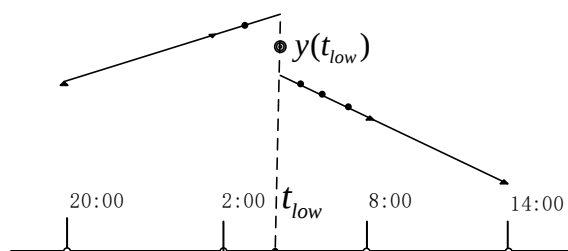


图 5.2.2-2 气压调整示意图

③当  $t_{low}$  位于 8:00 和 14:00 之间:

A 用通过  $P_{2:00}$  和  $P_{8:00}$  两个数据点的直线  $L(6,12)$  方程, 计算  $[6, t_{low}]$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ , 在  $t_{low}$  点的气压值记作  $y(t_{low})$ ;

B 用通过  $P(t_{low}, y(t_{low}))$  和  $P_{14:00}$  两个数据点的直线  $L(t_{low}+4, 18)$  方程, 计算  $(t_{low}, 14]$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ , 如图 5.2.2-3 所示:

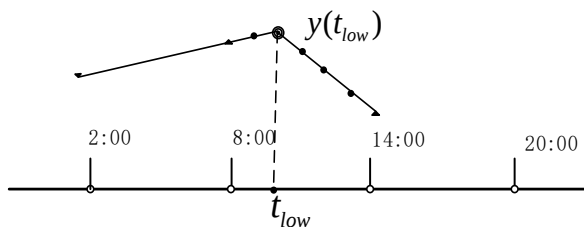


图 5.2.2-3 气压调整示意图

④当  $t_{low}$  位于 14:00 和 20:00 之间:

一天中温度最低温度落在最高温度之后, 属于极端情况, 不做调整。

2 当本地平太阳时 14:00 在北京时间 15:00 至 17:00 之间: 记本地平太阳时 14:00 对应的北京时间为  $t_{loc}$ 。

(1) 对四次定时点的数据  $(t_i, p_i)(i=1,2,3,4)$ ，相邻两点间用线性插值求出两点间时间  $t$  的气压值。

(2) 计算每一天温度最低点  $t_{\text{low}}$ ，温度最低点左右两边相邻的四次定时点为  $x_1$  和  $x_2$ ，大气压值为  $y_1$  和  $y_2$ ，调整  $(x_1, x_2)$  间插值结果。调整过程同本节 1 中的情况。

(3) 调整当地平太阳时 14 点附近的气压值。记  $t_{\text{loc}}$  两边的四次定时点为  $x_3$  和  $x_4$ ，大气压值为  $y_3$  和  $y_4$ ，调整  $(x_3, x_4)$  间插值结果。调整过程如图 5.2.2-4 所示，调整方法：

①用 8:00 的数据点  $P_{8:00}$  和  $P_{14:00}$  两个数据点的直线  $L(12,18)$  方程，计算  $(14, t_{\text{loc}}]$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{\text{loc}}$  点的气压值记作  $y_1(t_{\text{loc}})$ ；

②用通过 20:00 的数据点  $P_{20:00}$  和下一天 2:00 的数据点  $\bar{P}_{2:00}$  两个数据点的直线  $L(24,30)$  方程，计算  $[t_{\text{loc}}, 20)$  上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{\text{loc}}$  点的气压值记作  $y_2(t_{\text{loc}})$ ；

③置  $t_{\text{loc}}$  点的气压值为  $y(t_{\text{loc}}) = \frac{1}{2}(y_1(t_{\text{loc}}) + y_2(t_{\text{loc}}))$ ；

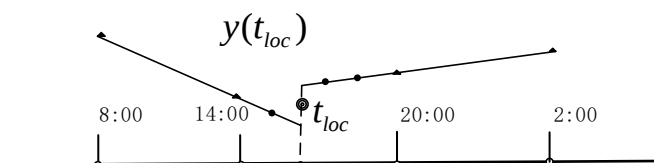


图 5.2.2-4 气压调整示意图

**3** 当本地平太阳时 14:00 在北京时间 8:00 至 14:00 之间：记本地平太阳时 14:00 对应的北京时间为  $t_{\text{loc}}$ 。

(1) 对四次定时点的数据  $(t_i, p_i)(i=1,2,3,4)$ ，相邻两点间用线性插值求出两点间时间  $t$  的气压值。

(2) 计算每一天温度最低点  $t_{\text{low}}$ ，温度最低点左右两边相邻的四次定时点为  $x_1$  和  $x_2$ ，大气压值为  $y_1$  和  $y_2$ ，调整  $(x_1, x_2)$  间插值结果。调整过程同本节 1 中的情况。

(3) 调整当地平太阳时 14 点附近的气压值。记  $t_{\text{loc}}$  两边的四次定时点

为  $x_3$  和  $x_4$ ，大气压值为  $y_3$  和  $y_4$ ，调整( $x_3, x_4$ )间插值结果。调整过程如图 5.2.2-5 所示，调整方法：

①用 2:00 的数据点  $P_{2:00}$  和  $P_{8:00}$  两个数据点的直线  $L(6,12)$ 方程，计算  $(12, t_{loc}]$ 上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{loc}$  点的气压值记作  $y_1(t_{loc})$ ；

②用通过 14:00 的数据点  $P_{14:00}$  和 20:00 的数据点  $P_{20:00}$  两个数据点的直线  $L(18,24)$ 方程，计算  $[t_{loc}, 14)$ 上整点  $t$  的气压值  $y(t)$ ，在  $t_{loc}$  点的气压值记作  $y_2(t_{loc})$ ；

③置  $t_{loc}$  点的气压值为  $y(t_{loc}) = \frac{1}{2}(y_1(t_{loc}) + y_2(t_{loc}))$ ；

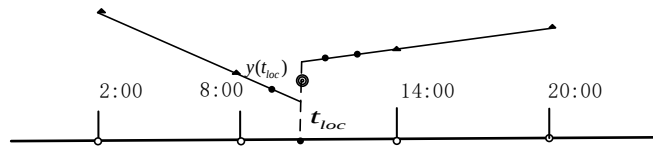


图 5.2.2-5 气压调整示意图

**5.2.3 当原始气象数据为四次定时数据时，相对湿度按三次样条插值方法进行逐时化。**

- 1 对定时数据按三次样条插值方法得到逐小时数据；
- 2 对插值结果进行调整，插值后对于相对湿度小于 0 的值调整为 0，相对湿度大于 1 的值调整为 1。

**【条文说明】**

5.2.3 根据《地面气象观测规范空气温度和湿度》GB T35226-2017 的规定，相对湿度在 0-1 之间变动，因此，需将小于 0 的值调整为 0，大于 1 的值调整为 1。

**5.2.4 当原始气象数据为四次定时数据时，风速采用线性插值方法进行逐时化。**

**5.2.5 当原始气象数据为四次定时数据时，风向的逐时化方法应按下列步骤进行：**

- 1 对四次定时点的数据  $(t_i, p_i)(i=1,2,3,4)$ ，如果  $p_i=17$  置  $p_i=0$ 。相邻两点间用线性插值求出两点间时间  $t$  的风向值。
- 2 对每一对相邻四次定时点  $t_{i-1}$  和  $t_i$ （即  $t_i - t_{i-1}=6\text{ h}$ ， $h$  表示小时），风向值分

别记为  $p_{i-1}$  和  $p_i$ ，即逐时化后得到的  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  的风向值为  $v_k$  ( $k=1,2,3,4,5$ )。对逐时值进行调整，调整基于假设：在 6 个小时内，风向改变不会超过  $180^\circ$ 。

(1) 当风向值  $|p_i - p_{i-1}| > 8$  且  $p_{i-1} \cdot p_i \neq 0$  (即两个方向夹角超过  $180^\circ$ )

时进行调整，过程如图 5.2.5 (a) 所示。

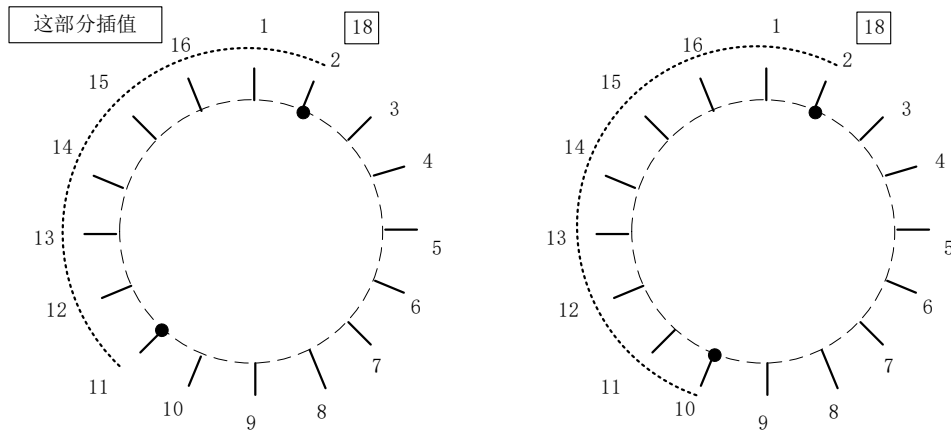
①如果  $p_{i-1} < p_i$  置  $p_{i-1} = p_{i-1} + 16$ ，否则置  $p_i = p_i + 16$

②在两点  $(t_{i-1}, p_{i-1})$  和  $(t_i, p_i)$  之间线性插值，记得到的  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个

逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  的风向值为  $\vartheta_k$  ( $k=1,2,3,4,5$ )， $\vartheta_k$  除以

16 取余，结果记为  $v'_k$ 。将  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  5 个时间点的风向

调整为  $v'_k$ 。



(a) (b)

图 5.2.5 风向插值示意图

(2) 当  $|p_i - p_{i-1}| = 8$  且  $p_{i-1} \cdot p_i \neq 0$  时，(即两个方向夹角等于  $180^\circ$ ) 时进行调整，过程如风向插值示意图 5.2.5 (b) 所示。

① 如果  $p_{i-1} < p_i$  置  $p_{i-1} = p_{i-1} + 16$ ，否则置  $p_i = p_i + 16$

②在两点  $(t_{i-1}, p_{i-1})$  和  $(t_i, p_i)$  之间线性插值，记得到的  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个

逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  的风向值为  $\vartheta_k$  ( $k=1,2,3,4,5$ )， $\vartheta_k$  除以

16 取余，结果记为  $v'_k$ 。

③选取(0,1)内的随机数  $r$ ，当  $r \leq 0.5$  时，不予调整。当  $r > 0.5$  时，则将  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  的风向值  $v_k$  ( $k=1,2,3,4,5$ ) 调整为  $v'_k$ 。

(3) 当  $p_{i-1} \cdot p_i = 0$  时，如果  $p_{i-1} = 0, p_i \neq 0$ ，则置  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  风向值  $v_k = p_i$  ( $k=1,2,3,4,5$ )；如果  $p_{i-1} \neq 0, p_i = 0$ ，则置  $t_{i-1}$  和  $t_i$  之间 5 个逐时点  $t_{i-1}+1h, t_{i-1}+2h, L, t_{i-1}+5h$  风向值  $v_k = p_{i-1}$  ( $k=1,2,3,4,5$ )

3 将逐时值四舍五入取整数。当  $p_i=0$  时，置  $p_i=17$ 。当风向值为 0 时，将 0 换成 17。

4 根据风向和风速的相关性，调整风向值。若在时刻  $t$ ，其风速为 0，将其对应的风向调整为 17。

#### 【条文说明】

5.2.5 风向随机性很强，假设：在 6 个小时内，风向改变不会超过  $180^\circ$ 。当两个观测时刻的风向夹角大于等于  $180^\circ$  时，逆时针还是顺时针方向改变是随机的。

## 5.3 太阳辐射参数

5.3.0 太阳辐射参数包含了水平面日总辐射、水平面逐时散射辐射、法向直射辐射等参数。

#### 【条文说明】

我国目前有 2000 余个地面一般气象要素观测站和 100 个左右辐射要素观测站，辐射数据的记录和地面一般气象要素的记录数量是不匹配的，为了解决辐射数据由无到有的问题，本节主要介绍了如何计算无观测数据地区的辐射数据的模型及辐射要素的逐时化方法。本节研究成果来源于“十三五”国家重点研发项目“建筑节能设计基础参数研究”的课题“建筑节能设计室内外数据获取与处理方

法” 的最新成果。

5.3.1 无观测数据地区的水平面日总辐射曝辐量可通过太阳辐射区域模型计算，计算步骤如下：

- 1 待计算地区所属的辐射区域可在附录 B 中查询。
- 2 按表 5.3.1 选择相应的辐射区域模型，计算该地区水平面逐日总辐射曝辐量；
- 3 日总辐射区域模型系数可选择表 5.3.2 中的推荐值，也可根据该区域中同时具有气象及辐射观测数据台站近 20 年数据回归计算得到。
- 4 对于附录 B 未列入的城镇，按《建筑气象参数标准》JGJ35-87 中的规定，当建设地点与拟引用数据的气象台站水平距离在 50km 以内，海拔高度差在 100m 以内时可以直接引用。

表 5.3.1-1 辐射区域模型

| 辐射区域 | 主要地形       | 区域平均晴空指数 | 区域模型                                                                                            |
|------|------------|----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|
| I    | 新疆盆地、内蒙古高原 | 0.567    | $\frac{G}{G_0} = a + b \left( \frac{S}{S_0} \right)$                                            |
| II   | 青藏高原、柴达木盆地 | 0.627    |                                                                                                 |
| III  | 黄土高原、华北平原  | 0.493    | $\frac{G}{G_0} = a + b \ln(T_{max} - T_{min}) + \left( c + d \frac{1}{E} \right) \frac{S}{S_0}$ |
| IV   | 东北平原       | 0.523    |                                                                                                 |
| V    | 秦巴山脉、黄淮平原  | 0.409    |                                                                                                 |
| VI   | 四川盆地       | 0.298    | $\frac{G}{G_0} = a + b \ln(T_{max} - T_{min}) + c \left( \frac{S}{S_0} \right)^d$               |
| VII  | 云贵高原       | 0.485    | $\frac{G}{G_0} = a + b \left( \frac{S}{S_0} \right)$                                            |
| VIII | 东南沿海丘陵     | 0.387    | $\frac{G}{G_0} = a + b \ln(T_{max} - T_{min}) + c \left( \frac{S}{S_0} \right)^d$               |

注：表中  $G_0$ 、 $S_0$  按下式计算：

$$G_0 = \frac{24}{\pi} I_{sc} E_0 \left[ \frac{\pi}{180} \omega_s (\sin \delta \sin \varphi) + (\cos \delta \cos \varphi \sin \omega_s) \right] \quad (5.3.1-1)$$

$$S_0 = \frac{2}{15} \cos^{-1}(-\tan \varphi \tan \delta) \quad (5.3.1-2)$$

式中： $I_{sc}$ ——太阳常数，取 4.921 MJ/m<sup>2</sup>；

$\omega_s$ ——日落时角；

$\delta$ ——赤纬角（deg）；

$\varphi$ ——纬度（deg）；

$E_0$ ——地球轨道的离心率修正因子。

表 5.3.1-2 太阳辐射区域模型系数

| 辐射<br>区域 | 模型系数   |       |        |          |
|----------|--------|-------|--------|----------|
|          | $a$    | $b$   | $c$    | $d$      |
| I        | 0.218  | 0.52  | -      | -        |
| II       | 0.247  | 0.58  | -      | -        |
| III      | 0.044  | 0.039 | 0.252  | 2080.563 |
| IV       | 0.104  | 0.034 | -0.189 | 6487.655 |
| V        | 0.003  | 0.048 | 0.125  | 3398.291 |
| VI       | -0.240 | 0.104 | 0.375  | 0.644    |
| VII      | 0.208  | 0.517 | -      | -        |
| VIII     | 0.018  | 0.032 | 0.499  | 0.672    |

注：区域模型系数可按表 5.3.2 的规定采用。使用表中系数时，模型中所涉及的参数单位应取为：日总辐射量（MJ/m<sup>2</sup>）；日天文总辐射量（MJ/m<sup>2</sup>）；日照时数（h）；可照时数（h）；平均气压（0.1hPa）；日最低、最高气温（0.1℃）。

### 【条文说明】

5.3.1 选择累年平均日照时数和平均气温作为区划指标，选择层次聚类方法，根据我国 98 个太阳辐射地面观测站累年观测数据，划分了 8 个太阳辐射区域，各太阳辐射区域所包含的主要城镇见附录 B。

5.3.2 水平面逐时总辐射可按下式计算，该方法以日总辐射为基础，对于缺少日总辐射的城镇，可按本标准 5.3.1 的规定计算。

$$\frac{I_h}{G} = (a + b \cos \omega) \cdot \frac{\pi}{24} \cdot \frac{\cos \omega - \cos \omega_s}{\sin \omega_s - \omega_s \cos \omega_s} \quad (5.3.2-1)$$

式中：  $a = 0.4090 + 0.5016 \sin(\omega_s - 60^\circ)$ ；

$b = 0.6609 - 0.4767 \sin(\omega_s - 60^\circ)$ ；

$I_h$ ——水平面太阳总辐射照度逐时值（W/m<sup>2</sup>）；

$G$ ——水平面太阳日总辐射照度（W/m<sup>2</sup>）；

$\omega$ ——时角（°）；

$\omega_s$ ——日落时角（°）。

### 【条文说明】

5.3.2 如前所述，我国能进行逐时太阳辐射观测的站点很少，需要根据其他参数建立模型进行逐时辐照度的计算。文献中逐时总辐射模型主要有“类 CPR”模型，该类模型依据太阳日出到日落间的变化规律将日总辐射分解到每小时，当一个地区有日总辐射数据时，即可计算逐时总辐射数据，这一类模型中以 CPR 模型的准确度最高，得到了研究学者的认可。《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中推荐的“张-黄”模型，该模型根据逐时的气象要素如气温、相对湿度、云量计算逐时总辐射，如公式（1）所示，模型中经验系数具有地区差异性，“张-黄”在《建筑用标准气象数据手册》中给出了我国北京等 17 个城市的经验系数，且受逐时气象要素数量的限制，该模型不能大范围推广应用。故本标准推荐采用 CPR 模型计算逐时总辐射照度。利用国家气象信息中心观测的中国 98 个太阳辐射观测站点的数据评估了 CPR 模型准确度，均方根误差为 XX，偏差为 XX，相关系数为 XX。

$$I_h = \frac{1}{k} \left( I_0 \cdot \sinh \cdot \left[ C_0 + C_1 \cdot \frac{cc}{10} + C_2 \cdot \left( \frac{cc}{10} \right)^2 + C_3 \cdot (\theta_n - \theta_{n-3}) + C_4 \cdot \varphi \right] - C_5 \right) \quad (1)$$

5.3.3 水平面逐时散射辐射、法向直射辐射照度按《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中的方法计算，如下式所示：

$$I_N = K_n I_0 \quad (5.3.3-1)$$

$$I_d = I_h - I_N \cdot \sin h \quad (5.3.3-2)$$

$$K_n = A_1 A_2^{-A_3 A_2^{-A_4 K_t}} \quad (5.3.3-3)$$

$$K_t = \frac{I_h}{I_0 \cdot \sin h} \quad (5.3.3-4)$$

式中:  $A_1 = -0.1556 \cdot (\sin h)^2 + 0.1028 \cdot \sin h + 1.3748$ ;

$A_2 = 0.7973 \cdot (\sin h)^2 + 0.1509 \cdot \sin h + 3.035$ ;

$A_3 = 5.4307 \cdot \sin h + 7.2182$ ;

$A_4 = 2.990$ ;

$I_N$ ——法向太阳直射辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$I_d$ ——太阳散射辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$I_0$ ——太阳常数 ( $\text{W/m}^2$ ),  $1367 \text{ W/m}^2$ ;

$h$ ——太阳高度角 ( $^\circ$ )。

**5.3.4 各朝向逐时太阳总辐射照度按《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中的方法计算, 如下式所示:**

$$I_s = I_N \cos i + 0.63 I_d + 0.1 I_h \quad (5.3.4-1)$$

$$I_n = I_N \cos i + 0.37 I_d + 0.1 I_h \quad (5.3.4-2)$$

$$I_e = I_N \cos i + 0.5 I_d + 0.1 I_h \quad (5.3.4-3)$$

$$I_w = I_N \cos i + 0.5 I_d + 0.1 I_h \quad (5.3.4-4)$$

式中:  $I_s$ ——南向太阳总辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$I_n$ ——北向太阳总辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$I_e$ ——东向太阳总辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$I_w$ ——西向太阳总辐射照度 ( $\text{W/m}^2$ );

$i$ ——太阳入射角, 对于垂直墙面,  $\cos i = \cos h \cos \varepsilon$ , 如果  $\cos i < 0$ , 则

$I_N \cos i = 0$ ;

$h$ ——太阳高度角;

$\varepsilon$ ——墙面方位角  $\varepsilon = \alpha - \gamma$ ;

$\alpha$ ——太阳方位角

$\gamma$ ——斜面太阳方位角。

## 6 室外计算参数的确定方法

### 6.1 建筑热工设计

**6.1.1** 城镇的计算采暖期、采暖期室外平均温度应按 JGJ/T 346-2014)《建筑节能气象参数标准》的规定计算。

**6.1.2** 累年最低日平均温度的计算应按下列方法进行计算：

1 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 的逐日日平均干球温度  $t_{m,i}$  ( $1 \leq m \leq n, 1 \leq i \leq 365$ ),

形成下式所示的  $n$  个数列：

$$\begin{pmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & \cdots & t_{1,365} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & \cdots & t_{2,365} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{n,1} & t_{n,2} & \cdots & t_{n,365} \end{pmatrix} \quad (6.1.4)$$

2 将  $365n$  个日平均温度从小到大排序，第 1 个日平均温度即为累年最低日平均温度。

#### 【条文说明】

6.1.2 随着建筑热工设计的与时俱进、不断发展，建筑热工设计室外计算参数必须与设计方法和要求相匹配，体现相应的设计目标要求，为了满足人们对热舒适的更高需求，扩大建筑热工设计室外计算参数的覆盖面，本节主要介绍了城镇计算采暖期、防潮设计和动态热湿耦合计算典型年室外计算参数的确定方法，增加了动态保温、自然通风、建筑遮阳设计室外计算参数确定方法。本节研究成果来源于“十三五”国家重点研发项目“建筑节能设计基础参数研究”的课题“建筑热工设计计算参数”的最新成果。

本条将现行《民用建筑热工设计规范》GB50176-2016 中的相关规定标准化，以统一参数的统计计算方法。

**6.1.3** 动态保温设计室外计算参数应按下列步骤确定：

1 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 的逐日日平均干球温度  $t_{m,i}$  ( $1 \leq m \leq n, 1 \leq i \leq 365$ ),

形成如下式所列的  $n$  个数列：

$$\begin{pmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & \cdots & t_{1,365} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & \cdots & t_{2,365} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{n,1} & t_{n,2} & \cdots & t_{n,365} \end{pmatrix} \quad (6.1.7-1)$$

式中：日平均干球温度采用逐时干球温度观测值或每日四次定时观测值的算术平均值。

2 将 365n 个日平均温度从小到大排序，根据建筑外围护结构热惰性指标  $D$  值的不同，选取第 1 个日平均温度所在日（ $D < 2.5$ ）或第  $5n+1$  个日平均温度所在日（ $D \geq 2.5$ ）作为动态保温设计典型日。

3 该日的室外温度逐时值  $t_{m,i,h}$  即为动态保温设计室外计算温度逐时值。这里， $t_{m,i,h}$  表示第  $m$  年 第  $i$  月 在第  $h$  时刻的的室外干球温度观测值。

4 该日的各朝向太阳辐射逐时值  $I_{j,h}$  即为动态保温设计各朝向室外太阳辐射逐时值。这里， $I_{j,h}$  表示与温度逐时值同一天的  $j$  朝向第  $h$  时刻的的室外太阳辐射观测值。

#### 【条文说明】

6.1.3 《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中指出保温设计是针对我国大部分冬季气温较低且持续时间较长的地区，通过合理的设计使建筑具有足够的保温性能，从而抵御冬季室外气温作用和气温波动的能力，以确保冬季室内热环境的舒适度，同时控制建筑物的采暖能耗。然而，对于我国强太阳辐射地区和部分夏热冬冷地区，由于强太阳辐射的影响和供暖设备运行模式的差异致使建筑外围护结构传热方向在一定时间内出现逆转，不符合稳态传热的基本假设。因此动态保温设计即是针对以上地区在基于稳态传热保温设计的基础上，考虑了太阳辐射热作用对不同朝向外围护结构内表面温度的差异性影响，利用一维非稳态传热计算方法，准确描述围护结构的动态传热过程，以确保各朝向围护结构内表面温度逐时值满足室内基本热舒适需求，保证外围护结构在室外非稳态热扰动条件下具有抵抗室外热扰动能力的一种围护结构热工设计方法。

这里，以外围护结构内表面温度和允许温差作为控制指标判断外围护结构的保温性能是否满足要求，热工计算过程是在给定边界条件下基于一维非稳态传热的数值计算。因此，在计算中需要用到建筑所在地冬季室外气象参数，尤其是空

气温度和太阳辐射。为了提高设计精度，本条对动态保温设计计算所需的冬季室外气象参数是以不保证日的统计方法为基础获得，并规定了动态保温设计室外计算参数的室外计算温度逐时值和各朝向室外太阳辐射逐时值。

建筑动态热过程的准确描述是动态保温设计的基础，室外计算参数是其关键影响因素。如果仅考虑极端天气作为设计用典型日，则在进行动态保温设计时围护结构热阻过大，因此不经济。若仅考虑经济因素，则设计的围护结构可能无法满足室内热环境要求从而引起居住者不适。因此，需要选取一个不极端但能代表气候不利条件的气候设计值作为动态保温设计室外计算参数。由于影响冬季外围护结构热作用的气象要素不仅有室外温度，还有太阳辐射。因为这些参数相互联系且不断变化，因此很难得到他们之间的最不利组合，即一个典型日最低温度与完全没有太阳辐射几乎不可能同时发生。因此在考虑室外空气温度的影响较太阳辐射的影响更大后，参照《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中隔热设计对典型日的挑选方法，选取以日平均温度作为参考条件的不保证日作为动态保温设计典型日。由于太阳辐射会加强建筑室内的温度波动从而凸显围护结构的动态热特性，而日平均温度仅能表现围护结构的稳态传热特征，因此针对动态保温设计室外计算参数选取了典型日所在日的室外温度逐时值和各朝向太阳辐射逐时值。

室外计算参数还需反映建筑与其外部环境之间的相互作用。建筑物具有热惰性，不同类型的建筑与采暖方式对室内温度波动的时间延迟有显著影响。对于热惰性指标较小的轻质围护结构，需要更好的保温性能调节室内温度波动情况，室外计算参数要求也更严格，而重质围护结构可降低要求。因此，为了工程应用便利，参考《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中隔热设计对建筑的分类，以及基于稳态传热的保温设计对室外计算参数的要求，对不同类别的围护结构提出了不同的动态保温设计典型日计算参数。即针对  $D \geq 2.5$  的重质围护结构，挑选累年日平均温度从小到大排列，数列中第“ $5n+1$ ”天的所在日作为动态保温设计典型日；针对  $D < 2.5$  的轻质围护结构，挑选累年日平均温度从小到大排列，数列中最小值所在日作为动态保温设计典型日。且上述典型日的室外温度逐时值即为动态保温设计室外计算温度逐时值。而与温度逐时值同一天的各朝向太阳辐射

逐时值即为动态保温设计各朝向室外太阳辐射逐时值。

这里，受太阳辐射观测台站数据的影响，目前我国仅有少量台站有各朝向太阳辐射观测值。因此，对于没有各朝向太阳辐射观测值或观测值不全的台站，本标准中各朝向室外太阳辐射逐时值  $I_{j,h}$  计算方法参照本标准 5.3.4 条。

#### 6.1.4 隔热设计用逐时室外计算温度应按下列步骤计算：

1 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 的逐日日平均干球温度  $t_{m,i}$  ( $1 \leq m \leq n, 1 \leq i \leq 365$ )，

形成下式所示的  $n$  个数列：

$$\begin{pmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & \cdots & t_{1,365} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & \cdots & t_{2,365} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{n,1} & t_{n,2} & \cdots & t_{n,365} \end{pmatrix} \quad (6.1.8-1)$$

2 将  $365n$  个日平均温度从大到小排序，形成以下数列：

$$(t_1 \quad t_2 \quad \cdots \quad t_m \quad \cdots \quad t_{365n}) \quad (6.1.8-2)$$

3 依次计算当前值与后一个日平均温度的差：

$$t_m^d = t_m - t_{m+1} \quad m=1, 2, \dots, 365n \quad (6.1.8-3)$$

形成下式所示数列：

$$(t_1^d \quad t_2^d \quad \cdots \quad t_m^d \quad \cdots \quad t_{365n-1}^d) \quad (6.1.8-4)$$

4 确定最后 1 个  $t_m^d > 0.5$  时的  $m$ ，第  $m+1$  日的温度逐时值即为夏季室外计算温度逐时值。

#### 6.1.5 与温度逐时值同一天的各朝向太阳辐射的逐时值即为夏季室外太阳辐射逐时值。

#### 6.1.6 自然通风适用期应按下列方法进行计算：

1 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 的逐日日平均干球温度  $t_{m,i}$  ( $1 \leq m \leq n, 1 \leq i \leq 365$ )，

形成下式所列的  $n$  个数列：

$$\begin{pmatrix} t_{1,1} & t_{1,2} & \dots & t_{1,365} \\ t_{2,1} & t_{2,2} & \dots & t_{2,365} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{n,1} & t_{n,2} & \dots & t_{n,365} \end{pmatrix} \quad (6.1.12-1)$$

式中：日平均干球温度采用逐时干球温度观测值或每日四次定时观测值的算术平均值。

2 室内设计温度  $t_{i,s}$  分为室内降温需求温度  $t_{i,cr}$  及室内空调需求温度  $t_{i,acr}$ 。  $t_{i,cr}$  及  $t_{i,acr}$  按下式计算：

$$t_{i,cr} = 0.33 \times t_{rm} + 23.8 \quad (6.1.12-2)$$

$$t_{rm} = \frac{(t_{ed-1} + 0.8 \times t_{ed-2} + 0.6 \times t_{ed-3} + 0.5 \times t_{ed-4} + 0.4 \times t_{ed-5} + 0.3 \times t_{ed-6} + 0.2 \times t_{ed-7})}{3.8} \quad (6.1.12-3)$$

$$t_{i,acr} = \begin{cases} t_{i,cr} + 3.67 \times v_i & \varphi < 70\% \\ t_{i,cr} + 3.67 \times v_i - 4 \times (\varphi - 70\%) & \varphi \geq 70\% \end{cases} \quad (6.1.12-4)$$

式中：  $v_i$ ——风速， m/s；

$\varphi$ ——相对湿度， %。

3 室外判定温度  $t_{o,j}$  按下式计算：

$$t_{o,j} = t_{i,s} + \frac{Q_i}{\sum UA + \dot{m} c_p} \quad (6.1.12-5)$$

式中：  $Q_i$ ——透过窗户进入室内的太阳辐射得热量与室内内热源散热量之和， W；

$\sum UA$ ——各围护结构传热系数与其面积的乘积之和， W/°C；

$\dot{m}$ ——空气的质量流量， kg/s；

$c_p$ ——空气的定压比热容， kJ/(kg·°C)。

4 将  $t_{m,i}^{o,j}$  与  $t_{m,i}$  进行对比，若  $t_{m,i} \geq t_{m,i}^{o,j}$  则记累计频次  $k=1$ ，反之  $k=0$ ，形成下式所列的  $n$  个数列：

$$\begin{pmatrix} k_{1,1} & k_{1,2} & \dots & k_{1,365} \\ k_{2,1} & k_{2,2} & \dots & k_{2,365} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ k_{n,1} & k_{n,2} & \dots & k_{n,365} \end{pmatrix} \quad (6.1.12-6)$$

5 将  $n$  年中各相同日期（ $i$  相等）的结果进行累加后形成下式所列的 2 个数列：

$$(k_1^{cr} \ k_2^{cr} \ \dots \ k_i^{cr} \ \dots \ k_{365}^{cr}) \quad (6.1.12-7)$$

$$(k_1^{acr} \ k_2^{acr} \ \dots \ k_i^{acr} \ \dots \ k_{365}^{acr}) \quad (6.1.12-8)$$

6 设判定频次  $k^d=1,2,\dots,n$ , 选取 4.3.3.5 的数列中  $k_i^{cr}=k^d$  的第一日与最后一日, 其积日数分别记为  $N_{crpf}$  与  $N_{crpl}$ , 对应日期即为当地降温时段的起止日期; 同时选取  $k_i^{acr}=k^d$  的第一日与最后一日, 其积日数分别记  $N_{acrpf}$  与  $N_{acrpl}$ , 对应日期即为当地空调时段的起止日期。

7 当地自然通风适用期  $NVP$  及自然通风天数  $Z_{nvp}$  按下式计算:

$$NVP=[\text{降温时段开始日(积日数 } N_{crpf})\sim\text{空调时段开始日(积日数 } N_{acrpf})]+[\text{空调时段结束日(积日数 } N_{acrpl})\sim\text{降温时段结束日(积日数 } N_{crpl})] \quad (6.1.12-9)$$

$$Z_{nvp}=N_{acrpf}-N_{crpf}+N_{crpl}-N_{acrpl} \quad (6.1.12-10)$$

#### 【条文说明】

6.1.6 《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中指出自然通风是我国大多数地区降低建筑能耗和改善室内热舒适的有效手段。自然通风设计是较好地实现该效果的一种建筑被动式设计策略, 包含当地自然通风气候适应性分析、建筑布局规划、建筑本体设计、通风控制策略及通风效果评估等几个步骤, 而自然通风设计室外计算参数作为连接气候适应性分析与后续设计步骤的桥梁, 是达到良好的自然通风效果的重要部分, 且应提出满足各地自然通风适用性实际情况的自然通风设计室外计算参数。

从为建筑中的使用者创造舒适的室内环境角度出发, 可将自然通风分为直接作用的舒适通风和间接作用的夜间通风。舒适通风是通过开窗将室外的风引入室内, 使风流经人体表面带走热量从而达到降低人体温度的目的; 夜间通风则是在白天紧闭门窗阻挡室外高温空气进入室内, 夜间开窗通风引导室外低温空气进入室内降低室温, 同时加速围护结构的冷却, 为下一个白天蓄存冷量。

按照各地现行节能标准与绿色建筑评价标准中自然通风设计的规定, 宜对建筑自然通风效果进行手算或计算机模拟以优化自然通风设计效果, 自然通风设计室外计算参数是重要的输入条件(进行自然通风潜力计算时需给定基准温度以计算逐日温差, 进行 CFD 模拟时需给定室外模拟温度及风速以计算单一区域自然

通风效果等), 而自然通风适用期作为自然通风设计室外计算参数确定的基础应准确计算。

自然通风室内设计温度反映的是室内人员在房间处于自然通风工况下的可接受温度上限值, 以往计算中常取一固定值(空调设计温度  $26^{\circ}\text{C}$ )。而随着对自然通风建筑研究的不断深入, 发现在自然通风建筑中更适合采用热舒适适应性模型。本条文引用《Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics》EN 15251 中为非人工空调环境提供室内可接受温度计算模型, 选取III级指标对应的中性温度上限值作为自然通风设计室内设计温度以反映室内设计温度与室外气候条件的关系。引入风速补偿模型表征在一定相对湿度情况下风速提高对自然通风工况人体可接受温度上限(自然通风室内设计温度)的影响, 由此得到随室外气候条件变化的动态室内设计温度能更精确地描述自然通风工况下室内人群的热舒适性。

在计算室外判定温度时引入平衡点温度法, 该方法通过建立简化建筑模型, 考虑透过窗户进入室内的太阳辐射得热量、内热源散热量、围护结构传热系数与对应传热面积、进入室内的空气质量流量将室内、外计算条件联系在一起。降温时段室外判定温度为自然通风适用期室外判定温度的下限, 超过该温度就说明当地有自然通风需求。空调时段室外判定温度为自然通风适用期室外判定温度的上限, 超过该温度使用自然通风无法达到降温效果, 应采用空调设备进行降温。计算降温时段室外判定温度时透过窗户进入室内的太阳辐射得热量应进行构造修正, 其构造修正系数取 0.5, 内热源散热量及围护结构传热系数均按我国建筑节能系列标准选取, 空气的质量流量按换气次数取 1 次/h 计算得到, 空气的定压比热容取  $1.005\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^{\circ}\text{C})$ 。计算空调时段室外判定温度时不同的是假设窗户完全开启, 此时透过窗户进入室内的太阳辐射得热量不应进行构造修正, 空气的质量流量按当日实际风速经高度修正后计算得, 该风速若大于  $3\text{m/s}$  按  $3\text{m/s}$  计算。

在对多年实测气象数据进行处理时应考虑气象数据的年间离散现象, 若是对各气象参数先取均值后进行计算将忽略部分日期的降温及空调需求, 导致计算结果与实际情况偏差较大。故应先对所选  $n$  年进行历年逐日降温需求及空调需求的

判定,对逐日判定结果进行累年累计,将累计结果组成一个“日历年”后,用合适的判定频次对该日的累年累计结果进行判定便可获得当地降温及空调时段,将降温时段中的空调时段去除后即得到自然通风适用期。但一个地区的降温时段计算结果有可能不包含或仅部分包含空调时段计算结果,应在计算自然通风适用期及自然通风天数时将其考虑在内。

### 6.1.7 自然通风设计室外计算温度 $t^{nvp}$ 按下列方法计算得:

1 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 每年的自然通风适用期的日平均干球温度,形成下式所列的  $n$  个数列:

$$\begin{pmatrix} t_{1, N_{crpf}} & t_{1, N_{crpf}+1} & \cdots & t_{1, N_{acrpf}} & t_{1, N_{acrpl}} & t_{1, N_{acrpl}+1} & \cdots & t_{1, N_{crpl}} \\ t_{2, N_{crpf}} & t_{2, N_{crpf}+1} & \cdots & t_{2, N_{acrpf}} & t_{2, N_{acrpl}} & t_{2, N_{acrpl}+1} & \cdots & t_{2, N_{crpl}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ t_{n, N_{crpf}} & t_{n, N_{crpf}+1} & \cdots & t_{n, N_{acrpf}} & t_{n, N_{acrpl}} & t_{n, N_{acrpl}+1} & \cdots & t_{n, N_{crpl}} \end{pmatrix} \quad (6.1.13-1)$$

2 计算逐年自然通风适用期室外平均温度  $t_m^{nvp}$ :

$$t_m^{nvp} = \frac{t_{m, N_{crpf}} + t_{m, N_{crpf}+1} + \cdots + t_{m, N_{acrpf}} + t_{m, N_{acrpl}} + t_{m, N_{acrpl}+1} + \cdots + t_{m, N_{crpl}}}{Z_{nvp}} \quad m=1, 2, \cdots, n \quad (6.1.13-2)$$

将逐年  $t_m^{nvp}$  形成下式所列数列:

$$(t_1^{nvp} \quad t_2^{nvp} \quad \cdots \quad t_m^{nvp} \quad \cdots \quad t_n^{nvp}) \quad (6.1.13-3)$$

3 计算  $n$  年自然通风适用期室外平均温度的平均值,得到自然通风设计室外计算温度:

$$t^{nvp} = \frac{t_1^{nvp} + t_2^{nvp} + \cdots + t_n^{nvp}}{n} \quad (6.1.13-4)$$

采用相同方法可得自然通风设计室外计算风速  $v^{nvp}$  及自然通风设计室外计算相对湿度  $\phi^{nvp}$ 。

#### 【条文说明】

6.1.7 自然通风设计室外计算温度、室外计算风速及室外计算相对湿度与该地实际自然通风适用期室外温度不同,它是从气象观测数据中统计计算得到的,与选用的气象观测数据的时段、时长等因素有关。

### 6.1.8 建筑遮阳计算时段应按下列方法计算确定：

- 1 采用 26°C 作为房间遮阳计算时段的判定温度  $t_{i,s}$ ，当室外空气温度高于 26°C 时，房间需要设置遮阳；
- 2 选择连续  $n$  年 ( $n \geq 10$ ) 的每月逐时平均干球温度  $t_{m,i,h}$  ( $1 \leq m \leq n, 1 \leq i \leq 12, 1 \leq h \leq 24$ )，分别形成如下式所列的  $n$  个数列，其中第  $m$  年的数列下式所示：

$$\begin{pmatrix} t_{m,1,1} & t_{m,2,1} & \dots & t_{m,12,1} \\ t_{m,1,2} & t_{m,2,2} & \dots & t_{m,12,2} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{m,1,24} & t_{m,2,24} & \dots & t_{m,12,24} \end{pmatrix} \quad (6.1.16-1)$$

式中：每月逐时平均干球温度采用在该时刻一个月内干球温度观测值的算术平均值。

- 3 计算  $n$  年每月逐时平均干球温度的平均值  $t_{i,h}^{\text{hpm}}$ ：

$$t_{i,h}^{\text{hpm}} = \frac{1}{n} \sum_{m=1}^n t_{m,i,h} \quad (6.1.16-2)$$

式中： $t_{m,i,h}$ ——第  $m$  年 第  $i$  月 在第  $h$  时刻的逐时平均干球温度；

$t_{i,h}^{\text{hpm}}$ ——一年中每月 15 日 在第  $h$  时刻的逐时平均干球温度值。

将  $t_{i,h}^{\text{hpm}}$  形成下式所示数列：

$$\begin{pmatrix} t_{1,1}^{\text{hpm}} & t_{2,1}^{\text{hpm}} & \dots & t_{12,1}^{\text{hpm}} \\ t_{1,2}^{\text{hpm}} & t_{2,2}^{\text{hpm}} & \dots & t_{12,2}^{\text{hpm}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ t_{1,24}^{\text{hpm}} & t_{2,24}^{\text{hpm}} & \dots & t_{12,24}^{\text{hpm}} \end{pmatrix} \quad (6.1.16-3)$$

- 4 将  $t_{i,h}^{\text{hpm}}$  依次与  $t_{i,s}$  进行比较，选取第一个出现  $t_{i,h}^{\text{hpm}} \geq t_{i,s}$  情况的所在月份  $x$  ( $1 \leq x \leq 12$ ) 的逐时平均干球温度最大值  $t_{x,h,\max}^{\text{hpm}}$ ，同时选取第  $x-1$  月份逐时平均干球温度中的  $t_{x-1,h}^{\text{hpm}}$ ，按下式确定遮阳计算时段的起始日：

$$a = 15 + \frac{30 \times (t_{i,s} - t_{x-1,h}^{\text{hpm}})}{(t_{x,h,\max}^{\text{hpm}} - t_{x-1,h}^{\text{hpm}})} \quad (6.1.16-4)$$

若  $a > 30$ ，则遮阳计算时段起始日为  $x$  月  $(a-30)$  日；若  $a \leq 30$ ，则遮阳计算时段起始日为  $(x-1)$  月  $a$  日。

- 5 将  $t_{i,h}^{\text{hpm}}$  依次与  $t_{i,s}$  进行比较，选取最后一个出现  $t_{i,h}^{\text{hpm}} \geq t_{i,s}$  情况的所在月份  $y$

( $1 \leq y \leq 12$ ) 的逐时平均干球温度最大值  $t_{y,h,\max}^{\text{hpm}}$ ，同时选取第  $y+1$  月份逐时平均干球温度中的  $t_{y+1,h}^{\text{hpm}}$ ，按下式确定遮阳计算时段的终止日：

$$b = 15 + \frac{30 \times (t_{y,h,\max}^{\text{hpm}} - t_{i,s})}{(t_{y,h,\max}^{\text{hpm}} - t_{y+1,h}^{\text{hpm}})} \quad (6.1.16-5)$$

若  $b > 30$ ，则遮阳计算时段终止日为  $y+1$  月  $(a-30)$  日；

若  $b \leq 30$ ，则遮阳计算时段终止日为  $y$  月  $b$  日。

#### 【条文说明】

6.1.8 《民用建筑热工设计规范》GB 50176-2016 中指出建筑遮阳是指在门窗洞口室外侧与门窗洞口一体化设计的遮挡太阳辐射的构件，可减少透过建筑透光围护结构的太阳辐射，防止室内过热、降低建筑空调能耗。为能得到较好的遮阳效果，在设计之前应先分析建筑所在地的室外气候条件，确定遮阳计算时段，即一年中哪些天，一天当中哪些时段需要遮阳，之后根据遮阳计算时段内的设计计算参数来进行遮阳设计，并可通过计算建筑遮阳系数来评价整个建筑遮阳计算时段内的遮阳效果。因此，需提出建筑遮阳计算时段及相应的室外计算参数，为建筑遮阳设计提供数据支持。

由于地理纬度的不同，导致各地需要进行建筑遮阳的季节和具体的遮阳时间有所不同，有必要根据当地的室外气候条件来计算确定遮阳计算时段。

为了与现行建筑热工与节能领域相关标准相一致，本标准采用  $26^{\circ}\text{C}$  为一般房间遮阳计算时段的判定温度，当室外空气温度高于  $26^{\circ}\text{C}$ ，房间需要设置遮阳，从而削弱房间的降温需求。

为了利用全年室外逐时气象数据准确确定遮阳计算时段的起止日期，本标准提出通过对历年每月逐时平均干球温度进行处理，计算得到历年每月逐时平均干球温度的平均值，组成用于确定遮阳计算时段的“虚拟年”，即根据第 6.1.16 条计算得出的数列 (6.1.16-3)。经过这样的处理我们可以认为“虚拟年”的室外空气温度在同一时刻的一个月内是线性变化的，也就是说，对于某一月份从月初到月末同一时刻温度是线性变化的，从某一月份的 15 日到下一月份 15 日同一时刻的温度也是线性变化的。数列 (6.1.16-3) 中的每月逐时平均干球温度的平均值可近似表达对应月份 15 日内的室外气候条件变化，因此，采用线性插值的方法可

以得出任意一天的温度变化,这样就可以推算出一年中的遮阳计算时段的起止日期。

本条文主要规定了根据室外气候条件确定遮阳计算时段的方法,方便建筑师根据室外气候特征对建筑遮阳需求进行分析。对于具体的建筑方案或实际的建筑物,如需更准确地确定遮阳计算时段,可先根据建筑设计方案、围护结构构造及室内热环境需求确定遮阳计算时段的判定温度,进而运用本条文介绍的方法确定遮阳计算时段的起止日期。

**6.1.9 建筑遮阳计算时段内太阳位置数据应根据遮阳计算时段起始日和终止日,以及建筑所在地的经度、纬度来计算确定。**

**【条文说明】**

6.1.9 建筑遮阳计算时段的起始日和终止日的太阳位置数据是进行建筑遮阳构件尺寸设计计算时的关键计算参数。遮阳计算时段内的太阳位置数据是计算遮阳构件在遮阳时段内各时刻形成阴影的关键计算参数。

**6.1.10 建筑遮阳计算时段内各朝向太阳辐射照度应按下列步骤确定:**

- 1 根据逐时实测值或逐时太阳辐射模型计算水平面太阳总辐射照度、水平面太阳散射辐射照度和法向直射辐射照度。
- 2 将逐时法向直射辐射照度和散射辐射照度投影到各朝向,计算出各朝向太阳辐射照度逐时值。
- 3 根据建筑遮阳计算时段的起始日和终止日选取遮阳计算时段内的各朝向太阳辐射照度逐时值。

**【条文说明】**

6.1.10 建筑遮阳计算时段内各朝向太阳辐射照度用于计算整个遮阳计算时段内建筑遮阳系数,即通过计算整个遮阳时段内透过有遮阳构件的窗户进入室内的太阳总辐射量与未设置遮阳构件的窗户可接受的太阳总辐射量的比值,来表征在整个遮阳时段内的建筑遮阳效果。整个遮阳计算时段内建筑遮阳系数  $SC_s$  的计算公式如下:

$$SC_s = \frac{\sum_{i=1}^n I_{in,i}}{\sum_{i=1}^n I_{0,i}} = \frac{\sum_{i=1}^n (I_{D,i} \cdot X_{D,i} + 0.5 \cdot I_{d,i} \cdot X_{d,i})}{\sum_{i=1}^n (I_{D,i} + 0.5 \cdot I_{d,i})} \quad (6.1.18)$$

式中： $n$  表示总小时数，即建筑遮阳计算时段的总时长； $I_{in}$  表示通过有遮阳构件的窗户进入室内的太阳辐射， $W/m^2$ ； $I_0$  表示窗户开口朝向的太阳总辐射， $W/m^2$ ； $I_D$  表示窗户开口朝向的太阳直射辐射， $W/m^2$ ； $I_d$  表示水平面的太阳散射辐射， $W/m^2$ ； $X_D$  表示遮阳构件的直射辐射透射比，需根据遮阳计算时段内逐时太阳位置数据计算； $X_d$  表示遮阳构件的散射辐射透射比，需根据遮阳构件的尺寸数据进行计算。

由于受到太阳辐射观测台站的限制，实际的太阳辐射观测数据存在大范围缺少的情况，因此，本标准中给出的太阳辐射值是根据太阳辐射模型计算得到的。各朝向太阳总辐射计算方法可参考《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中条文说明 3.2.5 条的相关规定。

#### 6.1.11 稳态防潮设计的采暖期室外平均相对湿度应按下列步骤计算：

1 选择连续  $n$  年（ $n \geq 10$ ）每年的计算采暖期的日平均相对湿度，形成下式所示数列：

$$\begin{pmatrix} RHM_{1,N_{hps}} & RHM_{1,N_{hps}+1} & \cdots & RHM_{1,N_{hpe}} \\ RHM_{2,N_{hps}} & RHM_{2,N_{hps}+1} & \cdots & RHM_{2,N_{hpe}} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ RHM_{n,N_{hps}} & RHM_{n,N_{hps}+1} & \cdots & RHM_{n,N_{hpe}} \end{pmatrix} \quad (6.1.19-1)$$

2 计算逐年采暖期室外平均相对湿度  $RHM_m^{hp}$ ：

$$RHM_m^{hp} = \frac{RHM_{m,N_{hps}} + RHM_{m,N_{hps}+1} + \cdots + RHM_{m,N_{hpe}}}{Z} \quad m=1, 2 \text{ In} \quad (6.1.19-2)$$

将逐年  $RHM_m^{hp}$  形成下式所示数列：

$$(RHM_1^{hp} \quad RHM_2^{hp} \quad \cdots \quad RHM_m^{hp} \quad \cdots \quad RHM_n^{hp}) \quad (6.1.19-3)$$

3 计算  $n$  年采暖期室外平均相对湿度的平均值，得到计算采暖期室外平均相对湿度：

$$RHM^{hp} = \frac{RHM_1^{hp} + RHM_2^{hp} + \cdots + RHM_n^{hp}}{n} \quad (6.1.19-4)$$

#### 6.1.12 动态热湿耦合计算典型年室外计算参数应按下列步骤计算：

1 选择  $n$  年（ $n \geq 10$ ）气象资料中的干球温度、露点温度、风速、辐射、降雨量

的日平均值；

2 计算  $n$  年的逐日干球温度（最高、最低、平均值）、逐日露点温度（最高、最低、平均值）、逐日风速（最高、平均值）、逐日降雨量、逐日太阳总辐射照度 10 种气象要素的长期累积分布函数值( $CDF^l$ )和月累积分布函数值( $CDF^m$ )，然后计算上述 10 种气象要素逐年各分析月的 *Finkelstein-Schafer*( $FS$ )统计值：

$$FS = \frac{\sum_{i=1}^n \delta_i}{n} = \frac{\sum_{i=1}^n (CDF_i^l - CDF_i^m)}{n} \quad (6.1.20-1)$$

其中： $\delta_i$ ——各气象要素的长期累计分布值  $CDF^l$  与逐年各分析月累积分布值  $CDF^m$  之间差值；

$n$ ——所选择月的天数（如 1 月， $n=31$ ）。

3 将上述各气象要素逐日值的  $FS$  统计值与相应加权系数  $W_i$  相乘并汇总成一个加权平均值  $WS$ ，再将每年分析月份的加权平均值  $WS$  按升序排列，挑选出  $WS$  值最小的年份所对应的月份即为热湿耦合计算典型月（TMM）。加权平均值（ $WS$ ）用下式表示：

$$WS = \sum_{k=1}^9 W_k \times FS_k \quad (6.1.20-2)$$

其中： $WS$ ——参数的加权平均值；

$W_k$ ——第  $k$  个指标的权重系数；

$FS_k$ ——第  $k$  个指标的  $FS$  统计值。

4 各热湿耦合计算典型月（TMM）的逐时气象数据组成热湿耦合计算典型气象年（TMY）初步数据。

5 对热湿耦合计算典型年（TMY）初步数据中的温度、湿度值进行月间平滑处理。

6 用平滑处理后的温、湿度值，取代原始温、湿度，得到热湿耦合计算典型气象年（TMY）8760 小时数据。

.....

## 6.2 供暖空调设计

**6.2.0** 本标准供暖空调设计用室外空气计算参数由多不保证率组合室外计算参数、冬夏季供暖空调干湿球设计日和同时发生的干湿球温度太阳辐射组合参数组成。附录 XX 列出了我国部分地区室外空气计算参数。

### 【条文说明】

6.2.0 多不保证率组合室外计算参数的“多不保证率”分别为累年平均不保证 10h、50h 和 100h，“组合室外计算参数”分别为冬夏季“干球温度和同时发生的湿球温度”、“焓值和同时发生的干球温度”和“含湿量和同时发生的干球温度”。冬夏季供暖空调设计日是在多不保证率组合室外计算参数基础上结合当地气象要素日变化规律给出的组合参数 24 小时逐时值。本标准中这两部分室外空气计算参数是对《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》给出室外空气计算参数的补充和延伸。

同时发生设计计算参数表示同时作用建筑并影响室内负荷，且气象要素之间有实际关联性的多要素气象数据，是结合当前建筑气象最新研究成果给出的设计用组合室外空气计算参数。该类参数考虑了干湿球温度和太阳辐射对于空调负荷影响的同时发生性，以其计算的空调负荷理论上小于《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》给出参数的负荷计算结果。

**6.2.1** 供暖空调及通风采用单点设计计算时，可根据围护结构性能（轻质、重质）及运行模式（间歇、连续），选择合理不保证率下、根据不同参数基准的组合室外计算参数。

- 1 在进行空调、供暖围护结构传热计算时，可采用按干球温度排列的组合设计参数；
- 2 在进行除湿、加湿设计及其他根据含湿量进行设计计算的设备选型时，可采用按含湿量排列的组合参数；
- 3 在进行冷却塔等和湿球温度主要相关的设备设计时，应采用按焓值排列的组合参数；

4 多种不保证率的组合室外计算参数可按表 6.1.1 统计：

表 6.1.1 多种不保证率的组合室外计算参数统计方法

| 统计标准    | 设计参数                     | 统计方法                                       |
|---------|--------------------------|--------------------------------------------|
| 按干球温度排列 | 冬季供暖计算温度                 | 累年平均每年不保证 1d, 5d, 10d 的日平均温度               |
|         | 冬季空调计算温度                 | 累年平均每年不保证 6h, 24h, 48h 的 24 小时滑动平均温度       |
|         | 夏季空调计算温度<br>(及其对应平均湿球温度) | 累年平均每年不保证 10h, 50h, 100h 的干球温度及其对应的湿球温度平均值 |
|         | 夏季空调计算日平均温度              | 累年平均每年不保证 1d, 5d, 10d 的日平均温度               |
| 按含湿量排列  | 冬季加湿含湿量<br>(及对应平均干球温度)   | 累年平均每年不保证 10h, 50h, 100h 的绝对湿度及其对应的干球温度平均值 |
|         | 夏季除湿含湿量<br>(及对应平均干球温度)   | 累年平均每年不保证 10h, 50h, 100h 的绝对湿度及其对应的干球温度平均值 |
| 按焓值排列   | 冬季空调计算焓值<br>(及对应干球温度)    | 累年平均每年不保证 10h, 50h, 100h 的空气焓值及其对应的干球温度平均值 |
|         | 夏季空调计算焓值<br>(及对应干球温度)    | 累年平均每年不保证 10h, 50h, 100h 的空气焓值及其对应的干球温度平均值 |

6.2.2 冬季供暖干球温度设计日，可按下列式计算：

$$X_{win\_h,d,i} = X_{win\_h,d,design} + \frac{1}{2} \beta_{win\_h,d,i} \cdot X_{win\_h,d,range} \quad (6.2.2)$$

式中：

$X_{win\_h,d,i}$ ——冬季供暖干球温度设计日逐时值， $i = 0, 1 \cdots 23h$ ；

$X_{win\_h,d,design}$ ——冬季供暖干球温度设计值；

$\beta_{win\_h,d,i}$ ——冬季供暖干球温度逐时变化系数；

$X_{win\_h,d,range}$ ——冬季供暖干球温度日较差。

【条文说明】

为适应按不稳定传热计算冬季供暖热负荷的需要,提出了冬季供暖干球温度设计日。冬季供暖干球温度设计日建议用于建筑冬季供暖冷负荷计算,其设计日负荷可作为建筑供暖设备容量选择的依据。其中,逐时变化系数 $\beta$ 是基于 30 年实际逐时气象数据采用聚类方法提取得到的,表示当地对应气象要素的典型逐时变化趋势的数据,其它参数设计日的逐时变化系数也采用类似的方法获取。

### 6.2.3 冬季空调干球温度设计日,可按下式确定:

$$X_{win\_a,d,i} = X_{win\_a,d,design} + \frac{1}{2} \beta_{win\_a,d,i} \cdot X_{win\_a,d,range} \quad (6.2.3)$$

式中:

$X_{win\_a,d,i}$ ——冬季空调干球温度设计日逐时值;

$X_{win\_a,d,design}$ ——冬季空调干球温度设计值;

$\beta_{win\_a,d,i}$ ——冬季空调干球温度逐时变化系数;

$X_{win\_a,d,range}$ ——冬季空调干球温度日较差。

#### 【条文说明】

6.2.3 为适应按不稳定传热计算冬季空调热负荷的需要,提出了冬季空调干球温度设计日。冬季空调干球温度设计日建议用于建筑冬季空调冷负荷计算,其设计日负荷可作为建筑制热设备容量选择的依据。

### 6.2.4 冬季含湿量及同时发生的干球温度设计日,可按下式确定:

$$X_{win\_md,m,i} = \beta_{win\_md,m,i} \cdot (X_{win\_md,m,design} - X_{win\_md,m,p}) + X_{win\_md,m,p} \quad (6.2.4-1)$$

$$X_{win\_md,d,i} = \beta_{win\_md,d,i} \cdot (X_{win\_md,d,design} - X_{win\_md,d,p}) + X_{win\_md,d,p} \quad (6.2.4-2)$$

式中:

$X_{win\_hd,m,i}$ ——冬季含湿量设计日逐时值;

$\beta_{win\_md,m,i}$ ——冬季含湿量逐时变化系数;

$X_{win\_md,m,design}$ ——冬季含湿量设计值;

$X_{win\_md,m,p}$ ——冬季含湿量日均值;

$X_{win\_md,d,i}$ ——冬季与含湿量设计值同时发生的干球温度设计逐时值；

$\beta_{win\_md,d,i}$ ——冬季与含湿量设计值同时发生的干球温度逐时变化系数；

$X_{win\_md,d,design}$ ——冬季与含湿量设计值同时发生的干球温度设计值；

$X_{win\_md,d,p}$ ——冬季与含湿量设计值同时发生的干球温度日均值。

#### 【条文说明】

6.2.4 为适应冬季加湿等设备的设计选型和校核的需要，提出了冬季含湿量及同时发生的干球温度设计日。冬季含湿量及同时发生的干球温度设计日建议用于建筑冬季加湿负荷的计算，以作为湿度控制设备的设计选型和动态调节依据。其中，所采用的含湿量逐时变化系数及干球温度逐时变化系数的提取考虑了其参数逐时变化趋势的同时发生性，其它参数组合设计日的逐时变化系数也有类似的考虑。

#### 6.2.5 冬季焓值及同时发生的干球温度设计日，可按式确定：

$$X_{win\_ed,w,i} = \beta_{win\_ed,w,i} \cdot (X_{win\_ed,e,design} - X_{win\_ed,e,p}) + X_{win\_ed,e,p} \quad (6.2.5-1)$$

$$X_{win\_ed,d,i} = \beta_{win\_ed,d,i} \cdot (X_{win\_ed,d,design} - X_{win\_ed,d,p}) + X_{win\_ed,d,p} \quad (6.2.5-2)$$

式中：

$X_{win\_ed,w,i}$ ——冬季焓值设计日逐时值；

$\beta_{win\_ed,w,i}$ ——冬季焓值逐时变化系数；

$X_{win\_ed,e,design}$ ——冬季焓值设计值；

$X_{win\_ed,e,p}$ ——冬季焓值日均值；

$X_{win\_ed,d,i}$ ——冬季与焓值设计值同时发生的干球温度设计逐时值；

$\beta_{win\_ed,d,i}$ ——冬季与焓值设计值同时发生的干球温度逐时变化系数；

$X_{win\_ed,d,design}$ ——冬季与焓值设计值同时发生的干球温度设计值；

$X_{win\_ed,d,p}$ ——冬季与焓值设计值同时发生的干球温度日均值。

#### 【条文说明】

6.2.5 为适应冬季新风等设备的设计选型和校核的需要，提出了冬季焓值及同时发生的干球温度设计日。冬季焓值及同时发生的干球温度设计日建议用于建筑冬季极端新风负荷的计算，以作为新风处理设备的设计选型和动态调节依据。

#### 6.2.6 夏季干球温度及同时发生的湿球温度设计日，可按式确定：

$$X_{sum\_dw,d,i} = \beta_{sum\_dw,d,i} \cdot (X_{sum\_dw,d,design} - X_{sum\_dw,d,p}) + X_{sum\_dw,d,p} \quad (6.2.6-1)$$

$$X_{sum\_dw,w,i} = \beta_{sum\_dw,w,i} \cdot (X_{sum\_dw,w,design} - X_{sum\_dw,w,p}) + X_{sum\_dw,w,p} \quad (6.2.6-2)$$

式中：

$X_{sum\_dw,d,i}$ ——夏季干球温度设计日逐时值；

$\beta_{sum\_dw,d,i}$ ——夏季干球温度设计日逐时变化系数；

$X_{sum\_dw,d,design}$ ——夏季干球温度设计值；

$X_{sum\_dw,d,p}$ ——夏季干球温度日均值；

$X_{sum\_dw,w,i}$ ——夏季与干球温度设计值同时发生的湿球温度设计日逐时值；

$\beta_{sum\_dw,w,i}$ ——夏季与干球温度设计值同时发生的湿球温度逐时变化系数；

$X_{sum\_dw,w,design}$ ——夏季与干球温度设计值同时发生的湿球温度设计值；

$X_{sum\_dw,w,p}$ ——夏季与干球温度设计值同时发生的湿球温度日均值。

#### 【条文说明】

6.2.6 为适应按不稳定传热计算夏季空调冷负荷的需要，提出了夏季干球温度及同时发生的湿球温度设计日。夏季干球温度及同时发生的湿球温度设计日建议用于建筑夏季冷负荷的计算，其设计日负荷可作为建筑制冷设备容量选择的依据。

#### 6.2.7 夏季含湿量及同时发生的干球温度设计日，可按式确定：

$$X_{sum\_md,m,i} = \beta_{sum\_md,m,i} \cdot (X_{sum\_md,m,design} - X_{sum\_md,m,p}) + X_{sum\_md,m,p} \quad (6.2.7-1)$$

$$X_{sum\_md,d,i} = \beta_{sum\_md,d,i} \cdot (X_{sum\_md,d,design} - X_{sum\_md,d,p}) + X_{sum\_md,d,p} \quad (6.2.7-2)$$

式中：

$X_{sum\_md,m,i}$ ——夏季含湿量设计日逐时值；

$\beta_{sum\_md,m,i}$ ——夏季含湿量逐时变化系数；

$X_{sum\_md,m,design}$ ——夏季含湿量设计值；

$X_{sum\_md,m,p}$ ——夏季含湿量日均值；

$X_{sum\_md,d,i}$ ——夏季与含湿量设计值同时发生的干球温度设计逐时值；

$\beta_{sum\_md,d,i}$ ——夏季与含湿量设计值同时发生的干球温度逐时变化系数；

$X_{sum\_md,d,design}$ ——夏季与含湿量设计值同时发生的干球温度设计值；

$X_{sum\_md,d,p}$ ——夏季与含湿量设计值同时发生的干球温度日均值。

#### 【条文说明】

6.2.7 为适应夏季除湿等设备的设计选型和校核的需要，提出了夏季含湿量及同时发生的干球温度设计日。夏季含湿量及同时发生的干球温度设计日建议用于建筑夏季加湿负荷的计算，以作为湿度控制设备的设计选型和动态调节依据。

#### 6.2.8 夏季焓值及同时发生的干球温度设计日，可按式确定：

$$X_{sum\_ed,w,i} = \beta_{sum\_ed,w,i} \cdot (X_{sum\_ed,e,design} - X_{sum\_ed,e,p}) + X_{sum\_ed,e,p} \quad (6.2.8-1)$$

$$X_{sum\_ed,d,i} = \beta_{sum\_ed,d,i} \cdot (X_{sum\_ed,d,design} - X_{sum\_ed,d,p}) + X_{sum\_ed,d,p} \quad (6.2.8-2)$$

式中：

$X_{sum\_ed,w,i}$ ——夏季焓值设计日逐时值；

$\beta_{sum\_ed,w,i}$ ——夏季焓值逐时变化系数；

$X_{sum\_ed,e,design}$ ——夏季焓值设计值；

$X_{sum\_ed,e,p}$ ——夏季焓值日均值；

$X_{sum\_ed,d,i}$ ——夏季与焓值设计值同时发生的干球温度设计逐时值；

$\beta_{sum\_ed,d,i}$ ——夏季与焓值设计值同时发生的干球温度逐时变化系数；

$X_{sum\_ed,d,design}$ ——夏季与焓值设计值同时发生的干球温度设计值；

$X_{sum\_ed,d,p}$ ——夏季与焓值设计值同时发生的干球温度日均值。

#### 【条文说明】

6.2.8 为适应夏季新风等设备的设计选型和校核的需要，提出了夏季焓值及同时发生的干球温度设计日。夏季焓值及同时发生的干球温度设计日建议用于建筑夏季极端新风负荷的计算，以作为新风处理设备的设计选型和动态调节依据。

6.2.9 同时发生设计计算参数，表示同时作用建筑并影响室内负荷，且气象要素之间有实际关联性的多要素气象数据。同时发生设计计算参数的生成与当地气候以及所应用的房间和建筑类型、特征和特性参数密切相关。

#### 【条文说明】

6.2.9 同时发生设计计算参数目前存在两种定义：一种是仅考虑气象数据本身特征，对气象数据进行统计归纳，进而得到不同气象要素组合下的数值规律；另一种则是同时考虑气象要素之间的实际关联性以及对建筑室内负荷的影响，进而得到针对不同地区、房间和建筑的同时发生设计计算参数。本条标准所定义的同时发生设计计算参数为后者，前者将在条文 6.2.11 中进一步描述。同时发生设计计算参数的同时性表现为两点：其一是气象数据本身的同时刻性，也即生成的同时发生设计计算数据是在同一时刻或相近时刻出现的气象数据。对于同时发生设计日而言，则是同一日出现的气象数据。同时刻性代表了气象数据本身的实际近极端情况，并且同一组同时发生设计计算参数的不同气象要素（干球温度/湿球温度/太阳辐射/大气压）之间存在实际关联，而非凭空产生或忽视关联性进行组合得到。其二是气象数据与建筑特征之间的关联关系，不同类型的房间和建筑对于气象数据的响应是不同的，同一组气象数据对于不同类型的房间和建筑有不同的负荷效果，应用于房间 A 中并且能得到某一不保证率下的室内设计负荷的一组同时发生设计计算参数并不一定能应用于房间 B 并获得该不保证率下的室内设计负荷。因此，对于不同类型的房间，应结合当地气候和房间特征生成与之相对应的设计计算参数。对于建筑整体而言亦是如此。

**6.2.10 目前同时发生设计计算参数适用于有多年连续实测气象数据的地区中房间类型与典型房间较为相似的建筑，以及需要对空调系统进行精准化和精细化设计提高其能效和经济性且普通设计计算参数无法满足设计要求的房间或建筑。**

**【条文说明】**

6.2.10 当地多年连续实测气象数据至少应包含逐时干球温度，逐时湿球温度（或逐时相对湿度），大气压强，逐时太阳辐射等参数，且记录时长不应小于十年，同时发生设计计算参数与当地实际气象条件规律有关，实测气象数据记录时长太短不利于排除随机性影响。除了与当地气象规律有关，同时发生设计计算参数还与所应用的房间和建筑类型和特征有关。因此，针对不同类型的房间或建筑，由历年气象数据和典型房间的房间特征、特性参数联合统计生成相应的同时发生设计计算参数，该设计参数可应用于与典型房间相似的房间。对于需要进行精准

化和精细化设计而普通设计计算参数无法满足设计要求的房间或建筑，同样可依据相似的典型房间选用同时发生设计计算参数进行设计计算。

**6.2.11 对于不满足 6.2.10 条件的地区和建筑，除可使用普通设计计算参数外，亦可参考国际上一些较为简化的不考虑气象数据与建筑特征之间的关联关系的同时发生设计计算参数。**

**【条文说明】**

6.2.11 不考虑气象数据与建筑特征之间关联关系的同时发生设计计算参数，表示该同时发生设计计算参数不涉及或极少涉及房间和建筑特征，这种同时发生设计计算参数中的所谓同时性，表示的是根据历年数据统计获得的两种气象要素之间出现某一数值组合的可能性。比较有代表性的是 ASHRAE 手册中所列举的干球温度+（与干球温度）同时发生的湿球温度或者湿球温度+（与湿球温度）同时发生的干球温度等气象要素组合。这种同时性是一种对气象数据的统计描述，这些组合下的数值不一定在实际中出现过，而是根据对历年数据的统计结果生成的近极端情况，因此气象要素之间不具有直接的实际关联性。这些较简化的同时发生设计计算参数，虽然不如本标准 6.2.9 中所定义的同时发生设计计算参数精确，但相对于普通设计计算参数而言，考虑了更多的气象要素之间的关系和统计规律，准确性更好，且由于不涉及房间和建筑特征参数，可应用的范围广。因此，对于不满足 6.2.10 条件的地区和建筑，暂可参考使用。

**6.2.12 同时发生设计计算参数，根据典型房间的建筑和室内设计参数，用历年逐时气象数据和动态冷负荷计算方法确定一定不保证率下的室内设计冷负荷，从该设计冷负荷所对应的室外逐时气象数据组中统计生成。根据典型房间的建筑和室内设计参数所生成的同时发生设计计算参数可适用于与典型房间相近的房间。**

**【条文说明】**

6.2.12 典型房间的室内设计参数根据各种建筑和室内设计参数（包括但不限于房间朝向/窗户类型/窗墙比/换气系数/内遮阳系数/房间布置类型/围护结构热

时滞等等)的常用范围和出现频率进行统计和组合获得,也即将较为常用的建筑和室内设计参数值,组合到一起形成多组不同的建筑和室内设计参数值组合,这些组合能尽可能多地代表室内设计情况。历年多要素连续逐时气象数据指的是当地历年实测的多要素气象数据,不同地区的气象数据集不同。与典型房间相似的房间也即建筑和室内设计参数与典型房间相似的设计房间。建筑和室内设计参数分为主要参数和次要参数。主要参数包括房间朝向/窗墙比/墙体类型/换气系数/房间布置类型等,次要参数包括窗户类型/内遮阳系数/墙体外表面吸收率/围护结构热时滞等。判断是否与典型房间相似时应优先判断主要参数是否相近。

**6.2.13 同时发生设计计算参数分为设计点参数和设计日参数,设计点参数用于无时延房间,设计日参数用于有时延房间。**

**【条文说明】**

6.2.13 设计点参数指的是三种设计气象要素(干球温度/湿球温度/立面太阳辐射)在设计冷负荷出现时刻的参数值所组成的同时发生设计计算参数。设计日参数指的是三种设计气象要素(干球温度/湿球温度/立面太阳辐射)在设计负荷出现当日 24 个时刻的参数值所组成的同时发生设计计算参数。无时延房间指不考虑围护结构(墙体)热时滞和室内热延迟,或围护结构(墙体)热惰性和室内热延迟时间小于 1 小时的房间,该类房间任何时刻得热都认为在该时刻转换为室内负荷。热有时延房间,不仅要考虑围护结构的热时滞,还要考虑得热转化为负荷的室内热延迟时间。

**6.2.14 同时发生设计计算参数的设计点参数由无时延的典型房间根据无时延负荷计算方法计算历年连续逐时负荷,由某一负荷不保证率确定设计冷负荷和设计冷负荷所对应的时刻,再依据设计冷负荷时刻从实测逐时气象数据中选取和统计获得。房间单位面积外墙得热量计算参照传热计算式:**

$$L = U_w \left( dt + \frac{srt}{17} - T_r \right) + U_{wd} (dt - T_r) + Mc_{pa} (dt - T_r) + Mh(W_0 - W_r) + \varepsilon(IAC) + SHGC0 [Ra(\theta)E_D + E_d + E_r] \quad (6.2.10)$$

式中:  $L$ ——室内计算负荷 (W);

$dt$ ——干球温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$srt$ ——立面总辐射 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$T_r$ ——室内设计温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$U_w$ ——墙体传热系数 ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ );

$U_{wd}$ ——窗户传热系数 ( $\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ );

$M$ ——换气系数;

$c_{pa}$ ——空气的比热容 ( $\text{kJ}/(\text{kg} \cdot \text{K})$ );

$h$ ——水的汽化潜热 ( $\text{J}/\text{kg}$ );

$W_0$ ——室外空气含湿量 ( $\text{kg}/\text{kg}$ );

$W_r$ ——室内设计条件下的空气含湿量 ( $\text{kg}/\text{kg}$ );

$SHGC0$ ——垂直入射太阳辐射得热系数;

$Ra(\theta)$  ——入射角为 $\theta$ 时的太阳辐射得热系数与  $SHGC0$  的比值;

$\varepsilon(IAC)$ ——内遮阳系数;

$E_D$ ——立面直射辐射 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$E_d$ ——散射辐射 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$E_r$ ——地面反射辐射 ( $\text{W}/\text{m}^2$ ) .

#### 【条文说明】

6.2.14 无时延房间,其墙体对其外表面接收到的热量传递到室内的延迟时间小于 1 小时,而且假定室内得热即时转化为室内冷负荷。因此某时刻的负荷值实际上就是该时刻的室内得热计算值。历年连续逐时负荷由当地多年实测逐时气象数据代入负荷计算公式中得到。负荷不保证率可取 0.4%, 1%和 2%,或者按年均不保证 20 小时, 50 小时和 100 小时。由某一负荷不保证率,从计算达到的历年连续逐时负荷中找出设计负荷和设计负荷对应的时刻,统计设计负荷对应时刻下的干球温度/湿球温度/太阳辐射,即为该房间在某一负荷不保证率下的同时发生设计计算点参数。若该设计计算参数明显不合理,亦可剔除该设计负荷值,并选择与原设计负荷最接近的另一负荷作为设计负荷,按相同的方法确定同时发生设计计算点参数。

6.2.15 同时发生设计计算参数的设计日参数由有时延的典型房间根据有时延负荷计算方法计算历年连续逐时负荷，以某一负荷不保证率确定设计冷负荷后，从连续逐时实测气象数据中选取的日峰值冷负荷等于该设计冷负荷的日期中三个气象要素的 24 时逐时值。房间单位面积外墙形成的冷负荷计算参照周期反应系数法和辐射时间序列法：

$$Q(k) = Q_e(k) + Q_{air}(k) + Q_{sol}(k) \quad (6.2.11-1)$$

$$Q_e(k) = U_{wd}(dt(k) - T_r) + \sum_{i=0}^{23} PRC_i \cdot U_w \left( dt(k-i) + \frac{srt(k-i)}{17} - T_r \right) \quad (6.2.11-2)$$

$$Q_{air}(k) = Mc_{pa}(dt(k) - T_r) + Mh(W_0(k) - W_r) \quad (6.2.11-3)$$

$$Q_{sol}(k) = \varepsilon(IAC)SHGC0[Ra(\theta(k))E_D(k) + E_d(k) + E_r(k)] \quad (6.2.11-4)$$

$$L(k) = \sum_{i=0}^{23} NRTS_i \cdot Q_e(k-i) + Q_{air}(k) + \sum_{i=0}^{23} SRTS_i \cdot Q_{sol}(k-i) \quad (6.2.11-5)$$

式中：Q——室内计算得热（W）；

L——室内计算负荷（W）；

k——时刻；

$Q_e$ ——围护结构得热（W）；

$Q_{air}$ ——空气交换得热（W）；

$Q_{sol}$ ——太阳辐射得热（W）；

NRTS——（非太阳辐射）辐射时间序列；

SRTS——（太阳辐射）辐射时间序列。

#### 【条文说明】

6.2.15 墙体对其外墙表面吸收的热量有延迟和衰减作用。有时延的负荷计算方法认为室内得热在后续时段逐步转换成各时刻的室内负荷，即某时刻的室内得热只有部分在该时刻转化为冷负荷，其余部分将在后续时刻按照一定的比例（也即辐射时间序列因子）转化为冷负荷。这种延迟转化是由于建筑材料和室内布置的家具对于热量的传导、储蓄和释放过程所造成的，因此与房间本身的属性有关，不同类型的房间各时刻转化的比例有所不同。同样的，历年连续逐时负荷由当地

历年实测逐时气象数据代入计算公式计算得到。负荷不保证率可取 0.4%，1%和 2%，或者历年平均不保证 20 小时，50 小时和 100 小时。设计负荷确定后，同时选择数个日峰值负荷与设计负荷相等或极为接近的日期，统计所选日期干球温度/湿球温度/太阳辐射以及室内负荷的分布情况，从中挑选出有代表性的某一日中三个气象要素的 24 时逐时值。被选出的该日期的气象数据的日干球温度/日湿球温度和日太阳辐射值即为该典型房间所对应的同时发生设计日参数。

## 6.3 建筑节能设计

**6.3.1 全国主要城镇的典型气象年参数应根据《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中的附录 D 确定。对于附录 D 未列入的城镇，应按本节的规定计算确定。**

### 【条文说明】

6.3.1 典型气象年是在建筑节能计算和建筑性能模拟中必不可少的室外逐时计算参数，其具有以下特征：（1）具备当地长期气候的代表性，其温度、太阳辐射与风速等气象数据的发生频率分布与过去多年的长期分布相似；（2）由一系列逐时的气象数据组成，并将辐射数据作为挑选的最主要因素，典型年的日气象参数与过去长达几十年的日气象参数具有相似的参数标准连续性，同时各参数间具有较强的关联相似性；（3）能够使建筑物全年热负荷及能耗计算结果具备代表性。

《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 是我国第一部提供了主要城镇（450 个）典型气象年数据的行业标准。在本行业标准发布之前，典型气象年的获取途径还有 E+网站，其中包含了《中国建筑热环境分析专用气象数据集》和《建筑用标准气象数据手册》计算的 270 个和 360 个典型气象年。

**6.3.2 确定典型气象年参数宜采用逐时气象参数观测值。干球温度、露点温度、风速、风向、云量等观测数据至少应为每日四次定时观测值，水平面太阳总辐射照度可采用逐时观测值或逐时太阳辐射模型计算值。**

**6.3.3 典型气象年数据中的 8 项逐时气象参数、单位、精度应符合表 6.3.3 的规定。**

表 6.3.3 典型气象年参数构成

| 气象参数        | 单位               | 精度                   |
|-------------|------------------|----------------------|
| 当地大气压       | hPa              | 0.1 hPa              |
| 干球温度        | °C               | 0.1 °C               |
| 露点温度        | °C               | 0.1 °C               |
| 云量          | 成                | 1 成                  |
| 风速          | m/s              | 0.1 m/s              |
| 风向          | °                | 1°                   |
| 水平面太阳总辐射照度  | W/m <sup>2</sup> | 0.1 W/m <sup>2</sup> |
| 水平面太阳散射辐射照度 | W/m <sup>2</sup> | 0.1 W/m <sup>2</sup> |
| 法向面太阳直射辐射照度 | W/m <sup>2</sup> | 0.1 W/m <sup>2</sup> |

**6.3.4 挑选典型气象年统计时长不宜短于 10 年，当具备长时间序列气象要素记录时，应优先考虑较靠后的时段。**

**【条文说明】**

6.3.4 关于典型气象年的统计时长的选取，《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 规定不小于 7 年；《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134-2010 和《供暖通风与空气调节术语标准》GB/T 50155-2015 条文中规定“以近 10 年的月平均值为依据，从近 10 年的资料中选取一年各月接近 10 年的平均值作为典型气象年。”《公共建筑节能设计标准》GB 50189-2015、《民用建筑设计术语标准》GB/T 50504-2009 条文中规定“以近 30 年的月平均值为依据，从近 10 年的资料中选取一年各月接近 30 年的平均值作为典型气象年。”ASHRAE 2017 中确定室外设计参数时使用了 25 年的气象数据，考虑了气候变化进行定期的更新。

《建筑节能气象参数标准》(JGJ/T346-2014)原始数据来源为中国气象局 686 个基本、基准地面气象观测站 1987~2004 年间的观测数据；《中国建筑热环境分析专用气象数据集》原始数据来源为中国气象局气象信息中心气象资料室收集的全国 270 个地面气象台站 1971-2003 年的实测气象数据；《建筑用标准气象数据手册》原始数据来源为国际地面气象观测数据库 1982~1997 年的气象观测数据。鉴于以上原始统计数据至少为 15 年以前的数据，本标准建议挑选典型年数据为 10-30 年，并进行定期更新。

**6.3.5 典型气象年数据宜按下列方法确定：**

1 采用 Filkenstein-Schafer (FS) 统计法, 分析的气象要素包括干球温度、相对湿度 (或露点温度)、风向、风速和水平面总辐射、直接辐射的日平均值。

2 对比所选月份 (即分别为 1-12 月各个月份) 的逐年累积分布函数 CDF (Cumulative Distribution Frequency) 与长期累积分布函数的接近程度来确定, 按表 6.3.4 中选取气象要素和加权因子, 并计算 FS 值的加权总值最小。

FS 值按下式计算:

$$FS_x(y, m) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |CDF_m(x_i) - CDF_{y,m}(x_i)| \quad (6.3.5-1)$$

$$WS(y, m) = \frac{1}{M} \sum_{x=1}^M WF_x \cdot FS_x(y, m) \quad (6.3.5-2)$$

$$\sum_{x=1}^M WF_x = 1 \quad (6.3.5-3)$$

式中:  $FS_x(y, m)$ ——第  $x$  个气象参数值域在  $x_i$  范围的  $FS(y, m)$  统计值;

$y$ ——研究对象年;

$m$ ——研究对象年中的月份;

$CDF_{y,m}(x_i)$ ——第  $x$  个气象参数值域在  $x_i$  范围的 CDF 值;

$CDF_m(x_i)$ ——对于月份  $m$ , 第  $x$  个气象参数长期统计值域在  $x_i$  范围的 CDF 值;

$N$ ——参数值选取个数, 取决于参数的始点值、终点值和步距;

$M$ ——逐日气象参数选取的个数;

$WS(y, m)$ —— $y$  年  $m$  月的平均加权和;

$WF_x$ ——第  $x$  个气象参数的加权因子, 见表 6.3.4。

表 6.3.4 选取典型气象月各气象参数的权重

| 气象要素      |          | TMY  |
|-----------|----------|------|
| 空气温度      | 干球温度日最高值 | 1/24 |
|           | 干球温度日最低值 | 1/24 |
|           | 干球温度日平均值 | 2/24 |
| 相对湿度 (露点温 | 相对湿度日平均值 | 4/24 |

|      |            |       |
|------|------------|-------|
| 度)   |            |       |
| 风    | 风速日最大值     | 2/24  |
|      | 风速日平均值     | 2/24  |
| 太阳辐射 | 水平面总辐射日平均值 | 12/24 |
|      | 直接辐射日平均值   | ——    |

3 选出典型气象月后，由各典型气象月的逐时气象数据组成典型气象年初步数据，并对温、湿度值进行月间平滑处理。用平滑处理后的温、湿度值，取代初步数据中的温、湿度，得到典型气象年 8760h 数据。

#### 【条文说明】

6.3.5 典型气象年的气象参数有温度、湿度、风速、太阳辐射、云量、日照时数等多种气象指标，表征某个地区的气候特征是多种气象参数的综合。典型气象年的选取方法，其实就是典型气象月的选取方法。在挑选典型气象月组成典型气象年时，得到的是一个虚拟气象年，每个典型月都具备代表当地气候的典型性，是最能代表当地全年气候的气象数据。典型气象年由不同年份的各月组成，故其气象数据具备了气候的代表性，但同时由于组成全年的气候数据来自不同的年份，导致各月之间的衔接出现不连续、突变等情况，所以还需采用一定的数据平滑措施来改进数据的连续性。

**6.3.6 当选取典型气象年气象要素不全时，辐射要素可以由日照时数代替，其要素权重也赋予日照时数；露点温度可由相对湿度代替，其要素权重也赋予相对湿度。**

#### 【条文说明】

6.3.6 有关气象要素不全时的替代方法，主要针对的是太阳辐射数据，因辐射要素和一般地面气象要素存在数量上的不匹配问题，造成典型气象年数据覆盖面扩展困难。经过文献调研及数据实验研究表明，太阳辐射和日照时数间有较强的相关关系，在没有太阳辐射数据的时候可以用日照时数代替选取典型气象年，辐射要素权重也相应地赋予日照时数。因为我国没有直接观测露点温度，露点温度主要通过温度、相对湿度及水汽压等相关关系计算得到，经过数据实验研究表明，在缺少露点温度时，相对湿度代替其参与典型气象年的挑选，结果差异很小。

### 6.3.7 针对非标准工况的气象参数修正方法宜参照下述方法进行：

1 本标准附录 X 中未涉及的目标城镇，宜按照《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014 中的规定，确定参考城镇，目标城镇的典型气象年参数可按照参考城镇选取。当参考其他城镇气象参数时，应注明被参考城镇的名称。当建设地点与拟引用数据的气象台站水平距离在 50km 以内，海拔高度差在 100m 以内时可以直接引用。

2 城市环境下的典型气象年修正方法推荐采用变形法（Morphing 方法），包括三个操作：位移；线性拉伸（缩放因子）；位移和线性拉伸相结合。

（1）位移

$$x = x_0 + \Delta x_m \quad (6.3.7-1)$$

（2）线性拉伸

$$x = \partial_m x_0 \quad (6.3.7-2)$$

（3）位移和线性拉伸结合

$$x = x_0 + \Delta x_m + \partial_m * (x - \langle x_0 \rangle_m) \quad (6.3.7-3)$$

式中：  $x_0$  为已有逐时气象参数；

$\Delta x_m$  为 m 月气象参数月平均变化值；

$\partial_m$  为气象参数的缩放因子；

$\langle x_0 \rangle_m$  为 m 月已有逐时气象参数月平均值。

#### 【条文说明】

6.3.7 非标准工况典型气象年包括两种情况：气象观测站点外地区典型气象年数据的获取及城市环境下的典型气象年修正。气象观测站点外地区典型气象年的获取建议采用多元回归技术、梯度距离反比法等获取气象数据；城市环境下的典型气象年建议根据城市热岛强度进行典型气象年的温度、湿度、辐射等参数修正。

## 附录 A1 单件服装热阻值

| 不同类型服装热阻值 (clo) |          |                      |      |           |                      |
|-----------------|----------|----------------------|------|-----------|----------------------|
| 服装类型            |          | 服装热阻                 | 服装类型 |           | 服装热阻                 |
| 上装              | 轻薄长袖衬衣   | 0.12                 | 下装   | 运动短裤      | 0.08                 |
|                 | 长袖毛衣     | 0.25 (薄)<br>0.36 (厚) |      | 半身裙       | 0.14 (薄)<br>0.23 (厚) |
|                 | 短袖针织运动衫  | 0.17                 |      | 长袖衬衫式连衣裙  | 0.33 (薄)<br>0.47 (厚) |
|                 | 法兰绒长袖衬衫  | 0.34                 |      | 牛仔裤       | 0.24                 |
|                 | 呢子大衣     | 0.36 (薄)<br>0.44 (厚) |      | 宽松运动长裤    | 0.28                 |
|                 | 马甲       | 0.23 (薄)<br>0.27 (厚) |      | 直筒裤       | 0.15 (薄)<br>0.24 (厚) |
|                 | 羽绒服、棉服   | 0.55                 |      | 工装裤       | 0.30                 |
|                 | 长袖运动衫    | 0.12 (薄)<br>0.34 (厚) | 睡衣   | 长袖、长裤睡衣   | 0.34 (薄)<br>0.57 (厚) |
|                 | 夹克       | 0.25 (薄)<br>0.35 (厚) |      | 短袖、短裤睡衣   | 0.42 (厚)             |
|                 | 无袖毛衣     | 0.13 (薄)<br>0.22 (厚) | 鞋袜   | 长筒袜       | 0.02 (薄)<br>0.1 (厚)  |
|                 | 西装外套     | 0.36 (薄)<br>0.44 (厚) |      | 打底袜       | 0.08                 |
| 内衣              | 短袖衬衣、T 恤 | 0.08                 |      | 短筒袜       | 0.02 (薄)<br>0.05 (厚) |
|                 | 女式内裤     | 0.03                 |      | 运动鞋       | 0.08                 |
|                 | 男式内裤     | 0.04                 |      | 棉拖鞋       | 0.03                 |
|                 | 胸罩       | 0.01                 |      | 皮鞋        | 0.04                 |
|                 | 长衬裙      | 0.16                 |      | 帆布鞋       | 0.04                 |
|                 | 短衬裙      | 0.14                 |      | 靴子        | 0.1                  |
|                 | 秋衣       | 0.20                 |      | 凉鞋/人字拖    | 0.02                 |
|                 | 秋裤       | 0.15                 |      | 标准办公座椅    | 0.01                 |
|                 | 无袖背心     | 0.10 (薄)<br>0.17 (厚) | 座椅   | 皮制办公座椅、沙发 | 0.15                 |
|                 |          |                      |      | 木制凳子      | 0.01                 |

成套服装热阻，可以通过单件服装热阻求得：

$$I_{cl} = 0.835 \sum_i I_{clu, i} + 0.161$$

$I_{clu, i}$ ——第  $i$  件服装的单件服装热阻值，clo。



## 附录 A2 不同活动类型下新陈代谢率值

| 常见活动    |           | 代谢率 (met)        |     |
|---------|-----------|------------------|-----|
|         |           | W/m <sup>2</sup> | met |
|         | 斜倚、躺卧     | 46.5             | 0.8 |
| 坐姿活动    | 静坐        | 52.4             | 0.9 |
|         | 静坐打字      | 58.2             | 1.0 |
|         | 静坐整理文档    | 69.8             | 1.2 |
|         | 静坐玩手机     | 58.2             | 1.0 |
|         | 静坐看视频     | 58.2             | 1.0 |
|         | 站立休息      | 58.2             | 1.0 |
| 立姿活动    | 站立打字      | 64.0             | 1.1 |
|         | 站立整理文档    | 75.7             | 1.3 |
| 立姿，中度活动 | 叠衣物       | 93.1             | 1.6 |
|         | 擦玻璃       | 104.8            | 1.8 |
|         | 拖地        | 110.6            | 1.9 |
| 走步活动    | 走步 1 km/h | 104.8            | 1.8 |
|         | 走步 2 km/h | 122.2            | 2.1 |
|         | 走步 3 km/h | 145.5            | 2.5 |
|         | 走步 4 km/h | 174.6            | 3.0 |
|         | 走步 5 km/h | 221.2            | 3.8 |
|         | 走步 6 km/h | 285.2            | 4.9 |

## 附录 B 太阳辐射区域及主要城镇区属

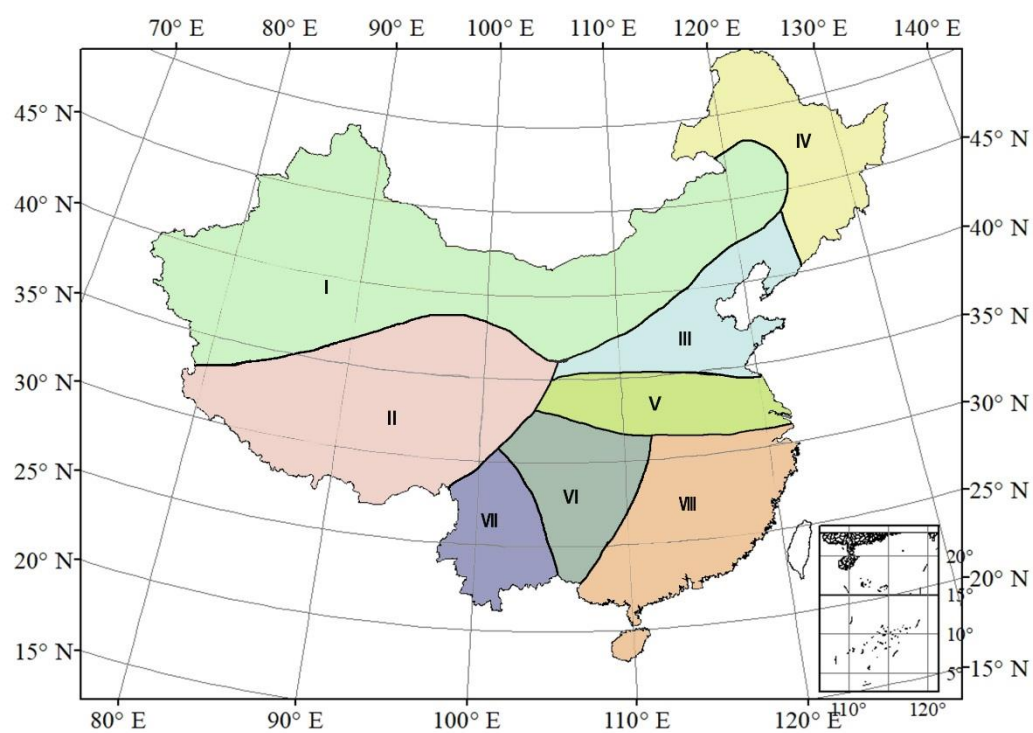


图 B.0.1 太阳辐射区划图

**B.0.2** 全国主要城镇太阳辐射区属应按表 A.0.2 选用

## 附录 C 全国主要城镇建筑热工设计室外计算参数

**C.0.1** 全国主要城镇建筑热工设计室外计算参数应按表 C.0.1 选用。

## **附录 X 全国主要城镇室外空气计算参数**

## **附录 D 全国主要城镇典型气象年（TMY）参数**

**D.0.1** 全国主要城镇典型气象年（TMY）数据应按本标准所附光盘选取。

## 本标准用词说明

1 为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：

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”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

## 引用标准名录

- 1 《热环境的人类工效学—物理量测量仪器》(BS EN ISO 7726 2016)
- 2 《热环境人类工效学—使用主观判定量表评价热环境的影响》GB/T 18977-2003
- 3 《中等热环境 PMV 和 PPD 指数的测定及热舒适条件的规定》GB/T 18049
- 4 《民用建筑热工设计规范》GB 50176
- 5 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736
- 6 《公共建筑节能设计标准》GB 50189
- 7 《供暖通风与空气调节术语标准》GB/T 50155-2015
- 8 《民用建筑设计术语标准》GB/T 50504-2009
- 9 《地面标准气候值统计方法》GB/T 34412-2017
- 10 《地面气象观测规范》QX/T 45-2007
- 11 《建筑气象参数标准》JGJ 35-87
- 12 《建筑节能气象参数标准》JGJ/T 346-2014
- 13 《夏热冬冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 134
- 14 《夏热冬暖地区居住建筑节能设计标准》JGJ 75
- 15 《建筑热环境专用气象数据集》
- 16 ASHRAE 2017